中国历朝气候变化



葛全胜 等 著

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书详细描述了中国历朝气候变化及其对人类社会发展可能产生的影响。主要内容有秦汉以来中国各朝代温度和干湿（降水）时空变化特征、植被和水体变化过程，以及气候变化对人类社会经济、政治、军事、文化等领域的影响。

本书可供有关决策部门，地理学、气候学、历史学、经济学以及全球变化与可持续发展研究领域的科教人员、高年级学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

中国历朝气候变化/葛全胜等著. —北京：科学出版社，2010

ISBN 978-7-03-029753-2

I. 中… II. 葛… III. 气候变化－研究－中国 IV. P467

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 238885 号

责任编辑：李晓华 卜 新 / 责任校对：张凤琴 鲁 素

责任印制：赵德静 / 封面设计：无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

http //www sciencep.com

双青印刷厂 印刷

科学出版社编务公司排版制作

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 1 月第 一 版 开本：B5 (720×1000)

2011 年 1 月第一次印刷 印张：[illegible] 插页：9

印数：1—2 500 字数：907 000

定价：130.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

自　序

三皇五帝神圣事，朝代沧桑“正史”中。至于神州沿革、物产变迁，《禹贡》、《山海经》、《水经注》、《徐霞客游记》等典籍亦多有记载。唯中华“几千寒热，数载晴雨”，却罕有系统、详尽之描述。

中国是历史悠久的文明古国，自殷商以下，甲骨卜辞、青铜铭文、简书缣帛，存世文献数量之浩瀚、内容之广博、记述之详尽、年代之绵长，其他国家殊难企及。这些文献包含了丰富的气候变化及其影响的信息。中国还拥有大量的树轮、湖芯、冰芯和石笋样本，它们时间尺度长、分辨率高，是指示过去气候变化宝贵的自然证据。集成利用文献记载和自然证据重建过去气候变化，是中国在国际全球变化科学领域独具特色的研究之一。20 世纪 70 年代，竺可桢先生据历史文献记载首次重建了过去 5000 年中国温度变化。此后，中国历史气候变化研究，在现代科技手段的支持下，百花齐放、争奇斗艳。本书试图采百家之言，究内在机理，精细描述中国历朝气候变化及其对人类社会发展可能产生的影响。但求读者窥之，不仅了解过去，且可比之现在与未来，诚所谓“述往事，思来者”也。

本书自动笔至今已逾八载，曾数易其稿。文献记载和自然证据是可被相互校核、开启尘封数千年气候变化历史的钥匙。然前者隐匿于海量典籍中，纵如淘金者般追求，也不免“网漏吞舟”；后者记录的噪音往往多于真实的气候变化信息，纵有艺术家鉴赏古代绘画、雕刻般的眼光和精神，仍可能“李代桃僵”。故而，穿凿附会或谬误千里的推测和评述在所难免。敬祈读者谅解和指正，著者将在以后的研究中进一步完善。

本书是中国科学院地理科学与资源研究所历史气候变化研究团队及其国内外合作者数十年研究成果之一，得到了国家杰出青年科学基金、中国科学院知识创新工程和全球变化研究国家重大科学研究计划的支持。张丕远先生、郑景云和刘浩龙参与了本书构架和写作内容的设计，何凡能、傅辉、程邦波、周睿、哈艳梅、李明启、周扬、万智巍，以及孙惠南、杨勤业、李炳元和景可先生等帮助校对了文字，周睿、丁玲玲、邱于晢清绘了所有插图。特此致谢。

葛全胜

2010 年 12 月

目　录

自序
第一章　史前中国气候变化 …… 1
第一节　第四纪以来全球气候变化 …… 2
一、第四纪冰期-间冰期气候旋回 …… 2
二、全新世全球气候变化 …… 3
第二节　第四纪中国气候变化 …… 6
一、现代季风气候的形成与演变 …… 6
二、冰期-间冰期旋回在中国的表现 …… 10
三、末次盛冰期中国气候格局 …… 11
第三节　全新世中国气候变化 …… 14
一、气候变化的阶段性 …… 14
二、千年周期与突变 …… 16
三、大暖期气候格局 …… 19
第二章　夏商周：大暖期后及其延伸 …… 22
第一节　气候变化基本特征 …… 22
一、4.2~4.0ka BP 气候事件 …… 23
二、夏—早商暖期(4.0~3.5ka BP) …… 25
三、中商冷期(3.5~3.3ka BP) …… 27
四、殷墟暖期(3.3~3.1ka BP) …… 28
五、商末周初气候突变(3.1~3.0ka BP) …… 30
六、西周早期暖期(3.0~2.85ka BP) …… 31
七、西周中晚期冷期(2.85~2.7ka BP) …… 33
八、春秋暖期(公元前 770~前 476) …… 33
九、战国温凉(公元前 475~前 221) …… 34
第二节　气候变化与夏商周文明演进 …… 35
一、中原周围地区新石器文化的衰落(4.2~4.0ka BP) …… 36
二、大禹治水(约 4.0ka BP) …… 37
三、夏朝建立(约 4.0ka BP) …… 39
四、中商不稳定与殷人屡迁(3.5~3.3ka BP) …… 41
五、周克商及长江流域青铜文明衰落(3050a BP) …… 43
六、西周灭亡(2.85~2.7ka BP) …… 45

第三节 冷抑暖扬的文明韵律 …… 47
第三章 过去2000年全球温度变化 …… 50
第一节 过去2000年北半球温度变化 …… 50
第二节 过去2000年南半球温度变化 …… 55
第三节 过去2000年南北半球温度变化的异同 …… 57
第四节 过去2000年温度变化重建结果的不确定性 …… 59
第四章 秦汉以来中国气候变化基本特征 …… 61
第一节 温度变化 …… 61
一、总体特征 …… 61
二、区域特征 …… 66
三、中世纪暖期与小冰期 …… 74
四、温度变化重建结果的不确定性分析 …… 77
第二节 干湿(降水)变化 …… 83
一、东部季风区 …… 83
二、西部地区 …… 96
三、干湿变化周期与突变 …… 100
第五章 过去2000年气候变化与中国社会发展 …… 104
第一节 气候变化与农业经济 …… 105
一、对宜农土地的影响 …… 105
二、对作物兴废与耕作制度的影响 …… 108
三、对农作物产量的影响 …… 112
第二节 气候变化与社会动乱 …… 113
一、历史战事的统计特征 …… 113
二、气候变化对历史战事的影响 …… 115
第三节 气候变化与人口增减、迁徙 …… 117
一、人口数量变化 …… 117
二、人口迁徙 …… 119
第四节 气候变化与游牧民族的兴衰迁徙 …… 122
一、游牧民族与中原王朝的关系 …… 122
二、气候变化对游牧民族迁徙的影响 …… 123
第五节 气候变化与中原王朝的兴衰 …… 126
一、中原王朝“治乱”分期及其特点 …… 129
二、气候变化对中原王朝兴衰的影响 …… 133
第六章 秦汉：六合春煦的朝代 …… 136
第一节 冷暖变化 …… 138
一、东中部地区 …… 138

二、西北地区 …… 152
三、青藏高原 …… 153
第二节 干湿变化 …… 154
一、华北地区 …… 155
二、华中地区 …… 161
三、华南地区 …… 163
四、西北地区 …… 164
五、西南地区 …… 165
第三节 水体与植被的变化 …… 166
一、水体 …… 166
二、植被 …… 175
第四节 农业系统的变化 …… 181
一、灌溉工程的兴衰 …… 181
二、种植业结构的变化 …… 183
三、粮食亩产的变化 …… 187
四、耕地面积的变化 …… 189
五、粮食价格 …… 198
第五节 政局治乱和人口变化 …… 200
一、政局治乱 …… 200
二、人口变化 …… 213
第七章 魏晋南北朝：徘徊于霜霾下的乱世 …… 220
第一节 冷暖变化 …… 222
一、东中部地区 …… 223
二、西部地区 …… 233
第二节 干湿变化 …… 236
一、时间特征 …… 236
二、分布格局 …… 243
第三节 水体和植被的变化 …… 245
一、水体 …… 245
二、植被 …… 254
第四节 农业系统的变化 …… 258
一、农牧交错带推移 …… 258
二、粮食亩产波动 …… 263
三、粮价变化 …… 270
四、麦菽南移 …… 272
五、农业生产技术进步 …… 274
第五节 人口、战争的变化 …… 277

一、人口增减与迁徙 ……277
二、战争多寡与南北朝战术 ……283
第六节 寒食散兴衰、北魏迁都、楼兰古国衰败 ……288
一、寒食散服用兴衰 ……288
二、北魏迁都洛阳 ……292
三、楼兰古国衰败 ……294
第八章 隋唐：盛世悄随流火去 ……298
第一节 温度变化 ……301
一、隋初至中唐(公元581~740)：气候温暖 ……302
二、唐朝中后期(公元741~907)：气候转冷 ……306
第二节 干湿变化 ……314
一、东中部地区 ……314
二、西部地区 ……321
第三节 水体和植被的变化 ……322
一、水体 ……322
二、植被 ……325
第四节 农业系统的变化 ……327
一、水利工程 ……327
二、种植制度 ……331
三、收成 ……341
四、粮价 ……347
第五节 人口变化、经济重心南移 ……355
一、人口变化 ……355
二、经济重心南移 ……361
第六节 战争、疆域盈缩 ……369
一、战争 ……369
二、疆域盈缩 ……375
第九章 北宋：暖干的朝代 ……380
第一节 冷暖、干湿基本特征 ……384
一、冷暖变化 ……385
二、干湿变化 ……396
第二节 植被变化与黄河迁徙 ……403
一、植被变化 ……403
二、黄河迁徙 ……406
第三节 水域变化与海塘兴修 ……408
一、水域变化 ……408
二、海塘工程兴修 ……411

第四节 农业的变化 …… 414
一、小麦和甘蔗的种植 …… 414
二、占城稻的引进 …… 417
三、牛疫的发生与传播 …… 418
第五节 熙宁变法、民变、西夏兴亡 …… 422
一、熙宁变法 …… 422
二、民变 …… 428
三、西夏兴亡 …… 433
第十章 南宋、元代：中世纪暖期向小冰期的转变 …… 436
第一节 冷暖、干湿基本特征 …… 440
一、冷暖变化 …… 440
二、干湿变化 …… 454
三、中世纪暖期向小冰期转变 …… 462
第二节 江南农业的变化 …… 465
一、占城稻的推广和江南水利田开发 …… 465
二、稻麦二熟制的推广 …… 469
第三节 人口变化、经济重心南移 …… 473
第四节 蒙古帝国西征和衰落 …… 475
一、西征 …… 475
二、衰落 …… 480
第五节 元代禁酒 …… 483
第十一章 明朝：小冰期前半段 …… 493
第一节 冷暖变化 …… 494
一、东中部地区 …… 496
二、西部地区 …… 508
第二节 干湿变化 …… 511
一、时间特征 …… 511
二、空间格局 …… 523
第三节 水文、植被变化 …… 525
一、水文变化 …… 525
二、植被变化 …… 536
第四节 农业系统的变化 …… 540
一、农业种植制度与结构 …… 540
二、农牧交错带北界 …… 544
三、粮食收成 …… 550
四、粮价 …… 558

第五节 疫病、战乱、人口变化 …… 560
一、疫病 …… 560
二、战乱 …… 563
三、人口变化 …… 569
第六节 中医、避灾祭祀 …… 578
一、中医 …… 578
二、避灾祭祀 …… 580
第十二章 清朝：寒冷的朝代 …… 583
第一节 温度和降水基本特征 …… 586
一、温度变化 …… 588
二、降水变化 …… 594
第二节 极端气候事件 …… 604
一、旱涝灾害 …… 604
二、高温、严冬等其他气候灾害 …… 606
三、光绪“丁戊奇荒” …… 613
第三节 水域、植被的变化 …… 620
一、水域 …… 620
二、植被 …… 628
第四节 柑橘和双季稻种植 …… 635
一、柑橘种植的衰落 …… 635
二、双季稻的推广 …… 637
第五节 农业收成和粮价 …… 640
一、农业收成 …… 640
二、粮价 …… 644
第六节 清朝后期社会动荡 …… 650
一、太平天国运动 …… 650
二、其他农民起义(捻军、西北回民和义和团)、辛亥革命 …… 658
主要参考文献 …… 666
附录一 天干地支对照表 …… 706
附录二 中国历朝起止时间表 …… 707
附录三 缩略语 …… 708

第一章　史前中国气候变化*

受各种内外因素的驱动，地球气候存在着各种不同时间尺度的变化过程(图1.1)，从年际、年代际、百年际直至亿年际，不同时间尺度的气候变化之间存在着密切的联系，较长时间尺度的变化是较短尺度变化的背景，过去2000年的气

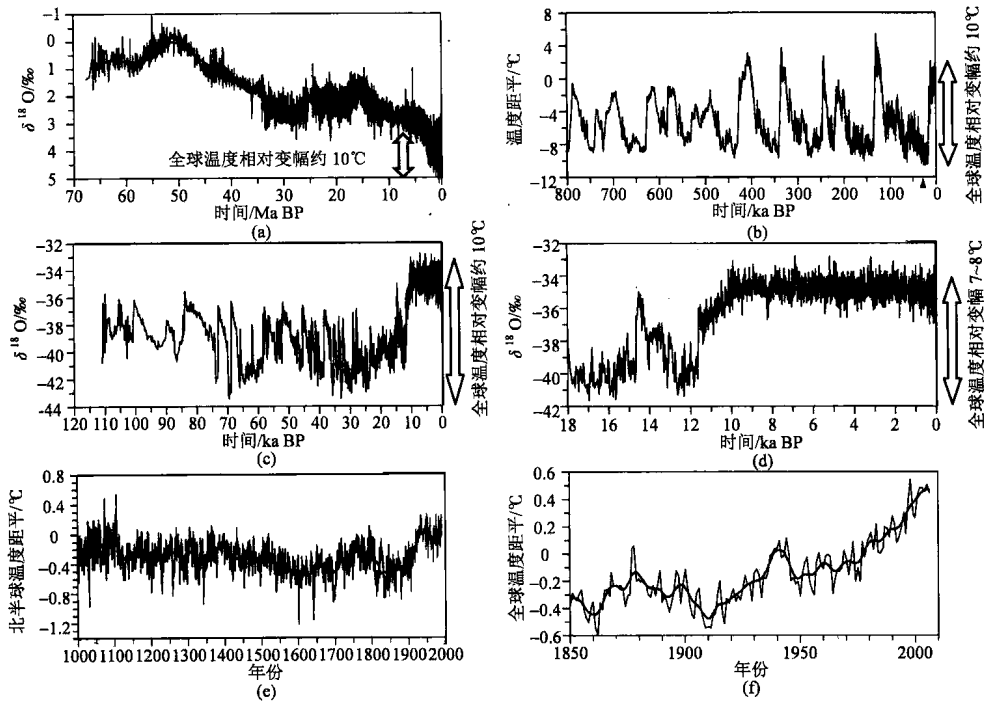


图 1.1　不同时间尺度上地球温度变率示意图

(a) 新生代以来基于40个深海钻探计划(DSDP)和大洋钻探计划(ODP)钻孔的全球深海氧同位素记录和深海温度(黑线为100万年滑动平均)(Zachos et al., 2001)；(b) 欧盟南极钻探计划(EPICA)Dome C冰芯80万年以来温度重建结果(平均值采用过去1000年的温度均值)(Jouzel J et al., 2007)；(c) 12万年以来格陵兰GISP2冰芯的氧同位素记录(Grootes et al., 1993)；(d) 1.8万年来GISP2冰芯的氧同位素记录(Grootes et al., 1993)；(e) 公元1000年以来北半球10条代用指标重建结果的合成温度距平变化(平均值采用1961~1990年温度均值，实黑线为31年滑动平均值)(Jones et al., 1998)；(f) 近百年温度距平变化(实黑线为10年均值，平均值采用1961~1990年温度均值)(IPCC, 2007)

* 执笔人：葛全胜、方修琦。侯光良、王倩协助查阅部分资料

候变化就是在千年、万年及万年以上的时间尺度背景下发生的。

气候变化具有区域性特征。在区域层面上，全球气候变化是区域气候变化的背景；在全球尺度上，区域气候变化是全球气候变化的组成部分。作为对各时间尺度上全球气候变化的响应，中国的气候变化在许多方面与各个时间尺度上的全球气候变化具有共同特征；但由于地理环境独特，特别是随着现代季风的形成与演化，在响应全球性气候变化的同时，中国气候变化具有显著的区域特征。

第一节　第四纪以来全球气候变化

一、第四纪冰期-间冰期气候旋回

65Ma BP 以来的新生代期间，以持续变冷为突出特征的气候变化被称为新生代气候衰落(图 1.1)。在中古新世(59Ma BP)到早始新世(52Ma BP)的气候最适宜事件(Early Eocene Climatic Optimum)之后，全球气候持续变冷，直至进入第四纪冰期，从两极无冰的“温室地球”状态变为现今两极终年有冰的“冰室地球”状态。

第四纪全球气候变化主要受地球轨道参数变化(米兰科维奇周期)驱动，地球轨道参数变化的几个特征周期，例如，412ka、100ka 的偏心率周期，41ka 的地轴倾斜率周期，23ka 和 19ka 的岁差周期，在第四纪气候变化过程中均有显著表现。在地球轨道参数周期性变化的驱动下，地球气候系统内部发生多种反馈过程，使得全球气候呈现出寒冷的冰期和相对温暖的间冰期两种基本状态交替变化。但在不同阶段，主导周期有明显的差别。2.5~1.6Ma BP 时，412ka、66ka、41ka 和 23ka 等多种周期并存，且以 41ka 的周期最为明显；1.6~1.2Ma BP 时，41ka 的周期振荡占据了绝对主导地位，其他周期尺度的能谱则非常微弱；1.2~0.8Ma BP 时，41ka 与 100ka 的周期共存；0.8Ma BP 以后，主导周期变为 100ka，41ka 及其他周期尺度的能谱明显变弱(Williams et al., 1997)。其中，以 100ka 为周期的冰期和间冰期旋回中，温暖的间冰期模态约占 20%(10~30ka)(图 1.1)。

在万年尺度变化的背景下，气候变化还存在千年尺度的快速振荡特征，被称之为亚轨道(sub-orbital)或“亚米兰柯维奇”事件。这种千年尺度上的气候快速变化事件在冰期和间冰期状态下均有表现，但在冰期时尤为明显。从格陵兰不同地点所获得的冰芯证据均显示，末次冰期内 40~25ka BP 时存在着 9 次短期变暖事件，其变化过程呈现出突变特征，即温度在很短时间内突然增加 6~8℃(从较现代低 12~13℃增加到较现代低 5~6℃)，降尘减少，每次变暖的持续时间 500~2000 年。气候这种快速波动在 110~15ka BP 期间共发生了 23 次，被称为 D-O 颤动(Dansgaard-Oeschegar oscilations)(图 1.1)。

末次盛冰期(Last Glacial Maximum，LGM)的气候状态可作为第四纪期间全球

气候寒冷阶段的代表。LGM 是距今最近的一个与现代间冰期气候环境反差最大的时期，出现在 21ka BP（相当于 ^{14}C 年代 18ka BP）前后，是末次冰期中深海氧同位素第 2 阶段中气候最冷、冰川规模最大的时段。冰期最盛期时，陆地冰盖和海冰扩张，海洋表面温度降低，海面大幅度下降，全球陆表覆被、环流格局和气候与今差别巨大。

寒冷是冰期全球气候的突出特征。末次盛冰期，全球地表比现代低 4~5℃，其中北半球大冰盖上低 12~14℃，热带地区低 3℃，大陆降温幅度大于海洋（WMO，2003）。冰盖大规模扩展是冰期最盛期全球环境的重要特征之一。当时全球陆地的 1/3 被冰覆盖，冰盖面积超过 $40\times10^6km^2$；冰盖的厚度达 2~3km，最大厚度可达 4km，冰盖体积为 $90\times10^6km^3$，是现代的 3 倍。在北美，劳伦泰德冰盖向南推进到五大湖区；在欧洲，冰川覆盖了整个斯堪的纳维亚半岛，大不列颠北部和俄国乌拉尔山脉也被冰覆盖。同时，南极和北极地区的海冰也发生大规模的扩展，北大西洋的冬季海冰可一直扩展到法国沿岸。末次盛冰期，全球海平面下降了 90~120m，大陆外围的大陆架广泛出露，许多现代为海峡所分隔的地区都随着陆架出露而连接在一起；陆地极端干旱，除个别地区外（如美国西南部），全球绝大部分地区降水显著减少，森林覆被大规模丧失，荒漠、草原和苔原以及沙漠显著扩张，粉尘沉积比现代高一个数量级，黄土广泛堆积。

二、全新世全球气候变化

全新世是万年尺度上的一个典型间冰期，始于 11.5ka BP。全新世期间，地球气候系统相对稳定，全球气候状态起伏较小，其最突出的标志是寒冷的新仙女木事件（日历年界限为 12.9~11.5ka BP）结束，气温大幅度上升（图 1.1）。

全新世的气候变化可分为早期的增暖、中期的温暖和晚期的转冷等 3 个基本阶段，3 个阶段的分界点目前并未形成共识，但大体可以 8.2ka BP 和 4.3ka BP 的气候恶化事件为界。其中，早期以迅速增暖为主要特征；而中期则是一个较现代更为温暖且相对稳定的时期，被称之为“全新世大暖期”（Megathermal）；大暖期过后，气候进入全新世后期的降温阶段，全球气候以小幅的波动式变冷变干为主要特征。

全新世早期（11.5~8ka BP）以阶段性的迅速升温为特征，降水迅速增加。新仙女木事件之后，全球气候迅速转暖而进入间冰期环境，在此后不到 1000 年的时间里，世界许多地区的温度已达到现代水平，全球气候已与现代相近，某些区域甚至出现较现代更为温暖的气候，如赤道西太平洋海域较工业化前高 0.5~2℃，北半球中纬度的欧洲东南部、高纬度的极地等地区的气温可能高出工业化前 2℃以上，南半球中低纬度较今高 0.5~2℃，东亚地区气温升至与现代相当或略高（图 1.2）。

与气候变暖相适应，全球的大气环流格局与降水的地区分布亦发生重大转变。印度次大陆、西亚和北非等亚非季风区降水显著增加，印度北部和中国青藏高原出现了高湖面，北非植被带比今北移了 10 多个纬度；撒哈拉地区的年降水量较今多 150~400mm，其南缘的湖泊显著扩大，湖水变深，植被带北移(IPCC, 2007; MacKay et al., 2005)。

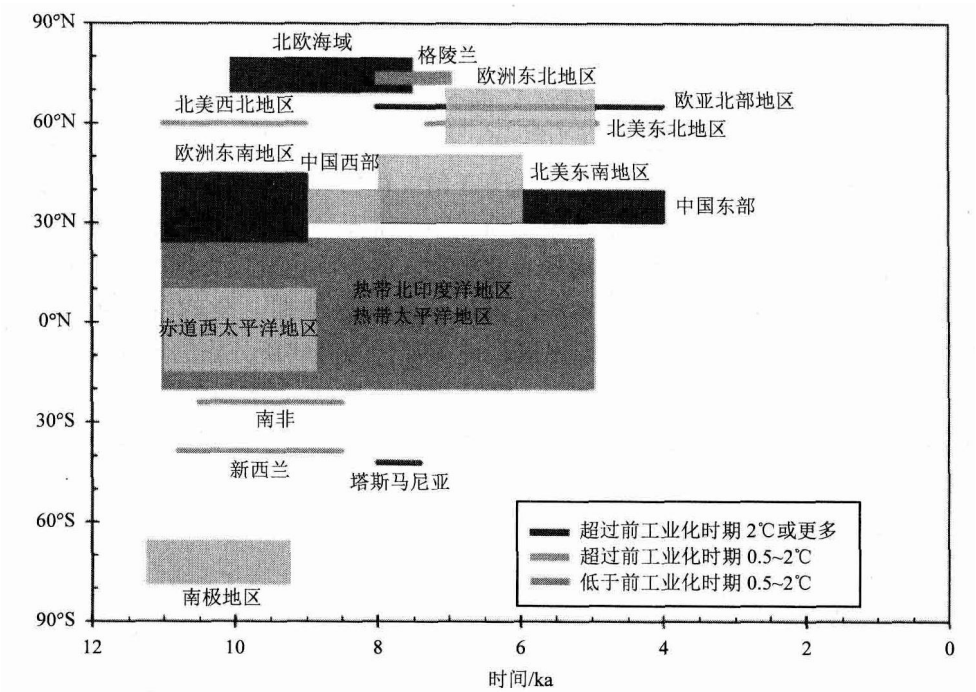


图 1.2 全球不同纬度地区在全新世不同时段的气温距平(IPCC, 2007)(后附彩图)

8.0~4.3ka BP 地球气候进入一个较今更为温暖的时代，这一时期被称为全新世大暖期。全新世盛期可能出现在 6ka BP 前后。当时，北半球中纬度的中国东部、美国大部，升温显著，气温高出现代 2℃以上；高纬度的北欧、美洲北部也较今温暖；南半球中纬度的塔斯马尼亚气温高出现代 2℃以上，但低纬度的太平洋、北印度洋海域气温可能较今偏凉(图 1.2)(IPCC, 2007)。从降水状况来看，全新世中期世界许多地区比现在湿润的多。其中，亚非地区尤其明显。在非洲，当时湖面比今高 50~150m，且这种强盛的湿润期持续到 4000a BP 结束(图 1.3)；现撒哈拉沙漠干燥的中心地带在 8500~6000^{14}C a BP 期间发育了湖泊，湖泊周围生长的灌木植被直到 6000^{14}C a BP 后才向热带草原植被演变；西亚的阿拉伯半岛 8500~6000cal. a BP 气候湿润，湖泊发育，出现了刺槐和牧豆树等热带植被，只是到 6000~4200cal. a BP，湖水开始变浅，并最终干涸(Parker et al., 2004)。在亚洲，

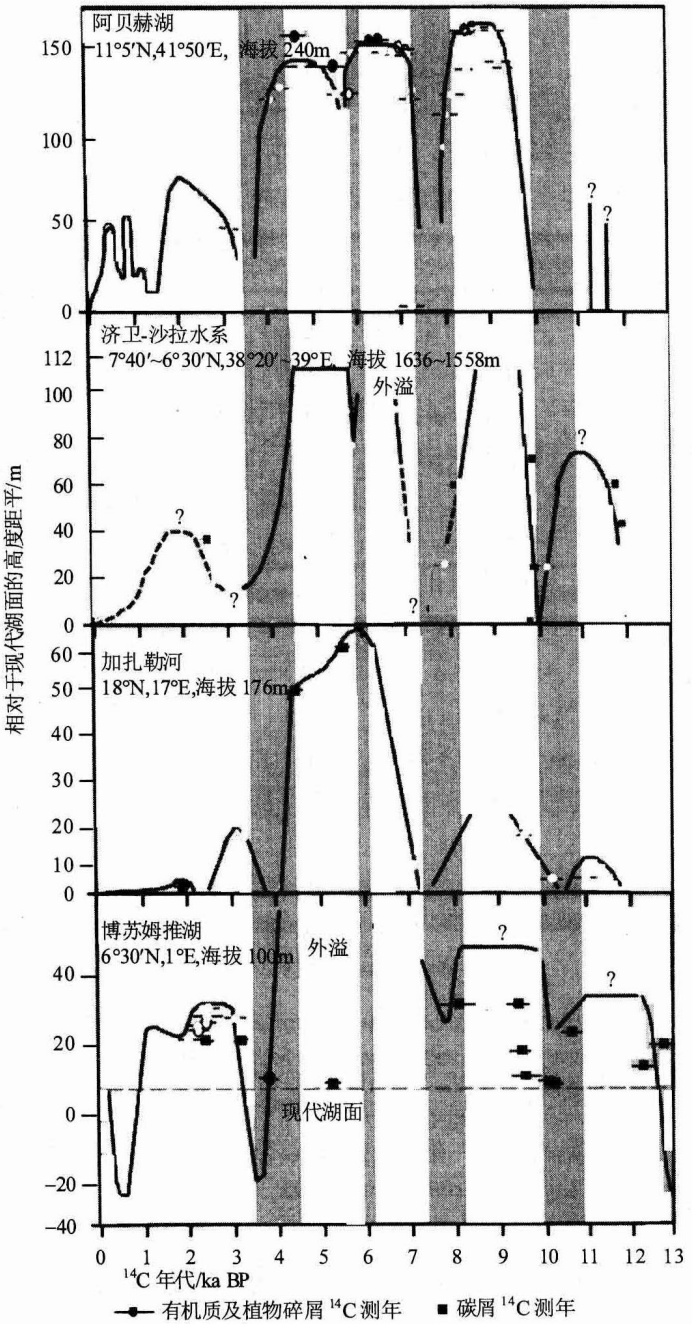


图 1.3 全新世非洲湖面的变化(MacKay et al., 2005)

图中“?”为推测的湖面变化，深色条带指示低湖面阶段

印度西北部湖泊保持淡水状态，沙丘固定。这一时期也并非所有的中纬度地区降水都增加。例如，伊朗西部和土耳其东部地区、北美的落基山和密西西比河之间的普拉利草原等地区的气候有可能较今更为干旱。

4.3ka BP 以后，地球气候系统发生重大变化，全球气候显著变冷、变干，并在千年尺度变化的背景下数度出现持续数百年的阶段性变化。8.2ka BP 以来全球 6 次明显的冰川前进事件有 4 次发生在这一时期(Denton, Karlén，1973)。由于降水减少，从非洲撒哈拉地区到印度西北部以至中国青藏高原与长城沿线地区，湖泊收缩、湖面下降，沙漠则呈现显著扩张趋势。

虽然全新世全球气候总体温暖，但其间也发生了一系列冷的事件。这些冷事件具有以下特征：①具有突变性；②一般持续数百年，是百年尺度的气候变化事件；③幅度有限，是在间冰期暖湿平均状态下的一些小幅度变化事件。这些冷的气候突变事件是千年尺度上地球气候振荡的反映，但其变化幅度比冰期的 D/O 循环要小。1.5 ka 周期是全新世千年尺度气候变化中最受关注的周期。Bond 等(1997)根据北大西洋深海沉积物中的冰漂沉积(ice-rafted debris, IRD)辨识出自新仙女木事件以来存在的 9 次冷的气候事件(编号 8-0)，分别出现在 11.1ka BP、10.3ka BP、9.5ka BP、8.2ka BP、5.9ka BP、4.3ka BP、2.8ka BP、1.4ka BP 和 0.4ka BP，平均时间间隔约为 1.5ka。其中，8.2ka BP 以来的 6 次寒冷事件与全球 6 次明显的冰川前进时期相对应(Denton, Karlén，1973)。在大部分情况下，寒冷事件发生期间，西伯利亚高压、冰岛低压显著，同时北大西洋深层水(NADW)形成减弱(Mayewski et al.，2004)。

全新世寒冷事件中，最强的 2 次突变事件发生在 8.2ka BP 和 4.2ka BP，其降温幅度相当于新仙女木事件的 1/3 和 1/4~1/5。8.2ka BP 左右气候突然恶化事件开始于 8.4ka BP，并在 8ka BP 突然变暖而结束，持续时间约 400 年，该事件以寒冷、干旱和风力增强为特征，波及从热带低纬大洋到高纬极地的众多区域，使得全球在很大范围内出现凉干的气候环境，是全新世期间非常典型的一次气候突变事件。格陵兰冰芯记录其降温幅度达到 6℃，积雪量减少 20%(王绍武，2008)。4.2ka BP 气候事件是发生在中全新世的另一次较强的气候突变事件，全球气候由暖湿转变为凉干，亚非季风区普遍发生了干旱。

第二节　第四纪中国气候变化

一、现代季风气候的形成与演变

季风气候是在新生代气候衰落背景下中国气候系统出现的最重大的事件。季风环流的形成极大地干扰了行星风系对东亚近地层的控制，对中国境内气候系统

的能量、热量循环和交换过程，以及降水、温度等气候要素的震荡幅度和时空分布产生了巨大影响，在较大程度上决定了中国现代自然地理环境的基本特征和空间格局。

目前学术界普遍承认，作为远距离风力搬运的风尘堆积是指示季风环流存在的重要证据。Guo 等(2002)在六盘山以西甘肃秦安地区发现一套中新世黄(红)土–古土壤沉积序列，该沉积序列非常连续，沉积的底界年龄为 22 Ma BP，顶界年龄为 6.2 Ma BP，被认为是中国迄今最早的风尘堆积序列。通过对该沉积序列的研究发现，至少在 22 Ma BP 已有强大的风力把风尘从亚洲内陆的干旱物源区搬运到黄土高原；同时，风尘堆积区湿润化明显，风向和干湿呈现出明显的季节性变化的特征，形成了具有淋溶特征的古土壤；源自西北干旱区的风尘所主导的堆积作用和源自东部海洋的水汽所主导的风化成壤作用相互交替，形成加积型古土壤。秦安黄土–古土壤沉积序列的上述特征说明亚洲冬季风环流系统至少在 22 Ma 前就开始形成，亦即在古近纪与新近纪之交(约 22Ma BP)，控制中国大陆环境的环流系统已由行星风系为主导向季风系为主导转变。

季风气候的形成使得中国气候分布格局出现了重大调整，古近纪时期受行星风系控制的呈明显纬向分布特征的气候，转变为受行星风系和季风环流影响共同作用，从而导致中国现代气候分布既具有一般意义上纬向分布特征，又具有显著的东西干湿分布的区域性特点(图 1.4)，并具有显著的季节性(孙湘君，汪品先，2005)。

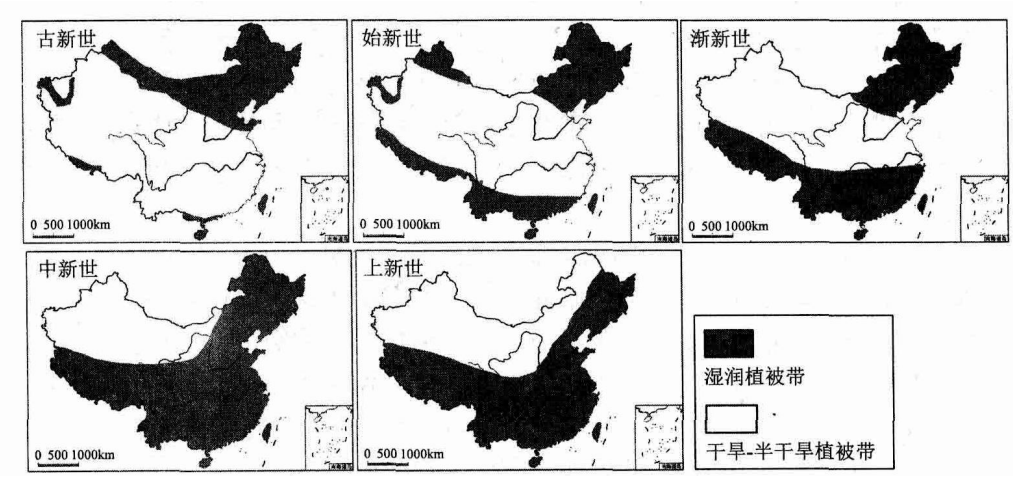


图 1.4 孢粉与古植被资料反映的中国古近纪和新近纪气候带演变(孙湘君，汪品先，2005)

24~22Ma BP 季风形成以后直至 2.6Ma BP，季风环流呈现逐步增强趋势，其间东亚季风的演变存在 16~14Ma BP、10~7Ma BP 和 3.6~2.6Ma BP 等几个重要的转折点(安芷生等，2006)。据 An 等(2001)研究，秦安剖面(22.0~6.2Ma BP)磁化

率指标最高值出现在 16~14Ma BP 和 8.2~6.2Ma BP 前后，说明这两个时间段存在夏季风增强和成壤作用加强事件；南海 1148 孔所记录的底栖有孔虫$\delta^{13}C$ 值从 17Ma BP 开始增加、16Ma BP 达到峰值，并持续至 14Ma BP，表明 17~14Ma BP 南海夏季风增强。此外，磁化率和沉积速率指标还显示夏季风与亚洲内陆干旱化程度在 10~7Ma BP 同步加强，黄土高原广泛发育风成红黏土堆积。其中，8~7Ma BP 季风环流进一步增强，“红黏土”堆积扩展到六盘山以东黄土高原地区，西北出现干旱区，与现代中国自然地理环境基本格局(特别是干旱带地理分布)相近的地理格局也初步显现。

3.6~2.6Ma BP，黄土高原风尘堆积序列的磁化率值急剧增大，表明这一期间中国红黏土的成壤程度增强；序列中代表冬季风的粗颗粒含量也明显增多，黄土高原粉尘通量和堆积速率持续增大，反映东亚冬、夏季风同时增强(An et al., 2001)。

中新世以来季风环境和内陆型干旱环境的产生和发展相互关联，东部湿润区的出现，意味着行星风系中副高系统对近地面层的控制被打破，影响中国东部地区降水的夏季风系统开始出现，西北地区逐步沦为干旱区。但新近纪的季风气候系统与今不同。当时的“冬季风”强度不大，影响空间有限，亚热带动植物分布范围仍极为广阔，例如，三趾马动物群和红土层从东到西广泛分布于中国境内，向北直达辽宁和内蒙古南部；当时的“夏季风”力量也不强，同时青藏高原也未充分隆起，“夏季风”仍未能打破行星风系中副热带高压对青藏地区近地面层的控制，青藏高原新近纪沉积和岩相与今相比亦有很大的不同，其南部是含煤层建造的暗色岩系，北部却是含石膏层的红色碎屑建造，南北之间分布的是含油页岩的杂色碎屑建造。因此，新近纪的季风可称之为“古季风”。2.6Ma BP 前后青藏高原强烈隆起以后，中国地貌形态发生了重大调整后，现代季风气候系统才得以形成(张兰生，1984)。

2.6Ma BP 前后(第四纪初)青藏高原急剧隆起至 2000m 以上(李吉均，方小敏，1998)。海拔 2000m 是一个重要的临界高度，这使得中国大气环流东西和南北方向的运行都受到明显的干扰，引起中国乃至全球大气环流格局的明显变化，形成了具有现代意义的亚洲季风。由于大高原对大气环流的热力和动力作用，蒙古、西伯利亚一带冬季因此不再易受暖平流的影响，冷空气得以聚集成为强大的冷高压；位于高原以南的印度次大陆因地形屏障而受冷空气影响较小，热低压得以维持、兴盛；因此印度季风与东亚的现代季风环流系统得以建立，且其强度和影响范围随高原的持续升高而不断加大(张兰生，1984；An et al., 2001)。

据刘东生等(1997)研究，第四纪中国季风气候系统在万年以上尺度的演变有三个重要转折点：一是 2.4Ma BP 前后，黄土堆积取代红黏土，标志着冬季风环流

的强盛(也可能是冬、夏季风环流强度呈现出互为消长式波动)。二是 1.6Ma BP 前后，黄土平均堆积速率加快、黄土平均粒径变粗，意味着冬季风的强度比以前略有增加。这一时期气候变化从 400ka、66ka 及 23ka 等多种周期转变为 41ka 的主导周期。三是 0.8Ma BP 前后，磁化率和粒度的变化幅度均比以前明显增大，变化周期由 41ka 为主转变为以 100ka 为主，反映出季风环流的变动幅度明显增大，且周期性变化特征更为明显，同时周期长度增加。李吉均等(1998)认为，这三个重要转折点在时间上分别与青藏运动的 B 幕(2.6Ma BP，青藏高原急剧隆起至 2000m)、青藏运动的 C 幕(1.7Ma BP)及昆仑-黄河运动的第二幕(1.1~0.6Ma BP，青藏高原面抬升到海拔 3000~3500m)相对应(图 1.5)。

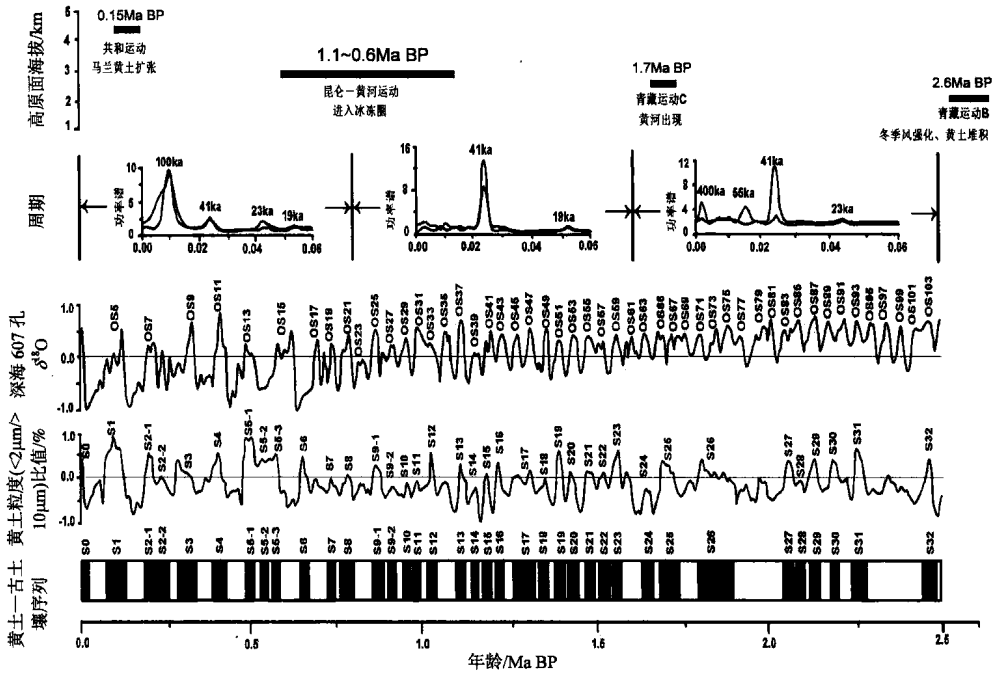


图 1.5 青藏高原抬升过程与中国第四纪气候变化阶段性的对比(据李吉均和方小敏(1998)、刘东生等(1997)有关图件编绘)

自下而上依次为：陕西宝鸡黄土剖面黄土-古土壤序列(S0~S32 分别表示古土壤层)，陕西宝鸡黄土剖面粒度曲线，大西洋 607 孔氧同位素曲线(OS5~OS103 分别表示间冰阶)，0.6~0Ma BP、1.6~0.6Ma BP 和 2.5~1.6Ma BP 三个时段深海氧同位素序列(粗线)和宝鸡黄土粒度序列(细线)的功率谱，青藏高原各构造运动阶段发生的时间及高原所达的海拔高度

在现代季风形成之后，中国地理环境的东西分异及季节性的特征得以进一步加强，从而形成了与现代基本相似的自然地理环境分异格局。中国西北内陆干旱区的形成与发展是青藏高原隆起的另一产物。西北内陆地区本就因同大西洋和北

冰洋等水汽源地距离遥远、且受东部夏季风影响微弱而少雨干旱，而青藏高原的隆起又至少从以下三个方面强化了这一地区的干旱程度。一是高原阻挡了西南暖湿气流携带的水汽进入内陆；二是高原与新疆干旱区之间所产生的地区性环流使高原以北夏季受下沉气流控制；三是高原对冬季风的阻挡作用使干冷空气不能顺利南下，而仅能集聚在西北内陆，使这里的冬季较同纬度其他地区更为寒冷。

二、冰期–间冰期旋回在中国的表现

青藏高原隆起使得中国第四纪气候具有显著的区域性特征，中国气候带不仅具有纬向性特点，而且东西干湿分异明显；与世界其他同纬度地区相比，中国大多数地区冬季更为冷干、夏季则更为暖湿，冬夏气候差异更大。但第四纪全球气候周期性冰期与间冰期旋回规律在中国仍有突出的表现，即使在青藏高原强烈隆起、环境演变异乎寻常的时期也不例外。

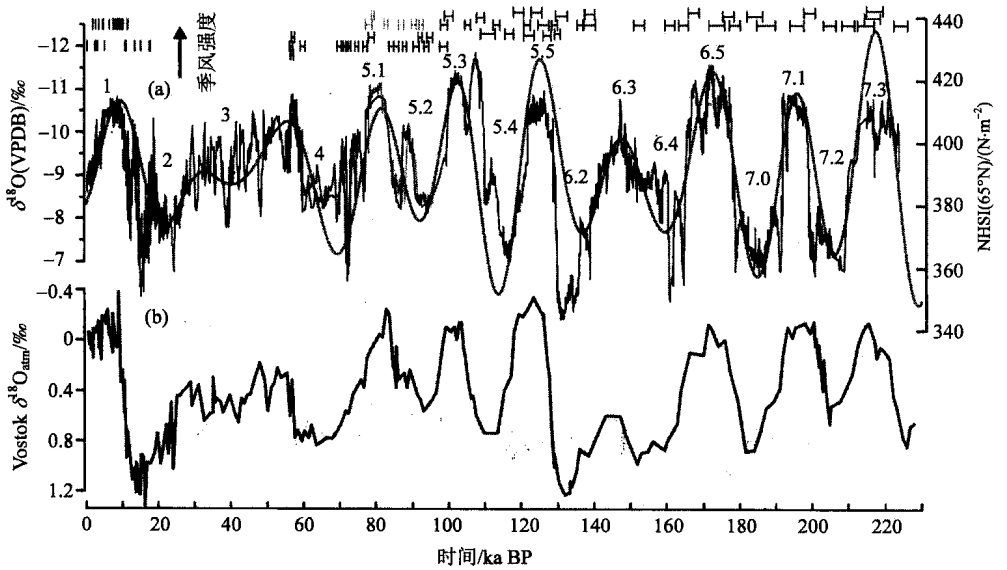


图 1.6 湖北神农架三宝洞与江苏葫芦洞石笋记录的 224ka BP 以来$\delta^{18}O$变化（Wang et al., 2008）（后附彩图）

(a)不同颜色表示整个序列由不同的石笋(蓝色为葫芦洞石笋，其他颜色为三宝洞石笋)校准拼接而成，图中数字表示由深海$\delta^{18}O$确定的气候变化阶段与亚阶段，上方的“⊢⊣”为三宝洞各石笋^{230}Th定年的2σ误差，灰线为夏季北半球陆地(65°N，7月21日)接受的太阳辐射(NHSI)；(b)南极 Vostok 冰芯记录的大气$\delta^{18}O$变化

中国第四纪气候冰期与间冰期气候旋回主要表现形式是冷干–暖湿周期性振荡，冷暖波动幅度超过 10℃。冰期时，冬季风强劲，气候干冷，中国北方广泛沉积黄土；间冰期时，夏季风相对偏强，气候暖湿，土壤发育，从而形成了层次清

晰的黄土层与古土壤层的交替。刘东生等(1997)依据陕西宝鸡黄土剖面中黄土–古土壤交替证据指出，与深海氧同位素记录表征的第四纪全球气候冰期-间冰期阶段性旋回基本规律一致，2.6Ma BP 以来东亚季风气候曾出现过 37 次冷干–暖湿旋回，温暖湿润的古土壤发育期均对应于指示全球间冰期环境的$\delta^{18}O$ 的奇数(负偏高值)阶段，而冷干的黄土发育期均对应于指示全球冰期环境的$\delta^{18}O$ 的偶数(正偏高值)阶段(图 1.5)；此外，地球轨道参数变化的几个特征周期及在不同阶段主导周期在中国同样存在。

Dansgaard-Oeschger 颤动、Heinrich 寒冷事件和新仙女木事件等千年尺度上的全球气候振荡在中国也有明显的表现。中国黄土和洞穴石笋证据所指示的气候变化规律与极地冰芯和北大西洋深海沉积记录的晚第四纪全球气候千年尺度的振荡特征基本一致(图 1.6)(Ding et al., 1997；Wang et al., 2008)。

冰期时中国冬季风增强、夏季风减弱，气候环境相对冷干，因此，冰期时，中国山地冰川或小型冰盖主要发育在青藏高原、天山和阿尔泰山地区以及四川螺髻山、陕西太白山、吉林长白山和台湾中央山脉等少数高山区，而不像北美和欧洲那样曾发育大规模大陆冰川。但冰期时中国永久冻土扩展、自然地带南移、海面下降、干旱区与黄土堆积区扩大。

三、末次盛冰期中国气候格局

末次盛冰期期间中国各地虽然都出现了不同程度的降温，但降温幅度的时空差异极为明显，有显著的高纬降温大于低纬、冬季降温大于夏季的特征(图 1.7 和表 1.1)。

在东部地区，从北到南降温幅度差异巨大。其中，东北地区年平均气温较今低 10℃以上，华北地区低 10℃左右，华中地区低 8~9℃，而华南地区只低 2~4℃。当时，中国东部地区最北部的年平均温度达–15℃以下；年均气温 0℃等温线从辽东半岛南端经燕山、太行山山麓延至黄土高原南缘；而最南部年平均气温仍在 20℃以上，陆上南北年平均气温最大差异达 50℃以上。在西部地区，西北地区年平均气温较今低 10℃以上，西南地区低 7℃(略小于东部同纬度地区)，青藏高原低 6~9℃(张兰生，1980；施雅风等，1997)。

华北和东北地区 1 月气温较今低 15℃以上，华南地区也达 10℃以上。当时 1 月份 0℃等温线在南岭附近，较今的秦岭—淮河一线南移约 8~10 个纬度。但夏季降温幅度较小，且南北差异也略小，大部分地区最热月气温与今 5 月中旬的状况基本相当，如，7 月东北、华北和华中地区温度均较今低 6~7℃，华南、西南较今低 3~4℃(张兰生，1980)。

末次盛冰期期间，同属于季风环流控制下的中国气候系统的基本属性与现代没有本质的不同，但气候状态，特别是一些重要的气候变量，例如，温度、降水

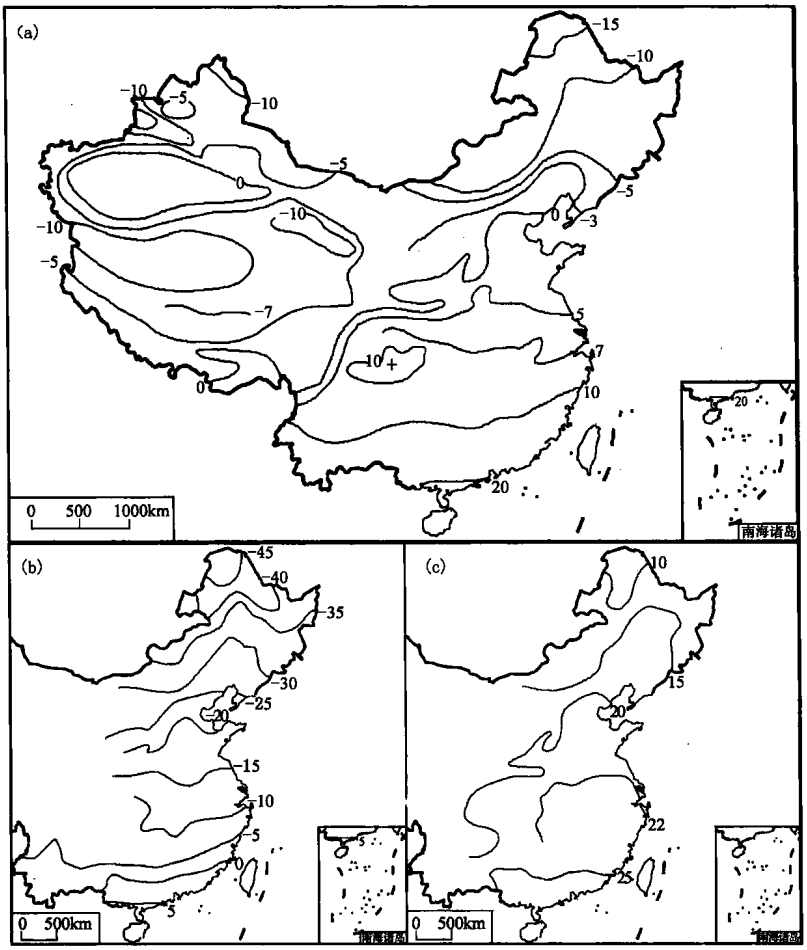


图 1.7 末次盛冰期时中国陆上气温(℃)空间分布(张兰生，1980)

(a)年平均气温；(b)1月平均气温；(c)7月平均气温

表 1.1 中国各地末次盛冰期气温与今气温的差异幅度(单位：℃)

地区气温	东北	华北	华中	华南	西南	北疆	青藏高原
年平均气温	10~11	10	8~9	<5	7	11	4~6
7月平均气温	6~7	6~7	6	3	4		
1月平均气温	15~16	16~17	14	10	12		

资料来源：张兰生，1980

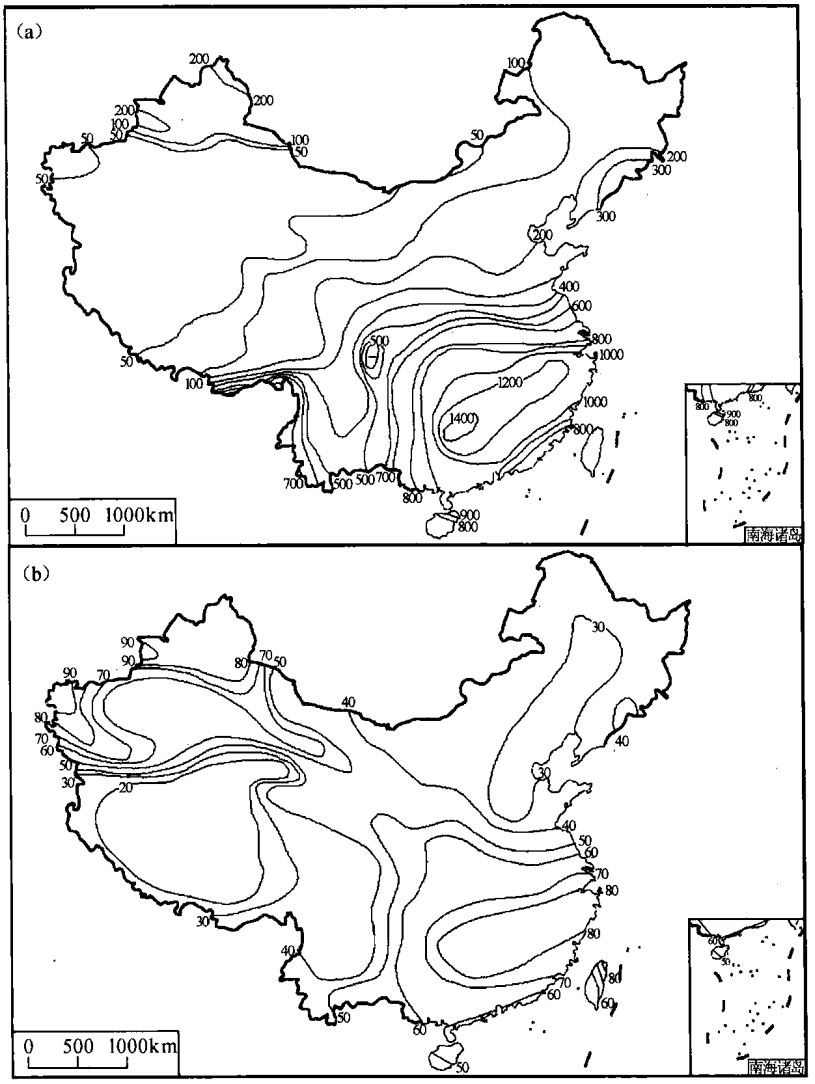


图 1.8 由环流形式推断的末次盛冰期时中国的年降水状况(张兰生，1980)

(a)单位为 mm；(b)单位为相对于现代年降水量的百分比(%)

等的变化幅度和空间分布与今却有着明显的差异。如前所述，末次盛冰期期间最热月(7 月)的气温仅与今 5 月中旬相当，而今 5 月中旬中国气候系统正处在冬、夏季风环流开始发生转换的时期，张兰生(1980)据此推断，当时，中国高空风场全年可能都维持与现代冬季季风环流相似的形势，夏季时，季风北界只能到达江南丘陵南部和云贵高原中部，这与现代夏季季风北界差距甚大。因此，末次盛冰期时中国降水格局虽与今一致，即从东南向西北逐渐减少，但绝大部分地区降水

量都较现代低，使得当时中国气候总体上较今明显要干(图 1.8)。当时中国至少一半的地区年降水量少于 200mm，200mm 等雨量线大体从东北的松嫩平原西部、经长城沿线、向西延伸到青海的共和盆地，与马兰黄土堆积的北缘相近；除新疆北部部分地区外，此线以西的地区属荒漠气候，年降水量均在 200mm 以下，广义上的荒漠带在中国北方连为一体(董光荣等，1997)。华北大部地区和东北中部地区是季风尾闾区，年降水量为 200~400mm，草原气候特征明显。江淮地区年降水量仅 500~600mm，但长江以南的大多数地区降水仍可达 1000mm 以上。其中，江南丘陵地区的年降水量可达 1200~1400mm，成为当时全国降水量最大的地区。华南地区年降水量则低于江南丘陵地区，原因是冰期环流形势的改变使之失去了在现代降雨中占很大比重的台风降水。四川盆地西部，以成都晚更新世黄土堆积平原为中心，出现了年降水量少于 400mm 的低中心；川西和云南高原，在丧失了西南季风带来的降水后，绝大部分地区的年降水量低于 500mm。

与今相比，末次盛冰期，全国存在两个降水量剧减中心。一是华北、东北两大平原及其间的冀北、辽西山地，因处在欧亚大陆西风带的最东端，夏季风难以企及，当时年降水量不及现代的 30%。二是青藏高原，主体部分年降水量不及现代的 30%甚至低于 20%。末次盛冰期，全国存在两个相对高降水中心，分别是长江–南岭地区和新疆西北部地区，年降水量可及现代的 80%~90%(图 1.8)。长江–南岭地区在冰期是全年多锋面活动所在，故降水较多；新疆西北部地区降水主要由西风气流控制，而西风气流的活动在冰期时并未减弱。尽管青藏高原、新疆等西部地区降水较现代少，但由于冰期的强烈降温与冰冻季节的延长，蒸发显著减少，空气中相对湿度增加，气候反而比今湿润，因此，这些地区大多数湖泊均出现高湖面现象(施雅风等，1997)。中国末次盛冰期时降水减少的原因除夏季风环流系统本身显著减弱之外，另一个重要原因是中国有约 1/3 的边缘海因海面下降而成为陆地，西太平洋浅海大面积出露，使得海洋对中国大陆的水汽供应量大幅度减少(汪品先，1995)。

第三节　全新世中国气候变化

一、气候变化的阶段性

全新世中国气候变化可分为早期增暖、中期温暖和晚期转冷等三个基本阶段(图 1.9)。早、中期分界约在 cal.10.2~8.8ka BP(^{14}C 9.0~8.0ka BP)，中、晚期分界约在 cal.4.5~3.2ka BP(^{14}C 4.0~3.0ka BP)。施雅风和孔昭宸(1992)认为全新世大暖期大约始于 ^{14}C 8.5ka BP(cal.9.5ka BP)，结束于 3.0ka BP(cal. 3.2ka BP)。

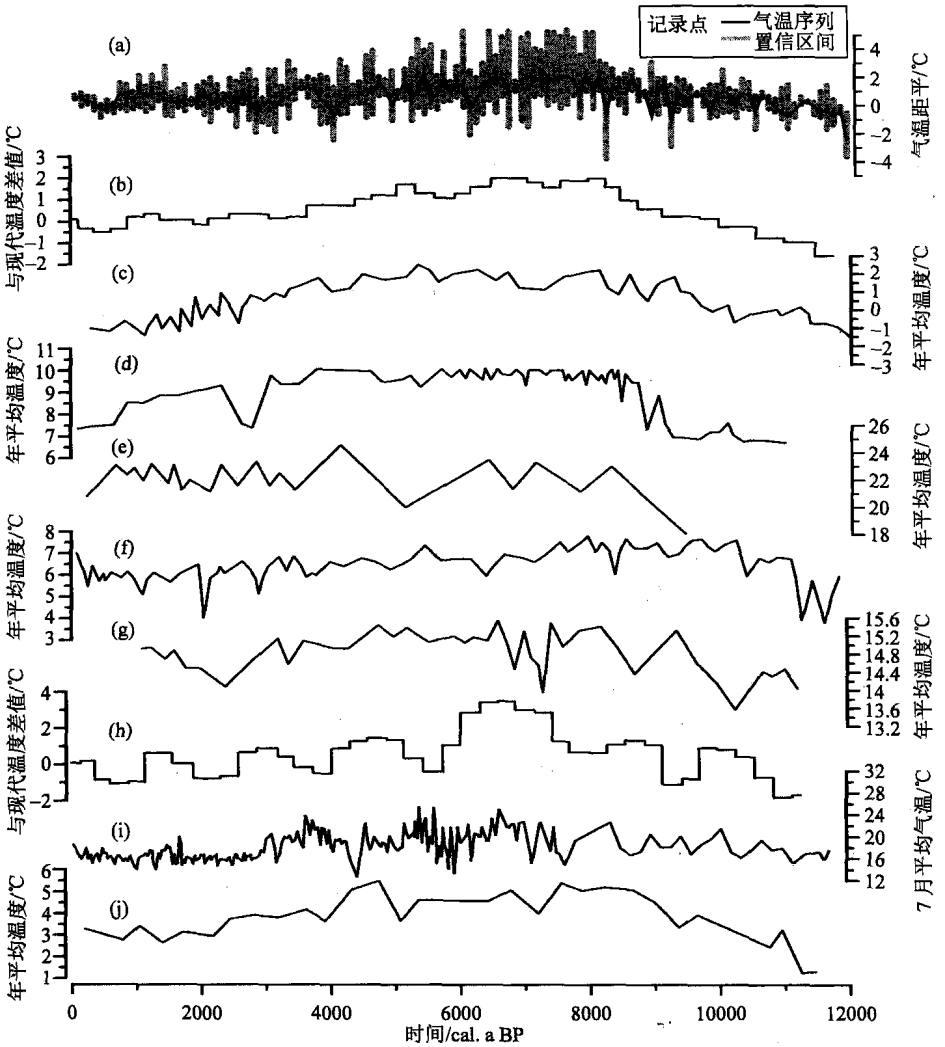


图 1.9 全新世冷暖变化过程(张兰生，方修琦，2011)

(a)全国温度变化集成曲线(方修琦，侯光良，2011)；(b)全国 10 个区温度变化曲线(王绍武，龚道溢，2000)；(c)海登湖温度变化曲线(唐领余等，2004)；(d)梵净山温度变化曲线(乔玉楼等，1996)；(e)珠江三角洲温度变化曲线(李平日等，1991)；(f)大九湖温度变化曲线(朱诚等，2008)；(g)建湖温度变化曲线(唐领余等，1993)；(h)青海湖温度变化曲线(孔昭宸等，1992；王绍武，谢志辉，2002)；(i)岱海温度变化曲线(许清海等，2003)；(j)孤山屯温度变化曲线(沈才明，唐领余，1992)。各序列均校正到日历年

cal.11.5ka BP 以后的 2000 多年，中国气候迅速变暖，此后增暖过程虽有所减缓，但大多数地区仍持续增暖到 8.0ka BP 左右。cal.11.5~8.0ka BP，中国气候增暖过程曾多次受到短期寒冷事件的干扰。Bond 等(1997)所辨识出的全新世 9 次冷事件中的前 4 次(11.1ka BP、10.3ka BP、9.5ka BP、8.2ka BP)在中国均有相应的表

现(王绍武，董光荣，2002；方修琦等，2004)。其中，8.2ka BP 极端变冷事件最为显著(金章东等，2007)。

8.0~4.3ka BP，中国气候比今显著温暖，被称为全新世大暖期。其中，7.2~6.0ka BP 是全新世暖期的鼎盛时期，全国年均气温比过去百年约高 2℃(王绍武，龚道溢，2000)。北大西洋冰漂沉积记录的 9 次冷事件中只有 5.9ka BP 一次寒冷事件发生在此期间(Bond et al.，1997)，该寒冷事件在古里雅冰芯记录里表现为显著的低温，中国西部发生冰川前进，关中盆地的古土壤发育中断(Huang et al., 2000)。

4.3~4.0ka BP，中国气候转冷，冰川前进、喜冷植物花粉增加，干旱、洪水等极端气候事件频发，全新世暖期环境结束。其后的全新世晚期，中国气候呈显著冷干趋势。从北大西洋深海沉积物辨识出的 4.3ka BP、2.8ka BP、1.4ka BP 和 0.4ka BP 等 4 次寒冷事件(Bond et al.，1997)在中国均有表现(方修琦，1999；方修琦，孙宁，1998)。

全新世早期迅速升温的同时，中国夏季风显著增强，绝大多数地区降水增加。全新世暖期期间，中国降水量较现代普遍偏多，气候总体上暖湿；4.3~3.5ka BP 之后，中国显著变干，但降水变化存在区域差异。

贵州茂兰董歌洞和湖北神农架山宝洞(SB10)石笋、大九湖和广东湖光岩玛珥湖沉积证据显示：全新世后，中国季风区降水持续快速增长，最大降水出现在 9.5~9.0ka BP 前后；此后至 4.2ka BP 前后进入湿润期，降水缓慢减少或基本维持稳定；4.2ka BP 前后发生以降水急剧减少为特征的季风降水突变后，进入降水较少的干旱期(Dykoski et al.，2005；邵晓华等，2006；马春梅等，2008;Yancheva et al., 2007)。中国季风区降水变化趋势与非洲和印度季风区的变化特征相似，大致类同于北纬 33°夏季日辐射能量曲线，反映了太阳辐射能量变化对全新世季风气候系统的宏观调控作用(图 1.8)。

中国北方地区在全新世的降水变化总体上呈现暖湿、冷干的特征。全新世早期降水迅速增加，但降水最多的时期出现在全新世暖期的盛期，年降水量较今多 100~200mm(张兰生等，1997；董光荣等，1997；方修琦，孙宁，1998)；^{14}C 3.5 ka BP 以后则呈现冷干趋势(图 1.9、图 1.10)。

二、千年周期与突变

通过对多源气候变化代用序列的周期检测(表 1.2)表明，全新世中国气候变化存在千年周期，主要有 2300~3000a、1300~1500a、1000a 等 3 个准周期。其中，以 1300~1500a 最为显著，与北大西洋深海沉积物所指示的全球气候突变事件重现周期(1470±500a)基本对应(方修琦等，2004)；除外，还存在约 500a、200a 等百年尺度的准周期。

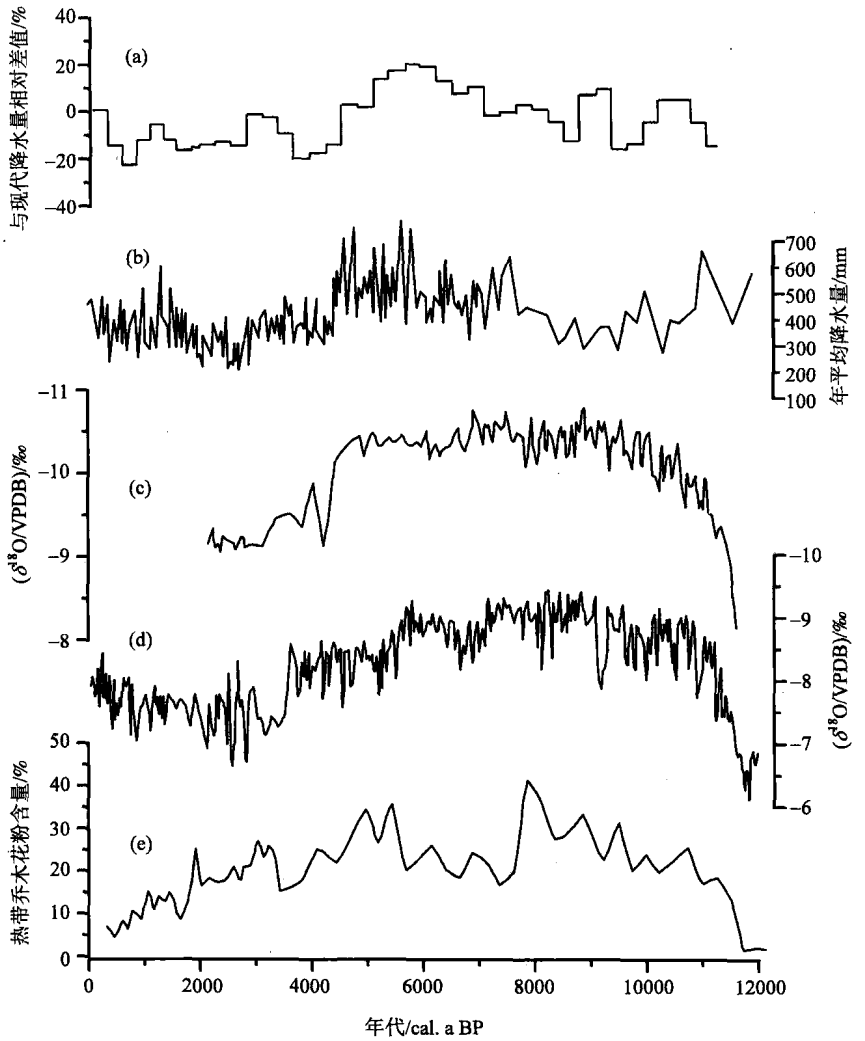


图 1.10 全新世中国降水变化对比(张兰生，方修琦，2011)

(a)青海湖温度变化曲线(孔昭宸等, 1992; 王绍武，董光荣, 2002)；(b)岱海温度变化曲线(许清海等, 2003)；(c)神农架温度变化曲线(邵晓华等, 2006)；(d)董哥洞温度变化曲线(Dykoski et al., 2005)；(e)湖光岩温度变化曲线(王淑云等, 2007)

在气候千年震荡的背景下，全新世中国曾出现多个持续时间不同的寒冷时段或事件。较长的寒冷时段持续时间为 400~800 年，通常由两个及其以上长达百年以上的冷峰组成；较短寒冷时段一般持续 100~200 年。从这些寒冷时段与寒冷事件出现的时间间隔看，它们的重现期最长时间间隔 1600 年，最短时间间隔 1100 年，但大多数为 1300~1500 年，平均为 1310 年(图 1.11)。从各个千年冷暖旋回的

过程看，每个完整的千年旋回既包含一个持续时间较长的寒冷时段，也包括一个持续时间较短的寒冷事件，它们与出现在这些寒冷时段及寒冷事件间的温暖时段与温暖事件构成了一个完整的千年冷暖旋回。北大西洋记录的全新世寒冷事件在中国表现为明显的变冷或变干(表 1.3)，这些寒冷事件主要集中在每个千年冷暖旋回的长寒冷时段中(方修琦等，2004)。

表 1.2 全新世以来中国若干气候变化代用资料序列的周期检测分析结果

代用资料及其来源：时段、地区/点、代用指标及资料出处	准周期长度/a	
	千年际变化	百年际变化
10ka BP 广东湛江湖光岩玛珥湖沉积物干密度(刘嘉麒等，2000)	2930，1140	490，250，220
5.5~0.5ka BP 神农架石笋的$\delta^{18}O$(董进国等，2006)		526
13ka BP 以来若尔盖高原泥炭总有机碳含量(周卫健等，2001)	1463	512，427，353，270，213，113
11.0~0.1ka BP 秦安地区的孢粉浓度(Feng et al.，2006)	2300，1060	650，390
全新世兰州九州台剖面沉积物粒径(陈发虎，吴海斌，1999)	1500	
12ka BP 以来甘肃三角城剖面总有机碳含量(靳立亚等，2004)	1553，1190	686，504，180
10ka BP 以来中国每百年的寒冷事件频次(方修琦等，2004)	2300，1300，1000	500

资料来源：张兰生，方修琦，2011

全新世中国干湿变化也可能存在千年周期振荡的特征。例如，夏季风边缘区的甘肃民勤盆地石羊河流域湖泊沉积物的有机碳(TOC)序列显示，该地区全新世以来干湿波动存在 1.5ka 周期，湿润期出现在约 9500a BP、8000 a BP、6000 a BP、4000 a BP、2300a BP；干旱期则出现在约 10 500 a BP、8700 a BP、7000 a BP、5000 a BP、3000a BP(靳立亚等，2004)。

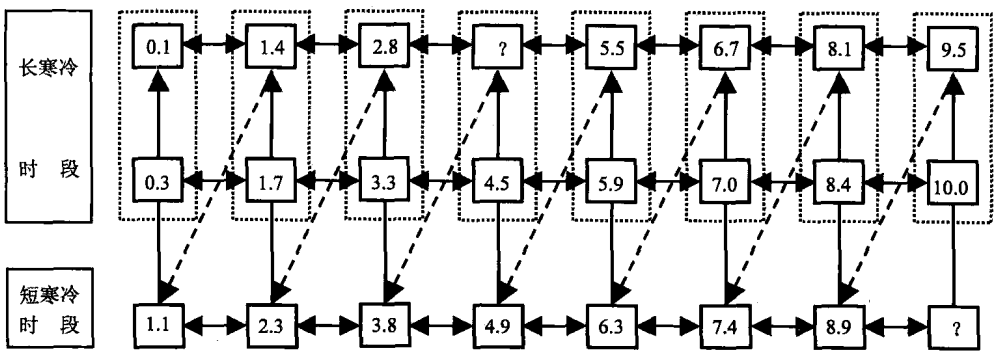


图 1.11 全新世以来中国寒冷事件的重现周期图

图中方框内的数字为事件出现的时间(ka BP)；虚方框表示一个长寒冷时段，由两个冷峰组成；单箭头线表示每个完整的千年冷暖旋回首尾两次寒冷事件之间的时间间隔，平均约 800 年；虚箭头线表示两个完整的千年冷暖旋回之间相邻两次寒冷时间的间隔，平均为 500 年；实双箭头线指示每三个寒冷事件间的时间间隔，即一个完整的千年冷暖旋回重现期，平均为 1310 年(方修琦等，2004(改绘))；“?”表示时间不确定

表 1.3 全新世北大西洋的冷事件在中国的表现(单位：ka BP)

地点	0	1	2	3	4	5	6	7	8	作者
北大西洋(冷)	0.4	1.4	2.8	4.3	5.9	8.2	9.5	10.3	11.1	Bond et al., 1997
古里雅(冷)	0.9	1.7	3.4	4.0	5.5	8.3	9.0	10.1	11.2	Thompson et al., 1997
敦德(冷)	0.4	1.5	3.0	4.0	5.2	8.8	9.7			姚檀栋等, 1992
内蒙古(干旱)	0.4	1.7	3.0	4.2	6.0	8.6	9.3	10.5	11.4	Chen et al., 2003
若尔盖(干旱)	0.3	1.5	2.8	4.4	5.9	8.2	9.5	10.2	11.3	周卫健等, 2001
横断山脉(干旱)	0.3	1.5	2.8	4.1	5.9	8.3	9.5	10.4	11.2	Hong et al., 2005
西南(干旱)	0.5	1.6	2.7	4.4	5.5	8.3				Wang et al., 2005
南海(干旱)	0.3	1.5	3.1	4.3	6.0	8.3	9.5			Wang et al., 1999

资料来源：王绍武，2009

千年周期震荡特征在不同阶段和不同地区存在差异。广东湛江湖光岩玛珥湖沉积物干密度序列表明，全新世早期该地区气候变化存在准 1140a 周期，但在全新世中、晚期，早期的千年周期信号明显减弱，而代之以准 500a 与 200a 的周期变化(刘嘉麒等，2000)。甘肃民勤盆地的三角城剖面 TOC 变化的准 1500 年周期信号在整个全新世都比较明显，而百年尺度的周期变化在早中全新世较为明显，但到中、晚全新世其振幅则逐渐减小(靳立亚等，2004)。

三、大暖期气候格局

全新世大暖期是距今最近、较今明显温暖的千年尺度暖期，其最暖时段 6ka BP 前后，全国年均气温比过去百年约高 2℃(王绍武，龚道溢，2000)。

全新世大暖期增暖具有明显的区域和季节性差异。从区域差异看，全新世大暖期盛期中国东部地区年均气温较今约高 2.5℃。其中，长江流域以南地区高 2℃，长城以外地区高 3℃以上；青藏高原地区暖期盛期时增温幅度最大，年均气温可能较今高 4~5℃(图 1.12)。与全球同纬度其他地区相比，中国可能是升温最大的地区之一(施雅风，孔昭宸，1992)。

边缘海区和江南沿海地区的变暖更为显著。6500a BP 海南岛南岸夏季 SST 月均温较现代高 1.0~1.5℃(韦刚健等，2004)，现今的北界为高雄和绿岛(22°30′N)的珊瑚礁曾分布到台湾岛北岸(25°20′N)(黄镇国，张伟强，2008)，现今生活在南海的喜暖的假轮虫属和星轮虫属有孔虫，全新世暖期时曾分布到宁波、上海、连云港水域。以浙江河姆渡遗址第四文化层为代表的长江中下游以南地区，全新世温暖期鼎盛期时年均气温 18~20℃，较今高出 2~4℃；1 月气温 9~11℃，较今高出 5~7℃(刘为伦，周永康，1995)。

从季节性差异看，冬季增温幅度远高于夏季。全新世暖期时，华北地区白洋

淀、北京、天津、鲁北、胶州湾、莱州湾等地有水蕨生长；渤海湾、胶州湾出现北亚热带成分的水青冈；鲁北平原(禹城、惠民)的暖温带阔叶林植被中含有现生长在亚热带的枫香和山毛榉花粉，这意味着当时华北地区 1 月温度较今高 5℃以上，相当于当时中国东部地区冬季气温较今高 4~5℃(施雅风，孔昭宸，1992)。青藏高原的八宿仁错和墨竹工卡县海登湖地区 1 月气温高出现代 2℃和 3℃，7 月份气温高出 1.5℃和 2.5℃(唐领余、李春海，2001)。

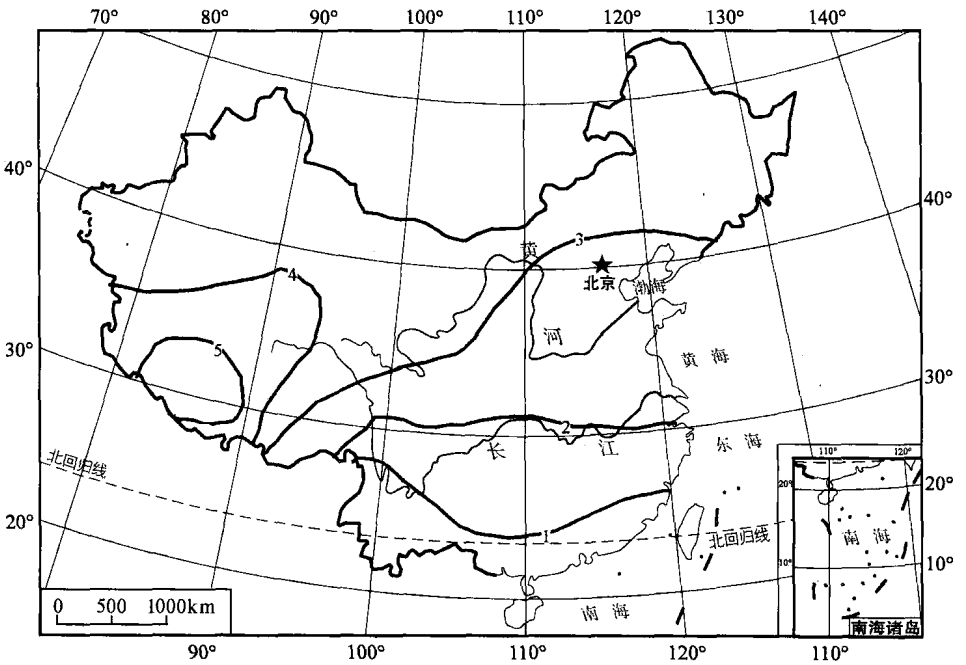


图 1.12 全新世大暖期盛期中国温度与今差异(施雅风，孔昭宸，1992)

全新世大暖期，中国降水量较今普遍偏多(图 1.13)。暖期最盛时，300mm 年等降水量线与现代 200mm 年等降水量线位置相当，贺兰山以西的西北部地区降水较今高 50~100mm；1000mm 年等降水量线与现代 800mm 年等降水量线位置相当，秦岭—淮河以北的北方地区和青藏高原的降水较今高 100~200mm；1600mm 年等降水量线与现代 1400mm 年等降水量线位置相当，南方地区年降水较今高 200mm 左右(张兰生，方修琦，2011)。大暖期盛期是中国原始农业文化最发达的时期。作为现代“南稻北麦”分界线的秦淮线也是中国伏旱区北界，线南春雨伏旱、宜种水稻，线北春旱夏雨、宜种小麦。伏旱区是副热带高压作用的产物，从伏旱区位置可推断副高位置。全新世暖期水稻北界北移 2~3°至 35°N 附近，相应地，古伏旱区北界较今偏北 2~3°；进而可推断，古副高(相应地，古副高脊线)也向北移动了 2~3°(方修琦等，1998)。同期森林—草原分界线位置也较今偏西偏北；中国

北部及新疆、西藏等地的内陆湖泊普遍出现高湖面和湖水淡化现象，沙地和黄土地区普遍发育古土壤。

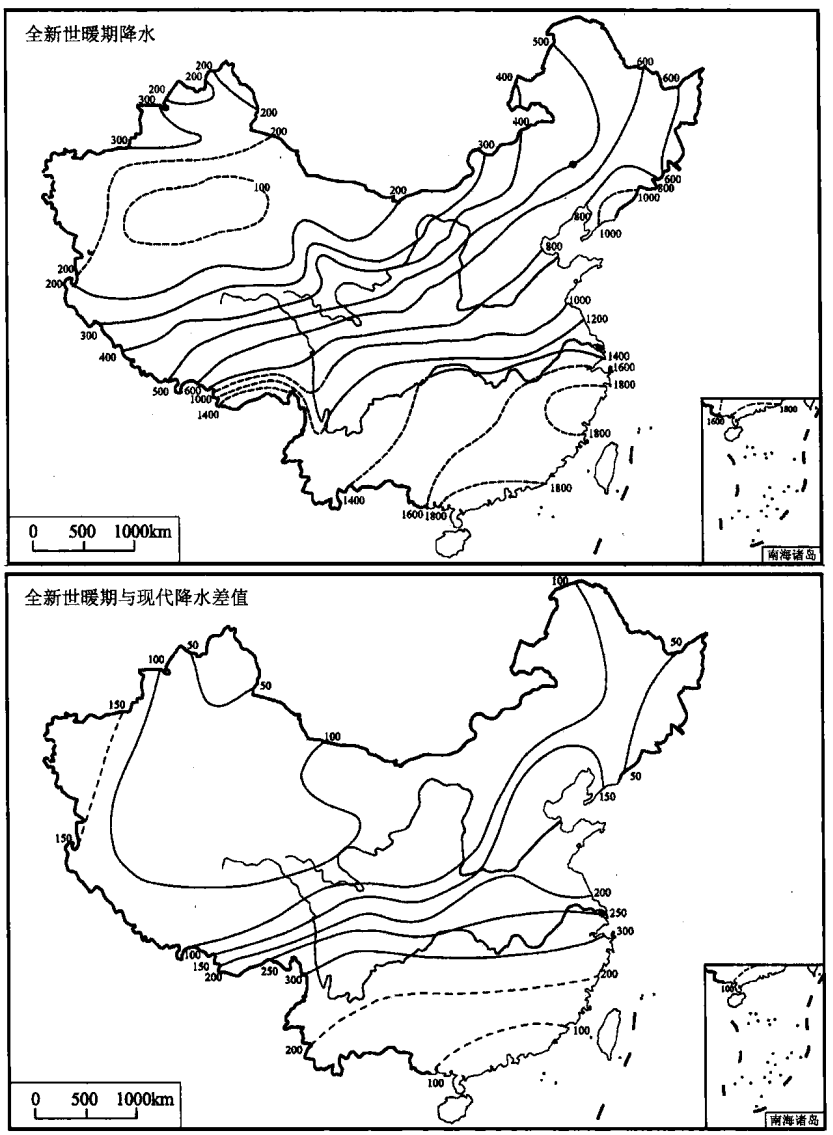


图 1.13　全新世暖期中国年降水量(mm)及其与现代(相对于 1951~1980 年平均值)的差值(张兰生，方修琦，2011)

第二章　夏商周：大暖期后及其延伸*

夏商周(约公元前2070~前221)指的是夏朝(约公元前2070~前1600)、商朝(公元前1600~前1046)、西周(公元前1046~前771)、春秋(公元前770~前476)和战国(公元前475~前221)(夏商周断代工程专家组，2000)，是中国史学上狭义的先秦时期。

这一时期，中国经历了从新石器时代向青铜时代和铁器时代的转变，也经历了从奴隶社会向封建社会的转变。中国青铜文明诞生于夏朝建立时，在商朝早期(公元前1600~前1400)达到鼎盛，这与世界其他青铜文明(如赫梯、迈锡尼和中埃及帝国)发展历程几近一致；但早商二里岗时期(公元前1600~前1500)商王朝政局突然不稳，城市被大量废弃，首都被频繁迁移，皇室内乱不断，但同时也为晚商时期其他地方的青铜文明的发展提供了机遇。晚商时(公元前1300~前1100)中国青铜文明再次兴盛，除以殷墟为代表的中原地区重新崛起外，还出现了诸如四川三星堆和江西新干大洋洲等地方的青铜文明中心。然而，在商周之际，三星堆和新干大洋洲等文明也突然消亡，不知去向。代之而起的西周，在经历了短暂的稳定和繁荣后，亦走向衰落，被犬戎所灭。春秋战国时期，是中国古代政治、经济、文化、科技和思想等方面极富创造力的一个重要历史阶段，一大批代表中国先秦文明最高成就的文学、哲学和伦理著作在这个时代诞生。同期，北方游牧社会也发生了深刻的变化，商周以后，中国游牧文明开始兴起。

由于存世文献较少，先秦2000多年的历史中存在大量未解之谜。例如，大禹治水是否真实？与龙山文化平行发展的良渚文化为何衰落？中商时为何频繁迁都？三星堆等青铜文明为何突然消失？等等。“气候是理解历史的钥匙”(Lamb, 1982)，本章基于近年来古气候学研究进展，结合历史文献和考古学证据，尝试重建夏商周气候变化，并从气候变化对人类社会影响的视角诠释若干历史事件。

第一节　气候变化基本特征

第一章论及，大约8.5ka BP中国进入全新世大暖期，这一暖期持续了近5500年，于3ka BP前后结束。其中，8.5~7.2ka BP间中国气候以升温为主要特征。

---

* 执笔人：葛全胜、吴文祥。刘浩龙、周扬协助查阅部分资料

7.2~6.0ka BP，是大暖期中最稳定、最温暖的阶段，也称大暖期盛期(Megathermal Maximum)。6.0~5.0 ka BP，是气候剧烈波动且伴随显著降温转干的阶段。5.0~3.0 ka BP，为气候波动相对和缓的亚稳定暖湿期。大暖期盛期时青藏高原增温幅度最大，年均气温较今高 4~5℃，东部地区年均气温较今高 2.5℃，但增幅北方大于南方，其中，长城以外地区较今高 3℃以上，长江以南地区较今高 2℃(施雅风等，1992；方修琦，1999)。

从时间上看，夏商周是由全新世大暖期最后 1000 年及其结束后的近千年构成，因而可看成是大暖期后一阶段亚稳定暖湿期及其延续。竺可桢(1973)认为，从仰韶文化到殷墟文化时期(5000~3000a BP)，中国年平均温度比今高 2℃左右，商末周初(约公元前 1100)出现了第一个寒冷期，气温约下降了 2~3℃，西周为一冷期。根据最新的研究进展，作者认为，夏商周气候总体上暖湿，但逐渐变冷，且冷暖波动幅度大。其中，4.2~4.0ka BP 出现与全球同步的显著降温事件，4.0~3.5ka BP 相对温暖、3.5~3.3ka BP 较冷、3.3~3.1ka BP 又较暖，3.1~3.0ka BP 再次出现显著降温事件，3.0~2.85ka BP 温暖、2.85~2.75ka BP 转冷，随后进入春秋暖期和战国凉期。夏商周气候变化特征与世界其他许多地区，特别是北半球地区基本一致。

一、4.2~4.0ka BP 气候事件

据文献记载，距今 4.2~4.0ka BP 中国曾发生一次显著降温事件，这次降温事件对中华文明进程产生了巨大影响。例如《墨子·非攻上》载："昔者有三苗大乱，天命殛之。日妖宵出，雨血三朝，龙生于庙，犬哭乎市，夏冰，地坼及泉，五谷变化，民乃大震。"古本《竹书纪年》也有类似的记载："三苗将亡，天雨血，夏有冰，地坼及泉，青龙生于庙，日夜出，昼日不出。""夏有冰"和"五谷变化"的字句表明大禹征伐位于南方的三苗时，气候出现异常，温度下降。根据夏商周断代工程，夏代的始年定为公元前 2070 年，禹伐三苗发生在夏王朝建立前夕，即距今 4.2~4.0ka 期间。

这一气候事件亦被许多高分辨率古气候自然档案所记录(图 2.1)。敦德冰芯 $\delta^{18}O$ 曲线明确显示当地气温在 4200~4000a BP 达到最低点(Yao, Thompson, 1992)。贵州董哥洞(Wang et al., 2005)、湖南莲花洞(Cosford et al., 2008)、湖北神农架山宝洞(邵晓华等, 2006)、辽宁本溪水洞(Tan, Cai, 2005)等石笋 $\delta^{18}O$ 均显示 4.2~4.0ka BP 期间是一个显著的弱季风期。青藏高原东缘四川省西北部红原县泥炭沉积物表明，4.2~4.0ka BP 该地曾发生季风强度减弱事件。东北金川的泥炭纤维素 $\delta^{13}C$ 显示，在 4.2ka BP 左右该区有一次大的气候转型，气候从之前长时间的湿润状态转为之后的干旱状态(Hong et al., 2000)。临近的四海龙湾湖泊纹泥(Schettler et al., 2006)也清楚地记录了这次事件。另外，利用多种指标对全新世黑潮强度的变化研究表明，黑潮

强度在全新世以来经历过周期为 1.5Ka 的减弱事件，4.2~4.0ka BP 期间曾显著减弱(Jian et al., 2000)；南海高分辨率(15~20a)有孔虫氧同位素记录表明 4.2~4.0ka BP 期间夏季风发生明显的变化(Wang et al., 1999)；广东湛江湖光岩玛珥湖沉积物记录则揭示 4.2ka BP 左右存在降温事件(Liu et al., 2000)。

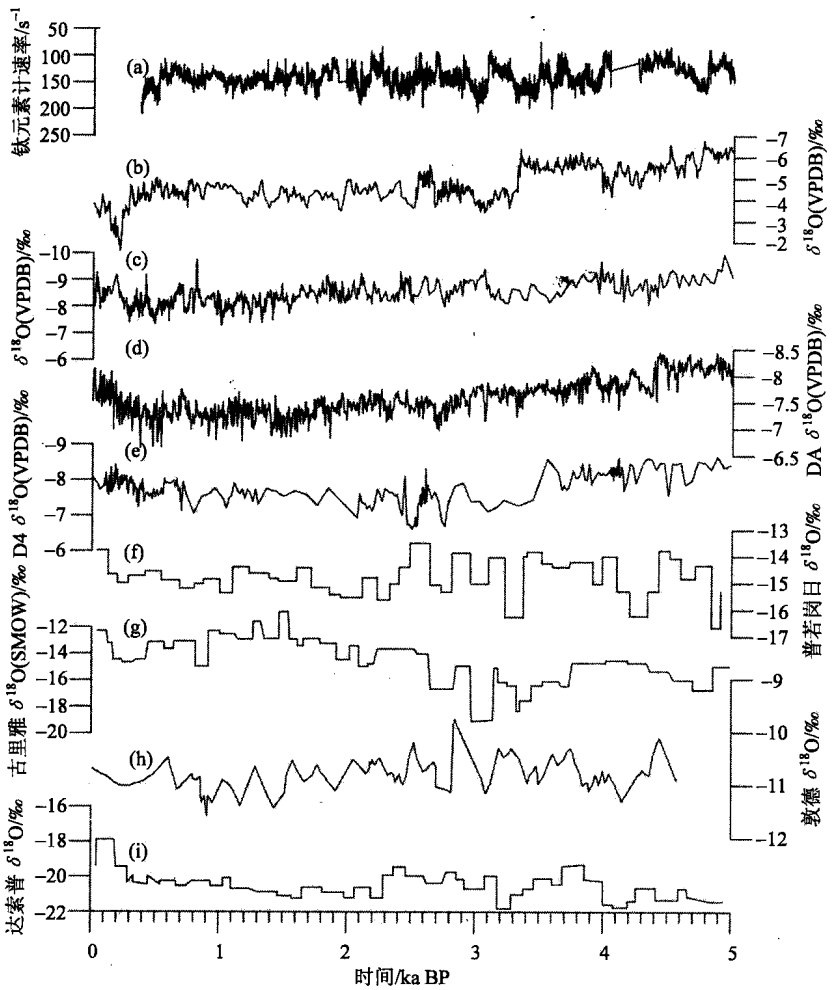


图 2.1 中国过去 5 千年气候变化的自然证据

(a)钛元素计速率(Yancheva et al., 2007); (b)莲花洞石笋 $\delta^{18}O$ 记录(Cosford et al., 2008); (c)湖北和尚洞石笋 $\delta^{18}O$ 记录(Hu et al., 2008); (d)贵州董哥洞 DA 石笋中 $\delta^{18}O$ 记录(Wang et al., 2005); (e)贵州董哥洞 D4 石笋 $\delta^{18}O$ 记录(Dykoski et al., 2005); (f)普若岗日冰芯 $\delta^{18}O$ 记录(Thompson et al., 2005); (g)古里雅冰芯 $\delta^{18}O$ 记录(Thompson et al., 1997); (h)敦德冰芯 $\delta^{18}O$ 记录(Thompson et al., 1997); (i)达索普冰芯 $\delta^{18}O$ 记录(Thompson et al., 2000)

大量分辨率相对较低的古气候记录也表明全新世环境在4.2ka BP前后开始降温。古里雅冰盖在3980±120a BP扩大(施雅风等, 1992)；西部天山山地的冰川重新开始活动(陈吉阳, 1987)；内蒙古一带的农牧交错区于4.0~3.9ka BP前后发生显著的变冷过程，表现为喜暖的油松、栎等花粉显著减少，喜冷的冷杉花粉显著增加，古土壤发育中断，降温幅度2~3℃(张兰生等, 1997)。

越来越多的证据表明4.2~4.0ka BP为一全球性降温事件。当时欧洲阿尔卑斯山地冰川重新活动并广泛分布(Perry, Hsu, 2000)，北大西洋区发生幅度高达1~2°C的广域性降温(Bond et al., 1997；deMenocal et al., 2000)，西亚地区进入降温幅度甚至可以与本地区的新仙女木事件(Younger Dryas)相比的最冷和最为干旱的时期(Weiss et al., 1993)，北美在4.2ka BP前后发生了一次严重的干旱事件(Booth et al., 2005)，非洲季风区和北美季风区气候也发生突变(Marchant, Hooghiemstra, 2004；Booth et al., 2005)。这次降温事件被认为是新仙女木事件(Younger Dryas)以来最大幅度的一次降温过程，是历史时期最具影响力的一次小冰期(许靖华，1998)，标志着世界许多地区气候最适宜期的结束和后全新世的开始(许靖华，1998；张兰生等，1997)，或者现代气候的形成(Claussen et al., 1999)。

这次降温事件对人类生存环境产生了重大影响。如在非洲尼罗河流域和西亚两河流域，严重的干旱导致了土地利用条件的恶化，促使两地区古代文明走向衰落(Weiss et al., 1993)；在中欧，这次降温带来的不是干旱，而是更多的降水，寒冷潮湿的气候导致中欧阿尔卑斯地区山前湖泊水位升高并淹没湖畔居民的家园，人们被迫迁徙；在北欧，降温同样带来的是寒冷和潮湿的气候，并直接导致了斯堪的纳维亚半岛南部和德国北部印欧民族的大迁徙(许靖华，1998; Perry, Hsu, 2000)。

中国北方干旱区，4.0ka BP气候显著干旱(郭正堂等，1999)。如内蒙古凉城的岱海湖4.0ka BP前后湖面急剧退缩，此后虽有波动，但再未恢复到以前的水位(王苏民，王富葆，1992)；民勤盆地石羊河地区4.0ka BP前后由一个稳定的湖泊环境演变为浅湖沼环境(施祺等，1999)。这次降温事件导致东部地区降水增加，湖泊扩张，洪水泛滥，如古云梦泽(羊向东等，1998)，鄱阳湖、洞庭湖和太湖(孙顺才，伍贻范，1987)，以及东北的大布苏湖、华北的白洋淀等都处在形成和扩大之中(王苏民，王富葆，1992)；长江三峡及江汉平原地区4.7~3.5.0ka BP为洪水频发期，其间至少发生了9次特大洪水(朱诚等，1997)。

二、夏—早商暖期(4.0~3.5ka BP)

夏代至商代早期(4000~3500a BP)中国气候相对温暖。竺可桢(1972)指出，从仰韶文化到安阳殷墟，大部分时间中国温度比今高2℃左右，其中1月温度比今

高 3~5℃。由于这一时期和仰韶文化存在一定的关系，故被称为“仰韶温暖期”。

夏代时中国文明即已产生，但迄今没有发现夏代文字，商代的甲骨文则是相当成熟的文字。中国自远古时代起，就有“祖述尧舜”、“信而好古”的传统，先秦文献中有不少追忆夏商时代的传说，春秋时期成书的《夏小正》便是其中之一。《夏小正》以夏历十二个月为纲，分月记载在该月中出现的星象、气象、物候等有周年变化的自然现象，以及与这些自然现象相对应、需要在年内更替变化的农事和政事等人类活动。据满志敏(2009)考证，《夏小正》中物候所记录的地区为淮河中游地区，记录的年代为夏代末期。他依据《夏小正》中所记载的物候信息推算，当时的气候比春秋时期和现代更暖，自然带较今北移近 3 个纬度，春季提前半个月。

4000~3500a BP 暖期也为中国大量高分辨率古气候档案所记录。如敦德冰芯显示 4000a BP 之后，温度开始上升，并于 3700~3500a BP 到达暖期顶峰(Yao, Thompson, 1992)；湖南莲花洞石笋高分辨率的氧同位素记录显示，4000~3500a BP 季风明显增强(Cosford et al., 2008)；董哥洞石笋 D4(Dykoski et al., 2005)和 DA(Wang et al., 2005)也显示出类似的气候变化特征，尽管幅度没有前者明显。青藏高原泥炭层的理化分析结果显示 4000a BP 之后，西南季风突然增强(Hong et al., 2003)；湖南莲花洞(Cosford et al., 2008)和湖北神农架石笋(邵晓华等，2006)亦有类似记录。

该暖期还被一些分辨率相对较低的自然档案所表征。孔昭宸等(1991)对内蒙古自治区赤峰市的环境考古学研究表明，大约在 4.0ka BP~3.5ka BP 的夏家店下层文化时期，气候较为温暖湿润，在水热条件较好的地区，生长有落叶、阔叶和以松为主的常绿针叶树构成的混交林。王树芝等(2004)对出土于内蒙古赤峰市大山前遗址(公元前 2000~前 1500)、夏家店下层文化层的木炭碎块进行了种属鉴定，结果表明：当时该地区的地带性植被为油松林和蒙古栎林，气候温暖湿润。

夏—早商暖期也被世界其他地区高分辨率古气候档案所记录。Neumann 和 Sigrit(1978)通过对巴比伦古代泥板(Clay tablets)记录的大麦收割日期的系统研究，指出该地区在 3800~3650a BP 间气候比今温暖，当时的大麦收割期比现今提前 10~20 天。Issar(2003)对地中海周围地区全新世以来的多种资料进行了分析，结果表明，4000~3500a BP 正值这一地区的青铜时代中期(Middle Bronze Age)，气候整体上比较温暖，但相对较干；在经过 4200~4000a BP 的“黑暗时期”以后该地区进入一个“文化爆炸”期，城市化进程加快，许多前期被遗弃的地方被重新利用。许靖华(1998)认为 3800a BP 以后，气候开始变暖，是全新世最为适宜的阶段，即全新世最大期(Holocene Maximum)，当时欧洲人向北迁

徙至斯堪的纳维亚地区，并在这一地区从事农业种植，而当时农作物的生长季节可能是过去两千年中最长的。这一时期也是伟大的亚述帝国(Assyrian Empire)、赫梯帝国(Hittite Kingdom)、中埃及帝国(Middle Egyptian Empire)以及中国早商王朝等青铜文明大发展的时期。

三、中商冷期(3.5~3.3ka BP)

传统上将商朝整体看作是一个非常温暖的时期(竺可桢，1973)，这种看法主要是基于对殷墟考古所出土的大量动植物和甲骨文文献所记录的物候现象做出判断的。近来的研究表明，商朝并非一直温暖，中商时(3.5~3.3ka BP)曾出现一个相对寒冷时段，长度大约为200年。

敦德冰芯记录表明，在经过近500年暖期后，气候在3.5ka BP左右转冷；古里雅冰芯资料也记录了3.5~3.3ka BP的降温事件和随后的升温事件(3.3~3.0ka BP)；贵州董哥洞D4石笋(Dykoski et al., 2005)和湖南莲花洞(Cosford et al., 2008) $\delta^{18}O$ 记录则揭示3.5ka BP左右东亚夏季风显著减弱现象。这次降温事件同样被青藏高原东部地区的红原泥炭(Hong et al., 2003)、吉林金川泥炭(Hong et al., 2000)、全新世黑潮强度的变化(Jian et al., 2000)、南海有孔虫氧同位素(Wang et al., 1999)、广东湖光岩玛珥湖沉积物等高分辨率的气候记录所揭示(Yancheva et al., 2007)(图2.1)。由于气候转冷，当时中国北方和西北地区的湖泊水位下降 (Wang, Wang, 1992)，西部地区山岳冰川前进 (Zhou, et al., 1991)，黄土沉积速率增加(Ji, 1996)，毛乌素沙丘重新活化(李保生等，1998)，内蒙古大青山附近的冰缘现象发育(崔之久，宋长青，1993; 张兰生等，1997)，内蒙古森林南界北退和草原扩展(张兰生等，1997)。

3.5~3.3ka BP气候事件至少是半球性的。格林兰冰芯(GISP2)氧同位素记录显示，3.5~3.3ka BP为一显著降温时段，3.3~3.1ka BP则出现一段过去3000年来最为显著的暖期，相当于中国的殷墟暖期(Stuiver et al., 1995)(图2.2)。斯堪的纳维亚半岛上的树线变化和冰川进退记录 (Karlén, Kuylenstierna, 1996)，北大西洋冰伐碎屑沉积记录(ice-rafted debris) (Bond et al., 2001)(图2.2)以及阿拉伯海的亚洲东南季风强度变化记录(Gupta et al., 2003)均显示了3.5~3.3ka BP的降温事件。阿拉斯加、阿尔卑斯、斯堪的拉维亚、新西兰等地，3.5~3.3ka BP冰川活动增强(Lamb, 1982)。同期，北美洲西南沙漠地区变冷，森林与沙漠灌木边界缩小，撒哈拉和印度一带赤道西风带南撤，气候变干，沙丘活动(铃木秀夫，1988)。南极海洋沉积物则表明3.5ka BP气候事件可能同时影响了北半球和南半球 (Noon et al., 2003)。

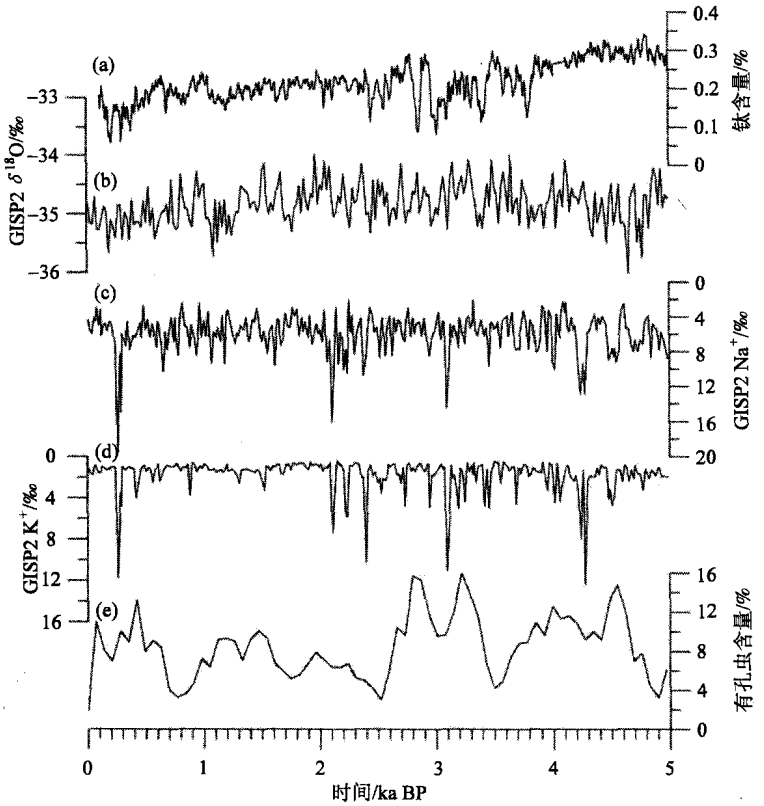


图 2.2 世界其他地区过去 5000 年来气候变化

(a)热带西太平洋卡里亚科盆地沉积物中钛含量(Haug et al., 2003); (b)GISP2 中 $\delta^{18}O$ 记录(Stuiver et al., 1995); (c)GISP2 中 Na^+含量(Mayewski et al., 1997); (d)GISP2 中 K^+含量(Mayewski et al., 1997); (e)北大西洋东部(MC52-V29191)浮冰中浮游有孔虫的含量(Bond et al., 2001)

四、殷墟暖期(3.3~3.1ka BP)

商代后期，指从盘庚迁殷到周武王灭纣这段时间，大约是公元前 14 世纪至公元前 11 世纪。竺可桢(1973)根据历史文献记录和殷墟出土的考古资料，指出这一显著暖期的存在，并将其称之为“殷墟暖期”。该认识已被大量的自然古气候记录所证实。

从 1899 年安阳殷墟发现甲骨刻辞以来，该遗址出土了大量的动物骨骼和甲骨文，这些资料包含着丰富的气候变化信息。1938 年，甲骨学家胡厚宣利用殷墟甲骨卜辞中所载降雨、降雪、获象、捕兕的刻辞，以及殷墟遗址出土的今多见于南方的竹鼠、獐、大象、圣水牛等动物骨骼遗存，推测殷代“气候必与今日长江流域甚或以南者相当也”，稍后，胡厚宣(1944)进一步指出殷代气候远较今日为热。

同期，德国学者魏特夫格(Wittfogel, 1940)也根据卜辞中有关天象、农稼、征戎、游田等记有月份的370条记录，证明殷代气候比现代稍暖。竺可桢(1973)根据历史文献和考古证据认为殷墟时期安阳年均温度高于现代2℃左右，1月温度比现代高3~5℃，大致相当于现在长江流域的气温。

殷墟遗址中出土的动物骨骼分属29种动物(德日进，杨钟健，1936；杨钟健，刘东生，1949)。其中，中小型的獐和竹鼠是亚热带动物，目前只分布在长江流域，而獐活动的最北地域在陕西和甘肃南部。大型的犀牛和象等动物目前仅存在于热带地区，历史时期它们出现的地域要比现代广，但其成群的活动都不超过亚热带北界(“兕”是卜辞中常见的动物名称，指的是犀牛，这说明当时商都附近的田猎区内和邻近地区经常有犀牛在活动。卜辞中另有大量关于猎象的记载，说明殷商王者的田猎区内存在成群的大象，而田猎区的位置就在太行山以南，今天的河南沁阳一带)。貘和圣水牛在中国已经绝迹，现生种仅见于东南亚的热带低地森林中。另外，安阳殷墟动物遗存中还可见到雉科的原鸡和鲟鱼这两种南方动物，前者目前分布在云南、广西、海南等南亚热带地区的山地中；后者的具体种属不详，据推测当为中华鲟或达氏鲟之一，而这两个种属的鲟鱼均产于长江流域。1975年，殷墟遗址中发掘出一具食器铜鼎，其中除了装有粟外，还有不少的果核，据对其尺寸和表面特有沟级和凹点的分析，当是梅子的果核，证明当时商都附近有梅树生长。现代中国野生梅的分布北界大致西起西藏通麦，东北延至四川松潘、广元，甘肃、陕西南部，然后经湖北罗田，安徽黄山，江苏宜兴，浙江昌化、四明山，抵于东海海岸(张秦英等，2007)。满志敏(2009)据此推测，当时商都应具有亚热带或邻近亚热带的气候条件，至少与现代亚热带北界的淮河至伏牛山一带相当。

20世纪90年代，中国考古工作者对安阳洹河北岸花园庄商代遗址出土的动物骨骼再次进行了鉴定，经鉴定的标本种属有犀、麋鹿、黄牛、水牛、绵羊等11种。其中绵羊、黄牛等属于北方的动物群，犀、麋鹿和水牛等属于南方的动物群。参与发掘者根据南方与北方的动物群共存的特点，认为当时安阳地区的气候比现代温暖湿润，具有较多的南北气候过渡带的特点，即类似现在的淮河地区(袁靖，唐际根，2000)。

大量自然证据也证实殷墟暖期有可能存在。敦德冰芯氧同位素记录显示3.3~3.1ka BP为一显著暖期(Yao, Thompson, 1992)，广东湖光岩玛珥湖沉积物指示3.3~3.1ka BP该地气候曾发生了显著的变化(Yancheva et al., 2007)。

公元前1200~前800年前后欧洲和近东地区气候也异常温暖(Neumann, Parpola, 1987)。Weiss(1982)认为这一时期暖干气候是导致欧洲和近东地区青铜文明衰落和部落迁徙的主要原因，因而是“古黑暗时代”(Ancient Dark Ages)。格林兰冰芯氧同位素记录表明，3.3~3.1ka BP是过去5000年来最为温暖的时段(Stuiver et al.,

1995)。近期，Kaniewski 等(2008)依据孢粉证据指出，阿拉伯半岛北海岸叙利亚西北的 Jableh 平原在公元前 1175~前 800 年期间气候呈现出异常暖干。

五、商末周初气候突变(3.1~3.0ka BP)

据史料记载，商末周初中国气候曾发生突变，从此中国中原地区基本再未出现亚热带气候环境。《太平御览》卷 83 引《竹书纪年》载："太丁三年，洹水一日三绝"(太丁即商朝国王文丁，按《夏商周断代工程》，太丁于公元前 1112~前 1102 年在位，三年为公元前 1110 年)。周幽王时大臣伯阳父言："昔伊、洛竭而夏亡，河竭而商亡。"[①]《竹书纪年》载："帝辛三十五年，周大饥。西伯自程迁于丰。"《逸周书·大匡解》曰："惟周王宅程三年，遭天之大荒。"《淮南子·俶真训》云："逮至殷纣，峣山崩，三川涸。"《开元占经》卷 113 引《金匮》曰："武王伐纣，都洛邑，阴寒雨雪一十余日，深丈余。"

商代晚期气候干旱还可以从史料中有关沙尘暴天气的记载得以印证。例如，《竹书纪年》载：帝辛"五年，雨土于亳"，《墨子·非攻下》载：帝辛时"雨土于薄"。如果按现代气象学的划分，"雨土"与"扬沙"、"扬尘"等都属于扬沙天气(包括沙尘暴)，那么"雨土"现象正是沙尘暴天气的古代记录。中国历史上大部分雨土集中时段都位于温度波动的低谷阶段，帝辛五年(公元前 1150)的"雨土"现象正好处于寒冷期内(张德二，1982)。殷墟晚期卜辞中曾大量出现的焚人以祭以求雨的占卜记录，这说明当时的旱情已不是偶尔一两次出现的现象，而是一段时期之中频繁发生的事情(朱彦民，2006)。一些分辨率较低的古气候记录也证实了商末干旱的气候特征。如周伟(1999)根据殷墟考古发掘中地下水位的变化资料，提出了殷商时期气候存在由潮湿向干旱转变，总体呈现出干旱化的趋势。

敦德和古里雅冰芯氧同位素记录显示 3100~3000a BP 是过去五千年中最为显著的一次降温事件(Yao, Thompsen, 1992; Thompson et al., 1997)；普若冈日(Thompson et al., 2005)和达索普(Thompson et al., 2000)冰芯氧同位素曲线也记录到该降温事件(Owen, 2009)。另外，贵州董哥洞 DA 氧同位素(Wang et al., 2005)、吉林哈尼泥炭 $\delta^{18}O$ 记录(Hong et al., 2005)和广东湛江湖光岩沉积记录均表明 3100~3000a BP 发生了过去五千年来最为显著的变化(Yancheva et al., 2007)(图 2.1)。

同期，世界其他地区气候也存在显著变化。格陵兰冰芯 GISP2 的冰雪积累量(Meese et al., 1994)和陆地降尘量(O'Brien et al., 1995)，格陵兰冰芯非海盐源(non-sea salt)钾离子(O'Brien et al., 1995)记录均表明该地区降温发生在

① 《国语》卷 1《周语》

3050~2980a BP(图 2.2)。在东欧，公元前 1100 年气候开始变干，当时黑海和里海水面降低，而在哈萨克斯坦草原地带，植被带向北推移 200km (Weninger et al., 2009)。斯堪的纳维亚半岛上的树线下降，冰川开始活动(Karlén, Kuylenstierna, 1996)、冰岛大陆架北部近海的海洋沉积岩芯记录揭示 3050a BP 左右温度下降(Knudsen, Eiriksson, 2002)。热带西太平洋卡里亚科盆地海洋沉积物记录显示 3050a BP 降温事件的幅度甚至可与该地区新仙女木气候事件相近(Haug et al., 2003)(图 2.2)。

关于这一时期气候变化的机制，现在仍然不够明确。一些学者将其与冰岛的 Hekla-3 火山喷发相联系(Baillie, 1989; Pang et al., 1988)。然而，北大西洋海洋沉积物证据显示 Hekla-3 火山喷发发生在 3.1~3.0ka BP 的降温期间 (Eiriksson et al., 2000)，这次火山喷发可能加重了这次降温的幅度，但显然不是降温事件发生的主要原因。

六、西周早期暖期(3.0~2.85ka BP)

经历 3.1~3.0ka BP 突然降温后，西周早期气候又重新回暖。1973 年，竺可桢基于两个证据认为西周初期气候温暖。第一是当时社会普遍使用竹子的证据。西周早期官方文件先铭于青铜，后写于竹简。中国的方块字，用会意象形来表示，在那时已形成。这些方块字中如衣服、帽子、器皿、书籍、家具、建筑以及乐器等名称，都以“竹”开头，表示这些物品最初都是用竹子做成的。这说明周朝初期竹类在黄河流域广泛生长，表明气候温暖。第二是《左传》中记载的物候证据。据《春秋左传》载，西周初期家燕一般是春分时节来到北纬 34°38′的郯国，郯国以此作为一年中农业开始的先兆，而现在春分那天家燕还只能到上海。同时，竺可桢又提出两条指示西周早期气候寒冷的证据。一是《诗经·豳风》(成书于周成王时代，“夏商周断代工程”认为是公元前 1042~前 1021 年)载：豳(邠)地“八月剥枣，十月获稻。为此春酒，以介眉寿……二之日凿冰冲冲，三之日纳于凌阴。四之日其蚤，献羔祭韭。九月肃霜，十月涤场”，这种物候现象相较于时代稍晚的《诗经·召南》或《诗经·卫风》中所记录的物候现象，表明那一时期豳地偏为寒冷；二是《竹书纪年》中关于周孝王时长江支流汉水曾有两次结冰(公元前 903、前 897)的记载。这两条证据联系在一起又表明西周早期的气候可能寒冷。因此，给人的印象是整个西周可能属于冷期，后来多数学者遵从这一说法。

事实上，《诗经·豳风》(大部分作品完成于周成王时代，即公元前 1042~前 1021 年)所记录的降温有可能是 3050a BP 降温事件。《竹书纪年》上的记载则有可能是西周早期暖期后的气候。据《孟子·滕文公下》载：“周公相武王，诛纣伐奄，三年，讨其君，驱飞廉于海隅而戮之，灭国者五十，驱虎豹犀象而远之，天

下大悦。”《吕氏春秋·仲夏纪》亦载：“成王立，殷民反，王命周公践伐之。商人服象，为虐于东夷，周公以师逐之，至于江南。”这两条史料都谈到了周公驱赶犀象的故事，说明当时气候比较温暖。《竹书纪年》亦云：“周昭王六年，王赐娜伯命，冬十二月，桃李华。”这里的冬十二月指的是公历2月(李龙海，2005)，因为现世长江流域正常年份不会出现阳历2月桃李开花的情况。可见，当时黄河流域的气候应暖于今日。

在传世和出土的大量商末和西周早期青铜器上饰有各种大象的写实花纹，而西周中期这种象纹装饰则不多见。另外，刻在周初铜器上的蚕丝纹饰比商代更多(表明当时养蚕业也极盛)；西周铜器《史免簋》、《叔家父簠》[①]亦曾记录关中地区种植水稻。这些证据可能暗示西周早中期气候比较温暖。

一些间接的证据也表明西周早期气候可能温暖。从现存的史料记载看，周成王之后，从康王到孝王之前(公元前1020~前891)，文献中没有气候异常的记载，但从西周中晚期的厉王(公元前877年~前841年在位)至平王(公元前770~前719年在位)时，气候恶化的记录变得丰富(王邨，王松海，1987)。这种记录上的明显差别可能从另外一个方面说明西周早期的气候可能并非寒冷。西周早期的文学作品也可能反映出这一时期气候相对温暖(于希贤，1998)。一些学者认为：西周早期诗歌的风格比较柔和和真诚，这是对气候温和，风调雨顺，农业生产稳定、人民生活祥和的写照；而中后期的诗歌则更多地表现讽刺和失望(Hsu, Linduff, 1988; Shaughnessy, 1986)。另外，西周早期政治比较稳定，经济繁荣、政治和文化开始扩张(Hsu, Linduff, 1988)，成王和康王时期被描述为最为和平的年代，其间40年中很少见到百姓受惩罚的记录(Hsu, Linduff, 1988)。

中国自然气候档案，如敦德(Yao, Thompson, 1992)和达索普冰芯(Thompson et al., 2000)、湖南莲花洞石笋(Cosford et al., 2008)、贵州董哥洞石笋(Dykoski et al., 2005；Wang et al., 2005)等同位素也明显地记录了这100多年的暖期(图2.1)。在北半球的其他区域，欧洲和近东在公元前1200~前800年前后气候异常温暖，阿拉伯半岛地区公元前1175~前800年气候异常暖干（Kaniewski et al., 2008)。

综上所述，近300年的西周(公元前1041~前770)气候并非一直寒冷，在3050a BP气候降温事件后，西周气候开始转暖，并持续了一百多年，其温暖程度显然不如殷墟暖期，但明显要高于西周中晚期的冷期。

① 据《周礼·秋官·掌客》“簋十”条下郑玄的注解看，西周中期始现的青铜簋，为盛稻粱的食器。很多出土的铜簋上都有铭文提及其用途，如叔家父簋铭“用盛稻粱用”、1977年陕西扶风云塘出土的伯公父簋铭文“用盛稻需粱”

七、西周中晚期冷期(2.85~2.7ka BP)

西周中晚期气候有可能十分冷干。前已述及，周孝王时汉水即有两次结冰。周孝王后，史料中有关冷干的记载更为频繁。例如，古本《竹书纪年》载，周孝王七年(公元前 885)“冬大雨雹，牛马死，江汉俱冻”，周夷王七年(公元前 879)“冬，雨雹，大如砺”；周厉王二十二年至二十六年(公元前 856~前 852)，“皆大旱”，周幽王二年(公元前 780)“泾、渭、洛竭，岐山崩”。《诗经·大雅·荡之什》中也有反映西周末期干旱的一组诗句，如宣王时“旱既大甚，蕴隆虫虫”，“旱既太甚，涤涤山川。旱魃为虐，如惔如焚”；幽王时“如彼岁旱，草不溃茂”，“池之竭矣，不云自频！泉之竭矣，不云自中”。

大量自然气候证据也表明西周中后期气候相对寒冷(图 2.1)。敦德(Yao, Thompson, 1992)和古里雅冰芯 $\delta^{18}O$(Thompson et al., 1997)均记录了 2.8~2.7 ka BP 期间大幅降温事件，金川泥炭 $\delta^{18}O$(Hong et al., 2005)、贵州董哥洞 DA(Wang et al., 2005)和 D4(Dykoski et al., 2005)、湖南莲花洞(Cosford et al., 2008)和湖北和尚洞石笋(Hu et al., 2008)，以及冲绳海槽黑潮强度(Jian et al., 2000)、南海有孔虫氧同位素(Wang et al., 1999)等证据对此也有记载。

全新世期间中国西部山地冰川曾发生了几次显著的进退，其中一次冰川前进阶段发生在 2800a BP 前后(Zhou et al., 1991; Lehmkuhl, 1997)。如：新疆天山河源地区冰川活动留下的冰碛物，其年代测定为 2800a BP，昆仑山南缘冰碛物的 ^{14}C 年代为2720±85a BP(Zhou, 1991)，青藏高原新冰期III阶段大致发生在3320~2400a BP，并于 2800a BP 左右达到冰盛期(Lehmkuhl, 1997)。

公元前 850~前 760 年气候变冷事件可能是全球性的，欧洲、南北美、新西兰、日本、加勒比海以及非洲等许多地方都有降温事件的证据(Van Geel et al., 1996, 1998, 1999; Van Geel, Renssen, 1998)。从 ^{10}B 和 ^{14}C 所反映出的太阳活动来看，这一时期是过去六千年来太阳活动最为显著的极小期之一，可能意味着这一太阳活动极小期的存在，是导致西周中晚期降温的主要因素(Van Geel et al., 2000)。

八、春秋暖期(公元前 770~前 476)

中国历史文献记载表明，春秋(公元前 770~前 476)时中国气候相对温暖(竺可桢，1973)。《左传》载，鲁隐公三年(公元前 720)四月，郑国“取温(今河南温县一带)之麦”，哀公十七年(公元前 478)六月楚国“取陈(今河南淮阳一带)麦”。据考，鲁隐公时历法为夏历，哀公时历法为周历，其六月相当于夏历四月(杨宽，1981)。另外，《礼记·月令》载：“孟夏之月……靡草死，麦秋至。”孟夏即四月，故三则资料都说明当时黄河中下游地区冬小麦收获时间为夏历四月，这较之现代

黄河中下游地区阳历6月上旬的冬小麦收获期而言，约提前了10天。

《礼记·月令》还有其他一些物候现象记载。其中，“玄鸟至”列仲春之月，相当于今阳历3月，而现代家燕要在4月下旬才能在洛阳见到；又如“后妃斋戒，亲东乡躬桑……以劝蚕事”列在季春之月，而现代洛阳一带春蚕收蚁是4月末的事，相较之下，《礼记·月令》所载物候时令明显比今提前。

春秋时期梅树、橘树分布的位置也比现代偏北，河流封冻南界偏北。《诗经·陈风·墓门》有：“墓门有梅，有鸮萃止。”《诗经·曹风·鸤鸠》云：“鸤鸠在桑，其子在梅。”陈风和曹风分别是当时陈、曹两国的土乐，而这两国所在地区相当于今山东西部和河南东部及安徽北部。再联系到《诗经·秦风·终南》所说：“终南何有？有条有梅。”可以推测当时梅树分布的北界至少到达山东菏泽至陕西终南山一线，而现今终南山，野生或是栽植的梅树都不能生长(竺可桢，1973)。《周礼·冬官·考工记》载：“橘逾淮而北为枳……此地气然也。”目前多数学者认为，《考工记》是齐国官书，其主体内容编纂于春秋末至战国初。故可推断，春秋末桔树种植北界在淮河一线，这较之现今长江一线的分布北界明显偏北。又《春秋》记有公元前698、590和546年，鲁国无冰。考鲁国国都治今天的山东曲阜，现代中国封冻南界大体上东起连云港，经商丘北跨黄河，沿黄河北侧高地西伸(中国科学院《中国自然地理》编辑委员会，1984)，故可知春秋时期中国河流的封冻南界偏北，大致在淮河一线以北，这恰与橘树的种植北界基本一致。

春秋暖期在贵州董哥洞(Wang et al., 2005；Dykoski et al., 2005)和湖南莲花洞(Cosford et al., 2008)石笋记录中均有明显的表现。敦德冰芯氧同位素则记录到2.7~2.45ka BP是一次比较明显的暖期(Yao, Thompson, 1992)(图2.1)。

九、战国温凉(公元前475~前221)

据文献和自然证据看，战国时温度有逐渐下降趋势。不过，总体上而言，气候可能如竺可桢(1973)所述，仍比现代温暖。

大思想家孟子(公元前372~前289)曾云：“今夫麰麦，播种而耰之……至于日至(即夏至)之时，皆孰矣。”[①]这一资料表明战国中期黄河中下游地区的小麦收获期在夏至(阳历6月24日)前后，较之春秋时期已大有推迟，与该地区现代6月中旬始获的日期相比，收获期也推迟了半个月左右，故战国中期的气候可能比现今寒冷(满志敏，2009)。

成书于战国晚期的古代类百科全书《吕氏春秋》，是秦国丞相吕不韦(?~约前235)门客“本之古农书并杂以阴阳家说增删而成”(陈奇猷，1984)，包含了诸多动

① 《孟子》卷11《告子》

植物及农业方面的物候信息。其中，《吕氏春秋·季秋纪》载九月“蛰虫咸俯在穴”，这较之《诗经·豳风·七月》所载“十月蟋蟀，入我床下”的现象而言，说明战国晚期秋季节令比之西周早期成王时提早一个月，气候已明显转冷。至于当时气候总体上与今相较，是冷是热？据《吕氏春秋·仲春纪》载：“仲春之月……始雨水，桃李华……玄鸟至。”春季时令看，当时气候要比现今温暖。《吕氏春秋·孟夏纪》载：“是月也，以立夏……农乃收麦升献。天子乃以彘尝麦，先荐寝庙……糜草死，麦秋至。”《吕氏春秋·仲秋纪》载：“是月也，乃劝种麦。”这两个季节的物候时令又与今大致相近(陈良佐，1991)。故综合考虑，战国晚期黄河中下游的气候温暖程度至少与今相同。

自然证据也显示战国时中国各地的气温较前有明显的下降趋势。在东部的长江流域鄱阳湖 ZK01 孔(顾延生，2004)、江汉平原沔城 M1 钻孔(朱育新等，1999)、洪湖 1174 孔(张丕远等，1996)的孢粉分析结果显示战国初期长江中游的气候仍然为温暖湿润的类型。然而大约在距今 2400~2300 年，长江流域出现了明显的降温事件，暖性、喜湿的植物逐渐减少，针叶树种以及蒿、蓼等喜干草本植物增多(张晓阳等，1994；瞿文川等，1998；顾延生，2004)。在西部地区，敦德冰芯氧同位素显示 2.45~2.25ka BP 温度下降，随后(2.25~2.0ka BP)气温虽有上升，但并未达到春秋暖期的水平，普若冈日冰芯氧同位素记录也显示 2.5ka BP 以后气温下降，再未达到以前的温暖水平，贵州董哥洞 D4 和湖南莲花洞石笋氧同位素记录在 2.5~2.4ka BP 都一致性地显示一次非常明显的百年尺度的季风强度减弱期(图 2.1)。

第二节　气候变化与夏商周文明演进

许多古代文明为何会突然衰落，这是人们一直关注的一个问题。长期以来，学者们更多地从战争、宗教、贸易以及宫廷阴谋等“内在”因素上寻求破解问题的答案。20 世纪 80 年代，美国学者 Yoffee 和 Cowgill(1988)系统总结了导致古代文明衰落 10 种因素，它们分别是：①资源枯竭；②新资源基础的建立；③自然灾害；④对突发事件反应不当；⑤与其他复杂社会的竞争；⑥入侵与战争；⑦内部动乱；⑧社会功能失调；⑨经济解体；⑩连锁反应。虽然其中前三个因素在较大程度上与气候变化有关，但学术界普遍认为，全新世气候变化幅度较小，人类社会无论是在技术上还是在社会组织结构上都具有适应气候变化的能力，环境变迁对古代文明的演进不可能造成重要影响。

1990s[①]以来，随着气候变化研究的进展，特别是气候突变研究的进展，人们在一定程度上改变了关于气候变化对古代文明影响的认识。首先，人们注意到，气候有可能在几十年、甚至几年的时间尺度上发生突变。例如，新仙女木事件在短短 10 余年中发生突变（Alley et al., 1993），8.2ka BP 事件更是在数年内出现突变。这些不同气候状态间的转变时间尺度通常在人类寿命期限之内，能够被当时人类所感知，且由于发生突然，人类往往来不及通过社会组织结构调整以及技术的变革等措施来适应气候变化，从而陷入困境。其次，全新世气候变化幅度较大，例如，8.2ka BP 事件中的气温在数年中曾骤降了 8℃(Cheng, 2004)。降温常伴随干旱或洪涝，从而摧毁一些文明社会赖以生存的农业生产条件和基础。再次，突变后形成的非常不利于人类生存的气候状态持续时间较长，往往可达数百年，如 8.2ka BP、5.3ka BP、4.2ka BP 和 2.8ka BP 的气候突变，致使古代文明社会长期处于崩溃的边缘而难以得到恢复。最后，这些事件发生范围广，至少是亚半球的空间尺度，往往导致古代文明社会无法迁徙至环境更好的地方来规避气候突变的打击。因此，一些专家认为全新世的一些重大气候事件对人类赖以生存的资源系统带来巨大的影响，导致当时发达文明社会的衰落(Weiss, Bradley, 2001；deMenocal et al., 2001)。

一、中原周围地区新石器文化的衰落(4.2~4.0ka BP)

4000a BP 前后是中国新石器文化发展过程中的重要节点，其主要标志是中原地区及其周边的新石器文化出现衰落或终结，例如，甘肃、青海地区的齐家文化，内蒙古岱海地区的老虎山文化，长江下游的良渚文化，长江中游的石家河文化，山东地区的龙山文化。珠江三角洲一带新石器文化也发生了明显的间断，但其时间稍早，为 4.5~4.0ka BP。另外，辽河地区的小河沿文化也在同期开始衰落(吴文祥，刘东生，2001)。

4000a BP 前后，世界上其他地区的文化也发生了巨变。如埃及文明、美索不达米亚古文明、古印度文明以及古希腊文明相继衰落，欧亚大陆发生了民族大迁徙，“整个欧亚大陆正处于一个猛烈的骚动时期，表现为游牧民族入侵、古老帝国衰落、旧的社会制度瓦解、世界古代文明消失、古典文明的兴起等”(斯塔夫里阿诺斯，1988)。

面对如此大规模、广域性的考古学文化所同时发生的巨变，不仅要从社会、经济、文化和战争本身内在的发展规律去探究导致这种巨变的原因，而且不能忽

① s 表示年代。1990s 即 20 世纪 90 年代。例如，-260s~1980s 表示公元前 3 世纪 60 年代至公元 20 世纪 80 年代

视自然环境因素的制约作用。

中国古季风环流的变迁是对地球轨道变化引起的地表吸收太阳辐射及其季节性旋回的响应，当夏季太阳辐射强度增量较大时，东亚季风强，季风锋面雨带北移，反之，雨带南移(王苏民，王富葆，1992; An et al., 2000)。根据这一理论，在4.2~4.0ka BP 时，全球发生了一次显著的降温事件，使得东亚夏季风强度明显减弱，季风北界的极地大陆气团和热带海洋气团间的界面(即锋生地带)位置南移，黄河流域和珠江流域降水减少、中间的黄淮和长江流域降水有可能增多，中国的降水格局可能出现南北旱中间涝的形态。

中国南北新石器文化的衰落可能与这种气候转变有关。一般认为像大旱、大水、酷暑和严冬等极端情况所表现出的气候不稳定性在冷期较大(郑斯中，冯丽文，1985)。4000a BP 降温事件持续了近两百年，即使当时人们可以避免多次的旱涝灾害袭击，但对当时生产力尚不发达的早期社会来说，长期的降温及旱涝灾害亦足以导致整个文化的衰落。因此，有研究指出，洪涝灾害导致了良渚、石家河和龙山文化的衰落(俞伟超，1992)；降温和干旱是齐家和老虎山文化衰落的主导因素(吴文祥，刘东生，2001)。需要指出的是，Weiss(1993)认为 4000a BP 前后的气候变化(尤其是大范围、长时间的干旱)也是导致埃及、美索不达米亚和古希腊文明衰落的主导因素。

二、大禹治水(约 4.0ka BP)

据全球各地区的传说看，几乎所有早期的文明社会都发生过洪水。在西方，诺亚方舟延续人类血脉的传说可谓广为人知，而在中国，大禹治水的故事则世代相传。据古文献记载，尧舜时期现今中国境内就发生过多次洪水灾害。例如，古本《竹书纪年》载：帝尧“十九年，命共工治河……六十一年，命崇伯鲧治河……七十五年，司空禹治河。”《汉书·地理志》载：“尧遭洪水，天下分绝为十二州，禹平水土，更置九州。”大禹(即夏朝建立者——启的父亲)由于在舜帝时治水成功而获得各部落的拥护，被选为继尧舜之后的虞、夏部落联盟的首领。

大禹治理的大洪水发生的时间，始于尧时期，按《竹书纪年》记述尧元年为丙子年，即公元前 2145 年，也就是龙山文化的晚期。

夏朝前夕异常洪水事件发生在 4.2~4.0ka BP 全球性的气候异常期之中，二者在发生时间上的一致性可能并不仅仅是一种巧合，其中可能存在某种必然的联系。一方面，当时中国气候仍相对寒冷，夏季风减弱，导致季风雨带北撤，黄淮地区降水有可能较多。因是季风降雨，雨量多集中在夏季，极易导致洪涝灾害。另一方面，冷期气候变率大，暴雨等极端事件发生的频次多。历史上黄河下游 26 次大改道多发生在气候较冷和冷暖转折时期(王英杰，1991)，在 50 年尺度上，当气温

降低时黄河决溢频率增大(许炯心，2001)。另据考证，4.0ka BP 前后黄河发生大规模的改道行为，由前期的东流转向北流，黄河下游河道横穿河北平原中南部，于天津入海。黄河改道，河水在平原上漫流无疑进一步加剧了当时的洪涝灾害(王青，1999)。

大洪水给当时的先民带来巨大的灾难，以致于代代相传，并且有可能被稍后或当时已经发明的文字记载。目前所知最早的成熟的文字系统是殷墟时期(约公元前 1300~前 1046)的甲骨文，原始的文字系统可能更早，因此用文字记载那场异常的洪水事件并不难想象。大禹治水传说极有可能是先民对这场灾难的沉痛回忆。著名学者赫胥黎曾言："古代的传说，如用现代严密的科学方法去检验，大都是像梦一样平凡地消失了。但奇怪的是，这种像梦一样的传说，往往是一个半醒半睡的梦，预示着真实。" Frazer 在英国皇家人类学会赫胥黎周年纪念会上指出"一般认为，流传于全球的洪水传说渊源于真实发生过的水灾的记忆，或多或少包含着历史的真实"，"这种可怕的泛滥故事虽然差不多是虚构的，但在神话的外壳下面可以包含真正的果子，这不但可能，而且是近乎真实的"(弗雷泽，2003)。最近发现并公之于世的西周中期铜器"遂公盨"中记载关于禹的事迹的记述在内容乃至用语上均与传世的《尚书》等文献惊人的一致，这无疑为大禹治水的真实性提供了有力证据(李学勤，2002)。

关于大禹如何治水曾引起诸多疑问。据史料记载，鲧采用"堙障"办法，修筑堤坝，围堵洪水，成效不彰；大禹则采取疏导的方法取得成功。人们的疑问是：无论 "堙障"还是"疏导"本质上都不可能大范围治理好洪水。这种"导江"、"导河"的说法，也是当年疑古派重点批驳的对象。实际上，两千多年前的屈原就有类似疑问。他在诗歌《天问》中问道："洪泉极深，何以填之？地方九则，何以坟之？河海应龙？何尽何历？鲧何所营？禹何所成？"传说将鲧治水失败的原因归结于"壅防"，即采用筑堤建坝等"堵塞"的方法，而将禹治水成功的原因归结于"疏"和"导"的方法。但是，黄河每年的泥沙沉积量如此之巨，禹根本不可能有任何办法去"疏"和"导"。事实上，历史时期人们管理和控制洪水主要是筑堤建坝，而不是疏导。换句话说，在当时知识水和技术条件下，鲧的"堵塞"方案固不可行，禹的"疏川导滞"方案也不可行，疏通九川是非人力所及的功业。

气候重建结果表明 4.2~4.0ka BP 气候事件的结束时间，亦即气候好转的开始阶段，在测年误差范围内恰好对应于传说中大禹成功治理洪水的开始。二者在发生时间上的一致性表明，大禹之所以能够成功地制服洪水，可能得益于气候的好转。研究表明，从冷期向暖期的转变往往是快速、突变的。如格陵兰冰芯氧同位素记录的气温变化表明，在新仙女木事件后的快速转暖过程中，气温在短短的 20 年左右上升了 6~7℃。青藏高原东缘红原泥炭沉积物的$\delta^{13}C$ 记录非常明显地揭示

出 4.0ka BP 事件之后的气候快速回暖(Hong et al., 2003)。古本《竹书纪年》记述舜任首领的晚期(舜四十七年冬)，“陨霜，不杀草木”，《吕氏春秋·应同》亦载：“禹之时，天先见草木，秋冬不杀。”因此，自然证据和文献证据均表明，4.0ka BP 事件后的气候好转可能发生在舜晚期至大禹受禅时。一旦气候好转，气候带北移，季风降雨正常化，植被恢复，洪灾自然减少或消弭。但先民们不可能知道这些知识，由于饱受洪灾，他们更注重结果。大禹恰在舜在位晚期气候好转时负责治水，后又担任部落首领，故洪灾的减少归功于他自然顺理成章，大禹也就相应地在传说中被演绎成“疏通九川，开辟九州”的伟人。这可能是鲧、禹治水传说背后的历史真相。

古代文明形成期留下的“传说历史”有不科学的地方，但保留了人类文明形成时期历史的重要信息。只要我们拨去神话的迷雾，就有可能恢复历史本来的面貌。

三、夏朝建立(约 4.0ka BP)

禹去世后，他的儿子启废禅让为世袭，变天下为公为天下为家，建立中国第一个王朝——夏朝，从而开启了中国历史上长达 4000 年王位继承制的先河[①]。据考证，豫西伊洛河盆地二里头遗址(公元前 1900~前 1500)可能是夏王朝的晚期都城，二里头文化是夏王朝的物化形式，在考古上可以看成是中国历史上第一个国家水平的社会(Liu, 2007)。

中国古代文明为何起源于 4.0ka BP 的中原地区，学术界已有很多研究，并提出了若干假说(理论)，如中原地理位置中心说、多中心相互作用说，大禹治理洪水说、地理限制说、挑战–应战说、人口压力说等。吴文祥等(2001)认为，4.2~4.0ka BP 期间中国大范围降温，季风减弱，北部干旱，黄淮地区和长江流域雨涝增加，先民们的整体生存环境急剧恶化，中原以外地区文明相继衰落，在这种特定的地理限制环境中，中原地区人地矛盾空前激化，从而引起部落间为拓展生存空间进行广泛而持续的战争，中原地区某个强大的部落(如黄帝部落)在征服弱小的邻邦后，不断外延空间征服其他部落(如蚩尤部落)，最终催生了国家的形成，古代文

① 关于夏朝始年的说法较多。“夏商周断代工程”定之为公元前 2070 年，但该结论遭到质疑，认为与史料所载之当时天象不符。《太平御览》卷七引《孝经钩命诀》言：“禹时五星累累如贯珠，炳炳若连璧。”Pankenier(1983)将其理解为天文学上的“五星汇聚”，通过计算确定其发生年代为公元前 1953 年。古本《竹书纪年》载，“仲康五年秋九月庚戌朔，日有食之”，这次日食可能就是彭赕钧(1987)所认为发生在公元前 1876 年的日食。仲康为禹的第四代，据《竹书纪年》所记禹任首领共 45 年、启在位 16 年，太康在位 4 年的情形推断，则禹受禅始年为公元前 1948 年。《墨子·非攻下》在论及舜命禹征三苗时记有“昔者三苗大乱，天命亟之。日妖宵出”之语，彭赕钧(Pang, 1997)认为，所谓“日妖宵出”可能是一次日落前发生的日全食，年代为公元前 1912 年

明也随之诞生。

战争导致国家或古代文明的形成是学术界比较普遍的认识。早在19世纪下半叶，就有学者提出社会之间的战争有可能是国家或文明社会产生的主要原因。1970年，美国人类学家卡内罗提出了“限制理论”(circumscription theory)。他注意到考古学上证据都无一例外地显示一个事实，即秘鲁、美索不达米亚、埃及、罗马、北欧等世界上所有史前文明地区几乎都一直处于连绵不断的战争之中。基于此，他认为一定规模的战争是古代文明社会(或国家)产生的动因，引起战争的原因是在限制环境中形成的人口压力。具体地说，在一种限制环境中，人口增长导致资源短缺，从而引起战争，战争的结果是相对强大的部落在征服弱小部落的过程中不断扩大，文明社会随之产生。卡内罗认为限制国家演进的条件有三种：一是地理限制(或言之环境限制)，如一个农业生产区为非农业生产区(尤其是自然资源贫乏的山区、森林地区、沙漠或海洋等)所包围；二是社会限制，如某一部落为周围人口密集的部落所包围(类似于地理限制的效果)；三是资源集中，如某一地区资源比较丰富，其周围地区虽然不构成地理限制，但由于农业生产潜力较低，战败者权衡利弊往往宁愿屈服也不愿意逃离该地区(Carneiro, 1970)。

“限制理论”作为社会演化的一般性法则曾被成功地用来解释了两河流域美索不达米亚古文明(Dirckson, 1987)和尼罗河流域古代埃及国家的起源(Bard, Carneiro, 1989)。然而，学者们在最初利用“限制理论”解释中国文明起源时却遭遇了困难。卡内罗(1970)认为：“毫无疑问，资源集中和社会限制这两种限制条件在黄河流域都存在，并起着积极作用。”但很快他意识到，这种解释可能有误，因为黄河下游和长江中下游地区的自然资源条件有可能比黄河中游地区更优越，而且社会限制对中原和其他地区古代文明的兴起同样起到作用。于是后来他转而说：“……我的错误在于我以前以为中国最先出现的国家是商朝，而商朝的确是起源于黄河中下游广阔而没有限制的平原地区。在对张光直《古代中国考古学》(1977)[①]一书仔细阅读后，发现事实并非如此。在中国最早的国家产生于商代之前，兴起于黄河上游方向若干公里外的一个大拐弯处，其西部与渭河相连，其形状像一个倒转的T形。该地区的南侧是高达5000英尺的秦岭，因此中国古代国家实际上诞生于环境限制的条件下。所以我们可以将中国北方从社会限制的一栏中去掉，将其置入限制条件的一个主要栏目中，即最普遍的环境限制里。”(Carneiro, 1987)但卡内罗这次解释仍不能让人信服。首先他并未说明这个出现较商代早的国家是不是夏朝，如果指夏朝，夏朝的诞生地并不是他所指的“T”形转弯附近。

① 《古代中国考古学》(The Archaeology of Ancient China)初版于1963年，于1968，1977，1986年分别再版，被认为是迄今为止最为全面可靠的向西方读者介绍中国古代文明的权威性著作

其次，即便如他所指的“T”形转弯附近，该地带也不存在地理限制，虽然其南面被秦岭阻挡，但其他三面十分开阔。所以张光直指出：“应该把人口压力和地理限制排除在中国文明社会形成的基本原因之外(无论是二者分别的或是合一的)，因为中国有广阔的发展空间。”(Chang, 1983)澳大利亚考古学家刘莉也认为中国早期国家——夏朝诞生在一种非限制的地理环境中(non circumscribed conditions)(Liu, 1996)。

问题出在他们忽视了气候变化的作用。通常状况下，夏代诞生的地区并不存在地理限制。但 4.2~4.0ka BP 期间一次全球性的气候突变事件却使得中原地区形成了一种特殊的“地理限制”。4.2~4.0ka BP 降温通过影响东南季风强度，而使得中国出现一种传统意义上的南涝北旱的环境格局。甘青和内蒙古岱海地区农业生产系统因气候持续冷干而彻底崩溃，良渚和龙山文化则因雨涝不断而逐渐衰落，而中原地区则有可能是当时人类最适宜的避难场所。中原地区位于中国地貌二级阶梯和三级阶梯之间的过渡带，海拔较高，与东南部地势较低的冲积平原地区相比，这里的居民不至于遭受洪涝灾害的毁灭性打击。降温虽可导致中原地区农作物减产，但不至于像北部和西北部生态脆弱地区一样农业系统受到摧毁。在自身人口不断增长和避灾而来的外地移民日益增多的双重压力下，中原地区土地资源日益枯竭，人地关系越来越紧张，为获得基本的生存，部落间的战争也随之而来，并因之促进了夏朝的形成和中国古代文明社会的诞生。

四、中商不稳定与殷人屡迁(3.5~3.3ka BP)

商灭夏之后，迅速成为一个发达的文明社会，建立了一系列城市，如商朝早期的都城郑州商城、堰师商城。早期的商文化被称为“二里岗文化”。考古发现，“二里岗”下层时期商代以郑洛地区为根据地，逐渐向外扩张，开发了晋南和冀南的东下冯和垣曲等地。在“二里岗”下层晚期，东下冯和垣曲商城已成为晋南地区的军事重镇，同时，湖北盘龙城也成为一个重要的军事据点。中商时，商王朝有效统治范围大体包括了河南全省、山东大部、山西南部、陕西中东部、河北西南部、湖北省长江以北地区及安徽省的西北部；商文化更是辐射到河北中北部、陕西中西部、湖北及湖南北部等。整个二里岗时期，商王朝表现得非常强大，社会稳定，文化繁荣，中国古代青铜文明的发展可谓达到鼎盛时期(Chang, 1980)。

经过了 100 多年的繁荣和扩张后，商代突然陷入了一种极不稳定的状态，诸王任期短暂，迁都频繁(至少五次)，扩张势头停滞，二里岗文化因之出现萎缩(唐际根, 2002; Bagley, 1999)。《史记·殷本纪》载，“自中丁以来，废適而更立诸弟子，弟子或争相代立，比九世乱，于是诸侯莫朝”；《后汉书·东夷列传》载，“至

于仲丁，蓝夷作寇，自是或服或畔，三百余年”；《竹书纪年》载，“外壬元年，邳人佻人叛。河亶甲五年，佻人入于班方”（与班方结成联盟）；《后汉书·西羌传》亦载，“及殷室中衰，诸夷皆叛”。学术界将这一不稳定时期称之为中商期（唐际根，2002），夏商周断代工程（2000）推断其时间大致在3450~3300a BP。

3.5~3.3ka BP的降温事件有可能加剧了中商时期的不稳定。首先，气候转冷可能使得中原地区降水增加，洪水灾害发生的频率增大，损害了商代政治和社会的稳定性。其次，冷期时，中国北方干旱化加剧，生活在农牧交错带地区的游牧民族南侵中原的可能性大为增加。考古证据表明，在北方农牧交错带或季风边缘地带，北方青铜文化系统的出现与二里岗文化南退时间几近一致（Bagely, 1999），表明商王朝可能正在遭受农牧民族南侵的威胁。在内忧外患下，商王朝可能被迫放弃二里岗时期所建立的军事及政治据点，如北方的垣曲和东下冯商城，南方的盘龙城商城。甲骨文证据表明，仲丁之后，皇室兄弟对王位的争夺可能极大地损害了商王朝政局的稳定性。在早期的文明社会中，任何一个统治者，如果不能给国家带来良好的收成，他就有可能被罢免或者是自己下台。这一点与埃及中王朝时代（约公元前2040/前2133~前1786）王室内乱和王位继承异常以及王位短暂非常类似，当时大范围的干旱使得皇位更换频繁（Bell, 1975）。

殷人屡次迁都是中国古代文明社会早期一个非常奇特的现象。《史记·殷本纪》载“自契至汤八迁”，意即商族在由氏族社会向国家过渡阶段，曾有过8次游动迁徙。商王朝自成汤建立后，又有五次迁都，据《竹年纪年》载来看，即仲丁自亳迁嚣、河亶甲迁于相、祖乙自相迁于耿、南庚迁于奄、盘庚迁于殷。东汉著名天文学家、数学家和地理学家张衡（公元78~139）因此在《西京赋》中说：“殷人屡迁，前八而后五，居相圮耿，不常厥土。”在这五次迁都之前，商汤立国直至仲丁前在位君王太戊时，商的正式首都一直在亳而并不迁徙。而《竹年纪年》又载“自盘庚迁殷，至纣之灭，二百七十三年更不徙都”，都邑也一直在今河南安阳的小屯，也未发生迁徙。由于殷都迁移之频繁，《尚书·商书·盘庚下》载，殷人自称“荡析离居，罔有定极”。

商代中期迁都具有两大特点：一是迁徙范围大，遍布了今天的河南、河北、山东等省；二是迁徙间隔近，一代或者两代就要迁徙一次。殷人屡迁的原因，学术界进行了广泛研讨，但至今仍莫衷一是。最为流行的认识是水患说，论者认为先民为便利取水，故多沿河聚居，由于殷人活动的范围大致是在自古以来即时常泛滥的黄河中、下游地区，故殷人之屡迁，乃避水患之故（顾颉刚，刘起釪，1979）。如《蔡传》说：“自祖乙都耿，圮于河水，盘庚欲迁于殷。”《尚书序》说：“祖乙圮于耿。”《尚书正义》道：“圮，殷也；河水所毁曰圮。”此外，唐盛世鸿儒孔颖达（公元574~648）在《尚书正义》中，南宋著名理学家蔡沈（1167~1230）于《书

集传》中，都赞成此观点。民国学者王国维也持此说，他在《观堂集林·说耿》中把“耿”解释为邢丘，认为：“共地正滨大河，故祖乙圮于此。”(王国维，2003)史念海(1981a)认为，除了政治、经济等诸多因素之外，三代都邑的频繁迁徙，与第四纪全新世以来的新构造运动导致黄河中下游主河道及其支流水系的决口改道、泛滥成灾有着更密切的因果关系。另外，西汉末哀帝时的待诏贾让曾说，战国时“齐与赵、魏，以河为竟。赵、魏濒山，齐地卑下，作堤去河二十五里。河水东抵齐堤，则西泛赵、魏，赵、魏亦为堤去河二十五里”[①]，吴忱等(1991)认为，战国以后，人们对河道的治理变分流束导为筑堤固槽的方法。因此而言，战国前，黄河的泛滥和改道是经常发生的。在当时的生产力和技术条件下，固守都城抵挡洪水既无可能也无必要，而迁移避害不失为明智简便的办法。

水患说亦曾遭到质疑。清代地理学家胡渭(1633~1714)曾对历代河道进行详细考证，指出自禹至周定王五年(公元前 602)之前并无严重的河患，有学者据此认为水患说存在明显的漏洞，另举证南庚奄都地势较高，距古黄河较远，说明其迁徙与水患无关(黎虎，1982)。如果考虑 3500a BP 中国气候背景，水患说推测的殷人为避水患而频繁迁都，则有可能是事实。中商时期的五次迁都事件刚好发生在 3.5~3.3ka BP 较冷时段内。在此之前的 4.0~3.5ka BP，中国温度较今略高，季风雨带可及今农牧交错带以北，故当时发育了内蒙古岱海朱开沟和辽西夏家店以农业为主的混合经济文化。3.5ka BP 后，中国气候转冷，并持续了约 150 年。当时，东南夏季风显著减弱，季风锋面雨带南移，黄河流域多雨，极端气候事件频次增加，气候状况与尧舜禹大洪水时代(4.2~4.0ka BP)相仿佛，从而导致殷人频繁迁都。长时间的气候灾害极大地破坏了商代经济基础，并驱使北方生态脆弱地区游牧民族不断南侵，给商朝带来了巨大的军事压力，在王室内部不稳定的情况下，内忧外患的殷王朝迁居新都后恐无力精心营造，这为频繁迁都提供了便利。

3.5ka BP 以后气候转冷也导致了中国北方广域性的考古学文化转变。东北夏家店文化在 3.5ka BP 左右存在断层，前期定居的农业和牧业混合文化转为纯牧业文化(Shelach, 1994)。内蒙古朱开沟文化在 3.5ka BP 前后也发生了转变，当地原始居民的生计方式从以农业为主向以牧业为主的方式转变(田广金，1993)，鄂尔多斯风格的青铜文化开始流行。

五、周克商及长江流域青铜文明衰落(3050a BP)

3.1~3.0ka BP 中国青铜文明发生了一系列重大事件。在中原地区，强大的殷商王朝被蕞尔小邦周部落所灭；在中原以外地区，成都平原三星堆、长江中游新

① 《汉书》卷 29《沟洫志》

干大洋洲等青铜文明神秘消失或衰落。

晚商(约公元前 1100)是指盘庚迁都到殷(今河南安阳小屯村)后的王朝，也称作殷商，是中国青铜文明发展的一个顶峰时期。小屯村出土的大量甲骨文说明殷商时代文字已经得到广泛的应用，农牧业发展迅速，青铜器冶炼与制造技术先进，手工制造业十分发达，各种常用的器具十分精美。殷商雄踞中原，疆域东至大海，北至河北藁城，南至湖北盘龙城，可谓地大物博、人口众多、经济发达、军事力量超群。而周人仅占有泾渭流域的狭窄谷地，竟于公元前 1045 年力克强商。

三星堆是长江上游地区在殷商时期的一处高度发达的青铜城市文明中心。据对四川广汉三星堆遗址发掘结果，三星堆古城为古蜀国中心都邑，古城内城墙残长 400~500m，高度为 5.6m，中心城区 3.5km^2，居民 3~5 万，与郑州商城的规模接近，是当时中国最大的城市之一，拥有发达的青铜冶铸技术、复杂的宗教礼仪和显著的分层社会(Bagley, 1999)。然而，在商周交替之际，灿烂辉煌的三星堆文明突然从成都平原消失，三星堆古城被废弃，许多精美的青铜器、玉器等被毁坏或掩埋，古蜀国从此一蹶不振(Shi, 2002)。晚商时长江中下游地区也发展出区域性的青铜文明中心，如主要分布在赣江中下游鄱阳湖以西吴城文化。吴城文化遗址出土的青铜器所显示出的科技、艺术和文化水平并不比殷商逊色，在青铜冶铸技术、印纹硬陶、釉陶和原始瓷器的烧制技术等方面甚至超越中原地区。1989 年江西新干县大洋洲程家村出土的青铜器即是这一文化的代表，就其拥有的陶文和符号、青铜器、玉器和原始瓷器来看，堪与以安阳为代表的殷商文明相媲美(江西省文物考古研究所等，1997)。与三星堆青铜文明类似，在商周之际吴城青铜文明也发生了衰落，吴城文化悄然消失，江西历史文化进入低谷。直到春秋时期，才有所谓“百越青铜文化系统”的遗存在这一地区散布。

商末周初 3.1~3.0ka BP 气候突变与周克商及长江流域青铜文明中心的衰落有良好的对应关系。这次降温可能是过去五千年中国气候变化过程中最显著的一次。降温期间，季风减弱，雨带南移，导致中原地区旱涝灾害空前增多，如前述的“太丁三年，洹水一日三绝”，“逮至殷纣，峣山崩，三川涸”。在冷干气候的驱动之下，北方草原地带的游牧民族与周族联合灭亡了商王朝。在成都平原，三星堆遗址第八层(对应殷末周初)覆盖了 20~50 cm 厚的富水淤积层(林向，1987)，显示当时洪水泛滥可能是造成国破城迁的直接原因，类似的洪涝灾害可能同样导致了长江中游以新干大洋洲为代表的吴城青铜文化的衰落。

与周克商同期(约公元前 1200)，近东和地中海东部地区，如希腊、埃及以及美索不达米亚等地区的青铜文明也出现了广域性的衰落(Weiss, 1982; Neumann, Parpola, 1987)。由于当时周克商的年代不确定(最早的为公元前 1130 年，最晚的

为公元前 1018 年，相差 112)，所以许多学者认为旧大陆两个地区青铜文明的衰落受控于同一气候事件(Hsu, 1998)，并认为可能与发生在冰岛全新世以来最大的一次火山喷发事件，即 Hekla-3 喷发有关，该次火山喷发的年代被认为是公元前 1100 年前后，误差为一百年左右(Pang et al.,1988；Baillie, 2002)。其中，Pang 等较早注意到了冰岛 Hekla-3 火山喷发与中国历史文献所记录的商末异常气候事件以及周克商在时间上的一致性(Pang, Chou, 1985; Pang et al., 1988)。Baillie 等依据爱尔兰泥沼中橡树(bog-oak)树轮在公元前 1159~前 1141 年左右异常变窄证据，认为 Hekla-3 火山爆发导致气候恶化，限制了当时橡树的生长并引起了广泛的社会变化，如公元前 1153 年左右的埃及大饥荒、公元前 12 世纪英国一些高地的废弃、地中海地区青铜文明的衰落和周克商，中国文献中记载商末出现的“降尘”可能是 Hekla-3 火山尘(Baillie, Munro, 1988; Baillie, 2002)。夏商周断代工程(2000)将周克商的年代定为公元前 1046 年，公元前 1044 年，或者公元前 1027 年，并认为最有可能是公元前 1046 年，这个年代与剑桥中国史所采纳的观点一致(Shaughnessy, 1986)，而 Hekla-3 的年代亦被重新校准为公元前 1000 年(Eiriksson et al., 2000; Knudsen, Eiriksson, 2002)。因此，Hekla-3 火山喷发与周克商有可能只是分别发生在 3.1~3.0ka BP 显著降温期内的独立事件。周克商期间所发生的“尘雨”(dust rain)或“雾灰”(fog ashes)并非 Hekla-3 火山尘，而可能是由于降温干旱所产生的沙尘暴。

地中海地区青铜文明的衰落时间与中国晚商殷墟和三星堆所代表的青铜文明繁荣兴盛的时间相当，比周克商和三星堆青铜文明的衰落时间至少要早一个世纪。旧大陆两处青铜文明发展过程中的这种衰落时间上的差异可能与区域气候特征的差异有关。地中海东部地区气候主要受西风带控制，降水主要发生在冬季。暖冬往往对应降水减少，从而使农业受损；冷期降水增加，有利于农业生产，但如果降温幅度过大，灾害增多，生长季缩短，则同样导致农业生产系统崩溃。地中海地区青铜文明的衰落可能与当时全球气候温暖干旱(Weiss, 1982；Bryson et al., 1974; Neumann, Parpola, 1987)。中国东中部地区气候主要受东亚季风系统控制。通常来看，暖期季风雨带北移，北方降水多，降温则会导致季风雨带南移，北方多旱，南方雨涝。3300~3100a BP 暖期中，南、北方都出现了繁荣发达的地域性青铜文明。随着 3050a BP 降温事件的来临，北方地区的干旱和降温导致了游牧民族南侵，周部落最终灭亡了商朝；在南方地区，降温可能带来了这一时期的洪涝，导致了长江地区地方青铜文明的衰落。

六、西周灭亡(2.85~2.7ka BP)

西周是中国古代文化的奠基时期，其推行的分封制及建立的伦理制度对后世

发展有着深刻的影响。周幽王在骊山被杀和周平王迁都洛邑标志着西周历史的终结，开启了天王宜臼与携王余臣“二王并立”的特殊政治格局，拉开了春秋史的帷幕。

西周中期前政治社会稳定、领土扩张，青铜文化进入一个新的鼎盛阶段，出现“成康之治”。中期后，西周呈现出一种衰退的趋势，据《史记·周本纪》载，“昭王之时，王道微缺”，穆王即位后“王道衰微”，“懿王之时，王室遂衰，诗人作刺”。懿王后，王室发生继位之争，王室衰微，王权更是受到挑战。公元前894年夷王即位后，诸侯来朝，夷王竟不敢坐受朝拜，“下堂而见诸侯”[①]。在中原王权衰弱后，穆王伐畎戎后，“荒服不至……至穆王之孙懿王时……戎狄交侵，暴虐中国”[②]，西周快速步入衰亡的轨道。公元前842年周厉王被逐出王都，逃亡到汾河谷地，最后客死他乡。后来，尽管周宣王在位的50多年曾有效地抑制了周室的颓势，但幽王在位的十余年又使得国势日下。

将西周中期开始的衰落到最后的灭亡放入西周气候演变背景之中，我们发现这一社会变化阶段与公元前850~前750年期间全球性降温事件具有时间上的一致性。气候变冷，导致中原一带极端气候事件增加，农业减产，从而导致国力衰微；另一方面，气候灾害的增加加剧了王室内乱，进一步削弱了王室的权威。在夺嫡者和阴谋家的眼睛里，灾荒往往是宫廷政变的最好理由，也是难得的机遇。欧亚草原地带游牧形成于3000a BP前后，公元前850~前750年则是其加强和扩张时期。中国北方游牧民族大多生活在欧亚草原地带的南缘，该地区属中纬度干旱、半干旱地区，生态环境脆弱，对气温和降水的波动极端敏感，气候冷干时草场迅速退化，水源枯竭。西周后期，随着气候环境的恶化，中国北方游牧民族为寻求更好的生存环境不断南下侵占周人所居住的农耕区，导致双方战事连年不断。如古本《竹书纪年》载：夷王三年“荒服不朝，乃命虢公率六师，伐太原之戎，至于俞泉，获马千匹”；厉王十一年“戎狄寇掠，乃入犬丘，杀秦仲之族。王命伐戎，不克”；宣王四年“使秦仲伐戎，为戎所杀。王乃招秦仲子庄公，与兵七千人，伐戎破之，由是少却”，三十八年“晋人败北戎于汾隰，戎人灭姜侯之邑”；幽王三年“幽王命伯士伐六济之戎，军败，伯士死焉”…… 最终，犬戎利用西周政局的不稳定、经济的崩溃、王威的丧失，攻入镐京，“尽取周赂而去”，而后，“平王立，东迁于雒邑，辟戎寇。平王之时，周室衰微，诸侯强并弱，齐、楚、秦、晋始大”[③]。

① 《礼记》卷11《郊特牲》
② 《汉书》卷94《匈奴传》
③ 《史记》卷4《周本纪》

第三节　冷抑暖扬的文明韵律

有学者曾指出："当对历史事件从各方面进行理解研究时，如果考虑进气候因素，我们就能更加明晰中国悠久的历史了。"(Hinsch, 1988)当我们回顾前面的阐述，不难看出夏商周时期的一些重要历史事件，确与气候变化在时间上表现出惊人的一致性，夏商周文明发展过程中清晰地弹奏着冷抑暖扬的韵律。下面我们大致描绘一下这个韵律。

4.2~4.0ka BP 中国经历了一次显著的降温事件，并因此改变了社会演进格局和历史进程。4.0ka BP 之前中国境域内出现了几大平行发展的新石器文化中心，气候转冷后中国降水格局发生变化，极端气候事件增加，原有的文明发展格局被打破，中原地区以外的新石器文化，如长江流域的良渚、黄河下游地区的龙山文化纷纷衰落，中原地区因气候变化而形成一种特定的"地理限制"，导致人口–资源失衡，从而催生了以夏朝建立为标志的中国古代文明的诞生。

夏朝建立后，并未出现快速的文化发展和领土扩张的迹象。这一方面可能由于长时间的气候灾害和战争洗礼后，人口大规模减少(由中原地区龙山文化与二里头文化断层间遗址的大量减少(Liu，2007)可知一二)，新建的王朝需要时间恢复生产和人口；另一方面也因为 4.0~3.8ka BP 气候转暖幅度较小，农业生产恢复速度较慢，国家经济和军事实力有限。

3.8~3.5ka BP 是全新世大暖期后的第二大暖期，当时中原地区处于一种亚热带的环境之中。3.8ka BP 以后气候显著转暖，其时间刚好对应着代表国家文明的二里头文化形成和扩张时期，当时的暖湿气候在很大程度上便利了夏朝的繁荣和扩张。

商朝建立后，中国气候仍然暖湿，故商朝经济得以迅速恢复，并很快以中原郑洛地区为中心(二里岗文化)向周围扩张，北方的垣曲、东下冯商城和南方的盘龙城等都是早商扩张的产物。

3.5~3.3a BP 再次发生了至少是半球尺度的降温事件。当时中原地区相对寒冷，洪涝灾害增加，中国北方地区游牧民族因气候条件恶化而纷纷南侵。同期，商王朝宫廷内斗不已，朝政不稳，首都迁徙频繁，二里岗文化普遍向商王朝核心地区退缩。

殷墟时期，中国气候转暖，中原地区再次出现亚热带环境。除中原地区的殷墟文明外，长江流域的三星堆和大洋洲等青铜文明的发展方兴未艾。

如同 4.2~4.0ka BP 降温事件导致中国古代文明产生变轨一样，气候突然转冷也影响了中国青铜文明发展的轨迹和格局。百年左右相对寒冷气候导致了三星堆、

新干大洋洲等长江流域文明的衰落，加剧了中原地区殷商王朝的衰败，使得蕞尔小邦先周联合南迁的游牧部落推翻了商王朝。

晚商时期中原与南方地区青铜文明平行发展的格局在西周时彻底消失，唯有中原西周王朝一枝独放。3050a BP 降温事件是中国全新世气候的分水岭，标志着中国大暖期的结束。因此，西周早中期暖期已不是以前暖期的翻版，相比较而言，当时的气候只是比 3050a BP 前后温暖。

周孝王(公元前 892 年即位)时中国气候转冷并至西周末期。公元前 850~前 750 年，全球范围内又发生了一次与太阳活动有关的降温事件，降温伴随着干旱，严重影响了西周农业经济，削弱了王朝的权威，加剧了王室内乱，并导致北方游牧民族不断南侵。最终西周被犬戎所灭，平王被迫东迁。

春秋时，中国气候再次转暖，诸侯纷争，群雄并起，中国政治、经济、文化等领域进入了一个生机勃勃、富有创造性的时代。当时，中国南北地区共同得以发展，南方的楚国无论是综合国力、还是文化艺术，都足以和北方强权相抗衡。

古代中国以农为本，文明的发展与农业经济直接相关。农业收成的好坏直接决定了国家的经济基础，而城市建设、商贸流通、文化和工艺的进步，以及战争能力等等都取决于经济基础。因而，像中国古代这样把经济发展建立在农业基础上的国家，对气候变化就显得高度敏感。尤其是在文明起源和发展的早期，由于生产力水平较低而且主要依赖于农业生产，人类应对和适应气候变化能力有限，气候变化通过对农业的影响进而极大地影响着社会的方方面面。中国古代文明起源区主要分布在中东部地区，属于典型的季风气候。暖期时，温度升高可使得欧亚大陆和太平洋之间海陆热力差异变大(一般而言，陆地增温幅度大于海洋)，季风环流增强，季风雨带北进，季风系统维持时间较长，季风带来的降水增多；冷期时，季风环流减弱，季风雨带南移，季风系统维持时间较短，季风带来的降水减少。因此，暖期时中国北方地区降水大多增加，南方地区相对减少，而冷期时则往往是北方地区降水减少、南方地区降水增加。

总体来看，偏干的气候对南方地区农业生产有利，而湿润的气候则对北方地区农业生产有益。南方地区由于地势较低，水系发达，因此相对干一点更有利于农业生产；另外，暖期气候变率减小，洪涝灾害发生的频率和强度将会降低。在北方地区，暖湿气候更有利于农业生产。这就是为什么在中国历史时期，暖期往往对应于北方和南方地区同时繁荣发展的阶段，如殷墟暖期的北方商王朝和南方的三星堆和新干大洋洲等青铜文明中心、春秋暖期的南方楚国和北方的列强。这一点在中世纪暖期也表现非常明显。当时中国长江流域相对较干，北方农牧交错带则降水增加，极大地促进了中国北方辽、金、西夏和元等少数民族政权的强大，以及偏安江南一隅的南宋社会经济发展。相反，冷期时季风锋面降雨带将南移，

结果往往产生北旱南涝的格局，即华北地区旱，长江流域涝，对南北地区的农业生产都会产生不利影响，如 4.0ka BP 降温时期的中原周围地区新石器文化的衰落以及 3.05ka BP 降温时期的三星堆和新干大洋洲青铜文明的消失等。

第三章　过去2000年全球温度变化*

第一节　过去2000年北半球温度变化

20世纪90年代之前，人类只是轮廓性地重建了过去千年北半球温度变化，这些重建结果大多没有固定的时间分辨率，也没有进行严格意义上的区域代表性及代用资料可靠性分析(Lamb, 1965, 1977, 1982)。IPCC第一次科学评估报告依据当时的研究进展给出了公元900~1975年全球温度变化(图3.1)，认为过去千年中，10世纪全球气候转暖，11~13世纪全球气候温暖，14世纪从温暖转为寒冷，15~19世纪气候寒冷，20世纪又再度回暖，温暖时段与寒冷时段之间的温度差异大致为1℃(IPCC，1990)。IPCC的结论主要依据西欧及其毗邻地区(特别是北大西洋周边地区)的植被变化、农作物收成等历史记录以及欧洲大陆的树轮与格陵兰冰芯等自然代用证据，其中大多数代用资料并不能直接定量反映大区域的温度变化，许多资料甚至没有经过精确定年，因此这一结果仅表明北半球过去千年温度变化百年际波动的基本轮廓。

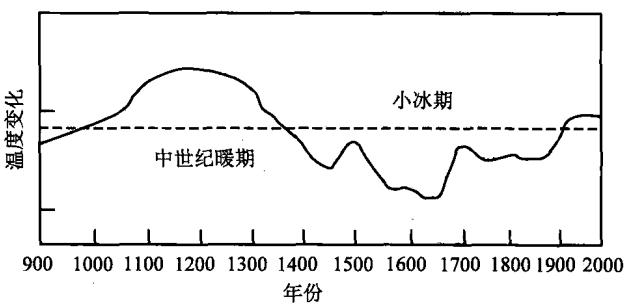


图3.1　过去1100年全球温度变化过程(IPCC，1990)

20世纪90年代以后，在国际地圈生物圈计划(IGBP)(过去全球变化计划(PAGES)是其核心计划之一)和世界气候研究计划(WCRP)(气候变率研究计划(CLIVAR)是其核心计划之一)的推动之下，全球特别是北半球许多地区过去千年温度变化的事实和过程重建工作取得了重大进展。其中，美国学者Mann等(1998，1999)利用树轮、冰芯和历史文献等代用资料(其中主要为树轮)重建的北半球过去

*执笔人：葛全胜、郑景云、郝志新。伍国凤协助查阅资料

1000 年温度变化序列曾引起巨大的国际反响。Mann 的重建结果显示，过去千年北半球温度变化曲线类似“曲棍球杆”，自 11 世纪起温度持续下降直至 19 世纪末，20 世纪后则快速上升(图 3.2)。除显著的趋势变化外，该重建结果还揭示了北半球过去温度多年代尺度变化特征，在 1000~1900 年中北半球总体降温 0.15℃，而 20 世纪上半叶 50 年内即升温了 0.4℃，在 30~50 年尺度上，温度变化的幅度最高为 0.3℃。整个 20 世纪(1900~1998)北半球温度距平(以 1902~1980 为基准，下同)为 0.07℃，而历史上的 11~12 世纪温度距平为–0.04℃、13 世纪为–0.09℃、14 世纪为–0.07℃、15 世纪为–0.19℃、16 世纪为–0.14℃、17 世纪为–0.18℃、18 世纪为–0.14℃、19 世纪为–0.21℃，因而 20 世纪被认为是过去 1000 年中最温暖的世纪。此外，1990s(1989~1998)的温度距平达 0.45℃，高于过去最暖年代(1166~1175，为 0.11℃)，1998 年的温度距平为 0.78℃，高于过去最温暖年份(1249，为 0.27℃)。基于此，IPCC 第三次评估报告(2001)指出：北半球 20 世纪温度可能(置信度为 66%~90%)已高于过去 1000 年中的任何世纪，1990s 可能是过去千年中最暖年代，1998 年则是最暖的一年。

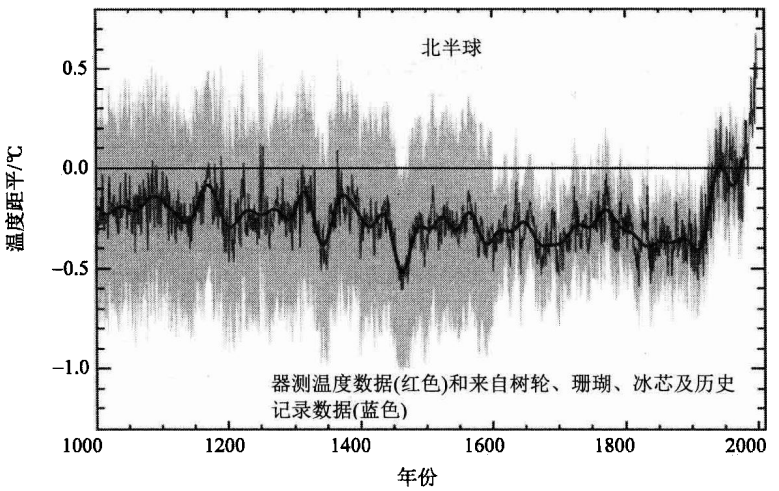


图 3.2　利用多种代用资料重建的北半球过去 1000 年温度变化(蓝线)及过去 150 年器测的北半球温度变化(红色)，黑线表示 50 年滑动平均，灰色区域表示重建结果的不确定性(IPCC，2001)(后附彩图)

21 世纪后，集成利用树轮、冰芯、珊瑚、历史文献、湖泊和海洋沉积等多种代用证据重建过去 2000 年全球和半球温度变化工作大量开展，IPCC 第四次评估报告(2007)对这些重建结果进行了综合评估(图 3.3 和表 3.1)。结果(图 3.3(b))显示，被评估的 11 条序列所指示的北半球变化存在显著差异。如，仅采用欧亚及北美大陆的树轮资料，根据“区域曲线标准化”(regional curve standardization)保留

树轮年表低频温度变化信息方法重建的 ECS2002 和 DWJ2006 两条序列，其历史时期的温度距平明显低于其他重建结果，尤其是在 9、13 和 14 世纪，这些序列显示的温暖程度比其他序列低约 0.5℃。MSH2005 使用小波变换方法分离出树轮记录中低于 80 年的低频变化，并结合其他反映温度低频变化的代用资料(如冰雪融化、湖泊硅藻和孢粉、海洋贝类和有孔虫等记录及 1 条格陵兰钻孔温度数据)进行重建，结果表明：13 世纪(尤其是 10、11 世纪)以前北半球的温暖程度明显高于其他重建结果。从温度变幅看，单条序列变化幅度最大的是 ECS2002，序列中 10 世纪末期的暖峰与 14 世纪冷谷相差约 1.2℃；其次是 DWJ2006，序列中 20 世纪 50 年代的暖峰与 1600 年左右的冷谷之间相差 1℃以上；再次是 MSH200，序列中 11 世纪暖峰与 16 世纪末期的冷谷相差 1℃。此外，其他重建结果的变幅均较小，如 B2000，利用欧亚高纬度树轮资料重建的过去 2000 年夏季温度变化，其最大的变化幅度仅有 0.4℃左右。“曲棍球杆”曲线亦显示 20 世纪以前温度变幅仅为 0.4℃左右。除各条序列所揭示的温度波动幅度存在较大差异外，对同一时段的温度距平，不同重建结果之间也存在很大差异。特别是对 13 世纪以前的温暖程度和其后寒冷程度的估计，不同重建结果之间的分歧极为明显。

表 3.1　图 3.3 引用的温度变化重建结果的基本信息

(a) 图 3.3(a)观测记录

序列	时段	区域温度	资料来源
HadCRUT2v	1856~2005	北半球陆地和海洋的温度	Jones, Moberg, 2003; Jones et al.,1997
CRUTEM2v	1781~2004	北半球陆地的温度	Jones, Moberg, 2003; Jones et al., 2003
4 个欧洲站点	1721~2004	英格兰中部、德比尔特、柏林、乌普萨拉的温度平均值	Jones et al., 2003

(b) 图 3.3(b)重建结果

序列	时段	重建季节	区域	代用资料的分布				资料来源
				H	M	L	O	
JBB1998	1000~1991	夏季	20°N~90°N 陆地	◢	◢	□	□	Jones et al., 1998, 2001
MBH1999	1000~1980	年	0~90°N 陆地和海洋	■	■	◢	◢	Mann et al., 1999
BOS2001	1402~1960	夏季	20°N~90°N 陆地	■	◢	□	□	Briffa et al., 2001
ECS2002	公元 831~1992	年	20°N~90°N 陆地	◢	◢	□	□	Esper et al., 2002; Cook et al., 2004
B2000	公元 1~1993	夏季	20°N~90°N 陆地	◢	□	□	□	Briffa, 2000; Briffa et al.,2004

续表

(b) 图 3.3(b)重建结果

序列	时段	重建季节	区域	代用资料的分布				资料来源
				H	M	L	O	
MJ2003	公元 200~1980	年	0~90°N 陆地和海洋	◢	◢	□	□	Mann, Jones, 2003
RMO2005	1400~1960	年	0~90°N 陆地和海洋	■	■	◢	◢	Rutherford et al., 2005
MSH2005	公元 1~1979	年	0~90°N 陆地和海洋	◢	◢	◢	◢	Moberg et al., 2005
DWJ2006	公元 713~1995	年	20°N~90°N 陆地	■	◢	□	□	D'Arrigo et al., 2006
HCA2006	公元 558~1960	年	20°N~90°N 陆地	◢	◢	□	□	Hegerl et al., 2006
PS2004	1500~2000	年	0~90°N 陆地	◢	■	□	□	Pollack, Smerdon, 2004; Moberg et al.,2005
O2005	1600~1990	夏季	全球陆地	◢	■	□	□	Oerlemans, 2005

注：H 为高纬度陆地，M 为中纬度陆地，L 为低纬度陆地，O 为海洋，□为没有或很少，◢为覆盖范围很有限，■为覆盖范围较好

为此，IPCC 采用“包络法”对这些序列进行综合评估，给出了可信度最高的温度变化信号及其不确定性范围(图 3.3(c))。结果显示：虽然每条曲线反映的冷暖期在发生时间、持续长度和变化幅度上均存在一定的差异，但所有序列揭示的温度变化阶段与趋势是基本一致的。其中 9 世纪以后转暖，10~12 世纪气候较为温暖，13 世纪以后温度逐步下降，14~19 世纪气候较为寒冷，进入 20 世纪以后温度迅速回升(北半球上升了约 0.6℃)，除 MSH2005 序列显示在历史上存在过与 20 世纪四五十年代的温暖程度相当的温暖阶段(公元 990~1050、1080~1120)外，其他序列均表明 20 世纪(特别是 20 世纪最后几十年)的温暖程度超过过去 1300 年的任何时期。IPCC(2007)因此认为，北半球 20 世纪后半叶的平均温度很可能(置信度>90%)高于过去 500 年的任何其他 50 年，并可能(置信度>66%)是过去 1300 年以来最温暖的时段。

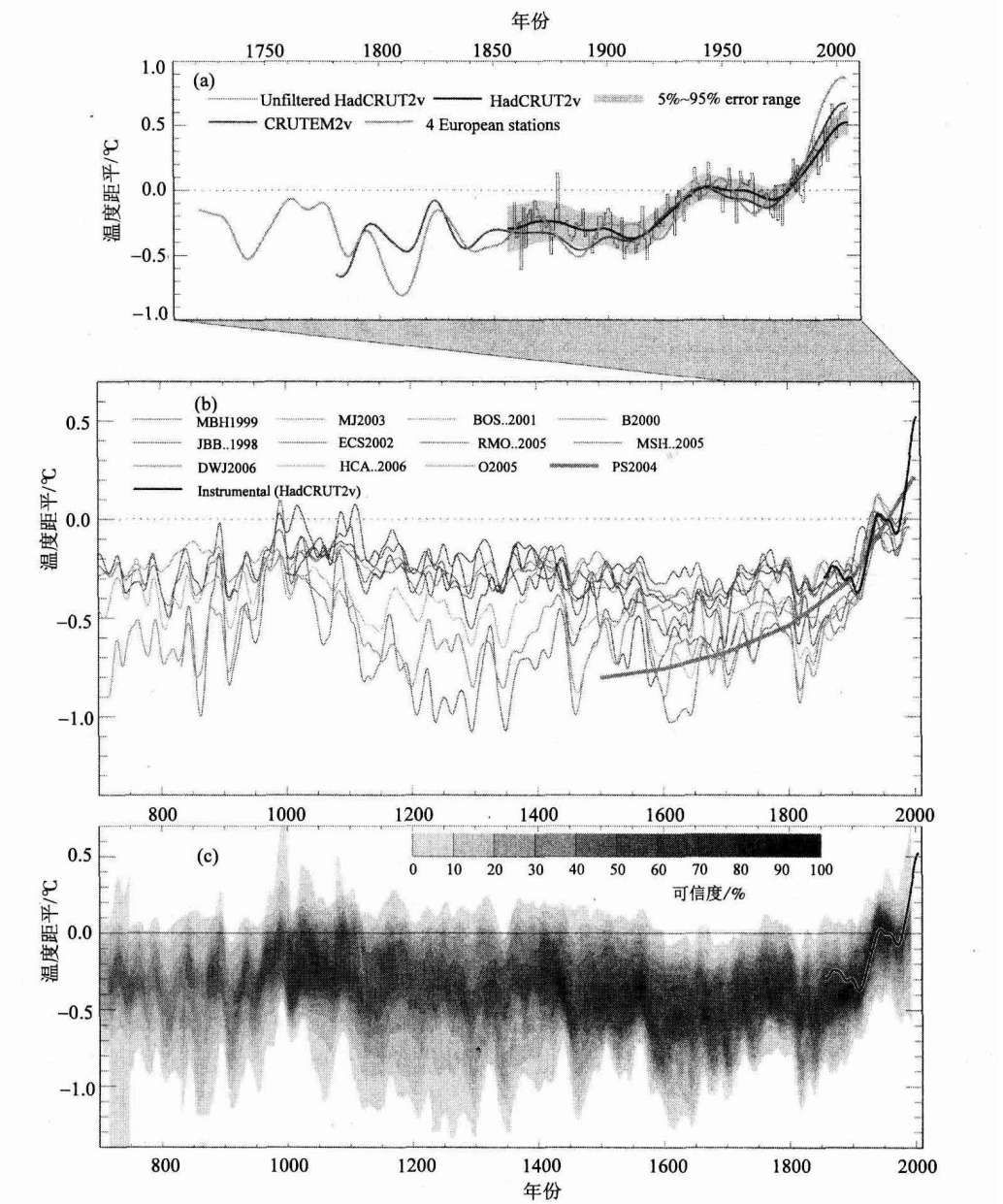


图 3.3 过去 1300 年以来北半球的温度变化(IPCC，2007)(后附彩图)

(a)北半球温度变化器测结果；(b)北半球温度变化重建结果；(c)北半球温度变化重建结果(除 RMO..2005 和 PS2004 外)的不确定性范围(若 1 条序列的温度值落在±1 标准差之内，得分 10%，若两条序列的温度值落在±1 标准差之内，则得分 20%；100%指的是 10 条序列的温度值均在±1 标准差范围之内)。所有序列均为相对于 1961~1990 年的距平值，并经高斯加权滤波，以除去 30 年以下的高频变化。黑色曲线为 HadCRUT2v 温度观测记录

在综合考虑太阳活动和火山活动等自然强迫，以及人为导致的温室气体和硫酸盐等气溶胶辐射效应基础上，过去20年，国际科学界还广泛开展了利用各种气候模式模拟过去1000年北半球温度变化过程的研究(图3.4)。尽管模式的模拟能力以及使用的代用资料存在一定差异，但模拟结果均呈现：北半球12~14世纪相对温暖，15世纪中期、17世纪和19世纪初相对寒冷，20世纪后则急剧升温；如仅考虑自然强迫，北半球平均温度在20世纪中期达到最大后开始下降，20世纪后期快速变暖过程不会出现；若综合考虑太阳活动、火山喷发、温室气体以及硫酸盐气溶胶的辐射效应，则能够较好地重现20世纪后期北半球出现的增暖特征。这说明太阳活动、火山活动等自然强迫对20世纪后期北半球增暖作用很小。

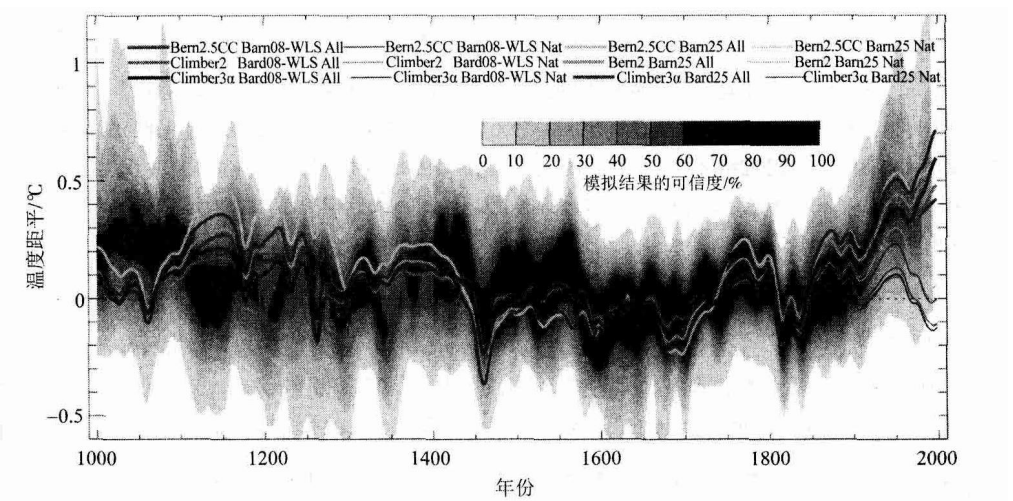


图3.4 模式模拟的过去1000年北半球温度变化(IPCC，2007)(后附彩图)

Nat 仅有自然强迫，All 指自然+人为强迫。深色区域表示模拟结果具有高可信度。所有序列均为相对于1500~1899年的距平值，并经高斯加权滤波平滑以除去小于30年的振荡

第二节 过去2000年南半球温度变化

南半球过去千年温度变化集成重建研究工作相对较少。利用澳大利亚南部塔斯马尼亚岛树轮指示的暖季温度记录，以及南极冰芯、南美洲山地冰芯指示的温度变化记录，Mann等重建了南半球过去1800年的温度变化序列(图3.5)，结果显示：南半球年代际温度变化的幅度约0.5℃；其中3~6世纪相对寒冷，温度距平(以1961~1990年为基准，下同)为-0.2℃；7世纪中期~8世纪中期，气候相对温暖，其温暖程度大致与1961~1990年相当；8世纪后期至9世纪气候转冷，温度距平为-0.2℃；10世纪前后，气候又转暖，温度距平大致为-0.1℃。此后的1000年温

度在波动中缓慢下降，直至 20 世纪初，温度又快速上升。其间 13、15 和 19 世纪末出现明显的三个冷谷(其温度距平约为-0.4℃)，而 20 世纪末的温度距平则达到了 0.3℃。

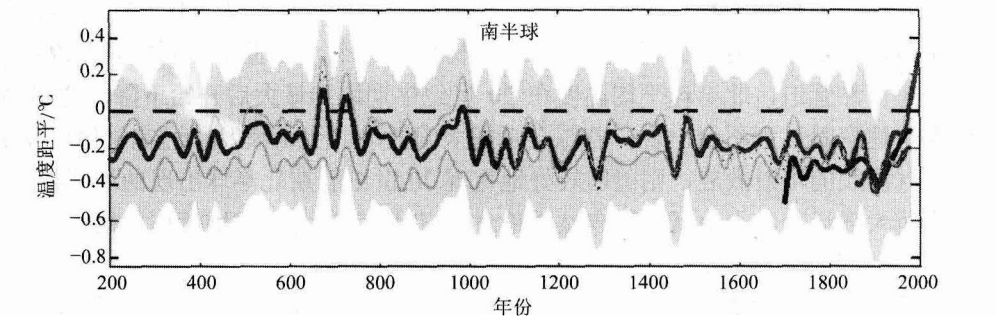


图 3.5 南半球过去 1800 年的温度变化(Mann, Jones，2003)(后附彩图)

所有序列为 40 年滑动平均，参考时段均为 1961~1990 年(虚线表示)。其中，粗线为集成重建的温度序列，绿细线为面积加权的重建结果，浅蓝线为以代用指标与区域温度的相关系数为权重的重建结果，粗黑线为 Mann and Jones(2000)重建的公元 1700 年以来的温度变化，粗红线为温度观测数据，黄色范围表示重建结果的 95%置信区间

过去千年南半球温度变化的区域差异比较明显(图 3.6)。如，利用澳大利亚塔斯马尼亚岛、新西兰树轮重建的该地区过去 1000 年暖季温度序列显示，11 世纪、16~19 世纪气候相对寒冷；12~15 世纪相对温暖，但其间的波动极为频繁，波幅达 1.5℃以上，且曾出现过几次明显的年代际冷谷；20 世纪温度则快速上升，但 20 世纪最后几十年的温度在过去 1000 年中并不异常。12 世纪中期、15 世纪末期暖峰的温暖程度至少与 20 世纪后期相当，甚至更为温暖。

南美洲安第斯山的树轮记录显示 20 世纪是过去 400 年以来的异常偏暖时期。其中，巴塔哥尼亚北部和南部 1900~1990 年的平均温度分别比 1640~1899 年高 0.53℃和 0.86℃。在巴塔哥尼亚北部，最温暖的时期出现在 1940s（图 3.6（a））；在巴塔哥尼亚南部，1998 年是过去 400 年以来最温暖的一年（图 3.6（b））。过去 360 年以来增温速度最快的时期出现在 1850~1920 年。

集成非洲南部 92 条、澳大利亚 57 条钻孔记录重建的结果显示，过去 500 年这两个区域地温持续上升，其升幅达 0.5℃以上，但该结果未能覆盖 20 世纪最后几十年的变暖阶段，因此尚无法确定 20 世纪后期这两个区域温暖程度的历史地位（图 3.6（c）（d））。澳大利亚的另一地温重建结果(Pollack et al.，2006)也显示出了同样的变化趋势。过去 500 年澳大利亚地温约上升了 0.6℃，但与北半球相比，这一温度升幅仅约为北半球地温升幅(超过了 1℃，见图 3.3 中的 PS2004 序列)的一半。

根据目前的研究进展，20世纪最后几十年南半球升温亦甚为明显，但在过去1000年中，并不明显异常。

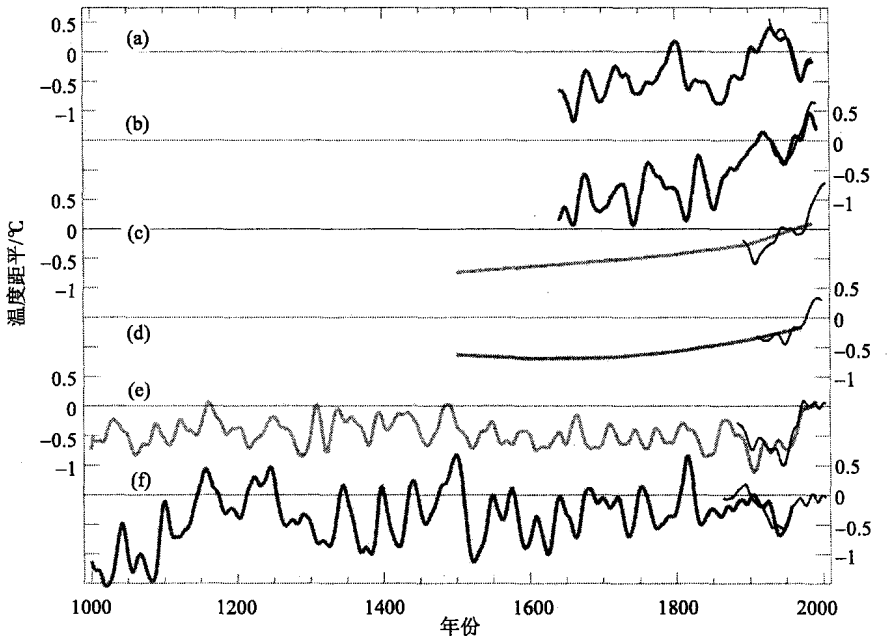


图3.6　南半球温度变化的区域差异（后附彩图）

(a)(b)基于南美洲巴塔哥尼亚树轮记录重建的年均温序列(Villalba et al.，2003)；(c)(d)利用非洲南部、澳大利亚钻孔温度重建的地温变化(Huang et al.，2000)；(e)(f)利用澳大利亚塔斯马尼亚、新西兰树轮重建的夏季温度变化(Cook et al.，2000，2002)

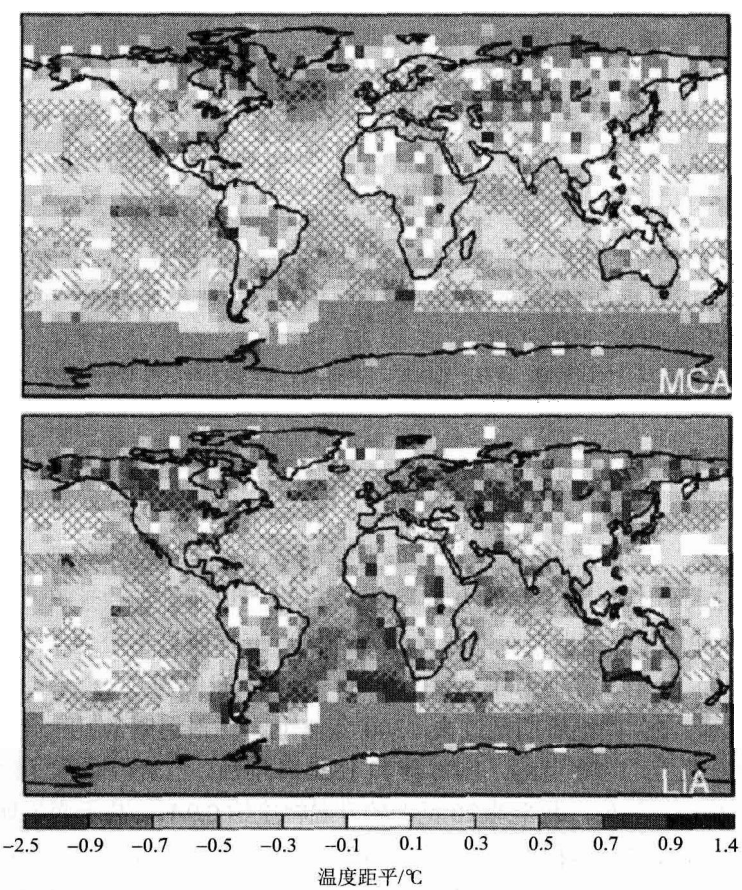
短黑曲线为观测数据，所有序列均为25年滑动平均，参考时段为1960~1990年

第三节　过去2000年南北半球温度变化的异同

总体来看，南北半球过去千年温度变化的阶段性趋势基本一致，11~13世纪气候相对温暖，14~19世纪气候相对寒冷，20世纪以后温度快速升高。但过去千年南北半球的温度变化也存在差异，南半球温度变幅明显小于北半球，北半球温度变幅最大为1.2℃、最小为0.4℃(图3.3)，而南半球仅为0.5℃(图3.5)。大多数重建结果显示：20世纪后期是过去1300年来北半球最温暖的几十年，而南半球7~8世纪及新西兰11~12世纪、1500年和1820年前后，气候温暖程度曾与20世纪最后几十年相当。另外，北半球20世纪的升温幅度约0.9℃，高于南半球的0.7℃；南半球20世纪末的温暖程度(较今高约0.3℃)低于北半球(较今高约0.5℃)。

基于树轮、冰芯、珊瑚、石笋、沉积物、历史文献等代用证据，利用正则期

望最大化(Regularized Expectation-Maximization)的空间场重构方法重建的全球中世纪气候异常期(Medieval Climate Anomaly，MCA，公元 950~1250)与小冰期(Little Ice Age，LIA，1400~1700)的温度空间格局结果显示(图 3.7)，在 10~13 世纪全球气候相对温暖时，确有部分地区的温度超过了 1961~1990 年的水平，这些区域主要分布在北大西洋、格陵兰南部、欧亚大陆高纬度地区以及北美的部分地区；而欧亚大陆的腹地、北美北部、澳大利亚南部以及大部分海洋地区的温暖程度则比 1961~1990 年低。15~18 世纪全球相对寒冷，绝大多数地区的温度低于 1961~1990 年，其中欧亚大陆北部、北美北部、南大西洋的温度比 1961~1990 年低约 0.7℃，但格陵兰南部、北部大西洋则没有明显降温。各区域从 MCA 到 LIA 的温度变化幅度也存在一定差异，北美北部、欧亚高纬度地区以及北太平洋、南大西洋是温度下降最为显著的区域(达 0.45℃以上)，而欧亚大陆中部、非洲、南美洲以及南太平洋、印度洋的温度降幅较小。



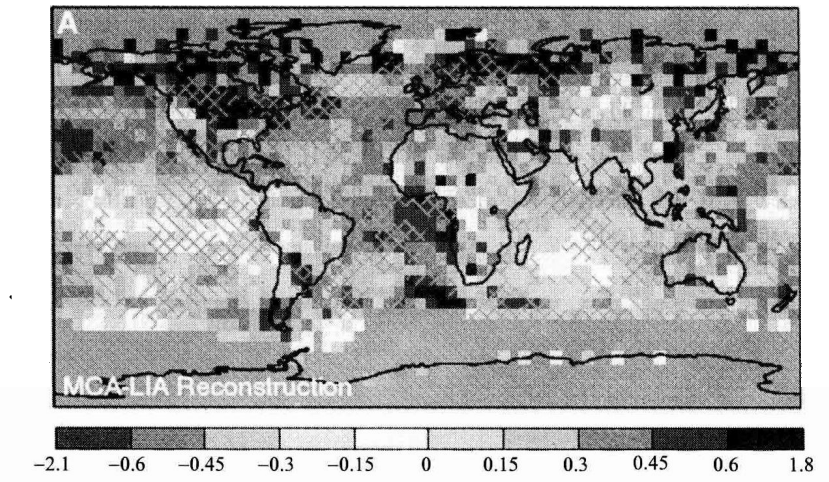


图 3.7　全球中世纪气候异常期(MCA)、小冰期(LIA)温度距平(基准时段：1961~1990)及两个时期温度差的空间分布(MCA-LIA)(Mann et al., 2009)(后附彩图)

第四节　过去 2000 年温度变化重建结果的不确定性

由于人类认知水平有限，目前关于全球和半球过去 2000 年温度变化重建结果，仍存在不确定性。美国科学研究咨询委员会的“过去 2000 年地表温度变化”评估报告(NRC，2006)指出：至目前为止，只有“20 世纪最后数十年的全球平均温度是过去 400 年来最高的”这一结果具有高可信度(high confidence)；公元 900~1600 年全球地表温度重建结果的可信度相对较低(less confidence)；而公元 900 年以前因代用资料分布非常稀疏，全球或半球温度重建结果可信度非常低(very little confidence)，特别因为区域代用资料的缺乏和重建方法问题，导致重建结果的误差大大超出了全球温度变化的方差水平。

过去 2000 年全球温度变化重建结果的不确定性的原因主要有以下几个方面：一是高分辨率代用资料的时间跨度不够。IPCC(2007)绘制的全球代用资料示意图显示，目前大多数代用资料只能覆盖近 400~500 年，能追溯至 1000 年的代用资料仅有 16 条树轮记录、7 条冰芯记录和 9 条其他类型的低分辨率记录，此外代用资料的分辨率也随着时间的后延而不断降低。二是代用资料空间分布的局限。目前的代用资料主要集中于北半球温带地区，热带、海洋及整个南半球分布较少。三是代用资料种类较为单一。至今为止，除少量的历史文献、沉积钻孔、石笋和冰芯记录外，在大范围的温度重建工作中，使用最多的代用资料是树轮记录，而树轮记录存在对低频信息和温暖信息响应不敏感的固有局限性，因而限制了人们对

历史暖期的深入认识。四是多数代用资料对暖季或特定时期的温度变化敏感，对冬季或年变化并不敏感。五是代用资料的气候意义尚需进一步认识。由于影响代用资料的因素是多方面的，在目前科技手段的支持下，从代用资料中准确提取温度信号还存在一定的难度，且代用资料对温度变化的敏感性有可能随时间而发生变化。六是约 150 年的器测记录仅能为长时间尺度温度变化重建的校准和验证提供有限的、独立的气候信息。

第四章　秦汉以来中国气候变化基本特征*

中国幅员辽阔，气候类型与地表景观多样，气候变化存在较大的区域差异。20 世纪 80 年代以来，中国过去 2000 年气候变化研究取得了重要进展，利用史料及树轮、冰芯、石笋、沉积物、孢粉、珊瑚等自然证据重建了大量高分辨率气候变化序列，初步形成了可基本覆盖全国范围的历史气候变化信息网络。本章依据目前的研究进展，阐述秦汉以来中国气候变化的基本特征。

第一节　温 度 变 化

1972 年，中国历史气候变化研究开拓者竺可桢，利用中国历史文献中自然物候与灾害记载首次建立了过去 5000 年中国东部地区温度变化曲线(竺可桢，1972)，认为过去 5000 年来中国气候总体呈转冷趋势，秦汉、隋唐明显温暖(比现今高 1~2℃)，魏晋南北朝以及宋元明清各朝气候寒冷。20 世纪 80 年代以后，许多学者利用史料对中国东中部或其部分地区历史时期温度变化进行了重建(张丕远，龚高法，1979；张德二，1980；郑斯中，1982；王绍武，1990；王绍武，王日昇，1990；郑景云等，1993；张丕远，1996；陈家其等，1998；Ge et al., 2003)；同时，利用树轮、冰芯、石笋、沉积物、孢粉、珊瑚等自然证据对中国东北和华北北部地区、西北和青藏高原地区及东南沿海地区过去温度变化进行了研究(Liu et al., 2007；Tan et al., 2003；姚檀栋等，2006；洪业汤等，1997；强明瑞等，2005；Yu et al., 2005)，并综合利用多源、多尺度温度变化代用指标，重建了覆盖全国范围的过去温度变化序列(王绍武，龚道溢，2000；王绍武等，2007；Yang et al., 2002；葛全胜等，2002，2006；初子莹等，2005)。

一、总体特征

图 4.1 是近年来中国学者利用不同代用资料重建的长度 1000 年以上、不同地区(点)的温度变化，以及集成利用多源、多尺度温度变化代用指标重建的覆盖中国或其大部分地区过去温度变化。从中可以看出，在百—千年际尺度上，这些序列所揭示的冷暖变化过程具有较好的一致性。

---

*执笔人：葛全胜、郑景云。刘浩龙、郝志新帮助核对了所有数据

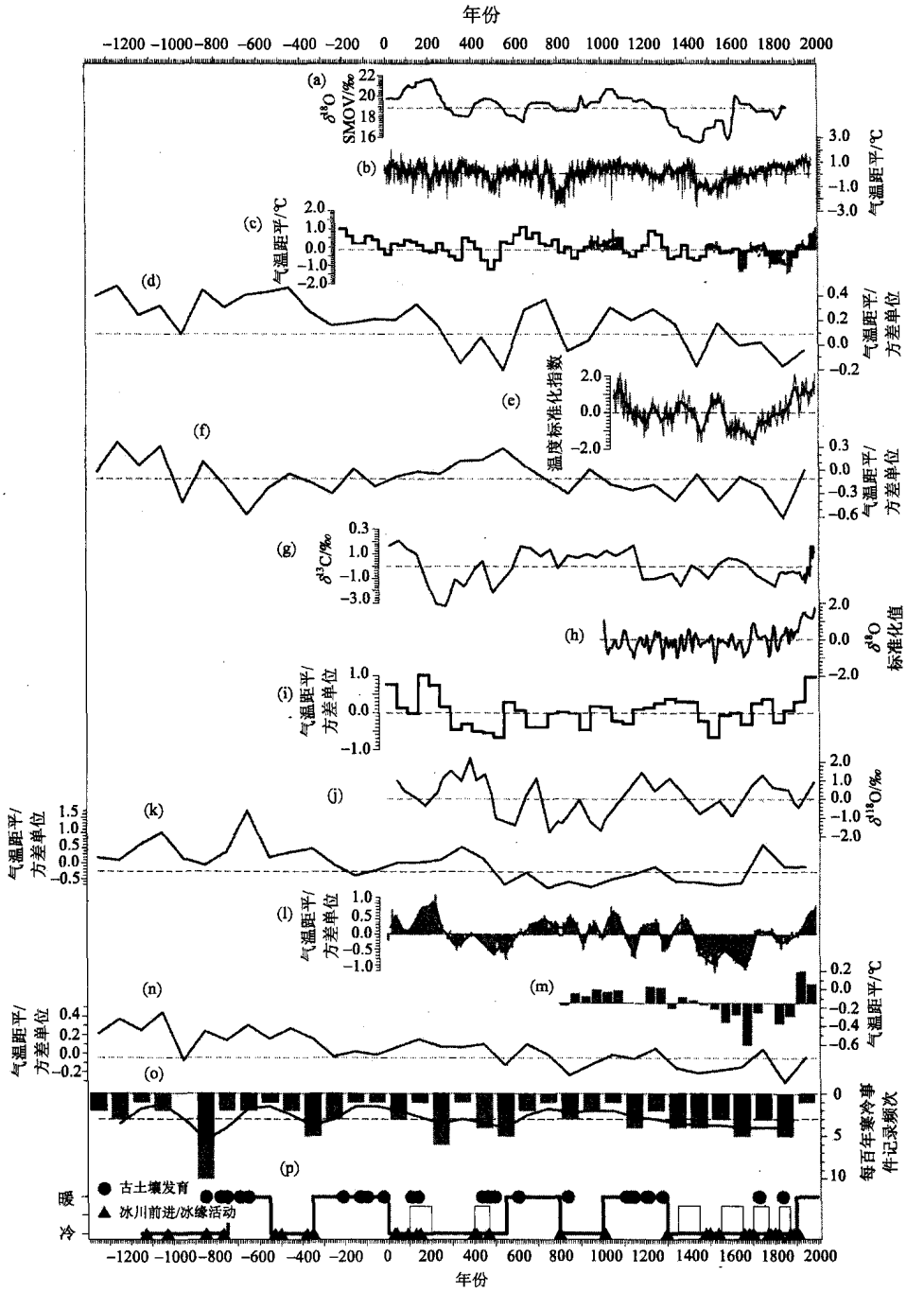


图 4.1 根据不同代用指标重建的中国不同地区(点)的过去千年温度变化

(a)吉林金川泥炭 $\delta^{18}O$ 含量变化(洪业汤等，1997)。(b)北京石花洞石笋重建的夏季气温距平值(相对于序列均值)；灰细线：每年；粗实线：30 年滑动平均(Tan et al., 2003)。(c)中国东部冬半年气温距平(相对于1951~1980 年的均值)；灰柱：每 10 年；粗实线：每 30 年(Ge et al., 2003)(其中，秦汉和魏晋南北朝时期依据新补充的资料进行修订。隋唐时期采纳了新的研究结果)(Ge et al., 2010)；虚线：世界上观测时间最长的4 个气象站观测的气温距平(相对于 1961~1990 年均值)平均值的 20 年高斯平滑变化(IPCC，2007)。(d)根据多种代用证据集成重建的中国东部地区每百年气温变化(葛全胜等，2006)。(e)祁连山中部山地气温，细线：3 年平均；粗线：30 年滑动平均(Liu et al., 2007)。(f)根据多种代用证据集成重建的中国西北地区每百年气温变化(葛全胜等，2006)。(g)青海苏干湖沉积物 $\delta^{13}C$ 含量距平值(强明瑞，2005)。(h)青藏高原 4 个冰芯(普若岗日、古里雅、达索普、敦德)的 $\delta^{18}O$ 标准化值(姚檀栋，2006)。(i)根据冰芯、树轮集成重建的青藏高原温度变化相对距平(Yang et al., 2003)。(j)四川红原泥炭 $\delta^{18}O$ 含量距平值(徐海等，2002)。(k)根据多种代用证据集成重建的青藏高原地区每百年气温变化(葛全胜，2006)。(l)根据多种代用证据集成重建的中国气温变化相对距平。灰柱：每 10 年。粗实线：每 30 年(Yang et al., 2002)。(m)根据文献记载重建的中国东部年均气温变化(王绍武，龚道溢，2000)。(n)根据多种代用证据集成重建的中国每百年气温变化(葛全胜等，2006)。(o)根据公开发表文献统计的每百年寒冷事件记录频次；黑柱：冰川前进/冰缘活动事件记录频次；灰柱：除冰川前进/冰缘活动事件外的其他寒冷事件记录频次；粗实线：每百年各种寒冷事件记录总频次的 3 点二项系数加权平均(方修琦等，2004)。(p)根据冰川前进/冰缘活动(三角)和古土壤发育(圆点)等证据划分的中国过去冷暖阶段变化；细实线：冷期中出现的暖事件(葛全胜等，2002)

图中的所有细虚平直线为各序列的过去 2000 年的均值或序列(当序列长度不足 2000 年时)均值

自秦朝以来，中国冷暖变化大致可划分为公元前 210~公元 180 年、公元 181~540 年、541~810 年、811~930 年、931~1320 年、1321~1920 年、1921~2000 等 7 个阶段。其中，公元前 210~公元 180 年、公元 541~810 年、931~1320 年、1921~2000 年等 4 个阶段相对温暖，东中部地区的冬半年平均气温分别较今(“今”或“现代”均指 1951~1980 年，下同)高 0.27℃、0.48℃、0.18℃和 0.2℃；公元 181~540 年、811~930 年、1321~1920 年等 3 个阶段相对寒冷，东中部地区的冬半年平均气温分别较今低 0.25℃、0.28℃和 0.39℃。

从上述 7 个冷、暖阶段的交替过程看，温度在短期内大多存在较大幅度的变化(郑景云等，2002)。以中国东中部冬半年气温变化为例，气候在百年尺度上冷暖交替时，温度变化的幅度一般为 1℃以上。其中，公元前 210~公元 180 年温暖阶段转向公元 181~540 年寒冷阶段时，公元 91~120 年至公元 210~240 年的降温速率虽只有 0.6℃/100a，但公元前 90~前 61 年至公元 1~30 年的降温速率则达 1.2℃/100a；公元 541~810 年温暖阶段向公元 811~930 年寒冷阶段的转换过程中，公元 781~810 年至公元 871~900 年的降温速率达 0.9℃/100a；在公元 931~1320 年温暖阶段向 1321~1920 年寒冷阶段的转换过程中，1231~1260 年至 1351~1380 年的降温速率为 1.4℃/100a。而在公元 181~540 年寒冷阶段向公元 541~810 年温暖阶段的转换过程中，公元 481~510 年至公元 631~660 年的升温速率约为 1.5℃/100a；公

元 811~930 年寒冷阶段向公元 931~1320 年温暖阶段转换时，公元 871~900 年至公元 961~990 年的升温速率达 1.1℃/100a；在 1321~1920 年寒冷阶段(即“小冰期”)向 20 世纪暖期转换时，1861~1890 年至 1981~2007 年的升温幅度则超过了 1.2℃/100a。

在冷、暖阶段内，温度也存在较大的振幅。如在公元 931~1320 年的暖期中，1081~1110 年至 1141~1170 年的降温和 1141~1170 年至 1231~1260 年的增温，其幅度分别达 1.0℃和 1.4℃；在 1321~1920 的冷期中，1381~1410 年至 1441~1470 年和 1741~1770 年至 1801~1830 年的降温幅度分别为 0.8℃和 0.9℃；1441~1470 年至 1501~1530 年和 1651~1680 年至 1741~1770 年的升温幅度也分别达 0.8℃和 1.2℃。

如果从更长的时间尺度看，中国过去年代际冷暖波动特征与全球其他地区基本一致(Kerr, 1996; Mayewski et al., 1997; Sirocko et al., 1996; Bond et al., 1997; Gauthier, 1999)，存在准 1350 年周期特征。例如，中国东中部地区过去 2000 年冬半年温度变化序列落后自相关系数在 1350 年前后最大，若分取该序列最后 500、600、700 和 800 年作为子序列，向前滑动计算自相关系数则发现在间隔 1350 年前后达到最大值，即过去 800 年以来的冷暖波动特征与 1350 年以前的 800 年温度变化过程极为相似。

山地冰川进退、冰缘活动及古土壤发育等温度变化代用证据显示，过去 3000 年中国北方地区和青藏高原大致出现了 5 个相对寒冷时期，分别是公元前 1350~前 750 年、公元前 550~前 350 年、公元 1~550 年、公元 800~1000 年和 1300~1900 年，以及 5 个相对温暖时期，分别是公元前 750~前 550 年、公元前 350~前 1 年、公元 550~800 年、1000~1300 年和 20 世纪以后。在持续时间长的各个冷、暖期中，又分别存在若干持续时间较短的暖事件和冷事件(表 4.1)。将这些冷暖期及其中的暖、冷事件按其持续的时间长度归类对应排列，如将最近的一个冷期(持续长度约 600 年)与距今 1950~1400 年(持续长度约 550 年)及距今 3300~2700 年(持续长度约 600 年)的冷期对应，将距今 950~650 年的暖期(持续时间约 300 年)与距今 2300~1950 年的暖期(持续时间约 300 年)对应，可以看出具有相似长度的冷暖期及其中的冷暖事件具有 1280~1380 年的周期。如将中国东中部地区 30s-170s 温暖阶段看成是一个更长冷期中的温暖时段，则不难发现，在千年尺度上，中国东中部温度变化时间特征与中国北方及青藏高原冷暖变化规律基本一致，存在 1280~1380 年的周期。

表 4.1 过去 3000 年中国冷暖阶段的划分

冷暖阶段	自然证据	历史文献	自然证据	历史文献	自然证据	历史文献	重现期间隔/a
冷期	公元前 1350~前 750 年	-870s~-770s	公元 1~550 年	-20s~530s	1300~1900 年	1320s~1910s	1300~1350
冷期中暖事件	公元前 1050 年前后 公元前 850 年前后		-150 年前后 -450 年前后	30s~170s 240s~260s 360s~410s	1450 年前后 1600 年前后 1750 年前后	1380s~1400s 1500s~1550s 1710s~1760s	1200~1300 1260~1290 1300~1350
暖期	公元前 750~550 年	-760s~-470s	-550~800 年	540s~800s	1900~	1920s~	1300~1350
暖期中冷事件	公元前 650 年前后		-650 年前后	720s~740s	1960s	1950s~1970s	1300~1380
冷期	公元前 550~前 350 年	-460s~-250s	-800~1000 年	810s~920s			1350
冷期中暖事件	公元前 420 年前后		-950 年前后	840s~860s			1370
暖期	公元前 350~公元 1 年	-240s~-30s	1000~1300 年	930s~1310s			1300~1350
暖期中冷事件	公元前 310 年前后 公元前 250 年前后 公元前 150 年前后	-140s~-90s	1070 年前后 1130 年前后 1200 年前后	990s~1010s 1110s~1190s			1380 1380 1350

注：根据历史文献证据划分的 30s~170s 暖期按冷期中暖事件处理

进一步分析还可以看出，每个 1350a 周期内包括了 4 个长度在百年以上的冷暖阶段，冷的阶段长度分别是 100~300a 和 550~600a，暖的阶段则分别为 200~250a 和 300~400a。每个冷暖阶段中又包含了若干个年代际的冷暖事件，过去 2000 年大致覆盖了 1 个半周期的长度。从中国东中部冬半年温度变化序列看，540s~1910s 构成了一个完整的 1380a 周期旋回。其中，540s~800s 为暖期，长度为 270a；810s~920s 为冷期，长度为 120a；930s~1310s 为暖期，长度为 390a；1310s~1910s 为冷期，长度为 600a；其前的-240s~-30s 和-20s~公元 530s 年则分别处于前一个千年周期的 350~400a 暖期和 550~600a 冷期中，其后的 20 世纪则处在公元 200~250 年暖期的前段。而自公元前 1350 年以来，中国北方及青藏高原地区冷暖变化则经过了 2 个半的千年旋回，其中，第一个旋回包括公元前 1350~前 750 年的冷期、公元前 750~前 500 年的暖期、公元前 550~前 350 年的冷期和公元前 350~前 1 年的暖期；第二个旋回包括公元 1~550 年的冷期、公元 550~800 年的暖期、公元 800~1000 年的冷期及 1000~1300 年的暖期；1300~1900 年和 20 世纪则分别处在第三个千年冷暖旋回的 550~600a 的冷期和 200~250a 的暖期中。

但若从年代-百年际温度变化看，过去 2000 多年来，中国不同地区的温度变化特征则存在着显著差异，下面将分东北、东中、东南、西北和青藏高原等 5 个地区(图 4.2)，分别予以论述。

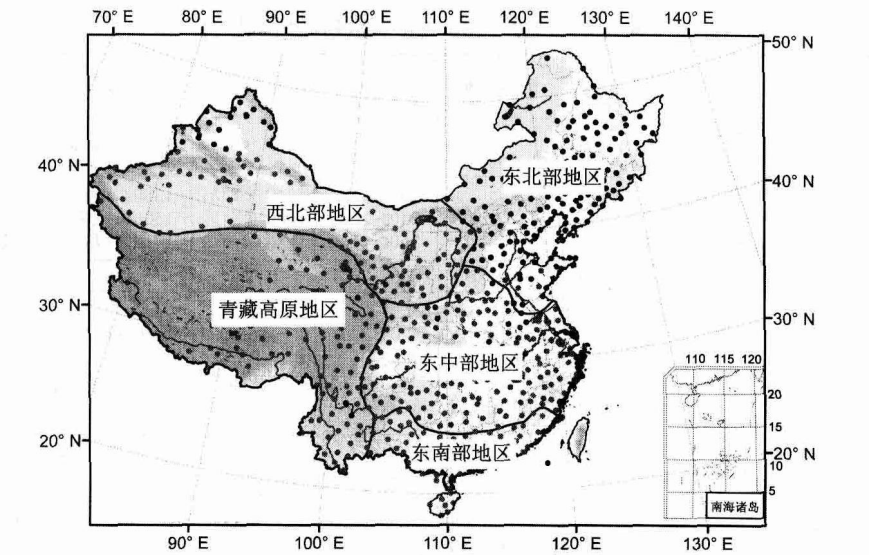


图 4.2 中国温度变化特征差异的区域划分

二、区域特征

(一)东北部地区

东北部地区包括东北三省、内蒙古东部、京津、山东及河北大部。图 4.3 是这一地区有代表性的、长度超过 500 年的温度变化重建结果。其中，华北年均气温距平序列(图 4.3 褐线)始于 1380s，山东冬温指数序列(图 4.3 绿线)始于 1470s，其重建依据均为史料，时间分辨率为 10 年；北京夏季气温变化序列(图 4.3 红线)根据石花洞的石笋年纹层厚度重建，长度达 2650 年，时间分辨率为年(Tan et al., 2003)，但因其定年误差较大，实际分辨率超过 10 年；吉林金川沼泽(42.33°N，126.37°E)泥炭沉积物中的$\delta^{18}O$ 记录(图 4.3 蓝线)长达 5000 年以上，时间分辨率为 20 年(洪业汤等，1997)；岱海湖盆沉积物 99A 钻孔(40.57°N，112.68°E)的孢粉组合类型记录(图 4.3 紫线)长达 10000 年以上，时间分辨率为 18~42 年不等(许清海等，2003)。由于测年误差，这两个序列实际上所揭示的是百年尺度以上的阶段性冷暖变化。从图中可以看出，秦汉以来，这一地区冷暖交替有 8 个阶段，各阶段的主要温度变化特征如下：

第一阶段(公元 1 世纪初至 270)，气候寒冷，且在波动中逐渐趋冷，平均气温较今大致低 0.5℃，年代际波动幅度相对较小，最暖年代与最冷年代之间的年均气温相差仅 2.7℃。其中，公元 31~60 年、公元 151~170 年和公元 231~250 年间有过短暂的回暖。

第二阶段(公元 271~420)，持续约 150 年，气候温暖，平均气温较今大致高 0.6℃，年代波动幅度较大，最暖年代与最冷年代之间的年均气温大致相差 3.7℃。其中，330s 和 390s 曾两度出现剧烈的降温。

第三阶段(公元 421~540)，持续约 120 年，气候相对寒冷，平均气温较今大致低 0.6℃，年代波动幅度较大，最冷的阶段出现在 490s 前后，最暖的阶段持续在 510s 前后，最暖年代与最冷年代之间的年均气温大致相差 2.1℃。

第四阶段(公元 541~710)，持续约 170 年，气候相对温暖，平均气温较今大致低 0.4℃，年代际波动幅度较小，最暖年代与最冷年代之间的年均气温大致仅相差 0.9℃。其中，公元 581~600 年和公元 631~660 年曾出现过短暂的小幅转冷。

第五阶段(公元 711~940)，持续约 230 年，气候相对寒冷，平均气温较今大致低 0.8℃，年代波动幅度较大，最暖年代与最冷年代之间的年均气温大致相差 3.5℃。其中，750s、820s 和 920s 前后曾数度出现剧烈的回暖。

第六阶段(公元 941~1220)，气候相对温暖，平均气温较今略高(约 0.1℃)。该阶段长达 280 年，与全球“中世纪暖期”大致对应，是过去 2000 年持续时间最长的一个暖期，年代波动幅度较大，最暖年代与最冷年代之间的年均气温大致相差 4.8℃。其中，960s、1110s 和 1070s 前后曾数次出现剧烈的低温。

第七阶段(1221~1870)，气候寒冷，持续时间达 650 年，为过去 2000 年持续时间最长的一个冷期，与全球“小冰期”气候大致对应，平均气温较今大致低 0.7 ℃，年代波动幅度较大，最暖年代与最冷年代之间的年均气温大致相差 2.7℃。其中，1300s~1330s、1500s 前后和 1730s~1780s 等时段曾数度回暖。

第八阶段(1871~现今)，气候温暖，且在波动中逐渐转暖，平均气温比 1980s 高 0.1℃，年代际波动幅度相对较小，极端冷暖年代之间的年均气温相差 1.4℃，1910s、1890s 和 1970s 有过短暂的降温。

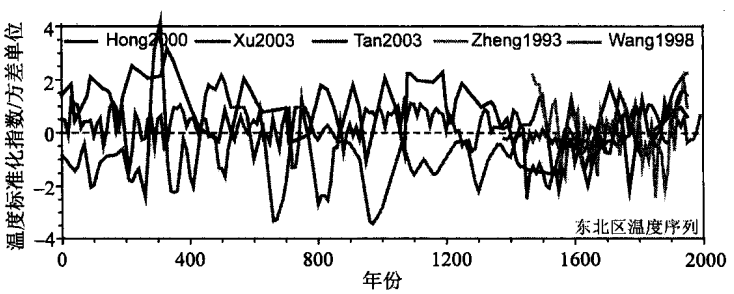


图 4.3 中国东北部地区长度超过 500 年的温度变化序列(Ge et al., 2010)(后附彩图)

图中各序列缩写及简要信息见表 4.2

(二)东中部地区

东中部地区位于黄河和长江的中下游，是中国历史上的农耕文化发达地区。这里人类活动历史悠久、人口稠密，历史文献记载丰富。20 世纪 80 年代以来，利用史料所重建的这一地区有代表性的过去温度变化序列有 8 条，均具有年代际分辨率，长度达 500 年以上。其中，Ge 等(2003)重建的过去 2000 年冬半年均温度距平序列(以 1951~1980 年的均值为基准)，时间分辨率为 10~30 年(图 4.4)。近来，在获取更多资料的基础上，葛全胜等又对序列部分时段的温度距平值加以修正，并将序列的时间起点前推至公元前 210 年，从而使序列的时长达到了 2200 年。综合这些重建结果可以看出，秦汉以降东中部地区冷暖变化具有以下特征：

第一阶段(公元前 210~公元 180)，大致对应秦至东汉后期，气候相对温暖，冬半年平均气温较今高 0.27℃，但存在“温暖(公元前 210~前 150)—偏暖(公元前 150~前 75)—温暖(公元前 75~前 45)—寒冷(公元前 45~公元 30)—偏暖(公元 30~180)—寒冷(公元 180~210)”的多年代际波动。且在波动中逐渐趋冷。这一阶段中最暖 30 年出现在公元前 210~前 180 年，冬半年平均气温较现代高 1℃左右，最冷的 30 年出现在公元 1~30 年，冬半年平均气温较现代低 0.4℃左右，冷暖波动幅度 1.4℃；公元前 90 年~前 61 年至公元 1~30 年的降温速率则达 1.2℃/100a；公元初气候开始回暖，公元 1~30 年至公元 91~120 年的升温速率约为 0.5℃/100a。该阶段冬半年均气温的多年际波动也极为明显，30 年际间的最大降温幅度达 1.1℃，出现在公元前 60~前 31 年至公元前 30~前 1 年的快速降温过程中；最大升温幅度约为 0.6℃，出现在公元 1~30 年至公元 30~60 年的快速回暖过程中。

第二阶段(公元 181~540)，大致对应东汉末→三国→两晋→南朝梁(北朝东、西魏)时段，气候总体寒冷，冬半年平均气温较今低 0.25℃以上。其中，最暖 30 年(公元 361~390)，约比今高 0.5℃；最冷 30 年(公元 481~510)，较现代低 1.2℃，次冷时段(公元 331~360，公元 451~480，公元 511~540)的均较现代低 0.7℃。这一阶段的温度同样具有明显的多年代—世纪尺度波动，呈现“冷(公元 221~360)—暖(公元 361~450)—冷(公元 451~540)”特征，冷暖波动幅度达 1.7℃，降温速度最快的百年出现在公元 361~390 年至公元 481~510 年，降温速率达 1.5℃/100a；相邻 30 年的温度变化也较大，公元 421~450 年至公元 451~480 年的降温幅度达 0.6℃，公元 331~360 年至公元 361~390 年升温幅度则达 1.2℃。

第三阶段(公元 541~810)，大致对应于南朝陈(北朝齐、周)至中唐这一阶段，气候在总体上为持续温暖态势，冬半年平均气温较今高 0.48℃，其中，最暖 30 年出现在公元 631~660 年，其冬半年温度较现代高约 1℃，最冷 30 年(公元 721~750)的冬半年温度仍比今高 0.1℃，两个时段之间相差约 0.9℃；相邻 30 年之间的最大

温度变幅出现为0.6℃左右，出现在公元691~720年及公元721~750年。

第四阶段(公元 811~930)，大致对应于唐后期至五代前期，气候总体寒冷，冬半年平均气温较今约低0.25℃。其中，公元810~840年和公元871~930年是两个冷谷，相应的冬半年平均气温分别比现代低0.3和0.55℃，公元850年前后，气候有短暂回暖，其温度程度大致与今相当。这一阶段的冷暖波动幅度亦相对较小，最冷30年与最暖30年的冬半年均气温相差约为0.6℃，但相邻30年间的温度变化幅度相对较大，公元841~870年至公元871~900年的降温幅度为0.6℃。

第五阶段(公元931~1320)，对应于五代后期、两宋至元代中期，气候相对温暖，冬半年平均气温较今高约0.18℃。其中，1021~1110年和1201~1290年两个时段的温暖程度最为明显，冬半年平均气温分别较今高约0.4℃和0.57℃。但这一阶段的气候并不是持续的温暖，其间存在一个长达近百年(1111~1200)的相对寒冷时段，冬半年平均气温较今低约0.3℃。这一阶段冷暖波动幅度较大，最暖30年(1231~1260)较今高约0.9℃，最冷30年(1141~1170)则较今低0.5℃，二者相差1.4℃。其中，从前一暖峰(1051~1080)转向冷谷(1141~1170)的降温速率达1.2℃/100a，而从冷谷(1141~1170)至又一暖峰(1231~1260)的回暖过程则更为迅速，升温速率高达1.5℃/100a。该阶段相邻30年的温度变化幅度也较大，如1081~1100年至1101~1140年及1261~1290年至1291~1320年冬半年平均气温分别下降了0.8℃和0.7℃，1201~1230年至1231~1260年冬半年均气温则上升了0.8℃。

第六阶段(公元 1321~1920)，对应于元代后期、明、清及民国初期，气候相对寒冷，冬半年平均气温较今低约0.39℃，与欧洲及大西洋周边地区的“小冰期”状况一致。这一阶段包括4个冷谷，分别为1321~1380年、1411~1500年、1561~1710年、1771~1920年，其冬半年平均气温分别较今低约0.5℃、0.6℃、0.4℃、0.7℃；1400年前后、1501~1560年及1711~1770年期间气候相对温暖，冬半年平均气温与今相近或略高。该阶段的温度变化幅度较大，最暖30年(1381~1410、1741~1770)冬半年均气温较今高约0.1℃，最冷30年(1651~1680)较今低约1.1℃，二者相差达1.2℃；从暖峰转向冷谷(如1531~1560年至1651~1580年、1741~1770年至1861~1890年)的降温速率和从冷谷转向暖峰(如1411~1440年至1531~1560年、1651~1680年至1771~1800年)的升温速率均在0.5~0.8℃/100a；相邻30年间的气温变化幅度也较大，1651~1680年至1681~1710年升温0.9℃，1621~1650年至1651~1680年降温1.0℃。

第七阶段(1921~)，气候温暖，且在波动中逐渐增暖，从过去气候千年尺度变化自相似特征及百年际冷暖的自然波动过程看，该阶段正处于时长200~250年的重现暖周期中，与公元571~780年暖期的前半段位相一致。该阶段冬半年平均气温较1951~1980年的均值高约0.2℃，百年增温率约为1.0℃/100a；其中，20

世纪 20 年代冬半年平均气温与 1951~1980 年的均值持平，30 年代略低 0.1℃，40 年代高约 0.4℃，50 年代高约 0.1℃，90 年代高约 0.9℃，21 世纪初(2001~2008)又高约 1.0℃。从每 30 年的冬半年平均气温看，1921~1950 年较 1951~1980 年高 0.1℃，1981~2008 年则较 1951~1980 年高 0.7℃，即 30 年间增幅达 0.7℃。对比过去 2000 多年各个暖期中曾出现过的增暖幅度，1981 年以来的增暖幅度已接近过去 2000 年中温暖时期升温的最高水平(1201~1230 年至 1231~1260 年、公元前 150~前 121 年至公元前 120~前 91 的升温达 0.8℃)。由此可见，虽然 20 世纪的增暖情形在过去 2000 年中并不是唯一的，但如此大的升温幅度在历史上也是极为少见的。

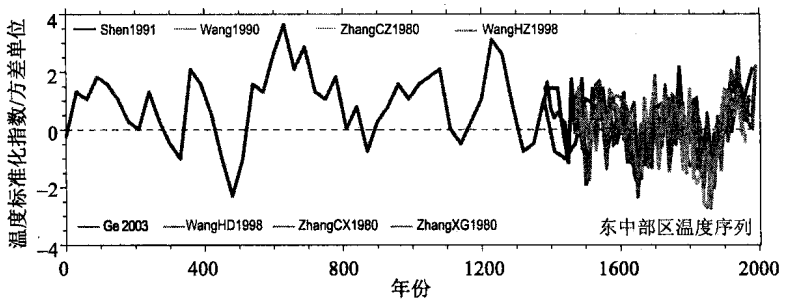


图 4.4 中国东中部地区长度超过 500 年的温度变化序列(后附彩图)

图中各序列缩写及简要信息见表 4.2，Ge（2003）序列有修订

(三)东南部地区

东南部地区覆盖范围包括广西、广东、福建和台湾，现有重建的、代表性的过去温度变化序列有 1500s~1990s 的华南与闽台年均气温距平序列、1470s~1960s 的两广与闽瓯的冬温指数序列、1400s~1940s 的广东严寒次数序列等(图 4.5)，这 5 个序列的时间分辨率均为 10 年，长度均只有 500 年左右。综合这些序列可以看出，这一地区在过去 500 余年的温度变化大致可分为两个阶段，主要特征如下：

第一阶段为 1471~1900 年，气候相对寒冷，年均气温较今低 0.2℃，在年代波动中有些许趋冷趋势，且波动较为显著；该阶段冷谷分别出现在 1530s 前后、1650s 前后和 1830s~1870s 间，后两个冷谷与“小冰期”期间全球性的两个大规模冰川前进时间基本一致；1590s 和 1750s 前后曾出现过持续数十年的回暖；最暖与最冷年代之间的气温差约 1.2℃。

第二阶段从 1901 年开始至今，气候在波动中增暖，年均气温较今高 0.3℃，1960s~1970s 间有过较显著的转冷，而后又再次快速增暖，百年升温速率达 0.9 ℃/100a。该阶段既是过去 500 年中最暖的百年，也是升温速率最大的百年。

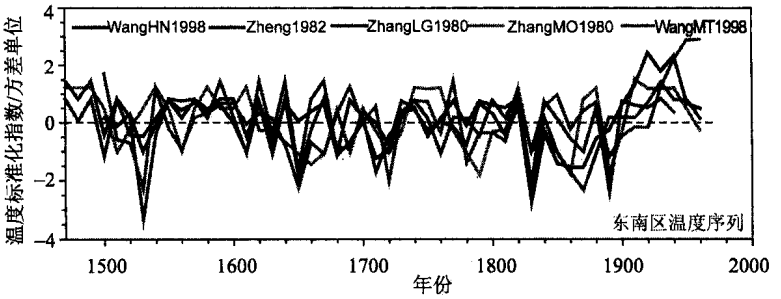


图 4.5　中国东南地区长度超过 500 年的温度变化序列(Ge et al., 2010)(后附彩图)

图中各序列缩写及简要信息见表 4.2

(四)西北部地区

西北部地区包括新疆、甘肃、宁夏、陕西及内蒙古西部，可用于过去温度变化重建的代用资料有史料、树轮、湖泊沉积物、冰川进退遗迹和古土壤证据等。目前西北地区长度接近千年的高分辨率温度重建序列仅有 1 条，即依据祁连山北坡森林生长上限的祁连圆柏(*Sabina przewalskii Kom.*)年轮重建的上年 12 月至当年 4 月温度变化序列(刘晓宏等，2004；Liu et al., 2007)，时间分辨率为 3 年(图 4.6(a))。至于湖泊沉积物和冰川进退、古土壤证据，则由于西北气候干旱，其演变速率较低，故据之重建的过去温度变化序列的分辨率不高。但这些证据时间尺度长，气候指示意义明确，可相互校准。集成分析这些证据还是可以轮廓性地给出西北地区秦汉以来的温度变化特点(图 4.6(b))：

第一阶段(公元 1 世纪初~550 年)，气候相对寒冷。西北地区的许多冰川均在这一时期较先前阶段有一定程度的前进，内蒙古岱海、大青山地区和甘肃马衔山等地有大量的冰缘发育。不过，这一冷期内，也存在两次较明显的古土壤发育现象，一是在公元 150 年前后，出现在内蒙古岱海老虎山；二是公元 450 年前后，出现在内蒙古大青山。这些古土壤发育现象，说明在该寒冷气候阶段中，也存在持续性的温暖时段。岱海老虎山公元 110 年±70 年的古土壤层与其下公元前 20 年±70 年的古土壤层之间存在的明显的黄土沉积物，说明这一寒冷期大致始于公元 1 世纪初前后。

第二阶段(公元550~800)，气候相对温暖，青海的贵南和共和地区等地均有显著的古土壤发育现象。

第三阶段(公元800~1000)，气候相对寒冷，黄土沉积迹象明显。

第四阶段(1000~1300)，气候相对温暖，特征与欧洲等地的“中世纪暖期”大体一致，青海湖周边与内蒙古大青山等地再次发育古土壤。这一阶段的温度波动幅度较大，曾数度出现过持续数十年的寒冷现象。从史料对当时西北地区东部作

物种植界线、种植制度以及异常物候的记载看，公元960年前后，西北东部地区冷暖程度与今基本一致；960s~1010s，气候逐渐增暖；1040s~1110s，气候温暖，年均气温较今高0.5℃，冬小麦种植北界较今偏北0.5°~1.0°；1110s以后，气候转冷，12世纪中后期年均气温较今低0.8~1.2℃；12世纪末，气候又再次转暖，13世纪中前期年均气温较今高约1.4℃；1260年后温度下降，13世纪末气候再次进入一个程度更为显著的寒冷期（郝志新等，2009）。祁连山北坡的树轮序列也显示，1060s~1260s气候相对温暖，但在波动中逐渐趋冷，冷谷出现在1210s前后、暖峰则出现在1090s和1240s。

第五阶段（1300~1900），气候总体寒冷，西北地区山地再次出现冰川活动，寒冷特征与全球其他地区的“小冰期”状况大体一致。西北冰川前进最早见于1300年前后，1500~1900年间最为显著，500年间共计留下了3~4次冰川前进的记录，即1450s~1550s、1650s~1700s、1770s~1900s（这次记录还可进一步细分为1770s~1820s、1870s~1900s）。甘肃玛曲1730年前后的古土壤发育和青海共和1840年前后的古土壤发育则显示在冰川前进的两个间歇期内，西北地区气候有一定程度的回暖。祁连山北坡的树轮序列显示，1270s~1850s该区气候总体寒冷；其中，第一个冷谷出现在1450s~1500s，其间的1470s为最冷10年，第二个冷谷出现在1580s~1790s，较1450s~1500s稍冷一些，最冷的10年出现在1710s，其寒冷程度比1470s更甚；但1380s前后和1510s~1560s间曾出现过持续数十年的回暖。

第六阶段（1900~2000），气候总体上温暖，与全球20世纪增暖状况大体一致。祁连山北坡的树轮序列显示，自1860s起，气候便迅速回暖，至1900s前后出现第一个暖峰，然后维持在较温暖的水平上波动。其中，20世纪最暖的10年分别出现在1900s、1940s和1990s，西北地区年均气温较今高0.5~0.6℃；最冷的10年分别出现在1920s和1970s，年均气温较今低约0.3℃。

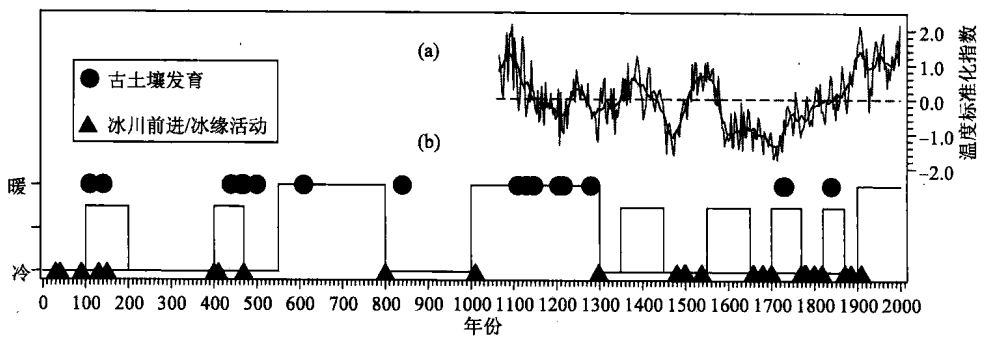


图 4.6 秦汉以来西北地区的温度变化

(a)祁连山中部山地气温。细线：3年均。粗线：30年滑动平均(Liu et al., 2007)。(b)根据冰川前进/冰缘活动(三角形)和古土壤发育(圆点)等证据划分的中国过去冷暖阶段变化。细实线：冷期中出现的暖事件(葛全胜等，2002b)

(五)青藏高原地区

青藏高原平均海拔超过 4000m，气候寒冷，自然环境对温度变化的响应极端敏感。大量的山地冰川、高海拔地区树木及众多的湖泊都是记录冷暖变化的重要代用资料。其中，山地冰芯是这一区域古气候变化重建最具特色的代用证据。目前中国学者已分别在青藏高原东北部、西部、中部和南部采集了敦德、古里雅、普若岗日和达索普等 4 个冰芯，并依此重建了青藏高原过去的气候变化(姚檀栋等，2006)。树轮是反映这一地区温度变化的另一种主要代用证据，据青海乌兰地区树轮重建的该地区 9~4 月的平均气温序列(朱海峰等，2008)长达千年。另外，青海苏干湖沉积碳酸盐过去 2000 年稳定 C 同位素$\delta^{13}C$ 记录和青海湖总有机碳记录(强明瑞等，2005；沈吉等，2001)以及青藏高原多个地点的山地冰川进退、冰缘活动及古土壤发育证据(方修琦等，2004)，也较好地指示了气候冷暖状况的阶段性变化。

综合这些记录(图 4.7)可以看出在过去 2000 年中，青藏高原地区的冷暖变化大致经历以下几个阶段：

第一阶段(公元 1 世纪初至 170 年)，气候相对温暖，年均气温较今低约 0.2℃，年代际波动极为显著，暖峰出现在公元 70 年前后，年均气温较今高 1.0℃，最冷年代出现在公元 1 世纪 40 或 50 年代，年均气温则较今低约 1.3℃。

第二阶段(公元 171~570)，气候寒冷的情形持续了约 400 年，年均气温较今低约 0.8℃，年代际波动显著。该阶段 2 个冷谷分别出现在 270s 和 490s 前后，最冷 10 年的年均气温较今低约 2.0℃；390s 前后出现短暂的回暖，最暖 10 年的年均气温较今高约 0.2℃。

第三阶段(公元 571~920)，气候相对温暖的情形持续了约 350 年，年均气温与今基本相当，年代际波动极为显著。该阶段最暖阶段(如 630s~640s、680s~700s、750s~770s、800s 等)的年均气温较今高 0.7~0.9℃，寒冷年代(如 720s、790s 和 850s 等)的年均气温较今低 1.0℃以上。

第四阶段(公元 921~1840)，气候相对寒冷，年均气温较今约低 0.5℃。气候寒冷的状况持续约 930 年，其年代-多年代际波动显著。其间，存在 6 个冷谷，分别出现在 940s 前后、1060s 前后、1300s 前后、1500s 前后、1630s 前后和 1790s 前后，冷谷中最冷年代的年均气温一般较今低 1.0℃以上；持续数十年的回暖情形也有多次，暖峰分别出现在 980s~1000s、1160s~1200s、1420s~1460s、1540s~1600s 和 1670s~1720s，暖峰中最暖年代的年均气温一般较今略高。980s~1000s 和 1160s~1200s 的两次回暖程度大致与“中世纪暖期”的温暖期对应，1500s 前后、1630s 前后和 1790s 前后的 3 个冷谷则与“小冰期”对应。

第五阶段(1851~2000)，西北地区的气候与全球其他地区的20世纪变暖情形一致，气温在波动中迅速增高。第一个暖峰出现在1900s~1920s，1930s~1950s气候略有转冷，但1960s以后的气候又迅速增暖。1990s是这一地区过去2000年中最暖的10年，年均气温的年代平均值较1951~1980年均值高约1.3℃。

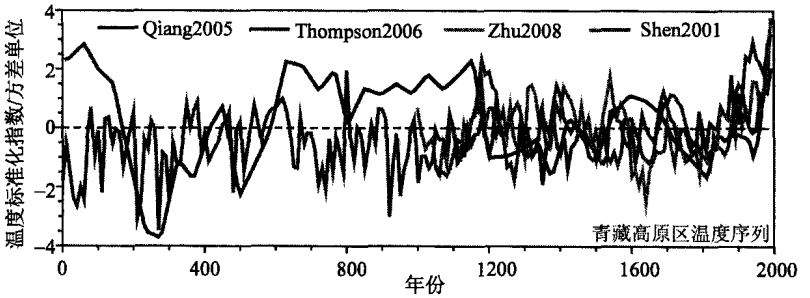


图4.7 中国青藏高原地区长度超过500年的温度变化序列(Ge et al., 2010)(后附彩图)

图中的各序列缩写及简要信息见表4.2

三、中世纪暖期与小冰期

(一)中世纪暖期

中世纪暖期(Medieval Warm Period, MWP)(Medieval Warm Epoch, MWE)是地球气候变化史上距今最近的长达数百年的温暖阶段。该词自H. Lamb于1965年提出后，一直存在争议。国内外学者们争论的焦点为中世纪暖期是否存在？其持续时间多长、温暖程度如何，及其是否具有区域性差异？一些学者宁愿将其称为中世纪气候异常期(MCA)(参见第三章、第九章)。IPCC第四次评估报告认为这一暖期确实存在，其起讫时间为1000~1300年，这一期内北半球某些区域比随后的小冰期温暖。在中国，竺可桢(1972)根据历史文献重建的温度变化序列认为中国不存在与欧洲对应的中世纪暖期。后来，满志敏等(1993)根据8种历史文献证据证明中国在10世纪初至13世纪存在与欧洲中世纪暖期相对应的温暖气候状况。近十多年来，越来越多的高分辨率古气候证据证实了中国确实存在中世纪暖期，只是其温暖程度和起讫时间存在区域间的差异。

从已有的过去温度变化重建结果看，中国东部地区距今最近的长达数百年的温暖气候阶段出现在宋代及元代的前半叶，即公元930s~1310s，与欧洲及北半球的其他许多地区基本吻合。彼时，中国东部地区的冬半年气温较今高约0.2℃，其中，960s~1100s、1200s~1280s是这一温暖阶段中最为温暖的两个时段，分别较今高0.3℃和0.6℃，1230s~1250s是其中最暖的30年，较今高0.9℃(Ge et al., 2003)。

在气候最为温暖的13世纪中叶(即1250年前后)，华北地区的年均气温较现代高约1~2℃(满志敏，张修桂，1993)；中部地区的极端最低气温的多年平均值较现代高约3.5℃(张德二，1993)。

在这一温暖气候阶段，中国亚热带作物及冬麦类越冬作物的种植北界均较现代偏北1~2个纬度，长江三角洲、珠江三角洲等沿海低地地区普遍受到海面上升、海水入侵的严重影响。两宋时期，中国长江三角洲地区的最高海平面位置可能较今高0.4~0.7m(谢志仁，1993)；受高海平面影响，太湖流域东流水势受阻，由古娄江、古东江和吴淞江三江排水变为只剩吴淞江一路，东北和东南方向的出海通道基本不通，海岸后缘洼地出现了空前严重的洪涝灾害，太湖地区大片耕田沦为浅湖(满志敏，1999)。当然，中国东部这一阶段的气候也并不总是持续温暖，其间也存在一个长达近百年(1110s~1190s)的相对寒冷时段。这一寒冷时段的冬半年气温平均较今低约0.3℃，其中最冷的30年(1140s~1160s)低约0.5℃。

尽管在10~13世纪，西部地区的冰川、冰缘活动事件明显减少，许多地区还伴有古土壤发育，但从多个高分辨率的气候变化代用证据看，西部地区(特别是青藏高原)在该时期内虽也存在暖期，但温暖程度并不如中国东部地区显著，且不同地点间差异较大。祁连山地区温度变化重建结果表明，1050s~1150s这一暖峰的温暖程度较20世纪后期略低一些，而1230年前后的暖峰明显低于20世纪后期(Liu et al., 2007)；川西地区在这一阶段的气候虽也存在1150年和1250年前后的2个暖峰，但其温暖程度只相当于20世纪中期(徐海等，2002)；青海苏干湖沉积物的$\delta^{18}O$值公元900~1150年一直维持在一个相对较高的水平，但1150年以后也明显下降(强明瑞等，2005)。青藏高原上4个冰芯的$\delta^{18}O$平均值也均显示，在1000s~1280s，气候虽然在总体上较其后的14世纪与16~18世纪温暖，存在数个暖峰值，但与20世纪相比，这一阶段的温暖程度极不明显(姚檀栋等，2006；Thompson et al.，2006)。

图4.8给出中世纪暖期内中国2个温暖阶段的平均温度距平(相对于1000~1999年间的各地温度平均值)分布图，它系根据冰芯、石笋、树轮、泥炭、湖泊沉积物、孢粉、史料等代用证据重建的全国10个区1000年以来温度变化序列结果综合而得(王绍武等，2007)。从中可以看出，中世纪暖期中国温暖程度的区域差异较为显著，其中，1040s~1030s，中国110°E以东地区较为温暖，青藏高原和新疆地区却相对寒冷；1170s~1260s，中国东北、华北、西北地区东部及西南等地较为温暖，而青藏高原仍相对寒冷。

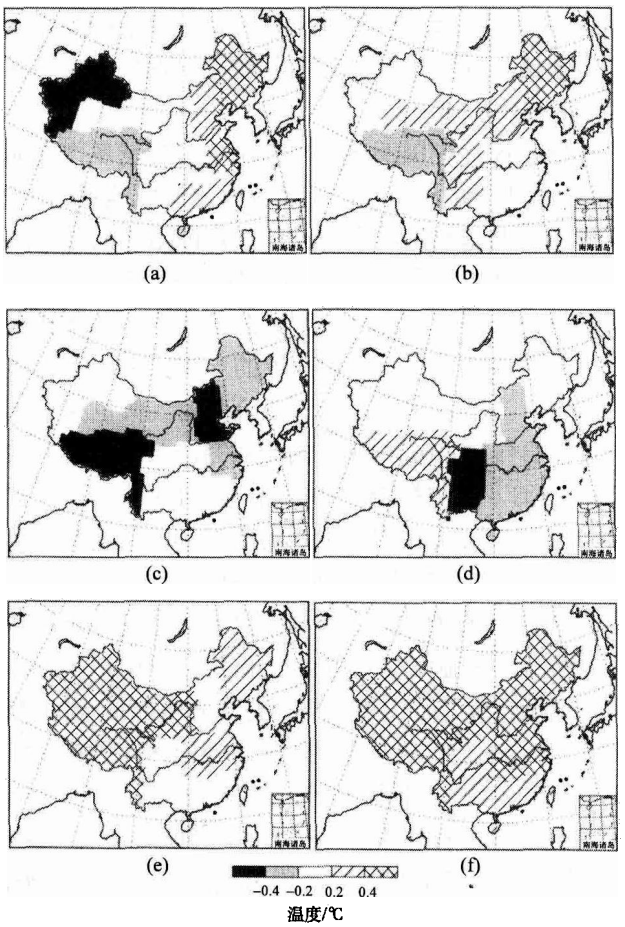


图 4.8 中世纪暖期及小冰期期间若干阶段的平均温度距平分布及其与 20 世纪暖期的对比（王绍武等, 2007）

(a) 1040s~1130s；(b) 1170s~1260s；(c) 1600s~1690s；(d) 1780s~1870s；(e) 1950s~1990s；(f) 1990s

(二) 小冰期

据 IPCC 第四次评估报告，小冰期(Little Ice Age, 简称 LIA)是指约公元 1400~1900 年的一段时期，这段时期北半球的温度普遍比现在低得多，特别是在欧洲。越来越多的研究表明，尽管小冰期在全球或半球尺度上都曾发现，但它们在全球各地的出现时间也并非完全同步，寒冷程度在世界各地也各不相同。总体上看，中国东西部地区的气候在小冰期内均以寒冷为其主要特征，但不同地区寒冷期的持续时间和寒冷程度存在着一定差异。

东部地区的寒冷期始于14世纪初，终于19世纪末，持续时间约600年，其间共

包括4个持续百年左右的寒冷时段(1320s~1370s，1410s~1490s，1560s~1690s，1790s~1890s)和3个持续数十年的相对温暖时段(即1380s~1400s，1500s~1550s，1700s~1780s)；寒冷与温暖时段之间的温度波动幅度较大。以冬半年气温计，中国东部地区整个寒冷期(1320s~1910s)较今约低0.4℃，最冷30年(1650s~1670s)低约1.1℃。北京石花洞石笋的盛夏温度重建结果显示19世纪的温度在波动中逐渐上升，因而相对于过去2000年的平均水平，19世纪可能并不寒冷(Tan et al.，2003)。吉林金川泥炭δ^{18}O记录也表明，与15世纪和17世纪的两个寒冷阶段相比，19世纪的寒冷程度并不明显(洪业汤等，1997)。据文献记录重建的结果与据石笋和泥炭的δ^{18}O记录重建的结果的差异，可能是由于文献记录反映的是冬半年温度、而两个自然证据主要反映夏季温度所致。

西部地区祁连山地的树轮记录(Liu et al., 2007)显示，14世纪的气温是在波动中逐渐上升的，气候较为温暖；14世纪末气温下降，15世纪是一个明显的冷期；16世纪气候则又转暖，但至16世纪后期气候快速转冷；16世纪末至18世纪前期，气温一直维持在相对较低水平上，其中，1700年前后气温降至最低点；18世纪后，气候在波动中逐渐回暖，19世纪中后期气候进入一个新的温暖阶段。川西红原泥炭的δ^{18}O记录(徐海等，2002)所指示的冷暖变化过程与祁连山地树轮记录的现象基本相似。然而青海苏干湖沉积物的δ^{18}O记录(强明瑞等，2005)却指示，这一寒冷阶段自13世纪前期即已开始，期间气候虽在15世纪初及17世纪初略有回暖，但直至19世纪，这一阶段的气候都维持在较为寒冷的水平上。

从青藏高原地区4个高分辨率冰芯记录集成的δ^{18}O记录(姚檀栋等，2006)看，虽然自15世纪前期开始，气候有转冷趋势，并数度(其中冷谷分别位于16世纪前期、17世纪后期、18世纪后期及19世纪前期)出现明显的降温，但从总体上看，这一阶段的寒冷程度与其前(11~13世纪)的冷暖状况相比并没有明显下降，只是冷暖波动幅度较大；而自19世纪中期以后，这一地区的气候就开始持续转暖。这说明，与中国其他地区在15~19世纪均出现持续寒冷气候相比，青藏高原地区在小冰期期间的气候并没有明显持续寒冷。图4.8也显示，1780s~1870s，中国东部和西南地区仍处于寒冷气候中，但青藏高原却相对较为温暖。

四、温度变化重建结果的不确定性分析

重建过去气候变化代用资料指示气候变化的物理意义，大多通过现代器测气候要素(如温度、降水)与代用资料之间的相关关系来实现。由于现代器测资料长度不够，这种相关关系客观上存在较大的误差。另外，在提取气候变化代用证据时，由于采集规范、定年方法和分析手段的不同，这些代用证据往往混杂有多种非气候信息。因此，无论是依据史料记载，还是利用年轮、冰芯、沉积物、

石笋、孢粉、珊瑚等自然证据重建过去的气候变化(包括温度、降水结果)都存在不确定性。

国际上对于过去气候重建结果的不确定性十分关注。IPCC 第四次评估指出，20 世纪后半叶北半球的平均温度很可能比过去 500 年内的任何其他 50 年的温度都高，并可能是至少过去 1300 年内最温暖的时段(Jansen et al.，2007)；而美国科学研究咨询委员会(National Research Council of the National Academy，2006)对全球或北半球多条源自冰芯、树轮、沉积物和历史文献记录等证据的温度变化序列进行评估后认为，900~1600 年间全球性的温度重建结果可信度很低(less confidence)，仅有“20 世纪最后数十年的全球平均温度是过去 400 年来最高的”这一结论才具有高可信度(a high level of confidence)；并且强调，过去 2000 年中几个重要的气候特征时段，如中世纪暖期、小冰期的温度变化，仍需要来自多个区域尺度上的证据加以证实，各区域尺度上气候变化重建结果的可靠性亟须评估。

图 4.9 给出采用包络评估法(Envelope Assessment Method, Jansen et al.，2007)所评估的中国各区域温度变化重建结果的不确定性(表 4.2)。评估对象为已发表的、源于历史文献、树木年轮、冰芯、石笋和湖泊沉积物等代用资料重建的温度变化序列；这些序列长度为 500~2000 年，时间分辨率为 50 年以下(表 4.2)，其中同一作者、同一地点先后重建的温度变化序列，则选取最新版本。

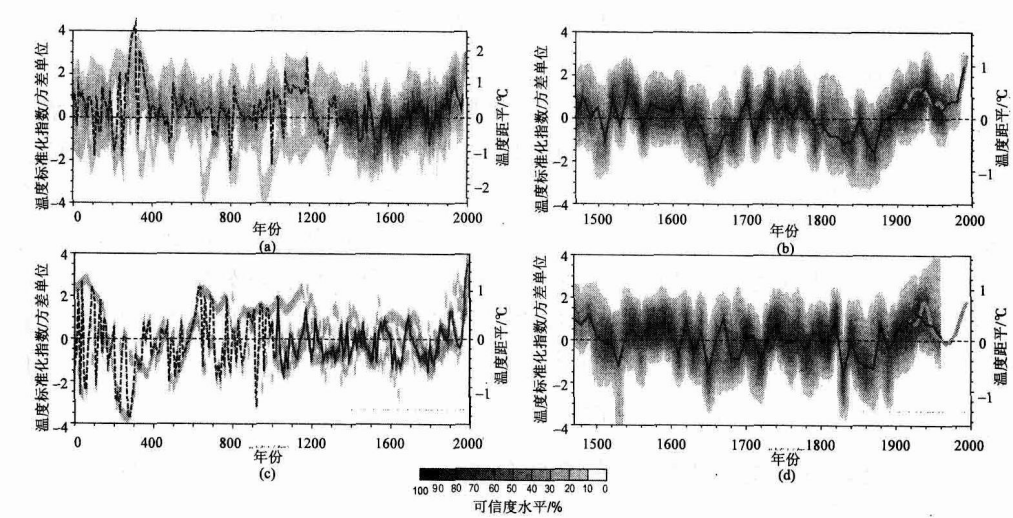


图 4.9 根据包络方法评估的中国各个区域温度变化重建结果的不确定性(Ge et al., 2010)(后附彩图)

(a)东北区重建结果的评估；(b)东中部区重建结果的评估；

(c)青藏高原重建结果的评估；(d)东南区重建结果的评估

图中黑线为各区的集成序列，其中实线表示达中等以上信度，虚线表示信度不足中等水平；灰线为各区(每个区分别选三个观测记录最长的三个站，详见 Ge et al., 2010)观测记录的年均温度 10 年滑动平均

表 4.2 评估对象(重建的温度变化序列)的详细信息

区域	代用资料类型	采样/重建点位置	测量值及解释要素	开始~结束年	分辨率	序列简称	参考文献
东北	沉积物	吉林金川泥炭 (42.33°N，126.37°E)	$\delta^{18}O$‰，年均温	公元前 3965~公元 1950 年	10~100a	Hong2000	Hong et al., 2000
	沉积物	岱海盆地 99A 钻孔 (40.57°N，112.68°E)	花粉组合类型，7 月均温	公元前 9748~公元 1950 年	18~42a	Xu2003	许清海等，2003
	石笋	北京石花洞 (39.80°N，115.80°E)	石笋微层厚度，5~8 月温度	公元前 665~公元 1985 年	1a	Tan2003	Tan et al., 2003,
	文献	山东 (36.63°N，117.00°E)	每 10 年冷暖年数，冬温	1470s~1980s	10a	Zheng1993	郑景云，郑斯中，1993
	文献	华北地区 (40.00°N，118.00°E)	冷暖描述，年温	1380s~1990s	10a	WangHB1998	王绍武等，1998
西北	树轮	祁连山(北坡)中部 (38.43°N，99.93°E)	祁连圆柏轮宽，12~4 月温度	1066~1999 年	3a	Liu2007	Liu et al., 2007
东中部	文献	中国东部(25~40°N，105°E 以东)	物候期，冬半年温度	公元 1~2000 年	10~30a	Ge2002	Ge et al., 2003
	文献	中国东部(25~35°N，115~120°E)	冬季寒冷指数，冬温	1470s~1970s	10a	Wang1990	王日昇，王绍武，1990
	文献	太湖 (31.50°N，120.50°E)	统计严冬、寒冬、暖冬、暖冬年数，冬温	1100s~1970s	10a	Shen1991	沈小英，陈家其，1991
	文献	长江下游区 (32.10°N，118.80°E)	统计寒冬记录数，冬温	1470s~1960s	10a	ZhangCX1980	张德二，1980
	文献	长江中游区 (30.50°N，114.50°E)	统计寒冬记录数，冬温	1470s~1960s	10a	ZhangCZ1980	张德二，1980
	文献	湘赣地区 (28.00°N，116.50°E)	统计寒冬记录数，冬温	1470s~1960s	10a	ZhangXG1980	张德二，1980
	文献	华东地区 (34.00°N，120.00°E)	冷暖描述，年温	1380s~1990s	10a	WangHD1998	王绍武等，1998
	文献	华中地区 (29.00°N，113.00°E)	冷暖描述，年温	1470s~1990s	10a	WangHZ1998	王绍武等，1998
青藏高原	冰芯	达索普冰芯 (28.38°N，85.72°E)	$\delta^{18}O$‰，年均温	公元 1~2000 年	1~10a		姚檀栋等，2002
	冰芯	敦德冰芯 (38.10°N，96.40°E)	$\delta^{18}O$‰，年均温	公元前 2800~公元 1986 年	10a		姚檀栋，Thompson，1992
	冰芯	古里雅冰芯 (35.28°N，81.48°E)	$\delta^{18}O$‰，年均温	公元 351~1990 年	1a		姚檀栋等 1996
	冰芯	普若岗日冰芯 (34°N，89°E)	$\delta^{18}O$‰，年均温	公元 1~2000 年	10a		Thompson et al., 2006

续表

区域	代用资料类型	采样/重建点位置	测量值及解释要素	开始~结束年	分辨率	序列简称	参考文献
青藏高原	冰芯	达索普、敦德、古里雅及普若岗日冰芯合成	$\delta^{18}O$‰，年均温	公元1~2000年	10a	Thompson2006	Thompson et al., 2006
	树轮	青海乌兰地区（37.05°N，98.67°E）	祁连圆柏轮宽9~4月温度	公元1000~2004年	1a	Zhu2008	Zhu et al., 2008
	沉积物	苏干湖（38.85°N，93.90°E）	$\delta^{13}C$‰，冬半年	公元1~2000年	9~11a，42a	Qiang2005	强明瑞等，2005
	沉积物	四川红原泥炭（32.77°N，102.50°E）	$\delta^{18}O$‰，年均温	公元前4170~公元1950年	30a	Xu2002	Xu et al.,2002
	沉积物	青海湖（36.60°N，100.50°E）	总有机碳（TOC），年均温	1050~2000年	20a	Shen2001	沈吉等，2001
东南	文献	两广地区（23.50°N，112.50°E）	统计寒冬记录数，冬温	1470s~1960s	10a	ZhangLG1980	张德二，1980
	文献	闽瓯地区（25.00°N，118.00°E）	统计寒冬记录数，冬温	1470s~1960s	10a	ZhangMO1980	张德二，1980
	文献	广东（23.16°N，113.23°E）	各年代寒冬记录数，冬温	1400s~1970s	10a	Zheng1982	郑斯中，1982
	文献	闽台地区（24.00°N，121.00°E）	冷暖描述，年温	1500s~1990s	10a	WangMT1998	王绍武等，1998
	文献	华南地区（23.00°N，114.00°E）	冷暖描述，年温	1500s~1990s	10a	WangHN1998	王绍武等，1998

结果表明，1470s 以前各区域的温度变化重建结果不确定性较大，而 1470s 以后的重建结果可信度较高。东北部地区 1580s~1750s 和 1820s~1980s、青藏高原区 1430s~1530s 和 1670s~1930s、东中部地区 1510s~1790s 和 1880s~1990s 以及东南区 1470s~1600s 和 1700s~1960s 等时段的温度重建结果较为可靠。此外，各区百年际温度变化过程存在明显的位相差异，“小冰期”、“20 世纪暖期”在各地出现和持续的时间也各不相同，以青藏高原区、东北区和西北区出现时间最早。虽然中国在中世纪也存在暖期，但由于证据不足，重建结果的可信度低，目前仍无法对 20 世纪与中世纪 2 个暖期的温暖程度进行定量比较。

（一）东北部地区

1380s 前，温度变化重建结果总体信度较低（不确定性评估中可信度水平标准术语的含义见表 4.3），最高可信度为 20%~40%，仅部分阶段（如 180s、430s~440s、530s~560s、620s~630s、760s~770s、860s~890s、1060s）重建结果的最高可信度达到中等信度水平；1380s~1550s 重建结果总体达中等信度水平，最高可信度达

50%~70%；1560s 以后重建结果总体上具有高信度，除少数年代外的大多数阶段最高信度均达 70%~90%。

表 4.3 不确定性评估中可信度水平标准术语的含义

可信度术语	结果正确的可信程度	对应可信度水平的定量表述
非常高的信度	至少有九成机会结果正确	可信度达到或超过 90%
高信度	大约有八成机会结果正确	可信度为 80%左右(本书取 70%~90%)
中等信度	大约有五成机会结果正确	可信度达 50%以上，但低于 70%
低信度	大约有两成机会结果正确	可信度达 20%以上，但低于 50%
非常低的信度	少于一成机会结果正确	可信度低于 10%

(二)东中部地区

东中部地区过去 500 年温度变化重建序列有 8 条，评估结果是，这 8 个序列在指示的年代-百年际温度变化具有较高的一致性。1470s 以来，东中部地区温度变化重建结果的最高可信度均达 50%以上，即总体达中等以上信度，其中多数年代达到 70%以上(即高信度)、且还有 4 个年代超过了 90%，达到了非常高的信度，这说明对东中部地区过去 500 年温度变化的重建总体上具有较高的可信度。1470s 以前，因目前仅有一个序列，因而无法对其不确定性进行定量评估。

(三)东南部地区

东南部地区有 5 个重建序列被评估，结论是，该地区过去 500 多年温度年代-百年际变化重建结果具有较高的一致性。1470s 以来，东南部地区温度变化重建结果的最高可信度均达 50%以上，即总体达中等以上信度，达到 70%以上(即高信度)的年代有 28 个，占 53%、且有 14 个年代的信度超过了 90%。

(四)青藏高原地区

1040s 之前，该地区温度变化重建结果的最高可信度仅在少部分阶段(如 160s、180s、210s~220s、270s、300s、320s~330s、390s~480s、510s、560s~620s、810s、830s、890s~910s、990s~1000s、1020s)达 50%(中等信度水平)，多数阶段为 25%~40%，总体信度较低。1040s~1220s 间重建结果的最高可信度达 50%~75%；1230s 以后，除少数年代的最高可信度为 50%~75%外，大多数阶段的最高可信度均在 75%以上。其中，有 15 个年代达到了 90%以上，这说明 1230s 以后青藏高原的温度变化重建结果总体上具有高信度。

(五)不确定性原因分析

历史文献、树轮、冰芯、石笋及湖泊沉积物等代用资料指示温度变化的机理各不相同，在重建温度变化时所用的定年手段、重建序列的定年误差与可能达到的最高时间分辨率以及重建结果的定量化程度等不一致，这是导致过去2000年温度变化重建结果不确定性较大的重要原因。

从指示温度变化的机理上看，历史文献主要从各种自然证据，如物候现象(包括农作物收获期、初终霜/雪日期、河湖结冰与融化日期以及农作物种植界线等)和人类对冷暖的感知中获取温度信息(葛全胜等，2002；郑景云等，2007；Ge et al., 2008)；树轮一般对限制性环境因子具有气候指示意义，如在高海拔或高纬度地区，树木生长对温度变化较敏感，在半干旱区则对降水变化更敏感；冰芯可能反映高空凝结或水源蒸发地的温度；沉积物利用总有机碳、孢粉、同位素等指标指示温度变化，可能在反映低频变化上具有优势；石笋则是利用 $\delta^{18}O$ 或微层厚度与温度的统计关系重建气候变化，机理仍有待验证(Bradley, 1999)。

从定年角度看，历史文献记录中一般标有明确的年份，在过去2000多年的范围内，定年几乎没有误差；树轮资料若以足够的样本量和认真的交叉定年工作为基础，也可以做到没有误差；冰芯在近几百年内可以用年层计数定年，其余部分则利用模型定年，近2000年内的误差一般小于10年(Hou et al., 2007)；石笋可通过微层计数定年，或利用放射性同位素电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)和热电离质谱(TIMS)^{230}Th-^{234}U 系定年，近2000年内误差一般小于5年(谭明，2002)；纹泥可以直接数年，但一般沉积物用 ^{210}Pb、^{137}Cs、^{10}Be、^{14}C 和沉积速率推算定年，有误差。

从时间分辨率看，树轮与石笋可达年分辨率；历史文献在近300年可达年分辨率，距今300年以上则因资料较少，分辨率为10~30年；冰芯由于成冰过程中可能上下层有混合，分辨率为年-数年；沉积物的分辨率为10~100年。

从结果的定量化程度看，树轮可以和器测资料进行校准，并通过树轮年表与器测温度的转换函数，重建温度变化；石笋尽管可以和器测资料进行校准，但其转换方程的方差解释量比树轮低。如祁连圆柏的轮宽年表可指示 75.6%的祁连山中部12~4月温度变化(Liu et al., 2007)，而石花洞石笋的微层厚度仅可指示48.6%的北京地区5~8月温度变化(Tan et al., 2003)。部分历史文献中冷暖的感知证据需要人为判断，具有一定主观性。冰芯和沉积物还停留在代用指标(如 $\delta^{18}O$)阶段，没有转换成温度变化。

第二节 干湿(降水)变化

中国干湿(降水)状况具有显著的区域差异：东部、南部地区属季风区，降水较为丰沛；西部、北部地区深居内陆腹地，气候干旱。

一、东部季风区

秦汉以来有关东部季风区的干湿(降水)、旱涝记载十分丰富，因而重建这一地区过去干湿(降水)变化的工作得以深入开展。1970s~1980s，中央气象局(国家气象局前身)组织中国科学院、北京大学等科研院校，以及各省市气象局整编了明清时期各地《方志》中有关干湿(旱涝)及其影响的记载，采用分等定级方法(即依据旱涝灾害的发生季节、持续时间、影响范围、影响深度等指标，将各地每年的干湿状况分为旱、偏旱、正常、偏涝和涝 5 个等级，其中旱和涝的频率各占 10%左右，偏旱和偏涝各占 25%左右，正常占 25%~30%)，重建了 1470 年以来全国 120 个站的旱涝等级序列，并编制了全国旱涝图集(中央气象局气象科学研究院，1981)；1970s 以来，中国科学院地理科学与资源研究所(原地理研究所)、复旦大学中国历史地理研究所根据经、史、子、集等文献中的旱涝及其影响的记载，采取了与原中央气象局重建明清时期旱涝级数相同的方法，重建了汉武帝建元四年(公元前 137)以来东部季风区 63 个站以及西北东部部分站点的旱涝等级序列(张丕远，1996)。

在干湿(降水)变化的重建工作中，清代《雨雪分寸》资料的利用价值重大。该资料是迄今所见世界上最早、保存最完整的降水观测记录，其观测标准统一，记载的内容主要包括两个部分：一是每次降雪之后的积雪厚度或每次降雨之后的雨水渗入土壤深度等定量记录；二是对某次降水过程、某些农事活动关键期或全年降水总体状况的评估性描述。因降水定量记录的单位以分寸表示，故称之为《雨雪分寸》。《雨雪分寸》覆盖了清代 273 个府，记载时间起于康熙三十二年(1693)，止于宣统三(1911)年。其中，乾隆元年(1736)后的记载基本连续(张丕远，1996；Ge et al., 2005，2008)。

利用历史文献资料，东部季风区过去 2000 多年的干湿、旱涝(降水)变化研究在过去三十年取得了很多进展(郑斯中等，1977；郑斯中，冯丽文，1985；王绍武，赵宗慈，1979；郑斯中，1983；Zhang et al., 1889；郑景云等，1993, 2005；张丕远，1996；张德二等，1997；Ge et al., 2005，2008; Zheng et al., 2005; 2006; Hao et al., 2008a, b, 2009; Wang et al., 2008)。下面将依据已有的进展对秦汉以来东部季风区干湿、旱涝(降水)的变化特征进行分析。

(一)总体特征

图 4.11 是利用中国东部季风区 48 个站点(图 4.10)旱涝等级资料重建的华北、江淮和江南三个区域及中国东部地区过去 2000 多年干湿指数变化(标准化)序列及其累积距平序列。从中可以看出，秦汉以来东部季风区干湿状况不但存在显著的年代-百年际波动，而且也存在数百年的波动和千年尺度的变化趋势。在千年尺度上(图 4.11(a))，干湿状况大致可分为两个阶段：公元 1 世纪初至 13 世纪前期是第一个阶段，总的趋势是在波动中逐渐变干；13 世纪中期后为第二个阶段，趋势是在波动中转湿。其中，魏晋南北朝期间(公元 221~580)气候总体偏干，仅 240s~290s、410s~420s、460s~520s 等时段相对湿润；隋唐期间(公元 581~907)则围绕过去 2000 年的平均干湿水平上下波动，其中公元 600 年、730 年、820 年和 900 年前后气候偏湿，而公元 660 年、760 年、800 年和 850 年前后气候偏干；五代至北宋(公元 908~1127)气候在总体上略为偏湿，但有变干趋势；南宋至元(1127~1368)的气候总体偏干，但在波动中逐渐趋湿；明前期(1369~1429)气候湿润，中期(约 1430~1550)持续偏干，中后期虽曾两度(1570 和 1600 年前后)短暂转湿，但趋势为波动转干，明末则出现了秦汉以来最为严重的一次持续性干旱；清代(1645~1911)气候总体湿润，但年代际波动极为显著，1720 年、1785 年、1810 年和 1877 年前后出现了持续性干旱；20 世纪气候在波动中趋干，40 年代中期至 60 年代中期较为湿润，80 年代起则再次转干。

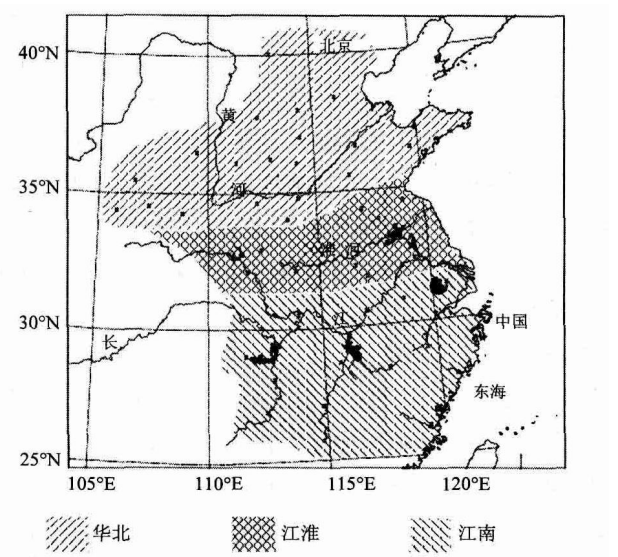


图 4.10 中国东部干湿分区及用于干湿指数变化重建的站点分布(Zheng et al., 2006)

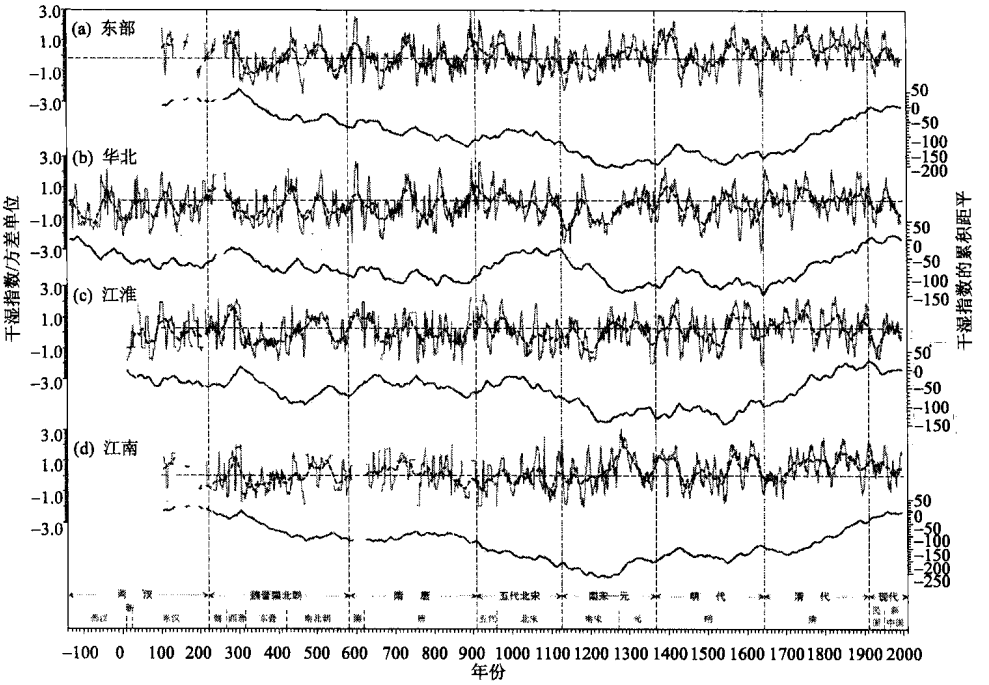


图 4.11　中国东部及其分区过去 2000 年干湿指数变化与累积距平(Zheng et al., 2006)

(a)东部地区；(b)华北地区；(c)江淮地区；(d)江南地区

(二)区域差异

过去 2000 多年来，东部季风区内不同区域的干湿变化位相在各种时间尺度上不完全同步，不同尺度的波动信号在不同时段也各不相同，某一地区偏干时而另一个地区却偏湿的现象多次出现。

图 4.11(b)显示，自西汉中期开始，华北地区在波动中逐渐趋干，西汉后期(约公元前 55)转湿，西汉末(约公元前 20)又变干；东汉期间干湿年代际波动显著，但没有明显的趋势性转干或转湿；东汉末(约 200 年)转湿，并持续至西晋前期(约公元 280)，后在波动中转干；东晋末(约公元 413)变湿，并持续至南北朝前期(约公元 450)；南北朝中后期除 510 年和 550 年有过短暂湿润，总体逐渐趋干；隋朝气候相对湿润；唐代干湿多次交替。660、780 和 850 年前后偏干，735、815 和 880 前后偏湿；五代至北宋前期(约 1030 年之前)，干湿虽有明显的年代际波动，但总体较为湿润，此后则在波动中逐渐趋干，并持续到南宋后期(约 1250)；南宋末至元代在波动中趋向湿润，仅元末明初略有转干；明代前期湿润，1425 年起在波动中转干，直至 1530 年后再次转湿，明后期(约 1575)再次明显转干，并出现过去 2000 多年中最为严重的持续性干旱；清代总体湿润，但年代际波动显著，

1720、1785 和 1875 年前后偏干；19 世纪末至 20 世纪 20 年代之前在波动中转干，20 世纪 30 年代起转湿，20 世纪 70 年代起又再次转干。

江淮地区（图 4.11（c））东汉至魏时期（公元 1 世纪初至 260 年）的干湿变化以年代际波动为主要特征：西晋时偏湿，东晋则偏干；南北朝初（约公元 430）转湿，中后期持续转干；隋至唐偏湿，但年代际波动极显著；五代至北宋初（约公元 990）仍总体湿润，仅五代后期（约 10 世纪 40 年代）较干；北宋前期至南宋中后期（约 13 世纪 20 年代之前）在波动中逐渐趋干；南宋后期至元末（约 14 世纪 50 年代之前）总体偏湿，仅元末（14 世纪 50 年代至 60 年代前期）出现短暂转干；明初湿润，1430 年前后转干，1545 年后转湿，1610 年后直至明末则偏干；清代总体湿润，但年代-百年际波动显著，其中 1700 年、1730 年、1755 年、1825 年、1845 年和 1905 年前后偏湿，1720 年、1780 年、1810 年、1860 年和 1875 年前后偏干；清末（1910 年后）起转干，20 世纪 50 年代转向湿润，但 20 世纪末起又转干。

江南地区（图 4.11（d））年代-百年际干湿波动过程与江淮地区较为相似，但其数百年的趋势变化似更显著一些，其中魏晋南北朝江南气候总体偏干；隋朝及唐朝大部分时段则以年代际波动为主要特征，唐朝后期（约公元 850）则趋势性转干；五代、北宋至南宋中后期（约 1230）则于较干水平上波动；南宋后期趋势性转湿，并维持在一个相对湿润的水平上波动直至 20 世纪末。

（三）干湿格局

图 4.12~图 4.19 给出汉武帝建元四年（公元前 137）来东部季风区各个阶段的干湿率与干湿变率空间分布。干湿率指的是特定阶段某地干湿状况偏离该地过去 2000 多年干湿平均状况的程度，正值意味着偏湿，负值指偏干，绝对值越大，偏离程度越显著。干湿变率则指示特定阶段某地降水变率偏离该地过去 2000 多年年平均降水变率的程度，正值表示该阶段降水变率偏大，反之则表示偏小，绝对值越大，表明偏离程度越显著。

1）两汉时期（公元前 137~公元 220）。东部季风区的气候由北向南呈“湿—干—湿”的分布格局（图 4.12（a））。其中，黄河以北大部分地区，以及秦岭及长江以南的大部分地区偏湿，而关中地区及黄河—长江之间的大部分地区偏干。期间，整个东部地区的降水变率（图 4.12（b））较大，降水变率最大值出现在今河北中部、山东西北及江淮流域，仅太行山以西、秦岭以北地区及江南地区降水变率略小。需要说明的是，因受资料的限制，这里的分析不包括西汉前期（公元前 137 年之前的阶段），在空间上也仅涉及海河流域、黄河流域、淮河流域和长江中下游地区。

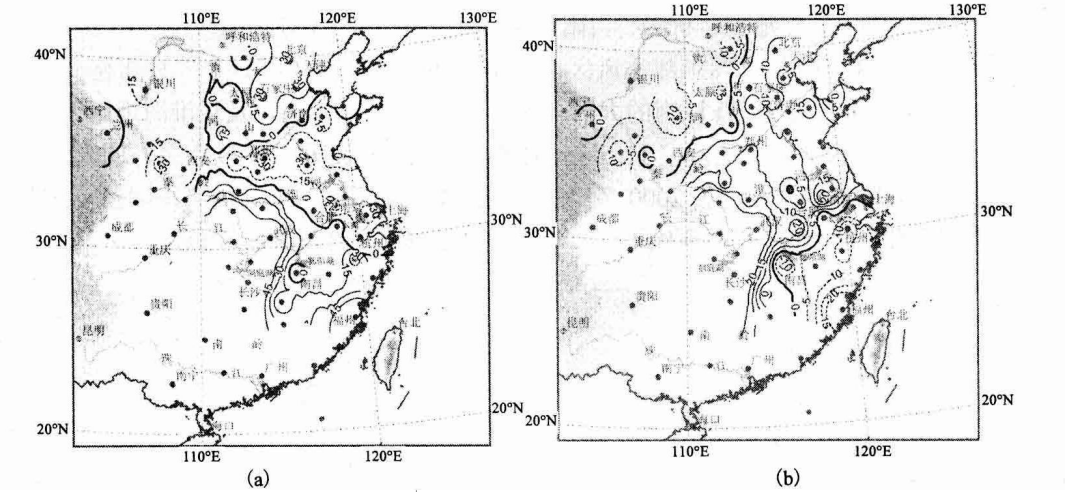


图 4.12　两汉时期(公元前 137~公元 220)干湿率与干湿变率的空间分布

(a)干湿率；(b)干湿变率

2)魏晋南北朝时期(公元 220~581)。旱涝等级资料覆盖范围扩展到了长江中上游及南岭以南的局部地区。该时期东部季风区的干湿状况呈“西北干-中部湿-东南干”格局，与两汉时期的格局几乎相反。其中，黄淮地区和今湖北地区偏湿情形最为显著，太行山以西、渭河流域和江南地区则明显偏干。与西汉时期相似，这一时期整个东部地区的降水变率(图 4.13(b))较大，降水变率最大值出现在汉水流域、江淮下游地区以及今山东地区，仅南岭以南和太行山以西的局部地区降水变率略小。

