



侯先光 杨·伯格斯琼 王海峰 冯向红 陈爱林

Hou Xianguang Jan Bergström Wang Haifeng Feng Xianghong Chen Ailin

The Chengjiang Fauna

Exceptionally well-preserved animals from
530 million years ago

澄江动物群

5.3 亿年前的海洋动物

云南科技出版社

Yunnan Science and Technology Press

澄江动物群

5.3 亿年前的海洋动物

The Chengjiang Fauna

Exceptionally well-preserved animals living 530 million years ago

侯先光 杨·伯格斯琼 王海峰 冯向红 陈爱林

Hou Xianguang Jan Bergström Wang Haifeng Feng Xianghong Chen Ailin



云南科技出版社

Yunnan Science and Technology Press

图书在版编目(CIP)数据

澄江动物群: 5.3 亿年前的海洋动物 / 侯先光等著. — 昆明: 云南科技出版社, 1999.5

ISBN 7-5416-1321-5

I. 澄... II. 侯... III. 古动物区 - 云南 - 澄江县 - 寒武纪
IV. Q 915.727.44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 48811 号

书 名: 澄江动物群

5.3 亿年前的海洋动物

作 者: 侯先光 杨·伯格斯琼 王海峰 冯向红 陈爱林

出 版 者: 云南科技出版社(昆明市书林街 100 号, 650011)

责任编辑: 夏映虹 杨新书 陆 勇

责任校对: 叶水金

封面设计: 程舟行

版式设计: 鞠晓英

电脑制作: 昆明雅昌彩色设计制作中心

印 刷 者: 深圳雅昌彩色印刷有限公司

发 行 者: 云南科技出版社

开 本: 850 × 1168 1/16

印 张: 12

字 数: 300 千

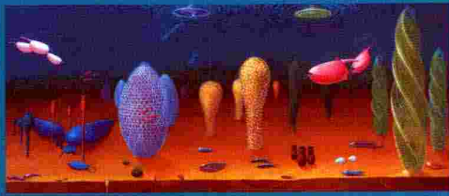
版 次: 1999 年 5 月第 1 版

印 次: 1999 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 0001-2000 册

书 号: ISBN 7-5416-1321-5/Q · 43

定 价: 200.00 元



澄江动物群系中国科学院南京地质古生物研究所侯先光教授经过艰苦的野外工作，于1984年7月1日在云南澄江县首先发现而得名，经由该所科学家及国内外合作者的共同发掘与研究，取得举世瞩目的成果。该发现被国际科学界誉为“20世纪最惊人的发现之一”。它比著名的加拿大寒武世布尔吉斯页岩动物群还要古老1000万年，是探讨地球早期生命起源和进化的独特窗口。澄江动物群生动如实地再现了5.3亿年前海洋生命的壮丽景观和现生动物的原始特征。它表明在5.3亿年前，即寒武纪开始不久，几乎现今的各个动物门——从海绵动物到脊索动物，都出现了各自的代表。这与寒武纪以前动物化石的稀少贫乏和面貌的迥然不同形成了鲜明的对照。澄江动物群的发现表明，寒武纪早期生命爆发式的出现——即“寒武纪大爆发”，比人们原来想像的还要突然得多。澄江动物群的发现与研究已在国内外科学界和公众中引起重大反响。这一动物群的重要发现为丰富生物进化理论提供了珍贵的实证材料，是中华民族对人类文明知识宝库作出的新的重要贡献。



图3 帽天山，这是帽天山西山坡及挖掘场地，1984年7月1日，澄江动物群首先发现于此
Maotianshan, where the Chengjiang fauna was discovered on 1 July 1984.



图4 1998年12月落成的中国科学院澄江化石野外工作站，位于帽天山南坡，坐北朝南，在此向南远眺抚仙湖，视野极为开阔
The Field Station of the Chengjiang Palaeontological Research (Academia Sinica), located on the south slope of Maotianshan. Lake Fuxian can be seen in the distance.



图5 抚仙湖西岸美景
Natural scenery of the west bank of Lake Fuxian



图6 面向西北，澄江小濞田剖面远眺
Looking northwest with the Xiaolantian section in the distance

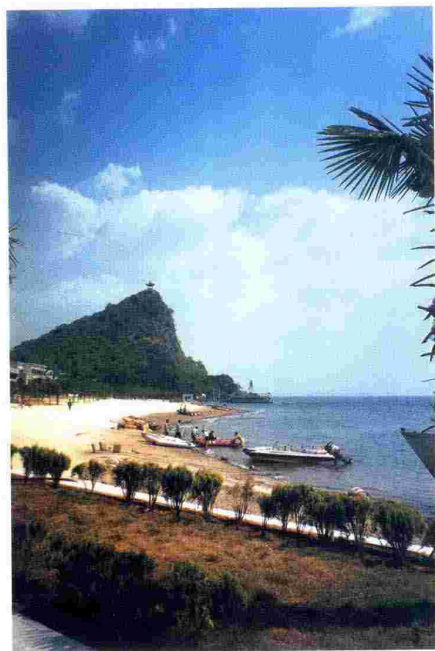


图7 抚仙湖西岸美景
Natural scenery of the west bank of Lake Fuxian



① 小濫田村剖面

② 小濫田村

③ 龙潭村公所



图8 产澄江动物群的澄江小濫田剖面
Collecting the Chengjiang fauna from the Xiaolantian section, Chengjiang.

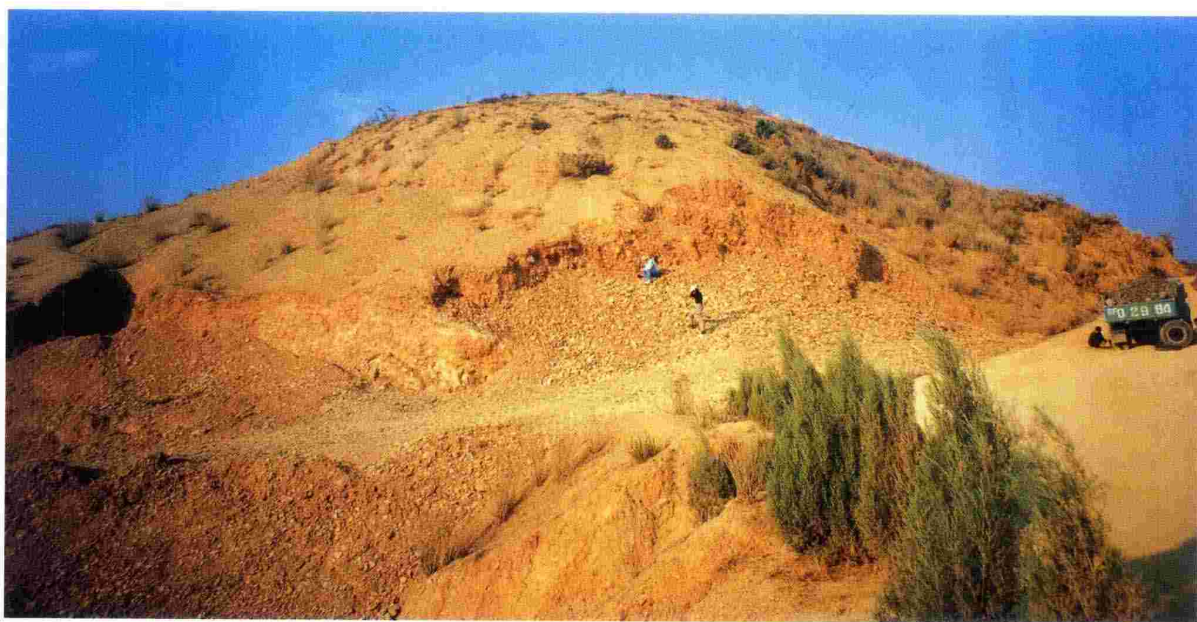
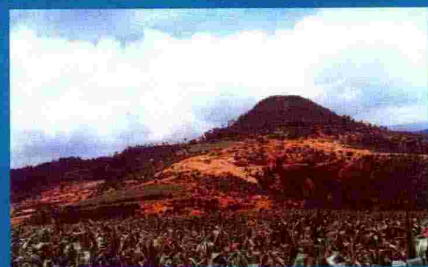


图9 产澄江动物群的澄江马鞍山剖面
The section at Maanshan, Chengjiang, which yields the Chengjiang fauna.



云南澄江帽天山

惊世之发现
人类之瑰宝

周光召

序

化石是地球历史长河中生命进化的直接证据。纵观地球历史中的动物化石记录，主要是容易保存为化石的动物的硬体骨骼，而动物的软体部分或没有硬骨骼的动物一般难以保存为化石。本书所介绍的恰是以举世罕见的保存完美的软躯体化石而驰名中外的澄江动物群。

澄江动物群系中国科学院南京地质古生物研究所侯先光教授经过艰苦的野外工作，于1984年7月1日在云南澄江县首先发现而得名，经由该所科学家及国内外合作者的共同发掘与研究，取得举世瞩目的成果。该发现被国际科学界誉为“20世纪最惊人的发现之一”。它比著名的加拿大中寒武世布尔吉斯页岩动物群还要古老1000万年，是探讨地球早期生命起源和进化的独特窗口。澄江动物群生动如实地再现了5.3亿年前海洋生命的壮丽景观和现生动物的原始特征。它表明在5.3亿年前，即寒武纪开始不久，几乎现今的各个动物门——从海绵动物到脊索动物，都出现了各自的代表。这与寒武纪以前动物化石的稀少贫乏和面貌的迥然不同形成了鲜明的对照。澄江动物群的发现表明，寒武纪早期生命爆发式的出现——即“寒武纪大爆发”，比人们原来想像的还要突然得多。澄江动物群的发现与研究已在国内外科学界和公众中引起重大反响。这一动物群的重要发现为丰富生物进化理论提供了珍贵的实证材料，是中华民族对人类文明知识宝库作出的新的重要贡献。

本书是侯先光教授等经过16年的深入细致研究成果的总结，它以浅显易懂的文字和精美的图片，让读者共同目睹这一5.3亿年前的海洋动物世界的图景，共同思考遥远的原始生命及其寒武纪大爆发意义，以及生命起源与快速演化的原因。

中国科学院院长



1999年5月



图1 1991年11月22日，侯先光和杨·伯格斯琼教授在斯德哥尔摩接受瑞典记者采访，杨·伯格斯琼教授拿着他构思并设计的澄江动物群生态复原图说：这幅图是他献给澄江动物群的一件礼物

Professor Jan Bergström and Hou Xiguang were interviewed by a Swedish reporter on 22 November 1991. Jan Bergström had in his hand an ecological reconstruction of the Chengjiang fauna that he presented with the words: "this is one of my gifts to the Chengjiang fauna".

前 言

Preface

从人类在地球上出现到现在大约经历了 200 万年的历史，最早的哺乳动物出现在大约两亿年前，最早的爬行动物出现在大约 3 亿年前，最早的鱼类出现在大约 4 亿年前，而这本书介绍的是生活在 5.3 亿年前的海洋动物——澄江动物群。澄江动物群的地质时代为寒武纪早期，因此，澄江动物群是寒武纪大爆发的产物。澄江动物群使我们惊奇地发现，在地球上生活的现代各个动物门类几乎在寒武纪大爆发时同时产生。它们是地球上最为古老、最为原始的现代生命记录，在更古老的地层中还从没有发现过这样的动物遗骸。这些原始的生命是那么脆弱，它们中的大部分都没有硬化骨骼，仅仅由软组织组成。它们一旦死亡，一阵风浪可以把它们击得粉碎；细菌分解数小时就可以使它们面目全非，乃至化为乌有；食肉动物的吞食也可以使它们在顷刻间消失得无影无踪。虽然经历了 5.3 亿年的漫长历史，可是澄江动物群各类动物化石却保存得如此完整精美，栩栩如生。因此，在我国发现的这些化石显得尤为珍贵，具有重大科学价值。通过本书，让我们来共同目睹 5.3 亿年前海洋原始生命的壮丽景观。

澄江动物群因 1984 年首先发现于云南省澄江县而得名（图 22）。澄江县山水秀，位于昆明市东南 56 公里，交通极为方便，1 小时 20 分钟的车程即可到达县城。县城位于青山环绕的高原深湖——抚仙湖湖畔（图 5, 7），抚仙湖已开发为风景旅游区。现已查明，澄江动物群分布很广，整个滇东地区均有发现（图 22）。

1987 年 4 月，陶南生副所长代表中国科学院南京地质古生物研究所召开了新闻发布会，公布了这一重大发现。中央电视台、中央人民广播电台、《人民日报》、《光明日报》、《文汇报》等国内重要新闻媒体均对这一新闻作了报道。澄江动物群的发现，引起国际科学界的轰动，被国际科学界称为“20 世纪最惊人的发现之一”。这一发现，也成为国际重要新闻媒体报道的热点，美国、法国、英国、德国、瑞典、加拿大、巴西、俄罗斯等国的重要新闻媒体对该发现都作了大量报道。

在澄江动物群被发现之前，1909 年发现的加拿大中寒武世布尔吉斯页岩动物群一直被认为是世界上最著名的化石遗址，其化石被科学界视为论述生命起源和早期演化的重要依据。1981 年，其化石原产地被联合国教科文组织批准为“世界文化遗产遗址”。

著名化石动物群的发现往往是偶然的，但偶然性隐育着必然性，偶然和必然又是对立的统一。美国地质调查所所长 Charles D. Walcott 是一位著名职业古生物学家，在发现加拿大布尔吉斯页岩动物群之前，他已在北美地区调查、采集了 40 余年寒武

纪的化石。1909年8月，包括他的妻子和两个儿子在内的一队人马，在加拿大落基山脉经过了长期的野外工作后，准备结束工作返回前，在布尔吉斯峡谷寻找化石。1909年8月底的一天，当这一队人马正沿着山中小道行走的时候，Walcott夫人骑的马被路边一块石头绊了一下。职业的责任和兴趣使Walcott立即下马，劈开了那块石头。奇迹出现了，一块保存软体附肢的化石闪着银光显现在黑色石块劈开面上。Walcott立即命令人马停止行进，就地支起帐篷，安营扎寨。1909年8月31日，Walcott记录了这一重大发现。Walcott充分意识到他的发现的重大意义，他十分激动，接下来的任务是必须要找到这块滚石的原来出处和层位。但这时已是北美的秋天，寒气袭人，他们只好长途跋涉返回美国华盛顿。第二年，即1910年夏，60岁高龄的Walcott不远千里，专门来到原来地点，终于在远离山路的陡壁上找到了原层位。他连续4年每年来此大规模采集，直到1917年，67岁的他还在这个人迹罕至的地方工作了50天。为了一块普普通通的石头，如果Walcott当时懒得下马，那么对于已经59岁的他，可以说一生便与这一重大发现无缘。古老生命的遗体形成为化石保存在岩石里，但只有劈开岩石，才能使之暴露和被发现。从这种意义上说，化石的发现都具有某种偶然性。人们也可以说Walcott十分幸运、巧合，一榔头即发现了布尔吉斯页岩动物群。尽管在1909年Walcott仅发现了一块保存软体附肢的标本，但是，世界科学界无不认为这一重大发现的时间是在1909年，无不认为这一重大发现是Walcott长期艰辛野外工作的结晶。英国古生物学家



Whittington 在《The Burgess Shale》一书中感慨道：“这一最著名的发现是对 Walcott 长期勤奋寻找、采集化石的回报。”

对于一位古生物科学工作者来说，野外工作中最幸福的事就是发现有科学价值的化石。正如前面介绍的加拿大中寒武世布尔吉斯页岩动物群的发现一样，这种发现常常是出乎意料的，也常常出现在伴随着疲劳、饥渴状态下，它给人所带来的是一种意想不到和异乎寻常的惊喜。1984年7月1日，这是一个值得纪念的日子。这一天，已经在野外工作了20余天的侯先光经过艰苦而细致的工作，在云南澄江帽天山（图2，3）从发现纳罗虫的头甲开始，连续发现了多个不同类型的保存软体附肢的动物化石，侯先光激动得不能入睡，大规模采集保存软体附肢化石的工作由此展开（参见发现章节）。职业的责任、细心、敏感及其吃苦耐劳，实际上是敲开发现澄江动物群大门的真谛。

澄江动物群发现之后所带来的兴奋激励着侯先光继续进行野外发掘工作，之后每天均有激动人心的标本被发现，就这样他全身心投入不断地发掘、寻找新的化石点。至1990年，侯先光已在云南野外工作累计400余天，采集了大量珍贵标本。1990年之前所发表的所有有关澄江动物群的文章所用标本，都是这期间采集的。此外，还积存了大量有科学价值的标本，其中包括许多新的动物类型，均需逐一深入研究。澄江动物群发现之后，国际科学界根据澄江动物群化石精美绝伦的保存及其动物的多样性，对澄江动物群的发现给予了高度评价。古生物学科作为一门

帽天山



图2 澄江帽天山远眺及帽天山以北地形

View of the terrain looking north with Maotianshan, Chengjiang in the far distance.

自然科学, 在收集、积存大量的标本之后, 不仅仅只是展示它们的精美保存, 而是应对每块有价值的标本作深入细致的研究, 以此来揭示它们蕴涵的科学意义。

如果说自 1984 年澄江动物群发现以来前六七年是侯先光大规模收集标本并对典型常见的澄江动物化石作报道性研究的话, 那么 1990 年之后的七八年间则是侯先光转入深入细致的研究阶段, 以揭示澄江动物群发现的科学意义。在世界著名古生物学家、瑞典皇家科学院院士、研究软躯体动物群专家杨·伯格斯特琼 (Jan Bergström) 直接参与下, 经过七八年潜心研究, 侯先光在国际 SCI 所引用的著名刊物上发表了澄江动物群各主要动物门类系统性、综合性的研究, 修正了前人对某些化石研究的错误, 揭示了许多科学新观点、新发现。例如, 怪诞虫和大型奇虾类动物原来都是加拿大布尔吉斯页岩动物群中的著名动物。它们之所以著名, 从给它们的命名也可以看出, 是因为它们的身体构造奇怪而不可思议。澄江动物群中也产有同类动物 (图 79, 80; 91, 92, 93), 且比加拿大布尔吉斯页岩动物群保存得更加完好。我们的研究表明, 怪诞虫是背、腹倒置的研究错误 (Hou & Bergström, 1995); 而大型奇虾类动物也不是腹部无腿的奇异庞然大物, 它们的腹部均具有粗壮发达的双支型腿肢 (Hou et al., 1995) (图 77, 78), 最近发现的带刺奇虾虫标本, 也证明了这一特征。这些研究, 是解决几十年来困扰古生物学界难题之突破性进展。我们对古蠕虫类 (图 59, 60) 不是环节动物的认识 (Hou & Bergström, 1991) 及其澄江节肢动物系统性、综合性研究专著的出版 (Hou & Bergström, 1997) 等, 都使澄江动物群发现所引起的新闻轰动提高到科学理论的认识水平。该书对某些重要化石不同认识观点之原因, 也作了交代。例如, 有关云南虫是脊索动物、半索动物、既不是脊索也不是半索动物这三种不同观点所产生的原因, 均作了说明。

在对澄江动物群各类化石的研究中, 我们对每块有价值的标本作了仔细解剖, 对解剖所暴露的每一构造细节, 利用显微镜描绘仪进行绘图并加以解释。在深入研究的基础上, 对各类动物构造作了复原图。对一个动物的再造复原, 应是深入研究成果的最后结晶。本书系统介绍了澄江动物群中 10 多个门类的 86 种动物代表, 从门一级的高级分类单位到属一级分类都详细列出, 包括命名者及命名年代, 这在其他很专业的文献中也难以查找到。为了让大家系统了解澄江动物群, 本书对有关的地球历史背景作了简单介绍, 对早期生命科学有关难题也作了说明。本书还详细介绍了澄江动物群的发现过程。澄江动物群已发现了 16 年, 编撰本书旨在反映多年重要的研究成果以及最新研究成果及动向, 不仅对于专业人员具有参考价值, 而且对于希望了解和认识澄江动物群的广大读者, 也具有阅读和参考价值。书中错误在所难免, 敬请读者批评指正。

澄江动物群发现后, 其研究得到中国科学院、国家自然科学基金委员会、国家科技部、瑞典皇家科学院、瑞典 Crafoord 基金会、瑞典 NFR、瑞典 Almén 基金会的资助; 野外工作中得到云南省政府、玉溪市政府、澄江县政府各级领导的帮助, 在此深表感谢!

目 录

Contents

一	地质历史的划分	
	Division of Geological time	1
二	地球早期生命演化	
	Evolution of Early Life on Earth	6
三	寒武纪及寒武纪大爆发	
	Cambrian and the Cambrian Explosion	11
四	澄江动物群的发现及研究	
	Discovery and study of the Chengjiang Fauna	16
五	澄江动物群的分布及地质背景	
	Distribution and Geological Setting of the Chengjiang Fauna	25
六	前寒武系—寒武系过渡地层层序	
	Stratigraphy across the Precambrian-Cambrian Boundary	28
七	澄江动物群意义	
	Significance of the Chengjiang Fauna	33
八	澄江动物群群落特征	
	Characteristics of the Chengjiang Faunal Community	36
九	澄江动物群系统古生物学	
	Systematic Palaeontology of the Chengjiang Fauna	40
	(一) 多孔动物门	
	Phylum Porifera Grant, 1872	40
	斜针麦粒海绵	
	<i>Triticispongia diagonata</i> Mehl et Reitner, in Steiner et al., 1993	40
	密集鬃毛海绵	
	<i>Saetaspongia densa</i> Mehl et Reitner, in Steiner et al., 1993	40
	辐射小斗篷海绵	
	<i>Choiarella radiata</i> Rigby et Hou, 1995	42

小濫田斗篷海绵 (新种)	
<i>Choia xiaolantianensis</i> sp. nov.	43
小块肠状海绵	
<i>Allantospongia mica</i> Rigby et Hou, 1995	44
次圆柱形细丝海绵	
<i>Leptomitus teretiusculus</i> Chen, Hou et Lu, 1989	45
锥形小细丝海绵	
<i>Leptomitella conica</i> Chen, Hou et Lu, 1995	46
网状拟小细丝海绵	
<i>Paraleptomitella dictyodroma</i> Chen, Hou et Lu, 1989	47
球状拟小细丝海绵	
<i>Paraleptomitella globula</i> Chen, Hou et Lu, 1989	48
对角四层海绵	
<i>Quadrolaminiella diagonalis</i> Chen, Hou et Li, 1990	49
(二) 栉水母动物门	
Phylum Ctenophora Eschscholtz, 1829	50
中国先光海葵	
<i>Xianguangia sinica</i> Chen et Erdtmann, 1991	50
八瓣帽天囊水母	
<i>Maotianoascus octonarius</i> Chen et Zhou, 1997	52
(三) 线形虫动物门	
Phylum Nematomorpha Vejdovsky, 1866	53
晋宁环饰蠕虫	
<i>Cricocosmia jinningensis</i> Hou et Sun, 1988	53
中国古蠕虫	
<i>Palaeoscolex sinensis</i> Hou et Sun, 1988	55
圆筒帽天山蠕虫	
<i>Maotianshania cylindrica</i> Sun et Hou, 1987	56
(四) 鳃曳动物门	
Phylum Priapulida Delage et Hérouard, 1897	58
小古鳃曳虫 (新属新种)	
<i>Palaeopriapulites parvus</i> gen. et sp. nov.	58
海口始鳃曳虫 (新属新种)	
<i>Protopriapulites haikouensis</i> gen. et sp. nov.	59
锥形原始管虫 (新属新种)	
<i>Archotuba conoidalis</i> gen. et sp. nov.	61
晋宁似管虫 (新属新种)	
<i>Paraselkirkia jinningensis</i> gen. et sp. nov.	63

(五) 动吻动物门?		
Phylum Kinorhyncha Reinhard, 1887?		65
云南似皮托虫		
<i>Parapeytoia yunnanensis</i> Hou, Bergström et Ahlberg, 1995		65
帚刺奇虾虫		
<i>Anomalocaris saron</i> Hou, Bergström et Ahlberg, 1995		67
优美瓜肢虫		
<i>Cucumericus decoratus</i> Hou, Bergström et Ahlberg, 1995		67
双肢抱怪虫		
<i>Amplectobelua symbrachiata</i> Hou, Bergström et Ahlberg, 1995		68
(六) 叶足动物门		
Phylum Lobopodia Snodgrass, 1938		69
长足罗哩山虫		
<i>Luolishania longicruris</i> Hou et Chen, 1989		69
中华微网虫		
<i>Microdictyon sinicum</i> Chen, Hou et Lu, 1989		71
强壮怪诞虫		
<i>Hallucigenia fortis</i> Hou et Bergström, 1995		73
链状心网虫		
<i>Cardiodictyon catenulum</i> Hou, Ramsköld et Bergström, 1991		74
凶猛爪网虫		
<i>Onychodictyon ferox</i> Hou, Ramsköld et Bergström, 1991		76
(七) 腕足动物门		
Phylum Brachiopoda Dumeril, 1806		78
马龙鳞舌形贝		
<i>Lingulepis malongensis</i> Rong, 1974		78
澄江龙潭村贝		
<i>Longtancunella chengjiangensis</i> gen. et sp. nov.		80
澄江小舌形贝		
<i>Lingulella chengjiangensis</i> Jin, Hou et Wang, 1993		81
东方日射水母贝		
<i>Heliomedusa orientalis</i> Sun et Hou, 1987		83
(八) 软体动物门?		
Phylum Mollusca Cuvier, 1797?		84
丰满线带螺		
<i>Linevitus opimus</i> Yu, 1974		84
云南薄氏螺 (新种)		
<i>Burithes yunnanensis</i> sp. nov.		85

巨大偶线带螺	
<i>Ambrolinevitus maximus</i> Jiang, 1982	85
腹脊偶线带螺	
<i>Ambrolinevitus ventricosus</i> Qian, 1978	86
(九) 节肢动物超门	
Superphylum Arthropoda Siebold et Stannius, 1845	87
延长抚仙湖虫	
<i>Fuxianhuia protensa</i> Hou, 1987	87
长形澄江虾	
<i>Chengjiangocaris longiformis</i> Hou et Bergström, 1991	89
叶肢东山虾	
<i>Dongshanocaris foliiformis</i> (Hou et Bergström, 1998)	90
锥形小体虾	
<i>Pisinnocaris subconigera</i> Hou et Bergström, 1998	91
光滑加拿大虫	
<i>Canadaspis laevigata</i> Hou et Bergström, 1991	92
迷人林乔利虫	
<i>Leancoilia illecebrosa</i> (Hou, 1987)	94
多节尖峰虫	
<i>Jianfengia multisegmentalis</i> Hou, 1987	97
叶尾强钳虫	
<i>Fortiforceps foliosa</i> Hou et Bergström, 1997	99
卵形耙肢虾	
<i>Occacaris oviformis</i> Hou, 1999	100
强大剪肢虾	
<i>Forfexicaris valida</i> Hou, 1999	101
耳形等刺虫	
<i>Isoxys auritus</i> (Jiang, 1982)	101
奇异等刺虫	
<i>Isoxys paradoxus</i> Hou, 1987	102
寒武假尤利虫	
<i>Pseudoiulia cambriensis</i> Hou et Bergström, 1998	103
卵形小川滇虫	
<i>Chuandianella ovata</i> (Li, 1975)	103
翼尾盾虾	
<i>Clypecaris pteroidea</i> Hou, 1999	105
澄江融壳虫	
<i>Combinivalvula chengjiangensis</i> Hou, 1987	106
宽尾叶奥代雷虫?	
<i>Odaraia? eurypetala</i> Hou et Sun, 1988	107

大型梳虾	
<i>Pectocaris spatiosa</i> Hou, 1999	108
长尾纳罗虫	
<i>Naraoia longicaudata</i> Zhang et Hou, 1985	110
刺状纳罗虫	
<i>Naraoia spinosa</i> Zhang et Hou, 1985	113
异形网面虫	
<i>Retifacies abnormalis</i> Hou, Chen et Lu, 1989	115
盾状小鳞片虫	
<i>Squamacula clypeata</i> Hou et Bergström, 1997	117
宽跨马虫	
<i>Kuamaia lata</i> Hou, 1987	119
古盾形虫	
<i>Skioldia aldna</i> Hou et Bergström, 1997	121
膜状谜虫	
<i>Saperion glumaceum</i> Hou, Ramsköld et Bergström, 1991	122
镜眼海怪虫	
<i>Xandarella spectaculum</i> Hou, Ramsköld et Bergström, 1991	123
月形中华疑虫	
<i>Sinoburius lunaris</i> Hou, Ramsköld et Bergström, 1991	125
中间型古莱得利基虫	
<i>Eoredlichia intermedia</i> (Lu, 1940)	127
云南云南头虫	
<i>Yunnanocephalus yunnanensis</i> (Mansuy, 1912)	128
丘疹关杨虫	
<i>Kuanyangia pustulosa</i> (Lu, 1941)	129
锯齿刺节虫	
<i>Acanthomeridion serratum</i> Hou, Chen et Lu, 1989	130
楔形古虫	
<i>Vetulicola cuneatus</i> Hou, 1987	131
困惑斑府虫	
<i>Banffia confusa</i> Chen et Zhou, 1997	132
朵氏小昆明虫	
<i>Kunmingella douvillei</i> (Mansuy, 1912)	133
等称尾头虫	
<i>Urokodia aequalis</i> Hou, Chen et Lu, 1989	135
中国似古节虫 (新属新种)	
<i>Parapaleomerus sinensis</i> gen. et sp. nov.	136
大云南虾	
<i>Yunnanocaris megista</i> Hou, 1999	137

云南鳃虾虫?	
<i>Branchiocaris? yunnanensis</i> Hou, 1987	137
(十) 棘皮动物门	
Phylum Echinodermata Klein, 1734	138
云南寒武海百合 (新属新种)	
<i>Cambrofengia yunnanensis</i> gen. et sp. nov.	138
(十一) 分类位置不定类群	
Uncertain taxa	140
真形伊尔东体	
<i>Eldonia eumorpha</i> (Sun et Hou, 1987)	140
大轮盘体	
<i>Rotadiscus grandis</i> Sun et Hou, 1987	142
疑惑小瘤面体	
<i>Parvulonoda dubia</i> Rigby et Hou, 1995	143
奇妙足杯虫	
<i>Dinomischus venustus</i> Chen, Hou et Lu, 1989	144
云南火把虫	
<i>Facivermis yunnanicus</i> Hou et Chen, 1989	146
铅色云南虫	
<i>Yunnanozoon lividum</i> Hou, Ramsköld et Bergström, 1991	148
壳头马鞍山虫 (新属新种)	
<i>Maanshania crusticeps</i> gen. et sp. nov.	150
帽天无饰蠕虫	
<i>Acosmia maotiania</i> Chen et Zhou, 1997	151
瓣状九村虫 (新属新种)	
<i>Jiucunia petalina</i> gen. et sp. nov.	152
枝状棘丛虫 (新属新种)	
<i>Batofasciculus ramificans</i> gen. et sp. nov.	153
开腔骨类	
chancelloriid	155
参考文献	
References	156
摘要	
Summary	165

一 地质历史的划分

Division of Geological time

地球从地壳形成开始便进入了各种地质演化的历程。地球上的一切事物包括无机界和有机界都随着地球的演化在不断地变化和发展，而这种变化和发展又是向前的和不可逆的。地球演化发展的历史绚丽多彩，其间在地球岩石圈、水圈、大气圈和生物圈中发生了无数次各种规模、各种类型具周期性的或非周期性的事件，其中有生物事件、构造事件等等。

地球上生命的产生和演化伴随着地壳的形成和发展。古生物学研究表明，生物界的演化是由简单到复杂、由低级到高级发展的。这个演化过程也并非均一的和等速的，其中既有缓慢的量变，也有急速的质变。在质变中生物出现大量绝灭和突发演化，形成了生物演化的阶段性。在同一地质历史时期生物界的总体面貌大体具有全球的一致性。因此，生物的演化阶段能够反映地质时间阶段。

地质历史是指地球地质演化的历史，它反映在地层的岩石记录中。地质历史就像人类历史一样，我们可以根据地质演化中的一些重大事件，将其划分为若干阶段（表1）。对于所使用的单位名称，地质学中通常有两套并行的单位名称，即年代地层单位和地质年代单位，来分别代表岩石地层和地质时代。年代地层单位（Chronostratigraphic unit）是指在特定的地质时间间隔中形成的成层或非成层的岩石体，其顶底面都是以等时面为界，它被划分为宇（Eonthem）、界（Erathem）、系（System）、统（Series）、阶（Stage）、亚阶（Substage）六个由大到小的等级。形成年代地层单位的地质时间单位称为地质年代单位（Geochronologic unit）。与年代地层单位相对应，地质年代单位包括有宙（Eon）、代（Era）、纪（Period）、世（Epoch）、期（Age）、亚期（Subage）六个等级。

经过全球范围内，特别是在一些重要地区的地层划分与对比研究工作以后，一个国际通用的地质年代表就建立起来了（表1）。应该指出，随着地质科学研究领域的不断扩大和深入，对地质年代学的精度要求也愈来愈高。为了提高地层系统和地质年代表的精确性和科学性，现在的研究手段早已不仅限于生物地层学方法，而是将同位素地质年代学、古地磁学以及海平面升降等研究方法与生物地层学结合在一起综合研究地质年代学的内容。

地质历史上大量后生动物的出现，特别是带壳后生动物的出现始于寒武纪，而寒武纪之前（俗称前寒武纪）生物面貌是以大量的低等菌、藻类为主。所以，人

地质历史时期的划分与主要生物发展阶段			
显生宙	新生代	第四纪	人类时代 被子植物
		第三纪	哺乳动物发展
	中生代	白垩纪	恐龙时代 爬行类发展时期 最早的鸟类 裸子植物发展时代
		侏罗纪	
		三叠纪	
	古生代	二叠纪	两栖类发展时代 鱼类发展时代 无脊椎动物大发展时代 三叶虫时代 寒武纪大爆发
		石炭纪	
		泥盆纪	
		志留纪	
		奥陶纪	
		寒武纪	
	元古宙	晚元古代	540 百万年 ← 埃迪卡拉生物群 1000 百万年 ← ? 多细胞动物的出现
		中元古代	1600 百万年
		早元古代	2500 百万年 3500 百万年 ← 原核细胞生物的出现 3800 百万年
太古宙		4600 百万年	
冥古宙			

表 1 地质历史划分表
Geological time scale and main biological events

们将前寒武纪称为隐生宙，而将寒武纪开始称为显生宙。需要指出的是，前寒武纪晚期已有一些不带壳的软躯体后生动物和少量带壳的小壳动物化石出现，而且随着研究的不断深入，很有可能在更早的地层中发现新的后生动物化石，因此显生宙和隐生宙之间的界线是相对的，这也反映了隐生宙向显生宙的过渡中也存在一个渐变的过程。

关于前寒武纪的时代划分和分界时限存在着长期争论。目前，一般以 25 亿年左右为界，将前寒武纪划分为太古和元古两个阶段，鉴于它们的延续时间很长，1982 年在埃及召开的第六次国际前寒武纪地层会议上，通过了将地质年代单位由代升格为宙，并相应取消了隐生宙。太古宙是从具有明确的地史记录开始，其时限大约 38 亿年到 25 亿年期间，该时期是地球早期生命演化的初期阶段，以原核生物为特点。元古宙的时限大约 25 亿年到 5.4 亿年，可进一步分为早元古代、中元古代和晚元古代三个阶段。在元古宙时期，生物界不仅由原核生物演化为真核生物，而且到晚元古代，多细胞后生动植物也已产生。需要指出的是，太古宙之前地球的历史也称为冥古宙，是指从距今约 46 亿年前地球形成到距今约 38 亿年前地壳形成之前的阶段，此时期地球地壳还没有形成，地球上还没有生命出现，处于生命物质的化学演化阶段。

显生宙根据生物演化的主要阶段划分为古生代、中生代和新生代。古生代又分为早古生代和晚古生代两个阶段。

早古生代包括寒武纪、奥陶纪和志留纪，延续时限从 5.4 亿年前至 4.1 亿年前。早古生代是海生无脊椎动物出现至空前繁盛时期，几乎所有的海生无脊椎动物门类都已出现，以三叶虫、笔石、头足类、腕足类和珊瑚等最为重要；在脊椎动物方面，寒武纪晚期已出现原始脊椎动物无颌类，志留纪有了原始鱼类（盾皮鱼类）；在植物方面，志留纪出现了最早的维管束植物。关于寒武纪及寒武纪大爆发，我们将在下一章专门介绍。

晚古生代包括泥盆纪、石炭纪和二叠纪，延续时限从 4.1 亿年前至 2.5 亿年前左右。该时期是海生无脊椎动物、脊椎动物和陆生植物大发展时期。该时期主要的生物门类有腕足类、珊瑚、蜓、菊石以及牙形石等。晚古生代是孢子植物的发展时期。在脊椎动物方面，泥盆纪被称为鱼类时代，石炭纪则是两栖类发展的时代，而二叠纪已有原始爬行类的出现。

中生代分为三叠纪、侏罗纪和白垩纪三个纪，延续时限从 2.5 亿年前至 6500 万年前。中生代生物面貌以爬行动物、裸子植物和无脊椎动物的菊石类、箭石类大量发展为特征，有的学者也将中生代分别称为爬行动物时代、裸子植物时代和菊石时代。

新生代包括第三纪和第四纪，已延续 6500 万年，其中第四纪只有 200 万年。新生代是地质历史发展的最新阶段，被子植物的繁盛、哺乳动物的兴起，以及人类的出现和发展，并逐步发展到现代的生物界面貌。因此也可将新生代称为被子植物时代和哺乳动物时代。

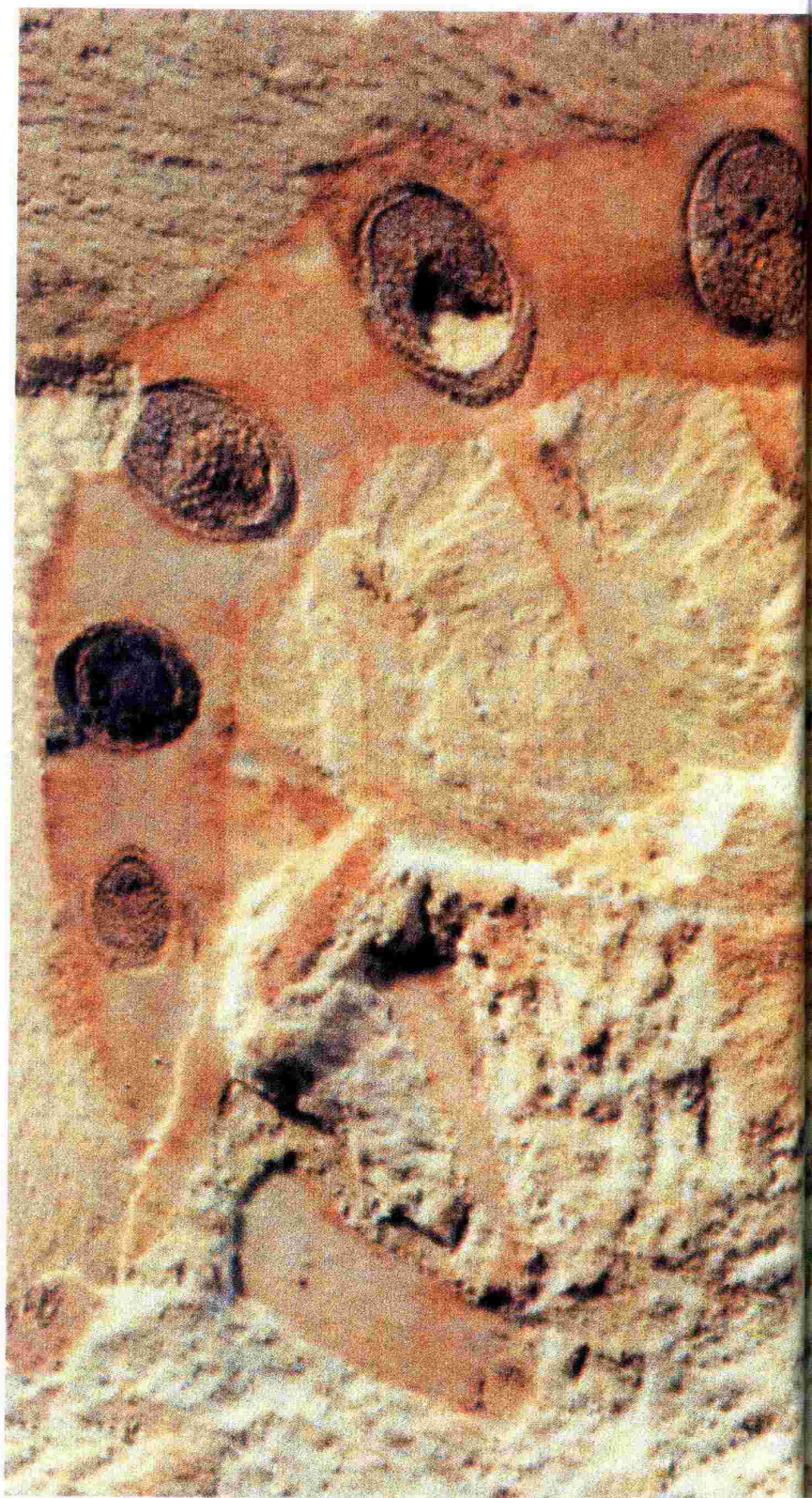
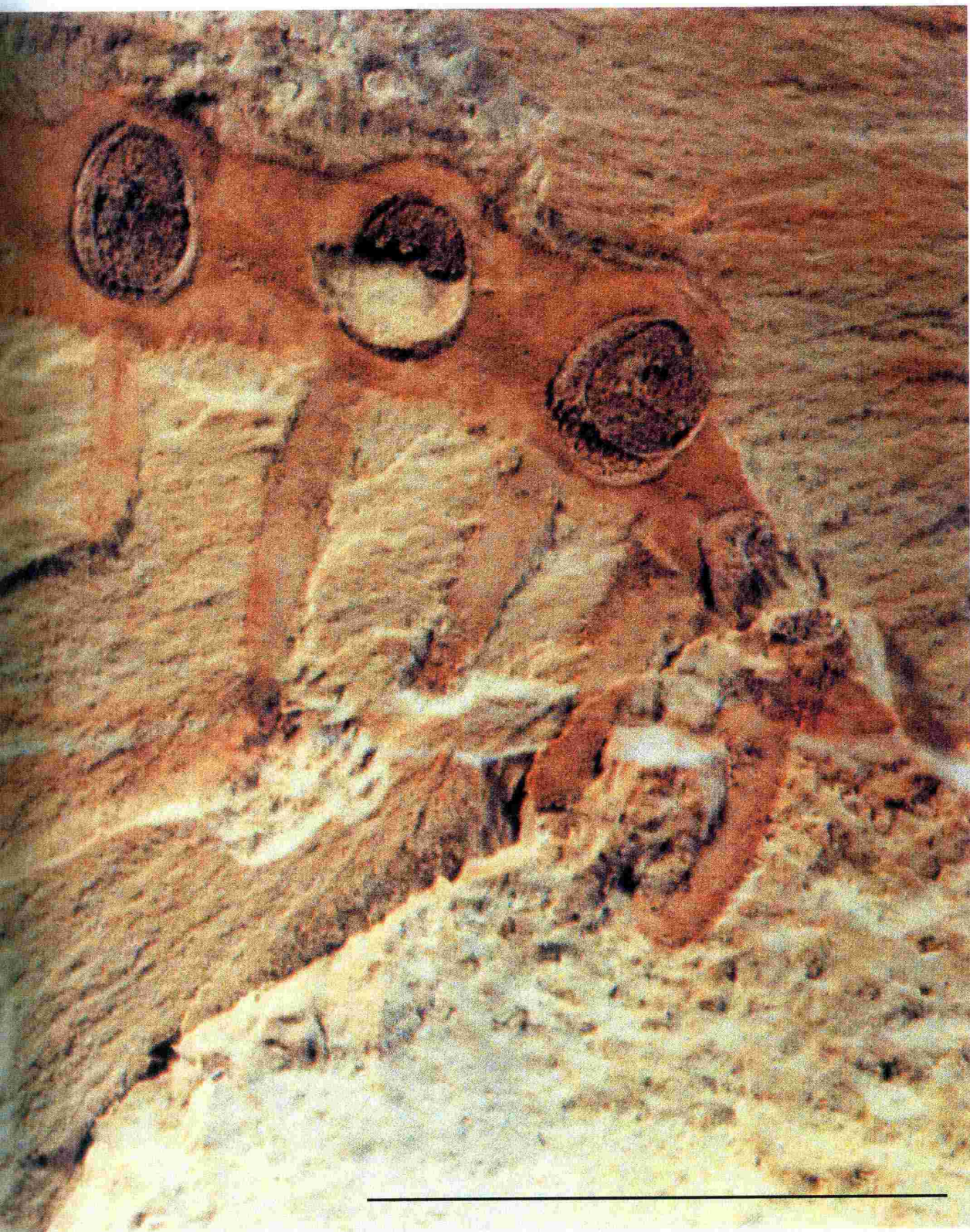


图 10 中华微网虫，澄江帽天山
Microdictyon sinicum, from
Maotianshan, Chengjiang.



二 地球早期生命演化

Evolution of Early Life on Earth

研究表明地球上生物界的演化已有 35 亿 ~ 38 亿年的历史, 而占整个地球历史 7/8 的前寒武纪是地球早期生命演化的重要时期。

长期以来人们对地球早期生命起源和进化不断进行研究与探索, 对它的研究范围已远远超出经典古生物学的范畴, 所涉及的研究内容包括了古生物学、生物学、化学、地质学、行星学等一些主要的自然科学学科。随着近几十年来前寒武纪地质学迅速发展, 在前生物的化学演化、由化学演化到生物学演化的过渡, 以及细胞起源和演化等方面的研究取得了一些新的进展和突破, 进一步促进了人们对地球早期生命起源和进化的认识与探索。

最早的生命记录

由于受客观条件的限制, 寻找最早生命的化石是非常困难的。因此, 重大科学疑难问题之一的生命起源研究仍需经历一个漫长的探索过程。1999 年, 联合国教科文组织发表了《1998 年世界科学报告》, 认为大脑的功能、生命的起源和宇宙的起源这些重大问题将是今后几十年甚至几个世纪需要解决的主要难题 (引自《中国科技月报》, 1999 年 2 期, 总第 11 期, 34 页)。

古生物学所提供的证据表明地球上生命的存在应当追溯到地壳形成之初 (Awramik, 1981; Awramik et al., 1983)。地球上最老的沉积岩是格陵兰的 Isua 群, 大约为 38 亿年, 表明了 38 亿年前 (即太古宙) 开始, 地球已有一个固化的地壳。在 Isua 群的燧石层中发现了被认为可能是古微生物细胞化石的球粒 (Pflug, 1979), 所以目前大多数地质学家和古生物学家认为最老的原始生命是和最老的沉积岩有着同样的年龄, 大约为 38 亿年。但有可靠古生物化石证据的生命记录是在澳大利亚西部 35 亿年的瓦拉乌纳群 (Warrawoona) 中找到的丝状体微生物化石, 同时也发现了叠层石 (Awramik et al., 1983)。因此, 在地壳形成初期地球上的生物学演化已经开始。

实际上, 从约 46 亿年前地球形成开始就进入了以化学演化过程为主的前生物的演化阶段, 包括简单的生物单分子的形成和由生物单分子聚合为生物大分子 (多聚化合物) 等过程, 这个阶段一直持续到地球形成刚硬的地壳, 生命有了立足之地, 开始了生物学演化为止。当然, 由化学演化到生物学演化的转折是非常复杂的, 究竟是怎样演化及过渡的, 我们还不甚了解, 仍是当前所面临的科学难题。

地球早期原核生物原始菌、藻类生物的发生和发展

地球上第一个单细胞原始生命的出现标志着生命演化进入了生物学演化阶段。原核细胞没有细胞核，其核物质 DNA 或 RNA 呈线状。原核生物包括全部细菌、蓝绿藻、原绿藻等。

古生物学的研究表明，世界上许多地区在 25 亿年以前的太古宙地层中都有类似于原始菌藻类微古植物化石的发现，除了澳大利亚瓦拉乌纳群外，在南非 31 亿 ~ 32 亿年的无果树群 (Fig Tree) 的黑色燧石中 (Engle et al, 1968)、28 亿年的澳大利亚西部福特斯奎群 (Fortescue) 叠层石的碳质燧石中 (Schopf, 1983) 都有原核生物化石的发现。

应当指出，原核生物在经历了近 20 亿年的进化后，在 19 亿年前出现了第一次繁荣，以加拿大安大略的冈佛林特铁建造 (Gunflint iron formation) 中的微化石群为代表。特别是冈佛林特微化石群中藻类已相当繁盛，种类多且形态多样。此外，冈佛林特微化石群的分布较为广泛，除了在北美外，还见于澳大利亚西部 20 亿年前的鸭溪白云岩 (Duck Creek) 中 (Schopf, 1983)。

真核生物的出现

真核细胞具有一个或多个由双层膜包裹的细胞核，核质与细胞质分离，遗传物质 DNA 包含于核中，并以染色体的形式存在。一般认为最早出现的原始真核生物应当是单细胞的真核生物。Cloud (1976) 认为原核生物向真核生物的演化大约始于 20 亿年前，与该时期地球大气圈中的自由氧开始明显增长和氧化红层大范围出现是同期的。

早期真核化石的确定是非常困难的。由于化石中不大可能保存有完好的细胞内部结构，而对于古生物学家来说，目前除了形态特征外还没有其他手段来判断真核的单细胞化石。因此，各国学者对最早的真核生物的化石证据至今为止还没有一致的看法。尽管 19 亿年前冈佛林特微生物群非常繁荣和多样化，但至今未见真核化石的踪迹。而在中国北方长城系底部常州沟组黑色页岩中 (18.5 亿年) 发现了含有目前全球已知最早的真核藻类的微植物化石群 (阎玉忠, 1991)，出现了低等植物构造的叶状体。19 亿年前真核生物的出现，标志着地球早期生物演化史上的一个重要里程碑。

多细胞后生植物和后生动物的产生与发展

后生动植物是指由多细胞组成的、有分化的组织结构的生物，即细胞在形态上和功能上有所分异和特化。一般来说，后生植物和后生动物来自于共同的祖先——单细胞真核生物，也称为原生生物。由单细胞真核生物向多细胞的后生植物和后生动物的转变是生命历史中又一次重大的演化事件。但对于后生植物和后生动物如何由原始的单细胞真核生物演化分支出来，它们的起源时间，以及在这两

者中哪一个先出现等一些关键问题目前还没有一致看法。

现在已有许多世界各地的晚前寒武纪宏观化石被认为是后生植物的报道, 如文德带藻 (*Vendotaenia*)、塔乌藻 (*Tawuia*)、龙凤山藻 (*Longfengshania*) 等等, 但比较可信的最早后生植物的化石记录应该是产于我国贵州震旦纪磷矿岩中的原叶藻 (*Thaliophyca*), 保存了完好的细胞组织, 并显示出明显的组织分化 (张响, 1987), 其年龄为 6.8 亿年。

在早期后生动物的研究方面, 可能最早出现的化石记录是 7.5 亿~8 亿年左右, 为我国淮南下震旦统刘老碑组中的淮南生物群 (郑文武, 1980; Sun et al., 1986)。该生物群中动物化石是以软躯体的印痕和活动的遗迹保存为主, 表明最早出现在地球上的后生动物可能是裸体的, 还不具备分泌硬壳或骨骼的能力。

晚前寒武纪晚期埃迪卡拉动物群 (Ediacara fauna) (距今 5.8 亿~5.6 亿年) 是 Spriggs 于 1946 年在澳大利亚南部费林德斯山脉的埃迪卡拉山 (Ediacara Hill) 发现的, 化石层位是晚元古代末期的威尔彭纳群 (Wilpena Group) 庞德石英岩上部 (the upper Pound Quartzite)。经 Glaessner 等研究认为, 埃迪卡拉动物群化石主要是软躯体后生动物的遗体所留下来的印痕化石, 以及遗迹化石 (Glaessner & Wade, 1966; Glaessner, 1984)。类似于埃迪卡拉动物群的化石在全球范围内的晚前寒武纪地层中广泛分布, 除澳大利亚外, 目前已在 10 多个国家的 20 多个化石点先后被发现, 如非洲的纳米比亚, 欧洲的英国、瑞典、俄罗斯地台区, 北美的加拿大、美国, 南美的巴西, 以及亚洲的西伯利亚地台区、伊朗和我国的扬子地台区。

Glaessner (1984) 主张以现代生物学为基础, 除个别分类位置不明外, 将埃迪卡拉动物群绝大多数化石都归入包括腔肠动物门、环节动物门和节肢动物门在内的已知现存门类, 其中归入腔肠动物门的化石占总数的 2/3。但是, 1984 年德国古生物学家 Seilacher 对埃迪卡拉动物群提出一个全新的解释。Seilacher 指出, 除了痕迹化石外, 大多数埃迪卡拉化石代表了类似动物类型的一次独立演化辐射。埃迪卡拉生物构造均有一个共同特征, 即这些生物如同一个空气床垫, 样子不同于现代任何动物。它们的身体柔软, 呈扁平状, 没有骨骼, 身体内部没有消化器官等构造, 这些生物是通过扩大身体表面积来获取氧, 因为当时地球大气含氧量很低, 只有今天大气含氧量的 7%, 它们体大而扁薄正是为了适应这种环境和摄食的需要。例如既大又扁平的所谓狄更逊水母 (Dickinson), 直径可达 1 米。Seilacher (1989) 进一步认为, 埃迪卡拉动物群中的全部实体印痕化石的形态结构与寒武纪以后出现的所有后生动物的均不同。它是生物的一个单独的演化线系, 代表了一次失败的生物演化经历, 这种演化经历由于食肉动物的出现而告终止。Seilacher 对埃迪卡拉动物群解释的新观点获得了广泛的支持。因此, 埃迪卡拉化石或埃迪卡拉类型的化石现常被称为 “The Ediacara organisms”, “The Ediacaran Biota” 或 “Vendobiota”, 来取代 “The Ediacara fauna” 和 “Vendozoa” (Bergström, 1990, 1993; Seilacher, 1993; Briggs et al., 1994)。

目前, 大多数埃迪卡拉动物群化石仍被广泛认为是真正的后生动物, 但是它

们和寒武纪及其后来出现的后生动物的关系仍不明确。它们是属于什么系统的生物？至今仍是争论话题。因此，晚前寒武纪至寒武纪之间，后生动物的早期演化是否是连续的（只是演化速率上的加快），还是其间存在着生物演化史上最重大的绝灭事件，以及埃迪卡拉生物与寒武纪大爆发之间的关系等等，这些问题都是当今地球早期生命演化研究的主要内容。

