



广东大亚湾核电站

GNPS OPERATION YEARBOOK

生产运行年鉴

2000

廣東大亞灣核電站
生產運行年鑑

GNPS OPERATION YEARBOOK

2000

原子能出版社

书名题字:王全国

图书在版编目(CIP)数据

广东大亚湾核电站生产运行年鉴 2000 / 林贵清 主编. —

北京:原子能出版社,2001.11

ISBN 7-5022-2443-2

I. 广… II. 林… III. 大亚湾核电站-2000-年鉴 IV. F426.23-54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 082973 号

©

原子能出版社,2001

原子能出版社出版 发行

责任编辑:柴芙蓉

装帧设计:李松林

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

朝阳科普印刷厂印刷 新华书店经销

开本:787×1092mm 1/16 印张 23.875 插页 18 字数 611 千字

2001 年 11 月北京第 1 版 2001 年 11 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000

定价:108.00 元

编辑委员会

主 编

林贵清

副主编

刘达民 戴庆宇 贺 禹

编 委

林贵清	刘达民	戴庆宇	贺 禹	杨昭刚	张善明	张志雄
郭嘉平	高立刚	蔡康元	刘德强	陈德淦	卢长申	刘革新
孙宗闻	刘新枪	强 辉	姚镜泉	李晓明	徐 颖	陈 健
张兆丰	沈 抗	黄常勇	柯国柱	廖伟明	谢昌渝	晏仲民
杨茂春	王和生	郭利民	苏圣兵	简益民	周卫红	李友德
常宝盛	赵 宏	丁震行	顾学言	吴 翎	何文新	邓正平
	熊春华	奚芝苓	赵 昔	李志成	张 明	

编 辑

姚秋明 王宏新 王卫东 王宝山 朱 洁 陈海斌

供稿人员 (按姓氏汉语拼音顺序排列)

陈传令	陈 宁	陈小强	陈祖书	初志春	董晨辉	段德洪	范立明	樊陪都
方春法	符祥群	高 歌	高柯夫	顾景智	顾晔艺	关建军	关 蕾	苟 东
郭海静	郭利民	洪振旻	黄 电	黄建华	黄来喜	黄卫刚	黄晓飞	吉长余
冀天才	姜毅华	焦 萍	景立峰	寇元泽	梁开卷	廖伟明	李春常	李红军
李金光	李克勤	李 雷	李体强	李现锋	李雄伟	李祖平	李卓佳	李裕立
林树谋	刘德强	刘 东	刘泽军	卢六平	罗育智	梅建民	慕齐放	欧阳俊杰
彭炳成	覃四海	沈 星	时伟奇	孙海英	孙逸民	陶于春	王宝山	王定义
王宏斌	王宏新	王永刚	魏其岩	向清华	肖益东	邢晓星	徐慧波	徐万年
熊春华	杨光辉	杨智勇	杨茂春	杨梦奇	俞元法	杨智勇	姚 刚	虞福祥
余 鸿	宰衷得	查 清	张东果	张 磊	张 宇	张善明	张仕为	张熙军
张新安	张宇宏	张朝文	赵 宏	赵俊杰	赵 昔	周平原	周卫红	朱闽宏

前 言

2000年是广东大亚湾核电站投入商业运行的第七年。编写这一年度的生产运行年鉴仍遵循《年鉴》编写要求，这就是积累生产运行经验和信息，使它们得到及时的总结和记录，并对未来的生产运行提出建议、看法和展望。

本《年鉴》的基本内容包括核电站在运行、维修、安全监督、事件分析和事故处理方面的经验；在运行、维修、环境监测、剂量管理和工业安全等方面的信息和数据；在保证核安全、进行经验反馈、推进核安全文化方面的实践，以及在人事管理、人员培训、技术管理和质量保证等方面的管理特色。

2000年是广东核电合营有限公司实施《第一个五年发展计划》的第三年，也是广东大亚湾核电站持续取得良好业绩的一年。公司在各方面都取得了可喜的成绩，其经验和做法在本年度《年鉴》有关章节中得到了适当的反映。随着岭澳核电站生产准备工作的深入和调试接产任务的加重，本年度《年鉴》有关岭澳核电站生产准备方面的内容有了较大幅度的增加。其他方面也有些变动，这是为了更恰当地反映某些专业范围的内容。继续保留“专文”栏目，把统计数据全部放入第四章中。为了完整地介绍某些技术问题，在某些情况下，在时间跨度上可能会向前或向后延伸，便于读者对问题的了解和理解。

《年鉴》供稿人员众多，文章写作风格各异，繁简也有差别。编审工作只能做到在保证内容正确、表达准确、符合《年鉴》总体要求的前提下，基本保持文章的原貌。换句话说，《年鉴》各章节包括专题报告在写作技巧上独立成篇，但在编辑审稿时力求相关的名词术语全书统一；《年鉴》中所涉及的核电站基本系统的缩写、一些专业术语及机构的缩写、厂房和构筑物代号以及设备名称代码，在《年鉴》中出现的频率很高，未能在正文部分一一给出注释，读者可以在《年鉴》附录中查找它们的中、英文解释。

由于编审人员写作水平和表达能力有限，不当之处在所难免，敬请读者指正。

编 者

团结务实、开拓创新， 为把大亚湾核电站建设成为世界一流核电站而努力

广东核电合营有限公司

总经理



2000 年是大亚湾核电站连续安全运行的第七年，是公司第一个五年计划实施的第三年，是富有创新和挑战的一年，同时也是丰收的一年。2000 年，公司在邓小平建设有中国特色社会主义理论的指导下，在上级部门的亲切关怀下，在兄弟单位和有关电网的大力支持下，在广东核电集团和公司董事会的正确领导下，通过全体员工的共同努力，坚持高标准、严要求，在安全、生产、管理上都取得了突破性的成绩。

2000 年，大亚湾核电站连续两年摘得法国 EDF 核安全挑战赛桂冠，全年总发电量为 147.01 亿千瓦时，上网电量 140.63 亿千瓦时，商业运行累计上网电量达 840 亿千瓦时，创下自投产以来最好的营运业绩。2000 年全年销售额为 8.42 亿美元，出口创汇 5.90 亿美元，实现利税 25 亿人民币，基建还本付息比例达 69.4%。2000 年公司获得以下主要荣誉：1999 年全国外商投资双优企业，1999 年全国外商投资十大高出口创汇、高营业额、人均高利税企业，企业档案工作目标管理通过“国家一级”认定，深圳市 2000 年质量工作先进单位，深圳市解决计算机 2000 年问题先进集体，大中型“三资”企业统计年报工作评比一等奖。

2000 年，公司在管理上更进一步，打开了新局面，开创了新天地。首先，2000 年公司正式启动了大亚湾核电站及岭澳核电站共四台机组的群堆管理，建立了广东核电合营公司及岭澳核电公司总经理部联席会议制度。通过群堆管理，实行生产线五个部统一运作，理顺

了生产线组织机构关系,进一步提高了电站安全运行水平,优化了现场资源的利用。将两个不同法人制结构的公司结合在一起实施群堆管理,是管理理念的一次飞跃,实现了一次大的管理创新。

其次,完成了公司《五年发展计划》升版工作。三年以来的实践证明,《五年发展计划》是保证公司业绩不断巩固、提高和发展的有效工具。公司根据安全生产和管理创新的需要,对第三版进行了补充和完善,增加了以下新内容:体现了群堆管理的要求;将安全文化建设提到新的高度;强调成本文化的重要性;增加了三个十年项目的规划。《五年发展计划》第四版清楚地描绘了公司未来的发展轨迹和奋斗蓝图,其中新增部分代表了公司未来较长一段时间的管理重点。

再者,公司成功地进行了WANO同行评审。此次同行评审是电站继1996年OSART评审后的又一重要外部评审。评审的目的是参照国际标准,查找生产和管理等方面与国际先进水平的差距,实现持续改进。评审团对电站94项运行维修活动进行了评审,有33项未发现任何偏差。评审团对电站4个强项表示了认可,提出了17项待改进领域。评审团对公司目前取得的生产业绩给予了较高评价,对电站的管理留下了深刻印象。

此外,电站还对大修管理进行了优化,设立了固定的大修组织机构,统筹一、二核大修工作,以不断提高群堆管理下的大修水平。2号机组第七次大修实现了单机组大修工期控制在36.5天内的目标,大修短工期的实现意义重大,它不仅说明电站有能力实现安全好、质量高、工期短的大修,更重要的是代表了我們敢于打破常规,勇于开拓创新和接受挑战的气概,同时又极大地鼓舞了全体员工的士气。

2001年是电站实施第一个五年计划的第四年,也是电站实施群堆管理关键的一年。同时,二核生产准备将迎来移交投产和调试高峰,这给全年的工作提出了新的挑战。

2001年,国家将继续加大改革开放和经济转型力度,并将与世界经济进一步接轨。可以预见,我国国民经济将保持平稳发展的势头,电力需求将进一步增长,因此,电站在2001年将会有更多的机遇和更大的发展空间,同时也将面临更多的挑战。随着中国加入WTO,电力市场进一步开放和竞价上网已成定局,电力市场竞争势必更加激烈,电站的电价将会承受更大的压力。为此,公司各部门必须做好充分准备,为在新的一年里全面完成各项工作任务、实现管理水平跃上新台阶而努力。

公司2001年工作的总体要求是:以邓小平理论为指导,按照“三个代表”的要求,贯彻落实党的十五大、十五届五中全会的精神,以发展为主题,求实创新,发挥后发优势,继续赶超世界核电营运先进水平,努力把大亚湾核电站办成同类电站的领导企业。为了达到上述目标,我们要重点做好以下三个方面的工作:

第一,必须高度重视安全工作和质量工作。安全和质量是核电企业的灵魂,没有安全和质量核电站就失去了存在的根基。公司全体员工必须站在广核发展的高度,站在讲政治的高度,真正做到“安全第一、质量第一”。

第二,要建立充满活力和生机的现代化企业管理制度。公司仍是一个创业型企业,我们对此要有充分认识。在思想上要有忧患意识,在管理上要继续发扬实事求是、勇于创新、大

胆突破的创业精神。

第三，为了适应日趋激烈的电力市场竞争，公司要重点从六个方面构筑核电核心竞争力，即先进的安全理念、优化的人才结构、稳健的财务制度、严密的监控体系、良好的团队精神、系统的设备管理。其中人才培养和设备管理仍是我们工作的薄弱环节，2001年需要重点加强这两方面的工作。

2000年已成为广东核电辉煌的历史，2001年则代表着充满希望的未来。让我们共同努力，共铸广东核电的美好明天！



2000年2月10日，李鹏委员长视察大亚湾工地

方 楠 摄

2000年12月7日，原全国人大常委会委员长陈慕华视察大亚湾核电站



方 楠 摄



方 耀 扬



方 耀 扬



方 耀 扬

- 1 10月24日，法国电力公司副總裁 Mr. Heussigny 蒞臨大亞灣核電站
- 2 1月17日，中廣核集團企業技術創新院工行活動在大亞灣核電站舉行
- 3 12月5-7日，公司舉辦中法核電技術交流會



方肇摄



方肇摄

- 4.
- 5.
- 6.

4. 9月11-29日, WANO对大亚湾核电站进行同行评审
5. 5月8-12日, IAEA安全文化研讨班在大亚湾核电站举行
6. 11月10-14日, 核电站办“记者眼中的大亚湾”采风活动



方肇摄



梁汉生 摄



梁汉生 摄



梁汉生 摄



1	3
2	4

- 1 消防演习
- 2 主泵检修
- 3 应急柴油机十年检修
- 4 现场巡检



葛汉民 摄

万 勇 摄





1	3
2	4

- 1 5月8日,岭澳核电站1号机组开始主控制室值班
- 2 岭澳核电站1号发电机穿转子
- 3 国产首台百万千瓦级核电蒸汽发生器运抵现场
- 4 岭澳核电站海上工程二期顺利竣工





	3
1	4
2	5

- 1 龙争虎斗
- 2 藕断之箭
- 3 挑战新高度
- 4 专家村的孩子们
- 5 优雅之声



方耀
摄

方属摄



方属摄



胡汉生摄





万顷湖

万顷湖



1
—
2
—
3

- 1 晨曦新景
- 2 春到大亚湾
- 3 海湾夜景



吴汉生 摄

WANO 在大亚湾核电站进行同行评审活动

(新闻稿) 廖伟明

应广东核电合营有限公司邀请,从2000年9月11日至29日WANO巴黎中心派出以Blackburn先生为团长的同行评审团来大亚湾核电站进行为期3周的同行评审活动。这次评审活动,共有来自16个国家的20位专家参与,整个评审团成员有累计超过200年的核电运行和管理经验。

WANO (World Association of Nuclear Operators) 是世界核营运者协会的简称,其使命是“通过鼓励各成员之间的沟通、信息交流,相互比较、相互学习来最大程度地提高核电站的安全可靠性”。目前,全世界的核电站营运者都是这个组织的成员。同行评审 (Peer Review) 是WANO作为其世界性活动的四大基本计划之一,它的目的是通过核电同行对核电安全与生产相关的九大领域的评审,充分发挥同行们的专业知识和经验,通过同行的相互评审和交流,找出不足之处和推广良好实践,从而全面地改进和提高世界范围核电站的安全和可靠性水平。

WANO同行评审以“WANO业绩目标和标准”及其评审员丰富的工作经验为基准,找出被评审电站与国际先进水平的差距——待改进领域 (AFI)。此次大亚湾核电站WANO同行评审范围包括组织管理、运行、维修、工程支持、辐射防护、化学、培训和授权、经验反馈、消防九个与安全生产相关的领域。

因此,同行评审是我们系统地查找我们电站各方面的缺陷,改进我们的工作,改善电站上下的管理,提高员工整体素质的一次良好机会。

这一活动是大亚湾核电站自商运投产以来,规模最大的一次国际性活动,公司上下各部门都十分重视这次评审活动,各部门积极配合、通力协作、全面开展各项准备工作,使得这项活动得以圆满完成。核电站于1999年9月提早几乎整整一年的时间开始做准备工作。按照同行评审的方法,对照WANO标准,对将要接受评审的九个领域进行了一次系统全面自查,找出了69个AFI,并成立了以电站经理为组长的准备小组,每周开一次会,逐条跟踪落实相关的纠正行动;为使全体员工明白同行评审的意义和目的,更好地配合这次活动,2000年7月和8月,组织了一次全员培训和动员,《核能人》杂志出版了一期“WANO同行评审在大亚湾”的专刊,宣传这次活动;8月份,为整顿厂房状态进行了一次大规模全厂消缺检查,清理了不少长期遗留的厂房管理缺陷;后勤、行政也做好充分的接待准备。至2000年9月,各项准备工作全面就绪。