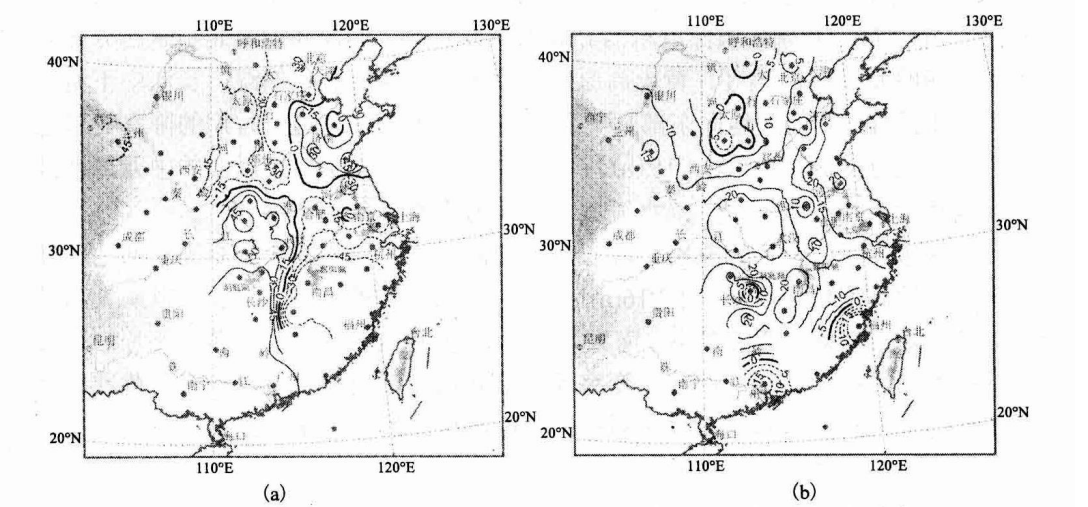


图 4.13　魏晋南北朝时期(公元 221~580)干湿率与干湿变率的空间分布

(a)干湿率；(b)干湿变率

3)隋唐时期(公元581~907)。自隋代起，旱涝等级资料已几乎覆盖除东北外的整个东部季风区。隋唐时期东部季风区自东南向西北呈“干—湿—干”分布格局(图4.14(a))，江淮地区及长江以南的大部分地区偏干，长江中上游以及黄淮海地区偏湿，秦岭以北、太行山以西地区偏干。这一时期，除西南东部和南岭以南之外的大部分地区外，其降水变率较过去2000多年的年均降水变率为大，但其偏离程度已较前期显著减少(图4.14(b))。与现代相比，华北地区偏湿润，江淮及长江以南地区偏干。

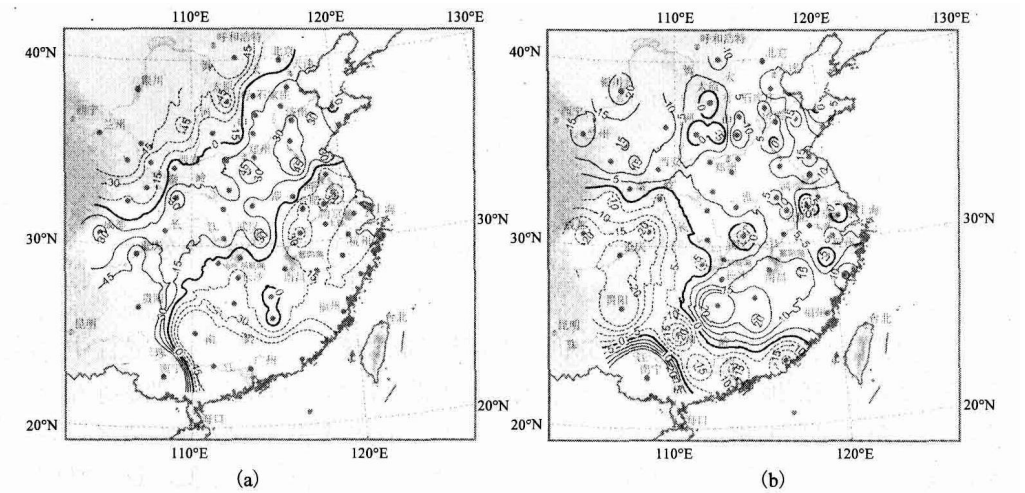


图4.14 隋唐时期(公元581~907)干湿率与干湿变率的空间分布

(a)干湿率；(b)干湿变率

4)五代北宋时期(公元 907~1127)。该时期的东部季风区的干湿格局在过去2000多年中最为复杂，虽然以东西分异为主要特点，但却并存南北与东西分异的现象。南岭及其以南地区、黄土高原至中原地区及四川盆地偏湿，长江中下游—黄淮海平原偏干，西北地区东部则干湿交错(图4.15(a))。这一时期的降水变率也大致呈东西分异的格局(图4.15(b))：东南部地区，以及110°E以西的中西部地区降水变率较大，华北地区、汉水流域、洞庭湖流域降水变率较小。

5)南宋~元代(1127~1368)。除长江三角洲、华北东北部和宁夏等局部地区外的大部分地区均偏为干旱(图4.16(a))，黄土高原、黄河中下游及长江以南大部尤为显著。降水变率呈西大东小、南大北小状分布(图4.16(b))，即黄土高原、黄淮海地区及长江中下游地区的降水变率较小，降水变率最小值主要分布在黄淮地区及宁夏等地；长江以南及110°E以西的中西部地区的降水变率较大，最大值主要出现在秦巴山地及南岭以南地区。

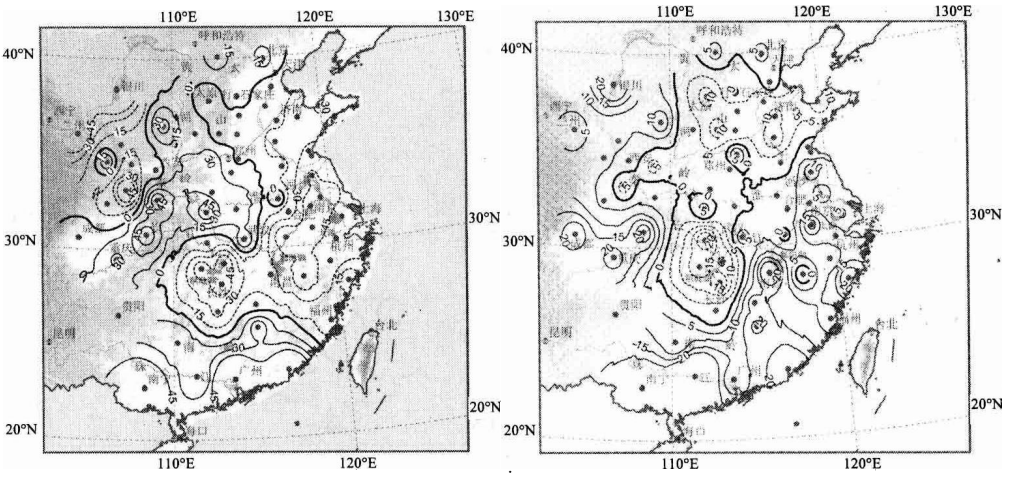


图 4.15 五代北宋时期(公元 908~1126)干湿率与干湿变率的空间分布

(a)干湿率；(b)干湿变率

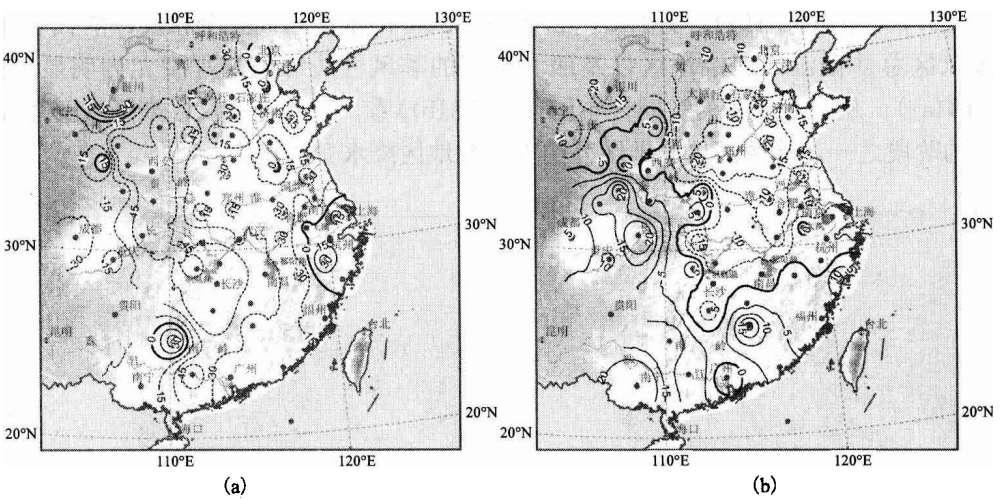


图 4.16 南宋~元代(公元 1127~1367)干湿率与干湿变率的空间分布

(a)干湿率；(b)干湿变率

6)明代(1368~1644)。全国的干湿状况呈典型的东南—西北向分布(图 4.17(a))，其中，江淮、长江下游地区、江南与两广地区偏湿，华北、西北及云、贵、川等地偏干，华北中部及长江上游地区偏干最为明显。整个东部季风区的降水变率总体上较小，呈南大北小状分布(图 4.17(b))，其中，长江以南大部分地区降水变率较大，长江以北，除局部地区外，降水变率较小。

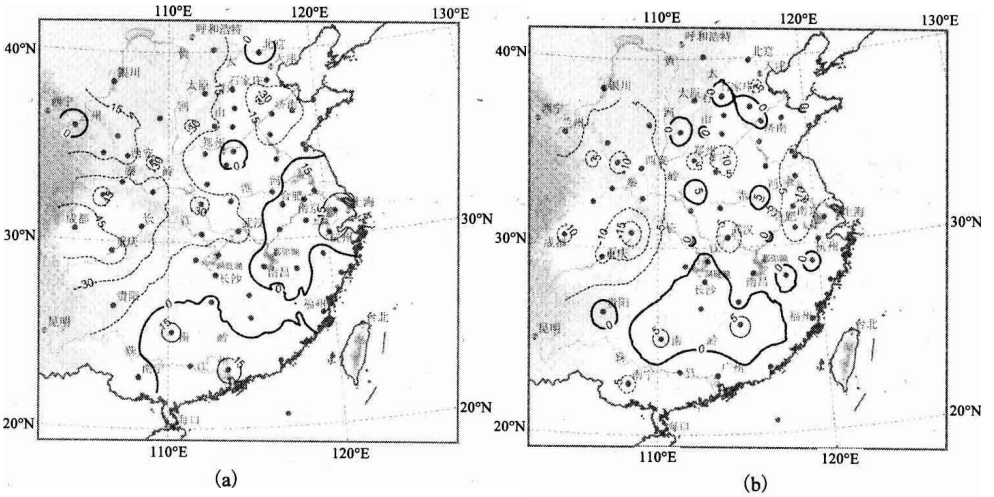


图 4.17 明代(1368~1643)干湿率与干湿变率的空间分布

(a)干湿率；(b)干湿变率

7)清代(1644~1911)与南宋至元(1128~1368)的干湿格局完全相反，清代东部季风区总体偏湿，江淮地区以及西北东部的季风区边缘偏湿程度尤为明显(图4.18(a))。从降水变率的空间分布型(图4.18(b))看，清代是秦汉以来降水变率较小的阶段之一，除黄河以北地区外的大多数地区降水变率较小。

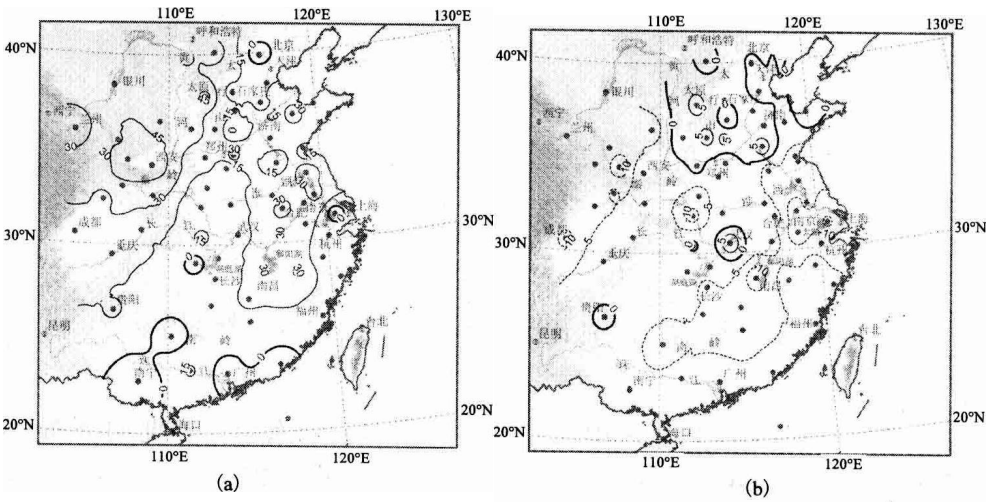


图 4.18 清代(1644~1911)干湿率与干湿变率的空间分布

(a)干湿率；(b)干湿变率

8)现代(1912~2000)干湿状况呈典型的南北分异格局(图4.19(a))，即长江以北地区偏干(中原地区及华北北部尤为干旱)，长江流域南部、东南沿海及川、渝

等地偏湿(洞庭湖和鄱阳湖流域最为明显)。云贵地区及南岭以南大部偏干，西北大部偏湿。黄淮海平原及长江下游地区的降水变率小，其他地区降水变率略大，但偏离过去2000多年年平均降水变率值的幅度都不大(图4.19(b))。

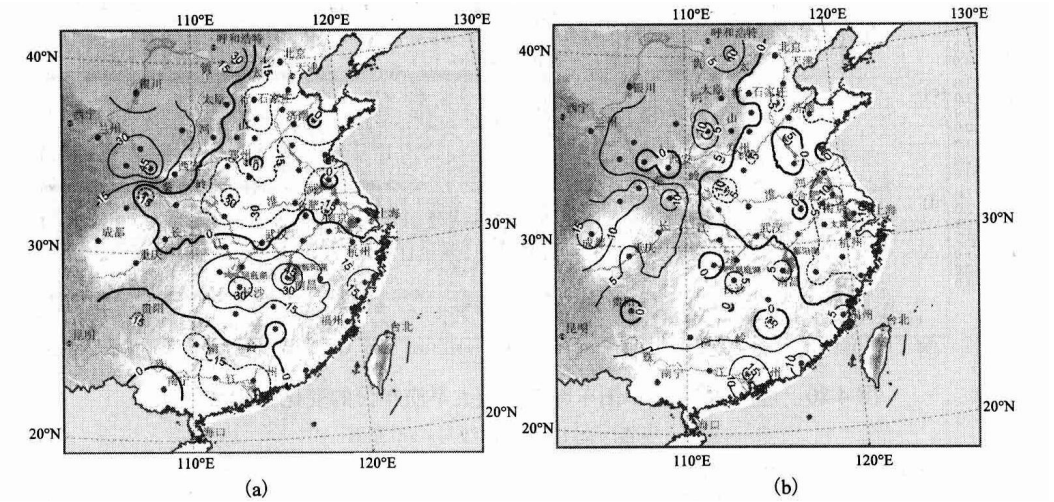


图4.19 现代(1912~2000年)干湿率与干湿变率的空间分布

(a)干湿率；(b)干湿变率

(四)重大旱涝事件

秦汉以来东部季风区重大旱、涝事件的发生状况有着较为明显的阶段性变化(图4.20)，有些时段多发大旱，有些时段则多发大涝，有些时段则旱涝均较为多发，另外，连旱、连涝或旱涝年相连现象也屡有记载。每50年的重大旱、涝事件年数统计(图4.21)表明，华北地区大旱相对多发时段分别出现在公元1世纪的后半叶至2世纪、5世纪后半叶至8世纪、11世纪后半叶、17世纪前上半叶及19世纪后半叶至20世纪上半叶等，其中，5世纪后半叶、6世纪后半叶、8世纪的后半叶、11世纪后半叶和17世纪前上半叶的大旱约5年一遇，几乎是过去2000年年均发生几率的2倍；大涝相对多发时段分别出现在公元2世纪、3世纪后半叶、6~8世纪、10~11世纪及17世纪后半叶至19世纪等，其中，2世纪上半叶、3世纪后半叶、7世纪上半叶、8世纪上半叶、10世纪后半叶、17世纪后半叶及19世纪后半叶的大涝发生几率最高，为过去2000年年均发生几率的2倍左右；重大旱、涝事件发生总年数最高的时段分别出现在公元2世纪上半叶、6世纪后半叶、7世纪上半叶、8世纪后半叶、11世纪后半叶、19世纪后半叶(图4.21(a))。

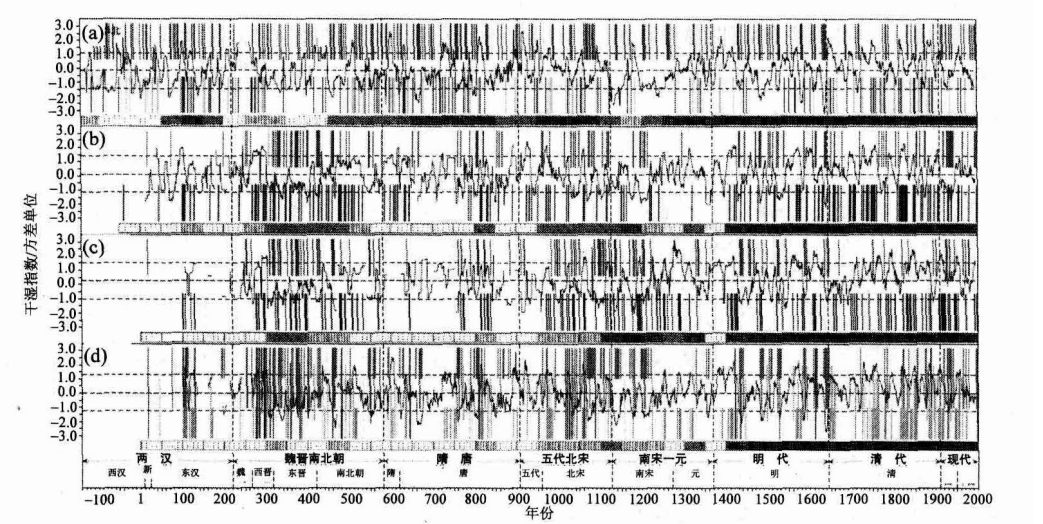


图 4.20 过去 2000 年中国东部地区重大旱涝年份的变化(后附彩图)

(a)华北；(b)江淮；(c)江南；(d)东部

(a)(b)(c)中的红、蓝色竖线分别表示华北、江淮、和江南地区的大旱、大涝发生年份；(d)图中的红、蓝色竖线分别表示东部三个地区同时发生大旱、大涝的年份，粉、绿色长竖线分别表示两个区域同时发生大旱、大涝的年份，粉、绿色短竖线分别表示虽一个区域发生旱、涝，但该年整个东部地区的干湿指数超出序列方差 1.282 倍的大旱、大涝年份，蓝绿色短线表示该年既有区域发生大旱，又有区域大涝。(a)(b)(c)(d)四图中的细黑曲线为各区干湿指数，中间横虚线为各区干湿指数序列(取公元 1~2000 年)均值μ，上下横虚线表示μ±1.282σ(序列均方差)；下方横柱表示各时段重大旱、涝年统计结果的可信度，颜色从深到浅分别表示 A(完全可信)、B(非常高的信度)、C(高信度)、D(中等信度)、E(低信度)五个等级，空白表示缺资料

江淮地区的大旱相对多发时段分别出现在公元 4 世纪至 5 世纪上半叶、11 世纪、15 世纪前下半叶至 16 世纪上半叶、17 世纪上半叶及 19 世纪后半叶至 20 世纪等。其中，4 世纪至 5 世纪上半叶、16 世纪上半叶、17 世纪前上半叶及 20 世纪的大旱发生概率最高，超过过去 2000 年年均发生概率的 2 倍；大涝相对多发时段分别出现在公元 3 世纪后半叶至 6 世纪上半叶，以及 16 世纪后半叶至 19 世纪等，其中，3 世纪后半叶、5 世纪后半叶、16 世纪后半叶、18 世纪上半叶及 19 世纪的大涝发生概率最高，超过过去 2000 年年均发生概率的 2 倍；重大旱、涝事件发生总年数最高的时段分别出现在 3 世纪后半叶至 5 世纪以及 16 世纪后半叶至 20 世纪上半叶(图 4.21(b))。

江南地区大旱相对多发于公元 4 世纪至 5 世纪、9 世纪上半叶、11 世纪至 12 世纪、15 世纪前下半叶至 16 世纪上半叶及 20 世纪上半叶等时段。其中，4 世纪后半叶、12 世纪上半叶的大旱发生几率最高；大涝相对多发时段则分别为公元 3 世纪后半叶、4 世纪后半叶、5 世纪后半叶、9 世纪上半叶、11 世纪上半叶、12 世纪后半叶、13 世纪后半叶、15 世纪上半叶、19 世纪上半叶及 20 世纪上半叶；

重大旱、涝事件发生总年数最高的时段分别出现在 4 世纪后半叶、12 世纪上半叶及 20 世纪上半叶(图 4.21(c))。

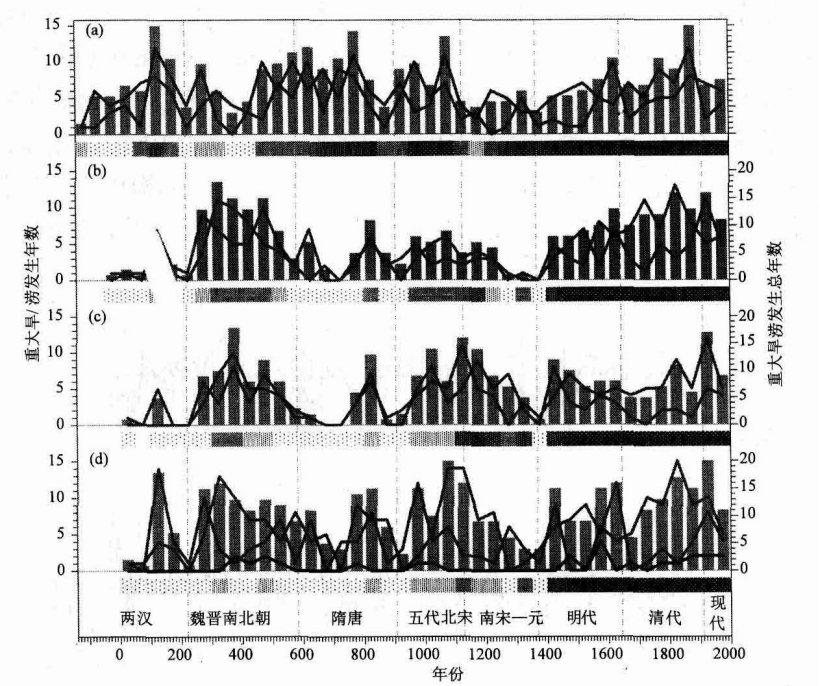


图 4.21　过去 2000 年中国东部地区每 50 年的重大旱、涝事件发生年数变化(后附彩图)

(a)华北；(b)江淮；(c)江南；(d)东部；

红线为大旱发生年数，蓝线为大涝发生年数，黑线为东部地区重大旱涝并发年数，灰柱为重大旱涝发生总年数。下方横柱表示各时段重大旱、涝年统计结果的可信度，颜色从深到浅分别表示 A(完全可信)、B(非常高的信度)、C(高信度)、D(中等信度)、E(低信度)五个等级，空白表示缺资料

从整个东部地区看，大旱发生最高的时段出现在公元 4 世纪、8 世纪后半叶、11 世纪后半叶至 12 世纪上半叶及 17 世纪上半叶；大涝相对多发时段则分别出现在公元 2 世纪上半叶、3 世纪后半叶、9 世纪上半叶、10 世纪后半叶、15 世纪上半叶、18 世纪至 20 世纪上半叶；重大旱、涝事件并发年数最高的时段分别出现在 4 世纪后半叶、5 世纪后半叶、16 世纪后半叶及 19 世纪后半叶至 20 世纪；重大旱、涝事件发生总年数最高的时段分别出现在公元 2 世纪上半叶、3 世纪后半叶至 4 世纪上半叶、8 世纪后半叶至 9 世纪上半叶、10 世纪后半叶、11 世纪后半叶至 12 世纪上半叶、15 世纪上半叶、16 世纪后半叶至 17 世纪上半叶及 19 世纪至 20 世纪上半叶(图 4.21(d))。

(五)梅雨

梅雨是东亚地区特有的以持续多雨为主要特征的季风气候现象，每年 6~7 月出现在中国长江中下游地区、朝鲜半岛南部(被当地称为 Changma)和日本东南部(被当地称为 Bai-yu)等地区。梅雨出现的早晚和强度与东亚大气环流的季节变化，特别是夏季风的变化特征紧密关联(Ding，1994；周曾奎，1996)。根据清代晴雨录、雨雪分寸及日记等文献记载，一些学者对过去 300 年的梅雨变化进行了较深入的研究(张德二，王宝贯，1990；满志敏等，2007；葛全胜等，2007)。

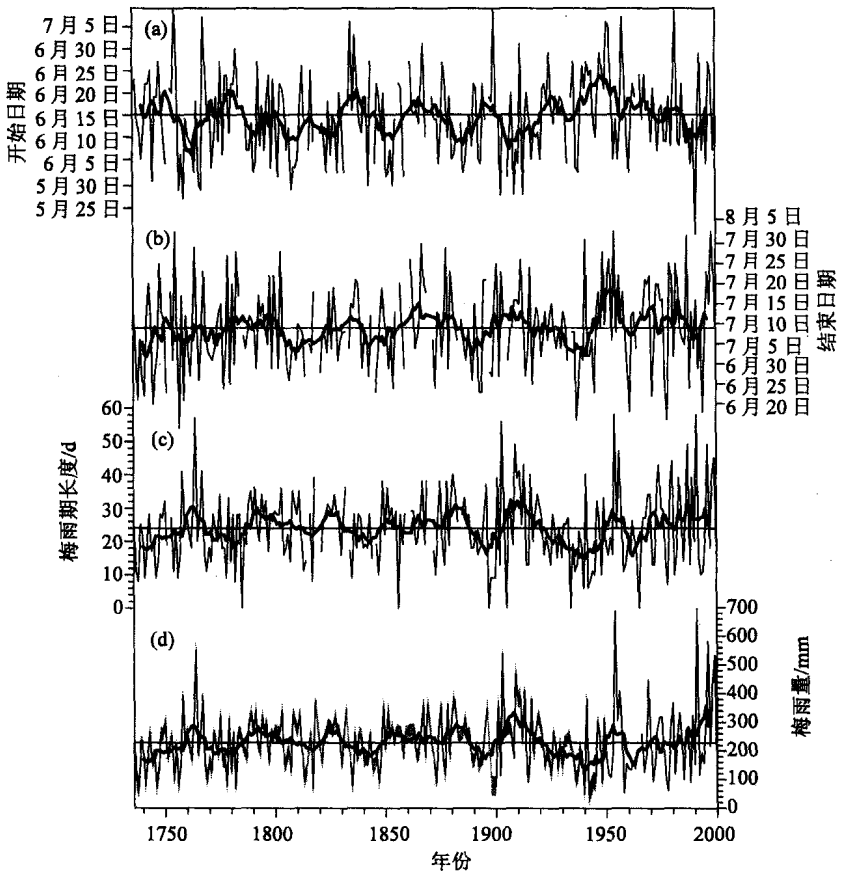


图 4.22　1736~2000 年间的梅雨特征量变化序列(葛全胜等，2007)

(a)入梅日期；(b)出梅日期；(c)梅雨期长度；(d)梅雨量

粗曲线为 9 年滑动平均值，直线为整个序列平均值，灰色区域为 95%置信区间

图 4.22 给出利用南京、上海、杭州、安庆和武汉 5 地清代雨雪分寸记载，以各地雨日(5~8 月间任何连续 10 天内降水日数不少于 6 天)为指标重建的长江中下

游地区(5站中至少有4站入、出梅)的入、出梅日期，雨期长度及雨量变化序列(葛全胜等，2007)。结果显示：自1736年以来，长江中下游地区梅雨期的特征量具有百年际的阶段性波动，年代际变化特征明显。其中，1830年以前入梅日期以偏早为主；1831~1920年间，存在3个明显的周期性波动，每个周期长约30年；1921~1970年，入梅日期以偏晚为主；而1971年以后，又明显提前。出梅日期在1820年以前以偏早为主；1821~1890年，年代际变幅增大，且有明显的周期性波动，周期长度为20~30年；1891~1940年，年代际变幅减小；1941年以后，年代际变幅又增大。梅雨期长度与雨量变化始终存在较大的年代际变幅，且周期性变化显著。小波谱分析结果显示：不同阶段的梅雨期长度，年代际周期的信号长度、强弱虽各不相同，但以20~30年和40年较为显著(图4.23)。除此之外，百年的波动信号也很显著，其中1771~1820年、1871~1920年及1971~2000年3个阶段梅雨期较长，而1736~1770年、1821~1870年及1921~1970年3个阶段的梅雨期较短。

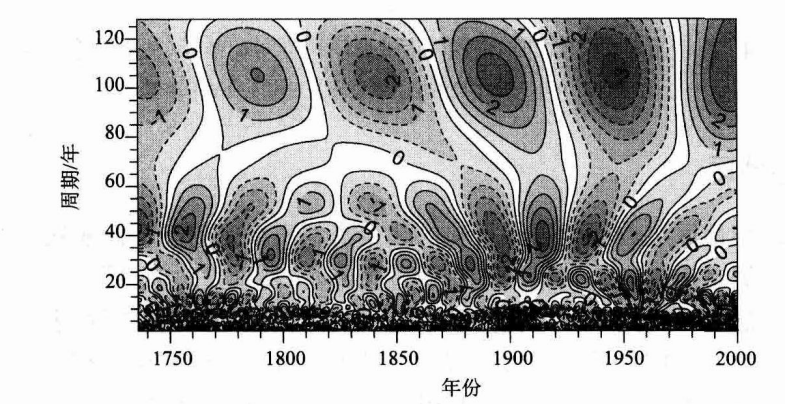


图4.23 长江中下游地区梅雨期长度变化的小波谱分析结果(葛全胜等，2007)

虚线围成的区域表示梅雨期偏短，实线围成的区域表示梅雨期偏长

从入梅期与出梅期的早晚对应关系看，在某些阶段，二者的相关性较好，如1736~1895年和1931~1970年，入梅日期与出梅日期共同偏早或偏晚；而在另一些阶段，二者的相关性较差，如1896~1930年和1971~2000年，入梅偏早或偏晚，出梅不一定偏早或偏晚。以上例证说明长江中下游地区入、出梅日期之间的关系存在阶段性变化，并不稳定。

对比1873~2000年间长江中下游地区梅雨长度与东亚夏季风指数(郭其蕴等，2004)变化，可以看出：除年际与年代际变化信号外，东亚夏季风强弱也存在明显的多年代阶段性变化，其中1873~1920年东亚夏季风偏弱，1921~1970年较强，1971~2000年又明显减弱。这与梅雨期长度的3个多年代阶段性变化有很好的对应关系。其中，东亚夏季风偏弱的1873~1920年，梅雨期平均长度为26天；较强的

1921~1970 年，梅雨期平均长度为 21 天；而最弱的 1971~2000 年梅雨期平均长度最长，达 27 天(图 4.24)。以上结果说明梅雨期长度与东亚夏季风强弱的阶段性变化存在反相对应关系，即当东亚夏季风处于强阶段时，梅雨期反而短；反之则梅雨期长。

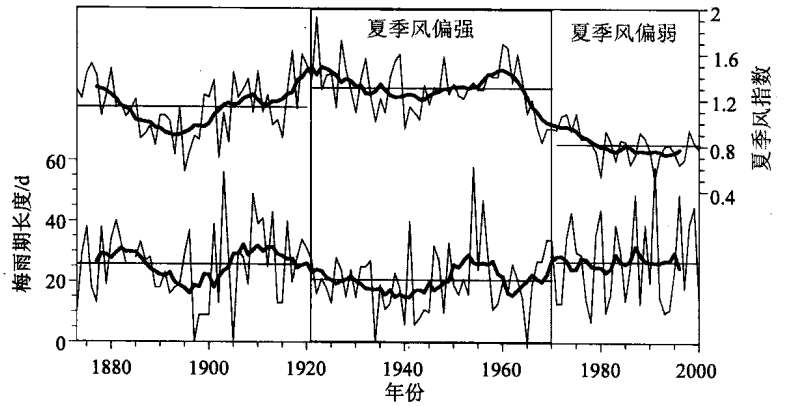


图 4.24 东亚夏季风指数与梅雨期长度变化阶段性对比结果(葛全胜等，2007)

粗实线为 9 年滑动平均结果；细直线为对应阶段的平均值

二、西部地区

重建西部地区过去年代干湿变化的代用资料主要是树轮、沉积物、冰芯、石笋等自然证据。近年来，利用树轮重建过去降水(特别是季节性降水)变化研究取得了很多进展，研究结果基本覆盖了该地区高海拔区域。另外，很多学者利用沉积物、冰芯和石笋证据重建了该地区部分站点的过去干湿变化序列。对农牧交错带地区的过去干湿变化，也有学者利用历史文献记载进行探讨。

下面将依据近年来的研究进展，分别阐述西部地区过去 300 年的降水变化总体特征和部分站点过去 1000 年来的降水变化特点。

(一)总体特征

从 17 个样点降水序列(11 个为树轮，4 个为历史文献，2 个为冰芯，站点分布见图 4.25(b))平均而得的西部地区过去 300 年年代降水距平序列(图 4.25(a))可以看出：18 世纪与 19 世纪前期，西部地区降水虽然有一定程度的波动，但气候总体偏干，其中 1700s~1710s 较干，1720s~1730s 稍湿，1740s~1750s 处于平均水平，1760s~1770s 较干，1780s 较湿，1790s~1840s 则是一个持续 60 年的干期；19 世纪后 50 年除 1860s 外，气候总体湿润；1900s、1910s 和 1940s 降水接近平均水平；1920s~1930s 气候较干，是过去 300 年中降水最少的时段；20 世纪后 50 年除 1960s 外，气候都偏为湿润，其中最后 30 年显著多雨，1990s 的降水正距平达

10%，是过去 300 年中降水量最为丰沛的年代(王绍武等，2002)。

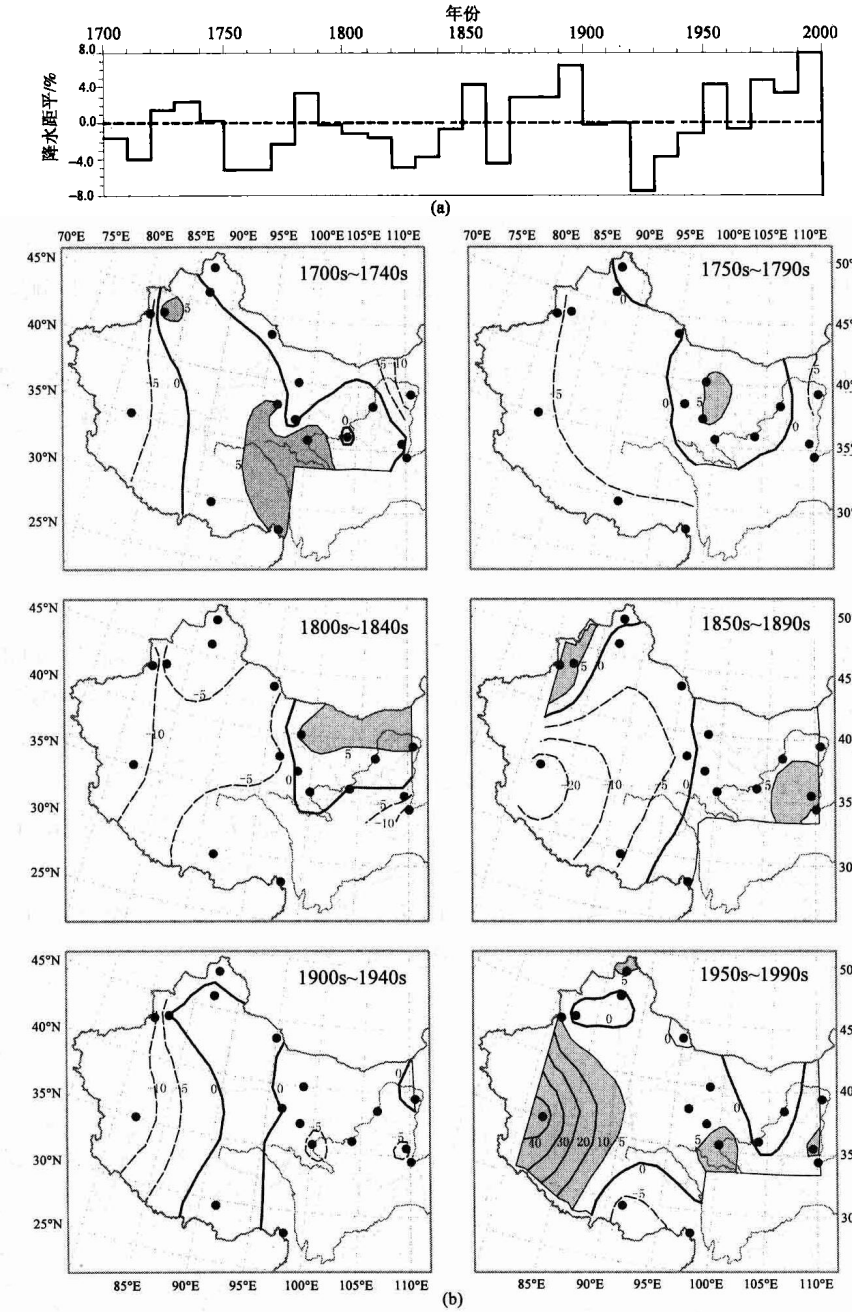


图 4.25　中国西部过去 300 年降水的时空变化(王绍武等，2002)

(a)全区年代降水距平百分率变化；(b)每 50 年均降水距平百分率变化的空间分布

从每 50 年平均降水距平百分率变化的空间分布状况(图 4.25(b))看，18 世纪前期河套南部、青藏高原东部、祁连山—天山山地及塔里木盆地等地相对湿润，其中，三江源地区降水明显偏多，青藏高原西部及河套东北部—河西走廊—准噶尔盆地以北地区干旱，其中，河套东北部降水减少最为明显；18 世纪后期大部分地区降水均偏少，只有新疆的阿尔泰山地、内蒙古、甘肃西部及青海北部的部分地区降水偏多；19 世纪前期，除河套地区与内蒙古、甘肃西部及青海北部的部分地区外，全地区降水偏少；19 世纪后期，全区降水变化大致以 95°E 为界，表现出明显的东西分异特征，该线以东地区降水偏多，以西地区降水偏少，但新疆西部的塔城及伊犁等地降水偏多；20 世纪前期，西部大部分地区降水偏少、气候偏干，仅在 90°E 两侧存在一条南北向的多雨带；20 世纪后期，除藏东南、河套西部及天山地区降水偏少外，大多数地区降水均偏多，其中青藏高原西部最为明显。

(二)区域特征

1. 农牧交错带

农牧交错带位于东部季风区向西北干旱区过渡的地带，为半湿润气候向干旱气候过渡的区域，因而这一地区气候带的位移及气候变化常被认为是中国北方环境演变的“指示器”。利用历史文献记载重建的公元 250 年以来湿润指数变化曲线(龚高法和 Hameed S，1993)显示，农牧交错带地区干湿波动大致包括了 2 个近千年左右的干湿旋回，在第一个旋回中，公元 250~650 年为干期，公元 650~1000 年为湿期，其最干和最湿阶段分别出现在公元 400 年和 850 年前后；第 2 个千年波动中，1000~1550 年为干期，1550 年以后为湿期，其中最干阶段分别在 1200 年和 1450 年，最湿阶段出现于 19 世纪(图 4.26)。

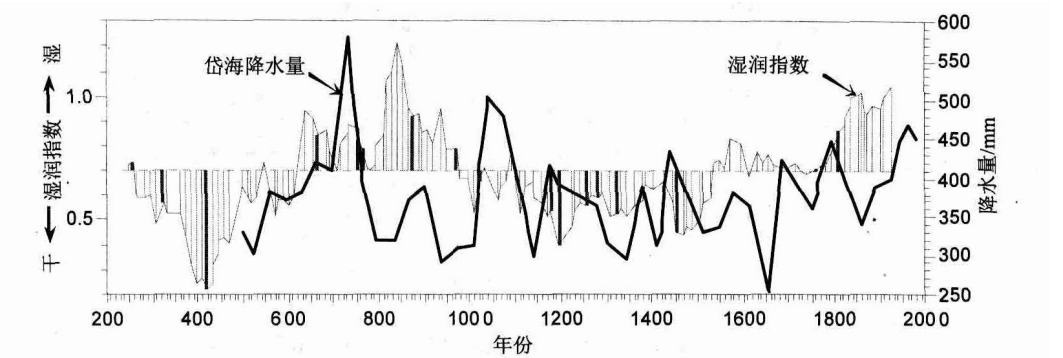


图 4.26 过去两千年农牧交错带地区的降水与干湿变化

湿润指数曲线(龚高法和 Hameed，1993)；岱海降水量曲线(许清海等，2004)

利用孢粉组合证据重建的岱海过去1500年降水变化曲线(许清海等,2004)表明，岱海地区在500~700年相对较干，降水量为300~420mm，年均371mm，较今少50mm;公元700~760年气候显著转湿,年均降水495mm,较今多70mm;760~1020年是一个较长的显著干期，年降水量减至290~390mm，年均332mm，较今少90mm；1020~1120年相对湿润，年降水量400~510mm，年均463mm，较今多40mm；1120~1650年气候总体较干，存在多次较大幅度的年代至百年际波动，年均降水350mm，较今少70mm，其中1180~1280年、1380年和1440年前后相对湿润，1340年、1420年前后、1500~1560年相对干旱，1640年前后最为干旱；1660年以后，气候在波动中逐渐转湿，年均降水340~470mm，其中1680年、1780年和1960年前后降水较多，1760年前后及1830~1900年降水较少。

2. 青藏高原东北部

青藏高原东北部山地海拔一般超过3000m，为高原温带半干旱气候区。该地区生长着许多树龄长达千年以上的祁连圆柏，同时还有许多尚未腐朽的死树、椁木、棺木及封土木等，这为重建这一地区的气候变化提供了很好的材料。目前该地区重建降水序列长度达1000年以上的有4条。其中，有两条序列长度超过2000年，分别起自公元前320年和公元前510年前后。

图4.27是利用年轮重建的柴达木盆地东北部公元566~2002年(共1437年)年降水量变化曲线(邵雪梅等,2006)。在指示出这一地区的降水存在明显的150~250年尺度的低频波动之外，该曲线还表明公元566~800年的降水量在波动中下降，公元640~800年是一个明显的干期；公元800~1090年间降水虽有一定程度波动，但总体较为湿润；此后，降水变率虽然明显增大，但仍呈现明显的百年际波动，每个周期持续约200年；1800年以后，降水又在波动中逐渐增加。从该地区1437年的降水变化过程看，1429~1519年、1634~1741年是两个最为干旱的百年；而1520~1633年、1933~2002年是两个最为湿润的百年。

青海湖的沉积岩芯也显示，1050年以来，青海湖周边地区经历了5个干期和5个湿期，干期出现在1200年、1390年、1950年、1720年和1580年前后，湿期出现在1100年、1310年、1530年、1640年和1840年前后(沈吉等，2001)。

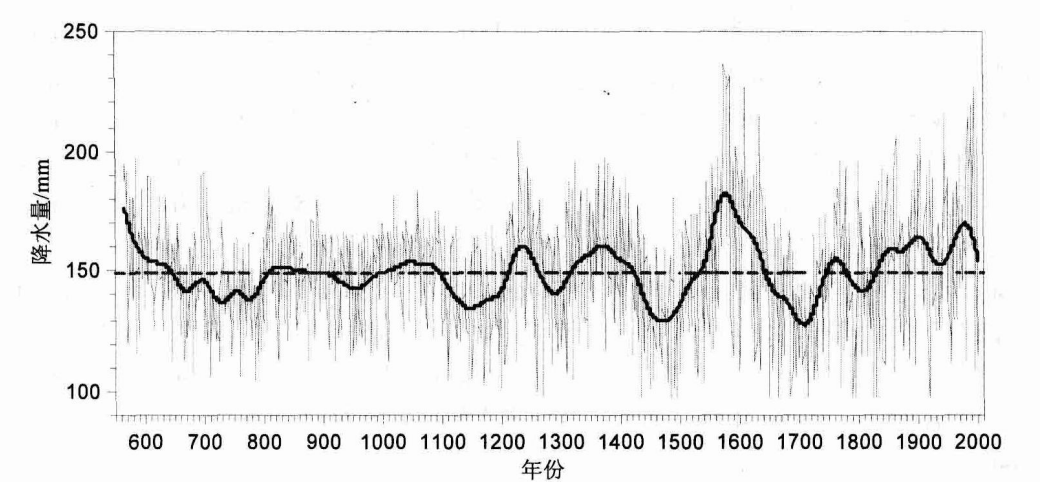


图 4.27 柴达木东部地区公元 566~2002 年的年降水量(7 月至次年 6 月)变化(邵雪梅等, 2006)

细实线为年降水量；粗实线为年降水量的 30 年 FFT 平滑结果；虚直线为序列均值

三、干湿变化周期与突变

(一)周期变化

从贵州董哥洞(25°17′N, 108°5′E)石笋、广东湛江湖光岩玛珥湖(21°9′N, 110°17′E)沉积物干密度、若尔盖高原(32°48′N, 102°32′E)泥炭总有机碳含量、甘肃秦安地区(35.76°N, 105.82°E)的孢粉浓度、甘肃三角城剖面(37°2′~39°17′N, 100°57′~104°57′E)总有机碳含量等长序列所反映的亚洲季风强度和干湿气候变化周期看(表 4.4)，不论是在东部季风区还是在西部干旱区，干湿变化都存在千年(约 1500 年)及数百年(500~600 年、约 200 年)准周期，其中千年尺度的变化周期似乎也与温度相吻合，这实质上体现了气候系统的整体周期波动行为。

表 4.4 全新世以来中国若干地区(点)万年气候变化代用资料序列的周期检测分析结果

代用资料及其来源：地区(点)、代用指标及资料出处	准周期长度/a	
	千年际变化	百年际变化
贵州董哥洞石笋的$\delta^{18}O$(Wang et al., 2005)	1300~1750	558, 206, 159
广东湛江湖光岩玛珥湖沉积物干密度(刘嘉麒等, 2000)	2930, 1140	490, 250, 220
若尔盖高原泥炭总有机碳含量(周卫建等, 2001)	1463	512, 427, 353, 270, 213, 113
甘肃秦安地区的孢粉浓度(Feng et al., 2006)	2300, 1060	650, 390
甘肃三角城剖面总有机碳含量(靳立亚等, 2004)	1553, 1190	686, 504, 180

在千年与百年际降水变化这一低频信号的背景下，东部季风区以及西部干旱区的干湿变化都有着较为明显的年代际周期波动，其中，80~100 年、准 35 年、22 年、11 年的周期信号最为多见(表 4.5)。

表 4.5 过去 2000 年中国干湿与降水变化的世纪-年代尺度周期

代用资料及序列长度	代用证据	周期					资料出处
		200a	80~100a	35a	22a	11a	
旱涝等级，2000 年	旱涝史料	√	√	√	√	√	张丕远，1996
干湿等级，1000 年	旱涝史料		√	√	√	√	张德二，刘传志，1997
夏季降水级别，500 年	旱涝史料		√				Zhu, Wang, 2001
旱涝等级，500 年	旱涝史料			√			王绍武，赵宗慈，1979
旱涝等级(宁苏扬地区)，500 年	旱涝史料				√		施宁，1998
黄河中下游降水量，264 年	雨雪分寸		√		√		郝志新等，2007
初夏干燥指数(陕西及周边地区)，500 年	树木年轮					√	刘洪滨等，2002
长江下游旱涝等级序列，814 年	旱涝史料		√	√	√	√	吴达铭，1981
中国洪水灾害频率(1644~2004)，361 年	历史文献		√	√	√		方修琦等，2007
柴达木东部的降水变化，1437 年	树木年轮	√	√				邵雪梅等，2006
青海湖水位，600 年	湖泊沉积物	√					冯松等，2000
古里雅冰芯冰川积累量，2000 年	冰 芯	√				√	姚檀栋等，1996
黑河出山口流量，1300 年	树木年轮	√	√	√	√		康兴成等，2002
青海树轮宽度指数，513 年	树木年轮				√	√	王振宇等，2005

注：√表示该周期被该作者检测到

由于影响因素较多，变化机制十分复杂，秦汉以来降水某一长度的准周期信号并未持续不变。如柴达木东部在 1100s~1800s 间的降水变化存在极为明显的准 200 年周期信号，但 1800 年以后，其准 120 年的周期信号却最为显著(邵雪梅等，2006)；中国在 1644~2004 年的洪涝频率变化主周期，在 1833 年以前主要表现为世纪周期，1834s~1920s，在世纪周期变化的背景下又叠加了显著的准 20 年波动，1921 年以后，则以 20~30 年的准周期波动最为突出(方修琦等，2007)；在黄河中下游地区，1736s~1915s 的降水年代际变化以 22~25 年周期为主，1915 年以后，这一年代际周期信号开始减弱，1940s 后，35~40 年周期信号取而代之(郝志新等，2007)。

(二)突变

突变是气候系统演化的一种重要行为，它的出现不仅被理解为某个或多个气候要素的统计特征发生变化，而且被认为是气候系统发生阶段性变化的表现。与气候系统其他形式的变化一样，干湿状况的突变也具有多种时间尺度。

从2000年变化过程看，中国干湿状况有可能在13世纪中期(1230~1260)发生过一次极为显著的突变(张丕远，1996)。这次突变属于千年尺度性质，突变之前，中国东部季风区干湿变化总体趋势是波动中逐渐趋干；而此后则变成在波动中不断趋湿(图4.28)。

秦汉以来，中国东部季风区干湿分异界线主要存在东北—西南向、南—北向和东—西向三种走向，分别对应东南湿(干)—西北干(湿)、南湿(干)—北干(湿)和东湿(干)—西干(湿)三种百年际干湿格局(图4.28)。这一干湿分异界线在11~15世纪间曾发生过较明显的变化。2~3世纪、8~9世纪及10~11世纪，干湿分界线主要呈南—北走向，干湿空间格局也较相似。2~3世纪的干湿格局为西北干，华北、长江中游与江南地区湿，另江淮也有小块区域较干；8~9世纪西北干，华北与长江中游地区湿，但江淮地区与山东半岛又较干，而东南沿海又有小块区域较湿；10~11世纪西北干，华北和中原地区湿，山东半岛、江淮及长江以南的大部分地区干，而江南南部又湿。4~5世纪干湿分界线有南北两条，基本都呈东北—西南走向，因而黄河流域及华北北部干，黄河至长江之间的大部分区域湿，江南大部分区域干。6~7世纪，干湿分异界线在北方呈南—北走向，但在长江及其以南地区呈东西向的椭圆状；长江以北以河北张家口至湖北宜昌为界，其西偏干，其东湿润，长江及其以南以鄱阳湖、洞庭湖为中心形成一个椭圆形偏干区，东部沿海和江南南部湿润。总体看来，11世纪之前，东部季风区干湿分异以东西差异最为明显，而南北差异较为模糊。

11世纪之后，东部季风区东—西分异的干湿格局发生变化。12~13世纪和14~15世纪，干湿分异界线演变为南—北与东—西走向并存，但干湿格局仍以东—西分异为主，其中12~13世纪，西北干、华北和华中地区湿，皖北、苏北及江南西北干，东南地区湿；14~15世纪，大致以114°E为界，西干东湿。15世纪后，东部季风区的干湿格局明显演变为南—北分异。16~17世纪和18~19世纪，干湿分异界线均呈东—西走向，干湿气候格局呈南—北分异，其中16~17世纪，干湿气候大致以35°N为界，其北气候偏干，其南气候湿润；18~19世纪，华北、西北东部及东南沿海的部分地区、四川盆地偏干，但长城以北、淮河以南的大部分地区相对湿润。

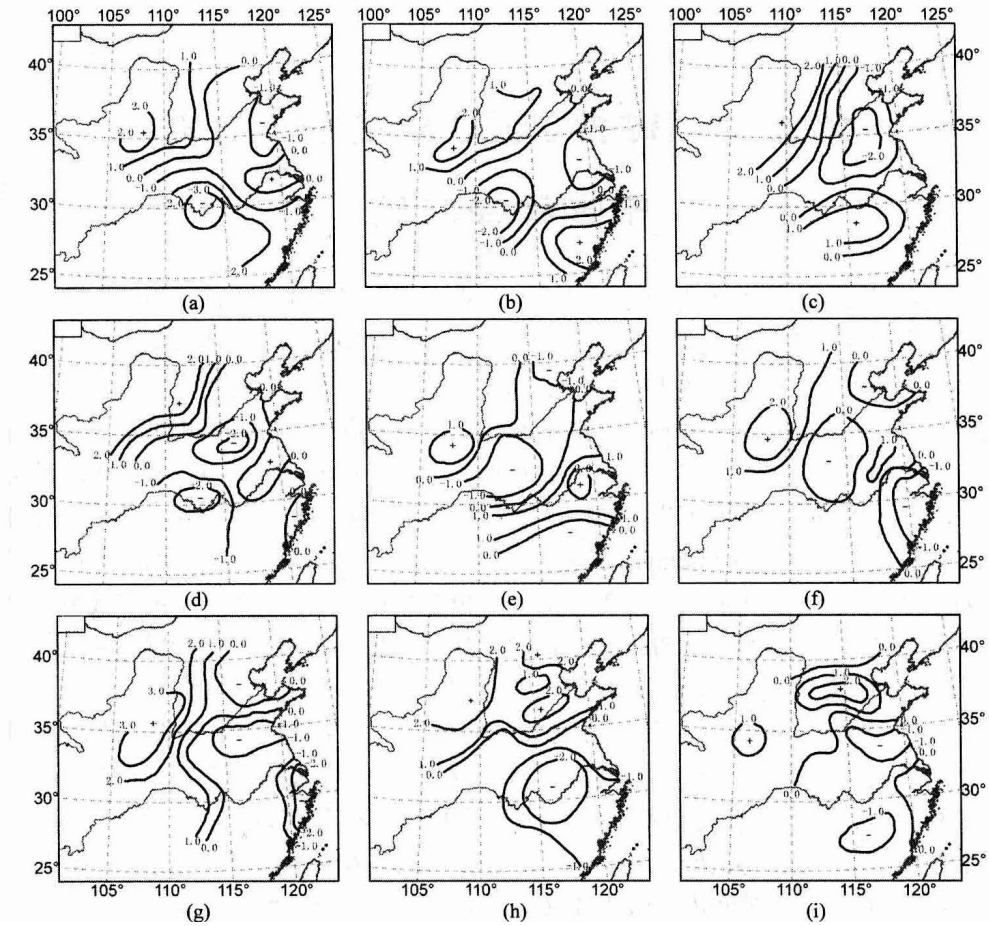


图 4.28　公元 2~19 世纪每 200a 的干湿率空间分布(郑景云等，2001)

(a)公元 101~300 年；(b)公元 301~500 年；(c)公元 501~700 年；(d)公元 701~900 年；(e)公元 901~1100 年；(f) 1101~1300 年；(g)1301~1500 年；(h)1501~1700 年；(i)1701~1900 年

第五章　过去2000年气候变化与中国社会发展*

从世界文明发展史上看，几乎各个时代重大历史事件的发生都离不开气候的作用，许多事件本身甚至就是气候变化的产物。上古时期温暖气候的背景下，古代埃及、两河流域(巴比伦)、希腊(迈锡尼)和印度曾创造了辉煌的文明，但继之的冷干气候又使得这些文明在较短时间内先后衰落。中国夏商周文明发展史更是呈现出清晰的“冷抑暖扬”的韵律(第二章)。中古时期，公元 850 年前后持续数十年的旱灾使得中美洲玛雅文明悄然消失，同样是旱灾曾导致 1545~1576 年墨西哥高地上人口死亡近半(Luckman, Boninsegna，2001)。1347~1353 年，短短几年内，欧洲人口可能因为寒冷和疾病损失 1/4~1/3，1620~1650 年 30 年内中国因为大规模旱灾和战争人口锐减了 43%(大约 7000 万)(Zhang et al., 2007)。在近代，19 世纪中叶爆发的“太平天国”运动则是气候寒冷和人口增多共同作用的结果(葛全胜等，1995)。

气候变化一方面直接或间接影响农(牧)业收成，收成的波动又进一步影响到食物的人均供给量，当食物短缺时，饥荒、社会混乱甚至战争就在所难免，从而引发社会不稳定、政权被颠覆、人口锐减、文明停滞或衰落；另一方面，极端气候事件及其衍生的灾害(如洪灾及洪灾导致堤坝溃决和瘟疫蔓延，旱灾及旱灾引发的蝗灾等)有可能短时间内摧毁人类文明。中国属于典型的季风气候区，暖期时季风环流强，季风系统维持时间较长，季风雨带北进，华北降水增多、黄淮地区相对减少；气候寒冷时，季风环流相对弱，雨带南移，往往是华北降水少、黄淮地区和长江流域降水多。就此而言，中国农业生产和社会防灾体系对气候变化高度敏感。一旦气候变化，降水格局发生调整，原有的农业生产和防灾减灾系统随即面临巨大挑战。如果气候变化带来的挑战力度超过社会应对能力(如长时间、高强度或者大面积)，或者挑战来临的过快(如溃坝)以致人类社会毫无反应的时间，那么，整个社会系统的崩溃就有可能成为事实。中国自古“以农立国”，这种制度性的约束进一步增加了社会系统对气候变化的脆弱性。

本节，我们以秦汉以来中国气候变化基本特征为基础，从百年尺度上梗概性阐述气候变化对中国历史时期社会演进的影响，包括气候变化与农业经济、社会

---

* 执笔人：葛全胜、何凡能、刘浩龙，李柯曾协助查阅资料

动乱、人口波动、游牧民族南侵以及中原王朝兴衰等五个方面。

第一节　气候变化与农业经济

农业是人类社会赖以生存的基本生活资料的来源，它作为经济再生产与自然再生产共同作用的产物，深受自然条件的制约。气候变化对传统农业社会的影响是通过农业生产来实现的。气候环境变化对农业的影响主要体现在以下三个方面：宜农土地、作物兴废与耕作制度、农作物产量。

一、对宜农土地的影响

历史上北方农牧交错带是农业文化与牧业文化多次交替的地区，对气候变化极为敏感，是中国北方地区可耕地范围盈缩频繁的地区。研究表明，如平均温度降低1℃，中国各地气候带相当于向北推移了200~300km；如降水减少100mm，中国北方农区将向东南退缩100km，在山西和河北则为500km(程洪，1982)。换言之，气候变暖变湿，意味着中国农区向北扩张，宜农土地增加；反之，使一些地区变得不宜农作物的生长，农区向南退缩，宜农土地减少。秦汉以来，中国东部地区气候经历了多次暖湿、冷干的交替变化，农牧交错带也相应地出现了6次明显的北进和南退(图5.1)。

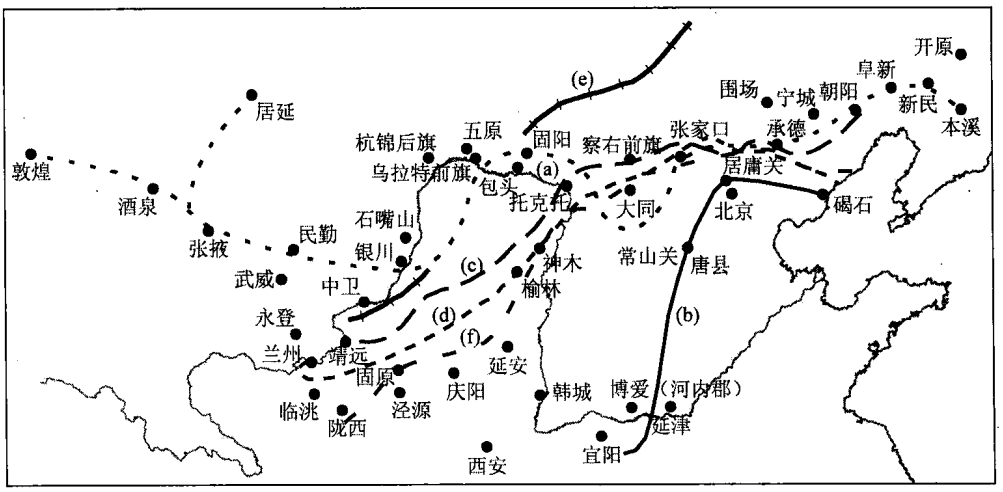


图5.1　历史时期中国农牧交错带北界的变迁

(a) ……：公元前2世纪中叶至公元1世纪初北界；(b) ————：5世纪中叶至6世纪中叶北界；

(c) — — —：6世纪末至8世纪中叶北界；(d)--------：8世纪中叶至10世纪末北界；

(e) ++++++：10世纪中叶至14世纪中叶北界；(f)－ － －：16世纪末至17世纪中叶北界

(一)秦汉时期

总体而言，秦汉是一个气候相对温暖的时期，虽然其间也出现了多次多年代际的冷暖波动，但冬半年均气温较今高约 0.24℃，最暖 30 年出现在秦末汉初(公元前 210~前 180)，冬半年均气温较现代高 1℃左右。与之相对应，秦汉时期农业得到迅速发展，农业种植北界向北推进到河套以北地区(图 5.1)。谭其骧根据现今内蒙古境内长城之外的市县数少于汉时的变化事实，认为："那个时候适宜农业耕种的地方要比现在多，农业区比现在广阔"(谭其骧，1979)；在气候温暖的西汉中后期，农牧过渡带西段的北界，由现今宁夏灵武、银川起，西经甘肃民勤、张掖，至高台分别向居延和敦煌方向延伸；其西北段北界大致在赵国北长城至今山西代县一线；其东段北界则在当时长城边塞附近，即今山西代县向东，经河北张家口、承德，辽宁阜新，至辽宁本溪。据考古挖掘结果看，现今居延海附近、乌兰布和等地的沙漠中，在当时也遍布着农垦据点(图 5.1(a))。

(二)魏晋南北朝时期

继秦汉暖期之后，中国气候进入了一个长达近 400 年的寒冷时期，即东汉末年及魏晋南北朝冷期。公元 210~570 年，中国东中部地区冬半年均气温较今低 0.26℃左右，其中，最冷 30 年出现在南北朝中期(公元 481~510)，冬半年均气温较现代低 1.2℃；西北地区的许多冰川在这一时期均有一定程度的前进，青藏高原地区年均气温较今约低 0.8℃。在这个寒冷期中，北方农区大幅度向南退缩，牧业甚至进到华北平原。西晋文学家束晳(公元 261~300)在给晋武帝的奏疏中写道："州司十郡土狭人繁，三魏尤甚，而猪、牛、马，牧布其境内。"[①]《魏书·宇文福传》亦载："时乃迁洛，敕福检行牧马之所，福规石济(今河南延津县东)以西，河内(今河南安阳一带)以东，拒黄河南北千里为牧地。"陈新海(1990)认为，南北朝时期的农牧交错带北界大体上由碣石至上谷居庸关，折向西南常山关，沿太行山东麓直达黄河(图 5.1(b))。由此可见，当时大片农区转变为牧区，对中国古代北方农业经济无疑是一个沉重打击。

(三)隋至唐中前期

隋唐时期气候总体温暖，中国东中部地区冬半年均气温较今高 0.22℃以上，其中，最暖 30 年(出现在公元 630~660 年)较今高约 1℃；青藏高原地区最暖阶段(如 630s~640s、680s~700s、750s~770s 等)年均气温较今高 0.7~0.9℃。在隋及唐

① 《晋书》卷 51《束晳传》

中前期温暖气候背景下，农业又得到快速发展，宁夏北部引黄灌区再次得到大规模开发，甘肃宁县、庆阳一带甚至出现小麦丰收，“无处可卖”[①]的现象。鄂尔多斯高原大部分地区被再次垦为农区，农业人口急剧增加，并增设了许多新的县治，如在黄河岸边置丰州，东部准格尔旗置胜州，南部无定河畔置夏州，鄂托克旗置宥州等。在 580s~740s，农牧交错带比南北朝后期(450s~530s)位置偏北，唐朝中期以后，气候转冷，农牧交错带北界显著南移，西段在今敦煌—武威—西宁—兰州一线，中段的在今靖远—灵武—白盐池—白池子—准格尔旗—托克托—和林格尔—包头—九原一线，东段在今大同—蔚县—怀柔—蓟县—卢龙—抚宁—朝阳一线(图 5.1(c))。

(四)唐后期至五代时期

唐中叶以后，中国气候转冷，并持续至五代时期。公元 810~930 的东中部地区冬半年均气温较今低约 0.3℃，虽然其间也有短暂回暖(如公元 850 年前后)，但升温幅度不大，气温至多与今相当，东北地区平均气温较今低达 0.8℃。在此期间，中国北方地区畜牧业再次得以发展。据文献记载，公元 9 世纪初后，陕甘宁黄土高原地区的部分汉人内迁，陇东至陕北为东进与南下的吐蕃和党项族所占据，成为新的畜牧区[②]，宁夏固原至天水一线以西也为吐蕃占领，而在今山西应县、河北阳原、蔚县一带成为内迁的吐谷浑、党项、沙陀等游牧民族的居住地[③]。较之隋及唐中前期而言，唐中叶后的农牧交错带的北界显著东退南撤，西段在今静宁—固原—同心一线，中段在秦长城(也即今武忠—定边—横山—神木—准格尔旗)一线，东段北界在今朔州—大同—阳原—怀来—丰宁一线(图 5.1(d))。

(五)宋元时期

北宋至元中叶为气候温暖期，与欧洲及北大西洋周边地区出现的“中世纪暖期”相一致。这一时期中国东中部地区冬半年均气温较今约高 0.2℃，最温暖阶段出现在 1201~1290 年，较今约高 0.57℃，但温暖气候并不持续稳定，其中也出现相对寒冷的阶段(如两宋之际)；西北青海湖周边地区与内蒙古大青山等地古土壤发育，东北地区平均气温也较今略高(约 0.1℃)。这种温暖气候条件在北方农业上的反映，即农区向北扩展。据邹逸麟(1995)研究，元前期在上都(今内蒙古多伦诺尔西北闪电河北岸)及更北的口温脑儿黄土山(今查干诺儿南)和应昌府(今克什克

---

①《册府元龟》卷 502《邦计部·常平》

②《资治通鉴》卷 249《新五代史》卷 74《四夷附录》，《宋史》卷 492《吐蕃传》，《宋史》卷 491《党项传》

③《新五代史》卷 74《四夷附录》

腾旗西)都有屯田，至元二十年(1283)、二十二年(1285)政府曾出钞在上都、应昌府和籴粮食；至元二十五年(1288)、二十六年(1289)还疏浚怯烈河灌溉黄土山一带的民田[①]。可见，这一温暖时期的农业种植北界可达今宁夏同心以北、内蒙古温脑儿一带。

(六)明清时期

明清时期气候以寒冷为基本特征，这与欧洲及北大西洋周边地区曾经出现的“小冰期”状况一致，当时中国东中部地区冬半年均气温较今约低 0.4℃，其中最冷时段出现在清后期(1861~1890)，冬半年均气温较今约低 0.7℃，西北地区山地再次出现冰川活动。1581~1644 年，由于北边风沙壅积，农耕无法进行，农牧过渡带中段北界在明末南退至长城一线以内(图 5.1(f))。之后的清代，由于农业技术的改进以及耐寒、耐旱农作物品种(如苞米、甘薯等)的推广，极大影响宜农土地的分布，故这一时期的农业种植北界越过明长城，向北推移至今呼盟的那伦春自治旗东南部经扎兰屯、索伦、乌兰哈达、扎鲁特旗、阿仓科尔沁旗、巴林左旗、林西县、克什克腾旗、白旗一带(邹逸麟，1995)。

二、对作物兴废与耕作制度的影响

中国是典型的季风气候，其东部传统农区(包括黄淮海平原、长江中下游等)及北方农牧交错地带作物生长对气候变化极为敏感。因此，随着气候的冷暖变化，各历史时期耕作制度、种植业布局和农作物选育等也发生变化。

(一)北方水稻种植的兴废

黄河流域种植水稻的历史可追溯到新石器晚期(距今约 4000 年)。唐中叶以前，黄河流域是中国农业生产最发达的地区，在先进耕种技术的保障下，水稻生产曾有过相对兴盛的时期。但由于气候条件所限，水稻始终没有在北方粮食作物中占主要地位。

秦汉时期气候温暖，黄河流域的农业生产取得显著进步，水稻作为重要的粮食作物，无论在种植区域还是种植面积上都比先秦时期有了较大的发展(邹逸麟，1985)。汉武帝以后，随着一系列人工灌渠的修建(如关中地区的潜渠、龙首渠、六辅渠、白渠、灵轵渠、成国渠、漳渠等)，农业用水充足，水稻种植规模和地域空前扩张。建元三年(公元前 138)，汉武帝游猎于长安周围、渭河南北时，《汉书·东方朔传》中载有：“驰骛禾稼稻粳之地。”可见，当时水稻种植已相当普遍。

---

①《元史·世祖纪》

东汉末年以后，历魏晋南北朝的寒冷时期，黄河流域在气候趋寒以及长期战乱的双重影响下，水利工程遭到严重破坏，水稻种植业日趋衰落。虽然史籍中也常有重修水利工程、试图恢复水稻生产的记载，如曹魏于青龙元年(公元233)时，扩建成国渠，使之“溉舄卤之地三千余顷”[①]，前秦苻坚重修郑白渠，“以溉冈卤之田”[②]等，但真正水稻生产得以恢复却是在隋唐时期。此时，中原地区气候温暖，为水稻种植提供了良好的自然条件。伊洛河流域水稻生产常年丰收，高宗永徽五年(公元654)时，洛阳附近的粳稻，斗仅十一钱[③]；唐玄宗开元年间(公元713~741)，唐朝著名诗人张九龄(公元678~740)充河南开稻田使，在陈、许、豫、亳、寿等州，置稻田[④]，仅汴州(今开封地区)一地即有水田五百顷[⑤]。

唐末、五代时期，中国气候再次转冷，黄河流域水稻种植范围明显缩小，黄淮平原原有的稻作农业已然荒废，这从北宋年间极力恢复黄河流域的水稻种植可见一斑。北宋端拱年间(公元988~989)朝廷诏令江北诸州：“就水广种粳稻，并免其租。”[⑥]；至道年间(公元995~997)，北宋状元陈尧叟(公元961~1017)等“自陈、许、邓、颍，暨蔡、宿、亳至于寿春，”寻访汉唐以来水利旧迹，兴办水田[⑦]，在黄河流域局部地区恢复水稻种植。熙宁年间(1068~1077)王安石变法时，朝廷曾成立“提举沿汴淤田”、“都大提举淤田司”等机构，在豫北、冀南、冀中以及晋西南等地区淤灌治碱，挑选一些水利条件较好的地方辟为水稻田，如陈州、颍州至寿春的颍水沿岸，许州长社(今许昌市)、共城县(今辉县)、开封、陈留、咸平(今通许县)以及沧州等地[⑧]，水稻种植范围又有所扩展。

随着明清“小冰期”的来临，黄河流域的水稻生产更趋衰落，不仅分布区域零星，种植面积较小，而且产区持续时间短。就京津冀地区而言，在明前期，只有河间府(大致相当于今河北沧州地区)是水稻生产较为集中的地区[⑨]，其他地区已较少种植。如顺天府仅有宛平、昌平二县种植水稻[⑩]；保定府部分地区仅产旱稻，“植于旱地，不须水灌，其味美甘”[⑪]，唯雄县固众水所汇，才盛产水

---

①《晋书》卷26《食货志》
②《晋书》卷113《苻坚载记》
③《资治通鉴》卷199《唐纪》，高宗永徽五年
④《旧唐书》卷9《玄宗纪下》
⑤《韩昌黎集》卷23《崔评事墓志铭》
⑥《宋史》卷173《食货志上》
⑦《宋会要辑稿》152册《食货》
⑧《宋会要辑稿》152册《食货》
⑨ 嘉靖《河府志》
⑩ 永乐《顺天府志》
⑪ 弘治《保定府志》

稻[①]；赵州领柏乡、隆平、高邑、临城、赞皇、宁晋六县，“水稻惟隆平有之”[②]。而位于今河北西南和南部的广平府、大名府均已不产水稻[③]。清早期曾有在北京附近兴办水田的考虑，但因气候干燥而最终放弃，康熙曾云：“水田之利，不可太骤。”[④]雍正年间(1723~1735)，在怡亲王允祥的主持下，设立营田四局(京东局、京西局、京南局和天津局)，于河北境内共开辟官私水稻田 5600 余顷。但好景不长，除少数水源条件较好的地区还保持一定数量的水田外，其余均渐荒废或改为旱田。清道光年间，林则徐又提出在河北平原发展水稻的建议，但也未见成效。

(二)南方稻作制度的变迁

双季稻是指一年中种植和收获两季水稻的一种稻作制度，在中国有着悠久的种植历史。古籍中常有两熟稻、再熟稻、再生稻、混作稻、间作稻和连作稻等的记载，反映了中国稻作制度的多样性。

三国后期至西晋时气候暖湿。《临海水土异物志》载：“丹邱(即浙江台州谷)，夏秋再熟”，这里的再熟之谷，有研究认为是双季连作稻(游松龄，1995)。又西晋初年文豪左思(约公元 250~305)在《吴都赋》中亦云：“国税再熟之稻，乡贡八蚕之绵”，吴都即今江苏苏州，“再熟之稻”即连作稻。此条证据亦表明西晋初[⑤]，长江流域曾种植双季稻(游修龄，1995；曾雄生，2002)。

隋唐时期，中国东部地区气候温暖，南方地区出现了轮作复种的一年二熟制。长江下游地区作为双季稻的北界，有可靠历史记载也始于唐代。例如，《新唐书·玄宗本纪》载，开元十九年(公元 731)，“是岁扬州櫧稻生”，《太平御览》引《新唐书》曰：扬州有“櫧生稻二百五十顷，再熟稻一千八百顷，其粒与常稻无异。”说明扬州地区当时已种植双季稻。

唐后期至北宋初期，由于气候变冷，生长季缩短，除个别地方偶有“稻再熟”的记载外，江南大部分地区已无双季稻耕作，因此，清道光年间江苏按察使李彦章(1794~1836)，在其《江南催耕课稻编》中即认为：“宋时江南，又止一收”。但到了南宋时，中国气候显著转暖，南方地区的耕作制度较北宋之前又有很大的提高，不仅普及了轮作复种的一年二熟制，而且产生了轮作复种的一年三熟制(郭文韬，1981)。

明清时期长江下游地区双季稻种植每况愈下，播种面积也大为减少。明初，

① 嘉靖《雄乘》
② 隆庆《赵州志》
③ 嘉靖《广平府志》，正德《大名府志》
④《清史稿》卷 129《河渠志四》
⑤ 据傅璇琮（1979）考证，《三都赋》成于太康元年（280）灭吴之前

气候尚暖，有研究据《吴门事类》[①]认为，江南地区在1379年时即有了早、中、晚稻的明确区分(李伯重，1994)。据《农田余话》记载，当时浙江永嘉(今温州)就有套作双季稻种植。永乐后，江南气候逐渐转寒，按弘治十四年(1501)首刻的《便民图纂》卷三内容看，双季稻已无可能，只能种植一季之稻。之后的16世纪前半叶，江南气候一度复为暖湿。正德年间，苏州府“一岁两熟”，“丰岁稻已刈而根复发，苗再实”[②]。嘉靖年间，《太仓州志》记当地又复采用《吴门事类》的早、中、晚稻划分标准。之后的清代，长江下游地区双季稻极为罕见。在苏北地区，道光十三年(1833)李彦章“亲见早、中、晚稻之种皆备，而竟无两种者。”在苏南地区，延绵100余年的双季稻，虽未绝迹，但也“惜不多耳”[③]。在江浙一带，由于秋季气温偏低，水稻不能正常成熟，多空壳瘪粒，50公斤稻谷只能产25公斤大米，而50公斤一年一熟的稻谷却可产40公斤大米(李克让，1992)。在广东地区，也因气候寒冷，作物成熟期推迟，给耕作制度带来很大影响，不仅一年三熟制已不复存在，就是一年两熟制的范围也大大缩减；同时，水稻生产在寒冷气候的影响下，生长发育受到抑制，常有烂秧、少穗和较高空秕率的现象发生，导致粮食大幅度减产(刘伟等，2006)。

从上述长江下游地区双季稻种植的兴衰历史可以看出，双季稻的种植除受技术条件影响外，主要是受制于温度的变化，其兴废变化与中国历史气候寒暖的波动大体一致。

(三)柑橘种植北界的迁移

中国是柑橘的原产地，有着悠久的种植历史。柑橘作为典型的亚热带经济作物，当极端最低气温低于-7℃时即可遭受冻害，在-11℃以下即可遭受毁灭性冻害。因此，柑橘种植的北界主要受冬季极端最低气温的限制。历史上中国柑橘种植的北界随温度的冷暖波动而南北迁移。据《考工记》看，春秋时期“橘逾淮而枳”，说明柑橘的北界在淮河；而到了公元前3世纪时起长江就成为柑橘种植的北界；隋唐时期主要柑橘朝贡地区的分布与现代柑橘分布区大致相近，但当时似乎不像现在这样频繁地遭受冻害；到12~13世纪的中世纪暖期，柑橘分布北界较今偏北1个纬度(满志敏等，1993)；到了明清小冰期时，柑橘已难在长江中下游生存[④]。

---

① 洪武《苏州府志》卷42《土产收人》

② 正德《姑苏志》卷14《土产》

③ (清)李彦章：《江南催耕课稻编》，道光十四年刻本

④ 张丕远认为，明清小冰期，中国柑橘种植南界比今偏南3~6个纬度(张丕远，1985)。作者理解，这可能指极端年份

三、对农作物产量的影响

据研究，如果其他条件不变，年平均温度变化 1℃或降水量变化 100mm，中国粮食亩产量将分别有 10%的变化(张家诚，1982)。历史地看，气候温暖时，中国农业种植北界北移，农耕区扩大，农作物生长期增长，熟制增加、复种指数提高，气候灾害减小，粮食产量提高；冷期时农业种植北界南推，宜农土地减少，农作物生长期缩短，熟制区域单一，气候灾害增多，粮食产量下降。另外，中国中低纬度地区的气候变幅一般小于中高纬度地区，且地表下垫面相对复杂，水资源丰富，随着社会生产力的提高，这些地区人文因素的作用更加明显。因此，气候变化对中国中高纬度(北方)地区的作物产量影响更大。

然而，就历史上粮食亩产量而言，历代反映亩产的资料十分有限，且又涉及古代各地度量衡的变化问题，因此，不同学者的估算结果差别很大。但从总体来看，全国粮食亩产量在波动中呈递增的趋势(余也非，1980；吴慧，1985；吴存浩，1996；赵冈，2001)。从中国北方麦作地区历代粮食亩产量的相对变化情况看(表 5.1)，除明清外，气候寒冷时期，中国北方粮食亩产量都有所下降，如魏晋冷期的亩产量较两汉暖期下降了 1.5%，北朝冷期的亩产量在魏晋的基础上大幅下降了 13.3%；而气候温暖时期，粮食亩产量则呈上升趋势，如两汉暖期的亩产量比前一朝代上升了 9.7%，隋唐暖期时的亩产量较北朝提高了 10.3%，元朝亩产量比宋时则大幅提高了近 40%(吴慧估算结果显示：全国粮食亩产量宋时为 309 市斤/市亩，元时为 338 市斤/市亩，提高约 10%)。这种气候冷暖变化与北方粮食亩产量的基本对应关系，在一定程度上说明了历史上气候波动对中国古代北方粮食产量的重要影响。

表 5.1　秦汉以来中国北方粮食亩产量相对指数变化表(单位：%)

朝代 / 后一朝代比前一朝代增减情况 / 地区	两汉	魏与西晋	北朝	隋唐	宋	元	明清
北方(麦)	↑9.7	↓1.5	↓13.3	↑10.3	↓8.3	↑38.9	↑35.1

资料来源：余也非，1980

明清时期中国北方粮食产量继续上升，这除了与劳动集约化和生产技术提高有关外，可能与玉米、甘薯等耐寒、高产新品种的引进与成功推广有关。不过，我们从王铮(2005)所给出的 1730~1915 年间中国农业收成状况看(表 5.2)，相对冷期(1883~1911)的农业收成仅为 68%，而相对暖期(如 1730~1749 年)则提高到

86%。可见，即使在寒冷的明清“小冰期”里，次一级的气候波动依然给农业产生带来显著的影响。

表 5.2 18~19 世纪中国农业收成状况(相对各地丰收年的全国平均)

年份	1730~1749	1750~1759	1760~1814	1815~1831	1832~1843	1844~1882	1883~1911	1912~1915
收成/%	86	83	86	80	73	70	68	70

资料来源：王铮，2005

第二节 气候变化与社会动乱

在中国数千年的历史长河中，社会的安定与动乱交替出现，繁荣与衰败首尾相连，改朝换代循环往复。对此，学术界大多将其归因于社会因素(如阶级矛盾、民族矛盾、专制制度、皇帝昏庸等)驱动。近年来，一些学者(葛全胜，王维强，1995；章典等，2004；王俊荆等，2007)通过对中国历史气候变化与古代战事的对比研究发现，气候冷暖波动与重大战事或战争高峰期之间存在高度的吻合，气候变化可能在人类社会的发展过程中起着重要的作用。

一、历史战事的统计特征

历史时期社会动乱表现的形式是多种多样的，既有各种政治军事集团间的斗争，如东汉末年的军阀混战；也有民族间的征战，如五胡十六国时期的战乱；还有为数众多的农民起义。尤其是一些全国性的农民起义，无不与大一统封建王朝的衰亡相伴生。如秦朝灭亡前的陈胜、吴广农民起义，西汉续貂者新莽政权灭亡前的绿林、赤眉农民起义；东汉灭亡前的黄巾起义，隋朝灭亡前的瓦岗军农民起义，唐朝灭亡前的黄巢农民起义，等等。

据王俊荆(2007)统计，从先秦到现在，发生在中华大地上的大小战争共计12800余次，有记载的大战事共3791次。其中，东汉至清代末年有2569次(表5.3)。通过对这些战争事件(包括战事、战役、起义和起事等)的频次与空间分布的统计分析，可以看出：战争发生频率在时间序列上存在明显的波动特征，高峰期对应的是历史上的“乱世”，而低谷期与“盛世”相对应；战事高峰时期分别为春秋战国时期、魏晋南北朝时期、唐后期、14世纪中叶的元末时期、17世纪中叶的明末时期以及19世纪中期(图5.2)。其中，明代作战次数最高，达484次，其次是清代，为326次。此外，从年均作战次数上看，有两个时段(即西汉至东晋、从唐至元代)呈不断增加趋势；从空间分布上看，大致在南宋时期，战争的重心开始从北方向南方转移。

表 5.3 历代战役次数统计表

朝代	统计年代	战役数/次	地域分布				
			西北	东北及华北	东部	西南	华南
东汉	公元 01~219	303	92	70	112	22	7
魏	公元 220~264	66	17	10	27	9	3
西晋	公元 265~316	72	14	18	30	9	1
东晋	公元 317~420	191	50	55	73	11	2
南北朝	公元 420~580	200	81	29	72	17	1
隋	公元 581~617	74	10	24	34	2	4
唐	公元 618~906	152	67	27	26	25	7
五代十国	公元 907~959	73	13	19	22	17	2
北宋	公元 960~1126	177	42	56	42	17	20
南宋	1127~1279	261	71	30	103	44	13
元	1280~1367	190	12	12	124	12	30
明	1368~1643	484	84	136	136	57	71
清	1644~1911	326	44	26	142	72	42

资料来源：王俊荆，2007

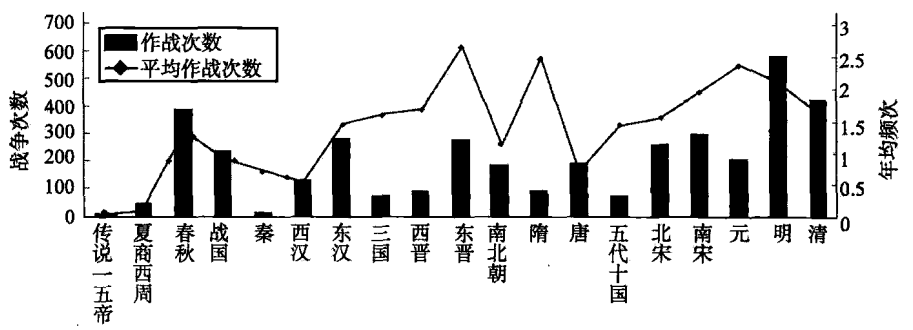


图 5.2 历代战争次数与年均频次图(王俊荆，2007)

另从章典(2004)对同一资料源(《中国军事史》历代战争年表)、公元 850~1911 年战争次数与发生频率的统计分析看，由于统计标准的差异，虽然在具体数字上有所不同，但统计结果所反映出来的高峰期与低谷期的旋回特征却基本一致。章典认为：在公元 850~1911 年的 1000 余年里，共出现 8 次不同等级的战争高峰期(图 5.3)。其中，极高战争频率的时期有 3 次(每 10 年大于 50 次战争)，即 1334~1359 年、1583~1717 年和 1806~1912 年，这与王俊荆的统计分析结果大体一致。

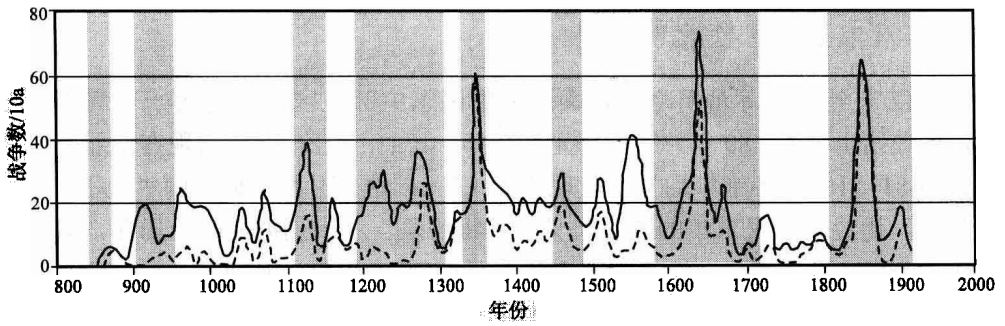


图 5.3　公元 850~1911 年战争总数频率图(章典，2004)

实线为战争总频率，虚线为反叛战争频率

二、气候变化对历史战事的影响

为了揭示中国历史时期气候变化与古代社会动乱的对应关系，我们将东汉以来中国冬半年气温变化与战争频次波动曲线进行叠加对比(图 5.4)，从图中可以看出，战争频次的波动与气候的周期性变化及其变化程度存在着大体同步的共振关系，在 7 个不同时间尺度的相对冷期中，有 6 个对应着战事高频期。其中，魏晋南北寒冷期和明清“小冰期”构成了两个战争高频期的群发时期。

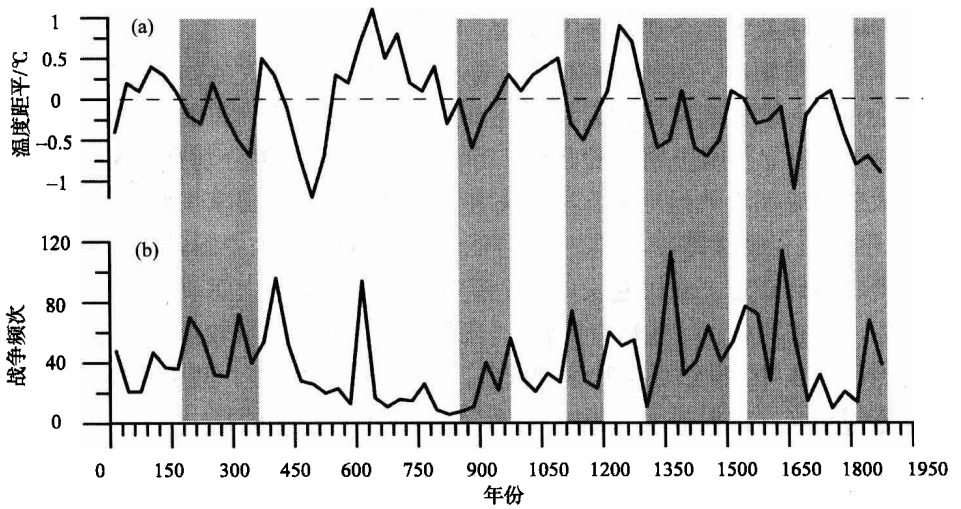


图 5.4　东汉以来中国的气温与战乱(30 年分辨率)

(a) 东中部地区冬半年温度变化(Ge et al., 2003)，有修订；(b) 全国战争频次变化据《中国军事史》编写组(2003)资料绘制

(一)东汉末至魏晋南北朝冷期

东汉末至魏晋南北朝冷期是秦汉后中国东中部地区出现的第一个气候寒冷期，大致始于公元180年，终于公元540年。其中，最冷30年出现在南北朝中期(公元481~510)，冬半年均气温较现代低1.2℃。这个时期正值中国“天下大乱”的时代，历经了东汉末年的黄巾起义、群雄纷争、三国割据的政治局面。整个社会秩序紊乱，动荡不安，仅三国鼎立后至蜀亡的45年里，就爆发了70余次战争。

司马炎建立西晋后，中原地区又爆发了历时10多年的“八王之乱”和“永嘉之乱”。在战争和气候灾害共同作用下，中国中原地区的汉民被迫大量南迁，北方的匈奴、鲜卑、羯、羌、氐等游牧民族则相继进入黄河流域，并与中原政权发生了一系列的战争，形成了“五胡乱华”的局面。据统计，在魏晋南北朝近400年的时间里，前后共发生战争595次，年均达1.65次，战事之频繁为历史之最。

(二)明清“小冰期”

明清时中国气候显著寒冷。其中，明末清初和清朝后期，有可能是中国过去2000多年来气候最寒冷的两个阶段。当时中国东中部地区冬半年均气温较今低0.4℃，最冷时段1861~1890年，冬半年均气温较今约低0.7℃，东南地区年均气温也较今低0.2℃。这个时期也是中国历史上战争的频发期，据不完全统计，在明清两代544年中共发生各类战争810次，年均达1.49次。

元末，气候转冷，气候灾害增多，极大地激化了蒙汉民族间的矛盾和南方地区的社会矛盾，农民起义风起云涌、战事不断，以朱元璋为首的农民起义军推翻了蒙元统治，建立了明王朝。在明帝国期间，除早期和中期分别有近50年温暖气候外，大部分时间内气候冷干，旱蝗灾害不断，以致整个国家长期笼罩在饥馑的阴影中。明末气候持续寒冷，并发生了可能是过去2000年来中国最为严重的旱灾，饥民遍野、饿殍载道，农民起义如雨后春笋般遍布全国，大明政权遂被推翻。清军入关后，建立清朝，气候略有好转，“康乾盛世”期间战事较少。乾隆晚期气候再次转冷，并在19世纪后半叶达到低谷，战事也随之增多。其中，1851年爆发的太平天国起义，规模最大，影响最深，给清政府以沉重的打击。

前已述及，中国自古以“农业立国”、“民以食为天”，这种制度性的约束使得中国的历史运行轨迹在较大程度上遵从气候变化规律。汉代大史学家司马迁在《史记·货殖列传》中曾言：“失时不雨，民且狼顾；岁恶不入，请卖爵子。”“兵旱相乘，天下大屈，有勇力者骤徒而冲击。”因而“民不足而可治者，自古及今，未之尝闻。”

第三节 气候变化与人口增减、迁徙

人口作为集自然、社会于一体的特殊群体，其活动在影响自然环境演变的同时，也受到包括气候因素在内的自然环境变化的制约。气候变化对人口的影响主要表现在两个方面：一是人口数量增损，二是人口迁徙。

一、人口数量变化

(一)人口数量变化特征

根据《中国人口史》(1~6 卷)(葛剑雄，2002)中有关各朝代人口估算数据(图 5.5)，我们可以看出，自秦始皇统一中国以降，至清朝灭亡前，中国人口数量呈波动式快速增长态势，发展过程大致可分为三个阶段，其中伴有 9 次较为剧烈的人口波动：

第一阶段：秦至唐中期(公元前 221~公元 755)，人口总数从秦嬴政三十七年(公元前 221)约 4000 万，缓慢增长至唐天宝十四年(公元 755)约 7000 万；其中，人口峰值分别出现在西汉平帝元始二年(公元 2)、东汉永寿三年(公元 157)、隋大业五年(公元 609)和唐天宝十四年(755)，人口总数分别为 6000 万、6300 万、6000 万和 7000 万；低谷分别出现在汉高祖五年(公元前 202)、东汉建武十二年(公元 36)、东晋太兴元年(公元 318)和唐武德五年(公元 622)，分别为 1800 万、3290 万、1750 万和 2500 万；人口剧烈减少(幅度超过 40%)多出现在朝代更迭、社会动乱初平后的时期，如西汉初年、东汉初年、东晋初期和唐朝初年，而在相对安定的时期人口则呈增长态势。

第二阶段：唐中后期至明中期(公元 756~1480)，全国人口总数在 8000 万~1.4 亿之间波动，其间有两次快速增长期：其一是两宋时期，全国人口历晚唐及五代十国锐减之后，北宋时出现快速增长，并在北宋中期首次突破 1 亿，宋大观四年(1100)出现第一个人口峰值，约 1.25 亿；此后，历两宋之交的社会动荡，人口总数减至建炎四年(1030)的 9100 万，但之后人口又快速恢复，并在南宋中期(嘉定三年，1210)达到这个时期的高峰，约 1.45 亿。其二是明中前期，自南宋后期至明初，全国人口总量长期徘徊在 7000 万~9000 万，明洪武二十四年(1391)后，全国人口再次快速增长，至成化十六年(1480)又达 1.2 亿左右。

第三阶段：明中后期至清晚期(1481~1910)，人口快速增长。明代中后期，全国人口在原有较大的基数上呈现稳定增长，至崇祯三年(1630)达 1.925 亿。明末灾荒不断、战争四起，人口数量出现明显下降，至清初顺治元年 (1644)，全国人

口降至1.52亿左右，在短短的14年间，人口减少了约4000万。此后，全国人口开始持续增长，并在康熙后期突破2个亿，乾隆年间突破3个亿，道光年间突破4个亿，至太平天国运动前夕(咸丰元年，1851)达到历史峰值，约4.36亿。晚清时期，战乱和灾荒同样让全国人口锐减至光绪六年(1880)的3.65亿，近30年间，减少逾7000万，但其后全国人口数量又迅速恢复，并在清末时接近历史峰值。

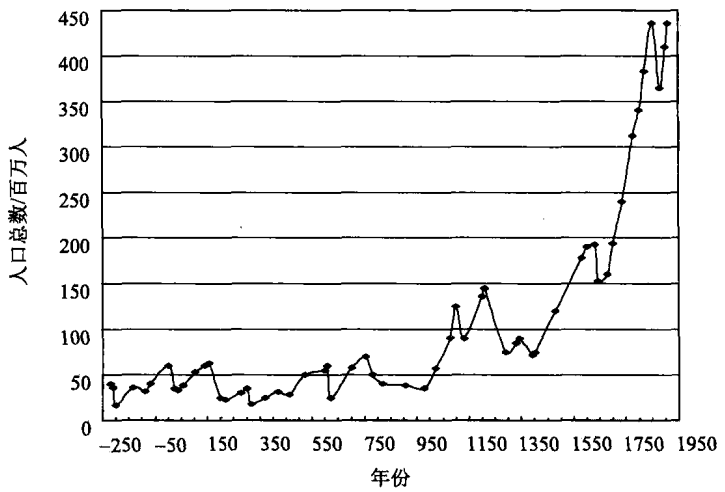


图5.5 秦汉以来历代中国总人数变化趋势图

人口数据引自葛剑雄主编《中国人口史》(1~6卷)

(二)气候变化对人口数量的影响

从上述人口数量的变化特点我们可以看出，秦汉以来，全国人口数量的增减大致与气候的冷暖波动相吻合。人口持续增长对应的是气候温暖期，如两汉暖期(公元前211~公元210)、隋唐暖期(公元571~780)、宋元暖期(公元931~1320)的人口均呈持续增长态势；而人口数量相对减少的时期对应的是气候寒冷期，如魏晋南北朝冷期(公元211~570)和晚唐至五代冷期(公元781~930)。一些学者也指出：凡是人口持续、稳定增长的时期，都是自然灾害较少、生产发展迅速、社会秩序比较安定的时期。反之，人口大幅度、急剧地下降无一不是重大自然灾害或战争动乱引起生产停顿破坏、社会秩序混乱的必然结果(葛剑雄，2002)。虽然从现象上看，人口增减的主要动因是自然灾害和社会动乱或战争，但自然灾害和社会动乱的频发又与气候变化密切相关，甚至是气候变化的直接产物(图5.6)，因此，就本质而言，人口数量的波动可以看做是人类对气候变化的一种适应过程，是人类为适应气候变化所引起的自然资源和社会资源的再分配，而形成的一种自动调节机制。

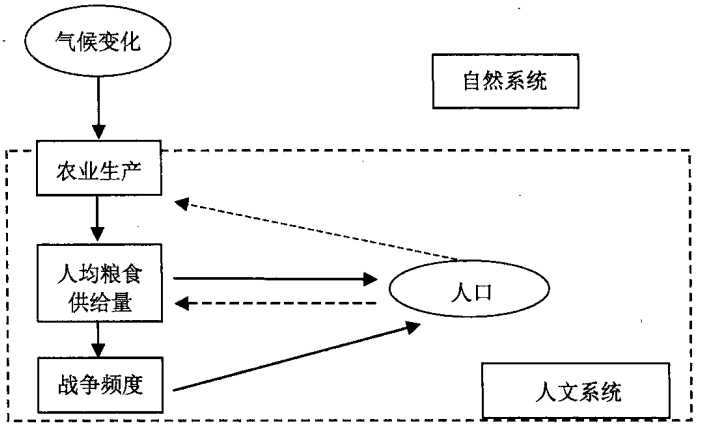


图 5.6 气候变化对人口生产的影响(Zhang et al., 2007)

应该特别指出的是，明清时期是气候寒冷期(1321~1910)，全国人口总量却在波动中持续增长，虽然这一时期人口增长率并不大，大部分时间维持在3‰~7‰，但由于人口基数较大，因此人口规模不断扩大，先后突破了2亿、3亿和4亿大关。这可能与明清两代社会生产力的提高、山区与边区土地的开垦以及国家赈灾体系的完善有关。然而，我们从明清时期人口增长率变化趋势中(图5.7)也可看出，该时期人口数量在明初(1400年前后)、明清之际(1644年前后)和清晚期(1880年前后)均出现显著下降，而这三个人口锐减期对应的恰是气候的三个冷谷(1400~1450、1620~1670、1850~1900)，这也进一步反映了气候波动与人口数量变化之间的确存在着密切的联系。

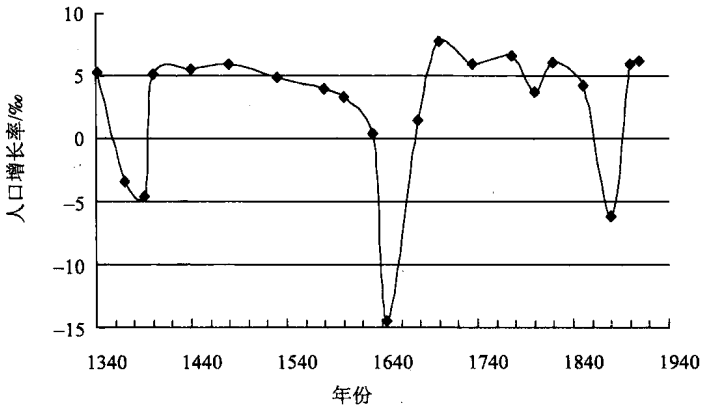


图 5.7 明清时期全国人口增长率变化图

二、人口迁徙

人口迁徙是指人的居住位置在地理空间上的移动，其基本动因在于不同地区

生产、生活资料与人口数量、需求水平之间的不平衡(葛剑雄，1997)。历史上，中国规模不一的人口迁移始终没有停止过。依据中国古代人口迁移的主要流向大概可分为：北方游牧民族内迁、北方汉人南迁、内地人口向边疆迁移、华人外流和外族内流等。本节主要探讨北方汉人南迁与内地人口向边疆迁移的内容。至于北方游牧民族内迁将在本章第四节讨论。

(一)人口迁移趋势

秦汉以降，中华大地上大大小小的人口迁移事件不计其数，但就汉族人口迁移的总体特征看，是以黄河中下游地区为中心向周边地区迁移，虽然历史上各阶段人口的迁移流向有所不同，且繁杂多样，但大致分为三个阶段(表 5.4)：

表 5.4 秦汉以来主要重大人口迁移事件一览表

分期	特征	主要事件	起讫时间	主要迁出地	主要迁入地
西北移民时期	西北移民	秦蒙恬西北戍边移民	嬴政三十三年(公元前 214)至三十六年(前 211)	关东等地	宁夏和内蒙古中西部地区
		西汉西北边疆大规模移民	西汉元朔二年(公元前 127)	华北地区	朔方、五原二郡及邻近地区
		秦汉人数最多的一次西北移民	西汉元狩四年(公元前 119)	关东地区	陇西、北地、西河、上郡等地
北方汉族人口南迁时期	北方汉人开始南迁	北方汉人开启汉人南迁的序幕	西汉末年至东汉初年	黄河中下游地区	今湖南、江西、浙江、江苏等省
		东汉末年至三国初期	黄巾起义起至三国鼎立	黄河中下游地区	长江中下游和四川盆地等
	第一次大规模南迁	八王之乱、永嘉之乱后北方汉人大规模人口南迁	永嘉元年(公元 307)至南朝宋元嘉三十年(公元 453)	山东、河北、河南、山西、陕西、甘肃等省	长江中下游、江淮地区、四川盆地、汉中地区等
	第二次大规模南迁	安史之乱后北方人口南迁	天宝十四载至广德元年	黄河中下游地区	长江中下游地区
		唐末战争引发北方人口南迁	咸通五年至唐亡(公元 906)	黄河中下游地区	江苏、安徽、江西、福建等地
		五代十国时期北方汉族人口南迁	梁开平元年至后周的灭亡	黄河流域	长江中下游地区
	第三次人口大规模南迁	靖康之乱与宋金对峙时期北方汉族人口南迁	北宋靖康元年至南宋嘉定十七年	黄河中下游地区	江南地区
		蒙元灭宋与元初汉族人口的南迁	南宋咸淳十年至元大德四年	黄河中下游地区	华南地区
多向人口迁移时期	多向迁移	明代人口北迁	洪武、永乐年间	江南地区 华北南部	淮河流域、两湖 华北西部、北部
		清代西南移民	清中期	长江中下游	云贵川地区
		清代棚民运动	清中后期	长江中下游及以南地区	湘赣、浙皖、秦巴等山地
		清代东北移民	清后期	华北地区	东北地区
		清代西北移民	清晚期	山陕地区	内蒙古中西部

第一阶段：秦至西汉中后期，以北迁为主要特征，即黄河中下游地区的人口向西北方向迁移，如秦嬴政三十六年(公元前 211)，迁北河、榆中三万家，至河套地区开垦、农耕[①]；西汉武帝元狩四年(公元前 119)，从关东地区征发 70 余万口，至陇西、北地、西河、上郡等[②]。

第二阶段：两汉之际至蒙元时期，以南迁为主，即黄河流域的人口向长江流域及南方各地的迁移。这个阶段持续时间长，南迁人口规模大，对中国历史乃至现代社会经济与政治格局的形成与演变，都有着极其重要的意义，如历史上发生于永嘉之乱、安史之乱和靖康之难后形成的北方人口的大规模南迁。

第三阶段：明清时期，形成以多向共存为特征的人口迁移，如“湖广填四川”的人口西迁，“闯关东”的北人北迁、“走西口”的北人西迁以及东南棚民和客家人向内地山区(湘赣、浙皖、秦巴等山地)迁移等。

但总体而言，人口南迁是历史的主流。

(二)气候变化对人口迁移的影响

造成人口迁移的原因是多方面的，比如政府组织的强制性移民、官员携家眷宦游定居、由天灾人祸引起的自发迁徙等等，其中最后一种是最为普遍的，史籍中也多有记载。因此，许多学者认为气候变化及由此而引起的环境改变对中国历史时期人口迁移有着重要的影响(李伯重，1999；方金琪，1992)，是人口迁移的重要推力。中国历史上三次大规模人口南迁，无一例外发生在气候寒冷的时期。

第一次人口大规模南迁发生在魏晋南北朝的气候寒冷期。西晋元康元年(公元 291)，中原地区发生了历时 16 年之久的“八王之乱”；永嘉五年(公元 311)，匈奴攻陷洛阳，掳走怀帝，史称“永嘉之乱”。中原居民为避灾荒和民族压迫，纷纷越淮渡江，相率南下，出现了中国历史上第一次大规模的人口迁徙。随着东晋政权在南方的建立，北方人口向南方迁移的规模更大，它使以黄河流域为中心的中国文化第一次移向长江流域，改变了以前重北轻南的文化格局。

第二次人口大规模南迁发生在唐后期至五代十国的气候寒冷期。唐天宝十四年(公元 755)，中原发生“安史之乱”，北方地区再次陷入战乱之中，造成中原民人大量南移；“天下衣冠士庶，避地东吴，永嘉南迁，未盛于此”[③]。安史之乱后，中原地区“人烟断绝，千里萧条”，官方人口统计只剩约 1700 万人，总数不到战事发生前的三分之一。这次战乱虽仅持续了七年(公元 755~762)，但中原地区民

① 《史记》卷 6《秦始皇本纪》

② 《汉书》卷 6《武帝纪》

③ 《李太白全集》卷 26《为宋中丞请都金陵表》

人南迁并没有因战乱的结束而终止，而是随着唐后期藩镇割据的形成以及五代十国社会动荡之时，南迁的中原人仍相望于道。经过这次人口南迁，南、北方的人口比例，首次出现均衡的状况。

第三次人口大规模南迁发生在两宋之际的气候寒冷期。北宋末年的“靖康之难”，再次导致中原百姓南迁，其规模之大，持续时间之长，可与历史上的“永嘉之乱”、“安史之乱”相伯仲，其结果使南方人口第一次超过北方，最终完成了中国人口、经济、文化重心从黄河流域向长江流域的转移，从此中国社会经济便进入了南盛北衰的历史阶段。

中国历史上这三次大规模人口南迁，从表面上来看，都是由于北方少数民族的南下而引起的，但北方少数民族的内迁无不与气候变冷所引起北方生存环境的恶化密切相关。另外，气候变冷也使得南方降水减少，许多湖泊成陆，瘟病减少，南来的北人生存环境改善，故南北方气候的一“推”一“拉”之下，人口自然产生自北向南的大规模迁移。

第四节　气候变化与游牧民族的兴衰迁徙

中国北方辽阔的草原，历史上是游牧民族活动的舞台。他们兴衰迁徙，迭相更替，不仅给中华民族的形成与发展带来深刻的影响，而且对世界历史的演变也产生了重要作用。

一、游牧民族与中原王朝的关系

纵贯秦汉以来，中国北方游牧民族与中原王朝关系的历史，大致可分为4个阶段：偏居塞外、割据中原、分庭抗礼与入主中原(王会昌，1996)。

(一)偏居塞外阶段

秦汉时期，以匈奴为代表的北方游牧民族大多处于奴隶制社会，而其南方屹立着封建农业文明大国。虽然北方游牧民族时常侵扰秦汉王朝北疆，但秦将蒙恬和汉将卫青、霍去病等驰骋大漠，追歼犯境铁骑，不仅给匈奴以致命打击，而且还将其驱逐到大漠以北，从此“匈奴远遁，漠南无王庭”[①]，使北方游牧民族长期偏居于塞外，农耕政权的界线基本上维持在秦长城一带。

① 《汉书·匈奴传》

(二)割据中原阶段

魏晋南北朝时期，北方游牧民族从三国鼎立至司马炎建晋的近百年间，匈奴、鲜卑、羯、氐和羌等游牧民族纷纷内迁；晋室偏安江南，内迁各少数民族则割据中原，相互混战，黄河流域出现了“五胡十六国”的混乱局面，前秦疆域南界推至淮河一线；到了南北朝后期，北齐政权的游牧部落已能饮马长江，与农耕政权在长江两岸对峙。虽然后来游牧民族政权很快就退出了黄河流域，但中国历史上第一次南北分治的政治格局业已出现。

(三)分庭抗礼阶段

如果说魏晋南北朝时期的北方游牧民族政权还只是在混乱中短暂地占据黄河流域的话，那么到了宋、辽、金时期，崛起于中国东北地区的契丹族和女真族，业已在黄河流域“站稳脚跟”，由之建立的辽、金游牧民族政权，存续时间达四个世纪之久，既管辖着北方的游牧、渔猎民族，也统治了辽东和燕云地区的汉人和渤海人。从辽与北宋、金与南宋的对峙局面看，单一游牧民族政权已经能够与中原王朝分庭抗礼，其辖区南界甚至抵达淮河一线。

(四)入主中原阶段

元、清两代，游牧民族的蒙元帝国与满清政权已入主中原，成为中原农业王朝的主人。公元13世纪，欧亚大陆的游牧之王成吉思汗及其子孙在半个世纪中，先后灭亡了西夏和金，倾覆了宋室江山，建立了中国历史上第一个大一统的“牧者王朝”，君临天下农耕世界。在朱明灭元的270余年之后，清军入关，定都北京，北方游牧民族再次入主中原，建立了中国历史上第二个“牧者王朝”。

二、气候变化对游牧民族迁徙的影响

历史时期，中国北方游牧民族与中原农业王朝之间有过多次冲突，发生了多次的内迁，有些民族(如蒙古族、满族)还越过长城，席卷中原，建立了“牧者王朝”，统治中国数百年。如果将秦汉以来中国东中部地区气候冷暖波动曲线与中国北方民族政权疆域南界的纬度变化进行叠加对比(图5.8)，不难发现：游牧民族阶段性南下以及向西迁移的举措，与气候冷暖周期性变化存在着大体同步的共振关系。现按气候分期，简要分述如下。

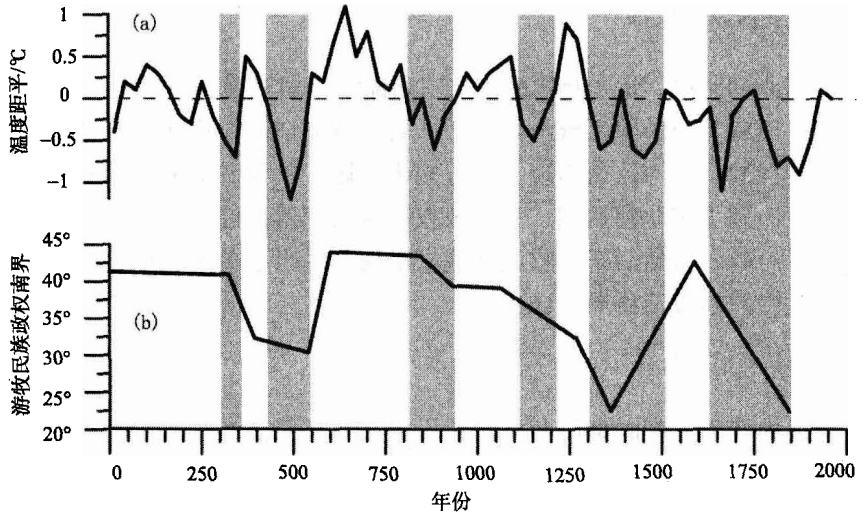


图 5.8 秦汉以来气候变化与游牧民族政权南界的关系

(a) 30 年分辨率的东中部地区冬半年气温变化(Ge et al., 2003)；(b)游牧民族政权南界变化(王会昌，1996)

(一)秦汉暖期

气候总体上温暖，中原王朝国势强盛。虽也有如秦汉之际和两汉之际的社会动荡，但两汉王朝均很快恢复政权的统一和社会的安定。对于偏居塞外的北方游牧民族，秦汉王朝均以“和亲”和“防御”政策为主，除汉武帝之前的匈奴以侵掠为目的的“入寇”，以及汉王朝河朔地区安置的匈奴归附者外，基本上没有大规模北方游牧民族的南下。

(二)东汉末至魏晋南北朝冷期

气候寒冷，西北地区许多冰川在这一时期均有一定程度的活动，内蒙古岱海、大青山地区和甘肃马衔山等地也有大量的冰缘发育。在此背景下，居住于中国东北、西北的游牧民族，纷纷南下，不仅次数频繁而且种族较多，在中原地区建有政权的就有匈奴、鲜卑、羯、氐、羌等游牧民族，旧称为“五胡”。据记载，魏末晋初时，北方民族归附的人数就有 870 余万口[①]；西晋时江统称：“关中之人百余万口，率其多少，戎狄居半。”[②]这个时期，北方游牧民族先后在黄河流域建立了政权，对中国历史进程产生了重大而深远的影响，尤其是北魏迁都，不仅增加了各民族间的文化相互交流，而且还极大地促进了民族的融合。另外，原先称霸大

① 《晋书》卷 2《文帝纪》

② 《晋书》卷 56《江统传》

漠南北的匈奴在公元91年被汉帝国击溃后，向西迁徙，“遁走于乌孙之地”①，他们于公元155年后又继续向西迁徙，长途跋涉至多瑙河和莱茵畔。有研究认为，2~3世纪草原的大旱灾是欧洲民族大迁徙的原因，也是匈奴西迁的动力(吴兴勇，1991)。

(三)隋至唐中前期暖期

气候温暖湿润。中原地区社会经济繁荣，奠定了盛唐强大国力的基础。在此期间，唐王朝在北方有效遏制和驱逐了突厥势力，将影响力扩张至中亚地区。突厥、回纥等游牧民族如秦汉时代的匈奴一样，遁居塞外，虽然政治上相对独立，但仍藩属中原王朝统治。隋唐时期，除归附者外，未发生大规模的游牧民族南迁，成为北方游牧民族南下的间歇期。

(四)唐中后期至五代冷期

公元810~930年，气候寒冷，中原地区冬半年均气温较今约低0.3℃，东北地区年平均气温较今低0.8℃。寒冷的气候使强大的唐王朝在历“安史之乱”的沉重打击后，又在灾害频繁、政治腐败、藩镇割据的共同作用下，日趋衰落，终于公元906年为后梁所取代，中国由此再次进入“五代十国”的分裂动乱时期，沙陀、契丹、党项等北方游牧民族伺机向南扩展，契丹族在耶律阿保机的带领下，建立了辽王朝，统一了北方地区，并成为中原王朝北方边境的忧患。

(五)宋元暖期

气候总体温暖，但极不稳定，东北地区表现得尤为明显，如前所述，其最暖年代与最冷年代之间的年均气温相差达4.8℃。虽然中原王朝在该时期里社会、经济、文化、科技等方面取得了很大的发展，但因两宋一直推行“重文抑武”的国策，防民甚于防寇，因而在相对的寒冷时期(如1110~1200、1261~1290)，中原王朝未能遏制契丹、党项、女真、蒙古等游牧民族的南下，给中原地区带来了深刻的影响，尤其是金、元政权不仅直抵达长江以南地区，而且攻陷汴京、制造“靖康之难”，偏安一隅的南宋王朝在南下元军的铁蹄下灭亡，蒙古族由此成为入主中原的第一个游牧民族。

(六)明清冷期

明清时期，气候寒冷，素有“小冰期”之称，其中，东中部地区冬半年均气

---

①《后汉书》卷89《南匈奴传》

温较今约低 0.4℃，东北地区平均气温较今约低 0.7℃，而西北地区最冷的 10 年(1470s)则较今低达 1.6℃。在这寒冷的气候背景下，明王朝与北方游牧民族的关系未像南宋王朝那样，偏安一隅，而是采用积极应对的姿态，倾全国之力完善长城，从而有效遏制了北方游牧民族的南下。但到了明末，气候变化加剧，不仅寒冷，而且持续干旱，最终诱发了崛起于白山黑水之间的满族，强势南下，并代明而兴，成为入主中原的第二个游牧民族。

在明末恶劣的气候下，为了寻找新的生存环境，居住于新疆塔尔巴哈台地区的蒙古土尔扈特部落被迫于 1628 年离开故土。他们越过哈萨克草原，西迁至人烟稀少的伏尔加河下游、里海之滨，建立起土尔扈特汗国。在伏尔加河流域生活了 140 多年后，到了气候回暖的 18 世纪 60~70 年代，土尔扈特部落在沙俄空前的高压政策下，人心思归，于 1771 年 1 月 5 日发动武装起义。之后，他们历时半年，在首领渥巴锡的带领下，越高山，涉恶水，度严寒，历酷暑，于 1771 年 7 月胜利东归，踏上祖国伊犁河流域的故土。

从上述简要的分析，我们可以看到：① 气候变化对中国的历史进程和民族关系有着重大的影响。一般而言，在寒冷干旱期，农耕区的生产能力降低，社会矛盾会相应地累积，而北方游牧民族则更直接地面临着生存危机，因而导致游牧民族扩张而农耕民族收缩的现象；在温暖湿润期，情况则相反；② 在没有战乱的和平年代，也有民族间的交流与融合，既有北方游牧民族的内迁，也有中原汉民族的北迁，所不同的是，这种交流不以战争为手段；③ 气候变化对民族关系的影响并非是绝对的，而是与各民族之间的政治、军事、生产力水平等社会经济因素交互作用的结果，如两宋期间虽处于相对温暖期，但同样也不能阻遏北方民族的南下。

第五节　气候变化与中原王朝的兴衰

过去两千多年中，有无数个大小政权出现在中国的历史舞台上，每个朝代都经历着从弱变强、由盛转衰的过程，朝代更替史在某种意义上就是中国的历史。国内外许多学者从不同角度进行研究，试图解释中国历史演进的这一特征。概言之，主要有三种观点。一是人口压力说。认为人口规模与社会治乱有着密切的关系，一代人口的最高峰期，往往也是一个朝代的全盛时期，同时又是这个朝代盛极而衰的前夜(胡继迁，1984；赵海月，2001)；二是朝代循环理论。把朝代的兴亡、社会的动荡和稳定以及经济的发展与衰落完全归结为社会演化和管理失误的结果(Hartwell，1967；Elvin，1973；Skinner，1983)；三是气候变化说。认为中国历史的演变，除了受社会、经济等因素影响外，气候变化也是其发生变化的一

个重要原因，甚至是一个潜在的直接动因(葛全胜，1995；Cowie，1998；许靖华，1998；章典等，2004)。然而，由于气候变化对中原王朝的影响不像农民起义、民族战争那样急剧，可直接地表现出来，因此，问题一直未引起人们的足够重视。本节通过对秦汉以来在中原王朝发生的一些重大事件(表5.5)的梳理，简要阐明各时期社会发展的主要特点，并与历史气候变化过程相对比，以探寻可能对中原王朝兴衰的影响。

表5.5 秦汉以来重大社会事件表

时期	重大社会事件	起讫时间	影响与意义
秦汉时期	秦末陈胜、吴广农民起义	公元前209年	中国第一次农民大起义，推翻秦王朝，促成西汉王朝的建立
	西汉在文帝、景帝统治时期，出现“文景之治”	公元前179~前141年	汉前期执行与民休息、轻徭薄赋、以德化民的政策，使国家政治清明、经济发展，为西汉王朝的兴盛奠定了基础
	吴楚“七国之乱”	景帝三年(公元前154)	七国之乱的平定，加强了西汉王朝中央集权制度，为汉武帝进一步解决王国问题，创造了必要的条件
	张骞出使西域	武帝建元三年(公元前138)	促进丝绸之路形成和发展，使汉夷文化交往频繁，中原文明迅速向四周传播
	武帝时期在河套地区大量移民，屯垦实边，北界达到今内蒙古伊盟杭锦旗境内	武帝元朔元年(公元前128)至元鼎二年(公元前115)	开辟河套，兴修水利，发展边疆农业，适应边防之需，北拓疆域
	置西域都护，屯田于乌垒城	西汉神爵二年(公元前60)	从此始，中原王朝在西域建立管理机构，进行屯田
	新莽末年爆发赤眉、绿林农民起义	天风五年(公元18)至东汉建武三年(公元27)	推翻王莽政府，建立东汉王朝；人口锐减约40%
	东汉初年“光武中兴”	建武元年（公元25）至中元二年（公元57)	东汉初年出现了社会安定、经济恢复、人口增长的局面
	北方少数民族匈奴南北分裂	建武二十四年(公元48)始	北匈奴西迁，退出蒙古高原；南匈奴内迁归附中原王朝
	班超出使西域	永平十六年(公元73)至永元十四年(公元102)	明帝遣班超出使西域，镇抚西域各国，恢复对西域的统治，对巩固中国西部疆域、促进多民族国家的发展做出了卓越贡献
	东汉末年，黄巾农民起义	中平元年(公元184)至初平三年(公元192)	东汉政权经过黄巾起义，迅速趋于瓦解
魏晋南北朝	曹丕逼迫献帝让位	公元220年	东汉王朝灭亡，继之是中国历史上又一个长期分裂的时期
	三国鼎立局面	公元220~280年	东汉末年至三国初期，出现上百万人口从中原迁至江淮之间、长江以南、汉中盆地和四川盆地
	西晋初年“八王之乱”	公元291~306年	经济受到严重破坏，数十万人民丧失生命，并引起中国历史上的大分裂时期

续表

时期	重大社会事件	起讫时间	影响与意义
魏晋南北朝	西晋末年“永嘉之乱”	永嘉五年(公元 311)	匈奴攻陷洛阳、掳走怀帝，北方少数民族大举南侵中原，形成中国历史上第一次大规模人口南迁
	黄河流域出现“五胡乱华”	公元 304~439 年	百余年间，北方各族及汉人在华北地区建立了数十个强弱不等、大小各异的国家，开启了“五胡十六国”时期
	北魏政权统一北方	公元 439 年	鲜卑拓跋氏政权从贝加尔湖畔南迁数十万敕勒人至漠南广大地区，统一中国北方，结束了“五胡”纷争的局面
	北魏孝文帝迁都洛阳	公元 495 年	促进了以鲜卑族为中心的北方各少数民族的封建化，促进了北方各族的大融合
	南北划江分治的局面	公元 420~589 年	南北战争不断，人口锐减，6 世纪末，全国人口只相当东汉后期的人口数量
	南朝梁武帝萧衍末年“侯景之乱”	公元 548~552 年	把素有“最富庶”的三吴地区、长江中下游地区，变成了“千里绝烟、人迹罕见，白骨成聚如丘垅焉”的残破景象
隋唐时期	隋朝建立	公元 581~618 年	完成国家统一；经济、政治得以发展；大业二年(公元 606)，全国人口为 4601 万
	隋末瓦岗农民起义	公元 611~618 年	推翻了隋炀帝的暴虐统治，打击了士族地主，对唐初的政治、经济产生了重大的影响
	唐太宗灭东突厥汗国	公元 626~630 年	促使西突厥的瓦解；在此后约 50 年中(公元 630~682)，东突厥汗国臣属于唐王朝
	唐太宗“贞观之治”	公元 627~649 年	经济发展，社会安定，政治清明，人民富裕安康，出现了空前的繁荣，为其后的开元盛世奠定了基础
	唐高宗灭西突厥汗国	显庆二年(公元 657)	巩固了中原王朝对西域的管理，并在西突厥故地设置濛池、昆陵二都护府
	唐高宗置“安西四镇”	显庆三年(公元 658)	唐高宗移安西都护府于龟兹国，于龟兹，毗沙，疏勒，焉耆四镇置重兵，史称安西四镇
	唐玄宗“开元盛世”	公元 713~741 年	开土拓疆，疆域辽阔；政局稳定，经济繁荣，文化昌盛，国力富强；人口自唐初的 2500 万增至 8000 万人
	唐“安史之乱”	天宝十四年(公元 755)至宝应元年(公元 762)	唐朝由盛而衰，也是中国历史上盛衰的分界线；形成藩镇拥兵自重，在中国历史上出现了第二次大规模人口南迁
	唐宪宗“元和中兴”	公元 806~820 年	平定藩镇的叛乱，致使“中外咸理，纪律再张”，出现了“唐室中兴”的盛况
	唐武宗“会昌中兴”	公元 840~845 年	武宗一连串振兴朝廷的政绩，史称会昌中兴。武宗重视道教，禁止道教以外的佛教、景教等，故又称会昌灭佛
	唐末黄巢发动起义	公元 875~884 年	第一次提出“均平”口号，建立了革命政权，冲击了封建制度。标志着农民战争发展到一个新阶段，给后世的农民斗争以重大的影响
五代与宋元	“五代十国”的纷争	公元 907~960 年	中国再一次进入了大割据时代，社会动乱，四分五裂，人口锐减，北宋建立时人口不足盛唐时的一半，约 4000 万左右
	北宋王朝建立	公元 960 年	结束了自唐末以来四分五裂的局面，使中国归于统一
	北宋“靖康之难”	1127 年	金攻破北宋首都开封，宋室南迁，北宋灭亡；中国第三次大规模人口南迁；北方经济进一步萎缩

续表

时期	重大社会事件	起讫时间	影响与意义
五代与宋元	蒙古统一与蒙古西征	1219~1270年	13世纪蒙古帝国进行了三次西征，打通了东西方交通之路，建立了一个横跨欧亚的大帝国
	蒙古游牧民族入主中原	1271年	开创了蒙元时代，并于公元1276年，灭南宋政权；公元1279年，元朝统一中国；中国开启游牧民族统治时代
	元末红巾军农民起义	1351~1363年	对瓦解和推翻元朝的统治起了决定性作用；北元政权退回蒙古高原；推动了大明王朝的建立
	明初“洪宣盛世”	1368~1435年	社会经济迅速恢复，生产力逐步提高，耕地增加，人口增殖，促进大明王朝的强盛
明清时期	明英宗“土木堡之变”	1449年	“土木之变”是明朝前期与中期的分水岭，也是明朝社会经济发展的转折点
	明末李自成、张献忠农民起义	1630~1645年	李自成、张献忠征战十余年，推翻了大明王朝；经济萧条，社会动荡，农民起义蜂拥；朝代更迭战争不断，人口数量锐减
	满清入关	1644年	清初，满人倾族入关，北方游牧民族再次入主中原，统治中国，明朝被推翻
	平定“三藩之乱”	1673~1680年	削平三藩，加强了中央集权，维护了国家统一，为康乾盛世奠定了重要的基础
	康熙武力收复台湾	1683年	结束了由郑氏家族为期20余年的偏安局面，终于实现了台湾与祖国大陆统一的盛世
	清康雍乾盛世	1681~1796 (持续时间达115年)	最终完成国家统一，疆域扩大，经济繁荣，社会迅速发展，人口数突破3亿大关，并在政治、经济、文化等诸多方面将中国传统社会推向了一个新的高峰
	平定准噶尔贵族叛乱	1690~1757 (历时近70年)	不仅维护、巩固了西北边陲，消灭了准噶尔贵族分裂势力，而且也打击了沙皇俄国侵略中国准噶尔的野心，对维护祖国统一、反对民族分裂有着重要意义
	鸦片战争	1840年(道光二十年)	使中国社会走上了半殖民地半封建的道路，造成了民族的极端贫困，严重阻碍了中国社会生产力的发展
	太平天国运动	1851~1864年	把斗争矛头指向清王朝，加速了清王朝和整个封建制度的衰落与崩溃，使清朝的统治更加风雨飘摇
	中日甲午战争	1894年	标志着外国资本主义对中国的侵略进入了以资本输出为主要手段的新阶段，进一步加深了中国半殖民地化的程度
	义和团农民起义	1898~1900年	沉重打击了清统治和外国侵略者，促使民族觉醒，对民主革命的胜利起到了推动作用

一、中原王朝“治乱”分期及其特点

自秦汉以来，中国历史上一个显著特点是“治世”和“乱世”的交替出现。根据历朝历代的政治局面、社会秩序和治乱水平，可将中国封建时期划分为秦汉、魏晋南北朝、隋唐、五代与宋元及明清5个阶段，其“治”与“乱”的特点分述如下。

(一)秦汉

秦汉是中国中央集权制度形成与发展的时期。公元前221年，秦王嬴政结束了战国以来中原封建诸侯长期割据的局面，建立了中国历史上第一个中央集权的统一多民族国家。然而，短短十五年后，这个幅员辽阔的帝国就由于急政暴虐统治，在陈胜、吴广农民起义的冲击下轰然倒塌。此后，经过4年的楚汉之争，公元前202年，汉高祖刘邦创立西汉王朝。在前几任皇帝的精心治理下，相继迎来了“文景之治”、“昭宣盛世”等被传统史学家称羡的治世时代。但进入公元前1世纪后，由于外戚和宦官势力的兴起，西汉开始走向衰败，最终在公元9年，被王莽建立的新朝取代，但不久王莽新朝便被赤眉、绿林农民起义推翻。汉朝宗室刘秀趁势即位，史称东汉。东汉政权于公元37年统一全国后，在光武帝、明帝和章帝在位期间，进入全盛时期，史称“光武中兴”和“明章之治”。但公元3世纪初，接连几个皇帝的软弱无能，致使皇权旁落，最终东汉灭亡于大规模叛乱之中。

纵观秦汉统治中国的400多年的历史(公元前221~公元220)，虽然个别年份处于农民起义和国内叛乱的混乱期，但整体而言，该时期是中国历史上第一个多民族的封建大一统时期。在此期间，以汉族为中心的中原王朝疆域基本奠定，社会经济文化得到空前发展，国家强盛，呈现出一派太平盛世的繁荣景象。此外，中原王朝积极拓展疆域，张骞出使西域、丝绸之路形成和西域都护府的建立加强了内地同边疆地区的文化交往，中原文明得以迅速向四周传播，中国也因此成为当时声名隆赫的强大帝国。

(二)魏晋南北朝

公元220年，曹丕逼迫汉献帝让位，改国号魏，东汉灭亡，中国进入分裂的三国争霸时代。公元265年司马炎代魏称帝，建立西晋，在公元280年灭吴之后，结束了东汉末年以来的分裂，统一全国。但晋武帝死后不久，宗室间便爆发“八王之乱”，塞外游牧民族乘机起兵，导致“永嘉之乱”，黄河流域从此进入“五胡十六国”的纷争时代，直到公元439年鲜卑拓跋部建立的北魏才重新统一北方。西晋灭亡后，晋朝宗室司马睿在江南重建晋王朝，史称东晋。公元420年，刘裕代晋，改国号曰宋，东晋亡。自此，中国进入了划江分治的南北朝阶段。公元589年，原北周大臣杨坚建立的隋朝灭掉南陈，统一中国南北方，长达近四百年的分裂局面终告结束。

魏晋南北朝是中国历史上政权更迭最频繁的时期。除了西晋(公元265~316)有短暂统一外，近400年间，中国一直处于分裂状态。由于长期的封建割据和连绵不断的民族战争，及至西晋“永嘉之乱”爆发，形成中国历史上第一次大规模

人口南迁。这时，以北方黄河流域为重心的经济格局也开始改变。南方相对稳定的社会环境，加上北方涌入的大批难民，使肥沃的长江流域逐渐繁荣起来。这一时期文化的发展也带有分裂割据的烙印，不同的地域和民族文化风格迥异，具有明显的差别。但另一方面，汉文化与边疆文化的相互影响、交相渗透，促进了经济的恢复和发展，民族大融合的形成也为隋唐时期的繁荣奠定了基础。

(三)隋唐

公元589年，隋文帝杨坚结束了中国漫长而混乱的分裂状态，重新建立起统一的王朝，并使其迅速强大起来，史称“开皇之治”。但由于二世炀帝横征暴敛而致民怨沸腾，隋朝仅存37年便宣告消亡，代之而起的是大唐王朝。唐初气候温暖，太宗李世民虚心纳谏、励精图治，国家政治清明、社会安定、经济迅速恢复，后人誉之为“贞观之治”。之后，高宗李治、武皇则天和玄宗李隆基等几任统治者在位期间，气候虽有波动，但总体上仍旧温暖，经过唐政府的精心治理，至开元年间，唐朝已进入了全盛时期，政治、经济、文化等各方面都居于当时世界领先地位，史称“开元盛世”，这是继汉武帝前期之后，中国历史上出现的第二次鼎盛局面。公元740~760年冷期，伴随着宦官势力的壮大，地方节度使权力膨胀，“安史之乱”于公元755年爆发。虽然叛乱最终被镇压，但经此一役，唐朝迅速由盛转衰，农民起义不断，各方节度使拥兵自重。最终，在黄巢起义的沉重打击下，唐哀帝于天祐四年(公元907)被逼让位于朱温，唐朝灭亡。

尽管唐末基本处于分裂状态，但隋唐时朝(公元581~907)的中国，总体上是统一的，并被世界公认为中国历史上最辉煌的时期之一。隋唐社会宏大的格局、开放的气势、壮阔的场面，为历朝历代所无法比拟。在汉代丢失的中亚广大地区被重新征服；横贯大陆的贸易繁荣无比；科学技术、天文历算进步突出；文学艺术百花齐放，诗、词、散文、音乐、舞蹈、书法、绘画和雕塑，都有巨大成就。文明先进而富庶强大的唐王朝成为当时欧亚大陆经济文化交流的中心，超过百万人口的长安，成为闻名世界的国际大都会。唐朝当时业已完备的各种政治、经济制度和文化内涵，大大影响了世界，特别是东亚国家的发展历史。

(四)五代与宋元

唐末，封建割据势力横行，中国再次陷入四分五裂的状态。中原地区相继出现了后梁、后唐、后晋、后汉、后周五个朝代和割据于西蜀、江南、岭南和河东的前蜀、后蜀、吴、南唐、吴越、闽、楚、南汉、南平(荆南)、北汉十几个政权，合称五代十国。然而，五代十国的分裂局面没有像魏晋南北朝那样持续几百年的时间，唐灭亡仅半个世纪之后，北宋政权(公元960~1127)就统一了中原大部，但

与宋同时代的辽、金、西夏等国的强大，使北宋政权一直处于外族的威胁之中。在经历了经济、文化、科技的繁盛之后，由于宋徽宗的荒淫无道，公元1127年，金军攻破开封，掠去徽、钦二帝，北宋灭亡，史称“靖康之难”。宋徽宗之子赵构在淮水以南重建宋朝，史称南宋(1127~1276)。公元1279年元朝统一全国，蒙古成为历史上第一个统治中国的游牧民族。蒙元政权在统治中国98年之后，于1368年被朱元璋领导的农民起义推翻，退居漠北。

公元907~1368年的400多年，中国经历了国内分裂割据、几个政权并立和元朝大统一的三个时期，其中，宋朝是中国历史上经济发达、科技发展、对外开放程度较高，但军事实力较为软弱、政治上较为无能的一个王朝，因此，一直未能统一全国。但北宋建国之后，中原地区在大部分时间里是比较安定的。元朝的建立则一举奠定了元、明、清六百多年国家长期统一的政治局面，其疆域空前广阔，横跨欧亚大陆。不过，在宋朝灭亡过程中，游牧民族对宋朝先进生产关系的毁灭性打击，使一直处于上升阶段的东方先进文明，从此逐渐转向衰弱，丧失了参与近代科学和文明发展的基础。

(五)明清时期

1368年，朱元璋建立了中国历史上最后一个由汉族统治的专制王朝。明初，天下大治，相继出现了如“洪武之治”、“永乐盛世”、“仁宣之治”等“海内清平，万邦来朝”的和平景象。然而，1442年后，宦官开始擅权，1449年发生的土木堡之变，使明朝国力大损，由盛变衰，后经“弘治中兴”和“万历新政”再度中兴。惟至万历朝中期始，皇帝怠政，官员腐化，明朝开始走向衰亡。到崇祯年间，又因连年旱灾，人民纷纷揭竿而起。公元1644年，李自成率军攻克北京，崇祯帝自缢。同年清军入关，驱逐李自成，建立了中国历史上最后一个专制王朝。在清初几位皇帝，康熙、雍正和乾隆的统治下，清帝国成功地平定“三藩”、收服了新疆、西藏、蒙古以及台湾等许多地区，内地和边疆的社会经济都有所发展，至18世纪中叶，人口突破3亿大关，封建经济发展到一个新的高峰，史称“康乾盛世”。但从乾隆后期开始，清朝统治日益腐败，逐渐走向衰落。1840年，鸦片战争爆发之后，西方列强的冲击与太平天国的叛乱加速了清廷的衰亡。1911年清宣统帝下诏退位，中国2000多年的专制王朝统治宣告结束。

明清统治时期(1368~1911)，中国作为多民族统一国家的政治局面得到了巩固，特别是清朝平定准噶尔、回部，统一了新疆，一举解决了中国历史上游牧民族和农耕民族之间旷日持久的冲突，奠定了中国今天疆域的基础。经济方面，大量荒地被开垦，耕地面积迅速扩大，农业生产持续发展，但清中期以后，人口已经增加到传统农业技术无力负担的程度，人地矛盾导致了大规模农民起义的爆发。

文化技术方面，由于明清统治者轻视科技并实施闭关锁国的错误政策，致使科技发展水平极大落后于西方。最终，在国内叛乱和外强侵略的双重压力下，稳定统一了500多年的中国再度陷入混乱和分裂之中。

秦汉以降，中国统一与分裂的起止时间(表5.6)可知，自公元前221年秦建立封建统一王朝至1911年清朝灭亡，共历时2133年。其中，统一时期历时1271年，占59%，持续百年以上的有西汉、东汉、唐、明和清五朝，而秦、西晋、隋和元代的统一时间则不超过75年；分裂时期历时873年，占41%，其中东晋至南北朝和五代辽宋夏金两个时期分裂时间均在200年以上，其余除东汉末年至三国鼎立这一阶段僵持近百年外，基本为各朝代更迭间隙的短暂混乱期。

表5.6 秦汉以来中国统一与分裂时间表

统一时期			分裂时期		
起讫时间	事由	时间/a	起讫时间	事由	时间/a
公元前221~前206年	秦统一全国	15	公元前206~前202年	楚汉之争	4
公元前202~公元9年	西汉一统时期	211	公元9~25年	王莽篡汉至刘秀建立东汉	16
公元25~183年	东汉统一时期	158	公元184~280年	黄巾军起义至晋灭东吴(包括三国)	97
公元280~304年	西晋统一	25	公元304~589年	东晋、十六国、南北朝至隋文帝灭陈	286
公元589~611年	隋统一至隋末农民战争	22	公元611~623年	隋末农民战争至唐朝灭割据	12
公元623~884年	大唐统一时期	261	公元884~1279年	五代、辽、宋、西夏、金至元朝统一	395
1279~1354年	元统一时期	75	1354~1372年	元末农民起义至朱元璋灭割据	18
1372~1616年	明统一时期	244	1616~1661年	努尔哈赤建立后金反明至清平定南方	45
1661~1911年	清统一时期	250			
合计		1261			873

二、气候变化对中原王朝兴衰的影响

中国历代中原王朝的兴衰荣枯，北方游牧民族的南进北撤，轰轰烈烈的农民起义和政治疆域的迁移变化，似乎印证了“分久必合，合久必分”这一周期性规律。但若将中国过去2000年来气候冷暖变化与中原王朝兴衰的时期进行对比(图5.9)，则可发现两者之间存在着良好的对应关系，大凡社会稳定、经济发达、国势强盛、人口增加和疆域扩展的大一统王朝时代，恰恰都与气候暖湿或变暖期大体一致；而藩镇割据、农民起义和外族入侵的分裂混乱时期，则都属于中国历史上的气候冷期与变冷期。

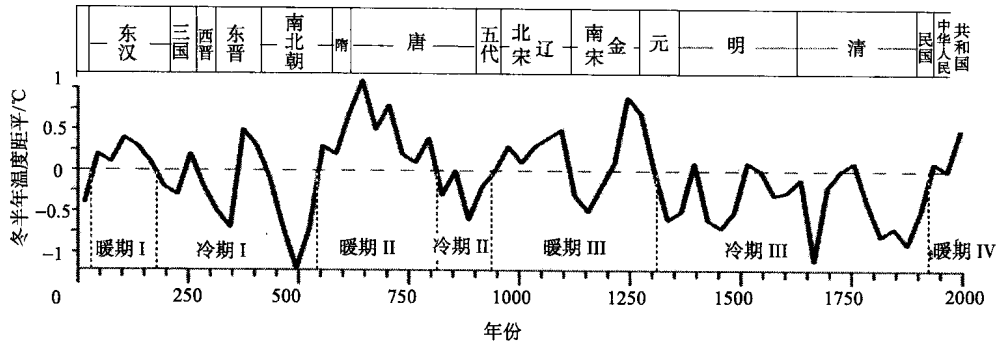


图 5.9 中国历史上中原王朝兴衰与气候变化

图中的第一个暖期为公元前 210~公元 180 年，大致对应中国历史上的秦及汉朝，气候相对温暖，中国东中部地区冬半年均气温较今高 0.27℃，穿越沙漠的丝绸之路就是在这个暖和湿润的年代建立起来的。正是在这样的气候背景下，秦汉时期的中原王朝出现了“文景之治”、“武昭宣盛世”和“光武中兴”等太平盛世，疆域范围也有效地拓展到了西域与中亚地区，中国的政治、经济、文化发展达到了中国封建社会的第一个高峰；第二个暖期为公元 541~810 年，大致对应于中国的隋朝至唐中期这一阶段，冬半年均气温较今高 0.48℃，冷暖波动幅度较小。在暖湿气候下，中原地区水利发达、农业丰收、经济繁荣、政局稳定，封建社会达到了中国历史上最鼎盛的时期。前两个暖期均对应着中国历史长期繁荣、昌盛的盛世王朝，无论经济、文化和人口都达到了一个顶峰。可见长时间的气候适宜期为社会进步提供了一个好的外部条件。图中的暖期III(公元 931~1320)，对应于中国历史上的五代后期、两宋至元代中期，中国东中部地区冬半年均气温较今约高 0.2℃。虽然宋与辽、金及西夏等几个政权并存，未统一全国，但从经济水平来看，宋朝的富裕程度并不亚于汉唐，这与气候的相宜不无关系。元明清的大一统时期，虽然处于气候的第三个冷期(1321~1920)，然而，仔细分析该时期的冷暖波动过程可发现，国家兴旺发达的阶段均对应于冷期中相对温暖的时段。例如，1381~1410 年、1501~1560 年、1711~1770 年，中国东中部地区冬半年均气温与今相近或略高，对应“洪宣盛世”、“康乾盛世”等繁荣期。

与暖湿气候期相间隔，自秦汉以来中国气候共经历了 3 个冷期。第一个冷期(公元 181~540)，中国东中部地区冬半年均气温较今低 0.25℃，恰好对应着历时最长的动乱岁月——魏晋南北朝。东汉末期灾害频繁，水旱蝗灾接连不断，仅安帝一朝十九年中，水灾即达 11 次，旱灾 7 次，蝗灾 7 次，受灾范围遍及全国；西晋统治下的公元 281~290 年 10 年间，中国北部和中部大面积干旱，饥荒引起大量饥民死亡，甚至出现人吃人的现象，并在 309 年即晋怀帝永嘉三年达到了顶峰。

气候环境的持续恶化，导致了“黄巾起义”和“永嘉之乱”等战乱爆发。中原王朝最终被来自北方的入侵者所推翻。公元810~930年为第二个冷期，大致对应于中国历史上的唐后期至五代前期，东中部地区冬半年均气温较今低约0.28℃，而东北地区年平均气温较今低0.8℃。同样，这一时期对应的也是中国相对混乱的时期，唐中期的“安史之乱”就发生在暖期II向冷期II的过渡阶段，而进入冷期后，唐王朝就处于名存实亡的状态，各地叛乱不断。唐亡之后的五代十国更是如此。导致中国历史上出现了第二次大规模人口南迁。北宋“靖康之难”也发生在暖期III其间一个长达近百年的相对寒冷时段(1111~1200)。在暖期III向冷期III转变时，强降温时段(1261~1290)与蒙古族人南征最后统一中国相一致。而元末明初和明末清初这两个朝代更迭期对应的气候更是冷期III中的冷谷。就明末农民战争来说，明崇祯年间黄河流域连续10年(1632~1641)干旱，蝗虫遍地，粮食经年绝收，以致父子夫妻相食。在这种情况下，李自成率领农民揭竿而起，势如破竹，推翻了明王朝几百年的统治。

气候冷暖是文明兴衰的自然基础。气候条件决定着农业生产水平，而粮食等资源的供给与社会需求之间的矛盾变化，即人地关系则是气候变化对王朝兴衰影响的实质，左右着历史的进程。气候处于温暖、湿润的适宜期时，社会发展进入良性循环：粮食产量大幅增加，带动人口数量上升，土地、劳动力增加之后，又会继续扩大耕地面积，反过来又会使粮食继续增产。国家整体上有相对优越的自然资源条件，这为生产与文化的发展提供有利的环境条件，因而也必然会促进了文明的兴旺(方修琦等，2004)；而当气候处于又冷又干的不适宜期时，社会则转向恶性循环：农业歉收，而人口无法迅速减少，人口与粮食的矛盾就导致人口南迁、农民起义和外族入侵等影响社会安定的重大事件发生，国家财政收入难以保证，尽管一开始政府还能进行镇压和作战，但战争迅速耗去国家累积的财富，动摇其统治根基，为解决军需而增加的税收则会激起更大的社会矛盾，最终使王朝走向衰败。

需要说明的是，我们认为气候变化及由此引起的后果对中国历史时期中原王朝兴衰产生了重大影响，但是这并不是否认或忽视其他因素，尤其是社会政治因素的作用。

第六章　秦汉：六合春熙的朝代*

“秦王扫六合，虎视何雄哉！挥剑决浮云，诸侯尽西来。”[①]公元前221年，秦王嬴政结束了春秋战国时期长达数百年的诸侯纷争局面，建立了中国历史上第一个统一的多民族中央集权国家。秦(公元前 221~前 207)国运祚短，仅存续 15年，但其开创的大一统政治格局，为继之而起的两汉王朝(西汉，公元前 206~前25；东汉，公元 25~220)的统治提供了平台。

秦汉时期(公元前 221~公元 220)是中国专制社会史上第一个阶段，历时 441年，在政治、经济、文化等方面皆为后世专制社会的演进奠定了基础。现今国人津津乐道的“六合一统、大漠汉风”，正是对该时期军事强盛、经济文化空前繁荣的高度赞许。当时，中原王朝的疆域十分辽阔。始皇时，王土“西涉流沙(即“居延泽”，今甘肃岷县西北)，南尽北户(北回归线以南的今两广南部)，东有东海，北过大夏(今太原附近)”[②]；两汉时，经与匈奴等少数民族部落的争战，汉王朝疆域更胜秦时。最广时，汉朝范围东至朝鲜半岛中北部，北及河套、阴山之北，西抵葱岭、巴尔喀什湖一带，西南达今越南中部(图 6.1)。

秦建立了中央统属郡县的集权制度，统一了文字、度量衡、车轨、货币等，其封建集权式的国家政治基本框架为两汉及后世各朝所袭用。故有史者曰，“凡秦之政，皆待汉行之。秦人启其端，汉人竟其绪”，“自秦以来，其制未变”、“百代犹行秦法政”(柳翼谋，1923)。

秦汉时期社会经济迅速发展，曾先后出现了“文景之治”(公元前 179~前141)、“昭宣中兴”(公元前 87~前 48)、“光武中兴”(公元 25~57)、“明章之治”(公元 57~88)。西汉时农田面积达 827 万顷[③]，小麦等农作物种植面积不断扩大。除农业外，全国的牧业、采矿业、交通业、手工业、商业等也均有较大发展，形成了关中、关东和巴蜀三大主体经济区。江南地区、河西走廊也逐步得到开发。

---

* 本章执笔人：葛全胜、刘浩龙、郑景云。何凡能协助修改了文字，王顺兵协助查阅部分资料

① [唐]李白：《李白诗集》卷 1《古风三》

②《史纪》卷 6《秦始皇本纪》

③《汉书》卷 28《地理志》

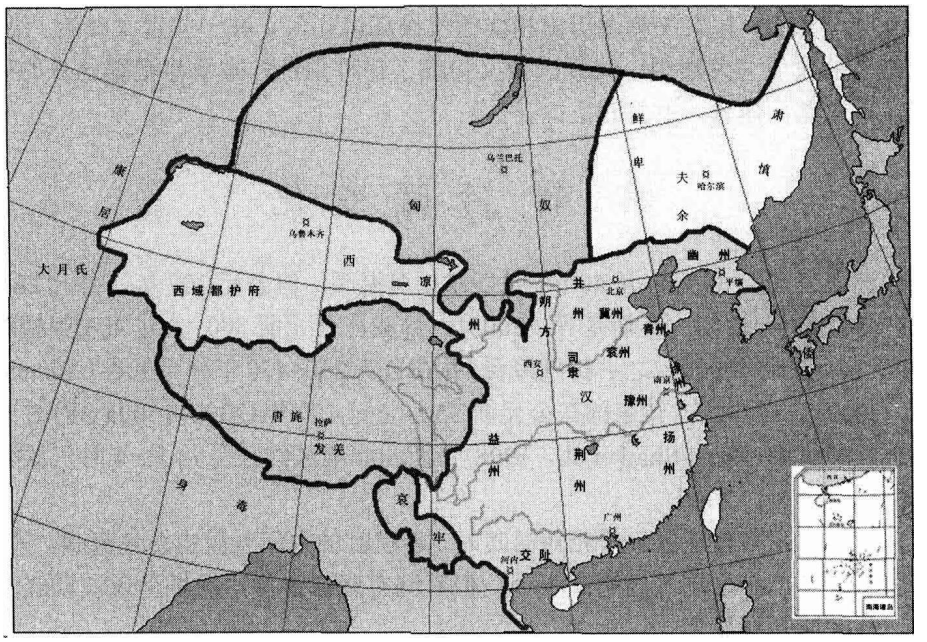


图 6.1　西汉时期全图(谭其骧，1982)

随着经济的发展，秦汉时期的人口数量不断增加。据估计，秦时全国人口约4000 万；汉初，由于战争锐减至 1500 万~1800 万(葛剑雄，2002)。之后，由于气候变化、社会经济的波动、战乱的平息或爆发，两汉的全国人口数出现数次大的波动。平帝元始二年(公元 2)及恒帝永寿三年(公元 157)时，人口近 6000 万，达到两汉高峰；西汉末及东汉末，人口则不及高峰时的半数。

两汉时科技与文化的诸多领域，如农学、医学、哲学等，也取得了长足的进步。《氾胜之书》、《四民月令》、《伤寒杂病论》、《淮南子》等著作，至今对指导人民生产、生活实践仍具有重要的参考价值。西汉时形成的“天人之际，合而为一”的哲学观念，与当代人类社会“可持续发展”的理念高度契合，是中华文化殿堂里璀璨的明珠。

“人类的历史总是受到三种动力影响：人口的增长和迁移、自然环境的限制和机会，以及新科技的突破”(保罗·甘乃迪，1993)。气候是自然环境系统重要部分。气候变化不仅对人类文明的演进产生了重要的影响，而且历史上一些重大事件本身就是气候变化的产物。全球变暖曾给欧洲、亚洲和北美文明带来过繁荣，寒冷的气候则造成农业减产，形成饥荒与流行病(布赖森，默里，1981)，导致历史上的民族大迁移(HsüK，1996)。有学者认为，与秦汉王朝同时并称于世的罗马帝国的兴盛，与公元前 300 年欧洲的气候变暖有关，“原来隔开了意大利和欧洲其他地方的阿尔卑斯山各山口变得畅通了，相应地激发了罗马帝国的野心”(戈

尔，1997)。那么，与秦汉辉煌历史相伴的气候环境如何？在一些重大政治、经济、文化事件的发生与发展中，气候因素又扮演了何种角色？本章将根据已有的研究进展，对这些问题作一些探讨。

第一节 冷暖变化

欧洲在公元前300~公元400年时气候相对温暖，但公元207年、公元221年存在严冬现象(布雷特·辛斯基等，2003)；挪威在公元前500~公元400年相对温暖，并于公元初达到最暖，之后持续降温，并在公元250~450年降至低谷(Andersson et al.，2003)。在非洲，其东部在公元前350~公元450年(2300~1500a BP)时亦处于一个温暖时期(Rietti-Shati et al.，1998)；西北岸地区约在公元50年时气候变冷(deMenocal et al.，2000)。

当北半球大多数地区气候相对温暖时，秦汉时的中国气候也总体温暖。其中，东中部地区冬半年平均气温略高于今；但其间有降温事件，后期呈现波动式变冷趋势，且区域差异显著。

一、东中部地区

本章东中部地区指中国东中部季风区，涵盖今大兴安岭、阴山山脉、贺兰山、乌鞘岭、巴颜喀拉山、唐古拉山、冈底斯山一线以东广袤的区域。秦汉时期，该地区大部分隶属中原王朝版图，是人类活动的主要区域，不仅历史文献记载丰富，而且后世对该区域多种自然证据(如孢粉、湖泊沉积物、石笋、古土壤等)的研究也较深入。

从新近掌握的史料及自然证据看，秦汉时期(公元前210~公元210)中国东中部地区气候相对温暖，冬半年平均气温较现今(1951~1980年30年的平均状况，下同)高约0.24℃，但存在“温暖(公元前221~前150)—偏暖(公元前150~前75)—温暖(公元前75~前45)—寒冷(公元前45~公元30)—偏暖(公元30~180)—寒冷(公元180~210)”的多年代际波动，且在波动中趋冷。其中，公元前210~公元30年，气候温暖，冬半年平均气温比现今高0.3℃；公元30~210年，气温虽较前一阶段为低，但仍处偏暖态势，冬半年平均气温比现今高0.15℃；最暖的30年出现在公元前210~前180年，冬半年平均气温较现今高1℃左右；最冷的30年出现在公元1~30年，冬半年平均气温较现今低0.4℃左右；冷暖波动幅度约1.4℃(图6.2)。

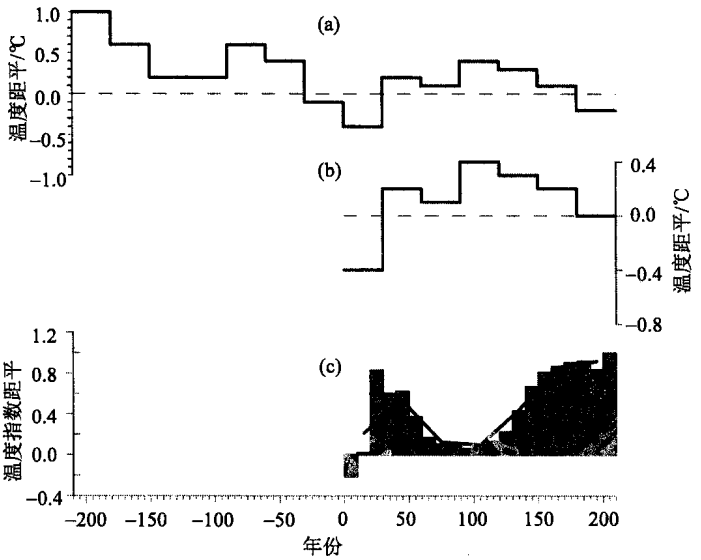


图 6.2　秦汉时期中国东中部地区冷暖变化

(a) 公元前 210~公元 210 年东中部地区冬半年温度距平序列，30 年分辨率，以 1951~1980 年为基准年，系著者最新研究结果；(b) 东中部地区过去 2000 年冬半年温度距平序列中的东汉部分，30 年分辨率，以 1951~1980 年为基准年(Ge et al., 2003)；(c) 中国过去 2000 年温度指数序列中的东汉部分，灰柱每 10 年，粗实线每 30 年(Yang et al., 2002)

(一) 秦及西汉前期(公元前 221~前 150)气候温暖

秦及西汉前期的气候延续了战国末的温暖态势，自秦初至景帝末，共持续 70 年之久。

秦运短暂，存世文献较少。但从成书于秦始皇六年(公元前 241)前后的《吕氏春秋・十二纪》所记述的物候时令“二月仲春，雨水之日。桃始华……玄鸟至……五月仲夏，蝉始鸣”看，秦并六国前，“桃始华”、“玄鸟至”和“蝉始鸣”的日期都比 20 世纪 80 年代提前了一个月，说明当时气候十分温暖。据估算，当时年平均气温比 20 世纪 80 年代高 1.5℃(刘昭民，1992)。成篇于公元前 237~前 235 年(陈奇猷，1979)的《吕氏春秋・任地篇》载：“冬至后五旬七日，菖始生。菖者，百草之先也，于是始耕。”此所述菖蒲始生之日(阳历 2 月 21 日前后)，比 20 世纪 80 年代陕西菖蒲三月上旬生叶的日期早十来天(王育民，1987)，也说明秦并六国前气候较为温暖。

秦时农业相对发达，虽连年征战，但粮库充盈，咸阳曾“十万石一积”，栎

阳则“二万石一积”[①]。楚汉相争时，昌邑诸城有“谷十余万斛”[②]，陈留“积粟数千万石”[③]，最有名的粮仓——敖仓更是“积粟甚多”，被看做是“天所以资汉也”。在自然经济时代，中国北方地区气温升降1℃，粮食增减10%(张家诚，1982)。依此可推断，秦时充沛的粮食仓储，应是在适宜农作物生长的温暖气候背景下形成的，否则秦筑长城、戍五岭、建阿房、穿骊山等一系列浩大工程无法持续十数年之久。

西汉前期，气候持续温暖。这可由当时的农业物候、节气次序、异常冷暖记录以及植物分布等资料得以证明。《淮南子·主术训》载：“昏张中，则务种谷；大火中，则种黍菽；虚中，则种宿麦；昴中，则收敛畜积，伐薪木。”据二十八星宿度赤道度数(张培瑜等，2008)测算，当时的种谷时间为阳历7月28日前后，种大豆约在10月15日，种宿麦在1月15日。现今谷子的播种时间，按农谚“谷雨不冻，插耧就种”、“谷雨早，小满迟，立夏种谷正适时”，最晚不迟于5月22日；大豆一般在6月下旬、7月上旬就完成播种；冬麦按现今河南、山西、山东等地的农谚看，“秋分早，霜降迟，寒露种麦正当时”，最晚在10月24日前完成。三种作物始种植的时间比现今晚近70天，由此可推知《淮南子》所反映的时段气候相当温暖，其气温有可能比现今高1℃以上。《淮南子》一书由淮南王刘安(公元前179~前122)组织编撰，于建元二年(公元前139)呈献给汉武帝。其写作时间多被认为是在景帝(公元前157~前141)时完成，亦有学者认为于武帝建元初年(公元前140~前139)写成(杨栋，曹书杰，2008)。无论何种观点，《淮南子》所反映的气候应是西汉早期。

作为中国农历核心内容的二十四节气，是人们对天象、气候、物候，及其与农事、政事关系的总结。历代政权为避免历法“分至乖失，则气闰非正”，影响农事，都曾调整过历法。不过，据“汉始亦以惊蛰为正月中，汉始以雨水为二月节”[④]，和“历家以雨水为正月中气，惊蛰为二月节，清明为三月节，谷雨为三月中气。而汉世之初，仍周、秦所用，惊蛰在雨水之前，谷雨在清明之前，至于太初，始正之云”[⑤]两则史料看，西汉初仍然沿用前朝“惊蛰—雨水—谷雨—清明”的节气次序，这不同于现今的“雨水—惊蛰”安排，说明西汉初气候延续周、秦之时的温暖，初春气温回升快，所以“蛰虫始振”较后世为早。

《汉书》中也留下许多表征西汉前期异常温暖的记录，而指示气候寒冷的记

① 睡虎地秦墓竹简整理小组编：《睡虎地秦墓竹简》，文物出版社，2001年

② 《史记》卷90《彭越传》

③ 《史记》卷97《郦生传》

④ [东汉]郑玄：《礼记注》

⑤ [宋]洪迈：《容斋续笔》卷13

录却寥寥无几。暖的记录，如“汉惠帝二年(公元前 193)，时又冬雷[①]，桃李华，常燠之罚也”[②]，“汉惠帝五年(公元前 190)，十月，雷，桃李华，枣实”[③]，“汉高后元年(公元前 187)秋，桃李华”[④]，“汉文帝六年(公元前 174)，十月，桃李华”[⑤]。冷的记录仅有一条，即汉文帝四年(公元前 176)“六月，大雨雪”[⑥]。

一些区域的文物考古证据也佐证了秦汉时期气候暖于现今的结论。陕西咸阳市秦都区 1 号沙河古桥遗木(2140±70a BP)材质多为冷杉、铁杉、云杉等针叶林木，也有少量楠木(赵砺等，1993)。结合汉代上林苑有“枞(冷杉)桔柽柟(楠木)，梓槭樆枫”[⑦]的记载看，伐木地可能在今关中地区。而从《秦岭植物志》看，铁杉、楠木现今仅零星分布于秦岭南坡，分布地明显较秦末汉初偏南，这说明秦末汉初关中地区的气候明显比现今温暖。

另据《马王堆一号汉墓动植物标本研究》一书，辛追夫人(公元前 186 年去世)墓中出土的麻雀骨骼，与现今的麻雀相比，明显偏小。动物种群个体大小与气温、食物量及食物的营养成分有关。其中就气温的影响而言，贝格曼定律有言，“同种动物，生活在较冷气候中的种群体型比生活在较暖气候中的种群大”。汉代全国生态环境好于后世，尤其是南方地区，沼泽、森林密布，麻雀的食物及食物养分皆不是问题，麻雀体骼小于现今的主因有可能是当时湖南地区的气候比现今温暖。

(二)西汉中期(公元前 150~前 75)气候略暖

对于西汉中期的气候状况，各种史籍有较多反映，相关证据不仅数量多于西汉前期，而且类型也更加丰富，涵盖了动植物分布、节气、人的冷暖感知、农业物候等方面。从这些证据看，自西汉中期开始，气候由温暖转为偏暖，持续时间达 70 余年，气温可能仍比现今高 0.2℃左右。

《史记》、《汉书》、《淮南子》等史籍中有关柑橘及竹林分布北界的记载表明，西汉前、中期气候已不如春秋时期温暖。《淮南子·原道训》载：“今夫徙树，失其阴阳之性，则莫不枯槁。故橘树之江北，则化为枳。”按前述，《淮南子》所述

---

① 冬日打雷按现今气象学解释，需有适宜的气温和潮湿的空气相配合，很可能与持续的暖冬有关（苏云，2004），另外，在两汉时，冬雷多与冬天桃李华等表征暖冬的物候连记，故本文采用陈业新（2007）观点，结合其他证据，将此时期冬雷现象作表征暖冬处理

② 《汉书》卷 27《五行志》

③ 《汉书》卷 2《惠帝纪》

④ 《汉书》卷 3《高后纪》

⑤ 《汉书》卷 4《文帝纪》

⑥ 《汉书》卷 27《五行志》

⑦ [东汉]班固：《西都赋》

物候信息可能是公元前157~前139年的，也可能是这段时间之前数十年的。引文中明确有“今”字，故可推知，这是指公元前157~前139年时橘树的种植北界在长江一线。虽然此线较春秋时期《考工记》、《晏子春秋》所载“橘逾淮而枳”，已明显南移，但与1951~1980年中国柑橘种植北界在长江以南，且还出现过3次极为严重的大面积冻害(龚高法等，1983)的情形相比，其种植北界仍较20世纪80年代为北。根据作物分布与纬度和温度变化之间的关系推算，当时冬半年气温虽不及春秋时高，但仍比20世纪80年代高0.2℃。

西汉名士东方朔(公元前161、162~前93)于建元三年(公元前138)上书武帝，言“汉兴，去三河之地，止霸、产以西，都泾、渭之南，此所谓天下陆海之地……又有粳稻、梨、栗、桑、麻、竹箭之饶”[①]，《汉书·地理志》亦载，秦地“有鄠、杜竹林。南山檀拓，号称陆海，为九州膏腴”。古今对比可知，至少在公元前138年之前，关中竹林十分繁茂，其分布北界在20世纪80年代的陕西省经济竹林分布北界(即陇县、眉县、周至、户县、蓝田、华县一线)(文焕然，1995)之北。

太史公于公元前104~前91年撰写的《史记·货殖列传》载有：“齐带山海，膏壤千里，宜桑麻。”“邹、鲁滨洙、泗，颇有桑麻之业。”“渭川千亩竹。”“蜀、汉、江陵千树橘。”桑麻现今自哈尔滨以南都有广泛栽培，地处齐鲁西部的山东泰安地区也植有桑树；但渭川之地现今仅有经济竹林分布，而早已不复汉时竹林景观，蜀、汉、江陵(今四川、汉中、郢县一带)则在现今柑橘种植北界略北。这表明公元前100年前后气候应比今略暖。

《史记·河渠书》、《汉书·沟洫志》亦载，武帝元光三年(公元前132)，河决瓠子堤(今河南濮阳西南)；元封二年(公元前109)，武帝发卒数万人塞瓠子决河，并令“下淇园之竹以为楗”。淇园，“卫之苑也，多竹箭”[②]，位于今河南淇县境内。对比现今河南省经济竹林分布的北线(文焕然，1995)，可知其地理位置要更北一些，说明当时气温略高于今。

《淮南子·天文训》有载：“距日冬至四十六日而立春，阳气冻解。”“孟夏之月，以熟谷禾，雄鸡长鸣，为帝候岁。”冬至(12月21~23日)四十六日后的2月3~5日，正好立春，土壤开始消冻。而据《中国自然历》，现今合肥、洛阳、西安等地土壤入春消冻日平均都在2月中下旬，这说明当时初春升温快，气温高于现今。

岭南地区的考古发掘结果说明当时广州气候也要比现今温暖。在20世纪80年代初，考古人员在南越王赵昧(《史记》称赵胡，约公元前137~前122年在位)

① 《汉书》卷65《东方朔传》

② [宋]李昉：《太平御览》卷962《竹部一》

墓中，发现200多个禾花雀以及大量海洋生物的骨骼。经鉴定，这些禾花雀的个体均小于现今，海洋生物中有许多是龟足、青蚶、斧蛤这样的热带海洋生物(王将克等，1988)。

至于西汉中期偏暖气候持续多长时间，可从太初改历事件中得到一些初步认识。太初元年(公元前104)，武帝下令制定《太初历》，对先前历法中的节气次序进行调整。《史记·太史公自序》言“五年而当太初元年，十一月甲子朔旦冬至，天历始改”；《左传正义·释例》载“汉太初以后更改气名，以雨水为正月中，惊蛰为二月节”；《易通卦验》载“先雨水，次惊蛰，此汉太初后历也”；北宋洪迈《容斋续笔》也持此种观点。清代历书研究大家李锐(1768~1817)曾言：“四分无异于太初，而太初亦得谓之三统。”[①]其中，《四分历》系章帝元和元年(公元84)实施，如《后汉书·律历志》所载，为“雨水—惊蛰—清明—谷雨”。所以《太初历》与《三统历》的节气次序当为“雨水—惊蛰—清明—谷雨”。至于《淮南子·天文训》所载节气次序，虽与《太初历》合，似能说明当时气候与今相仿，但毕竟撰写年代在节气正式更改的汉太初前，故其节气记载可能是后人据《淮南子》物候年代的真实状况而作的更正。清代秦蕙田《五礼通考》及民国刘文典《淮南鸿烈集解》等书肯定了《淮南子·天文训》中的节气系经过后人更改，但又认为是“后人以今之节气改之”，其观点值得商榷。

关于节气更动的原因，《汉书·律历志》载：“汉书大中大夫公孙卿、壶遂、太史令司马迁等言‘历纪坏废，宜改正朔’。”结合上述分析的作物分布情形，可认为改历原因是，西汉中期后，东部季风区多年平均气温虽然仍高于现今，但较前已有大幅度下降，在景帝后期气候已明显不如汉初温暖。转冷状况一直持续到太初之时，致使原先适应于温暖气候的节气安排已不能适用，故太初历改之。

据《汉书·律历志》载，元凤三年(公元前78)，太史令张寿王曾对太初历持有疑议，认为“今阴阳不调，是太初更历之过”，昭帝命主历使者鲜于妄人加以质问，张寿王不服。鲜于妄人于是请求实测日月晦朔、弦望、八节、二十四气来比较诸历疏密。经过多位历法家自元凤三年(公元前78)至六年(公元前75)的比较，结果表明：在十一家历法中，《太初历》最符合当时的天文和气候状况。由此大体可以看出，《太初历》所反映的节气、物候状况至少持续至元凤六年(公元前75)。

就此时期而言，《汉书》中常有暖冬事件的记载，如武帝元狩六年(公元前117)，“(冬)雨水，亡冰”[②]；元封三年(公元前108)，“十二月，雷”[③]；昭帝始元元

①《清史稿》卷507《李锐传》

②《汉书》卷6《武帝本纪》

③《汉书》卷27《五行志》

年(公元前 86)，“冬，无冰”[①]；始元二年(公元前 85)，“冬，亡冰”[②]不过，亦有一些初终霜雪记录以及寒冷事件记载表明，此时期内有数个年份气候较冷。如武帝元光五年(公元前 131)，“四月，陨霜杀草”[③]，武帝元鼎二年(公元前 115)，“三月，雪，平地厚五尺”[④]。

(三)西汉后期(公元前 75~前 45)气候温暖

汉昭帝元凤年间(公元前 78~前 75)的《太初历》之争后，东中部地区多年平均气温又出现了较大回升，气候再次回到温暖状态。这个温暖期持续时间约为 30 年，其间冬半年平均气温比现今高约 1 ℃，但没有超过西汉前期最高气温值。

《逸周书·时训解》中载有丰富的生物物候和节气次序资料，是我们了解这一时期气候状况的重要依据。虽然《逸周书》被认为是一部周代文献汇编的史籍，但实际上该书不少内容为后人所增补或篡改。其中，对《时训解》的成文时间，史家素有春秋、战国、汉代等不同说法，但非西周之作已是无疑。由于该书每节后半部分阐述的时令违度(反常)一般理解为暗示未来社会政治的不祥(如春分之日，玄鸟至。又五日，雷乃发声。又五日，始电。玄鸟不至，妇人不娠；雷不发声，诸侯失民。不始电，君无威震)，其所持观点属兴于西汉后期、盛于东汉的谶纬学，且叙述语言带有典型的西汉至东汉特点(周玉秀，2004)，故训解的成文当在两汉时期。《逸周书·时训解》中不仅载有二十四节气，且首度出现七十二物候[⑤]。《淮南子》始用二十四节气名称，但并未使用七十二物候的称谓，故《逸周书》所载节气与物候现象应在《淮南子》之后。《淮南子》所反映的气候状况至少可延续至公元前 75 年，那么《时训解》所反映的物候最早可能始于公元前 75 年或其后的数年。同时，《时训解》中载有“惊蛰之日，獭祭鱼……雨水之日，桃始华……谷雨之日，桐始华……清明之日，萍始生”，这一内容既不合于西汉成帝绥和二年(公元前 7)实施的《三统历》次序，也有别于东汉章帝元和元年(公元 84)实施的《四分历》次序。故《逸周书》所训解的节气，可初步限定在公元前 75~前 7 年。另据《汉书》的冷暖事件记载以及《氾胜之书》中的物候资料看，在元帝初元四年(公元前 45)后，气候即已转寒。故可进一步认为，《逸周书·时训解》所反映的气候特征当大致出现在公元前 75~前 45 年。

通过对《逸周书·时训解》中春、秋物候与今西安物候的对比，可知当时明

---

① 《汉书》卷 7《昭帝本纪》
② 《汉书》卷 27《五行志》
③ 《汉书》卷 6《武帝本纪》
④ 《汉书》卷 27《五行志》
⑤ [清]刘师培：《周书补正》卷 3，钱玄同编：《刘申叔遗书》江苏古籍出版社，1997 年

显春早、秋迟。如春季物候时令为“立春之日，东风解冻……惊蛰之日，獭祭鱼，又五日，鸿雁来……雨水之日，桃始华……春分之日，玄鸟至，又五日，雷乃发声。又五日，始电……谷雨之日，桐始华”。据农历，当时春季冰解为立春(2月3至5日)，较现今西安2月9日早6天左右；大雁南来在惊蛰(现今的雨水节气)后5日(即2月23至25日)，较现今2月22日晚1天；山桃开花在雨水(现今惊蛰，3月5至7日)，较现今3月9日约早了4天；燕子来在春分(3月20至22日)，较现今4月24日早了34天；春雷初鸣在3月25至27日，较现今3月28日早了3天；春电初闪在3月30日至4月1日，较现今早了2天以上；桐树开花在谷雨(现今清明，4月4至6日)，较现今4月18日早了14天。关于秋季物候，《逸周书·时训解》载“……秋分之日，雷始收声……寒露之日，鸿雁来宾。又五日，爵入大水，化为蛤。又五日，菊有黄华”即当时雷终鸣在秋分(9月22至24日)，较现今9月12日晚10天左右；菊花开放在寒露(10月8至9日)后10日，较现今西安10月10日晚约8天(表6.1)。这种春早、秋迟的物候情形，充分反映出西汉后期(公元前75至前30)气候较现今更为温暖。据作者初步推算，当时中国东中部地区冬半年平均气温约比现今高1℃。

表6.1 《逸周书·时训解》、《易纬·通卦验》及现今西安物候现象对比

物候现象	日期	《逸周书·时训解》		《易纬·通卦验》	
		日期	较今差异	日期	较今差异
解冻	2月9日	立春(2月3日至2月5日)	早6天	雨水(2月18日至2月20日)	晚10天
大雁南来	2月22日	惊蛰(现今雨水)后5日(2月23日至2月25日)	晚1天		
桃开花	3月9日	雨水(现今惊蛰,3月5日至3月7日)	早4天	春分(3月20日至3月22日)	晚11天
燕子来	4月24日	春分(3月20日至3月22日)	早34天		
春雷鸣	3月28日	春分后5日(3月25日至3月27日)	早3天	清明(4月4日至4月6日)	晚7天
春电现	3月28日	春分后10日(3月30日至4月1日)	早2天	立夏(5月5日至5月7日)	晚38天
桐开花	4月18日	谷雨(现今清明,4月4日至4月6日)	早14天		
终雷	9月12日	秋分(9月22日至9月24日)	晚10天		
初霜	10月29日			寒露(10月8日至10月9日)	早20天
秋菊绽放	10月10日	寒露后10日(10月18日至10月19日)	晚8天		
水结冰	11月25日	立冬(11月7日至11月8日)	早18天	立冬(11月7日至11月8日)	早18天
土壤冻结	1月12日	立冬后5日(11月12日至11月13日)	早60天	小寒(1月5日至1月6日)	早6天

(四)两汉之际(公元前45~公元30)气候寒冷

初元五年(公元前44),元帝诏曰:“乃者关东连遭灾害,饥寒疾疫,夭不终命。”[①]此后,据建昭二年(公元前37),东郡人京房之奏议“今陛下即位已来,……,夏霜冬雷,春凋秋荣,陨霜不杀,水旱螟虫,民人饥疫”[②]看,中国气候已由西汉后期温暖的态势转入冷暖无常的混沌状态。再后,寒冷事件增多,中国气候步入寒冷阶段。公元1~30年,中国气候达到了两汉时期的最冷程度,东中部地区冬半年平均气温较现今约低0.4℃。当时农书所记载的农业物候、生物物候与天气物候状况,以及史籍中所记载的冷暖现象和表征“阴阳失序”的异常物候等,均为揭示此时的寒冷气候提供了证据。

《氾胜之书》是西汉后期一部著名的农书。该书作者氾胜之,据《汉书·艺文志》载:“成帝时(公元前33~前7)为议郎。”刘向《别录》云:成帝“使(氾胜之)教田三辅,好田者师之。”故此书反映的时代当为汉成帝时,区域至少包括关中地区。书中对当时初霜期及稻麦等作物的农业物候状况予了以详细介绍。例如,据《齐民要术·种谷第三》引《氾胜之书》:“稙禾,夏至后八十九十日,常夜半候之,天有霜若白露下,以平明时,令两人持长索相对、各持一端,以概禾中,去霜露,日出乃止。”夏至(6月21~22日)后80~90天,即9月9~20日。1980's西安市初霜期为10月29日,关中其他县市的初霜期也在10月中下旬。故西汉成帝时的初霜期,比1980's时的西安提早了20~40天,说明气候较冷。一般而言,气候温暖,冬小麦收获期早,播种期则为避虫害宜晚;反之,则收获期晚,播种期宜提前。据《氾胜之书》载,当时关中地区冬麦播种、水稻种植均较现今提前,亦反映了较冷的气候状况。《齐民要术·大小麦第十》引《氾胜之书》:“夏至后,七十日种宿麦。”夏至(6月20日)后70天,即8月30日,1980's西安地区冬麦播种期为10月10日,较成帝时推迟了约40天。《氾胜之书》又载“种稻,春冻解,耕反其土……冬至后一百一十日可种稻。”目前,冬至日为12月21~23日,按照110日计算,则在4月10~12日。而1980's西安地区的种稻时间约为4月16日(宛敏渭,1986),比西汉晚期推迟了6~4天。根据上述材料推算,汉成帝时,黄河中下游地区的春季气温大致比1980's低0.2℃。

成帝时气候趋冷,亦可从绥和二年(公元前7)调整节气次序得以证明。据《礼记·月令》孔颖达疏,“前汉之末刘歆作三统历,改惊蛰为二月节”,因“由气有参差故也”。可见,在成帝绥和二年(公元前7)前的十数年里,气候可能变冷。

---

①《汉书》卷9《元帝本纪》

②《资治通鉴》卷29《汉纪》21,建昭二年,六月

王莽新朝时，气候依然寒冷。《管子·轻重》所反映的黄河中下游地区的天气及农业物候状况可为佐证。《管子·轻重》系后人以讬古改制方法作的一部伪古书，其成书年代有文景时代、武昭时代、王莽时代等说。据今人马非白(2006)考证，该篇当撰于王莽时代(公元9~23)。据《管子·轻重》载，“日至六十日而阳冻释，七十日而阴冻释”，意思是冬至(12月21~23日)后60天(2月19~21日)，地表土壤解冻，冬至后75天(3月5~7日)，地表以下土壤解冻[①]。今郑州在二月上、中旬地表土壤开始解冻，西安在二月下旬冰雪消融，若以两地平均日期而论，当时土壤解冻日期略晚于现今数天。《管子·轻重》又载：“以春日至始，数九十二日，谓之夏至，而麦熟，天子祀于太宗。”而目前黄河中下游地区的小麦收割多在夏至之前，如西安地区为6月5日，洛阳为6月6日。另外，中国《农谚》亦载，“大麦不过芒种，小麦不过夏至（指山西、山东、河南、陕西等地)”，“麦过了芒种，遏不了夏至(山东、河北等地)”。由此可知，当时小麦收获日期比现今晚15天，反映出较冷的气候状况。

《易纬·通卦验》是一部成书于西汉末年哀、平之际(公元前6~公元5)的谶纬之书，虽具有封建迷信的成分，但仍是研究中国古代气候史、天文学史及文化史的重要史料(姜忠奎，2005；萧洪恩，2008)。该书有丰富的物候记录，如“雨水，冻冰释，猛风至，獭祭鱼，鸽鹞鸣，蝙蝠出”；“春分，雷雨行，桃始华”；“清明，雷鸣，雨下，元鸟来”；“立夏，鹄声蜚，电乃见，龙升天”；“寒露，霜小下，秋草死，众鸟去”；“立冬，始冰，荠麦生，宾爵入水为蛤”；“小寒，合冻，虎始交，祭虫也垂首，曷旦入空”等。将这些春秋物候资料与现今西安物候对比可见，“冻冰释”、“桃始华”、“雷鸣”、“电见”等在当时分别对应雨水(2月18~20日)、春分(3月20~22日)、清明(4月4~6日)及立夏(5月5~7日)前后，而现今西安这些节气分别出现在2月9日、3月9日、3月28日及3月28日前后，表明当时冰消较现今晚10天，桃花晚11天，雷鸣晚7天，而“电见”更是晚了38天；霜下、始冰、地面深冻在当时分别为寒露(10月8~9日)、立冬(11月7~8日)和小寒(1月5~6日)，而现今西安这些节气分别在10月29日、11月25日和1月12日，表明当时初霜、结冰、土壤深冻的时间分别早于现今20天、18天、6天(表6.1)。《易纬·通卦验》所反映春晚秋早的物候情形，也验证了两汉之际气候已转为寒冷的事实。

正史中记载的异常初终霜雪、极端寒冷事件及阴阳失序等，也反映该时期气候总体上寒冷。例如：元帝永光元年(公元前43)，“春霜夏寒，日青亡光”[②]，

① 据马非白注，猪饲彦博云：“‘七十’下盖脱‘五’字。”安井衡、俞樾说同。元材案：添五字是

② 《汉书》卷27《五行志》

“三月，雨雪，陨霜伤麦稼”[①]，“九月二日，陨霜杀稼，天下大饥”[②]；元帝建昭二年(公元前37)，“十一月，齐楚地大雪，深五尺”[③]；建昭四年(公元前35)，“三月，雨雪，燕多死”[④]；成帝阳朔二年(公元前23)，“春，寒”[⑤]；成帝阳朔四年(公元前21)，“四月，雨雪，燕雀死”[⑥]；新莽天凤四年(公元17)，“八月，莽亲之南郊，铸作威斗。铸斗日大寒，百官人马有冻死者”[⑦]；建武二年(公元26)冬，“赤眉入安定、北地，至阳城，逢大雪，士多冻死”[⑧]。由于气候持续寒冷，霜雪异常，故王莽于地皇元年(公元20)下诏有言，“即位以来，阴阳未和，风雨不时，数遇枯旱蝗螟为灾，谷稼鲜耗，百姓苦饥。”[⑨]史者也有言“自王莽末，天下旱霜连年，百谷不成”[⑩]。

(五)东汉中期(公元30~180)气候偏暖

东汉中期(公元30~180)，中国东中部地区气温又有所回升，气候偏暖，冬半年平均气温较现今高约0.2℃。《后汉书·五行志》云：“庶徵之恒燠，《汉书》以冬温应之。中兴以来，亦有冬温，而记不录云。”这说明东汉不是没有特别暖的年份，只不过相对较少，所以不记录罢了。

东汉偏暖期始于公元前后。据《后汉书·张堪传》载，张堪任渔阳太守时“乃于狐奴(今北京顺义县东北)开稻田八千余顷，劝民耕种，以致殷富”，这说明当时北京的气候比今略暖。张堪曾随大司马吴汉征伐公孙述，建武十二年(公元36)公孙述败亡后，张堪曾任蜀郡太守二年，后任拜骑都尉，击破匈奴后转任渔阳太守，为期八年。故张堪北京种稻之事当在建武十四年至二十二年(公元38~46)之间。

东汉中期的偏暖气候特征，在张衡《南都赋》中也有所反映。张衡，今南阳人，生于章帝建初三年(公元78)，卒于顺帝永和四年(公元139)，在安、顺帝时长期担任太史令。其《南都赋》中有“穰橙邓橘”之语，“穰”在今河南邓县，“邓”在今湖北襄阳附近，两地均在今柑橘种植北界以北。

---

①《汉书》卷9《元帝纪》
②《汉书》卷27《五行志》
③《汉书》卷27《五行志》
④《汉书》卷27《五行志》
⑤《汉书》卷10《成帝纪》
⑥《汉书》卷27《五行志》
⑦《汉书》卷99《王莽传》
⑧[唐]虞世南：《北堂书钞》卷152，引《东观记》
⑨《汉书》卷99《王莽传》
⑩《东观汉记》卷13《世祖光武皇帝纪》

从《四民月令》中有关生物物候及农业耕作制度的记载看，该暖期一直持续到东汉中后期(表 6.2)。《四民月令》是东汉桓帝(公元 146~168)和灵帝(公元 168~189)时期崔寔以古代月令书格式撰写的农书，主要反映黄河流域从正月至十二月的农事活动。其中载有洛阳地区“三月……是日(三日)以及上除可采……柳絮”，“九月……九日可采菊花”。上除为一个月第一个逢除之日，最晚是当月十二日。据此推算，东汉桓、灵帝时洛阳地区柳树飘絮的平均日期应在 4 月 16 日，野菊盛花为 10 月 17 日左右(九月九日)，而现今洛阳柳树飘絮在 4 月 20 日，野菊盛花在 10 月 14 日(宛敏渭，1986)。由此可知，公元 146~189 年的物候较今呈春早秋晚特点，当略暖于今。

《齐民要术·大小麦第十》引《四民月令》云：“凡种大小麦，得白露节，可种薄田；秋分，种中田；后十日，种关田。”而现今陕西武功地区有“白露早，寒露迟，秋分种麦正当时”的农谚，河南、山西、山东等地也有“秋分早，霜降迟，寒露种麦正当时”的农谚。这说明黄河流域现今农业气候与东汉中后期相似。

表 6.2　《四月民令》物候与现今对比

《四月民令》		现今洛阳	
相应物候	日期	相应物候	日期
雷乃发声	3 月 21 日	春雷乃鸣	约 3.24
榆荚成	3 月	榆树果实成熟	4 月中旬
玄鸟至	3 月	燕子始见	4.24
采柳絮	4 月上旬	柳絮飞	4.20
蚕毕生	4.21	春蚕收蚁	4.28
杏花盛	4 月	杏花盛花	4.1
桃花盛	4 月	毛桃盛花	4.1
种黍禾	5 月	谷子播种	5.25
种大豆	5 月	大豆播种	5.25
收小麦	6 月	小麦蜡熟	6.6

资料来源：张丕远，1996

根据《后汉书》中有关异常冷暖事件的记载，若将“冬无雪”、“亡冰”、“冬雷”等用语看做是暖冬的表征，则该时期有 14 个暖冬，而冷年仅有 2 个。如延光二年(公元 123)，“冬，无雪”[①]；顺帝阳嘉元年(公元 132)，“冬鲜宿雪，春无澍雨”；冲帝永熹元年(公元 145)，“自春涉夏，大旱炎赫”[②]等。其中，

① 《后汉书》卷 54《杨震传》

② 《后汉书》卷 6《质帝本纪》

公元 112~120 年可能为连续暖冬。将该时期冷暖事件与东汉前期进行对比可知，东汉中期寒冷事件不仅数量少，且寒冷程度低，西汉末起逐渐转冷的气候在东汉中期又出现温暖的特征。

(六)东汉晚期(公元 180~220)气候转寒

东汉晚期(公元 180~220)气候又趋寒冷，这可能是魏晋气候大降温的前奏，是魏晋冷期的组成部分，当时中国东中部地区气温约比现今低 0.2℃。

据史载，灵帝光和六年(公元 183)冬，“大寒，北海、东莱、琅邪井中冰厚尺余”；献帝初平四年(公元 193)，“六月，寒风如冬时”[①]；兴平元年(公元 194)，“……三辅大旱……九月，桑复生椹，人得以食”[②]；献帝建安二年(公元 197)，袁术兵败渡淮，“众情离叛，加天旱岁荒，士民冻馁……”[③]；献帝建安十三年(公元 208)，周瑜曰：“(曹操军)舍鞍马，杖舟楫，与吴越争衡，本非中国所长。今又盛寒，马无蒿草，驱中国士众远涉江湖之间，不习水土，必生疾病。”[④]

其实，在东汉后期气候即有转冷征兆。桓帝延熹七年(公元 164)冬，“大寒，杀鸟兽，害鱼鳖，城旁竹柏之叶有伤枯者”[⑤]；八年(公元 165)，“前入春节连寒，木冰，暴风折树。又八九州郡并言陨霜杀菽”[⑥]；九年(公元 166)，“冬十二月，洛城傍竹柏枯伤”[⑦]。时人寇荣曾言：“臣奔走以来，三离寒暑，阴阳易位，当暖反寒，春常凄风，夏降霜雹。”[⑧]《述异记》亦云：桓、灵年间“花而复落，落而复花”。这说明东汉后期，东中部地区气候寒暖变化已失常，气候状况极不稳定。

以上，作者依据史料证据，大致勾勒了秦汉时期中国东中部地区气候变化的总体趋势及波动特征。需要说明的是，在各个暖期或冷期中，也有一些寒冷事件或温暖事件的存在。如在西汉暖期中，《汉书·匈奴列传》载：汉高祖七年(公元前 200)“(十月，匈奴)攻太原，至晋阳下。高帝自将兵往击之。会冬大寒雨雪，卒之堕指者十二三”；《汉书·五行志》载：文帝四年(公元前 176)“六月，大雨雪。”同样情况在东汉中期的暖期中也有出现，如《后汉书·礼仪志》中，刘昭注引《古今注》道，永平元年(公元 58)“六月，初令百官枢腾，白幕皆霜”，这

---

①《后汉书》志 15《五行志》
②《后汉书》卷 9《献帝本纪》
③《后汉书》卷 75《袁术传》
④《三国志》卷 54《周瑜传》
⑤《后汉书》卷 30《襄楷传》
⑥ [晋]袁山松：《后汉书》卷 1《桓帝纪》
⑦《后汉书》卷 7《恒帝本纪》
⑧《后汉书》卷 16《寇荣传》

是洛阳地区迄今为止最早的初霜记录(王邨，1992)，其初霜日较现今洛阳地区平均初霜日早达82天。

利用遗存于自然界中的各种信息来重建过去的气候变化，可与源于历史文献的研究相得益彰、互为印证。从已有的孢粉、湖泊沉积物、石笋、古土壤和海滩岩等自然证据所反映的中国东中部地区气候变化情形看，秦汉时期是一个相对温暖的时期，但总体具有波动趋冷的特征，并在公元前150年、公元1年和150年前后存在拐点，这与史料证据所揭示的变化趋势及特征大体一致。同时，从石笋、泥炭等证据可知，西南地区冷暖变化与东中部其他地区存在位相差异。

据孢粉证据重建的中国东中部温度序列相对较多，从北到南分别有黑龙江密山、江苏庆丰、上海青浦、江西鄱阳湖、广东珠江口等案例点。从重建结果看，秦汉时期气候相对温暖的特征在各个序列中均有体现，有的还显示了较为明显的降温趋势和细微的阶段性变化特征(或寒冷事件)。例如，在广东潮州贾里E2孔(^{14}C年龄为2120±90a BP)的样品反映出温暖的气候特征，与前文所推断的公元前2世纪前期温暖的气候特征相吻合；新会荷塘腐木层中许多水松(^{14}C年龄为2050±100a BP)被冻死的化验结果(李平日等，1997)，也验证了公元前1世纪前后气候变冷的结论。据有机碳同位素值及孢粉组合情形看，江西鄱阳湖平原及湖南君山两地在西汉中后期(指武帝以后)的气温明显有所回升，气候较今偏暖(彭红霞等，2003；顾延生，2004)。神农架大九湖盆地以及上海西部的孢粉证据也显示，秦汉时两地年均温在总体上均高于现今(蔡永立等，2001；张华等，2002)。其中，大九湖盆地在2100a BP前后(西汉中期)和1950a BP(两汉交际间)前后存在寒冷事件，上海地区在秦汉时期的年均温有下降趋势。

北京瓮山湖(张丽华，李钟模，2003)、陕西太白山佛手池(刘鸿雁等，2003)、安徽龙感湖(瞿文川等，1998)、广东湖光岩(刘嘉麒等，2000)、台湾大鬼湖与嘉明湖(罗建育等，1996，1997)等地的湖泊沉积物证据也表明秦汉时期是一个偏暖湿的阶段。其中，湖光岩的沉积物干密度显示，当时气候总体上偏暖，气温具有先扬后抑的变化趋势；而台湾大鬼湖与嘉明湖的沉积物相对亮度(RBI)则指示，在公元前130年、公元1年、150年前后存在降温冷峰；这与文献证据基本一致。江汉平原周老镇ZL01孔沉积物磁化率值也显示，1780a BP前后气候以偏暖为主(马振兴等，2004)。

北京平谷洞、石花洞(Tan et al.，2003；李红春等，1997)、湖北神农架犀牛洞(况润元，2003)及贵州荔波(张美良等，2004)等地石笋证据均表明，秦汉时期气候呈温暖或偏温暖的特征，但在气温的变化趋势上，南北存在一定的差异。其中，石花洞5~8月的气温重建结果显示，西汉前期有一冷谷，西汉中期后气温明显回升，但两汉之际又趋降温，这与文献记录所揭示的气温变化趋势基本一致。

北京山前平原和山间盆地沉积物中的古土壤层证据表明，在2100a BP(公元前150)前后，普遍发育的泥炭停止堆积，气温下降(张子斌等，1981)。而内蒙古大青山和岱海老虎山古土壤剖面揭示，在1800a BP(公元150)前后，岱海老虎山有古土壤发育，在1840±70 a BP的古土壤层与其下伏1970±70a BP的古土壤层之间夹有明显的黄土堆积，两者分别与记录所揭示的两汉之际气候寒冷和东汉中期气候偏暖的特征吻合。渭河流域沉积剖面中多种资料也显示，气候经历了一个寒冷(2000a BP)—温暖(1880a BP)—寒冷(1800a BP)的波动变化过程(黄春长，1989)。长江三峡中坝遗址地层剖面中Rb和Sr含量之比变化曲线(黄润等，2004)显示：西汉初期，气温明显偏高，之后有一个明显的降温点，与两汉之际的降温期相对应；此后，该比值再次上升，与文献证据反映的东汉中期偏暖相对应。

依据泥炭层证据重建的秦汉温度变化存在明显的区域差异。如小兴安岭（林庆华等，2004)、吉林金川(洪业汤等，1997)、内蒙古中部察素齐（王琣瑜等，1998)泥炭层的$\delta^{13}C$、氧同位素、孢粉证据表明，秦汉时期为气候温暖期，且有冷暖波动，并有趋冷特征；而贵州草海地区泥炭层的氧同位素变化曲线(陶发祥等，1996)则显示，秦汉时期该地区呈逐渐升温趋势，且升温幅度较大，并没有像北方地区那样呈降温趋势。

二、西北地区

无论是史料证据还是自然证据，西北地区均远不如东中部地区丰富，因而只能轮廓性探讨秦汉时期西北地区冷暖变化的特点。

从史籍中记载的异常天气事件看，该区以寒冷记录为主。如西汉中后期，《史记·匈奴传》载，武帝太初元年(公元前 104)冬，匈奴大雨雪，畜多饥寒死；又如《汉书·西域传》载，天汉元年(公元前 100)和征和三年(公元前 90)，匈奴(阿尔泰、西伯利亚、蒙古一带)“连雨数月，夏秋之际，大降雨雪”，征和四年(公元前 89)，西域地区“秋八月……会连雨雪数月，畜产多死，人民疫病，谷稼不熟，单于恐”，宣帝本始三年(公元前 71)冬，“单于自将数万骑击乌孙，颇得老弱，欲还，会大雨雪，一日深丈余。人民、牲畜冻死，能还者不及十之一”；《汉书·匈奴传上》载，宣帝地节二年(公元前 68)，“是岁，匈奴饥，人民畜产死之六七”。有学者据史料记载认为，西北地区在西汉晚期(公元前 20~公元 24)，气温较低，处于寒冷阶段(李江风，1991)；东汉中后期，则是一个相对温暖的时期(李江风，1985)。

从自然证据看，秦汉时期西北地区气候整体上较为温暖，但变化趋势及冷暖波动特征存在明显的区域差异(表 6.3)，且冷暖波动幅度也不如东中部地区显著。新疆南部博斯腾湖沉积物及尼雅剖面的地化参数(钟巍等，1998，2001)显示，公

元 50 年前后，两地气候转暖；考古资料、文献记载及河流、湖泊、河道、冰川、植被变化等自然证据也表明，公元前 2 世纪新疆地区气候相对较冷，公元前 2 世纪~2 世纪则变为温暖(尹泽生等，1993)。

西北地区东部的气候与东中部地区较为相似，呈现出由暖转冷的趋势。东居沿海湖泊沉积物 S1 探坑剖面的色素含量等多环境指标的变化表明，秦及西汉早期，居沿海地区气候较暖，在 2090a BP 后，气候转冷(张振克等，1998b)；新疆巴里坤湖的孢粉证据显示，在 2300~1200a BP 期间，该地气候相对温暖(韩淑媞等，1992)。

综合史料与自然证据，秦汉时期西北地区气候总体上较为温暖，但有着波动趋冷的变化趋势。其中，西汉中期(2090a BP 前后)和两汉之际(公元前 20~公元 50)，可能存在两个相对寒冷的时期。

表 6.3 秦汉时期西北地区冷暖变化的自然证据举例

地点	证据类型	气候特征与起讫时间	文献来源
博斯腾湖	湖泊沉积物	冷湿期：3.0~2.0ka BP；暖干期：2.0~1.5ka BP	钟巍等，1998
尼雅	地层剖面	2500~1900a BP 为相对冷湿期，1900~1400a BP 为相对暖干期	钟巍等，2001
居延海	湖泊沉积物	2280-2090a BP 为暖湿气候，之后气候整体上寒冷	张振克等，1998b
巴里坤湖	孢粉	2300~1200a BP 期间，气候为暖性特征	韩淑媞等，1992
甘肃马衔山	冰缘活动	1.95~1.4 ka BP 为冷期	郑本兴，1990

三、青藏高原

青藏高原，史料阙如。冰芯、湖泊沉积、冰川进退等自然证据的挖掘是揭示秦汉时期青藏高原气候冷暖变化特征的重要途径。青藏高原东北部敦德冰芯(姚檀栋等，1990)、西北部古里雅冰芯(姚檀栋等，1996，2001)、中部部普若岗日冰芯(Thompson et al.，2006)和东南部达索普冰芯(姚檀栋，2002)证据表明，青藏高原自西汉末年后逐渐降温。前述依据历史文献所得出的东中部地区在公元 50 年和公元 120 年前后的暖点在冰芯 $\delta^{18}O$ 变化曲线中也有较好的体现，其中，公元 50 年前后温暖程度要明显高于公元 120 年前后。

海登湖(Tang et al.，2000)、青海湖(郭雪莲等，2002；史基安等，2003)、希门错湖(王苏民等，1997)、苏干湖(强明瑞等，2005)等湖泊(河流)沉积物也显示了秦汉时期的降温过程(表 6.4)。青海湖 3100~2000a BP 气候温暖，2000~1700a BP 则处于一个冷干阶段；希门错湖公元前 430~公元 480 年气温显著下降，尤其是公

元初气候明显偏冷，之后气温开始明显回升；地处柴达木盆地北缘的苏干湖区域公元 60 年前后温暖，之后气温下降进入冷期。四川红原泥炭的氧同位素(徐海等，2002)证据和青海湖水温(张彭熹等，1994)也大体反映这一时期气候总体趋冷的变化趋势。

贡嘎、则普、若果等冰川的冰进序列显示当地冰川在公元 100 年前后有明显的东进过程，大拿顶冰进期的迹象明显(李吉均，郑本兴，1986；Zheng et al.，1990；王宗太，1991；郑本兴，马秋华，1994；焦克勤等，2005)。其中，若果冰川的冰进在 170 年(以地衣年代法计算)出现最大冰碛(中国科学院青藏高原综合科学考察队，1983)。

对比青藏高原与东中部地区自然证据所反映的区域冷暖变化特征，可知两大区域的冷暖变化及趋势基本一致，均存在由暖转冷的变化趋势。

表 6.4 秦汉时期青藏高原冷暖变化的自然证据举例

地点	证据类型	气候特征与起讫时间	文献来源
敦德 古里雅 达索普 普若岗日	冰芯	公元后有降温趋势，公元 50 年和公元 120 年前后为较暖年份，公元 50 年前后的温暖程度要明显高于公元 120 年前后	姚檀栋等，1990；姚檀栋等，2001；姚檀栋等，2002；Thompson et al.，2006
青海湖	湖泊沉积物	3.1~2.0ka BP 为温和略湿的气候；2.0~1.7ka BP 为冷干阶段	郭雪莲等，2002
希门错湖	湖泊沉积物	公元前 430~公元 480 年，气温显著下降，尤其公元初有一明显冷期，大约公元 120 年开始，气温开始回升	王苏民等，1997
苏干湖	湖泊沉积物	公元 60 年前后为暖峰，之后气温下降，进入冷期	强明瑞等，2005
青藏高原中东部	树轮	公元前 221~公元 220 年气温整体上高于过去 2845 年平均值，但缓慢变冷趋势明显，其间的公元前 200、前 135、前 50、公元 75~120 年出现短暂的寒冷事件	刘禹等，2009

第二节 干湿变化

秦始皇兵马俑是举世闻名的旅游景点，素有“世界第八大奇迹”之称，其中一号俑坑内兵阵气势磅礴，人马造型传神，游客身临其境，无不叹为观止。然而当年在一号俑坑发掘过程中，考古人员发现，坑内兵俑倒伏，隔墙坍塌并

沉降 1.7m，俑坑地层断面中明显存在冲积层，且一号俑坑东南角有古河道遗迹。有关研究认为，这主要是因为秦代关中地区气候温湿，虽然当时在秦始皇陵南部修建了具有防洪性质的五陵大堤，但俑坑建成后，当地多次出现大雨，造成南部缓坡地带的洪水冲灌入坑，淤水浸泡所致(张仲立，1996)。秦俑一号俑坑出现的沉降仅表明秦代关中地区湿润多雨，那么在整个秦汉时期，中国干湿状况的总体特征如何？本节按华北、华中、华南、西北和西南五个地区进行探讨。

一、华北地区

华北地区即历史上的中原地区，大致包括今陕、晋、冀、鲁、豫及津、京五省二市。目前，该区公元前 137~公元 220 年的旱涝灾异资料已经整理，相应站点的旱涝等级序列以及干湿指数序列也已建立，这为我们分析该区的干湿波动过程及空间特征提供了可能。

(一)干湿波动

从史籍中所记载的旱涝灾异发生次数看，秦汉时期华北地区存在多个雨涝和干旱的连续发生期。其中，雨涝连续期主要发生在公元前 32~前 29 年、公元 28~34 年、公元 106~112 年、公元 120~126 年、公元 167~175 年五个时段；而旱灾连续期则发生在公元前 158~前 154 年、公元前 110~前 105 年、公元 19~22 年、公元 26~30 年、公元 75~100 年、公元 107~135 年、公元 145~148 年、公元 161~163 年、公元 175~177 年九个时段。在旱涝连续期涝年或旱年出现频率几为一年一遇。

由于旱涝灾异的记载次数在时间分布上具有不均衡性，因此旱涝灾异的记载次数，并不能客观地反映整个秦汉时期的干湿波动状况。为了减少因这一不均衡性带来的影响，我们将史料中记载的有关旱涝灾异的强度及影响范围进行定级，建立了公元前 137~公元 220 年干湿指数 30 年滑动平均序列。结果表明，华北地区在公元前 137~公元 220 年间，气候总体以偏干为主，但干旱程度随着时间的推移呈趋弱态势。其中，公元前 50~前 25 年、公元 90~125 年为相对湿润期，公元前 125~前 50 年、公元前 25~公元 90 年、公元 125~200 年则是相对干旱期(图 6.3(d))。

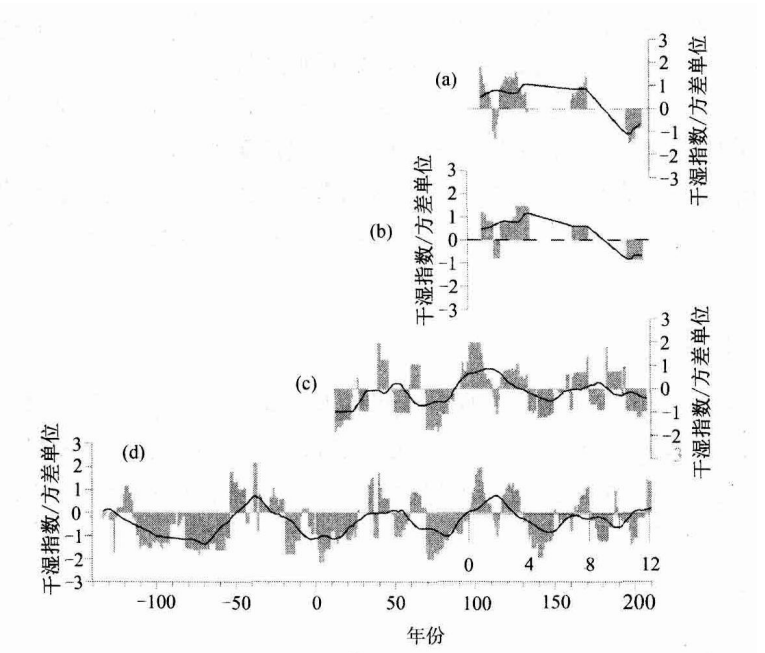


图 6.3 秦汉时期中国东部地区干湿变化(Zheng et al., 2006)

(a)东部地区；(b)江南地区；(c)江淮地区；(d)华北地区

1)西汉中期(公元前 125~前 50)相对干旱。西汉中期干旱期大致发生在公元前 125~前 50 年，持续时间 70 余年，可能是两汉时期华北地区最为干旱的时期。这一时期有雨涝灾异的记载不及 10 次，而旱灾记载却多达 20 余次，并多为夏旱。其中，在公元前 110~前 105 年的 6 年中，黄河中下游地区几乎连年出现干旱，有明确记载的大旱达 12 次之多。武帝元封四年(公元前 107)和宣帝本始三年(公元前 71)可能是这一干旱期中灾情最为严重的两年。据载，武帝元封四年(公元前 107)，关东流亡百姓达二百万口，无名数者四十万[①]，流亡原因是该年“夏，大旱，民多曷死”[②]；宣帝本始三年(公元前 71)的旱情也相当严重，其影响范围东西达数千里之广[③]。

2)西汉后期(公元前 50~前 25)偏湿。随着西汉中期干旱气候的结束，华北地区在西汉后期出现了一个短暂的相对湿润时段，持续时间仅为 20 余年。史籍中有关这一时期华北地区雨涝灾异事件的记载明显增多，如汉元帝初元元年(公元前

① 《史记》卷 103《万石君传》

② 《汉书》卷 6《武帝本纪》

③ 《汉书》卷 27《五行志》

48)九月，关东郡国十一，大水[①]；汉成帝建始三年(公元前30)，“夏，大水，三辅霖雨三十余日，郡国十九雨，山谷水出，死四千余人，坏官民庐舍八万三千余所”，秋“大雨三十余日”[②]，关内大水[③]；汉武帝建始四年(公元前29)秋，大雨十余日，河决东郡金堤[④]。

3)西汉晚期至东汉前期(公元前25~公元90)干旱。西汉后期之后，华北地区气候再次转为干旱，其发生年代大致在西汉晚期至东汉前期(公元前25~公元90)。虽然此期干旱程度可能不及前一个干旱期严重，但持续时间却长达百余年之久。透过史料，我们不难看出，连续旱灾使民众深受其苦，造成了社会的不稳定。如汉成帝鸿嘉四年(公元前17)，关东水旱为灾，流冗者众，青、幽、冀部尤剧。成帝为此在诏书中痛心疾首：“灾异数见，岁比不登，仓廪空虚，百姓饥馑，流离道路，疾疫死者以万数，人至相食，盗贼并兴。”[⑤]王莽篡汉后，华北地区几乎年年被灾，公元15~25年的11年间，旱灾7次，“连年久旱，百姓饥穷，故为盗贼”[⑥]。刘秀建东汉之初，黄河中下游地区旱情依旧严峻，《东观汉记》载“自王莽末以来，天下旱霜连年，百谷不成”；建武三年(公元27)七月，洛阳大旱，光武帝亲至洛阳南郊求雨；五年(公元29)，黄河流域大旱，光武帝为此下《忧旱诏》云：“久旱伤麦，秋种未下，朕甚忧之。”章帝建初元年(公元76)，“冬春旱甚，所被尤广，虽内用克责，而不知所定”[⑦]；建初五年(公元80)二月，诏曰：“上天降异，大变随之。又久旱伤麦，忧心惨切。”由于中原地区的严重干旱，明、章、和三帝曾数次减免租役，祷祀五岳四渎以延请布雨。这一时期是两汉时期帝王祈雨的高峰期。

两汉之交时也存在一个弱的湿润时段，大致出现在公元45~55年。这一时期华北地区时有雨涝发生的记载，但并没有形成连续数年的雨涝期。

4)东汉中期(公元90~125)偏湿。东汉中期华北地区又出现一个相对湿润的气候期，持续时间较西汉后期湿润时间略长，达30余年，《后汉书》等史籍中对该时期的雨涝灾异事件也有详细记载，前述公元106~112年与公元120~126年两个雨涝连发期就发生在这一阶段。例如，殇帝延平元年(公元106)六月，发生特大雨涝灾害，郡国三十七大雨成灾，六州河、济、渭、洛、洧水泛溢淹农田[⑧]；同年

---

①《汉书》卷9《元帝本纪》
②《汉书》卷27《五行志》
③《汉书》卷10《成帝本纪》
④《汉书》卷27《五行志》
⑤《汉书》卷83《薛宣传》
⑥《汉书》卷99《王莽传》
⑦《后汉书》卷42《东平宪王苍传》
⑧《后汉书》卷4《殇帝记》

十月，“四州大水，雨雹”[①]。安帝永初元年(公元 107)，亦为特大雨涝年，《后汉书·天文志》载：“是岁，郡国四十一、县三百一十五雨水，四渎溢，伤秋稼，坏城郭，杀人民。”而在其后的五年(公元 108~112)中，《后汉书》中虽未对雨涝灾害的影响范围加以详细记述，但明确指出为连续的大水年份。由于这一时期，有多个连续的雨涝年份，且降雨强度大，影响范围广，雨涝灾害极为严重，因此和帝和安帝均曾下诏罪己，如永元六年(公元 94)，和帝诏曰，“朕以眇末，承奉鸿烈。阴阳不和，水旱违度”[②]；永初元年(公元 107)，安帝诏曰“连年水旱灾异，郡国多被饥困”[③]。

5)东汉中后期(公元 125~200)干旱。这是两汉时期华北地区出现的第三个相对干旱的时期，但干旱程度较轻。在这一时期内，黄河中下游地区虽亦曾出现过诸如公元 167~175 年的连续雨涝事件，但总体上看，干旱年份更多，连旱者有公元 145~148 年、公元 161~163 年、公元 175~177 年。据史料，永建六年(公元 131)，顺帝曾诏曰，“连年灾潦、冀部尤甚。比蠲除实伤，赡恤穷匮，而百姓犹有弃业，流亡不绝”；阳嘉三年(公元 134)，顺帝再次诏曰，“朕以不德，仰承三统……顷年以来，旱灾屡应，稼穑焦枯，民食困乏”[④]；元嘉二年(公元 152)，桓帝诏曰，“……云汉作，旱，川无涌水”[⑤]。由于久旱不雨，桓、灵二帝曾分别于公元 132 年、公元 134 年[⑥]、公元 145 年、公元 175 年[⑦]、公元 180 年[⑧]祷祀五岳四渎。

关于秦至西汉前期黄河中下游的干湿状况，历史文献中曾也有一些零碎的暖湿记录，如“内郡人众，水泉荐草，不能相赡。地势温湿，不宜牛马……”[⑨]。一些考古证据也说明当时可能暖湿。除前所述秦兵马俑倒伏于淤泥之中及俑坑隔墙沉降、坍塌表明当时关中地区降水过多外，咸阳地区 20 余眼秦汉水井遗址的挖掘结果也提供了形成秦汉之际气候湿润认识的线索。这些水井地处渭河两岸，除 1 眼开口在汉代文化层底部，其余都在秦文化层，井深在 1~3 米，其中，6 眼水井的水位线距井底 0.5~1.15 米，井下水位仅距当时地面 1.4~3 米(陕西考古研究所，2004)。地下水埋藏浅，可理解为当时地表降水较多所致。近年来发现的沉积物、

---

①《后汉书》卷 5《安帝本记》
②《后汉书》卷 4《和帝本纪》
③《后汉书》卷 32《樊宏族曾孙准传》
④《后汉书》卷 6《顺帝本纪》
⑤《后汉书》卷 7《恒帝本纪》
⑥《后汉书》卷 61《周举传》
⑦ [清] 冯云鹏，冯云鹓：《金石索》卷 2，《堂溪典嵩高山请雨铭》(熹平四年)
⑧ [宋]洪适：《隶释》，《无极山碑》
⑨ [汉]桓宽：《盐铁论》第 15《未通》

孢粉和石笋证据也支持上述认识。太白山东佛爷池的高山湖泊沉积物显示，在2250~1800 a BP 间关中地区存在变干趋势(刘鸿雁等，2003)。周原黄土堆积特征，以及一些河湖相沉积物，也反映了在2000a BP 前后关中地区存在明显的旱化过程(周昆叔，2000)。

在华北北部，许多自然证据也揭示了这一地区气候由湿转干的过程，只不过自然证据与史料证据所反映的具体干湿波动过程存在一定相位差异。例如，岱海游乐场附近的地层孢粉证据表明，公元前550~前180年当地气候较为湿润，公元前180~公元340年转为干旱(乌云格日勒，刘清泗等，1998)。土默特旗察素齐泥炭层的花粉证据显示的结果与其大体相近，亦表明100年后，气候明显变干(王琦瑜等，1998)。在毛乌素沙漠地区，2700~2000a BP 气候相对湿润，降水较多，2000~1500a BP 气候干旱，降水减少(陈渭南等，1994)。此外，有学者通过对地层剖面中风成沙与沙质古土壤或河湖相沉积交替情况的统计分析，认为北方农牧交错带地区2400~2100a BP 湿润，2100~1600a BP 干旱(史培军，哈斯，2002)。

京、津、冀一带的湖泊沉积物、石笋等证据均反映了秦汉时期该区气候由湿转干的变化过程。昆明湖孢粉检测结果显示，在秦及西汉初期，针叶和落叶阔叶混交林的花粉明显较多，之后，落叶阔叶树种花粉的减少，寒温性针叶树种花粉及蒿属花粉的增加，表明气候从暖湿向干冷方向转化(张丽华等，2003)。北京平谷大溶洞石笋与石花洞石笋的地化分析结果也显示了当地气候由西汉前期偏湿向东汉时期偏干的转变过程(马志邦等，2002；李红春等，1997)。河北宁晋泊的孢粉化验结果显示该区在2250~1790 a BP 间气候以偏干为主要特征(郭盛乔等，1999)，与史料所揭示的华北地区公元前137~公元220年的气候干湿情况基本一致。

(二)干湿空间分异格局

秦汉时期，华北地区气候干湿特征存在明显的地域差异，干湿分异线大体以现今黄河为界，呈现为北湿南干的格局。其中，海河流域的北京、河间、石家庄、邢台等地湿润程度最高，干湿率比值可达2~3；从海河流域向西至黄土高原东部，湿润程度逐渐降低，但仍为湿润区；关中及黄淮地区则以干旱为主，其干湿率比值均小于0，其中西安、郑州、淄博、徐州等地表现得尤为明显(图6.4)。

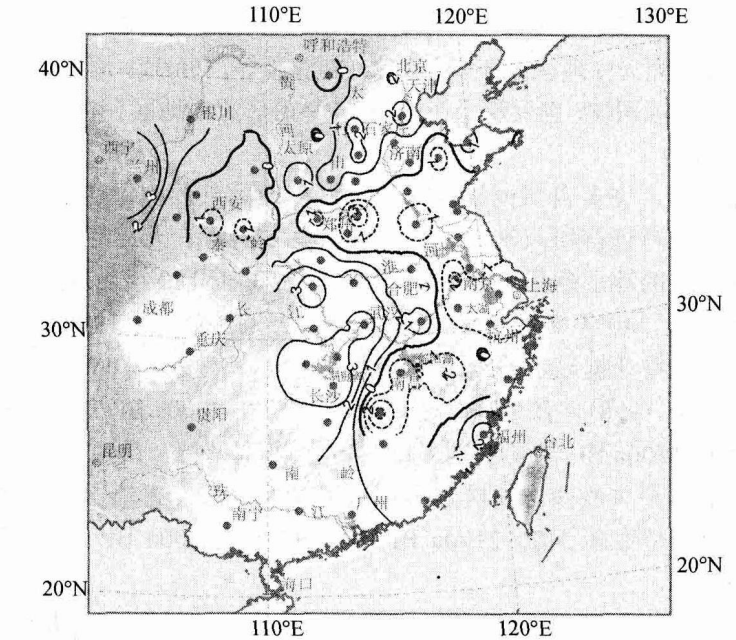


图 6.4 两汉时干湿率空间分布格局

秦汉时期华北地区“北湿南干”的特征已为大量史料和自然证据所印证。据史料，海河流域在秦汉 400 多年的历史中，有 300 多年处于相对湿润状态(张春山等，1996)，而关中地区却有 300 多年处于干旱之中(朱士光等，1998)，中原地区虽不及关中地区干旱，但整体上显示出偏旱的态势(王邨，王松梅，1987)。内蒙古土默特旗气候在公元前 200~公元 100 年温湿，公元 100 年后转为半干旱(王琦瑜等，1998)；燕山孢粉证据显示，秦汉时期当地降水量 750~790mm，较今(年均降水量 715mm)明显偏湿(许清海等，2004)，华北平原中西部气候在公元前 300~公元 160 年则偏干(郭盛乔等，1999)。

两汉时期华北地区干湿变率大体以太行山为界，呈西低东高的分布态势。太行山以西，除西安、凤翔两地外，大部分地区的干湿变动幅度并不大，其值均小于 1；而太行山以东至海，干湿变率值均大于 1，说明这一带干湿变动幅度较大，其中，渤海湾西岸的河间及淄博一线干湿变率最大，干湿变率比值达 1.6(图 6.5)。

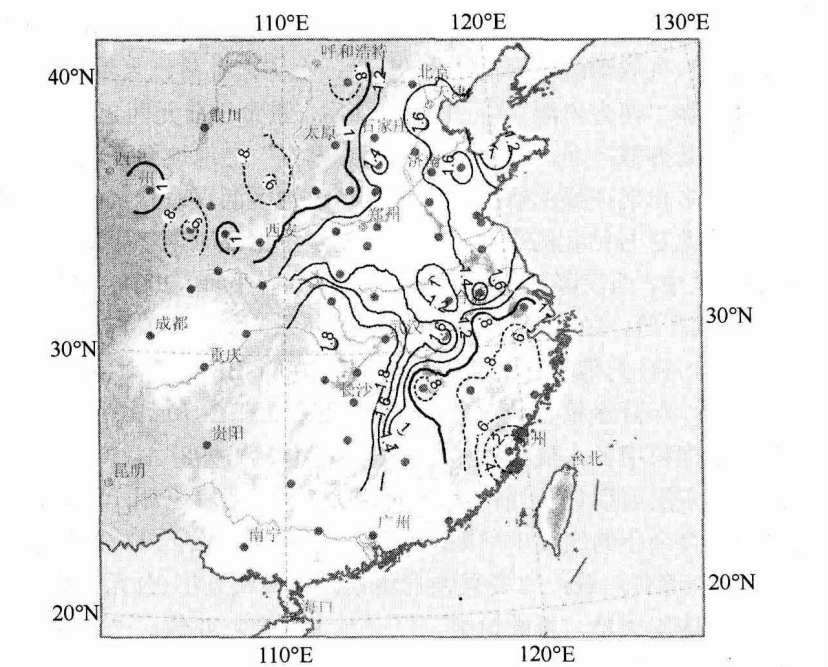


图 6.5　两汉时期华北地区干湿变率等值线图

二、华中地区

华中地区指淮河流域及长江中下游地区，其空间范围大致包括今苏、皖、浙、赣、鄂、湘等省。秦汉时期，这一地区处于中原政治中心的外围，其经济不及中原发达，人口亦不及中原密集，见于史籍记载的旱涝灾异资料也远不及中原地区丰富。

(一)干湿波动

从湖泊沉积物、孢粉、石笋等自然证据及西汉末年至东汉时期史料看，秦汉时期华中地区的气候呈现出由偏湿向偏干转变的趋势，秦至西汉后期为偏湿期，西汉末至东汉前期，为干旱期，东汉中期为多雨期，东汉后期为偏旱期；王莽天凤四年(公元 17)前后最为干旱，东汉安帝元初七年(公元 120)前后最为湿润。

1)秦至西汉后期(公元前 221~前 30)偏湿。秦至西汉后期淮河流域及长江中下游地区气候以湿润为主。据《汉书·高后记》及《汉书·五行志》载，高后三年(公元前 185)，“湖北、江陵夏，江水、汉水溢，流民四千余家”；高后四年(公元前 184)秋，“汝水流八百余家”；高后八年(公元前 180)夏，“汉中、南郡水复出，流六千余家，南阳沔水流万余家”；在公元前 185~前 180 年的六年里，华中地区三发雨涝，灾情严重，文献中常以“多雨”、“卑湿”论之。文帝前元三年(公

元前 177)，西汉初年著名的政论家、文学家贾谊(公元前 200~前 168)被贬为长沙王太傅，因闻长沙气候潮湿多雨而心情悲观[①]；七国之乱前，大臣袁盎徙为吴相，辞行前曾有人谓盎“南方卑湿”[②]；七国之乱后，景帝于前元四年(公元前 153)诏见衡山王，为褒其拥戴之功，特将其从“南方卑湿”之地徙至济北[③]。

近年来对许多自然证据的研究，也揭示了该地区西汉时期气候偏湿的特征。神农架大九湖盆地 2 号钻孔的孢粉化验结果显示，秦汉时期年平均降水量可能高于现今 50mm，其中，西汉降水量明显多于东汉(刘会平等，2001；张华等，2002)；江苏固城湖(羊向东等，1994)、上海西部青浦(蔡永立等，2001)以及沪杭地区(王开发，张玉兰，1981)的孢粉分析结果也显示，2000a BP 之前，当地年降水较多，而 2000a BP 之后，年降水量有减少之势；皖中龙感湖在 2070a BP(公元前 120)后，水生、湿生草本孢粉增多，反映气候偏湿(瞿文川等，1998)。

2)西汉末至东汉前期(公元前 30~公元 85)干旱。西汉末期，华中地区出现了一个持续时间达百余年的气候干旱期，其中，两汉之际(公元 10~25)最为干旱(图 6.3c)。《汉书·王莽传》载：“费兴领荆州牧，于天凤五年(公元 18)见王莽时，曾言荆、扬之地连年久旱，百姓饥穷。”《东汉观记》亦载：“王莽末，南方饥馑，人庶群入野泽，掘鸟芷而食。”[④]地皇三年(公元 22)，南阳旱饥，淮河流域的百姓十分怀念汉成帝时废毁的一座大型水库——鸿隙陂，于是有童谣云：“坏陂谁？翟子威。饭我豆，食美芋。魁反乎覆，陂当复。谁言者？两黄鹄。”[⑤]呼吁复建鸿隙陂。翟子威，即翟方进，向汉成帝进谗言而导致鸿隙陂废毁的始作俑者。

3)东汉中期(公元 85~130)多雨。东汉中期华中地区再次出现多雨期，公元 100~107 年间曾连年雨涝。《后汉书·和帝纪》载，永元十二年(公元 100)六月，颍川(淮河流域)大水，伤稼；永元十三年(公元 101)八月，荆州大雨，和帝因而下诏曰，“荆州比岁不节，今兹淫水为害，余虽颇登，而多不均浹”；永元十四年(公元 102)，兖、豫、荆州三州雨水，和帝又下诏，“兖、豫、荆州今年水雨淫过，多伤农功”；永元十六年(公元 104)，和帝诏曰，“兖、豫、徐、冀四州比年雨多伤稼，禁沽酒”；殇帝延平元年(公元 106)夏秋，陕西、河南大水；次年秋，“郡国四十一，县三百一十五，雨水四渎(江、河、淮、济)溢，伤禾稼，坏城郭，杀人民死者以千数”[⑥]。

---

① 《史记》卷 84《贾生传》
② 《史记》卷 101《袁盎传》
③ 《史记》卷 118《衡山传》
④ [宋]李昉《太平御览》卷 35《时序部二十》，作“南方枯旱，民多饥饿”
⑤ [宋]李昉《太平御览》卷 72《地部三十七·陂》
⑥ 河南省水文总站：《河南省历代大水大旱年表》，内部资料，1980 年，第 11~12 页

4)东汉后期(公元 130~220)偏旱。东汉后期华中地区气候再次转向干旱，虽然其间也有次一级的干湿波动，但整体上是一个偏旱的时期，持续时间约 90 年，其中某些年份旱情非常严重。如《后汉书·陈蕃传》载，桓帝延嘉九年(公元 166)，“青、徐炎旱，五谷损伤，民物流迁，茹菽不足”。《后汉书·五行志》载，灵帝熹平五年(公元 176)，蔡邕作伯夷叔齐碑曰，“熹平五年，天下大旱，祷请名山，求获答应”；《后汉书·袁术传》中亦载，献帝建安二年(公元 197)，袁术(公元？~199)兵败渡淮，众情离叛，又加天旱岁荒，士民冻馁，江淮间相食殆尽。一些自然证据也反映出这个时期气候偏旱的特点，如神农架犀牛洞过去 2000 年的石笋灰度变化曲线显示，公元 1~180 年灰度值在总体上呈逐渐增大趋势，反映了同期气候逐渐增湿的变化过程；约公元 160 年时，石笋灰度值急剧下降，表明降水迅速减少的变干态势(况润元，2003)。

(二)干湿空间分布格局

从干湿率等值线图看(图 6.4)，西汉末年至东汉末年，华中地区干湿分异呈东旱西湿的格局。以寿县—合肥—安庆—罗霄山为界，以西地区干湿率等值线呈东北—西南走向，自东向西数值由 1 逐渐增大至 3 以上，气候较为湿润。其中襄樊、武汉及现今的洞庭湖沿岸地区尤为突出，干湿率比值均≥3，降水量远多于过去 2000 年的平均水平。分界线以东地区，干湿率比值均为负值，呈现旱区的特征，其中南京、上饶、吉安等地干湿率≤-2，说明这些地方远较过去 2000 年的平均状况更为干旱。

从干湿变率等值线图看(图 6.5)，两汉时华中地区干湿波动幅度大体呈西高东低的分布特征。其中，大致在苏州—宣城—黄山—景德镇—南昌—吉安线一线以西，干湿变率值≥1，等值线数值自东向西渐次变大，表征干湿变幅有逐渐增大的趋势。而界线以东地区，即南昌、上饶、金华、杭州等地，其干湿变率值均≤1，说明该地干湿变动幅度并不大。此外，苏州—宣城一线以北的江淮地区也是干湿变率较大的地区之一。

三、华南地区

华南地区涵盖今闽、粤、桂、琼、台等省。秦汉时该区域属南越、闽越等“蛮夷之地”，有关干湿变化的史料寥寥无几。然而，从湖泊沉积物等自然证据的分析结果看，秦汉时期华南地区的气候较过去 2000 年的平均状况，应为偏湿阶段。广东珠江三角洲(李平日等，1994)、广西北海涠洲岛(黎广钊等，1996)在秦汉时处于降水较多的阶段；海南岛双池玛珥湖在公元前 450~公元 150 年盘星藻含量明显较多，降水充沛(张华等，2004)。另从台湾大鬼湖过去 2400 年沉积物的相对亮

度(RBI)变化曲线看(罗建育等，1996)，秦汉时期当地气候偏为湿润，在公元前130年、公元1年、150年前后存在三次变干事件。

由于高温多雨，秦汉时期华南地区居民在生活的各个方面采取一些适应性对策。从广西和浦县望牛岭一号墓出土的铜屋(图 6.6)看，西汉晚期华南地区的居民即把房屋凌空建在柱子上，采用悬山顶的干栏架构。这种房屋具有良好的通风、排水效果，且可有效避免蛇虫走兽侵扰，是高温多雨的气候环境下较好的房屋结构。

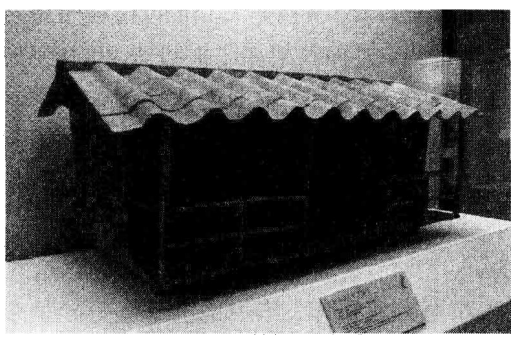


图6.6 广西和浦县望牛岭一号墓出土的悬山顶干栏式铜屋

就气候干湿的空间分异格局而言，目前所拥有的史料还不足以揭示整个华南地区的分异特征。但从局地看，以福州为主的闽江流域和以广州为主的珠江流域，其干湿率在两汉时均为正值(图 6.4)，相较于过去2000年的平均状况，汉时闽江流域和珠江流域气候相对湿润。从干湿变率等值线图(图 6.5)看，两汉时福州一带是干湿波动幅度较小的地区。

四、西北地区

西北地区包括现今甘、宁、青、新、蒙等省区，两汉时属西域、凉州及匈奴等地。从目前已整理的史料及自然证据看，西北地区在秦汉时期以干旱少雨为主，且有日趋干旱之势，但较今仍偏湿。

东汉著名史学家班固(公元32~92)作《汉书》前，西域为半湿润半干旱气候。《汉书·西域传》中载，鄯善“地沙卤，少田……多葭苇、柽柳、胡桐、白草。民随率牧逐水草”，乌孙“地莽平。多雨，寒。山多松橘。不田作种树，随畜逐水草”。

王莽新朝以后，西北地区气候似有转干迹象。《汉书·匈奴传》载，莽欲伐匈奴，部将严尤谏曰：“今天下遭阳九之厄，比年饥馑，西北边犹甚……胡地沙卤，多乏水草，以往事揆之，军出未满百日，牛必物故且尽。”《后汉书·南匈奴列传》载，光武帝建武二十二年(公元46)，匈奴地区“连年旱蝗，赤地千里，草木尽枯，人畜饥疫，死亡大半”。1 世纪前后，河湟及河西走廊地区旱灾记载亦不绝于史籍，如和帝永元元年(公元 89)，三辅、并、凉少雨，麦根枯焦，牛死日甚[①]；安帝永初二年(公元108)，湟中，旱、饥(袁林，1994)；安帝永初三年(公元109)，

① 《后汉书》卷25《鲁恭传》

并、凉二州大旱，无收，民大饥，人相食[①]。

乌鲁木齐东北的吉木萨尔小西沟文化遗址的孢粉证据显示，公元前57年前该区气候相对湿润，降水较多，其后日趋干旱，至2世纪前后，三角城、柳湖墩、黄蒿井、黄土糟一带开始沙化，反映出降水减少带来的影响(尹泽生等，1993)。塔里木盆地的博斯腾湖沉积物显示，秦汉时期，该区气候由偏湿(3.0~2.0ka BP)向偏干(2.0~1.5ka BP)过渡(钟巍等，1998)，这一结论与尼雅地区剖面以及策勒绿洲与荒漠交错带的达木沟剖面的地化分析结果相一致(舒强等，2001)。内蒙古西北部额济纳旗汉代烽燧遗址在公元前28年以前，气候较今温湿，水源充足，而西汉末后，气候存在明显旱化过程(孔昭宸等，1996)。青海湖沉积物孢粉、碳酸盐等多项指标揭示，2.06cal.ka BP之前，该地区气候相对湿润，而2.06~0 cal.ka BP之后，气候明显转干(郭雪莲等，2002；沈吉等，2004)。居延海湖泊沉积物(张振克等，1998b；瞿文川等，2000)以及阿拉善高原泥炭孢粉(Herzschuh et al.，2004)也显示这两个地区该时期气候具有湿—干转变的特点。

五、西南地区

西南地区包括今川、渝、滇、黔、藏等省区。从已有的研究成果看，秦汉时期西南地区气候呈较湿润状况，但就其变化趋势而言，却与中国东中部及西北等地区不同，以趋湿变化为主要特点。大体上以两汉之际为界，其前相对干旱，而后则相对湿润。

贵州梵净山(乔玉楼等，1996)、四川冕宁(童国榜等，2000)、云南洱海(张振克等，1998a)、桂林响水洞(张美良等，2003)、贵州草海(陶发祥等，1996)等孢粉、有机碳证据显示，秦汉时期西南地区气候整体上较为湿润，其中梵净山降水状况大体与现今相当，年均降水量维持在2000mm左右。贵州荔波石笋记录表明，3320~1950a BP该地区降水少，1950~1510a BP降水明显增加(张美良等，2004)。洱海北部10.8m 深水区ES 孔沉积物高分辨率的孢粉、粒度、碳屑和藻类等的分析结果也显示，2400~1900a BP该区气候较为干燥(周静等，2003)。

西藏在秦汉时期的气候变化趋势大体与川、滇、黔地区一致。西北部古里雅冰芯的积累量曲线表明，西汉末至东汉末年，当地降水总体上偏多，但在公元150年前后有变干事件发生(杨保，施雅风，2001)；南部任错湖和海登湖16ka BP以来的降水变化曲线显示，东汉时期当地气候偏湿，降水呈增加趋势(唐领余等，1999)。

综上所述，秦汉时期中国气候总体上是前期偏湿、后期偏干，但有明显的区域差异，其中：①华北北部气候总体为偏湿转干，而其南部地区总体上偏干，东

①《后汉书》卷5《安帝本纪》

汉后期有转湿的趋势；②华中大部分地区气候总体上为偏湿情形；③西北大部分地区为半湿润半干旱气候，并存在变干趋势，其西北部则表现为由干转湿的态势；④西南地区气候干湿变化显示出与东中部地区反位相的特点，即公元前偏干转为公元后的偏湿；⑤在百年时间尺度上，秦汉时期中国大部分地区气候呈暖湿、干冷的组合特征。

第三节　水体与植被的变化

一、水体

(一)海面与海侵

秦汉时期海侵现象在渤海湾、苏沪沿海以及珠江三角洲普遍发生。据估算，2ka BP 前后，中国东部海平面较今约高 2 m(王靖泰等，1980)。

据载，渤海湾在西汉后期发生过两次海侵：一次在元帝初元元年(公元前 48)，“其五月，勃海水大溢。”[①]另一次在初元二年(公元前 47)，“秋七月，诏曰‘……年中地再动，北海水溢，流杀人民。’”[②]王莽新朝时，大司空掾王横曾言：“河入勃海，勃海地高于韩牧所欲穿处。往者天尝连雨，东北风，海水溢，西南出，浸数百里，九河之地已为海所渐矣。”[③]也有研究认为，此次“海水溢”是一次发生在渤海西岸局部地区、升降幅度小的短期海平面变动，其年代大约在西汉末期(陈雍，2001)，可能是当时对年代较近的一次“海溢”灾难的回顾(王子今，2005)。上述记载亦得到了考古证据的有力支持。如现存于渤海西岸的天津郊区、黄骅北部和宁河南部，目前仅见战国和西汉中期前的遗存，少见西汉后期和东汉的遗存(天津市文化局考古发掘队，1965)。四座西汉古城在西汉后期均已废弃，在废弃的汉代遗址上普遍有水浸造成的黑土层覆盖，在近海地带的黑土层上包含有海生介壳动物遗骸(韩嘉谷，1982)。

东汉时期，渤海湾西岸继而发生过三次海溢。桓帝永康元年(公元 167)秋八月“勃海海溢，没杀人”[④]，灵帝建宁四年(公元 171)二月“地震，海水溢”[⑤]；灵帝熹平二年(公元 173)六月“北海地震，东莱、北海海水溢出，漂没人物”[⑥]。

---

①《汉书》卷 26《天文志》
②《汉书》卷 9《元帝本纪》
③《汉书》卷 29《沟洫志》
④《后汉书》卷 7《桓帝本纪》，卷 15《五行志》
⑤《后汉书》卷 8《灵帝纪》
⑥《后汉书》卷 8《灵帝纪》

与三则史料相吻合，田庄坨遗址地表的文蛤化石，武清县含海洋微体的古生物，以及宁河县潘庄农场草炭的 ^{14}C 化验结果均反映了海水在东汉时期又重新淹没当地(韩嘉谷，1997)。

两汉时的渤海湾海侵现象，在渤海南、北岸也有记载。如北魏著名地理学家郦道元(公元466或公元472~527)曾云，“昔在汉世，海水波襄，吞食地广，当同碣石，苞沦于洪波也”①，“燕、齐辽旷，分置营州，今城届海滨，海水北侵，城垂沦者半”②，这说明渤海北岸在汉代曾遭海水入侵。另在渤海南岸的莱州湾沿岸滨海地带，西汉时期所置诸县在东汉时期被废弃，这可能与海水入侵有关(王守春，1998)。

在现今苏、沪、浙沿海地区，也有表明当时存在海侵、海退的明显证据。江苏北部赣榆县犬沙村沙堤两侧秦汉以前的文化遗存为后来的海相淤泥层覆盖，这反映大约在秦汉时期海水曾经有过一次较大规模的西侵(黄志强等，1990)。据苏北古遗址挖掘结果，在战国时代，人们尚可在地势较低处居住，至西汉时，部落、墓地都迁往高处(贺云翱，1991)。盐城市建军中路遗址的秦汉文化层被西汉晚期的第9层海相沉积层所覆盖，已发现的东汉古水井井底高程表明这一时期苏北海平面较高(申洪源，朱诚，2004)。另据古沙堤、古海滩、古贝壳滩、古河湾潮泥沉积等海面变化标志看，江苏中部沿海在公元150年前后也是高海面(杨达源等，1991)。由于海侵，目前上海境内所发现的西汉时代遗址仅有两处，近海戚家墩遗址的人类居住时间恰在西汉中期之前，而春秋战国时遗址却有十六处之多；张家港市境内西汉中期之前的遗址有十处之多，而西汉晚期的遗址仅一二处(王文等，2001)。另据《乾隆乍浦志》载，浙江乍浦镇曾在17世纪后期的大干潮时，发现了埋有新莽时五铢钱(公元9~13)的古代聚落，说明公元初东海海平面亦曾出现比今要低的时候(龚高法等，1983)。

由于秦汉时期岭南气候较今偏暖，当地的海侵现象十分明显。广州西湾路旧水泥厂的墓葬群发掘结果显示，在西汉早期与南朝晚期两个年代的墓葬之间，缺失了西汉中晚期、东汉以及两晋时期的历史遗迹③。又据秦汉造船台遗址以及广州南越王墓的考古结果，当时的珠江出海口较之现代偏西20公里，且较多出现有青蚶、龟足、楔形斧蛤等热带海洋生物(王将克等，1988，1991)。另据考，在2 ka BP左右，广东地区发生过一次小幅度的海侵(黄慰文等，1979)。

气候变化除了影响秦汉时期海平面的升降外，还影响到海滩岩分布北界的变化。据研究，秦汉时期中国海滩岩分布的北界最北位置出现在公元前50年和公元150年

① [北魏]郦道元:《水经注》卷14《濡水》

② [北魏]郦道元:《水经注》卷5《河水》

③ http://news.sina.com.cn/c/p/2009-06-04/042817946574.shtml

前后，北界最南位置则出现在公元前150年和公元50年(杨守仁，杨松，1996)，这一结果与依据史料记载和自然证据所得出的秦汉时期冷暖变化过程基本一致。

(二)江河

1. 黄河

战国中期之前，华北平原曾同时并存三条黄河河道，即《山海经·山经》、《尚书·禹贡》、《汉书·地理志》所载三河(谭其骧，1981；吴忱等，2001)。战国中期后，黄河下游开始筑堤，《山经》河、《禹贡》河相继断流，而专行《汉志》河。进入西汉后，华北平原主要河流(如黄河、漳河、永定河等)均开始向南改道(吴忱等，1991)，《山经》河、《禹贡》河及其他河道因而废弃为古河道。其间，汉武帝元光三年(公元前132)黄河决堤于瓠子(今河南濮阳西南)，东南注于钜野(巨野泽，在今山东西南部)，通于淮、泗，是史籍所载黄河第一次夺淮入海。王莽新朝三年(公元11)，黄河再度改道，于魏郡(治邺，今河北临漳县西南)决，洪水数十年泛滥于清河以东；东汉永平十二年(公元69)，明帝命王景治理，黄河下游河道才重新固定下来，河道自长寿津出西汉故道，于今滨县之南入海，是为《水经注》及《元和郡县志》所载的东汉大河(图6.7)。

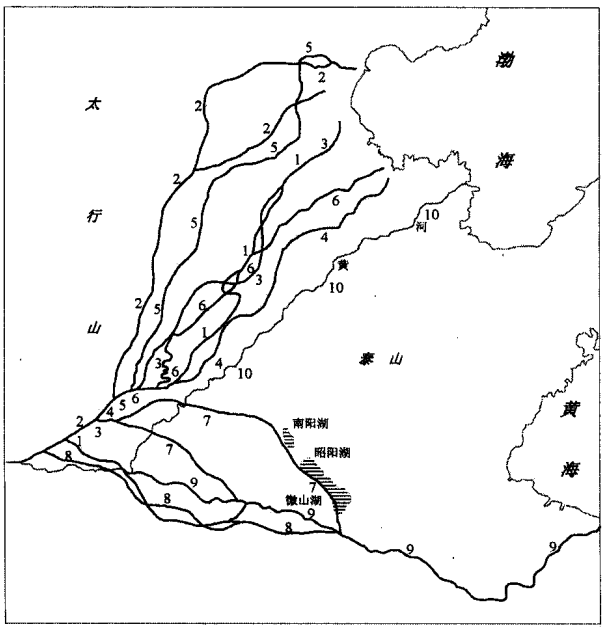


图 6.7 3ka BP 以来黄河中下游河道的变迁(吴忱等，2001)

序号代表河道维系时段：1. 3ka BP 前；2. 3~2.5ka BP；3. 2.5~2.0ka BP；4. 2.0~1.0ka BP；5，6. 1.0~0.9ka BP；7，8. 0.9~0.6ka BP；9. 0.6~0.15ka BP；10. 0.15ka BP 后

对秦汉以来黄河下游河道变迁与气候变化过程的对比分析，可看出：气候温暖时，河道较弯曲，多分汊，向北摆动为多；而气候寒冷时，河道较顺直、单一，向南偏移为主。战国至西汉时期河道较春秋时偏南，分汊较少，但较之东汉河道，则要偏北，西汉河道不如东汉河道顺直。长江河道位置的变迁与气候变化的关系也有类似的特征(杨怀仁等，1983；熊万英，2005)。黄河与长江河道位置的偏移可能与不同气候期河流侧蚀强度的差异有关：气候寒冷，海平面处于较低位置，河流流量较小，其深切侵蚀相较于侧蚀更显突出；而气候温暖时，海平面处于较高位置，河流的侧向侵蚀则更显突出。

据研究，公元初年之前，黄河水量较为丰沛，年径流量基本稳定在600亿m^3，公元1~180年间，水量逐渐下降，年均径流量约减少了9亿m^3，而此后水量呈急剧下降态势[①]，这与同期北方气候趋干特征基本一致，早期水量下降缓慢与黄河内蒙古、宁夏以上地区地表蓄水的调节有关，而东汉末年干旱加剧则是导致黄河水量急剧下降的重要原因(刘振和，1993)。

从文献记载和考古发现看，西汉时黄河支流的水量明显丰于后世。当时，关中有“八水(泾、渭、灞、沣、镐、浐、沂、涝)绕长安”之说，关中地区灌溉和航运多依赖于此。《史记·河渠书》载，引河灌溉的沟渠多达“以万亿计”。其中，郑国渠、六辅渠、白渠引泾水，成国渠和漕渠引渭水，龙首渠引洛水。据载，郑渠可溉田四万顷，白渠可溉田四千四百余顷，而到了唐代，两渠所溉田数仅数千顷[②]。又据《水经注》载：“(渭)水上有梁，谓之渭桥，秦制也，……桥广六丈，南北三百八十步，六十八间，七百五十柱，百二十二梁。桥之南北有堤激立石柱……教谓之石柱桥也。”秦汉时期渭河桥长约530m(按汉代一步六尺，一尺23.2cm计[③])，而现今咸阳之下的渭河河宽仅为161~525m。可见，西汉时渭、泾等河的水量何其丰盈！

秦汉时沣水(今沙河)水量也远多于今。汉武帝元狩三年(公元前120)穿凿“周回四十里”的昆明池，其水源多来自西北流的沣水(时瑞宝等，1991)。沣水上有桥，据有关专家考证：2140±70a BP(^{14}C测年，即秦末汉初)的咸阳沙河1号古桥遗址，即为古沣水桥残迹(时瑞宝，邓霞，1991；辛德勇，1993)；该桥共有16排、143根木桩，残长约106m，宽约16m，原先桥长可能超过500m(徐涛，2004)。而今，作为当时沣水主流的沙河却是一条枯河。

从渭河的航运史看，水量不足是渭河航运困难的根本原因，这与西北气候干

① 据甘肃省水文总站、甘肃省水利科学研究所古水文考察组1988~1991年的3次黄河壶口考察、测算结果

② [唐]杜佑:《通典》卷2《水利田》

③ 吴承洛:《中国度量衡史》，上海书店，1984年

旱及多种用水(如农田灌溉等)有关(黄盛璋，1982)。在远古时期，渭河作为黄河的主要支流，其流量非常丰沛，航运历史可追溯至3000年前(史念海，1992)。秦末汉初谋士张良(公元前？~前189)曾盛赞“河渭漕挽天下”，《淮南子》亦云“渭水多力宜黍”，其间虽“时有难处”①，但渭水航运之盛况，正如杜笃在《论都赋》中所言：“鸿渭之流冲大河，大船万艘转漕相过，东综沧海西控流沙。”而东汉建都洛阳后，渭水航运每况愈下，虽从内蒙古和林格尔汉墓壁画所绘的渭河载人航船情形看，渭水仍有舟航之便(黄盛璋，1982)，但史料记述已远逊于西汉。时至隋唐时期，“渭川水力大小无常，流浅沙深，即成阻阂。计其路途，数百而已，动移气序，不能往复。操舟之役，人亦劳止”②，航运能力已大不如前。

从黄河及其支流的输沙量看，西汉时已明显增加。战国时期，燕王曾言，“吾闻齐有清济浊河，可以为固”③，黄河仅称为“浊河”。而至西汉末年，张戎则指出“河水重浊，号为一石水而六斗泥”，泾水(黄河支流)在春秋时尚可直接饮用，而至西汉末年，亦一石数斗泥，由于黄河输沙量的增加，哀帝初(公元前6)，《禹贡》所述九河已被填没④。西汉黄河泥沙增加当是气候湿润所致(施少华，1994)。

东汉时，黄河含沙量虽然仍多，但较西汉时已显著减少。《后汉书·五行志》记载：桓、灵二帝时，黄河河水曾变清三次，即“延熹八年四月，济北河水清；九年四月，济阴、东郡、济北、平原河水清；灵帝建宁四年二月，河水清”。黄河泥沙含量减少的原因，虽有黄土高原人口减少及植被恢复的影响(谭其骧，1981；吴祥定等，1994)，但黄土高原气候变干，降雨对土壤侵蚀的减少，亦是重要原因之一。

黄河素以“善淤、善决、善徙”著称。历史上曾有26次大的改道，亦曾有过洪灾高峰期与低谷期之差异。据《史记》和《汉书》的记载，在西汉及新朝，黄河有7次改道，即公元前132年、前109年、前39年、前29年、前26年、前17年和公元11年；东汉时，黄河相对安流。从前述秦汉气候冷暖波动状况可知，黄河改道恰发生在气候的冷暖转折期或是相对寒冷期，两者有较好的对应关系。许炯心(2001)根据1466~1984年华山松树年轮指数与同期黄河决溢资料的相关分析也得出相近结论，即在50a尺度上，当气温降低时，决溢频率增大，反之亦然。同时，他根据1世纪至20世纪(1949年前)每100年黄河决溢频率与同期大旱年频次和大水年频次的相关关系认为，黄河的决溢与大旱、大水均呈较好的正相关。

---

①《史记》卷29《河渠书》
②《隋书》卷24《食货志》
③《战国策》卷29《燕一》
④《汉书》卷29《沟洫志》

2. 长江

历史时期长江中下游的河道位置、河型和水动力条件曾发生过多次变迁。就长江中游荆江段而言，气候变化影响其河型和河道位置的变化的途径有3种(杨怀仁，唐日长主编，1999)：①上游降水量的多寡影响到荆江的来水量和水位；②气候变化改变荆江及其上游地区的植被覆盖度，造成入江泥沙量的变化；③气候变化与海面的波动，影响长江中下游湖泊的水动力条件，从而影响河道的水面坡度及年水位变化幅度。具体而言，凡是在寒冷干旱的气候环境下，古河道发育；温暖湿润的气候环境下，古河道不发育而古湖沼发育；温凉偏干的气候环境下的情况则介于两者(吴忱等，1991)。

从史料记载看，西汉暖期时的长江中游河道位置比汉末冷期时明显偏北一些。秦汉之前，荆江北部的云梦泽水域宽广，江水横溢，但泥沙淤积现象逐渐加重；至两汉时，云梦泽已开始衰亡，河型由分汊河道演变为单一河道(周凤琴，1986)。对长江下游而言，当气候寒冷、海平面相对较低时，长江下游主流向南摆动，蚀退南岸，汉代即有此种情形(杨怀仁等，1983)。

3. 克里雅河等新疆诸河

克里雅河是新疆地区的一条重要河流，约2000 a BP前后克里雅河径流量较为丰沛，河流穿越塔克拉玛干沙漠，其水量丰沛的原因主要是西汉暖期大量冰川消融所致(杨小平，2001)。在轮台东南克孜河畔的黑太沁和尤克沁(即汉代的仑头)附近泥滩的东南，至今仍保留有长200 m、宽8 m、深3 m的汉代灌溉渠道(夏训诚，樊自立，1985)，这说明在西汉温暖气候背景下，克孜河的流量较为丰富。另据李江风(1985)考证，和田河、车尔成等河在西汉时期水量也较大，而此后的东汉时期，水量则明显减少。

(三)湖泊

湖泊的发育和盈缩与气候干湿波动、海平面变化、河流变迁、地质构造运动以及人类围湖造田活动等因素密切相关。通过对过去3000年中国141个湖泊演变过程的综合研究可发现，湖泊扩张通常发生在雨量较丰时期(Fang，1993)。

由于秦汉气候存在前期温湿、后期冷干的特点，故总体而言，秦汉时期湖泊面积呈逐渐萎缩态势。其中，秦及西汉时期，大多数湖泊虽已出现淤积，广阔的水域分解成若干较小的湖泊，但其数量和面积仍较大；东汉之时，水域面积急剧萎缩，湖泊数量减少(图6.8)。

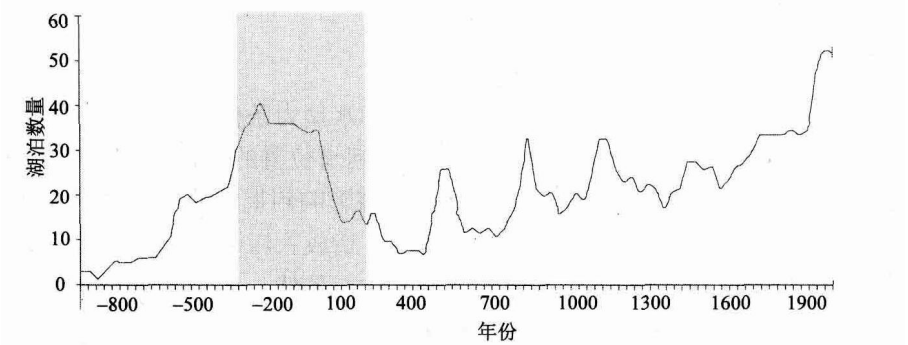


图 6.8 过去 3000 年中国湖泊数量变化(Fang，1993)

1. 华北地区

据《尔雅·释地》、《吕氏春秋·有始览》、《淮南子·坠形训》、《汉书·地理志》等史籍记载，秦及西汉时期，华北平原有湖泊40余处。其中，著名者有大野、大陆、杨跨、孟诸、海隅、昭余祁、圃田、焦获等。事实上，当时华北平原湖泊数量远不止此，无名或无甚名气的湖、泽、浸、薮、陂、淀等不可胜计，湖泊水域相当广阔，仅关中一地有记录的湖泊(含人工水域)多达30余处(赵天改，2001)。秦时阿房宫中即有湖沼五处，总面积达27.14万平方米(王学理，1999)；始皇时所筑兰池“东西二百里，南北二十里”①，其深70余米(何清谷，1995)。汉时长安城陂池密布，仅城西上林苑就有池十五所，武帝开凿的昆明池“周回四十里”，“地三百三十二顷，中有戈船各数十，楼船百艘”②；镐池“周匝二十二里”③，不少私家庭院里也留有池沼，可以行舟。由于汉武帝时关中地区湖泊资源极为丰富，文人多以“清渊洋洋”、“似云汉之无涯”、“揽沧海之汤汤”等词汇溢美之。

西汉后期之前，华北地区气候暖湿，植被良好，黄河水量充盈，是该地区湖沼水源得以保障的重要因素。之后，由于华北地区气候日益干旱，以及黄河改道、泥沙淤灌等原因，华北平原上许多大的湖泊日趋萎缩，并纷纷肢解为多个小湖泊(邹逸麟，1987；王尚义，1997)。例如，山西并州的昭余祁，最早见于《周礼·职方》，称并州薮；《吕氏春秋》时，称大昭；据估算，其面积约1800km^2(王尚义，1997)。然而，至《淮南子》成书时，其名称已改为昭余④。《汉书·地理志》载：“鄔，九泽在北，是为昭余祁，并州薮。”秦时的大泽已淤积成若干小湖了。此外，一些常见于先秦典籍的大泽，如焦获泽、弦蒲、海隅薮等，因已被人围垦，

① [汉]辛氏：《三秦记》
② [汉]赵岐：《三辅旧事》
③《三辅黄图》卷 4《池沼》
④ [汉]刘安：《淮南子》卷 4《坠形训》

或已淤成平地，在西汉后的著作已不见记载。例如，《汉书·沟洫志》载："内黄界中有泽，方数十里，环之有堤，往十余岁太守以赋民，民今起庐舍其中，此臣亲所见也。"又如荥泽，西汉平帝年间(公元1~5)已"塞为平地。"①

2. 西北地区

西北地区今多为干旱、半干旱荒漠区，湖泊甚少。然在秦汉时，该地区却分布着许多湖泽，时人常用"沮泽"、"卤泽"等词描述之。如《汉书·匈奴传》载，高后时(公元前194~前180)冒顿寝骄，遣使高后书曰，"孤偾之君，生于沮泽之中……"；《史记·匈奴传》载，孝文帝初年，百官众卿尝曰："且匈奴也，泽卤非可居也……"

当时，西北有名可籍的大湖有盐泽(今罗布泊)、屠申泽、居延泽(今居延海)、古岱海、西海(今青海湖)、休屠泽、奢延泽、冥泽等。其中，盐泽，又名"蒲类海"、"泑泽"，两汉之际"广褒三百里，其水亭居，冬夏不增减"②，而现今仅空余一片盐壳；屠申泽，首见于《汉书·地理志》，其面积约700 km^2(侯仁之等，1973)；居延泽，根据湖泊沉积物分布范围估算，秦汉时期其面积尚有726 km^2，虽不及先秦的2600 km^2辽阔，但较之今日干涸状况，则不可同日而语(中国科学院南京地理与湖泊研究所《蒙新高原湖泊》课题组，1996)；古岱海，公元初面积尚有209 km^2，但持续时间不长，湖面便逐渐收缩(王苏民,冯敏，1991)；西海，秦汉时水位高于现今7~10米，其后水位随年代呈波动下降之势(张彭熹等，1994)。艾比湖，公元前300~公元300年(即战国后期至西晋)，一直处于较高的水位(阎顺等，2003)。

从上述所举西北地区湖泽变化情况看，秦汉时期存在水位下降、水域面积缩小的趋势。这与秦汉时期气候由暖湿变为冷干有关。以盐泽水体的盈缩为例，气候寒冷，高山冰川融水减少，水系缩短，湖泊缩小；气候温和，高山冰川融水增多，水系扩展，湖泊扩大。居延泽等内蒙古古湖泽水域面积日趋萎缩，则因秦汉以后气候日趋干旱而使得当地湖盆水位下降所致(罗建育，陈镇东，1997)。古岱海的扩张和退缩，则与东南季风的势力强弱及西风带的活动密切相关(王苏民,冯敏，1991；张振克等，1998b)。屠申泽自汉代后的萎缩，与因气候变化密切关联的黄河改道东移有关(陈桥驿，1982)。

3. 华中地区

西汉宣帝时，学者桓宽《盐铁论·刺权》有言："今夫越之具区，楚之云梦，

①《尚书正义》引郑玄注

②《汉书》卷96《西域传》

宋之钜野，齐之孟诸，有国之富而霸王之资也。”云梦，《尚书·禹贡》中载，“云梦土作乂”；之后，《周礼·职方》、《尔雅·释地》、《吕氏春秋·有始览》及《淮南子·坠形训》等史籍均言云梦为全国重要湖泊。据研究，春秋时期，云梦泽北及汉水之北(今天门市应城一带)，东南界于大江(今下荆江)，西与今江陵、潜江、荆门三县接壤(图6.9中A、B、C三部分)，水域辽阔；到了西汉时，由于荆江和汉江愈发淤塞，荆、汉两江三角洲不断扩展，华容、竟陵二县相继建置于新土之上，而云梦泽则继续萎缩，主体南移至华容附近，宽广已不足九百里(图6.9中A部分)。东汉时期，随着江汉三角洲的进一步发展，云梦泽随之再度缩小，主体移至华容东南。至三国赤壁之战时，原云梦泽主体的乌林已能使曹操“引军从华容道步归”，只不过道路泥泞难行，这说明该地大部已由湖泊转为沼泽。

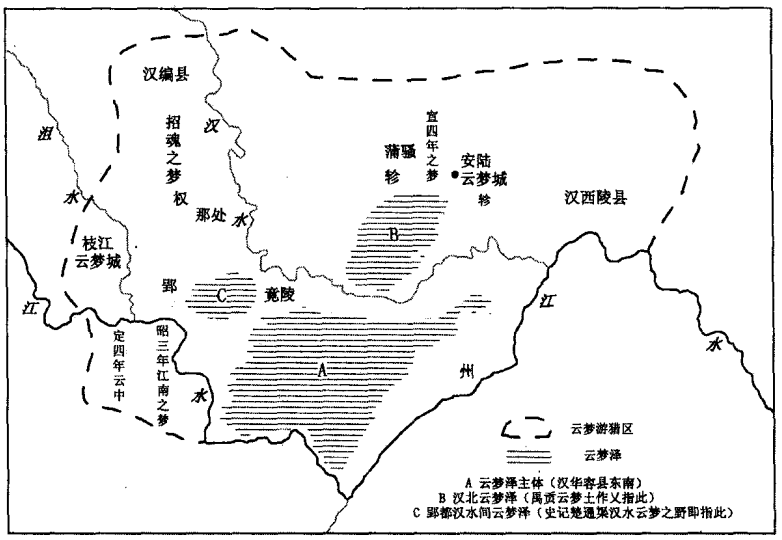


图 6.9 春秋至两汉时云梦泽变迁图(谭其骧，1980)

《盐铁论》所述太湖，约形成于6000a BP之前，其成因有河流壅塞(景存义，1989)和泻湖发展之说(洪雪晴，1991)，但两说皆认为气候变化是其重要因素。据考古证据看，秦汉时期太湖水面极大，当地许多遗址的春秋文化层之上为泥炭层和沼铁覆盖，青浦县崧泽遗址墩下的断面印纹陶文化层上有战国至西汉的“灰黑土”层(上海市文管会，1962，1965；黄宣佩,张明华，1980)，淀山湖一带遗址中大范围缺失汉代文化遗存。湖州太湖沿岸至水域500~1000m处曾发现有秦西汉时的瓦砾和古柏树(景存义，1989)，至东汉初，太湖已扩展至36000顷之广[①]，按东汉顷约合今70亩计，面积达1680km^2。有研究指出，此时期太湖水面之扩大，应

① [东汉]袁康，吴平辑录《越绝书》卷2《越绝外传记·吴地传第三》

是较暖气候所引起的高海面所致(王文,谢志仁，2001)。

洞庭湖是长江中下游又一著名大湖，但《尚书》、《周礼》、《尔雅》、《吕氏春秋》等先秦典籍中均未出现其名。楚国诗人屈原(约公元前340~约前278)公元前305年被流放后，在《楚辞·九歌》中写道,“袅袅兮秋风，洞庭波兮木叶下”，说明当时该湖或尚未形成，或仍属无名的小湖。另据《庄子·天运》曰,“帝张咸池之乐于洞庭之野”，《山海经》载，“又东南一百二十里，曰洞庭之山，帝之二女居之，是常游于江渊，澧、沅之风，交潇湘之渊”。两则史料说明先秦时期今洞庭湖地区只是一片为河网所切割的平原，即使有湖分布，面积也不会很大。此外，1957年出土于安徽寿县楚国制于公元前323年的“鄂君启节”上，铭有“自鄂(今湖北鄂城)往：上江、入湘、入资、沅、澧、油”，也说明当时洞庭地区河网密布，尚无大湖。西汉初，《淮南子》一书仍未载洞庭湖之名，但由江南人撰写的《山海经·海内东经》则谓“沅水出象郡镡城西，入下雋西，合洞庭中”，“湘水出舜葬东南陬，西环之，入洞庭下，一曰东南西泽”，说明先秦时的“洞庭”至秦汉之际，已扩大至湘水岳阳河段(谭其骧，1980)。东汉初年，班固撰《汉志·地理志》，其中仅记有湘水北至下雋入江，沅水至益阳入江，资水东北至益阳入沅，而澧水则东至下雋入沅，未载湖泊，这说明1世纪前后，洞庭湖水域面积可能又有所缩小。三国时，据《水经·资水注》载“又东与沅水合于湖中，东北入于江也”，由此可知，资、沅二水交汇处已有湖泊存在。

二、植被

研究表明：先秦时期中国曾是一个多森林的国家，其森林覆被率接近或超过50%，如凌大燮(1983)估计为49.6%，赵冈(1996)估计为56%，马忠良等(1997)估计为64%，樊宝敏和董源(2001)估计为60%~64%。到了秦汉时期，由于人为的破坏以及气候变化，全国各区域森林覆盖率均有下降。其中，华北地区森林覆盖率下降最为显著，西北地区森林、草原面积在西汉中后期以后也明显减小，而华中、华南、西南地区森林覆盖率仍保持较高水平。此外，由于气候的变化，各区域的植被类型也发生了较明显的变化。

(一)华北地区

由于农耕范围的扩大以及战争等因素的影响，秦汉时期华北地区天然林面积大幅度减少，但大部分山区仍为森林所覆盖。

在黄土高原地区，秦将蒙恬曾“将三十万众”，屯田开荒，修筑长城，并于始皇三十五年(公元前212)“除道，道九原，抵云阳，堑山堙谷”。但总体而言秦汉时期该区域植被覆盖良好，秦长城以西地区为温带草原，以东地区为疏林灌丛

草原或是农业植被，在阴山及今陕西北部则有森林分布(图6.10)。据《汉书·匈奴传》载，当时阴山“东西千余里，草木茂盛，多禽兽”，其林木为匈奴所利用；而到了北魏时，阴山则变为“山无树木，惟童阜耳”[①]；陕西北部黄土高原(今府谷、神木、榆林、横山一带)尚有大量森林存在(史念海，2001；王天顺，2006)。

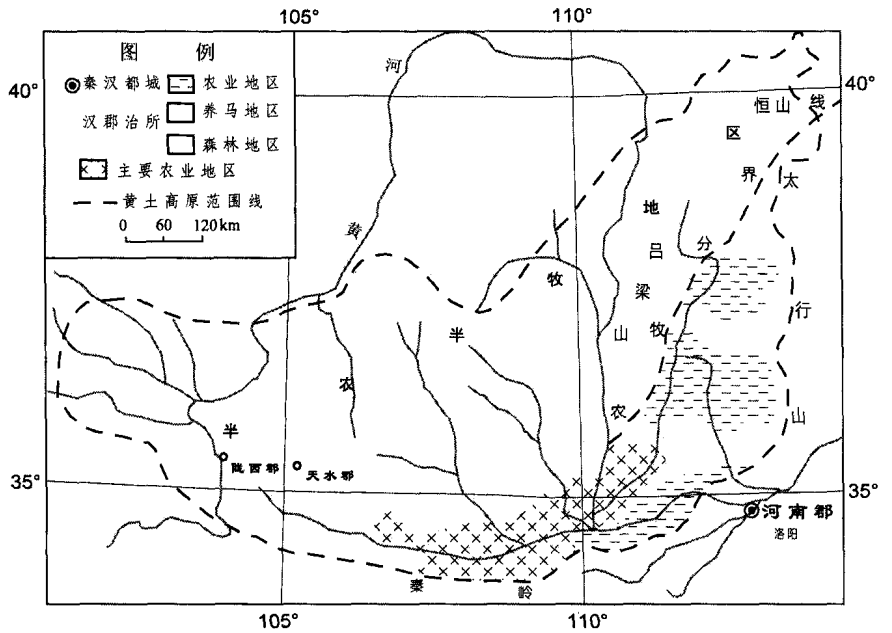


图 6.10 秦汉时期黄土高原植被分布图(史念海，2001)

在黄河中下游的平原地区，秦汉时原始森林已基本消失，地表植被形态已有大量人力干扰的痕迹。两汉时，皇家为闲游、狩猎，于长安、洛阳兴建了上林苑、甘泉苑、广成苑等皇家园林，其中，上林苑内“林麓薮泽，陂池连乎蜀汉。缭以周墙，四百余里……茂树荫蔚，芳草被堤。兰茞发色，眸眸猗猗……林麓之饶，于何不有？”[②]

除皇家园林外，城池、私家庭院、民宅周边均载有大量的林木。《三辅黄图》载长安城“树宜槐与榆，松柏茂盛焉”，城门“周以林木”，许多私家庭院也“奇树异草，靡不培植”[③]。当时政府规定“城郭中宅不树艺者为不毛，出三夫之布”[④]。因此，现今出土的西汉画像石、砖上多有民宅周围树木茂盛的场景。

① [北魏]郦道元:《水经注》卷3《河水注》
② [东汉]班固:《西都赋》，[梁]萧统:《文选》卷2《赋甲》
③《三辅黄图》卷1《汉长安故城》，卷4《苑囿》
④《汉书》卷24《食货志》

虽然黄河中下游平原地区的原始森林植被已破坏殆尽，但山地森林依然广布，史载秦岭山地素有“鄠、杜竹林，南山檀拓，号称陆海”[①]；“褒斜林木竹箭之饶”[②]，“豫章、檀、柘，异类之物，不可胜原”[③]，故《汉乐府·艳歌行》云：“南山石崒崒，松柏何离离，上枝拂青云，中心十数围。”这些林木曾是秦汉大量兴建宫殿、陵寝的重要原材料。据《史记·秦始皇本纪》载，“关中计宫三百，关外四百余”，“咸阳之旁二百里内”，“宫观二百七十”，其所用木材大部分当来自关中，其中，仅秦陵一处所用木材即达数万立方米(袁仲一，1983)。据秦始皇陵发掘结果看，仅兵马俑二号坑的棚木就有1300多根，且多为松木，长4m左右，直径30~40cm，最大一根长12m，直径61cm(杨永林，1997)。还有一些文献也反映了黄河中下游地区的山地森林状况。例如，西汉时，地处今山西境内太岳山至中条山一带，“隋、唐之材，不可胜用”[④]。即便到了东汉时，这一带森林依然繁茂，故灵帝尚能征发太原、河东林木营修宫室。据推算，春秋战国时期黄河中游森林覆盖率为53%，秦汉时期则降至42%(桑广书，2005)。

伴随着湖沼的消退，秦汉时期华北地区植被类型的整体特征是出现了以松为代表的针叶林草原(孔昭宸，杜乃秋，1980)。具体而言，内蒙古岱海地区的植被为以泽泻、篙属、莎草科、藜科等草本植物为主，间有为数不多的松属、桦属等乔木(刘清泗，乌云格日勒，1996)。东汉前中期，北京颐和园一带落叶阔叶乔木繁盛，水生植物发育；而东汉后期，当地的落叶阔叶树种和水生植物明显减少，喜冷的云杉和冷杉以及藜、蒿两属草本植物增多(黄成彦等，1994)。在河北宁晋泊，秦汉时期的乔木以松为主，有麻黄、柽柳等旱生灌木以及蒿、藜科、蓼科草本(郭盛乔等，1999)。

由于两汉(尤其是西汉)气候比较暖湿，华北地区竹、桑等经济林木的栽培十分普遍，当时朝廷相当大比例的税赋即源自于此。据《史记·货殖列传》，当时关中之地，既有“渭川千亩竹”，又有“粳稻、梨、栗、桑、麻、竹箭之饶”；关中之北的安邑(今山西西南运城县)有“千树枣”，关中以东的燕、秦有“千树栗”；在淮北、常山以南，河济之间有“千树萩”，齐、鲁虽“无林泽之饶”，却“颇有桑麻之业”。今河南淇县附近，在东汉之初寇恂治河内时，仍能提供百余万的竹矢以资军需。据东汉班固《西都赋》的描述，在上林苑这一皇家园林中，生有现今当地少有的冷杉和楠木。

---

①《汉书》卷28《地理志》

②《汉书》卷29《沟洫志》

③《汉书》卷65《东方朔传》

④ [汉]桓宽：《盐铁论》卷1《通有篇》

(二)西北地区

西北地区气候干冷，其森林、草原的分布以及乔、草木类型的变化更与气候冷暖干湿的波动密切相关。据记载，秦汉时，甘肃、青海一带森林、草原分布甚广。《史记·匈奴列传·索隐》引《西河旧事》云，祁连山在张掖、酒泉二界上，东西二百余里，南北百里，汉初“有松柏五木，美水草，冬温夏凉，宜畜牧”；“焉支山，东西百余里，南北二十里，亦有松柏五木，其水草美茂，宜畜牧，与祁连山同”。《汉书·匈奴传》载，在今合黎山、龙首山一带，“匈奴有斗入汉地，直张掖郡，生奇材木”，“匈奴西边诸侯作穹庐及车皆仰此山材木”。《汉书·地理志》载，陇右“山多林木，民以板为室屋”。汉宣帝时，赵充国率军在祁连山南麓河湟地区驻军屯田时，曾一次“伐材木大小六万余枚，皆在水次”[①]。

东汉时，陇右山区的林木仍较丰富。光武帝建武八年(公元32)，来歙为了奇袭隗嚣，曾率军穿越陇右山区，一路“伐山开道，从番须、回中径至略阳”[②]。永元五年(公元93)，陇西地方政权与西羌争战，曾在大小榆谷(今青海省贵德县境)作大航，造河桥[③]。东汉末年，董卓(公元？~192)欲迁都长安，曾扬言：“引凉州材木东下，为功不难。”[④]

据《山海经·西次二经》载，“高山(六盘山)，其木多棕，其草多竹”，六盘山地区在春秋战国时气候较为温暖，所以能够生长现今多分布于秦岭之南的棕、竹。但是，秦汉以后，渭河以北产竹的记录显见减少，至魏晋之时已基本绝迹，这多少反映秦汉后的气候向冷凉发展(王乃昂，1989)。内蒙古额济纳汉代烽燧遗址的古植被重建结果显示，西汉中前期，当地有较多的水生沼生植物；西汉晚期，当地植被已出现明显的草原化，水生沼生植物减少，旱生禾本植物明显增加；之后，植被向荒漠型转变(孔昭宸等，1991；汤卓炜，2002)。

从居延汉简记载的相关内容看，两汉时期居延一带植被状况曾发生重大变化。在居延垦区建立之初，当地植被有森林、草原和水生植物等类型。竹简中出现的一些地名，如望桐燧、临木燧、木中城、林中燧、桃下燧、桢中燧、竹里、槐里等，均与林木有关。在乌兰布和沙漠、杭锦旗、准格尔旗等汉代垦区遗址发现的古木桩、树桩和巨木棺材(直径达0.4 m)等以及鹿、虎等形状的饰物、冥器(侯仁之等，1973；甘肃省文物工作队，1984；甘肃居延考古队，1984)也说明了当地曾经森林茂密。居延汉简在隐示西汉初中期居延地区林木之丰的同时，也反映了西

①《汉书》卷69《赵充国传》
②《后汉书》卷15《来歙传》
③《后汉书》卷87《西羌传》
④《后汉书》卷72《董卓传》

汉后期至东汉初期该地区林木迅速减少的情形。据EPT58: 43汉简[①]，汉宣帝地节三年(公元前67)，一个叫汉的库守丞向上级报告说，修理车辆缺乏木材。可见，垦区建立不到四十年，木材已变得非常短缺。另据74E.P.F22: 49、48汉简[②]载，“建武四年(公元28)五月辛巳朔戊子……诏书曰：吏民毋得伐树木。有无。四时言。谨案部吏毋伐树木者，敢言之”，说明到了东汉建武初年，垦区林木资源已相当匮乏，砍伐森林被严令禁止。

至于新疆地区秦汉时植被分布的情形，史籍中也有不少记载。如《汉书·西域志》载，鄯善“多葭苇、柽柳、胡桐、白草”；温宿国“土地物类与鄯善等国类”，乌孙国“多松橘”。《太平御览》卷50引《西河旧事》言，汉代龟兹白山一带有“好木鐵”。另从新疆楼兰出土的相当于汉时法卢文书的记载内容看，当时，连根砍伐树木者，罚马一匹；而砍断树枝者，则罚母牛一头(林梅村，1988)，表明当时楼兰地区的林木资源已非常珍贵，林木保护政策极其严格。

(三)华中地区

华中地区地处亚热带湿润气候区。在这种气候环境下，其森林覆盖率在秦汉时虽因农业开发等原因而有所降低，但总体说来，森林面积较为广阔，森林覆盖率远高于华北和西北地区。有学者粗略估算，在2世纪末，长江流域的森林覆盖率大约为70%，较之中全新世初期，约降低了10%(周宏伟，1999)。

《史记·货殖列传》道，“蜀、汉、江陵千树橘……陈、夏千亩漆”，这是对江淮地区经济林分布状况的描述。西汉大辞赋家司马相如(公元前179~前118)在《子虚赋》中亦言，云梦“其北则有阴林，其树楩柟豫章，桂椒木兰，檗离朱杨，樝梨橪栗，橘柚芬芬”，对西汉时江汉平原北部森林分布进行了描绘。新莽末年王匡、王凤起义时，五万义兵“藏于绿林中”[③]，说明西汉末年江汉平原北部仍有大面积的森林分布。东汉初年，伏波将军马援围剿浔阳山区(今湖北武穴东北)农民军时，曾言“除其竹木，譬如婴儿头上虮虱，而剃之荡荡，虮虱无所复依”[④]，反映了长江以北竹林广布。2世纪末，张衡于《南都赋》中描述了南阳地区有栟榈、漆、檀、杻、橿、松、柏等，可推知当地天然植被发育良好。

由于秦汉时期长江中下游地区富有“江汉川泽森林之饶”，当时帝王将相、达官贵人均将江南作为兴建宫殿、营造船舶、制作棺椁等取材的首选之地，故当地居民多以“渔猎山伐为业”。秦始皇营建宫殿时，因关中林木不够，大量砍伐

① 甘肃省文物考古研究等编：《居延新简》，文物出版社，1990年
② 甘肃省文物考古研究等编：《居延新简》，文物出版社，1990年
③《后汉书》卷11《刘玄传》
④《东观汉记》卷12《马援传》

荆、蜀森林，因而唐代诗人杜牧(公元803~852)在《阿房宫赋》中感叹道："蜀山兀，阿房出。"当时中原王朝及地方的造船基地也大多设在江南，如吴王刘濞即"上取江陵木以为船。"东汉时，京师富贵之家丧葬所用棺椁，也必欲"江南楠梓，豫章楩柟。"[①]南宋初疏浚鉴湖时，曾在湖底挖出不少成湖前的汉棺，据目击者记述，这些汉棺"皆刳木为之"[②]，说明汉时当地不乏高大之木。

据史料及自然证据看，秦汉时期长江中下游地区的植物多喜温湿。《史记·货殖列传》明确指出，西汉时江南有"枏(同楠)、梓、薑、桂……多竹木"。长沙马王堆汉墓和其他楚、汉墓葬中木制器具的材质鉴定结果表明，当时湘江流域分布着由楠、桂、化香木、梓、毛竹等组成的亚热带森林(何业恒，文焕然，1982)。华中各地区的孢粉证据也佐证了上述这种认识。上海西部地区在秦汉时期的植被主要为常绿阔叶林(蔡永立等，2001)，湖北监利及江西鄱阳湖地区在公元前350年后的植被为常绿针、阔叶混交林，林下蕨类植物繁盛(顾延生，2004)，江汉平原在2160±130a BP时的植被景观为以阔叶树为主的针阔混交林草甸，喜温喜湿植物占据优势(张晓阳等，1994)，湖南君山地区在距今2000年时，植被类型为以柳栎(含青冈)为主的暖温带-北亚热带植被(彭红霞等，2003)。孢粉证据还反映出随着秦汉时期气候阶段性变化，植被组成状况亦发生一定变化。如安徽龙感湖地区，在2000a BP之前，莎草科等水生、湿生草本逐渐减少，之后，阔叶林减少，针叶林增多(瞿文川等，1998)；湖北神农架山区的水生、半水生种属植被在1990a BP后增多(张华等，2002)。

(四)华南地区

华南之地在秦汉早期隶属闽越及南越地方政权，西汉中期后，中原王朝才设郡县对其予以管辖。由于该区域地广人稀，开发较晚，因此天然植被一直比较稳定。据《汉书·严助传》载淮南王言"臣闻越非有城郭邑里也，处溪谷之间，篁竹之中"、"以地图察其山川要塞，相去不过寸数，而间独数百千里，阻险林丛弗能尽著，视之若易，行之甚难"、"夹以深林丛竹，水道上下击石，林中多蝮蛇猛兽"推算，西汉中期华南地区森林覆盖率当不低于80%。

西汉时期，中原王朝在今福建省仅设有一县(即冶县，县治所在今福州)。之所以偌大地方直至西汉后期仅设有一个县，有研究认为，可能是因为该地山岭重叠，森林密布，交通不便，难以控制的缘故(史念海，1991a)。另据梁廷相《南越丛录》载："绥安(今福建漳浦)废县，在(南海)郡之东，东接泉州，北连山，数千里日月蔽藏，昔越王建德伐木为舟之处也。"

---

① [汉]王符，《潜夫论》卷3《浮侈篇》

② [宋]吕祖谦：《东莱集》卷15《入越录》

秦汉时期，华南地区不仅森林广布，而且林木种类繁多，对北方官民而言，实乃异木奇草，许多果实成为进献宫廷的贡品。如《汉书·地理志》载，南海郡设有圃羞官，掌管荔枝、龙眼、橘柚等林果的上贡；《西京杂记》和《盐铁论·末通》亦载，岭南荔枝、橘柚在西汉时曾作为贡品进献长安。据《三辅黄图》载，汉武帝破南越后，起扶荔宫。“以植所得奇草异木，葛蒲百本，龙眼、荔枝，槟榔、千岁子、甘桔皆百余本。”东汉时杨孚所撰《异物志》中云，1世纪前，交、广两州还盛产木棉。通过对广州秦汉造船场遗址的木材鉴定结果表明，秦始皇统一岭南时期(公元前3世纪中叶)，今广东境内有格木、樟、蕈(阿丁枫)及杉等巨大乔木组成的森林分布(广州农林学院林学系木材学小组，1977)。这些树种的分布与当时岭南地区湿热的气候相吻合。

由于秦汉时期华南地区气候高温多湿，林木葱郁，人类活动较少，故当时该地区多有犀、象。据研究，野象和犀牛分布北界，甚至北到长江流域(何业恒，1999)。战国至西汉成书的《尔雅·释地》载，“南方之美者，有梁山之犀象焉”，西汉中期成书的《淮南子·坠形训》载，“南方阳气之所积……其地宜稻，多兕、象”，《盐铁论·力耕》也载，“珠玑犀象出桂林”。高要金利干栏遗址、琅塘遗址和南海官山民乐遗址所出土的象骨，都是全新世中到晚期出土的遗物(何业恒，1999)，与史料记载相吻合。

第四节　农业系统的变化

《吕氏春秋·审时》曰：“夫稼，为之者人也，生之者地也，养之者天也。”从中国农业发展史看，气候变化与农业生产之间的关系，是一种影响与适应(响应)的关系。气候变化导致田地数量以及物化性质发生变动，影响灌溉工程的修筑和利用，改变了作物的生长期，直接带来粮食产量及粮价的波动。

一、灌溉工程的兴衰

灌溉工程的兴衰，直接影响到农垦规模、作物亩产量和种植规模。战国中期，黄河中下游地区，许多湖泊湿地因气候趋冷而缩小，甚至淤干，形成的大片盐碱地(史籍多称之为斥卤、斥埴、潟卤、鹹卤等)，虽可用于农业生产，但产量不高，被归入恶田之列。史起曾说：“魏氏之行田也以百亩，邺独二百亩，是田恶也。”[①]黄土高原地区，土质富含矿物质，而被视为上上等，居九州之首[②]，宜种作物为黍

① [秦]吕不韦：《吕氏春秋》，《先识览第四·乐成》

②《尚书》卷3《禹贡》

稷[①]。然则，由于气候变得干冷，其粟产量也受到影响。因此，为了提高农业产量，在一定气候条件下，唯有修筑灌溉水利工程。例如，战国前期，史进治理邺城时，引漳水灌溉恶田，使亩收达到一钟(即 10 斛)而成为良田。同样，战国末期，郑国渠灌溉农田四万余项，使亩收达一钟。