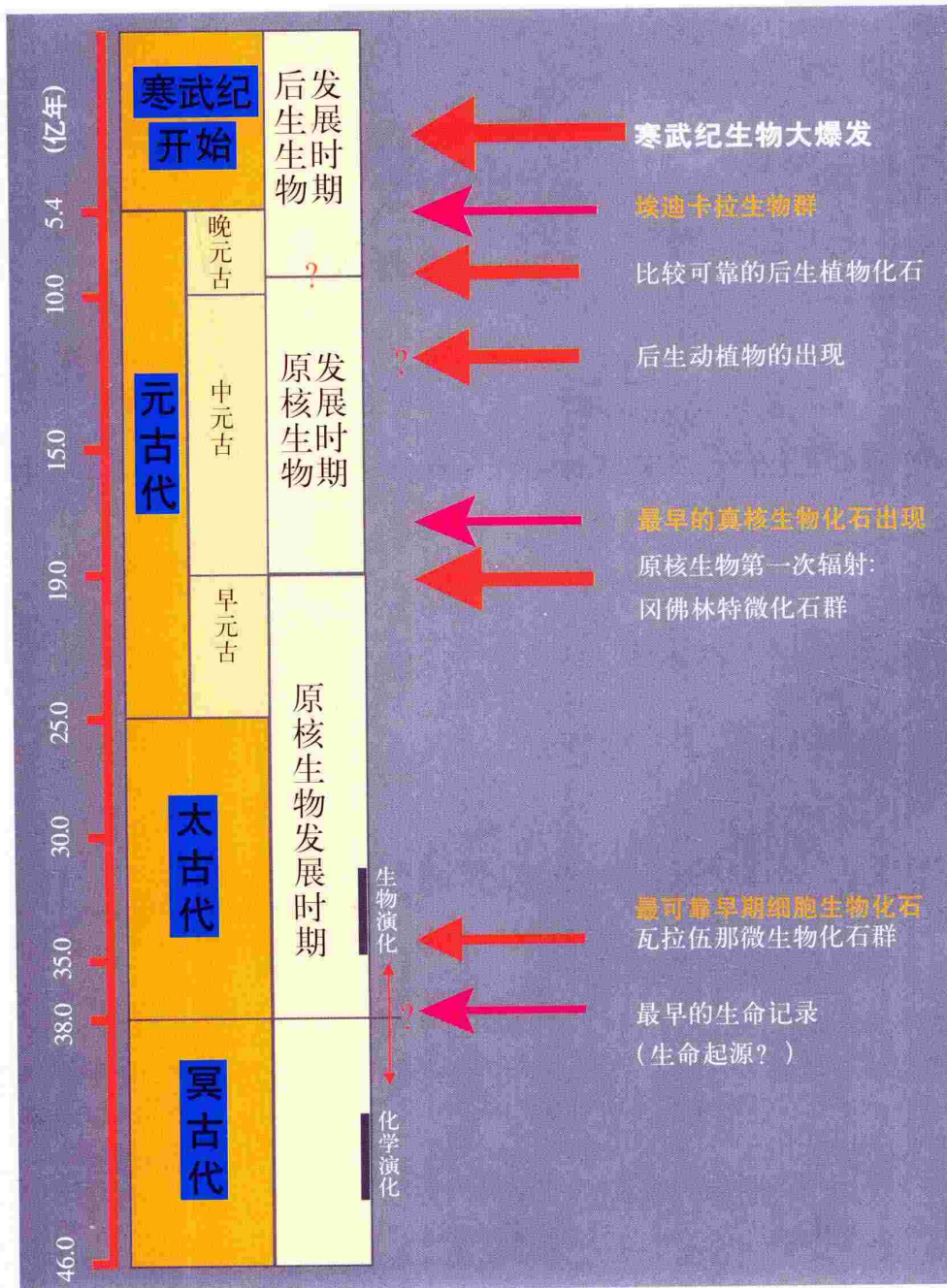


表2 地球早期生命演化时间表
Time scale of the early life evolution

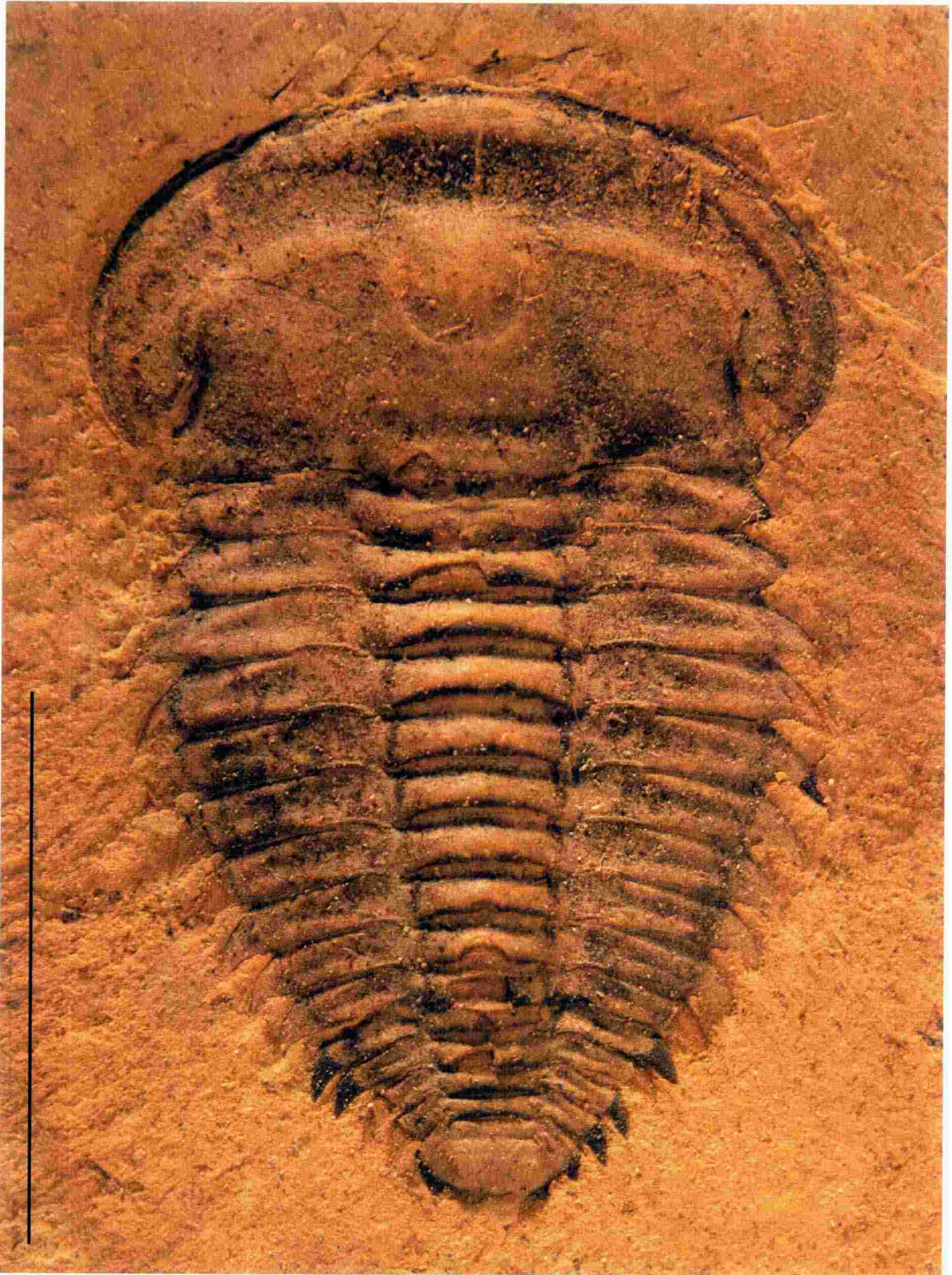


图 11 云南云南头虫，澄江帽天山 (比例尺均为 5 毫米)
Yunnanocephalus yunnanensis, from Maotianshan, Chengjiang. (Scale bars=5mm)

三 寒武纪及寒武纪大爆发

Cambrian and the Cambrian Explosion

寒武纪(距今5.4亿~5.1亿年)在地质历史划分中属显生宙古生代第一个纪。顾名思义,寒武纪是显示现代生物的开始阶段,是地球上现代生命开始出现、发展的时期。寒武纪世界对我们来说是十分遥远而陌生的,这个时期的地球大陆特征完全不同于今天。尽管当时很多地理状况现在仍难以确定,但是当时地球存在三大古陆还是比较清楚的。一个是劳伦古陆(Laurentia),它包括现在的北美、格陵兰岛等;一个是欧亚大陆(Eurasia),该大陆当时并不是一个整体,是由许多小古陆组成,它包括现在的纽芬兰岛东部、罗德岛、斯堪的纳维亚半岛、欧洲大部分、西伯利亚、哈萨克、中国等。寒武纪时最大的古陆是冈瓦纳古陆(Gondwanaland),包括现在的非洲、南美洲、澳大利亚、南极洲、阿拉伯半岛、印度半岛和马达加斯加岛。南北极区在寒武纪可能不存在古陆。寒武纪早期地球大陆古地理分布如图12(引自Briggs et al., 1994)。我们所说的这些古陆,在含

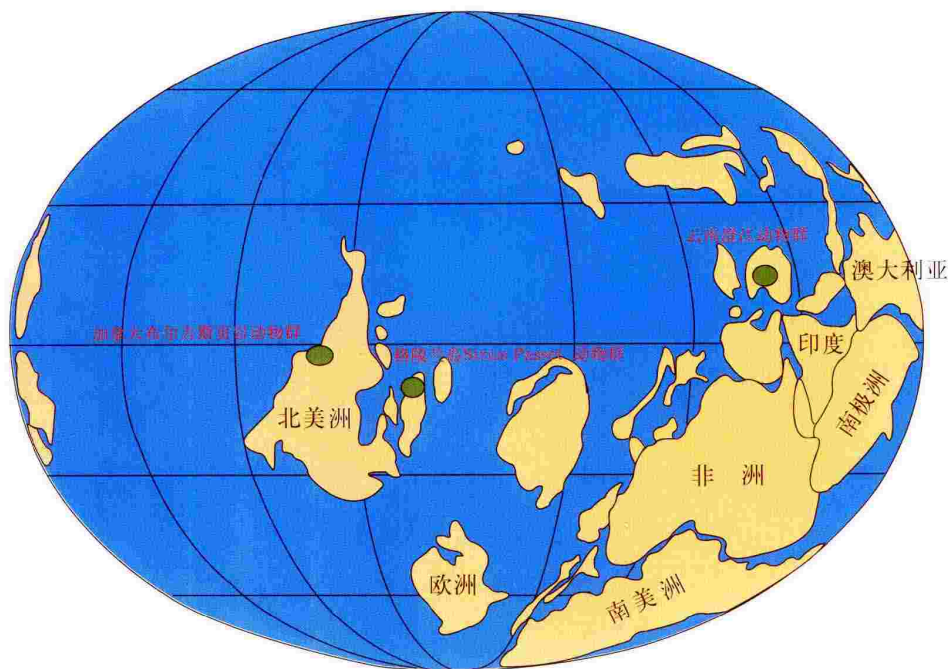


图12 寒武纪早期地球大陆古地理分布

Early Cambrian continental positions, from Briggs et al., 1994

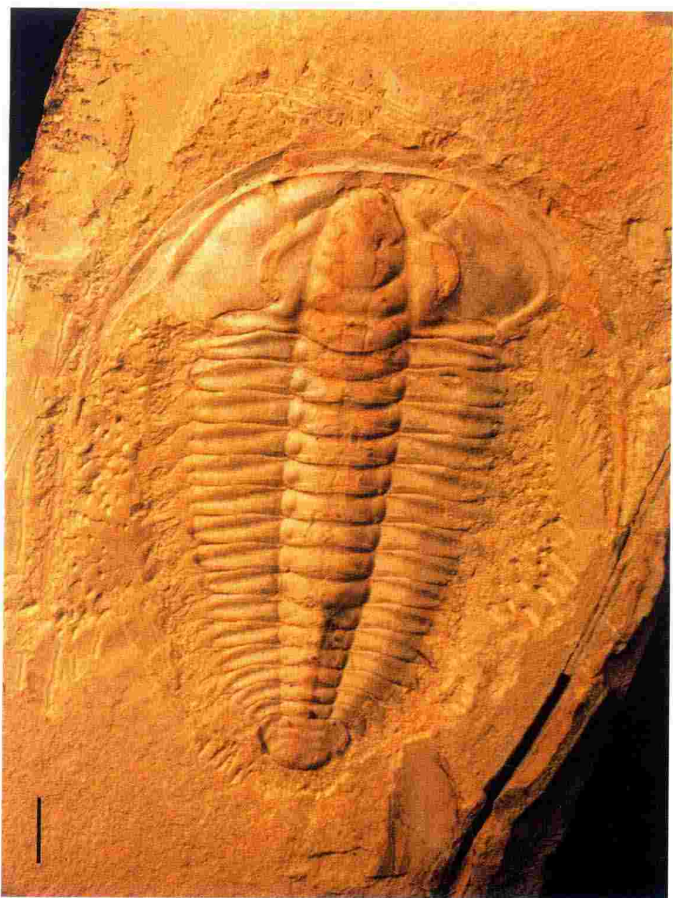


图 13 中间型古莱得利基虫，
澄江帽天山
Eoredlichia intermedia, from
Maotianshan, Chengjiang.

义上并不等于现在所看到的大陆。古陆暴露出海面的陆地仅是古陆的一部分，或是一小部分，特别是古陆的边缘部分被海水淹没，接受泥沙和化学成分的沉积，形成沉积岩。因此，在古大陆架上所形成的沉积岩记录了这一时期所发生的事件。而当时生活在海洋中的各种生物被掩埋在这些沉积物中，形成化石，为我们认识寒武纪古陆的地理位置、大小、形状及当时地球生命特征提供了证据。寒武纪时暴露出海平面的陆地到处是不毛之地，荒凉无比，极易于风化剥蚀，也不具备动植物在陆地上生存、发展的条件。可靠的在寒武纪时期的陆相沉积并没有被发现，说明当时湖泊盆地可能并不存在 (Whittington, 1985)。

寒武纪常称为“三叶虫的时代” (图 11, 13)，这是因为寒武纪岩石中保存有比其他类群丰富的具矿化的三叶虫硬壳，其次常发现的化石有无铰纲腕足类、海绵骨针、软舌螺类、棘皮动物等易于保存为化石的动物矿化部分。在寒武纪绝大部分地层中，不具矿化外骨骼的软躯体动物化石极少被发现。加拿大中寒武世布尔吉斯页岩动物群 (距今 5.2 亿年) 的发现，使我们清楚地认识到，寒武纪海洋中生活着的动物中，具有矿化外骨骼的动物仅仅占少数，而大多数是不具矿化外

骨骼的软躯体动物。寒武纪绝大多数地层中仅仅保存的动物的硬体化石误导了我们对寒武纪生命的认识。但是，加拿大布尔吉斯页岩动物群并不能回答寒武纪初期海洋中有什么生命。澄江动物群告诉我们，现在地球上生活的多种多样的动物门类在寒武纪开始不久就几乎同时出现（爆发）。这不仅确切无疑地为寒武纪大爆发提供了一个最好的例证，而且明确指出现在地球上生存的各种各样动物的基本身体造型开始于“寒武纪大爆发”。古生物学引用“大爆发”（英文“explosion”译名）一词，来形容生物多样性突然（或爆发式）出现。

寒武纪开始，藻类和原生物物种的多样性也急速增加。多种多样的痕迹化石也开始首次出现，其丰富程度大大增加，包括分叉的、卷曲的、潜穴的、U型的和更复杂的叠层构造，不仅记录了动物穿过沉积物的迁移路线，也指出了动物的行为变化不同于前寒武纪动物。寒武纪开始时，痕迹化石的多样性和复杂性明显地指出造迹动物达到一个新的水平，其行为模式变得复杂多样。它们都具有一个由中胚层形成的真体腔，无疑属于环节动物、节肢动物、棘皮动物等真体腔动物。现代不同动物的遗传物质（核糖体 RNA）之差别分析指出，真体腔动物类群很早就急速地分化，分化的时间明显地是在寒武纪开始时期。寒武纪开始出现并急剧丰富的化石还有小壳化石，这些化石包括各种各样的锥、管、刺和板状骨骼。这些微小骨骼化石成分多为磷酸钙质，因此，能够用酸把它们从石灰岩中分离出来。小壳化石在寒武纪开始时极为丰富，之后很快就开始衰退，到了中寒武世，小壳化石就变得极为稀少而几乎没有任何地质意义。当小壳化石开始衰退的时候，高肌虫、三叶虫等节肢动物以及叶足类、奇虾类、无铰纲腕足类、蠕虫等许多门类的各种各样的动物大量出现，正如本书中所展示的澄江动物群中的各种动物，它们真正代表了寒武纪典型的动物群群落。在澄江动物群群落中，丰富的藻类（图 14、15、16）为各种各样的动物提供了丰富的食物，明显构成了目前所发现的地球历史中最早的锥形食物链的最底层次。

寒武纪开始时，藻类和微体原生生物化石的多样化，痕迹化石的丰富多彩和

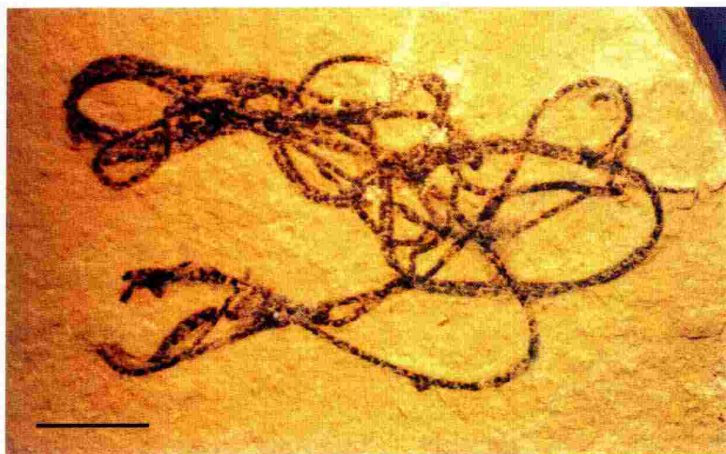


图 14 中华细丝藻，澄江帽天山
Sinocylindra, from Maotianshan,
Chengjiang.

复杂化, 各种小壳化石的富集, 代表现代各动物门类的后生动物的出现, 无不指出了寒武纪开始的生命“大爆发”这一事实。为什么在寒武纪和前寒武纪交界过渡短暂的间隔时间内, 突然出现了如此众多而丰富的生物? 科学家们提出了许多假设来解释“大爆发”的原因, 当然, 物理环境的变化是其中的因素之一。各种动物矿化骨骼的演化提示我们从大气含氧量和海水的化学成分中寻找线索。含氧量的增加可能是寒武纪大爆发最重要的因素 (Bergström, 1997), 较大的和更复杂的动物产生, 动物矿化骨骼的发育都必须要有有一定的氧的浓度。当然, 可能还有其他因素, 如大气中二氧化碳浓度减少、大陆架的变化, 由于海侵大陆架的扩展、洋流和气候 (如冰川) 的变化, 也可能是寒武纪大爆发的激发因素 (Briggs et al., 1994; Bergström, 1997)。另外一些因素的解释主要涉及到生命本身的内在因素而不太着重考虑外界环境的变化。如动物体变得复杂化和外骨骼的出现影响到动物个体大小的演化, 动物特别的生活方式的产生促进了动物的多样性的产生, 例如, 食肉动物促使被食的动物获得外骨骼来保护自己 (Briggs et al., 1994)。有的国外学者甚至利用不同动物的不同吃食方式来解释寒武纪生物大爆发的原因。另外, 遗传机理在早寒武世可能不同于现在动物所普遍存在的遗传机理, 遗传机理的更加灵活能够激发变异和促进生物的多样性。关于寒武纪大爆发的原因尽管有多种多样的猜测, 但是, 到目前为止还没有一个清晰的, 提出确凿证据的令人信服的解释。因此, 在生命历史进程中, 后生动物的爆发式出现的原因仍然是一个没有完全解开的谜。



图 15 约克那斯藻,
昆明海口
Yuknessia,
from Haikou, Kunming.



图 16 宏螺旋藻, 澄
江帽天山
Megaspinnella, from
Maotianshan, Chengjiang.



图 17.18 长尾纳罗虫，1984 年 7 月 1 日在澄江帽天山发现的第一块保存软体附肢的化石，正、反面
Naraoia longicaudata, the first soft-bodied specimen discovered at the Maotianshan, Chengjiang on 1 July 1984.

四 澄江动物群的发现及研究

Discovery and study of the Chengjiang Fauna

澄江动物群的发现完全是艰苦而细致的野外工作的一个结果。当时发现者到云南野外工作的纯粹目的是本专业高肌虫化石研究项目之需要。众所周知，高肌虫化石非常丰富地分布在陕西、四川、云南、贵州等地的下寒武统筇竹寺组及其相当地层内（何春荪，1942；霍世诚，1956；卢、俞、陈，1981）。这类丰富的微小动物需要重新研究，基本的分类命名需要重新修订（Müller & Hinz, 1993; Hou et al., 1996; Hou, 1997）。

云南昆明地区下寒武统研究历史悠久，早在1909年和1910年，法国科学家 J. Deprat 和 H. Mansuy 详细研究了该地区（包括澄江县）的地质和古生物，并出

图 19 1909 年，法国科学家拍摄的抚仙湖畔
Lake Fuxian
photographed by
French scientists
Deprat and Mansuy
in 1909.



图 20 1909 年法国科学家拍摄的澄江县坝子
Chengjiang County
flatland photographed
by French scientists
Deprat and Mansuy
in 1909.

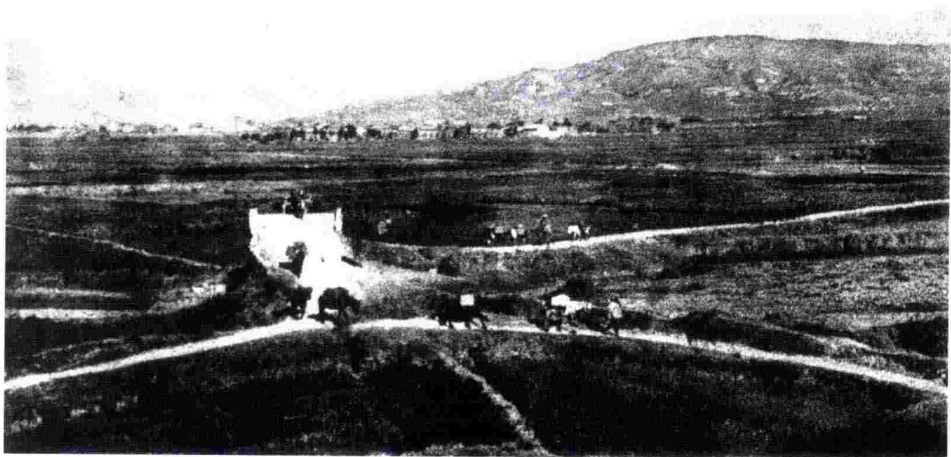




图 21 1909 年，法国科学家拍摄的抚仙湖畔，当时马匹是当地的交通、运输工具
Lake Fuxian
photographed by
French scientists
Deprat and Mansuy
in 1909.

版了研究专著 (如: Mansuy, 1912)。在 20 世纪 30 年代和 40 年代, 昆明地区下寒武统的地层和磷矿得到广泛调查和研究 (如王日伦, 1941; 王鸿祯, 1941; 王竹泉, 1942)。卢衍豪 (1941) 详细研究了昆明筇竹寺剖面及其三叶虫, 命名了
下寒武统的筇竹寺组、沧浪铺组和龙王庙组。

1984 年 6 月 5 日, 工作在中国科学院南京地质古生物研究所、获得硕士学位已两年多的侯先光离开南京, 乘火车于 9 日到达昆明。这已是他第二次来昆明地区系统收集高肌虫化石。早在 1980 年, 侯先光就系统地采集了昆明筇竹寺剖面、四川高桥高坡剖面的高肌虫化石, 收集了许多保存完整的标本。此次来云南, 他首先对著名的前寒武纪—寒武纪界线剖面——晋宁梅树村剖面作了调查采集之后, 于 6 月 19 日上午到达了澄江县县城, 住进县政府招待所。早在 20 世纪 30 年代, 中山大学地质系曾搬迁到澄江县县城之东的东龙潭村, 仅仅距帽天山西 1 公里。在中山大学地质系住处附近, 那时就发现在下寒武统的泥质岩内, 富含高肌虫化石 (何春荪, 1942; 杨遵仪, 1991, 私人通信)。在 6 月 19 日的野外地质调查中, 侯先光得知云南省地质一大队七分队在山上大坡头村安营扎寨, 勘探该地区下寒武统的磷矿。6 月 20 日, 他乘坐马车从县城搬到
大坡头村去住 (图 23), 受到地质七分队领导的热情接待。

经过了 4 天的野外调查, 跑遍了大坡头、洪家冲、小团坡、帽天山、罗哩山及其附近的大小山头, 最后侯先光选择了洪家冲剖面作为系统工作的重点 (图 24)。因为该剖面暴露好, 看起来地层连续, 化石易于采集。在一位大坡头村民的帮助下开展工作, 在洪家冲剖面工作了 5 天, 每天早出晚归, 逐层寻找化石。令人失望的是, 该剖面泥岩层仅轻微风化, 既难挖又难劈开寻找化石。另外, 工作几天之后认识到, 中间存在一断层, 致使地层缺失。这就必须寻找一个新的剖面重新开展工作。

1984 年 7 月 1 日, 星期天一大早, 天空还下着小雨, 侯先光和一村民踩着泥泞的山路, 又来到帽天山。他沿着与前几天调查时不同的行走路线作了详细观察,

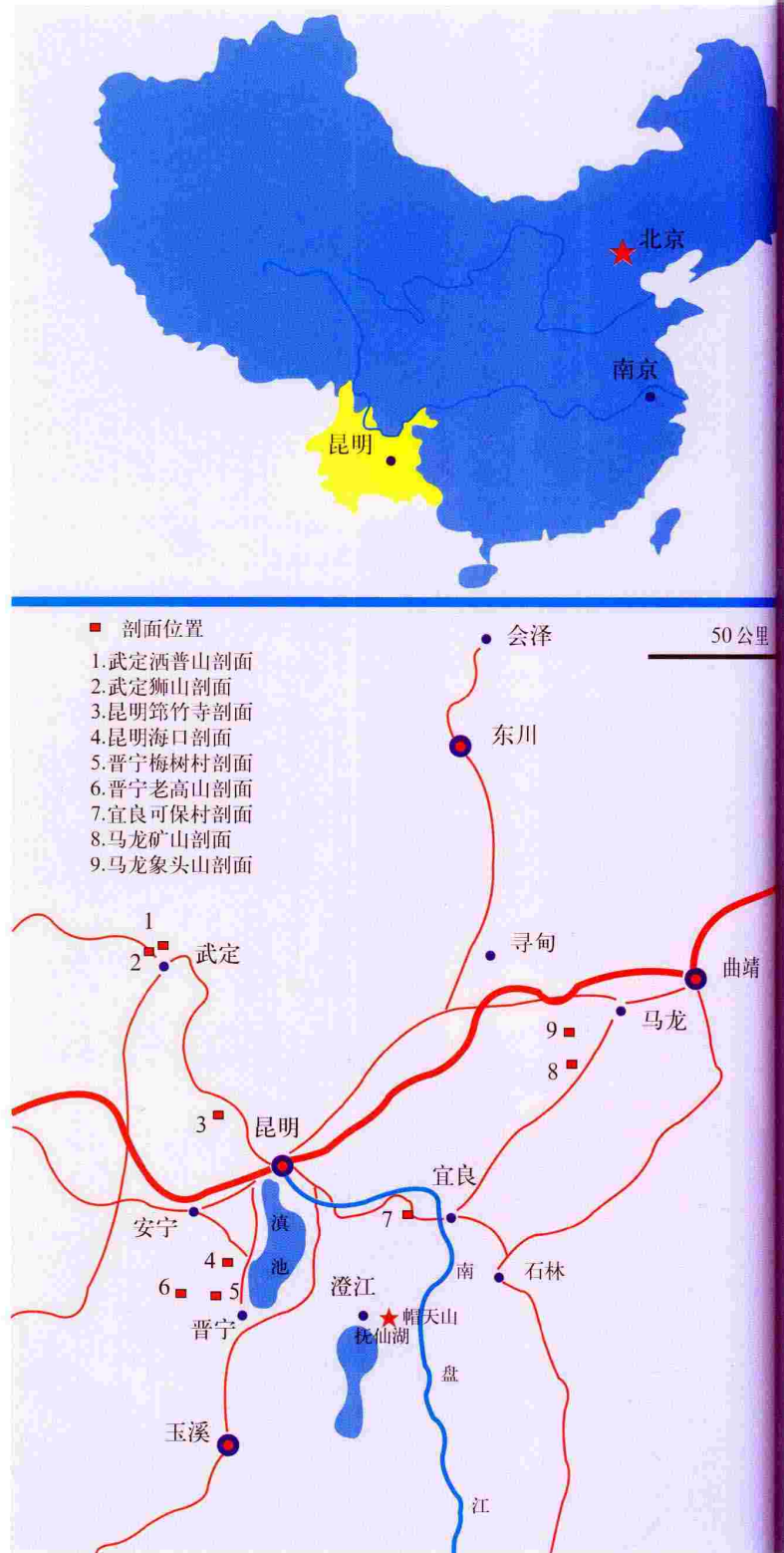


图 22 澄江动物群地理分布位置图
The position of localities yielding the Chengjiang fauna in Yunnan Province and Chengjiang County.

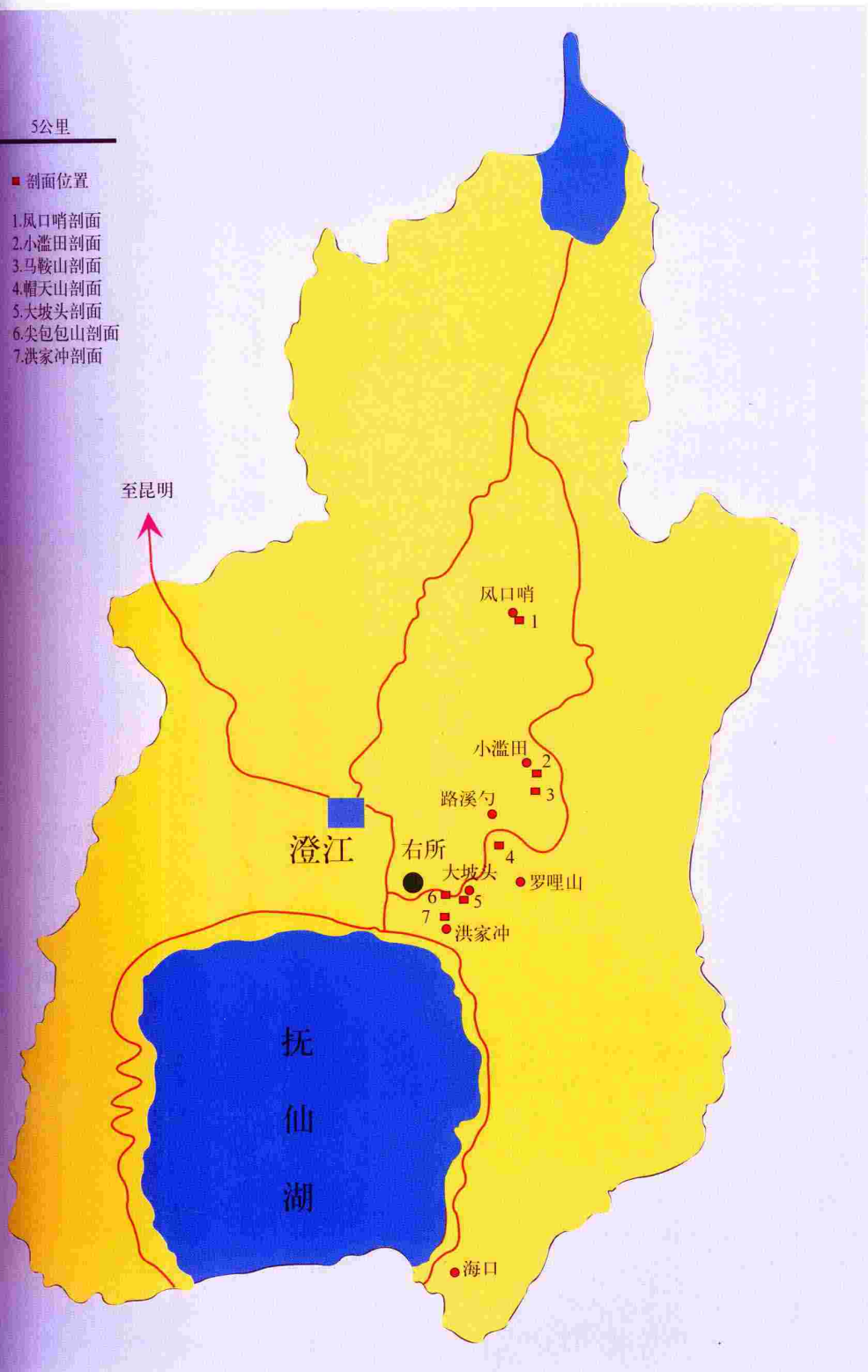


图 23 1984年6月20日,侯先光从澄江县城乘马车搬往大坡头村行走在山路途中
Hou Xianguang travelling from the Chengjiang site to the Geological Team in Dapotou, a small village situated in the upland, on 20 June 1984.



最后在帽天山的西山坡选择了一条工作剖面(图3)。沿着剖面,村民不停地逐层剥土取石,侯先光则不停地劈石寻找高肌虫化石。当工作到下午约3时的时候,意外地发现一块呈半圆形的化石(图25)。这样的化石在这套岩层中以前从没发现过,当时侯先光把这块化石当作一个新的双瓣壳节肢动物,直边代表绞合线,圆滑的弯曲边代表腹边缘。这块新标本的发现使他极为兴奋。第二个重要发现是一块半长椭圆形化石(图26),这又是一块以前从没有发现过的化石,化石的独特形状使他当时感到十分奇怪。不长的时间,发现了两类以前从未见过的新的化石,一天的疲劳顿时消失了。村民不停地在原地挖山取石,大块石头被挖出。突然,一块

栩栩如生的化石暴露在湿漉漉的岩石劈开面上(图17,18)。这块标本长4~5厘米,身体由前、后两个背壳组成。这立即使他认识到原来的所谓“两类新化石”的发现实际上是同一个动物的前、后两个背甲。向前摆动的腿肢对称地分布在背甲之下,好像在潮湿的岩层面上游泳运动。这块完整保存软体附肢标本的突然发现,使他惊愕异常,周围寂静无声,全身血液似乎停止了流动,拿标本的双手不由自主地颤抖起来。这块标本被作为长尾纳罗虫的模式标本(张文堂、侯先光,1985)。这时,他立即认识到这一发现,是中国古生物学界的重大发现。这一天,他和那位村民一直干到天黑才动身返回(云南7月份晚上8时天才黑),沿着弯弯曲曲的山路,步行1小时返回大坡头村住地。他把重要的几

图 24 1984年6月27日拍摄的澄江洪家冲剖面,底部碎石为玉案山段黑色页岩,山顶出露沧浪铺组岩层
Hongjiachong section in Chengjiang, showing well exposed strata of the Yuanshan Member of the Lower Cambrian Qiongzhusi Formation, photographed on 27 June 1984.



块标本放在床铺下面，晚上，激动和兴奋使得疲惫的他不能入眠，时时起身翻看放在床铺下面的标本（图 27）。这些保存软体、附肢化石的发现，使他想到了加拿大布尔吉斯页岩化石。在他的日记本上，7月1日这一天，他记下了“加拿大叶虾层类型化石的重大发现”。由于7月1日这一天发现了保存软体的纳罗虫、林乔利虫、大型双瓣壳节肢动物鳃虾虫、腕足动物日射水母贝、帽天山蠕虫等以前从没发现过的化石，一个丰富多彩的动物群面貌已初露端倪，所以大规模的挖掘已是刻不容缓。在地质队领导的支持下，第二天请了一位有经验的炮工，在帽天山西坡沿着剖面线方向爆破取石，开始了大规模的采集。把该剖面最下部所采集的保存软体附肢化石编号为M2，中部为M3，上部为M4，1984年所发现的保存软体的化石岩层，延伸厚度达30余米。

在1984年的野外工作中，侯先光仍然系统采集了云南晋宁县梅树村剖面、武定县洒普山剖面 and 狮山剖面、宜良可保村剖面、澄江洪家冲、大坡头、帽天山剖面的高肌虫化石，发现了大量保存完整的高肌虫标本，为重新研究这类微小动物奠定了基础（Hou, 1997）。此外，等刺虫、帽天山蠕虫化石在晋宁梅树村、武定洒普山、宜良可保村都有发现。实际上它们都是澄江动物群的重要分子。在晋宁梅树村还发现了少量保存刚毛的腕足动物、蠕虫和大型双瓣壳节肢动物，1986年8月，对该地点保存软体的化石作了进一步的采集（侯先光、孙卫国，1988）。显然，保存软体的化石分布在云南东部的广大地区，这也为后来的进一步详细调查所证实（罗惠麟等，1993）。但是，由于这类化石稀少，为寻找这类化石，劈大量岩石在所难免。

1984年的野外工作到8月17日结束，共计10周。由于此次野外工作的重大收获，侯先光抑制不住激动的心情给所领导及有关同事写信汇报，信中主要陈述三



图 25 长形纳罗虫分离保存的头甲，澄江帽天山
Anterior shield of *Naraoia longicaudata*, in this upside down position it is remarkably similar to a crustacean valve, from Maotianshan, Chengjiang.



图 26 长形纳罗虫分离保存的尾甲，澄江帽天山
Posterior shield of *Naraoia longicaudata*, from Maotianshan, Chengjiang.

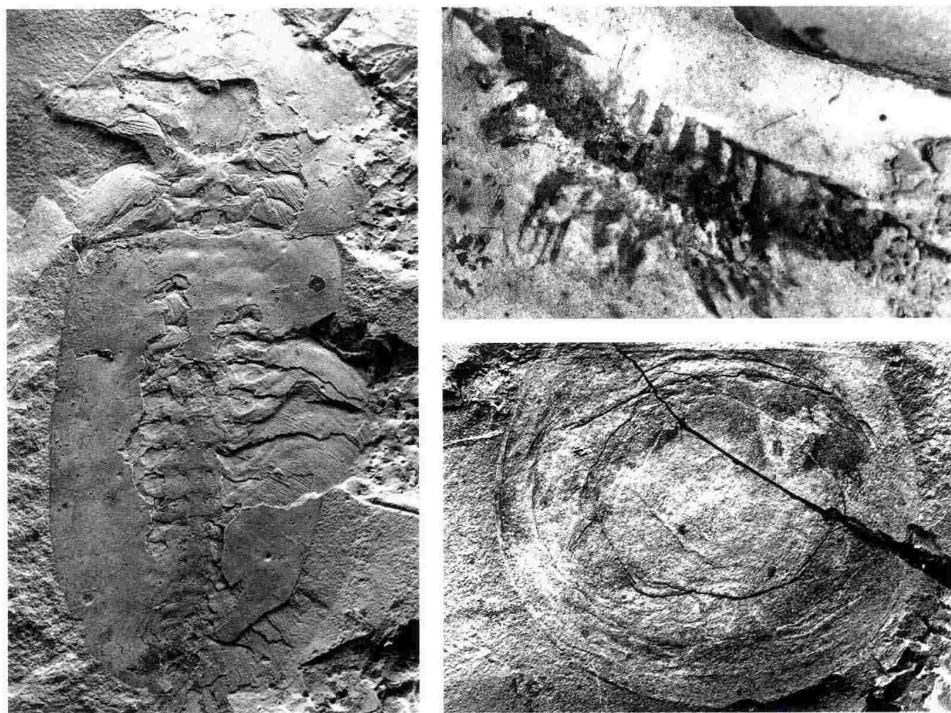


图 27 使侯先光
1984 年 7 月 1 日夜
里难以入睡的印象
最深刻的三枚标本
(均有正、反面)
The three specimens
that made a lasting
impression on
Hou Xiangang
on discovering
the Chengjiang fauna
on 1 July 1984.

点收获：发现和采集了三大箱保存软体的化石；采集了大量保存完整的高肌虫标本；在澄江、武定和晋宁发现并采集了最古老的三叶虫化石。

1985 年 4 月 12 日至 6 月 10 日，侯先光又独自去云南澄江收集保存软体的化石。虽然才时隔 7 个多月，一向平静的山村住地及附近田园风光却发生了较大变化：（1）从大坡头村通往帽天山的一段山路两旁的农田整平并已动工在建两个工厂；（2）云南地质局 809 钻井队以帽天山为营地，在帽天山西北山脚搭起了十多间简易平房，这在帽天山开展工作提供了便利条件；（3）驻大坡头村地质队换了新领导。

1985 年 10 月 5 日至 12 月 25 日，侯先光第三次来到澄江，采集保存软体的化石，工作时间 80 余天，仍住在山上大坡头村地质队。同年 4 月来时才刚破土动工的黄磷厂已开始生产。南京地质古生物研究所标本管理员陈灏生参加了部分本次野外工作，后因事于 11 月初提前返回南京。从 1984 年首次发现澄江动物群到 1985 年底，三次共长达 200 余天的野外工作，采集了数千块珍贵标本，动物群的初步研究条件已经成熟。1986 年，侯先光完成了五篇文章（其中两篇与孙卫国合作），记述了澄江动物群常见的新化石类型，发表在《古生物学报》1987 年 26 卷 3 期上。发表在同卷同期上一文的全部三叶虫标本（张文堂，1987），也全为侯先光所采集。1987 年 3 月，所申请的中国科学院青年基金被批准，同时资金到位。1987 年 4 月至 9 月，在帽天山和大坡头村西的尖包包山又作了大规模的采集。南京地质古生物研究所的侯先光、陈均远、周桂琴、张俊明参加了此次野外工作。但由于另有



图 28 1989 年 11 月，澄江风口哨剖面施工现场
Collecting at the Fengkoushao section in Chengjiang,
November 1989.

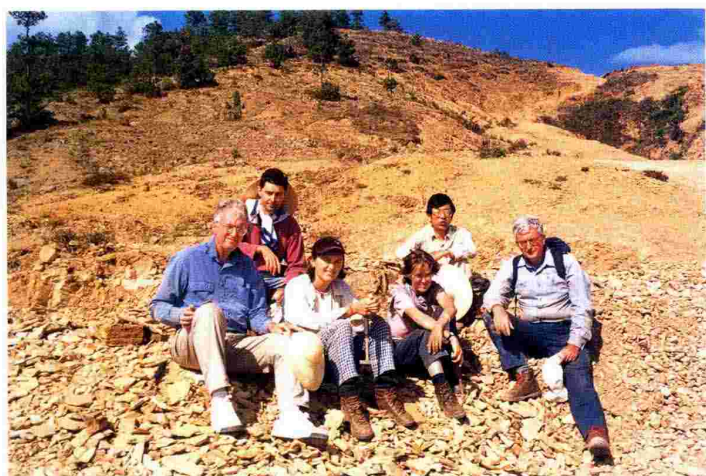


图 29 澄江小濞田剖面，位于小濞田村东南约 500 米

Xiaolantian section in Chengjiang, about 500m southeast of Xiaolantian village. From left to right: Derek Siveter, Mark Williams, Beth Hobbs, Lucy Siveter, Hou Xianguang and David Siveter, May 1996.

任务，陈均远、张俊明 5 月初，周桂琴 6 月初分别离开澄江返宁。1989 年 11 月，1990 年 4 月和 5 月，侯先光独自又分别开辟了澄江风口哨、小濞田、马鞍山等化石采集新地点（图 28，29），收集了大量保存好的标本，许多化石新类型又被发现。1990 年，在中国科学院的安排下，侯先光赴瑞典，与世界著名古生物学家、瑞典皇家科学院院士、瑞典自然历史博物馆古生物部主任杨·伯格斯特教授合作研究澄江动物群（图 1）。从 1984 年到 1990 年间，侯先光在云南野外工作 400 余天，积累了上万块标本。正是基于这些标本，经过 15 年的潜心研究，已经完成发表了有关澄江动物群论文 40 余篇，在国际著名刊物上发表了澄江动物群各主要门类的系统性、综合性研究，解决、澄清了困扰古生物学界多年的一些重要理论问题，为认识早期生命及其理论探讨做了许多工作并获得了一些重要成果，这些成果在本书中均有所反映。1990 年之后，国内外许多专家以及不同的单位和研究组也加入了对这一重要动物群的发掘和研究。

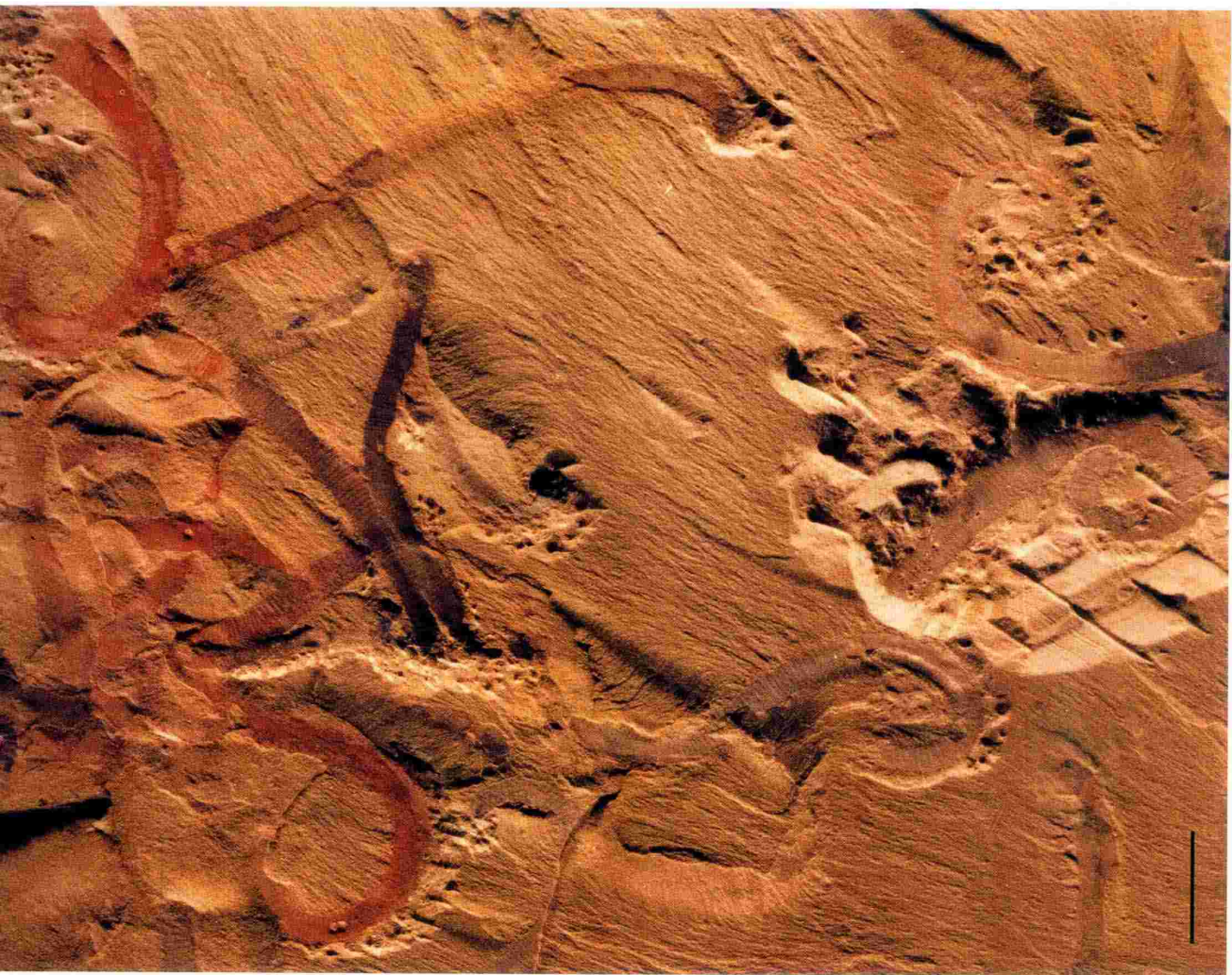


图 30 群体保存的帽天山蠕虫，澄江帽天山
Cluster of *Maotianshaniania cylindrica*, from Maotianshan, Chengjiang.

五 澄江动物群的分布及地质背景

Distribution and Geological Setting of the Chengjiang Fauna

1984年7月1日侯先光在云南澄江县帽天山早寒武世筇竹寺组玉案山段中发现了被科学界誉为“世界近代古生物学研究史上所罕见”的澄江动物群，揭开了澄江动物群研究史上的第一页。

澄江动物群的分布

澄江动物群在滇东地区的分布范围非常广泛，自1984年澄江动物群被发现以来，随着研究的不断深入，越来越多的澄江动物群化石在滇东其他地区被发现。除了澄江地区外，在昆明、晋宁、宜良、马龙、安宁、呈贡以及武定等地区均有该动物群化石的发现。过去，澄江动物群主要的发现层位，都是在早寒武世筇竹寺组玉案山段黑色页岩之上的黄绿色泥岩层的下部地层中，但是近来在玉案山段顶部的泥岩及粉砂质泥岩中也发现了丰富的澄江动物群化石。由此看来，除底部少许几米厚的碳质页岩外，整个玉案山段均含有丰富的保存软躯体的动物化石。由于沉积环境和保存条件等因素，澄江动物群在滇东不同地区的分布是有一定差异的。

澄江地区的帽天山及其附近的马鞍山、小濠田、大坡头、九村和海口一带无疑是澄江动物群在滇东地区发育最好的地区，不仅化石丰富，而且保存状况较好。到目前为止，澄江地区的澄江动物群化石已被描述了近百个种。在群落结构方面，该地区是以小型双瓣壳节肢动物 *Kunmingella* 属占绝对优势（约占总数的80%）；其次是节肢动物 *Naraoia*, *Isoxys*, *Leancoilia*, 腕足类 *Heliomedusa* 以及蠕虫 *Maotianshania*（分别占3%~5%）。

罗惠麟等于1993年发现昆明海口地区耳材村剖面有丰富的澄江动物群化石。据罗惠麟等（1997）初步研究结果，海口地区的澄江动物群共有14个门类64个属85个种。与澄江地区相比，海口地区的澄江动物群中占优势的是节肢动物 *Leancoilia* 以及蠕虫 *Cricocosmia* 和 *Maotianshania*，特别是环饰蠕虫 *Cricocosmia* 非常丰富，与其在澄江地区为稀有化石成鲜明对比；其次，小型双瓣壳节肢动物 *Kunmingella* 和 *Isoxys* 在数量上也占有一定位置，而 *Naraoia* 的数量相对要少得多。此外，在海口地区，筇竹寺组玉案山段地层分布较广，除耳材村附近外，在尖山山坡和白塔村附近都有大面积的地层露头，并有澄江动物群化石的发现，但在化石的数量上和种类上要比耳材村附近少得多。总之，昆明海口地区是滇东地区继澄江地区之

后又一个难得的澄江动物群化石产地。

晋宁梅树村一带的澄江动物群早有报道（侯先光、孙卫国，1988）。该地区从八道湾沟至老高山都发育有玉案山段地层。应当指出，梅树村剖面 and 海口耳材村剖面分别是位于香条冲背斜的南北两翼，两地距离仅几公里之遥。最近的研究表明，该地区的澄江动物群化石面貌与昆明海口地区的差不多，只是化石数量上比海口耳材村附近的丰富。

在宜良地区可保村一带，由于断层较多，地层剖面不连续也不完整。与滇东其他地区相比，该地区玉案山段黑色页岩之上的黄绿色泥岩层地层缺失较多，仅出露了底部的一段地层，化石类型较少，主要是一些节肢动物 *Naraoia*, *Isoxys*, *Eoredlichia*, *Chuangianella*, *Kunmingella*, 蠕虫 *Maotianshania* 以及软舌螺等化石。因此，我们认为澄江动物群化石主要层位在可保村剖面上并没有出露。

武定地区的洒普山和狮子山一带，所发现的澄江动物群化石仅是少数常见分子，除三叶虫外，还见有小型双瓣壳节肢动物高肌虫，*Isoxys*，也有蠕虫 *Maotianshania* 和叶足类 *Microdictyon* 骨板化石的发现。

马龙地区矿山附近的玉案山段地层发育较为完整，除了三叶虫和高肌虫外，在玉案山段中部有 *Isoxys* 的发现（罗惠麟等，1994）。近些年来，罗惠麟等在该地区玉案山段中部又发现了少量其他类型的澄江动物群化石（未发表），取得了一些研究进展。王海峰、张俊明和胡世学等3人于1998年11月在对矿山剖面进行澄江动物群研究过程中又有新的发现和突破，首次在对竹寺组玉案山段顶部（距竹寺组—沧浪铺组界线之下约19米）的泥岩及粉砂质泥岩中发现了丰富的澄江动物群化石。化石门类有三叶虫、三叶形虫、林乔利虫、奇虾类、双瓣壳节肢动物、蠕形动物、海绵动物、腕足类、软舌螺、分类未定的动物化石、遗迹化石和宏观藻



图 31 澄江小滥田剖面产澄江动物化石的泥岩层

Beds of the mudstone yielding the Chengjiang fauna at the Xiaolantian section in Chengjiang.

类等, 要比该地区玉案山段中部澄江动物群化石门类丰富得多。该化石层中以三叶虫、高肌虫和 *Naraoia* 占优势, 其中 *Naraoia* 成层产出, 数量之多在滇东地区实为罕见。其次是海绵也有一定的优势, 这些都与其他地区的澄江动物群特征有显著的差别。另外, 在该层化石中三叶虫 *Malungia laevigata* 与 *Wutingaspis malungensis* 共生, 而前者被认为是从筇竹寺组玉案山段顶部开始出现并上延至沧浪铺组下部的一个跨时代的三叶虫, 所以该层化石的产出时代无疑是属于筇竹寺期最晚期, 要比澄江帽天山和昆明海口等滇东其他地区的澄江动物群所产的层位要高得多。因此, 马龙矿山地区玉案山段顶部澄江动物群的发现, 使得该地区成为滇东地区继澄江帽天山一带和昆明海口地区之后又一个重要的化石产地, 它不仅扩大了澄江动物群的分布范围, 丰富了研究内容, 也为开展澄江动物群群落演化的研究提供了基础。

总之, 产澄江动物群化石的筇竹寺组玉案山段在滇东地区分布较广, 很多剖面和化石点还没有进行过深入的研究。我们相信随着研究的深入开展, 在滇东地区将有更多的澄江动物群的化石点或剖面被发现。

澄江动物群的地质背景

早寒武世时期滇东地区位于扬子地台的西南缘, 其基底是由下元古界大红山群和中元古界昆阳群组成。自前寒武纪末期“澄江运动”之后, 该地区(乃至上扬子地台)的构造活动开始减弱, 至早寒武世已进入构造发展的稳定时期, 整个滇东地区都处于一种海底坡度不大、海水较浅的陆表海沉积环境。早寒武世滇东地区受小江断裂影响较大, 大致沿东川、寻甸、宜良至开远一线为界的东西两侧在沉降幅度和生物面貌上都有显著的差异(罗惠麟等, 1994)。

在古地理格局上, 早寒武世早期滇东陆表海被西南的滇中古陆、西北的川西古陆和东南的牛首山古陆所环绕, 这些古陆的存在为滇东陆表海提供大量的陆源碎屑物质。但从筇竹寺期开始, 位于东南侧的牛首山陆已是一个牛首山水下隆起, 此时滇东陆表海的陆源碎屑物质主要来源于西南的滇中古陆和西北的川西古陆。总之, 澄江动物群是产于扬子地台区的西部边缘地区, 靠近古陆分布。在这个地区, 小的双瓣壳节肢动物高肌虫异常丰富, 某些高肌虫和软躯体化石共生。澄江动物群可能是生活在一个热带浅海海域。

六 前寒武系—寒武系过渡地层层序

Stratigraphy across the Precambrian-Cambrian Boundary



图 32 云南晋宁梅树村剖面前寒武系—寒武系地层分界线碑，右和中分别为瑞典古生物学家杨·伯格
琼和埃瑞克·诺林，左为侯先光，摄于 1989 年 11 月 3 日

Boundary monument of the Precambrian-Cambrian stratotype section at Meishucun, Jinning, Yunnan. From the left :
Hou Xianguang, Erik Norling and Jan Bergström; November 3, 1989.

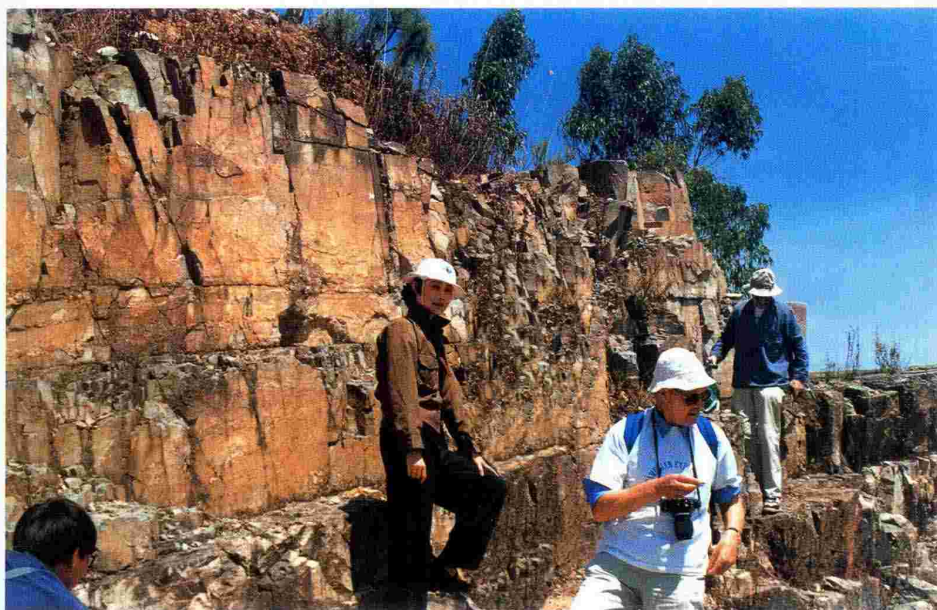


图 33 云南晋宁梅树村小歪头山前寒武系—寒武系界线地层，站立者为冯向红，右为德国古生物学家塞拉赫，摄于 1995 年 5 月

Precambrian-Cambrian boundary stratotype in Meishucun, Jinning, Yunnan. Ms. Feng Xiang-hong(Feng Lily) and Prof. Adolf Seilacher, in May 1995.