WANO 同行评审专家在评审期间，对九个领域和七个交叉功能领域开展了深入细致的评审工作，包括听取电站人员的介绍和报告，花了大量时间观察运行操作和维修活动，现场对工作人员进行访谈及查阅文件和资料等，最后运用标签分类法从评审所发现的各种偏差中提炼总结出待改进领域。

同行评审期间，评审团对我们管理中存在的薄弱环节提出了许多宝贵、中肯的改进建议，这些建议无疑对大亚湾核电站今后的管理水平提高有非常大的实际意义，因为指出的这些问题，显示的是我们与国际一流水平的差距；同时，专家们对我们的强项优势也给予了充分的肯定，他们也从我们现行的管理中学到不少东西，并带回到他们自己的电站推广，这充分体现了同行评审平等、互相切磋、共同提高的特点。

9月29日在同行评审总结会上，评审团团长对评审期间电站所提供的支持和配合表示感谢，并介绍了组织管理领域的评审情况，随后评审团各位专家依次介绍了其余八个领域的评审情况、主要结论和强项。

最后，评审团总结代表，现任 WANO - PC 董事会主席 De Roovere 先生作了总结性的发言，他充分肯定了大亚湾核电站自投运以来取得如此大的进步和非常优秀的业绩，并从管理层面和长远的角度提出了几个关注点。

生产线各部门上下十分重视同行评审提出的 AFI，多次开会讨论并逐条制订出纠正行动，并列入相关部门 2001 年改进计划，采取措施逐项落实，并在 CIS 系统中进行跟踪。相信在 2002 年 WANO 同行评审的跟踪评审时，通过落实这些纠正行动，电站的管理能得到更进一步的完善。

广东核电合营有限公司荣获 “企业档案工作目标管理国家一级”认定证书

(新闻稿) 王宏新

当技术部文档资料处李志成处长代表广东核电合营有限公司(合营公司)从广东省档案局李士智副局长手中接过“企业档案工作目标管理国家一级”认定证书时,大亚湾核电站公关接待中心203会议室热烈的气氛达到了高潮,来自广东省档案局、深圳市档案局、中国广东核电集团公司、合营公司的领导同大亚湾核电站从事文档工作的40多位代表一道见证了这个时刻:公元2000年12月20日上午11时。

企业档案工作目标管理国家一级,是目前我国企业档案工作的最高荣誉,是合营公司的上级主管单位中国广东核电集团公司,会同广东省档案局,受国家档案局委托对合营公司档案工作进行全面审查认定后颁发的,是中国广东核电集团公司范围内第一家荣获此荣誉的单位,也是对合营公司十年档案管理工作成绩的肯定。

1990年底,合营公司档案馆成立,档案工作步入正轨。1994年,随着大亚湾核电站的建成,合营公司工程部资料中心、工程部档案资料处(档案馆)顺利转移到生产部资料处,公司实现了文档管理组织一体化,由生产部资料处全面负责公司文档工作。在借鉴国外核电站文件管理经验的基础上,结合大亚湾核电站自身特点,资料处建立了广东大亚湾核电站文件-档案-资料管理体系,由于其独创性及良好实践,在1995年荣获国家档案局科技进步二等奖的基础上,1996年又荣获国家科技进步三等奖,这是中国广东核电集团范围内目前为止惟一的国家级奖。档案工作在1996底的大亚湾核电站国家竣工验收中也获得了好评。2000年,为满足大亚湾-岭澳核电站群堆管理的要求,生产部资料处转入技术部(更名为文档资料处),负责两个核电站的文档管理。虽然管理责任和工作量大大增加,文档资料处仍再接再厉,根据电站生产实践,建立了广东核电站生产记录报告管理系统,该系统真正实现了生产记录报告的文档分类码的统一,实现了记录报告处理上的文档一体化,大大地提高了工作效率,该项目荣获合营公司技术改进二等奖。

此次国家一级认定工作,从2000年初开始准备,期间合营公司、生产部、技术部的领导给予了大力的支持和鼓励,合营公司在很短的时间内就成立了公司文档管理委员会,公司副总经理戴庆宇亲自挂帅,担任委员会主任,而委员大多来自各部的行政领导。生产部、技术部的领导多次对达标工作进行指示,广东省和深圳市档案局的专家也进行现场指导。文档资料处上上下下齐动员,对照国家标准找差距,进行了卓有成效的整改工作,对其中行之有效的方法已作为工作标准写进了我们的程序。

成绩只能代表过去，未来还是充满了挑战，虽然这次达标升级，是跨越两级（即省部级优秀级、国家二级）直接获得国家一级认定的，但只能表示合营公司档案工作在国内处于领先，与国际先进水平相比，与电站争取进入世界一流档案工作水平相比，我们的工作还是有一定的差距。这些都是我们今后努力的方向。

“我们的产品是无法储存的电力，而留给后人的将是宝贵的档案，因此文档工作对于我国第一个大型商业核电站来讲，意义重大。从事这个工作的人们虽然默默无闻，但能不断创新，追求卓越，希望文档工作人员百尺竿头，更进一步，将公司的文档工作推上一个新的台阶”，戴庆宇副总经理的话一直在我们的耳边回响。

目 录

第一章 公司与电站组织机构

1.1	公司简介	1
1.2	公司组织机构	2
1.3	电站组织机构	2
1.3.1	群堆管理基本原则	2
1.3.2	群堆管理组织机构	3
1.3.3	生产各部职责与功能	4
1.3.4	生产线管理层职责	7
1.3.5	电站委员会	9

第二章 生产运行

2.1	电站运行和维修	11
2.1.1	电站运行	11
2.1.1.1	电站运行组织	11
2.1.1.2	机组运行状态	13
2.1.1.3	电网状况及售电情况	19
2.1.1.4	机组性能指标	22
2.1.1.5	反应堆物理试验	23
2.1.1.6	电站化学	27
2.1.1.7	继电保护	30
2.1.1.8	高电压设备运行维护	32
2.1.1.9	核电站发供电系统可靠性	44
2.1.1.10	仪控系统设备运行及评价	48
2.1.1.11	燃料循环及燃料管理	51
2.1.2	电站维修	57
2.1.2.1	维修工作的组织和管理	57
2.1.2.2	维修质量管理	60
2.1.2.3	维修风险管理	61

2.1.2.4	维修工作票执行情况	61
2.1.2.5	预防性维修的有效性评估	65
2.1.3	放射性废物排放与管理	66
2.1.3.1	放射性气态流出物排放与管理	66
2.1.3.2	放射性液态流出物排放与管理	67
2.1.3.3	中低水平放射性固体废物处理	69
2.1.3.4	工业废物处理	75
2.1.3.5	环境监测与评估	76
2.1.3.6	环境保护工作	81
2.1.4	物资消耗	84
2.1.4.1	水库淡水储量及除盐水生产	84
2.1.4.2	化学试剂的使用与评价	85
2.1.4.3	外购电	86
2.1.5	工程及电站改造项目	87
2.1.5.1	电站改进项目管理	87
2.1.5.2	最终验收证书保留项	87
2.1.5.3	不符合项管理	88
2.1.5.4	在役检查和金属监督	91
2.1.5.5	工程文件更新	93
2.1.5.6	新增工程改造项目	93
2.1.6	机组换料大修	95
2.1.6.1	换料大修计划和组织管理	95
2.1.6.2	1号机组第六次换料大修	99
2.1.6.3	2号机组第六次换料大修	107
2.1.6.4	机组第七次大修准备	115
2.1.6.5	大修承包商介绍	116
2.1.7	电站厂房及相关构筑物	118
2.1.7.1	主要新建项目	118
2.1.7.2	主要维修项目	118
<hr/>		
2.2	核电站安全	119
2.2.1	核安全	119
2.2.1.1	电站运行事件	119
2.2.1.2	三道屏障完整性	123
2.2.1.3	安全相关设备不可用状态 (lo) 跟踪	125
2.2.1.4	定期试验	130
2.2.1.5	瞬变统计	134
2.2.1.6	核安全文化	135
2.2.1.7	执照申请	136
2.2.1.8	国际原子能机构活动	136

2.2.2	工业安全	139
2.2.2.1	工业安全统计	139
2.2.2.2	工业安全管理	140
2.2.3	消防	142
2.2.3.1	火灾事件及火灾未遂事件统计	142
2.2.3.2	消防管理	142
2.2.4	辐射防护	144
2.2.4.1	2000 年度辐射防护总体评价	144
2.2.4.2	辐射防护培训	146
2.2.4.3	辐射防护管理	147
2.2.4.4	辐射防护相关技术工作	148
2.2.4.5	大修辐射防护管理	149
2.2.4.6	辐射监测仪表	150
2.2.4.7	个人剂量监测	151
2.2.5	职业健康管理	151
2.2.5.1	电站职业健康管理的基本任务和要素	151
2.2.5.2	职业危害的监测与评价	152
2.2.5.3	职业健康监督	154
2.2.5.4	职工健康保健	154
2.2.5.5	职业心理学服务	154
2.2.5.6	职业健康宣传和教育	154
2.2.5.7	异常照射情况下医学干预的准备及实施	155
2.2.5.8	医学应急计划与准备	155
2.2.5.9	员工健康档案管理	155
2.2.5.10	卫生防疫	155
2.2.6	电站应急计划与准备	156
2.2.6.1	应急响应能力的维持	156
2.2.6.2	群堆管理应急计划与准备的统一管理	159
2.2.6.3	经验交流	161
2.2.7	电站保卫及核材料实体保障	162
2.2.7.1	电站保卫的任务	162
2.2.7.2	保卫工作实绩	163
2.2.7.3	核材料的实体保障	164
<hr/>		
2.3	电站管理	164
2.3.1	综合计划调度	164
2.3.1.1	年度发电计划执行情况	164
2.3.1.2	电站预算管理和成本控制	168
2.3.2	重要管理活动	170
2.3.2.1	电站管理层工作会议	170

2.3.2.2	干部任免及变动情况	173
2.3.2.3	职称评定	173
2.3.3	人事管理	174
2.3.3.1	人员配备	174
2.3.3.2	职工学历和职称结构及专家名录	175
2.3.3.3	年龄结构	176
2.3.4	人员培训及授权	177
2.3.4.1	培训管理及有关活动	177
2.3.4.2	各类培训及授权培训完成情况	180
2.3.4.3	其他培训工作	182
2.3.5	电站委员会	182
2.3.5.1	电站核安全委员会	182
2.3.5.2	电站培训委员会	182
2.3.5.3	电站环境与废物管理委员会	183
2.3.5.4	电站技术委员会	185
2.3.5.5	电站经验反馈委员会	186
2.3.5.6	电站工业安全和辐射防护委员会	187
2.3.5.7	电站预算委员会	188
2.3.5.8	二核生产准备委员会	188
2.3.5.9	电站信息系统委员会	189
2.3.5.10	电站合理化建议评审小组	189
2.3.5.11	电站技术监督领导小组（电站技术监督委员会）	189
2.3.5.12	电站节能委员会（电站节能小组）	190
2.3.6	质量保证	190
2.3.6.1	运行质保大纲的修改	190
2.3.6.2	质量保证体系的执行	190
2.3.6.3	检查和监督	191
2.3.6.4	质量改进	191
2.3.6.5	质量意识的培育	192
2.3.6.6	质保大纲实施有效性评价	192
2.3.7	经验反馈	193
2.3.7.1	内部经验反馈	193
2.3.7.2	外部经验反馈	197
2.3.7.3	对外交流及姐妹电站交流活动	200
2.3.8	备品备件管理	201
2.3.8.1	备品备件采购管理	201
2.3.8.2	仓储管理	203
2.3.9	合同及承包商管理	205
2.3.9.1	合同项目内容概要	205

2.3.9.2	合同管理工作	209
2.3.9.3	承包商管理	210
2.3.10	电站计量管理	210
2.3.11	管理计算机的应用	212
2.3.11.1	主要生产业绩	212
2.3.11.2	主要管理工作	217
2.3.12	文件、档案与资料管理	219
2.3.12.1	工作概述	219
2.3.12.2	完成的主要工作量	221
2.3.12.3	文件、资料、档案库存量	221
2.3.13	电站后勤保障	222
2.3.13.1	后勤保障机构和运作方式	222
2.3.13.2	行政办公设施及其配套系统的管理	222
2.3.13.3	员工的住宿与膳食服务	222
2.3.13.4	文体设施和文体活动	223
2.3.13.5	“5S”活动	223
<hr/>		
2.4	二核生产准备	223
2.4.1	组织准备	223
2.4.2	人员培训	224
2.4.3	程序编写与文件准备	226
2.4.3.1	程序编写	226
2.4.3.2	文件准备	226
2.4.4	移交与接产	227
2.4.5	运行准备	228
2.4.6	安全执照准备	229
2.4.7	保健物理准备	232
2.4.8	环保与应急四统一	232
2.4.9	质量管理准备	233
2.4.10	设备管理准备	233
2.4.11	维修管理准备	234
2.4.12	物资准备	235
2.4.13	生产准备预算管理	236
2.4.14	工程建设与生产准备里程碑	236
2.4.15	生产准备业绩指标	237

第三章 大事记

3.1	1号机组运行大事记	240
-----	-----------	-----

3.2	2号机组运行大事记	244
3.3	2000年生产管理大事记	250
3.4	重大技术问题	255
3.5	岭澳核电站生产准备大事记	259

第四章 统计指标

4.1	WANO性能指标	263
4.2	综合经济指标	264
4.3	安全性能指标	265
4.4	生产运行指标	267
4.5	三废排放与环境监测	269
4.6	维修、改进与质量保证	270
4.7	瞬变统计	271
4.8	人力资源与培训管理	272
4.9	物资管理与成本控制	273
4.10	换料大修主要指标	274
4.11	机组停堆解列统计表	275
4.12	机组降负荷运行统计表	275
4.13	电站运行事件汇总	276
4.14	工业安全和消防统计	280
4.14.1	2000年工业安全事故汇总	280
4.14.2	2000年工业安全未遂事件汇总	280
4.14.3	火灾未遂事件汇总	282

4.15	辐射防护事件汇总	283
4.16	广东大亚湾核电站 2000 年特许申请汇总	285
4.17	改造项目汇总	286

第五章 专题报告

•	群堆管理方案的实施与推进 (刘德强)	288
•	广东大亚湾核电站减少非计划停堆停机策略 (张善明)	294
•	PRA 在大亚湾核电站的开发与应用 (黄卫刚)	299
•	核电站的供应链管理 (黄建华、王永刚)	306
•	广东核电生产管理信息系统 COMIS 的开发与应用 (高歌)	316
•	核电站技术改造项目的管理及特点 (范立明)	322
•	岭澳核电站生产准备工作自我评估的建立和推进 (周卫红)	327
	附录一 基本系统名称	333
	附录二 组织机构和相关术语缩写	341
	附录三 计量单位中英对照	347
	附录四 厂房和构筑物——代号和名称	348
	附录五 设备名称代号	355
	《年鉴》各章节供稿人名单	362