西汉时期，大规模修筑农田水利工程始于武帝。据《史记》等史籍记载，当时灌渠主要分布于关中、西北和华中地区。其中，除西北地区外，“溉田各万余顷，佗小渠披山通道者，不可胜言也”。关中地区灌渠最胜，有六辅渠、白渠、龙首渠、成田渠、蒙茏渠、灵轵渠、漳渠等，哀帝时曾专设“持节领护三辅都水”加以管理。西北地区，武帝时“朔方、西河、河西、酒泉皆引河及川谷以溉田”[②]；昭帝时，当地军民大开渠道以便屯田；宣帝时，湟水流域也“缮乡亭，浚沟渠”，广垦田地二千顷；河西走廊则曾修筑引羌谷溉田的千金渠、藉端水、氐置水。华中地区的灌溉工程多为渠塘堤堰。汉元帝时，南阳太守召信臣修渠筑坝数十处，“灌田三万顷”为民兴利，被尊为“召父”。

东汉初，北方地区开渠溉田工程仍在进行。如在渔阳地区(今北京密云县西南)，张堪于建武十四至二十二年(公元 38~46)开渠引沽水、鲍丘之水溉田；在洛阳地区，张纯于建武二十三年(公元 47)“堰洛而通漕，洛中公私怀赡。”[③]东汉中后期，关中及西北地区原有灌溉工程已多废弃，重浚旧渠成为当时的主要任务。和帝永元十年(公元 98)和安帝元初二年(公元 115)二帝分别下诏要求各地修缮辖地内的旧渠，以溉公私田畴。光和五年(公元 182)关中地区新筑灌溉工程有泾水下游的樊惠渠(位于今咸阳县东)，使沿岸田地“清流浸润，泥涝浮游，曩之卤田，化为甘壤”[④]。

在东汉关中及西北地区农田水利工程日趋衰落的同时，黄淮平原以及长江下游的灌溉工程却大规模兴起。据《汉书》中杜诗、许杨、马棱、王景、鲍昱、何敞、鲁丕、张禹等的传记，光武帝、明帝、章帝和质帝在位时，汝南、下邳、东海、广陵、庐江等地皆有大规模的灌溉工程兴建。

东汉以后，北方灌溉工程迅速衰败。就关中地区，其个中原因似可归咎于都城东迁和战争破坏。然就整个北方而言，灌溉工程的兴衰则与气候变化关联紧密。灌溉工程既可以为作物生长提供所必需的水分，也可以用来冲刷土壤中的盐碱。事实上，西汉中期灌溉工程大规模兴起的主要原因之一就是为冲洗因气候趋干所形成的大面积盐碱(辛德勇，2006)。关中龙首渠修成后，灌田“犹未得其饶”，其原因是黄河径流量减少，导致灌渠水位相对较低，只能以汲水方式灌溉田地，

① 《周礼》卷 4《夏官》，职方氏

② 《汉书》卷 29《沟洫志》

③ [北魏]郦道元:《水经注》卷 16《穀水注》

④ [东汉]蔡邕:《京兆樊惠渠颂》，《全上古三代秦汉三国六朝文》卷 74

而无法充分地冲走土壤中的盐碱；另外，灌渠河水携带越来越多的泥沙，加速了渠道的淤塞，进而导致水渠灌溉面积的减少。建武初年河南尹王梁“穿渠引谷水注洛阳下，东泻巩川，及渠成而水不成”[①]。

二、种植业结构的变化

先秦至两汉时中国北方粮食作物种植结构曾发生过数次变化。从《诗经》里黍、稷连称的表述方式看，西周至春秋中叶，糜(黍)、粟(稷)一直是中国北方最主要的粮食作物。春秋战国之际至西汉初年，黍的地位开始下降，而菽(大豆)的地位却日益上升，这从《墨子·尚贤》、《晏子春秋·内篇》、《孟子·尽心上》等战国文献中经常出现的菽、粟连称现象可以得到证实。西汉后，粟(稷)仍贵为“五谷之长”，但随着气候变化，稻、麦、菽等作物种植面积不断扩大，粟一枝独秀的地位受到挑战。

(一)北方水稻种植面积的变化

战国中后期，稻如同粱(谷子的特别优良品种)一样，被认为是富贵人家才能享用的高级粮食。它虽在黄河中下游地区也有种植，并随着农田水利建设的发展，种植面积不断扩大，但总体而言，稻多种植在黄河流域东部和东南部地区[②]，在北方种植面积较小，仅偶见于一些低平而湿润的“下田”[③]。然而，到了两汉时，北方的关中地区、燕蓟地区、黄淮平原以及河内地区等均在不同时期里扩大过水稻的种植面积。

西汉武帝时，关中地区水稻种植已较普遍，《汉书·东方朔传》及《汉书·沟洫志》等史籍均有记载。东方朔曾将秔稻列为关中物产之首，位在梨栗桑树竹箭之上。建元三年(公元前138)武帝游猎长安时曾“驰骛禾稼稻秔之地”，修筑水利工程时曰“左、右内史地，名山川原甚众，细民未知其利，故为通沟渎，畜陂泽，所以备旱也。今内史稻田租挈重，不与郡同，其议减”[④]。昭帝元凤元年(公元前80)曾诏令设置“稻田使者”，专为稻田收税[⑤]。汉成帝时《氾胜之书》在讲

① 《后汉书》卷22《王梁传》

② 《周礼》卷4《夏官司马》第四：“东南曰扬州……其谷宜稻。正南曰荆州……其谷宜稻……正东曰青州……其谷宜稻、麦”

③ 《周礼》卷2《地官司徒》第二，“稻人掌稼下地……泽草所生，种之芒种。”郑众注：芒种，稻麦也

④ 《汉书》卷29《沟洫志》，左右内史地，即太初元年（公元前104年）后的京兆尹、左冯翊与右扶风，合称三辅之地，也即今关中地区

⑤ 《汉书》卷7《昭帝本纪》

述关中地区农业生产技术时，仍将水稻的种植作为主要内容之一，但讲述次序只列于第四，似反映稻作经济地位有所下降。

另外，《黄帝内经·素问·金匮真言论篇》中载，“西方白色，……其谷稻”，这不同于先秦至西汉初期《尚书·禹贡》、《周礼·夏官·职方氏》、《范子计然》等书对“西方”宜种作物的介绍。《黄帝内经·素问》大致成书于战国至东汉之间，为众多医家汇集而成。故该史料较有信度反映了西汉时关中地区(甚至西北地区)的主要种植作物。

1世纪中叶前后，中国北方水稻种植面积亦曾有过扩大。除关中外，北方其他地区也发展了稻作农业。如在燕蓟地区，张堪任渔阳太守时(公元38~46)，曾“于狐奴开稻田八千余顷”①，这是该地区两汉时稻区北界的唯一一则史料。差不多同一时期，许杨在黄淮平原历数年修复鸿隙陂，起塘四百余里，使百姓得利而有多年水稻丰收②。明帝初年(公元58)，鲍昱任汝南太守时，亦整治黄淮平原多处陂塘，从而使得当地“水常饶足，溉田倍多，人以殷富。”③

1世纪末至2世纪30年代，黄淮平原水稻种植面积再度扩大，河内地区的水稻种植也有较大发展。章帝永元二年(公元90)，何敞为汝南太守，修理鲖阳旧渠，开垦稻田三万余顷④。安帝元初二年(公元115)时，河内、河东、上党等郡均奉诏疏浚区内旧渠，以溉公私田畴⑤。2世纪30年代，崔瑗为汲县县令时，亦“为人开稻田数百顷。”⑥

水稻种植，对地形、土壤、气候等自然条件有一定的要求。如《说苑》一书记载，“山川汙泽，陵陆丘阜，五土之宜……高者黍，中者稷，下者秔”，说明西汉时人们已注意到水稻种植的地形适宜性。然则，低田面积在相当长的历史时期里是固定不变的，况且也不可能全部用于种植水稻。而两汉时，原先不少“唯宜黍、秫”的“黄唐”⑦之地改种水稻，并因此形成了三个种植高峰期。这说明当时人们已经认识到气候变化对水稻这种高温作物产量有显著的影响，进而在不同历史阶段为适应气候变化而采取经济利益最大化的行为(邹逸麟，1985；游修龄，1995)。如前所述，西汉初期(武帝之前)、1世纪中叶以及1世纪末至2世纪30年代，中国北方气候较为暖湿，水热资源充足，种植水稻的产量要高于其他粮作

---

①《后汉书》卷31《张堪传》
②《后汉书》卷82《许杨传》
③《后汉书》卷29《鲍昱传》
④《后汉书》卷43《何敞传》
⑤《后汉书》卷5《安帝纪》
⑥《后汉书》卷52《崔瑗传》
⑦《管子》卷19《地员》，“黄唐”意即低湿

物，正如贾让所言："若有渠溉，则盐卤下湿，填淤加肥；故种禾麦，更为秔稻，高田五倍，下田十倍。"①

(二)关中地区由稻而麦

西汉初期，中国北方麦作区主要分布于关东地区，《淮南子·坠形训》有载，"东方……其地宜麦"、"济水通和而宜麦"；而关中地区由于气候相对暖湿，许多低地或成为湿地、湖泊，或因"下湿"加重，十分适宜种稻，故当地"俗不好种麦"②。然西汉中期以后，关中地区以及北方其他区域的麦作经济大规模发展起来，出现了由稻而麦的转换(王子今，1995)。如《汉书·武帝纪》载，元狩三年(公元前120)，武帝"遣谒者劝有水灾郡种宿麦"。武帝后，军方出征，战马所驮负的三十日食中"米二斛四斗，麦八斛"③，敦煌屯田则"出米二斗，麦六斗"④，说明当时麦的种植规模扩大。晋元帝太兴元年的诏书在回顾西汉农业时，有"昔汉遣轻车使者氾胜之督三辅种麦，而关中遂穰"之说。从《后汉书》、《东汉观记》所载的高凤、张堪、鲁恭、朱浮、王丹、第五伦、荀彧等的传记看，东汉时辽宁、燕蓟、南阳、关中等地均普遍种植小麦。《后汉书》所载十几次粮食生产的诏书中，有九次(即光武帝建武五年五月诏；明帝永平四年二月诏，十年四月诏，十八年四月诏；章帝建初五年二月诏；和帝永元五年二月诏；殇帝延平元年十月诏；安帝永初三年诏，永宁五年诏)涉及麦作。有研究者还进而将两汉时的石磨以及小麦实物的出土地点进行地域分布上的对比，认为石磨的普遍推广使用是两汉小麦大面积种植的标志(卫斯，1988)。

西汉中期以后中国北方麦作大规模扩展有可能是气候变化的结果。气候变化不仅能引起作物生理习性的变化，而且还能导致作物生长土壤物化性质的改变，影响农业生产潜力。西汉中期后，中国北方气候转为冷干，盐碱化土壤广泛分布，关中地区"阳陵县东，其地衍隩，土气辛螫，嘉穀不植"⑤，"临晋民愿穿洛以溉重泉以东万馀顷故(斥)卤地"⑥，在这种土地上，小麦的抗寒能力强于粟和稻，耐旱能力强于稻而弱于粟，又可种植在盐碱化的土壤上⑦，故麦作农业又得以继战国时期而复兴，这是汉代劳动人民为适应气候变化而做出的积极响应。

---

①《汉书》卷29《沟洫志》
②《汉书》卷24《食货志》
③《汉书》卷69《赵充国传》
④ 吴礽骧等：《敦煌汉简释文》，甘肃人民出版社，1991，《敦煌汉简》B318
⑤ [汉]蔡邕：《京兆樊惠渠颂》，《全后汉文》卷74
⑥《史记》卷29《河渠书》
⑦《管子》卷2《地员》篇述，"斥埴，宜菽麦"

(三)大豆种植规模扩大

战国时，菽的种植地位较高，与粟并称。其种植区域主要分布在黄河流域北部的并州(今太原以北及河北中北部)和豫州(今河南西部、东部及淮河以北的地区)等地[①]。

到了西汉初期和中期，菽的种植记载明显减少，仅《淮南子·坠形训》中言北方宜菽。这可能是因为气候暖湿，适宜种植稻麦，从而挤占了菽的种植空间。当时，菽已不作主食食用，转入“蔬饵膏馔”之列，被制成豆豉、酱、醋等多种副食。不过，到了西汉后期，北方菽的种植记载又逐渐多了起来，并再度被作为主食。昭帝时为官的大学者焦延寿在《易林》中云：“中原有菽，以待饷食。”西安杜陵出土的汉牍《日书》“农事篇”则将豆列为五谷中的第二位，这也反映了宣帝时关中豆类种植广泛(张铭洽等，2002)。成帝时，因鸿隙陂废毁，农田缺水，汝南农民不得不将原来的稻田改种大豆和芋头以作食用[②]。另据《氾胜之书》记载，西汉晚期有“谨计家口数，种大豆，率人五亩”，可见大豆种植在当时北方还是占有相当的比例。陕西茂陵汉墓出土的新莽朝陶仓顶部题记有“大豆万石”等墨书[③]，也间接证实了西汉末关中地区有过较大规模的大豆种植。

东汉时，大豆的种植依旧较为普遍。东汉中期，张衡《南都赋》记，南阳原野长“菽麦稷黍”。农书《四民月令》中，则几乎逐月都有关于“豆”的内容。另据《后汉书·献帝纪》载，兴平元年(公元 194)三辅大旱，“谷一斛五十万，豆麦一斛二十万……帝使侍御史侯汶出太仓米豆，为饥人作糜粥”，这说明大豆是东汉末年朝廷太仓所储藏的主要粮食之一。

据《荀子·天论》和《礼记·檀弓下》等史籍载，大豆自先秦起就被认为是清贫者才吃的主食，“啜菽饮水”乃相当节俭的生活。据《氾胜之书》载，大豆产量不高，与粟、麦的产出相差甚远。那么，大豆为何在战国时一度取代黍的地位，与粟并称？在西汉后期以及东汉时，其种植面积为何又再度扩大？这除了菽适应中原地区从休闲制过渡到连年种植制的需要外，还与气候变化密切相关。菽具有耐盐碱、耐寒、耐旱特征，在 pH 值为 9.18~9.23 的盐碱地及零下 41℃的低温环境下均可安全生长[④]，故在气候冷干时或旱碱地域具有较高的种植价值。战国中期气候转冷、西汉晚期以及东汉时亦相对寒冷，故当时菽种植地位提高。又如新莽朝末，时逢秦汉时期最冷 30 年，中国东中部地区冬半年平均气温较今低 0.4℃，天下旱

① 《周礼》卷 4《夏官司马第四》

② 《汉书》卷 84《翟方进传》

③ 《洛阳五女家号新莽墓发掘简报》，《文物》，1996 年，第 7 期

④ 互动百科——野大豆，http://www.hudong.com/wiki/%E9%87%8E%E5%A4%A7%E8%B1%86

蝗，然“野谷旅生，麻菽尤盛”[①]。

三、粮食亩产的变化

(一)西汉前期(公元前206~前150)较高

据《汉书·食货志》载，文帝时的著名政论家晁错(公元前200~前154)言：“今农夫五口之家，其服役者不下二人，其能耕者不过百，百之收不过百石”，即亩产为一石。按《睡虎地秦简》[②]、《张家山汉简》[③]所载，这里的“石”应为16.67汉斗的大石(1汉斗为2000毫升，可容2.7市斤粟)，“亩”是汉初山东诸地所沿袭的百步小亩，即0.288市亩(天石，1975；宁可，1980；吴慧，1985)。至于此处所收是粟还是粝米，记载不详。若记载的是粟，则亩产156斤；如记载的是粝米，依《睡虎地秦墓竹简》以及《张家山汉简》所述粟和粝米的折算关系，亩产为261市斤。汉初气候相对暖湿，冬半年气温高出现今1℃左右，灾害发生频次少，如晁错所言“今海内为一……加以亡天灾数年之水旱”[④]，且社会稳定，政府劝课，农业技术水平在战国后期的基础上又有较大发展，农田灌溉较为普及。因此，西汉前期北方中等田的亩产当不低于战国后期，故此处所收为粝米的可能性较大，当时亩产粟量应为261市斤。

荀悦(公元148~209)在《前汉纪》中亦载，文帝二年(公元前178)，晁错言，“今农夫五口之家，其服作者不过二人，其能耕者不过百亩，百亩之收，不过三百石”[⑤]。此处看似与前一文献记载相抵牾，其实不然。这里荀悦所述乃是小亩产三小石粟，按秦汉竹简所记1小石10汉斗的容量算，即281市斤粟，与按《汉书·食货志》计算出的261市斤/亩产相差不大。

又据《管子·治国》载：“常山之东，河汝之间，蚤生而晚杀，五谷之所蕃熟也，四种而五获。中年亩二石，一夫为粟二百石。”“常山”即“恒山”，系避文帝刘恒之讳而改用。“石”为16.67斗，亩为汉代小亩，故亩产约313市斤粟。这可能是当时北方中等偏高产田的水平，与四种而五获有关。

关于南方亩产，《淮南子·主术训》有云：“一人蹠耒而耕，不过十亩，中亩

---

①《后汉书》卷1《光武帝纪》

② 睡虎地秦墓竹简整理小组编：《睡虎地秦墓竹简》，文物出版社，2001年，载：“粟一石六斗大半斗，舂为粝米一石，……稻禾一石为粟廿斗，舂为米十斗，……，叔、荅、麻十五斗为一石”

③ 张家山二四七号汉墓竹简整理小组：《张家山汉墓竹简(二四七号墓)》，文物出版社，2000年，载：“程禾程曰：禾黍一石为粟十六斗泰(大)米斗，舂之为粝米一石，粝米一石为粟米九斗，粟米九斗为毁米八斗。……，王程曰：稻禾一石为粟廿斗，舂之为米十斗为毁，粲米六斗泰半斗……，麦十斗，为三斗，程曰：麦、菽、荅、麻十五斗一石”

④《汉书》卷24《食货志》

⑤《前汉纪》卷7《文帝纪》

之获，率岁之收，不过亩四石。”从一夫不过十亩看，一家仅二十亩地，似不合一家百亩之数，不过，地处南方，应反映是南方水田的辛苦劳作，其亩产稻谷为4石/大亩(吴慧，1985)。这样，南方中等田的稻谷亩产为260市斤，已赶上北方粟谷的水平。

(二)西汉中期(公元前150~前81)略降

西汉中期气候比前期略冷，各类自然灾害增多(图6.12)，这直接导致粮食亩产水平略有下降。成文于武帝时代的《管子·禁藏》(宁可，1980)记载，当时农业生产的理想状态是：“富民有要，食民有率，率三十亩而足于卒岁，岁兼美恶，亩取一石，则人有三十石。”此处，按“亩”为0.288市亩，“石”为16.67汉斗计，北方中等田的亩产约为156市斤，比汉初有明显下降。故武帝时将五口之家人均拥有田地的限额调升至150小亩，比汉初增多了50亩。

《史记·河渠书》云，汉武帝时引河水溉汾阴，溉田5000顷，得谷200万石以上，即每亩收四石。有观点认为，亩为大亩，石为大石(宁可，1980)，则亩产为261市斤，此为有灌溉的中上田的亩产水平。

《史记·货殖列传》云：“名国万家之城，带郭千亩亩钟之田。”若按亩为大亩，一钟为10小石算，则知当时好田亩产粟391市斤。《汉书·沟洫志》中，严熊言“龙首渠成，引水灌临晋地，试得水，可令亩10石”，若亩为大亩，石为10斗的小石，单亩产量与《史记·货殖列传》所述一致。

西汉中期，西部边郡的粮食亩产水平在《居延汉简释粹》一书有所记述。72·E·J·C:1号简的文书载“第四长安亲，正月乙卯初作尽八月戊戌，积二百廿四日，用积卒二万七千一百卌三人。率日百廿一人，奇卅九人。垦田卌一顷卌四亩百廿四步，率人田卅四亩，奇卅亩百廿四步。谷二千九百一十三石一斗一升，率人得廿四石，奇九石。”据天干地支法推算，文书中的“正月乙卯初作，尽八月戊戌”指的是太始二年(公元前95)。文书中的“石”应为16.67斗，“亩”则是武帝末年所实施的0.691市亩的大亩。由此推算，当时西部边郡的粮食亩产约为45.8市斤，较为低下。

武帝于征和四年(公元前89)任命赵过为搜粟都尉。“率十二夫为田一井一屋，故亩五顷，用耦犁，二牛三人，过试以离宫卒田其壖地，课得谷皆多其旁田亩一斛以上……”[①]在抗旱的代田法下，每大亩[②]的一般田可增产10斗以上，即每市亩至少增加39市斤。若以《居延汉简》所记产量为基础算，则西部边郡亩产量可增至85市斤/市亩以上，这对于解决西北粮食紧缺问题大有裨益。同样，北方

① 《汉书》卷24《食货志》

② 十二夫为田一井一屋，故亩五顷，意思就是古时十二夫(1200亩)相当于240步大亩制下的5顷

中等田若按此耕作法，亩产水平可增至195市斤/市亩以上。

又昭帝始元六年(公元前81)，各地贤良人士奉诏集聚都城，就解决民间疾苦问题进行讨论，史称“盐铁之议”。据《盐铁论·散不足》记载，汉中期前，百姓很少能吃得上肉。昭帝时，寻常百姓常在乡间聚会之时以肉为食，“夫一豕之肉，得中年之收，十五斗粟，当丁男半月之食。”这里，“中年之收”当为每亩正常年份之收，为15斗粟。“亩”应是小亩，亩产约为141市斤/市亩(若“亩”是大亩，亩产仅为58.6市斤，似太低，不合情理)，与汉武帝时不用代田法下的156市斤的亩产量相差不大。昭帝初与武帝时的气候差异不大，生产技术水平也相当，故《盐铁论》的记载是可信的。

(三)东汉中前期(公元50~100)略增

《东观汉记·张禹传》说，元和三年(公元85)，张禹迁下邳(今江苏睢宁)相，修蒲阳陂，“垦田千余顷，得谷百万余斛”。可知每亩(大亩)产谷约10斛。由此算出1世纪后半叶，淮北平原上等水浇田的亩产水平约合现今390市斤/市亩。这里，“垦田千余顷”，在有的《东观汉记》版本中作“四千余顷”，若如此，则亩产为98市斤/市亩，比较低。然与《后汉书·张禹传》记载蒲阳陂“傍多良田……通引灌溉……遂大收谷实”相对照，千余顷的版本应是正本。

(四)东汉后期(公元180~220)较低

东汉末，气候进一步冷干，灾害增多，且战乱频仍，农民无力稼穑，故亩产较低。东汉末仲长统(公元179~220)言，因“盗贼凶荒，九州代作，饥馑暴至，军旅卒发，横税弱人，割夺吏禄，所恃者寡，所取者猥，万里悬乏，首尾不救，徭役并起，农桑失业”，因此“今通肥硗之率，计稼穑之入，今亩收三斛”[①]。“通肥硗之率”，即为肥瘠平均计算的结果，“三斛”即30斗，“亩”是武帝后广泛推行的大亩，依此可知东汉末北方中等田的亩产约117市斤。

四、耕地面积的变化

战国中期，中国人口峰值数约4500万(葛剑雄，2002)，按《周礼·小司徒》和银雀山汉简载“中田家六人”推算户数为750万。依战国前期魏相李悝(公元前455~前395)言“一夫百亩”制(约合47.5汉大亩)则可推知，战国中期人口峰值出现时，全国耕地数约356万顷汉大亩。

秦统一六国后人口数为4000万(葛剑雄，2002)，按商鞅变法后“一户五口”

① 《后汉书》卷49《仲长统传》

计，有户 800 万。户均田亩数仍合计为百周亩，则秦时全国耕地约 380 万顷汉大亩。

两汉时期，全国耕地数在史籍中已有明确记载。其中，《汉书·地理志》载："定垦田八百二十七万五百三十六顷。"据《后汉书·郡国志注》引《帝王世纪》的内容可知，此数为西汉末年平帝元始二年(公元 2)的官方登记数据。鉴于历代王朝均有私田隐匿不报的现象，故当时实有耕地面积应略高于此数。另据《后汉书·郡国志注》引伏无忌注，东汉时在录的垦田数有五个，和帝元兴元年(公元 105)垦田数 7 320 170 顷 80 亩 40 步，安帝延光四年(公元 125)垦田数 6 942 892 顷 13 亩 52 步，顺帝建康元年(公元 144)垦田数 6 896 271 顷 56 亩 194 步，冲帝永嘉元年(公元 145)垦田数 6 957 676 顷 20 亩 108 步，质帝本初元年(公元 146)垦田数 6 930 123 顷 38 亩。

从上述估算与记载的垦田数看，西汉时全国耕地数比战国中期增加了一倍以上，而东汉时则减少了 11%。

(一)黄河中下游地区

黄河中下游地区是秦汉时期的主要农业区，农业开发历史悠久，战国至西汉时期，这一区域耕地面积不断增加，大量原来"可垦可不垦"的荒地、硗埆、林莽、沮洳等地，于此时得以开垦。这一方面源于铁制农具的普及和人口增加，另一方面则由于气候变化所致。以关中地区为例，战国前，该区域农业开发多在关中西部海拔500米以上的黄土台塬上，这是因为气候温湿时，渭北冲积平原由于地形低洼，多为一片沮洳的"斥埴"，而海拔高的黄土台塬则更适宜于农耕。战国后期和汉武帝时期，气候相对冷干，原"上上等田"的台塬则因少雨而慢慢变得不适宜农耕，而关中东部广布的湖泊、湿地则给农业用地提供了广阔的空间。据研究，《汉书·地理志》所载关中地区57个县中，有25个是在战国以后设置于海拔700米以下的渭河平原盆地(木村正雄，1965；鹤间和幸，1999)。

其他地区的情形大体类似。一方面，在气候趋冷的背景下，这些地区的湖泊沼泽不断淤积，成为民众垦殖对象。如《汉书·沟洫志》载："内黄界中有泽，方数十里……民今起庐舍其中。"[①]另一方面，由于气候变冷，黄河淤积加重，战国时所修筑之 25 公里大堤内形成大量的肥美滩地，为百姓所耕种。故《汉书·沟洫志》有云，"水尚有所游荡，时至而去，则填淤肥美，民耕田之。或久无害，稍筑室宅，遂成聚落。大水时至漂没，则更起堤防以自救，稍去其城郭，排水泽而居之"；"东郡白马(今河南滑县东)故大堤亦复数重，民皆居其间。从黎阳北尽魏界，故大堤去河远者数十里，内亦数重，此皆前世所排也。"

① 《汉书》卷 29《沟洫志》

西汉及新莽时黄河曾有 7 次改道，故西汉中后期至东汉时黄河中下游地区耕地曾被大量废弃。新莽建国三年(公元 11)黄河改道后，“加顷年以来，雨水不时，汴流东侵，日月益甚，水门故处，皆在河中，滂溲广溢，莫测圻岸，荡荡极望，不知纲纪。今(永平十三年，公元 70 年)兖、豫之人，多被水患……”[①]，淹没了大量的耕地，直至王景治河才告终结。

(二)北方农牧交错带

该地域自长城与青藏高原交汇处起，向东延伸数千公里，包括今青海、甘肃、宁夏、陕西、山西、河北、内蒙古、辽宁诸省区的大部。农牧交错带是中国东南夏季风与北方冬季风“兵锋相接”之处，即半湿润与半干旱、暖温带与温带的邻界地区。在这两个季风势力争端的地带，地表环境对气候变化极端敏感。通常而言，凡在气温、降水条件较好的地区，人们多选择以农为主的生产形式；反之，则多选择非农生产方式(韩茂莉，2002)。程洪(1982)和张家诚(1982)的研究表明，在其他因素不变的条件下，如果该地区年平均气温下降 2℃，则其原有的生物分布要南移 2~4 个纬度，农业的分布位置亦相应南移；如果该地区年降雨量增减 100 毫米，则农业区向西北扩展或向东南退缩 100 公里。在今山西和河北西部，因降水减少而导致农区退缩的幅度甚至达 500 公里。

秦汉时期，中国北方农牧交错带位置曾发生过 3 次大的变动(图 6.11)，直接导致区内农田面积的增减，进而对其后的生态环境和社会状况产生深远的影响。

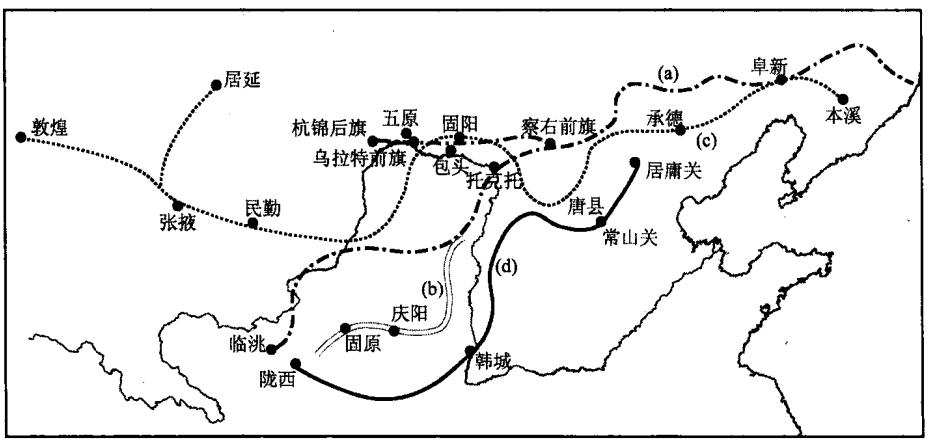


图 6.11　先秦至两汉时各阶段农牧交错带位置

(a)------：战国晚期(公元前 4 世纪~前 3 世纪末)位置；(b)═══：西汉前期(公元前 3 世纪末~前 2 世纪中)位置；(c)——：西汉中后期(公元前 2 世纪中~公元 1 世纪初)位置；(d)——：东汉后期(公元 2 世纪中~公元 3 世纪初)位置

① 《后汉书》卷 2《明帝纪》

1. 春秋战国时期(公元前 8 世纪初~公元前 3 世纪末)

史料中有关中国北方农牧交错带的明确记载始自春秋时期。《史记·匈奴列传》载:“自陇以西有绵诸、绲戎、翟、豲之戎,岐、梁山、泾、漆之北有义渠、大荔、乌氏、朐衍之戎。而晋北有林胡、楼烦之戎,燕北有东胡、山戎。”这表明,陇山(今陕西陇县境)、岐山(陕西省岐山县境)、梁山(今陕西乾县境)、泾水、漆水一线是当时农耕区与牧业区的西段分界线,农耕区东段北界的晋、燕两国北界,大致在现今陕西延安东北,向东经山西五台、夏屋山、蓟县、卢龙县抵渤海(图 6.11(a))。该线南北 1~2 个纬度地域即农牧交错带。

到了战国时期,《史记·匈奴列传》载,秦国长城(自甘肃临洮起,沿六盘山向西北延伸,经陕西吴忠、榆林、神木,抵于内蒙古托克托的黄河边)、赵国北长城(有两座。北座自今内蒙古杭锦后旗乌拉山与狼山之间的缺口,沿阴山南麓东去,经五原、固阳县北境,至呼和浩特西北大青山北麓;南座西起乌拉特前旗黄河东岸,傍大青山南麓逶迤东去,经包头、呼和浩特、卓资北境,向南折入察右前旗)、燕长城(约自今河北张家口东北,渡辽河,经内蒙古多伦、独石等境,抵现今辽宁朝阳)是当时农耕区与牧业区的分界线。这一农牧分界线,较春秋时期有明显的西进和北移。史念海(1981)认为,在黄土高原地区,战国至秦汉时期是第一次由牧转农的时期。

2. 秦及西汉前期(公元前 3 世纪末~公元前 2 世纪中)

秦朝时,农牧交错带的西段曾一度向西北方向推移。据《史记·匈奴列传》和《史记·秦始王本纪》记载,秦将蒙恬于秦始皇三十二、三十三年(公元前 215、前 214)两次将兵数十万,北击林胡,悉收河南地(今河套地区及其以南),并因河为塞,筑四十四县城临河,徙適戍以充之。秦始皇三十六年(公元前 211),始皇又向北河、榆中迁口三万,使得当时戍守边疆的军民达 30 余万(葛剑雄,2002)。秦二世元年(公元前 209),蒙恬卒,其所率守边军民在秦末战争期间纷纷流散。匈奴遂“复稍渡河,与中国界于故塞(今安化、延安、平凉郡之地)……侵燕代,悉复收秦所使蒙恬所夺匈奴地者,与汉关故河南塞,至朝那(今甘肃固原东南)、肤施(今陕西榆林东南)”;及刘、项相持之际,“未遑边备,单于头曼稍渡河南,复其故地,今洛交(今陕西富县)、安化(今甘肃庆阳、华池一带)郡地”①。据此可知,秦汉之际农牧交错带西段位置大致在今甘肃静宁、宁夏固原、甘肃庆阳、陕西富县、榆林一带(图 6.11(b))。

从《史记·货殖列传》中有关“天水、陇西、北地、上郡与关中同俗,然西

① [唐]杜佑:《通典》卷 194《边防》

有羌中之利，北有戎翟之畜，畜牧为天下饶”的记载以及文帝后元二年(公元前162)致单于书中所言“长城以北，引弓之国，受令单于，长城以内，冠带之室，朕亦制之”[①]的言辞来看，西汉前期农牧交错带西段的位置大体与秦时一致，依旧在战国秦昭襄王所筑的长城附近。而农牧交错带的东段，从“龙门、碣石北多马、牛、羊、旃裘、筋角”、“种、代，不事农商”、“燕、代田畜而事蚕”[②]的记载看，其位置较战国时有所南退，大约在今陕西韩城县与山西河津县交界处的龙门山向东北，经山西代县(即代地)、河北鹿泉市(即种地)东南，至河北昌黎县碣石一线。另据《通典·边防典》载，汉文帝时晁错曾言“然今远方之卒守塞，一岁而更，不知胡人之能，不如选常居者，家室田作，且以备之”。文帝听从他的建议，招募民众徙于塞下。所以，当时秦塞附近是有耕田的，只不过这种且耕且守，不同于汉武帝后的军方屯田，是临时性的，无制度性保障。

3. 西汉中后期(公元前2世纪中~公元1世纪初)

汉武帝即位后，锐意进取，一改汉初的和亲政策，对匈奴发动数次大规模战役，国土不断向西、北扩展。为稳定新开拓的疆土，汉廷采取了大规模移民实边和戍军屯垦的措施。宣帝元康年间(公元前65~前61)，赵充国提出的“屯田奏”，系统确立了西汉军屯制度。在这一制度的实施过程中，农耕区继续向北、向西拓展，形成了一个颇为广阔的农牧交错带。

从《汉书·武帝纪》和《汉书·食货志》的记载看，这一时期农牧交错带西北段的位置在元朔二年(公元前127)，随汉廷收复河南地，置朔方、五原郡，“募民徙朔方十万口”而初告形成，后经元狩四年(公元前119)“乃徙贫民于关以西，及充朔方以南新秦中，七十余万口”，元鼎六年(公元前111)“上郡、朔方、西河、河西开田官，斥塞卒六十万戍田之”等举措而逐渐稳定下来。山西北部代郡，在公元前2世纪中叶以前仍不事农桑，但之后就有了农田种植和桑蚕业[③]；元封年间(公元前110~前105)，农垦区又向北推进，“北益广田，至眩雷为塞(今内蒙古杭爱旗东部)”[④]；至元帝初元五年(公元前44)，北假(今河套以北、阴山以南)地区仍有田官。西汉王朝最后半个多世纪，“朔方无复兵马之踪六十余年”，“人民炽盛，牛马布野”[⑤]；定襄、云中、五原亦被称为膏壤之地[⑥]；上郡、北地、安定

①《汉书》卷94《匈奴传》
②《史记》卷129《货殖列传》
③《汉书》卷28《地理志》
④《汉书》卷94《匈奴传》
⑤《后汉书》卷89《南匈奴传》
⑥《汉书》卷99《王莽传》

三郡，土广人稀，仍饶谷多畜[①]。依此，西汉中后期农牧过渡带西北段的位置大致在赵国北长城至今山西代县一线(图6.11(c))，较汉初北移约3个纬度。

大量考古资料证实了上述分析结果的可靠性。20世纪60年代，在乌兰布和沙漠北部黄河西岸发现了三封、窳浑、临戎三座汉代古城遗址和分布甚广的汉墓群，侯仁之和俞伟超(1973)推定这里是汉代的一个农垦区；在毛乌素沙地中，西汉遗迹分布明显北于唐、宋、明代遗迹(中国科学院《中国自然地理》编辑委员会，1980)；在陕北榆林、横山、神木三县北部的沙漠区中，有汉代遗址27处，在内蒙古伊克昭盟(今鄂尔多斯市)境内，也发现大量汉代遗址(朱士光，1990)。有学者根据内蒙古大青山地区古土壤的^{14}C年代以及成土速度推断，汉代该区域气候温凉偏湿，有利于农业发展，所以形成了农牧交错的格局(崔之久,宋长青，1992)。

西汉中后期，农牧交错带的西段越过陇山，向西北牧区深处推进。河西走廊地区原本“水草宜畜牧，畜为天下饶”，武帝时在河西走廊相继设了武威、酒泉、张掖、敦煌四郡三十五县，并在千金渠等大规模水利工程的支撑下，绿洲农业得以蓬勃发展。如元封二年(公元前 109)“朔方、西河、河西、酒泉皆引河及川谷以溉田”[②]，籍端水(今疏勒河)、氐置水(今党河)、居延泽也都建有引水渠道用以溉田。据居延汉简 72·E·J·C:1 号文书载，仅太始二年(公元前 95)正月至八月，就垦田四十一顷四十四亩百廿四步，屯田面积最大时达 60 多万亩(梁东元，1999)。银川、吴忠、灵武、盐池、同心、固原等地汉墓出土的铁铲、铁剑、铁钉、铁灯等铁制用具和铁块、铁渣等，也说明当时这些地区农耕经济十分兴盛(杨新才等，1994)。及至两汉之际，河西地区仍旧是十分富庶的农业区，光武帝在给窦融的诏书中写道“(河西)仓库有蓄，民庶殷富”[③]。

河西走廊是西汉中后期北方农牧交错带的西段。自武帝起历百载开发，该地区已从牛羊遍野的牧区，转变为“谷籴常贱”的以农为主、牧业为辅的富庶农牧区，当时大致的范围由现今宁夏灵武、银川起，西经甘肃民勤、张掖，至高台分别向居延和敦煌方向延伸(图6.11(c))，相较于汉初，西汉中后期农牧交错带西移了6~14个经度，向北推移约6个纬度。

这一时期农牧交错带东段位置，史籍无明确记载。据研究，随着秦汉政府在辽河地区的置郡屯戍，大批汉人进入东北，铁器牛耕等随之传入，开创了东北农业的新局面，辽东辽西从此成为中原农耕文化向东北扩展的桥头堡(李根蟠，1993)。《后汉书·南匈奴传》载，东汉建武十三年(公元37)“匈奴转盛，抄暴日

①《后汉书》卷 16《邓禹传》
②《汉书》卷 29《沟洫志》
③《后汉书》卷 23《窦融传》

增。十三年，遂寇河东，州郡不能禁。于是渐徙幽、并边人于常山关、居庸关已东，匈奴左部遂复转居塞内”。据此推断，西汉末年农牧交错带东段北界的位置，约在当时长城边塞附近，即今山西代县向东，经河北张家口、承德，辽宁阜新，至辽宁本溪，较之汉初约北移了3个纬度(图6.11(c))。

在推动西汉中后期北方农牧交错带大幅度西进北移，并持续达百年之久的过程中，气候因素有可能扮演着重要的角色。由于经历了多年的战乱，民生凋敝，国力空虚，西汉政府奉行对内休养生息、对外和亲的政策。该政策实施七十余年，恰逢气候变暖，农业大发展得以拥有优渥的自然条件。多年的风调雨顺使得粮仓盈满、国力昌盛，奠定了汉武帝大规模征伐匈奴的物质基础。武帝时，气候虽较前期为冷，但仍比今温暖湿润，武帝末年气候再次回暖，昭、宣帝时气候明显比今暖湿。中国北方，特别是农牧交错带地区，其自然环境和农业生产条件远较现今优越，这为当时这些地区农业的兴盛提供了可能和基础。

4. 东汉时期(1 世纪初~3 世纪初)

新莽朝末，气候变冷、灾害增多，四夷内侵，天下大乱，中国北部及西北边郡持续百年的安定局面遭到破坏，边郡居民逐渐内迁，农牧交错带的位置遂告南移。

从史料看，农牧交错带位置最先南移的是东段。东汉时期，随着气温逐渐降低，西辽河流域农业文化开始衰退，继之的是畜牧业文化的盛行(胡金明等，2002)。农牧交错带东段北界已于东汉初年南移至今河北太行山东麓的倒马关(常山关)和北京居庸关一线。张堪击败匈奴入侵后，于公元 38~46 年在狐奴(今北京顺义县)种稻，基本稳定了农牧交错带东段的位置。另据《后汉书·乌桓鲜卑传》载，游牧民族乌桓于建武二十五年(公元 49)，从五郡塞外南迁至塞内的辽东、渔阳及朔方边缘十郡(今辽河下游，山西、河北北部及内蒙古河套一带)驻牧，也说明此时东段农牧交错带未再南移。

建武二十六年(公元 50)，随着南单于内附，农牧交错带的北段和西北段开始南移。据《后汉书·南匈奴传》载，“南单于既居西河，亦列置诸部王，助为扞戍。使韩氏骨都侯屯北地，右贤王屯朔方，当于骨都侯屯五原，呼衍骨都侯屯云中，郎氏骨都侯屯定襄，左南将军屯雁门，栗籍骨都侯屯代郡”，可知北段位置自山西石楼县起，沿吕梁山北行至宁武，过五台县，接河北唐县，这一位置较西汉中后期，已南移了至少 5 个纬度。关于西北段位置，《后汉书·西羌传》有载，永初五年(公元 111)“羌既转盛，而二千石、令、长多内郡人，并无守战意，皆争上徙郡县，以避寇难。朝廷从之，遂移陇西徙襄武，安定徙美阳，北地徙池阳，上郡徙衙”，即农牧交错带西北段此时已南移到今陕西白水县(即衙县)东南一带。

顺帝永和五年(公元 140)后，朔方郡长史为匈奴所杀，随后匈奴又引乌桓、羌、胡入侵，朔方郡遂东撤五原，西河徙离石，上郡治夏阳[①]。西北段位置复南移至陕西韩城、山西离石一线(图 6.11(d))。

农牧交错带西段也于东汉中期东移。王莽朝末，游牧于今青海湟中地区的西羌部落势力日益强大，东汉时已开始威胁河西走廊地区。据《居延新简》载，汉军撤离居延塞的时间当在东汉和帝年间(公元 89~105)(李振宏，孙英民，1997)。而永初五年(公元 111)前后，由于数年的羌乱，原本远及敦煌、居延的农牧交错带西段已东移至今甘肃陇西县东北、陕西武功县和泾县。元初五年(公元 118)，第一次羌乱平息，“三辅、益州无复寇儆”[②]，但汉、羌双方旋即又数度大战，顺帝永建元年(公元 126)陇西羌乱再度被平。阳嘉二年(公元 133)夏，东汉政府重置陇西南部都尉。永和六年(公元 141)羌乱又起，东汉政府复徙安定居扶风，北地居冯翊。兴平元年(公元 194)，冯翊降羌反，寇诸县。综合上述史料看，农牧交错带的西段位置在东汉中后期虽有反复，但基本稳定在今甘肃陇西县东北、陕西武功县和泾县一线(图 6.11(d))。

东汉时期农牧交错带位置的迁移，既有人文因素作用，也有气候变化的影响。如居延垦区的废弃，无疑是边郡战乱和气候冷干综合作用的结果。自西汉末年，虽于 1 世纪 50 年代和 1 世纪末至 2 世纪初略有回暖，但中国气候总体趋冷。气候变冷时，季风减弱，季风雨带南移，意味着中国北方地区降水减少，这有可能一方面使得农牧交错带地区农业收成下降，边郡军民粮秣已不能依靠屯田维系，而需从内地远途调拨，加大了国家戍边成本；另一方面导致牧业的效益高于农耕。因而，习惯于农耕生活的边郡军民南移东迁也在情理之中。异族入侵或内地战乱将加快这种南移东迁的速度，并使其规模增大。

(三)长江流域及其以南地区

战国时期，中国气候相对较冷，季风减弱，长江以南地区降水减少，河川径流量缩减，大量湖泊、沼泽淤积成地。如春秋时期荆江北部云梦泽水域十分广阔，但战国后逐渐淤积；两汉时，“方九百里”的云梦泽开始衰亡，河型由分汊河道演变为单一河道。由于荆、汉两江淤塞愈发严重，三角洲不断扩展，大量新淤成陆的土地被开垦，华容县和竟陵县得以在西汉初设立。

秦汉之际中国气候回暖，汉武帝后则显著温暖，故洞庭湖和太湖水域渐趋扩张，使得耕地面积数量有所减少。在沿海地区，汉中后期温暖气候导致中国东海

① 《后汉书》卷 89《南匈奴传》

② 《后汉书》卷 87《西羌传》

海面上升，沿海大量滩涂用地被废弃。今江苏赣榆、盐城、张家港及上海等地的考古发掘结果显示，先秦至东汉时的墓葬、聚落等人类活动遗址多分布于西汉早中期的地层中以及海拔较高丘陵区，而后期却寥寥无几(王文，谢志仁，2001)，说明西汉中后期海平面抬升导致沿海滩涂面积减少。

东汉时期，中国气候逐渐转为冷干，江汉三角洲进一步发育，云梦泽进一步缩小。同时，分布于今湖北省武穴市、黄梅县和安徽省宿松县、望江县以及江西省九江市等的古彭蠡泽，随着气候环境的变化和水量的减少，古九江江水逐渐归入单一主泓道。这些河湖水系的变迁均为长江沿岸农业开发提供了有利的条件。在淮河流域，农田的大规模开发也是在东汉气候变干的背景下发展起来的。杜诗、许杨、鲍昱、何敞等东汉“循吏”，均是从整修农田水利入手，开辟耕地，为百姓造福。

气候变化还通过对人体健康的影响间接地影响着农田的开垦。通过对《史记》、《汉书》和《后汉书》中有关“南方卑湿”、“江南暑湿”等关键词的检索和分析，西汉中期之前史料中此类描述言辞频现，之后则较少见，唯《后汉书·宗室四王三侯列传》以及《后汉书·马援列传》中述及元帝、光武帝及和帝时有所提及，东汉中期后，此类言辞几乎难见。“南方卑湿”对人体健康的影响，在《史记》、《淮南子》、《黄帝内经》中均有记载，如“丈夫早夭”、“山气多男，泽气多女”等，这种影响明显不利于长江以南地区耕地的开拓。台湾学者陈良佐(1983)曾指出，长江流域由于受瘴病等因素的影响，“人口的增长不足以推动农业的发展到更高层次”和“缺乏健壮劳动力”是农业停滞不前的基本原因。战国西汉时期，瘴病在秦岭淮河以南的广大地区流行，而在长江以南尤甚(龚胜生，1993)，这可能是导致江淮流域耕地面积减少的重要原因。

西汉早期，“江南”尚处于落后状态，据《史记·平淮书》载，元鼎二年(公元前115)，天子诏曰：“江南火耕水耨，令饥民得流就食江淮间，欲留，留处。”随着气候逐步冷干，江淮流域耕地面积的增加、农业经济发展，东汉中期后，江淮地区在全国的经济地位已明显提高。东汉政府常从江淮地区调粮救济他地。如安帝永初元年(公元107)，北方连年水旱灾异，百姓多有饥困，樊准上疏建议朝廷对“尤困乏者，徙置荆、扬孰郡，既省转运之费，且令百姓各安其所”，“太后从之”[①]。同年九月，朝廷调扬州所领五郡(九江、丹阳、庐江、吴郡、豫章)的官粮，赡给黄河下游的东郡等诸郡县；永初七年(公元113)九月，朝廷又“调零陵、桂阳、丹阳、豫章、会稽租米，赈给南阳、广陵、下邳、彭城、山阳、庐江、九江饥民；又调滨水县谷输敖仓”[②]。

① 《后汉书》卷32《樊准传》
② 《后汉书》卷5《安帝纪》

两汉时期，华南珠江流域气候变化幅度最小，居住在这里的古越族人，得气候暖湿、江河纵横之利，早在新石器时代就发展起了原始的水稻种植业，不过其耕作方法和生产工具都比较简单，为“火耕水耨”的粗放经营模式(余天炽等，1988)。华南地区第一次大规模农业开发始于秦始皇统一岭南之后。秦始皇三十三年(公元前214)，岭南归入中原王朝版图，为保持岭南的稳定，中原王朝在岭南地区设郡置县，并将大批将士留守当地“屯戍”，同时还从中原向岭南地区移民，“与越杂处”。这些驻守将士和南迁移民带来了中原先进的生产工具和耕作技术。汉兴后，割据于此的赵氏南越国积极从中原地区输入金铁田器以及牛马等牲畜，极大地推动了华南地区农业发展，耕地面积大规模扩展。《汉书·地理志》载，平帝元始二年(公元2)，岭南地区南海、苍梧等七郡人口计有215 448户，户均约6.37人；而武帝元鼎六年(公元前137)破南越时，南越国的人口仅为90万~100万(余天炽等，1988)，若按100万人、户均6.37人算，则户数为156 986户。若将南越户均(两劳动力)拥有的耕地数按《淮南子·主术训》所述的“一人耒而耕，不过十亩”的汉初淮南地区耕作能力估算，则岭南地区在武帝平南越后的130多年间，耕地面积至少增加了近1.2万顷。另据东汉永和五年(公元140)与西汉元始二年(公元2)南海、苍梧、合浦、九真、日南五郡户数的对比，138年间户数增加了55 321户，则五郡耕地面积至少又在元始二年(公元2)的基础上增加了1.1万顷，而同期全国耕地面积却呈减少之势。

铁制农具的应用被认为是秦汉时期岭南农业突飞猛进的主要原因(余天炽等，1988)。不过，与气候变化密切相关的海陆变迁也是不可忽视的因素。对广东番禺P30钻孔硅藻含量的研究表明，自战国后期起，华南地区就海退成陆，伴之人类活动的影响，珠江三角洲的范围扩大，促进了农业的产生和土地开发(李平日等，1994，1997)。

五、粮食价格

根据史籍所记载的秦汉粮价(表6.5)看，粮价较低(≤百钱)的年代(9个)，冬半年平均气温总体上均比现今高，其中粮价最低的文帝和宣帝时期为最温暖的时段。

表 6.5 战国至东汉粮价统计

朝代	粟、米价/(钱/斛)		粮价文献出处	钱重/铢*	注解
	平价	高价			
魏文侯	18		一石粟三十钱(《汉书·食货志》)	8	此处石为大石
始皇	960		米石千六百(《史记·秦始皇本纪》)	8	一大石粟出一小石粝米，暂按两者价格一样

续表

朝代	粟、米价/(钱/斛) 平价	高价	粮价文献出处	钱重/铢*	注解
高祖	52.6	6000	七年八月已未东陵忠言：醴阳令恢盗县官米 263 石八斗……爵左庶长□□□□从史石盗醴阳已乡官米 263 石八斗，令舍人五兴、义与石卖，得金六斤三两、钱万五千五十(《张家山汉简》)；汉兴，米至石万钱(《史记·平准书》)	0.5	金价据《张家山汉简》“金价一两 315 钱”，又一斤为 16 两；史记平准书《补注》周寿昌曰:沈彤云:此石五千者，荚钱也
文帝	10 余	500	粟至十余钱(《汉书·食货志》)	4	
武帝	31.25	80	贩谷粜千钟(《史记货殖列传》)	5	31.25 钱据王仲荦遗著、郑宜秀整理《金泥玉屑丛考》，80 钱，转自陈业新(2002)
宣帝	5	100	谷至五钱(《汉书·食货志》)；张掖以东粟石百余(《汉书·赵充国传》)	5	
元帝	100 余	500	(永光二年)京师谷石二百余，边郡四百，关东五百(《汉书·冯奉世传》)	5	100 余钱，转自陈业新(2002)
新莽	120	1 万	(地皇三年)粱米八斗，直百六十(《居延汉简·劳边使者过界中费》册(EJT21：2-10))；王莽末……黄金一斤易粟一斛(《后汉书·光武帝纪》)	钱制较乱	王莽摄政时，有明文记载:“黄金重一斤，直钱万”
光武	1800	数十万余	为业卖(应当“买”)肉十斤，直谷一石，石三千(《“建武三年侯粟君所责寇恩事”释文》)	5	数十万余据，转自陈业新(2002)
明帝	20		永平五年作常满仓，粟斛直钱二十(《晋书·食货志》)；(永平十二年)粟斛三十(《汉书·明帝纪》)	5	
章帝	600 余	八万	建初中，南阳大饥，米石千余(《后汉书·朱辉传》)	5	八万据，转自陈业新(2002)
安帝	48	万余	诩始到，谷石千……视事三岁，米石八十(《续汉书虞诩传》)；(永初)四年，羌寇转盛，兵费日广，且连年不登，谷石万余(《后汉书·庞参传》)	5	
顺帝	100	数千	〔访〕从骑循行田亩，劝民耕农，其年谷石百钱”；“(访)迁张掖太守，岁饥，粟石数千(《后汉书·第五访传》)	5	
灵帝	数十(30)	万钱	毅初到郡，米斛万钱，渐以仁恩，少年间，米至数十云(《后汉书·西南夷传》；刘虞以中平末拜幽庭州牧……民悦年登，谷石三十(《后汉书·刘虞传》)		
献帝		50 万	是时谷一斛五十万(《后汉书·献帝纪》)	5	

* 钱重几铢，据：傅筑夫. 中国封建社会经济史(第二卷). 北京：人民出版社，1982. 488~500

粮价与灾害曲线也具有较好的对应关系，灾害频次的高点和低点基本上对应的是粮价的高点和低点(图6.12)。战国初期，文帝、宣帝和安帝时粮价较低，灾害记载相应较少，而两汉之际以及东汉末年，灾害数量较多，粮价也是两汉时最

高的两个时期。另外，从图6.12也可以看出，粮价也与太阳辐射活动周期长度的变化有较好的一致性。

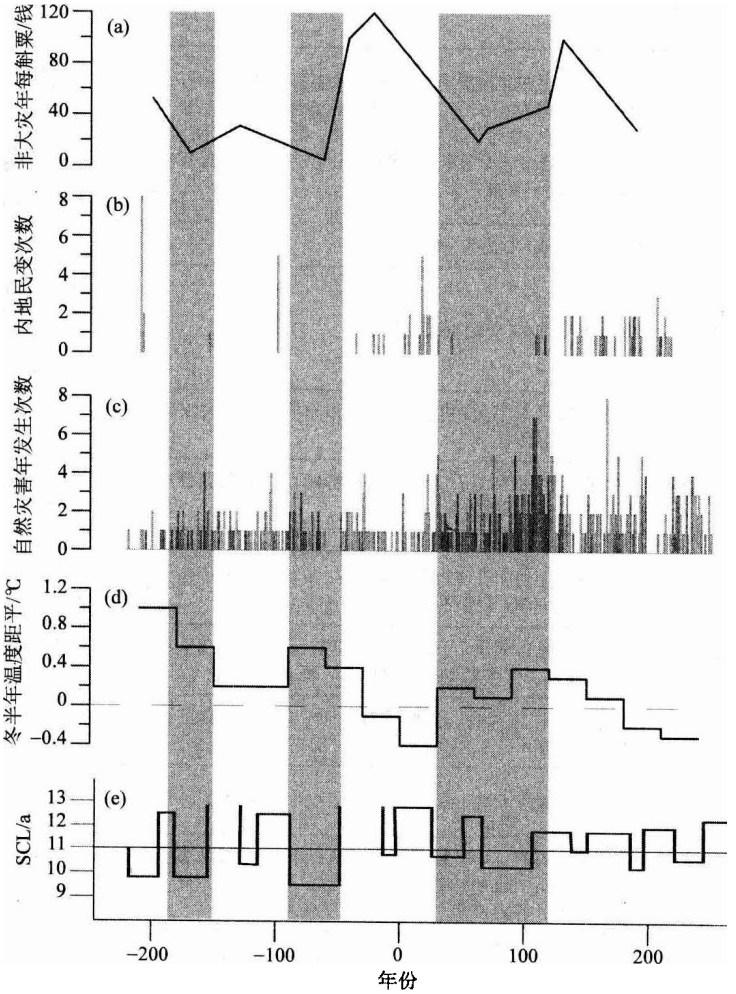


图 6.12 秦汉时期全国粮价波动、内地民变与天时气候变化

(a)非大灾年每斛粟价格变化；(b)内地民变频次变化（本处民变包含农民起义与叛乱两部分，数据取自《中国历代战争年表》(2003)与维基百科）；(c)全国自然灾害年发生频次变化；(d)Ge 等(2003)重建的东中部地区每30年冬半年气温变化，有修订；(e)汤懋苍等(2001)重建的太阳黑子活动周期长度(SCL)变化

第五节 政局治乱和人口变化

一、政局治乱

中国历史时期王朝的兴衰更迭及社会“兵戈”兴偃大多有气候变化的影子，一些重大历史事件甚至就是气候变化的产物。西汉晚期之前，气候总体上温暖，中

原王朝相继出现了“文景之治”、“昭宣中兴”等经济繁荣、社会安定的“治世”阶段。两汉交际始，气候在波动中趋向冷干，中原王朝虽也出现了诸如“光武中兴”、“明章之治”的“治世”阶段，但经济繁荣程度和社会安定局面总体上大不如前，边疆游牧民族屡次起事，西域管辖权也日渐丧失。

(一)中原“乱世”、“治世”更替复始

秦汉四百多年的历史中，中原社会“乱世”与“治世”相继而生，周而复始。秦末、新莽末、东汉末为三大“乱世”时期(图6.12(b))，分别出现了陈胜、吴广起义，绿林、赤眉起义，以及黄巾军起义等大规模民变；文景之治、武帝盛世、昭宣中兴、光武中兴、明章之治则为汉朝五大“治世”时期，每一时期社会都持续稳定数十年以上，出现国富民强的局面。

秦末、新莽末和东汉末三大“乱世”是经济出现巨大波动的阶段。这种经济波动与社会动荡相伴而生，充分体现了经济基础变动对上层建筑变革的作用。其中，新莽末与东汉末大规模战乱爆发前，气候业已变冷，灾害频发(图6.12(c)~(e))。持续的“坏天时”导致农业歉收，经济萧条，饥民遍地，原本为“好天时”所掩盖的各类矛盾骤然激化，为生存、反压迫的农民运动应运而生。“乱世”时期，气候变化对于社会的不安定均在较大程度上起到了诱发和催生作用，汉宣帝时大臣魏相曾言，“夫风雨不时，则伤农桑；农桑伤，则民饥寒；饥寒在身，则亡廉耻，寇贼奸宄所系生也”[①]。

秦末“乱世”却处在一个“好天时”阶段。其社会动乱的根源，更多地与秦朝的重税苛役及始皇临终所托非人有关。武帝在位时总体上也是一个“好天时”阶段，但在其执政晚期(公元前99年以后)，也发生了“大者至数千人，小者以百数”[②]的社会动乱。动乱的发生，虽与此前数年频发的自然灾害有一定关系，但更多的是武帝长期武力拓边政策导致国库空虚、民生凋敝所致。

东汉中期(公元90~150)是秦汉三大“乱世”外，社会动荡最为剧烈的阶段。该阶段气候温暖，本不算“坏天时”时期，只是气候灾害略多。据《后汉书·陈忠传》载，安帝时气候灾害的年发生频次就已上升，如“青、冀之城，淫雨漏河；徐、岱之滨，海水盆溢；兖、豫蝗滋滋生；荆、扬稻收俭薄……”。面对灾情，安帝政权几无应对，租税徭役依旧，以致灾民“捐弃旧居，老弱相携，穷困道路”[③]。在巨大的生存压力下，百姓纷举义旗，东汉政权由此转衰。

---

①《汉书》卷74《魏相传》

②《汉书》卷90《酷吏传》

③《后汉书》卷4《安帝纪》

秦汉的六个“治世”，均处于“好天时”阶段(图6.12 (c)~(e))。其中，前四个“治世”，正处在中国历史上第一个长达140年的“好天时纪”（公元前220~前50）（汤懋苍等，2001），气候温暖，自然灾害少发；后两个“治世”则处于东汉中前期的气候偏暖期。

在本书第四章中，作者述及，中国属于典型的季风气候区，暖期时季风环流强，季风系统维持时间较长，季风雨带北进，华北降水增多、黄淮地区降水相对减少；气候寒冷时，季风环流相对弱，雨带南移，往往是华北降水少、黄淮地区和长江流域降水多，且极端事件增多。因此，中国农业生产和社会防灾体系对气候变化高度敏感。一旦气候变化，降水格局发生调整，原有的农业生产和防灾减灾系统随即面临巨大挑战。中国自古“以农立国”，这种制度性的约束进一步增强了这种敏感性。文、景帝时冬半年平均气温高于现今约 0.6℃，自然灾害的记载频次不到 0.2 次/年，粮食亩产量达 260 市斤，粮价最低时仅为 10 余钱/斛。加之政府实施“三十税一”的轻徭薄赋政策，故“民则人给家足，都鄙廪庾皆满，而府库馀货财”[①]，社会安定。“昭宣中兴”也有一个“好天时”，自然灾害发生频次平均为每三年一次，再加上政府劝课得力，社会经济得以从武帝末年的衰退和困境中解脱出来，再次出现“流民稍还，田野益辟，颇有蓄积”，“岁数丰穰，谷至石五钱，农人少利”[②]，“吏称其职，民安其业”[③]的繁荣景象。

当然，“好天时”只是促进社会进步的外在因素之一，并非一定会促使社会进步。社会进步的关键还在于社会系统对经济基础和上层建筑之间矛盾的调和能力，这在很大程度上取决于在位皇帝及其政府的执政能力。对于秦汉时期诸皇帝的执政能力的评价大致可分为四个层次。文、景、昭、宣、光武、明、章诸帝，史家皆多褒少贬，称之为明君，他们均在“好天时”下，创造出社会安定的局面。至于始皇、武帝二人，史家的评价多有争议，大体褒贬参半，在肯定他们巨大功绩的同时，也多指出二帝刚愎自用、好大喜功，他们既在“好天时”下创造出“治世”局面，同时又过多地对外征伐，导致“治世”局面的逐渐丧失，社会走向动荡。对其他皇帝的评价则贬多于褒，他们在位期间多处“坏天时”阶段，但因执政能力低下，无法调和“坏天时”所带来的负面影响，故被称为庸君或昏君。至于秦二世，在“好天时”下却逼得民众造反，出现“乱世”局面，而被称为暴君。所以，依据史家对不同“天时”下皇帝执政能力的评价，似可得出这样的结论，执政者是否对管理机制进行有力的变革，使之能有效地适应当时的气候环境，

① 《史记》卷 30《平准书》
② 《汉书》卷 24《食货志》
③ 《汉书》卷 8《宣帝本纪》

是民心衡量其贤明与否的重要指标之一。

(二)新莽成败“诚由天命”

王莽是中国历史上一个特殊人物，后世对其评价极端两分。赞赏者称之为“1900年前的社会主义皇帝”(胡适，1928)，“西汉末封建贵族集团中一个较有见识的人物”(翦伯赞，1979)，认为其失败“不是王莽个人的失败，是中国史演进过程中的一个大失败”(钱穆，1991)。贬斥者则强调他是一个惯于耍弄阴谋、倒行逆施的野心家(Dubs，1955)，认为他自食其果。《剑桥中国秦汉史》则指出，过往对王莽的评价多目光短浅，分析其政策是在狭隘和孤立的情况下进行，没有充分考虑前汉和后汉社会的广泛背景。

大约自公元前45年起，中国气候由暖转寒，公元前30年前后，中国东中部地区冬半年平均气温骤降了1.2℃，灾害连绵，黄河数度溃决。农业因此连年歉收，粮食需求压力愈来愈大。面对气候变化导致的日益严峻的形势，宣帝晚年就已腐败的西汉执政集团，毫无作为，依旧为一己私利，搜刮盘剥百姓，在短短几年内，就使得民众“有七亡而无一得”、“有七死而无一生”[①]，流离失所者，数以百万计。灾荒不断和吏治的腐败透顶使得当时社会大多数阶层对政府丧失信心，希望出现某种积极的变革，以挽救日益危殆的社会局面。

王莽应运而起。王莽字巨君，魏郡元城(今河北大名县)人，公元前45年生，汉元帝皇后王政君之侄，自幼孝母尊嫂，生活俭朴。成帝阳朔中(公元前22)前后，王莽被拜为黄门郎，迁射声校尉，步入政权。此后逐步高升，哀帝死后任大司马，辅佐年幼的平帝。初始元年(公元8)，王莽代汉称帝，改国号为新。

在大司马任上，面对不断增加的气候灾害和已然激化的阶级矛盾，王莽展示了卓越的管理才华和娴熟的操控复杂局面的能力。正是由于王莽辅政有力，提出并实施的各项举措甚得民心，故其辅政期间百姓武装反抗事件几无，刘崇、翟义、刘快等西汉王族或士族大姓武装起事也因得不到民众的支持而迅速败亡，仅元始五年(公元5)，因设置西海郡，迁“千万数”罪犯时，“民始怨矣”。此外，在救灾过程中，王莽节俭的生活方式和屡屡捐资赈灾的行为，在道德层面上为自己政治上进一步上升广泛地赢得了民心。据《汉书·王莽传》载，王莽曾“愿出钱百万，献田三十顷，付大司农助给贫民”，“每有水旱，莽辄素食，左右以白”，“又上书归孝哀皇帝所益封邑，入钱献田，殚尽旧业，为众倡始，于是小大乡和，承风从化，外则王公列侯，内则帷幄侍御，翕然同时，各竭所有，或入金钱，或献田亩，以振贫穷，收赡不足者”。因此，从某种意义上讲，气候变化为王莽“代

① 《汉书》卷72《鲍宣传》

汉自立”创造了机遇。由于辅政期间应对气候灾害成效显著，王莽最大程度地为自己“篡汉”获取了必要的政治和道德资本。

王莽登基后，中国气候进一步转冷，并在其后的30年中成为秦汉时期最寒冷的阶段，其中东中部地区冬半年平均气温约比现今低0.4℃，比汉初最暖的30年低了1.6℃，自然灾害进一步加剧，以致“谷稼鲜耗，百姓苦饥”[①]，社会经济系统濒临崩溃。为解决社会危机，王莽宣布改制，针对汉末存在的土地兼并、奴婢和游民等问题，下令重新分配土地，不得买卖奴婢，并复古“周礼”，改革币制和行政区划。

王莽新政显然是受到大多数百姓拥护和支持的。虽然它深层次触及了大地主、大商人的利益而遭遇巨大阻力，且因为一些政策“泥古不化”、脱离实际而给普通百姓的生活带来不便，但新朝的改革仍在不断推进。在新朝建立初的5年间(公元9~13)，政府推行的一系列改革并未引发任何反叛事件。天凤元年(公元15)，关东大旱，饥寒困苦的百姓为谋生存而起为盗贼，但他们“常思岁熟得归乡里”，并无反对新政、推翻政权的意图。赤眉军天凤5年(公元18)起事后四、五年里一直活动在青、徐一带，既无一般争天下者所必然打出的鲜明旗帜、尊号等，更无推翻朝廷的作战行为[②]。

然天不佑“莽”。新莽地皇二年(公元21)“秋，陨霜杀菽，关东大饥，蝗”[③]，饥民在旬日之间增至十余万人。因赈灾策略不当和用人失误，局面瞬间恶化。地皇三年(公元22)，南阳刘秀起兵，利用绿林军的力量，在不到一年的时间内推翻了新莽政权。

对于新莽政权的迅速败亡，Bielenstein(1954)、陈启云(2007)等并不认同传统史学的观点，即儒士群的离心反叛是主要原因。陈启云认为，部分汉儒在新莽覆亡时与王莽的一同身殉，以及一些幸存者公开表示“不食周(汉)粟”，退而追求“乡党”之好的言行，都暗示着知识分子对王莽败亡的同情和惋惜。《剑桥中国秦汉史》的观点则更为激进：许多史家所批判的大多数王氏政策，其实只是前汉一些实践的直接继续，并不是其败亡的主因；全体官员也都支持王莽，在公元10~20年甚至没有一起反对他的阴谋行动，而先前的汉武帝虽名声隆赫，却曾在征和四年(公元前88)几乎被人谋杀。新莽官员对王莽的支持，只是在广泛的农民骚乱导致官军彻底战败时才消失。Bielenstein(1954)认为，新朝灭亡应归因于几次黄河改道的重大影响的积累，这一灾难非人力所能防止。

作者认为，王莽败亡在较大程度上与气候变化相关，同明朝崇祯皇帝一样(参

---

①《汉书》卷99《王莽传》

②《后汉书》卷11《刘玄刘盆子列传》

③《汉书》卷99《王莽传》

见第十一章)，是“以农立国”制度性宿命中另一个遇灾而亡的例子。中国东中部地区是典型的季风气候，农业生产和社会防灾体系对气候变化高度敏感。一旦气候变化，降水格局发生调整，原有的农业生产和防灾减灾系统随即面临巨大挑战。如果气候变化带来的挑战力度(如长时间、高强度或者大面积)超过社会反应能力，或者应对气候变化策略有误，那么整个社会系统就有可能崩溃。故从气候变化影响的角度看，王莽成败，“诚由天命”。

(三)边疆“兵戈”的兴偃

1.“北州”匈奴、鲜卑之患，前息后继

秦汉时期，幽州、并州、朔方三州地处中国北方农牧区交错地带，以农耕为主的汉族与游牧的匈奴、鲜卑、乌桓等民族，为各自利益对此区域进行了长期的拉锯式争夺。单就汉、匈两族之争而言，整个战事发展过程(图 6.13(a))可分为七个阶段。虽然战事以匈奴衰亡而告终，但其间双方攻守轮转却与当时的气候冷暖波动有着较好的对应关系。

(1)秦朝蒙恬北击匈奴(公元前 215~前 210)

战国时，匈奴等游牧民族屡屡侵扰中原农耕区北界，秦、赵、燕等国无奈之余相继修建长城以作防御，河南之地(今内蒙古河套及其以南)悉归胡人游牧。始皇统一六国后，积极北拓，两次使蒙恬将兵数十万北击林胡，“却匈奴七百余里。胡人不敢南下而牧马，士不敢弯弓而报怨”[①]。此时秦朝军力明显强于匈奴。从秦始皇遣将南征百越、修长城、建阿房、穿骊山等大规模举措看，中原地区在当时暖湿气候环境下，农业发达，粮食储备十分丰足，不然无以支撑百万之众军粮消耗。

(2)西汉怀柔“和亲”(公元前 209~前 133)

秦末汉初，中原战乱，经济凋敝，人口锐减，军力较秦时大为衰弱。研究表明，中国内蒙古草原地区牧草产量与夏季降雨量相关系数达 0.61 以上，有些地区高达 0.86(内蒙古镶黄旗气象局等，1984)。当时匈奴所居之地(今土默特旗、岱海地区、毛乌素沙漠地区)气候暖湿、湖泊沼泽广布(王琫瑜等，1998；乌云格日勒等，1998；陈渭南等，1994)，为匈奴畜牧业的发展提供了保障。于是，匈奴在冒顿单于的领导下迅速壮大起来，东灭东胡，西驱大月氏，北征浑庾(又作窳)等部族，向南收复秦所夺河南之地。据《史记》、《汉书》记载，白登之战时，围困汉高祖的匈奴“控弦之士”达到 30 余万，远远超过后来各大战役中匈奴所出动最多

① 《史记》卷 6《秦始皇本纪》

的 10 余万兵力。白登之战后直至武帝初的 60 余年间，西汉对匈奴采取怀柔“和亲”的防御战略，年年向匈奴贡送大批粮食、布匹、酒等，以求边疆稳定。北边的战事走势也因此由原先的秦攻匈守转为匈攻汉守。总体而言，在“和亲”政策支配下，双方战事较少。

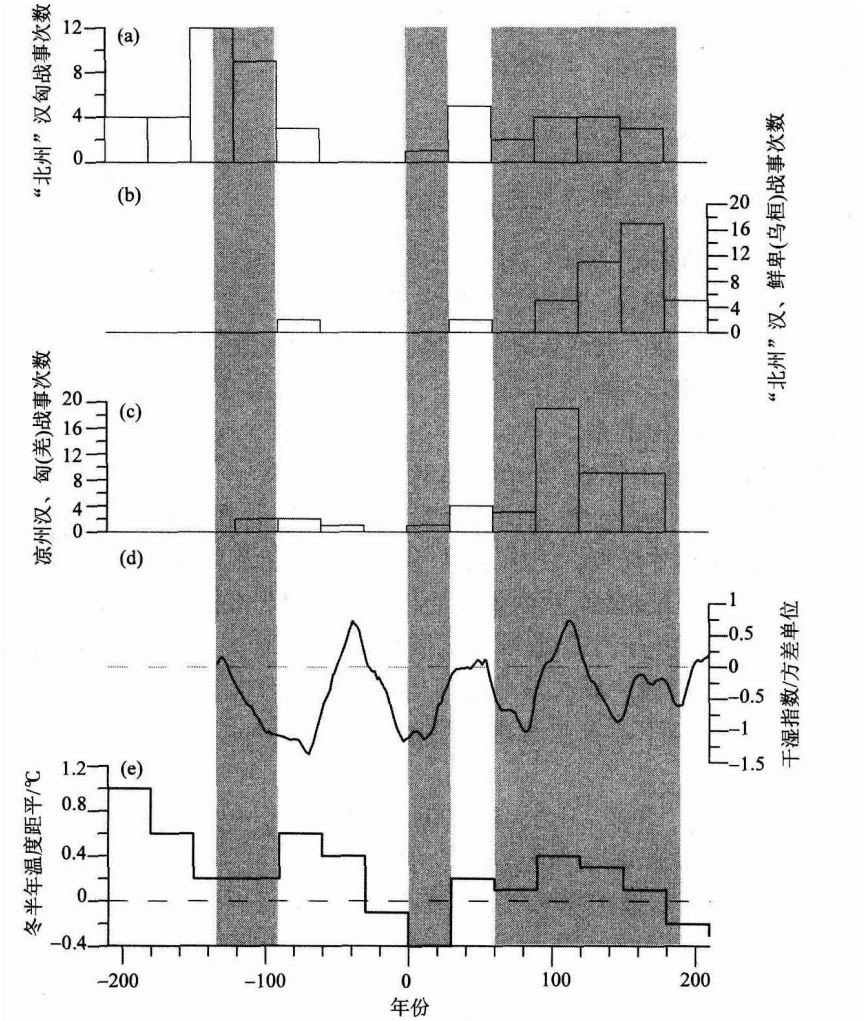


图 6.13 秦汉时边疆战事频次变化与气候变化

(a)“北州”每 30 年的汉、匈战争频次；(b)“北州”每 30 年的汉、鲜卑(乌桓)战争频次；(c)凉州每 30 年的汉、匈(羌)战争频次；(d)华北地区干湿指数的 30 年滑动平均值(Zheng, 2006)；(e)东中部地区冬半年气温(Ge et al., 2003)，有修正

注：数据取自《中国历代战争年表》(2003)

(3)武帝北征(公元前 133~前 72)

元光二年(公元前 133)，汉武帝放弃“和亲”的防御战略，以精兵 30 万于马

邑伏击匈奴，虽未遂，但揭开了西汉对匈奴战略反击的序幕。自此至汉宣帝本始二年(公元前 72)止，双方大战近 20 次，其中经元朔二年(公元前 127)的河南之战、元朔五年(公元前 124)的漠南之战、元朔六年(公元前 123)的定襄之战、元狩四年(公元前 119)的漠北之战，以及本始二年(公元前 72)的田广明等六路合击匈奴之战后，匈奴不得不放弃漠南而远徙漠北地区，西汉疆域遂得以西伸北扩。

在汉军持续地打击下，匈奴人畜伤亡惨重，元气大伤。太初元年(公元前 104)、征和四年(公元前 89)、本始二年(公元前 72)中国草原地区分别发生了三次大的“白灾”，匈奴国力愈加衰微，已从根本上丧失了与中原朝廷分庭抗礼的能力。

武帝北征匈奴是秦汉民族战争史上规模最大、持续时间最长的战事。汉军之所以能够逐渐取得优势，原因之一是粮草供应得力。在汉初暖湿气候下，中原地区数十年休养生息，国力殷富，奠定了武帝长期对匈作战的物质基础。夺取“河南”之地后，汉廷在该地实施军民屯田，又进一步增强了汉军远击匈奴后勤补给能力。

(4)匈奴内附(公元前 71~公元 10)

在汉军攻击和草原雪灾的双重打击下，本始二年(公元前 72)，处在守势的匈奴再次请求与西汉和亲。由于不能从汉地掠夺财物，匈奴加强了对乌恒等少数民族的掠夺和榨取，北疆游牧民族间的争斗遂日趋激烈。同时，贵族统治集团也屡屡发生内讧，匈奴政权日益衰败。地节二年(公元前 68)，“匈奴饥，人民畜产死十六七”，“其秋，匈奴前所得西口居左地者，其君长以下数千人皆驱畜产行，与呿脱战，所战杀伤甚众，遂南降汉”。神爵二年(公元前 60)，虚闾权渠单于死，握衍朐鞮等五单于相继自立，并相互征伐，日逐王、呼韩邪单于等先后率众附汉，匈奴政权瓦解，贝加尔湖、阿尔泰山及其以南地区也就成为西汉的北部边疆。汉匈两族于是相安无事，“是时，边城晏闭，中马布野，三世无犬吠之警，黎庶无干戈之役”[①]。

(5)汉匈战事再起(公元 11~45)

据《汉书·匈奴传》，新莽建国元年(公元 9)，匈奴单于因中原政权对其约束而从乌桓求税不得，又因莽朝新赐印文由“玺”改“章”而心怀怨恨，自建国三年(公元 11)起，数次入塞抢掠，汉匈战事又起。之后，匈奴虽接受王莽金币，表面附莽，但寇盗如故。及王莽身死，中原内战，匈奴单于更是骄踞，自比冒顿。地皇二年(公元 21)冬，匈奴多次入寇东汉北边云中诸郡，抄掠尤深。这一阶段北边的战事多为匈攻汉守，但战争规模不大。

对于汉匈战祸重起，班固认为是由于王莽贬低单于所致。但《剑桥秦汉史》认为，贬低单于不可能是一场战争的真正原因，充其量只是匈奴保守分子的一个借口。莽将严尤之谏则言：“今天下遭阳九之厄，比年饥馑，西北边犹甚。” 公

① 《汉书》卷 94《匈奴传》

元前30年后，中国东中部季风区气候变冷，太阳黑子周期(SCL)长，旱灾处于高发阶段。由于气候的变冷变干，使得地处北部和西北部边疆的游牧民族面临牧草枯竭、牲畜死亡的严重危机。为了生存，匈奴必须南下抢掠中原粮物，这或许是匈奴重起战端的直接原因。

(6)匈奴再次归附(公元46~108)

建武二十二年(公元46)，匈奴单于舆死，蒲奴单于继立，日逐王比不得立，深怀怨恨。时值匈奴境内连年灾害，人畜死伤大半，实力再度虚弱。乌桓乘机进攻，匈奴遂北徙千里，漠南地空。二十四年(公元48)，日逐王比自立于漠南，称呼韩邪单于，并“款五原塞，愿永为汉藩蔽，捍御北部”①，匈奴再次分裂成南北两部。二十五年(公元 49)，北匈奴为南匈奴所击败，北退千里。二十六年(公元50)，汉光武帝将北疆五原、云中、定襄、朔方、雁门、上谷、代、北地等沿边八郡划归南匈奴单于统治。此后，南、北匈奴不断攻伐，东汉北部边患减轻，云中等沿边八郡南徙之民众逐渐归回本郡。章和元年(公元87)，鲜卑攻入北匈奴左部，斩优留单于，北匈奴大乱，58部20万人降汉。永元元年(公元89)六月，窦宪、耿秉率5万余骑南匈奴及度辽兵，大破北匈奴于稽落山，北匈奴20余万人降。北疆匈奴之患遂告平息。

这一时期，匈奴再度衰弱，不得不大量南附塞内，其主要原因在于匈奴统治阶层的内讧以及周边鲜卑等游牧民族的袭击。但当时北方匈奴所居之地的环境恶化也是不容忽视的原因。从土默特旗及岱海两地的孢粉证据看，公元60~100年前后，两地降水明显减少，干燥度增大(王琭瑜等，1998；乌云格日勒等，1998)。由此可见，建初八年(公元83)北匈奴大批人口叩五原塞来降，未尝不是由于草原上的生态发生了明显的改变(许倬云，2008)。

(7)汉匈融合时期(公元109年后)

随着北匈奴政权的灭亡，原北匈奴部众纷纷南迁，朔方等北边八郡遂为汉匈混居。公元109年后，匈奴部众屡有反叛之举。永和五年(公元140)，左部句龙王吾斯、车纽等反叛，杀朔方、代郡长史，西河、上郡、朔方等治所被迫内迁，原分布于西河、上郡、朔方、五原等地的匈奴人随之迁至并州中部汾水流域。中平五年(公元188)，屠各胡攻西河、并州，右部10余万人与之合攻，杀单于羌渠，立其子右贤王子扶罗为单于。此后，扶罗单于率众与白波黄巾合攻河东，并参加中原军阀混战，为曹操所降服。

公元109年后的匈奴反叛是多重因素共同作用的结果。从社会性因素看，东汉边防重在“以蛮夷制蛮夷”，虽收一时之效，但总体上比较消极被动；同时，

① 《后汉书》卷1《光武帝纪》

让北边郡民内徙、匈奴内迁，使得匈奴内附后实力有所恢复。当东汉后期边郡长吏过分奴役匈奴时，民族矛盾遂持续激化，最终爆发大规模冲突。从自然因素看，东汉中期后，北疆气候在波动中趋向冷干，霜雪寒风增多，旱灾连年，这必然对匈奴牧业生产造成严重的影响，致使其南下掠夺食物。同时，由于气候条件恶化，东汉北疆农业生产损失严重，社会经济系统受到破坏，抵御游牧民族南下的能力逐步减弱，进一步激发了匈奴反叛行为。

北疆匈奴的衰弱，在一定程度上给予了乌桓、鲜卑等其他游牧民族发展空间。乌桓原居辽东塞外，鲜卑则居于乌桓北部，西与匈奴相邻，不与“中国”接壤。在公元 45 年前，汉、鲜卑、乌桓之间，几无战事。匈奴自公元 46 年内乱后，尤其是窦宪等大破北匈奴后，漠南地空，鲜卑遂侵占匈奴故地，并收附北匈奴余众，乌桓也乘机内迁塞内，布于沿边诸郡。此后，东汉政权与鲜卑、乌桓之间摩擦日生，小规模战事不断。延熹九年(公元 166)，乌桓、鲜卑及南匈奴反，连兵数万骑，抄掠缘边九郡，是为两族大规模入侵内地的开端。这可能与延熹七年(公元 164)冬北疆大寒的后续影响有关(许倬云，2008)，而乌桓、鲜卑两部落承继匈奴部众与地盘，却不能长久居于草原发展，骤起骤落，终逐步移入中原，也可能缘于 2 世纪最后 20 多年及 3 世纪初 10 多年的寒冷气候。

2. 凉州匈奴、西羌之乱，此起彼伏

秦末汉初，中原政权的西部疆界仅止于黄河以东的陇西、北地二郡，而河西的凉州地区则为匈奴昆邪王、休屠王所控制。西羌在匈奴的统治下，散居于今甘南和湟水流域。据现有史料看，汉武帝反击匈奴前，汉匈两族在该区域的冲突明显少于北疆。个中因由，或许与该区域内汉匈双方的经济方式均以畜牧业为主，在适宜的气候条件下，区域经济皆能自足，无大利益冲突有关。

武帝元狩二年(公元前 121)，汉朝杰出军事家霍去病(公元前 140~前 117)，率数万骑北击匈奴，经两次河西战役，夺得祁连山和河西走廊。此后，西汉政府又西驱羌族至西海(今青海湖)、盐池(今朵海)一带，并在河西地区设置酒泉、武威、张掖、敦煌四郡，实施屯田、移民实边政策，修筑城塞，从而使得匈奴对西汉西部边疆再无威胁，而羌族虽有数次小的叛乱，但也被迅速平息。

在羌乱平息之后，赵充国、冯安世等先后受命于河湟、陇西屯田，并一直维持到新莽朝前，这对稳定西部边疆具有重大的军事和经济意义。赵充国曾就此总结“十二便”，其中，“因田致谷，威德并行”、“排折羌虏，令不得归肥饶之地，贫破其众”、“居民得并田作，不失农业”、“军马一月之食，度支田士一

岁，罢骑兵以省大费”、“亡惊动河南大开小开，使生它变之忧”[①]等内容，皆由战争双方的经济基础而论。

河湟、陇西等地屯田成功并维持无疑依赖于当时温湿的气候。赵充国“屯田奏”言，当时湟水流域为羌人的“肥饶之地”，湟水水量可观，能“行船漕谷，放运木排”，“田事出，赋人二十亩，至四月草生”。甘肃民勤盆地在公元前50年前后降水多于现今(陈发虎等，2001)，石羊河流域生态用水亦有较好的保障(王乃昂等，2002)，“西海”地区气候比较暖湿(郭雪莲等，2002)。因此，不仅河湟地区适宜农业生产，而且被驱逐至地力远不及湟水肥沃的西海地区，羌族部众仍能有效维持生计，而无入塞抢掠之举。

新莽末，羌人渐居塞内，割据陇西的隗嚣聚众拒汉，入侵金城、陇西。建武九年(公元33)东汉政权讨灭隗嚣时，羌人已遍布凉州。从史料看，东汉时汉羌之间的战事明显多于西汉时期，其中，公元107~118年、公元136~145年的两次羌乱规模尤大，极大地削弱了东汉政权的统治，加速了东汉王朝的灭亡。

从羌乱的形成和发展过程看，过去史家多认为是因为当时中原政局不稳，边塞防御松懈，给羌族以可乘之机，与气候变冷没有明显的关联(许倬云，2008)。但近年来，通过对湖泊沉积物等自然证据(张彭熹等，1994；郭雪莲等，2002；史基安等，2003)分析可知，青海湖区域在东汉时期已明显进入相对冷干阶段，湖泊水位下降，水域面积缩小，含盐量增高，这对羌族畜牧业的生产有较大的负面影响。因气候变化导致羌族部众为求生存而迁移自然环境更好的塞内，进而与凉州地方政权发生战事，似是一种合理的推测。

3. 经营西域，“四通四绝”

西汉初年，西域楼兰等三十六国臣服于匈奴，与中原政权并无往来。武帝为联络大月氏国夹击匈奴，特遣张骞(约公元前164~前114)出使西域，拉开了西汉与西域诸国交往的序幕。元狩二年(公元前121)夏，霍去病出兵河西，绕居延泽(今内蒙古额济纳旗北)进攻匈奴，从而打通了西汉通往西域的道路，是为两汉在西域经营的“一通”。此后，西域诸国与西汉来往频繁，西汉政权也不断出兵疏通来往道路，丝绸之路形成。元凤四年(公元前77)，傅介子刺杀亲匈奴的楼兰王，打通自鄯善(即楼兰)沿昆仑山和喀喇昆仑山北麓向西的丝绸“南道”。神爵二年(公元前60)，匈奴日逐王及亲匈奴的车师附汉，自车师前王庭沿天山南麓的丝绸之路“北道”遂告疏通。次年，西汉朝庭命郑吉为西域都护，标志着天山南北广袤地域进入西汉版图。

---

①《汉书》卷69《赵充国传》

王莽改制后，匈奴卷土重来，西域诸国再次爆发叛乱。天凤三年(公元16)，王莽派五威将军王骏、西域都护李崇等出兵平叛，未果。新朝灭，西域南北两道诸国几乎全部臣属于匈奴，与中原断绝往来，是为两汉在西域经营的“一绝”。此后，东汉政权建立，西域与中原虽于建武十四年(公元38)恢复联系，但东汉政权仍未恢复对西域的统辖。

匈奴重据西域后，不断出兵侵扰河西边境。永平六年(公元73)，窦固、耿忠率军出居延塞，至天山东段击破匈奴南呼衍王，将其追赶至蒲类海，在伊吾地区设立了宜禾都尉。与此同时，班超率随从往来于西域南道诸国，诛杀匈奴使者和于阗巫师，使得“于阗诸国皆遣子入侍，西域自绝六十五载，乃复通焉”[①]。不久，窦固和耿秉又率军出击车师诸国，重建西域都护府和戊己校尉。至此，东汉恢复对西域的控制，是为“二通”。

西域“二通”仅维持两年多。永平十八年(公元75)，明帝去世，匈奴乘机反攻，杀西域都护陈睦，班超、耿恭、关宠分别困守喀什、孤城以及柳中。汉章帝无奈之下，令班超、耿恭等人撤出西域，是为“二绝”。是后，班超应西域之请，重返西域，定疏勒，破莎车，打通西域南道，为争取西域的“三通”独自征战15年。

和帝即位，重新经略西域。永元元年(公元89)起，窦宪、耿秉等人再次远征西域，迫使匈奴主力西迁。永元二年(公元90)，东汉以班超为西域都护，“西域五十余国皆纳质内属焉”[②]，是为“三通”。永元十四年(公元102)，班超病重，返回洛阳后，续任的任尚施政不当，严酷暴虐，导致西域各国纷起叛乱。永初元年(公元107)，汉安帝下旨罢西域都护，北匈奴又复卷土重来，与车师等国共同侵略河西之地十余年，是为“三绝”。

永初七年(公元119)，敦煌长史索班率军出屯伊吾，西域诸国望风归附。延光二年(公元122)，班超之子班勇出任西域长史，率兵五百出屯柳中，鄯善、龟兹、姑墨、温宿先后归降。在西域诸国的有力支持下，班勇率西域各国步骑，于数年间先后击败匈奴伊蠡王和呼衍王，平定“车师六国”及焉耆，塔里木盆地诸国又统一于东汉，是为“四通”。

安帝后，东汉政权日益腐朽，内地社会动荡不安，而“自阳嘉以后，朝威稍损，(西域)诸国骄放，转相陵伐”。熹平四年(公元175)，于阗王安国攻杀拘弥王，东汉虽发兵重立拘弥王，但未讨伐安国，自此，东汉政权再也无力控制西域，是为“四绝”。

从两汉经营西域过程看，“四通四绝”是中原王朝、匈奴政权以及西域诸国

---

①《后汉书》卷88《西域传》

②《后汉书》卷88《西域传》

角力的过程。在此过程中，社会性因素较多，已有《西域通史》(2003)、《中国边疆经略史》(2000)等详加分析，本书不作赘述。但气候变化与西域“四通四绝”过程的同步性和潜在联系，并不为当世学者所关注。

首先，从匈奴角度看，西汉“一通”西域、初设西域都护的过程中，匈奴本土于公元前104年、前89年、前72年和前68年连逢雨雪冰冻大灾，国力大衰，无有余力与西汉争锋西域。为了解决本土粮食严重短缺问题，匈奴甚至于昭帝年间派兵四千余人至车师国屯田，并打劫来往商队。东汉“二通”西域前后，匈奴地区再度接连逢灾，人畜死亡惨重，匈奴自是无法完全控制西域，只能胁迫当地少数城邦。

其次，从汉廷角度看，西域经营“四通”和“四绝”，大都分别对应着中原政权的“好天时”和“坏天时”阶段。“好天时”时，较高的农业生产力为出征西域提供了坚实的物质基础，比今更为暖湿的西部气候也给军队及外交商贸使团的旅途提供了极大的便利。两汉时，中原军队数次经居延海北侧西进，行军所及之处的自然环境在现今已十分恶劣，若依今之环境状况，行军断无可能(王铮，1996)。西汉末的“一绝”及东汉末的“四绝”，皆出现在中原地区气候明显转冷、天灾不断的阶段，中原气候冷干，生产力下降，给西进军队粮食供给带来不小的困难。

最后，汉廷在西域的据点式屯田是保障其守战克敌的重要军粮来源，其作用如《资治通鉴》言：“遇敌则战，寇去则耕；屯田一开，西域即通；屯田废置，西域便塞。”屯田兴衰与否与气候变化密切相关。西汉太初三年(公元前102)李广利伐大宛之后，西汉始在渠犁、轮台屯田，这是汉室在西域屯田的第一个据点。据《史记·大宛列传》记载：“仑头有田卒数百人，因置使者护田积粟，以给使外国者。”新疆西北部的乌孙之地、南部的塔里木盆地在公元之前的气候都比现今湿润，克孜河流量十分充沛(夏训诚，樊自立，1985)。据载，“鄯善当汉道冲，西通且末七百二十里。自且末以往皆种五谷，土地草木，畜产作兵，略与汉同……故轮台东捷枝、渠犁皆故国，地广，饶水草，有溉田五千顷以上，处温和，田美，可益通沟渠，种五谷，与中国同时孰……可以易谷食，宜给足不乏”[①]。在这种气候条件下，汉家军卒在西域的屯田规模达到了两汉时期的最大规模，西域各国也对汉廷“唯马首是瞻”。元凤四年(公元前77)，汉室遣一司马在“西域南道”的鄯善国都扜泥城东的伊循屯田积谷。地节二年(公元前68)，侍郎郑吉、校尉司马熹，又将免刑罪人于渠犁屯田积谷，屯田士卒达千五百人之众。地节四年(公元前66)，郑吉又遣卒三百人屯田车师。之后，汉室又“徙屯田，田于北胥鞬，披莎车

① 《汉书》卷96《西域传》

之地”，“复置戊己校尉，屯田车师前王庭”[①]。据《汉书·辛庆忌传》载，“少以父任为右校丞，随长罗侯常惠屯田乌孙赤谷城”，可知西汉屯田已至天山西侧。

东汉时，今新疆地区气候趋向冷干，河流水量减少，尼雅剖面中的禾本科含量出现谷值(钟巍等，2001)。由于农牧业生产受到限制，阿尔金山诸小国相继消失，沦为戈壁(李江风，1985)，东汉军队在西域的屯田范围和规模较西汉时期大幅度缩小，对西域的控制力也大不如前。据《后汉书·西域传》载，“西域北道”沿线屯田的地点仅限于东侧的伊吾、高昌壁、金满城、柳中四处膏腴之地，且屡兴屡罢，而西侧轮台、尉犁等西汉屯田之处则不复有屯田的记载；在原“丝绸之路南道”，屯田的地点也仅限于汉明帝时的楼兰地区，而莎车则不复有屯田记载，喧嚣一时的丝绸南道商贸交通因此渐趋停息。

二、人口变化

(一)人口数量

战国末期中国气候趋暖。据《吕氏春秋》的记载看，当时关中地区春季物候要比现今提前十余天，这对于农业生产及人口的增长十分有利。虽经长时间、大规模的征战屠戮，始皇灭六国之初，全国人口仍达4000万(葛剑雄，2002)，仅比战国中期的4500万略低。

秦末汉初，中国人口损耗严重。据《史记·高祖本纪》载，高祖二年(公元前205)，楚汉双方人力都近于枯竭，“萧何发关中老弱未傅悉诣军”。又《汉书·高惠高后孝文功臣表》述，楚汉相争结束后的第七年，即高祖十二年(公元前195年)，全国人口只有过去的十分之二三。据王育民(1995)和葛剑雄(2002)等考证，汉初的实际人口数可能是1500万~1800万。人口数量大规模下降应是始皇苛政及秦末汉初的战乱所致，如《汉书·食货志》上载：“汉兴，接秦之敝，诸侯并起，民失作业，而大饥馑。凡米石五千，人相食，死者过半。”又高祖七年(公元前200)，刘邦亲征匈奴，于山西白登山(今山西大同东)被围，“会大寒，士卒堕指者什二三”[②]，30万汉军因此战力大减，伤亡严重。

惠帝至武帝初年气候十分暖湿，其中公元前180~前150年中国东中部地区冬半年气温比今高0.6℃左右，气候相对稳定，如高后八年(公元前180)“夏，汉中、南郡水复出，流六千余家，南阳沔水流万余家”[③]一类的气候灾害记录在现存史料中比较少见。当时社会安定，经济发展迅速，武帝初年时“非遇水旱，则民人给

①《汉书》卷96《西域传》
②《汉书》卷1《高祖本纪》
③《汉书》卷27《五行志》

家足，都鄙廪庾尽满，而府库余财”[①]，故全国人口增长迅速。据柳春藩(1984)考证，这一时期全国人口年均增长率达12.38‰，元光二年(公元前133)全国人口数约为3500万。

武帝中晚期，灾害增多，加之连年对外战争，全国人口显著减少。如元封二年(公元前109)，“大寒。雪深五尺。野鸟兽皆死。牛马皆蜷踡如猬。三辅人民冻死者十有二三”[②]；元封四年(公元前107)，关东因灾而有流民200万[③]，分别占关东地区人口总数的7%(葛剑雄，2002)。《汉书·五行志中》载，自马邑设伏、师出三十余年后，天下户口减半。

武帝后期对外战事渐少，且气候复为暖湿，经昭、宣二帝西汉“田野益辟，颇有畜积”[④]，“百姓充实”[⑤]，人口高速增长。据史料记载，“地节元年(公元前69)，天下断狱四万七千余人”[⑥]，“昭、宣、元、成、哀、平六世之间，断狱殊死，率岁千余口而一人……今汉承衰周暴秦极敝之流，俗已薄于三代……故死者岁以万数，刑重之所致也……”[⑦]，据此，葛剑雄(2002)估计当时全国人口上限数为4700万。如按公元前98年全国人口2000万、人口增长率按12‰(与西汉初一致)推算，当时全国人口约3000万。

元帝初至平帝时是西汉人口变化的第四个阶段。这一阶段，气候由暖转冷，灾害增多，西汉政府渐趋腐败，社会矛盾日益激化。大夫鲍宣在“七亡七死”的上谏书中，将“阴阳不和，水旱为灾”、“岁恶饥饿”、“时气疾疫”等天灾人祸列为劳动人民“七死”、“七亡”之中。据史载，元始二年(公元2)，全国人口达5959万人[⑧]，达到西汉人口数顶峰。

第五阶段自元始三年至王莽败亡。这一阶段，气候相对寒冷，水旱灾害接连不断。天凤二年(公元15)后，农民起义及边疆战乱四起，天下人口锐减。据《汉书·食货志》载：“作货布后六年(公元19)……于是青、徐、荆楚之地往往万数。战斗死亡，缘边四夷所系虏，陷罪，饥疫，人相食，及莽未诛，而天下户口减半矣。”

王莽败亡至光武帝建立东汉政权初期，被认为是中国历史上8次人口“大落”阶段之一(李伯重，1999)。因天灾人祸“民饥饿相食，死者数十万，长安为

① 《汉书》卷24《食货志》
② [梁]吴均：《西京杂记》卷2
③ 《汉书》卷46《石庆传》
④ 《汉书》卷24《食货志》
⑤ 《汉书》卷7《昭帝本纪》
⑥ [东汉]应邵：《风俗演义》卷2《正失》
⑦ 《汉书》卷23《刑法志》
⑧ 《汉书》卷28《地理志》

虚，城中无人行”[①]。据应邵《汉官》称，“光武中兴，海内人民可得而数，裁十二三”，又《后汉书·光武帝纪》记，建武六年(公元30)，各直隶、州牧曾核实所部，并省四百余县。应邵的说法应是建武六年(公元30)官府统计的结果。但当时东汉政权仍未全复西汉辖域，辖区内也存在藏匿的流民，元始二年的30%(1788万人)并不是当时全国的人口数。按当时东汉政权的辖治区域占西汉疆域的比例算，当时全国人口数约为2384万。

光武中兴后，气候回暖。历明章之治和和帝一朝后，社会安定、经济恢复，人口高速增长。这一时期的人口有四个记载数，即光武帝中元二年(公元57)的2100万、明帝永平十八年(公元75)的3413万、章帝章和二年(公元88)的4336万以及和帝永兴元年(公元105)的5326万。相应地，各阶段人口增长率分别为27.3‰、18.6‰和12.2‰。其中，中元二年的人口数可能有误。查刘昭在《后汉书·郡国志一》总序中注引的《帝王世纪》中曾记“至光武中兴，百姓虚耗，十有二存。中元二年，民户四百二十七万千六百三十四，口三(二)千一百万七千八百二十人”，“二”原作“三”，为后人所改，故后人极有可能错把光武中兴时的“十有二存”与中元二年的人口数联系起来，将原正确数据改误。中元二年(公元57)的实际人口数可能是3101万。

和帝死后，一直至质帝时，东汉人口又趋减少。除顺帝永和三年(公元138)外，安帝延光四年(公元125)，顺帝永和五年(公元140)和建康元年(公元144)，冲帝永嘉元年(公元145)，质帝本初元年(公元146)的人口数值都在5000万以下，少于和帝永兴元年(公元105)的人口。

质帝朝后至恒、灵帝时期，东汉人口又有所恢复。恒帝永寿三年(公元157)，官府统计的全国人口数为5649万。据赵文林和谢淑君(1988)推算，灵帝中平四年(公元187)时，人口增长率逐年递减至零，灵帝中平五年(公元188)时，东汉人口达到高峰，近6000万的人口。

灵帝末至三国时，人口开始转向负增长。史料虽对此阶段的人口数量无明确记载，但相关描绘却可足见人口损失之惨重。例如，曹操《蒿里行》载：“白骨露于野，千里无鸡鸣。”曹植《送应氏二首》云：“中野何萧条，千里无人烟。”据葛剑雄(2002)推算，人口谷底出现在汉献帝建安二十五年(公元220)，当时的人口数为2224万~2362万。导致东汉晚期人口大量损失的原因，固然与大规模的战乱有关，但应指出，在骤然变冷的气候下，农业收成变差，百姓衣食无着，也是引发饥荒和战乱的重要原因之一。另外，在寒冷的气候下，疫病也呈现出上升的趋势，尤其是东汉末年，烈性传染病(伤寒症)肆虐，这也使得人口大量损失。

---

①《汉书》卷99《王莽传》

建安二十二年(公元217)大疫，建安七子，七去其四[①]。另外，在著名医学家张仲景的家族200余人中，也出现“犹未十稔，其死亡者，三分有二，伤寒十居其七”[②]的现象。

纵观秦汉时期人口数量的变化(表6.6)，我们注意到，气候变化冷暖波动与人口数量增减变化有较好的对应关系。当气候温暖时，人口数量往往呈现增长态势，反之则下降(图6.14)。

表6.6 秦汉中原政权所辖人口总量、增长率的变化

帝王纪年	年份	史料记载情形/万	核算数/万	年平均增长率/‰	
始皇二十六年	公元前221		4000		
高帝十二年	公元前195	“十损二三”	1500~1800		10
武帝初	公元前133		3538	12.38	
武帝后	公元前98	“天下户口减半”	2017		
宣帝地节元年	公元前69		2933	13	
元帝初元四年	公元前45		4052		
平帝元始二年	公元2	5959.4978		8.245	
新莽元凤四年	公元19	“天下户口减半”	>3000		
光武建武六年	公元30	“裁十二三”	2384		7.6
光武中元二年	公元57	2100.782/3100.782	3100.782	10	
明帝永平十八年	公元75	3412.5021	3712.84	10	
章帝章和二年	公元88	4335.6367	4335.6367	12	
和帝永兴元年	公元105	5325.6229	5325.6229	12.2	
安帝延光四年	公元125	4869.0789			
顺帝永和三年	公元138	5386.9588			
顺帝永和五年	公元140	4915.022			
顺帝建康元年	公元144	4973.055			
冲帝永嘉元年	公元145	4952.4183			
质帝本初元年	公元146	4756.6772			
恒帝永寿三年	公元157	5648.6856		1.15(较之公元105年)	
恒帝中平五年	公元188		6000	0.2	
东汉末			2224~2362		

① [魏]曹丕：《与吴质书》，《昭明文选》卷42

② [东汉]张仲景：《伤寒杂病论》，自序

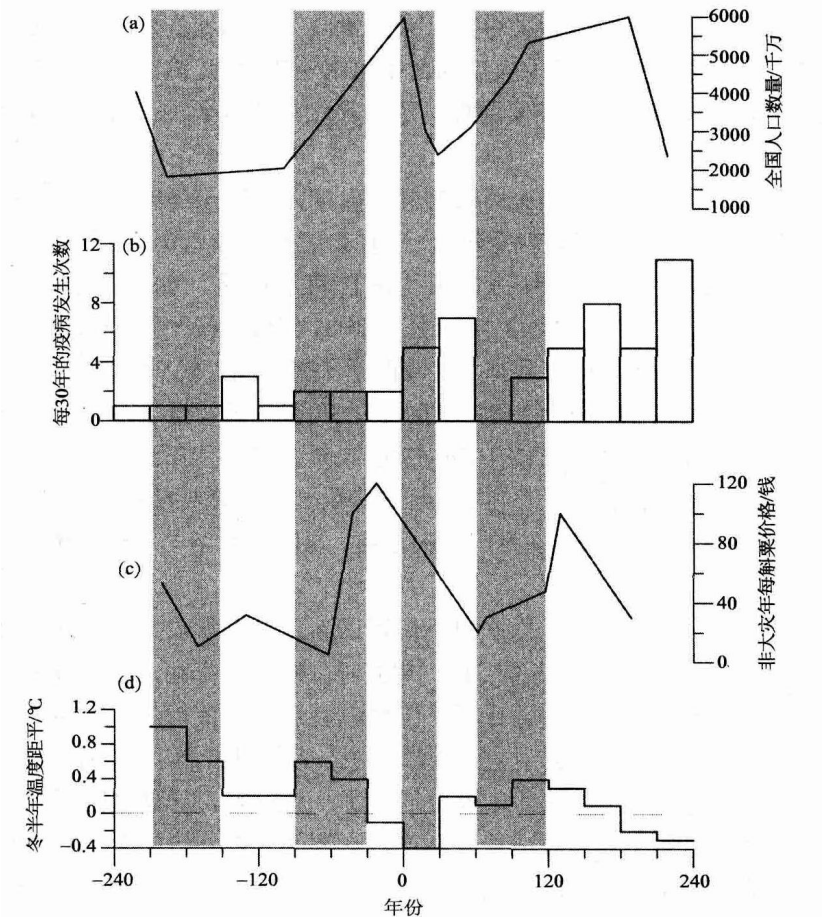


图 6.14　秦汉时期全国人口数与粮价、疫病、冬半年气温的变化

(a)人口数变化，据 6.6 表绘制；(b)每 30 年的疫病频次变化，据《史记》、《汉书》、《后汉书》、《三国志》整理；(c)非大灾年每斛粟价格变化；(d)东中部地区冬半年气温(Ge et al., 2003, 有修正)

(二)人口迁移

秦汉时期温暖气候不仅有可能促进了人口数量增加，而且为西汉中期以后政策性移民得以成功实施提供了条件。

早在秦始皇时，秦政权就曾“西北斥逐匈奴，取河南地，筑四十四县，徙谪戍以充之”[①]。此时期气候虽然较为温暖，但由于秦运祚短，适宜气候对屯田产粮的裨益未及充分体现，移民在离散前的口粮多半依靠关东的千里转输。

① 《史记》卷 6《秦始皇本纪》

西汉初的战乱及灾荒使得关中地区人口锐减。刘邦听从娄敬建议徙六国贵族之后及豪族大家充实关中，关中人口因此由惠帝三年(公元前192)的50万增至元始二年(公元2)的256万。由于气候温湿，这些移民与原有居民口粮的90%以上产自关中(葛剑雄，2002)。

为巩固北方边陲，文帝至平帝时曾先后向朔方、凉州等地移民，移民总数超过了150万。其中，仅武帝元狩四年(公元前119)和元鼎六年(公元前111)，就分别移民了72万和60万。移民口粮均出自移后屯垦。如《居延汉简新粹》72·E·J·C:1号文书载，太始二年(公元前95年)，居延军卒人均垦地34大亩(23.5市亩)。玉门的人均屯田数据《汉晋西陲木简汇编》载“班田七顷，给弛刑十七人”，即人均为41大亩(28.33市亩)。在暖湿气候背景下，推广代田法前，当时河西军屯地区每屯卒年产粮1076~1298市斤，推广代田法则产粮1998~2408市斤，移民军卒口粮完全自给[①]。朔方、西河等黄土高原诸郡素有“新秦中”之称，土壤肥沃。据史料记载推算，在推广代田法后，当时一军卒一年能产粟3290~3966市斤。

昭、宣帝时，北方边郡屯垦产出不仅可以满足自身需求，还有许多余粮可供政府调用。宣帝甘露三年(公元前51)，匈奴呼韩邪单于来朝，出朔方鸡鹿塞，西汉政府“转边谷米糒前后三万四千斛，给赡其食”；元帝初，呼韩邪单于又上书言其民众困乏，汉廷再诏“云中、五原郡转谷二万斛以给焉”[②]。另据《汉书·元帝纪》和241.33A条居延汉简载，永光二年(公元前42)，居延垦区因粮食丰盈而有“边谷内调”。由于农业收成稳定高产，这期间北方各边郡人口数不断增加，其中，朔方地区自元狩四年(公元前119)武帝移入70余万人口后，至平帝元始二年(公元2)，人口已增至167万，年均增长率达7.13‰。

除了向北疆移民外，武帝时西汉政府还曾向岭南地区移民。元封元年(公元前110)前后，武帝在今海南岛设立珠崖、儋耳二郡，并派遣地方官员及大量军民前往驻守。文、景帝时，江南地区素有“江南卑湿，丈夫早夭”的说法，海南地区暑热更重，北人一般难以忍受。武帝在位时，南方气温略有降低，海南岛的气候逐渐适宜北人生存。不过，至元帝初元元年(公元前48)，气候又复大暖，瘴病丛生，加之地方官吏酷虐土人，引起频繁反叛，故西汉政权被迫裁撤珠崖郡，内迁居民。

西汉晚期，中国气候转寒，北方匈奴、羌、鲜卑等少数民族畜牧业生产损失严重而多迁居塞内。如公元前1世纪后期鲜卑部落因气候变冷，在首领拓跋推寅的

① 田卒的口粮、农具、衣着等，一般是由国家供给，所以，屯田卒必须将收获物全部上交公仓

② 《汉书》卷94《匈奴传》

率领下举族南迁大泽，并在随后的2个世纪内逐步转入塞内(许倬云，2008)。建武二十二年(公元46)草原大旱，匈奴部众“死亡大半”，南匈奴依附东汉，入居五原塞。

由于气候转冷，灾害多发，西汉晚期后中国北疆农业衰败，游牧民族频繁南下劫掠，故北方汉族出现多次自发的流移。据《晋书·地理志》载，“灵帝末，羌胡大扰，定襄、云中、五原、朔方、上郡并流徙分散”。地皇三至四年(公元22~23)，中国北方大旱，“常苦枯旱，亡有平岁，谷价翔贵……北边及青徐地人相食，雒阳以东米石二千，流民入关者数十万……饥死者什七八”[①]。当时，最为凸现的人口迁移现象是中原百姓大规模地流入江南地区。据研究，元始二年(公元2)，荆州、扬州、益州、交趾四州人口不足1297万，仅占全国总人口的22.48%，而永和四年(公元140)，其人口数已占全国总数的39.59%(梁方仲，1980)。

需注意的是，秦汉之际中原地区也曾有大规模战乱，但没有出现大规模的人口南迁现象，中国历史上第一次较大规模人口南迁出现在两汉之际。这并非偶然。秦末汉初，中国气候暖湿，北方地区可能更适宜于农耕，南方则因“暑湿”、瘴气逼人而“丈夫早夭”，并不适于北方移民生活。两汉之际，中国气候变冷，北方农业生产潜力降低，而南方“瘴气”渐少，且因降水减少许多湖泊成陆，为接纳北方移民奠定了基础，成为吸引北方移民的重要“拉”力。

① 《汉书》卷24《食货志》

第七章　魏晋南北朝：徘徊于霸霸下的乱世*

魏晋南北朝始自魏文帝曹丕废汉称帝的黄初元年(公元220)，终于隋文帝杨坚统一全国的开皇九年(公元589)，历时370年。

西晋(公元265~317)代魏(公元220~265)灭吴(公元222~280)统一全国后旋即灭亡，元帝司马睿迁都金陵(今南京)，建立东晋(公元 317~420)，偏安江南。4世纪初开始，中国中原地区陷入了长达一个半世纪的混乱和动荡，胡汉纷争、政权林立(图 7.1)，在不到 130 年间，中国北方的匈奴、鲜卑、羯、氐、羌等少数民族与汉族上层人士先后建立了十六个政权[①]。公元 439 年，北魏(公元 386~534)太武帝拓跋焘统一了北方，与南方的刘宋政权(公元 420~479)并立，西晋末年以来中原纷乱局面遂告结束。此后一个半世纪，中国南北分裂。北方地区在北魏后又经历东魏(公元 534~550)、北齐(公元 550~577)、西魏(公元 535~556)和北周(公元 557~581)四朝，南方则在刘宋后出现了齐(公元 479~502)、梁(公元 502~557)、陈(公元 557~589)政权。

魏晋南北朝是秦汉以来中国历史上最长的动荡年代。自“三国”开始，各政权内部类似于“八王之乱”和李特起义的事件迭次出现，政权间相互攻伐更是不胜其数，如“赤壁之战”、“淝水之战”。因为战乱，民生凋敝，魏晋南北朝时中国人口总量起伏巨大。太康元年(公元280)，晋武帝统一全国时的官方统计人口约1616万[②]，只近乎汉末战乱下的人口总数(葛剑雄，2002)的71%。之后的近20年，由于社会较为安定，中国人口有所缓升。4世纪初，战火再燃，复使人口锐减，直至南北朝前期出现大的回升，但南北朝后期的战乱再次使人口减耗。魏晋南北朝也是中国人口大迁徙的时代，北方各游牧民族数次“饮马淮河”，而中原“衣冠”则五度仓皇南逃。

---

* 执笔人：葛全胜、刘浩龙、郑景云。郭义强协助查阅资料

① 分别是成汉（公元 303~347，巴氐族）、前赵(公元 304~329，匈奴)、后赵(公元 319~352，羯族)、前燕 (公元 357~370，鲜卑)、前秦 (公元 351~394，氐)、前凉 (公元 313~376，汉族)、后秦 (公元 384~417，羌)、后燕 (公元 384~409，鲜卑)、南燕 (公元 398~410，鲜卑)、北燕（公元 409~436）、后凉（公元 386~403，氐）、南凉（公元 397~414，鲜卑）、西凉（公元 400~420）、北凉（公元 397~439，匈奴）、西秦（公元 385~431，鲜卑）、夏（公元 407~431，匈奴）

②《晋书》卷 14《地理志》

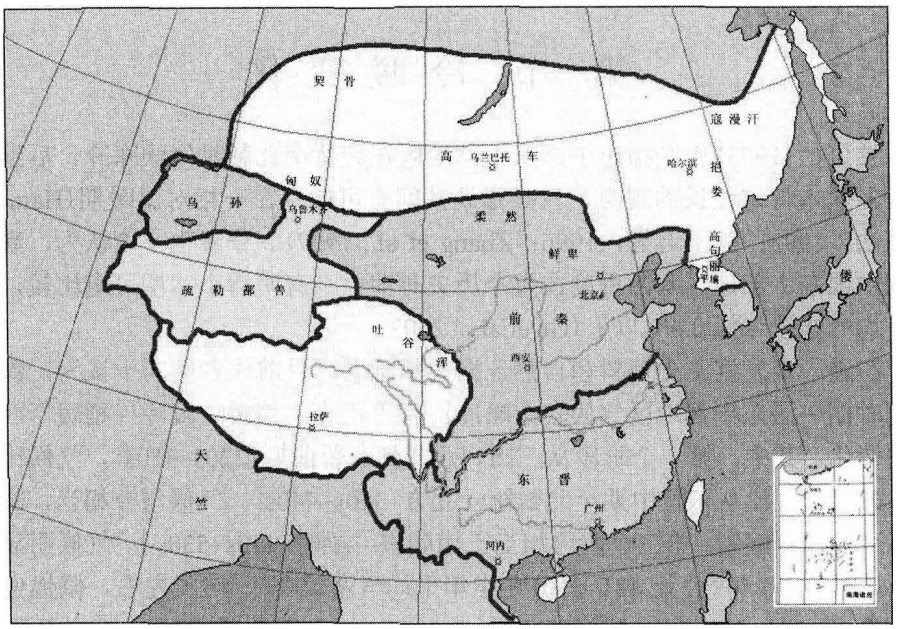


图 7.1 东晋十六国时期 (公元 382)全图(谭其骧，1982)

魏晋南北朝时中国南北方经济文化出现了截然不同的发展态势。北方农业发展大起大落，汉族文化遭受巨大摧残，“自永嘉丧乱，百姓流亡，中原萧条，千里无烟”[①]。但至北魏时，北方农业得以稳定发展，农田旱作技术体系初步形成，被誉为“诸家农书，无更能出其上者”[②]的杰出著作《齐民要术》即诞生在这个时期。与北方不尽相同，南方经济在混乱的时局中保持了迅猛的发展态势，农耕技术和水利事业有较大的发展，麦菽作物在三吴地区被广泛种植，出现“荆城跨南楚之富，扬部有全吴之沃，鱼盐杞梓之利，充仞八方；丝绵布帛之饶，覆衣天下”[③]的繁华景象。东晋时，披轻裘、着宽衣、好“清淡”、服“五石”的名士风范盛行。

3~6 世纪，全球气候正处于一个寒冷阶段(Bond et al., 1999)，冷干气候导致了中亚游牧民族向西迁移以及罗马帝国的崩解(Huntington，1907)，美国中西部霍普韦尔文化的衰落也与该地区 300~700 年的干燥气候有关(Lamb，1987)。在中国，有很多研究指出，当时北方寒冷气候与草原民族南迁之间有着相当明显的关联，此类“天人之际的呼应”(许倬云，2008)案例甚多。

① 《晋书》卷 109《慕容皝载记》
② 《四库全书简明目录》卷 10《农家类》
③ 《宋书》卷 54，沈约语

第一节 冷暖变化

竺可桢(1973)曾经指出中国东中部地区在魏晋南北朝时气候寒冷。后继的研究大多基本肯定竺氏的观点，只是强调其间有可能存在一相对温暖期(Hameed，龚高法，1993；张丕远等，1996；Zhang et al., 1997)。作者也一度认为，魏晋南北朝中国东中部地区寒冷程度在整个历史时期中唯有明清小冰期可堪比较，冬半年平均气温较今低 0.4℃以上(Ge et al.，2003)。

在进一步发掘文史资料和自然证据的基础上，目前作者倾向于认为，魏晋南北朝时期中国东中部地区气候较今略冷，有“稍冷—稍暖—较冷—稍暖”四个阶段的变化。其中，第一个阶段从三国、西晋到东晋前期(220s~350s)，气候比今略冷；第二个阶段从东晋中期至北魏统一北方(360s~440s)，气候与今相当，部分时段有可能比今略暖；第三个阶段相当于南朝宋—梁时(440s~530s)，气候明显比今寒冷，最冷 30 年(公元 481~510)冬半年平均气温较今低 1.2℃左右，降温速度最快的公元 361~510 年，降温率约为 1.0℃/100a；第四个阶段是梁末至陈覆亡(540s~580s)，气候可能较今略暖(图 7.2)。

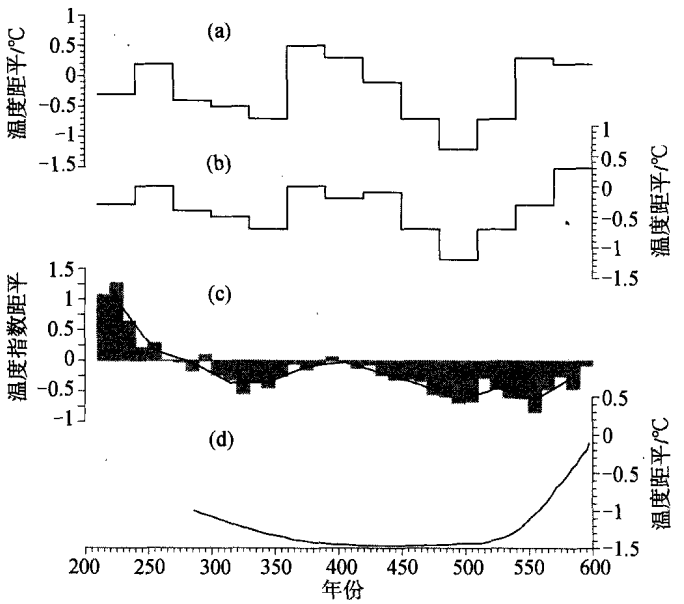


图 7.2 魏晋南北朝时中国东中部地区温度变化

(a)公元 211~600 年东中部地区冬半年温度变化，30 年分辨率，以 1951~1980 年为基准年，系著者最新研究结果；(b)过去 2000 年东中部地区冬半年温度变化中的魏晋南北朝部分，30 年分辨率，以 1951~1980 年为基准年(Ge et al., 2003)；(c)Yang 等(2002)利用多种资料重建的中国过去 2000 年温度指数序列中的魏晋南北朝部分，灰柱每 10 年，粗实线每 30 年；(d)竺可桢(1973)利用物候资料重建的中国过去 2000 年温度变化中的魏晋南北朝部分

魏晋南北朝时，中国西部地区总体偏冷，其中3世纪和5~6世纪气候显著寒冷。

一、东中部地区

(一)三国、西晋至东晋前期(220s~350s)气候略冷

公元220~350年，中国气候比今略冷。其中，公元240~270年比今略暖，公元320~350年比今显著寒冷，中国东中部地区冬半年平均气温可能较今低0.5℃。

三国早期，中国气候承接东汉以来变冷趋势，总体比今寒冷。据《建康实录》和《晋书》载，嘉禾三年九月朔(公元234年10月11日)南京一带出现“陨霜杀谷”，初霜出现的日期比现代平均值提前了30余天，次年七月(公元235年8月2~31日间)南京一带又陨霜，初霜的日期至少比现代的平均日期提前了70~80天。由于气候转冷，三国时江淮一带结冰现象甚为普遍。黄初六年(公元225)，魏文帝曹丕在广陵(今江苏淮安)的淮河边视察10多万士兵演习，因淮河水道冻结，水上军演被迫停止[①]。据竺可桢(1973)考证，这是史书第一次记载淮河结冰。

三国后期气候转暖，并出现了长约30年的较今暖湿气候。据《晋书·五行志》载，公元252年“九月，(吴)桃李华”，即二次开花。《襄阳耆旧传·李衡传》载，258年吴景帝孙休即位后，吴丹阳太守李衡曾暗中遣人在江陵龙阳洲种植数千棵柑橘[②]。又据三国时吴丹阳太守沈莹所著，约成书于公元268~280年的《临海水土异物志》载[③]：“杨桃似南方橄榄子。其味甜。五月十日熟。谚言‘杨桃无蹙。一岁二熟’。”江陵基本上处于现代柑橘的分布北界，杨桃在临海(现今浙江台州)地区几无种植，至于长江下游一带桃树的二次开花在现代也不多见。由此可推知当时江浙地区一带的气候可能与今相仿，甚至略暖一些。

《临海水土异物志》又载：“丹邱谷，夏秋再熟。”丹邱即浙江台州。这里的再熟之谷，有研究认为是双季连作稻(游松龄，1995)。又西晋初年文豪左思(约公元250~305)在《吴都赋》中亦云：“国税再熟之稻，乡贡八蚕之绵”，吴都即今江苏苏州，“再熟之稻”即连作稻。此条证据表明西晋初[④]，长江流域曾种植双季稻(游修龄，1995；曾雄生，2002)。但宋代及清康熙五十五年(1716)后，苏州的再熟之稻却一度消失。清代的李彦章对此种变化颇有疑惑，云：“按江南再熟

---

①《三国志》卷2《文帝本纪》

② [晋]习凿齿：《襄阳耆旧传》卷2《人物·李衡传》。李妻有言：“七八年来失十户客，不言所之，当是汝父有此故也。恒见汝父称太史公言：‘江陵千树橘，亦当比封侯’”，故知李衡种橘约为公元258~266年事

③ 据《三国志·吴书·三嗣主传》及裴注，沈莹在晋灭吴时为晋将王浑所斩，故可知此情形在公元280年前

④ 据傅璇琮(1979)考证，《三都赋》成于太康元年(公元280)灭吴之前

之稻，首见于左太冲(即左恩)吴都赋……由此观之，此邦再种再熟事最古矣。宋时江南，又止一次。”[①]连作稻对温湿条件的要求比较高，三国后期至西晋时气候暖湿，所以，江南地区能够生长连作稻，而之后的宋代及1716年后的清代气候或暖干或冷湿，故连作稻难以在江南地区稳定存在下去。

表7.1 西晋至东晋前期(230s~350s)异常霜雪初终日期统计

时间	事件，地点	记载出处
咸宁三年八月(公元277年9月15日至10月13日)	平原，安平，上党，泰山四郡霜，是月河间暴风寒冰(今山东平原，河北冀县，山西潞城，山东泰安，河北献县一带)	《晋书·五行志》
咸宁五年六月庚戌(公元279年7月24日)	陨霜(约洛阳一带)	
太康二年三月甲午(公元281年4月18日)	河东陨霜害桑(河南中北部)	
太康五年九月(公元284年9月27日至10月25日)	大雪(四川乐山等地)	
太康六年三月戊辰(公元285年5月1日)	陨霜(河北中部、山东中部)	
太康八年四月(公元287年4月30日至5月28日)	齐国，天水二郡陨霜(今济南，甘肃天水一带)	《晋书·武帝纪》
太康九年四月(公元288年5月18日至6月15日)	陇西陨霜，伤宿麦(今甘肃西部)	
太康九年四月(公元289年5月7日至6月5日)	陨霜(今山西，河北大部)	《晋书·五行志》
元康元年七月(公元291年8月12日至9月10日)	雍州大旱，陨霜疾病	
元康六年三月(公元296年4月20日至5月18日)	东海陨雪杀桑麦(今山东郯城一带)	《晋书·惠帝纪》
元康七年七月(公元297年8月5日至9月3日)	秦，雍二州陨霜，杀稼也(今甘肃天水至陕西西安)	
元康九年三月十八日(公元299年5月4日)	河南，荥阳，颍川陨霜伤禾(今河南中部)	《晋书·五行志》
光熙元年闰八月甲申(公元306年9月25日)	霰雪(约今洛阳)	
太宁元年三月丙戌(公元323年5月1日)	陨霜杀草(约今南京)	《晋书·明帝纪》
太宁三年三月癸巳(公元325年4月27日)	陨霜(约今南京)	《晋书·五行志》
咸和九年八月(公元334年9月16日至10月14日)	成都大雪(今地)	
建元元年八月(公元343年9月7日至10月5日)	大雪(约今南京)	
永和二年八月(公元346年9月3日至10月2日)	冀方大雪人马多冻死(今河北中部)	
永和十一年四月壬申(公元355年4月29日)和平二年五月(公元355年5月29日至6月26日)	陨霜(约今南京)；(前凉)其国中五月雨雪，霜杀苗稼果实，行人冻死(约甘肃武威一带)	《晋书·穆帝纪》、《十六国春秋辑补》

① [清]李彦章：《江南催耕课稻编》(1834)，江南再熟之稻

西晋后气候再次变冷。表 7.1 是西晋至东晋前期(230s~350s)异常霜雪初终日期。考虑到史料有“记异不记常”的特点，故将表 7.1 中的记录都看成是当时的极端状况，与《中国自然历》(宛敏渭，1986，1987)中观测年份较长的一些站点的极端初、终霜雪日期(表 7.2)进行对比，发现公元 277~350 年东中部地区大多数初(终)霜雪日期明显早(晚)于现代，最极端的一些年份(如 3 世纪的公元 235 年、279 年、297 年等)的初(终)霜、雪日分别早(晚)于现代 40 天以上。

表 7.2 中国部分地区极端初终霜雪日期统计

站点	北京	甘肃民勤	山东泰安	陕西西安	河南洛阳	江苏扬州	江苏镇江	重庆北碚	四川仁寿
极端初霜		9月25日	9月29日	10月29日	10月15日	10月23日		11月21日	12月4日
极端初雪		10月27日	11月10日	11月28日	11月11日		11月25日		12月10日
极端终雪	4月12日	4月25日		4月12日	3月24日	4月7日			4月4日
极端终霜	5月12日	5月10日	4月26日	4月24日	4月7日	4月11日	3月29日	4月4日	4月5日

资料来源：宛敏渭，1986、1987。其中个别记录因观测统计年数少于 10 年，没有引用

(二)东晋中期至北魏统一北方(360s~440s)气候略暖于今

东晋中期至北魏统一北方(360s~440s)的 80 年里中国气候明显转暖，总体上可能略暖于今，其中，东晋晚期(公元 360~400)明显比今温暖。

史料中有很多关于东晋晚期气候暖湿的记载。如，孝武帝太元三年(公元 378)，金陵城内“作新宫，城外堑内并种桔树”[①]；道武帝天兴元(公元 398)年，魏廷“敬授民时，行夏之正”[②]。“夏之正”即历书《夏小正》，据满志敏(2009)考，《夏小正》中物候表征的是温暖的气候，这间接说明当时气候有可能暖湿。北方农区因之在公元 394 年至公元 400 年前后得以北扩(见后文详述)，出现“屡年大熟，产谷甚多”的丰产情形[③]。另据史料，4 世纪晚期江浙地区处在潮灾高点(王文等，1999)，而北方几无异常霜雪的记载。

江南的刘宋政权在文帝时出现过多个冬温较高的年份。据《宋书·符瑞志中》记载，当时，长江中下游地区在冬季 11 月至来年 3 月(折算为阳历)的清晨，常有

① [唐]许嵩:《建康实录》卷 9，孝武帝太元三年七月注引《苑城记》

②《魏书》卷 2《太祖本纪》

③《魏书》卷 110《食货志》

甘露[①](表 7.3)，而现今的长江中下游地区于 11 月 20 日至 3 月 20 日为有霜期，罕见晨露。从霜、露形成之天气条件差异(气温在 0℃以上，暖空气中的多余水气于冷物体表面析出成露，若气温降至 0℃以下，则多余水汽在物表上凝为霜)判断，公元 426~451 年间，当地暖冬较多(刘继宽，2005)。另外，元嘉二十年(公元 443)，“冬十月，雷”，元嘉二十一年，“冬十月己亥，命刺史郡守修东耕。丙子，雷且电”[②]，这也说明公元 443、公元 444 两年的冬季有较强的暖湿气团。

表 7.3 南北朝时宋文帝在位期间(公元 424~453)刘宋境内甘露日期统计

年份	月份	内容	备注
公元 426 年(元嘉三年)	闰正月己丑	甘露降吴兴乌程	今江苏吴兴
公元 427 年(元嘉四年)	十一月辛未	甘露降初宁陵	今南京
	十一月己丑	甘露降南海熙安	南海郡即今广州
公元 432 年(元嘉九年)	十一月壬子	甘露降初宁陵	
公元 436 年(元嘉十三年)	二月丁卯	甘露降上明巴山	今湖北枝江，松滋一带
	二月	甘露降吴兴武康	
公元 440 年(元嘉十七年)	十一月乙酉	甘露降乐游苑	今南京
	十一月辛巳	甘露降南郡江陵方城里	今湖北江陵
公元 445 年(元嘉二十二年)	十二月丁酉	甘露降长宁陵	今南京
	二月丁未	甘露降乐游苑	
公元 446 年(元嘉二十三年)	十二月庚子	甘露降襄阳郡治	今湖北襄樊
	十二月辛丑	甘露频降乐游苑	
公元 447 年(元嘉二十四年)	二月己亥、庚子、癸卯	甘露频降景阳山	今南京
公元 448 年(元嘉二十五年)	十一月庚辰	甘露降南郡	今湖北江陵一带
	十一月乙未	甘露降丹阳秣陵岩山	今南京一带
	二月戊辰	甘露降钟山延贤寺	今南京一带
公元 451 年(元嘉二十八年)	二月壬午	甘露降徵音殿前果树	今南京
	二月	甘露降合欢殿后香花诸草	今南京
共计 10a	共计 18 次		

资料来源：刘继宽，2005

当然，公元 360~440 年也有部分年份比今略冷。如东晋太元二十一年(公元

① 甘露，意即甘美的露水，《汉书·宣帝纪》：“乃者凤皇集 泰山、陈留，甘露降 未央宫 ……获蒙嘉瑞，赐兹祉福，夙夜兢兢，靡有骄色。” 明李时珍在《本草纲目·水一·甘露》(释名)引《瑞应图》：“甘露，美露也。神灵之精，仁瑞之泽……”

②《南史》卷 2《宋本纪》

396)十二月，“雨雪二十三日”[①]；天赐五年(公元 408)七月，“冀州陨霜(今河北冀县一带)”[②]；义熙五年(公元 409 年)三月己亥，(今南京一带)大雪，平地数尺[③]；太延元年(公元 435)七月庚辰，“大陨霜，杀草木(约大同一带)”[④]。

(三)南朝宋—梁时(450s~530s)气候寒冷

南北朝时中国气候再次变冷，中国东中部地区冬半年平均气温较今低 0.7℃左右，最冷 30 年(公元 481~510)可能较今低 1.2℃。

据史料，南北朝时冬季连雪与广泛积冰的情形堪与明清小冰期相比。如刘宋元嘉二十九年(公元452)南京地区“自十一月霖雨连雪，太阳罕耀”，至次年“正月大风拔木，雨冻杀牛马”[⑤]；大明六年(公元462)，刘宋政权于南京覆舟山(即小九华山，在南京城东北，玄武湖畔)“置凌室，修藏冰之礼”[⑥]；泰豫元年(公元472)“巨人迹见西池(在南京小九华山南)冰上”[⑦]；南齐建元三年(公元481)十一月，“雨雪，或阴或晦八十余日，至四年二月乃止”[⑧]；兴和三年(公元541)“奇寒，江淮亦冰”[⑨]。

明清时期，长江下游一带冬季也经常出现极端的严寒天气(参见本书明清气候变化部分)，如明弘治六年(1493)，南京“十月以来雨雪连旬，阴云蔽日”[⑩]，苏北“冬，大雪六十日，爨苇几绝，沿海坚冰，时以为创闻”[⑪]。清康熙二十九年(1690)，江浦“十二月朔大雪，积阴五十余日方霁”[⑫]，上海则“十二月发大冷，黄浦内俱结冰，条条河俱连底冻紧”[⑬]，“江南自京口达杭州皆冻，扬州骡纲皆移苏杭，甚至扬子、钱塘、鄱阳、洞庭亦冻，江南柑橘皆枯死”[⑭]。两相比较，康熙

---

①《晋书》卷 29《五行志》

②《魏书》卷 112《灵征志》

③《晋书》卷 10《安帝纪》

④《魏书》卷 112 下《灵征志》

⑤《宋书》卷 34《五行志》

⑥《宋书》卷 6《孝武帝本纪》；竺可桢（1973）据此认为当时冬季气温比现今低 2℃。有个别学者认为，竺之推导过程存在问题（牟重行，1996）

⑦《南史》卷 3《宋本纪》

⑧《南齐书》卷 19《五行志》

⑨ [宋]曾慥：《类说》卷 42，引自[唐] 段成式：《酉阳杂俎》。注：原资料不记年份，但据《北齐书崔劼传》载：“崔劼，兴和三年兼通直散骑常侍，使于梁”。江淮冰当发生在此年

⑩《明孝宗实录》卷 84，弘治七年正月辛亥

⑪ 民国《阜宁县新志》卷末《杂志》

⑫ 雍正《江浦县志》卷 1《祥异》

⑬ [清]姚廷遴：《历年记》，《清代日记汇抄》，上海人民出版社，1982 年

⑭ [清]王士祯：《居易录》卷中

二十九年南京一带的大雪积阴不过50余日，而南齐建元三年的大雪积阴达80余日。根据现代观测记录，江淮地区只有1954~1955年的冬季出现较大范围的结冰，该年江苏南京、安徽合肥和湖北武汉的气温分别较1951~1980年的均值分别低1.2℃，2.3℃和1.7℃。另外，现代南京年降雪日数平均仅 8.4天，远少于南北朝时出现的降雪天数。

《齐民要术》是后魏时期的一部农业巨著，成书年代为公元 533~544 年(董恺忱，范楚玉，2000)。该书作者、中国古代杰出的农学家贾思勰(公元 386~543)在书中记载“物产”时均特意注明产地，如“今并州无大蒜”[①]、“案青州有乐氏枣”[②]、“今青州有蜀椒种”[③]等，且以“本地”为产地名比较“本地”物产与其他地区的差异，故一般认为《齐民要术》中的“本地”即为贾氏为官的高阳郡(今山东临淄)。书中不仅介绍了大量的农业生产技术，还记载了气候、物候状况及与农业生产有关的雾凇现象。据《齐民要术》[④]记载，种谷“三月上旬及清明节桃始花为中时”，即当时高阳一带山桃始花的平均时间在清明前后，即 4 月 4 至 5 日。现代北京地区的山桃始花多年平均为 3 月 27 日[⑤]，河北易县亦为 3 月 27 日(宛敏渭，1986，1987)。淄博处在北纬 35°56′~37°18′，比北京南 4 个纬度，根据中国植物物候的地理分布规律，纬度每南移 1 度，山桃始花则提前 3.28 天(龚高法，简慰民，1983)，现代淄博一带的山桃始花期最迟为 3 月 14 日，由此推之，当时高阳的山桃物候期要比现代晚 20 天左右。《齐民要术》中还记载了枣生叶、桑花落等可用于比较的春天物候情形。从以上这几种物候对比的综合分析看，当时春季的物候应较现代迟 10 天左右(因随月份推移，高阳与北京同一物候出现的日期差异逐渐减小)。

在《齐民要术》种穄(黍穄第四)中，贾思勰还记有“常记十月、十一月、十二月冻树日种之，万不失一”，“十月冻树，宜早黍；十一月冻树，宜中黍；十二月冻树，宜晚黍”。其中，“冻树”也就是现代气象学所说的雾凇。从这一记录看，雾凇是当时济南一带常见的天气现象，否则贾氏不会以此之指示黍子的播种时令。据统计，在现代，华北地区若出现雾凇，则当年气温一般较气温的多年平均值为低。以北京为例，在 1951~1980 年，3 月份出现雾凇和雨凇的年份里，

① [北魏] 贾思勰：《齐民要术》卷 3《种蒜》第 19

② [北魏] 贾思勰：《齐民要术》卷 4《种枣》第 33

③ [北魏] 贾思勰：《齐民要术》卷 4《种椒》第 43

④ [北魏] 贾思勰著，石声汉校注：《齐民要术今释》，科学出版社，1957 年

⑤ 今据北京颐和园 1963～1982 年（其中 69、70 年缺测）的 18 年观测平均。因平均日期受不同观测地点与统计年限的影响而略有区别。北京其他 2 个观测点：北海公园（24 年）、西郊公园（8 年）的山桃始花平均日期分别 3 月 26 日和 3 月 29 日

其春季气温平均要比30年的均值低1.1℃(王绍武，1990)。由此推断，当时华北地区的气候应比现代冷。

由于气候进一步变冷，南北朝时中国初霜、初雪日期比魏晋时期又有提前，终霜、终雪日期则更为推迟(表7.4)。北魏孝明帝正光元年(公元520)改施《神龟历》(即后来《正光历》的雏形)，这一历法首次在历书体例中纳入了七十二候的内容，且春季物候较表征温暖气候的《逸周书·时训解》中晚了1~2候。

表7.4　南北朝时中国部分地区异常霜雪初终日期统计

时间	事件，地点	记载出处
真君八年五月(公元447年6月1日至6月29日)	北镇寒雪，人畜冻死(内蒙古武川至赤城一带)	《魏书·灵征志》
和平六年四月乙丑(公元465年5月14日)	陨霜(无明确记载地点，估计为关中及附近地区)	
太和三年七月(公元479年8月4日至9月1日)	雍、朔二州及枹罕、吐京、薄骨律、敦煌、仇池镇并大霜，禾豆尽死(今陕西、甘肃、宁夏、山西北部)	
太和四年九月甲子(公元480年10月21日)	京师大风雨雪三尺(今山西大同一带)	
太和六年四月(公元482年5月5日至6月2日)	颍川郡陨霜(河南长葛一带)	
太和九年四月(公元485年5月1日至6月30日)	雍，青二州陨霜(今西安，山东益都一带)	
太和九年六月(公元485年6月29日至7月28日)	洛，肆，相三州及司州灵丘广昌镇陨霜(今洛阳，忻县，安阳，灵丘一带)	
太和十四年八月乙未(公元490年9月30日)	汾州陨霜(山西隰县一带)	
太和二十年五月(公元496年5月28日至6月26日)	鄯，暴风大雨冻死者十数人(河北磁县，河南安阳一带)	《魏书·南安王传》
景明元年四月丙子(公元500年5月21日)	夏州陨霜杀草(农牧交错区的白城子等地)	《魏书·灵征志》
景明元年六月丁亥(公元500年8月1日)	建兴郡陨霜杀草(今山西晋城一带)	
景明元年八月乙亥(公元500年9月18日)	雍、并、朔、夏、汾五州，司州之正平，平阳频暴风陨霜(今西安，太原，和林格尔，白城子，隰县，新绛，临汾等一带)	
景明二年三月辛亥(公元501年4月22日)	齐州陨霜杀桑麦(今山东济南一带)	
景明四年三月辛巳(公元503年5月12日)	青州陨霜杀桑麦(今山东益都一带)	
天监三年三月(公元504年4月3日至5月1日)	陨霜杀草(约南京一带)	《南史·梁本纪中》、《魏书·灵征志》
正始元年五月壬戌(公元504年6月16日)	武川镇大雨雪陨霜(内蒙古武川一带)	
正始元年六月辛卯(公元504年7月15日)	怀朔镇陨霜(内蒙古固阳一带)	
正始元年七月戊辰(公元504年8月21日)	东秦州陨霜(陕西宜君一带)	
正始元年八月庚子(公元504年9月21日)	河州陨霜杀稼(甘肃临夏)	
正始二年四月(公元505年5月21日至6月18日)	齐州陨霜(今山东济南一带)	《魏书·灵征志》
正始二年五月(公元505年6月21日)	恒、汾二州陨霜杀稼(山西大同，隰县一带)	

续表

时间	事件，地点	记载出处
正始二年七月辛巳(公元 505 年 8 月 29 日)	豳、歧二州陨霜(今陕西宁县，宝鸡一带)	《魏书·灵征志》
正始三年六月丙申(公元 506 年 7 月 10 日)	安州陨霜(今河北隆化一带)	
天监六年三月庚申(公元 507 年 3 月 29 日)	陨霜(今南京一带)	《南史·梁本纪中》、《魏书·灵征志》
天监六年三月乙丑(公元 507 年 4 月 3 日)	豳州频陨霜(今陕西宁县)	
正始四年八月(公元 507 年 8 月 26 日至 9 月 23 日)	河州陨霜(今甘肃临夏)	
正始四年九月壬申(公元 507 年 10 月 9 日)	大雪(约今洛阳一带)	
永平元年四月戊午(公元 508 年 5 月 21 日)	敦煌陨霜(今甘肃敦煌)	《魏书·灵征志》
世宗永平二年四月辛亥(公元 509 年 5 月 9 日)	武州镇陨霜	
延昌四年三月癸亥(公元 515 年 4 月 19 日)	河南八州陨霜	
熙平元年七月(公元 516 年 8 月 16 日至 9 月 13 日)	河南，北十一州霜(今河南，山东，河北等地)	
普通二年三月庚寅(公元 521 年 4 月 16 日)	大雪平地三尺(约今南京一带)	《梁书·本纪》
正光二年四月(公元 521 年 4 月 22 日至 5 月 21 日)	柔玄镇大雪(甘肃天水附近)	《魏书·灵征志》
天平三年八月(公元 536 年 9 月 3 日至 10 月 2 日)	并，肆，汾，建四州陨霜大饥；四年春，诏所在开仓赈恤(今山西太原，忻县，隰县，晋城一带)	《魏书·孝静纪》
大同三年六月(公元 537 年 6 月 26 日至 7 月 24 日)	朐山陨霜(今连云港)	《隋书·五行志》
大同三年七月(公元 537 年 7 月 25 日至 8 月 23 日)	是月青州雪，害苗稼(山东益都一带)	《梁书·本纪》
兴和二年五月(公元 540 年 5 月 24 日至 6 月 21 日)	大雪(约今河南安阳一带)	《隋书·五行志》
太建十年八月戊寅(公元 578 年 10 月 2 日)	陨霜杀稻菽(约今南京一带)	《南史·陈本纪》

表 7.5 中国东部地区南北朝期间部分年份的冬半年温度距平估计

年份	中国东部冬半年温度距平/℃	年份	中国东部冬半年温度距平/℃	年份	中国东部冬半年温度距平/℃
		公元 482	−0.90	公元 507	−1.12
		公元 485	−1.92	公元 508	−0.78
		公元 490	−0.28	公元 509	−1.08
公元 447	−0.70	公元 496	−1.50	公元 515	−0.90
		公元 500	−1.96	公元 516	−2.10
		公元 501	−0.25	公元 521	−1.13
		公元 503	−0.65	公元 536	−0.70
公元 465	−0.60	公元 504	−2.10	公元 537	−2.56
公元 479	−1.26	公元 505	−1.96	公元 540	−1.80
公元 480	−0.28	公元 506	−1.92	公元 578	−1.36

资料来源：郑景云等，2005

注：①根据平均降雪日期一般均较各地霜冻日期晚(初雪较初霜)或早(终雪较终霜)10~20 日的特点，若所记日期为异常降雪日期，则以加(春夏季)或减(秋冬季)10 日计算霜冻日期。②若某一年中有多条史料记载，则以古今日期相差最大的一条计算

从中国气候成因来看，初霜雪日期的提前和终霜雪日期的推迟，均与从西伯

利亚南下的冷气团活动增强有关。秋季，冷气团活动南下时间提前，则初霜雪日提前，秋季均温下降；冬季后，若较强冷气团活动持续，则霜雪终日推迟，春季气温偏低。对全国 100 个气象站 1951~1980 年初终霜日期资料的分析表明，中国秋天霜冻日期早晚与春、秋季平均气温有良好的相关关系。初霜每提前 10 天，秋季平均气温距平低 0.4℃，同样终霜推迟 10 天，春季气温距平低 0.5℃(王绍武，1990)。表 7.5 是依据初、终霜雪日期记载推算的南北朝部分年份中国东中部地区冬半年温度距平。公元 504、公元 516、公元 537 年是最冷三年，冬半年温度低于现今 2℃。

(四)南朝梁末—宋亡时(540s~580s)气候转暖

该时期的史料中少有异常霜雪记载，仅有公元 541 年江淮地区奇寒结冰象[①]，另有公元 563 年“大雨雪连月，南北千余里，平地数尺”[②]的记载。湖北江陵人宗懔(约公元 501~565)在魏恭帝二年(公元 555)前后(李裕民，1987)撰写的《荆楚岁时记》[③]曾记有“二十四番花信风”，即“小寒三信，梅花、山茶、水仙；大寒三信，瑞香、兰花、山矾；立春三信，迎春、樱桃、望春；雨水三信，菜花、杏花、李花；惊蛰三信，桃花、棣棠、蔷薇；春分三信，海棠、梨花、木兰；清明三信，桐花、麦花、柳花；谷雨三信，牡丹、荼縻、楝花”。将书中这些花卉开花物候的时间与现代荆州地区相应时间加以比较(表 7.6)，可知当时冬春气候要比现今温暖，而夏季气温与今相当(张福春，1999)。又南陈至德元年(公元 583)，后主陈叔宝曾“梦黄衣人围城，后主恶之，绕城橘树，尽伐去之”[④]，这说明当时南京地区可能存在大面积橘树，而今南京周围尚不能大面积种植橘树，故可知南朝梁末至宋亡时，气候应比现代温暖。

另外，东魏孝静帝天平四年(公元 537)八月，“有巨象至于南兖州，砀郡(今安徽砀山县)民陈天爱以告，送京师”[⑤]。至南朝梁承圣元年(公元 552)十二月，“淮南有野象数百，坏人室庐”[⑥]。史念海(1991b)指出，流窜至淮北地区野象数的由少到多，正可说明淮北气候已渐转暖。吴宏岐和党安荣(1998)据之认为，大约在 6 世纪中期，中国气候确已由寒冷转向温暖。

---

① 曾慥《类说》卷 42，引自《酉阳杂俎》，原资料不记年份，但据《北齐书·崔劼传》载，崔劼，兴和三年（公元 541）兼通直散骑常侍，使于梁。江淮冰当发生在此年

②《北史》卷 8《齐本纪》

③ 该书为笔记体形式的文集，共 37 篇，其内容为江汉地区当时自元旦至除夕的 24 岁时节令风俗故事

④《隋书》卷 23《五行志》

⑤《魏书》卷 112《灵征下》

⑥《南史》卷 8《梁本纪下》

表 7.6 江陵(荆州)地区梁末与现代春季开花物候的对比

物候现象	6世纪前期花信风中出现时间		现代平均日期	古今差异
	候	阳历日期		
菜花	雨水一候	2月19日~2月23日	3月5日	早1~2候
杏花	雨水二候	2月24日~2月28日	3月4日	早1候
李花	雨水三候	3月1日~3月5日	3月14日	早1~2候
桃花	惊蛰一候	3月6日~3月10日	3月16日	早1候多
棠梨	惊蛰二候	3月11日~3月15日	3月23日	早1候多
海棠	春分一候	3月21日~3月25日	3月27日	早不到1候
梨花	春分二候	3月26日~3月30日	4月4日	早1候
桐花	清明一候	4月5日~4月9日	4月14日	早1候
麦花	清明二候	4月10日~4月14日	4月15日	略早
柳花	清明三候	4月15日~4月19日	4月17日	差不多
牡丹	谷雨一候	4月20日~4月24日	4月22日	差不多
楝花	谷雨三候	4月30日~5月4日	5月4日	差不多

资料来源：张福春，1999

魏晋南北朝中国东中部地区冷暖变化特征还被大量的自然证据所证明。集成分析黑龙江密山(夏玉梅，汪佩芳，2000)、吉林金川(洪业汤等，1997)、内蒙古科尔沁麦里(任国玉，张兰生，1997)的孢粉变化序列，神农架大九湖(何报寅等，2003)、太白山东佛爷池(刘鸿雁等，2003)、云南洱海(张振克等，2001)和台湾大鬼湖、嘉明湖(罗建育，陈镇东，1997)等湖泊沉积物，以及北京石花洞石笋(Tan et al.，2003)证据可发现，在百年尺度上，这些证据揭示的冷暖变化特征与文献记载的情况基本一致(表 7.7)。

表 7.7 与魏晋南北朝冷暖气候相对应的孢粉、湖泊沉积、冰芯、石笋记录兴举例

地点	证据类型	所指示的气候特征与起讫时间	文献来源
黑龙江密山	植物孢粉	寒冷(公元200~450)	夏玉梅，汪佩芳，2000
内蒙古科尔沁	植物孢粉	寒冷(公元250~650)	任国玉，张兰生，1997
吉林金川	泥炭	公元275年后开始变冷，公元280年是暖期结束转入寒冷期的突变	洪业汤等，1997
安徽龙感湖	湖泊沉积	暖(公元150~420)，冷(公元420~580)	童国榜等，1997
神农架大九湖	湖泊沉积	冷(公元前700~公元550)	何报寅等，2003
太白山东佛爷池	湖泊沉积	冷(公元150~420)，暖(公元420~580)	刘鸿雁等，2003
云南洱海	湖泊沉积	暖(公元0~470)，冷(公元470~1060)	张振克等，2001
台湾大鬼湖、嘉明湖	湖泊沉积	寒冷(大鬼湖，公元450~500，嘉明湖，公元350~400)	罗建育，陈镇东，1997
北京石花洞	石笋	寒冷(公元250~500)，温暖(公元390)	Tan et al.，2003

“雨土”即大气中的黄土沉降现象，常频繁出现于气候寒冷时期(张德二，1982，1984)。据《晋书》等有关史料，魏晋南北朝时，大气层中屡现“雨土”、“沙霾”、“土雾”等浮尘天气。有研究曾对中国历史上“雨土”天气加以统计，制成《中国历史时期雨土年表》(张德二，1982)，在此基础上，作者进一步整理史料发现，魏晋南北朝记载的“雨土”天气共有31次，远多于秦汉时期的5次，这反映了两个时期冷暖状况的差异。另外，对比这一时期的30年冬半年气温距平以及雨土天气记载频次曲线(图 7.3)，可以看出雨土天气频现的三个 30 年(公元480~510、公元 300~330、公元 510~540)，恰好也位列整个魏晋南北朝前五位最冷的30年之列。其中，最冷的公元480~510年，其冬半年温度距平为–1.2℃，雨土出现的次数高达11次。

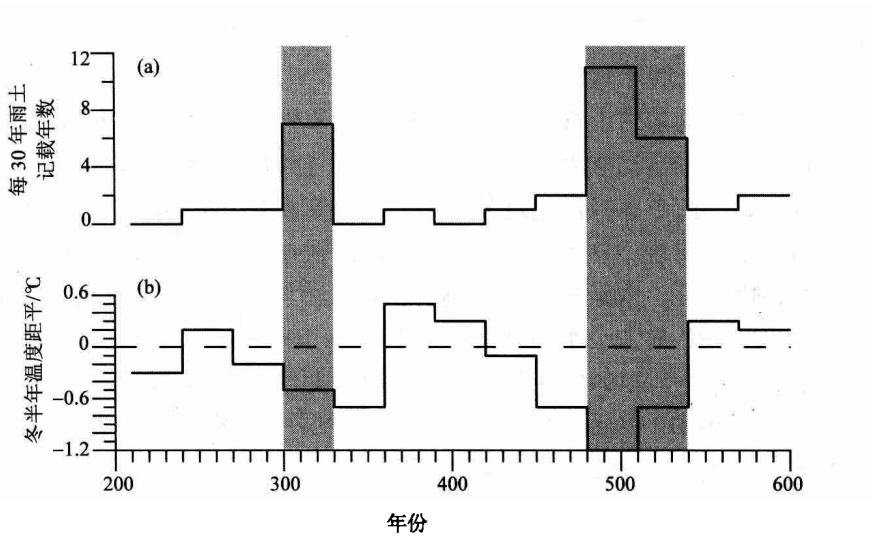


图 7.3　魏晋南北朝时“雨土”记载频度与温度变化

(a) 每30年雨土天气记载年数；(b) 东中部地区冬半年温度变化，以1951~1980年为基准年，30年分辨率，系著者最新研究结果

二、西部地区

魏晋南北朝时中国西部地区总体偏冷，其中3世纪和5~6世纪气候显著寒冷，4 世纪气候则相对温暖一些。东晋人袁宏(公元 328~376)在《后汉书校注》卷 6 中注解刘秀西征隗嚣一事时，注“陇外无蚕桑，五月冻解，八月乃麦”；清人顾祖禹《读史方舆纪要》卷52《陕西一》转述南朝宋文帝时郭仲产撰《秦州记》载：

“陇山……东西百八十里……渡汧、陇，无蚕桑，八月乃麦，五月乃冻解”[①]。秦州，即今甘肃天水。今“陇外”甘肃天水市一带2月中下旬即已解冻，10月上旬始播冬小麦(蒲金涌等，2005)，袁宏和郭仲产时代的“五月冻解”约比今晚数十天，“八月乃麦”则较今推迟了10~30天。

出土于南疆楼兰遗址的数枚佉卢文简记有以石榴抵税的记载，如617号文书记“兹于伟大的国王上天之子夷都迦·伐色摩那陛下在位5年1月26日，在夷伐迷多罗屋内之石榴欠款皆记下”，295号文书载“和以前一样，税收为一瓶一硒之石榴，故现在须要此税”(林梅村，1988)。今新疆地区只有塔里木盆地西缘的喀什、和田、阿克苏、克州地区气候能够达到有效积温超过3000℃/天，冬季绝对最低温度高于-22℃的石榴生长条件，而地处楼兰故地的若羌县则无法种植石榴。据孟凡人(1995)考，伐色摩那(Vesmana)在位第5年为公元323年，古今相较，当时楼兰地区气候暖于现今。

冰川冰缘活动与古土壤发育及植被带移动事件证据(表7.8)表明，魏晋南北朝中国山地冰川冰缘活动频繁，藏东南和川西海洋性冰川前进，内蒙古岱海和大青山地区、甘肃马衔山冰缘活动迹象明显，北方寒温性针叶林南进。古土壤发育事件的证据则指示在这一总体上以寒冷为主的阶段中，也出现过较短时间的温暖气候。1800a BP前后，内蒙古岱海老虎山和若尔盖玛曲有古土壤发育，其中岱海老虎山1840±70a BP的古土壤层与其下1970±70a BP的古土壤层之间还夹有明显的黄土沉积(张兰生等，1996)，说明这一阶段初期气候是相对温暖的，但冷暖变化极为频繁；1500a BP前后，内蒙古大青山、乌鞘岭、青海共和古土壤也再次发育，这显示400年前后这些地区气候又现温暖。

古里雅冰芯记录显示公元480~550年青藏高原气候冷干(施雅风等，1999)，新疆罗布泊湖泊沉积证据表明魏晋南北朝时期该地区气候分寒冷(公元221~300)、稍暖(公元300~430)和温凉(公元430~600)三个阶段(谢连文等，2004)，孢粉证据也说明天山北麓公元200~550年偏冷(阎顺等，2003)。

青藏高原中东部的树轮分析结果显示，公元348~366年比现今寒冷，而公元401~413年比现今温暖，公元348~413年这段时期气温发生突变，由极端寒冷迅速攀升到极端温暖(刘禹，安芷生，2009)。

① [清]顾祖禹:《读史方舆纪要》卷52《陕西一》

表 7.8 魏晋南北朝中国冰川冰缘活动与古土壤发育及植被带移动证据举例

年龄(a BP)		年份	事件	资料来源
^{14}C	树轮校正			
1820±100	1720±100	公元 230±100	藏东南察隅阿扎冰川高 80 米侧碛	中国科学院登山科学考察队，1996
1809±69	1710±69	公元 240±69	黄河玛曲古土壤	邹学勇，王桂勇，1995
1800~1500	1700~1400	公元 250~550	内蒙古大青山冰缘发育	崔之久，宋长青，1992
1550±70			贡嘎山东坡海螺沟冰川	施雅风，2000
1540±85			藏东南易贡若果冰川前端侧碛	中国科学院登山科学考察队，1996
1510±80			大青山土左旗金銮殿山顶古土壤	崔海亭等，1993
1486±58			北坡乌鞘岭 2990m 古土壤 AB 层	胡双熙等，1991
1482±74			大青山喇嘛洞石线上古土壤顶	崔之久，宋长青，1992
1481±134			藏东南南伽巴瓦峰隆则弄冰川	中国科学院登山科学考察队，1996
1480±80			大青山土左旗喇嘛洞沟古土壤	崔海亭等，1993
1450±70			青海共和沙地铁盖乡古土壤	高尚玉等，1992

表 7.9 魏晋南北朝时中国寒冷事件记录与太阳活动周期、火山爆发次数对比

(a) 寒冷事件、冰川冰缘活动记录次数

时间(世纪)	3	4	5	6	17	19
寒冷事件记录总次数	6	1	4	5	5	5
冰川冰缘活动记录次数	2		2		3	4

(b) 太阳活动快（慢）周期、火山爆发次数

太阳活动快(慢)周期	慢(公元 210~310)	快(公元 310~400)	慢(公元 400~520)	快(公元 520~620)
火山爆发次数(4 级以上)	7(公元 200~315)	0(公元 316~400)	2(公元 400~540)	0(公元 540~600)

据对太阳黑子记录的统计分析，在百年尺度上，公元 310~400 年、公元 520~620 年是魏晋南北朝时期两个太阳活动快周期时段，而公元 210~310 年、公元 400~520 年则为两个慢周期时段(冯松等，1997)。这几个太阳活动的快慢时段与同期的温度变化状况有较好的一致性，说明太阳黑子的活动能在一定程度上解释魏晋南北朝的温度变化(表 7.9)。火山大爆发可能也是导致 3 世纪初至 6 世纪末全球(包括中国在内)气候寒冷的重要因素。这一时期，全球共有 9 次大的火山爆发，其中达到四级以上的就有六次。公元 235 年，意大利维苏威火山的爆发规模为四级，当年 8 月 2 日至 31 日南京一带又陨霜，初霜的日期至少比现代的平均日期提前了 70~80 天；公元 540 年，巴布亚新几内亚的腊包尔火山爆发规模为六级，当年 5 月河南大雪(表 7.4)。从表 7.9 看，火山爆发次数与温度状况也有一定的对应关系，只不过在变化的位相上有些差异。

第二节 干湿变化

一、时间特征

(一)东中部地区

魏晋南北朝时，中国东中部地区气候由湿转干，总体上偏于干旱。其中，240s~290s、410s~420s、460s~520s 等时段相对湿润；从过去 2000 年尺度上看，公元 221~580 年中国东中部季风区的干旱程度为秦汉以来之最(图 7.4(a))。

从图 7.4(d)可以看出，华北地区在魏初至西晋前期(公元 221~280)，延续了东汉末(公元 200 年前后)以来的气候湿润状况。此后，气候在波动中转干，至东晋末(公元 413 年前后)气候再度转湿，并持续至北朝前期(公元 450 年前后)。之后，华北气候逐渐趋干，仅在公元 510 年和公元 550 年前后出现过短暂的转湿。

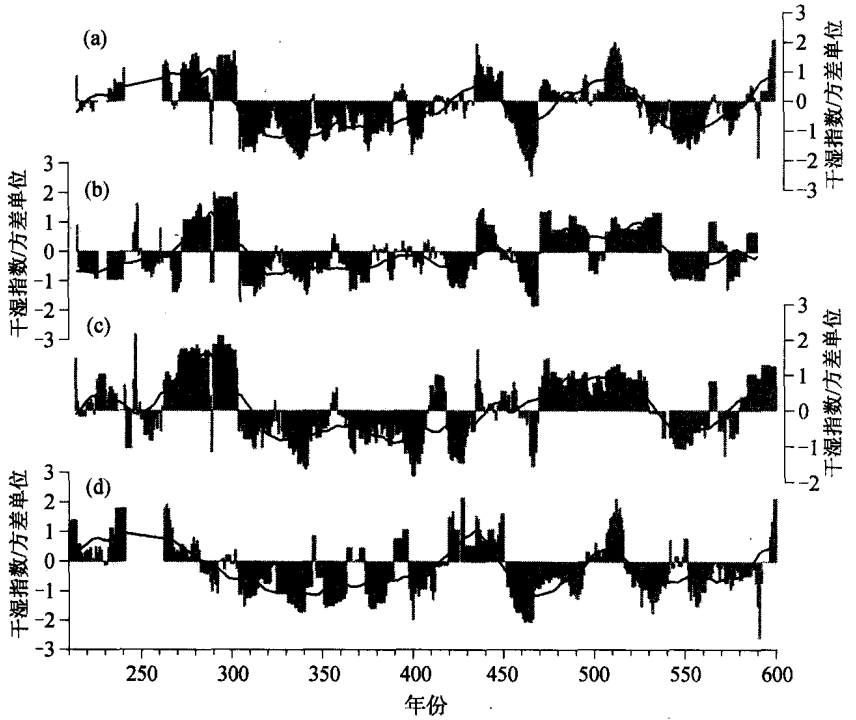


图 7.4 公元 220~580 年东部地区及其分区的干湿变化(Zheng et al., 2006)

(a) 东部地区；(b) 江南；(c) 江淮；(d) 华北

对华北地区在魏初至西晋前期的湿润状况，不仅《三国志·魏书》、《晋书》

等史书有一些雨涝记载，而且大量的文学作品从题材上也有所体现。前类记载，从史书记载的“大雨霖”、“大雨”、“大水”之用词中可以看出。例如，公元230年8月，“大雨霖三十余日，伊、洛、河、汉皆溢，岁以凶饥”[①]，这场雨的持续时间之长，为该时段史料记载之最。后类文学作品，在魏时的曹丕、曹植、缪袭、阮瑀、应玚、王粲，西晋的傅玄、成公绥、傅咸、陆云、张载、张协、潘尼、阮修等的作品集中屡有体现。他们常以《愁霖赋》、《患雨赋》、《阴霖赋》、《时雨赋》、《喜霁赋》、《苦雨诗》、《霖雨诗》等为题，来抒发苦阴霖而喜晴霁的情感。

公元280~413年气候转干不仅导致其后华北地区多次出现连续性干旱，而且使得某些年的旱情十分严重。如史载，“(公元290)二月，旱，自太康(公元280)以后，无年不旱者”[②]，干旱情形持续了11年；永嘉三年(公元309)“三月，大旱，江、汉、河、洛皆竭，可涉”[③]，“五月，大旱……河、洛、江、汉皆可涉”[④]。据对《中国三千年气象记录总集》的检索，公元467~470年、477~481年、500~504年、506~513年、519~524年、536~537年、557~563年和572~574年连年干旱，其中，公元477~480年、496年、503~504年、508~509年、512年、522年、558年、562~563年、572~573年、580年等旱情极端严重，以致农业歉收，饥民无数。史载北魏高祖延兴三年(公元473)，“州镇十一大旱，相州民饿死者二千八百四十五人”[⑤]，“东魏天平四年(公元537)，并、肆、汾、建、晋、绛、秦、陕等州大旱,人多流散”[⑥]，北魏、北齐及北周皇帝因之数次减膳、禁酒或禁屠宰以祈雨。竺可桢(1926)据南宋郑樵《通志》推断中国历史上禁屠以祈雨，当以此为始。

南北朝中后期，华北地区虽然总体上为干旱情形，但并非一旱到底，其间存在数个短暂的连雨期。北魏延昌末、熙平初，冀、定数州，频遭水害，大臣崔楷曾上疏曰：“顷东北数州，频年淫雨，长河激浪，洪波汩流，川陆连涛，原隰通望，弥漫不已，泛滥为灾……。”[⑦]据对史料统计，公元510~514年和574~576年连年雨涝，公元510年、512年、547年、550年、564年和574年雨涝曾持续数旬至数月，范围覆及数十郡。

这一时期的自然证据也表明魏晋南北朝华北气候存在多个干湿交替过程(表7.10)，只是与文献记录的现象在时间节点上有所差异。

---

①《晋书》卷27《五行志》
②《晋书》卷28《五行志》
③《晋书》卷5《怀帝纪》
④《晋书》卷28《五行志》
⑤《魏书》卷5《高祖本纪》
⑥《隋书》卷22《五行志》
⑦《魏书》卷56《崔辩传附楷传》

表 7.10 与华北地区干湿记录相对应的自然证据举例

地点	证据类型	所指示的干湿特征与起讫时间	文献来源
北京石花洞	石笋	1708~1616(公元 242~340)变干,1616~1433(公元 340~517)变湿，1433~1385(公元 517~565)变旱	李红春等，1997
河北宁晋泊	孢粉	350a BP~1790a BP(公元 160~600)，气候偏为凉干	郭盛乔等，1999
陕西太白山	孢粉	1800~1530 a BP(公元 150~420)的湿期，1530~1370a BP(公元 420~580)的干期	刘鸿雁等，2003
陕西靖边统万城遗址	孢粉	统万城修筑时(公元 413)，年降水量 403.4~550mm，比现今高出 50~100mm，当时气候较为温暖温润	孙同兴等，2004
燕山地区	孢粉	公元 200~350 年变湿，公元 350~590 年在波动中变干	许清海等，2004

魏晋南北朝时，江淮地区气候总体上为偏干旱，但三国至西晋晚期(公元 221~303)则相对湿润，并呈现“微湿-湿-微湿”的波动特征。其中，公元 285 年时最为湿润；西晋晚期至南朝宋末(公元 303~470)偏干，但干旱程度趋向减轻；南朝齐、梁两代(公元 470~534 年)偏为湿润；公元 534 年后转干，并一直延续至南朝末(图 7.4(c))。

江淮地区在魏晋南北朝 360 年中至少有 200 年为偏干情形，旱灾频现。公元 309 年全国大旱，人可徒步涉过长江、汉水等河流；公元 322 年京都大旱，川谷并竭[①]；公元 425 年大旱，宋大臣范泰上书云：“为其七十余岁生平所未见”[②]；公元 463~464 年“东诸郡大旱，甚者米一升数百，京邑亦至百余，饿死者十有六七”[③]。因为旱灾严重，公元 242 年、334 年、336 年、428 年、464 年和 493 年，南朝的东吴、东晋、宋等朝廷为祈雨先后施行减膳、免民租、禁酒、赦天下的应急措施。久旱不雨，故偶逢甘霖时往往举国欢腾，文人亦多作诗志贺，如南宋傅亮写过《喜雨赋》，谢庄、谢惠连、鲍照等曾作《喜雨诗》。

虽然气候总体偏干，但极端降水也偶有发生。如东晋永昌元年(公元 322)，“春雨四十余日”[④]；公元 329 年，“自正月雨至二月，五十日，及灭苏峻党后，淫雨方霁”[⑤]；公元 444 年，“京邑(建康)连雨百余日，大水”[⑥]。

江淮地区有关魏晋南北朝气候变化的自然证据偏少，目前仅有龙感湖沉积物及江淮平原地层剖面证据，可用于分析当时的干湿波动状况。相关的研究指出，

① 《晋书》卷 28《五行志》
② 《宋书》卷 60《范泰传》
③ 《宋书》卷 7《前废帝纪》
④ 《晋书》卷 27《五行志》
⑤ [唐]许嵩：《建康实录》卷 7《显宗成皇帝》
⑥ 《宋书》卷 30《五行志》

江淮地区公元350年前气候偏湿，公元350~450年变干，公元500年后又转湿(童国榜等，1997；瞿文川等，1998)。这一结论与据文献得出的结论基本相符合。

从图7.4(b)看，魏晋南北朝时，江南地区的干湿波动过程与江淮地区十分相似，气候偏干。干湿变化过程可划分西晋湿润期、东晋到南朝宋末干旱期、南朝齐梁湿润期和南朝陈干旱期四个阶段。与江淮地区相比，在百年尺度上，江南地区整体上偏干的特征更突出一些。如三国时，江淮地区气候湿润，而江南地区仍偏旱，史载，公元236年，吴国“自(去冬)十月不雨，至于夏”[①]；公元255年，“(吴)大旱，百姓饥，是岁征役烦兴，军士怨叛。此亢阳自大，劳役失众之罚也。其役弥岁，故旱亦竟年”[②]；公元258年，“自八月沈阴不雨四十馀日”[③]。

从相关的自然证据研究的结果看，公元500年前后，江南大部分地区的气候由湿转干，但也有部分地区则是由干转湿。神农架大九湖泥炭层孢粉记录显示，公元500年前该地降水偏多，之后减少(何报寅等，2003)；台湾大鬼湖沉积物RBI曲线表明当地在魏晋南北朝时气候偏湿，但后期变干(罗建育等，1996)；鄱阳湖南岸的孢粉证据则显示魏晋南北朝时当地气候虽有数次干湿波动，但总体上是由干转湿的(马振兴等，2004)。

(二)西部地区

本节所述的西部地区包括现今河西地区、新疆南部和天山北麓以及西南地区。

·4世纪初至6世纪前半叶，河西地区气候长期冷干。其中，公元221~360年气候偏干，公元361~386年气候转湿，公元386~404年复为干旱，公元405~440年再度转湿，公元440~547年气候再度变干。

据史料记载，前凉明王张寔(公元314~320)执政时，河西地区楸、槐、柏、漆等喜湿树木绝迹，且“比年饥旱”[④]，文王张骏执政(公元324)后从秦陇地区引种桑槐，但未曾成功[⑤]；公元401~403年，后凉政权“谷价涌贵，斗直钱五千文，人相食，饿死者千余口”[⑥]。同期的南凉政权尚书左丞婆衍仑亦曰，“今姑臧(今

①《三国志》卷47《吴主传》
②《晋书》卷28《五行志》
③《三国志》卷48《孙休传》
④《晋书》卷86《张寔传》
⑤《晋书》卷87《凉武昭王传》
⑥《晋书》卷122《吕隆载记》

甘肃武威市)饥荒残弊，谷石万钱，野无青草，资食无取”[①]。东晋人袁宏(约公元328~376)注解《后汉书》时曾述“陇外无蚕桑，五月冻解，八月乃麦”[②]，后凉(公元 386~403)人段龟龙的《西河记》也云“西河无蚕桑，妇女着碧缬裙”[③]；北魏河西名士段承根曾寄诗于敦煌公李宝，曰河西地区“林焚渊涸”[④]。查李宝于公元442 年内附，始受封敦煌公[⑤]；承根入魏后，因崔浩事于公元 450 年坐诛[⑥]，故段承根所述干旱情形约在公元 442~450 年间。死于公元 455 年[⑦]的郭仲产也述“陇西无蚕桑”。北魏太和八年(公元 484)，因河西地区也不能种桑养蚕，凉州地区不在朝廷规定的交纳绢丝地区之列[⑧]。从斯坦因由千佛洞所劫掠的西魏敦煌籍账看，大统十三年(公元 547)时，敦煌地区仍种麻而不种桑(傅克辉，2001)。

4 世纪后期，河西地区可能出现短暂的湿润气候。前凉末主张天锡(公元338~398)公元 376 年投降前秦，淝水之战(公元 383 年后)后降东晋时，向晋会稽王司马道子曾言河西“桑甚甜甘”[⑨]，这说明公元 376 年前后，河西地区气候可能变湿。据《晋书·苻坚载记》载，前秦苻坚执政初期(公元 360 年前后)“关、陇清晏，百姓丰乐，自长安至于诸州，皆夹路树槐柳”[⑩]，即陇地气候相对湿润；《晋书·凉武昭王传》亦载，公元 405 年，玄盛因酒泉宫有槐树生长而作《槐树赋》。在甘肃酒泉丁家闸以及嘉峪关新城乡等处的魏晋南北朝墓葬中，也有许多墓画描绘林立的桑树以及人们采摘桑叶的场景(王守春，1992)。

居延海的孢粉证据表明，魏晋南北朝时当地气候偏为凉干(张振克等，1998)；民勤三角城和青土湖志云村剖面证据也证实，除公元 400 年前后曾出现短暂暖湿状况外，河西一带在整个魏晋南北朝时的气候偏为干旱(陈发虎等，2001；王乃昂等，1999)。

新疆南部的三处地质体记录显示，塔里木盆地及其毗邻地区在魏晋南北朝时处于总体上干旱的阶段。其中，尼雅地区在 1.4ka BP(公元 550)之前为显著干旱，之后的气候变得相对湿润一些，剖面中因此发育了融冻层，同期的新疆地区湖泊

---

①《晋书》卷 126《利鹿孤载记》
② [晋]袁宏：《后汉书校注》卷 6《光武皇帝纪》
③ [宋]李昉：《太平御览》卷 696《服章部十三·裙》
④《魏书》卷 52《段承根传》
⑤《魏书》卷 4《世祖本纪》
⑥《魏书》卷 52《段承根传》
⑦ [宋]李昉：《太平广记》卷 360《妖怪二》
⑧《魏书》卷 110《食货志》
⑨《晋书》卷 86《张轨传附张天锡传》
⑩《晋书》卷 113《苻坚载记》

也普遍发育了泥炭(舒强等，2003)。博斯腾湖的沉积物证据表明，2.0 ka BP 至 1.5 ka BP 期间该地区气候存在由湿转干的过程(钟巍，熊黑钢，1998a)。在此过程中，策勒达玛沟剖面因而出现了河流相的细沙与薄层的亚黏土互层的沉积现象(钟巍，熊黑钢，1998b)。

魏晋十六国时，新疆南部存在鄯善、于阗、疏勒等多个少数民族城邦，当时的中原政权以及河西地方政府以楼兰城为西域长史驻地，对西域城邦进行统辖。从目前解译的出土文献——佉卢文书和汉文文书的记载内容看，无论是当时的土著居民还是中原汉族驻军，其生活和生产在很大程度上都受到干旱缺水的影响，这从另一方面证实了新疆南部地区6世纪前气候干旱。如581号佉卢文书记“……阿没克伐迦陛下在位6年11月14日……双方在此干旱和饥饿之时，达成一项买卖”，604号文书记“……伐色摩那陛下在位7年6月25日，舍古娑、舍去打开封口，该封口于凯文牟、钵里特、水已供给”，368 号文书记“(伐色摩那)国王陛下等：？耕地内无水，这(系指河渠)已变成无水。现水应将入汝州，这是不能的”，772 号文书记“该地？年(由于干旱)现已被晒，无论如何，请汝照顾，必须供水”(李江风，1985；张学文，2006)。据研究，阿没克伐迦(Amogoka)在位时期约为公元253~291年，而伐色摩那(Vesmana)在位约为公元319~332年(孟凡人，1995)。由此推知，260s~330s 间楼兰王国干旱严重，河流水量减少，农业生产受到限制。故尼雅剖面中禾本科含量出现了谷值(舒强等，2001)。另从楼兰出土的魏晋汉简文书内容“从椽位赵辩言谨案文书城南牧宿以去六月十八日得水天适盛”以及“史顺留矣口口为大涿池深大又来水少许计月末左右已达楼兰”(林梅村，1985)看，因为水量经常不足，屯卒们专门修建了储水的大涿池，夏季来水丰沛已被当做驻军屯田生产中的一件大喜事。

晋高僧法显曾西行印度取经，从其所著《佛国记》的内容看，公元400年，他由敦煌西行至鄯善的旅途中，沿途已是“度流沙……上无飞鸟，下无走兽，遍目极望，欲求度处，则莫知所以，唯以死人枯骨为标识耳”的大漠景象。这表明5世纪初，新疆南部的干旱沙漠化程度已非常严重。

从现代气候学研究结果看，天山北麓受西风带影响显著，其过去两千年大部分时段的气候变化状况表现为暖干、冷湿同期的特征(鞠远江，刘耕年，2004；阎顺等，2004)。魏晋南北朝时该区域干湿记载阙如，仅《北史》载，太延4年(公元438)是一个干旱十分严重的年份，当时“……向天山……时漠北大旱，无水草，马多俱亡”，但孢粉、泥炭层以及古土壤层证据(表 7.11)说明天山北麓在当时很可能处在一个相对湿润的时期。

表 7.11 魏晋南北朝时天山北麓气候干湿状况的自然证据举例

地点	证据类型	所得出的干湿结论	文献来源
乌鲁木齐大西沟	孢粉	2110~1310a BP(公元前 190~公元 680)为湿润期	鞠远江，刘耕年，2004
吉木萨尔县乡桦树窝子和小西沟	孢粉	1750~1400a BP(公元 200~550)，空气湿度增高,湿度不低于 50 %	阎顺等，2003
乌鲁木齐河尾闾湖泊东道海子剖面	孢粉	公元 250~640 年，古尔班通古特沙漠南缘的气候相对冷湿	阎顺等，2004
天山北麓石梯子	土壤发育	黑垆土于 1430±150a BP 发育，表征气候凉湿	文启忠，乔玉楼，1992
艾比湖	泥炭层	第一草炭层(1500±300a BP)的发育，表征气候凉湿	

魏晋南北朝时，西南大部分地区降水偏多(表.7.12)，且波动显著。这种降水波动状况，反映了东南季风以及西南季风的双重影响以及高原地形的作用。

表 7.12 魏晋南北朝时西南地区气候干湿状况的自然证据举例

地点	证据类型	总体干湿性	干湿波动	文献来源
青海都兰	树轮	偏干	4 世纪末至 5 世纪初为短暂湿润期	Zhang et al., 2003
云南洱海	湖泊沉积物	偏干	1790~1480a BP(公元 160~470)偏干，1480a BP(公元 470)后偏湿	张振克等，2001
四川彝海	孢粉	偏干	1720a BP(公元 230)前偏湿，1720~1410a BP(公元 230~540)偏干，1410~1150a BP(公元 230~540)偏湿	童国榜等，2000
贵州董哥洞	石笋	偏湿	1950~1510a BP(公元 1~440)增湿	张美良等，2004
贵州龙泉洞	石笋	偏湿	公元 400~600 年为湿期	赵成等，2004
甘肃万象洞	石笋	偏湿	公元 350 年之前，降水逐渐减少；之后，降水逐渐增加	Zhang et al.，2008
四川红原	泥炭	偏湿	1540±40a BP 之前逐渐减少；之后，降水少，但逐渐增加	周卫健等，2001
贵州草海	泥炭	偏湿	整体上增湿	陶发祥等，1996
西藏任错、海登湖	湖泊沉积物	偏湿	整体上有一迅速减少趋势	唐领余等，1999
西藏古里雅	冰芯	偏湿	公元 221~490 年偏湿，公元 491~589 年偏干，降水减少	施雅风等，1999；杨保，施雅风，2001

二、分布格局

(一)东中部地区

根据史料中旱涝记录而整理出的干湿率空间分布(图 7.5)可以看出，魏晋南北朝时中国东部地区的干湿状况，依太行山以及大别山—罗霄山而呈现为东北—西南向的“干—湿—干”分异格局，即太行山以西的黄土高原偏干，界于太行山以及大别山—罗霄山之间的黄淮海平原以及两湖平原偏湿，而大别山—罗霄山以东的江淮平原以及江南丘陵偏干。其中，黄河中游沿岸以及江南丘陵最为干旱，而两湖平原以及海州湾沿岸最为湿润。

与两汉时期相比，魏晋南北朝时，中国东部干湿格局的重大变化出现在华北区域，即：原先“南干北湿”的格局(以黄河为界)已转变为“东湿西干”(以太行山为界)。

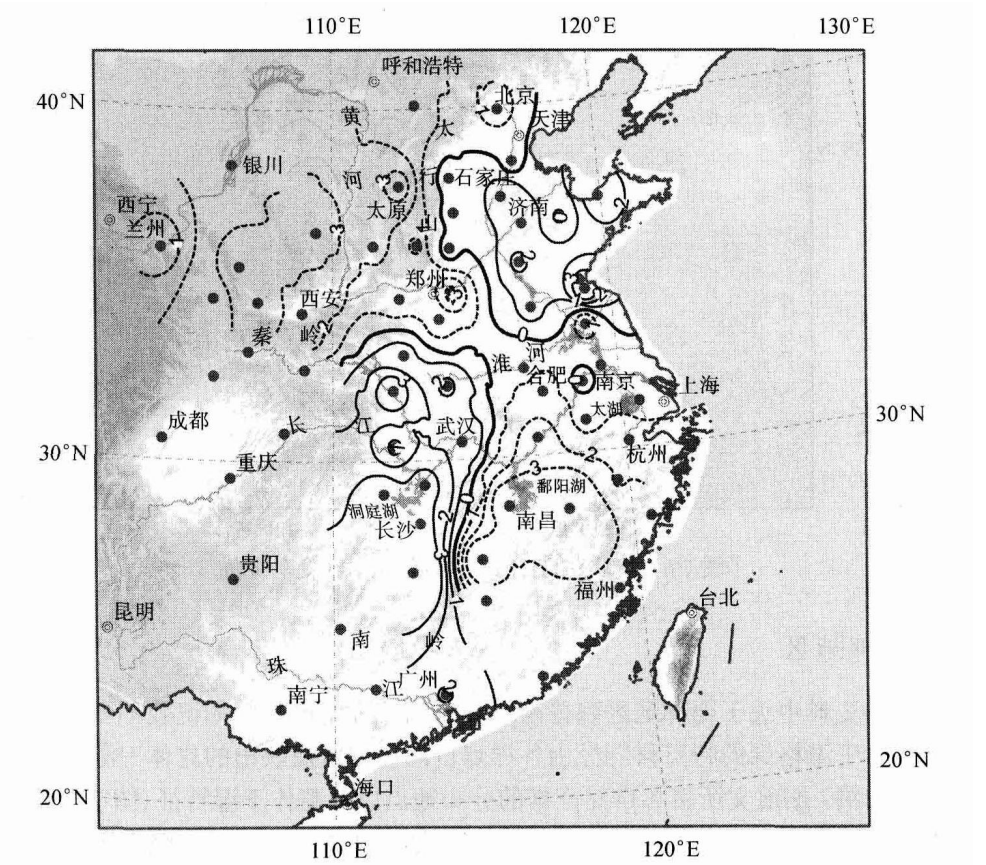


图 7.5　魏晋南北朝时东中部地区干湿分布格局

这一时期，东部地区的干湿变率格局(图 7.6)表现为以下 4 个突出的特点：

1) 干湿变幅在整体上较大，变幅最大区域为汉水流域、黄河下游以及江淮下游地区，福州以及广州地区则是变幅最小的区域；

2) 华北地区的降水变率自西向东逐渐增大；

3) 江淮地区的降水变率自皖中地区分向东、西两侧增大；

4) 江南地区的降水变率自西向东逐渐降低。

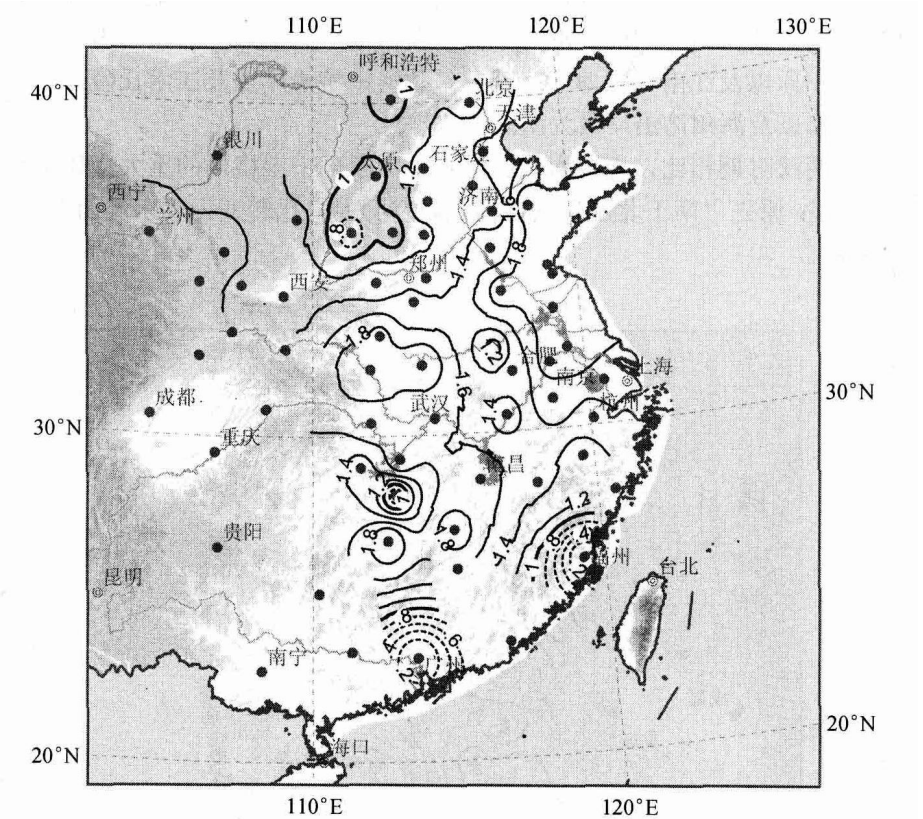


图 7.6 魏晋南北朝时东中部地区干湿变率格局

(二)西部地区

由于史料中关于西部地区魏晋南北朝时期发生旱涝事件的记载不多，所以该区域当时干湿格局的特点只能经由各样点自然证据所反映出的总体干湿特征而加以初步归纳。据前文所引各自然证据的分布地点以及整体干湿特征(图 7.5)看，魏晋南北朝时期中国西部地区的干湿格局可能是：新疆南部以及青藏高原东北部偏干，其他的西部地区大都偏湿。

综合起来看，魏晋南北朝时，干旱乃是整个中国(尤其是东部地区)长时期、大范围存在的普遍现象。而据意大利湿润年及洪水泛滥年频数变化曲线(图 7.7(a))以及中亚里海水位变化曲线(图 7.7(b))看，同期的欧亚大陆其他区域也出现了类似的干旱情形。这或许意味着 3~6 世纪欧亚大陆中纬度地区的降水变化具有普遍一致性。

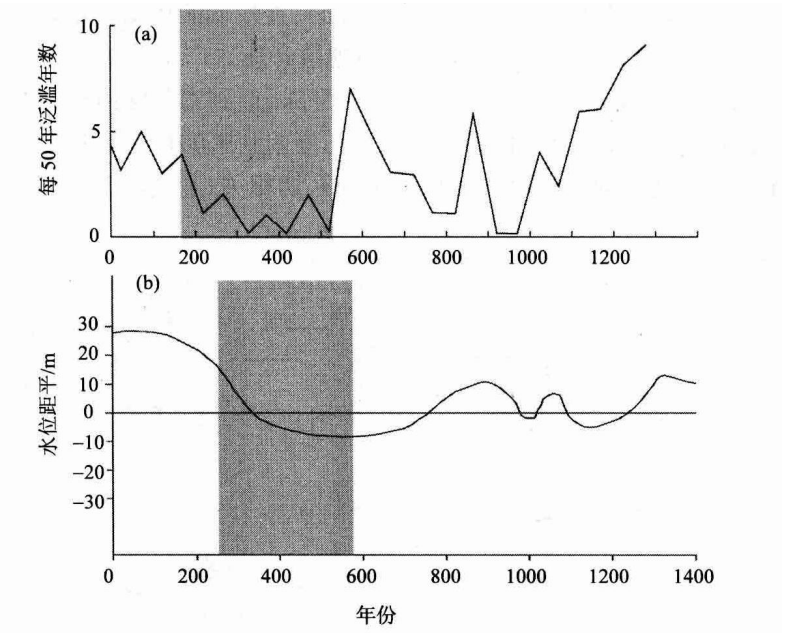


图 7.7　意大利洪涝及里海水位变化曲线

(a) 意大利洪涝曲线(Lamb，1987)；(b) 里海水位变化(列·古米廖夫，1980)

第三节　水体和植被的变化

一、水体

(一)海洋

气候变化是影响海平面变化及潮灾频度的重要因素。两晋时，气候尚温暖，故东部沿海的海平面较高；晋末至隋初气候转冷，华北平原、苏沪平原以及珠江三角洲等地区的海平面发生下降。其中，华北平原沿海的海水在南北朝时期显著后退，大体回到了西汉大海侵以前的位置(陈可畏，1979)。

东晋以前，现江苏南通地区大部分尚未成陆，已成陆地区属汉海陵县东境(即今泰州)辖区；东晋义熙七年(公元 411)及刘宋明帝泰始七年(公元 471)，原海陵

县境增置如皋、宁海等六县，表明苏北海岸线在晋末向海大幅度推进(陈金渊，1983)，朱诚等(1996)、申洪源等(2004)根据苏北沿海贝壳沙堤的分布、水井井底高程的变化以及相关的年代学研究(图 7.8(b))，也得出结论：魏晋时，该地区海平面较高，转入南朝后，海平面降低，出现明显的海退过程。从长江河口的相对海平面变化曲线(图 7.8(c))看，两晋时，江苏中部的海平面尚且较高，但之后逐渐降低，南北朝时已是近 1700 年以来海平面位置最低的历史阶段，北朝末海平面又复抬升(杨怀仁等，1983)。又据对上海地区辛庄、广中路菜场、严桥等处考古遗址的年代学研究及海陆位置比较，在距今约 5ka 前到南朝(约 1500a BP)的近 4000 年间，当地海岸线基本停留在冈身之下，而在南朝到唐朝初年，海岸线却向东伸展了 10km 左右，这与同期的海平面迅速下降密切相关(王文，谢志仁，2001)。

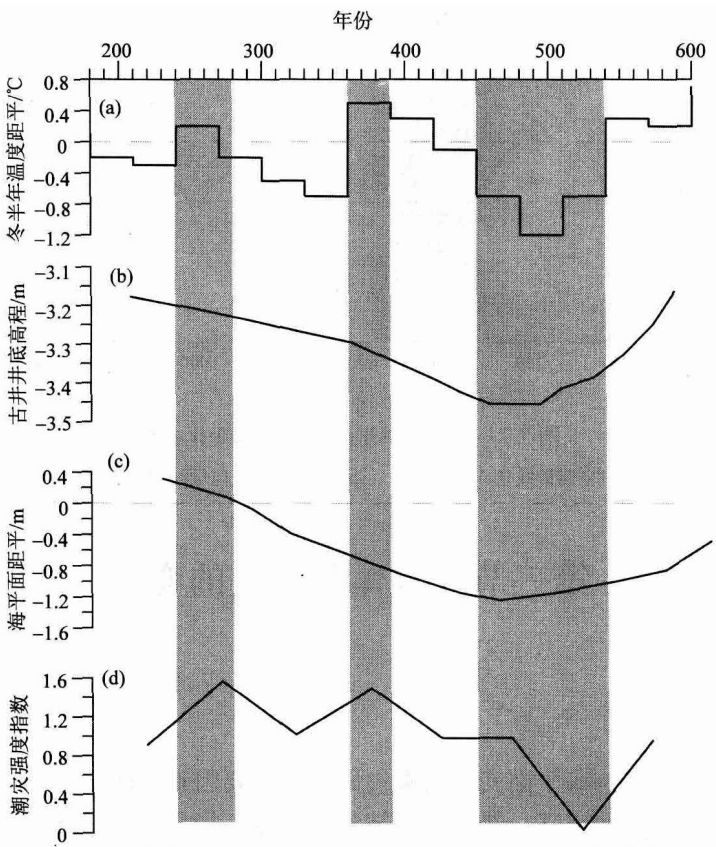


图 7.8 魏晋南北朝时温度变化与海平面相关特征要素变化

(a)东中部地区冬半年温度变化，系著者最新研究结果；(b)苏北盐城古井井底高程变化（申洪源，朱诚，2004)；(c)长江河口段相较于现今的海平面高程变化（杨怀仁等，1983)；(d)江浙地区潮灾强度变化(王文，谢志仁，1999)

由于气候变冷，江浙地区魏晋南北朝时潮灾记录较少，仅有的记录中以公元250年、公元360年前后为高发年，公元520年前后为低发年(王文等，1999)，这恰好对应的是魏晋南北朝的两个相对暖期以及最冷期(图7.8(d))。其中，据正史记载，吴太元元年(公元251)，吴国曾有过“秋八月朔，大风，江海涌溢，平地水深八尺”[①]的大海溢。北朝末年潮灾渐趋增多，时任海州(今江苏连云港)地方官员的杜弼曾“于州东带海而起长堰，外遏咸潮，内引淡水”[②]。这是江苏海塘建设的早期记载，大约是6世纪中叶(公元550~557)。

在珠江三角洲，广州西湾路旧水泥厂2009年考古发掘结果显示，在西汉早期与南朝晚期两个年代墓葬之间，除缺失西汉中晚期、东汉的墓葬外，也没有发现两晋时期的历史遗迹[③]，这似乎可以归因于魏晋至南朝晚期的高海平面。

中国东部沿海的海滩岩分布北界变化(杨守仁，杨松，1996)也印证了文献记载中的冷暖变化：在1.7 ka BP(大致对应于公元280年的气候转冷)后，海滩岩分布较南；1.6 ka BP前后(大致对应地公元350年后气候变暖)，其分布较北；而1.5ka BP(公元450年后的气候变冷)后，分布又偏南。

(二)湖泊

由于气候冷干及人类活动的影响，魏晋南北朝时中国湖泊萎缩剧烈，许多湖泊由深到浅，由大及小，甚至于淤平，全国大型湖泊面积较秦汉时减少了30%~55%(Fang，1993)。

秦汉时期华北地区较知名的一些大湖在魏晋南北朝时均大规模萎缩。例如，地处华北平原的大陆泽，在先秦时期曾名列全国知名的九薮之内，十六国时期(公元304~439)因其大规模缩小而改称广阿泽，范围仅“东西广二十里，南北三十里”[④]；同处黄河下游的圃田泽，战国时是鸿沟水系巨大的调节水库，北魏时该湖变成东西长20公里、南北宽10公里，面积仅有200 km^2，且湖中已有不少沙洲，将湖分割成24个浅狭湖浦(陈桥驿，1982)；据《水经注》载，山西的昭余祁在汉代就已淤积，北魏时仅剩下邬泽和祁薮两个小湖。另据研究，北魏时期的邬泽和祁薮面积约700 km^2，较之先秦已不足四成(王尚义，1997)。

公元230~580年期间西北地区存在一个显著的湖退过程(王乃昂等，1999)。如，地处黑浑县故城东的屠申泽，汉代时面积约有7000 km^2(陈桥驿，1982)，到

① 《三国志》卷29《五行志》

② 《北齐书》卷24《杜弼传》

③ http://news.sina.com.cn/c/p/2009-06-04/042817946574.shtml

④ [北魏]阚骃：《十三州志》，[清]顾祖禹：《读史方舆纪要》卷15

5 世纪晚期，该湖东西只有一百二十里宽[①]；河西走廊的猪野泽，早在公元前 1 世纪时，就开始分解为东海、西海，6 世纪，湖泊又开始分离成更小的湖泊(尹泽生等，1992)；青海湖在距今 1900 年前，湖面水位就持续下降，至距今 1500 年时，湖区已显示为疏林草原(尹泽生等，1992)。

在气候相对湿润的江淮以及江南地区，魏晋南北朝时该区域湖泊面积并无大的变化，但亦有云梦泽、芍陂、硕项湖这样典型的湖泊萎缩现象。先秦时期，云梦泽“方圆九百里”，秦汉时该湖面积不断减小，并向沼泽及陆地方向转化，南北朝时此湖已缩小、分割为大浐、马骨诸湖，范围仅“周三四百里”[②]，不足先秦时期一半。江淮地区的芍陂曾方圆三百里，面积 1000 km^2，5 世纪晚期仅“陂周百二十许里”(陈桥驿，1982)。苏北的硕项湖也于高齐天统中(公元 567)前后一度干涸[③]。

湖泊大规模萎缩是气候变化和人类活动(围湖造田)等因素综合作用的结果。据研究，台湾大鬼湖在公元 300~700 年的湖面消退记录与湿润指数或中原降水变率所表现的魏晋南北朝的变干趋势大致相符；云梦泽的消亡与西晋后气候转为干燥有一定的关系(张人权等，2003)；硕项湖于 567 年前后的第一次衰亡，也和与气候变冷密切相关的海面短期下降有关(黄志强等，1990)；甘肃青土湖在 1500a BP 前后的干旱事件，也与当时夏季风的衰退和气候干旱有关(陈发虎等，2001)。图 7.9(a)(c)是历史时期中国东部地区干湿指数序列与大型湖泊面积变动曲线，从中可见，魏晋南北朝时大型湖泊萎缩时段恰与中国历史上最为干旱时期相对应。气候冷干，一方面导致湖泊自然萎缩，另一方面因影响农业收成而充分激发人类围湖造田，使得湖泊进一步萎缩。据史料记载，魏晋南北朝时期正是秦汉以来湖泊遭受围垦的一个高峰期(图 7.9(b))。

3~6 世纪中国湖泊萎缩，并不是同期世界范围内的孤立现象。公元 459~484 年，里海周边的居民在岸边修筑了一道“红墙”，以抵御匈奴人入侵。该墙现在海面下 6 米，由此推断，当时里海水面要比现今低 6 米(Brooks，1970)。从这个角度看，当时世界范围内出现的湖泊萎缩现象应与全球冷干气候有关。

① [北魏]；郦道元：《水经注》卷 3《河水注》

② [北魏]；郦道元：《水经注》卷 28《沔水注》

③ [宋]乐史：《太平寰宇记》卷 22《河南道·海州》

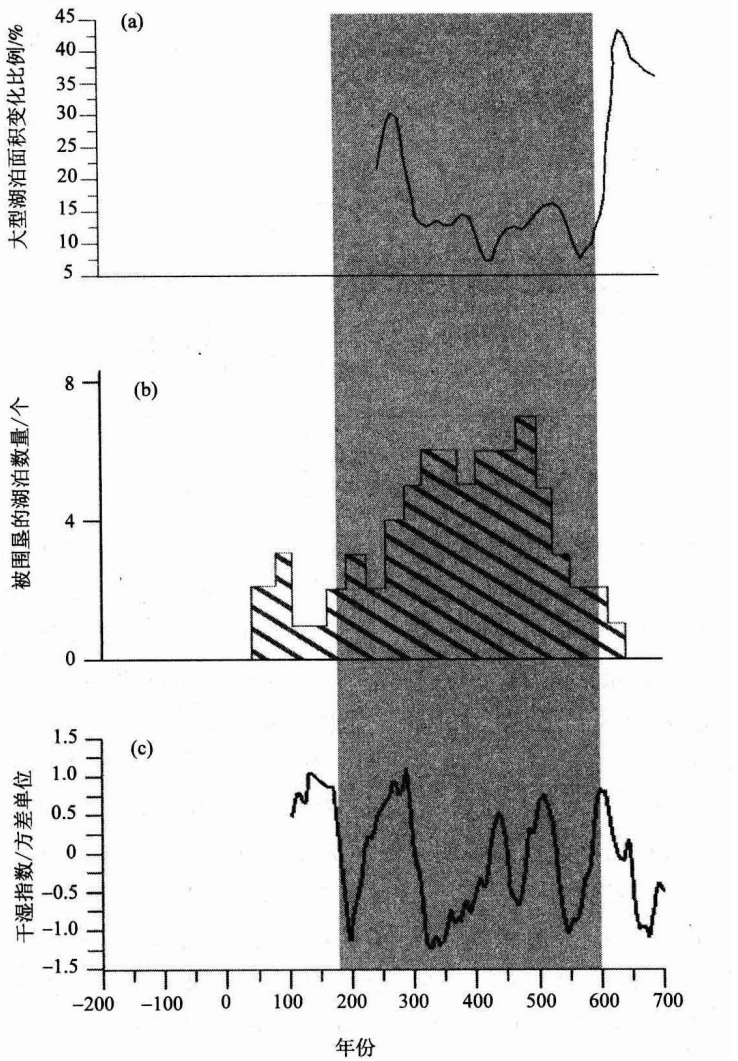


图 7.9 魏晋南北朝中国湖泊面积、被围垦湖泊数量与干湿变化

(a) 大型湖泊水表面积比例的变化(Fang, 1993); (b) 被围垦湖泊数量的变化(Fang, 1993); (c) 东部地区干湿指数的变化(Zheng et al., 2006)

(三)江河

前已述及，黄河是一条变化无常的河流。在过去 2000 年中大部分时间里都携带泥沙，水色常年浑浊，且“善淤、善徙、善决”。然魏晋南北朝 370 余年，黄河及其支流却出现了其他历史时期相对罕见的安流情形，水沙输送量较前大幅度减少(图 7.10)，也少有改道和决溢。据研究，南北朝后期黄河壶口的年径流量为 360 亿 m^3，仅为公元初 610 亿 m^3 的 59%(刘振和，1993)。

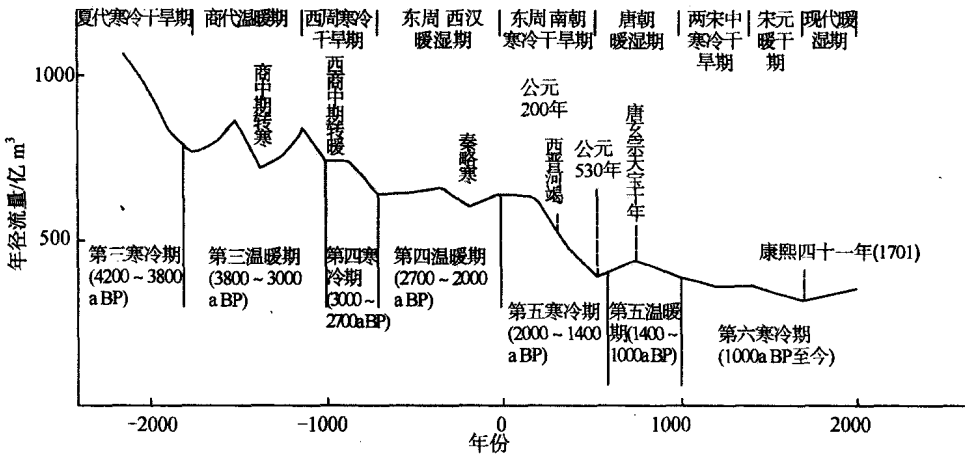


图 7.10 历史时期黄河水量变化(刘振和，1993)

魏晋南北朝期间黄河及其支流来水量减少，并因此变清，史料有很多记载。例如，《晋书》载，永嘉三年(公元 309)，“三月，大旱，江、汉、河、洛皆竭，可涉”[①]及“五月，大旱……河、洛、江、汉皆可涉”[②]，晋元帝永昌元年(公元 322)“闰十一月，京都大旱，川谷并竭”[③]，晋海西公太和四年(公元 369)“六月辛丑，(桓)温至金乡。天旱，水道绝。温使冠军将军毛虎生，凿巨野三百里，引汶水会于清水”[④]。秦汉时，“泾水一石，其泥数斗”[⑤]，其上源马连河被称为泥水[⑥]。西晋时，潘岳写《西征赋》，仍述长安城北有清渭浊泾的现象[⑦]。然而，北魏时，泥水却已改称白马水，这说明了泾河泥沙的减少(史念海，1981a)。泾河水一直至 550s 后才复为混浊。诗人庾信在《周上柱国宿国公河州都督普屯威神道碑铭并序》言“浊河清渭，两地谟明”[⑧]，梁朝诗人沈约也云，“别北芒于浊河，恋横桥于清渭”[⑨]。后世的史家也记“梁兴五十余载……浊泾清渭，靡不向风”[⑩]。据徐近之(1957)、汪前进(2006)统计，公元 367~562 年的 195 年间，黄河变清出现了 8 次(表 7.13)。

① 《晋书》卷 5《怀帝本纪》
② 《晋书》卷 28《五行志》
③ 《晋书》卷 28《五行志》
④ 《资治通鉴》卷 102，太和四年，甲子
⑤ 《汉书》卷 29《沟洫志》
⑥ 《汉书》卷 28《地理志》
⑦ [梁]萧统：《文选》卷 10
⑧ [梁]庾信：《周上柱国宿国公河州都督普屯威神道碑铭并序》，《文苑英华》卷 911
⑨ 《全梁诗》卷 7《八咏诗》
⑩ 《梁书》卷 5《元帝本纪》

魏晋南北朝时黄河河道位置稳定，基本上沿今濮阳西南—范县北—莘县东—聊城南—禹城西—滨州北—利津一线流淌入海，未有大规模的改道，且仅决溢 9 次，平均 41 年决溢 1 次(表 7.14)，远比两汉和后来的唐宋元明清各朝为少(图 7.11(a))。

表 7.13　魏晋南北朝黄河水变清的记录统计

朝代	年份	记述	文献出处
十六国	苻坚建元三年(公元 367)	是(九)月，济、河清，冀州刺史垣护之以闻	《册府元龟·闰位部·祥瑞》
	苻坚执政前期	初，坚强盛之时，国有童谣云："河水清复清，苻诏死新城。"	《晋书·苻坚载记》
南朝宋	文帝元嘉四年(公元 427)	夏四月，河、济俱清	《南史·宋文帝本纪》
	文帝元嘉二十四年(公元 447)	二月戊戌，河、济俱清，龙骧将军、青冀二州刺史杜坦以闻	《宋书·符瑞志》
		夏四月，河、济俱清	《文献通考·物异考》
	孝武帝孝建三年(公元 456)	九月(庚午)，济、河清，冀州刺史垣护之以闻	《宋书·符瑞志》
	孝武帝孝建五年(公元 458)	河、济清	《文献通考·物异考》
	孝武帝大明五年(公元 461)	九月庚戌,河、济俱清,平原太守申纂以闻	《宋书·符瑞志》
西魏	文帝大统十四年(公元 548)	(太祖)于是令肃自选封名。肃曰："河清乃太平之应,窃所愿也"于是封清河县子，邑三百户	《周书·赵肃传》
北齐	成帝太宁二年(公元 562)又河清元年	夏四月乙巳,青州刺史上言,今月庚寅河、济清，以河、济清,改太宁二年为河清	《北齐书·武成帝纪》

表 7.14　魏晋南北朝时黄河决溢年表

朝代	年份	决溢情形描述	文献出处
曹魏	黄初四年(公元 223)后	魏黄初大水之后，河济泛溢，邓艾尝著《济河论》，开石门而通之，至是复浸坏	晋书·傅玄传附傅祗传
		魏文帝黄初四(223)年六月，大雨霖，伊、洛溢，至津阳城门(古洛阳城)，漂数千家	晋书·五行志
	太和四年(公元 230)	八月，大雨霖三十余日，伊、洛、河、汉皆溢，岁以凶饥	晋书·五行志
西晋	武帝泰始七年(公元 271)	六月，大雨霖，河、洛、伊、沁皆溢，杀二百余人	晋书·五行志
东晋并十六国	汉刘聪麟嘉二年(公元 317)	河汾大溢，漂没千余家	晋书·刘聪载记
	前秦苻健皇始四年(公元 354)	大雨霖，河渭溢	晋书·苻健载记
	东晋末年(公元 420)前后	济州理碻磝城……其城西临黄河，晋末为河水所毁	元和郡县志
北朝	皇兴二年(公元 468)	河决，州镇二十七饥	魏书·天象志
	延昌末，熙平初(公元 510~516)	顷东北数州，频年淫雨，长河激浪，洪波汩流……泛滥为灾……	魏书·崔辩传附楷传
	武定元年(公元 543)	石济河溢，桥坏，斐修治之。又移津于白马	北齐书·阳斐传

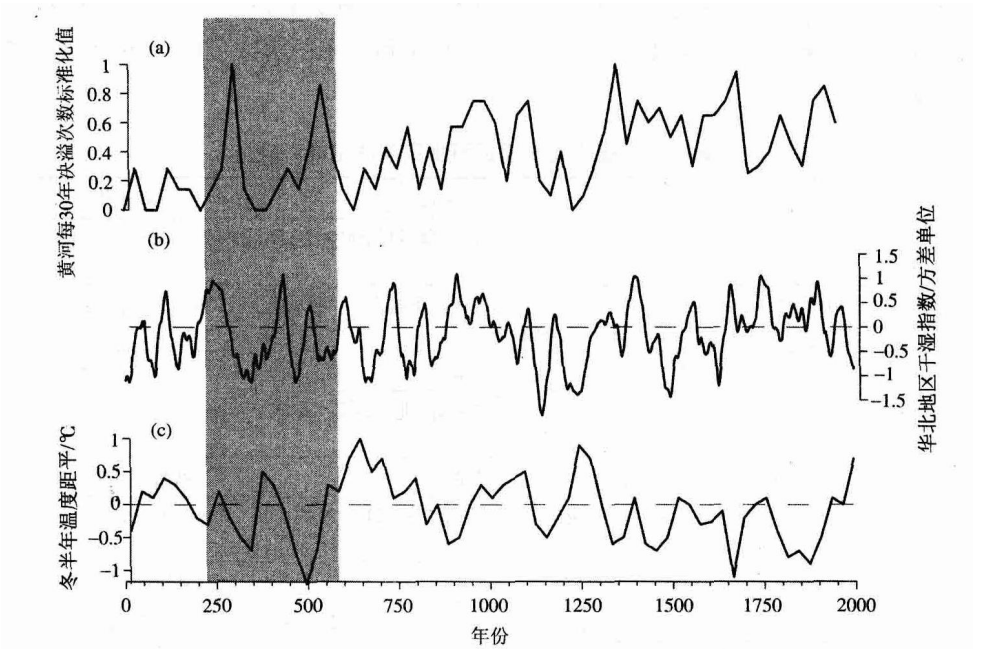


图 7.11 过去 2000 年黄河决溢次数与气候冷暖、干湿状况的变化

(a)黄河每 30 年决溢次数标准化值，据《黄河水利史述要》数据整理；(b)华北地区干湿指数(Zheng et al., 2006)；(c)东中部地区冬半年温度距平，系著者最新研究成果

关于魏晋南北朝时黄河相对安流的原因，至今莫衷一是。谭其骧(1962)和邹逸麟(1982)认为原因有三：一则，大量游牧民族入居黄河中游，返耕还牧，次生草原和灌木丛代替了耕地，使得水土流失相对减弱；二则，东汉水利工程专家王景(30~85)治河工程发挥了效益；三则，黄河下游存在不少分支和湖泊，起着分洪、排沙的作用。有研究者在赞同上述观点的同时，也指出气候变冷使得黄河输沙量和输水量减少，对黄河的安流也施加了一定的影响(施少华，1994；周旗，卫旭东，2003)。还有学者指出，十六国及北朝时，所谓“改农归牧区”的牲畜数量很大，土地的载畜量高于现代好几倍的土地利用方式，并不能够使下游洪水泥沙有较多的减少；所谓黄河在这时期的“安流”，很大程度上是因为战乱和统治者腐朽而导致的史料缺失所造成的假象(赵淑贞，任伯平，1998)。

作者要指出的是，无论从哪个方面解释魏晋南北朝时黄河“安流”的原因都不能忽视当时气候冷干的背景。魏晋南北朝时冷干气候与同期较少的黄河水沙输送量以及决溢次数存在着良好的统计关系(图 7.10、图 7.11)。从气候水文学角度看，如果流域的气候偏干，降水变率小，则意味着河流的来水量减少，河流侧蚀

能力变弱；另外，干冷气候还可能减缓流域内水土流失程度，使得输入河流的泥沙量减少，淤积现象减轻。

魏晋南北朝时，长江流域(尤其是四川盆地的丘陵山区)已有了较大规模的农业开发，在相对干冷的气候背景下,流域的水土流失加剧，长江输沙量明显增大，长江干流相对浑浊(周宏伟，1999)。西晋时长江干流的含沙量比较低，张华在《博物志》中曾述“江、济清”；东晋始，文献中却陆续出现了长江干流浑浊的记载。东晋袁山松(公元？~401 年)曾言：“大江清浊分流，其水十丈见底，视鱼游如乘空，浅处多五色石”[①]；郦道元(公元 466~527)亦云夷水入长江段有“泾渭之比”[②]，“湘水水色青异，东北入于大江，有清浊之别。”[③]，陈太建十四年(公元 582)七月，建康西至荆州的长江江水甚至出现了赤如血的状况[④]。这些史料表明魏晋南北朝时长江中游含沙量较大。在长江下游，据广陵太守范邈在文帝元嘉二十五年(公元 448)五月的奏言：“所领舆县，前有大浦，控引潮流，水常淤浊。自比以来，源流清洁，纤鳞呈形。古老相传，以为休瑞”[⑤]看，当时扬州一带的江水常年比较混浊；隋初的《图经》亦称“蜀中江水皆浊”[⑥]。由于江水含沙量的增加，陈祯明中(公元 587~589)曾言，长江上游自方州(治现今四川苍溪县东北)东一直到下游入海处的水流，甚至一并呈赤色[⑦]。

另据史料中的江流干涸记载推断，魏晋南北朝时的长江上游来水量较低。其中，长江最低水位可能出现在 4 世纪初。永嘉三年(公元 309)“三月，大旱，江、汉、河、洛皆竭，可涉”[⑧]，“五月，大旱……河、洛、江、汉皆可涉”[⑨]，此记载可能是过去 2000 年中长江最低水位的记录。

由于自东汉晚期至南北朝末，气候总体上干冷、海平面下降，故这一时期长江河口段的河道平面位置南移明显(杨怀仁等，1983)(图 7.12(a))；荆江段的长江河道形态自两汉时的分汊型演变为单一型(周凤琴，1986)，长江三角洲地区水灾频发(朱诚等，2001)。不过，其间长江河口段干流位置亦曾于三国末晋初有过小的迁移。当时，气候相对暖湿，长江河口干流北移，北岸坍塌后退(杨怀仁等，1983)。

---

① [晋]袁山松：《宜都记》，[宋]乐史：《太平御览》卷 60《地部二十五》
② [北魏]郦道元：《水经注》卷 37《夷水注》
③ [北魏]郦道元：《水经注》卷 38《湘水注》
④《隋书》卷 23《五行志》
⑤《宋书》卷 29《符瑞志》
⑥ [宋]祝穆：《方舆胜览》卷 60《施州》
⑦《隋书》卷 23《五行志》
⑧《晋书》卷 5《怀帝本纪》
⑨《晋书》卷 28《五行志》

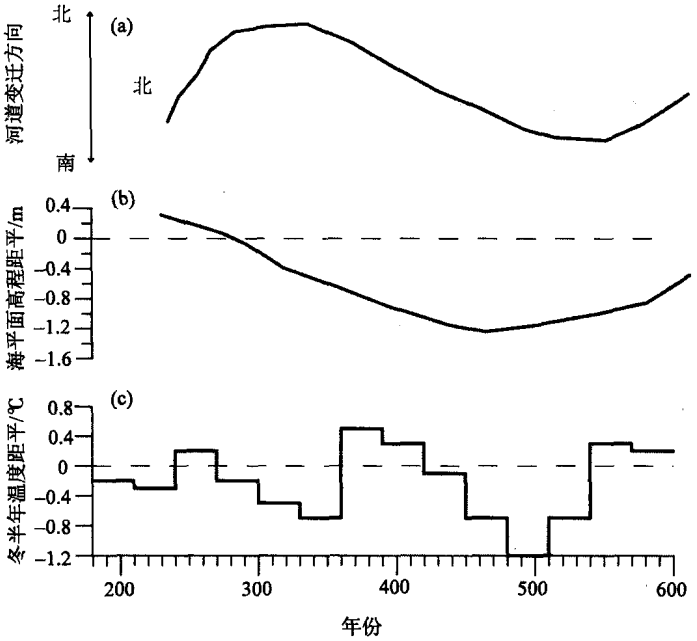


图 7.12 魏晋南北朝时长江河道位置、东中部地区温度、长江河口段海平面变化

(a)长江河口段干流位置(杨怀仁等，1983)；(b)长江河口段海平面相较于现今的高程(杨怀仁等，1983)；(c)东中部地区冬半年温度距平，系著者最新研究成果

二、植被

由于人类活动加剧以及干冷气候的影响，魏晋南北朝时植被变化表现出两方面特征，一是森林覆盖率承接秦汉趋势持续降低(但仍远胜于今)，二是植被类型，包括经济林木的分布出现了巨大变化。

(一)华北地区

秦汉时期，由于农耕范围扩大、宫殿城池修筑、战争以及气候逐渐冷干等多种因素综合作用，华北平原天然森林面积大幅度缩小，湖沼植物大量减少，魏晋南北朝时，这一缩小趋势进一步加剧，黄河中游平原甚至几无林区(史念海，1981a)。由于平原地区已无林可伐，北魏太和中(约公元 488)前后京洛一带的建筑材木多采自西河(即吕梁山一带)[①]。北魏政府还曾大规模垦殖黄河以北的土地，

① 《周书》卷 18《王罴传》

使得今内蒙古包头一带平原森林骤减(马雪芹，1999)。

综合众多史料[①]看，5世纪上半叶华北大部分山区仍有较好的森林，但随后逐年减少。汉代阴山是“东西千余里，草木茂盛，多禽兽”[②]，北魏时，魏主曾在阴山取材修建广德殿行宫，征伐赫连勃勃时，又曾“遣士卒于阴山伐木，大造攻具”[③]，以致5世纪晚期阴山部分地段“山无树木，惟童阜耳”[④]；函谷关以西的滨河山原，在秦汉时曾有大片森林，而到了刘宋、后秦对峙时期，当地已成为连绵军营的驻地，森林面积大规模缩小[⑤]；因人类大量砍伐林木，燕山地区魏晋南北朝时森林面积大规模减小，草原面积迅速扩大(许清海等，2004)。

除人为因素外，当时的干冷气候也与森林面积减少有着密切的关系。北魏夏州城(旧称统万城)及其周边地区，在暖湿的秦汉时期曾有大量的森林存在(史念海，2001；王天顺，2006)；公元413年，赫连勃勃修筑统万城时，这一地区生态环境良好并仍有林木可供采伐，赫连勃勃曾叹曰：“美哉，临广泽而带清流，吾行地多矣,自马岭以北，大河之南，未之有也”[⑥]；但至北魏时，天然植被显著退缩，土地沙化严重，统万城的西南、北方和西北方已出现沙丘带(王北辰，2006)，如文献载：“(奢延)水西出奢延县西南赤沙阜，东北流……奢延水又东北，与温泉合，源西北出沙溪，而东南流，注奢延水。奢延水又东，黑水入焉。水出奢延县黑涧，东南历沙陵，注奢延水。”[⑦]公元533年，灵、夏两州之间的地带则被称为沙塞[⑧]。统万城地区地表覆被百年内由森林而沙丘，发生沧海巨变，固然与当时畜牧业过度开发有关(邓辉，2006)，但当时冷干的气候无疑起到了推波助澜的作用。公元361~390年至481~510年间中国东部地区的降温速率约为1.0℃/100a，华北地区气候冷干，江河来水量减少，湖泊面积缩小。其中，公元480~510年和510~540年同为魏晋南北朝最冷的5个30年之一，频现雨土天气。在最冷的公元480~510年里，冬半年温度较今低1.2℃，雨土天气出现了11次。

魏晋南北朝时，华北植被类型因气候变冷和海面下降也发生了一些变化。如，渤海海湾西岸的滨海盐生植物分布区域向东推展，人工栽培植被分布区域收缩，天然次

---

① 如，《晋书》卷105《石勒载记》载，后赵二年(公元320)，“大雨霖，中山、常山尤甚，滹沱汎溢，冲陷山谷，巨松僵拔，浮于滹沱，东至渤海，原隰之间，皆如山积”；《魏书》卷25《长孙嵩传》以及《魏书》卷4《世祖纪》记有，泰常八年至太延一年(公元423~435)，阴山地区曾驱鹿校猎、置野马苑

② 《汉书》卷94《匈奴传》

③ 《魏书》卷4《世祖纪》，卷110《食货志》

④ [北魏]郦道元：《水经注》卷3《河水》

⑤ [北魏]郦道元：《水经注》卷4《河水》

⑥ 《晋书》卷130《赫连勃勃载记》

⑦ [北魏]郦道元：《水经注》卷3《河水注》

⑧ 《资治通鉴》卷156，梁武帝中大通五年(公元533)。七月条有“西辑氐、羌，北抚沙塞”之句。胡三省在“沙塞”后注：“灵、夏塞外。北临沙漠”

生植被扩大(朱士光，1994)。在周秦时，黄河中游地区栎、桑等阔叶乔木的生长北界抵至离石、延安、庆阳一线(王守春，1990)，而6世纪后，此类乔木的分布区逐渐南缩，原陕北地区的乔木变为松柏等针叶类(陕西省农牧厅，1986)。最明显的，秦汉时期关中之地曾富竹箭之饶，河南淇县的竹林可供百万竹矢之用，两晋时陕西鄠县和河南淇县仍有竹子生长的记载，如北宋人宋敏求所著《长安志》载："晋地道记：司竹都尉治鄠县，其园周百里，以供国用。"晋代左思在《魏都赋》曾称："南瞻淇澳，则绿竹纯茂。"但分布区域已大幅度缩小，北魏时则"通望淇川(今河南淇县)，无复此物(竹林)"[①]。这种巨大的变化，很可能与公元361~390年至公元481~510年降温遽速有关，晋戴凯《竹谱》云，竹子"性忌殊寒，九河鲜育，五岭繁实"。

据统万城原木和城墙筑土中的孢粉证据看，统万城在营建(公元413)之际，年降水量应比今天多50~100mm，故其周围地区的植被以草本和灌木为主，乔木则有松、桦、桤、胡桃、椴树、榆等(孙同兴等，2004)。郭盛乔等(1999)分析了河北宁晋泊(古时大陆泽)的孢粉记录，认为魏晋南北朝时大陆泽周边的植物种类多是喜干偏凉的类别，如乔木以松为主，灌木多为旱生的麻黄、柽柳，而草本中多蒿属、藜科、蓼属，少见禾本科，表明当时华北气候偏干、大陆泽缩小。另据燕山剖面的孢粉证据看，当时落叶阔叶林在燕山森林中的比例逐渐降低，而松树和中华卷柏等针叶林比例增加，草本植物多以偏干的蒿科为主(许清海等，2004)，这在一定程度上也与当时偏为凉干的气候有关。

(二)西北地区

魏晋南北朝时，西北地区植被状况记述较多的区域是河西地区。据前文(参见第六章)，河西地区在东汉末依旧有着较为丰富的天然森林资源，然自魏晋后，这一地区的天然林木逐渐减少。五胡乱国时，陇西等地区较内地更为安定，故"中州避难来者日月相继"，人口大增，导致地区大量森林被毁；南北朝时河湟地区的吐谷浑也为在黄河上架桥而大量伐木[②]。由于气候干冷河西一带魏晋以后干旱频仍，槐桑不活，牧草不茂(表7.15)，一旦森林被伐，地表旋即沙化。北魏时，姑臧人段承根在写给敦煌公李宝的诗[③]中，对此种情形及其原因有过十分科学的论述。段氏认为，森林的减少一是因为"剖蚌求珍，搜岩采干"(大量的人为砍伐)，二是缘于"自昔凉季，林焚渊涸"，即气候冷干而致湖泊干涸，森林火灾多发。

---

① [北魏]郦道元：《水经注》卷9《淇水注》

② [北魏]郦道元：《水经·河水注》，引刘宋段国《沙州记》

③《魏书》，列传第四十，《段承根传》

表 7.15 河西地区干湿期及同期草木生长记录举例

干湿分期	栽植树木以及牧草生长记录	文献出处
公元 221~360 年(干旱期)	先是，河右不生楸、槐、柏、漆，张骏之世，取于秦陇而植之，终于皆	《晋书·凉武昭王李玄盛传》
	陇外无蚕桑，五月冻解，八月乃麦	《后汉书校注》袁宏注陇山
公元 361~386 年前数年(湿润期)	河西“桑葚甜甘”	《晋书·张轨传附张天锡传》
	关、陇清晏，百姓丰乐，自长安至于诸州，皆夹路树槐柳	《晋书·符坚载记》
公元 386 年前数年至 403 年(干旱期)	西河无蚕桑，妇女着碧缣裙	[宋]李昉：《太平御览》卷 696《服章部十三·裙》
	今姑臧饥荒残弊……野无青草	《晋书·秃发利鹿孤载记》
公元 405 年至 440 年前(湿润期)	酒泉宫之西北隅有槐树生焉，玄盛又著《槐树赋》以寄情	《晋书·凉武昭王李玄盛传》
	榛棘交横，河广水深，狐狸夹路，鸮鸮群吟	李暠《述志赋》，见《晋书·凉武昭王李玄盛传》
	姑臧城东西门外涌泉合于城北，其大如河。自余沟流入泽中，其间乃无燥地。泽草茂盛，可供大军数年	《魏书·世祖纪》
公元 440~547 年(干旱期)	自昔凉季，林焚渊涸	《魏书·段承根传》
	陇山东西百八十里……渡济陇，无蚕桑，八月乃麦，五月乃冻解	郭仲产撰《秦州记》，见《太平御览》卷 56 陇
	幽、平、并、肆、岐、泾、荆、凉、梁、汾、秦、安、营、豳、夏、光、郢、东秦……皆以麻布充税(间接说明凉州桑树不再，无法养桑织丝)	《魏书·食货志》
	应受田四十六亩，廿十二亩已受(十五亩麻，七亩正，一亩园，二分未足)	西魏大统十三年敦煌籍帐

新疆地区的植物孢粉检验结果显示，魏晋南北朝时期当地植被组成以及优势种明显受到气候环境的制约。在天山北麓，公元 250~550 年的植被组成是少量森林加草原植被，其中森林下限在海拔 1400 m 左右，比现代林线海拔下降了 250m，说明当时气候冷湿(阎顺等，2003)；南疆尼雅剖面的草本植物，以偏干的藜科、蒿、麻黄为主，禾本科较少(钟巍等，2001)，对应了博斯腾湖以及策勒达玛沟剖面沉积物所反映出的干旱气候特征(钟巍等，1998b；钟巍，熊黑钢，1998b)。

(三)华中地区

秦汉时，华中地区为了发展稻作农业以及满足日益上升的木材使用需求，曾大量砍伐林木，长江流域平原森林大面积消失，魏晋后该地区丘陵及部分低山的

原始森林开始减少。据《华阳国志·巴志》、《襄阳记》和《三国志·魏书·王基传》等垦田资料看，现今的巴蜀、江汉以及皖浙赣地区的丘陵森林在魏晋时已不同程度为“山原(宕)田”所替代(周宏伟，1999)。

在华中地区原始森林减少的同时，天然次生林的面积却不断扩大。究其原因，既与战争等因素所造成的农田抛荒、森林砍伐现象有关，也与各地生态系统自然恢复能力有关。如史载，梁朝猛将陈庆之与北魏军对垒于涡阳一带时，曾说：“闻虏所据营，林木甚盛”①，这其实说的就是在农田长期抛荒后，当地所天然形成的次生林。由于次生林的茂密，东魏时，淮北地区还能见到从南方来的野象②。

在华中的沿海地区，这种次生植被的扩大还与海陆的变迁有关。由于海面下降，苏北和江浙沿海的海岸线在南北朝时向东大幅度延伸。海退之后，滨海地带自然也逐渐生长起盐生植被。

华中地区植被组成状况与魏晋南北朝总体上较为冷干的气候状况有着较好的对应关系。安徽龙感湖地区在3世纪初至4世纪中叶的森林分布情形呈现出阔叶林面积减少、针叶林面积增大的特点，与当时冷干气候相对应；公元350~450年当地木本植物进一步减少，禾本科植物成为优势物种，反映了气候进一步趋冷(瞿文川等，1998)。在四川彝海地区，公元230~540年当地植被组成以石栎、胡桃为主，暗示当地气候具有温干特征(童国榜等，2000)。

第四节　农业系统的变化

一、农牧交错带推移

秦汉时期，中国农牧交错带的北界在人为因素和气候变化共同作用下，曾经历过南退(西汉初)—北进(西汉中叶至东汉初)—南退(东汉中后期)三个阶段。魏晋南北朝时，中国气候在转冷过程中，也出现了“稍冷—稍暖—寒冷”三个阶段，这一时期中国农牧交错带北界南北移动也同样表现出三个阶段的变化，即220s~350s农牧交错带基本不动，其位置与汉末相仿；360s~440s明显北移，与今相仿；450s~540s该带显著南移东撤(图7.13)。在百年尺度上看，3~6世纪中国农牧交错带北界的移动与气候冷暖波动过程基本一致。

① 《梁书》卷32《陈庆之传》

② 《魏书》卷112《灵征志》

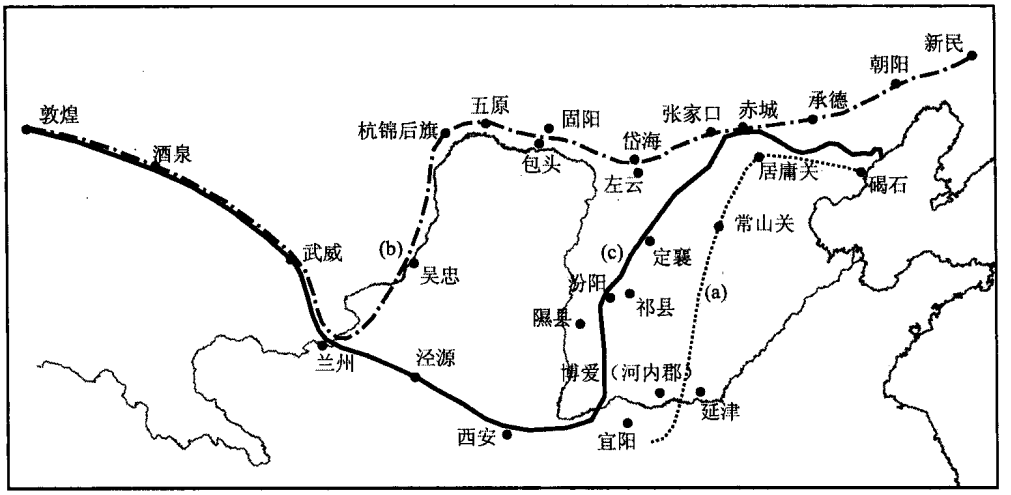


图 7.13 魏晋南北朝各时段中国北方农牧过渡带北界

(a) ——：220s~350s；(b) ------：360s~440s；(c) ·····450s~530s

(一)220s~350s 与汉末相仿

三国至五胡十六国时，黄土高原西段的农牧过渡带北界应在今兰州—靖远—宝鸡—洛阳一线，与东汉中后期相较，农牧过渡带的北界没有大的变化。据《三国志》中仓兹、徐邈、苏则、皇甫隆等传记[①]，魏时敦煌、武威、酒泉、兰州等地虽以牧业为主，但仍有农业耕作，羌胡部落大量定居在凉州、朔方等地并逐步东进、南迁。西晋太始初(公元 265)，西秦国五世祖乞伏祐邻由阴山南迁于夏州北缘，前秦时，祐邻及其子孙又徙转于高平川(今清水河流域)、牵屯(今宁夏泾源六盘山)、苑川(今甘肃榆中县境)、麦田(今甘肃靖远县东北)、度坚山(今甘肃靖远县南)等地[②]。同期，塞外匈奴也陆续内迁。晋武帝即位时，二万余人因大水之故归化塞内，武帝使居河西故宜阳城(今洛阳东)，太康五(公元 284)年及七(公元 286)年，各部落近 12 万人归化内附于雍州[③]。关于农牧过渡带的西界，据前魏到十六国南凉时的各河西政权郡治范围，当在青海湟水源头(文焕然，1995b)。综合起来看，220s~350s 农牧过渡带西段位置在敦煌—酒泉—武威—兰州—泾源—西安—宜阳一线。

① 《三国志》卷 16《仓兹传》，卷 27《徐邈传》，卷 16《苏则传》

② 《晋书》卷 125《乞伏国仁载记》

③ 《晋书》卷 97《四夷列传·匈奴列传》

3世纪至4世纪中叶，农牧过渡带中段位置与东汉末相仿，仍大约在今山西隰县—汾阳—祁县—定襄一线。公元215年，原云中、定襄、五原、朔方等郡之民通并为一郡，内迁至今山西忻县一带[①]，所遗之地均为匈奴等少数民族部落所据。魏末，刘氏匈奴部落“皆居于晋阳汾涧之滨”[②]，“其左部都尉所统可万余落，居于太原故兹氏县(今山西汾阳)；右部都尉可六千余落，居祁县；南部都尉可三千余落，居蒲子县(今山西隰县)；北部都尉可四千余落，居新兴(今山西定襄)县；中部都尉可六千余落，居大陵县(今山西交城南)”[③]。公元310年，拓跋鲜卑进入恒山以北地区，当地汉人称拓跋氏为牛毛之众[④]。4世纪中叶云中一带只见畜牧，前秦苻坚大臣燕凤曾言：“云中川自东山至西河二百里，北山至南山百有余里，每岁孟秋，马常大集，略为满川。”[⑤]

3世纪末，北方农牧交错带东段位置在蓟县、渔阳以北的燕长城一线附近。据《水经注·鲍丘水注》引《刘靖碑》文载，嘉平二年(公元250)，刘靖曾造戾陵遏，开车箱渠，使得“自蓟西北迳昌平，东尽渔阳潞县，凡所润含，四五百里，所灌田万有馀顷”；西晋元康五年(公元295)，该水利工程曾被复修。4世纪上半叶，农牧交错带东段位置很可能仍在燕长城一线附近。后赵时，石勒攻王俊，其舍人王子春曰：“幽州自去岁大水，人不粒食，浚积粟百万”，平幽冀两州后，石勒下令“州郡阅实人户，户赀二匹，租二斛”[⑥]；前燕太祖慕容皝(公元337~348年在位)占据幽冀，也曾“躬巡郡县，劝课农桑，起龙城宫阙”[⑦]。

东汉至五胡十六国前期，中国北方农牧交错带位置(图7.13(a))较西汉时明显南移。这固然可解释为两汉以来中原内乱、北方游牧民族趁机南迁所致，但从历史气候学角度看，3世纪以来气候转冷，欧亚大陆北方大草原持续干旱(列·古米廖夫，1980)也起到了极大的促进作用。长时间的干冷气候使得北方草原生态在3~4世纪持续恶化，畜牧业难以为继，北方游牧民族南下侵占水热条件更好的黄河流域是其求生图存的本能动机；与此同时，中原政权一方面内乱不已而管理无序，另一方面也因气候冷干而灾害频发、农业歉收、国力衰微。二者并生，遂使农牧交错带南移。

---

①《三国志》卷1《武帝纪本纪》
②《晋书》卷101《刘元海载记》
③《晋书》卷97《匈奴列传》
④《魏书》卷35《崔浩传》
⑤《魏书》卷24《燕凤传》
⑥《晋书》卷106《石季龙载记》
⑦《晋书》卷109《慕容皝载记》

(二)360s~440s 明显北移

360s~440s 中国气候总体与今相近，其中部分时段气候暖湿程度比今略高。据史料，这一时期的农牧交错带也明显北移，西段由原先的吕梁山东侧西移 4 个经度至今宁夏—甘肃黄河段的沿岸，中段由原先的关中地区和汾河谷地北移了 3~6 个经度至今五原—岱海一线，东段北界大致沿燕山南麓延伸。整个农牧交错带北界位置与现今相近(图 7.13(b))。

北魏到北周前，北方农牧过渡带西段位置大致在今敦煌—酒泉—武威—兰州—吴忠—杭锦后旗一线。当时，居住于山西离石以西、甘肃泾川以东的稽胡民族已从事农作，并业桑麻[①]。魏孝文帝时大将奚康生曾攻打吐京胡(稽胡之一部)，获牛马等牲畜万数[②]。可见，稽胡生产方式已是畜牧、农业并作。太平真君五年(公元444)，北魏薄骨律镇将刁雍于富平(今宁夏吴忠西南)修渠引水，“计溉官私田四万余顷”，又曾于公元446年与高平、安定和统万三镇将领一同向更北的沃野镇大量运谷[③]，这说明该时期黄土高原地区农业十分繁荣。

另据《晋书》载，前凉张瓘至张天锡时(公元356~376)，凉州“带甲十万”，说明当时农业人口不在少数(蒋福亚，2004)。后起的南凉及北凉政权，虽兴起于游牧业，但亦重视农业，如史载，“秃发”兄弟曾诏“宜置晋人于诸城，劝课农桑”[④]，“农失三时之业，百姓户不粒食，可蠲省百徭，专攻南亩，明设科条，务尽地利”[⑤]。因此，当时凉州地区农业较“五胡十六国”前期有较大发展，农、牧人口数量也较之前显著增加，如439年，魏太武帝翦灭北凉时，仅在姑臧一城，便收得“户口二十余万”，河西诸郡“杂人降者亦数十万”[⑥]。而西晋全盛时，凉州仅有户“三万七百”[⑦]，河西牧业也有大的发展。其中，魏世祖平统万、定秦陇之后，河西被定为“水草善”的牧地，“畜产滋息，马至二百余万匹，橐驼将半之，牛羊则无数”[⑧]。

4世纪末~5世纪中，北方农牧过渡带中段位置大致在今五原—包头—固阳—左云—岱海一线，今河套平原黄河北段在北魏时又复有稼穑。拓跋部鲜卑首领在3、4世纪的南迁后迅速汉化，积极劝课农桑。太元十一年(公元386)，“代

---

①《周书》卷 49《稽胡传》
②《魏书》卷 73《奚康生传》
③《魏书》卷 38《刁雍传》
④《晋书》卷 126《秃发乌孤秃发利鹿孤载记》
⑤《晋书》卷 129《沮渠蒙逊载记》
⑥《魏书》卷 4《世祖本纪》
⑦《晋书》卷 14《地理志》
⑧《魏书》卷 110《食货志》

王珪徙居定襄之盛乐(今内蒙古和林格尔)，务农息民，国人悦之”[①]。登国元年(公元394)，北魏太祖就委派东平公元仪垦辟河北，在五原(今内蒙古五原县)至于稒阳塞(今包头一带)外屯田。天兴初年(公元398)，北魏又在“东至代郡，西及善无，南极阴馆，北尽参合”的广大地区“劝课农耕”，此后，屡年大熟，产谷甚多[②]。公元398~469年，北魏政府由内地向这个地区移民14次，总数达100万人以上[③]。此时期，大同以北的六镇屡见有旱霜陨稼的记载[④]，当中最北的怀冥镇地处现今内蒙古四子王旗东南。当时，这一地区仍有农牧业并作。北魏曾于公元391年大破匈奴卫辰部于铁歧山(今内蒙古固阳)南，俘获名马30多万匹，牛羊400万余头[⑤]。

北魏统一北方之前，农牧过渡带东段北界大致在今长城外张家口—赤城—承德—朝阳—新民一线，沿燕山南麓延伸。公元413年，北魏在今张家口一带移入人口，并给农器和计口授田[⑥]。又太宗至世祖在位(公元409~452)时，今延庆一带也有农作，需交纳田租[⑦]。当时，割据于北魏东侧的北燕国主冯跋，于公元420年前后曾“以其太子永领大单于，置四辅。跋励意农桑，勤心政事，乃下书省徭薄赋，堕农者戮之”[⑧]。又公元423年，北魏太宗皇帝为了抵御北方少数民族柔然对北疆的掠夺，曾“筑长城于长川之南，起自赤城，西至五原，延袤二千余里，备置戍卫。”[⑨]

该时期农牧交错带位置的变化，固然和北魏、北燕政权的劝课农桑、移民实边政策有关，但更多受益于当时暖湿气候。公元361~400年和421~450年是魏晋南北朝气候最暖的时段之一，气温大体上与现代相当，甚至略高一些。华北雨涝记录明显增多、霜冻等自然灾害的记录则明显减少，河西地区甚至可生长五胡十六国前期所不能生长的桑槐等喜湿树木。

(三)450s~530s 南移东撤

5世纪中叶后中国气候趋向冷干，其中，公元451~480年和511~540年中国东中部冬半年平均气温分别较今低0.7℃，公元481~510年则较今低1.2℃。干冷气候导

①《资治通鉴》卷106，太元十一年,春
②《魏书》卷110《食货志》
③《魏书》卷3《太宗本纪》
④《魏书》卷112《灵征志》
⑤《魏书》卷2《太祖本纪》
⑥《魏书》卷3《太宗本纪》
⑦《魏书》卷3《太宗本纪》，卷4《世祖本纪》
⑧《晋书》卷125《冯跋载记》
⑨《魏书》卷3《太宗本纪》

致中国北方地区农业经年歉收，正光年间(公元522)，北魏朝廷曾一度被迫停止供应百官的酒水、肉食和大米[①]；干冷气候还可能是导致北魏孝文帝公元493年迁都洛阳的重要因素(参见后文北魏迁都洛阳)。

在干冷的气候背景下，原先北拓的农区显著衰退。前凉时河西曾有“带甲十万”，北凉被灭时“杂人降者亦数十万”[②]，公元532年河西控弦之骑仅万余[③]，而至隋初河西总人口唯二万五千余户。公元444年，北魏边将刁雍曾于宁夏吴忠兴渠溉田，但至郦道元撰《水经注》时，该渠已不见载。宣武朝的源怀曾云：“景明以来，北蕃连年灾旱，高原陆野，不任营殖，唯有水田，少可苗亩。”[④]在农牧交错带东段，宣武帝时，“冀定数州，频遭水害。……华壤膏胶，变为易卤；菽麦禾黍，化作藿蒲。”[⑤]

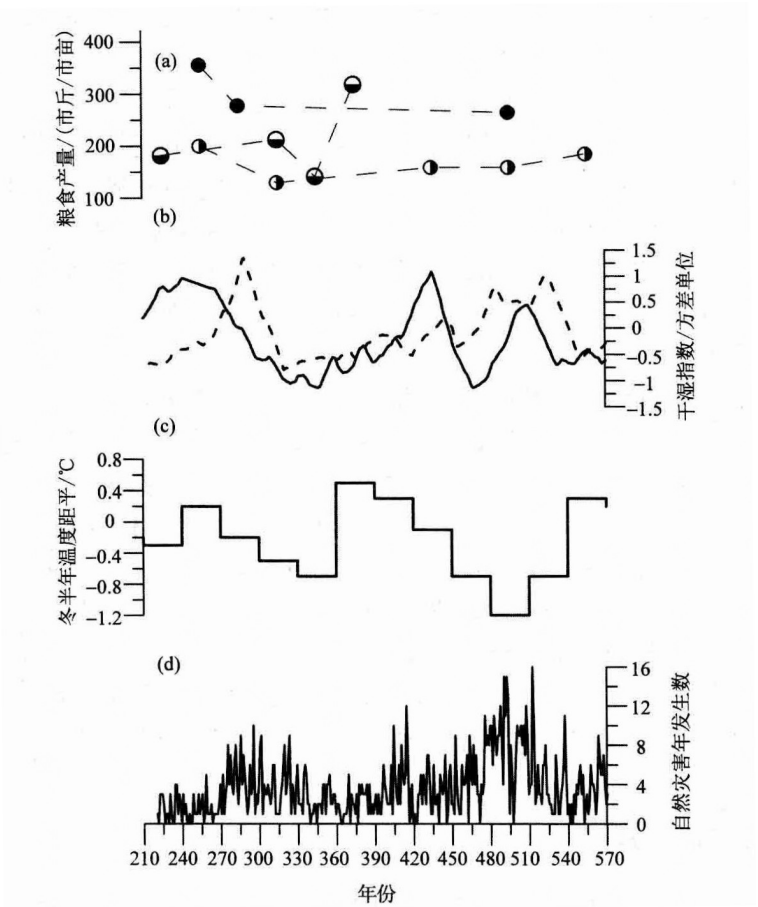
在农业衰退的同时，牧区大为扩展。公元471年，北魏孝文帝即位后“复以河阳(今河南汲县)为牧场，恆置戎马十万匹，以拟京师军警之备，每岁自河西徙牧于并州，以渐南转，欲其习水土而无死伤也。而河西之牧弥滋矣”[⑥]。另据《魏书·宇文福传》载：“太和十七年(公元493)……福规石济以西，河内以东，距黄河南北千里为牧地，事寻施行，今之马场是也。”此外，《魏书·灵征志》亦载：“世宗景明元年(公元500)四月丙子，夏州陨霜杀草。”草受霜害，竟入史册，从中可知当时夏州地区畜牧业之重要。大统二年(公元536)，郭贤亦言“幽夏荒阻，千里无烟”[⑦]。综上所述，南北朝时期农牧分界线大体上如陈新海 (1990)所述，由碣石至上谷居庸关，折向西南常山关，沿太行山东麓直达黄河(图7.13(c))。

二、粮食亩产波动

温度及降水的变化对粮食亩产有显著影响(张家诚，1982；倪根金，1988)。魏晋南北朝时期气候变化曾给予当时粮食亩产较为清晰的印记(图 7.14)。下面，作者依据史料记载在前人的研究基础上(吴慧，1985；郑欣，1999；李剑农，2006；高敏，2007)，按不同年代、地域(分南、北方)对此进行评述。

---

①《魏书》卷110《食货志》
②《魏书》卷4《世祖本纪》
③《周书》卷1《文帝本纪》
④《魏书》卷41《源怀传》
⑤《魏书》卷56《崔辩传附崔楷传》
⑥《魏书》卷110《食货志》
⑦《周书》卷28《权景宣传》



●华北上等田亩产量；◑中等田粟谷亩产量；◒江南地区中等田稻谷亩产量；——华北地区；----江南地区

图 7.14 魏晋南北朝时粮食亩产与气候变化

(a)粮食亩产量；(b)不同区域干湿指数 30 年滑动平均值(Zheng et al., 2006)；(c)东中部地区冬半年气温距平，系著者最新研究成果；(d)据《晋书》等正史记录整理的全国自然灾害年发生数

(一)220s~350s

据《淮南子·主术训》载，西汉前期江淮地区普通稻田亩产量约为 260.54 市斤。三国初期由于气候转冷，江淮地区亩产量大幅度降低。魏齐王正始二年(公元 241)，邓艾(公元 197~264)曾奏："陈、蔡之间，土下田良，可省许昌左右诸稻田，并水东下，令淮北屯二万人，淮南三万人，什二分休，常有四万人且田且守；益开河渠以增溉灌，通漕运。计除众费，岁完五百万斛以为军资，六、七年间，

可积三千万斛于淮上，此则十万之众五年食也。”[①]接邓艾奏言后，“宣帝善之，皆如艾计施行……溉田二万顷。”[②]据此，耕田数按二万顷算(周国林，1991；郑欣，1999)，则每卒耕地 50 亩。又据西晋时傅玄言“旧，兵持官牛者，官得六分，士得四分；自持私牛者，与官中分”[③]，可知，邓艾军屯多半为傅玄所述前一情形，即官士六四分成。由此可推算出，当时两淮地区普通稻田亩产稻谷约 4.17 斛，纳租 2.5 斛。魏至西晋平吴之前，一亩约为现在 0.759 市亩，一斛据铜斛实测约为 20500 毫升(吴慧，1985)，故公元 220~240 年两淮地区普通稻田亩产稻谷约 127 市斤，不及西汉前期亩产量的一半。

孙吴国钟离牧“少爱居永兴，躬自垦田，种稻二十余亩。临熟，县民有认识之。牧曰，本以田荒，故垦之耳。遂以稻与县人……民惭惧，率妻子耆所取稻，得六十斛米，送还牧”[④]。按该段史料下文考，此事在赤乌五年(公元 242)前。又钟氏耕田产出之 60 斛米，约相当于 120 斛稻谷[⑤]，合亩产稻谷 5~6 斛。据走马楼《嘉禾吏民田家莂》简文，孙吴政权为 240 步的大亩制(孙继民，2002)，故三吴地区普通稻田亩产 152~182 市斤。

公元 240~270 年气候相对温湿，中国东中部地区冬半年平均气温较今高 0.2℃，降水也较为充沛，粮食亩产有较大提高。唐人徐坚编撰的《初学记》卷 27 引《晋故事》“凡民丁课田，夫五十亩，收租四斛……”据周国林等(1991)考证，此“收租四斛”，实为“亩收租四斛”，按泰始四年(公元 268)傅玄所述“今一朝减持官牛者，官得八分，士得二分；持私牛及无牛者，官得七分，士得三分”[⑥]税制理解，当时北方普通旱亩产粟 5~5.7 斛，相当于今每亩 182~208 市斤。傅玄曾于泰始四年(公元 268)上疏：“近魏初课田，不务多其顷亩，但务修其功力，故白田收至十余斛，水田收数十斛”[⑦]；嵇康(公元 223~262)在《养生论》中亦云：“夫田种者，一亩十斛，谓之良田，此天下之通称也。”故可知，公元 260 年前后，北方上好旱田[⑧]的公认亩产水平是 10 斛粟，上等水田(主要指魏国控制的江淮地区)则能收数十斛稻谷。按西晋灭吴之前的计量制度估算，北方上等旱田和普通田亩产分别是 356 市斤/市亩和 200 市斤/市亩，江淮地区上等水田亩产 600 市斤/市亩(按 20 斛计算)。该亩产量高于西汉武帝时北方上等田 261 市斤/市亩、普通

---

①《资治通鉴》卷 74，正始二年，五月

②《晋书》卷 26《食货志》

③《晋书》卷 47《傅玄传》

④《三国志》卷 60《钟离牧传》

⑤ 稻米与稻谷折算关系，据《睡虎地秦墓竹简》和《张家山汉墓竹简》所记 1∶2 关系拟定

⑥《晋书》卷 47《傅玄传》

⑦《晋书》卷 47《傅玄传》

⑧ 白田大体上就是当时的上等旱田，据高敏：《中国经济通史》(魏晋南北朝卷)，经济日报出版社，2007

田 156 市斤/市亩的水平，更高于汉末仲长统所述“今亩收三斛”的亩产水平。这一时期中国亩产的提高，首先是因为农业技术较西汉及汉末大有提高，使用了耧犁下种、衍溉、翻车戽水等新兴农法，水利工程得以大力兴修；第二是由于当时北方已经统一，社会已几无动乱，百姓有心向农；三则，可能和较为暖湿的气候有关。又据傅玄所上奏折，公元 268 年前后，粮食亩产水平曾有所下降，“至亩数斛已还”，但这一变化，亦有可能如傅玄言“非与曩时异天地，横遇灾害也，其病正在于务多顷亩而功不修耳”。

公元 280 年前后，中国江淮地区上等水田的亩产仍维持在公元 240~270 年的水平上，但 4 世纪上半叶中国粮食亩产大幅度下降。这一方面可能归因于“八王之乱”和“五胡乱华”，另一方面可能与公元 280 年后气候转冷、气候灾害增加有关。

据史载，咸宁三年(公元 277)杜预上疏云“东南以水田为业，人无牛犊。今既坏陂，可分种牛三万五千头，以付二州(兖、豫)将吏士庶，使及春耕。谷登之后，头责三(二)百斛。是为化无用之费，得运水次成谷七百万”[①]。按当时定规一头牛耕 80 亩(郑欣，1999)，200 斛是 80 亩按“六四分成”的田租计，当时江淮地区普通水田每亩灾后产稻 4.16 斛，即 127 市斤/市亩，与公元 240 年前后相近。文人江统于元康九年(公元 299)在齐万年事件后作《徙戎论》言：“夫关中土沃物丰，厥田上上，加以泾、渭之流溉其舄卤，郑国、白渠灌浸相通，黍稷之饶，亩号一钟”[②]。按元康年间的亩为 0.759 市亩、斗为 2450 毫升(吴慧，1985)算，当时关中地区上等旱田(水浇田)亩产为 278 市斤/市亩，低于嵇康所述一亩十斛(356 市斤/市亩)的水平。

又，东晋成帝“咸和五年(公元 330)……始度百姓田，取十分之一，率亩税米三升……”[③]，据考，文中 “三升”乃“三斗”之误(贺昌群，1958；范文澜，1978；漆侠，1982)，可知当时江南地区亩产约 3 斛米，也即 6 斛稻谷，相当于今 213 市斤/市亩。公元 362 年，东晋哀帝即位后仍行“十分之一”税制，但鉴于公元 330~360 年江南地区“频年水灾旱蝗，田收不至”[④] 遂“亩收二升”[⑤](此处“二升”亦为“二斗”之误)。由此推算，当时江南地区普通水田亩产为 2 斛米(4 斛稻谷)，即 142 市斤/市亩。前凉张骏在位时，议治石田，参军索孚谏曰：“今

①《晋书》卷 26《食货志》，案：校注谓“头责三百斛当作二百斛”
②《晋书》卷 56《江统传》
③《晋书》卷 26《食货志》
④《晋书》卷 26《食货志》
⑤《晋书》卷 26《食货志》

欲徙石为田，运土殖谷，计所损用，亩盈百石，所收不过三石而已，窃所未安。”[①] 骏怒，于东晋咸和二年(公元 327)出孚为伊吾都尉。前凉政权奉西晋为正朔，行建兴年号，度量衡亦一如西晋，由此推算公元 327 前后北方亩产水平约为 130 市斤/市亩。

综上所述，在 220s~350s 的 140 年，中国粮食亩产的变化出现了与气候变化一致的特征。220s~240s 亩产稍低；240s~290s 亩产大幅度提高，北方上等旱田一般每市亩产粟 356 市斤，江淮地区的上等水田每市亩可产稻 600 市斤，高于西汉武帝时水平；300s~350s 亩产大幅度降低，北方普通田的亩产仅及公元 240~270 年的亩产量的 2/3，南方普通水田的亩产则仅及公元 260 年前后亩产量的 1/3。

(二)360s~440s

4 世纪中期始中国气候转暖，4 世纪晚期气候暖湿程度有可能超过现代，5 世纪 20 年代后气候再次转冷。但 360s~440s 期间，中国气候总体暖湿，因此粮食亩产也显著提高。

据《晋书·食货志》载，孝武帝于太元二年(公元 377)废除了度田收租制，改为按人头交税，自王公以下每口税收三斛米。文中每口，据《文献通考·田赋考二》中“景穆帝初为太子监国，曾令有司课畿内之人，使无牛家以人牛力相贸，垦植锄耨。其有牛家与无牛家一人种田二十亩”[②]的记载看，其平均耕田数为 20 亩[③]，故每亩纳税米 1.5 斗，低于公元 330~360 年“亩收二斗”的税量。从改制后社会出现的繁荣景象以及魏晋南北朝时期较少存在的稳定和谐局面看，孝武帝初年税制有可能进一步下调，实施“三十税一”田租制的假定似具有较高的信度。若如此，则可推知当时江南地区普通稻田亩产稻谷 9 斛，相当于 319 市斤/市亩，比过去 50 年有较大的提高。

另据《晋书·孝武帝纪》载，太元八年(公元 383)“十二月庚午，以寇难初平，大赦。以中军将军谢石为尚书令。开酒禁。始增百姓税米，口五石”，合每亩交纳税米 2.5 斗。此税率较前提高应是淝水之战及其后东晋政府开支增加所致。由于气候温湿，孝武帝时东晋可谓是“风调雨顺”，呈现出“天下无事，时和年丰，百姓乐业，谷帛殷阜，几乎家给人足矣”[④]的盛世年景。

同期，中国北方地区也是农业丰产、经济繁荣。据《晋书·苻坚载记》载，当时北方“田畴修辟，帑藏充盈，典章法物靡不悉备”，“坚自平诸国之后，国

---

①《魏书》卷 99《张骏传》

②《文献通考》卷 2《田赋考》

③ 李剑农：《中国古代经济史稿》第 2 卷，武汉大学出版社，2006 年，亦持人均 20 亩的观点

④《晋书》卷 26《食货志》

内殷实”；公元382年“秦大熟，上田亩收七十石，下者三十石，蝗不出幽州境，不食麻豆，上田亩收百石，下者五十石”[①]；天兴初年(公元398)，北魏“东至代郡，西及善无，南极阴馆，北尽参合，为畿内之田；其外四方四维置八部帅以监之，劝课农耕，量校收入，以为殿最。又躬耕籍田，率先百姓。自后比岁大熟，匹中八十余斛”[②]。“大熟”一词在魏晋南北朝各史书中甚是罕见，但在4世纪末期却接连出现，可见当时年景之好。

5世纪初气候有转冷趋势，但至5世纪中叶前的30多年里，中国气候依然相对温暖。刘宋元嘉三年(公元426)始兴(今广东始兴县)太守徐豁曾上疏：“郡大田，武吏年满十六，便课米六十斛，十五以下至十三，皆课米三十斛，一户内随丁多少，悉皆输米。”[③]“武吏”是军屯性质的“丁口”，按每口课田数50亩，并循两晋“见税什五”屯田租制常例计，则每亩产稻谷4.8斛，相当于今170市斤/市亩。始兴地处粤北山区，坡陡地瘠，南方普通田的亩产当高于这一水平。公元438年，雷次宗(公元386~448)所著《豫章记》云：“郡江之西岸有盘石，下多良田。极膏腴者一亩二十斛。”[④]表明当时江西的亩产与公元240~270年的江淮上等田亩产水平相近。

目前，尚未发现直接记载5世纪前期中国北方地区粮食亩产的史料，但从记载当时田租等其他信息的史料看，这一时段中国北方粮食亩产量可能略低于公元240~270年的水平，但比公元300~330年气候冷干时要高。例如，太武帝拓跋焘(公元424~452)曾与大臣高允论刑政，高允言“古人云：方一里则为田三顷七十亩，方百里则田三万七千顷。若劝之，则亩益三升；不劝，则亩损三升”[⑤]。据考证，与战国李悝所述“地方百里，提封九顷”[⑥]的情形相较，这里的亩是240步的大亩，按《隋书·律历志》载太和十九年(公元495)前北魏六尺为一步、一尺为28厘米(曾武秀，1964；伊世同，1978；吴承洛，1993)计，当时一亩约1.02市亩；“升”按唐朝孔颖达对《左传正义》的注解“魏齐称于古二而为一”，为400毫升。则当时北方普通田的纳租水平约为1.62市斤粟/市亩。按后文太和十年(公元486)给事中李冲关于百姓纳税制建议和太和十二年(公元488年)大臣李彪关于“屯民”税率的提议推测，太武帝时实施的是“百一而税”制，故可知当时北方普通旱田

① 《资治通鉴》卷104，太元七年
② 《魏书》卷110《食货志》
③ 《宋书》卷92《徐豁传》
④ [宋]乐史：《太平御览》卷821《资产部一·田》
⑤ 《北史》卷31《高允传》
⑥ 《汉书》卷24《食货志》

亩产粮为3斛，合159市斤粟/市亩，低于公元240~270年的水平(200市斤/市亩)，但高于公元300~330年的水平(131市斤/市亩)。

(三)450s~530s

5世纪中期后，中国气候转为冷干，中国东中部地区冬半年平均气温较今低0.7℃左右，最冷30年(公元481~510)可能较今低1.2℃。因此，这一时期中国农业生产技术虽有较大发展(如《齐民要术》问世，详见后文)，但南北方粮食亩产与4世纪末相比并没有提高，某些时段甚至有较大程度上的下降。

北魏太和十二年(公元 488)前后，大臣李彪提议“取州郡户十分之一，以为屯民，一夫之田，岁责六十斛”[①]，按太和九年(公元485)均田令规定“诸男夫十五以上受露田四十亩，妇人二十亩”[②]及“见什分五”(魏晋南北朝时军屯多课税60%、民屯则课税50%)税制计，当时每亩约纳租1.5斛，每亩产粟约3斛，相当于159市斤/市亩，低于公元240~270年的亩产(200市斤/市亩)，而与公元420~450年的水平(159 市斤/市亩)相当。太和十年(公元 486)给事中李冲上言“宜准古，……其民调，一夫一妇帛一匹，粟二石”[③]，说明当时亩均纳租额为3.3升，与太武帝时3升几近一致。鉴于二人所言之事属同一时期，粮食亩产量应无二致，唯“屯田”与否有别，故可推知当时非“屯田”税率为“百而税一”制。

太和十七年(公元493)，孝文帝以南征名义迁都洛阳时，途中损坏了不少庄稼。九月丁巳“诏以车驾所经，伤民秋稼者，亩给谷五斛”[④]。此“五斛”为上等田亩产，约265市斤，低于公元240~270年的水平(356市斤/市亩)。

夏侯夔在梁中大通六年(公元534)任豫州刺史，曾“帅军人于苍陵立堰，溉田千余顷，岁收谷百余万石，以充储备”[⑤]，按军屯“什六”计算，说明当时亩产16.7石。梁代亩制和量制与东晋相差无几，故按东晋24500毫升一石，0.778市亩为一亩的换算关系，则亩产量合591市斤/市亩，应是当时上等田的亩产水准。较于西晋时“水田收数十斛”[⑥]之亩产，这一上等田的亩产量明显有所下降。

(四)540s~580s

北魏分裂为东魏、西魏后，继而代起的北齐及北周皆行均田令。这一时期中

---

①《魏书》卷62《李彪传》
②《魏书》卷110《食货志》
③《魏书》卷110《食货志》
④《魏书》卷7《高祖本纪》
⑤《梁书》卷28《夏侯夔传》
⑥《晋书》卷47《傅玄传》

国气候开始转暖，公元 540~570 年，东部地区的冬半年平均气温比前一个 30 年大约上升了 1℃，故北方地区的粮食亩产有所提高。北齐于河清三年(公元 564)下令，“人一夫露田八十亩，妇人四十亩……率人一床，垦租二石，义租五斗”①。北周则有“有室者，田百四十亩……其赋之法，有室者……粟五斛。丰年则全赋，中年半之，下年一之，皆以时征焉”②之法。北齐、北周都为倍田休耕制(即田地一半用于休耕)，只不过北周 140 亩中含 20 亩桑田(吴慧，1985)。所以，两朝均对每对夫妇收租 2.5 石，约合每亩 4 升。其税率仍按北朝“百税一”旧制计，故亩产为 4 斛。北齐、北周皆用北魏后尺，约合 30 厘米(曾武秀，1964；伊世同，1978；吴承洛，1993)，故当时每亩相当于 1.17 市亩，一斗为北魏标准，约 4000 毫升。经推算，当时北方普通田亩产为 185 市斤/市亩，较孝文帝时(159 市斤/市亩)有所提高。

三、粮价变化

表 7.16 是史料中有关魏晋南北朝时期南北两地不同年份粮价记载的统计。从表中可以看出，当时少见秦汉时期那种一石数钱、数十钱的低粮价情形，其粮价高时动辄一斗数百钱，甚至数十万钱。至于各时期正常粮价，目前仅能根据《宋书·邓琬传》所载的刘宋募民上米纳官的比例推算出，如，泰始二年(公元 466)江南地区的粮价大约为每石米 300 文(彭信威，1958)。

从后述的魏晋南北朝人口巨量减少的情形看，当时粮价之高，基本可以排除人口因素的影响。表 7.16 之记述说明，粮价升高所反映出的粮食供给短缺问题，除战争因素外，频发的自然灾害导致粮食歉收似是重要原因。3 世纪末至 4 世纪 30 年代，以及 5 世纪后半叶至 6 世纪 20 年代这两个高粮价时段，恰好也对应着魏晋南北朝的两个冷谷以及自然灾害频次高峰，这至少在统计学上说明气候冷干对粮食减产、粮价高企产生了重要影响。

表 7.16 魏晋南北朝时期南北两地粮价记载统计

时间	北方	南方	文献出处
永平元年(公元 291)	夏五月，鲁国雨雹。秋七月，雍、梁州疫。大旱，陨霜，杀秋稼。关中饥，米斛万钱		《晋书·惠帝纪》
元康七年(公元 297)	七月，秦、雍二州大旱，疾疫，关中饥，米斛万钱		《晋书·五行志》
元康八年(公元 298)		九月荆豫徐扬冀五州大水，米斛万钱	《宋书·五行志》

①《隋书》卷 24《食货志》

②《隋书》卷 24《食货志》

续表

时间	北方	南方	文献出处
太安二年(公元303)		十一月，方泱千金竭，水碓皆涸……米石万钱	《晋书·惠帝纪》
永嘉五年(公元311)	百姓饥俭，米斛万余价		《晋书·怀帝纪》
建兴四年(公元316)	怀帝为刘曜所围……愍皇西宅，馁馑弘多，斗米二金[①]		《晋书·食货志》
咸和四年(公元329)		春正月……峻子硕攻台城，又焚太极东堂、秘阁，皆尽。城中大饥，米斗万钱[②]	《晋书·五行志》
咸康四年(公元338)		时天下普旱，会稽、余姚特甚，米斗直五百	《晋书·五行志》
太元十二年(公元387)	凉州大饥，米斗直钱五百，人相食，死者太半		《资治通鉴·晋纪》
元兴元年(公元402)	姑臧大饥，米斗直钱五千[③]		《资治通鉴·晋纪》
元嘉十二年(公元435)		东诸郡大水，民人饥馑，吴义兴及吴郡之钱唐，升米三百	《宋书·沈演之传》
大明八年(公元464)		时东土大旱，都邑米贵，一斗将百钱	《宋书·孔凯传》
去岁及是岁(公元465)		东诸郡大旱，甚者米一升数百，京邑亦至百余，饿死者十有六七	《宋书·前废帝纪》
昇明二年(公元478)		以谷过贱，听人以米当口钱，优评斛一百	《南史·齐高帝诸子上》
建元二年(公元480)		谷过贱，听民以米当口钱，优评斛一百	《南齐书·豫章文献王》
齐末梁初		时承凋弊之后，百姓凶荒，所在谷贵，米至数千	《梁书·良吏传·瘐荦传》
天监元年(公元502)		江东大旱，米斗五千，民多饿死	《资治通鉴》卷145
		蜀中丧乱已二年矣，城中食尽，升米三千	《梁书·刘季连传》
天监四年(公元505)		大穰，米斛三十钱	《资治通鉴》卷146
建义初(公元528)	时所用钱……米斗几直一千[④]		《魏书·杨播传》
中大通元年(公元529)	于是魏多细钱，米斗几直一千		《资治通鉴》卷153
元象、兴和中(公元538~542)	频岁大穰，谷斛至九钱		《隋书·食货志》
公元549~550年		景食稍尽，至是米斛数十万人相食者十五六[⑤]	《梁书·侯景传》
		衍城内大饥，人相食，米一斗八十万	《魏书·萧衍传》

① 《晋书》卷5《愍帝本纪》，该年六月有蝗灾

② 《晋书》卷27《五行志》，该年春雨成灾，连绵五十日之久

③ 《晋书》卷27《五行志》，该年九、十月不雨，天下无麦禾

④ 《魏书》卷69《裴延俊传》，幽州水旱不调

⑤ 《资治通鉴》卷163，大宝元年四月，江南连年旱蝗，江、扬尤甚

四、麦菽南移

魏晋以前江南地区“民食鱼稻，以渔猎山伐为业”[①]，几无麦菽种植记载，考古研究也证明两汉时期南方实无麦作(张学锋，1990)。历史文献中始有江南麦食记载的是《吴书·诸葛恪传》，据载，公元225年，蜀使费祎出使东吴时，曾就食麦饼并与诸葛恪分作麦赋与磨赋[②]；《晋书·五行志》载，西晋太康六年(公元285)，“武陵(今湖南常德)旱，伤麦”[③]，是为史料中首次记载江南种麦。之后，江南地区有关麦的种植及食用的记录开始增多(表7.17)。菽在江南大面积的种植时间似与麦相近(表7.17)，隐居柴桑(今江西九江)的陶渊明(公元365~427)在《归田园居》亦云：“种豆南山下，草盛豆苗稀，晨兴理荒秽，带月荷锄归”。

表7.17 六朝时江南地区麦作记录统计

年份	麦作或食用记录	文献出处
黄武四年(公元225)	祎食饼，作麦赋	《吴书·诸葛恪传》
太康六年(公元285)	武陵旱，伤麦	《晋书·五行志》
大兴元年(公元318)	诏曰：“徐、扬二州土宜三麦，可督令地，投秋下种，至夏而熟……”	《晋书·食货志》
大兴二年(公元319)	吴郡、吴兴、东阳无麦禾，大饥	《晋书·五行志》
	淮陵、临淮、淮南、安丰、庐江等五郡蝗虫食秋麦	
约公元326~336	洛阳陷，乃步担人吴兴余杭大辟山中穷谷无人之地……(郭)文独宿十余年……不饮酒食肉，区种菽麦	《晋书·郭文列传》
咸和五年(公元330)	无麦禾，天下大饥	《晋书·五行志》
永和十年(公元354)	三麦不登	
永和十二年(公元356)	大无麦	
太和末(公元371)	童谣曰：“犁牛耕御路，白门种小麦。”及海西公被废，百姓耕其门以种小麦	
太元六年(公元381)	无麦禾，天下大饥	
隆安元年(公元397)	恭镇京口，举兵诛王国宝。百姓谣云：“昔年食白饭，今年食麦麸。”	
元兴元年(公元402)	无麦禾，天下大饥	
公元423年后	蔚蔚丰秫，苾苾香秔。送夏早秀，迎秋晚成。兼有陵陆，麻麦粟菽	谢灵运《山居赋》，见《宋书·谢灵运传》

① 《汉书》卷28《地理志》
② 《三国志》卷64《诸葛恪传》
③ 《晋书》卷28《五行志》

续表

年份	麦作或食用记录	文献出处
元嘉二十一年(公元444)	诏曰："比年谷稼伤损，淫亢成灾，亦由播殖之宜，尚有未尽，南徐、兖、豫及扬州浙江西属郡，自今悉督种麦，以助阙乏。"	《宋书·文帝纪》
公元450前	何子平……扬州辟从事史，月俸得白米，辄货市粟麦	《宋书·五行志》
公元453年	太祖崩，原平号哭致恸，日食麦料一枚	《宋书·孝义传》
公元454年前后	朗上书云："田非畛水，皆播麦菽……若此令既行，而善其事者，庶民则叙之以爵，有司亦从而加赏。"	《宋书·周朗传》
大明七年(公元463)	诏曰："近炎精亢序，苗稼多伤。今二麦未晚，甘泽频降，可下东境郡，勤课垦殖。尤弊之家，量贷麦种"	《宋书·孝武帝纪》
建元元年(公元478)	临川王映临州，独重(庾)易，上表荐之，饷麦百斛	《南齐书·庾易列传》
公元480年前后	(刘)怀慰出所食麦饭示之	《南齐书·刘怀慰列传》
公元498年前后	徐孝嗣表立屯田曰："……淮南旧田，触处极目，陂遏不修，咸成茂草。平原陆地，弥望尤多……今水田虽晚，方事菽麦，菽麦二种，益是北土所宜，彼人便之，不减粳稻……请即使至徐、兖、司、豫，爰及荆、雍，各当境规度，勿有所遗……"	《南齐书·徐孝嗣列传》
天监二年(公元503)	任昉出为义兴太守。在任清洁，儿妾食麦而已	《梁书·任昉传》
天监三年(公元504)	(沈崇傃)久食麦屑，不啖盐酢	《梁书·沈崇傃传》
公元526年	昭明太子有"日进麦粥一升"	《梁书·昭明太子传》
公元530年前后	(裴子野)末年深信释氏，持其教戒，终身饭麦食蔬	《梁书·裴子野传》
大宝元年(公元550)	梁臣一千人奉笺曰："……麰麦两穗，出于南平(今湖北公安)之邦；甘露泥枝，降乎当阳之境……"	《梁书·元帝纪》
天嘉元年(公元560)	诏曰："菽粟之贵，重于珠玉……麦之为用，要切斯甚，今九秋在节，万实可收，其班宣远近，并令播种。"	《陈书·世祖本纪》

魏晋时，麦菽等旱田作物的南移具有重大而深远的社会意义。它既使得江南地区农业从单一的水田结构向稻麦轮作、水陆兼营方向转变，还缩小了南北方汉人之间在经济生活上的差别，加强了他们的社会认同感(曹文柱，1996)。导致麦菽南移，当有社会方面的因素，如北方侨民自发耕作和官府倡导督促(黎虎，1999；张学锋，2006；曾雄生，2005)，但气候变化的作用有可能更为显著。

秦汉时期，中国气候温暖，江南地区大多"卑湿"，湖沼广布，土壤"既浸既润"，气候条件并不适宜于麦菽的生长，故秦汉时，北人虽有数次南迁，但南方仍以水稻为主要粮作物。三国时中国气候转向冷干，3 世纪中后期和 4 世纪末曾有过短暂的温湿气候，但总体上魏晋南北朝时期的气候较秦汉时明显冷干。从过去 2000 年看，魏晋南北朝时期江南地区干旱程度与北宋后期相若，为秦汉以来之最，旱蝗灾害频仍。在冷干的气候背景下，传统的水稻耕作已难以保障百姓食粮之需，如麦菽一类的旱田作物自然得以推广。与其说魏晋时期麦菽等旱田作物在江南地区大面积种植是气候变化作用的结果，不如说是我们的祖先科学应对气

候变化而做出的理智选择。

从表 7.17 看，魏晋南北朝麦种记录较多的年份大都对应着江南的干旱期，在年内多有旱灾及其他气候灾害的发生。如太康六年(公元 285)武陵旱，伤麦；大兴二年(公元 319)淮陵、临淮、淮南、安丰、庐江等五郡蝗虫食秋麦；大明七年(公元 463)“近炎精亢序，苗稼多伤”。在干冷多灾的气候情形下，利用丘陵地区发展麦菽生产，等同于扩展了土地利用范围、增加了耕地，减轻平原地区水稻减产的不利影响。西晋以及东晋末后的宋初、陈代等种植麦菽的记录较少，这是因为这些朝代大多处在气候湿润期，宜于水稻的生长。

史载，当时的管理阶层已充分认识到麦菽适应干旱气候，百姓可继稻而作，维持年内收成，故遇冷干气候，官府督麦甚勤。如，晋元帝在大兴元年(公元 318)诏书中言，“投秋下种，继新故之交，于以周济，所益甚大”，“其后频年麦虽有旱蝗，而为益犹多”[①]。

江南地区的麦作在魏晋南北朝时得到推广之后，并未取代稻作而成为主要粮食作物，麦食也并未因北方侨民的陆续南迁而取代米食成为江南人的主食。只是在唐“安史之乱”(公元 755~763)和宋“靖康之乱”(1127)后，麦作才又两度在江南地区得以大规模推广(曾雄生，2005)。而在这两个事件的前后，江南地区也恰逢冷干气候。由此看，江南地区在魏晋南北朝时麦作的发展，较大程度上是人类在特定历史阶段应对气候变化的一种理智行为。

五、农业生产技术进步

即使在科技高度发达的今天，农业生产在很大程度上还受制于气候条件。与两汉相比，魏晋南北朝的气候要干冷的多，气候灾害多发。据统计，魏晋二百年中“遇灾凡 304 次。其频度之密，运输前代”；南北朝的 169 年中，“所见灾害更多，计水旱、蝗蜈地震、霜雹、疫疠诸灾，总共达三百十五次”(邓云特，1984)。因而，魏晋南北朝时期农业生产频频出现“旱，伤麦”、“暴雨害豆麦”、“陨霜伤麦”的情形，“饥馑荐臻，致有鬻卖男女者”、“饿死衢路，无人收识”[②]等记述不绝于史。

为应对气候变化，我们的先祖积极探索，不断总结，通过技术进步维持甚至提高了粮食产量，最大程度上减少了气候变化对农业生产的不利影响。诞生于 6 世纪 40 年代的《齐民要术》正是魏晋南北朝那个时代人类应对气候变化农业技术的集成，它“采捃经传，爰及歌谣，询之老成，验之行事。起自耕农，终于醯醢，

① 《晋书》卷 26《食货志》

② 《魏书》卷 7《高祖本纪》

资生之业，靡不毕书”[①]，系统总结了北朝后期之前中国劳动人民在不同气候条件下的农业生产技术。

根据对有关史料的整理，作者注意到魏晋南北朝时期人们发现、归纳应对气候变化的农业技术可分成以下四个方面。

(一)顺应气候变化，及时调整农业生产的时令

早在秦汉时期，人们就已经在《逸周书·时训解》、《易纬·通卦验》、《氾胜之书》、《四民月令》等典籍中记录下一年中各时节的物候规律，并以这些物候规律为基础，形成了相应的农业生产时令。由于气候变冷，北魏于公元 520 年制定《神龟历》(后改为《正光历》)将《逸周书》中的春季物候推迟了 1~2 候。《齐民要术》则提出了农业生产“顺天时”的原则，强调“顺天时，量地利，则用力少而成功多。任情返(反)道，劳而无获”[②]，并在当时的气候情景下，以物候现象为参照，分上时、中时、下时三类对各种粮食和经济作物的播种、耕作期做了具体建议。如，《齐民要术》建议当时的大豆播种“上时”为二月中旬，比《四民月令》所载日期提前 15 天(东汉时为三月)。

针对当时气候寒冷，《齐民要术》还提出 “宁早勿晚”的播种和载树原则，指出“凡田欲早晚相杂：有闰之岁，节气近后，宜晚田；然大率欲早，早田倍多于晚。早田净而易治，晚者芜秽难治。其收任(能)多少，从岁所宜，非关早晚。然早谷皮薄，米实而多;晚谷皮厚，米少而虚也”[③]，《栽树第三十二》云“凡栽树……早栽者，叶晚出。虽然，大率宁早为佳，不可晚也”[④]。

(二)气候干旱地区，要应雨播种、抗旱保墒

魏晋南北朝时期大部分时段，特别是南北朝时中国气候干冷，干旱是当时中国北方地区农业生产的最大威胁，故《齐民要术》中频现“春多风旱”、“春雨难期”、“四月亢旱”、“竟冬无雪”等词汇。为应对干冷气候，西汉《氾胜之书》提出的作物播种须趁雨时的原则在北朝被广泛实践。《齐民要术》载：“凡种谷，雨后为佳。遇小雨，宜接湿种；遇大雨，待蔫生。小雨不接湿，无以生禾苗；大雨不待白背，湿辗则令苗瘦。”[⑤]对于种麻和胡荽，当时农作上亦分别有“五月

① [北魏]贾思勰：《齐民要术》，序
② [北魏]贾思勰：《齐民要术》，序
③ [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷 1《种谷》第 3
④ [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷 4《栽树》第 32
⑤ [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷 1《种谷》第 3

及泽，父子不相借”[①]和“开春冻解地起有润泽时，急接泽种之”[②]的经验。为了解决冬季土壤缺失水分的问题，《齐民要术》建议，应乘大雪时将雪堆于坑中，勿令其随风飘去，以便为土壤增加水分[③]。

在推广汉代的代种法、区种法等技术和耧等耕作工具的基础上，北魏进一步发展了垄作法、摘种法、精种法等有效地保持土壤水分的方法，发明了畜力牵引的铁齿耙(即《齐民要术·耕田》篇中所提及的“铁齿镅楼”)。这种耙，较之仅能磨碎表层土块的耧，能进一步破碎深层土块。它的出现与牛耕的推广，标志着中国土壤耕作技术在汉代“耕—摩—蔺”技术的基础上有了新的提升，以“耕、耙、粉、压、锄”为主要技术的北方防旱保墒技术体系正式形成(董恺忱，范楚玉，2000)。

(三)改良作物品种，应对气候灾害

为了应对气候灾害，贾思勰秉承战国时业已出现的“种谷必杂五种”的思路，提出“凡田欲早晚相杂”、“防岁道有所宜”的观点，意即注意作物种类和品种的合理安排、早晚搭配。他对稗、蔓菁、芋等植物的救灾作用予以充分肯定，指出“稗，既堪水旱，种无不熟之时，又特滋茂盛……宜种之，备凶年”[④]；“(蔓菁)可以度凶年，救饥馑。于而蒸食，既甜且美，自可藉口,何必饥馑？ 若值凶年，一顷乃活百人耳。”[⑤]

为了增强作物对干冷气候的适应能力，人们在田间穗选的基础上，创造了类似现代种子田的选育和复壮相结合的制度(董恺忱等，2000)。从《齐民要术》看，6世纪初，北方配套的旱地作物品种业已出现。例如，该书载有86个粟的品种，其中14种“早熟、耐旱、熟早免虫”、24种“穗皆有毛，耐风、免雀暴”、10种“晚熟，耐水”。当中所提到的旱、虫、风、雀、水等都是仅仅依靠耕作所不能解决的(曾雄生，2002)。据《齐民要术》对西晋郭义恭所撰《广志》的摘录，南方稻种中也出现一种适应寒冷气候的蝉鸣稻。该稻极早熟，蝉鸣时即收获。梁时耐寒的蝉鸣稻在关中地区也有种植，当时诗人庾肩吾在《谢东宫赉米》中曾云“潘水鸣蝉，香闻七里”，其子庾信亦有诗云“六月蝉鸣稻，千金龙骨渠”。

---

① [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷2《种麻》第8
② [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷3《种胡荽》第24
③ [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷2《种瓜》第14，卷3《种葵》第17
④ [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷1《种谷》第3
⑤ [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷3《蔓菁》第18