从以小壳化石为主的梅树村动物群开始，经过最古老的带壳三叶虫、高肌虫，最后到澄江动物群，代表了寒武纪大爆发的几个主要生物发展阶段，而澄江动物群是寒武纪大爆发的最终结果。在滇东地区，寒武纪大爆发过程中所发生的地质事件记录在渔户村组和筲竹寺组的岩石中。它们的地层层序及其主要特征为：

渔户村组

主要为一套含磷硅质白云岩、磷块岩夹硅质条带的地层，自下而上可分为旧城段、白岩峭段、小歪头山段、中谊村段和大海段（罗惠麟等，1982）。其中旧城段、白岩峭段、小歪头山段和中谊村段中下部属于上元古界的上震旦统，而中谊村段上部 and 大海段则归于下古生界下寒武统的梅树村阶。

旧城段：为灰绿色薄层泥质白云岩及黑色碳质粉砂岩。遗迹化石非常稀少，构造简单。

白岩峭段：为灰白色中厚层粉晶白云岩夹藻白云岩及硅质岩。

小歪头山段：为灰色粉砂质白云岩夹燧石条带，在接近底部的地层中开始有小壳动物化石的出现，揭开了寒武纪大爆发的序幕。小壳化石属于梅树村动物群第 1 组合，以化石组成单调、结构原始和纹饰简单为特点，表现出带壳生物发展的初期阶段。

中谊村段：为蓝灰色磷块岩夹灰色粘上质页岩，可进一步分为上下磷矿层和之间的白泥层。小壳化石在该段下部仍属梅树村动物群第1组合，上部（即上磷矿层上部）开始出现第2组合，以出现多门类小壳化石为特征（图34）。该段下部有大量构造简单的痕迹化石出现，但上部则出现了大量形态复杂的痕迹化石，该段上部还首次出现了腕足类化石。

大海段：为灰色砂质白云岩夹硅质条带，含丰富的小壳动物化石。

筇竹寺组

主要是一套由黑色至灰黑色页岩、泥岩和粉砂岩组成的地层，分为下部的石岩头段和上部的玉案山段。

石岩头段：下部为黑色粉砂岩含碳酸盐结核（俗称下黑层），中上部为灰色粉砂岩夹少量粉砂质白云岩。小壳动物在经历了第1、2组合发生、发育和繁盛之后，到了这一时期开始进入衰弱阶段，属于梅树村动物群的第3组合。该组合小壳化石是以出现结构变异、纹饰较复杂和机体退化类型为特征，以适应该时期特殊的生态环境（罗惠麟等，1994）。

玉案山段：底部以一层黑色碳质页岩为主（俗称上黑层），主体部分是以灰黑色、灰绿色风化后呈黄绿色的泥页岩、粉砂质页岩、夹粉砂岩为主。在玉案山段上黑层底部出现了最古老的三叶虫 *Abadiella*，以及其上出现的 *Tsunyiidiscus* 和 *Wutingaspis*，被称为最古老的三叶虫动物群（罗惠麟等，1994）。与此同时，另一类节肢动物高肌虫也相伴出现并迅速走向繁盛，这些都标志着该时期寒武纪大爆发已进入中晚期。玉案山段上黑层之上的黄绿色泥岩和粉砂质页岩层代表着寒武纪大爆发最终结果——澄江动物群的产出层位（图35），以保存大量软躯体的和具弱矿化外骨骼的后生动物为特征。玉案山段的快速粘土沉积，使得动物体快速被封闭，与氧气、细菌立即隔绝，是动物软体构造得以保存的首要条件。其埋葬日前有三种推测：一是大风暴把海底泥沙翻起，似搅拌机一样使海水变成富含泥沙的混浊体，动物体被挟裹在混浊水体中流向海底深处，迅速和泥沙一起沉积在较深海底。这一推测不能圆满解释某些动物原地埋葬特征。二是大风暴把古陆地的大量泥沙吹到海中，该推测难以解释大量底栖钻孔动物的保存。近来发现玉案山段含有数层火山灰沉积，因此，澄江动物群的特异保存可能与火山爆发有关。



图 34 云南晋宁县梅树村剖面前寒武系—寒武系界限的 B 点，从这里开始，小壳化石大量出现，摄于 1995 年 5 月

The Precambrian-Cambrian boundary, at Meishucun, Jinning, Yunnan, at which small shelly fossils occur abundantly, May 1995.



图 35 澄江帽天山产澄江动物群的岩石层

Beds of the mudstone yielding the Chengjiang fauna at the Maotianshan section, Chengjiang.

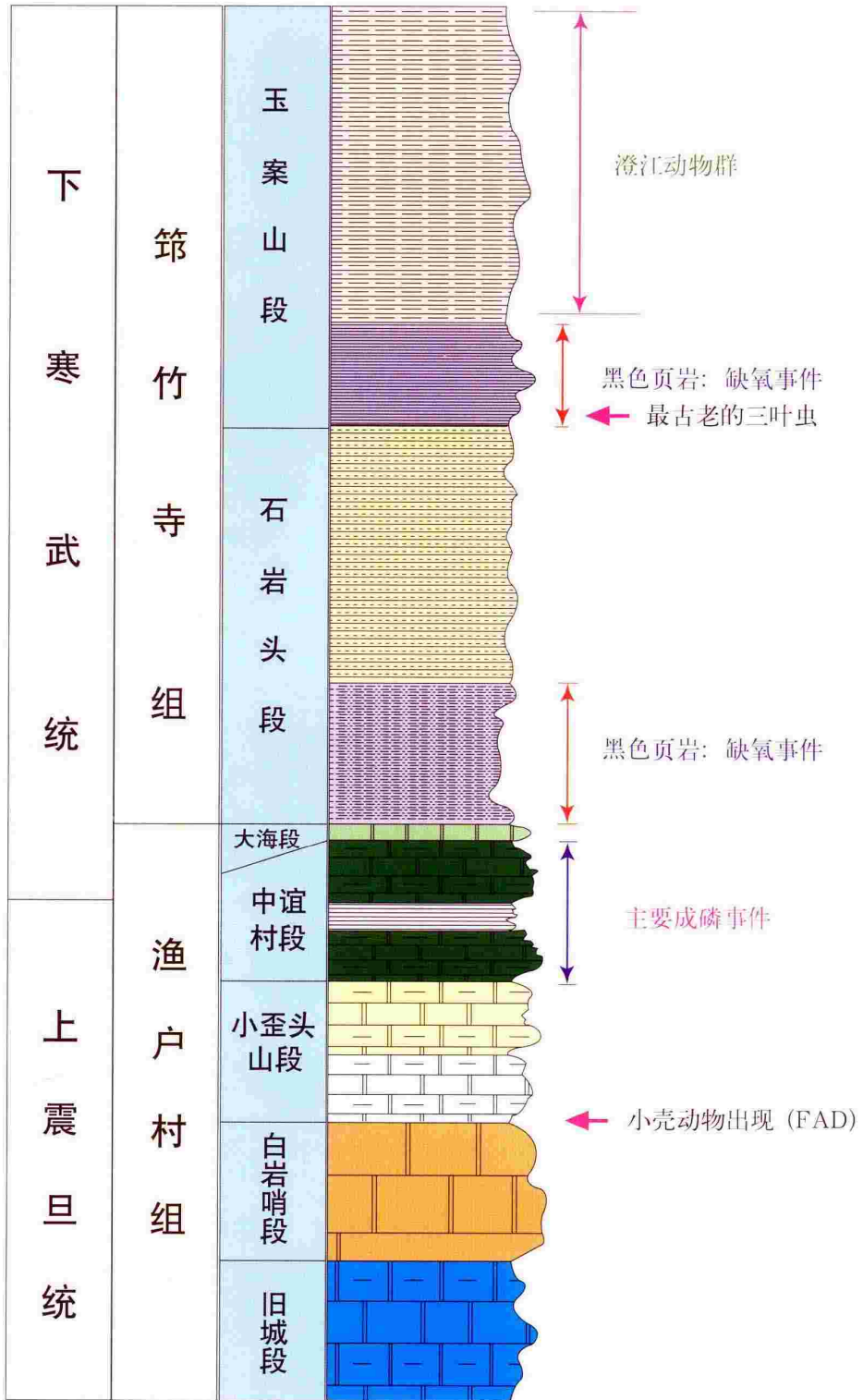


图 36 前寒武系—寒武系过渡地层

Vertical section across the Precambrian-Cambrian boundary stratotype

七 澄江动物群意义

Significance of the Chengjiang Fauna

地球上最古老的动物都是些什么动物？和现代生活在地球上的动物在构造特征上和生活习性上有什么不同？人类对生活在地球上的古老生命的认识，主要是依靠保存在沉积岩石中的化石。动物一死，软组织马上开始腐烂，同时也遭受其他食肉动物的分食破坏。因此，动物的不易腐烂的骨骼部分才较易形成化石。只有在十分例外的情况下，才能使动物的软组织构造得以保存，为人类提供全面认识这些原始生命的机会。以前所知道的最古老的保存软体的动物群是中寒武世的加拿大布尔吉斯页岩动物群，它比早寒武世的寒武纪大爆发要晚 1000 多万年。因此，加拿大布尔吉斯页岩动物群不可能指出地球上最古老的动物是什么特征。我们对寒武纪生物大爆发所产生的动物及动物群落结构特征所知甚微。我们不知道大部分所谓的“小壳化石”到底是属于什么动物。在现代海洋中，70%以上的动物种和个体实际上没有硬骨骼构造，都是由软组织构成的，因而极少有形成化石的可能 (Lawrence, 1968; Conway Morris, 1986)。那么寒武纪生物大爆发时是不是也会产生如此众多的软躯体动物？产生了什么软躯体动物？它们的原始特征



图 37 野外工作
Field work
at Maotianshan

是什么？澄江动物群地质时代是早寒武世早期，正处于寒武纪生物大爆发时期。澄江动物群是目前世界上所发现的唯一保存最好、动物类型最多、时代最古老的动物群，它使我们首次如实地看到了 5.3 亿年前地球上最古老的动物群的真实面貌。澄江动物群的发现，才使我们能够回答以上所提出的问题。例如有爪类动物，现在只有少数属种生活在南半球的少数陆地地区。一个可靠的类似现生有爪类的化石发现于

美国的晚石炭世 (Thompson & Jones, 1980)。那么最古老的有爪类出现在地质时期的什么时代? 其原始特征如何? 澄江动物群告诉我们, 有爪动物在寒武纪大爆发时不但存在, 还出乎意料地比现代有爪类更加丰富多彩 (Hou & Bergström, 1995)。

澄江动物群化石保存在细腻的泥岩中, 动物的软体附肢构造保存精美, 且呈立体保存。各类动物构造细节能比较容易地在显微镜下用针尖揭露出来。通过澄江动物群化石的研究, 我们完全能够修正某些同类动物群原先的研究错误。如大型奇虾类动物, 具有 100 余年的研究历史, 过去一直把此类动物认为是无腿的巨大怪物。澄江动物群中不但存在这类动物, 而且保存好, 类型多。我们的研究结果表明, 该类动物不但都具有一个几乎相同的口部构造, 而且整个腹部均具粗壮成对的腿, 这就从根本上改变了原来对该类动物的认识 (Hou, Bergström & Ahlberg, 1995)。加拿大布尔吉斯页岩的怪诞虫, 其研究结果是腹部具成对刚硬的刺状腿, 因而科学界一直把它作为不可思议的奇形怪物。澄江同类化石的研究 (Hou & Bergström, 1995), 证明原来的研究结果是背、腹倒置。如果没有澄江动物群, 我们对这些动物的正确认识可能永远是一个谜。

节肢动物是动物界中最庞大的一类, 但是关于节肢动物的原始特征以及各类群之间的关系, 科学界对其了解很少。以往所发现的化石, 多是节肢动物的外骨骼, 而解决节肢动物的分类, 论述其演化关系, 关键构造是附肢。保存好的附肢在化石中极少被发现。加拿大布尔吉斯页岩中 60 余种节肢动物却没有一个节肢动物被揭露出一条完整的腿肢。因此, 关于寒武纪节肢动物的系统分类处于一个不清楚的状态。通过澄江节肢动物的研究 (Hou & Bergström, 1997), 对早期节肢动物分类关系和原始构造特征有了一个比较清楚的认识。正如波恩大学古生物系教授 Klaus J. Müller 在来信中所写的: 澄江动物群中的节肢动物专著出版, “对人们了解寒武纪节肢动物向前迈进了一大步, 通过你们很好的工作, 化石就越来越使人能理解了。”澄江节肢动物具有一个非常原始的体躯分化, 例如现代虾体躯大约分化有 18 个不同类型的体节, 每一体节附肢构造各不相同。而澄江节肢动物仅仅有 3 或 4 个不同的体躯分化。这充分展示了随着漫长时间的推移, 节肢动物体节特化而行使不同功能的演化趋势。

澄江动物群中, 双瓣壳节肢动物多种多样, 小者 1 毫米左右, 大者可达 100 毫米以上, 许多种类保存有完美的软体附肢。研究证实, 相似的壳瓣却包裹着十分不同的软体和附肢。因此它们的壳瓣形状等特征不能作为分类和相互关系的依据, 壳是趋同演化的结果。同是双瓣壳节肢动物, 可是它们的分类等级可以分属于不同的超纲 (Hou & Bergström, 1997)。

根据寒武纪开始时痕迹化石和小壳化石的突然多样性和复杂性, “寒武纪大爆发”理论在澄江动物群发现之前几十年就已经提出。澄江动物群的发现, 无疑对“寒武纪大爆发”理论赋予了新的含意。澄江动物群向人们展示了各种各样的动物在寒武纪大爆发时迅速起源, 立即出现, 现在生活在地球上的各个动物门类几乎都已同时存在, 而不是经过长时间的演化慢慢变来的。这是生命起源理论的一大突破。现生各个动物门的迅速起源, 在寒武纪开始时形成了演化的“灌木丛”状,

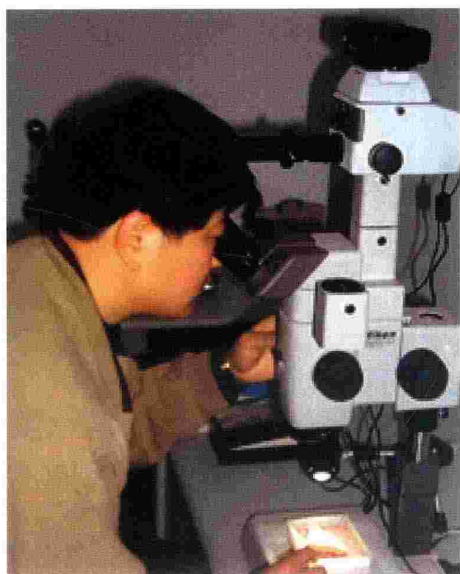


图 38, 39 工作实验室

Working laboratory at the Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica.

而不是“演化树”状。澄江动物群中的各个动物门类都处于一个非常原始的等级，只是在后来的演化中，各个不同类群才演化为一个固定模式。如现在所有昆虫的头部体节数量都是一样的，而原始的节肢动物类群头部体节的数量变化则相当大（从1节到7节）。在体内基因中，由于“试验”性的突变而产生许多形态模式。从形态学的观点来讲，早寒武世动物的演化要比今天快得多。新的构造模式或许能在“一夜间”产生，门和纲一级的分类单元特征所产生的速度或许就如我们认为种所产生的速度一样地快。而新达尔文学说认为，较高级的分类范畴是生物种级水平演化变化慢慢堆积的结果，依次达到属、科、目、纲和门级水平。这并不意味着达尔文之理论是不正确的，达尔文由于受当时科学条件的限制，所以造成其理论的不全面。自然选择在很大程度上是一个稳定选择，这种选择有可能阻碍着演化。另外，正如在现生的昆虫和植物中所遇到的情况，新种或许通过单个或少数几个突变就可以形成，实际上杂交种却难以产生。在寒武纪，新门（例如腕足动物门）通过不同器官在成长过程中，通过简单的转换就可以产生，以至于成年个体能够保存祖先幼虫的滤食生活方式。这个过程在几百年或几千年内就可以形成、产生新门。通过寒武纪大爆发，在一个极短的时间内形成了澄江动物群丰富多彩的动物。澄江动物群给我们提供的生物高级分类单元快速演化的证据，是我们目前在教科书中读不到的！

澄江动物群也给我们提供了一个完整的最古老的海洋生态群落图，过去，我们对这种生态群落的认识几乎是一片空白。现在，我们不仅能知道在寒武纪大爆发时产生了哪些动物，我们还能初步了解不同动物的生活方式和食性。澄江动物群是地球历史早期生物演化实例的一大奇迹，是中国乃至世界的极其宝贵的自然瑰宝，为我们研究动物各个门类的起源、演化提供了珍贵化石证据，或许还能帮助我们了解寒武纪生物大爆发中生物演化的模式，以及诱发这种大爆发的原因。

八 澄江动物群群落特征

Characteristics of the Chengjiang Faunal Community

澄江动物群中现已经描述发表了近百个动物种，但每个种的丰度是十分不同的。动物群中占优势种 (dominant species) 是小的双瓣壳节肢动物高肌虫 *Kunmingella douvillei*，其个体数量占动物群所有动物个体数量的 80%；次优势种 (sub-dominant species) 是节肢动物 *Naraoia longicaudata*, *N. spinosa*, *Isoxys auritus*, *Leancoilia ellecebrosa*，腕足动物 *Heliomedusa orientalis* 和蠕虫 *Maotianshania cylindrica*，它们的个体数量分别占整个动物群个体数量的 3% ~ 5%。中寒武世加拿大



图 40 强壮怪诞虫，澄江小濞田
Hallucigenia fortis, from Xiaolantian, Chengjiang.

布尔吉斯页岩动物群优势种是节肢动物 *Marrella splendens*, 大约占整个动物群个体数量的38%; 第二到第五优势种依次为半索动物 “*Ottoia*” *tenuis* (大约23%), 节肢动物 *Canadaspis perfecta* (大约12%), *Burgessia bella* (大约5%) 和鳃曳类蠕虫 *Ottoia prolifica* (大约3%) (Conway Morris, 1986)。由此看出, 这两个动物群群落在主要动物成分上是完全不同的, 不仅仅是种的不同, 甚至在属的成分上也截然不同。在澄江动物群群落中, 存在着和布尔吉斯页岩群落相同的属和科, 如 *Naraoia*, *Leancoilia*, *Hallucigenia*, *Anomalocaris* 但却没有一个相同的种。两个动物群群落之不同还表现在动物类群的组成上。例如, 澄江动物群群落中仅仅有3~4个三叶虫种, 约占整个群落节肢动物种的7%和个体的1%。而在布尔吉斯页岩动物群群落中, 三叶虫种占整个节肢动物种的40%。两个动物群群落在动物类型上的不同或许指出, 澄江动物群群落代表了寒武纪大爆发中的一个原始群落, 而布尔吉斯页岩动物群群落则代表了一个演化的结果。

基于布尔吉斯页岩动物群不同动物的摄食类型, Conway Morris (1986) 重建了该动物群的食物链结构。大型奇虾动物 *Anomalocaris*, 节肢动物 *Sidneyia*, 鳃

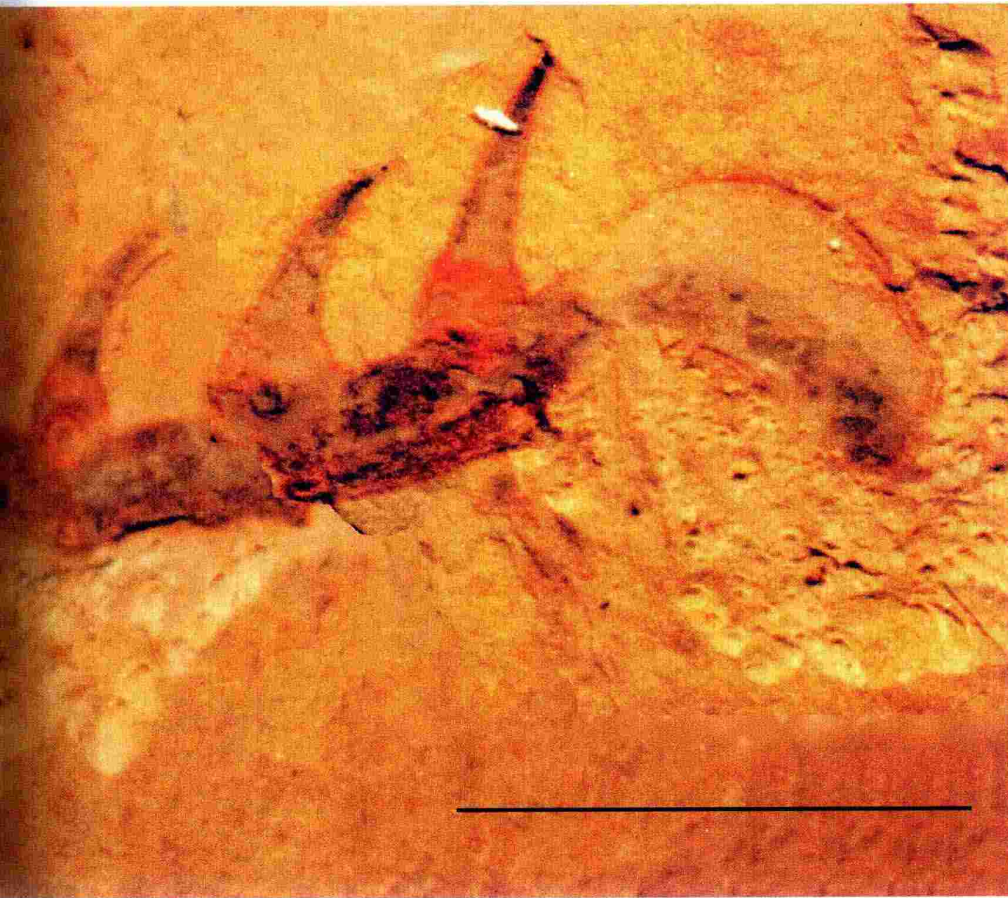




图 41 澄江动物群生态复原图

An ecological reconstruction of the Chengjiang fauna, designed by Prof. Jan Bergström and drawn by Mr. Lennart Alex Andersson.

曳蠕虫 *Ottoia* 和叶足类动物 *Aysheaia* 为食肉动物，形成了布尔吉斯页岩动物群群落三角形食物链的尖端部分，大量的藻类和疑源类则形成食物链的最底层部分。澄江动物群群落有着类似的食物链结构，大型奇虾类动物当之无愧是寒武纪海洋中最凶猛的动物，澄江动物群群落中其他的食肉动物还有节肢动物 *Kuamaia* 和 *Fortiforceps*，叶足类动物 *Onychodictyon*，*Microdictyon* 等，它们构成了澄江动物群群落三角形食物链的尖端部分。和澄江动物群共生的化石还有非常丰富的藻类，它们或许和疑源类构成了澄江动物群群落食物链的最底层部分。丰富的高肌虫 *Kunmingella* 则为食肉动物提供了一种食物来源。

澄江动物群生活在一个浅水环境 (Jin et al., 1991; Chen & Erdtmann, 1991)，代表了一个原地埋葬环境 (Hou et al., 1991) 或搬运距离微不足道的一个埋葬环境 (Hou et al., 1991)。腕足动物舌形贝长长的肉茎 (Jin, Hou & Wang, 1993) 和高肌虫软体附肢细节构造的完好保存 (Hou et al., 1996) 是可以证明以上论点。但是，这些软体构造在加拿大布尔吉斯页岩同类化石中却没有保存。这种保存的不同不仅仅反映了两个动物群群落之间不同的埋葬学特征，而且还反映了保存质量的差别。这种化石保存质量，对于化石保存所能提供资料信息量特别重要 (Seilacher, 1970)。化石保存质量的重要性可以从 *Hallucigenia* 的解释历史上充分体现出来 (Conway Morris, 1977, Romsköld, 1992, Hou & Bergström, 1995)。但是近年来澄江动物群常常被说成是“布尔吉斯页岩类型的动物群” (如: Shu et al., 1996)。毫无疑问，这种说法不仅掩盖了以上叙述的两个动物群不同所指出的

重要性,而且也掩盖了某些潜在的意义,例如每一个动物群都有它自己不同的保存历史。同样情况也发生在其他特异埋葬的动物群,如格陵兰岛的下寒武统的“Sirius Passet”动物群。把寒武纪保存软体的动物群统称为“布尔吉斯页岩类型的动物群”,这种动物群的分类,其含义仅仅只能告诉人们化石保存是例外的,一种带有偶然性的特异埋葬的化石保存,而完全没有指出各个动物群之间的区别(Hou et al., 1991)。

早寒武世的澄江动物群和中寒武世的布尔吉斯页岩动物群是寒武系碎屑岩地层中所发现的两个保存最好的软躯体动物群。它们或许代表了寒武纪海洋中两个完整的生态群落。这两个动物群落具有某些相同的科和属,如相同的科是Waptiidae和Helmetiidae,相同的属是*Canadaspis*, *Leandroia*, *Naraoia*, *Isoxys*, *Tuzoia*, *Lingulella*, *Eldonia*, *Hallucigenia*和*Anomalocaris*。其中的少数属也保存在其他的寒武纪动物群中(Conway Morris, 1985)。其他寒武纪动物群的生物面貌十分不同于澄江和布尔吉斯页岩动物群群落,可能是由于它们较差的保存潜力。美国中寒武世Utah动物群(Robison, 1991),化石类型较为丰富,动物群面貌较类似于澄江和布尔吉斯页岩动物群群落,某些相同的属共存于三个动物群中。这种相似性是因为Utah动物群比其他动物群有较好的保存潜力。由此看来,澄江和布尔吉斯页岩动物群群落似乎代表了三叶虫出现后,寒武纪海洋中的一类群落的一般特征。该时期此类群落的特征是某些相同或相似动物类群广泛分布和它们演化的极端保守,特别是一些软躯体和没有矿化外骨骼的类群(Robison, 1991)。这样使我们能够把澄江和布尔吉斯页岩动物群群落中某些类群直接对比而易于研究(Hou & Bergström, 1997)。

特异埋葬的保存软躯体的化石群落难以和其他群落进行对比,因为我们几乎一点也不知道什么动物因为不完全的保存而从该群落中失去了。尽管我们总是必须接受有些生物或许没有保存为化石的观点,但是澄江动物群群落是目前所发现的一个最古老的完整的动物群群落。在澄江动物群群落之下还存在三个小壳化石组合,它们代表了十分不同的群落,因为这些小壳化石,还没有发现存在于澄江动物群群落中。澄江动物群和小壳化石组合,有一条清楚的演化界线把它们分开。界线以三叶虫、高肌虫的出现为划分标志。澄江动物群的特征是以现代主要动物门类为其代表,而小壳化石组合是以难于归入现代动物门类的小壳化石和痕迹化石为代表,尽管共生的痕迹化石或许代表了各种各样的后生动物。瑞典晚寒武世“Alum Shale”节肢动物群(Müller, 1990)是一个著名的保存软躯体的寒武纪动物群。该动物群明显不同于澄江动物群。它主要由微小的甲壳动物和像甲壳动物的节肢动物组成,动物成年个体大小通常在1~2毫米长,其沉积环境是一个非常低能、缺氧的环境。该群落适合于生活在一个缺氧环境的絮状水底(Müller, 1990)。

以上叙述了寒武纪主要的三个不同群落,小壳化石群落或许代表了寒武纪大爆发开始的产物,而澄江动物群群落是大爆发事件的最后结果,标志着现代动物门的产生。

九 澄江动物群系统古生物学

Systematic Palaeontology of the Chengjiang Fauna

(一) 多孔动物门 *Phylum Porifera Grant, 1872*

六射海绵纲 *Class Hexactinellida Schmidt, 1870*

双锚亚纲 *Subclass Amphidiscophora Schulze, 1887*

网针目 *Order Reticulosa Reid, 1958*

原始海绵超科 *Superfamily Protospongioidea Finks, 1960*

原始海绵科 *Family Protospongiidae Hinde, 1887*

麦粒海绵属 *Genus Triticispongia Mehl et Reitner, in Steiner et al., 1993*

斜针麦粒海绵 *Triticispongia diagonata Mehl et Reitner, in Steiner et al., 1993*

海绵体小，高度一般不超过 10 毫米，卵形至圆形，壁薄而光滑，深的海绵腔占据大部分空间。骨针仅保存为压痕，骨针是小的三轴针，主要的十字骨针呈斜向排列。海绵体已被压平，骨针也呈根块簇状散布，而突出骨针环绕着压平的出水孔边缘。

鬃毛海绵属 *Genus Saetaspongia Mehl et Reitner, in Steiner et al., 1993*

密集鬃毛海绵 *Saetaspongia densa Mehl et Reitner, in Steiner et al., 1993*

海绵体大小中等，略呈圆形，直径 3 × 4 厘米，出水口不清楚，骨针细，毛发状，双射针 1 ~ 2 毫米长，直径 0.025 毫米。骨针可能为针状双尖骨针 (oxeas)，呈次平行羽毛束状排列。骨针不伸出海绵体表面之外。骨针混杂出现，有的较粗，直径达到 0.1 毫米。骨针包括三射针、四射针，甚至六射针。

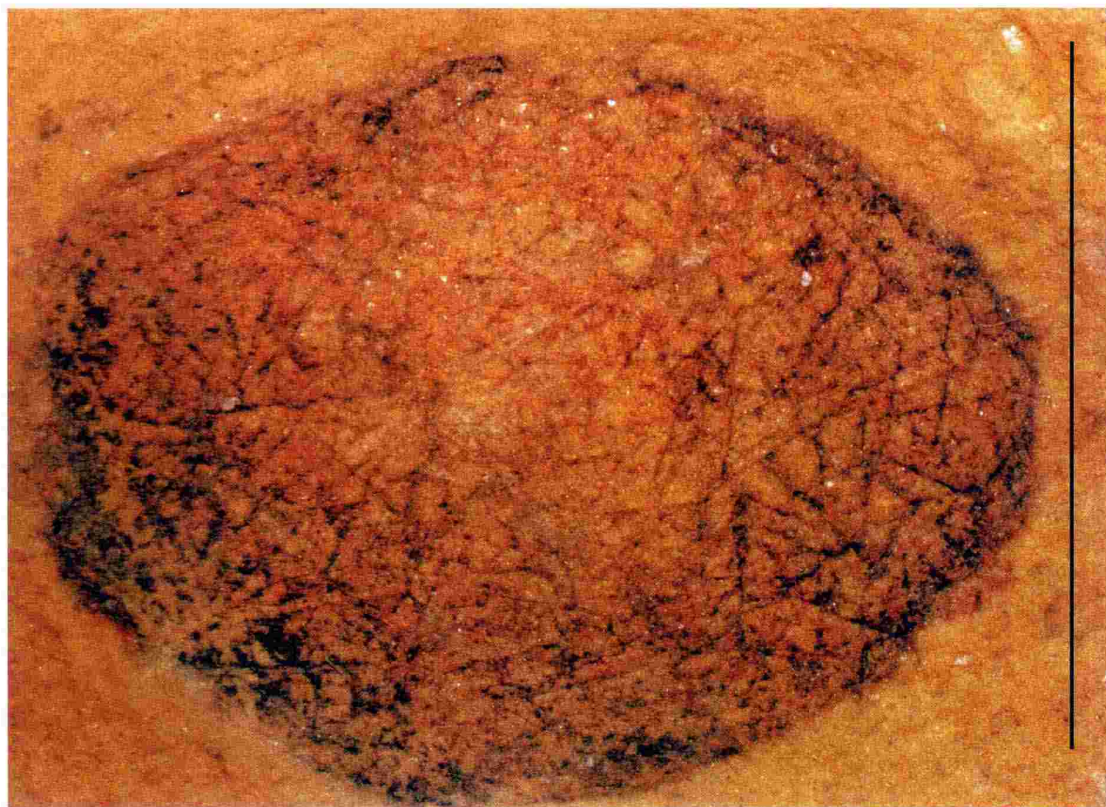


图 42 斜针麦粒海绵, 澄江
小濞田
Triticispongia diagonata,
from Xiaolantian, Chengjiang.

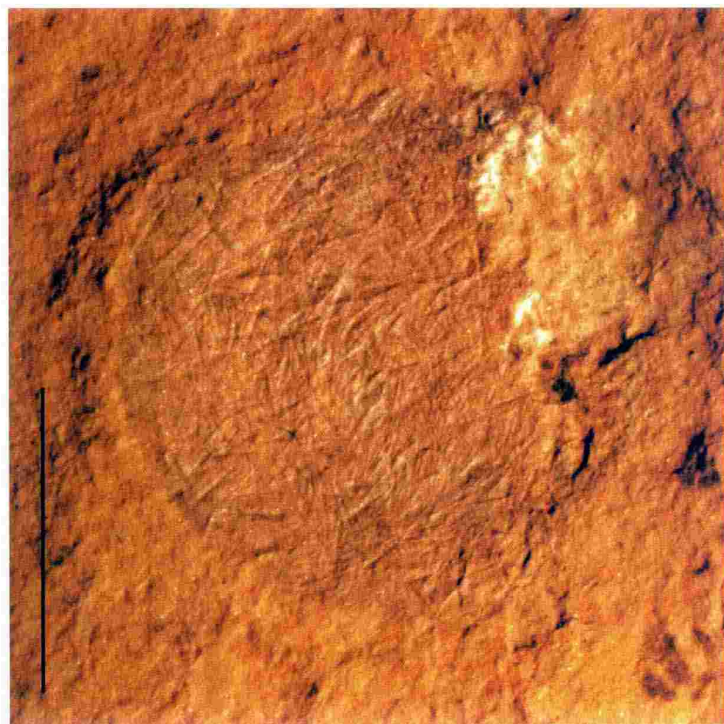


图 43 密集鬃毛海绵, 澄江帽天山
Saetaspongia densa, from Maotianshan,
Chengjiang.

普通海绵纲 Class Demospongea Sollas, 1875

单轴海绵目 Order Monaxonida Sollas, 1883

斗篷海绵科 Family Choiidae Delaubenfels, 1955

小斗篷海绵属 Genus *Choiella* Rigby et Hou, 1995

辐射小斗篷海绵 *Choiella radiata* Rigby et Hou, 1995

海绵体小，盘状到宽盾状或呈漏斗状。简单的纹射状单轴针，最大直径通常 0.015 ~ 0.020 毫米，骨针可能为针状双尖骨针。骨针或许局部束状，或许不是束状分布，但延伸不超过海绵盘状边缘；缺少顶部主要粗形骨针。



图 44 辐射小斗篷海绵
Choiella radiata

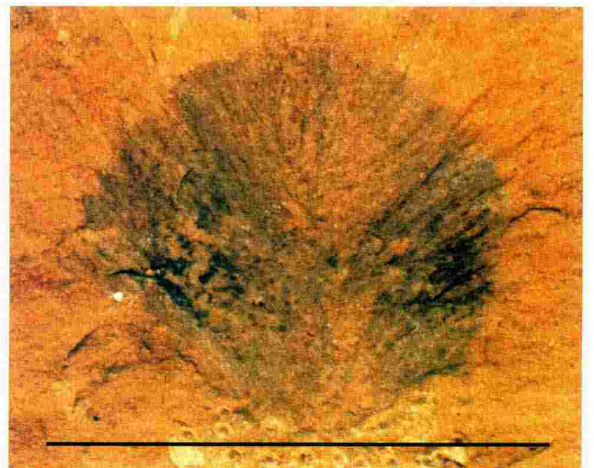


图 45 辐射小斗篷海绵
Choiella radiata

斗篷海绵属 Genus *Choia* Walcott, 1920

小濞田斗篷海绵(新种) *Choia xiaolantianensis* sp. nov.

海绵体外形呈矮锥斗篷状, 个体较小, 成体的盘体直径约2厘米左右。盘体由辐射状排列的单轴针组成, 骨针有粗细两种, 细小的骨针为盘体的主体, 而较粗的骨针向盘体外呈辐射状延伸, 其在盘体外的延伸长度不定, 有的骨针延伸要比盘体直径还要长。



图 46 小濞田斗篷海绵(新种), 正模, 登记号: NIGP115443, 澄江小濞田 *Choia xiaolantianensis* sp. nov., holotype, Cat. No. NIGP115443, Xiaolantian, Chengjiang.

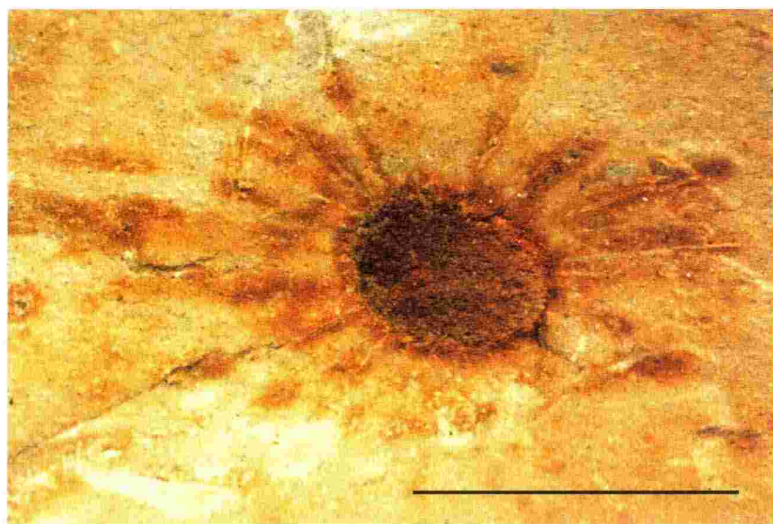


图 47 小濞田斗篷海绵之幼体, NIGP1154440 *Choia xiaolantianensis* sp. nov., juvenility, Cat. No. NIGP115444.

肠状海绵属 Genus *Allantospongia* Rigby et Hou, 1995

小块肠状海绵 *Allantospongia mica* Rigby et Hou, 1995

海绵个体小，延长，呈卵到短肠形，直径约 10×14 毫米长。小的单轴针辐射排列，骨针呈束状，中等大小，延伸可以越过海绵体的顶部中心区。骨针可以分为三个区：一是中心开阔区，一是密集边缘区，再者是骨针较稀疏的外边缘区。单个骨针似乎是针状双尖骨针，最大直径 $0.015 \sim 0.020$ 毫米。



图48 小块肠状海绵，
澄江小濞田
Allantospongia mica,
from Xiaolantian,
Chengjiang.

细丝海绵科 Family Leptomitidae de Laubenfels, 1955

细丝海绵属 Genus *Leptomitus* Walcott, 1886

次圆柱形细丝海绵 *Leptomitus teretiusculus* Chen, Hou et Lu, 1989



海绵体长管形，长度可达110毫米，压平的宽度大约是12毫米。体壁薄，双层的骨骼层由单轴针组成。外骨层主要为大的相互平行的针状双尖骨针，之间为垂直的小骨针充填。内层由不呈簇状的单轴针所组成，骨针间距为0.25毫米。

图 49 次圆柱形细丝海绵，澄江帽天山 *Leptomitus teretiusculus*, from Maotianshan, Chengjiang.

小细丝海绵属 Genus *Leptomitella* Rigby, 1986

锥形小细丝海绵 *Leptomitella conica* Chen, Hou et Lu, 1995

海绵体角锥状，体壁薄，双层的骨骼层由大小不同的3套单轴针所组成。外骨层由骨棒和细小骨针组成，呈纵向分布。内骨层的骨针水平排列，分布不均匀，可能呈束状排列。



图 50 锥形小细丝海绵，澄江帽天山 *Leptomitella conica*, from Maotianshan, Chengjiang.

拟小细丝海绵属 Genus *Paraleptomitella* Chen, Hou et Lu, 1989

网状拟小细丝海绵 *Paraleptomitella dictyodroma* Chen, Hou et Lu, 1989

海绵体呈长锥状，顶上部收缩为刺尖形，大小中等，长可达 95 毫米，宽 12 毫米。双骨骼层，由 3 种大小不同的单轴针组成。外骨层由双尖式大骨针组成，骨针粗短，弯弓状，近垂直方向分布，相互交错排列成菱形网眼。大骨针之间充填于小骨针。内骨层骨针水平束状排列，上部保存为分散状排列。

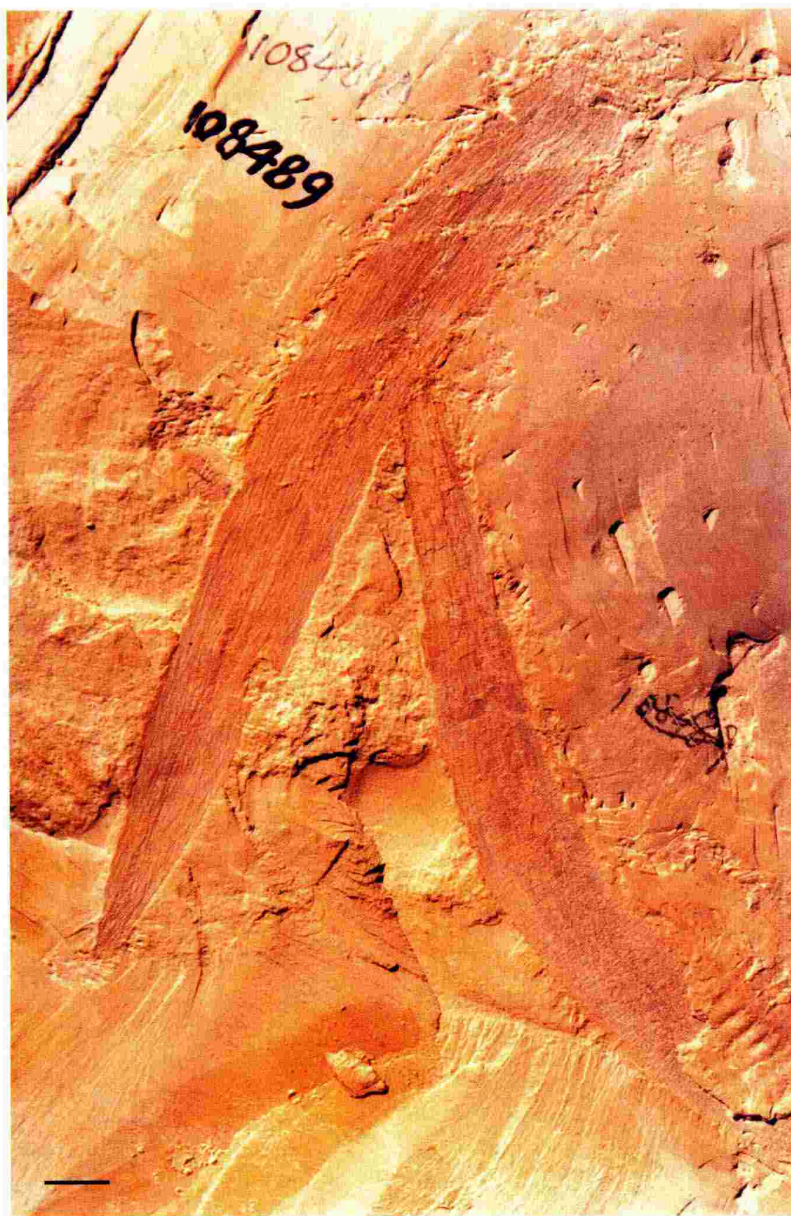


图 51 网状拟小细丝海绵，澄江帽天山
Paraleptomitella dictyodroma,
from Maotianshan,
Chengjiang.

球状拟小细丝海绵 *Paraleptomitella globula* Chen, Hou et Lu, 1989

海绵体上部近球形，下部呈细柱状，长约67毫米，其中45毫米为细柱状体的长度；上部最大宽度约14毫米，下部宽度约5毫米。海绵体双骨骼层，外骨层大骨针微弯，互不叠接，排列成近菱网状，网格内充填于垂直排列的微细骨针。内骨层骨针呈水平束状排列。



图 52 球状拟小细丝海绵，
澄江帽天山
Paraleptomitella globula, from
Maotianshan, Chengjiang.

四层海绵科 Family Quadrolaminiellidae Chen, Hou et Li, 1990

四层海绵属 Genus *Quadrolaminiella* Chen, Hou et Li, 1990

对角四层海绵 *Quadrolaminiella diagonalis* Chen, Hou et Li, 1990



海绵体大，呈卵球状，最大高度可达30厘米，宽度达12厘米以上，是动物群中个体最大的海绵。由于该种海绵体大，很难采到完整标本。骨骼层四层，第一层由纵向排列的骨针组成；第二层由横向排列的细小骨针组成，与第一层骨针垂直，压缩面上组成外网；第三层由左上斜伸骨针组成；第四层由右上斜伸骨针组成，压缩面上第三层与第四层垂直排列而组成内网。

图 53 对角四层海绵，澄江帽天山 *Quadrolaminiella diagonalis*, from Maotianshan, Chengjiang.

(二) 栉水母动物门 Phylum Ctenophora Eschscholtz, 1829

纲、目、科未定 Class, Order, Family uncertain

先光海葵属 Genus *Xianguangia* Chen et Erdtmann, 1991

中国先光海葵 *Xianguangia sinica* Chen et Erdtmann, 1991

动物体呈向上收缩的锥状,基部最宽处约30毫米,整个动物体高度约为60毫米,有一呈圆柱形的基盘,似乎其埋入泥沙之中,为固着海底之功能。基盘之上为动物体主要部分,可能为内脏器官所在位置。最上部口盘有触手环绕,每一触手的内边缘存在纵向排列的刚毛状构造。这一化石目前已有几十块标本被发现,但还未详细研究,其形态非常类似现代海葵,可能与这类动物有亲缘关系。大部分标本呈侧视保存,极少数标本呈触手沿口盘张开延伸,触手弯曲,保存为似葵花状。

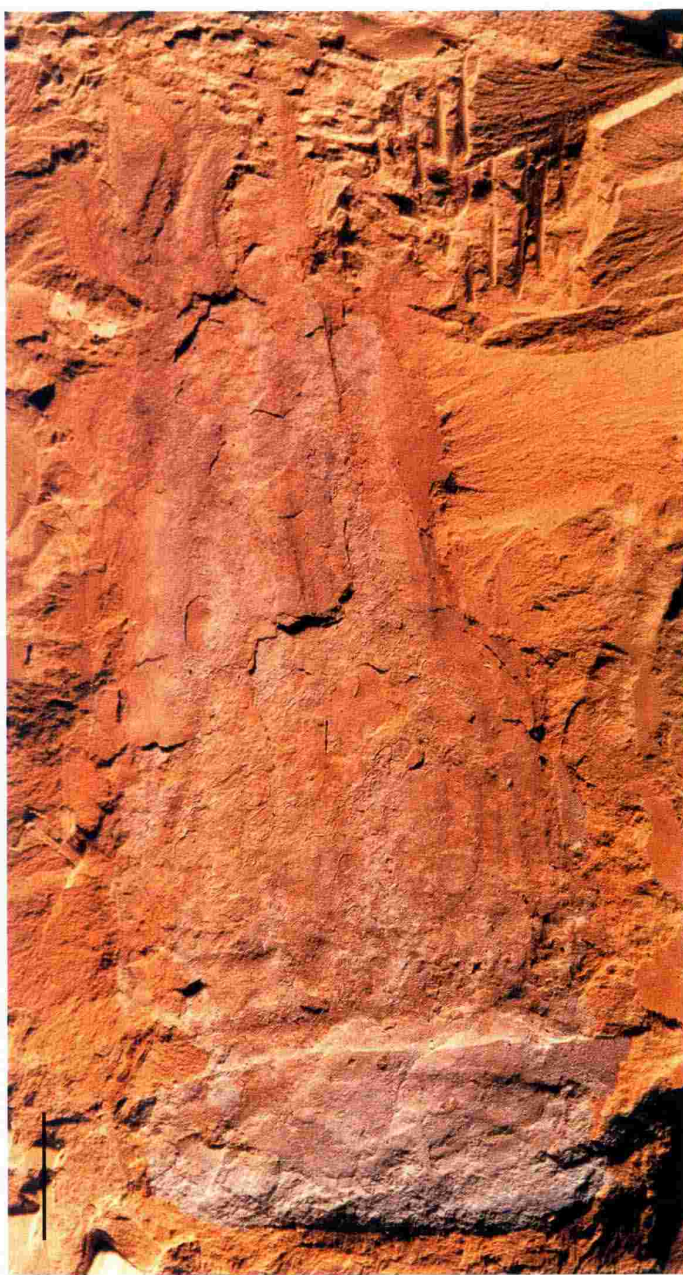


图 54 中国先光海葵,澄江帽天山 *Xianguangia sinica*, from Maotianshan, Chengjiang.



图 55 中国先光海葵，澄江帽天山
Xianguangia sinica, from Maotianshan, Chengjiang.

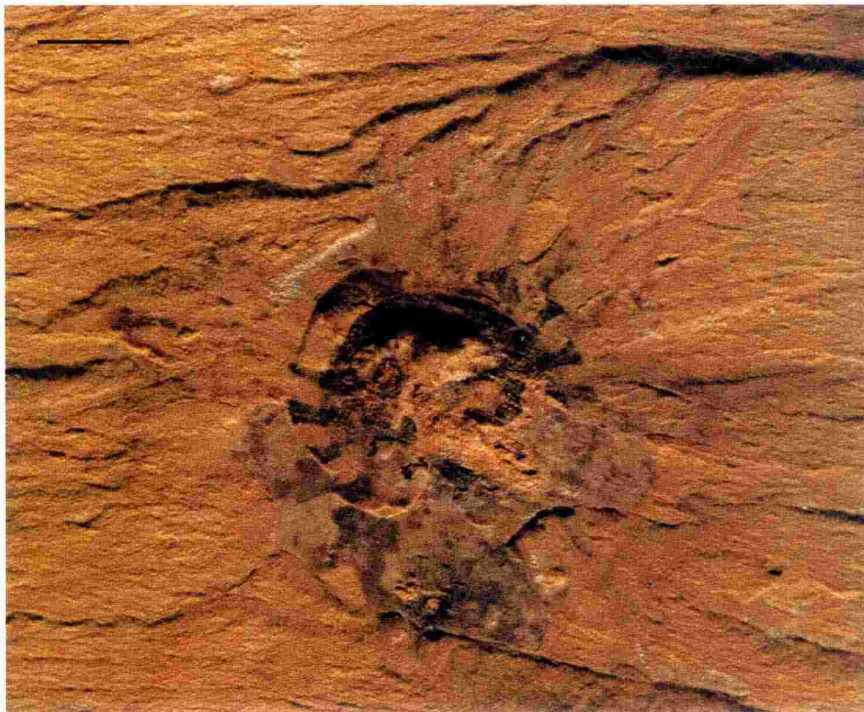


图 56 中国先光海葵 (顶视
压缩标本)，澄江帽天山
Xianguangia sinica, compressed
from top, from Maotianshan,
Chengjiang.

帽天囊水母属 Genus *Maotianoascus* Chen et Zhou, 1997

八瓣帽天囊水母 *Maotianoascus octonarius* Chen et Zhou, 1997

该动物是澄江动物群中的稀有分子，动物体侧视呈卵形，辐射对称，但也显示两侧对称。口面位于下部，口位于口面中央；反口面位于上部，中央有一球形平衡囊。身体表面有8条从口面到反口面排列很均匀的栉板列，每一栉板由一横基部相愈合的纤毛组成，每一栉板列是由许多栉板组成。8条纤毛栉板列是该动物的运动器官。该类动物有时被置入腔肠动物门内。

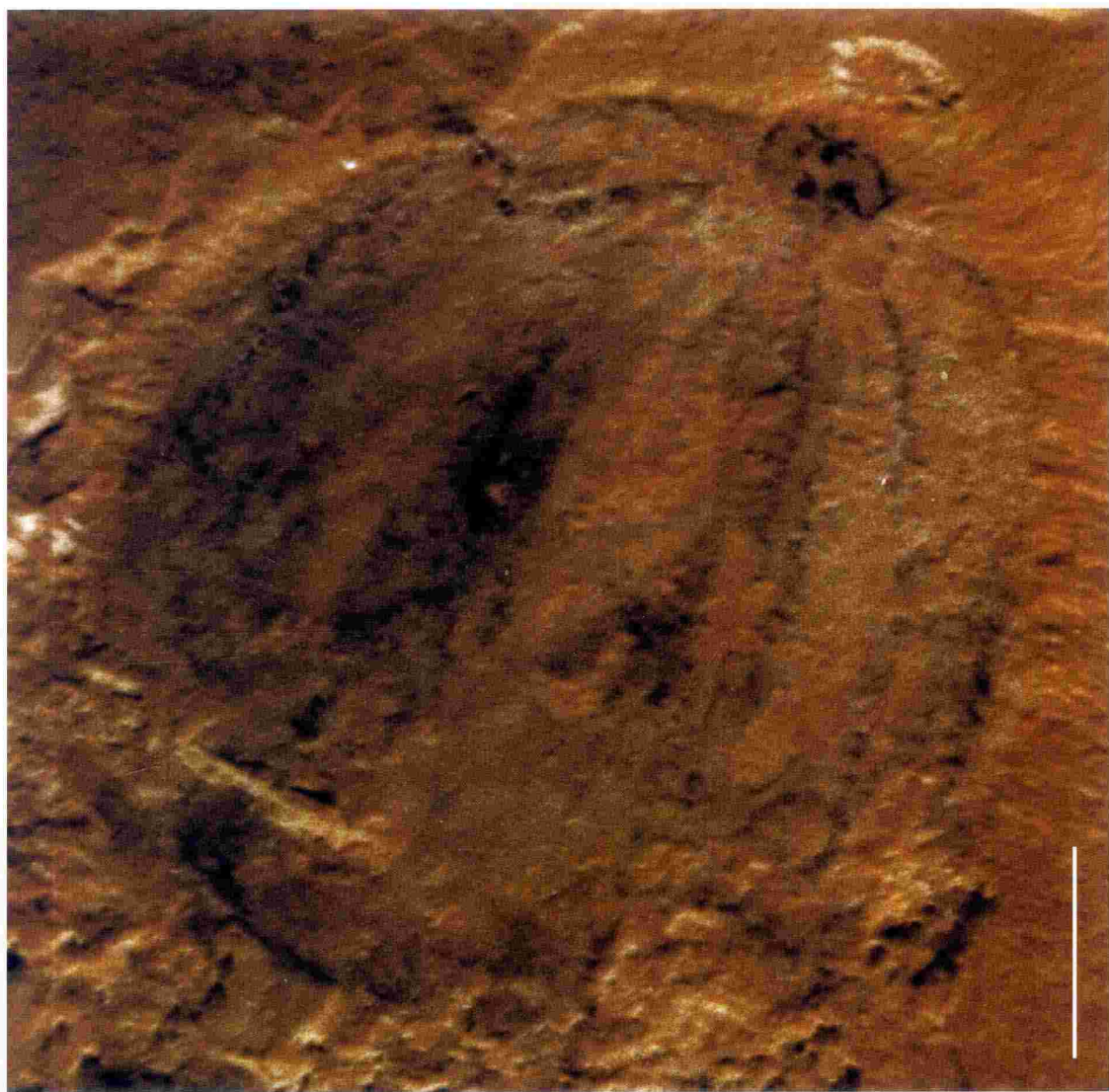


图 57 八瓣帽天囊水母，澄江帽天山
Maotianoascus octonarius, from Maotianshan, Chengjiang.

(三) 线形虫动物门 Phylum Nematomorpha Vejdovsky, 1866

古蠕虫纲 Class Palaeoscolecida Conway Morris et Robison, 1986

目未定 Order uncertain

环饰蠕虫科 (新科) Family Cricocosmiidae fam. nov.