CONTENT

Part I : Organization of the company and GNPS

1.1	Brief introduction of GNPJVC	1
1.2	Organization of GNPJVC	2
1.3	Organization of GNPS	2
1.3.1	Multi – reactor management principle	2
1.3.2	Multi – reactor management organization	3
1.3.3	Departments' duties and function	4
1.3.4	Operation lines' management	7
1.3.5	Plant committees	9

Part II : Synthetic report on operational activities

2.1	Operation and maintenance	11
2.1.1	Unit operation	11
2.1.1.1	Operation organization	11
2.1.1.2	Unit operation status	13
2.1.1.3	Relationship with grid	19
2.1.1.4	Unit performance indicators	22
2.1.1.5	Reactor physical tests	23
2.1.1.6	Plant chemistry	27
2.1.1.7	Electrical relay protection	30
2.1.1.8	High voltage equipment	32
2.1.1.9	Reliability of generation and supply systems	44
2.1.1.10	Operation and assessment of I & C equipment	48
2.1.1.11	Fuel cycle and management	51
2.1.2	Maintenance activities	57
2.1.2.1	Maintenance organization	57
2.1.2.2	Maintenance quality management	60
2.1.2.3	Maintenance risk management	61
2.1.2.4	Statistics of maintenance activities	61
2.1.2.5	Evaluation on preventive maintenance programme	65
2.1.3	Waste management and environment protection	66
2.1.3.1	Radioactive gaseous waste release	66
2.1.3.2	Radioactive liquid waste release	67
2.1.3.3	Low and median solid radwaste management	69
2.1.3.4	Management of industrial waste	75
2.1.3.5	Environment monitoring and evaluation	76

2.1.3.6	Environment protection	81
2.1.4	Material consumption	84
2.1.4.1	Water storage in the reservoir and demineralized water production	84
2.1.4.2	Consumption and assessment of chemicals	85
2.1.4.3	Payment of off-site power supply	86
2.1.5	Engineering and plant modification	87
2.1.5.1	Plant modification management	87
2.1.5.2	Project pending issues	87
2.1.5.3	NCR management	88
2.1.5.4	In-service inspection and metallurgical surveillance	91
2.1.5.5	Engineering file updating	93
2.1.5.6	New engineering modifications	93
2.1.6	Unit refuelling outage	95
2.1.6.1	Outage organization	95
2.1.6.2	Sixth refuelling outage of Unit 1	99
2.1.6.3	Sixth refuelling outage of Unit 2	107
2.1.6.4	Preparation for the seventh refuelling outage	115
2.1.6.5	Contractors and subcontractors	116
2.1.7	Plant buildings and annexes	118
2.1.7.1	New construction	118
2.1.7.2	Deficiency treatment	118
2.2	Plant safety	119
2.2.1	Nuclear safety	119
2.2.1.1	Licensing operational events	119
2.2.1.2	Integrity surveillance of three barriers	123
2.2.1.3	Inoperability of safety related equipment (Io) monitoring	125
2.2.1.4	Periodic tests	130
2.2.1.5	Transient counting	134
2.2.1.6	Nuclear safety culture indoctrination	135
2.2.1.7	Licensing application	136
2.2.1.8	IAEA activities	138
2.2.2	Industrial safety	139
2.2.2.1	Statistics of industrial safety	139
2.2.2.2	Management system	140
2.2.3	Fire protection	142
2.2.3.1	Statistics of fire protection related events	142
2.2.3.2	Management system	142

2.2.4	Radiation protection	144
2.2.4.1	General assessment	144
2.2.4.2	Training	146
2.2.4.3	Radiation protection during normal operations	147
2.2.4.4	Radiation protection related technical activities	148
2.2.4.5	Radiation protection during refuelling outage	149
2.2.4.6	Radiation protection instrument	150
2.2.4.7	Individual dosage monitoring	151
2.2.5	Occupational medical care	151
2.2.5.1	Basic elements of occupational health monitoring	151
2.2.5.2	Monitoring and assessment of occupational effect to health	152
2.2.5.3	Health surveillance of radiation workers	154
2.2.5.4	Occupational health-care	154
2.2.5.5	Occupational psychotherapy service	154
2.2.5.6	Occupational health-care education	154
2.2.5.7	Intervention under abnormal exposure	155
2.2.5.8	Medical emergency planning preparation	155
2.2.5.9	Individual health files management	155
2.2.5.10	Epidemic prevention	155
2.2.6	Emergency planning	156
2.2.6.1	Maintaining of emergency response capability	156
2.2.6.2	GNPS & LNPS integrated emergency plan and preparation	159
2.2.6.3	Experience feedback	161
2.2.7	Plant security and safeguard	162
2.2.7.1	Security mission	162
2.2.7.2	Achievement of security and safeguard	163
2.2.7.3	Safeguard of nuclear material	164
2.3	Plant management	164
2.3.1	Operation planning	164
2.3.1.1	Electricity production plan and its implementation	164
2.3.1.2	Budget management and cost control	168
2.3.2	Important management activities	170
2.3.2.1	Plant management seminars	170
2.3.2.2	Personnel appointments and removals	173
2.3.2.3	Techniques examination	173
2.3.3	Personnel management	174

2.3.3.1	Recruitment and staffing	174
2.3.3.2	Sorting by education and professional rank	175
2.3.3.3	sorting by age	176
2.3.4	Personnel training and authorization	177
2.3.4.1	Plant training organization and management	177
2.3.4.2	Training process fulfilment	180
2.3.4.3	Other activities	182
2.3.5	Plant committees	182
2.3.5.1	Plant nuclear safety committee (PNSC)	182
2.3.5.2	Plant training committee (PTC)	182
2.3.5.3	Plant environment and waste committee (PEWC)	183
2.3.5.4	Plant engineering committee (PEC)	185
2.3.5.5	Plant experience feedback committee (PEFC)	186
2.3.5.6	Plant industrial safety and radiation protection committee (PISRC)	187
2.3.5.7	Plant budget committee (PBC)	188
2.3.5.8	Ling Ao operations preparation committee (LOPC)	188
2.3.5.9	Plant information system committee (PISC)	189
2.3.5.10	Plant good suggestion review group (PSRG)	189
2.3.5.11	Plant technical surveillance steering group (PTSSG)	189
2.3.5.12	Plant energy saving committee (PESC)	190
2.3.6	Quality assurance	190
2.3.6.1	Quality assurance guideline modification	190
2.3.6.2	Implementation of QA programme	190
2.3.6.3	Audit and surveillance mechanism	191
2.3.6.4	Quality improvement	191
2.3.6.5	Indoctrination of quality awareness	192
2.3.6.6	Evaluation on effectiveness of QA programme	192
2.3.7	Experience feedback	193
2.3.7.1	Experiences and lessons learnt from internal events	193
2.3.7.2	Experiences and lessons learnt from external events	197
2.3.7.3	International activities on information exchange and twinning activities	200
2.3.8	Procurement management of spare parts and tools	201
2.3.8.1	Management of procurement	201

2.3.8.2	Analysis of utilization and storage status	203
2.3.9	Management of contracts and contractors	205
2.3.9.1	Main contracts introduction	205
2.3.9.2	Contract management	209
2.3.9.3	Contractors management	210
2.3.10	Plant measurement management	210
2.3.11	Utilization of management computers	212
2.3.11.1	Main indicators	212
2.3.11.2	Management improvement actions	217
2.3.12	Documentation and archives	219
2.3.12.1	General	219
2.3.12.2	Main achievement	221
2.3.12.3	Storage volume	221
2.3.13	Plant logistic support activities	222
2.3.13.1	Logistic organization	222
2.3.13.2	Management of office appliances, common -use facilities and equipment	222
2.3.13.3	Staffs living necessities	222
2.3.13.4	Recreation and sports	223
2.3.13.5	"5S" conduction	223
2.4	Phase II operations preparation	223
2.4.1	Organization	223
2.4.2	Staff training	224
2.4.3	Procedure writing and preparation	226
2.4.3.1	Procedure writing	226
2.4.3.2	Document preparation	226
2.4.4	Project transfer and take-over	227
2.4.5	Operation preparation	228
2.4.6	Safety and licensing preparation	229
2.4.7	Health physics preparation	232
2.4.8	Unified environment protection and emergency preparedness	232
2.4.9	Quality assurance preparation	233
2.4.10	Equipment management preparation	233
2.4.11	Maintenance preparation	234
2.4.12	Resource preparation	235
2.4.13	Budget management for LNPS operation preparation	236
2.4.14	Milestones of construction and operation preparation	236

2.4.15	Performance indicators	237
--------	------------------------	-----

Part III : Chronicles

3.1	Operation events of Unit 1	240
3.2	Operation events of Unit 2	244
3.3	Major management issues	250
3.4	Major technical issues	255
3.5	Phase II operations preparation events	259

Part IV : Statistics and indicators

4.1	WANO performance indicators	263
4.2	Economic indicators	264
4.3	Safety indicators	265
4.4	Operations indicators	267
4.5	Waste release control and environment monitoring	269
4.6	Maintenance, modification and quality assurance	270
4.7	Transient accounting	271
4.8	Human resources and training	272
4.9	Material and cost control	273
4.10	Outage indicators	274
4.11	List of reactor scrams and grid separations	275
4.12	List of load reductions	275
4.13	List of licensing operational events	276
4.14	Industrial safety and fire protection statistics	280
4.14.1	List of industrial accidents	280
4.14.2	List of industrial nearmisses	280
4.14.3	List of fire nearmisses	282
4.15	List of radiation protection events	283
4.16	List of waiver requests	285
4.17	List of plant modifications	286

Part V : Invited specific reports

• Implementations and promotion for multi-reactors management by Liu Deqiang	288
• Strategies for scram reduction in GNPS by Zhang Shanming	294
• Development and application of PRA technique in GNPS by Huang Weigang	299
• NPP supply chain management by Huang Jianhua and Wang Yonggang	306

• COMIS development and application by Gao Ge	316
• NPP engineering modification management by Fan Liming	322
• Self assessment for LNPS operation preparation by Zhou Weihong	327
Appendix 1 Elementary system codification	333
Appendix 2 Acronym	341
Appendix 3 Measurement units	347
Appendix 4 List of buildings and structures	348
Appendix 5 Functional identification of equipment	355
List of drafters of sections in "Yearbook"	362

第一章 公司与电站组织机构

1.1 公司简介

广东核电合营有限公司成立于1985年1月26日,由广东核电投资有限公司与香港核电投资有限公司共同投资组成,负责广东大亚湾核电站的建设和营运。广东大亚湾核电站是我国大陆引进国外资金、先进设备和技术建设的第一座大型商用核电站,拥有两台单机容量为984 MW的压水堆核电机组,年发电能力为130亿kW·h左右。电站总投资40.72亿美元,除4亿美元资本金外,其余均通过中国银行从国外筹措。按照分售电协议,所发电量分送广东和香港地区。广东大亚湾核电站主体工程于1987年8月7日正式开工,1994年2月1日和5月6日两台机组分别投入商业运行,1996年12月17日正式通过国家验收。1997年7月1日,广东大亚湾核电站比合营合同规定提前两年由中方人员替代外籍人员接任电站厂长。

投产六年多来,在各有关方面的支持和配合下,广东大亚湾核电站保持安全稳定运行,取得了良好的经济效益和社会效益,为广东和香港地区的经济发展和繁荣作出了积极的贡献。2000年,广东大亚湾核电站两台机组继续保持安全运行,圆满完成年度发电任务,年度累计上网电量达140.63亿kW·h。至2000年12月,电站商业运行累计上网电量达840亿kW·h,创汇33亿美元,上交所得税7.4亿元,基建贷款还本付息比例已达69.4%。

1994年,广东大亚湾核电站在由美国权威性的《国际电力》杂志组织的年度世界各国发电站评选中,广东大亚湾核电站荣获了1994年度电站大奖,是获奖的五座发电站中唯一的核电站。1999年和2000年,广东大亚湾核电站连续两年荣获“EDF(法国电力公司)核安全挑战赛第一名”的荣誉。多年来,广东核电合营有限公司在信贷资信等级上一直保持在“AAA”级。公司在电站投入商业运行后连续多年获得“全国外商投资双优企业”,数次获得全国外商投资“十大高出口创汇企业”、“十大高营业额企业”和“十大人均高利税企业”殊荣。2000年度公司又获得“全国外商投资双优企业”、“全国外商投资十大高营业额企业第十名”、“全国外商投资十大人均高利税企业第二名”、“全国外商投资十大高出口创汇企业第五名”的荣誉。公司还荣获“全国环保先进企业”和“广东省环境教育基地”称号,并于1999年4月顺利通过ISO 14001环境管理体系认证。

1.2 公司组织机构

广东核电合营有限公司实行现代企业管理制度。公司的最高权力机构为董事会，董事会由 12 名中方董事和 5 名港方董事组成。

董事会组成：

董 事 长 管云龙（中方）

第一副董事长 包立贤（Andrew Brandler）（港方）

第二副董事长 吴希荣（中方）

中 方 董 事 管云龙 吴希荣 李忠良 刘锡才 沈文权 钱福源 周展麟 李妙娟
周小谦 张毓麟 徐申琯 戴庆宇

港 方 董 事 包立贤 白礼善（Michael Price） 毛嘉达（M. E. Mocatta） 李锐波
李道悟

董事会任命林贵清（中方）为总经理、刘达民（港方）为常务副总经理、戴庆宇（中方）为行政副总经理、贺禹（中方）为生产副总经理，组成总经理部。

为适应整个广东核电事业发展的需要，公司于 2000 年全面启动了群堆管理的各项工作，并实现了平稳过渡。通过群堆管理，组织机构和资源配置得到进一步优化，指挥体系更加清晰，各部门职能定位更加明确，运作效率得到了进一步提高。群堆管理的实施，更有助于核电大团队精神的培养和加强，有助于核安全水平的进一步提高，对核电成本文化建设与核心竞争力的提高起到了重要的促进作用。

1.3 电站组织机构

为进一步提高核电机组安全运行水平，优化资源利用，促进管理更加规范化、科学化，为广东核电的后续发展奠定坚实基础，广东核电集团公司决定对大亚湾核电站和岭澳核电站实施群堆管理，自 2000 年 7 月 1 日起正式运作。

1.3.1 群堆管理基本原则

广东核电合营有限公司总经理部和岭澳核电有限公司总经理部组成总经理联席会议，负责领导群堆管理工作。群堆管理的重大事项，由总经理联席会议作出决定。总经理联席会议成员由两公司总经理部成员组成，会议由两公司总经理轮流主持，定期召开。

由两公司推荐一名生产总经理负责群堆管理。经两公司董事会批准，生产总经理行使管理大亚湾核电站和岭澳核电站四台机组生产管理的授权。由大亚湾核电站生产部、维修部、技术部、质保部和岭澳核电站生产部组成的生产线群堆管理组织机构由生产总经理统一指挥。