(四)积极改造农田小气候，减轻气候变化对作物的影响

《齐民要术》一书集当时农业气象方法之大成，提出了药物浸渍、熏烟防霜、积雪杀虫等植物保护办法。其中，对种麦有云："若天旱无雨泽，则薄渍麦种以酢浆并蚕屎；夜半渍，向晨速投之，令与白露俱下。酢浆令麦耐旱，蚕屎令麦忍寒。"[①]对果树，则主张熏烟防霜的方法，即"凡五果，花盛时遭霜，则无子。常预于园中，往往贮恶草生粪。天雨新晴，北风寒切，是夜必藉。此时放火作煴，少得烟气，则免于霜矣。"[②]另外，该书还分别针对栗、椒、梧桐等树种，提出了不同的越冬保护措施，如对栗有云："三年内，每到十月，常须草裹，至二月乃解。不裹则冻死。"[③]

第五节 人口、战争的变化

一、人口增减与迁徙

(一)人口数之"大起大落"

魏晋南北朝是中国历史上少有的动荡年代之一，370 年间，除西晋有过短暂的统一外，其余年代大都战乱不已。有关当时的人口状况，现存史料中的记载至为稀缺(表 7.18)，后人的推算则因史料不详，云霓互现(表 7.19)。目前，比较肯定的是当时人口发展趋势性的轮廓，即魏晋南北朝时中国人口数量大致存在"缓升(公元 220~299)—锐减(公元 300~320)—回增(公元 321~382)—减少(公元 383~420)—增加(公元 421~520)—减少(公元 520~589)"的年代际波动，但总体上为"大落"。

葛剑雄(2002)等认为，杀戮、饥饿和疾疫是魏晋南北朝人口呈"大落"趋势的重要原因。如冉闵雄起后，史书载"贼盗蜂起，司、冀大饥，人相食……(冉闵)与羌胡相攻，无月不战。青、雍、幽、荆州诸氐、羌、胡、蛮数百余万，各还本土，道路交错，互相杀掠，且饥疫死亡，其能达者十有二三"[④]。但比较中国历史上人口与气候变化特征后，可发现 8 个人口"大落"时期(两汉之际、魏晋南北朝、隋唐之际、中晚唐、五代、金与元初、元明之际、明清之际)均与变冷的气候相对

① [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷 2《黍穄》第 4
② [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷 4《栽树》第 32
③ [北魏]贾思勰：《齐民要术》卷 4《种栗》第 38
④《晋书》卷 107《石季龙载记》

应(李伯重，1999)。对于历史气候学而言，这是一组有意义的现象，值得进一步探讨。从理论上说，气候变化可以通过对自然灾害频度(强度)、农业丰歉和疫病多寡(图 7.15)的影响直接作用于人口数量的增减，还可以通过对战争和生态系统的影响而间接驱动人口数量的变化。与李氏观点不谋而合，范家伟(1999)曾指出，冷暖的变化及水旱灾害的频繁是两晋刘宋疾疫横行的重要因素。至于该时期气候变化与人口增减之间的具体关联，本文现述之如下。

表 7.18 魏晋南北朝人口册载数统计

朝代	时间/年	国别(地区)	人口数/万	资料来源
三国	公元 221	蜀国	90	《晋书·地理志》
	公元 242	吴国	210	《晋书·地理志》
	公元 263	蜀国	108.2	《三国志·后主纪》注引王隐《蜀记》
		魏国	537.3	《帝王世纪》
			443.3	《通典》
	公元 280	吴国	256.7	《晋书·武帝记》
西晋东晋	公元 280	全国	1616.4	《晋书·地理志》
	公元 370	北方九州	998.8	《晋书·苻坚载记》
	公元 464	南宋	517.8	《宋书·州郡志》各郡人口总计
			486.8	《宋书·州郡志》各州户口总计
			468.6	《通典》
南北朝	公元 476~520	北魏	3240	《魏书·地形志》
	公元 543~550	东魏	823.4	《魏书·地形志》各州郡户口总计
	公元 577	北齐	2000.7	《周书·武帝纪》、《通典》
	公元 579~580	北周	901	《通典》
	公元 589	南陈	200	《北史·隋文帝纪》

表 7.19 魏晋南北朝各时段全国人口估算值

时段	全国人数/万				
	袁祖亮	赵文林	胡焕庸	王育民	葛剑雄
公元 220 年前后	2400	1408	1500*	2654	2300
三国末	3700	1685		3798	3000
公元 290		2222	2500		
公元 300 年		2251		4500	3500

时段	户数/万		人数/万	人数/万	户数/万		人数 x/万	
	北方	南方			北方	南方	北方	南方
公元 304~320 年	100		1800		<309		500~600	1050
公元 382 年	550		>3500					
公元 400~420 年	200		2500		309		<1800	1746
公元 510~520 年	500		4230	4700			>5000	
公元 557 年			2727	<4700			5000>x>3500	

* 胡焕庸估算值系按公元 215 年

三国初至西晋中期，中国人口数量呈缓升的发展态势。逐渐减少的战乱、趋于稳定的社会秩序应当说对当时的人口增长起到了极大的促进作用。但也应看到，公元 220~280 年，中国气候趋向暖湿，这对于农业生产十分有利。公元 240~280 年中国南北方粮食亩产均较汉末有较大幅度的提高，为同期的人口增长提供了物质基础。另外，气候暖湿，疫病也相对减少(龚胜生，2003)。

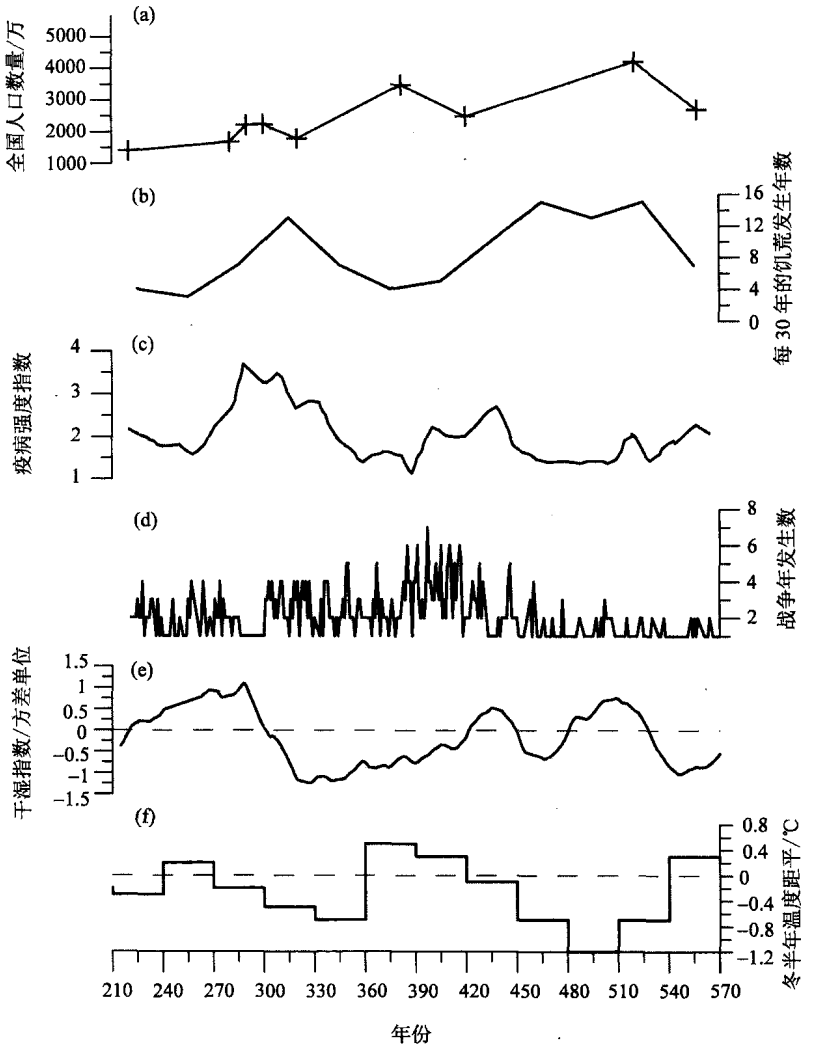


图 7.15　魏晋南北朝全国人口数量与相关影响因素的变化

(a) 全国人口数量，按赵文林(1988)估值，该结果虽在绝对数量上存在争议，但人口波动大势应无大错；(b) 全国每 30 年饥荒总发生年数，据《三国志》等史料整理；(c) 全国疫病强度指数的 50 年滑动平均值(龚胜生等，2003)；(d) 全国战争年发生数，据《中国历代战争年表》整理；(e) 东部地区干湿指数的 30 年滑动平均值(Zheng et al., 2006)；(f) 东中部地区冬半年温度距平，系著者最新研究成果

西晋后期(公元 300~320)，中国人口数量锐减。永嘉丧乱后中原士族十不存一，这一时期的人口减少主要归因于“八王之乱”和“五胡之乱”。不过，据“(元康)元年七月，雍，梁州疫，大旱，陨霜，杀秋稼”[①]以及“至于永嘉，丧乱弥甚。雍州以东，人多饥乏，更相鬻卖，奔迸流移，不可胜数。幽、并、司、冀、秦、雍六州大蝗，草木及牛马毛皆尽。又大疾疫，兼以饥馑。百姓又为寇贼所杀，流尸满河，白骨蔽野”[②]等记载综合判断，当时多灾、粮食亩产下降及疫病高发也是导致人口数量减少的原因之一(图 7.15)。

五胡十六国前期(公元 321~382)，中国人口先是继续减少，出现“苍生殄灭，百不遗一”[③]的情形，后又慢慢回升，至前秦盛时增至高峰(袁祖亮，1991)。同期，中国气候也大致经历了“较冷(公元 300~330)—寒冷(公元 330~360)—稍冷(公元 360~400)”的波动。淝水之战后，北方再坠战乱，中国人口也再度减少。

公元 421~520 年是魏晋南北朝时期人口变化与气候冷暖变化出现反相关的一个特殊阶段。该阶段，中国气候趋冷并于公元 480~510 年达到低谷，当时东中部地区冬半年气温较今约低 1.2℃，同期，自然灾害和人口疫病也有增多趋势；但当时社会安定，人类应对寒冷气候变化意识增强，农业抗寒旱技术体系基本形成，故人口不降反升，并于 6 世纪 20 年代达到了魏晋南北朝的最高峰。史载“正光已前，时惟全盛，户口之数，比夫晋之太康，倍而已矣”[④]。这说明历史上气候变化不是影响人口变化的唯一因素，科学应对气候变化将在较大程度上减少气候变化引起的负面影响。

南北朝后期，相继出现的六镇暴动、侯景之乱及东、西魏相互攻伐等大规模战乱导致中国人口又复减少，北方因此“生民耗减，且将大半”[⑤]，南方“死者蔽野……千里烟绝，人迹罕见”[⑥]。如前所述，当时的气候持续寒冷以致北方农业连年歉收、饥荒频发、流民四起，是催生北边六镇暴动连起的主因之一。另外，各类气候灾害及疫病的增多，也直接导致了人口大量减少。如，东魏孝静天平三年(公元 536)年秋，“并、肆、汾、建、晋、泰、陕、东雍、南汾九州霜旱，民饥流散。四年春，诏所在开仓赈恤之，而死者甚众”[⑦]，“是岁(公元 537)关中大饥，人相食，死者十七八”[⑧]；侯景之乱时，“(公元 551)五月，侯景昼夜攻巴陵，不克，

①《晋书》卷 4《惠帝本纪》
②《晋书》卷 26《食货志》
③《晋书》卷 56《孙楚传》
④《魏书》卷 106《地形志》
⑤《魏书》卷 106《地形志》
⑥《南史》卷 80《侯景传》
⑦《魏书》卷 110《食货志》
⑧《北史》卷 5《魏本纪》

军中食尽，疾疫死伤太半”[①],公元553年,“东境饥馑，会稽尤甚，死者十七八”[②]；公元564年和公元567年山东发生大水灾，“死者不可胜计”；公元564年，“山东大水，饥死者不可胜计”[③]。

(二)人口迁徙

魏晋南北朝是中国历史上与唐后期、两宋之际并称的三大移民高峰期之一，该时期的人口迁徙具有持续时间长、参与民族多、发生频次高、波及人数众、辐射范围广(见图7.16)的突出特点。在三国、两晋、“十六国”、南北朝各时段，人口迁徙现象都无不存在。参与迁徙的民族既包括汉族、羌族、氐族、匈奴、越族等古老民族，也有鲜卑、羯、柔然、高车、吐谷浑、龢等新兴民族。

在中国北方，各游牧民族如潮水般涌入中原。仅西晋泰始至太康年间(公元265~289)，匈奴就由塞外三次迁至雍、并等州，人数约22万[④]。“五胡十六国”时，鲜卑各部也不断由东北向关内迁移。慕容部由辽河流域至河北，拓跋部由河套东入大同，乞伏部和秃发部则南出阴山，进至河西走廊以南，三条路线呈“爪”字形(李凭，2007)。羯、羌、氐等少数民族也纷纷西入塞内、南下益州等地。另据《魏书·蠕蠕传》和《魏书·高车传》载，漠北的高车、柔然首领在北朝时也曾数次率众南徙犯塞，或是内附为民。据估计，魏晋南北朝时北方内徙的少数民族在870余万口(高敏，2007)。他们中有被政府强迁进塞者，有内附就食之灾民，还有武装的暴徒。

在“五胡”狼奔入塞的同时，汉族则以南方、西北和东北为主要迁移方向：一支侨寄孙吴故壤，一支徙向东北，还有一支则移向西北凉州[⑤]。其中，南下是汉族移民主流。据研究，魏正元二年(公元255)、西晋末永嘉年间(公元307~402)、东晋成帝时(公元326~342)、康、穆帝后(公元343~361)、淝水之战(公元383)后、宋武帝后(公元420)是中原汉族的数次大规模南迁时段(谭其骧，1934；葛剑雄，2002)。仅上至永嘉，下迄刘宋初的时期内，南渡人口就超过90万(谭其骧，1934)。另据《宋书·夷蛮传》、《晋书·庾翼传》等史料，在北方汉人南迁的同时，大批江南汉人为了躲避战乱和苛税，也纷纷迁入更南的蛮夷之地。辽东在前燕慕容廆、慕容皝父子统治时(公元307~348)也出现了“流亡归附者日月相继”[⑥]的现

---

①《资治通鉴》卷164，大宝二年五月

②《陈书》卷35《陈宝应传》

③《北齐书》卷7《武成本纪》

④《晋书》卷97《北狄匈奴传》

⑤ 陈寅恪语，万绳楠整理：《陈寅恪魏晋南北朝史讲演录》．黄山书社，2000年

⑥《晋书》卷108《慕容廆载记》

象。在凉州，西晋末张轨任刺史时，“中州避难来者日月相继”[①]；前秦苻坚建元之末(公元 385)则有“徙江汉之人万余户于敦煌，中州之人有田畴不辟者，亦徙七千余户”[②]。

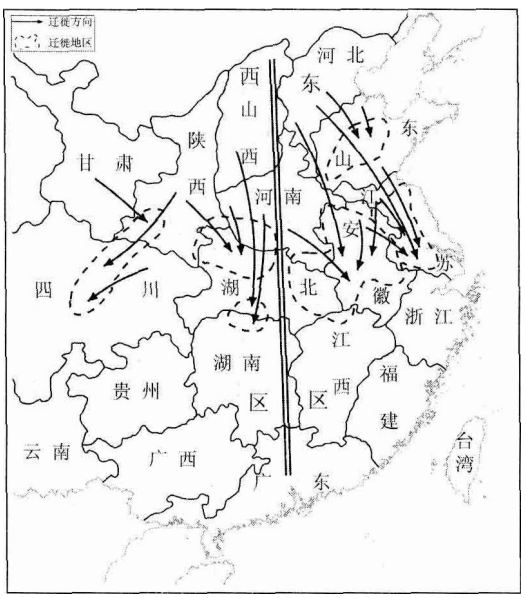


图 7.16 晋丧乱后民族迁徙图(谭其骧，1934)

魏晋南北朝发生的大规模人口迁徙意义重大。首先，它改变了中国原有的民族与人口分布格局。西晋时，由于胡人短时间内大规模入塞，江统在《徙戎论》中惊呼“关中之人百余万口，率其多少，戎狄居半”。但随着人口迁移规模的进一步加大，各民族“大杂居、小聚居”的地域分布特点逐渐形成，黄河流域的人口在全国人口中所占比重下降，江南、东北、河西地区的人口比重上升。其次，它推动了各民族间的融合与交流。由于汉族的迁移，农耕技术和工具得以传播到江南、凉州和辽东，而匈奴、鲜卑等民族的畜牧业技术也逐渐为汉人所掌握。各民族间在文化和生活习俗上的差异也日益缩小。另外，在中原汉族南迁后，江南地区农业生产的质和量均明显提高(童超，1987)，冶炼业和商业也有了大的发展，中国的经济中心因之日趋南倾。

中国历史上多次出现的人口迁移现象，既和暴政统治、民族压迫、国家动乱、连年战争等因素关系密切，也与气候波动、环境变迁、自然灾害的频发存在因果

①《晋书》卷 86《张轨传》
②《晋书》卷 87《李玄盛传》

关系(方金琪，1992；李吉和，2003)。其中，按西方“推拉”理论(Everett，1966)，气候变化因素被认为是导致人口自原居地移出的重要推动力。它的影响机理在于，气温和降水状况的变化，会诱发水文、植被资源的变动，进而使得土地生产力以及利用方式发生改变，这种改变在导致居住区宜居程度(主要指人体舒适度)发生变化的同时，更催使农牧民因产出的变动而被动或主动地选择自身的分布地域。

在魏晋南北朝时，中国气候总体上偏为冷干，湖泊、河流等水资源量减少，北方农牧交错带的位置总体南移。这种因气候变化而引起的自然环境的恶化，被认为是原漠北匈奴、鲜卑、柔然等游牧民族在魏晋南北朝时屡犯北边甚至南迁中原的重要因素(方金琪，1992；许倬云，2008)。同样，魏晋南北朝之寒冷气候及频发的自然灾害也使得北方农业产出在数个阶段明显下降，这在直接迫使受灾地区百姓“流移就谷”的同时，还促使了社会动乱的发生和加剧，从而又间接推动了人口的迁移(李伯重，1999)。其中，对前种情形，史书有较多的记载，如：元康八(公元298)年，今陕西、甘肃百姓“十万余口”因灾迁入汉中、四川[①]，“并州流移四散。”[②]

二、战争多寡与南北朝战术

魏晋南北朝是中国历史上战争高发期之一，其战争持续时间之久、波及范围之广、破坏程度之烈，几为中国历史之最。根据《中国军事史》编写组所撰《中国历代战争年表》，在魏晋南北朝370年的历史中，发生了611次战争，年均1.65次。其中，三国、西晋、东晋和南北朝时，分别有战争71、82、271和185次。各种类型的战争(如农民起义、汉族集团间的火并、胡汉政权之间的混战、胡部酋帅之间的攻伐等)于华北、华中等地此起彼伏(表7.20)。华北先后爆发了“八王之乱”、“五胡乱华”、“六镇起义”等大规模动乱，以致“百姓流亡,中原萧条,千里无烟”[③]、“恒代而北，尽为丘墟；崤潼已西，烟火断绝；齐方全赵，死如乱麻”[④]这样的民生凋敝情景屡次上演。华中地区，虽战乱少于北方，但仍时有干戈扰壤(表7.20)，出现过“李特起义”、“侯景叛梁”这样的大乱，一度“千里绝烟，人迹罕见，白骨成聚如丘陇焉”[⑤]。

①《晋书》卷120《李特传》
②《晋书》卷62《刘琨传》
③《晋书》卷109《慕容皝载记》
④《魏书》卷106《地形志》
⑤《南史》卷80《侯景传》

表 7.20 魏晋南北朝时各地域发生战争次数统计

时期	西北区	华北及东北区	东中部区	东南区	总计
三国	14	9	45	3	71
西晋	21	15	45	2	83
东晋	111	67	87	7	272
南北朝	73	18	88	4	183

对于魏晋南北朝时战争多发，过去史家多以汉族政权的腐败导致阶段矛盾以及民族矛盾的激化等社会发展的内因说予以诠解。然从 Huntington(1935)提出气候与文化变化之间存在响应关系后，一些学者也陆续从这一视角来审视魏晋南北朝战争形成的原因。汤懋苍(2002)认为，三国(公元 220~280)、南北朝(公元 420~581)的持续动乱都出现在持续 100 年以上的“长坏天时纪”中，而南朝宋文宗、北朝魏太武帝时出现的“顺世”局面，无疑得益于公元 420~450 年的“好天时代”；张敏(2002)认为，自然灾害对北魏的兼并战争具有深远影响，导致南北对峙的局面长期无法打破；许倬云(2008)在分析北方草原民族的南迁时，指出 5~6 世纪北魏与柔然之间的冲突以及北魏六镇军民起义均与气候变化引起的饥馑有关。

对比图 7.15 中魏晋南北朝时全国的战争频次(d)、饥荒频次(b)及东部地区的干湿指数(e)与冬半年气温距平的变化(f)，可知虽然三条曲线的“峰起谷伏”不是完全一致，然就“太康繁荣”、“八王之乱”、苻坚“前秦盛世”、“五胡十国”[①]动乱、“元嘉之治”等重要时期而言，其战争的多寡与饥荒的频发程度和温度降水的变化具有明显的对应关系。

公元 208 年的赤壁之战标志着汉末战乱达到顶峰。之后，魏、蜀、吴三分天下，大的战乱有所减少，但小规模战争仍接连发生。晋武帝司马炎在魏末掌握实权后，于公元 263 年出兵灭蜀，后又经十余年的“励精图治”，于公元 280 年使得金陵王气黯然收敛，从而终结了汉末后近百年的国家分裂局面。灭吴后的十年是西晋社会最为繁荣的时期，史称“太康繁荣”。“是时，天下无事，赋税平均，人咸安其业而乐其事”[②]，“牛马被野，余粮委亩，行旅草舍，外闾不闭，民相遇者如亲。其匮乏者，取资于道路。故于时有‘天下无穷人’之谚”[③]。王恺与石崇斗富之事即发生在这一阶段。

① 指“淝水之战”后的“五胡十六国”第二阶段，因北方各族在前秦崩解后建有后秦、后燕、西秦、西燕、后凉、南凉、西凉、夏、北燕、北凉十国，因而把公元 383~439 年这一时期称“五胡十国”时期

②《晋书》卷 26《食货志》

③ [晋]干宝：《晋纪总论》，《文选》卷 49

战乱的终结及“太康繁荣”的出现，固然与晋武帝君臣具有较高统治才能有着密切的关系，但适时的“好天时”应当说也起到了积极的促进作用。公元240~270年中国气候温湿，东中部地区冬半年气温至少与今相当，降水丰沛，灾害罕见，故“牛马被野，余粮委亩”，为西晋经济发展及军事实力的增强奠定了物质基础。

“太康繁荣”仅仅维持了十年，社会安定的局面即告打破。元康元年至光熙元年(公元291~306)，汝南王司马亮、楚王司马玮、赵王司马伦、齐王司马冏、长沙王司马乂、成都王司马颖、河间王司马颙、东海王司马越等为争夺统治权，展开极其凶残的内战。这场动乱从宫廷内斗开始，逐步祸及全国，引发“五胡乱华”。

有史家在评价“八王之乱”及“五胡乱华”事件时，指出“八王之乱演而为永嘉之乱，永嘉之乱演而为‘五胡乱华’，其终极原因在于百余年各胡族社会的逐渐封建化、农业化和各胡族逐渐内徙，而东汉、魏、晋政权又无力阻止这一内徙的历史趋势”(田余庆，1989)。但还应该注意到，胡族的内徙和汉末以后气候转冷造成北方草原牧业的衰退实有关联；西晋政权的衰败，除归结为统治阶级内部矛盾、阶级矛盾和民族矛盾激化外，当时的气候变化也起到了推波助澜作用。公元280年前后是魏晋南北朝气候的一个突变点(王铮，1996)。公元280~300年，北方异常霜雪的记录骤然多了起来，旱灾愈发常见，其他自然灾害也呈现出高发的态势。农业因之衰退，百姓饥寒交迫，被迫背井离乡，李特、张昌、王如、杜弢、王弥等纷纷揭竿而起。并州刺史刘琨曾言，永嘉元年，“流移四散，十不存二，携老扶弱，不绝于路。及其在者，鬻卖妻子，生相捐弃，死亡委危，白骨横野，哀呼之声，感伤和气。群胡数万，周匝四山，动足遇掠，开目睹寇。”[①]据研究，当时全国流徙人口总数达30万户，100余万口，涉及秦、雍、并、冀、梁、益、豫、列、兖、宁等十余州(张文强，1994)。

“八王之乱”后，北方陷入分裂割据的状态，各族政权之间互相争雄，征战不已。4世纪后半叶，氐人苻坚(公元338~385)的前秦政权曾一度统一北方。前秦之崛起，史家多认为与苻坚大度容人、有贤相王猛相佐、内政比较清明有关。实际上，苻坚之所以能够统一北方，归根结底在于赢得民心，而这在很大程度上与苻坚登基之初积极应对气候变化、认真实行抗旱救灾的生产政策有关。据记载，公元358年，前秦大旱，苻坚“减膳彻乐，命后妃以下悉去罗纨；开山泽之利，公私共之，息兵养民，旱不为灾”[②]。另据《晋书·苻坚载记》述，苻坚以王猛(公

①《晋书》卷62《刘琨传》

②《资治通鉴》卷100《晋纪》，升平二年(358年)

元325~375)为相后，“劝课农桑”更力。除“亲耕藉田，其妻苟氏亲蚕于近郊”外，还“以境内旱，课百姓区种”，“以关中水旱不时，议依郑白故事，发其王侯已下及豪望富室僮隶三万人，开泾水上源，凿山起堤，通渠引渎，以溉冈卤之田”，并“以凉州新附，复租赋一年”。这些抗旱救灾措施的有力实施，加之“天时”的转好(公元360~390年气候转暖，降水增多，自然灾害的发生率也几为魏晋南北朝时的最低点)，使得前秦国力大盛。民间有歌云：“长安大街，夹树杨槐。下走硃轮，上有鸾栖。英彦云集，诲我萌黎。”

公元379~383年前秦境内接连出现灾害，许多地方颗粒无收，饿殍遍野。当此情景，统治者本应积极救灾，稳定社会。遗憾的是，苻坚在此关键时期做出了错误决策，淝水一战而失天下，中国北方再堕分裂。

淝水之战后，后燕等十国政权在中国北方广袤的大地上“你方唱罢我登场”，互相征伐不已。混战中，鲜卑族的拓跋部脱颖而出，于公元386年建立北魏政权。北魏历道武帝、明元帝、太武帝三朝，先后剿灭夏、北燕、北凉等割据势力，多次大败柔然，并于公元439年再度统一了北方。北魏统一北方前半个世纪中国气候相对温湿，其中4世纪末气候有可能比今温暖，魏兴后其所治区域农牧业生产持续兴旺。道武帝时，北魏在“东至代郡，西及善无，南极阴馆，北尽参合”的范围内劝课农耕，“比岁大熟”[①]。明元帝“教行三农，生殖九谷”，北方“岁数丰穰，畜牧滋息”[②]。太武帝延续重农政策，采纳高允“广田积谷”的建议，“悉除田禁以赋百姓”[③]，并在太子拓跋晃监国时，推行“无牛家以人牛力相贸，垦殖锄耨”政策，“垦田大为增辟”[④]。

在魏太武帝一统北方，大力发展社会经济的同时，南朝政权也进入了东晋以来国力最为强盛的“元嘉之治”时段。南北政权一时“瑜亮”、并时繁荣。宋文帝刘义隆大力清理户籍，免除百姓“通租宿债”，鼓励生产，提倡节俭；又抑制士族豪强封山占水，减轻剥削，赈恤穷困，从而使得江南“四表无尘，时和岁稔”[⑤]，“民有所系，吏无苟得。家给人足，即事虽难，转死沟渠，于时可免。凡百户之乡，有市之邑，歌谣舞蹈，触处成群，盖宋世之极盛也。”[⑥]正由于粮食等物质基础空前夯实，公元450年，刘宋政权才有勇气发动最终落得“仓皇北顾”的元嘉北伐。

---

①《魏书》卷110《食货志》
②《魏书》卷110《食货志》
③《资治通鉴》卷123，元嘉十六年十二月
④《魏书》卷4《世祖本纪》
⑤《宋书》卷5《文帝本纪》
⑥《宋书》卷92《良吏传》

北魏末期发生的“六镇暴动”则有可能是气候变化直接导致的战争。“六镇”是北魏为外御柔然，内制高车、山胡、西羌，于5世纪30年代前后(鲍桐，1999)在北疆设立的怀荒(今河北张北)、柔玄(今内蒙古兴和西北)、抚冥(今内蒙古四子王旗东南)、武川(今内蒙古武川西)、怀朔(今内蒙古固阳西南)、沃野(今内蒙古五原东北)六个与州郡同级的军事化行政管理单元。在“北镇”内，镇将兼行刺史、太守之任，以镇、戍领民；属下军民，除包括拓跋族战士外，还包括被征服的高车、山胡等少数民族以及徙边的汉人和罪犯，他们平时屯田农耕，兼营牧业，战时则承担作战任务。

公元523年怀荒镇军民杀镇将于景起义，公元524年沃野镇人破六韩拔陵举兵起义，随后已攻克了沃野、怀朔、武川三镇，关陇、河北各镇的胡琛、莫折大提、杜洛周、鲜于修礼、葛荣等纷纷起兵响应，一时间北边各镇悉为起义军民所有。后来，起义军民虽在北魏勾结柔然的联合镇压下，宣告失败，但尔朱荣、高欢、宇文泰等割据势力因此雄起，北魏政权的统治基础随之动摇，趋向分裂。

关于“六镇暴动”的起因，史书有记“及蠕蠕主阿那瓌叛乱，怀荒镇民固请粮禀，而于景不给。镇民不胜其忿，遂反叛”[①]，“高阙戍主率下失和”[②]致破六韩拔陵起兵。然诚如北魏大臣元深所言：“边竖构逆，以成纷梗，其所由来，非一朝也”[③]，且“单以一个戍主的率下失和，也不致引起诸镇俱应的燎原之势”(许倬云，2008)。

5世纪中叶中国气候转向冷干。“景明(公元500~504)以来，北蕃连年灾旱，高原陆野，不任营殖，唯有水田，少可菑亩”[④]，正光年间，气候灾害接踵而至。据《魏书·灵征志》载，正光元年(公元520)九月，沃野镇“官马为虫入耳，死者十四五”；“正光二年四月，柔玄镇大雪”；“正光二年夏，定、冀、瀛、相四州大水”；“正光三年四月癸酉，京师暴风大雨，发屋拔树”；“正光四年四月辛已，京师大风”。在连灾四年后，内附的柔然阿那瓌部终因灾荒大饥而入塞寇抄[⑤]。“六镇”军民也面临同样的生存危机，“固请粮禀”，边镇主将却贪赈不放，“镇民不胜其忿，遂反叛。”

南北方气候的差异以及水旱灾害的动态变化，对南北政权在相互攻伐时所采取的战略战术也具有很大影响。北朝倚重骑兵，多在秋冬之季或是南方旱灾时，大举发动进攻；南朝则善用水军，多选择雨季、酷暑时对北方发动攻势，并积极

---

①《魏书》卷31《于栗磾传》
②《魏书》卷18《太武五王传》
③《北史》卷16《元深传》
④《魏书》卷41《源怀传》
⑤《北史》卷98《蠕蠕传》

“以水代兵”(张文强，1994；张敏，2002)。例如，元嘉二十七年(公元 450)七月，宋文帝遣宁朔将军王玄谟北伐，北魏太武帝闻讯后言：“马今未肥，天时尚热，速出必无功。若兵来不止，且还阴山避之……展至十月，吾无忧矣。”[①]之后，“八月，不雨，至二十八年三月”[②]。在相持三月后，太武帝果依前言，转守为攻，率百万众渡河，大败南军。又梁武帝天监五年(公元 506)，北魏大将拓跋英率军南侵，梁大将曹景宗、韦睿于钟离(今安徽凤阳东北临淮关)拒之，双方对峙不下。次年三月，“值淮水暴长，睿即遣之，斗舰竞发，皆临敌垒……魏军趋水死者十余万，斩首亦如之。”[③]

第六节　寒食散兴衰、北魏迁都、楼兰古国衰败

一、寒食散服用兴衰

寒食散，又名五石散，是魏晋南北朝盛行的药剂。据西晋名医皇甫谧考，其名源自东汉著名医学家张仲景(公元 150~219)《伤寒杂病论》中“紫石寒食散”和“侯氏黑散”两方[④]，故谧曰“寒食草石二方出自仲景”[⑤]。魏晋时，人们在仲景方的基础上又衍生出“五石更生散”、“五石护命散”、“三石肾气丸”等多种方剂，但后人统称之为“寒食散”或“五石散”。寒食散基本功能是增强体质，补虚御寒。据中国中医研究院中医药信息研究所的《中国中药数据》，“紫石寒食散”药方中三大主要成分(紫石英、白石英、钟乳)均有补虚御寒的功能，另有桂枝、防风、干姜、附子等解表温里成分也具有增强人体抗寒能力的功效(李德顺，2006)。至于服石的效果，南北朝时刘宋医家秦承祖说：“夫寒食之药，故实制作之英华，群方之领袖，虽未能腾云飞骨，练筋易髓，至于辅生养寿，无所与让。”[⑥]唐朝名医孙思邈(公元 581~682)曾称“令人手足温暖，骨髓充实，能消生冷，举措轻便，复耐寒暑，不著诸病”之益[⑦]。

服石治病古已有之。神医扁鹊(公元前 407~前 310)曾言“阴石以治阴病，阳石以治阳病”[⑧]。所谓阴石，即紫石英、白石英、钟乳之类；所谓阴病，多是“外

① 《资治通鉴》卷 125，元嘉二十四年秋
② 《宋书》卷 31《五行志》
③ 《梁书》卷 12《韦睿传》
④ [汉]张仲景：《金匮要略方论》
⑤ [隋]巢元方：《诸病源候论》卷 6《寒食散发候篇》
⑥ [日]丹波康赖：《医心方》卷 19
⑦ [唐]孙思邈：《千金要方》卷 24《解五石毒论》
⑧ 《史记》卷 105《扁鹊传》

感风邪”一类的寒症。但纵观过去2500年，食散之风唯魏晋南北朝最盛。据《世说新语·言语》中刘孝标的注解，六朝时名医秦丞相(按：当作秦承祖)在《寒食散论》中认为：“寒食散之方，虽出汉代，而用之者寡，靡有传焉。魏尚书何晏，首获神效，由是大行于世，服者相寻也。”今人余嘉锡(1963)推测：“夫自魏正始至唐天宝，凡五百年余年，其服寒食药者，一岁之间，不知凡幾。姑以数千人计之，亦且数百万人。”何晏以降服散者有皇甫谧、曹歊、靳邵这样的名医，有王羲之父子、潘安、谢灵运、鲍照等知名文士，还有裴秀、王戎、贺循、房伯玉等显赫官吏以及慧远、释法度等得道高僧。后秦国主姚兴、北魏道武帝拓跋珪和献文帝拓拔弘等也尝服此药剂。北魏孝文帝时上流社会流行服散，下层百姓艳羡不已，以致有人冒充服散，闹出笑话。如《太平广记》载，当时有人躺在闹市街头，“‘叫喊我石发’。同伴人曰：‘君何时服石？今得石发’。曰：‘我昨在市得米。米中有石，食之乃今发’。众人大笑。自后少有人称患石发者。”①

魏晋南北朝因何盛行食散引起后人极大的兴趣，但已有的研究大多是基于寒食散具有的功效而进行分析，并将这种功效解释为驱动寒食散流行的原因。如邱少平(2005)认为，寒食散可美容、治病、补身壮阳、延年益寿，还可体验快感、赶时髦、全身避祸，故食散流行。另有研究认为除美容、壮阳外，当时文人忧虑生死，可食散消解(王瑶，1998)，把寒食散看成是当时文士们的“精神鸦片”。作者认为，仅从寒食散的功效及文化角度诠释魏晋南北朝盛行食散的原因是不够的，还必须在气候变化及其对人类健康的影响方面寻求思路，否则不仅研究的结论显得偏颇，而且也是对魏晋南北朝精英阶层应对气候变化的努力以及传统中医历史作用的漠视。寒食散在汉代“用之者寡，靡有传焉”，到唐初食散之风则戛然而止。设若以其功效论，断不至于如此。另据史料，食散者欲得药力，须“违人理，反常性”，要“寒衣、寒饮、寒食、寒卧，极寒益善”②，可谓苦不堪言，且有错服，则伤身殒命。这也断难以文化追求而以蔽之。

三国时中国气候开始转冷，其中3世纪和5~6世纪气候显著寒冷，最冷30年(公元480~510)中国东中部地区冬季温度比今低1.2℃。在转冷过程中，温度波动剧烈，中国东中部地区降温速度最快的公元361~510年，降温速率约为1.0℃/100a，其中，公元421~450年至公元451~480年的降温幅度达0.6℃。由于适逢历史上从未有过的寒冷气候，当时病疫横生(龚胜生，2003)，人类健康面临极大地挑战，轻者“涕泪沾须，鬓皆为冰”，重者“人马冻死”。

为应对气候变化，中国传统中医发挥了积极作用。按中医五行学理论，因气

① [宋]李昉：《太平广记》卷247《诙谐三·启颜录》

② [隋]巢元方：《诸病源候论》卷6《寒食散发候篇》

候寒冷导致的病症属阴病，须用“阳石”以医之。东汉末气候转寒，伤人无数，张仲景“紫石寒食散”曾大显其用，仲景后的名医，如皇甫谧、宋尚、靳邵等充分认可寒食散的功效，在寒流来袭时多以寒食散一类的药剂治病求人。由于当时传统中医的制药和医疗体系尚不完备，治寒药剂供不应求，寒食散一类的贵重药剂自非等闲人士可随便享用。

两汉期间，中国气候总体温暖湿润。按中医理论，气候温暖时多阳病，故治寒药剂“用之者寡”。西汉名医淳于意(公元前 205~前 140)曾告诫当时服散之人“中热不溲，不可服五石”[①]。唐初，中国再次转暖，药王孙思邈有云“五石散大猛毒，宁食野葛，不服五石，遇此方即须焚之”，“火盛则鼓之反为害焉，此自然之理也”[②]。“火盛”者，即气候暖也。与淳于意所言“人体中热，不可服散”同理。魏晋南北朝气候相对寒冷，某些时段远比两汉和唐朝前期为冷，故有食散的气候条件，即可“寒衣、寒饮、寒食、寒卧”。服药后“须臾起行，随力而行”，可收御寒之功效。

寒食散药性至热，如服食有误或所服非人则可诱发其他病症，伤人性命。皇甫谧曾自言，“服寒食药，违错节度，辛苦荼毒，于今七年”[③]，他在《寒食散论》中还写道，(何)晏死(公元 249)之后数十年内，其亲眼所见服药而死者有八、九人[④]。据余嘉锡(1963)考证，魏晋至唐的五百年间，以散发而致死者有数十百万人。其中，西晋的裴秀，东晋十六国时的姚兴、拓跋珪、慧远，南宋时的王微，北魏的长孙俊皆因石而伤身或殒命。故后人多言服用寒食散之弊，清人俞正燮甚至视寒食散为鸦片[⑤]。

从现存的史料看，在适宜的气候条件下正确服食，寒食散确有一定的治病强身功效。魏时，何晏“服五石散；非唯治病，亦觉神明开朗”[⑥]；西晋时，曹歙自称“服此药幾四十载，所治者亦有百数”(余嘉锡，1963)。皇甫谧有云：“今人利草憚石，有服草散七两，十年不除者，有服石八两，终身不发者。”[⑦]潘安也在《闲居赋》中道：“体以行和，药以劳宣，当膳载加，旧痾有痊。”[⑧]所以，东晋末，“靳邵创制五石散方，晋朝士大夫，无不服饵，皆获异效”[⑨]。又据史料载，

① 《史记》卷 105《扁鹊传》
② [唐]孙思邈：《千金要方》卷 24《解五石毒论》
③ 《晋书》卷 51《皇甫谧传》
④ [隋]巢元方:《诸病源候论》卷 6《寒食散发候篇》
⑤ [清]俞正燮：《癸巳存稿》卷 7
⑥ [南朝]刘义庆：《世说新语》卷上《言语第二》
⑦ [日]丹波康赖：《医心方》卷 19，引皇甫谧节度论
⑧ [梁]萧统：《文选》卷 16
⑨ [宋]李昉：《太平御览》卷 722，引晋书曰

北魏将军“房伯玉服五石散十许剂，无益，更患冷，夏日常复衣”，经名医徐嗣伯激发药性后，冬日犹着单衣，身体更比以前肥壮[①]。梁朝的张孝秀，服寒食散后，盛冬能卧于石[②]。唐朝中书侍郎薛曜指出，“寒食诸法，服之须明节度。明节度则愈疾，失节度则生疾。愚者不可强，强必失身。智者详而服之，审而理之，晓然若秋月而入碧潭，豁然若春韶而泮冰积，实谓美矣。”[③]

表 7.21 是气候冷暖与食散效果对比举例(食散例引自余嘉锡(1963))。从所举之例看，在寒冷气候(甚至略暖)时，若遵行散要求，食散多能获效。北魏孝文帝时气候寒冷(公元 480~510 年中国东中部地区冬半年温度较现今低 1.2℃)，据《太平广记》载，当时诸王及贵臣中皆流行服散，但史料中未见该阶段食散伤人的记载。反之，若气候温暖，服药者不作药量上的削减，或虽气候较冷，但服者不遵规定，则服散多不达效。

表 7.21　气候冷暖与食散效果对比举例

年代	温度距平/℃	服药人	服药时	服药结果	违背禁忌处	文献出处
公元 210~240	-0.3(冷)	何晏(约公元 193~249)	因体弱，按 30 岁算	“神明开朗”		《世说新语·言语》
公元 240~280	0.2(暖)	曹叡(公元 242 年嗣立)及其病人	估计在公元 240~270 年	“服此药幾四十载，所治者亦有百数”		余嘉锡，1963
		皇甫谧	公元 260~267 年	辛苦荼毒	自言违错节度	《晋书·皇甫谧传》
		皇甫长久	晏死(公元 249)之后	舌缩入喉		《诸病源候论》卷 6《寒食散发候篇》
		王良夫		疽陷背		
		辛长绪		脊肉烂溃		
		赵公烈之“中表”		中表六丧		
		裴秀	公元 271 年前	死		《晋书·裴秀传》
		刘泰	公元 278 年前	公元 278 年亦沈斯病	皇甫谧曰，与其同违错节度	《诸病源候论》卷 6《寒食散发候篇》
公元 330~360	-0.7(冷)	王羲之(公元 303~361)	公元 361 年前	患散乃委顿，耿耿，且以佳与消息		《法书要录》卷 10《右军书记》

①《南史》卷 32《徐嗣伯传》
②《梁书》卷 51《张孝秀传》
③ [唐]王焘：《外台祕要》卷 37

续表

年代	温度距平/℃	服药人	服药时	服药结果	违背禁忌处	文献出处
		王羲之妹	公元361年前	烦不得力，食至少	据余嘉锡，为违错节度之故	《法书要录》卷10《右军书记》
公元360~390	0.5(暖)	王献之(公元344~386)	按30岁起	此药甚佳		《淳化阁帖》卷9《王献之书》
		杨羲(公元330~386)	按30岁后	宣通心中，此是得力		《真浩》卷17《握真辅篇》
公元390~420	0.3(暖)	靳邵时东晋士大夫	东晋末(公元420年前)	皆获异效		《太平御览》卷722，引《晋书》
		殷觊	公元398年前	卒	以忧卒	《晋书·殷觊传》
		姚兴	公元416年前	死	忧	《晋书·姚兴载记》
		慧远	公元416年	死	不饮酒解散	《晋书·高僧传·慧远传》
		拓跋珪	公元409年	数日不食，不寝达旦	因炎变屡现忧懔不安	《魏书·太祖记》
公元420~450	−0.1(稍冷)	王僧谦	公元443年之前	死	服药失度	《宋书·王微传》
		王微	公元443年之前	死	伤弟之死	《宋书·王微传》
公元480~510	−1.2(冷)	张孝秀(?~公元522)	当在公元522年前	盛冬能卧石		《梁书·处士传》
公元510~540	−0.7(冷)					
公元540~570	0.3(暖)	长孙俊	公元534年入关后~556年宇文泰死前	举体生疮，肿死	不明，似服药失度	《北史·长孙道生传附长孙俊传》

注：食散例引自余嘉锡(1963)；凡服食时间不详者，按唐孙思邈所述服用者惯例之年龄下限(30岁)算

需要指出的是，余嘉锡(1963)依据西晋皇甫谧言所估算的魏晋南北朝服散而死的人数值得商榷。西晋气候远较魏晋南北朝温暖，以西晋食散伤人为标尺判定整个魏晋南北朝的状况，似有画虎而类犬之嫌。

二、北魏迁都洛阳

北魏是游牧民族鲜卑拓跋部在南北朝时建立的一个北方政权。公元398年北魏创始人道武帝拓跋珪定都平城(今山西大同)，“营宫室，建宗庙，立社稷”[①]，将今山西大同及朔州两市所辖范围划为京邑地区，并将河北、山东各地民吏、刑徒、杂夷等二十六万人，外加百工伎巧十万余口移至平城(前田正名，1994)。公

① 《魏书》卷2《太祖本纪》

元418~469年，北魏政权又数次从长安、统万城、姑臧及江淮等地移民至平城，并兴建了紫极殿、玄武楼等宫苑楼台[①]。据估算，自定都以来，北魏先后移民京畿的人数超过百万(韩国磐，1983；前田正名，1994)。在各族人民共同努力下，平城之繁华曾及北地之盛。

“风流总被雨打风吹去”。公元493年，孝文帝拓跋宏率数十万大军南征，行至洛阳时，“群臣稽颡于马前，请停南伐”[②]，孝文帝遂以“此间(指平城)用武之地，非可文治，移风易俗，信为甚难。崤函帝宅，河洛王里，因兹大举，光宅中原”[③]为由宣布迁都洛阳，并于次年完成迁都事宜[④]。繁荣一时的平城从此在中国历史中淡出。

迁都洛阳是北魏历史上的大事，后人多以为这是孝文帝加速汉化的结果。也有研究认为，迁都与北魏政权为避免蠕蠕的直接攻袭、有效控制中原和便于对南征伐等因素有关(韩国磐，1983；葛剑雄，1997；李凭，2000)。事实上，在定都平城不久魏廷就萌发了迁都的意愿，永兴(公元409~413)和神瑞(公元414~415)年间曾两次动议迁都邺城[⑤]。问题可能源于平城本身，即作为北魏都城的平城存在环境条件上的缺憾。北宋著名史学家司马光(1019~1086)认为“魏主以平城地寒，六月雨雪，风沙常起，将迁都洛阳”[⑥]。

道武帝初起时，中国气候相对暖湿(图7.2、图7.4)，公元360~390年中国东中部地区冬半年气温比现今高0.5℃。暖湿气候使得北魏在“东至代郡，西及善无，南极阴馆，北尽参合”范围内，比岁大熟[⑦]，仅五原一地每年产穄百余万斛[⑧]。据《魏书·灵征志》载，当时平城地区无一例风灾。

公元410年后，中国气候变冷，京师平城于公元411~415年出现6次大风[⑨]。太宗永兴中(公元411年前后)，北方水旱频发，农业歉收[⑩]，史书云：“虽频有年，犹未足以久赡矣。”[⑪]神瑞二年(公元415)，“又不熟，京畿之内，路有行馑”[⑫]，

---

①《魏书》卷3《太宗本纪》，卷4《世祖纪》，卷6《显祖纪》，卷25《司马休之并韩延之传》，卷26《王慧龙袁式传》，卷33《辛绍先传》，卷37《司马叔睿传》，卷38《司马休之并韩延之传》，卷45《辛绍先传》，卷83《外戚传·姚黄眉》，卷114《释老志》

②《魏书》卷7《高祖本纪》

③《魏书》卷19《任城王传》

④《魏书》卷7《高祖本纪》

⑤《魏书》卷35《崔浩传》，卷110《食货志》

⑥《资治通鉴》卷138，永明十一年五月

⑦《魏书》110《食货志》

⑧《资治通鉴》卷108，太元二十年六月

⑨《魏书》卷112《灵征志》

⑩《魏书》110《食货志》

⑪《魏书》110《食货志》

⑫《魏书》卷35《崔浩传》

魏廷乃“分民诣山东三州食”[①]，故有迁都邺城之议。公元420~450年，气温略有回升，但京师平城仍饱受霜雪风寒等气候灾害。

5世纪后半叶，中国气候显著干冷。公元450~480年，中国东中部地区冬半年温度比今低0.7℃，公元480~510年则低1.2℃；同期，北方降水减少，各类灾害不断，平城地区大风、异常陨霜屡见记载。据史料，公元464~490年，北方诸州镇有15年出现大规模灾害，农业连年歉收，魏廷开仓赈恤成为常态。如太和十一年(公元487)“大旱，京都民饥。加以牛疫”[②]；十四年(公元490)春夏大旱，七月“京师大风，拔树发屋，八月，汾州(山西隰县一带)陨霜”[③]。

气候持续冷干而致荒歉连年，平城地区粮食供给形势愈来愈严峻，百万之众的生存环境极度恶化。公元490年，中书监高闾上疏曰：“北镇新徙，家业未就，思亲恋本，人有愁心，一朝有事，难以御敌。可宽其往来，颇使欣慰，开云中马城之食以贩恤之，足以感德，致力边境矣。明察敬甸之民，饥甚者，出灵丘下馆之粟以救其乏，可以安慰孤贫，乐业保土。使幽、定、安、并四州之租，随运以溢其处；开关弛禁，薄赋贱粜，以消其费；清道路，恣其东西，随丰逐食，贫富相赡。可以免度凶年，不为患苦”[④]，建议“移谷就民”。但平城地区水陆交通不便，外地调粮费时费力，代价高昂。例行的“移民就丰”，则因“既废营产，疲而乃达，又于国体实有虚损”[⑤]而实难为之。尚书令王肃因之作诗《悲平城》：“悲平城，驱马入方中，阴山常晦雪，荒松无罢风。”

因此，孝文帝将都城从“龙兴之地”迁往“居天下之中”，气候相对适宜，运粮更为便利的洛阳，既可以理解为魏廷在干冷气候背景下无奈之举，也可以解释为以孝文帝为首的北魏政权有效应对气候变化的积极行动。

三、楼兰古国衰败

楼兰(公元前77年后更名鄯善)王国是秦汉时丝绸南路上一颗闪亮的明珠。据载，西汉繁盛时，其“户千五百七十，口万四千一百”，东西方使者“一岁中多者十余，少者五六辈；一辈大者数百，少者百余”[⑥]，皆由当地“负水儋粮”。东汉明帝时，楼兰并吞了小宛、精绝、戎庐、且末等国[⑦]，成为了丝路南路上东西宽

①《魏书》卷35《崔浩传》
②《魏书》110《食货志》
③《魏书》卷112《灵征志》
④《魏书》卷54《高闾传》
⑤《魏书》卷62《李彪传》
⑥《汉书》卷96《西域传》
⑦《后汉书》卷88《西域传》

900 公里的大国。然而，这一在秦汉时期煊赫的绿洲大国，却在魏晋以降的文献中逐渐失去踪迹。20 世纪初，经由斯文·赫定等的考古发现，这座湮没在大漠黄沙中的古老王国才重新为世人所关注。

有赖于近一个世纪中外学者对楼兰出土文简及相关史料的研究，我们可以大致了解这一王国在魏晋南北朝时的衰落过程。在出土的汉文木简中，有一些记述了西域长史府与其他地方间的来往公函内容，据此推测，魏晋时，楼兰可能为西域长史驻地。公函中纪年最早的为魏嘉平四年(公元 252)，最晚的为西晋建兴十八年(公元 330)[①]。其中，有年号的 46 个文书木简中，36 个位于公元 263~270 年这八年(奚国金，1992)，这表明在西晋初，楼兰驻军尚很活跃，然公元 330 年后，汉族驻军可能已经撤离楼兰。另据日本人橘瑞超在海头城所发现的前凉西域长史李柏寄往焉耆王龙熙的书信内容(王炳华，2002)，当时西域长史府的驻地确已自楼兰城移到海头城。信中所提述事件的年份大约在咸和三年(公元 328)(松田寿男，1987)，恰与楼兰城驻军的完全撤离时间相差不远。

李柏文书 A，文字为：

五月七日西域长史关内侯　　想王国大小平安王使
柏顿首顿首阔久不知问常　　□□俱共发从北虏中与
怀思想不知亲相念　　严参事往不知到未今
便见忘也诏家见遣　　遣使符太往通消息
使慰劳诸国此月二日来到　　书不尽意李柏顿
海头未知王问邑邑天热　　首顿首

楼兰及其邻近地区亦发现了大量佉卢文文书。这种文字原流行于古印度西北地区，后传入并流行于西域。这些文书所提及的楼兰国王共有五位，据研究，他们的在位时间大致在 3 世纪中期至 4 世纪中期(孟凡人，1995)。另有学者提出，在五王的前后还应当各有一位国王(林梅村，1991)。故总体看来，楼兰王国的存在还可以推至 4 世纪后期。不过，据楼兰城中发现的一枚佉卢文木简内容“兹于伟大国王、上天之子夷都伽、伐色摩那陛下在位之十一年七月，诸民远离国境。……”看，公元 332 年该国陷入了生存困境，曾有过举国迁移的行动。

另据各类史料的零星记载看，北朝时，楼兰政权曾数度陷入生存困境，至 5 世纪末终告衰亡。北魏太平真君三年(公元 442)，由于北凉残余势力沮渠安周的进攻，鄯善王比龙奋力抵抗六个多月后，被迫西奔且末。鄯善因而大乱，并为沮渠无讳所盘踞。北魏世祖时，鄯善又复国，其王真达还曾拜谒京都。5 世纪末，

① 西晋早在建兴四年（公元 316）灭亡，此处年号至公元 330 年，是由于当地驻军系前凉政权所派，他们仍遵奉西晋为皇室正朔

鄯善再遭国难，“为丁零所破，人民散尽”[①]。此后，鄯善名存实亡。据斯文·赫定从楼兰盗窃的古钱币所显示的年代信息看，楼兰地区在开皇元年(公元 581)后已无人类活动(Huntington，1907)。

对于楼兰的衰亡，历史学家多从异族入侵以及丝绸之路改道等社会性诱因方面(王炳华，2002)予以解释，而地理学家们则从自然环境的演变角度，提出了罗布泊的游移、“盈亏”、楼兰古河流水量的减少、改道、土地沙漠化、气候变干等多种诱因之说法。但无论从何种角度分析楼兰古国的衰亡，都离不开干旱因素。

湖泊沉积记录显示，公元 550 年前较长时间内尼雅地区显著干旱 (舒强等，2003)，公元 200~500 年博斯腾湖周边地区气候存在变干的过程(钟巍，熊黑钢，1998a)。但据史料记载，魏晋时楼兰地区的河流水量还比较充沛。据考，敦煌索劢在此屯田筑坝，“水奋势激，波陵冒堤”[②]，发生在公元 252~254 年时(李宝通，2002)。楼兰出土的文书也记载了“水大波深必泛”(黄文弼，1948)、“乘船渡河中流船坏”(黄文弼，1936)等相近内容。当时，汉军的屯田规模较大，且收成良好。据一枚文书竹简所载以下内容(王国维，1914)看，当地驻军至少开垦了 891 亩农田。索劢“大田三年”的结果是“积粟百万。”[③]

大麦二顷已截廿亩
下床九十亩溉七十亩
小麦卅七亩已截廿九亩
禾一顷八十五亩溉廿亩茹九十亩
背面文字是：
将梁襄部见兵廿六人
大麦六十六亩已截五十亩
下床八十亩溉七十亩
小麦六十二亩溉五十亩
禾一顷七十亩，茹五十亩
溉五十亩。

约在公元 260 年前后，新疆南部显现旱情。据新疆考古所 1980 年获得的一枚木简所记“(上缺)若水少得度驰还”内容看，库姆河的水量业已减少。河边的一棵胡杨因缺水而死亡，其年轮在后期较窄(李江风，1985)。另据前引的 368、581、604、772 号等佉卢文书看，阿没克伐迦(Amogoka)国王至伐色摩那(Vesmana)国

① 《南齐书》卷 59《芮芮虏传》
② [北魏]郦道元：《水经注》卷 2《河水二》
③ [北魏]郦道元：《水经注》卷 2《河水二》

王在位的公元 253~332 年(孟凡人，1995)时，该王国已频现用水紧张的情形，被迫对河道放水与田地配水进行严格的控制。由于来水少，汉族屯卒被迫修大“涿池”储水，偶遇丰沛来水则十分喜悦。

虽然汉族驻军以及当地土著采取了各种节水措施，但楼兰以及邻近尼雅地区的粮食收获量仍告减少。尼雅剖面中禾本科的含量因此在该时期出现了低值(舒强等，2001)。汉族官署在要求官吏、士卒节省口粮的指令中，记有“今权复减省”、“督将吏兵所食”按“条所减”等条文，要求相互间“宜渐节省，使相周济”(斯坦因，1935)，这表明楼兰的粮食供应已朝不保夕。据研究，屯卒的口粮已从楼兰鼎盛时期的每月一斗二升黑栗逐渐减至一斗、八升乃至于六升(李江风，1985)。楼兰驻军的供粮因此变成由外输送。164 号文书记有“余迄今，尚未收到汝外送来之甚至为数甚少的粮食。粮食务必托信差带来”。另据 142 号佉卢文书看，由于粮食短缺，楼兰民间借贷粮食竟为“借一还二”。

由于持续干旱，公元 327 年，北凉于高昌郡开通了比丝绸南路环境更好的“新道”；公元 330 年，楼兰城驻军被迫撤往楼兰城南的海头城，大约在同期，库姆河主流改既往由楼兰城北至由海头城附近入注罗布泊(奚国金，1992)。据法显(公元 334~420)、智猛(公元？~452)西行途经鄯善的记录(《历游天竺记传》,《西行外国传》)看，4、5 世纪之交时，库姆河已几无来水，楼兰地区生态环境严重恶化。

公元 430 年前后库姆河再次改道，由罗布泊沙漠西南注入《水经注》引《释氏西域记》所说的牢兰海(奚国金，1992)。鄯善王国再次陷入困境，并最终“百姓散尽”。途经楼兰的古丝绸之路“南路”也为经高昌的新“北路”替代。另外，海头、伊循、且末、精绝城、喀拉敦、克孜勒塔木等新疆南部的其他绿洲城镇也在 4~5 世纪遭到废弃(周兴佳，1989)。

新疆的天山在中国境内分布有冰川面积 9235.96km^2，约占新疆总冰川面积的 32.4%。源于天山的河流均有冰雪融水补给，山区的冰川融水与每年出流的积雪融水和降雨径流，成为天山南北平原经济发展的主要水资源，约占全疆水资源的 70%以上。据研究，年均气温变化 1℃，冰川物质平衡变化约 380mm(丁永建等，1996)。这意味着，如果气候变暖，则天山南北河流因冰川融水而水量较丰，气候变冷则有可能使得天山南北大片绿洲消失。新疆罗布泊湖泊沉积证据表明，魏晋南北朝时期该地区气候分寒冷(公元 221~300)、稍暖(公元 300~430)和温凉(公元 430~600)三个阶段(谢连文等，2004)，孢粉证据也说明天山北麓公元 200~550 年偏冷(阎顺等，2003)。由此看，魏晋南北朝中后期中国气候急速转冷导致了楼兰古国的消失。

第八章　隋唐：盛世悄随流火去*

隋唐(公元 581~907)是中国历史上继秦汉之后又一个大一统的时代。其中，隋朝(公元 581~618)结束了自西晋末起延续 270 多年的南北分裂局面，使得“六合”重归一统，而唐朝(公元 618~907)则书写了中国历史上最为辉煌的篇章之一。

隋朝是中国历史上最富庶、强大的王朝之一，“汉唐之盛未之逮也”[①]。其“资储遍于天下”[②]。开皇十七年(公元 597)，由于“户口滋盛，中外仓库，无不盈积。所有赍给，不逾经费，京司帑屋既充，积于廊庑之下”[③]，文帝免收天下百姓当年主要赋税。大业五年(公元 609)，全国著籍 907 余万户、4600 余万口，人口数达到魏晋以来数百年之高峰(冻国栋，2002)，而垦田和粮储也急剧增加，“比之(文帝)末年，计天下积储，得供五六十年。”[④]。

隋朝是一个积极变法的王朝。文帝杨坚(公元 581~604)因时变革，废郡立州，整顿吏治，开放盐业，兴修水利，建仓储粮，统一币制与度量，缔造了“开皇之治”；炀帝杨广(公元 605~618)草创科举制，开凿大运河，对隋唐以后中国政治、经济、文化的发展产生深远影响。《剑桥中国隋唐史》有言：“隋朝消灭了其前人过时、无效的制度，创造了一个中央集权帝国的结构，在长期政治分裂的各地区发展了共同的文化意识……人们在研究其后伟大中华帝国之结构和生活的任何方面，不能不在各个方面看到隋朝的成就，它的成就肯定是中国历史中最引人注目的成就之一。”

隋朝武力强大，疆域广大。炀帝曾北驱突厥、南吞林邑、西击吐谷浑，贯通丝绸之路。对于其极盛时之疆域(图 8.1(a))，《隋书·地理志》有谓：“东、南皆际大海，西至且末，北至五原。”然炀帝黩武过甚，国力逐渐不堪，三征高句丽失败后，国家陷入动荡，一个强盛未久的朝代遂因之黯然谢幕。

---

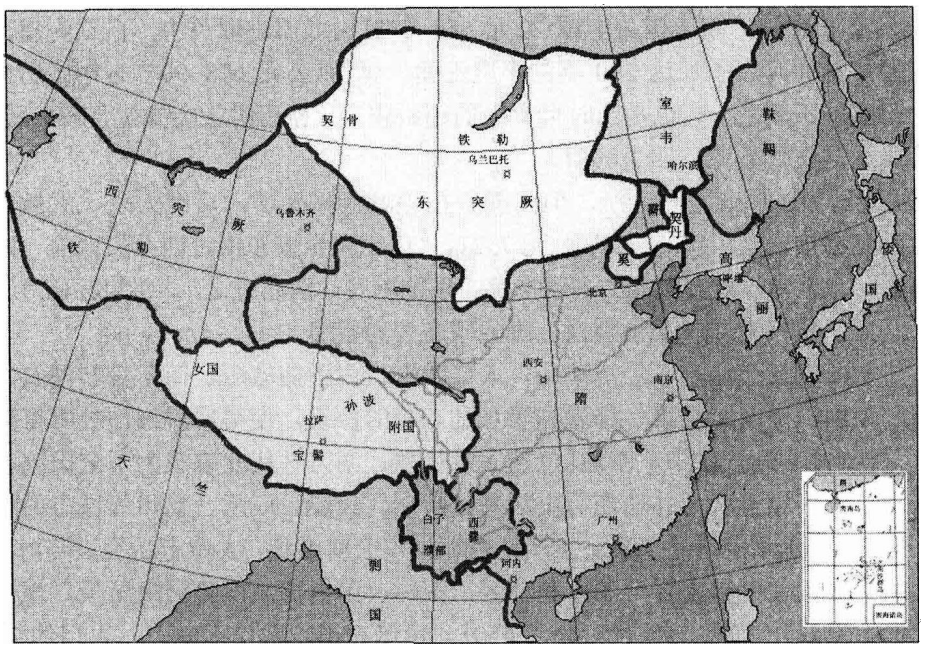
* 执笔人：葛全胜、刘浩龙、傅辉。程邦波帮助修改了部分章节，张学珍协助查阅部分资料

① [清]王夫之：《读通鉴论》卷 19《炀帝》

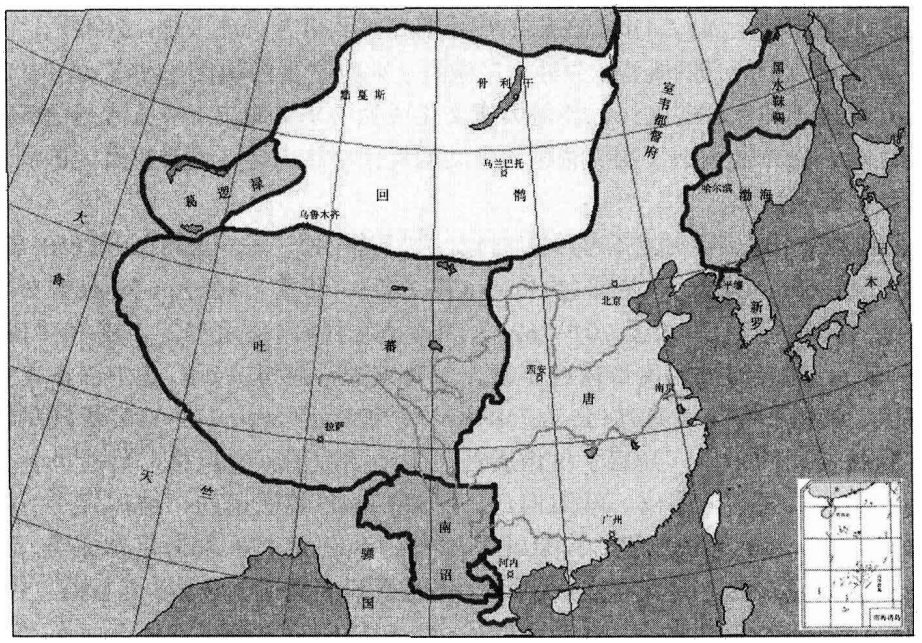
② [唐]杜佑：《通典》卷 7《食货七·历代盛衰户口》

③《隋书》卷 24《食货志》

④ [唐]吴兢：《贞观政要》卷 8《辨兴亡第三十四》



(a)



(b)

图 8.1　隋唐时期全图(谭其骧，1982)

(a)隋大业八年(公元 612)；(b)唐开元二十九年(公元 741)

公元 618 年，隋唐国公李渊(公元 566~635)由太原进取关中，自立为皇，改元武德，从而开启了长达 290 年的李唐王朝。唐朝(公元 618~907)是中国历史上最为强盛的王朝之一，也是当时世界上的超级强国。盛唐时社会安定，国土辽阔，经济发达，文化繁荣，四夷宾服。

唐初，中原虽复归一统，但隋朝新拓疆域流失殆尽，后经太宗、武后、玄宗之励精图治，至天宝十一年(公元 752)，“唐土东至安东府，西至安西府，南至日南郡，北至单于府。南北如前汉之盛，东则不及，西则过之”[①](图 8.1(b))。安史之乱后，皇权渐弱，藩镇割据，唐疆域遂大为萎缩。

唐中前期社会稳定，经济繁荣，人口激增。由于曲辕犁、筒车等新型农具的发明和使用，以及玉梁渠、绛岩湖等水利工程的修筑，使得精耕细作技术得以推广，荒地(尤其是长江中下游地区)被大量垦殖，南方替代北方成为了全国粮食主产区。农业连年丰产，并迭创历史新高。同期，长安、广州、扬州等城市的纺织业、陶瓷业、造纸业等手工业，生产技术和规模空前进步，大量产品经由陆海“丝绸之路”被销往世界近百个国家和地区，国际、国内贸易形势繁荣至极，规模和影响世上无双。贞观二十四年(公元 650)，全国在籍户数仅 380 万，人口约 2000 万，但百年后的天宝十三年(公元 754)，全国在籍户数 907 万，人口达 5288 万[②]。自贞观中南倾的全国人口重心在唐中叶后彻底移至南方 (冻国栋，2002) 。

“唐代是一个少有的既善于继承，又做到了兼收并蓄的朝代”(张广达，1986)，富有开放精神和宽容的胸怀，使得大唐文化成为中华文明史上令人永远缅怀和礼赞的绝响。盛唐之风不仅吹拂着蓬勃生动的现代中华大地，而且惠及中国周边的日本、朝鲜等邻邦。

唐朝是中国古典诗歌创作的黄金时代，除“初唐四杰”——王勃(公元 650~677)、杨炯(公元 650~693)、卢照邻(约公元 637~689)、骆宾王(公元 640~684)外，还诞生了“诗仙”李白(公元 701~762)、“诗圣”杜甫(公元 712~770)和“诗鬼”李贺(公元 790~816)。唐诗内容丰富，气势宏大，意境高远，是中国古典文化的瑰宝。唐朝著名文人韩愈(公元 768~824)、柳宗元(公元 773~819)等洗尽过往骈文呆板僵死的铅华，开启了自由质朴、生动活泼的行文风格，为后世各代所景仰。唐代书画名家辈出。欧阳询(公元 557~641)笔法遒劲、结体森严，颜真卿(公元 709~784)笔法刚健、构架雄浑，柳公权(公元 778~865)字体妍美、结构紧凑，“颜筋柳骨”已深深嵌入中华文化的躯干；吴道子(约公元 680~759)画人画鬼，被誉为中华画圣，阎立本(约公元 601~673)“丹青神化”而为“天下

① 《旧唐书》卷 42《地理志》

② 《通典》卷七《食货》。据冻国栋(2002)估计，实际人口可能超过 8000 万

取则”。洛阳龙门佛像、西安昭陵六骏等雕塑刻画细腻，栩栩如生，是当今世界重要的文化遗产。唐代宗教政策十分宽容，外来之祆教、摩尼教、景教、伊斯兰教均可传法，而佛、道两教则形成诸多宗派，对周边东亚国家产生了深远影响。

第一节　温度变化

20 世纪 70 年代，竺可桢(1972)依据文献资料指出，隋唐时期中国气候整体上比较温暖(图 8.2(d))。2003 年，作者采用史料中的物候记载重建了中国东中部地区过去 2000 年分辨为 30 年的冬半年(当年 10 月至次年 4 月，下同)温度变化，认为公元 601~900 年的气候温暖程度总体上与 1951~1980 年平均状况相仿，其中，公元 601~780 年冬半年温度为 0.22℃，公元 780 年以后为-0.5℃(图 8.2(b))。杨保等(2002)利用多种代用资料集成重建唐代温度，认为当时中国气候总体温暖，其中 2 个暖峰分别出现在公元 730 年和公元 850 年前后，唐末的气候转冷(图 8.2(c))。

最近，作者利用近年补充收集的记录，重建了隋唐时期(公元 601~920)东中部地区分辨率为 20 年的冬半年温度序列，结果显示：隋唐时期中国东中部地区的气候在总体上比较温暖，但在波动中呈逐步下降趋势。与 1961~2000 年相比，公元 601~920 年冬半年平均温度高约 0.22℃；其中，公元 601~820 年的冬半年平均气温高约 0.52℃，公元 821~920 年低 0.42℃；隋唐时期冬半年温度存在显著波动，在 100、50、30 和 20 年尺度上的最大变幅分别达到 1.05、1.38、2.02 和 2.3℃，其中，最暖的四个 20 年(公元 601~620、公元 641~660、公元 701~720、公元 781~800)冬半年平均温度分别比 1961~2000 年高约 1.0、1.44、0.88、0.65℃，最冷的三个 20 年(公元 741~760、公元 821~840、公元 881~900)，冬半年平均温度分别低 0.37、0.45、0.87℃(Ge et al., 2010)。

7 世纪，中国西部地区气候也相对温暖，8 世纪初则开始转冷。虽然大量的自然和文献证据分别从不同尺度揭示出中国东、西部地区气候变化存在着不同程度的相位差(与东部地区相比，西部地区温度变化的位相晚约 30 年)，但西部地区气候变化总的趋势和特征与东部地区有较好的一致性。其中，西北部地区公元 550~800 年气候相对温暖，公元 800~1000 年相对寒冷；青藏高原地区公元 571~920 年气候相对温暖，年均气温与现今基本相当，但年代际波动显著，最暖时段(如 630s~640s、680s~700s、750s~770s、800s 等)年均气温较现今高 0.7~0.9℃，寒冷年代(如 720s、790s 和 850s 等)的年均气温较现今低 1.0℃(Ge et al., 2010)。

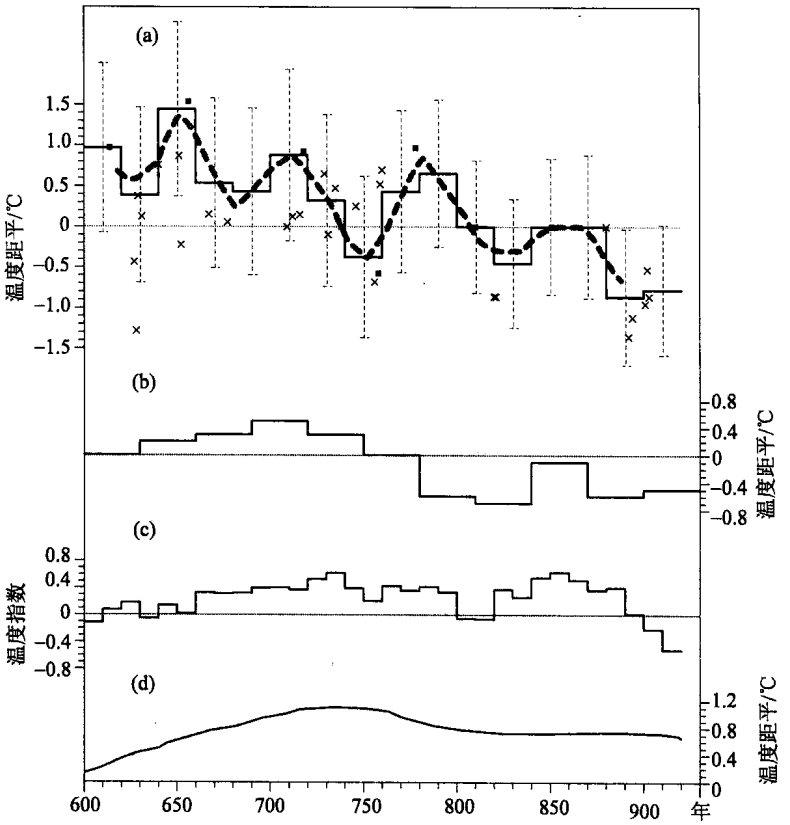


图 8.2 公元 601~900 年中国温度变化

(a)分辨率为 20 年东中部地区冬半年温度距平(以 1961~2000 年为基准年)，其中，X 为重建的 27 个单年的冬半年温度距平；■为公元 604~624、公元 646~665、公元 708~727、公元 728~747、公元 748~767、公元 768~787、公元 800~819、公元 841~860 年等 8 个时段冬半年温度距平，细折线和虚直线分别为每个 20 年冬半年温度距平值及其误差区间，粗点线为 30 年滑动平均结果(Ge et al., 2010)；(b)中国东中部地区过去 2000 年温度变化中的公元 601~900 年时段(Ge et al., 2003)；(c)中国过去 2000 年温度指数序列中的公元 601~900 年部分(Yang et al., 2002)；(d)中国过去 5000 年温度变化中的公元 601~900 年部分(竺可桢，1972)

一、隋初至中唐(公元 581~740)：气候温暖

从《荆楚时岁记》所述时令及南陈后主将“绕城橘树，尽伐去之”[①]的史实看，自 6 世纪中叶起，中国东中部地区的气候即已转暖。在南北朝末温暖的气候下，野象甚至流窜至淮北地区(吴宏岐等，1998)。据唐高祖时夏秋收获期以及税收制度看，武德年间(公元 618~626)的气候延续了南北朝末温暖的态势。武德五年(公元 622)四月戊辰(6 月 1 日)，因小麦丰收在望，唐高祖命京城各司官员休假、“亲事

① 《隋书》卷 23《五行志》

务农”[①]，并“释流罪以下获麦”[②]，说明当时关中地区冬小麦收获期比今早 3 天左右(现代西安一带小麦收获期平均在 6 月 5 日(宛敏渭,1986))；武德七年(公元 624)，唐廷行“诸租……本州(今华北地区)收获讫，发遣，十一月起输”[③]的“租庸调法”，由此可知当时谷子产区——华北西部的秋收期在阴历十月，而现在华北平原西部的谷子收获期大致在阴历九月(张福春等，1987)。两相比较，也说明唐初气候温暖。如按平均日期换算，唐初秋收期较今推迟了 20~30 天。

贞观初(公元 627~649)，中国东部气候曾短暂变冷，但旋即复为温暖。《贞观政要·慎独》因言：“贞观之初，频年霜旱……伏惟陛下统天御宇十有三年，道洽寰中，威加海外，年穀丰稔，礼教聿兴，比屋喻於可封，菽粟同於水火。暨乎今岁，天灾流行，炎气致旱，乃远被於郡国。”表 8.1 是唐代中国东部地区异常物候(与今相比)记载统计。从中可以看出，公元 627~628 年华北地区连年霜旱害稼，公元 630 年后至贞观末，史料中再无寒冷事件记述，表暖记述渐多。据《旧唐书·刘仁轨传》载，“贞观十四年(公元 640)，太宗将幸同州(渭南)校猎，属收获未毕”，对照《旧唐书·太宗下》所记“贞观十四年(公元 640)，闰十月乙未(11 月 20 日)，幸同州。甲辰(11 月 29 日)，狩于尧山”可知，是年谷子秋收日在 11 月 20 日后。这较今华北西部的谷子平均收获期(10 月 1 日)约推迟了 50 天。唐后期至今，西安地区罕有梅树生长[④]，而贞观时，太宗及朝廷大臣于长安写有较多的咏梅诗。贞观十九年(公元 646)除夕，太宗巡幸太原(37.9°N)[⑤]，于守岁时欣然赋诗“送寒馀雪尽，迎岁早梅新”[⑥]，说明当时太原地区有“早梅”(即蜡梅)生长。现如今，中国原生蜡梅仅分布在 33.5° N 以南的暖温带及北亚热带地区(赵冰等，2007)。相较之下，可知当时蜡梅的分布偏北 4.4°。公元 647 年阴历三月(4 月 10 日~5 月 9 日)，由于春季升温较快，长安较早入夏，酷暑使得有风疾的唐太宗倍感难耐[⑦]。

因气候温暖，贞观年间西北农牧交错带乃至全国的农业生产形势良好。公元 630 年，李大亮上奏，“河西州县萧条，突厥微弱以来，始得耕获”[⑧]；公元 649

---

①《册府元龟》卷 70《帝王部·务农》

②《新唐书》卷 1《高祖本纪》

③ [唐]杜佑：《通典》卷 6《食货六·赋税下》

④ 梅树忍耐低温底线是-14℃，柑橘则为-8℃，现今西安地区每年均可出现-8℃以下的低温，故西安已难见可正常结实的柑橘，梅树也生长得不好

⑤《旧唐书》卷 2《太宗本纪》载：“太宗于(贞观十九年)十二月戊申，幸并州……二十年春正月，上在并州”

⑥ [唐]李世民：《于太原召侍臣赐宴守岁》，《全唐诗》卷 1

⑦《资治通鉴》卷 198，贞观二十一年三月

⑧《资治通鉴》卷 193，贞观四年七月，癸酉

年，史书载“自贞观以来，二十有二载，风调雨顺，年登岁稔”[①]。

表 8.1 唐代中国东部地区异常物候现象记载的统计

发生年月	事件地点	史料来源
贞观元年八月(公元 627 年 9 月 15 日~10 月 14 日)	是月，关东及河南、陇右沿边诸州霜害秋稼(今黄河中下游北部及陇右)	《旧唐书·太宗纪上》
贞观二年八月(公元 628 年 9 月 6 日~10 月 5 日)	是月，河南河北大霜(今黄河中下游地区北部)	《旧唐书·太宗纪上》
显庆元年八月(公元 656 年 8 月 29 日~9 月 26 日)	自八月霜且雨(今陕西西安一带)	《新唐书·高宗纪》
咸亨元年十月癸酉(公元 670 年 11 月 21 日)	大雪，平地三尺(今陕西西安一带)	《新唐书·五行志三》
调露元年八月(公元 679 年 9 月 1 日~10 月 9 日)	邠、泾、宁、庆、原五州霜(今陕西西北、甘肃东南及宁夏南)	《新唐书·五行志三》
证圣元年六月(公元 695 年 7 月 20 日~8 月 18 日)	睦州陨霜，杀草(今浙江杭州淳安区)	《新唐书·五行志三》
长安元年三月(公元 701 年 4 月 13 日~5 月 12 日)	三月大雪(今陕西西安一带)	《资治通鉴唐纪·二十三》
开元二十九年九月丁卯(公元 741 年 10 月 21 日)	大雨雪，稻禾偃折(今陕西西安一带)	《旧唐书·玄宗纪下》
至德元年九月十九(公元 756 年 10 月 17 日)	蜀中霜风振厉，朝见之时，皆有寒色(今成都平原)	郭湜《高力士外传》
永泰元年三月庚子(公元 765 年 4 月 3 日)，六月甲申(7 月 16 日)	夜降霜，木有冰(今陕西西安一带)	《旧唐书·代宗记》
	乃雷	《新唐书·五行志三》
贞元十三年四月乙丑(公元 797 年 5 月 14 日)	大雪(今陕西西安一带)	《旧唐书·德宗纪下》
贞元十七年七月(公元 801 年 8 月 17 日~9 月 15 日)	陨霜杀菽(今陕西西安一带)	《新唐书·德宗纪》
贞元十九年三月(公元 803 年 3 月 27 日~4 月 24 日	大雪(今陕西西安一带)	《新唐书·五行志三》
二十年二月庚戌(公元 804 年 3 月 19 日)	大雨雪(今陕西西安一带)	《新唐书·五行志三》
元和二年七月(公元 807 年 8 月 11 日~9 月 9 日)	邠、宁等州霜杀稼(今陕西彬县、甘肃宁县)	《新唐书·五行志三》
元和六年二月末(公元 811 年 3 月 23 日~3 月 27 日)	河南二月末，雪花一尺围(今河南、山东一带)	《全唐诗·东雅堂昌黎集注·辛卯年雪》
元和十二年九月己丑(公元 817 年 10 月 16 日)	雨雪，人有冻死者(今陕西西安一带)	《新唐书·五行志三》
元和十四年四月(公元 819 年 4 月 28 日~5 月 27 日)	淄、青陨霜 (今山东淄博、潍坊一带)	《新唐书·五行志三》
元和十二年九月己丑(公元 817 年 10 月 16 日)	雨雪，人有冻死者(今陕西西安一带)	《新唐书·五行志三》
元和十五年八月己卯(公元 820 年 9 月 24 日)	同州雨雪害稼(今陕西大荔一带)	《新唐书·五行志三》
宝历元年八月(公元 825 年 9 月 16 日~10 月 15 日)	邠州霜杀稼(今陕西彬县)	《新唐书·五行志三》
开成三年十一月廿日(公元 838 年 12 月 10 日)	广陵夜头下雪(今江苏扬州)	《入唐求法巡礼行记》
开成四年九月辛丑(公元 839 年 11 月 2 日)	下雪(今陕西西安一带)	《入唐求法巡礼行记》
景福二年四月辛卯(公元 893 年 5 月 16 日)	苏州雨雪	《十国春秋·武肃王世家》
乾宁二年四月(公元 895 年 5 月 3 日~5 月 31 日)	苏州大雨雪	《新唐书·昭宗纪》
天复二年三月乙卯(公元 902 年 4 月 24 日)	浙西大雨雪(今浙江西部)	《新唐书·昭宗纪》
天复三年三月(公元 903 年 4 月 1 日~4 月 29 日)	浙西大雪(今浙江西部)	《新唐书·五行志三》

高宗至中宗在位时(公元 650~710)，东中部地区气候依旧温暖，但温暖程度

① 《旧唐书》卷 51《太宗妃徐氏传》

明显下降，其中，公元 660~700 年东中部地区冬半年气温要比 1960~2000 年高 0.49℃。麟德二年(公元 665)，唐廷颁用《推背图》的作者、天文学家李淳风(公元 602~670)精心制定的《麟德历》。该历将春季节气顺序调整为“启蛰-雨水-清明-谷雨”[①]，与北魏《正光历》以来诸家历法以及现今的历法所使用的“雨水-惊蛰-谷雨-清明”之时令颇有不同。从中可推断出，唐前期初春气温回升快，“蛰虫始振”日期比北魏《正光历》时以及现今早了 15 天左右。因气候温暖，西安地区春天来得早，春耕日期相应提前。如：永徽二年(公元 651)春正月戊戌(1 月 30 日)，诏曰：“今献岁肇春，东作方始”[②]；干封二年(公元 667)正月(2 月 28 日前)，“(高宗)行藉田之礼。躬秉耒耜而九推”[③]；仪凤二年(公元 677)正月乙亥(3 月 3 日)，高宗耕藉田[④]，而西安地区现今的春耕日期多在 3 月 5 日左右。景龙三年(公元 709)九月九日(10 月 16 日)，中宗李显于《幸临渭亭登高得秋字》中写道，“长房萸早熟，彭泽菊初收”，对照现今西安地区野菊花 10 月 10 日初放日(宛敏渭，1986)可知，公元 709 年的秋季气温偏高，故菊花开得也迟。另外，当时西安各处林苑中广泛种有梅树，高宗李治(公元 650~683)、中宗李显(公元 705~710)、太子时的玄宗李隆基以及书法家卢藏用(公元 664~713)等都曾为西安梅花之娇艳而欣然赋诗。

这一时期也存在相对寒冷的年份。如公元 656 年、670 年、679 年、695 年、701 年，西安、杭州等地秋季初霜雪较今提前，而春季终霜雪和春雷晚于现今(表 8.1)；公元 663 年、664 年、678 年，西安等地冬春天气“大寒”甚至“暴寒”，并有雨木冰现象。“初唐四杰”之一的王勃在京(长安)期间(公元 666~669)，曾在春日郊游时写道，“梅郊落晚英，柳甸惊初叶”[⑤]，表明当年梅花开、落花较迟。

玄宗在位时的物候及作物分布证据表明，公元 712~740 年仍是一个持续的温暖期，东中部地区冬半年气温可能比 1961~2000 年高 0.32℃。开元十五年(公元 727)，由天文学家僧一行(公元 683~727)制成的“大衍历”弃用表征寒冷气候的《正光历》“七十二候”时令，复用西汉后期使用的《逸周书·时训解》中时令，在该时令中，山桃的始花日(3 月 5 日前后)要比 1961~2000 年平均日期早 4 天以上。按中国植物物候律(郑景云等，2002)估算，公元 708~727 年西安春季气温要比 1961~2000 年高 1℃以上。公元 727 年至开元末气候有所变冷，但其温暖程度

①《新唐书》卷 27《历志》
②《旧唐书》卷 4《高宗本纪》
③《唐会要》卷 10《籍田》
④《唐会要》卷 10《籍田》
⑤ [唐]王勃：《春日宴乐游园赋韵得接字》，《全唐诗》卷 55

至少仍与现今相当。《新唐书·地理志》载有天下各州的地形、户口及物产土贡情形。其中，明确记载了吴郡(治今江苏苏州一带)、襄阳郡(治今湖北襄城一带)、阴平郡(治今甘肃文县东北)等地区有柑橘上贡(图 8.3)。虽然柑橘贡赋制度的具体年限未在志中记载，但据其与公元 742 年户口资料(户口资料时间，据梁方仲(1980)考)连记的情形推断，所记制度应是公元 742 年前的事情。与现代柑橘的种植北界相比，当时的柑橘贡地北界略为偏北一些。另据《唐会要·籍田》所记载的玄宗时亲耕籍田的日期看，当时的春耕日期多比现今还要早一些，如先天元年(公元 712)正月戊子(3 月 1 日)，耕籍田；开元二十三年(公元 735)正月十八日(2 月 15 日)，“亲祀先农。礼毕。降至耕位”。当时长安宫苑私园广种梅花，玄宗宠妃江采苹因其所居宫苑遍种梅树而获“梅妃”之称[①]；开元十九年(公元 731)，扬州地区出现大面积的再生稻，即“扬州奏穭生稻二百五十顷，再熟稻一千八百顷，其粒与常稻无异。”[②]

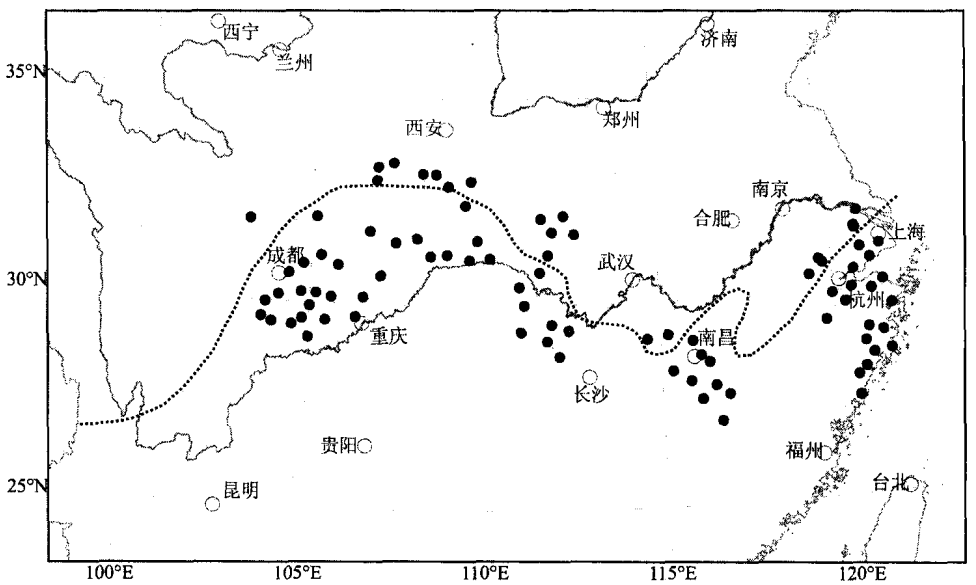


图 8.3 8 世纪前叶中国柑橘贡地的分布与现代柑橘分布北界(张德二，1993)

●为唐代柑橘贡地，……为现代柑橘北界

二、唐朝中后期(公元 741~907)：气候转冷

开元二十九年(公元 741)九月丁卯(10 月 21 日)，西安初雪。这一较今提早了

① [唐]曹邺:《梅妃传》，《说郛》卷 38

② [宋]李昉：《太平御览》卷 839《百谷部三》

38 天的降雪事件拉开了唐中期以降气候转冷的序幕。

天宝三年(公元 744)，唐秋粮税制发生改变，诏令“每载庸调八月征，以农功未毕，恐难济办。自今以后，延至九月三十日为限”[①]，说明因气候变冷，当时的秋熟期在阴历九月三十(10 月 29 日)结束，较唐初提前了 30 天。天宝十年(公元 751)，唐皇宫内数株橘树结实一百五十颗，中书、门下二省官僚随即上表祝贺，玄宗居然亲自下诏答贺[②]。柑橘结实竟被君臣视作祥瑞，说明这一时期西安种橘难有结实。现代西安 1 月平均气温为-0.5℃，平均最低气温为-4.2℃，柑橘已不能结实。依此可知公元 751 年前，长安气候温暖程度最多与今相仿，柑橘结实属偶遇暖冬的结果。“安史之乱”爆发(公元 756)后，玄宗仓皇逃至蜀中，当地初霜较今蜀中地区竟提前了 54 天，表明当年四川气候相当寒冷。也就在这一年，实施了 29 年的《大衍历》遭到废弃。始撰于大历元年(公元 766)(韩昇，2006)的《通典》所记述的柑橘进贡地区比《新唐书·地理志》所载的要少了许多，如吴郡、襄阳等地区在《通典》中均未再提及有柑橘进贡。作者估算，公元 740~760 年东中部地区冬半年气温要比 1961~2000 年低 0.37℃。

据满志敏(1998)统计，公元756~907年唐朝寒冬数大约是公元618~755年的2倍(图8.4)，《全唐诗》中，唐都长安的咏梅诗主要出现在唐玄宗以前，而咏寒诗大多出现在玄宗之后(图8.5)，诗歌题材选取固然与当时文人风格和潮流有关，但咏梅与咏寒两类诗篇的数量在某个时间点突然出现分野，很难说与气候变化无涉。《全唐诗》中这两类诗篇的数量与冷暖事件之间的统计对应关系绝非偶然，即便梅为是人工栽培，咏梅、咏寒诗歌的多寡也在较大程度上契合了自然现象对气候变化的响应。后来的大历二、三年(公元767~768)，杜甫于三峡奉节叹“楚江巫峡冰入怀，虎豹哀号又堪记”、“冰雪莺难至，春寒花较迟”[③]，又于公元769年记洞庭湖“寒冰争倚薄，云月迟微明”[④]。这样的江湖封冻程度在现在的长江流域并不多见。

公元 770~800 年，东中部地区的气候出现了明显的回暖，其中，公元 781~800 年东中部地区冬半年气温比 1961~2000 年高约 0.65℃。大历七年(公元 772)四月乙未(5 月 15 日)，诏曰：“……属盛阳之候，大暑方蒸，仍念狴牢，何堪郁灼？”[⑤]，这说明当年春季回温较快，时令较早进入夏季。之后的公元 773 年、777 年、780 年三年，西安地区连续出现“冬无雪”[⑥]的现象。建中元年(公元 780)，据大历十四年(公

---

①《旧唐书》卷 52《食货志》

② [唐]李隆基：《答中书门下贺宫内柑子结实诏》，《全唐文》卷 33；[唐]段成式：《酉阳杂俎》前集卷 18；[宋] 乐史：《杨太真外传》，《说郛》卷 38

③ [唐]杜甫：《相和歌辞·前苦寒行二首》、《人日两篇》，《全唐诗》卷 20、卷 232

④ [唐]杜甫：《宿青草湖(重湖，南青草，北洞庭)》，《全唐诗》卷 233

⑤《旧唐书》卷 11《代宗本纪》

⑥《旧唐书》卷 11《代宗本纪》；《新唐书》卷 7《德宗本纪》

元 779)之议，唐廷将夏秋粮的税收时间改回“夏税六月内毕，秋税十一月内纳毕”[①]的旧例，说明公元 780 年以前的气候已回暖至与唐初相仿的程度，约比 1961~2000 年高 0.97℃。因气候温暖，“安史之乱”后成都地区曾广泛种植荔枝。诗人卢纶(约公元 737~799)在大历十四年(公元 779)前有诗云，“晚程椒瘴热，野饭荔枝阴”[②]，张籍(公元 767~830)亦云：“锦江近西烟水绿，新雨山头荔枝熟。”[③]

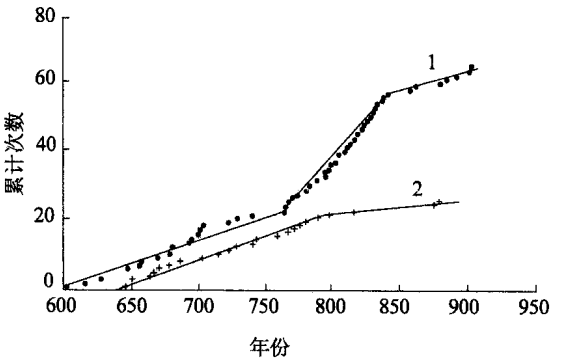


图 8.4 唐朝冷暖气候事件时间分布(满志敏，1998)

1. 寒冷事件；2. 温暖事件

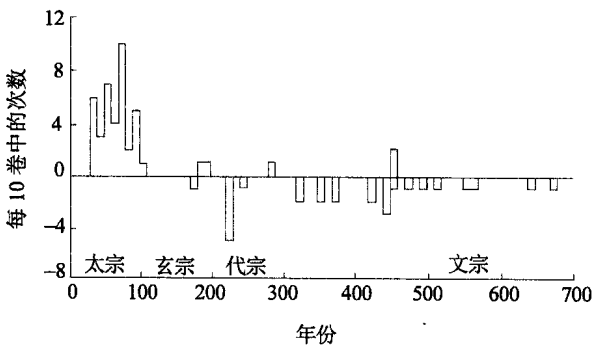


图 8.5 唐宫廷咏梅、咏寒诗篇数量的时间分布(满志敏，1998)

纵轴正值为咏梅诗篇数，负值为咏寒诗篇数

当然，东中部地区在公元 770~800 年的气候并不是持续的温暖。从表 8.1 和表 8.2 知，公元 785 年、796 年、797 年的冬季气温都比较低。《旧唐书·德宗上》载：“贞元二年(公元 786)五月丙申(6 月 8 日)，自癸巳大雨至于兹日，饥民俟夏麦将登，又此霖潦，人心甚恐，米复千钱。……(6 月 21 日)，百僚请上复常膳；

① 《唐会要》卷 83《租税》

② [唐]卢纶：《送从舅成都县丞广归蜀》，《全唐诗》卷 276

③ [唐]张籍：《成都曲》，《全唐诗》卷 382

是时民久饥困，食新麦过多，死者甚众。”从中可知，当年的6月8日~21日，冬小麦才进入收获期，较现今至少晚了3天。

表8.2　文献中记载的唐朝寒冷事件

年份(公元)	地点	事件	出处
贞观廿一年(公元647)	西安	十二月大寒	《册府元龟》卷147
龙朔三年(公元663)	西安	(十一月)甲戌，雨木冰	《新唐书·高宗纪》
麟德元年(公元664)	西安	(十二月)甲戌，雨木冰	《新唐书·五行志》
咸亨元年(公元670)	西安	冬十月大雪，平地三尺余	《旧唐书·高宗本纪》
仪凤三年(公元678)	西安	五月大寒	《新唐书·五行志》
		(闰十一月)丙申，雨木冰	《旧唐书·高宗纪》
永隆二年(公元681)	西安	冬，大寒	《新唐书·五行志》
延载元年(公元694)	西安	十月癸酉，白雾，木冰	《新唐书·则天皇后纪》
长安四年(公元704)	西安	自九月至十月，昼夜阴晦，大雨雪	《旧唐书·五行志》
神龙元年(公元705)	金华	三月暴寒且冰	《新唐书·五行志》
开元廿九年(公元741)	西安	冬，京师寒甚，凝霜封树	《全唐诗》卷880
永泰元年(公元765)	西安	三月庚子夜降霜，木有冰	《旧唐书·代宗纪》
大历二年(公元767)	西安	十一月，纷雾如雪，草木冰	《旧唐书·五行志》
贞元元年(公元785)	西安	正月，大风雪……寒甚	《旧唐书·德宗本纪》
		十二月，雨木冰	《新唐书·五行志》
贞元十二年(公元796)	西安	大雪寒甚，竹柏柿树多死	《白居易集》卷1
贞元二十年(公元804)	西安	冬，雨木冰	《新唐书·德宗纪》
元和六年(公元811)	西安	十二月，大寒	《新唐书·五行志》
元和八年(公元813)	西安	十月……以大雪放朝，……雀鼠多死	《旧唐书·宪宗本纪》
元和十年(公元815)	九江	九江十年冬大雪江水生冰树枝折	《全唐诗》卷435
长庆三年(公元823)	西安	十一月丁丑，雨木冰	《新唐书·五行志》
宝历元年(公元825)	西安	十一月丙申，雨木冰	《新唐书·五行志》
大和六年(公元832)	西安	去冬以来，逾月雨雪，寒风尤甚	《旧唐书·文宗本纪》
大和七年(公元833)	西安	十二月丙戌，夜雾，木冰	《新唐书·五行志》
开成四年(公元839)	西安	九月辛丑，雨雪，木冰	《新唐书·五行志》
会昌元年(公元841)	西安	十二月丁丑，雨木冰	《新唐书·五行志》
会昌三年(公元843)	南京	春寒，江左尤甚，民有冻死者	《新唐书·五行志》
会昌四年(公元844)	西安	正月己酉，雨木冰	《新唐书·五行志》
光启二年(公元886)	西安	是冬苦寒，九衢积雪，寒冽尤剧	《旧唐书·僖宗本纪》
	淮南	十一月，淮南阴晦雨雪，至明年二月不解	《新唐书·五行志》
天祐元年(公元904)	江浙	九月朔，大风，寒如仲冬	《新唐书·五行志》

公元 801~820 年，气候再次转冷，东中部地区温暖程度大致与今相当。据史料记载，公元 801 年、公元 803 年、公元 804 年等 11 年异常初、终霜雪现象增多；公元 815 年冬季，九江附近的江面甚至出现冻结(现今九江一带是中国河流出现冰情的南界)(表 8.1 和表 8.2)。与公元 807 年关中地区极早初霜的记载相对应，白居易(公元 772~846)曰“田家少闲月，五月人倍忙，夜来南风起，小麦伏陇黄”[①]，这表明盩厔(今陕西西安周至县)当年的夏粮收获期为阴历五月(即阳历 6 月 10 日~7 月 8 日)，晚于现今的 6 月 5 日。有鉴于 9 世纪初气候的由暖转冷，故天文学家徐昂在公元 821 年制成的《宣明历》[②]中，将先前唐代诸历法(包括徐昂自己在公元 806 年所上的《观象历》)普遍使用的“启蛰—雨水—清明—谷雨”的节气顺序调整为“雨水—惊蛰—清明—谷雨”。

海冰是极寒气候条件下的产物。据新旧唐书《五行志》和《穆宗本纪》载，公元 781~907 年先后有 3 次海冰记录，其中，长庆元年(公元 821)二月和长庆二年(公元 822)正月，在海州湾和莱州湾连续两年出现二百里的海冰[③]，标志着唐中前期温暖气候基本结束；天复三年(公元 903)十二月浙北沿海出现海冰。在现代气候条件下正常年份，中国冬季海冰主要出现在渤海辽东湾，秦皇岛以南海域一般无严重冰情。据渤、黄海北部 1950~2004 年逐年冰情等级记录(王相玉等，2007)看，在冰情最严重(5 级)的 1956 年和 1968 年冬半年，莱州湾和黄海北部才有着较大范围的海冰封冻。经推算，当渤、黄海北部冰情达到 5 级时，东中部地区的冬半年气温较之 1961~2000 年低约 0.86℃。从历史记载来看，苏北沿海的结冰现象，在除唐代外的先秦至元代的文献中均不见记载(龚高法等，1987)，此外，在明清小冰期中也仅有过 5 次海冰记录。由此推断，唐朝后期某些时段的寒冷程度不亚于明清时期。

敬宗至文宗在位期间(公元 825~840)，气候仍比较寒冷，公元 823 年、825 年、832 年、833 年、838 年、839 年等均有寒冷事件，初霜雪较今提早到来的记录。据《新唐书·韦温传》载，在韦温任陕虢观察使期间(公元 835~841)的某年夏季，按税制，在百姓应当缴纳田租之时，冬小麦仍未进入收获期。

唐中后期的气候似于公元 841 年以后一度回暖。史载，会昌年间(公元 841~846)，长安皇宫及南郊曲江池都有梅和柑橘生长，桔果还曾被武宗赏给大臣[④]。写于公元 862 年前后的《蛮书》载：“从曲、靖州已南，滇池已西，土俗唯业水田，种麻、豆、黍、稷不过町疃。水田每年一熟，从八月获稻至十一月十二月之交，

① [唐]白居易：《观刈麦》，《全唐诗》卷 424

② 除行星部分外，《宣明历》完整保存在《高丽史》卷 4《历一》，转引自曲安京（2008）

③《新唐书》卷 36《五行志》；《新唐书》卷 8《穆宗本纪》

④ [唐]李德裕：《李文饶文集》卷 20《瑞橘赋·序》

便于稻田种大麦，三月四月即熟，收大麦后还种粳稻。”[①]据满志敏(2009)考证，《蛮书》作者樊绰撰写此书的目的在于向朝廷阐述当时南诏境内政治、经济和地理等情况，《蛮书》中“曲、靖州已南，滇池已西”泛指滇中农耕区的分布，“土俗唯业水田”指以水稻为主的农耕制度。今天云南高原上的水田主要集中在山间坝子中，如滇池坝、陆良坝等，这些地区间有一年稻麦两熟成功的例证(云南农业地理编写组，1980)。此外，书中还载点苍山仅“冬中有时堕雪”，由此可看出，唐朝时云南气候至少与现代相当。

与现今温暖程度相似的气候状况可能一直持续到公元 880 年。史载，公元 863 年和公元 875 年，冬雷不断[②]；乾符元年(公元 874)，河北道沧州乾符县“生野稻水谷二千余顷，燕、魏饥民就食之”[③]；公元 876 年，“冬无雪”[④]；公元 880 年“十一月暖如仲春”，“冬，桃李华，山华皆发。”[⑤]

公元 881 年秋，“河东早霜，杀稼”[⑥]，中和二年(公元 882)，“七月丙午(7 月 24 日)夜……宜君砦(今陕西铜川)，雨雪盈尺，甚寒”[⑦]。从此唐朝气候愈发寒冷。公元 886~904 年的 9 年中，有 6 年气候较为寒冷(表 8.1 和表 8.2)，江南地区春季终雪晚于现今。公元 895 年前后，诗人崔道融在越州(今浙江绍兴)镜湖泛舟后曾写道：“云外晓风和雪银，月中归棹带冰行。”[⑧]天复三年(公元 903)十二月，长江口附近的海面出现封冻现象。据唐末农学家韩鄂在《四时纂要》中的记述，其私家田庄种植的葡萄在十月被盘起枝蔓并埋入土中，这一措施相当于现代葡萄种植冬季过冬技术中的全埋土方法。据考证，韩鄂记载的庄园在京都一带，“非今西安，即今洛阳”，属黄河中游地区[⑨]。中国目前葡萄过冬不埋土与半埋土(指植株基部埋土)的界线相当于年极端最低气温平均值-14℃等温线，位于渭河一线，而全埋土与半埋土的界线相当于-18~-20℃。以此推知，唐末极端最低温度多年平均值-18~-20℃线可能南移至渭河一线(满志敏，1998)。韩鄂还在《四时纂要》中记载了石榴和栗两种果树的冬季包裹防冻措施，即十月中“造牛衣；盘痤蒲桃，包裹栗树、石榴树，不尔即冻死”。鲁明善(1271~1368)在《农桑衣食撮要》中曾解释牛衣的功用：“遇极寒，鼻流清涕，腰软无力；将

① [唐]樊绰：《蛮书》卷 7《云南管内物产》
② 《新唐书》卷 40《五行志》，《旧唐书》卷 9《僖宗本纪》
③ 《新唐书》卷 43《地理志》
④ 《旧唐书》卷 9《僖宗本纪》
⑤ 《新唐书》卷 39《五行本志》
⑥ 《新唐书》卷 40《五行志》
⑦ 《旧唐书》卷 9《僖宗本纪》
⑧ [唐]崔道融：《镜湖雪霁贻方干》，《全唐诗》卷 714
⑨ 缪启愉：《四时纂要校释》，农业出版社，1981 年

蓑衣搭牛背脊，用麻绳拴紧，可以敌寒，免致冻损。”①

近年来，东、西部地区大量的自然证据也证实了唐代气候存在由暖至冷的转变。吉林金川泥炭 $\delta^{18}O$ 记录说明隋唐期间，当地气温变化频繁，升温发生在唐中期，降温分别发生在隋末和唐末(洪业汤等，1997)。据内蒙古岱海地区的孢粉证据看，该地区公元 769~1010 年气温明显下降(许清海等，2004)。北京石花洞的石笋厚度序列显示，隋至唐中期气候相对温暖，8 世纪中期气候急剧转寒，公元 800 年前后达到低谷，之后逐渐回升(Tan et al., 2003)。由东海内陆架闽浙沿岸泥质沉积区北部钻孔得到的高分辨率沉积曲线显示，公元 620~980 年的温暖期存在温暖—寒冷—温暖的波动，其中，公元 750~850 年气候相对寒冷(肖尚斌等，2004)。

冰芯、树轮、沉积和冰川波动等各种自然证据表明，青藏高原在 8 世纪以后才开始转暖(杨保, 2003)。古里雅冰芯 10 年尺度的 $\delta^{18}O$ 记录揭示青藏高原在公元 701~800 年相对温暖，而在公元 801~900 年相对寒冷(姚檀栋等，1996)；达索普冰芯与敦德冰芯都显示出，温暖期位于公元 730~950 年前后(姚檀栋等，2002)；藏南沉错湖芯的环境磁学测试结果表明，公元 690~860 年出现过相对连续的暖期，不过，其间又有一些相对寒冷时段(朱立平等，2001)。柴达木盆地北缘的苏干湖沉积物证据表明，公元 580~1200 年青藏高原北部气候总体暖干(强明瑞等，2005)；青海贵南和共和等地的古土壤发育状况表明，今青海地区气候在公元 550~800 年总体上比较温暖(胡双熙等，1991；高尚玉等，1992)。

新疆地区在唐朝明显温暖。乌鲁木齐河源区孢粉证据显示，在公元 680~890 年，当地气温曾大幅度上升(鞠远江，刘耕年，2004)；乌鲁木齐河尾间湖泊东道海子沉积物表明，公元 640~680 年的气候比较温暖(阎顺等，2004)；艾比湖同位素记录表明，该地区在公元 500~660 年气温较高(吴敬禄等，2004)；尼雅剖面的研究结果显示，在公元 750 年前后，塔里木盆地出现过一个短暂的暖干期(舒强等，2003)；罗布泊地区在公元 665~750 年气候较冷，在公元 800~850 年气候较暖(谢连文等，2004)。

20 世纪 70~80 年代，一大批学者相信唐朝气候温暖，史料中存有长安地区梅树的记载是支持这种观点最直接的证据(竺可桢，1972；文焕然，文榕生，1996)。20 世纪 90 年代，这种认识受到质疑，并引发唐朝文献中梅树证据是否具有气候意义的争论。质疑者认为文献中记载的梅树有可能是具有观赏功能的人工栽培植物，与自然界中的气候状况没有科学上的关联。但在争论的过程中，人们注意到，即便是人工栽培的梅树，在唐朝中期后西安一带的记载也愈来愈稀少，黄河流域的梅树栽培随时间推移呈现出从关中地区东移开封一带的趋势。

据满志敏(2009)考证，北宋苏轼(1037~1101)携弟苏辙(1039~1112)游历关中

① [元]鲁明善著，王毓瑚校注：《农桑衣食撮要》，农业出版社，1962 年

时，作《杏》诗云："关中幸无梅，汝强充鼎和。"并自注"关中地不生梅"[①]；另在《中隐堂诗其三》中写道："二月惊梅晚，幽香此地无。"苏辙亦有"晚梅晴自媚，老竹暗相迁"之句[②]。句中"中隐堂"，系王绅在长安的宅邸[③]。三首诗说明关中虽有梅树，但生长不佳。宋人在为苏轼诗作注释时说："盖长安梅花最少，而开又最晚，故有此句。韩退之诗'二月初惊见草芽'，盖气候稍晚，不独梅耳；杜诗'丹橘黄柑'此地无。"[④]显然，在宋人的认知中，自然状态下梅树、柑橘与温度关系密切，宋代关中地区温度低于盛唐。

宋代开封梅树种植十分普遍，洛阳则是"岁正月梅已花"[⑤]，梅花和桃李、牡丹成为常见的观赏花卉，赏梅歌咏是当时达官显贵、文人骚客的时尚。北宋诗人梅尧臣(1002~1060)曾作《京师逢卖梅花五首》，云"此土只知看杏蕊，大梁亦复卖梅花"，"驿使前时走马回，北人初识越人梅"，"忆在鄱君旧国傍，马穿修竹忽闻香。偶将眼趁蝴蝶去，隔水深深几树芳"[⑥]；苏轼《许州西湖》诗有"惟有落残梅，标格尚衿爽"[⑦]，这里描写的许州，即今河南许昌；司马光(1019~1086)也曾有诗云："京洛春何早，凭高种岭梅。纷披百株密，烂漫一朝开。"[⑧]北宋末年，徽宗赵佶(1082~1135)曾积土为山，"植梅万本，曰梅岭"[⑨]；朱弁(1085~1144)曾云："顷年近畿江梅甚盛，而许、洛尤多，有江梅、椒萼梅、绿萼梅、千叶黄香梅凡四种。"[⑩]

根据现代气候资料统计，开封、洛阳和西安冬季多年平均温度分别是1.02℃、1.97℃和0.86℃，开封和洛阳都比西安温暖。历史上开封、洛阳等地的梅树(包括人工栽培的)多于西安合乎常理。因此，史料中关于唐宋两代梅树记载，一方面说明了西安与开封等地气候差异，反映了历史文献中"都城记载多"的基本规律；另一方面也隐含了唐中期以前相对温暖的信息。

满志敏(2009)考证了元朝(1271~1368)安阳、济南和北京等地也有梅花种植。如许有壬(1287~1364)在《相下酷暑不减江南，明初方思乡以此调之》中云"栽竹观梅即故乡"[⑪]，许氏为汤阴人，诗题中"相下"即指汤阴。王旭(1264年前后)在《梅园

① [清]查慎行：《苏诗补注》卷3

② [宋]苏辙：《栾城集》卷2《次韵子瞻题长安王氏中隐堂五首》

③ [清]查慎行：《苏诗补注》卷4《中隐堂诗并序》。宋时岐山县令王绅在长安的居第园圃，号称"中隐堂"苏轼到长安时，王绅曾邀他一游，且乞诗甚勤，于是便作《中隐堂诗》五首

④ [宋]王十朋：《东坡诗集注》卷28《题咏》

⑤ [宋]邵伯温：《闻见录》卷17

⑥ [宋]梅尧臣：《宛陵集》卷17《京师逢卖梅花五首》

⑦ [宋]王十朋：《东坡诗集注》卷3

⑧ [宋]司马光：《司马文正公传家集》卷13《和君贶宴张氏梅台》

⑨ [明]李濂：《汴京遗迹志》卷4《华阳宫记》

⑩ [宋]朱弁：《曲洧旧闻》卷3《韩景文赠梅并题绿萼亭》

⑪ [元]许有壬：《至正集》卷21

杂集序》中谈到“安阳许氏之园有梅一株，岁暮方盛”[①]；刘敏中(1234~1318)《谢赵子昂同知惠梅》诗云“历下寒多梅事稀，西园两树还惊目”[②]，“历下”是济南旧称；耶律铸(1221~1285)在《立春》中提到“上苑三冬梅正发”，并曾以《独醉园梅数年无花，今岁特盛，中觞有索赋梅词者为赋》为题做诗[③]，诗中的“上苑”、“独醉园”均在当时的大都，即今天的北京。安阳、济南和北京现代冬季平均温度都比西安低，元朝前期这些地方有梅树记载则说明当时全国气候相对温暖。现代野生梅树主要分布在西南地区，在皖浙地区有一个次分布中心，但作为栽培植物，梅树成活北界可达北京。元朝前期中国气候处在由中世纪暖期向小冰期转变的过程(1260~1320)中，其中1231~1260年是中世纪中国东部地区过去2000年最暖时段之一，冬半年平均气温较今高0.9℃，故当时北京“独醉园梅数年无花”，而“今岁特盛”。1261~1320年中国东中部冬半年平均气温略有下降，但仍较今为高(Ge et al.，2003)。

第二节 干湿变化

总体看，隋及唐朝前期气候略湿，唐朝中后期则明显偏干；在空间上，则表现为近似西北—东南走向的“干旱—湿润—干旱”的条块状分布格局，即西北和东南地区偏干，黄淮海平原、长江中上游地区偏湿。下面分区域进行论述。

一、东中部地区

隋唐320年间，中国东部季风区干湿状况的周期波动显著，呈现为“四湿”夹“三干”的特点，但总体上，干旱时段长于湿润时段，唐中期后尤为明显。其中，四个湿润期，即590s~640s、710s~740s、810s~820s、880s~900s，三个干旱期，即650s~700s、760s~800s、830s~870s；公元600年、730年、820年和900年前后最为湿润，公元660年、760年、800年和850年前后则最为干旱(图8.6(a))。

较之过去两千年平均状况而言，这一时期东中部地区的干湿状况大体上表现为近似西北—东南走向的“干旱-湿润-干旱”的条块状分布格局(图 8.7(a))：北部燕山—太行山—秦岭以西的晋北、陕北、陕南大部地区以及南部淮河中下游—闽浙山脉—南岭—长沙以东以南的苏北、浙江、福建、广东、广西大部分地区，长期偏为干旱；位于两区域之间的华北地区东部以及长江中上游地区则偏为湿润；汉中盆地、太湖流域、鄱阳湖流域、珠江流域是全国的干旱中心，黄淮地区则是湿润中心。

---

① [元]王旭：《兰轩集》卷11

② [元]刘敏中：《中庵集》卷2

③ [元]耶律铸：《双溪醉隐集》卷3、卷4

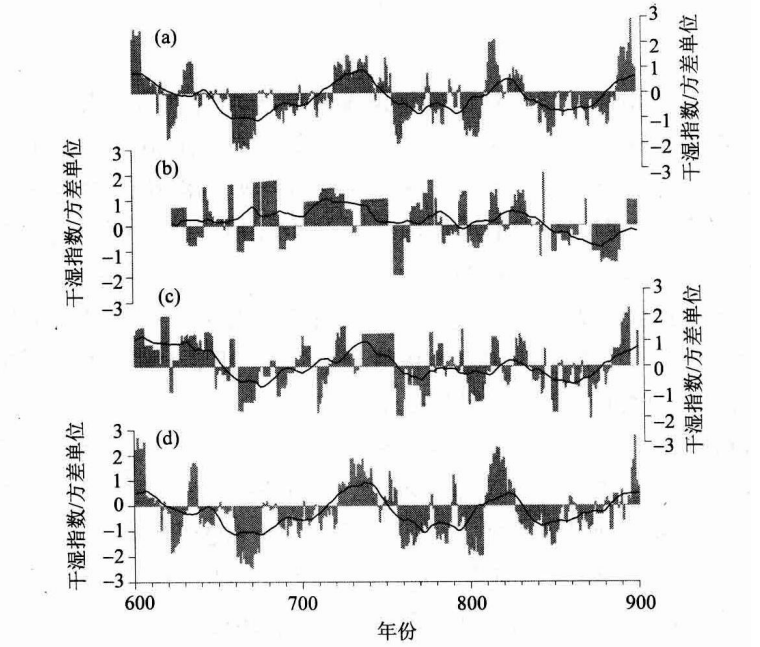


图 8.6　隋唐时期的干湿指数变化(Zheng et al., 2006)

(a)东中部地区；(b)江南地区；(c)江淮地区；(d)华北地区

正值为湿润，负值为干旱

另从干湿变率(图 8.7(b))来看，较之过去 2000 年的平均状况而言，除岭南地区外的东中部区域降水变率均较大，其中，湘南地区干湿变率最大。

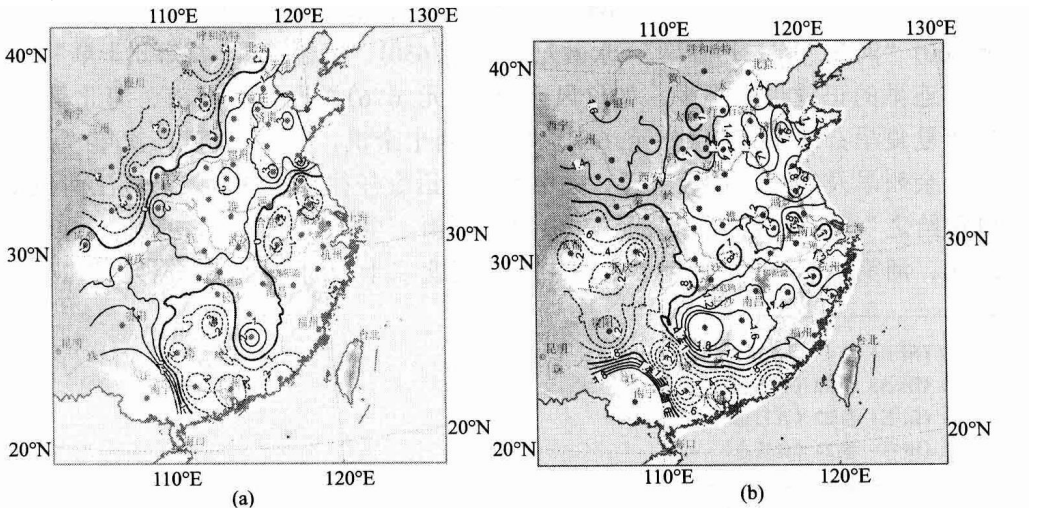


图 8.7　隋唐时期中国东中部地区干湿率与干湿变率的空间分布

(a)干湿率；(b)干湿变率

(一)华北地区

与东中部地区相似，华北地区的干湿变化也表现为“四湿”夹“三干”的特征。其中，隋朝相对湿润，唐朝则干湿交替频繁，公元 660 年、780 年和 850 年前后为干谷的底点，公元 735 年、815 年和 900 年则为湿峰的顶点(图 8.6(d))。据研究，7~9 世纪，西安一带旱涝年份分别占 44%和 27%，世纪尺度上干旱年份维持在 40%~50%(李兆元等，1988)。

隋初，华北地区较为干旱，关中地区屡有大旱发生，如开皇二年(公元 582)二月“京师雨土”[①]，“开皇四年后，京师频旱”[②]，开皇十四年(公元 594)、十五年(公元 595)隋庭曾连续两年因旱祠于泰山。

公元 596 年后，华北地区迎来了隋唐第一个湿润期。从开皇十八年到大业七年(公元 598~611)的 13 年间，河南、河北、山东等州大水记载多达 5 次。如，开皇十八年(公元 598)“河南八州水”，仁寿二年(公元 602)“河南、北诸州大水”[③]，大业七年(公元 611)“山东、河南大水，漂没四十余郡”[④]。丰沛的降水使得华北地区的粮食生产形势趋好，极大地缓解了关中地区粮食供求的紧张状况，广通渠开凿后，“漕运通利，关内赖之”[⑤]，关东及附近等地漕运兴盛、粮仓遍置，“开皇之治”得以诞生。

李唐伊始，华北即转入了一个历时近百年的偏旱期。其中，公元 650~680 年前后最为干旱。如《新唐书·五行志》载，贞观元年(公元 627)夏，“山东大旱”，“关内六州及蒲、虞、陕、鼎等复遭亢旱，禾稼不登，粮储既少，遂令分房就食”[⑥]，二十一年(公元 647)秋，“陕、绛、蒲、夔等州旱”；显庆五年(公元 660)“河北二十二州春旱”；永徽元年(公元 650)“京畿、同、绛等州十旱”[⑦]。数年连旱的记载也有不少，如仪凤元年(公元 676)夏四月“河南、河北旱”，次年夏复旱；总章三年(公元 668)“诸州四十余饥，关中尤甚”，次年“天下四十余州旱及霜虫，百姓饥乏，关中尤甚。诏令任往诸州逐食，仍转江南租米以赈给之”[⑧]；神龙二年(公元 706)“冬不雨，至于明年五月，京师、山东、河北、河南，旱饥”，次年“夏，山东、河北二十余州大旱，饥馑死者二千余

---

①《隋书》卷 1《高祖本纪》
②《隋书》卷 22《五行志》
③《隋书》卷 22《五行志》
④《隋书》卷 24《食货志》
⑤《资治通鉴》卷 176，至德二年
⑥ [唐]李世民：《劳邓州刺史陈君宾诏》，《全唐文》卷 9
⑦《新唐书》卷 35《地理志》
⑧《新唐书》卷 5《高宗本纪》

人”。严重的旱灾不仅导致唐前期部分地区民生饥困，而且影响了当地社会管理系统的正常运作。永淳元年(公元 682)正月，因上年旱灾导致饥馑而使得朝会停摆，京畿府兵被调往山南道的邓州(今河南邓州)和关内道的绥州(今陕西绥德)等地就食。由于京畿粮食供给形势日益严峻，而东粮西运又不畅通，以致唐王朝频繁就食东都洛阳。

在这一干旱期中，高宗、武后、中宗等在位皇帝数次避正殿、减膳、大赦，要求官员极言时政得失，以求减轻旱情。如《新唐书·则天皇后纪》载，垂拱三年(公元 687)武则天“以旱避正殿，减膳”，长寿三年(公元 694)“以旱虑囚”，万岁通天元年(公元 696)“以天下大旱，命文武九品以上极言时政得失”。公元 683 年，高宗驾崩，陈子昂言“秦之首尾，今为阙矣。即所余者，独三辅之间尔。顷遭荒馑，人被荐饥。自河已西，莫非赤地；循陇已北，罕逢青草。莫不父兄转徙，妻子流离，委家丧业，膏原润莽，此朝廷之所备知也。……去岁薄稔，前秋稍登，使赢饿之余，得保性命，天下幸甚，可谓厚矣！然而流人未返，田野尚芜，白骨纵横，阡陌无主。至于蓄积，尤可哀伤”[①]，以关中旱俭为由，力陈东都形胜，可安置山陵神器。

公元 715~755 年，华北地区气候湿润，农业生产风调雨顺，“开元盛世”就出现在这一时期。据史载，景云至开元年间(公元 711~741)，洛阳曾三次上献瑞麦[②]；开元十三年(公元 725)，河南道寿安县(今河南宜阳)麦有两歧、三歧、四歧、六歧者[③]；天宝四年(公元 744)，河南、河北诸郡“收麦倍胜尝(常)岁”[④]。湿润的气候，还为水稻在河南道等地的推广提供了条件，如张九龄“教河南数州水种稻，以广屯田”[⑤]。一些年份的降水甚至过多，给华北地区造成了严重的涝灾。如天宝十三年(公元 754)秋，“霖雨六十余日，京师庐舍垣墉颓毁殆尽”[⑥]，杜甫有诗云：“阑风伏雨秋纷纷，四海八荒同一云。去马来牛不复辨，浊泾清渭何当分。禾头生耳黍穗黑，农夫田妇无消息。城中斗米换衾裯，相许宁论两相直。”

公元 756~810 年前后，华北地区再次进入旱期，干旱程度甚于唐初，灾荒记载不断。标志着唐朝由盛转衰的“安史之乱”即发生在这个气候由湿润向干旱的

---

①《旧唐书》卷 190《陈子昂传》
②《册府元龟》卷 24《帝王部·符瑞三》、卷 25《帝王部·符瑞四》
③《太平御览》卷 838《百谷部》引“麦”条
④《册府元龟》卷 502《邦计部·常平》
⑤《旧唐书》卷 103《张九龄传》
⑥《旧唐书》卷 112《韦见素传》

转换过程中。永泰二年(公元766)“关内大旱，自三月不雨，至于六月”[①]。贞元年间的21年中，有8年爆发旱灾，一些河流甚至断流，如贞元元年(公元785)春，“旱，无麦苗，至于八月，旱甚，灞、浐将竭，井皆无水。六年春，关辅大旱，无麦苗”[②]，“夏，蝗，东自海，西尽河、陇，群飞蔽天，旬日不息，所至草木叶及畜毛靡有孑遗，饿馑枕道”[③]。为了减灾祈福，德宗、宪宗积极赈济，如贞元十五年(公元799)德宗“以久旱岁饥，出太仓粟十八万石于诸县贱糴”[④]，元和九年(公元814)岁饥，宪宗下诏“放关内元和八年以前道租钱粟，赈常平仓粟三十万石”[⑤]。宪宗还避正殿、减膳，命朝臣祷雨。然次年，河北依然蝗旱如故，“米斗一千五百文，复大兵之后，民无蓄积，饿殍相枕”。唐王朝两个重要的税源地河南、河北二道，由“人户殷繁，衣食之源，租赋犹广”的繁荣状况，转变成“关东大饥，赋调不入，由是国用益窘”[⑥]的凋敝情形，百姓多有逃亡，社会动荡的土壤因之培育起来。

公元810~830年前后是隋唐时期华北地区第三个湿润期，史料中有不少涝灾记载，如元和十二年(公元817)六月“河南、河北大水，洺、邢尤甚至”，长庆四年(公元824)“秋，河南及陈、许二州水害稼”[⑦]，大和二年(公元828)夏，黄河沿岸的陈、滑、河阳、棣州、郓、曹、濮、淄、青、齐、德、兖、海等地接连大水；大和四年(公元830)，河南大水，害稼。该湿润期持续时间短，湿润程度也不如前两个湿润期(公元596~618,715~755)，其间还有大旱发生，但仍诞生了“元和中兴”。

公元830~880年前后华北地区再次进入干旱期，虽然旱灾次数不少，一些年份也很严重，但干旱程度总体上说来不如公元618~715年、756~810年。开成二年到会昌元年(公元837~841)的5年是一个连续干旱期，旱蝗灾害大面积出现。其中，开成二年(公元837)京畿干旱时，浐水流量仅及正常年份一分[⑧]，唐文宗也“因旱避正殿”，五年(公元840)夏“幽、魏、博、郓、曹、濮、沧、齐、德、淄、青、兖、海、河阳、淮南、虢、陈、许、汝等州螟蝗害稼”[⑨]，会昌元年(公

①《新唐书》卷36《五行志》
②《旧唐书》卷35《五行志》
③《新唐书》卷36《五行志》
④《旧唐书》卷53《食货志》
⑤《旧唐书》卷15《宪宗本纪》
⑥《册府元龟》卷487《邦计·赋税一》
⑦《新唐书》卷36《五行志》
⑧《旧唐书》卷177《崔管传》
⑨《新唐书》卷36《五行志》

元841）“七月，关东、山南邓、唐等州蝗”[①]。在一定程度上，由于旱灾的严峻，“会昌中兴”（公元841~846）如过眼流星，一闪而逝。咸通元年（公元860），“自关东至海大旱，冬蔬皆尽，贫者以篷子为面、槐叶为齑”[②]，咸通三年（公元862），河南蝗旱，民饥[③]，更是彻底使唐王朝复兴的希望归于破灭。乾符元年（公元874），翰林学士卢携曾上言：“臣窃见关东去年旱灾，自虢至海，麦才半收，秋稼几无，冬菜至少，贫者硙蓬实为面，蓄槐叶为齑。或更衰羸，亦难采拾。常年不稔，则散之邻境。今所在皆饥，无所依投。”[④]

公元880年后，华北地区进入了最后一个湿润期，大水频发。例如，乾符三年（公元876）“关东大水”[⑤]，龙纪元年（公元889）“冬，（徐州）大雨，水，不能军而旋”[⑥]。继前一个时期的干旱，频繁涝灾给唐王朝千疮百孔的社会经济以沉重打击。《资治通鉴》卷252因云：“自懿宗（公元860~874）以来，奢侈日甚，用兵不息，赋敛愈急。关东连年水旱，州县不以实闻。上下相蒙，百姓流殍，无所控诉，相聚为盗，所在蜂起。”

华北地区的多项孢粉证据也验证了依据文献记载所得出的干湿波动结论。例如，华北北部岱海盆地孢粉证据显示，1300a BP（公元650）前该地区年平均降水量比今约少50mm，1300~1240a BP（公元650~710）降水量明显增加，1240a BP后的唐末至五代降水量比现今少了近90mm（许清海等，2004）；河北宁晋泊地区孢粉证据表明，6世纪中叶至8世纪初该地区气候温暖潮湿，8世纪初至9世纪末则转为凉爽偏干（郭盛乔等，1999）。

（二）江淮地区

虽然在年代际尺度上干湿波动变化较大，但较之华北地区，隋唐时的江淮地区总体上偏为湿润。其中，公元581~661年为湿润期，公元661~710年为干旱期，公元710~761年为湿润期，公元761~881年为干旱期，公元881~907年为湿润期（图8.6(c)）。

580s~650s是江淮地区湿润程度最高、持续时间最久的时段，水灾频繁。如史载，贞观八年（公元634）“江淮大水”，贞观十年（公元636）“关东及淮海旁州二

①《新唐书》卷36《五行志》
②《新唐书》卷52《食货志》
③《旧唐书》卷36《五行志》
④《资治通鉴》卷252，乾符元年春
⑤《新唐书》卷36《五行志》
⑥《新五代史》卷1《梁本纪》

十八，大水”[①]。

虽有万岁通天元年(公元 696)“徐州大水，害稼”[②]的记载，但 650s~700s 仍是江淮地区在隋唐时最干旱时段，总章元年(公元 668)“京师及山东、江淮大旱”[③]，天授三年(公元 692)“江淮旱，饥”[④]等大旱事件即发生在这个时段。

710s~750s 江淮地区偏为湿润，但持续时间短，干湿波动幅度较小，亚波动频繁。史料中最大的水灾记录见于《旧唐书》卷 8《玄宗本纪》：开元二十三年(公元 735)八月，唐廷规定“江淮已南有遭水处，本道使赈给之”[⑤]。

760s~880s 江淮地区进入了隋唐时期最长的干旱期。据史载，大历七年(公元 772)十月唐廷“以淮南旱，免租、庸三之二”[⑥]，贞元七年(公元 791)“扬、楚、滁、寿、澧等州旱”，开成二年(公元 837)“夏旱，扬州运河竭”，咸通二年(公元 861)秋“淮南、河南不雨，至于明年六月”[⑦]，咸通三年(公元 862)夏“淮南、河南蝗旱”，咸通九年(公元 868)“江、淮蝗食稼，大旱。”[⑧]在连年旱灾的侵扰下，唐中后期江淮地区粮食储备日益匮乏，以至于“淮南遇岁旱，有至骨肉相食者。”[⑨]

890s 以后，江淮地区再度进入湿润期。

江苏固城湖及安徽龙感湖的孢粉证据(羊向东等，1994；童国榜等，1997)亦显示，江淮地区在隋唐时期气候总体上偏为干旱；隋末唐初稍显湿润，唐中期后偏干，唐末则又转湿。

(三)江南地区

隋唐时期江南地区总体上偏为湿润，其中，620s~840s 整体上处于湿润状态，但波动较大；之后到唐灭亡，气候一直偏干(图 8.6(b))。

在 620s~840s 的湿润期中，江南地区于 700s~730s 以及 810s~830s 出现较多的降水，水灾四起。如开元四年(公元 716)六月，湖南桂阳大雨，山水暴溢，漂

---

①《新唐书》卷 36《五行志》
②《新唐书》卷 36《五行志》
③《新唐书》卷 35《五行志》
④《资治通鉴》卷 205，长寿元年五月
⑤《旧唐书》卷 8《玄宗本纪》
⑥《新唐书》卷 6《代宗本纪》
⑦《新唐书》卷 36《五行志》
⑧《旧唐书》卷 21《懿宗本纪》
⑨《册府元龟》卷 510《邦计部·希旨》

五百家，杀三百余人[①]；开元十七年(公元729)八月，越州大水，漂坏廨宇及居人庐舍[②]；元和九年(公元814)“秋，淮南及岳、安、宣、江、抚、袁等州大水，害稼”[③]；长庆四年(公元824)年，夏“苏、湖二州大雨，水，太湖决溢；睦州及寿州之霍山山水暴出；襄、均、复、郢四州汉水溢决”[④]。另据《旧唐书·文宗纪》和《新唐书·五行志》载，长江中下游地区及江南数州在大和六至八年(公元832~834)，曾连续三年水灾。

620s~840s的湿润期内也有一些年份出现大范围干旱。据新、旧唐书的《五行志》载，贞观十二年(公元638)“吴，楚，蜀州二十六，旱，冬不雨，至于明年五月”；贞元六年(公元790)夏，“淮南、浙东西、福建等道旱，井泉多涸，人渴乏，疫死者众”，“越州镜湖竭”；永贞元年(公元805)秋“江浙、淮南、荆南、湖南、鄂、岳、陈、许等州二十六，旱”；元和三年(公元808)“淮南、江南、江西、湖南、广南、山南东西皆旱”；元和四年(公元809)“秋，淮南、浙西、江西、江东旱。七年夏，扬、润等州旱”；《新唐书》卷8《穆宗本纪》载，长庆三年(公元823)三月，“淮南、浙东西、江西、宣歙旱”，“秋，洪州旱，蝗蝗害稼八万顷。”

9世纪下半叶，江南地区长期处于干旱期中，旱情于公元880年前后达到极点，以致引发饥馑。如中和四年(公元884)“江南大旱，饥，人相食”[⑤]，光启二年(公元886)“荆南、襄阳仍岁蝗、旱，人相食”。需要说明的是，唐中后期江南湿润程度逐渐降低，为江南地区摆脱“火耕水耨”的农业生产方式、兴修水利、增加粮食产量提供了重要的气候条件。

神农架大九湖的孢粉证据也显示，隋唐时期该地区气候比现今湿润(张华等，2002)。台湾的高山湖泊沉积记录表明公元820~1320年，气候较为暖湿(罗建育，陈镇东，1997)。

二、西部地区

从西部地区的自然证据看，隋唐时期，中国青藏高原、新疆地区以及西南地区的干湿状况，与东部地区相比，既有一致性，也有独特性。古里雅冰芯$\delta^{18}O$记录显示，公元561~720年与公元721~980年的青藏高原北部地区分别处于湿润与干旱阶段，干旱年数超出湿润年数近一倍之多(姚檀栋等，

①《旧唐书》卷41《五行志》
②《旧唐书》卷8《玄宗本纪》
③《新唐书》卷40《五行志》
④《新唐书》卷40《五行志》
⑤《新唐书》卷36《五行志》

1996)；柴达木盆地北缘的苏干湖碳、氧同位素值在公元 800 年前后同时偏负，指示了一次弱的冷湿气候波动事件的发生，其变化趋势反映公元 800~1200 年的气候较公元 580~800 年更为暖干(强明瑞等，2005)；柴达木东部海西蒙古族藏族自治州德令哈等 11 个站点的树轮证据表明，自 7 世纪开始，降水呈现减少趋势，8 世纪长期显著干旱，9 世纪处于降水低频湿润期(邵雪梅等，2006)。

在新疆，艾比湖地区近 1500 年来的气候环境演化特征显示：①公元 500~660 年，当地气候较干，约公元 620 年存在 1 次明显的暖干事件；②公元 660~760 年，当地气候态势不稳定，干湿波动较大；③公元 760~1050 年，当地湿度增加(吴敬禄等，2004)。对天山东段巴里坤湖沉积物地化特征的综合分析(薛积彬，钟巍，2008)表明，隋唐时期当地气候约以 1100a BP(公元 850)为界，表现出前湿后干的特征。

在西南地区，据现有的文献记录看，四川、贵州两地在隋唐时期气候总体上偏为湿润，干湿变率小(图 8.7)。从一些自然证据看，当时西南地区气候虽然偏湿，但有明显的变干趋势。例如，甘肃南部万象洞石笋记录显示，隋唐降水呈现递减趋势，晚唐进入干旱期，这一降水特征与季风的减弱相一致(Zhang et al., 2008)；贵州荔波董哥洞石笋记录也表明，唐朝亚洲季风急剧减弱，气候在较干的水平上波动(Wang et al., 2005)。

第三节　水体和植被的变化

一、水体

(一)海面

总体上温暖的隋唐时期是中国东中部沿海近两千年历史中一个比较突出的高海平面时期，当时的海平面较今高约 1m(谢志仁，1995)。在高海面的背景下，江浙地区的潮灾频率及海塘修筑工程在唐中期达到一个高潮(图 8.8)(王文，谢志仁，1999a,b)。

据盐城市建军中路各个古水井井底高程(图 8.8)看，苏北沿海的海面在隋代就已开始上升，中唐(1.3ka BP)时达到东汉至明代的最高点，晚唐(1.1ka BP)时则有一下降趋势(申洪源，朱诚，2004)。江苏吴江的沉积物证据显示，唐前期海面上升较为明显，唐后期至五代时则下降(王文等，1996)。古沙堤等海面变化标志表明，江苏中部沿海于 1.35 ka BP 时出现高海面、高潮位(杨达源，鹿化煜，1991)，长江河口段的相对海面持续较高(杨怀仁等，1983)。

由于海面较高，潮灾频繁，长江北岸大量坍蚀，田地大面积被淹。据记载，魏晋南北朝时新置的苏北、如皋等六县于唐初陆续被并入海陵县(陈金渊，1983)；唐大历年间(公元 766~779)，黜陟使李承在楚州(今江苏淮安)境内筑堤常丰堰御海潮，以庇护盐灶和农田①；杭州盐官县官民被迫于开元元年(公元 713)重筑古捍海塘②。

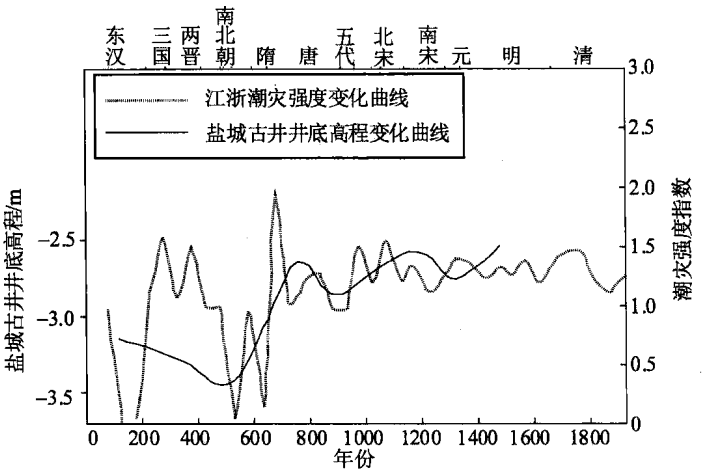


图 8.8　盐城古井井底高程变化(申洪源，朱诚，2004)与江浙潮灾强度变化(王文，谢志仁，1999b)

(二)江河

由于海面上升，隋唐时长江河道位置及其水文动力特征较魏晋南北朝时有明显改变。例如，镇江以东长江干流在唐代向北摆动，北岸严重坍塌后退，南岸则相对稳定(杨怀仁等，1983)，镇江地区因之设有镇海军节度使，辖治长江南岸。海平面的持续上升和潮汐顶托力的增加，使得长江南京至镇江段河道增宽，出现了诸如马昂洲、上新洲、下新洲、阖庐洲、长芦洲、概洲等众多著名的江心洲(张修桂，2005)。据研究(朱诚等，1997)，由于人类活动及高温、高海面的影响，公元 581~960 年三峡地区和江汉平原发生了 32 次特大洪水。

隋唐时期黄河的水文动力特征也深受气候变化的影响。黄河中游的径流量在唐代出现了自公元后的首次显著回升。对黄河壶口断面径流量的研究显示(图 8.9)，隋至唐时的黄河径流量逐步增大。隋时仅为 119×10^8 m^3，唐天宝十年(公元 751)则达到 $428\times10^8 m^3$。此后，黄河水量逐步减少，直至现代仍未复有隋唐规

① 《旧唐书》卷 115《李承传》
② 《新唐书》卷 45《地理志》

模(刘振和，1995)。在关中地区，自黄河支游泾河引水的郑、白两渠，永徽六年(公元 655)尚能溉田一万许顷，但至大历中(公元 772 年前后)，水田才得六千二百余顷[①]。导致这一变化的原因，除《通典》所言“富商大贾竞造碾硙，堰遏费水”外，黄河来水量的减少可能才是郑、白渠灌溉量大幅度减少的主要因素。

隋唐时黄河南北两岸多次发生大水。据史料载，公元 598 年、607 年、611 年、617 年等年曾多次发生大水，淹没州郡甚多，如仁寿二年(公元 602)，“河南河北诸郡大水”[②]；大业七年(公元 611)，“秋大水，山东、河南漂没三十余郡，民相卖为奴婢”[③]。唐代 290 年中，黄河共发生 23 次漫溢，7 次决口，1 次改道(周旗，卫旭东，2003)。公元 633~873 年间黄河沿线诸州有 29 年发生大水，其中开元年间达 7 次之多(水利部黄河水利委员会《黄河水利史述要》编写组，1982)。不过在唐代一些干旱的年份，黄河中游的一些支流也曾出现过断流现象。如贞元元年(公元 785)春，“旱，无麦苗，至于八月，旱甚，灞、浐将竭，井皆无水”[④]。据研究，黄河的决溢与大旱、大水均呈较好的正相关关系(许炯心，2001)。

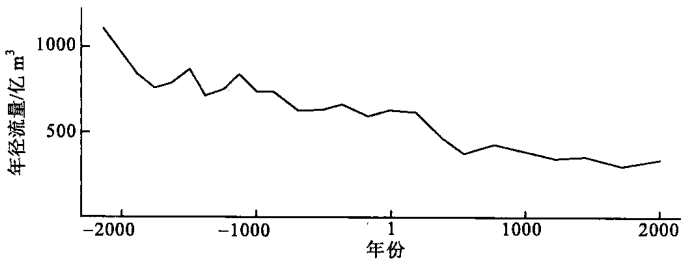


图 8.9 过去四千年来黄河壶口径流量变化(刘振和，1995)

(三)湖泊

唐代黄淮海地区湖泊发育进入了全盛时期，呈现星罗棋布之状。在先秦文献中所载的大量天然湖泊，又现于唐代的《元和郡县志》及反映唐末五代社会状况的《太平寰宇记》的记载中。如据南北朝《水经注》载，圃田泽东西 40 余里，南北 20 余里，而《元和郡县志》则载，唐代该湖泊扩展至东西 50 里，南北 26 里。唐朝人工陂塘也显著增加，淮河流域、海河流域、黄河流域人工陂塘分别占据当地湖泊总数的 56%、26%和 18%(张修桂，2005)。

在 25~30°N 地区，自隋朝开始，该地区新兴湖泊的数量明显增加(图 8.10)。750s 前后，湖泊数量和水域面积分别达到过去 2000 年的第三个和第二个峰值

① [唐]杜佑：《通典》卷 2《水利田》
② 《隋书》卷 22《五行志》
③ 《隋书》卷 4《炀帝本纪》
④ 《旧唐书》卷 35《五行志》

(Fang，1993)。在长江中游地区，洞庭湖、鄱阳湖湖面空前广阔。洞庭湖从东洞庭湖区向西区扩展，周围由南朝的“五百余里”发展至唐宋时期的“周及八百里”。唐僧人可朋(公元 896~963)于《赋洞庭》中云：“周极八百里，凝眸望则劳，水涵天影阔，山拔地形高。”鄱阳湖也因云梦泽的消失和长江干流洪水期流量的增加而迅速向东南方向扩展，鄱阳平原已完全沦为湖区。

长三角地区的湖泊数量和面积在隋唐时期也有显著增加。太湖流域自唐代开始，先后形成了澄湖、马腾湖、玳瑁湖、来苏湖、淀山湖等一系列湖泊(张修桂，2005)。由于太湖水面的明显扩张，淹没了沿湖的低平地带，文化层堆积因之发生中断。上海郊区的川沙严桥遗址在埋深 2.5~3.5 米处存在一“灰土”层，充分说明该地区在中唐曾一度沦为水域(杨怀仁等，1983)。

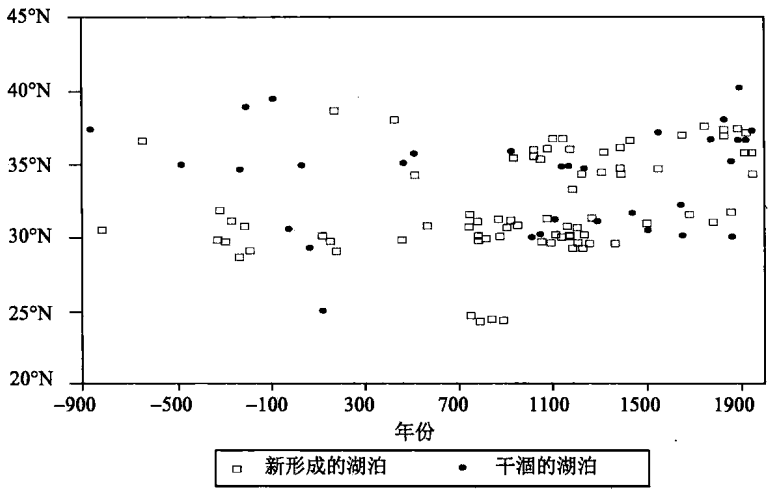


图 8.10　近 3000 年来中国各纬度湖泊的形成与消失(Fang, 1993)

在西部地区，由于气候暖湿，在 1490~910a BP(公元 460~1040)内蒙古西部的居延海湖水盐度呈降低趋势，湖面相对偏高(张振克等，1998b)。青海湖面积虽然较前有所萎缩，但在唐代周及仍有八百余里(应百才等，1987)。位于新疆乌鲁木齐的东道海子，受西风环流影响，在公元 250~640 年和公元 680~1645 年处于高湖面期，对应气候的冷期，而公元 640~680 年处于中湖面期，与气候的暖期对应(阎顺等，2004)。

二、植被

有研究粗略估计，唐末全国的森林覆盖率约为 33%，从秦汉时算起，平均每 100 年约减少 1.15%(樊宝敏，董源，2001)。在黄河中游地区，早在隋末唐初，关中平原、汾涑河流域平原已没有天然森林植被(史念海等，1985)；在长江流域，虽然当时人口尚少，丘陵山区可耕面积甚广，草木仍茂，但森林也逐渐遭受严重的破坏。

在西北地区，贺兰山、祁连山以及黄土高原的森林分布范围也逐渐缩小。

唐前中期，由于华北北部乃至西北地区东部的气候比较暖湿，人类活动的影响相对偏弱，故许多地区的植被仍保持较好的分布状况。如，北京地区就曾林草茂密，虎迹频现。大诗人李白以及高适(公元 700~765)在游历幽州(今北京)时，赋有“闲骑骏马猎，一射两虎穿”、“幽州多骑射……纷纷猎秋草，相向角弓鸣”这样的诗句；开元年间的裴旻“为龙华军使，守北平。北平多虎。旻善射。尝一日毙虎三十有一”①。边塞诗人李益(公元 746~829)写有《过五原胡儿饮马泉》，诗曰“绿杨著水草如烟，旧时胡儿饮马泉”，把今内蒙古五原一带水草丰茂、杨柳滴翠的自然景观写得淋漓尽致。撰于唐代前期的《沙州都督府图经》，对祁连山西段的甘泉水(今党河上游)河谷有“美草”、“蔽亏日月”、“曲多野马”、“狼虫豹窟穴”等描述，虽是片言只语，但亦可得见祁连山区林草茂密之况。当时贺兰山林草资源的状况远较今日为好，因树而始得山名。得名之由，缘自当时山上多树木，色青白，远看如驳马，游牧民族称“驳”为“贺兰”②。

唐中前期暖湿的气候，在使天然森林得到某种程度的恢复和发展的同时，也给北方农牧业的发展及人口、牲畜的增长创造了良好的条件。隋大业五年(公元 609)，全国著籍人口有 4600 余万口，至天宝十三年(公元 754)，则有 5288 万，实际人口更是可能超过了 8000 万(冻国栋，2002)。牧场的规模也远超过同样暖湿的西汉，仅陇右群牧使就辖 48 监，其公元 754 年的马牛羊总数达 60.56 万；陇东的岐、邠、泾、宁间亦设有 8 坊，于开元十九年(公元 731)有马 44 万匹(谭其骧，1987)。伴随着人口对粮食、木材需求的剧增，以及牧场承载压力的加大，大量林地、草地转变为农田或是发生退化，成为稀疏林、草地。黄河上游的窟野河流域，因此新设了麟州一州三县，而长安周边在开元时，也因为过多的伐木，近山无有巨木，不得不求之于华北北部的岚(今山西岚县)、胜(今内蒙古准格尔旗)二州③。

天宝年间起，中国气候渐有转寒趋势。随着隋唐暖湿期的结束，北方土地的人口和牲畜承载能力降低，人地关系日益紧张，遂对植被继续产生破坏。在气候和人力的共同作用下，毛乌素沙漠南侵，植被带界线南移，植被覆盖度遂大大降低，植被类型发生转变。“夏之属土(指黄土高原北部的靖边、白城子、德静等地)，广长几千里，皆流沙……其所业无农桑事，畜马、牛、羊、橐驼。”④对比编修于公元 806~820 年的《元和郡县志·关内道》以及公元 976~983 年的《太平寰宇记》中的贡品记载，可知甘草等旱生植物的分布出现扩大趋势，由灵州(今宁夏灵武)扩展至邠州(今陕西

① [唐]李肇：《唐国史补》卷上

② 《元和郡县志》卷 4《关内道四·灵州·保静县》

③ 《新唐书》卷 180《裴延龄传》

④ [唐]沈亚之：《夏平》，《全唐文》卷 737

彬县）和宁州（今陕西宁县）两地；与甘草的分布相反，要求生长环境相对湿润的秦艽在黄土高原的分布范围则明显缩小。内蒙古岱海地区在唐前中期（1300~1240a BP），气候湿润，蒿科植物的数量超过藜科，而之后至宋初（1240~980a BP）随着气候的转干，藜科植物多过蒿科（许清海等，2004）。东北三江平原的杨木泥炭剖面显示，1090a BP（公元 860）前的隋唐时期，由于气候温暖偏干，喜冷针叶林向山地推进，喜温阔叶林大幅度增加；之后至唐末，气候趋向转湿，针阔叶林生长茂密，水生植物增加，莎草科和禾本科植物也是明显增加（夏玉梅，汪佩芳，2000）。安徽龙感湖地区，在1100 a BP（公元 850）前植被较好，而之后植被发育较差（瞿文川等，1998）。

在江南地区，唐中期以后气候的转干，减轻了南方湿热产生的瘴气，为人类的交通和垦殖创造了良好的条件，故土地开发强度增加，植被覆盖率开始降低。据研究，当时川陕地区的垦殖指数已达 3.14%（蓝勇，1992）。

第四节　农业系统的变化

一、水利工程

唐朝是中国历史上一个较大规模兴修水利工程的时期。据《新唐书·地理志》载，全国有名可查的水利工程至少有 264 座，多于之前的历朝。欧阳修作《新唐书·地理志》时，“凡一渠之开，一堰之立，无不记之，其县之下，实兼河渠一志”[①]。当时，唐廷设有水部郎中员外郎、都水监使者以及渠堰使等专职人员管理水利工程。水部郎中员外郎，“掌天下川渎陂池之政令，以导达沟洫堰，决河渠，凡舟棹灌溉之利，咸总而举之”[②]；都水监使者，“掌川泽津梁之政令，总舟楫、河渠二署之官属，凡虞衡之采捕，渠堰陂池之坏决，水田斗门灌溉，皆行起政令”[③]；极为重要的堰渠更设有渠堰使，如“（贞元）十六年（公元 800）十一月，以东渭桥纳给使徐班，兼白渠、漕渠及升原、城国等渠堰使”[④]。

据邹逸麟（2005）对《新唐书·地理志》中标注有确切年份的水利工程的统计，唐朝水利工程的区域分布并不均衡，以发生安史之乱的公元 756 年为界，呈现为前期北多南少后期南多北少的情形（表 8.3）。其中，前期，河南（12.3%）、河东（9.8%）、河北（33.1%）等北方三道水利工程项目数量占全国总量的 55.2%，而淮南（2.5%）、江南（13.5%），剑南（16.6%）等南方三道仅占 32.6%；后期，河南（6.9%）、

① [清]顾炎武：《日知录》卷 12《水利》
② [唐]张九龄：《唐六典》卷 7《尚书工部》
③《旧唐书》卷 48《职官志》
④ [宋]王溥：《唐会要》卷 89《疏凿利人》

河东(2.0%)、河北(3.0%)等北方三道仅占 11.9%，而南方仅淮南(12.9%)、江南(48.5%)二道就占全国总数的 61.4%。

关于唐朝南北水利工程数比例在前后期的转变，清人顾炎武的解释是："大抵在天宝以前者，居什之七，岂非太平之世，吏治修而民隐达，故常以百里之官而创千年之利，至于河朔用兵之后，则以催科为急，而农功水道有不暇讲求者欤。"[①]然而，顾氏过于强调了战乱等社会因素，忽视了全国乃至各区域降水变化的影响。战乱与否，固然对水利工程以及区域经济有一定影响，但是在唐廷及各藩镇实际控制区域内，出于维系自身经济实力的考虑，水利建设恐不会仅因此而发生根本性的停滞。区域的降水量多少素来与水资源的利用方式高度相关，故当唐代南北区域的降水发生变化时，其也必然对各自区域内的水利工程兴衰产生重大影响，即在北方，降水的持续减少在一定程度上决定了唐后期北方水利工程失修与停建；在南方，降水减少为滨水地带的开发奠定了基础，北方干旱和战乱造成的北方移民为南方带来了兴修水利、开发土地的人力和技术。

表 8.3 唐朝水利工程时空分布一览表

地区	总计	前期(公元 618~756)			后期(公元 756~907)		
		总数	占同地区唐代总量比/%	占同期全国总量比/%	总数	占同地区唐代总量比/%	占同期全国总量比/%
关内	24	11	45.8	6.7	13	54.2	12.9
河南	27	20	74.1	12.3	7	25.9	6.9
河东	18	16	88.9	9.8	2	11.1	2.0
河北	57	54	94.7	33.1	3	5.3	3.0
陇右	2	1	50.0	0.6	1	50.0	1.0
山南	11	5	45.5	3.1	6	54.5	5.9
淮南	17	4	23.5	2.5	13	76.5	12.9
江南	71	22	31.0	13.5	49	69.0	48.5
剑南	31	27	87.1	16.6	4	12.9	4.0
岭南	6	3	50.0	1.8	3	50.0	3.0
全国	264	163	61.7		101	38.3	

资料来源：邹逸麟，2005

北方农田水利建设在西汉达到高潮后日渐衰落，但自隋至中唐得到复兴，水利建设遍及黄河流域及西北各地，不仅恢复了西汉时期的水利工程，还修建了一些新的灌区，其中关中水利的兴修较为突出，收到了较好的成效。如隋开皇初年，

① [清]顾炎武：《日知录》卷 12《水利》

都官尚书元晖奏请引杜阳水灌三畤原，竣工后“溉舄卤之地数千顷，民赖其利”[①]。唐立足关中之后，大力修缮、改造已有水利设施。例如，在原西汉所开的成国渠渠口修筑六个水门，称为“六门堰”，并增加了苇川、莫谷、香谷、武安等四大水源，使成国渠灌溉面积扩大；重修曹魏时期所开的汧水渠，改称“升原渠”，引汧水经虢镇西北周原东南流，又合武亭水入六门堰，在六门堰东，汇入成国渠东段；在原秦汉时郑白渠的基础上，开通了太白、中白和南白三大支渠，即“三白渠”。此外，唐朝还在河套地区对秦汉时所修秦渠、汉延渠、汉渠等进行了修缮，极大促进了当地的农业生产，故9世纪上半叶的边塞诗人韦蟾(公元？～873)在《送卢潘尚书之灵州》中有云：“贺兰山下果园成，塞北江南旧有名。”隋唐两朝在关中地区大兴水利的时期，正是分别处在华北第一个和第二个湿润期，也正是这种有利的气候状况，使关中的农田水利得以在前代基础上恢复和发展，原有水利工程的灌溉能力大大提高。然而，唐朝中后期关中降水明显减少，关中水利建设也未能继续保持发展的势头。

与关中类似，在唐前期的湿润期中，河东、河北、河南三道的水利排灌系统工程建设成绩斐然，重大水利工程遍布各州。例如，据《新唐书·地理志》载，自贞观到开元末年，河北道修筑了30余项水利工程。永徽初年，薛大鼎在阜城、交河、南皮至沧州一带，开河排泄渍涝；永徽中，裴行方“为检校幽州(今北京市)都督，引卢沟水广开稻田数十顷，百姓赖以丰给”[②]；开元中，沧州、景州又修建多条排灌工程。这些水利工程既确保了华北平原免遭旱涝之灾，也推动培育出了一些优良稻种，如“卫州共城县(今河南辉县)百门陂……百姓引以溉稻田，此米明白香洁于他稻，魏、济以来，常为荐御”[③]。这一时期，华北出现了不少著名的水利专家，如曾在易州(今河北易县)、陕州(今河南陕县)、同州(今陕西大荔县)等北方地区做过刺史的姜师度(公元653~723)，“既好沟洫，所在必发众穿凿，虽时有不利，而成功亦多”，被誉为“一心穿地”的水利专家[④]。玄宗在褒奖其业绩时曾说：“今原田弥望，畎浍速屑，由来榛棘之所，遍为粳稻之川，仓臾有京城之饶，关辅致珠玉之润”[⑤]。总之唐前期相对湿润的气候为河东、河北、河南三道水利建设提供了条件，但唐后期此三道降水减少，其水利建设也几乎停滞。

淮南道在中唐之前气候状况以湿润为主，水利工程的效用并不突出。水利建设虽相沿不断，但数量并不多。直到中唐后气候转干，淮南道的大规模水利建设

---

①《隋书》卷46《元晖传》

②《册府元龟》卷497《邦计部·河渠》

③《元和郡县志》卷16《河北道》

④《旧唐书》卷93《姜师度传》

⑤ [唐]李隆基：《褒姜师度诏》，《册府元龟》卷497

才开始兴起。如，贞元时，淮南节度使杜佑(公元735~812)“决雷陂以广灌溉，斥海濒弃地为田，积米至五十万斛”[①]，另一任淮南节度使杜亚(公元725~798)则修爱敬陂水门，“自江都西循蜀冈之右，引陂趋城隅以通漕，溉夹陂田”[②]，“化硗瘠为膏腴者不知几千万亩”[③]。新旧唐书中的传记都载有李吉甫在元和三年(公元808)任淮南节度使时，“筑富人、固本二塘，溉田且万顷”，“于高邮县筑堤为塘，溉田数千顷，人受其惠”。

初唐时，江南地区因降水充沛，地形下湿，不利交通作业，大型水利工程甚少，多只是对滨湖、滨江低地圩田的围垦，即所谓“泄流为田，专利上腴，亩收倍钟”，但进展缓慢。中唐以后，江南气候转干，对海、河、湖进行治理的大型水利工程日渐增多。如唐开元元年(公元713)筑的捍海塘南起杭州盐官，北抵吴淞江，并先后在开元十年(公元722)、大历十年(公元775)和大和六年(公元832)得到过大规模整修，它一方面避免了因降水减少、入海淡水量锐减而导致的海潮倒灌及沿岸土地的盐渍化，另一方面也有利于滨海、滨湖地带的土地围垦。又永泰元年(公元765)，转运使刘晏(公元718~780)与润州刺史韦损，重开淤塞百年的丹阳练湖水利，“增理故塘练而合之，广湖八十里”，使丹阳、延陵、金坛三县免于水旱之害[④]；贞元八年(公元792)，湖州刺史于頔(公元？~818)整修荻塘，“缮完堤防，疏凿畎浍，列树以表道，决水以溉田”；元和二年(公元807)，观察使韩皋、刺史李素又开常熟塘，自苏州齐门北抵常熟长九十里，“旁引湖水，下通江潮……实出灌溉之利，故名常熟塘”[⑤]；元和八年(公元813)，常州刺史孟简(公元?~823)“引江水南注通漕，溉田四千顷”[⑥]；唐穆宗长庆(公元821~827)初年，官拜杭州刺史的白居易“始筑堤捍钱塘湖，钟泄其水，溉田千顷”[⑦]，成绩卓著。在江南西道，随着降水的减少，唐元和年间，韦丹在此“凡为陂塘五百九十八所，灌田万二千顷”[⑧]……这些水利工程提高了沿海、沿湖低洼地区抵御水旱灾害的能力，对繁荣长江流域的农业起到了重要推动作用。

在灌溉条件已很优越的成都平原，降水稳定的气候背景下，以都江堰为总枢纽的灌溉系统在唐朝得到不断完善，如高士廉为益州长史时，在都江堰灌渠“厮

---

①《新唐书》卷179《杜佑传》
②《新唐书》卷45《地理志》
③ [唐]梁肃：《通爱敬陂水门记》，《全唐文》卷519
④ [唐]李华：《润州丹阳县复练塘颂并序》，《全唐文》卷314
⑤《册府元龟》卷596《掌礼部·谥法第二》
⑥《新唐书》卷45《地理志》
⑦《新唐书》卷132《白居易传》
⑧《新唐书》卷210《韦丹传》

引旁出，以广溉道，人以富饶”[①]，扩大了都江堰的灌溉面积。

二、种植制度

(一)农牧交错带北界

一般而言，暖期时东亚季风环流强，雨带偏北，中国北方农牧交错带因之北移；气候寒冷时，东亚季风环流相对较弱，雨带偏南，农牧交错带随之南移。隋及唐中前期中国气候相对暖湿，农牧交错带北界位置比南北朝后期(450s~530s)(图 8.11(a))明显偏北，唐朝中期以后，气候转冷，农牧交错带北界显著南移。

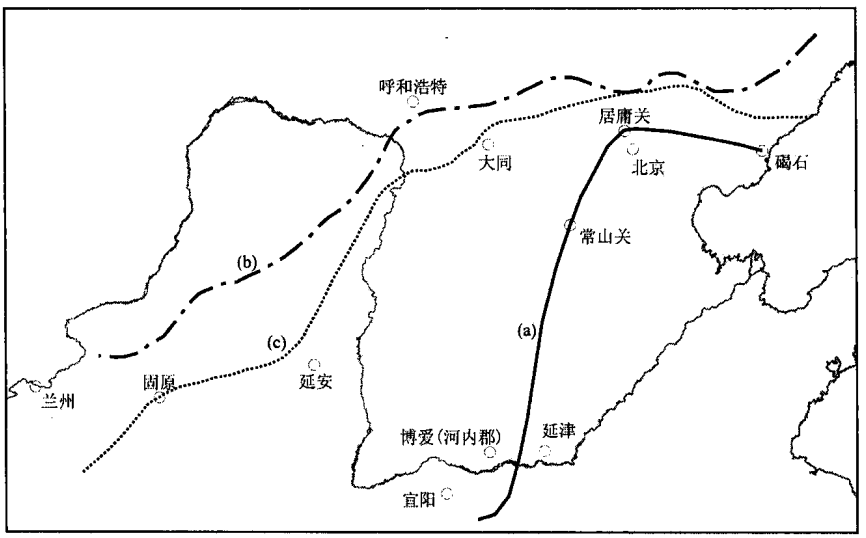


图 8.11　唐代中国西北农牧交错带北界变化

图中各农牧交错带北界维系时段：(a)———：450s~530s；(b)--------：580s~740s；(c)……：750s~900s

1. 580s~740s 北移

1)农牧交错带西段

隋代农牧交错带北界西北段在甘肃兰州一带。当时的安定(今甘肃泾川)、北地(今甘肃宁县)、上郡(陕西富县)、陇西(今甘肃陇西)、天水(今甘肃天水)、金城(今甘肃兰州)，“勤于稼穑，多畜牧，无复寇盗矣”[②]。金城以西的陇右诸郡似

①《新唐书》卷 118《高俭传》

②《隋书》卷 29《地理志》

为牧区，故隋行军总管贺娄子幹曾言“陇右之民以畜牧为事。”①

唐代，幅员千里的陇山以西直至河湟之间，为半农半牧之地（史念海等，1985）。永隆年间（公元680）的黑齿常之（公元？~689）②和长寿年间的（公元692~693）娄师德（公元 630~699）曾分别在河源军（今青海西宁）营田，大足年间（公元 701）郭元振（公元 656~713）亦在凉州（今甘肃武威）垦田。迟至开元年间（公元 727~741），河州敦煌道仍能“岁屯田，实边食，余粟转输灵州，漕下黄河，入太原仓，备关中凶年，关中粟麦藏于百姓”③。天宝十二年（公元 753），“是时中国盛强，自安远门西尽唐境凡万二千里，闾阎相望，桑麻翳野，天下称富庶者无如陇右”④，可见，当时陇右农牧业十分发达。依此推知，隋至唐中期农牧交错带西段的北界应在今敦煌—武威—西宁—兰州一线（图 8.11(b)）。

2）农牧交错带中段

隋时农牧交错带中段北界的西部在今陇西—天水—泾川—宁县—富县一线，东部在今五原—榆林一线。

唐时陇右牧马之地，虽由陇西、金城、平凉（今宁夏固原）、天水（今甘肃秦安县西北）四郡，东延至岐（今陕西凤翔）、邠（今陕西彬县）、泾（今甘肃泾川）、宁（今甘肃宁县）四州，但是这些区域的经济并不完全是畜牧业。据高宗调露元年（公元 679）为安置突厥降人而设立的六胡州（鲁、丽、含、塞、依、契）位置看，当时农牧交错带中段北界的西部可能在灵、夏两州的南境，即今甘肃同心—陕西定边—陕西横山一线。高宗永淳时（公元 682）王方翼于夏州（治今陕西白城子）推行耦耕法⑤，武后天授初年（公元 690）娄师德为丰州（治今内蒙古五原）都督，“往还灵、夏，检校屯田，收率既多，京坻遽积。不烦和籴之费，无复转输之艰，两军及北镇兵数年咸得支给”⑥，夏州在开元时设有乡 20 个⑦。这些史实都说明灵、夏两州以及会州境内农业北扩，规模较大。据华林甫（1990）研究，两州境内生产粮食的地方有靖远和盐池等地。再结合中宗神龙三年（公元 707）和开元二十六年（公元 738）六胡州治地分别向北移徙至盐州白池（今陕西定边县北白盐池）和宥州（今盐州东北 300 里，陕西白城子西北 300 里）⑧，以及《旧唐书·地理志》所载天宝年间侨治于回乐（今宁夏灵武）、鸣沙（今宁夏吴忠）、温

① 《隋书》卷 53《贺娄子幹传》
② 《旧唐书》卷 109《黑齿常之传》
③ [唐]陈鸿祖：《东城老父传》，《太平广记》卷 485
④ 《资治通鉴》卷 216，天宝十二年
⑤ 《旧唐书》卷 185《良吏·王方翼传》
⑥ 《旧唐书》卷 93《娄师德传》
⑦ [唐]李吉甫：《元和郡县图志》卷 4《关内道·夏州》
⑧ [唐]李吉甫：《元和郡县图志》卷 4《关内道·新宥州》

池(今吴忠东南)等地的回纥部落户口数仅相当于当地土著的 1/5 的史实，可知安史之乱前，黄土高原上农牧交错带中段北界西部大约在今靖远—灵武—白盐池—白池子一线。

武后天授初年(公元 690)娄师德曾在延、绥两州(分治今延安和绥德)以北的北陲—丰州大行屯田之事，开元时，延州和绥州曾设乡 60 和 28 个[①]，以农业为主；胜州驻地(今内蒙古准格尔旗北十二连城)设乡 13 个[②]；据玉井是博《南宋本大唐六典校勘记》的校勘成果，其北的东受降城和和林格尔一带的单于都护府也分别建有 14、45、31 个屯田处。另据《唐文续拾》卷 6 所载之减收秋税情形看，这一带的元朔、振武、天德等州军在开元前后当也有农田耕作。

综上可知，安史之乱前，黄土高原北缘农牧交错带中段的北界在今靖远—灵武—白盐池—白池子—准格尔旗—托克托—和林格尔—包头—九原一线(图 8.11(b))。

3)农牧交错带东段

在托克托至潼关一线以东地区，云州(治今山西大同)早在隋时即有屯田之事[③]，高祖武德年间(公元 618~626)，张俭在朔州和代州教民垦田，颇有成效[④]。贞观元年(公元 627)官拜代州都督的张公谨大力屯田，以省粮草转运之累[⑤]。据《元和郡县志》，唐开元年间，云州设有 7 乡，并有吐谷浑、党项、沙陀等民族从事牧业，其南的岚州(今山西岚县北)、代州(今山西代县)、朔州、蔚州(今河北阳原、蔚县一带)分别设有 23、28、13、11 个乡，并设有牧马监 (如岚州设有 3 监)。《南宋本大唐六典校勘记》记，现今的怀柔、密云、蓟县、卢龙、抚宁、朝阳等地在开元年间共设有 95 个屯开垦农田。

接西段的和林格尔，这一时期农牧交错带东段的北界在今大同—蔚县—怀柔—蓟县—卢龙—抚宁—朝阳一线(图 8.11(b))。

2. 750s~900s 南移

1)农牧交错带西段

天宝十四年(公元 755)，“安史之乱”爆发，长安日见危急，原驻守陇右、河西，防御吐蕃的节度使哥舒翰奉诏引兵东进勤王，吐蕃国王赤松德赞(公元 742~797)遂乘机派兵攻唐，占据了陕西凤翔以西、邠州以北的大片土地。公元

① [唐]李吉甫：《元和郡县图志》卷 3《关内道·延州》，卷 4《关内道·绥州》

② [唐]李吉甫：《元和郡县图志》卷 4《关内道·胜州》

③《册府元龟》卷 503《邦计部·屯田》

④《旧唐书》卷 83《张俭传》

⑤《旧唐书》卷 68《张公谨传》

763年，吐蕃攻入长安十五日后为唐兵马副元帅郭子仪(公元697~781)所退。德宗建中四年(公元783)，唐蕃双方达成“清水会盟”。盟文曰：“今国家所守界：泾州西至弹筝峡西口，陇州西至清水县，凤州西至同谷县，暨剑南西山大渡河东，为汉界。蕃国守镇在兰、渭、原、会，西至临洮，东至成州，抵剑南西界磨些诸蛮，大渡水西南，为蕃界。其兵马镇守之处，州县见有居人，彼此两边见属汉诸蛮，以今所分见住处，依前为定。其黄河以北，从故新泉军，直北至大碛，直南至贺兰山骆驼岭为界，中间悉为闲田。盟文有所不载者，蕃有兵马处蕃守，汉有兵马处汉守，并依见守，不得侵越。其先未有兵马处，不得新置，并筑城堡耕种。”[①]，从中可知，原陇右之地悉为吐蕃所占，唐政府势力范围已向东南萎缩至同谷(今甘肃成县)—清水(今甘肃清水县)—弹筝峡西口(今甘肃隆德东北)。

宣宗大中三年(公元849)年春，吐蕃宰相尚恐热“以秦(今甘肃静宁县西南，秦安县东北)、原(今宁夏固原地区)、安乐(今宁夏武忠南，同心县东北)等三州并石门、木硖等七关款塞”[②]，唐河陇故地小部分回归。同年八月，宣宗有诏曰：“其秦、威、原三州及七关侧近，访闻田土肥沃，水草丰美，如百姓能耕垦种莳，五年内不加税赋。五年已后重定户籍，为永业。温池盐利，可赡边陲，委度支制置闻奏。凤翔、邠宁、灵武、泾原守镇将士，如能于本戍处耕垦营田，即度支给赐牛粮子种，每年量得斛斗，便充军粮，亦不限约定数”。[③]这说明这三个州之前为吐蕃占据时，农耕辍废，而之后，农耕在唐廷政策的鼓励下，应有所发展，但无论如何，估计也只能算是农牧交错带地区。又唐大中二年至四年(公元848~850)，沙州归义军首领张义潮率部起义，赶走吐蕃统治者，并收复河西大部州县，以瓜(今甘肃安西东南)、沙(今甘肃敦煌)、伊(今新疆哈密)、肃(今甘肃酒泉)等11州户口来献[④]，陇西之地多数复唐。不过，据唐末吐蕃余部自号嗢末者的势力范围[⑤]看，陇右道东部说不上有很多的农耕地区(史念海等，1985)。

结合上述史实推断，750s~900s的农牧交错带西段在今静宁—固原—同心一线(图8.11(c))。

2)农牧交错带中段

贞元二年(公元786)八月，“吐蕃寇泾、陇、邠、宁数道，掠人畜，取禾稼，

①《旧唐书》卷196《吐蕃传》
②《旧唐书》卷196《吐蕃传》
③《旧唐书》卷18《宣宗纪》
④《旧唐书》卷18《宣宗纪》
⑤《新唐书》卷216《吐蕃传》

西境骚然”[①]，从中可知，此四州已为农牧交错地区。“安史之乱”后，同为游牧民族的党项族也乘机由剑南道向北迁徙，后经长途跋涉，辗转来到灵、庆、银、夏四州并定居下来。武宗会昌年间(公元841~846)，该民族又将势力范围扩展至盐(今陕西定边)、邠(今陕西彬县)、宁(今甘肃宁县)、延(今陕西延安)、麟(今陕西神木北)、胜州(今内蒙古准格尔旗东北)一带[②]。据宝应初(公元762)党项首领来朝“请助国供灵州(今宁夏吴忠)军粮，优诏褒美”[③]的史实看，该部落还从事农耕。故“安史之乱”后，北方农牧交错带中段的北界在今武忠—定边—横山—神木—准格尔旗一线，也即秦长城一线(图8.11(c))。

3)农牧交错带东段

据《全唐文》卷850载，自唐中叶起，吐谷浑、党项、沙陀等游牧民族部落陆续迁入山西北部诸郡。沙陀人李克用(公元856~908)家族，自其祖父起就长期在朔州和蔚州(今河北阳原、蔚县一带)为官。中和二年(公元882)，鞑靼人随李克用南下破黄巢军后，移居云(今山西大同)、代(今山西代县)之间[④]。唐懿宗时，吐谷浑部落“为晋王所破，其部族益微，散处蔚州界中”[⑤]；桀唐国主刘守光在位时((公元907~917)，奚人西徙妫州(今河北怀来)，“颇知耕种，岁借边民荒地种穄，秋熟则来获”[⑥]；契丹首领阿保机(公元872~926)乘刘守光暴虐时，于炭山(今河北丰宁县境内)东南滦河上，“率汉人耕种，为治城郭邑屋廛市，如幽州制度”[⑦]。综合以上诸史实可知，唐末北方农牧交错带东段的北界在今朔州—大同—阳原—怀来—丰宁一线(图8.11(c))。

与南北朝后期(450s~530s)相较(参见第七章)，唐朝中前期农牧交错带西、中段的北界明显北移、西进，“安史之乱”后其北界则显著东退南撤。农牧交错带北界南北移动过程与南北朝后期以来的气候冷暖变化几乎一致。

(二)作物栽植北界

1. 水稻

隋朝以及唐朝中前期，中国东中部地区气候暖湿，其中，公元601~640年和公元710~750年华北地区偏为湿润。因此，当时许多亚热带作物的分布范围得以

①《旧唐书》卷196《吐蕃传》
②《旧唐书》卷198《西羌党项传》
③《旧唐书》卷198《西羌党项传》
④《新五代史》卷74《四夷附录》
⑤《新五代史》卷74《四夷附录》
⑥《新五代史》卷74《四夷附录》
⑦《新五代史》卷72《四夷附录》

向北扩展，黄河流域的水稻种植规模曾达到该区域历史之顶峰。

据华林甫(1992)研究，唐代十五道中的京畿、关内、都畿、河南、河北、河东、陇右七道都曾种植水稻；关中平原，伊洛河流域，相、卫、怀和汴、陈、许地区则是全国的水稻主产区；幽州—并州—绛州—同州—京兆府—陇州—渭州—兰州是当时水稻种植的北界(图 8.12(a))。其中，高宗、武后年间，地处关中的同州即种植了水稻，宰相苏颋(公元 670~727)曾言“变芜粳稻实，流恶水泉通”[①]；永徽五年(公元 654)，洛阳附近的洛河流域出现农业大丰收，使得当地“粟米斗两钱半，粳米斗十一钱”[②]。

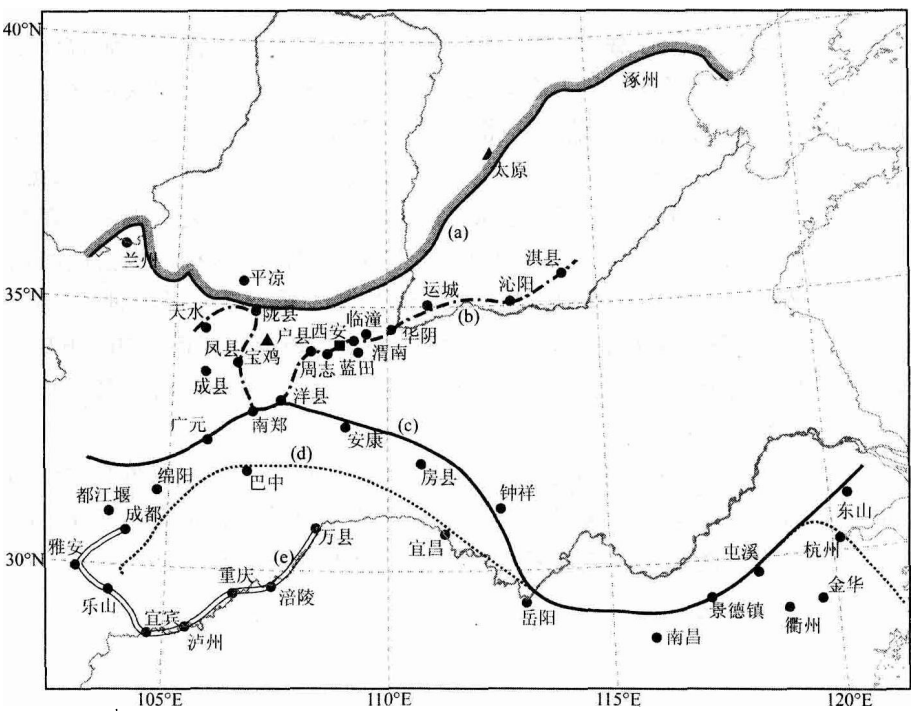


图 8.12 唐代水稻、竹林、柑橘、荔枝种植(或分布)北界

(a)水稻种植北界(华林甫，1992)；(b)华北竹林分布北界(文焕然，1993)；(c)公元 742 年前柑橘分布北界；(d)公元 763 年前柑橘分布北界；(e)荔枝分布点(蓝勇，1985；文焕然，1995)

开元年间，黄河流域的水稻种植盛极一时。据载，开元七年(公元719)，水利学家姜师度迁任同州(今陕西大荔县)刺史，于“朝邑、河西二县界，就古通灵陂

① [唐]苏颋：《奉和圣制至长春宫登楼望稼穑之作》，《全唐诗》卷 74

②《资治通鉴》卷 199《唐纪》

择地引洛水及堰黄河灌之，以种稻田，凡二千余顷，内置屯十余所，收获万计”[①]。开元二十二年(公元734)七月，“甲申，遣中书令张九龄充河南开稻田使”[②]；开元二十五年(公元737)，“夏四月庚戌，陈、许、豫、寿四州开稻田”；二十六年(公元738)，“京兆府新开稻田，并散给贫人”[③]。开元中，大臣宇文融(公元?~730)亦曾筹划“开河北王莽河，溉田数千顷，以营稻田”[④]。由于京兆府的“水土稻”质量好，当地还将该种稻米纳入贡赋名单[⑤]。

“安史之乱”后，黄河流域的水稻生产在总体上呈下降趋势(邹逸麟，1985)，不过，在一些较为暖湿的时段，部分区域的水稻种植仍很兴盛。例如，“广德二年(公元764)三月，户部侍郎李栖筠、刑部侍郎王翊和充京兆少尹崔昭奏请拆京城北白渠上王公寺观硙碾七十余所，以广水田之利。计岁收粳稻三百万石”[⑥]；贞元末年(公元805)，崔翰任宣武军(治汴州)观察巡官，大力发展水稻生产，“凿浍沟，斩茭茅，为陆田千二百顷，水田二千顷，连岁大穰，军食以饶”[⑦]；穆宗长庆二年(公元822)，刘元鼎出使吐蕃时路过陇右，见“故时城郭未隳，兰州地皆粳稻”[⑧]。

2. 梅、橘、竹、荔枝

《全唐诗》、《新唐书》、《通典》等史料记有唐代不同时段梅花、柑橘等园艺作物的生长情形(部分见表 8.4)。从中可以看出，唐中前期以及公元 851 年前后，长安宫廷私苑曾种植大量梅花，甚至长安以西今宝鸡地区的扶风县也有种植。现今西安冬季经常出现低于梅树安全越冬底线-14℃的低温，导致梅树生长不良。另外，现今野生腊梅的分布北界在 33.5°N 附近(赵冰，张启翔，2007)，而从贞观十九年(公元 646)太宗巡幸太原(37.9°N)守岁时的赋诗内容看，当时蜡梅的分布区要偏北许多。

唐代的柑橘种植区北界可能有过两次位移。据《新唐书·地理志》载，天宝元年(公元 742)时吴郡、襄阳、武都等地是柑橘贡地(图 8.12(c))[⑨]，与现今柑橘种植区域北界基本相当。成书于大历元年(公元 766)的《通典·食货六》也记有

① 《旧唐书》卷 190《姜师度传》
② 《旧唐书》卷 8《玄宗本纪》
③ 《旧唐书》卷 9《玄宗本纪》
④ 《旧唐书》卷 52《食货志》
⑤ 《新唐书》卷 41《地理志》一
⑥ 《唐会要》卷 89《碾碾》
⑦ [宋]魏仲举编：《五百家注昌黎文集》卷 24《宣武军观察巡官试大理评事博陵崔公墓志铭》
⑧ [唐]刘元鼎：《使吐蕃经见纪略》，《全唐文》卷 716
⑨ 《新唐书·地理志》同时记载了各州郡的物产和户口，据梁方仲(1980)考证，户口系天宝元年(公元 742)时的状况，故可推知，《新唐书·地理志》所记载的柑橘贡地时间为公元 742 年前后

柑橘的贡地分布（图 8.12(d)），彼时吴郡、襄阳等地已不复是柑橘贡地。这说明公元 742~766 年，柑橘的种植区域北界可能向南迁移。其间的公元 751 年气候稍有回暖，生长在长安宫苑中的柑橘竟能挂果，玄宗及其大臣十分欣喜，纷纷赋诗庆贺。成书于公元 813 年前的《元和郡县图志》记襄阳为元和年间的柑橘贡地，表明元和年间，柑橘的种植北界可能复向北移；会昌年间(公元 841~847)气候与今相仿，故当时长安宫廷中的柑橘能够挂果。

表 8.4 史料中唐代园艺作物种植的记载举例

类别	记载内容	记载时段	今对照地点	史料出处
梅花(含腊梅)	送寒余雪尽，迎岁早梅新	公元 646 年(贞观十九年)	太原	李世民:《于太原召侍臣赐宴守岁》,《全唐诗》卷 1
	薄红梅色冷，浅绿柳轻春	公元 640~683 年(李治在位期)	西安	李治：《守岁》，《全唐诗》卷 2
	梅郊落晚英，柳甸惊初叶	公元 666~669 年(王勃在京期)	西安	王勃:《春日宴乐游园赋韵得接字》,《全唐诗》卷 55
	四序佳园物候新。梅花百树障去路	公元 710~712 年(太子时)	西安	李隆基：《春日出苑游瞩》，《全唐诗》卷 3
	匝路亭亭艳，非时袅袅香	约公元 851 年	扶风	李商隐：《十一月中旬至扶风界见梅花》，《全唐诗》卷 539
柑橘	柑橘为吴郡、襄阳等地贡品	公元 742 年前(天宝元年前)	苏州等地	《新唐书》卷 43《地理志》
	上谓宰臣曰"近日于宫内种柑子数株,今秋结实一百五十颗,与江南、蜀道所进无异"	公元 751 年(天宝十年)	西安	李隆基：《答中书门下贺宫内柑子结实诏》，《全唐文》卷 33；段成式：《酉阳杂俎》前集卷 18；乐史：《杨太真外传》，《说郛》卷 38
	吴郡、襄阳不再是柑橘贡地	公元 766 年前(大历元年前)	杭州等地	《通典》卷 6《食货六》
	襄阳为柑橘贡地，吴郡不是	公元 813 年前(宪宗元和八年《元和郡县志》成书前)	襄阳	《元和郡县志》卷 21《山南道二》
	清霜始降,上命中使赐宰臣等朱橘各三枚，盖灵囿之所植也	公元 841~847 年(会昌年间)	西安	李德裕：《瑞桔赋》并序，《全唐文》卷 697
竹子	云山——看皆美,竹树萧萧画不成	公元 670~727 年(苏颋在世时)	西安	苏颋：《扈从鄠杜间奉呈刑部尚书舅崔黄门马常侍》，《全唐诗》卷 73
	司竹监：……(今在京兆鄠、盩厔,怀州河内县)	公元 738 年前(开元二十六年《唐六典》成书前)	户县、周至，沁阳	《唐六典》卷 19《司农寺》
	丛篁低地碧，高柳半天青	公元 759 年(乾元二年)	天水	杜甫：《秦州杂诗二十首》，《全唐诗》卷 225
	独坐幽篁里，弹琴复长啸	公元 744 年后(王维始营蓝田辋川别业后)	蓝田	王维：《辋川集·竹里馆》，《全唐诗》卷 128
	自陇而西，迨于褒梁之境……是年，忽山中竹无巨细，皆放花结子	公元 904 年(天复四年)	天水、成县、陇县	《太平广记》卷 412
荔枝	晚程椒瘴热，野饭荔枝阴	公元 756~779 年(肃、代宗时)	成都	卢纶：《送从舅成都县丞广归蜀》,《全唐诗》卷 276
	元和贡荔枝煎四斗	公元 813 年前(宪宗元和八年《元和郡县志》成书前)	宜宾	元和郡县图志》卷 31《戎州》
	锦江近西烟水绿,新雨山头荔枝熟	公元 765~830 年(张籍在世时)	成都	张籍：《成都曲》，《全唐诗》卷 382

据文焕然等(1993)考证，唐代黄河流域的竹林主要分布在天水、成县、陇县、凤县、洋县、南郑、西安、周至、户县、蓝田、临潼、华阴、沁阳和淇县等地(图8.12(b))，并没有超过现今的竹林分布区北界。个中缘由可能与竹林的记述时段(表8.4)多处于温暖期中的气候偏冷时段有关。

唐代是巴蜀地区荔枝种植史上的鼎盛时期，《扶南记》因之有曰，“蜀中之品在唐为盛”[①]。据蓝勇(1985)和文焕然等(1993)的研究，唐代31°N以南的成都、重庆、宜宾、泸州、涪陵、乐山、万县、雅安等地曾大量种植荔枝(图8.12(e))，其中，宜宾和泸州的荔枝颇负盛名。目前巴蜀地区的荔枝种植仅集中在29° 50′ N以南的极少数地区。

(三)麦类种植

颁行于公元624年的“租庸调”制度规定，义仓谷要纳粟，倘若“乡土无粟”，则“听纳杂种充”[②]。历史学家颜师古(公元581~645)在注解《汉书》时，云“秋者谓秋时所收谷(粟)稼也，今俗犹谓麦豆之属为杂稼”[③]。由此可知，粟在唐初仍是首要的粮食作物，而麦类仅是杂稼之一，种植规模不大。

自高宗朝(公元650~683)起，全国麦作规模逐渐扩大。从永徽六年(公元655)雍州长史长孙祥与高宗的对话[④]看，当时的富商大贾竞相制造碾硙(即石磨)用于磨面。后来，由于关中地区的碾硙太多，影响河流溉灌，政府甚至不得不屡次出面干预[⑤]。为了提高种植规模扩大后的夏麦收割效率，由锹发展而来的专用割麦工具——钐迅速得以推广。从文学家韩愈所述李惟简在陇州“益市耕牛，铸锸、钐、钼，以给农之不给自具者”[⑥]的事迹看，钐在唐中期已成为北方地区农民常用的农具。“居人之税，秋夏两收之”的两税法于公元780年正式颁布后，全国麦作扩大之势更甚。据唐末《四时纂要》记载，麦类在唐末已成为与粟、稻地位相当的三大粮食作物之一。

“安史之乱”后，麦作大规模南移。杜甫公元766~767年客居夔州(今重庆奉节)时有诗曰，“巴莺纷未稀，缴麦早向熟”[⑦]；王建(公元767~830)在湘州(今湖南长沙)赋诗云，“卖马市耕牛，却归湘浦山，麦收蚕上簇，衣食应丰足”[⑧]；公元

---

①《古今图书集成》卷274，《荔枝部汇考》二录《闽书》引

②《唐通典》卷3，仓部郎中条

③《汉书》卷9《元帝纪》，永光元年三月条颜注

④ [唐]杜佑：《通典》卷2《水利田》

⑤《唐会要》卷89《碓碾》

⑥ [唐]韩愈：《韩昌黎集》卷30《凤翔陇州节度使李公墓志铭》

⑦ [唐]杜甫《杜少陵集》卷15《客堂》

⑧ [唐]王建：《王建诗集》卷4《荆南赠别李肇著作转韵诗》

825~826年，白居易在苏州太守任上曾赋诗云，“年到郡时，麦穗黄离离。今年去郡日，稻花白霏霏。”[①]据樊绰公元862年前后所著的《蛮书》看，当时，在云南曲靖地区，随着麦作的发展，还出现了稻麦复种二熟制，此为中国农史上之首次记载。据梁家勉(1989)统计，唐中后期南方种麦的区域主要有岳州、苏州、越州等十三个地区(图8.13)。

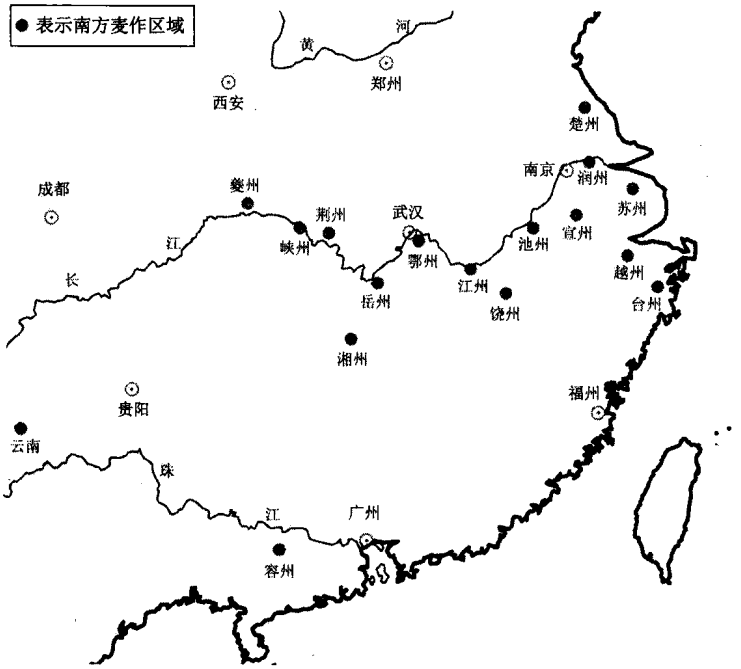


图8.13 唐中后期南方麦作区域的分布

唐中后期气候转冷，可能给抗寒能力强于粟、稻的小麦在北方推广创造了有利的种植条件；“安史之乱”后，北方民众纷纷南迁，给南方社会的饮食习惯及生产观念、方式和技术带来了变化，则推动了麦作在南方的发展。

南方种麦主要的障碍是地形下湿，故小麦在南方始种时，只是在一些坡地上种植(曾雄生，2005)；唐后期气候逐渐干旱，南方宜麦土地增多，随着适应南方干旱气候下土地耕作的江东犁等农具的发明与使用，中国南方小麦的种植区域遂随之扩大。

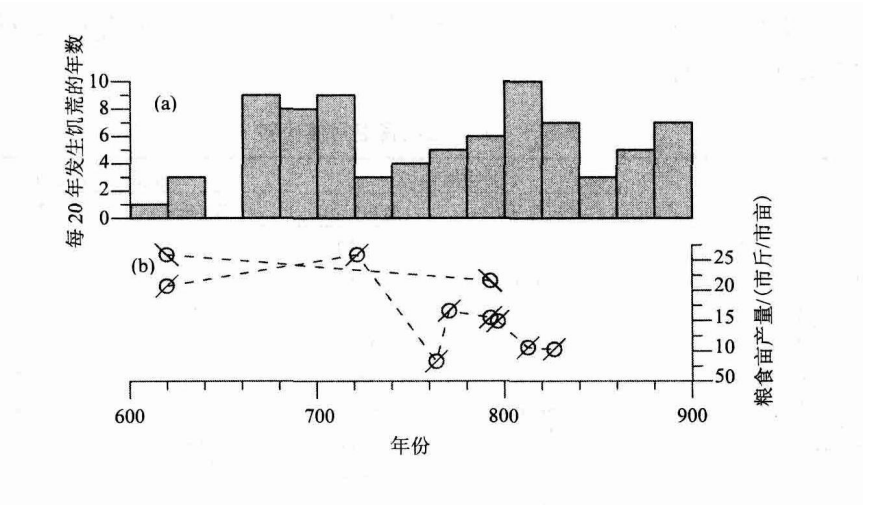
① [唐]白居易：《答刘禹锡白太守行》，《全唐诗》卷444

三、收成

(一)公元 618~740 年

唐自高祖武德之初至玄宗开元之末，共 120 余年。其间，水、旱、蝗灾虽不时发生，但总体上说来，受灾区域不广、为时不长、为祸不烈，各地多是累岁丰稔，罕有其他朝代常见的“旱则赤地千里，潦则洪水穰流”的情景。开元、天宝年间，“人家粮储皆及数岁，太仓委积，陈腐不可校量”[①]。根据《旧唐书》、《新唐书》、《旧五代史》以及《册府元龟·邦计部》的记载，公元 620~740 年，全国共发生32次饥荒，合4.5年一遇，其中，公元620~660年仅有3次饥荒，公元661~700年有 7 次，公元 701~740 年有 12 次(图 8.14(a))。另据《册府元龟·邦计部》载，公元 618~740 年的灾后蠲免现象十分稀少，仅 6 次。

唐朝中前期农业生产形势，比之《越绝书·计倪内经》、《史记·货殖列传》、《淮南子·天文训》、《盐铁论·水旱》等所记载的“太阴三岁处金则穰，三岁处水则毁，三岁处木则康(注：王念孙曰：康之为言荒野)，三岁处火则旱”、“天下六岁一穰，六岁一康，凡十二岁一饥”的以前各朝，应是天人合一、百年祥和；与后世宋、元、明、清各朝相较(参见第九至十二章)，则更可谓常年风调雨顺、五谷丰登了。



① [唐]元结：《元次山文集》卷 7《问进士第三》

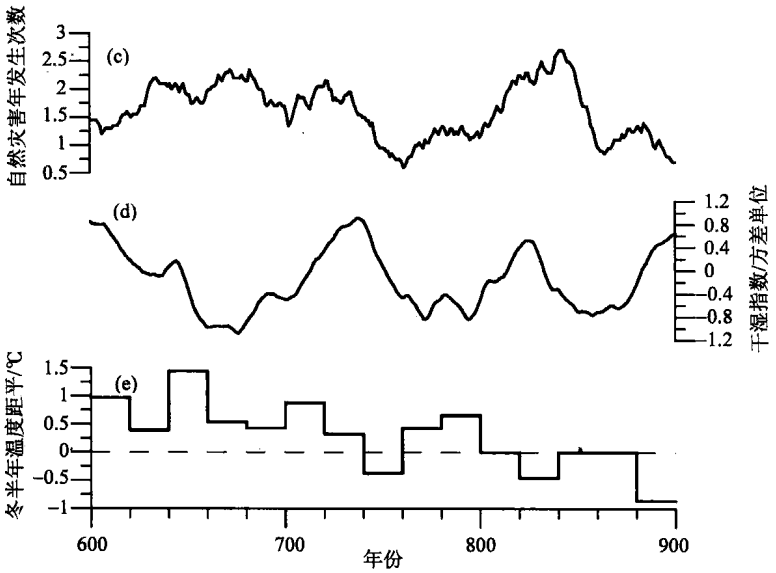


图 8.14 唐代气候、自然灾害与饥荒、粮食亩产量的变化

(a)根据史料整理的全国每 20 年饥荒总发生年数；(b)全国中等田地粮食亩产量(市斤/市亩)，ϕ、φ分别代表粟和稻；(c)全国自然灾害年发生次数的 30 年滑动平均值；(d)东部地区干湿指数的 30 年滑动平均值(Zheng et al., 2006)；(e)20 年分辨率的东中部地区冬半年温度距平(Ge et al., 2010)，以 1961~2000 年为基准年

比较唐代与其他朝代官俸的购买力，亦可间接看出唐中前期农业丰收、饥荒少见之情景。清人尝言，“俸禄惟汉最优，唐宋所不及”[①]，然据彭信威(1958)考，实际上，盛唐时开元年间(公元 727~741)官吏的真实所得，要远超过东汉殇帝延平中(公元 106)时的官吏所得(表 8.5)。

表 8.5 汉唐二代官吏月俸比较

官级	货币所得/文		真实所得米/公石	
	汉(延平)	唐(开元)	汉(延平)	唐(开元)
汉万石比唐一品		54333		161.47
汉中二千石比唐二品	18000	40666	26.15	120.84
汉比二千石比唐三品	10000	30332	13.34	90.17
汉千石比唐四品	8000	21567	11.23	64.10
汉六百石比唐五品	7000	15866	8.78	47.14
汉四百石比唐六品	5000	8632	6.27	25.66
汉三百石比唐七品	4000	6766	5.02	20.11
汉二百石比唐八品	2000	4875	3.10	14.49
汉一百石比唐九品	1600	3817	2.01	11.34

资料来源：彭信威，1958

①《续文献通考》卷 141《职官考二十七》

公元 618~740 年，全国的亩产水平明显较前提高。其中，武德年间，全国中等旱田粟产量可能为 2 石/亩，稻田的亩产量约 3 石。据《新唐书·食货志》等史料载，武德年间，“凡授田者，丁岁输粟二斛，稻三斛，谓之租”。由于“每丁及男年十八以上者，人一顷，其八十亩为口分，田多可以足其人者为宽乡……其地有薄厚，岁一易者，倍受之。宽乡三易者，不倍授”[①]，即意味着“宽乡”的一丁所拥有的 80 亩田地，由于实行休耕制度的缘故，实际上可能只有 40 亩用于耕作。所以，可推知公元 619 年的亩税为 5 升粟和 7.5 升稻。又公元 780 年的气候温暖程度与公元 619 年相近，同样实施“秋税无过十一月”、“官税五升(粟)”的制度，而其亩产则约 2 石(见后文)，故可推测武德年间，全国中等旱田的亩产可能也在 2 石粟左右。相应地，可推知唐初的地税率约为 1/40，中等水田的亩产为 3 石稻谷。唐代的度地量粮，于官于私，均悉用三(汉)斗的大斗，以一尺二寸为大尺[②]，“五尺为一步，二百有四十步为亩，百亩为顷”[③]。结合 1 汉斗容 2.7 市斤粟、2.25 市斤稻谷，3 市斤小麦(见秦汉章节)，以及一大尺约合 29.5 厘米(杨际平，1996)的考证结果，可推算出一唐石约容 81 市斤粟，67.5 市斤稻谷和 90 市斤小麦，一唐亩约合 0.783 市亩。依次可推断，武德年间的亩产 2 石粟约为 207 市斤/市亩，亩产 3 石稻谷约合 259 市斤/市亩。

贞观三年(公元 629)后，天下“频年丰稔，米斗三四钱。行旅自京师至于岭表，自山东至于沧海，皆不赍粮，取给于路”[④]。与粮食丰收的情形一致，当时西北地区的亩产量也处于历史高值阶段。贞观十七年(公元 643)，“耕田人赵怀满，向田主张欢仁、张蔺富二人租佃土地若干亩若干步，每亩支付地租小麦二斛二斗为定额[⑤]”。以唐代私租最为常见的对半分成税率计，则吐鲁番地区小麦亩产可能在 4.4 斛，即 505 市斤/市亩。贞观十三年(公元 649)，河中府龙门(今山西河津地区)县令长孙恕，奏报“溉田良沃，亩收十石”[⑥]。这一亩产记录虽有浮夸之嫌，但至少说明了当地的亩产很高。

高宗至武后当政期间，气候有所变冷，干旱程度加重，但西北地区的良田仍保持了 1.43~2 石的水平。调露(公元 679~680)中，黑齿常之“拜河源道(今青海西宁一带)经略大使……垦田五千顷，岁收粟斛百余万”[⑦]，表明河源道的亩产为 2 石左右。垂拱初(公元 685~688)，陈子昂上言：“甘州诸屯皆因水利，浊河灌溉，良沃不待天时，四十余屯，并为奥壤，故每收获常不减二十万。”[⑧]根据唐代司农

---

①《新唐书》卷 57《食货志》
②《唐会要》卷 66《太府寺》
③《唐六典》卷 3《户部郎中员外郎》
④ [唐]吴兢：《贞观政要》卷 1《政体》
⑤ 新疆维吾尔自治区博物馆. 1960. 新疆吐鲁番阿斯塔那北区墓葬发掘简报.文物，(6)
⑥《新唐书》卷 43《地理志》
⑦《新唐书》卷 123《黑齿常之传》
⑧ [唐]陈子昂：《上西番边州安危事》，《全唐文》卷 211

寺和州镇的屯田规模——“诸屯隶司农寺者，每三十顷以下，二十顷以上为一屯。隶州镇诸军者，每五十顷为一屯”[①]，以35顷的平均水平计，可推算其亩产为1.43石。另据武周时期(公元690~705)的西州勘田牒[②]，可推知西州(治新疆吐鲁番地区)当年秋粟亩产约2石(杨际平，1996)。

开元间，全国的平均亩产水平可能较前又有提升。开元九年(公元721)，御史中丞宇文融上奏：“窃料天下诸州，不可一例处置，且请从宽乡有剩田州作法。……其浮户，请任其亲戚乡里相就，每十户以上，共作一坊。……丁别量给五十亩以上为私田，任其自营种。率十丁于近坊更共给一顷，以为公田，共令营种。……营公田一顷，不啻得之，计平收一年不减百石，便纳随近州县。……官司每丁纳收十石，其粟更不别支用。”[③]从中可知，公田一顷每年收得至少百石粟的地税，按十丁摊算，也就是每丁十石。按后文《徐申行状》中述及的公田1/2~1/3的常见地税率，则知当时全国亩产平均约2.5石，即259市斤/市亩。

由于农业连岁丰收，唐朝社会经济于开元年间达到有唐一代之顶峰，呈现出“稻米流脂粟米白，公私仓廪俱充实”[④]，交通干线“夹路列店肆，待客酒馔丰溢以供商旅”[⑤]的繁荣景象。其中原因，诸如生产技术与工具大有改进、政治清明、催农得力等社会因素的影响自不待言，适逢百年暖湿气候亦是重要因素。唐代著名文学家元结(公元719~772)曾言，“开元天宝之中，耕者益力，四海之内，高山绝壑，耒耜亦满”[⑥]。现代经济学家傅筑夫(1989)指出：唐中央政府对水利建设的重视程度有限，唐前期的特大丰收和“累岁丰稔”，并不能过多地归功于唐廷奖励农耕的政策；在中国过去2000多年历史中极为鲜见的多年丰收，使得唐王朝能够很幸运地长期靠天吃饭，才是唐前期农业大发展的真正原因。

(二)公元741~765年

开元末至“安史之乱”平息，凡二十余载，全国气候“冷干”程度加重，东中部地区冬半年气温约比今低0.6℃，收成状况明显转差。据文献记载，公元758~765年的8年间饥荒达到7次(图8.14(a))，单位时间的灾荒次数远大于武德和贞观时期。从天宝十四年(公元755)八月的大赦令来看，“安史之乱”前天下诸

① [唐]杜佑：《通典》卷2《屯田》
② 国家文物局古文献研究室等：《吐鲁番出土文书》第八册，文物出版社出版，1987年，第165页
③ [唐]杜佑：《通典》卷7《食货》
④ [唐]杜甫：《忆昔两首》，《全唐诗》卷220
⑤ [唐]杜佑：《通典》卷2《食货》
⑥ [唐]元结：《元次山文集》卷7《问进士第三》

郡农户逃亡欠租的现象已十分严重[①]。永泰二年(公元 766)，元结忆昔叹今，云："开元、天宝之中……人家粮储皆及数岁，太仓委积，陈腐不可校量。"然而"忽遇凶岁，谷犹耗尽。三河膏壤、淮泗沃野皆荆棘已老，则耕可知太仓空虚、雀鼠犹饿，至于百姓则朝暮不足，而诸道聚兵百有余万，遭岁不稔，将为何谋？今欲劝人耕种，则丧亡之后，人自贫苦，寒馁不救，岂有生资？"[②]

因气候转冷和战乱的影响，"安史之乱"前后的亩产大幅度降低。天宝八年(公元 749)，"河西屯田收入二十六万八十八石"[③]。由于开元时河西道共计屯田 154 屯("赤水三十六屯，甘州一十九屯，大斗一十六屯，建康一十五屯，肃州七屯，玉门五屯，安西二十屯，踈勒七屯，焉耆七屯，北庭二十屯，伊吾一屯，天山一屯")[④]，按前述，每屯约 35 顷，则当时河西道平均亩产仅约 0.5 石，较之垂拱初(公元 685~688)甘州诸屯 1.43 石的亩产水平有较大程度的下降。广德元年(公元 763)，唐廷诏令，"一户三丁者免一丁，凡亩税二升"[⑤]，比武德年间官税 5 升的地税标准也有较大幅度地下调，若按 40 亩的人均田地规模计，则可推知亩产约 0.8 石，合 83 市斤/市亩。永泰二年(公元 766)刘晏任诸道盐铁转运使前，时人有云，"田以高下肥瘠丰耗为率，一顷出米五十余斛"[⑥]，表明当时每亩约产米五斗多，如该"米"为粟，按唐代"每米六升折粟一斗"[⑦]的出米率推算，则中等旱田亩产约 0.83 斛粟，与据田税率而推算出广德元年(公元 763)前的亩产水平相一致。

(三)公元 766~820 年

公元 765~820 年气候回暖，全国饥荒年数仍较唐前期为多(图 8.14(a))，但农业生产形势明显好转。贞元三年(公元 787)十二月，德宗曾"畋于新店，幸野人赵光奇家，问曰：百姓乐乎！对曰：不乐。帝曰：仍岁颇稔何不乐乎！"[⑧]从中可知，公元 787 年前，连续数载年景较好。德宗朝(公元 780~805)宰相陆贽(公元 754~805)曾上奏"近岁关辅之地，年谷屡登"，"比岁关中之地，百谷丰成"[⑨]。

大历年间(公元 766~779)亩产量明显较前回升。史载，"秦开郑渠，溉田四

---

① 《册府元龟》卷 490《邦计部·蠲复第二》
② [唐]元结：《元次山文集》卷 7《问进士第三》
③ [唐]杜佑：《通典》卷 2《食货·屯田》
④ 《唐六典》卷 7《尚书工部》
⑤ 《旧唐书》卷 48《食货志》
⑥ 《新唐书》卷 54《食货志》
⑦ [唐]陆贽：《陆宣公集》卷 18《请减京东水运收脚价于缘边州镇储蓄军粮事宜状》
⑧ 《册府元龟》卷 491《邦计部·蠲复第三》
⑨ [唐]陆贽：《陆宣公集》卷 18《请减京东水运收脚价于缘边州镇储蓄军粮事宜状》

万顷。汉开白渠，复溉田四千五百余顷。关中沃衍，实在于斯。圣唐永徽中，两渠所溉，唯万许顷。洎大历初，又减至六千二百余顷，比于汉代，减三万八九千顷。每亩所减石余，即仅校四五百万石矣”[①]，依此可推算，大历初(公元 766)关中地区的每亩单产为 1.05~1.28 石。由于粮食亩产提高，唐廷于大历二年和五年，两次提高了亩税率。大历二年(公元 767)，“诏上都秋税分二等，上等亩税一斗，下等六升，荒田亩税二升”，大历五年(公元 770)，“始定法：夏，上田亩税六升，下田亩四升；秋，上田亩税五升，下田亩三升；荒田如故”[②]。据 1/40 的田税率推算，公元 770 年前后中等田地的夏麦亩产为 2 石，秋粟亩产约 1.6 石，分别合 230 和 166 市斤/市亩。

德宗朝(公元 780~805)亩产稳中有升。宰相陆贽曾言，“今京畿之内，每田一亩，官税五升；而私家收租，殆有亩至一石者，是二十倍于官税也。降及中等，租犹半之，是十倍于官税也”[③]，说明当时亩产约 1~2 石，即 103~207 市斤/市亩。贞元八年(公元 792)，唐嗣曹王皋为荆南节度使观察，于江陵东北“广良田五千顷。亩收一钟”[④]，说明当时南方上等水田亩产 6.4 石，合 551 市斤/市亩。据《新唐书·徐申传》载，徐申于公元 795 年前后，任韶州(今广东韶关)刺史，当时“州城与公田三百顷皆为墟……公乃募百姓能以力耕公田者，假之牛、犁、粟种与食，所收其半与之，不假牛犁者三分与二。田久不理，草根腐，地增肥，又连遇宜岁，得粟比馀田亩盈若干，凡积粟三万斛”[⑤]，可见这 3 万斛稻(粟)为地租。根据文中所述 1/3~1/2 的地租率，估计南方中等田地亩产为 2~3 斛稻，也即 172~259 市斤/市亩。在北方，据贞元十二年(公元 796)十月“奉先等八县旱损秋苗一万顷，计米三万六千二百石”[⑥]的京兆府奏文看，该年亩均损失地税 3.6 升，按 1/40 的亩税率估计，亩产约 1.44 石，也即 149 市斤/市亩。

元和年间(公元 806~820)，北方地区的亩产量有所回落。据《新唐书·食货志》载：“元和中，(宪宗)以韩重华为振武、京西营团、和籴、水运使……募人为十五屯，每屯百三十人，人耕百亩，就高为堡，东起振武，西逾云州，极于中受降城，凡六百余里，列栅二十，垦田三千八百余顷，岁收粟二十万石。”从中可知，公元 812 年前后，实际投入农作的 1950 顷新垦田(其余部分处于休耕期)的平均亩产量约为 1.025 石，合 106 市斤/市亩。吐蕃丑年(公元 821)沙州僧龙藏牒载，“去

① [唐]杜佑：《通典》卷 174《州郡四·风俗》
② 《旧唐书》卷 48《食货志》
③ [唐]陆贽：《陆宣公集》卷 22《均节赋税恤百姓六条》
④ 《唐会要》卷 89《疏凿利人》
⑤ [唐]李翺：《徐申行状》，《全唐文》卷 639
⑥ 《册府元龟》卷 491《邦计部·蠲复第三》

丙寅年(公元 786)至昨午年(公元 814)卅年间，伯伯私种田卅亩，年别斛斗卅已上，并寄放，合计一千驮，尽是大哥收掌”[①]，由于吐蕃的量制是一驮等于 2 蕃石，相当于 1 汉石(杨际平,2000)，故沙州(治今甘肃敦煌地区)30 亩地 30 年约收 1000 驮，折合亩产 1.1 石，即 114 市斤/市亩。

(四)公元 821~920 年

长庆元年(公元 821)起气候在总体上趋于冷干，灾害频发，各地亩产量也较之前有所跌落(图 8.14)。唐文宗太和七年(公元 833)的诏书言，“八年于兹。而水旱流行，疫疾作沴，兆庶艰食，札瘥相仍”[②]；另据《旧唐书》、《资治通鉴》载，开成年间(公元 836~840)灾荒更甚，北方旱蝗连年、赤地千里，黄河以南则千里之地，水灾泛滥。僖宗时(公元 874~888)，“连岁旱、蝗，寇盗充斥，耕桑半废，租赋不足，内藏虚竭，无所依助”[③]，其中，光启二年(公元 886)，“十一月雨雪阴晦至三年二月不解，比岁不稔”[④]。

公元 821 年前后，崔弘礼迁河阳节度使，“上言请于秦渠下辟荒田三百顷，岁收粟二万斛，诏皆从之”[⑤]，而实际上，“使治河内秦渠，溉田千顷，岁收八万斛”[⑥]。这说明，宁夏平原以东的秦渠旁田地，每亩约产粮 0.8 石，合 83 市斤/市亩。宝历元年(公元 826)，李翱(公元 772~841)任庐州(治今合肥)刺史后，曾云“一亩之田，以强并弱，水旱之不时，虽不能尽地力者，岁不下粟一石”[⑦]，表明当时全国中等田的亩产为 1 石粟，即 103 市斤/市亩。敦煌文书《乙亥年索黑奴等租地契》(S.6063)载：“……遂租种……其地断作价值，每亩一硕(石)二斗，不拣诸杂色……并总收纳。”[⑧]，此事发生于归义军政权统辖沙州(治今甘肃敦煌)期间的公元 855 年或公元 915 年，当时亩产应在 1.2 石(折合为 124 市斤/市亩)以上。

四、粮价

唐代的粮价曾发生过数次大的起伏，斗米贱时三四文，贵则几万文。但与其他朝代相比，唐代的粮价在整体上仍处于偏低水平。

---

① 唐耕耦、陆宏基编：《敦煌社会经济文献真迹释录》第二辑，全国图书馆文献缩微复制中心，283~286 页
② 《旧唐书》卷 18《文宗本纪》
③ 《资治通鉴》卷 253，乾符五年三月
④ 《旧唐书》卷 182《高骈传》
⑤ 《旧唐书》卷 163《崔弘礼传》
⑥ 《新唐书》卷 177《崔弘礼传》
⑦ [唐]李翱：《平赋书》，《唐文粹》卷 44
⑧ 中国科学院历史研究所. 1961. 敦煌资料(第 1 辑)，北京：中华书局. 326

(一)公元 618~740 年

公元 620~740 年是唐代社会经济最为繁荣的时期，常年米价保持在 30~200 文/石的低位，比中国古代的其他知名低粮价期还低(表 8.6)。这一时期利于农耕的暖湿气候被认为是各地“累岁丰稔”、粮价长期低廉的首要原因(傅筑夫，1989；谭文熙，1993)。

据有关研究(全汉昇，1944；梁仲勋，1988；马强，1989)，该时期粮价变化可分为两个上涨期(即唐初和武周前后)和两个下落期(即太宗、高宗朝和玄宗开元年间)。

表 8.6 中国古代低粮价期粮价比较

时期	非灾年米价/(文/石)	汉制折算价/(文/石[9])
汉文帝至宣帝朝	10~100	10~100
唐太宗至玄宗开元间	20~200	7~67
宋太宗至仁宗朝	100~850	30~253
明太祖至英宗朝	250~800	49~156
顺治入关后~康熙期	300~800	58~155

注：各朝的每石容积，据吴慧：《中国历代粮食亩产研究》，农业出版社，1985 年

高祖武德年间，由于天下初定，社会不稳，故“稼穑”衰败，粮食匮乏，粮价不断上涨。《新唐书》载：“长平肃王叔良，武德初，例王，镇泾州，捍薛仁杲。仁杲内史令翟长孙以众降。于是大饥，米斗千钱。”[①]同年十一月，高祖李渊“以京师谷贵，令四面入关者，车马牛驴各给课米，充其自食”[②]。武德四年(公元 621)，“……三月，唐兵围洛阳，掘堑筑垒而守之。城中乏食，绢一匹直粟三升”[③]。贞观之初，“荐属霜旱，自关辅绵及三河之地，米价腾贵，斗易一缣。道路之间，饿殍相藉”[④]。据折算，这一时期斗米匹绢的价格约为 450 文(张超林，2003)。

贞观三年(公元 629)后三十余年，社会趋稳，气候暖湿，收成增加，米价大幅度回落，长期维持在每斗三五钱的低位，逢极丰收年份，斗米仅值两钱。低位粮价一直维系至高宗麟德二年(公元 665)，并在全国多个地区出现(表 8.7)。

① 《新唐书》卷 78《宗室传》
② 《旧唐书》卷 1《高祖本纪》
③ 《资治通鉴》卷 189《唐纪》
④ [唐]陆贽：《陆宣公集》卷 22《均节赋税恤百姓六条》

表 8.7　618~740 年的粮价变化

粮价波动时段	年份	粮价记录	区域	资料来源
公元 618~628 年	武德初(公元 618 年前后)	于是大饥，米斗千钱	泾州	《新唐书》卷 78《宗室传》
	贞观初(公元 627~628)	米价腾贵，斗易一缣	关中	陆贽：《陆宣公集》卷 22《均节赋税恤百姓六条》
公元 629~665 年	贞观三年后(公元 629)	频年丰稔，米斗三四钱	全国	《贞观政要》卷 1《政体》
	贞观四年(公元 630)	米斗四五钱，外户不闭者数月	全国	《新唐书》卷 51《食货志》
		几至刑措，米斗三钱		《新唐书》卷 97《魏征传》
	贞观五、六年(公元 631~632)后	频岁丰稔，一匹绢得十余石粟	全国	《旧唐书》卷 94《马周传》
	贞观八、九年(公元 634~635)	频至丰稔，米斗四、五钱，马牛布野	全国	《通典》卷 7《食货七·历代盛衰人口》
	贞观十五年(公元 641)	米每斗直两钱	全国	《通典》卷 7《食货》
		比年丰稔，长安斗粟直四五钱	长安	《资治通鉴》卷 196
	贞观十六年(公元 642)	太宗以天下粟价率计斗直五钱。其尤贱处，计斗直三钱	全国	《贞观政要》卷 8《务农》
	永徽五年(公元 654)	是岁大稔，雒州米斛直两钱半，硬米斗直十一文	雒州	《资治通鉴》卷 199
	麟德二年(公元 665)	米斗五钱，豆麦不列于市	全国	《旧唐书》卷 4《高宗本纪》
公元 666~710 年	仪凤四年(公元 679)	四月，令东都出远年糙米及粟就市集，斗别纳恶钱百文	洛阳	《通典》卷 9《食货》
		四月，关中饥馑，米斗三百	关中	《资治通鉴》卷 203
		五月，关中先水，后旱蝗，继以疾疫，米斗四百	关中	《资治通鉴》卷 199
		五月，京师大雨饥荒，米每斗四百钱	长安	《通典》卷 7《食货七·历代盛衰人口》
	永淳元年(公元 682)	六月，两京平地水深四尺以上，麦一束止得一二斗。米一斗二百二十文……自陕至洛，死者不可胜数，西京斗米三百已下	陕洛	《旧唐书》卷 37《五行志》
	大足元年(公元 701)	数年丰稔，乃至一匹绢粟数十斛	凉州	《旧唐书》卷 97《郭元振传》
	景龙三年(公元 709)	是岁关中饥，米斗百钱	关中	《资治通鉴》卷 209

续表

粮价波动时段	年份	粮价记录	区域	资料来源
公元711~740年	开元初(公元713~714)	四方丰稔……米每斗三钱	全国	《唐语林》卷3《夙慧》
	开元十三年(公元725)	封泰山，米斗直十三文，青齐谷斗直五文。自后天下无贵物，两京米斗不直二十文，面三十二文	全国	《通典》卷7《食货七·历代盛衰人口》
	开元十八年(公元730)	官司每丁收纳十石。其粟更不别支用。每至不熟年，斗判三十价	全国田多地区	《唐会要》卷85《逃户》
	开元二十八年(公元740)	岁频丰稔，京师米斛不满二百	长安	《资治通鉴》卷196，贞观十五年五月，乙巳
	开元年间(公元713~741)	粟每斗估价为27文至32文，小麦每斗为30文至37文	敦煌	[日]池田温：《中国古代物价初探》1992.王仲荦：《金泥玉屑丛考》卷6
		粟每斗为15文，小麦每斗价30文	于阗	
		白面、普通面斗价亦仅30至38文	吐鲁番	

唐高宗乾封元年(公元666)起至中宗景龙年间，粮价渐贵。据史料载，咸亨元年(公元670)，“天下四十余州旱及霜虫，百姓饥乏，关中尤甚”①，八月，唐廷“以谷贵”，而不得不颁行“禁酒令”②；神龙元年(公元705)，“夏，大旱，谷价腾踊”③；次年，“时都城谷贵，盗窃甚众”④；景龙元年(公元707)，“上以岁旱谷贵，召太府卿纪处讷谋之”⑤。因政局动荡和水、旱、蝗等自然灾害的影响(马强，1989)，这期间的米价每斗百文，比贞观年间有数十倍的增长。

开元年间气候再度暖湿，粮价又回落。开元二年(公元714)，“天下诸州，今年稍熟，谷价全贱”⑥；开元十六年(公元728)，“诏曰如闻天下诸州，今岁普熟，谷价至贱，必恐伤农”⑦；开元二十五年(公元737)，“今岁秋苗，远近丰熟，时谷既贱，则甚伤农”⑧。这一时期，丰收年份每斗米价仅为3钱，歉收的年份，“粟每斗三十钱”，按唐代米粟5∶3的比价(胡如雷，1963)推算，其米价亦不过每斗50钱。

①《旧唐书》卷5《高宗本纪》
②《新唐书》卷3《高宗本纪》
③《新唐书》卷109《宗楚客附纪处讷传》
④《旧唐书》卷93《张仁愿传》
⑤《资治通鉴》卷208，景龙元年五月
⑥《旧唐书》卷49《食货志》
⑦《册府元龟》卷502《邦计部》
⑧《册府元龟》卷502《邦计部》

(二)公元 741~765 年

从开元廿八年(公元 740)“岁频丰稔，京师米斛不满二百”[①]的记载看，开元末的年景虽然依旧为好，但是时的米价已较前明显抬高。天宝之初的数载内，虽然“两京用钱稍好，米粟丰贱”[②]，斗米价格在天宝五年(公元 746)仍低至 13 钱，但“数载之后，粮价渐又滥恶”[③]。这种粮价上涨的态势延续至“安史之乱”平息后的公元 765 年前后方有回落。史载，天宝十二载(公元 753)，“八月，京城霖雨，米贵”[④]；次年(公元 754)，“是秋……物价暴贵，人多乏食”[⑤]。“安史之乱”爆发的天宝十五载(公元 756)，关畿乱离，谷价愈发上扬[⑥]。此后，兵祸连年不断，旱蝗灾害频仍，以致遭岁不稔，“太仓空虚、雀鼠犹饿”，斗米高达八百文以上(表 8.8)。

表 8.8　公元 741~920 年粮价变化

粮价波动期	年份	粮价记录	区域	资料来源
公元 741~765 年	天宝五载(公元 746)	海内富实，米斗之价钱十三，青、齐米间斗才三钱，绢一匹钱二百	全国	《新唐书》卷 51《食货志》
	至德二年(公元 757)	百姓残于兵盗，米斗直七千，鬻粄为粮	全国	《新唐书》卷 51《食货志》
		城中食尽，米斗五十千，一鼠四百	南阳	《新唐书》卷 147《鲁炅传》
	乾元元年(公元 758)	至二月，城中人相食，米斗钱七万余	邺城	《旧唐书》卷 200 上《安庆绪传》
	乾元三年(公元 760)	是岁饥，米斗至一千五百文	全国	《旧唐书》卷 10《肃宗纪》
		(闰四月)，京师米斗八百文	长安	《旧唐书》卷 37《五行志》
	上元初(公元 760~761)	京师旱，米斗直数千	长安	《旧唐书》卷 131《李皋传》
	宝应元年(公元 762)	京师米斗千钱，禁膳不兼时，甸农授穗以输	长安	《新唐书》卷 149《刘晏传》
	广德元年(公元 763)	蚘蚘虫害稼，关中尤甚，米斗千钱	关中	《新唐书》卷 35《五行志》
	广德二年(公元 764)	秋，蝗，关辅尤甚，米斗千钱	关中	《新唐书》卷 35《五行志》
	永泰元年(公元 765)	(三月)庚子。岁饥，米斗千钱，诸谷皆贵。……是春大旱，京师米贵，斛至万钱。……(七月庚子)，时久旱。京师米斗一千四百，他谷食称是	长安	《旧唐书》卷 11《代宗本纪》

① 《旧唐书》卷 9《玄宗本纪》
② 《旧唐书》卷 48《食货》
③ 《旧唐书》卷 48《食货》
④ 《旧唐书》卷 9《玄宗本纪》
⑤ 《旧唐书》卷 9《玄宗本纪》
⑥ 《旧唐书》卷 190《杜甫传》

续表

粮价波动期	年份	粮价记录	区域	资料来源
公元766~820年	永泰元年(公元 766)前	近年，粟一斛估钱五百尚贱	全国	《元次山文集》卷 7《问进士》第二
	大历四年(公元 769)	自夏四月连雨至此月(八月)，京城米斗八百文	长安	《旧唐书》卷 11《代宗纪》
	大历五年(公元 770)	秋七月，京城米斗一千文	长安	《旧唐书》卷 11《代宗纪》
	大历六年(公元 771)	是岁春旱，米斛至万钱	不详	《旧唐书》卷 11《代宗纪》
		河北旱，米斗千钱	河北	《资治通鉴》卷 224《唐纪》
	大历八年(公元 773)	京师大稔，谷价骤减，大麦斗至八钱，粟至二十钱	长安	《册府元龟》卷 502《邦计部》
	建中元年(公元 780)	当时……米一斗为钱二百	全国	《全唐文》卷 634 李翱《疏改税法》
	兴元元年(公元 784)五月	时关中兵荒，米斗直钱五百。……十一月，今天下旱蝗，关中米斗千钱	关中	《资治通鉴》卷 231《唐纪》
	贞元元年(公元 785)	春，大饥，东都、河南、河北，米斗千钱	黄河两岸	《新唐书》卷 35《五行志》
	贞元二年(公元 786)	河北蝗虫，米斗一千五百文	河北	《旧唐书》卷 141《张孝忠传》
	贞元三年(公元 787)	自兴兵以来，最为丰稔，斗直钱百五十，粟八十	全国	《资治通鉴》卷 233《奸臣传—玄晖》
	贞元八年(公元 792)	比于常时,米价加倍，每斗当钱一百五十文	江淮	《资治通鉴》卷 234《唐纪》
		斗米不过直钱七十	关中	《资治通鉴》卷 234《唐纪》
	元和三年(公元 808)	坦到官(宣歙观察使)……既而米斗二百，商旅辅辏	宣歙	《资治通鉴》卷 237《唐纪》
	元和四年(公元 809)	米斗直钱二十	全国	《陆宣公集》卷 18
	元和五年(公元 810)	钱直日高……粟一斗不出二十	全国	《全唐文》卷 634 李翱《进士策问二道》
	元和六年(公元 811)	是岁天下大稔，米斗有直二钱者	全国	《资治通鉴》卷 238《唐纪》
	元和十五年(公元 820)	今税额如故，而粟帛日贱……米一斗不过五十	全国	《全唐文》卷 634 李翱《疏改税法》

续表

粮价波动期	年份	粮价记录	区域	资料来源
公元821~920年	长庆元年(公元821)	前在朔方，度支米价四十	朔方	《新唐书》卷203《吴武陵传》
	长庆四年(公元824)	近日访闻，京城米价稍贵……回给官中所籴粟，每斗折钱五十文	长安	《册府元龟》卷507《邦计部》，俸禄第三
	大和七年(公元833)	百官俸料，一半停给段匹丝绵等，回给太仓粟，每斗计七十文	长安	《唐会要》卷92
	开成元年(公元836)	二月畿内和籴粟麦，贵籴每斗60文，平籴每斗50文，贱籴每斗25文	长安	《册府元龟》卷484《邦计部》
	咸通八年(公元868)	旬日间，米斗直钱二百	徐州	《太平广记》卷499《王铎》
	中和初(公元881)	赋输无入，谷食腾贵，米斗三十千	长安	《旧唐书》卷200《黄巢传》
	光启二年(公元886)	二月，“荆、湘大饥，米斗三千钱……五月，荆南、襄阳仍岁蝗旱，米斗三千	荆、湘	《新唐书》卷35《五行志》
	光启三年(公元887)	扬州大饥，米斗万钱	扬州	《新唐书》卷35《五行志》
	天佑元年(公元904)	是时洛城旱，米斗直钱六百	洛阳	《新唐书》卷223《朱温传》

(三)公元766~820年

代宗永泰二年(公元766)起，至宪宗元和十五年(公元820)，战争渐趋平定，气候也逐渐回暖，不过旱灾依旧严重，故粮价虽较“安史之乱”期间有所下跌，但总体上说来，仍较唐前期为高。《元次山文集·问进士》有载：“近年(公元766)粟一斛估钱五百尚贱。”依唐代米粟之间5:3的比价推算，则知公元766年的米价至少每斗83文以上。大历年间(公元766~779)，丰稔、歉收的年份间杂而至，米价在整体上有所抬升(表8.8)，斗米平均价可能在数百文左右。

自建中元年(公元780)两税法实施后，唐中后期的米价出现了下落(全汉昇，1944；梁仲勋，1988)。建中三年(公元782)九月，户部侍郎赵赞上奏道，“自陛下登极以来……虽经频年少雨，米价未腾贵”[①]；元和末年(公元820)名臣李翱曾言，“斗米200文”。之后的近四十年，米价低时每斗只有2文，高时亦不过1500文。以多数年份而言，米价在四、五十钱左右。

建中元年后米价的下跌，主要与两税法的实施有关。该税法规定农民须以钱币交纳夏秋两税，从而导致“钱重物贱，伤农害工”[②]。另外，气候复又暖湿有利

① 《旧唐书》卷49《食货志》

② 《唐会要》卷89《泉货》

于粮食亩产的提高，对推动米价的下跌起到了积极作用。德宗的宰相陆贽曾言，“近岁关辅之地，年谷屡登，田农之家，犹困谷贱……比岁关中之地，百谷丰成，京尹及诸县以此事为言，忧在京米粟大贱，请广和杂，以救农人。”①

（四）公元 821~918 年

穆宗长庆元年（公元 821）后气候转向冷干，自然灾害增多，社会亦愈发动荡，战乱不断，农业生产形势逐年委顿，米价不断上扬。

穆宗至文宗时（公元 821~840），南北各地水、旱、蝗灾流行，饥馑疾疫相继。虽然开成中（公元 838）前后，“物价至微”②，但整体上常年米价为每斗七、八十文左右（表 8.8），比元和年间上涨了一至两倍。如入唐求法的日本高僧圆仁于开成五年（公元 840）的日记中写道“开成五年三月五日，登州蓬莱县，城正东是市，粟米一斗三十文，粳米优质稻一斗七十文。三月十五日，莱州城外西南置市，粟米一斗五十文，粳米一斗九十文。十九日，北海县，县中米一斗六十文，又小豆一斗三十五文。二十五日，从登州文登县至此青州，三四年来，蝗虫灾起，吃却五谷，官私饥穷，粮食难得。粟米一斗八十文，粳米一斗一百文。四月十五日到禹城县，县市粟米四十五文，粳米一斗百文，小豆一斗十五文，面七八十文”③。又如，大和中（公元 831），户部侍郎、尚书左丞庾敬休言“蜀道米价腾踊，百姓流亡，请以本道阙官职田振贫民”④；大和六年（公元 832），王起（公元 760~847）“检校吏部尚书，河中尹、河中节度使。时属蝗旱、粟价暴踊，豪门闭籴，以邀善价”⑤；大和八年（公元 834），“京师米价暴贵”⑥。

武宗至宣宗朝（公元 841~860）时气候回暖，年景有所转好，粮价随之回落。其中，所谓的“大中之治”（公元 847~860）时期，政局稳定，粮价低廉。据史料记载，李骘任朝中度支使时（大中咸通（公元 860~874）间），“京国米斗四十”⑦，为整个唐中后期百余年的最低粮价记录。

懿宗咸通后期（公元 874），战乱四起，霜雪灾害频发，粮价飞涨。据史料载，咸通八年（公元 868）庞勋于徐州起义时，当地“旬日间，米斗直钱二百”⑧；十一

① [唐]陆贽：《陆宣公集》卷 18《请减京东水运收脚价于缘边州镇储蓄军粮事宜状》
② [宋]张洎：《云谷杂记》卷 4
③ [日]圆仁：《入唐求法巡礼行记》
④《新唐书》卷 161《庾敬休传》
⑤《旧唐书》卷 164《王起传》
⑥《旧唐书》卷 17《文宗本纪》
⑦《太平广记》卷 499 引《闻奇录》
⑧《太平广记》卷 499《王铎》

年(公元 870)时，洛师大饥，谷价腾贵[①]。之后有米价记录的年份，每斗米价扶摇直上六百文，甚至达到万钱(表 8.8)。

第五节　人口变化、经济重心南移

一、人口变化

隋初至大业五年(公元 609)前后全国人口持续增长，隋末唐初人口大幅度减少，贞观至天宝时期人口高速增长，“安史之乱”后著籍户口数急剧下降，从此到唐末，全国人口数量始终在“低谷”中徘徊。气候变化被认为是影响隋唐人口波动的重要因素之一(赵文林，谢淑君，1988；李伯重，1999)。

隋政权稳定后，北方农业生产迅速恢复，粮食储备日益充足。开皇十二年(公元 592)“库藏皆满”，开皇十七年(公元 597)“中外仓库，无不盈积”[②]。在这种仓廪充实的背景下，隋文帝曾诏谕停收正赋，存粮于民。到文帝末年，“计天下储积，得供五六十年”[③]。隋炀帝时，府库之富足依然如故，以至于贞观十一年(公元 637)，监察御史马周(公元 601~648)对唐太宗说：“隋家贮洛口仓，而李密因之；东京积布帛，王世充据之；西京府库，亦为国家之用，至今未尽。”[④]粮食供应的充足，直接推动了人口的迅速恢复。据研究，隋炀帝大业五年(公元 609)前后，全境著籍 907 万户，人口 4600 余万，达到了魏晋以来数百年间中原王朝所控制的著籍人户最高额。人口数较文帝开皇九年(公元 589)统一全国时，增加了约 147~157 万户(冻国栋，2002)，年均增长率约 9‰，其中，河北、河南、山东、山西、陕西五省人口占据全国总人口的 64.4%。

隋王朝人口增加势头，很快被频繁的对外战争、民变和干旱所破坏。大业八年(公元 612)起，隋军连续三次大规模征伐高丽[⑤]，却适逢华北连年旱灾。据史载，大业八年(公元 612)“大旱，疫，人多死，山东尤甚”[⑥]，大业十三年(公元 617)“天下大旱”[⑦]，北方农业生产系统遭受重创，百姓衣食困难，骚乱四起，“自伊洛以东，暨乎海岱，灌莽巨泽，苍茫千里，人烟断绝，鸡犬不闻，道路萧条，进

① 《太平广纪》卷 133《王公直》
② 《隋书》卷 24《食货志》
③ [唐]吴兢:《贞观政要》卷 8《辨兴亡》
④ [唐]吴兢:《贞观政要》卷 6《奢纵篇》
⑤ 《隋书》卷 61《宇文述传》
⑥ 《隋书》卷 3《炀帝本纪》
⑦ 《隋书》卷 22《五行志》

退艰阻”[①]，部分人口被迫南迁，“江淮之间，爰及岭外，涂路悬阻，土旷民稀，流寓者多”[②]。唐高祖武德六年(公元 623)的诏文云：“隋末丧乱，豺狼竞逐，率土之众，百不存一。”[③]北方人口的大量死亡以及南迁，导致隋末唐初北方人口在全国总人口中的比重下降，而南方所占比重上升。据研究，唐初河南、河北、山东、山西、陕西、甘肃六省人口降到只占全国人口总数的 31.31%，南方十四省区则上升到 51.54%(冻国栋，2002)。

唐初起，自隋末耗减的人口开始逐渐回升。据估计，高祖武德七年(公元 624)，全国在籍人口约 1174 万，总人口为 1700 万左右(赵文林，谢淑君，1988)。太宗即位后，中国气候相对暖湿。贞观十四年(公元 640)前后，全国总人口增至 2061 万(赵文林，谢淑君，1988)。

高宗时，全国人口增长较快，但总数仍不及隋。高宗曾谓长孙无忌曰：“自隋末乱离，户口减耗、迩来虽复苏息，犹大少于隋初。”[④]当时华北、江淮正值绵长的干旱期，北方人口在总人口中的比重仍然低于南方，人口密度较低。高宗显庆年间(公元 656~661)，中原许州、汝州一带依然“田地极宽，百姓太少”[⑤]。

武后、中宗直至玄宗开元末，全国气候较之唐中后期仍可谓之暖湿，农业生产欣欣向荣，人口也呈现直线上升态势。新旧唐书中的《地理志》载，玄宗开元二十八年(公元 740)的全国在籍人口约 841 万户，口数约 4814 万。据估计，当年全国总人口约 5570 万，较之公元 640 年，人口年均增长率为 13.5‰(赵文林，谢淑君，1988)。其中，河北、河南、山东、山西、陕西五省人口占全国人口的比重达到 48.1%。农业生产受气候条件制约较大的河西地区，其人口数量与密度在 639~742 年均大幅度提升(表 8.9)。

表 8.9 唐前期河西地区人口状况比较

(a) 唐贞观十三年(公元 639)河西地区人口数量

区域	人口数/万人	面积/km^2	人口密度/(人/km^2)
河西地区	15.96	22.58×10^4	0.71
石羊河流域	8.91	4.16×10^4	2.14
黑河流域	3.37	14.29×10^4	0.24
疏勒河流域	3.68	4.13×10^4	0.89

① 《旧唐书》卷 71《魏征传》

② [唐]李渊：《罢差科徭役诏》，《全唐文》卷 2

③ [唐]李渊：《申禁差科诏》，《全唐文》卷 2

④ 《旧唐书》卷 4《高宗本纪》

⑤ [唐]杜佑：《通典》卷 7《食货七·历代盛衰户口》

(b) 唐天宝元年(公元 742)河西地区人口数量

区域	人口数/万人	面积/km^2	人口密度/(人/km^2)
河西地区	27.55	22.58×10^4	1.22
石羊河流域	17.71	4.16×10^4	4.26
黑河流域	4.61	14.29×10^4	0.32
疏勒河流域	5.23	4.13×10^4	1.27

(c) 唐天宝十一年(公元 752)河西地区人口数量

区域	人口数/万人	面积/km^2	人口密度/(人/km^2)
河西地区	30.37	22.58×10^4	1.34
石羊河流域	20.53	4.16×10^4	4.94
黑河流域	5.46	14.29×10^4	0.38
疏勒河流域	4.38	4.13×10^4	1.06

资料来源：程弘毅，2007

从唐初至开元末的 120 余年中，全国成规模的人口迁移主要有两种形式。一种是灾民的流徙就食，无固定方向，多与气候灾害引发的农业减产有关。如高宗永隆二年(公元 681)，“河南、河北大水，许遭水处往江、淮就食”[①]；武周时，“山东饥，关、陇弊，历岁枯旱，人有逃亡”[②]。这种形式的人口迁移，在唐前期仅偶尔出现，常局限在一定地域内，并未对唐王朝统治形成大的冲击。另一种是军士和寻常百姓在边疆地区的屯田开荒(分布点见图 8.15)。其中，军屯为强制性迁徙，允许携带家口。如幽州北的榆关(今河北抚宁县东)的戍兵，便“常自耕食，唯衣絮岁给幽州，久之皆有田宅，养子孙，以坚守为己利”[③]。民屯则多是响应政府号召的自愿行为。据史料记载，公元 647 年，唐廷在北疆设安西和北庭都护府，重兵屯田，内地农民也有流入；公元 649 年，唐廷又招募内地汉人于河套地区垦种，“西北一隅，方得宁谧”[④]。据《旧唐书·地理志》载，天宝年间，夏(治今陕西横山县西白城子)、胜(治今内蒙古托克托县南黄河南岸)、宥(治今鄂托克旗南)、丰(治今五原县南)、麟(治今陕西神木县北)五州的 22.73 万人口中，汉户绝大多数是移民或移民后裔(吴松弟，1997)。边疆屯田这种政治性质的移民形式，在唐前期能够维系近 100 年，当与所屯之地具有宜农的气候条件有关。

①《旧唐书》卷 5《高宗本纪》
②《旧唐书》卷 190《陈子昂传》
③《新五代史》卷 72《四夷附录·契丹传》
④《旧唐书》卷 93《唐休璟传》

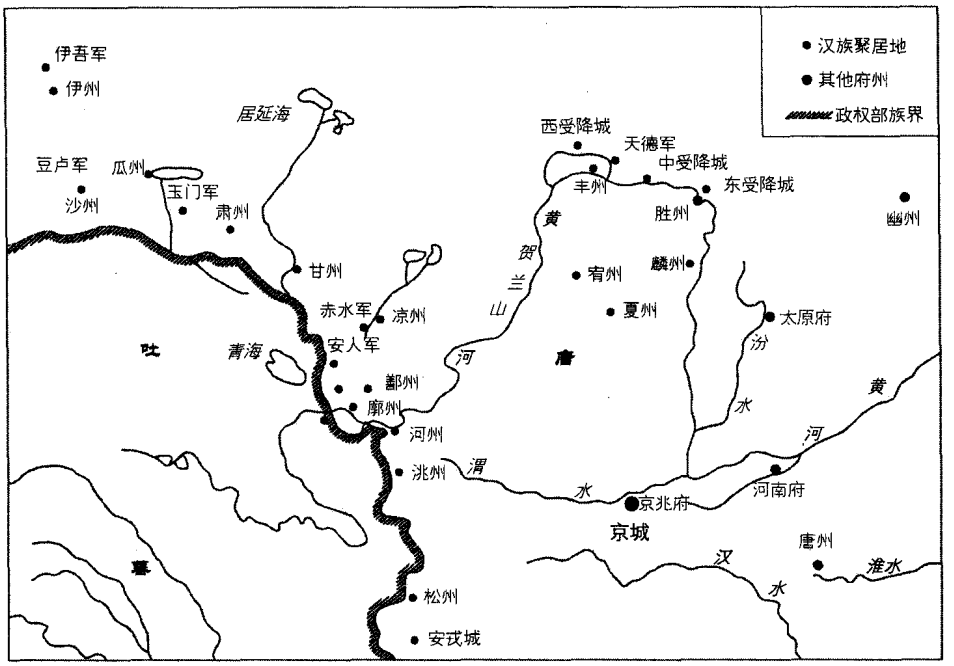


图 8.15 盛唐时北部边疆的汉族屯田聚居地(吴松弟，1997)

天宝十一年(公元 752)，全国在籍人口数约 5997 余万人，超过了隋朝，是整个唐朝户口的最高纪录。公元 755 年“安史之乱”爆发，叛军“下河北五十余城，发人家墓，焚人室庐，掠人玉帛。壮者死锋刃，弱者填沟壑”①。而吐蕃也乘唐军内调之机，向河西、陇右和安西扩张，并侵入关中道西部，西北地区汉人因之大量东迁中原，迁入原唐朝西北边州的吐蕃、吐谷浑、党项等少数民族人口遂逐渐增多。频繁的战乱以及显著变冷的气候，使得北方农业衰败、人口大量死亡与迁移。据史载，肃宗时(公元 756~762)，“天下兵起，因以饥疫，百役并作，人户凋耗，版图空虚”②，“诸州百姓，多有流亡”③，“乡居地著者百不四五”④。当时“函、陕凋残，东周尤甚。过宜阳、熊耳，至武牢、成皋，五百里中，编户千余而已”⑤，方城县(今河南方城)“旧万余户，今二百户已下。其南阳、向城(河南南阳东北)等县更破碎于方城”⑥。于邵(公元 713~793)在《河南于氏家谱后序》有云：“顷

① 《新唐书》卷 255《逆臣传》
② 《新唐书》卷 145《杨炎传》
③ 《唐会要》卷 85《逃户》
④ 《新唐书》卷 145《杨炎传》
⑤ 《旧唐书》卷 123《刘晏传》
⑥ [唐]元结：《诸省官状乾元三年上来大夫唐等州县官》，《全唐文》卷 381

属中原失守，族类逃难。不南驰吴越，则北走沙朔，或转死沟壑，其谁与知！或因兵祸纵横，吊魂无所；或道路阻塞，不由我归；或田园淹没，无可回顾。”据冻国栋(2002)整理的广德二年(公元764)和天宝十五年(公元755)的户口统计资料，全国在籍人口于安史之乱期间减少了近7成。另有研究指出大约三至四成的全国人口在安史之乱中死亡(胡焕庸，张善余，1984)，250万北民在“安史之乱”中迁居南方(吴松弟，1997)。中唐名将郭子仪曾说：“百曹荒废，曾无尺椽，中间畿内，不满千户。井邑榛棘，豺狼所嗥，既乏军储，又鲜人力。东至郑、汴，达于徐方，北自覃怀，经于相土，人烟断绝，千里萧条。”[①]杜甫亦叹：“积尸草木腥，流血川原丹”、“靡靡逾阡陌，人烟眇萧瑟。”

“安史之乱”虽然得以平息，唐王朝由盛而衰的趋势却无法阻挡。由于干旱气候的延续，东中部地区频受饥荒和疫病侵扰，人口继续减少。如代宗执政的宝应年间(公元762~763)，“百姓逃散，至于户口，十不半存”[②]；贞元元年(公元785)蝗灾，“关东大饥，赋调不入”[③]；“寒，饥民，多冻死者”[④]；二年(公元786)，“河北蝗、旱，米斗一千五百文，复大兵之后，民无蓄积，饿殍相枕”；六年夏“淮南、浙东西、福建等道旱，井泉多涸，人渴乏，疫死者众”[⑤]，贞元十九年(公元803)冬，韩愈在《御史台上论天旱人饥状》中云：“臣伏以今年已来，京畿诸县，夏逢亢旱，秋又早霜，田种所收，十不存一。……至闻有弃子逐妻，以求口食，拆屋伐树，以纳税钱，寒馁道途，毙踣沟壑，有者皆已输纳，无者徒被追征。”[⑥]

在对气候变化十分敏感的河西走廊地区，由于气候干旱的缘故，河流来水量减少，植被覆盖率降低，不少绿洲转化为沙漠。石羊河流域的人口数量因此迅速减少，进入该地区自汉代以来的第三次人口衰退期(图8.16)。

为寻找生存空间，中、晚唐时期北方汉族民众继续向外迁徙，形成了关中、河南、河北等地自隋末以来的第二次人口大规模迁移浪潮。例如，德宗贞元十四年(公元798)，河南府谷贵人流[⑦]；穆宗长庆元年(公元821)，“应诸道管内百姓，或因水旱兵荒，流离死绝”[⑧]；僖宗广明元年(公元880)，“农桑失业，耕种不时。就中广州、荆南、湖南，盗贼留驻，人户逃亡，伤夷最甚”[⑨]。

---

①《旧唐书》卷120《郭子仪传》
②《唐会要》卷85《逃户》
③《旧唐书》卷12《德宗本纪》
④《新唐书》卷26《五行志》
⑤《新唐书》卷35《五行志》
⑥ [唐]韩愈：《御史台上论天旱人饥状》，《全唐文》卷549
⑦《旧唐书》卷49《食货志》
⑧《唐会要》卷85《逃户》
⑨《旧唐书》卷19《僖宗本纪》

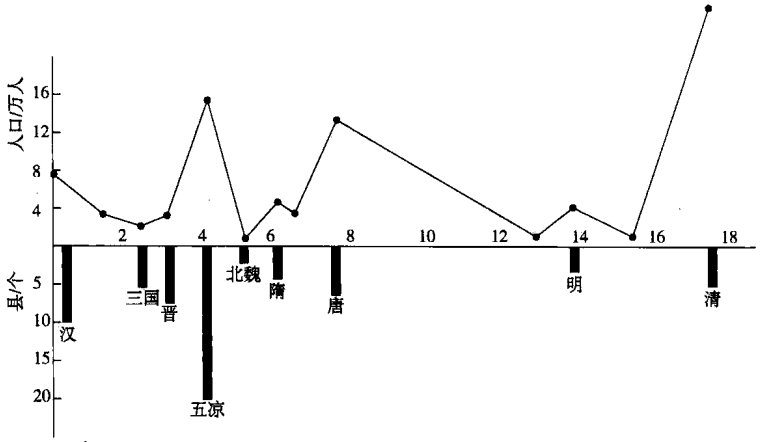


图 8.16 近 2000 年来石羊河流域人口数量的变化(王乃昂等，2002)

在干旱气候背景下，西北地区的吐蕃、回纥等少数民族的游牧生活也是举步维艰。唐代吐蕃向东征战的几百年过程，实际上是西部藏族向东大迁徙的过程(格勒，2006)，东进初期，吐蕃对阵唐军几无劣势，但在连年旱灾的打击下国力大损，“安史之乱”后，与战力衰退的唐军交战也少有胜绩，及至 8 世纪末，更因国力衰微而无东扩行为，并很快陷于分裂中。北方游牧大族回鹘(回纥于公元 744 年后改称回鹘)在“安史之乱”后也遭遇严酷的自然灾害，并在内斗和外敌的进攻下逐步衰微，终于公元 840 年被黠嘎斯推翻，其部众被迫四处迁徙，一支迁到葱岭以西，一支迁到河西走廊，一支迁到西州(今新疆吐鲁番)。其中，西州回鹘后来改称为“畏兀儿”，也就是今天维吾尔族的先人。

“安史之乱”后的江南虽然也较为干旱，但其由湿转干的气候反而更适于北方迁徙而来的民众耕作和生活，成为北方移民的乐土，大量豪门望族举家迁往江东（今皖南、皖东、苏南、浙江以及赣东北），即所谓“两京蹂于胡骑，士君子多以家渡江东”①。《全唐文》中有相当多的篇目描述了当时移民南迁的现象，如李白《为宋中丞请都金陵表》曰：“天下衣冠士庶，避地东吴，永嘉南迁，未盛于此”；韩愈《考功员外卢君墓铭》亦云：“当是时(大历初)，中国新去乱，士多避处江淮间，尝为显官得名声以老故自任者以千百数”；权德舆《与睦州杜给事书》载：“今江南多士所凑，埒于上国。”北方士民的大规模南迁，迅速增加了江东地区的人口基数。如梁肃《吴县令厅壁记》载：“自京口南被于澌河，望县十数，而吴为大。国家当上元(公元 761~763)之际，中夏多难，衣冠南避，寓于兹土，叁编户之一”。

① 《旧唐书》卷 148《权德舆传》

除江东地区外，另有少部分移民迁往南方其他地方。如福建莆田人黄滔（公元?~911）在《福州雪峰山故直觉大师碑铭》中云："其日奔闽之僧尼士庶，仅五千人"；德宗贞元年间，李皋为江陵尹时，曾大力发展农业，"规江南废州为庐舍，架江为二桥，流人自占二千余户"；《旧唐书》卷39《地理志》云："自至德后，中原多故，襄、邓百姓，两京衣冠，尽投江、湘，故荆南井邑，十倍其初。"

由于北方移民持续流向南方，江南、剑南、山南诸道人口持续增长，南方人口自然增长率与总人口迅速攀升。有研究认为，由于北方人口在"安史之乱"后大规模南移，中国的人口格局第一次发生了质的变化——南方人口超过北方。据估计，北方与南方人口由战乱以前的6:4倒转到战乱后的4:6，此后长期维持在这一水平上，并保持到现在（胡焕庸、张善余，1984）。在元和（公元806~820）时，北方六省人口占全国比重降至28.6%，南方十四省区则达到59.87%（赵文林，谢淑君，1988）。

唐中、后期中国气候相对冷干，虽然使北方传统农业区粮食生产遭受了空前的打击，却有助于改变南方"火耕水耨"的落后农业生产模式，有利于南方土地资源的开发。受害于北方大旱与动荡的移民，既给南方带去了人力资源，又带去了经过改造后可适用于南方的农业种植技术，以及时尚的文化、生活方式，为南方后来的发展提供了雄厚的人力资源与技术、文化支撑。

二、经济重心南移

唐朝是中国经济发展的重要阶段，这一阶段最重要的经济特征，与其说是农业生产技术的进步和社会经济的繁荣，不如说是实现了经济重心由北向南的转移。纵览唐朝社会经济发展史，公元755年开始的"安史之乱"是其区域经济格局变化的转折点。此前，北方农业发展水平和规模处于优势，但发展速度不如南方；此后，南方稻麦耕作技术得以推广，农业经济得到了长足发展，南方最终成为中国农业经济的主体区域。

公元755年前，北方的农业在全国占有主导地位，无论税收还是屯田数均远超南方。据梁方仲（1980）统计，天宝八年（公元749），北方六道（关内、河南、河北、河东、陇右、河西）所交纳的"诸色米"占全国十道总额的75.9%，其中，仅关内一道上交的税额就占了全国的9%，其屯粮数更是占了全国的29.46%。公元756年起，伴随着南方稻麦耕作技术的发展，南方农业经济逐渐壮大，使得"赋出于天下，江南居十九"[①]。虽然北宋初的元丰年间（1078~1085），北方经济有所恢复，但南方经济已仍与北方旗鼓相当，交纳的税粮占全国的45.3%（王铮等，1996）。

① [唐]韩愈：《韩昌黎集》卷19《送陆地歙州诗序》

(一)“安史之乱”前

由秦汉至唐之前，关中地区凭借其发达的水利与雄厚的农业基础而在国家经济中居于重要地位，这也是唐朝以前历代帝王竞相定都长安的重要依据。然至隋朝，关中农业日趋没落，随着人口增多，“京师仓廪尚虚”[①]，文帝甚至被迫“驾幸洛阳”以就食[②]。于是隋廷开凿沟通南北的运河，不断地增大东粮西漕的规模。至唐代，虽然贞观年间关中一度暖湿，但之后气候趋干，农业生产形势恶化。唐中叶宰相杜佑曾言：“秦开郑渠，溉田四万顷；汉开白渠，复溉田四千五百余顷，关中沃衍，实在于斯。圣唐永徽中，两渠所溉唯万许顷，洎大历初，又减至六千二百余顷，比于汉代减三万八九千顷，每亩所减石余，即仅校四、五百万石矣。”[③]

“自唐以上，财赋所自出，皆取之豫、充、冀、雍而已足”[④]，华北作为国家经济中心的格局在隋时仍未有任何变化。当时华北地区气候暖湿，大多数地区地理环境十分宜农。据《隋书·地理志》载，荥阳、梁郡、襄城、颍州、汝南、济阴、汝阴、淮阳等郡“好尚稼穑”；徐、兖二州“莫不贱商贾，务稼穑”；青州“男子多务农桑”。皇权砥定后，在轻徭薄赋政策鼓励下，华北遂成为维系隋廷运作的税源重心，大量粮食被漕运至关中。自开皇三年(公元583)始，从“蒲、陕、虢、熊、伊、洛、郑、怀、邵、卫、汴、许、汝等水运条件便利十三州，置募运米丁。又于卫州置黎阳仓，洛州置河阳仓，陕州置常平仓，华州置广通仓，转相灌注。漕关东及汾、晋之粟，以给京师”[⑤]，“诸州调物，每岁河南自潼关，河北自蒲坂，达于京师，相属于路，昼夜不绝者数月”[⑥]。《唐六典》卷19亦云：“隋初，漕关东之粟以实京邑，卫州黎阳仓、荥阳洛口仓、洛州何阳仓、陕州常平仓，潼关、渭南亦皆有仓，以转运之，各有监官”。隋炀帝时，“置洛口仓于巩东高原上”，“置回洛仓于洛阳北七里。”[⑦]在东都洛阳城内的子罗仓“有粳米六十余窖，窖别受八千石”[⑧]。由于华北殷富出尽国力强盛，元人曾感叹：“古今称国计之富者莫如隋。”[⑨]相较之下江南地区虽有“数郡川泽沃衍，有海陆之饶”[⑩]之称，但农业

---

① 《隋书》卷24《食货志》
② 《隋书》卷1《高祖本纪》
③ [唐]杜佑：《通典》卷174《州郡四》
④ [明]王夫之：《读通鉴论》卷23《肃宗三》
⑤ 《隋书》卷24《食货志》
⑥ 《隋书》卷24《食货志》
⑦ 《资治通鉴》卷180，大业二年
⑧ [唐]杜宝：《大业杂记》
⑨ [元]马临端：《文献通考》卷23《国用考》
⑩ 《隋书》卷31《地理志》

却仍粗放经营，故《隋书·地理志》云："江南之俗，火耕水耨。"

隋末唐初，战乱导致"黄河之北，则千里无烟，江淮之间，则鞠为茂草"[①]，西北地区"凉地不过千里，土薄民贫"[②]。贞观三年(公元629)后，适逢气候暖湿，粮食连年丰收，民生逐渐向好。贞观十三年(公元639)，唐廷诏曰："于洛、相、幽、徐、齐、并、蒲置常平仓，粟藏九年，米藏五年，下湿之地，粟藏五年，米藏三年，皆著于令。"[③]永徽五年(公元654)，"是岁大稔，洛州粟米斗两钱半，粳米斗十一钱。"[④]

入唐后，虽然南粮北调陆续出现，例如，武德初年运剑南米以充实洛阳[⑤]，高祖《定户口令》曰"外内户口见在京者，宜依本土置令以下，下官部领食剑南诸郡……秋收丰实，更听进止"[⑥]，然至太宗时，每年源自江淮地区的漕粮不过20万石而已。贞观末年至总章之际，辽东数次用兵的军粮绝大部分仍取自河南、河北二道[⑦]。华北地区作为国家经济中心的地位仍得以维持。

高宗至武周中(公元650~697)，北方地区持续干旱，粮食减产，社会动荡。"顷道荒馑，人被荐饥，自河已西，莫非赤地，循陇已北，罕逢青草，莫不父兄转徙，妻子流离，委家丧业……国无兼岁之储，家鲜匝时之蓄。"[⑧]而南方地区气候偏为湿润，粮食生产并无大碍，例如，长江上游山南道和剑南道(今成都平原和三峡地区)同期水旱灾害甚少，粮多民富，诗人陈子昂曾赞曰："蜀为西南一都会，国家之宝库，天下珍货聚出其中。又人富粟多，顺江而下，可以兼济中国。"[⑩]长江下游的扬州等地的富庶程度则又更胜成都平原。由此，华北作为国家经济地理中心的位置受到挑战。

高宗以后朝廷由关东及荆扬之地输入关中的漕粮数量"岁益增多"[⑪]。但由于三门峡天堑阻隔，大规模漕运粮秣救济京师殊难维系。"东都(洛阳)则水漕淮海，

---

①《隋书》卷70《杨玄感传》
② [宋]司马光：《资治通鉴》卷187，武德二年
③《新唐书》卷57《食货志》
④《资治通鉴》卷199，永徽五年
⑤《册府元龟》卷498《邦计部·漕运》
⑥ [唐]李渊：《定户口令》，《全唐文》卷1
⑦《旧唐书》卷74《崔仁师传》，卷77《韦挺传》
⑧ [唐]陈子昂：《陈集》卷9《谏灵驾入京书》
⑩ [唐]陈子昂：《陈伯玉集》卷9《谏雅州讨生羌书》
⑪《新唐书》卷59《食货志》

易资盐穀之蓄”，“有河朔之饶，食江淮之利”[①]，故高宗在位二十七年约有一半时间就食洛阳，武则天临朝称制后，改东都为神都，在位二十年内，除二年居于长安外，其余时间都在洛阳，以致洛阳“帑藏积累，积年充实，淮海漕运，日夕流衍”[②]。20 世纪 70 年代末，在洛阳含嘉仓考古发掘过程中发现了三块铭文砖，上载武则天时代(天授、长寿、圣历年间)源自江南和华北的租粟入窖数目，其中的两块铭砖所刻文字表明调露年间(公元 679~680)楚(今江苏淮安)、滁(今安徽滁州)二州曾向京畿地区输送漕粮，另一块铭砖则刻有万岁通天二年(公元 697) 苏州的糙米一万多石的文字[③]。为便于江苏东北部和山东南部的海、沂、密等地的粮食外运，唐廷还于垂拱四年(公元 688)开凿了新漕渠[④]。

武周朝至玄宗天宝中(公元 691~750)气候相对湿润，水稻在河南道大面积推广，整个北方农业经济复又繁荣，华北地区全国经济重心的地位得以暂时稳固。由于气候条件良好，河源军(今青海西宁)经略大使黑齿常之“斥地置烽七十所，垦田五千顷，岁收粟斛百余万。由是食衍士精，戍逻有备”[⑤]；其继任者娄师德“受委北陲，总司军任，往还灵(今宁夏青铜峡、灵武、吴中之间的古城)、夏(今内蒙古乌审旗南)，检校屯田，收率既多，京坻遽积，不烦和籴之费，无复转输之艰；两军及北镇兵，数年咸得支给”[⑥]；娄师德的继任者冉寔到任后，仍是“大田多稼，人和岁丰”[⑦]。

开元年间，唐廷改革漕运，凡三岁，运七百万石租米至关中，当时所转运的粮食主要来自晋、绛、魏、濮、邢、贝、济、博等华北各州[⑧]。天宝三年(公元 744)，“岁漕山东粟四百万石”至京师[⑨]，超过了开元末年三岁共七百万石的年输送量；天宝八年(公元 749)，河南、河北道义仓粮食储存皆超过千万石，分居全国 10 道前 2 名，占全国义仓粮总储量的三分之一强[⑩]。西北地区在开元初年，“入河、湟之赋税，满右藏(库)；东纳河北诸道租庸，充满左藏(库)”[⑪]，《资治通鉴》云，“是时中国强盛，自安远门(长安城西门)西尽唐境万二千里，间阀相望，桑麻翳野，

① [唐]宋之问：《为东都僧等请留驾表》，[唐]李峤：《百官请不从灵驾表》，[唐]苏颋：《幸东都制》，[唐]杨齐哲：《谏幸西京疏》《全唐文》卷 240，245，253，260

②《唐大诏令》卷 79 仪凤三年十月幸东都诏

③ 河南省博物馆，洛阳博物馆. 1972. 洛阳隋唐含嘉仓的发掘. 文物, (3)

④《新唐书》卷 42《地理志》

⑤《新唐书》卷 110《黑齿常之传》

⑥《旧唐书》卷 97《娄师德传》

⑦ [唐]张说：《河州刺史冉府君神道碑》，《全唐文》卷 228

⑧《新唐书》卷 53，《食货志》

⑨《旧唐书》卷 105《韦坚传》

⑩ [唐]杜佑：《通典》卷 12《食货典·轻重》

⑪《唐语林》卷 3《夙慧》

天下称富庶者，无如陇右。”[①]

同期，江南地区的农业经济也大有发展。唐宗室李峘任长沙太守，其时京师米贵，而长沙便宜，民间有谣道“欲得米粟贱，无过追李峘”。“开元盛世”即在这种南北农业经济繁荣的情况下进入史册。《资治通鉴》曰：“开元初，上励精理道，铲革讹弊，不六、七年，天下大治，河清海晏，物殷俗阜。安西诸国，悉平为郡县。自开远门西行，亘地万余里，入河湟之赋税。左右藏库，财物山积，不可胜较。四方丰稔，百姓殷富，管户一千余万，米一斗三四文，丁壮之人，不识兵器。路不拾遗，行者不囊粮”，“是时州县殷富，仓库积粟帛，动以万计”[②]。《新唐书·食货志》亦云：“是时，海内富实，米斗之价钱十三，青、齐间斗才三钱，绢一匹钱二百。道路列肆，具酒食以待行人，店有驿驴，行千里不持尺兵。天下岁入之物，租钱二百余万缗，粟千九百八十余万斛，庸、调绢七百四十万匹，绵百八十余万屯，布千三十五万余端”。杜甫有诗曰：“忆昔开元全盛日，小邑犹藏万家室。稻米流脂粟米白，公私仓廪俱丰实。九州道路无豺虎，远行不劳吉日出。齐纨鲁缟车班班，男耕女桑不相失”[③]。直至天宝十四年（公元 755），颜杲卿（公元 692~756）还上言：“今河北殷实，百姓富饶，衣冠礼乐，天下莫敌。”[④]

（二）“安史之乱”后

开元二十一年（公元 733）前后，北方气候逐渐冷干，京师长安粮食短缺渐为常态，理财能吏裴耀卿（公元 681~743）曾建议于河口置一仓，以纳江南租米[⑤]。公元 750~800 年，由于战乱和持续干旱，整个北方地区，农业生产系统濒于崩溃，在历史上首次让出全国经济地理中心的地位。

中唐后略微冷干的气候使得东亚季风雨的北界南移，江南地区降水减少，农作环境因之更趋优越；同时，由于大量北方农民“避祸江东”，为南方大规模农业开发提供了丰富的人力资源以及先进的农作及水利工程技术，使得“安史之乱”后南方农业技术水平和发展规模在较短时间内超过北方地区。唐后期南方诞生了适应耕作相对干旱土地的江东犁以及“水轮”等生产工具，一改原有粗放经营的“火耕水耨”方式，推动粮食产量迅速增加。干旱背景下的农田水利发展与农业技术革新，成为提升区域农业地位的重要条件，也为全国农业经济重心的转移奠定了基础。

---

① 《资治通鉴》卷 216，天宝十二载

② 《资治通鉴》卷 216，天宝八年春

③ [唐]杜甫：《杜少陵集》卷 13《忆昔》

④ [唐]颜杲卿：《伪降上禄山书》，《唐文拾遗》卷 19

⑤ [唐]杜佑：《通典》卷 10《漕运》

在长江下游地区，随着捍海堤塘和吴江塘路的修建，太湖流域大规模建圩屯田成为可能。例如，代宗广德初年，苏州刺史李栖筠委派大理评事朱自勉至嘉兴，“择封内闲田荒壤人所不耕者，为之屯”；太湖流域句容县的绛岩湖在大历十二年(公元 777)得以修复，“置两斗门，用以为节……开田万顷”。不断完善的农田水利，使嘉兴屯田区“畎距于沟，沟达于川。故道既湮，变沟为田”，“旱则溉之，水则泄焉”，“俾我公私，就无饥年”。白居易曾说：“今之奥区，财赋孔殷，国用所系。”[①]李观(公元 766~794)也谓之：“浙右之疆，包流山川，控带六州，天下之盛府也。国之盈虚，于是乎在。”[②]

在长江中游的鄱阳湖周边、江汉平原等区域，“火耕水耨”的耕作方式也渐次减少，在江东犁推广后，牛耕得以普及，水稻种植规模不断扩大(表 8.10)，麦作也得以发展，一些新兴的富庶区域相继出现。如宜春“无地不耕犁”[③]，抚州民“悉力而开耕”[④]，庐陵“土沃多稼，散粒荆扬”[⑤]，“饶阳因富得州名，不独农桑别有营”[⑥]，“鄱阳胜事闻难比，千里连连是稻畦”[⑦]，“泥秧水畦稻”[⑧]。中唐诗人顾况(公元 727~815)有诗云：“愿为南州民，输税事钼犁。”[⑨]唐大历十才子之一耿沣诗曰：“童牛耕废亩，壕木绕新村。”[⑩]晚唐诗人李商隐(公元 813~858)云：“国用所资，终赖江、湘之入。”

在长江流域上游的巴蜀地区，即唐朝的山南道和剑南道，有唐一代始终保持着湿润状态，成都平原等农业区发展兴盛。即使在安史之乱后，蜀地仍谓之奥壤，“领州十四，县七十一，户百万，兵士五万。”[⑪]后人有言“扬一益二”[⑫]，将唐代成都平原的富庶摆到仅次于扬州的位置。

---

① [唐]白居易：《除裴堪江西观察使制》，《全唐文》卷 661
② [唐]李观：《浙西观察使厅壁记》，《全唐文》卷 534
③ [唐]袁皓：《重归宜春偶成十六韵寄朝中知己》，《全唐诗》卷 600
④ [唐]柏虔冉：《新创千金陂记》，《全唐文》卷 805
⑤ [唐]皇甫湜：《吉州庐陵县令厅壁记》，《全唐文》卷 686
⑥ [唐]章孝标：《送张使君赴饶州》，《全唐文》卷 19
⑦ [唐]姚合：《送饶州张使君》，《全唐诗》卷 496
⑧ [唐]白居易：《孟夏思渭村旧居寄舍弟》，《全唐诗》卷 433
⑨ [唐]顾况：《酬信州刘侍郎兄》，《全唐诗》卷 264
⑩ [唐]耿沣：《奉和第五相公登鄱阳郡城西楼》，《全唐诗》卷 269
⑪ [唐]卢求：《成都记序》，《全唐文》卷 744
⑫ [宋]洪迈：《容斋随笔》卷 9《唐扬州之盛》

表 8.10　唐诗中的描述长江流域水稻种植盛况举例

地点	水稻种植概况	出处
夔州	东屯大江北，百顷平若案。六月青稻多，千畦碧泉乱。插秧适云已，引溜加溉灌；东屯稻田一百顷，北有涧水通青苗”	杜甫：《行官张望补稻畦水归》；《夔州歌十绝句》，《全唐诗》卷 221；卷 229
郧国(湖北郧县)	连天汉水广，孤客郢城归 郧国稻苗秀，楚人菰米肥	王维：《送友人南归》，《全唐诗》卷 126
复州(湖北沔阳)	处处路旁千顷稻，家家门外一渠莲	皮日休：《送从弟皮崇归复州》，《全唐诗》卷 613
永州(湖南零陵)	郡斋无事好闲眠，粳稻油油绿满川	卢纶：《送从叔牧永州》，《全唐诗》卷 276
池州(安徽贵池)	万畦香稻蓬葱绿，九朵奇峰扑亚青	殷文圭：《九华贺雨吟》，《稻田》，《全唐诗》卷 707
江南	绿波春浪满前陂，极目连云罢亚肥 更被鹭鹚千点雪，破烟来入画屏飞	韦庄：《稻田》，《全唐诗》卷 697
楚州(江苏淮安)	万顷水田连郭秀，四时烟月映淮清	刘禹锡：《送李中丞赴楚州》，《全唐诗》卷 358
广陵(江苏扬州)	溪水堪垂钓，江田耐插秧	高适：《广陵别郑处士》，《全唐诗》卷 214
润州(江苏镇江)	水连海门铺远色，稻连京口发秋香	李中：《秋日登润州城楼》，《全唐诗》卷 748
招隐寺 (江苏镇江西南)	万畦新稻傍山村， 数里深松到寺门	李嘉祐：《秋晓招隐寺东峰荣宴送内弟阎伯均归江州》，《全唐诗》卷 207
三吴(太湖流域)	我爱朱处士，三吴当中央 罢亚百顷稻，西风吹半黄	杜牧：《郡斋独酌》，《全唐诗》卷 52

南方漕粮外输量大幅度增加，是唐中期后全国经济重心南移的最好诠释。唐初，江淮地区的岁运漕粮不过 20 万石而已，中唐时则增至 300 万石[①]。“安史之乱”期间，华北粮食供给明显不足，对江淮地区多有倚仗。至德元年(公元 756)，监察御史兼江淮租庸使第五琦(公元 729~799)曾言“方今之急在兵，兵之强弱在赋，赋之所出，江淮居多”[②]；萧颖士(公元 716~768)亦说：“近兵食所资在东南，但楚、越重山复江，自古中原扰则盗先起，宜时遣王以捍镇江淮。”[③]刘晏改革

①《新唐书》卷 53《食货三》；《旧唐书》卷 49《食货志》

②《旧唐书》卷 127《刘晏传》

③《新唐书》卷 215《萧颖士传》

漕运制度后，漕粮更是大量取自南方，中转地扬州“岁转粟百一十万石”[①]。贞元初(公元 785)，崔造(公元 737~787)主管财政时，“增江淮之运，浙江东、西岁运米七十五万石，复以两税易米百万石；江西，湖南、鄂岳、福建、岭南米亦百二十万石”[②]。贞元元年(公元 785)十一月，陆贽在《冬至大礼大赦制》中称：“关畿之内，连岁兴戎，荐属天灾，稼穑不稔，谷籴翔贵，黎困穷，仓廪空虚，莫之赈赡。每一兴念，恻然痛心。宜令度支取江西湖南见运到襄州米十五万石，设法般赴上都，以救百姓荒馑”[③]。贞元二年(公元 786)四月，关中地区因运河长久阻塞，仓廪枯竭。户部侍郎韩滉(公元 723~787)运米三万斛至陕州，德宗李适闻知后对太子说：“米已至陕，吾父子得生矣!”[④]，话中充分表现出关中对南方的依赖程度。元和六年(公元 811)，宰相李绛(公元 764~830)在奏疏中说：“遇江淮荒歉，三度恩赦。赈贷百姓斛斗，多至一百万石，少至七十万石。本道饥俭无米，皆赐江西、湖南等道米。江淮诸道百姓，差使于江西、湖南搬运。”[⑤]元和九年(公元 814)，唐廷又在汴河入淮口南岸(今盱眙县南都梁山上)筑都梁仓，以备汴河航运受阻时江南漕米暂时储贮之用。元和十二年(公元 817)，该仓曾发仓米廿八万石西运[⑥]，规模可谓不小。杜甫云：“云帆转辽海，粳稻来东吴”，“吴门转粟帛，泛海陵蓬莱”，充分反映了当时南粮北运规模之大及运营之繁忙。

关于全国经济重心在“安史之乱”后的南移，唐中晚期诸多名人均有论述。德宗时总领全国财赋的刘晏在寄给中书侍郎同平章事元载(公元？~777)的书信中说：“潭、桂、衡阳必多积谷，关辅汲汲，只缘兵粮。漕引萧、湘、洞庭，万里几日，沧波挂席，西指长安。三秦之人，恃此而饱。六军之众，恃此而强。”[⑦]贞元八年(公元 792)，太常博士权德舆(公元 759~818)也曾强调，“江、淮田一善熟，则劳资数道，故天下大计，仰于东南”[⑧]；贞元十八年(公元 793)，韩愈云，“当今赋出天下而江南居十九”[⑨]；元和十四年(公元 819)，连宪宗也承认：“天宝以后，戎事方殷，两河宿兵，户赋不入，军国费用，取资江淮。”[⑩]晚唐诗人杜牧(公元 803~852)有云：“今天下以江淮为国命”，浙东地区“机杼耕稼，提封七州，其间茧税鱼盐，衣食半天

① 《新唐书》卷 59《食货志》
② 《新唐书》卷 59《食货志》
③ [唐]陆贽：《冬至大礼大赦制》，《全唐文》卷 461
④ 《资治通鉴》卷 232，贞元二年三月
⑤ [唐]李绛，《李相国论事集》卷 5《论户部阙官斛斗疏》
⑥ [唐]沈亚之，《淮南都梁山仓记》，《文苑英华》卷 808
⑦ 《旧唐书》卷 127《刘晏传》
⑧ 《新唐书》卷 178，《权德舆传》
⑨ [唐]韩愈，《送陆歙州诗序》，《唐文萃》卷 96
⑩ [唐]李纯，《上尊号赦文》，《全唐文》卷 63

下”[①]。咸通元年(公元 860)，浙东观察使王式说：“国家用度尽仰江、淮，若阻绝不通，则上自九庙，下及十军，皆无以供给，其费岂可胜计哉！”[②]乾符二年(公元 875)，僖宗诏书亦云：“湖南、江西管内诸郡，出米至多，丰熟之时，价亦极贱。纲官若得钱收籴，每斗必有盈余，道途既可经营，输纳自无败阙。”[③]

第六节　战争、疆域盈缩

一、战争

唐代是中国历史上最为安定的朝代。据张泽咸(1979)统计，唐代共有 186 次民变，远少于其他朝代。另据《中国历代战争年表》(《中国军事史》编写组，2003)看，唐代 290 年中仅有 197 次战争，年均 0.67 次，其发生频率远低于其他王朝(图 8.17(a))。

有研究曾指出，灾荒发展的最主要结果即社会变乱(邓云特，1984)。若据此种因果关系而论，唐代的社会动荡之所以时间短、程度轻，很可能是由于长期的“好天时”带来粮食的连年丰收。在唐政权建立后的前 120 余年(公元 618~740)，中国东中部地区气候持续温暖，并于 620s~640s 和 710s~740s 有着较多的降水。总体上较为适宜的气候使得农民在唐前期的大部分时段内衣食无忧，这在一定程度上缓和了农民与统治阶级之间的矛盾。所以，公元 618~755 年没有什么大的农民起义，仅有 86 次民变，每年仅 0.63 次，低于公元 756~901 年每年近 0.7 次(张泽咸，1979)的发生率。另外，农业收成连续向好，使得朝廷能够征收上较多的赋税，物资储备充足。因此，逢凶年时，朝廷常常能够慷慨地大幅度免除农民租赋，并捐助大批物资抚慰受灾百姓。例如，贞观元年(公元 627)夏，山东诸州大旱，诏无出今年租赋；永隆二年(公元 681)八月丁卯朔，河南河北大水，唐廷诏百姓乏食者任往江淮南就食，仍遣使分道赈给之，屋宇坏倒者给复一年[④]。因此，唐前期虽然天灾时有发生，但由于减灾措施得力，灾情并不严重，因灾而生的民变往往没有形成规模就“自然宁息”，或“所击辄平”。如高祖武德年间，“李大亮自归，授土门令。方岁饥，境多盗贼。……间出击盗，所至辄平”[⑤]，韦云起上奏：“……未蒙安养，频年不熟，关内阻饥，京邑初平，物情未附，鼠窃狗盗，犹为

① [唐]杜牧，《上宰相求杭州启》，《全唐文》卷 660
② 《资治通鉴》卷 250，咸通元年
③ [唐]李儇，《南郊赦文》，《全唐文》卷 89
④ 《册府元龟》卷 490《邦计部·蠲复第二》
⑤ 《新唐书》卷 13《李大亮传》

国尤。……如臣愚见，请暂戢兵，务穑劝农，安人和众，关中小盗，自然宁息[①]。”又如，高宗永淳元年(公元 682)，尽管“六月，关中初雨，麦苗涝损，后旱，京兆、岐，陇螟蟘食苗并尽，加以民多疾疫，死者枕籍于路，……京师人相食，寇盗纵横”[②]，灾情在唐前期实属严重，但由于唐廷采取“诏所在官司埋瘗”等得力赈灾措施，故这些盗贼很快遭到擒执，社会迅速恢复安定。

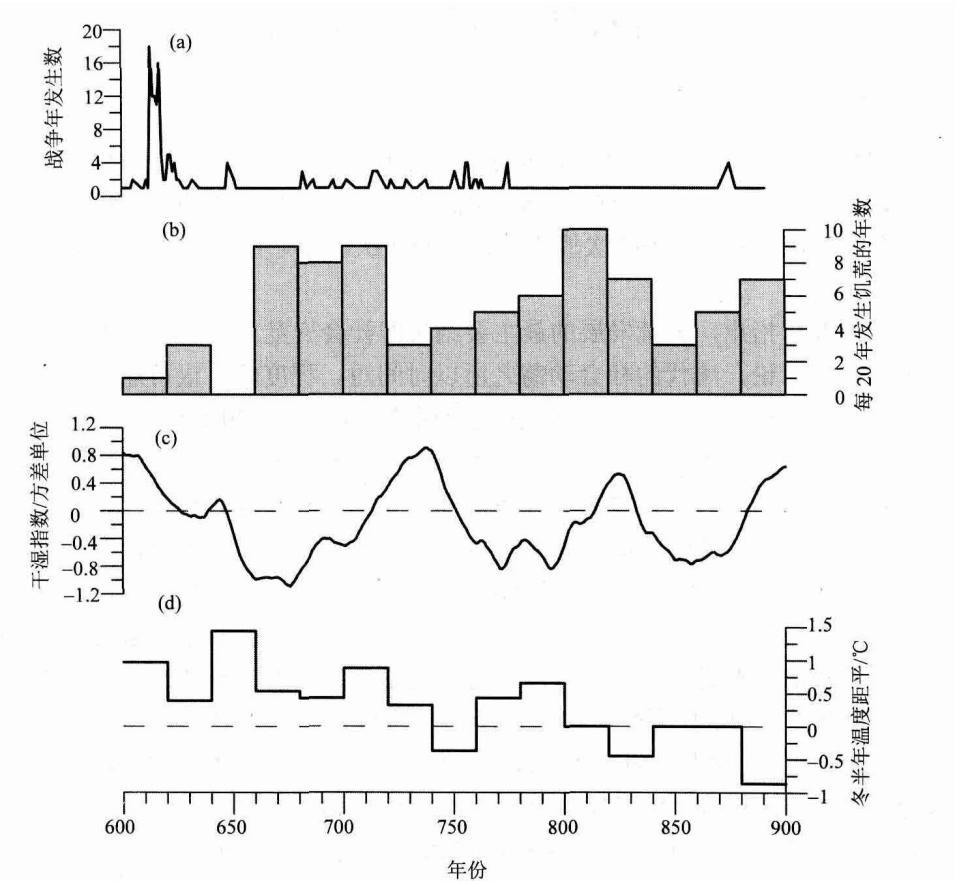


图 8.17　601~900 年中国战争的多寡与饥荒、干湿、温度的变化

(a)全国战争年发生次数，据《中国历代战争年表》整理；(b)为根据史料整理的全国每 20 年饥荒发生年数；(c)为东部地区干湿指数的 30 年滑动平均值(Zheng et al., 2006)；(d)为 20 年分辨率的东中部地区冬半年温度距平(Ge et al.,2010)，以 1961~2000 年为基准年