虫体表皮每一环纹具一对大的锥形骨板。

环饰蠕虫属 Genus *Cricocosmia* Hou et Sun, 1988

晋宁环饰蠕虫 *Cricocosmia jinningensis* Hou et Sun, 1988

虫体较小, 呈长的圆筒状, 长约 50 毫米, 宽约 2.5 毫米。虫体前具刺状可伸缩的吻, 吻之后头部具大而长的刺。虫体具规则环纹, 每一环纹具两个大的锥形骨板, 骨板规则纵向排列, 身体后末端有一大的钩状刺。肠道直, 多呈黑色带状纵贯整个虫体。



图 58 晋宁环饰蠕虫, 晋宁梅树村
Cricocosmia jinningensis, from Meishucun,
Jinning.



图 59 中国古蠕虫，澄江帽天山
Palaeoscolex sinensis, from Maotianshan, Chengjiang.

古蠕虫科 Family Palaeoscolecidae Whittard, 1953

古蠕虫属 Genus *Palaeoscolex* Whittard, 1953

中国古蠕虫 *Palaeoscolex sinensis* Hou et Sun, 1988

虫体较大，细长，长度可达100毫米，宽度达4毫米，呈圆管状。虫体前部具可伸缩的吻，吻刺明显，纵向排列。虫体表面环纹清楚，乳头状骨板整齐地呈横向排列，双横排的乳头状骨板突起和双横排小坑装饰交替出现，一个大的钩状刺在身体末端。肠道直，呈一条黑色条带纵贯整个虫体，不见泥沙充填，似是一个食肉或食腐食的蠕虫。这类蠕虫原来被认为属于环节动物，经对澄江动物群同类化石研究后认为，它们代表了线形虫动物 (Hou & Bergström, 1994)。

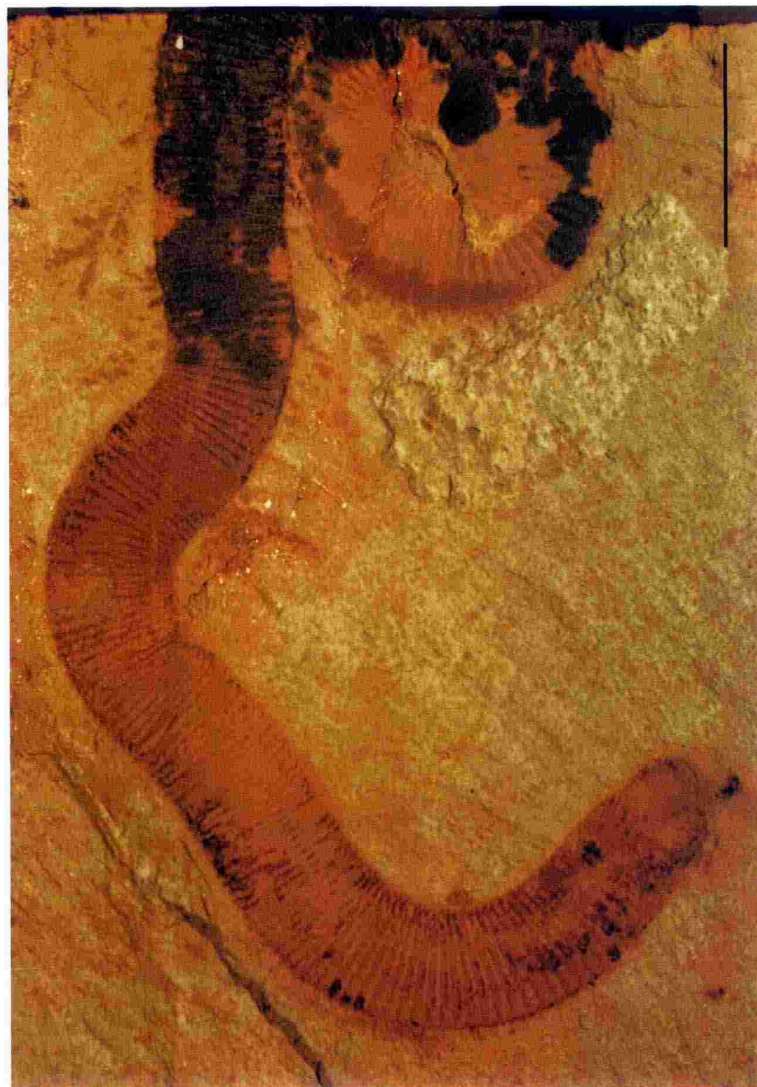


图 60 中国古蠕虫，澄江马鞍山
Palaeoscolex sinensis, from Maanshan,
Chengjiang.

帽天山虫科 (新科) Family Maotianshaniidae fam. nov.

虫体表皮布满不规则排列的骨板。

帽天山虫属 Genus *Maotianshan* Sun et Hou, 1987

圆筒帽天山蠕虫 *Maotianshan* *cylindrica* Sun et Hou, 1987

虫体较小，细长的圆筒状，长度不超过40毫米，宽度2毫米。伸出的吻表面具规则的刺，吻后头部另具较大的刺。虫体环纹清楚，大量骨板不规则地布满在虫体表面，后末端显示一对钩状刺。刺特征与古蠕虫和环饰蠕虫相同。肠道直，常充满泥沙，指出该蠕虫是一个吞食泥沙者。

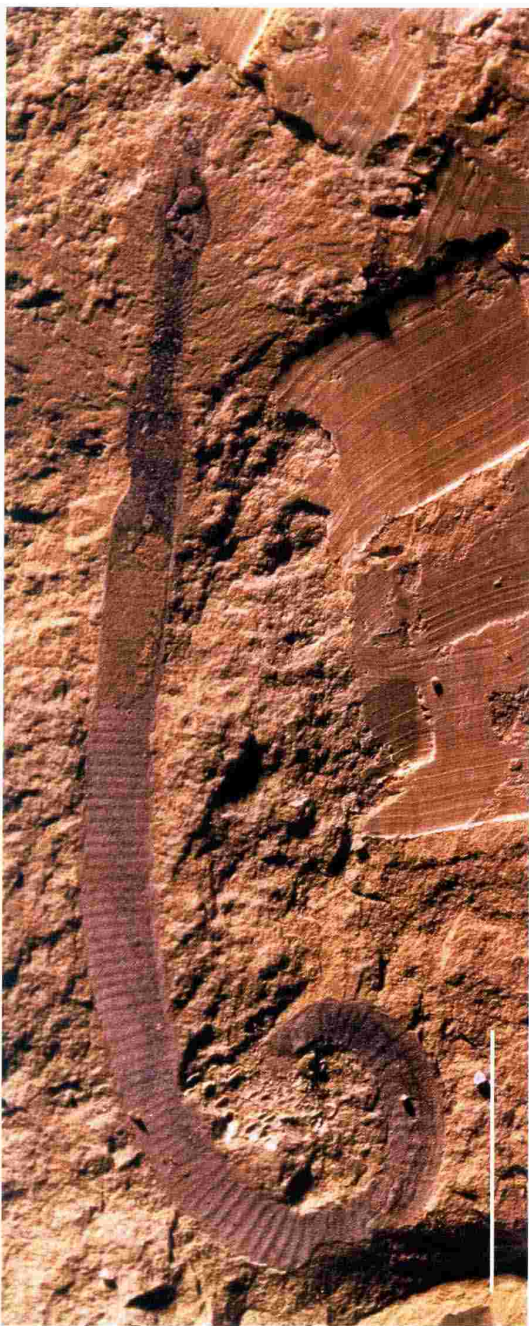


图 61 圆筒帽天山蠕虫，澄江帽天山
Maotianshan *cylindrica*, from Maotianshan, Chengjiang.



图62 圆筒帽天山蠕虫，澄江帽天山
Maotianshania cylindrica, from
Maotianshan, Chengjiang.

(四) 鳃曳动物门 Phylum Priapulida Delage et Hérouard, 1897

纲、目不定 Class, Order uncertain

古鳃曳虫科 (新科) Family Palaeopriapulitidae fam. nov.

吻和躯干均呈卵形且等大的鳃曳动物。

古鳃曳虫属 (新属) Genus *Palaeopriapulites* gen. nov.

模式种 *Palaeopriapulites parvus* gen. et sp. nov.

属征同种征。

小古鳃曳虫 (新属新种) *Palaeopriapulites parvus* gen. et sp. nov.

该蠕形动物发现于澄江, 体小, 吻全部伸出时整个动物长度不到 10 毫米; 吻和躯干分界明显, 吻后部和躯干均呈卵形, 大小近相等。吻表面上排列有大约 20 纵排吻刺; 充满泥的肠道细而直, 沿吻和躯干中部延伸, 但有的标本在躯干后端显示为弯曲状; 躯干后末端具钩状刺。尽管在加拿大布尔吉斯页岩 (Conway Morris, 1977) 和美国犹他州 (Conway Morris & Robison, 1986) 中寒武统存有化石鳃曳动物, 但极似现代鳃曳动物的化石却极少被发现。除现在描述的古鳃曳虫和始鳃曳虫外, 相似现代鳃曳动物的化石报道还见于美国的石炭纪 (Schram, 1973)。



图 63 小古鳃曳虫 (新属新种), 正模, 登记号: NIGP115446, 澄江帽天山
Palaeopriapulites parvus gen. et sp. nov., holotype, Cat. No. NIGP115446, Maotianshan, Chengjiang.

始鳃曳虫属 (新属) Genus *Protopriapulites* gen. nov.

模式种 *Protopriapulites haikouensis* gen. et sp. nov.

属征同种征。

海口始鳃曳虫 (新属新种) *Protopriapulites haikouensis* gen. et sp. nov.



该蠕形动物发现于昆明海口, 吻全部翻出时该动物长度可达10毫米。该蠕虫不同于小古鳃曳虫主要在于前者躯干表面具13~15条明显的纵向纹饰 (浅沟或细脊), 充满泥的肠道粗大, 呈弯曲盘状, 几乎占据整个躯干部。

图 64 海口始鳃曳虫 (新属新种), 正模,

登记号: NIGP115447, 昆明海口

Protopriapulites haikouensis gen. et sp. nov., holotype, Cat. No. NIGP115447, Haikou, Kunming.



图 65, 66 海口始鳃曳虫 (新属新种), 登记号:

NIGP115448, 115449, 昆明海口

Protopriapulites haikouensis gen. et sp. nov., Cat. No. NIGP115448 and 115449, Haikou, Kunming.



图67, 68 锥形原始管虫 (新属新种), 登记号: NIGP115450A, B, 澄江马鞍山
Archotuba conoidalis gen. et sp. nov., Cat. No. NIGP115450A, B, Maanshan, Chengjiang.

科不定 Family uncertain

原始管虫 (新属) Genus *Archotuba* gen. nov.

模式种 *Archotuba conoidalis* gen. et sp. nov.

属征同种征。

锥形原始管虫 (新属新种) *Archotuba conoidalis* gen. et sp. nov.

虫管长度可达 50 毫米以上, 顶端管口直径可达 6 毫米以上, 呈细长锥形, 向下渐变尖细, 最下尖端固着于其他动物的壳上生活。虫管表面似光滑无饰, 中央一条纵向延伸的深色线可能代表肠道。类似的管状蠕虫也见于中寒武世的加拿大布尔吉斯页岩 (Conway Morris, 1977) 和美国犹他州 (Conway Morris & Robison, 1986), 不同是新种规则较粗的管外表面环纹和固着之生活方式。



图 69 锥形原始管虫 (新属新种), 登记号: NIGP115451, 澄江帽天山
Archotuba conoidalis gen. et sp. nov., Cat. No. NIGP115451, Maotianshan, Chengjiang.

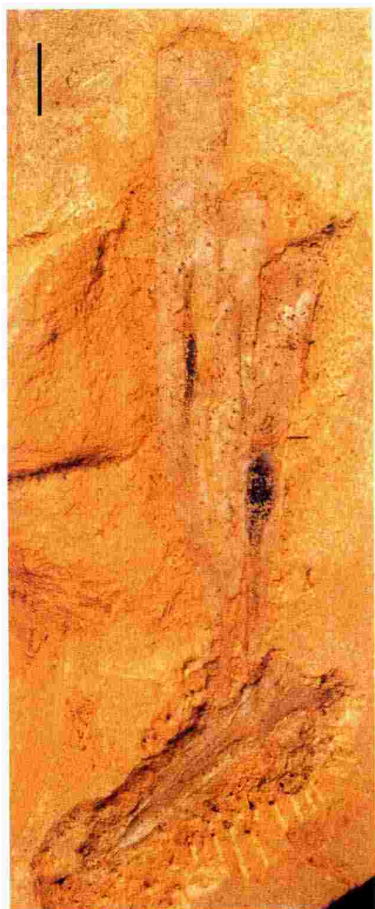


图70 锥形原始管虫(新属新种),
登记号: NIGP115452, 澄江马
鞍山

Archotuba conoidalis gen. et sp.
nov., Cat. No. NIGP115452,
Maanshan, Chengjiang.



图71 锥形原始管虫(新属新种),
登记号: NIGP115453, 澄江帽天山
Archotuba conoidalis gen. et sp. nov.,
Cat. No. NIGP115453, Maotianshan,
Chengjiang.



图72 锥形原始管虫(新属新
种), 正模, 登记号:
NIGP115454, 澄江帽天山
Archotuba conoidalis gen. et
sp. nov., holotype, Cat. No.
NIGP115454, Maotianshan,
Chengjiang.

管虫科 Family Selkirkiidae Conway Morris, 1977

似管虫属 (新属) Genus *Paraselkirkia* gen. nov.

模式种 *Paraselkirkia jinningensis* gen. et sp. nov.

属征同种征。

晋宁似管虫 (新属新种) *Paraselkirkia jinningensis* gen. et sp. nov.

该种因发现于晋宁县而得名, 管锥状, 小而细长, 管长多不超过 20 毫米, 管口最宽处多不超过 3 毫米。吻构造保存好, 伸出的吻长, 明显分四部分, 各部分吻刺大小、构造各不相同; 近锥状管口部分吻刺大, 远端吻刺细小。管表面环纹清楚, 环纹间的距离较大而有规则。

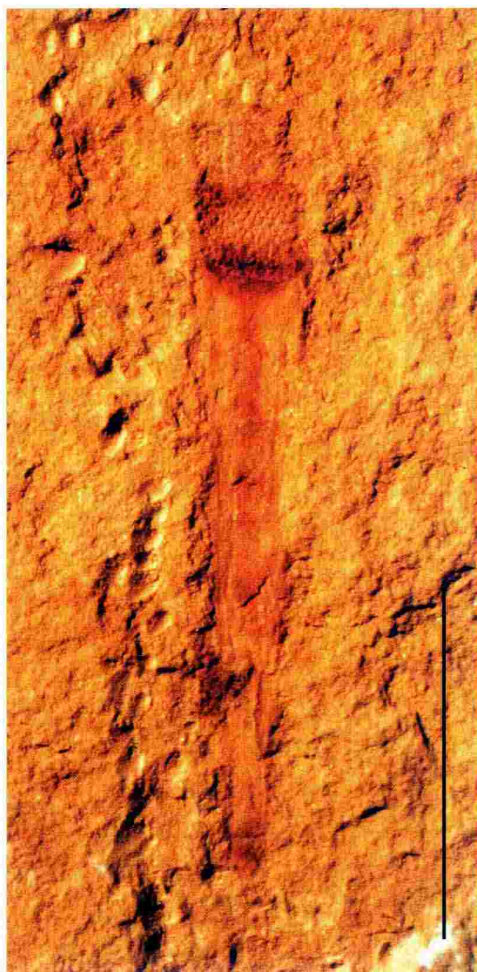
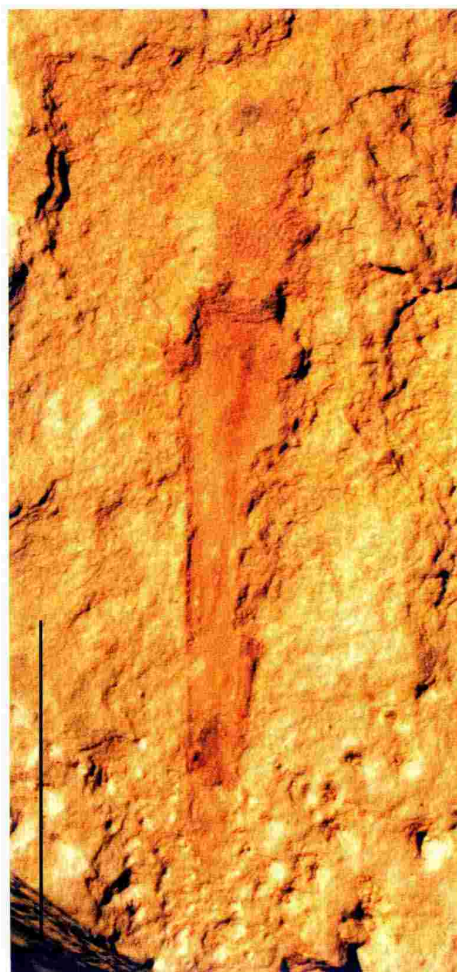


图73 晋宁似管虫 (新属新种), 登记号: NIGP115455, 昆明海口
Paraselkirkia jinningensis gen. et sp. nov.,
Cat. No. NIGP115455, Haikou, Kunming.

图74 晋宁似管虫 (新属新种), 登记号: NIGP115456, 昆明海口
Paraselkirkia jinningensis gen. et sp. nov.,
Cat. No. NIGP115456, Haikou, Kunming.



图 75 晋宁似管虫 (新属新种), 正模, 登记号:
NIGP115457, 昆明海口
Paraselkirkia jinningensis gen. et sp. nov., holotype,
Cat. No. NIGP115457, Haikou, Kunming.



图 76 晋宁似管虫 (新属新种), 登记号:
NIGP115458, 昆明海口
Paraselkirkia jinningensis gen. et sp. nov., Cat.
No. NIGP115458, Haikou, Kunming.

(五) 动吻动物门? Phylum Kinorhyncha Reinhard, 1887?

双头节纲 Class Dicephalosomita Sharov, 1966

目不定 Order uncertain

奇虾科 Family Anomalocarididae Raymond, 1935

似皮托虫属 Genus *Parapeytoia* Hou, Bergström et Ahlberg, 1995

云南似皮托虫 *Parapeytoia yunnanensis* Hou, Bergström et Ahlberg, 1995

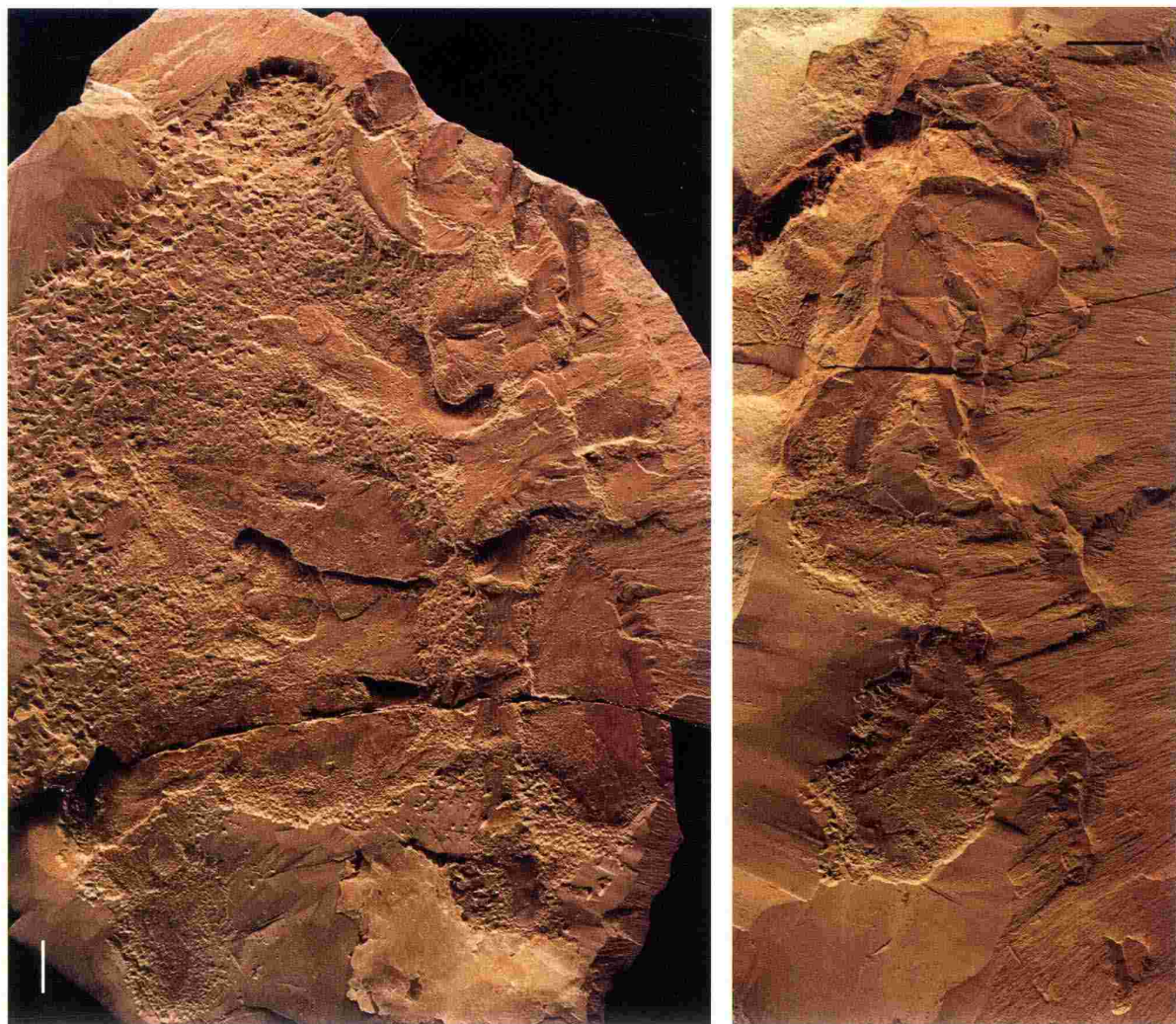
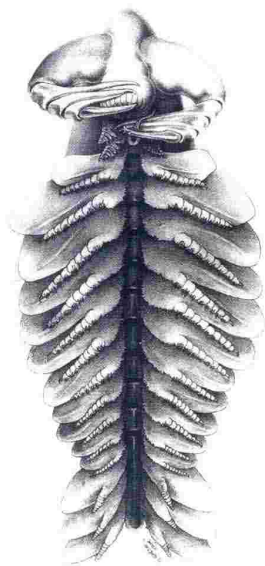
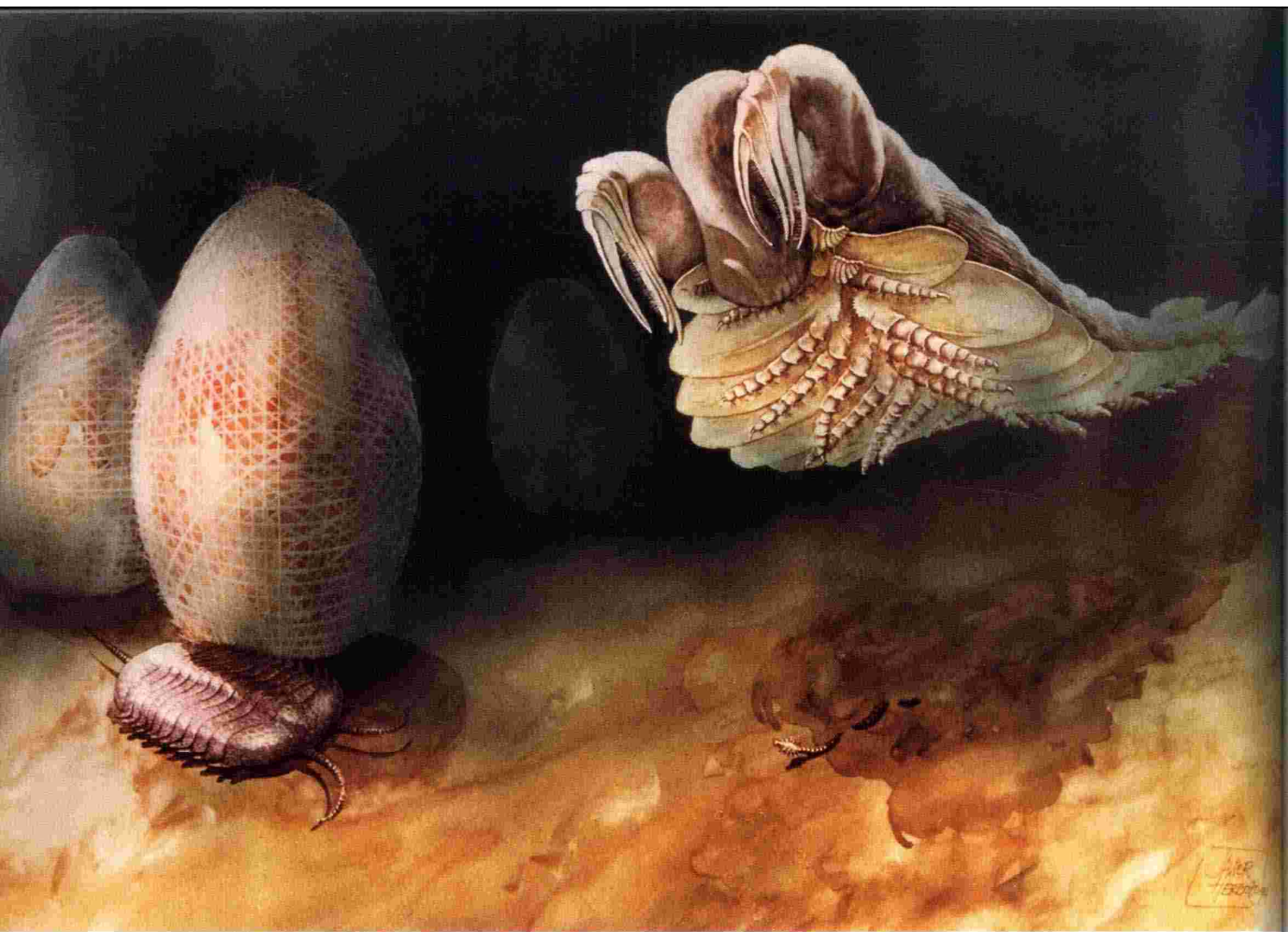


图 77, 78 云南似皮托虫, 澄江帽天山
Parapeytoia yunnanensis, from Maotianshan, Chengjiang.



这是目前这一类化石腿肢构造了解得最为清楚的一个种。圆形口器由辐射排列的骨板所组成，口位于头腹部，指向后方，口之后是2对或3对小的头部附肢，附肢分8节，始端节宽大，至末端节逐渐窄小，每一节向内侧延长为细刺状内叶。躯干腹甲（sternites）两侧是一系列腿肢。腿肢由原肢（propod）和枝肢（ramipod）组成。原肢宽大，靠近腹甲边缘具强壮的刺。枝肢像腿的形状，由8节和1个锥状末端刺组成，每一节分节处由小刺组成环带环绕。

陈均远等（1996，201~202页）把该属种作为加拿大布尔吉斯页岩的皮托虫属的同义名，但图解的标本却完全和奇虾类无关，而是和腮曳动物可能有关的一类巨大蠕形动物的吻部构造。

图 79, 80 云南似皮托虫腹视（下图）和生态复原图（上图）
Reconstruction of *Parapeytoia yunnanensis* in ventral view (below)
and in life (above).

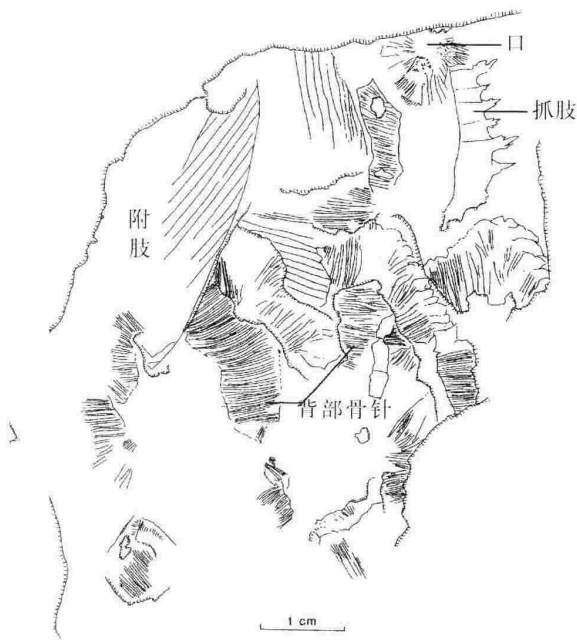


图 81 帚刺奇虾虫，一枚较大标本，显微镜绘图，澄江帽天山
Drawing of *Anomalocaris saron*,
Maotianshan, Chengjiang.

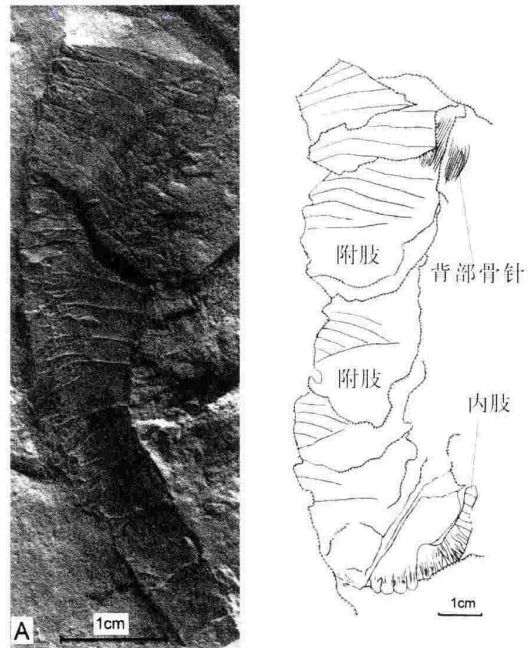


图 82 优美瓜肢虫 (A.单独保存的内肢; B.一系列外肢和一个完整腿肢), 澄江帽天山
Cucumericrus decoratus, A, detached ramipod; B, a series of striated appendage flaps and a leg branch, Maotianshan, Chengjiang.

奇虾属 Genus *Anomalocaris* Whiteaves, 1892

帚刺奇虾虫 *Anomalocaris saron* Hou, Bergström et Ahlberg, 1995

体大，体长可达 1 米，头背部具一茎状眼，腹侧具一对强壮的抓肢。抓肢由 16 节组成，始端粗大，向末端逐渐变细，始端第 2 节有 1 对小刺；第 3 节至 15 节，每一节具 1 对细长的内叶 (endite)，每一内叶又有两对侧刺。躯干两侧有 11 对相互叠覆的双分支腿肢；外肢宽大，上约有 18 条相互平行的条纹；内肢粗大而长，每一节具刺状构造。尾由 3 对尾扇和 1 对细长的尾刺组成。

瓜肢虫属 Genus *Cucumericrus* Hou, Bergström et Ahlberg, 1995

优美瓜肢虫 *Cucumericrus decoratus* Hou, Bergström et Ahlberg, 1995

该种的认识是通过动物躯干碎片和一腿肢的枝肢。躯干碎片 12 厘米长，显示 7 个相互叠覆的奇虾类所独有的具条纹的板状腿肢，其中一腿肢显示出双分支；双分支的枝肢显示出和单独保存的枝肢特征相一致。该种板状肢上较少的条纹构造，原肢 (propod) 上圆滑的而不是齿状的颞基，大而分节不明显的枝肢，枝肢上具许多不规则条纹，这些特征在其他奇虾类动物所没有的。

抱怪虫属 Genus *Amplectobelua* Hou, Bergström et Ahlberg, 1995

双肢抱怪虫 *Amplectobelua symbrachiata* Hou, Bergström et Ahlberg, 1995

目前对这一种的了解主要是靠保存完整的前部抓肢。它的口器、躯干原肢相似于帚刺奇虾类，而它的枝肢相似云南似皮托虫。陈均远等（1996，199页，图268）把该种腿枝肢的碎片误认为是该种的口器，并把与奇虾类无关的化石也描述为奇虾类的口器（陈均远等，1996，200页，图272；201页，图274~277；陈均远等，1997，81~82页，图129~131）。经研究，所有这类动物都有一个相似的圆形口器（Hou et al., 1995），正如加拿大布尔吉斯页岩奇虾类所显示的口器（Whittington & Briggs 1985，图：17，22，79，80等）和澄江动物群奇虾类所显示的口器（Hou et al., 1995，图：6，9，10）。

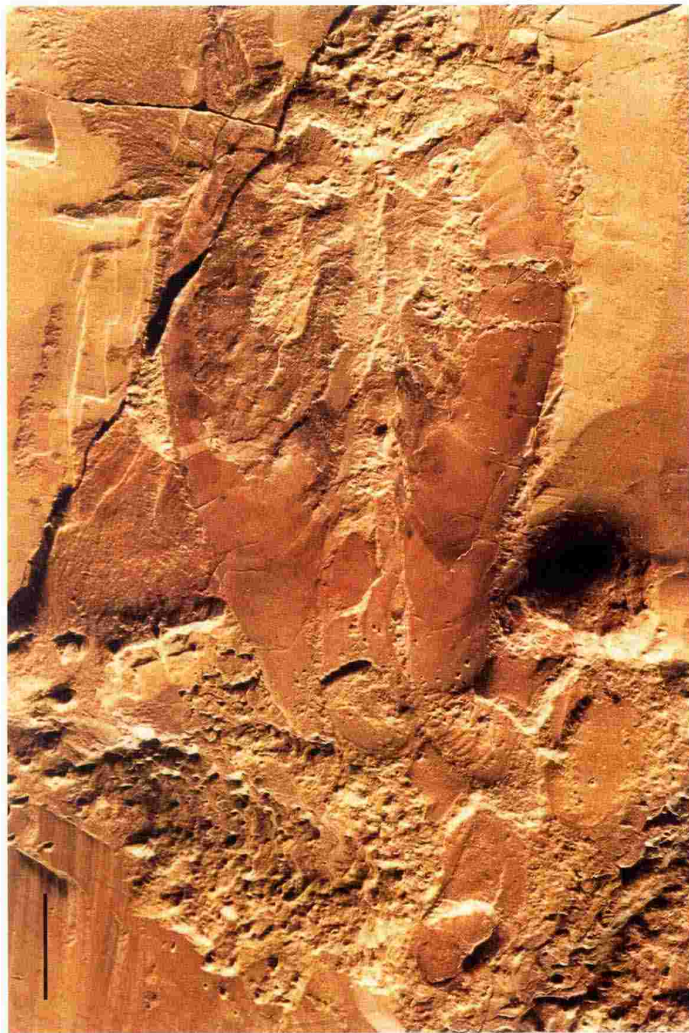


图83 双肢抱怪虫，一对完整的抓肢及其后的其他构造，澄江帽天山

Amplectobelua symbrachiata, a pair of grasping appendages and other structures behind the grasping appendages, Maotianshan, Chengjiang.



图84 双肢抱怪虫一个大的抓肢，澄江马鞍山

Amplectobelua symbrachiata, a large grasping appendage, Maanshan, Chengjiang.

(六) 叶足动物门 **Phylum Lobopodia Snodgrass, 1938**
(=Protarthropoda Lankester, 1904)

异虫纲 Class Xenusia Dzik & Krumbiegel, 1989

古有爪目 Order Archonychophora Hou et Bergström, 1995

罗哩山虫科 Family Luolishaniidae Hou et Bergström, 1995

罗哩山虫属 Genus *Luolishania* Hou et Chen, 1989

长足罗哩山虫 *Luolishania longicuris* Hou et Chen, 1989

虫体细长，多节，有16对叶足。身体叶足附着处形成一宽带区，其上有3个小的瘤突。宽带区之间具环纹，环纹数量在虫体中部6~8条，然后向两端减少；头、尾处的环纹3条。叶足细长，每叶足环纹多达20条，末端具4个或5个爪。肠道呈黑色，细而直。

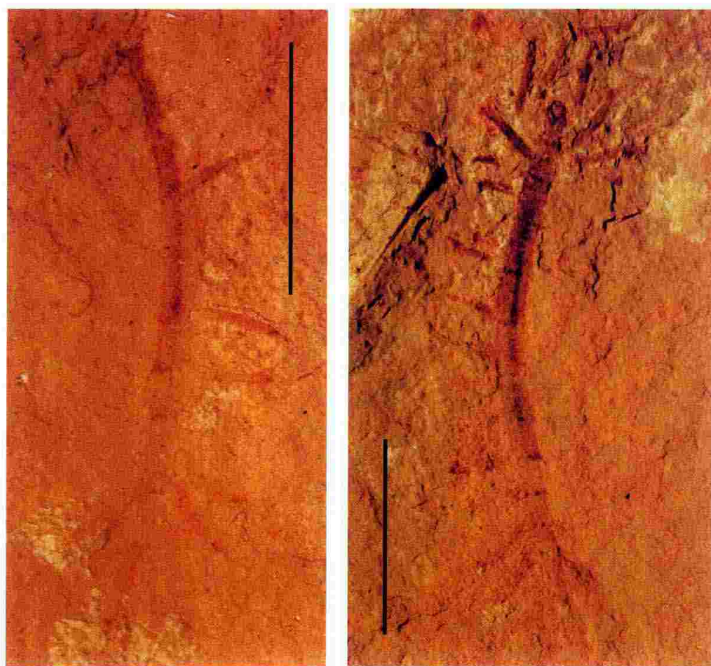


图 85, 86 长足罗哩山虫，澄江帽天山
Luolishania longicuris, Maotianshan,
Chengjiang.

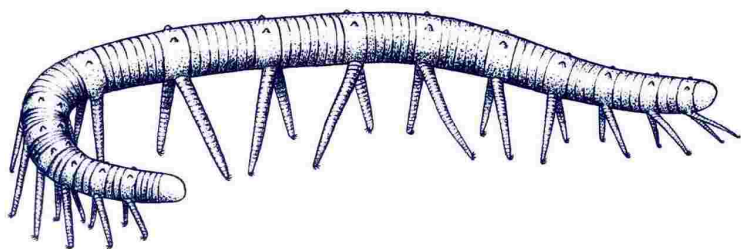


图 87 长足罗哩山虫复原图
Reconstruction of *Luolishania longicuris*



图 88 中华微网虫，澄江帽天山
Microdictyon sinicum, from Maotianshan, Chengjiang.

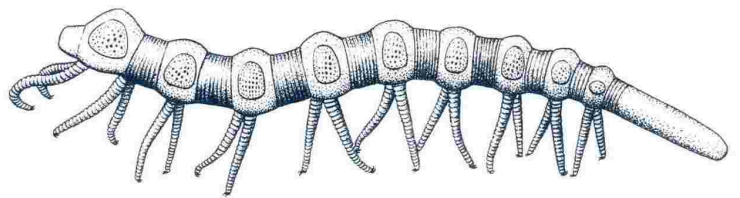


图 89 中华微网虫复原图
Reconstruction of *Microdictyon sinicum*

竖有爪目 Order Scleronychophora Hou et Bergström, 1995

始小贝科 Family Eoconchariidae Hao et Shu, 1987

(=Eoconchariidae Shu et Chen, 1988;

=Microdictyonidae Chen, Hou et Lu, 1989)

微网虫属 Genus *Microdictyon* Bengtson, Matthews et Missarzhevsky,
1981, emend. Chen, Hou et Lu, 1989

中华微网虫 *Microdictyon sinicum* Chen, Hou et Lu, 1989

头短而小，尾长。躯干具9对网形骨片和10对叶足。网形骨片从前至后大小、形状均有变化。前两对叶足分别附着于第1对骨片的前后，之后是每对骨片的腹侧附着于1对叶足。环纹见于骨片之间的躯干和叶足上，叶足末端具1对爪。肠道直而简单，从头的端部延伸到尾的末端。陈均远等（1996）把该种细长的部分作为头，短小的部分作为该动物的尾，与我们所认识的头、尾方向正好相反（Hou & Bergström, 1995）。



图90 中华微网虫，澄江帽天山
Microdictyon sinicum, from Maotianshan, Chengjiang.

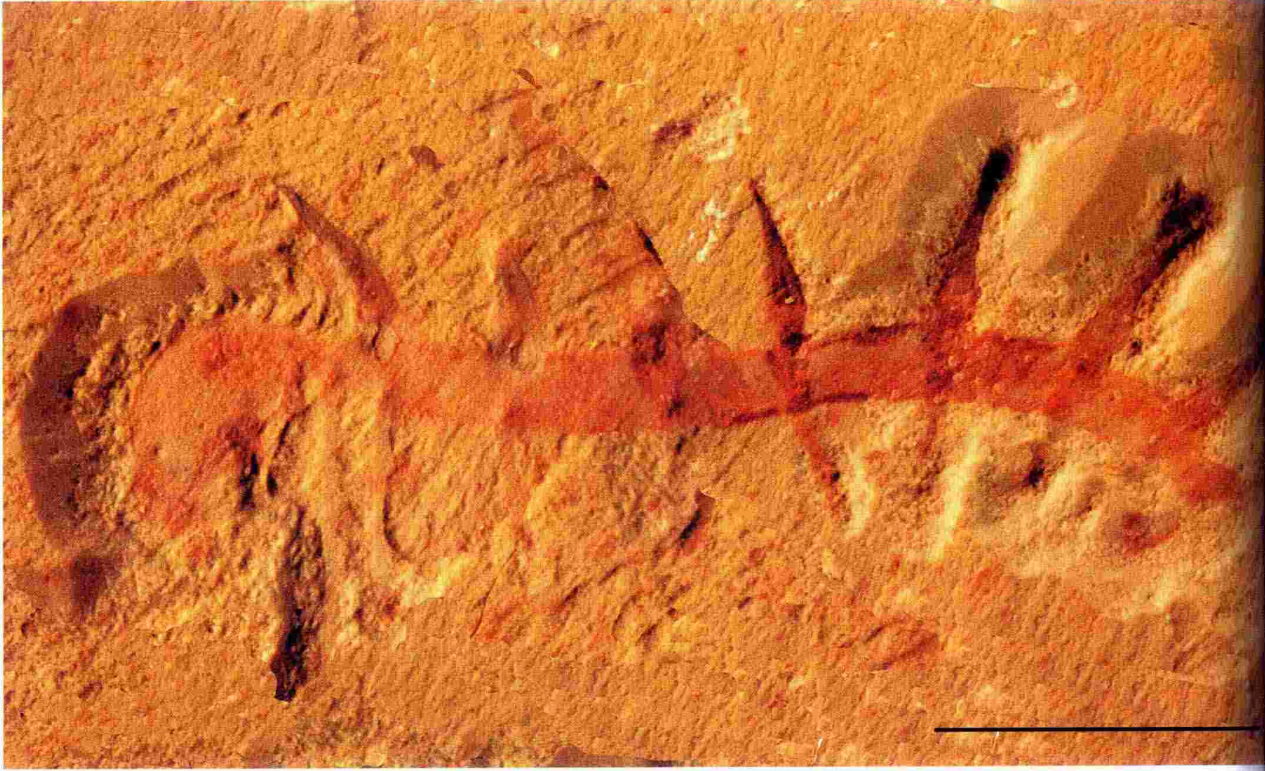


图 91 强壮怪诞虫，澄江帽天山
Hallucigenia fortis, from Maotianshan, Chengjiang.

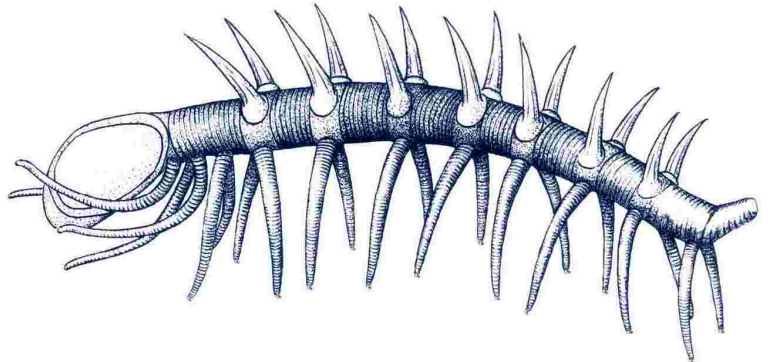


图 92 强壮怪诞虫复原图
Reconstruction of *Hallucigenia fortis*

怪诞虫科 Family Hallucigeniidae Conway Morris, 1977

怪诞虫属 Genus *Hallucigenia* Conway Morris, 1977

强壮怪诞虫 *Hallucigenia fortis* Hou et Bergström, 1995

头大，侧视呈椭圆形，躯干背侧具7对向上向侧生长的强壮长刺。每对长刺腹侧部具1对长的叶足，第1对背刺和头之间具3对叶足，最后一对背刺之后具1对叶足，总共大约有11对叶足。前两对叶足较长，位于头之后，可能行使抓捕食物之功能。叶足末端具成对的爪。口位于头端部，肠道沿身体腹侧延伸，直而简单。

怪诞虫首先发现于加拿大布尔吉斯页岩，由于化石保存得不好，结果把该动物的腿作为背部触手，背部成对刺作为腿，造成了背腹颠倒之错误而不可理解，所以命名为怪物之意 (Conway Morris, 1977)。正是这个动物，在讨论动物演化时，被作为“寒武纪大爆发，产生了比现代动物多得多的门，后来大部分绝灭”之理论柱石。通过澄江化石研究，第一次指出了该动物背腹颠倒的错误 (Ramsköld & Hou, 1991) 之后，首次正确地恢复了该动物的全貌 (Hou & Bergström, 1995)，才使科学界认识到该“怪物”并不怪。澄江动物群的怪诞虫的头、尾定向是无可疑的，因为它有一个膨大的头 (Hou & Bergström, 1995)。但是加拿大布尔吉斯页岩的怪诞虫头、尾定向目前仍有争议 (Ramsköld, 1992)。

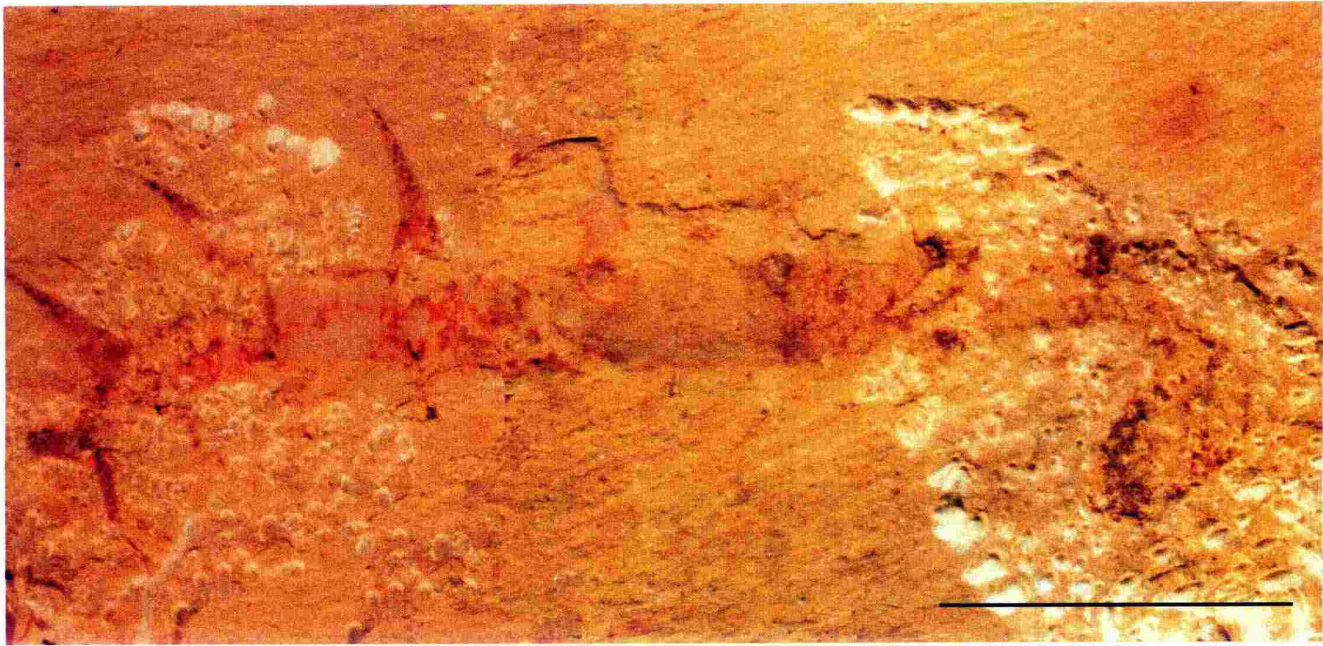


图93 强壮怪诞虫，澄江马鞍山
Hallucigenia fortis, from Maanshan, Chengjiang.

心网虫科 Family *Cardiodictyidae* Hou et Bergström, 1995

心网虫属 Genus *Cardiodictyon* Hou, Ramsköld et Bergström, 1991

链状心网虫 *Cardiodictyon catenulum* Hou, Ramsköld et Bergström, 1991

头大，侧视呈椭圆形。身体细长，呈筒状。躯干有 23 对长六角形骨板，排列在躯干两侧，如同链子而得名；每一对骨板之下具 1 对叶足，每一叶足之末端具 4~5 个爪。在椭圆形头之腹侧，另具 3 对叶足状构造。在标本中这 3 对叶足状构造向前伸展，可能行使不同的功能。骨板之间和叶足上具环纹。尾极短，末端收缩。



图 94 链状心网虫，澄江帽天山
Cardiodictyon catenulum, from Maotianshan, Chengjiang.

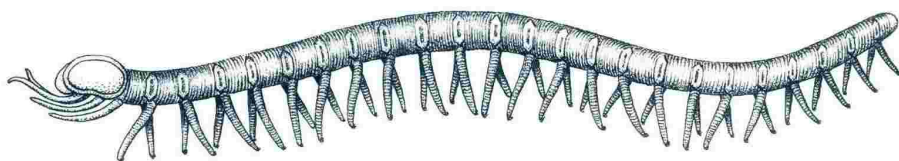


图 95 链状心网虫复原图
Reconstruction of *Cardiodictyon catenulum*

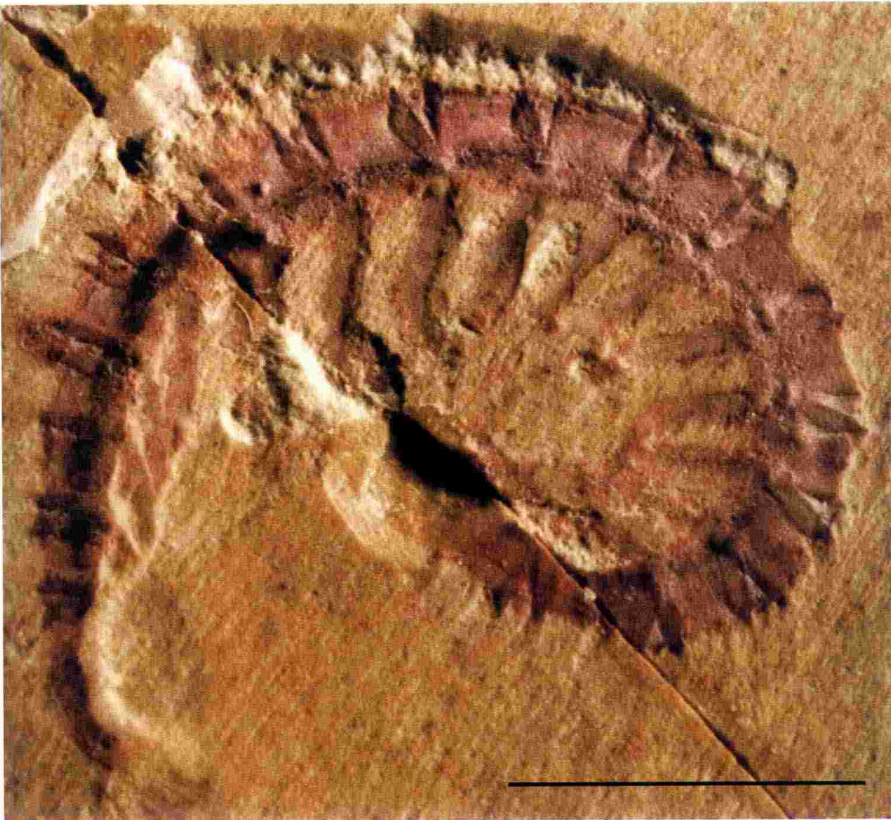
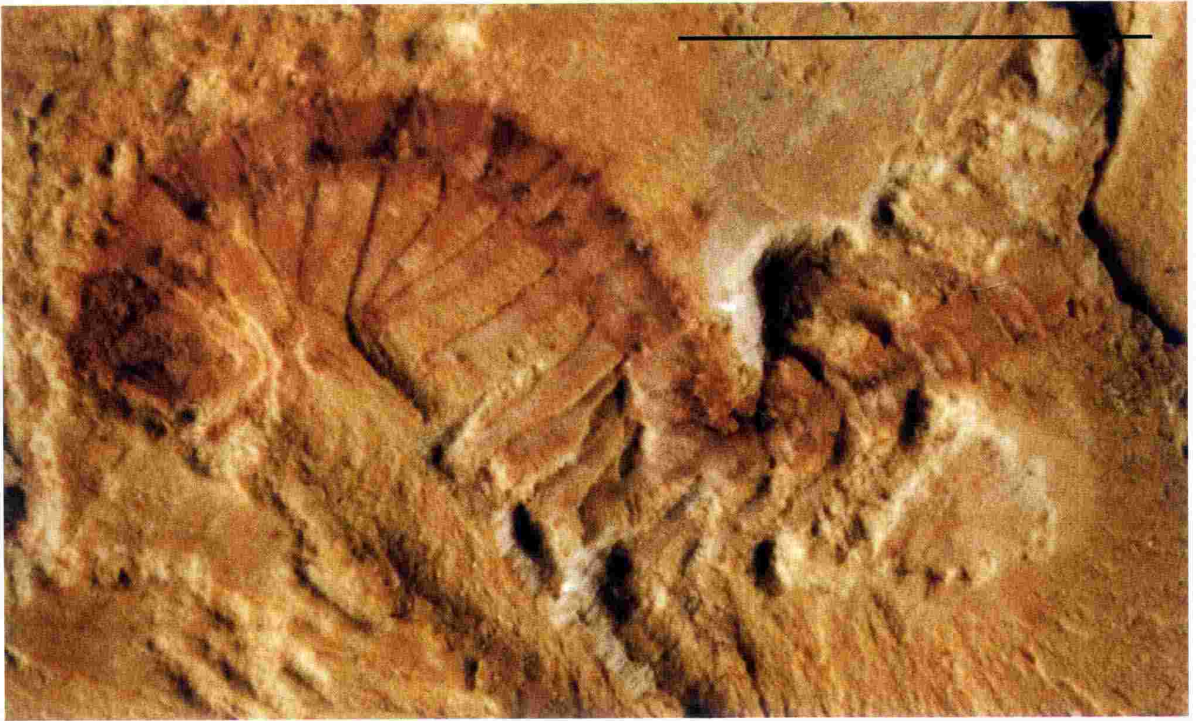


图 96, 97 链状心网虫,
澄江帽天山
Cardiodictyon catenulum,
Maotianshan, Chengjiang.

爪网虫科 Family Onychodictyidae Hou et Bergström, 1995

爪网虫属 Genus *Onychodictyon* Hou, Ramsköld et Bergström, 1991

凶猛爪网虫 *Onychodictyon ferox* Hou, Ramsköld et Bergström, 1991

该种因强健的爪和带刺的背板而得名。虫体宽大，躯干两侧具9对盾状骨板，每一骨板上有一向上延伸的刺。骨板之腹侧是成对的强健的叶足，最后一对叶足附着于身体末端，所以没有尾。第1对骨板之前还有1或2对叶足，所以共计有11或12对叶足。骨板之间、头部和叶足上具规则环纹，每一环纹内具规则分布的长的、类似于触手状的突出物。所以，整个身体和叶足布满长的突出物。头部构造目前尚不清楚，但头前具一对长得似触角的构造，可能代表触觉。

图98, 99 凶猛爪网虫,
澄江帽天山
Onychodictyon ferox,
Maotianshan, Chengjiang.





图 100 凶猛爪网虫，澄江帽天山
Onychodictyon ferox, from Maotianshan, Chengjiang.