大亚湾核电站安全运行的核安全直接领导责任和岭澳核电站在生产准备阶段和商业运行后的核安全直接领导责任由生产总经理负责。

大亚湾核电站的最终核安全全面责任和广东核电合营有限公司的经营责任由广东核电合营有限公司负责。

岭澳核电站的最终核安全全面责任和岭澳核电有限公司的经营责任由岭澳核电有限公司

负责。

生产总经理通过核安全授权：

将大亚湾核电站安全运行管理责任和核安全直接责任授予大亚湾核电站经理

将岭澳核电站生产准备和投产后安全运行管理责任和核安全直接责任授予岭澳核电站经理。

将两个核电站四台机组的日常维修和大修的管理责任及所涉及的核安全责任授予维修部经理。

将两个核电站四台机组的技术支持、物资管理和设备管理责任及所涉及的核安全责任授予技术部经理。

设生产协调经理岗位，负责生产线各部的协调工作。

按两公司董事会批准的预算计划和人员编制计划，群堆管理的各级经理按各自的授权范围及相应的管理线进行管理。

实行群堆管理后，岭澳核电站的生产准备和商业运行后的生产管理审计工作由一核审计部或由两公司统一的审计部负责。

现在执行的一、二核相互支持协议，由一、二核总经理部组成专门小组进行修改，加入群堆管理成本分摊的内容。修改升版后的一、二核相互支持协议经总经理联席会议批准后实行。

1.3.2 群堆管理组织机构

生产线各部以及处、科按职能划分设置，以有利于贯彻专业化为原则，满足不同任务的需要并最终实现整个生产活动的一体化。生产线由大亚湾核电站生产部、岭澳核电站生产部、维修部、技术部组成，质保部作为监督部门也纳入群堆管理系统。

大亚湾核电站生产部由运行处、发电规划处、核安全与环保处、保健物理处、综合管理处组成。

岭澳核电站生产部由运行处、信息计划管理处、核安全与环保处、保健物理处、工程联络办公室组成。

维修部由综合计划处、大修处、静止机械处、转动机械处、电气处、仪表控制处、现场服务处、一核维修队、二核维修队以及规程编写组组成。

技术部由技术支持处、工程处、设备管理处、合同供应处、培训中心、文档资料处和总工办组成。

质保部由维修质量科、生产质量科、大纲管理科、供应商评审科组成。

群堆管理及生产各部组织机构图见图 1.3.2-1 和图 1.3.2-2。

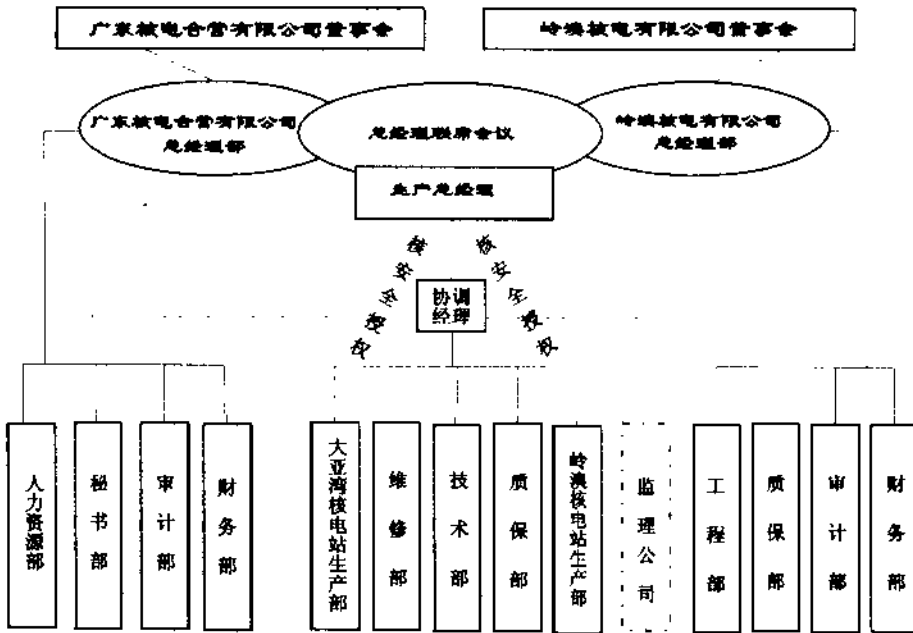


图 1.3.2-1 群堆管理组织机构图

1.3.3 生产各部职责与功能

1. 生产各部职责

大亚湾核电站生产部承担大亚湾核电站两台机组的核安全和运行管理责任以及所赋予的公共功能；岭澳核电站生产部承担岭澳核电站生产准备和接产的全面管理以及岭澳核电站两台机组的核安全和运行管理责任；维修部承担两个电站设备的日常维修、大修和岭澳核电站与维修有关的生产准备、接产责任；技术部承担两个电站的技术支持、设备管理、培训、合同与物资管理以及文件档案管理责任；质保部承担两个电站安全运行质量保证和二核生产准备各质量保证责任。

2. 生产各部功能

(1) 大亚湾核电站生产部 (OPS)

- 大亚湾核电站两台机组的运行和安全管理；
- 大亚湾核电站放射性废液和废气处理系统的运行管理；
- 大亚湾核电站工业安全和辐射防护管理；
- 大亚湾核电站的经验反馈体系；
- 大亚湾核电站与国家有关部门、国际机构的工作接口。

公共功能有：

- 大亚湾核电工地的环境保护与三废综合管理；
- 大亚湾核电工地的应急计划与准备；
- 生产线职业医疗与健康的管理；
- 生产线人事、秘书、后勤与保卫管理；
- 四台机组与电网调度之间的联系与协调；

- 生产线生产预算控制；
- 生产线管理信息系统。

(2) 岭澳核电站生产部 (LPS)

- 岭澳核电站生产准备与接产的全面管理；
- 生产与工程之间协调，与工程部接口；
- 岭澳核电站两台机组的运行与安全管理；
- 岭澳核电站放射性废液和废气处理系统的运行管理；
- 岭澳核电站工业安全、辐射防护管理与厂内应急准备；
- 岭澳核电站生产预算控制；
- 岭澳核电站与国家有关部门、国际机构的工作接口。

(3) 维修部 (MTD)

- 电站日常生产与大修计划，包括维修、定期试验和其他生产活动；
- 大修的组织与管理；
- 设备的日常维修和换料大修的准备和实施；
- 维修规程的编写、修改和批准；
- 电气、仪表控制设备的定期试验；
- 设备的维修巡视和缺陷的初步分析及处理；
- 现场服务；
- 维修成本控制；
- 维修人员培训的策划；
- 与维修相关的二核生产准备、接产和接产后的维修工作。

(4) 技术部 (TND)

- 设备管理，对电站系统及设备的健康状态进行跟踪和监督，对缺陷和故障进行根本原因分析，确定纠正措施；
- 维修大纲的编写、优化和批准，以及对现场生产、维修活动提供必要的工程技术支持；
- 确定和实施中长期工程改进项目；
- 电站系统和设备的性能实验、在役检查、技术管理以及技术监督；
- 燃料管理、物理实验及反应堆安全分析；
- 专用工具研究和开发；
- 电站构筑物的管理和维修；
- 人员的培训和授权管理、培训组织实施；
- 合同、采购及物资管理；
- 技术文件和档案的管理。

(5) 质保部 (QAD)

- 制定质量管理方案；
- 制定、修改运行质保大纲；
- 质保监查和监督；
- 推动各部门的自我评估，评价质保大纲执行有效性；
- 参加供应商的资格评审；

——提供质保支持和服务。

1.3.4 生产线管理层职责

生产协调经理

向生产总经理报告工作。负责与安全生产和工程接产相关的资源优化与调配，协调各部以支持两个电站经理履行核安全直接责任，同时加强部门之间相互沟通和相互支持，理顺生产线五个部的内外接口关系，主持生产线经理办公周会和资源控制委员会，审批生产线接口导则，作为电厂核安全委员会成员，参与核安全问题的集体决策。

大亚湾核电站生产部

生产部经理 向生产总经理和生产协调经理报告工作。承担大亚湾核电站的核安全责任 and 安全生产责任。确保电站在安全、可靠和有效的方式下运行并符合所有可适用的法规、导则、执照许可、技术要求和公司的政策，以及接受有关政府当局的监督。他还负责生产线行政后勤服务协调，负责两个电站的保卫。他由生产部副经理、生产部经理助理和生产部经理顾问协助工作。

生产部副经理 向生产部经理报告工作。经生产部经理授权，可代为履行生产部经理职责。作为电站安全生产直接负责人，他负责指挥与安全生产相关的所有事项，为电站与电网之间的协调人和电站大修协调人。他由运行处和发电规划处协助工作。

生产部安全经理助理 向生产部经理报告工作。负责电站的核安全、工业安全及辐射防护监督工作和环保与应急四统一工作，担任工业安全委员会、经验反馈委员会和环保三废委员会主席。他由核安全与环保处和保健物理处协助工作。

生产部经理助理 向生产部经理报告工作。作为电站党委书记，他负责生产线党务管理和员工的思想工作，生产线干部管理和人事协调。他还负责生产部的培训与行政工作。他由各处协助工作。

生产部经理顾问 向生产部经理报告工作。他协助生产部经理工作，向生产部经理提供支持与建议。

岭澳核电站生产部

生产部经理 向生产总经理和生产协调经理报告工作。全面负责岭澳核电站的移交接产工作，接产后，承担电站的核安全责任 and 安全生产责任。他应确保电站在安全、可靠和有效的方式下运行并符合所有可适用的法规、导则、执照许可、技术要求和公司的政策，以及接受政府有关部门的监督。他还负责生产部信息计划工作。他由生产部副经理和生产部经理助理协助工作。

生产部副经理 向生产部经理报告工作。经生产部经理授权，可代为履行生产部经理职责。作为电站移交接产和接产后安全生产直接负责人，他负责指挥接产及安全生产相关的所有事项，为电站大修协调人。他由运行处和工程联络办公室协助工作。

生产部安全经理助理 向生产部经理报告工作。负责电站的核安全、工业安全和辐射防护监督工作，他由核安全与环保处和保健物理处协助工作。

生产部行政经理助理 向生产部经理报告工作。他负责生产部的党务和员工的思想工作，培训与行政工作。他由各处协助工作。

维修部

维修部经理 向生产总经理和生产协调经理报告工作。他全面负责两个电站四台机组的

日常维修和大修的管理工作，通过设备的维修和定期试验，使电站的安全水平保持在其设计要求的状态，并通过优化维修，提高设备的可靠性，提高电站的核安全水平。他由维修部副经理、维修部经理助理和总工程师协助工作。

维修部副经理 向维修部经理报告工作。经维修部经理授权，可代理维修部经理职责。维修部设两名副经理。一名负责维修和技术部所有与岭澳核电站接产工作的协调和岭澳核电站的日常维修工作，负责岭澳核电站维修大纲及维修程序的编写工作。另一名负责大亚湾核电站的日常维修和四台机组大修的组织工作。维修部副经理由各相关职能处协助工作。

维修部经理助理 向维修部经理报告工作。负责维修部党务和员工的思想工作，培训与行政工作。他由各处协助工作。

维修部总工程师 向维修部经理报告工作。他协助维修部经理工作，并就两个电站四台机组的日常维修和大修工作，向维修部经理提供支持与建议。

技术部

技术部经理 向生产总经理和生产协调经理报告工作。全面履行生产线各部的技术支持、人员培训、物资管理和设备管理及所涉及的核安全责任，充分利用经验反馈、工程分析、技术研究、技术改造等手段，维持和不断完善两个电站的安全水平。他由技术部副经理、技术部经理助理和总工程师协助工作。

技术部副经理 向技术部经理报告工作，直接负责两个电站的设备管理、技术支持和工程改造。他由设备管理处、工程处、技术支持处协助工作。

技术部经理助理 向技术部经理报告工作，直接负责生产线人员培训和档案资料的管理，负责技术部的党务和员工思想工作，培训和行政工作。他由培训中心和档案资料处协助工作。

技术部总工程师 向技术部经理报告工作。他协助技术部经理工作，并就两个电站四台机组的设备管理、技术支持和工程改造向技术部经理提供支持与建议。

质保部

质保部经理 向生产总经理和生产协调经理报告工作。负责两个电站安全运行及维修、技术支持及技术改造活动的质量保证。负责岭澳核电站生产准备期间以及运行期间的质量保证。他由生产质量科、维修质量科、大纲管理科和供应商评审科科长协助工作。

处、科级

生产线各部的处级机构通常按不同的管理或技术专业设置，处级管理层应通过有效地管理充分发挥其职能作用。在各自工作范围内，行使处长在日常管理、人力、财力、物资以及组织机构等方面获得的权力，并承担相应的责任。处长应对本处的工作效率、预算、工业安全、辐射防护、核安全以及质量等方面，向各自的管理经理层负责。

各部处内的科级管理层，是指值长或科长以及负责管理或作为专家（系统工程师和安全技术顾问等）的主任工程师。专家类的工程师的通用管理职能很小，并不构成实际的管理层。之所以把他们也列入科级，只是说明为了保证组织的功能，他们与科级的关系非常紧密。值长或科长的责任和任务由处长在处内确定。

运行值或科级管理层是生产线最基层的管理层。但在人数较多的值或科，根据不同专业，设有班、组一级管理单位，由班、组长负责。班、组长既要履行所在班组的管理职能，同时也作为工作层承担具体工作。班、组长的责任和任务，由科长在科内确定。

1.3.5 电站委员会

根据 1998 年 10 月出版的电站执行程序 IP/ORG/010《领导班子及委员会的职能》第三版，确定了电站各委员会及其相应工作范围和运作原则：

1. 电站核安全委员会 (PNSC)

所有涉及核安全和质量的问题（如与生产有关的政策、核安全文化、安全等级的评审、重大事件等）均由 PNSC 审查。该委员会由生产部经理主持，维修部经理担任副主持人，成员包括各副经理、经理助理、经理顾问、总工程师、副总工程师和生产技术功能块各处的处长。与该委员会会议议题有关的处长或专家将参加相应的会议。核安全与环保处副处长担任该委员会的秘书。只有当主持人或副主持人不少于 1 人，而且正式成员不少于 5 人时，该委员会所作出的决定方为有效。

2. 电站工业安全与辐射防护委员会 (PISRC)

该委员会负责制订并执行电站工业安全与辐射防护计划，并协调各处在这两个方面的有关工作。其主持人为经理或副经理，生产部副经理和维修部副经理或经理助理负责主持。成员包括各处处长或其代表。委员会的秘书由 OPH 副处长或科长担任。

3. 电站人力资源委员会 (PHRC)

该委员会负责定期讨论电站人力资源管理方面的重大问题并制订有关政策，包括员工业绩考核和岗位调整，对电站中长期人力资源的需求与发展进行预测，全面评估可担任关键岗位的员工素质及提出培训与改进要求等。其主持人为电站经理，成员包括维修部经理、技术部经理、电站副经理和负责电站人力资源管理的经理助理。