需要指出的是，公元 618~740 年的战争有 110 次，发生频率约 0.9 次/a，两项指标均高于公元 741~907 年(该时期内有 87 次战争，战争发生频率约 0.52 次/a)。

① 《旧唐书》卷 8《韦云起传》

② 《旧唐书》卷 1《高宗本纪》

不过这些战争中的15次是隋末群雄逐鹿过程的延续，余下的多是唐政府对边疆游牧民族的征伐。

“安史之乱”是唐王朝由盛到衰的分水岭，动地的渔阳鼙鼓惊散了华美的霓裳羽舞，也打破了唐前期一百多年的安定繁荣社会局面。8世纪起东亚季风的突变(Yancheva et al., 2007)，无疑是唐王朝衰落的“催化剂”。天宝中(公元748)以后逐渐冷干的气候对农业生产潜移默化的负面影响以及公元820年后气候突变对蓄积已久社会矛盾的激化，应是唐王朝逐步走向衰落的主要原因之一。

早在“开元盛世”后期，年景转差的迹象就已隐约浮现。据《册府元龟·邦计部》，唐前期“频年不稔”的记载始自开元十三年(公元725)和开元二十二年(公元734)。天宝元年(公元748)前后，气候相对寒冷，当时东中部地区冬半年气温比1961~2000年低约0.57℃。与此同时，全国的干湿格局也发生重大变化，南、北方干旱面积增加、强度加剧，干湿变率大的地域从西北、华北北部扩展到整个江南地区(图8.18、图8.19)。由于气候恶化，天宝后期各地灾荒不断，唐政府被迫频繁蠲复，天下诸郡农户“生资”无着，普遍逃亡欠租①，政府的粮食储备也逐渐枯竭。永泰二年(公元766)，元结感叹：“开元、天宝之中……人家粮储皆及数岁，太仓委积，陈腐不可校量……然忽遇凶岁，谷犹耗尽。三河膏壤、淮泗沃野皆荆棘已老，则耕可知太仓空虚、雀鼠犹饿，至于百姓则朝暮不足，而诸道聚兵百有余万，遭岁不稔，将为何谋？今欲劝人耕种，则丧亡之后，人自贫苦，寒馁不救，岂有生资？”②

安禄山所辖三镇(平卢、范阳、河东)由于地处中国农牧交错带，其农牧业生产对气候变化极端敏感，当季风强盛，雨带北移，所辖区内雨水丰盈，农作有依，反之，则旱灾连片，农业歉收。天宝年间，平卢、范阳、河东三镇干湿变率明显偏高(图8.18、图8.19)，旱灾频发，导致民众生存环境持续恶化，这可能使得安禄山得以借口中央政府赈灾不力而公开反叛朝廷。于是，羁縻于幽州、营州界内无所役属的东北降胡甘心受其驱使，南下为祸中原③。当然，“安史之乱”之所以爆发并危害中原八年，还与唐中期边帅集军政大权于一身，权力过度膨胀有关，这些封疆大吏“既有其土地，又有其人民，又有其甲兵，又有其财赋，以布列天下”④，致使国家的武装力量分配“内轻外重”，“内兵既弱，则边兵为患。禄山反以边兵制变，则吐蕃、回纥乘间而入。”⑤

① 《册府元龟》卷490《邦计部·蠲复第二》
② [唐]元结：《元次山文集》卷7《问进士第三》
③ 《旧唐书》卷39《地理志》
④ 《新唐书》卷50《兵志》
⑤ [宋]章如愈：《群书考索续集》卷43《方镇》

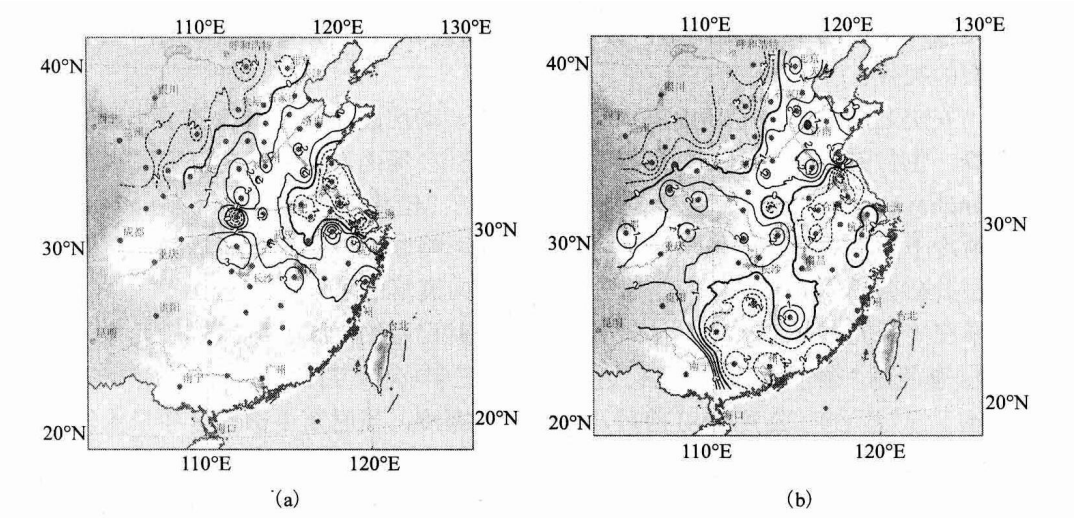


图 8.18 干湿格局

(a)公元 655~755 年；(b)公元 756~855 年

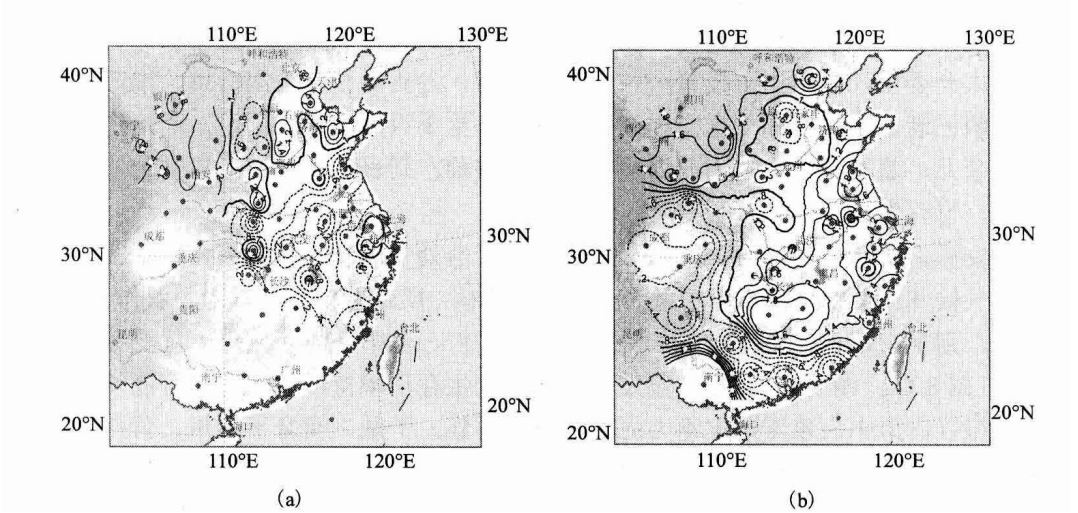


图 8.19 干湿变率

(a)公元 655~755 年；(b)公元 756~855 年

“安史之乱”后唐朝进入了“藩镇割据”的时代，其形势可分为四个阶段：第一个阶段，从代宗李豫初年到德宗李适末年(公元 762~805)，是藩镇割据势力的形成发展期；第二个阶段，从宪宗李纯永贞元年至元和末年(公元 805~820)，为中央政府实力大增，藩镇势力有所衰落的时期；第三个阶段，从穆宗初至懿宗末(公元 821~874)，是藩镇再度复活的时期；第四个阶段，自僖宗乾符二年至唐朝灭亡(公元 875~907)，是藩镇势力进一步坐大、彼此相互攻伐的时期。藩镇割

据形势的阶段性变化与唐中后期东中部地区气候波动（尤其是干湿状况）（Zheng et al.，2006）具有较好的对应关系。在8世纪中后期唐中央政府与藩镇割据势力的争斗过程中，华北平原因严重的干旱而连年发生饥荒，进而驱使了中国历史上北方人口的第二次大规模南迁。

公元756~907年，吐蕃、党项、回鹘、南诏等西部少数民族政权与唐政府间共发生了约29次大的战事，战争次数远超过唐前期。据古里雅冰芯、苏干湖沉积物、德令哈树轮、武都万象洞石笋、荔波董哥洞石笋等自然证据看，这些少数民族的聚居地区自8世纪后半叶起，均不同程度遭受干旱的影响。

公元756~901年，共发生民变100次，平均每年0.69次，发生频率高于“安史之乱”前。这些民变多因农业歉收、统治阶级的横征暴敛而引起。如，宝应元年（公元762），“浙江水旱，百姓重困”[①]，在台州（浙江临海）人袁晁发动农民起义后，“民疲于赋敛者多归之”[②]；大历中（公元772），“巴南诸州，仍岁水旱，（僚民）迫于冻馁，或至流离，因有剽攘”[③]；长庆二年（公元822）十二月，“淮南奏和州饥，乌江百姓杀县令以取官米”[④]；开成中（公元838），剑南“岁饥，盗赘结，酋豪自王，伪署官吏，发敖廪招亡命，联蓬、泸、嘉、荣诸州，詶蛮落摇乱，根株磐炽”[⑤]；咸通八年（公元867）秋七月，“怀州民诉旱，刺史刘仁规揭榜禁之，民怒，相与作乱”[⑥]；次年（公元868），“自关东至海大旱，冬蔬皆尽，贫者以篷子为面、槐叶为畜”[⑦]，由桂州（治今广西桂林）转战今安徽、江苏等地的起义戍兵在得到当地农民的广泛响应后，队伍一度扩大至20万人；咸通十年（公元869）六月，陕州民众向官府上诉旱情，察使崔荛手指庭中树说：“此尚有叶，何旱之有！”，对诉者杖之，于是乎民怒而乱[⑧]。

灾年抚恤不当常诱发民变，这在唐后期文献中屡有记载。如贞元十四年（公元789），京畿民变，权德舆在记述该年旱情的呈表中说：“顷年纵旱，亦皆有苗，但时雨或愆，不秀不实。今则甸畿之内，多有不下种而不生出者，才出短苗，旋即焦乾者，大率皆赤地而无所望。流庸转徙之人，或趁近辅或抵京西，毙踣雕耗于道途者。又居其外，但虑至种麦时无种可下，顷者忧麦，所收盖寡，旋属旱歉，

①《旧唐书》卷6《代宗本纪》
②《资治通鉴》卷222，宝应元年
③《唐大诏令集》卷85《大历七年大赦》
④《旧唐书》卷16《穆宗本纪》
⑤《新唐书》卷210《卢弘宣传》
⑥《资治通鉴》卷250，咸通八年七月
⑦《新唐书》卷58《食货志》
⑧《资治通鉴》卷251，咸通十年

性命是虞，迫于目前，苟利糊口，蚩蚩愚夫，须与支计。”[①]大和四年(公元 830)，刘蕡在《呈情书》中曰：“今海内困穷，处处流散，饥者不得食，寒者不得衣，鳏寡孤独不得存，老幼疾病不得养，加以国权兵柄颛于左右，贪臣聚敛以固宠，奸吏因缘而弄法，冤痛之声，上达于九天，下入于九泉，鬼神为之怨怒，阴阳为之愆错。君门万重，不得告诉，士人无所归化，百姓无所归命。官乱人贫，盗贼并起，土崩之势，忧在旦夕。即不幸因之以病疠，继之以凶荒，陈胜、吴广不独起于秦，赤眉、黄巾不独生于汉，臣所以为陛下发愤扼腕、痛心泣血也。”[②]

唐后期的民变初期大多规模较小，持续时间短，只对局部地区的社会稳定构成危害，不足以毁坏唐政权的根基。然一旦气候灾害持续发生，并在空间上蔓延开来，小规模的民变就会如滚雪球般，逐步演变成全国性的动乱，从而动摇唐王朝的统治根基。王仙芝、黄巢起义就是在唐后期第二个干旱期的背景下，继安史之乱后，再度使得唐王朝岌岌可危的社会动乱。早在懿宗咸通八至九年(公元 867~869)，全国各地就已因为旱灾而发生多起民变。咸通十四年(公元 873)和乾符元年(公元 874)，关东旱情愈发严重，翰林学士卢携(公元 824~880)在公元 874 年的奏折中云：“关东去年旱灾，自虢至海，麦才半收，秋稼几无，冬菜至少，贫者硙蓬实为面，蓄槐叶为齑。或更衰羸，亦难采拾。常年不稔，则散之邻境。今所在皆饥，无所依投，坐守乡闾，待尽沟壑。其蠲免馀税，实无可征。而州县以有上供及三司钱，督趣甚急，动如捶挞，虽撤屋伐木，雇妻鬻子，止可供所由酒食之费，未得至于府库也。或租税之外，更有他徭。朝廷倘不抚存，百姓实无生计。”[③]可见长期累积的社会矛盾已激化到不可调和的地步。乾符二年(公元 875)，王仙芝(公元？~878)、黄巢(生卒年不详)分别在长垣(今河南长垣)和冤句(今山东菏泽)发动农民起义，黄河流域广大灾民纷纷响应。史书载：“乾符中，仍岁凶荒，人饥为盗，河南尤甚。初，里人王仙芝，尚君长聚为盗，起于濮阳……黄巢、黄揆昆仲八人，率盗数千依让……”[④]后来，黄巢义军在北上山东、南下岭南的辗转反复中不断壮大，人马一时号为百万。中和元年(公元 881)，黄巢占据长安，僖宗仓皇南逃成都。次年，关中地主坚壁清野，使得黄巢建立的大齐政权在旱灾中陷入缺粮的严重困境。之后，大齐叛将朱温(公元 852~912)与沙陀族首领李克用(公元 856~908)的联手攻击，终使黄巢起义在中和四年(公元 884)彻底失败。

王仙芝、黄巢起义的失败，与义军不能立足南方而被迫转回北方对阵强大的藩镇军队有重要关联。当时整个东中部地区降水减少，黄淮地区因之旱荒不断，

① [唐]权德舆：《权载之文集》卷 4《论旱灾表》
② 《新唐书》卷 191《刘蕡传》
③ 《资治通鉴》卷 252，乾符元年正月丁亥
④ 《旧唐书》卷 16《黄巢传》

而江南地区则得以充分垦殖低洼圩田，农作形势繁荣。故当黄巢等揭竿而起之际，黄河流域灾民蜂拥而至，队伍不断壮大，攻城夺寨势如破竹；而在南方，民众因生活富足而不愿响应，拒绝提供后勤补给，从而迫使黄巢义军转走北方。因拒巢有功被授检校尚书左仆射的郑畋(公元 823~882)曾言："巢贼之乱，本因饥岁。人以利合，乃至实繁。江、淮以南荐食殆半……彼本以饥年利合，一遇丰岁，孰不怀思乡土？其众一离，则巢贼几上肉耳，此所谓不战而屈人兵也。"[①]黄巢义军转走北方后，干旱的气候又在关中地区加速了起义的失败。

黄巢起义虽然失败了，但使得 8 世纪后半叶涌现的"藩镇割据"势力更为强大。在起义失败后的二十余年内，唐廷基本失去了对南、北方发号施令的能力，仅是各方割据势力在名义上的共主。《旧唐书·僖宗本纪》云："时李昌符据凤翔，王重荣据蒲、陕，诸葛爽据河阳、洛阳，孟方立据邢、洺，李克用据太原、上党，硃全忠据汴、滑，秦宗权据许、蔡，时溥据徐、泗，朱瑄据郓、齐曹、濮，王敬武据淄、青，高骈据淮南八州，秦彦据宣、歙，刘汉宏据浙东，皆自擅兵赋，迭相吞噬，朝廷不能制。江淮转运路绝，两河、江淮赋不上供，但岁时献奉而已。国命所能制者，河西、山南、剑南、岭南四道数十州。大约郡将自擅，常赋殆绝，籓侯废置，不自朝廷，王业于是荡然。"天佑四年(公元 908)，朱温废李代唐，建立后梁政权，从而掀开了中国历史上第三次大动乱时期——"五代十国"的序幕。

二、疆域盈缩

隋初，西北等地区常受吐谷浑与突厥等部落的侵扰。他们"来如激矢，去若绝弦，若欲追蹑，良为难及"[②]，使得边塞军民寝食难安。为改变这一局面，隋文帝敕边将贺娄子干(公元 534~593)"勒民为堡，营田积谷以备不虞"[③]。经数年筹划，隋朝军队于开皇五年(公元 585)初破吐谷浑，后置四郡。时疆域"东西九千三百里，南北万四千八百一十五里。东南皆至于海，西至且末，北至五原"[④]。其后，隋炀帝再破吐谷浑，并"盛兴屯田于玉门、柳城之外"[⑤]，统一西域东部地区，于塔里木盆地东部设置鄯善郡和且末郡。此后，"自西平临羌城以西，且末以东，祁连山以南，东西四千里，南北二千里皆为隋有，置郡县镇戍，发天下轻罪

①《旧唐书》卷 182《郑畋传》
②《隋书》卷 56《宇文弼传》
③《隋书》卷 53《贺娄子干传》
④《隋书》卷 29《地理志》
⑤《隋书》卷 4《炀帝本纪》

徙居之”[①]。隋朝西陲屯垦得以开展，端赖于当时该地区相对温湿的气候。

唐朝对外实施“以武拨乱”[②]的军事方针，破突厥，联回纥，灭吐谷浑，降服高昌、焉耆、龟兹，一统西域。贞观三至四年(公元629~630)，太宗以李靖(公元571~649)为将，率军征服东突厥，将西起阴山、北至大漠的广大地域纳入唐朝版图，并在突厥旧地设置顺、祐、化、长、定襄、云中6个都督府；贞观九年(公元635)，太宗又令李靖、侯君集(公元？~643)南北两路出击，平定吐谷浑；贞观十三至二十一年(公元 639~647)，侯君集等将陆续降服高昌、焉耆、龟兹等西域小国，将西域再度统一于中原政权之下；贞观二十年(公元 646)，回纥可汗吐迷度自请归附于唐，唐随后在其地置6府7州；高宗显庆二年(公元657)，唐军又大破控弦数十万的西突厥，设安西都护府统辖治西突厥东自金山、西至西海的旧地。高宗龙朔三年(公元 663)，为有效管辖原突厥和回纥之地，唐廷又改燕然都护府为安北大都护府，在原突厥地设5府19州，在原回纥地设9府18州。此后，经武周、玄宗的大力开拓和维护，唐朝疆域达于极盛，最西至咸海之滨，最北涵盖西伯利亚，最东拥有萨哈林岛(今俄属库页岛)及朝鲜半岛的大部分区域，最南囊括今越南全境。

在唐征服东突厥的过程中，气候变化曾产生过积极的影响。隋末唐初，东突厥十分强盛，频犯边境，并一度兵抵渭桥，迫使高祖打算迁都山南以避其锋。贞观二年(公元628)，唐政府甚至被迫与东突厥约定以关内道北部的黄河为界，互不侵犯。然仅过两年，对阵双方的攻守态势就出现了逆转。史载，贞观初，北边曾连续三年冷害。贞观元年(公元627)四月，“关东及河南、陇右沿边诸州霜害秋稼”[③]，“七月，关东、河南、陇右及缘边诸州霜害秋稼，九月辛酉诏曰：‘虫霜为害，风雨不时……河北、燕赵之际，山西并潞所管及蒲虞之郊，豳延以北，或春逢亢旱，秋遇霜霣，或蟊贼成灾，严凝早降，有致饥馑。”[④]同期，突厥“大雪，平地数尺，羊马皆死，人大饥”，“阴山已北薛延陀、回纥、拔也古等部皆相率背叛”[⑤]；贞观二年(公元628)，“突厥盛夏而霜……六畜多死……岁大饥，哀敛苛重，诸部愈贰”[⑥]，八月“河南、河北大霜，人饥”[⑦]；贞观三年(公元629)，“北边霜杀稼”[⑧]；突厥境内“频年大雪，六畜多死，国中大馁，颉利用度不给，复重敛诸部，由是

① [元]马端临：《文献通考》卷334《吐谷浑》
② [宋]范祖禹：《唐鉴》卷6《太宗四》
③《旧唐书》卷2《太宗本纪》
④《册府元龟》卷144《帝王部·弭灾第二》
⑤《旧唐书》卷204《突厥志》
⑥《新唐书》卷228《突厥志》
⑦《旧唐书》卷2《太宗本纪》
⑧《新唐书》卷40《五行志》

下不堪命，内外多叛之”[①]。突厥素来“逐水草而迁徙生活”。在气候暖湿、牧草茂盛的武德年间，人畜兴旺，实力强盛，乍逢灾年，牧草枯萎，牲畜死亡，国力大损。然李唐政权辖地广袤、储备充分、政治清明，灾害损失有限。五次出使突厥的谈判专家郑元璹，在贞观二年(公元 628)从突厥归来后说：“戎狄兴衰专以羊马为候。今突厥民饥畜瘦，此将亡之兆也，不过三年。”[②]贞观三年(公元 629)秋八月，代州都督张公谨呈请发兵剿灭突厥，其理由之一也是“塞北霜早，糇粮乏绝”[③]。后来，果如郑元璹所料，曾经彪悍无比的东突厥在贞观四年(公元 630)终为李靖所灭。

唐朝统一西域后得以长期统治，在某种程度上也要感谢“好天时”及其带来的“地利”。隋唐时西北气候湿润，石羊河、塔里木河等高山融雪性河流的来水量增大，绿洲范围继汉代后再度扩大，现今风沙无尽的米兰、瓦石峡、且末等地在当时均是葱郁的绿洲(王乃昂等，1999；钟巍等，1998；熊黑钢，韩春鲜，2006)。在丰沛的降水条件下，北边诸镇的屯田活动大规模开展，消除了“千里馈粮，士有饥色；樵苏后爨，师不宿饱”[④]的弊端，收到“外得以防盗，内得以营农，取数年之收，可饱士百万。则天兵所临，何求不得哉”[⑤]的成效。武德初，窦静为并州大总管府长使，“时突厥数为边患，粮道不属，(窦)静表请屯田太原，以省馈运……岁收粟十万斛”[⑥]。武德六年(公元 623)，“秦王(李世民)又奏请益置屯田于并州界，高祖从之”[⑦]。贞观初年，张俭“以军功累迁朔州刺史……广营屯田，岁致谷十万斛，边粮益饶”[⑧]。高宗调露年间(公元 679~680)，河源道经略大使黑齿常之于河源一带曾“垦田五千顷，岁收粟斛百余万”[⑨]。河西甘、凉一带，屯田亦收获不菲，如垂拱二年(公元 686)，甘州四十余屯，“岁取二十万斛”[⑩]。大足元年(公元 701)，郭元振遣甘州刺史李汉通屯田积谷，“尽水陆之利，稻收丰衍”，使得“旧凉州粟斛售数千，至是岁数登，至匹缣易数十斛，支膚十年，牛羊被野。”[⑪]

---

①《旧唐书》卷 204《突厥志》
②《资治通鉴》卷 192，贞观元年
③ [唐]张公谨：《张公谨言突厥可取之状》，[宋]沈枢：《通鉴总类》卷 19
④《册府元龟》卷 503《邦计部·屯田》
⑤《新唐书》卷 107《陈子昂传》
⑥《新唐书》卷 95《窦静传》
⑦《册府元龟》卷 503《邦计部·屯田》
⑧《旧唐书》卷 83《张俭传》
⑨《新唐书》卷 110《黑齿常之传》
⑩《新唐书》卷 170《陈子昂传》
⑪《新唐书》卷 135《郭元振传》

唐开元、天宝之初，北方边疆的屯垦进入鼎盛时期。开元中，唐廷“置朔方、陇右、河西、安西、北庭诸节度使以统之，岁发山东丁壮为戍卒，增帛为军资，开屯田，供糗粮，设监牧，畜马牛”①。仅新疆南部疏勒(喀什)、于阗(和田)、龟兹(库车)、焉耆四镇，屯田官兵就多达上万人，再加上民屯和遣屯，塔里木盆地的屯田人数不下2万人(钱云，郝毓灵，1999)。至天宝八年(公元749)，“天下屯总九百九十二”②中，河西道有98处③，虽不足全国总数的10%，然屯粮却有26万石④，占全国总数的13.6%，其籴仓贮粮37万石⑤，更占全国总数的32.6%。哥舒翰任河西节度使时，玄宗曾褒奖其“收九曲之旧疆，开千里之沃壤”，“屯田馈军，益以丰财之用。”⑥

公元8世纪中期起，大唐疆域逐步萎缩。“安史之乱”爆发后，吐蕃国王赤松德赞(公元742~797)乘陇右、河西节度使哥舒翰引兵东进勤王之机，入侵唐关内北部诸州，并伺机夺取了唐朝的川西北、青东和甘东南地区，“凤翔之西，邠州(陕西彬县)之北，尽蕃戎之境，埋没者数于州”⑦。之后，唐朝又逐渐失去对西域的控制，吐蕃政权乘虚而入，喀拉汗王朝征服于阗，西域再次陷入分裂割据的局面之中。在西南地区，原先臣服于唐王朝的南诏国也西连吐蕃，侵扰唐境，剑南诸州不复为唐。随着戍边机构的不断内迁，以及羁縻府州的相继脱离，盛唐的威仪终成历史。诗人元稹(公元779~831)在《西凉伎》中写道，“吾闻昔日西凉州，人烟扑地桑拓稠。……大宛来献赤汗马，赞普亦奉翠茸裘。一朝燕贼乱中国，河湟忽尽空遗丘……西凉之道尔阻修”。宋末元初的著名学者马端临(约1254~1323)在《文献通考》中曾言：“盖河西之地，自唐中叶以后，一沦异域，顿化为龙荒沙漠之区，无复昔之殷富繁华矣。自唐安史之乱，西北土地皆不能如旧。”

一个王朝疆域的萎缩，往往与两方面因素密切相关，一是中央政权实力的衰退，二是地方与中央利益的严重对峙(王铮等，1996)。在中国古代“以农为本”的铁律下，8世纪中期气候向冷干方向的转化，恰好促生了上述两方面因素的形成。早在开元末、天宝中，中国气候就有了转向冷干的迹象。在北部边疆，“贞观、开元后，边土西举高昌、龟兹、焉耆、小勃律，北抵薛延陀故地，缘边数十州戍

① 《资治通鉴》卷223，广德元年秋
② 《新唐书》卷53《食货志》
③ 《唐六典》卷7，“屯田郎中”注
④ [唐]杜佑：《通典》卷2《食货二》
⑤ [唐]杜佑：《通典》卷12《食货十二》
⑥ [唐]李隆基：《加哥舒翰爵赏制》，《全唐文》卷25
⑦ 《旧唐书》卷196《吐蕃传》

重兵，营田及地租不足以供军”[①]，故开元二十五年(公元 737)，中央政府就被迫实施“和籴法”。天宝八年(公元 749)，河西道的平均亩产仅约 0.5 石，较之垂拱初(公元 685~688)甘州诸屯 1.43 石的亩产水平有大幅度下降。由上可知，气候变冷已使得诗人王维(公元 701~761)所言“广屯田之蓄，度长府之羡，以瞻边人，以弱敌国”[②]的屯田之利不再凸显。当北边屯田收入不能保障口粮供给时，军民人心思迁内地，外逃现象严重，边镇政府势必得从内地大规模调粮，但在内地频岁不稔，农业同样减产的背景下，这又加剧了内地与边镇的利益冲突，导致边镇粮食供应紧张，疆域萎缩的“内忧”就此出现。另外，边境地区自天宝年间起的连年干旱，对游牧民族的打击更甚于农耕民族。衰退的畜牧业不能维持在唐前期暖湿状态下迅速增加的人口的基本生存需求，从而诱发了吐蕃等游牧民族对唐边境的侵扰，唐疆域萎缩的“外患”就此频现。当“安史之乱”爆发时，唐军虽然仍有相当规模，然战力大损，国家的军事装备和后勤补给能力已无力支撑其在内外两线(外捍吐蕃，内抗“安史”)作战。因此，哥舒翰西撤入关，“放弃河湟”只是唐政府在当时自然与社会的双重危机下所作出的无奈之举。

据古里雅冰芯、德令哈树轮等自然证据看，自“安史之乱”起，西北地区的干旱化程度加重。气候干旱程度的加重，必然导致西北地区融雪型河流来水量减少，植被生长变差。由干旱而导致的农牧业减产，又迫使人类加重对土地的索取，进一步破坏了地表的植被。故唐朝中后期，西北地区的沙漠化日趋严重。其中，河西地区的马营河、摆浪河下游，芦草沟下游绿洲，昌马河冲积扇西缘绿洲，以及古居延绿洲三角洲中上部(李并成，1998)都出现了所谓“顿化为龙荒沙漠之区”的现象。在新疆塔里木盆地，不少古绿洲也宣告消失，原先的交通线路被迫中断(熊黑钢，韩春鲜，2006)。

① 《新唐书》卷 59《食货志》

② [唐]王维：《送李补阙充河西支度营田判官序》，《全唐文》卷 325

第九章　北宋：暖干的朝代*

从“五代十国”到北宋灭亡(公元 907~1127)共 220 年。“五代”是在唐末藩镇之祸、宦官之乱、黄巢起义、朋党之争并最终导致大唐帝国崩溃后开始的，随后中国进入了继春秋战国、魏晋南北朝之后又一次大分裂时期。自公元 907 年朱温灭唐至公元 960 年北宋建立的短短的几十年内，中原和其他地区相继出现了梁、唐、晋、汉、周五个朝代(史称后梁、后唐、后晋、后汉、后周，即“五代”)，以及前蜀、后蜀、吴、南唐、吴越、闽、楚、南汉、南平(即荆南)和北汉等十个割据政权(统称“十国”)(图 9.1)。“五代十国”是中国历史上少有的大混乱、大破坏的时代，暴君酷吏迭出、赋税繁多、战争不断、民不聊生，文化和建筑(如长安和洛阳)大规模被毁，前人多称五代为“五季”，也就是末代、最差的意思，北宋欧阳修(1007~1072)在《新五代史》里几用“呜呼”开篇。

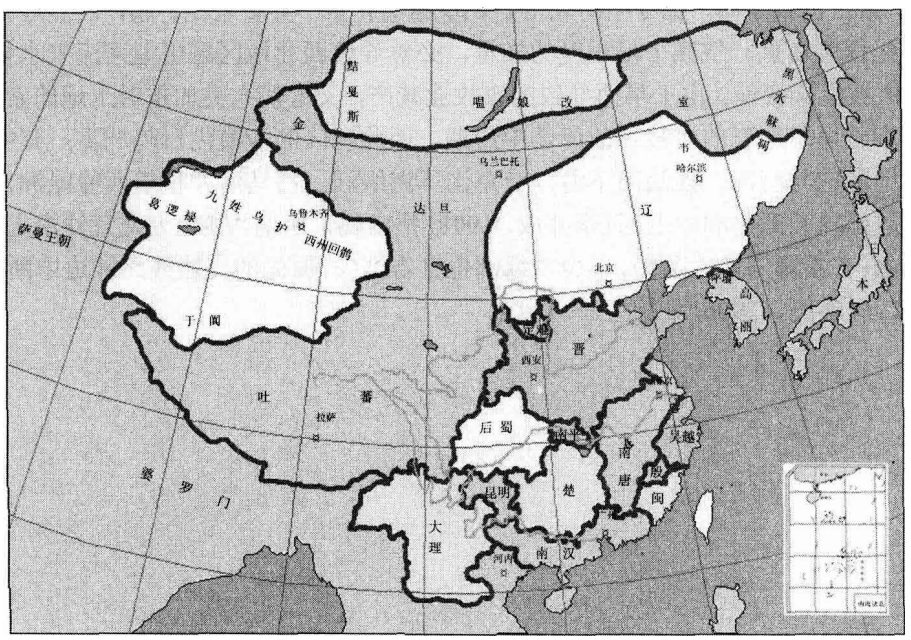


图 9.1　五代十国时期(公元 943)全图(谭其骧，1982)

* 执笔人：葛全胜、傅辉、刘浩龙

公元 960 年，后周政权都点检赵匡胤发动“陈桥兵变”，建立北宋王朝(公元 960~1127)。公元 979 年，北宋先后翦灭后蜀、南汉、南唐、吴越、北汉等割据势力，统一了全国大部分地区，中国境内从此进入了中原政权与辽国(公元 907~1125)、西夏(1038~1227)、金国(1115~1234)、大理(公元 937~1254)和黑汗(公元 840~1212)等周边主要政权及一些部族实体，如回鹘诸部、吐蕃诸部等多元政体并存的时代(图 9.2)。

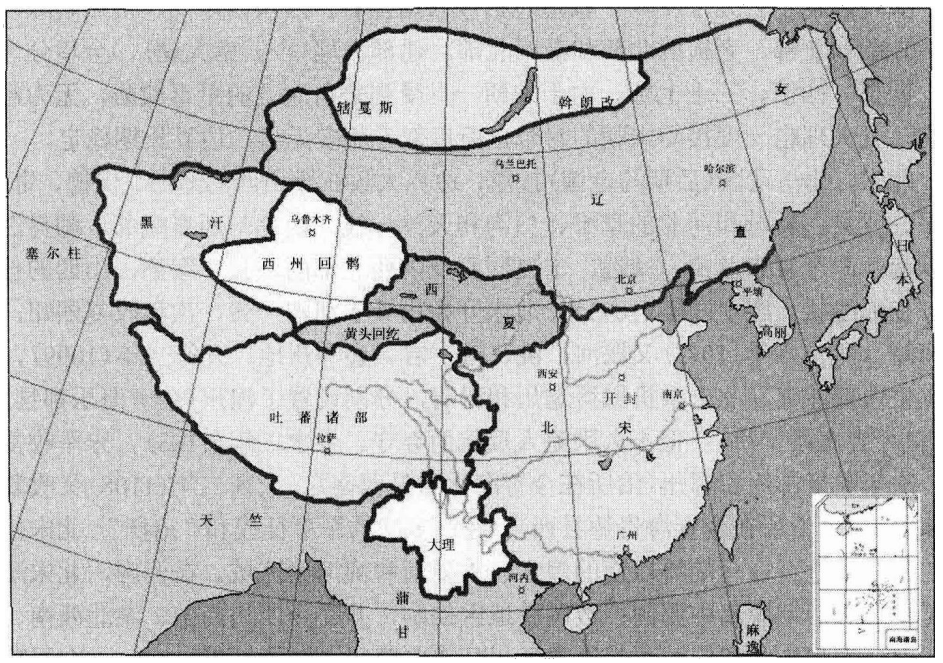


图 9.2　北宋政和元年(1111)全国图(谭其骧，1982)

辽国由发祥于潢河(今西拉木伦河和西辽河)流域的契丹人于公元 907 年建立。建国伊始，即相继征服周边的女真、室韦、吐谷浑、党项、靺鞨、沙陀等部落，攻取营州、平州、辽东。后又于公元 926 年灭渤海国，公元 936 年取燕云十六州。盛辽时，疆域西起金山(今阿尔泰山)，北至今蒙古高原北缘和外兴安岭，东抵库页岛(今萨哈林岛)，其南界的西段大致在今中蒙边界分别与黑汉、西州回鹘、西夏相接，东段在今内蒙古、山西、河北境内与北宋为界，是当时中国北方幅员最辽阔的王朝，人口达 900 万(吴松弟，2000)。1125 年，辽为金国所破，耶律大石召集残部西迁至中亚楚河流域，建立了盛极一时的西辽(1124~1218)。

1038 年，党项人李元昊称帝建国，国号大夏，史称“西夏”。西夏统治范围大致在今宁夏、甘肃、新疆、青海、内蒙古以及陕西的部分地区，疆域方圆数千里，东尽黄河，西至玉门，南界萧关(今宁夏同心南)，北控大漠。1227 年西夏被

蒙古所灭。

金国是由位于今中国东北地区的女真族于 1115 年建立的政权，建都会宁府（今黑龙江省哈尔滨市阿城区）。1125 年，金灭辽，次年灭北宋，后迁都中都（今北京市）、汴京（今河南开封），天兴三年（1234）被蒙古和南宋所亡。金国是当时华北地区的一个强大政权，其全盛时代的统治范围东北到日本海、黑龙江流域一带，西北到河套地区，西边接壤西夏，南边以秦岭到淮河一线与南宋交界。

大理国建于公元 937 年，辖境包括今云南全省、四川西南部、贵州晴隆以西数县、缅甸北部、老挝西北部和泰国北部。建都大理（今云南大理），全境分为八府、四郡、四镇、三十七部。由于宋朝一直受到来自北方的军事威胁，无力经营西南，且大理也一度接受宋朝的封号，所以双方相安无事，边界长期稳定。

北宋，北与辽国（后期与金国）接壤，边界大致在今山西的河曲、保德、岢岚、原平、代县、繁峙和河北的阜平、白沟和天津一线。西北与西夏毗邻，疆界在长城以南，即今甘肃兰州、靖远，宁夏同心及陕西北部的环县、绥德，山西的佳县等，呈弧线状。熙宁四年（1071），北宋开始用兵于河湟一带，次年收复熙州，置熙河路；熙宁六年（1073）又取河、洮、岷、宕、叠等州地。元符二年（1099），吐蕃发生内部冲突，北宋乘机取得邈川和青唐，分别设置了湟州（今青海乐都县）和鄯州（今青海西宁市），但不久因羌人反抗而弃守。崇宁二年（1103），宋军收复湟州，次年收复鄯州和廓州（治所在今青海化隆县西南）。大观二年（1108）又收复洮州和积石军（治所在今青海贵德县西）。经过多次的军事征伐和“招抚”，北宋的疆域在西北曾达至今乌峭岭以南的湟水、大夏河和洮河诸流域。在西南，北宋渐次恢复了对唐后期脱离中原的少数民族地区控制，并在今四川南部、湖北西南、湖南西部、贵州东北和广西西部设置了州县或羁縻州。靖康元年（1126），金军攻占开封。次年，徽、钦二帝被掳，北宋灭亡。

北宋经济繁荣，科技发达，文化昌盛，是一个富庶的王朝，人口高峰时接近一亿，总户数超过 1800 万（吴松弟，2000）。

北宋曾大规模修筑水利（海塘）工程，大面积开发江南水利田以及各类梯田、淤田、沙田、架田（于湖面架设木排并铺泥成地），积极培育、推广新品种（如占城稻），大力试验推广轮作制，发明了“踏犁”和“鞅马”等新型生产工具，农业经济十分发达。北宋商贸繁荣。太宗时期每年铸币八十万贯，神宗时则达六百余万贯。真宗时，成都出现了世界上最早的纸币“交子”，仁宗时国家正式发行纸币。北宋曾与南太平洋、中东、非洲、欧洲等地区多个国家通商，元丰三年（1080），制定了中国历史上第一部贸易法：《广州市舶条法》。

两宋（北宋和南宋）的科技成就，不仅处于我国古代科技发展史上的一个高峰，而且居当时世界领先地位。活字印刷、火药、指南针技术的发明与应用对人类文

明演进影响深远。北宋著名科学家沈括(1031~1095)被誉为“中国整部科学史中最卓越的人物”，他撰写的《梦溪笔谈》被认为是“中国科学史上的坐标”(《中国科学技术史》作者李约瑟语)。北宋整理的医术和编修的本草，如《太平圣惠方》、《神医普救方》和《开宝本草》、《嘉祐本草》等惠及万代百姓。清人纪昀(1724~1805)在《钦定四库全书总目·医家类一》道：“有宋一代于医学最为留意。”

在文化艺术领域，北宋亦成就斐然。宋词是有宋一代文学成就的杰出代表，在中国古典文学史上的地位可比肩唐诗。蜚声文坛的“唐宋八大家”，除韩愈(公元768~824)和柳宗元(公元773~819)外，欧阳修(1007~1072)、苏洵(1009~1066)、苏轼(1037~1101)、苏辙(1039~1112)、王安石(1021~1086)和曾巩(1019~1083)均出自北宋，其文章至今仍被广泛传诵。明人宋濂(1310~1381)曾言“自秦以下，文莫盛于宋。”[①]北宋书法、绘画魅力四射。苏轼、黄庭坚(1045~1105)、米芾(1051~1107)、蔡襄(1012~1067)的书法作品，以及张择端(1085~1145)的《清明上河图》都是中华书画艺术宝库中的耀眼明珠。北宋出产的瓷器，如官窑(今河南开封)、钧窑(今河南禹州)、汝窑(今河南汝州)、定窑(今河北曲阳)和哥窑(今浙江龙泉)等是历代玩家的至爱。

北宋重视史书修纂，诞生了《新唐书》、《新五代史》以及我国第一部编年体通史《资治通鉴》。在批判佛、道学说的基础上形成的以王安石、司马光(1019~1086)、苏轼、二程(程颢(1032~1085)、程颐(1033~1107)，含张载(1020~1077))为代表的四大理学派系，对中国思辨哲学的发展产生了深远的影响，其中，由朱熹(1130~1200)发扬光大的程朱理学，备受朱明王朝的推崇。

著名史学家陈寅恪(2005)曾言：“华夏民族之文化，历数千载之演进，造极于赵宋之世。”

赵宋两朝虽是富裕繁荣的王朝，但绝对不是强大的王朝，其武备之羸弱和对外交往之屈辱可愧居秦汉以来中原统一王朝之首。先有金国区区两万精锐蹂躏北宋都城开封，虏君灭国，后有元世祖忽必烈帐下张弘范(1238~1280)率两万水陆之师逼迫宋帝赵昺跳海自尽，彻底捻灭赵氏王朝之香火。从宋太宗太平兴国四年(公元979)御驾亲征辽国的高梁河战役到宋仁宗康定二年(1041)攻伐西夏的好水川战役，从南宋立国开始的抗金保国到后来的抗元救国，两宋朝廷可谓是血泪斑斑、屈辱无尽。以两宋人口之众、疆域之辽阔和经济实力之雄厚，却听任不同异族欺凌三百多年而始终武备不举、国防无存，唯一味屈辱求和、金钱外交，以致最终亡国灭种，实是中华五千年文明史上一大怪事，也是当前值得我们研究并从中吸取教训的重大课题。

---

① [明]宋濂：《文宪集》卷7《苏平仲文集序》

第一节 冷暖、干湿基本特征

五代北宋时期正值世界性的“中世纪温暖期”中前期。大量史料证据表明，1100~1200 年欧洲存在夏季暖干和冬季温湿的气候，西欧气温较 1900~1939 年高 0.5~1.0℃，由于这段时期在欧洲史上被称为“中世纪”，故历史气候学家将这段时期称之为“中世纪温暖期”(MWP)。因气候温暖，当时欧洲大部分地区农业收成良好、经济稳定发展，这一时期又常被称之为“中世纪气候最佳期”(Medieval Climate Optimum)或“小气候适宜期”(Little Climatic Optimum)。“中世纪”全球气候并非始终宜人，也有证据显示某些地区的气候曾出现较大的异常，并对人类社会发展产生了严重影响。如 1210~1350 年美国西部(尤其是加利福尼亚东部和西部大盆地)气候曾出现世纪尺度的干旱，导致当地居民生活和文明发生了巨大变化。有学者因之建议用“中世纪气候异常期”(MCA)代替 MWP，因为这样可以消除仅由温度来定义这段时期气候特征的不准确性。自 1965 年“中世纪温暖期”概念被提出后，全球许多地区相继发现了相应的温暖证据(Bradley et al., 2003)，MWP 的含义也愈来愈确切。目前，学术界普遍的认识是，MWP 是指公元 900~1300 年(或公元 800~1300)出现在欧洲及北大西洋临近地区的相对温暖气候阶段，当时这些地区的温度与 20 世纪后期相当或略高一些(Mann, 2002)。由于 MWP 是距现代升温期最近的一次显著暖期，且发生在工业革命以前，因而自然成了与现代升温比较的对象而受到当今国际社会广泛的关注，有关欧洲以外的区域是否存在 MWP、20 世纪全球变暖的幅度是否超越 MWP 等问题是当前国际全球变化研究领域的研究热点(参见第三、五和十章)。

中国“五代”气候是晚唐寒冷气候的延续，但北宋气候总体偏暖，与欧洲“中世纪温暖期”相一致。东中部地区，五代和北宋气候经历了五代前期冷期(公元 907~930)、五代后期至北宋后期暖期(公元 930~1100)与北宋末(1100~1127)转冷三个阶段。北宋至元初(930s~1310s)是东中部地区距今最近的长达数百年的温暖阶段，冬半年平均气温较今(1951~1980 年平均水平，下同)高约 0.2℃，与欧洲等北半球许多地区温暖特征基本吻合，其中 960s~1100s 则较今高 0.3℃；1110s~1190s 是相对寒冷时段，冬半年平均气温较今低约 0.3℃；由暖峰(1051~1080)转向冷谷(1141~1170)的降温率达 1.2℃/100a；1081~1100 年至 1101~1140 年间相邻 30 年冬半年气温下降了 0.8℃(Ge et al., 2003)(图 9.3(a))。公元 941~1220 年是中国东北地区过去 2000 年持续时间最长的一个暖期，平均气温较今(1951~1980 年平均水平，下同)略高(约 0.1℃)，但年代波动幅度较大，最暖与最冷年代之间的年均气温大致相差 4.8℃。其中，960s、1110s 和 1070s 前后曾数度出现罕见的

低温。中国西北地区气候特征亦与欧洲“中世纪暖期”大体一致，公元 960 年前后冷暖程度与今相近，960s~1010s 气候逐渐增暖，1040s~1110s 气候温暖，年均气温较今高 0.5℃；1110s 以后气候转冷。

大致以公元 1000 年为界，之前我国气候比较湿润，之后则长期偏干。在东中部地区，干湿状况的空间分布格局呈现东西分异为主、南北分异共存的特点，黄淮地区、长江中下游以南地区长期偏干；降水变率的经向分异十分显著，大致以 110°E 为界，呈现出中、西部偏大，华北平原、江汉平原、洞庭湖流域较小，东南、华南地区偏大的特点。西北地区干湿变化与东中部地区基本一致，呈现出前湿后干的波动特征。青藏高原地区则在整个五代、北宋时期都干旱少雨。

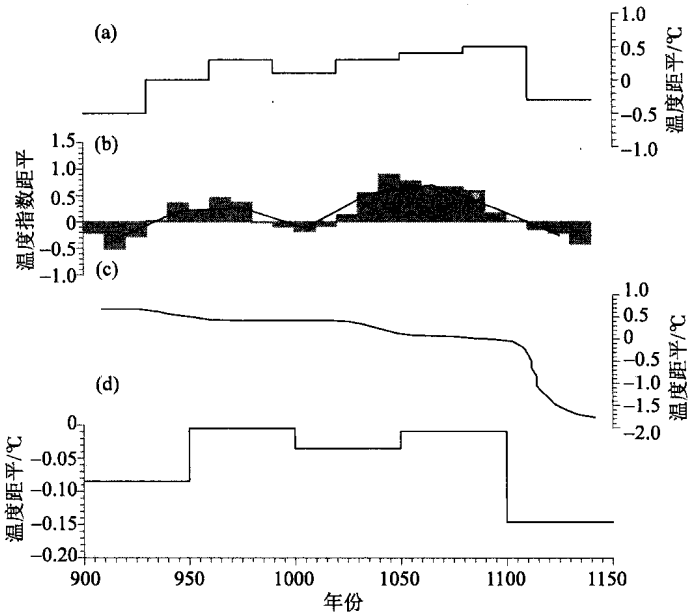


图 9.3　五代北宋温度曲线对比

(a) 过去 2000 年我国东中部地区冬半年温度距平序列中的五代北宋部分(公元 900~1150)，30 年分辨率，以 1951~1980 年为基准年(Ge et al., 2003)；(b) 过去 2000 年中国温度指数序列中的五代北宋部分，灰柱每 10 年，粗实线每 30 年(Yang et al., 2002)；(c) 过去 5000 年中国温度变化序列中的五代北宋部分(竺可桢，1973)；(d) 近千年中国年均气温变化序列的五代北宋部分，50 年分辨率(王绍武等，2007)

一、冷暖变化

(一)“五代”前期(公元 907~930)：较冷

公元 900 年前后通常被看做是欧洲地区“中世纪温暖期”的起点，但中国境

内(至少是东中部地区)晚唐以来的寒冷气候依然延续。如光化三年(公元 900)“冬大雪，富春江冻合旬日乃解”[①]；天复三年(公元 903)三月，“浙西大雪，平地三尺余”，“十二月，又大雪、江海冰”以及次年“九月壬戌朔，大风，寒如仲冬。是冬，浙东、浙西大雪。吴、越地气常燠而积雪，近常寒也”[②]。其后 30 年，重大寒冷事件的记载呈现减少趋势，气候回暖迹象日趋显著。如开平元年(公元 907)五月，“荆南(指今湖北沙市)高季昌进瑞橘数十颗，质状百味，倍胜常贡。且橘当冬熟，今方仲夏，时人咸异其事，因称为瑞”[③]；天成元年(公元 926)“冬十月甲申朔，诏赐文武百僚冬服绵帛有差。近例，十月初寒之始，天子赐近侍执政大臣冬服”[④]，这与唐德宗(公元 779~805)因“九月犹衫……不为顺时”而欲更改月令[⑤]的情形相较，显然表明当时的气温较唐后期已有显著回升。据历史文献记载重建的江苏近 2000 年温度变化结果显示，“五代”时当地气温虽然已趋向转暖，但仍相当寒冷(陈家其等，1998)。

大量自然证据也表明，中国西部地区公元 800~1000 年气候相对寒冷，黄土沉积迹象明显，川西海螺沟冰川前进(施雅风，2000；刘晓宏等，2004；Liu et al., 2007)；青藏高原在 940s 前后存在冷谷(强明瑞等，2005；沈吉等，2001；姚檀栋等，2006；Thompson et al.，2006)。与同期北半球其他地区气候重建结果相比，这可能表明“中世纪暖期”气候特征存在着区域差异。

(二)五代后期至北宋后期(公元 930~1100)：温暖

1. 东中部地区

20 世纪 80 年代，历史气候学家倾向于认为中国 11 世纪气候变冷、12 世纪初寒冷加剧，不存在“中世纪温暖期”(竺可桢，1973)。近年的研究修正了这种看法。作者的研究表明 11 世纪我国东中部地区冬半年平均气温较今高约 0.3~0.4℃(Ge et al., 2003)，王绍武等(2007)的研究结果认为 10~11 世纪我国东部地区平均气温至少与现代相当。张德二(1993)、满志敏和张修桂(1993)的研究亦显示，五代晚期至元初，中国(至少在东中部地区)存在与欧洲一致的“中世纪温暖期”。

中国现代最冷月(1 月)的 0℃均温线在秦岭淮河一线，开封 1 月均温为–0.1 ℃(1961~1990 年的均值)，其冬季常见结冰。公元 960~1110 年，开封(京师)有“无冰、无雪”等暖冬记载 47 年，占总年数的近三分之一。如雍熙元年(公元 984)，

① 浙江省气象局：《浙江气候史料》(内部资料)，1978 年，第 3 页

②《新唐书》卷 36《五行志》

③《旧五代史》卷 3《太祖本纪》

④《旧五代史》卷 37《明宗本纪》

⑤《新唐书》卷 131《李程列传》

宋太祖说："今冬气和暖，开春恐有获疠，……若得三五寸雪大佳"[①]；大中祥符三年(1009)，"京师冬温，无冰"[②]，其后两年"冬雷在冬，为异尤甚"[③]；治平元年(1064)，"自冬无雪，大寒不效"[④]；次年三月，范镇的奏文说"臣伏以去冬多南风，今春多西北风，乍寒乍暑欲雨不雨，又有黑气蔽日"[⑤]，八月，司马光也说："历冬无雪，暖气如春，草木早荣。"[⑥]元祐元年(1086)正月刘挚奏道："去年十月至今并愆雨雪，骄阳肆虐。"[⑦]元祐六年(1091)正月，苏辙上奏曰："臣伏见前年冬温不雪，圣心焦劳，请祷备至，而天意不顺，宿麦不蕃，去冬此灾复甚，而加以无冰。二年之间，天气如一，若非政事过差，上干阴阳，理不至此。谨案常燠之罚，载于《周书》，而无冰之灾，书于《春秋》。……今连年冬温无冰，可谓常燠矣。"[⑧]故当时京师祈雪活动相当常见。如苏轼在徐州太守任上曾作诗《祈雪雾猪泉出城马上作赠舒尧文》，诗云："薄雪不盖土，麦苗稀可删。愿君发豪句，嘲诙破天悭。"司马光的《王君贶宣徽垂示<嵩山祈雪诗>十章合为一篇以酬》开篇即言："今秋少雨冬不雪，麦寄浮埃根欲绝。"长江三角洲地区北宋中期后也屡有暖冬记载，如1061、1067、1085、1086、1089、1090年等(陈家其等，1998)。

由于气候温暖，11世纪中国亚热带北界和暖温带北界均较今至少北移了1个纬度(满志敏等，1993；满志敏，1999)，梅树自然分布北扩显著，在黄河流域广泛移植，种类繁多。据《图经本草》载："梅实，生汉中川谷。今襄、汉、川、蜀、湖、淮、岭皆有之。"《闻见后録》曰："千叶黄梅花，洛人殊贵之，其香异于它种，蜀中未识也，近兴利州山中，樵者薪之以出，有洛人识之，求于其地尚多，始移种遗喜事者，今西州处处有之。"[⑨]成书于元丰五年(1082)的《洛阳花木记》载有："梅之别六，红梅、千叶黄香梅、腊梅、消梅、苏梅、水梅。""四时变接法(此唯洛中气候可依，若变接它处，须各随地气早处接)"；北宋文学家、女词人李清照之父李格非(约1045~1105)所著《洛阳名园记》亦云："吕文穆园，伊、洛二水自东南分注河南城中……洛阳又有园池中有一物特可称者，如大隐庄梅，杨侍郎园流杯，师子园师子是也，梅盖早梅，香甚烈而大，说者云，自大庾岭移其本至此。"朱弁(1085~1144)也说："顷年近畿江梅甚盛，而许、洛尤多，有

① [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷25，雍熙元年，甲辰
② 《宋史》卷63《五行志》
③ 《宋史》卷431《孙奭传》
④ [宋]宋祁：《景文集》卷48《北岳祈雪文》
⑤ [宋]范镇：《上仁宗论黑气蔽日及风寒暑变异》，《宋名臣奏议》卷40
⑥ 《宋史全文》卷10《宋英宗》，治平二年，八月庚寅
⑦ [宋]刘挚：《忠肃集》卷7《奏议·劾论蔡確十罪》
⑧ [宋]苏辙：《栾城集》卷46《论冬温无冰札子》
⑨ [宋]邵博：《闻见后録》卷29

江梅、椒萼梅、緑萼梅、千叶黄、香梅凡四种。”[①]而北宋著名诗人梅尧臣(1002~1060)则在其《京师逢卖梅花五首》之一中写道:“此土只知看杏蕊,大梁亦复卖梅花。”更有甚者,有鉴于皇嗣未广,徽宗登基之初,在京城东北隅建寿山艮岳,自南方“移枇杷、橙柚、橘柑、榔栝、荔枝之木”,“其下则植梅,以万数緑萼承趺。”[②]

开封及洛阳地区曾有大量柑橘结实的记载。如开封,有文献载:“云阁崇先重,霜柑荐瑞新。”[③]“金橘产于江西,以远难致,都人初不识。明道、景祐(1032~1038)初,始与竹子俱至京师。”[④]“昔者汴京植橙禁中,号为珍异。仁宗召宗室及侍臣同观于慈圣阁。宋祁诗云:‘帝怜秋实茂,天许本根强。’又曰:‘不随江北化,思助庙中尝。’末云:‘荣观耸麟族,赋笔助荷囊。’厥后英宗眷礼侍读学士,刘敞以其在告,遣使赐新橙五十。”[⑤]在洛阳,文彦博(1006~1097)有诗云:“嘉实本从南地产,移栽洛土结成时。逾淮未必全为枳,方信中邦物物宜。”[⑥]司马光因洛阳柑橘结实作诗五首:“宜春果结洛阳枝,正遇耆朋会客时。更引轻舟倚芦岸,香秔鲜脍雅相宜。”“圆小香黄珠颗垂,结成洛邑重霜时。相公和气陶群物,不是寒温变土宜。”“君从好事不知疲,种子成株凡几时。摘献帝师三取二,自尝两颗且随宜。”“物不须多且赏奇,御寒想见结庵时。江南江北徒虚语,尽信前书是不宜”,“弊居橘亦自南移,爱护栽培费岁时。前此实成酸苦甚,应由与德不相宜”,并注《席君从於洛城种金橘,今秋始结六实。以其四献开府太师,招三客以赏之,留守相公赋诗以纪奇事。光窃不揆辄依高韵继成五章》以说明[⑦]。“布衣宰相”范纯仁(1027~1101)和梅尧臣亦分别云:“花果从来盛洛都,黄甘结实古来无”[⑧];“昔向南阳忆洛阳,秋橙初熟半林黄。”[⑨]

黄河流域曾盛产优质野生药用枳子。《宋史·地理志》载:“西京路金州(今陕西安康),贡枳壳、实”“陕西路商州(陕西商县),贡枳壳、实。”1061 年成书的《图经本草》云:“枳实生河内(河南沁阳)川泽,枳壳生商州川谷,今京西、江、湖州郡皆有之。以商州者为最佳。……近道所出者,俗呼臭橘,不堪用。”此外,移植于宫廷的荔枝也有结实记载。如政和初,福建所贡的连株

① [宋]朱弁:《曲洧旧闻》卷 3
② [宋]王明清:《挥麈后録》卷 2
③ [宋]韩琦:《安阳集》卷 9《召赴天章阁观新柑》
④ [宋]欧阳修:《归田录》卷 2
⑤ [宋]周必大:《文忠集》卷 55《赵汝橙县尉字说》
⑥ [宋]文彦博:《潞公文集》卷 7《次韵留守相公洛中金橘》
⑦ [宋]司马光:《传家集》卷 12
⑧ [宋]范纯仁:《范忠宣集》卷 4《安之家庭甘结实三首》
⑨ [宋]梅尧臣:《宛陵先生集》卷十五《送王察推缜之邓州》

荔枝次年“结实不减土出”[①]；“宣和间，以小株结实者置瓦器中航海至阙下，移植宣和殿”[②]；“宣和中，保和殿下种荔枝成实，徽庙手摘以赐燕帅王安中，且赐以诗曰：‘保和殿下荔枝丹文武衣冠被百蛮，思与廷臣同此味，红尘飞鞚过燕山。’”[③]宣和末，“自阳华门入，则夹道荔枝八十株，当前椰实一株”[④]，结实分赐群臣。

“寒露风”是影响我国南方各省水稻正常抽穗扬花、灌浆发育的一种常见的低温灾害，一般是每年9月中下旬至十月初寒潮出现后发生，“寒露风”来临时气温在20℃以下。现代长江中下游地区“寒露风”到达徐州至淮阳一线的时间是9月20日[⑤]。据考证，11世纪后期9月20日前后“寒露风”却位于开封一线(张丕远等，1996)。当时，北宋皇帝为教化官吏“知穑事之不易”而在京师开封举行的观稻仪式平均日期是10月31日，说明黄河流域水稻收获期较今明显延迟。另据记载，北宋朝廷在开封观刈麦时间是6月13日前后，与现代开封地区6月上中旬收获冬小麦日期几近一致(张丕远等，1996)。在北宋中期的长江沿岸，各地多有收获再熟稻的记载。如宋至道二年(公元996)“处州稻再熟”[⑥]；庆历八年(1048)，“庐州合肥县稻再实”[⑦]；景元年(1034)“孝感、应城二县稻再熟”。元丰六年(1083)，“洪州七县稻已获再生，皆实”[⑧]。刘燔曾说：“吴地海陵之仓，天下莫及，税稻再熟。”[⑨]马端临《文献通考·物异考五》载：“绍圣元年(1094)，淮南军禾一本久穗；五年，淮西路民田既刈，复生实。”[⑩]由于气候变得温暖，公元956~963年施行的《钦天历》，继唐代《大衍历》后，再度延用温暖的西汉后期所盛行的《逸周书·时训解》中的七十二候时令[⑪]。

北宋以后气候变暖还可以从辽国文献中可见一斑。辽朝建立后，契丹首领阿保机(公元872~926)在东北西辽河流域建置了多个州县，管理“五代”战乱期间越过燕山迁居于此的数十万汉人百姓，农业经济得到了空前发展(邹逸麟，1987)，《辽史·食货志》道：“辽自初年，农谷充羡，振饥恤难，用不少靳，旁及邻国，

① [宋]张邦基:《墨庄漫录》卷4
② 淳熙《三山志》卷39《土俗类一·土贡》
③ [宋]陆游：《老学庵笔记》卷3
④ [宋]蔡绦:《铁围山丛谈》卷6
⑤ 中央气象局气象科学研究院天气气候研究所：《寒露风》，农业出版社，1978年
⑥《宋史》卷5《太宗本纪》
⑦《宋史》卷11《仁宗本纪》
⑧《宋史》卷64《五行志》
⑨ [宋]苏籀：《双溪集》卷9《务农札子》
⑩ [元]马端临：《文献通考》卷299《物异考五》
⑪《新五代史》卷58《司天考一》

沛然有余。”据载，辽保宁九年(公元 977)，辽政府曾一次助北汉粟米 20 万斛；道宗初年，中京度支使马人望，半年之内就积蓄了 15 万石谷，“辽之农谷，至是为盛”[①]。熙宁十年十月三日至次年正月二十八日(1077 年 10 月 22 日至 1078 年 2 月 13 日)，苏颂(1020~1101)在出使辽国的途中所作 28 首记事诗中，不仅详细地记录了辽境类似中原的农业景象，而且多次提到了当年异乎寻常的暖冬状况。如《中京纪事边》说：“边关本是苦寒地，况复严冬入异乡。一带土河犹未冻，数朝晴日但凝霜。上心固已推恩信，天意从兹变燠旸，最是使人知幸处，轻裘不觉在殊方。”并在诗注云：“十一月十六日(阳历 12 月 4 日)到中京，未经苦寒，天气温煦，几类河朔，行人皆知厚幸，纪事书呈同事合使。”显然，直至阳历 12 月上旬，内蒙古东的土河(今老哈河，41°30′N)仍未封冻。又如《离广平》云：“归骑骎骎踏去尘，数朝晴日暖如春。向阳渐喜闻南雁，炙背何妨问野人。度漠兼程闲鼠褐，据鞍浓睡侧乌巾。穷冬荒景逢温煦，自是皇家覆育仁。”诗注曰：“十二月十日离广平，一向晴霁，天气温暖，北人皆云未尝有之，岂非南使和煦所致耶！”[②]

除文献记载外，大量自然证据也说明五代至北宋后期中国东中部地区气候温暖。东北科尔沁沙地高分辨率花粉化石记录表明，公元 950~1270 年存在中世纪暖期(任国玉，张兰生，1996)；黑龙江密山和吉林金川泥炭 $\delta^{18}O$ 记录显示，公元 930~1240 年该地温度较高，但 1030 年和 1180 年左右存在 2 次明显的降温过程(夏玉梅, 汪佩芳，2000；洪业汤等，1997)；内蒙古岱海化学风化记录认为，中国北部地区存在明显的中世纪暖期(金章东等，2002)，同一地区分辨率较高的沉积纪录则显示公元 950~1300 年该地气候总体上暖于过去 2000 年中的其他时段(曹建廷等，2000a，b)；北京石花洞石笋年层厚度记录显示，自五代开始该地区温度逐渐上升，1100 年达到巅峰，两宋之交温度出现下降趋势并于 13 世纪初达到低谷(Tan et al.,2003)；秦岭太白山孢粉证据显示 1000~1420 年该地年均气温和 7 月份平均温度分别比现代高出 0.5~2℃和 1~3℃(童国榜等，1996)。广东湖光岩湖相沉积物的综合化学分析结果表明，公元 900~1300 年该地区气候温暖(Chu et al., 2002)，台湾大鬼湖地区与高山地区的湖泊沉积证据也显示 1000~1300 年和公元 820~1320 年该地区温暖(罗建育，陈镇东，1997)。

北宋气候总体温暖，但其早期也有过几次短暂的寒冷阶段。如《宋史·五行志》载，太平兴国七年(公元 982)三月“宣州雪霜杀桑害稼”，雍熙二年(公元 985)冬“南康军(今江西星子)大雨雪，江水冰，胜重载”；大中祥符九年(1016)十二月，

① 《辽史》卷 59《食货志》

② [宋]苏颂：《苏魏公文集》卷 13《后使辽诗》，文渊阁四库全书本

“大名、澶、相州并霜，害稼”；淳化三年(公元 992)三月，“商州霜，花皆死”，九月“京兆府大雪害苗稼”；咸平四年(1001)三月“京师及近畿诸州雪，损桑”；景德四年(1007)七月，“渭州瓦亭砦早霜伤稼”；天禧元年(1017)十一月，“京师大雪，苦寒，人多冻死”，次年正月湖南永州“大雪六昼夜方止，江、溪鱼皆死”[①]。因气候寒冷，10 世纪末黄河中、上游竹林曾较大程度上萎缩，故成书于太平兴国年间(公元 976~983)的《太平寰宇记》载道：“司竹监，……，汉官有司竹长丞，魏晋河内园竹各置司守之官，江左省。后魏有司竹都尉，北齐、后周俱阙，隋有司竹监及丞，唐因之，在京兆、鄠、盩厔、怀州、河内。今皇朝惟有鄠、盩厔一监，属鳳翔。”[②]

但此后至 11 世纪末，《宋史》几难见“损桑、木冰、江水冰”等寒冷事件的记录。1042~1056 年的 15 年间，仅出现了 6 次异常寒冷年的记载，如庆历三年(1043)十二月“大雨雪，木冰”[③]；1049 年前后，北宋著名考古学家刘敞(1019~1068)从闽越回京师任职言：“秋即雪。长老或以为寡，人知其寡或共议之”[④]；至和二年(1055)“河东自春陨霜杀桑”[⑤]；嘉祐元年(1056)正月“大雨雪，木冰”[⑥]。东海内陆架闽浙沿岸泥质沉积区北部的 DD2 孔的粒度变化曲线显示中国东部地区公元 990~1050 年存在低温(肖尚斌等，2004)，且与文献记载存在较好的对应。

张丕远等(1996)利用史料中冷、暖气候事件次数记载重建了公元 960~1110 年开封地区气温距平序列(图 9.4)，结果显示开封地区公元 930~1100 年间总体温暖，其中，980s、1000~1010s、1040s 相对寒冷。

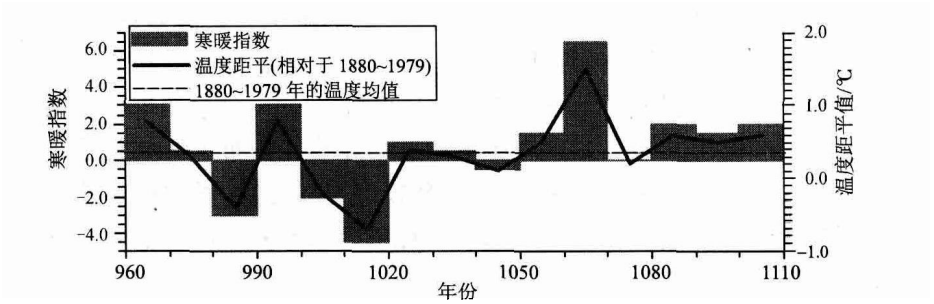


图 9.4　960s~1100s 开封一带每 10 年的寒暖指数和冬季平均温度距平(张丕远等，1996)

① 《宋史》卷 62《五行志》
② [宋]乐史:《太平寰宇记》卷 30《关西道六・凤翔府　司竹监》
③ 《宋史》卷 11《仁宗本纪》
④ [宋]刘敞：《公是集》卷 48《杂著・志雪》
⑤ 《宋史》卷 62《五行志》
⑥ 《宋史》卷 12《仁宗本纪》

2. 西北地区

公元930年前后，西北东部地区气温回升甚为显著，冷暖程度与今基本一致。公元960~1010年，西北东部气候进一步转暖，冬小麦北界较现代略微偏北；1040s~1110s，气候已较今明显温暖，以冬小麦种植北界较今偏北0.5°~1.0°的现象推算，当时西北地区东部年平均气温较今高0.5℃以上(郝志新等，2009)。如史料载，五代后唐天成四年(公元929)，户部奏三京(今太原、西安与洛阳)、邺都(今河北大名)、诸道府州的每年征夏秋税租时间为，“一十六处节候较晚，大、小麦、穬麦、豌豆，六月一日起征……幽、定、镇、沧、晋、隰、慈、密、青、邓、淄、莱、邠、宁、庆、衍；七处节候尤晚，大、小麦、穬麦、豌豆，六月十日起征，……并、潞、泽、应、威塞军、大同军、振武军”[①]，从中可知，河北、陕西两省大多数地方当时冬麦的成熟期在六月初一(阳历7月初)之前，西北东部的北部相应也在六月初十(阳历7月上旬)之前，这与我国现代冬麦种植区北界的小麦成熟期大致相近。

由于气候温暖，当时性喜温暖耐寒力弱的芭蕉，在人工护养下(冬季须保持4℃以上的温度，但也能耐短时间的0℃低温)，能够移植到甘肃天水地区(104°35′~106°44′E、34°05′~35°10′N)。五代著名政治家、文学家王仁裕(公元880~956)曾在笔记《玉堂闲话》中写道：“天水之地，迩于边陲，土寒不产芭蕉。戎师使人于兴元求之。植二本于亭台间。每至入冬，即连土掘取之埋藏于地窟，候春暖即再植之。庚午、辛未之间(公元910~911)，有童谣曰：‘花开来裹，花谢来裹’。而又节气变而不寒，冬节和煦，夏节暑毒，甚于南中芭蕉，于是花开秦人不识，远近士女来看者，填咽衢路。……自尔年年一来，不失芭蕉开谢之候……暑湿之候一如巴、邛者，盖剑外节气先布于秦城童谣之言不可不察。”[②]在11世纪后期，有鉴于秦州(今甘肃天水)的物候提前现象，张方平(1007~1091)写道：“秦川节物似西川，二月风光已不寒。犹去清明三候远，忽惊烂漫一春残。”[③]

北宋时期西北地区气候曾有较大的年际波动，在总体温暖的背景下，也出现了明显较今偏冷的年份。如《太平寰宇记》载，仪州(今甘肃华亭)“节气常晚，至仲夏花木始开”，保安军(今陕西志丹)“地寒霜早，不宜五谷”；岷州(今甘肃岷县)黑松林一带，到五月底仍然“寒甚，换绵衣、毛褐、絮帽乃可过。每岁四月、

① [元]马端临：《文献通考》卷3《历代田赋之制》

② 《太平广记》卷140《秦城芭蕉》

③ [宋]张方平：《乐全集》卷3《秦州晚宴即席示诸宾僚》

七月常大雪三二尺。至是林雪犹未消，非目睹未必信然也”[①]。著名文学家、军事家范仲淹(公元 989~1052)在任陕西经略安抚招讨副使时，于庆历二年(1042)作《城大顺(今甘肃庆阳东北)回道中作》诗，慨叹“三月二十七，羌山始见花。将军了边事，春老未还家”。大顺城在今甘肃庆阳市华池县二将川，宋时为边塞重镇，距离今陕北吴旗县仅几十公里。据资料，吴旗附近最早的观赏性春季指示花木为山杏，其始花期为 4 月 12 日前后，可见当年春季物候(1042 年 3 月 27 日，阳历为 4 月 19 日)较今约迟 1 周，意味着其春季温度较今约低 0.8℃(Zheng et al., 2002)。

大量自然证据也表明，10~13 世纪，中国西部气候转暖，冰川、冰缘活动事件减少，一些地区还有古土壤发育，总体存在“中世纪暖期”迹象，但温暖程度不及东部地区显著，且不同地点之间亦存在较大差异(施雅风等，1999)。古里雅、敦德、普若岗日、达索普四个冰芯同位素记录的平均值曲线显示，公元 800~1200 年青藏高原由 3 个暖期和 3 个冷期组成，尽管从 11 世纪末开始气候逐渐变冷，但中世纪暖期特征比较明显(姚檀栋等，2006)。沉积学研究显示，公元 9~14 世纪塔里木盆地南缘区域气候具有显著的温暖特征(钟巍等，2004)；青藏高原苟鲁错一带存在三个温暖期和两个寒冷期，即 1140~1250 和 1290~1340 年为寒冷期，1060~1140、1240~1290 和 1340~1444 年为温暖期(李世杰等，2004)；青海湖地区 1050~1160 年相对寒冷(沈吉等，2001)，但柴达木盆地北缘的苏干湖地区 1200 年以前相对温暖(强明瑞等，2005)。青海都兰祁连山中部以及青藏高原中东部的树轮证据也说明各采样点分别在 810s~1070s、1050~1150 年和公元 800~1000 年存在明显的“中世纪温暖期”(康兴成等，1997；刘晓宏等，2004；刘禹等，2009)。

(三)北宋末(1101~1127)：较冷

自 1080s 起，我国气候转冷的迹象就已十分明显，苦寒记录频增，梅树在黄河流域的种植明显式微。史载，元祐三年(1088)二月，“诏河东苦寒，量度存恤戍兵”[②]；元祐八年(1093)，二月，“京师大寒，霰、雪，雨木冰”[③]，三月，北宋中期著名史学家范祖禹(1041~1098)说：“仲春以来，暴风雨雪，寒气逼人，惟陛下侧身修德，以销大异。”[④]大诗人陆游的祖父、经学家陆佃(1042~1102)说：

① [宋]庞元英：《文昌杂录》卷 2
② 《宋史》卷 17《哲宗本纪》
③ 《宋史》卷 65《五行志》
④ [清]毕沅：《续资治通鉴》，元祐八年三月，庚寅

“梅至北方多变而成杏，故人有不识梅者，地气使然。”[①]北宋著名书法家黄庭坚在1094~1101年谪居黔州(今四川彭水)时，于书札中屡次提及霜雪提前和春寒、冻害现象，如“今春黔中乃见积雪，天气亦大寒……去年黔中荔子差胜前年，但不可作腊。”[②]“今岁黔中，霜雪早寒，数日来雪欲及摩围之麓，不肖到黔中三年，所未有也。”[③]“黔中春寒异常，知夔府一见雪否”[④]。

乾统二年(1102)三月，辽地“大寒，冰复合”[⑤]，此次寒冷事件拉开了北宋末年中国气候转冷的序幕。如乾统九年(1109)“秋七月，陨霜，伤稼”，也是《辽史》中仅有的一次霜冻记录；大观四年(1110)冬，黄淮流域“涉冬以来率多阴晦，风、霾、雪、散继作”[⑥]；政和元年(1111)九月二十二日，诏：“今岁节令差早，即令天气稍寒。令开封府自今巡觇收养倒卧，并无衣赤露乞丐人。”[⑦]是年冬，寒潮席卷东部，太湖地区“积雪尺余，河水尽冰”，洞庭山橘树全部冻死。次年，“以种橘为业者，其利与农亩等”的农民不得不“伐而为薪”[⑧]。政和三年(1113)十一月，寒潮再度肆虐东部，开封一带“大雨雪，连十余日不止，平地八尺余，冰滑，人马不能行，诏百官乘轿入朝，飞鸟多死”；政和七年(1117)六月，“京师大雨雹，皆如拳，或如一升器，几两时寸而止”。靖康元年(1126)冬，强寒潮连续南下，十一月十八日，“有冰蔽河而下”，“闰十一月甲寅，大风起北方，雪作，盈数尺，连日不止”，次年正月上旬“天寒甚，地冰如镜”[⑨]，下旬“大雪，气候风寒，仿佛类城陷时”[⑩]。直到四月二日尚“北风益甚，苦寒”[⑪]。

由北宋书法家蔡襄编著于嘉祐四年(1059)的《荔枝谱》说：福建“荔枝木坚理难老，至今三百岁者，生结不息。”但半个世纪后，宋人笔记却载道：“岭南无雪、闽中无雪，建、剑、汀、邵四州有之。故北人嘲云：‘南人不识雪，向道似杨花’”，然“大观庚寅(1110)季冬二十二日，余时在(福建)长乐，雨雪数寸，遍山皆白，土人莫不相顾惊叹，盖未尝见也”；“是岁荔枝木皆冻死，遍山连野，弥望尽成枯枿。至后年春，始于旧根株渐抽芽蘖，又数年始复繁盛。谱云：荔枝木坚

① [宋]陆佃：《埤雅》卷13《梅》
② [宋]黄庭坚：《山谷集·山谷简尺》卷上，文渊阁四库本
③ [宋]黄庭坚：《山谷别集》卷13《答李材书》
④ [宋]黄庭坚：《山谷别集》卷20《与竦道通判书三》
⑤《辽史》卷27《天祚帝纪》
⑥ [清]徐松：《宋会要辑稿》，瑞异，一之十九
⑦ [清]徐松：《宋会要辑稿》，食货，六十八之一三四
⑧ [元]陆友仁：《研北杂志》卷上。按：满志敏(2009)疑其年份记载可能为大观庚寅(1110年)
⑨《宋史》卷62《五行志》
⑩ [宋]丁特起：《靖康纪闻》，靖康二年正月二十五日
⑪《宋史》卷67《五行志》

理难老，至今有三百岁者，生结不息。今去君谟(蔡襄)殁又五十年矣，是三百五十年间未有此寒也。”[①]这次大寒后的一至二年，福建一带荔枝“始于旧根复生”[②]，之后，降雪逐渐成为福建一带司空见惯之事，如1104~1106年贬谪闽南的洪刍曾写道：“越犬旧闻冬吠雪，闽天今见雪中梅。朔风扫荡宿霾尽，苦雾驱除霁色开。”[③]

1110年的气候寒冷事件具有广域性，一向温暖的岭南地区当年也寒气大盛。据《瓮牖闲评》载：“大观庚寅(1110)岁忽有之，寒气太盛，虽岭南暖，莫能胜也。”[④]之后，岭南地区甚至出现降雪的记载，如乾道二年至淳熙二年(1166~1175)任静江(今广西桂林市)知府的范成大，在所著记述广南西路风土民俗的《桂海虞衡志·杂志》中说：“雪，南州多无雪霜，草木皆不改柯易叶。独桂林岁岁得雪，或腊中三白，然终不及北州之多。灵川、兴安之间，两山蹲踞，中容一马，谓之严关，朔雪至辄止，大盛则度送至桂林城下，不复南矣。”[⑤]乾道八年(1172)，时在广西钦州任职的地理学家周去非(1135~1189)也写道：“盖桂林尝有雪，稍南则无之。他州土人皆莫知雪为何形。钦之父老云，数十年前，冬常有雪，岁乃大灾。盖南方地气常燠，草木柔脆，一或有雪，则万木僵死，明岁土膏不兴，春不发生，正为灾雪，非瑞雪也。”[⑥]史料中大量降雪南界明显南移的记载，无疑指示12世纪起中国气候显著转冷。

由于气候寒冷，北宋末开封百姓冬季的生活习惯可能也发生了变化。据孟元老的《东京梦华录》载，崇宁至宣和(1102~1125)，“立冬前五日，西御园进冬菜。京师地寒，冬月无蔬菜，上至宫禁，下及民间，一时收藏，以充一冬食用。于是车载马驼，充塞道路。”[⑦]

与中国东中部地区相一致，西北地区在12世纪初也明显的转冷。陕西北部沿宋夏边地因积温不足，冬小麦质量变差，故文献有载“地苦寒，种麦周岁始熟，以故啮齿，不可食”[⑧]。1110s后，气候似进一步趋寒，史料中与寒冷气候对应的物候现象记载增多(郝志新等，2009)。古里雅冰芯记录显示，12世纪初青藏高原开始转冷并于1150s前后达到谷底(姚檀栋等，2001)，湖泊、树轮证据亦表明该区域1140~1250年相对寒冷(李世杰等，2004)。有研究认为青海湖地区11世纪中期即开始转冷(沈吉等，2001)，都兰一带亦于1090s降温(康兴成等，1997)。

---

① [宋]彭乘：《墨客挥犀》卷6
② 淳熙《三山志》卷41《土俗类三·物产》
③ [宋]洪刍:《老圃集》卷下《雪》
④ [宋]袁文：《瓮牖闲评》卷8
⑤ [宋]范成大:《桂海虞衡志》，杂志·雪
⑥ [宋]周去非：《岭外代答》卷4《风土门·雪氮》
⑦ [宋]孟元老：《东京梦华录》卷9《立冬》
⑧ [宋]庄绰：《鸡肋编》卷上

二、干湿变化

总体上看，五代至北宋时期，我国气候偏干。在东中部地区，干湿变化呈现出由湿变干的趋势，其干旱程度随时间呈阶梯状增强，干旱期的时间是湿润期的2倍，年代际的干湿变率较大。其中，10世纪，除五代时短暂干旱外，绝大部分时间气候湿润；10世纪末期气候急剧转干，1040s、1080s和1120s前后干旱程度显著，其中，1080s前后干旱程度最高，持续时间最久(图9.5(a))。从过去的研究看，尽管统计的标准和方法不尽相同，但北宋旱灾及其伴生的蝗灾的发生次数之多，影响之严重，为学界所共认(邓云特，1984；陈高庸，1986；康弘，1994)。

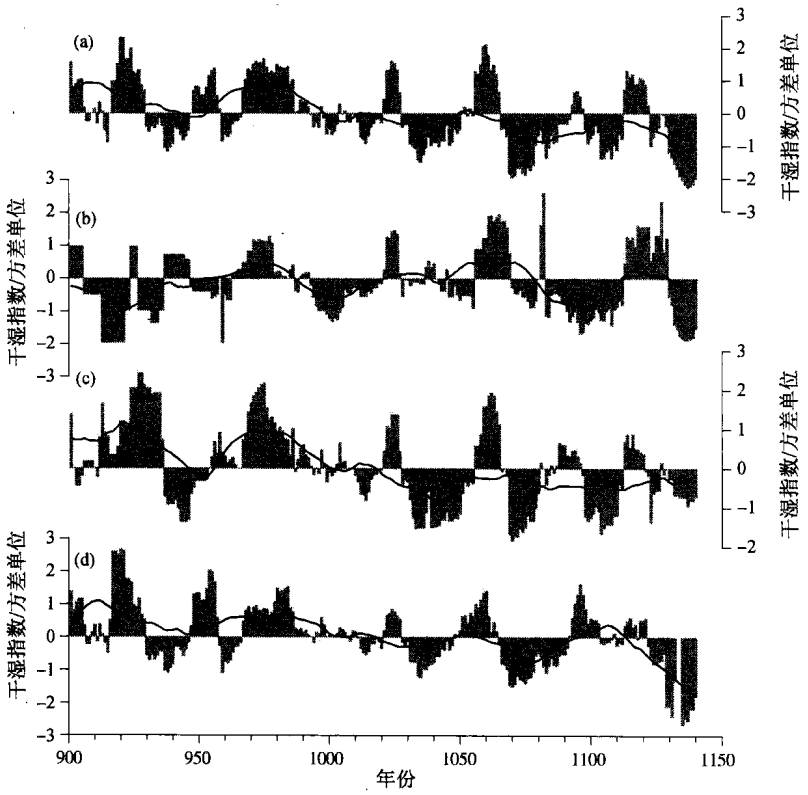


图9.5 五代、北宋中国东部地区干湿变化(Zheng et al.，2006)

(a)东部；(b)江南；(c)江淮；(d)华北

从空间分布看，干湿变化呈现出以东西分异为主，南北分异并存的格局，为过去2000年中最为复杂之形态(图9.6)。比较而言，黄土高原至中原地区、四川盆地和岭南偏湿，长江中下游、黄淮海平原长期偏干，西北东部地带干湿交错并存，关中地区及长江中下游的洞庭湖、鄱阳湖、太湖等流域存在若干干旱中心。

这一时期的降水变率以 110°E 为界，东西分异明显(图 9.7)，华北地区、江汉平原和洞庭湖流域降水变率较小，东南部地区、四川盆地和黄土高原等中西部地区以及南岭及其以南地区的降水变率较大。这一干湿格局显示五代至北宋时期可能是过去 2000 年东亚夏季风最为强盛的时段，当时夏季西太平洋副热带高压的平均位置较今明显偏西和偏北。岭南地区的偏湿与高降水变率则表明当时的赤道辐合带(ITCZ)可能很强，西太平洋夏季台风活动较为频繁。台风一方面带来更为丰沛的降水，另一方面也增加了区域干湿变化的不稳定性。因此，当时东部地区由北至南，以及西部地区之间的干湿位相差明显，水旱灾情差异迥然。

西北地区干湿变化与东中部地区基本一致，11 世纪前相对湿润，之后长期偏干。青藏高原地区在整个五代、北宋时期都干旱少雨。

由于长期偏旱，北宋中后期蝗灾记录较多，并呈现由北向南逐步扩展的趋势。大中祥符元年(1008)以前，旱蝗记录主要出现在京畿、京东西、河北等路，“蝗蝻继生，弥覆郊野”，之后，蝗灾又绵延至河东和江、淮等路。其中，大中祥符九年(1016)和天禧元年(1017)，从黄河中下游地区到长江中下游地区，由春及秋，蝗灾此起彼伏，而天禧元年二月，仅开封、京东西、河北、陕西、两浙、荆湖等地就有 30 州郡爆发了蝗蝻[①]。

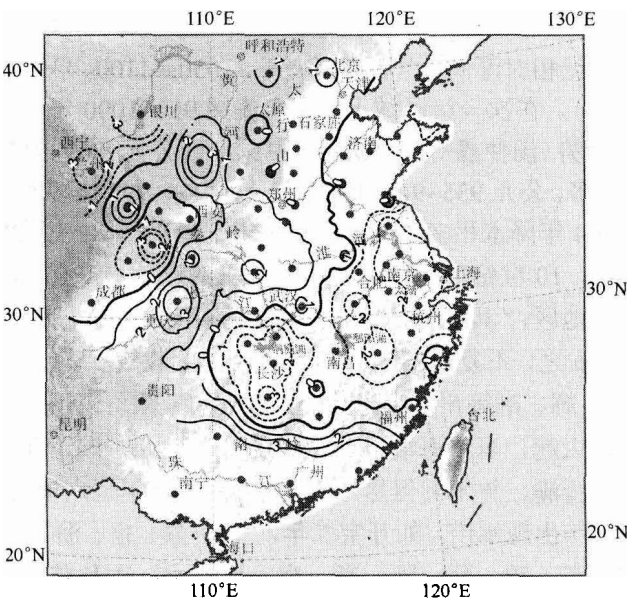


图 9.6　五代至北宋中国东部地区干湿格局（Zheng et al., 2006）

① 《宋史》卷 62《五行志》

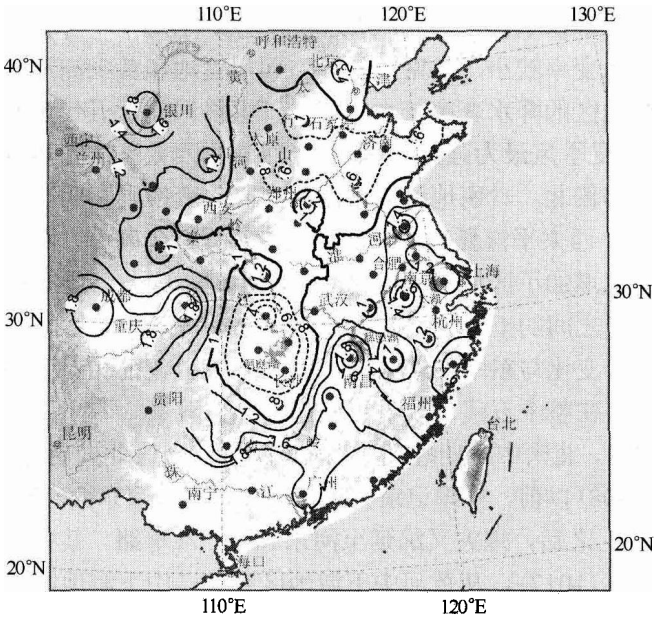


图 9.7 五代至北宋中国东部地区干湿变率分布（Zheng et al., 2006）

(一)华北地区

华北地区 10 世纪相对湿润，之后逐渐变干，1050s~1100s 旱情显著(图 9.5(d))(Zheng et al.，2006)。在次一级区域上，海河流域 950~1090 年偏涝，1100 年后偏旱，降水呈递减趋势(汤仲鑫等，1990)；中原地区公元 869~916 年稍旱，公元 917~934 年降雨较多，公元 935~963 年稍旱，公元 964~992 年多水；公元 993~1052 年稍旱，1053~1064 年降水稍多，1065~1083 年干旱(王邨，王松海，1987)。

由于气候偏湿，10 世纪黄河中下游地区粮食的连年丰产(详见后文)，当时辽国管辖的华北北部地区，“其地可植五谷，阿保机率汉人耕种，为治城郭邑屋廛市，如幽州制度，汉人安之，不复思归”[①]。因而，涝灾记载较多。如后梁开平四年(公元 910)，“滑、宋、辉、亳等州，水涝败伤，人户愁叹”[②]；天福八年(943)，“春夏旱，秋冬水，蝗大起，东自海壖，西距陇坻，南逾江、湖，北抵幽蓟，原野、山谷、城郭、庐舍皆满，竹木叶俱尽”[③]；北宋开宝二年至六年(公元 969~973)，华北多个州县也连年出现水涝，如开宝二年，“青、蔡、宿、淄、宋诸州水，真定、澶、滑、博、洺、齐、颍、蔡、陈、亳、宿、许州水，害秋苗。三年，郑、澶、

① 《新五代史》卷 72《四夷附录第一》
② 《旧五代史》卷 6《梁太祖本纪》
③ 《资治通鉴》卷 283，天福八年

郓、淄、济、虢、蔡、解、徐、岳州水灾，害民田”。四年，“蔡州淮及白露、舒、汝、庐、颍五水并涨，坏庐舍、民田。七月，青、齐州水伤田。五年，河决澶州濮阳，绛、和、庐、寿诸州大水”。六年，“颍州淮、涢水溢，淹民舍、田畴甚众。七月，历亭县御河决。单州、濮州并大雨水，坏州廨、仓库、军营、民舍。是秋，大名府、宋、亳、淄、青、汝、澶、滑诸州并水伤田”[①]。

10世纪末至11世纪初，华北地区气候出现转干的趋势，分辖黄河流域南北的辽国及北宋旱灾频现。据史载：“圣宗统和元年(公元983)九月，东京旱；统和六年，云州大同军霜旱乏食；统和八年(公元990)，岁旱，诸部缺粮。”[②]景德年间(1004~1007)，宋真宗曾因雨雪不时求教于熟习田事的经学家邢昺(公元932~1010)，邢昺有言：“民之灾患，大者有四：一曰疫，二曰旱，三曰水，四曰畜。灾岁必有其一，但或轻或重耳。四事之害，旱暵为甚，盖田无畎浍，悉不可救，所损必尽。”[③]

1027~1047年是北宋第一个比较明显的连续干旱期。其中，明道元年至至和二年(1032~1055)，朝廷频频遣官诣天下名山大川祠庙祈雨；庆历年间(1041~1048)，宋廷更是连续八年遣使至岳渎祈雨。同期，辽国武定军境内也于兴宗重熙十五年(1046)出现大旱，苗核枯槁[④]。

1047年之后，黄河流域除1047~1057年和1097~1117年外，旱情进一步加剧，蝗灾、饥荒四起。在辽国，道宗咸雍二年(1066)七月、山后(今山西北部、河北西北部)干旱；咸雍三年(1067)“南京(今北京市)旱、蝗”，“辛卯，遣使振西京饥民”[⑤]；乾统八年(1108)十二月，“山前诸路大饥，乾、显、宜、锦、兴中等路，斗粟直数缣，民削榆皮食之，既而人相食”[⑥]。暖干气候使得农牧业生产极度不稳定，辽国在11世纪中后期频繁南犯宋境，发出较多的榷商要求。在北宋，熙宁七年(1074)河北、陕西久旱，开封府界并诸路均遭旱灾。元祐元年(1086)正月，刘挚(1030~1098)言：“今自去冬以来，都无雨雪。畿甸及京东、西近而易知也。陕西、河北、江淮之远，有人来，臣每询访，皆云‘大旱’。则被灾之地，可谓广阔。”又言：“去年十月至今并愆雨雪，骄在肆虐，天下大旱，民情惶惶。”[⑦]因旱灾频仍，北宋粮价急剧飙升，民众生活日益艰难。饥荒年景招致的小规模民变此起彼伏(何竹淇，1976)。

---

①《宋史》卷61《五行志》
②《辽史》卷22《道宗本纪》
③《宋史》卷431《邢昺传》
④《辽史》卷89《杨佶传》
⑤《辽史》卷22《道宗本纪》
⑥《辽史》卷28《天祚皇帝二》
⑦ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷364，元祐元年，庚戌

华北地区许多自然证据也揭示北宋至元时该地区气候曾由湿转干。如岱海游乐场附近的地层孢粉证据表明，该地区五代至辽金时期偏干，而元代偏湿(乌云格日勒，刘清泗，1998)；土默特旗察素齐泥炭层的花粉证据显示的结果与其大体相近，1000a BP(公元 950)是当地气候湿干的转折点，之前气候偏湿，之后至元代转干(王琫瑜等，1998)；河北宁晋泊的孢粉化验结果也表明该地区 630~1010a BP(公元 940~1320)的前期，气候较为湿润，而后期偏干(郭盛乔等，1999)。

(二)江淮地区

10 世纪江淮地区相对湿润，但降水变率大，920s 和公元 977 年前后为两个湿润高峰。11 世纪后，江淮地区进入干旱期，干湿波动频繁，其中，1040s 是最为干旱的时段(图 9.5(c))。

10 世纪丰沛的降水曾使得河流比降较小的江淮地区饱遭受洪涝之灾。如《宋史》载，建德四年(公元 963)“水损田”；乾德四年(公元 966)宿州汴水溢，坏堤，泗州淮溢；开宝七年(公元 974)“乙亥，淮溢泗州城”；太平兴国三年(公元 978)六月泗州大水；太平兴国五年(公元 980)五月许州白沟溢入城。这一期间旱灾记载较少，仅见的有咸平元年(公元 998)江浙、淮南、荆湖四十六军旱；咸平二年(公元 999)，江浙荆湖及曹、单、岚州、淮阳军旱。

11 世纪之后，江淮地区旱灾益显，其中，1050s 前后，旱灾极度严重，因旱衍生的社会问题，如民变、兵变等十分常见。仁宗时，包拯(公元 999~1062)曾在奏疏中称：“江淮六路连岁亢旱，民食艰阻，流亡者比比皆是。”[①]庆历四年(1044)，江淮、两浙、荆湖等地先后因旱导致民变，欧阳修曾上奏：“臣伏见近出内库金帛赐陕西，以救饥民风闻江淮以南，今春大旱，至有井泉枯竭、牛畜瘴死、鸡犬不存之处，九农失业，民庶嗷嗷，然未闻朝廷有所存恤”、“昨江淮之间，去年王伦蹂践之后，人户不安生业伦贼才灭，疮疾未复，而继以飞蝗。自秋至春，三时亢旱，今东作已动，而雨泽未沾，此月不雨，则终年无望。……，江淮之民，上被天灾，下苦绒盗，内应省司之重敛，外遭运使之诛求，比于他方，被苦尤甚。今若不加存恤，将来继以凶荒，则饥民之与疲怨者相呼而起。”[②]其后，江淮地区虽长期偏旱，但极端干旱事件不多。11 世纪中叶江淮地区甚至出现了涝灾记载。如，大中祥符七年(1014)，泗州水害民田；乾兴元年(1022)，淮南路水灾；天圣五年(1027)七月，江苏泰州，“盐官镇大水，民多溺死”；嘉祐二年(1057)，淮水自夏秋涨，环浸泗州城。

---

① [宋]包拯：《请救济江淮饥民疏》，《历代名臣奏议》卷 243

② [宋]欧阳修：《文忠集》卷 104《论救赈江淮饥民札子》

根据皖中龙感湖孢粉证据而重建的该地区降水变化与文献记载的五代北宋干湿波动状况基本一致(童国榜等，1997)(图 9.8)。

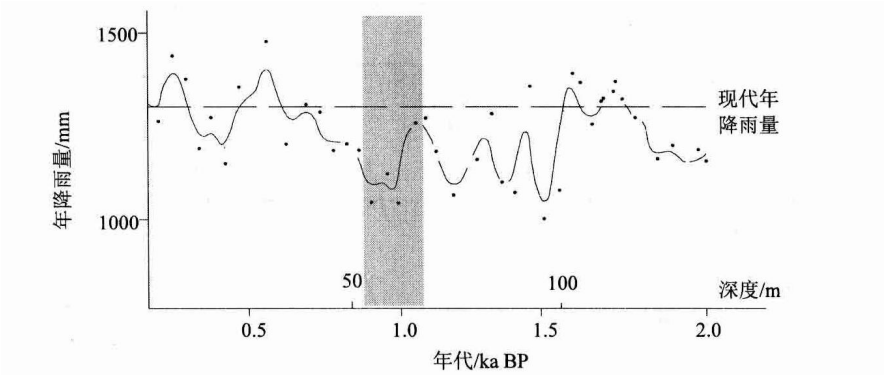


图 9.8　过去 3000 年安徽龙感湖降水变化(童国榜等，1997)

(三)江南地区

五代至北宋时期，江南地区干湿状况呈显著的准周期波动、变率大特征。公元 910~970 年、980~1050 年和 1070~1120 年是该地区最为明显的三个干旱期(图 9.5(b))。公元910~970 年，时逢五代至北宋初期，江南地区曾有数次大的旱灾出现。例如，后梁末帝贞明五年(公元 919)七月，吴越国与吴国战于无锡，“时久旱草枯，吴军乘风纵火”[①]，吴越军因之大败；《吴越备史》亦载，广顺三年(公元 953)“境内大旱，民有鬻男女者”。为了减轻旱灾涝灾害对农田生产的影响，吴越王钱缪(公元 852~932)大力治水，兴修捍海塘，开挖沟洫。北宋初年，江南地区旱灾仍多有记载。例如，雍熙元年(公元 984)秋，“江南大旱”，咸平元年(公元 998)“江浙、淮南、荆湖四十六军州旱”，次年，江、浙、荆湖旱，祥符三年(1010)夏，“江南诸路、宿州、润州旱”[②]。因水利长久失修，干旱导致湖泊围垦失序，围田现象增多，“湖废尽矣”[③]。

11 世纪中后期，江南地区又遇干旱。例如，1074 年“太湖水涸，常州饥”，1075 年“江南诸路旱”、“大旱，太湖涸，见到丘墓街市”[④]，浙江乌程、归安等民亦多因连年大旱，秋稼无收，饿殍盈途[⑤]。

① 《资治通鉴》卷 270，贞明五年七月
② 《宋史》卷 66《五行志》
③ [宋]庄绰：《鸡肋编》卷中《曾巩鉴湖图序》
④ 江苏省气象情报资料室：《江苏省气候历史资料》，内部资料，1978 年
⑤ 浙江省气象局：《浙江省气候史料》，内部资料，1978 年

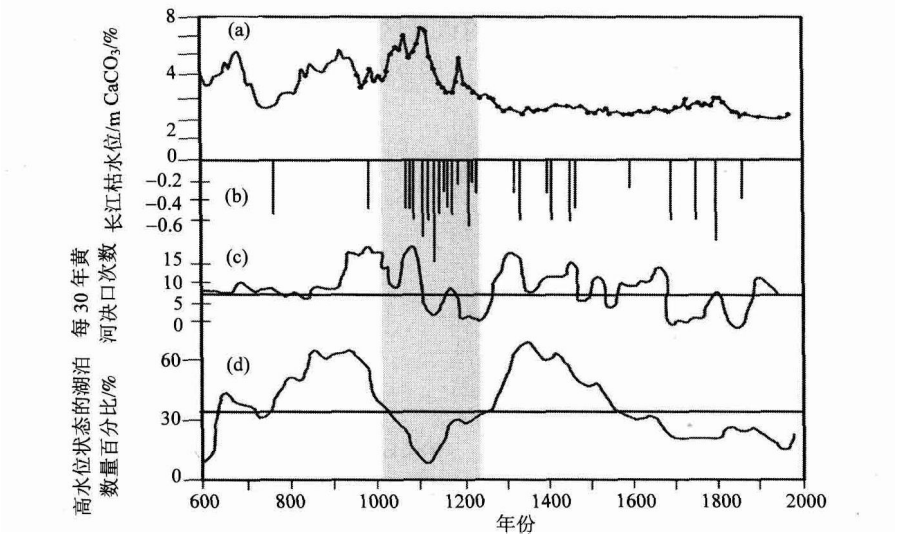


图 9.9 过去 1400 年中国长江枯水位、黄河决口及湖泊变化

(a) 广东湛江湖光岩玛尔湖 $CaCO_3$ 质量分数(Chu et al., 2002)；(b) 四川涪陵、云阳古石刻枯水位变化(郑斯中，1983)；(c) 每 30 年黄河决口次数，据《黄河水利史述要》(水利部黄河水利委员会《黄河水利史述要》编写组，1982)整理；(d) 中国历史高水位状态的湖泊数量百分比(Fang，1993)

据涪陵、云阳地区长江枯水位记载(图 9.9(b))，1050~1220 年是长江流域过去 1300 年一个较大的干旱少水期(郑斯中，1983)；广东湛江公元 880~1260 年亦长期偏干(Chu，et al.，2002)(图 9.9(a))；陕西太白山则历经了干(1010)—湿(1070~1200)—干(1300 年后至元末)的变化(童国榜等，1996)。

(四)西北地区

黄土高原 10~12 世纪的干湿波动，具有比较显著的节律性，1100s 前气候相对湿润，有 3 个偏湿阶段，时间长达 130 年，另有一个偏干时段仅 80 年；之后，气候趋干，两个偏湿期合计 55 年，而偏干期则有 90 年(表 9.1)。

表 9.1 黄土高原 10~13 世纪初干湿变化

周期变化背景	长度	偏湿	偏干	偏湿
湿润期	210	公元 901~940(40)	公元 941~990(50)	公元 991~1045(55)
			1046~1075(30)	1076~1110(35)
干旱期	145	1111~1130(20)	1131~1220(90)	1221~1255(35)

资料来源：中国科学院黄土高原综合科学考察队，1991

甘肃万象洞石笋 $\delta^{18}O$ 记录表明，该地区自五代开始夏季风逐渐增强，北宋初年进入强季风期，降水相对丰沛(Zhang et al., 2008)。树轮证据表明，青海都兰地

区公元 971~992 年和 1063~1107 年降水偏多(刘禹等，2006)，祁连山中部公元 910~1000 年和 1010~1100 年相对湿润(康兴成等，2003)。青海湖沉积记录显示，1050~1160 年该区域气候冷湿(沈吉等，2001)。古里雅冰芯证据指示，整个中世纪暖期青藏高原降水维持在较低水平，1100 年前，除公元 981~1080 年外均干旱少雨，之后降水增多(姚檀栋等，1996；姚檀栋，1997；施雅风等，1999)。柴达木盆地东北缘德令哈地区的树轮记录与据古里雅冰芯证据所得干湿阶段性转变的结论基本一致，1045~1096 年该地区降水较多，1097~1206 年降水减少(邵雪梅等，2004)。

第二节 植被变化与黄河迁徙

一、植被变化

五代、北宋中国森林覆盖率约为 30%，较隋唐时期下降了近 10 个百分点(樊宝敏等，2003)，其中，公元 998~1063 年是林木遭到毁坏最为严重的时段(熊燕军，2003)。沈括在《梦溪笔谈》中写道："今齐鲁间松林尽矣，渐至太行、京山、江南、松山发半皆童矣。"①

当时，华北北部的森林植被仍保持的较好。辽国曾解除"山林之禁"，鼓励民众入山砍伐，开辟农田(王九龄，1983)，但因人口密度和生产力水平较低，林地的开辟仅限于局部，燕云十六州一带依然森林茂密。1125 年出使金国的许亢宗在《奉使行程录》有言："榆关、居庸，可通饷馈。松亭、金陂、古北口，只通人马，不可行车。山之南，五谷百果，良材美木，无所不有。"不过，据燕山地区的孢粉证据看，乔木植物(特别是落叶阔叶树)已大量减少，以蒿为主的草本植物和喜温干的中华卷柏大量增加，有研究认为，人类大量砍伐林木是这种现象的主要原因，但是干燥的气候也起到一定作用(施雅风等，1992；许清海等，2004)。

有研究指出，在中世纪暖期，中国北方农牧交错带和附近沙漠带等季风边缘区发育有古土壤，许多内陆湖泊一度出现高湖面，流沙活动减弱，植被盖度因之增加(武健伟等，2004)。在华北北部的岱海地区，孢粉证据显示，在金代暖干期，当地植被，较之 820a BP (1130)前的辽金时期，虽仍以草原为主，但草本类型中，麻黄属植物因干旱程度的加重而显著增加；760a BP(1190)后的金元冷湿期，当地草原比重下降，蒿属植物减少，而森林比重上升，松属、桦属乔木大量出现(乌云格日勒，刘清泗，1998)。

① [宋]沈括：《梦溪笔谈》卷 24《杂志一》

黄河中游地区在北宋初仍有成片森林，据《太平寰宇记》载，黄土高原东缘的“火山(保德)、宁化(宁武)之间，山林富饶，财用之数也，自荷叶坪、芦叶雪山一带，直至瓦窑坞，南北百余里、东西五十余里，林木薪炭足以供一路”。11世纪中期，黄河中游地区森林植被急剧退化，汴梁周边地区已罕有林迹，其建筑用材须从外运。史载，“(高舜臣兄)祥符中(1008~1016)为衙校，董卒数百人，伐木于西山”[①]；陕府、虢解等州“每年差夫工二万人，到西京等处采黄河稍木，令人夫于山中寻逐采斫，多为本处居民于人夫未到之前收采已尽，却致人夫贵贱于居民处买纳”[②]，以致“岁月之间，尽成赤地”[③]。

地处黄河中下游的河北宁晋泊地区，在1010a BP(公元940)之前，气候凉湿，乔木比重大，而之后至630a BP(1320)，气候转干，植被中乔木比重逐渐减少，草本植物增加，尤其是麻黄和柽柳含量较高(郭盛乔等，1999)。另据《太平寰宇记》，“司竹监……今皇朝惟有鄠、盩厔一监，属鳳翔”[④]，表明黄河流域的竹林种植范围较唐代明显缩小。

在江南地区，“安史之乱”后，大批北方士民涌入，粮食供给日趋紧张，土地需求急剧上升。于是，除湖滨、岸滩出现了圩田、垸田外，丘陵、山地又形成了梯田、畲田等，部分地区甚至出现了“虽然悬崖绝岭，数目尽仆”的状况[⑤]。如蜀中利州路蓬州山区“大山峻谷，侧耕危获之地居多”[⑥]，归州巴东县“谁家几点畲田火，疑是残星挂远峰”[⑦]，据估计，当时三峡地区垦殖指数达7.78%(蓝勇，1991)。在湖湘地区，张淏在《云谷杂记》中说：“沅湘间多水，农家唯种粟，且多在岗阜。每欲布种时，则先伐其木，纵火焚之。俟其灰，即布种其间。”在皖南丘陵地区，梯田“层累而上”[⑧]，“焚燎而种”[⑨]。故沈括有叹：“京西(豫鄂陕交界)、江南，松山太半皆童。”

北宋以前西北地区林木资源异常富饶。史载，横山“自鄜、延以北，多土山柏林”[⑩]，贺兰山“山有树木青白，望如驳马”[⑪]。宋初，西北林地开始被大规模

① [宋]张师正：《括异志》卷8
② [宋]范纯仁：《范忠宣公全集·奏议》卷1条《例陕西厉害》
③ [宋]庄绰：《鸡肋篇》卷中
④ [宋]乐史：《太平寰宇记》卷30《关西道六·凤翔府 司竹监》
⑤ [宋]王禹偁：《小畜集》卷8《畲田词》
⑥ [宋]王象之：《舆地纪胜》卷188《蓬州》
⑦ [宋]寇准：《忠愍公诗集》卷中《春初夜书》
⑧ 淳熙《新安志》卷2《叙贡赋》
⑨《宋史》卷471《吕惠卿传》
⑩《宋史》264《宋琪传》
⑪ [唐]李吉甫:《元和郡县图志》卷4《灵州》

开采，如，建隆二年(公元961)，高防知秦州(今甘肃天水)时，“州与夏人杂处……。州西北夕阳镇，连峪多林，夏人利之……。防议建采造务，辟地数百里，筑堡要地……募卒三百，岁获巨木万章”；天圣六年(1041)京西转运使杨峤“请自今于秦，陇，同州伐木。……就本州造船。从之。”[①]；大中祥符七年(1014)，“陕西转运使请于陇州西山、胡田、浇水等处置采木务，以备边用，从之”[②]；庆历元年(1041)七月，元昊自庆州渡河攻麟州，“于河西伐木编筏，将为渡河计”[③]。北宋、西夏开榷后，林木采伐规模进一步加大。例如，熙宁七年(1074)八月诏“买民居，增广地步。所用材木，令熙河采伐输运”。为了满足内地市场的需求，宋廷曾特诏“专差都大经制熙河边防财用事李宪兼专切提举本路采买木植”，使得熙河一带林木采伐量剧升。经由人类大规模采伐，北宋末年西北林地已大面积萎缩，仅深山腹地森林得以存在。元丰三年(1080)，神宗曾曰：“方今天下，独熙、河山林久在羌中，养成巨材，最为浩瀚，可以取足即今合用之数。”[④]熙宁六年(1073)，洮、岷、迭、宕等地(今甘南)“林木翳荟交道，陿阻不可行”[⑤]，宋廷曾诏令“洮、岷州山林深险，粮道难继……戒张玉、高遵裕等毋得深入”[⑥]，鉴于深山仍有大片森林，元祐六年(1091)九月，秦凤路经略使吕大忠奏陈克夏三策中，曾云“夏国赖以为生者，河南膏腴之地，东则横山，西则天都、马衔山一带，其余多不堪耕牧。若于熙河路相近定西城北石峡子外、秦凤路相近浅井、泾原路相近没烟峡口各置一大寨，……羌情恋土，惮于迁徙，必皆归顺。就而抚之，便为篱落，更不消外设亭障。兼有山林所阻，沙漠为限，中国为援。彼既失此地利，当自困弱，他日虽欲猖狂，不可得也。”[⑦]

唐代，夏州以北有贺麟泽、拨利干泽、沃野泊、长泽、阳城泽、突纥利泊、弥鹅泊、榆禄浑泊、地禿泽等等[⑧]，时水草丰美，屯垦便利。然中唐后气候变为干冷，这些地区逐渐沙化。如描写贞元十四年(公元 798)后夏州一带的诗文有“夏州沙碛，无树艺先生”[⑨]；“无定河边数株柳，风沙满眼堪断魂”[⑩]；“苍茫塞上城，

① [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷106，天圣六年三月，己酉
② [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷82，大中祥符七年六月，己巳
③ [清]吴广成：《西夏书事》卷15，庆历元年，七月
④ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷310，元丰三年十一月，乙酉
⑤ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷247，熙宁六年九月，庚辰
⑥ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷246，熙宁六年七月，戊申
⑦ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷466，元佑六年九月，壬辰
⑧《新唐书》卷43《地理志》
⑨《新唐书》卷141《韩全义传》
⑩ [唐]李益：《登夏州城观送行人赋得六州胡人歌》，《全唐诗》卷282

沙漠无宿雁”[①]；“茫茫沙漠广，渐远赫连城”等等[②]。晚唐以后，毛乌素沙地南扩迅速，如《新唐书·五行志》载，长庆二年(公元822)，“夏州大风，飞沙为堆，高及城堞”。宋初，夏州城已“深在沙漠”[③]，其南部的环州(今环县)也因降水减少而“河水咸苦”[④]，宋廷遂于淳化五年(公元994)毁夏州城[⑤]。

二、黄河迁徙

北宋黄河水灾远超越前代，黄河决溢和迁徙均创史载之最。据《宋史》载，从建隆元年到靖康二年(公元960~1127)的160余年中，有黄河决溢记载的年份达66年，其中黄河河道两次大的变迁，对华北平原水系变化产生了深远的影响。一次是景祐元年(1034)七月，黄河自澶州(今河南濮阳)横陇埽决溢，“久不复塞”，遂为横陇河，原河因流经北宋京东西路而被称为京东故道。横陇河道仅维持了14年，便因淤塞而废弃。欧阳修曾言：“横陇既决，水流就下，所以十余年间，河未为患。至庆历三、四年，横陇之水，又自海口先淤，凡一百四十余里；其后游、金、赤三河相次又淤。下流既梗，乃决于上流之商胡口。然则京东、横陇两河故道，皆下流淤塞，河水已弃之高地。京东故道，屡复屡决，理不可复，不待言而易知也。”[⑥]另一次是庆历八年(1048)六月，黄河自澶州商胡埽决溢后，穿过河北平原中部，借由御河(今南运河)、界河(今海河)于天津附近入海，为宋代黄河北派。这是历史上黄河第三次重大改道，也是宋代黄河北流由渤海湾西岸入海的开始。嘉祐五年(1060)，黄河在大名府魏县第六埽(今河南南乐县西)决出一条分支，东北一段路流经西汉大河故道，西循汉代的笃马河(今马颊河)入海，又称二股河，是为北宋黄河的东派(邹逸麟，1982)。这次黄河改道后的80年中，单行北流49年(1048~1059、1081~1088、1099~1117)，单行东流16年(1070~1080、1094~1098)，两派并行15年(1060~1069、1089~1093)。黄河北派、东派之间的摆动，干扰了华北平原自然河流、湖泊的发育，使海河以南水系河道严重淤积，也使河北平原水灾频繁，社会经济衰退，故元祐二年(1087)右司谏王觌(1036~1103)说：“今河之为患三：泛滥淳溜，漫无涯涘，吞食民田，未见穷已，一也；缘边漕运独赖御河，今御河淤淀，转输艰梗，二也；塘泊之设，以限南北，浊水所经，即为平陆，三也。”[⑦]

---

① [唐]姚合：《送李侍御过夏州》，《全唐诗》卷496

② [唐]许棠：《夏州道中》，《全唐诗》卷496

③ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷35，淳化五年四月甲申

④ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷318，元丰四年（1081年）十月，庚午

⑤《宋大令集》卷159《废夏州城诏（淳化五年四月乙酉）》

⑥《宋史》卷91《河渠志》

⑦《宋史》卷92《河渠志》

北宋黄河河患频繁与当时的降水有密切关联。沉积证据显示，中国东中部地区过去1000年来最强风暴有6次，其中4次发生在中世纪(Yu et al., 2004)；这一时期东中部地带(30°~35°N)湖泊数量增加(Fang，1993)。但需要指出的是，黄河北东摆动数十年也与宋廷朋党之争有关。北宋前期曾利用水利设施在宋辽边界白沟河一带构建了阻止辽国骑兵南侵的东西数百里防线，黄河两分后，宋廷对塞东而留北派以“睹水为塞”拒辽，还是使黄河统归东流，因朋党之争而莫衷一是，一任黄河北东摆动而误国误民。靖国元年(1101)，任伯雨(约1047~1119)曾感叹：“河为中国患，二千岁矣。自古竭天下之力以事河者，莫如本朝。”①

北宋黄河虽多次变迁，但绝大部分时期都是流经华北平原由渤海湾入海。建炎二年(1128)为阻金兵南下，宋军扒决河堤，使黄河夺泗入淮，黄淮地区的泗水、睢水、涡水、颍水等支流河道、湖泊遭受了严重干扰，秦观(1049~1100)在《泗州东城晚望》中描绘的“渺渺孤城白水环，舳舻人语夕霏间。林梢一抹青如画，应是淮流转处山”的美好景致不复存在。

北宋一朝，黄河大多数时候是浑浊的。据徐近之(1977)统计，北宋后期“黄河清”的次数是隋唐以来最少的阶段(图9.10)。“黄河清”是指黄河中下游河段河水泥沙含量少、河水相对清澈的现象。河清是历代王朝憧憬盛世的文化期盼，一种祥瑞的象征。研究发现，“黄河清”与上游干流流域内干旱、连旱、少暴雨的背景有关(张德二，1995；王星光，彭勇，2002)。

公元9~12世纪，“黄河清”主要集中在10世纪的公元965、公元978、公元987和公元988年，11世纪的1010和1015年，12世纪的1107、1108、1109、1112、1116和1119年。其中，10世纪河清主要出现在黄河下游，而11~12世纪则出现在中游，个别年份河清数百里，持续多日，如公元987年，黄河中游的“澶州河清三百里”，次年又河清200里；1010年12月，河津“当汾水合流处，水清如汾水”；陕州11月河清，12月再清；1015年12月，韩城、郃阳河清百里，涉春不变。12世纪初“黄河清”次数增多，可能与当时气候转冷、西北持续干旱有关。据史料记载，北宋、西夏对峙期间，西北旱灾普遍(参见前文)，1008~1027年、1041~1043年和1067~1088年分别连续或间断出现6次、3次和7次大旱灾、特大旱灾，《文献通考》载：“盖河西之地，自唐中叶以后，一沦异域，顿化为龙荒沙漠之区，无复昔之殷富繁华……虽骁悍如元昊，所有土地过于五凉，然不过与诸蕃部落杂处于旱海不毛之地。兵革之犀利，财货殖殷富，俱不能如曩时。是以北事辽，南事宋，仅足以自存。”②

---

①《宋史》卷93《河渠志》

② [元]马端临：《文献通考》卷322《舆地考八》

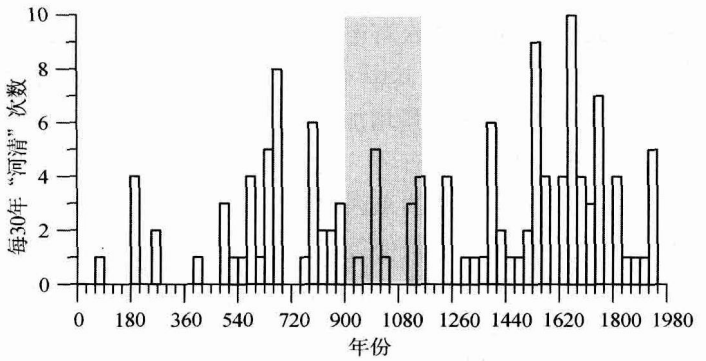


图 9.10 过去 2000 年"黄河清"频次变化(徐近之，1977)

北宋时期黄河多次决溢、改道对黄河中下游流域经济发展和社会稳定影响巨大，河患"费国财害人命不可胜计"，宋廷曾"竭天下之力以事河"。一方面，在黄河中下游堤埽建立数支"业一事专"的专业兵种，从事黄河防汛、抢险以及埽岸、堤防等相关的水利工程建设工作，如分布"自龙门至于渤海，为埽岸以拒水者，凡且百数"[①]，河清兵就是其中规模最大的一支(淮建利，2008)。另一方面，经年"糜费巨万，修堤开河"，如元丰元年(1078)都水监请求朝廷拨款 20 万缗给诸路买治河物资，哲宗时仅河北转运司每年的治河费用"陷租赋以百万计"[②]。惜北宋 160 余年耗亘古未有之力，而治河成效甚微，时人曾总结道"盛宋之隆，河数为败。兴国之间，房村之决为甚"[③]。北宋一朝黄河中下游多次决溢和迁徙以及河水常年浑浊，当与其相对暖干气候和黄河中下游地区森林消失殆尽有关，北宋朝廷朋党之争以及管理无能也是重要原因。

第三节 水域变化与海塘兴修

一、水域变化

(一)海平面变化

前已述及，虽然存在区域差异，但 930s~1310s 中国气候总体上比较温暖，特别是中国东中部地区冬半年平均气温非常有可能高于现今，与欧洲"中世纪暖期"相一致。

① [元]沙克什：《河防通议》卷上《堤埽利病》
② 《宋史》卷 93《河渠志》
③ [宋]曾巩：《元丰类藁》卷 49《本朝政要策·黄河》

在有可能是半球尺度上温暖气候情景下，北宋时中国东南沿海海面显著抬升。据研究，五代时中国东海海平面相对较低（王文，谢志仁，2001），如，后梁开平元年（公元907），钱塘江口陆地面积扩展，吴山东南“沙涨一十五里”①，长江口北岸陆地也向海延伸，泰兴、如皋、静海、海门等地区陆续析为县制②；北宋立朝后，中国东海海平面逐步抬升，到北宋晚期，中国长江河口地区的海平面总体上已高于现今；之后的一个世纪，该地区海平面一度低于现今；13世纪始海平面再次上升，并持续一个多世纪（参见本书附图）（杨怀仁等，1983）。其中，12世纪末至13世纪初是两宋时期我国东部海面最高点（满志敏，1988），当时苏北平原到杭州湾两岸沿海地带海患严重，海岸线普遍后退，土地不断沦入海中。据申洪源和朱诚（2004）考证，江苏盐城地区一口北宋时古水井遗址的井底高程同期逐年抬升（图9.11(a)）。北宋高海面时期可能出现过两次海面下降现象，分别发生在11世纪前期及12世纪初（王文，谢志仁，2001）。另据考证，10世纪末至11世纪初，珠江三角洲咸潮内侵现象严重，洪水横溢（陈吉余，1989）。

海面抬升，导致潮灾增多。五代时，杭州湾海平面相对较低，故潮灾较少。史书记载：“钱氏百年间，岁多丰稔，唯长兴中一遇水耳”，“低田常无水患，高田常无旱灾。”③在两宋高海平面时期，沿海潮灾呈现出高发态势，以公元975年、1075年、1175年、1310年为顶峰（图9.11(b)）（王文，谢志仁，1999）。据史料载，公元961~966年长江口北岸的扬州和泰州地区连续6年有大潮灾发生，潮灾“坏居民庐舍数百区，牛畜死甚众”④，时泰州知州张纶曾言：“涛之患十九，而潦之患十一”⑤；11世纪初，泰州延袤百五十里的捍海堰久废不治，“岁患海涛冒民田”，“风潮泛溢，淹没田产，毁坏亭”⑥；宣和、绍兴后，苏北等沿海地区进入潮灾高潮（图9.11(c)）。淳熙三年（1174）朝廷再次“诏筑泰州月堰，以遏潮水”⑦，北宋著名水利专家郏亶（1038~1103）曾叹“景佑以来，上至朝廷之缙绅，下至农田之匹夫，谋议擘画三四十年”⑧。

① [宋]钱俨：《吴越备史》卷1《武肃王上》
② 《太平寰宇记》卷130《淮南道》
③ [宋]范成大：《吴郡志》水利上
④ 康熙《扬州府志》卷3《祥异》
⑤ 《宋史》卷426《张纶传》
⑥ 《宋史》卷97《河渠志》
⑦ 《宋史》卷97《河渠志》
⑧ [宋]郏亶：《上水利书》，《吴中水利书》卷13

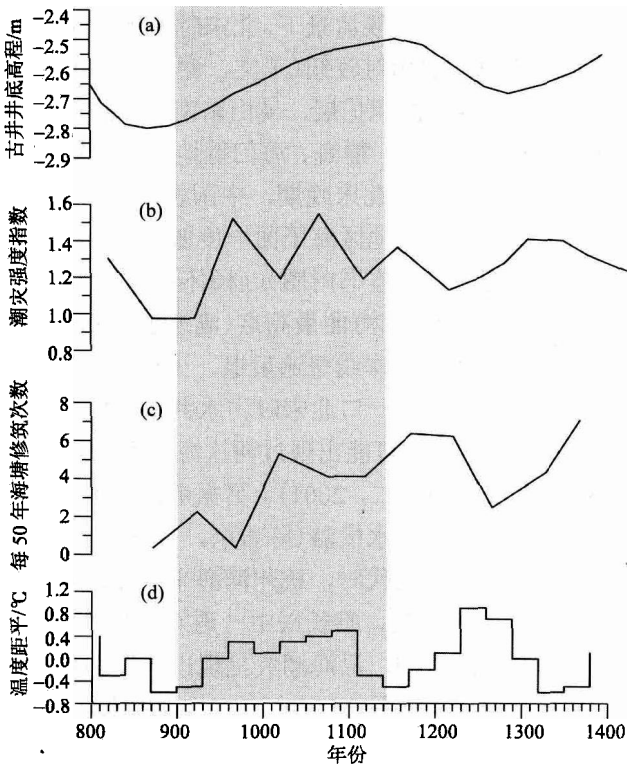


图 9.11 五代北宋时中国东部海平面相关特征要素和东中部地区温度变化

(a) 江苏盐城地区古井遗址井底高程变化(申洪源, 朱诚, 2004); (b) 江浙地区潮灾强度变化(王文, 谢志仁, 2001); (c) 江浙地区海塘每 50 年兴建频次变化(王文, 谢志仁, 1999); (d) 东中部地区每 30 年冬半年温度变化(Ge et al., 2003)

(二) 湖泊变化

10 世纪至 11 世纪初是中国河流、湖泊的扩展期，之后至 1250 年，湖泊面积大幅度缩小，1250 年后，湖泊面积复为增加(Fang，1993)。其中，10 世纪，湖泊数量创唐以来新高，且主要分布于 30°~35°N，较唐代偏北；11 世纪初，水面面积达到最大，部分湖泊急剧扩展，如洞庭湖从东洞庭湖区向西洞庭湖区扩展，范围从南朝时期的“五百里”发展到“周极八百里”，其附近唐代的青草、赤沙等湖与之融为一体，水面扩展了近 100km^2；鄱阳湖迅速扩展后取代了史籍上的彭蠡湖；太湖流域先后出现了澄湖、马腾湖、来苏湖、淀山湖等一系列新湖泊(中国科学院《中国自然地理》编辑委员会，1980)。

五代、北宋湖泊变迁与海面和气候变化有关。北宋海面的抬升，导致了东部沿海地区河水排水不畅，许多低地因之沦为水泽；而降水多寡以及冷暖变化则直

接影响湖面的盈缩(图 9.12)。据史载，景祐二年(1035)知州范仲淹道："姑苏四郊略平衍而为湖者十之二三……积雨之时，湖溢而江壅，横没诸邑，虽北压扬子江而东抵巨浸，河渠至多堙塞已久……或一岁大水，久而未耗，来年暑雨复为渫焉。"[①]苏轼在元祐六年(1091)的奏疏中说："臣到吴中二年，虽为多雨亦未至过甚，而苏、湖、常三州皆大水害稼至十七八。今年虽为淫雨过常，三州之水遂合为一，太湖、松江与海渺然无辨者，盖因二年不退之水，非今年积雨所能独致也。父老皆言此患所从来未远，不过四五十年耳，而近岁特甚。"[②]北宋著名水利学家郏亶亦言："若昆山之所谓斜塘、大泗、黄渎、夷亭、高墟、巴城、雉城、武城、夔家、江家柏、家鳗等瀼，及常熟之市宅、碧宅、五衢、练塘等村；长洲之长荡、黄天铛之类，皆积水不耕之田也，其水之深不过五尺，浅者可二三尺，其间尚有古岸，隐见水中俗谓之老岸。或有古之民家皆甃之遗址在焉，故其地或以家，或以城，或以宅为名。"[③]

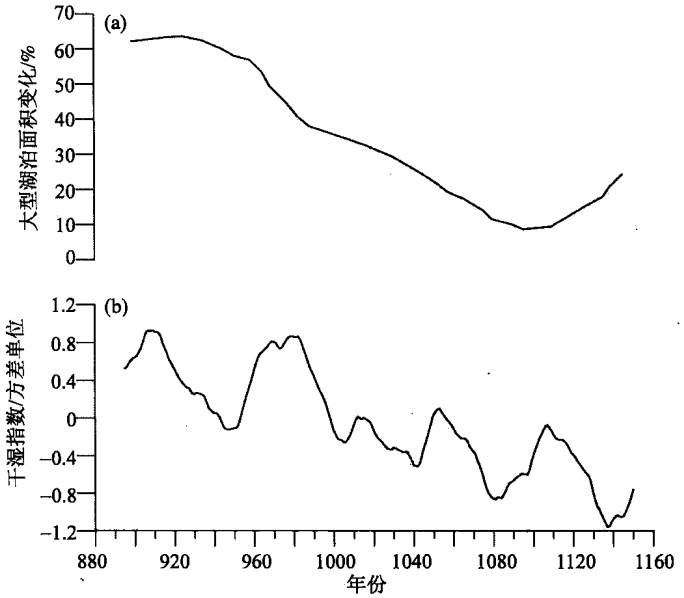


图 9.12　五代北宋时中国东部地区大型湖泊面积与干湿指数的变化

(a)每 30 年的大型湖泊面积变化比(Fang,1993)；(b)30 年滑动平均后的干湿指数变化(Zheng, 2006)

二、海塘工程兴修

海塘是继长城、大运河之后中国历史上又一重大工程。海塘的修筑不仅与东

① [宋]范仲淹：《范文正集》卷 9《上吕相公并呈中丞谘目某谘目》

② [宋]苏轼：《东坡全集》卷 59《进单锷吴中水利书状》

③ [宋]郏亶：《六失六得》，《吴都文萃》卷 5

南地区大规模土地开发密切相连，而且与海面升降直接相关。

五代时海平面较低，陆地向海延伸，当时钱镠(公元 852~932)坐拥东南，为护田垦地，大肆治水修塘。在继承唐代营田管理制度的基础上，钱氏在天祐元年(公元 904)特设“都水营田使”机构，统帅由七、八千人组成的撩浅军，“常为田事，治河筑堤……，居民旱则运水种田，涝则引水出田”。撩浅军依其驻地各有专项，如在急水港、淀泖湖、小官浦的，着重于开浚东南入海通路；分驻在吴淞地区，着重浚治吴淞江及其支流；派往杭州西湖地区，负责清淤、除草、浚泉和维护运河航道等工作[①]。另设“开江营”驻扎常熟、昆山地区，担任东北三十六浦的开浚和堰闸护理，如《常熟县志》载道：“天祐元年(公元 904)，吴越钱氏置都水营田使，以主水事，募卒为都，号曰撩浅，疏导诸河，复设开江营，卒千人，统以两指挥，一驻常熟。”[②]时海面较低，潮灾较少，钱氏重在置泾内浚外塘，成效显著。《吴郡志·水利》有云“钱氏百年间岁多丰稔，唯长兴中一遭水耳。”《资治通鉴》称：“吴越王镠筑捍海石唐(塘)，广杭州城，大修台馆。由是钱塘富庶盛于东南。”[③]

钱氏治水修塘方法因之屡为后人褒评。北宋著名水利学家郏亶（1038~1103）曾云：“苏州环湖地卑多水，尚海地高多厚，故古人(吴越)治河之道，纵则有浦，横则有塘，又有门堰泾沥(通水濠沟)而棋布之……七里为一纵浦，十里为一横塘……水治高田，旱治下泽。”[④]又如《清史稿·艺文志》中《捍海塘志》云：钱氏“治塘以置泾，由泾以通港，使塘以行水，泾以均水，塍以御水，脉络贯通，纵横分布，旱涝有备，仿佛井田遗象”。

钱镠在修筑海塘技术上一改唐代的土塘为竹笼石塘，使得筑塘效果数倍于前，也是当钱氏捍塘效果垂世的重要因素。如《宋史·河渠志》载：“浙江通大海，日授两潮，梁开平中，钱武肃王始筑捍海塘在候潮门外。潮水昼夜冲激，版筑不就，因命强弩数百以射潮头，又致祷胥山祠。既而潮避钱塘，东击西陵，遂造竹器，积巨石，植以大木，堤岸既固，居民乃奠。”

北宋立国后海面显著抬升，一方面使河口水位和洪水位相应抬高，高潮位升高，潮汐强盛；另一方面，导致河流比降变小，流速减缓，泥沙堆积加重。河道淤高又使洪水位再度提升，加剧区域洪涝灾情，另外，海水倒灌还直接导致滨海地区土壤的盐渍化，以致农业产量降低，郏亶之子郏侨因言“至于今日，其患始

① 《十国春秋》卷 78《武肃王世家》
② 康熙《常熟县志》卷 6《水利》
③ 《资治通鉴》卷 267，开平四年
④ 《宋史》卷 96《河渠志》

剧”[①]。据史料载，公元961~966年长江口北岸的扬州和泰州地区连续6年有大潮灾发生，潮灾“坏居民庐舍数百区，牛畜死甚众”[②]，时泰州知州张纶曾言：“涛之患十九，而潦之患十一。”[③]在太湖流域，北宋初由于海平面持续上升，河道淤积至“三江倒灌”，濒湖地区低田相继沦为水泽，水患严重。时“低下之田昔人争售之，今人争弃之，蓄积年之水十无一熟，积空头之税”[④]，“若昆山之所谓斜塘、大泗、黄渎、夷亭、高墟、巴城、雉城、武城、蘼家、江家柏、家鳗等濛，及常熟之市宅、碧宅、五衢、练塘等村；长洲之长荡、黄天铛之类，皆积水不耕之田也，其水之深不过五尺，浅者可二、三尺，其间尚有古岸，隐见水中俗谓之老岸。或有古之民家皆甃之遗址在焉，故其地或以家，或以城，或以宅为名。”[⑤]元祐六年(1091)，苏轼在奏疏中谈到“以日月指之，则水为害于三州，逾五十年矣”[⑥]，“臣到吴中二年，虽为多雨亦未至过甚，而苏湖常三州皆大水，害稼至十七八”[⑦]。

据史料看，海塘工程最晚始于晚唐，五代后日渐兴盛。唐大历年间(公元766~779)，时淮南道黜陟使李承于“楚州置常丰堰以御海潮”[⑧]，此堰自盐城至海陵，“自堰筑成，潮不侵犯，兵农商灶卒得其利”，故《宋史·河渠志》载：“通州、楚州沿海旧有捍海堰……始自唐淮南黜陟使李承所筑，遮护民田，屏蔽盐灶，其功甚大。”开宝年间(公元968~976)，泰州知事王文佑增修捍海堰。11世纪初，泰州延袤百五十里的捍海堰久废不治，“岁患海涛冒民田”，泰州西溪盐官范仲淹目睹“风潮泛溢，淹没田产，毁坏亭”[⑨]，于天圣元年(1023)主持海塘修复工程。海塘修筑后，因“海濒沮洳泻卤之地化为良田，民得奠居”，大大减轻了水灾，这段海塘被后世誉为“范公堤”。景佑元年(1034)六月至二年十月，范仲淹知苏州时，亲勘海浦，主持疏浚了港浦，针对“或曰江水已高，不纳此流；或曰日有潮至，水安得下？或曰沙因潮至，数年复塞”[⑩]问题，指出新开浚的河浦必须设闸，旱时关闸蓄水溉田，可以救干涸，涝时开启以疏积水之患，同时，重视到当时江南圩田的建设。范仲淹三者并重的治圩主张，对后世有一定的影响。如政和六年(1116)，赵霖主持治理太湖强调“一曰开治港浦，二曰置闸启闭，三曰筑圩裹

① [宋]郏侨：《再上水利书》，见：[明]张国维《吴中水利全书》卷13
② 康熙《扬州府志》卷3《祥异》
③《宋史》卷426《张纶传》
④ [宋]单锷：《吴中水利书》
⑤ [宋]郏亶：《六失六得》，见：《吴都文萃》卷5
⑥ [宋]单锷：《吴中水利书》，见：《三吴水考》卷8
⑦ [宋]苏轼：《苏轼奏疏·单锷书》，见：《三吴水利录》卷2
⑧《旧唐书》卷119《李承传》
⑨《宋史》卷97《河渠志》
⑩ [宋]朱长文：《吴郡图经续记》卷下《治水》

田，三者缺一不可”[①]；元大德八年(1304)治理太湖的任仁发也认为“修围、浚河、置闸三者如鼎足，缺一不可”[②]。宣和、绍兴后，苏北等沿海地区进入潮灾高潮。淳熙三年(1174)朝廷再次“诏筑泰州月堰，以遏潮水”[③]，郏亶曾叹“景佑以来，上至朝廷之缙绅，下至农田之匹夫，谋议擘画三、四十年。”[④]

两宋期间，江浙地区塘工修筑频度（图9.11(c)）存在1025年、1175~1225年两个高峰以及1075~1125年、1275年两个低谷(王文，谢志仁，1999)，这较之气温变化的峰谷，有一定的滞后。10世纪末期中国东部气候急剧转干，1040s、1080s和1120s前后干旱程度显著。在这种气候背景下，一些有识之士主张积极采取措施，适应气候变化的影响。如北宋名臣王安石反对消极靠天吃饭，认为“旱暵连年，是皆人力不至，而非岁之咎也”，主张选用得力官吏趁丰收之时和农闲之际，“大浚治川渠，使有所潴，可以无足水之患”[⑤]。宋廷为鼓励水利工程兴修和维护制定了一系列政策法规，例如，庆历三年(1043)颁布了鼓励兴修河田的诏书令[⑥]，熙宁时将“修筑圩埠堤防”列为《农田水利法》的重要内容[⑦]，崇宁时对修筑水利成绩显著者“依格酬奖”[⑧]，政和六年(1116)出台了《管干圩岸、围岸官法》[⑨]。由于应对得法，北宋时江南地区水田农作技术日臻成熟，粮食亩产也大幅增加，农业经济地位始终居全国之首。如“熙宁四年大水，众田皆没，独长洲尤甚，昆山陈新、顾晏、淘湛数家之大圩，了无水患，稻麦两熟，此亦筑岸之验。”[⑩]著名词人秦观曾叹道：“今天下之田称沃衍者，莫如吴越闽蜀。其一亩所出，视他州辄数倍。”[⑪]

第四节　农业的变化

一、小麦和甘蔗的种植

五代后，中国东部地区气候已逐渐变暖。为避免出现“预征”现象，当时北

① [宋]赵霖：《三十六浦利害》，见：《吴都文萃》卷6
② [元] 任仁发：《任仁发水利议答》，见：《吴中水利全书》卷22
③《宋史》卷97《河渠志》
④ [宋]郏亶：《上水利书》，见：《吴中水利全书》卷13
⑤ [宋]王安石：《临川文集》卷75《上杜学士言开河书》
⑥ [清]徐松：《宋会要辑稿》，食货，七之十一
⑦ [清]徐松：《宋会要辑稿》，食货，一之二十八
⑧《宋史》卷95《河渠志》
⑨ [清]徐松：《宋会要辑稿》，食货，一之二十三
⑩ [宋] 赵霖：《三十六浦利害》，见：[宋]郑虎臣：《吴都文粹》卷6
⑪ [宋]秦观：《淮海集》卷15《财用下》

方地区的夏税征收时间多与当地夏粮作物收获期一致，“随熟即输”。据唐长兴四年（公元929）三京、邺都、诸道州府逐年大、小麦、豌豆等夏税征收记录[①]看，当时，越冬麦类和豌豆的界限位于延州（今陕西延安）、庆州（今甘肃庆阳）、振武军（今山西朔州）、大同军（今山西大同）和威塞军（今河北涿鹿）一线，近乎中国现代冬麦种植区北界，而各州军夏税征收是六月初一至初十（阳历7月上旬），亦表明当时小麦成熟期与今大致相近。

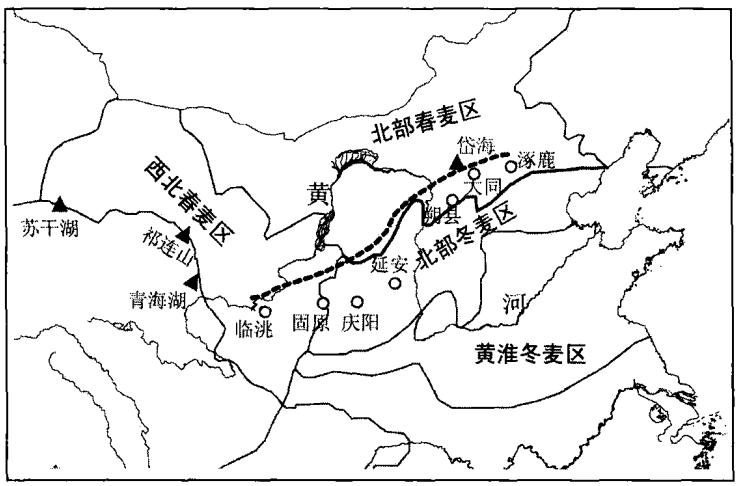
当时，黄河中下游地区气候温湿，粮食丰产。如开宝六年（公元973）四月东明县献瑞麦，淳化二年（公元991）和五年（公元994），陈州和永城县分别献瑞麦，至道三年（公元997）四月唐州献瑞麦[②]。由于连年丰收，市场粮食供给充裕，五代至北宋前期京畿一带粮价低廉。史载，天成二年（公元927）“蔚、代缘边粟斗不过十钱”[③]，端拱二年（公元989）“下粟麦至贱，仓库充轫，露积红腐，陈陈相因，或以充赏给，斗直（值）十钱。”[④]景德四年（1007），“诸路丰稔，淮、蔡间麦斗十钱，粳米斛二百”，大中祥符元年（1008）“诸路言岁稔，米斗七八钱”[⑤]，天圣六年（1028）十一月“京西言谷斗十钱”[⑥]。关中地区是宋初的重要粮仓，政府明文规定，每年必须由陕西漕运粮食八十万石至京师（占当时漕粮总额的14.5%），而且还有大量的粮食与其他农产品输往战场（郝志新等，2009）。

同期，辽国境内的华北北部也因为气候温湿，“其地可植五谷，阿保机率汉人耕种，为治城郭邑屋廛市，如幽州制度，汉人安之，不复思归”[⑦]，辽国农、牧经济获得大的发展，国家存粮丰裕，颇有余力赈济灾民、救助周边受灾民族。如统和元年（公元983）九月，“以东京、平州旱、蝗，诏赈之”[⑧]；统和七年（公元989），“宣政殿学士马得臣卒，诏赠太子少保，赐钱十万，粟百石”[⑨]；统和八年（公元990），“以吐谷浑民饥，赈之”[⑩]。所以，《辽史·食货志》曰：“辽地半沙碛，三时多寒，春秋耕获及其时，黍高下因其地，盖不得与中土同矣。然而辽自初年，农谷充羡，振饥恤难，用不少靳，旁及邻国，沛然有馀，果何道而致其利欤？此无他，劝课得人，规措有法故也。”地处西北地区东部的西夏在立国之初，农业也较为发达，

① [元]马端临：《文献通考》卷3《历代田赋之制》
② 《宋史》卷64《五行志》
③ 《资治通鉴》卷276，天成二年
④ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷30，瑞拱二年春正月，癸巳
⑤ 《宋史》卷7《真宗本纪》
⑥ [元]马端临：《文献通考》卷4《田赋四》
⑦ 《新五代史》卷72《四夷附录第一》
⑧ 《辽史》卷10《圣宗本纪》
⑨ 《辽史》卷12《圣宗本纪》
⑩ 《辽史》卷13《圣宗本纪》

甘、凉等州，尤其是兴庆(今银川)、西平(今灵武)二府所在的河套地区都有麦、稻、糜、粟等粮食作物和豆类作物种植（郝志新等，2009)。

北宋中后期，气候更加温暖。据史料，熙宁八年(1075)，北宋取得了“熙河”一带的控制权。为解决边境粮食供给问题，宋廷采纳了枢密院使吴充(1021~1080)的建议，“令弓箭手以为助田”，“夏田种麦，秋田种粟豆”[①]。“熙河”指熙、河二州(今甘肃临洮及其以西一带)随即成为冬小麦产区。这表明，黄土高原地区的冬麦种植似乎更为普遍，其北界达到了临洮、固原北至延安以北一线，较之现今约偏北 0.5~1.0 纬度(图 9.13)。



——当时冬小麦种植北界 ——现今冬小麦种植北界

图 9.13 宋元时期中国春、冬小麦的种植范围(郝志新等，2009)

11 世纪后期，气候在达到一个暖峰后开始有了转冷的趋势。熙宁三年(1070)，试图复兴关中农业的王韶曾筹划开垦渭水上游的八百里秦川，预期每顷“岁收不下三百石”，但终无成效。北宋末年气候明显转冷，陕西延边一带虽仍有冬小麦种植，但质量明显下降，史载“地苦寒，种麦周岁始熟，以故黏齿不可食”[②]。南宋早期与金对峙时，气候进一步趋冷，中国北方地区冬小麦北界显著南移，故当时夏秋税租征收时间也有了调整。据《金史·食货志》载，金国“夏税六月至八月，秋税十月至十二月为初、中、末三限，州三百里外，纾其期一月”。泰和五年(1205)因金章宗言“十月民获未毕，遽令纳税可乎？”，金国“改秋税限为十一月为初，中都、西京、北京、上京、辽东、临潢、陕西地寒，稼穑迟熟，夏税限以七月为初”。

① [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷 270，熙宁八年十一月庚辰

② [宋]庄绰《鸡肋编》卷上

现代用来制糖的甘蔗种植区北界位于邵阳、长沙、景德镇、衢州、金华一线(中国农林作物气候区划协作组，1987)，该线以北地区虽也有种植，但因热量不足，甘蔗的甜度低而仅能作一般水果食用。北宋时，甘蔗被广泛种植于江、浙、闽、广、湘、蜀川[①]，其中，福州、广州、浙江四明、四川广汉和遂宁最为多产(漆侠，1988)，其种植北界比现代偏北近两个纬度(满志敏，2009)。当时，“甘蔗盛于吴中”[②]，吴中即今太湖流域。南宋末年，盛产甘蔗的种植区从太湖流域转移到了杭州湾，时杭州“仁和临平、小林(甘蔗)多种之”[③]，且因质量上乘而被列入朝贡的土产项目[④]。马可波罗曾在游记中写道：“应知此城(杭州)及其辖境制糖甚多，蛮子其他八部亦有制者。”[⑤]

二、占城稻的引进

占城稻，又名“占禾”、“旱稻”、“占稻”、“百日稻”等，但以其原产地占城(今越南中南部地区)称谓最常用。它具有生长期短、耐旱、不择地而生等特点。北宋大规模引进、改良与推广占城稻，这是中国粮食生产史上第一次革命(何炳棣，2000)。

北宋引种占城稻的时间大约在10世纪70年代。据史载，宋太祖建隆四年(公元963)，“甲戌，占城国遣使来献(占城稻)。”[⑥]由于当时气候温湿，占城稻仅于福建一带引种。11世纪初，中国气候总体温暖，但江淮流域相对干旱，农业生产形势不稳，国家粮食储备逐渐匮乏。如咸平二年(公元999)，“江、浙、广南、荆湖旱”[⑦]；三年(1000)春，“江南、两浙自去年至今，民饿者十八九，未见国家精求救疗之术”，“江、淮每年漕运五百六十万硕米。今年春运不如常年”，十月“江南旱”[⑧]。鉴于“田怕秋旱……岁自处暑至白露不雨，则稻虽秀而不实，吴地下湿不积，一凶则饥矣”[⑨]，为确保粮食安全，北宋朝廷遂于大中祥符五年(1012)“五月辛未，江、淮、两浙旱，给占城稻种，教民种之”[⑩]。据《宋史》载，当时“帝以江、淮、两浙稍旱即水田不登，遣使就福建取占城稻三万斛，分给三路为种，

① [宋]唐慎微，《重修政和经史证类备用本草》卷23《甘蔗》
② [宋]陶谷：《清异录》卷2
③ 咸淳《临安志》卷58《物产》
④ 乾道《临安志》卷2《土贡》
⑤ [意]马可波罗. 2007. 马可波罗行纪. 北京：东方出版社
⑥《宋史》卷3《太祖本纪》
⑦《宋史》卷6《真宗本纪》
⑧ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷46、47，咸平三年
⑨ [宋]陈师道：《后山谈丛》卷3
⑩《宋史》卷8《真宗本纪》

择民田之高仰者莳之，盖旱稻也。内出种法，命转运使揭榜示民，后又种于玉宸殿，帝与近臣同观，毕刈，又遣内侍持于朝堂示百官，稻比中国者穗长而无芒，粒差小，不择地而生。”[①]《宋会要辑稿》载：“大中祥符五年五月，遣使福建州，取占城稻三万斛，分给江淮、两浙三路转运使，并出种法。”[②]《国朝会要》曰：“大中祥符五年，遣使福建取占城禾分给江淮、两浙漕，并出种法，令择民田之高仰者，分给种之。”[③]《草木花果部五十四·占稻》亦云：“江淮之间有稻，粒稍细，耐水旱而成实早，作饭差硬，土人谓之占城米。真宗尝植于苑中，始自占城国传，其种遂植南方也。”僧文莹《湘山野录》曰：“真宗闻占城稻耐旱，遣使以珍货求其种播之，始植于后苑也。”

为大规模引种推广占城稻，北宋朝廷特设置转运使具体负责，令其“经度本路租税、军储，供邦国之用、郡县之费；分巡所部，检察储积，审核账册，刺举官吏臧否，荐举贤能，兴利除害，劝课农业，并许直达”[④]。在宋廷的努力下，北宋中、后期，占城稻在中国长江中下游流域有较大面积的推广，例如，苏轼曾云：“吴国晚蚕初断叶，占城早稻欲移秧。”[⑤]但由于当时气候仍相对温湿，北宋朝廷的努力并未取得明显成效。以致这期间全国各地仍视“再生稻”为祥瑞之象而频频上报。如史料载，宋至道二年(公元996)“处州稻再熟”[⑥]；庆历八年(1048)，“庐州合肥县稻再实”[⑦]；景元年(1034)“孝感、应城二县稻再熟”。元丰六年(1083)，“洪州七县稻已获再生，皆实”[⑧]。宋人叶寘所著《坦斋笔衡·稻孙》载：无为军(今安徽无为县)“稻已刈，得雨复抽余穗”。马端临《文献通考·物异考五》载：“绍圣元年(1094)，淮南军禾一本九穗；五年，淮西路民田既刈，复生实。”[⑨]

三、牛疫的发生与传播

在自然经济条件下，耕牛健康与否直接影响农耕，关乎国计民生和政权稳定，故东汉应劭云：“牛乃耕农之本，百姓所仰，为用最大，国家为之强弱也。建武之

① 《宋史》卷173《食货志》
② [清]徐松：《宋会要辑稿》，食货，一之十七—十八
③ [宋]罗愿：《尔雅翼》卷1《释草一》
④ 龚延明：《宋代官制辞典》，中华书局，1997年，第481~482页
⑤ [宋]苏轼：《东坡集》卷28《歌白塔铺》
⑥ 《宋史》卷5《太宗本纪》
⑦ 《宋史》卷11《仁宗本纪》
⑧ 《宋史》卷64《五行志》
⑨ [元]马端临：《文献通考》卷299《物异考五》

初军役亟动，牛亦损耗，农业颇废。”[①]《新唐书·张廷珪传》亦载：“君所恃在民，民所恃在食，食所资在耕，耕所资在牛；牛废则耕废，耕废则食去，食去则民亡，民亡则何恃为君？”北宋景德年间工部侍郎邢昺也曾指出：“民之灾患，大者有四：一曰疫，二曰旱，三曰水，四曰畜。”[②]因此，秦汉以来史料中亦多有牛疫的记载，因旱引起的牛疫记录更为常见。如建武二十二年(公元 46)，“匈奴中连年旱蝗，赤地数千里，草木尽枯，人畜饥疫，死耗太。”[③]汉明帝永平十八年(公元 75)，在京师及兖、豫、徐州三州大旱，次年春，汉章帝刘炟诏书曰：“比年牛多疾疫，垦田减少，谷价颇贵，人以流亡。方春东作，宜及时务。”[④]时刘般上书云：“郡国以牛疫、水旱，垦田多减。”[⑤]元和元年(公元 84)，牛疫再度盛行，诏书云“自牛疫以来，谷食连少”[⑥]。汉和帝初年，鲁恭曾上书道：“三辅、并、凉少雨，麦根枯焦，牛死日甚，此其不合天心之效也。”[⑦]三国时，亦有“往年牛死，通率天下十能损二；麦不半收，秋种未下”的记载[⑧]。表 9.2 是依据历史文献记载梳理出的有宋一代牛牲疫病情况，从表中可知，两宋时发生的区域性重大牛疫有 16 次，其中北宋时期 8 次，南宋时期 8 次；从空间看，牛疫的爆发经历了一个从黄河中下游到江淮地区，再到江南地区的过程，而这个过程与两宋时期东部地区干湿的格局变化过程是一致的。

中国水牛和黄牛的分布大致以秦岭、淮河为界，南方气候温湿，适宜水牛生长，北方气候冷干多饲养黄牛。现代医学研究认为，动物疫病的产生和传播与气候异常有关(沈凤阁，1988；韩毅，2007)。如《宋史》载：“淳化三年(公元 992)年六月丁丑，黑风自西北起，天地晦螟，雷震有倾乃止。先是都下大热，疫死者众，及此风至疾疫遂止。”[⑨]雍熙元年(公元 984)，宋太祖对宰相说“今冬气和暖，开春恐有获疠”[⑩]；司马光也在奏疏中强调：“冬无雪暖气如春，草木早荣，继以黑风，今夏疫疠大作。”[⑪]欧阳修在庆历五年(1045)的《永阳大雪》诗中说：“清流关前一尺雪，鸟飞不渡人行绝。冰连溪谷麋鹿死，风劲野田桑柘折。江淮卑湿

① [汉]应劭. 风俗通义校注（佚文）. 中华书局，1981. 622
②《宋史》卷 431《邢昺传》
③《后汉书》卷 89《南匈奴列传》
④《后汉书》卷 3《章帝本纪》
⑤《后汉书》卷 39《刘般传》
⑥《后汉书》卷 3《章帝本纪》
⑦《后汉书》卷 35《鲁恭传》
⑧《三国志》卷 16《魏书·任苏杜郑仓传》
⑨《宋史》卷 67《五行志》
⑩ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷 25，雍熙元年，甲辰
⑪《宋史全文》卷 10《宋英宗》，治平二年，八月庚寅

殊北地，岁不苦寒常疫疠。老农自言身七十，曾见此雪才三四。”宋代中医大家郭雍在《伤寒补亡论》中亦云：“春天行非时之气，中人长幼病状相似者，此则温气成疫也，故谓之温疫。”《宋会要辑稿》亦云：“(耕牛)偶因暑月疫病致死。”故南宋农学家陈旉(1076~1156)在《农书》中曾道：“四时有温凉寒暑之异，必顺时调适之可也。于春之初，必尽去牢栏中积滞蓐粪。亦不必春也，但旬日一除，免秽气蒸郁，以成疫疠；且浸渍蹄甲，易以生病。又当祓除不祥，以净爽其处乃善。”

表 9.2 宋代牛(马)疫情统计

时间	疫区	疫情	资料来源
淳化五年(公元 994)	京东东路宋州、淮南东路亳州(河南商丘、安徽亳州)	宋、亳数州牛疫，死者过半。官借钱令就江淮市牛。未至，属时雨沾足，帝虑其耕稼失时，太子中允武允成献踏犁，运以人力	《宋史》卷 173《食货志》
景德二年(1005)	淮、楚、河北(安徽、江苏、湖北、河北等地)	牛多疫死，淮、楚间民踏犁，凡四五人力，可比牛一具	《宋会要辑稿》，食货一之一七
		河朔戎寇之后，耕具颇阙，牛多瘠死	《宋史》卷 173《食货志》
大中祥符二年(1009)八月	河北东路、河北西路(河北中南部、河南北部)	河北牛疫 令澶州勿禁牛渡河。先是，上谓王旦曰：“闻河北牛疫，京东有以耕牛往贸易者，澶州河梁津吏止之，此甚不便，当谕周莹任其所适”	《续资治通鉴长编》卷 72
大中祥符七年(1014)		诸州牛疫 诏民买卖耕牛勿算；继令群牧司选医牛古方，颁之天下	《宋史》卷 173《食货志》
大中祥符八年(1015)闰六月		牛疫 诏颁医方于诸路，免牛税一年	《续资治通鉴长编》85
大中祥符八年(1015)七月		丙辰，以诸州牛疫，免牛税一年 己巳，宋真宗《放牛税诏》：“农牛之力，田亩是资。念疫疠之所伤，寔耕垦之有废，宜蠲市算，以助蒸民，诸处百姓买卖牛税，并放一年	《宋史》卷 8《真宗本纪》、《宋大诏令集》卷 185《放牛税诏》
大中祥符八年(1015)八月	京东东路、京东西路、河北东路、河北西路、永兴军路(山东、河南、河北、陕西一带)	诏京东西、河北、陕西承前例差车牛及和雇般辇悉罢之，以牛疫故也	《续资治通鉴长编》卷 85
庆历四年(1044)春	江淮以南	风闻江淮以南，今春大旱，至有井泉枯竭、牛畜瘴死、鸡犬不存之处，九农失业，民庶嗷嗷，然未闻朝廷有所存恤	欧阳修：《文忠集》卷 104《论救赈江淮饥民札子》
绍兴五年(1135)	广南西路(广西)	广西市马，全纲疫死	《宋史》卷 62《五行志》
	江南东路、江南西路(江苏、安徽、江西一带)	江东、西羊大疫	《宋史》卷 64《五行志》

续表

时间	疫区	疫情	资料来源
绍兴九年(1139)秋冬之间	荆湖北路、淮西、江东西、湖南、京西路(几遍南宋境内)	绍兴九年，岁在己未，湖北牛马皆疫，牛死者十八九，而鄂州界麋、鹿、野猪、虎、狼皆死，至于虵虺亦僵于路傍	庄绰：《鸡肋编》卷下
		以淮西、江东西、湖南地、京西路牛疫，恐民无以耕，委令逐路各取常平诸色钱物，遣官出产处收买，租赁与民……今岁耕牛疫死处诚广，不但牛而已，虽虎、豹、麋、鹿、狼、猱、野兽等弃死山林、原野，所在皆有然	叶梦得：《建康集》卷 7《又与秦相公书》
绍兴十二年(1142)九月	广西、湖南、福建、江浙	又今岁缘牛疫，民间少阙耕牛，应人户典卖耕牛，特与免纳税租一年	《宋会要辑稿》食货六三之三八
淳熙十四年(1187)十一月	淮西(安丰军、寿春、安丰、六安、霍丘地)	自乾道(1165~1173 年)以来……累岁旱伤……今岁粗成薄熟，第缘春间瘟疫流行，耕牛死损，不免变卖物业	《宋会要辑稿》，食货，六一
淳熙六年(1179)十二月	利州西路宕昌、利州东路金州(甘肃宕昌、陕西安康)	宕昌西马、金州马皆大疫	《宋史》卷 62《五行志》
淳熙七年(1180)四月	江南西路、南康军(江西省星子)	是后，一向阙雨，耕牛疫死。今虽得雨，恐已后时而牛死不止，势甚可虑，伏乞睿照	朱熹：《晦雨集》卷 11《庚子应诏封事》
绍熙四年(1193)春	淮南西路(安徽西、河南、湖北北部一带)	淮西牛大疫死	马端临：《文献通考》卷 311《物异考十七》
庆元元年(1195)	淮浙(安徽江北地区、苏北、苏南、浙江一带)	淮浙牛多疫死	

资料来源：《宋会要辑稿》，韩毅(2007)

从统计资料看，宋朝牛疫的发生多与暑热、雨灾、大旱等极端气候灾害有关，其中，与旱灾关联最为密切。如淳化五年(公元 994)秋，“开封府、宋、亳、陈、颍、泗、寿、邓、蔡、润诸州雨水害稼”，当年京东东路宋州、淮南东路亳州爆发牛疫，耕牛丧失过半[①]；大中祥符二年(1009)时“春夏，京师旱。河南府及陕西路、潭、邢州旱”，八月，河北发生牛疫，并蔓延到整个黄河中下游地区，大批耕牛死亡；庆历四年(1044)春，江淮地区南部爆发牛疫，时宋廷“遣内侍两浙、淮南、江南寺庙祈雨”，江淮以南“大旱，至有井泉枯竭”[②]。12 世纪后期，江淮、江南地区长期干旱，牛疫曾大规模发生。据史料，南宋绍兴九年(1139)“六月，旱六十余日，有事于山川”，秋冬之际爆发大范围牛疫，“湖北牛马皆疫，牛死者十八九，而鄂州界麋、鹿、野猪、虎、狼皆死，至于虵虺亦僵于路傍”[③]；淳熙七年(1180)

① 《宋史》卷 173《食货志》

② [宋] 欧阳修：《文忠集》卷 104《论救赈江淮饥民札子》

③ [宋]庄绰：《鸡肋编》卷下

“湖南春旱，诸道自四月不雨，行都自七月不雨，皆至于九月。绍兴、隆兴、建康、江陵府、台、婺、常、润、江、筠、抚、吉、饶、信、徽、池、舒、蕲、黄、和、浔、衡、永州、兴国、临江、南康、无为军皆大旱，江、筠、徽、婺州、广德军、无锡县尤甚，祷雨于天地、宗庙、社稷、山川群望”，当年江南西路、南康军爆发牛疫；绍熙五年(1194)两浙、淮南、江东西路水旱连绵。先是“浙东、西自去冬不雨，至于夏秋，镇江府、常、秀州、江阴军大旱，庐、和、濠、楚州为甚，江西七郡亦旱”[①]，继之淮西和淮浙牛疫蔓延。所以，淳熙十四年(1187)十一月，淮西安抚司说：“自乾道(1165~1173)以来……累岁旱伤……今岁粗成簿熟，第缘春间瘟疫流行，耕牛死损，不免变卖物业。”[②]

第五节　熙宁变法、民变、西夏兴亡

一、熙宁变法

建立在天、地、人三者之间，相互对应、包容与统一的宇宙和谐观，即“天人感应”，是中国传统哲学的重要内容。《论语·季氏》说：“君子有三畏：畏天命，畏大人，畏圣人之言。小人不知天命而不畏也。狎大人，侮圣人之言。”《易传》有：“天垂象，见吉凶。”汉代学者董仲舒(前179~前104)认为“凡灾异之本，尽生于国家之失，国家之失乃始萌芽，而天出灾害以谴告之；谴告之而不知变，乃见怪异以惊骇之；惊骇之尚不知畏恐，其殃咎乃至，以此见天意之仁而不欲陷”[③]，将自然灾害的发生归咎于人的感召，灾异是上天对无道政治的谴责。西汉以来，董仲舒的“天谴灾害说”与中国古代哲学中的“阴阳五行说”渐渐融为一体，而为历代王朝所接受。在“天人感应”思想的笼罩之下，政治通常与自然灾变有着密切的关系。同类灾变事件在不同的政治环境中往往有着不同的政治意义，对朝政产生不同的影响。所以，自然灾变往往被视作朝纲晴雨表，成为衡量朝廷管理得失的标尺，政治清明则天降符瑞，天有异象则意味着朝纲有失。是故，每逢自然灾害，当政者通常以自省罪己、祭祀以及罢相、赦天下等形式祈求“天”的宽恕。

与历代王朝一样，宋朝笃信“天于人君有告诫之道焉，示之以象而已”[④]。淳化二年(公元991)三月，“以岁蝗旱祷雨弗应，(太宗)手诏宰相吕蒙正等‘朕将自

① 《宋史》卷36《光宗本纪》
② [清]徐松：《宋会要辑稿》，食货，六一
③ [汉]董仲舒：《春秋繁露》卷8《必仁且知》
④ 《宋史》卷48《天文志》

焚，以答天谴'。翌日而雨，蝗尽死"[①]。淳化三年(公元 992)夏，久旱不雨，引发蝗灾，"时(李)昉与张齐贤、曾黄中、李沆同居宰辅，以燮理非材，上表待罪，上不之罪。"[②]天圣中，天下水旱蝗起，黄河决滑州(今河南滑县)，谢绛(公元994~1039)曾上疏："去年京师大水，败民庐舍，河渠暴溢，几冒城郭；今年苦旱，百姓疫死，田谷焦槁，秋成绝望，此皆大异也……陛下夙夜勤苦，思有以上塞时变，固宜策告殃咎，变更理化，下罪己之诏。"同时，他援引两汉时遇日食、地震、水旱之变则策免三公为例，建议"今阳骄莫解，虫孽渐炽，河水妄行。循故道之迹，行寻常之政，臣恐不足回灵意、塞至戒。古者，谷不登则亏膳，灾屡至则降服，凶年不涂塓。愿下诏引咎，损太官之膳，避路寝之朝，许士大夫斥讳上闻，讥切时病。罢不急之役，省无名之敛，勿崇私恩，更进直道，宣德流化，以休息天下"[③]。将自然灾害与政治活动紧密联系起来，曾较大程度上影响了北宋政治生活，其中熙宁变法最为典型。

北宋中后期，"三冗"、战争以及和约赔款使北宋财政日益紧张。南宋人叶适(1150~1223)说："至于太宗、真宗之初，用度自给而犹不闻以财为患。及祥符、天禧以后，内之蓄藏稍已空尽。而仁宗景佑、明道天灾流行，继而西事暴兴，五六年不能定。夫当仁宗四十二年，号为本朝至平极盛之世而财用始大乏，天下之论忧忧皆以财为虑矣"[④]，哀叹"天下之弱势，历数古人之为国，无甚一于本朝。"[⑤]而导致这种严峻局面的根本被认为是"三冗"，即"冗兵、冗官、冗费"[⑥]，宋庠(公元996~1066)说："何谓三冗？天下有定官无限员，一冗也；天下厢军不任战而耗衣食，二冗也；僧道日益多而无定数，三冗也。三冗不去，不可为国。"[⑦]故当时有识之士无不呼吁革除"三冗"，图强求存。如李觏(1009~1059)曾呼吁："今之事可谓急矣"、"弱甚矣，忧甚矣，非立大奇，不足以救！"[⑧]范仲淹指出："易曰穷则变，变则通，通则久。此言天下之理有所穷塞，则思变通之道。既能变通，则成长久之业。我国家革五代之乱，富有四海，垂八十年，纲纪制度日削月寝，官壅于下，民困于外，夷狄骄盛，寇盗横炽，不可不更张以救之。"[⑨]疾呼整顿冗官，任用贤能；鉴于"自庆历以来，南北饥馑相继，朝廷大臣……思所以存活之，其

① 《宋史》卷 5《太宗本纪》
② 《宋史》卷 265《李昉传》
③ 《宋史》卷 295《谢绛传》
④ [宋]叶适：《水心集》卷 4《奏议·财总论二》
⑤ [宋]叶适：《水心集》卷 5《奏议·纪纲三》
⑥ [宋]苏辙：《苏辙集》卷 21《上皇帝书》
⑦ 《宋史》卷 284《宋庠传》
⑧ [宋]李觏：《李觏集》卷 28《寄上孙安抚书》
⑨ [宋]范仲淹：《范文正公政府奏议》卷上，《答手诏条陈十事》

术不过发常平、敛富民，为饘粥之养，出糟糠之余，以有限之食，给无数之民。某原其所活者百未有一，而死者白骨已被野矣”[①]，王安石在《上仁宗皇帝言事书》中提出了一整套纲领性的变革政治的方案，他认为，国家“顾内则不能无以社稷为忧，外则不能无惧于夷狄”的根本原因“患在不知法度故也”，要避免“汉之张角三十六方同日而起”、“唐之黄巢横行天下”那样的大规模农民起义，以维护北宋王朝的社会稳定，必须对现有“法度”进行一番“改易更革”，使之“合于当世之变”[②]。即使是保守派在当时也同样怀有通便救弊的渴望，如司马光不仅严厉抨击朝廷的种种弊政，而且指出“凡所数事，皆已竭民财者，陛下安得熟视而无所变更耶”[③]；治平四年(1067)，司马光又在论差役之害中说：“若因循不改，日益久，则患愈深矣。”[④]南宋人朱熹曾言：“只当时非独荆公要如此，诸贤都有变更意”，“熙宁更法，亦是势当如此。”[⑤]试图振时兴治，摆脱长期以来国家积贫积弱窘境的“熙宁变法”即是在此背景下诞生的。

“熙宁变法”，又称“王安石变法”，始于熙宁二年(1069)，止于熙宁七年(1074)。其主要内容包括：设置三司条例司作为原本掌握财政的三司的上级机构，统筹全国财政，研究变法的方案，制订国家财政收支计划；实施方田均税法、均输法、青苗法、农田水利法、市易法、募役法的理财(富国)之法；推行保甲法、裁兵法、将兵法、保马法、军器监法的强兵之法；采用太学三舍法、贡举法，唯才用人的取士之法。王安石的变法对于增加国家收入，有着积极的作用，北宋积贫积弱的局面因之在一定程度上得以缓解。但是，王安石急于求成，推行过急，事前缺乏充分宣传，且触犯了保守派的利益与传统观念。故在变法之始，即备受攻击。如在王安石主持变法的当月，宰相富弼(1004~1083)闻得王安石所言“灾异皆天数，非人事得失所致者”，便喟叹曰：“人君所畏唯天。若不畏天，何事不可为者？此必奸人欲进邪说以摇上心，使辅弼谏诤之臣，无所施其力。是治乱之机，不可以不速救。即上书数千言，力论之。”[⑥]并在《论灾异而非时数奏》中，列举了当时发生的天文变异和地震状况，就王安石对待天意的思想及变法是否合乎天意，提出了质疑。司马光等认为王安石的“天命不足畏，祖宗不足法，流俗不足恤”[⑦]，违背了孔子“畏天命、畏大人、畏圣人之言”的“三畏”思想，

① [宋]王安石：《王文公文集》卷2《再上龚舍人书》
② [宋]王安石：《临川文集》卷39《上仁宗皇帝言事书》
③ [宋]司马光：《温国文正司马公文集》卷23《论财利疏》
④ [宋]司马光：《温国文正司马公文集》卷38《衙前札子》
⑤ [宋]黎靖德：《朱子语类》卷130《自熙宁至靖康用人》
⑥ [宋]徐乾学：《资治通鉴后编》卷76，甲子
⑦ [宋]邵伯温：《闻见录》卷13

坚持“祖宗之法，不可变也”[①]，将当时出现的旱灾、彗星和华山坍塌等归咎于王安石的变法。

“熙宁变法”仅推行了五载就失败了。在表面上它败给了以司马光为首的保守派，实际上它败给了西汉以来就流行于各朝的“天人感应”理论。新法实施期间一年盛于一年的大规模旱灾在“天人感应”理论的解释下，成为保守派剿灭变法的“杀手锏”。

据《续资治通鉴长编》载，从宋太祖建隆元年(公元 960)到宋哲宗元符二年(1099)的139年中，由皇帝下诏进行的大型祈雨活动有113次，其中熙宁七年(1074)前后最多，如熙宁六年4次，熙宁七年10次，熙宁八年5次。“自熙宁六年七月不雨，至于七年之三月，人无生意”[②]，而熙宁七年(1074)旱灾自前一年秋开始，很快饥荒蔓延到全国；二月发常平米振河阳饥民[③]；四月神宗下诏说：“冬夏旱，海内被灾者广，避殿减膳，责躬思过，以图消复。”[④]其后，旱情继续蔓延加剧，“河北、河东、陕西、京东西、淮南诸路久旱；九月诸路复旱，时新复洮河亦旱，羌户多殍死。”[⑤]保守派代表司马光在上奏折称：“北尽塞表，东被海涯，南踰江淮，西及邛蜀，自去岁秋冬，绝少雨雪，井泉溪涧，往往涸竭，二麦无收，民已绝望，孟夏过半，秋种未入，中户以下，大抵乏食，采木实草根以延朝夕。”同时，告“阙食”的还有河东的岚州、石州(离石)、京东路的齐州(济南)、郓州(东平)、(开封)府界诸县、大名府的怀(沁阳)、卫州(汲县)、延州、陈留等县、真定府的邢、洺、磁、相、赵等州、鄜延路的延州、环庆州、保安军、陕西诸路、河北西路、永兴军、冀州等地。继而是因旱灾涌现的大批流民，其中，“东北流民，每风沙霾噎，扶携塞道，羸瘠愁苦，身无完衣。并城民买麻糁麦麸，合米为糜，或茹木实草根，至身被锁械，而负瓦揭木，卖以偿官，累累不绝”[⑥]。降水一向丰沛的江浙地区也旱荒了连年，熙宁六年(1073)后太湖居然连续两年干涸，“湖心见古墓街衢井灶无算”，蝗蝻生，民大饥[⑦]。苏轼在元祐四年(1089)的《乞赈济浙西七州状》说：“熙宁中饥疫，人死大半，至今城市寂寥，少欠官私逋负，十人而九”，“两浙饥馑，是时米斗二百，人死大半，父老至今言之流涕”。

面对严重的旱灾，宋神宗在损膳的同时，痛下罪己诏曰“朕涉道日浅，暗于

---

①《宋史》卷336《司马光传》
②《宋史》卷321《郑侠传》
③《宋史》卷15《神宗本纪》
④《宋史》卷17《哲宗本纪》
⑤《宋史》卷66《五行志》
⑥《宋史》卷321《郑侠传》
⑦ 江苏省气象情报资料室：《江苏省气候历史资料》，内部资料，1978

致治，政失厥中，以干阴阳之和，乃自冬迄今，旱为虐，四海之内，被灾者广”[①]，要求臣下直言朝政缺失，以回应天谴，祈上天减免灾情。大规模旱灾因此成为保守派攻击和诋毁变法背离天意的有力证据。

曾从学于王安石的原光州司法参军郑侠(1041~1119)适时上呈了一幅《流民图》，并附疏云：“去年大蝗，秋冬亢旱，麦苗焦枯，五种不入，群情惧死；方春斩伐，竭泽而渔，草木鱼鳖，亦莫生遂。灾患之来，莫之或御。愿陛下开仓廪，赈贫乏，取有司掊克不道之政，一切罢去，冀下召和气，上应天心，延万姓垂死之命”[②]，“旱由安石所致。去安石，天必雨”[③]，“如陛下行臣之言，十日不雨，即乞斩臣宣德门外，以正欺君之罪”[④]。《流民图》不仅让慈圣、宣仁二位太后含泪对神宗说：“王安石乱天下”，也让神宗“流涕，退，命安石议裁损之。”[⑤]由于旱情不减，传统思想中天谴论日渐盛传，神宗的改革信心逐渐发生了动摇，甚至对变革正确与否产生了疑虑，以致“忧见容色，每辅臣进见未尝不叹息恳恻，欲尽罢保甲、方田等事”。面对神宗的犹豫与风靡朝野的天谴舆论压力，尽管王安石解释道：“水旱常数，尧汤所不免。此不足招圣虑，但当修人事以应之”，但神宗还是说：“此岂细事，朕所以恐惧者，正为人事之未修尔。今取免行钱太重，人情咨怨，至出不逊语。自近臣以至后族，无不言其害。两宫泣下，忧京师乱起，以为天旱，更失人心。”[⑥]不久，环庆路安抚使楚建中(1010~1090)上奏：“奉手诏，以缘边旱灾，汉、蕃缺食，夏人乘此荐饥，辄以赏物招诱熟户，至千百为群，相结背逃。若不厚加拯接，或致窜逸，于边防障捍非便”，更让朝廷深感不安；司马光借机在《应诏言朝政阙失状》中请求废除新法及停止用兵西北；知青州滕甫亦云：“自熙宁二年以来所行新法，有不便者悉罢之，则民气和而天意解矣。”[⑦]在强烈的“天谴新法”文化氛围中，王安石遂遭罢相。

熙宁八年(1075)，王安石再度拜相，但持续的干旱，让支持者的信心逐渐丧失，改革向纵深处继续推行的基础更为薄弱。当年十月，复有彗星出现东方，王安石上疏道：“晋武帝五年，彗出轸；十年，又有孛。而其在位二十八年，与《乙巳占》所期不合。盖天道远，先王虽有官占，而所信者人事而已。天文之变无穷，上下傅会，岂无偶合？”[⑧]然神宗疑虑是否与德政有关，仍依惯例避殿减膳，诏求

① [清]毕沅：《续资治通鉴》卷70，熙宁七年三月，乙丑
② 《宋史》卷321《郑侠传》
③ 《宋史》卷327《王安石传》
④ 《宋史》卷321《郑侠传》
⑤ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷252，熙宁七年四月甲戌，丙戌
⑥ 《宋史》卷327《王安石传》
⑦ [清]毕沅：《续资治通鉴》卷70，熙宁七年
⑧ [清]毕沅：《续资治通鉴》卷269，熙宁八年十月戊戌

直言。王安礼(1034~1095)疏文言："人事失于下，变象见于上。陛下有仁民爱物之心而泽不下究，意者左右大臣，是非好恶不求诸道，谓忠者为不忠，不贤者为贤，乘权射利者。用力殚于沟瘠，取利究于园夫，足以干阴阳而致星变。愿察亲近之行，杜邪妄之门。至于祈禳小数，贬损旧章，恐非所以应天变也。"将天异现象的出现归咎于皇帝受近臣蒙蔽，神宗阅后赞叹不已，曰："王珪欲使卿条具，朕尝谓不应沮格人言，以自壅障。今以一指蔽目，虽泰、华在前弗之见，近习蔽其君，何以异此，卿当益自信。"彗星仅现了 20 天，然在其消失的 10 天，张方平(1007~1091)继续上书道："新法行已六年，事之利害，非一二可悉。天地之变，人心实为之。故和气不应，灾异荐作。顾其事必有未协于民者矣。法既未协，事须必改。若又惮改，人将不堪。此臣所以痛心疾首，一夕而九兴也。"[①]失去神宗信任与支持的王安石在日益高涨的天谴舆论压力面前，于熙宁九年(1076)再次辞相，故史曰："以旱引去，洎复相，岁馀罢。"[②]

全国性的大面积旱灾并没有因为王安石的辞去而终结。元祐元年(1086)，哲宗即位后，灾异天谴之说，依然是攻击变革的基础。侍御史刘挚、监察御史王彦叟、殿中侍御史刘茨莊等屡次上书，痛陈"熙宁变法"之弊，要求弹劾蔡確、韩缜、章惇等变法派。如王彦叟针对当年春旱，在奏折中说："变异甚大，此天道之所以警陛下也"，仅以"祈穰小数以冀消伏"，"未得所以求天道之要"，"今天之大害，莫如青苗、免役之法"，"朝中之大奸，莫如蔡確之阴险刻，章惇之谗很戾，相为朋比"，"乞罢(蔡)確与(章)惇"[③]；司马光弹劾上相蔡確不恭不忠，所以"天示谴告，旱暵成灾，无燮理阴阳之德"，要求效法古今典故，遇到重大水旱等重大灾害，罢相弥灾；刘挚更是引经据典说："汉世水旱灾变，必策免三公，而三公以灾异引咎自杀者，比比有之。又曰：'烹弘羊，天乃雨'。夫烹人非致雨之道，而雨必可致者，盖桑弘羊聚敛奸臣也，以谓烹是人则民心悦，民心悦则天怒解而和气应也。"蔡確(1037~1093)身为公卿，"职在燮理阴阳故也"[④]，遇水旱灾异，应引咎自劾以谢天谴。是年二月，蔡確遭罢，其他改革派精英也相继被免，史称"元祐更化"。此后，北宋社会政治生活也进入到了一个动荡时期。新法虽然停止了继续推行，但是部分已经贯彻执行的并没有被废除，并在其后的几年显现了成效。学者陆佃(1042~1102)曾说："造元丰间(1078~1085)，积票塞上，盖数千万石，而四方常平之钱，不可胜计。"也许是看到了变法的益处所在，12 世纪初即位的徽宗赵佶有意修熙丰政事，任命用熙宁变法的支持者蔡京为相，继续推行新法。

① [清]毕沅：《续资治通鉴》卷 71，熙宁八年
② 《宋史》卷 327《王安石传》
③ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷 364，元祐元年，甲辰
④ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷 364，庚戌

宋人吕中(淳祐中进士)在总结北宋政治制度时说:“我朝之法自建隆至治平,其间虽有损益,而其大意皆本艺祖之公法,变于熙宁而极于今日。”[①]“自熙宁以来至今三十余年,天下之事已经四次更改,熙宁改治平,元丰改熙宁,元祐改神宗,绍圣改宣仁。”[②]曾敏行(1118~1175)在《独醒杂志》卷三载:“徽宗初改元曰建中靖国,本谓建大中之道,无熙宁元祐之分也。将令学士撰诏,曾子宣言:‘建中乃唐德宗幸奉天时年号,不若更之。’上曰:‘太平亦梁末帝禅位年号,太宗用之,初何嫌焉。改元曰崇宁,崇宁者,谓崇熙宁也。”虽然在改革派与保守派的争执中,大范围旱灾在“天人感应”理论的解释下最终辅助司马光等保守派,成功地达到了其政治目的;然无论是改革派掌权,还是反对派掌权,都不能走出干旱期带来的社会经济困境。可叹者,适逢暖干气候也。

二、民变

宋人李新曾言:“三辰悖序,水旱失时,灾异生变,疫疠迭作,盗贼窃发,蛮夷不宾。”[③]历史上,社会动荡,特别是农民起义(或民变)几与气候灾害相关联,尤其在自然灾害频发,饥荒接踵而至,官府无力救济的政治动荡时代。如开运三年(公元946)的水旱灾荒所引起的民变,就曾让后晋社会动荡不安。是年二月,“时河北大饥,民饿死者所在以万数,兖、郓、沧、贝之间,盗贼蜂起,吏不能禁”,方简先入契丹境掠夺,后“简欲乘中国凶饥,引契丹入寇”[④];又据《旧五代史·少帝本纪》载,四月旱,“宰臣诣寺观祷雨”,曹州“部民相次饥死凡三千人,时河南、河北大饥,殍殣民甚众,于是“沂、密、兖、郓寇盗群起,所在屯聚,剽劫县邑,吏不能禁”;六月,“河决渔池。大饥,群盗起”;七月,“河南、河北诸州郡饿死者数万人,群盗蜂起,剽略县镇,霖雨不止,川泽泛涨,损害秋稼”;八月,“秦州雨,两旬不止,邽都雨水一丈,洛京、郑州、贝州大水,邽都、夏津临清两县,饿死民凡三千三百。盗入临濮、费县”。

图9.14(a)是五代至北宋时期农民起义次数。据统计,五代时民变28次,十国时23次(张泽咸,1979);北宋的166年中,民变始终贯穿整个朝代,规模较大的民变有177起(何竹淇,1976),其中尤以王小波、李顺、方腊、宋江起义最为出名。除了数量多外,北宋民变还具有持续时间短(持续最长的王小波、李顺起义也仅两年)、多为地方性骚乱的特点。在时空分布特点上,公元993年之前,全宋境内民变较少,主要发生在四川盆地;仁宗时,民变较多,主要集中在河南、山

① [宋]吕中:《宋大事记讲义》卷1《制度论》
② [宋]陈瓘:《上徽宗乞以四次改更前事为鉴》,见:《宋名臣奏议》卷119
③ [宋]李新:《跨鳌集》卷19《上皇帝万言书》
④《资治通鉴》卷285,开运三年

东地区；徽宗建中靖国(1101)后，民变此起彼伏，发生地点南北交替，但南方相对集中。

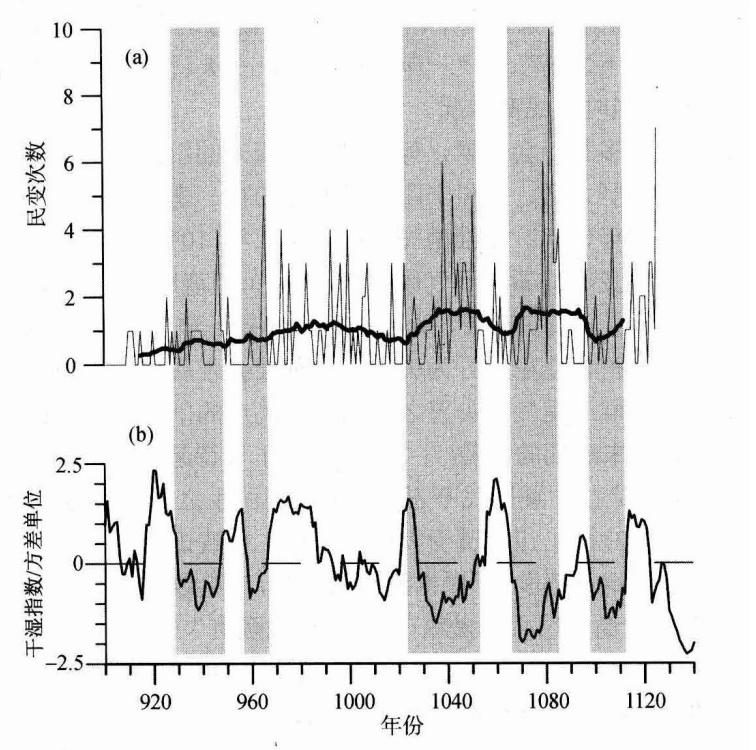


图 9.14　五代、北宋民变次数与同期干湿指数变化

(a)民变次数变化(张泽咸，1979；何竹淇，1976)，细线为年发生数，粗线为 30 年滑动平均；(b)东中部地区干湿指数(Ge et al.，2003)

北宋农民起义的另一个显著特点是贯穿整个朝代。一般而言，农民起义通常是社会经济矛盾不断加剧的结果，多发生在朝代末期，是朝代更迭的重要力量，然北宋情况例外。宋太祖在位的 16 年间民变 17 起，其中公元 963~967 年 5 年间，京畿和四川爆发了 9 次民变；公元 993 年，时距北宋统一长江南北仅 16 年，四川爆发了大规模的王小波、李顺起义。之前，全宋境内见诸史籍的不同规模的民变达 32 起，其中，最早的是乾德元年(公元 963)朗州(今湖南常德)汪端起事[①]。建中靖国(1101)后，京东、河北、河东、两浙、荆湖、福建等地，民变此起彼伏，少者数十人，多者数百人、数千人；宣和年间(1119~1125)，农民起义风起云涌，不仅频次骤增，而且出现的地域与规模都愈空前。时东南等地有方腊、吕师囊、

① 《宋史》卷 264《薛居正传》

仇道人、陆行几等起义，起义军人数号称百万；京东等地则有宋江、贾进、张仙等起义，众至数十万，其中，宋江“白昼出剽，吏畏不敢问”[①]；河北等地有高托山、张迪等起义；京畿、京西、淮南、江西、荆湖等地也都时有动乱发生。所以，文献多用“遍满天下之渐”[②]，“一年多如一年，一火(伙)强于一火(伙)”[③]，“不可胜计”等[④]记述当时的民变状况。

民变的爆发有多种社会因素，但气候灾害带来的饥荒和流民，往往是社会动荡的直接诱因和中坚力量。如熙宁四年(1071)的宿、亳民变；元丰三年(1080)的河北民变；元丰五年(1082)的淮南民变；天禧二年(1018)的淄青州民变；明道二年(1032)的淮南民变等均肇因于气候灾害。“民饥则盗贼必起”[⑤]，且“流民饿殍充满道路，亢旱已甚，疫疠渐兴，人心彷徨，忧畏不宁”[⑥]，假如当时朝廷与地方政府赈灾不力或维护社会稳定行为失措，各种社会矛盾势必尖锐，为民变领导者利用宗教等途径博取遭受气候灾害之苦的广大民众的信赖，并借此掀起社会动乱提供了契机。如北宋后期的方腊(？~1121)，为了等待起事时机，面对酷吏“怨而未敢发。会花石纲之扰，遂因民不忍，阴取贫乏游手之徒，赈恤结纳之。”[⑦]又如淳化四年(公元 993)春，川峡遭受大面积旱灾，以致饥馑蔓延，民不聊生，饿殍载道。然官府却“始议掊取”[⑧]原本没有的榷茶，“赋敛急迫，使农民失业，不能自存”[⑨]；同时，官商勾结乘机操纵市场，“释贱贩贵”[⑩]，进一步加剧了灾民对宋廷设置在当地的“博买务”垄断布帛贸易，贱价强购农民生产的布帛细绢的不满。因贩茶失业的王小波等借机在青城县聚集农民起义，利用当地对于李冰等人的“水神崇拜”发动群众，“旬日之间，归之者数万人”[⑪]，一举攻占青城县，又转战邛、蜀各州县，在成都建立农民政权。

中唐以来，江南地区一直是中央王朝的重要税源地，尤其在宋、夏、辽对峙期间，江南地区承担着北宋大部分税务，据《青溪寇轨》载：“国初，江、淮、湖、

① 《宋史》卷 170《石公弼传》
② [宋]李焘《续资治通鉴长编》卷 143，庆历三年九月，丁丑
③ [宋]欧阳修：《文忠集》卷 100《再论置兵御贼札子》
④ [宋]张方平：《了全集》卷 22《请选湖南安抚职司长吏等事》
⑤ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷 364，元祐元年，丙寅
⑥ [宋]赵抃：《清献集》卷 7《奏状论久旱乞行雩祀》
⑦ [宋]方勺：《青溪寇轨》
⑧ [宋]苏辙：《栾城集》卷 36《论蜀茶五害》
⑨ [宋]王称：《东都事略》卷 42《石普传》
⑩ [宋]曾巩：《隆平集》卷 20《王小波、李顺》
⑪ [宋]沈括：《梦溪笔谈》卷 25《杂志二》

浙上供军粮，岁无定数。”[①]尤其“西北二虏，岁币百万，朝廷军国经费千万，多出东南。”然北宋后期，气候明显转冷，江浙地区先是年年遭受旱蝗侵袭，后是“水灾不断，淫雨害稼。”[②]如，明越地区“政和(1111)以来，创为应奉，始废湖为田。自是两州之民，岁被水旱之患”[③]。建中靖国元年(1101)后，宋廷为满足宫廷奢靡生活，又于江南地区大量索取奇石珍玩，百姓税赋加重，遂致民怨鼎沸，起义抗争。

据史载，宋廷先“以修奉景灵西宫，下苏、湖二州采太湖石四千六百块”[④]；崇宁元年(1102)三月又“命宦者童贯置局于苏、杭，造作器用。诸牙、角、犀、玉、金、银、竹、藤、装画、糊抹、雕刻、织绣之工，曲尽其巧。诸色匠日役数千，而材物所须悉科于民，民力重困”；崇宁四年(1105)十一月再令“朱勔领苏、杭应奉局及花石纲于苏州”[⑤]。朱勔(1075~1126)为了讨好宋徽宗，大量勒索花石纲，地方官吏也乘机大肆盘剥，东南一带的百姓在连逢旱涝灾害的同时又无端增加了税赋，导致“民预是役者，中家悉破产，或鬻卖子女以供其须(需)。”[⑥]方腊适时利用摩尼教作为思想武器，“率财以助”，让困难中百姓得以“积微以至于小康”[⑦]，建立广泛的群众基础，于宣和二年(1120)在歙县七贤村起义。方腊在起事宣言中说：“今赋役繁重，官吏侵渔，农桑不足以供应。吾侪所赖为命者漆楮竹木耳，又悉科取，无锱铢遗”，“独吾民终岁勤动，妻子冻馁，求一日饱食不可得”，“东南之民苦于剥削久矣，近岁花石之忧，尤所弗堪”，痛斥朝廷“暴虐如是，天人之心，能无楹乎”，号召“诸君若能仗义而起，四方必闻风响应，旬日之间，万众可集。”[⑧]方腊登高一呼，响应的民众旬日以百万计，三个多月内方腊所领导的起义军即攻占了睦州、歙州、杭州、婺州、衢州、处州等六州五十二县，起义军也扩展至近百万人，以至“东南大震。”[⑨]

宣和元年(1119)，北方旱情愈发严重，农业收成锐减。然宋廷救助无力，大批农民流离失所，“宋江以三十六人横行河朔、京东，官军数万无敢抗者。”[⑩]

---

① [宋]王辟之：《渑水燕谈录》卷五《官制》

② 浙江省气象局. 浙江省气候史料(内部资料). 1978; 江苏省气象情报资料室. 江苏省气候历史资料(内部资料). 1978

③ [元]马端临：《文献通考》卷1《田赋》

④ [清]毕沅：《续资治通鉴》卷87，建中靖国元年十二月

⑤ [明]冯琦编：《宋史纪事本末》卷11《花石纲之役》

⑥《宋史》卷470《朱勔传》

⑦ [宋] 庄绰：《鸡肋编》卷上

⑧ [宋]方勺：《青溪寇轨》

⑨《宋史》卷468《童贯传》

⑩ [宋]王称：《东京事略》卷103《侯蒙传》

“人不堪命，皆去为盗”[①]可为宋代基层社会民变之本质写照。王安石曾言：“王小波自以饥民众，不为官司所恤，遂相聚为盗，而史官乃归咎般取蜀物上供多而致然。不知般取孟氏府库物以上供，于饥民有何利害！”[②]刘敞(1019~1068)也曾道：“凡人有九年耕，然后有三年之食，有三年之食，然后可以教以礼仪。今所以使衣食不足、政赋不均、教化不修者，牧守乎哉吾恐未得其益，而汉武沈命之敝，殆复起矣”，“衣食不足，盗之源也；政赋不均，盗之源也；教化不修，盗之源也。一源慢，则探囊发箧而为盗矣；二源慢，则操兵刃劫良民而为盗矣；三源慢，则攻城邑略百姓而为盗矣。此所谓盗有源也”，民“非不畏死也，念无以生，以谓坐而持死，不若起而图生也”[③]；岭南名臣余靖(1000~1064)亦云：“臣又闻衣食不足，虽尧舜在上，不能使民不为盗贼。若水旱之后，盗贼滋长，势之常也。”[④]王质(1135~1189)则进一步指出：“盗贼之所出者有三，一曰饥民，二曰愚民，三曰奸民。饥民求生，愚民求福，奸民求利，其初皆生于有所避，有所慕，而要其情之所终，则有可返者，有不可返者。可返者饥民，不可返者愚民、奸民也。何者？饥民之为盗，非有所大欲也，无可生之计，是以为冒死之策，而其心未尝不好生恶死也……惟夫愚民之求福也无厌。求之于佛者而以为未足，又转而求之于鬼神；求之于鬼神而以为未足，故左道惑人焉。则是食菜事魔者，盖生于愚民求福之无厌也，奸民之求利也无已……求福之无厌、求利之无已，是心易入而难出，易聚而难散。”[⑤]

为预防和抑制因水旱灾荒而引起的民变，宋廷也曾采取了一些措施，如平籴、招募青壮年入伍、以工代赈等，甚至也实施了铁腕政策，严厉镇压民变。如司马光主张：“今岁府界京东京西，水灾极多，严刑峻法，以除盗贼，犹恐春冬之交，饥民啸聚，不可禁御……若有一人敢劫夺人斛斗者，立加擒捕，依法施行。如此则众知所畏，不敢轻犯。”[⑥]然终北宋一朝因气候灾荒而引发的官民冲突未有稍减，除适逢暖干气候外，亦与两宋国家文化核心价值观有关。两宋均是相对富裕的王朝，但在中国数千年历史上，却都不是尚武强盛的王朝，武备和管理始终有所欠缺。在国家管理文化中，北宋崇尚理学，“顺天应人”、重文轻武的思想长期占据主导地位，朝廷上下朋党辈出，议论纵横。以致对外交往丧权辱国，对内管理百弊丛生。大到黄河改道治理百年无功，小到面对三、五毛贼偷盗打劫而束手无策。

① [宋]王明清：《挥尘后录》卷2

② [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷249，熙宁七年正月癸亥

③ [宋]刘敞：《患盗论》，《宋文鉴》卷95

④ [宋]余靖：《上仁宗乞宽租赋防盗贼》，见：《宋朝诸臣奏议》卷106

⑤ [宋]王质：《雪山集》卷3《论镇盗疏》

⑥ [宋]司马光：《传家集》卷33《言除盗札子》

如庆历三年(1043)沂州的王伦兵变，初时仅有四、五十名士卒，后转战淮南，历沂、密、海、泗、真、扬诸州，“横行淮海，如履无人”，至高邮军时，也不过有众二、三百人”[①]，《宋史·张叔夜传》载：“宋江起河朔，转略十郡，官军莫敢婴其锋。”治国若此，不亡亦难。

三、西夏兴亡

西夏国是指五代至宋元时西部地区的游牧民族党项人所建立的一个封建政权，1038 年由景宗李元昊(1032~1048 在位)建国，1227 年被蒙古军队灭族而退出历史舞台。西夏王朝曾创立了独立文字——蕃书，并形成了自己独特的文化习俗(曾多次整修敦煌莫高窟，将自身的民族特色融入其中)，农牧业、商业及手工业也曾达到较高水平。强盛时，西夏国与宋、辽三分天下，疆域方圆数千里，东尽黄河，西至玉门，南界萧关(今宁夏同心南)，北控大漠，掌控着以宁夏为中心，西北大部分地区(图 9.1)。只可惜曾经辉煌的西夏王朝，在蒙古人野蛮屠杀中戛然而止，而党项民族创造的灿烂而独特的文化，除残留不明其意的少部分文档和掩迹于大漠黄沙中的王陵外，仿佛尘烟一瞬间随风而逝，一任今人在宋人浮光掠影般的记述中唏嘘不已。

对西夏之崛起，后人常联想到元昊之雄才大略；对其衰亡，则以襄宗(李安全)(1206~1211 在位)、神宗(李遵顼)(1211~1223 在位)朝的腐败以及蒙古族的崛起为内外因。然一个国家的兴亡，皆非一人一时之功过，也非简单地归因于外辅、外患，而实与其经济发展和环境变化密不可分。据已掌握的资料看，气候变化可能在西夏崛起和衰亡过程中产生了重要影响。

西夏由景宗建国，但国家根基却始自太祖李继迁(公元 963~1004)。10 世纪后半叶我国西部地区气候状况即与今相近；11 世纪中叶时则更为温暖，气温较今高 0.5~1.0℃，季风强盛，季风雨带显著北移和西进，降水增多。在暖湿气候环境里，散居于河套地区、河西走廊一带的党项族农牧业经济飞速发展、人畜两旺。据史载，长兴四年(公元 933)“西北诸胡卖马者往来如织”[②]，太宗李德明在位时(1003~1032)，“塞垣之下，逾三十年，有耕无战。禾黍云合，甲胄尘委，养生葬死，各终天年”[③]，“武威郡至天圣初土贡(马匹)不绝。”[④]良好的气候条件为党项族立国奠定了雄厚的经济基础。

西夏建国后，气候仍然暖湿，黄河水利资源丰富。在横山以北和河西走廊地带

① [宋]欧阳修：《文忠集》卷 98《论沂州军贼王伦事宜札子》
② 《资治通鉴》卷 278，长兴四年十月
③ [宋]范仲淹：《范文正公集》卷 7《答赵元昊书》
④ [宋]曾公亮：《武经总要》前集卷 18《西蕃地界》

的畜牧业获得发展的同时，元昊修建了从今青铜峡至平罗的灌渠(世称“昊王渠”或“李王渠”)，使得兴庆(今银川)、西平(今灵武)二府成为西夏粮食生产的主要基地，大量种植麦、稻、糜、粟等粮食作物和豆类作物。宋人有云，元昊称帝之初，“西羌风俗，耕稼之事，略与汉同”①，“曩霄(元昊)……得中国无艺者，使耕于河。”②

随着农牧业发展规模扩大，西夏王国逐步强盛，催生了李元昊对外扩张的野心。天圣六年(1028)宋夏战争爆发后，西夏军势如破竹，数次大败宋军，大量侵占北宋西部边镇。宝元元年(1038)时，宋仁宗迫不得已下诏：“陕西、河东缘边旧与元昊互市处，皆禁绝之”③，次年又下旨“废保安军榷场。”④

11 世纪中叶以后气候开始变干。暖干气候直接导致农业歉收、牧草产量降低和牲畜死亡，一方面可能驱动了西夏政权为扩展生存空间而不惜一切对外征战，另一方面也限制了其扩张的持续性和规模。据《宋史·五行志》载，庆历元年至三年(1041~1043)，黄河中下游连年旱灾，宋廷多次祈雨；同期，西夏国爆发了旱灾和鼠害，并蔓延到北宋辖域内。庆历二年(1042)，“野利族叛，黄鼠食稼，天旱，赐遗、互市久不通，饮无茶，衣帛贵，国内疲困”⑤，元昊率兵攻打为之所败。庆历三年(1043)，“河中、同、华等州饥民，相率东徙”⑥。1040 年，西夏与北宋之间爆发了三川口之战、1041 年爆发了好水川之战、1042 年是定川之战。三次战役均以宋军惨败收场，但西夏亦国力大衰，故庆历四年(1044)双方达成议和，西夏接受北宋封号，换得北宋“置榷场于保安军及高平寨”⑦，此后二十余年宋夏无战事。马端临在《文献通考》中写道：“盖河西之地，自唐中叶以后，一沦异域，顿化为龙荒沙漠之区，无复昔之殷富繁华矣……虽骁悍如元昊，有土地过于五凉，然不过与诸蕃部落杂处于旱海不毛之地。”

治平元年(西夏拱化二年，1064)三月，西夏遣使祭吊宋仁宗，双方官员出言不逊，发生纠纷。是年秋，毅宗李谅祚以宋廷侮辱其使为由，发兵 10 万进攻宋秦凤、泾原、环庆路，宋夏战争复起。然经年暖干气候导致西夏国力日败，西夏军已不复元昊朝之勇，接连为宋将种谔、王韶所败，宋军于 1074 年收复河、岷等州，西夏被迫附辽以抗宋。

1076 年前后，黄土高原地区再度暖湿，西夏国社会经济得以恢复和发展。大

① [清] 吴广成:《西夏书事》卷 16
② [宋]王称：《东都事略》卷 127
③ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷 122，宝元元年十二月甲戌条
④ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷 123，仁宗宝元二年二月戊子条
⑤ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷 138，庆历二年。
⑥ [清]毕沅：《续资治通鉴》卷 46，庆历三年
⑦ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷 153，庆历四年十一月乙未条

安七年(1081)，西夏王朝发生政变，秉常失位被囚，宋军乘其内乱，大举攻夏，但是，宋军并未占得丝毫便宜，先后于灵州、永乐城为西夏军大败。元丰七年(1084)，“自三月不雨至于是月(七月)，日赤如火，田野龟拆，禾麦尽槁”，“银、夏州大旱，饥”[①]；元丰八年(1085)，持续大旱，“夏国为天旱无苗，难点人马……陕西沿边少雨……(北宋)诸处皆言西夏衰弱。”[②]1089 年，崇宗李乾顺继位后的第四年，西夏再与北宋议和。终崇宗一朝(1139 前)，西夏国农业、商业、手工业发展迅速，四方物品云集兴庆，西夏经济进入了其历史上最鼎盛的时期。

据西夏文献《圣立义海》记载的积雪和春季植物物候期证据推算，1120~1190 年河套地区气候明显比今冷干(约低 0.8~1.2℃)，西夏农牧业大受影响。仁宗李仁孝(1124~1193)即位第三年(1142)，西夏境内曾发生大饥和地震，民不聊生；1176 年，“秋七月，旱蝗大起，河西诸州食稼殆尽”[③]。李仁孝算是一位有为君主，在统治西夏五十四年中，对外结好金国，谋得了一个和平的国际环境，对内大力倡导文治，以先进的汉族文化来促进西夏封建社会的发展，在气候环境相对恶劣的情境下，为西夏王国社会经济的发展创造了一个较为安定的环境。

仁宗之后，明君不再。即位的李纯佑、李安全沉湎酒色，穷兵黩武，以致时政腐败、百姓贫困、国无宁日。宋嘉定十六年(1223)，“五月，大旱。兴、灵自春不雨，至于五月，三麦不登，饥民相食。遵项点兵不能遽集”[④]，次年(1224)，首都银川被蒙古军攻占，数万精兵被杀。1227 年，地震和暴雨导致瘟疫流行，走投无路的西夏末主李睍(？~1227)被迫投降，献出被蒙古军队围困达半年之久的中兴府，西夏王朝走完了其 190 年的历史，党项族也随之被灭。

西夏的灭亡，固然与强大蒙古军事入侵有关，但其自身经济基础薄弱也是重要的原因。西夏地处我国西北干旱半干旱地区，在自然经济条件下，农牧业经济资源有限，社会经济发展对气候变化极端敏感。当气候条件良好时，农牧业发展，人畜兴旺，国力强盛；若气候出现波动，极端事件如干旱、大寒或暴雨等出现时，则粮食歉收，牧草枯萎，民生凋敝。12 世纪后，气候趋冷，极端气候事件增多，西夏国始终“财用不给”，政和二年(1112)西夏御史大夫宁克任曾感叹“富国之方，无非食货。国家自青、白两盐不通互市，膏腴诸壤浸就式微，兵行无百日之粮，仓储无三年之蓄，而惟恃西北一区与契丹交易有无，岂所以裕国计乎？”[⑤]13 世纪后，气候逐渐转暖，可惜英主不再，且适逢强邻，遂致国破族亡。

---

① [清]吴广成：《西夏书事》卷 27
② [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷 360，元丰八年，丁丑
③ [清]吴广成：《西夏书事》卷 38
④ [清]吴广成：《西夏书事》卷 41
⑤ [清]吴广成：《西夏书事》卷 32

第十章　南宋、元代：中世纪暖期向小冰期的转变*

从偏安东南一隅的南宋(1127~1279)到蒙元王朝(1271~1368)退出中原，虽只是亘古历史长河中的一瞬，但在这240年间中国境内政治版图却发生了急遽裂变和组合，社会、经济、人口等也随之发生了巨大的变化，其中一些变化甚至极大地改变了欧亚地缘政治格局和历史进程。

“靖康之乱”后，中国境内形成了南宋、金(1115~1234)、蒙古(1206~1271)、西夏(1038~1227)、西辽(1131~1211)、大理(公元 937~1253)和吐蕃等多个政权鼎立格局(图 10.1)。1206年蒙古建国后，即进行了大规模的西征南侵，用70余年的时间结束了中国境内各种政治势力长期对峙的局面。1271年11月，元世祖忽必烈公布“建国号诏”，采纳太保刘秉忠(1216~1274)建议，附会《易经·乾》中“大哉乾元，万物资始，乃统天”之意，将蒙古易名为“大元”(图 10.2)。

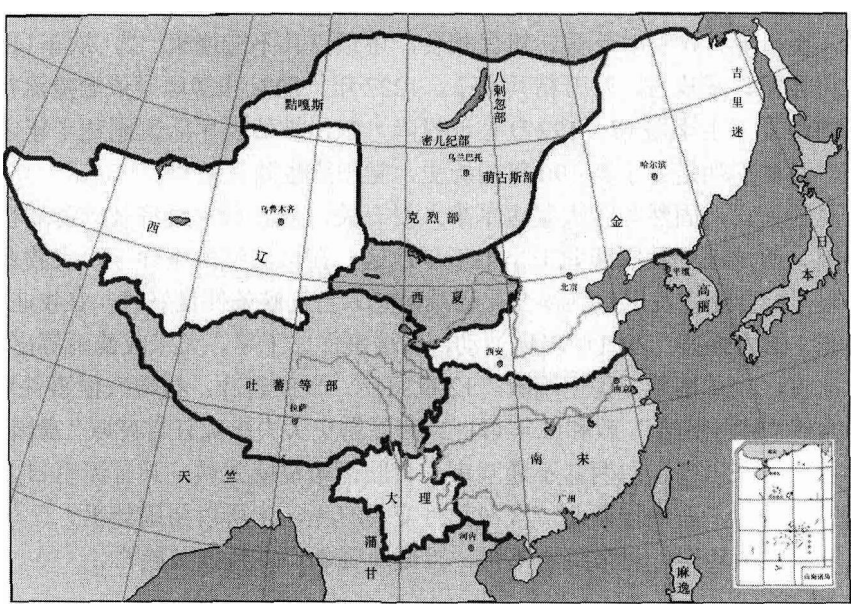


图 10.1　南宋绍兴十二年(1142)全图(谭其骧，1982)

* 执笔人：葛全胜、吴文祥、傅辉、刘浩龙。周扬协助查阅部分资料

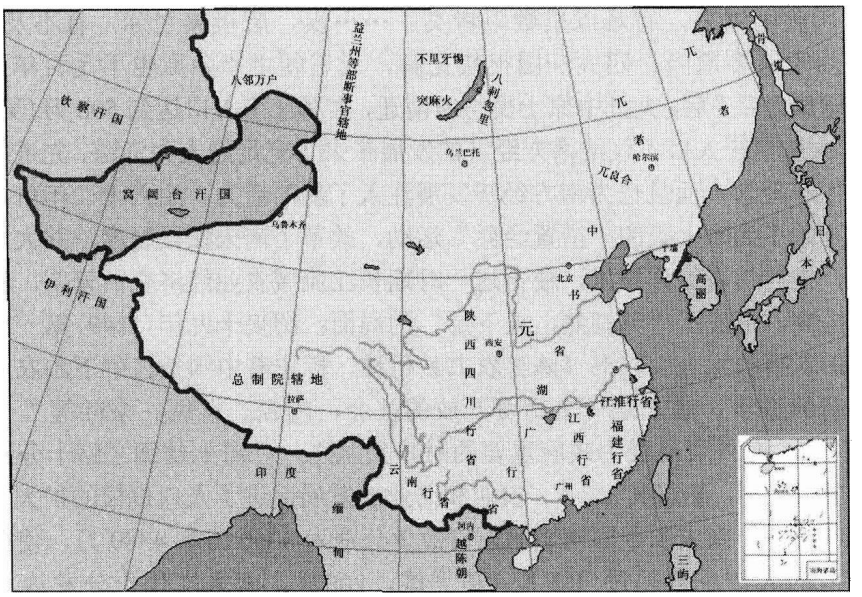


图 10.2　元至元十七年(1280)全图(谭其骧，1982)

金国建国伊始，经济发展水平较低，国力较弱。经太宗、熙宗、海陵王历代王朝后，国力大增，在与南宋、西夏并立期间，曾迫使西夏臣服、南宋屈辱求和，处在霸主地位。

南宋虽偏安江南，却被认为是中国历史上最为富裕的王朝之一，也是当时世界上最为发达的国家，农业、文化、商业、科技成就斐然。其间，发生了中国经济发展史上里程碑式的事件，即中国经济重心彻底完成了由北向南的转移。这是中国历史上经济地理格局一次重大变迁，具有深远的历史意义和影响。

蒙古自建国开始，就不断进行军事扩张，不仅统一了中国境内各政治实体，而且还分别于 1219~1225 年、1235~1241 年和 1252~1258 年在欧亚大陆广阔地带进行了史无前例的西征，在被征服地区建立了钦察汗国、察合台汗国、窝阔台汗国和伊儿汗国等四个具有较强独立性的汗国，形成了一个横跨欧亚大陆，并拥有众多民族的蒙古帝国，改变了欧亚大陆地缘政治格局，并一度成为当时世界上幅员最辽阔的多民族国家。正所谓“舆图之广，历古所无”[①]。《元史·地理志》曰：“自封建变为郡县，有天下者，汉、隋、唐、宋为盛，然幅员之广，咸不逮元。汉梗于北狄，隋不能服东夷，唐患在西戎，宋患常在西北。若元，则起朔漠，并西域，平西夏，灭女真，臣高丽，定南诏，遂下江南，而天下为一，故其地北逾阴山，西极流沙，东尽辽左，南越海表……元东南所至不下汉、

① 《元史》卷 7《世祖本纪》

唐，而西北则过之，有难以里数限者矣。……汉、唐极盛之际，有不及焉。”然而，由于诸多原因，四大汗国很快瓦解，元王朝主宰中原也不足百年。

“靖康之乱”后，大批中原士民纷纷南迁，寓居江南人口达到500万(吴松弟，2000)，大量南迁人口不仅给南方经济的发展带来了充足的人力资源、先进的农业技术和生产理念，而且也为南方经济发展注入了新的活力。绍兴十二年(1142)南宋政府开始了为时七载的“措置经界”运动，改革了南宋赋役制度，并大规模兴修圩田、推广精耕细作技术，使得这一时期长江流域农业经济空前繁荣，粮食产量不断提高，形成了“苏湖熟，天下足”的局面；绍兴十九年(1149)第一部反映南方水田农事的综合性农书《陈旉农书》付梓，标志着中国长江中下游农业文明取得了新的进步。南宋是一个商贸开放的社会，陶瓷、丝绸、茶叶等“一切倚办海舶”①，海外贸易成为政府重要的财政来源之一，海上丝绸之路十分通畅，史称“东南之利，舶居其一”②。农业和商业的发展促进了人口规模的扩大。金泰和七年(1207)，南宋和金国辖境的人口数量分别为8060万和4380万，使得当时中国境内的人口总数超过1.2亿(葛剑雄，2002)。南宋文化十分发达。朱熹(1130~1200)是两宋理学的集大成者，他认为，理是世界的本质，须“存天理，灭人欲”，这对后世中华文化的发展影响巨大；岳飞(1103~1142)高吟的《满江红·怒发冲冠》和文天祥(1236~1283)写下的“臣心一片磁针石，不指南方誓不休”、“人生自古谁无死，留取丹心照汗青”被千古传唱。非常令人困惑的是，南宋一朝至死奉行“韬光养晦”的政策，始终不将经济成就转化为综合国力，以致最后一代皇帝被区区两万投降元朝的旧部送进鱼腹。

黄河流域因连年战乱，农业经济相对衰落，但受中原农业文化的影响，南迁的游牧民族逐渐改变了其原有重牧轻农的观念，开始重视农业的发展。自忽必烈开始，元政府也采取一系列措施，兴修水利，发展农业，逐渐完善了由中央到地方劝农机构的建设，把“户口增、闻野辟”作为考核地方官吏政绩的重要内容，禁止毁田为牧，健全农村村社基层组织，建立仓储制度和灾荒救助体系等。至元二十六年(1289)，元政府还专门在浙东和江南、江东、湖广、福建等地设置“木棉提举司”，提倡人力种植棉花，并把征收木棉列入国家的正式税收计划，按时向民征取。棉花的种植与推广，改变了中国穿着麻衣的历史，并为纺织业的大规模发展奠定了基础。据《王氏农书·农器图谱·木棉序》载：“夫木棉产自海南，诸种艺制作之法，骎骎北来，江淮川蜀，既获其利。至南北混一之后，商贩于北，服被渐广，名曰吉布，又曰绵布。”

① [清]顾炎武：《天下郡国利病书》卷120

②《宋史》卷168《食货志》

元朝还曾大力发展河运，开辟海运，特别是开通了山东境内泗水至卫河段和大都至通州段运河，使大运河成为沟通海河、黄河、淮河、长江、钱塘江五大水系、纵贯南北的水上交通要道，极大地推动了南北经济的发展和文化的交流。

元朝农书编撰频率和质量之高，创中国古代农书编撰之最，分别问世于1273年、1313年、1314年的《农桑辑要》、《王祯农书》、《农桑衣食撮要》是这一时期最具代表性的三部农书。其中，司农司编辑的《农桑辑要》是一部综合性农书，语言通俗易懂，实用性较强，对黄河流域新近引种的作物，都有详细记述，反映了当时气候环境下区域农作物的变化；《王祯农书》是王祯(1271~1368)在总结前人经验的基础上编撰而成，是中国第一部对全国农业进行系统研究的著作，也是对后世影响最大的一部农书；鲁明善的《农桑衣食撮要》是继唐末《四时纂要》之后，保存至今比较完备的一部月令体农书。

有元一代，中华各民族不同的文化得到进一步交融，催生了许多新的文化形态。《大元一统志》开中国官修地理总志之先河，也是中国古籍中篇幅最大的一部官修地理志书。中国古代戏剧在元朝达到了顶峰，《窦娥冤》、《西厢记》等至今仍脍炙人口。宋元时期印刷术得到了前所未有的发展。毕昇(约970~1051)发明了胶泥活字印刷[①]，王祯则取得了木活字印刷试验的成功并发明了“转轮排字盘”[②]，他们的发明极大地促进了人类文化科技的传播。

从气候变化过程上看，宋元时期最显著的气候特征是中国地区完成了中世纪暖期向小冰期转变。中国东中部地区在经历了有可能是过去两千年来最为温暖的30年(1230~1260)后，于宋元之际(1260年前后)开始转冷，并于元代中期(1320年前后)进入了长达几个世纪的小冰期，与此同时，中国东北、西北和青藏高原地区的气候也步入了一个显著的寒冷期(洪业汤等，1997；Tan et al.，2003；Ge et al.，2003；刘晓宏等，2004；强明瑞等，2005；姚檀栋等，2006；郝志新等，2009)。元朝中后期，中国经济发生了明显的逆转，整体出现了衰落或停滞。这种转折有可能是中国未能像欧洲国家进入工业革命以致在19和20世纪全面落后于西方国家的一个重要分水岭。元朝人口增长与其经济状况类似，不升反降，疆域远超宋朝，但人口数量最高峰仅为9000万，远远低于南宋的1.2亿。这一系列转折较大程度上与当时气候环境特征相契合。

① [宋]沈括：《梦溪笔谈》卷18《技艺》

② [元]王祯：《王氏农书》卷22《活字板韵轮图》

第一节 冷暖、干湿基本特征

总体来看，南宋和元朝的气候经历了中世纪暖期后一阶段(1200~1260)、中世纪暖期/小冰期转变(1260~1320)，以及最终进入小冰期(1320~1370)的几次重大变化。

南宋建立之初刚好处于一个长达近百年(1111~1200)相对寒冷时段的前期，当时中国东中部冬半年平均气温较今(1951-1980 年平均值，下同)低约 0.3℃。13 世纪初，气候开始转暖，1201~1290 年中国东中部冬半年平均气温较今高约 0.6℃，其中最暖 30 年(1231~1260)较今高 0.9℃；从冷谷(1141~1170)至暖峰(1231~1260)的回暖过程非常迅速，升温速率约 1.5℃/100a，其中在 1201~1230 年至 1231~1260 年间中国东中部冬半年平均气温上升了 0.8℃。1260 年前后，中国气候开始由中世纪暖期向小冰期转变，降温速率同样较大，从 1261~1290 年至 1291~1320 年间中国东中部冬半年平均气温就下降了 0.7℃。1320 年前后，中国开始进入历时五个世纪的小冰期(Ge et al.，2003)。

南宋至元代中国东中部地区除长江三角洲及华北东北部外，大部分地区气候偏干，其中尤以黄土高原、黄河中下游及长江以南的大部分地区最为显著，且干湿格局以东西分异为主要特征。从这一时期降水变率空间分布看，降水变率呈西大东小、南大北小分布，其中黄土高原、黄淮海地区及长江中下游地区的降水变率均较小，最小的地区主要分布在黄淮地区及宁夏等地；而长江以南及 110°E 以西的中西部地区的降水变率较大，最大地区出现在秦巴山地及南岭以南地区。西部地区除西北季风边缘区以及北方农牧交错带以外，大部分地区宋元时期相对干旱(Zheng et al.，2006)。

一、冷暖变化

(一)南宋早期(1127~1200)：中世纪暖期中的冷阶

南宋早期(1127~1200)处于中世纪暖期中的一个冷阶，中国东中部地区冬半年平均气温较今低约 0.3℃(Ge et al.，2003)，冬季气候异常寒冷，长江下游地区河港结冰现象相当普遍，满志敏(1996，2009)根据历史文献记录，发现 12 世纪前半叶中国降雪南界曾越过岭南，降雪南界至少比现代南移一个纬度。

由于气候寒冷，当时南宋政府为迎送金朝使者南来，官府曾专门“作浮筏前设巨碓以捣冰，谓之冰簰”，为防破冰后的河道再度冻结，又使用“小舟摇荡于其

间，谓之晃舟。”[①]这种特殊破冰设备的普遍使用，反映了当时太湖流域冬季河道长时间、大面积封冻现象的常态性。绍兴二年(1132)冬，严寒侵袭南方，对太湖流域民生产生了空前的影响。据文献载，“二浙旧少冰雪，绍兴壬子(1132)，车驾在钱塘，是冬大寒屡雪，冰厚数寸。北人遂窖藏之，烧地作荫，皆如京师之法。临安府委诸县皆藏，率请北人教其制度”。这是钱塘江仅有的三次封冻记录的一次，而其余两次则均发生在小冰期寒冷期，分别是1690~1691年冬和1892~1893年冬(龚高法，张丕远，1983)；而“多种柑橘桑麻”的平江府(今江苏苏州)东、西二山地区，则因“绍兴二年冬，忽大寒，湖(太湖)水遂冰，米船不到，山中小民多饿死。富家遣人负载，蹈冰可行，遽又泮拆，陷而没者亦众。泛舟而往，卒遇巨风激水，舟皆即冰冻重而覆溺，复不能免。”[②]绍兴五年(1135)冬，江陵一带“冰凝不解，深厚数尺，州城内外饥冻僵仆不可胜数。”[③]绍兴七年(1137)二月庚申，“霜杀桑稼”[④]。此后数年间，江南运河苏州段，冬天河水常常结冰，破冰开道的铁锥成为冬季舟楫的常备工具。1153~1155年冬，气候比前偏暖，金朝使节蔡珪(？~1174)有感于船头的破冰铁锥闲置写下了《撞冰行》，诗曰：“船头傅铁横长锥，十十五五张黄旗。百夫袖手略无用，舟过理棹徐徐归。吴侬笑向吾曹说：昔岁江行苦风雪，扬锤启路夜撞冰，手皮半逐冰皮裂。今年穷腊波溶溶，安流东下闲篙工。江东贾客借余润，贞元使者如春风。”[⑤]

12世纪后期，中国中东部地区，尤其是东南沿海，河流、湖泊冻结、果木冻害及严寒记录甚多。如隆兴二年(1164)冬，“淮甸流民二三十万避乱江南，结草舍遍山谷，暴露冻馁，疫死者半，仅有还者亦死”；福建一带荔枝树继大观庚寅(1110)冬大规模冻死之后，淳熙五年(1178)冬福州荔枝再次因大雪严寒而枯槁[⑥]。据《宋史·五行志》载，绍兴三十一年(1161)正月戊子，“大雨雪，至于己亥，禁旅垒舍有压者，寒甚”；乾道元年(1165)二月，“行都及越、湖、常、润、温、台、明、处九郡寒，败首种，损蚕麦”；“二年春，大雨，寒，至于三月，损蚕麦”、“夏寒。江、浙诸郡损稼，蚕麦不登”；六年五月，“大风雨，寒，伤稼”；淳熙十二年(1185)，“淮水冰，断流。是冬，大雪。自十二月至明年正月，或雪，或霰，或雹，或雨水，冰冱尺余，连日不解。台州雪深丈余，冻死者甚众”。淳熙十六年(1189)年四月戊子，“天水县大雨雪伤麦”，七月，“阶、成、凤、西和州霜，杀稼几尽”；绍

① [宋]赵彦卫：《云麓漫抄》卷1

② [宋]庄绰：《鸡肋编》卷中

③ [宋]李心传：《建炎以来系年要录》卷98，绍兴六年二月庚戌条

④《宋史》卷62《五行志》

⑤ [金]蔡珪：《撞冰行》，[金]元好问：《中州集》卷1

⑥ [宋]淳熙《三山志》卷41

熙元年(1190)三月，“留寒至立夏不退。十二月，建宁府大雪深数尺。查源洞寇张海起，民避入山者多冻死。二年正月，行都大雪积沍，河冰厚尺余，寒甚。是春，雷雪相继，冻雨弥月。”绍熙三年(1192)九月丁未，“和州陨霜连三日，杀稼。是月，淮西郡国稼皆伤”。13 世纪初，《宋史·五行志》还有两次凉夏的记载，如庆元六年(1200)五月，“亡暑，气凛如秋”；嘉定六年(1213)六月，“亡暑，夜寒”。

现存留于世的诗文中亦不乏 12 世纪江南河道封冻和北方降雪状况的记载，如南宋宁宗年间吏部尚书袁说友(1140~1204)所作《自常州敲冰行舟半日一夜仅十里》诗曰：“到晓才通十里冰，颇怜黄帽叹征行。半篙不下风霜夜，一日之间水陆程。无复稳时村路滑，不胜危处断桥倾。驱驰原隰皇华事，筋力犹堪誓此生。”[①]南宋著名诗人赵蕃(1143~1229)在《去德清十数里阻冰舟行甚艰》诗中道：“常时一夜北新桥，问讯兹来故不遥。岂虑坚冰忽成合，更当冷日未能消。志存纡直无渠怒，行有艰难自我招。赖是晴山有佳色，不然何以慰无聊。”[②]1170 年出使金朝的著名诗人范成大(1126~1193)，在其记述燕山城(今北京)的诗文有言：“至之日适以重九，伴使酌酒相劝，西望诸山皆缟，云初六日大雪。”[③]虽然 12 世纪后半叶气候总体较冷，但其间也存在暖冬年份，如乾道六年(1170 年)春，“民以冬燠疫作”[④]。另据陆游作于绍熙二年(1191)的《村居初夏》和《江村初夏》诗文，12 世纪末绍兴一带小麦收获期较现代晚五六天(满志敏，2009)。

由于冬季平均温度普遍较之前偏低，异常寒潮频率增加，12 世纪中后期江南地区橘树的存活率明显下降。例如，成书于 1131 年的《调燮类编》载：“冬月用稻草紧束(橘)树，以防寒雪。”绍兴年间江东安抚大使叶梦得(1077~1148)亦曾言：“橘树难种，吾居山十年，凡三种而三槁死。其初移栽，皆三四尺余，一岁便结实。累然可爱，未几，偶岁大寒多雪，即立槁。虽厚以苫覆草拥，不能救也。盖性及畏寒。而吾居在山之半，……今吴中橘亦惟洞庭东、西两山最盛，他处好事者圆圃仅有之，不若洞庭人以为业也。……每岁大寒，则于上风焚粪壤以温之。”[⑤]另，成书于宋孝宗淳熙五年(1178)的《橘录》载：“大抵柑植立甚难，灌溉锄治少失时，或岁寒霜频作，柑之枝头殆无生意，橘则犹故也。”[⑥]

大量自然证据也显示 12 世纪中国气候较冷。青藏高原敦德冰芯证据显示经历了一段短暂的暖期后当地在 1100~1180 年间进入了一段冷期(Thompson et al.,

① [宋]袁说友：《东塘集》卷 4
② [宋]赵蕃《淳熙稿》卷 14
③ [宋]范成大：《燕宾馆》，[元]陈栎：《定宇集》卷 14
④《宋史》卷 62《五行志》
⑤ [宋]叶梦得：《避暑录话》卷下
⑥ [宋]韩彦直：《橘录》卷上

2003)。刘晓宏等(2004)根据过去一千年来祁连圆柏宽度变化重建了该地区温度变化，发现 1100~1200 年温度下降；青藏高原中东部过去 2485 年树轮记录也显示 12 世纪存在降温事件(刘禹等，2009)。张平中等(Zhang et al.，2008)依据甘肃省万象洞过去 1810 年分辨率为 2 年的石笋氧同位素记录，认为 1110~1160 年季风强度显著减弱。

12 世纪降温事件在世界其他地区也存在大量证据。Pfister 等(1998)利用经严格校正过历史文献气候记录重建了 750~1300 年西欧冬温变化，认为 1180~1299 年西欧的温暖程度与 20 世纪相似，但 1090~1179 年冬季温度与小冰期寒冷程度相近。Tiljander 等(2003)利用芬兰中部地区 Korttajarvi 湖沉积物证据重建了该地区过去 3000 年来高分辨率冬季温度变化，发现 980~1250 年温暖，但 1115~1145 年发生了明显的降温事件。Grove 和 Switsur(1994)对全球包括欧亚大陆(阿尔卑斯山脉、斯堪的纳维亚半岛、喜马拉雅山脉等地区)、北美(阿拉斯加和加拿大山脉地区)、南美热带地区、南美高纬度地区、新西兰等地区冰川进退的综合研究表明，900~1250 年左右冰川后退，对应于中世纪暖期，然而 1050~1150 年出现了冰川前进现象，暗示中世纪暖期被一短暂冷期所打断。来自于北半球至少五条高分辨率的树轮重建的温度变化记录也非常一致地揭示了在 1100~1160 年的降温事件(Briffa，Osborn，2002；Esper et al.，2002; Cook et al.，2004)。这些不同地区的自然证据表明，12 世纪的降温至少是一次半球性的气候事件。

(二)南宋中晚期(1200~1260)：中世纪暖期的后期

13 世纪中国气候开始转暖，1201~1290 年中国东中部冬半年平均气温较今高约 0.6℃，其中 1230~1260 年有可能是中国过去 2000 年中最温暖的 30 年，冬季温度较今高 0.9℃(Ge et al,2003)，中国大量历史文献记录了这段时间的温暖气候(张德二，1993；张德二，陈永林，1998；满志敏，1996，2009)。

13 世纪伊始，冬季回暖迹象日渐显著。据史载，1195~1220 年杭州暖冬记录次数明显增加，连续 9 年冬春无冰雪记载，如庆元四年(1198)冬，“无雪。越岁，春燠而雷”，六年(1200)“冬燠无雪，桃李华，虫不蛰”，嘉定元年(1208)，“春燠如夏”，嘉定六年(1213)冬，“燠而雷，无冰，虫不蛰”；嘉定十三年(1220)冬，“无冰雪。越岁，春暴燠，土燥泉竭”[①]。长期居住在北京长春宫的著名道士邱处机(1148~1227)于 1224 年寒食节时作《春游》诗云：“清明时节杏花开，万户千门日往来。”[②]反映当时北京的物候与现代相同(竺可桢，1973)，表明气候已明显回暖。

① 《宋史》卷 53《五行志》

② [元]李志常：《长春真人西游记》卷 1

当时黄河冬天无封冻年份也相当常见。如金正大八年(1231)十二月，蒲阿说："江路已绝，黄河不冰"[①]；天兴元年(1232)正月，蒙古兵从西夏地直指关中地区，金朝急撤"秦蓝诸隘"的守备，专防潼关一线，这时"同、华、阌乡一带军粮数十万斛，备关船二百余艘，皆顺流东下"[②]。同年十二月，"(金)哀宗次黄陵冈，……是月晦日二更发船，二年正月，达蒲城东二十里"[③]。天兴二年(1233)正月，白撒在黄陵冈，也是仰赖归德来的粮船南渡黄河[④]。不过，气候转暖的过程中也存在极少数寒冷年份，如嘉定十一年(1219)十一月"大雨雪，淮冰合"[⑤]，金朝正大四年(1227)八月癸亥，"是日，风、霜，损禾皆尽"[⑥]；天兴元年(1232)五月辛卯，"大寒如冬"[⑦]。

其他历史文献证据进一步证实了13世纪中期的温暖气候。当时，黄河中下游地区沁阳、孟津，西安、凤翔等地的官竹园再度兴盛，司竹监一职被再度设置，"每岁令税课所官以时采斫"，其中，至元四年(1267)，"印造怀、孟等路司竹监竹引万道，凡发卖皆给引"；至元二十二年(1285)，"罢司竹监，听民自卖输税。次年，又于卫州立竹课提举司，管理辉、怀、嵩、洛、京襄、益都、宿、蕲等处竹货交易"；至元二十九年(1292)，因"怀孟竹课，频年斫伐已损"[⑧]，遂废除竹税，蓄养竹园。柑橘是一种典型的亚热带多年生果树，喜温暖潮湿，当温度低于-7℃时其植株即遭冻害，如温度低于-11℃则可致其毁灭性冻害。中国现代柑橘分布北界大致沿江苏省南通、盐城、苏州、无锡、镇江，安徽省的安庆，湖北省武昌、郧县、河南省邓县，陕西省汉中，甘肃省武都一线。据成书于1214年的《剡录》记载：浙江嵊县"素无柑，近有种者，擷实来，风味不减黄岩"[⑨]。显然，不耐寒的温州蜜柑开始北移。宋景定年间(1260~1264)成书的《景定建康志》中，记载了在建康(今江苏南京)一带有"橘、橙、乳柑"[⑩]等物产，而现代柑橘类水果在江苏境内仅产于太湖一带，南京附近已无种植(江苏农业地理编写组，1979)。同时，芸香科橙也北扩到了南阳盆地，以及太行山南麓黄河北岸的部分地区，如至元十年(1273)颁行的《农桑辑要》载："橙，新添。西川、唐(今河南唐河)、邓

① 《金史》卷112《蒲阿传》
② 《金史》卷116《徒单兀典传》
③ 《金史》卷116《蒲察官奴传》
④ 《金史》卷113《白撒传》
⑤ 《宋史》卷476《李全传》
⑥ 《金史》卷23《五行志》
⑦ 《金史》卷17《哀宗本纪》
⑧ 《元史》卷94《食货志》
⑨ [宋]高似孙：《剡录》卷10《草木禽鱼下·柑》
⑩ 景定《建康志》卷42《风土志·物产》

(今河南邓县)多有栽种成就。怀州(河南沁阳)亦有，旧曰橙树。北地不见此种，若于附近地面仿学栽植，甚得济用。”事实上，怀州橙树结实，早在金朝就有记载，如泰和元年(1201)，金章宗在该年十一月谕工部曰：“比闻怀州有橙结实，官吏检视，已尝扰民。今复进柑，得无重扰民乎？”[①]可见，13 世纪中叶冬季温度明显高于现今，当时中国柑橘种植北界至少要比现代北移一个纬度左右(图 10.3)(满志敏，张修桂，1990；张德二，1993；满志敏，2009)。

茶树是亚热带和热带的多年生常绿经济作物。中国现代茶树种植的适宜区大致位于江苏中北部、皖中、豫南、湖北大部、陕南、甘南、山东临沂等亚热带北部及南温带部分地区，其最北界大致在南阳、驻马店、徐州、临沂至青岛一线。金人有饮茶习俗，其所需茶叶除来自南宋政府的岁供外，多系通过边界榷场贸易和走私途径而获取的。为了减少对南宋茶叶进口的过分依赖，金朝一直试图在当地种植茶树。如承安三年(1198)，金朝政府有鉴于购买茶叶“费国用而资敌”，就曾下令在其部分管辖区域内设官制造[②]，试图实现茶叶生产的本地化；左谏仪大夫兼工部侍郎贾铉(？~1213)，在“论山东采茶事”的上书中曾提到：“茶树随山皆有，一切护逻，已夺民利，因而以拣茶树执诬小民，吓取货赂，官严禁止。”[③]开封府的土产中列有香茶一种[④]；承安四年(1199)，官府也曾在淄(治今山东淄博南)、密(今山东诸城)、宁海(今河南牟平)、蔡(今河南汝南)等四州各设作坊开始制造新茶[⑤]。显然，12 世纪和 13 世纪之交，中国东部的茶树种植北界曾一度到达过今淄博南至开封一线(图 10.3)，与现代中国茶树种植北界相比，当时茶树的种植北界至少比今偏北一个纬度(满志敏，2009)。这表明 12 世纪末至 13 世纪初中国东中部地区气温高于现今。

苎麻也是一种对温度反应敏感的亚热带作物。影响苎麻每年收割次数是其生长期内的有效积温，如果有效积温高，苎麻生长快，年内可收割三次，如有效积温稍低，则只能收割两次。据元初官撰农书《农桑辑要》载：“苎麻本南方之物……近岁以来苎麻艺于河南”，“今陈、蔡间，每斤价钞三百文。”其“每岁可割三镰……五月初一镰、六月半一镰、八月半一镰。”这里“陈、蔡”是指当时的陈州和蔡州，分别为今河南淮阳和汝南二县。现代苎麻年收三次的地区以长江流域为主，年收麻三次的北界在南阳、驻马店、阜阳、蚌埠至南京一线。此线以北的暖温带地区每年只能收割两次(中国农林作物气候区划协作组，1987)。这说明，13 世纪

①《金史》卷 11《章宗本纪》
②《金史》卷 49《食货志》
③《金史》卷 99《贾铉传》
④《金史》卷 25《地理志》
⑤《金史》卷 49《食货志》

中叶中国苎麻年收三次的种植界线比现代北移一个纬度左右(图 10.3)。椰子是典型的热带果树，在两广地区分布很广。处于花期的椰子对气温有严格的要求，气温稍低，即不结实。据南宋后期祝穆(? ~1256)言："今广西诸郡皆有之，惟州(郁林州)为最。"[①]郁林(今广西玉林)，位于 22.6°N。现代广东南部椰子结实的北界在电白至湛江一线，广西地区的北界在玉林以南的防城一线(文焕然，文榕生，1996)。这表明南宋末期两广南部地区椰子结实地区有可能较今偏北一个纬度。

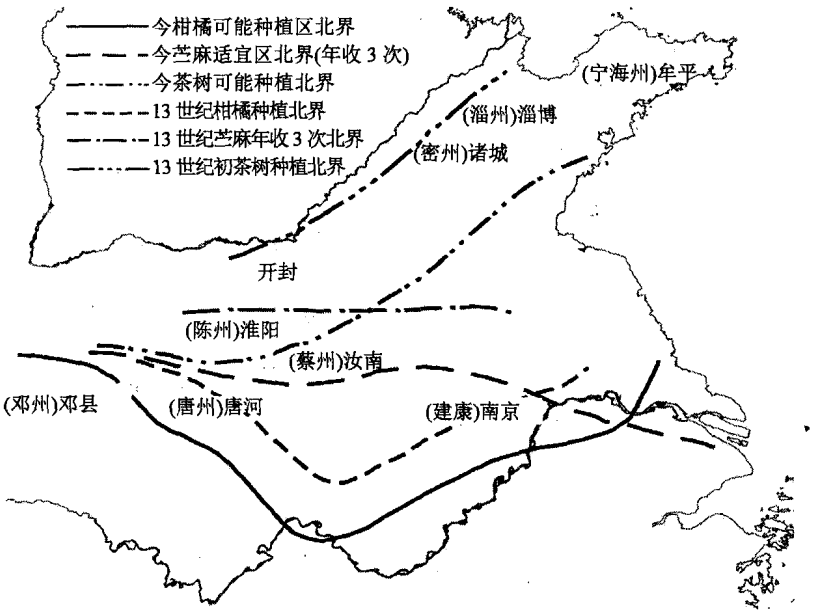


图 10.3 12 世纪末~13 世纪初中国茶树、柑橘、苎麻种植北界(张丕远，1996)

南宋末期(1251~1280)仲春十五为杭州的"花朝节"(平均日期相当于阳历的 3 月 22 日)。南宋文人吴自牧(生卒年不详)曾言："仲春十五为花朝节，浙间风俗以为春序正中，百花争放之时，最堪游赏，……最是包家山桃开浑如绵障，极为可爱。"[②]杭州今有两种桃树；一是山桃，平均盛花期是 3 月 5 日；二是毛桃，盛花期为 3 月 25 日。据宋人张约斋《赏心乐事》载："二月仲春…餐霞轩看樱桃花杏花庄赏杏花。"[③]可知，当时杭州赏杏花早于观桃花(杏花平均盛花期是 3 月 21 日)，故沪杭等地出现"百花争放之时"当指杏花和毛桃盛花期，吴自牧所述南宋末杭州包家山的桃花应属毛桃。依此可推知，当时杭州毛桃盛花期比今提前了 3 天。南宋时杭州的端午节有插花风俗，五月"初一日，城内外家家供养，都菖蒲、

① 《永乐大典》卷 2339《梧州府·土产·郁林州》引《元一统志》
② [宋]吴自牧：《梦粱录》卷 1
③ [宋]张约斋：《赏心乐事》，《武林旧事》卷 10

石榴、蜀葵花、栀子花之类……推重午不可无花供养。端午日仍前供养”[①]，“其日正是葵榴斗艳、栀艾争香”[②]。这表明当时杭州农历五月初一之前栀子花已经开放。1221~1250 年农历五月初一平均公历时间是 6 月 8 日，比今杭州栀子始花期时间 6 月 12 日提前了 4 天。如按生物气候规律推算，当时杭州的气候带与今相比相当于南移了一个纬度(满志敏，张修桂，1990)。

1131~1238 年杭州最晚降雪统计显示，杭州每 10 年平均最晚降雪期为 3 月 28 日，若考虑 1225 年 5 月 9 日这次极值记录，最晚降雪期应为 3 月 31 日。而杭州市气象台观测的 1951~1990 年的最晚终雪平均日为 3 月 30 日，显然，南宋时杭州春季平均气温与现代大体相当(牟重行，1996)。满志敏和张修桂(1990)、满志敏(1996)根据历史文献记录资料研究了南宋中期杭州四季风向的变化，认为 1162~1196 年杭州一带冬季北风比例比较高，说明冬季蒙古高压比较强盛；而在 1197~1224 年，杭州一带北风出现的比例下降，表明蒙古高压开始减弱，这种环流形势转折标志者中国东部地区气候进入了一个新的阶段。

关于十三世纪的温暖程度，满志敏和张修桂(1990)曾利用史料中 8 个物候证据，明确提出中国存在中世纪暖期，其时间集中于 10 世纪初至十三世纪末，其中南宋末期中国气候带较今至少北移了一个纬度。张德二(1993，1998)认为 13 世纪中叶的中国处于典型的气候温暖期，中部地区年平均气温高于现代 0.9~1.0℃，1 月平均气温高于现代 0.16℃以上，极端最低气温的多年平均值高于现代 3.5℃。但王绍武和龚道溢(2000)则认为中世纪暖期最暖 50 年(13 世纪上半叶)的温度略低于 20 世纪最暖的 50 年(20 世纪上半叶)。

高分辨的自然记录也揭示出中国中世纪暖期的存在。北京石花洞石笋证据表明 13 世纪明显存在一个暖期(Tan et al., 2003)；昌都树轮证据显示 1200~1400 年是当地 1000 年来最暖时期，当时夏季平均温度比今(20 世纪)高约 1.2℃，最暖的 13 世纪比平均值高出 1.6℃(Helle et al.，2002；杨保，Braenuing，2006)；祁连山树轮记录同样揭示出中世纪暖期的存在，但 1200~1260 年气候变化幅度较昌都为小(刘晓宏等，2004)；青藏高原 4 个(普若岗日、古里雅、达索普和敦德)冰芯证据反映 13 世纪早中期气候相对温暖(姚檀栋等，2006)。对青藏高原冰芯、树轮、湖泊沉积物和冰川波动等各种代用资料的综合集成分析表明，1150~1400 年存在中世纪暖期(Yang et al., 2003)(图 10.4)。一些分辨率相对较低的古气候记录也明确显示中世纪存在暖期(洪业汤等，1997；徐海等，2002；Ren，1998)。

① [宋]佚名：《西湖老人繁盛录》

② [宋]吴自牧，《梦粱录》卷 3

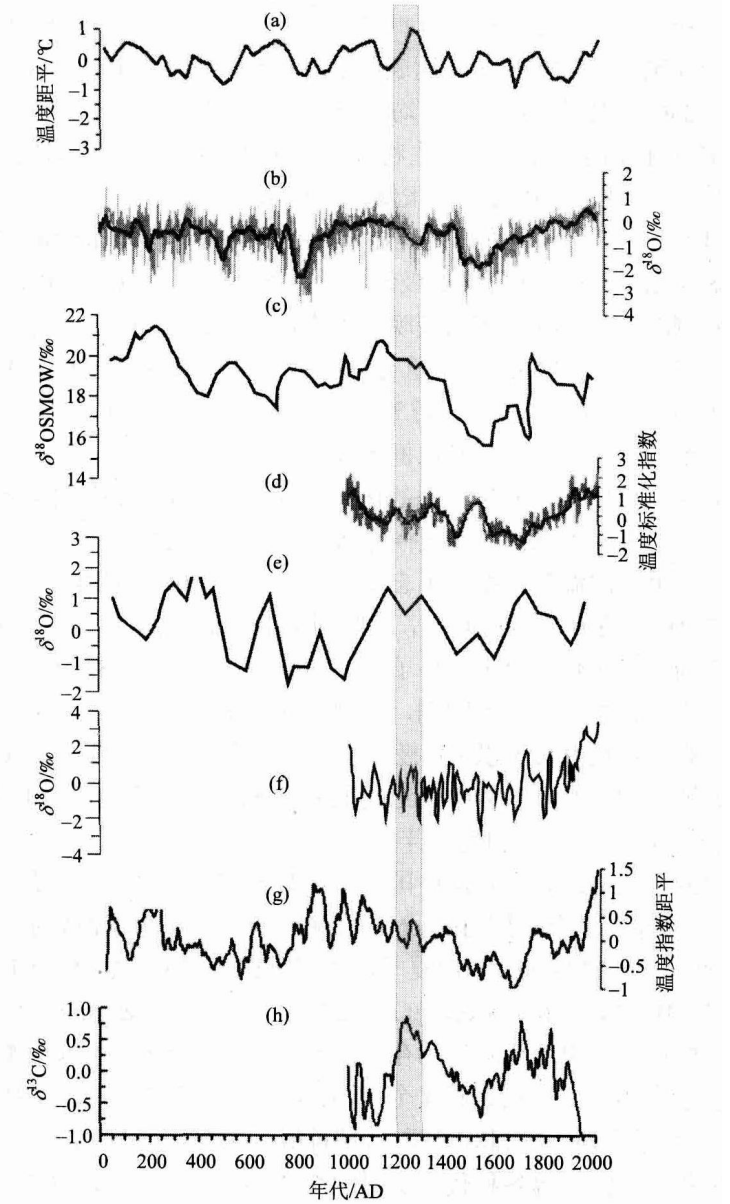


图 10.4 过去 1000~2000 年中国温度(冷暖)变化

(a)过去 2000 年中国东中部地区冬半年温度变化(Ge et al., 2003)；(b)过去 2000 年北京石花洞石笋 δ^{18}O 的标准化值变化(相对于序列均值)(Tan et al.,2003)(c)过去 2000 年吉林金川泥炭 δ^{18}O 值变化(洪业汤等，1997)；(d)过去 1000 年祁连山地气温距平标准化值的变化(Liu et al., 2007)；(e)过去 2000 年四川红原泥炭 δ^{18}O 值(徐海等,2002)；(f)过去 1000 年青藏高原 4 个冰芯(普若岗日、古里雅、达索普、敦德)的 δ^{18}O 标准化值的变化(姚檀栋等，2006)；(g)过去 2000 年中国温度变化(Yang et al., 2003)；(h)过去 1000 年昌都树轮碳同位素变化(杨保, Braenuing, 2006)

气候模拟也显示中国存在中世纪暖期。刘健等(2006)利用全球海气耦合气候模式 ECHO-G 进行了 1000 个模式年的长时间积分气候模拟试验，结果表明中国中世纪暖期出现在公元 1000~1260 年，中国东部地区增温幅度为 0.4~0.8℃，西部地区最大增温达 2.0~2.2℃。

(三)元代早期(1260~1320)：中世纪暖期向小冰期转变

在将近百年的元代，中国气候经历了中世纪暖期向小冰期的转变，并最终进入了小冰期。元代早期(1260~1320)，中国东中部冬半年平均气温下降 0.7℃；元代中后期(1321~1380)出现了中世纪暖期后的一个冷谷，东中部地区冬半年平均气温较今低 0.5℃，标志着中国正式进入小冰期(Ge et al.，2003)。

13 世纪末开始，中国黄河以南地区气候已向寒冷方向转变，《农桑辑要》所载怀州橙树已不复存在，1313 年成书的《王祯农书》说："唐邓间多有之，江南尤盛。北地亦无此种。"据元代诗人萨都拉(约 1300~1348)所记毛桃花期推知，大德六年(1302)镇江毛桃花于清明节前后盛开[①]，与现代基本相同，此后，寒冷事件连续出现。至大元年(1308)闰十一月，书法家郭畀(1301~1355)从无锡出发，适逢运河因酷寒而冻结，他在日记中写道"闰十一月十九日。早发无锡，舟过毗陵，东北风大作，极冷不可言。晚宿新开河口，三更，舟篷淅淅声，乃知雪作也。二十日。苦寒，早发新开河，舟至奔牛堰下水，浅不可行，换船运米。至吕城东堰，方辨船上篙橹，皆剑冰也。舟人畏寒，强之使行，泊栅口。二十二日。晴。冰厚舟不可行，滞留不发"[②]，不得不离船上岸。另据郭松年记录，至元十七至二十五年(1280~1288)大理点苍山积雪四时不消[③]。在黄河以北地区，由于气候转冷，冬季风活动时间延长，春秋两季里农作物受害的几率大增。据史料统计，13 世纪的后 40 年内，黄河以北农业地区出现霜害的年份有 14 年，频率为 35%；14 世纪前的 40 年中有 22 年，频率增加到 55%，是前一个 40 年的 1.6 倍(表 10.1)。在农牧交错带及其以北地区，因气候转冷而引起的灾荒在 13 世纪中后期频繁发生，粮价逐年攀升，如至元十五年(1278)前是每石 17 贯，至元二十四年(1287)每石 55 两，至元二十九年(1292)每石 110 两，至治三年(1323)每石 300 两，后至元六年(1340)每石 415 两；元政府对该地区灾荒赈济力度也逐年加大，图 10.5 是 1260~1339 元朝廷救济农牧过渡带以北地区各年赈粮数(满志敏，2009)，从图中可见，13 世纪中后期朝廷给予农牧交错带及其以北地区赈灾粮食数量与频率激

① [元]萨都拉：《雁门集》卷 1《清明日偕曹克明登北固山》

② [元]郭畀：《云山日记》，《横山草堂丛书》

③ [元]郭松年：《大理行记》

增。这一时期的文献记载，也清晰地反映了气候灾害对农牧交错带及其以北地区社会的影响(表 10.2)。

表 10.1 1260~1339 年黄河以北农业地区的霜害事件统计

时间	霜害	资料出处
中统二年(1261)	西京、宣德陨霜杀稼	《元史·世祖本纪》
中统三年(1262)	西京、宣德、威宁龙门霜 河间、平滦等路霜害稼	《元史·世祖本纪》 《元史·世祖本纪》
中统四年(1263)	武州陨霜杀麦禾 以秋旱霜灾，减大名等路税粮	《元史·世祖本纪》 《元史·食货志》
至元二年(1265)	太原陨霜	《元史·五行志》
至元七年(1270)	檀州陨黑霜三夕	《元史·世祖本纪》
至元八年(1271)	巩昌、临洮、平凉府、会、兰等州陨霜杀禾	《元史·世祖本纪》
至元十七年(1280)	宁海、益都等四郡霜	《元史·世祖本纪》
至元二十一年(1284)	山东陨霜杀桑，蚕尽死被灾者三万余家	《元史·五行志》
至元二十四年(1287)	大定、金源、高州、武平、兴中等处霜雹伤稼	《元史·世祖本纪》
至元二十六年(1289)	秃木合之地霜杀稼	《元史·世祖本纪》
至元二十七年(1290)	陕西南市屯田陨霜杀稼。大同、平阳、太原陨霜杀禾。隆兴路陨霜杀稼。兴、松二州陨霜杀禾	《元史·五行志》 《元史·世祖本纪》
至元二十九年(1292)	济南、般阳等郡及恩州属县霜杀稼。平滦路大水且霜	《元史·五行志》 《元史·世祖本纪》
元贞元年(1295)	武卫万盈屯及延安路陨霜杀禾	《元史·成宗本纪》
元贞二年(1296)	咸宁县，金、复州，隆兴路陨霜杀稼	《元史·成宗本纪》
大德五年(1301)	商州霜杀麦。汤阴县霜杀麦	《元史·五行志》
大德六年(1302)	大同、太原霜杀禾	《元史·五行志》
大德七年(1303)	济南路陨霜杀麦。般阳路陨霜	《元史·成宗本纪》
大德八年(1304)	滦城、济阳等县陨霜杀桑。太原之交城、阳曲、管州、岚州，大同之怀仁雨雹陨霜杀禾	《元史·成宗本纪》
大德九年(1305)	河间、益都、般阳属县陨霜杀桑 清、莫、沧、献四州霜杀桑二百四十一万七千余本	《元史·成宗本纪》 《元史·五行志》
大德十年(1306)	大同浑源县杀禾	《元史·五行志》
至大元年(1308)	大同陨霜杀禾	《元史·成宗本纪》

续表

时间	霜害	资料出处
至大二年(1309)	永平路陨霜杀禾	《元史·成宗本纪》
皇庆二年(1313)	济宁霜杀桑	《元史·五行志》
延佑元年(1314)	东平、般阳等郡，泰安、曹、濮等州大雨雪三日，陨霜杀稼。冀宁陨霜杀稼	《元史·五行志》
延佑四年(1317)	六盘山陨霜杀稼五百余顷	《元史·五行志》
延佑五年(1318)	雄州归信县陨霜	《元史·五行志》
延佑六年(1319)	奉元路同州陨霜	《元史·五行志》
延佑七年(1320)	益津县雨黑霜	《元史·五行志》
至治二年(1322)	辽阳路陨霜杀禾	《元史·英宗本纪》
至治三年(1323)	沂州定襄县及忠翊侍卫屯田所营田、象食屯田所陨霜杀禾 冀宁、阳曲县、大同路大同县、兴和路威宁县陨霜	《元史·泰定帝本纪》 《元史·五行志》
泰定二年(1325)	宗仁卫屯田陨霜杀禾	《元史·泰定帝本纪》
泰定三年(1326)	怯怜口屯田霜	《元史·泰定帝本纪》
天历元年(1328)	陕西霜旱	《元史·食货志》
至顺元年(1330)	汴梁路封丘、祥符县霜灾。忠翊卫左右屯田陨霜杀稼。宁夏、奉元、巩昌、凤翔、大同、晋宁诸路属县陨霜杀稼	《元史·文宗本纪》
至顺二年(1331)	宁夏霜为灾	《元史·文宗本纪》
至顺三年(1332)	浑源、云内二州陨霜杀禾	《元史·宁宗本纪》

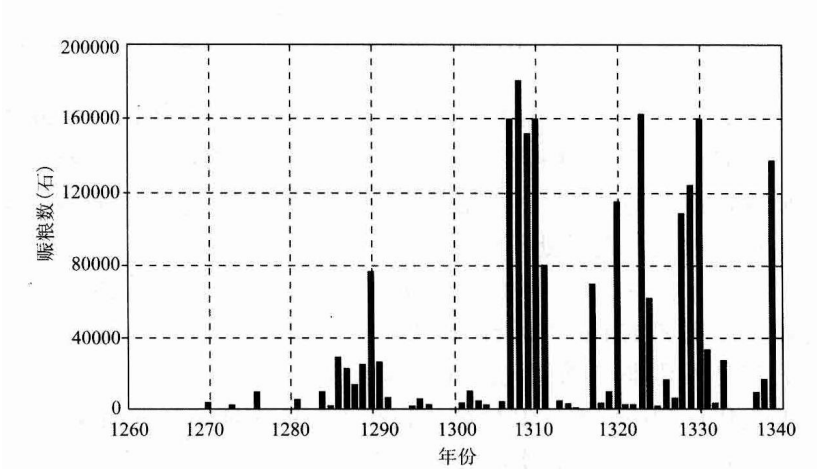


图 10.5　1260~1339 年农牧过渡带以北地区赈粮变化(满志敏，2009)

表 10.2 1260~1340 年农牧过渡带及以北地区的暴风雪灾害记载统计

年份	地点与部落	暴风雪灾情	史料出处
至元二十五年(1288)	拔突古伦所部	往岁北边大风雪，拔突古伦所部牛马多死	《元史·世祖本纪》
大德五年(1301)	称海至北境十二站	大雪牛马多死	《元史·成宗本纪》
大德九年(1305)	朔方乞禄伦之地	大风雪，畜牧亡损且尽	《道园学古录》卷 17
大德十年(1306)	大同路	暴风大雪，坏民庐舍	《元史·成宗本纪》
延佑四年(1317)	朔方	又被风雪为灾	《元史·贾昔剌传》
延佑间(1314~20)	朔漠	大风雪，羊马驼畜尽死，人民流散	《元史·拜住传》
至治三年(1323)	大宁蒙古大千户部	比岁风雪毙畜牧	《元史·泰定帝本纪》
泰定二年(1325)	云需府	大雪，民饥	《元史·五行志》
致和元年(1328)	诸王喃答失，彻彻秃，火沙，乃马台诸部	风雪毙畜牧，士卒饥	《元史·泰定帝本纪》
至顺二年(1331)	兴和路 镇宁王那海部曲。 斡儿朵思之地。	鹰坊及蒙古民万一千一百余户大雪，畜牧冻死 风雪损孳畜 频年灾，畜牧多死	《元史·文宗本纪》
后至元元年(1335)	河州路	大雪十日，深八尺，牛羊驼马冻死者十九，民大饥	《元史·顺帝本纪》
后至元五年(1339)	晃火儿不剌，赛秃不剌，纽阿迭烈孙，三卜剌等处六爱马	大风雪，民饥	《元史·顺帝本纪》
后至元六年(1340)	大斡耳朵思 达达之地	大风雪，羊马尽死 风雪为灾，马多死	《元史·顺帝本纪》 《元史·顺帝本纪》

寒冷天气产生的风雪灾害给游牧经济带来了极大的破坏，一年或数年内频繁的灾害可以使一个部落的主要经济支柱遭受毁灭性的打击。据韩国学者李玠爽(1994)研究，漠北地区在 13 世纪和 14 世纪之交出现了一系列黑白灾害，并导致这一地区游牧经济发展处于停滞状态。如白灾有 1287 年的北边大风雪，1301 年称海至北境的十二站大雪，1305 年乞禄伦地区的大雪，另有 1314 年春铁里干站的风雪沙土之灾和 1316 年冬天的风雪之灾。英宗时代，和林以南木邻道和纳林道地区也连年发生非冬季雪灾，致使草场荡然无存，牧民生活备受打击。这种情况并非元代后期所仅有，其他朝代也有类似的例证。如，西汉本始三年(公元前 71)冬，匈奴壶衍鞮单于领万余骑兵进攻乌孙，凯旋时“会天大雨雪，一日

深丈余，人民畜产冻死，还者不能什一”[①]；唐贞观元年(公元 627)突厥“其国大雪，平地数尺，羊马皆死，人大饥”，贞观三年(公元 629)由于大雪灾“六畜多死，国中大馁，颉利用度不给，复重敛诸部，由是下不堪命，内外多叛之”[②]。14 世纪前后，气候持续变冷使得中国北方畜牧业原有的自然环境发生了显著变化，社会经济系统遭受巨大破坏，导致区域性人口大规模流动。如岭北地区在经受两次大的寒冷侵袭后人口曾纷纷外迁。据史载，至大三年(1310)六月，“和林省言：‘贫民迤北而来者，四年间靡粟六十万石，钞四万余锭、鱼网三千、农具二万。’”[③]从赈济规模看，这次饥荒影响甚大。因从现有的记载看，元代赈济粮食数一般仅数千，如延佑五年(1318)，雍吉剌所部遭灾，赈粮三千石；至顺二年(1330)沙、净、德宁等州蒙古部民一万六千余户饥荒，赈粮也仅一万石。岭北地区第二次寒灾发生在延佑年间，当时“朔漠大风雪，羊马驼畜尽死，人民流散，以子女鬻人为奴婢”[④]。岭北地区在这两次大寒灾的侵扰下，许多蒙古饥民带着存活的牛马南迁到长城一线为生，纷至的难民给政府的救济和安置带来了极大困难，以至泰定元年(1324)，元政府不得不下令“仍禁毋擅离所部，违者斩”[⑤]，以抑制草原饥民的流动。

张丕远(1996)的研究表明，1230~1260 年左右的气候变化是一次大范围的突变。在此以前，气候系统处于不稳定状态，气候状态转变较快；在此之后，气候系统较稳定，转变较慢，并呈降温趋势，霜灾增多，桑树栽植向南方退缩，棉花种植在北方开始普及。1260~1310 年的 50 年间，桑树栽植适宜区从 37°N 以北，退缩到 35°N 以南，南移约 2.5 个纬度，相当于气温下降 1℃以上。

1260 年前后中世纪暖期向小冰期的转变历程同样被各类自然记录所揭示。如青藏高原敦德和古里雅冰芯氧同位素记录(姚檀栋等，2006)，北京石花洞年分辨率的石笋年层厚度记录(Tan et al.，2003)，祁连山树轮宽度记录(刘晓宏等，2004)，青藏高原冰芯、树轮、湖泊沉积物和冰川波动等各种代用资料的综合集成证据(Yang et al.，2003)；广东湛江湖光岩玛珥湖综合地球化学记录(Chu et al.，2002)，东北地区金川泥炭纤维素的 $\delta^{18}O$ 记录(洪业汤等，1997)，青藏高原红原泥炭纤维素 $\delta^{18}O$ 同位素记录(徐海，2002)，东北科尔沁沙地较高分辨率花粉化石记录(Ren，1998)等。

① 《汉书》卷 94《匈奴传》
② 《旧唐书》卷 194《突厥传》
③ 《元史》卷 23《武宗本纪》
④ 《元史》卷 136《拜住传》
⑤ 《元史》卷 29《泰定本纪》

(四)元代后期(1320~1370 年):进入小冰期

经过中世纪暖期向小冰期的转变之后,中国气候进入小冰期。史料中有大量这一时期气候寒冷的记载。如在长江及其以南地区,天历二年(1329),“冬大雨雪,太湖冰厚数尺,人履冰上如平地,洞庭山柑橘冻死几尽”[①];元统二年(1334)杭州桃树盛花期推迟到清明(满志敏,张修桂,1990);至正九年(1349)三月,“温州大雪”[②]。“岭南地素无冰”,然天历二年(1329)卜天璋(1250~1331)出任广东廉访使后,“始有冰,人谓天璋政化所致云”[③]。至正十一年(1351),南下吴越的廼贤(1309~?),途经山东境内黄河段,有感于近年黄河屡修屡决,行都水监督促百姓在严寒中修筑大堤却进展缓慢而作《新堤谣》,诗曰:“分监来时当十月,河水塞川天雨雪,调夫十万筑新堤,手足血流肌肉裂,监官号令如雷风,天寒日短难为功。”[④]而 1920s~1950s 黄河流域水文观测记录显示,河南、山东段黄河河道出现冰块的时间是 12 月,显然,廼贤所记录黄河初冬冰块出现的时间较现代早了近一个月(竺可桢,1973),这与 13 世纪初最冷月黄河仍可行舟的情况大相径庭。而南方因霜冻频繁,柑橘收成也较以往显著下降,如由俞贞木(1331~1401)所著、成书于 1379 年的《种树书》载道:“果,南方柑橘虽多,然亦畏霜,不甚收,惟洞庭霜虽多无所损。”且当时桑葚成熟于阳历 6 月,较现代苏南平均日期迟近 10 天(Hameed,龚高法,1993)。1328~1330 年,江西连续出现大雪,赣江干、支流封冻和夏季低温等罕见气候。其中,1328~1329 年降雪的南界至少已达南岭,大雪属百年罕见;1329 年冰冻的南界至少已达 27°N 左右的吉水县,大雪奇冻更是百年不见;1330 年江西南部地区的夏季可能与北方坝上地区相当,为百岁未闻。降温幅度已与17~19世纪明清小冰期中的极端寒冷年份相近,即使在过去2000年中,亦属极端罕见的寒冷年份(王培华等,2004),因此,时人有“朔南气化如此其变,而今昔推迁如此其殊”之感[⑤]。

二、干湿变化

(一)东中部地区

总体上看,除长江三角洲与华北东北部及宁夏等局部地区外,宋元时期中

① [元]陆友仁:《研北杂志》卷上
② 《元史》卷 51《五行志》
③ 《元史》191《卜天璋传》
④ [元]廼贤:《金台集》卷 2《新堤谣》
⑤ [元]刘岳申:《申斋集》卷 2《送萧太玉教授循州序》

国东中部大部分地区长期偏干，其中，尤以黄土高原、黄河中下游及长江以南的大部分地区偏干最为显著，干湿格局以东西分异为主要特征(Zheng et al.，2006)。

郑斯中等(1977)依据史料记载对中国东南地区(黄河中下游及其以南地区)历史时期水旱灾频率的变化进行了研究，认为近两千年来中国东南地区的气候存在着多次干湿交替变化，其中，11 世纪中叶至 13 世纪为一雨水相对较少的时期；张天麟(1982)对长江三角洲气候、物候、太阳黑子以及水旱灾害等资料的分析，表明北宋后期至南宋后期(1100~1275)长江流域气候偏旱；陈家其(1989)根据太湖流域的历史记录，也得出类似结论。在更大区域上，龚高法和 Hameed(1993)根据 50000 份有关旱涝的历史记录重建了中国东部地区近 2000 年来的干湿变化历史，结果表明中国东部地区在宋代，即中世纪大部分时期为一干旱期。另有研究者通过对长江历史枯水位的调查研究，表明宋代(尤其南宋)是四川涪陵、云阳古石刻枯水位记载最为频繁和水位最低的时期(长江流域规划办公室及重庆市博物馆历史枯水调查组，1974)。Fang(1993)对中国全境 141 个湖泊和 49 个沿岸湖泊的湖面消长变化记录进行了系统分析，结果认为 11~13 世纪是过去 3000 年来第二大湖泊萎缩时期(参见第九章图 9.9，中世纪暖期中国东中部地区干湿状况)。

11 世纪后中国东中部地区气候变干也为大量自然证据所证实。童国榜等(1997)根据硅藻和孢粉资料重建了安徽龙感湖地区过去 3000 年来降水的变化，结果显示 1100~1300 年为一相对干旱期；储国强等(Chu et al.，2002)对广东湛江湖光岩玛珥湖高分辨率沉积物的综合研究揭示出了类似的气候特征。

从干湿等值线图看(图 10.6)，中、东部地区干湿格局从东至西呈湿-干-湿交替分布。其中，华北平原、黄土高原、秦巴山地、江汉平原、岭南等区域性等值线相对均匀，区域性干湿强度具有一致性；而江浙、黄淮大部、华北北部及河套、重庆、岭北等局部地区相对湿润，其余地区处于干旱状态，整体表现为偏干势态。从中东部地区干湿变率的分布情况看(图 10.7)，110°E 以东、30°N 以北地区降水变率普遍偏小，区域性变率相对均一；而 110°E 以西和 30°N 以南，干湿变率由东至西或由北至南逐渐增加，同时，存在若干高变率中心。

由于长期偏旱，宋元时期中国处在近千年来第一个降尘高发期。其中，1116~1270 年降尘率达到了巅峰(张德二，1984)，农业生产与社会发展因此不可避免地遭受着频繁的旱蝗侵扰。

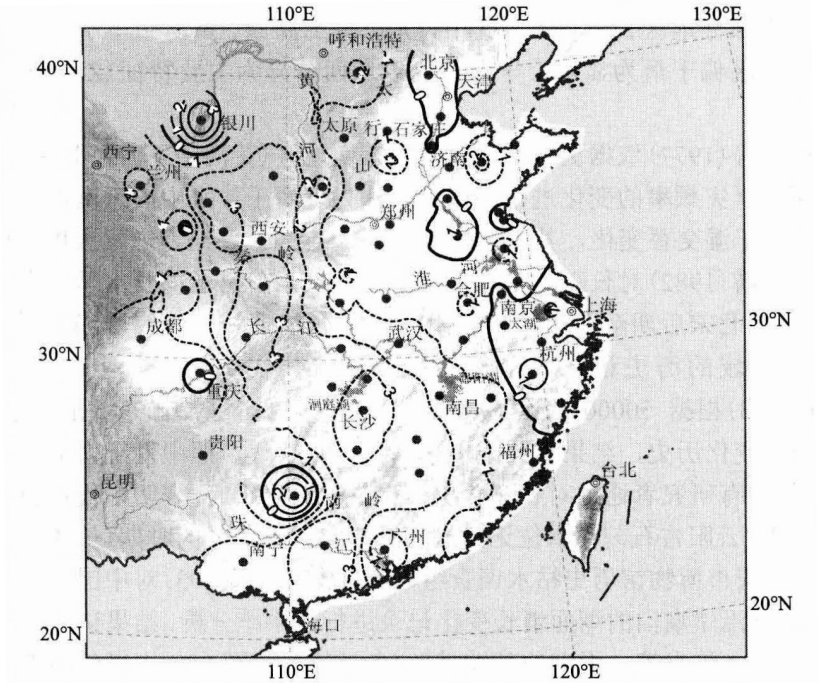


图 10.6 宋元时期中国东中部地区干湿格局(Zheng et al.，2006)

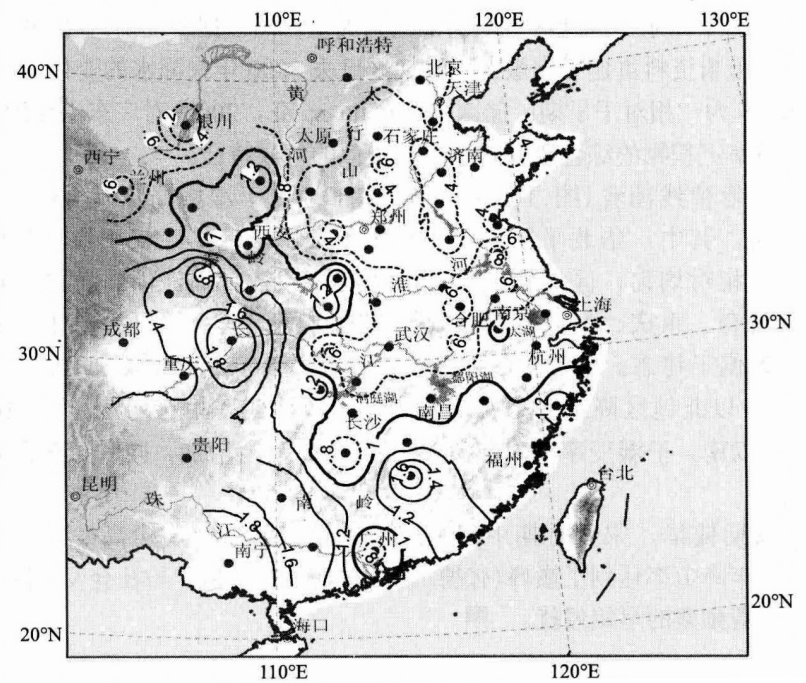


图 10.7 宋元时期中国东中部地区干湿变率分布图(Zheng et al.，2006)

图 10.8 是宋元时期中国东部地区干湿变化指数曲线。从中可以看出，除1240~1265 年和 1280~1338 年相对湿润外，宋元时期大部分时间均处于干旱气候，且干旱程度远大于湿润程度。其中，1120s 和 1210s 最为干旱，如史载，嘉定八年(1215)，金朝辖区“大燠，草木枯槁，百泉皆竭，行都斛水百钱，江、淮杯水数十钱，曷死者甚众”[①]；同年，南宋境内的“江、浙、淮、闽皆旱，建康、宁国府、衢、婺、温、台、明、徽、池、真、太平州、广德、兴国、南康、盱眙、安丰军为甚，行都百泉皆竭，淮甸亦然”[②]。这两个最干旱时段也是南宋、金、蒙古政权发生战争最频繁的阶段，如宋、金“绍兴议和”、“隆兴和议”和“嘉定和议”，以及 1214 年 5 月金宣宗“贞佑南迁”事件即在此阶段发生。

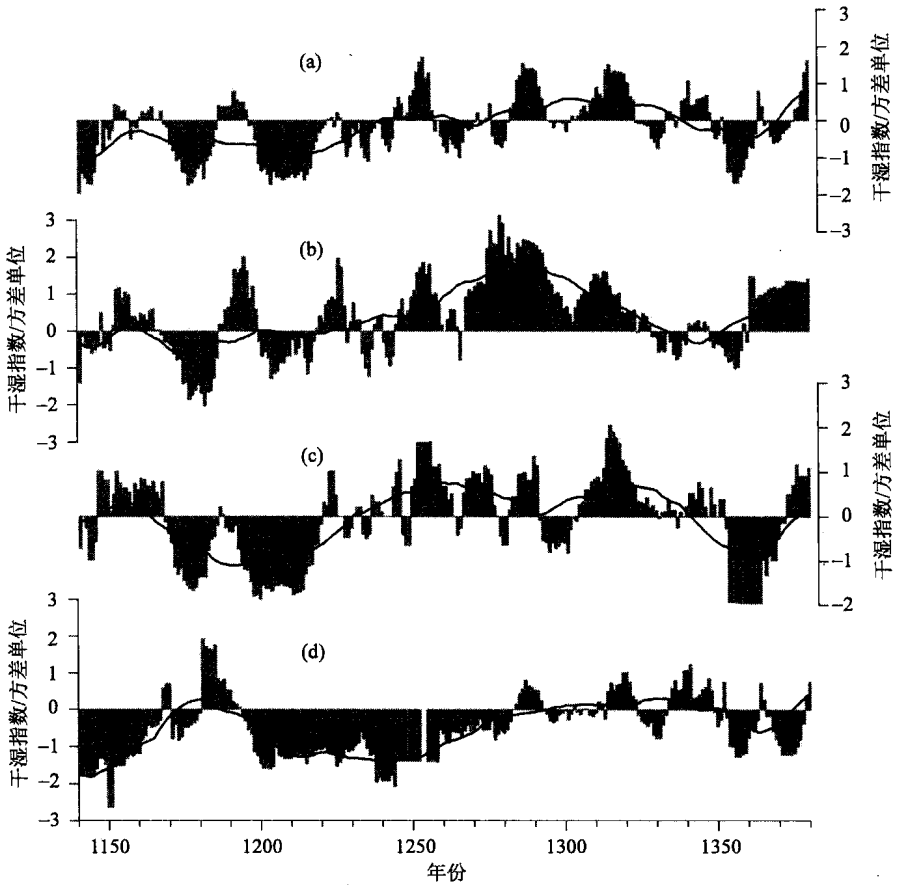


图 10.8　宋元时期中国东部及其分区的干湿变化(Zheng et al.，2006)

(a)东部；(b)江南；(c)江淮；(d)华北

①《金史》卷 63《五行志》

②《宋史》卷 66《五行志》

宋元时期中国东部地区干湿变化存在显著的区域差异(图 10.8)。华北地区除1173~1186 年和 1294~1343 年相对湿润外，其余 27%的年份均相对干旱，其中，金朝掌控时仅有 14 年气候相对湿润(图 10.8(d))。华北地区第一个干谷出现在1140s 前后，是北宋末年干旱趋势的延伸(参见上一章)；第二个干谷出现在1200s~1250s，虽然干旱强度略低于第一个干谷，但谷底持续时间达 50 年之久，金朝也在这次干旱谷底中走向了灭亡。进入元朝后，华北依然偏旱，且持续时间达 49 年之久，占蒙元统掌华北时间的 37%，但干湿变率较小。在华北地区内，不同区域的干湿变化仍有较大差异。如海河流域 1280 年以后降水增多(汤仲鑫等，1990)；而中原地区 1257~1318 年降水稍多，1319~1339 年则相对干旱，1340~1351 年降水又稍多，但 1352~1367 年再次转旱(王邨，王松海，1987)。

1230s 以前，江淮地区以干旱为主，之后相对湿润(图 10.8(c))。其中，1147~1164 年和 1231~1341 年两个时段为湿润期，湿润年份占总年份的 53.5%。12 世纪末至 13 世纪初，是江淮地区旱蝗最频繁的时段，如淳熙三年(1176)八月，“淮北飞蝗入楚州、盱眙军界”；九年(1182)六月，“全椒、历阳、乌江县蝗”；嘉定八年(1215)四月，“飞蝗越淮而南。江、淮郡蝗”[①]，及贞祐四年(1216)五月，“京兆、同、华、邓、裕、汝、亳、宿、泗等州蝗”[②]。1420s 以后，江淮地区再次进入干旱期，因而文献载：“当天历(1328~1330)用兵之后，江淮大旱，田禾槁死，民无所食。”[③]其后，江淮地区水旱灾害进一步加剧，民众生活更加艰难，如至正十九年(1359)七月，“淮安清河县飞蝗蔽天，自西北来，凡经七日，禾稼俱尽”[④]，因此，有文献载：“乙酉年(1345)后，北方饥。子女渡江转卖与人为奴婢……至正甲午年(1354)，乡中多置淮妇作婢，贪其价廉也。”[⑤]

江南地区总体上表现为前干后湿，干湿分明(图 10.8(b))。在干旱阶段干旱指数小，亚级波动频繁；湿润阶段湿润指数变率大，湿润年份占总年份的 55.1%。大体上以 1230s 为界，之前以干旱为主，之后以湿润为主。其中，1280s 是江南地区的降水峰值，1127~1129 年、1154~1161 年、1224~1333 年、1352~1368 年为四个强弱和持续长短彼此悬殊的湿润时段。这种干湿变化在典型区域也存在明显的差异性，如在太湖流域，存在 1177~1275 年、1311~1367 年和 1276~1310 年干湿阶段。而无论在干旱期，还是湿润期，也都存在较大的干湿波动，如在

① 《宋史》卷 62《五行志》

② 《金史》卷 14《宣宗本纪》

③ [元]苏天爵：《滋溪文稿》卷 12《元故荣禄大夫御史中丞赠推诚佐治济美功臣河南行省平章政事冀国董忠肃公墓志铭并序》，中华书局，1997 年

④ 《元史》卷 51《五行志》

⑤ [元]孔齐：《至正直记》卷 3《乞丐不置婢仆》

1288~1367 年相对湿润期，1295~1301 年存在 7 个连续的湿润年，其中，大涝年与特大涝年有 3 个(陈家其，1989)。由《白鹤梁石刻》上记录的水位变化信息显示，西南地区枯水期集中发生在南宋前期，干旱异常显著(龚高法，张丕远，1983；郑斯中，1983)。

此外，在南宋东南地区的干旱期中，除存在干湿波动外，尚有若干个干旱低谷。《宋史》中记载的有关大型祈雨活动的疏密，可以勾勒出这些谷底的大致时间。据《宋史·五行志》载，南宋 152 年中，共有祈雨记录 18 次，且集中在 1210s 之前，其中，有 10 次发生在 1133~1187 年这 55 年中，祈雨年概率达 18%，8 次发生在 1202~1217 年这 15 年中，祈雨年概率为 50%。1133、1137、1138、1139、1141 年，1202、1207、1208、1209 年以及 1215、1217 年是三个较为连续的重大祈雨活动时段。相对密集的祈雨与当时南方地区的降水普遍减少密切相关。据史料记载，12 世纪后期至 13 世纪初，由于大面积干旱，使得南宋朝廷曾有四个年份每年开展了两次大面积的祈雨活动。

一是乾道四年(1168)六月，江南地区出现旱灾，宋孝宗亲祷于太乙宫；八月，再度祈雨。二是淳熙十四年(1187)，时“两浙、江西、淮西、福建旱”，五月，宋孝宗亲自祈雨；七月，“临安、镇江、绍兴、隆兴府、严、常、湖、秀、衢、婺、处、明、台、饶、信、江、吉、抚、筠、袁州、临江、兴国、建昌军皆旱，越、婺、台、处、江州、兴国军尤甚”，孝宗又“大雩于圜丘，望于北郊，有事于岳、渎、海凡山川之神”，至九月，“乃雨”。三是嘉定二年(1209)，尽管当年夏季连州，利、阆、成、西和四州及台州遭受了水灾，但浙西大旱，常、润为甚，淮东西、江东、湖北皆旱，“四月，旱，首种不入，庚申，祷于郊丘、宗社。六月乙酉，又祷，至于七月乃雨”。四是发生在嘉定八年(1215)。是岁，江南地区“春，旱，首种不入。四月乙未，祷于太乙宫。庚子，命辅臣分祷郊丘、宗社。五月庚申，大雩于园丘，有事于岳、渎、海、至于八月乃雨”[①]。

显然，前三个年份中出现两次祈雨的共同特点是前涝后旱，而第四个年份不仅有大面积旱灾，而且还伴有严重的蝗灾。嘉定八年四月，“飞蝗越淮而南。江、淮郡蝗，食禾苗、山林草木皆尽。乙卯，飞蝗入畿县。己亥，祭酺，令郡有蝗者如式以祭。自夏徂秋，诸道捕蝗者以千百石计，饥民竞捕，官出粟易之”[②]。尤其是秋旱，对晚稻成熟与产量不利，宋人说：“殆秋稻欲秀熟，田畦须水，乃反亢旱”，“自从南渡数十年间，未尝见至秋不祈雨”[③]。这种多年连片旱灾不可避免的导致

① 《宋史》卷 66《五行志》
② 《宋史》卷 62《五行志》
③ [宋]庄绰：《鸡肋编》卷中

了南宋局部地区“种不入土，米价翔贵”[①]，或“有禾之田尽如茅苇，无禾之田尽如白地”[②]。

1230s 以后，江南大面积连续干旱年份减少，水灾相对增多。其中，1250s~1310s 降水极度丰沛，并于 1280s 达到巅峰。13 世纪 30~40 年代，江南地区出现了一个短暂的干旱期，但这个干旱期并不稳定，不仅水旱成灾，而且一度引发了饥荒和疫病。如至顺二年(1331)八月，“江浙诸路水潦害稼”，十月“吴江州大风雨，太湖溢”、“江浙平江、湖州等路水伤稼”[③]；元统二年(1334)三月，“杭州、镇江、嘉兴、常州、松江、江阴水旱疾疫”，“湖广旱，自是月不雨至于八月”，同月，“南康路诸县旱蝗”；至元二年(1336)“江浙旱，自春至于八月不雨，民大饥”[④]。其后，江南地区转湿，尤其江浙地区，农业生产条件趋于稳定，为保障江浙地区作为全国重要的粮食输出地位置提供了基础。所以，至正九年(1349)，元代文学家和书画家朱泽民(1294~1365)说：“比年中原水涝相仍，谷麦不登；湖广地接猺蜑，难制易扰，供给之余，耕桑俱废，国家经费独仰于东南而已。”[⑤]

(二)西部地区

在青藏高原，古里雅冰芯累积量指示了中世纪暖期的该地区环境相对干旱(姚檀栋等，1996)(图 10.6)，但在西部季风边缘区则可能存在湿润气候。有研究依据树轮和石笋证据认为，13 世纪西部季风边缘区降水增加（邵雪梅等，2004；Zhang et al.,2008)。

在中国北方农牧交错带，中世纪暖期可能伴随着湿润气候。武健伟等(2004)认为，13 世纪北方农牧交错带降水增加，流沙活动减弱，沙地固定成壤，植被盖度增加，原来的荒漠景观被疏林草原景观所代替；索秀芬(2002)根据内蒙古地区在中世纪旱作农业分布的北界，推测中世纪暖期旱作农业北界的鄂尔多斯高原的年降水量比今要高。

在西北地区，黄土高原处于相对干旱周期背景下，并呈现阶段性干湿波动(表 10.3)。其中，黄土高原邻近地区(山西、陕北、甘肃)位于过去 2000 年中的第二个干旱期(钮春燕，龚高法，1991)。