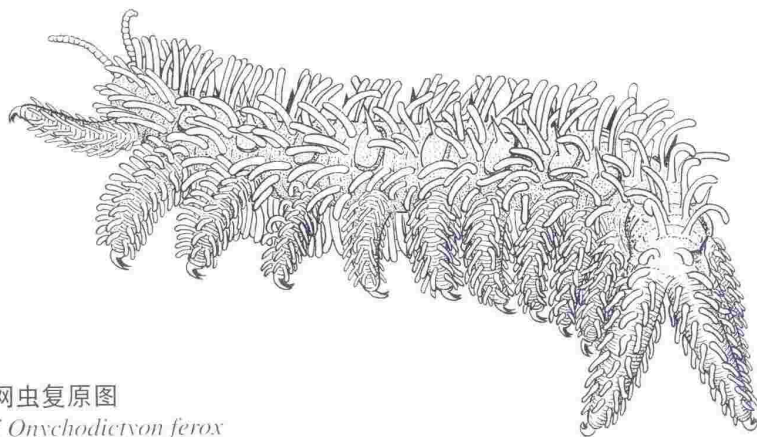


图 101 凶猛爪网虫复原图
Reconstruction of *Onychodictyon ferox*

(七) 腕足动物门 Phylum Brachiopoda Dumeril, 1806

无铰纲 Class Inarticulata Huxley, 1864

舌形贝目 Order Lingulida Waagen, 1885

舌形贝超科 Superfamily Lingulacea Menke, 1828

圆货贝科 Family Obolidae King, 1846

鳞舌形贝属 Genus *Lingulepis* Hall, 1863

马龙鳞舌形贝 *Lingulepis malongensis* Rong, 1974

壳小，最长可达7毫米，宽大约是长度的一半，壳形呈卵形，假铰合面大约是壳长的1/3，放射纹相对粗，不连续。肉茎长，可达50毫米以上，末端球茎状，肉茎直径约1.2毫米。



图 102 马龙鳞舌形贝，澄江帽天山
Lingulepis malongensis, from Maotianshan, Chengjiang.

舌形贝是腕足动物中唯一的潜穴生活的内生动物类群。一条长长的像蠕虫样的肉茎深埋在泥沙中，终生穴居生活。长长的肉茎之主要功能就是钻孔固着在海底泥沙中，但也能在钻孔中作垂直运动。舌形贝的肉茎能保存为化石是极为罕见的。有关舌形贝发现肉茎的报道仅有两次，还都是 19 世纪的事。一次是 Davidson (1874) 报道了发现英国泥盆纪的标本，仅仅肉茎的近端一小部分被保存。另一次是 Walcott (1888) 报道了发现于纽约奥陶纪特伦顿石灰岩中的标本，也仅仅显示了肉茎近端一小部分的印模。由于肉茎化石稀少，我们根本就不知道化石舌形贝肉茎的形态特征及后来肉茎是如何演化的。澄江动物群保存肉茎的舌形贝类栩栩如生、生动地再现了最原始的舌形贝构造特征。通过和现代舌形贝之比较，指出了这类动物在漫长的历史长河中进化得极端保守。

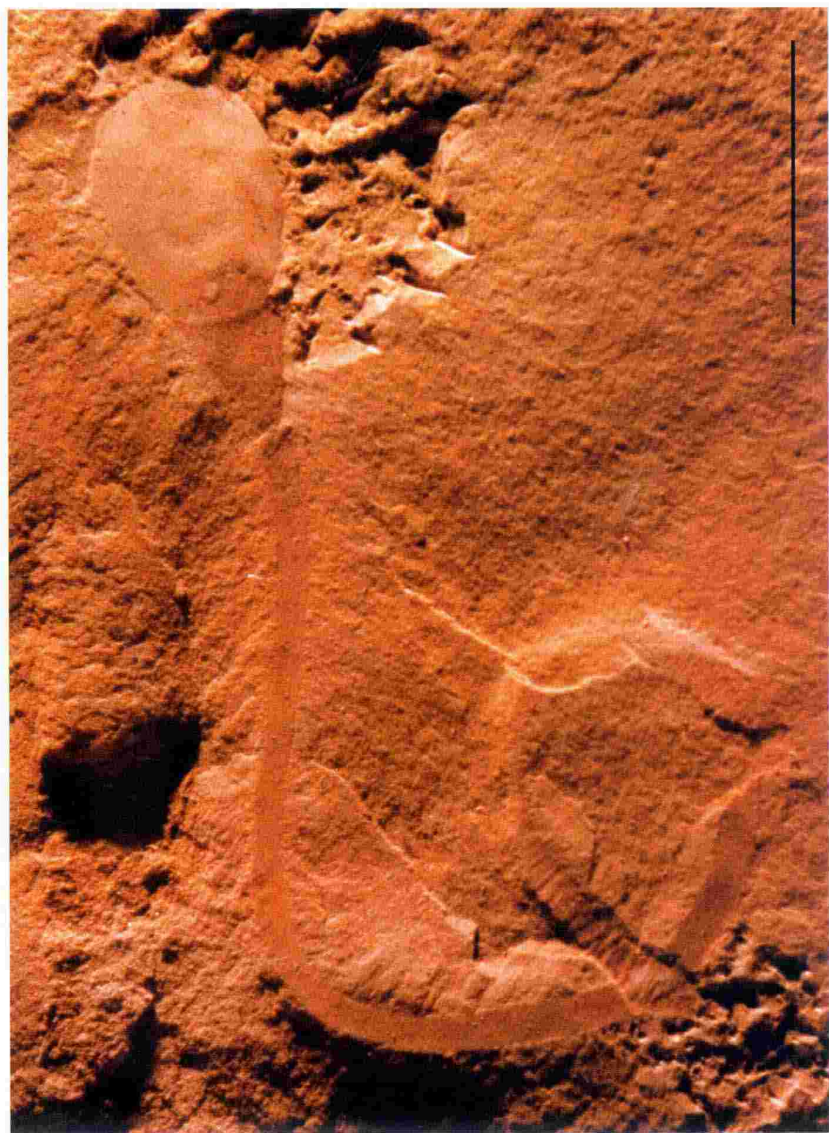


图 103 马龙鳞舌形贝，澄江帽天山
Lingulepis malongensis, from Maotianshan, Chengjiang.

龙潭村贝属 Genus *Longtancunella* gen. nov.

模式种 *Longtancunella chengjiangensis* gen. et sp. nov.

属征同种征。

澄江龙潭村贝 *Longtancunella chengjiangensis* gen. et sp. nov.

双壳微突，近于相等，次圆形，最大个体壳长21毫米，壳宽19毫米，最大宽度位于壳长的前1/3处。双壳薄，仅微弱矿化，标本仅以内模形式保存，壳面不见同心、放射纹饰。外套膜刚毛伸出壳边缘短，稀疏，两刚毛间隔约1毫米。该新种群居生活，肉茎长度一般不超过10毫米，但宽度可达3毫米。此处图示的一块标本显示，至少10个腕足动物个体以肉茎聚集成辐射状固着海底生活。

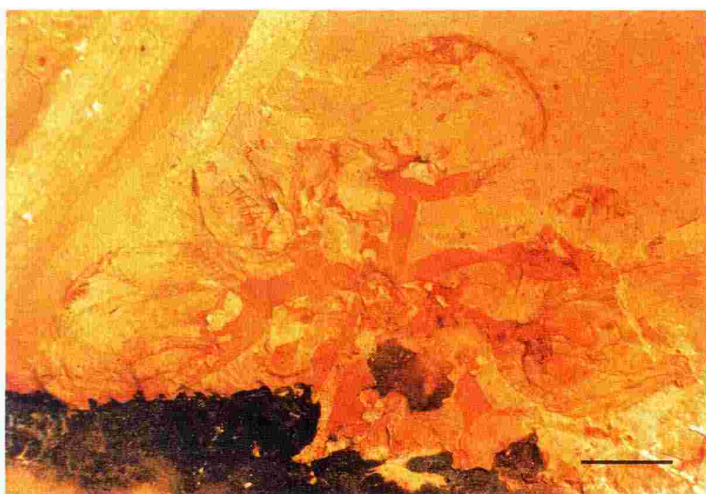


图 104, 105 澄江龙潭村贝 (新属新种),
正模, 登记号: NIGP115459A, B, 澄江帽
天山

Longtancunella chengjiangensis gen. et sp.
nov., holotype, Cat. No. NIGP115459A, B,
Maotianshan, Chengjiang.

小舌形贝属 Genus *Lingulella* Salter, 1866

澄江小舌形贝 *Lingulella chengjiangensis* Jin, Hou et Wang, 1993

壳小，壳长可达8.5毫米以上，壳形呈三角形，最大宽度位于前边缘附近；胚壳轮廓呈圆形；细密的生长线形成明显的带；肉茎长可达60毫米以上，直径大约1.5毫米。



图 106 澄江小舌形贝，澄江帽天山 *Lingulella chengjiangensis*, from Maotianshan, Chengjiang.

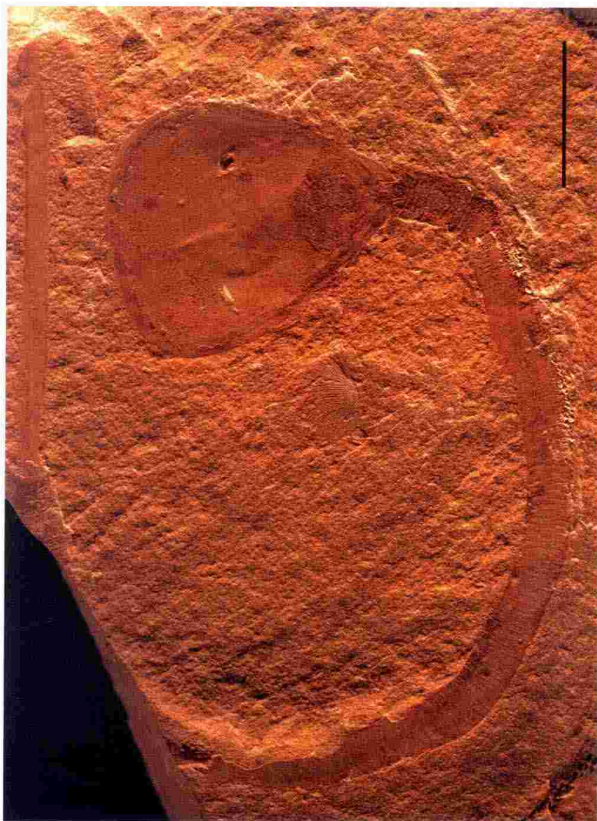


图 107 澄江小舌形贝, 澄江小濞田
Lingulella chengjiangensis, from
Xiaolantian, Chengjiang.



图 108 澄江小舌形贝, 澄江帽天山
Lingulella chengjiangensis, from
Maotianshan, Chengjiang.

目、科未定 Order, Family uncertain

日射水母贝属 Genus *Heliomedusa* Sun et Hou, 1987东方日射水母贝 *Heliomedusa orientata* Sun et Hou, 1987

双凸壳的无铰纲腕足类，壳长 20 毫米以上，长宽比约为 0.95，轮廓呈次卵形。背壳为全缘生长，腹壳为混缘生长 (mixoperipheral)。背壳壳顶位于后边缘附近正中之后，而腹壳壳顶是沿着后边缘，偶尔被疤痕 (cicatrix) 切截。腹壳的假铰合面低矮，高度小于 0.2 毫米，一个线型的假铰合面仅仅发育在背壳。双壳薄，仅仅微弱钙化。肌肉附着处一般是清楚的，中间的主肌痕是突出的并有 1 对前侧肌痕。外套膜痕显示为 1 对叉状的压缩线，该压缩线从背壳的假铰合面的侧末端延伸到底壳的中心，大约 30 对细的沟槽 (canals) 从体腔向前向侧。东方日射水母贝是澄江动物群中最丰富的物种之一，而且分布广泛。最早是把它作为水母来描述。Conway Morris and Robison (1988) 指出，它是一个无铰纲的腕足类。经金玉珩等 (1992) 详细研究，它确实不是腔肠动物，而是一个腕足类。该种的分类位置不属于圆货贝类，似乎和没有触手的无铰纲腕足类拟扇形贝类有亲缘关系。



图 109, 110 东方日射水母贝，澄江帽天山
Heliomedusa orientata, from
Maotianshan, Chengjiang.

(八) 软体动物门? Phylum Mollusca Cuvier, 1797?

软舌螺纲 Class Hyolitha Marek, 1963

软舌螺目 Order Hyolithida Syssoev, 1957

中槽螺科 Family Sulcavitidae Syssoev, 1958

线带螺属 Genus *Linevitus* Syssoev, 1958

丰满线带螺 *Linevitus opimus* Yu, 1974

壳体宽大，锥形，壳顶尖，向壳口迅速宽大，分离角度 33° 。壳面明显地分背、腹两部分，背侧宽圆，具细生长线，生长线与口缘相平行。腹侧凸，中线明显，内侧边缘具1对肌痕。壳口宽，扁圆形。壳长可达30毫米，口端宽15毫米。

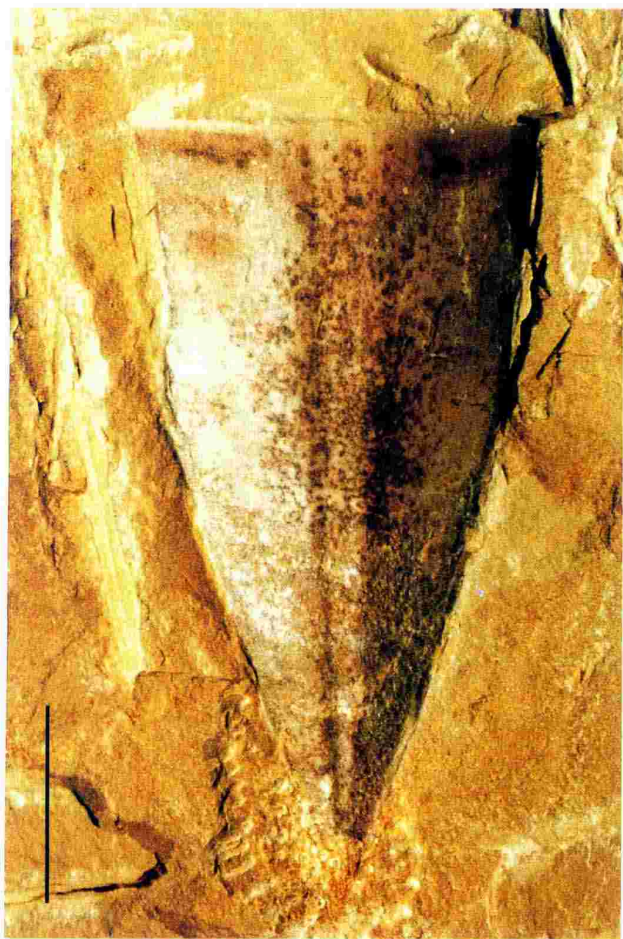


图111 丰满线带螺，澄江帽天山
Linevitus opimus, from Maotianshan,
Chengjiang.



薄氏螺属 Genus *Burithes*

Missarzhevsky, 1969

云南薄氏螺 (新种) *Burithes*

yunnanensis sp. nov.

该种个体巨大, 宽锥形, 壳体达 35 毫米长, 15 毫米宽, 分散角 25° 。因壳大, 壳体被强烈压缩平坦, 生长线微弱显示, 不见纵向纹饰。该种个体巨大、生长线细弱, 不同于其他软舌螺。

图 112 云南薄氏螺 (新种), 正模, 登记号:

NIGP115438, 澄江帽天山

Burithes yunnanensis sp. nov., holotype, Cat. No. NIGP115438, Maotianshan, Chengjiang.

偶线带螺属 Genus *Ambrolinevitus*

Sysoiev, 1958

巨大偶线带螺 *Ambrolinevitus*

maximus Jiang, 1982

壳体较大, 直锥状, 壳长 16 毫米, 口端宽可达 6 毫米, 壳顶钝, 缓慢地向壳口逐渐增大, 横切面近卵形。侧脊呈角状, 位于壳高的中部。生长线细密, 与口缘相平行。壳口的侧角上具狭窄的缺凹。

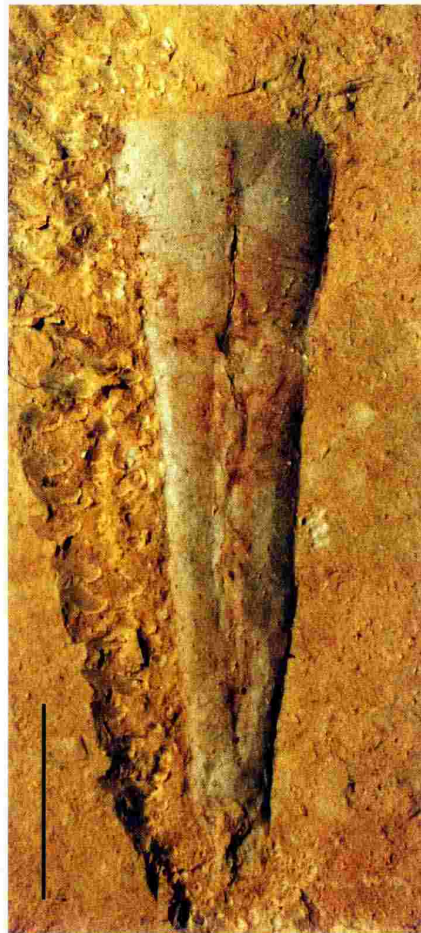


图 113 巨大偶线带螺, 澄江小濞田
Ambrolinevitus maximus, from
Xiaolantian, Chengjiang.

腹脊偶线带螺 *Ambrolinevitus ventricosus* Qian, 1978

壳体较小，狭长，呈直锥状。壳顶尖细，生长角约 20° ，壳长 4.5 毫米，壳口宽 1.3 毫米。腹部具短的腹唇，腹壳面中央具一条纵向的宽而深的中槽，中槽两侧具 2 对纵脊，纵脊粗而凸出。生长线细密，每 1 毫米长具有 18~20 条生长线。



图 114, 115 腹脊偶线带螺，澄江马鞍山
Ambrolinevitus ventricosus, from Maanshan,
Chengjiang.



(九) 节肢动物超门 *Superphylum Arthropoda* Siebold et Stannius, 1845

裂肢动物门 *Phylum Schizoramia* Bergström, 1976

始裂肢超纲 *Superclass Proschizoramia* Hou et Bergström, 1997

云南裂肢纲 *Class Yunnanata* Hou et Bergström, 1997

抚仙湖虫目 *Order Fuxianhuiida* Bousfield, 1995

抚仙湖虫科 *Family Fuxianhuiidae* Hou et Bergström, 1997

抚仙湖虫属 *Genus Fuxianhuia* Hou, 1987

延长抚仙湖虫 *Fuxianhuia protensa* Hou, 1987

图 116 延长抚仙湖虫，澄江帽天山
Fuxianhuia protensa, from Maotianshan,
Chengjiang.

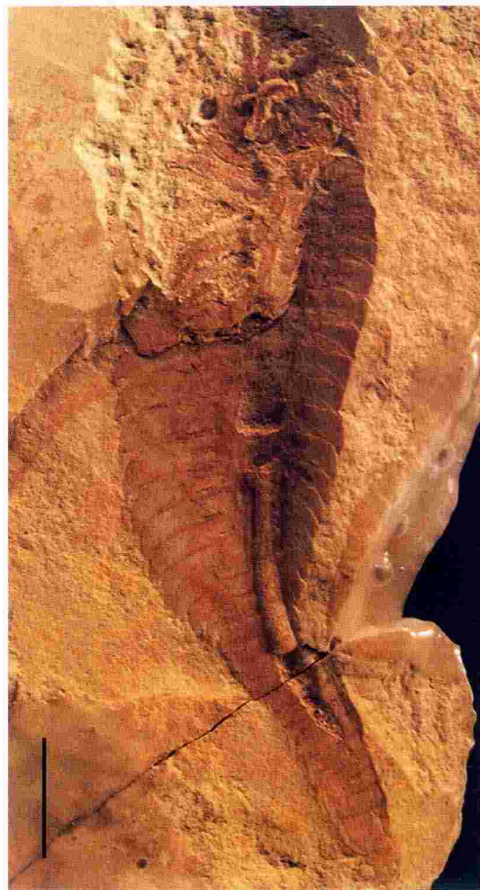


图 117 延长抚仙湖虫，显示充填泥质的肠道，澄江帽天山
Fuxianhuia protensa, showing mud filling of the gut, from
Maotianshan, Chengjiang.

该动物背视延长的体形看起来像肢口类 (merostome), 体长超过 10 厘米, 身体分为 1 个半圆形的头甲、31 个体节和尾。头甲前具有一喙板, 喙板两侧固着为 1 对复眼。头甲腹前方是 1 个大的口板, 其前侧边伸出 1 对触角。触角短, 由 11 ~ 15 节组成。触角之后是 1 对向后延伸的附肢, 该附肢由 8 节组成, 基部粗大, 向端部渐变尖细。头甲腹部除粗大附肢之外, 还有另外两对双支型附肢。身体前 3 体节呈梯形, 部分覆盖在头甲之下, 称前胸。前胸之后是宽大的后胸, 大约由 15 节组成。后胸之后是 13 个体节组成的窄的腹部。背部尾刺呈脊状三角形, 背尾刺腹侧有 1 对腹尾刺, 因此, 尾部构造十分类似于古生代的叶虾类甲壳动物。胸部腿肢都是双分支的, 内肢粗壮, 由大约 20 个相似的短节组成, 外肢呈卵形片状。成对的腿肢明显比胸节的数量要多得多, 前 6 个胸节较短, 每体节可能具 2 对腿肢, 之后的胸节每体节具 3 对腿肢。整个腹部不具腿肢。

抚仙湖虫许多个体显示出突出的充满泥沙的肠道, 指出该动物是一个泥食者。抚仙湖虫成对原始的腿数量远远多于背甲所显示的体节数量, 这种不一致或许指出其体节是假分节 (pseudosegmentation) 的原始的特征。但是, 抚仙湖虫的体躯分化 (tagmosis) 并不原始, 它分为五个清楚的部分, 即独立的眼节、眼节之后的部分 (特化附肢和口的位置)、前胸、后胸和腹部。因此, 体躯的分化比现代节肢动物还多, 这是一个非常进化的特征。这似乎指出抚仙湖虫是一个早期的演化分支, 它既有自己的特化特征又有原始特征, 例如假分节的原始特征。抚仙湖虫的双分支的腿肢显示一个多分节的内肢和一个简单的片状外肢, 这也是一个非常原始的特征, 腿肢进化的趋势是内肢分节数量的减少和外肢构造的复杂化。



图 118 延长抚仙湖虫, 显示比体节多的腿肢, 澄江帽天山

Fuxianhuia protensa, showing many more leg pairs than body segments, from Maotianshan, Chengjiang.

澄江虾科 Family Chengjiangocarididae Hou et Bergström, 1997

澄江虾属 Genus *Chengjiangocaris* Hou et Bergström, 1991

长形澄江虾 *Chengjiangocaris longiformis* Hou et Bergström, 1991

该动物细长，体长一般不超过10厘米，背视呈近锥形，头甲近半圆形；前5个体节窄而短，呈三角形，大部分覆盖于头甲之下，称为胸部；后17个体节长度大约相等，体节宽度向后逐渐变窄，称为腹部；尾刺短，背视呈三角形。每一体节附着有不止1对的腿肢，类似于抚仙湖虫。外肢大而不清楚，内肢粗壮向端部逐渐变尖细，大约由17个短节组成。每一内肢外表面具一细脊贯穿腿节，在每一体节边缘是一小瘤，这些小瘤明显代表相邻关节环之间的铰合。该动物成对腿肢远多于背甲体节数量及众多的内肢短节的特征，类似于抚仙湖虫，显示为非常原始的节肢动物特征。



图 119 长形澄江虾，澄江帽天山
Chengjiangocaris longiformis, from Maotianshan,
Chengjiang.

图 120 长形澄江虾腿肢，澄江凤口哨
Legs of *Chengjiangocaris longiformis*, from
Fengkoushao, Chengjiang.

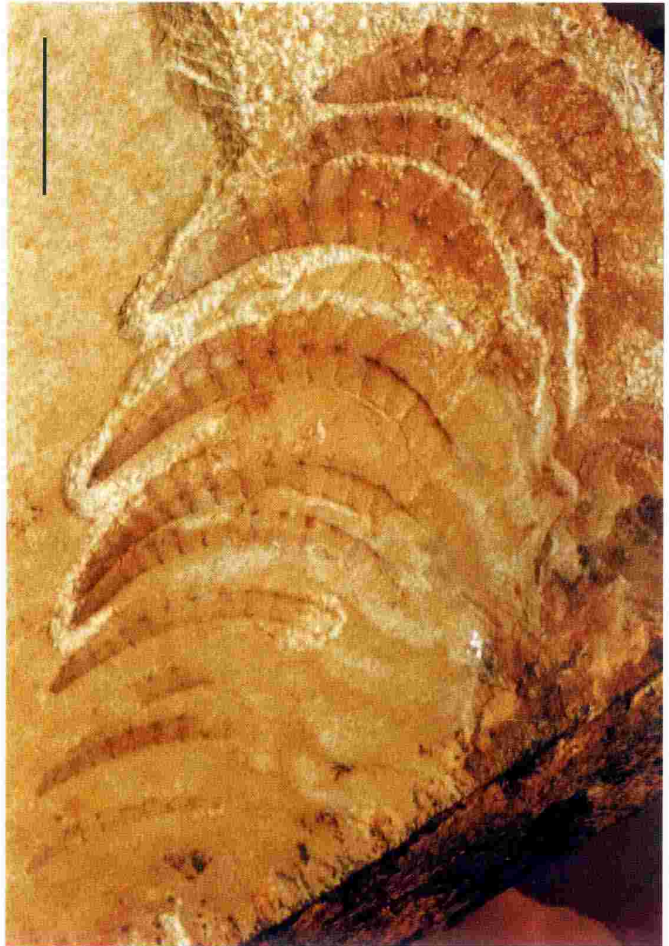




图 121 长形澄江虾，虫体强烈弯曲标本，澄江小濞田 *Chengjiangocaris longiformis*, body curved strongly, from Xiaolantian, Chengjiang.

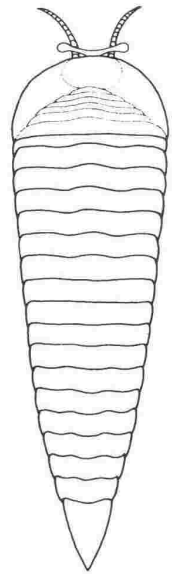


图 122 长形澄江虾背视复原图
Reconstruction of *Chengjiangocaris longiformis* in dorsal view

目、科不定 Order and Family uncertain
 东山虾属 (新属) Genus *Dongshanocaris*
 gen. nov.

(=*Dongshania* Hou et Bergström, 1998)

属名 *Dongshania* 和1983年命名的一三叶虫重名。

叶肢东山虾 *Dongshanocaris foliiformis*
 (Hou et Bergström, 1998)

背甲无肋区，多体节、胸节26节，尾节至少12节。腿肢内、外肢均相似抚仙湖虫，但动物体形及胸节、尾部特征完全不同于后者。

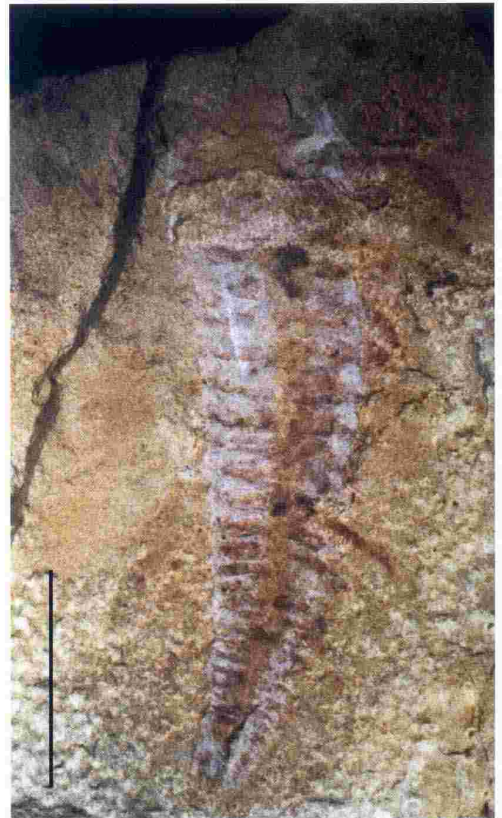
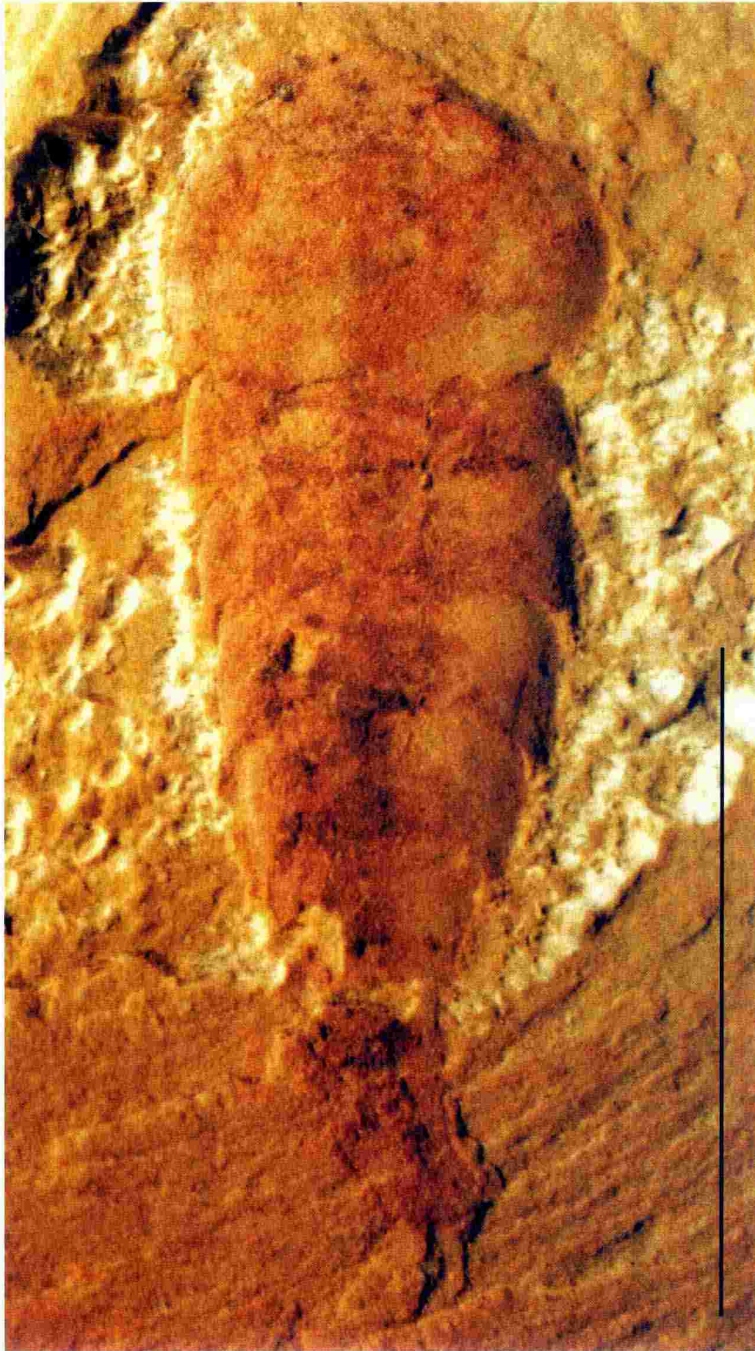


图 123 叶肢东山虾，澄江帽天山 *Dongshanocaris foliiformis*, from Maotianshan, Chengjiang.

目、科不定 Order and Family uncertain

小体虾属 Genus *Pisinnocaris* Hou et Bergström, 1998

锥形小体虾 *Pisinnocaris subconigera* Hou et Bergström, 1998



动物体小，体长不超过15毫米，分为次圆形头甲，至少10个背甲（tergites）和1个尾。背甲明显地长，且长和宽的比例向后增加，最后几个背甲长和宽几乎相等。头甲之前的构造颇似抚仙湖虫，1对茎状眼附着于喙板两侧，之后是1对触觉。这些相似性指出它们间的亲缘关系，长的背甲可能指出每一背甲之下附着不止1对附肢，也暗示了和抚仙湖虫及澄江虾的关系。

图124 锥形小体虾，澄江帽天山
Pisinnocaris subconigera, from
Maotianshan, Chengjiang.

拟甲壳纲 Class Paracrustacea Hou et Bergström, 1997

加拿大虫目 Order Canadaspidida Novozhilov Orlov, 1960

加拿大虫科 Family Canadaspididae Novozhilov Orlov, 1960

加拿大虫属 Genus *Canadaspis* Novozhilov Orlov, 1960

光滑加拿大虫 *Canadaspis laevigata* Hou et Bergström, 1991
(=*Canadaspis eucallus* Chen et Zhou, 1997)

该动物表面上相似甲壳动物，它有一个卵形壳，壳面光滑无饰，背边直，壳长一般不超过2厘米。身体有19个体节，前部体节比后部体节稍长，头部及大约10个体节被包裹在壳内，9个体节和尾伸出壳外。头部前是1对茎状眼和1对单支型触角，它们都伸出壳前边缘之外。触角之后至少有10对双分支附肢。第1对附肢是在头上，其余9对是位于分节的身体上。因此，腹部应是由10个不具附肢的体节组成，第10个体节具有1对尾刺。附肢的内肢粗壮，多分节，远末端为清楚的爪状构造，外肢板状，向上延伸至身体的侧边，指出内外肢在侧部相连接。该腿肢构造特征指出它也是一个非常原始的节肢动物。凸起的泥质肠道粗而直，终止于尾部的末端。



图 125 光滑加拿大虫，澄江帽天山
Canadaspis laevigata, from Maotianshan, Chengjiang.

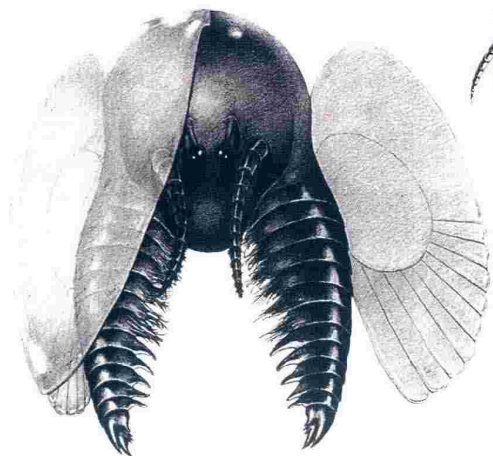


图 126 光滑加拿大虫前视复原图
Canadaspis laevigata, reconstruction in anterior
view, with one carapace valve removed.

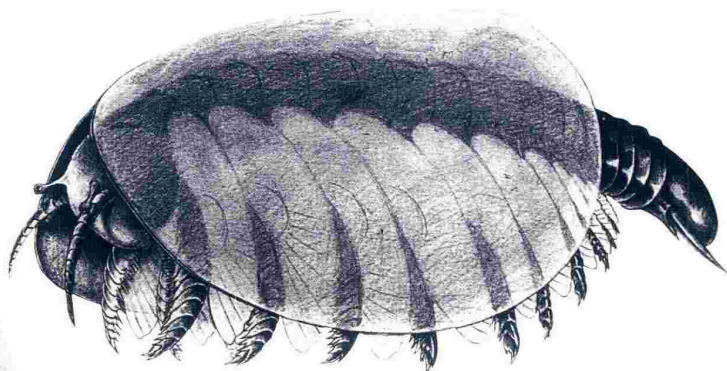


图 127 光滑加拿大虫侧视复原图
Canadaspis laevigata, reconstruction in lateral view.



图 128 光滑加拿大虫，解剖之后显示壳内构造，澄江帽天山
Canadaspis laevigata, showing the structure within valves after preparation, from Maotianshan, Chengjiang.

大附肢纲 Class Megacheira Hou et Bergström, 1997

林乔利虫目 Order Leanchoiliida Størmer, 1944

林乔利虫科 Family Leanchoiliidae Raymond, 1935

林乔利虫属 Genus *Leanchoilia* Walcott, 1912

迷人林乔利虫 *Leanchoilia illecebrosa* (Hou, 1987)

该动物是澄江动物群常见的分子之一，其一般形态有点像虾。它由1个头甲、11个体节和1个尾组成。头长，大约相当于3个体节的长度，头前端部呈刺状。11个体节每节大致相等。尾呈窄板状，后末端尖角状；尾周围似乎由边缘环绕，后部边缘饰以长刺状构造。在头的前腹部有1对茎状复眼，之后是1对大附肢，大附肢之后是特征相似的双分支附肢。大附肢（相当于第2触角）基部强壮，基部两节分叉，因此形成3个长的分支，长度大约相等于体长。头具另外3对双分支附肢，其特征十分类似身体部分的附肢，但是相对变小。外肢的端部呈卵形叶片状，周围环绕有刺状刚毛。根据刚毛显示不在同一层面的特征，推测每一外肢可能具有两排刚毛，每排大约有10根刚毛。内肢细长，分节清楚。内外肢的结合特征目前还不清楚。

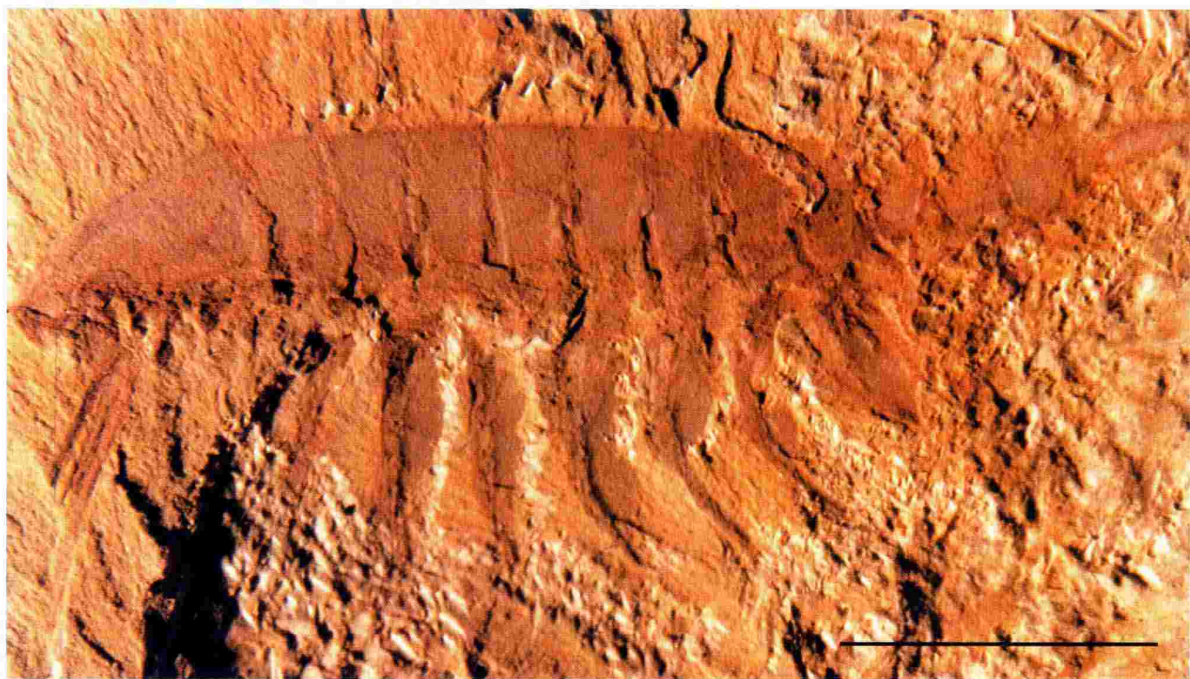


图 129 迷人林乔利虫，澄江帽天山

Leanchoilia illecebrosa, from Maotianshan, Chengjiang.



图 130 迷人林乔利虫，澄江大坡头
Leanchoilia illecebrosa, from Dapotou, Chengjiang.



图 131 迷人林乔利虫，澄江小濞田
Leanchoilia illecebrosa, from Xiaolantian, Chengjiang.

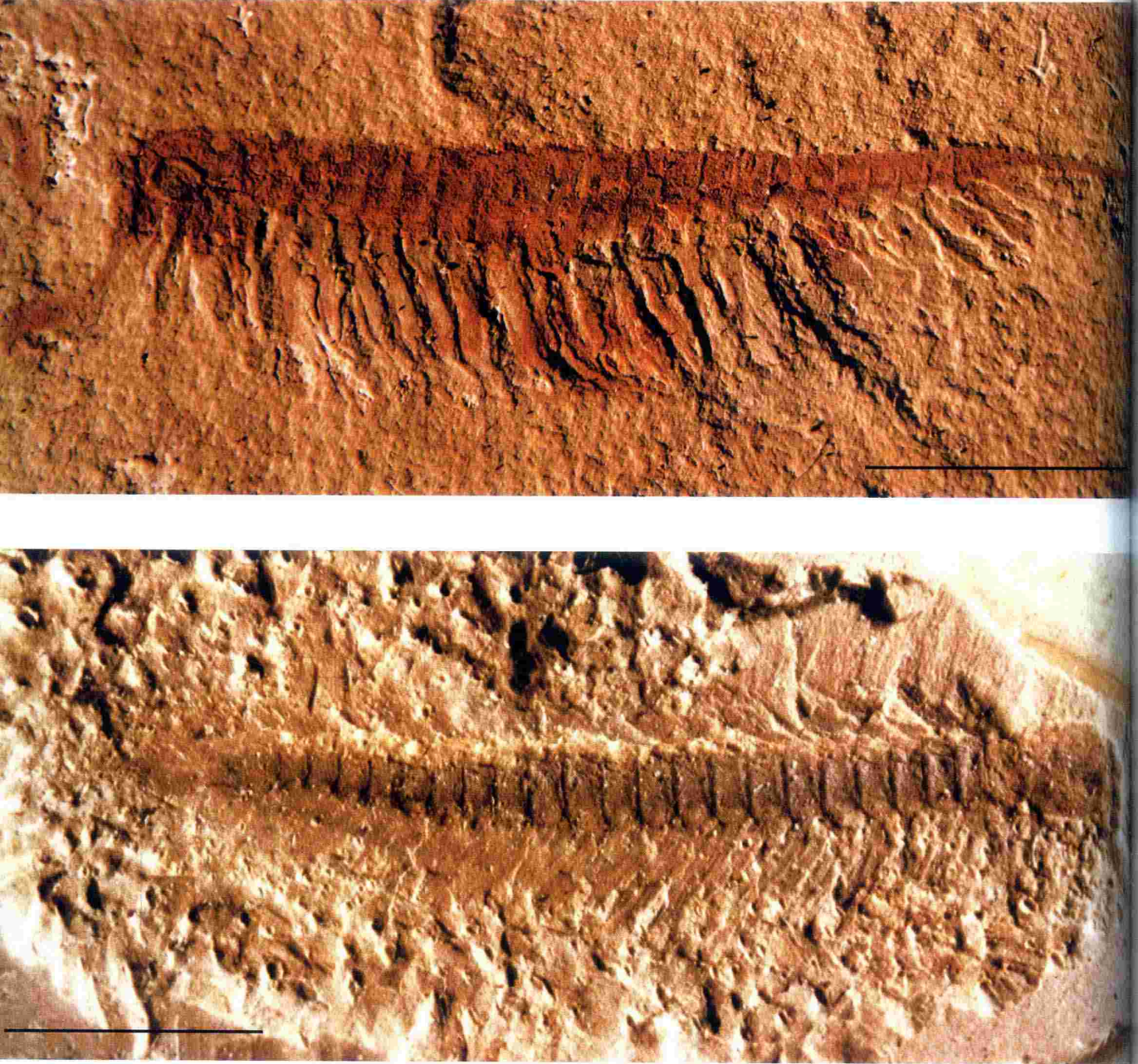


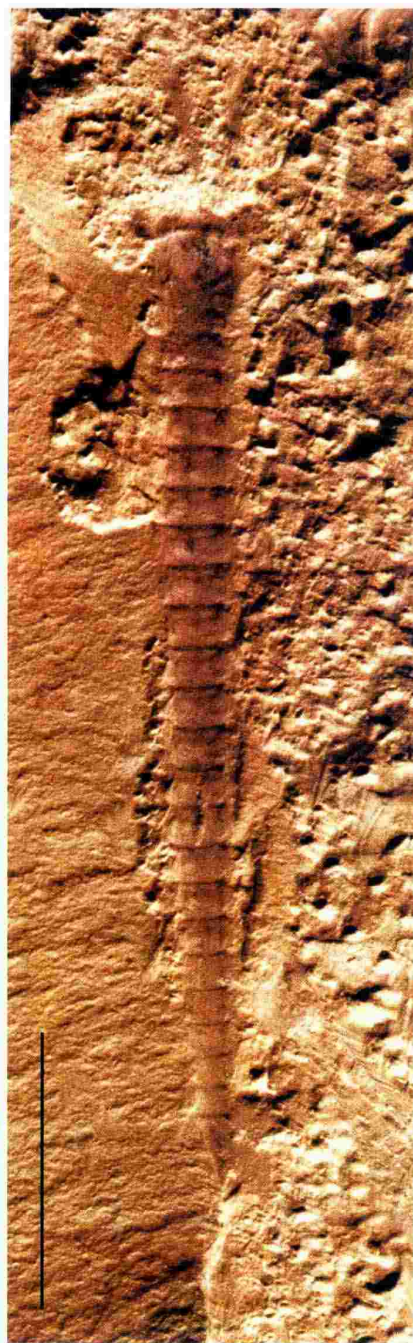
图 132, 133 多节尖峰虫, 澄江帽天山
Jianfengia multisegmentalis, from Maotianshan, Chengjiang.

约霍伊虫目 Order Yohoiida Simonetta et Delle Cave, 1975

约霍伊虫科 Family Yohoiidae Henriksen, 1928

尖峰虫属 Genus *Jianfengia* Hou, 1987

多节尖峰虫 *Jianfengia multisegmentalis* Hou, 1987



虫体小，延长，呈细长锥状，目前所发现的8个个体标本中最长体长20毫米。头甲前伸出1对茎状眼和1对大附肢；大附肢粗大，可灵活弯曲，顶端具一组刺状构造。身体有22个体节和1个长刺状尾，头部具3对双分支附肢，之后每一体节具1对双分支附肢；内肢细长，似呈长锥状；外肢长椭圆片状，腹和后边缘具长刺状刚毛。

图 134 多节尖峰虫，背视标本，澄江帽天山
Jianfengia multisegmentalis, in dorsal aspect, from
Maotianshan, Chengjiang.



图 135 叶尾强钳虫，澄江帽天山
Fortiforceps foliosa, from Maotianshan,
Chengjiang.

强钳虫目 Order Fortiforcipida Hou et Bergström, 1997

强钳虫科 Family Fortiforcipidae Hou et Bergström, 1997

强钳虫属 Genus *Fortiforceps* Hou et Bergström, 1997叶尾强钳虫 *Fortiforceps foliosa* Hou et Bergström, 1997

身体延长，体型像虾，体长可达4厘米，除头甲外，有20个体节和一个由5片宽叶状构造组成的尾。头前部有1对茎状眼、第1触角对和第2触角对，第1触角细短，顶端显示一个膨大突起；第2触角粗壮，6节组成，顶部3节内侧具内刺。头部具3对双分支腿肢，身体每一节具有1对双分支腿肢；双分支腿肢除大小不同外，均显示相同的构造特征。内肢大约由15节组成，外肢构造相似于光滑加拿大虫的外肢构造。外肢呈卵形叶片状，分内外两部分，外部有8条均匀分布的放射状线纹状构造。该动物不仅显示第1触角，触角之后还显示1对大附肢。这指出大附肢不是属于第1触角，而属于第2触角特化而成，该特征在某些方面可和甲壳动物的第2触角对比。尾部呈扇状构造，这一特征仅仅能和某些真正的甲壳动物相比。但是，该动物的附肢构造显示了一个非常原始的特征。陈均远等（1997，82~83页，图132）把该动物描述为大型奇虾类动物。

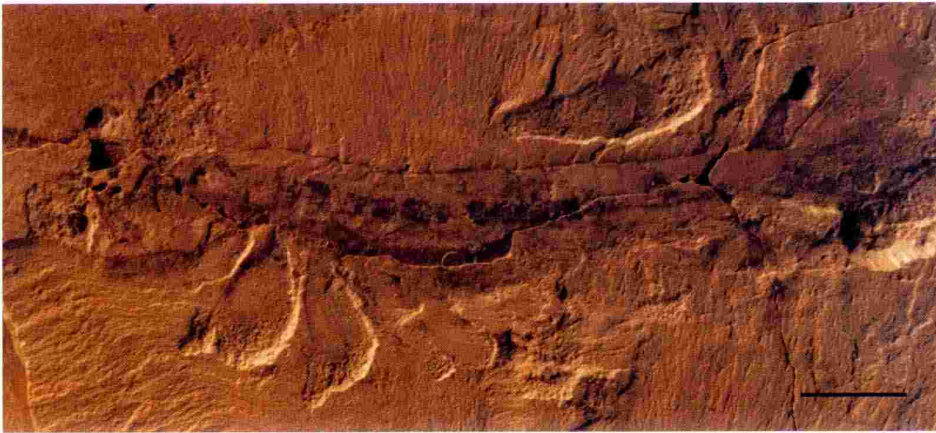


图 136 叶尾强钳虫，澄江帽天山
Fortiforceps foliosa,
from Maotianshan,
Chengjiang.

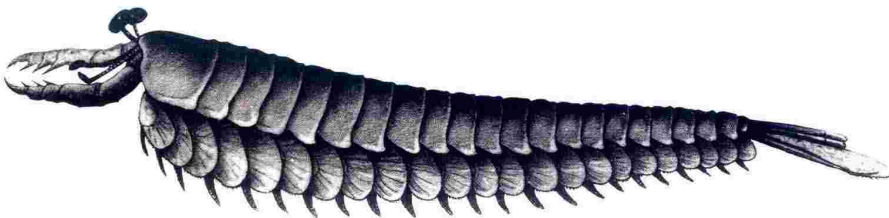


图 137 叶尾强钳虫侧视复原图

Reconstruction of *Fortiforceps foliosa* in lateral view

目未定 Order uncertain

耙肢虾科 Family Occacarididae Hou, 1999

耙肢虾属 Genus *Occacaris* Hou, 1999

卵形耙肢虾 *Occacaris oviformis* Hou, 1999

双瓣壳壳小，壳长 7.7 毫米，高 5.7 毫米，呈前阔后稍窄的卵形。壳前伸出 1 对茎状眼，1 对触觉和 1 对大附肢；大附肢内侧具成对的刺，似耙状。腹部短，仅看到两个体节和一个尾伸出壳外；至少腹部体节每一体节具成对的双分支附肢，外肢似呈椭圆形，腹及后边缘饰以长刺状刚毛；尾节宽大。强壮的大附肢构造特征颇似奇虾类的大附肢，这种相似性指出适应食肉习性的趋同演化，而不是指出它们之间的任何亲缘关系。

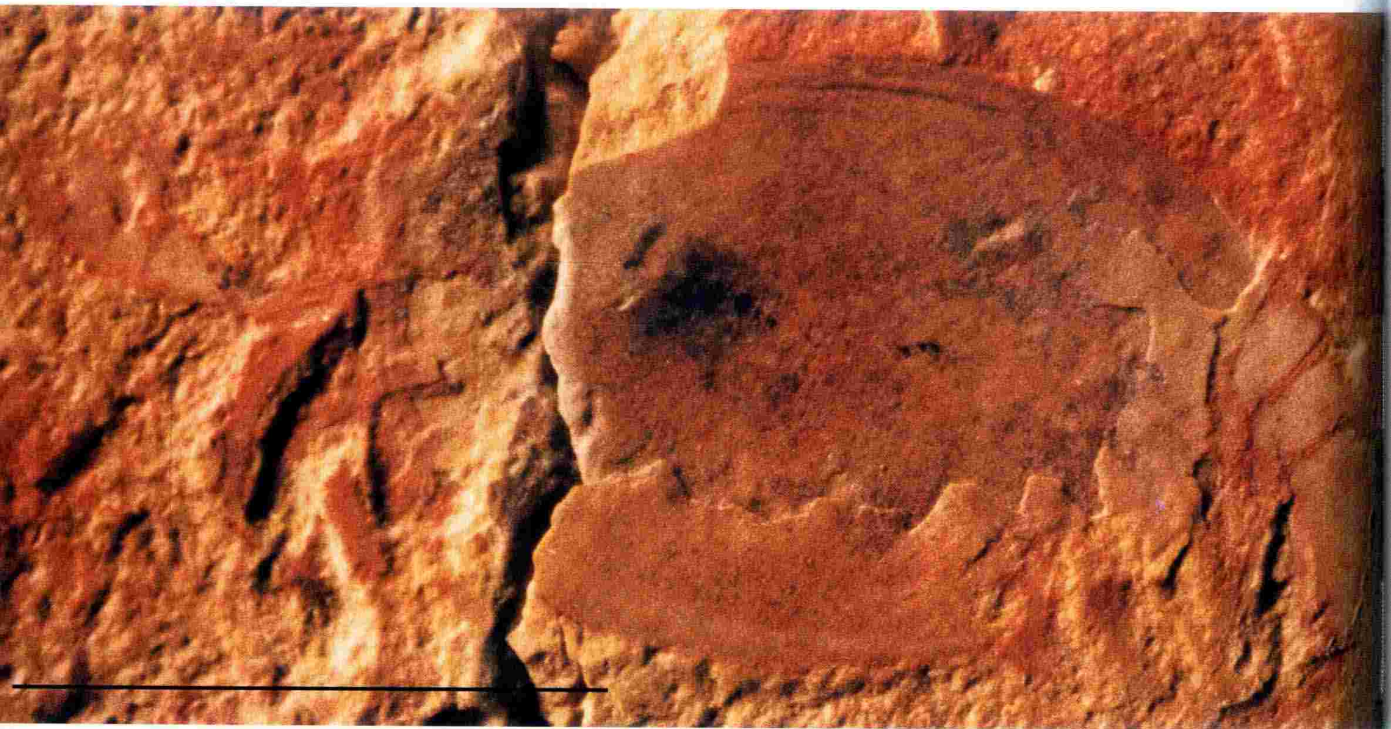


图 138 卵形耙肢虾，澄江帽天山
Occacaris oviformis, from Maotianshan, Chengjiang.

剪肢虾科 Family Forfexicarididae Hou, 1999

剪肢虾属 Genus *Forfexicaris* Hou, 1999强大剪肢虾 *Forfexicaris valida* Hou, 1999

双瓣壳大小中等，呈前窄后阔的次圆形，高长比值大于0.8。壳前伸出1对大的茎状眼和1对强大的大附肢；大附肢约8节，最外3节均呈向内延伸的长刺状，其特征似剪刀，故而得名。其他软体附肢构造不清，但在壳前部，保存有分离的外肢，指出该动物具双分支腿肢；外肢呈椭圆形并饰以刚毛。

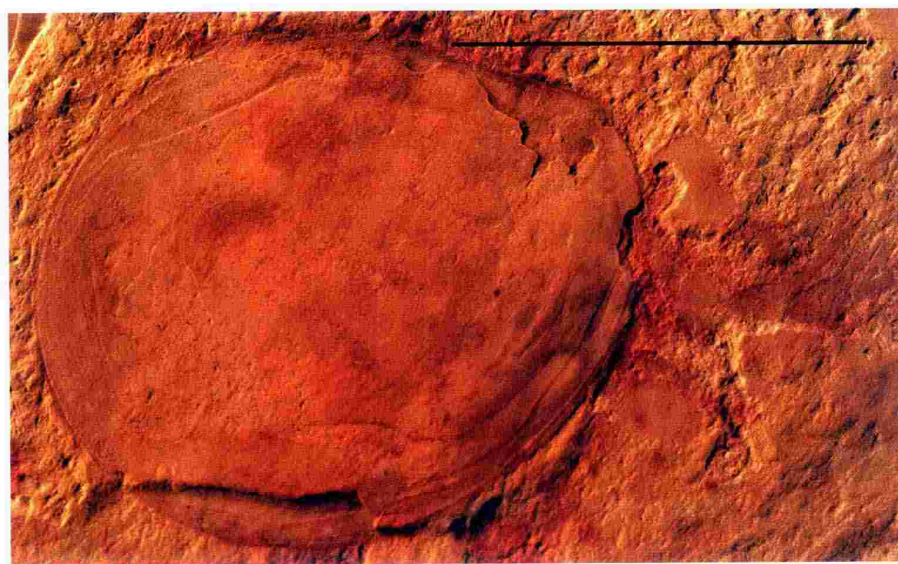


图 139 强大剪肢虾，
澄江小濞田

Forfexicaris valida, from
Xiaolantian, Chengjiang.