4. 电站培训委员会 (PTC)

该委员会负责制定电站培训方面的政策（与运行有关的课程除外），包括培训目标、新培训课程、并审查 ATR（授权培训要求）等。该委员会由电站经理委托主管培训工作的副经理或经理助理主持，其成员包括生产系统各部各处主管培训的处级管理人员，委员会的秘书由培训处处长担任。该委员会将设立不同的工作小组，由培训内容大致相似的处派代表组成。该委员会向生产系统经理部办公会议汇报有关情况。

5. 电站三废委员会 (PWC)

该委员会负责制定政策，以减少三废的产生和排放，并协调三废管理与排放工作。其主持人为主管生产的副经理（由运行处处长协助），成员包括生产系统各部相关处的处长，运行处负责三废管理的工程师为该委员会的秘书。该委员会向电站核安全委员会报告。

6. 电站经验反馈委员会 (PEFC)

该委员会的工作范围是促进、协调和跟踪各处的厂内外经验反馈方面的工作，主要议题涉及人为因素和电站技术设计委员会处理的设备改进工作。其主持人为主管安全监督的副经理，并由核安全与环保处处长协助，成员包括生产系统各部相关处的处长。核安全与环保处安全分析科科长担任该委员会秘书。该委员会向电站核安全委员会报告。

7. 电站技术设计委员会 (PEC)

该委员会负责跟踪电站的特殊问题和中长期技术问题的处理，利用内外经验反馈进行设备改造和技术改进，并且负责预防性维修中工程设计方面的工作。另外，该委员会必须就电站设计改进项目在技术、安全、进度、成本等各方面的影响进行审查之后作出决策。其主持人为技术部经理，并由工程处处长协助，成员为生产系统各部相关处的处长。工程处工程改

进科科长担任秘书工作。该委员会向生产系统经理部办公会议报告，在核安全问题方面向电站核安全委员会报告。

8. 电站预算委员会 (PBC)

该委员会负责电站有关技术经济和预算方面的管理，其主持人为电站经理或由电站经理委托的副经理或经理助理，成员包括电站副经理、经理助理和发电规划处处长。委员会秘书由发电规划处预算科科长担任。

9. 电站信息系统委员会 (PISC)

该委员会负责协调和准备有关数据处理和办公室自动化方面的工作，同时全面开发电站信息系统。其主持人为总工程师，成员包括有关处的处长，发电规划处管理信息科科长担任委员会的秘书。该委员会向生产系统经理部办公会议报告。

10. 二核生产准备委员会 (LOPC)

该委员会负责与二核联络，并处理有关二核生产准备工作中的问题（人力资源准备、经验反馈和文件移交等）。其主持人为二核生产部经理/副经理，成员包括电站各处负责二核生产准备工作的处长/副处长，二核生产部指定处长担任该委员会的秘书。该委员会向生产系统经理部办公会议报告。

第二章 生产运行

2.1 电站运行和维修

2.1.1 电站运行

2.1.1.1 电站运行组织

1. 组织机构及其功能

大亚湾核电站生产部（生产一部）运行处负责大亚湾核电站生产设备的安全运行管理，根据生产质量管理手册、运行技术规范的要求，确保两台机组安全、高质量、高效率地运行发电。同时在安全生产的基础上，确保对岭澳核电站人员的培训、分流，向岭澳核电站提供有足够授权及实践经验的运行人员。其组织机构如图 2.1.1.1-1。

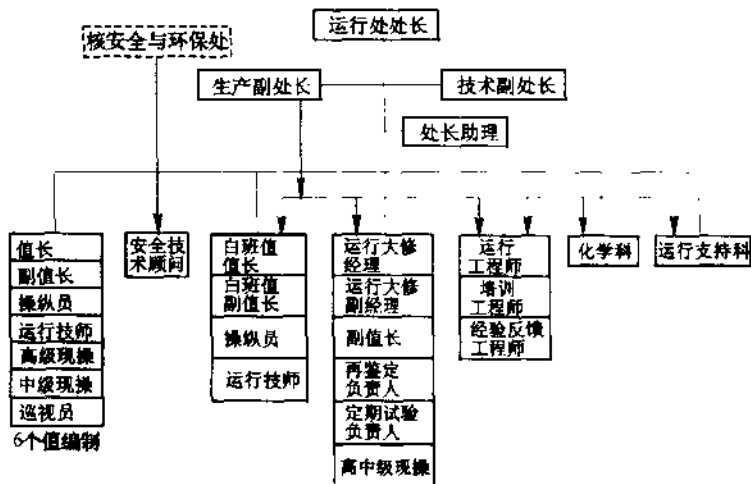


图 2.1.1.1-1 运行处组织机构

(1) 运行处由处长、副处长、处长助理和运行值长组成处级领导班子，负责运行处的管理工作。保证在组织建设、人员培训及授权评审、机组安全运行、机组运行大修管理、化学监督、运行技术问题管理及运行文件管理等方面符合电站运行总则和质量保证方面的要求。

(2) 运行处共有 6 个运行值参与倒班运行, 每值由 1 名值长、2 名副值长、4 名主控制室操纵员、4 名高级现场操作员、4 名中级现场操作员组成最小运行值。运行值长负责分析评价机组核安全状态, 并实时控制、协调机组日常生产活动。各岗位人员严格遵守运行技术规范及安全管理的有关规定, 执行有效的运行程序和文件, 对电站设备及系统进行操作、试验、运行监视及事故处理, 保障两台机组的安全高效发电。此外, 核安全与环保处的 1 名安全技术顾问, 作为核安全的独立监督, 参与运行值一起倒班。

(3) 白班值由 1 名值长、1 名副值长、1 名主控制室操纵员、2 名高级现场操作员组成。负责日常生产运行活动的计划安排和文件准备, 并在设备检修隔离、重大运行操作、重大定期试验方面为运行值提供技术支持, 对重要的运行异常和设备缺陷进行分析及跟踪。

(4) 大修组由 1 名运行大修经理、1 名运行大修经理助理、2 名隔离经理, 1 名再鉴定负责人、1 名定期试验负责人和 4 名中高级现场操作员组成。负责大修开始前的文件准备及计划安排、大修期间的运行活动协调及跟踪、大修结束后的经验反馈总结及文件修改。大修组在大修期间受运行处和大修指挥部的双重领导。

(5) 化学科负责提供电站生产所需的除盐水, 对电站反应堆系统进行放射化学监督和电站运行的各种化学参数的分析及监督。

(6) 运行支持科负责运行文件、运行规程的管理, 保证各类运行文件的有效性。向运行值提供运行操作文件, 收集各类运行记录并整理归档。运行支持科同时还负责运行处行政后勤事务的管理。

(7) 运行工程师组负责运行处人员的培训及考核, 运行事件、内部事件的调查和跟踪, 运行技术问题的研究和跟踪, 运行文件、规程的修改及再版。

2. 运行管理

2000 年大亚湾核电站继续在法国 EDF 核安全挑战赛中保持领先地位, 并取得了良好的运行业绩, 这些业绩的取得是与成功的运行管理工作密不可分的。

(1) 开展自我评估, 提高核安全管理水平

1) 建立自我评估体系

自我评估是目前国际上流行的改进核电站管理的有效办法, 运行处在 2000 年将开展自我评估活动列入年度管理计划中, 并建立了一套运行处自我评估体系, 包括组织机构、评估范围、自查的方法和步骤、工作计划、自我评估标准和评估项目等。

2) 自我评估的效果

通过对各岗位安全活动和工作过程及与此直接相关的个人的检查与评估, 找出各岗位潜在的薄弱环节, 制定和落实纠正行动, 使员工更好地了解公司的安全期望、业绩目标、WANO 业绩指标和工作标准。在全体工作人员中建立起同一水平的工作要求, 确保运行处在安全和生产业绩上持续改进, 大大提高了运行处核安全的管理水平。

(2) 完善白班值的功能, 加强运行活动的计划性

1) 加强白班值组织机构, 完善人员的配置

白班值配备有高级反应堆操纵员三名, 其中至少有一人具有值长的授权, 其他两人具有隔离经理授权, 同时还配备一名高级现场操作员, 充分保证了白班值工作的人力需求。

2) 明确白班值的工作内容

白班值是电站生产管理过程中的一个重要的准备、控制环节, 它主要负责运行处生产计划的制订与跟踪、风险分析与控制、运行支持与文件准备、遗留项跟踪和日常内外协调五大

基本任务。为了提高值班值的工作质量,保证其正常的工作秩序,值班值不再承担其他事务性或临时性的工作。由于值班值在工作计划、过程风险等方面的控制,使运行处的工作质量有了显著的提高,大大降低了运行操作中的人因失误。

(3) 建立运行值业绩考核体系,规范岗位管理

1) 改进运行值工作质量控制考核体系

为宣传运行处的管理导向,提高运行处的工作质量和运行队伍的整体水平,促进经验反馈,运行处建立了运行值工作业绩考核体系。考核办法的制定充分考虑了考核的可操作性、公平性和透明度等各方面因素,反对形式主义和投机主义,坚决打击弄虚作假。考核内容分为业绩加分部分和失误扣分部分,对每一项加、扣分的指标根据权重进行量化,在体现核安全重要性的同时,突出以业绩为中心的管理思路。考核内容每月统计一次,并予以公布,年中和年底进行总结,找出典型事例,分析根本原因,并在全处内进行经验反馈。

各值为了在月度考核中取得优胜,不仅对操作质量进行了严格控制,而且对巡视质量、运行记录、工作申请以及经验反馈和培训等各项工作都给予了高度重视。在良好的竞赛气氛中,运行处的各项工作任务得以顺利完成,工作质量也大幅度提高。

2) 大力推行运行岗位规范化

2000年运行处对各岗位的规范重新进行了审查,并在全处内征求修改意见,对岗位规范进行完善和升版,把反对和克服不良工作习惯作为一项长期不懈的工作来抓,在强调“明星自检制”的同时,大力提倡监护制和唱票制,减少人因失误。

(4) 运行大修模拟演练

随着大亚湾核电站在大修工期上的要求越来越高,根据历年大修的经验,运行处制定了一项新的管理措施,即集体模拟大修。首先由运行处大修组详细地把大修中的关键路径分解到各值,各值按照计划有针对性地进行模拟大修,分析整理相关运行文件,在现场进行操作预演,对关键路径上的重大操作逐项在模拟机上进行演练,使得每一个参与大修的人员明白各项操作的步骤、机组状态、操作地点、注意事项、接口单位等。模拟演练在第七次大修中取得了显著的效果,保证了运行人员在实际操作时的高质量和一次成功率。

(5) 运行培训

全员培训始终是运行处的一项重点工作。2000年运行处完成了副值长以上人员的管理培训、高级反应堆操纵员以上人员的安全分析培训、操纵员事故规程培训及其他在岗培训和专项培训,编写了操纵员模拟机复训管理导则,汽轮机保护培训教材、电气保护培训教材等。同时继续承担了二核生产准备所需的主控制室反应堆操纵员和现场操作员的培训任务,为满足二核的运行人员需求提供了保障,全年共向二核分流运行人员50余人。

(6) 加强团队建设,建立运行文化

2000年运行处以“建优秀团队,创一流业绩”为主题,紧密结合运行现场的实际情况、安全生产任务的要求和运行处的管理改进计划,开展了一系列的团队建设活动,在活动中找差距、求改进、出措施,培养和树立运行人员的价值观。通过集中运行处内各成员的知识、技能和经验并加以优化,建设出一支相互关心、团结协作、具有较高战斗力、创出优秀业绩的运行团队。

2.1.1.2 机组运行状态

2000年广东大亚湾核电站1号机组运行状态见图2.1.1.2-1至2.1.1.2-6。

2000年广东大亚湾核电站2号机组运行状态见图2.1.1.2-7至2.1.1.2-12。

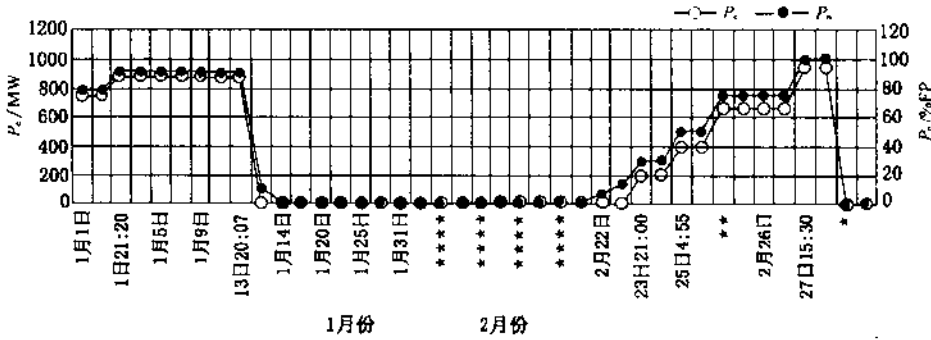


图 2.1.1.2-1 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

说明:

- (1) 1月1日 16:40 机组按计划从 760 MW (78%FP) 升功率至 900 MW (92%FP), 维持稳定功率运行。
- (2) 1月13日 20:07 开始降负荷, 14日 2:41 与电网解列, 进入 1 号机组第六次大修。
- (3) 2月21日 20:00 反应堆达临界。
- (4) 2月23日 升功率至 12%FP 平台, 18:25 一次并网成功, 大修顺利结束, 工期 41 天, 21:00 功率升至 30%FP (190 MW) 平台。
- (5) 2月25日 4:55 开始升功率至 50%FP 平台, 21:23 达 75%FP (650 MW) 平台。
- (6) 2月27日 3:30 完成 75% 平台工作后开始升功率, 15:30 达满功率 100%FP (969 MW)。
- (7) 2月28日 17:46 因主变压器 C 相高压侧中性点过热熔断, 反应堆自动停堆, 机组自动解列, 降温降压退至 RRA 预热状态。