---

① [宋]黄幹：《勉斋集》卷 16《与李贯之兵部书》

② [宋]曹彦约：《昌谷集》卷 9《湖北提举司申乞赈济赏格状》

③《元史》卷 35《文宗本纪》

④《元史》卷 38《顺帝本纪》

⑤ [元]朱泽民：《存复斋文集》卷 5《送张尚书序》

表 10.3　黄土高原 12~14 世纪干湿变化

周期背景	周期长度	偏湿段	偏干段	偏湿段
相对干旱	145 年	1111~1130(20)	1131~1220(90)	1221~1255(35)
	140 年	1256~1280(25)	1281~1370(90)	1371~1395(25)

资料来源：中国科学院黄土高原综合科学考察队，1991

13 世纪后期至 14 世纪中期，西北地区饱受干旱之苦。有关统计分析表明(袁林，1994)，金世宗大定十一年至二十年(应为 1170~1180)，西北地区发生了四次较大旱灾，并间或有蝗灾和水灾；大安三年至宣宗贞祐元年(1211~1213)，连续三年大旱，造成大饥荒，“流殍满野”，如 1213 年，“河东、陕西大旱，京兆斗米至八千钱”①。此外，贞祐四年(1216)、元光二年(1223)，哀宗正大二年(1225)、三年(1226)西北大旱期间，更有蝗灾发生，个别地方还出现过因旱蝗导致的“饥民相食”现象。13 世纪末，干旱再度降临西北，并引发了区域性饥荒，如至元二十六年(1289)，“京兆旱，以粮三万石赈之”②；元贞元年(1295)六月，“巩昌、环州、庆阳、延安、安西旱”③。元贞元年(1295)至至大四年(1311)，西北地区发生四次大旱，而地方性旱灾几无间断。旱灾饥荒中，屡见“民饥而死”者④。至治元年(1321)以后，西北地区大旱及地区性旱灾接连不断，饥荒日益严重，如天历元年(1328)八月，“陕西大旱，人相食”⑤。自泰定二年(1325)起，连续五年的大旱最终酿成了大饥荒，“饥馑荐臻，饿殍枕藉”，“饥民相食，民有杀子啖母者”，故史载：“陕西自泰定二年至是岁(1328)不雨，大饥，民相食。”⑥天历二年(1329)，“关中大旱，饥民相食”、“时斗米直十三缗”⑦，七月，监察御史把的于思说：“陕西等处饥馑荐臻，饿殍枕籍，加以冬春之交，雪雨愆期，麦苗槁死，秋田未种，民庶遑遑，流移者众。”⑧这应该是元代西北地区爆发的最严重的自然灾害。这场特大旱灾造成的大灾荒，一直到至顺二年(1331)才趋于缓和。存世的文献中对这场大旱灾情有较详细的记述：“泰定之际，关陕连岁大旱，父子相食，死徙者十九”⑨，“天历二年，关中大旱，饥民相食”⑩，“时关中大

① 《金史》卷 23《五行志》
② 《元史》卷 96《五行志》
③ 《元史》卷 18《成宗本纪》
④ 《元史》卷 191《田滋传》
⑤ 《元史》卷 50《五行志》
⑥ 《元史》卷 32《文宗本纪》
⑦ 《元史》175《张养浩传》
⑧ 《元史》卷 31《明宗本纪》
⑨ [元]揭傒斯：《文安集》卷 13《故荣禄大夫陕西等处行中书省平章政事吕公墓志铭》
⑩ 《元史》卷 175《张养浩传》

饥，民枕籍而死，有方数百里无孑遗者”[①]，以至于出现“天历初，关陕大饥，民尽室以逃”现象[②]。蒲道源(1260~1336)，曾用诗句记录了当时旱荒的情景，诗云：“长安遭饥荒，食尽到糠秕。升合贵不赀，珠金何足恃。凌晨出求籴，于于如栉比。暮归持空囊，菜色皆相似。老弱困且羸，行随墙壁倚。村墟向黄昏，剽掠群凶起。咸云田中麦，苗枯无雨水。今年如弗收，炊爨当易子。”[③]紧接着，大德十年(1306)，“安西春夏大旱，二麦枯死”[④]，至元二年(1336)三月，“陕西暴风，旱，无麦”等灾情记载[⑤]。从文献记载中看，14 世纪上半叶，整个西北地区始终笼罩在旱灾阴影中而未有丝毫“风调雨顺”的缝隙。

三、中世纪暖期向小冰期转变

第三、四和九章已简单介绍，“中世纪暖期”(MWP)指的是欧洲及北大西洋临近地区 900~1300 年出现的相当或高于 20 世纪中期温暖程度的一个气候阶段。越来越多证据表明世界很多地区存在中世纪暖期。Lamb(1965)根据历史文献资料建立了英格兰中部近 1000 年的平均气温的变化趋势，发现 1150~1300 年欧洲大部分地区经历了近千年来的最温暖气候。Hughes 和 Diaz(1994)认为北欧 14 世纪中期出现了没有预想到的暖冬，西欧 13 世纪出现了温暖的春季和干旱的夏季，阿尔卑斯山冰川出现了后退。Pfister 等(1998)依据史料推断 1180~1299 年西欧的温暖程度与 20 世纪相似。Grinsted 等(2006)依据冰芯记录证明挪威斯瓦尔巴特群岛在 1130~1300 年经历了中世纪暖期，当时的夏季温度相当或高于现代夏季气温。Keigwin(1996)重建了 Sargasso 海洋面过去 3 千年的温度，发现大约中世纪暖期的气温要比现在高约 2℃。格陵兰地区钻孔记录表明，中世纪暖期比现今温暖 1℃(Dahl-Jensen et al.，1998)。在阿尔卑斯山地区，历史落叶松密度数据(Büntgen et al.，2005)、石笋氧同位素记录(Mangini et al.，2005)和 Aletsch 大冰川记录(Holzhauser et al.，2005)均显示 800~1300 年存在与今相当的温暖气候。在俄罗斯西北部，Hiller 等(2001)发现干暖气候始于 600 年，1100~1200 年为显著的暖干期；1000~1300 年夏季的温度要比现代暖 0.8℃。在芬兰，Tiljander 等(2003)认为存在中世纪暖期，980~1250 年温度比当代暖期(Current Warm Period)高约 2℃。在中国邻区日本，Kitagawa 和 Matsumoto (1995)利用日本南部地区 Yakushima 岛雪松(Cryptomeria japonica) $\delta^{13}C$ 作为温度变化指标，重建了该地区过去 2000 年来气温

① 《元史》卷 181《元明善传》
② [元]苏天爵：《滋溪文稿》卷 12，中华书局，1997 年
③ [元]浦道源：《闲居丛稿》卷 1《闲居纪事》
④ 《元史》50《五行志》
⑤ 《元史》卷 39《顺帝本纪》

变化，发现该地区在800~1260年的温度比今高1℃。

Huang和Pollack(1997)研究了全球各大洲6144个地方距今20 ka地表温度变化，充分肯定了中世纪温暖气候的全球性。Broecker(2001)强调中世纪温暖期是一个全球性气候事件，它在全球不同地区的表现差异与不同温度代用指标对温度变化响应的灵敏性有关。Krenke和Chernavskaya (2002)利用冰川、水文和史料、树轮、考古和孢粉等资料对世界范围内的中世纪暖期和小冰期进行了比较系统的分析，认为中世纪暖期在世界范围内存在，欧亚大陆北部中世纪暖期的年平均气温比小冰期高约1.5℃，有些地区中世纪气候比20世纪后期更加温暖，如加拿大北方森林北部边缘地区在中世纪暖期向北迁移了55公里，美国南部Rocky Mountains和Krkonose Mountains地区的树线比现今要高约100~200m。Soon等(2003)利用全球、半球和区域的139个代用资料重建序列考察在800~1300年期间是否存在50年以上的暖期，结果表明，122个序列出现了暖期，占全部序列的87.8%，因而认为中世纪暖期的确存在而且具有全球性，20世纪暖期并不是过去千年的最暖期，MWP作为距离最近的一次暖期，其温暖程度与现代相当甚至更暖。Moberg等(2005)利用世界不同地区11个分辨率不同的自然档案气候记录重建了北半球过去1000年来的气温变化，结果显示中世纪和小冰期之间的温度差别大约为0.9℃。

中世纪暖期(900~1300)和小冰期(1350~1800)是目前学术界关注的两个重要时段。通常认为中世纪暖期过后紧接着就是小冰期，然而这是一种非常简单的认识。气候从一种状态向另一种状态转变的速率如何是一个重要的科学问题。因为如果速率较慢，人类有充分的时间以各种措施去适应气候变化，而不会受到气候变化的重大影响；反之，如果气候快速地从一种状态向另一种状态变化，人类往往来不及去适应，导致人类社会遭受重大影响。

目前的研究表明，中国中世纪暖期向小冰期的转变是一次突变过程。满志敏和张修桂(1990)的研究表明，13世纪和14世纪之交，即中世纪暖期向小冰期转变阶段，中国自然带在短短的40年内南移了二个纬度；张丕远(1996)明确指出，13世纪中叶中国气候发生了突变，这次突变使得过去2000年中国气候特征分为两个阶段；葛全胜等(2002)认为中世纪暖期向小冰期的转变是过去两千年来速率最快的一次，中国东中部地区1260~1280年至1320~1350年出现了1.5℃的降温。

13世纪末中国气候迅速转冷并不是一个孤立的事件，有大量研究表明同期世界其他地区气候均具有突然变冷的特征。Kitagawa和Matsumoto (1995)指出日本南部地区1260年前后发生中世纪暖期向小冰期的转变；Sinha等(2007)分析Dandak Cave (19°00'N，83°00'E)氧同位素证据后，认为印度季风在1250年之后气候发生重大变化，印度降水减少，至1360年左右到达谷底。Meeker和

Mayewski(2002)研究了格陵兰冰芯离子系列，认为冰岛低压和西伯利亚高压系统在1260年左右发生了非常显著的变化。D'Arrigo等(2001)根据Tarvagatay山(杭爱山的一个支脉)的树轮宽度重建了过去1738年以来高分辨率的温度变化，认为蒙古地区与极地、欧洲和北半球的古温度变化基本一致，1200~1260年对应于中世纪温暖期，1260年之后发生转变。秘鲁在800~1250年出现了厄尔尼诺强降水，1250年该地区气候发生了过去两千年来最为显著的突变(Rein et al.，2004)。新西兰1210~1260年气候温暖，随后发生转变(Cook et al.，2002)，在1270~1350年转变时期，温度下降了1.4℃(Nunn，2007)。Grove和Switsur(1994)对全球包括欧亚大陆(欧洲阿尔卑斯山脉、斯堪的纳维亚半岛、喜马拉雅山脉等地区)、北美(阿拉斯加和加拿大山脉地区)、南美热带地区、南美高纬度地区、新西兰等地区冰川进退的综合研究表明，中世纪暖期公元900~1250年左右冰川后退，对应于中世纪暖期，1250年以后冰川重新开始扩大。

Meyerson等(2003)通过对两极冰芯的研究，甚至认为中世纪暖期向小冰期的转变是过去5000年来最为剧烈的一次气候事件。Nunn(2007)将中世纪暖期至小冰期的转变称之为1300年事件，认为这种转变持续时间为100年左右，这两种气候状态之间的转变是过去几千年来速率最快的阶段。

1260年前后世界气候发生突变的动力机制可能是太阳活动和火山活动叠加的结果。太阳活动是导致小冰期形成的一个主要因子，如果考虑到太阳强迫的热力响应的滞后作用，小冰期(1550~1850)与太阳活动最小期(Maunder minimum、Spoerer minimum；1400~1715)是对应的，而13世纪中期气候转变与太阳活动极大期(Medieval solar maximum，1100~1250)向极小期转变在时间上也有对应关系。火山活动被认为是形成小冰期寒冷气候的另一个重要原因。13世纪中后期地球曾有五次规模较大的火山喷发，即1239、1259、1269、1277和1285年，其中，1259年在低纬度地区喷发的火山是过去两千年规模最大的一次(Budner，Cole-Dai，2003)。火山灰中的硫酸盐气溶胶进入平流层后可以滞留2年以上，并随环流扩散；若有连续多个火山爆发，就可形成长时间地遍布整个平流层的硫化物，成为太阳辐射的屏障层。硫酸盐气溶胶粒子可强烈散射太阳辐射，从而减少直接辐射。

需要说明的是，国际全球变化研究领域关于是否存在“中世纪暖期”以及“小冰期”(LIA)(参见第十一章)迄今仍未取得共识。否认MWP和LIA存在的代表是美国学者Mann(1998，1999)和英国学者Jones和Mann(2004)，他们认为过去千年来上个世纪最暖，其观点被IPCC多次引用。认为MWP和LIA存在的代表是加拿大学者McIntyre和McKitrick以及美国学者Soon。McIntyre和McKitrick(2005)认为Mann的资料在1550年之前数据可信度不高，存在6个错误(资料核对的误差、不合理的截断及外推记录、应用过时的资料、地理位置错误、

不正确地计算树木年轮的主分量以及资料缺少质量控制），重新订正后发现 1550 年之前温度比 Mann 的高。Soon 等(2004)认为中世纪暖期和小冰期普遍存在，时间分别为800~1300年和1300~1900年。在回辩McIntyre等的质疑时，Jones等(2004)否决了 MWP 和 LIA 术语的使用，理由是 MWP 和 LIA 的存在与否在不同地区差异很大，不适于全球尺度上的气候研究。2006 年，美国科学研究咨询委员会(NRCNA, 2006)对利用代用资料重建的全球或北半球温度变化的结果进行了评估，认为截至 2006 年，学术界重建的全球或半球温度序列在 900~1600 年时段的可信度较低，关于 MWP 和 LIA 变幅的科学认识需要新的证据。2009 年，Mann 等(2009)在 *Science* 上发表文章，认可了 MWP 和 LIA 的存在，并承认某些区域 MWP 的温暖程度可能超过了 20 世纪末。中国学者利用文献和树轮、石笋等代用资料重建了过去 2000 年以来全国温度变化。结果显示，MWP 和 LIA 在中国普遍存在，只是不同地区在冷暖阶段的起止时间和冷暖幅度上存在一定的差别(Ge et al., 2003，2010；Yang et al., 2003；王绍武，龚道溢，2000)。

第二节　江南农业的变化

一、占城稻的推广和江南水利田开发

“靖康”前后，中国气候相对寒冷。占城稻生长期短，早春播种可在时间上避开旱涝灾害多发的夏秋之交时段，使得收成有所保障；同时，占城稻收割之后较长时间内光热条件仍极优渥，使得收割后其稻茬复生再结实或种植其他作物成为可能；此外，占城稻较粳稻出米多、且价廉，迎合了中产以下家庭的需求[①]。由于以上几方面的原因，占城稻在宋室南渡后再次得到大规模推广。南宋初，江南西路安抚制置使李纲(1083~1140)在《梁溪全集》中说：“本司管下乡民所种稻田，十分内七分并是占米。”绍熙年间(1190~1194)，就任荆门军的陆九渊(1139~1193)也言：“江东、西田土较之此间相去甚远，江东、西无旷土，此间旷土甚多。江东、西田分早、晚。早田者种占早禾，晚田种晚大禾。此间田不分早、晚，但分水陆。陆田者只种麦、豆、麻、粟或蔬菜栽桑，不复种禾，水田乃种禾。此间陆田，若在江东、西，十八九为早田矣。”[②]

在大面积种植过程中，人们逐渐总结出了适合不同积温区的多种生长期的占城稻播种方法，如江南地区气候温暖，播种时间应在二月中下旬至三月上旬；淮南地寒，播种则宜推迟。此外，培育出了一系列适应不同气候和土壤条件的占城

① [宋]舒璘：《舒文靖文集》卷下《与陈仓论常平》

② [宋]陆九渊：《象山集》卷16《与章德茂》

稻品种，如，按时序有早、中、晚和寒等类型。据宋嘉泰元年(1201)《会稽志》卷17《草部》载："蚤占城……，一名六十日，相传唐太宗伐占城国得其稻……，其次则曰白婢暴、红婢暴、八十日(三者亦占城之属，秋初乃熟，其收晚于早占城)。"嘉定十六年(1223)《赤城县志》卷36《土产》有云："占城(稻)……至今土俗谓之百日黄。"在江西，"豫章所种，占米为多，有八十占、有百占、有百二十占"[①]。占城稻从育种到播种程序清晰，工艺精细，"其法曰：南方地暖，二月中下旬至三月上旬，用好竹笼，周以稻秆，置此稻于中，外及五斗以上，又以稻秆复之，入池浸三日，出置宇下，视其微热，如甲拆状，则布于净地，视其萌于谷等，即用宽竹器贮之，于耕了平细田，停水深二寸许，布之。经三日，决其水，至五日，视苗长二寸许，即复引水一日，乃可种莳。"[②]占城稻的推广极大地改变了长江中下游地区长期以来"火种水耨"的粗放型农作模式，促进了中国南方地区水稻种植业向精细化方向的发展。随着长江中下游地区占城稻播种面积不断增大，其品种逐渐本土化，长江流域原有的稻作品种体系得到了根本改变，长期以来粳稻系列一枝独秀的局面不复存在，以致后世文献将其视为本地品种。如明洪武十二年(1379年)《苏州府志》卷42"土产"载："早稻，即占城稻，其法……至八月熟，刈后若频得雨，往往再生，所谓再熟稻是也。"双季稻种的出现，为温暖气候环境下长江下游双季稻的大规模推广提供了可能，所以，刘爚说："吴地海陵之仓，天下莫及，税稻再熟。"[③]

12世纪中叶，中国长江中下游地区出现的冷干气候不仅促进了占城稻在该地区大规模推广，而且对北宋以降这些地区稻麦两熟制的形成也起到了重要推动作用。江南种植双季稻除存在农时紧张的问题外，其收成也往往低于单季稻，即所谓"田或两收，号再有秋，其实甚薄，不如一获"[④]。而稻麦两熟制的推行，不仅减轻了双季稻收种时的农作强度，而且提高了冬春季节农田的利用率，尤其在南宋初年，占城稻成为长江流域的主流稻种之后，彻底扭转了长期以来中国南稻北麦相互孤立发展的格局。

占城稻的引进和推广向来被中外学者视为北宋江南农业生产力水平提高的关键因素之一，其引发的"农业革命"使得宋代经济腾飞成为可能(Ho，1956；Elvin，1973；葛剑雄等，1993)。何炳棣(1956)较早认为，早熟稻在中国近古时期的"农业革命"中起了主要作用。他认为占城稻的引进导致了早熟品种的增加，而这些早熟品种极有助于保证双季稻制的成功。由于长江流域的水稻差不多都是夏季收

① [宋]吴泳：《鹤林集》卷39《隆兴府劝农文》
② [清]徐松：《宋会要辑稿》，食货，一之十七、十八
③ [宋]苏籀：《双溪集》卷9《务农札子》
④ [宋]刘爚：《云庄集》卷7《福州劝农》

获，缩短了水稻的生长期后就可能在收完稻谷后再种小麦、油菜及其他冬季作物。在《中国科学技术史·农业卷》中，白馥兰(Bray，1984)也认为，“一项最有名的措施之一就是真宗在1012年从占城引进新的早熟稻品种到长江三角洲”，“它们的引进使南方农作制度的根本改变和农业生产力的重大进展成为可能。”美国学者戈拉斯(Golas，1980)也持相同观点，“试种早稻，包括宋朝初年在帝国主持下从越南输入著名的占城稻，导致迅速成熟的品种，随之而来的两熟制(或甚至三熟制)的推广，这不仅使稻谷和其他作物实行轮种，而且还使两种或更多品种的稻谷和其他作物实行轮种。”

近年来，上述观点遭到质疑。首先，史料中有关占城稻的记述被认为存在很多紊乱不清的地方，把占城稻说成是早熟稻是不正确的；即使占城稻是早熟稻，它也不可能引起稻麦二作制在江南的普及；相反，只有更合适的中、晚稻品种培育出来以后，稻麦二作制才能大面积推广。其次，研究证明，直到南宋末期，以占城稻为代表的早熟品种也只在浙江、江苏南部、福建和江西传播得较广，其他地区比重不大(游修龄，1993；李伯重，2000；方健，2006)。方健(2006)的研究指出，占城稻多为籼米(个别为粳、糯稻)，品质欠佳，不能适应上层消费，且产量不高，储藏时间较短，不能作为税租米缴纳。因此，占城稻在宋代经济腾飞过程中的作用有限。

尽管如此，占城稻对于宋朝农业经济的发展是有贡献的，对解决当时粮食问题也是有重要意义的，否则便无从解释当时朝廷为何特别设置转运使具体负责推广占城稻(参见第九章)，更无从解释占城稻被明朝文献视为本地品种[①]。因为若视为本地品种，即意味着本地种植该品种时间较长，人们已对其进行了精心培育而使得与初来之种有显著差别。由此亦可推知，该品种种植面积较广，对百姓生活影响较大。

大规模水利田(围田、圩田等)的开发，极大地增加了水稻的种植面积，而水稻种植面积的增加，正是宋代“农业革命”产生的基本条件之一。“五代”后中国地广人稀、百废待兴，经有宋一代近320年的发展，情况发生了明显变化。除了人口规模取得突破以外，垦田面积也日益扩大，南宋后期江南地区的可耕地大致被开垦完毕。在以水乡为主的江南，宋初或北宋中叶以前被开发的农田，多为投入工本不大、较易开发的平地或高地，而未被开发的多为积水低洼之地；北宋中叶后，水利田的开发使得大量湖荡和荒地变为农田，在某种程度上看，宋代江南垦田面积的扩大是通过开发地势低下的水利田而实现的。据史料记载，仅熙宁三年至熙宁九年(1070~1076)，包括太湖平原在内的两浙地区即兴修水利

① 洪武《苏州府志》卷42

田 1048 万多亩[①]。

据估计，两浙路、江南东西路、福建路和成都府路是宋代全国田地垦辟最多的地区(漆侠，2007)；南宋太湖流域的耕地约 2880 万亩，已接近今日该地区的耕地面积，其中围田约 1000 万亩，大部分形成于南宋(周生春，1995)。梁庚尧(2001)认为“到了南宋中期，闽、浙地区耕地的增加已经达到极限”。

宋代水利田大规模开发，一方面可归结于大量北方人口南迁以及政府政策影响所致，另一方面也是气候暖干化导致湖泊水位下降而出现的必然结果。历史上大规模围垦时期多是在气候偏旱、洪水灾害较少和湖泊自然退缩的时期；在气候偏湿、水灾频繁时期湖泊多被禁垦，并兴修水利和废田还湖(方金琪，1989)。中世纪暖期中国东部地区气候相对干旱，湖面收缩，这为大规模开垦湖泊和湿地提供了条件。据考证，宋代是历史上三次大规模围湖造田之中湖泊围垦最甚时期，当时中国东部地区几乎 90%的湖泊都遭到了不同程度的围垦(方金琪，1989)。例如，梁山泊自 1180 年官方遣使屯田以后几乎完全消亡，黄河下游圃田泽在宋代时仅残留一些平浅的陂塘，彭蠡泽、鉴湖、宁绍平原的许多湖泊以及华北平原的巨野泽、孟诸泽、菏泽、雷夏泽、荥泽等古代著名湖泊在这一时期均先后被全部垦为农田。绍兴的鉴湖，是东汉时期修建的大型水利工程，可灌田 9000 余倾，北宋政和年间已被全部围垦为田；镇江的练湖、宁波的广德湖、上虞的夏盖湖、余姚的汝仇湖，都是在两宋时期以这种方式消失的(邹逸麟，2002)。与此同时，丹阳湖、勺陂、洞庭湖、太湖等也被大面积围垦(方金琪，1989)。据统计，南宋末浙西太湖平原(包括苏、湖、常、秀州和江阴军 5 郡)水利田总计约 2500 万亩，已接近清代的水平，甚至与二十世纪七八十年代的 2665 万亩亦十分接近(方建，2006)。这些水利田比较肥沃，使苏、湖等州至南宋末始终保持了亩产二三石的高产纪录，成为宋代中国主要粮食生产基地，故民间有谚语“苏湖熟，天下足”。

南京大学气象系气候组(1977)对中国东部地区 1401~1900 五百年旱涝情况的研究结果表明，洞庭湖围垦与气候变化明显相关。明清时湖南、湖北成为中国的粮食生产大省，“苏湖熟，天下足”逐渐被“湖广熟，天下足”所替代。其中原因可能与小冰期时江南地区雨水相对较多，湖泊和湿地面积扩张有关。研究表明，元代至明代前期湖泊开始扩展，主要表现在洪水的溃田还湖，而不是人为的退田还湖。宋代时圃田泽已残留为一些平浅陂塘，到元代又再次扩展为大湖；在南方，固城湖、丹阳湖在这一时期扩展并淹浸了宋代围垦的农田和一些居民点(方金琪，1989)。

① [清]徐松：《宋会要辑稿》，食货，六一之六九

二、稻麦二熟制的推广

气候变化对农业的影响主要有两种方式，一是改变复种指数，二是影响亩产。据张家诚(1988)研究，年平均气温变化1℃，中国南方年积温变化可达365℃；而主要粮食作物每差一个熟级(即从早熟品种到中熟品种，或从中熟品种到晚熟品种)，所需积温相差100~200℃。因此气温每变化1℃，各季作物的熟级可相应变化二级；而每相差一个熟级，产量变化约为10%。气候转暖可使供农作物生长的周期增长，熟制增加，复种指数增大，单位面积总产量增大。偏暖期热量丰富对作物生长发育和提高产量有利，相反，冷期时低温对农作物的负面影响比较突出。

稻麦二熟制的推广始于北宋初年，发展于南宋，并逐渐成为江南地区的一种广泛的耕作制度(李根蟠，2003，2006)，而南宋初期长江中下游地区出现的相对冷干气候无疑是使这种耕作制度稳定和完善的重要因素。小麦是喜寒忌湿作物，早在唐昭宗(公元867~904)时，就曾有人试图将其移种广州，然因“广州地热，种麦则苗不实”而失败[①]。北宋前期，宋廷也曾试图在江南推广冬小麦，但并未能达到预期目的。如端拱(公元988~998)初，就有人谏言：“江北之民杂植诸谷，江南专种粳稻，虽土风各有所宜，至于参植以防水旱，亦古之制。”[②]这一谏言在得到太宗的赞同后，江南诸州长吏遂被诏令，劝民“益种诸谷，民乏粟、麦、黍、豆种者，于淮北州郡给之；江北诸州亦令就水种粳稻，并免其租。”[③]尽管在宋廷的积极倡导下，南方地区开始种植小麦，但并没有得到普遍推广，如《吴郡图经续记》载：“吴中地沃而物夥……其稼则刈麦种禾，一岁再熟，稻有早晚。”[④]然而，咸平三年(1000)，知泰州田锡在奏疏中说，江南、两浙种麦稀少[⑤]。元祐年间(1086~1094)在杭州为官的苏轼(1037~1101)也曾上奏道：“两浙水乡，种麦绝少。”[⑥]

宋室南渡后，中国长江中下游地区的气候在较长一段时间内相对冷干，旱情不断，朝廷再度强调杂种诸谷的防灾意义，晓谕农民种植二麦及旱地杂粮，而相关推广政策也经历了不断深入完善的过程。如，隆兴七年(1169)二月朝廷诏令“江东西、湖南北、淮东西路帅漕，官为借种及谕大姓假贷农民广种，依赈济格推赏”[⑦]；乾道七年(1171)十月十五日再诏“江东西、湖南北帅漕臣，日

① [唐]刘恂：《岭表录异》卷上
② 《宋史》卷173《食货志》
③ 《宋史》卷173《食货志》
④ [宋]朱长文：《吴郡图经续记》卷上《物产》
⑤ [宋]李焘：《续资治通鉴长编》卷46，咸平三年三月丁未条
⑥ [宋]苏轼：《东坡全文集》卷56《乞赈济浙西七州状》
⑦ 《宋史》卷173《食货志》

下措置，官为借种，责守令劝谕招诱大姓，假贷农民，与依赈粜赈济赏格推恩，趁时广行种麦”[①]；淳熙七年(1180)“复诏两浙、江、淮、湖南、京西路漕臣，督守令劝民种麦，务要增广。自是每岁如之。……于是，诏诸路帅漕、常平司以常平麦贷之”[②]；嘉定八年(1215)，宋廷采纳右司谏黄序的建议，复诏令“两浙、两淮、江东西路等,凡有耕种失时者，并令杂种，主毋分其地利，官毋取其秋苗”[③]。绍兴二十年(1150)知庐州吴逵建议：“土豪大姓、诸色人就耕淮南，开垦荒闲田地归官庄者，岁收谷麦两熟，欲只理一熟。如稻田又种麦，仍只理稻，其麦佃户得收。”[④]

在倡导江南种植二麦的过程中，孝宗曾在宫中亲身播种以垂范天下，并于乾道八年(1172)九月说：“今年远近丰登，趁此秋成，欲使民间各务储积，以为攸久之计，将来宜降诏戒谕，仍趁时广种二麦，以备水旱之用。”[⑤]淳熙九年(1182)，“内出正月所种春麦，并秀实坚好，与八、九月所种无异。诏降付两浙、淮南、江东、西漕臣，劝民布种”[⑥]。在朝廷的督促下，地方官吏对江南地区二麦种植的重要性也不遗余力进行宣传。如南宋词人韩元吉(1118~1187)在劝农文中说：“然朝廷督厉州县，每俾民多种二麦，至籍其顷亩，具簿册以干御览，盖以岁丰，为不可常恃，欲备荒歉而接食也”，要求辖区“高者种粟，低者种豆，有水源者艺稻，无水源者播麦。但使五谷四时有收，则可足食而无凶年之患”、“粟麦所以为食，则或遇水旱之忧，二稻虽捐，亦不至于冻馁矣”、“俾民多种二麦……盖以丰为不可常恃，欲备荒歉，而接食也……若高原陆地之不可种麦者，则亦豆粟所宜。”[⑦]朱熹也在《劝农文》中说：“山原陆地可种粟、麦、麻、豆去处，亦须趁时竭力耕种，务尽地力。庶几青黄未交之际，有以接续饮食，不至饥饿。”[⑧]在湖南，“昔潭州亦不种麦，自真相公(真德秀)做安抚，劝令种麦，百姓遂享其利。”[⑨]

为了鼓励农民稻麦复种，南宋朝廷还出台了一系列经济优惠政策激励农民种植的积极性，以达到抗灾保收，备青黄不接及解决水稻歉收时的民生问题。如 1226 年，方大琮(1183~1247)说：“青黄未接，以麦为秋，如行千里驰担得浆，故禾则主、

① [清]徐松：《宋会要辑稿》，食货，一之四六
② 《宋史》卷 173《食货志上一·农田》
③ [明]杨士奇等撰：《历代名臣奏议》卷 248《荒政》
④ [清]徐松：《宋会要辑稿》，食货，六三之一一七
⑤ [宋]佚名：《皇宋中兴两朝圣政》卷 51
⑥ [宋]李焘：《续资治通鉴》卷 148，淳熙九年，庚寅
⑦ [宋]韩元吉:《南涧甲乙稿》卷 18《建宁府劝农文》
⑧ [宋]朱熹：《晦庵集》卷 99《劝农文》
⑨ [宋]黄震《黄氏日抄》卷 78《咸淳九年春劝农文》

佃分之，而麦则农专其利。”[①]庄绰也说：“建炎之后，江浙、湖湘、闽广、西北留寓之人遍满。绍兴初，麦一斛至万二千钱，农获其利，倍于种稻。而佃户输租，只有秋课，而种麦之利害独归客户。于是竞种春稼，极目不减淮北。”[②]至于江西十州，除临川县外，各地“近世……唯是种麦不用还租，种得一石是一石，种得十石是十石。”[③]乾道年间，“四川田土无不种麦，近岁气候颇旱，大麦约三月半间收获，小麦须至四月初间方熟。”[④]元初，在谈到宋末鼓励二麦种植的政策时还有人说：“今民贫耕主家田，田佃户率中分……大小谷麻粟豆不等，惟种麦、荞麦则佃户自得”[⑤]；“一麦可敌三秋。”[⑥]于是，江南地区在土地利用率和粮食产量上，逐渐形成了“收麦在四月，种禾在五月初，不因麦迟了种禾”的农时[⑦]。因此，成熟于12世纪中专论南方稻作区农业技术的《陈旉农书·六种之宜篇》开头便说：“种莳之事，各有攸叙。能知时宜，不违先后之序，则相继以生成，相资以利用，种无虚日，收无虚月。一岁所资，绵绵相继，尚何匮乏之足患，冻馁之足忧哉。”

五代以来，不断修缮于湖海环抱洼地的塘浦系统，既为圩田的兴起奠定了基础，也确保了稻麦复种的推广与丰收。《宋史·食货志》载，赵宋“南渡之后，水田之利，富于中原，故水利大兴”。宋代南宋水利设施既有官修，也有民建，史载“唯南方熟于水利，官陂官塘，处处有之。民间所自为溪堨、水荡，难以数计，大可灌田数百顷，小可灌田数十亩。若沟渠破竭上置水闸，以备启闭。若塘堰之水，必置瀽窦，以便通泄。”[⑧]由于水稻对于用水排水有着复杂要求，正所谓“治稻者，蓄陂塘以潴之，置堤闸以止之……又有作为畦埂，耕耙既熟，放水匀停，撒种于内……苗生七八寸则耘之，耘毕，放水熇之。欲秀，复用水浸之”[⑨]，故水利工程在减少水稻遭受水旱灾害侵扰中，具有举足轻重的作用。如“熙宁四年大水，众田皆没，独长洲尤甚，昆山陈新、顾晏、淘湛数家之大圩，了无水患，稻麦两熟，此亦筑岸之验”[⑩]。从表10.4可见，唐朝时南方水利兴修数量已出现超过北方的趋势，到南宋时北方锐减，南方剧增。其中，浙江的水利设施在北宋时即已超过北方四省的总和，到南宋时更上升为北方四省的7.7倍。北宋时南方四

① [宋]方大琮：《铁庵集》卷30《将邑丙戌秋劝种麦》
② [宋]庄绰：《鸡肋编》卷上
③ [宋]黄震：《黄氏日钞》卷78《咸淳七年中秋劝种麦文》
④ [宋]汪应辰：《文定集》卷4《御札再问蜀中旱歉》
⑤ [元]方回：《续古今考》卷18《行宜少近古限名田》
⑥ [元]王恽：《秋涧集》卷62《劝农文》
⑦ [宋]黄震：《黄氏日抄》卷78《咸淳八年中秋劝种麦文》
⑧ [元]王祯：《农书》卷3《灌溉篇第九》
⑨ [元]王祯：《农书》卷7《水稻》
⑩ [宋] 赵霖：《三十六浦利害》，[宋]郑虎臣：《吴都文粹》卷6

省的水利设施总和为北方四省的3倍，南宋时则跃增到14.8倍。

表10.4 唐宋东部水利设施兴修数一览表

朝代	北方四省					南方四省					
	河南	陕西	山西	直隶	小计	江苏	浙江	福建	江西	小计	合计
唐代	11	32	32	24	99	18	44	29	20	111	210
北宋	7	12	25	20	64	43	86	45	18	192	256
南宋	2	4	14	4	24	86	185	63	36	370	394

资料来源：冀朝鼎，1981

“稻麦二熟制”的形成，一方面与人地矛盾激化和政策诱导有关，另一方面也可以理解为两宋长江流域劳动人民对气候从暖干到冷干变化的适应结果。气候资源输入的多寡，特别是水热条件的好坏，直接影响农业生态系统结构的稳定性。长江中下游平原位于北亚热带，水热量资源充裕，具有发展稻稻、稻麦连作的基本条件。两宋时期，中国北方游牧民族(辽、金、蒙古)在军事上始终对赵家朝廷保持了强大压力，两宋北部地区，如北宋的黄河以北地区、南宋的黄淮流域，长期笼罩在战争阴影下，国家的经济和财税重心不得不南移至长江中下游和江南地区(参见后文)，因而使得这些经济重心地区人地矛盾逐渐突出。北宋时黄河两次大的改道，以及“靖康”后北方人口大规模南移又进一步加剧了这种矛盾，“稻麦二熟制”遂成为气候暖干转为冷干条件下缓和人地矛盾的重要举措。

宋代长江中下游和江南地区是主要粮食产区，降雨量被认为是影响这一地区水稻生产的关键因子。例如，长江三角洲地区地势低平，以平原和低山丘陵为主，苏南和杭嘉湖平原海拔2~5 m，宁绍平原海拔也低于20 m(洪焕椿，罗仑，1989)。由于地势低洼，雨量稍多即会造成水患，因此水灾历来是江南粮食生产的主要威胁。长江中下游一带梅雨一般始于阳历6月21日前后，此时正值早稻抽穗扬花，如果持续两三天大雨可使得收成损失5%~10%；晚稻灌浆成熟期多在农历八、九月份，如果连逢降水则可导致收成大减。据研究，20世纪50年代后期至60年代中期作物生长季时段出现的暖干气候是导致长江下游地区连年丰收的主要原因(张镡，汪铎，1993)。宋代大部分时期中国长江中下游地区气候表现为暖干，正是这种最适宜于该地区水稻生长的气候特征提高了宋代亩产量，并使高产维持了较长时间。关于宋代江南亩产多少仍有争议(李伯重，2000)，但多数学者认为宋代江南每亩产米2石(吴慧；1985；闵宗殿；1984；余也非，1980)，折计今量为357市斤，换算为稻谷计714市斤(方健，2006)。

第三节　人口变化、经济重心南移

北宋初人口约有500万户，经过一个半世纪，到12世纪初升至2100万户，人口超过1亿，同期的辽国380~530万人、西夏200~240万人，中国境内人口总数第一次突破1亿大关(胡焕庸，张善余，1984)。“靖康之乱”使得宋代第一个人口高峰消失，人口骤降至5000万。经过几十年的恢复发展，南宋和金国的人口总数于12世纪末相继达到峰值。嘉定十六年(1223)南宋约有1550万户、8060万人，泰和七年(1207)金国人口5600万、西夏300万，中国境内总人口超过1.2亿(吴松弟，2000)。宋代以后，中国的人口地理分布与以前各朝有明显的差异，人口分布重心已经南移。北宋版图内，秦岭、淮河线以北面积占31%，总户数仅占28%，即使加上辽国和西夏，北方人口数也远低于南方(胡焕庸，张善余，1984)。吴松弟(2000)认为，北宋太平兴国五年(980)，南北方人口各占56.9%和43.1%，崇宁元年(1102)南方人口所占比例上升到64.1%，至元二十八年(公元1291)南方人口占全国的比重升至85.1%。

宋末元初，人口锐减，南宋亡国时(1279)仅有1174万户。元统一后，全国人口开始恢复增长。至元二十七年(1290)，全国1500万户、7500万人，至顺元年(1330)全国1700万户、8500万。元顺帝(1333~1370)继位后，因自然灾害和战争的影响，全国人口再次急剧下降，明洪武二十四年(1391)，全国仅7100万人(葛剑雄，1991；吴松弟，2000)。元代是中国历史上疆域最广阔的王朝，但人口峰值数与宋辽或宋金的合计数相比均有差距。元代的人口分布有两个特点。一是南方人口比重更大。长江以南、云贵高原以东几乎集中了全国人口的3/4。二是沿海人口稠密带逐渐形成。以元代同北宋相比，全国总人口只少不多，而从长江口向南直至海南岛的沿海地区，大部分人口都增长了1倍左右(胡焕庸，张善余，1984)。

宋元时代，中国经济地理格局变迁过程中发生了一件里程碑式的重大事件，即中国经济重心在经历了由西向东、由北向南的转移过程之后，最终定格于东南地区。它改变了中国古代经济地理格局，直接带动了文化重心的南移，为元、明、清南方经济的继续发展奠定了基础，对当代中国经济发展格局也产生了重要的影响。张家驹(1957)认为：“宋王朝的南渡，标志着南方经济文化的空前发展，随着政治中心的南移，中国社会就完全进入南盛北衰的新阶段，因此，这一历史事件，就成为中国南部发展历史中的划时代关键。”葛金芳(1991)根据《元丰九域志》的统计数据，认为北宋熙丰年间(1068~1085)耕地和劳动力资源重心的南移过程已经完成。南宋以前的唐朝中后期以及北宋时期，虽然南方地区有时也有过某一项或

某数项经济指标超过了中原地区，但只是个别或暂时的现象，既不是综合经济指标的反映，也缺乏持续性和稳定性；只是到了南宋以后，南方作为中国经济重心的地位才获得了持续性且影响至今(张全明，2002)。

宋元期间发生的经济重心南移的动力机制，长期以来是学术界研究热点。现有的研究可归结为战争对北方的破坏及流民的南下说、地理环境的差异和变化说、农业经济本身发展规律说、北方生产关系落后说、南北人各自的行为模式说、综合因素说等六种学说(程民生，2004)。由于政治中心南迁说、生产力说、战争对北方的破坏以及流民南下说都与气候变化以及地理环境的差异和变化有关，故近年来气候变化对经济重心南移的影响多被学者论及(蓝勇，1995；王铮等，1996)。

除12世纪外，两宋整体上处于温暖的环境。因季风强盛，中国长江中下游地区气候长期暖干，导致湖泊萎缩、湿地面积减少，从而为该地区大面积开发水利田，以及作物生长创造了有利的条件，为江南地区的经济地位超越北方地区奠定了基础。

气候温暖也为中国北方少数民族王朝的发展和强盛提供了条件，并间接驱使两宋经济重心的南移。温暖气候背景下，中国季风雨带北移，季风系统维持时间长，北方草原地区水源充足、牧草茂盛，促进了游牧经济的发展，从而使得北方少数民族王朝不断稳固和强大(这在中国历史上不乏例证，如，西汉暖期存在强盛的匈奴，隋唐暖期有强大的突厥，北宋暖期则有西夏、辽国和金国等北方强权，南宋暖期出现了横扫欧亚大陆的蒙古帝国)，进而对两宋的国家安全构成了巨大的威胁。面对北方少数民族政权强大的军事压力，宋朝首先需要在北部边疆地区建立一个相对广阔而纵深的缓冲地带，即军事防御地带，这些地带的经济发展必然受到限制；其次，为抵御外侮，国家须拥有雄厚的物质基础，远离北方强邻的长江中下游和广大的江南地区必然是宋朝经济发展的重点。事实上自北宋开始，依托大运河，南方地区已成为朝廷重要的财赋支柱，宋真宗和仁宗年间，汴河漕运每年就达八百万石(周建明，2001)。随着十二世纪冷期的来临，北方地区变冷变干，世居北方草原地带的少数民族帝国被迫向南发展。“靖康”后，北方大量人口南移，为江南经济发展提供了丰富的人力资源。十三世纪气候重新转暖，暖干气候为江南地区水利田开发、稻麦复种和单产提高提供了保障，经济重心南移遂成定局。

1260年以后，与世界许多地区一样，中国的气候发生了中世纪暖期向小冰期的转变。伴随着气候转变，蒙古帝国停止了西征，将重点征服方向调整至南方，并最终灭亡了南宋。宋元之间的战乱进一步导致人口向南方迁徙，强化了江南地区的经济重心地位。随后，尽管元朝将首都定在今北京，军事和政治中心仍在北方地区，但由于交通的便利，尤其是运河的开通和漕运的兴盛，北方所需物质不

用再像以前的王朝一样主要由首都周围地区提供，而是通过各种运输方式从南方地区运来，从而使政治和经济中心分离。这种分离使江南的经济重心不受政治中心风云变幻的影响而得以维持。

需要说明的是，过去两千年来中国北方游牧民族大规模的南侵或战乱有三次，分别是西晋末年的永嘉之乱、唐代中期的安史之乱和宋金之际的靖康之乱。三次大乱中均有大规模人口南移，永嘉战乱中北人南迁累计大约超过 200 万，安史之乱时北人约有 435 万人口迁至江南，南宋初年南移人口约有 500 万人（葛剑雄等，1993）。这三次战乱分别对应中国气候由暖转冷的过程中相对较冷的时段。

第四节　蒙古帝国西征和衰落

13 世纪上半叶，蒙古帝国的西征及其分裂、衰落是人类历史上的重大事件。它改变了欧亚大陆的地缘政治结构、促进了东西方经济、文化交流，进而影响了人类社会的历史进程。成吉思汗建立蒙古帝国后，先后征服了西辽（1218）、西夏（1227）、花剌子模（1231）和金国（1234），并于 1219~1225 年、1235~1241 年和 1252~1258 年分别在欧亚大陆广阔地带进行了史无前例的西征。至 1259 年蒙哥去世前，蒙古国控制了包括蒙古高原，中国西北、东北、华北，中亚，西亚以及东欧在内的广大地域。“数十年间，蒙古军队征服的土地和人民，比罗马人花费四百年征服的还要多。成吉思汗和他的子孙一起，征服了十三世纪人口最稠密的诸文明世界。无论从被征服的人口总数、被纳入依附国家总数，还是从被占领的地域总幅员来衡量，成吉思汗的征服比历史上任何其他征服者的规模都要多出两倍以上”（Weatherford，2004）。然而，从最初兴起发展到征服欧亚诸国，强大的蒙古帝国历经了 60 年后于 1260 年突然陷入了巨大的危机，并致最终分裂衰落。蒙古国停止西征后，将其征服的重点地区由西方草原地区转向南方的热带-亚热带地区，并最终征服了经济发达、人口众多，而政治腐败、军事羸弱的南宋，建立了中国历史时期疆域最大的帝国。

一、西征

蒙古帝国进行三次大规模西征的原因是多方面的，既包括心理因素（如复仇、对优越的军事能力的自信）、宗教因素（如对异教的憎恨、宣扬萨满教义）和文化因素（如游牧民族贪婪、好战或征服的快感）的作用（Jenkins，1974），也包括人口因素（如人口过剩而需要扩张领土）和统帅个人的理念（如开疆辟土以求万世垂名）的影响（Colinvaux，1983）。同时，还有一个事实不容忽略，即气候因素在蒙古帝国

西征过程中曾起到了积极作用(Fletcher，1986；Brown，2001)。作为历史气候学研究人员，我们将从气候变化的影响方面谈些认识。

早期气候驱动假说是将草原地带的游牧民族的生活方式视作不变的，并认为游牧民族是野蛮的，其生活受到环境严格的控制。因此，将游牧民族对定居农业社会的入侵以及定居社会偶尔对游牧民族领地的占据称之为历史“波浪”(waves)，形成“波浪”的原因是气候变化(Lattimore，1938)。20 世纪初，前苏联地理学家穆耳札耶夫在蒙古高原上发现历史气候变化的踪迹，并将其与游牧民族的迁徙联系起来，其中包括蒙古西征。美国学者亨廷顿(Huntington，1876~1947)在 1903~1906 年考察印度北部、中国塔里木盆地后，于 1907 年发表了名著《亚洲的脉动》。他根据美国加州地区美洲杉年轮和里海水位变化曲线，指出气候变化并非缓慢的变化，而是脉动式(climatic pulsations)的变化；进而认为历史上游牧民族对外征伐肇因于气候变化(如干旱)，13 世纪蒙古人大规模向外扩张正是由于其居住地气候变干和牧场条件日益变坏所致。英国学者汤因比(Toynbee，1934)依据四千年来亚非欧三大洲游牧民族入侵农耕地区的历史，认为各地游牧民族入侵农耕地区呈现同时并发性(synchronism)特征，游牧民族的外侵存在 600 年周期。其中前 300 年为活跃期，后 300 年为静止期，活跃和静止时间表与亨廷顿的干旱和湿润期大致对应。

1974 年，Jenkins(1974)提出了不同的气候变化驱动假说。他认为 1175~1260 年气温突然降低是导致蒙古西征的一个重要因素。他综合了四个方面的证据。一是竺可桢发表的过去 5000 年中国温度变化曲线，二是公元前 1500 年以来冰岛、瑞士和阿拉斯加等地区冰川进退证据，三是公元前 5000 年以来挪威雪线变化证据，四是俄国东南和中南地区 850~1700 年气候变化曲线，包括乌克兰地区极端气象灾害和农业收成情况尤其是严冬、农作物绝收、灾难性冬季暴风雪的发生频率曲线以及克里米亚半岛温度变化曲线。他推测，一个人口不足百万人的民族，征服了欧亚大陆人口超过其人口十倍的多个国家，气候恶化可能对蒙古人征服异族的狂热心理产生了“火上加油”的作用。

首次提出“中世纪温暖期”(MWP)概念的 Lamb(1982)认为，历史上北方游牧民族迁徙应处于气候湿润的时期，因为气候湿润时游牧民族变得更加强大。因此“13 世纪蒙古西征的突然爆发好像发生在一个湿润的时期……在那时，牧草的长势比平常要好”。但当他发现格陵兰氧同位素曲线指示 13 世纪早期寒冷时，有些牵强地认为：“蒙古西征的突然爆发是由高纬度地区长期变冷所导致的极地气流所触发。”2001 年，英国牛津大学 Brown(2001)中指出，Jenkins(1974)所谓的气候变化趋势与成吉思汗及其儿孙领导的蒙古帝国扩张时间并不十分吻合，不同地区之间气候变化也不尽相同。他认为当时中国气候变化表现为降温和干旱，但

降温前存在一个暖湿阶段。暖湿气候有助于区域人口增长和马匹数量的增加，随后的干冷气候导致了人口、资源危机，而解决危机方法是通过军事征服。因此，他认为是13世纪降温或干旱触发了蒙古西征的突然爆发。

总体看来，气候驱动蒙古西征的假说分为三种：一是 Huntington(1907)的干旱假说，二是Jenkins(1974)的降温假说，三是Brown(2001)的干旱和降温假说。其中，有的假说还加入了人口增长和人口危机因素。无论是哪种，基本都属于气候恶化驱动假说，这种气候恶化驱动说一直在学术界占据重要地位，其观点近一百年来很少受到挑战。近年来，历史气候研究取得了较大进展，对蒙古西征的气候背景的认识已经发生了重大变化，有必要重新审视气候变化因素在蒙古西征过程中的作用。

前已述及，尽管中世纪暖期起止时间在不同记录中有所差别，但都一致表明13世纪上半叶，即1200~1260年欧亚大陆存在一个显著的温暖时期，其中，中国东中部地区该阶段温暖幅度高于当今(张德二，1993；Ge et al.，2003；满志敏，2009)。当时，中亚大部分地区气候湿润，中国西部季风边缘区和北方农牧交错带降水明显增加，但长江中下游地区则相对干旱。台勒门(Telmen)湖位于蒙古中部偏北，属于杭爱山脉(Hangai Mt.)西段的一个山间湖泊。Fowell 等(2003)根据台勒门湖孢粉和沉积物证据定量重建了该地区全新世中期以来的气候变化，表明该地区存在中世纪暖期，且暖期时相对湿润。D'Arrigo 等(2001)根据杭爱山的一个支脉 Tarvagatay 山的树轮记录重建了过去 1738 年以来的温度变化，发现当地1200~1260 年明显温暖，与极地、欧洲及北半球基本一致；蒙古东部的树轮资料亦显示当地中世纪气候暖湿(Pederson et al.，2001)。位于阿尔泰山脉东北部的俄罗斯联邦阿尔泰共和国境内 Teletskoye 湖高分辨率沉积物记录也指示 1210~1380年该地区暖湿(Kalugin et al.，2005；Andreev et al.，2007)。Sorrel 等(2007)对位于中亚腹地的咸海沉积物的孢粉进行了分析，结果显示1150~1450年气候温暖湿润；位于黑海和亚速海沿岸的克里米亚(Crimea)地区一个叫 Lake Saki 的湖泊岩芯沉积物证据表明，前苏联南部地区也经历了中世纪暖期，该时期当地降水是过去2300年以来最高的(Fairbridge，2005)。同期，死海(Issar et al.，1991)和位于以色列东北部的加利利海(Sea of Galilee)(Frumkin et al.，1991)处于高水位状态；里海9~14世纪水位上升了18 m(Fairbridge，2005)。

伏尔加河下游地区是亚洲游牧民族迁徙欧洲的一条重要走廊。Demkin 等(2006)对这一地区埋藏土壤和现代表层土壤的土壤形态学、地球化学和磁性特征的综合比较研究表明，中世纪该地区气候湿润度增加，并在13~14世纪达到顶峰，当时伏尔加河下游地区年平均降雨量比现今高30~80 mm。同一时期，俄罗斯科拉半岛高山树线的位置至少比现今高100~140 m，夏季温度比现今高0.8℃(Hiller et

al.，2001)，捷克共和国波希米亚中部(Central Bohemia)异常温暖(Bodri，Cermák，1999)，芬兰中部地区的温度甚至比当代高2℃(Tiljander et al.，2003)。欧洲是蒙古西征的地区之一，当时有可能处于过去千年最温暖的时代之一(Lamb，1965，1982；Pfister et al，1998；Grinsted et al.，2006)。

由此可以基本判定，在蒙古帝国西征之前以及西征过程中，当时欧亚草原气候暖湿，既没有出现显著的干旱，也没有突然降温的证据，因此，前人关于蒙古西征源于当时草原气候恶化，如干旱、降温或者两者兼而有之的认识可能与事实有悖。真实的历史有可能是，暖湿的草原气候诱使了蒙古帝国发动西征的意愿，并保障了这种意愿得以实现。

暖湿气候为蒙古帝国的兴起和西征提供了坚实的物质基础。蒙古国兴起在亚洲中部，北界阿尔泰山和杭爱山，南界阿尔金山脉、祁连山脉及阴山山脉，西自天山，东至兴安岭，全域大部分地区属于大陆性温带草原气候。游牧民族传统生活方式是“逐水草而迁徙”，既不栽培牧草，也不储备干草防御干旱或雪寒等自然灾害，其社会、经济活动高度依赖气候环境，对气候变化极为敏感。如果适逢气候暖湿、降水充沛、草地繁茂，则人畜两旺、社会经济繁荣；若逢气候冷干、降水减少、水源枯竭，则牧草枯萎、牲畜减量、经济凋敝。正是因为1200~1260年暖湿气候使得蒙古草原生物量充足，畜牧量增加，蒙古部落的财富急剧地膨胀，催生了游牧帝国迅速崛起。

暖湿气候还为蒙古帝国西征作战带来了便利。大规模征伐需要一定的人力和经济基础，尤其是遥远的征伐，更需要大量的人畜以携带必要的辎重和围城装备。由于游牧经济在贮存、养育功能等方面的固有缺陷，其经济能力具有高度的脆弱性，如果草原地区及其所征伐的区域气候环境恶劣，这种脆弱的经济能力对其军事行动的支持力度是孱弱的、不持续的，其军事能力也是有限度的。蒙古帝国大军三次征西过程中，遵循的是“因粮于敌，以战养战”的战略思想，即通过战争夺取敌人的军需物品就地进行补充，并依托沿途的天然草场为随军的马匹牲畜补充食物(士兵则饮马乳)。优越的气候环境(暖湿)一方面可以持续保障征伐过程中的物质要求，如随时可获取必需的粮食和牧草；另一方面可激发军队的士气，让征伐的士兵感受到被征服的领土的诱惑力。这也说明了蒙古帝国最初为什么将征服的主要方向放在西方的草原地带，而不是东南方的热带、亚热带地区，如印度和南宋。从理论上讲，如果这一时期气候恶化，即干旱、降温或二者兼而有之，那么蒙古征服的方向应该是朝东南地区而不是西北地区，因为西北地区的草原地带环境更加脆弱，易受气候恶化的影响。

蒙古国第一次规模稍大的征伐南宋事件发生在窝阔台汗时期，但这是由南宋引起的。1234年蒙古联合南宋灭金后，按照协议，原金国统治的河南分为两个部

分，陈(河南淮阳)、蔡(河南汝南)西北之州郡归蒙古，以南地区归南宋；双方军队后撤，蒙古主力撤回北方，南宋军队也撤回襄阳、信阳等地驻扎。然南宋急于光复中原，不顾协议收复洛阳、汴梁、商丘三京，遂致被伐。因蒙古国正在进行第二次西征，故未全力攻宋，只是大肆劫掠后旋即撤退。蒙古第二次西征前，窝阔台在新都哈剌和林举行了忽里台大会，讨论征伐目标。与会者各执己见，莫衷一是，热带、亚热带地区的南亚次大陆、南宋以及西方的波斯和欧洲地区都是所议征伐对象。但最终的征伐方向是西方。其中原因，除了消除来自草原地区的威胁外，气候和地理环境因素可能起到了重要作用。

首先是文化适应问题。虽然“地理环境决定论”已受到批判，但不可否认的是，自然地理环境仍然是一个国家或民族社会、政治、经济、文化发展的重要制约因素，是塑立他们生活习俗根本性元素；而且，在特定环境下形成的文化、生活习俗具有高度的耐久性。历史上，中原王朝曾多次以内徙方式安置游牧民族降众，但大多以游牧民族返迁故地而告终，部分内徙中原农耕区的游牧民族甚至辟耕地为牧场以延续其传统的生产生活方式。魏晋南北朝时期的中原“十六国”及唐末的“五代”的出现或多或少都与这种内徙游牧民族有关。蒙古占领中国北方一部分地方后曾想废除耕种，消灭农户，将土地变成牧场。只是由于成吉思汗接受了汉化的契丹族官员耶律楚材(1190~1244)的建议才使得蒙古将领们变中国北方为草原的计划被搁置。

前代的同类政权中，包括占有中原部分地区的辽国，始终以大兴安岭南端、西拉木伦河上游一带为统治中心，并未征服热带—亚热带南宋地区；真正在漠北实施过有效统治的政权，如匈奴、突厥汗国，几乎未曾踏入中原地区的大门。显然，文化传统和环境适应起到了非常重要的作用。如同前代政权一样，从成吉思汗到蒙哥的四任大汗，都坚持实行草原本位政策，“视居庸以北为内地”，维持着漠北草原地区作为国家统治中心和国家经济主体的地位，将中原看做是帝国的东南一隅，对所占有的农耕地区仅采取间接统治的方式加以控制。窝阔台时耶律楚材当权，试图改变上述状况，但以失败告终。即使到了元朝建立，首都南迁，草原本位政策在社会经济和文化领域的影响仍然长期存在，漠北草原被当做“祖宗龙兴之地”而在国家生活中占有重要地位，汉族农业地区的发展在统治集团的视野里仍被放在较远位置。天历二年(1329)四月，监察御史曾言：“岭北行省，控制一方，广轮万里，实为太祖肇基之地，国家根本系焉。”①

第二是气候适应问题。生活在蒙古高地草原和西伯利亚干寒地带的蒙古人惧怕湿热，不耐高温，他们的马匹在南方农田上也不能像在平原上那么容易得到草

① 《元史》卷31《明宗本纪》

料。1222年蒙古为扫荡花拉子模残余，曾侵入北印度，但终因地理环境与气候的原因而终止。Weatherford(2004)认为长期生活在凉爽的温带草原上的蒙古人，一旦进入热带一亚热带森林地区，就会水土不服，他们及毛发浓密的蒙古马在炎热和潮湿的气候环境下十分不适，蒙古弓箭在潮湿的环境下也容易丧失原有的威力。更严重的是，夏季疾疫对蒙古人造成了巨大威胁，非战斗减员使得蒙古军队很难长年在南方湿润环境下作战。1397年，帖木儿(1336~1405，帖木儿汗国开国君主)意欲攻占印度，遭到了王公、将军的一致反对。当时处于小冰期阶段，气候较先前大幅度变冷，但他们仍担心印度干燥炎热的气候，容易发生瘟疫(Weatherford，2004)。

法国地理学家维达尔·白兰士(Paul Vidal de la Blache，1845~1918)认为，“相同的气候……促进迁徙而至的地区类似于其迁徙而出的地区，这样的迁徙使其生活能够以一种习惯的方式继续。”Meyer(2000)认为迁徙者会选择能够像以前住居地一样继续其生活或者衣食住行早已适应的地区。因此，这种迁徙通常会在同纬向或等温区发生，而不是跨纬度或等温线的地区。这就是所谓的“纬向牵引”(Latitudinal pull)。法国人雷纳·格鲁塞在《蒙古帝国史》曾言：由于环境和生计的不同，征服者们在征服一个定居农业社会以后会不知所措。例如，十世纪时的契丹人攻占了中国的都城开封之后，不知道怎么办，于是又退出该地(格鲁塞，1989)。

第三是军事地理问题。欧亚大陆草原地带，主要位于40°~50°N的中纬度地区，除了局部有丘陵外，地势比较平坦，适合骑兵作战；而南方地区地形起伏、森林密布、河渠成网、城镇林立，非常不利于骑兵作战。例如，为了对付南宋的水军，蒙古军队需要造船、招募水手且需要训练水军；在陆地上他们需要围攻人口众多、守卫良好的城镇。这需要蒙古军队采用以前未使或很少使用过的军事技术。

综上所述，作者认为13世纪欧亚草原暖湿气候为蒙古帝国的西征提供了物质基础。暖湿气候催成了蒙古帝国的崛起，诱发了他们西征的意愿，并为他们实现西征提供了便利。

二、衰落

1259年8月，蒙古大汗蒙哥在攻打南宋钓鱼城(位于今重庆合川)战役中离世。蒙哥死后，拖雷家族中的忽必烈和他的弟弟阿里不哥(约 1232~1266)之间展开了武装夺取皇位的斗争。这场斗争是草原游牧贵族集团与想极力摆脱草原游牧贵族传统，以适应农业文化的贵族集团之间的斗争(Allsen，1994, Jackson，1978)。夺位之战从发端到结束历时四年，战火燃遍大漠南北。战后，蒙古帝国

迅速分裂，形成了元朝以及各自独立的四大汗国，即窝阔台汗国、察合台汗国、伊利汗国和钦察汗国。蒙古帝国迅速衰落的原因一直是人们关注的焦点。早在蒙古帝国时期，波斯历史学家志费尼就在其巨著《世界征服者史》一书中反复吟诵道："这始终是蓝色天轨的习惯，当他看到满足时，就很快使它破灭。"，这种看法显然带着一种宿命的意味。美国学者 Fletcher(1986)指出，草原民族的流动性(mobility)、蒙古选举继承制度——塔尼斯特里(tanistry)[①]以及缺乏超级部落政体(superatribal polity)存在所必需的生态环境是导致蒙古帝国解体的因素。

多数学者都同意(Fletcher，1986；Weatherford，2004)，如果忽必烈在夺大汗斗争中失败，蒙古帝国就不会很快衰落。事实上，在忽必烈和阿里不哥发动内战之前，阿里不哥在许多方面占据着优势。首先，在政治上，阿里不哥具有更加正统的继承地位。按照蒙古旧俗，作为拖雷幼子的阿里不哥具有优先继承权，而且比较起来，他更受大汗蒙哥的信任，蒙哥统军南征时，就是让阿里不哥留守漠北"根本之地"。据史料，选汗大会是在漠北传统之地召开，在参会的大部分蒙古宗王亲贵的拥戴下，阿里不哥先行称汗即位；而忽必烈是后来于漠南开平宣布为汗的，参加其选汗大会的只有为数不多的一些"东道诸王"。依照蒙古传统选汗制度，阿里不哥称汗比忽必烈更具"合法性"。在选汗过程中，阿里不哥得到斡罗斯的钦察汗国和中亚的察合台汗国两个汗国的支持。忽必烈唯一的支持者是他的弟弟旭烈兀，但其军队于 1260 年 9 月在叙利亚被埃及马木鲁克朝统治者击败，并遭到钦察汗国挑战而自顾不暇。在军事上，阿里不哥的势力更为强大。窝阔台嫡孙海都(1235~1301，窝阔台汗国实际创立者)，蒙哥之子阿速台、玉龙答失、昔里吉，察哈台之孙阿鲁忽(察哈台汗国第五任可汗)，旭烈兀之子出木哈儿以及术赤的遗孀、拔都(此时已去世)之母库托克台可敦等所谓的"西部诸王"以及六盘山守将浑都海(生卒年不详)，戍守川东、川西的大将怯的不花、明里火者等，一致拥戴阿里不哥。他们控制了漠北至中亚、西亚的广大地区，在陕甘川等地也拥有强大的军事实力。另外，忽必烈在面对强大的阿里不哥时，还面临南宋势力的威胁。

尽管如此，最终还是忽必烈胜利了。学术界对此比较公认的看法是，忽必烈的领导才能更加卓越，且拥有更多的物质资源，故击败了阿里不哥。忽必烈之所以拥有更多物质资源，一方面是因为他坐拥中原腹地，资源丰富，另一方面是因为阿里不哥的基地建在哈剌和林(其西北的叶尼塞流域的农民就种植小麦、谷子和

① "塔尼斯特里"，蒙古国一种选举继承制度。前汗在黄金家族内推荐新汗人选，由宗亲大会公选。故蒙古国父死子继、兄终弟及、叔侄相承均有可能

大麦，并为蒙古军队生产日用品和武器)，其军队大部分军需品依赖长途运输，在忽必烈断绝中原对漠北的物资供应后，阿里不哥军队的给养供应完全处于劣势(Allsen，1994；Weatherford，2004)。因此，从军事角度看，忽必烈取得胜利的关键是切断了中原对漠北的物资供应，使得阿里不哥军队军资无着、兵困马乏、后援不济而失败。

显然，这还不是导致阿里不哥失败的全部原因。我们注意到，蒙古帝国大军三次征西过程中，遵循的是“因粮于敌，以战养战”的战略思想，即通过战争夺取敌人的军需物品，就地进行补充保障，从不依赖后方基地输送给养。其大军的补给是通过对沿途地区的掠夺而获取，随军的马匹牲畜则以沿途的天然草原为牧场而补充食物。另一方面，蒙古军队多为骑兵，“出入只饮马乳，或宰羊为粮”，只要有供马匹和畜群食用的水草，蒙古骑兵就可以自给；即使一时缺乏马乳和羊肉，还可以射猎作为补充。在广袤的中亚和西亚草原，蒙古骑兵随行随食，纵横驰骋，机动性极强，是蒙古帝国赖以征服欧亚数十国最根本的军事力量。因此，即使忽必烈完全断绝中原对漠北的物资供应，也不太可能导致阿里不哥军的失败。在尘封的历史里面，一定还隐藏有别的因素使得阿里不哥军队传统的物质供应链发生断裂。

这隐藏的因素最有可能是草原气候在较短时间内出现大范围异常，这种异常绞断了阿里不哥军队传统的物质供应链并造成大规模的非战斗减员。例如，大面积干旱使得军马随行就食出现困难，低温雪灾导致人畜大量死亡，从而引起战争失利。较早注意到蒙古衰亡与气候变化有关的是美国地理学家(Huntington，1907)，随后，英国史学家 Toynbee (1934) 也指出蒙古的衰落与气候从干旱转变为湿润有关。法国人格鲁塞(1989)在《蒙古帝国史》提到 1263 年冬天严寒显著增加，饥荒威胁着阿里不哥的军队和他的国家的生存，许多士兵和马匹死亡；Atwell(2001)指出 1250~1260 年间欧亚大陆北部和中部地区的气温突然下降，可能使得蒙古草原地区军队所必需的粮草以及其他生活必需品供应困难，导致其难以进行持续的军事攻击；Weatherford(2004)也认为 1250~1260 年气候恶化引起的自然灾害使得忽必烈在与其弟的战争中占了便宜。

前已述及，由于 13 世纪中后期太阳活动和 4 次火山活动(其中，1259 年墨西哥 EI Chichon 火山喷发事件是过去两千年规模最大的一次)的叠加作用，1250 年前后全球气候发生了突变。这次突变是中国过去两千年来温度变化速率最快的一次，东中部地区 1260~1280 年至 1320~1350 年出现了 1.5℃的降温，中国自然带在短短 40 年内南迁 2°。蒙古地区与极地、欧洲以及中国东中部地区气候变化基本一致，1250 年前后有可能在短时间内发生大幅度降温，原先肥美的草原在一、两年内突然变得贫瘠，各种灾害频发。由于长期“逐水草而迁徙”，蒙古人几无贮

存、养育等经营理念，更缺乏应对气候变化的认识和措施。蒙古帝国军事和经济能力对气候变化高度敏感性和脆弱性，有可能在1250~1260年蒙古高原地区出现的气候突变中突出地表现出来，从而导致阿里不哥军队食物供应出现问题而丧失与忽必烈夺汗的基础。在蒙古兴起的六十余年中，气候暖湿、牧草茂盛，蒙古帝国经济和人口快速增长，军事力量迅速崛起，对外征伐“顺风顺水”、战无不胜。突然，原有的暖湿环境不再。我们甚至可以怀疑，当遇到这种前所未有的困境时，阿里不哥的军队是否还具有以往那种一往无前的勇气。

有可能正是看到了游牧社会对气候变化的高度敏感性，忽必烈胜利后不像他的前辈那样固守草原，仅依靠从农业地区掠夺物资以应对气候变化，而是毅然离开其世代生存的草原环境，定居到气候环境更为适宜的农业社会。忽必烈建立元朝后，不遗余力地征伐南宋，并于1279年迫使南宋末帝溺水而死，从而统一中国全境，实现了5世纪拓跋氏突厥人和12世纪的女真氏通古斯人梦想实现的霸业。草原上漫游的牧民们，随着忽必烈一起，最终成了中原王朝的主人。1260年，忽必烈在今北京建都，称为大都，即“伟大的都城”或“可汗之城”，同时，在中原地区开始行汉法，建立了一套以中原历代王朝中央集权制为蓝本的政治体制，例如设立了三省六部和司农司等一系列专司机构，安然做起拥有3000多年历史的帝国“天子”，而再没有住过从阿里不哥手中夺回的哈剌和林。

历史上有不少学者认为，忽必烈定居中原，是因为他对汉代文化的喜爱(Allsen，1994；蔡凤林，2008；罗贤佑，任崇岳，1988)。这可能只说明了问题的一个方面。在改变一个族群生活环境和生活习俗时，即使贵为君主，也不可能为所欲为，而必须借助外界强大的迫力。这种迫力不是人力可阻挡的，使得族群中绝大部人都有真切的感受。1260年前后发生的气候突变，且使得广大的漠北草原生态环境急剧恶化，人畜难以生存，蒙古帝国军事和经济能力遭受巨大损失。在这种强大的外界迫力面前，迁徙和调整生活方式就相对容易得多。北魏孝文帝拓跋宏迁都洛阳，也是利用5世纪末中国气候变冷，都城平城(今大同)地区旱灾连年，粮食供应日趋紧张的形势而实现的。

第五节　元代禁酒

元朝虽不足百年，但史籍中所载的灾害年均次数却比以往朝代为多，灾情也更加严重。据邓云特(1984)统计，秦汉至民国，中国年均发生灾害2.3次，其中元代达到5.9次，为历朝之首，其前朝宋、金为2.7次、后朝的明朝为3.7次。另按陈高庸等(1939)的标准统计，元代自然灾害年均发生次数高达9.9次，和清朝相当，远高于历史上其他各朝(表10.5)。

表 10.5 历代自然灾害年均发生次数

朝代	灾害频次(邓云特数字)	年均灾害次数	灾害频次(陈高庸数字)	年均灾害次数
秦汉	375	0.8	400	0.8
魏晋南北朝	619	1.7	486	1.5
隋唐五代	566	1.5	556	1.5
宋(金)	874	2.7	1258	3.9
元	513	5.9	860	9.9
明	1011	3.7	1203	4.4
清	1121	4.2	2718	10.1
民国	77	2.75		
合计	5156	2.3	7481	3.5

元朝共发生大疫 8 次(分别发生在 1276、1278、1344、1352、1353、1354、1356 和 1359 年)，中疫度的大疫 8 次(分别发生在 1275、1308、1345、1350、1357、1358、1360~1362 和 1368 年)(宋正海等，2002)。从中统三年到至正二十五年(1262~1365 年)的 104 年中，蝗灾记录达 68 年，共计 84 次(高文学，1997)；中统元年(1261)到至正二十八年(1368)的 108 年，北方地区，包括中书省和岭北、陕西、辽阳、河南等行省共有 44 个霜冻年，平均 2.5 年一遇(王培华，1998)；1250~1349 年长江流域共发生了 39 次洪涝，是该地区过去一千年来洪涝次数发生最多的百年(黄忠恕，2003)。

元朝黄河决溢十分频繁。据邹逸麟(1990)统计，从至元九年(1272)到至正二十八年(1363)，黄河决溢约有六七十次之多，平均每 1.4 年决溢一次，决口的处所有二、三百处。一些决溢带来严重的水灾，如至元二十三年(1286)、至正四年、五年(1344、1345)黄河决口等。

频发的自然灾害导致元朝十年九荒。据统计，中统元年到至正二十八年(1260~1368)的 109 年中，共有 87 年有饥荒记载。其中，大范围饥荒 9 年，占所有饥荒年份的 10%；中范围的饥荒 20 年，占 23%；小范围的饥荒 58 年，占 67%(陈明，2001)。因此，救济和安置灾民长期困扰着元朝政府。如史载，至大元年(1308)夏秋之间，地震、风雨、饥荒、疫疠连作，巩昌、归德、泰安、济宁、真定、江浙各地“庐舍荡析，人畜俱被其灾”，“死者相枕藉，父卖其子，夫鬻其妻，哭

声震野。”[①]次年，益都、东平、东昌、济宁、河间、顺德、广平、大名、汴梁、卫辉、泰安、高唐、曹、濮、德、扬、高邮、滁等地“蝗蝻遍野，百姓艰食”[②]。天历年间，又因水、旱、疫等灾害，“陕西诸路饥民百二十三万四千余口，诸县流民又数十万……赈卫辉路饥民万七千五百余户。括江淮僧道余粮，赈河南府饥民。池州、广德、宁国、太平、建康、镇江、常州、湖州、庆元诸路及江阴州饥民六十万户，赈粮十四万三千余石。诸王忽剌答儿所部旱蝗，赈粮二月。大都、兴和、顺德、大名、彰德、怀庆、卫辉、汴梁、中兴诸路，泰安、高唐、曹、冠、徐、邳诸州饥民六十七万六千余户，赈以钞九万锭，粮万五千石……凤翔府饥民十九万七千八百人，以官钞万五千锭赈之。丰乐八屯及万户府军士饥，以官钞百三十锭赈之。益都莒、密二州春水、夏旱蝗，饥民三万一千四百户”[③]。文宗天历二年(1329)，江南的常州、镇江、湖州、江阴、建康以及相邻的池州、广德、宁国、太平、庆元因灾造成60万户饥民，“陕西、河东、燕南河北、河南诸路流民十数万，自嵩、汝至淮南，死亡相籍”[④]。1334年和1337年，江浙分别因灾造成59万户[⑤]和40万户饥民[⑥]。至正四年(1344)，“大河南北连年荒旱，沿岸饥民多达五百万人，卖妻鬻子者相踵于道。”[⑦]

除外，经年灾荒使得元朝成为中国历史上因民食问题而推行禁酒措施最频繁的专制王朝。自元世祖忽必烈开始，几乎每一位帝王都颁布过禁酒令，且这些酒禁都是缘于灾荒、民饥，似乎纯粹系粮食短缺问题。

酿酒的主要原料是粮食，其过程靡谷耗粮，所以，作为一种缓解粮食紧缺状况的重要措施，历代禁酒令通常出台于粮食告急之际。气候变化导致的自然灾害，尤其大面积的连年旱、蝗，是导致粮食歉收、供给紧张、粮价腾贵的主要原因。因此，禁酒令的出台往往意味着气候异常。中国禁酒史最早可以追溯到周代。史载：“在地官，则有司虣掌市饮之禁；在秋官，则有萍氏以掌几酒、谨酒之禁”[⑧]；“几酒，苛察沽买过多及非时者；谨酒，使民节用酒也。”[⑨]

元朝酒禁弛榷编年表(表10.6)显示，自忽必烈开始，见诸记载的申饬禁酒

①《元史》卷22《武宗本纪》
②《元史》卷23《武宗本纪》
③《新元史》卷78《食货志》
④《元史》卷33《文宗本纪》
⑤《元史》卷38《顺帝本纪》
⑥《元史》卷39《顺帝本纪》
⑦《元史》卷39《顺帝本纪》
⑧[宋]章如愚：《群书考索》卷58《财用门·酒类》
⑨[宋]俞庭椿：《周礼集说》卷9

与榷酤之令并行，前后多达百余次之多，禁酒地多为北方地区，且每次酒禁都出现在旱灾之际或之后，这显然与北方粮食生产、供给有关。元政府频繁酒禁是将其作为间接赈灾的一种途径，以缓解区域粮食供给紧张形势。因此，元代酒禁实际上是中国北方地区气候干旱的一种反映。例如，至元十四年(1277)三月，“以冬无雨雪，春泽未降”，耶律铸(1221~1266)等曰：“足食之道，惟在节用糜谷之多，无逾醪醴曲蘖。况自周、汉以来，尝有明禁，祈赛神社，费亦不赀，宜一切禁止。”[①]大德六年(1302)十二月御史台臣曾言：“自大德元年以来，数有星变及风水之灾，民间乏食。陛下敬天爱民之心，无所不尽，理宜转灾为福；而今春霜杀麦，秋雨伤稼，五月太庙灾，尤古今重事。臣等思之，得非荷陛下重任者不能奉行圣意，以致如此。若不更新，后难为力。乞令中书省与老臣识达治体者共图之，复请禁诸路酿酒，减免差税，赈济饥民。帝皆嘉纳，命中书郎议行之。”[②]于是，颁行禁酒诏令说：“汉赐大脯，岁有常数，周申文告，饮戒无彝，况糜谷者莫甚于斯，崇饮者刑则无赦。近缘春旱，朝议上陈宜禁市酎，以丰民食。朕详思来奏，实为腆民。可自今年某月日民间毋得酝造酒醴，俾天物暴殄，重伤时和。其或违者，国有严典，悔其可追。故兹诏示，想宜知悉。”[③]至元十四年(1277)五月，“申严大都酒禁，犯者籍其家赀，散之贫民”[④]。为保障禁酒令能贯彻下去，又申令：“诸私造唆鲁麻酒者，同私酒法，杖七十，徒二年，财产一半没官，有首告者，于没官物内一半给赏。诸蒙古、汉军辄酝造私酒醋曲者，依常法。诸犯禁饮私酒者，笞三十七。诸犯界酒，十瓶以下，罚中统钞一十两，笞二十，七十瓶以上，罚钞四十两，笞四十七，酒给元(原)主。酒虽多，罚止五十两，罪止六十。”[⑤]

表 10.6 《元史》所载酒禁弛榷编年表

时间	史实
至元四年八月	申严平滦私盐、酒、醋之禁
至元四月九月	申严西夏中兴等路僧尼、道士商税、酒醋之禁
至元十四年五月	申严大都酒禁，犯者籍其家赀，散之贫民

① [清]顾炎武：《日知录之馀》卷 2《禁酒》
② 《元史》卷 20《成宗本纪》
③ [元]王恽：《秋涧集》卷 67《拟禁酒诏》
④ 《元史》卷 9《世祖本纪》
⑤ 《元史》卷 140《刑法三》

续表

时间	史实
至元十五年正月	弛女直、水达达酒禁
至元十五年二月	以川蜀地多岚瘴，弛酒禁；禁私酒（《元典章·户部八》）
至元十五年四月	以时雨霑足，稍弛酒禁（《元纪一》）
至元十五年十一月	开酒禁
至元十八年五月	禁甘肃瓜、沙等州为酒
至元十九年十月	禁大都及山北州郡酒
至元二十年四月	申严酒禁，有私造者，财产、女子没官，犯人配役
至元二十年九月	以岁登，开诸路酒禁
至元二十二年一月	诏禁私酒
至元二十二年二月	申禁私造酒曲
至元二十三年八月	甘州饥，禁酒
至元二十四年九月	以西京、平滦路饥，禁酒
至元二十五年二月	禁辽阳酒
至元二十五年六月	禁上都、桓州、应昌、隆兴酒
至元二十五年七月	弛宁夏酒禁
至元二十七年七月	禁平地、忙安仓酿酒，犯者死
至元二十七年九月	武平地震，盗贼乘隙剽劫，民愈忧恐。平章政事铁木儿以便宜蠲租赋，罢商税，弛酒禁，斩为盗者
至元二十七年十月	禁大同路酿酒
至元二十七年十一月	甲寅，禁上都酿酒。己未，禁山后酿酒
至元二十八年三月	太原饥，严酒禁
至元二十八年十月	严山后酒禁
至元二十九年四月	弛甘肃酒禁，榷其酤。辛巳，弛太原酒禁，仍榷酤
至元二十九年八月	弛平滦州酒禁
至元二十九年十月	弛上都酒禁
至元三十一年六月	以甘肃等处米价踊贵，诏禁酿酒

续表

时间	史实
元贞元年闰四月	弛甘州酒禁
大德三年十一月	禁和林酿酒
大德五年四月	癸巳，禁和林酿酒，其诸王、驸马许自酿饮，不得沽卖
大德五年十月	丙戌，以岁饥，禁酿酒，弛山泽之禁，听民捕猎
大德六年正月	陕西旱，禁民酿酒
大德六年十一月	庚戌，禁和林军酿酒，惟安西王阿难答、诸王忽剌出、脱脱、八不沙、也只里、驸马蛮子台、弘吉列带、燕里干许酿
大德六年十二月	御史台臣言："自大德元年以来，数有星变及风水之灾，民间乏食。……；而今春霜杀麦，秋雨伤稼，五月太庙灾，尤古今重事"。复请禁诸路酿酒，减免差税，赈济饥民。帝皆嘉纳，命中书郎议行之
大德七年正月	己酉，以岁不登，禁河北、甘肃、陕西等郡酿酒
大德七年五月	开上都、大都酒禁，其所隶两都州县及山后、河东、山西、河南尝告饥者，仍悉禁之
大德七年闰五月	诏上都路、应昌府、亦乞列思、和林等处依内郡禁酒
大德七年十月	戊子，弛太原、平阳酒禁
大德七年十二月	乙酉，弛京师酒课，许贫民酿酒
大德八年六月	六月癸未，开和林酒禁，立酒课提举司
大德九年正月	五月癸巳，申严大都酒禁
大德九年七月	乙巳朔，禁晋宁、冀宁、大同酿酒，蠲晋宁、冀宁今年商税之半
大德十年正月	弛大同路酒禁
大德十一年九月	杭州一郡，岁以酒糜米麦二十八万石，禁之便。河南、益都诸郡，亦宜禁之
大德十一年十二月	山东、河南、江浙饥，禁民酿酒
至大元年七月	弛上都酒禁
至大元年九月	弛诸路酒禁
至大二年二月	甲戌，弛中都酒禁
至大二年十月	"岁凶乏食，不宜遽弛酒禁"。有旨："其与省臣议之"
至大四年五月	禁毋以毒药酿酒
皇庆二年二月	庚辰，冀宁路饥，禁酿酒

续表

时间	史实
皇庆二年三月	以晋宁、大同、大宁、四川、巩昌、甘肃饥，禁酒
皇庆二年四月	真定、保定、河间、大宁路饥，并免今年田租十之三，仍禁酿酒
皇庆二年五月	庚辰，冀宁路饥，禁酿酒；顺德、冀宁路饥，辰州水，赈以米、钞，仍禁酿酒
延祐元年正月	丙申，除四川酒禁。兴元、凤翔、泾州、邠州岁荒，禁酒
延祐元年十二月	汴梁、南阳、归德、汝宁、淮安水，敕禁酿酒，量加赈恤
延祐四年四月	乙丑，禁岭北酒
延祐五年三月	癸未，和宁、净州路禁酒
延祐五年十月	禁大同、冀宁、晋宁等路酒
延祐五年十一月	辛酉，开成、庄浪等处禁酒
延祐六年三月	禁甘肃行省所属郡县酿酒
延祐六年六月	丁丑，以济宁等路水，遣官阅视其民，乏食者赈之，仍禁酒，开河泊禁，听民采食
延祐六年九月	山东诸路禁酒
延祐七年四月	申严和林酒禁
延祐七年五月	弛陕西酒禁
延祐七年九月	罢上都、岭北、甘肃、河南诸郡酒禁
至治元年正月	奉元路饥，禁酒
至元元年十二月	真定、保定、大名、顺德等路水，民饥，禁酿酒
至治二年二月	河间路饥，禁酿酒
至治二年三月	癸酉，河南两淮诸郡饥，禁酿酒
至治二年四月	丙辰，恩州饥，禁酿酒
至治二年五月	彰德府饥，禁酿酒
至治二年十二月	弛河南、陕西等处酒禁
至治三年五月	乙巳，岭北米贵，禁酿酒
泰定元年六月	延安路饥，禁酒
泰定二年润正月	己卯，河间、真定、保定、瑞州四路饥，禁酿酒
泰定二年四月	禁山东诸路酒

续表

时间	史实
泰定二年九月	禁大都、顺德、卫辉等十郡酿酒
泰定二年十月	壬午，禁成都路酿酒
泰定二年十二月	弛瑞州路酒禁。壬寅，大宁路凤翔府饥，禁酿酒
泰定三年二月	己丑，禁汴梁路酿酒
泰定三年五月	泾州饥，禁酿酒
泰定三年九月	丁巳，弛大都、上都、兴和酒禁
泰定三年十月	弛宁夏路酒禁
泰定三年十一月	弛成都酒禁
泰定四年十一月	庚午，禁晋宁路酿酒
致和元年二月	癸卯，弛汴梁路酒禁
天历元年十一月	汴梁、河南等路及南阳府频岁蝗旱，禁其境内酿酒
天历元年十二月	己酉，开上都酒禁。“被兵郡县免杂役，禁酿酒，弛山场河泺之禁。”
天历二年三月	开辽阳酒
天历二年十月	禁奉元、永平酿酒
天历二年十二月	开河东冀宁路、四川重庆路酒禁
元统二年四月	益都、东平路水，设酒禁
至元三年五月	乙巳，以兴州、松州民饥，禁上都、兴和造酒
至元五年七月	开上都、兴和等处酒禁
至正四年十一月	戊申，河南民饥，禁酒
至正五年九月	戊戌，开酒禁
至正六年五月	壬午，陕西饥，禁酒
至正八年五月	丁巳，四川旱，饥，禁酒
至正十四年九月	禁河南、淮南酒
至正十五年闰正月	上都路饥，诏严酒禁
至正二十七年五月	以去岁水潦霜灾，严酒禁

从相关文献中，可以看到当时区域性酿酒耗粮之巨，如王恽(1227~1304)说："今自镇定路以南直至大河，地方数千里，自春秋雨泽愆期，旱暵成灾害，致米麦踊贵，无处籴买，例皆阙食，百姓往往逃窜，莫能禁戢。有司诚宜多方置救灾恤民。窃见民间酝造杯酒，所用米麦日费极多，略举真定一路，在城每日蒸汤二百余石，一月计该六千余石，其他处所费比较可知。若依至元十五年例，将民间酝造杯酒权行禁止，庶几省物斛，以滋百姓，诚救灾恤民之大事也。"[①]一些区域性中心城市的酿酒业，每年耗粮更是惊人，如至元年间，"京师列肆百数，日酿有多至三百石者，月已耗谷万石，百肆计之，不可胜算"[②]；大德十一年(1307)，"杭州一郡，岁以糜谷麦二十八万石"[③]。由于禁酒起到了缓解灾荒形势下粮食短缺、抑制粮价和稳定社会的作用，为了使禁酒令能顺利推行，元代对于那些无视禁酒令，违禁酿酒、榷酒者给予了较历代更为严厉的处惩，除抄家、配役外，更有"罪至死"的记载[④]。如元世祖至元二十年(1283)四月，"申严酒禁，有私造者，财产、女子没官，犯人配役"[⑤]。禁酒期间，即使高官违禁亦难辞其咎，泰定朝重臣马祖常(1279~1338)就因"其僚禁酤时面有酒容，以苛细黜之"[⑥]。

由于酒禁与灾害直接相关，元代的禁榷交替出现，并具有显著的区域性。每逢灾年禁酒，灾后一旦粮食丰稔，饥荒不再，酒禁令遂被解除，以致常有"河南禁酒河阳饮，醉醒相看总有情"[⑦]的情形。如至元十八年(1281)五月"禁甘肃瓜、沙等州为酒"，十九年"禁大都及山北州郡酒"，至元二十三年(1286)八月又因"甘州饥，禁酒"，到成宗元贞元年(1295)闰四月才"弛甘州酒禁"[⑧]；而惠宗至元三年(1337)五月"以兴州、松州民饥，禁上都、兴和造酒"，五年七月即诏"开上都、兴和等处酒禁"[⑨]。据《元史》载，至元二十九年(1292)、元贞元年(1295)、大德七年(1303)、延佑七年(1320)、至治二年(1322)和泰定三年(1326)等6次弛榷，也都是在粮食丰收的情况下重开的。

蒙元入主中原之前，上下饮酒成风，太宗窝阔台本人亦因过度欢饮而丧命。入主中原前，蒙人酿酒原料不是粮食，而是马、牛、羊等家畜奶汁。其中，将

① [元]王恽：《秋涧集》卷90《禁酝酒》
② [元]苏天爵：《元朝名臣事略》卷8《左丞姚文献公》
③《元史》卷22《武宗本纪》
④ [元]虞集：《岭北行省郎中苏公墓志铭》，《国朝文类》卷54
⑤《元史》卷12《世祖本纪》
⑥ [元]苏天爵：《滋溪文稿》卷9《元故资德大夫御史中丞赠摅忠宣宪协正功臣魏郡马文贞公墓志铭》
⑦ [元]袁桷：《清容居士集》卷11《清明》
⑧《元史》卷11《世祖本纪》、卷14《世祖本纪》、卷18《成宗本纪》
⑨《元史》卷40《顺帝本纪》

马奶收贮在皮囊中，经过简单加工发酵成的马奶酒最受欢迎。曾随南宋使节到达蒙古的彭大雅(生卒年不详)，在记录13世纪上半叶蒙古国见闻录《黑鞑事略》中载："其军粮羊与沛马，马之初乳，日则听其驹之食，夜则聚之以沛，贮以革器，溃洞数宿，味微酸，始可饮，谓之马奶子。"蒙人定都北京后，虽然豪饮习性未有点滴变化，几乎所有的寺院都有酒馆(蔡美彪，1955)，但是大量饮用的酒品均来自粮食，故导致粮食消耗巨大。元初中书左丞姚燧(1238~1313)曾言："京师列肆数百，日酿有多至三百石者，月已耗谷万石，百肆计之，不可胜算。"[①]因此，朝中重臣王恽将"申明酒禁"作为应对旱蝗灾荒的良策，强调"庶几省减物，斛以滋百姓食用，诚救灾恤民之大事也"[②]，更有人建议以强有力的手段禁酒，如卢世荣(？~1285)说："大都酒课，日用米千石，以天下之众比京师，当居三分之二，酒课亦当日用米二千石。今各路但总计日用米三百六十石而已，其奸欺盗隐如此，安可不禁。臣等已责各官增旧课二十倍，后有不如数者，重其罪。"[③]

① [元]姚燧：《牧庵集》卷15《中书左丞姚文献公神道碑》
② [元]王恽：《秋涧集》卷90《禁酝酒》
③《元史》卷250《卢世荣传》

第十一章　明朝：小冰期前半段*

明朝(1368~1644)是中国历史上最后一个由汉族统治的专制王朝，自洪武元年(1368)明太祖朱元璋应天(今江苏南京)践祚，至崇祯十七年(1644)思宗朱由检煤山自缢而止，历十六帝，共277年。明朝前期法度森严，政治清明，社会稳定，经济相对繁荣，曾有洪武之治、永乐盛世、仁宣之治，国家一度出现“宇内富庶，赋入盈羡，米粟自输京师数百万石外，府县仓廪蓄积甚丰，至红腐不可食。岁歉，有司往往先发粟振贷，然后以闻”①的繁荣景象。英宗后，明朝皇帝大多昏聩怠政，宦官专权日盛，吏治腐败不堪，社会矛盾日益严重；同时，鞑靼、后金、倭寇等“外患”渐起北疆和东南沿海，边境战事增多。虽然一代名臣张居正(1525~1582)“一条鞭法”改革使得明朝中期曾出现昙花一现的振兴，但此后明王朝饱受内忧外患的困扰，始终在动荡中飘摇。

明朝前期疆域面积达1100多万平方公里，覆盖内地两京十三省、东北、新疆东部、西藏、南海诸岛、今缅甸北部以及西伯利亚东部等地，并曾在东南亚旧港等地设有羁縻管理机构。后期，由于国力衰败以及瓦剌、吐蕃、女真等少数民族的崛起，边疆地区大多脱离管辖，所辖区域大为萎缩(图11.1)。据估计，洪武二十六年(1393)，全国人口约7000万(葛剑雄，曹树基，1995)。万历八年(1580)，全国人口增至1.78亿(葛剑雄，曹树基，1995)。万历中以后，由于气候显著冷干、人地矛盾突出，且政治愈发腐败、内外战事吃紧，明朝经济水平和人口规模大幅度衰退。崇祯末年，全国人口约1.53亿(曹树基等，2000)。明朝造船技术空前发达，郑和(1371~1433)舰队七次远渡西洋，其座下“宝船”是当时世界上最大的远航木船；潘季驯(1521~1595)的“束水攻沙”，使得黄河一度安流；宋应星(1587~1661)的《天工开物》、徐光启(1562~1633)的《农政全书》、朱橚(1361~1425)的《救荒本草》、李时珍(1518~1593)的《本草纲目》、吴有性(约1582~1652)的《温疫论》、徐霞客(1587~1641)的《徐霞客游记》，是中国历史上农学、医学、地理学等领域涌现的不朽著作；《永乐大典》是古代中国最大的一部类书，也是世界上最大的百科全书。

---

* 本章执笔人：葛全胜、刘浩龙。张学珍协助查阅部分资料

① 《明史》卷78《食货志》

明朝处于小冰期前半段，气候总体上冷干，但其间亦存在明显的暖湿年代。

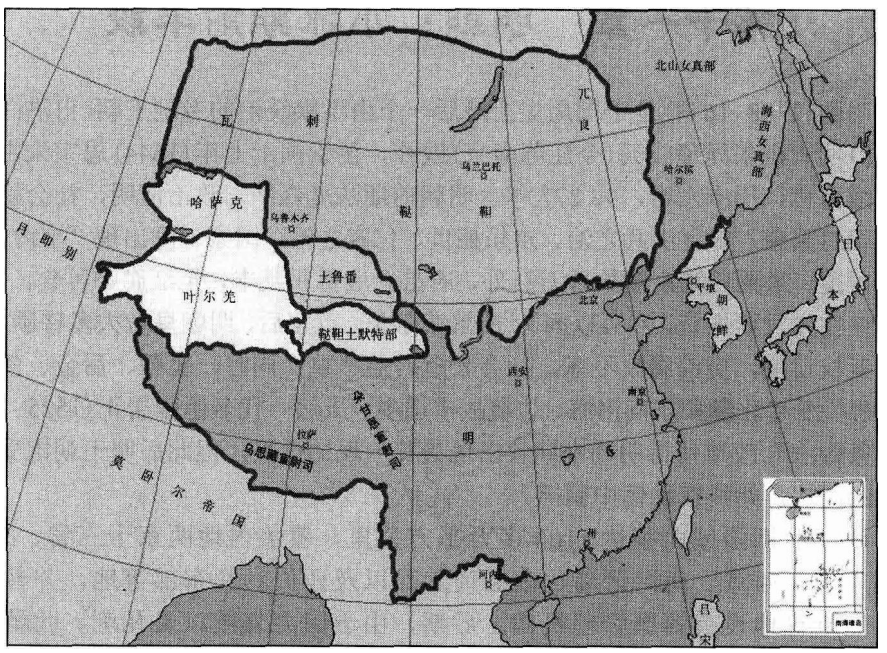


图 11.1 明时期(1582)全图(谭其骧，1982)

第一节 冷暖变化

太阳活动和火山爆发是影响气候变化的重要因素。15~17 世纪，太阳活动曾两度变弱，出现 Sporer(1450~1534)和 Maunder(1645~1715)两个太阳黑子数低值期；同期，火山活动十分频繁(图 11.2)，其中 1500 年的圣海伦斯火山和 1641 年的阿武火山爆发事件都达到了人类历史上罕有的 5 级危险度。从而使得全球气候明显转冷。欧洲、北美、非洲等地区史料、树轮、冰川、花粉等代用资料(Lamb，1977；Pfister，1992；Mann et al.，1999；Mann，Jones，2003；Moberg et al.，2005)显示，在中世纪暖期和 20 世纪暖期之间，存在一个持续约 6 个世纪的寒冷时期(即小冰期)，其中 15~17 世纪上述各地区均普遍存在 1~2 个气候极冷的时段(表 11.1)。中国学者利用历史文献记载以及石笋、湖泊沉积物和泥炭等自然证据重建的历史时期温度变化(图 11.3)亦表明当时中国气候总体上寒冷。

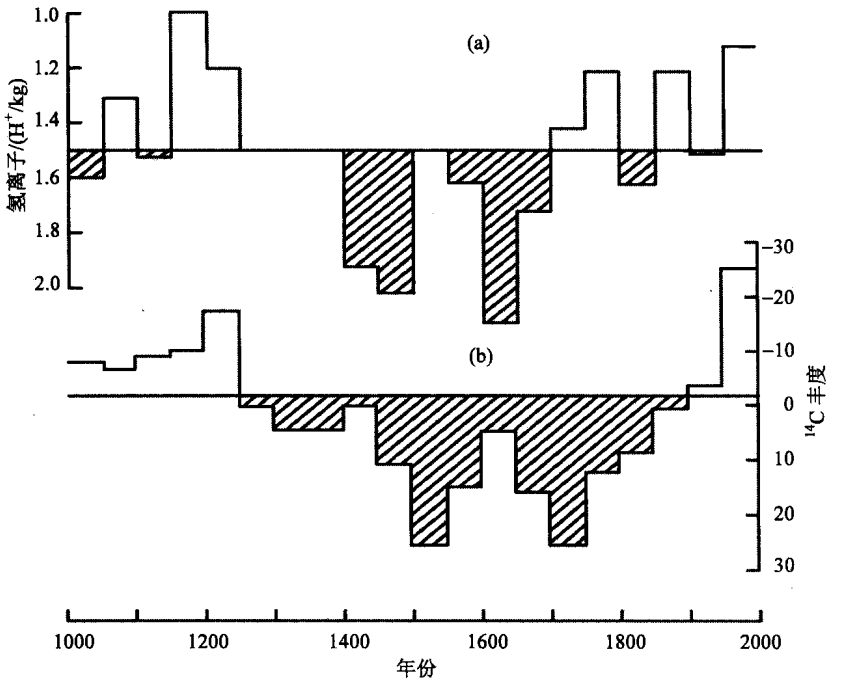


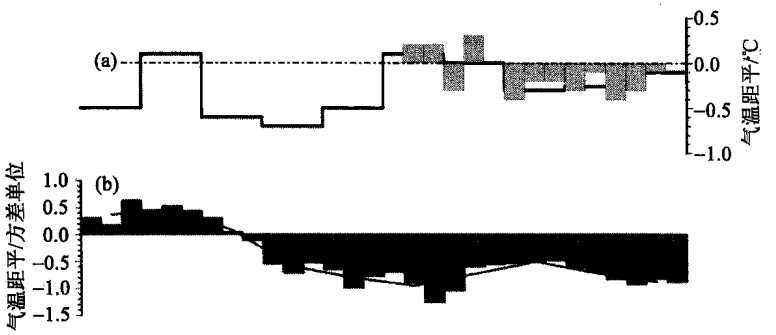
图 11.2　过去 1000 年火山和太阳活动的变化

(a)极冰酸度变化反映的火山活动(Porter，1986)；(b)^{14}C 丰度变化反映的太阳活动(Suess，1968)

表 11.1　15~17 世纪全球冷期分布

西欧	俄国	北美	北极	南半球
1550~1699	1400~1499	1450~1499、1600~1699	1450~1499、1600~1699	1450~1499、1550~1699

资料来源：王绍武，1995



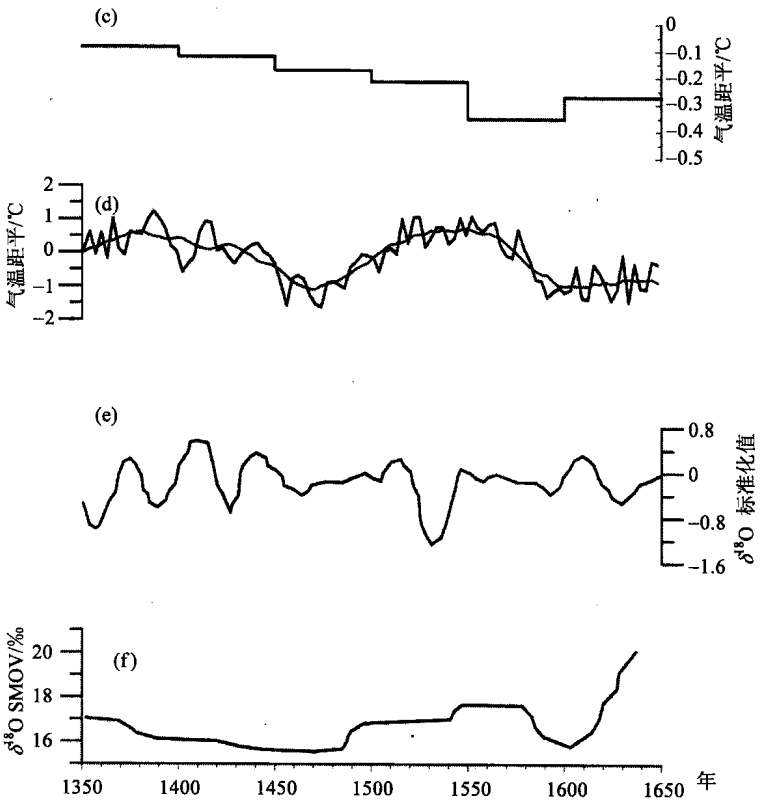


图 11.3 明朝中国各地温度变化重建

(a)中国东中部冬半年气温距平(相对于 1951~1980 年的均值)，1500 年之前分辨率为 30a，1500 年之后分辨率为 10a,虚线为整个序列的平均值(葛全胜等，2002; Ge et al.，2003)；(b)根据多种代用证据集成重建的中国气温变化相对距平，灰柱：每 10 年；粗实线：每 30 年(Yang et al.，2002)；(c)根据文献记载重建的中国东部年均气温变化(王绍武，龚道溢，2000)；(d)祁连山中部山地气温，细线：3 年平均；粗线：30 年滑动平均(Liu et al.，2007)；(e)青藏高原 4 个冰芯(普若岗日、古里雅、达索普、敦德)的 $\delta^{18}O$ 标准化值(姚檀栋，2006)；(f)吉林金川泥炭 $\delta^{18}O$ 含量变化(洪业汤等，1997)

一、东中部地区

明代中国东中部地区气候总体偏冷。1350~1650 年冬半年气温平均要比现今(1951-1980 年平均值，下同)低 0.25℃，其间存在“暖(1350~1410)—冷(1411~1500)—暖(1501~1560)—冷(1560~1644)”的波动。最冷 30 年(1440~1470)冬半年平均温度较今低 0.7℃，最暖 30 年(1530~1560)比今约高 0.1℃(Ge et al.，2003)。

(一)华北地区

华北地区气候1400年前有可能较今偏暖，1400~1500年偏冷，1500年后大约存在一个近70年的相对温暖期，1570年后则转寒。

明初，洪武皇帝于北边大行屯田。1368年，明廷于北平府设燕山卫，兀良哈故地设大宁都司(今内蒙古宁城附近)，行屯田之制[①]；1370年，诸将在边屯田，岁有常课[②]。至1392年，北边地区均有大规模的屯田行为，收获颇多，西北地区因此几无灾荒记载。永乐前，华北地区仅有1369、1373、1377、1393四年有异常初终雪、霜的记载[③]。其中，1369年山西大同初雪比现今早30天；1373年，延安七月早霜比今早70多天，1393年山西榆社晚霜约比今推迟20天。除这四年外，华北气候有可能与今相当。北京石花洞的石笋纹层分析结果(Tan et al.，2003)表明，1435年前该地区的气候甚至比今温暖。

永乐元年(1403)起，明在长城边塞外的北平行都司、云川三卫、大宁三卫等卫所陆续弃屯，南迁塞内[④]，原先生活在今嫩江流域的兀良哈三卫逐渐南下，在长城边塞外游牧，并向东与女真发生接触。依据北京石花洞石笋以及内蒙古岱海(曹建廷等，2000a，b，2003)、陕西秦岭湖泊沉积物(童国榜等，1996)的分析结果看，这种农退牧进的情形可能表明华北气候转冷序幕的揭开。从文献记录看，1497年前，该时段虽然有数年存在冬燠及某些植物秋天二次开花的情形，但表征春夏寒、秋冬冷的寒冷事件为数更多(表11.2)。

表11.2 15世纪华北地区的异常气候事件记载举例

年份	记载地	记述	性质	与今差距	文献出处
1425	北京	一冬无雪	冬无雪		《明史》卷29《五行志》
1438	陕西西安、延安等府	七月霜降不时，伤害禾稼	异常早霜	至少早51天	《明英宗实录》卷44，正统三年七月
1439	山西大同、太原等府	秋初严霜伤稼	异常初霜	至少早33天	《明英宗实录》卷60，正统四年十月；卷62正统四年十二月
1441	山西	秋月霜早，田禾薄收	异常初霜		《明英宗实录》卷85，正统六年十一月庚子

①《大明会典》卷18《屯田》

②《明史》卷31《费聚传》

③《明史》卷1《太祖本纪》；《明史》卷126《李文忠传》；《明太祖实录》卷44，洪武二年八月丙寅；《明太祖实录》卷83，洪武六年七月；《明史》卷91《兵志》；《明史》卷28《五行志》

④《明史》卷40《地理志》

续表

年份	记载地	记述	性质	与今差距	文献出处
1444	北京	畿内外无雪	冬无雪		《明史》卷29《五行志》
1447	陕西	冬，陕西无雪	冬无雪		
1453	北京	新春风雨连月，寒沍倍冬			《明英宗实录》卷225，景泰四年正月
1454	北京	春分已过，暖气尚遥，京师风雪大作	异常终雪	迟7天	《明英宗实录》卷238，景泰五年二月乙巳，卷239，景泰五年三月
1455	北京	冬，无雪	冬无雪		《明史》卷29《五行志》
1457	直隶、山西、河南、山东	冬，无雪，宫中祈雪	冬无雪		《明史》卷29《五行志》
1458	北京	冬，命百官祈雪	冬无雪		《明史》卷29《五行志》
1459	直隶、山东、河南	冬，皆无雪	冬无雪		《明史》卷29《五行志》
1460	北京	三月乙酉，大雪，越月乃止	异常终雪	晚21天	《明史》卷28《五行志》
1466	河北宣府	四月乙巳，陨霜杀苗	异常终霜	晚18天	《明史》卷28《五行志》
	河南通许	四月，霜，桑麦死	异常终霜		嘉靖《通许县志》卷上《祥异》
1468	北京	今年自春徂夏天气寒惨，……况今四月中旬雷不发声	春雷晚来		《明宪宗实录》卷53，成化四年甲辰，部尚书姚夔等言
1469	北京	冬，燠如夏	暖冬		《明史》卷29《五行志》
1470	北京	二月壬申，以自冬徂春，雨雪不降	冬无雪		《明史》卷29《五行志》
1474	山东	冬春恒燠，无冰雪	暖冬		《明史》卷29《五行志》
1475	北京	冬，以无雪祈祷	冬无雪		《明史》卷29《五行志》
1478	河北徐水	九月，桃李花	二次开花		民国《徐水县新志》卷10《灾祥》
1479	直隶、山东、河南、山西	冬，无雪	冬无雪		《明史》卷29《五行志》
1481	河北新城	冬无雪	冬无雪		道光《新城县志》卷15《祥异》
1483	京师、直隶	冬，无雪	冬无雪		《明史》卷29《五行志》
1483	陕西	三月辛酉，陨霜	异常晚霜		《明史》卷29《五行志》
1488	河南通许	七月霜，秋无禾	异常初霜	至少提前56天	嘉靖《通许县志》卷上《祥异》

续表

年份	记载地	记述	性质	与今差距	文献出处
1491	陕西	自去岁六月以来，大旱早霜，冬雷星变	早霜，冬雷		《明孝宗实录》卷48，弘治四年二月戊申，巡按陕西监察御史季兴言
1495	山西榆社等地	四月庚申，陨霜杀麦豆桑	异常晚霜	晚1天	《明史》卷28《五行志》
1496	榆次 武乡	四月辛巳，陨霜杀禾 是月，亦陨霜	异常晚霜	晚16天	《明史》卷28《五行志》

15世纪末开始，华北气候转暖。弘治六年(1496)，山西春季犹有晚霜，但当年北京出现暖冬。据杨廉上奏称，该年北京一带“大寒过后犹少霜雪，冬至以来愈觉暄暖”[①]，《明史·五行志》也记当年“冬无雪”。1497~1570年，华北各地渐次有了“冬燠”、“夏大暑”以及冬季植物二次开花的记录，冬无雪记载(表11.3)也明显增多。这些文献证据与华山松树年轮(李兆元等，1991)、岱海及秦岭湖泊沉积物等自然证据相佐证，可说明该时期华北地区气候相对温暖。该时期前段的1513年、1518年及1523年，山东出现过终霜推迟现象[②]，在后段的1562年、1563年、1567年，山西潞安府(今山西长治)、甘肃靖远县，北京顺义县曾分别出现终霜推迟、初霜提前和终雪推迟[③]，显示了该温暖时期前后两端气候冷暖转换的特点。

表11.3　1497~1570年东部地区冬无雪、冬燠、夏暑记录举例

证据类别	桃冬花	冬燠，无雪	夏暑
年份	1497，1563，1569	1502，1505，1506，1508，1511~1514，1516，1535，1540~1541，1545，1553~1554，1557，1560~1567，1570，1576	1565
地点	上海宝山、江苏吴县，陕西富县，山东安邱县	北京	山西洪洞县
文献来源	雍正增补康熙《淞南志》卷5《灾祥》，崇祯《吴县志》卷11《祥异》；康熙《鄜州志》卷7《灾祥》；万历《安邱县志》卷1《总纪》	《明史》卷29《五行志》	万历《洪洞县志》卷8《祥异》

① 《明孝宗实录》卷120，弘治九年十二月

② 《明史》卷28《五行志》

③ 乾隆《潞安府志》卷11《纪事》；康熙《重纂靖远卫志》卷1《祥异》；民国《顺义县志》卷16《杂事》

1570s 后，华北各地的异常初终霜雪、夏大寒的记录频频出现，说明当时气候较为寒冷。据《中国三千年气象记录总集》(明代册)统计，1571~1644 年，大致有 36 次初霜雪提前、终霜雪推迟现象，年发生率近 50%，其中，1620s 华北几乎无年没有异常初、终霜雪记录。龚高法等(1983)根据《祁忠敏公日记》、《北游录》和《通斋诗》等文献中记载的北京四个春季(1632，1643，1649，1655)海棠、山桃、紫丁香的开花日期推算，当时春季物候要比现代平均晚 7 天以上，相当于北京冬季气温比现今低 2℃。当然，该时期也不是没有气候温暖的年份，只不过数量较少而已。其中，1580~1590 年可能是明后期略暖的一个时段，在 1583、1584、1589、1590 四年，各地出现过秋桃李花、冬雷、无雪的现象。1636 年，华北地区曾出现极其明显的冬燠现象，山东的寿光、安丘等地腊月犹不着棉衣[①]。

华北各地的自然证据也指示出 1571 年后气候十分寒冷的特点。从岱海地区的温度重建结果看，1620~1640 年是明代最为寒冷的时段；华山松树年轮指数序列指示出，1565~1575 年气候就已偏冷，1601 年后的降温幅度更是明显加大；对秦岭湖泊沉积物的分析结果也显示 1560~1640 年该地是一个明显的气候寒冷期。

(二)华中、华东地区

按既有研究结论(表 11.4)，在 15 世纪后半叶~17 世纪上半叶，长江中下游的气候存在暖—冷—暖—冷的四个阶段。根据 14 世纪下半叶~15 世纪上半叶植物物候和耕作制度证据，并参照相关的自然证据，作者认为华中、华东地区 1370s~1420s 较暖，1430s~1530s 偏冷，1540s~1560s 偏暖，1570s~1650s 年偏冷。

表 11.4 关于明代长江中下游气候阶段性变化的认识

地域范围	指标	暖期	冷期	暖期	冷期	序列来源
长江中下游地区	冬温指数		1470~1519	1520~1549	1550~1644	王绍武，王日升，1990
	温度指数	1440~1489	1490~1519	1520~1619	1620~1644	韩昭庆，2003a
长三角	冬温指数	1250~1429	1430~1529	1530~1609	1610~1644	陈家其，施雅风，2002
	柑橘冻害数	？~1490	1491~1540	1541~1620	1621~1644	张丕远，1996
太湖平原	七月气温	1360~1429	1430~1520	1521~1568	1569~1644	汪铎，张嗣，1990
长江下游	冬温指数	1470~1499	1500~1520	1521~1570	1571~1644	张德二，1981
长江中游	冬温指数	1470~1490	1491~1520	1521~1620	1621~1644	赵文兰，叶愈源，1996

注：以上各时期划分源自原文结论或是对原图的判读

① 康熙《寿光县志》卷 1《总纪》；乾隆《高密县志》卷 10《纪事》；民国《潍县志》卷 6《祥异》

洪武至永乐中叶，华中、华东地区气候在总体上较为温暖。据洪武十二年(1379)《苏州府志》以及长谷真逸的《农田余话》所记录的种稻情形看，当时苏南地区已有了早、中、晚稻的区分，浙江永嘉(今温州)有套作双季稻种植(详见第四节)。现存的气候寒冷记录仅有两年，即洪武九年(1376)，长江及其支流汉水结冰[①]；洪武十四年(1381)，“五月丁未，建德雪。六月己卯，杭州晴日飞雪”[②]。从安徽龙感湖孢粉(童国榜等，1997)，湖北大九湖泥炭(何报寅等，2003)与犀牛洞石笋(况润元，2003)各项自然证据看，这一时期是 14~17 世纪最温暖的时段之一。

与华北地区一致，15 世纪华中、华东地区气候寒冷事件记载逐渐增多。例如，据乔盛西《湖北省气候通志》转载，永乐十四年(1416)，“冬汉水冰结，人履其上”；正统十四年(1449)冬，“汉水冰”[③]。根据现代观测记录，汉水曾于 1954~1955 年的冬季出现类似程度的结冰现象，而该年湖北武汉的气温较 1951~1980 年的均值低 1.7℃。1416 年后，史料中有关华中地区异常初、终霜雪的记录逐渐多了起来，各大河流以及主要湖泊都曾出现过多年次的结冰现象(表 11.5)，甚至出现海冰现象。据史载，1453~1454 年冬，“淮东之海冰四十余里”[④]，淮河、太湖结冰，“凤阳八卫二三月雨雪不止，伤麦”[⑤]。1969 年 2~3 月，渤海发生百年不遇的大冰封灾害，整个渤海被几十厘米至一两米、甚至八九米厚的坚冰封堵了 50 天之久，当年南京地区冬季温度为 2.5℃，比 1950~2000 年冬季平均温度低 1.5℃，但海州湾却未见海冰记载。成化十二年(1476)，南京在阴历十一月初旬即雨雪连绵，初雪日早了近 30 天，至第二年春，雨雪前后“凡五越月，军民生理艰难，饥冻者十八九，迄今春暮阴寒未除……”[⑥]，“十二月大冰，船不行者逾月，太湖亦阻冻”[⑦]；弘治六年(1493)，江苏淮安县“自十月至十二月，雨雪连绵，大寒凝海，即唐长庆二年海水冰二百里之类”[⑧]，湖南衡阳，“十月内，大冰，岁终方解”[⑨]；1513 年，太湖、洞庭湖、鄱阳湖三大湖泊大范围结冰。1501 年首刻的《便民图纂》所记述的早稻已非明初早稻概念，只是早熟的晚稻（游修龄，1995）。前述的孢粉、泥炭与石笋证据也都显

① 湖北省文史研究馆. 1955. 湖北省自然灾害历史资料（内部资料）. 583
② 《明史》卷 28《五行志》
③ 湖北省文史研究馆. 1955. 湖北自然灾害历史资料(内部资料). 584
④ 《明史》卷 29《五行志》
⑤ 《明史》卷 29《五行志》
⑥ 《明宪宗实录》卷 165，成化十三年夏四月癸卯
⑦ 崇祯《吴县志》卷 11《祥异》
⑧ 正德《淮安府志》卷 15《灾异》
⑨ 嘉靖《衡州府志》卷 7《祥异》

示15世纪是一个气候十分寒冷的时期。

表11.5 明代长江流域的河湖结冰记录统计

冷暖期	淮河	长江	汉水	黄浦江	太湖	巢湖	鄱阳湖	洞庭湖
暖(1368~1415)		1376	1376					
冷(1416~1530)	1454	1519，1520	1416，1449，1493，1519，1529	1501，1509	1454，1476，1503，1513，1514		1513	1510，1513
暖(1531~1560)	1550							
冷(1561~1621)	1560、1564，1619，1640	1620	1620，1621	1636	1568，1578，1580	1567	1570	1621

资料来源：竺可桢(1973)、乔盛西(1989)和张天麟(1982)的史料整理结果

15世纪后半叶至16世纪20年代，华中、华东地区气候虽仍旧寒冷，但植物春季花期提前以及秋冬再花的现象数度出现，这昭示着气候有转暖迹象。1478年冬，桐庐县牡丹花放[①]；1492年二月，巢湖学桂早花[②]；1495年，桐庐县秋九月，“桐庐梨、李皆华，杜鹃盛开”，江西高安县“枫树结李实，桃李冬花”[③]；1497年，苏沪一带的宝山、吴县、昆山、太仓等地皆“冬温，草木吐花”[④]；1506年冬至二年春，浙江永嘉地区“麦穗、桃李实，其冬，永嘉花尽放”[⑤]……。在16世纪初，据《正德松江府志》记载，上海地区已有香柑及绿橘、金橘、蜜橘数种，只不过由于“近岁大寒，槁死略尽”。

1529年汉水冬冰后，华中地区三十年内几无江湖结冰和异常初、终霜雪的记载，气候已明显变得温暖。大九湖的孢粉证据显示，在这一时期当地气候已回暖至近乎明初的程度。在嘉靖—万历年间，再熟稻在苏州再度得以广泛种植，柑橘种植也在长三角地区得到较大规模的发展，不过须辅以防霜冻措施(相关内容详见后文)。

1560年冬至1561年春，华中、华东各地曾大范围出现严重的冰雪灾害，淮河出现封冻。其后，1568年、1573年、1574等年曾出现桃李冬花等表征气候温暖的事件，但总体上说来，气候已明显转冷，各地江湖结冰和异常初、终

① 万历《严州府志》卷19《祥异》

② 康熙《巢县志》卷4《祥异》

③ 万历《严州府志》卷19《祥异》；崇祯《瑞州府志》卷24《祥异》

④ 雍正《淞南志》卷5《灾祥》；崇祯《吴县志》卷11《祥异》；乾隆《昆山新阳县合志》卷37《祥异》；道光《璜泾志稿》卷7《灾祥》

⑤ 光绪《永嘉县志》卷36《杂志》

霜雪记载增多(表 11.5)，据张德二(2002)主编的《中国三千年气象记录总集(明代册)》，1620 年冬至 1621 年春，安徽、江西、湖北、湖南四省出现长达四十余日的冰雪天气，淮河下游、汉水及洞庭湖严重封冻，许多果蔬及植物遭受严重冻害；江苏涟水于 1637 年和 1642 年分别出现“四月大雪杀禾”和“立夏大霜”的极端天气[①]。据明末《快雪堂日记》等日记记载，1588~1644 年 27 个年份里，苏宁杭等江南地区的春季植物物候期平均较 20 世纪 60~80 年代晚 3 天以上(表 11.6)。又据《徐霞客游记》记载，1630s 安徽黄山连续积雪期在三月以上，远长于现今，江西永新武功山及湖南茶陵秦人洞多日出现冻雨，而现今这种现象较为罕见(于希贤，1995)。龙感湖孢粉证据也显示，1650 年前后当地气候达到明清时期的“冷谷”。

表 11.6　1588~1644 年与 1960~1990 年华东植物物候期比较

年份	植物	物候	地点	古今差**/天	记录出处
1588	梅花	盛花	杭州	9	
	牡丹	盛花	杭州	16	
1589	桃	始花	杭州	−13	
1590	梅花	盛花	杭州	6	
	桃	盛花	杭州	1	
		初雪*	杭州	−11	冯梦祯：《快雪堂日记》
1591	桃	盛花	杭州	8	
1594	梅花	始花	南京	11	
	梅花	始花	杭州	27	
1595	梅花	盛花	南京	18	
	桃	盛花	杭州	8	
	玉兰	盛花	杭州	9	

① 雍正《安东县志》卷 15《祥异》

续表

年份	植物	物候	地点	古今差**/天	记录出处
1596	野菊花	盛花*	嘉兴	-2	
		初雪*	浙江三门	2	
1598	西府海棠	盛花	吴江	4	
1601	桃	盛花	杭州	-9	
1602	梅花	始花	嘉兴	23	
	桃	盛花	义乌	14	
	野菊花	盛花*	宁波	-2	冯梦祯：《快雪堂日记》
		初霜*	宁波	-33	
1603	桃	始花	杭州	3	
1604	梅花	盛花	苏州	-12	
1605	梅花	始花	苏州	-2	
	梅花	盛花	扬州	-5	
	牡丹	盛花	杭州	6	
	桃	盛花	杭州	9	
1608	腊梅	盛花	湖北公安	26	袁中道：《袁小修日记》
1609	玉兰	花蕾出现	杭州	10	
1610	西府海棠	始花	杭州	5	李日华：《味水轩日记》
1611	玉兰	盛花	杭州	0	
1612	梅花	盛花	杭州	-1	

续表

年份	植物	物候	地点	古今差**/天	记录出处
1612	桃	盛花	湖北沙市	13	袁中道：《袁小修日记》
1613	梅花	盛花	湖北公安	−10	
	桃	盛花	湖南常德	2	
1614	桃	盛花	湖北公安	11	
1617	桃	末花	杭州	3	Hameed and Gong，1994
1626	桃	盛花	浙江常山	4	
1636	桃	盛花	杭州	4	祁彪佳：《祁忠敏公日记》
1637	桃	盛花	杭州	−2	
1638	梅花	始花	苏州	9	叶绍袁：《甲行日记》
1638	西府海棠	盛花	杭州	−6	祁彪佳：《祁忠敏公日记》
1639	桃	盛花	杭州	11	
1640	桃	盛花	杭州	0	
1641	桃	盛花	苏州	13	叶绍袁：《甲行日记》
1641	桃	盛花	杭州	11	祁彪佳：《祁忠敏公日记》
1642	桃	盛花	杭州	12	
1644	牡丹	盛花	杭州	−1	
	桃	盛花	杭州	−2	
	西府海棠	盛花	杭州	7	

* 秋季物候，其气候意义与春季反之

** 正值表示当时物候较20世纪60年代至80年代初常年物候期(引自《中国自然历选编》，《中国自然历续编》)为迟，负值则反之

(三)华南地区

华南地区明朝气候总体上具有略冷特征，冷暖出现时间大多滞后于华北、华中、华东地区(表 11.7)。其中，1368~1479 年，华南气候与现代相当，降雪极为罕见，仅有 1415 和 1417 年有雪、霜冻灾记载。当时，热带动植物在华南地区大量繁殖，并呈现出北移的趋势。据载，1388~1389 年，广西南部钦、廉、藤等山[①]以及广东雷州地区[②]有野象活动，经驯狎后呈贡中央政府；另据《潮州志》载，“明初，鳄鱼复来潮州”。广东番禺及广州的孢粉证据表明，1400~1500 年当地气候温暖(李平日等，1997)；台湾大鬼湖 RBI 值的变化曲线亦显示，该地区小冰期于 1320 年开始，但在 1380~1500 年气温有所回升(罗建育等，1996)。

表 11.7 明朝华南地区气候变化重建结果比较

地区	第一冷期	第二冷期	文献
华南	1520~1530	1560~1590	黄增明等，1990
华南	1485~1527	1606~1644	张伟强，黄镇国，2000
广东	1500~1559	1620~1644	郑斯中，1983
广东	1480~1550	1610~1644	薛积彬等，2004
华南沿海	1501~1537	1618~1644	李平日等，1997
珠三角	1569~1618	1634~1644	李平日，曾昭璇，1998

1480s，华南气候开始转冷，冬季风加强，南亚热带和热带的小冰期正式到来。据张伟强和黄镇国(2000)统计，1480 年广东兴宁三月有霜，1485 年东莞有霜，1488 年高明冬有雪，此后冷冬年份接踵而来(表 11.8)。自然证据亦显示，1486 年后海南琼海福田红树植物明显减少(张玉兰等，1999)，1490 年后广东惠来神泉港沙丘得以发展(黄镇国等，1999)。

由于气候转寒，16 世纪后福建经济林木频受冻害。例如，1501 年冬，福建莆田“冰结厚半寸，荔枝冻枯”[③]；1509 年 10 月 15 日，福建宁德“大霜连日，荔

① 《明太祖实录》卷 226，洪武二十一年（1388 年）二月壬戌
② 《明太祖实录》卷 195，洪武二十二年（1389 年）正月戊寅
③ 康熙《兴化府莆田县志》卷 43《祥异》

枝、龙眼大数围者俱死”；次年冬，又“大雪连日，平地深尺余，经半月未消，在南方未尝见此”[①]；1532 年春，福建出现冷冻天气，“是岁，闽果不实”[②]。何业恒(1999)认为，1506 年发生的“特大寒”事件使得南亚热带和热带北界南移到万宁(18.5° N)一线以南，较现代南移了 3 个纬度；另据张伟强和黄镇国(2000)研究，1527~1605 年，华南寒年年均温较今下降了 0.5℃，降雪南界较今南移 1 个纬度，其中，1606 年海南岛琼山大雪，众木凋落、六畜冻死，降雪南界比今南移了 2 个纬度，当年年均温低于现今 1.0℃。所以，明万历人谢肇淛曾云：“闽中无雪，然间十余年，亦一有之，则稚子里儿，奔走狂喜，以为未始见也。余忆万历乙酉(1609)二月初旬，天气陡寒，家(福建长乐)中集诸弟妹，构火炙蛎房啖之，俄而雪花零落如絮，逾数刻，地下深几六七寸，童儿争聚为鸟兽，置盆中戏乐。故老云：‘数十年未之见也’。至岭南则绝无矣。柳子厚答韦中立书云：‘二年冬，大雪嵚岭，被越中数州，数州之犬皆仓皇噬吠，狂走累日’。此言当不诬也。”[③]据研究，1580~1600 年南海海面温度曾达到 33℃，之后开始降低，至明末已不足 24℃(赵焕庭，2004)；1600 年后台湾阿里山柏树年轮亦明显变窄(黄镇国等，1999)。崇祯元年(1628 年)阴历三月十九日，当徐霞客来到福建顺昌境内看到“群峰积雪，有如环玉”时，不由慨叹“闽中以雪为奇，得之春末犹奇”[④]。这一景象在现代福建中部地区甚为罕见。

表 11.8 明朝热带地区雪、霜冻灾记载举例

年份	地点	年份	地点
1415	南海、番禺、东莞	1547	顺德
1417	四会	1549	惠阳
1480	兴宁	1560	顺德、南海
1485	东莞	1569	西樵山
1488	高明	1578	新会
1506	万宁	1584	高要

① 中央气象局研究所等. 1978. 华东地区近五百年气候历史资料(内部资料). 福建省宁德地区

② 万历《福州府志》卷 75《时事》

③ [明]谢肇淛:《五杂俎》卷 1《天部一》

④ [明]徐弘祖：《徐霞客游记·闽游日记前》

续表

年份	地点	年份	地点
1509	潮阳	1602	惠阳
1510	饶平、南澳	1606	琼山
1522	合浦	1619	东莞、顺德
1527	钦州、合浦	1621	阳江
1532	惠阳、潮阳	1634	从化
1537	广州、南海	1636	高明、海丰、临高

资料来源：张伟强和黄镇国，2000

二、西部地区

除 14 世纪末和 16 世纪某些时段相对温暖外，整个 15 世纪和 17 世纪上半叶中国西部地区显著寒冷。据史料，1436 年甘肃秋霜早来，镇守陕西右副陈镒奏："临洮县七月霜，俱伤稼穑，上命行在户部遣官覆视以闻。"[①]之后，西北东部平凉、庆阳、固原、会宁等地分别于 1477、1495、1543、1640 年[②]出现早霜提前或是晚霜推迟，导致庄稼受损的现象。西南云贵川三省在小冰期内也数度出现极其罕见的异常初、终霜雪现象，例如，1480 年，越巂(今四川西昌)"七八月雨雪交作，寒气若冬"[③]；1506 年，云南武定四月陨霜杀麦，寒如冬[④]；1610 年，贵州"四月壬寅暴雪，形如土砖，民居片瓦无存者"[⑤]；1641 年，云南通海县七月大雨雪[⑥]。据徐霞客 1639 年游历云南大理苍山时所描述的山上积雪情景看，当时的雪线要比 1977 年时低了数百米(于希贤，1995)，这在一定程度上说明当时气候已至少持续数年寒冷。

16 世纪中叶，西部地区曾有过短暂的温暖气候。据考证，1524~1559 年，云南昆明的樱花、山茶开花期比现今早半个月至一个月，气温比今约高 2℃(刘恭德，1981)。1563 年，右佥都御史王崇古巡抚宁夏时曾作《田父叹》曰："驱

① 《英宗实录》卷 24，正统元年十一月甲午
② 《明宪宗实录》卷 165，成化十三年四月；《明史》卷 28《五行志》
③ 《明宪宗实录》卷 165，成化十三年四月
④ 《明史》卷 28《五行志》
⑤ 《明史》卷 28《五行志》
⑥ 康熙《河西县志》卷 1《灾祥》

车历夏郊，秋阳正嘀嘀。……时和霜落迟，九月熟晚稻。”[①]表明当时宁夏一带气候相对温暖。

祁连山中部山地圆柏年表(刘晓宏等，2004)显示，1350~1440 年、1510~1580 年该地区气候温暖，1440~1510 年、1580~1644 年则偏冷。青海都兰地区以及青海湖附近天峻树轮证据说明，该地区最冷气候出现在 15 世纪后半叶(康兴成等，1997，2000)。青海湖沉积物证据则表明 1510~1580 年当地气候持续温暖，之后下降，至明末又略有回升(沈吉等，2001)(表 11.9)。据姚檀栋等(1990，1996，2002)、Lonnie G 等(2006)对敦德、古里雅、达索普、普诺冈日冰芯的研究，以及杨保(2003)集成冰芯、树轮、沉积物和冰川波动证据的研究，青藏高原大部分地区明初气候较暖，15 世纪起转冷，1500~1600 年气温有所回升，1600 年前后，又复大幅度降温(图 11.4)。与中国其他地区在 15~19 世纪均出现持续寒冷气候相比，青藏高原地区在小冰期间没有持续寒冷的气候。

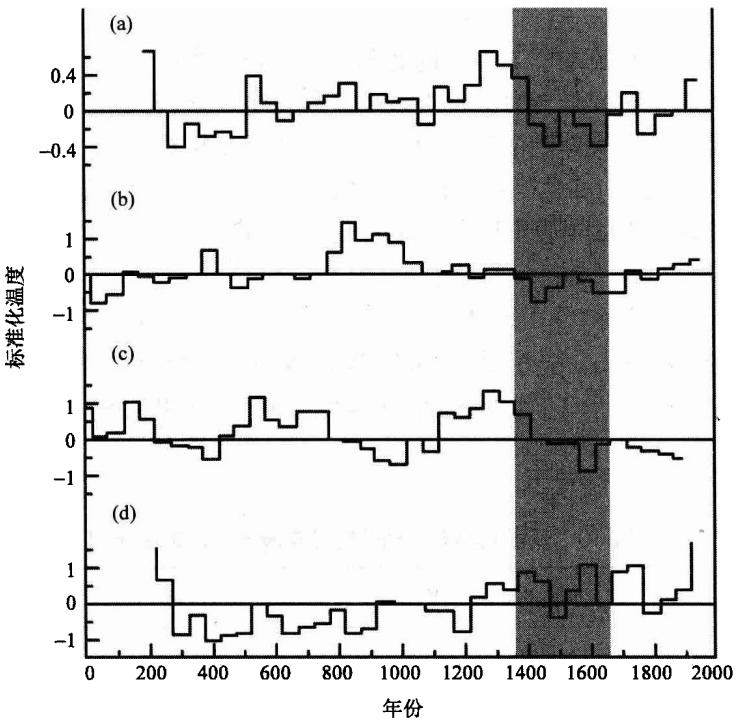


图 11.4　过去 2000 年青藏高原温度变化中的明代部分(杨保，2003)

(a)代表全青藏高原(面积权重)；(b)代表高原东北部；(c)代表高原南部；(d)代表高原西部

① 万历《朔方新志》卷 5《词翰·诗》

表 11.9 西北东部树轮年表所显示的明朝两个气候冷期

采样点	第一寒冷时段	第二寒冷期	文献来源
祁连山	1428~1537	1622~1644	张先恭等，1981
青海湖	1448~1512	1602~1644	周陆生，汪青春，1996
德令哈	1428~1532	1622~1644	刘光远等，1984
都兰	1422~1529	1591~1644	康兴成等，1997，2000

在表 11.9 显示的明朝寒冷期里，西部地区的各大冰川都曾发生过冰进现象。据研究，西昆仑山在 1451~1500 年和 1601~1690 年曾出现过 2 次较大的冰进(焦克勤等，2000)；天山中部天格尔第二峰及祁连山冰川也分别于 1547 年和 1538 ±20 年前后也发生过一次小的冰进(陈吉阳，1988；王宗太，1991)。

可能深受西风环流的影响，新疆北部天山一带三张树轮年表所指示的明代气候冷暖变阶的起止时间与青海湖及青藏高原有一定差异(表 11.10)。新疆艾比湖同位素的记录也显示出类似的情形：1380~1500 年气候相对温暖，但不够稳定，冷暖波动较多，其间以 1403 年和 1462 年为暖峰，1447 年为冷谷；1500~1644 年的气候明显偏冷，但 1592 年曾出现一明显暖波动，1607 年是整个明代最冷的一年(吴敬禄等，2004)。

根据西部地区湖泊、山地冰川、黄土与古土壤、泥炭及沙漠演变等多种自然证据，钟巍和王建力(1996)认为 1450 年是西部地区全新世环境演变的重要时间界线，此后，当地于 15 世纪末至 16 世纪中叶和 17 世纪至 18 世纪中叶步入寒冷期。

表 11.10 新疆北部天山地区树轮年表所显示的冷暖期

采样点	气候暖期	气候冷期	文献出处
新疆精河	1481~1495	1496~1544	喻树龙等，2007
	1545~1569	1570~1601	
	1602~1622	1623~1683	
乌鲁木齐河源	1559~1596	1548~1558	袁玉江，李江风，1999
	1629~1644	1597~1629	

续表

采样点	气候暖期	气候冷期	文献出处
乌鲁木齐流域	1532~1538	1539~1591	康兴成，1985
	1592~1604	1605~1620	
	1621~1634	1635~1649	

前文曾述及，“雨土”(即降尘天气)发生频次是反映中国气候冷暖的重要间接证据。从图 11.5 可以看出，近 500 年的降尘频发时期大致对应气候寒冷期(张德二，1982，1984)。

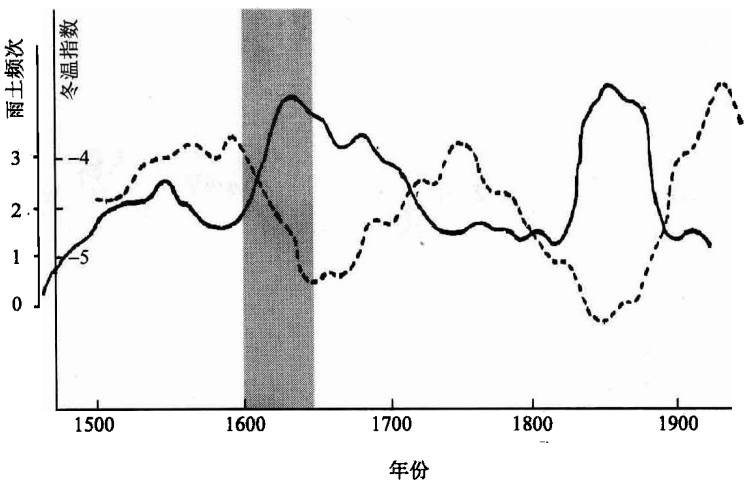


图 11.5　近五百年降尘频数(实线)与同期冬温指数(虚线)的变化(张德二，1982)

第二节　干 湿 变 化

一、时间特征

(一)东部地区

明朝中国东部地区气候总体偏干，但其间存在三次百年际的干湿波动，其中，1371~1428 年略湿，1429~1543 年偏干，1544~1622 年由湿转干(图 11.6(d))。据统计，有明一朝长的连涝期分别出现在 1564~1571 年和 1573~1580 年，长的连旱期出现在 1638~1643 年(南京大学气象系气候组，

1977)。明末连旱事件有可能是中国东部地区过去 2000 年最为严重的一次持续性旱灾。

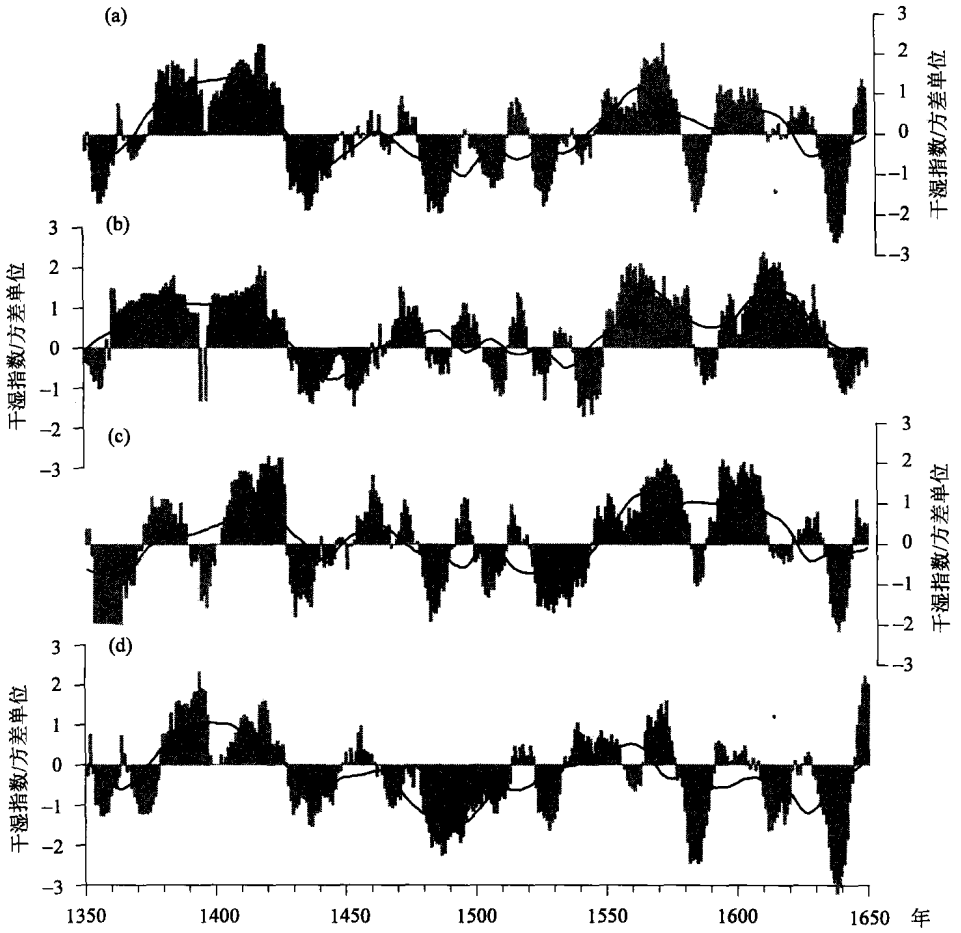


图 11.6 1368~1644 年中国东部及其分区的干湿变化(Zheng et al., 2006)

(a)东部地区；(b)江南；(c)江淮；(d)华北

1. 华北

明代华北地区的气候在总体上偏干。据对近 500 年旱涝资料的统计，明清以来黄河以北地区 13 个极端干旱年份中，明代占了 7 个，而 11 个极端涝年中，明代仅占 4 个(张家诚，林之光，1985)。

朱元璋称帝之初，华北大部分地区气候仍延续着元末的干旱态势。据

史料载，“洪武初、二年，陕西大旱，饥”[①]；洪武五年(1372)，河南黄河竭，达到了行人可涉的程度[②]。由于多个年份出现旱、蝗灾害，许多地区收成下降，明政府被迫减免田租，并有祈雨之举，如，1372 年，山东省“夏四月，赈济南、莱州饥。山东旱。六月，济南属县及青、莱两府蝗。赈山东饥，免被灾郡县田租”[③]；1380 年，山西浑源县“盛夏不雨，粪不收，入秋霪雨溥至，禾黧黑，三冬不雪”，龙虎将军周立“乃备牲醴，捐赀修葺(祠庙)。”[④]

1380s~1420s，华北地区降水增多，气候转入湿润期，其中，最湿润的时段大约出现在 1380s~1390s，与整个东部地区(最湿润的时段是在 15 世纪初)有所不同。当时，山西、河北、山东等地有“夏大雨，河水冲坏城垣”[⑤]、“夏六月复淫雨连日，固安决堤”[⑥]、“夏六月戊子雨，自闰四月至是始雨”[⑦]的记载，明政府对于北方水灾的赈济逐渐增多。内蒙古岱海孢粉(许清海等，2004)、东胜泊江海子湖泊沉积物(史培军，1989)、北京石花洞石笋(李红春等，1998)、陕西太白山湖泊沉积物(刘鸿雁等，2003)等自然证据均显示这一时期是明代最为湿润的阶段。

1440s~1450s 有可能是明朝气候转干的起点。据《明实录》以及诸多地方志看，在 1431~1530 年的百年中，各地“冬不雨雪”、“经春久旱”、“雨泽想期”、“河干”记载比比皆是。例如，宣德八年(1433)，“是春，以两京、河南、山东、山西久旱，遣使赈恤。四月戊戌，诏蠲京省被灾逋租、杂课，免今年夏税，赐复一年。六月乙酉，祷雨不应，作《闵旱诗》示群臣”[⑧]。成化二十年(1484)，“京畿、山东、陕西、河南以及山西俱大旱”[⑨]，各地多有春夏不雨或是冬不雪的记载。同期一些诗文及童谣充分表达了黎民苦旱、祈雨之心情。如正统末(1449)，京师旱，童谣因曰：“雨滴雨滴，城隍土地，雨若再来，谢了土地。”[⑩]正统二年(1437)，京师旱，街巷小儿为土龙祷雨，拜而歌曰：“雨帝雨帝，城隍

① 康熙《长安县志》卷 8《祥异》
② 《明史》卷 28《五行志》
③ 宣统《山东通志》卷 10《通纪》
④ 顺治《浑源州志》，附恒岳志卷上
⑤ 康熙《交城县志》卷 1《灾祥》
⑥ 嘉靖《霸州志》卷 8《艺文》
⑦ 乾隆《诸城县志》卷 2《总纪》
⑧ 《明史》卷 8《宣宗纪》
⑨ 《明史》卷 30《五行志》
⑩ [明]黄瑜：《双槐岁钞》卷 5《雨滴谣》

土地。雨若再来，还我土地。”[①]于谦(1398~1457)出任河南、山西巡抚时，于《荒村》诗中云“村落甚荒凉，年年苦旱蝗。”吴宽(1435~1504)写有四首《西山杂兴》，其一曰：“雨势如倾水满塘，旱田能救是高乡。明朝还用晴干好，恐使低乡告水荒。”

1483~1493 年是 15 世纪气候最为干旱的十年(图 11.6(d))，1484 和 1528 年分别是黄河以北区域近五百年第二和第四极端干旱年(张家诚，林之光，1985)。另据岱海孢粉证据，1450~1490 年的气候干旱程度仅次于明末。陕西关中的树轮证据表明这一地区在 1502~1511 年曾出现过严重的初夏干旱(刘洪滨等，2002)。

1530s~1590s，华北地区的降水有所增加，较之过去 2000 年的平均态势，已属于偏湿的情形。1569 年，黄河以北地区还发生了近五百年最为严重的雨涝(张家诚，林之光，1985)。不过，其间，华北地区也曾于 1580s 出现持续的干旱，其严重程度直追明末。岱海孢粉等自然证据充分证实这一时段是个湿润期。陕西关中地区的树轮证据显示这一地区在 1570~1580 年发生过严重的初夏干旱。

1600 年起，华北地区的气候由湿转干，大旱事件频现，尤其是 1628~1644 年的气候干旱程度达历史之最。据史料，崇祯二年(1629)，陕西巡抚马懋才上《备陈大饥疏》，言：“臣乡延安府，自去岁一年(1428)无雨，草木枯焦。八九月间，民争采山间蓬草而食，……食之仅可延以不死；至十月以后，而蓬尽矣，则剥树皮而食，……殆年终而树皮尽矣。”[②]此后，陕西及河南等华北诸地，几乎无岁不有苦旱，旱情至明亡也未有大的缓解。清初郑廉所著的《豫变纪略》显示，在崇祯三年至十七年(1630~1644)的 15 年中，河南竟有 9 年出现旱灾，“赤地千里，野无青草，十室九空”[③]。另据《河北省志·水利志》统计，1628 年(崇祯元年)、1639 年(十二年)、1640 年(十三年)、1641 年(十四年)，河北地区都有特大旱灾；海河流域，从崇祯十年到十六年，持续干旱长达 7 年。在严重的干旱背景下，白洋淀、梁山泊、安山湖等湖泊逐渐干涸成陆，黄河干流及支流流量大幅度减小，在 1602 和 1640 年出现断流(详见后文)。据研究，1637~1643 年，华北地区的各年降水量较 1956~1979 年的降水量平均值少了 11%~47%，而 5~9 月的降水量曾于 1640 年减少了 53%(表 11.11)，有 23 个市域出现 4 年以上的重旱(表 11.12)。

① 《明史》卷 30《五行志》

② [明]马懋才：《备陈大饥疏》，见：[明]计六奇：《明季北略》卷 5

③ [清]郑廉：《豫变纪略》卷 1《吕维祺请免河南粮》

表 11.11 1637~1643 年华北年降水量和 5~9 月降水量估值

年份	年降水量		5~9 月降水量	
	降水量/mm	距平/%	降水量/mm	距平/%
1637	358	−33	281	−37
1638	401	−25	321	−28
1639	368	−31	290	−35
1640	283	−47	210	−59
1641	294	−45	220	−51
1642	466	−13	382	15
1643	479	−11	393	−12

资料来源：陈玉琼，1991

表 11.12 1637~1646 年华北及周边地区重旱 4 年以上的市域

地区	持续时间	持续年数/a	地区	持续时间	持续年数/a
大同	1637~1641 年	5	唐山	1639~1643 年	5
太原	1637~1643 年	6	北京	1637~1643 年	7
临汾	1633~1641 年	9	天津	1636~1642 年	7
长治	1633~1640 年	8	沧州	1636~1642 年	7
银川	1636~1641 年	6	保定	1636~1643 年	8
平凉	1636~1641 年	6	石家庄	1633~1640 年	7
延安	1637~1641 年	5	邯郸	1637~1644 年	8
西安	1637~1641 年	5	德州	1637~1644 年	8
汉中	1635~1641 年	7	菏泽	1637~1644 年	8
安康	1635~1641 年	7	济南	1638~1641 年	4
郑州	1634~1641 年	8	临沂	1638~1641 年	4
洛阳	1634~1641 年	8			

资料来源：国家防汛抗旱总指挥部办公室等，1997

2. 江淮流域

明朝江淮流域的气候要比黄河流域湿润的多，但就本地区以及近 500 年而言，

总体上仍显得偏干。据统计，在该地区近 500 年 7 个极端干旱年份中，1589、1641、1544 三年分别是第一、第三和第六极端干旱年，6 个极端涝年中明代则无一个(张家诚，林之光，1985)。

在 2000 年尺度上看，江淮地区(狭义上)的在明朝干旱程度不是很突出；在 30 年尺度上，明代江淮地区的气候呈现为干(1368~1376)—湿(1377~1434)—干(1435~1547)—湿(1548~1623)—干(1624~1644)的“三干夹两湿”的波动特点(图 11.6(c))。明初，江淮流域气候的干旱程度明显要高于华北及长江以南地区，最湿润的时段出现在 1420s，比华北地区晚了 40 年，而 1548~1623 年的气候要比华北地区湿润的多(图 11.6(b))。万历年间的山阳县学训黄九训曾说：“淮素称沃土，乃今民不堪命，无他，水实灾之。”[①]盐城县志也记有“追明中叶，洪水为灾，民鲜粒食”[②]的降水过多情形。此后，江淮地区气候明显由湿转干，如明末诸葛升所言：“频年以来，旱涝为祟，蜈蛹再罹。”[③]

表 11.13 1250~1704 年长江流域大干湿期与小旱涝期统计

大干湿期						小旱涝期					
分期	起止年份	总年数	旱年数	涝年数	干湿指数	状态	起止年份	总年数	旱年数	涝年数	干湿指数
						洪涝	1250~1349	100	22	39	0.56
湿润期	1250~1429	180	35	68	2.63	干旱	1350~1375	26	8	4	2.00
						洪涝	1376~1429	54	5	25	0.20
						干旱	1430~1489	60	21	12	1.75
干旱期	1430~1549	120	42	30	3.20	洪涝	1490~1519	30	6	15	0.40
						干旱	1520~1549	30	15	3	5.00
						洪涝	1550~1580	31	6	21	0.29
湿润期	1550~1617	68	13	32	2.71	干旱	1581~1600	20	6	2	3.00
						洪涝	1601~1617	17	1	9	0.11
干旱期	1618~1704	87	31	19	2.86	干旱	1618~1648	31	14	0	14

资料来源：黄忠恕，2003

① 万历《淮安府志》跋，《天一阁藏明代方志选刊续编》(8)，第 833 页

② 光绪《盐城县志》卷 4《风俗》

③ [明]徐光启：《农政全书》卷 8《农事·开垦上》

明朝长江流域总体上湿润，大致可分为湿(1250~1429)—干(1430~1549)—湿(1550~1617)—干(1618~1704)四个阶段、9 个小的旱涝期(黄忠恕，2003)(表11.13)。

自《郑和航海图》诞生及郑和第七次下西洋的明宣德五年(1430)开始，长江流域经历了近 60 年的干旱气候。宣德九年(1434)，长江流域的南畿、湖广、江西、浙江、重庆等府发生大范围的干旱、饥荒，湖广尤甚[①]，江南地区“大旱，江湖涸竭，麦禾不收，道殣相望”[②]。

嘉靖二十九年(1550)，鞑靼部俺答汗率军长驱直入北京郊区，烧杀抢掠数日，满意而去，史称“庚戌之乱”。此后近 70 年，长江流域多次发生大的雨涝灾害。例如，嘉靖三十九年(1560)，江苏、浙江等 7 省 59 个县均受大水侵扰，洪水等级可能达到了四百年一遇(南京大学气象系气候组，1977)；对《中国三千年气象记录总集》的检索显示，在 1561、1579、1580 三年，长江中下游地区曾出现过连雨三月以上的严重水灾。嘉靖—隆庆年间江汉地区因之有民谣道：“我乡本泽国，年丰亦乐土。家家足鸡豚，处处开场圃。奈何迩年来，北溟频作海。一决失邱陵，四望尽江浦。厕身鱼鳖中，出没蛟龙蔽。稚子作钓钩，老妻作网罟。虽得鱼虾食，更被征徭苦。”[③]另万历《襄阳县志》载“江汉大水谣”云：“屋又倾颓麦又流，暂搬家口傍墙头。举家饭食无来处，急急寻人且卖牛……夫妇近来无活计，手携缯网取鱼虾。”据张家诚等(1974)研究，万历三十年(1602)，长江下游曾出现两千年未遇的大水，可能也反映了当年雨灾的严重。1580 年后长江流域干旱程度逐渐加重。例如，万历十七年(1589)“六月乙巳，南畿、浙江大旱，太湖水涸，发帑金四十万赈之”[④]，“苏、松连岁大旱，震泽为平陆。浙江、湖广、江西大旱”[⑤]。长江流域在 1618~1648 年的持续干旱程度为该地区历史上前所未有，大旱及溪河涸竭的记录频现于各地方志中。又如，崇祯十四年(1641)，上海奉贤县“四月至七月不雨，巨川大渎涸”[⑥]，江苏昆山“大旱，至和塘、吴淞江皆涸”[⑦]，湖广地区“旱，赤地千里”[⑧]。

一些局地的研究基本支持上述分析。王张华等(2002)发现太湖流域于 1618~1635 年附近出现由湿变干的非局地性气候突变事件，这一结论与苏杭地区

① 《明史》卷 30《五行志》
② 康熙《江南通志》卷 5《祥异》
③ 康熙《潜江县志》卷 10《河防》
④ 《明史》卷 20《神宗纪》
⑤ 《明史》卷 30《五行志》
⑥ 光绪《江东厅志》卷 14《祥异》
⑦ 乾隆《昆山新阳合志》卷 37《祥异》
⑧ 民国《湖北通志》卷 75《祥异》

在1636年前后由多雨转入干旱阶段的结论(张德二等，1997)一致。太湖平原水稻年景记录模拟的近千年长江下游6~9月降雨量变动曲线(图11.7)显示，太湖平原15世纪中叶6~9月的降雨量普遍较少，而16世纪至17世纪初则雨水明显增多(汪铎，张镡，1990)。浙江省在明代有1370~1400年、1430~1450年、1480~1500年、1560~1590年四个湿润期，1500~1560年和1640~1650二个干旱期(夏越炯，1981)。

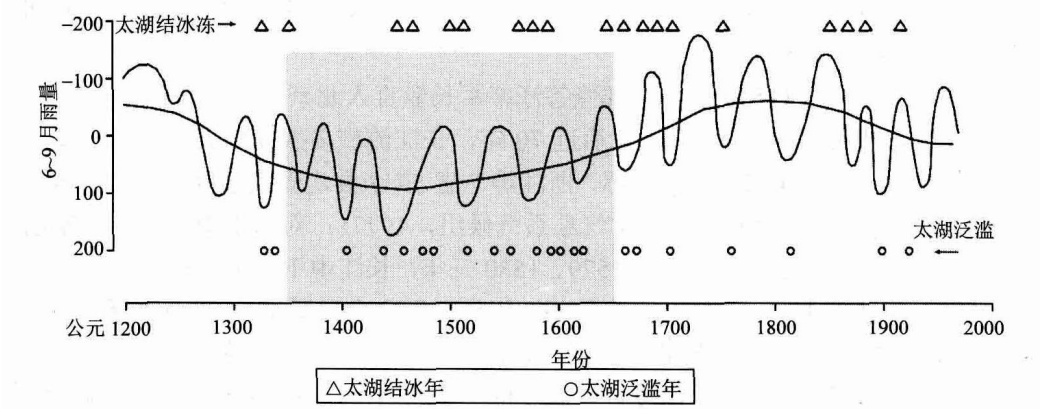


图11.7 由太湖平原水稻年景变化所模拟的近千年6~9月降雨量振动(汪铎，张镡，1990)

大九湖孢粉(何报寅等，2003)以及犀牛洞石笋(况润元，2003)证据显示明初神农架的气候较为湿润，降水量以15世纪初为顶峰，之后降水逐渐减少，气候转干。另据重建的龙感湖年降水量序列(童国榜等，1997)，明代淮北一带降水量以500a BP(1450)为转折点，之前的年降水量要高于现代，而之后则比现代低。

3. 华南

明代华南地区的气候干湿记载大多始于1470年后。据薛积彬等(2004)研究，1470~1644年广东地区干湿年代际波动可分为湿(1480s~1510s)—干(1520s~1530s)—湿(1540s~1580s)—干(1590s~1600s)—湿(1610s)—干(1620s)—湿(1630s~1650s)等7个时段。广西壮族自治区的气候在1470~1610年为准正常期，1610~1644年为涝期(柳又春，李辑，1989)。由此可知，明朝岭南地区并不像岭北地区那样表现出特别明显的干旱趋势，气候在总体上仍属偏湿情形。与全国旱涝程度的极值(4.15和1.92)相较，明代华南地区只有1544年称得上特旱，而特涝年则只有1485、1478和1582三年，在1477~1485年还出现了长达九年的连涝(张家诚，林之光，1985)。据地方志记载，极旱的1544年，广东省8个县或春旱，或秋旱，或夏旱至秋，福建也有17个县出现大旱。极涝的1485年，福建“自三月雨不止，于闰四月，福州、延平、建宁、邵武、泉州、汀州六郡俱大水。延平尤甚，船舶由城

上往来”[①]，广东省的广州、佛冈、清远等 12 个市县也有大雨水的记载。

对比华北、华中及华南区域的上述干湿变化过程可知，三区域的干湿位相在各种尺度上并不完全同步(图 11.6)。例如 1450s 前后，华北地区较湿，但江淮和江南地区则相对较干；1500s 前后，江淮和江南地区相对偏湿，而华北地区则相对偏干；1530s 和 1610s，华北、江淮地区和江南地区干湿位相基本相反，即江南地区偏湿，而华北、江淮地区却相对偏干。有研究指出，过去五百年来，中国干湿波动最先从华北开始，然后经过江淮地区，向南传播到华南(董安祥等，2002)，在 50 年尺度上，华东的旱涝变化相对于华北而言，位相大约落后 20 年，华南比华东则又落后 40~50 年(林振山等，1999)。

(二) 西部地区

1. 西北[②]

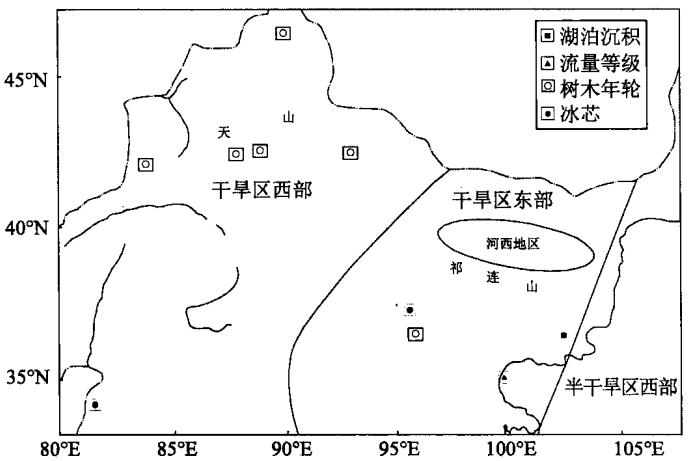


图 11.8　中国西北区域不同气候地区的划分(王涛等，2004)

从过去 550 年尺度上看，明朝中国西北大部分地区气候相对湿润，存在显著的百年与年代际的干湿波动。利用冰芯、树轮、湖泊沉积物及历史文献等证据集成的研究结果(王涛等，2004)显示，1470~1644 年中国西北地区经历了两次干湿旋回，干旱阶段分别为 1470~1510 年和 1580~1644 年。不过，在西北地区内部的不同地区(区域划分见图 11.8)，彼此的干湿波动状况还存

① 万历《闽大记》卷 2

② 本节所述西北地区是指包括新疆大部，西藏西部，青海柴达木盆地，甘肃河西走廊，内蒙古西部和宁夏北部在内的西北干旱区，以及含青海东部，祁连山区，甘肃黄河以东在内的半干旱区西部

在一定差异。

甘宁青三省大部位于西北半干旱气候区，并有部分属于干旱气候区。据研究(袁林，1994)，明代277年中甘宁青三省共发生154次旱灾，频率为两年一遇，水涝灾害仅有76年，约合三年半一遇。图11.9显示，1420s~1470s是明代该区域水灾最为严重的时段。1464年，陇东庆阳、正宁、环县，“淫雨，禾生耳，大荒”[①]；1476年，甘肃兰州“水涨河决，漂没人畜无算”[②]。1480s~1550s、1581~1593年、1628~1644年是旱灾较为集中、严重的时段，如1484年，甘肃静宁“大旱，日如流火，百草俱枯”[③]；1485年，“平凉府大旱，饥，民大流散，户口十去六七”[④]；1628年，陕西巡抚李应期上书说：“臣自凤汉兴安巡历延、庆、平凉以抵西安，但见五月不雨，以至于秋，三伏亢旱，禾苗尽枯，赤野青草断烟，百姓流离，络绎载道。每一经过处所，灾民数百成群，拥道告贩。近且延安。”[⑤]甘肃万象洞石笋证据也显示，该区域在明代总体上偏旱(Zhang et al.，2008)。

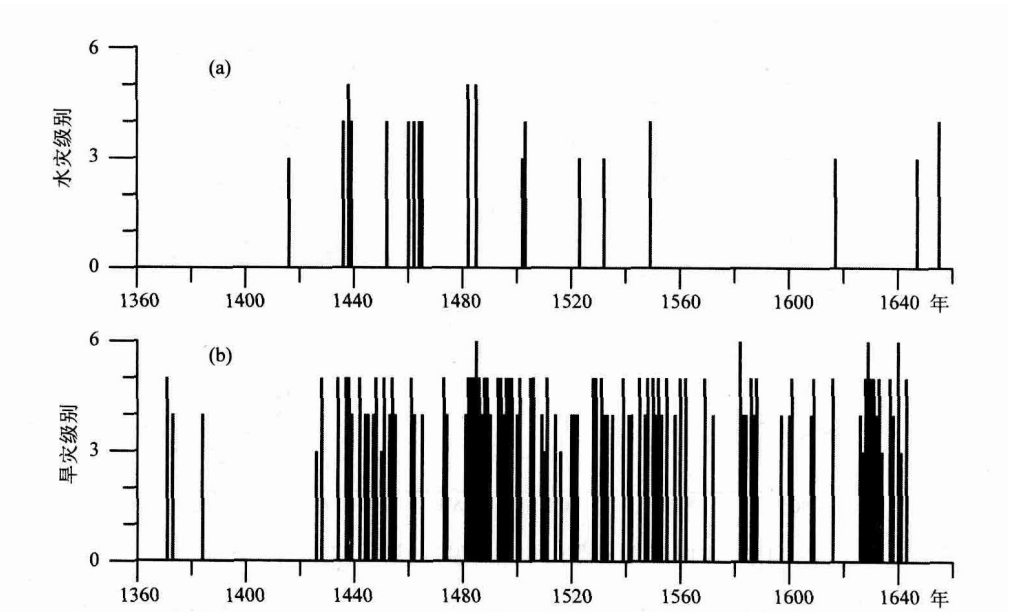


图11.9 明朝陕、甘、宁、青四省中等以上水、旱灾害(灾情级别y≥3)的时间分布(袁林，1994)

(a)为中等以上水灾；(b)为中等以上旱灾

① 嘉靖《庆阳府志》卷18《纪异》，乾隆《正宁县志》卷13《祥眚》，乾隆《环县志》卷10《纪事》

② 傅泽洪《行水金鉴》

③ 乾隆《静宁州志》卷8《杂集》

④ 嘉靖《平凉府志》卷3《祥异》

⑤ [明]孙承泽：《山书》卷1

在西北干旱区东部，多项自然证据显示该区域在明代总体上可能略为偏湿一些，存在“两峰两谷”的干湿波动过程。据文献证据，1470s~1500s、1580s~1644 年陇西、陇中等地偏旱，16 世纪中叶则相对湿润(Tan et al.，2008；徐国昌等，1997)；除 1495~1557 年外，明朝其他时段新疆和祁连山地区的降水偏少(王宗太，1991)。另据内蒙古巴丹吉林沙漠地下水补给量记录(马金珠等，2004)、青海乌兰及德令哈树轮(王振宇等，2000；邵雪梅等，2004)、祁连山中部树轮(康兴成等，2003)、青海湖沉积物(王苏民，李建仁，1991；周陆生，汪青春，1996；张家武等，2004)(图 11.10)等自然证据看，该地区 1450 年前偏湿，15 世纪后半叶转干进入第一个“干谷”，16 世纪初又转为湿润并持续近百年，17 世纪起变干至明末跌入第二个“干谷”。其间，16 世纪上半叶最为湿润。

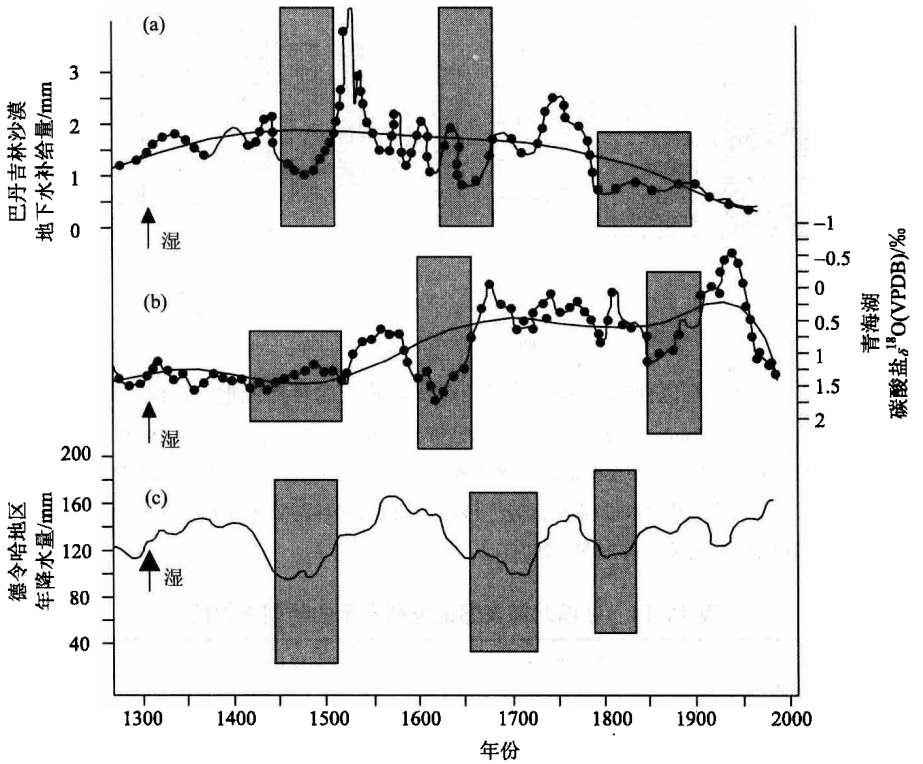


图 11.10 德令哈树轮、青海湖沉积物及巴丹吉林沙漠地下水记录指示的西北干旱区东部降水变化

(a) 巴丹吉林沙漠地下水记录(马金珠等，2004)；(b) 青海湖沉积物序列(张家武等，2004)；(c) 德令哈树轮序列(邵雪梅等，2004)

明朝西北干旱区西部气候与西北其他地区有所不同，总体上比较湿润，明末全国性大旱在该区域表现的不明显(陈建徽等，2008)(图 11.11)。从艾比湖沉积物证据看，明初至 1500 年为气候过渡期，当地虽相对湿润，但波

动极为频繁；1500 年至明末才逐渐转为稳定的偏湿态势(吴敬禄等，2004)。南疆盆地降水量在明代一直较高，呈现“三峰三谷”的干湿波动(冯松等，2005)，这种气候变化特点也体现在天山南坡阿克苏河流域(张瑞波等，2009)。对新疆及内蒙古西部多个自然证据的分析也提供了与以上结论较为接近的干湿阶段划分结果(表 11.14)。有研究经过对多种气候代用资料的集成分析认为，该区域在明代的干旱时段出现在 1470s~1510s 和 1570s~1610s(王涛等，2004)。

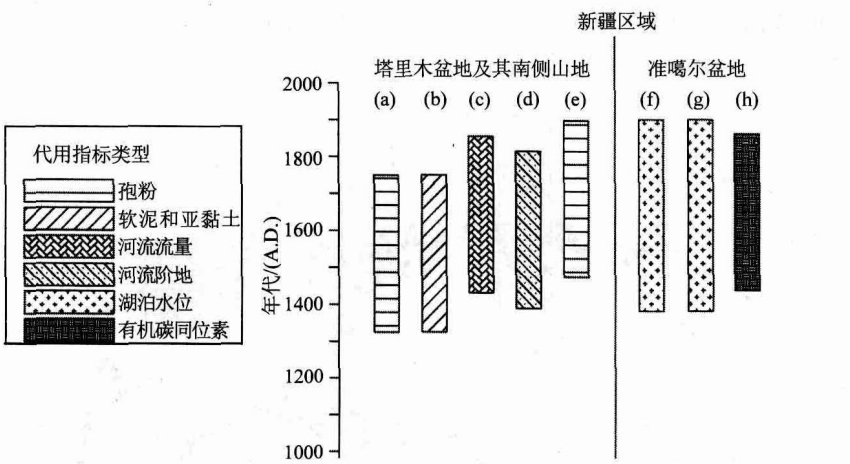


图 11.11 西北干旱区西部指示近千年相对湿润阶段的自然证据(陈建徽等，2008)

(a)松西错孢粉记录(Van Campo，Gasse，1993)；(b)策勒绿洲地层学证据(钟巍等，1999)；(c)塔里木盆地南缘河流流量(Liu，1976)；(d)克里雅河河流阶地(Yang et al.，2002)；(e)博斯腾湖孢粉记录(陈发虎等，2007)；(f)柴窝堡湖回升的水位(秦伯强等，1992)；(g)巴里坤湖回升的水位(秦伯强等，1992)；(h)艾比湖有机碳同位素记录(吴敬禄等，2004)

表 11.14 新疆北部自然证据所显示的明朝干湿期

证据类别	湿润期	干旱期	文献出处
树轮	1550~1644	1470~1529	袁玉江，韩淑媞，1991
树轮	1557~1591，1620~1696	1592~1619	尹红，2006
巴里坤湖沉积物	1560~1644	1470~1560	韩淑媞等，1992

2. 青藏高原

松西错钻孔孢粉(Van Campo et al.，1996)、达索普冰川(姚檀栋等，2000)、

古里雅冰芯(姚檀栋等，1995，1997，1999)、敦德冰芯中孢粉(Liu et al.，1998)等多项自然证据表明，明代青藏高原大部分地区的气候在总体上偏为湿润，但由于区内不同地区的水汽来源不同(田立德等，2006)，青藏高原北部和南部的干湿变化存在较为显著的空间差异。例如，古里雅冰芯冰川积累量显示，当地在明初至1500年期间降水较少，16世纪前期降水增多并达到最大，1570年开始降水再次减少，明末降水最少；达索普冰川积累量记录的青藏高原南部的季风降水变化，在1600年至明末期间一直呈波动增加的趋势(姚檀栋等，2000)；敦德冰芯中孢粉记录表明在小冰期内该区域气候相对湿润；藏南沉错湖湖泊沉积物的碳酸钙含量分析结果表明，1320~1480年为湿润期，而1520~1650年为冷干期(朱立平等，2001)。

3. 西南地区

明代西南地区干湿变化存在显著的区间差异。据历史文献记载，明朝云南地区气候偏干，其中，1500~1546年、1579~1594年、1626~1676年为干旱多发期，1547~1578年、1595~1625年为多雨期(王宇，1997)。云南洱海沉积物也指示明后期当地多雨(张振克等，2001)。重庆新崖洞、贵州董哥洞及荔波龙泉洞石笋的氧同位素记录则显示明前期三地相对湿润(何尧启等，2005；李延勇等，2006；覃嘉铭等，2008)。

二、空间格局

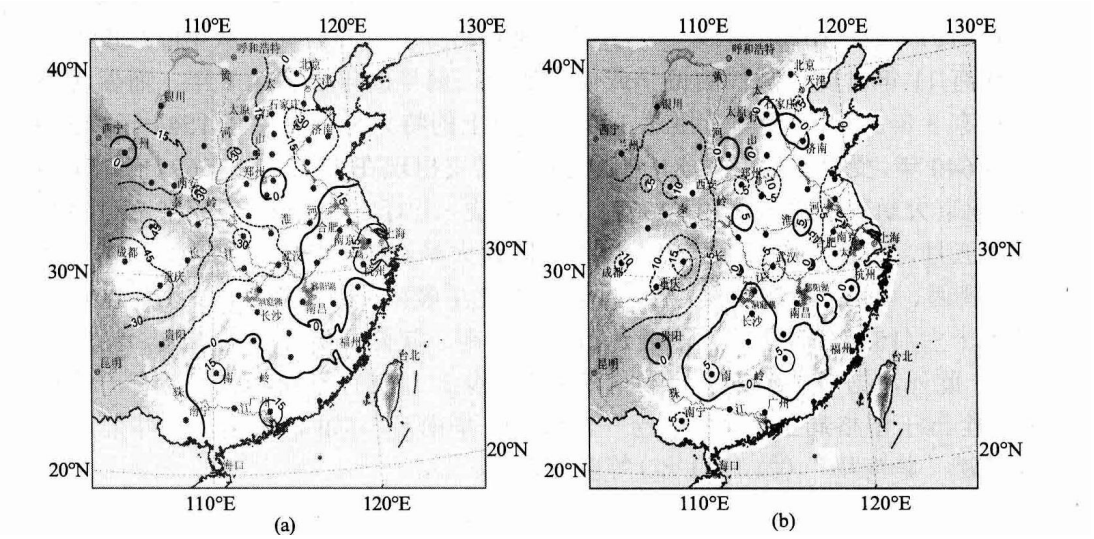


图11.12　明朝东中部地区干湿率和干湿变率分布(郑景云等，2001)

(a)干湿率；(b)干湿变率

图 11.12(a)是根据历史文献中旱涝记载而整理的明朝干湿率空间分布图(郑景云等，2001)。从图可见，当时中国东部季风区(约 105°E 以东，25°~40°N，包括西北东部的部分站点)的干湿状况总体上呈现东南湿—西北干的格局，即江淮、长江下游地区、两广地区较现代偏湿，华北、西北半干旱区东部、西南(云贵川)偏干。其中，成都、重庆一带最为干旱，江浙沿海及广州附近最为湿润。这种干湿空间分布情形，与中国现代等雨量线大致呈东北—西南走向，降水由东南沿海向西北内陆递减的变化规律基本一致。

与元代相比，明代中国东部干湿格局的变化在于，岭南地区以及江淮东部由干转湿，巴蜀地区继续干旱，而西北甘宁青地区由湿转干。

在不同时间尺度上，明代中国东部地区的干湿分布格局均有着阶段性变化。近千年中国东部地区多雨带的位置变化研究表明，明朝前期多雨带在长江中下游地区出现频率最高，而明朝后期多雨带更多地出现在黄淮地区(王绍武，黄建斌，2006)。以百年尺度为例，16 世纪前，中国东部地区同时存在南—北与东—西走向的干湿分界线，但是在主体上是以 114°E 为界，呈现为西干东湿的分布格局；16 世纪以后，干湿分界线呈东—西走向，以 35°N 为界呈现为北干南湿的情形。

从数十年尺度看，明代中国南北方旱涝的分布态势也不尽相同，大致可以分为四个阶段(盛承禹，1981)(表 11.15)。其间，南旱多于南涝的年份有 1510~1519 年、1620~1629 年、1640~1659 年三个时段；北涝多于北旱的年代有 1510~1519 年、1560~1579 年、1599~1599 年、1620~1629 年四个时段；在 1510~1519 年、1620~1629 年，中国呈现为北涝南旱的格局。从年际尺度看，明代有 11 年出现全国性的偏旱或偏涝情形，偏旱的年份多达 8 年，而偏涝的年份有 3 年。其中，受旱范围达 100 个县以上的特大旱灾发生在 1544 年、1589 年、1640 年，受涝县数超过 81 个县的特大涝灾出现在 1522 年、1569 年和 1608 年(南京大学气象系气候组，1977)。据《明史·五行志》记载，崇祯十三(1640)年“五月，两京、山东、河南、山西、陕西大旱，蝗。是年，北畿、山东、河南、陕西、山西、浙江、三吴皆饥。自淮而北至畿南，树皮食尽，发瘗胔以食”；嘉靖十六(1537)年，“秋，两畿、山东、河南、陕西、浙江各被水灾，湖广尤甚”。此外，据《中国近五百年旱涝分布图集》(1981)可知，明代还有一些年份，全国干湿格局呈现“华北涝—江淮旱—华南涝”(如 1482 年)，“华北旱—江淮涝—华南旱”(如 1531 年)等多变形态。

表 11.15　明朝南北方旱涝格局的阶段性变化

旱涝分布 / 年	0 全国偏正常	1 全国偏旱	2 全国偏涝	3 南方偏旱		4 南方偏涝		5 南方偏正常	
				3.1 北正常	3.2 北涝	4.1 北正常	4.2 北旱	5.1 北旱	5.2 北涝
1470~1500	2	2			2		9	5	1
1501~1550		4	2	1	5		7	2	1
1551~1600		1			4	3	4	2	8
1601~1650		1	1		3		8	4	5

资料来源：盛承禹，1981

在明代，中国东部的干湿变率在总体上呈现东部大、西部小的格局，其中华北、淮河中上游及江南地区变率大，而青藏高原东部、云川、长江流域干湿变率较小(图 11.12(b))。这与中国现代降水变率的分布格局比较相似。比如河北中南部无论在明朝还是现代都是一个高值中心，明朝干湿变率较小的四川、青藏高原东部也是现代年降水变率最小的地区，而东南沿海因受台风降水的影响，一直以来都是干湿变率较大的区域。从近 500 年华北、华中、华南三区域极端旱涝年的旱涝等级以及次数的比较来看，明代华中、华南旱涝变率明显比华北小(表 11.16)。

表 11.16　明朝华北、华中及华南区域的旱涝极值年统计

区域	极端旱年	极端涝年
北区	1640(4.83)，1484(4.56)，1639(4.48)，1528(4.46)，1616(4.33)，1615(4.26)，1638(4.25)	1569(1.39)，1604(1.67)，1613(1.78)，1553(1.80)
中区	1589(4.55)，1641(4.38)，1544(4.23)	
南区	1544(4.36)	1435(1.27)，1478(1.50)，1582(1.57)

资料来源：张家诚，林之光，1985

注：各地区旱涝极值年的确定，以分别超过全国极值(4.15 和 1.92)为标准。表中北区、中区、南区范围分别接近于前文所述华北地区、华中及华东地区、华南地区

第三节　水文、植被变化

一、水文变化

(一)海洋

一般说来，气候变暖，海平面上升，风暴潮发生的频次增多；反之，海平面下降，风暴潮发生概率相对减少。有明一代，这三者之间的关系大致符合这一规律(图 11.13)。

14 世纪后半叶至 15 世纪初，中国气候相对温暖，自南宋中叶以来沉降的东部海平面处在较高位置(杨怀仁等，1983；王文，谢志仁，1999a, b)。当时，沿海各地屡有潮灾奏报，灾情尤以洪武二十三年(1390)为甚。是年，苏、沪、浙三省 11 县均为海溢所害。“松江、海盐溺死灶丁二万余人”①，昆山“堆阜高陵皆为漂没，三洲一千余家尽葬鱼腹”②，南通“溺死吕四等场盐丁三万余口”③。海门县“圮于风潮”，“仅可避居”(陈金渊，1983)。为潮害所迫，江苏以北沿海始有海塘兴工，而浙东、闽南、广东沿海筑堤规模加大；凡潮冲险要地区大都改筑成更为坚固的条石结构海塘，当地御潮能力大为提高(张文彩，1990)。

15 世纪开始，中国气候逐渐转寒，东部海平面又复沉降。元末吴淞江海口段淤塞的范围仅约 35 km。永乐年间则达到 65 km(《太湖水利史稿》编写组，1993)。有研究认为，导致这一变化的主要原因，在于海面的上升使得吴淞江河口段河水受到壅阻(王文，谢志仁，2001)。从江浙地区潮灾频度曲线看，15 世纪上半叶和 17 世纪上半叶是近五百年潮灾的低发期之一；由于潮害减轻，两地区的海塘兴筑频度也明显降低(图 11.13(b)~(c))。

15 世纪后半叶，中国气候开始转暖，至 16 世纪上半叶，气温已与现今相当，故当时中国东部海平面出现小幅度上升(王文，谢志仁，1999a，b)。从江苏中部沿海的古沙堤、古海滩等海面变化标志看，1500 年前后为高海面时段(杨达源，鹿化煜，1991)，另据江苏盐城历代古水井的井底高程记录，苏北沿海的海平面在 1550 年前后较高(申洪源，朱诚，2004)。因此，16 世纪上半叶长江及珠江三角洲的潮灾发生数达到近 500 年的一个高峰（杨桂山，2000)。据史载，1512 年秋，苏沪浙三省近二十县海溢同出，南通县“漂没官民舍十之三，溺死男妇三千余口”④，山阴县“海水涨溢，顷刻高数丈许，滨海居民漂没，男妇枕藉以殁者万计，苗穗淹溺。岁大歉”⑤。由于 16 世纪初海溢，海门县治“荡然一墟”，被迫于正德九年(1514)西移三十里到通州境内的余中场，嘉靖二十四年(1545)县治再因潮灾西迁金沙场。同期，海啮东北隅导致崇明岛三沙和平洋沙二县城坍迁(褚绍唐，1987)；据《宝山县志》记载，洪武十九年(1386)所筑的吴淞所旧城因海侵而逐渐坍垮，当地官员被迫于嘉靖十六年(1537)在旧城西南另筑吴淞所新城(即今宝山县城)。由于海溢频繁，江浙和华南沿海地区保持了一个较高的海塘修筑频度，淮北盐场自 1538 年起大规模筑避潮墩⑥。

---

① 嘉庆《松江府志》卷 80《祥异》

② 康熙《昆山县志》卷 20《祥异》

③ 万历《通州志》卷 2《機祥》

④ 万历《通州志》卷 2《機祥》

⑤ 康熙《山阴县志》卷 9《灾祥》

⑥ 光绪《两淮盐法志》卷 138，冯道立《淮扬治水论》，光绪《阜宁县志》卷 1《地理》，民国《续修盐城县志》卷 8《职官》

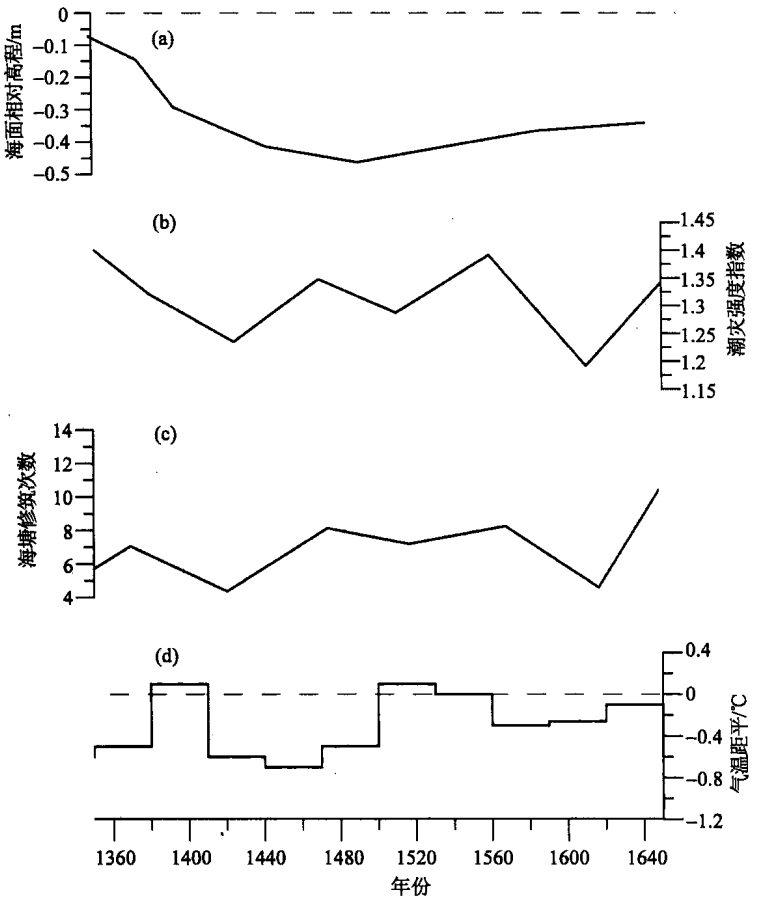


图 11.13 明朝东中部地区温度、海平面高程、潮灾强度及海塘修筑频度的变化

(a) 长江河口段海平面相对于现今的高程(杨怀仁等，1983)；(b) 江浙地区潮灾强度(王文，谢志仁，1999)；(c) 江浙地区每 50 年海塘修筑频度(王文，谢志仁，1999)；(d) 东中部地区冬半年气温距平(Ge et al., 2003)

16 世纪 60 年代，中国气候再度转冷。在长江口，万历初(1572)以后，南岸的南汇、川沙一带滩涂发育迅速，垦殖者日众(张文彩，1990)。除长江口外，黄河口、珠江口以及浙江沿海各大河口也都于 16 世纪中叶以后出现了滩涂淤积加速趋势(吴松弟，1988；《珠江水利简史》编纂委员会，1990；李元芳，1999)。据《明史·食货志》记载："时则(1594)山东巡抚郑汝璧请开登州海北长山诸岛田。福建巡抚许孚远垦闽海坛山，田成，复请开南日山、澎湖；又言浙江滨海诸山，若陈钱、金塘、补陀、玉环、南麂，皆可经理。"从潮灾频度以及海塘修筑频度两曲线看，16 世纪 60 年代后，长江三角洲的潮害明显减轻，动工修筑海塘的次数较少。

(二)江河

1. 黄河

由于明朝气候相对冷干，黄河及其支流的水沙输送量整体上偏低，屡出“河清”、“河竭”异象，且因丰、枯水年的水沙差异悬殊而使得有明一朝的黄河与北宋相仿，“善淤、善决、善徙”。

三门峡近500年径流序列重建结果表明，明中后期，黄河干流的径流量明显降低，其中，1470~1533年、1596~1642年为偏枯年，1534~1595年为偏丰年(徐海亮，1992)。据刘振和(1993)推算，黄河干流壶口段1418年的年径流量仅为357亿m^3，远不及两汉、东晋及唐代。明中后期的黄河支流径流量也较前大幅减少，若遇大旱之年，黄河及其支流甚至干涸断流。据史念海(1992)考证，万历年间，汾水和浍水上相继架起了浮桥，之后浮桥数又陆续增加；明中叶前，桑干河的通航尚不须疏浚，但之后由于流量减少，淤积加重，非疏浚而不能通航。万历年间，工部屯田司员外郎并奉命治理河流的谢肇淛(1567~1624)曾云：“今之运道，自元始开，由济宁达临清，其有功于上都不浅。而当时已有‘挑动黄河天下反’之谶，则其劳民伤财，亦可知矣。但元时尚引曹州黄河之水，以济运道。国朝因河屡决，泛溢为害，遂塞张秋口，而自徐至临清，专赖汶泗诸水，及泰山莱芜诸县源泉以足之。诸泉涓涓如线，遇旱辄涸，既不可得力，而汶河至分水闸，又分而为二，其势遂微。每二三月间，水深不过尺许，虽极力挑浚设闸启开，然仅可支持。倘遇一夏无雨，则枯为陆矣。”[①]17世纪后，黄河及其支流断流现象更为严重，如万历三十年(1602)“闰二月己未。陕西河州莲花寨等处黄河水干见底”[②]，“三月，(青海)贵德所黄河水竭，至河州，凡二十七日”[③]；崇祯十三年(1640)“五月，两京、山东、河南、山西、陕西大旱”[④]。河北保定，“夏旱，风霾竟日，诸河水涸”[⑤]；山西，汾、潞、漳、浍诸水皆竭[⑥]；河南彰德，“井皆涸，长河有断流者”[⑦]，偃师“洛水深不盈尺”[⑧]；山东，“汶泗断流”[⑨]。

---

① [明]谢肇淛：《五杂俎》卷3《地部一》
② 《明神宗实录》卷367
③ 乾隆《西宁府新志》卷15《祥异》
④ 《明史》卷30《五行志》
⑤ 光绪《保定府志稿》卷3《灾祥》
⑥ 雍正《山西通志》卷163《祥异》；康熙《曲沃县志》卷28《祥异》
⑦ 康熙《彰德府志》卷17《祥异》
⑧ 顺治《偃师县志》卷2《灾祥》
⑨ 乾隆《济宁直隶州志》卷1《纪年》

明朝共出现 34 次河清现象(徐近之，1957)，见图 11.14（a)。据研究，当气候冷干时，黄河中上游水沙输送量小，暖湿时反之(王云璋，1991；王云璋，吴祥定，1993)。明朝黄河中上游地区总体上较为冷干的气候有可能是导致明朝“河清”较多的主要因素之一。据史料记载，在当时许多“河清”事件中，具体河段的邻近区域在之前均曾大范围遭遇寒冷或干旱事件，如景泰五年(1454)正月，京、冀、鲁、沪、苏、浙、赣七省春遇严寒[①]，“正月戊午，黄河清，自龙门至于芮城”[②]；1512 年，“太原、临、巩旱”[③]，“蒲州黄河清七日，鱼鳖皆见形”[④]；崇祯十五年(1642)“正月，(江苏淮阴)黄河清浅如小渠，人有徒涉者”[⑤]，而其上游晋、陕、豫三省数县以及本省邻近之涟水、东台、沛县皆春旱不雨[⑥]，至五月，黄河支流渭河临潼段水清三日[⑦]，而其“阳平镇至眉县界，清月余。”[⑧]

据水利部黄河水利委员会《黄河水利史述要》编写组(1982)统计，明朝黄河共出现 112 次大的决溢泛滥(图 11.14(b))。其中，1381~1462 年及 1552~1637 年为决溢频繁期。历史上，黄河发生大的决溢后，其河道位置往往随之迁移，明代这样的情形共有 7 次(表 11.17)。其中，14 世纪后半叶，黄河下游南摆趋势明显，常夺颍、涡河以为干流[⑨]，而之前的 13 世纪，黄河下游河道的最南处却不超过唐宋汴河一线；15 世纪后，黄河频繁北决，常以开封至徐州一线的古汴水为干流，并出现睢、涡、颍数股并流局面；明嘉靖年间，黄河“全河尽出徐、邳，夺泗入淮”[⑩]，此后黄河单股汇淮入海。

有研究认为，黄河决溢与当时气候密切相关。张德二(1984)据历史文献证据重建了中国北部降尘(雨土)序列，该序列滞延 20~30 年后与黄河下游河患频次间的灰色关联性良好，因此她认为中国气候趋向干冷时，随着雨土频次的增大，河患危险性增加；许炯心(2001)认为，在世纪尺度上，黄河决溢与大旱、大涝相关。

---

① 张德二主编：《中国三千年气象记录总集》，凤凰出版社，2004 年，明代篇 1454 年相关条目
② 《明史》卷 11《景帝本纪》
③ 《明史》卷 30《五行志》
④ 嘉靖《山西通志》卷 31《灾祥》
⑤ 乾隆《清河县志》卷 9《祥浸》
⑥ 张德二主编：《中国三千年气象记录总集》，凤凰出版社，2004 年，明代篇 1642 年相关条目
⑦ 顺治《重修临潼县志》卷 16《灾异》
⑧ 乾隆《宝鸡县志》卷 1《祥异》
⑨ 《明史》卷 83《河渠志·黄河上》
⑩ 《明神宗实录》卷 308，万历二十五年三月

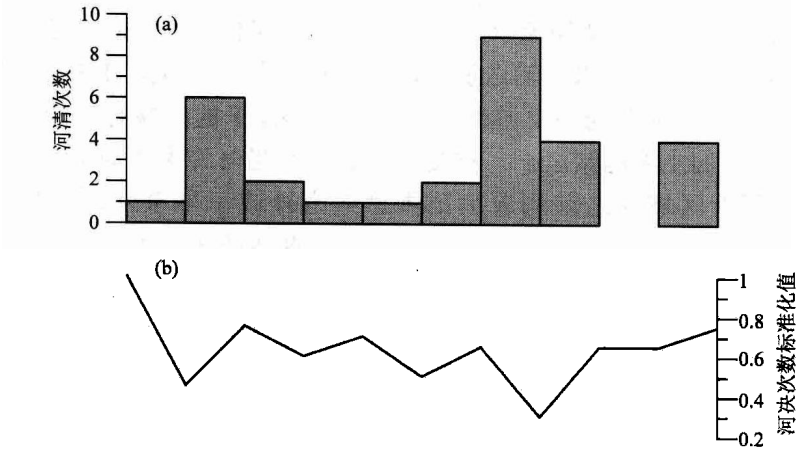


图 11.14 明朝黄河水文特征的变化

(a) 每 30 年河清次数(徐近之，1957)；(b) 每 30 年河决次数标准化值，据《黄河水利史述要》整理

表 11.17 明朝黄河改道统计

时间	地点	气候冷暖阶段	气候干湿阶段
洪武二十四(1391)	原武黑羊山	冷向暖过渡	湿润
永乐十四年(1416)	开封	冷向暖过渡	湿润
正统十三年(1448)	原武和荥泽孙家渡	冷向暖过渡	干燥
弘治二年(1489)	开封等地	冷向暖过渡	干燥
正德四年(1509)	山东曹县杨家口，梁靖口	冷向暖过渡	干燥
嘉靖十三年(1534)	兰阳(今兰考)赵皮寨	冷向暖过渡	湿润
嘉靖三十七年(1588)	山东曹县东北	冷向暖过渡	湿润

资料来源：王英杰，1992

2. 长江

由于气候偏冷，明朝长江及其支流(汉水)共计有 10 余次结冰记录(表 11.5)，淮河则有 5 次。其中，1416~1530 年及 1561~1621 年两个冷期结冰次数最多。

明朝长江水患频发，丰、枯水年的径流量差异悬殊。长江三峡和长江三角洲地区洪涝的异常程度高于过去 2000 年平均水平(朱诚等，1997，2001)。

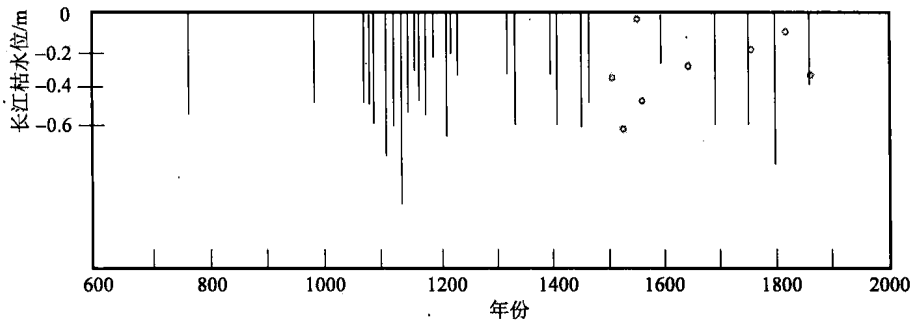


图 11.15 过去 1400 年长江上游白鹤梁和龙脊石的题刻枯水位高程变化(郑斯中，1983)

据长江上游白鹤梁和龙脊石两处题刻枯水位的高程记录(图 11.15)，1411~1530 年的冷期中，长江上游枯水位记载较为集中，其次数仅少于南宋，有 7 次，1561~1621 年的冷期时，有 2 次，表明当时长江上游西南地区气候较干；16 世纪后，龙脊石枯水位记录次数减少，这可能指示同期西南地区气候转湿。从史料记载看，长江下游江浙地区的众多支流在 1640~1644 年的干旱期中频频出现断流。例如，崇祯十三年(1640)“六月大旱，娄江流断”①，十四年上海奉贤县“四月至七月不雨，巨川大渎涸”②，“和塘、吴淞江皆涸”③，“河底凿井不得泉”④，浙江桐乡“旱魃为灾，河流尽竭”⑤；十五年江苏武进，“河流涸”⑥，十六年“松江五月至七月不雨，河水尽涸”⑦，十七年“六月亢旱，……，除浦湖而外，其余支流尽涸，舟楫断绝，陆行者假道河中，遂成坦途”⑧。

明中叶后，长江中上游含沙量显著增加。刻于嘉靖十年(1531)的《沔阳志》记有“惟江清不易淤”⑨，表明至少在此年之前，长江干流的水质尚好，没有太多的泥沙。嘉靖二十五年(1546)，汉阳府一带的长江已有“浊流”⑩之称。从嘉靖时官员夏国孝(1523 年得中进士)“蜀水色红如朱”⑪的记述看，江水浑浊现象似已从长江中游西延至上游的川江段。明隆庆中，相较于“一石泥数斗”的汉水，长江中游的江水仅是稍清一些⑫。嘉靖时任庐州知府的张瀚(1510~1593)

① 道光《昆新两县志》卷 39《祥异》
② 光绪《江东志》卷 1《祥异》
③ 乾隆《昆山新阳县志》卷 37《祥异》
④ 崇祯《太仓州志》卷 15《灾祥》
⑤ [清]胡琢：《濮镇纪闻》卷 4《灾荒纪事》
⑥ 康熙《武进县志》卷 3《灾祥》
⑦《明史》卷 30《五行志》
⑧ [清]叶梦珠《阅世编》卷 1《灾祥》
⑨ 嘉靖《沔阳志》卷 8《河防志》
⑩ 嘉靖《汉阳府志》卷首，戴金序
⑪ [清]李元：《蜀水经》卷 5 引
⑫ 隆庆《岳州府志》卷 12《水利考》附陈氏论

曾记“合江以上水犹澄清，以下浑浊似黄河矣”①，与夏氏所言相合。万历十六年(1588)，王士性游川中，记“岷江清，合马湖江(今金沙江下游)始浊”②，这说明江水浑浊现象愈发上溯。16 世纪末，长江三峡段已是“浊波一线”③。

嘉靖以后江水的变浊，固然如当时人所言，为“近年(万历年间)深山穷谷、石陵沙阜莫不芟辟耕耨。然地脉既疏，则沙砾易崩。故每雨则山谷泥沙尽入江流”④所致。不过，1560 年后转冷的气候对植被生长的负面影响，也会在一定程度上加剧了水土流失。

明中后期，江水浑浊的情形持续了数十年。据《涌幢小品》中“江”条下注的“江水清”词句看，在著者朱国祯(1557~1632)1621 年完稿时，江水可能已复澄清。出现这一现象，除受其他因素的作用外，当时短暂暖湿的气候对植被的促生作用，也可能在一定程度上产生了影响。

长江河口段在明代出现过先北蚀南淤，后南蚀北淤的河道位置变化。宋代，南通的孤山尚在长江北岸江边，至元、明之际，孤山已完全沦入江中(陈金渊，1983)。之后，长江北岸坍退日甚，海门县治遂不断向西北方向退缩。从表 11.18 看，海门县田地坍退的速度与气候冷暖变化有一定对应关系。明初，气候暖湿，坍田速度较快；17 世纪初，气候转冷，坍田速度放缓；明末的 1643~1646 年，气候短暂回暖，坍田速度又复加快。另外，在明初长江北岸大坍 200 年后，大幅度淤积现象出现在北岸，从而形成了宽阔的侧翼边滩，而长江南岸遭受冲刷，江南名镇黄姚镇竟因之沦于江海，宝山县址也几番南迁。据研究，这种现象，与气候变化和海面波动所引起河流水动力状况的变化密切关联(杨怀仁等，1983)。

表 11.18 明朝海门县田地坍退情况统计

时段	总年数/a	坍田/亩	坍田速率/(亩/a)
1376~1503 年	127	126457	996
1503~1592 年	89	26506	298
1592~1615 年	23	6607	287
1615~1633 年	18	1718	95
1633~1643 年	10	1021	102
1643~1646 年	4	4882	1220.5

注：系根据光绪《海门志》整理

资料来源：王庆，刘苍字，2001

① [明]张瀚：《松窗梦语》卷 2《西游记》

② [明]王士性：《入蜀稿》卷中

③ [明]袁宏道：《袁中郎集》，《由天池逾含岭至三峡间记》

④ 万历《湖广总志·水利志》

(三)湖泊

中国湖泊于明朝经历了一个由急剧扩张到迅速萎缩的变化过程。洪武至永乐(1368~1424)年间是近千年来湖面扩张的鼎盛阶段(图 11.16(a))，大湖面积所占比例在 60%以上，宣德(1425~1436)以后许多湖泊由深到浅，由大及小，甚至于淤平。明末，大湖面积比例降至 30%以下(Fang，1993)。

华北众多湖泊在明代均有扩张盈缩之变。白洋淀在明弘治元年(1488)之前，就已淤为平地，“地可耕而食，中央为牧马场”。明正德十二年(1517)时，白洋淀虽则又复“青春”，但之后仅是一个浅水湖沼，数度出现干涸。崇祯十三年(1640)，因“旱，风霾竟日，白洋淀竭”[①]；十五年(1642)，又因“河水竭，水淀数百里尽涸”[②]。梁山泊，曾于 1180 年干涸，成为屯田之地[③]，但在 15 世纪上半叶已迅速成为周长 800 里的大湖[④]，之后，由于来水短缺，梁山泊又逐渐被拓为田。山东运河北的北五湖，于永乐年间成湖，在宣德时尚存十分之七，万历后淤积加速；其中的安山湖形成于元末，萦回百余里[⑤]，在明弘治十三年(1500)，湖周缩小至八十里；嘉靖六年(1527)时在湖中心水域周围筑堤，仅十余里[⑥]；万历三年(1575)原湖区的三分之二已被垦为农田，“满湖成田，禾黍相望”[⑦]；崇祯十四年(1641)安山湖已“尽为平陆”[⑧]。

西北河西走廊石羊河水系的尾湖白亭海，曾在 1580~1630 年干旱期内干涸，1630~1710 气候变湿后才再次恢复“水潮万丈”的情形(徐国昌等，1997)。内蒙古黄旗海约在 1450 年前后因入湖水量增加，湖面扩大，但之后湖面呈退缩趋势(王苏民，窦鸿身，1998)。青海湖在 1398、1528 年二度扩张，水位上升、湖水趋于淡化(王苏民，李建仁，1991)。新疆艾比湖 15 世纪初水位较高，湖面海拔在 226~210m 之间，高出现代湖面 15~31m，15 世纪初至 17 世纪中艾比湖的水位呈下降趋势(阎顺等，2003)。岱海盐度(图 11.16(e))在 1380~1420 年较低，在 1420~1610 年升高(曹建廷等，2002)。但古居延海水位变化与上述湖泊变化趋势相反，表现为先退缩后扩张的态势，据瞿文川等(2000)研究，该湖盐度在 16 世纪初增加，之后转而降低。

---

① 康熙《安州志》卷 8《祥异》
② 康熙《雄乘》卷中《祥异》
③《金史》卷 47《食货志》
④《明史》卷 83，《河渠志》，景泰四年徐有贞《上治河三策》曰：“其外有八百里梁山泊，可恃以为泄”
⑤ [明]常居敬：《请复湖地疏》，[明]潘季驯：《河防一览》卷 14
⑥ [明]刘天和：《问水集》卷 2《闸河诸湖》
⑦ [明]常居敬：《请复湖地疏》，[明]潘季驯：《河防一览》卷 14
⑧ [清]傅泽洪：《行水金鉴》卷 132，《崇祯长编》崇祯十四年正月丙戌张国维奏

淮河以南湖泊，在明初洪武年间以及明中期嘉靖年间具有较大的水面，其余时段则呈萎缩态势。淮河流域的芍陂，在北宋时尚能够灌田数万顷，到成化年间(1465~1487)，湖面迅速缩小，终至全部湮废(钮仲勋，1965)。湖广地区明初湖泊众多，湖水波涛浩荡，区域渔业呈现出“水边人家半渔户，唱歌捕鱼自朝暮。得鱼归来先报官，半售商船半输赋”的繁荣景象[①]。仅湖北六府州就创设了114个征收鱼课的河泊所(尹玲玲，2003)。但弘治年间(1488~1505)，“荆沔诸湖，水竭鱼荒，河泊诸课率多折纳”[②]，万历时，虽然涝灾频繁，但河泊所几已裁革殆尽，其原因在于湖泊水域的逐渐减小，导致鱼利减少，鱼课难征(尹玲玲，2003)。

唐宋时“横亘七八百里”[③]、“水深数十尺”[④]的洞庭湖，其湖盆在明代急剧萎缩，原先完整的水系被分割成了东洞庭湖、南洞庭湖、西洞庭湖和七里湖4个湖体，虽“每岁夏秋之交，湖水泛滥，方八九百里”[⑤]，但湖水深度却远不如唐宋之时，且常于枯水时出露浅滩。

江浙一带的太湖、西湖、鉴湖等湖泊在1450s、1540s及1640s后三度重度干涸。例如，正统七年(1442)，“冬十月，西湖水竭，自秋徂冬数月不雨，湖水涸成平陆”[⑥]；成化四年(1468)，“六月旱，(太湖)水涸”[⑦]；嘉靖中叶(1544~1545)，江浙连年大旱，“太湖水缩，稻麦全荒”[⑧]，“绍兴合郡连年大旱，湖尽涸为赤地”[⑨]；崇祯十三年(1640)，“夏旱，洮湖竭”[⑩]，十四年(1641)，西湖“旱魃久虐，水泽皆枯，湖底泥作龟裂”[⑪]，十七年(1644)，“夏大旱，太湖低坼。”[⑫]

① [明]谢晋：《兰庭集》卷上《送杨水虞复官沔阳》
② 《明孝宗实录》卷76，弘治六年闰五月甲辰
③ 《资治通鉴》卷164，大宝二年（公元959）胡僧佑兵至赤沙亭
④ [明]吴琯：《古今逸史》，《岳阳风土记》
⑤ 嘉靖《常德府志》卷6《山川》
⑥ 万历《钱塘县志》，《灾祥》
⑦ 乾隆《无锡县志》卷40《祥异》
⑧ 崇祯《吴县志》卷11《祥异》
⑨ 康熙十二年《绍兴府志》卷13《灾祥》
⑩ 嘉庆《增修宜兴县旧志》卷末《祥异》
⑪ [清]陆次云. 1999. 湖壖杂记. 见：施蛰东主编. 清波小志外八种(西湖文献丛书). 上海古籍出版社
⑫ 康熙《吴江县志续编》卷8《杂志》

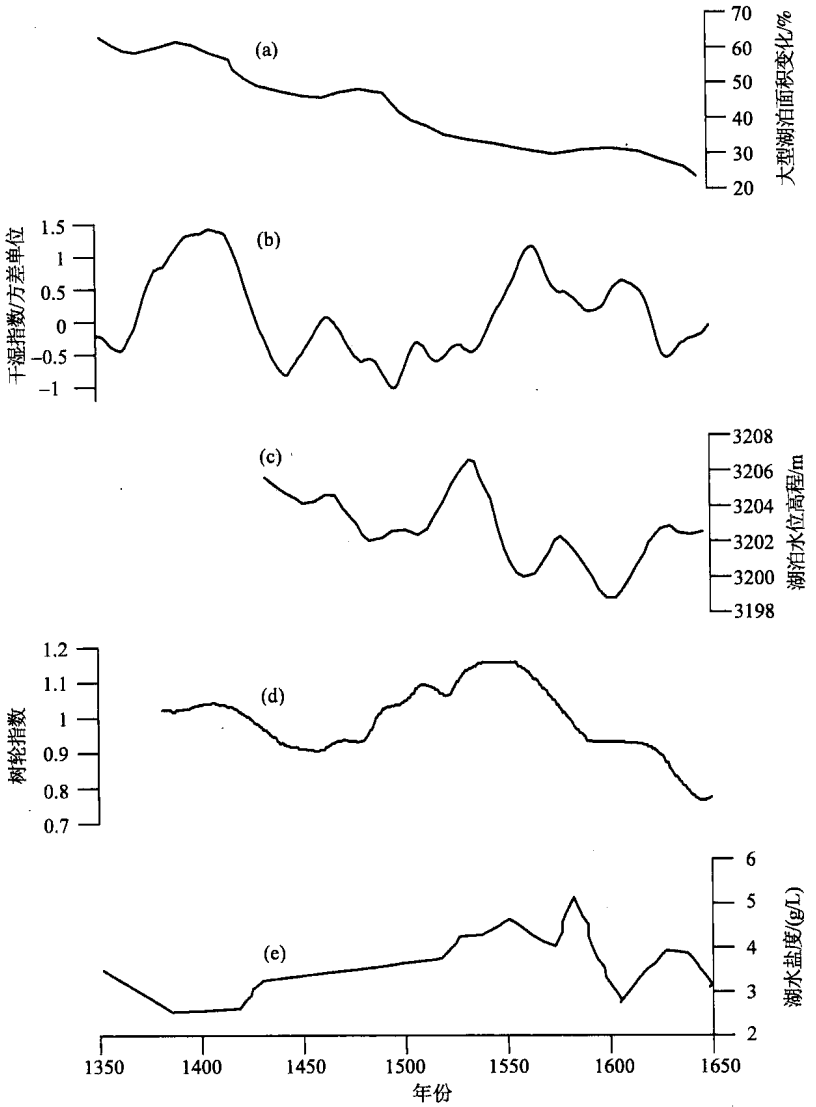


图 11.16 明代湖泊变迁与干湿指数变化

(a)东部地区大型湖泊面积变化(Fang,1993)；(b)东部地区干湿指数(Zheng et al.,2006)；(c)青海湖近 600 年水位 (冯松，2000)；(d)乌兰树轮指数(周陆生，汪青春，1997)；(e)岱海盐度定量复原值(曹建廷等，2002)

另外，明朝中后期一些知名涌泉也因水量不足，逐渐枯干，甚至消失。据《万历十六年(1588)介休县水利条规碑》载，山西介休县的洪山泉，明“初时必量水浇地，而流派周遍，民获均平之惠”，有效地保障了泉域周边的农业生产，然嘉靖后，该“源泉今昔非殊，……源涸难继”，灌溉效益持续下降，导致百姓争水事件层出不穷。现在的宁夏河东沙区，明初时有一铁柱泉，“日饮数万骑弗之涸。幅员

数百里，又皆沃壤可耕之地”[①]，但后来受气候变化的影响，泉迹渺无，湮没于荒漠之中(侯仁之，1964)。

明朝湖泊先扩后缩，当与气候变化有关。邹逸麟(1980)指出，水源短缺是明清山东运河及沿线湖泊所遭遇之根本问题；朱士光(1990)认为，陕蒙晋湖泊的盈缩与气候的逐渐干冷有着密切关系；夏越炯(1981)指出，太湖等江浙大湖在明末的干涸，往往是数年连旱的结果。从中国东部湖泊消退比率与干湿指数变化之间的对比，以及西部青海湖水位变化、岱海盐度变化与乌兰树轮指数之间的对比结果看，明代湖泊盈缩与气候变化确有较好的对应关系(图 11.16)。

河流变迁及围湖造田对湖泊盈缩的影响，其实也间接折射出气候变化的作用。黄河南徙所带来的大量泥沙，被认为是致使黄河流域湖淀日渐淤填的重要原因，但黄河泥沙多寡除人类活动(导致地表覆被变化)的影响外，很大程度上与降水有关。明后期围湖造田行为盛行，加剧了湖泊萎缩，这固然和人口增加所引起愈发突出的人地矛盾有涉，但气候变干造成湖泊自然萎缩，给垦田创造了便利条件则是这种行为得以奏效的基础。以江南地区为例，15 世纪中期以前，江南气候偏湿，大片农田受淹乃是常事。当时，土地利用方式为人工围圈低湿荒地的“外延式开发”，其主要目的是扩大农田面积(滨岛敦俊，1989)；15 世纪中期以后的农田改良，滨岛氏称之为“内涵式开发”，其主要特点是对原大圩内的荒地实行“干田化”，当时气候正转向冷干，湖泊面积自然萎缩，为“干田化”提供了可能。另外，由于气候冷干，粮食亩产降低，扩大粮食种植面积以满足日益增多的粮食需求也是驱动人类围湖造田的主要因素之一。

二、植被变化

明代是中国历史上森林面积大幅度下降、植被显著退变的一个时期。据研究，唐代中国的森林覆盖率约为 33%，到了明初仅为 26%，至明末清初，继续下降至 21%(樊宝敏，董源，2001)。其中，黄河中游森林覆盖率则由唐宋时期的 32%下降至明清时期的 4%(桑广书，2005)[②]。

明初，黄河中上游地区、豫鄂川陕山区及华南丘陵的森林十分茂密。如，

① 嘉靖《宁夏新志》卷 3《所属各地·宁夏后卫》

② 作者认为，明末森林覆盖面积 21%有可能被低估。据葛剑雄估计，明万历年间全国人口不到 1.8 亿。后因饥馑和战争，人口逐年减少，曹树基等认为明末人口仅 1.53 亿。明朝前期疆域达 1100 万平方公里，后虽有较大程度萎缩，但富庶的东中部地区并未有失控，在冷干气候背景下，粮食单产亦因技术进步而好于宋元(参见后文)。故明朝的人地矛盾应不比两宋更突出，森林覆盖率也不应该显著低于两宋

明中期“五朝元老”、兵部尚书马文升(1426~1510 年)云：“国朝初年，自山西偏头关、雁门关、紫荆关、经居庸关，湖河川、喜峰口，直至山海关一带，延袤数千余里，山势高险，林木茂盛，人马不通”[①]。有研究认为，当时华北燕山、太行山的森林覆被状况，相较于 5 世纪时，并没有重大改变(邢嘉明，王会昌，1986)。秦巴山区、武陵山区、云贵高原山区，由于交通条件和政府禁令的限制，原始森林植被面貌也没有太大的改变(周宏伟，1999)。广东“从化流溪地方，深山绵亘，树木翳密，居民以为润水山场，二百年斧斤不入”[②]。由于当时山西及湖湘之地原木众多，所以永乐帝 1406 年修筑北京宫殿时，遣大臣师逵“往湖湘，以十万众入山，辟道路，召商贾，军役得贸易，事以办”[③]，御史仲成往山西督率军民采木[④]。

明朝森林面积大规模减小发生在 16 世纪初以后。从“永乐、宣德、正统年间，边山林木，无敢轻易砍伐，而胡虏亦不敢轻犯”[⑤]的记述看，1450 年前，北边森林面积可能还没有太大的变动。但明孝宗(1488~1505)时，“易州山厂，林木已空，渐出关外一二里”[⑥]；嘉靖四年(1525)，巡关御史浦铉奏言：“(边关)远几通边，所存障蔽之处，未几十分之一。”[⑦]嘉靖三十二年(1553)时，“山西西南面一带山场，千里赤地，俱各砍伐无木，唯五台山一带东北至紫荆关西北，至雁门等边关林木，密迩边外，巍然尚存。”[⑧]长江流域的荆襄山区，在成化(1465~1483)年间，因百万流民的汇集而不得不析出一府(郧阳府)七县[⑨]，再至明末徐霞客游历此地时，山坞之中已是“居庐相望；沿流稻畦，高下鳞次”[⑩]。广东从化在万历之际，“有奸民烧炭市利，尽赭其山，木既尽，无以缩水，于是泉源渐涸，田里多荒。”[⑪]

达官贵人、边防驻军以及当地居民的群起伐木是导致森林面积大规模减小的主要原因。“延烧者一望成灰，砍伐者数里如扫”[⑫]，多是出于垦田、烧炭、冶铁、

① [明]马文升：《马端肃公奏议》卷 11《禁伐边山林以资保障事》，《皇明经世文编》卷 63
② [清]屈大均：《广东新语》卷 25《木语》
③《明史》卷 150《师逵传》
④《明太宗实录》卷 57，永乐四年闰七月壬戌
⑤ [明]马文升：《马端肃公奏议》卷 11《禁伐边山林以资保障事》，《皇明经世文编》卷 63
⑥《明孝宗实录》卷 76，弘治六年闰五月甲辰
⑦ [明]浦铉：《竹堂奏议》卷 1《陈边务疏》
⑧ [明]赵时春：《赵浚谷文集》，《论五台山一带伐木书》
⑨《明史》卷 78《食货志》
⑩ [明]徐宏祖：《徐霞客游记》，《游太和山日记》
⑪ [清]屈大均：《广东新语》卷 25《木语》
⑫ [明]吕坤：《摘陈边计民艰疏》，《皇明经世文编》卷 416

铸币、建筑、井盐、造纸等动机。其中，气候因素和垦田、烧炭大有干系。冷干气候会导致生态环境恶化，地力及农作物单产下降，在人口不断增长的压力下，百姓为解决粮食问题自会加大农田开垦力度。宁夏等地的农、林、牧结构即因此而严重失调，导致林木被毁(张维慎，2002)。有研究认为，14 世纪初气候转寒迫使黄土高原地区实施抛荒与轮荒耕作法，客观上也使得植被很难再生(李新，李群，2009)。

15 世纪气候变冷有可能使得黄河以北地区木炭需求量较明初温暖期增多。永定河上游森林植被的进一步破坏，很可能与北京官府冬季御寒所需求的木炭量增多有关(尹钧科，2003)。据《大明会典》记载，自京郊易州山厂创设起，下达的烧炭指标每年都在增长。天顺八年(1464)为 430 余万斤，成化元年至三年(1465~1467)相继增至 650、1180、1740 余万斤。1466 年，北方十分寒冷，河北“四月乙巳，宣府陨霜杀青苗”①，山西“代州十月大雪，人相食”②，河南通许县“四月，霜，桑麦死”③。故当年易州山厂烧炭指标的急剧增加；弘治九年(1495)后，气候转暖，故一般年份的烧炭指标被下调至 1500 万斤，特殊年份若增加数额，须请奏准④。

弘治(1488~1505)年间，明朝政府开始意识到森林被毁的危害，下令边山造林，但成效不彰。嘉靖四年(1525)，巡关御史浦铉奏言：“虽云节年栽补，培植失宜，灌溉不时，见今生活之树，未及百分之一。”⑤成效不好的原因，固然和官员百姓态度不积极，常敷衍了事有关(邱仲麟，2007)，但区域气候的不相适宜也有很大影响。1568 年，戚继光(1528~1588)镇守北边时，即指出“北方风寒土燥，虽有树木，竟是稀疏。不比南方土湿雨多，藤木纠缠，猿猱莫扳，此其一也。况惟柳榆易栽，而山险之地，栽难必茂，此其二也”⑥。1578 年，兵部职方郎中项笃寿认为“今据所议，广培边木，事亦可行。但于膏壤沃野，树之易成，若边地沙碛，瘠薄成卤，千里之远，有寸草不生者，况种树乎?查得别镇，先年亦有行之者，徒尔劳人，终成画饼。”⑦

明代气候的转冷直接导致平原、山地、沿海以及高原的天然植被退化。河北宁晋泊南王庄剖面(郭盛乔等，1999)以及安徽龙感湖的孢粉分析结果(童国榜等，

① 《明史》卷 28，《五行志》
② 万历《太原府志》卷 26《灾祥》
③ 嘉靖《通许县志》卷上《祥异》
④ 《大明会典》卷 205《工部二十五·柴炭》
⑤ [明]浦铉:《竹堂奏议》卷 1《陈边务疏》
⑥ [明]戚继光:《戚少保奏议》卷 3《蓟镇急务》
⑦ 《明神宗实录》卷 76，万历六年六月丙申条

1997)均显示，在两地明代的植被中，乔木很少，以针叶树种为主，另有少量的藜科或蓼属草本，这样的植被状况是对当时冷干气候以及萎缩湖泊环境的间接反映。在明初暖期(1420年前)，陕西秦岭太白山顶为森林及疏林灌丛覆盖，出现林带有寒温针叶林、松树疏林灌丛或桦林灌丛，在1420年后的小冰期，当地植被已转变为适应冷干气候的高山草甸及亚高山灌丛(童国榜等，1996)。新疆东天山北麓在650~1450年间植被为荒漠草原—草原，16世纪以来，植被为荒漠草原，附近有以桦树为主的阔叶林，云杉林带也有下移的迹象(阎顺等，2003)。海南岛琼海地区1486年前红树科植物较多，最高含量占木本植物的48%，此后明显减少(张玉兰等，1999)。科尔沁沙地植物种群密度在明代也呈减小趋势，栎属和蒿属同时衰减，但栎属更为突出，藜科减少不多，相对比例明显增加，表明流动和半流动沙丘面积进一步扩大(任国玉，张兰生，1997)。此外，陕西固原、榆林一带在成化五年(1469)，尚是“延袤千里，水草丰茂，畜牧蕃多”①，但至隆庆三年(1569)时，当地已是“一望沙漠，尤多易犯之区”②，再至万历三十八年(1610)，由于流沙扩展、堆积现象日益严重，榆林镇守将“班军二千名及各州县饥民，东自常乐堡起，西至保宁、响水、波罗各堡止，用车五百余辆，尽力扒除内外积沙”，但“积沙高与墙等，虽时铲削，旋壅如故”③。明代长城沿线流沙范围扩大(总侵蚀量增加)的主因，并不是有限的人类垦殖，更可能是自然原因(陆中臣等，1991；韩昭庆，2003b)。据研究，1494年后黄土高原年平均侵蚀量较之前一个时期增加了14.6%(景可，陈永宗，1983)，而据干湿指数曲线，北方半干旱地区在半个世纪前就已转为干旱。

明朝关中经济竹林以及豫南竹、橘林分布面积明显萎缩。在渭河平原南部的周至、户县一带，元廷曾置司竹监。明初，当地亦有司竹大使，但后来“竹渐耗，正统(1436~1449)时，募民种植，属秦藩，后废”。另据考证，元代河南淇县经济竹林曾生长旺盛，但明清时分布范围缩小(文焕然，1993)。

豫南唐、邓等地在1273年前多有橘树栽种④，明后期唯有耐寒橙树的种植⑤，不见有橘(满志敏，1999)。长江三角洲地区在16世纪也有柑橘生长，不过，在该世纪之初以及后半叶常遭受冻害，须辅以防冻措施才能存活。正德四年(1509)，上海地区“是冬大寒，竹柏多槁死，橙橘绝种，数年间市无鬻者”⑥。

---

① 《明宪宗实录》卷63，成化五年二月条，总督陕西军务右副都御史项忠奏疏

② 《明穆宗实录》卷33，隆庆三年六月乙未条，兵部尚书霍冀奏

③ 道光《榆林府志》卷21《兵制·边防》

④ 元司农司颁行：《农桑辑要》卷5

⑤ 汪灏：《广群芳谱》卷65

⑥ 崇祯《松江府志》卷47《灾异》

嘉靖、万历年间，江北的丹徒、通州、如皋等州县多种植耐寒的橙树[①]，而苏州、上海一带则种植柑橘。史料有记，太仓在嘉靖年间“人家多种橘，种类不一，惟衢橘为佳”[②]。明朝大文豪王世贞之弟王世懋(1536~1588)曾言，“柑橘产于洞庭，然终不如浙温之乳柑、闽漳之朱橘。有种红而大者，云传种自闽，而香味径庭矣。余家东海(即太仓)上，又不如洞庭之宜橘，乃土产蜕花甜、蜜橘二种，却不啻胜之。橘性畏寒，值冬霜雪稍盛，辄死。植地须北藩多竹，霜时以草裹之，又虞春枝不发”[③]。据崇祯年间“橘似柑而小，吾乡之种俱移自洞庭，有绿橘，……有黄橘，……有红橘，……有波斯橘”[④]的记载看，上海地区的柑橘种植一直延续至明末。上述的长江三角洲地区柑橘种植情形，与明中后期“稍冷(正德)—略暖(嘉靖)—稍冷(隆庆—崇祯)”的气候变化过程十分契合。

第四节　农业系统的变化

一、农业种植制度与结构

(一)江南水稻种植制度变动

明初气候总体上由寒转暖。《吴门事类》记：“春分节后种，大暑节后刈，为早稻；芒种节后及夏至节种，白露节后刈，为中稻；夏至节后十日内种，寒露节后刈，为晚稻。”[⑤]有研究据此认为，江南地区在1379年时即有了早、中、晚稻的明确区分(李伯重，1994)。据《农田余话》记载，当时浙江永嘉(今温州)就有套作双季稻种植，方法是“清明前下种，芒种漪苗，一垄之间，稀行密漪，先种其早者，旬日后，复漪晚苗于行间。侯立秋成熟，刈去早米，乃锄理增壅其晚者，盛茂秀实，然后收其实熟也”。

永乐后，江南气候开始转冷，且偏为干旱，15世纪后半叶江南气候已较明初显著冷干。故时人对早、晚稻的理解已有新的认识。按弘治十四年(1501)首刻的《便民图纂》卷三内容看，当时早稻在清明前浸种，寒露前收获，而晚稻在谷雨前浸种，霜降前收获。按照《吴门事类》的定义，此处“早稻”只是早熟的晚稻。故知，由于气候变冷，生长期缩短，双季稻已无可能，故只能种植一季之稻。另外，在一定程度上，由于水资源的紧张，这一时期江南地区将不适宜种稻之地改

① 《万历丹徒县志》卷1，《嘉靖通州志》卷1，《嘉靖重修如皋县志》卷3

② 《嘉靖太仓州志》卷5

③ [明]王世懋：《学圃杂疏》

④ 《崇祯松江府志》卷6《物产》

⑤ 洪武《苏州府志》卷42《土产收入》

种棉、桑等经济作物，以谋求更高的经济利益。

16世纪开始，江南气候趋向暖湿。正德年间，苏州府有再熟稻记载，如“一岁两熟”，“丰岁稻已刈而根复发，苗再实”[①]。据嘉靖《太仓州志》载，当地又复采用《吴门事类》的早、中、晚稻划分标准。由于发展水稻连作的需要，中、晚稻的品种得到了进一步培育。明中期吴县人黄省曾(1490~1540)在其著作《理生玉镜稻品》中记载，江南主要水稻品种中，除糯稻外，早稻有9个，中稻与晚稻分别有5和7个。李伯重(1994)据淳祐《玉峰志》、嘉泰《会稽志》、绍定《四明志》记载考证，南宋时江南所种水稻品种则仅以早稻占主要地位。黄氏还提到苏州地区有连作稻发展，“其再莳而晚熟者，谓之乌口稻”。万历十年(1582)，福建地区“平地之农为洋田，早晚二收，早稻春种夏收，晚稻季夏种仲冬获，利仅早稻之半”[②]。据研究，16世纪江苏双季稻的种植范围北拓至苏北里下河地区(沈小英等，1991)。天启年间，浙东地区有“乌秫，早稻也，粒大而芒长，……，三月种，七月收，其田以前晚稻，可再熟”[③]。崇祯年间，“南方平原田多一岁两栽、两获者。其再栽秧俗名晚糯，非粳类也”[④]；岭南之地多有三季稻，“东粤自来多谷，志称南方地气暑热，一岁田三熟，冬种春熟，春种夏熟，秋种冬熟，故交州有三田”；琼南“若勤于耜，则一年有三熟之稻矣”[⑤]。当时的传教士利马窦指出，中国的这类庄稼一年两收，有时一年三收，这在很大程度上是由于人民勤劳的缘故，不过也和土地肥沃、气候温和有关[⑥]。

由于明中后期的气候变化，江南地区蝗灾加重，数省为之侵扰。为了有效减少病虫害，徐光启在《农政全书》中大力提倡水稻与棉花轮作，认为此种轮作可使“虫螟不生”。浙江不少地方从明代即实行稻棉轮作。农谚说“年花年棉，眉开眼笑”。另外，稻田放鸭治蝗的办法首记于福建地区。万历二十五年(1597)闽县人陈经纶《治蝗笔记》中记：“侦蝗煞在何方，日则举烟，夜则放火为号。用夫数十人，挑鸭数十笼，八面环而唼之。”

在明末清初气候转寒的背景下，江南地区人们对早、中、晚稻的认识又再度发生了变化。《沈氏农书》把湖州东部农历九月成熟的水稻称为早稻，而按照《吴门事类》的定义，这应是早熟的晚稻。稍后的《补农书》也说嘉兴府桐乡县的水

① 正德《姑苏志》卷14《土产》

② [明]王应山. 闽大记(卷11). 见：中国农学遗产选集甲类第一种·稻下编. 农业出版社，1993. 613

③ [明]王象晋：《广群芳谱》卷4《谷谱》

④ [明]宋应星：《天工开物》卷上《乃粒》

⑤ [清]屈大均：《广东新语》卷14《食语》

⑥ [意]利玛窦. 利玛窦中国札记. 何高济等译. 广西师范大学出版社，2001

稻，插秧“多在夏至后，秋尽而收”，也属晚稻无疑。这种认识上的变化，应当说是气候转寒使然。清康熙年间，这一带农村已是九月收稻，“无敢过霜降”。可见湖州东部的晚稻熟级发生了变化，即由晚熟晚稻变为早熟晚稻(李伯重，1994)，江苏地区16世纪兴盛的双季稻种植，也于明清交替之际衰落(陈志一，1983)。明末顾炎武有言“吴中之民，……，岁仅秋禾一熟，一亩之收不能至三石，少则不过一石有余”[①]。

(二)北方水稻种植面积的盈缩

明代北方的水稻种植总体上呈衰落态势，仅明中后期有一定的发展。据研究，明代河北、陕西、辽宁等八省种植水稻的州县有128个，73%出现在嘉靖到崇祯年间(闵宗殿，1999)。其中，直隶省水稻种植在嘉靖以前的150多年间并不普及，种植点分散，面积也不大。据永乐至隆庆朝河北各地的地方志看，相对而言，只有河间府(今沧州)水稻种植较为集中，其他地区则只有宛平(今北京丰台)、昌平、雄县(今雄县)、隆平(今隆尧县)少量种植水稻（邹逸麟，1985)。有研究指出，明代直隶省水稻种植面积的扩展，是在隆庆、万历、崇祯年间(卜正明，1986)。万历十三年(1585)，水利学家、监察御史徐贞明(1530~1590)领垦田使，允诣永平府(今唐山地区)一带募南人开垦水田，次年开出水田三万九千余亩，不久因朝廷阻挠而罢[②]。万历三十年(1602)，保定巡抚汪应蛟在天津葛沽、白塘一带斥卤之地，“募民垦田五千亩，为水田者十之三四，亩收至四五石，田利大兴”[③]；天启元年，左光斗、董应举分别在京畿附近及天津至山海关间出理屯田，也曾种植水稻[④]。

河南省水稻种植也经历前期衰落、中后期兴盛、最后绝迹的过程。其中，在卫河流域，明初李濂曾云：“吾邑西南三里，有村曰稻田所相传昔人种稻之处，国朝以前久已有之，自卫源以下，犹有分渠，遗迹隐隐可见。缘山水冲淤，迷吵埋没，荒秽沮洳，不复可田，以致赋役莫办，居民转徙。”[⑤]直至万历年间，当地政府大规模修复卫河水利工程后，该流域方圆几百里之地方有稻田分布[⑥]。但是，明末时由于连年旱蝗，县内“户口逃亡俱尽，土地旷废无耕”[⑦]，水稻

① [清]顾炎武：《日知录》卷10《苏松二府田赋之重》
② 《明史》卷223《徐贞明传》
③ 《明史》卷241《汪应蛟传》
④ 《明史》卷244《左光斗传》，《董应举请修天津屯田疏》，见《畿辑水利辑览》
⑤ 道光《辉县志》卷15《艺文》
⑥ 道光《辉县志》卷7《渠田》
⑦ 乾隆《汲县志》卷2《艺文》

种植遂又衰落。除卫河流域外，临漳县[①]、中牟县[②]、许昌县[③]、永宁县[④]、洛宁县[⑤]等漳水、伊水、洛水流域各县也曾于万历年间扩大水稻种植面积，不过至明末皆基本绝迹。

关于华北地区有明一朝稻作之兴衰，明末的徐光启指出，引种“亦有不宜者，则是寒暖相违，天气所绝，无关于地”[⑥]，这一观点已为现代研究所肯定。邹逸麟(1985)认为，明代河北平原推广水稻种植的成效甚微，当与其时黄河流域气候和降水条件有关；马雪芹(1998)认为，明朝冷干气候是导致河南省水稻种植整体上衰落主要原因之一。至于明后期北方水稻的发展，一方面和这段时期人口飞速的增长造成了人多地少、粮食供应不足的矛盾有密切关联(闵宗殿，1999)，另一方面亦与当时华北地区充沛的降水有关(卜正民，1986)。另有研究指出，1602 年汪应蛟所提倡的围田引潮种植水稻的方法，之所以在天启后遭到弃用，很大程度上是因为该方法只适于多水区域，而对于明末大规模的旱灾无能为力(游修龄，1995)。

(三)玉米等粮作物的引种

明中后期社会发展的一个显著特点是人地矛盾突出，粮食供给不足。据葛剑雄和曹树基(1995)估计，万历八年(1580)，全国人口可能已达到 1.78 亿，比明初多出了一个亿。虽然明中后期辖域内可用于农耕的土地并未较前减少，但由于江南地区大规模发展桑、棉种植业，全国粮食种植面积实有减少；明后期气候显著冷干，旱、蝗灾害频发，粮食亩产明显降低；以致全国粮食危机日盛。在灾荒的威胁下，除精心培育适应气候变化的水稻品种外，人们开始关注那些耐旱、耐寒、耐瘠、高产的作物品种以提高粮食产量，如从海外传入的玉米、甘薯、马铃薯等。

玉米原产美洲墨西哥、秘鲁，在明朝被称之为番麦、御麦、玉蜀黍等。有研究据1511年安徽《颍州志》认为，其传入中国可能是在1500年前后(万国鼎，1962)。但更多学者认为，其传入时间大约在16世纪中叶前后。在此时段，杭州人田艺蘅的笔记《留青日札》以及嘉靖二十一年(1542)刊印的《陕西通志》、嘉靖三十年的河南《襄城县志》、嘉靖三十九年(1560)的《平凉府志》等一批地方志都记载了玉

① 《明史》卷259《袁应泰传》
② 《明史》卷244《左光斗传》；卷281《陈幼学传》
③ 民国《许昌县志》卷16《金石》
④ [明]姜凤阿：《议兴伊洛水田》，[明]陈子龙：《皇明经世文编》卷383
⑤ 民国《洛宁县志》卷6《艺文》
⑥ [明]徐光启：《农政全书》卷1《农本》

米的种植。据考，大约在嘉靖、万历年间，玉米的种植范围已包括今天的江苏、广东、河北、云南、陕西等南北十二个省份(张显清，2005)。其中，就西北地区的玉米引种而言，有研究指出，与西北气候转干引起的水资源紧张，土地沙漠化以及水旱灾害的频仍有关(王社教，2006)。

甘薯，又名山芋、番薯、地瓜，原产于美洲中部，于16世纪后期，分由越南—广东、"温陵(泉州古称)洋舶"—南澳岛—泉州、菲律宾—福州三条路径传入中国(公宗鉴，1991)。由于甘薯"易种易生，水旱冰雹均不能伤，以充民食与米麦同功"①、"不与五谷争地，瘠卤沙冈皆可以长，大旱、不粪治亦长大"②，故其在传入福建后，立即于抵御台风引起的饥荒时发挥重大作用，后人因此在福州乌石山建先薯祠，著《甘薯颂》以志纪念。据考，至明末，南方的福建、广东、江苏、浙江四省的甘薯种植已成一定规模(万国鼎，1997)。另外，徐光启曾在京津地区进行试种，但由于甘薯的传种、留种问题没有解决，效果并不理想。不过，即使如此，明朝中后期甘薯在南方的引种和推广在保障中国东南区域粮食安全方面还是发挥了重要作用。甘薯"一亩种数十石，胜种谷二十倍，闽、广人以当米谷"③，据《农政全书》记载，闽、广人不但"收薯以当粮"，还赖甘薯"救饥"，只要是"甘薯所在，居人便足半年之粮，民间渐次广种"。有研究指出，明中期以后，甘薯与玉米、花生等海外作物在华南地区逐渐推广，都与气候的变化有一定的关系(王双怀，1998)。

二、农牧交错带北界

(一)明初(1368~1403)北移

14世纪后期，因气候转暖，中国农牧交错带北移，明政府在北边大兴军屯、民屯与商屯(表11.19)。仅青海一省，就有江西、安徽、山西、四川、河北、湖南、陕西等省的大量移民聚族而屯，当时西宁卫的民屯田就达到27万余亩④。自洪武三年(1370)明政府行"纳米中盐法"后，盐商为争得生存和发展，"自出财力，自招游民"，于大同、辽东、蓟镇、固原、延绥(榆林)、宁夏等边地"自垦边地，自艺菽粟，自筑墩台，自立保聚"⑤。

① [清]陈宏谋：《培远堂偶存稿》卷20《文檄·劝种甘薯檄》
② [清]刘献廷：《广阳杂志》，《闽小记·说铃》
③ [明]王象晋：《群芳谱》卷16《蔬谱·甘藷》
④ 顺治《西镇志》
⑤ [明]霍韬：《哈密疏》，《明经世文编》卷186

表 11.19　洪武年间(1368~1396)北边屯田事统计

年份	屯田事	文献出处
1368	北平府燕山卫设屯田	《大明会典》卷 18，《户部・屯田》
	兀良哈大宁都司设屯田	
1370	太原、朔州设屯田	《明太祖实录》卷 53，九月辛卯
1374	辽东定辽诸卫设屯种	《明太祖实录》卷 87，一月乙亥
1375	遣邓愈、汤和诸将屯陕西、彰德、汝宁、北平、永平	《明史》卷 77《食货志》
1377	令守御碾北及西宁修城军士屯种	《明太祖实录》卷 115，九月丁丑
1379	令宁夏卫屯田	《明太祖实录》卷 245，洪武二十九年四月
1380	诏陕西诸卫屯田	《明太祖实录》卷 133，九月
1382	延安侯唐胜宗、长兴侯耿炳文屯田陕西	《明太祖实录》卷 145，五月；《明史》卷 3《太祖本纪》
	湟水流域卫所屯田	乾隆《西宁府新志》卷 18《武备兵制》
1391	遣西安右卫及华阳诸卫官军八千人往甘肃屯田	《明太祖实录》卷 207，二月已未
	令北边一片石等关屯田	《明太祖实录》卷 208，三月已未
1392	代简王桂就藩大同，令立卫屯田	《明史》卷 117，《太祖诸子》2
	令山西民兵屯田	《明太祖实录》卷 220，八月癸酉
	复于大同立十六卫开耕屯田	《明太祖实录》卷 223，十二月壬申
1394	令辽东定辽等二十一卫屯田自食	《明太祖实录》卷 233，六月戊寅
	敕发山西都指挥使司属卫官往塞北筑城屯田	《明太祖实录》卷 236，一月甲寅

据《太祖实录》记录的洪武二十五年(1392)军屯余粮上仓规定看，农牧交错带西段的北界约在今甘肃山丹—永昌—武威—永登—兰州—靖远—中卫—银川—石嘴山一线[①]。当时，甘肃临洮“郡土田膏腴，引渠灌溉，为利甚博”。据嘉靖《陕西通志》的记载，永乐时西宁卫的屯田已有 2025 余顷。农牧交错带中段北界，大致在阴山—大青山—集宁—商都—康保一线[②]，“东联开平、独石、大宁、开元，

① 《明太祖实录》卷 216，洪武二十五年二月庚辰

② 《明史》卷 40《地理志》

西联贺兰山、甘肃北山”[①]。在永乐元年(1403)东胜卫未撤以前，这一段的套内平原“土地沃豪，草木繁茂，禽兽生息”[②]，“套地长几二千里，横数百里，山川环列，原田沃饶”[③]。农牧交错带东段的北界，据军屯卫所的辖区看，大致沿开平卫(今正兰旗东闪电河北岸)—全宁卫(今翁牛特旗)—大宁卫(今宁城西)—西拉木伦河南岸—滦河上游一线[④]。这条实际上的农耕区北界(图 11.17(a))，已较元前期南移了一个纬度，是整个明代农牧过渡带的最北界限(邹逸麟，1995)。

14 世纪末至 15 世纪前期的 70 余年，旱灾并不是特别严重，有可能是 15 世纪初气候开始转寒而陕北长城沿线和河套地区的农业垦殖仍然较为兴盛的一个重要原因(王社教，2006)。也正是在这种相对适宜的气候下，明初北边屯田收入颇丰，边镇军饷可以就地支取，不烦转运。

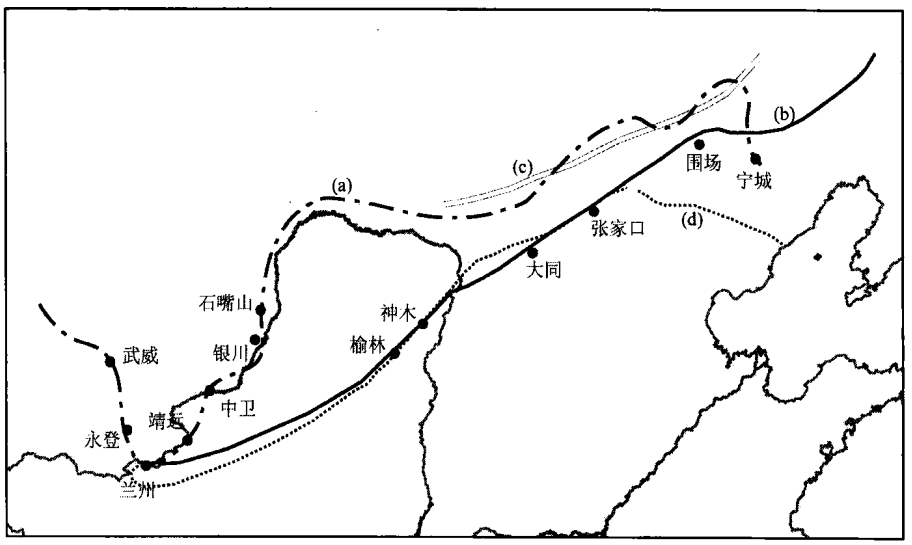


图 11.17 明朝农牧交错带北界的阶段性位移

(a)-------：明初(1368~1403)；(b)——：明中前期(1404~1500)；

(c)═══：明中后期(1501~1580)；(d)……：明末(1581~1644)

(二)明中前期(1404~1500)南退

自永乐朝起，伴随北边卫所的撤移，农牧交错带北界南移至今长城一线稍北(图 11.17(b))。永乐元年(1403)，农牧交错带中段的东胜卫(今内蒙古托克托县)

① [明]魏焕：《皇明九边考》卷 1《镇戍通考》

② [明]曾铣：《论收复河套议》，见：《明经世文编》卷 237

③ [清]顾祖禹：《读史方舆纪要》卷 61《陕西十》

④《明史》卷 91《兵志》

内徙河北卢龙、遵化，云川三卫(今内蒙古和林格尔县)则内移至长城以内的大同地区，东段的大宁三卫以及开平诸卫也先后于1403年、1423年、1430年内迁[①]。在北边卫所内徙半个世纪后，蒙古孛来、小王子、毛里孩等首领于成化元年(1465)后，率众入牧河套地区。成化八年(1472)，延绥巡抚都御史余子俊大筑边城，弃河守墙。当时的边墙“长一千七百七十余里，东起清水营，接山西偏头关界，西抵定边营，接宁夏花马池界”[②]。在边墙外稍北地带，军民“多出墩外种食”[③]，“远者七八十里，近者二三十里，越境种田”[④]。

对于农牧交错带北界在这一时段南移的缘由，《明史》中以“畀地之说”(即永乐皇帝为感谢兀良哈在靖难战役中的贡献而割让大宁)归之为政治事件。不过，若结合当时的气候特征以及屯田情形看，事情并不简单如是。15世纪是明代最为冷干的一个世纪，中国东中部地区冬半年气温平均要较今低0.5℃以上。伴随着气候的变化，自然环境的其他要素也发生了变化，如“大同城北，沙碱苦寒”[⑤]，云中一带“风高土燥，物产最薄”[⑥]。在这种转变了的自然环境下，“边方田多沙瘠，兼以天气早寒，灾多收少”[⑦]。早在永乐四年(1406)全国“新垦荒田岁收不能如数”[⑧]，宣德元年(1426)户部主事王良曾言“开平极边之地，岁运粮地，而军士戍守者皆有妻子，粮不足以赡其家”[⑨]。成化二年(1466)，戴仲衡上言：“延绥迤北沙漠之地，烈风震荡，沙石簸扬，积为坡阜，人马驰逐者，患苦之”[⑩]。自正统(1436)后，屯田制度逐渐废弛，屯粮收入只为当初的三分之二，再至弘治年间时，屯粮收入更是减少甚多[⑪]。到正德时(1506~1520)，辽东屯田较永乐间年间仅增加18000余项。而收成不增反减，年收粮仅4万余石。嘉靖八年(1529)，兵部尚书王琼言，陕西三边“屯田满望，十有九荒”[⑫]。这些史料记载表明，可能因为气候转寒变干，导致了军士无法就地通过农耕维持生存，故卫所不得不南撤，军士私自逃亡。有研究指出，弘治以前民屯发展得很不顺利，在很大程度上受气候等自然环境条件及生产设备限

①《明史》卷40《地理志》；《明宣宗实录》卷61，宣德五年六月
②《明史》卷42《地理志》
③《明宪宗实录》卷28，成化二年三月
④ [明]余子俊：《地方事》，《明经世文编》卷610
⑤《明宪宗实录》卷281，成化二十二年八月戊子
⑥《明世宗实录》卷472，嘉靖三十八年五月甲午
⑦《孝宗实录》卷96，弘治八年正月庚寅
⑧《太宗实录》卷34，永乐三年三月甲寅
⑨《明宣宗实录》卷17，宣德元年五月丙午
⑩ [明]陈仁锡：《皇明世法录》卷67《边防·陕西》
⑪《明史》卷77《食货志》
⑫《世宗实录》卷100，嘉靖八年四月戊子

制(李三谋，1995)。至于蒙古人放弃原来的居住地，于天顺(1457~1464)后进入原兀良哈三卫之地，恐怕也与当时气候转寒变干、环境恶化致使农牧交错带南移有直接关系(邹逸麟，1995)。

(三)明中后期(1501~1580)北进

1500年后，中国气候进入了一个数十年的相对暖湿阶段，长城以内的北边农垦再度兴盛起来。嘉靖九年(1530)，宁夏总兵官周尚文“浚渠开田，军民利之”①，固原因之出现“耕者黍麦盖藏，牧者牛羊被野，人得乐生，和气上达”②的繁荣景象。嘉靖十九年(1540)，宁夏五卫的屯田面积已达1.48万余顷，再至嘉靖三十三年(1554)，此地屯田超过十三万顷(蔡泉，2001)。由于屡获丰稔，宁夏“仓储充裕”，又重现明初“一方之赋尽出于屯”③的情形。明廷还在陇西、陕北、辽东等农牧交错带地区大力推行军屯和民垦。据顺治《西陲今略》的记载，继甘、肃两州屯民开渠种稻后，凉州、武威各处也多造膏腴水田，甘肃因此成为了塞外的重点种稻地区。榆林、清水河、托克托、宁远一带新垦土地达百万亩，粮食丰产，每石米售价仅为3~4钱银。许多商人纷纷来到塞北购买粟谷，输入边地军仓④。据载，嘉靖年间的西北屯田面积有16.84万余顷，占全国屯田总额的1/4；西北各屯地交纳的屯粮达82.3万石，占全国屯粮额的近1/5⑤。此后一直至万历初，边塞农业持续保持良好态势。万历初，宣府镇屯田480万亩，是原额的两倍多；陕北都司屯田1680万亩，是原额420万亩的4倍；辽东都司原额屯田120万亩，万历末增为290万亩；晋北三关原额屯田120万亩，万历时增为333万亩；大同镇原额屯田100万亩，天启时增加为280万亩⑥。明末顾炎武言“屯田遍天下，九边为多；而九边屯田，又以西北为最”⑦。因此，明朝中后期，西北地区虽有数年因灾害和战争而导致粮食减产，但陕、甘、宁、青四省的饥荒频次并不高，军饷依靠籴买就能维持。

在嘉靖至万历初，边墙外的蒙古牧区也慢慢地发展起农耕。嘉靖二十五年(1546)四月，“俺答阿不孩及兀慎娘子，见砖塔城，用牛二犋，耕城约五六顷，所种皆谷、黍、蓣、秫、糜子，……，以为偃旗息鼓，归休田野，岂不大愉快乎哉”？次年，俺答又“备外臣朝请，请瓯脱耕具及犁楼、种子，因归耕”⑧。嘉靖三十三年(1554)，汉人丘

① 《明史》卷211《周尚文传》
② 嘉靖《固原州志》卷2《奏议》
③ 嘉靖《宁夏新志》卷1《宁夏总镇》
④ [明]万恭：《条陈三边交通等疏》，《明经世文编》卷352
⑤ 《续文献通考》卷14《田赋考》
⑥ [清]查继佐：《罪惟录》卷11《屯田志》
⑦ [清]顾炎武：《天下郡国利病书》卷62《陕西八·延安屯田议》
⑧ [明]瞿九思：《万历武功录》卷7《俺答列传》

富等“招集亡命，居丰州(在今呼市附近)，筑城自卫，构宫殿，垦水田，号曰板升”，“耕田输粟反资虏用”[①]。在俺答汗1582年去世前，板升从事农业的汉人达到十万，“云田丰州地万顷，连村数百”[②]，仅汉奸赵全(白莲教主，依附俺答)一人就积有“马五万，牛三万，谷二万斛”[③]。在隆庆五年(1571)，俺答汗提出开市理由为“衣用全无，毡裘不奈夏热，段布难得”[④]，并没有将粮食谷物作为主要的索要对象，这相较于嘉靖三十年(1551)其“请易菽粟”[⑤]的要求，说明此时蒙古牧区的粮谷已能自给。

故由上述分析判断，嘉靖至万历年间农牧交错带的实际北界可能与明初相仿(图11.17)，其中，中段的北界在今呼和浩特一线。另外，在万历初，农牧交错带的东段曾随着边将李成梁“移建孤山堡于张其哈剌佃，险山堡于宽佃，沿江新安四堡于长佃、长岭诸处”的建议而东延，“拓地七八百里，益收耕牧之利”，“自是生聚日繁，至六万四千余户。”[⑥]

(四)明末(1581~1644)南撤

1580s以后，中国北方气候显著冷干，长城附近的自然环境恶化明显趋于恶化，北边屯田收入降低。“沿边城堡，风沙日积，……万历年沙壅或深至二三丈者有之，三四丈者有之。”[⑦]1583年，“延、宁二镇丈出荒田一万八千九百九十余顷”，但“二镇地方沙碛，领过田数未必处处可耕”[⑧]；甘肃镇官员称“地土瘠薄，天气寒冷，耕种无时”，“附近力勤者种一歇二，方能收获；地远力薄者三四年方种一次”[⑨]，这相较于明初及嘉靖年间的甘肃丰产情形，已不可同日而语。万历二十二年(1594)，山西官员称“三晋田地瘠薄，半是山岭。钱谷不敷，兼苦水旱”[⑩]。万历末年首辅叶向高估计全国屯田“及嘉、隆以来，虽时盈时耗，而较其现存之数，大约损故额十之六七矣”[⑪]。万历三十四(1606)涂宗浚任榆林巡抚都御史时，陕北边墙“东自常乐堡起，西至清平堡止，俱系平墙大沙，间有高过墙五七尺者，甚有一丈者，……榆林等堡芹河等处大沙北墙高一丈，埋没墩院者长二万三十八丈三尺。响水等堡防

① [明]瞿九思：《万历武功录》卷7《俺答列传》

② [明]瞿九思：《万历武功录》卷8《俺答列传》

③ [明]方逢时：《大隐楼集》卷16《云中处降录》

④ [明]俺答：《北狄顺义王俺答谢表》，薄音湖、王雄编辑点校：《明代蒙古汉籍史料汇编》第2辑，内蒙古大学出版社，2000年，第104页

⑤ [明]瞿九思：《万历武功录》卷7《俺答列传》

⑥《明史》卷238，《李成梁传》

⑦ [明]涂宗浚，《议筑紧要台城疏》，《明经世文编》卷447

⑧《明神宗万历实录》卷132，万历十一年正月丁卯

⑨《明神宗实录》卷133，万历十一年二月戊戌

⑩《明神宗实录》卷278，万历二十二年十月戊辰

⑪ [明]叶向高：《屯政考》，《皇明经世文编》卷61

胡等处比墙高七八丈，壅淤墩院者长八千四百十八丈七尺。榆林威武等堡桃梁等处比墙高至五六尺及与墙平，厚阔不等”[①]。崇祯十一年(1638)，宣府、大同镇卫所的屯田已是“耕耘于砂碛之中；颇多得不偿失”[②]。此后至明末清初，山西人在长城附近耕作似甚盛行(寺田隆信，1986)。故由上推断，由于北边风沙壅积，农耕无法进行，农牧过渡带中段北界在明末又再次退至长城一线。

另外，万历初东拓的农牧交错带东段，于万历四十六年(1618)，为边将李成梁等弃之，一众居民被驱迫于内地[③]。

根据以上分析，明代的农牧过渡带在 2/3 的时间内界乎长城以内；其区内农牧业的交替，以受气候变化影响为主，兼受政治、经济及军事因素的影响。单就与气候的关系而言，逢干燥期，以发展畜牧业为主，兼有小范围农业；逢湿润期，则农业大规模发展起来。

三、粮食收成

明朝全国粮食亩产在整体上要高于宋元时期，但亩产的年代际变化剧烈。有研究指出，明朝是中国历史上饥荒最为严重的朝代之一，计有 93 次饥歉(邓云特，1984)。粮食收成变化的机制，可以用“夫稼，为之者人也，生之者地也，养之者天也”[④]概之。人口增长是单产提高的主要动力；耕作技术进步（如集约化程度提高，复种指数增加，新品种引进和推广等）是促成粮食亩产增多的技术因素；廉明的朝政，稳定的社会环境，以及适宜的气候则是保障粮食生产和增收的前提。

(一) 明初(1368~1403)收成较好

洪武时期，气候温暖，其间，中东中部地区冬半年气温与今大体相当。由于社会初定，百废待兴，洪武、永乐二帝励精图治，大力督促屯田，分给牛种，兴修水利，故全国农业发展迅速，粮食收成总体较好，饥荒较少(图 11.18(a))。陕、甘、宁、青四省除 1369~1373 年存在饥荒外，其后近 50 年内罕有饥荒记载(袁林，1994)(图 11.18(b))；1379~1403 年太湖平原水稻显著丰产(图 11.18(c))(汪铎，张镡，1990)。据史载，洪武三十年(1397)，河西凉州、西宁、永昌、肃州、庄浪诸卫奏报“累岁丰熟”[⑤]；永乐初，何福在宁夏“积谷尤多，赐敕褒美”[⑥]，可基本满足军需。因此，朱

① [明]涂宗浚：《修复边垣扒除积沙疏》，《明经世文编》卷 448
② [明]卢象升：《卢象升疏牍》卷 9《经理崇祯十一年屯政疏》
③《明史》卷 238《李成梁传》
④ [秦]吕不韦：《吕氏春秋》卷 26《士容论·审时》
⑤《明太祖实录》卷 249，三十年一月戊辰
⑥《明史》卷 77《食货志》

元璋曾得意宣称："吾京师养兵百万，要令不费百姓一粒米。"[①]

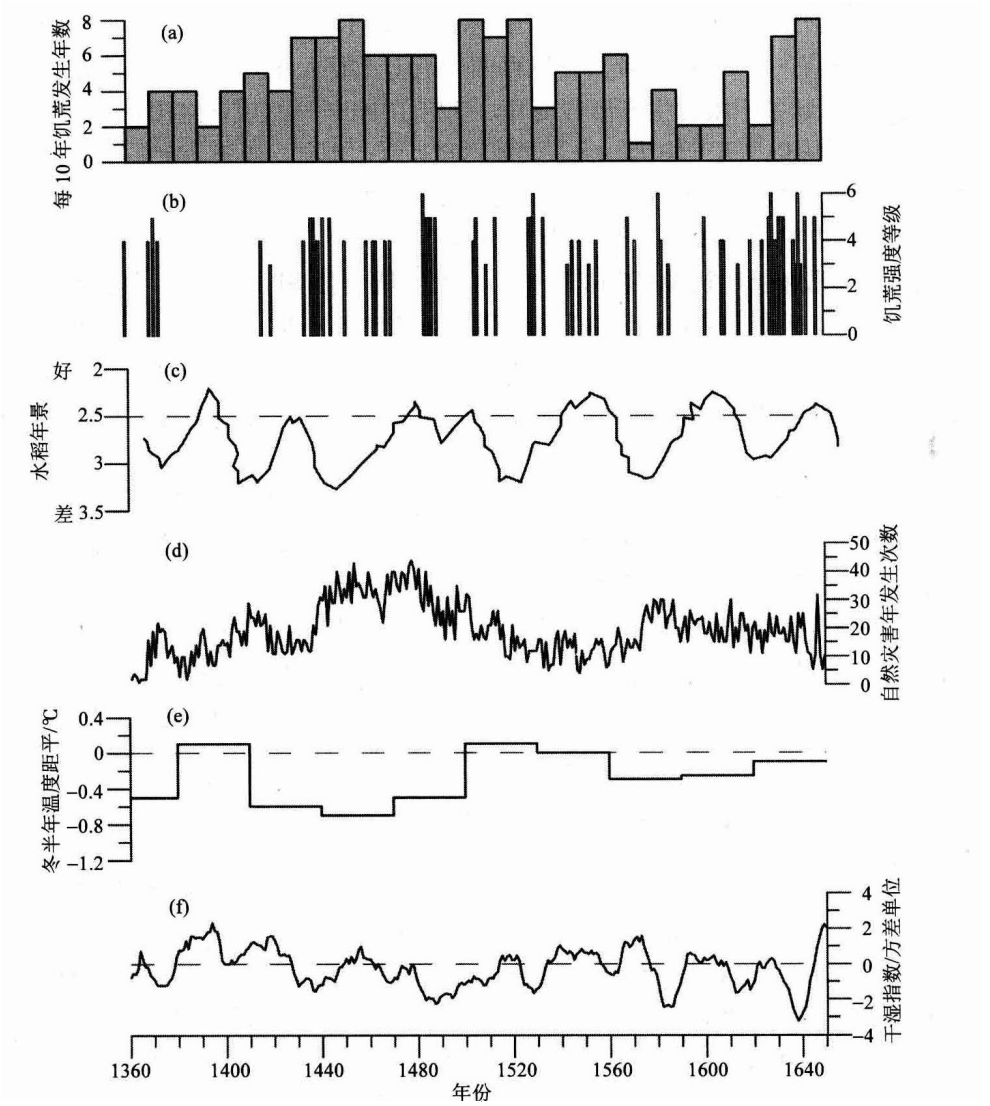


图 11.18　明代气候变化与饥荒、水稻年景的变化

(a)全国每 10 年饥荒总发生年数，据《明史》整理；(b)西北四省(陕、甘、宁、青)中等强度以上饥荒(灾情级别 $y \geqslant 3$)频度(袁林，1994)；(c)太湖平原水稻气候年景(汪铎，张谔，1990)；(d)全国自然灾害年发生次数，据《明史》整理；(e)东中部地区冬半年温度(Ge et al.，2003)；(f)东部地区干湿指数(Zheng et al., 2006)

由于丰产，明初许多年份收储的税粮都超过了 3000 万石，远较明中后期为多。例如，洪武二十六年(1393)，"户部计是岁天下钱粮金帛之数，凡粮储三千二百七

① [明] 陆琛：《俨山集》卷 34

十八万九千八百余石”[①]；洪武二十四年(1391)，“是岁计天下……米麦豆粟三千二百二十七万八千九百八十三石”[②]；永乐元年(1403)，“税粮三千一百二十九万九千七百四石……屯田子粒二千三百四十五万七百九十九石”[③]。洪武三十五年(1402)，明廷鉴于粮食生产形势良好，制定了屯田子粒(或曰屯田税粮)的交纳科则，即每军田以“五十亩为一分，又或百亩，或七十亩，或三十亩，二十亩不等”，须交纳听供本军自用的口粮——“正粮”12石以及上交国家的地租——“余粮”12石[④]。这一屯粮纳制续行了近10年才有调整。

粮食丰收使得明初国家仓储十分充实，朝廷赈灾救济以及北边军食都得到了空前有效的保障。明朝著名抗倭名将、隆庆朝左侍郎谭纶(1520~1577)曾言，“腹里当国初右武，田皆膏腴，实收子粒，足以充军食之半”[⑤]，又《明史·食货志》载：“永乐中……计是时，宇内富庶，赋入盈羡，米粟自输京师数百万石外，府县仓廪蓄积甚丰，至红腐不可食。岁歉，有司往往先发粟振贷，然后以闻。”[⑥]

明初粮食亩产水平，因目前所获资料较少而无法给出定量的估计。作者所掌握的零碎史料，仅能作为当时粮食普遍丰产的旁证。如洪武八年(1375)，大同都卫(今山西北部和内蒙古和林格尔、集宁一带)“屯田二千六百四十九顷，岁收粟豆九万九千二百四十石”[⑦]，亩收约0.374石(约折合现今的30公斤)；据康熙《岷州志》载，岷州卫(今岷县)在明初有“负郭沃壤”140亩，岁收150石，合亩产约1.07石，而明中期经兵燹后，该区域改为召田完租，定额只有39石等等（郭松义，2001）。

(二)明中前期(1404~1500)收成较差

明初屯政实行数载后，即于永乐年间有了衰弛迹象，田赋收入逐渐减少。永乐三年(1406)，由于“以士卒劳困未苏，又新垦荒田岁收不能如数”，田赋以三年为期，朝廷行“大率十减四五”之例；永乐九年(1411)，太宗认为若赋役过重，则农民必不能堪，故命从轻例[⑧]。永乐二十年(1422)，据户部尚书郭资的奏报[⑨]看，1419~1421年全国田赋实征额为2253.38万石(不包括折色部分)，合每年751万石，

---

①《明太祖实录》卷230，洪武二十六年十二月
②《明太祖实录》卷214，洪武二十四年十二月
③《明太宗实录》卷25，永乐元年十二月
④《大明会典》卷18《户部·屯田》
⑤《明穆宗实录》卷35，隆庆三年七月辛卯
⑥《明史》卷78《食货志》
⑦《明太祖实录》卷96，洪武八年春正月丁丑条
⑧《明太宗实录》卷120，永乐九年冬十月已未
⑨《明太宗实录》卷250，永乐二十年六月已亥

不及洪武末、永乐初的 1/3。由于军士多有艰难，子粒交纳不敷，太宗在权宜之下，下令除自用的十二石“正粮”外，“余粮免其一半，止纳六石”[①]。1425 年，仁宗又将此例定为永制，下诏曰“今后除自用十二石之外，余粮免其一半，上纳六石”[②]。在改制后，宣德元年(1426)全国仅收 720 万亩粟谷[③]。此后，虽然“宣德中(1430 年前后)屯法大行，频岁丰登，边士一切用度，多以粟易”，但“其后奉行不善，屯种军士苦于赔补，相继逃亡，田亩日荒，而九边供输之费遂以大困”[④]。正统二年(1437)，英宗下令“每军正粮免上仓，止征余粮六石”[⑤]。宣德十年(1435)，当年的屯粮只获 279 万石，仅达旧额的 1/92[⑥]。又其后，“宪宗之世颇议厘复，而视旧所入，不能什一矣。弘治间(1488~1505)，屯粮愈轻，有亩止三升者。沿及正德，辽东屯田较永乐间田赢万八千馀顷，而粮乃缩四万六千馀石”[⑦]。由于军屯粮产量的不足，边地被迫从内地输粮。1441 年，上谕称“大同、宣府岁月甚伙，而屯田所入(专指军屯)不及十之一，余皆仰给于民”[⑧]。嘉靖朝的官员方日乾曾言，“先朝(弘治)末年，频岁凶歉。嘉靖三年，加以时疫流行，人死过半。以致前项屯田，无人耕种。”[⑨]

饥荒史料间接反映出当时粮食收成不高。西北地区于 15 世纪至 1520s 接连出现了 1434~1445 年、1460~1470 年、1484~1489 年三个明显的饥荒期(袁林，1994)，粮食歉收的记载频频出现。例如，成化四年(1468)，“自春夏以来，风劲砂飞，所种田苗，秋成无望……平凉以西赤地千里”，成化九年(1473)，宁夏镇“天久不雨，秋禾被霜，夏麦无收，人多疫死”[⑩]。永乐初，宁夏镇屯田“积谷尤多”、颇能自用，但至宣德后，粮食收成已恶化至“虽已屯种，不足于用”[⑪]的境地。同一时期太湖平原也正处于 1404~1494 年水稻年景偏差期(汪铎，张镡，1990)，饥荒屡现，如，宣德九年(1434)，“(江南)大旱，江潮涸竭，麦禾不收，道殣相望”[⑫]，吴江“大旱，田荒，发济农

① 《大明会典》卷 18《屯田》
② 《明仁宗实录》卷 10，洪熙元年正月
③ 《明宣宗实录》卷 23，宣德元年十二月
④ [明]张萱：《西园见闻录》卷 91
⑤ 《大明会典》卷 18《屯田》
⑥ 《明英宗实录》卷 37，正统二年十二月
⑦ 《明史》卷 77《食货志》
⑧ 《明英宗实录》卷 77，正统六年三月戊戌
⑨ [明]方日乾：《抚恤屯田官军疏》，《明经世文编》卷 210
⑩ 《明宪宗实录》卷 58，成化四年九月；卷 117，成化九年六月
⑪ 《明宣宗实录》卷 15，宣德元年三月
⑫ 康熙《江南通志》卷 5《祥异》

仓赈贷之”[①]，湖州“旱，饥”[②]。

15世纪中国大陆的粮食亩产数据亦十分有限，从仅有的资料看，从南到北的亩产量大多不高。据珀金斯(1984)转引的嘉庆《广西通志》等资料，广西南宁府1465~1487年的亩产稻谷在2石以下，湖北鄂州1500年前的稻谷亩产量为2.5石。北边的宣府(今宣化)一带，在成化二年(1466)，种地40万亩，秋收得粗细粮74000石[③]，平均亩收不足2斗。有学者估算明前期的全国粮食亩产量约为220~240市斤，比明后期要低数十斤(郭松义，2001)。

对于明前期屯田收成不高的原因，《明史》有云：“屯田坏於豪强之兼并……(正统)其后，屯田多为内监、军官占夺，法尽坏”[④]，故子粒减少。就西北地区而言，“疆场戒严，时不能耕”，“牛种不给，力不能耕”，“丁壮亡徙，无人以耕”，“套为虏有，……势不敢耕也”[⑤]，也被看成是重要原因。作者认为，15世纪中国冷干气候背景也可能是导致当时粮食收成长期偏低的要素之一。自永乐朝起，明代的气候即已转寒，整个15世纪中国东部地区冬半年平均气温可能比现今低0.5℃以上，降水偏为稀少，且频繁出现大范围的异常春秋霜冻，在百年尺度上自然灾害记录数达明朝之最(图11.18)；在这种气候环境下，如农业耕作技术及育种技术没有根本性进步，屯田“子粒”大为减少以及长城以外的卫所被迫南撤，已非单一的制度和管理因素使然。

(三)明中后期(1501~1580)收成转好

1500~1560年，中国气候再次转暖，东中部地区冬半年气温大体与今相当，其间，农业灾害的记录数几为明朝各时段最小值(图11.18(d))。万历初(1573)，虽然中国气候又复转寒，农业灾害增多，但总体上说来，降温幅度没有15世纪那么大。在明中后期，农业施肥、栽培、作物品种改良等技术不断进步，筒车、龙骨水车等先进灌具得以应用，耧犁、瓠种等耕种器具也得以改良，出现了伟大的农业百科全书——《农政全书》。朝政虽然腐败，但政局相对稳定。在“隆庆和议”和张居正改革后，更是出现了“万历中兴”的10年短暂繁荣。在上述的自然-社会因素综合作用下，明后期的粮食收成较前明显增加。

据“屯粮之轻，至弘、正而极，嘉靖中渐增，隆庆间复亩收一斗”[⑥]的记载看，

① 乾隆《吴江县志》卷40《灾变》
② 光绪《乌程县志》卷27《祥异》
③ [明]叶盛：《水东日记》卷3《土薄收人少》
④《明史》卷77《食货志》
⑤《明世宗实录》卷162，嘉靖十三年四月乙巳，户科都给事中管怀理奏议
⑥《明史》卷77《食货志》

全国屯田收成在嘉靖中至隆庆初时回升。当时，湖广地区大规模发展垸田，到明万历年间已有“鱼粟之利遍天下”[①]之说。在“隆庆和议”后的1577年，方逢时任宣大总督，称当地“云谷之间，稽人成功，市籴翟往年一钱四五升，今且十升余矣”[②]。从中可知，在边境安定的情形下，当地粮食供应增长了一倍以上，这其实间接反映了屯田产量的提高。

与粮食丰收、粮价走低的记载相验证，各地饥荒亦复减轻。据广东省1400~1949年饥荒频度重建结果(郑斯中，1983)看，该区域16世纪上半叶饥荒较多，后半叶则有所减轻。就近千年看，江南太湖平原1496~1580年处于水稻气候年景偏好期(汪铎，张镡，1990)。西北地区饥荒频度曲线(图11.18(b))亦显示，16世纪后半叶当地中等强度以上的饥荒发生频次较低。

这一时期全国粮食亩产数据较多(表11.20)。例如，天津附近亩产谷4~5石，南方松江地区嘉靖时亩产谷3~6石，长沙地区上田2~5石，广东南海为5~10石。吴慧(1985)估算全国平均亩产346斤，曹贯一(1989)估计全国常年稻谷亩产488斤、旱地麦粟亩产157斤，姜守鹏(1996)和郭松义(2001)认为全国粮食亩产约250斤。虽然这些估值难言精确，但明后期粮食总产、单产较明前期及宋代已有提高的观点基本得到公认。

由于粮食亩产及总产的提高以及后文所述玉米、番薯等海外农作物的引种，阻碍当时人口增长的粮食压力大大减轻，故中国人口，已从洪武二十六(1393)的7000万左右，增长至万历八年(1580)的1.78亿左右(葛剑雄，曹树基，1995)。

表11.20　明朝后半叶全国各区域粮食亩产水平比较

	地区	时段	亩产谷/石	文献出处
两广地区	广西南宁	成化	≤2*	嘉庆《广西通志》卷87
	广东惠州	弘治	2*(下等田)	弘治《惠州府志》卷6
	广西横县	正德	≤2	王济：《君子堂日询手镜》卷2
	广西钦州	嘉靖	6~8	嘉靖《钦州志》卷3
	广东南海	嘉靖	5~10	霍韬：《霍渭崖家训》，田圃
	广东博罗	万历	2~6	张萱：《西园存稿》卷26
	广东潮阳	1596年	3.8*	乾隆《潮阳县志》卷6
		1625年、1635年	2.5*	乾隆《潮阳县志》卷7

① [明]张翰：《松窗梦语》卷4《商贾纪》

② [明]方逢时：《大隐楼集》卷12《与内阁兵部论边情书》

续表

地区		时段	亩产谷/石	文献出处
湖南	长沙	嘉靖	5(上田)，4(中田)，2(下田)	嘉靖《长沙府志》卷3
		天启	7(丰年)	李腾芳：《李湘州文集》卷3《增辽饷呈议》
		崇祯	≤4(丰年)	堵允锡：《堵文忠公集》卷2《地方利弊十疏》
	湘阴	嘉靖(1556)	2.6*	光绪《湘阴乡上志》卷30
	祁阳	嘉靖(1564)	2.4*	同治《祁阳县志》卷23
	益阳	隆庆(1568)	2.8*	同治《益阳县志》卷6
	浏阳	崇祯	≤1	嘉庆《浏阳县志》卷36
	湘乡	崇祯	≤3	同治《湘乡县志》卷2
太湖地区	上海	正德	3~6	顾炎武：《天下郡国利病书·江南九》卷20；同治《上海县续志》30
	松江	嘉靖	5~6(上田)，3(下田)	何良俊：《四友斋丛说》卷12
	常熟	嘉靖	2~4	嘉靖《常熟县志》卷4
	苏州	明末清初	2~6	顾炎武：《日知录》卷10《苏松二府田赋之重》
	海盐	天启	5	天启《海盐图经》卷4
	桐乡	明末	3~6	《沈氏农书》，运田地法
	湖州	明末	4	《真隐斋稿》，转引自《石柱记笺释》卷1
天津		万历	4~5	《汪应蛟海滨屯田疏》,转引自《农政全书·经史典故》

资料来源：闵宗殿(1984)，郭松义(2001)及珀金斯(1984)。其中，*是以单产量为地租两倍这个假定得出的估算值

(四)明晚期(1581~1644)收成变差

16世纪末以后，中国气候又复转冷，社会矛盾日益突出，边境战事升级。与此同时，全国粮食亩产量较16世纪中叶明显下降，旱蝗灾害增多。据明末进士、清康熙户部尚书、《秋碧堂法帖》主人梁清标(1620-1691)记载，明嘉靖时正定地

区垦田 1 亩可收谷 1 石，万历年间已不足 5 斗[①]。广东潮阳地区在 1596 年亩产约 3.8 石谷，至 1625、1635 年已减至 2.5 石；长沙地区在崇祯年间的丰年之收不过于 2 石米，较之嘉靖年间少了 0.5 石；太湖流域在明末时亩产量仅为 1~3 石米(表 11.20)。明末清初，《补农书》作者、浙江桐乡人张履祥(1611~1674)亦言："十年之耕不得五年之获"[②]。

因粮食减产，明末 20 余年全国饥荒发生频次及其严重程度有可能是过去 2000 年最突出的时段。明人郑廉在其所著《豫变纪略》中记载，河南"崇祯三年(1630)旱；四年，旱；五年，大旱；六年，郑州大水，黄河冰坚如石；七年，夏旱蝗；八年，夏旱蝗，怀庆黄河冰；九年，夏旱蝗，秋开封商丘大水；十年，夏大蝗，闰四月山西大雪；十一年，大旱蝗，赤地千里；十二年，大旱蝗，沁水竭；十三年，大旱蝗，上蔡地裂，洛阳地震，斗米千钱，人相食；十四年，二月起大饥疫，夏大蝗，飞蝗食小麦如割；十五年，怀庆地震，九月开封黄河决"。陕西《汉中府志》载："崇祯五年(1632)大饥；六年夏大水；七年秋蝗大饥，冬地震……八年九月十六地大震，西乡、略阳涝水，淹城郭，民舍尽没；九年地大震三日，恒屋尽倾，伤人甚多，旱蝗；十年略阳地震二十日，夏旱秋禾全无、大饥；十一年夏，蝗飞蔽天、禾苗木叶伤尽、大饥；十二年夏旱、秋蝗、禾草俱尽、大饥；十三年大旱，粟价腾涌十倍其值、绝粜罢市、木皮石面俱食尽；十四年旱；十六年冰冻。"又康熙《兴安州志》卷三《灾异》载，崇祯七年(1634)，陕西安康地区"大饥，死尸遍野。郡守金公之纯掘堑于南门外掩埋，死尸一日而满，再掘一堑亦满"。

除中原地区外，明末长城边塞外的百姓亦遭受着饥荒的折磨。据《旧满洲档译注·清太宗朝》载，天聪元年(1627)阴历二月，2 万余人越过鸭绿江，入朝觅食。皇太极威胁朝鲜说，若不提供粮草援助，后金便要出兵朝鲜，自己来抢。1628 年阴历七月，塞外蒙古诸部以苦饥而向明朝请求粜粟交易[③]。《天工开物》作者宋应星曾说到明末连年灾荒对北方农业生产的影响，即"普天之下，'民穷财尽'四字，蹙额转相告语……财之为言，乃通指百货，非专言阿堵也。今天下何尝少白金哉！所少者，田之五谷、山林之木、墙下之桑、洿池之鱼耳。有饶数物者于此，白镪黄金可以疾呼而至，腰缠篋盛而来贸者，必相踵也。今天下生齿所聚者，惟三吴、八闽，则人浮于土，土无旷荒。其他经行日中，弥望二三十里，而无寸木之阴可以休息者，举目皆是。"[④]

---

① [清]梁清远：《雕丘杂录》卷 15《晏如斋檠史》

② [明]张履祥：《杨园先生全集》卷 20《书改田碑后》

③《崇祯长编》卷 1；[清]谷应泰：《明史纪事本末补遗》卷 3《插汉寇边》

④ [明]宋应星. 1976. 野议. 宋应星佚著四种. 上海：上海人民出版社

四、粮价

《明实录》、《明史》、《阅世编》、《天下郡国利病书》等文献中有比较详尽的粮价记载。根据这些记载，明代粮价变动可分为3个阶段。

明前期，全国常年米价一般3钱以下。据《明太祖实录》和《明英宗实录》记载，洪武三十年(1397)、正统二年(1437)等年份，浙江、江西、湖广、陕西等省的米麦，一石多折银约2钱5分。

明中期米价有所上升。成化六年(1470)，京畿地区已经“米价腾贵”，米一石已折收银六钱，粟米则为五钱[①]。嘉靖时米价，“五钱者，江南之平价，七钱者，折色之极则”[②]。

明后期米价迅速攀升。崇祯五年(1632)，“白米每斗一百二十文，直银一钱，民间已嫌其贵”；十一、二年(1638~1639)，“斗米三百文，计银一钱七、八分”；十五年(1642)春，“白米每石文银五两，计钱一十二千有奇”[③]。据崇祯十五年(1642)左懋第的奏折看，当年山东米价一石二十两，河南米价一石一百五十两[④]。明末松江人叶梦珠(生于 1624)对粮价的飞涨极有慨叹：“忆予入小学时，归依先大父膝下，是时，百货乍贵，先大父尝叹息为予述隆、万间物价之贱，民俗熙，迄今五十余年，而物价悬绝。”有研究认为，1650年前后中国米价指数约较1600年时高1.5倍以上(Zhang et al.，2007)。

明后期粮价的迅速攀升，一方面与16世纪末期中国气候转冷，旱灾增多，从而使得农业歉收有关；另一方面也是当时朝政腐败、内外战事增多和规模扩大所导致。除此而外，当时全球粮价同步高企，以及明朝中后期教条的税收政策对明末粮价的腾贵也起到了推波助澜的作用。17世纪上半叶，饥馑四起、粮价飞涨不唯中国一地。1620年后，欧洲各地谷物收成普遍下降(奇波拉，1988)，整个欧洲的粮价上升了数倍；1630~1631年，印度遭受了全国性饥荒打击(布罗代尔，1992)。

中国江浙地区素有“苏杭熟，天下足”的美称。不过，明中期后由于经济效益较高的桑、棉种植面积扩大，该地区粮食生产空前萎缩，粮食供给基本依赖于外地，有“地阻人稠，半仰食于江楚庐安之粟”[⑤]之说。据万历《嘉定县志》载：“其民托命于木棉，因而县不产米，仰食四方．夏麦方熟，秋禾既登，商人载米而来者，舶舻相衔也。”由于17世纪上半叶全球粮食减产、粮价上涨，世界经济形势相对萎靡，故崇祯

① 《明宪宗实录》卷83，成化六年条
② [明]唐顺之：《与李龙冈论政折书》，《明经世文编》卷261
③ [清]叶梦珠：《阅世篇》卷7《食货一》
④ 《明史》卷275《左懋第传》
⑤ [明]吴应箕：《楼山堂集》卷10《兵事策第十·江防》

即位以来，长江下游地区对外贸易迭遭重创，1629 年前和 1635~1640 年海外白银输入量两度锐减(魏斐德，2005)，导致江浙地区出现少银无粮的局面，经济遂现萧条。

万历九年(1581)，为了增加政府财政收入，大学士张居正下令在全国推行一条鞭法，把原来的田赋、徭役和杂税合并起来，折成银两，分摊到田亩上，按田亩多少收税。因为实施这一改革的前提是清查土地，所以一条鞭法实行不久即因大地主的阻挠而停止。然改用银两收税的办法却保留了下来，使得广大农民的负担在无形中增加。以西北地区为例。由于区域气候差异，该地区粮食生产能力本不及江南地区，又不能大规模种植棉花和养殖蚕桑，故在市场化的经济氛围中为白银所“灌溉”不到(李宪堂，2005)。由于地方政府教条地执行“以银纳税”政策，西北干旱区农民即便在“岁甚登，谷甚多”的丰收之年，也须“相率卖其妻子”，换成白银纳税。这种输银不输谷，致使农民“有谷而无银也，所获非所输也，所求非所出也”[①]的田租制度在一定程度上诱发粮食储备危机，并使得西北民间无有财力从外地调粮。当明末西北气候灾害频发时，粮价遂无法得到有效的抑制。农民迫于生计而揭竿起义，则使得区域间的粮食贸易受到阻碍，粮价又进一步走高。如 1628~1634 年陕西连年大旱、颗粒无收，安塞等地农民起义风起云涌，粮价逐年上升(表 11.21)。至崇祯十三年(1640)，由于“两京、山东、河南、山西、陕西大旱，蝗”[②]，李自成、张献忠两大农民军势力大增，西北干旱区的粮价更是腾踊。如山西，“省郡大饥，其至斗米千余钱，人相食”[③]；陕西，“(1639)秋，全陕大旱饥，十月米价腾涌，日贵一日，斗米三钱，至次年春十倍其值”[④]；甘肃兰州、陇西、渭源等地，斗米二至三千钱[⑤]。

表 11.21　1629~1633 年陕西粮价统计

年份	府县	粮价/(钱/斗)	史料出处
崇祯二年(1629)	礼泉	3	崇祯《醴泉县志》卷 4《灾祥》
	铜川	5	乾隆《同官县志》卷 1《祥异》
三年(1630)	清涧	6	道光《清涧县志》卷 1《灾祥》
	府谷	5	雍正《府谷县志》，《灾祥》
四年(1631)	铜川	7	乾隆《同官县志》卷 1《祥异》
	商县	3	乾隆《直隶商州志》卷 14《灾祥》

① [清]顾炎武. 1983. 钱粮论. 见：顾亭林诗文集. 中华书局

② 《明史》卷 28《五行志》

③ 光绪《山西通志》卷 86《大事记》

④ 康熙《陕西通志》卷 30《祥异》

⑤ 康熙《兰州志》卷 3《祥异》；乾隆《陇西县志》卷 12《祥异》；民国《创修渭源县志》卷 10《灾异》

续表

年份	府县	粮价/(钱/斗)	史料出处
五年(1632)	安塞	8	乾隆《重修延安府志》卷6《大事表》
六年(1633)	合阳	1000	顺治《重修郃阳县志》卷7《杂志》
	米脂	1000	康熙六年《陕西通志》卷30《祥异》
	扶风	1000	顺治《扶风县志》卷1《灾祥》
	靖边	1002	康熙《靖边县志·灾异》

第五节 疫病、战乱、人口变化

一、疫病

此处的疫病是指容易广泛传播的烈性传染病。根据《明史·五行志》、《明实录》、《古今图书集成·庶微典·历象汇编》等资料的记载，明朝277年中，共有169个年份有传染病发生，疫灾频度为61%(龚胜生，2003)，高于明前任何朝代；在整个明代，疫情发生频率和波及范围有随着年代推移而增大的趋势(图11.19)。