等刺虫目 Order Isoxyida Simonetta et Deile Cave, 1975

等刺虫科 Family Isoxyidae Vogdes, 1893

等刺虫属 Genus *Isoxys* Walcott, 1890耳形等刺虫 *Isoxys auritus* (Jiang, 1982)

该种是澄江动物群最常见的种之一。壳双瓣大而延长，铰合线直而长，形成壳瓣的最长部分。前、后背角分别向前、后延伸形成长的刺状，前、后刺长度近相等。根据近来保存软体附肢标本的发现，壳瓣稍微膨大的一方为前方，缩小的一端为后方。整个壳面布满网状装饰，由于保存原因，大部分标本网状构造没有保存。1对大的茎状眼伸出前边缘之外。前刺之下，触角保存较差，构造特征不清楚；软体附肢均包裹在双壳瓣之内，双分支腿肢的特征明显，外肢呈宽大的卵形，腹和后边缘饰以刚毛，外肢的特征类似于 *Leancoilia illecebrosa*。内肢与外肢的接触关系及内肢构造并不清楚（参见 Shu et al., 1995；陈均远等，1996）。

图 140 耳形等刺虫，澄江帽天山
Isoxys auritus, from Maotianshan, Chengjiang.



奇异等刺虫 *Isoxys paradoxus* Hou, 1987

该种类似于耳形等刺虫 (*Isoxys auritus*)，不同在于此种后刺非常长和粗大，前刺非常短且小。后刺的长度大约是前刺的 7 倍，其长度超过刺基之间壳瓣的长度。壳面布满小网状装饰。最大的一块标本刺基之间的长度是 6 厘米，前后刺之间的长度 10 厘米以上 (参见 Hou & Bergström, 1991, 图版 2, 图 4)。尽管澄江动物群中两个种的壳形极其相似，但是 *Isoxys paradoxus* 保存软体标本的碎片指出，它们有可能至少在目一级分类上是完全不同的动物。若如此，则进一步证实了寒武纪相似的双瓣壳节肢动物内部包裹着完全不同的软体附肢构造 (Hou, 1999)。



图 141, 142 奇异等刺虫，澄江帽天山
Isoxys paradoxus, from Maotianshan, Chengjiang.

纲、目、科不定 Class, Order and Family uncertain

假尤利虫属 Genus *Pseudoiulia* Hou et Bergström, 1998

寒武假尤利虫 *Pseudoiulia cambriensis* Hou et Bergström, 1998

动物体细长，保存 32 个体节，头和身体前部破损。最后 6 个体节长度向后逐渐递减，其他体节长度相等。外肢呈简单的卵形板状，腹及后边缘饰以刚毛，内肢特征不清楚。该种多节的体型颇像现代多足类的倍足类，但附肢却是双分支的。该种兼具现代多足类和原始裂肢类的特征，或许代表了它们之间的一个过渡环节。

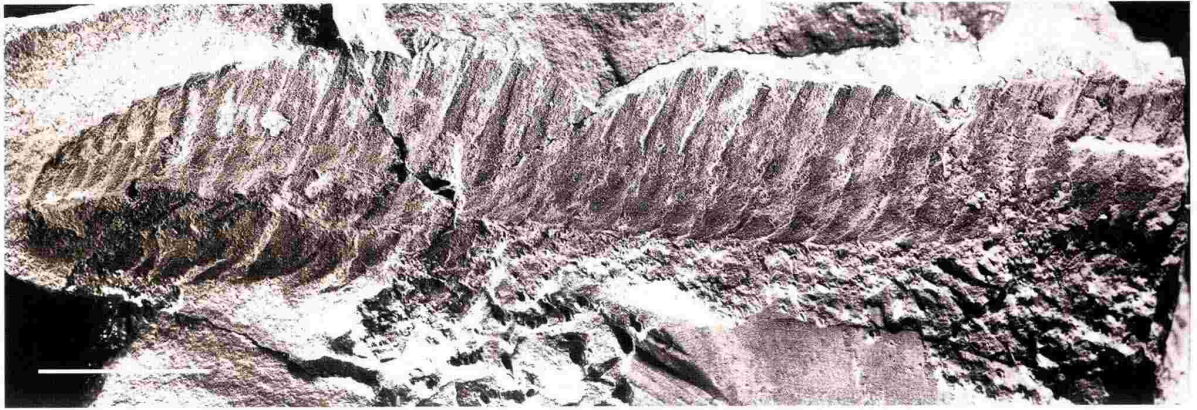


图 143 寒武假尤利虫，澄江帽天山

Pseudoiulia cambriensis, from Maotianshan, Chengjiang.

甲壳形超纲 Superclass Crustaceomorpha Chernyshev, 1960

假甲壳纲 Class Pseudocrustacea Størmer, 1944

瓦普塔虾目 Order Waptiida Størmer, 1944

瓦普塔虾科 Family Waptiidae Walcott, 1912

川滇虫属 Genus *Chuandianella* Hou et Bergström, 1997

卵形小川滇虫 *Chuandianella ovata* (Li, 1975)

壳双瓣，较大，通常超过 10 毫米，呈次圆形；背边向上拱曲，前、后背角均圆滑，壳面布满刻点装饰，自由边具窄细的边缘。1 对茎状复眼和 1 对长的触角伸出壳前缘，6 或 7 个腹节及尾伸出壳的后边缘；腹节向后渐变细，但每一体节长度渐增加，整个腹部无附肢。尾由两个宽的尾板组成，每一尾板上有两条横向延伸的浅沟。包裹在双瓣壳内的胸部构造目前还不甚清楚。但是某些标本显示胸部后部体节每体节是一对双支型附肢。外肢保存较好，细长，后边缘饰以长而密的刚毛。

川滇虫的壳广泛分布于西南地区的陕、川、滇、黔地区，过去一直把它作为高肌虫来描述。即便没有软体附肢标本的发现，根据壳的构造特征，川滇虫也不应属于高肌虫 (Hou & Bergström, 1991)。后来，当保存腹部的川滇虫发现后，其腹部和尾的特征相似于加拿大布尔吉斯页岩的瓦普塔虫 (*Waptia*)。川滇虫壳瓣的形态特征是十分清楚的，它明显不同于瓦普塔虫的壳瓣特征 (对比瓦普塔虫壳瓣复原图，见 Briggs et al., 1994, 157 页，图 110)。川滇虫双壳内的构造细节并未研究，而瓦普塔虫附肢构造细节至今也未详细描述，两者的软体附肢构造细节现在还难以作比较。尽管如此，两动物壳瓣特征的不同使它们难以归于同一个属。



图 144 卵形小川滇虫，澄江帽天山
Chuandianella ovata, from Maotianshan, Chengjiang.



图 145 卵形小川滇虫，澄江帽天山
Chuandianella ovata, from Maotianshan, Chengjiang.

盾虾科 Family Clypecarididae Hou, 1999

盾虾属 Genus *Clypecaris* Hou, 1999

翼尾盾虾 *Clypecaris pteroidea* Hou, 1999

在一般形态上，这是一个像川滇虫和瓦普塔虫的双瓣壳节肢动物。壳小，呈斜的次圆形，壳前具1对茎状眼和1对触觉。胸节16个，其中8个包裹在双瓣壳之内，另外8个胸节和4个腹节及尾伸出壳后边缘。胸节短，每一胸节具1对双分支附肢；内肢特征不清楚；外肢细长，具针刺状刚毛。4个腹节向后逐渐增长，无附肢。尾翼形，两翼内侧是大约20个紧密排列的刺状构造。

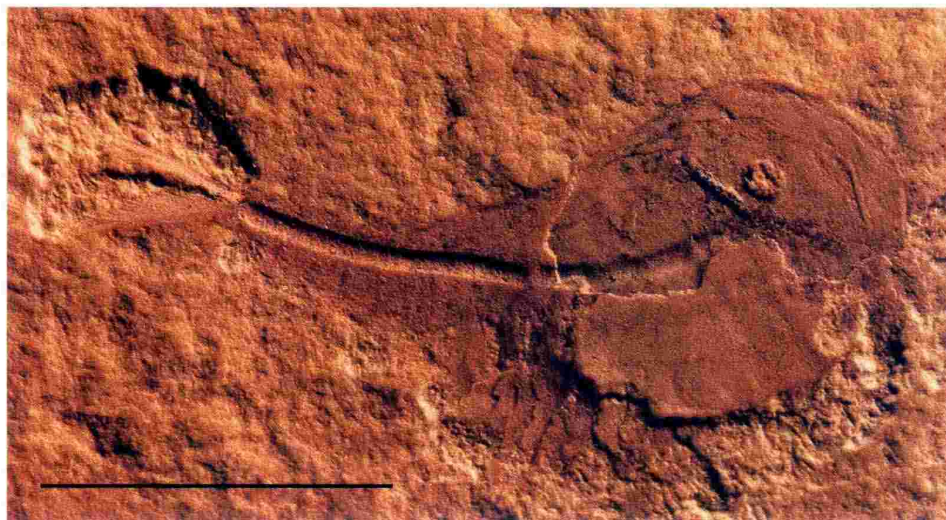


图 146 翼尾盾虾，
澄江小濞田
Clypecaris pteroidea,
from Xiaolantian,
Chengjiang.

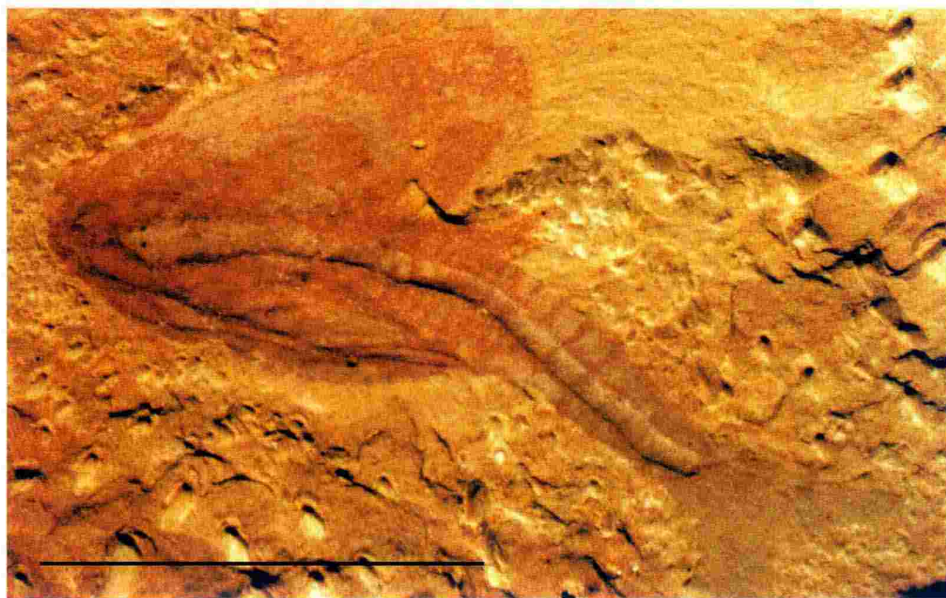


图 147 翼尾盾虾，
澄江小濞田
Clypecaris pteroidea,
from Xiaolantian,
Chengjiang.

科未定 Family uncertain

融壳虫属 Genus *Combinivalvula* Hou, 1987

澄江融壳虫 *Combinivalvula chengjiangensis* Hou, 1987

壳瓣大小中等，长度可达14毫米。双瓣壳在前背部融合在一起，其背部具前、后背沟；前背沟极短，后背沟长，前背沟大约是后背沟长度的1/8；前、后背沟之间为壳瓣的融合区。前、后背角为刺状，前背刺稍长；1对前沟从前背刺附近向下并向后伸延，终止在壳长约1/5处，和前背沟交角为 55° 。除压缩引起的皱纹、褶皱痕外，壳面光滑无饰。保存软体的标本显示，在壳瓣前边缘之前具1对大的茎状眼，后边缘有长的分节的腹部伸出。



图 148 澄江融壳虫，仅仅保存壳，澄江帽天山

Carapace of *Combinivalvula chengjiangensis*, from Maotianshan, Chengjiang.

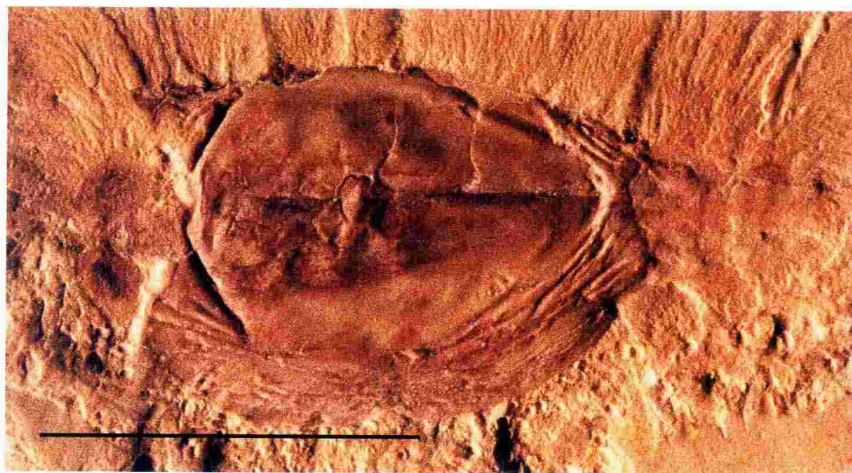


图 149 澄江融壳虫，保存壳前部大的茎状眼和壳后部的腹部，澄江小濞田

Combinivalvula chengjiangensis, showing large stalked eye pair and abdomen, from Xiaolantian, Chengjiang.

甲壳纲 Class Crustacea Pennat, 1777

鳃足亚纲 Subclass Branchiopoda Latreille, 1817

奥代雷虫目 Order Odaraiida Simonetta et Delle Cave, 1975

奥代雷虫科 Family Odaraiidae Simonetta et Delle Cave, 1975

奥代雷虫属 Genus *Odaraia* Walcott, 1912

宽尾叶奥代雷虫? *Odaraia? eurypetala* Hou et Sun, 1988



目前发现的少数标本, 仅动物的后部保存较好, 前部的壳瓣常破碎。腹部逐渐向后变窄细, 保存有 15 个短的体节, 每一体节的长度大约相等。尾大, 粗大的尾节两侧具两个宽大的尾板, 尾板和尾节较合。非常短而多的腹节和长的尾节是鳃足类节肢动物的典型特征。澄江的种在长的尾节、十分宽大的尾叶、每一尾叶具 3 条短沟及中尾叶不明显等特征上不同于布尔吉斯页岩的 *Odaraia alata*。

图 150 宽尾叶奥代雷虫, 澄江帽天山
Odaraia eurypetala, from Maotianshan, Chengjiang.

梳虾目 Order Pectocaridida Hou, 1999

梳虾科 Family Pectocarididae Hou, 1999

梳虾属 Genus *Pectocaris* Hou, 1999

大型梳虾 *Pectocaris spatiosa* Hou, 1999

澄江动物群中目前所发现的最大双瓣壳节肢动物，壳长可达90毫米以上，壳高达48毫米，壳长大约是壳高的两倍。头小，约占壳长的1/5，壳高的1/4。1对茎状眼和2对触觉伸出壳前边缘。至少50个体节包裹在双瓣壳之内，前46个体节极短，为胸部，每体节具1对双分支附肢；之后体节较长，不具附肢，为腹部。由此推测，部分腹部体节和尾伸出壳之外。双分支腿肢内肢多分节，外肢呈简单椭圆形片状，不见饰边缘刚毛。寒武纪鳃足类节肢动物已被详细讨论（Hou & Bergström, 1997），梳虾类无附肢的腹部不同于始虾类（protocaridids）和奥代雷虫类（odaraiids）（Simonetta & Delle Cave, 1975; Briggs, 1976, 1981）。



图 151 大型梳虾，澄江小濞田
Pectocaris spatiosa, from Xiaolantian, Chengjiang.



图 152 长尾纳罗虫，澄江帽天山
Naraoia longicaudata, from Maotianshan, Chengjiang.

梳肢超纲 Superclass Lamellipedia Hou et Bergström, 1997

类肢纲 Class Artiopoda Hou et Bergström, 1997

游肋亚纲 Subclass Nectopleura Hou et Bergström, 1997

游盾目 Order Nectaspidida Raymond, 1920

纳罗虫科 Family Naraoiidae Walcott, 1912

纳罗虫属 Genus *Naraoia* Walcott, 1912

长尾纳罗虫 *Naraoia longicaudata* Zhang et Hou, 1985

该种是澄江动物群中最常见的分子之一。背甲分头尾两部分，头甲半圆形。尾甲半长椭圆形。口板两侧一对长的触角，之后是一系列 25 对类似的双分支附肢，头部 3 对，其余 22 对位于尾甲。内肢 8 节，腹边具刺状构造。外肢长条形，分两节，第 1 节上具紧密排列的刚毛。内、外肢沿着第一和第二背边铰合。

纳罗虫原产于布尔吉斯页岩，分为两种，模式种为 *N. compacta*，背甲与附肢的特征与澄江的长尾纳罗虫极为相似。布尔吉斯页岩另一个种为 *N. spinifer*，至今还未发现其附肢构造。澄江另一个种为 *N. spinosa*，从种名上也可看出它们的背甲的某些相似性。澄江 *N. spinosa* 的附肢构造与 *N. compacta* 和 *N. longicaudata* 差别甚大 (Hou & Bergström, 1997)，似乎不应归于 *Naraoia* 属。



图 153 长尾纳罗虫，澄江马鞍山

Naraoia longicaudata, from Maanshan, Chengjiang.

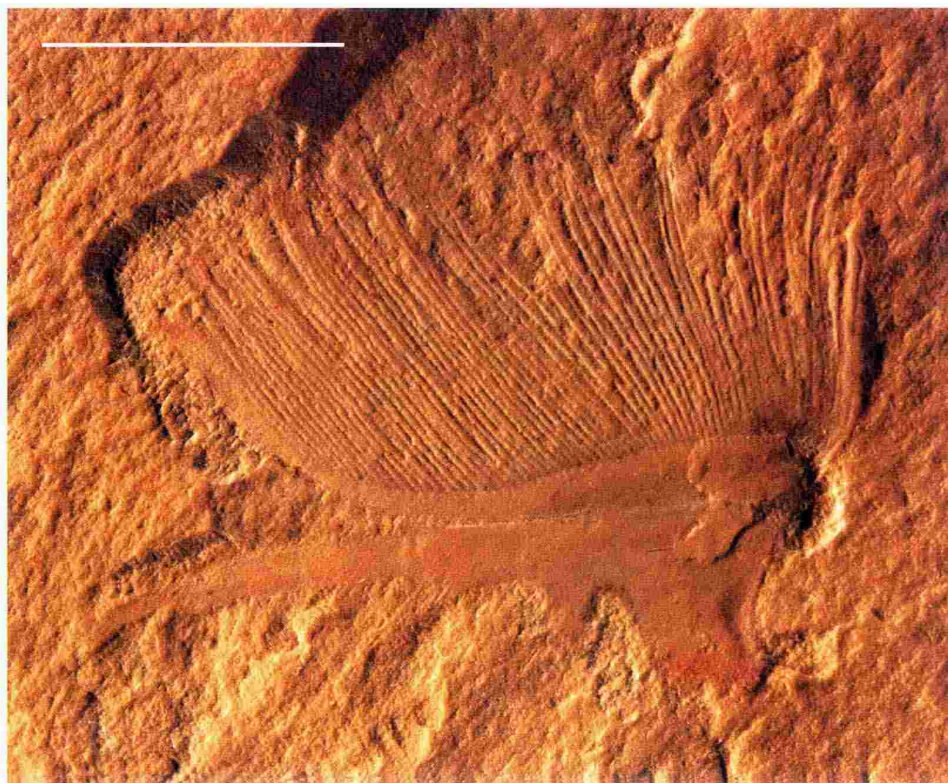


图154 长尾纳罗虫的一个腿肢,内、外肢沿关节展开,澄江帽天山

A complete isolated leg of *Naraoia longicaudata*, showing flattened-out exopod and endopod, from Maotianshan, Chengjiang.



图155 长尾纳罗虫的一个腿肢,内、外肢沿关节叠合,澄江帽天山

A complete isolated leg of *Naraoia longicaudata*, showing exopod and endopod folded against each other, from Maotianshan, Chengjiang.

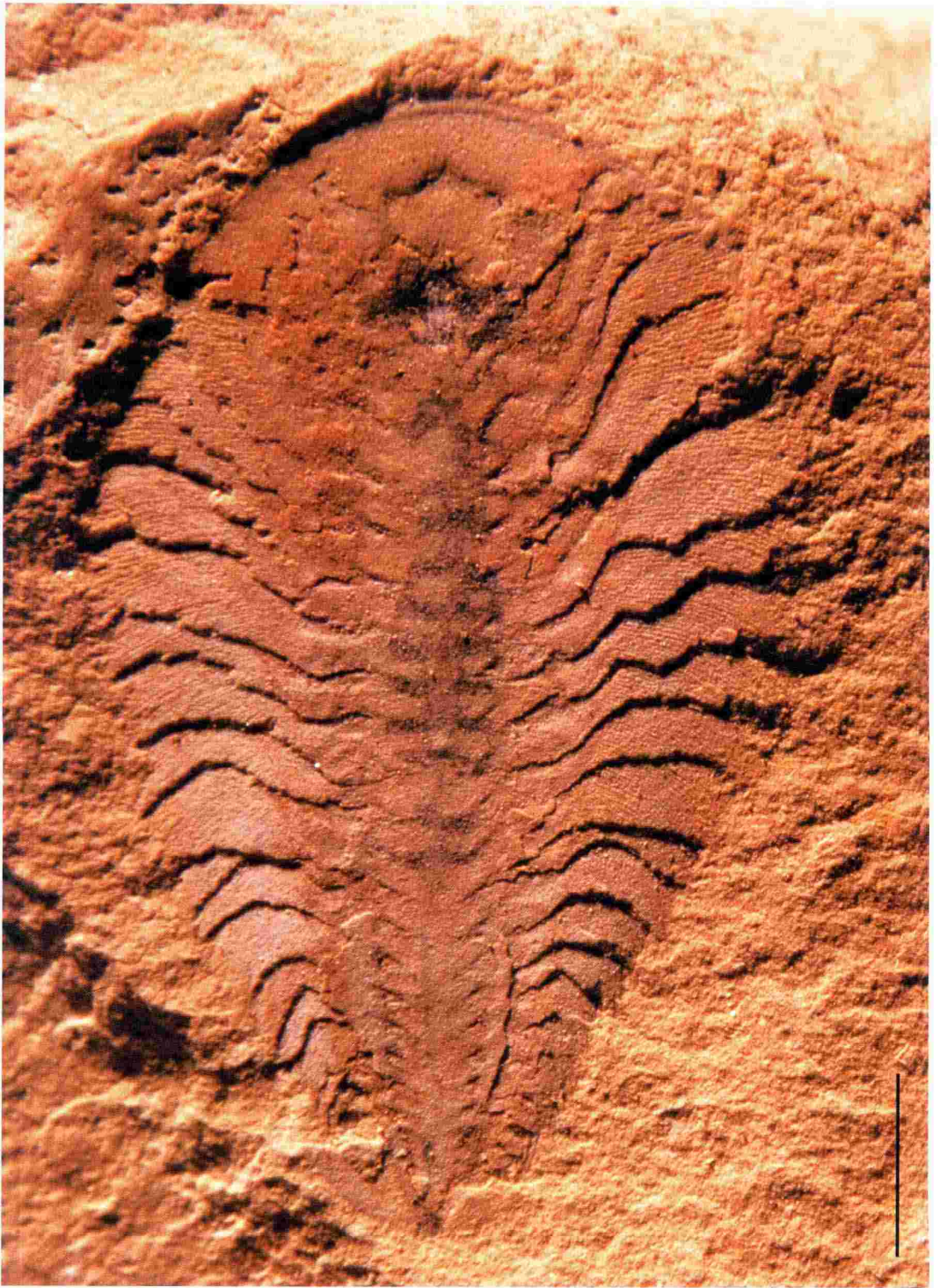


图 156 长尾纳罗虫，腹视保存标本，澄江帽天山

Naraoia longicaudata, preserved in ventral view, from Maotianshan, Chengjiang.

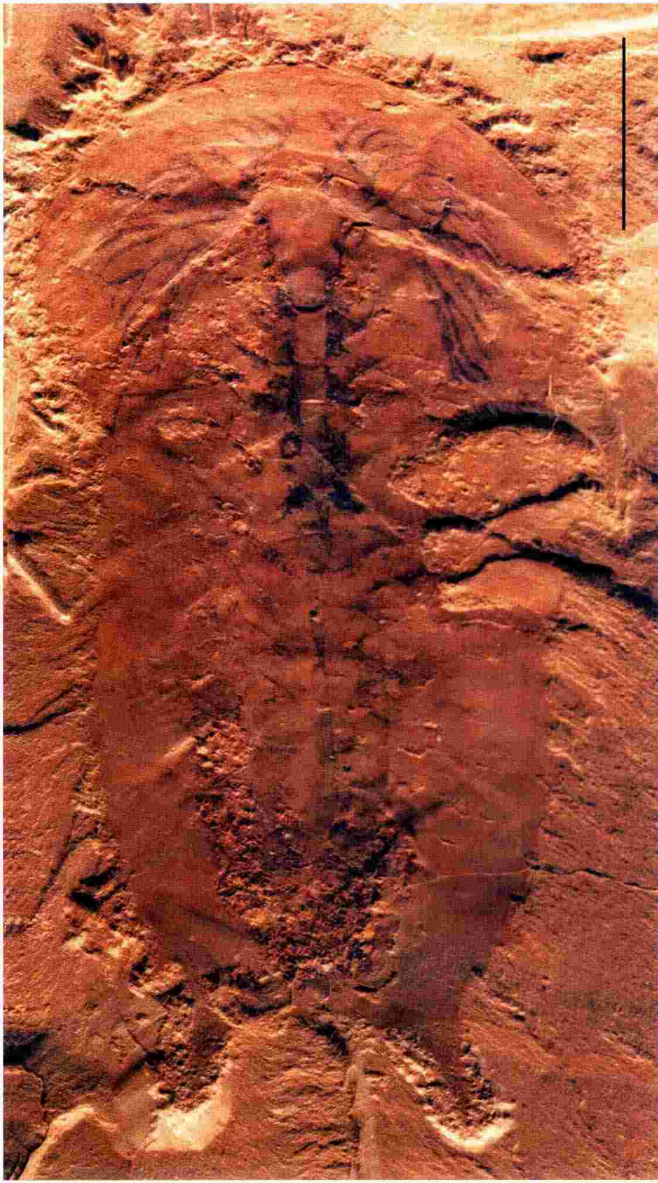


图157 刺状纳罗虫，澄江帽天山
Naraoia spinosa,
from Maotianshan,
Chengjiang.

刺状纳罗虫 *Naraoia spinosa* Zhang et Hou, 1985

该种是澄江动物群中最常见的分子之一。头甲两后基角刺状，尾甲具侧刺，两个较大的后尾刺，后尾刺之间另具3~4个小刺。该种不同于加拿大布尔吉斯页岩的 *Naraoia spinifer* 在于后者尾甲后边缘具一大的后中刺。澄江的标本保存有较好的附肢构造，外肢显示一个宽阔的板状构造，不见边缘刚毛或刚毛发育微弱，这极大不同于 *Naraoia longicaudata* 和布尔吉斯页岩的 *Naraoia compacta*。少数幼虫标本边缘刺特征指出它们是 *Naraoia spinosa* 的幼虫。



图158 刺状纳罗虫, 显示突出的肠道、消化盲管和体节分节, 澄江帽天山
Naraoia spinosa, showing mud-filled gut with diverticulae and body segments, from Maotianshan, Chengjiang.



图159 刺状纳罗虫, 显示与长尾纳罗虫不同的腿肢, 澄江小濞田
Naraoia spinosa? showing wide exopods, from Xiaolantian, Chengjiang.

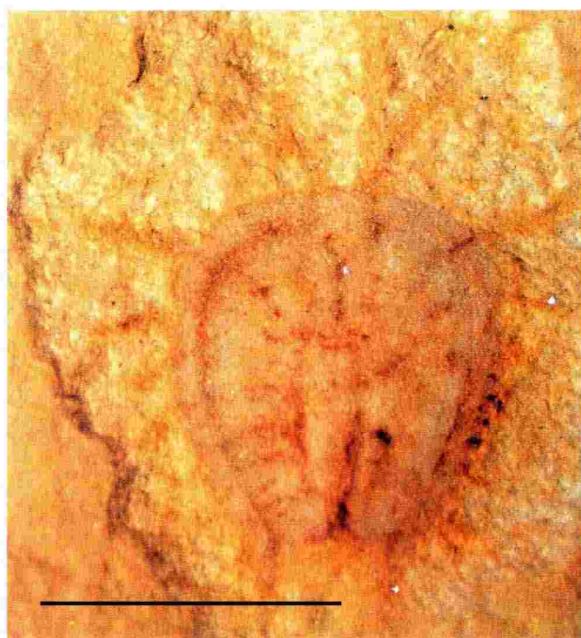


图160 刺状纳罗虫的幼虫, 附肢清晰可见, 澄江帽天山
Larva of *Naraoia spinosa*, from Maotianshan, Chengjiang.



图161 异形网面虫, 显示头甲下的口板,
澄江帽天山
Retifacies abnormalis, showing exposed
hypostome, from Maotianshan, Chengjiang.

网面虫目 Order Retifaciida Hou et Bergström, 1997

网面虫科 Family Retifaciidae Hou et Bergström, 1997

网面虫属 Genus *Retifacies* Hou, Chen et Lu, 1989

异形网面虫 *Retifacies abnormalis* Hou, Chen et Lu, 1989

背甲宽大, 略呈长方形或椭圆形, 长度可达30厘米以上, 分为头甲、10个体节和尾甲。头甲宽而短, 10个体节的长度约略相等, 尾甲椭圆形, 具1对短小的后刺。整个背甲表面布满网状装饰。头甲腹部具1对茎状眼, 1对触角和3对双分支附肢, 之后每一体节具1对双分支附肢; 尾部具5对双分支附肢, 1个细长分节的尾刺从身体后末端伸出。内肢由8节组成, 腹边具刺状构造; 外肢半卵圆形, 和内肢的第1节、第2节铰合, 大约20个片状刚毛环绕外肢的背边缘。



图 162 异形网面虫，显示长的触角和长的尾，澄江帽天山
Retifacies abnormalis, showing long antennae and a long tail spine, from Maotianshan, Chengjiang.

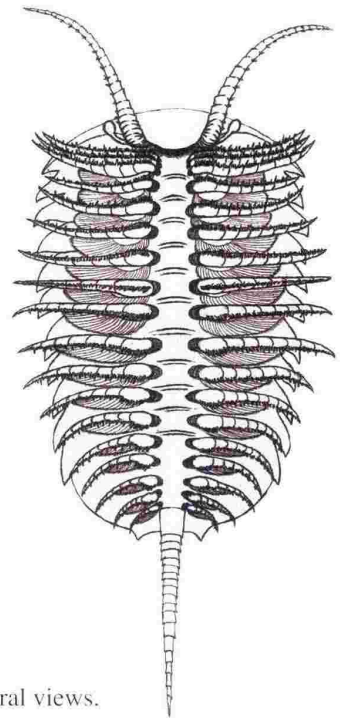
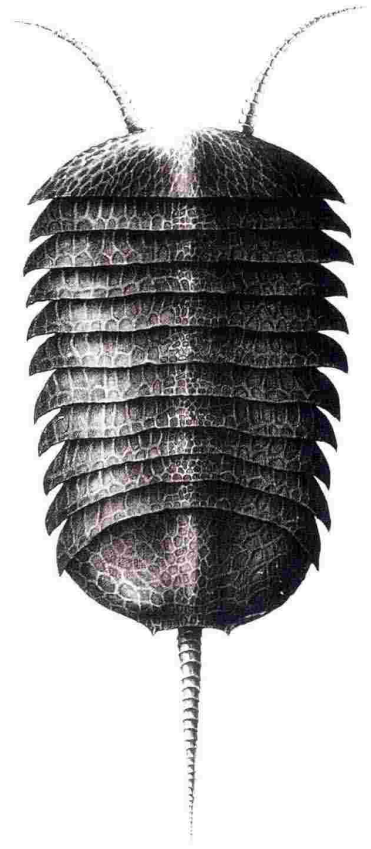


图 163, 164 异形网面虫，背、腹视复原图
Retifacies abnormalis, reconstruction in dorsal and ventral views.

网面虫科? Family Retifaciidae Hou et Bergström, 1997?

小鳞片虫属 Genus *Squamacula* Hou et Bergström, 1997

盾状小鳞片虫 *Squamacula clypeata* Hou et Bergström, 1997

该动物小, 成年个体长度一般不超过 15 毫米, 长宽近相等, 呈盾状。头甲宽, 形成该动物的最宽部分, 头甲后基刺短。10 个胸节向后逐渐收缩, 每体节的后边缘向前拱曲逐渐增大, 后基刺向后也逐渐增长; 10 个胸节的长度近于相等。尾甲小, 呈椭圆形, 似被第 10 个胸节弯曲的后边包围两侧边。附肢保存欠佳, 仅显示头甲前一对触角和具双分支附肢的性质, 外肢具长的刚毛。它在宽大的头甲、具 10 个胸节和尾甲的形状上相似 *Retifacies*, 但它不同于后者在于整个动物的背视形状、非常小的个体、背甲的较大凸度、缺少壳面装饰和尾甲的性质。



图 165 盾状小鳞片虫, 澄江帽天山
Squamacula clypeata, from Maotianshan, Chengjiang.

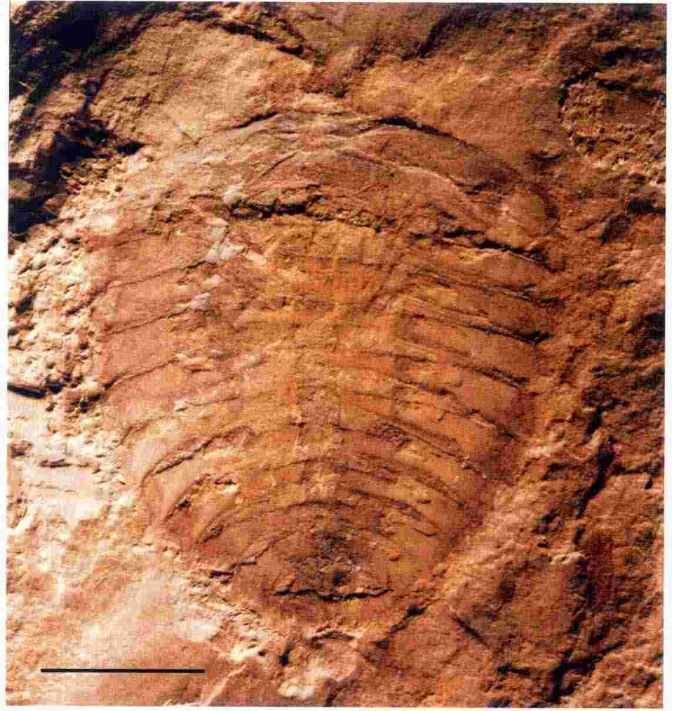
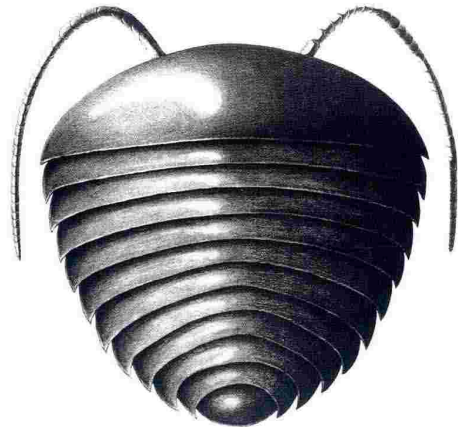


图 166 盾状小鳞片虫，澄江小濞田
Squamacula clypeata, from Xiaolantian, Chengjiang.

图 167 盾状小鳞片虫，澄江小濞田
Squamacula clypeata, from Xiaolantian, Chengjiang.



图 168 盾状小鳞片虫背视复原图
Squamacula clypeata, reconstruction in dorsal view.



融背亚纲 Subclass Conciliterga Hou et Bergström, 1997

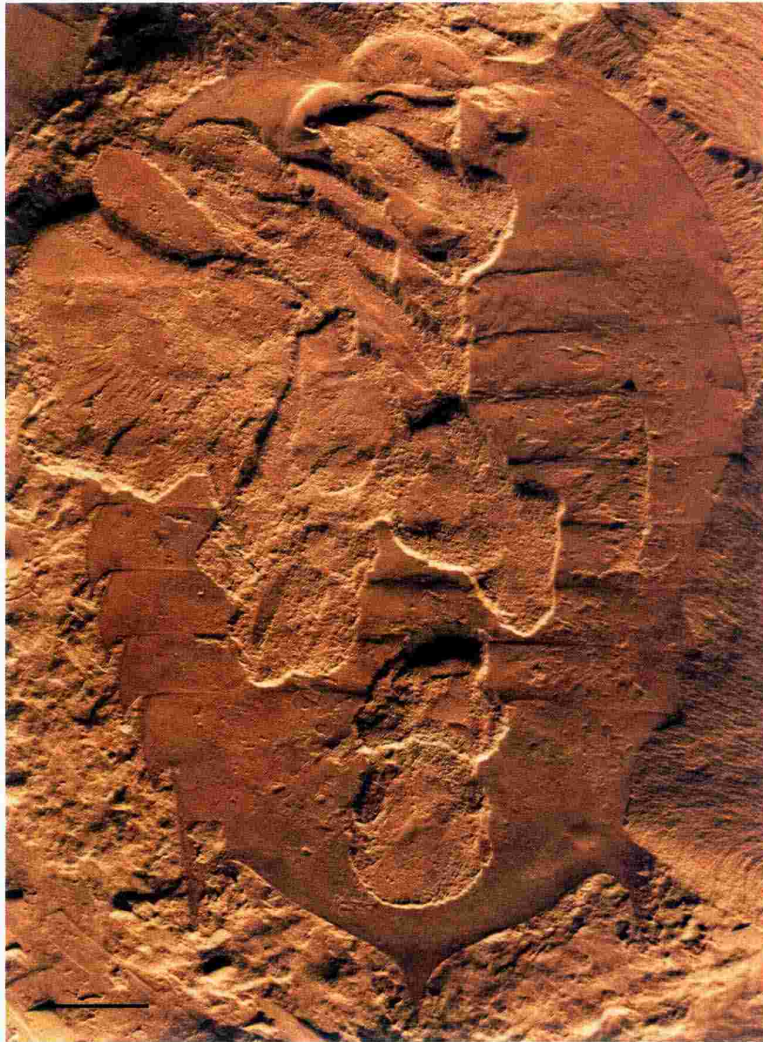
赫尔梅蒂目 Order Helmetiida Novozhilov, 1969

赫尔梅蒂科 Family Helmetiidae Simonetta et Delle Cave, 1975

跨马虫属 Genus *Kuamaia* Hou, 1987

宽跨马虫 *Kuamaia lata* Hou, 1987

该动物宽而大，最大个体体长可达10厘米以上，分为头甲、7个体节和尾甲。头甲前边直，后基角短刺状，整个头甲呈亚梯形，1对复眼位于头甲前部。头甲前中部有向前突出的椭圆形构造，称喙板（rostral plate），喙板两侧还有1对小的板状构造，有一横向面线（facial suture），把头甲前边缘分开。7个体节横向宽度从前至后逐渐减小，纵向宽度约相等；每体节的后基刺长



度约相等。体节间界线为一浅沟。浅沟在中部较深，并显示出少许叠覆，延伸至侧边缘浅沟变微弱，甚至有的不达侧边缘，说明整个背甲似乎是一个整体。尾甲变短，具两对侧刺和1个后中刺。除1对长的触角外，头部可能存在3对双分支附肢，之后每一体节具1对双分支附肢；尾部附肢保存破碎，大约存在5对双分支附肢。内肢强壮，分7节和一末端刺，内边具一系列的刺状构造。外肢似构造复杂，和内肢铰合处宽大，沿近端边缘附着长的刚毛，远端似有两个宽大的板状构造。

图 169 宽跨马虫，解剖之后暴露腿肢，澄江帽天山

Kuamaia lata, after preparation, from Maotianshan, Chengjiang.

图170 宽跨马虫前侧视复
原图

Reconstruction of *Kuamaia
lata* in anterolateral view

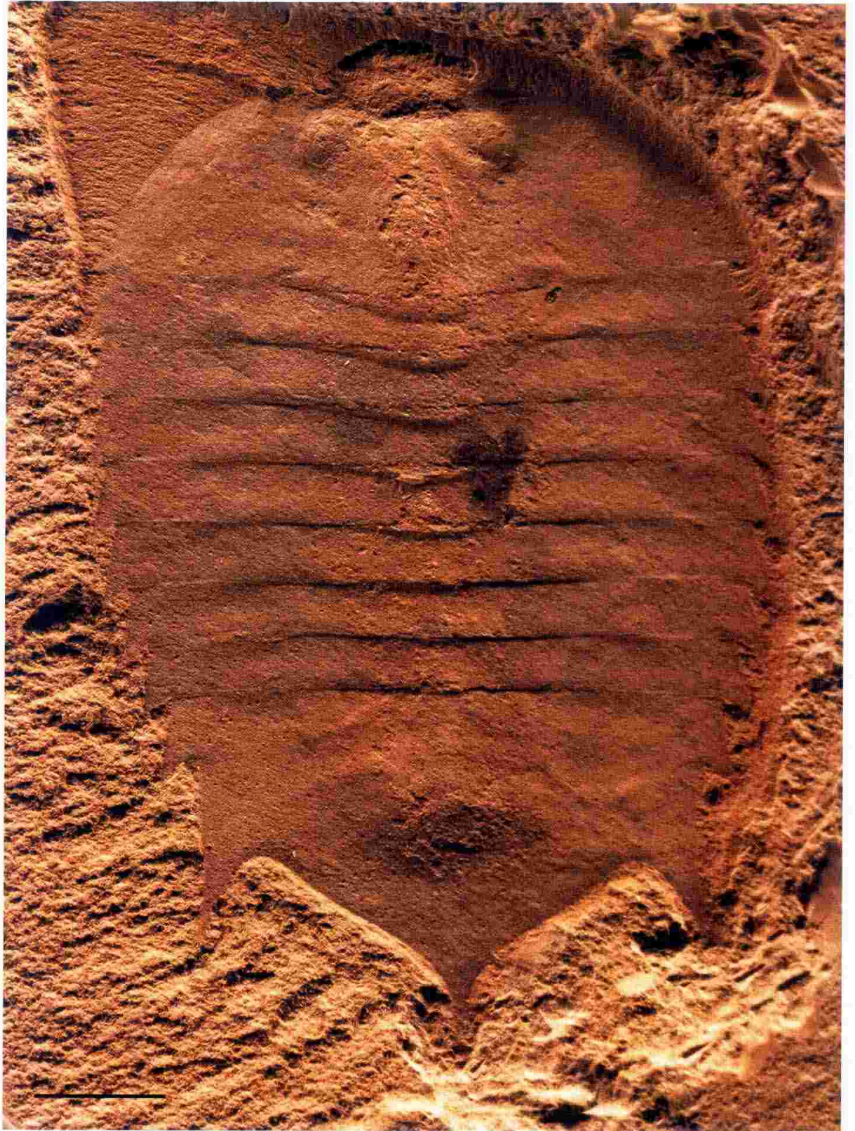
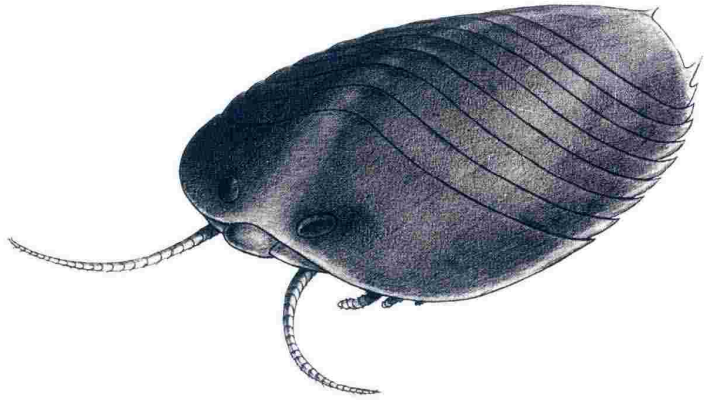


图171 宽跨马虫，澄江帽天山
Kuamaia lata, from Maotianshan,
Chengjiang.

盾形虫科 Family Skioldiidae Hou et Bergström, 1997

盾形虫属 Genus *Skioldia* Hou et Bergström, 1997

古盾形虫 *Skioldia aldna* Hou et Bergström, 1997

动物较大，长度可达10厘米以上。整个背甲呈宽卵形，分为头甲、10个胸体节和1个三角形尾甲。头甲前边直，呈亚梯形，1对复眼位于头甲前，靠近面线。头甲前是一面线，把头甲和喙板及两个侧喙板分开，这些构造特征均类似于 *Kuamaia lata*。10个胸体节分界线在中部明显，延至侧边缘则变得十分微弱，似乎指出个体节并不能沿分界线弯曲。尾甲呈宽的三角形，沿边缘有许多小边缘刺，尾甲后边中部有一较长的尾刺。边缘刺有时也见于各体节的边缘。除1对触角外，外肢上的刚毛清晰可见。该动物的附肢构造还未详细解剖研究。

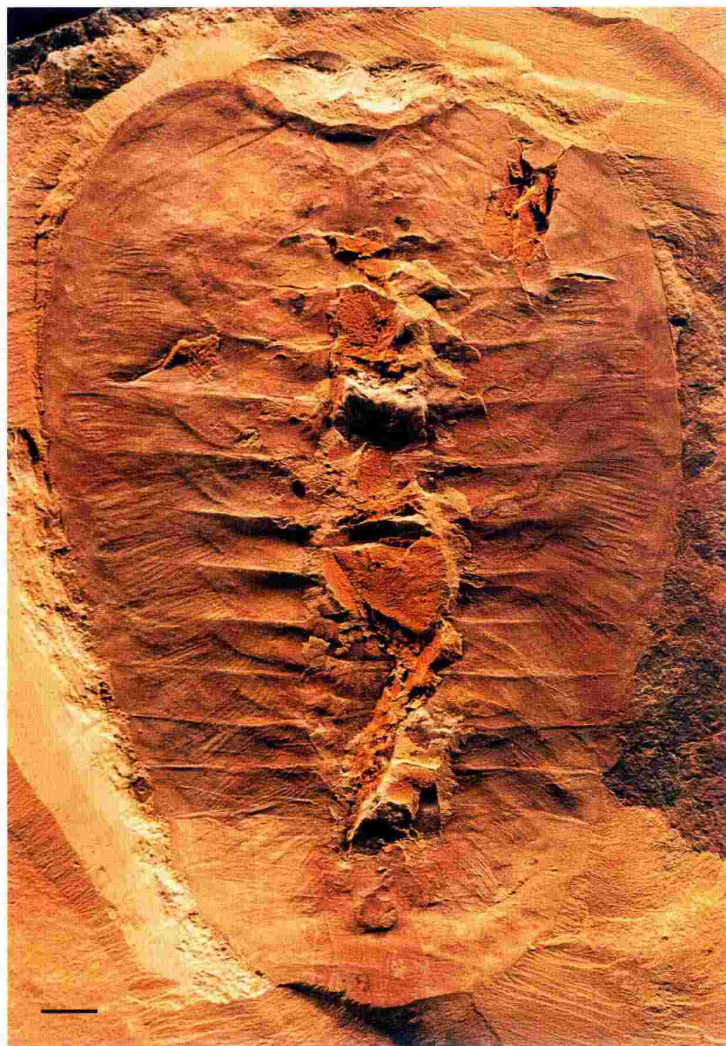


图 172 古盾形虫，澄江帽天山
Skioldia aldna, from Maotianshan,
Chengjiang.

谜虫科 Family Saperiidea Hou et Bergström, 1997

谜虫属 Genus *Saperion* Hou, Ramsköld et Bergström, 1991

膜状谜虫 *Saperion glumaceum* Hou, Ramsköld et Bergström, 1991

该动物较大，长度超过 10 厘米，呈长椭圆形。整个背甲外骨骼薄，融成一个整体，而光滑无饰。体节的界线使得能够分出头甲、胸节和尾甲三部分。头甲前部构造相似于 *Kuamaia lata* 和 *Skioldia aldna* (参见图 169、172)。复眼在头甲上没有显示，可能是外骨骼薄被压平之故。13 节胸节以横沟作为界线，横沟延伸不达边缘。尾甲近椭圆形，近轴部的横沟似乎标志着尾部分节的数量；尾甲至少 6 节，每节长度逐渐向后缩短。该种双分支附肢还没详细解剖研究。



图 173 膜状谜虫背视复原图
Saperion glumaceum, reconstruction in dorsal view.



图 174 膜状谜虫，澄江大坡头
Saperion glumaceum, from Dapotou, Chengjiang.

线从侧边延至复眼，然后又从复眼前延伸到头甲前中部 (Hou et Bergström, 1997, 图 71B, 图 72) 似把头甲分为前、后两部分。因此头甲两部分在眼区存在部分的融合。复眼表面由 1000 个以上六角形晶体组成。在头和胸之间有一个没有肋的小的背甲，之后是 7 个近于等长的宽阔的胸节，胸节之后是长度逐渐增长的 4 个腹节，最后一个腹节具 1 个末端刺。1 对长的触角附着于次椭圆形口板两侧，口板之后有 6 对双分支腿位于头甲之下。胸节每节附着一对双分支腿，腹节腿的数目是不固定的。第 1 腹节 3 对，第 2 腹节 4 对，第 3 腹节 5 对，最后腹节至少具 12 对腿。腿构造复杂，胸部内肢粗壮，大约有 11 节和一末端刺构成，每节腹侧具一内刺，背侧具背刺。外肢有 2 节构造，每节都具两排细长刚毛。第 1 腹节所显示的腿构造特征与胸部的类似，最后腹体节的腿构造细节不清，但清楚显示外肢刚毛的存在，指出双分支的特征。

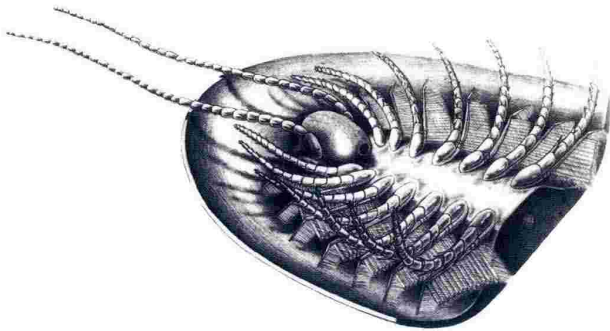


图 176 镜眼海怪虫头部侧腹视原图
Xandarella spectaculum, reconstruction of head in lateroventral view.

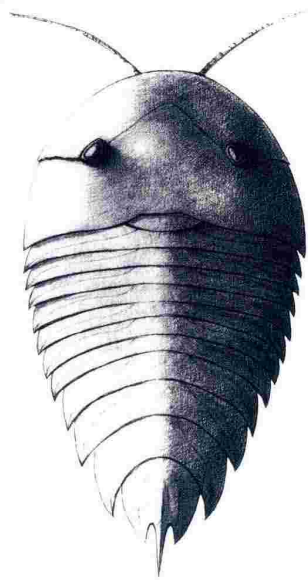


图 177 镜眼海怪虫背视复原图
Xandarella spectaculum, reconstruction in dorsal view.



图 178 镜眼海怪虫，澄江帽天山
Xandarella spectaculum, from Maotianshan, Chengjiang.

中华疑虫目 Order Sinoburiida Hou et Bergström, 1997

中华疑虫科 Family Sinoburiidae Hou et Bergström, 1997

中华疑虫属 Genus *Sinoburius* Hou, Ramsköld et Bergström, 1991月形中华疑虫 *Sinoburius lunaris* Hou, Ramsköld et Bergström, 1991

动物个体小，体长一般不超过1厘米，前部宽大，后部较窄，背甲具明显突出的轴区。分头甲、7个胸节和尾甲。头甲大，呈月形，形成动物最宽阔的部分；后边缘强烈向前拱曲，和侧边形成较长的后基刺。头甲清楚地显示出凸出的轴区，轴区向前收缩。1对复眼位于头甲近中部，7个胸节长度大致相等，除第1胸节宽度较窄外，其余胸节宽度也略相等，其后基刺形状及长度极为相似。宽大的尾甲构造特征相似于 *Kuamaia lata* 的尾甲，具2对侧刺和1对后中刺。凸出的中轴区延伸至尾甲后中刺的基部。腿肢构造保存欠佳，头部除显示1对触角外，还显示4对细长的双分支腿肢，胸部每体节具1对双分支腿肢，解剖暴露出细长的内肢和具刚毛的外肢。尾部显示10个短节，至少前6节具双分支腿肢。该动物三叶状的背甲有些相似于三叶虫，它不同于三叶虫在于头甲上有一对肢口类复眼，缺少面线及没有矿化的外骨骼。



图 179 月形中华疑虫，
澄江帽天山
Sinoburius lunaris, from
Maotianshan, Chengjiang.



图 180 月形中华疑
虫，澄江帽天山
Sinoburius lunaris,
from Maotianshan,
Chengjiang.

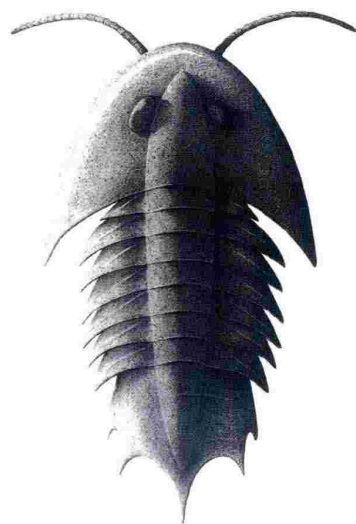


图 181 月形中华疑虫背视复原图
Sinoburius lunaris, reconstruction in dorsal view.

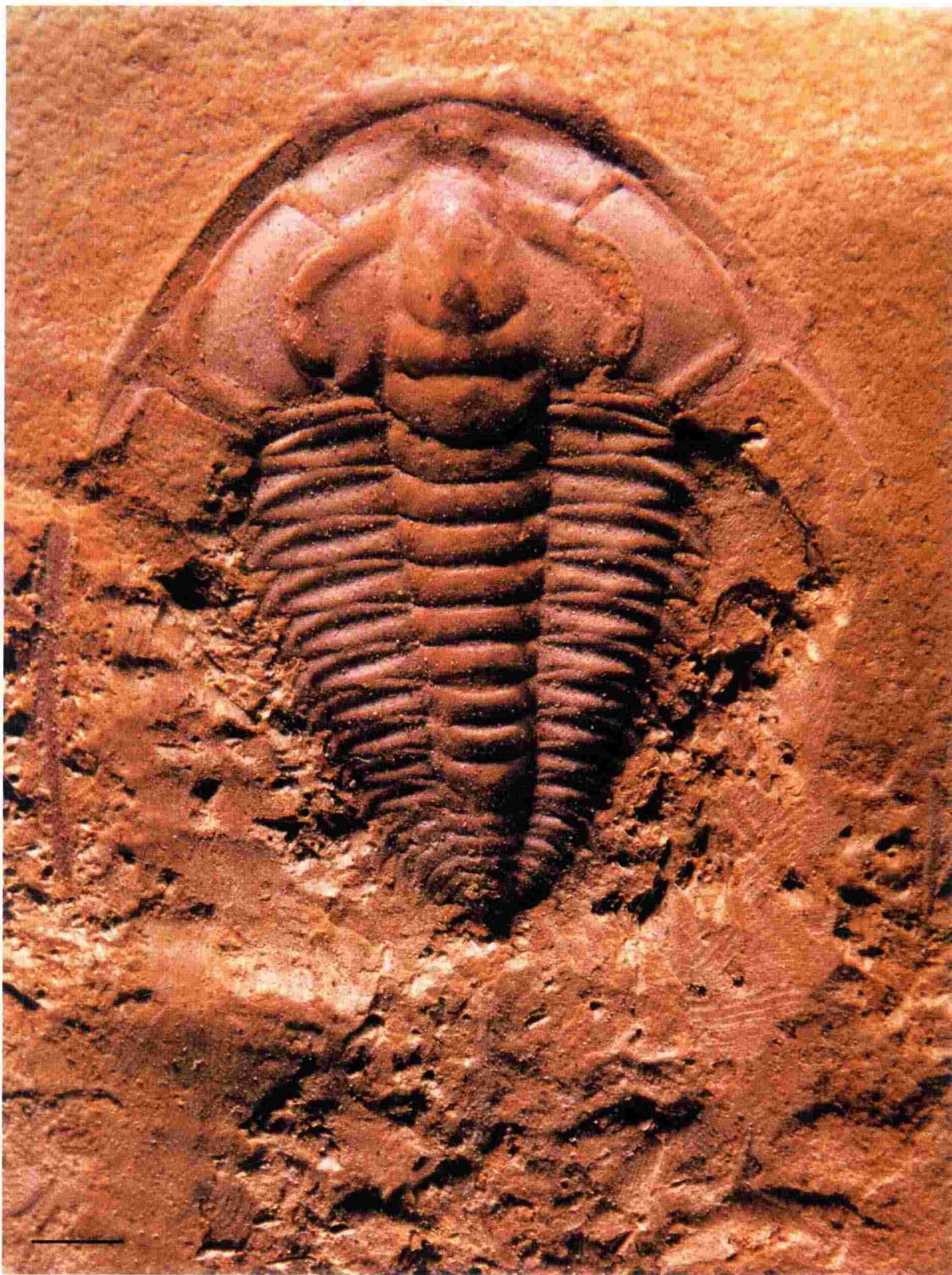


图 182 中间型古莱得利基虫，澄江帽天山
Eoredlichia intermedia, from Maotianshan, Chengjiang.