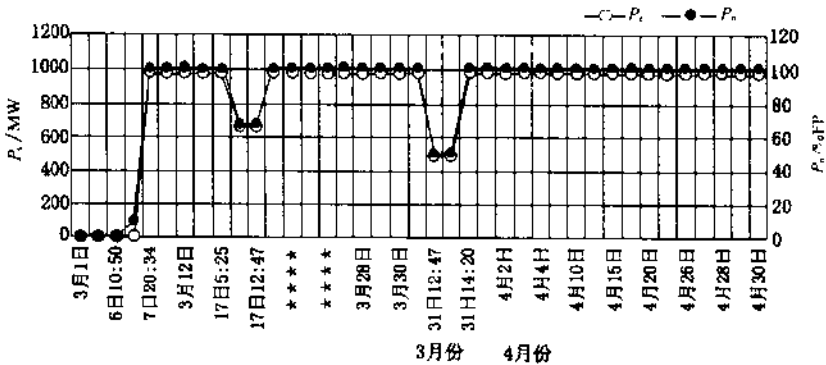


图 2.1.1.2-2 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

- (8) 3月5日 主变压器抢修工作结束。
- (9) 3月6日 10:50 反应堆临界, 17:45 并网。
- (10) 3月7日 20:34 满功率。
- (11) 3月17日 5:25, GSY001ZV 的 A 相保险接头烧毁, 001/002ZV 同时失去电源, 8:05 机组被迫降功率至 660 MW, 12:47 重新升功率, 15:45 升至满功率。
- (12) 3月27日 更换 GFR163FI, 29日更换 GFR161/158FI, 31日更换 159FI, 机组分别降功率 30 MW
- (13) 3月31日 12:49 机组从满负荷降至 500 MW, 执行 PTIRGL04。试验结束后, 13:07 机组回升满功率。
- (14) 4月1日 更换 GFR160/163/112FI, 期间降功率 30 MW。处理 ACO109VL 反馈杆松动, 隔离期间降功率 10 MW。
- (15) 4月3日 更换 GFR162FI, 期间降功率 30 MW。
- (16) 4月4日 RPN 的 G.K. 参数 (RPN 功率量程通道增益参数) 调整后, 电功率从 974 MW 升至 983 MW
- (17) 4月26日 降负荷至 950 MW, 更换 GFR161FI。
- (18) 4月27日 降负荷至 950 MW, 更换 GFR158/163FI。
- (19) 4月28日 降负荷至 900 MW, 更换 GFR154FI。

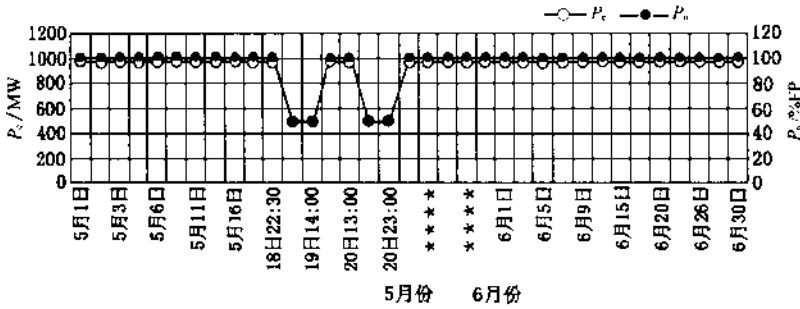


图 2.1.1.2-3 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

- (20) 5月3日 降功率至 950 MW, 更换 GFR212FI。
- (21) 5月6日 降功率至 950 MW, 更换 GFR163FI。
- (22) 5月16日 G.K. 参数调整后, 电功率由 974 MW 升至 980 MW。
- (23) 5月18日 22:30 开始降负荷, 23:54 降至 500 MW 平台, 查找 CEX 冷凝器 B1 的漏点, 19日 14:00, 冷凝器 B1 堵漏结束, 开始升功率, 19:00 达满功率。
- (24) 5月20日 13:00 开始降功率, 14:30 降至 500 MW, 再次对 CEX 冷凝器 B1 堵漏 (19日堵漏有误), 23:00 开始升功率, 21日 0:15 达到 984 MW。
- (25) 6月9日 调整 RPN/LSS 参数后, 电功率升至 982 MW。
- (26) 6月26日 更换 GFR163FI, 期间曾降负荷 30 MW。

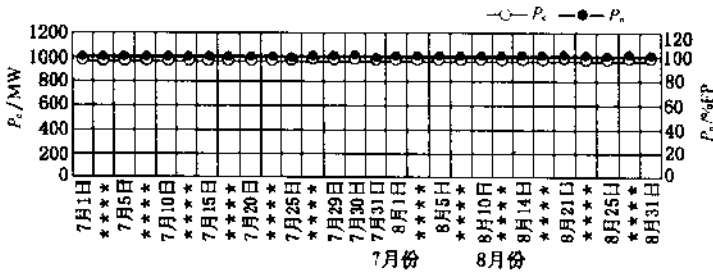


图 2.1.1.2-4 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

- (27) 7月29日 更换 GFR158/159FI, 降功率至 955 MW。
- (28) 7月31日 更换 GFR162/163FI, 降功率至 950 MW。
- (29) 8月14日 G.K. 参数调整后, 电功率由 978 MW 升为 984 MW。
- (30) 8月21日 降功率至 947 MW, 更换 GFR163FI。

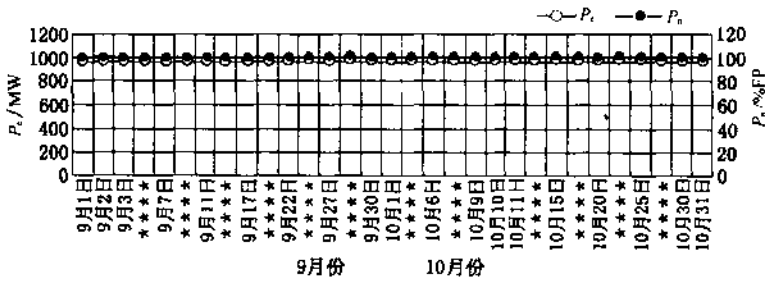


图 2.1.1.2-5 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

- (31) 9月3日 更换 GFR161FI, 期间降功率 30 MW, 历时半小时。
- (32) 9月11日 更换 GFR156FI, 降功率至 900 MW, 历时 3 小时 (12:00 ~ 15:00)。
- (33) 9月17日 更换 GFR163FI, 期间降功率 30 MW (22:30 ~ 22:50)。
- (34) 9月27日 更换 GFR158FI, 期间降功率 30 MW。
- (35) 10月6日 降功率 30 MW, 更换 GFR163FI。
- (36) 10月9日 降功率 22 MW, 更换 GFR159FI。
- (37) 10月11日 降功率至 900 MW, 更换 GFR155/165FI。
- (38) 10月30日 降功率 30 MW, 更换 GFR162FI。

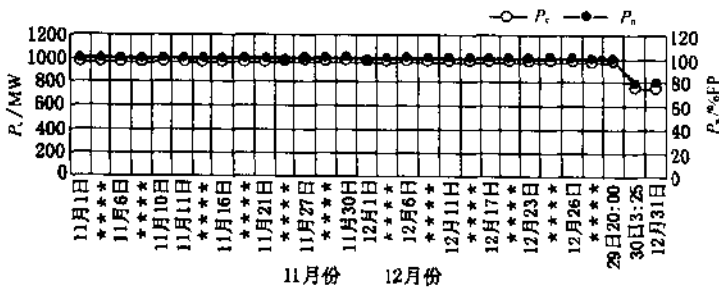


图 2.1.1.2-6 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

- (39) 11月6日 RPN 调整 G.K. 参数后, 升功率至 984 MW。
- (40) 11月10日 降负荷至 950 MW, 更换 GFR161FI。
- (41) 11月11日 降负荷至 950 MW, 更换 GFR163FI。
- (42) 11月21日 降负荷至 956 MW, 更换 GFR158FI, 历时 20 分钟。
- (43) 11月27日 降负荷至 950 MW, 更换 GFR163FI。
- (44) 12月11日 降功率至 900 MW, 更换 GFR157FI。
- (45) 12月23日 降功率至 950 MW, 更换 GFR159FI。
- (46) 12月26日 降功率至 950 MW, 更换 GFR163FI。
- (47) 12月29日 20:00 开始按计划降功率, 30日 3:25 降至 760 MW。

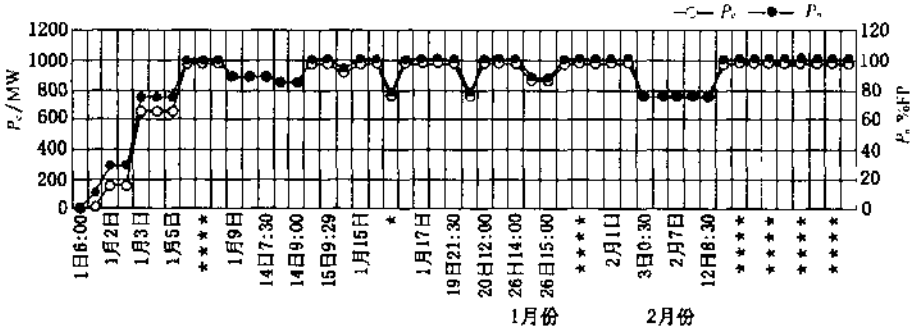


图 2.1.1.2-7 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

说明：

- (1) 1月1日 6:00 达临界，20:00 并网发电，升功率至 30%FP (156 MW) 平台
- (2) 1月3日 升功率至 75%FP (656 MW) 平台。
- (3) 1月5日 19:15 机组升至满功率 960 MW, (100%FP)。
- (4) 1月8日 21:00 开始按计划降负荷至 900 MW, (90%FP)。
- (5) 1月14日 7:30 以 30 MW/min 降负荷至 870 MW, 进行汽轮机调速系统快速负荷跟踪测试, 9:00 机组重新升功率, 9:30 升回满功率 984 MW (99%FP) 运行。
- (6) 1月15日 9:29 因 GCT113VV 误开, 自动降负荷到 930 MW。9:34 GCT113VV 关闭, 功率慢升至 970 MW, 下午升回 100%FP。
- (7) 1月16日 14:22 因发电机过电流误报, 汽轮机曾快速降负荷到 760 MW。
- (8) 1月19日 21:30 在 GST 系统处理过程中, 机组再次降负荷至 760 MW, 20日 12:00 机组恢复满功率。
- (9) 1月26日 14:00 按计划从满功率降至 870 MW, 处理汽机调节系统进气(阀 GRE001VV 故障, 1 小时后即升回满功率运行。
- (10) 2月2日 23:00 负荷从 980 MW (100%FP) 降至 760 MW (76%FP)。
- (11) 2月12日 8:30 按计划从 764 MW (76%FP) 开始升功率, 10:00 升至满功率 985 MW (100%FP)。
- (12) 2月25日 因更换 GFR162FI, 17:35 降负荷 30 MW, 18:06 升回满功率。

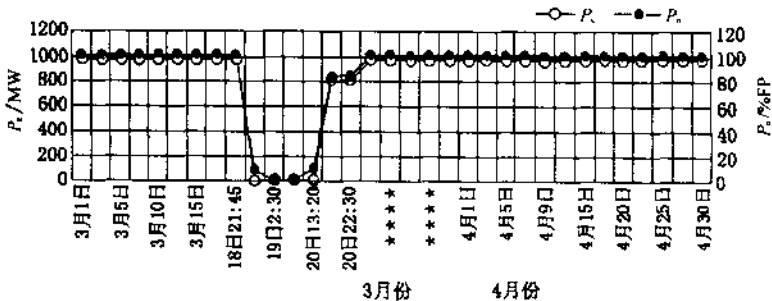


图 2.1.1.2-8 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

- (13) 3月18日 21:45 降负荷, 23:25 解列, 进行计划小修, 处理 2 号主变压器中性点过热电和 CRF 系统故障。
- (14) 3月19日 2:30 到热停堆。
- (15) 3月20日 3:30 反应堆达临界, 13:20 并网升功率, 19:30 达 800 MW, 因 APP 的 B 泵磨损监测板件故障而被迫停止升负荷, 22:30 重新升负荷, 21日 0:45 达满功率。
- (16) 3月25日 5:25 因更换 GFR162FI, 降功率 40 MW。
- (17) 4月1日 更换 GFR159/161FI, 期间降功率 30 MW。
- (18) 4月9日 15:35 降功率至 886 MW, 处理 GRE003VV 突然关闭的故障, 16:05 重新升至满功率。

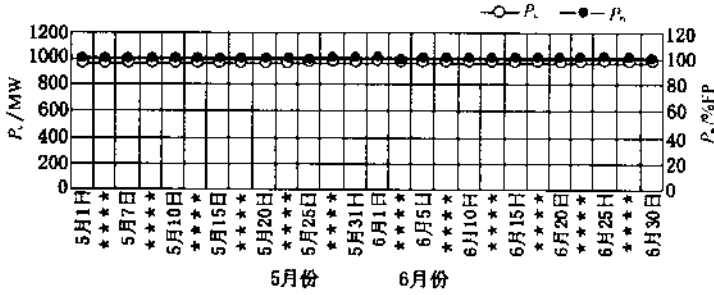


图 2.1.1.2-9 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

(19) 5 月 7 日 降功率至 950 MW，更换 GFR160FI。

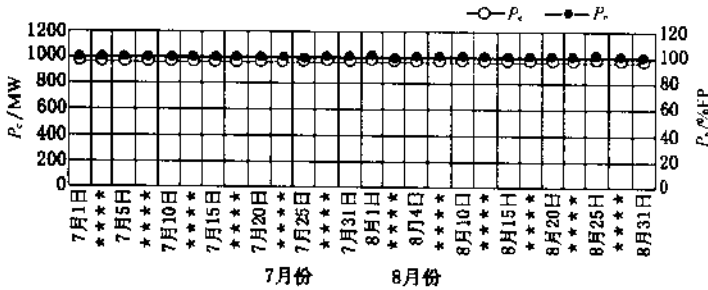


图 2.1.1.2-10 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

(20) 8 月 4 日 RPN 调整 G.K. 参数完毕，升功率至 984 MW。

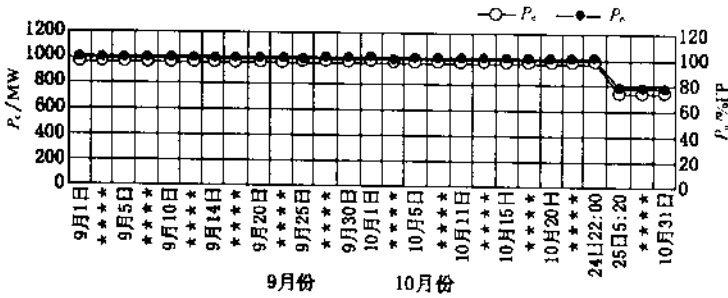


图 2.1.1.2-11 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

(21) 9 月 14 日 GSE001VV 因阀门模块故障而自动关闭，导致机组从 978 MW 降至 950 MW，更换模块后重升至 978 MW。

(22) 10 月 11 日 15:30 更换 GFR155FI，降至 900 MW，检修结束后重升至 970 MW。

(23) 10 月 24 日 22:00 按计划以 0.5 MW/min 速率减载至 760 MW 运行。

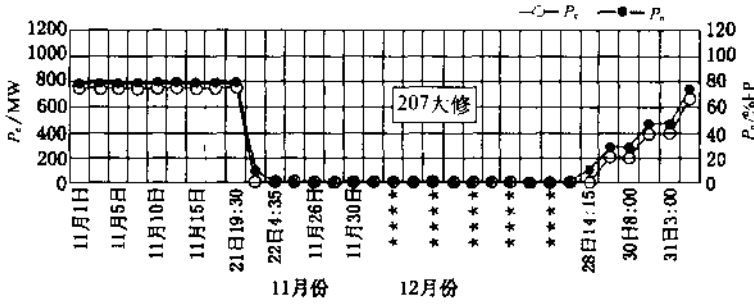


图 2.1.1.2-12 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

- (24) 11月21日 19:30开始降功率, 22日1:35解列, 4:35进入热停堆, 2号机组第七次大修开始。由于 GRE006VVV/ARE033VL故障, 使得降负荷过程中断, 解列时间比原计划推迟 1.5 小时。
- (25) 12月27日 1:02反应堆达临界, 进行零功率物理实验。
- (26) 12月28日 提升功率并稳定在 28%FP (207 MW) 平台。14:15一次并网成功, 207大修结束, 工期 36.5 天。
- (27) 12月30日 结束 28%FP (215 MW) 平台, 调整 RPN 保护阈值后提升到 48%FP (411 MW)。
- (28) 12月31日 3:00机组升功率至 75%FP (664 MW)。