现代医学研究指出，传染性疾病的发生，除受到人群、生物与生态因素的影响外，也受到气候因子的影响(Patz et al.，1996)。从总体上说，较为寒冷的气候是明清小冰期疫病高发的重要诱发因素之一，冷期伴生的旱灾经常引起饥荒并诱发疫病(梅莉，晏昌贵，1996；龚胜生，2003)。有研究分析了近600年来中国旱灾与瘟疫之间的关系，发现15~19世纪，全国共发生大旱15次，其中14次伴生大疫；北方14次大旱中，有13次伴生瘟疫；南方7次大旱均有瘟疫伴生(李明志，袁嘉祖，2003)。另外，黄河流域(仇立慧，黄春长，2007)及南方江西、广东等省的明代疫病发生状况分析结果(赖文等，1998；衷海燕，1999)也表明疫病的发生多伴随旱灾和饥灾。从史料记载看，明代气候时常出现季节性反常，从而导致传染病的爆发、流行。例如，景泰六年(1455)，陕西关中“正月以来不雨，四月雪霜瘟疫死者二千余人”①；嘉靖四十二年(1563)冬，(鄜州)“香炉山桃花盛开，数日不落而自枯，次年民多染瘟疫。”②

① 陕西省气象局气象台. 1976. 陕西省自然灾害史料(内部资料)

② 康熙《鄜州志》卷11《灾异》

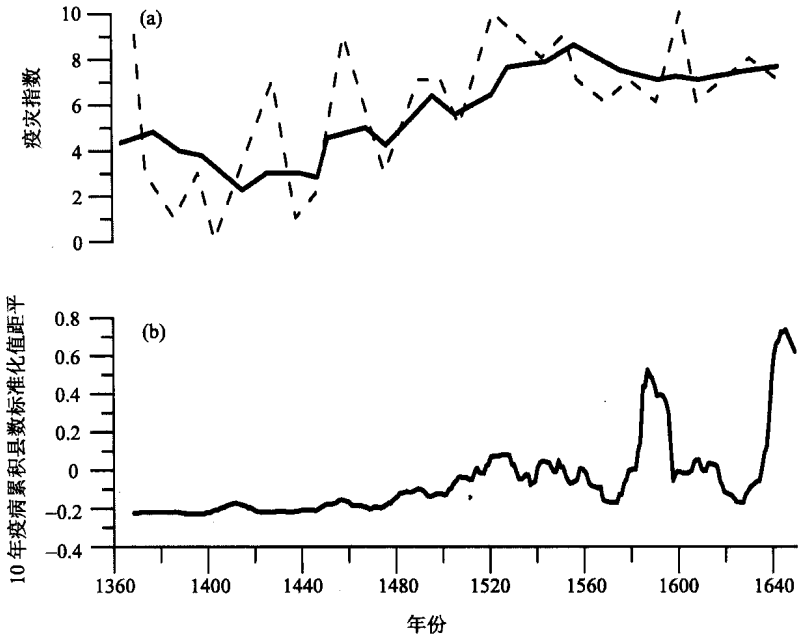


图 11.19 明朝全国疫病发生频度及范围的变化

(a) 疫灾发生频度(龚胜生，2003)，虚线为 10 年疫灾频度指数曲线，实线为 50 年滑动平均趋势线；

(b) 10 年疫灾累积县数标准化值距平(程扬等，2009)

在明代爆发的各类疫病中，瘴病、鼠疫与气候的冷暖、干湿之间，有着较为明显的关联。瘴病是指恶性疟疾一类的热性传染病，据明人章潢所著《图书编》(成书于 1562~1577 年)的记载看，该病在明中期主要分布在南岭山地以南，这较之战国西汉(秦岭淮河)、隋唐五代(大巴山长江)的瘴病分布北界，已明显偏南并向山区撤退(龚胜生，1993)，云南已成为瘟病最为严重的地区之一(图 11.20)，广东的平原地区府治已大多无瘴或少瘴。有研究指出，明代瘟病发生地域的南移，除与人对环境的改造作用有关外，还是气候逐渐变冷的结果(龚胜生，1993)。这一解释可从现代医学分析上找到相应的科学依据。1950~2001 年，疟疾主要发生在年平均气温 15℃以上、年较差 20℃以下的地区，年平均气温、年降水量均与疟疾发病率呈正相关(高春玉，2002)；当气候变冷时，疟疾传播媒介—蚊子的理想生境（月平均温度 15.6℃以上的潮湿地区)遂遭到破坏(范家伟，2000)。

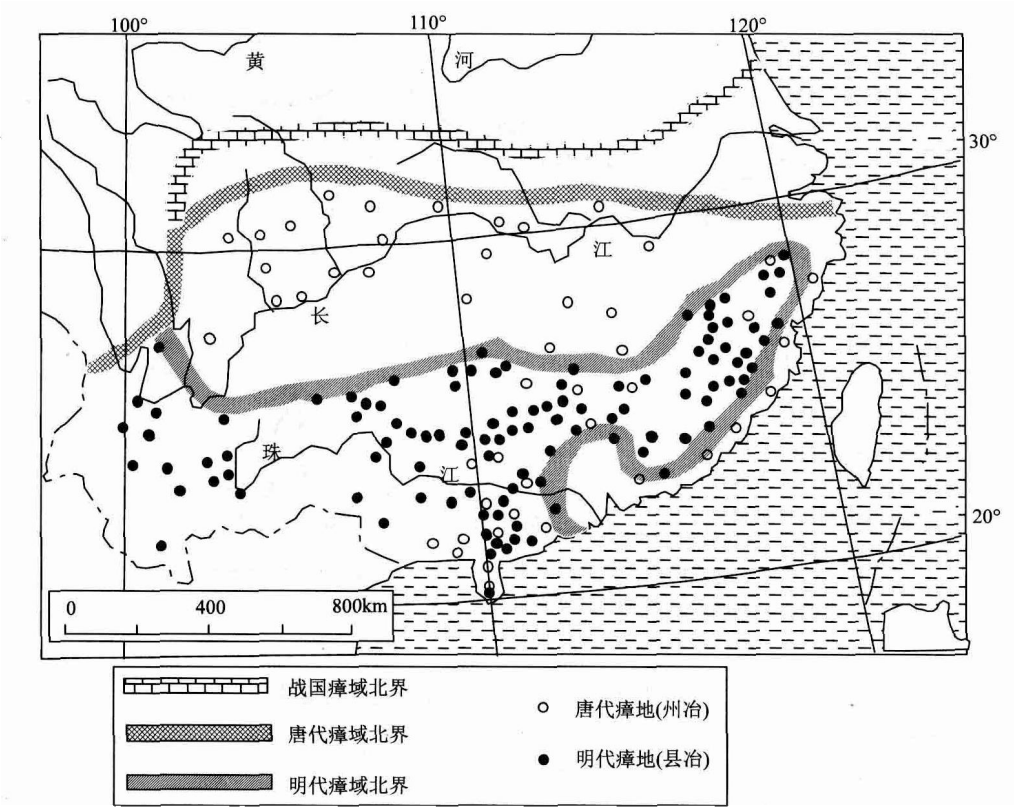


图 11.20 历代瘟病分布北界(龚胜生，1993)

鼠疫是由鼠疫菌所致的烈性传染病，它传染性极强，病死率极高，对于人类社会造成的危害极大。明朝华北地区共出现过两次大的鼠疫传播期：一是万历八至十六年(1580~1588)，曾波及山西全境以及河北、河南、山东等地；二是崇祯六至十七年(1633~1644)，从山西省逐渐扩散至陕北、河南、河北及京津等地。这两次鼠疫的流行，当与明后期 1577~1591 年、1629~1644 年发生的严重干旱有关，即旱灾使得饲草歉收，鼠和旱獭等啮齿类动物被迫迁徙寻食，增加了与人类的接触机会，同时在旱灾所引发的饥荒下，人类被迫从鼠窝掘食，甚至食鼠充饥，因而感染鼠疫的可能性增大(曹树基，1997)。

在 1550~1700 年的小冰期内，欧洲社会曾普遍流行黑死病、天花、小儿惊风或痉挛等各种疾病。当时该地区与中国相类似的总体上寒冷、变化不定的气候，被认为是促使欧洲疾病流行的直接或间接影响因素(Lamb，1977；Andrew，1978，1980；John，1985)。

二、战乱

根据对《中国军事史》战争年表的统计，明朝是中国历史上战争最为频繁的朝代之一(图 11.21(a))，其战争规模之大、战况之激烈、影响之深远，似只有魏晋南北朝及元代可相比拟。在 277 年间，共发生了 589 次战争，年发生率达到 2.12 次。战场遍布全国，其中东中部地区的战争次数最多，共有 185 次；华北及东北地区次之，有 150 次；西北和华南地区再次，分别有 127 次和 126 次；青藏高原则几无大的战事。在各类战事中，规模及影响较大的汉民族与他民族间战争有朱棣北征、土木堡之变、宁远之战等，各时期农民起义军的首领有唐赛儿(1399~？)、邓茂七(？~1449)、刘通(生卒不详)、李自成(1606~1645)、张献忠(1606~1647)等，统治阶级内战则有靖南之役、平汉王朱高煦之战、平宁王朱宸濠之战等。另外，对阵入侵倭寇也是明中期较为典型的战争。有研究依据武器装备、军队数量与质量、编制体制、重大战争等标准，将明朝军队发展史分为四个时期(范中义，张文才，1998)：洪武至宣德朝(1368~1435)为强盛期，正统至正德朝(1436~1521)为停滞和削弱期，嘉靖至万历朝(1522~1620)为变革、发展期，天启至崇祯朝(1621~1644)为衰弱和败亡期。从各个时期的战争频度看看，在明政权强盛期(除个别时段外)战争一般处于低发的水准，在停滞和败亡期战争次数则迅速增加(图 11.21(b))。

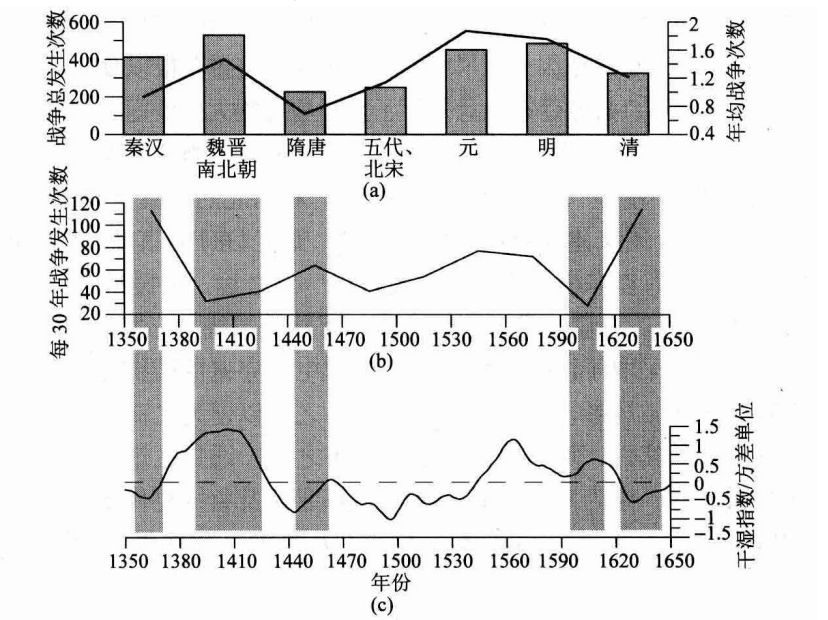


图 11.21　明朝战争频次与干湿指数的变化

(a)中国 7 个历史阶段战争总发生次数(柱体)和年均发生次数(粗折线)，据《中国历代战争年表》整理；(b)明朝每 30 年战争次数，据《中国历代战争年表》整理；(c)东中部地区干湿指数的 30 年滑动平均值曲线(Zheng et al., 2006)

西方学者 Webster(1975)认为，战争是在人口增长和资源短缺条件下人类社会适应生态的一种自然选择。据章典等(2004)研究，在过往的 1150 年中，中国战争总数，全国的反叛战争和中国中部地区发生的战争的最高频率都与北半球 20°N 以北陆地的最低和平均温度距平显著相关(相关系数都在–0.56 以上)；在 10 和 30 年尺度上，中国东中部地区的冬半年温度距平也与反叛战争数之间表现为–0.522 的高相关性。王俊荆(2007)研究指出，明清时水旱灾害指数与同期战争数的相关系数则达到 0.6 以上。

明初，一方面因为朝政清明，民心思稳，政府军训练有素；另一方面也由于气候暖湿，利于农耕，各地军(民)屯方兴未艾，国家军需物资来源丰富、供给方便，战事较少，规模不大。朱元璋曾言，“吾京师养兵百万，要令不费百姓一粒米”[①]，虽嫌夸张，但为实情。在优渥的气候环境下，洪武年间开始明廷即在北方边境大规模军屯，不仅就地解决了驻军的粮饷供给、保障了边境安全，且为稳定内地粮食市场，改善和提高百姓生活水平做出了积极贡献。“元人北归，屡谋兴复”，除“靖难之役”外，明初六十年主要战事是对蒙元残部，包括对鞑靼和瓦剌用兵，例如，洪武十四年(1381)太祖遣徐达领兵出塞攻击北元，二十一年(1388)蓝玉率军破北元主于捕鱼儿海；永乐八年(1410)成祖亲击鞑靼本雅失里至斡难河；十二年(1414)成祖亲率步骑五十万大败瓦剌马哈木，二十二年(1424)成祖率兵第五次亲征鞑靼。另有几次小的战事，例如，洪武十九年(1386)镇压福建彭玉琳组织的白莲会起义；永乐十九年(1421)镇压山东等地因“水旱相仍，民至剥树皮掘草根以食”[②]而爆发的唐赛儿起义，以及十七年(1419)辽东总兵刘江于金州望海堝大破倭寇之战等。

永乐帝“迁都北平，三面近塞”，防卫京师为有明一朝头等要务。所谓三面近塞，指的是西北的“鞑靼”、北方的“朵颜三卫”和东北的女真贵族的威胁。据《全辽志·序》载：“今国家建都燕蓟，与胡接壤，则辽(东)为京师左臂，所系尤重，迫夫大宁失险，山海以东横入虏地，且数百里一线之途，声援易阻。”为“北拒诸胡，东控夫余”，南防海盗，保证京师安全，明廷除围绕“三塞”修筑长城、在沿海构筑要塞外，还采取了汉代晁错、赵充国的屯军守塞的防御方法，即“遣将吏发卒以治塞……选常居者，家室田作，且以备之。以便为之高城深堑，具蔺石，布渠答，复为一城其内，城间百五十岁。要害之处，通川之道，调立城邑，毋下千家，为中周虎落。先为室屋，具田器，乃募罪人及免徒复作令居之；不足，募以丁奴婢赎罪及输奴婢欲以拜爵者；不足，乃募民之欲往者。皆赐高爵，复其

① [明]陆粲：《俨山集》卷 34

② 《明史》卷 164《邹缉传》

家”[①]，在华北北部、西北和东北边疆进行军事屯田。

永乐后中国气候开始转寒，但北部边境地区的军(民)屯仍能维持。宣德(1426~1435)后期中国气候明显变冷，中东部地区春秋霜冻灾害和华北旱灾频现，宣德十年(1435)军屯收入仅及旧额的1/92。成化(1465~1487)时，“宪宗之世颇议厘复，而视旧所入，不能什一矣。弘治间，屯粮愈轻”[②]。由于军屯粮产不足，军士逃亡现象严重，大同、宣府等边地被迫从内地输粮，明军的机动性、持久力因之下降，而且由于边饷内输，百姓负担增加，因此正统后明军北方卫所防线全线退缩。史载，当时北部边疆屯田处，“风壅沙积，日甚一日，高者至于埋没，墩台单者亦如大堤长坂，一望黄沙，漫衍无机，筹边者屡议扒除，以工费浩大，竟尔中止，以致虏骑出入，如履平地。”[③]正统十四年(1449)瓦剌也先进犯大同，英宗率军亲征在土木堡被瓦剌军所破，英宗被俘，河套等地区后被迫放弃；景泰元年(1450)也先再犯大同、宣府等地。天顺四年(1460)鞑靼孛来率军分路南下进犯雁门。

明朝立国之初，兀良哈部落只在自己的根据地游牧，并不南侵，且与明政权关系良好，边贸十分活跃。永乐即位后，中国北方牧业环境逐渐恶化，兀良哈部落被迫南移西走，遂与明政权之间频频爆发冲突。据《明实录》载，从宣德初开始，兀良哈逐渐南下，在燕山一线受阻后沿边墙外向西迁移，一直到陕西的北部。景泰二年(1451)，明初建立的北方“三卫”乞居大宁城。同时，兀良哈还向东南活动与女真发生接触，并影响到朝鲜。这些情况在朝鲜的《李朝实录》中也有记载。有研究认为，该部落之所以南下，是为躲避恶劣气候，希望能在自然条件更好的地区寻找生存空间，而其西邻鞑靼部落自正统八年(1433)起，频频入寇华北及西北地区，也可能是出于与兀良哈南迁相似的理由(邹逸麟，1995)。

16世纪上半叶中国气候相对暖湿，故嘉靖在位的45年内，中国农业生产形势比较稳定，北部边境的军屯、民垦又有了发展，军队的粮草供充足，武器装备改善，边墙得到修缮。在张经(1492~1555)、俞大猷(1504~1580)、戚继光(1528~1588)等一批优秀将领训练下，明军战力大为提高，在与鞑靼的战争中逐渐挽回败势，抗击倭寇也取得了辉煌战果。这一时期，由于农业收成较好，又引种了玉米、番薯等耐旱高产作物，广大农民的基本生存需求能够得以满足，故社会稳定，农民起义不多。

同样受益于暖湿气候，北方蒙古部落不仅牧业兴旺，且农耕经济得以发展，

① 《汉书》卷49《晁错传》

② 《明史》卷77《食货志》

③ [明]涂宗俊：《修复边垣扒除积沙疏》，《明经世文编》卷448

百姓生存无忧。由于气候温暖，“毡裘不奈夏热，段布难得”[①]，俺答汗曾希望通过通贡边市换取布帛盐铁以敷日用，但遭明廷断然拒绝。为达到目的，俺答汗采取了以战促和的策略，蒙、汉之间因此一度战事增多，战况激烈，而当1571年双方达成“隆庆和议”后，北边战事遂大幅度减少。

万历后期至天启年间中国气候显著变冷，北方风沙壅积日甚，旱灾逐年增多，农业收成锐降。崇祯时气温有所回升，但旱蝗、瘟疫又大规模爆发，民生愈发艰难。据统计，自万历四十七年(1619)始至崇祯十六年(1643)，全国年年有灾，且无灾不饥、无饥不大，各地农民起义风起云涌。以陕北为例，由于1628年的大旱，大批灾民不能得到及时赈济，被迫先是“争采山间蓬草而食”，继而“剥树皮而食”，最后又“掘其山中石块而食，不数日则腹胀下坠而死”[②]。许多有识官员都指出此次旱荒极大地促生了民变，如陕西巡按御史李应期言，饥民“白昼剽掠，弱血强食。盖饥迫无聊，铤而走险。与其忍饿待毙，不若抢掠苟活之为愈也”[③]；礼部郎中马懋才说：“民有不甘于食石而死者，始相聚为盗，而一二稍有积贮之民遂为所劫，而抢掠无遗矣。”[④]至崇祯八年(1635)，农民起义军已形成十三家，七十二营，二三十万人的规模。虽然崇祯九年(1636)，著名的农民起义领袖高迎祥战死，李自成及张献忠等部农民军亦遭受沉重打击，但1637~1646年全国性的长期旱蝗灾害又再度促使大量饥民聚集在起义军旗帜下。

万历四十六年(1618，后金天命三年)三月，努尔哈赤以“七大恨”告天，发兵进击明军，攻陷抚顺城，拉开了后金与明朝二十余年大战历史的序幕。有研究指出，努尔哈赤向富裕的明辽东辖区发动攻击，其动机和目的在于解决本部居民吃饭问题，转嫁社会危机(魏斐德，2005)。万历后期干冷的气候使得明朝辖境腹地旱灾连绵，粮食减产，更使得东北地区人畜生存遭受了严峻挑战。据史料，万历四十三年(1615)，努尔哈赤就意识到恶化的气候已经导致赫图阿拉一带粮草供给出现危机，问道：“中国素无积储，虽得其(明朝)人畜，何以为生？”万历四十四年(1616)后金军队在黑龙江南岸佛多兖塞的驻防日志载，“黑龙江及松噶里乌喇河(指今日松花江)俱于每岁九月(阳历10月)始冰”[⑤]，该封冻日期要比现今早两周，表明当时气候明显较今寒冷(龚高法等，1979)，这意味着中国东北作物生长季缩短，产量减少。同年，辽东地区发生了严重水灾，后金地区尤甚，民不聊生；次春，讨饭的女真人

① [明]俺答：《北狄顺义王俺答谢表》，薄音湖、王雄编辑点校：《明代蒙古汉籍史料汇编》第2辑，内蒙古大学出版社，2000年，第104页

② [明]马懋才：《备陈大饥疏》。[清]计六奇：《明季北略》卷5

③ [明]孙承泽：《山书》卷1

④ [明]马懋才：《备陈大饥疏》。[清]计六奇：《明季北略》卷5

⑤《清太祖实录》卷5，天命元年八月丁已

比比皆是，后金政权危机四伏。皇太极即位后，后金境内饥荒形势进一步加剧。据《满文老档·太宗朝》以及《清太宗实录》等史料记载，天启七年(1627)二月，后金2万余人越过鸭绿江入朝觅食，皇太极威胁朝鲜国说，若不提供粮草帮助后金渡过难关，后金便要出兵朝鲜，自己来抢；六月，后金每斗米的价格竟涨至8两银，出现了人吃人的情形。

万历末年，辽东战事规模渐增，但边境卫所军饷已无法自给，首辅叶向高曾说："在洪永间，辽东屯粮以石计者七十万，今十七万。甘肃六十万，今十三万。……，山西计其初当亦不下十万，今得二万八千有奇。"[①]故明廷于万历末开始，在内地除征收正常的田赋之外，还增加了"抚辽"、"援辽"、"平辽"三饷(统称辽饷)送往辽东前线，后又于崇祯十二年(1639)，为筹措练兵的军饷而新增"练饷"。

然而，由于气候变化导致全国水旱蝗瘟频仍，农业收成下降，加之财政制度败坏，百姓负担日益沉重，税银征收困难重重。其中，往昔"赋税之得甲于天下，一县可敌江北一大郡"[②]的三吴地区，由于气候转寒和美洲白银输入锐减等因素的作用，粮食供应出现空前危机，崇祯后屡欠税银。"鱼粟之利遍天下"的湖广地区税银欠交情形也相当严重。崇祯五年(1632)，浙江、南直隶等八省夏秋季节非旱即涝，竟只能交上税银总额的14%(表11.22)。

表11.22　崇祯五年全国八省税银欠交情况统计

地区	总额/两	欠交/两	地区	总额/两	欠交/两
浙江	560 363	126 841	湖广	697 897	87 094
江西	482 381	148 204	四川	161 791	53 254
福建	161 070	31 070	南直隶	878 321	232 049
河南	889 894	64 699	北直隶	225 606	16 335

资料来源：崇祯五年十二月二十八日户部尚书毕自严奏折. 见：国立北京大学研究院文史部. 1934. 崇祯存实疏钞. 第2册. 北京：商务印书馆

由于税银难收，17世纪上半叶明廷财政左支右绌，极度困难。军队因之长期欠饷，饥卒兵变此起彼伏，终致内外战事糜烂不堪。天启七年(1627)八月，陕西巡抚胡廷宴上疏，言道："临巩边饷缺至五、六年，数至二十余万；靖卤边堡缺二年、三年不等；固镇京运自万历四十七年至天启六年，共欠银十五万九千余两。各军始犹典衣卖箭，今则鬻子出妻；始犹沿街乞食，今则离伍潜逃；始犹沙中偶语，今则公然噪喊矣。"[③]在八月袁崇焕(1584~1630)复出前，身处边防第一要地

① [明]叶向高：《屯政考》，《皇明经世文编》卷61

② [明]谢肇淛：《五杂俎》卷3《地部一》

③《崇祯长编》卷1

的辽东军士因官府欠饷四、五个月而愤然哗变，胁持并殴打巡抚毕自肃等官员，一时震动朝野[①]。十二月，陕西三边指挥中心固原“边兵缺饷，乱卒乘饥民之起，相与哗噪。……乱卒劫固原州库，遂入贼党”[②]。长期缺饷，不仅导致军队士气和战斗力下降，直接影响战役的胜败；而且使得朝廷信用丧失，士兵哗变，从而打乱自身的战略布防，给敌对势力(如李自成农民军)提供了喘息休整的绝佳机遇和提升作战能力的职业军人。

史学家曾有感叹：“明代之覆亡，由于财政之破产”(黄仁宇，2007)。国家财政崩溃，导致军队长期欠饷，维系国家安全的屏障千疮百孔，以致李自成农民军轻易占领北京，逼得崇祯皇帝自缢身亡。然而，这只是说明了明朝覆灭的过程，而没有揭示驱动这一过程演变的深层次原因。

在探讨明朝财政崩溃及政权覆亡原因时，我们很容易注意到制度因素(即高度专制的统治、吏治和税收系统的腐败、土地兼并过度、皇帝昏聩及宦官弄权等)对财政崩溃的作用。问题是，这些制度上的因素并不仅仅存乎于明末，事实上，自永乐帝以后，大明政治就渐趋腐败，昏君迭出。比较而言，崇祯皇帝朱由检还是一个贤明的君主，对国计民生较为关注，无论是政事的勤勉程度，还是处理国家政务、军务能力都远胜于嘉靖、万历诸帝。然天不护佑崇祯。自万历末开始，中国天灾连年，旱涝相继、飞蝗遍野，百姓无以为生。在草根和树皮被掘食殆尽后，有饥民甚至易子相食。崇祯在位17年，饥荒情形更为严重。崇祯十一年至十六年(1638~1643)发生的连旱灾害，范围之广、持续时间之长、影响之严重有可能是中国东部地区过去2000年来之唯一。在旱灾、饥荒和瘟疫的背景下，应该说，崇祯采取的很多措施是适宜的，例如，尽可能地赈济灾民(甚至乞发内帑)，对暴乱者分类剿抚(如分为乱民、驿卒、饥黎、难氓)[③]，竭力筹措军费，努力消除外患等；然而，在“以农立国”的自然经济时代，农作物连年大面积歉收所带来的财政危机无疑是巨大的，明廷财政的崩溃和军队战力的急转直下并没有因为崇祯的努力而有所减缓。

从上述角度看，气候变化有可能是造成明朝灭亡的重要推力之一。16世纪末以后气候变冷，导致了农业长时间、大规模歉收，推动了明朝财政迅速崩溃。“崇祯诚非亡国之君，诸臣亦未必深误其君。自然界之异变及其难以抵御之伟力，岂沧海一粟之人类所能旋转”(汪荣祖，1989)。无独有偶，明亡前后世界其他地区所发生的剧烈社会动荡(如1648~1653年法国投石党运动，1642~1660年英国资产阶级革命，1633~1648年莫斯科的动乱，1624年、1647年、1664年墨西哥大暴动)，

①《崇祯长编》卷1
②《明通鉴》卷74
③《崇祯长编》卷7

也离不开气候异常及其引起的饥荒和瘟疫的影响(李隆生，2005)。

三、人口变化

(一)数量变化

关于明朝各时段的全国人口数量，《明实录》、《后湖志》及《明史·食货志》等文献中有一些户口调查资料可供参考(表 11.23)。17 世纪之前，中国人口可能持续增长，其中人口规模高峰出现在 16 世纪后半叶，最大值不超过 1.8 亿，如果算上辽东的后金百万人口、北方及嘉峪关以西元朝残余控制的各部落，万历年间中国总人口不超过 2 亿；17 世纪开始中国人口开始减少[①]。

表 11.23 明朝各时段全国人口数统计

年度	人口/万	数据来源	重估值
洪武十四年(1381)	5987	《明太祖实录》卷 140	
洪武二十四年(1391)	5677	《明太祖实录》卷 214	
洪武二十六年(1393)	6055	《后湖志》卷 2，《明史·食货志》	6500~8000 万(珀金斯，1984)、7200 多万(葛剑雄，曹树基，1995)
洪武三十五年(1402)	5630	《明太宗实录》卷 15	
永乐元年(1403)	6660	《明太宗实录》卷 26	
成化四年(1468)	6161	《明宪宗实录》卷 61	
成化二十二年(1486)	6544	《宪宗实录》卷 285	
弘治十七年(1504)	6011	《明孝宗实录》卷 219	
正德元年(1506)	4680	《明武宗实录》卷 20	
嘉靖四十年(1561)	6365	《明世宗实录》卷 516	
万历八年(1580)			1.78 亿(葛剑雄，曹树基，1995)
万历二十八年(1600)			1.5 亿(何炳棣，2000)、1.2 亿~2 亿(珀金斯，1984)
泰昌元年(1620)	5166	《明光宗实录》(泰昌元年)	
崇祯三年(1630)			1.925 亿(曹树基等，2000)
崇祯十七年(1644)			1.525 亿(曹树基等，2000)

① 何炳棣(2000)认为，所存世的数据一则是纳税单位，二来在不同程度上也存在隐匿漏报的问题，故明朝各阶段真实的人口数量仍需要进一步研究

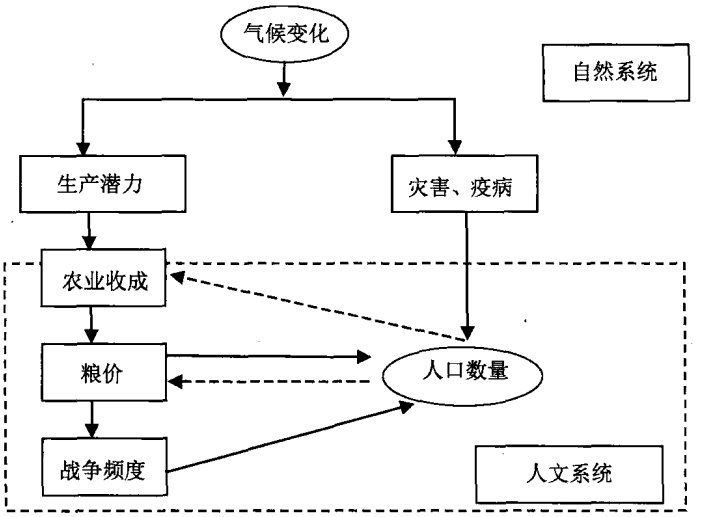


图 11.22 气候变化与人口数量的关系(本图系在 Zhang 等(2007)文插图的基础上修改而成)

影响明代人口数量变化的因素有很多,其中气候因素(变化趋势及伴生的灾害)尤其不可忽视。冷干气候造成的歉收不仅直接直接影响全国人口的增长,而且有可能激发社会矛盾,导致战争间接使得全国人口减少。此外,气候灾害,如洪水、台风和及其伴生的瘟疫,在短期内可直接导致人口锐减(图 11.22)。据统计,在明代 277 年的历史中,因自然灾害而死亡的人数共约 6274 万人,年均 22 万人。其中,因旱灾而死亡的人数约 4165 万人,因涝而亡的约 709 万人,分别占因灾死亡人数的 66%和 14%(高建国,1994)。

明初,天下甫定,政府轻徭薄赋,劝课农桑,兴建水利,以农立国。朱元璋认为“农为国本,百需皆其所出”[①],遂于洪武元年(1368)下令农民归耕,已被耕垦或即将开垦的土地悉归农民自有,并免三年徭役或赋税。次年,又下令把北方城市附近荒闲的土地分给无地农民耕种,每人十五亩,另给菜地二亩,“有余力者不限顷亩”[②]。洪武二十七年(1394),明朝政府又发布了“额外垦荒,永不起科”的诏令,规定山东、河南、河北 、陕西的农民除纳税的土地外,如有余力继续垦荒,垦地听其自用,永不征税。与此同时,明朝政府又在全国各地,特别是在北京、淮西及沿边大兴屯田。在暖湿的气候背景下,这些政策的实施使得洪武年间社会稳定,农业生产

① 《明太祖实录》卷 42,洪武二年五月,乙巳
② 《明太祖实录》卷 53,洪武三年六月

和经济贸易迅速恢复，人口因之迅速增加。据《明实录》载，洪武二十四年(1391)全国有户 1068 万，有口 5677 万。有学者认为，《明实录》所载人口专指纳税单位，14 世纪末的中国实际人口至少应超过 6500 万(何炳棣，2000)。葛剑雄和曹树基(1995)认为，洪武二十六(1393)，全国人口约 7200 万，这与珀金斯(1984)的估计数大致相仿。据估算，北方人口的年增长率在 14 世纪后半叶可能远超过 6‰的水平(曹树基，2000)，为整个明代人口增速最快的阶段之一。

自 15 世纪初起，明朝的气候呈现出转寒变干的趋势，农业区界线南退，农业收成情形也变得恶化，各地饥荒渐多。据宪宗、孝宗、武宗等朝的《明实录》看，在 15 世纪至 16 世纪初的 100 多年间，在籍的全国人口数一直徘徊不前，甚至有所倒退。这些数据固然不是全国真实人口数的反映，没有包含各地失籍在外的流民人数。然而，从导致人口流徙在外、以人为食的各类灾害史实看，当时农业的减产(尤其是北方)在很大程度上阻碍了人口的增长，直接导致人口增长率较明初有所下降。据估算，1393~1542 年的北方五省人口登记数的年增长率仅为 3.4‰(何炳棣，2000)；山东人口在洪武二十四年至嘉靖五年(1381~1526)的年均增长率为 4‰；北平府从洪武二十四年至弘治四年(1381~1491)，人口年均增长率为 4.1‰；陕西省从洪武二十六年至弘治四年(1393~1491)，人口年均增长率为 5.4‰(曹树基，2000)。在 1430s~1540s 的气候偏干时段，江南多数布政使司的人口均大幅度下降。在 1381~1578 年的近 200 年间，浙江人口从 1000 万下降到 515 万，福建从 384 万下降到 170 万，江西从 858 万下降到 586 万。

16 世纪初起，中国气候又复转暖变湿，北方农区再度北扩，农业收成也一度较好。如前所述，“屯粮之轻，至弘、正而极，嘉靖中渐增，隆庆间复亩收一斗”[①]，南北各地的饥荒程度减轻。在这种气候背景下，虽然明政治体系依旧腐败，但全国人口数却高速增长。嘉靖四十年(1561)，明政府的在籍人口数又复增至 6365 万。万历朝时，全国人口数可能已达到明代的顶峰，据葛剑雄等(1995)的估计，1580 年的全国人口数可能为 1.78 亿。以其估算的 1393 年 7200 万的全国人口数作为比较的基数，187 年间的人口年增长率约为 4.86‰。若考虑到 15 世纪北方山东、北平等省的人口年增长率仅为 4‰左右，则 1500~1580 年的全国人口年增长率可能超过 5‰。

在 16 世纪的暖湿期内，由于降水增多，因雨涝、洪水灾害也明显增多，因灾死亡的人口数量，相较于 15 世纪明显增加。例如，据《吴江水考》卷 2

① 《明史》卷 77《食货志》

载，正德五年(1510)，太湖流域“旧水未消，春雨连注，至夏季四月，横涨滔天，水及树杪，陆沉连海，官塘市路，弥漫不辨，舟筏交渡，吴江长桥之不没者尺余耳。浮尸积骸，塞途蔽川，凡船户悉流淮扬泰之间。吴江田有抛荒自此始”。嘉靖四十年(1561)，太湖流域复遭“国朝以来之变所未有”的大水，造成大量人口死亡。《吴江水考》记述该年灾情为：“自腊春淫雨徂夏，兼以高淳东坝溃决，五堰下注太湖，襄陵溢海，大郡全淹，……，吴江城崩者半，民庐漂荡，垫溺无算，村镇断火，饿殍无算，幼男稚女，抛弃津梁，汩没无算；寒士贞妇，假贷不通，刎溢无算；枵肠食粥，仆毙无处，疫病相仍，夭折无算。”

1580 年后，中国气候转寒变干的趋势愈发明显，自然灾害的频数及灾度急剧增大，北方农区南退，农业收成也再次变差。大量人口或直接死于特大水灾和瘟疫，或因特大旱灾、蝗灾所诱发的大规模饥荒以及战争而损失。据明后期谢肇淛的记述，“若癸卯(1603)山东之水，丁未(1607)南畿之水，己酉(1609)闽中之水，壬子(1612)北都之水，皆骸骨蔽野，百里无烟，兵戈之惨，无以逾之”[①]。至于这一时期瘟疫及旱灾所导致的死亡人口则更是众多。仅以山西一省为例，即可知一二。1588 年夏收时，临晋、平陆、荣河、樱山等地“民疫死甚众，二麦虽登，至无人收刈，饥民偶获饱食，死者复十之三四”[②]，1640 年的大饥又导致全省“到处木皮草根，剥捌既尽，复食人，至有父子、夫妇、兄弟相食者”[③]。人口因灾荒、疾疫损耗的甚为惊人，如据曹树基(1997，2000)估计，万历八年至十六年(1580~1588)，北直隶、山西、陕西、河南四省死于灾荒和鼠疫的人口约合 700 万人，占当时全国总人口的 4%；明末传至太湖流域的鼠疫导致苏、松、杭、嘉、湖五府人口死亡约 600 万。另据魏斐德(2005)在《洪业》中所援引埃尔文的统计结果，1585~1645 年，中国人口可能减少了 40%。

在全球尺度上看，15~18 世纪饥荒所导致人口减少现象，非中国一地仅有。有研究(Zhang et al.，2007)曾就此作过分析，认为当时欧亚地区气候变冷导致农业生产力下降，饥荒四起，战争频数增大，进而使得北半球人口减少(图 11.23)。

① [明]谢肇淛：《五杂俎》卷 4《地部二》
② 康熙《山西通志》卷 30《祥异》
③ 康熙《山西通志》卷 30《祥异》

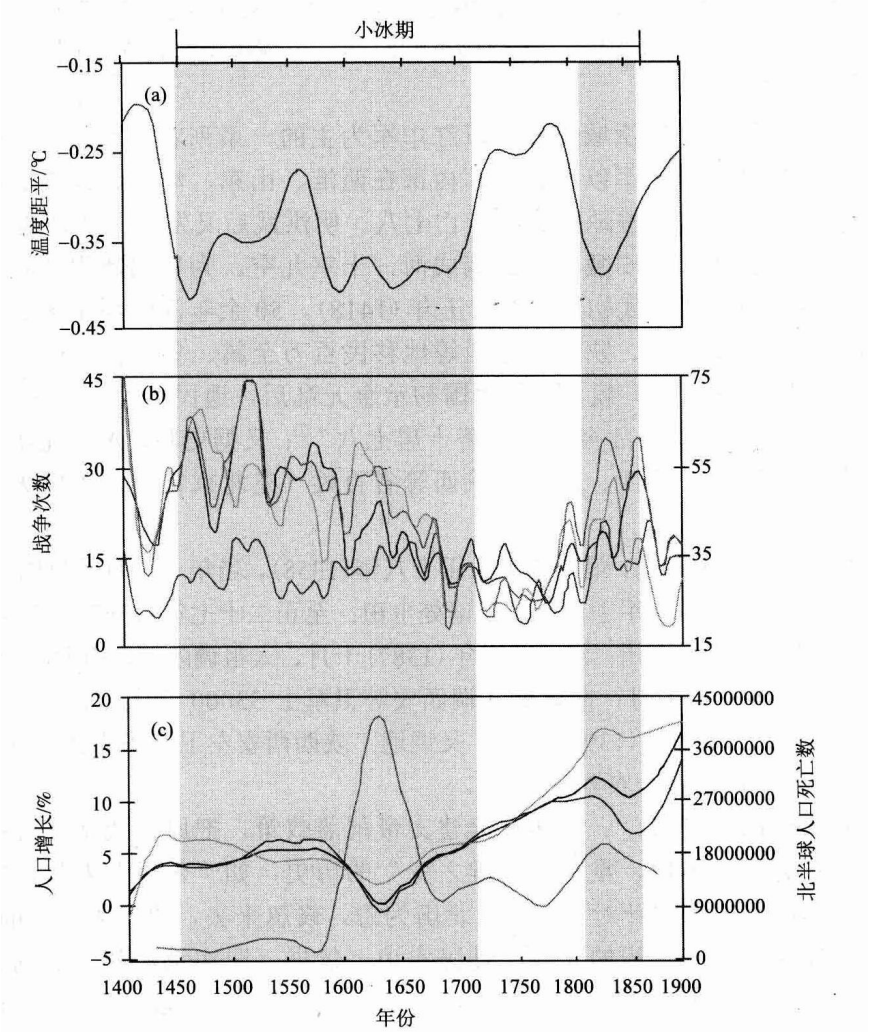


图 11.23　1400~1700 年气候波动与欧亚人口的变化(Zhang et al., 2007)(后附彩图)

(a) 40 年低通滤波后的北半球气温变化值；(b) 10 年尺度上的北半球(亮绿色)、亚洲(粉红色)、欧洲(蓝绿色)及北半球干旱地区(桔橘色)的战争数；(c) 20 年尺度上的北半球(蓝色)、欧洲(蓝绿色)及亚洲(粉红色)人口增长率以及 50 年尺度上的北半球(亮绿色)人口死亡数

(二) 迁移

明朝有两类性质的人口迁徙。一为政府主导的发展型移民，包括徙民开荒和调兵屯垦戍边，主要发生在明初。据《明实录》载，洪武和永乐(1368~1424)两朝的移民次数为 66 次。其中，规模较大者 18 次。二是因气候灾害导致的饥馑而逃

荒外地的生存型移民，主要发生在正统(1436)以后。这类移民属于典型的“三无”式移民，即无组织、无领导，无明确返回时间，但规模宏大，对于明朝社会影响巨大。

元朝末年，黄淮流域爆发了以红巾军为主的一系列农民起义。明朝建立前十余年起义军与元军以及起义军内部在两淮、山东、河北、河南、湖北等地战事不断，以致这些地区百姓十亡七八。明洪武后又发生了“靖难之役”，河北、山东、河南和安徽等地血流成河，十室九空。为巩固新生政权和发展经济，明立国后从洪武初至永乐十五年(1418)，50余年间组织了8次大规模的移民活动，从山西、陕西、江西等地移民百万至冀、鲁、豫、皖等省。例如，据万历《景州志》载，景州“国初承金元乱后，遗民孑然，……颇徙江、浙、山、陕之民实之，故今民非土著十居七八”[①]；又据史料，永乐元年(1403)八月，曾选浙江、江西、湖北、陕西等省百姓“充北京富户，附顺天府籍，优免差役五年”[②]。

明朝调兵屯垦运动，最早始于至正十八年(1358)，当年十一月的吴国公(朱元璋)立民兵万户府，令军于南京龙江诸处屯田；至正二十七年(1367)当时吴王(朱元璋)徙苏州富民实濠州；洪武二十年(1387)十月，太祖调陕西、山西战士56000余人赴云南听征；十月，命耿炳文调西安等卫军士33000余人“往云南屯种听征”[③]。洪武二十四年(1391)二月，又调遣“陕西西安左卫及华阴诸卫官军八千余人往甘肃屯田，官给农器谷种”[④]。

永乐迁都北京后，一方面继续建文帝削藩政策，把原在边塞守边的塞王内徙，以免尾大不掉，重演“靖难之变”的历史，如“带甲八万”的宁王被徙封南昌；另一方面针对“四夷，北虏为急，倏忽来去，边备须严”的情势，加紧修筑保卫北京一线的长城，徙民实边。仅据《明实录》和《后湖志》记载，20余年中移民就达55万之众(表11.24)。据《明太宗实录》，明初移出人口最多的是南京和山西两地，其中，南京永乐年间移出13.5万人，山西则近30万人，二者移民数占当时政府移民的四分之三。移入户口最多地区是北京约50万，占当时移民数的84%，其次是居庸关以北、外长城以南地区，约4万人。

① 万历《景州志》卷3《版籍》
② 万历《明会典》卷19《户部六·户口一》
③《明太祖实录》卷186，洪武二十年十月丙辰；卷188，洪武二十一年二月癸丑
④《明太祖实录》卷207，洪武二十四年二月己未

表 11.24 永乐年间移民垦荒情况统计 （单位：人）

类别	洪武三十五年至永乐七年	永乐八年至永乐十五年	永乐十六年至永乐二十二年	小计
垦荒罪囚	5600	8148		13748
谪戍官吏	895			895
垦荒移民	88504	11500		100004
卫所军	224000	35000	6370	265370
迁移北京富户、民匠户	15000	135000		150000
鞑靼女真	5514	178		5692
安南工匠人才	167000			167000
总计	356213	54826	141370	552409

资料来源：董倩，1998

“自是(永乐末)以后，移徙者鲜矣”[①]，明政府大规模的迁移人口潮宣告终止，其时间恰好时逢明代第一个相对暖期的结束。此后，由于赋税徭役加重和土地日益集中，以及气候灾害发生的频次增多，大范围饥荒时有发生，各地被灾农民迫于生计、辗转流亡的现象逐渐增多。早在宣德年间，山西省三十三个县从宣德二年(1427)九月至三年三月连续不雨，“麦豆焦枯，人民缺食，虽令有司赈恤，尚不聊主”，十万余口山西饥民流徙至南阳诸郡[②]。其后，在英宗至武宗四朝，据对《明实录》史料的初步统计(林金树，1994)，流徙于中国中部地区的灾民几近千万(表 11.25)。正统十年(1445)，出巡延绥的御史陈镒奏言：“陕西所属西安、凤翔、乾州、扶风、咸阳、临潼等府、州、县旱伤，人民饥窘，携妻挈子出湖广、河南各处趁食，动以万计”[③]。景泰年间(1450~1457)，淮河两岸“比年饥谨荐臻，人民重困”，“抵海冰冻四十余里，人畜僵死万余，弱者鬻妻子，强者肆劫夺，衣食路绝，流离载途”，当时巡抚淮、扬、庐三府及徐、和二州的王竑(1413~1488)救活难民“百八十五万余人”[④]。天顺、成化期间(1457~1487)，许多地区人口“逃亡过半”，甚至“十者只存其一”，仅据成化年间都御史项忠镇压荆襄地区流民起义时所撰写的《报捷疏》及《抚流民疏》看，一次性遣回原籍的流民数量就多达 94 万，散出者 51 万(曹树基，1997)。

① 《明史》卷 77《食货志》
② 《明宣宗实录》卷 42，宣德三年闰四月
③ 《明英宗实录》卷 132，正统十年八月壬戌
④ 《明史》卷 177《王竑传》

表 11.25 明朝中前期人口流动情况统计

时间	地区与人数	资料来源
景泰三年五月庚戌	各处逃民辗转亡徙，所至成聚，其在河南、湖广、凤阳者尤甚	《明英宗实录》卷 216
天顺四年八月丁卯	广东韶州等府逃民以万计	《明英宗实录》卷 318
成化元年七月辛未	老弱转死，丁壮流移，南阳、荆、襄流民 10 余万	《明宪宗实录》卷 19
成化四年正月甲申	四方流民，屯聚荆、襄者已二、三十万	《明宪宗实录》卷 50
成化四年三月庚辰	陕西平凉、延安、庆阳诸府人户，逃移外郡者“十有七八”	《明宪宗实录》卷 52
成化四年四月乙卯	河南、荆、襄附籍流民已有 6300 余户，未附籍犹不知数	《明宪宗实录》卷 53
成化四年十二月丁酉	荆、襄、安、沔之间，流民不下百万	《明宪宗实录》卷 61
成化六年四月壬左戌	四方流民汇聚汉中者，不下数万	《明宪宗实录》卷 78
成化六年十一月	荆襄流民再次起义。时值大饥食，流民入山者 90 万人	《明通鉴》卷 31
成化七年七月甲午	荆、襄山中流民、无虑百万，陆续出山复业者 938000 余人。无籍核查，四散奔走出山者又莫知其数(19)	《明宪宗实录》卷 93
成化十二年十二月己丑	抚治荆襄都御史原杰奏曰：流民之数凡 113317 户，4384644 口，俱山东、山西、陕西、江西、四川、河南、湖广及南北直隶府、卫军民等籍	《明宪宗实录》卷 160
成化二十年九月己酉	山西平阳一府逃移者达 58700 余户	《明宪宗实录》卷 256
弘治二年七月癸亥	流民在湖广郧、襄、荆三府已成家业附籍者 57824 人，未成家业、愿回原籍者 13546 人	《明孝宗实录》卷 28
正德元年三月辛丑	清查过荆、襄、南阳、汉中等处流民 235600 余户，7396 余人	《明武宗实录》卷 11
正德元年十月戊申	续清查出荆、襄、郧阳、南阳、汉中、西安、商洛等府、州、县流民合计 118971 户，愿附籍者 92370 户	《明武宗实录》卷 18
正德十四年五月己亥	流民之患，不独山东为然。山西、陕西、河南、湖广，亦皆如是	《明武宗实录》卷 174

资料来源：林金树，1994

在明后期的第二个寒冷期内，中国大面积、长时间的气候灾害显著增多，导致了全国性饥荒频繁发生，以致于“流民”四起，生生不息。在北方孕育了李自成、张献忠等一大批农民起义；在南方沿海，促生了蜂起的海盗，以及广大东南居民移民台湾、东南亚的浪潮。

由于明末灾害范围广，流民席卷全国，故明军防不胜防、胜亦无果。例如崇祯元年(1628)，陕西饥，延、巩民相聚为盗；三年七月，陕西大旱，“流贼”涌起；

崇祯六年(1633)，明军在延绥永宁关大败“流贼”，然不久山西、陕西大饥，“流贼”又起；七年，华北无可食之粮，可掠之地，“流贼”往南至较为富庶的湖广一带；十年，浙江闹饥荒，南京、北京、江西大旱，“流贼”闹浙江、河南等地；十一年，两京旱、山东旱、山西旱、陕西旱，“流贼”自陕西犯襄阳；十二年，山东、河南、山西、浙江皆发生旱灾，明朝辖区东南精华地带全部陷入“流贼”灾难中，明军虽于河南阻击李自成，然饥民从者数万，“贼”势高涨；十三年，全国旱灾，百姓大饥，张献忠进犯四川，饥民附之，“流贼”实力大增；十四年，浙江大旱，飞蝗蔽天，食草根几尽，人饥且疫，两畿、山东、河南、浙江、湖广旱蝗，山东“贼”起；十五年，灵州镇庄浪等处，田鼠食禾几尽，保安广平诸县怪风，麦禾俱伤，“流贼”纵横河南、湖广，饥民争附之。

在“襟山带海，田不足耕，非市舶无以助衣食”[①]的南方闽粤两省，随着明中前期经济的发展，当地人口密度迅速增大，明后期的人口压力已十分严重。据赵文林等(1988)估算，1381~1626 年，广东人口密度约由每平方公里 14 人增至 18 人，福建则从每平方公里 31 人增至 45 人左右。在明后期两地天灾不断的背景下，大量灾民遂向海求生，或浮帆海上为盗，或搭附商船前往台湾、东南亚等地。1566~1567 年，福建发生饥荒，林道乾纠集饥民数千人，为寇于闽粤海境，后为戚继光、俞大猷等击溃，率众遁逃越南、柬埔寨。1626~1627 年，福建漳泉一带“夏秋亢旱，一望皆赤，至今年三月才下雨，……乡村草根树皮食尽，而揭竿为盗者十室而五。”[②]，海盗郑芝龙适时竖旗招兵，沿海饥民及无业者竞往投靠，泉州饥民数万人随其赴台拓垦。1628 年，闽南又遭大旱，饥民甚众。郑芝龙再度招纳漳、泉灾民数万人，每人给银三两，三人给牛一头，用海船运到台湾垦荒定居[③]。郑芝龙因此被史家评价为大规模有组织的移民台湾第一人，以及把大陆封建生产关系推行到台湾的第一人(陈碧笙，1982)。

另外，在 1570s~1630s 两省自然灾害频发的背景下，搭载闽粤灾民前往菲律宾的船舶数也是渐趋增加，其间，在 1588 年、1596 年、1612 年、1637 等年灾情尤为严重的年份，抵菲船舶数均是迅猛增加(图 11.24(a))。例如，1596 年，广东 43 市县或春夏大旱，或夏大水、秋大旱，各地多有赤地千里，饥死者万计的记载，而当年前往菲律宾的船舶数一时猛增至 40 艘之多，而第二年后，广东灾情有所好转，移民船的数量遂常年保持在 20 艘以下。据《晋江华侨志》的记载，万历三十一年(1603)以及崇祯十二年(1639)，在菲律宾被屠杀的当地华侨

① [明]许孚远：《疏通海禁疏》，《明经世文编》卷 400

② [明]曹履泰：《靖海纪略》卷 3《答朱明景抚台》

③ [清]黄宗羲：《行朝录》卷 11《赐姓始末》

达 4.8 万人之多(曾少聪，1997)，而在 30 多年前，当地的华侨寥寥无几。据研究，隆庆五年(1571)，勒加斯比占据马尼拉、开设总督府时，马尼拉的华民仅有 150 名(陈荆和，1963)。

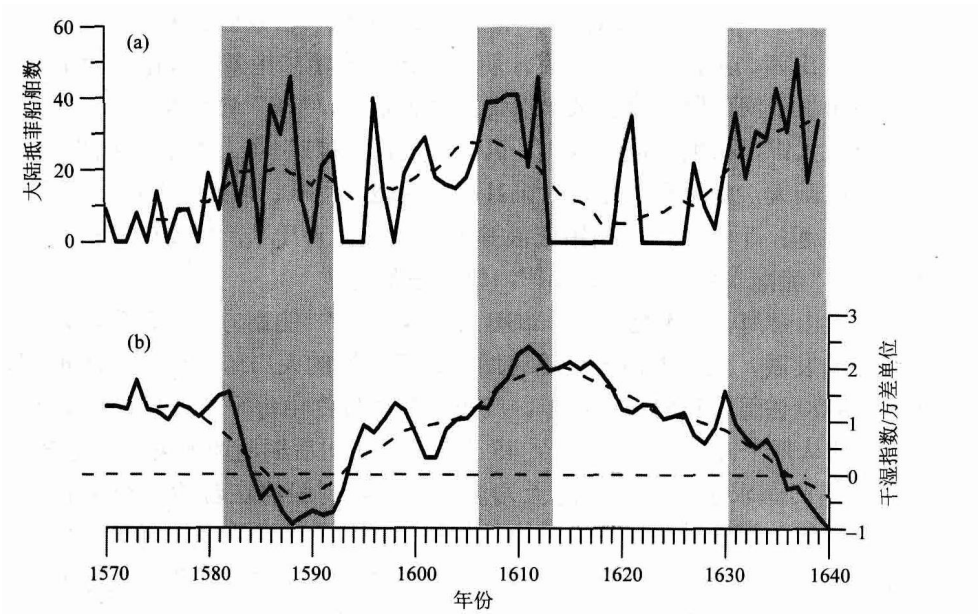


图 11.24　1570~1603 年中国抵达菲律宾船舶数与江南地区干湿指数的变化

(a) 由大陆抵达菲律宾船舶数的变化(Chang，1993)；(b) 江南地区干湿指数的变化(Zheng et al.，2006)

实线均为年值，虚线均为 10 年滑动平均值

第六节　中医、避灾祭祀

一、中医

明代疫病不仅爆发频繁，而且危害范围远比之前各朝要广。但相较于人口总数而言，该时期的患病死亡人数比例却始终没有像东汉那样末年高至“死亡者，三分有二”的境地。据研究，明清时期的中医对疟疾的治疗具有较好效果(何斌，1988)。中医之所以能取得这样的成就，与医家能顺应气候的变化而因时、因症下药有关。当代医家指出，在明代中医学理论与实践的发展过程中，气候的嬗变曾引起医家对疫病诱因看法的变化(王侃等，2003)。据统计，在《全国中医图书目录》所列的 15~19 世纪专著中，平均 1.64 年就有一部伤寒著作问世，而在寒冷间隔期中，要 1.95 年才产生一部(王侃等，2003)。其间，时处寒冷期的明代医家，所用温热之药多于寒凉之药，而时处气候温暖期的医家则更多使用寒凉之药(李德

顺，2006；游江，2009）。

在永乐前的明初，戴思恭（1323~1405）、王履（1332~1391）、赵道震（1389~1426）等“丹溪医派”的主流医家，皆认为“阳常有余，阴常不足”，多用寒凉之药以达滋阴治病的目的。在1379年由倪维德著成的《原机启微》一书中，所用5方药剂皆为辛凉解表性质（表11.26）。永乐时，气候正处由暖转冷的转折时期，当时由皇帝朱棣收集编写、于1406年定稿的《普济方》中，辛温解表与辛凉解表各占一半。之后15世纪~16世纪初的第一个冷期里，“丹溪医派”渐趋失势，伤寒医派又复兴起。陶华（1369~1450）、汪机（1463~1539）等医家均精研《伤寒论》。是时的《医学正传》（1515年成书）等著作中，药方也以温补的性质为多。之后的嘉靖至万历前期（1530~1580），中国气候曾一度转暖，后气温略有降低。于此种气候背景下，温病学派再度主流。吴正伦（1529~1568）在《脉证治方》中提出了中湿、湿毒等新的温病病名，并提出“温病乃山泽蒸气”的观点。李梴的《医学入门》（1575年成书），在丹溪学派将暑分“冒、中、伤”三种的基础上，指出暑有“中、伤、冒、伏”之轻重，提出“暑厥”、“暑毒”[①]等新概念。龚廷贤（1522~1619）在《寿世保元》一书中云：“一论众人病一般者，天行时疫也；一论瘟疫之病，皆是大热之症，不可妄用热药。”当时的《保婴撮要》（1555）、《仁术便览》（1585）中药剂皆以辛凉解表方为主（表11.26）。1590年后，中国气候显著寒冷，以孙一奎（1522~1619）、赵献可（16世纪下半叶）、张景岳（1563~1640）为代表的温补学派兴起，“流风所及，医界斐然”。他们以“阳常不足，阴本无余”为基本观点，对丹溪学派的滋阴之法多有驳斥。如张景岳云：“余谓阳常不足，岂非一偏之见乎？盖以丹溪补阴之说谬，故不得不为此反言，以救万世之生气。”[②]赵献可曰：“治病者不知温养此火，而曰而寒凉直灭此火，焉望其有生命耶？”[③]崇祯末，据地方志及私人日记等各类记载看，在1636年、1641年及1644年等年，华北地区曾出现极其明显的冬燠、“冬桃李实”现象。其间，鉴于崇祯十四年（1641）江浙、直隶等地疫疾流行，伤寒诸方遍治不愈的现实，苏州人吴有性于1642年著《温疫论》，指出时病乃属温疫之类，在病因分析及诊治上必须区别于伤寒病。同处明末的医家袁班也在《证治心传》中指出：“至于冬令严寒肃杀之气为伤寒者，仲景言之详矣。惟阳气潜藏于内，天时晴燥，雨雪稀少，乃成冬温之证，须用大剂清下，不得拘执伤寒成法以误人哉。近世此病甚多，尤宜加审。”[④]

① [明]李梴：《医学入门》，外集，卷3

② [明]张介宾：《景岳全书》卷2《阳不足再辨》

③ [清]罗美：《古今名医汇粹》卷1《论集·赵养葵火为先天论》

④ [明]袁班：《证治心传·治病必审四时用药说》

表 11.26 明朝医学著作中的辛温、辛凉解表方比例统计

作者	医著	成书时间	方数（温补/辛凉）
倪维德	原机启微	1379	0/4
朱棣	普济方	1406	3/3
陶华	伤寒六书	1445	5/0
虞抟	医学正传	1515	2/0
万全	幼科发挥、万氏女科、痘疹全书	1549	1/3
薛铠	保婴撮要	1555	0/2
孙一奎	赤水玄珠	1584	1/2
张洁	仁术便览	1585	0/2
龚廷贤	万病回春	1587	0/3
王肯堂	证治准绳	1602	1/1
曾世荣	活幼新书	1616	1/1
陈实功	外科正宗	1617	0/2
张景岳	景岳全书	1624	4/3

资料来源：李德顺，2006

注：第四列左部数字为温补方数，右部数字表示辛凉解表方数

二、避灾祭祀

明代科学的发展，虽然在一定程度上促进了社会的减灾防灾，但即便如此，有很多因气候变化而产生的自然灾害很难通过当时的科技手段予以消弭，这就难免使得人们相信神灵的力量，避灾祭祀之风也随之于庙堂之上以及乡里之间兴盛。

按明代礼制，国有凶荒，则求鬼神而祭之。在灾害频仍的背景下，有明各帝及官员常采取祭神、避殿、减膳、恤刑、下诏求言等带有迷信色彩的措施，试图以此减避灾害。例如，宣德八年(1433)六月乙酉，宣宗“祷雨不应，作《闵旱诗》示群臣”[①]；成化七年(1471)，“闰九月己未，浙江潮溢，漂民居、盐场，遣工部侍郎李颙往祭海神，修筑堤岸”[②]；嘉靖八年(1529)，“春祈雨，冬祈雪，皆御制祝文，躬祀南郊及山川坛。次日，祀社稷坛。冠服浅色，卤簿不陈，驰道不除，皆不设配，不奏乐。”[③]

①《明史》卷9《宣宗本纪》

②《明史》卷13《宪宗本纪》

③《明史》卷48《礼志》

相较于之前诸代政权，明官方陆续赐封了一些新的神灵。赐封的背后，其实也暗伏着比较明显的气候变化的轨迹，如正德四年(1509)黄河于山东曹县杨家口、梁靖口决堤后，邻近地区饱受河患之苦，7年后(1516)，经武宗批准，当地重造“昭应河神之祠”，并责有司以时致祭[①]；万历二十六年(1598)，北京久旱不雨，神宗命正一嗣教大真人张国祥赴黑龙潭祈祷，“旋降雨泽，四郊沾足”。于是，金山黑龙潭龙王庙受封为“护国济民神应龙王庙”，潭被称为“神应龙潭”[②]。

由于明代旱灾、蝗灾、瘟疫严重，地方百姓在以常规技术手段防灾减灾的同时，还在习俗上“软硬兼施”：或献礼“贿赂”蝗神、瘟鬼，乞求其免降灾害；或祭祀降雨、驱蝗、降瘟的神灵，指望其显现“神通”，或对被认为导致灾害的鬼神进行恐吓和施加暴力。如就乞雨(水)而言，山西介休县洪山泉明代时因“源涸难继”，当地源神庙在洪武十八年和万历十九年两次重修（张俊峰，2006)。又如，在宋元时期，陕西地区祭祀太白山降雨神龙的庙宇仅见于凤翔一府，而自明代起，这种避旱求雨的祭祀庙宇，在关中平原以及陕北的鄜州与陕南的汉中等地随处可见，这种变化与明代关中地区气候干旱化的趋势密切相关(张晓虹，张伟然，2000)。从明人张岱《陶庵梦忆》记载的“壬申(1452)七月，村村祷雨，日日扮潮神海鬼，争唾之。余里中扮《水浒》”[③]的情形看，当时浙江沿海受困于旱灾的人们，为乞求甘霖已到了“病急乱投医”的地步，不仅拜神，而且对神灵也进行威胁。为了避旱得雨，明代山东、河南等地还兴起所谓“打旱骨桩”(或称之为“打旱骨椿”)的消灭僵尸风俗。正统十一年(1446)二月，大理寺右寺丞张骥上疏曰：“山东人，旱即伐初葬者冢墓，残其肢体，以为旱所由致，名曰打旱骨桩”[④]。生于15世纪下半叶的文人杨循吉也记，“河南、山东愚民，遭亢旱，辄指新葬尸骸为旱魃，必聚众发掘，磔烂以祷，名曰‘打旱骨桩’。沿习已久。”[⑤]

由于明代蝗灾频繁，大江南北祭祀蝗神或是驱蝗神的庙宇比比皆是。据考，明代山东各府州县基本上都设有八蜡庙，其建置多在明中后期，祭祀刘猛将军的习俗也在明后期传入山东(代洪亮，2002)；江淮地区(如徐州)，在明代也有“田祖”庙（其功能与北方“八蜡庙”相近)，用来招“螟蜮”神驱蝗(陈宝良，王熹，2005)；江南民间，不同于华北地区，多拜刘猛将军为驱蝗神。如吴中稻

① 《明武宗实录》卷141，正德十一年九月已亥条
② 《明神宗实录》卷321，万历二十六年四月乙亥条
③ [明]张岱：《陶庵梦忆》卷7《及时雨》
④ 《明英宗实录》卷138，正统十一年二月己亥
⑤ [明]杨循吉：《蓬轩别记》，《古今说部丛书本》

作地区，在隆庆年间“邑人皆家祀之”[①]，至崇祯年间，“吴人事之甚严，累著灵异，入本朝，家户尸祝，香火愈盛”[②]。在江南蝗灾边缘地带，有时偶遇蝗灾，地方上还会临时抱佛脚，借其他的神庙进行祭祀，如“嘉靖八年(1529)秋，蝗入(安徽广德)境。伤禾，官民以祷以捕，遂得息。是岁冬，知州岳迂俯顺民情，改喜雨亭为八蜡庙。”[③]

明后期瘟疫大流行，许多地方百姓在求助于中医之外，还祷神佑护，或是贿赂瘟神免灾。以福建地区为例，谢肇淛曾记16世纪末，福州“家家奉祀五帝尤严”[④]，“瘟疫之疾一起，即请邪神，香火事于庭，惴惴然朝夕拜礼许赛不已，一切医药，伏之罔闻”[⑤]。当万历四十五年(1617)“泉州甚疫，死者数万人”时，当地甚至出现“士大夫多亲见鬼，后鬼言欲索食于粤，士大夫盛设侑席为饯行，皆穿大红，亲与鬼酬酢”[⑥]的情形。

① 隆庆《长洲县志》卷11《坛祠》
② 崇祯《吴县志》卷21《祠庙》
③ 嘉靖《广德州志》卷9《祥异》
④ [明]谢肇淛：《五杂俎》卷15《事部三》
⑤ [明]谢肇淛：《五杂俎》卷6《人部中》
⑥ [明]姚旅：《露书》卷13《异篇上》

第十二章　清朝：寒冷的朝代*

清朝(1644~1911)是中国历史上最后一个专制王朝。1616年，活动在明边墙东的建州女真首领努尔哈赤于赫图阿拉登基，定国号金，史称后金。1636年，皇太极改金为“清”，改族名为“满洲”。1644年清军入关，旋即统一全国。1911年清朝灭亡。

清朝前后历10帝，268年。顺治元年(1644)至康熙六十一年(1722)是清朝社会经济恢复期。满清入关伊始，北方兵燹之区“满目榛荒，人丁稀少”，一片萧条；江南地区，“人民多遭惨杀，田土尽成丘墟”；膏腴四川则“民无遗类，地尽抛荒”。经半世纪努力，清朝国家一统、社会稳定、经济复兴、人口剧增。康熙五十一年(1712)，清廷宣布全国丁银征收以康熙五十年(1711)为额，此后“滋生人丁，永不加赋”，取消了亘古以来的人头税。雍正元年(1723)到道光二十年(1840)是清朝的繁荣期，历时117年。其中，乾隆中叶，国家高度统一、政令畅通，人民生活水平达到清朝的巅峰。18世纪末白莲教起义(1796~1804)标志着清朝进入衰落期，两次鸦片战争(1840~1842年和1856~1860年)后，清朝逐步沦为半封建半殖民地国家。1911年，辛亥革命爆发，清朝正式退出中国历史舞台。

清朝是中国君主制历史上多民族空前统一的朝代。清政府历经百余年，先后消灭了南明抗清力量，平定了三藩叛乱，收复了台湾，翦灭了准格尔和南疆回部分裂势力，消弭了两千多年来游牧民族和农耕民族之间的冲突；同时，在各少数民族集聚地和边境地区置官立府，实施一系列促进民族融合的政策和措施，发展少数民族和边疆地区的经济文化，极大地增强了各民族的凝聚力。

清朝疆域广袤，并与周边国家进行了清晰的边界勘定，在事实和法理上奠定了当代中国国家版图的基础。乾隆中叶至道光初，清朝疆域达到极致(图12.1)，西北至巴尔喀什湖和葱岭，北至漠北和外兴安岭，东北至鄂霍次克海和库页岛，东至大海并包括台湾及其附属岛屿，南达南海诸岛，西南到广西、云南、西藏，包括达拉克。1840年后，由于西方列强的入侵，清政府被迫签订了一系列丧权辱国的割地赔偿条约，疆土日蹙。例如，英国分别通过1842年江宁条约和1860年北京条约强占了香港和九龙；俄国分别通过1858的瑷珲条约和1860年的北京条约攫取了黑龙江以北、外兴安岭以南以及乌苏里江以东的中国土地；葡萄牙人于1887年强租澳门，日本则通过1895年的马关条约夺取了台湾和澎湖列岛。

---

* 本章执笔人：葛全胜、郝志新、傅辉、郑景云、刘浩龙。程邦波协助修改部分章节，伍国凤协助查阅部分资料

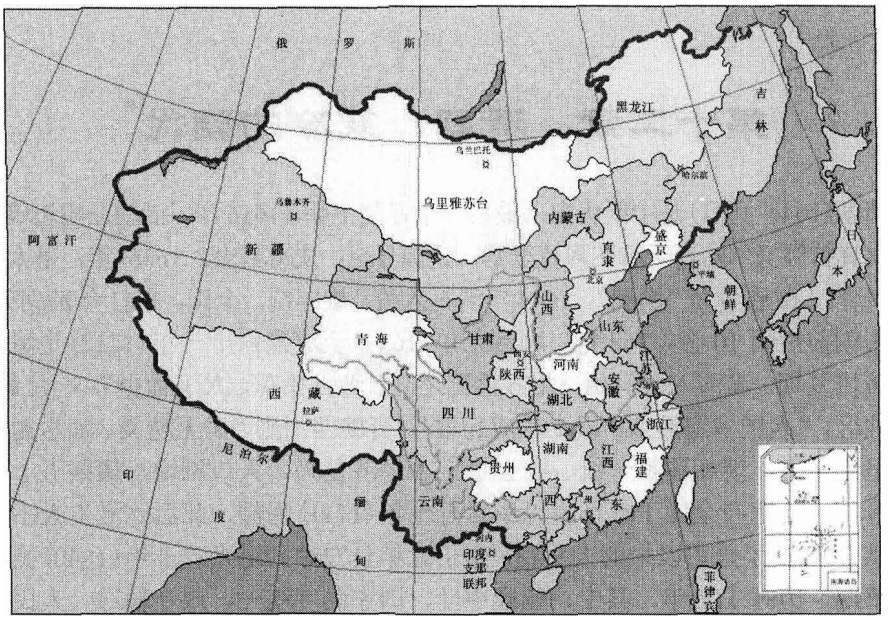


图 12.1 清嘉庆二十五年(1820)全图(谭其骧，1987)

清朝耕地和人口曾数创历史纪录。顺治十八年(1661)，全国耕地面积为 526 万顷，康熙六十一年(1722)即突破了明朝耕地最多纪录，达到了 851 万顷，雍正三年(1725)则高达 890 万顷(陈振汉等，1989)。乾隆中叶以后内地平原地区，“水陆可耕之地俱经垦辟无余”[①]，《清实录》中所载纳税土地数据不再增长。康熙三十九年(1700)全国人口 1.5 亿，乾隆五十五年(1790)为 3 亿，道光十四年(1834)为 4 亿，咸丰元年(1851)则达到 4.32 亿(严中平等，1955)。人口激增导致的“人地矛盾”贯穿清朝。康熙(1701)曾云：“民生所以未尽殷阜者，良田承平既久，户口日蕃，地不加增，产不加溢，食用不给，理有必然。”[②]雍正也曾喟叹(1724)：“我国家休养生息数十年来，户口日繁，而土地止有此数”，“土地所出仅可赡给，偶遇荒歉，民食维艰，将来户口日滋，何以为生？”[③]乾隆说：“各省生齿日繁，地不加广，穷民资生无策。”[④]嘉庆也为“户口日增，生计拮据”[⑤]而深感棘手。乾隆初年，郭起元在《上大中丞周夫子书》中提到：“今日户口日苦而地不加增，民以日贫者，人与土赢之势也。一人之食，十人食之则必饥，一人之衣，十人衣之

① 《清高宗圣训》卷 80《爱民》
② 《清圣祖实录》卷 244，康熙四十九年，甲子
③ 《雍正朝圣训》卷 25
④ 《乾隆朝圣训》卷 201
⑤ 《清仁宗实录》卷 256，嘉庆十七年，甲辰

则必寒矣。”洪亮吉(1746~1809)在所写《意言·治平篇》中阐述了人口危机理论(早于英国马尔萨斯的《人口论》)。由于无“可耕之地”，乾嘉时人们自发地迁徙至内陆的川陕楚、闽浙赣、湘鄂、湘赣交界的山区和湘南、皖南山区，以及边疆的云贵、台湾、海南等地区，同时，移民海外陡增，并于1840~1912年达到高潮(曹树基，1997)。乾嘉后，东北、西北地区禁垦政策逐渐松弛，闯关东、走西口成为当时区域人口迁徙的亮丽风景。16世纪传入中国的玉米、番薯等美洲作物也在18世纪后期得以广泛推广。

清朝农业精耕细作和复种套种技术十分发达，农学理论较宋明更为精进，涌现了一大批有重要影响的农书，如《补农书》、《授时通考》、《甘薯录》等。据统计，从先秦至1928年存世的289种农书中，清朝编纂了200种，占全数的69.2%(游修龄，1990)。清朝诞生了梅文鼎(1633~1721)等一批学贯中西的天文、数学大师，编纂了《几何原本》、《算法纂要总纲》、《律历渊原》[①]、《历象考成后编》等。特别需要指出的是，康熙是中国历史上最早在全国大范围部署降水、降雪观测系统，以关注气候变化对农业的影响的帝王。据《清圣祖实录》载：“康熙二十五年(1686)三月初三日，康熙皇帝降谕大学士等曰：‘各省晴雨，不必缮写黄册，特本具奏，可乘奏事之便，写细字折子，附于疏内以闻。’”即要求地方官员据实奏报地方每次降水、降雪情况，即《雨雪分寸》，推行粮价与禾麦收成分数呈报制度。康熙此举，为后人留下标准统一、可定量重建清朝全国273个府(州)降水的系统观测资料。

清朝文献整编官私共举，空前繁荣，编纂了《古今图书集成》、《四库全书》以及“续三通”、“清三通”、“会典”等大部头文献。其中，《晴雨录》、《雨雪分寸》、《赋役全书》，以及浩瀚的地方志、私人笔记等，富含大量气候变化信息，是我们今天重建清朝气候变化的主要依据。清朝医学整理与研究达历代封建王朝的极致。乾隆七年(1742)颁定的官修《医宗金鉴》、中医名家叶天士(1666~1745)编著的《温热论》、王清任(1768~1831)所著的《医林改错》至今仍是中医学界有重大应用价值的理论著作。

清朝中西文化交流渐趋热络。来华的传教士一方面将西方有关天文、地理、历法、数学、水利、医药、火器等方面的知识传入中国，另一方面，通过书信和译作，向本国介绍中国的地理、历史、学术、典章制度和风俗习惯等。洋务运动后，“中学西传”与“西学东渐”更是互动频繁。清朝还诞生了一批思想家。清前期有王夫之(1619~1692)、黄宗羲(1610~1695)、顾炎武(1613~1682)，中后期有

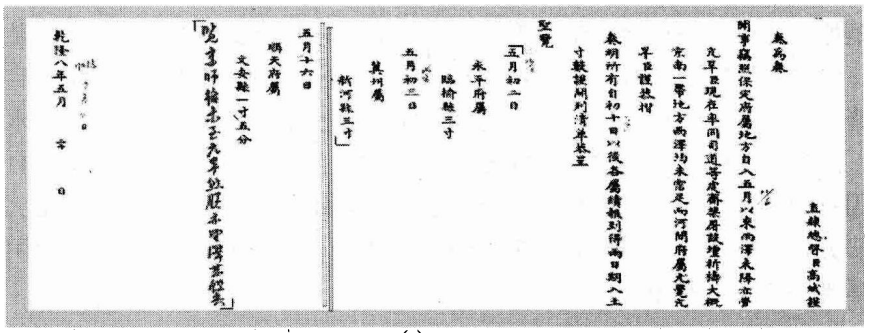
①《律历渊原》100余卷由康熙主持编纂，分由《数理精蕴》53卷、《历象考成》42卷、《律吕正义》5卷构成。其中，《数理精蕴》一书通过图表对西方数学知识做了系统介绍，并介绍了西方数学与中国古代数学比较研究的成果，是一部“通贯中西之异同，而辩订古今之长短”的著作，被称为“实为从古未有之书，虽专门名家，未能窥高深于万一也”(《钦定四库全书总目》卷170《子部·天文算法类》)

魏源(1794~1857)、严复(1854~1921)。清朝小说盛行，产生了一大批不朽的名著，如《红楼梦》、《聊斋志异》、《儒林外史》等。国粹京剧诞生于清朝中期，秦腔、汉调、山西梆子、豫剧等地方戏曲也取得了长足的发展。清朝建构的许多宫殿、寺观、桥梁和园林，如北京的圆明园、颐和园、雍和宫，承德的避暑山庄和外八庙，拉萨的布达拉宫等，已成为世界建筑史上的奇观，人类文明的共同遗产。

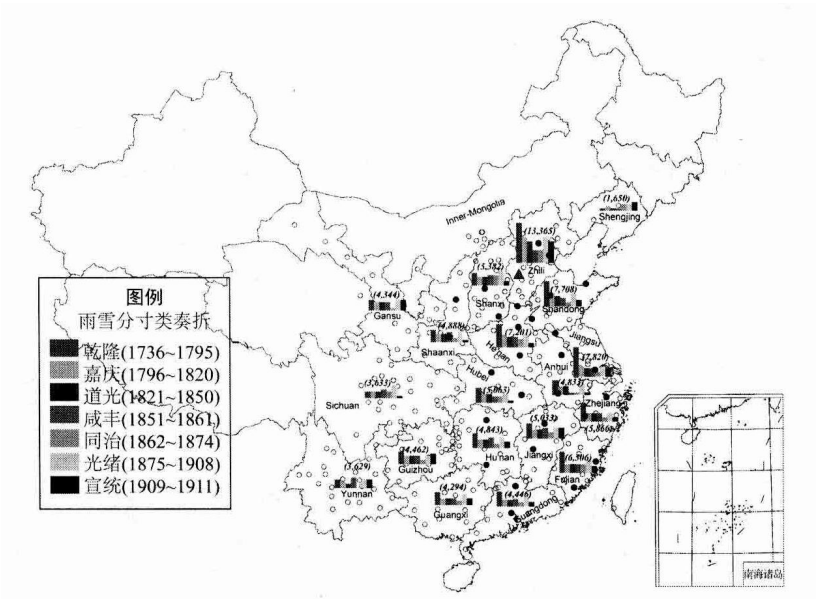
尽管在诸多领域取得了令人瞩目的成就，但清朝发展轨迹仍未能逾越中国封建社会的藩篱。17 世纪中叶至 20 世纪初，正是西方资本主义社会蓬勃发展时期，而清王朝仍沿袭和发展高度中央集权制，坚持自然经济形态，特别是乾隆中叶以后，闭关自守，排斥一切先进的技术和理念，在“天朝大国、地大物博”梦呓里潜心玩弄“乾嘉朴学”，以至科学不举，民智不开，与世界潮流渐行渐远。

第一节　温度和降水基本特征

与前代相比，清朝气候变化证据显著增加。存世可查的文献中，如，清朝皇室、内务部和军机处档案总量约有 1000 多万件(卷册)，各种地方志 5600 种，各类私人笔记小说 400 余部，富含大量气候变化信息；另有许多树轮、冰芯、石笋、珊瑚、沉积物等高分辨率自然证据。特别是，清朝留下了两套世界上存世最早的、标准统一的系统天气观测资料。一是《雨雪分寸》，始于康熙三十二年(1693)，止于宣统三年(1911)(其中乾隆元年(1736)以后的记载基本是连续的)，记载了清朝内地 18 个行省及盛京将军辖区(今辽宁)的 273 个府(州、厅)逐次降雨、降雪状况(图 12.2(a))；另一是《晴雨录》，始于康熙二十四年(1685)十月，记载了全国各州县逐日阴、晴、雨(微雨、雨、大雨)、雪(微雪、雪、大雪)和风向(按八个方位)的状况。《雨雪分寸》由两个部分内容构成，分别是各地官员对每次降水的定量记录，即每次降雨之后的雨水渗入土壤深度记录和降雪之后的积雪厚度记录以及对某次降水过程、某些时段(如汛期或某些农事活动关键期)或全年降水总体状况的评估性描述。因定量记录的单位以分寸表示，故通常称之为《雨雪分寸》。由各地方官员按照统一的标准负责观测和记录，以奏折形式向皇帝呈报。据不完全统计，《雨雪分寸》奏折及其录副(笔录的奏折副本)达 25 万件以上，扣除其中重复部分(包括不同官员奏报同一次降水事件和录副)，实存雨雪分寸奏折约 12 万件，平均每年每省达 36 件。从已整理的结果看，全国有 120 个府(州、厅)记录十分完整(图 12.2(b))。《晴雨录》由各州县组织专人观测记载，按月(部分州县为 2 个月)报送朝廷。可惜由于战争等等原因，《晴雨录》记载大多佚失，现存较完整的仅有北京、南京、苏州和杭州 4 地，起讫年份分别为 1724~1904、1723~1798、1736~1806 和 1723~1773 年。



(a)



(b)

图 12.2　清朝《雨雪分寸》奏折举例及站点分布(后附彩图)

(a)清朝《雨雪分寸》奏折举例；(b)清朝雨雪分寸记录的站点空间分布

另据竺可桢(1936)考证，乾隆八年(1743)法国传教士哥比(Pater Gaubil)曾在北京进行现代意义上的温度测量，遗憾的是其记载基本佚失。哥比以后，耶稣教会传教士阿弥倭(Jesuit Father Amiot)于乾隆二十年(1755)至二十五年(1760)曾在北京进行温度、气压、云量、雨量、风向等的观测和记载，并将结果发布在巴黎的《数理杂志》中，经过订正，阿弥倭观测的北京年均温度是 11.4℃。其中，冬季温度(12 月至次年 2 月)为–4.1℃，最冷的 1 月为–5.0℃。道光十年(1830)俄国人富士(G. Von Fuss)在北京测温半年，道光二十一年(1841)1 月俄国教会开始在北京进行连续、系统地观测，直到咸丰五年(1855)年底，前后 15 年。咸丰九年(1859)1 月至同治二年(1863)俄国人再次在京观测。同治六年(1867)至光绪九年(1883)，俄国著名科学

家傅烈旭氏受俄国彼得堡科学院委派，担任北京地磁气象台台长，系统观测北京的温度、雨量、气压、风力、蒸发量等气象要素。据傅烈旭氏记录，光绪元年(1875)至光绪五年(1879)北京的年均温度是 11.8℃，冬季温度是-3.7℃，全年降水 632.3 毫米，总体与今相当(北京 1951~2003 平均降水量为 603 mm，年均温度为 11.6℃)。

因资料丰富、可靠，清朝气候变化重建结果具有较高可信度(Ge et al., 2010)，某些研究，如中央气象局(现中国气象局)依据明清地方志记载编制的《中国近五百年旱涝图集》具有重要的国际影响。

一、温度变化

(一)总体特点

清朝处于小冰期气候期(1500~1850)，可分为清前期的短暂气候寒冷期、清中前期的气候相对温暖期和清中后期的漫长气候寒冷期三个阶段(图 12.3)。

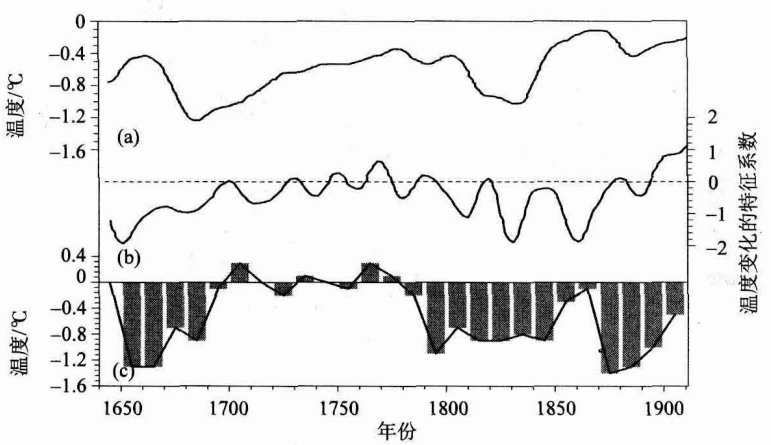


图 12.3 清朝温度变化

(a) 过去 300 年中国温度变化模拟(ECHO-G 模式)结果，时间分辨率为 30 年(陈星等，2005)；(b)过去 2000 年中国温度变化指数序列的清朝部分，时间分辨率为 10 年(Yang et al., 2002)；(c)过去 2000 年中国东中部地区温度变化的清朝部分，时间分辨率为 30 年(Ge et al., 2003)

1640s~1690s 气候寒冷，中国东中部地区每十年约出现 4.3 个寒冬年(张丕远，龚高法，1979)。其中，最冷十年(1650~1660)东中部地区冬季温度较 1951~1980 年低 1.3℃(Ge et al., 2003)。据史料记载，1620~1710 年是过去 300 年黑龙江省生长期最短的时段，初霜期和终霜期分别较今提早和推迟 20~30 天，河湖封冻日期也较今至少提前 2 周；内蒙古自治区 1650~1699 年，寒冷年份占 87%；青藏高原 1650s 明显寒冷(Ge et al., 2010)。因此，竺可桢曾将 17 世纪末期确定为小冰期最盛期(竺可桢，1973)。

清中前期的气候相对温暖期指的是 1700s~1770s。其间最冷的年代出现在1720s，中国东中部地区冬季温度较 1951~1980 年平均偏低 0.2℃；最暖年代出现在 1700s 和 1760s，东中部地区冬季温度较 1951~1980 年平均暖 0.3℃(Ge et al., 2003)。由于气候转暖，该时段的寒冬年份仅为前一寒冷期的一半左右，每十年约出现 2.2 个，湖泊结冰年数也是整个清朝最少的时段(竺可桢，1973)；据杭州、苏州和南京三地《雨雪分寸》中的终雪期日期推算，18 世纪 20 年代至 70 年代长江下游的春季来临较今早 7~13 天。

1780s 以后直至清末，中国气候较为寒冷，特别是 1870s，中国东中部地区冬季温度较 1951~1980 年平均低 1.4℃，为清朝最冷的十年。此后中国温度呈现快速上升趋势，至 1910s，东中部地区冬季温度已与 1951~1980 年观测温度的平均值相近。1870s~1910s 的 40 年，中国东中部地区冬季温度上升速率为 0.3℃/10 年(Ge et al., 2003)。因此，1870s 也是清朝气候由冷向暖的另一个重要转折时期。该冷期与 1640s~1690s 冷期均发生在 Maunder 和 Dalton 太阳活动极小期内。

清朝温度变化在空间上存在两个特征。一是全国各区域温度变化趋势基本一致，二是西部、华南地区与东中部地区温度变化位相相反。

模拟结果与重建结果基本相近。图 12.3(a)是古气候模式 ECHO-G 以有效太阳辐射、CO_2 浓度和 CH_4 浓度场为外强迫，从 1000 年开始积分至 1990 年，模拟出的清朝温度变化。结果显示，第一冷期(1670~1710)和第二冷期(1810~1840)，重建值与模拟值均达到温度的低谷，且无明显的位相差异(陈星等，2005)。

(二)区域特征

为便于说明区域特征，本章区域划分参照图 12.4 的区划结果。

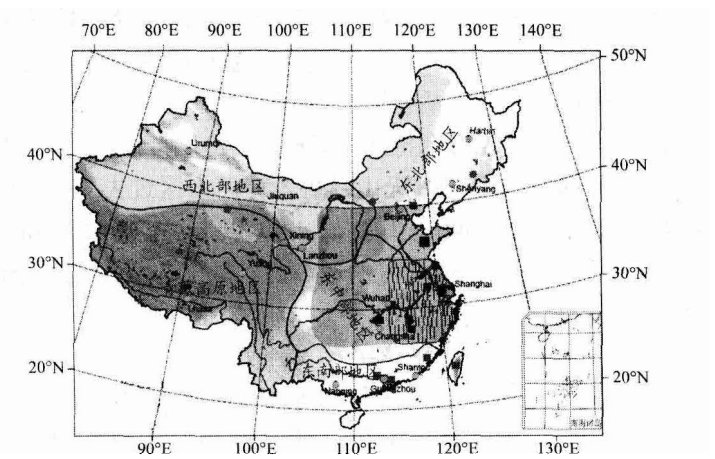


图 12.4 5 个温度变化区域的分布(Ge et al., 2010)(后附彩图)

1. 西北区

祁连山在地理位置上处于青藏高原区与西北干旱区的交界处，从现代气候统计特征看，祁连山中部树轮采样点附近的气象站张掖与西北区域的年温度变化更为相近，二者的方差解释量可高达 81%，因此，利用祁连山树轮记录重建的温度序列可指示西北干旱区的温度变化特征(图 12.5)。从图 12.5 可以看出，清朝西北干旱区气候总体上寒冷，较冷的时段持续了 220 多年。在百年尺度上，该区域温度变化可分为三个阶段，分别是 1640s~1750s 的气候寒冷期(最冷时段发生在 1680s~1720s)、1760s~1850s 的气候稳定期和 1860s~1910s 持续升温阶段。

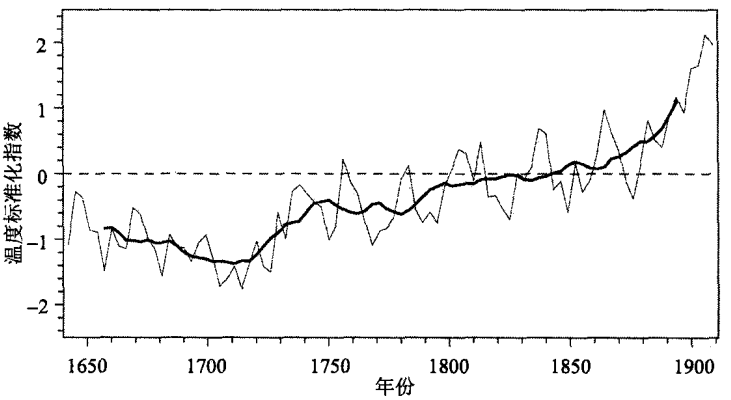


图 12.5 祁连山中部地区分辨率为 3 年的温度变化(Liu et al., 2007)

新疆树轮证据也显示了与以上相似的气候冷暖变化特征。在年代际尺度上，新疆西北部精河流域 1644~1683 年及 1798~1850 年气候寒冷，1851~1883 年明显偏暖(喻树龙等，2007)；新疆阿勒泰西部 5~9 月的月平均温度在 1684~1744 年和 1863~1895 年分别偏低和偏高(张同文等，2008)；新疆伊犁地区 1763~1846 年较冷，1847~1858 和 1881~1902 年偏暖(王承义，胡杨斌，1996)。尽管这些地区冷暖阶段的开始或结束年份稍有差异，但都呈现出暖期持续时间较短、冷期持续时间偏长的特点。

在年际尺度上，1808 年是新疆天山乌鲁木齐河山区过去 450 年极端寒冷年份，冬季平均最低气温较 1961~1990 年均值低 4.0℃以上；而 1644 年和 1840 年则是该地区极端温暖年份，冬季平均最低气温较今高约 4.0℃(袁玉江，李江风，1999)。

2. 东北区

对源于历史文献、石笋、湖泊沉积物等温度变化重建结果的集成评估表明，东北地区 1640s~1750s 和 1820s~1980s 的温度变化重建结果可信度较高，但 1760s~1810s 的重建结果仍存在较大不确定性。从世纪尺度看，东北地区 17 世纪

气候偏冷；18 世纪温暖，温度变幅小，最高点与最低点相差仅 0.4℃；经过 1800s~1860s 冷期后，19 世纪中后期开始持续转暖。自 17 世纪中叶以来，东北地区 19 世纪温度变幅最大、温度变化速率最快的时期，最高点(1900s)与最低点(1810s)温度相差 1.5℃，升温速率为 0.17℃/10 年(图 12.6)。

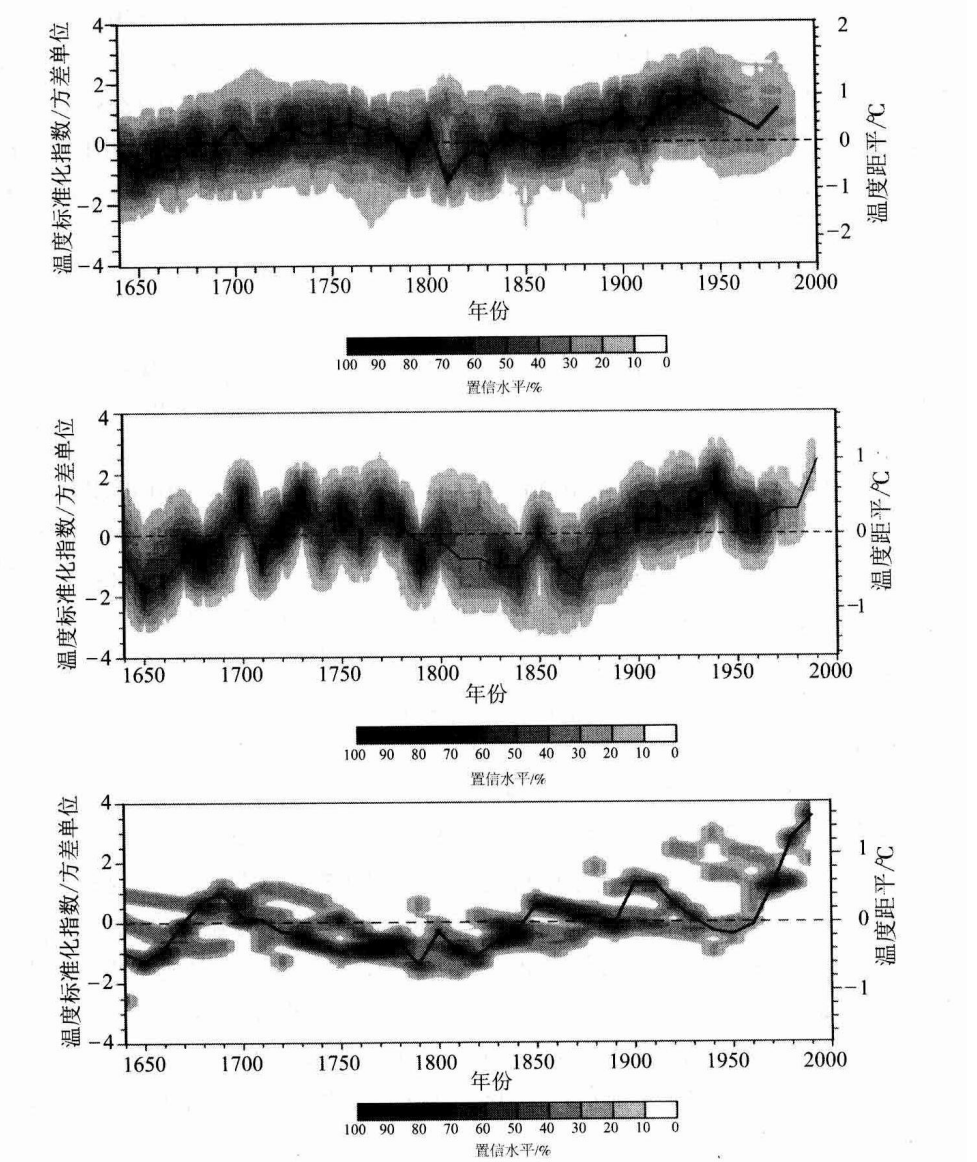


图 12.6 过去 400 年东北(上)、东中部(中)和青藏高原(下)地区温度重建结果综合评估(Ge et al., 2010)(后附彩图)

东北长白山地区 1750 年 2~4 月平均气温重建结果表明(Zhu et al., 2009)，过去 250 年长白山地区春季气温年际最大变幅达 6℃，且存在较为显著的 5.5 年、准 3~4 年的年际周期。其中 1750~1783 年和 1855~1877 年相对温暖，1784~1815 年、1827~1851 年和 1878~1889 年相对寒冷。该地区在年代际尺度上的降温速率较升温速率快，其中降温速率较快的几个阶段分别是：1769~1798 年，温度变化速率为-0.07℃/年；1819~1838 年，温度变化速率为-0.16℃/年；1864~1882 年，温度变化速率为~0.11℃/年。升温速率较快的时期仅存在于 1839~1863 年，温度变化速率为 0.12℃/年。此外，明显的气候突变点分别出现在 1781 年、1878 年及 1857 年前后，前两个为气候由暖向冷转折点，后一个为气候由冷向暖的转折点。

3. 东中部地区

除陕西秦岭地区利用树轮证据外，东中部地区清朝温度变化重建工作主要依据历史文献证据。这些文献证据空间分布较均匀，且覆盖了东中部绝大多数地区。对东中部地区高分辨率温度变化重建结果综合评估表明，该区域温度变化重建结果在 1670s~1780s 和 1900s~1960s 可靠性较高，而在 19 世纪早期仍存在较大不确定性。从世纪尺度看，17 世纪至 18 世纪早期气候偏冷，温度变幅较大，最高点(1700s)与最低点(1650s)温差达 1.0℃，且 1650s~1700s 温度上升速率较快，为 0.2℃/10 年；18 世纪中后期(1720s~1770s)气候转暖，温度变幅较小，最高点与最低点仅相差 0.4℃；19 世纪初期开始，气候进入另一寒冷期，直至清末才进入现代暖期；其中，1870s~1910s 温度上升了 1.0℃，温度变化速率为 0.25℃/10 年(图 12.6)。

一些单点的重建序列可为该区域温度变化提供年际~年代际尺度的信息。北京 1724 年以来夏季 5~7 月平均气温重建结果显示，过去 300 年北京夏季气温的年际最大变幅达 4.0℃以上，且存在较为显著的准 2.5 年、3.2 年、7.4 年和 18.9~21.3 年的年际与年代际周期变化。其中 18 世纪 20~80 年代相对温暖，除偶有个别极端寒冷年份发生外，这一时段的气温变幅相对较小，之后气温变幅增大；18 世纪 90 年代起，气候进入一个以寒冷为主的阶段，直至 20 世纪第一个十年才结束，其间有 4 个较为显著的年代际冷谷，分别出现在：1800 年前后、1845 年前后、1890 年前后和 1910 年前后，而 1835 年和 1870 年前后则相对温暖(Wang et al., 1992)。

过去 300 年陕西西安与汉中冬季气温年际变幅达 4.0℃左右。其中，18 世纪气候相对温暖、年际温度变幅小，18 世纪末期气候转冷、温度年际变幅明显增大，1870 年前后曾有短暂回暖，但 1875 年以后温度又快速下降，20 世纪初

气候再次回暖(郑景云等，2003)。过去300年秦岭山地的春季3~4年平均温度变化与西安、汉中冬季温度长期变化趋势具有一定的相似性(刘洪滨，邵雪梅，2000)，即18世纪与20世纪温暖、19世纪寒冷，且存在50~60年、7~8年以及2~3年的准周期波动。其中，1715~1740年、1773~1804年和1894~1958年三个时段初春相对温暖，持续时间分别是26年、32年和65年；1741~1772年、1805~1893年、1959~1992年三个时段初春温度相对较低，分别持续32年、88年和34年。

安徽合肥1736年来冬季温度重建结果表明，过去300年长江下游地区年际温度最大变幅达4.0℃以上，其中，18世纪80年代之前的温暖程度与20世纪50年代以后基本相似，气候相对温暖，且变幅仅1.0℃左右；18世纪80年代后，气温快速下降约2.0℃，而后在一个较寒冷的水平上波动，至1830年前后降至最低点；此后，气温在波动中小幅回升，至1870年前后，又再次快速下降；1870~1910年是过去300年中最为寒冷的时段，这一时段合肥冬季平均温度较18世纪80年代之前和20世纪50年代以后的平均温度低2.0℃以上；1910年前后，合肥冬季温度快速回升，并在一个相对温暖的水平上小幅波动直至20世纪后期(周清波等，1994)。

杭州、苏州及南京三地的冬季降雪证据显示，尽管18世纪是小冰期中的一个温暖世纪，但长江下游一带的冬季平均温度仍较现代(1951~1980)低1.0~1.5℃。在年际尺度上，该地区也有明显的冷暖阶段性波动，如南京站，1729~1735年、1742~1749年及1768~1785年气候偏暖，而1722~1728年、1736~1741年和1750~1767年气候偏冷，这些冷阶段与现代温度差异最高可达2.4℃(龚高法等，1983)。

4. 青藏高原区

该区域温度重建证据主要源于冰芯、树轮及湖泊沉积等代用资料。由于这些代用资料分布在不同的海拔上，且其指示温度的生物学特性与温度变化的关系尚不明确，重建结果的不确定性较大。综合评估表明，除个别年代(如1770s和1840s)外，其余时段的重建结果仅达到中等可信度。在百年尺度上，除1670s~1710s外，1850s前气候总体较冷；1850s以后直至清末气候相对温暖(图12.6)。其中1650s~1690s和1820s~1850s温度上升速率分别为0.25℃/10年和0.27℃/10年；1690s~1750s温度下降的速率为-0.01℃/10年。

利用树轮重建的年分辨率温度序列显示，川西高原1650年前后气候较暖，1672~1711年寒冷，1712~1734年气候迅速转暖，1735~1802年温度在平均值附近上下振荡，1803~1833年气候明显回暖，1834~1882年温度又出现一定程度的下降，

1883~1903 年与 1904~1923 年则分别是较为明显但持续时间较短的暖冬与冷冬期。其中，1650 年以来年际温度变幅达 3.5℃，存在准 2.5 年的周期；年代际变幅则为 1.5℃，变化周期为 50~70 年(邵雪梅，范金梅，1999)。

青藏高原东北部西顷山(100°45′E，34°46′N 附近)与阿尼玛卿山(99°45′E，34°45′N 附近)夏半年(4~9 月)最高与冬半年(10~次年 4 月)最低温度重建结果表明，该地区夏半年最高与冬半年最低温度不但年际变化显著，且其年代际变化呈降温和缓、升温快速的非对称性特征，最高温度的变化位相落后最低温度的变化位相约 25 年左右。在 20 世纪 40 年代开始的剧烈升温期之前，冬半年最低温度经历了一个缓慢降温的时期，1800~1940 年为一个波动降温过程，平均降温幅度为 0.4℃左右。夏半年最高温度在同一时间(1824~1980)也经历了一个较为显著的降温过程，平均降温幅度为 0.5℃左右。在 19 世纪初的降温期之前，最高温度和最低温度均经历了 30 年左右的快速升温期，其中最低温度的升温时段在 1770~1800 年，最高温度的升温时段为 1800~1825 年，升温幅度均为 0.4℃左右(秦宁生等，2008)。

二、降水变化

(一)总体特征

总体而言，过去 2000 年来，清朝是一个湿润的朝代。中国东中部地区(如华北、江淮和江南各地)清朝雨泽无缺，其中，1735~1770 年、1820~1850 年和 1895~1910 年降水十分充沛；相对偏干的时段持续时间很短，仅有 1685~1695 年、1715~1725 年、1805~1815 年和 1870~1880 年。虽然总体偏湿，但从 20~30 年的年代际尺度看，华北、江淮和江南 3 个区域的降水阶段性变化趋势并不完全一致，如 1820~1850 年，华北和江淮的气候偏湿，但江南地区却处于从偏干向偏湿的过渡阶段，1865~1880 年华北和江淮流域偏干，而江南地区则偏湿(Zheng et al., 2006)。根据《中国近五百年旱涝分布图集》资料(中央气象局科学研究院，1981)，作者从中选取中国东中部地区 68 个站点过去 300 年旱涝等级序列进行分析，发现清朝东中部地区降水变化相对稳定，除华北地区极端干湿事件出现频次较正常年份稍偏多以外，其他地区干湿变率均较小(图 12.7(a))。从空间分布上看，清朝太行山以西、大巴山以北的区域和长江中下游地区气候较为湿润，华北和长江上游地区气候较正常偏湿，仅有南岭以南的区域气候较正常偏干(图 12.7(b))。

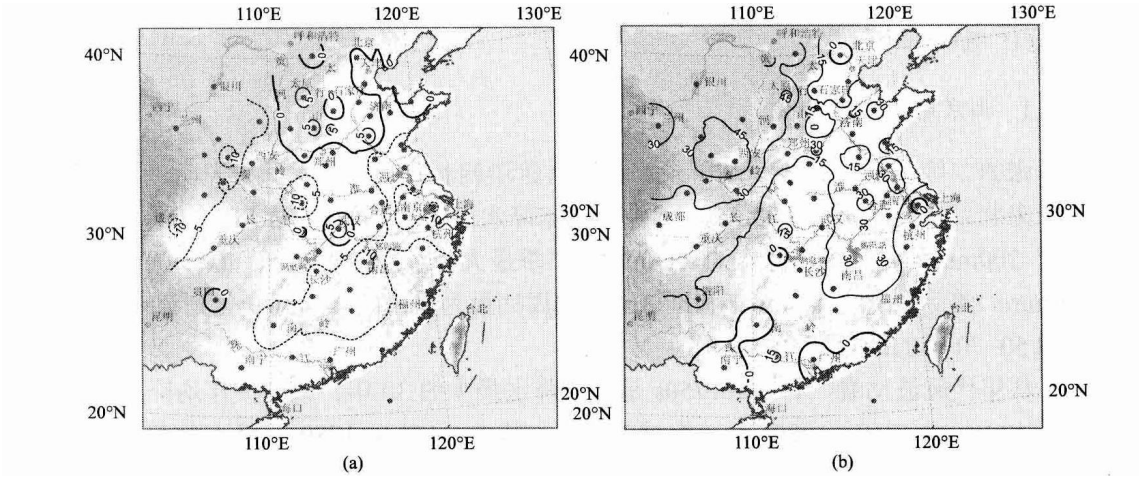


图 12.7 清朝中国东中部地区干湿变化(Zheng et al., 2006)

(a)干湿变率。虚线表示变率小，实线表示变率大。(b)干湿空间分布。等值线大于 0，表示气候偏湿；等值线小于 0，表示气候偏干

基于对青藏高原以北、河套及其以西地区 17 个代用资料序列(图 12.8，其中 11 个为树木年轮，4 个为历史文献，2 个为冰芯积累量)的分析表明，西部地区在清朝曾经历了 4 个干旱阶段：1640s~1670s 为严重干旱期，1720s~1730s 相对干旱，1820s~1840s 偏干和 1860s 极端干旱，1920s 偏干。在世纪尺度，17 世纪上半叶干旱明显；18 世纪及 19 世纪西部地区的东半部降水较多，西半部降水少；20 世纪则呈相反的趋势，西半部降水增加，而东半部降水减少(王绍武等，2002)。

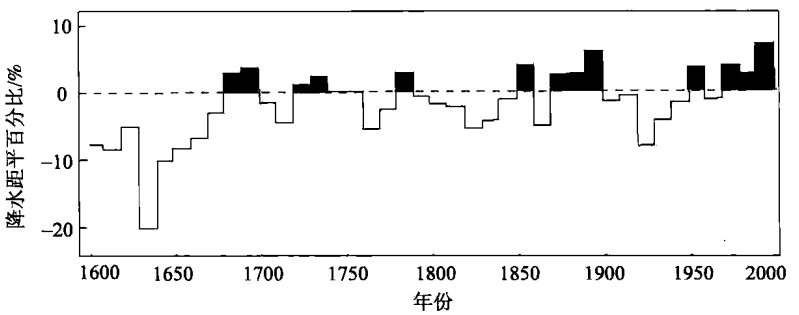


图 12.8 1600s~1990s 西部地区平均降水距平百分比(王绍武等，2002)

(二)区域特征

1. 北京地区降水变化

张德二等(2002)利用《晴雨录》记录重建清朝北京地区降水结果表明，1724年以来北京年均降水约600mm，其中，单年降水最大达1400 mm以上，最少则低于200mm，夏季平均降水约460mm，单季最大降水约1200mm，最少则低于100mm；年际变化以准2.5年和准3.5年的周期最为显著，年代际变化则存在20年和50~70年的准周期(图12.9)

从年代际波动看，1730s~1750s是北京降水最少的30年，该时段年均降水量不足400mm；1760s~1800s为一相对多雨期，其中，1760s~1780s，降水量在年际波动中逐步增加；而1790s~1800s，降水量又在波动中逐渐减少。1810s~1860s，降水量基本围绕多年平均值上下波动。1870s~1890s，是北京过去300年中降水最多的时段，年均降水量达750mm左右。1890s后期始，降水快速减少，1900s年均降水量已减少至500mm。

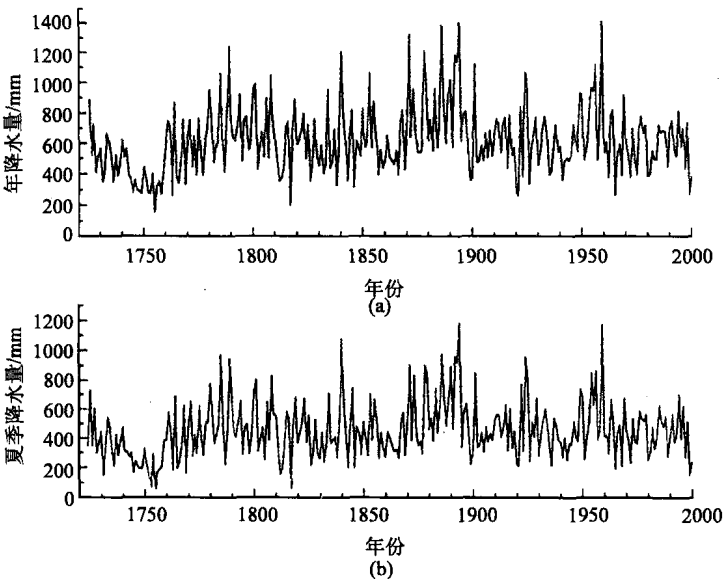


图12.9 1724~2000年北京降水量变化(张德二等，2002)

(a)逐年降水；(b)夏季(6~8月)降水

2. 黄河中下游地区降水变化

郑景云等(2005)利用《雨雪分寸》资料重建了1736~2000年黄河中下游4个

区共 17 个站点(图 12.10)的降水变化(图 12.11)。结果显示，在黄河中下游 4 个子区中，有 3 个以上子区均多雨的年代为 1741~1750 年、1761~1780 年、1791~1830 年、1851~1860 年、1881~1890 年及 1951~1970 年等 6 个，其中 1791~1800 年、1821~1830 年及 1881~1890 年 3 个年代显著多雨；有 3 个以上子区为少雨的年代为 1781~1790 年、1831~1840 年、1861~1870 年、1891~1950 年及 1981~2000 年等 5 个，其中 1911~1950 年及 1981~2000 年两个时段明显少雨。这表明在 4 个子区中，至少有 3 个子区在多数时段内，降水变化具有同时变干或同时变湿的特征。山东区的降水变化在几乎长达 100 年的时间里(1751~1830 年和 1861~1880 年)与其他 3 个子区的变化呈反相，但降水量主成分分析结果表明，4 个子区的变化趋势仍具有一致性，方差贡献率达 54.3%。

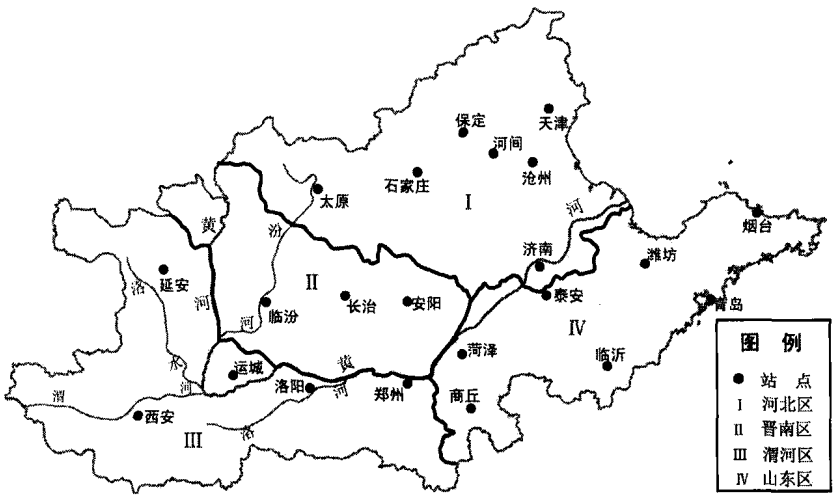


图 12.10 黄河中下游地区 4 个子区的分布(Zheng et al., 2005)

河北区包括石家庄、河间(沧州)、太原和济南 4 站，晋南区包括安阳、临汾和长治 3 站，渭河区包括洛阳、郑州、运城、西安和延安 5 站，山东区包括商丘、菏泽、潍坊、泰安和临沂 5 站

周期分析表明，黄河中下游地区的降水存在 2.5~2.7 年、3.9~4.3 年、准 22 年及 70~80 年的年-年代际变化周期，它们与周期性太阳活动、厄尔尼诺与南方涛动(ENSO)及太平洋年代际振荡(PDO)有关。在年际尺度上，厄尔尼诺事件发生的当年或第二年，降水比常年少；在十年际尺度上，准 22 年周期变化则与 PDO 的关系密切，特别是在近 100 多年，该地区降水与 PDO 之间的相关关系逐渐增强，于 1940s 以后达到最大；在 70~80 年尺度上，该地区降水与 wolf 太阳黑子相对数变化的准世纪周期基本对应，当太阳活动偏强时，降水偏少，反之亦然，1830 年以后太阳活动准世纪周期演变为 80~100 年，因而该地区降水与其对应关系也有所减弱。

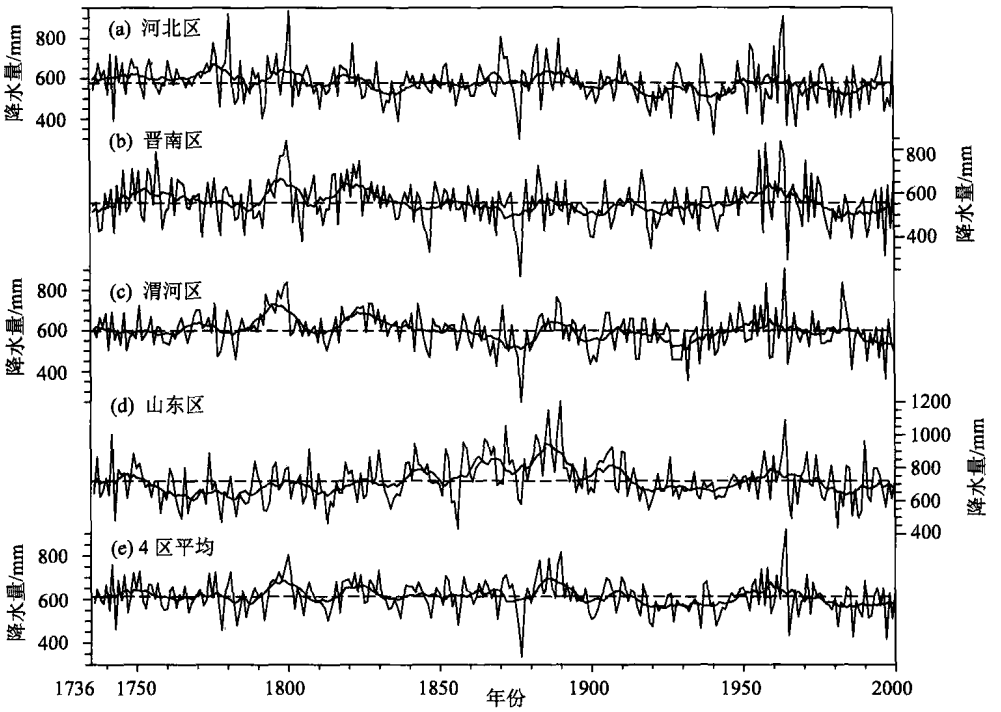


图 12.11 1736~2000 年黄河中下游地区及其 4 个子区的降水变化(Zheng et al., 2005)

(a)河北区; (b)晋南区; (c)渭河区; (d)山东区; (e)4 区平均

细线: 逐年降水变化, 粗线: 10 年滑动平均, 虚线: 序列平均值

从整个黄河中下游地区年降水量的年代际波动看，除 1791~1805 年、1816~1830 年及 1886~1895 年等 3 个时段降水明显偏多、1916~1945 年及 1981~2000 年等 2 个时段降水明显偏少外，其他时段的降水基本围绕多年平均上下波动。但在 1915 年前后，这里的降水存在一次由多变少的突变，且在突变之后，22~25 年的年代际周期信号逐渐减弱，至 20 世纪 40 年代后期，这一周期信号完全消失，代之出现了较强的 30~40 年周期信号，说明这里降水变化的周期模态并不稳定。

3. 华北北部及农牧交错带西部雨季变化

华北北部和农牧交错带西部地区均位于东亚夏季风的北缘，伴随着每年夏季风强弱的变化，雨季开始和早晚日期也具有明显的年际变化特征。利用清朝《雨雪分寸》所含有的雨日信息，这两个地区的雨季开始(结束)期及雨季长度也得以重建，华北北部和农牧交错带西部地区雨季重建序列长度分别为 1736~1820 年和

1736~1900 年(Wang et al., 2008; Ge et al., 2010)。

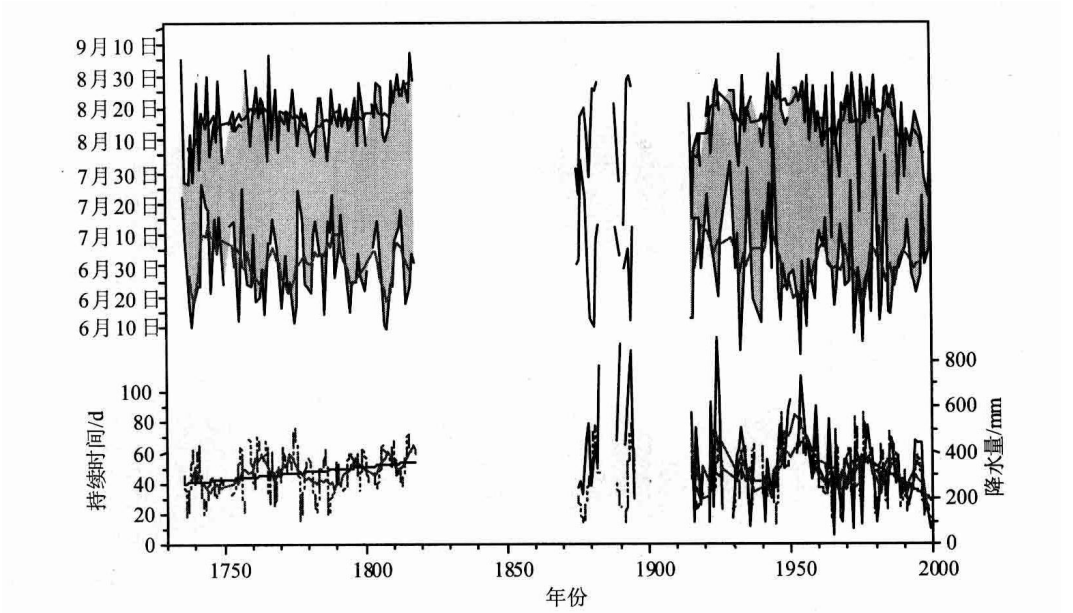


图 12.12 1736~2000 年(部分年份资料缺失)华北北部(北京、天津和保定)雨季特征量变化(Wang et al., 2008)(后附彩图)

红线：雨季开始期的 5 年滑动平均。蓝线：雨季结束期的 5 年滑动平均。

紫线：雨季的长度。绿线：降雨量

华北北部地区的雨季开始、结束期及雨季长度序列如图 12.12 所示，重建的站点包括北京、保定和天津 3 站。从重建结果看，1736~1820 年华北北部雨季开始期的平均日期为 7 月 1 日，结束期为 8 月 17 日，雨季年均长度为 47 天，与 1915~2000 年状况(雨季开始期为 7 月 1 日，结束期为 8 月 15 日，长度为 45 天)极为接近，但雨季开始、结束期均呈现推迟趋势，雨季的长度在延长，并具有 5 年和准 2 年的周期波动。在年代际尺度上，该地区雨季有 3 个明显的阶段性变化趋势，分别是 1736~1820 年逐渐增长，间隔 95 年缺失资料的年份之后，1915~1955 年仍呈逐渐增长的趋势，经过约 20 年由长变短的转折过渡期后，1975 年开始出现明显的变短趋势。

图 12.13 是 1736~2000 年农牧交错带西部地区(大同、榆林和太原)雨季开始、结束期及雨季长度变化。在年际尺度上，1740 年、1744 年、1776 年、1789 年、1800 年、1807 年、1808 年、1826 年、1875 年和 1898 年雨季偏长，而在 1752 年、1832 年、1833 年、1837 年、1857 年、1868 年、1877 年、1878 年、1891 年和 1900 年雨季偏短。在年代际尺度上，1736~1800 年雨季长度增加，1800 年以后呈明显减少趋

势，19 世纪末达到 1736 年以来最短；与现代观测时段相比，1736~1840 年的雨季较 1955~2000 年长约 15 天。雨季长度具有 16~20 年，30~40 年以及 50~60 年周期。

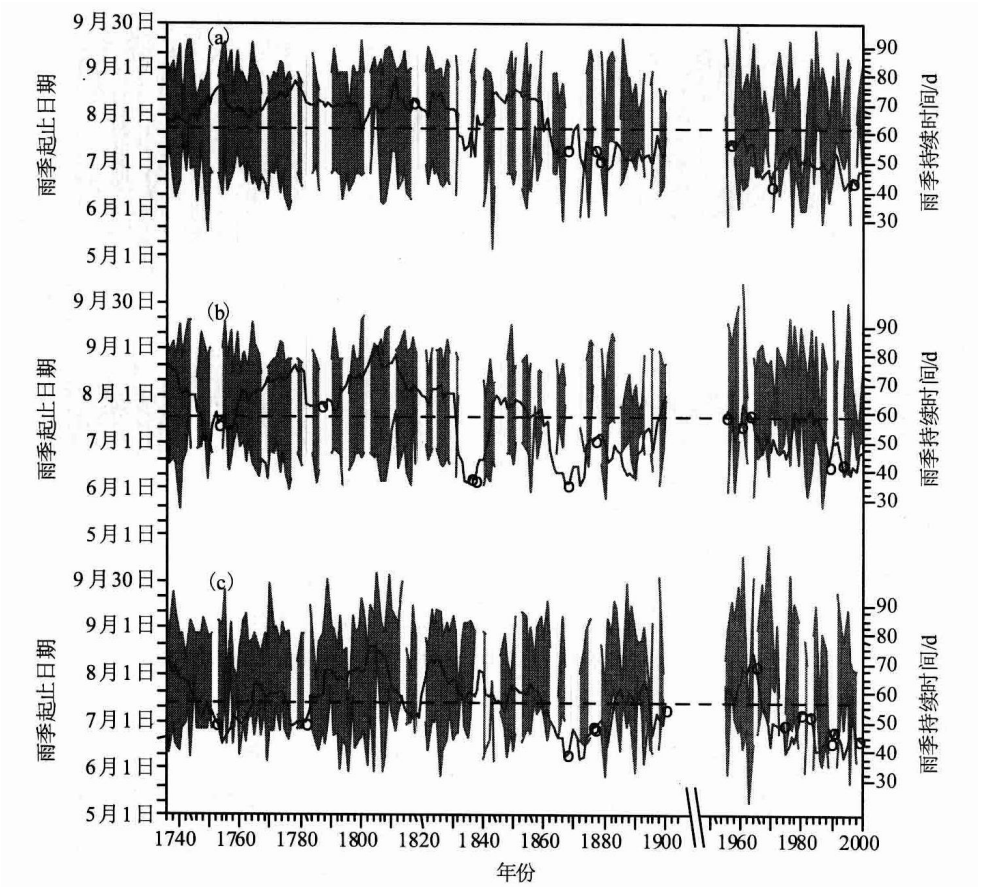


图 12.13　1736~2000 年(1901~1955 年数据缺失)农牧交错带西部(太原、大同及榆林)雨季特征量变化(Ge et al., 2010)

(a)太原；(b)大同；(c)榆林

4. 云南雨季变化

云南地处北半球低纬高原，属亚洲西南与东南两大季风系统的结合部，夏季降水既受发源于赤道以南印度洋面上的西南季风的支配，也受到东亚季风系统的影响。图 12.14 是利用《雨雪分寸》资料重建的 1711~1982 年云南雨季开始期变化(杨煜达等，2006)。图 12.14 表明，1711~1911 年云南雨季开始期的年际变率较大。其中，最早的开始期为 4 月 21~25 日，而最晚的开始期为 7 月

1~5 日，相差达 2 个半月。在年代际尺度上，18 世纪中期，雨季的平均开始期要早一些，其中 1741~1800 年平均雨季开始期为 5 月 16~20 日；19 世纪雨季开始期推迟，1890~1910 年开始期的平均值已推后到 5 月 26~30 日。周期分析发现，云南雨季长度变化存在准 3 年和 11.3 年两个较为明显的周期，其中准 3 年周期可能与 El Niño 事件有关，主要表现为 El Niño 发生年，雨季开始期多偏迟，而 11.3 年周期可能与太阳活动有关。

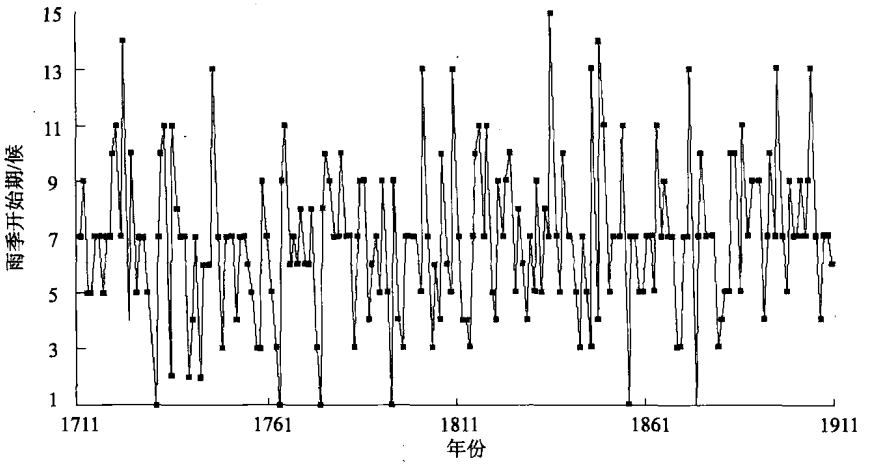


图 12.14 1711~1911 年云南雨季开始期变化(杨煜达等，2006)

纵坐标为相对 4 月 21 日的候数。1 候=5 日

5. 西北干旱区降水变化

古里雅冰芯积累量、哈密树轮年表、北疆、伊犁地区和天山中部的树轮降水重建序列显示，清朝西北干旱区西部存在 3 个干旱期，分别是 1700~1720 年，1760~1880 年和 1910~1970 年以及 2 次极端干旱事件，分别是 1600s 和 1870s；西北干旱区降水周期是 113.3 年，51 年和 27.4 年(图 12.15)(王涛等，2004)。

在西北干旱区东部(图 12.16)，源于敦德冰芯积累量序列、乌兰树轮年表、青海湖环境指数序列、河西地区历史旱灾频率序列、黄河上游唐乃亥历史流量等级资料等共同显示其降水变化可分为 4 个干旱期，分别是 1640~1660 年、1710~1750 年、1810~1870 年和 1920~1960 年，降水稳定而显著的周期是 141.6 年、89.4 年、68.9 年、52.0 年和 31.1 年(王涛等，2004)。

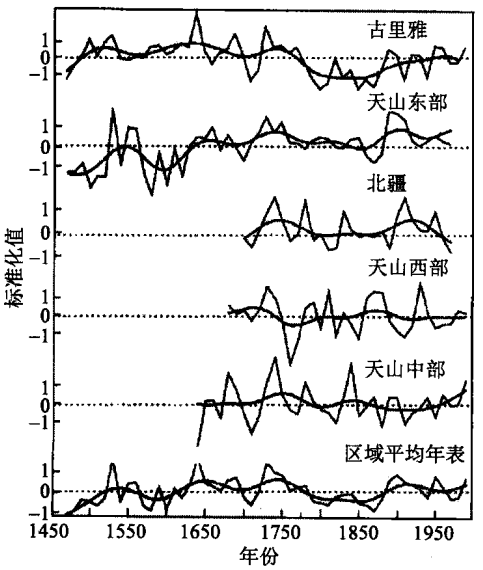


图 12.15 西北干旱区西部降水变化
(王涛等，2004)

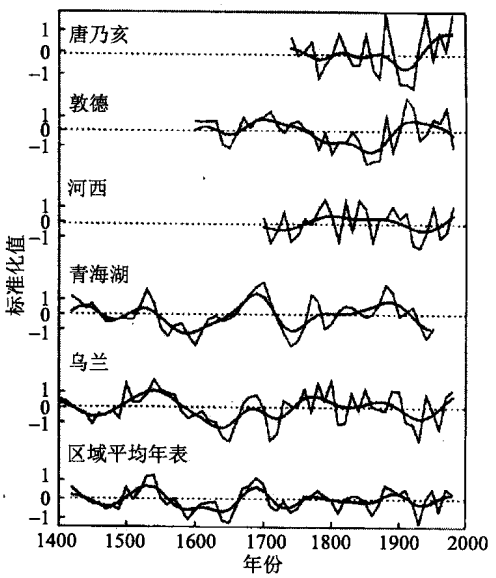


图 12.16 西北干旱区东部降水变化
(王涛等，2004)

(三)梅雨

梅雨，是指每年 6~7 月在中国长江中下游、朝鲜半岛最南部(Changma)和日本中南部(Baiyu)出现的以持续多雨为主要特征的天气现象。它是一种季风气候，且为东亚地区所特有，其出现的早晚和强度与东亚大气环流的季节变化，特别是夏季风的变化特征紧密关联。由于梅雨发生的时段，正是江南梅子的成熟期，故称“梅雨”，这段时间被称为“梅雨季节”。在梅雨季节里，空气湿度大、气温高，衣物等容易发霉，所以也有人把梅雨称为同音的“霉雨”。另外，长江中下游地区的群众习惯上取“芒种”节气为梅节令，此时正值梅熟时节，因此梅雨也叫“黄梅雨”。对于这一特殊的气候现象，中国自晋代以来就有文献记载。如，《初学记》引南朝梁元帝《纂要》“梅熟而雨曰梅雨”；唐柳宗元(公元 773~819)《梅雨》诗曰：“梅实迎时雨，苍茫值晚春，愁深楚猿夜，梦断越鸡晨。海雾连南极，江云暗北津，素衣今尽化，非为帝京尘。”唐白居易(公元 772~846)《九江北岸遇风雨》诗云：“黄梅县边黄梅雨，白头浪里白头翁。九江阔处不见岸，五月尽时多恶风。人间隐路应无限，何事抛身在此中？”宋代贺铸(1052~1125)因其《青玉案》词中有：“一川烟草，满城风絮，梅子黄时雨。”而被世人誉为“贺梅子”。明代医家李时珍(1518~1593)在《本草纲目》中指出：“梅雨或作霉雨，言其沾衣及物，皆出黑霉也。”

长江中下游地区正常的梅雨约在6月中旬开始，7月中旬结束，即在“芒种”和“夏至”两个节气内，梅雨期长约20~30天，雨量为200~400毫米。现代气候学一般以南京、上海、九江、芜湖、汉口等5个站点的雨日、雨量及副高位置等因素综合确定梅雨的特征。

利用《雨雪分寸》资料，以安庆、南京、上海、杭州和武汉等5站作为代表站点，1736~1911年长江中下游地区梅雨的开始(结束)日期、梅雨期长度及梅雨量变化的重建结果(图12.17)表明，1736~1911年长江中下游地区平均入梅期为6月14日，平均出梅期为7月8日，梅雨期长度为24天，与1951~2000年的统计结果相近；入梅日期最早与最晚分别是5月27日和7月9日，相差42天；出梅日期最早与最晚分别为6月14日和8月2日，相差49天；雨期长度(空梅年除外)最长与最短分别为57天和8天，相差49天；雨量最多与最少分别为551mm和69mm，相差492mm(葛全胜等，2008)。

1736年以来梅雨长度具有2年和7~8年、20~30年和40年的变化周期。其中，1771~1820年、1871~1920年及1971~2000年3个时段梅雨期较长，而1736~1770年、1821~1870年及1921~1970年3个时段梅雨期较短。在年代际尺度上，入梅日期1830年以前偏早，1921~1970年则偏晚，1971年以后又明显提前，其中，1831~1920年存在3个明显的周期性波动，每个周期长约30年；出梅日期1820年以前偏早，1821~1890年早晚时间呈20~30年周期性波动，1891~1940年早晚时间变化不大，1941年以后早晚时间波动增大。

从入梅期与出梅期的早晚对应关系看，在某些时段二者的相关性较好，如1736~1895年和1931~1970年，相关系数分别为0.573和0.384，达到$\alpha=0.05$显著性水平，即入梅期与出梅期共同偏早或偏晚；而在某些时段二者的相关性较差，如1896~1930年和1971~2000年，即入梅偏早或偏晚，出梅不一定偏早或偏晚。这说明入、出梅日期之间的关系存在阶段性变化，并不是一直呈稳定状态。

据1951~2000年资料统计，长江中下游梅雨期平均长度为26天，梅雨期降水量平均约占全年降水量的20%(空梅年除外)，部分年份甚至超过40%。因此，梅雨持续时间及其降水强度与长江中下游地区旱涝有密切关联。郝志新等(2009)利用历史文献记载分析了长江中下游地区1736年以来的梅雨和长江中下游地区旱涝关系，发现梅雨期长度、梅雨量与旱涝等级具有明显的相关关系，相关系数分别为0.383和0.349(均达到$\alpha=0.01$显著性水平)。1736~2000年，梅雨期偏长、梅雨量偏大且气候偏涝的年份共101年，占全部年份的38%；梅雨期偏短、梅雨量偏小且气候偏旱的年份共68年，占全部年份的26%。剩下36%的年份中，梅雨期偏长、梅雨量偏多但气候偏旱的年份有1802年、1811年、1895年、1913年、1941年、1974年和1976年，梅雨期偏短、梅雨量偏少但气候偏涝的年份有1741

年、1742 年、1746 年、1769 年、1841 年、1889 年、1897 年、1905 年、1915 年、1943 年、1948 年和 1993 年。

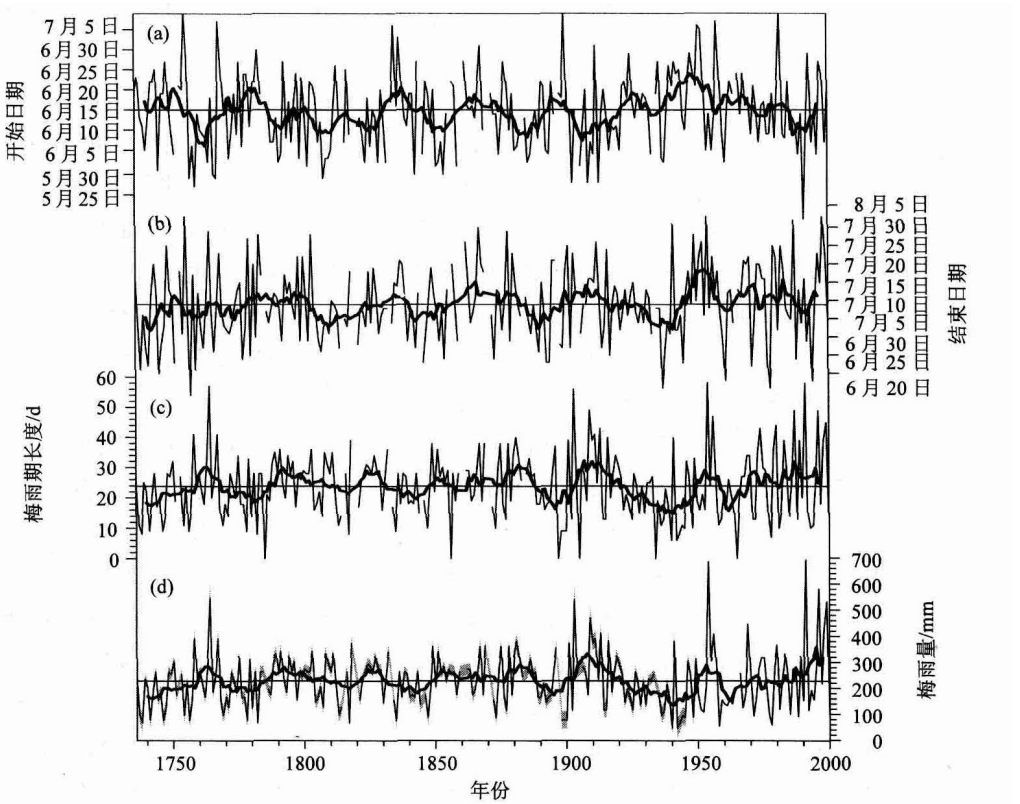


图 12.17 1736~2000 年中国梅雨的变化

(a)入梅日期；(b)出梅日期；(c)梅雨期长度，曲线为 11 年滑动平均值；(d)直线为整个序列的平均值

(葛全胜等，2008)

第二节 极端气候事件

一、旱涝灾害

清朝总体偏湿，历史文献中记载了大量的洪涝事件。如乾隆二十年(1755)，自夏至秋大水，山东、江苏、浙江、安徽、湖北、湖南、云南和广东等地受其影响，禾苗尽淹，农业歉收，民大饥。据有关《地方志》载："江南淮、徐、扬等属间有被水之处，大江以南之阳湖、江阴、靖江、金匮、溧阳等县，大江以北之江浦、六

合二县及徐、淮、海三府州属均有续经被水之处”[①]；江苏“自二月雨，至八月止。八月江溢，九月海溢”[②]；山东“秋七月，大风雨，伤禾稼，房屋倾塌者半”[③]，“水，秋禾尽没”[④]；安徽“铜陵、芜湖、合肥、庐江、无为、巢县俱大水”[⑤]；河南“夏八月，大雨连旬，沁河水溢”[⑥]；湖北“七月，江涨，损稻”[⑦]；广东“夏五月，大水，早稻失收”[⑧]；等等。

清朝干旱事件也不乏记载。如光绪三年(1877)，史称“丁戊奇荒”，其干旱发生的空间范围覆盖直隶、山西、陕西、河南及山东等省。据《雨雪分寸》载：“今年天气亢旱，直隶等省间有飞蝗为害。”[⑨]“本年京师夏间亢旱，顺天各属收成欠薄，现在粮价昂贵，贫民糊口维艰。”[⑩]“本年河南旱灾极广，仓谷存剩无多，于湖北、安徽之成熟地方买补不仓。”[⑪]“山西各府州县连年亢旱，晋省被灾较重。”[⑫]“山西省上年(1876)秋稼未登，春夏复亢旱，秋苗未能播种，各属自开仓放赈饥民就食者多。”[⑬]“陕西本年春雨愆期，二麦欠收，自夏徂秋亢旱尤甚，秋成失望。”[⑭]

根据《中国近五百年旱涝分布图集》资料(中央气象局科学研究院，1981)，作者分析了清朝东中部地区 68 个站点旱涝事件年发生率时间分布(旱涝事件年发生率等于当年旱或涝的站点总数除以整个东中部地区 68 个站点)，从图 12.18 中可以看出，在年际尺度上，极端大涝年出现在 1647~1648 年、1653 年、1658 年、1663 年、1730 年、1823 年、1831~1832 年、1848~1849 年和 1853 年；在年代际尺度上，洪涝灾害发生的时段主要集中在 1645~1670 年、1820~1860 年；而 1671~1700 年、1770~1790 年、1805~1815 年和 1871~1880 年洪涝灾害发生较少；在百年尺度上，17 和 19 世纪大涝事件发生较为频繁。

---

① 乾隆《丰县志》卷首圣恩
② 嘉庆《如皋县志》卷 23 祥祲
③ 道光《文登县志》卷 7 灾祥
④ 乾隆《鱼台县志》卷 3 灾祥
⑤ 道光《安徽通志》卷 257 祥异
⑥ 道光《武陟县志》卷 14 河防
⑦ 乾隆六十年《石首县志》卷 1 灾祥
⑧ 乾隆《归善县志》卷 2 事纪
⑨ 上谕档，光绪三年七月十六日(1877 年 8 月 24 日)折
⑩ 上谕档，光绪三年十月十七日(1877 年 11 月 21 日)折
⑪ 上谕档，光绪三年十月二十九日(1877 年 12 月 3 日)折
⑫ 上谕档，光绪三年七月初四日(1877 年 8 月 12 日)折
⑬ 上谕档，光绪三年五月十九日(1877 年 6 月 29 日)折
⑭ 上谕档，光绪三年九月二十九日(1877 年 4/11)折

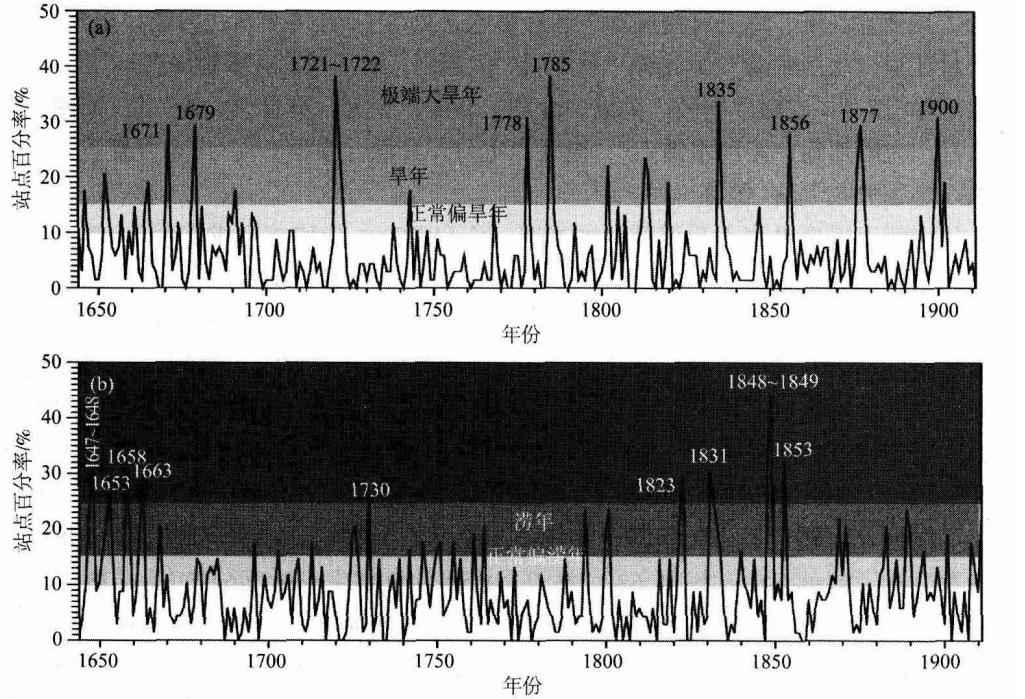


图 12.18 清朝东中部地区旱涝事件年发生率时间分布(后附彩图)

与洪涝事件相比，干旱事件发生频率要低得多，其中，发生极端大旱、旱及正常偏旱的年份共有 55 年，仅相当于洪涝灾害年份(共 90 年)的一半。在年际尺度上，极端大旱年出现在 1671 年、1679 年、1721~1722 年、1778 年、1785 年、1835 年、1856 年、1877 年及 1900 年；在年代际尺度上，旱灾发生的时段主要集中在 1645~1690 年、1800~1820 年及 1890~1900 年。

清朝洪涝灾害具有连年发生的特点，如连涝年份有 1647~1648 年、1652~1653 年、1658~1659 年、1662~1663 年、1822~1823 年、1831~1833 年及 1848~1849 年；而连旱年份只有 1876~1878 年最明显年。

二、高温、严冬等其他气候灾害

(一)1743 年的高温

在中国，高温较旱涝、严冬等气候灾害对人民生活及经济发展造成的影响小，故历史文献中关于高温的记载相对少见。根据文献记载、欧洲传教士的通信和新近在欧洲发现的北京早期器测气象资料，1743 年夏季可能是 700 年来中国最炎热的季节，热浪广及今北京、天津、河北、陕西和山东等地(张德二，2004)。以北京为例，当年 7 月 13~25 日天气异常炎热。其中，25 日北京日最高气温可能高达

44.4℃，超过20世纪的极端记录42.6℃(1942)和42.3℃(1999)。当时在北京的法国传教士哥比(A.Gaubil)在寄往巴黎的报告中写道："北京的老人称,从未见过像1743年7月这样的高温"，"7月13日以来炎热已难于忍受,而且许多穷人和胖人死去的景况引起了普遍的惊慌。这些人往往突然死去,而后在路上、街道、或室内被发现,许多基督徒为之祷告"，"奉皇帝的命令,官吏们商议了救济民众的办法,在街上和城门发放药物"，"高官统计7月14日到25日北京近郊和城内已有11400人死于炎热"(Gaubil et al., 1970)。

1734年的高温曾被许多文献记载(表12.1)。例如，7月21日天津镇总兵官傅清曾有奏报："……历年在津，从未经此酷暑，恐一时未能得雨，似有旱……"，7月24日直隶总督高斌奏报："数日以来，炎蒸溽暑，旱象已形，望云更迫……"，7月28日直隶布政使沈起元亦报："半月以来，酷暑炎威，旱象可虞，于初六日(7月26日)骤起凉风……"。另据初步查阅，1736~1911年近200年的雨雪分寸记录中，除1777年直隶总督周元理于7月29日奏报"本年六月以来(7月5~20日)炎热，较往年为甚……"外，还未发现其他年份关于炎夏的报告。

表12.1 1743年炎夏的历史文献记载举例

地点	记述	摘录史料来源
北京	六月丙辰(7月25日)，京师威暑	《续东华录》
天津	五月苦热，土石皆焦，桅顶流金，人多热死	同治《续天津县志》
河北高邑	五月廿八(7月19日)至六月初六日(7月26日)，薰热难当，墙壁重阴亦炎如火灼。日中铅锡销化。人多渴死	民国《高邑县志》
河北深泽	夏六月炎热,六月初亢旱热甚，时有焦木气触人。初伏数日，人民中渴即骤毙日数十人。相近数百里皆然，亦稀有之灾也	咸丰《深泽县志》
山西长治	五月,日出赭色,照墙壁皆红，酷热，殆者甚多	乾隆《长治县志》
山西浮山	夏五月大热，道路行人多有毙者。京师更甚，浮人在京贸易者亦有热毙者	乾隆《浮山县志》
山东高青	大旱千里，室内器具俱热，风炙树木向西南辄多死。六月间自天津南武定府逃走者多，路人多热死	乾隆《青城县志》
山东平原	五月下旬热甚，有渴死者	乾隆《平原县志》

(二)冷冬

冷冬是指冬季发生的罕见的低温事件。国际学术界(如Solomon et al., 2007)一般以冬季出现小于10%概率的寒冷事件来界定，中国则采用冬季温度距平低于1.5℃来定义。

清朝文献中有大量冷冬的记载。例如，康熙《清河县(今江苏淮阴)志》载：

“1653 年冬，大雨雪四十余日，烈风沍寒，冰雪塞路，断绝行人，野鸟僵死，市上束薪三十钱，烟爨几绝”康熙《汉阳府志》载：“是岁大寒，渚、湖冰上皆走马，南方所未见也。”康熙《长沙府志》载，该年“湘乡，冬大雪，河坚冰，舟楫不行，树皆冻死”，长江以南的许多河、湖出现冰冻。乾隆《重修桃源县(今江苏泗阳)志》亦载，该年冬，烈风沍寒，冰雪塞路四十余日，行旅断绝；乾隆《盱眙县志》载，该年“冬，淮冰合”，即淮河部分河段封冻。安徽的安庆、桐城、宿松、潜山、六安、颍州、蒙城、当涂、芜湖、东至，湖北的汉阳、大冶、黄冈，湖南的长沙、湘乡、零陵、邵阳，以及江西的德安等府、州、县志也纷纷记载了该年冬季连降大雪，雨雪冰冻灾害十分严重的情景。

1654 年的冬季更为寒冷，南方各地不仅出现了与 1653 年冬季类似的“雨雪连月”天气，而且降雪范围更广，岭南的福建、广东、广西等省甚至出现了极为少见的持续性严重雨雪冰冻灾害[①]。顺治《萧县志》载，该年“冬寒异甚，黄河之腹坚，往来通车马；吴、越、淮、扬河冻几数千里，舟不能行者月余”，整个长江以南的柑橘、橙、柚几乎全部被冻死[②]；顺治(江苏)《海州志》载：“十二月初二日，东海冰，东西舟不通，六日乃解”；康熙(浙江)《海盐县志》载：“十二月大雪、海冻不波，官河水断”。乾隆(江苏)《吴江县志》和光绪(浙江)《乌程县志》亦载，当年太湖冰厚二尺，逾二旬始解；光绪《青浦县志》、民国《上海县志》和叶梦珠的《阅世编》载，该年上海黄浦江曾结冰，西部的泖淀封冻，人可行走冰上。

采用国际学术界(如 IPCC)关于冷冬的定义，即事件发生概率密度函数小于 10%，分析 1951~2008 年的器测资料(表 12.2)发现，中国 1954、1956、1967、1976 和 1983 年属于典型的冷冬年。进一步研究发现这些冷冬年均有以下 3 个现象：①南方地区出现大范围、持续性(至少 10 天)的严重雨雪冰冻灾害；②江淮地区的大河、大湖，以及长江以南的河湖出现冻结；③大范围的柑橘和其他亚热带、热带果蔬被严重冻害[③]。以此三个现象作为标准定义历史上的冷冬年，作者利用历史文献记载统计了 1650~1949 年中国南方地区的冷冬年(表 12.3)。

---

① 康熙《仙游县志》：冬，大雪四十余日，草木皆枯。[清]海外散人《榕城记闻》：冬，大霜连下五十余日，人畜冻死无算。广东的《东莞县志》(民国版)、《龙门县志》(康熙六年版)、《高州府志》(康熙版)、《梅菉志》(光绪版)、《开建县志》(康熙三十一年版)，以及广西的《南宁府全志》(康熙版)、《新宁州志》(光绪版)、《来宾县志》(民国版)等方志均记载该冬出现较为罕见的大雪，草木皆冻枯

② [清]叶梦珠:《阅世编》：自顺治十一年甲午冬，严寒大冻；至春，橘、柚、橙、柑之类尽槁

③ 以中国南方为例探讨清朝冷冬事件发生的规律，主要原因有二：一是冬季源于西伯利亚或蒙古的强寒潮在南下时通常影响中国的大多数地区，其南端可到达华南及东南沿海地区，因此南方一旦出现冷冬，全国大部分地区也会出现酷寒；二是中国南方是否发生冷冬灾害，除实测温度外，还可通过河湖结冰、热带或亚热带蔬菜、果树等遭受冻害等现象做出直观判断

表 12.2 1951~2008 年中国南方地区和全国冷冬年的冬季、1 月气温距平与南方地区雨雪冰冻灾害发生情况统计

南方地区		全国		南方地区雨雪冰冻灾害发生情况		
冬季气温距平	1 月气温距平	冬季气温距平	1 月气温距平	雨雪冰冻天气	河湖封冻情况	柑橘及其他亚热带、热带果蔬冻害
1954~1955 年 −1.5℃	1955 年 −1.6℃	1954~1955 年 −2.4℃	1955 年 −2.5℃	大范围出现严重暴雪冰冻，大部分地区持续 10 天以上	洞庭湖、汉水、淮河、长江以南大部分中小河湖出现封冻，太湖大面积冻结	非常严重
1956~1957 年 −1.6℃	1957 年 0.2℃	1956~1957 年 −2.4℃	1957 年 −0.8℃	大部分地区出现暴雪冰冻	长江以南部分河湖出现冻结	严重
1967~1968 年 −2.3℃	1968 年 −0.1℃	1967~1968 年 −2.4℃	1968 年 −1.0℃	大部分地区出现暴雪冰冻	长江以南部分河湖出现冻结，汉江冰冻可通行人	严重
1976~1977 年 −1.8℃	1977 年 −3.3℃	1976~1977 年 −1.9℃	1977 年 −2.7℃	大范围出现严重暴雪冰冻，大部分地区持续 10 天以上	长江以南大部分河湖出现封冻、太湖封冻 9 天	非常严重
1983~1984 年 −2.0℃	1984 年 −2.5℃	1983~1984 年 −1.2℃	1984 年 −1.5℃	出现大范围严重暴雪冰冻天气，局部地区持续 10 天以上	长江以南部分河湖出现冻结	严重

表 12.3 1650~1949 年间中国南方地区极端冷冬年统计*

年份		东海冻结情况	河湖冻结情况								大范围持续性的严重雨雪冰冻灾害	亚热带及热带果蔬植物冻害
			太湖	洞庭湖	鄱阳湖	汉水下游河段	淮河下游河段	黄浦江下游河段	长江中下游干流部分河段	长江以南支流与其他河流		
1650~1699	1653~1654			F		F	F			F	VS	S
	1654~1655	F	SF				SF	SF		SF	VS	VS
	1655~1656							F		SF	S	VS
	1660~1661			F		F				SF	VS	VS
	1665~1666		SF							SF	VS	VS
	1670~1671	F			F	SF	SF		F	SF	VS	VS
	1676~1677							F			VS	VS
	1683~1684		SF					SF		SF	VS	VS
	1689~1690									SF	VS	VS
	1690~1691		SF	F		SF	SF	SF		SF	VS	VS
	1694~1695									SF	VS	VS

续表

	年份	东海冻结情况	河湖冻结情况									大范围持续性的严重雨雪冰冻灾害	亚热带及热带果蔬植物冻害
			太湖	洞庭湖	鄱阳湖	汉水下游河段	淮河下游河段	黄浦江下游段	长江中下游干流部分河段	长江以南与其他河流			
1700~1749	1700~1701									SF		VS	VS
	1714~1715						F			SF		VS	VS
	1720~1721						F			SF		VS	VS
	1740~1741									F		S	S
	1742~1743									F		S	S
1750~1799	1761~1762		F					F		F		VS	S
	1794~1795											S	S
	1795~1796									F		VS	S
	1796~1797									F		VS	VS
	1799~1800									SF		VS	VS
1800~1849	1809~1810							F		F		VS	S
	1830~1831									F		VS	VS
	1831~1832						F			F		VS	VS
	1833~1834									F		VS	S
	1835~1836									F		S	S
	1838~1839									F		S	S
	1840~1841				F					SF		VS	VS
	1841~1842									SF		VS	VS
	1845~1846						SF			SF		VS	VS
1850~1899	1855~1856									F		S	S
	1861~1862		SF		F			SF	SF	SF		VS	VS
	1864~1865				F	F				SF		VS	S
	1871~1872		F							SF		VS	S
	1873~1874					F				F		S	S
	1877~1878		SF			F				SF		VS	VS
	1880~1881									F		S	VS
	1886~1887					F	F			SF		VS	S
	1887~1888									SF		VS	VS
	1892~1893	SF	SF			SF	SF	SF	SF	SF		VS	VS
	1899~1900					F				F		VS	S

续表

	年份	东海冻结情况	河湖冻结情况						大范围持续性的严重雨雪冰冻灾害	亚热带及热带果蔬植物冻害
				汉水下游河段	淮河下游河段	黄浦江下游河段	长江中下游干流部分河段	长江以南支流与其他河流		
1900~1949	1904~1905							F	S	S
	1916~1917							F	S	VS
	1917~1918							F	S	S
	1929~1930		F F	SF	SF			SF	VS	VS
	1930~1931		F					F	VS	VS
	1932~1933							F	S	S
	1935~1936	**						SF	S	VS
	1944~1945							SF	S	VS

注：F=冻结或封冻，SF=严重冻结或长时间封冻，S=严重，VS=非常严重

*为便于比较，在河湖冻结情况一项中细分为长江流域的三大湖泊（太湖、洞庭湖、鄱阳湖）、汉水、淮河与黄浦江下游河段和长江中下游干流部分河段以及长江以南支流与其他河流等子项目

**指连云港附近海面出现冻结

根据统计结果可以看出，1650~1949 年中国冷冬事件发生次数存在明显的阶段性变化，其中，1650~1699 年及 1850~1899 年是 1650 年以来冷冬发生最为频繁的时段，其发生次数几乎是 1950~1999 年的 2 倍；1800~1849 年的冷冬发生次数较 20 世纪后半叶多 50%；1700~1749 年及 1750~1799 年的冷冬发生次数大致与 1950~1999 年相当。另外，从表中还可以看出历史上的冷冬事件具有连发或隔年再发特征，如 1653~1655 年、1689~1690 年、1794~1796 年、1830~1831 年、1840~1841 年及 1886~1887 年等时段就出现过 2 年或 3 年的冷冬连发事件；而 1740 年及 1742 年、1831 年、1833 年及 1835 年、1871 年及 1873 年的冷冬事件则隔年再发。

冷冬事件发生次数的时间变化与温度的多年代—世纪尺度波动基本对应，如图 12.19 所示。不论是过去 500 年北半球与中国温度变化重建结果（图 12.19(a)，(b)），还是世界上观测时间最长的 4 个气象站与北半球的气温观测记录（图 12.19(c)）均显示：16 世纪后期至 17 世纪（1570~1700）、18 世纪末至 20 世纪初（约 1795~1920）是过去 500 年北半球最为明显的 2 个寒冷阶段，因而这些时段的冷冬事件也相对多发；而 18 世纪和 20 世纪 20 年代以来，气候相对温暖，因而冷冬事件也较少发生。

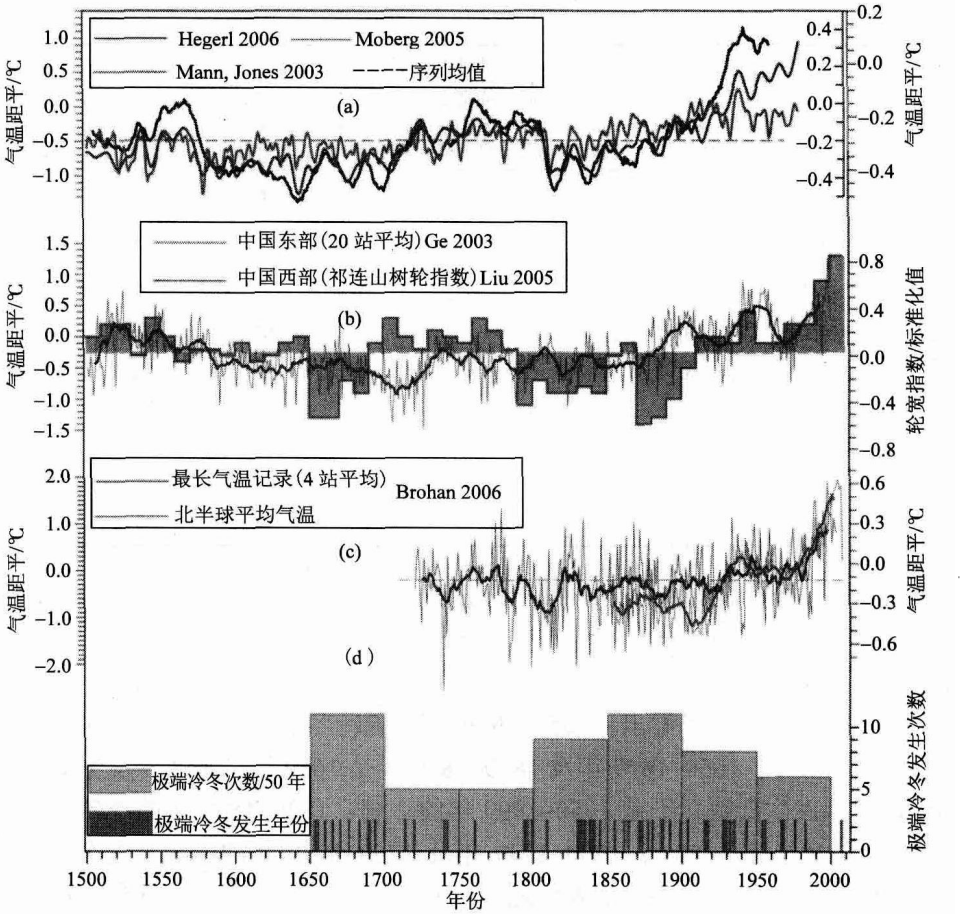


图 12.19 温度变化与极端冷冬事件(后附彩图)

(a)过去 500 年北半球温度变化(距平值以 1961~1990 年均值为基准)(Hegerl et al., 2006; Moberg et al., 2005; Mann, Jones, 2003)。(b)过去 2000 年中国东中部地区冬半年温度变化的明清部分(Ge et al., 2003)(距平值以 1951~1980 年均值为基准,1900~1950 年是作者新近的研究结果,1950~2000 年是经过订正的器测结果)和过去 500 年西部地区冬半年气温变化序列(以树轮轮宽标准化值指示温度)(Liu et al., 2005)。红线并柱状是东中部地区,蓝线是西部地区。(c)世界上观测时间最长的 4 个气象站(蓝线)与北半球(红线)气温观测记录的气温距平(相对于 1961~1990 年均值)变化(Brohan et al., 2006)。(d)1650 年以来冷冬发生年份及每 50 年的发生次数变化

(三)风暴潮灾

中国是全球少数几个同时遭受台风风暴潮 和温带风暴潮危害的国家之一,也是风暴潮灾发生次数最多、损失最严重的国家之一。据《中国历代灾害性海潮史料》(陆人骥,1984)记载,自公元前 48 年至 1946 年中国共发生风暴潮灾 576 次。

清朝文献中有大量关于风暴潮灾害的记载，如《雨雪分寸》档案载，乾隆十九年(1754)十月二十六日(阳历12月9日)福建巡抚钟音奏报："乾隆十九年七月三十日(阳历9月16日)并八月初七初八(阳历9月23~24日)及十二、十一等日，叠遭风雨，犹幸田禾不致大损；续于九月初二日(阳历10月17日)酉时突起飓风，猛烈，至初三日(阳历10月18日)亥时方止，适当晚禾成熟吐花之候，比被摇落摧折……彰化县被风，田禾俱被吹坏，统计收成约止四分，成灾六分……"；又如乾隆元年(1736)七月十八日(阳历8月24日)浙江提督吴进义奏报："浙江省今岁夏秋以来雨旸时若，海洋各营于六月二十三日(阳历7月31日)遇有飓风猛雨，入夜尤甚。"……

据杨桂山(2000)研究，16世纪为中国沿海风暴潮灾的相对多发期，平均每10年发生8.4次，远多于16~19世纪400年平均每10年7.6次的发生频次；17世纪，风暴潮灾发生频次有所减少，平均每10年7.2次；18世纪又为中国沿海风暴潮灾的相对多发期，每10年平均发生8次左右；19世纪，风暴潮灾又进入相对少发期，每10年平均为6.6次。

三、光绪"丁戊奇荒"

光绪初年的"丁戊奇荒"是继明末崇祯旱魃之后，黄河流域又一次百年不遇的大旱灾，也是清朝持续时间最长、受灾面积最广、对社会经济影响最为深刻的干旱灾害。由于光绪二、三年(1876~1877)分别系干支纪年的丁丑和戊寅年，故史称"丁戊奇荒"，或"光绪大祲"，又因干旱中心位于山西、河南，又称"晋豫奇荒"或"晋豫大饥"。

是次旱灾起于光绪元年(1875)，迄于光绪五年(1879)，以山西、河南、直隶、陕西、山东等北方省份为中心，辐射苏北、皖北、湖北、川北、陇东等地。在连年大旱中，山西、河南、直隶、山东、陕西等五省社会经济遭受巨大损失，共有2290万人因旱荒死亡，其中，山西损失人口818万，损失率为47.7%；河南损失人口748万，损失率为22.2%(曹树基，2001)。时任户部尚书的阎敬铭曾在一份奏折中说："窃道山、陕、豫三省，自光绪三年苦遭旱灾，历时既久，为地又广，死亡遍野，诚为二百年之所无。"[①]大量灾民背井离乡。据1876年10月11日《申报》载，仅由山东到牛庄的难民，一天就超过八千人(李文治，1957)；截至光绪四年春，逃荒的晋、豫、秦饥民"以亿万计，其中十之一奔赴京师"[②]，其余大多流向了江南、关东、西北等富庶或少灾地区，如皖北、苏北灾民逃向长江下游的

① 光绪《山西通志》第82卷《荒政记》

② [清]李慈铭. 1990. 姚叔怡墓志铭. 见：李文海等. 近代中国灾荒纪年. 长沙：湖南教育出版社. 389

苏、松、扬、镇等地，山西、陕西灾民逃亡至西北、蒙古，山东、河北等地灾民向东北逃荒。灾区人口锐减使得后来灾区重建进程十分缓慢，据山西的外国传教士十年后报告："山西省自 1877 年大饥荒以后，尚未完全复原。有些县份的若干乡村，只有一户至二十户人家；而过去曾经有过几十户人家住在自己的家乡。"(李文治，1957)

旱灾最早出现在山东、直隶，但两年后，旱灾中心却汇集于豫北、晋南，波及陕西、皖北、川北等地，而各地旱情持续时间和强弱，以及所产生的社会影响也不尽相同。

直隶：光绪元年(1875)四月初七的上谕中说："京师入春以来，雨泽稀少，节逾立夏，农田待泽，孔殷允宜虔申祈祷。"[①]这可能是"丁戊奇荒"事件发生后直隶地区最早的旱情记载。是年冬，全省仍然雨泽稀少，农田大多龟裂，"每遇微风轻飏，即尘埃四起，几至眯目"[②]。直隶河间府史料载："五月旱，自去年七月不雨，至是年闰五月癸酉始雨"，次年，"自春徂夏天时亢旱，灾像已成"[③]。光绪二年(1876)春，直隶"天气亢旱"。夏，京畿亢旱尤重。张家口、古北口等地"麦收大坏"[④]，夏粮小麦严重歉收，粮价随之上涨，大量灾民靠粥厂施舍维持生计。秋季旱灾蔓延到献县、迁安等地。光绪三年，旱情继续恶化，"山西各省，被灾甚重。直隶属境，亦大半灾荒。饥民来京者不少，粒食维艰"[⑤]；秋，河间府等 20 余州县旱灾甚重，全省受灾面积达 63 州县[⑥]，仅河间一府就有 200 余万灾民，灾情之重为"数十年所未有"[⑦]。光绪四年春，饥民纷纷到京师一带觅食糊口，九门内外填塞难容,致使北京"城外卖食物者，每被贫民抢夺"。光绪五年春，"保定以西，河间以南，旱蝗相乘，灾区甚广"，饥民"春间犹采苜蓿、榆叶、榆皮为食，继食槐柳叶"，至年底"大率一村十家，其经年不见谷食者，十室而五；流亡转徙者，十室而三。逃荒、乞丐充塞，运河官道之旁，倒毙满路。"[⑧]

山东：光绪元年(1875)，"夏秋之交，各属地亩间因雨泽愆期，疾风时作，土脉干燥，(或)缘黄积雨分注汇归，致早、晚禾未能一律畅茂，而通省均匀核计尚称中稔"[⑨]；光绪二年(1876)春夏，除胶东的招远、黄县、蓬莱、栖霞、即墨、

① 《清德宗实录》卷 7，癸酉
② 《申报》，1876 年 3 月 19 日
③ 中央气象局研究所等编. 1978. 东北、华北近五百年旱涝史料（内部资料）
④ 《申报》，1875 年 6 月 25 日
⑤ 《清德宗实录》卷 59，己巳
⑥ 李文海等. 1990. 近代中国灾荒纪年. 长沙：湖南教育出版社. 390
⑦ [清]李鸿章撰，吴汝纶编:《李文忠公全集·奏稿》，卷 31
⑧ [清]张之洞撰，许同莘辑：《张文襄公奏稿》卷 1
⑨ 葛全胜主编.2005.清代奏折汇编，山东巡抚丁包桢十月初一日(1875 年 19 月 29 日)奏. 商务印书馆

荣成及鲁南的泗水、蒙阴、沂水、郯城等10县未成灾之外，其余97州县均出现大旱，其中青州、临朐、寿光、潍县、安丘一带灾情最重，如临朐“自正月不雨至于七月”[①]，寿光“春大旱，泺水涸，至七月始雨”[②]，安丘“自春至五月下旬乃雨”[③]，昌乐闰五月十八日始下大雨[④]，烟台“天时甚旱，但见油然之云并无沛然之雨，麦已不能有秋[⑤]”。二麦无收，秋作不能播种，全省收成不足三分[⑥]，益都、临朐、临淄、昌乐、寿光、乐安、潍县等七县，收成仅十分之一[⑦]。故“通省州县旱灾甚广，饥民万千，所在皆是”，“济南、武定、青州、莱州等府属，情形尤甚，竟至哀鸿遍野，满目凄凉”[⑧]，“饥黎鬻妻卖子流离死亡者多，其苦不堪言状”[⑨]。《光绪山东通志》称该年“大旱，民饥”。光绪三年，鲁北、鲁中、鲁南63州县先后大旱[⑩]，全省受灾州县达82个。虽较上一年，受灾的绝对州县数有所减少，但农作物无法播种或枯死，粮食减产或绝收严重，灾情更加严重，饥民“遗于道路者，率皆乌啄狗残，不堪卒视鸣”[⑪]。如青州府属“自春根夏雨泽预期，秋冬雨雪仍然欠足，麦难播种，农民失望，以致室如悬磬，野尤青草”[⑫]，“饥馑载道，饿死粥场者无算”[⑬]；昌乐“饥，道里相望”[⑭]；临清“连年旱荒，民食树皮殆尽，死者无算”[⑮]；阳谷“芦根树皮人争食之”[⑯]。全省饥民不下二三百万人[⑰]。光绪四年，山东旱情开始减弱。

陕西：自光绪二年(1876)闰五月开始，“天气亢炎，地土乾燥，各属虽间得雨泽，总未透足，凡已种秋禾，致未及时长发”[⑱]。次年，“陕省本年自夏徂秋，雨

① 光绪《临朐县志》卷10《大事表》
② 民国《寿光县志》卷15《大事记》
③ 民国《续安丘新志》卷1《总纪》
④ 民国《昌乐县续志》卷1《总纪》
⑤《申报》，东省亢旱，1876年6月3日
⑥《申报》，东省亢旱，1876年6月3日
⑦《京报》，《丁宝桢奏》，《申报》，1876年12月11日
⑧ [清]朱寿鹏编. 1958. 光绪朝东华录. 光绪二年八月. 丁宝桢奏折. 中华书局. 总288
⑨《申报》，1876年12月11日
⑩ 山东省水利科学研究所编. 1965. 山东清朝水旱灾情(上册, 油印本). 82
⑪《申报》，光绪三年一月二十五日
⑫《万国公报》，西教士劝捐书，1877年4月14日
⑬ 光绪《益都县图志》卷6《通志下》
⑭ 民国《昌乐县续志》卷1《总纪》
⑮ 民国《临清县志》，《大事记》
⑯ 光绪《阳谷县志》卷9《灾异》
⑰《万国公报》，山东灾荒近况，1877年3月17日
⑱ 陕西省气象局气象台. 1976. 陕西省自然灾害史料(内部资料)

泽久缺，各州县被旱成灾”，“秋禾未种者仍系赤地，已种者出土亦皆稿萎”[①]。“秦中自去年立夏节后，数月不雨，秋苗颗粒无收”，当年五月夏粮收获仅有一成，至六、七月又旱，“赤野千里，几不知禾稼为何物”[②]。因秋后无收，“粮价又陡至十倍以上”，饿俘枕藉。与晋南接壤的同州府属大荔、朝邑、郃阳、澄城、韩城、白水及附近各县，因为旱灾连年，百姓无以为生，灾民甚至为生存不惜铤而走险，聚众抢粮。光绪四年夏秋，由北至南，旱情更加严峻，如绥德一带，“得沾雨泽以来，已种秋禾长发甚属畅茂。迨后兼旬未雨，加以狂风时作，烈日如焚，土脉仍形干燥，农田望泽甚殷，虽间得有微雨，不过洒尘，以致禾苗渐就枯萎。”[③]部分州县饥馑加剧，如礼泉县“饿死者山积”，小孩饿死者“填井为满”[④]，盩厔“民剥树皮掘草根殆尽，道殣相望”[⑤]。

河南：光绪二年(1876)五月黄河以北各府久旱无雨，秋冬季祥符、商丘等厅、州、县被灾。光绪三年，“奇荒，诚为古今所罕见，司库罄悬如洗”[⑥]。当年《申报》载河南全省“歉收者50余州县，全荒者28州县”，奉旨到河南赈灾的刑部左侍郎袁保恒(1827~1878)抵豫时言：“河南有四、五季未收者，有二、三季未收者……报灾八十七厅州县”，“待赈饥民不下五六百万”[⑦]。秋季仍持续亢旱，自怀庆往南，四百里内野草根荚“亦遭掘尽，饥民在途，手执利刃，强行索食”[⑧]；冬季更是“弥望平原，尽成赤地。饥民则鸠形鹄立，不忍入目。其逃者十百成群，冲犯朔风，相属于道，时有僵踣……其未逃者，卧辙攀辕，啼泣求赈……其饿毙于途者，遗骸在地，荒僻处所，甚至为犬乌残食，形体不全”。是年底，《申报》载：“今岁豫省之灾，亦不减于山右(山西)，……灾黎数百万，几有易子析骸之惨。”[⑨]次年，袁保恒在奏议中称，河南“成灾七十二处(县)之多，通省核计，已十分之七。受灾之重，为二百数十年来所未有”。与晋南毗邻的怀庆府河内县，“幼孩弱女无须价买，但得吃饭处便可相随也”[⑩]；修武县“制钱千文可买美女，诸市侩有以一饼陷少妇及笄女而诱以去者，救死不胆礼仪”[⑪]。

---

① 葛全胜主编. 2005. 清代奏折汇编. 陕西巡抚谭钟麟光绪三年十月二十三日奏，商务印书馆
② 《申报》，光绪三年八月二十七日(1877年10月3日)
③ 葛全胜主编. 2005. 清代奏折汇编. 陕西巡抚谭钟麟光绪四年八月初二日奏. 商务印书馆
④ 民国《续修礼泉县志稿》卷14《杂记》
⑤ 民国《重修盩厔县志》卷8《杂记》
⑥ [清]朱寿鹏编. 1958. 光绪朝东华录(光绪四年九月，涂宗瀛奏折). 中华书局. 总636
⑦ 李文治编. 1957. 中国近代农业史资料. 第1辑. 三联书店. 744, 745
⑧ 《申报》，光绪三年十一月初三日(1877年12月7日)
⑨ 《申报》，1877年12月7日
⑩ 《申报》，豫省荒歉情形，1877年12月7日
⑪ 民国《修武县志》卷16《祥异·邑人旱瘟水灾记》

中原灾区“卖男鬻女竟致成市”[①]，更有人贩子经归德(今河南商丘)、周家口、光州(今河南潢川)至徐州、安徽、湖北等地，“驱逐妇女南下者，百十成群”，或一二百人或五百人不等，有时竟以千计[②]。其他灾民“不得不逃亡四出，扶老携幼，号泣中途，带病忍饥，踉跄载道”[③]。时人描述河南奇灾中人吃人的惨状，更是令人毛骨悚然“有攫遗骸而吮其髓者，有抱髑髅而盐其脑者，及呼吸无力，而亦倒矣。甚至割煮亲长之尸，并有生啖者”。

山西：光绪二年(1876)春夏之交，山西旱象初显，大部分地区秋作无收。晋南地区秋季虽种上了小麦，但光绪三年春季又逢大旱，麦苗返青季节严重缺水，“出土仅一、二寸许，已就枯槁”。次年，“山西一省，荒歉更甚于去年，人情汹汹，朝难保夕，子女则鬻于路人。攘夺或施于里党，啼饥者远连数郡，求食者动聚千人，户少炊烟，农失恒产。……至六月初旬尚未得雨，秋禾半皆枯槁，丰稔之往须待来年，四野鸿嗷，万夫庚癸。”[④]时任山西巡抚曾国荃(1824~1890)在光绪三年十一月的奏报中称，仅 19 州县秋禾得雨薄收，“其未得雨之区田禾俱枯槁，冬麦未能播种”[⑤]。编撰于光绪十三年(1887)的《山西通志》称，该年“山西春麦歉收，自夏徂秋，未得透雨，禾苗枯槁，杂粮亦复黄萎，小民罹此奇灾，实堪悯恻”，阳曲、太原、解州、绛州、应州等 82 厅州县罹灾，占到山西省 103 厅州县的 79.6%。而在晋南河东一隅的解州、永济、临晋、猗氏、荣河、万泉、虞乡、安邑、夏县、平陆、芮城、绛州、稷山、河津、闻喜、绛县、垣曲、赵城、洪洞、翼城、临汾等，是全省的重灾区。光绪四年，山西“被旱各属，秋收恐无指望”，旱情更加严峻。旱情最严重的地区除南部的蒲、解、绛各州及平阳府外，还有太原、汾州等地。夏季，全省大部分地区没有收成，农民又种荞麦、杂粮等，希望下雨后秋季有所补救，但从夏到秋“天干地燥，烈日如焚”，秋苗出土后很快萎黄。至七月，灾情不断扩大，波及晋北各地，全省受灾地区已达 76 厅州县。据《申报》载：“树皮草根之可食者，莫不饭茹殆尽。且多掘观音白泥以充饥者，苟延一息之残喘，不数日间，泥性发胀，腹破肠摧，同归于尽。”“询之父老，咸谓为二百余年未有之灾。”[⑥]“平、蒲、解、绛、霍、隰赤地千里，太、汾、泽、潞、沁、辽次之，盂、寿以雹，省北以霜，其薄有

① 《申报》，河南助赈局来函，1878 年 2 月 27 日

② 《申报》，凌君李三君五月十五日济源来函，1878 年 7 月 6 日

③ 李文治编. 1957.中国近代农业史资料. 第 1 辑. 三联书店. 744, 745

④ [清]朱寿鹏编. 1958. 光绪朝东华录(光绪三年七月，温忠翰奏折). 中华书局. 总 453

⑤ 葛全胜主编. 2005. 清代奏折汇编(山西巡抚曾国荃九月二十六日奏). 商务印书馆

⑥ 李文治编. 1957.中国近代农业史资料. 第 1 辑. 三联书店. 741

收者大同、宁武、平定、忻、代、保德数处而已。”[①]曾国荃在一份奏折中说：“晋省去年秋收本歉，冬雪又稀，入春以来，雨泽愆期，粮食昂贵，贫民挖食草根树皮……由春至夏，未得透雨，麦收无望。省南荒芜尤甚……自冬徂秋，天干地燥，烈日如焚，补种之苗才出，仍复枯黄，收成无望……现在节临霜降，透雨未沾，宿麦难以播种……本年灾区既广，为日又长，省南灾重粮缺，不特无树皮可挖，抑切无粮可购，哀鸿遍野，待哺嗷嗷……瞬届冬临，饥寒交迫，立见转乎沟壑。”[②]至年底，全省有82厅州县受灾，饥民超过五、六百万。奉命赈灾的闫敬铭在奏折中说：“周历灾区，往来二、三千里，目之所见皆系鹄面鸠形，耳之所闻无非男啼女哭。冬令北风怒号，林谷冰冻，一日再食，尚不能以御寒，彻旦久饥，更复何以度活，甚至枯骸塞途，绕车而过，残喘呼救，望地而僵，统计一省之内，每日饿毙何止千人!”[③]，甚至“有御人于不见之地而杀之，或食或卖者，有夫人枕死人之身，嚼其肉者。”[④]光绪五年，“入春以来 太、汾、平、霍四郡亢旱如故，二麦枯萎，将成失望；泽、蒲、潞、绛、解五郡荒田太多，开垦未广，所种不及往年十分之三，而收成亦仅仅三、四、五成不等，至于太原迤北各属得雨五、六寸，而节逾夏至，为时过迟。”[⑤]时人王锡纶在《丁戊奇荒记》中写道：“山西无处不旱，……被灾极重者八十余区(县)，……饿死者十五六，有尽村无遗者。”许多地方“率皆黄沙白草，一望弥漫，考察地利，断难招复承种”，连续多年的旱灾使山西农业大面积减产或绝收，农户蓄藏一空，挖草根剥树皮度日，“到处灾黎，哀鸿遍野”，“道旁倒毙，无日无之”[⑥]。此外，仍有大量人口逃亡或被贩卖，如1878年的一份《饥荒报告》称，仅灵邱县县衙的登记簿上就有十万以上的妇女和孩童被贩卖[⑦]。曾国荃云：是次“晋省迭遭荒旱，……赤地千有余里，饥民至五六百万之众，大祲奇灾，古所未见”[⑧]。

几乎与旱灾同时，瘟疫又接踵而至。自光绪四年始，瘟疫席卷山西、河南、直隶等灾区，大批灾民相继死亡。在山西，“瘟疫大作”，疫疠盛行，曾国荃在奏报中说：“频年荒旱，疫疠盛行，民人或什损六七，或十死八九。迄今市廛阗寂，鸡犬无闻，高下原田，鞠为茂草”。在河南，几乎十人九病，“此传染彼染，

① [清]王锡纶:《怡青堂文集》卷6
② 光绪《山西通志》卷82《荒政记》
③ [清]朱寿鹏编. 1958. 光绪朝东华录. 光绪三年十二月. 闫敬铭、曾国荃奏折. 中华书局. 总514
④ [清]王锡纶:《怡青堂文集》卷6
⑤ [清]朱寿鹏编. 1958. 光绪朝东华录. 光绪五年六月. 曾国荃奏折. 中华书局. 总763
⑥ [清]朱寿鹏编. 1958. 光绪朝东华录. 光绪三年三月丙午. 鲍源深奏折. 中华书局.
⑦ [美]马士. 2006. 中华帝国对外关系史. 第2卷. 上海书店
⑧ [清]曾国荃:《曾忠襄公奏议》卷8

瞬判存亡”。在陕西，“灾后继以疫疠，道馑相望。延榆绥道员及榆林的三任县令相继染疫而死，以至无人再敢赴任，榆林知府不得不身兼道府县三职(李文海等，1990)。

“凶年多盗”是传统农业社会常见的现象，持续的大面积旱荒，不仅产生了大量的灾民、饥民，也孕育了诸多不稳定的社会因素。当灾荒将灾民推向饥馑绝境时，迫于生计，饥民不惜铤而走险，越轨犯禁，聚众抢粮，为盗为匪，甚至揭竿而起，从而造成社会的动荡。因此，饥荒往往是引发局部社会动荡的主要因素。这种状况在光绪旱灾中也有不少案例，如光绪四年，京城外来饥民日多，赈济乏力，竟有饥民因不得一饱，“桀骜者沿街抢夺，舍命而不悔”[①]。直隶霸州、通州、武强等地，有灾民自发组织武装抢粮。在河南，饥民扶老携幼，或聚数十人或百人沿途强乞，除“有吃挨饭之乱事”外[②]，亦不乏盗抢劫现象，如光绪三年，宁陵县“盗贼蜂起，数十万聚，夜行抢劫”[③]；太康县“抢劫之案层见叠出，至四年冬犹不止”[④]。更有陕西灾民“拦路纠抢，私立大纛，上书‘王法难犯，饥饿难当’”，流为“盗匪”[⑤]。而常年活跃在鄂豫边境的陶玉得亦分途传帖，借三、四年大旱，饥民甚多，“在邓州祖师殿起事”[⑥]。

“丁戊奇荒”旷世罕见，对社会经济产生了巨大影响，但并未如明末崇祯华北大旱那样引发大规模的社会动荡，这在很大程度上要归功于清廷和各灾区地方政府积极的赈灾抚恤。当光绪元年旱灾在直隶初露端倪时，清廷即特旨“五大臣虔诚求雨”[⑦]，并敕令各地部署赈灾；旱情加剧后，朝廷屡派钦差赴灾区巡视灾情、协助地方官吏组织抗灾救灾，地方政府则广设粥厂，安缉灾民，如光绪三年，仅河南开封一地靠赈灾粥厂就食的灾民即达“七万有奇”[⑧]；在救灾中，大多数官员忠于职守、勇于任事，对稳定社会起到了不可忽视的作用。例如，钦差大臣袁保恒因巡视灾区而染疫，不治身亡。

1876~1878 年中国北方 3 年连旱事件不是孤立的。当时全球同时有多个区域发生了极端干旱事件，范围涉及亚洲、澳大利亚、欧洲、非洲、北美及南美。 如，1877 年印度降水量约较常年偏低 3 倍标准差；1877 年 5 月~1878 年 2 月，印度尼

① 李文海等. 1990. 近代中国灾荒纪年. 长沙：湖南教育出版社. 389

②《申报》，河南匪乱续闻，1877 年 11 月 15 日

③ 宣统《宁陵县志》卷终《杂记·兵革》

④ 民国《太康县志》卷 7《职官表》

⑤《申报》，秦饥，光绪三年八月二十七日(1877 年 10 月 3 日)

⑥《申报》，湖广总督李瀚章、湖北巡抚潘尉折，1878 年 11 月 27 日

⑦ 佚名. 1968. 万国公报. 台北华文书局. 第 7 卷

⑧ 水利水电科学研究院水利史研究室编. 1981. 清朝海河滦河洪涝档案史料(光绪三年二月十八日李庆翱折). 中华书局. 479

西亚较常年同时期降水偏少约三分之一。1877 年，澳大利亚所有的州都遭受了严重旱灾，西部出现大量树木枯死、沼泽干涸及农作物失收等现象。在非洲，1877 年尼罗河水位异常偏低，埃及发生食物严重短缺现象，且 1877~1878 年苏丹还有“气候严重干旱、人口大量死亡”的报告。在欧洲，据西班牙东北部巴塞罗那的降水观测资料表明，1877 年 9 月~1878 年 4 月，降水仅为 160.1 mm，是观测时段(1786~2005)的第三低值。北美 1870~1877 年也发生了持续干旱事件，主要区域集中在北美西南部，并向东、向北扩展至落基山脉及大平原(Great Plain)中部。除此之外，南美北部、巴西及安第斯山脉的中部等地降水也异常偏少，当地历史文献也记载了 1876~1878 年农业失收及人口大规模迁移等情况。在南美北部地区，1877 年、1878 年降水量分列 1874~1903 年间的第三和第四低值，致使 1878 年蝗灾大规模爆发，严重影响了哥伦比亚西南部的香蕉、玉米和可可的生长，人口大规模迁往其他城市；1877 年、1878 年巴西东北部港口城市 Fortaleza 降水量仅为 1877~1900 年平均值的 33%和 35%，人口大规模迁移，此次干旱可能造成 20 万~50 万人死亡；安第斯山脉中部尽管缺乏降水观测资料，但当地出版发行的报纸也对因降水长期缺乏，农作物失收，粮食短缺，导致人及牲畜大量死亡和短期粮价大幅上涨等事实进行了报道。

1876~1878 年全球化干旱事件可能与赤道东太平洋海温异常升高及 El Niño 事件发生有关。在利用历史文献、冰芯、珊瑚及树轮等代用资料重建的多条过去几百年 El Niño 指数序列中，作者发现自 1876 年下半年开始至 1878 年发生的 El Niño 事件，其强度可达强(Strong)或极强(Very Strong)。全球海表温度的重建结果显示，该时期赤道中东太平洋的海温(Niño3、4 区的海温是衡量 ENSO 事件强度的指数)较常年明显偏高；源于 Kaplan 数据集重建的 1856~1991 年的 Niño3 和 Niño3、4 区指数序列均显示，自 1876 年年底至 1878 年下半年的高海温分列第 2 位与第 3 位。对 1854 年以来 5 次最为严重的极端干旱事件(1877、1936、1965、1986、1997)发生年的海表温度进行综合分析，结果显示 Niño3 区异常偏高的海温为华北大旱提供了大气驱动的必要条件；南半球的南极涛动指数(AAO)的正异常也为华北降水提供了重要环流背景(郝志新等，2010)。

第三节　水域、植被的变化

一、水域

(一)海平面

明末以来，由于海平面下降，珠江、长江、黄河等各大河流河口段滩涂淤涨

加速(王文，谢志仁，2001)。珠江三角洲地区在明朝中后期即已严重淤积，清初更是由洲潭岛屿形态逐渐演变为平原丘陵景观，在清初至嘉庆末的一百多年中，新积土地达 40582 顷，相当于清朝以前原三角洲面积的一半多，其中，1/3 的冲积地形成于康熙至嘉庆末(周源和，1987)(表 12.4)。由于陆地大规模的增长，广东南海地区的居民点由明嘉靖十四年(1535)的 113 处[①]增至光绪五年(1879)的 1307 处[②]。

表 12.4 清初至嘉庆末各时段珠江三角洲田赋(土地)统计

县 份	地 理 位 置	A 康熙以前的原额田赋	B 康熙至嘉庆末田赋增加数	C 嘉庆末再补升田赋数	D 截至嘉庆田赋总数目
香山县	西江、北江出口磨刀门横门	7 075	11 273	2 621	20 969
新会县	西江干流所经近口段	7 727	6 999	1 176	15 902
番禺县	珠江口	10 415	5 153	908	16 472
东莞县	东江口下游	13 135	3 834	516	17 485
顺德县	西江、北江下游	8 716	3 006	25	11 747
新安县	东江口海岸	4 039	2 995		7 034
清远县	北江下游	5 350	848		6 198
三水县	西、北江干流	5 017	542	28	5 587
南海县	西、北江干流	14 689	483	75	15 247
总 数		76 163	35 233	5349	116 645

资料来源：周源和，1987

长江口的南北两岸自明末起陆续出现淤积和连岸的沙洲，至雍正十三年(1735)，江苏通州余东、余中、余西以南，就涨出大小沙洲二千余顷[③]。因沙洲淤涨迅速，百姓屯垦不绝，清廷遂于雍正二年(1724)在嘉定县东境新辟宝山县。黄河在夺淮入海期间，其河口三角洲于 1578~1855 年淤涨了 74 km^2，是 1194~1578 年淤涨面积的 5 倍(李元芳，1999)。民国《盐城县志》载，“唐宋之世，范堤本为海岸；明宣宗时，逾堤而东，已三十余里；明末，更五十里；迄清中叶，遂在百里之外”，这表明清初至乾隆年间的 100 多年，海岸已东进 20 多公里。

① 嘉靖《广东通志稿》
② 光绪《广州府志》
③ 光绪《直隶通州志》卷 4《民赋志》

18世纪曾有过短暂的温暖气候，风暴潮出现频次增多，海岸线亦出现过小幅度的后退。例如，《雨雪分寸》档案载，乾隆十九年(1754)十月二十六日(阳历12月9日)福建巡抚钟音奏报："乾隆十九年七月三十日(阳历9月16日)并八月初七初八(阳历9月23~24日)及十二十一等日，叠遭风雨，犹幸田禾不致大损；续于九月初二日(阳历10月17日)酉时突起飓风，猛烈，至初三日(阳历10月18日)亥时方止，适当晚禾成熟吐花之候，比被摇落摧折……彰化县被风，田禾俱被吹坏，统计收成约止四分，成灾六分……"又如，乾隆元年(1736)七月十八日(阳历8月24日)浙江提督吴进义奏报："浙江省今岁夏秋以来雨旸时若，海洋各营于六月二十三日(阳历7月31日)遇有飓风猛雨，入夜尤甚。"据杨桂山(2000)研究，16~19世纪东部沿海潮灾每10年发生7.6次，其中，18世纪潮灾较多，每10年8次，17和19世纪较少，每10年分别为7.2和6.6次。

鉴于风暴潮频现、海岸坍没，康熙十一年至康熙朝末(1672~1722)，江苏海门的行政区域级别由县降乡，乡治先后西迁至永安以及兴仁两镇(陈金渊，1983)。为减轻潮灾对农业的影响，这一时期江浙沿海地区加强了海塘的修筑。嘉庆朝(1796~1820)以前的海塘修筑活动约占清朝整个海塘修筑活动的65%，占总修筑里程的71%。其中，雍正、乾隆两朝(1723~1795)几乎年年都有修治(张华，1989)。

(二)江河

清朝，黄河、长江等大河中下游河道均出现过摆动。黄河"自明崇祯末李自成决河灌汴梁，其后屡塞屡决。顺治元年(1644)夏，黄河自复故道，由开封经兰、仪、商、虞，迄曹、单、砀山、丰、沛、萧、徐州、灵壁、睢宁、邳、宿迁、桃源，东迳清河与淮合，历云梯关入海"[①]。此后至咸丰五年(1855)，黄河河道除某些短暂时间曾经分流外，一直独流入淮。咸丰五年(1855)六月十九日，受连续17日暴雨的影响，水位猛涨的黄河于铜瓦厢(今河南兰考东坝头以西)决口，其主流先流向西北，后折转东北，夺大清河至山东利津县入渤海。此后，黄河虽然仍不断决溢，但始终北流入海。

长江下游的主流位置在总体上也较过去2000年的平均态势而偏南，北岸淤进，南岸蚀退，江面相对海平面偏低，水灾多发，不过，18世纪中后期常熟福山附近的江流以及1870~1927年的上海港，都曾出现过航道偏北，江(港)北岸坍退，南岸淤浅的现象(杨怀仁等，1983)。

地处新疆内陆的三屯河与呼图壁河在18世纪到19世纪前期，曾同属一个水

① 《清史稿》卷126《河渠志》

系，在今天的桑家渠至下湖一带汇合，然后向西北流入玛纳斯湖；19 世纪后期，这两条河流却成为两个独立的水系，水量减少，流程缩短，不再汇合(张莉等，2004)。

根据相关研究，黄河等大川的流向在清朝的变化均与气候变化有着密切的关系。黄河在 1855 年的改道，恰处于清朝气候由冷转暖、偏为湿润的背景下，其水、沙输送能力因之大受影响，促发河道向北摆动(王英杰，1992；吴祥定，1994)。受小冰期寒冷气候的主导控制作用，长江下游主干在清朝长期处于偏南的位置(杨怀仁等，1983；朱诚等，2001)。另外，杨怀仁和唐日长(1999)指出，荆江河道在整个全新世的往复迁徙，与气候变化所影响的荆江上游的来水、来沙量以及海平面的波动都有关系。至于近 300 年来三屯河与呼图壁河水系的变迁，与天山中部降水持续减少的变化趋势(袁玉江等，2001)大体一致，体现了天山北坡降水量变化的主导控制作用(张莉等，2004)。

受气候变化等因素的影响，清朝各大河流的水、沙输送状况呈现出阶段性的变化特点。根据黄河中游地区近 250 年来的年度降水量与天然径流量以及输沙量之间的统计关系看，流域降水较多时，黄河往往多水、多沙；水、沙变化具有 22~24 年、10~11 年、2 年等共同周期；可能由于高纬度的旱涝变化周期落后于低纬度地区，黄河输沙量的变化在年代际尺度上常落后于其水量的变化(吴祥定，1994)。涪陵白鹤梁、云阳龙脊石以及重庆朝天门灵石等处的枯水年份题刻表明，西南地区在冷冬年代气候多出现干旱，长江上游因之出现枯水位，如 1654 年(重庆)，1685 年(涪陵)，1710 年(重庆)(郑斯中，1983)。就长江中游荆江段而言，对比近百年气温变化与汉口站的水位变化(图 12.20)，可知：在百年尺度上，两者之间的波动趋势基本上一致；在年代际尺度上，1940s 以前水位升降的转折往往比气温变化超前 10 年左右，与大气环流形势的变化有关(杨怀仁，唐日长，1999)。另据周宏伟(1999)研究，康熙中期(1690 年前后)，伴随长江流域土地复垦运动的大规模开展以及气候趋于冷干，长江江水出现了历史时期以来的第九次由清变浊，并延续至今。光绪年间，“江水一石，其泥数斗”[①]。清末的徐心余(1866~1934)在《游蜀闻见录·三峡水》记载“一日行峡中，偶谈及三峡之水……，较他水重若干，遂于巫峡中蓄水一桶，至夔城(今奉节)取江水权之，竟相差四十余两。”

① 光绪《华容县志》卷首龙起涛序

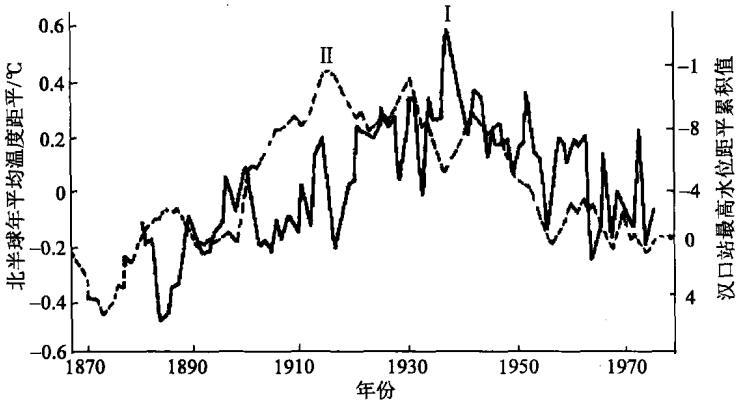


图 12.20 近百年北半球气温变化(I)与长江汉口站水位变化(Ⅱ)的比较(杨怀仁,唐日长,1999)

1650~1709 年、1721~1761 年、1780~1820 年、1841~1855 年、1871~1938 年乃是清初以来黄河河患严重的时段(徐海亮，1993)。其中，康熙元年(1662)、乾隆二十六年(1761)和道光二十三年(1843)，黄河都曾爆发堪称近三百年最大的洪水。康熙元年(1662)夏秋，黄河流域的陕西，于六月“大雨六十日、合省皆然。泾、渭、洛涨，诸谷皆溢，淹山走陆，平地水涌，漂没人家无算，行旅皆绝，泾、渭绝渡者十日”①；山西“汾水泛涨”②，沁河“八月决”③，太原附近“三河涨发，平地水深丈余，四门壅塞”④；河南伊洛河“水涨至堤”⑤。由于支流洪水汇集，黄河干流多处出现决口，并引发淮河大水。“五月，(河)决曹县石香炉、武陟大村、睢宁孟家湾。六月，决开封黄练集，灌祥符、中牟、阳武、杞、通许、尉氏、扶沟七县。七月，再决归仁堤。河势既逆入清口，又挟睢、湖诸水自决口入，与洪泽湖连，直趋高堰，冲决翟家坝，流成大涧九，淮阳自是岁以灾告”⑥。据初步估算，1662 年黄河河南陕县段的最大洪峰量为 47000~58000m^3/s(王涌泉，1981)。至于 1761 年的黄河特大洪水，其在河南花园口段的最大洪峰流量达到 32000m^3/s(高秀山，1989)；在 1843 年的黄河洪水中，河南陕县的洪峰流量也高达 36000m^3/s(水利部黄河水利委员会《黄河水利史述要》编写组，2003)。

康熙元年(1662)，不仅黄河出现大洪水，珠江、长江也水势汹涌。在黄河出现洪水前的五月，广州大水⑦；八月，长江中游“天门汉水溢，堤决，舟行城上，

① 康熙《陕西通志》卷 30
② 道光《阳曲县志》
③ 乾隆《阳武县志》
④ 光绪《徐沟县志》
⑤ 乾隆《郾师县志》
⑥《清史稿》卷 126《河渠志》
⑦《清史稿》卷 40《灾异》

成安、钟祥、潜江大水”[①]，“钟邑许家堤、草庙、宾君庙、臼口四处溃。京邑番林垸，聂家滩亦溃”[②]。长江上游的四川、云南地区也是大水一片，四川夹江“大水，城皆为江水所淹”。除外，咸丰十年(1860)和同治九年(1870)，长江上游出现的特大洪水规模均超百年一遇。据洪水刻痕推算，1860 年屏山段洪峰流量约 35300 m^3/s，宜昌为 92500 m^3/s，枝城达 110000 m^3/s，重现期约为 150~200 年(陈家其等，2006)。1870 年的长江洪水，导致奉节“大水为灾，高于城五丈余”，丰都、宜昌等长江沿线多个市镇尽成泽国，故时人称“二百余年未有之奇灾也”[③]、“嘉靖迄兹凡两见异灾三百有余年”[④]。据估算，当时三峡黄陵庙水位达 81.16 米(朱诚等，1997)，宜昌洪峰流量达 105000 m^3/s，万县达 108000 m^3/s，枝城达 110000 m^3/s(胡明思，骆承政，1989)。

清朝黄河水患较大程度上受气候变化(尤其是降雨变化)的影响。如 1662 年的黄河大洪水发生在明末大旱之后，时逢 1653~1671 年的气候严寒期，可能与自 17 世纪中叶大幅度衰减的太阳活动有着密切关系，即太阳活动大幅度衰减时，中国常发生特大干旱；在太阳活动极度衰弱的开始段，中国异常严寒；在极小期的起始年份附近，中国易出现罕见的特大暴雨和洪水(王涌泉，1981)。

关于长江流域洪患与气候变化的关系迄今未有共识。有研究指出，明清时期长江三峡共出现 54 次洪水，其中 40 次出现在小冰期最冷期(300a BP~100a BP)(朱诚等，1997)；长江中游荆江段发生变革的年代，也正是东中部地区寒冷时期灾难频发的年代(杨怀仁，唐日长，1999)；长江三角洲在清朝严重的洪灾，对应着中国东部气候在小冰期的寒冷以及海面的下降(朱诚等，2001)。然而，施雅风等(2004)指出，以 19 世纪冷期与 20 世纪暖期相比，暖期出现大洪水的频率要高于冷期；陈家其等(2006)认为：1860、1870 年长江上游两次特大洪水事件出现在中国小冰期第三个冷期，但由于东西部气候在年代际尺度上的差异，这两年前后长江上游的云贵川地区则相对偏暖，因此，长江上游相对偏暖的气候以及强盛的西南气流与这两次特大洪水的孕育可能存在一定的联系。

(三)湖泊

Fang(1993)指出，1650 年迄今是中国东部湖泊演变史上的第七个重要阶段，在这个阶段内，中国 24 个大的湖泊因淤塞而成为平陆，包括曾载于《禹贡》的上

① 《清史稿》卷 126《河渠志》
② 湖北省文史馆，1956.《湖北省自然灾害历史资料》(内部资料)
③ 光绪《合川志》
④ 民国《新修合川县志》

古巨浸，如圃田泽、大陆泽、大野泽等。圃田泽在《水经注》时代，东西长 20 多公里，南北宽 10 公里，在元、明时已演变为沼泽，至清中叶以后完全淤为平陆。洞庭湖、太湖、白马湖、白洋淀等大型湖泊，虽未淤为平陆，但也逐步出现不同程度的萎缩现象。雍正九年(1731)，“洞庭一湖，绵亘八百余里。自岳州出湖，一望杳渺，横无际涯”[①]；道光时(1821~1850)，“洞庭湖东北属巴陵，西北跨华容、石首、安乡，西连武陵(今常德市)、龙阳、沅江，南带益阳而寰湘阴，凡四府一州九邑，横亘八九百里，日月皆出没其中”[②]，当时面积约达 6000km^2,是目前的两倍以上(中国科学院《中国自然地理》编委会，1982)。1860 年、1870 年大洪水导致荆江出现藕池河和松滋河决口，改变了江湖关系(水利部长江水利委员会，1993；骆承政，乐嘉祥，1996)，使得荆江泥沙大量排入洞庭湖，故 19 世纪后期洞庭湖迅速萎缩，西洞庭湖大半壅塞，东洞庭湖的湖面也出现大片沙洲。

乾隆年间(1736~1795)尚悬于太湖之中的马迹山、东山两岛，在清后期由于岸线的萎缩而与陆地相连成为湖岬，石湖、白洋湾、菱湖等水面迅速退化为陆地和沼泽。在清后期东山陆连岛形成前后，今吴江市西侧太湖岸线的后退速度达到了每年 200 米(中国科学院南京地理所，1965)。

据雍、嘉、光绪年间江淮流域的各个县志看，在 1885 年黄河北徙之前，该地区水网密布，6 个县域计有 61 湖 115 荡，湖泊面积远比今日为大；然自黄河北徙后，白马、高宝诸湖水量锐减，加之筑堤围垦现象日甚，故江淮流域的湖泊面积逐渐缩小(潘凤英，1983)。

华北地区的湖泊在清朝大量萎缩。明中期的白洋淀，曾经“澜平波浅，蒲绿荷红，渔歌菱歌，差可拟西湖、洞湖”[③]，然而在顺治元年到光绪七年(1644~1881)的 237 年间，其面积萎缩了十分之七，风景不再(邹逸麟，1987)。

比较清朝东中部地区大湖面积比例与干湿指数的变化过程(图 12.21)，可以发现两者之间存在较好的一致性——气候干旱期内的大泽面积显著减小。这种一致性可能说明了气候的干湿波动可能是控制湖泊演变的主要因素(Fang，1993)。当然，由于湖泊的干旱、淤塞，诱发民众大规模屯田，也在一定程度上加剧了湖泊的萎缩。

① 道光《洞庭湖志》卷 1
② 道光《洞庭湖志》卷 1
③《新安旧志》

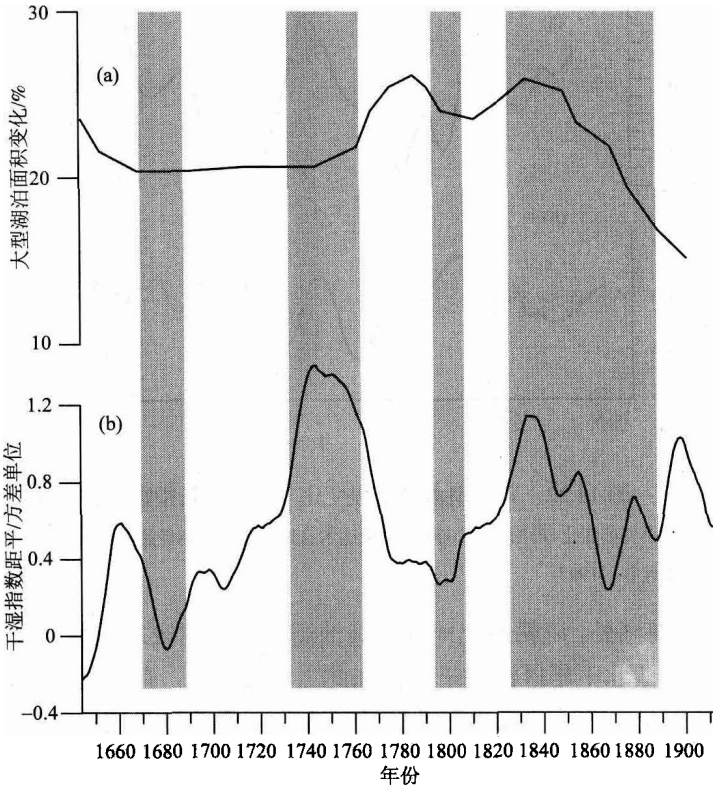


图 12.21 清代大湖面积比例与干湿指数变化

(a)全国大湖面积比例演变(Fang, 1993)；(b)东中部地区湿润指数变化(Zheng et al., 2006)

地处东南季风区边缘的内蒙古岱海，其历史上的水位变化对东南季风强弱所引起的降水量变化十分敏感。在 2000BP 前后，其水域面积尚有 209 km^2 之广，明清小冰期时湖泊面积大幅度萎缩。在 1875~1879 年连续大旱后，岱海仅余 60 km^2；1880 年大暴雨后，岱海面积又逐步扩大，1891 年达 91 km^2；20 世纪初，随着东南季风的增强，降水的充沛，湖泊面积更回升至 200 km^2(王苏民，窦鸿身，1998)。

地处青藏高原东北部的青海湖，曾“魏周千里，唐八百余里”，然乾隆时已萎缩至七百余里(王苏民，窦鸿身，1998)。1908 年，俄国人柯兹洛夫推测当时湖面高程 3205 米，面积为 4800 平方公里。将青海湖近 600 年来水面高程变化与乌兰树轮指数(周陆生，汪青春，1997)的变化进行对比(图 12.22)可知，湖面出现极高水位的 1710s 和 1890s，及出现极低水位的 1760s，恰好分别在柴达木盆地东部降水增多与减少的时段后数年出现(冯松等，2000)。

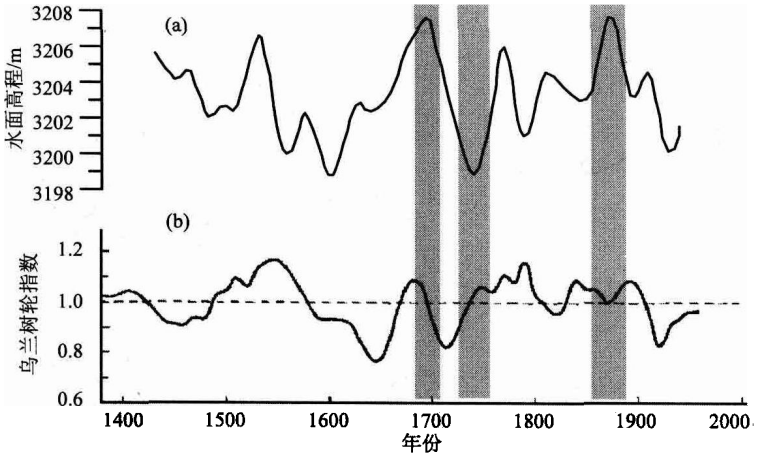


图 12.22 青海湖水面高程变化与乌兰树轮指数变化

(a)青海湖水面高程变化(冯松等，2000)；(b)柴达木盆地东部乌兰树轮指数所指示的降水变化(周陆生，汪青春，1997)

除岱海、青海湖外，清朝西北地区的其他湖泊面积也较之前各朝大幅度萎缩(表12.5)。对于清朝西北干旱区湖泊干缩得如此之快、之多，有研究指出，仅说是气候变化的结果是不全面的，主要是受西北地区人为因素而导致的沙漠化进程的影响，但小冰期干冷气候对沙漠化进程的宏观控制作用仍不可否认(王乃昂等，2002)。

表 12.5 清朝西北地区湖泊变迁 (单位：km^2)

湖 名	先秦两汉	清代前期	清末民国
潴野泽	2100~1830	210	70
花海	445	49	10
居延海	2084	695	352
罗布泊	5350		明显缩小

资料来源：王乃昂等，2002

二、植被

历史上，中国曾是一个多森林的国家。战国末秦汉初，现今中国境内的森林覆盖率曾达到 46%左右(樊宝敏，董源，2001)，其后森林面积逐步缩小，清朝末期仅为 $16056\times10^4hm^2$，占国土面积 16.7%左右(葛全胜等，2008)。

(一)18 世纪之前

在 18 世纪之前，虽然华北、华中、西南等地的平原以及盆地已然全无原始森

林，以农业景观为主，但全国广大山地、丘陵地区仍然有许多茂密的森林。据樊宝敏和董源(2001)估算，清初全国的森林覆盖率约为21%。葛全胜等(2008)的最新估算结果则显示，1700年前后，全国的森林覆盖率可能仍有25%。

大量史料表明，东北地区在清初时，窝集(即森林)广布，树木参天，“绵绵延延”，“不知纪极”[①]，数千里边界(指吉林与俄罗斯接壤处)，未设“喀伦”，“惟赖窝集之险，以限戎马之足”[②]。杨宾在《柳边纪略》提到：“丛林密树鳞次栉比”，“车马横过不见天日者，三百条里”，“其中万木参天，彼此联络，间不容尺”，从中可知即便在康熙六十一年(1722)，东北森林依然繁茂。

华北平原的原始森林虽然早已不复存在，但清初平原周边的山区地带仍然有不少片状分布的森林。燕山的局部地区在乾隆时仍森林茂密，乾隆有诗云“九松山作万松山”[③]。豫西伏牛山地区，地方志中多言清初时“苍松郁茂”、“竹木荟蔚”。

西北地区(陕西、甘肃、青海、新疆、宁夏、内蒙古)虽然受自然条件的限制，森林分布有限，但大部分的山区在清初也为天然森林所覆盖。陕南当时有相当规模的远古森林，被称为“南山老林”和“巴山老林”；六盘山云杉广布，素有“陆海林薮”[④]之称；子午岭“一望乔山，岗峦丛翠”[⑤]；绵亘的祁连山“森林突出，松林葱蔚”[⑥]；偏僻的新疆阿尔泰山、天山等山区在清初原始森林依然保存良好。清沈青崖有《南山松树歌》云：“天山松百里，荫翳车师东，参天拔地如虬龙，合抱岂止数十围？”西部伊犁地区亦多茂林，祁韵士称之“满谷云树森森，不可指数，引人入胜”。

西南地区(四川、云南、贵州、西藏四省区)的丘陵森林在清初虽然几已破坏殆尽，但次生的经济林有一定规模，至于横断山区与云贵高原则仍保留有大量原始森林，故地方志中多有“森林茂密，古木荫森”的描述。乾隆年间进士赵翼曾作《树海歌》，描写滇南森林洋洋无涯的盛况。

清初南方许多山区的森林还十分茂密，“山多古木”、“森林密菁”之言多见于各地方志之中。鄂西北神农架有“千百年来未辟老林”，武陵山脉“山深木古，无径可通”，雪峰山系“密篁蒙茸”，广东“番禺以东至从化，皆深山大林，或穷日行无人迹，至于香山(今中山)，新会、新宁(今台山)……林木之多不可胜计”[⑦]，广西更是“土旷人稀，一望皆深篁密菁”，尤其桂西太平府和镇安府等地“层峦叠

① (清)吴振臣《宁古塔纪略》
② (清)何秋涛《朔方备乘》卷21《艮维窝集考》
③《日下旧闻考》卷116
④ 乾隆《静宁州志》
⑤ 顺治《中部县志》旧序
⑥ 光绪《民乐县志》
⑦ 康熙《新修广州府志》

嶂，树木阴翳，行人不辨东西半步”。

(二)18 世纪之后

清朝植被的变化大致以 18 世纪为转折点。布罗代尔(1992)指出，无论在中国或欧洲，在 18 世纪一起被突破的是一种旧的生态体系，即在这以前曾起过规范作用的一系列限制、障碍、结构、关系和数量都发生了变化。1700~1949 年，全国森林覆被面积加速衰减(图 12.23)，部分省区覆被率下降超过 20 个百分点；在空间上，森林的缩减呈现出自西向东、自北向南幅度不断增大的情形。其中，东北、西南和东南地区森林缩减程度最为严重，黑龙江达 50 个百分点，吉林达 36 个百分点，川渝地区达 42 个百分点，云南达 35 个百分点(葛全胜等，2008)。

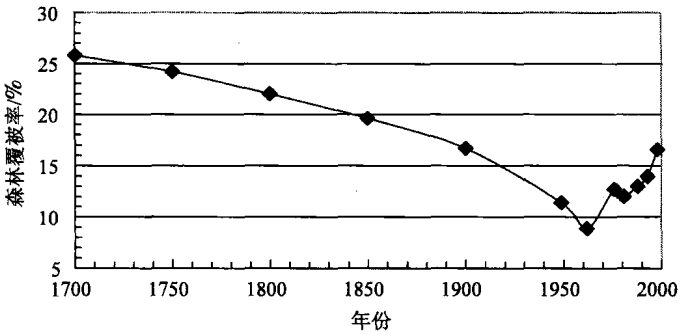


图 12.23 过去 300 年中国森林覆被率变化趋势(葛全胜等，2008)

具体至 18~19 世纪的 4 个 50 年里，各地森林覆盖率衰减的幅度不尽相同。1700~1750 年(图 12.24(a))，川渝、云南、湖南是中国森林破坏最为严重的三个地区，其覆被率减少达 4~6 个百分点，其余地区(包括甘肃省)均小于 4 个百分点，西北地区(包括新疆、西藏、青海、宁夏、内蒙古、陕西、山西等)均小于 2 个百分点；1750~1800 年(图 12.24(b))，覆被率下降超过 4 个百分点的地区从上一时段的 3 个发展至 9 个，除黑龙江省外，其余地区主要集中在西南、华南和华中。其中，湖南省下降超过 6 个百分点，云南省超过 8 个百分点；1800~1850 年(图 12.24(c))，下降超过 4 个百分点的地区增至 12 个，它们分别是黑龙江、京津冀、陕西、甘肃、湖北、湖南、川渝、贵州、云南、福建、江西和粤琼。其中，湖南、四川、云南三省尤为严重，覆被率下降均超过 6 个百分点；1850~1900 年(图 12.24(d))，下降超过 4 个百分点的地区为 13 个，虽然只增加了一个，但覆被率下降超过 6 个百分点的地区却增至 5 个，它们分别是黑龙江、湖南、川渝、云南和广西。其中，黑龙江、云南二省达 8~10 个百分点，西南和东北是这一时期森林破坏最为严重的地区。

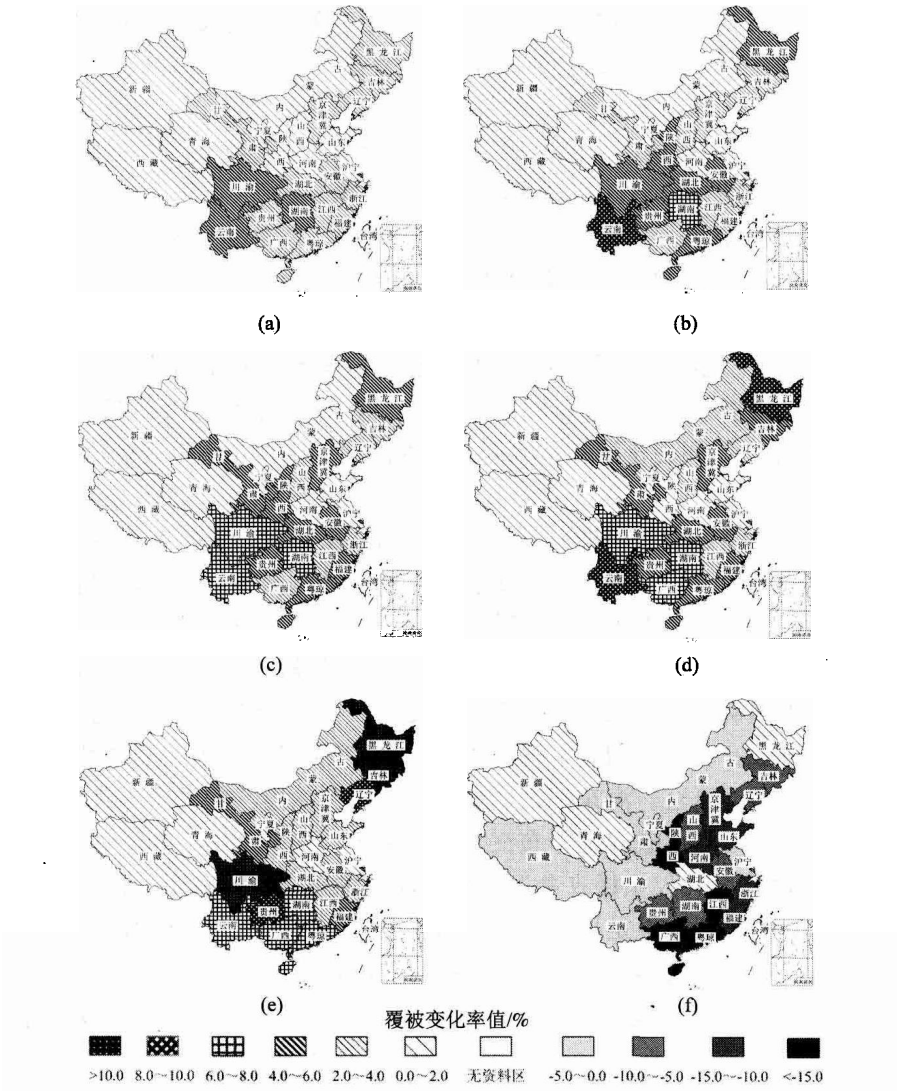


图 12.24　18~20 世纪中国森林覆盖率的变化(葛全胜等，2008)

(a) 1700~1750 年; (b) 1750~1800 年; (c) 1800~1850 年; (d) 1850~1900 年; (e) 1900~1949 年; (f) 1949~1998 年

18 世纪(康熙后期)以降全国森林覆盖率的骤减，多是由于农垦、战争、建筑、薪炭等人为破坏因素所致，其中，尤以农垦的破坏为重(樊宝敏，董源，2001)。清朝经过康、雍、乾三代帝王一百多年的文治武功，社会稳定，经济发展，中医技术进步，人民安居乐业，特别是奉行了数千年来不曾有的宽松的人口政策，如康熙五十三年(1714)颁行“盛世滋丁，永不升赋”的政策，雍正帝推行“摊丁入亩”，免征人头税政策，遂使得全国人口迅猛增长，人口总数在一百多年里相继从

1 亿突破至 4 亿以上(梁方仲，1980)。由于人口激增，造成土地需求日趋紧张，人地矛盾日益尖锐，为了缓解矛盾，清廷不得不多次下令，鼓励农民开垦新田，“务使野无旷土，家给人足”，各地垦田之风遂愈演愈烈。

在华北，“山头地角，水滨河尾”皆成开垦对象，随着适宜山区种植的玉米、红薯等高产作物的推广，“山石尽辟为田，犹不敷耕种”①。道光以后，太行山的木产已不见载，以致民间有诗云“天险关高愁涧壑”，“荒边无树鸟无窝”。因为“砍伐既久”，燕山林区在嘉庆年间就已经因为木产不足而“商贩寥寥”，“木税不敷定额”②。原本树木较多的胶东地区也已“剪伐斯频，虽有萌蘖，仅可为薪，不中材用”③。清末历史地理学家汪士铎(1814~1889)曾谈到道光年间的山东半岛“人多之害，山顶已植黍稷，江中已有洲田，川中已辟老林．苗洞已开深箐．犹不足养，人事之权殚矣”④。即使是清初林木尚且茂密的伏牛山，亦不可避免地“近山皆垦辟”，“山渐空矣”⑤。

西北的陕西自康熙年间即有外地流民应召前来垦种，此后在内地人口规模急剧膨胀与乾隆初年“山头地角，永免生科”谕令的刺激下，入驻的“棚民”更是“千百为群，到处络绎不绝”⑥，其斧斤耕锄所及，已达秦岭、巴山老林，使秦巴山区的森林遭到毁灭性破坏。原先“人迹罕至”的盩厔(今周至)县至嘉庆年间已是“各省之人俱有，虽深山密菁，有土之处皆开垦无余”⑦,其黑水河上游老林，在道光二年(1822)已退缩到老君岭，辛峪、黑峪和西骆峪的森林皆以伐完⑧。伐林耕垦之风一直向西延至青海东部，例如原是“秀色如绘”的天水小陇山林区林地被农田切割成块，支离破碎地分布在一些山头上。到清朝中后期，岷县闾井河流域的“万树青松”也“仅余槎卉矣”⑨，森林采伐的重点逐渐移至人迹罕至的洮河、白龙江上游。黄湟地区更是早在乾隆年间就已“湟中诸山，类皆童阜”⑩。另外，西北、华北农牧交界的地带，草原也尽辟为农田。

满族“龙兴”圣地的东北，虽然早在康熙年间，如康熙帝所说：“今巡行边外，

① 康熙《林县志》
② 光绪《畿辅通志》
③ 民国《威海志》
④ [清]汪士铎:《乙丙日记》卷 3
⑤ 光绪《嵩县志》
⑥ [清]严如煜:《三省边防识略》卷 11《策略》
⑦ [清]卢坤:《秦疆识略》盩厔县
⑧ [清]严如煜《三省边防备览》
⑨ 光绪《泯州续志采访初稿》
⑩ 乾隆《西宁府新志》

见各处皆山东人，或行商，或力田，致数十万人之多。”[①]但总体上，受康熙七年(1668)“四禁”政策[②]和乾隆五年(1740)限制内地流民出关垦荒政策[③]等一系列封禁政策的影响，时至咸丰年间(1851~1861)，依然“鲜罹斧斤之患”[④]。不过，19世纪中叶以后，随着封禁政策的松弛，放垦政策的实施以及西方列强的侵入与掠夺，东北森林遭到了史无前例的严重破坏。

西南的川贵滇三省在雍正年间推行“改土归流”之后，大批贫民进驻山区进行垦殖。至乾隆中期，由于耕地渐趋不足，清廷遂于乾隆三十一年(1766)谕令：“滇省山多田少，水陆可耕之田俱经垦辟无余，惟山麓河滨，尚有旷土，向令边民垦种以供口食”，“山头地角……盖免生科。”[⑤]至咸丰年间，四川阆中“近日人烟益密，附近之山皆童，柴船之停泊江干者，大抵来自数百里外矣”[⑥]。另外，云南在乾嘉时期“土法炼矿，皆以薪材木炭……矿山附近森林，几皆已砍伐殆尽”[⑦]。

如同其他地区一样，南方诸省自乾隆初年后，也出现了“与山争林”的现象。大量的“棚民”进驻山林，导致“开垦过多，山渐为童”。湖北的竹山县“昔时林木盛而禽兽多，农隙时居民猎取鲜肥，臂鹰博兔，故人强毅。近则山尽垦辟，无所巨藏，猎者亦罕”[⑧]，建始县“乾隆初城外尚多高林大木，虎狼窟藏其中……十余年来，居人日众，土近辟，荒尽开，昔患林深，今苦薪贵”[⑨]。地处万山之中的广州高州府信宜县境内，清初的原始森林至清中期便已“……森林密菁，郁葱畅茂，至是而荡然一无所存”。广西平乐府富川县刀耕火种，“焚山不禁，遂至山枯而泽竭”。

除农垦外，战乱兵燹也给清朝森林带来毁灭性的灾难。太平天国运动时，清军“兵燹所至，无树不伐”，安徽、湖北附近长江两岸的天然森林，在战火中损失甚巨(陈嵘，1983)。咸丰四年(1854)，广东白云山及罗浮山森林，大部分亦为战争所毁。

清朝（尤其是18世纪后）全国森林覆盖率的降低，主要可归结于人为因素的作用，但是，在人为因素的背后，还隐约浮现着气候变化的影响。首先，玉米、马铃薯、番薯等美洲作物的适时传入，被认为是加速山地开发，森林破坏的直接

① [清]王先谦：《十一朝东华录》卷80
② 《清圣祖实录》卷23
③ 《清高宗实录》卷115，乾隆五年四月甲午
④ [清]何秋涛《塑方备乘》卷21《艮维窝集考》
⑤ 光绪《大清会典事例》卷164《户部·田赋·免科田地》
⑥ 咸丰《阆中县志》卷3《物产》
⑦ 郭垣. 1939.云南省之自然资源. 正中书局
⑧ [清]吴保义等：《郧阳志》卷1
⑨ 道光《建始县志·户口》

因素（彭慕兰，2003）。但是，应当看到，这些海外作物的时兴，在很大程度上是因为它们较之传统的山区作物，具有耐旱、耐瘠、高产、耐寒的特点（周宏伟，1999），能够更好地顺应小冰期气候下粮食供应的需求，尤其是1810年中国农业收成开始变坏后，直至1855后的收成恶化时期。其次，对燃料供给的需求也是人们砍伐森林的重要原因。温暖的气候背景下人们需要的供暖少，森林的砍伐自然减少；但在小冰期寒冷气候下，如1650~1920年东中部地区的冬半年平均气温较今低0.5℃或更多时，那么，烧炭的需求无疑会成倍增长；1840s，甚至华南滨海平原也频频出现霜雪，海南岛“溪鱼多冻死浮水面”，可以想象当时因为取暖需求而对森林破坏有多么严重。再次，除了人为因素外，小冰期的气候本身就会制约一些类别、一些地区植物的生长。竺可桢（1972）指出，汉唐时期遍布于黄河流域的梅树，在明清寒冷的气候背景下，其生长范围已退至淮河流域。早自明初起，竹子就不再是黄河以北的经济林木，官竹园取消，残余竹林规模远不及汉唐时代。在弘治到清嘉庆间仍“多产竹箭”的陕北佳县箭括坞竹林，由于道光年间的极度严寒而消失（关传友，2003）。另外，1855年的黄河北徙导致了苏北滨海盐生植被的分布较元代有所退缩，废弃的黄河河道形成沙生植被，大量的沼泽植被因水域淤塞而减少（朱士光，1994）。在西北河西走廊，虽然据《嘉庆重修一统志》记载推算，嘉庆年间（1796~1820）河西两府二州的人口密度突破了干旱地带人口压力的“临界指标”（1977年国际防治沙漠化会议规定为7人/km^2），达到8.8人/km^2，表明人类活动已逐渐取代自然因素，成为导致河西地区生态环境变化的主导因素（王乃昂等，2002），但是，至少17世纪中叶至18世纪晚期，小冰期干冷气候的影响仍是导致西北地区沙漠化现象加重，绿洲植被减少的重要因素之一。

需要指出的是，在人为因素的影响下，清朝一地区森林面积的降低，在一定程度上改变了局地的水文、土壤和气候条件，进一步使得本地甚至其他地区的植被生长环境恶化。清朝文学家梅伯言曾指出，“未开之山，土坚石固，草树茂密，腐叶积数年，可二三寸。每天雨。从树至叶，从叶至上石，历石罅滴沥成泉，其下水也缓、又水下而土不随其下，水缓，故低田受之不为灾，而半月不雨，高田犹受其浸溉。今以斤斧童其山，而锄犁疏其上，一雨未半，沙石随下。奔流注壑涧中。皆填汙不可注水，半至洼田令乃止。及洼田，而山田之水无继者”①。晚清思想家魏源亦言，“湖广无业之民多迁黔粤川陕交界，刀耕火种。虽蚕丛峻岭，老林邃谷，无土不垦，无门不辟。浮沙壅泥，败叶陈根，历年拥积者至是铲掘疏浮，随大雨倾泻而下”②。美国汉学家彭慕兰(2003)则是更直接指出，18世纪森林的

① [清] 梅伯言:《柏枧山房文集》卷10《书棚民事》

② [清]魏源:《古微堂外集》卷6《湖北堤防议》

砍伐，可能导致了气候趋于干燥。

第四节　柑橘和双季稻种植

一、柑橘种植的衰落

柑橘是一种典型的亚热带果树，冬季低温是限制柑橘向北扩展的决定性因素。清朝寒冷气候不仅使柑橘北界南移，也使长江三角洲地区柑橘种植业走向衰落（东、西洞庭二山因太湖湖水冬季热源效应而除外）。

自14世纪中叶以来，中国气候总体转冷，但1450年后有近150余年的回暖期。因此，明朝中后期，长江三角洲地区的柑橘种植相当普遍。据史载，正德四年（1509）冬，上海地区“大寒，竹柏多槁死，橙橘绝种，数年间市无鬻者。黄埔中冰厚二、三尺”[①]，这虽是一则记寒史料，但说明正德四年前上海地区种植柑橘。其后，长江三角地区柑橘种植再度兴盛，如嘉靖十七年（1548）《嘉靖太仓州志》载：“近年吾城人家多种橘，种类不一，惟衢橘为佳。”太仓人王世懋（1536~1588）所著《学圃杂疏》亦说：“柑橘产于洞庭，然终不如浙温之乳柑、闽漳之朱橘。有种红而大者，云传种自闽，而香味径庭矣。余家东海（太仓）上，又不如洞庭之宜橘，乃土产蜕花、甜蜜橘二种，却不啻胜之。橘性畏寒，值冬霜雪稍盛辄死。植地须北蕃多竹，霜时以草裹之，又虞春枝不发。记儿时种橘树不然，岂地气有变也。”此外，在长江下游沿岸一些州县亦有芸香科柑橘属植物种植，如丹徒、通州、如皋等地以种植橙树为主[②]。位于南阳盆地的唐县和邓州一带也有橙、橘树的栽种[③]。晚明时，柑橘种类则有增多趋势，如刊行于崇祯三年（1630）的《松江府志》载：“橘似柑而小，吾乡之种俱移自洞庭，有绿橘，……有黄橘，……有红橘，……有波斯橘。”

除17世纪末18世纪初曾短暂回暖外，清朝大多数时间气候寒冷，19世纪中叶显著寒冷，故清代上海地区除同治年间有一些耐寒的酸橙和香橼外[④]，地方志中柑橘属植物踪迹几无。康熙九年（1670），太湖流域曾成功引种南方佛手柑。据《阅世编》载：“佛手柑，向出闽、广，江南绝无。自康熙九年（1670）庚戌，郡绅顾见山，十六年（1677）丁巳，吾家苍岩叔，相继榷关赣州，两家人种之于巨瓶载归，其枝叶与此地香橼无异，而垂实累累，金碧可爱，及移植土中，大概与香橼相似，畏寒亦相同，故鲜见有开花结实者。”康熙十五年（1676）前后上海地区偶见柑橘，

① 上海市气象局. 1978. 上海地区近五百年气候历史资料（内部资料）. 3

②《万历丹徒县志》卷1，《嘉靖通州志》卷1，《嘉靖重修如皋县志》卷3

③ [清]汪灏：《广群芳谱》卷65，按：《广群芳谱》是在明后期编撰的《群芳谱》的基础上增补而成，上引的橙树的资料是源自《群芳谱》，是明后期的情况

④ 同治《上海县志》卷8《物产》

如《阅世编》载："江西橘柚，向为土产，不独山间广种以规利，即村落园圃，家户种之以供宾客"。之后，上海一带柑橘种植记载阙如。

虽然柑橘不会因为一次冻害而绝种，但严寒，特别是持续地寒冷无疑是导致柑橘枯槁的主要原因。正德四年(1509)冬大寒，南京、镇江"树木枯死"，上海"黄浦冰经月不解"，"竹柏多槁死，橙桔绝种数年"；顺治十一年(1654)上海地区"泖淀冻合数日，人行冰上"，"黄埔冰"[①]；苏州地区，"太湖冰冻厚二尺，连二十日，橘柚死者过半"[②]，后经移植、精心护理方生长结实[③]。顺治十一年(1654)甲午冬，严寒大冻，至春，橘、柚、橙、柑之类尽槁。康熙十五年(1676)丙辰十二月朔，奇寒凛冽，境内秋果无有存者，而种植之家，遂以为戒矣"[④]。康熙二十九年(1690)11月，江苏常州、高淳等地大雪严寒，树多冻死；12月，安徽庐江、当涂等大雪，竹木、桔橙多冻死，湖北竹溪大雪深四、五尺，广东海阳(今潮安)大寒冻毙人畜，福建海澄(今龙海)大雪冻毙牛马(张习孔等，1987)。王士禛(1634~1711)曾记道："庚午(1690)冬，京师不甚寒，而江南自京口达杭州里河皆冻。扬州骡纲皆移苏杭，甚至扬子钱塘江、鄱阳、洞庭河亦冻，江南柑橘树皆枯死。其明年，京师柑树不至，惟福橘间有至者，价数倍。齐鲁间竹多冻死。按宋时江南大寒，积雪尺余，河尽冰。凡橘皆冻死，伐为薪，叶石林作《橘薪》以志其异。元天历中亦然。"[⑤]

图 12.25 是 1450~1979 年长江中下游地区柑橘冻害状况(龚高法等，1983)。过去 500 多年来，长江中下游地区平均每 10 年有 1.5 个柑橘、樟树等冻害年份，其中，1500~1530 年、1650~1720 年、1860~1900 年是冻害高发期；冻害年份的长期变化与明清时期冷暖变化相一致，在寒冷阶段每 10 年冻害的年份达 2.3~2.6 个(平均值)，而在温暖阶段平均只有 1.0 个左右。

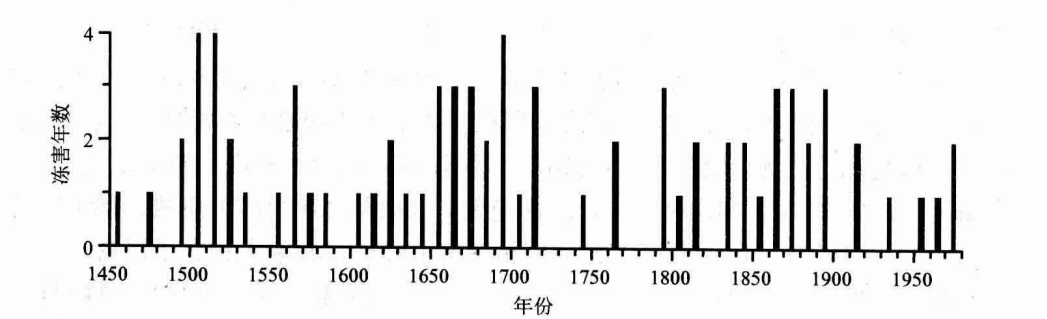


图 12.25 长江中下游地区每十年柑橘冻害年数的分布(龚高法等，1983)

① 上海市气象局. 1978. 上海地区近五百年气候历史资料(内部资料)
② 江苏省气象情报资料室. 1978. 江苏省气候历史资料(内部资料)
③ [清]叶梦珠:《阅世编》卷 7《种植》
④ [清]叶梦珠:《阅世编》卷 7《种植》
⑤ [清]王士禛:《居易录》卷中

二、双季稻的推广

康熙五十四年(1715)至六十一年(1722)的 8 年间，李煦在苏州种植双季稻试验，取得了成功，其中早稻平均 3.75 石，晚稻平均 2.36 石(6 年平均)，合计亩产 6.11 石(表 12.6)。同时，李煦还向康熙帝奏报了历年的双季稻的种收时间、产量，以及生产中遇到的节候变动等问题。

表 12.6 《李煦奏折》中所载苏州双季稻种植、收成情况

时 间	早稻插秧(农历)	收获时间(农历)	亩产/石	晚稻插秧(农历)	收获时间(农历)	亩产/石	亩产合计/石
康熙五十四年(1715)	4月10日	7月13日	2.80	7月28日	缺	1.0	3.8
康熙五十五年(1716)	3月9日	6月4日	3.70	6月12日	9月25日	1.5	5.2
康熙五十六年(1717)	3月9日	6月29日	4.10	6月29日	10月2日	2.5	6.6
康熙五十七年(1718)	4月25日	7月3日	4.15	7月12日	9月12日	2.6	6.75
康熙五十八年(1719)	3月1日	6月15日	4.23	6月23日	10月3日	2.2	6.45
康熙五十九年(1720)	缺	6月24日	4.0	7月4日	9月28日	2.0	6.0
康熙六十年(1721)	缺	闰6月6日	4.0	闰6月16日	缺	缺	
康熙六十一年(1722)	3月5日	6月16日	3.0	6月25日	缺	缺	

资料来源：李增高，2005

双季稻的种植需要充足的水热条件。17 世纪末到 18 世纪后期近百年时段里，中国气候相对温暖，是小冰期中一个弱的暖谷，给当时清政府在苏州等地成功推广双季稻种植，并将种植北界延伸到苏北里下河一带创造了有利条件。康熙二十年(1681)，在康熙帝亲自参与下，一种白露前可收割、生长期较短的水稻在承德避暑山庄试种成功，改变了以往“口外种稻，至白露后数天不能成熟”的历史，因康熙本人参与了试种过程，故该稻被誉为“御稻”。康熙晚年自述道：“丰泽园中有水田数区，布玉田谷种，岁至九月始刈获登场，一日循行阡陌，时方六月下旬，谷穗方颖。忽见一颗高出众稻之上，实已坚好，因收藏其种，待来年验其成熟之早否。明岁六月时，此种果先熟。从此生生不已，岁取千百，四十余年以来，内膳所进皆此米也。其米色微红而细长，气香而味腴，以其生自苑田，故名御稻米。”[①]鉴于该稻生长期短，康熙帝认为“南方气温，其熟必早于北地，当夏秋之交，麦禾不接，得此早稻利民非小，若更一岁两种，则亩有倍石之收，将来盖藏渐可充实矣”，遂选定

① [清]爱新觉罗·玄烨：《康熙几暇格物编》卷下之下《御稻米》

苏州和江宁作为江南双季稻试种点，并将这项任务交付苏州织造李煦负责试种。

18世纪后，中国气候进一步回暖。据《李煦奏折》载，康熙五十四年(1715)，苏州双季晚稻于7月28日插秧，可抽穗结实，但“所收稻谷每亩不满一石”。康熙知道情况后，认为这是因为早稻“四月初十种迟了。京里的六月二十已得进矣”，特派李英贵到苏州指导，要求李煦“细问李英贵种稻之法，并早晚节气，自然南方收两季。若不留心，糊涂来，终无实效”。康熙五十五年(1716)，李煦将早稻插秧提前到谷雨前，六月初四日收割；晚稻于六月十二日插完，赶在立秋之前，九月十五日收割，虽当年“因七月二十三、二十四两日大西北风，禾苗刚秀，将花损伤，所以不能尽实”，然“每亩得稻子一石五斗”，两季亩产累计达5.2石。当年，江宁巡抚吴存礼和江宁织造曹頫也调整了早、晚稻播种时间，取得了理想的结果。

康熙五十六年(1717)开始，苏州乡民开始纷纷求种，江宁百姓“无不欣忭踊跃，传为异宝，凡有田产之家，俱闻风求种，从此流传广布百姓，均得多收一次之稻，利益甚多”[①]；康熙遂下旨将“御稻”“广布江南，以便民生”，晓谕“各官府民要者，尽力给去，无非广布有益，浙江、江西要的也给”，“并详告以播种之法”。“御稻”因之在浙江、江西、安徽及苏州、江宁等地迅速推广。是年，苏州早稻于三月初九谷雨之前插秧，因“雨水调匀，禾苗甚好”，六月二十一日收割，“每亩约得稻子四石一斗，比上年多收四斗”；晚稻“于十月初二日收割，每亩得稻子二石五斗”，两季合计平均亩产6.6石，产量较上年苏州本地稻单季亩产3.9石增加近一倍；江宁地区，早稻“每亩收谷自三石至三石六七斗不等”，晚稻“每亩收谷二石至二石三、四斗不等”，两季亩产共6石左右。然江宁织造曹頫扩大到上元、江宁、含山、芜湖四县部分地区的“御稻”，却不见晚稻产量记载。康熙五十七年(1718)，两淮商人也得到了“御稻”，双季稻已推广到江北的里下河一带。继之三年，早、晚稻稻产量均相对稳定，但推广缓慢，康熙曾叹曰“闻两省(江苏、浙江)颇有此米(御稻)，惜未广也”[②]。康熙六十一年(1722)，“因稻季时连遇大风”，“每亩约得稻子三石”。

康熙去世后，李煦因陷入政治漩涡而失去朝廷信任，但双季稻种植在长江下游沿岸却得以推广和延续，前后共90余年。道光十四年(1834)江苏巡抚林则徐(1785~1850)言：“且如江北之下河诸邑……闻三十年前，则两种两刈也。”江苏按察使李彦章(1794~1836)在考察康熙朝以降江北里下河州县双季稻推行状况后道：“皆谓嘉庆九年(1805)前，罕水灾，种稻皆一年二熟，九年后湖水秋涨……，幸其一年一收，已不可再种双季稻。”“有人言江北下河州县，前数十年稻两熟”已成故事，

① 中国第一历史档案馆编. 1985. 康熙朝汉文朱批奏摺汇编(第7册). 康熙五十五年十月初一日. 江南织造曹頫奏报江南米价并御赐稻种二季稻成熟摺. 档案出版社

② [清]爱新觉罗·玄烨：《康熙几暇格物编》下编

唯苏州“葑门外二十四都六、七图闻尚有艺之者，昔不多耳。”[①]

19世纪初中国人口突破4亿，其中，从乾隆四十四年至道光三十年(1779~1850)全国人口共增加56.3%，年平均增长率为6.3‰(何炳棣，2000)，人地矛盾逐渐突出。同时，中国气候迅速转冷，进入小冰期最冷时段，长江流域种植双季稻的气候条件已不具备。康熙时早秧扦插时间在农历三月低或四月初，如康熙五十六年(1717)，康熙帝也说:“天时地气，亦有转移。朕记康熙十年以前，四月初八亦有新麦。前幸江南时，三月十八日亦有新麦而食。今四月中旬，麦尚未收”[②]。雍乾时，早秧播种时间与康熙时相当，如雍正八年(1730)的上谕说，民间播种延迟到四月下旬，甚至出现“自误生计”问题。然至道光初年，早秧播种时间则推迟到了到六月，且秧苗“科(颗)头瘦小，结的穗头短，秕谷多，升合少”，稻米产量较之前明显减少[③]。

道光十二年至十五年(1832~1835)，林则徐、李彦章等以康熙朝苏州成功种植双季稻为由，试图在苏州再次推行双季稻以缓和日益紧张的粮食供求形势。李彦章在“官粤西时，尝以是(指推广双季稻)课农，著有成效，并博征广采纂釐成十条”纂成《江南催耕课稻编》，其言:“圣祖仁皇帝所以钦颁一岁两熟之稻种于江南，以粒我臣民者，敢不感仁育而绵乐利耶，自今伊始，其当有功于斯言焉。”林、李关于种植双季稻是江南一项重要增产措施的认识，得到了两江总督陶澍的支持，《江南催耕课稻编》遂被大量印发，林亦于“官廨前后，赁民田数亩，具耰锄裨襫，举所闻树艺之法，与谷种之可致者，咸以老农谋以试之，以示率作兴事之义”，并“通饬各府州厅率属劝种早稻、再熟稻扎”，“务令各乡早耕早种”，但推行效果却不见记载。

咸丰二年(1852)，奚诚对这次双季稻推行成效进行了总结，言“迩年少穆林公(林则徐)抚吴时……课种两熟稻决非江南之所宜，今农不识变通，固守成法”、“然而，或者疑犹未释，终以泽土阴寒，两熟稻非江南所宜，虽有一二成效，尚谓偶然得之”[④]。李彦章亦曾言:“来驻吴门，适值苏、松各郡告灾，查由秋后雨雪过多所致”，“今江南近年春多雨雪，麦虽种矣，而郎伤且萎”，道光十三年(1833)冬“严霜苦雾、飕风虐雪之厉，岁所恒有”，次年二月“连雪不止，播麦不及，有播者弗苗”[⑤]。道光十四年(1834)冬又“严寒，泽腹皆坚”，据林则徐日记载，是年早稻到四月初五日(5月13日)才插秧，六月初二日早稻秀齐，但六月正遇一个凉夏，“天凉有著棉衣者”，所种的水稻，“因日来遇凉，未能升浆，有成为瘪谷者”，六月十五日后早稻才灌浆。余下的时间无法满足晚稻的生长周期。

---

① [清]李彦章：《江南催耕课稻编》
② 《清圣祖实录》卷272，康熙五十六年，庚子
③ [清]潘曾沂：《潘丰豫庄本书》
④ [清]奚诚：《畊心农话》
⑤ [清]李彦章：《江南催耕课稻编》

第五节 农业收成和粮价

一、农业收成

中国第一历史档案馆藏有大量清朝农业收成的报告。自康熙二十五年(1686)三月,各省晴雨奏折制度开始执行[①],清政府规定地方官吏每年两次向朝廷察报夏、秋两季收成,先报估收(约收),后报实收。其后,奏折雨雪、收成、粮价奏进制度得到了不断完善,如康熙四十一年(1702)三月,复命各省督抚折奏雨泽多寡[②]。四十四年(1705)五月,命豫抚赵弘燮密访邻省二麦收成,具折奏闻[③]。四十八年(1709)九月,准两江总督噶礼之请,赏给驿马两匹,专递奏折[④];十月,又命"湖广、江西督抚查明两江商人买米者姓名、米数,月终具折奏闻"[⑤]。五十年(1711)七月,康熙帝恐于奏折赍送途中有人拆看更改,因命"嗣后督抚奏摺,俱令各钤关防,以除更改之弊"[⑥]。五十五年(1716)六月,又命"河南、山东巡抚,查明由水路北来卖与商贾麦谷数目,每月缮摺奏闻"[⑦];十二月,又以清贫督抚提督总兵官雇人赍折,力不能堪,且事亦至迟误,因命"嗣后凡有奏折,或差伊属下千总等官,或遣可用兵丁一人,各遣家人一名,相随驰驿前来。一次但用马二匹,则驿递可免骚扰,亦不至误事"[⑧]。收成的好坏由两种形式给出:一是基本定量。例如,闽浙总督喀尔吉善乾隆十八年(1753)五月二十九日(阴历)奏:"五月内通省二麦收获已竣,泉州一府收成共九分;福州、兴华、漳州、延平、建宁、邵武、汀州、台湾八府、永春、龙岩二州收成各有八分;福宁一府收成共有七分;合计通省二麦收成实有八分。"二是文字说明。例如,《清史稿》载:"光绪二年(1876)春,望都、蠡县、灤州、临榆旱;日照、海阳、滦州饥,曹州旱,二麦无收。"又如,"光绪十八年(1892),利川,大有年。"20 世纪 70~90 年代,中国科学院地理研究所研究人员在张丕远先生带领下,系统整理了中国第一历史档案馆中清朝农业收成报告,重建了 1730~1910 年中国 87 个站点夏、秋收成级数序列,以"十分法"说明收成之好坏。例如,"收成十分"意味着特大丰收,"收成七分"表示年景一般(葛全胜,王维强,1995)。

---

① 《清圣祖实录》卷 125,康熙二十五年三月

② [清]爱新觉罗·玄烨:《清圣祖御制诗文集》三集,卷 2

③ 中国第一历史档案馆. 1985. 康熙朝汉文朱批奏折汇编. 档案出版社. 第 1147 条

④ 中国第一历史档案馆. 1996. 康熙朝满文朱批奏折全译. 北京:中国社会科学出版社. 第 1500 条

⑤ [清]爱新觉罗·玄烨:《清圣祖御制诗文集》三集,卷 15

⑥ 《清圣祖实录》卷 247,康熙五十年七月,庚戌

⑦ 《清圣祖实录》卷 269,康熙五十五年六月,丁巳

⑧ 中国第一历史档案馆. 1984. 康熙起居注(康熙五十五年十二月二十二日).中华书局

从 1730~1910 年全国平均夏、秋收收成变化(图 12.26)可以看出，1820 年前中国农业收成收普遍较好，之后至 1911 年则一直处于较低水平。其中，1830 年前后中国农业收成显著变坏，1855 后则长期处在恶化时期。

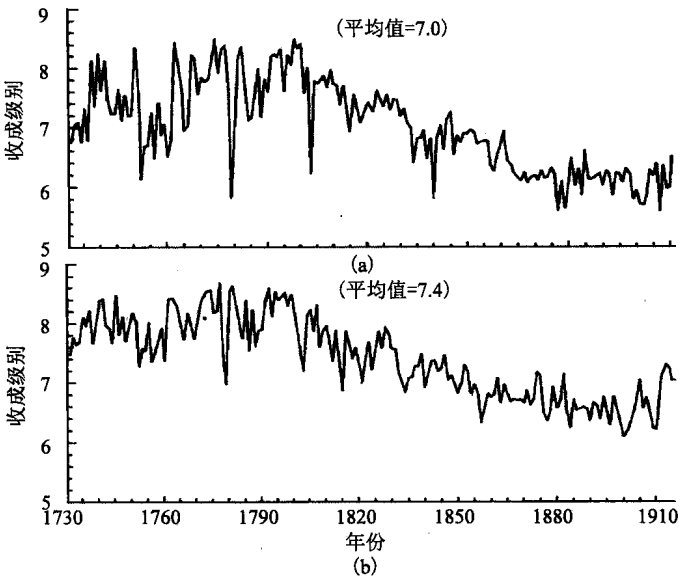


图 12.26 清朝 87 站点农业收成年平均振动曲线(葛全胜，王维强，1995)

(a)夏收；(b)秋收

1820s 是道光执政三十年的前十年，这一时期中国经济明显由盛转衰。有学者称之为“道光萧条”(吴承明，2001)。1820 年前中国经济的年增长速度快于欧洲，之后一直下滑并成为世界六大经济体中唯一人均 GDP 下降的地区(Maddison，1998)。文学家龚自珍(1792~1841) 于道光初年曾言：“自京师始，概乎四方，大抵富户变贫户，贫户变饿者，四民之首，奔走下贱，各省大局，岌岌乎皆不可以支日月，奚暇问年岁!”[①]；时任江苏巡抚陶澍 (1779~1839) 亦道：“江、镇、苏、常等处，小民生计，外虽见有余，内实形其不足。”[②]由于经济萧条，社会动荡在道光中期后迅速增加。据史料记载统计的 19 世纪民变次数显示，1836~1845 年民变次数为 246 次，1846~1855 年为 993 次，1856~1865 年为 2332 次，1866~1875 年为 909 次，1876~1885 年为 385 次，1886~1895 年为 314 次，1896~1911 年为 653 次[③]。其中，1846~1875 年的 30 年民变次数激增。

① [清]龚自珍. 1975. 见：西域置行省议. 龚自珍全集. 上海：上海人民出版社. 106

② [清]陶澍:《陶文毅公全集》卷 4《抵苏后陈奏地方情形折子》

③ [美]费正清等. 1985. 剑桥中国晚清史(下卷). 北京：中国社会科学出版社. 658

1823~1830 年长江中下游连续发生的洪涝灾害使得江南地区社会经济遭受了巨大损失，有可能拉开了“道光萧条”的闸门。

1823 年“苏属被灾之重，为从来所未有。……此数十万饥饿余生，将何术以处之哉？……总之灾分太重，灾民太多，灾区太广”。1830 年的水灾、冷害使得“江南连年灾歉，民情竭蹶异常”。据林则徐描述：“自六月间，江潮盛涨，沿江各县业已被灾。其时苏松等属棉稻青葱……惟种系晚稻，成熟最迟，秋分后稻始扬花，偏值风雨阴寒，岁多秀而不实。然大概犹不失为中稔。迨九月后，仍复晴少雨多，昼雾迷蒙，夜霜寒重。乡农传说慢祷膾。臣犹不信，立冬前后亲坐小舟，密往各乡察看，所结多属空秕，半浆之禾变成焦黑，实先前所不及料。然犹望晴霁，庶可收晒上砻。不意十月来滂沱不止，自江宁以至苏松，见闻如一。臣率属虔祷，虽偶尔见晴，而阳光熹微，不敌连旬盛雨。未割之稻，难免被淹。即已割者，欲晒无从，亦多发芽霉烂。乡民烘焙，勉强试砻而米粒已酥，上砻即碎。是以业户至今未得收租。然赋从租出，租未收纳，赋自何来？又沙地种植禾棉，连岁荒歉，今年风雨腐脱，收成仅一二分。纺织无资，停机坐食。且节交冬至，赶紧种麦，犹恐失时，况雨雪纷乘，田皆积水，春花难种，接济无资，民情窘迫”，并总结道：“民间终岁勤劳，每亩所收除完纳钱漕外，丰年亦不过仅余数斗。自道光三年水灾以来，岁无上稔，十一年又经大冰，民力愈见拮据。是以近年漕欠最多，州县买米垫完，留串待征，谓之漕尾，此即亏空之一端”[①]。

面对江苏气候灾害“处处如是，年年如是”的局面，林则徐在与友人通信中写道：“江苏之病，更比吾闽为难治者，以局面太大，积重难返二语尽之。自道光三年至今(1833)，总未得一大好年岁。……江北连岁水灾，更不可问……高邮四坝，无岁不开，下河七州县，无岁而不鱼鳖。黠者告荒包赈，健者逃荒横索，皆虎狼也；惟老病之人则以沟壑为归日耳。”“智勇俱困，为之奈何”。[②]李鸿章(1823~1901)在奏报中亦道：“至道光癸未(1823)大水，元气顿耗，商利减而农利从之，于是民渐自富而之贫，然犹勉强枝梧者十年。……迨癸巳(1833)大水后，始无岁不荒，无县不缓，以国家蠲免典，遂为年例。夫癸巳以前，一二十年而一歉；癸巳以后，则无年不歉。且邻境不歉，而苏、松、太独歉。”[③]左宗棠(1812~1885)道：“至乾隆、嘉庆年间，家给人足，曾历办全漕，道光癸巳(1833)、辛卯(1831)以后两次大水，民间元气大伤，重赋之处未能全漕起运，遂岁报灾歉，蠲缓频仍。”[④]魏源道：“历代以来，有河患，无江患。乃数十年中，告灾不辍，大湖南北，漂田舍，浸城市，

① 光绪《松江府续志》卷 14《田赋志·赈恤》，光绪《川沙厅志》卷 4《民赋志·蠲缓》

② [清]林则徐. 1981. 致陈寿祺. 见：林则徐书简(增订本). 福建人民出版社

③ [清]冯桂芬:《显志堂集》卷 9《请减苏松太浮粮疏》

④ [清]左宗棠:《左宗棠全集》，奏疏，卷 11《议减杭嘉湖三属漕粮大概情形摺》

请赈缓征无虚岁，几与河防同患。”①

道光年间气候灾害增多并导致收成减少不唯长江流域之一隅。据统计，《清实录》中所载的5344次农业自然灾害记录，以水灾最多，计2573次，占灾害总记录数的48.1%，旱灾次之，计1140次，占记录数的21.3%；水旱灾害共占总灾数的69.4%。其中，从顺治元年至嘉庆二十五年(1644~1820)的177年中，共发生灾害2646次，平均每年近15次；道光元年至宣统三年(1821~1911)的91年中，有灾2698次，平均每近30次，自然灾害明显多于前者(闵宗殿，2001)。此外，19世纪前40年，存在1809年，1814年，1819年，1831年，1832年，1840年，1841年，1842年，1845年，1848年10个冷冬和1843年，1846年两个暖冬以及1809年，1817年，1832年，1833年，1841年5个冷夏和1827年、1846年两个暖夏(王绍武，1999)。凉夏、冷冬频次集中，且有四年同时存在冷夏、冷冬，热量明显不足。这也是1830s林则徐在苏州等地效法康熙帝18世纪初推广双季稻失败的根本原因。因热量不足、冻害增加，收成显著减少，如在云南，从嘉庆十年至道光三十五年(1805~1835年)30年间，因五至九月寒雨严霜，“田禾风瘪”，粮食歉收年份有7个。其间，1817年稻谷扬花之际寒雨严霜，歉收最为普遍；1832年、1833年五、六月均有陨霜，“禾稼不茂，谷半穗”②。在陕西，嘉庆十七年至道光十六年(1812~1836)，三月“陨霜杀麦”，八月中旬“秋禾被霜”，“各色庄稼未能结实饱满，收成仅五六分”年份断断续续有9年③。据对《浦泖农咨》所载粮食产量研究发现，1823年以前，松江一带水稻平均亩产约为3石，1823~1833年期间则为1.7石左右(李伯重，2007)。直至清末，松江亩产仍未达到之前水平，如光绪《松江府续志·疆域》载：“丰岁，富田近来每亩不过二石又零”。据李文治(1957)考证，1821~1910年的90年间的直省粮食收成奏报中，稻麦收成无九成者，八成以上的年份也不多，五六成者甚为普遍。

受低温影响，当时中国粮食产区粮食亩产“暗荒”现象亦十分突出。据松江人姜皋所著《浦泖农咨》载：“壬癸(1822、1823)以来，见乡农之凋敝日甚也。”“民生日蹙，则农事益艰，如耕牛有不能养者矣，农器有不能全者矣，膏壅有不能足者矣。人工缺少则草莱繁芜，旱潦不均则螟蟊为患，勉强糊口，年复一年，以至于卖妻鬻子，失业之农，填沟壑、为饿殍者，不知凡几。即素称勤俭而有田可耕者，亦时形菜色焉。”“自癸未(1823)大水后，田脚遂薄。有力膏壅者所收亦仅二石，下者苟且插种，其所收往往获不偿费矣。地气薄而农民困，农民困而收

① [清]魏源：《古微堂外集》卷6《湖广水利论》

② 云南省气象科学研究所. 1980. 云南气象灾害史料（内部资料）

③ 陕西省气象局气象台. 1976. 陕西省自然灾害史料（内部资料）

成益寡，故近今十岁，无岁不称暗荒。”

需要特别的指出是，1815 年发生的人类历史上规模最大的火山爆发——印度尼西亚坦博拉(Tambora)火山爆发，有可能是驱动中国气候显著变冷的主导因素。如次年(1816)中国西藏 6 月降雪 3 天，安徽“东流六月雨雪”，台湾 10 月地面出现结冰，海南冬天大寒(Zhang et al., 1992)。这次火山爆发不仅使得中国气候发生突变，也导致了全球气候发生变化。据研究，1816 年全球几无夏天，美洲和欧洲大陆都在冷夏中度过(Harington, 1992)。

二、粮价

清朝入关后，全国粮价急剧下降，至康熙初年基本稳定。康熙末年全国米价开始上涨，乾隆中后期约 30 年相对平稳，乾隆末期则有较大幅度地下降。嘉庆即位后，全国米价在 10 年内抬升了一倍，后呈逐年下降趋势；道光时，全国米价曾下降了 3~5 成。咸丰后，则起伏剧烈，先是急速抬升，尔后快速降到道光水平，十余年后又被拉升至新的历史高点(图 12.27)。

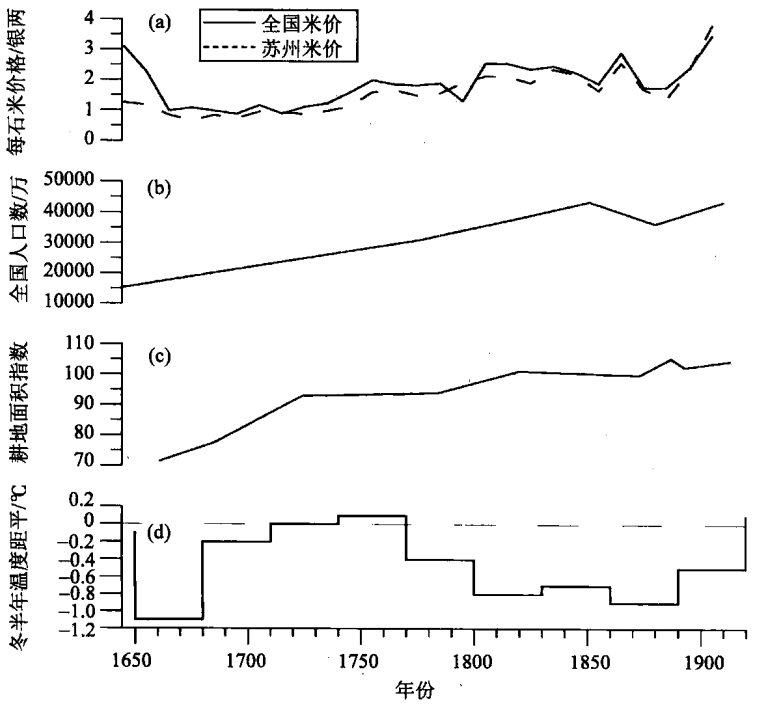


图 12.27 清朝米价、人口、耕地与冬半年温度的变化

(a)全国以及苏州地区米价(卢锋等，2005)；(b)全国人口数量(曹树基，2001)；

(c)全国各省区耕地面积指数平均值(葛全胜等，2008)；(d)东中部地区冬半年温度(葛全胜等，2002)

粮价受多重因素制约，包括气候环境、社会稳定程度、人口与耕地数量的变化、政策，以及商贸水平和技术进步等。明末清初历时数十年的战乱，使人口减少，社会生产遭到严重破坏，大量耕地被荒置。这一时期，中国人口相较于明“万历中兴”明显减少，《清世祖实录》卷12说，许多传统农区，如直隶、山东、河南、江南等地，“一望极目，田地荒凉，四顾郊原，社灶烟凉”，“一户之中只存一、二人，十亩之田只种一、二亩”；陕西关中地区也是“民雉鸟散者，十室九空，地亩半就荒芜”[①]；湖南、两广等地更是“弥漫千里，绝无人烟”。根据文献记载，明万历四十八年（1620）全国田亩数尚有743.93万顷，而顺治八年（1651）册载田亩数仅为268.07万顷，抛荒率高达60%以上；顺治七年（1650），仅西安等府州属一次就豁免“无著荒地一十二万六千三百九十八顷六十四亩零”[②]；耀州一地即“报出荒地三千七百顷”[③]；三水县仅民地一项就豁免“四千五百九十五顷八十五亩”[④]；汧阳县仅存“熟田六百三十九顷五十亩八厘”[⑤]，抛荒率高达90%。因此，虽然清初的气候维持了明末以来转冷的趋势，在一定程度上影响粮食单产，但从人口减少和耕地荒置的状况看，当时的粮食需求可能不强，导致粮价下降。

1665年后，全国粮价趋稳，当与社会逐渐稳定、人口较少和一系列鼓励垦殖的政策有关。顺治六年(1649)，清朝颁行《垦荒令》；康熙临朝后，继续推行各项鼓励性垦殖政策，使闲置的荒田荒地得以垦复，农业生产得到迅速恢复。如，康熙三十一年（1692）派遣官员前往淮扬等处踏勘抛荒民田，康熙四十六年(1707)，“以闽省荡平二十余年，民人具已复业，其未垦抛荒田地二千六百余顷，至今尚未足额”[⑥]。勒限一年，照数垦足征粮。在政策鼓励作用下，虽然气候相对寒冷，农业生产仍得以逐步恢复，粮价不再急剧下降。不过，这一阶段的全国人口仍维持相对较小规模，人地关系较为缓和，粮价不存在明显上涨压力。

18世纪中国气候处在小冰期时期一个相对温暖的阶段，气候条件相对有利于农业生产，人口在相对稳定的社会环境和日益恢复的社会生产中迅速增加。康熙末年，人地矛盾初露端倪，粮价开始上涨。如康熙五十二年(1713)，康熙帝说：“今因人多价贵、一亩之值、竟至数两不等。即如京师近地、民舍市廛、日以增

① 乾隆《同官县志》卷3《田赋》
② 乾隆《西安府志》卷12《食货上·蠲赈》
③ 乾隆《续耀州志》卷4《田赋志》
④《古今图书集成·职方典》卷503《西安府部》
⑤《古今图书集成·职方典》卷525《凤翔府部》
⑥《清朝文献通考》卷2《田赋二》

多、略无空隙。今岁不特田禾大收、即芝麻、棉花、皆得收获。如此丰年、而米粟尚贵、皆由人多地少故耳”[①]。康熙五十六年(1717)十月，又云：“近观看生齿日繁，土地仍旧，并不加多。因人民滋息愈盛之故，虽遇丰年，米价亦不甚减”，“因人民滋息甚繁，所以山东、河南等省之民无地可耕，赴口外耕种者甚众”，“近来生齿日繁，虽丰年多谷，不似往年米价之贱”[②]。至雍正朝，雍正帝也说：“圣祖仁皇帝临御六十余年，深仁厚泽，休养生息，户口日增，生齿益繁，而直省之内，地不加广，近年以来，各处皆有收成，其被水歉收者，不过州县数处耳，而米价遂觉渐贵，闽广之间，颇有不敷之虑，望济于邻省，良由地土之所产如旧，而民间之食指愈多，所入不足以供所出，是以米少而价昂，此亦理势之必然者也”[③]。乾隆帝对粮价上升的原因也有类似的看法，并在1783年的《民数谷数》诗中说：“谷数较于初践祚，增才十分一倍就，民数增乃二十倍，固常太平滋生富。以二十倍食一倍，谷价踊贵理非谬。谷贵因之诸物贵，何怪近利居奇售。”[④]

为缓解日益显现的粮食供需矛盾，康熙末年，清政府开始解除海禁，除免粮食税外，还视每船所运粮食多少，相应减免随船其他货物进口税，以鼓励粮食进口。如康熙六十一年(1722)，即从暹罗（泰国的古称）进米30万石至广东、福建、宁波等处。雍正六年(1728)清政府规定，免除进口米谷税收成为定例，“无复再议”；乾隆八年(1743)规定，外商凡带米一万石以上者，免其期货税银十分之五；五千石以上者免十分之三[⑤]。由于康雍时期人地矛盾并不特别突出，加之清政府适当进口“洋米”，较大程度上平抑了“产米不敷民食”的情况，故米价虽有所抬升，但升幅较小，总体上全国米价相对平稳，如雍正五年(1727)七月，布尔泰奏称：“湖南素称产米之乡，米价贱于他省，从前每石不过六七钱，贵至八九钱而止，康熙四十二年巡抚赵申乔任内始卖至一两有零，又康熙四十六年每石一两三四钱。”[⑥]

乾隆朝开始，全国米价呈明显上涨趋势，有人估计整个18世纪全国粮食价格上涨了四倍以上(全汉升，1972)。据乾嘉时期的钱泳记载，苏杭地区康熙前期正常年景“米价每升七文”，康熙四十六年(1707)遭受旱灾时，米价每升涨至24文，次年大水后，米价亦不过16~17文；雍正至乾隆初年，粮价每升维持在10文左右；乾隆二十年(1755)虫灾，粮价飙升至35~36文。其后，虽“连岁丰稔，价渐复旧”，

① 《清圣祖实录》卷256，康熙五十二年十月，丙子

② 中国第一历史档案馆. 1984. 康熙起居注. 中华书局. 2439，2445

③ 《清世宗实录》卷54，雍正五年，庚寅

④ [清]爱新觉罗·弘历:《清高宗御制诗文集》，御制诗四集，卷93，台湾故宫博物院影印本

⑤ 《清朝文献通考》卷26《征榷一》

⑥ 中国第一历史档案馆. 1986. 雍正朝汉文朱批奏折汇编. 第10册. 第154折. 江苏古籍出版社

但粮价以每升 14~15 文为常；乾隆五十年(1785)，大旱，米价每升猛涨至 56~57 文，此后，无论丰歉，粮价每升均维持在 27~35 文[①]。与钱泳同时的洪亮吉曾说："闻五十年以前吾祖若父之时，米之价以升计者钱不过六七，布之以丈计者钱不过三四十。今者不然，昔之以升计者钱又须三四十矣，昔之以丈计者又须一二百矣"[②]。如，常熟县，"米价嘉庆初已渐增，十三年春，升米三十五六，夏秋至六十。次年升米尚四十八。十九年大旱，升米至五十四，其间常价亦必四十。道光三年大水，升米不过钱四十二，是官长调度得宜也。后二十年来升米以钱三十二、三为常，惟十四年因岁频歉，升米至五十二。近五年来，升米仅二十二、三，为罕觏也。"[③]

据史料，乾隆十三年(1748)湖南巡抚杨锡绂奏疏说："康熙年间，稻谷登场时，每石不过二三钱；雍正年间，则需四五钱；今则需五六钱，无复三四钱之价"[④]，大约上涨近两倍。乾隆十三年(1748)三月，云贵总督张允随奏称："在昔田多人少，米价极贱。雍正八、九年间，每石尚止四五钱。今则动至一两外，最贱亦八九钱"；雍正四年(1726)贵州"京斗米一石，不过四钱五分及五钱有零"。雍正五、六年以后，"丰收之年亦须七八九钱一石，岁歉即至一两一、二钱至二两不等"[⑤]；由湖南、江苏等"数省观之，其米谷之价，俱加倍于从前"[⑥]。又如四川涪陵《夏氏宗谱·年岁记》载，雍正十三年，米价每斗 200 文，乾隆三十一年，每斗至 700 余文，道光六年，又涨至 800~900 文。乾隆中叶，乾隆帝在比较当时与乾隆初米价后曾道："方今海宇承平一百二十余年，户口益滋，每岁难于数计。且不必以远论，自乾隆三年今亦已三十余年，当时之所谓贵价，即系迩来之所谓贱价，黄童白叟当亦无不共知。"[⑦]嘉庆前期，浙江人汪辉祖(1731~1807)说，乾隆五十七年(1792)，"是年食米一斗，制钱二百八十九至三百十余文不等。忆十余岁时，米价九十或一百文，间至一百二十文，即共讶其贵。乾隆十三年，价至一百六十文，草根树皮俱尽，地中产土如粉，人掘以资生，名曰观音粉，有食之至死者，十余年来此为常价，或斗二百钱则以为贱矣"；乾隆五十九年，"夏间米斗钱三百三、四十文，往时米价至一百五、六十文，即有饿俘，今米常贵而人尚乐生。盖往年专贵在米，今则鱼虾蔬果，无一不贵，故小贩村农俱可糊口"；嘉庆七年，"春夏米价日昂，石直钱三千一二百文，

① [清]钱泳：《履园丛话》卷 1《旧闻》
② [清]洪亮吉：《卷施阁文甲集》卷 1《意言·生计》
③ [清]郑兴祖：《杂录六·米价》见：《一斑录》
④ [清]杨锡绂：《筹民食疏》，《皇清名臣奏议汇编初集》卷 44
⑤《清高宗实录》卷 311，乾隆十三年，癸丑
⑥《清经世文编》卷 39《户政十四》
⑦《清高宗皇帝圣训》卷 82

至冬初稍减，新米尚须二千六七百文不等"；嘉庆九年，"是岁三月二十九日至五月十七日，阴雨连绵，米值钱四千二三百文"；嘉庆十年(1805)，"秋收丰稳，惟石米值钱三千文未减"[①]。半个多世纪内，米价攀升了30倍。

米价上涨的同时，田价也急剧攀升。据杨锡绂奏称，田价"向日每亩一二两者，今七八两；向日七八两者，今二十余两"[②]；又据钱泳记载，一向富庶的苏、松、常、镇四府，"顺治初，良田不过二三两。康熙年间长至四五两不等。雍正间，仍复顺治初价值。至乾隆初年，田价渐长。然余五六岁时(1765前后)，亦不过七八两，上者十余两。今阅五十年(1815)，竟长至五十余两矣"，从康熙年间的每亩四五两，到嘉庆二十年的每亩五十余两，150余年间田价增长10倍。而其中从乾隆三十年到嘉庆二十年的50年间，田价就增长了6~7倍。

乾隆朝全国粮价明显上涨，与康雍时期以来人口激增导致的人地关系日趋紧张密切相关。由于社会稳定，在康熙五十一年(1712)制定的"盛世滋生人丁，永不加赋"国策和雍正朝"摊丁入亩"政策的刺激下，中国人口在乾隆年间大规模增长。据《清实录》载，乾隆六年(1741)，全国人口1.43亿，十五年(1750)有1.79亿，四十年(1775)又增加到2.68亿，五十九年(1795)达3.13亿(严中平等，1955)，在不到60年内人口翻了一番。而同时，中国官方耕地统计并没有显著增加。

面对如此突出的人地矛盾，乾隆至道光在前朝垦殖政策基础上，采取了一系列更为有力的措施，进一步激励民众的开荒积极性。据葛全胜等(2008)研究，清代人口增加与耕地面积扩张趋势显著，人口不断增加是垦殖扩展的主要原因之一。18省土地利用与覆被发生了较大变化，林地面积迅速减小，垦殖扩张明显，森林面积从1700年248.13×10^6 hm^{2}降至1949年的109.01×10^6 hm^2；耕地面积持续增加，从1661年的60.78×10^6 hm^{2}增加到20世纪末的96.09×10^6 hm^2。清初至康熙初年是复垦期，内地因战乱导致的荒地是主要的垦殖区，东北、内蒙古等地则是严格的为禁垦区。其后，随着人口数量的大幅上升，才开始真正意义上的土地垦殖期，而这一时期东中部地区耕地资源的数量变化较慢，且幅度也小，西部地区相对剧烈，其中，四川、贵州、甘肃等省份，耕地面积变化尤其明显。18世纪中、后期开始，人口较前期激增近3倍，垦殖扩张空前，棚民蜂拥而起，低山丘陵成为新的垦殖区，道光、咸丰年间土地垦殖达到历史峰值。19世纪后期，在人口突破4亿后，清政府不得不放垦东北、内蒙古。乾隆帝也曾叹："联思天下米价频增，乃民食不足之渐，大有关系"[③]，"各省生齿日繁，地不加广，穷民资生无策"，特降谕旨，"凡边省内

① [清] 汪辉祖：《病榻梦痕录》

②《清高宗实录》卷311，癸丑

③《清高宗实录》卷189，乾隆八年，癸亥

地零星地土可以开垦者，嗣后悉听该地民夷垦种，免其升科”①。乾隆中后期、嘉庆一道光年间粮价相对平稳，以及乾隆末期、道光末期粮价不同程度的下降，可能都与耕地面积增加使人地矛盾得到一定缓和有关。

不过，乾隆至道光年间，在嘉庆帝即位后，全国粮价出现过约 10 年的上涨。这可能与气候显著转冷导致全国粮食亩产大范围下降有关。如前所述，中国气候在小冰期中经历一个近百年的弱温暖阶段后，于乾隆后期再次转冷，至 19 世纪中叶达到一个新的冷谷。气候转冷明显影响了各地农作物生产，导致粮食单产不同程度下降。据载，为应对这一局面，18 世纪后期民众自发地蜂拥至皖南、赣南、陕南等山区，经营耐寒、耐旱的玉米、番薯、马铃薯等农作物。玉米可“不择硗确”，“但得薄土，即可播种”，“盘根极深，西南山陡绝之地最宜”②，“惟需雨以候其长，别无陪护”③；番薯“易种易生，水旱冰雹均不能伤，以充民食与米麦同功”④，“不与五谷争地，凡瘠卤沙冈皆可以长，粪治之则加大，天雨根益奋满，即大旱不粪治，亦不失径寸围”⑤；马铃薯可“种于南山。乾隆时知食者少，嘉庆时渐多”，道光年间，“则遍高山冷处咸种之，其生甚蕃，山民遇旱，咸资此养生”⑥。这些耐寒、耐旱作物的广泛种植，可能是道光年间粮价维持稳定甚至出现下降的又一个原因。

19 世纪后半叶中国米价(粮价)出现剧烈波动，并两次大幅度飙升至历史新高。这种情况一方面与当时社会动荡频繁、人地矛盾进一步突出有关，如自太平天国运动后，19 世纪下半叶相继发生了捻军和义和团起义、八国联军入侵事件等；同时，咸丰元年(1851)全国登记人口由乾隆六年(1741)的 1.43 亿增至 4.3 亿，而在册耕地面积仍然维持在 800 多万顷，几乎无增，其中南方人口超过 3 亿而耕地仅有 379 万多顷，人均不过一亩多点，按当时的生产力水平，即使正常年景，基本口粮仍较紧张(李文治，1957)。另一方面，咸丰后中国粮价震荡攀升也与 1850 年后全国气候寒冷，水旱灾害接连发生相关，如 19 世纪 50 年代的旱蝗、瘟疫流行和黄河改道，60 年代的洪水泛滥，70 年代的丁戊奇荒(1877~1878)，80 年代的黄河连年漫决等。据史料，同治年间，“顺、直水灾，年年如此，竟成应有之常例”⑦；皖北“秋禾则十岁九淹”⑧江汉平原几乎水灾连年，据统计，道光二十一年至三十年

① 《清高宗实录》卷 123，乾隆五年七月，甲午
② 乾隆《嵩县志》卷 15《食货》
③ 嘉庆《山阳县志》卷 10
④ [清]陈宏谋:《培远堂偶存稿》卷 20《文檄·劝种甘薯檄》
⑤ [明]周工亮:《闽小记》卷 3《蕃薯》
⑥ [清]张鹏飞:《修关中水利议》
⑦ [清]谭嗣同. 1981. 上欧阳中鹄书. 谭嗣同全集. 中华书局, 449
⑧ 第一历史档案馆藏. 朱批档（光绪二十四年九月二十八日安徽巡抚邓华熙折）

(1821~1850)汉水洪水泛滥16次，咸丰元年至宣统三年(1851~1911)达31次[①]；“天府之国”四川也因水灾等满目疮痍，哀鸿遍野。光绪二十二年(1896)秋，川东夔州、绥定、重庆、忠州等地淫雨连绵成灾，竟“有人吃人之惨(全家饿死者甚多)”[②]状；珠江流域水患“从前每数十年、十数年而一见，近二十年来，几于无岁无之”[③]。

在19世纪后半叶两次粮价上涨期之间，曾出现约10年的粮价下降期，这可能与前一时期社会动荡造成的人口减少和耕地荒芜有关。太平天国运动中，中国内地特别是南方的社会经济遭到严重破坏。《清高宗实录》卷198说，江苏松江、太仓一带“向时著名市镇，全成焦土，孔道左右，蹂躏尤甚”，“连阡累陌，一片荆榛”，“虽穷乡僻壤，亦复人烟寥落”。中国北方地区（川、陕、甘、冀、鲁、豫等省），在太平天国友军——捻军和回汉相互仇杀的影响下，正常的生产、生活秩序也遭到严重破坏。陕甘地区，尤其是人口稠密、富甲一方的关中地区是起义军和清军反复争斗的主要战场之一。在此影响下，大部分州、县已是“土旷人稀，阖邑丁口，约略计之，三去其二”[④]、“户口零落，土地半属荒芜。”[⑤]

第六节　清朝后期社会动荡

白莲教起义被镇压后，清朝社会大约出现了三十多年相对稳定的时期。广东虎门炮台几声“炮吼”，没有吓阻住西方帝国主义野蛮入侵的步伐，而是震碎了大清王朝神秘却脆弱的外表。从此，中国灾害频仍，民生凋敝，边疆破碎，社会动荡不已，国无宁日，大清王朝在蹒跚中度过七十余年后终于寿终正寝。在最后一个甲子内，大清历史以记述太平天国起义为开篇，以捻军起义、第二次鸦片战争(1856~1860)、回民起义和中法战争(1883~1885)为中节，在甲午战争(1894~1985)和庚子事变(义和团运动)悲壮画面追忆中以辛亥革命为结语，加之丁戊奇荒、长江流域连年涝灾等记载，字里行间悲情肆溢，纵有描绘同治中兴、洋务运动等激昂文字点缀其间，但终令人卒不忍读，叹恨不已。

一、太平天国运动

太平天国运动起于1851年1月，讫于1864年7月，历14年，有数百万人参与，

① 湖北省政府秘书处统计室. 1937. 湖北省年鉴. 90~98

② [清]刘光第: 1986.刘光第集. 见：自京师与自流井刘安怀堂手札. 中华书局. 272

③ [清]朱寿鹏编. 1958.光绪朝东华录（光绪十二年十月，张之洞奏折）. 中华书局. 总2175

④ 光绪《富平县志稿》卷3《风土志·户口》

⑤ 光绪《浦城县新志》卷3《经政志·户口》

波及18省。这次运动导致全国人口锐减，社会经济遭受重创，例如，江、浙死亡人口分别达1679万和1630万，死亡人口占战前人口的比例分别是37.5%和53.8%(曹树基，2001)。某些局部地区，人口死亡率更高(表12.7)。如，光绪《溧水县志·舆地志》载：该县本“户口殷繁，邨居稠密；经乱后，有全邨而为墟莽者矣”。

表12.7 江苏省11县太平天国运动前后人口损耗统计

地区	战前	战后	人口较战前损失/%
嘉定	436466	223131	48.9
句容	306968	79053	74.2
吴江	304057	113653	62.6
青浦	332164	208870	37.1
常熟	377918	213532	43.5
昭文	260839	185571	28.9
无锡	339549	72053	78.8
金匮	258934	138008	46.7
江阴	564603	176603	68.7
溧水	185143	30874	83.3
高淳	188930	55159	70.8
丹徒	331713	107611	67.6
	3887284(合计)	1604118(合计)	59.3(平均)

资料来源：李文治，1957

太平天国运动是一场规模巨大的农民革命，其目标之一是对清朝土地所有制进行彻底的变革。1853年太平天国颁布了《天朝田亩制度》，规定“凡天下田，天下人同耕。此处不足，则迁彼处。彼处不足，则迁此处。凡天下田，丰荒相通，此处荒则移彼丰处，以赈此荒处，彼处荒则移此丰处，以赈彼荒处。务使天下共享天父上主皇上帝大福，有田同耕……无处不均匀，无人不饱暖也”。太平天国运动的爆发及其鲜明的农民性质，既有深刻的历史根源，又有清王朝特有的因素。社会严重的不公正，统治机构差不多已完全腐烂，吏治败坏不堪以及官僚政治道德的沦丧，所有这些都是引发中国历次农民革命的共同因素。但人口剧增而致人地矛盾日趋紧张，则是清朝所特有的严重问题。前已述及，乾隆时期中国人口增长了一倍，嘉道间全国人口又从3亿增加到4.2亿，而这期间全国耕地并没有显著增加。人地矛盾的严重性于19世纪初在中国湖南、广西、湖北等南方各省表现得更为突出。表12.8是当年太平军和捻军活动较为活跃的8个省份在乾隆、嘉庆、道光三朝时的人口数与人均拥有的田亩数。在乾隆十八年，8省份人均拥有田亩数是7.5亩，到了嘉庆十七年时，人均的田亩数已减少了5.56亩。其中，河南、江西、湖北、湖南、广东五省变化最为剧烈，分别减少了7.1亩、7.4亩、10.2亩、

5.5 亩和 5.6 亩。道光二十二年时，8 省份平均每人拥有的田亩已降到 1.65 亩，比嘉庆时又少了 0.3 亩。

表 12.8 太平军、捻军活动较激烈的 8 省在乾隆、嘉庆、道光三朝的人口与人均田亩

省	乾隆十八年(1753)		嘉庆十七年(1812)		道光二十二年(1842)	
	人口/万	人均田亩	人口/万	人均田亩	人口/万	人均田亩
河南	711.4	10.2	2303.7	3.10	2907.0	2.50
安徽	1243.5	2.7	3416.5	1.20	36660.0	0.99
江西	505.5	9.5	2304.7	2.10	2651.4	1.30
江苏	1261.9	5.5	3578.4	1.90	3964.7	1.60
湖北	456.9	12.4	2737.0	2.20	2858.4	2.10
湖南	433.6	7.2	165.3	1.70	2004.5	1.60
广西	197.6	4.4	556.1	1.60	582.4	1.60
广东	396.9	8.3	1917.4	1.70	2115.3	1.60
平均		7.5		1.94		1.66

资料来源：萧一山. 1923. 清朝通史. 商务印书馆. 451~454, 486~488

清朝政府在促进粮食增长、缓和人地紧张关系方面曾采取了许多积极措施，如兴修水利，引种高产耐寒、耐旱作物(如玉米等)，但人口对于土地的压力还是愈来愈严重，甚至连那些边远地区的人口也呈饱和状态。清中期以后，迫于生存压力，大量的客家人从广东等地迁入广西，即文献载“自乾隆以来，东省潮嘉之民庶携妻抱子，寄托我疆，布满原野”①。移居广西的客家人聚族而居，“不与村众为邻，筑屋而居，男女力作，不变乡音”②，“族党之谊甚笃。遇有仇敌，及好勇斗狠，一呼百诺，荷戈负锸而至，民不畏死”③，表现出很强的地域观念和族群意识。客民初来时，因广西地广人稀，荒地、林地甚多，客民与土著居民之间并无太大的利益冲突，土客相安无事。迨客民移入日甚一日后，广西在册人均耕地面积由康熙二十四年(1685)的 40.88 亩骤降至嘉庆十七年(1812)的 1.62 亩④，咸丰元年(1851)已不及 1.2 亩，低于同期全国 1.78 亩的人均耕地数(李文治，1957)。境内土地资源日趋紧张，“山间佃众田稀，供不及求，谋耕急切，则租约必重”⑤。由于风俗文化差异，为争夺水源、土地、林地、矿

① 光绪《贺县县志》卷 7《物产》

② [清]梁廉夫:《潜斋见闻随笔》，近代史资料，1955 年第 1 期，第 17 页

③ 同治《浔州府志》卷 4《风俗》

④ 梁方仲:《中国历代户口、田地、田赋统计》，第 392 页，乙表 71；第 400 页，乙表 76

⑤ 民国《桂平县志》卷 29《纪政·食货》

藏等资源，土客之间矛盾毕现，“土人来人常有械斗，酿成巨案”[①]。如贵县，“(道光)二十四年甲辰，田州……因土客争雄，各集亡命，肆行焚劫”，“道光戊申(二十八年)……邑之北岸，土客械斗，杀戮相寻者五年”。道光三十年(1850)的一次土客械斗，双方投入万余人，血战40余日，彼此伤亡惨重，以致“百姓流离颠沛，多遭掳掠”[②]，“多逃聚”[③]。

金田起义之初，起义军不足300人，由于太平军领导人多为明末清初自广东潜入广西的客家人后裔[④]，贵县土客械斗中失败的客家人“男妇老弱三千余”旋即追随，太平军“其势始盛”[⑤]。

与中国历史上很多农民起义一样，太平天国运动的发生和发展还与当时的气候环境密切相关，从某种角度上看，气候变化甚至是其从酝酿到爆发并席卷南中国的重要因素。首先是19世纪50年代末中国连续多年的大范围气候灾害导致的农业歉收、“饥民遍野”为太平天国运动的爆发准备了充裕的群众基础，如1846~1850年，黄河流域直隶、山东、河北等六省有500多个州县受灾，黄河两岸“沿河饥民，人皆相食”[⑥]；同期，两广地区和湖南、江西等省的许多县份水旱蝗灾不断，瘟疫蔓延，百姓“流离失所者居多”[⑦]。特别是1849年，长江流域遭受特大水灾，“水之大，为百年所未有”[⑧]，武昌城仅差一尺尽没水中，下游安徽、苏州等沿江地区普遭水洗。所以，金田起义揭开太平天国运动的序幕后，大量民众踊跃投身于太平军行列，使得太平军规模在旬日之间急剧扩张。其次是1821~1850年的30年间，广西境内连年发生的旱涝蝗瘟灾害，致使有些地方“三年之耕，恒不足供两年之食；甚或一年之耕，不能酬之一春之种”[⑨]，农产品价格暴涨，民生难以为继，是直接引发金田起义的导火索。

金田起义前的20年间，贵县、平南等地多达20余起自然灾害发生，粮食歉收、米价腾贵、饥民遍野、流民倍增、瘟疫盛行(太平天国革命时期广西农民起义资料编辑组，1978)。如民国《重修桂平县志》卷33《记事下编》载：“道光“十年夏四月，浔州大旱。十三年夏五月，桂平县蝗灾。十四年夏，浔州蝗

① 光绪《浔州府志》卷50

② 民国《桂平县志》卷33《纪事下篇》

③ 民国《武宣县志》第5篇《前事》

④ 罗尔纲. 1981. 亨丁顿论客家人与太平天国事考释. 太平天国史丛考甲集. 第2集. 三联书店

⑤ 民国《桂平县志》卷33《纪事》

⑥ 佚名. 1962. 《忆昭楼时事汇编》卷2《奏稿·内阁学士兼礼物四郎衔胜宝奏陈时务折》，见：太平天国历史博物馆. 《太平天国史料丛编简辑》. 第5册. 中华书局，286

⑦ [清]安汝昭. 1957. 镜山野史. 见：中国史学会主编.（太平天国） 第3册. 上海：上海人民出版社. 8

⑧ [清]黄鸿寿：《清史纪事本末》卷40《道光世局》

⑨ 民国《桂平县志》卷29《赋税》

灾，复平地深三尺，岁大歉。十五年，平南蝗灾，草木百谷殆尽。十六年，平南再发蝗灾。十七年春，浔州雹大如斗，民居折椽破瓦。二十年夏，浔州大旱。二十八年八月至十二月，浔州大旱。桂平宣里民屠人鬻于市。平南有童谣曰：‘尔死我饿，哀啊！’。”图 12.28 是太平天国运动发源地广西南宁地区 1730~1911 年夏秋收成状况。夏收在 1819 年、1838 年、1840 年均只有 4 级，即“失收”或收成无望。秋收自 1800 年起就开始趋劣，至 1850 年，共出现 6 个坏年景，其中，1834 年是“失收”。将夏收与秋收加在一起看南宁地区，在 1835~1850 年间至少有 10 个坏年景。

由于一般民众不易得到必要的粮食供给，小规模民变与地方械斗此起彼伏，“各郡州盗贼蜂起”、“通省群盗如毛”[①]。各种形形色色的民间秘密组织亦如雨后春笋般涌现，大量游民“宁薄于父母而厚于伙党”[②]。这些饥民和不断涌现的秘密组织，虽无明确政治目的、队伍成分复杂、具有较大的情绪性和随意性，但无疑是在有人点燃导火索后能够迅速燎原的干柴。

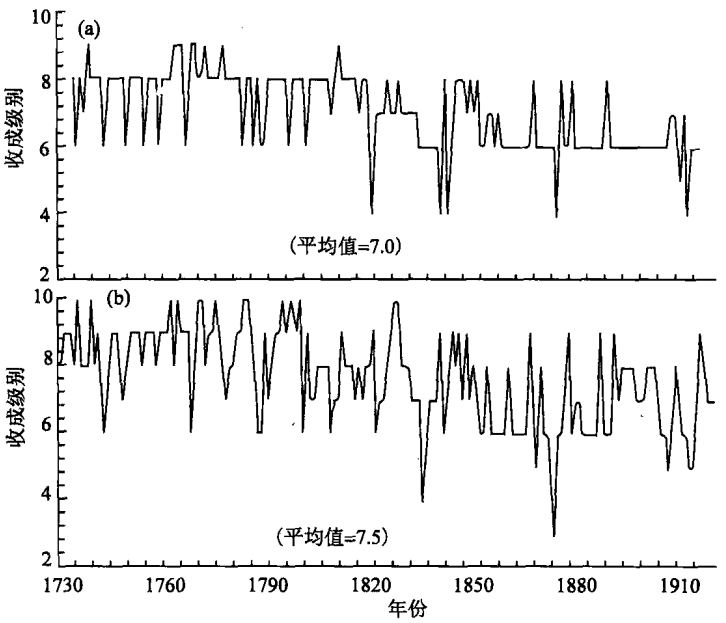


图 12.28 广西南宁地区农业收成序列(葛全胜，王维强，1995)

(a)夏收(1730~1910)；(b)秋收(1730~1915)

① [清]严正基. 1962. 论粤西贼情兵事始末. 见：太平天国历史博物馆. 太平天国史料丛编简辑. 第 2 册. 中华书局

② 罗尔纲. 1985. 太平天国革命前的人口压迫问题. 太平天国学刊. 中华书局. (2): 1~4

适时点燃导干柴的人是洪秀全。他创立“拜上帝会”，利用大灾之下民众缺粮和避疫心理，治病施药并“以三餐鱼肉饭诱人”[①]入会；同时，大造舆论，“谓举世有大灾，惟拜上帝会不能免”，以吸纳民众。道光二十六、七年间(1846~1847)桂平县大旱后瘟疫，灾民多染疫身亡，“拜上帝会”教众因及时吃药预防而少有病亡，民众因之“投教日加，至数万计”[②]。1850 年，广西农业因灾再次歉收，民不聊生，洪秀全遂于次年初率众起义，“从者俱是农夫之家，寒苦之家，积多结成聚众”[③]。

气候灾害不仅是金田起义的导火索，也是迫使太平军离开广西，成功转战数千里，并最终占据长江中下游的重要因素之一。起义初，太平军在广西境内攻城拔寨势如破竹，然广西境内长期灾荒导致粮食供给困难已严重危及到了太平军军事行动，故 1852 年 4 月太平军永安战役突围后迅即向富庶的长江中下游扩展[④]。在转战广东、湖南、江西、湖北、安徽等地以及定都天京(今南京市)的过程中，适逢南方灾荒连年，灾民遍野，太平军“专以诱胁为能”、“从容煽惑”[⑤]，得到了灾民广泛响应，虽然其间太平军曾伤亡惨重，但因沿线灾民众多，太平军可方便就近补充兵员，起义军队伍仍得以不断扩大(张守常，1979)。有研究显示，太平军初到长江沿岸时，一年间便有 200 万民众因连年灾荒加入太平军(罗尔钢，1937)。如咸丰元年(1851)，以广西大饥而产生的灾民为基本力量的邱二娘起义军悉数归附太平军[⑥]。

灾荒还助推了太平天国迅速解体。太平军定都南京的一个重要依据就是“天下粮食尽出于南方”，“金陵之仓库则实且充”，“运粮亦甚便易”[⑦]，所以，洪秀全等基于“河南河水小而无粮，敌困不能救解”以及拥有“舟只万千，又何必往河南”等考量[⑧]，改变了之前“取河南为亚”的主张而定都南京。然而，自 1853 年太平军占据南京后，江苏等地不仅未从上一年涝灾中恢复过来，且又陆续发生新的水旱灾害，所以，太平军粮饷仰赖长江中游。1854 年 4 月，西征军在湖南湘潭被劲旅湘军击败后，太平军失去了水上优势，长江输粮管道被掐，是年秋，天京发生了第一次粮食危机。据此，曾国藩认为“长江之险，我已扼其上游”，太平军

① [清]张德坚编. 1957. 贼情汇纂. 太平天国. 第 3 册，上海：上海人民出版社. 263
② [清]明心道人. 1957. 发逆初记. 太平天国. 第 4 册，上海：上海人民出版社. 451
③ 太平天国历史博物馆编. 1979. 太平天国文书汇编. 李秀成自述(附录). 中华书局
④ 太平天国历史博物馆编. 1979. 太平天国文书汇编. 李秀成自述(附录). 中华书局
⑤《清史稿》卷 442《雷以誠传》，引雷以誠奏疏中语
⑥ 贵港市地方志编纂委员会编. 1993. 贵港市志. 广西人民出版社. 15
⑦ [清]吴容宽. 1957. 建天京于金陵论. 太平天国. 第 1 册. 上海：上海人民出版社. 251~280
⑧ 太平天国历史博物馆编. 1979. 太平天国文书汇编. 李秀成自述(附录). 中华书局，486

的粮食给养“来路半已断绝”，而船只也是“有减无增，东南大局似有转机”[①]。

1855~1857 年，长江流域发生大旱并伴随蝗灾，很多地区湖泊干涸、田地龟裂、庄稼枯萎，蝗虫“食禾如疾风扫叶，顷刻而尽”[②]，以致秋后颗粒无收、粮价暴涨、饥民遍野。如《劫余小记》载，江北“自五月至七月不雨，江北奇旱。下湖诸湖荡素称泽国，至是皆涸。风吹尘起，人循河行以为路。乡民苦无水饮……田中禾尽槁。飞蝗蔽日，翅戛戛有声。间补种荞、菽，亢不能生”。扬州地区旱蝗、冷害交加，“五月至八月大旱，运河水竭”，“七月十六日夜微雪”，“岁大歉收”，“飞蝗、土蚕、卤水为灾，遍地人行不得，旧谷大昂，十月水竭”（《太平天国资料》，1959）。1857 年，“九月清江浦运河竭，闸上下可徒行者数日”[③]；时“江北大饥，斗粟值金一两”[④]，“两淮人相食”[⑤]；江南常熟一地，“禾稻刚秀，非头即根咬断，即千百亩，亦可顷刻而尽。……安徽、江西旱象类同，山东尤甚，浙江尚可，福建大水，人亦淹伤无数”[⑥]。这场连旱与蝗灾给太平军给养筹措带来了极其严重的困难，以至于清军曾欢呼：“蝗虫将瓜、镇、金陵贼种之稻全行吃完，此所以克复有期。”[⑦]太平军亦果如所言于 1857~1860 年间由盛转衰。

1861 年以后，太平军彻底失去了对长江中上游的掌控，南京上游的粮道被断绝，苏南和浙江地区成为太平天国唯一的粮食供应基地。然 1862 年前后，江浙一带旱涝灾害仍连年发生，粮食严重失收。如史载，当时常州地区 6 月间，“迄日旱干，河内无水”，“芒种节大旱，棉花种二十余日不出，插莳十仅一二，粮食大贵，各处河水干涸”[⑧]，松江“南北乡开耕之日，十仅二三，饥民嗷嗷，日甚一日”，“米价骤昂”[⑨]，吴江县“五月，大旱，糙米一升百文，每人仅许籴三升，限以午时，过时无籴处”[⑩]；富庶的浙江嘉兴地区，至五月十八日，已“亢旱月余，黄梅雨不作，田中龟坼，田器不能下，河水日退半尺许，桔槔之力穷矣，农人皆仰首而叹”，“自六月初九以后，天晴弥月，海水漂入内河，遍地皆碱。濮镇以南禾干生虫，小港水断，田中不得车水，乡农告病，米价腾贵，每升至一百二十文外。

---

① 《曾文正公全集·奏稿》卷 4

② 李文海等. 1990. 近代中国灾荒纪年. 湖南教育出版社. 173

③ 中央气象局研究所等. 1978. 华东地区近五百年气候历史资料(内部资料).