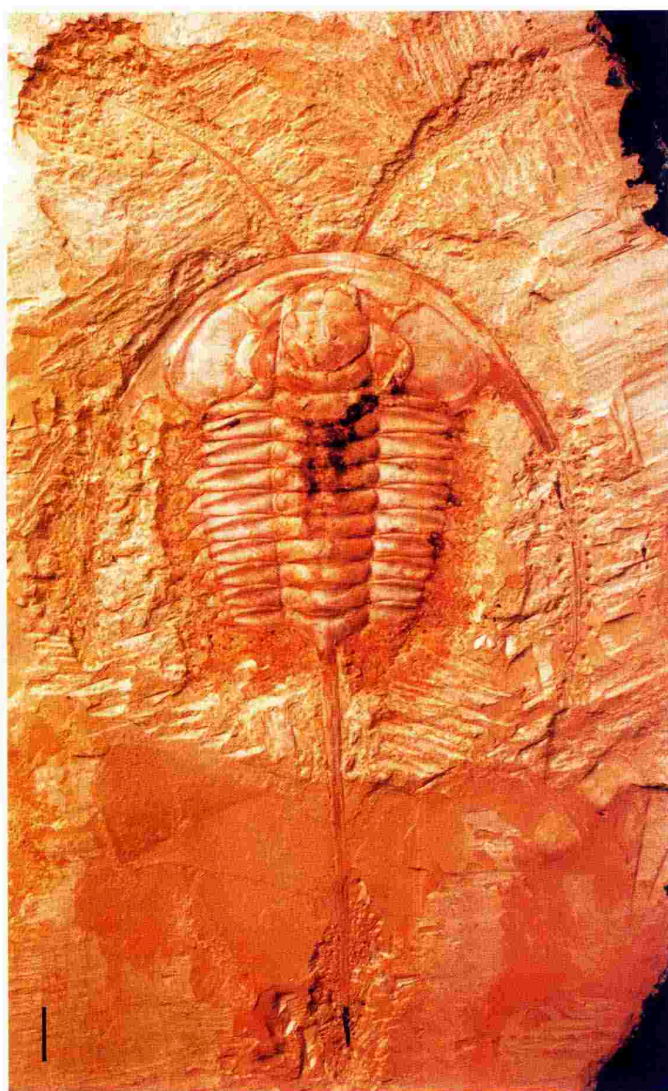
三叶虫亚纲 Subclass Trilobita Walsh, 1771

莱得利基虫目 Order Redlichiida Richter, 1933

古莱得利基虫科 Family Redlichiidae Poulsen, 1927

古莱得利基虫属 Genus *Eoredlichia* Chang, 1950

中间型古莱得利基虫 *Eoredlichia intermedia* (Lu, 1940)



头鞍锥形，头鞍沟3对，眼叶新月形，后端远离头鞍。胸节15节，第9节有一长的轴刺。尾小，略呈椭圆形，其上有1对小凹坑。少数保存软体附肢的标本，由于掩盖在骨化的外骨骼之下，难以解剖（参照：Shu et al., 1995）。内外肢的构造细节并不清楚，例如内肢和身体结合部位的特征、内肢第1节特征、外肢的完整形状、内外肢的结合特征等都是将来研究的重点。

图 183 中间型古莱得利基虫，澄江马鞍山
Eoredlichia intermedia, from Maanshan, Chengjiang.

云南头虫科 Family Yunnanocephalidae Hupe, 1953

云南头虫属 Genus *Yunnanocephalus* Kobayashi, 1936

云南云南头虫 *Yunnanocephalus yunnanensis* (Mansuy, 1912)

该三叶虫个体较小，体长很少超过2厘米。头部大，呈椭圆形，头鞍沟3对，但有时不明显；眼脊粗，从头鞍前叶向两侧伸出；活动颊小而窄，颊角圆滑。胸部14节，肋沟浅而宽，肋刺粗而短。尾部小，一横向浅沟把尾分为两部分，前部分短，后部分长。少量的标本仅仅发现保存有较好的触角，由于个体小，外骨骼矿化，附肢难以解剖暴露。

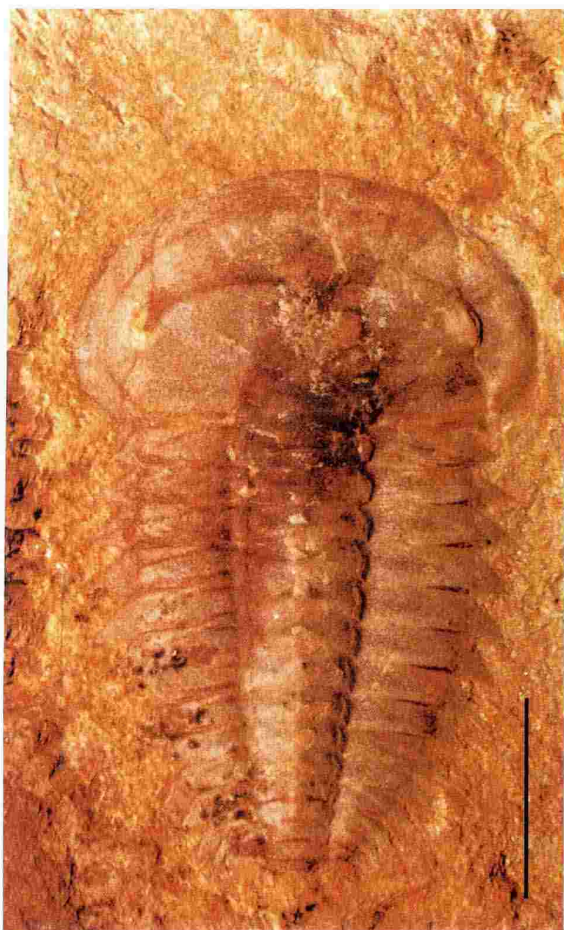


图 184 云南云南头虫，澄江马鞍山
Yunnanocephalus yunnanensis, from
Maanshan, Chengjiang.



图 185 云南云南头虫，澄江小濞田
Yunnanocephalus yunnanensis, from
Xiaolantian, Chengjiang.

关杨虫属 Genus *Kuanyangia* Hupé, 1953丘疹关杨虫 *Kuanyangia pustulosa* (Lu, 1941)

该三叶虫个体大，体长可达10厘米以上，呈长卵圆形。胸节18节，每节中轴上具瘤点，瘤点在第1节到第17节中轴上最为明显，背甲上具丘疹状瘤点。标本解剖暴露出头和胸的部分腿肢。1对触角附着于头鞍前叶，之后是4对双分支的腿肢。头后部和胸部腿肢揭示较为清楚，内肢7节组成，顶节具3个强而短的刺；外肢由两节组成，均呈板状，沿外肢后边缘具有紧密排列的长的刚毛；刚毛窄平，像许多其他梳肢类（lamellipedians）节肢动物一样，外肢都具窄而平的片状刚毛。



图 186,187 丘疹关杨虫，澄江帽天山
Kuanyangia pustulosa, from Maotianshan, Chengjiang.

超纲、纲未定 Superclass, Class uncertain

刺节虫目 Order Acanthomeridiida Hou et Bergström, 1997

刺节虫科 Family Acanthomeridiidae Hou et Bergström, 1997

刺节虫属 Genus *Acanthomeridion* Hou, Chen et Lu, 1989

锯齿刺节虫 *Acanthomeridion serratum* Hou, Chen et Lu, 1989

该动物背视呈长方形，具头甲、11个体节和1个细长的尾刺。头甲半椭圆形，后基角短刺状，表面光滑，无眼，头甲的显著特征是具有1对由面线分离的小的自由颊。身体两侧几乎是平行的，仅向后稍收缩。每一体节的后边缘呈锯齿状。肋刺在前5个体节短，之后的体节肋刺渐变长，第9个体节肋刺最长，几乎和尾刺延伸至同样长度；第10个体节肋刺很少延长；第11个体节向后弯曲，包围部分尾刺。该动物的附肢构造至今还未发现，其系统位置是不确定的。



图 188 锯齿刺节虫，澄江帽天山
Acanthomeridion serratum, from
Maotianshan, Chengjiang.

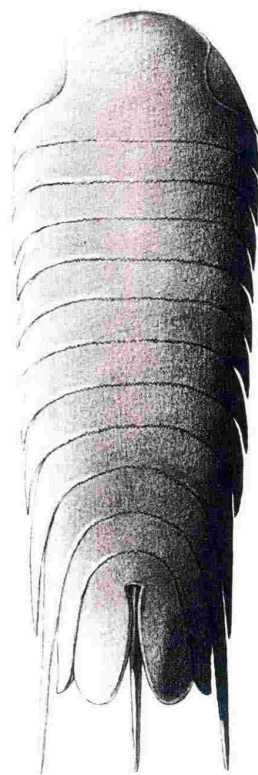


图 189 锯齿刺节虫背视复原图
Acanthomeridion serratum, reconstruction
in dorsal view.

古虫目 (新目) Order Vetulicolida ord. nov.

双瓣壳似处于闭合状态, 不能张开, 壳后部有一宽大而长的腹部伸出的节肢动物。

古虫科 (新科) Family Vetulicolidae fam. nov.

新科定义同新目。

古虫属 Genus *Vetulicola* Hou, 1987

楔形古虫 *Vetulicola cuneatus* Hou, 1987

该动物是澄江动物群常见的分子。壳为双瓣壳, 但似乎不能张开, 或仅能微微张开, 在所采到的众多标本中, 均是呈闭合状态的侧视保存。壳大而长, 长度可达7厘米, 呈前窄后宽的楔形。背、腹边缘分别向上下拱曲, 前边缘呈一较锐的弧, 后边缘向内凹。每一壳瓣中间有一纵向浅沟, 浅沟不延伸到后边缘。腹部从背的后边缘伸出, 腹部粗大, 由6~7节组成。末端节有的呈尖刺状, 有的呈浑圆形, 或许代表了性双型的特征。



图 190 楔形古虫,
澄江帽天山
Vetulicola cuneatus,
from Maotianshan,
Chengjiang.

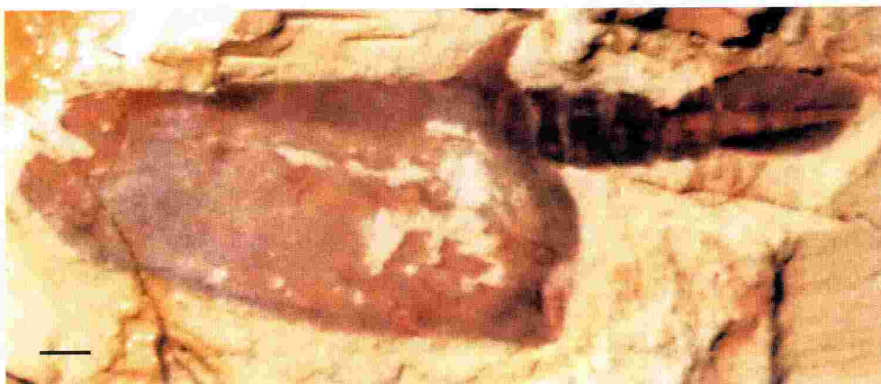


图 191 楔形古虫,
澄江帽天山
Vetulicola cuneatus,
from Maotianshan,
Chengjiang.

斑府虫属 Genus *Banffia* Walcott, 1911

困惑斑府虫 *Banffia confusa* Chen et Zhou, 1997

这也是一个颇为奇怪的动物，保存完整的壳略呈锥形，向上突度较大，壳中间有一条横沟，壳长一般不超过3厘米。一个宽大的腹部从壳后末端伸出，腹部两边几乎平行，延伸至后末端收缩为圆滑状的尾，腹部体节约有18节，细直的黑色肠道沿腹部中间伸延至尾中后部。在集群埋藏的标本中，腹部在壳瓣后边缘附近近似旋转90°保存，致使在腹和壳的连接处变得窄细。

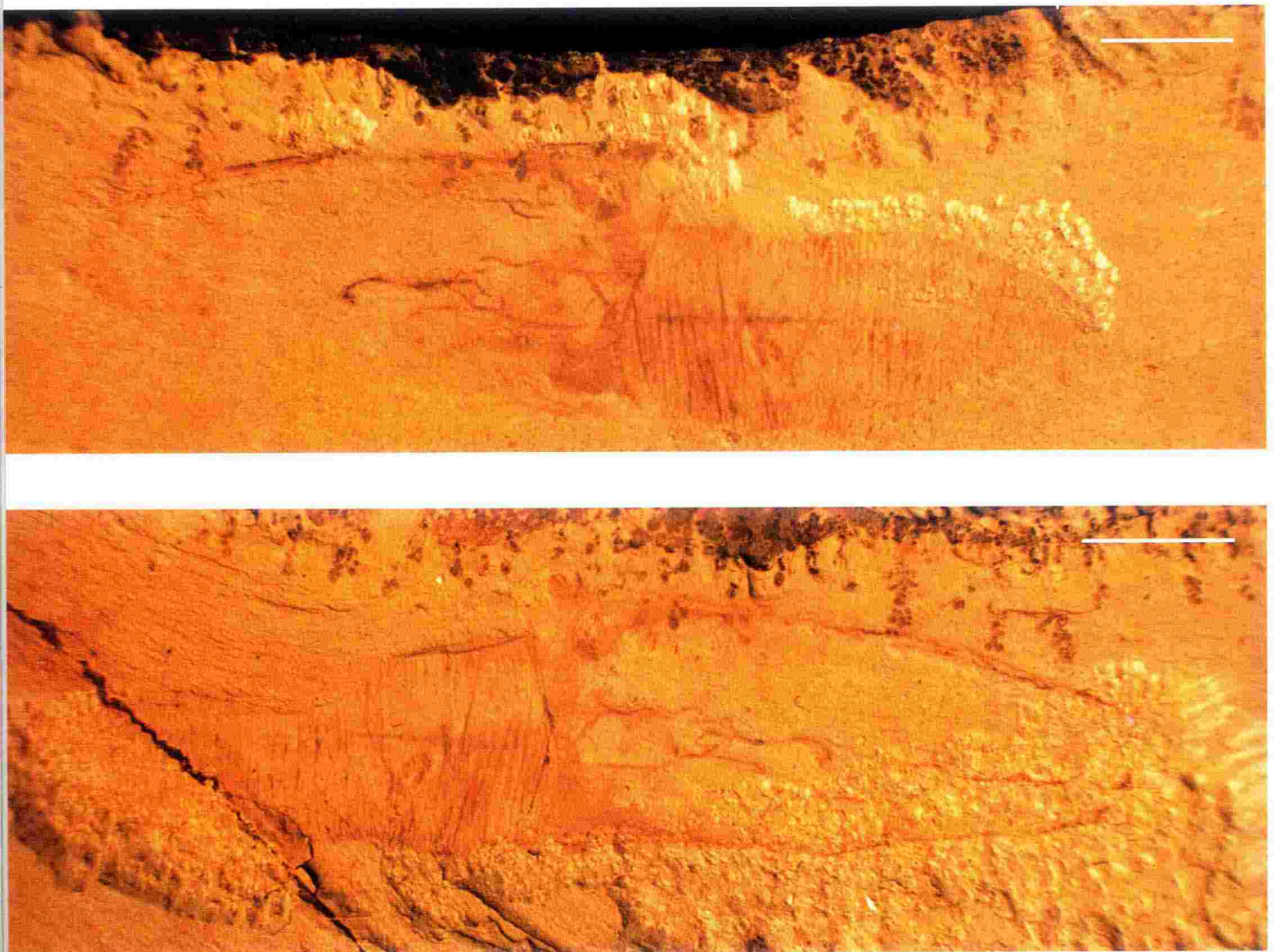


图 192, 193 困惑斑府虫，澄江小濞田
Banffia confusa, from Xiaolantian, Chengjiang.

高肌虫目 Order Bradoriida Raymond, 1935

昆明虫科 Family Kunmingellidae Huo et Shu, 1985

小昆明虫属 Genus *Kunmingella* Huo, 1965朵氏小昆明虫 *Kunmingella douvillei* (Mansuy, 1912)

小型双瓣壳节肢动物，壳长多在3~5毫米；前背角处有一大的前瘤，后背角附近有一向前腹斜伸的后脊；突出的边缘之外有一宽平的外边缘带。壳前伸出1对触角，头区和躯干区分别具3对双分支附肢；最后一对内肢保存较好，清楚显示6节；外肢呈长的叶状，具刚毛。软体附肢研究指出，它既不是介形虫，也不是目前所称的狭义的甲壳动物 (Hou et al., 1996)。

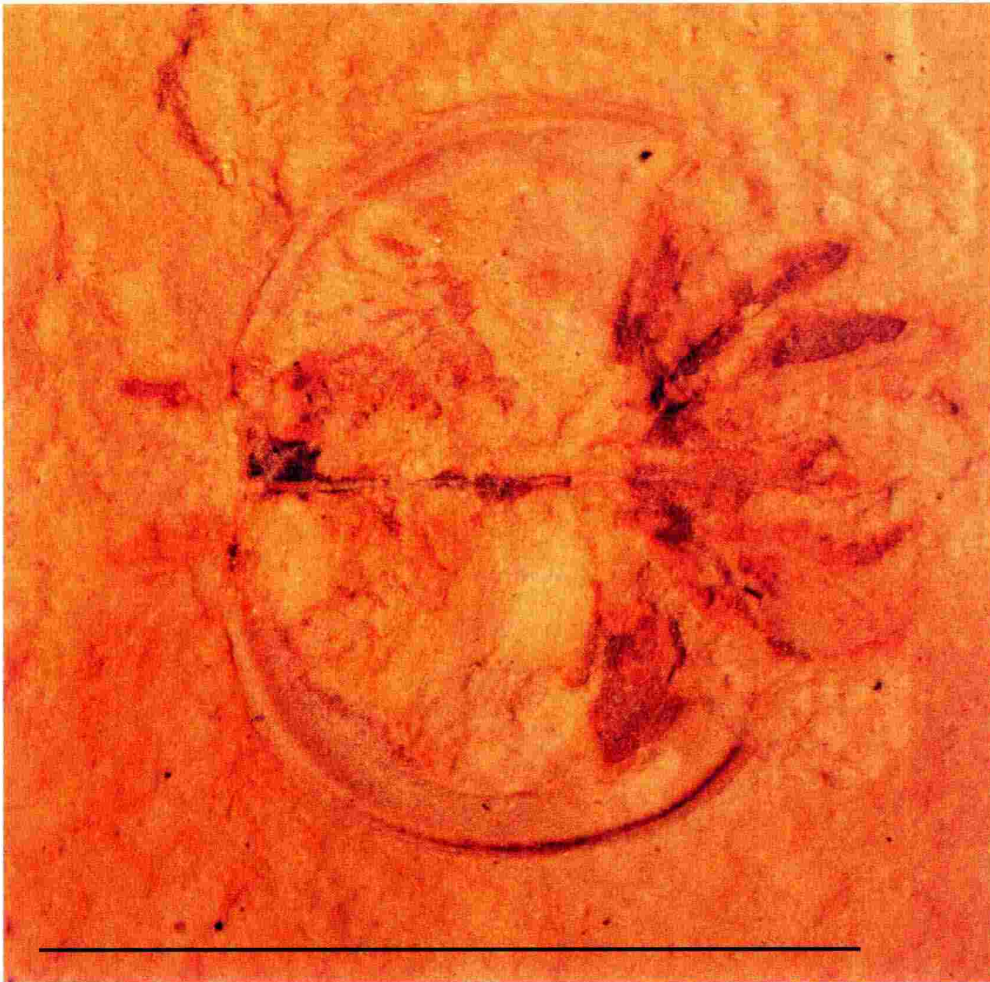


图 194 朵氏小昆明虫，澄江小濞田
Kunmingella douvillei, from Xiaolantian, Chengjiang.

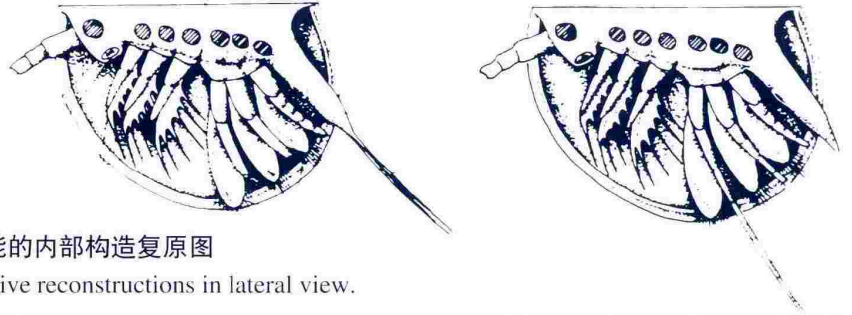


图 195 朵氏小昆明虫两种可能的内部构造复原图
Kunmingella douvillei, two tentative reconstructions in lateral view.



图 196 朵氏小昆明虫，澄江小濠田
Kunmingella douvillei, from Xiaolantian, Chengjiang.

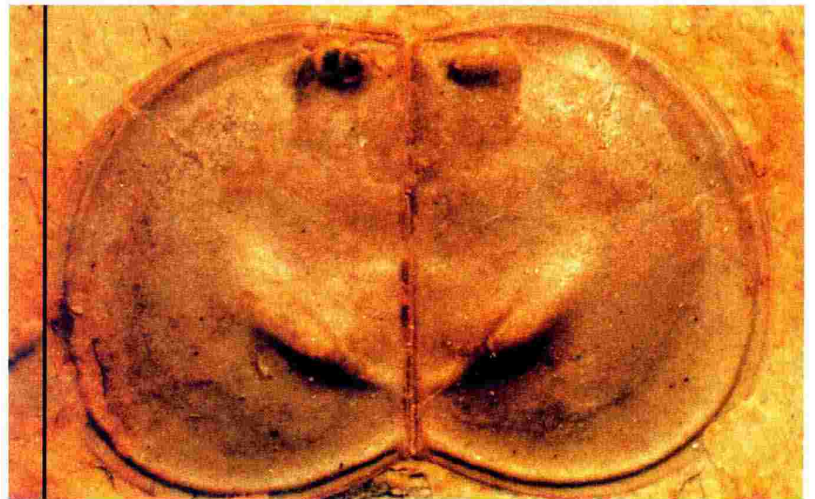


图 197 朵氏小昆明虫，仅保存壳，澄江帽天山
Kunmingella douvillei, only preserved with carapace, from Maotianshan, Chengjiang.

莫利索尼虫目 Order Mollisoniida Simonetta et Delle Cave, 1975

莫利索尼虫科 Family Mollisoniidae Simonetta et Delle Cave, 1975

尾头虫属 Genus *Urokodia* Hou, Chen et Lu, 1989

等称尾头虫 *Urokodia aequalis* Hou, Chen et Lu, 1989

虫体长方形，由头甲、14个体节和尾甲组成。头甲与尾甲似等大等形，分别具1对前或后刺。躯干体节的形态大小彼此相似，侧末端向侧向后伸延为刺状。类似尾头虫的化石因其独特之特征，曾被推测为这类动物可能属于单支类节肢动物 (Bergström, 1980)。目前这类化石的软体附肢还没有被发现，系统分类还有待于证实。

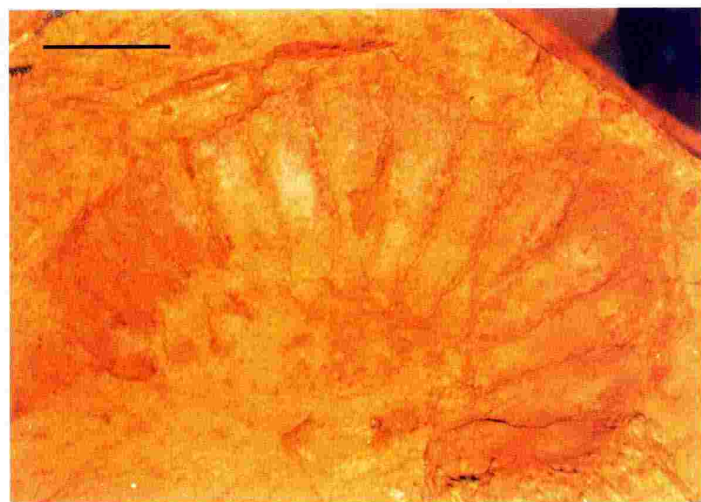
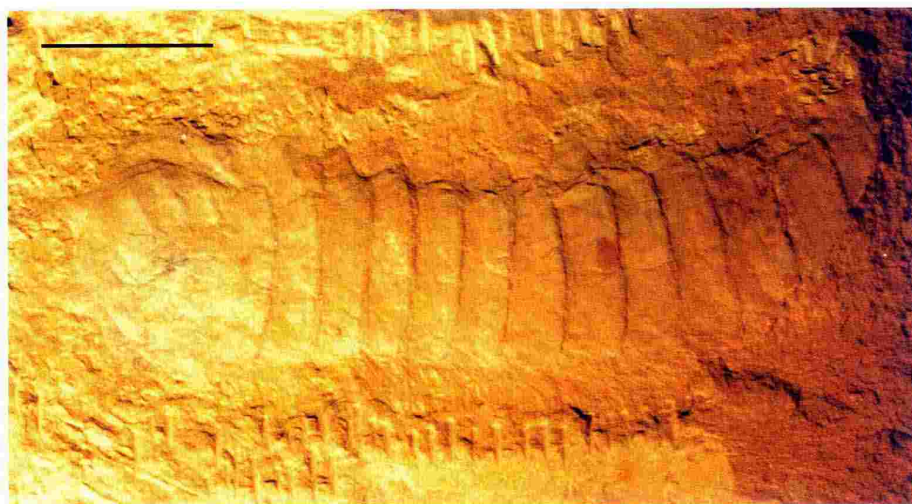


图 198, 199 等称尾头虫, 澄江大坡头
Urokodia aequalis, from Dapotou, Chengjiang.

图 200 等称尾头虫背视复原图
Urokodia aequalis, reconstruction
in dorsal view.

超纲、纲、目、科未定 Superclass, Class, Order, Family uncertain

似古节虫 (新属) Genus *Parapaleomerus* gen. nov.

模式种 *Parapaleomerus sinensis* gen. et sp. nov.

属征同种征。

中国似古节虫 (新属新种) *Parapaleomerus sinensis* gen. et sp. nov.

虫体大, 前部呈宽卵形, 一块最大的标本头甲和前9节的长度达92毫米, 最大宽度达90毫米。头甲宽大, 次椭圆形, 面似光滑, 不见复眼及其他构造。所保存的9节背甲强烈相互叠覆, 其长度似变化不大, 最宽处位于第2背甲。目前的标本尾部和附肢构造均没保存, 新种相似瑞典下寒武统的古节虫, 故而得名。古节虫头甲上具1对复眼, 被认为是肢口类 (Merostomata) 的代表 (Størmer, 1956)。



图 201 中国似古节虫 (新属新种), 正模, 登记号: 115439, 产自澄江小濞田剖面

Parapaleomerus sinensis gen. et sp. nov., holotype, Cat. No. NIGP115439, Xiaolantian, Chengjiang.

云南虾属 Genus *Yunnanocaris* Hou, 1999

大云南虾 *Yunnanocaris megista* Hou, 1999

壳双瓣，大，呈次卵形，壳长可达 70 毫米以上，壳高 50 毫米以上，最高处是在后背角处或稍后的位置。铰合线短而直，后腹部强烈向后腹方伸延，形成明显后摆。除压缩皱纹、坑之外，壳面光滑无饰。



图 202 大云南虾，澄江帽天山
Yunnanocaris megista, from Maotianshan,
Chengjiang.

鳃虾虫属 Genus *Branchiocaris* Briggs, 1976

云南鳃虾虫? *Branchiocaris? yunnanensis* Hou, 1987

壳瓣大而高，呈次圆形，壳长可达到 50 毫米以上，壳高 40 毫米以上。铰合边直而长，前、后背角分别向前、后延伸，形成三角形的前、后背刺；前、后背刺短而小，两刺约相等。保存好的标本壳面布满网纹状装饰。



图 203 云南鳃虾虫，澄江帽天山
Branchiocaris? yunnanensis, from
Maotianshan, Chengjiang.

(十) 棘皮动物门 Phylum Echinodermata Klein, 1734

海百合亚门 Subphylum Crinozoa Matsumoto, 1929

始海百合纲 Class Eocrinoidea Jaekel, 1918

目、科不定 Order and Family uncertain

寒武海百合属 (新属) Genus *Cambrofengia* gen. nov.

模式种 *Cambrofengia yunnanensis* gen. et sp. nov.

属征同种的特征。

云南寒武海百合 (新属新种) *Cambrofengia yunnanensis* gen. et sp. nov.

这是目前世界上所发现的最古老的海百合化石, 体小, 茎、萼、腕总共 12 毫米长, 茎长 5 毫米; 暴露出 12 个茎板, 茎板圆形, 逐渐向下收缩, 似不见根系构造; 具圆形茎孔, 位于茎板中间, 占茎板直径约 1/3。萼似半倒锥形, 由许多萼板组成; 萼板小, 五边形, 相间规则成环状排列, 萼板具体数日不清。作为捕、运送食物的腕十分发育, 成花瓣状环绕着萼顶; 腕 5 个, 在近基部每个腕分枝一次, 所以能看到 10 个分枝; 每分枝粗大, 单列腕板清楚, 圆形, 向顶端渐收缩。



图 204 云南寒武海百合 (新属新种), 登记号: NIGP115445B, 澄江马鞍山

Cambrofengia yunnanensis gen. et sp. nov., Cat. No. NIGP115445B, Maanshan, Chengjiang.

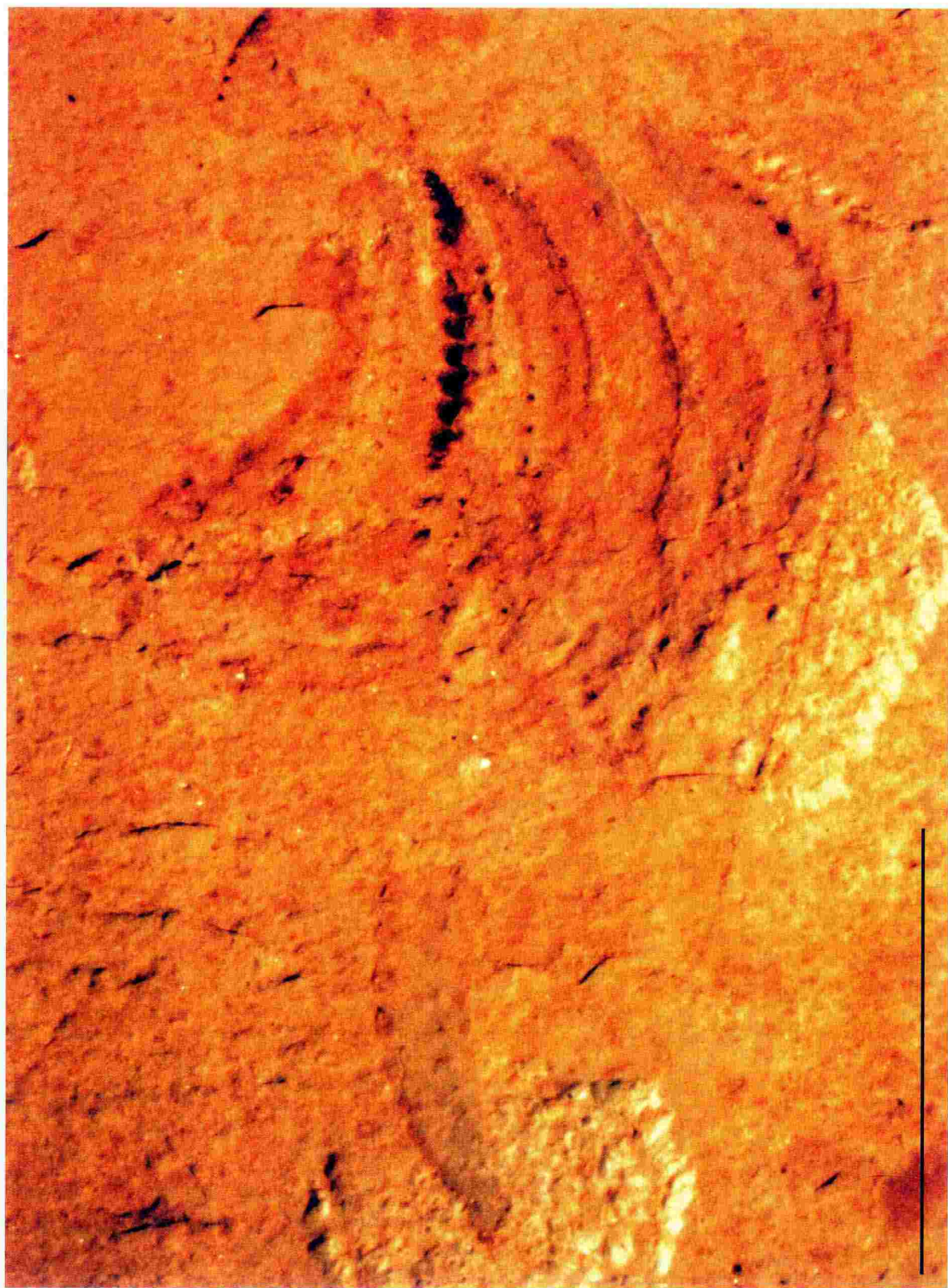


图 205 云南寒武海百合 (新属新种), 正模, 登记号: NIGP115445A, 澄江马鞍山
Cambrofengia yunnanensis gen. et sp. nov., holotype, Cat. No. NIGP115445A, Maanshan, Chengjiang.

(十一) 分类位置不定类群 Uncertain taxa

伊尔东体属 Genus *Eldonia* Walcott, 1911

(=*Stellostomites* Sun et Hou, 1987; *Yunnanomedusa* Sun et Hou, 1987)

真形伊尔东体 *Eldonia eumorpha* (Sun et Hou, 1987)

(=*Stellostomites eumorphus* Sun et Hou, 1987; *Yunnanomedusa eleganta* Sun et Hou, 1987)



图 206 真形伊尔东体，澄江帽天山
Eldonia eumorpha, from Maotianshan, Chengjiang.

动物体较大，轮廓圆形，成年个体直径可达 100 毫米以上，背部具辐射管大约 80 条，腹辐射管大约 40 条，均从中央腔延至边缘。U 形的消化道宽大而清楚，环绕于动物体中心到边缘的距离之半位置，部分显示为黑色，有时充填泥质。

该化石是澄江动物群中最为丰富的种之一，而且保存好，常集群保存。最早把它作为腔肠动物门的水母化石来描述（孙卫国等，1987）。后来英国古生物学家 Conway Morris 来南京检查了这类标本，认为星口水母属和云南水母属均是伊尔东体属的晚出同物异名（见 Conway Morris and Robison, 1988）。伊尔东体原发现于加拿大布尔吉斯页岩，后来在美国犹他州也有发现，已有近百年的研究历史，但分类位置至今不清。当初 Walcott (1911) 把它作为棘皮动物的海参，之后赞成、反对者皆有。Durham (1974) 专门撰文评论了该动物的研究历史，认为是棘皮动物。Paul 和 Smith (1984) 对属于棘皮动物的观点又表示了怀疑。Dzik (1991) 对一些疑难化石在分类位置上又作了推测，并建立了高级分类单元，认为伊尔东体之类的化石和纤毛环的腕足动物、苔藓虫有亲缘关系。陈均远等 (Chen et al., 1995) 又重新研究了澄江化石中的伊尔东体的部分标本，基本赞同 Dzik 的推测，并把这些水母状化石置于 Dzik 的新纲——伊尔东体纲 (Class Eldonioidea Dzik, 1991, non 1989)。



图 207 真形伊尔东体，澄江帽天山
Eldonia eumorpha, from Maotianshan, Chengjiang.

轮盘体属 Genus *Rotadiscus* Sun et Hou, 1987

大轮盘体 *Rotadiscus grandis* Sun et Hou, 1987

动物体大而圆，直径可达150毫米，背部壳似乎已骨化或半骨化，略向上凸出。壳体同心环和放射纹发育。放射纹之间具放射状排列的斑点状构造。

在澄江动物群研究早期，孙卫国、侯先光（1987）作为水母化石对该类标本作了初步研究报道。该种在澄江动物群中虽不如伊尔东体标本个体数量丰富，但也并不属稀少分子，目前上百块标本已经收集。该种至今还没有系统研究，如伊尔东体一样，分类位置仍有争论。这是我国独有的一个水母状化石，近来也发现于贵州台江中寒武世凯里动物群（赵元龙等，1994），该属生存延长的时代长达1000余万年。

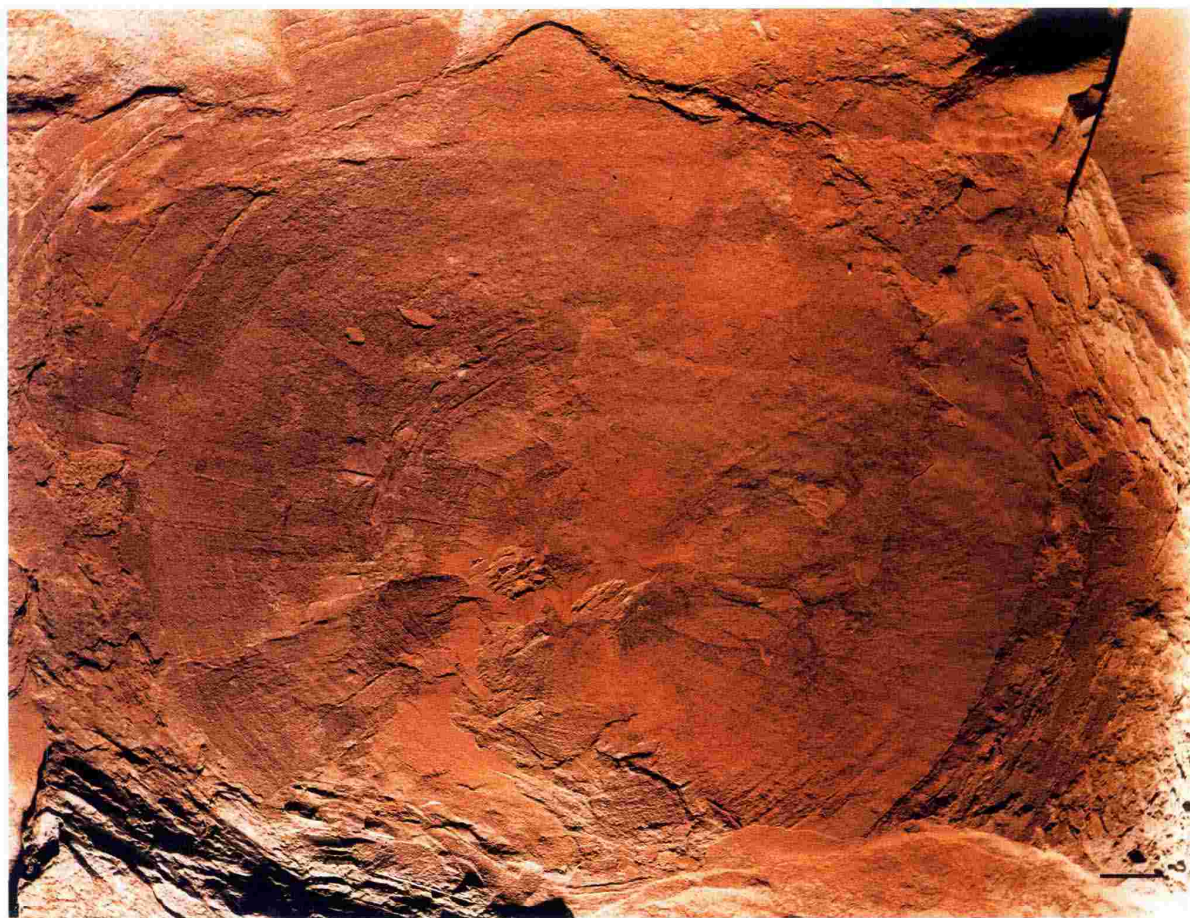


图 208 大轮盘体，澄江帽天山

Rotadiscus grandis, from Maotianshan, Chengjiang.

小瘤面体属 Genus *Parvulonoda* Rigby et Hou, 1995疑惑小瘤面体 *Parvulonoda dubia* Rigby et Hou, 1995

化石体呈弯曲的锥柱状，16毫米高，压平的底宽3.6毫米，上部最宽处5.5毫米。表面具瘤或刺。瘤交错出现，基部似乎3个瘤，到了中部为4个瘤，至上部变为5个瘤。上部瘤形成不太规则的横排，上、下横排的瘤仍呈交错生长。瘤在标本的下部最明显，每一瘤1~1.5毫米宽；向上瘤似乎变小，每一瘤仅0.7~0.8毫米宽。

该化石有一个瘤状构造表面体之特征，有些类似于加拿大布尔吉斯页岩中的海绵 *Sentinellia draco*，但是后者瘤有25毫米长，45毫米宽，是前者瘤的几十倍大。该化石也类似于管状藻类 *Margaretia dorus*，但它表面上瘤平行于轴延长 (Conway Morris & Robison, 1988)，而现在种的瘤形状是圆形。



图 209 疑惑小瘤面体，澄江帽天山
Parvulonoda dubia, from Maotianshan,
Chengjiang.

足杯虫科 Family Dinomischidae Conway Morris, 1977

足杯虫属 Genus *Dinomischus* Conway Morris, 1977奇妙足杯虫 *Dinomischus venustus* Chen, Hou et Lu, 1989

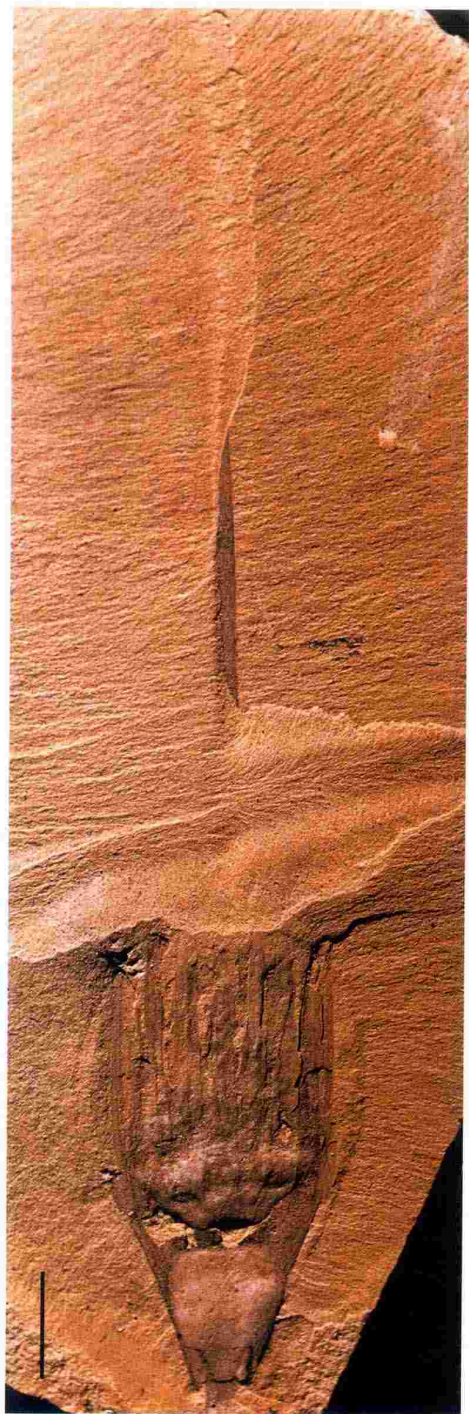
动物体呈长柄杯状，垂直高度可达100毫米以上，主要由下部的柄、中部的萼、上部的苞片和排泄管组成。柄细长，呈细管状，用以固着和支撑动物体主要部分。萼腔较小，呈下窄上阔的酒杯状。沿萼腔上缘环绕着18个苞片，苞片内侧被一系列横纹分隔为小室状构造，可能为触手或触手的固着区；苞片可沿基部平伸，形成以萼腔为圆心的辐射状。在萼腔近中心部分有一长的、向上伸展的细管状构造，被解释为排泄管。

足杯虫原发现于加拿大布尔吉斯页岩。澄江的种比加拿大布尔吉斯页岩的种保存得更好，目前所发现的标本数量也比在加拿大布尔吉斯页岩发现的多。Conway Morris (1977) 详细讨论了足杯虫的亲缘关系，他把足杯虫和有关的现生动物门作了详细比较，认为足杯虫的系统位置仍然不能解决。但他又认为，相比之下，足杯虫可能和现代的内肛动物 (entoprocts) 的关系最为亲密。Dzik (1991) 评论了足杯虫的分类位置，认为足杯虫不属于内肛动物，而和水母状化石伊尔东体等形成一个单系列演化类群，为此建立了Eldonioidea新纲，置于Tentaculata门，和具触手环的腕足动物、苔藓动物有亲缘关系。

奇妙足杯虫在澄江动物群中是稀少分子，目前所发现的标本都呈单个分散保存，说明该动物不是群聚生活，而是单体稀疏地分布在海底，利用柄固着于海底或部分柄掩埋在泥沙中。所发现的标本柄部呈直管状保存，说明柄是不易弯曲的。苞片上触手主要功能可能是捕获收集食物。

图 210 奇妙足杯虫，澄江帽天山

Dinomischus venustus, from Maotianshan, Chengjiang.



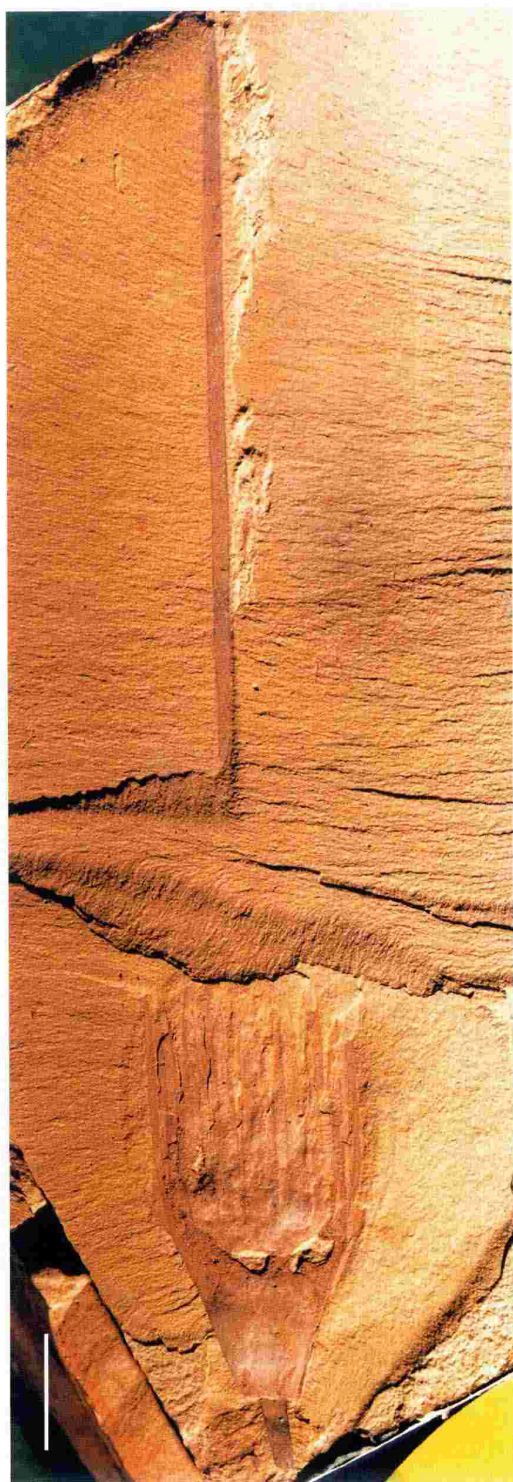


图 211 奇妙足杯虫，澄江帽天山
Dinomischus venustus, from
Maotianshan, Chengjiang.



图 212 奇妙足杯虫，澄江帽天山
Dinomischus venustus, from Maotianshan, Chengjiang.

火把虫属 Genus *Facivermis* Hou et Chen, 1989云南火把虫 *Facivermis yunnanicus* Hou et Chen, 1989

蠕虫状动物，前端具一可伸缩的吻，吻上散布着乳头状突起。吻后是动物的躯干，躯干前部具5对触手，沿虫体中线对生生长。触手环节清楚，每环节又生长了细长的刺状刚毛。5对触手所占据躯干长度4~5毫米。躯干表面具密集的一环纹，每厘米长度有50~60个环纹。肠道直而简单，位于体腔中央，有时肠道充填泥沙。一块比较完整的标本显示（图214），躯干后端似乎呈骨化的管状，指出该蠕虫或许是一个管栖潜穴动物。

侯先光等（1989）认为火把虫可能和环节动物有亲缘关系。由于其前部触手和叶足类腿的相似性，之后被认为可能和叶足类有关（Delle Cave & Simonetta, 1991）。触手上长满长刺状刚毛特征的发现否定了归属叶足类的可能性（Hou & Bergström, 1995）。最近，Delle Cave et. al.,（1998）又指出，火把虫可能是和五节类（Pentastomids）有关的一种吃腐食动物。

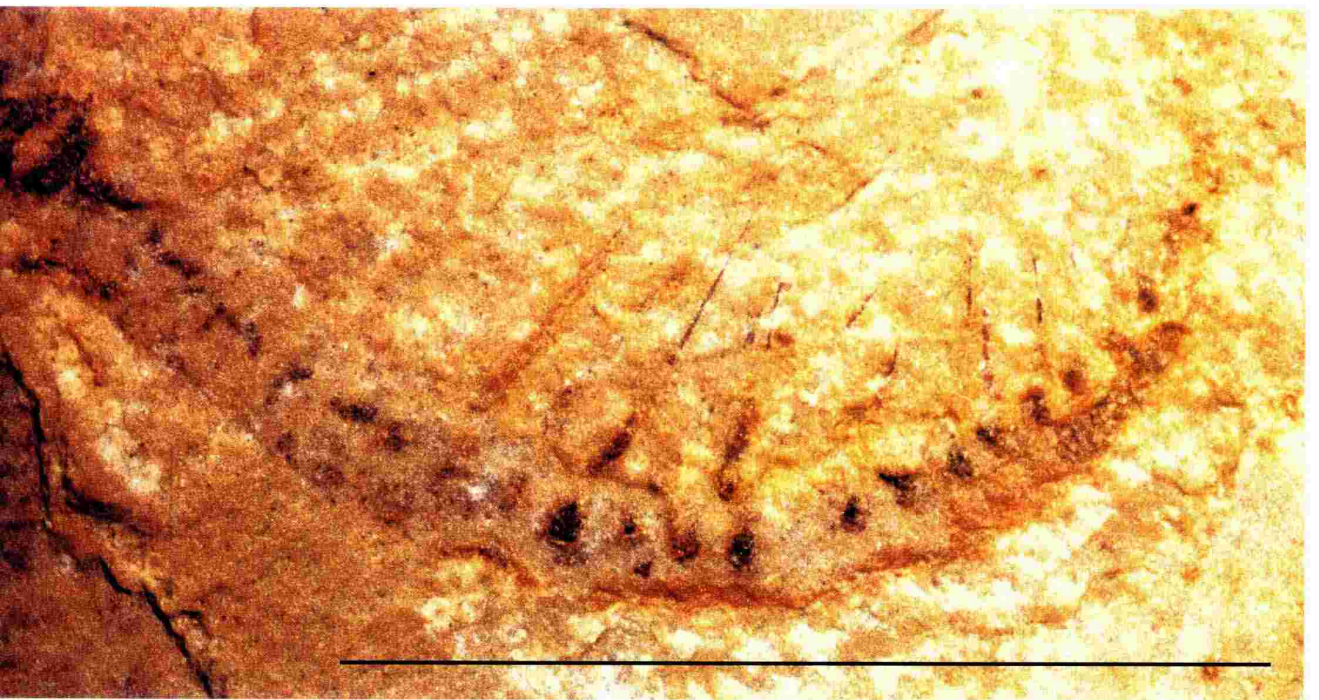


图 213 云南火把虫刺状触手

A tentacle of *Facivermis yunnanicus*

图 215 云南火把虫, 澄江帽天山
Facivermis yunnanicus, from
Maotianshan, Chengjiang.

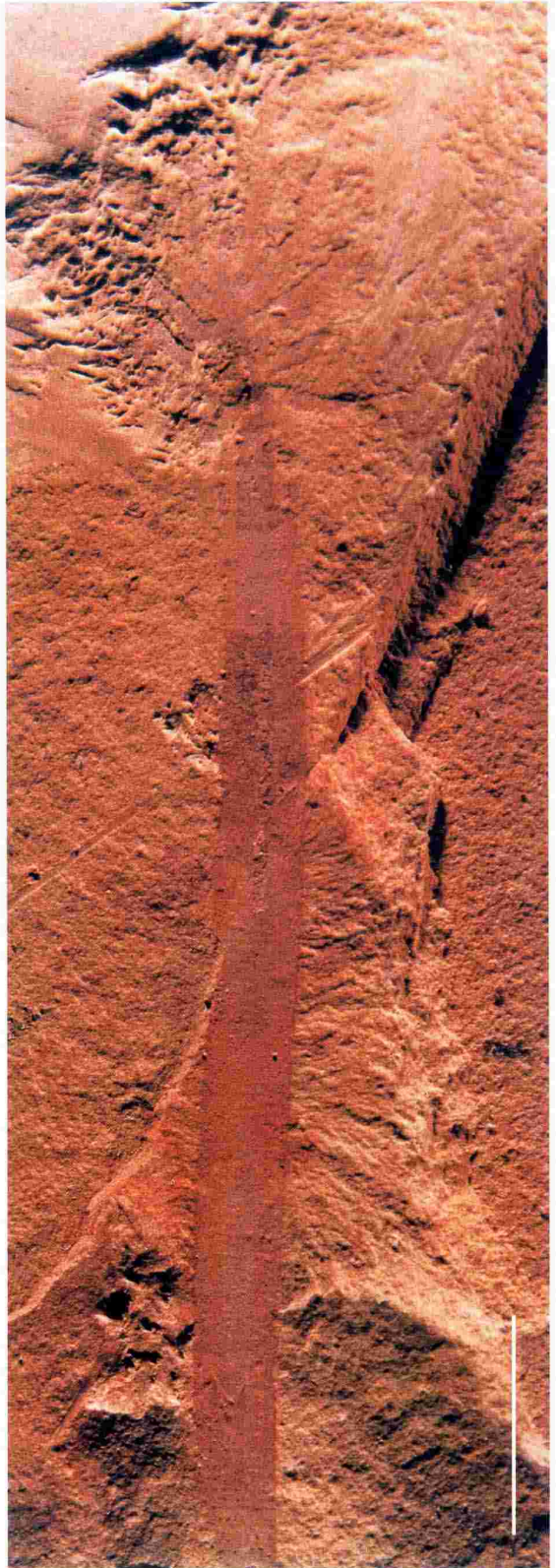


图 214 云南火把虫, 澄江帽天山
Facivermis yunnanicus, from Maotianshan, Chengjiang.