2.1.1.3 电网状况及售电情况

1. 广东电网运行状况

2000年是广东电力系统获得较大发展的一年。随着广东省经济的进一步发展,“两改一价”措施的实施以及国际油价的居高不下,广东全社会用电负荷和电量都跃上了一个新台阶。

(1) 广东主干网和电源建设继续得到加强

2000年新增 500 kV 线路 7 条 (含解口线路), 新增 500 kV 变电站 3 座 (东莞、广州北郊、韶关曲江), 截至 2000 年 12 月 31 日, 广东共有 500 kV 线路 20 条, 500 kV 变电站 10 座, 覆盖全省的 500 kV 主干网逐步完善; 2000 年统调机组新增 5 台, 容量 1 550 MW (包括珠海 2 号机组、湛江 4 号机组、连州 1/2 号机组、蓄能 8 号机组), 截至 12 月 31 日, 全省统调装机容量达到 17 050.5 MW, 发电能力进一步得到加强。另外, 天广直流工程已于 2000 年 12 月投入试运行, 线路容量为 900 MW, 提高了西电东送的能力。2000 年广东电力系统 500 kV 主干网见图 2.1.1.3-1。

(2) 负荷水平长期维持较高水平, 出现了拉闸限电情况

2000 年度, 广东电网系统负荷一直处于较高水平, 广东全省发电量 1 336.55 亿 kW·h, 统调发电量 848.42 亿 kW·h。统调最高日负荷达到 15 340 MW, 比 1999 年增长 22.48%。2000 年全年, 高峰期统调负荷与地方电源出力之和超过 18 000 MW 的时间有 104 天、超过 19 000 MW 的有 61 天、超过 20 000 MW 的有 14 天, 主要集中在 6~11 月份。2000 年广东电网月峰谷曲线见图 2.1.1.3-2。为缓解供电压力, 2000 年购西电电量达 73.32 亿 kW·h, 比 1999 年增长 84.06%, 并恢复了对香港的购电, 2000 年购中电电量达 5.13 亿 kW·h。6 月 5 日, 系统频率最低达 49.62 Hz, 全天拉闸限电 436 条, 共计 1 278 MW 负荷, 这是近几年来来的第一次。

(3) 在用电负荷紧张的情况下, 广东电网运行基本稳定

2000 年, 广东电网共发生 356 起故障, 其中 500 kV 主变压器 6 起, 机组停机 170 次, 线路跳闸 172 次。但在系统负荷紧张、统调出力不足, 系统调峰调频手段严重不足的情况下,

保持了电网的安全稳定运行，没有发生大的电网安全稳定事故，互联电网运行稳定。

(4) 电网结构薄弱的问题更加突出

一方面是珠江三角洲地区，特别是深圳、东莞地区负荷长期居高不下，线路经常在重载情况下运行，严重威胁电网的安全运行。一些重要线路故障如沙深线、增东线跳闸，将导致一系列设备（线路、变压器）过载，若事故叠加或处理不当，很容易演变成大面积停电事故。但另一方面，由于线路容量有限且建设滞后，形成典型的“大机弱网结构”，出现主网系统缺电而某些电厂“窝电”的局面。例如，由于珠北线容量有限，中山、珠海等地区与主网联系薄弱，造成珠海、珠江电厂外送电力受限。粤东地区梅州火电/水电、粤西湛江电厂也存在“窝电”现象。

(5) 电网机组运行不稳定，系统调峰难度增加

在电网负荷持续保持较高水平情况下，电力供应紧张和机组及线路检修困难的情况下，2000年广东电网共发生停机事故170起，其中660 MW及以上机组停机事故达29起（包括核电机组1起停机事故），进一步加剧电力供应的紧张局面。系统峰谷差进一步加大，2000年月度最大日峰谷差普遍高于6 000 MW，最大日峰谷差达7 370 MW，相比于1999年有较大增加，1999年月度最大日峰谷差平均低于5 000 MW，最大日峰谷差为5 713 MW，因此系统调峰更加困难。为缓解电力供应紧张局面，保证电网运行和供电安全，2001年广东省电力局一方面将增加投资，改善电网结构，消除“瓶颈”环节；另一方面将与各地方政府协商，推行峰谷电价制度。峰谷差增大的原因主要是商业和民用空调负荷的增加。系统出力不足和峰谷差加大是造成本年度电网频率合格率下降的主要原因，频率最低达49.62 Hz。

2. 香港电网运行情况

2000年，香港中电电网没有新投产机组和线路，装机容量没有变化，为8 263 MW。中电400 kV主干网结构没有变化，参见图2.1.1.3-1；2000年香港中电总售电量为

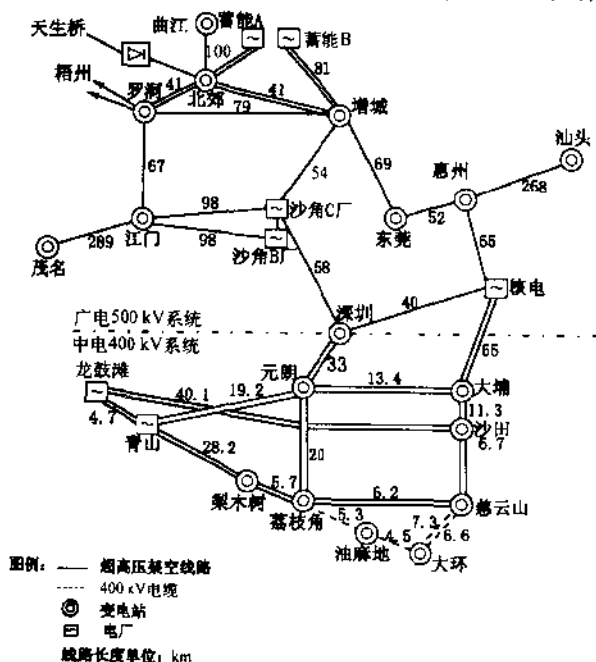


图 2.1.1.3-1 2000 年广东—九龙电网主干网架示意图

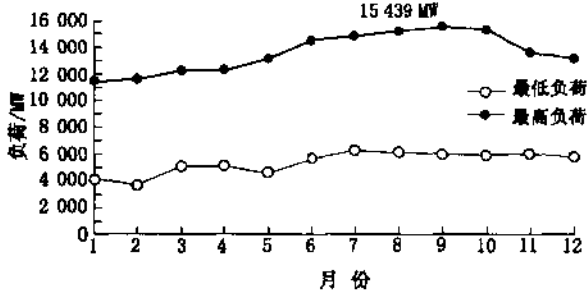


图 2.1.1.3-2 2000 年广东电网月峰谷负荷曲线

274.88 亿 kW·h, 比 1999 年增加 6.6%, 引起增加的主要因素是商业用电的增长和广东购入中

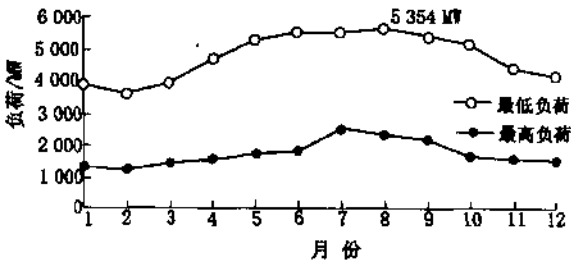


图 2.1.1.3-3 2000 年中电电网月峰谷负荷曲线

电电力的增长。2000 年中电系统最高日负荷为 6828 MW, 比 1999 年增加 25.17%, 增加的主要原因是在高峰时段, 广东购入中电电力有较大幅度的增长。

3. 中电电网运行状况

2000 年中电电网负荷情况如图 2.1.1.3-3 所示。

4. 核电运行及售电情况

核电机组是电网中的主力机组, 根据核电机组的运行特点及与电网达成的一致, 核电机组带基本负荷运行。2000 年, 核电两台机组基本保持满功率运行, 其中核电 1 号机组发生由于主变压器中性点过热熔断导致的停机事件, 维修工作为期 7 天; 为防止发生同样事件, 经在线监测 2 号机组计划停运 3 天更换 2 号主变压器中性点出线套管。2000 年, 核电两台机组分别于 1 月 14 日和 11 月 22 日进行了 106 和 207 大修, 两台机组大修时间合计为 78 天, 是历年大修工期最短的一次, 这标明核电大修管理和维修水平迈上一个新的水平。

2000 年, 由于电网负荷水平长期居高不下, 在电网支持下, 核电实际完成上网电量 140.63 亿 kW·h, 比 1999 年增加 6.0 亿 kW·h, 是商业运行以来的最好成绩。在广东—香港电网负荷保持较高水平的情况下, 特别是在 6~11 月电网高负荷时期, 核电机组保持连续安全稳定运行, 缓解了电网供电压力, 为粤港两地经济发展和维持居民良好生活条件作出了贡献。详细售电情况表 2.1.1.3-1:

表 2.1.1.3-1 2000 年核电发电、售电一览表

月 份	发 电 量		上 网 电 量	售 电 量		售 电 比 例	
	1 号 机 组	2 号 机 组		中 电	广 电	中 电	广 电
1 月	277 945.00	641 849.00	874 778.70	376 758.70	498 020.00	43.07%	56.93%
2 月	68 038.00	632 543.00	657 573.90	322 211.10	335 362.80	49.00%	51.00%
3 月	583 105.00	686 029.00	1 215 198.60	625 815.50	589 383.10	51.50%	48.50%

续表

月 份	发 电 量		上 网 电 量	售 电 量		售 电 比 例	
	1 号 机 组	2 号 机 组		中 电	广 电	中 电	广 电
4 月	705 870.00	706 428.00	1 356 115.80	745 863.60	610 252.20	55.00%	45.00%
5 月	715 323.00	728 817.00	1 386 713.10	972 375.90	414 337.20	70.12%	29.88%
6 月	703 372.00	701 795.00	1 348 282.50	1 186 488.50	161 794.00	88.00%	12.00%
7 月	723 952.00	721 356.00	1 385 658.90	1 219 379.90	166 279.00	88.00%	12.00%
8 月	728 244.00	725 624.00	1 394 634.90	1 227 278.80	167 356.10	88.00%	12.00%
9 月	704 577.00	703 847.00	1 351 587.60	1 189 397.30	162 190.30	88.00%	12.00%
10 月	724 147.00	688 599.00	1 354 331.30	934 138.60	420 192.70	68.97%	31.03%
11 月	707 615.00	377 012.00	1 034 912.70	651 995.20	382 917.50	63.00%	37.00%
12 月	720 131.00	25 088.00	703 470.7	392 578.10	310 892.6	55.81%	44.19%
合 计	7 364 219	7 338 987	14 063 258.7	9 844 281.2	4 218 977.5	70.00%	30.00%

2.1.1.4 机组性能指标

由于大亚湾核电站的核电技术基本上由法国引进,在进行统计工作时所选用的指标与法国同类电站相似,结合本电站和我国的实际情况以及国际交流需要进行了一些修改。

机组能力因子 K_d : 在一定时间间隔内机组可以产生的毛能量与同期机组在设计的标准环境温度下所具有的最大连续毛功率所产生的电能之比,此比值永远不会超过 100%,即 $K_d \leq 100\%$ 。

机组计划能力损失因子 K_{ip} : 在一定时间间隔内机组由于计划造成的毛不可用能量与同期机组在设计的标准环境温度下所具有的最大连续毛功率所产生的电能之比。

机组非计划能力损失因子 K_{imp} : 在一定时间间隔内机组由于非计划的原因造成的毛不可用能量与同期机组在设计的标准环境温度下所具有的最大连续毛功率所产生的电能之比。

机组负荷因子 K_s : 此为国际通用的性能指标,它是机组在一定时间间隔内实际所发的毛电量与同期机组在设计的标准环境温度下所具有的最大连续毛功率所产生的电能之比。

机组时间利用率 K_h : 在一段时间间隔内机组与电网并网的总小时数与同期日历小时数之比。

两台机组在 1999 年取得良好业绩的基础上,2000 年再创佳绩。电站全年上网电量创历史纪录,达到 140.63 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。各项管理指标保持在较高水平,1 号机组总的毛发电量为 7 364 219 $\text{MW}\cdot\text{h}$,机组能力因子 K_d 为 85.81%,非计划能力损失因子 K_{imp} 为 2.18%,负荷因子 K_s 为 84.93%。2 号机组总的毛发电量为 7 338 987 $\text{MW}\cdot\text{h}$,机组能力因子 K_d 为 88.11%,非计划能力损失因子 K_{imp} 为 0.031%,负荷因子 K_s 为 84.98%。

图 2.1.1.4-1 和图 2.1.1.4-2 分别反映两台机组的能力因子 K_d ,计划能力损失因子 K_{ip} ,非计划能力损失因子 K_{imp} 在一年时间里的变化情况。是机组可用性的定量反映。

1 号机组从 2000 年 1 月 14 日起按计划停运开始了第六次大修,2 月 23 日 1 号机组按计划重新并网发电,宣告本次大修结束,整个大修工期 41 天。在此期间机组能力因子的下降都属正常。本来 3 月份机组能力因子可达 90% 以上,但在 2 月 28 日发生了 1 号主变压器中性点过热熔断,主变压器零序差动保护动作,1 号机组停机停堆事件。故障处理完毕后,机

组于3月6日并网。这次事件使1号机组3月份的能力因子降到79.79%，并对2000年全年1号机组的非计划能力损失因子产生较大的影响。5月18日至21日，1号机组为查找冷凝器(B1)漏点，两次降负荷至500 MW堵漏，造成机组能力因子降为98.31%、非计划能力损失因子达1.63%。其余时间机组的能力因子于高达99.95%以上，有6个月甚至为100%。从这些数据可知1号机组的可用性在2000年保持了较高水平。