④ [清]李滨. 1979. 中兴别记. 见：太平天国历史博物馆编. 太平天国资料汇编. 第 2 册. 中华书局. 489

⑤ 李文海等. 1990. 近代中国灾荒纪年. 湖南教育出版社.172

⑥ [清]柯悟迟. 1997. 漏网喁鱼集. 中华书局. 26

⑦ [清]何桂清. 1981. 何桂清等书札. 江苏人民出版社. 58

⑧ [清]佚名. 1962. 庚申避难日记. 见:太平天国历史博物馆. 太平天国史料丛编简辑. 第 4 册. 中华书局. 530, 599

⑨ [清]姚济. 1957. 小沧桑记(下). 见：中国史学会主编. 太平天国. 第 5 册. 上海人民出版社. 507

⑩ [清]蓼村遁客. 1979. 虎窟纪略. 太平天国史料专辑. 上海古籍出版社. 41

各地长毛伪官求雨”[①]。因农业严重歉收，1862 年后太平军常与民争粮，以致于江苏常熟和无锡、浙江海宁等地（太平）军民关系极端紧张，曾国藩在奏章中称：“今民闻贼至，男女逃跑，烟火断绝，耕者无颗粒之收”，“贼全如无人之禁，犹鱼游到无水之地，鸟入无木之山”[②]。因此，李秀成被俘后自述中竟有 40 余处提到粮食问题，洪仁玕在自述中强调从金田举事到天京被围，太平军“非专意于粮，然究以粮为大宗”[③]。

要特别说明的是，太平军之所以兴于广西，而后辗转千里从容占领南京，主要原因当归咎于道光年间的吏治腐败和统治阶层自下而上的碌碌无为。据光绪《临桂县志》卷 12 载，金田起义后，鉴于当时“吏治腐败，兵力薄弱，府库空虚，人心背离，甚为严重。浔州、庆远、思恩等府，贼数众多，兵力较单”，广西巡抚郑祖琛以“兵多则饷绌，分守则力单，始欲节费而少出师，则力不足以抵御；继因添兵而糜饷，则费已不可胜言。且食不足以相给兵，则兵怨；兵不足以卫民，则民怨”[④]而求两广总督徐光缙支援，然“光缙不与，主西事西了之说”[⑤]。郑祖琛不思它途，利用广西僻远，清廷耳目不灵，绅士软弱，易于笼络控制等有利条件，封锁消息，匿不上报实情，以致事大。1831~1845 年，楚南多“虫蝗水旱，大荒三载，灾连不绝，流离失所者居多”[⑥]，然各级政府几无作为，大量饥民、流民为生存而汇聚在地方帮派势力下，造成“南省会团，遍地皆有”[⑦]的局面。曾国藩曾说：“南中会匪，名目繁多，或十家之中，三家从贼”[⑧]。道光二十九年(1849)，湖南新宁因“雨水过多，谷价昂贵”，官府既不谕令减价，又不开仓平粜；秋收后，李沅因饥民无事物可食而起事[⑨]。湖广总督裕泰后来就此事向朝廷汇报时说：“查湖南边境山多田少，户鲜盖藏，丰年尚敷口食，一遇旱潦偏灾，富户捐价居奇，小民策众遏米，凡有米出境，设卡阻拦，始犹诱为保境自全，继即乘间抢夺。如李沅发等即借此为号召滋事之端，实为湖南恶习。”[⑩]同年，安徽青阳乡民逃荒抗粮[⑪]，江苏南北农村不断发生“抢大户”“借荒”等抢夺事件(经盛鸿，1999)。道

① [清]沈梓. 1962. 避寇日记(卷 3). 见：太平天国历史博物馆. 太平天国史料丛编简辑. 第 4 册. 中华书局. 160, 176

② [清]曾国藩:《曾文正公全集·奏稿》卷 4

③ [清]张德坚. 1957. 贼情汇纂(卷 10). 贼粮. 太平天国. 第 3 册. 上海人民出版社. 270

④ [清]龙启瑞:《经德堂文集》卷 6《上某公书》

⑤ 罗尔纲. 1985. 太平天国革命前的人口压迫问题. 太平天国学刊. 中华书局. (2)：1~4，308

⑥ [清]安汝昭. 1957. 镜山野史. 太平天国. 第 3 册. 上海人民出版社. 8

⑦ [清]盛高辑.《皇朝经世文续编》卷 81

⑧ [清]曾国藩:《曾文正公全集》卷 1

⑨ 光绪《新宁县志》卷 16《兵事》

⑩ 故宫博物院明清档案部. 1978. 清朝档案史料丛编. 第 2 册. 中华书局. 144

⑪《清宣宗实录》卷 470，道光二十九年，庚申

光二十一年(1841)，杭州、湖州、绍兴等府属民众因灾聚众抗租，道光皇帝知晓后仅强调“遇有聚众滋事之处，设法解散，其无业贫民，实因年饥不能自赡者，随时抚恤，总期内地民情安固，庶足以御外侮而靖海氛”[①]，而无良策应对。

二、其他农民起义(捻军、西北回民和义和团)、辛亥革命

在太平军的影响下，以安徽亳州为中心的淮河流域于1853年爆发了捻军起义(1853~1868)。捻军发源于皖北的捻党，据清人方玉澜在日记中所录其友马杏逸《捻逆述略》载：“捻之始，起于嘉庆二年，楚川教匪滋扰，在处招募乡勇；其时颍河、汝岁歉，应募者众。数年教匪底定，撤勇归籍。若辈久历戎行，莱替性成，剿掠性成；既归，不屑生业，唯事博饮，地方无赖又从而附和之，日则市场姿(态)横，夜则乡村行窃。”“(各集市)每大会，则聚集首领，或数十，因曰，此一捻也，彼一捻也，……捻子之称，盖由此起。”[②]江南御史陶澎嘉庆九年(1815)一月二十一日曾奏报：“查红胡子原系白莲教匪漏网之人，间出偷窃，身带小刀为防身之具。……每一股谓之‘一捻子’[③]。时“河南之归、陈、南、汝、光；江苏之徐；山东之兖、沂、曹，所在有之。而安徽之凤、颍、泗为甚，凤、颍所辖蒙、亳、寿为尤。”[④]这种分散的民间组织遍布黄河中下游以南、长江以北的广大地区，其中颍州辖区的涡阳、蒙城、亳州等地，则是捻党的中心区域。

由于黄河南侵，皖北地区长期以来“地瘠民贫，生理鲜少。……邑无城垣，野无道路，田无沟洫。……爨无灶，食无案，卧无床席，冬无被，夏无帐。……盖藏之有百无一二，地鲜种稻，所产惟麦、豆、秫、粱。既播种，即束手而听之于天命”[⑤]，遇丰年百姓犹可度日，遇荒年则衣食无着，故有“年丰则(捻党)少靖，岁歉则横行”[⑥]，“淮、泗水偶被水灾，数百为群，露多望食者千里，莫敢谁何”[⑦]。

1853年，“其时颍河、汝岁歉”，捻军遂起义。据《清代淮河流域洪涝档案史料》载，从1840年至1850年，淮河中下游流域几乎年年遭受水旱及黄河泛滥的侵袭，“大半饥民聚而谋食”[⑧]，捻党由分散、零星的斗争走向联合，迅速蔓延至河南、山东、江苏、湖北等交界地区。随后16年，十余支捻军队伍纵横驰骋于北

---

① 《宣宗实录》卷364，道光二十一年，丙午

② [清]方玉澜. 1953. 星烈日记汇要. 见：中国史学会. 捻军资料丛刊. 第1册. 神州国光社, 308~310

③ [清]陶澎：《陶文毅公全集》卷24《条陈缉捕皖豫等省红胡匪徒折》

④ [清]奕讶等：《钦定剿平捻匪方略》首卷《序言》

⑤ 乾隆《灵壁志略》卷4《杂志·艺文》

⑥ [清]黄钧宰：《金壶七墨·浪墨》第4卷

⑦ [清]包世臣：《安吴四种》卷7《说储》

⑧ [清]柳堂. 1957. 蒙难追笔. 见：中国史学会. 捻军资料丛刊. 第1册. 上海人民出版社. 351

至黄河中下游、南及长江北岸、西起豫皖交接、东至大海的广大地区，与清政府周旋缠斗，书写了中国近代史上又一场波澜壮阔的农民战争画卷。

同治元年(1862)，陕西、甘肃两省相继爆发了声势浩大的回民起义，历时12年，其规模之大，影响之深，创清朝立国后民族冲突之最。兵燹之后的西北社会经济一片萧条，左宗棠曾在奏章中说："陕甘频年兵燹，孑遗仅存，往往百数十里人烟断绝。"①

这次回民起义也是在一个干冷的气候背景下发生的。19世纪伊始，中国西部地区气候趋向冷干，气候灾害增多。据史料记载，道光二十六年(1846)；陕西富平、泾阳、潼关、韩城、咸宁、长安、咸阳、兴平、临潼、高陵、三原、渭南、醴泉、大荔、蒲城、华州、乾州、武功、朝邑、郃阳、白水、凤翔、郡县、麟游、扶风、宝鸡、府谷、神木等二十八厅州县大旱②，饥民流徙，纷纷逃荒，卖儿鬻女者比比皆是。次年，旱情又有了新的扩展。林则徐在2月3日致陈德培信称："关中秋冬大旱，秋收既甚荒歉，冬麦又未种齐，人心惶惶，市粮昂贵，虽经设法调剂，并奏请缓征，而棘手多端，殊难言罄。向谓此间为海内第一完善之地，讵命穷者至此，遂遇灾荒。"③

关中地区匪类、刀客也随旱灾而蜂起。朝邑人李元春因天旱民饥而上书护理陕西巡抚杨以增(林则徐因病奏请开缺，道光皇帝准假三月，命杨以增护理陕西巡抚)曰："朝邑之灾，比他处为甚。麦多未种，种亦未出。……现在饥民游徙满路，或有隘树赴水投崖而死者。其未徙之众，有阖门坐待饿杀者，有煮食乾瓜皮、辣菜而卒无以逃生者。其中鬻妻、鬻子女、弃婴儿者，殆不可胜数。加以匪类所在多有，或以夺食而致毙命，或聚众黑夜抢劫，或结伙白日乱掠。向生呈少穆先生(林则徐)，言沙苑、渭水间，荔、朝交界，为藏奸之所。又报刀客李牛儿抢案。"④

1860s年代是中国小冰期时期一个显著的冷谷。同治七年至八年(1868~1869)西北发生了"百年不遇"的大旱，"天久不雨，夏禾枯槁，秋苗失种，呼癸呼庚，各处皆然"⑤。从陇东到陇西，饿殍载道，状极惨悯。如史载，"泾州大饥，人相食。新瘗死尸食之殆尽。秦安县亦大饥，斗粟钱十千有余，十室九空，草根树皮掘食净尽，死者无数"；兰州"所需米麦已不登于市，民有衣锦怀金携妻子投黄河以死者。饥丐偷掠小儿为食"；镇原、秦州、隆德等

① [清]左宗棠：《左文襄公全书·奏稿》卷40

② 《清宣宗实录》卷435

③ 杨国桢编. 1985. 林则徐书简(增订本). 福建人民出版社. 268

④ [清]李元春:《桐阁文钞》卷6《上护院杨至堂大人言救荒书》

⑤ [清]慕寿祺.《甘宁青史略·正编》卷21

地“人相食”、“死者塞路”[①]。

逢此旷世大旱，政府本应大力赈灾抚民，以图稳定社会，恢复经济。然当时清廷为应付东南地区的太平军，反而进一步加大了对西北地区粮饷的征收额度。据史载，太平天国运动前，东南地区的江、浙、皖、赣、鄂、湘、豫、鲁等八省是清政府的主要税源所在，其中江苏省贡献最大（每年额征漕粮250万石），而该省的苏州、松江、常州、镇江、太仓四府则占全省总额的80%[②]。当这些重要的饷源地被太平军占领后，清政府“财源日竭，收入顿减”，华北、西北诸省赋税因之倍增。据《清实录》载，“此时京饷及各军饷粮，均赖山、陕两省接济”[③]。陕西是西北相对富庶的省份，“系饷源所在”[④]，饷银调拨尤为频繁，如，1853年，清政府下令预征陕西1854年钱粮，数额为160余万两，此后，钱粮预征依次递推[⑤]。严树森曾云：“陕西为财赋之帮，西(安)、同(州)、凤(响)又为菁华荟萃，近年用兵各省，皆借陕省协饷聊以支持，即京饷巨款亦多取盈于此”[⑥]。

灾年加税使得本已十分的饥馑百姓更加困苦。据《甘宁青史略》载：“咸丰末年，因太平天国的战事，西北协饷加重，正税不够供给，于是苛捐杂税相继繁兴。咸丰初年，甘肃已开始举办绅民捐。到了同治初年，兰州一隅，发生了饿殍载道，人人相食的现象，更因兵差车价无法筹措，又开缴押货捐。又因军饷不够，在陇南设军面局，每征赋粮一升，附加军面四五斤，以至六七斤，威逼人民缴纳。民力既竭无以应，则委严酷州县敲骨髓以取之。州县刑威竭，亦穷无以应，则委凶悍武弁拥重兵以胁之。朝指一官催面不力，夕而黜其名，又指一官，抗面不供，朝而屠其地，春夏谷缺时，父母妻子饿死者，委诸道路，不得一拼，……民皆相向而哭，以早死为祝!”[⑦]。

故此，灾民多“以劫夺为耕作，每秋获登场，三五成群公掠民稻”[⑧]，抗官抢粮事件风起云涌。如“道光季年（1850），渭南回首马德魁杀人掳劫，聚众抗官”[⑨]；咸丰六年(1856)渭南汉民反抗按“地亩摊派”捐款，各村回民纷纷响应[⑩]；咸丰

① 光绪《甘肃新通志》卷2《天文志·附祥异》
② 李文治. 1949. 历代水利之发展和漕运的关系. 学原, 2(8): 82
③《清文宗实录》卷122，咸丰四年二月。戊戌
④ [清]易孔昭. 1952. 平定关陇纪略. 见: 见：中国史学会. 回民起义. 第3册. 上海神州国光社. 249
⑤ [清]王庆云：《王文勤公奏稿》卷5
⑥ 民国《续修陕西通志稿》卷201
⑦ [清]慕寿祺. 1972. 《甘宁青史略正编》卷21《秦巩设军面局》
⑧ [清]杨毓秀. 1952. 平回志. 见：中国史学会. 回民起义. 第3册. 上海：上海神州国光社. 107
⑨ [清]余澍畴. 1952. 秦陇回务纪略（卷1）. 见：中国史学会. 回民起义. 第3册. 上海：上海神州国光社. 215
⑩ [清]王生吉:《关陇思危录》卷1

十年(1860)，宝鸡虢镇商民居中拆毁土行，反抗重受厘税[①]；咸丰十一年(1861)，临潼县汉民杨生华发动了聚众抗粮，并赢得了回民的支持[②]。

1900 年的义和团运动，又称“庚子事变”。以“扶清灭洋”为口号、极度“排洋”的义和团运动的爆发，实际上与 19 世纪末华北地区遭受重大自然灾害紧密相关。

光绪二十五年(1899)，中国黄河流域发生了大范围旱灾。在山西， 自入秋以后，一直亢旱，延至年底，仍无雨雪，“省垣南北一律皆旱”；秋收大减，冬麦无法播种，加之有些地方被霜、被雹、被冻，造成“收成歉薄几于通省皆然”。在山东，登、莱、沂、青 4 府，春旱严重，二麦歉收；八月间“虫食禾稼净尽，粮价昂贵，较光绪二年加倍”。在河南，“频年荒歉，元气耗伤。去岁又因雨水过多，收成歉薄，民情艰窘。本年夏秋雨泽稀少，秋禾多枯死，米谷缺少，二麦普遍未能下种[③]；其中，“河北三府(彰德、怀庆、卫辉)上芒麦收减色，秋禾枯槁，颗粒未熟”[④]。在陕西，大面积旱荒，以及霜雹成灾，粮食收成也只有 2~3 成。清末大臣荣禄（1836-1903）在奏报中称“本年夏秋以来，雨泽稀少，直隶、山西、山东、河南等省，被旱之区甚广”，“准查顺、直各属地近海滨，素称瘠苦，又当连年大祲，粮价奇昂。本年夏令虽得雨数次，均未渗透，入秋以来，天时亢旱，灾象已见。穷黎困苦，户鲜盖藏”[⑤]。

1900 年，旱情进一步恶化。河南因上年秋、冬雨雪稀少并未普种，自春徂夏又复亢旱，99 县收成 5 成，7 县 3~4 成。山西、陕西各厅州县，收成 1~4 成[⑥]。山东旱涝相乘，先是春天天气骤然回暖，黄河水猛涨，多个沿河州县受灾，入夏后，又有不少州县干旱成灾，粮价飞涨。《义和团杂记》曾云：“光绪廿五年春天至冬天，未得下雨，汗(旱)，春麦未种。……直隶三省未下透雨，廿六年至五月未下透雨，皆未种上。”[⑦]

旱荒为多年来活动于山东、直隶一带的民间秘密会社义和团的发展创造了条件。有鉴于“是以彼苍亦为不平，凶灾层见，兵刀水火，无日无之”[⑧]，义和团一改之前“反清复明”口号，把自然灾害和反帝斗争联系在一起，强调久旱不雨是

① 《清文宗实录》卷 312，咸丰十年，甲辰

② 民国《续修陕西通志稿》卷 7.《缪树本传》

③ 葛全胜主编. 2005. 清代奏折汇编(河南巡抚裕长十二月十三日(1900 年 1 月 13 日)奏). 商务印书馆

④ 《录副档》(光绪二十五年存片)见：李文海等. 中国近代灾荒纪年. 湖南教育出版社. 143

⑤ 中国第一历史档案馆藏：《朱批档》，光绪二十五年十月二十九日(1899 年 12 月 1 日)裕禄奏折

⑥ 葛全胜主编. 2005. 清代奏折汇编(河南巡抚裕长闰八月初七(9 月 30 日)奏)，山西巡抚锡良九月二十四日(11 月 15 日)奏，陕西巡抚岑春煊十一月初三日(12 月 24 日)奏). 商务印书馆

⑦ 中国社会科学院近代史所等. 1982.《义和团史料》，中国社会科学出版社. 4, 5

⑧ 佚名 1960. 义和团有功于中国说. 见：张枏等编. 辛亥革命前十年间时论选集. 第 1 卷. 三联书店 60

洋人在中国的行为所导致，将旱灾起因归于教会与舶来文明，并乘机广泛吸纳灾民。如在揭帖中写道:“兹因天主耶稣教，欺神灭圣，忘却人伦，恼怒天地，收住之雨，降下八百万神兵，扫平洋人，才有下雨之期”[①]，“天无雨，地焦旱，全是教堂止住天。”[②]《天津政俗沿革记》亦载，1900 年义和团流入天津后，“二月，无雨，谣言益多。痛诋洋人，仇杀教民之语日有所闻，习拳者益众。三月，仍无雨，瘟气流行。拳匪趁势造言，云：‘扫平洋人，自然得雨’。四月，仍无雨。各处拳匪渐有立坛者。”

旱荒是义和团迅速壮大的推动力。如《综论义和团》载：“以北方久罹河患，今年(1900)又久旱，不能播种，农夫仰屋兴嗟，束手无策，以致附从团匪者，实繁有徒[③]”。《拳事杂记》载：“今年顺、直一带，雨水极少，麦苗尽槁，民气颇为不靖。而山西自去年冬初迄今，更涓滴无之，抚心时事，曷胜杞忧，并闻该匪起釁，亦由饥民附从所致。”[④]《劝诫义和团》亦载：“劝人莫习义和拳，拳法神妙皆讹传……于今直隶多饥民，纷纷学习遂成群。仇教为名恣抢掠，假托神灵逞暴虐。”[⑤]《万国公报》也撰文说北方各地由于连年灾荒、百姓穷困，“弱者转徙沟壑，强者流而为匪。平居幸冀祸乱之生，谓可均贫共富。拳匪一至，适中其毒，遂若水之归壑，又理所必至也”[⑥]。就连英国驻华公使窦纳乐也在 5 月 21 日致英国外交大臣的信中说：“我相信，只要下几天大雨，消灭了激起乡村不安的长久的旱象，将比中国政府或外国政府的任何措施更迅速的恢复平靖。然而天降甘霖是如此的不可期，保障安全的可能性，我认为有赖于今后几天内中国政府是否表现出有决定能力来尽职责”[⑦]。

由于多数民众是因旱荒、饥馑而参加义和团，故义和团纪律相对松散，投机成分显著。如直隶清河县“村人以久旱，糊口无着，欲从之游，既成议矣”[⑧]；津西“久旱雨，农民无所事事，若假以时日，俾资演拳者”[⑨]，义和拳成员“有事则调集一处，无事复散归各村，忽少忽多，或东或西，……盖是处粮食渐少，即住他处就食”[⑩]。在山东茌平“闹神拳时没个好年成，不是旱就是涝，再不就是遍地

① [美]柯文. 2000. 历史三调：作为事件、经历和神话的义和团. 江苏人民出版社. 70
② 中国社会科学院近代史研究所等. 1982. 义和团史料. 义和团乩语. 中国社会科学出版社. 18
③ 中国社会科学院近代史研究所等. 1982. 义和团史料. 中国社会科学出版社. 172
④ [日]佐原笃介. 1957. 拳事杂记. 见：中国史学会. 义和拳. 第 1 册. 上海人民出版社. 244
⑤ 中国社会科学院近代史研究所等. 1982. 义和团史料. 中国社会科学出版社. 203
⑥《万国公报》卷 1140，光绪二十六年
⑦ 中国社会科学院近代史研究所等. 1982. 义和团史料. 中国社会科学出版社. 541
⑧ 中国社会科学院近代史研究所等. 1982. 义和团史料. 中国社会科学出版社. 961
⑨ [清]柳溪子. 1957. 津西迻记序. 见：中国史学会. 义和拳. 第 1 册. 上海人民出版社. 75
⑩ 中国社会科学院近代史研究所近代史资料编辑室. 1981. 山东义和团案卷. 齐鲁书社. 47

飞蝗”；临清，“一年没有下雨，到秋天才下雨。八月廿一日下霜，玉米刚上浆，没有成熟，因此闹起粮荒。人民吃树叶野草和棒子芯，粮价大涨，大米每斤由36文钱涨到64文钱，就开始抢粮。……人们被饿得无法，纷纷参加义和团”。所以，农业气候状况的好坏是农民参加或退出义和团的依据，天旱时纷踏而至，一俟下雨，“即反奔，途中自相语曰，天雨矣，可以回家种地矣，似此吃苦何益，次日散去大半”[①]。如鲁西南地区，因夏麦无收，饥民参加了大刀会，聚集在安陵锢堆一带，声势浩大，几场雨后，群众分散回家种豆子去了，于是当地群众流传着这样的歌谣：“安陵烟堆拉大旗，淋散了”；一位来自河北的带领十多人的大刀会领袖韩姑娘在停留龙涸的两天中，因赈济粮食，就吸引上千人入会，然第二天晚上的一场大雨，次日入会群众都各自回家种庄稼去了；在金乡，义和团攻打下教堂，抢得粮食，填报肚子，在准备出发攻打鱼台、单县教堂的前一天晚上，下了一场大雨，结果第二天团民都回家忙耕地去了(路遥，2000)。因此，一个外国人也曾把“很多地区的庄稼由于天旱缺雨而歉收，人民的心里烦躁不安”看做是义和团兴起的重要原因之一[②]。

辛亥革命是中国近代史上的一次划时代革命，在这次交织着多种社会矛盾的革命运动中，气候变化起到了潜移默化的推动作用。武昌起义后的第三天，革命者在一份告全国人民的檄文中，所阐述的“不可不急起革命”的三条缘由之一，就是“全国饥民，数逾千万，迫饥寒而死者，道路相望”，“从未闻(清政府)有一粟一粒之施”[③]，而清朝政府“虐政密如蛛网，生民坠于涂炭，人神同嫉，天地不容。以致水旱迭臻，彗星示警，祸乱无已，盗贼纵横，天人之向背，不待智者而后辨也”[④]。20天后，启蒙思想家严复在致《泰晤士报》驻北京记者的一封信中，亦将“近几年来长江流域饥荒频仍，以及商业危机引起的恐慌和各个口岸的信贷紧缩”，归纳为“这场起义的远因和近因”的第四点[⑤]。近代灾荒史研究也表明，20世纪的第一个10年中的气候变化，在这次革命的酝酿过程中，起到了至关重要的作用(李文海，1991)。因此，在苛捐杂税、吏治腐败等社会环境下，连年灾荒成为加速清王朝灭亡的重要因素之一。

20世纪伊始，全国各地灾荒连年发生，水、旱、风、虫、雹、震等灾害交互出现，连绵不绝，南北旱涝饥馑连年累月，巨祲奇灾此消彼长。如1901年，东南滨江数省，皆被水患。直隶、河南则先旱后潦，继之，黄河漫决淹没河南、山东

① [清]佚名. 1957. 天津一月记. 见：中国史学会. 义和拳. 第2册. 上海人民出版社. 152

② [澳]骆惠敏编. 1986. 清末民初政情内幕. 知识出版社. 422

③ 中国人民政治协商会议湖北省暨武汉市委员会等. 1983. 武昌起义档案资料选编. 湖北人民出版社. 634

④ 佚名 1957. 致满清政府电. 见：中国史学会. 辛亥革命. 第5册. 上海人民出版社. 151

⑤ [澳]骆惠敏编. 1986. 清末民初政情内幕. 上海知识出版社. 782

部分地区。山西、陕西等地自上年来，旱象加重。全国粮食普遍吃紧，饥民甚多。1902 年，全国大部分地区偏旱，瘟疫盛行；其中尚未从丁酉大旱(1897)恢复过来的四川“菁华之地”再遭历史上罕见的“壬寅大旱”，全省“数十州县之仓，至今五、六年，空虚者居八、九。今全省荒旱，欲赈无米，害之大见”①。1904 年，川省又逢更为严重的“甲辰大旱”。1905 年，云贵地区遭受了严重的水灾，江苏沿海遭受风潮侵袭，伤亡甚重。1906 年，全国多省水灾。1907 年，普遍歉收。1909 年，“甘陇奇荒”，甘肃“旱魃为虐，未闻有至三岁”，粮食粒谷皆无，且饮水亦至枯竭，饥民骚动；同年，南方水灾，浙江尤重，可与“甘陇之奇荒”相比；该年 149 次民变中，几次规模较大的抢米风潮和饥民暴动，也主要发生在浙江和甘肃。1910 年，自然灾害主要集中于东北三省和长江中下游地区；如湖南，7 月“天气奇寒，与隆冬无异”，继之，冰雹、冰冻、暴雨、水灾；湖北连续第七年遭洪水侵袭，灾区遍及 28 州县，“禾损屋倒，人畜飘流”，“民情之苦，较上年尤甚”；江苏自春至秋，始则雨雪交加，继而连降大雨，江湖泛滥成灾；苏北地区灾情尤重；黄河决溢，加上初亢旱，后又连绵阴雨，使山东受灾面积达 90 州县。东三省也在夏秋之际，淫雨连绵，江河暴涨，泛滥成灾。河南、云南、江西、直隶、新疆、山西、陕西、广西、甘肃等亦有局部地区遭受了水旱、风雹灾害。此外，云南、直隶、新疆、台湾等地又有地震发生，其中，台湾当年发生过六次地震。与此同时，长江中下游的湖北、湖南、安徽、江西、江苏五省发生了抢米风潮。1911 年，沿江、沿海的所有主要省份水灾甚于往年(李文海，1990)。面对连年的灾荒，在武昌起义前夜，御史麦秩严在上奏上称：“方今时事日棘，灾祲迭臻，岁饥民流，盗贼四起，中原大势岌岌可虞。”②

灾荒频仍所造成的饥馑是这一时期民变发生的重要诱因。早在 20 世纪初，清廷中一些有识之士也注意到了日益严重的灾荒带来的社会危机，如在分析发生在 1897 和 1902 年两次大旱期间的四川义和拳高潮时，几乎所有的官员都认为，旱荒是四川义和拳兴盛的主要原因，其中，御史高枏称四川义和拳运动兴起的主要原因是“盗贼、饥民、会匪、义和拳，分之为四，合之为一”；四川总督奎俊强调川省“拳乱”之起，除群众仇教外，“加以岁旱民饥，灾黎多被裹胁”；后任川督的锡良则指出，“川省人心浮动，加以旱灾、闹荒、仇教，各处响应，蹂躏必宽”；御史王乃征说得就更直截了当：“川中全省旱灾，至今半年，不闻赈恤之法，何怪匪乱日炽？”③

① 中国第一历史档案馆等. 1985. 辛亥革命前十年间民变档案史料. 中华书局. 740

② 佚名 1957. 宣统三年八月初五日御史麦秩严奏折. 见：中国史学会. 辛亥革命. 第 7 册. 上海人民出版社. 269

③ 中国第一历史档案馆等. 1985. 辛亥革命前十年间民变档案史料. 中华书局. 733, 734, 742, 759

尽管不少官员注意到了年年水旱灾荒可能产生的社会影响，但清廷沉疴日久，已是心有余而力不足。如1902年6月，湖南巡抚俞廉三指出："自光绪二十一年(1895)大旱成灾以后，频岁未获丰稔，小民生计日见困穷。二十七年长沙、常德等府所属，水灾尤重。加以浙、闽、两粤、蜀、皖、江、鄂、豫、晋、江西各省所募湘勇，纷纷撤遣回籍，率皆轮送岳州，分途四散，流民愈多，匪类混杂，民气更加浮动"[①]。1906年，一位官吏在奏折中说："东省(山东)荒歉，细民无以糊口，思乱者十室而九。"[②]1910年6月，安徽巡抚朱家宝在奏折中强调，"本年春间，各属灾荒叠告，人心浮动"，"皖北素称强悍，连年复苦荒歉，伏莽时虞，自非患预防，层节布署，不足以绸缪未雨，定变仓猝"[③]。然一旦灾害发生时，政府一如旧日，毫无作为，"抗粮"、"抗捐"、"闹漕"、"抢米"事件仍层出不穷。据《清末民变年表》统计，从1902~1911年共有民变1028次，而1906~1907年、1909~1911年是民变高发期，抢米事件也主要集中在这两个时段。从分省情况看，10年间民变发生次数最多的是江苏、浙江，两省民变次数几乎占据全国一半(张振鹤，丁原英，1982)。

恰是看到了当时灾荒造成的社会动荡，革命者一方面积极利用灾荒从事革命的宣传工作，扩大群众基础，另一方面在灾荒年景筹划武装斗争。1906年底同盟会成立后组织的第一次大规模的武装起义(萍醴起义)，即是一个明显的例子。《丙午萍醴起义记》在谈到这次起义的动因时说："其起事之动机，则因是年中国中部凶荒，江西南部，湖北西部，湖南北部，及四川东南部，即扬子江上流沿岸，皆陷于饥馑。该地工人因受米贵减工之打击，遂由萍乡矿工首先发难，四虎徒党起而应之。此次起事，原非奉同盟会东京本部之命令。"[④]此后的《谕内阁著各省将军督抚等整饬吏治豫遏乱萌》也说："方今时局多艰，民生重困，本年两广、两湖、江西、安徽等省，屡告偏灾，近日江苏淮、徐、海一带，被灾尤重。……哀我黎民，颠连穷困，岂可胜言。其不逞者，又或迫于饥寒，流为盗贼，扰及乡里，贻害善良"，并要求地方官员对饥民"加意抚绥"，以便"防患未然。"[⑤]在一次次巨灾的冲击下，伤痕累累的满清王朝随着武昌起义的一声炮响，走向了终结。

① 中国第一历史档案馆等. 1985. 辛亥革命前十年间民变档案史料. 中华书局. 392
② 中国第一历史档案馆等. 1985. 辛亥革命前十年间民变档案史料. 中华书局. 158
③ 中国第一历史档案馆等. 1985. 辛亥革命前十年间民变档案史料. 中华书局. 261
④ 陈春生. 1957. 丙午萍醴起义记. 见：中国史学会. 辛亥革命. 第2册. 上海人民出版社. 463
⑤ 中国第一历史档案馆等. 1985. 辛亥革命前十年间民变档案史料. 中华书局. 58

主要参考文献

阿尔·戈尔. 1997. 濒临失衡的地球——生态与人类精神. 陈嘉映等译. 北京: 中央编译出版社

安芷生, 张培震, 王二七等. 2006. 中新世以来我国季风-干旱环境演化与青藏高原的生长. 第四纪研究, 26(5): 678~693

保罗·甘乃迪. 1993. 创世纪. 顾淑馨译. 台北: 天下文化出版公司

鲍桐. 1999. 北魏北疆几个历史地理问题的探索. 中国历史地理论丛, (3): 63~92

贝罗 T. 1988. 新疆出土佉卢文残卷译文集. 王广智译. 新疆考古研究所编印.尼雅考古资料(内部刊物), 251~252

滨岛敦俊. 1989. 土地开发与客商活动——明代中期江南地主之投资活动. 中央研究院第二届国际汉学会议论文集. 台北: 中央研究院

波斯坦 M M 等. 2003. 剑桥欧洲经济史. 第五卷. 王春法等译. 北京: 经济科学出版社

卜正民. 1986. 明清两代河北地区推广种稻和种稻技术的情况. 见: 李国豪主编. 中国科技史探索. 上海: 上海古籍出版社

布赖森 R A, 默里 T J. 1981. 饥馑的气候. 龚高法等译. 北京: 科学出版社

布雷特·辛斯基, 蓝勇, 刘建等. 2003. 气候变迁和中国历史. 中国历史地理论丛, 18(2)

布罗代尔. 1992. 15 至 18 世纪的物质文明、经济和资本主义. 顾良, 施康强译. 北京: 生活·读书·新知三联书店

蔡凤林. 2008. 论元朝的"四等人制"——兼论元朝政治文化的若干特征. 内蒙古师范大学学报(哲学社会科学版), 37(3): 13~20

蔡美彪. 1955. 元代白话碑集录. 北京: 科学出版社. 1~126

蔡泉. 2001. 历史时期西部基本农区的变迁研究. 西北农林科技大学

蔡永立, 陈中原, 章薇等. 2001. 孢粉-气候对应分析重建上海西部地区 8.5ka B. P.以来的气候. 湖泊科学, 13(2): 118~126

曹贯一. 1989. 中国农业经济史. 北京: 中国社会科学出版社

曹建廷, 段学军, 王苏民等. 2002. 近 800a 来内蒙古岱海湖水的盐度定量及其气候意义.地学前缘, 9(1): 187~192

曹建廷, 金章东, 沈吉等. 2003. 近 800 年来内蒙古岱海地区古气温的定量重建. 地理科学, 23(3): 298~303

曹建廷, 王苏民, 沈吉. 2000a. 内蒙古岱海地区近千年气候环境演变的初步研究. 海洋地质与第四纪地质, 20(2): 15~20

曹建廷, 王苏民, 沈吉等. 2000b. 近千年来内蒙古岱海气候环境演变的湖泊沉积记录. 地理科学, 20(5): 391~396

曹树基. 1997. 鼠疫流行与华北社会的变迁(1580~1644). 历史研究, (1): 17~32

曹树基. 1997. 中国移民史·第六卷·清民国时期. 福州: 福建人民出版社

曹树基. 2000. 中国人口史(第四卷)·明时期. 上海: 复旦大学出版社

曹树基. 2001. 中国人口史(第五卷)·清时期. 上海: 复旦大学出版社

曹文柱. 1996. 中国社会通史(秦汉魏晋南北朝卷). 太原: 山西教育出版社

长江流域规划办公室及重庆市博物馆历史枯水调查组. 1974. 长江上游宜渝段历史枯水调查. 文物, (8): 76~90

长沙马王堆一号汉墓考古队. 1978. 长沙马王堆一号汉墓——出土动植物标本的研究. 北京: 文物出版社.

陈宝良，王熹. 2005. 中国风俗通史(明代卷). 上海: 上海文艺出版社
陈碧笙. 1982. 台湾地方史. 北京: 中国社会科学出版社
陈发虎, 黄小忠, 张家武等. 2007. 新疆博斯腾湖记录的亚洲内陆干旱区小冰期湿润气候研究.中国科学(D辑), 37(1): 77~85
陈发虎, 吴海斌. 1999. 末次冰消期以来兰州地区冬季风变化研究. 第四纪研究, (4): 306~313
陈发虎, 朱艳, 李吉均. 2001. 民勤盆地湖泊沉积记录的全新世千百年尺度夏季风快速变化. 科学通报, 46(17): 1414~1419
陈高庸, 杜佐周, 郑振铎等. 1939. 中国历代天灾人祸表. 上海: 上海书店. 1~231
陈恒力. 1958. 补农书研究. 中华书局
陈吉阳. 1987. 中国西部山区全新世冰碛层的划分及地层年表. 冰川冻土, 9(4): 342~351
陈吉阳. 1988. 天山乌鲁木齐河源全新世冰川变化的地衣年代学等若干问题之初步研究. 中国科学(B), (1): 95~104
陈吉余. 中国历史时期的海岸变迁. 1989. 见: 陈吉余, 王宝灿, 虞志英. 中国海岸发育过程和演变规律. 上海: 上海科学技术出版社. 1~17
陈家其. 1989. 太湖流域南宋以来旱涝规律及其成因初探. 地理科学, 9 (1): 25~32
陈家其, 姜彤, 许朋柱. 1998. 江苏省近两千年气候变化研究. 地理科学, 18(3): 219~226
陈家其, 施雅风. 2002. 长江三角洲千年冬温序列与古里雅冰芯比较. 冰川冻土, 24(2): 32~39
陈家其, 施雅风, 张强等. 2006. 从长江上游近 500 年历史气候看 1860、1870 年大洪水气候变化背景. 湖泊科学, 18(5):476~483
陈建徽, 陈发虎, 张家武等. 2008. 中国西北干旱区小冰期的湿度变化特征. 地理学报, 63(1): 23~34
陈金渊. 1983. 南通地区成陆过程的探索. 见: 历史地理 (第三辑).上海:上海人民出版社. 21~37
陈荆和. 1963. 十六世纪之菲律宾华侨. 新亚研究所东南亚研究室刊, 135~138
陈可畏. 1979. 论西汉后期的一次大地震与渤海西岸地貌的变迁. 考古, (2)
陈良佐. 1983. 择地顺时——农业的自然环境. 见: 刘岱主编. 中国文化新论(经济篇)——民生的开拓. 台北: 联经出版公司
陈良佐. 1991. 从春秋到两汉我国古代的气候变迁——兼论《管子·轻重》著作的年代. 新史学, 2(1): 1~49
陈明. 2001. 元代北方饥荒的时空分布特点及救荒措施. 古今农业, (4): 23~33
陈奇猷. 1979. 吕氏春秋成书的年代与书名的确立. 复旦学报(哲学社会科学版), (5): 103~104
陈奇猷. 1984. 吕氏春秋校释卷八. 上海: 学林出版社. 422
陈启云. 2007. 汉儒与王莽: 评述西方汉学界的几项研究. 史学集刊, (1): 57~76
陈桥驿. 1982. 我国古代湖泊的湮废及其经验教训. 历史地理(第二辑). 上海: 上海人民出版社. 104~109
陈嵘. 1983. 中国森林史料. 北京: 中国林业出版社. 71~128
陈渭南, 宋锦熙, 高尚玉. 1994. 从沉积重矿物与土壤养分特点看毛乌素沙地全新世环境变迁. 中国沙漠, 14(3):1~9
陈新海. 1990. 南北朝时期黄河中下游的主要农业区. 中国历史地理论丛, (2): 132~159
陈星, 刘健, 王苏民. 2005. 东亚地区小冰期气候的模拟. 气象科学. 25:1~8
陈业新. 2007. 战国秦汉时期长江中游地区气候状况研究. 中国历史地理论丛. 22(1): 5~16
陈寅恪. 2005. 邓广铭宋史职官志考正序. 邓广铭全集(第 11 卷). 石家庄: 河北人民出版社
陈雍. 2001. 渤海湾西岸汉代遗存年代甄别——兼论渤海湾西岸西汉末年海侵. 考古, (11): 66~76
陈玉琼. 1991. 近 500 年华北地区最严重的干旱及其影响. 气象, 17(3): 17~21
陈振汉, 熊正文等. 1989. 清实录经济史资料. 北京: 北京大学出版社
陈志一. 1983. 江苏双季稻历史初探. 中国农史, (1)
程海. 2004.•全球气候突变研究: 争论还是行动? 科学通报, 49(13): 1339~1344
程洪. 1982. 新史学: 来自自然科学的挑战. 晋阳学刊, (6)
程弘毅. 2007. 河西地区历史时期沙漠化研究. 兰州大学博士学位论文

程厚思. 1990. 清朝江浙地区米粮不足原因探析. 中国农史, 3
程民生. 2004. 关于我国古代经济重心南移的研究与思考. 殷都学刊, (1): 47~58
程杨, 李海蓉, 杨林生. 2009. 中国明清时期疫病时空分布规律的定量研究. 地理研究, 28(4): 1059~1068
池田温. 1992. 中国古代物价研究——关于天宝二年交河郡市估案断片. 见: 日本学者研究中国史论著选译(第4卷). 北京: 中华书局
初子莹, 任国玉, 邵雪梅等. 2005. 我国过去千年地表温度序列的初步重建. 气候与环境研究, 10(4): 826~836
褚绍唐. 1987. 崇明岛的变迁. 地理研究, 6(3): 9~16
崔海亭, 吴万里, 宋长青.1993.内蒙古大青山地区全新世环境的重建. 见: 张兰生主编. 中国生存环境历史演变规律研究(一). 北京: 海洋出版社. 285~295
崔瑞德. 1990. 剑桥中国隋唐史, 北京: 中国社会科学出版社
崔瑞德, 鲁惟一. 1992. 剑桥中国秦汉史. 北京: 中国社会科学出版社
崔之久, 宋长青. 1992. 内蒙大青山全新世冰缘现象及环境演变. 冰川冻土, 14(4): 325~331
崔之久, 宋长青. 1993. 中国第四纪晚更新世晚期以来冰缘环境. 地球科学进展, 8(2): 1~8
大泽正昭. 1998. 关于宋代“江南”的生产力水准的评价. 刘瑞芝译. 中国农史, 17(2): 21~29
代洪亮. 2002. 民间记忆的重塑: 清代山东的驱蝗神信仰. 济南大学学报, 12(3): 31~36
德日进, 杨钟健. 1936. 安阳殷墟之哺乳动物群. 北京: 实业部地质调查所, 国立北平研究院地质学研究所. 1~38
邓辉. 2006. 从统万城的兴衰看人类活动对生态脆弱地区的影响. 见: 侯仁之, 邓辉等主编. 中国北方干旱半干旱地区历史时期环境变迁研究文集. 北京: 商务印书馆
邓云特. 1984. 中国救荒史. 上海: 上海书店
丁永建, 刘时银, 周文娟等. 1996. 北半球冰川物质平衡变化的若干特征及其气候意义. 地球科学进展, 11(6): 590~596
董安祥, 冯松, 张存杰. 2002. 500年来中国东部雨带的南北摆动. 气象学报, 60(3): 378~383
董光荣, 靳鹤龄, 陈惠忠. 1997. 末次间冰期以来沙漠-黄土边界带移动与气候变化. 第四纪研究, (2): 158~167
董进国, 孔兴功, 汪永进. 2006. 神农架全新世东亚季风演化及其热带辐合带控制. 第四纪研究, 26(5): 827~834
董恺忱, 范楚玉. 2000. 中国科学技术史(农学卷). 北京: 科学出版社
董倩. 1998. 明代永乐年间移民政策述论. 青海社会科学, (6): 98~106
冻国栋. 2002. 中国人口史(第二卷)·隋唐五代时期. 上海: 复旦大学出版社
樊宝敏, 董源. 2001. 中国历代森林覆盖率的探讨. 北京林业大学学报, 23 (4): 60~65
樊宝敏, 董源, 张钧成等. 2003. 中国历史上森林破坏对水旱灾害的影响——试论森林的气候和水文效应. 林业科学, 39(3): 136~142
范家伟. 1999. 两晋刘宋时的疾疫.历史地理(第十五辑), 上海: 上海人民出版社
范家伟. 2000. 地理环境与疾病——论古代医学对岭南地区疾病的解释. 中国历史地理论丛, (1): 17~31
范文澜. 1978. 中国通史(二). 北京: 人民出版社. 511
范中义, 张文才. 1998. 明代军事史. 见: 军事科学院主编. 中国军事通史(第十五卷). 北京: 军事科学出版社
方健. 2006. 关于宋代江南农业生产力发展水平的若干问题. 见: 范金民主编. 江南社会经济研究-宋元卷. 北京: 中国农业出版社. 1~236
方金琪. 1989. 我国历史时期的湖泊围垦与湖泊退缩. 地理环境研究, 1(1): 71~78
方金琪. 1992. 气候变化对我国历史时期人口迁移的影响. 地理科学, 12(3):230~236
方修琦. 1999. 从农业气候条件看我国北方原始农业的衰落与农牧交错带的形成. 自然资源学报, 14(3): 212~218

方修琦, 陈莉, 李帅. 2007. 1644—2004 年中国洪涝灾害主周期的变化. 水科学进展, 18(5): 656~661
方修琦, 葛全胜, 郑景云. 2004. 环境演变对中华文明影响研究的进展与展望. 古地理学报, 6(1): 85~94
方修琦, 葛全胜, 郑景云. 2004. 全新世寒冷事件与气候变化的千年周期. 自然科学进展, 14(4): 456~461
方修琦, 侯光良. 2011. 中国全新世气温序列的集成重建. 地理科学, 待刊
方修琦, 孙宁. 1998. 降温事件: 4.3ka BP 岱海老虎山文化中断的可能原因. 人文地理, 13(1): 71~76
方修琦, 章文波, 张兰芝. 1998. 全新世暖期我国土地利用的格局及其意义. 自然资源学报, 13(1): 16~22
冯松, 汤懋苍. 1997. 2500 多年来的太阳活动与温度变化. 第四纪研究, 1: 28~35
冯松, 汤懋苍, 周陆生. 2000. 青海湖近 600 年的水位变化. 湖泊科学, 12(3): 205~210
冯松, 姚檀栋, 江灏等. 2001. 青藏高原近 600 年的温度变化. 高原气象, 20: 105~108
冯松, 张拥军, 朱德琴等. 2005. 近 2000 年古里雅冰芯净积累量与南疆盆地南沿的干湿变化. 地理科学, 25(2): 221~225
弗雷泽. 2003. 洪水故事的起源. 苏秉琦译. 见: 徐旭生. 中国古史的传说时代. 桂林: 广西师范大学出版社. 306~326
傅克辉. 2001. 魏晋南北朝籍账研究. 济南: 齐鲁书社. 1~187
傅璇琮. 1979. 左思《三都赋》写作年代质疑. 中华文史论丛, (2): 319~329
傅筑夫. 1982. 中国封建社会经济史(第二卷)·秦汉时期. 北京: 人民出版社. 1~684
傅筑夫. 1989. 中国封建社会经济史(第四卷)·隋唐五代时期. 北京: 人民出版社. 520~521
傅宗文. 1989. 宋代草市镇研究. 福州: 福建人民出版社. 103~104
甘肃居延考古队. 1984. 居延汉代遗址的发掘和新出土的简册文物. 见: 甘肃省文物工作队, 甘肃省博物馆. 汉简研究文集. 兰州: 甘肃人民出版社
甘肃省文物工作队. 1984. 额济纳河下游汉代烽燧遗址调查报告. 见: 甘肃省文物工作队, 甘肃省博物馆. 汉简研究文集. 兰州: 甘肃人民出版社
甘肃省文物考古研究所等编. 1990. 居延新简. 北京: 文物出版社
甘肃省文物考古研究所等编. 1998. 居延汉简释粹. 兰州: 兰州大学出版社. 87, 88
高春玉. 2002. 我国疟疾流行现状及气象因素对疟疾发病影响的神经网络模型初步研究. 第三军医大学硕士论文
高建国. 1994. 自然灾害基本参数研究(一). 灾害学, (4)
高敏. 2007. 魏晋南北朝经济史. 上海: 上海人民出版社
高尚玉, 靳鹤龄, 陈渭南等. 1992. 全新世大暖期的中国沙漠. 见: 施雅风主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京: 海洋出版社. 161~167
高文学. 1997. 中国自然灾害史. 北京: 地震出版社. 1~213
高秀山. 1989. 1761 年 8 月(清乾隆二十六年七月)黄河三门峡至花园口区间洪水. 见: 胡明思, 骆承政. 中国历史大洪水(上卷). 北京: 中国书店
格勒. 2006. 藏族早期历史与文化. 北京: 商务印书馆. 291, 292, 295
葛剑雄, 曹树基. 1995. 对明代人口总数的新估计. 中国史研究, (1)
葛剑雄, 曹树基, 吴松弟. 1993. 简明中国移民史. 福州: 福建人民出版社. 1~312
葛剑雄. 1991. 中国人口发展史. 福州: 福建人民出版社. 1~282
葛剑雄. 1993. 宋代人口新证. 历史研究, (6): 34~45
葛剑雄. 1997. 中国移民史(第一卷)·导论大事年表. 福州: 福建人民出版社
葛剑雄. 1997. 中国移民史(第二卷)·先秦至魏普南北朝时期. 福州:福建人民出版社. 584~586
葛剑雄. 1997. 中国移民史(第五卷)·明时期. 福州: 福建人民出版社
葛剑雄. 2002. 对中国人口史若干规律的新认识. 学术月刊, (4): 92~100
葛剑雄. 2002. 中国人口史(第一卷)·导论、先秦至南北朝时期. 上海: 复旦大学出版社. 1~676
葛剑雄. 2007. 盘庚为什么迁都于殷.中华遗产, (7): 30, 31
葛金方. 1991. 宋辽夏金经济研析. 武汉: 武汉出版社. 1~356

葛全胜, 戴君虎, 何凡能等. 2008. 过去三百年中国土地利用变化与陆地碳收支. 北京: 科学出版社, 1~270
葛全胜, 方修琦, 郑景云. 2002. 中国过去 3ka 冷暖千年周期变化的自然证据及其集成分析. 地球科学进展, 17(1): 96~103
葛全胜, 郭熙凤, 郑景云等. 2007. 1736 年以来长江中下游梅雨变化. 科学通报, 52(23): 2792~2797
葛全胜, 王顺兵, 郑景云. 2006. 过去 5000 年中国气温变化序列重建. 自然科学进展, 16(6): 689~696
葛全胜, 王维强. 1995. 人口压力、气候变化与太平天国. 地理研究, 14(4):32~41
葛全胜, 郑景云, 方修琦等. 2002. 过去 2000 年中国东部冬半年温度变化. 第四纪研究, 22(2): 166~173
葛全胜, 郑景云, 刘健. 2006. 过去 2000a 中国东部冬半年温度变幅与周期. 气候变化研究进展, 2(3): 108~112
葛全胜, 郑景云, 满志敏等. 2002. 过去 2000 a 中国东部冬半年温度变化序列重建及初步分析. 地学前缘, 9(1): 169~181
公宗鉴. 1991. 对甘薯的再认识. 农业考古, (1): 205~218
龚高法, 陈恩久, 文焕然. 1979. 黑龙江省的气候变化. 地理学报, 34(2): 129~138
龚高法, 简慰民. 1983. 我国植物物候期的地理分布. 地理学报, 38(1): 33~40
龚高法, Hameed S. 1993. 近 2000 年来中国温度变化与湿润状况变化之间的关系. 见: 张丕远, 张厚瑄. 气候变化及其影响. 北京: 气象出版社. 70~77
龚高法, 张丕远, 吴祥定等, 1983. 历史时期气候变化研究方法. 北京: 科学出版社. 1~267
龚高法, 张丕远, 张瑾瑢. 1983. 北京地区自然物候期的变迁. 科学通报, (24): 1517~1519
龚高法, 张丕远, 张瑾瑢. 1983. 十八世纪我国长江下游等地区的气候. 地理研究, 2: 20~34
龚高法, 张丕远, 张瑾瑢. 1987. 1892~1893 年的寒冬及其影响.地理集刊(第 18 号). 北京: 科学出版社
龚高法, 张丕远. 1983. 历史时期柑橘的冻害. 柑橘冻害. 北京: 中国农业出版社
龚胜生. 1993. 2000 年来中国瘴病分布变迁的初步研究. 地理学报, 48(4): 304~316
龚胜生. 2003. 中国疫灾的时空分布变迁规律. 地理学报, 58(6): 870~878
勾晓华, 陈发虎, 杨梅学等. 2007. 青藏高原东北部树木年轮记录揭示的最高最低温的非对称变化. 中国科学, 37: 1480~1492
故宫博物院明清档案部编. 1976. 李煦奏折. 中华书局
顾颉刚, 刘起釪. 1979. 盘庚三篇校释译论. 历史学, (1):26~37
顾延生. 2004. 长江中游钻孔沉积物记录的 5000 年来气候变化与环境重建. 武汉大学博士学位论文
关传友. 2003. 历史时期气候变化对西北地区竹林分布的影响. 世界竹林通讯, 1(3):21~24
广州农林学院林学系木材学小组. 1977. 广州秦汉造船工场遗址的木材鉴定. 考古, (4)
郭其蕴, 蔡静宁, 邵雪梅等. 2004. 1873~2000 年东亚夏季风变化的研究. 大气科学, 28: 206~215
郭盛乔, 石英, 杨丽娟等. 1999. 河北宁晋泊地区 2600 年来古气候变化研究. 地质力学学报, 5(4): 73~79
郭松义. 2001. 明清时期的粮食生产与农民生活水平. 见: 中国社会科学院历史研究所学刊. 北京: 社会科学文献出版社
郭文韬. 1981. 中国古代的农作制和耕作法. 北京: 农业出版社. 1~27
郭雪莲, 王琪, 史基安等. 2002. 青海湖沉积物有机碳含量与同位素和粒度特征及其古气候意义. 海洋地质与第四纪地质, 22(3): 99~103
郭正堂, Petit-Maire N, 刘东生. 1999. 全新世期间亚洲和非洲干旱区环境的短尺度变化. 古地理学报, 1(1): 68~74
国家防汛抗旱总指挥部办公室, 水利部南京水文水资源研究所编著. 1997. 中国水旱灾害. 北京: 中国水利水电出版社
韩国磐. 1983. 魏晋南北朝史纲.北京:人民出版社. 424~436
韩嘉谷. 1982. 西汉后期渤海湾西岸的海侵.考古, (3): 300~303
韩嘉谷. 1997. 再谈渤海湾西岸的汉代海侵. 考古, 2: 69~79
韩茂莉. 2000. 2000 年来我国人类活动与环境适应以及科学启示. 地理研究, 19(3): 324~331

韩茂莉. 2002. 中国北方农牧交错带环境研究与思考. 见: 李根蟠等主编. 中国经济史上的天人关系. 北京: 农业出版社. 83~94
韩昇. 2006. 杜佑及其名著《通典》新论. 见: 上海社会科学院编. 社会·历史·文献——传统中国研究国际学术讨论会论文集. 上海: 上海人民出版社. 1~521
韩淑提, 王承义, 袁玉江. 1992. 北疆干旱区 500 年来环境演变序列. 中国沙漠, 12(1): 1~8
韩毅. 2007. 宋代的牲畜疫病及政府的应对——以宋代政府诏令为中心的讨论. 中国科技史杂志, 28(2): 132~146
韩昭庆. 2003a. 明代毛乌素沙地变迁及其与周边地区垦殖的关系. 中国社会科学, (5): 191~204
韩昭庆. 2003b. 明清时期(1440~1899 年)长江中下游地区冬季异常冷暖气候研究. 中国历史地理论丛, 18(2): 41~49
郝志新, 葛全胜, 郑景云. 2009. 宋元时期中国西北东部的冷暖变化. 第四纪研究, 29 (5): 871~879
郝志新, 李明启, 郑景云等. 2009. 长江中下游地区梅雨与旱涝的关系. 自然科学进展, 19:877~882
郝志新, 郑景云, 葛全胜. 2003. 1736 年以来西安气候变化与农业收成的相关分析. 地理学报, 58(5): 73~742
郝志新, 郑景云, 葛全胜. 2007. 黄河中下游地区降水变化的周期分析. 地理学报, 62(5): 537~544
郝志新, 郑景云, 葛全胜等. 2008. 黄河中下游与江淮流域的降水量与入渗深度关系分析. 自然科学进展, 18: 662~667
郝志新, 郑景云, 伍国凤等. 2010. 1876~1878 年华北大旱: 史实、影响及气候背景. 科学通报, 55: 2321~2328
何报寅, 张穗, 蔡述明. 2003. 近2600年神农架大九湖泥炭的气候变化记录. 海洋地质与第四纪地质, 23(2): 109~115
何斌. 1988. 我国疟疾流行简史(1949 年以前). 中华医史杂志, (1)
何炳棣. 1990. 中国历史上的早熟稻. 谢天祯译. 农业考古, (1): 119~131
何炳棣. 2000. 明初以降人口及其相关问题: 1368-1953. 葛剑雄译. 北京: 三联出版社. 200~201
何清谷. 1995. 三辅黄图校注. 西安: 三秦出版社. 49~50
何尧启, 汪永进, 孔兴功等. 2005. 贵州董哥洞近 1000 a 来高分辨率洞穴石笋 $\delta^{18}O$ 记录. 科学通报, 50 (11): 1114~1118
何业恒. 1999. 近五千年来华南气候冷暖的变迁. 中国历史地理论丛, (1): 197~207
何业恒, 文焕然. 1982. 湘江下游森林的变迁. 历史地理(第二辑). 上海: 上海人民出版社. 127~135
何竹淇. 1976. 两宋农民战争史料汇编.北京: 中华书局
贺昌群. 1958. 升斗辨. 历史研究, (6)
贺云翱. 1991. 夏商时代至唐以前江苏海岸线变迁.见:刘泽纯主编. 第四纪沉积与环境变迁.南京:东南文化杂志社出版. 142~146
鹤间和幸. 1999. 战国秦汉时代关中平原的都市与水利. 中国历史地理论丛, 增刊
洪焕春, 罗仑. 1989. 长江三角洲地区社会经济史研究. 南京: 南京大学出版社. 1~210
洪雪晴. 1991. 太湖的形成和演变过程. 海洋地质与第四纪地质, 11(4):87~99
洪雪晴, 陈学林. 1990. 淀山湖地区全新世古地理.华东师范大学学报, (1):138~145
洪业汤, 姜洪波, 洪水. 1998. 近 5000 年的气候波动与太阳变化. 中国科学(D 辑), 28(6): 491~497
洪业汤, 姜洪波, 陶发祥等. 1997. 近 5ka 温度的金川泥炭 $\delta^{18}O$ 记录. 中国科学(D 辑), 27(6):525~530
侯仁之. 1964. 从人类活动的遗迹探索宁夏河东沙区的变迁. 科学通报, (3)
侯仁之, 俞伟超. 1973. 乌兰布和沙漠的考古发现和地理环境的变迁. 考古, (2)
侯杨方. 2001. 中国人口史(第六卷)·1910~1953 年. 上海: 复旦大学出版社
侯甬坚, 祝一志. 2000. 历史记录提取的近 5~2.7ka 黄河中下游平原重要气候事件及其环境意义. 海洋地质与第四纪地质, 20 (4): 23~29
胡厚宣. 1944. 气候变迁与殷代气候之检讨. 中国文化研究汇刊, 4: 1~36
胡焕庸, 张善余. 1984. 中国人口地理. 上海: 华东师大出版社. 1~218

胡继迁. 1984. 中国人口问题之历史考察. 人口学刊, (6)
胡金明, 崔海亭, 李宜垠. 2002. 西辽河流域全新世以来人地系统演变历史的重建. 地理科学, 22(5): 535~542
胡明思, 骆承政. 1992. 中国历史大洪水. 北京: 中国书店
胡如雷. 1963. 论唐代农产品与手工业品的比价及其变动. 光明日报, 12~31
胡适. 1928. 1900 年前的社会主义皇帝王莽. 皇家亚洲学会华北分会会刊, 59: 218~230
胡双熙, 徐齐治, 张维祥等. 1991. 青藏高原东北部边缘栗钙土的历史演变. 土壤学报, 28(2):202~210
华东师范大学河口研究室. 1973. 海州湾岸滩的演变过程和泥沙流方向
华林甫. 1990. 唐代粟、麦生产的地域布局初探. 中国农史, (2): 33~42
华林甫. 1992. 唐代水稻生产的地理布局及其变迁初探. 中国农史, (2): 27~39
淮建利. 2008. 北宋河清兵考论. 史学集刊, (4):28~36
黄成彦, 孔昭宸, 闵隆瑞等. 1994. 北京颐和园昆明湖底沉积物对 3000 余年来自然环境变化的反映. 海洋地质与第四纪地质, 14(2): 39~46
黄春长. 1989. 渭河流域全新世黄土与环境变迁. 地理研究, 8(1): 20~31
黄仁宇. 2007. 中国大历史. 北京: 生活. 读书. 新知三联书店
黄润, 朱诚, 郑朝贵等. 2004. 长江三峡中坝遗址地层中 Rb 和 Sr 的分布特征及其古气候演变. 第四纪研究, 24(5): 531~536
黄盛璋. 1982. 历史上的渭河水运. 历史地理论集. 北京: 人民出版社. 147~173
黄慰文, 李春初, 王鸿寿等. 1979. 广东南海县西樵山遗址的复查. 考古, (4):280~299
黄文弼. 1936. 罗布淖尔水道之变迁. 禹贡, 5(3), 2
黄文弼. 1948. 罗布淖尔考古记. 中国西北科学考查团丛刊之一
黄宣佩, 张明华. 1980. 青浦县崧泽遗址第二次发掘. 考古学报, (1): 29~58
黄增明, 梁建茵, 刘宗锦. 1990. 华南近五百年气候变化特征. 热带气象, 6(4): 332~339
黄镇国. 2004. 历史时期中国热带的气候波动与自然灾害. 自然灾害学报, 13(2): 58~63
黄镇国, 张伟强. 2008. 中国热带珊瑚礁的第四纪气候记录. 热带地理, 28(1): 11~15
黄镇国, 张伟强, 刘慧屏等. 1999. 中国日本全新世环境演变对比研究. 北京: 海洋出版社
黄志强, 杨达源, 张传藻. 1990. 江苏北部海岸与湖泊的演变. 历史地理(第七辑).上海:上海人民出版社, 146~151
黄钟楷等. 1984. 内蒙古岱海湖水位初步分析. 水利电力部北京勘测设计院
黄忠恕. 2003. 长江流域历史水旱灾害分析. 人民长江, 34(2): 1~3
冀朝鼎. 1981. 中国历史上的基本经济区与水利事业的发展. 北京: 中国社会科学出版社
翦伯赞. 1979. 秦汉历史上的若干问题. 历史学, (1)
江苏农业地理编写组. 1979. 江苏农业地理. 南京: 江苏科学出版社. 1~236
江西省文物考古研究所, 江西省博物馆, 新干县博物馆. 1997. 新干商代大墓. 北京: 文物出版社. 1~301
姜守鹏. 1996. 明清北方市场研究(卷二). 长春: 东北师大出版社
姜忠奎. 2005. 纬史论微. 上海: 上海书店出版社
蒋福亚. 2004. 魏晋之际河西走廊经济主体的的演变. 见: 蒋福亚. 魏晋南北朝经济史探索. 兰州: 甘肃人民出版社
焦克勤, Iwata S., 姚檀栋等. 2005. 3.2 ka BP 以来念青唐古拉山东部则普冰川波动与环境变化. 冰川冻土, 27(1): 74~79
金章东, Jimin Y U, 吴艳宏等. 2007. 8.2ka BP 冷气候事件确实在中国发生过吗? 地质论评, 53(5): 616~623
金章东, 沈吉, 王苏民等. 2002. 岱海的“中世纪暖期”. 湖泊科学, 14(3): 209~216
靳立亚, 陈发虎, 朱艳. 2004. 西北干旱区湖泊沉积记录反映的全新世气候波动周期性变化. 海洋地质与第四纪地质, 24(2): 101~108
经盛鸿. 1999. 史海闲话. 上海: 上海人民出版社

景存义. 1989. 太湖的形成与演变. 地理科学, 9(4):378~386
景可, 陈永宗. 1983. 黄土高原侵蚀环境与侵蚀速率的初步研究. 地理研究, 2 (2): 1~10
鞠远江, 刘耕年. 2004. 孢粉记录揭示的 4000a·BP 来乌鲁木齐河源区气候环境变化. 冰川冻土, 26(2): 166~170
康弘. 1994. 宋代灾害与荒政述论. 中州学刊, (5): 123~128
康兴成. 1985. 天山乌鲁木齐河流域年轮气候的初步分析. 冰川冻土, 7(2): 133~140
康兴成, 程国栋, 陈发虎等. 2003. 祁连山中部公元 904 年以来树木年轮记录的旱涝变化. 冰川冻土, 25(5): 518~525
康兴成, 程国栋, 康尔泗等. 2002. 利用树轮资料重建黑河近千年来出山口径流量. 中国科学(D 辑), 32(8): 675~685
康兴成, 张其花, Lisa J 等. 2000. 利用树轮资料重建青海都兰地区过去 1835 年的气候变化. 冰川冻土, 22(1): 65~72
康兴成, Graumlich L J, Sheppard P. 1997. 青海都兰地区 1835a 来的气候变化——来自树轮资料. 第四纪研究, (1): 70~75
孔昭宸, 杜乃秋. 1980. 北京地区距今 30000—10000 年植物群发展及气候变迁. 植物学报, 22(4): 330~341
孔昭宸, 杜乃秋, 刘虎. 1991. 内蒙古自治区赤峰市距今 8000~2400 年间环境考古学的初步研究. 环境考古研究(第一辑). 北京: 科学出版社. 112~119
孔昭宸, 杜乃秋, 许清海等. 1992. 中国北方全新世大暖期植物群的古气候波动. 见: 施雅风主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京: 海洋出版社. 48~65
孔昭宸, 杜乃秋, 朱延平. 1996. 内蒙古自治区额济纳旗汉代烽燧遗址的古环境与古气候. 见: 张丕远主编. 中国历史气候变化. 济南: 山东科学技术出版社. 55~56
孔昭宸等. 1991. 内蒙古自治区额济纳汉代烽燧遗址的环境考古研究. 见: 周昆叔主编. 环境考古研究(第一辑). 北京: 科学出版社
况润元. 2003. 湖北神农架近 2 000 年来的石笋气候记录. 南京师范大学硕士学位论文
况雪源, 刘健, 王红丽等. 2009. 近千年来中国区域降水模拟与重建资料的对比分析. 地球科学进展, 24: 159~171
赖文, 李禾, 李永辰等. 1998. 广东湛江地区古代疫情资料分析研究. 中国中医基础医学杂志, 4(5): 43~47
蓝勇. 1985. 四川荔枝种植公布的历史考证. 西南师范大学学报(自然科学版), (4): 86~99
蓝勇. 1992. 历史时期三峡地区经济开发与生态变迁. 中国历史地理论丛, (1): 153~169
蓝勇. 1995. 从天地生综合研究角度看中华文明东移南迁的原因. 学术研究, (6): 71~76
蓝勇. 2002. 中国历史地理学. 北京: 高等教育出版社. 360
(法)雷纳·格鲁塞. 1989. 蒙古帝国史. 龚钺译. 北京: 商务印书馆. 1~231
黎广钊, 梁文, 廖思明. 1996. 广西沿海全新世以来气候变化. 海洋地质与第四纪地质, 116(3): 49~59
黎虎. 1982. 殷都屡迁原因试探. 北京师范大学学报(社会科学版), (4): 42~55
黎虎. 1999. 东晋南朝时北方旱田作物的南移. 见: 魏晋南北朝史论. 北京: 学苑出版社, 91, 92、106~107
李宝通. 2002. 敦煌索勋楼兰屯田时限探赜. 敦煌研究, 71(1): 73~81
李保生, 靳鹤龄, 吕海燕等. 1998. 150 ka 以来毛乌素沙漠的堆积与变迁过程.中国科学(D 辑), 28(1):85~90
李并成. 1998. 河西走廊汉唐古绿洲沙漠化的调查研究. 地理学报, 53(2): 106~115
李伯重. 1994. “天”、“地”、“人”的变化与明清江南的水稻生产. 中国经济史研究, (4)
李伯重. 1999. 气候变化与中国历史上人口的几次大起大落. 人口研究, 23(1): 15~19
李伯重. 2000. “精选”、“集粹”与“宋代江南农业革命”——对传统经济史研究方法的检讨. 中国社会科学, (1): 177~192
李伯重. 2007. 一八二三年至一八三三年间华亭—娄县地区水稻亩产量——一种新研究方法的尝试. 历史研究, 6
李伯重. 2007.“道光萧条”与“癸未大水”——经济衰退、气候剧变及 19 世纪的危机在松江. 社会科学,

173~178
李德顺. 2006. 古代气候变迁与汗法沿革的相关性研究. 四川中医药大学博士学位论文
李根蟠. 1993. 中国农业史上的多元交汇. 中国经济史研究, (1)
李根蟠. 2002. 长江下游稻麦复种制的形成和发展. 历史研究, (5): 3~28
李根蟠. 2002. “天人合一”与“三才”理论——为什么要讨论中国经济史上的“天人关系”. 见:李根蟠等主编.中国经济史上的天人关系.北京:农业出版社
李根蟠. 2003. 长江下游稻麦复种制的形成和发展——以唐宋时代为中心的讨论. 经济史, (1): 12~24
李根蟠. 2006. 再论宋代南方稻麦复种制的形成和发展——兼与曾雄生先生商榷. 历史研究, (2): 79~101
李红春, 顾德隆, Stott L D 等. 1998. 高分辨率洞穴石笋稳定同位素应用之一——京津地区 500a 来的气候变化 $\delta^{18}O$ 记录. 中国科学(D 辑), 28(2): 181~186
李红春, 顾德隆, 陈文寄等. 1997. 利用洞穴石笋的 $\delta^{18}O$ 和 $\delta^{13}C$ 重建 3000a 以来北京地区古气候和古环境——石花洞研究系列之三. 地震地质, 19(1): 77~86
李吉和. 2003. 先秦至隋唐时期西北少数民族迁徙研究. 北京: 民族出版社. 158~168
李吉均, 方小敏. 1998. 青藏高原隆起与环境变化研究. 科学通报, 43(15): 1569~1574
李吉均, 郑本兴. 1986. 西藏冰川. 北京: 科学出版社
李剑农. 2006. 中国古代经济史稿. 武汉: 武汉大学出版社. 830
李江风. 1985. 楼兰古国的消亡和丝路变迁与气候关系. 见: 新疆大学等主编. 干旱区新疆第四纪研究论文集. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社. 81~92
李江风. 1985. 新疆三千年来的气候变化. 干旱区新疆第四纪研究论文集. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1~7
李江风. 1991. 新疆气候. 北京: 气象出版社
(韩) 李玠奭. 1994. 14 世纪初漠北不稳定的游牧经济与部民生活. 内蒙古社会科学, (1):57~66
李克让, 张丕远. 1992. 中国气候变化及其影响. 北京: 海洋出版社
李龙海. 2005. 从西周气候的变迁看《豳风·七月》的写作时间. 宝鸡文理学院学报(社会科学版), 25(5): 31~34
李隆生. 2005. 晚明海外贸易数量研究: 兼论江南丝绸产业与白银流入的影响. 秀威资讯科技股份有限公司
李明志, 袁嘉祖. 2003. 近 600 年来我国的旱灾与瘟疫. 北京林业大学学报(社会科学版), 2(3): 40~43
李平日, 黄光庆, 方国祥等. 1994. 华南海岸带中晚全新世环境变化及其与美国加州之比较. 科学通报, 39(22): 2081~2083
李平日, 乔彭年, 郑洪汉等. 1991. 珠江三角洲一万年来环境演变. 北京: 海洋出版社. 1~154
李平日, 谭惠忠, 侯的平. 1997. 2000 年来华南沿海气候与环境变化. 第四纪研究, (1): 86~94
李平日, 曾昭璇. 1998. 珠江三角洲五百年来的气候与环境变化. 第四纪研究, (1): 65~70
李凭. 2000. 北魏平城时代. 北京: 社会科学文献出版社
李凭. 2007. 魏晋南北朝时期的移民运动与中华文明的整体升华. 学习与探索, 168(1): 202~207
李三谋. 1995. 明代边防与边垦. 中国边疆史地研究, (4): 20~26
李世杰, 王小天, 夏威岚等. 2004. 青藏高原苟鲁错湖泊沉积记录的小冰期气候变化. 第四纪研究, 24(5):578~584
李世奎, 侯光良, 欧阳海等. 1986.中国农业气候资源和农业气候区划.北京: 科学出版社
李廷勇, 李红春, 袁道先等. 2006. 重庆新崖洞 XY6 石笋 4.5ka 以来高分辨率 $\delta^{18}O$、$\delta^{13}C$ 记录的气候变化. 中国岩溶, 25(2): 95~100
李文海. 1990. 近代中国灾荒纪年. 长沙: 湖南教育出版社
李文海. 1991. 清末灾荒与辛亥革命. 历史研究, 5
李文治. 1957. 中国近代农业史资料 (第一辑). 北京: 三联书店
李宪堂. 2005. 白银在明清社会经济中生发的双重效应——兼评弗兰克与彭慕兰的“全球经济观”编造出的新神话. 河北学刊, (2)
李新, 李群. 2009. 明代军屯对黄土高原地区土地资源的影响. 干旱区资源与环境, 23(3): 114~117

李学勤. 2002. 论遂公盨及其重要意义. 中国历史文物, (6): 5~12
李永宸, 赖文. 1999. 岭南地区 1911 年以前瘟疫流行的特点. 广州中医药大学学报, 16(4): 321
李裕民. 1987. 宗懔及其《荆楚时岁记》考述. 见: 宋金龙校注. 荆楚时岁记. 太原: 山西人民出版社
李元芳. 1999. 历史时期海平面升降对黄河河口及其三角洲发育的影响. 见:中国地理学会地貌与第四纪专业委员会编. 地貌·环境·发展.北京:中国环境科学出版社. 175~178
李增高. 2005. 康熙御稻的育成与推广. 古今农业 3: 20~32
李兆元, 范建忠, 李莉. 1991. 用华山树木年轮重建陕西近 500 年的气候变化. 见: 吴祥定主编. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集(第二集). 北京: 地质出版社. 47~51
李兆元, 李莉, 全小伟. 1988. 西安地区(380—1983 年)旱涝气候变化.地理研究, 7(4):64~69
李振宏, 孙英民. 1997. 居延汉简人名编年. 北京: 中国社会科学出版社
梁东元. 1999. 额济纳笔记. 北京: 国际文化出版公司. 69
梁方仲. 1980. 中国历代户口、田地、田赋统计. 上海: 上海人民出版社
梁庚尧. 2001. 宋代太湖平原农业生产问题的再检讨. 台湾大学文史哲学报, (54): 261~304
梁家勉. 1989. 中国农业科学技术史稿. 北京: 农业出版社. 1~628
梁仲勋. 1988. 唐代物价与物价管理. 西北大学学报, (3):64~71
列·古米廖夫. 1980. 2000 年内里海水平面的变化. 见: 威海里海地区湿润度变迁史, 莫斯科
林金树. 1994. 明代农村的人口流动与农村经济变革. 中国史研究, 4
林梅村. 1985. 楼兰尼雅出土文书. 北京: 文物出版社
林梅村. 1988. 沙海古卷——中国所出佉卢文书初集. 北京: 文物出版社
林梅村. 1991. 佉卢文时代的鄯善王朝的世系研究. 西域研究, (1)
林庆华, 冷雪天, 洪冰. 2004. 小兴安岭过去 5000 年的泥炭 $\delta^{13}C$ 记录. 地球与环境, 32(1): 50~54
林向. 1987. 蜀酒探源——巴蜀的“萨满式文化”研究之一. 南方民族考古, (1): 23~38
林振山, 卞维林, 金龙等. 1999. 中国旱涝史料的层次分析. 气象学报, 57(1): 112~120
凌大燮. 1983. 我国森林资源的变迁, 中国农史, (2): 26~36
铃木秀夫. 1988. 3500 年前的气候变迁与古文明. 地理译报, (2): 37~43
刘东生. 1997. 第四纪环境. 北京: 科学出版社. 1~304
刘恭德. 1981. 近两千年昆明地区八月气温变化的分析. 见: 全国气候变化学术讨论会文集. 北京: 科学出版社. 78~80
刘光远, 徐瑞珍, 张先恭. 1984. 祁连山圆柏的最后年表. 气象, (11): 27~28
刘洪滨, 邵雪梅. 2000. 采用秦岭冷杉年轮宽度重建陕西镇安 1755 年以来的初春温度. 气象学报, 58: 221~233
刘洪滨, 邵雪梅, 黄磊. 2002. 中国陕西关中及周边地区近 500 年来初夏干燥指数序列的重建. 第四纪研究, 22(3): 220~229
刘鸿雁, 王红亚, 崔海亭. 2003. 太白山高山带 2000 多年以来气候变化与林线的响应. 第四纪研究, 23(2): 299~308
刘会平, 唐晓春, 孙东怀等. 2001. 神农架大九湖 1215kaBP 以来的孢粉与植被序列. 微体古生物学报, 18(1): 101~109
刘继宪. 2005. 试析刘宋统治区的气候波动与水旱灾害. 干旱气象, 23(4): 66~72
刘嘉麒, 吕厚远, Negendank J et al. 2000. 湖光岩玛珥湖全新世气候波动的周期性. 科学通报, 45(11): 1190~1195
刘健, Hans V S, 陈星等. 2005. 千年气候模拟与中国东部温度重建序列的比较研究. 科学通报, 50(20): 2251~2255
刘健, 陈星, 王苏民等. 2004. 小冰期气候的模拟. 自然科学进展, 14:462~468
刘健, 高建慧, 王苏民. 2006. 中世纪暖期温度变化的模拟. 湖泊科学, (2): 97~105
刘清泗, 乌云格日勒. 1996. 内蒙岱海游乐场孔沉积物分析及其 3000 年来环境演变. 贵州师范大学学报(自

然科学版), 14(3): 25~32
刘为伦, 周永康. 1995. 全新世温暖期河姆渡地区古植被和古气候的重建研究. 地理科学, (4): 363~370
刘伟, 钟巍, 薛积彬等. 2006. 明清时期广东地区气候变冷对社会经济发展的影响. 华南师范大学学报(自然科学版), (3): 134~141
刘晓宏, 秦大河, 邵雪梅等. 2004. 祁连山中部过去近千年温度变化的树轮记录. 中国科学(D 辑), 34 (1): 89~95
刘禹, 安芷生, 马海州等. 2006. 青海都兰地区公元 850 年以来树轮记录的降水变化及其与北半球气温的联系. 中国科学(D 辑), 36(5): 461~471
刘禹, 安芷生, Linderholm H W et al. 2009. 青藏高原中东部过去 2485 年以来温度变化的树轮记录. 中国科学(D 辑), 39(2): 166~176
刘昭民. 1992. 中国历史上气候之变迁. 台北: 台湾商务印书馆. 68
刘振和. 1993. 中国第二寒冷期古气候对黄河水量的影响. 人民黄河, (6): 50~52
刘振和. 1995. 黄河壶口瀑布变迁考证和相应径流关系的初步分析. 水科学进展, 6(3): 218~223
柳春藩. 1984. 秦汉封国食邑赐爵制. 沈阳: 辽宁人民出版社. 42
柳翼谋. 1923. 中国文化史(1988 年重印本). 上海: 中国大百科全书出版社
柳又春, 李辑. 1989. 中国低纬度地区近五百年之旱涝变化特征. 见: 邹进上主编. 气候学研究——"天、地、生"相互影响问题. 北京: 气象出版社. 83~84
卢锋, 彭凯翔. 2005. 我国长期米价研究(1644—2000). 经济学 (季刊), 4(2): 427~460
陆人骥. 1984. 中国历代灾害性海潮史料. 北京: 海洋出版社. 295
陆中臣, 贾绍凤, 黄克新等. 1991. 流域地貌系统. 大连: 大连出版社
路遥. 2000. 山东大学义和团调查资料汇编. 济南: 山东大学出版社
罗尔纲. 1937. 太平天国史纲. 商务印书馆
罗建育, 陈镇东. 1997. 内蒙古盐湖与台湾湖泊沉积物之古气候记录. 化工矿产地质, 19(2): 73~80
罗建育, 陈镇东. 1997. 台湾高山湖泊沉积记录指示的近 4000 年气候与环境变化. 中国科学(D 辑), 27(4): 366~372
罗建育, 陈镇东, 万镇康. 1996. 台湾大鬼湖的古气候研究. 中国科学(D 辑), 26(5): 474~450
罗贤佑, 任崇岳. 1988. 元代流民问题浅探. 郑州大学学报(哲学社会科学版). (3): 93~102
罗振玉, 王国维. 1993. 流沙坠简. 中华书局
骆承政, 乐嘉祥. 1996. 中国大洪水. 北京: 中国书店
马春梅, 朱诚, 郑朝贵等. 2008. 晚冰期以来神农架大九湖泥炭高分辨率气候变化的地球化学记录研究. 科学通报, 53(增刊Ⅰ): 26~37
马大正. 2000. 中国边疆经略史. 郑州: 中州古籍出版社. 1~503
马非白. 2006. 管子轻重篇新诠再版, 北京: 中华书局
马金珠, 陈发虎, 赵华. 2004. 1000 年以来巴丹吉林沙漠地下水补给与气候变化的包气带地球化学记录. 科学通报, 49(1): 22~26
马强. 1989. 唐代京畿地区粮价变化考略. 汉中师院学报, 2
马雪芹. 1998. 古代河南的水稻种植. 农业考古, (3): 99~104
马雪芹. 1999. 历史时期黄河中游地区森林与草原的变迁. 宁夏社会科学, (6): 80~85
马振兴, 黄俊华, 魏源等. 2004. 鄱阳湖沉积物近 8ka 来有机质碳同位素记录及其古气候变化特征. 地球化学, 33(3): 279~285
马正林. 1990. 中国历史地理简论. 西安: 陕西人民出版社
马志邦, 李红春, 夏明等. 2002. 距今 3 ka 来京东地区的古温度变化:石笋 Mg/Sr 记录. 科学通报, 47(23): 1829~1834
马忠良, 宋朝枢, 张清华. 1997. 中国森林的变迁. 北京: 中国林业出版社. 1~132
满志敏. 1988. 两宋时期海平面上升及其环境影响. 灾害学, (2): 71~78

满志敏. 1990. 唐代气候冷暖分期及各期气候冷暖特征的研究. 见: 中国地理学会历史地理专业委员会《历史地理》编辑委员会编: 历史地理(第八辑), 上海: 上海人民出版社. 1~15
满志敏. 1993. 中国东部中世纪暖期(MWP)的历史证据和基本特征的初步研究. 见: 张兰生主编. 中国生存环境历史演变规律研究(一). 北京: 海洋出版社. 95~104
满志敏. 1996. 中国东部 4000a BP 以来的气候冷暖变化. 见: 施雅风总主编, 张丕远本卷主编. 中国历史气候变化. 济南: 山东科学技术出版社. 281~300
满志敏. 1997. 黄浦江水系形成原因述要. 复旦学报(社会科学版), 6: 54~59
满志敏. 1998. 关于唐代气候冷暖问题的讨论. 第四纪研究, (1):20~30
满志敏. 1999. 历史时期柑橘种植北界与气候变化的关系. 复旦学报(社会科学版), (5): 72~76
满志敏. 1999. 中世纪温暖期我国华东沿海海平面上升与气候变化的关系. 第四纪研究. (1): 90
满志敏. 2009. 中国历史时期气候变化研究. 济南: 山东教育出版社. 1~504
满志敏, 李卓仑, 杨煜达. 2007.《王文韶日记》记载的 1867-1872 年武汉和长沙地区梅雨特征. 古地理学报, 9(4): 431~438
满志敏, 张修桂. 1990. 中国东部十三世纪温暖期自然带的推移. 复旦学报(社会科学版), (5): 32~35
满志敏, 张修桂. 1993. 中国东部中世纪温暖期的历史证据和基本特征的初步研究. 见: 张兰生主编. 中国生存环境历史演变规律研究(一). 北京: 海洋出版社. 95~103
毛绪美, 洪业汤, 朱咏喧等. 2002. 金川泥炭沉积中火山喷发物的发现及其意义. 矿物学报, 22(1):9~14
梅莉, 晏昌贵. 1996. 明代传染病的初步考察. 湖北大学学报(社科版), (5): 80~88
梅莉, 晏昌贵, 龚胜生. 1997. 明清时期中国瘴病分布与变迁. 中国历史地理论丛, (2)
孟凡人. 1995. 楼兰鄯善简牍年代学研究. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社
闵宗殿. 1984. 宋明清时期太湖地区水稻亩产量的探讨. 中国农史, (3): 34~52
闵宗殿. 1999. 从方志记载看明清时期我国水稻的分布. 古今农业, (1): 35~58
闵宗殿. 2001. 关于清朝农业自然灾害的一些统计——以《清实录》记载为根据. 古今农业, (1)
闵宗殿, 王达. 1985. 晚清时期我国农业的新变化. 中国社会经济史研究, 4: 64~72
牟重行. 1996. 中国五千年气候变迁的再考证. 北京: 气象出版社. 1~216
木村正雄. 1965. 中国古代帝国的形成及其成立的基础条件. 不昧堂书店
南京大学气象系气候组. 1977. 关于我国东部公元1401—1900五百年内的旱涝概况. 见: 中央气象局研究所编.气候变迁超长期预报文集. 北京: 科学出版社. 53~58
内蒙古镶黄旗气象局等. 1984. 牧草生长的气候条件的研究. 中国草原, (2)
倪根金. 1988. 试论气候变迁对我国古代北方农业经济的影响. 农业考古, 1: 292~299
倪根金. 1993. 汉简所见西北垦区林业——兼论汉代居延垦区衰落之原因. 中国农史, 12(4): 50~58
宁可. 1980. 有关汉代农业生产的几个数字. 北京师范学院学报, (3). 见: 宁可. 1999. 宁可史学论集. 北京: 中国社会科学出版社
钮春燕, 龚高法. 1991. 近两千年来我国黄土高原湿润状况的变迁. 山西大学师范学院学报(综合版), 3(1): 85~87
钮仲勋. 1965. 芍陂水利的历史研究. 史学月刊
农业出版社编辑部. 1987. 中国农谚. 北京: 农业出版社
潘凤英. 1980. 全新世以来长江三角洲的形成和演变. 中学地理教学参考, (1~2):1~4
潘凤英. 1983. 晚全新世以来江淮之间湖泊的变迁. 地理科学, 3(4): 361~368
彭红霞, 石超艺, 魏源等. 2003. 5ka BP 鄱阳湖地区古气候演化的有机碳稳定同位素记录. 华中师范大学学报(自然科学版), 37(1): 123~125
彭慕兰. 2003. 大分流: 欧洲、中国及现代世界经济的发展. 史建云译. 南京: 江苏人民出版社. 1~317
彭信威. 1958. 中国货币史. 上海: 上海人民出版社. 146~159, 232, 233
珀金斯(D.H. Perkins). 1984. 中国农业的发展: 1368~1968 年. 宋海文等译. 上海: 上海译文出版社. 310
蒲金涌, 邓振镛, 姚小英等. 2005. 甘肃省冬小麦生态气候分析及适生种植区划. 干旱地区农业研究, 23(1):

179~185
漆侠. 1982. 求实集. 天津: 天津人民出版社. 61
漆侠. 1988. 宋代经济史. 上海: 上海人民出版社
漆侠. 2007. 中国经济通史(宋). 北京: 经济日报出版社. 1~431
奇波拉 C M. 1988. 欧洲经济史(第二卷): 十六和十七世纪. 贝昱, 张菁译. 北京: 商务印书馆
前田正名. 1994. 平城历史地理学研究.北京:书目文献出版社. 64~69
钱穆. 1991. 国史大纲. 北京: 商务印书馆
钱云, 郝毓灵. 1999. 新疆绿洲. 乌鲁木齐:新疆人民出版社. 55~58
强明瑞, 陈发虎, 张家武等. 2005. 2ka 来苏干湖沉积碳酸盐稳定同位素记录的气候变化.科学通报, 50(13): 1385~1393
乔盛西. 1989. 湖北省气候志. 武汉: 湖北人民教育出版社
乔玉楼, 陈佩英, 沈才明等. 1996. 定量重建贵州梵净山一万年以来的植被与气候. 地球化学, 25(5): 445~457
秦伯强, 施雅风. 1992. 全新世一万年来亚洲内陆湖泊的变化. 见: 施雅风主编. 中国气候与海平面变化研究进展. 北京: 海洋出版社. 134~135
秦宁生, 时兴合, 邵雪梅等. 2008. 川西高原树木年轮所指示的平均最高气温变化. 高原山地气象研究, 28: 18~24
仇立慧, 黄春长, 2007. 黄河中游古代瘟疫与环境变化的关系及其对城市发展影响研究. 干旱区资源与环境, 21(4): 37~41
邱少平. 2005. 浅析魏晋服用五石散的原因. 中华医史杂志, 35(1):60
邱仲麟. 2007. 明代长城沿线的植木造林. 生态环境史, (3): 32~42
曲京安. 2008. 中国数理天文学. 北京: 科学出版社. 38~241
瞿文川, 吴瑞金, 王苏民等. 2000. 近2600年来内蒙古居延海湖泊沉积物的色素含量及环境意义. 沉积学报, 18(1): 13~17
瞿文川, 吴瑞金, 羊向东等. 1998. 龙感湖地区近 3000 年来的气候环境变迁. 湖泊科学, 10(2): 37~43
全汉升. 1944. 唐代物价的变动. 历史语言研究所集刊. 11
全汉升. 1972. 美洲白银与十八世纪中国物价革命的关系. 香港: 新亚研究所
任国玉, 张兰生. 1996. 中世纪温暖期气候变化的花粉化石记录. 气候与环境研究, 1(1):81~86
任国玉, 张兰生. 1997. 科尔沁沙地麦里地区晚全新世植被变化. 植物学报, 39(4): 353~362
桑广书. 2005. 黄土高原历史时期植被变化. 干旱区资源与环境, 19(4): 54~58
陕西省考古研究所. 2004. 秦都咸阳考古报告. 北京: 科学出版社
陕西省农牧厅. 1986. 陕西农业自然变迁史. 西安: 陕西科学技术出版社
上海市文管会. 1962. 上海市青浦县崧泽遗址的初掘. 考古学报, (2): 1
上海市文管会. 1965. 上海青浦县的古文化遗址和西汉墓. 考古, (4): 207~209
邵晓华, 汪永进, 程海等. 2006. 全新世季风气候演化与干旱事件的湖北神农架石笋记录. 科学通报, 51(1): 80~86
邵雪梅, 范金梅. 1999. 树轮宽资料所指示的川西过去气候变化. 第四纪研究, 81~89
邵雪梅, 黄磊, 刘洪滨等. 2004. 树轮记录的青海德令哈地区千年降水变化. 中国科学(D 辑), 34(2): 145~153
邵雪梅, 梁尔源, 黄磊等. 2006. 柴达木盆地东北部过去 1437a 的降水变化重建. 气候变化研究进展, 2(3): 122~126
申洪源, 朱诚. 2004. 盐城地区东汉至明代古水井变化与海面波动. 海洋地质动态, 24(3): 25~29
沈才明, 唐领余. 1992. 白山、小兴安岭地区全新世气候. 见: 施雅风主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京: 海洋出版社. 33~39
沈凤阁. 1988. 温病的理论和临床. 南京: 江苏科学技术出版社

沈吉, 刘兴起, Matsumoto R 等. 2004. 晚冰期以来青海湖沉积物多指标高分辨率的古气候演化.中国科学(D辑), 34(6): 582~589
沈吉, 张恩楼, 夏威岚. 2001. 青海湖近千年来气候环境变化的湖泊沉积记录. 第四纪研究, 21(6): 508~513
沈小英, 陈家其. 1991. 太湖流域的粮食生产与气候变化. 地理科学, 11(3): 207~212
盛承禹. 1981. 近五百年旱涝史料的几点初步分析. 见: 中央气象局气象科学研究院天气气候研究所编. 全国气候变化学术讨论会文集(一九七八年). 北京: 科学出版社
施宁. 1998. 宁苏扬地区 500 多年来的旱涝趋势及近期演变特征. 气象科学, 18(1): 28~34
施祺, 王建民, 陈发虎. 1999. 石羊河古终端湖泊沉积物粒度特征与沉积环境分析. 兰州大学学报(自然科学版), 35(1): 194~198
施少华. 1994. 气候变化和人类活动对历史时期黄河决溢的影响. 中国人口·资源与环境, 4(2): 44~48
施雅风. 2000. 中国冰川与环境. 北京: 科学出版社
施雅风, 姜彤. 2004. 近两个世纪长江大洪水演变与气候变化关系初步探讨.湖泊科学, 16(4):289~296
施雅风, 孔昭宸, 王苏民等. 1992. 中国全新世大暖期气候与环境的基本特征. 见: 施雅风, 孔昭宸主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京:海洋出版社. 1~18
施雅风, 姚檀栋, 杨保. 1999. 近2000a古里雅冰芯10a尺度的气候变化及其与中国东部文献记录的比较. 中国科学(D辑), 29(增刊 1):79~86
施雅风, 郑本兴, 姚檀栋. 1997. 青藏高原末次盛冰期时期的冰川与环境. 冰川冻土, 19(2): 97~113
时瑞宝, 邓霞. 1991. 对陕西咸阳沙河古桥的初步认识——兼谈西渭桥地理位置. 文博, (1): 63~66
史基安, 郭雪莲, 王琪等. 2003. 青海湖QH1 孔晚全新世沉积物稀土元素地球化学与气候环境关系探讨. 湖泊科学, 15(1): 28~34.
史念海. 1981a. 河山集. 北京: 三联书店. 1~289
史念海. 1981b. 黄土高原及其农林牧分布地区的变迁. 历史地理(第一辑). 上海: 上海人民出版社. 21~34
史念海. 1988. 历史时期森林变迁的研究. 中国历史地理论丛, (1):1~17
史念海. 1991a. 论历史时期我国植被的分布及其变迁. 中国历史地理论丛, (3): 43~63
史念海. 1991b. 中国历史地理纲要(上册). 太原: 山西人民出版社. 105~106
史念海. 1992. 黄土高原主要河流流量的变迁. 中国历史地理论丛, (2): 1~36
史念海. 2001. 黄土高原历史地理研究. 郑州: 黄河水利出版社
史念海, 曹尔琴, 朱士光. 1985. 黄土高原森林与草原的变迁. 西安: 陕西人民出版社
史培军. 1989. 中国北方农牧交错地带的降水变化与“波动农牧业”. 干旱区资源与环境, 3(3): 3~9
史培军, 哈斯. 2002. 中国北方农牧交错带与非洲萨哈尔地带全新世环境变迁的比较研究. 地学前缘, 9(1): 121~128
史志宏. 1989. 清朝前期的耕地面积及粮食估计. 中国经济史研究, 2
舒强, 钟巍, 熊黑钢. 2003. 塔里木盆地近 4ka 来的气候变迁与古人类文明兴衰. 人文地理, 18(3): 87~91
舒强, 钟巍, 熊黑钢等. 2001. 南疆尼雅地区 4000a 来的地化元素分布特征与古气候环境演化的初步研究. 中国沙漠, 21(1):12~18
水利部长江水利委员会等. 1993. 四川两千年洪灾史料汇编. 北京: 文物出版社
水利部黄河水利委员会《黄河水利史述要》编写组编. 1982. 黄河水利史述要. 北京: 水利出版社. 1~312
睡虎地秦墓竹简整理小组. 2001. 睡虎地秦墓竹简. 北京: 文物出版社
斯波信义. 1995. 宋代江南经济史研究. 方健, 何忠礼译. 南京: 江苏人民出版社. 1~198
斯塔夫里阿诺斯. 1988. 全球通史——1500 年以前的世界. 吴象婴, 梁赤民译. 上海: 上海社会科学院出版社. 49
斯坦因. 1935. 斯坦因西域考古记. 向达译. 中华书局
寺田隆信. 1986. 山西商人研究. 张正明等译. 太原: 山西人民出版社, 117
松田寿男. 1987. 古代天山历史地理研究. 陈俊谋译. 北京: 中央民族学院出版社
宋正海, 高建国, 孙关龙等. 2002. 中国古代自然灾异动态分析. 合肥: 安徽教育出版社. 401~421

苏云. 2004. 话说冬雷. 气象知识, (6): 31, 32
孙继民. 2002. 走马楼《嘉禾吏民田家》所见孙吴的亩制. 中国农史, 21(2): 108~109
孙顺才, 伍贻范. 1987. 太湖形成演变与现代沉积作用. 中国科学(B 辑), 12: 1329~1339
孙同兴, 王宇飞, 侯甬坚等. 2004. 陕北统万城地区历史自然景观及毛乌素沙漠迁移速率. 古地理学报, 6(3): 363~371
孙湘君, 汪品先. 2005. 从中国古植被记录看东亚季风的年龄. 同济大学学报(自然科学版), 33(9): 1137~1159
索秀芬. 2002. 全新世典型期中国北方旱作农业分布北界. 内蒙古文物考古, (2): 43~47
《太湖水利史稿》编写组. 1993. 太湖水利史稿. 南京: 河海大学出版社. 118~122
太平天国革命时期广西农民起义资料编辑组. 1978. 太平天国革命时期广西农民起义资料. 中华书局
覃嘉铭, 袁道先, 林玉石等. 2008. 公元 8 世纪以来贵州荔波石笋高分辨率的气候变化记录. 中国岩溶, 27(3): 266~272
谭明, 侯居峙, 程海. 2002. 定量重建气候历史的石笋年层方法. 第四纪研究, 22(3): 209~219
谭其骧, 1962. 何以黄河在东汉以后出现一个长期安流的局面. 学术月刊
谭其骧. 1979. 对历史时期的中国边界和边疆的几点看法. 中国史研究动态, (11)
谭其骧. 1980. 云梦与云梦泽. 复旦学报(增刊), 1~11
谭其骧. 1981. 西汉以前的黄河下游河道. 历史地理(创刊号). 上海: 上海人民出版社. 48~64
谭其骧. 1982. 中国历史地图集(第二册)·秦·西汉·东汉时期. 北京: 地图出版社
谭其骧. 1982. 中国历史地图集(第四册)·东晋十六国、南北朝时期. 北京: 地图出版社
谭其骧. 1982. 中国历史地图集(第五册)·隋·唐·五代十国时期. 北京: 地图出版社
谭其骧. 1982. 中国历史地图集(第六册)·宋·辽·金时期. 北京: 地图出版社
谭其骧. 1982. 中国历史地图集(第七册)·元·明时期. 北京: 地图出版社
谭其骧. 1987. 长水集. 北京: 人民出版社. 87~125
谭其骧. 1987. 历史时期渤海湾西岸的大海侵. 见: 谭其骧. 长水集(下). 北京: 人民出版社. 87~104
谭其骧. 1987. 中国历史地图集(第八册)·清时期. 北京: 地图出版社
谭其骧. 2000. 晋永嘉丧乱后之民族迁徙. 燕京学报, 1934, (15). 见: 谭其骧. 长水粹编. 石家庄: 河北教育出版社. 272~298
谭文熙. 1993. 中国物价史. 武汉: 湖北人民出版社
汤懋苍, 柳艳香, 郭维栋. 2001. 天时、气候与中国历史(a):太阳黑子周长与中国气候.高原气象, 20(4): 368~373
汤懋苍, 汤池. 2002. 天时、气候与中国历史(b):“好(坏)天时”与历史上的“顺(乱)世”.高原气象, 21(1): 15~19
汤仲鑫, 赖叔彦, 李敬芬等. 1990. 河海流域旱涝冷暖史料分析. 北京: 气象出版社. 1~343
汤卓炜. 2002. 中国北方草原地带青铜时代以来气候、植被变化研究综述. 见: 边疆考古研究(第一辑). 北京: 科学出版社
唐际根. 2002. 商王朝考古学编年的建立. 中原文物, (6): 50~59
唐领余, 李春海. 2001. 青藏高原全新世植被的时空分布. 冰川冻土, 23(4): 367~374
唐领余, 沈才明, 廖淦标等. 1999. 西藏两个小湖高分辨率的花粉记录. 植物学报, 41 (8): 896~902
唐领余, 沈才明, 廖淦标等. 2004. 末次盛冰期以来西藏东南部的气候变化——西藏东南部的花粉记录. 中国科学(D 辑): 地球科学, 34(5): 436~442
唐领余, 沈才明, 赵希涛等. 1993. 江苏建湖庆丰剖面1 万年来的植被与气候. 中国科学(B 辑), 23(6): 637~643
陶发祥, 洪业汤, 姜洪波. 1996. 贵州草海地区最近 8ka 的气候变化. 科学通报, 41(16):1489~1492
天津市文化局考古发掘队.1965. 渤海湾西岸古文化遗址调查.考古, (3):62~69
天石. 1975. 西汉度量衡略说. 文物, (12): 85

田广金. 1993. 内蒙古长城地带不同系统考古学文化的分布区域及相互影响. 中国生存环境历史演变规律研究(一). 北京: 海洋出版社. 123~136
田立德, 姚檀栋, 余武生等. 2006. 青藏高原水汽输送与冰芯中稳定同位素记录. 第四纪研究, 26(2): 145~152
田余庆. 1989. 东晋门阀政治. 北京: 北京大学出版社. 29
佟屏亚. 1983. 梅史漫话. 农业考古, (2): 250~255
童超. 1987. 东晋南朝时期的移民浪潮与土地开发. 历史研究, (4)
童国榜, 石英, 吴瑞金等. 1997. 龙感湖地区近3000年来的植被及其气候定量重建. 海洋地质与第四纪地质, 17(3): 53~61
童国榜, 吴瑞金, 吴艳宏等. 2000. 四川冕宁地区一万年来的植被与环境演变. 微体古生物学报, 17(4):470~477
童国榜, 张俊牌, 范淑贤等. 1996. 秦岭太白山顶近千年来的环境变化. 海洋地质与第四纪地质, 16(4):95~104
宛敏渭. 1986. 中国自然历续编. 北京: 科学出版社. 1~437
万国鼎. 1962. 中国种玉米小史. 作物学报, (2)
万国鼎. 1997. 五谷史话. 古代经济专题史话. 中华书局, 29
万绳楠 整理. 2000. 陈寅恪魏晋南北朝史讲演录. 黄山书社
汪铎, 张镡. 1990. 历史时期"大型环流—天气气候—作物年景"系统低频振动的模拟试验. 大气科学, 14(3): 318~328
汪品先. 1995. 西太平洋边缘海对我国冰期干旱化影响的初步探讨. 第四纪研究, 1: 32~42
汪前进. 2006. 黄河河水变清年表. 广西民族学院学报(自然科学版), 12(2): 13~27
汪荣祖. 1989. 气候变化与明清代兴. 纪念陈寅恪先生诞辰百年学术论文集. 北京: 北京大学出版社
王北辰. 2006. 毛乌素沙地南沿的历史演化. 见: 侯仁之、邓辉主编. 中国北方干旱半干旱地区历史时期环境变迁研究文集. 北京: 商务印书馆
王琫瑜, 宋长青, 程全国等. 1998. 利用花粉—气候响应面恢复察素齐泥炭剖面全新世古气候的尝试.植物学报, 40 (11) :1067~1074
王炳华. 2002. 沧桑楼兰: 楼兰和尼雅古国考古. 杭州: 浙江文艺出版社
王承义, 胡杨斌. 1996. 新疆伊犁地区近250年冷暖变化特征分析. 干旱区地理, 19: 37~44
王邨. 1992. 中原地区历史旱涝气候研究和预测. 北京: 气象出版社
王邨, 王松梅. 1987. 近五千余年来我国中原地区气候在降水量方面的变化. 中国科学(B 辑), (1):104 ~ 112
王国维. 1914. 流沙坠简. 上虞罗氏宸翰楼印. 2~27
王国维. 2003. 观堂集林·说耿. 北京: 中华书局. 1~298
王会昌. 1996. 2000年来中国北方游牧民族南迁与气候变化. 地理科学, 16 (3): 274~279
王将克, 黄杰玲, 吕烈丹. 1988. 广州象岗南越王墓出土动物遗髓的研究. 中山大学学报, (1): 13~20
王靖泰, 汪品先. 1980. 中国东部晚更新世以来海面升降与气候变化的关系. 地理学报, 35(4): 299~312
王九龄. 1983. 北京地区历史时期的森林. 农业考古, (2): 34~42
王俊荆. 2007. 历史时期气候变迁与中国战争关系研究. 浙江师范大学硕士学位论文
王俊荆, 叶玮, 朱丽东等. 2008. 气候变迁与中国战争史之间的关系综述. 浙江师范大学学报(自然科学版), 31(1): 91~96
王开发, 张玉兰. 1981. 根据孢粉分析推论沪杭地区一万多年来的气候变迁. 历史地理(创刊号). 上海: 上海人民出版社. 126~131
王侃, 秦霖. 2004. 气候因素对中医学形成和发展的影响. 中华医史杂志, 34(2): 93~96
王侃, 秦霖, 吕渭辉等. 2003. 初探气候变化对明清时期寒温争鸣的影响. 浙江中医杂志, 6: 369~370
王乃昂. 1989. 历史时期甘肃黄土高原的环境变迁. 历史地理(第八辑). 上海: 上海人民出版社, 27

王乃昂, 李吉均, 曹继秀等. 1999. 青土湖近 6000 年来沉积气候记录研究——兼论四五世纪气候回暖.地理科学, 19(2):119~124
王乃昂, 赵强, 胡刚等. 2002. 近 2 ka河西走廊及毗邻地区沙漠化的过程及原因. 海南师范学院院报(自然科学版), 15(3): 16~21
王乃昂, 赵强, 胡刚等. 2003. 近 2 ka 河西走廊及毗邻地区沙漠化过程的气候与人文背景. 中国沙漠, 23(1): 95~100
王培华. 1998. 元代北方寒害及减灾防灾措施. 文史知识, (4): 106~111
王培华, 方修琦, 何立新. 2004. 公元 1328~1330 年寒冷事件的历史记录及其意义. 古地理学报, 6(4): 480~484
王青. 1999. 大禹治水的地理背景. 中原文物, (1): 34~42
王庆, 刘苍宇. 2001. 历史时期长江口北支河道演变及其对苏北海岸的影响. 历史地理(第十七辑). 上海: 上海人民出版社. 21~36
王日昇, 王绍武. 1990. 近 500 年我国东部冬季气温的重建. 气象学报, 48(2): 180~189
王尚义. 1997. 太原盆地昭余古湖的变迁及湮塞. 地理学报, 52(3): 262~267
王绍武. 1990. 公元 1380 年以来我国华北气温序列的重建. 中国科学(B 辑), (5): 553~560
王绍武. 1995. 小冰期气候的研究. 第四纪研究, (3): 202~212
王绍武. 1999. 近千年我国冬夏温度的变化. 气象, 16(6): 15~20
王绍武. 2008. 冰期—间冰期旋回. 气候变化研究进展, 4(1): 61~62
王绍武. 2008. 8.2ka BP 冷事件. 气候变化研究进展, 4(3):193~194
王绍武. 2009. 全新世气候. 气候变化研究进展. 5(4):247~248
王绍武, 蔡静宁, 慕巧珍等. 2002. 中国西部年降水量的气候变化. 自然资源学报, 17(4): 415~422
王绍武, 董光荣. 2002. 中国西部环境特征及其演变(第一卷). 见: 秦大河总编. 中国西部环境演变评估. 北京: 科学出版社. 71~75
王绍武, 龚道溢. 2000. 全新世几个特征时期的中国气温. 自然科学进展, 10(4): 325~332
王绍武, 黄建斌. 2006. 近千年中国东部夏季雨带位置的变化. 气候变化研究进展, 2 (3): 117~121
王绍武, 王国学, 张作梅. 1993. 公元 1380~1989 年长江黄河流域的旱涝变化. 见: 王绍武, 黄朝迎等主编. 长江黄河旱涝灾害发生规律及其经济影响的诊断研究. 北京: 气象出版社. 41~54
王绍武, 王日昇. 1990. 1470 年以来我国华东四季与年平均温度变化的研究. 气象学报, 48(1): 26~35
王绍武, 闻新宇, 罗勇等. 2007. 近千年中国温度序列的建立. 科学通报, 52(8): 958~964
王绍武, 谢志辉. 2002. 千年尺度气候变率的研究. 地学前缘, 9(1):143~152
王绍武, 叶瑾琳, 龚道溢. 1998. 中国小冰期的气候. 第四纪研究, (1): 54~64
王绍武, 赵宗慈. 1979. 近五百年我国旱涝史料的分析. 地理学报, 34(4): 329~340
王社教. 2006. 明清时期西北地区环境变化与农业结构调整. 陕西师范大学学报, 35(1): 73~81
王守春. 1990. 论古代黄土高原植被. 地理研究, 9(4):72~78
王守春. 1992. 河西走廊及其邻近地区的历史时期人文变化与环境变化序列. 见: 尹泽生主编. 西北干旱地区全新世环境变迁与人类文明兴衰. 北京: 地质出版社. 74~75
王守春. 1998. 公元初年渤海湾和莱州湾的大海侵. 地理学报, 53(5):445~452
王淑云, 吕厚远, 刘嘉麒等. 2007. 湖光岩玛珥湖高分辨率孢粉记录揭示的早全新世适宜期环境特征. 科学通报, 52(11): 1285~1291
王树芝, 王增林, 朱延平. 2004. 内蒙古赤峰市大山前第一地点夏家店下层文化的植被和生态气候. 华夏考古, (3): 44~51
王双怀. 1998. 自然灾害对明代华南农业的影响. 古今农业, (1): 131~138
王苏民, 窦鸿身. 1998. 中国湖泊志. 北京: 科学出版社
王苏民, 冯敏. 1991. 内蒙古岱海湖泊环境变化与东南季风强弱变化的关系. 中国科学(B 辑), (7): 759~768
王苏民, 李建仁. 1991. 湖泊沉积——研究历史气候的有效手段——以青海湖、岱海为例. 科学通报, 36(1):

54~56
王苏民, 王富葆. 1992. 全新世气候变化的湖泊记录. 见: 施雅风主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京: 海洋出版社, 146~152
王苏民, 薛滨, 夏威岚. 1997. 希门错 2000 多年来气候变化的湖泊记录. 第四纪研究, (1): 62~69
王涛, 杨保, Braeuning A 等. 2004. 近 0.5ka 来中国北方干旱半干旱地区的降水变化分析. 科学通报, 49(9): 883~887
王天顺. 2006. 河套史. 北京: 人民出版社
王文, 谢志仁. 1999a. 中国历史时期海面变化(I)——海塘工程与海面波动. 河海大学学报, (4): 7~11
王文, 谢志仁. 1999b. 中国历史时期海面变化(II)——潮灾强弱与海面波动. 河海大学学报, (5): 43~47
王文, 谢志仁. 2001. 从史料记载看中国历史时期海面波动. 地球科学进展, 16(2): 272~278
王相玉, 张惠滋, 严素等. 2007. 渤、黄海北部海冰年代时空变化特征分析. 海洋预报, 24:26~32
王星光, 彭勇. 2002. 历史时期的“黄河清”现象初探. 史学月刊, (9): 29~35
王学理. 1999. 咸阳帝都记. 西安: 三秦出版社. 148
王瑶. 1998. 文人与药. 见: 中古文学史论. 北京: 北京大学出版社
王英杰. 1991. 东汉以后黄河下游相对安流时期流域环境变迁与水沙关系的初步研究. 见:吴祥定主编. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集(第二集). 北京:地质出版社. 145~154
王英杰. 1992. 历史时期气候变化对黄河下游故道的影响. 见: 左大康主编. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集(第三集). 北京: 地质出版社. 30~38
王勇. 2004. 东周秦汉关中农业变迁研究. 岳麓书社. 239
王涌泉. 1981. 1662 年黄河大水的气候变迁背景. 见: 中央气象局气象科学研究院天气气候研究所编. 全国气候变化学术讨论会文集(一九七八年). 北京: 科学出版社. 95~106
王涌泉. 1981. 1662 年中国大水的研究及估算. 南京师院学报(自然科学版). (2)
王宇. 1997. 云南 500 年来干湿变化及未来趋势预测. 见: 丁一汇主编. 中国的气候变化与气候影响研究. 北京: 气象出版社. 355
王育民. 1987. 十六国北朝人口考察. 历史研究, (2)
王育民. 1987. 中国历史地理概论. 北京: 人民教育出版社. 216~217
王育民. 1988. 三国人口探索. 历史地理(第六辑). 上海: 上海人民出版社
王育民. 1993. 十六国北朝人口再探. 社会科学战线, (2)
王育民. 1995. 中国人口史. 南京: 江苏人民出版社
王云璋. 1991. 黄河中上游 40 年降水变化与水沙关系初探. 见: 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集(第一集). 北京: 地质出版社. 16~26
王云璋, 吴祥定. 1993. 近 70 年黄河中上游气候与水沙关系分析. 见: 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集(第四集). 北京: 地质出版社. 77~87
王张华, 陈中原, 寇莹等. 2002. 太湖流域公元 960 年以来的气候干湿变化研究. 地理科学, 22(5): 546~551
王振宇, 李林, 汪青春等. 2005. 树轮记录的500年来青海地区夏半年降水变化特征. 气候与环境研究, 10(2): 250~256
王振宇, 周陆生. 2000. 青海北部 1165—1981 年夏季降水的演变特征. 见: 谢金南主编. 中国西北干旱气候变化与预测研究第三卷. 北京: 气象出版社. 79~841
王铮, 黎华群, 孔祥德等. 2005. 气候变暖对中国农业影响的历史借鉴. 自然科学进展, 15(6): 706~713
王铮, 张丕远, 周清波. 1996. 历史气候变化对中国社会发展的影响——兼论人地关系. 地理学报, 51 (4): 329~339
王仲犖. 1998. 金泥玉屑丛考. 北京: 中华书局
王子今. 1994. 试论秦汉时期气候变迁对江南经济文化发展的意义. 学术月刊, (9)
王子今. 1995. 秦汉时期气候变迁的历史学考察. 历史研究, (2): 3~14
王子今. 2005. 汉代“海溢”灾害. 史学月刊, (7): 26~30

王子今. 2007. 秦汉时期生态环境研究. 北京: 北京大学出版社. 1~540
王宗太. 1991. 天山中段及祁连山东段小冰期以来的冰川及环境. 地理学报, 46(2): 160~168
韦刚健, 余克服, 李献华等. 2004. 南海北部珊瑚 Sr/Ca 和 Mg/Ca 温度计及高分辨率 SST 记录重建尝试. 第四纪研究, 24(3): 325~331
卫斯. 1988. 我国汉代大面积种植小麦的历史考证. 中国农史. (4): 22~30
魏斐德. 2005. 洪业——清朝的开国史. 陈苏镇, 薄小莹等译. 南京: 江苏人民出版社
文焕然. 1993. 二千多年来华北西部经济栽培竹林之北界. 历史地理(第十一辑). 上海: 上海人民出版社
文焕然. 1995a. 历史时期内蒙古的森林变迁. 见: 历史时期植物与动物变迁研究. 重庆: 重庆出版社
文焕然. 1995b. 历史时期青海的森林变迁. 见: 历史时期植物与动物变迁研究. 重庆: 重庆出版社
文焕然, 文榕生. 1996. 中国历史时期冬半年气候冷暖变迁. 北京: 科学出版社. 1~176
文启忠, 乔玉楼. 1992. 新疆地区全新世沉积的古气候记录及其高温期分析. 见: 施雅风主编. 中国全新世大暖期气候与环境, 172
乌云格日勒, 刘清泗. 1998. 岱海游乐场孔孢粉分析及其 2500 年来古气候演化.干旱区资源与环境, 12(3): 20~27
吴忱, 许清海, 马永红等. 2001. 黄河下游河道变迁的古河道证据及河道整治研究. 历史地理(第十七辑). 上海: 上海人民出版社. 1~28
吴忱, 朱宣清, 何乃华等. 1991. 华北平原古河道的形成研究. 中国科学(B 辑), (2): 188~197
吴承洛. 1993. 中国度量衡史. 北京: 商务印书馆. 392
吴承明. 2001. 中国的现代化: 市场与社会. 北京: 三联书店
吴存浩. 1996. 中国农业史. 北京: 警官教育出版社
吴达铭. 1981. 1163—1977 年(815 年)长江下游地区梅雨活动期间旱涝规律初步分析. 大气科学, 5(4): 376~387
吴宏岐, 党安荣. 1998. 隋唐时期气候冷暖特征与气候波动. 第四纪研究, (1): 31~38
吴慧. 1985. 中国历代粮食亩产研究. 北京: 农业出版社. 1~267
吴敬禄, 刘建军, 王苏民. 2004. 近 1500 年来新疆艾比湖同位素记录的气候环境演化特征. 第四纪研究, 24(5): 585~590
吴礽骧. 1991. 敦煌汉简释文. 兰州: 甘肃人民出版社. 33
吴松弟. 1988. 浙江温州地区沿海平原的成陆过程. 地理科学, 8(2): 173~180
吴松弟. 1997. 中国移民史(第三卷)·隋唐五代时期. 福州: 福建人民出版社
吴松弟. 1997. 中国移民史(第四卷)·辽宋金元时期. 福州: 福建人民出版社
吴松弟. 2000. 中国人口史(第三卷)·辽宋金元时期. 上海: 复旦大学出版社
吴文祥, 刘东生. 2001. 4000a BP 前后降温事件与中华文明的诞生. 第四纪研究, 21(5): 443~451
吴祥定, 钮仲勋, 王守春等. 1994. 历史时期黄河流域环境变迁与水沙变化.北京:气象出版社
吴兴勇. 1991. 论匈奴人西迁的自然地理原因. 史学月刊, (3): 5~11
吴艳宏, 王苏民, 侯新花. 2006. 青藏高原中部错鄂全新世湖泊沉积物年代学研究. 中国科学(D 辑), 36 (8): 713~722
武健伟, 鲁瑞洁, 赵廷宁. 2004. 中世纪暖期的中国东部沙地. 中国水土保持科学, 2(1): 29~33
奚国金. 1992. 楼兰古绿洲兴废前后周围环境的变迁及其废弃过程的探讨.见: 尹泽生主编.西北干旱地区全新世环境变迁与人类文明兴衰. 北京: 地质出版社. 202
夏商周断代工程专家组. 2000. 夏商周断代工程 1996~2000 年阶段成果报告(简本). 北京: 世界图书出版公司. 1~118
夏训诚, 樊自立. 1985. 关于罗布泊地区环境和气候变迁问题. 见: 新疆大学, 新疆地质矿产局, 新疆科学分院主编. 新疆第四纪研究论文集. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社. 8~27
夏玉梅, 汪佩芳. 2000. 密山杨木 3000 多年来气候变化的泥炭记录. 地理研究, 19(1): 53~59
夏越炯. 1981. 浙江省宋至清时期旱涝灾害的研究. 历史地理(第一辑)

萧洪恩. 2008. 易纬文化揭秘. 北京: 中国书店出版社. 392
肖尚斌, 李安春, 蒋富清等. 2004. 近 2ka 来东海内陆架的泥质沉积记录及其气候意义. 科学通报, 49(21): 2233~2238
谢桂华, 李均明, 朱国炤. 1987. 居延汉简释文合校. 北京: 文物出版社
谢连文, 黄思静, 李锋等. 2004. 罗布泊盐湖过去 2000a 气候变化曲线的全球对比. 中国岩溶, 23 (4): 311~316
谢志仁. 1993. 2000 年来百年尺度海面波动及其影响的征兆. 见: 张兰生主编. 中国生存环境历史演变规律研究(一). 北京: 海洋出版社. 67~83
谢志仁. 1995. 海面变化与环境变迁. 贵阳: 贵州科技出版社. 68~66
辛德勇. 1993. 论西渭桥的位置与新近发现的沙河古桥. 历史地理(第十一辑). 上海: 上海人民出版社. 181~194
辛德勇. 2006. “卤地”抑或“恶地”——兼说合理对待传世文献问题. 书品, (6)
邢嘉明, 王会昌. 1986. 京津唐地区自然环境演变及区域开发过程. 地理集刊, (18): 1~20
熊大桐. 1997. 中国森林的历史变迁. 见:吴中伦. 中国森林. 北京:中国林业出版社. 157~ 158
熊黑钢, 韩春鲜. 2006. 历史时期塔里木盆地南缘交通线路变迁与环境的关系. 人文地理, (6): 40~44
熊万英. 2005. 末次盛冰期以来南京以下长江河道的特征及演变. 南京: 南京师范大学博士学位论文
熊燕军. 2003. 试论北宋林木破坏的历史转折. 农业考古, (1): 167~170
徐国昌, 姚辉, 李新敏等. 1997. 中国干旱半干旱区气候变化. 北京: 气象出版社. 1~101
徐海, 洪业汤, 林庆华等. 2002. 红原泥炭纤维素氧同位素指示的距今 6ka 温度变化. 科学通报, 47(15): 1181~1186
徐海亮. 1992. 明清黄河下游来水来沙与河床演变. 见: 左大康主编. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集(第三集). 北京: 地质出版社. 23~29
徐海亮. 1993. 历史上黄河水沙变化与下游河道变迁. 见: 国家自然科学基金委员会资助项目. 黄河流域环境演变与水沙变化规律研究文集(第四集). 北京: 地质出版社
徐近之. 1957. 地方志中关于“黄河清”的记载. 地理学资料(第一辑). 北京: 科学出版社
徐近之. 1977. “黄河清”的历史记载. 江苏省地理研究所
徐涛. 2004. 中国古代最大的桥梁遗址沙河古桥. 文博, (2): 22
许靖华. 1998. 太阳、气候、饥荒与民族大迁移. 中国科学(D 辑), 28(4): 366~384
许炯心. 2001. 黄河下游历史泥沙灾害的宏观特征及其与流域因素及人类活动的关系(I)——历史气候及植被因素的影响. 自然灾害学报, 10 (2): 6~11
许清海, 肖举乐, 中村俊夫等. 2003. 孢粉资料定量重建全新世以来岱海盆地的古气候. 海洋地质与第四纪地质, 23: 99~108
许清海, 肖举乐, 中村俊夫等. 2004. 孢粉记录的岱海盆地 1500 年以来气候变化. 第四纪研究, 24(3): 341~347
许清海, 阳小兰, 杨振京等. 2004. 孢粉分析定量重建燕山地区 5000 年来的气候变化. 地理科学, 24(3): 339~345
许倬云. 1998. 历史分光镜. 上海: 上海文艺出版社. 166
许倬云. 2008. 许倬云观世变. 桂林: 广西师范大学出版社
薛积彬, 钟巍. 2008. 新疆巴里坤湖全新世环境记录及区域对比研究. 第四纪研究, 28(4): 610~620
薛积彬, 钟巍, 赵引娟等. 2004. 15~19 世纪末期间广东的气候与灾害特征的初步探讨. 华南师范大学学报: 自然科学版, (4): 123~131
严中平. 1955. 中国近代经济史统计资料选辑. 北京: 科学出版社
阎顺, 孔昭宸, 杨振京等. 2003. 东天山北麓 2000 多年以来的森林线与环境变化. 地理科学, 23(6): 699~704
阎顺, 李树峰, 孔昭宸等. 2004. 乌鲁木齐东道海子剖面的孢粉分析及其反映的环境变化.第四纪研究, 24(4): 463~468

阎顺, 穆桂金, 远藤邦彦等. 2003. 2500 年来艾比湖的环境演变信息. 干旱区地理, 26(3): 227~232
羊向东, 王苏民, 吉磊等. 1994. 固城湖晚全新世以来的孢粉组合及环境变迁. 湖泊科学, 6(3): 233~239
羊向东, 朱育新, 蒋雪中等. 1998. 沔阳地区一万多年来孢粉记录的环境演变. 湖泊科学, 10(2): 23~29
杨保. 2001. 小冰期以来中国十年尺度气候变化时空分布特征的初步研究. 干旱区地理, 24: 67~73
杨保. 2003. 青藏高原地区过去 2000 年来的气候变化. 地球科学进展, 18(2): 285~291
杨保, 施雅风. 2001. 近2000年古里雅冰心积累量与中国其它地区降水代用资料的比较. 海洋地质与第四纪地质, 21(3): 61~66
杨保, Braeuning A. 2006. 近千年青藏高原的温度变化. 气候变化研究进展, 2(3): 104~107
杨达源, 鹿化煜. 1991. 江苏中部沿海近 2000 年来的海面变化. 科学通报, 36 (20): 1574~1577
杨栋, 曹书杰. 2008. 二十世纪《淮南子》研究. 古籍整理研究学刊, (1):78~88
杨桂山. 2000. 中国沿海风暴潮灾害的历史变化及未来趋向. 自然灾害学报, 9(3): 23~30
杨怀仁, 韩同春, 杨达源等. 1983. 长江下游晚更新世以来河道变迁的类型与机制. 南京大学学报(自然科学版), 2: 341~350
杨怀仁, 唐日长. 1999. 长江中游荆江变迁研究. 北京: 中国水利水电出版社. 1~245
杨怀仁, 谢志仁. 1985. 中国近20000年来的气候波动与海面升降运动. 见: 杨怀仁主编. 第四纪冰川与第四纪地质论文集(第二集). 北京: 地质出版社. 1~18
杨际平. 1996. 唐代尺步、亩制、亩产小议. 中国社会经济史研究, (2): 32~44
杨际平. 2000. 也谈唐宋间敦煌量制“石”、“斗”、“驮”、“秤”. 敦煌学辑刊, 38(2):16~21
杨宽. 1981. 春秋左传注(上册). 北京: 中华书局. 27
杨守仁, 杨松. 1996. 中国 10 ka 来海滩岩时空分布与气候变迁. 科学通报, 41(8):723~728
杨小平. 2001. 绿洲演化与自然和人为因素的关系初探——以克里雅河下游地区为例. 地学前缘, 8(1): 83~89
杨新才, 普鸿礼. 1994. 宁夏古代农业考略.古今农业, 4: 49~56
杨永林. 1997. 秦俑二号坑, 掀起你的盖头来. 光明日报
杨煜达, 满志敏, 郑景云. 2006. 清朝云南雨季旱晚序列的重建与夏季风变迁. 地理学报, 61: 705~712
杨钟健, 刘东生. 1949. 安阳殷墟之哺乳动物群补遗. 中国考古学报, (4): 12~26
姚檀栋. 1997. 古里雅冰芯近 2000 年来气候环境变化记录. 第四纪研究, (1):52~61
姚檀栋, 段克勤, 田立德等. 2000. 达索普冰芯累积量记录和过去 400a 来印度夏季风降水变化. 中国科学(D辑), 30(6): 519~627
姚檀栋, 焦克勤, 杨梅学. 1999. 古里雅冰芯中过去 400a 降水变化研究. 自然科学进展
姚檀栋, 焦克勤, 杨志红等. 1995. 古里雅冰芯中小冰期以来的气候变化. 中国科学(B 辑), 25(10): 1108~1114
姚檀栋, 秦大河, 田立德等. 1996. 青藏高原 2ka 来温度与降水变化——古里雅冰芯记录. 中国科学(D 辑), 26(4): 348~353
姚檀栋, 秦大河, 徐柏青等. 2006. 冰芯记录的过去 1000a 青藏高原温度变化. 气候变化研究进展, 2(3): 99~103
姚檀栋, 施雅风, Thompson L G.等. 1992. 祁连山敦德冰芯记录的全新世气候变化. 见: 施雅风主编. 中国全新世大暖期气候与环境. 北京: 海洋出版社. 206~211
姚檀栋, 谢自楚, 武筱斛等. 1990. 敦德冰帽中的小冰期气候记录. 中国科学(B 辑), (11): 1196~1201
姚檀栋, 徐柏青, 段克勤等. 2002. 青藏高原达索普冰芯 2 ka 来温度与甲烷浓度变化记录. 中国科学(D 辑), 32(4): 346~352
姚檀栋, 杨梅学, 康兴成. 2001. 从古里雅冰芯与祁连山树轮记录看过去 2000 年气候变化.第四纪研究, 21(6): 514~519
姚檀栋, 杨志红, 皇翠兰等. 1996. 近 2ka 来高分辨的连续气候环境变化记录——古里雅冰芯近 2Ka 记录初步研究. 科学通报, 41(12): 1103~1106

姚檀栋, Thompson L G. 1992. 敦德冰芯记录与 5ka 温度变化. 中国科学(B 辑), (10): 1089~1093
叶琳, 于福江. 2002. 我国风暴潮灾的长期变化与预测. 海洋预报, 19: 89~96
伊世同. 1978. 量天尺考. 文物, (2)
尹红. 2006. 西北地区过去千年降水序列的初步重建及变化特征分析. 南京信息工程大学硕士学位论文
尹钧科. 2003. 永定河中、上游流域森林植被的破坏. 见: 历史地理(第 19 辑). 上海: 上海人民出版社. 260~267
尹玲玲. 2003. 明代的渔政制度及其变迁——以机构沿革为例. 上海师范大学学报, 1
尹泽生, 杨逸畴, 王守春. 1992. 西北干旱地区全新世人地关系的空间表现与时序特征. 见: 尹泽生等主编. 西北干旱地区全新世环境变迁与人类文明兴衰. 北京: 地质出版社
尹泽生, 杨逸畴, 王守春. 1993. 西北干旱区全新世环境变迁与人类文明兴衰. 见: 张兰生主编. 中国生存环境历史演变规律研究. 北京: 海洋出版社. 260~283
应百才等. 1987. 青海湖水位情况及其原因分析. 青海环境, (2): 26~30
游江. 2009. 明清时期中医学术从温补向寒凉发展的临床背景——基于 11 家医案的研究. 广州中医学大学博士学位论文
游修龄. 1990. 清朝农学的成就和问题. 农业考古, 1
游修龄. 1993. 占城稻质疑. 见: 稻作史论集. 北京: 中国农业科学技术出版社. 158~171
游修龄. 1995.中国稻作史. 北京: 中国农业出版社
于革, 刘健. 2003. 全球 12000a BP 以来火山爆发记录及对气候变化影响的评估. 湖泊科学, 15(1):14~23
于希贤. 1995. 近四千年来中国地理环境几次突发变异及其后果的初步研究. 中国历史地理论丛, (2): 45~63
于希贤. 1998. 西周至魏晋南北朝文风演变与地理环境关系. 中国历史地理论丛, (4): 225~252
余嘉锡. 1963. 寒食散考. 见: 余嘉锡论学杂著. 北京: 中华书局. 210
余太山. 2003. 西域通史. 郑州: 中州古籍出版社. 1~513
余天炽等. 1988. 古南越国史. 南宁: 广西人民出版社
余也非. 1980. 中国历代粮食平均亩产量考略. 重庆师范大学学报(哲学社会科学版), (3): 8~20
俞伟超. 1992. 良渚文化与龙山文化衰变的奥秘. 文物天地, (3): 9~11
喻树龙, 袁玉江, 何清等. 2007. 1468~2001 年新疆精河 5~8 月平均气温的重建. 冰川冻土, 29(3): 374~379
袁靖, 唐际根. 2000. 河南安阳市洹北花园庄遗址出土动物骨骼研究报告. 考古, (11): 75~81
袁林. 1984. 西北灾荒史. 兰州: 甘肃人民出版社
袁玉江, 韩淑媞. 1991. 北疆 500 年干湿变化特征. 冰川冻土, 13(4): 315~322
袁玉江, 李江风. 1999. 天山乌鲁木齐河源 450a 冬季温度序列的重建与分析. 冰川冻土, 21(1): 64~70
袁玉江, 李江风, 胡汝骥. 2001. 用树木年轮重建天山中部近 350a 来的降水量. 冰川冻土, 23(1): 34~40
袁仲一. 1983. 从秦始皇陵的考古资料看秦王朝的徭役. 中国农民战争史研究, (5)
袁祖亮. 1991. 十六国北朝人口蠡测——与王育民同志商榷. 历史研究, (2)
袁祖亮, 尚新丽. 1995. 三国两晋人口蠡测. 中国史研究, (2)
云南农业地理编写组. 1980. 云南农业地理. 昆明: 云南人民出版社
曾少聪. 1997. 明清海洋移民菲律宾的变迁. 中国社会经济史研究, (2): 70~77
曾武秀. 1964. 中国历史尺度概述. 历史研究, (3)
曾雄生. 2002. 宋代的双季稻. 自然科学史研究, 21(3): 255~268
曾雄生. 2005. 论小麦在古代中国之扩张. 中国饮食文化(台湾), 1(1): 99~133
张波, 冯风. 1994. 中国农业自然灾害史料集. 西安: 陕西科学技术出版社. 1~684
张超林. 2003. 唐代粮价研究. 西南师范大学硕士学位论文
张春山, 张业成, 胡景江. 1996. 华北平原北部历史时期古气候演化与发展趋势分析. 地质灾害与环境保护, 7(4):28~33
张德二. 1980. 中国南部近 500 年冬季温度变化的若干特征. 科学通报, 25(6): 270~272

张德二. 1982. 历史时期“雨土”现象剖析. 科学通报, (5): 294~297
张德二. 1984. 我国历史时期以来降尘的天气气候学初步分析, 中国科学(B 辑), (3): 278~288
张德二. 1993.我国“中世纪温暖期”气候的初步推断. 第四纪研究, 13(1): 7~15
张德二. 1995. 中国历史文献中的高分辨古气候记录. 第四纪研究, (1): 75~80
张德二. 2000. 相对温暖气候背景下的历史旱灾. 地理学报, 55(增刊): 106~112
张德二. 2002. 中国三千年气象纪录总集. 南京: 凤凰出版社, 江苏教育出版社. 1~3666
张德二. 2004. 1743 年华北夏季极端高温:相对温暖气候背景下的历史炎夏事件研究. 科学通报. 49(21): 2204~2210
张德二, 陈永林. 1998. 由我国历史飞蝗北界记录得到的古气候推断. 第四纪研究, (1): 12~19
张德二, 刘传志, 江剑民. 1997. 中国东部 6 区域近 1000 年干湿序列的重建和气候跃变分析. 第四纪研究, 17(1): 1~11
张德二, 刘月巍. 2002. 北京清朝“晴雨录”降水记录的再研究——应用多因子回归方法重建北京(1724~1904)降水量序列. 第四纪研究, 22(3): 199~208
张德二, 王宝贯. 1990. 18 世纪长江下游梅雨活动的复原研究.中国科学(B 辑), 12:1333~1339.
张凤. 1931. 汉晋西陲木简汇编, 上海: 上海有正书局
张福春. 1999. 花信风与我国公元六世纪气候的重建. 地理研究, 18(2): 143~147
张福春, 王德辉, 丘宝剑. 1987. 中国农业物候图集. 北京: 科学出版社. 1~202
张广达. 1986. 唐代的中外文化汇聚和晚清的中西文化冲突. 中国社会科学, (3)
张国硕. 2002. 夏商时代都城制度研究. 郑州: 河南人民出版社. 1~218
张洪, 靳鹤龄, 肖洪浪等. 2004. 东居延海易溶盐沉积与古气候环境变化. 中国沙漠, 24(4): 409~415
张华. 1989. 论明清时期浙西海塘的修筑. 见: 洪焕椿, 罗仑主编. 长江三角洲地区社会经济研究. 南京: 南京大学出版社. 138~183
张华, 蔡靖芳, 刘会平. 2002. 神农架大九湖 12500aBP 以来的孢粉植物群与气候变化. 华中师范大学学报(自然科学版), 36(1):87~92
张华, 郑卓, 王建华等. 2004. 海南岛近 2500a 来盘星藻记录的周期性气候变化. 热带地理, 24(2):109~122
张家诚. 1982. 气候变化对中国农业生产影响的初探. 地理研究, 1(2) 8~15
张家诚. 1988. 气候与人类. 郑州: 河南科学技术出版社. 122~125
张家诚. 1999. 地理环境与中国古代科学思想. 北京: 地震出版社. 1~141
张家诚, 林之光. 1985. 中国气候. 上海: 上海科学技术出版社. 1~603
张家诚, 朱明道, 张先恭. 1974. 我国气候变迁的初步探讨. 科学通报, (4)
张家驹. 1957. 两宋经济重心的南移. 武汉: 湖北人民出版社. 1~129
张家山二四七号汉墓竹简整理小组. 2000. 张家山汉墓竹简(二四七号墓). 北京: 文物出版社. 260
张家武, 金明, 陈发虎等. 2004. 青海湖沉积岩心记录的青藏高原东北部过去 800 年以来的降水变化. 科学通报, 49(1): 10~14
张家炎. 1991. 清朝江汉平原水稻生产详析. 中国农史, 2
张俊峰. 2006. 明清时期介休水案与“泉域社会”分析. 中国社会经济史研究, (1): 9~18
张兰生. 1980. 中国晚更新世最后冰期气候复原. 北京师范大学学报(自然科学版), (1): 101~118
张兰生. 1984. 中国第四纪以来环境演变的主要特征. 北京师范大学学报(自然科学版), (4): 81~86
张兰生, 方修琦. 2011. 中国古地理——中国自然环境的形成. 北京: 科学出版社 (待出版)
张兰生, 方修琦, 任国玉等. 1997. 我国北方农牧交错带的环境演变. 地学前缘, 4(1): 127~136
张兰生, 方修琦, 史培军等. 1996. 我国北方农牧交错带全新世环境演变.见: 符淙斌, 严中伟主编.北京:气象出版社. 7~16
张莉, 韩光辉, 阎东凯. 2004. 近 300 年来新疆三屯河与呼图壁河水系变迁研究. 北京大学学报(自然科学版), 40(4): 957~970
张丽华, 李钟模. 2003. 北京地区 3500a 以来的气候与环境变迁——兼论昆明湖的沧桑. 中国煤田地质,

15(5): 42, 43
张美良, 程海, 林玉石等. 2004. 贵州荔波 1.5 万年以来石笋高分辨率古气候环境记录. 地球化学, 33(1): 65~74
张美良, 袁道先, 林玉石等. 2003. 桂林响水洞 6.00ka BP 以来石笋高分辨率的气候记录. 地球学报, 24(5): 339~344
张敏. 2002. 自然环境变迁与北魏的兴衰——兼论十六国割据局面的出现. 首都师范大学博士毕业论文
张铭洽, 王育龙. 2002. 西安杜陵汉牍《日书》"农时篇"考辨. 陕西历史博物馆馆刊(第九辑). 西安: 三秦出版社
张培瑜, 陈美东, 薄树人等. 2008. 中国天文学史大系——中国古代历法. 北京: 中国科学技术出版社. 1~118
张彭熹, 张保珍, 钱桂敏.1994. 青海湖全新世以来古环境参数的研究.第四纪研究, (3): 225~238
张丕远. 1985. 历史时期气候变化对农业影响的讨论. 见: 竺可桢逝世十周年纪念会议论文报告集. 北京: 科学出版社. 258~263
张丕远. 1996. 中国历史气候变化. 济南: 山东科学技术出版社
张丕远, 龚高法. 1979. 十六世纪以来中国气候变化的若干特征. 地理学报, 34: 238~247
张丕远, 王铮, 刘啸雷等. 1994. 中国近 2000 年来气候演变的阶段性. 中国科学(B 辑): 化学, 24(9): 998~1008
张秦英, 陈俊愉, 魏淑秋. 2007. 梅花在中国分布北界变化的研究. 北京林业大学学报. S1: 623~625
张全明. 2002. 试析宋代中国传统文化重心的南移. 江汉论坛, (2): 67~71
张人权, 梁杏, 万军伟. 2003. 历史时期长江中游河道演变与洪灾发展的规律. 水文地质工程地质, (4):26~30
张瑞波, 魏文寿, 袁玉江等. 2009. 1396~2005 年天山南坡阿克苏河流域降水序列重建与分析. 冰川冻土, 31(1): 27~33
张时煌, 张丕远. 1993. 北京 250 年来降水量的重新恢复. 见: 张翼, 张丕远, 张厚瑄等. 气候变化及其影响. 北京: 气象出版社. 35~42
张守常. 1979. 太平军北伐和北方的群众斗争. 北京师范大学学报(社会科学版)
张天麟. 1982. 长江三角洲历史时期气候变迁的初步研究. 华东师范大学学报(自然科学版), (4): 101~119
张同文, 袁玉江, 喻树龙等. 2008. 用树木年轮重建阿勒泰西部 5~9 月 365 年来的月平均气温序列. 干旱区研究, 25: 288~294
张维慎. 2002. 宁夏农牧业发展与环境变迁研究. 陕西师范大学博士学位论文
张伟强, 黄镇国. 2000. 中国热带的小冰期及其环境效应. 地理学报, 55(6): 744~750
张文彩. 1990. 中国海塘工程简史. 北京: 科学出版社. 1~149
张文强. 1994. 中国魏晋南北朝军事史. 北京: 人民出版社
张习孔, 田钰, 阎崇年等. 1987. 中国历史大事编年(第五卷). 北京: 北京出版社
张先恭, 赵溱, 徐瑞珍. 1981. 祁连山圆柏年轮与我国气候变化趋势. 见: 中央气象局气象科学研究院天气气候研究所编. 全国气候变化学术讨论会文集(1987). 北京: 科学出版社. 26~35
张显清. 2005. 明代后期粮食生产能力的提高. 学术探索, (5): 90~99
张晓虹, 张伟然. 2000. 太白山信仰与关中气候——感应与行为地理学的考察. 自然科学史研究, 19(3): 197~205
张晓阳, 蔡述明, 孙述才. 1994. 全新世以来洞庭湖的演变. 湖泊科学, 6(1): 13~21
张镱, 汪铎. 1993. 气候振动与作物产量系统分析. 见: 邓根云主编. 气候变化对中国农业的影响. 北京: 北京科学技术出版社. 419~466
张修桂. 2005. 中国历史地貌与古地图研究. 北京: 中国社会科学出版社. 1~607
张学锋. 1990. 试论六朝江南之麦作业.(3): 16~22
张学锋. 2006. 再论六朝江南之麦作业. 见: 胡阿祥主编. 江南社会经济研究(六朝隋唐卷). 271~305
张学文, 张家宝. 2006. 新疆气象手册. 北京: 气象出版社. 624

张玉兰, 王开发, 张卫东等. 1999. 海南岛东北部中全新世以来红树林的演化. 海洋通报, 18(2): 52~56
张泽咸. 1979. 唐五代农民战争史料汇编. 北京: 中华书局. 1~778
张振鹤, 丁原英. 1982. 清末民变年表.近代史资料, 3, 4
张振克, 吴瑞金, 沈吉等. 2001. 近2000年来云南洱海沉积记录的气候变化. 海洋地质与第四纪地质, 21(2): 31~35
张振克, 吴瑞金, 王苏民等. 1998a. 近8ka BP来云南洱海地区气候演化的有机碳稳定同位素记录. 海洋地质与第四纪地质, 18(3): 24~28
张振克, 吴瑞金, 王苏民等. 1998b. 近2600年来内蒙古居延海湖泊沉积记录的环境变迁. 湖泊科学, 10(2): 44~51
张振兴. 2008. 先秦秦汉时期小麦问题研究. 西南大学硕士学位论文
张仲立. 1996. 秦俑一号坑沉降与关中气候分析. 见: 秦始皇兵马俑博物馆《论丛》编委会编. 秦文化论丛(第四辑). 西安: 西北大学出版社
张子斌, 王丁, 丁嘉贤. 1981. 北京地区一万三千年来自然环境的演变. 地质科学, 3: 261~268
章典, 詹志勇, 林初升等. 2004. 气候变化与中国的战争、社会动乱和朝代变迁. 科学通报, 49(23): 2468~2474
章有义. 1984. 明清徽州土地关系研究. 北京: 中国社会科学出版社
章有义. 1990. 近代东北地区农田单位面积产量下降的一个实证. 中国经济史研究, 3: 35~41
赵冰, 张启翔. 2007. 中国蜡梅属种质资源的分布及其特点. 广西植物, 27: 730~735
赵成, 王兆荣, 陶凯等. 2004. 贵州龙泉洞石笋在距今1000至250年间的古气候古环境重建. 自然杂志, 26(4): 209~214
赵冈. 1996. 中国历史上生态环境之变迁. 北京: 中国环境科学出版社. 105, 106
赵冈. 2001. 农业经济史论集(产权人口与农业生产). 北京: 农业出版社
赵冈, 陈钟毅. 1989. 中国农业经济史. 幼狮文化事业公司
赵冈, 刘永成, 吴慧等. 1995. 清朝粮食生产量研究. 北京: 中国农业出版社
赵海月. 2001. 走出“兴亡周期率”: 对治乱循环周期现象的破解. 学术探索, (6)
赵焕庭. 2004. 南沙群岛渴湖沉积 $\delta^{18}O$ 记录1670a来的温度变化. 热带地理
赵砺, 赵荣军, 吴天才等. 1993. 咸阳沙河古桥木材的研究. 西北林学院学报, 8(40): 1~14
赵淑贞, 任伯平. 1998. 关于黄河在东汉以后长期安流问题的再探讨.地理学报, 53(5): 463~469
赵天改. 2001. 关中地区湖泊历史的变迁. 陕西师范大学硕士学位论文
赵文兰, 叶愈源. 1996. 近500年长江中游气候变化的初步研究. 水文, (5): 19~23
赵文林, 谢淑君. 1988. 中国人口史. 北京: 人民出版社
郑本兴.1990. 中国西部末次冰期以来冰川、环境及其变化.第四纪研究, (2):101~110
郑本兴, 马秋华. 1994. 贡嘎山地区全新世的冰川变化、气候变化与河谷阶地发育. 地理学报, 49(6): 500~508
郑景云, 方修琦, 葛全胜. 2002. 从中国过去2000年温度变化看20世纪增暖. 地理学报, 57(6): 631~638
郑景云, 葛全胜, 方修琦等. 2007. 基于历史文献重建的近2000年中国温度变化比较研究. 气象学报, 65(3): 428~439
郑景云, 葛全胜, 郝志新. 2002. 气候增暖对我国近40年植物物候变化的影响. 科学通报, 47: 1582~1586
郑景云, 葛全胜, 郝志新等. 2003. 1736—1999年西安与汉中地区年冬季平均气温序列重建. 地理研究, 22: 343~348
郑景云, 郝志新, 葛全胜. 2005. 黄河中下游地区过去300年降水变化. 中国科学(D辑), 35(8): 765~774
郑景云, 满志敏, 方修琦等. 2003. 魏晋南北朝时期的中国东部温度变化.第四纪研究, 25(2): 129~140
郑景云, 满志敏, 方修琦等. 2005. 过去2000年中国东部冬半年温度变化. 第四纪研究, 25(2): 129~140
郑景云, 张丕远, 葛全胜等. 2001. 过去2000a中国东部干湿分异的百年际变化. 自然科学进展, 11(1): 65~70

郑景云, 张丕远, 周玉孚. 1993. 利用旱涝县次建立历史时期旱涝指数序列的试验. 地理研究, 12(3): 1~9
郑景云, 赵会霞. 2005. 清朝中后期江苏四季降水变化与极端降水异常事件. 地理研究, 24(5): 673~680
郑景云, 郑斯中. 1993. 山东历史时期冷暖旱涝状况分析. 地理学报, 48 (4): 348~357
郑斯中. 1982. 广东小冰期的气候及其影响. 科学通报, 27(5): 302~304
郑斯中. 1983. 我国历史时期冷暖年代的干旱型. 地理研究, 2(4): 32~41
郑斯中. 1983. 1400~1949 年广东省的气候振动及其对粮食丰歉的影响. 地理学报, 38(1): 25~32
郑斯中, 冯丽文. 1985. 我国冷的时期气候超常不稳定的历史证据. 中国科学 (B 辑), (11): 1038~1044
郑斯中, 张福春, 龚高法. 1977. 我国东南地区近两千年气候湿润状况的变化. 见: 中央气象局研究所编. 气候变迁和超长期预报文集. 北京: 科学出版社. 29~32, 67~75
郑欣. 1999. 魏晋之际土地赋税制度的变化. 见: 郑欣. 魏晋南北朝史探索. 济南: 山东大学出版社
郑学檬. 1996. 中国古代经济重心南移和唐宋江南经济研究. 长沙: 岳麓书社
郑学檬, 陈衍德. 1991. 略论唐宋时期自然环境的变化对经济重心南移的影响. 厦门大学学报, (4): 104~113
《中国军事史》编写组. 2003. 中国历代战争年表. 北京: 中国人民解放军出版社. 1~1178
中国科学院历史研究所第三所近代史资料编辑组. 1959. 太平天国资料. 北京: 科学出版社
中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 1982. 中国自然地理——历史自然地理. 北京: 科学出版社. 106~108
中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 1984. 中国自然地理——地表水. 北京: 科学出版社. 1984.1~246
中国科学院登山科学考察队. 1996. 南伽巴瓦峰地区自然地理与自然资源. 北京: 科学出版社
中国科学院黄土高原综合科学考察队. 1991. 黄土高原地区农业气候资源的合理利用. 北京: 中国科学技术出版社
中国科学院南京地理所. 1965. 太湖综合调查初步报告. 北京: 科学出版社
中国科学院南京地理与湖泊研究所. 1989. 中华人民共和国国家农业地图集. 北京: 地图出版社. 98
中国科学院南京地理与湖泊研究所《蒙新高原湖泊志》课题组. 1996. 蒙新高原湖泊志. 113~114
中国科学院青藏高原综合科学考察队. 1983. 西藏第四纪地质. 北京: 科学出版社. 100~109
中国科学院植物研究所, 中国科学院西北植物研究所编著. 1976. 秦岭植物志. 北京: 科学出版社
中国农林作物气候区划协作组. 1987. 中国农林作物气候区划. 北京: 气象出版社
中国社会科学院考古研究所. 1980. 居延汉简甲乙编, 北京: 中华书局
中国社会科学院考古研究所安阳工作队. 1979. 1969~1977 年殷墟西区墓葬发掘报告.考古学报, (1):29~168
中央气象局科学研究院. 1981. 中国近五百年旱涝分布图集. 北京: 地图出版社
中央气象局研究所. 1975. 北京 250 年降水(内部资料). 1~46
钟巍, 王建力. 1996. 中国西部地区全新世自然环境演变序列与特征. 新疆地质, 14(4): 346~354
钟巍, 王立国, 李偲. 2004. 塔里木盆地南缘 9~14 世纪期间气候环境特征研究. 干旱区资源与环境, 18(3): 22~27
钟巍, 熊黑钢. 1998. 近 12 ka BP 以来南疆博斯腾湖气候环境演变.干旱区资源与环境, 12(3): 28~35
钟巍, 熊黑钢. 1999. 塔里木盆地南缘 4ka B.P.以来气候环境演化与古城镇废弃事件关系研究. 中国沙漠, 19(4): 343~347
钟巍, 熊黑钢, 塔西甫拉提等. 1998. 策勒绿洲与荒漠交错带达玛沟剖面近 4 ka 来的气候干湿波动记录. 中国沙漠, 18 (3): 205~209
钟巍, 熊黑钢, 塔西甫拉提等. 2001. 南疆地区历史时期气候与环境演化. 地理学报, 56(3): 345~352
衷海燕. 1999. 明清时期江西水旱灾害与疫病流行. 抚州师专学报, 63(4): 92~96
周凤琴. 1986. 荆江近 500a 年来洪水位变迁的初步探讨. 历史地理(第四辑). 上海: 上海人民出版社. 46~54
周国林. 1991. 魏晋南北朝时期粮食亩产的估计. 中国农史, (3): 23~29
周宏伟. 1999. 长江流域森林变迁的历史考察. 中国农史, 18(4): 3~14
周建明. 2001. 北宋漕运发展原因初探. 华南理工大学学报(社会科学版), 3(2): 50~55
周静, 王苏民, 吕静. 2003. 洱海地区一万多年以来气候环境演化的湖泊沉积记录. 湖泊科学, 15(2):

104~111
周昆叔. 2000. 中国环境考古的回顾与展望. 见: 周昆叔, 宋豫秦主编. 环境考古研究(第二辑). 北京: 科学出版社
周陆生, 汪青春. 1996. 青海湖地区历史时期以来的气候变化. 青海环境, 6(4): 184~192
周陆生, 汪青春. 1997. 青海湖流域全新世以来气候变化的初步探讨. 见: 孙国武主编. 中国西北干旱气候研究. 北京: 气象出版社. 20~26
周旗, 卫旭东. 2003. 影响历史黄河水患因素的综合分析. 水土保持通报, 23(4): 50~54
周清波, 张丕远, 王铮. 1994. 合肥地区 1736~1991 年年冬季平均气温序列的重建. 地理学报, 49: 332~356
周生春. 1995. 试论宋代江南水利田的开发和地主所有制的特点. 中国农史, 14(3): 1~11
周天军, 满文敏, 张洁. 2009. 过去千年气候变化的数值模拟研究进展. 地球科学进展, 24: 469~476
周伟. 1999. 商代后期殷墟气候探索. 中国历史地理论丛, (1): 185~251
周卫健, 卢雪峰, 武振坤等. 2001. 若尔盖高原全新世气候变化的泥炭记录与加速器放射性碳测年. 科学通报, 46(12): 1040~1044
周兴佳. 1989. 历史时期塔里木盆地沙漠化探讨. 干旱区研究, (1): 9~17
周玉秀. 2004. 《时令》、《时训》与《时训解》——《逸周书·时训解》探微. 兰州大学学报(社会科学版), 32(4): 48~53
周源和. 1987. 珠江三角洲的成陆过程. 见: 中国地理学会历史地理专业委员会《历史地理》编辑委员会编. 历史地理(第五辑). 上海: 上海人民出版社. 58~70
朱诚, 陈星, 马春梅等. 2008. 神农架大九湖孢粉气候因子转换函数与古气候重建. 科学通报 53(增刊Ⅰ), 38~44
朱诚, 程鹏, 卢春成等. 1996. 长江三角洲及苏北沿海地区 7 000 年以来海岸线演变规律分析. 地理科学, 6(3): 207~213
朱诚, 于世永, 卢春成. 1997. 长江三峡及江汉平原地区全新世环境考古与异常洪涝灾害研究. 地理学报, 52(3): 268~278
朱诚, 郑平建, 史威等. 2001. 长江三角洲及其附近地区两千年来水灾的研究. 自然灾害学报, 10(4): 8~14
朱海峰, 郑永宏, 邵雪梅等. 2008. 树木年轮记录的青海乌兰地区近千年温度变化. 科学通报, 53 (15): 1835~1841
朱立平, 陈玲, 张平中等. 2001. 环境磁学反映的藏南沉错地区 1300 年来冷暖变化. 第四纪地质, 21(6): 520~257
朱士光. 1990. 历史时期农业生态环境变迁初探——以陕蒙晋大三角地区为例. 地理学与国土研究, 6(2): 46~51
朱士光. 1994. 历史时期华北平原的植被变迁. 陕西师范大学学报(自然科学版), 4(22): 79~86
朱士光, 王元林, 呼林贵. 1998. 历史时期关中地区气候变化的初步研究. 第四纪研究, (2): 1~11
朱彦民. 2006. 商代晚期中原地区生态环境的变迁. 南开学报(哲学社会科学版), (5): 54~61
朱育新, 王苏民, 羊向东等. 1999. 中晚全新世江汉平原沔城地区古人类活动的湖泊沉积记录. 湖泊科学, 11(1): 33~39
《珠江水利简史》编纂委员会. 1990. 珠江水利简史. 北京: 水利电力出版社. 129
竺可桢. 1936. 前清北京之气象记录. 气象杂志, 12(2)
竺可桢. 1972. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 考古学报, (1): 15~38
竺可桢. 1973. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 中国科学, (2): 168~189
竺可桢. 1979. 论祈雨禁屠与旱灾. 见: 竺可桢文集. 北京: 科学出版社
邹学勇, 王桂勇. 1995. 黄河上游玛曲地区晚全新世沙漠化. 中国沙漠, 15(1): 65~70
邹逸麟. 1980. 黄河下游河道变迁及其影响概述. 复旦学报(社会科学版), S1: 12~23
邹逸麟. 1982. 宋代黄河下游横陇北流诸道考. 文史(第 12 辑)
邹逸麟. 1985. 历史时期黄河流域水稻生产的地域分布和环境制约. 复旦学报(社会科学版), (3):222~231

邹逸麟. 1987. 历史时期华北大平原湖沼变迁述略. 见: 中国地理学会历史地理专业委员会《历史地理》编辑委员会编. 历史地理(第五辑). 上海: 上海人民出版社. 25~39

邹逸麟. 1987. 辽代西辽河流域的农业开发. 辽金史论文集(第2辑). 北京: 书目文献出版社. 72~73

邹逸麟. 1989. 东汉以后黄河下游长期安流局面问题的再认识. 人民黄河, (2) :60~66

邹逸麟. 1990. 元代河患与贾鲁治河. 顾颉刚先生纪念论文集. 巴蜀书社. 28~41

邹逸麟. 1995. 明清时期北部农牧过渡带的推移和气候寒暖变化. 复旦学报(社会科学版), (1) : 25~33

邹逸麟. 2002. 我国环境变化的历史过程及其特点初探. 安徽师范大学学报(人文社会科学版), 30(3) : 292~297

邹逸麟. 2005. 从唐代水利建设看与当时社会经济有关的两个问题. 见:邹逸麟. 椿庐史地论稿. 天津: 天津古籍出版社. 1~592

Alley R B, Meese D A, Shuman C A et al. 1993. Abrupt increase in Greenland snow accumulation at the end of the Younger Dryas event. Nature, 362: 527~529

Allsen T T. 1994. The Rise of the Mongolian Empire and Mongolian Rule in North China. *In*: Franke H, Twitchett D, eds. The Cambridge History of China. vol.6. Alien Regimes and Border States, 907-1368. Cambridge: Cambridge University Press. 321~413

An Z S, Kutzbach J E, Prell W L et al. 2001. Evolution of Asian monsoon and phased uplift of the Himalaya-Tibetan Plateau since Late Miocene times. Nature, 411: 62~66

An Z S, Porter S C, Kutzbach J E et al. 2000. Asynchronous Holocene Optimum of the East Asian Monsoon. Quaternary Science Reviews, 19 (8) : 743~762

Andersson C, Risebrobakken B, Jansen E et al. 2003. Late Holocene surface ocean conditions of the Norwegian Sea (Vøring Plateau). Paleoceanography, 18 (2)

Andreev A A, Pierau R, Kalugin I A et al. 2007. Environmental changes in the northern Altai during the last millennium documented in Lake Teletskoye pollen record. Quaternary Research, 67 (3) : 394~399

Appleby A B. 1978. Disease, Diet, and History. Journal of Interdisciplinary History, 8 (4) : 725~735

Appleby A B. 1980. Epidemics and Famine in the Little Ice Age. Journal of Interdisciplinary History, 10 (4) : 643~663

Atwell W S. 2001. Volcanism and short-term climatic change in East Asian and World History, c.1200-1699. Journal of World History, 12: 29~98

Bagley R. 1999. Shang archaeology. *In*: Loewe M, Edward L, Shaughnessy, eds. The Cambridge History of Ancient China: From the Origins of Civilization to 221 BC. New York: Cambridge University Press. 125~231

Baillie M G L. 1989. Do Irish bog oaks date the Shang Dynasty? Current Archaeology, 117: 310~313

Baillie M G L. 1989. Hekla 3: How big was it? Endeavour, 13: 78~81

Baillie M G L. 2002. Climate Development and History of the North Atlantic Realm. *In*: Wefer G, Berger W H, Behre K-E et al., eds. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin. 1~189

Baillie M G L, Munro M A R. 1988. Irish tree rings, Santorini and volcanic dust veils. Nature, 322: 344~346

Bard K A, Carneiro R L. 1989. Patterns of Predynastic settlement location, social evolution and the Circumscription Theory. Cahier de recherches de l'Institut de Papyrologie et d'Egyptologie de Lille, (11) : 15~23

Bell B. 1975. Climate and the History of Egypt: The Middle Kingdom. American Journal of Archaeology, 79: 223~269

Bielenstein H. 1954. The restoration of the Han dynasty. The Bulletin of the Museum of Far Eastern Antiquity, (26)

Bodri L, Cermák V. 1999. Climate change of the last millennium inferred from borehole temperatures: Regional patterns of climatic changes in the Czech Republic-Part III. Glob Planet Change, 21: 225~235

Bond G C, Showers W, Elliot M et al.1999. The North Atlantic's 1~2 kyr climate rhythm: Relation to Heinrich

events, Dansgaard/Oeschger cycles and the little Ice Age. In: Clark P, Webb R S, Keigwin L D, eds. Mechanisms of Global Climate at Millennial Time Scales. Geophysical Monograph Series, 112: 35~58

Bond G, Kromer B, Beer J et al. 2001. Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. Science, 294 (5549): 2130~2136

Bond G, Showers W, Cheseby M et al. 1997. A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates. Science, 278 (14): 1257~1266

Booth R K, Jackson S T, Forman S L et al. 2005. A severe centennial-scale drought in mid-continental North America 4200 years ago and apparent global linkages. The Holocene, 15: 321~328

Bradley R S. 1999. Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary. San Diego: Academic Press, 613

Bradley R S, Hughes M K, Diaz H F. 2003. Climate in medieval time. Science, 302: 404, 405

Bray F. 1984. Science and Civilisation in China: Volume 6, Biology and Biological Technology; Part 2, Agriculture. Cambridge: Cambridge university press. (492): 598

Briffa K R. 2000. Annual climate variability in the Holocene: interpreting the message of ancient trees. Quaternary Science Reviews, 19 (1~5): 87~105

Briffa K R, Osborn T J. 2002. Paleoclimate-blowing hot and cold. Science, 295 (5563): 2227~2228

Briffa K R, Osborn T J, Schweingruber F H. 2004. Large-scale temperature inferences from tree rings: a review. Global Planet. Change, 40 (1~2): 11~26

Briffa K R, Osborn T J, Schweingruber F H et al. 2001. Low-frequency temperature variations from a northern tree ring density network. Journal of Geophysical Research, 106 (D3): 2929~2941

Broecker W S. 2001. Was the medieval warm period global? Science, 291: 1497~1499

Brohan P, Kennedy J J, Harris I et al. 2006. Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850. J. Geophysical Research. 111, D12106

Brooks C E P. 1970. Climate through the ages: a study of the Climatic factors and their variations. New York: Dover Publictions. 351~358

Brown N. 2001. History and Climate Change: A Eurocentric Perspective. London: University Of Oxford, 1~379

Bryson R A, Lamb H H, Donley D L. 1974. Drought and decline of Mycenae. Antiquity, 68: 46~50

Buckland P C, Dugmore A J, Edwards K J. 1997. Bronze Age myths? Volcanic activity and human response in the Mediterranean and north Atlantic regions. Antiquity, 71: 581~593

Budner D, Cole-Dai J. 2003. The Number and Magnitude of Large Explosive Volcanic Eruptions between 904 and 1865 A D: Quantitative evidence from a New South Pole Ice Core. Volcanism and the Earth's Atmosphere Geophysical Monograph, 139: 165~176

Büntgen U J, Esper D C, Frank K et al. 2005. A 1052-year tree-ring proxy of Alpine summer temperatures. Climate Dynamics, 25: 141~153

Carneiro R L. 1987. Further reflections on resource concentration and its role in the rise of state. *In:* Manzanilla L, ed. Studies in the Neolithic and Urban Revolutions: The V. Gordon Childe Symposium, Mexico. 1986. Oxford, England: BAR International Series No. 349. 245~260

Carneiro R L. 1970. A theory of the origin of the state. Science, 169: 733~738

Chang K C. 1980. Shang Civilization. New Haven: Yale University Press. 1~231

Chang K C. 1983. Art, Myth and Ritual: The Path to Political Authority in Ancient China. Cambridge, Mass: Harvard University Press. 1~81

Chang P T. 1993. Chinese Maritime Trade: The Case of Sixteenth Century Fu-Chien. New Jersey: Princeton

Chen F H, Wu W, Holmes J A et al. 2003. A mid-Holocene drought interval as evidenced by lake desiccation in the Alashan Plateau, Inner Mongolia China. Chinese Science Bulletin, 48 (14): 1401~1410

Cheng H. 2004. The mutation study of global climate: Argue or act? Chinese Science Bulletin. 49 (13): 1 339~1 344

Chu G, Liu J, Sun Q et al. 2002. The "Medieval Warm Period" dought recorded in lake Huguangyan. tropical south China.The Holocene, 12:511~516

Claussen M, Kubatzki C, Brovkin V et al. 1999. Simulation of an abrupt change in Saharan vegetation in the mid-Holocene. Geophysical Research Letters, 26(14): 2037~2040

Colinvaux P. 1983. The Fates of Nations: A biological Theory of History. Harmondsworth, Pelican: Simon & Schuster, 1~321

Cook E R, Buckley B M, D'Arrigo R D et al. 2000. Warm season temperatures since 1600 BC reconstructed from Tasmanian tree rings and their relationship to large-scale sea surface temperature anomalies. Climate Dynamics, 16(2~3): 79~91

Cook E R, Esper J, D'Arrigo R D. 2004. Extra-tropical Northern Hemisphere land temperature variability over the past 1000 years. Quaternary Science Reviews, 23(20~22): 2063~2074

Cook E R, Palmer J G, D'Arrigo R D. 2002. Evidence for a 'Medieval Warm Period' in a 1100 year tree-ring reconstruction of past austral summer temperatures in New Zealand. Geophysical Research Letters, 29(14): 1667

Cook E R, Woodhouse C, Eakin C M et al. 2004. Long term aridity changes in the western United States. Science, 306: 1015~1018

Cosford J, Qing H, Eglington B et al. 2008. East Asian monsoon variability since the Mid-Holocene recorded in a high-resolution, absolute-dated aragonite speleothem from eastern China. Earth and Planetary Science Letters, 275: 296~307

Cowie J. 1998. Climate and human change, disaster or opportunity? New York: Parthenon Publishing

D'Arrigo R, Jacoby G, Frank D et al. 2001. 1738 Years of Mongolian temperature variability inferred from a tree-ring width chronology of Siberian Pine. Geophysical Research Letters, 28 (3): 543~546

D'Arrigo R, Wilson R, Jacoby G. 2006. On the long-term context for late twentieth century warming. Journal of Geophysical Research, 111 (D3)

Dahl-Jensen D, Mosegaard K, Gundestrup N et al. 1998. Past temperatures directly from the Greenland Ice Sheet. Science, 282: 268~271

DeMenocal P B, Prtiz J, Guilderson T et al. 2000. Coherent high-and-low-latitude climate variability during the Holocene warm period. Science, 288(23): 2198~2202

Demkin V A, Yakimov A S, Alekseev A O et al. 2006. Paleosol and Paleoenvironmental Conditions in the Lower Volga Steppes during the Golden Horde Period (13th-14th Centuries AD). Eurasian Soil Science, 39(2): 115~126

Denton G H, Karlén W. 1973. Holocene climate variations——Their pattern and possible cause. Quaternary Research, 3: 155~205

Ding Z L, Rutter N W, Liu T S et al. 1997. Correlation of Dansgaard-Oeschger cycles between Greenland ice and Chinese loess. Palaeoclimate, 4: 1~11

Dirckson D B. 1987. Circumscription by anthropogenic environmental destruction: an explanation of Carneiro's (1970) theory of the origin of the state. American Antiquity, 52(4): 709~716

Dubs H H. 1955. The history of the former Han dynasty. Baltimore: Waverly Press

Dykoski C A, Edwards R L, Cheng H et al. 2005. A high-resolution, absolute-dated Holocene and deglacial Asian monsoon record from Dongge Cave, China. Earth and Planetary Science Letters, 233: 71~86

Eddy J A.1977. Climate and the changing sun. Climate Change, (1): 173~190

Eirfksson J, Knudsen K L, Haflidason H et al. 2000. Chronology of late Holocene climatic events in the northern North Atlantic based on AMS ^{14}C dates and tephra markers from the volcano Hekla, Iceland. Journal of Quaternary Science, 15(6): 573~580

Elvin M. 1973. The Pattern of the Chinese Past. Stanford: Stanford University Press. 1~231

Esper J, Cook E R, Schweingruber F H. 2002. Low-Frequency Signals in Long Tree-Ring Chronologies for Reconstructing Past Temperature Variability. Science, 295: 2250~2253

Everett S L.1966. A Theory of Migration. Demography, 3: 47~57

Fairbridge R W. 2005. Medieval Warm Period or "little Climatic Optimum". *In*: Oliver J E, ed. Encyclopedia of Earth Sciences Series: Encyclopedia of World Climatology. Springer, 10

Fang J Q . 1993. Lake evolution during the last 3000 years in China and its implications for environmental change. Quaternary Research, 39: 175~185

Feng S, 夏敦胜, 汤懋苍等. 2006. 秦安地区全新世气候的周期振荡特征. 冰川冻土, 28(1): 70~75

Fletcher J. 1986. The Mongols: Ecological and Social Perspectives. Harvard Journal of Asiatic Studies, 46(1): 11~50

Fowell S J, Hansen B C S, Peck J A et al. 2003. Mid to late Holocene climate evolution of the Lake Telmen Basin, North Central Mongolia, based on Palynological data. Quaternary Research, 59: 353~363

Friss-christensen E L K. 1991. Length of the solar cycle: An indicator of solar activity closely associated with climate. Science, 254: 698~700

Frumkin A, Magaritz M, Carmi I et al. 1991. The Holocene climatic record of the salt caves of Mount Sedom, Israel. The Holocene, (1): 191~200

Gaubil S J, Antoine le P. 1970. Correspondance de Pékin, 1722-1759 Publiée par Renée Simon, Préface par Paul Demiéville, de l'Institut.Appendice par le P.Joseph Dehergne S J.Genève: Librairie Droz, XVIII-1005

Ge Q S, Hao Z X, Tian Y Y et al. 2010. The rainy season in the Northwestern part of the East Asian Summer Monsoon in the 18th and 19th centuries. Quaternary International

Ge Q S, Liu H L, Zheng J Y et al. 2010. Reconstructing temperature change in Central East China during 601~920 AD. Chinese Science Bulletin

Ge Q S, Zheng J Y, Fang X Q et al. 2003. Winter half-year temperature reconstruction for the middle and lower reaches of yellow river and Yangtze river, China, during the past 2000 years. The Holocene, 13(6): 933~940

Ge Q S, Zheng J Y, Guo X F et al. 2008. Meiyu in Middle and Lower Reaches of Yangtze River since 1736. Chinese Science Bulletin, 53: 107~114

Ge Q S, Zheng J Y, Hao Z X et al. 2005. Reconstruction of historical climate in China: High-resolution precipitation data from qing dynasty archives. Bulletin of The American Meteorological Society, 86(5): 671~679

Ge Q S, Zheng J Y, Hao Z X et al. 2010. Temperature variation through 2000 years in China: an uncertainty analysis of reconstruction and regional difference. Geophys. Research. Letters., 37

Ge Q S, Zheng J Y, Tian Y Y et al. 2008. Coherence of climatic reconstruction from historical documents in China by different studies. International Journal of Climatology, 28: 1007~1024

Golas R J. 1980. Rural China in the Song.The Journal of Asian studies, 39(2): 291~325

Gong G, Hameed S. 1991. The variation of moisture conditions in China during the last 2000 years. International Journal of Climatology, 11: 271~283

Grinsted A, Moore J C, Pohjola V et al. 2006. Svalbard summer melting, continentality, and sea ice extent from the Lomonosovfonna ice core. Journal of Geophysical Research, 111: 10

Grootes P M, Stuiver M, White J W C et al. 1993. Comparison of oxygen isotope records from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores. Nature, 366: 552~554

Grove J M, Switsur V R. 1994. Glacial geological evidence for the Medieval Warm Period. Climatic Change, 26: 143~169

Guo Z T, Ruddiman W F, Hao Q Z et al. 2002. Onset of Asian desertifieation by 22 deposite Myr ago inferred from loess deposite in China. Nature, 416: 159~163

Gupta A K, Anderson D M, Overpeck J T. 2003. Abrupt Changes in the Asian Southwest Monsoon during the

Holocene and Their Links to the North Atlantic Ocean. Nature, 421: 354~357

Hameed S, Gong G F. 1994. Variation of spring climate in lower-middle Yangtze River Valley and its relation with solar-cycle length. Geophysical Research Letters, 21(4) :2693-2696

Hao Z X, Zheng J Y, Ge Q S. 2008a. Relationship between precipitation and the infiltration depth over the middle and lower reaches of the Yellow River and Yangtze-Huaihe River Valley. Progress in Natural Science, 18(9): 1123~1128

Hao Z X, Zheng J Y, Ge Q S. 2008b. Precipitation cycles in the middle and lower reaches of the Yellow River (1736-2000). Journal of Geographical Sciences, 18(1): 17~25

Hao Z X, Zheng J Y, Ge Q S. 2009. Variations in the Summer Monsoon Rainbands Across Eastern China over the Past 300 Years. Advances in Atmospheric Sciences, 26(4): 614~620

Harington C R. 1992.The Year without a Summer? World Climate in 1816. Ottawa: Canadian Museum of Nature

Hartwell R M. 1967. A cycle of economic change in imperial China: coal and iron in Northeast China. 750~1350. Journal of the Economic and Social History of the Orient, 10: 102~159

Haug G H, Günther D, Peterson L C et al. 2003. Climate and the Collapse of Maya Civilization. Science, 299:1731~1735

Hegerl G C, Crowley T J, Hyde W T et al. 2006. Climate sensitivity constrained by temperature reconstructions over the past seven centuries. Nature, 440: 1029~1031

Helle G, Schleser G H, Braeuning A. 2002. Climate history of the Tibetan plateau for the last 1500 years as inferred from stable carbon isotopes in tree-rings. Proceedings of the International Conference on the Study of Environmental Change Using Isotope Techniques, IAEA CN-80-80, Vienna. 301~311

Herzschuh U, Tarasov P, Wünnemann B et al. 2004. Holocene vegetation and climate of the Alashan Plateau, NW China, reconstructed from pollen data. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 211: 1~17

Hiller A, Boettger T, Kremenetski C. 2001. Mediaeval climatic warming recorded by radiocarbon date alpine tree-line shift on the Kola Peninsula, Russia. Holocene, 11: 491~497

Hinsch B. 1988. Climatic change and history in China. Journal of Asia History, 22(2): 132~159

Ho P T. 1956. Early-Ripening Rice in Chinese History. The Economic History Review, New Series, 9(2): 200~218

Holzhauser H, Magny M, Zumbühl H J. 2005. Glacier and lake-level variations in west-central Europe over the last 3500 years. The Holocene, 15: 789~801

Hong Y T, Hong B, Lin Q H et al. 2003. Correlation between Indian Ocean summer monsoon and North Atlantic climate during the Holocene. Earth and Planetary Science Letters, 211: 371~380

Hong Y T, Hong B, Lin Q H et al. 2005. Inverse phase oscillations between the East Asian and Indian Ocean summer monsoons during the last 12000 years and paleo-El Niño. Earth and Planetary Science Letters, 2005, 231: 337~346

Hong Y T, Hong B, Lin Q H et al. 2009. Synchronous climate anomalies in the western North Pacific and North Atlantic regions during the last 14000 years. Quaternary Science Reviews, 28: 840~849

Hong Y T, Jiang H B, Liu T S et al. 2000. Response of climate to solar forcing recorded in a 6000-year $\delta^{18}O$ time-series of Chinese peat cellulose. The Holocene, 10: 1~7

Hou S, Chappellaz J, Jouzel J et al. 2007. Summer temperature trend over the past two millennia using air content in Himalayan ice. Climate of Past, 3: 89~95

Hsü C Y, Linduff K M. 1988. Western Zhou Civilization. New Haven, Conn: Yale University Press. 1~235

Hsü J K. 1996. Could global warming be a blessing for mankind? Terrestrial. Atmospheric and Oceanic Science, 8(375)

Hsü J K. 1998. Sun, climate, hunger, and mass migration. Science in China (Series D), 41: 449~472

Hu C Y, Henderson G M, Huang J H et al. 2008. Quantification of Holocene Asian monsoon rainfall from

spatially separated cave records. Earth and Plantary Science Letters, 266: 221~232

Huang C C, Zhou J, Pang J L et al. 2000. A regional aridity phase and its possible cultural impact during the Holocene Megathermal in the Guanzhong Basin, China. The Holocene, 10(1):135~142

Huang S P, Pollack H N. 1997. Late Quaternary temperature changes seen in world-wide continental heat flow measurements. Geophysical Research Letters, 24: 1947~1950

Huang S P, Pollack H N, Shen P Y. 2000. Temperature trends over the past five centuries reconstructed from borehole temperatures. Nature, 403(6771): 756~758

Hughes M K, Diaz H F. 1994. Was there a 'Medieval Warm Period', if so, where and when? Climatic Change, 26: 109~142

Huntington E. 1907. The Pulse of Asia-A Journey in central Asia Illustrating the Geographic Basis of History. Boston and New York: Houghton Mifflin Company, 1~182

Huntington, Ellsworth.1935. Civilization and climate. Yale University Press: New Haven

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1990. Scientific Assessment of Climate Change-Report of Working Group I. *In:* Houghton J T, Jenkins G J, Ephraums J J, eds. First Assessment Report. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 1

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge, UK: Cambridge University Press

IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom; New York, USA: Cambridge University Press. 463~497

Issar A S. 2003. Climate Changes during the Holocene and their Impact on Hydrological Systems.Cambridge UK: Cambridge University Press. 1~256

Issar A S, Govrin Y, Geyh M A et al. 1991. Climate changes during the Upper Holocene in Israel. Israel Journal of Earth-Science, (40): 219~223

Jackson P. 1978. The Dissolution of the Mongol Empire. Central Asiatic Journal, (22): 186~244.

Jansen E, Overpeck J, Briffa K R et al. 2007. Palaeoclimate. *In*: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S, Qin D, Manning M et al., (eds.)]. Cambridge, United Kingdom; New York, USA: Cambridge University Press

Jenkins G. 1974. A note on climatic cycles and the rise of Chinggis Khan. Central Asiatic Journal, 18(4): 217~226

Ji J J. 1996. Climatic change in arid areas of China and monsoon fluctuations during the past 10 k years. Journal of Arid Environments, 32: 1~7

Jian Z M, Wang P X, Yoshiki Saito et al. 2000. Holocene variability of the Kuroshio Current in the Okinawa Trough, northwestern Pacific Ocean. Earth and Planetary Science Letters, 184: 305~319

Jones P D, Briffa K R, Barnett T P et al. 1998. High-resolution palaeoclimatic records for the last millennium: interpretation, integration and comparison with General Circulation Model control-run temperatures. The Holocene, 8(4): 455~471

Jones P D, Briffa K R, Osborn T J. 2003. Changes in the Northern Hemisphere annual cycle: Implications for paleoclimatology? Journal of Geophysical Research, 108(D18): 4588

Jones P D, Mann M E. 2004. Climate over past millennia. Reviews of Geophysics, 42(2), 1~42

Jones P D, Moberg A. 2003. Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2001. Journal of Climate, 16(2): 206~223

Jones P D, Osborn T J, Briffa K R. 1997. Estimating sampling errors in large-scale temperature averages. Journal of Climate, 10(10): 2548~2568

Jones P D, Osborn T J, Briffa K R. 2001. The evolution of climate over the last millennium. Science, 292 (5517): 662~667.

Jouzel J, Masson-Delmotte V, Cattani O et al. 2007. Orbital and Millennial Antarctic Climate Variability over the Past 800, 000 Years. Science, 317 (5839): 793~797

Kalugin I, Selegei V, Goldberg E et al. 2005. Rhythmic fine-grained sediment deposition in Lake Teletskoye, Altai, Siberia, in relation to regional climate change. Quaternary International, 136: 5~13

Kaniewski D, Paulissen E, Van Campo E et al. 2008. Middle East coastal ecosystem response to middle-to-late Holocene abrupt climate changes. PNAS, 105: 13941~13946

Karlén W, Kuylenstierna J. 1996. On solar forcing of Holocene climate: evidence from Scandinavia. The Holocene, 6: 359~365

Keigwin L D. 1996. The Little Ice Age and Medieval Warm Period in the Sargasso Sea. Science, 274: 1504~1508

Kitagawa H, Matsumoto E. 1995. Climatic implications of $\delta^{13}C$ variations in a Japanese cedar (Cryptomeria japonica) during the last two millennia. Geophysical Research Letters, 22: 2155~2158.

Knudsen K L, Eiríksson J. 2002. Application of tephrochronology to the timing and correlation of palaeoceanographic events recorded in Holocene and Late Glacial shelf sediments off North Iceland. Marine Geology, 191: 165~188

Krenke A N, Chernavskaya M M. 2002. Climate changes in the preinstrumental period of the last millennium and their manifestations over the Russian Plain. Isvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics, 38: S59~S79

Kuniholm P I. 1990. Archaeological evidence and non-evidence from climatic change. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 330 (1615): 645~655

Lamb H H. 1965. The early medieval warm epoch and its sequel. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 1 (13): 13~37.

Lamb H H. 1977. Climate: Present, Past and Future. London: Methuen, 835

Lamb H H. 1982. Climate History and the Modern World. Routledge, London and New York, 433

Lamb H H. 1987. 气候的变迁与展望. 北京: 气象出版社.256

Lattimore O. 1938. The Geographical Factor in Mongol History. The Geographical Journal, 91 (1): 1~16

Lehmkuhl F. 1997. Late Pleistocene, Late-glacial and Holocene glacier advances on the Tibetan Plateau. Quaternary International, 38, 39: 77~83

Liu B. 1976. Climate Changes in Southern Tarim Basin.Tokyo:Ancient and Present-Day Bookstore

Liu J, Hans V S, Chen X et al. 2005. Comparison research of climate simulation for the last millennium and temperature reconstruction over eastern China.Chinese Science Bulletin, 50 (20): 2251~2255

Liu J Q, Lü H Y, Negendank J et al. 2000. Periodicity of Holocene climatic variations in the Huguangyan Maar Lake. Chinese Science Bulletin, 45 (18): 1712~1717

Liu K B, Shen C M, Louie K S. 2001. A 1000-Year History of Typhoon Landfalls in Guangdong, Southern China, Reconstructed from Chinese Historical Documentary Records. Annals of the Association of American Geographers, 91 (3): 453~464

Liu K B, Yao Z Y, Thompson L G. 1998. A pollen record of Holocene climatic changes from Dunde ice cap, Qinghai-Tibetan Plateau.Geology, 26 (2): 135~138

Liu L. 1996. Settlement Patterns, Chiefdom Variability, and the Development of Early States in North China. Journal of Anthropological Archaeology, 15: 237~288

Liu L, Xu H. 2007. Rethinking Erlitou: legend, history and Chinese archaeology. Antiquity. 81: 886~890

Liu Li. 2007. The Chinese Neolithic: Trajectories to Early State. London: Cambridge University Press. 1~332

Liu X H, Qin D H, Shao X M et al. 2005. Temperature variations recovered from tree-rings in the middle Qilian Mountain over the last millennium. Science in China (Series D). 48: 521~529

Liu X H, Shao X M, Zhao L J et al. 2007. Dendroclimatic Temperature Record Derived from Tree-Ring Width

and Stable Carbon Isotope Chronologies in the Middle Qilian Mountains, China. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, 39 (4) : 651~657

Luckman B H, Boninsegna J A. 2001. The assessment of present, past and future climate variability in the America from treeline environments. PAGES News, (3) :17~19

MacKay A, Battarbee R, Birks J et al. 2005. Global change in the Holocene. Oxford University. 227~241

Maddison A. 1998. Chinese Economic Performance in the Long Run, Development Centre of The Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris, 40~41

Mangini A, Spötl C, Verdes P. 2005. Reconstruction of temperature in the Central Alps during the past 2000 yr from a $\delta^{18}O$ stalagmite record. Earth and Planetary Science Letters, 235: 741~751

Mann M E, Bradley R S, Hughes M K. 1998. Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. Nature, 392: 779~787

Mann M E, Bradley R S, Hughes M K. 1999. Northern hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties, and limitations. Geophysical Research Letters, 26 (6) : 759~762

Mann M E. 2002. Medieval Climate Optimum. *In*: MacCracken M C et al. eds. Encyclopedia of Global Environmental Change. Volume 1. The Earth System: Physical and Chemical Dimensions of Global Environmental. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. 514

Mann M E, Jones P D. 2003. Global surface temperatures over the past two millennia. Geophysical Research Letters, 30 (15) : 18~20

Mann M E, Zhang Z H, Rutherford S et al. 2009. Global signatures and dynamical origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly. Science, 326: 1256~1259

Marchant R, Hooghiemstra H. 2004. Rapid environmental change in African and South American tropics around 4000 years before present: a review. Earth Science Reviews, 66: 217~260

Mayewski P A, Meeker L D, Twickler M S et al. 1997. Major features and forcing of high- latitude northern hemisphere atmospheric circulation using a 110000-year long glaciochemical series. Journal of Geophysical Research, 102: 26345~ 26366

Mayewski P A, Rohling E E, Stager J C et al. 2004. Holocene climate variability. Quaternary Research, 62: 243~255

McIntyre S, McKitrick R. 2005. Hockey sticks, principal components, and spurious significance. Geophysical Research Letters, 32

Meeker L D, Mayewski P A. 2002. A 1400-year high-resolution record of 30 atmospheric circulation over the North Atlantic and Asia. The Holocene, 12 (3) : 257~266

Meese D A, Gow A J, Grootes P M et al. 1994. The accumulation record from the GISP2 core as an indicator of climate change throughout the Holocene. Science, 266: 1680~1682

Meyer W B. 2000. Climate and migration. *In*: Bell-Fialkoff A, ed. The Role of Migration in the History of the Eurasian Steppe: Sedentary Civilization vs. 'Barbarian' and Nomad (Role Migrant History Eurasian Step). London: Macmillan Press LTD, 287~294

Meyerson E A, Mayewski P A, Sneed S B et al. 2003. Bipolar Synchroneity and Latitudinal Timing of Holocene Climate Change. Eos, Transactions, AGU, 84 (46)

Milankovitch M. 1930. Mathematische klimalehre und astronomische theorie der klimaschwankungen. Handbuch der klimatologie. K. W and G. R. Berlin, Gebrder Borntraeger, 1~176.

Moberg A, Sonechkin D M, Holmgren K et al. 2005. Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data. Nature, 433 (7026) : 613~617

Montoya M, Greiesel A, Levermann A et al. 2005. The Earth System Model of Intermediate Complexity CLIMBER-3α Part I: description and performance for present-day conditions. Climate Dynamics, 25: 237~263

National Research Council of the National Academy. 2006. Surface Temperature Reconstructions for the Last2000

Years. Washington, DC: The National Academies Press. 141

Neumann J, Parpola S. 1987. Climatic change and the eleventh-tenth-century eclipse of Assyria and Babylonia. Journal of Near Eastern Studies, 46 (3): 161~182

Neumann J, Sigrit R M. 1978. Harvest Dates in Ancient Mesopotamia as Possible Indicators of Climatic Variations. Climatic Change, 1: 239~252

Noon P E, Leng M J, Jones V J. 2003. Oxygen-isotope ($\delta^{18}O$) evidence of Holocene hydrological changes at Signy Island, maritime Antarctica. The Holocene, 13: 251~263

Nunn P D. 2007. Climate, environment and society in the Pacific during the last millennium. Amsterdam: Elsevier, 59~87

O'Brien S M, Mayewski P A, Meeker L D et al. 1995. Complexity of Holocene climate as reconstructed from a Greenland ice core. Science, 270: 1962~1964

Oerlemans J. 2005. Extracting a climate signal from 169 glacier records. Science, 308: 675~677

Owen L A. 2009. Latest Pleistocene and Holocene glacier fluctuations in the Himalaya and Tibet. Quaternary Science Reviews, 28: 2150~2164

Pang K D. 1987. Extraordinary floods in early Chinese history and their absolute dates. Journal of Hydrology, 96 (1~4): 139~155

Pang K D, Chou H H. 1985. Three very large volcanic eruptions in antiquity and their effects on the climate of ancient world. Eos, Transactions, AGU, 66: 816

Pang K D, Srivastava, Chou H H. 1988. Climatic impacts of past volcanic eruptions: influences from ice core, tree ring and historical data. Eos, Transactions, AGU, 69 (44): 1062

Pang K D, Yau K K, Chou H H. 1997. Absolute Chronology of the Xia, Shang and Zhou Dynasties by Dating 17 Eclipses. *In*: Cheng K S, Chan K L, eds. Proceedings of the 21th Century Chinese Astronomy Conference. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pt. Ltd. 523

Pankenier D W. 1983. Mozi and the dates of Xia, Shang, and Zhou: A research note. Early China, ix-x: 175~183

Parker A G, Eckersley L, Smith M M et al. 2004. Holocene vegetation dynamics in the northeastern Rub'al-Khali desert, Arabian Peninsula: a phytolith, pollen and carbon isotope study. Journal of Quaternary Science, 19: 665~676

Patz J A, Epstein P R, Burke T A et al. 1996. Global climate change and emerging infectious diseases. JAMA, 275: 217~223

Pederson N, Jacoby G, D'Arrigo R et al. 2001. Hydrometeorological reconstructions for northeastern Mongolia derived from tree rings 1651-1995. Journal of Climate, 14: 872~881

Perry C A, Hsu K J. 2000. Geophysical, archaeological, and historical evidence support a solar output model for climate change. Proceedings of National Academy of Science of USA, 97 (23): 12433~12438

Petoukhov V et al. 2000. CLIMBER-2: a climate system model of intermediate complexity. Part I: model description and performance for present climate. Climate Dynamics, 16 (1): 1~17

Pfister C, 1992. Five Centuries of Little Ice Age Climate in Western Europe. Proceedings of the International Symposium on the Little Ice Age Climate, 208~213

Pfister C, Luterbacher J, Zanetti G S et al. 1998. Winter air temperature variations in Western Europe during the early and High Middle Ages (AD 750-1300). Holocene, 8: 535~552

Plattner G-K, Joos F, Stocker T F et al. 2001. Feedback mechanisms and sensitivities of ocean carbon uptake under global warming. Tellus, 53B (5): 564~592

Pollack H N, Huang S, Smerdon J E. 2006. Five centuries of climate change in Australia: The view from underground. Journal of Quaternary Science, 21 (7): 701~706

Pollack H N, Smerdon J E. 2004. Borehole climate reconstructions: Spatial structure and hemispheric averages.

Journal of Geophysical Research, 109(D11), D11106

Porter S C. 1986. Pattern and Forcing of Northern Hemisphere Glacier Variations during the Last Millennium. Quaternary Research, 26: 27~48

Post J D. 1985. Food Shortage, Climatic Variability, and Epidemic Disease in Preindustrial Europe: The Mortality Peak in the Early 1740s. Ithaca: Cornell Univ. Press

Rein B, Lückge A, Sirocko F. 2004. A major Holocene ENSO anomaly during the Medieval period. Geophysical Research Letters, 31

Ren G Y. 1998. Pollen evidence for increased summer rainfall in the medieval warm period at Maili, northeast China. Geophysical Research Letters, 25(11): 1931~1934

Rietti-Shati M, Shemesh A, Karlen W. 1998. A 3000-year climatic record from biogenic silica oxygen isotopes in an equatorial high-altitude lake. Science, 281: 980~982

Rutherford S, Mann M E, Osborn T J et al. 2005. Proxy-based Northern Hemisphere surface temperature reconstructions: Sensitivity to method, predictor network, target season, and target domain. Journal of Climate, 18(13): 2308~2329

Schettler G, Liu Q, Mingram J et al. 2006. East Asian monsoon variability between 15000 and 2000 cal. yr BP recorded in varved sediments of Lake Sihailongwan (northeastern China, Long Gang volcanic field). The Holocene, 16: 1043~1057

Shaughnessy E L. 1986. On the authenticity of the Bamboo Annals. Harvard Journal of Asiatic Studies, 46: 149~180

Shelach G. 1994. Social complexity in North China during the Early Bronze Age: a comparative study of the Erlitou and lower Xiajiadian cultures. Asian Perspectives, 33(2): 261~292

Shi J S. 2002. The interactive relationship between the Central Plains and the South in the homogenization of Chinese bronze cultures. *In*: Gao C W, Yasuda Y, eds. Study on the Bronze Culture of the Yangtze River Valley. Beijing: Science Press. 25~27

Shi N, Zhu Q. 1966. An abrupt change in the intensity of the East Asian Summer Monsoon index and its relationship with temperature and precipitation over East China. International Journal of Climatology, 16(7): 757

Sinha A, Cannariato K G, Stott L T et al. 2007. A 900-year (600 to 1500 AD) record of the Indian summer monsoon precipitation from the core monsoon zone of India. Geophysical Research Letters, 34: L16707

Skinner G W. 1983. Presidential address: the structure of Chinese history. Journal of Asian Studies, 44(2): 271~292

Solomon S, Qin D H, Manning M et al. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis, chap. Annex 1. Cambridge University Press. 945, 946

Soon W H, Legates D R, Baliunas S L. 2004. Estimation and Representation of Long-Term (>40 year) trends of Northern-Hemisphere-gridded Surface Temperature: A Note of Caution. Geophysical Research Letters, 31(3): L03209

Soon W H, Baliunas S L, Idso C et al. 2003. Reconstructing climatic and environmental changes of the past 1000 years: reappraisal. Energy and Environment, 14(2): 233~296

Sorrel P, Popescu S M, Klotz S et al. 2007. Climate variability in the Aral Sea basin (Central Asia) during the late Holocene based on vegetation changes. Quaternary Research, 67(3): 357~370

Stuiver M, Grootes P M, Braziunas T F. 1995. The GISP2 delta ^{18}O climate record of the past 16500 years and the role of the sun, ocean, and volcanoes. Quaternary Research, 44: 341~354

Suess H E. 1968. Climatic Change, Solar Activity, and the Cosmic-Ray Production Rate of Natural Radiocarbon. Meteorological Monographs, 8(30): 1~56

Tan L C, Cai Y J, Yi L et al. 2008. Precipitation variations of Longxi, northeast margin of Tibetan Plateau since

AD 960 and their relationship with solar activity. Climate of Past, 4: 19~28

Tan M, Cai B G. 2005. Preliminary calibration of stalagmite oxygen isotopes from eastern monsoon China with northern Hemisphere temperatures. Pages News, 13 (2): 16~17

Tan M, Liu T S, Hou J Z. 2003. Cyclic rapid warming on centennial-scale revealed by a 2650-year stalagmite record of warm season temperature. Geophysical Research Letters, 30 (12): 1617~1620

Tang L Y, Shen C M, Liu K B et al. 2000. Changes in south Asian monsoon: New high resolution paleoclimatic records from Tibet, China. Chinese Science Bulletin, 45 (1): 87~91

Thompson L G, Davis M E, Mosley-Thompson E et al. 2005. Tropical ice core records: evidence for asynchronous glaciation on Milankovitch timescales. Journal of Quaternary Science, 20: 723~733

Thompson L G, Mosley-Thompson E, Brecher H et al. 2006. Abrupt tropical climate change: Past and present. Proceedings of the National Academy of Science of the USA, 103 (10): 536~543

Thompson L G, Thompson E M, Davis M E et al. 2003. Tropical glacial and ice core evidence of climate change on annual to millennial time scales. Climatic Change, 59: 137~155

Thompson L G, Thompson E M, Henderson K A. 2000. Ice-core palaeoclimate records in tropical South America since the Last Glacial Maximum. Journal of Quaternary Science, 15 (4): 377~394

Thompson L G, Yao T D, Davis M E et al. 1997. Tropical climate instability: the last glacial cycle from a Qinghai-Tibetan ice core. Science, 276: 1821~1825

Thompson L G, Yao T D, Davis M E et al. 2006. Holocene climate variability archived in the Puruogangri ice cap on the central Tibetan Plateau. Annals of Glaciology, 43: 61~69

Tiljander M, Saarnisto M, Ojala A E K et al. 2003. A 3000-year palaeoenvironmental record from annually laminated sediment of Lake Korttajärvi, central Finland. Boreas, 26: 566~577

Toynbee A J. 1934. A Study of History (III). London: Oxford University Press. 7~22

Van Campo E, Cour P, Huang S X. 1996. Holocene environmental changes in Bangong Co basin (Western Tibet). Part 2: The pollen record. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 120: 49~63

Van Campo E, Gasse F. 1993. Pollen-and diatom-inferred climatic and hydrological changes in Sumxi Co Basin(Western Tibet) since 13000 yr B.P. Quaternary Research, 39:300~313

Van Geel B, Buurman J, Waterbolk H T. 1996. Archaeological and palaeoecological indications of an abrupt climate change in The Netherlands, and evidence for climatological teleconnections around 2650 BP. Journal of Quaternary Science, 11: 451~460

Van Geel B, Heusser C J, Renssen H et al. 2000. Climate change in Chile at around 2700 BP and global evidence for solar forcing: a hypothesis. The Holocene, 10: 659~664

Van Geel B, Raspopov O M, Renssen H et al. 1999. The role of solar forcing upon climate change. Quaternary Science Reviews, 18: 331~338

Van Geel B, Renssen H. 1998. Abrupt climate change around 2650 BP in North-West Europe: evidence for climatic teleconnections and a tentative explanation. *In*: Issar A, Brown N, eds. Water, Environment and Society in Times of Climatic Change. Kluwer, Dordrecht. 21~41

Van Geel B, van der Plicht J, Kilian M R et al. 1998. The sharp rise of $\delta^{14}C$ ca. 800 cal. B C: possible causes, related climatic teleconnections and the impact on human environments. Radiocarbon, 40: 535~550

Villalba R, Lara A, Boninsegna J A et al. 2003. Large-scale temperature changes across the southern Andes: 20th-century variations in the context of the past 400 years. Climatic Change, 59 (1~2): 177~232

Wang L S, Sarnthein M, Erlenkeuser H et al. 1999. Holocene variations in Asian monsoon moisture: A bidecadal sediment record from the South China Sea. Geophy. Res. Lett., 26 (18): 2889~2892

Wang S M, Wang F B. 1992. The liminogic record of Holocene climatic fluctuation. *In*: Shi Yafeng, ed. The Climates and Environments of Holocene Megathermal in China. Beijing: China Ocean Press. 146~152

Wang W C, Ge Q S, Hao Z X et al. 2008. Rainy Season at Beijing and Shanghai since 1736. Journal of the

Meteorological Society of Japan, 86(5): 827~834

Wang W C, Portman D, Gong G et al. 1992. Beijing summer temperatures since 1724. *In:* Bradley R, Jones P, eds. Climate since A.D. 1500. London: Routledge, 210~223

Wang Y J, Cheng H, Edwards R L et al. 2005. The Holocene Asian monsoon: links to solar changes and North Atlantic climate. Science, 308: 854~857

Wang Y J, Cheng H, Edwards R L et al. 2008. Millennial- and orbital-scale changes in the East Asian monsoon over the past 224 000 years. Nature, 451: 1090~1093

Weatherford J. 2004. Cenghis Khan and the making of the modern world. New York: Crown Publishers. 1~216

Webster D. 1975. Warfare and evolution of state: a reconsideration. American Antiquity, 40(4): 464~470

Weiss B. 1982. The decline of the Late Bronze Age civilization as a possible response to climate change. Climatic Change, 4: 173~198

Weiss H, Bradley R S. 2001. What drives societal collapses? Science, 291: 609~610

Weiss H, Courty M A, Wetterstrom W et al. 1993. The genesis and collapse of third millennium North Mesopotamian civilization. Science, 261(20): 995~1004

Weninger B, Clare L, Rohling E J. 2009. The impact of rapid climate change on prehistoric societies during the Holocene in the Eastern Mediterranean. Documenta Praehistorica, (XXXVI): 2009, 6~59

Wittfogel K A. 1940. Meteorological Records from the Divination Inscriptions of Shang. The Geographical Review, xxx(1): 22~46

WMO. 2003. Climate: Into the 21st Century. United Kingdom: Press Syndicate of the University of Cambridge

Xu H, Hong Y T, Lin Q H et al. 2002. Temperature variations in the past 6000 years inferred from ^{18}O of peat cellulose from Hongyuan, China . Chinese Science Bulletin, 47(18): 1578~1584

Xu H, Hong Y T, Lin Q H et al. 2006. Temperature responses to quasi-100-yr solar variability during the past 6000 years based on $\delta^{18}O$ of peat cellulose in Hongyuan, eastern Qinghai-Tibet plateau, China. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 230: 155~164

Yancheva G, Nowaczyk N R, Mingram J et al. 2007. Influence of the intertropical convergence zone on the East Asian monsoon. Nature, 445: 74~77

Yang B, Braeuning A, Johnson K R et al. 2002. General characteristics of temperature variation in China during the last two millennia. Geophysical Research Letters, 29(9): 381~384

Yang B, Braeuning A, Shi Y F. 2003. Late Holocene temperature fluctuations on the Tibetan Plateau. Quaternary Science Reviews, 22: 2335~2344

Yang X P. 1991. Geomorphological investigations in arid NW China with special attention to Badanjilin and Takelamagan. Goettinger Geographische Abhandlungen, 96: 1~124

Yang X P, Zhu Z D, Jaekel D et al. 2002. Late Quaternary palaeoenvironment change and landscape evolution along the Keriya River, Xinjiang, China: the relationship between high mountain glaciation and landscape evolution in foreland desert regions. Quaternary International, 97/98: 155~166

Yao T D, Thompson L G. 1992. Trend and features of climatic changes in the past 5000 years recorded by the Dunde ice core. Annals of Glaciology, 16: 21~24

Yoffee N, Cowgill G L. 1988. The Collapse of Ancient States and Civilizations. Tucson and London: The University of Arizona Press. 1~306

Yu G, Shen H D, Liu J. 2009. Impacts of climate change on historical locust outbreaks in China. J. Geophys. Res., 114(18): 18104

Yu K F, Zhao J X, Collerson K D et al. 2004. Storm cycles in the last millennium recorded in Yongshu Reef, southern South China Sea.Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 210(1): 89~100

Yu K F, Zhao J X, Wei G J et al. 2005. Mid-late Holocene monsoon climate retrieved from seasonal Sr/Ca and $\delta^{18}O$ records of Porites lutea corals at Leizhou Peninsula, northern coast of the South China Sea. Global and

Planetary Change, 47 (2~4) : 301~316

Zachos J, Pagani M, Sloan L et al. 2001. Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. Science, 2001. 292 (5517) : 686~693

Zhang D D, Brecke P, Lee H F et al. 2007. Global climate change, war, and population decline in recent human history. PNAS, 104 (49) : 19214~19219

Zhang D E. 1994. Evidence for the Existence of the Medieval Warm Period in China. Climatic Change, (3) : 289~297

Zhang D E, Wang P K. 1991. A study on Meiyu activity of eighteenth century in the lower Yangtze Region. Science in China(series B), 34(10): 1237~1245

Zhang J C, Crowley T J. 1989. Historical climate records in China and reconstruction of past climates. *Journal of Climate*, 2: 833~849

Zhang L S, Zhang P Y, Zou Y L. 1997. Temperature fluctuations in eastern China during the last 10000 years. *In*: Jablonski N G, ed. The Changing Face of East Asia during the Tertiary and Quaternary. Hongkong: The University of Hong Kong, 313~323

Zhang P Y, Wang W C, Hammed S. 1992. Evidence for anomalous cold weather in China 1815~1817, The Year Without A Summer, World Climate in 1816, ed. C.R. Harington, Ottawa, Canadian Museum of Nature, 434437.

Zhang P Z, Cheng H, Edwards R L et al. 2008. A test of climate, sun, and culture relationships from an 1810-year Chinese cave record. Science, 322: 940~942

Zhang Q B, Cheng G D, Yao T D et al. 2003. A 2, 326-year tree-ring record of climate variability on the northeastern Qinghai-Tibetan Plateau. Geophysical Research Letters, 30(14)

Zheng B X, Jiao K Q, Li S J. 1990. New progress about chronological studies of Quaternary glaciation in Qinghai-Xizang plateau. Chinese Science Bulletin, 36 (6): 482~486

Zheng J Y, Hao Z X, Ge Q S. 2005. Reconstruction of annual precipitation in the Middle and Lower Researches of the Yellow River for the last 300 years. Science in China, 35: 765~774

Zheng J Y, Wang W C, Ge Q S et al. 2006. Precipitation Variability and Extreme Events in Eastern China during the Past 1500 Years. Terr. Atmopheric and Oceanic Science, 17 (3) : 579~592

Zhou S Z, Chen F H, Pan B T et al. 1991. Environmental change during the Holocene in western China on a millennial timescale. The Holocene, 1: 151~156

Zhu H F, Fang X Q, Shao X M et al. 2009. Tree ring-based February-April temperature reconstruction for Changbai Mountain in Northeast China and its implication for East Asian winter monsoon. Climate of Past, 5, 661~666

Zhu H F, Zheng Y H, Shao X M et al. 2008. Millennial temperature reconstruction based on tree ring widths of Qilian juniper from Wulan, Qinghai Province, China. Chinese Science Bulletin, 53: 3914~3920

Zhu J H, Wang S W. 2001. 80a-oscillation of summer rainfall over the east part of China and East Asia summer monsoon. Advances in Atmospheric Sciences, 18 (5) : 1043~1051

Zhu X Y, Wu Z W, He J H. 2008. Anomalous Meiyu onset averaged over the Yangtze River valley. Theoretical and Applied Climatology, 94 :81~95

附录一　天干地支对照表

天　干

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸

地　支

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
子	丑	寅	卯	辰	巳	午	未	申	酉	戌	亥

六十年甲子（干支表）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
甲子	乙丑	丙寅	丁卯	戊辰	己巳	庚午	辛未	壬申	癸酉
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
甲戌	乙亥	丙子	丁丑	戊寅	己卯	庚辰	辛巳	壬午	癸未
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
甲申	乙酉	丙戌	丁亥	戊子	己丑	庚寅	辛卯	壬辰	癸巳
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
甲午	乙未	丙申	丁酉	戊戌	己亥	庚子	辛丑	壬寅	癸卯
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
甲辰	乙巳	丙午	丁未	戊申	己酉	庚戌	辛亥	壬子	癸丑
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
甲寅	乙卯	丙辰	丁巳	戊午	己未	庚申	辛酉	壬戌	癸亥

附录二　中国历朝起止时间表

朝代		起止年份
夏		约公元前 2070～前 1600
商		公元前 1600～前 1046
西周		公元前 1046～前 771
东周	春秋	公元前 770～前 476
	战国	公元前 475～前 221
秦		公元前 221～前 206
西汉—新		公元前 206～公元 25
东汉		公元 25～220
三国	魏	公元 220～265
	蜀	公元 221～263
	吴	公元 222～280
西晋		公元 265～316
东晋		公元 317～420
十六国		公元 304～439
南朝	宋	公元 420～479
	齐	公元 479～502
	梁	公元 502～557
	陈	公元 557～589
北朝	北魏	公元 386～534
	东魏	公元 534～550
	西魏	公元 535～556
	北齐	公元 550～577
	北周	公元 557～581
隋		公元 581～618
唐		公元 618～907
五代十国		公元 907～960
北宋		公元 960～1127
辽		公元 907～1125
西夏		1038～1227
金		1115～1234
南宋		1127～1279
元		1206～1368
明		1368～1644
清		1616～1911

附录三 缩 略 语

符号	英文全称	中文解释
a	Year	年
ka	Thousand Years	千年
Ma	Million Years	百万年
AAO	Antarctic Atmospheric Oscillation	南极涛动
AD	Anno Domini	耶稣纪元后
BP	Before Present	距今
CLIVAR	Climate Variability and Predictability	气候变率研究计划
DSDP	Deep Sea Drilling Project	深海钻探计划
ECHO-G		全球海气耦合模式,由全球大气环流模式 ECHAM-4（The Fourth-Generation Atmospheric General Circulation Model）和海洋环流模式 HOPE（The Hamburg Ocean Primitive Equation Model）通过 OAS1S3 耦合器耦合而成，是适合进行长时间气候模拟的气候模式之一
EPICA	The European Project for Ice Coring in Antarctica	欧洲南极冰芯研究计划
ENSO	El Niño/Southern Oscillation	厄尔尼诺/南方涛动
GCM	General Circulation Model	大气环流模式
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GISP	Greenland Ice Sheet Project	格陵兰冰层计划
NRC	National Research Council	美国国家研究委员会
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy	电感耦合等离子体质谱
IGBP	International Geosphere-Biosphere Programme	国际地圈生物圈计划
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	联合国政府间气候变化专门委员会
IRD	Ice-Rafted Debris	冰漂沉积
LGM	The Last Glacial Maximum	末次盛冰期
LIA	Little Ice Age	小冰期
MCA	Medieval Climate Anomaly	中世纪气候异常期
MWE	Medieval Warm Epoch	中世纪暖期

续表

符号	英文全称	中文解释
MWP	Medieval Warm Period	中世纪暖期
NADW	North Atlantic Deep Water	北大西洋深水
ODP	Ocean Drilling Program	大洋钻探计划
PAGES	Past Global Changes	过去全球变化研究计划
PDO	Pacific Decadal Oscillation	太平洋十年涛动
RBI	Relative Brightness Index	相对亮度指数
SCL	Sunspot Cycle Length	太阳黑子周期长度
SMOW	Standard Mean Ocean Water	标准平均大洋水（同位素国际标准）
TIMS	Thermal Ionization Mass Spectrometry	热电离质谱
TOC	Total Organic Carbon	总有机碳含量
VPDB	Vienna Pee Dee Belemnite	稳定性同位素的国际分析标准
WCRP	World Climate Research Programme	世界气候研究计划
WMO	World Meteorological Organization	世界气象组织

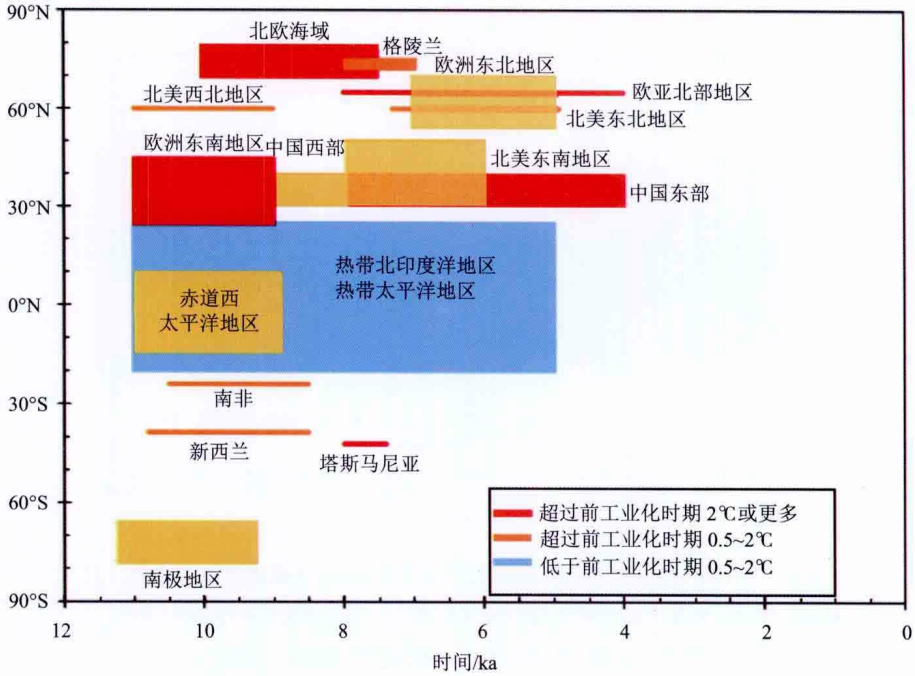


图 1.2　全球不同纬度地区在全新世不同时段的气温距平 (IPCC，2007)

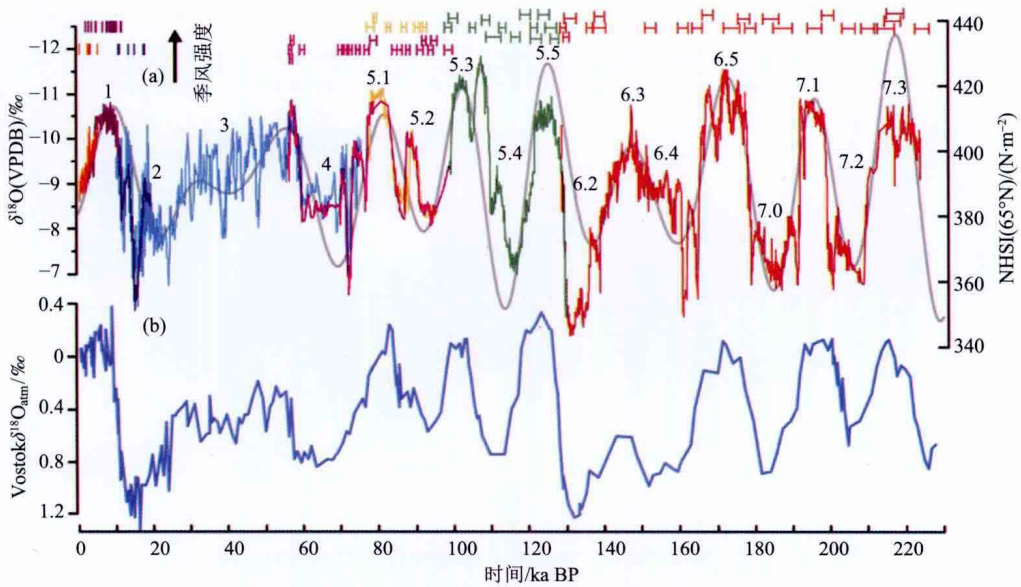


图 1.6　湖北神农架三宝洞与江苏葫芦洞石笋记录 224ka BP 以来 $\delta^{18}O$ 变化 (Wang et al., 2008)

(a) 不同颜色表示整个序列由不同的石笋 (蓝色为葫芦洞石笋，其他颜色为三宝洞石笋) 校准拼接而成，图中数字表示由深海 $\delta^{18}O$ 确定的气候变化阶段与亚阶段，上方的 "⊢⊣" 为三宝洞各石笋 ^{230}Th 定年的 2σ 误差，灰线为夏季北半球陆地 (65°N，7 月 21 日) 接受的太阳辐射 (NHSI)；(b) 南极 Vostok 冰芯记录的大气 $\delta^{18}O$ 变化

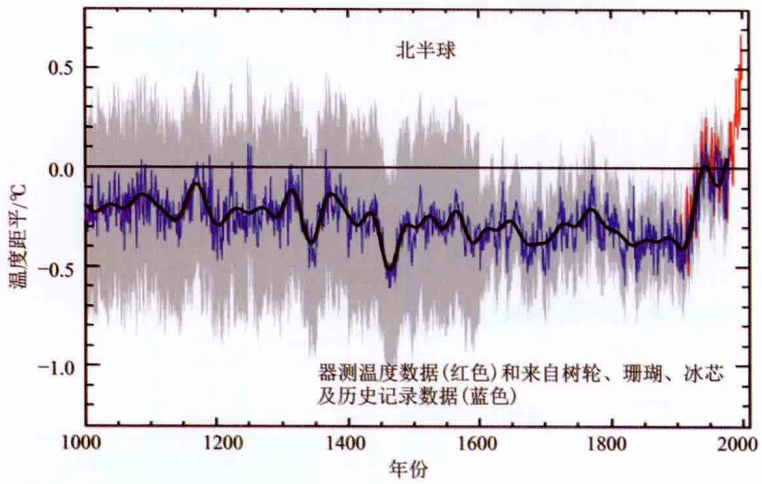


图 3.2　利用多种代用资料重建的北半球过去 1000 年温度变化（蓝线）及过去 150 年器测的北半球温度变化（红色），黑线表示 50 年滑动平均，灰色区域表示重建结果的不确定性 (IPCC，2001)

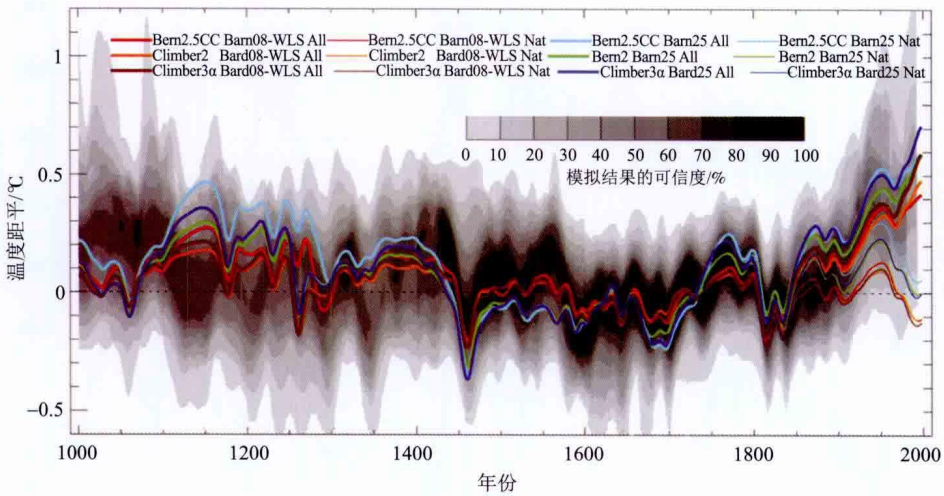


图 3.4　模式模拟的过去 1000 年北半球温度变化 (IPCC，2007)

Nat 仅有自然强迫，All 指自然 + 人为强迫。深色区域表示模拟结果具有高可信度。所有序列均为相对于 1500~1899 年的距平值，并经高斯加权滤波平滑以除去小于 30 年的振荡

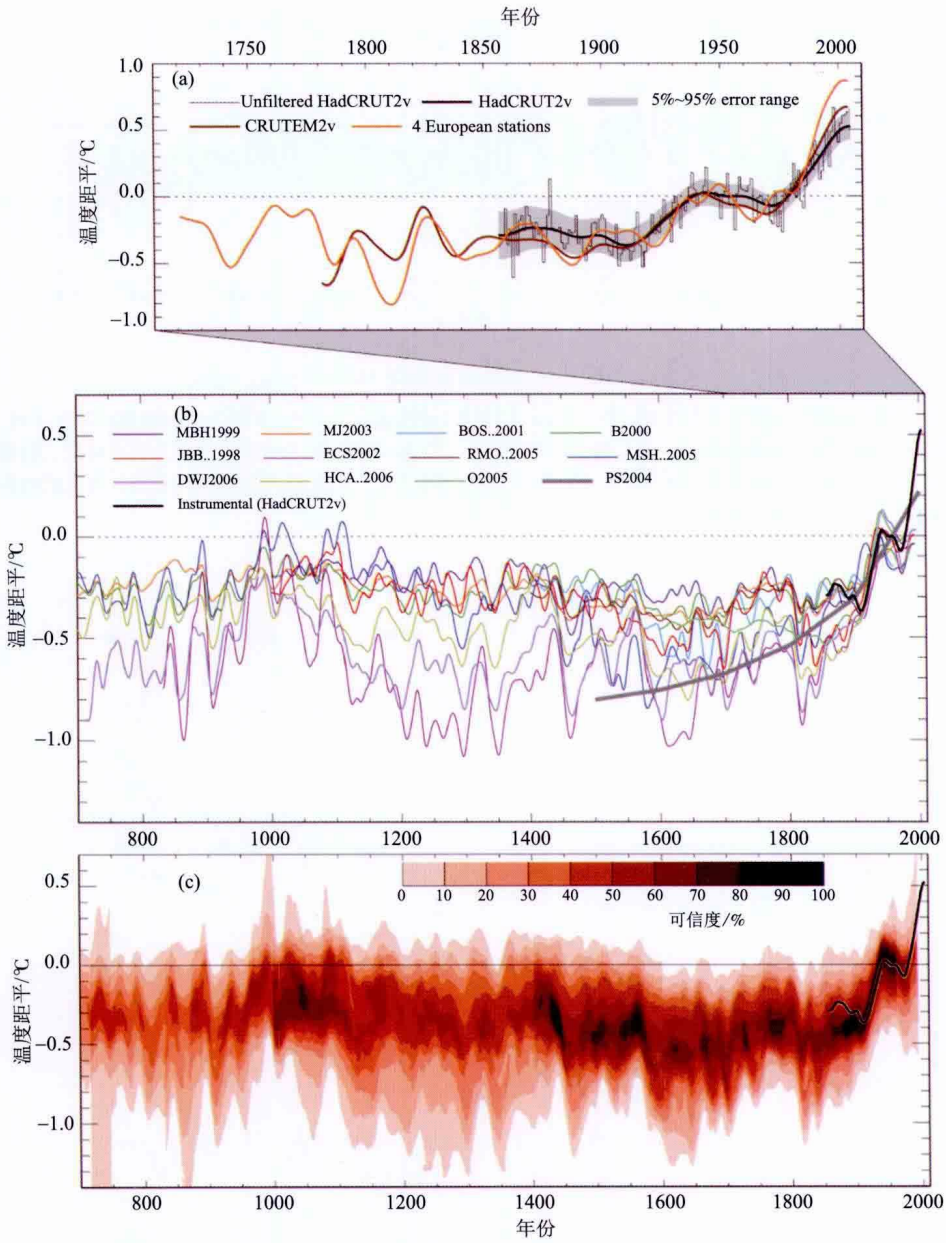


图 3.3　过去 1300 年以来北半球的温度变化 (IPCC，2007)

(a) 北半球温度变化器测结果；(b) 北半球温度变化重建结果；(c) 北半球温度变化重建结果 (除 RMO..2005 和 PS2004 外) 的不确定性范围 (若 1 条序列的温度值落在 ±1 标准差之内，得分 10%，若两条序列的温度值落在 ±1 标准差之内，则得分 20%；100% 指的是 10 条序列的温度值均在 ±1 标准差范围之内)。所有序列均为相对于 1961~1990 年的距平值，并经高斯加权滤波，以除去 30 年以下的高频变化。黑色曲线为 HadCRUT2v 温度观测记录

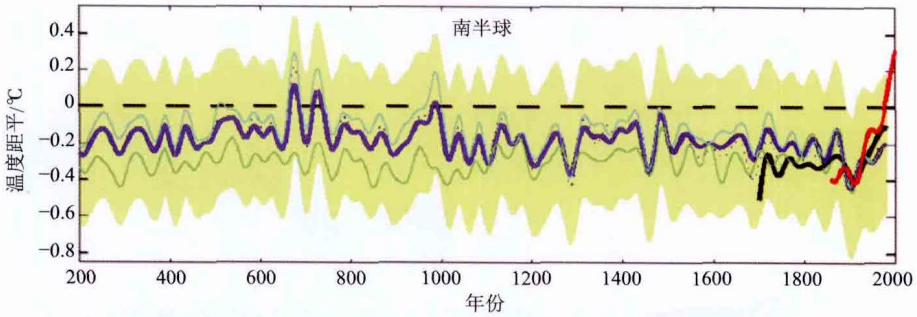


图 3.5　南半球过去 1800 年的温度变化 (Mann, Jones，2003)

所有序列为 40 年滑动平均，参考时段均为 1961~1990 年 (虚线表示)。其中，粗线为集成重建的温度序列，绿细线为面积加权的重建结果，浅蓝线为以代用指标与区域温度的相关系数为权重的重建结果，粗黑线为 Mann and Jones(2000) 重建的公元 1700 年以来的温度变化，粗红线为温度观测数据，黄色范围表示重建结果的 95% 置信区间

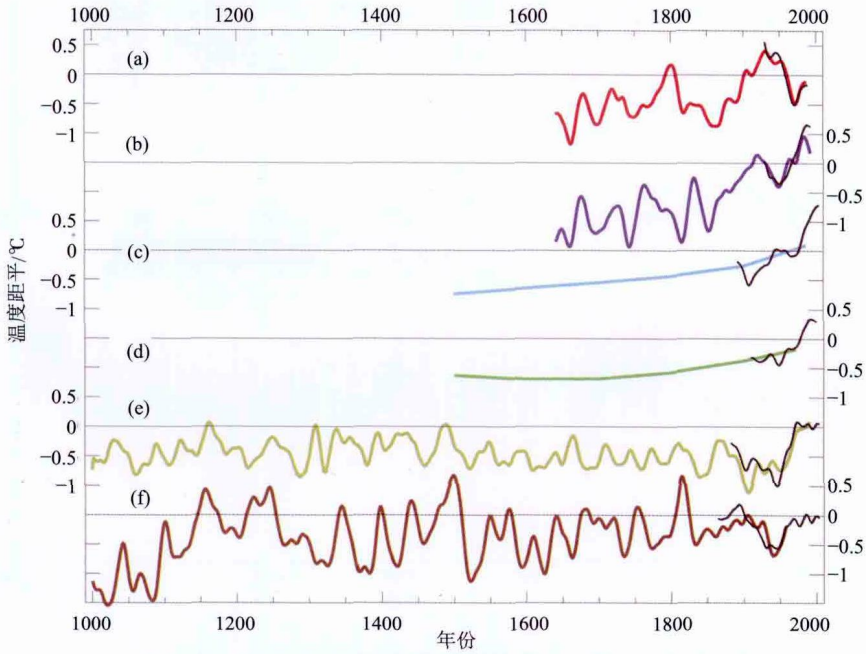


图 3.6　南半球温度变化的区域差异

(a)(b) 基于南美洲巴塔哥尼亚树轮记录重建的年均温序列 (Villalba et al.，2003)；(c) (d) 利用非洲南部、澳大利亚钻孔温度重建的地温变化 (Huang et al.，2000)；(e) (f) 利用澳大利亚塔斯马尼亚、新西兰树轮重建的夏季温度变化 (Cook et al.，2000，2002)

短黑曲线为观测数据，所有序列均为 25 年滑动平均，参考时段为 1960~1990 年

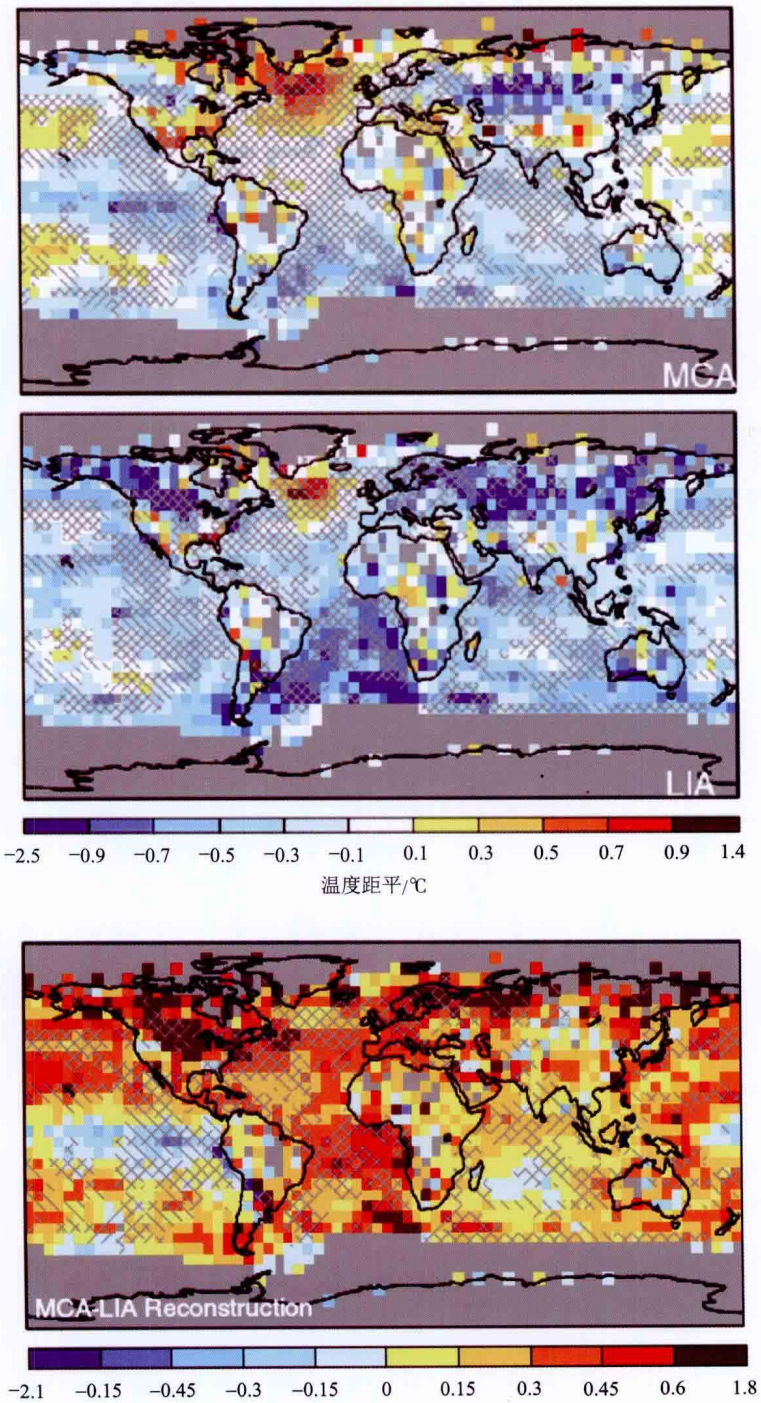


图 3.7　全球中世纪气候异常期 (MCA)、小冰期 (LIA) 温度距平 (基准时段：1961~1990) 及两个时期温度差的空间分布 (MCA-LIA)(Mann et al., 2009)

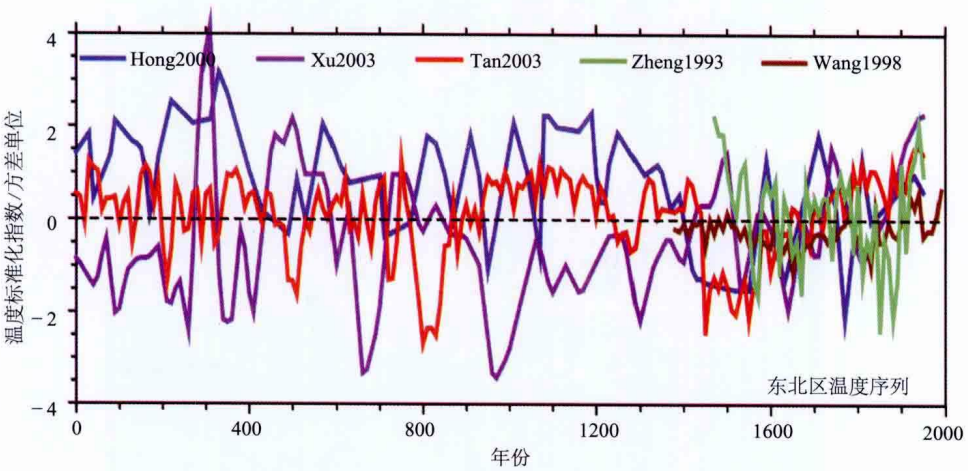


图 4.3　中国东北部地区长度超过 500 年的温度变化序列 (Ge et al., 2010)

图中各序列缩写及简要信息见表 4.2

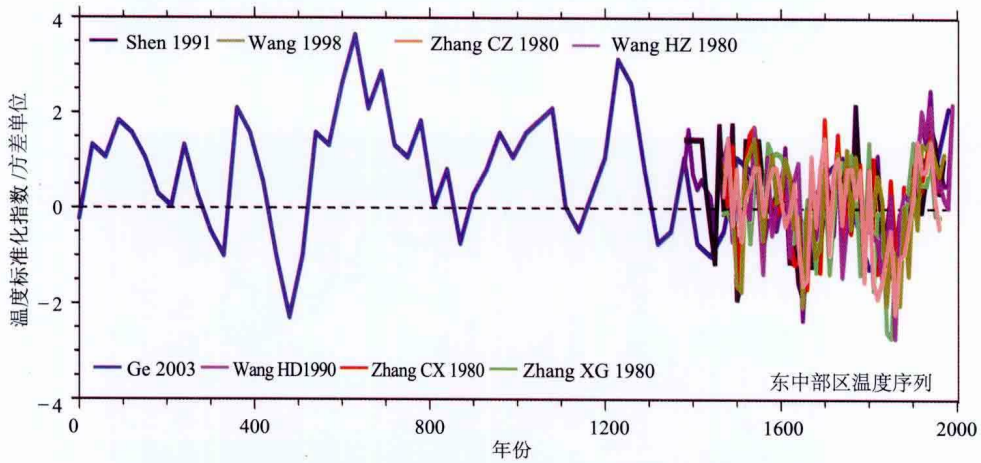


图 4.4　中国东中部地区长度超过 500 年的温度变化序列

图中各序列缩写及简要信息见表 4.2，Ge（2003）序列有修订

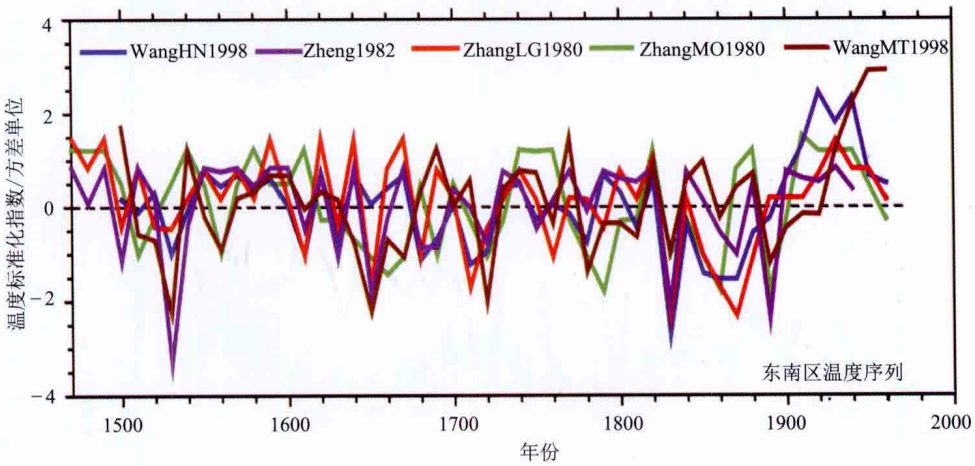


图 4.5　中国东南地区长度超过 500 年的温度变化序列 (Ge et al., 2010)

图中各序列缩写及简要信息见表 4.2

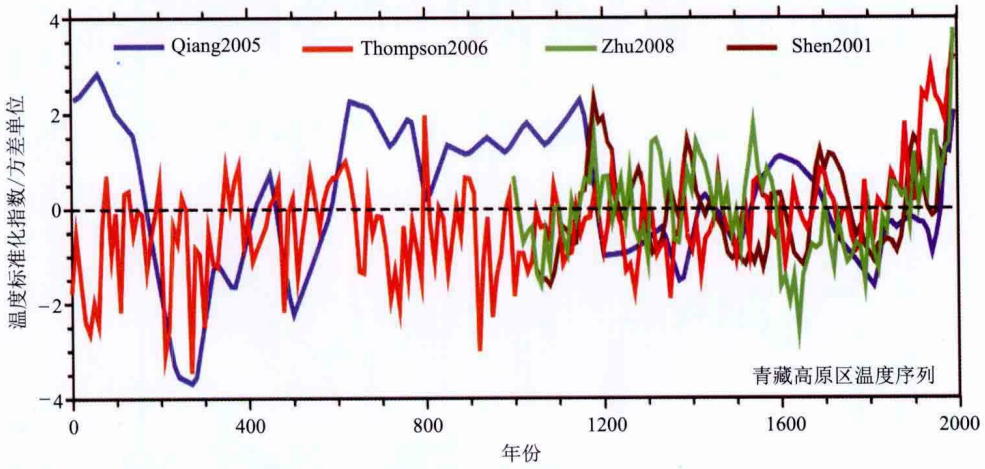


图 4.7　中国青藏高原地区长度超过 500 年的温度变化序列 (Ge et al., 2010)

图中的各序列缩写及简要信息见表 4.2

图版 VIII

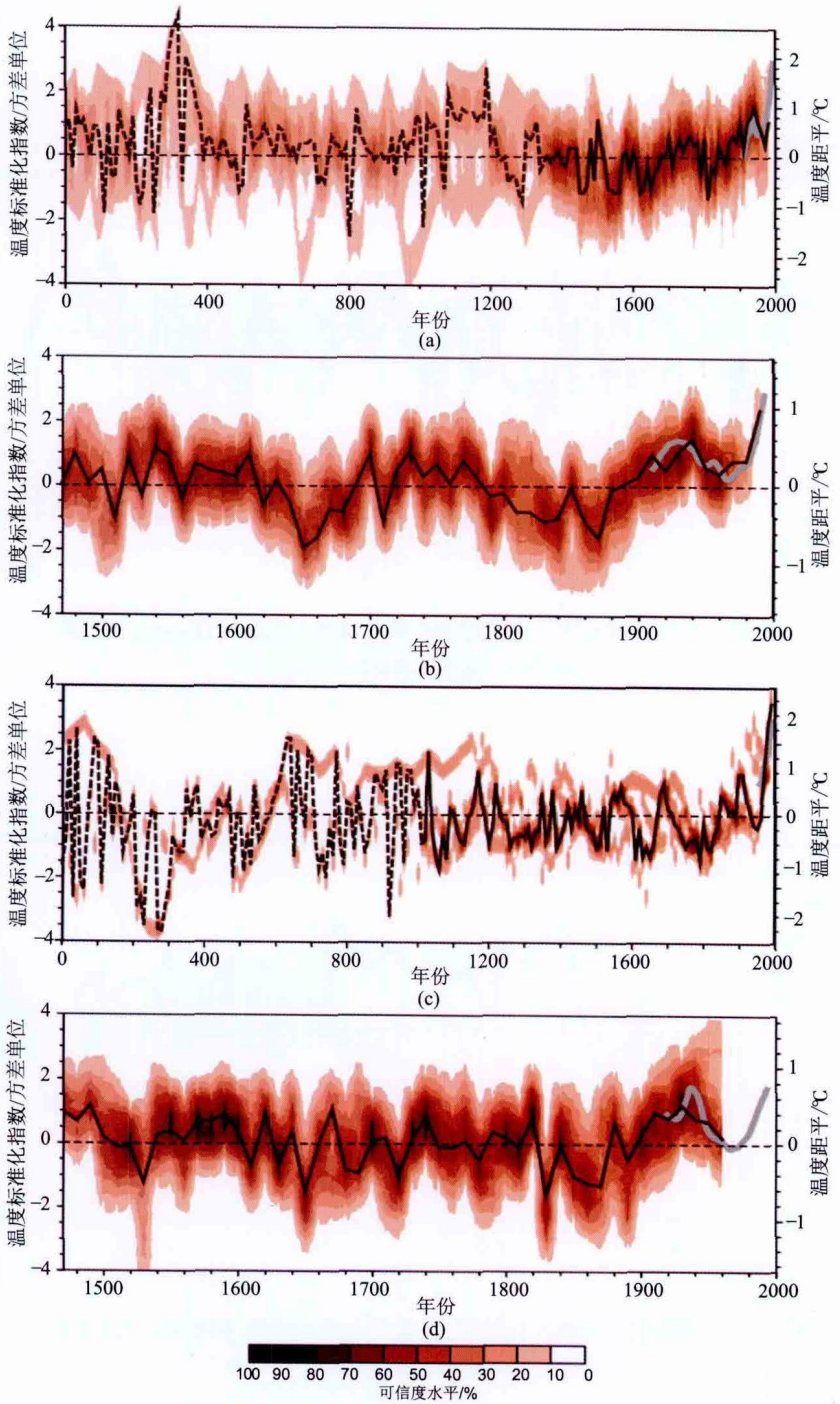


图 4.9　根据包络方法评估的中国各个区域温度变化重建结果的不确定性 (Ge et al., 2010)

(a) 东北区重建结果的评估；(b) 东中部区重建结果的评估；

(c) 青藏高原重建结果的评估；(d) 东南区重建结果的评估

图中黑线为各区的集成序列，其中实线表示达中等以上信度，虚线表示信度不足中等水平；灰线为各区（每个区分别选三个观测记录最长的三个站，详见 Ge et al., 2010）观测记录的年均温度 10 年滑动平均

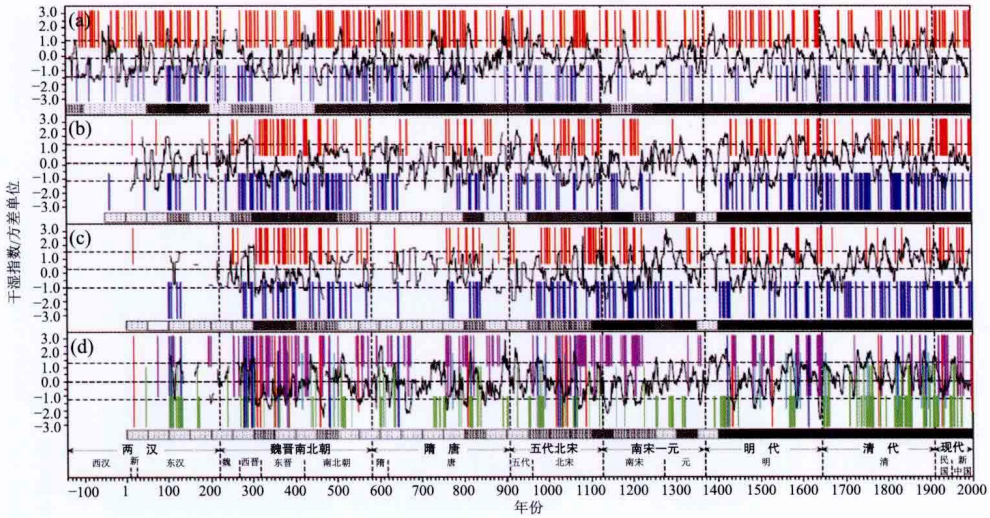


图 4.20　过去 2000 年中国东部地区重大旱涝年份的变化

(a) 华北；(b) 江淮；(c) 江南；(d) 东部

(a)(b)(c) 中的红、蓝色竖线分别表示华北、江淮、和江南地区的大旱、大涝发生年份；(d) 图中的红、蓝色竖线分别表示东部三个地区同时发生大旱、大涝的年份，粉、绿色长竖线分别表示两个区域同时发生大旱、大涝的年份，粉、绿色短竖线分别表示虽一个区域发生旱、涝，但该年整个东部地区的干湿指数超出序列方差 1.282 倍的大旱、大涝年份，蓝绿色短线表示该年既有区域发生大旱，又有区域大涝。(a)(b)(c)(d) 四图中的细黑曲线为各区干湿指数，中间横虚线为各区干湿指数序列 (取公元 1~2000 年) 均值 m，上下横虚线表示 m±1.282s(序列均方差)；下方横柱表示各时段重大旱、涝年统计结果的可信度，颜色从深到浅分别表示 A(完全可信)、B(非常高的信度)、C(高信度)、D(中等信度)、E(低信度) 五个等级，空白表示缺资料

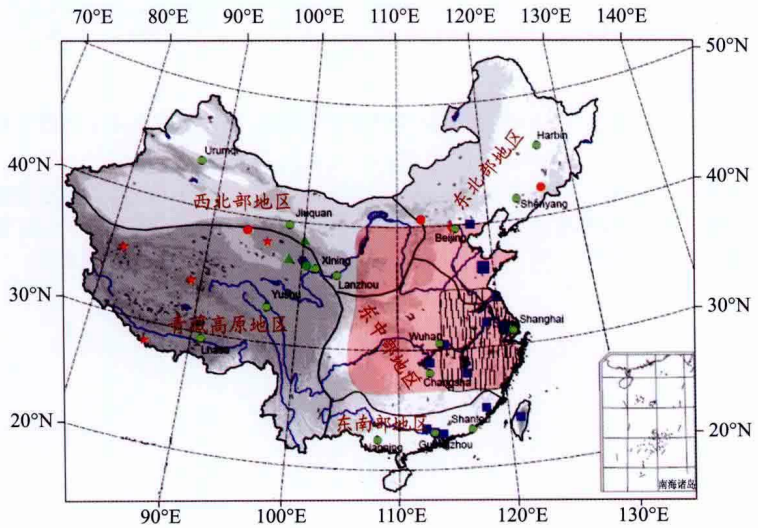


图 12.4　5 个温度变化区域的分布 (Ge et al., 2010)

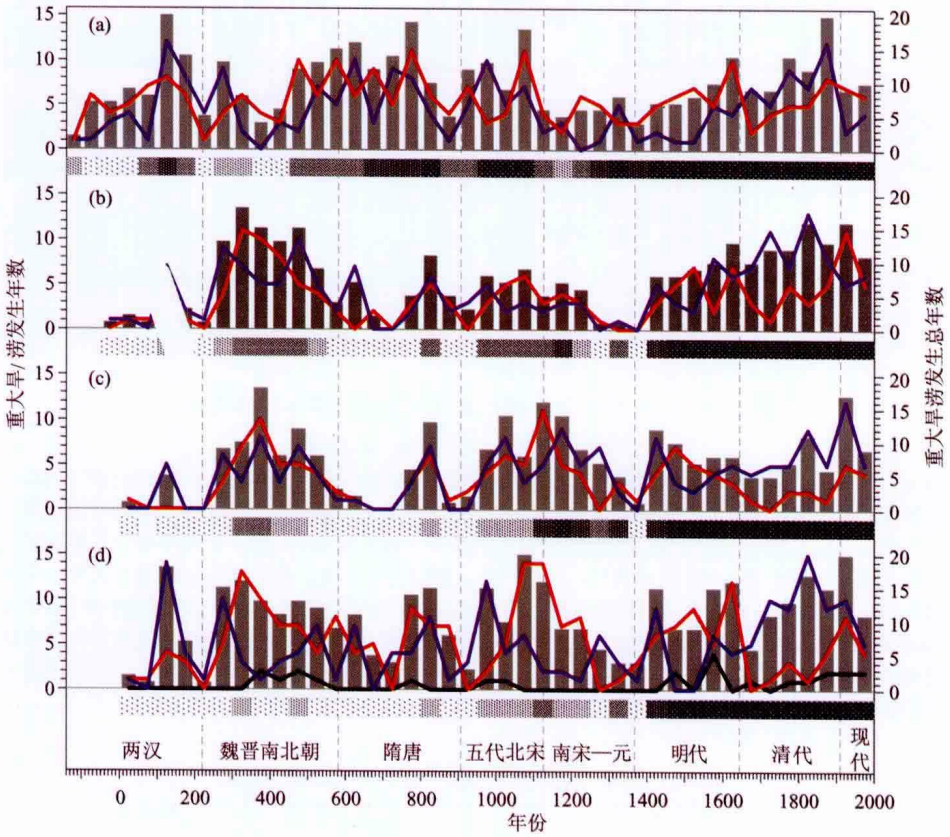


图 4.21　过去 2000 年中国东部地区每 50 年的重大旱、涝事件发生年数变化

(a) 华北；(b) 江淮；(c) 江南；(d) 东部

红线为大旱发生年数，蓝线为大涝发生年数，黑线为东部地区重大旱涝并发年数，灰柱为重大旱涝发生总年数。下方横柱表示各时段重大旱、涝年统计结果的可信度，颜色从深到浅分别表示 A(完全可信)、B(非常高的信度)、C(高信度)、D(中等信度)、E(低信度) 五个等级，空白表示缺资料

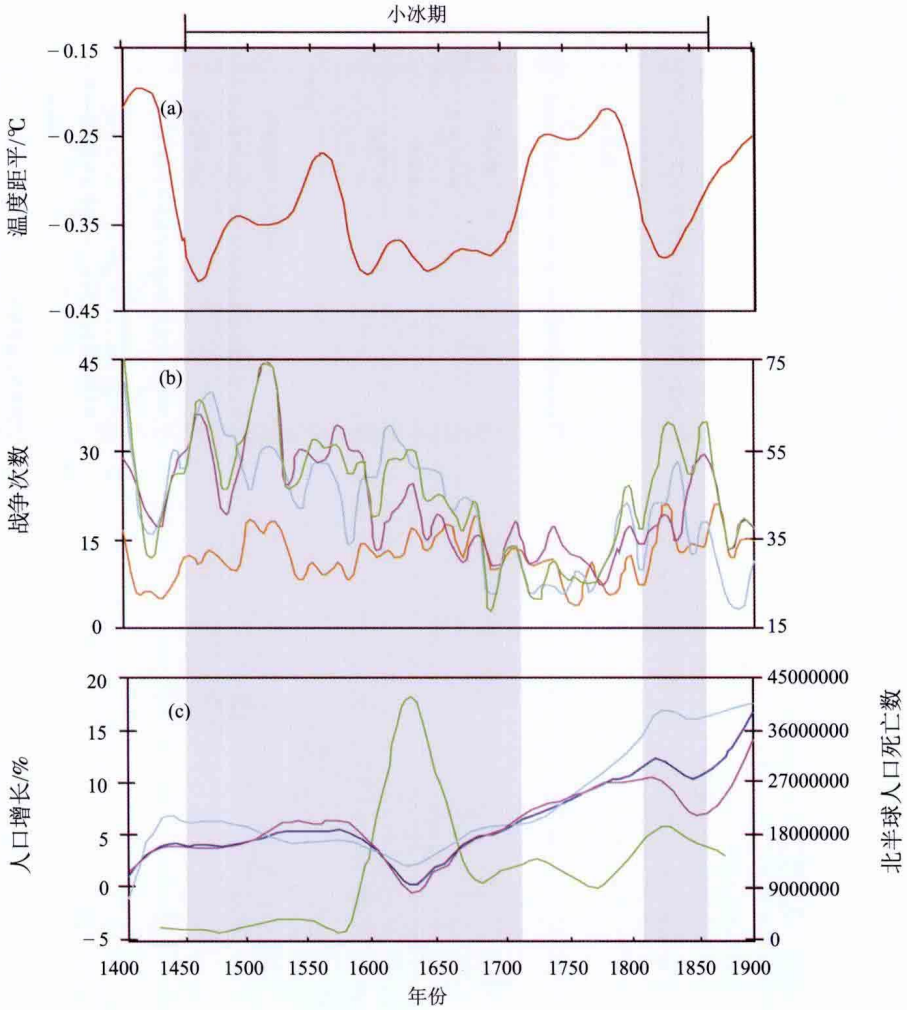
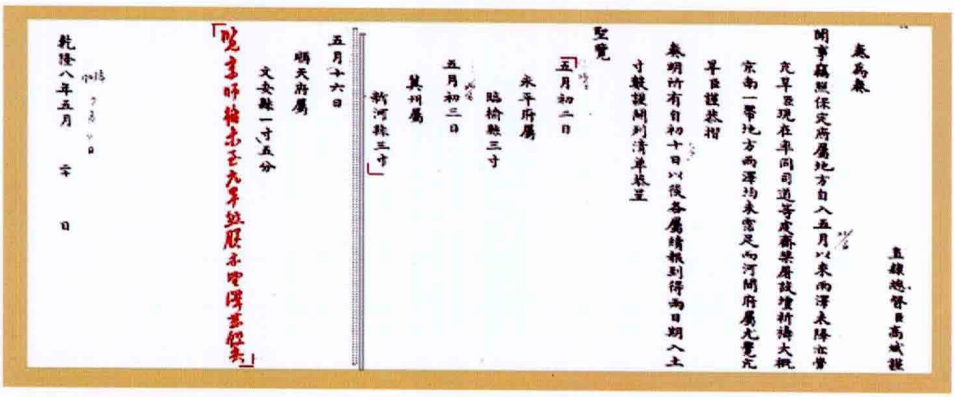
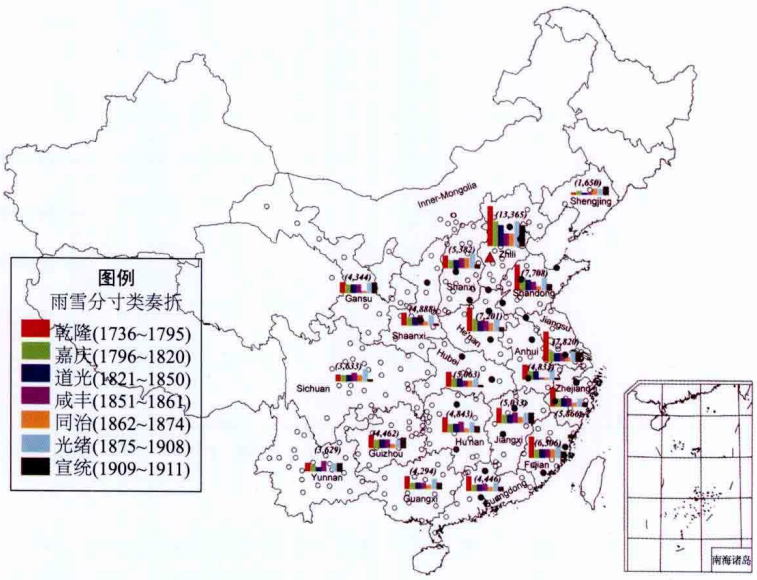


图 11.23　1400~1700 年气候波动与欧亚人口的变化 (Zhang et al., 2007)

(a) 40 年低通滤波后的北半球气温变化值; (b)10 年尺度上的北半球 (亮绿色)、亚洲 (粉红色)、欧洲 (蓝绿色) 及北半球干旱地区 (桔橘色) 的战争数; (c)20 年尺度上的北半球 (蓝色)、欧洲 (蓝绿色) 及亚洲 (粉红色) 人口增长率以及 50 年尺度上的北半球 (亮绿色) 人口死亡数



(a)



(b)

图 12.2　清朝《雨雪分寸》奏折举例及站点分布

(a) 清朝《雨雪分寸》奏折举例；(b) 清朝雨雪分寸记录的站点空间分布

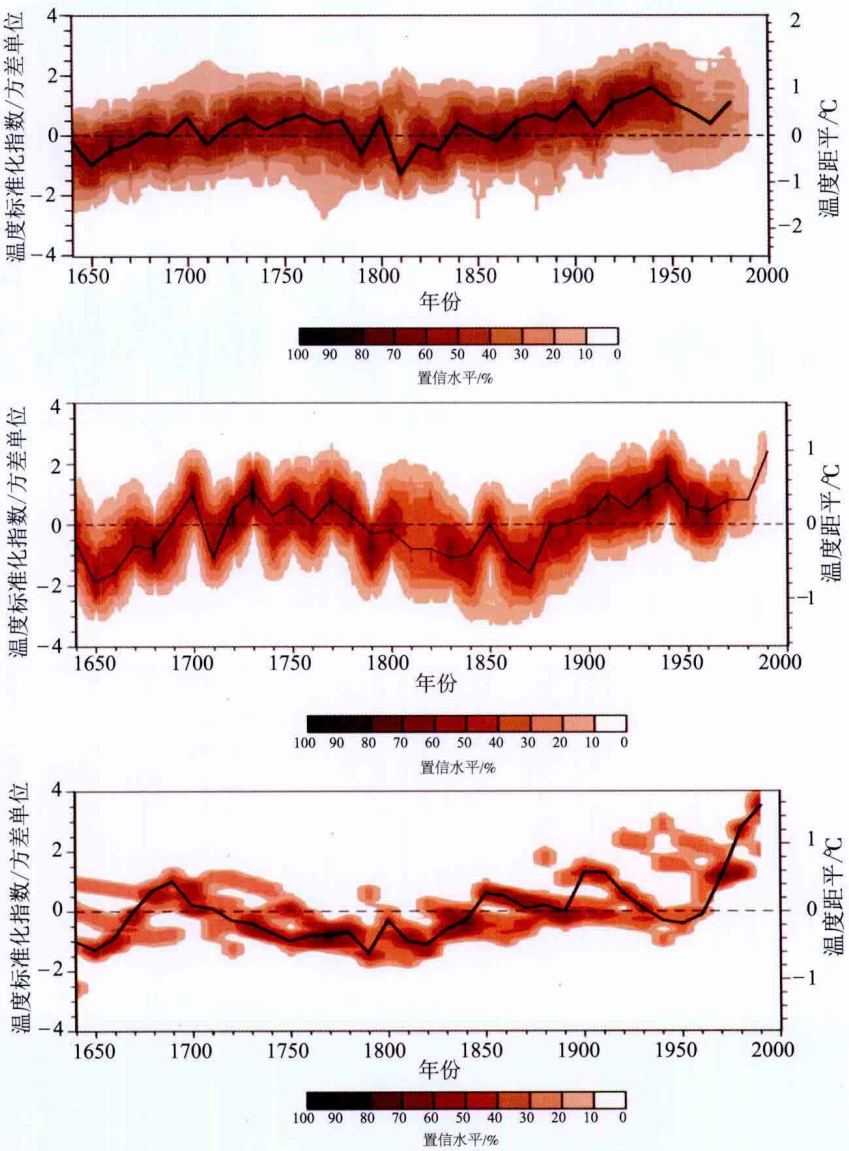


图 12.6　过去 400 年东北（上）、东中部（中）和青藏高原（下）地区温度重建结果综合评估 (Ge et al., 2010)

图版 XIV

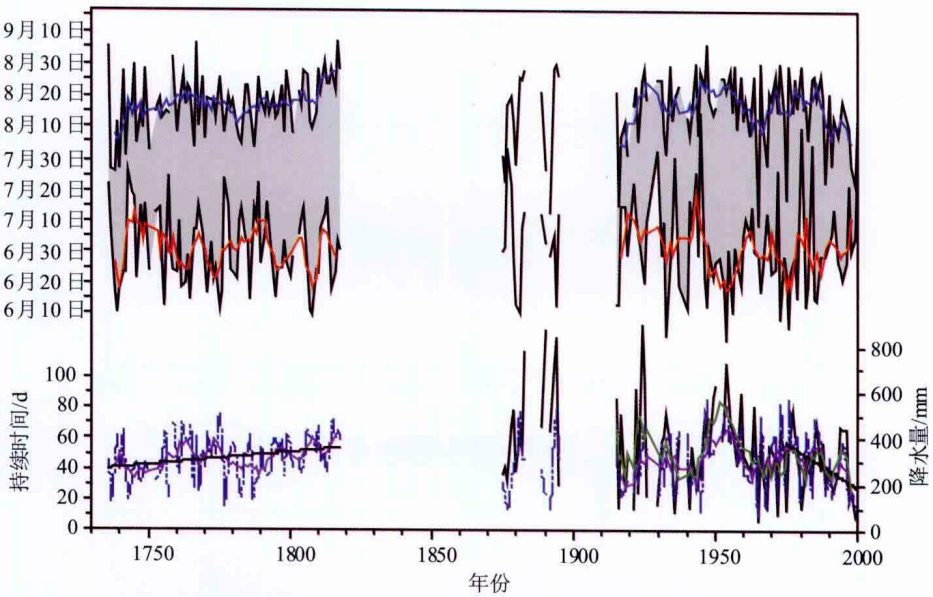


图 12.12　1736~2000 年华北北部（北京、天津和保定）雨季特征量变化 (Wang et al., 2008)

部分年份资料缺失。红线：雨季开始期的 5 年滑动平均。

蓝线：雨季结束期的 5 年滑动动平均。紫线：雨季的长度。绿线：降雨量

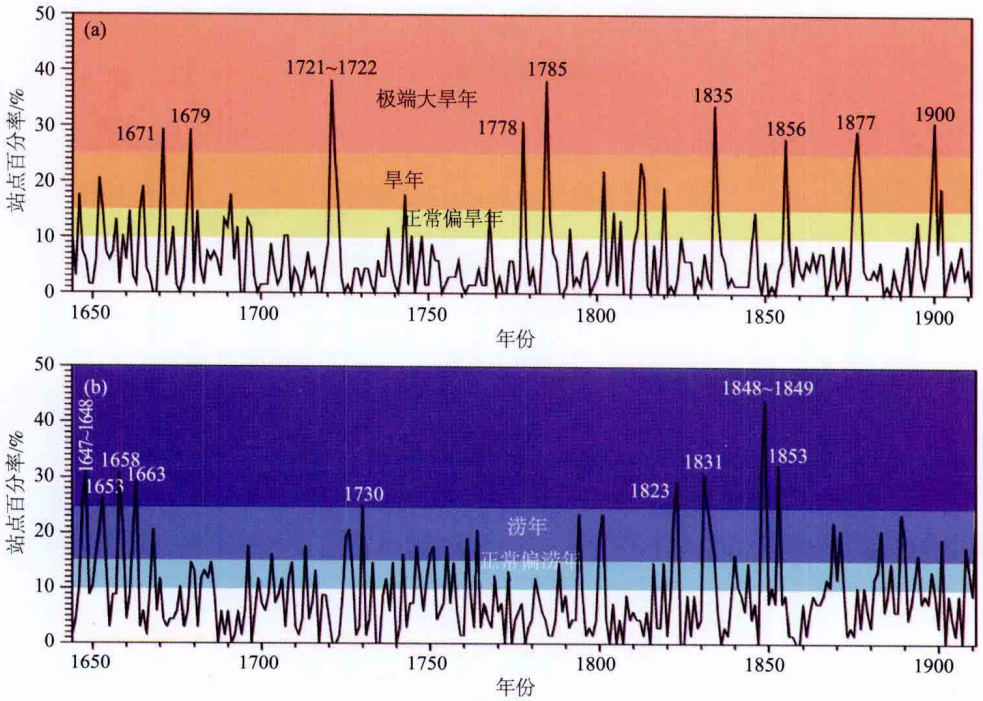


图 12.18　清朝东中部地区旱涝事件年发生率时间分布

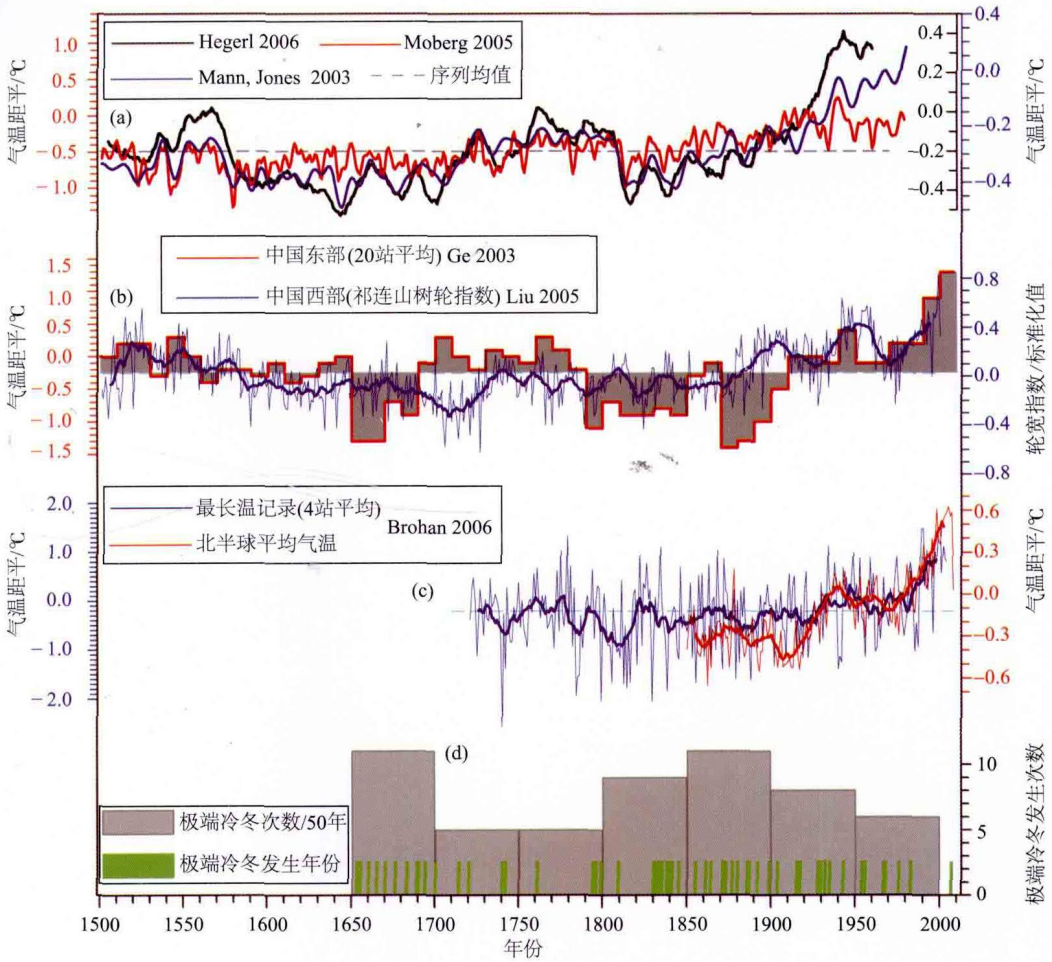


图 12.19　温度变化与极端冷冬事件

(a) 过去 500 年北半球温度变化 (距平值以 1961~1990 年均值为基准)(Hegerl et al., 2006; Moberg et al., 2005; Mann, Jones, 2003)。(b) 过去 2000 年中国东中部地区冬半年温度变化的明清部分 (Ge et al., 2003)(距平值以 1951~1980 年均值为基准，1900~1950 年是作者新近的研究结果，1950~2000 年是经过订正的器测结果) 和过去 500 年西部地区冬半年气温变化序列 (以树轮轮宽标准化值指示温度)(Liu et al., 2005)。红线并柱状是东中部地区，蓝线是西部地区。(c) 世界上观测时间最长的 4 个气象站 (蓝线) 与北半球 (红线) 气温观测记录的气温距平 (相对于 1961~1990 年均值) 变化 (Brohan et al., 2006)。(d)1650 年以来冷冬发生年份及每 50 年的发生次数变化