云南虫属 Genus *Yunnanozoon* Hou, Ramsköld et Bergström, 1991铅色云南虫 *Yunnanozoon lividum* Hou, Ramsköld et Bergström, 1991

动物体蠕虫状，常呈侧视保存，一般体长3~4厘米，铅灰色，故而得名。背部具23个骨骼化的体节，前4个体节显示出如同节肢动物一样的体节叠覆现象，肠道位于中偏腹部，在标本中常显示为横向白色条带；少数标本显示为螺旋蜷曲状肠道，肠道内充满了泥沙，指出该动物是一个食泥者。腹部具成对的生殖腺。前部有长的吻，口位于吻的前腹侧。7个环形构造环绕肠道前部，每一环状物具细密的梳状齿构造。

云南虫最早由侯先光等 (Hou et al., 1991) 描述，由于某些特征难于解释，也难于和其他已知的动物作比较，因此作为分类位置不定的蠕形动物。后来有研究者把它解释为脊索动物 (Chen et al., 1995; Dzik, 1995)。也有的研究者又把它当作半索动物 (Shu et al., 1996)。现把该动物构造特征逐一分析评论如下：

该动物背部分节的体节被解释为肌肉纹 (myomeres)，因而作为脊索动物的主要证据 (Chen et al., 1995; Dzik, 1995)。同样构造又被有的研究者解释为背鳍 (Shu et al., 1996)。众所周知，肌肉纹应是“V”字形，而云南虫并没有显示肌肉纹所应有的这一基本特征，而显示为背部骨骼化的体节，特别是前部体节，显示出体节之间相互叠覆。因此，整个背部构造特征初看起来该动物似乎像一个节肢动物。这不但否定了把分节的背部解释为是肌肉纹的可能性，也排除了该动物是脊索动物的可能性 (Bergström, 1997)。把整个动物的背部解释为背鳍 (Shu et al., 1996) 是令人难以理解的，因为这部分构造占据了该动物体的绝大部分，

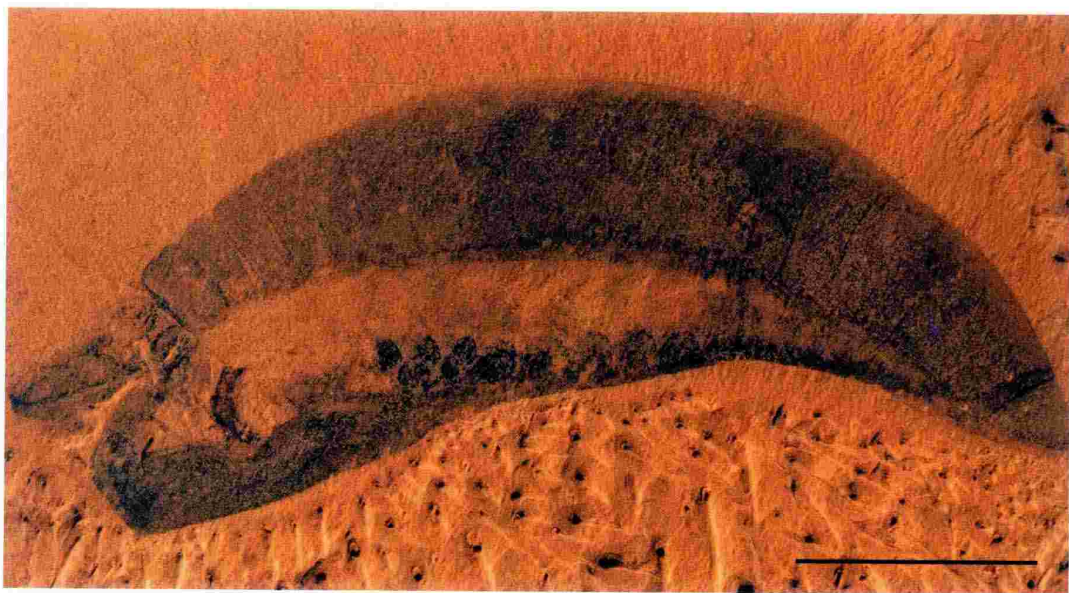


图 216 铅色云南虫，澄江帽天山

Yunnanozoon lividum, from Maotianshan, Chengjiang.

和这部分构造紧相连的则是肠道 (Shu et al., 1996)。从生物学的角度上来讲, 背鳍占据了动物体大部分并直接和肠道相连, 似乎也是难以理解的。

该动物的肠道之位置被解释为脊索 (Chen et al., 1995; Dzik, 1995)。凸起的充满泥质弯曲肠道标本的发现, 否定了脊索的可能性, 同时也否定了是半索动物 (Shu et al., 1996) 的可能性。因为脊索和半索动物的鳃孔是作为水的流通通道利用纤毛觅食, 它们不是吞食泥沙的动物。云南虫既不是脊索动物也不是半索动物, 而是一类真体腔的原口蠕形动物。云南虫身体是分节的, 而现在唯一分节的具体腔的蠕虫是环节动物。云南虫是一个底栖的食泥动物, 常常发现许多个体保存在一块不大的岩块面上, 或许指出它是一个底栖表生动物。



图 217 铅色云南虫, 澄江帽天山
Yunnanozoon lividum,
from Maotianshan,
Chengjiang.

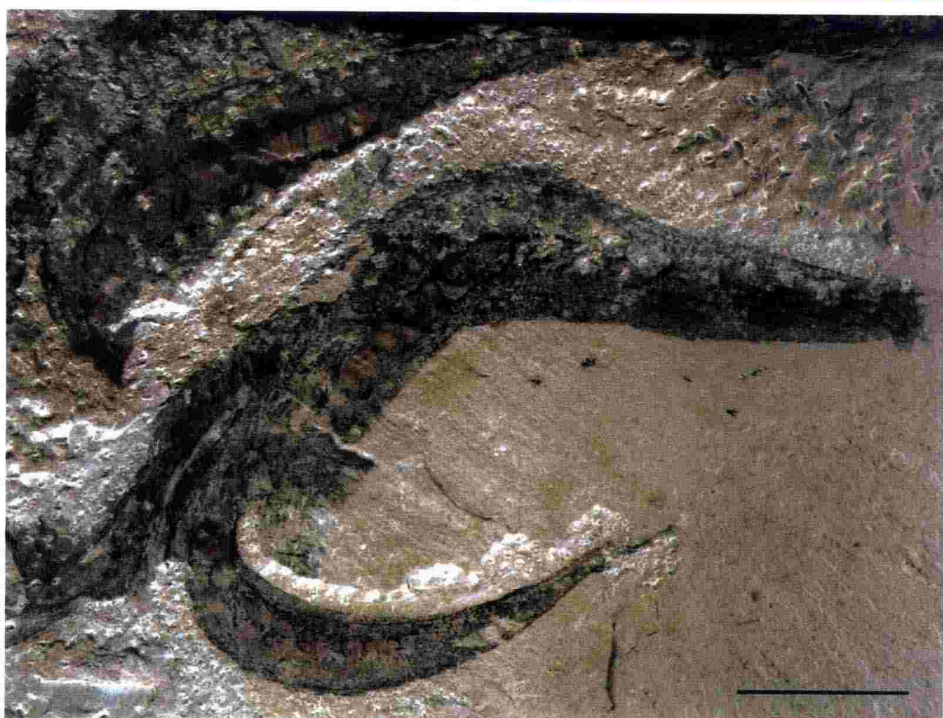


图 218 铅色云南虫, 显示弯曲的泥质肠道, 澄江马鞍山
Yunnanozoon lividum, showing
mud-filled curved
gut, from Maanshan,
Chengjiang.

马鞍山虫科 (新科) Family Maanshaniidae fam. nov.

具头甲, 每环纹之间具一横排瘤点, 无叶足的蠕形动物。

马鞍山虫属 (新属) Genus *Maanshania* gen. nov.

模式种 *Maanshania crusticeps* gen. et sp. nov.

属征同种征。

壳头马鞍山虫 (新属新种) *Maanshania crusticeps* gen. et sp. nov.

虫体蠕虫形, 呈较大而长的圆筒状, 保存的长度 50 毫米, 最大宽度 5 毫米。头大, 长为 5 毫米, 前宽 3 毫米, 后宽 5 毫米, 呈前缩后宽的亚梯形; 头背表面为一矿化坚硬外壳, 故而得名; 头外壳表面具规则横排分布且小的坑点状装饰。躯干表面环纹紧密, 每毫米有 3~4 条环纹, 环纹间具规则横排分布的瘤点, 类似中国古蠕虫 (*Palaeoscolex sinensis*) 体表面的乳头状突起。肠道宽而直, 呈黑色, 沿躯干中部伸延。该新种具外壳的头及体形颇相似同一动物群的叶足类, 不同的是新种除不见叶足外, 躯干上也没有大的骨板构造。



图 219 壳头马鞍山虫 (新属新种), 正模, 登记号: NIGP115440, 澄江马鞍山
Maanshania crusticeps gen. et sp. nov., holotype,
Cat. No. 115440, from Maanshan, Chengjiang.

无饰蠕虫科(新科) Family Acosmiidae fam nov

体宽大, 前、后端深圆并均具疣突的蠕形动物。

无饰蠕虫属 Genus *Acosmia* Chen et Zhou, 1997

帽天无饰蠕虫 *Acosmia maotiania* Chen et Zhou, 1997

蠕虫体宽大, 长可达 40 毫米, 宽达 9 毫米, 呈圆筒状。可伸缩的吻与头应有一明显界线, 但虫体前部没显示这样的界线。因此, 蠕虫的吻似不明显, 前、后部虫体表面均具疣点构造, 疣点纵、横均呈规则分布。环纹仅在虫体中部发育清楚, 规则而细密, 每毫米 4~5 条环纹。肠道直而细, 沿虫体中线延伸, 部分肠道有时充填泥质; 肠道似终止后腹部, 而不是后末端。

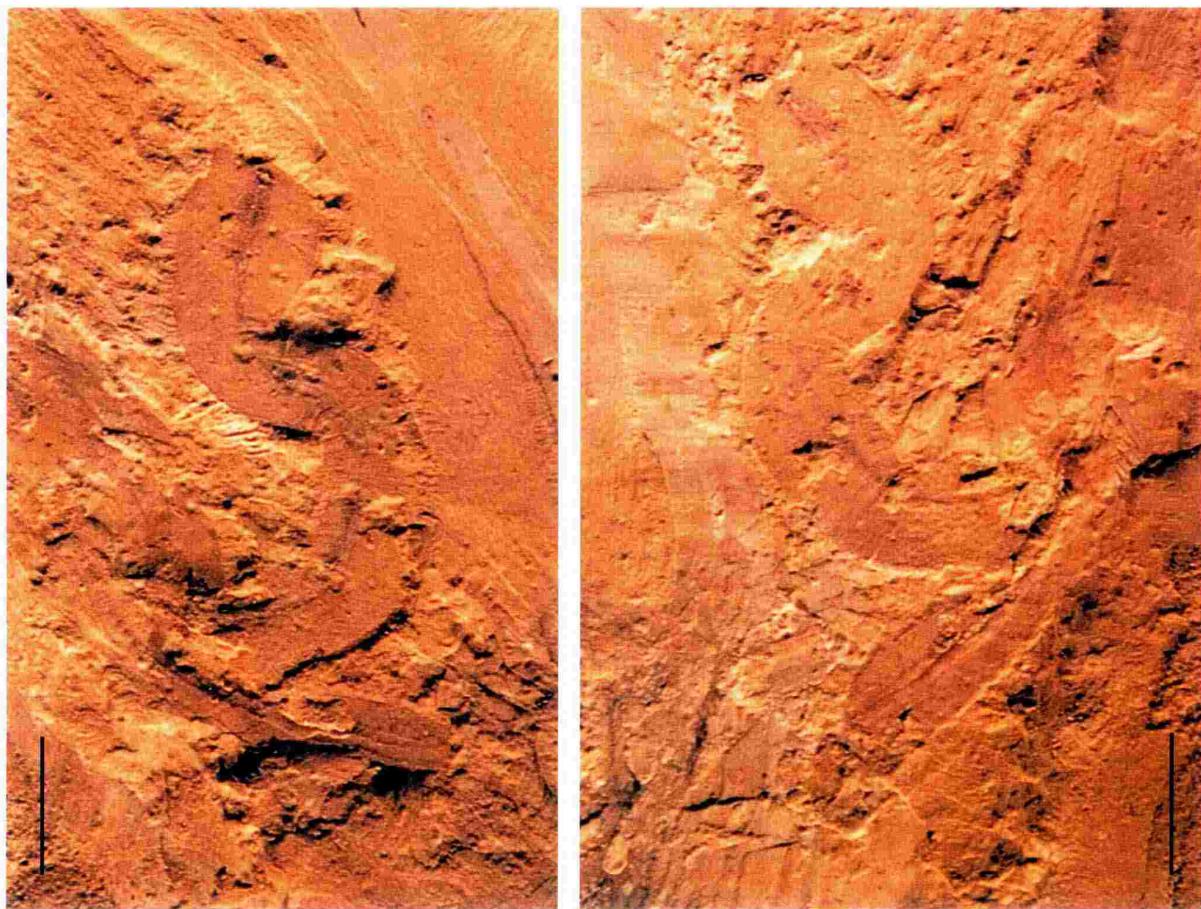


图 220, 221 帽天无饰蠕虫, 澄江帽天山
Acosmia maotiania, from Maotianshan, Chengjiang.

九村虫属（新属）Genus *Jiucunia* gen. nov.

模式种 *Jiucunia petalina* gen. et sp. nov.

属征同种征。

瓣状九村虫（新属新种） *Jiucunia petalina* gen. et sp. nov.

虫体呈花瓣状，长约20毫米，最宽处宽8毫米。一端阔且平直或微向内弯曲，比最宽处稍窄；两侧呈弧形向一端延伸相交为角形。一粗大的纵脊位于虫体中部，称为中脊；中脊纵向沿中线延伸至尖角处；另有两粗纵脊分别位于中脊两侧，三条粗纵脊把虫体分为近于等宽的四部分；粗纵脊之间另有细的纵脊。虫体表面布满网状构造，边缘有似刚毛或骨针的丝状体构造。该新动物和澄江动物群中的其他动物均不相似，但虫体表面骨针状和网状构造指出它或许是一个海绵动物。



图 222 瓣状九村虫（新属新种），正模，登记号：NIGP115441，产自澄江小濠田

Jiucunia petalina gen. et sp. nov., holotype, Cat. No. NIGP115441, Xiaolantian, Chengjiang.

棘丛虫属(新属) Genus *Batofasciculus* gen. nov.

模式种 *Batofasciculus ramificans* gen. et sp. nov.

属征同种征。

枝状棘丛虫(新属新种) *Batofasciculus ramificans* gen. et sp. nov.

该动物似树丛状分枝, 故而得名。动物约由 8~10 个枝组成, 左、右对称分布; 左、右枝均向内弯曲, 因而整个动物体成为卵圆形; 左、右各枝至上部构造不清楚, 但其中两枝似相互连结, 指出可能左、右枝分别两两相连; 左、右枝在下部逐渐相靠并下延, 形成一固着生活的柄状构造。每一分枝外侧具刺状构造, 各刺大小、形状相似, 呈等距离分布, 分枝表面光滑, 不见其他构造。



图223 枝状棘丛虫(新属新种), 正模, 登记号: NIGP115442A, 产自澄江帽天山

Batofasciculus ramificans
gen. et sp. nov., holotype,
Cat. No. NIGP115442A,
Maotianshan, Chengjiang.

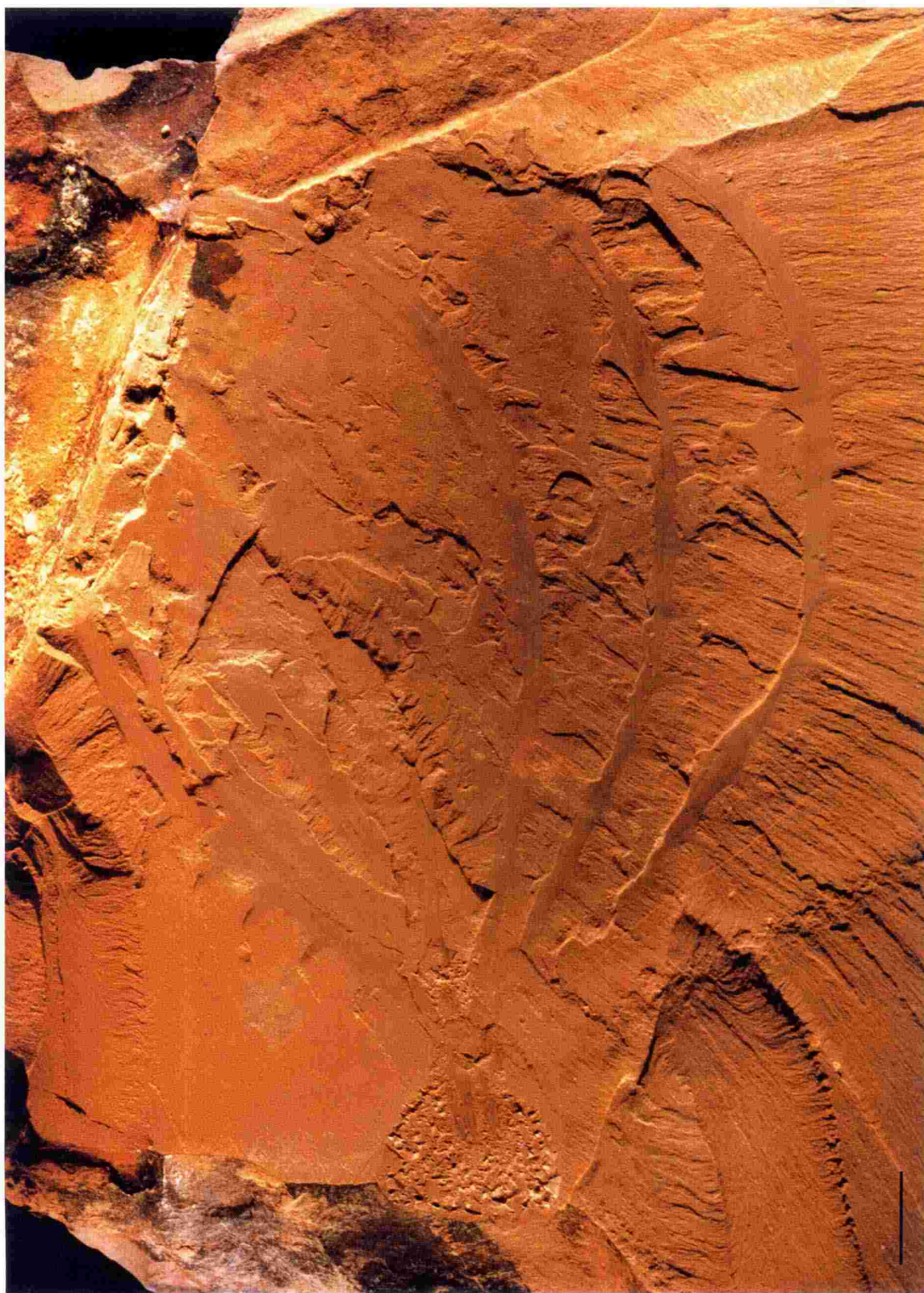


图 224 枝状棘丛虫(新属新种), 登记号: NIGP115442B, 产自澄江帽天山
Batofasciculus ramificans gen. et sp. nov. Cat. No. NIGP115442B, Maotianshan, Chengjiang.

开腔骨科 Family Chancelloriidae Walcott, 1920

属、种未定 Genus, Species uncertain



开腔骨动物仅仅生活在寒武纪海洋中，世界性分布。多以其分离的放射状骨骼化石保存，完整的动物化石个体极少被发现，此处图示的是一个完整的开腔骨动物。动物体近椭圆形，底部收缩较甚；除顶端外，虫体均匀地分布着放射状骨骼；每一放射状骨骼由3个长的侧放射管和一短的中央射管组成，侧放射管长度可达10毫米，顶部的骨骼成丛状向上延伸。虫体表皮布满不规则网纹或皱纹。该类动物传统上被认为是海绵动物（如：Walcott, 1920）。但是，开腔骨动物的骨骼是外骨骼而不同于海绵动物的内骨刺，这就排除了是海绵动物的可能。

图 225 开腔骨类，澄江小濞田
Chancelloriid, from Xiaolantian,
Chengjiang.

参考文献

References

- 1 王曰伦. 云南磷矿之成因及时代. 地质评论, 1941; 6 (1-2): 73-94
- 2 王竹泉. 云南昆明县大龙潭磷矿地质. 前中央地质调查所地质汇报, 1942: 35
- 3 王鸿祯. 云南昆阳中邑村磷矿述略. 中国地质学会志, 1941; 21: 67-70
- 4 卢衍豪. 云南昆明附近下寒武纪之地层及三叶虫群. 中国地质学会志, 1941; 21 (1): 71-90
- 5 孙卫国, 侯先光. 云南澄江早寒武世水母化石. 古生物学报, 1987a; 26 (3): 257-271
- 6 孙卫国, 侯先光. 云南澄江早寒武世蠕虫化石——*Maotianshania* gen. nov. 古生物学报, 1987b; 26 (3): 257-217
- 7 何春荪. 云南澄江县东山磷矿地质. 前中央地质调查所地质汇报, 1942; 53: 97-106
- 8 张文堂. 澄江动物群及其中的三叶虫. 古生物学报, 1987; 26 (3): 223-235
- 9 张文堂, 侯先光. *Naraoia* 在亚洲大陆的发现. 古生物学报, 1985; 24 (6): 591-595
- 10 张昉. 末前寒武纪后生植物化石在贵州震旦系陡山沱组发现. 国际末前寒武系及寒武系地质讨论会 (论文摘要集), 1987: 72
- 11 张昉. 前寒武纪生命演化与化石记录. 北京: 北京大学出版社, 1989: 1-211
- 12 李玉文. 寒武纪介形类及其在我国川、滇、陕的新知. 地层古生物论文集, 北京: 地质出版社, 1975; 第二辑: 37-72
- 13 陈均远, 周桂琴, 朱茂炎, 叶贵玉. 澄江生物群——寒武纪大爆发的见证. 台中: 台湾自然科学博物馆出版, 1996: 1-222
- 14 陈均远, 侯先光, 李国祥. 云南澄江下寒武统海绵化石新属——*Quadrolaminiella* gen. nov. 古生物学报, 1990; 29 (4): 402-414
- 15 陈均远, 侯先光, 路浩之. 早寒武世带网状鳞片的蠕形海生动物. 古生物学报, 1989a; 28 (1): 1-16
- 16 陈均远, 侯先光, 路浩之. 云南澄江下寒武统细丝海绵化石. 古生物学报, 1989b; 28 (1): 17-31

- 17 陈均远, 侯先光, 路浩之. 早寒武世高足杯状稀珍海生动物——*Dinomischus* (Entoprocta) 及其生态模式. 古生物学报, 1989c; 28 (1): 58-71
- 18 罗惠麟, 胡世学, 张世山, 陶永和. 昆明海口早寒武世澄江动物群的发现及三叶形虫研究. 地质学报, 1997; 71 (2): 97-104
- 19 罗惠麟, 蒋志文, 武希彻, 宋学良, 欧阳麟. 云南东部震旦系—寒武系界线. 昆明: 云南人民出版社, 1982
- 20 罗惠麟, 蒋志文, 唐良栋. 中国下寒武统建阶层型剖面. 昆明: 云南科技出版社, 1994
- 21 郑文武. 皖北震旦系中 *Chuarina* 等化石的发现及其地质意义. 中国地质科学院院报天津地质矿产研究所分刊, 1980; 1 (1)
- 22 侯先光. 云南澄江早寒武世两个保存附肢的节肢动物. 古生物学报, 1987a; 26 (3): 236-256
- 23 侯先光. 云南澄江早寒武世三个新的大型节肢动物. 古生物学报, 1987b; 26 (3): 272-285
- 24 侯先光. 云南澄江早寒武世大型双瓣壳节肢动物. 古生物学报, 1987c; 26 (3): 286-298
- 25 侯先光, 孙卫国. 澄江动物群在云南晋宁梅树村的发现. 古生物学报, 1988; 27 (1): 1-12
- 26 侯先光, 陈均远. 云南澄江早寒武世带触手的蠕形动物——*Facivermis* gen. nov. 古生物学报, 1989a; 28 (1): 32-41
- 27 侯先光, 陈均远. 云南澄江早寒武世节肢类与环节类中间性生物——*Luolishania* gen. nov. 古生物学报, 1989b; 28 (2): 207-113
- 28 侯先光, 陈均远, 路浩之. 云南澄江早寒武世节肢动物. 古生物学报, 1989; 28 (1): 42-57
- 29 赵元龙, 朱茂炎. 贵州台江凯里动物群中的水母化石. 古生物学报, 1994; 33: 272-277
- 30 阎玉忠. 河北庞家堡常州沟组页岩相微古植物. 微体古生物学报, 1991; 8 (2): 183-195
- 31 霍世诚. 陕西、云南下寒武统的古介形虫. 古生物学报, 1956; 21 (3): 425-445
- 32 霍世诚, 舒德干. 中国南部寒武纪高肌虫. 西安: 西北大学出版社, 1985: 1-125
- 33 霍世诚, 舒德干, 崔智林. 中国寒武纪高肌虫. 北京: 地质出版社, 1991: 1-249
- 34 Awramik S M. The Pre-Phanerozoic biosphere—Three billion years of crises and opportunities. In: Nitechi M H ed. Biotic crises in ecological and

- evolutionary time, Academic Press Inc. London, 1981: 83–102
- 35 Awramik S M, Schopf J W & Walter M R, Filamentous fossil bacteria from the Archean of western Australia. *Precambrian Research*, 1983; 20: 357–374
 - 36 Bergström J. Morphology and Systematics of early arthropods. *Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins Hamburg*, 1980; NF 23(for 1980): 7–42
 - 37 Bergström J. *Opabinia* and *Anomalocaris*, unique Cambrian ‘arthropods’. *Lethaia*, 1986; 19: 241–246
 - 38 Bergström J. Precambrian trace fossils and the rise of bilaterian animals. *Ichnos*, 1990; 1: 3–13
 - 39 Bergström J. Metazoan evolution around the Precambrian–Cambrian transition. In: Simonetta A M & Conway Morris S eds. *The Early Evolution of Metazoans and the Significance of Problematic Taxa*, Cambridge: Cambridge University Press, 1991: 23–34
 - 40 Bergström J. The oldest arthropods and the origin of the Crustacea. *Acta Zoologica*, 1992; 73: 287–291
 - 41 Bergström J. *Fuxianhuia*—possible implications for the origination and early evolution of arthropods. In: Siverson M ed. *Lundadagarna i Historisk Geologi och Paleontologi 15–16, III, Abstracts*, Lund: Lund University, 1993: 4
 - 42 Bergström J. The Cambrian radiation and its explanation. In: Hoch E & Brantsen A K eds. *Deciphering the natural world and the role of collections and museums*, Geologisk Museum, Copenhagen, 1993: 27–30
 - 43 Bergström J. Origin of high-rank groups of organisms. *Paleontological Research*, 1997; 1: 1–14
 - 44 Bergström J & Hou Xianguang. The Chengjiang fauna and the Cambrian revolution. *International Cambrian Explosion Symposium (Program and Abstract)*, Nanjing, 1995: 15–16
 - 45 Briggs D E G. The arthropod *Branchiocaris* n. gen., Middle Cambrian, Burgess Shale, British Columbia. *Bulletin of the Geological Survey of Canada*, 1976; 264: 1–29
 - 46 Briggs D E G. The morphology, mode of life, and affinities of *Canadaspis perfecta* (Crustacea: Phyllocarida), Middle Cambrian, Burgess Shale, British Columbia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1978; B281: 439–487
 - 47 Briggs D E G. The arthropod *Odaraia alata* Walcott, Middle Cambrian, Burgess Shale, British Columbia. *Philosophical Transactions of the Royal*

- Society of London, 1981; B291: 541–584
- 48 Briggs D E G, Erwin D H & Collier F J. The fossils of the Burgess Shale. Smithsonian Institution Press, 1994: 1–238
- 49 Chen Junyuan, Bergström J, Lindström M & Hou Xianguang. Fossilized soft-bodied fauna. National Geographic Research & Exploration, 1991; 7: 8–19
- 50 Chen Junyuan, Dzik J, Edgecombe G D, Ramsköld L & Zhou Guiqin. A possible Early Cambrian chordate. Nature, 1995; 377: 720–722
- 51 Chen Junyuan, Edgecombe G D & Ramsköld L. Morphological and ecological disparity in naraoiids (Arthropoda) from the Early Cambrian Chengjiang fauna, China. Records of the Australian Museum 1997; 49: 1–24
- 52 Chen Junyuan, Edgecombe G D, Ramsköld L & Zhou Guiqin. Head Segmentation in Early Cambrian *Fuxianhuia*: Implications for Arthropod Evolution. Science, 1995; 268: 1339–1343
- 53 Chen Junyuan & Erdtmann B -D. Lower Cambrian lagerstätte from Chengjiang, Yunnan, China. In: Simonetta A M & Conway Morris S eds. The early evolution of Metazoan and the significance of problematic taxa, Cambridge Cambridge University Press, 1991: 57–76
- 54 Chen Junyuan, Hou Xianguang & Erdtmann B-D. New soft-bodied fossil fauna near the base of the Cambrian System at Chengjiang, eastern Yunnan, China. Chinese Academy of Sciences, Developments in Geoscience, Contribution to 28th International Geological Congress, Washington D. C. USA, Beijing: Science Press, 1989: 265–278
- 55 Chen Junyuan, Ramsköld, L. & Zhou Guiqin, Evidence for monophyly and arthropod affinity of Cambrian giant predators. Science 1994; 264: 1304–1308
- 56 Chen Junyuan & Zhou Guiqin. Biology of the Chengjiang fauna. Bulletin of the National Museum of Natural Science, 1997; 10: 11–106
- 57 Chen Junyuan, Zhou Guiqin & Ramsköld, L. A new Early Cambrian onychophoran-like animal *Paucipodia* gen. nov., from the Chengjiang fauna, China. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences 1995; 85: 275–282
- 58 Chen Junyuan, Zhou Guiqin & Ramsköld, L. The Cambrian lobopodian *Microdictyon sinicum* and its broader significance. Bulletin of the National Museum of Natural Science, 1995; 5: 1–93

- 59 Chen Junyuan, Zhu Maoyan & Zhou Guiqin, Anatomy and phylogenetic relationships of the medusiform Eldoniodea. International Cambrian Explosion Symposium (Programme and Abstract), Nanjing, 1995: 9-10
- 60 Chen Junyuan, Zhu Maoyan & Zhou Guiqin. The earliest Cambrian medusiform metazoan *Eldonia* from Chengjiang Lagerstätte. Acta Palaeontologica Polonica, 1995; 40: 213-244
- 61 Cloud P E. Beginning of biosphere evolution and its biogeochemical consequences. Paleobiology, 1976; 2: 351-187
- 62 Conway Morris S. A new metazoan from the Cambrian Burgess Shale of British Columbia. Palaeontology, 1977: 623-640
- 63 Conway Morris S. Fossil priapulid worms. Special Papers in Palaeontology, 1977; 20: 1-95
- 64 Conway Morris S. Cambrian Lagerstätten: their distribution and significance. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1985; B 311: 49-65
- 65 Conway Morris S. The Community Structure of the Middle Cambrian Phyllopod bed(Burgess Shale). Palaeontology, 1986; 29: 423-467
- 66 Conway Morris S & Robison R A. Middle Cambrian priapulids and other soft-bodied fossils from Utah and Spain. University of Kansas Paleontological Contributions, 1986; 117: 1-22
- 67 Conway Morris S & Robison R A. More soft-bodied animals and algae from the Middle Cambrian of Utah and British Columbia. The University of Kansas Paleontological Contributions, Paper 1988; 122: 1-48
- 68 Davidson T. A monograph of British fossil Brachiopods. Palaeontological Society Monograph, 1874; 4: 103-109
- 69 Delle Cave L, Inson E & Simonetta A M. Advance, diversions, possible relapses and additional problems in understanding the early evolution of the Articulata. Italian Journal of Zoology, 1998; 65: 19-38
- 70 Delle Cave L & Simonetta A M. Early Palaeozoic Arthropods and problems of arthropod phylogeny; with some notes on taxa of doubtful affinities. In: Simonetta A M & Conway Morris S eds. The early evolution of Metazoa and the significance of problematic taxa, Cambridge University Press, 1991: 189-244
- 71 Durham W J. Systematic position of *Eldonia ludwigi* Walcott. Journal of Paleontology, 1974; 48: 150-755

- 72 Dzik J. Is fossil evidence consistent with traditional views of the early metazoan phylogeny? In: Simonetta A M & Conway Morris S eds. *The Early Evolution of Metazoan and the Significance of Problematic Taxa*, Cambridge: Cambridge University Press, 1991: 47-56
- 73 Engel A E, Nagy B et al. Algal-like forms in Onverwacht Series, South Africa: Oldest recognized life-like forms on earth. *Science*, 1968; 161: 1005-1008
- 74 Glaessner M F *The dawn of animal life: A Biohistorical study*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984: 1-244
- 75 Glaessner M F & Wade M. The Late Precambrian fossils from Ediacara, South Australia. *Palaeontology*, 1966; 9: 599-628
- 76 Hou Xianguang. Oldest Cambrian bradoriids from eastern Yunnan. *Stratigraphy and Palaeontology of Systemic Boundaries in China, Precambrian and Cambrian Boundary*, Nanjing University Publishing House, 1987; 1: 537-545
- 77 Hou Xianguang. Features and significance of Chengjiang fauna: exceptionally preserved soft-bodied fauna from lowest Cambrian in Yunnan, China. 28th International geological Congress (Washington, D. C), Abstract 2, 1989: 75
- 78 Hou Xianguang. The arthropod *Naraoia* from the Lower Cambrian Chengjiang Fauna. In: Siverson, M ed. *Lundadagarna i Historisk Geologi och Paleontologi 15-16, III, abstracts*, Lund: Lund University, 1993: 12
- 79 Hou Xianguang. Bradoriid arthropods from the Lower Cambrian of Southwest China. Ph. D. thesis, Uppsala: Uppsala University, 1997: 1-104.
- 80 Hou Xianguang. New rare bivalved arthropods from the Lower Cambrian Chengjiang fauna, Yunnan, China. *Journal of Paleontology*, 1999; 73(1): 102-116
- 81 Hou Xianguang & Bergström J. The arthropods of the Lower Cambrian Chengjiang fauna, with relationship and evolutionary significance. In: Simonetta A M & Conway Morris S eds. *The early evolutionary significance of problematic taxa*, Cambridge: Cambridge University Press, 1991: 179-187
- 82 Hou Xianguang & Bergström J. Palaeoscolecoid worms may be nematomorphs rather than annelids. *Lethaia*, 1991; 27: 11-17
- 83 Hou Xianguang & Bergström J. The Chengjiang Fauna: A clear window to Early metazoan Structure: International Cambrian Explosion Symposium (Programme and Abstract), Nanjing, 1995: 5-6
- 84 Hou Xianguang & Bergström J. Cambrian lobopodians—ancestors of extant onychophorans. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 1995; 114: 3-19

- 85 Hou Xianguang & Bergström J. Arthropods from the Lower Cambrian Chengjiang fauna, southwest China. *Fossils and Strata*, 1997; 45: 1–116
- 86 Hou Xianguang & Bergström J. Three additional arthropods from the Early Cambrian Chengjiang Fauna, Yunnan, southwest China. *Acta Palaeontologica Sinica* 1998; 37(4): 395–401
- 87 Hou Xianguang, Bergström J & Ahlberg P. Anomalocaridids from the Lower Cambrian Chengjiang Fauna of southwest China. *International Cambrian Explosion Symposium (Programme and Abstract)*, Nanjing, 1995: 5
- 88 Hou Xianguang, Bergström J & Ahlberg. P. *Anomalocaris* and other large animals in the Lower Cambrian Chengjiang fauna of southwest China, *Geologiska Foreningens i Stockholm Forhandlingar*, 1995; 117: 163–183
- 89 Hou Xianguang, Ramsköld L & Bergström J. Composition and preservation of the Chengjiang fauna—a Lower Cambrian soft-bodied biota. *Zoologica Scripta*, 1991; 20: 395–411
- 90 Hou Xianguang, Siveter D J, Williams M, Walossek D & Bergström J. An early Cambrian bradoriid arthropod from China with preserved appendages; its bearing on the origin of the Ostracoda. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1996; B 351: 1131–1145
- 91 Jin Yugan, Hou Xianguang & Wang Huayu. Lower Cambrian pediculate lingulids from Yunnan, China. *Journal of Paleontology*, 1993; 67: 188–198
- 92 Jin Yugan & Wang Huayu. Revision of the Lower Cambrian brachiopod *Heliomedusa* Sun & Hou, 1987. *Lethaia*, 1992; 25: 35–49
- 93 Lawrence D R. Taphonomy and information losses in fossil communities. *Bulletin of Geological Society of America*, 1968; 79: 1315–1330
- 94 Lu Yanhao, Yu Changmin & Chen Piji. Invertebrate paleontology in China (1949–1979). *Geological Society of America, Special Paper*, 1981; 187: 3–8
- 95 Müller K J. Upper Cambrian ‘Orsten’. In: Briggs D E G & Crowther P R eds. *Palaeobiology, a synthesis*, Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1990: 274–277
- 96 Müller K J & Hinz I. Problems in the taxonomy of Cambrian ostracode. In: McKenzie K G & Jones P Jeds. *Ostracoda in the Earth and Life Science*, Proceeding of the 11th International Symposium on Ostracoda. Warrnambool, Victoria, Australia. Rotterdam & Brookfield: A. A. Balkema Publishers; 1993: 655
- 97 Paul C R C & Smith A B. The early radiation and phylogeny of echinoderms.

- Biological Reviews, 1984; 59: 443-481
- 98 Pflug H D. Combined structural and chemical analysis of 3800-Myr-old microfossils. *Nature*, 1979; 280: 283-286
- 99 Ramsköld L. The second leg row of *Hallucigenia* discovered. *Lethaia* 1992; 25: 221-224
- 100 Ramsköld L & Hou Xianguang. New early Cambrian animal and onychophoran affinities of enigmatic metazoans. *Nature*, 1991; 351: 225-228
- 101 Rigby J K & Hou Xianguang. Lower Cambrian demosponges and hexactinellid sponges from Yunnan, China. *Journal of Paleontology*, 1995; 69: 1009-1019
- 102 Robison R A. Middle Cambrian biota diversity: example from Utah Lagerstätten. In: Simonetta A M & Conway Morris S eds. *The early evolution of Metazoa and the significances of problematic taxa*, Cambridge: Cambridge University Press, 1991: 77-98
- 103 Schopf J W. *Earth's Earliest Biosphere, It Origin and Evolution*. New Jersey: Princeton University Press, 1983
- 104 Schram F R. Pseudocoelomates and a nemertine from the Illinois Pennsylvanian. *Journal of Paleontology*, 1973; 47: 985-989
- 105 Seilacher A. Begriff und Bedeutung der Fossil-Lagerstätten. *Neues Jahrbuch für Geologic und Palöntologie Mh.* 1970: 34-39
- 106 Seilacher A. Vendezoa: Organismic construction in the Proterozoic biosphere. *Lethaia*, 1989; 22: 229-239
- 107 Seilacher A. Early multicellular life: Late Proterozoic fossils and the Cambrian explosion. In: Bengtson S ed. *Early Life on Earth*, Nobel Symposium No. 84, Columbia U. P., New York, 1993: 389-400
- 108 Shu Degan, Conway Morris S & Zhang Xingliang. A *Pikaia*-like chordate from the Lower Cambrian of China. *Nature*, 1996; 384: 157-158
- 109 Shu Degan, Geyer G, Chen Ling & Zhang Xingliang. Redlichiacean trilobites with preserved soft-parts from Lower Cambrian Chengjiang fauna (South China). *Beringeria Special issue*, Würzburg, 1995; 2: 203-241
- 110 Shu Degan, Zhang Xingliang & Chen Ling. Restudy of *Yunnanozoon* and *Vetulicola*. *International Cambrian Explosion Symposium*, 1995: 29-30
- 111 Shu Degan, Zhang Xingliang & Chen Ling. Reinterpretation of *Yunnanozoon* as the earliest known hemichordate. *Nature*, 1996; 380: 428-429
- 112 Shu Degan, Zhang Xingliang & Geyer G. Anatomy and systematic affinities of the lower Cambrian bivalved arthropod *Isoxys auritus*, Alcheringa,

- 1995; 19: 333-342
- 113 Steiner M, Mehl D, Reitner J & Erdtmann, B-D. Oldest entirely preserved sponges and other fossils from the Lowermost Cambrian and a new facies reconstruction of the Yangtze Platform (China). *Berliner Geowissenschaften Abhandlungen*, 1993; 9: 293-329
- 114 Størmer L. A Lower Cambrian merostome from Sweden. *Arkiv för Zoologi* 1956; 9(25): 507-514
- 115 Sun Weiguo. Subdivisions and correlations of the Upper Precambrian in China and Australia. *Palaeontologia Cathayana*, 1989; 4: 1-22
- 116 Sun Weiguo, Wang Guixiang & Zhou Benhe. Macroscopic worm-like body fossils from the Late Precambrian (900-700Ma), Huainan district, Anhui, China and their stratigraphic and evolutionary significance. *Precambrian Research*, 1986; 31(4): 377-403
- 117 Thompson I & Jones D S. A possible onychophoran from the Middle Pennsylvanian Mazon Creek Beds of northern Illinois. *Journal of Paleontology*, 1980; 54: 588-596
- 118 Walcott, C D. A fossil *Lingula* preserving the cast of the peduncle. *Proceedings of the United State National Museum*, 1888; 11: 480
- 119 Walcott C D. Cambrian geology and paleontology 11, No.3-Middle Cambrian holothurians and medusae. *Smithsonian Miscellaneous Collection*, 1911; 57 (3): 41-68
- 120 Walcott C D. Middle Cambrian Spongiae. *Smithsonian Miscellaneous Collection*, 1920; 67: 261-364
- 121 Whittington H B. The Middle Cambrian trilobite *Naraoia*, Burgess Shale, British Columbia. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*, 1977; B280: 409-463
- 122 Whittington H B. Rare arthropods from the Burgess Shale, Middle Cambrian, British Columbia. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*, 1981; B292: 329-357
- 123 Whittington H B. *The Burgess Shale*. New Haven: Yale University Press, 1985; 1-151
- 124 Whittington H B & Briggs D E G. The largest Cambrian animal, *Anomalocaris*, Burgess Shale, British Columbia. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*, 1985; B309: 569-609

摘要

Summary

The Chengjiang fauna

Exceptionally well-preserved animals from 530 million years ago

Hou Xianguang, Jan Bergström, Wang Haifeng, Feng Xianghong, Chen Ailin

The Cambrian represents the beginning of a long sequence of geological time known collectively as the Phanerozoic. This term is composed of the Greek words *phaneros*, meaning 'visible, obvious', and *zōion*, 'animal'. This was to stress the difference from the older, once seemingly unfossiliferous Precambrian rocks, the Cryptozoic.

Although both microfossils and macrofossils are now known from Precambrian rocks, particularly from late Precambrian, there is the striking difference in numbers and types of fossils with those in the Phanerozoic. However, the situation varies in detail. In some areas Cambrian rocks may contain many fossils, whereas in others there are sandstones or other rocks that are commonly poorly fossiliferous. In addition, different fossils occur in the Cambrian in different parts of the world, which makes it difficult when making comparisons to know if we are talking about strata of exactly the same age.

To correlate the age of rocks, we need type sections in which relative time is precisely defined on the basis of fossils in the rocks (biostratigraphy). For the Cambrian, the story started in North Wales where, in 1835, Adam Sedgwick described a sequence which he called the Cambrian, after Medieval Latin *Cambrian* or *Cumbria*. This name has its origins in a local Gaelic tribe, who called themselves the Cymry. At about the same time Roderick I. Murchison undertook fieldwork in South Wales, from where in 1839 he described a sequence he called the Silurian, after another Gaelic tribe. Unfortunately there was an overlap between the Cambrian and Silurian as they were defined by Sedgwick and Murchison. This problem was, on a large scale, solved by Charles Lapworth in 1879, when he introduced the term Ordovician—again named after a Gaelic tribe—for the middle portion that was regarded as upper Cambrian by Sedgwick but as lower Silurian by Murchison.

Now came the problem of precision. Both the lower and the upper boundaries of the Cambrian are poorly fossiliferous in Wales, and there have been seemingly endless debates

on exactly where the boundaries ought to be, and on how to correlate the Welsh sequence with sequences in other parts of the world. International commissions have struggled with the problem of finding sequences with fossils useful for international correlation. Strata in eastern Yunnan Province have been seriously considered in the attempt to define the international lower boundary of the Cambrian. However, the decision went another way. The base of the Cambrian is now defined as the lowermost occurrence of the trace fossil *Treptichnus pedum* in southeast Newfoundland, Canada. Higher up, but still in the Lower Cambrian, different species of trilobites occur, and below the boundary there are odd, Precambrian-type fossils.

In eastern Yunnan, the home of the Chengjiang fauna, the sequence contains different fossils, but the pattern is roughly similar. The uppermost part of what is thought to be Precambrian has few if any fossils. Beginning in the earliest Cambrian, shelly elements first appear, then the skin of many unknown types of animals, clearly different from the trilobites and other fossils found in younger rocks. The shelly elements are now known as 'small shelly fossils'. The Lower Cambrian biostratigraphy in this area is based mainly on the succession of small shelly fossils at the base of the Lower Cambrian and on the succession of trilobite assemblages in the sequence above. As many as 3 small skeletal fossil biozones (or assemblages) and 11 trilobite biozones are used to divide the Lower Cambrian in this area and elsewhere on the Southwest China Platform. Higher up there are Middle and Upper Cambrian rocks, which we can leave out from further discussion here. The *Abadiella* Biozone forms the oldest trilobite zone in the Cambrian of China. It is succeeded by the *Eoredlichia* Biozone, which contains the soft-bodied Chengjiang fauna. The soft-bodied Chengjiang fossils thus occur in the two lowermost trilobite biozones, zones 4 and 5, counting from the oldest of the Cambrian zones. This obviously is low down in the Lower Cambrian.

Previous knowledge on the rise of major animal types in the Cambrian was based on finds of shells and skeletons in the Lower Cambrian and on the soft-bodied (Middle Cambrian) Burgess shale fauna in Canadian British Columbia. The knowledge on Lower Cambrian faunas was thus previously basically restricted to animals with mineralized shells and skeletons, such as echinoderms, molluscs, trilobites, brachiopods, sponges, and a few other types of animals. In the Middle Cambrian, there appeared, for example, arthropods without mineralized skeleton and a variety of worms. As a result, we knew that virtually all animal phyla except for bryozoans and perhaps vertebrates existed by the Middle Cambrian.

New datings of the Cambrian and the find of the Chengjiang fossils in the Lower Cambrian has modified this picture. The Chengjiang fauna includes virtually all groups that were previously known from the Middle Cambrian. This is, virtually all animal phyla are represented. Charles Darwin was puzzled by the abruptness of the appearance of animals in the Cambrian, but he did not know much of the time scale. A few tens of years ago, we thought that the Burgess Shale animals lived some 50 to 60 million years after the beginning of the Cambrian. With new datings this time has now shrunk to about 20 to 25 million years, and the find of the Chengjiang fauna has decreased the time from the beginning of the Cambrian to the appearance of a Palaeozoic type fauna to perhaps only 10 to 15 million years.

The suddenness of the appearance of animal groups in Cambrian is what we call "the

Cambrian explosion". Something that takes 10-15 million years to happen may not look explosive, but think it over: no arthropods, no echinoderms, no brachiopods, no shelled molluscs were there at the beginning, as far as we know from the fossil record. Within 10-15 million years these and virtually all other basic animal types (phyla) had evolved into very typical representatives, and there is no trace of any intermediates. Thus, it seems that it took only about 1/50 of the time these groups have been in existence to form all their typical characters. Darwinian thinking has dominated our view for more than a century. We have been trained to believe that a species can live from some 0.5 to 50 million years (and exceptionally for much longer), and that evolutionary changes had to be added from one species to the next and to the third and perhaps the fourth before we can talk about the appearance of a new genus. Similar genera had to be added to lead to the appearance of new families, families added to form new orders, orders to new classes, and classes to new phyla. With such a scenario, it ought to take at least more than 500 million years to form a new phylum. Most existing phyla are at least that old-but in "the Cambrian explosion" virtually all animal phyla came into existence simultaneously within some 10-15 million years. With this perspective, it was a tremendously fast biological and evolutionary event, and it certainly calls for a completely new view on evolutionary processes. Darwin thought that adaptation is the major driving force in evolution. Perhaps this was true in "the Cambrian explosion". On the other hand, perhaps adaptations represent the major force to slow down evolution in the more stable world that, on the whole, followed on "the Cambrian explosion" and still prevails today.

There certainly were animals around in the seas before "the Cambrian explosion". The first unicellular organisms with a cell nucleus must have been animals rather than plants. There is some evidence to date their origin some 2000 million years back. Before them there were organisms without a cell nucleus, that is, bacteria including "bluegreen algae". There is evidence that they were around more than 3000 million years ago. Multicellular animals evolved much later than unicellular animals. We cannot date this event properly. Among the oldest reported animals are between 545 and 575 million years old and somewhat questionable sponge remains from the late Precambrian in China. The family tree of life indicates that flatworm-like animals evolved very early, and we can guess that there were such animals more than 600 million years ago. Relatives of roundworms and horsehair worms, as well as primitive early members of the coelomate group (now containing, for instance, molluscs, arthropods and vertebrates) may have been in existence about 600 million years ago. At that time they probably all looked more or less like worms or simple slugs, all of them without shells, and if we saw them, we would not be able to sort them into the phyla we recognize today.

As already indicated, our view of "the Cambrian explosion" and the rise of modern animal phyla had to be modified when the Lower Cambrian Chengjiang fauna was found. This discovery is quite recent. It was only in 1984 that Hou Xianguang found the fauna after his extensive and intensive fieldwork which had lasted for more than twenty days. Together with a local peasant, he worked at Maotianshan in Chengjiang County, Yunnan Province. On July 1st, around 3 o'clock in the afternoon, while cleaving a piece of mudstone, Hou Xianguang

suddenly saw a surprisingly well-preserved fossil of a kind that had previously only been seen in the much younger Burgess Shale in British Columbia, Canada. It was soon determined as a species of the genus *Naraoia* (Zhang & Hou 1985). Hou Xianguang was more than excited when he discovered the soft-bodied specimen and led to his devoting all his attention towards getting a rich collection of the soft-bodied fossils. The Chengjiang fauna was named after the location of its first finds, Chengjiang County. It is now well known that the fauna is widely distributed in eastern Yunnan, including Kunming and its surroundings. In this area the study of the Lower Cambrian has a long history. The French geologists J. Deprat and H. Mansuy made studies of geology and palaeontology in this area in 1909 and 1910. Many new genera and species were described by Mansuy (1912), such as the trilobite *Yunnanoccephalus yunnanensis* from Chengjiang County and the bradoriid arthropod *Kunmingella douvillei* from Yiliang County. The Lower Cambrian in this area was extensively studied in the 1930's and 1940's (e.g. Wand H. -z., 1941; Wand Y. -l, 1941; Lu, 1941; Ho, 1942) and has long been taken as a standard for stratigraphical subdivision and correlation not only within the Southwest China Platform (also known as the Yangtze Platform), but also throughout China and even in the redlichiid realm as a whole.

The Chengjiang Lagerstätte is located near the western margin of the Southwest China Platform. The western part of the Platform is different from the eastern part in terms of both sedimentary facies and biofacies. In the former, the Lower Cambrian starts with dolomites and phosphorites, with an abundance of small skeletal fossils, succeeded by detrital rocks bearing a diversity of trace fossils and, ultimately, an abundance of bradoriid arthropods and redlichid trilobites. In the latter, on the other hand, the Lower Cambrian is mainly composed of detrital rocks intercalated with limestone and its fauna is characterized mainly by protolenid and eodiscid trilobites; a few fossils similar to the Chengjiang Lagerstätte have also been found. The Chengjiang fauna probably lived in a tropical sublittoral sea.

The Chengjiang fauna, this extraordinarily preserved fossil lagerstätte, contains abundant and diverse organisms, including algae, sponges, cnidarians, nematomorphs, priapulids, anomalocaridids, brachiopods, hyolithids, lobopods(onychophorans), a broad variety of non-trilobite and non-bradoriid arthropods, echinoderms, and some problematical taxa as well. The composition is closely comparable to that of the Middle Cambrian Burgess Shale fauna from Canada. A comparison can best be made as a table of species of different major groups.

	Soft-body preservation		Shelly preservation
	Chengjiang	Burgess Shale	Andrarum Lst
Sponges	c.20	29	-
Coelenterates	2	1	-
Acoelomate worms	7	7	-
Annelid worms	-	6	-
Brachiopods	4	7	6

Eldonioid tentaculates	2	1	-
Lobopods	6	2	-
Anomalocaridids	4	2	-
Arthropods:			
Trilobites+agnostids	4	19	53
Bradoriids	6	1	-
Others	40	48	-
Molluscs	-	1	-
Hyaloliths	4	1	8
Echinoderms	1	5	-
Graptolites	-	1	-
Others	c.20	19	-
Total number of species	c.120	150	67

The three occurrences are in order of age, from the Early Cambrian Chengjiang fauna to the early Middle Cambrian Burgess Shale fauna and the late Middle Cambrian Andrarum Limestone fauna of Sweden. As can be seen, the Andrarum fauna was probably very rich, but lacking fossilization of all the 'soft' animal groups it gives a very skewed impression of the animals it must have contained. The Chengjiang fauna is more easily compared with the Burgess Shale fauna. The similarities are obvious. Both the faunas are dominated by sponges and arthropods. Together, these two groups constitute about 58% of the Chengjiang fauna and about 65% of the Burgess Shale fauna. The similarities are also great when these two faunas are compared more in detail. Several genera and many families (but no species) are common to both faunas. The faunal communities were obviously quite similar.

The Chengjiang fauna is basically a benthic fauna. Most species lived directly on the soft, level bottom. A few burrowed in the silty sediment, for instance linguloid brachiopods and presumably some worms. We can not state for certain that there were any animals that were permanent swimmers, although it is quite clear that many of the arthropods could swim, many of them perhaps very well. At the same time we realize from the mud-filled guts of several arthropods that in many cases their appendages had not yet evolved into the efficient mouthparts they are in modern arthropods. They fed by simply swallowing mud, and this could of course only be done on the bottom. Similar mud-eating habits were common among the hyoliths, a group of extinct animals which had a cone-shaped shell and an operculum to close the open end.

However, some of the arthropods were carnivores, feeding on small arthropods, worms and the like. Nematomorph and priapulid worms and anomalocaridids were also carnivores, who certainly often swallowed their prey in one piece. If the supposed cnidarians really were cnidarians, they would also have been carnivores. Many small arthropods could have fed from carcasses, for instance the ostracode-like bradoriids. Many animals no doubt strained

their food directly from the water. This must have been the case with sponges, brachiopods, eldoniids and echinoderms.

In summary, we can say that the community is a Burgess Shale-type level-bottom fauna with large proportions of mud-eaters, filter-feeders and carnivores, and with a dominance of arthropods, worms and sponges.

In this book, 86 species of animals from the Chengjiang fauna are illustrated, of which 12 are new. They are *Choia xiaolantianensis*, *Palaeopriapulites parvus*, *Protopriapulites haikouensis*, *Archotuba conoidalis*, *Paraselkirkia jinningensis*, *Longtancunella chengjiangensis*, *Burithes yunnanensis*, *Parapaleomerus sinensis*, *Cambrofengia yunnanensis*, *Maanshania crusticeps*, *Jiucunia petalina* and *Batofasciculus ramificans*. In addition, 6 new families and 1 new order are named. They are Cricocosmiidae, Maotianshaniidae, Palaeopriapulitidae, Vetulicolidae, Maanshaniidae, Acosmiidae and Vetulicolida.

澄江动物群

The Chengjiang Fauna 5.3 亿年前的海洋动物



Exceptionally well-preserved
animals from
530 million years ago

ISBN 7-5416-1321-5



9 787541 613210 >

ISBN 7-5416-1321-5/Q · 43

定价: 200.00 元