1999年12月30日2号机组第六次大修宣告结束，开始了第七循环。2000年1月份机组的能力因子为90.83%，2月份能力因子更高达99.8%。3月18日主动停机，处理2号主变压器C相中性点软连接过热问题，3月20日机组并网后又发生APP泵故障，直到21日才达到满功率。因此3月份的能力因子降到93.76%。2号机组在以后的半年多时间里能力因子都高达99.8%以上。2000年11月22日按计划开始了第七次大修，12月28日2号机组在高效优质完成了各项检修任务后，以工期36.5天胜利地完成了207大修。

图2.1.1.4-3和图2.1.1.4-4分别反映了两台机组的负荷因子 K_L 、时间利用因子 K_h 在2000年逐月变化情况。2000年由于经济的复苏和高温天气时间长，广东电力市场的需求猛增，从4月份开始，1、2号机组的负荷因子都高达97%以上。两台机组的能力因子与机组的负荷因子的差别也很小，说明电网环境明显好转，估计这种情形还会持续好几年。

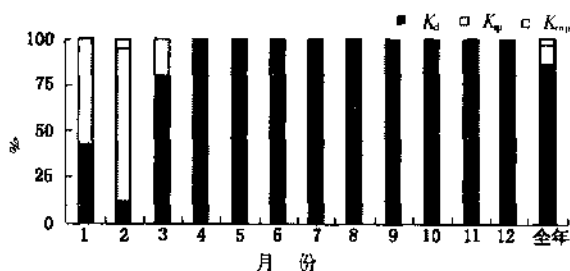


图 2.1.1.4-1 1号机组性能指标—— K_L , K_p , K_m

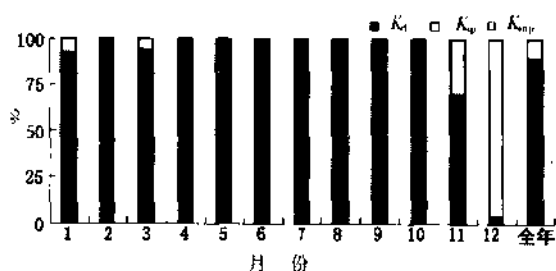


图 2.1.1.4-2 2号机组性能指标—— K_L , K_p , K_m

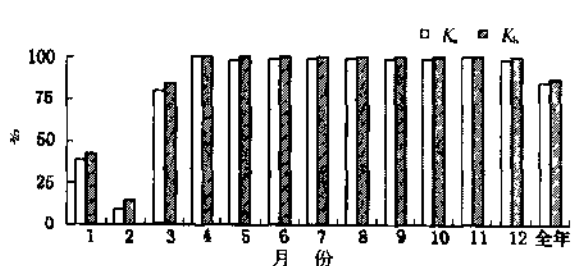


图 2.1.1.4-3 1号机组性能指标—— K_L , K_h

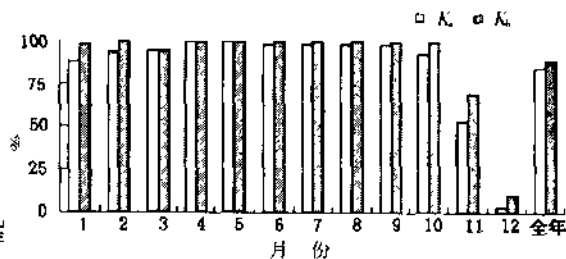


图 2.1.1.4-4 2号机组性能指标—— K_L , K_h

2.1.1.5 反应堆物理试验

1. 启动物理试验

(1) 启动物理试验情况

1号机组第七循环首次临界试验从2000年2月21日15时0分开始，2月21日20时0分临界。零功率物理试验2月22日21:00结束。升功率物理试验从2月23日开始，2月27日升负荷到满功率。完成试验项目27项。

2号机组第七循环首次临界试验从1999年12月28日7时0分开始，15时15分临界。

零功率物理试验 12 月 29 日 23:30 结束。升功率物理试验从 12 月 30 日开始, 2000 年 1 月 7 日升负荷到满功率。完成试验项目 27 项。

(2) 启动物理试验结果

零功率物理试验结果见表 2.1.1.5-1 (1a~1d) 及表 2.1.1.5-2 (2a~2d)。试验结果表明实际测量值都满足堆芯物理设计准则的要求。

升功率物理试验结果见表 2.1.1.5-3 及表 2.1.1.5-4。两台机组升功率过程中各个功率台阶的堆芯特性参数测量结果表明, 堆芯核安全准则和核设计准则都得到满足。

(3) 主要问题及解决措施

1) 在第七循环继续采用优化后的启动物理试验方案: 初始临界和零功率试验从原来的 40 多小时减少到 30 小时; 满功率前仅有两个试验台阶, 只需 60 小时, 至少节约升功率时间 30 多小时。另外为配合 18 个月换料项目的实施, 从第七循环开始, 恢复了控制棒组 SD 的使用, 因此零功率试验中增加了 SD 棒价值测量。

2) 两台机组第七循环所有控制棒全提时, 慢化剂温度系数实测值为正值。为了确保正常运行时的慢化剂温度系数为负值, 必须限制最高的硼浓度, 经与有关方面协商和厂长及大修经理的批准, 决定分别追加硼浓度为 1 666 mg/L 和 1 650 mg/L 时的等温温度系数测量, 根据实测结果确定慢化剂温度系数为 0 时的硼浓度, 考虑 10 mg/L 的误差, 最终提出硼浓度的最高限制值。为了方便运行人员的控制, 我们将 RCP 的硼浓度稀释到小于硼浓度的最高限值后交给运行人员。

3) 两台机组第七循环 N1 棒价值 (理论值) 稍大于 R 棒价值 (理论值), 无法用常规的交替法测量 N1 棒价值, 在试验前确定了测量方法, 即先用 R 棒来测 N1 棒价值, 必要时再用稀释法测量实际多出的那部分价值。实测结果满足要求。

表 2.1.1.5-1a 1 号机组零功率物理试验结果——控制棒价值 pcm

控制棒组	计算值	测量值	误差/%	标准/%
R	962	930.6	-3.26	(±10)
G ₁	327	346.6	5.99	(±10)
G ₂	551	589.3	6.95	(±10)
N ₁	986	970.1	-1.61	(±10)
N ₂	651	693.4	6.51	(±10)
SA	568	578	1.76	(±10)
SB	797	805.3	1.04	(±10)
SC	402	384.0	-4.48	(±10)
SD	803	742.8	-7.50	(±10)

表 2.1.1.5-1b 1 号机组零功率物理试验结果——临界硼浓度 mg/L

控制棒位	计算值	测量值	误差	标准
R (170)	1725	—	—	—
ARO	1747	1779	32	(±50)

表 2.1.1.5-1c 1号机组零功率物理试验结果——等温温度系数 pcm/°C

控制棒位	计算值	测量值	误差	标准
ARO	-1.66	-0.078	1.582	(±5.4)

表 2.1.1.5-1d 1号机组零功率物理试验结果——硼微分价值 pcm

棒位变化	计算值	测量值	误差	标准
ARO: Rin	8.391	7.70	-0.691	±1

表 2.1.1.5-2a 2号机组零功率物理试验结果——控制棒价值 pcm

控制棒组	计算值	测量值	误差/%	标准/%
R	959	907	-5.4	(±10)
G1	217	215.5	-0.69	(±10)
G2	539	566	5.0	(±10)
N1	991	1017	2.6	(±10)
N2	693	681.6	-1.6	(±10)
SA	567	566	-0.18	(±10)
SB	788	733	-7.0	(±10)
SC	441	444	0.68	(±10)
SD	772	766.7	-0.69	(±10)

表 2.1.1.5-2b 2号机组零功率物理试验结果——临界硼浓度 mg/L

控制棒位	计算值	测量值	误差	标准
R (170)	1741	—	—	—
ARO	1763	1794.3	31.3	(±50)

表 2.1.1.5-2c 2号机组零功率物理试验结果——等温温度系数 pcm/°C

控制棒位	计算值	测量值	误差	标准
ARO	-1.92	+1.55	3.47	(±5.4)

表 2.1.1.5-2d 2号机组零功率物理试验结果——硼微分价值 pcm

棒位变化	计算值	测量值	误差	标准
ARO: Rin	8.38	8.51	0.13	±1

表 2.1.1.5-3 1号机组中子注量率图测量结果 (启动物理试验)

序号	日期 年-月-日	轴燃耗 MW·d/t	功率 %FP	MAP/%				F_n		QT (Z)		$F_{\Delta H}$		PT/%	
				$P \geq 0.9$		$P < 0.9$		标准	测量	标准	测量	标准	测量	标准	测量
				标准	测量	标准	测量								
1	00-02-24	50	27.41	<10	4.7	<15	5.4	0.506	1.444	7.979	1.995	1.815	1.409	<9	2.13
2	00-02-27	100	69.69	<10	5.6	<15	7.4	0.425	1.372	3.156	1.818	1.626	1.352	<5	2.05
3	00-03-10	150	99.02	<10	3.5	<15	4.0	0.395	1.368	2.257	1.756	1.495	1.331	<2	1.69

表 2.1.1.5-4 2号机组中子注量率图测量结果 (启动物理试验)

序号	日期 年-月-日	轴燃耗 MW·d/t	功率 %FP	MAP/%				F_n		QT (Z)		$F_{\Delta H}$		PT/%	
				$P \geq 0.9$		$P < 0.9$		标准	测量	标准	测量	标准	测量	标准	测量
				标准	测量	标准	测量								
1	00-1-3	15	25.32	<10	2.5	<15	3.2	1.487	1.447	8.580	0.111	1.824	1.414	<9	1.54
2	00-1-5	75	71.93	<10	3.2	<15	4.4	1.422	1.384	3.047	0.813	1.616	1.350	<5	0.64
3	00-1-8	150	96.38	<10	2.4	<15	3.2	1.388	1.387	2.320	0.759	1.507	1.337	<2	0.83

注: F_y ——径向功率峰因子; QT (Z)——总轴向最大功率分布因子; PT——象限功率倾斜因子; $F_{\Delta H}$ ——比焓升因子; MAP: 组件平均功率因子。

2. 周期性物理试验

(1) 周期性物理试验状况

大亚湾核电站两台机组共完成周期性物理试验 62 项 (详见表 2.1.1.5-5)。其中 1 号机组 31 项, 2 号机组 31 项。周期性试验项目完成率 100%。在两台机组降负荷运行期间, 及时修改了运行图以及失水事故监测系统 (LSS) 有关参数。由于有效地对堆芯核安全参数进行监测以及定期地修改运行参数, 确保了大亚湾核电站机组连续、安全和稳定地进行电力生产。

表 2.1.1.5-5 周期性物理试验状况

试验项目	要求周期	实际周期		完成次数		完成率 %
		1号机组	2号机组	1号机组	2号机组	
中子注量率图测量	30EFPD	30.3EFPD	30.3EFPD	11	11	100
RPN 校验试验	90EFPD	89.9EFPD	91.6EFPD	4	4	100
LSS 参数修改	30EFPD	30.3EFPD	27.6EFPD	11	11	100
电功率控制曲线校验试验	60EFPD	61.0EFPD	50.0EFPD	5	5	100

(2) 周期性物理试验结果

由于周期性物理试验结果较多, 这里只列出了与反应堆核安全准则及设计准则有关的中子注量率图测量结果。表 2.1.1.5-6 和表 2.1.1.5-7 分别列出了 1 号机组和 2 号机组周期性物理试验结果。从表中可知, 两台机组反应堆核安全准则和设计准则在整个寿期内都能满足。

表 2.1.1.5-6 1号机组中子注量率图测量结果 (周期性物理试验)

序号	日期 年-月-日	轴功耗 MW·d/a	功率 %FP	MAP/%				F_{ω}		QT (Z)		$F_{\Delta H}$		PT/%	
				$P \geq 0.9$		$P < 0.9$		标准	测量	标准	测量	标准	测量	标准	测量
				标准	测量	标准	测量								
1	00-03-10	150	99.02	<10	3.5	<15	4.0	1.395	1.368	2.257	1.756	1.495	1.331	<2	1.69
2	00-04-10	1478	99.31	<10	3.6	<15	5.0	1.363	1.339	2.246	1.693	1.493	1.320	2	1.35
3	00-05-09	2629	99.30	<10	1.8	<15	1.9	1.343	1.330	2.246	1.646	1.494	1.315	2	1.00
4	00-06-06	3691	99.71	<10	2.1	<15	2.0	1.342	1.320	2.257	1.612	1.492	1.302	2	0.90
5	00-07-06	4927	99.82	<10	2.1	<15	2.5	1.337	1.319	2.183	1.543	1.491	1.304	2	0.86
6	00-08-07	6208	99.28	<10	2.0	<15	2.2	1.332	1.302	2.268	1.576	1.494	1.288	2	0.68
7	00-09-04	7324	99.72	<10	1.7	<15	1.9	1.321	1.289	2.257	1.560	1.492	1.274	2	0.70
8	00-10-08	8682	99.43	<10	1.8	<15	2.2	1.322	1.286	2.262	1.568	1.493	1.277	2	0.59
9	00-11-10	9996	99.75	<10	1.5	<15	1.9	1.311	1.281	2.255	1.570	1.492	1.268	2	0.59
10	00-12-04	10966	99.22	<10	1.5	<15	2.0	1.311	1.277	2.267	1.578	1.494	1.271	2	0.46
11	01-01-08	12311	98.86	<10	1.4	<15	1.9	1.301	1.274	2.275	1.583	1.495	1.261	2	0.55

表 2.1.1.5-7 2号机组中子注量率图测量结果 (周期性物理试验)

序号	日期 年-月-日	轴功耗 MW·d/a	功率 %FP	MAP/%				F_{ω}		QT (Z)		$F_{\Delta H}$		PT/%	
				$P \geq 0.9$		$P < 0.9$		标准	测量	标准	测量	标准	测量	标准	测量
				标准	测量	标准	测量								
1	00-1-8	150	96.38	<10	2.4	<15	3.2	1.388	1.387	2.320	1.759	1.507	1.337	<2	0.83
2	00-2-01	1115	98.39	<10	2.8	<15	3.7	1.385	1.352	2.273	1.723	1.498	1.333	2	0.87
3	00-3-06	2390	98.17	<10	2.0	<15	2.6	1.365	1.350	2.291	1.689	1.499	1.336	2	0.81
4	00-4-13	3828	98.96	<10	2.5	<15	2.7	1.364	1.334	2.207	1.584	1.495	1.321	2	0.75
5	00-5-12	4979	99.42	<10	2.7	<15	3.3	1.353	1.335	2.262	1.633	1.493	1.316	2	0.66
6	00-6-13	6267	99.35	<10	2.6	<15	2.8	1.342	1.323	2.265	1.597	1.493	1.308	2	0.81
7	00-7-11	7377	99.53	<10	2.1	<15	2.3	1.332	1.302	2.092	1.449	1.492	1.290	2	0.73
8	00-8-10	8574	99.25	<10	2.2	<15	2.7	1.332	1.300	2.266	1.561	1.494	1.285	2	0.56
9	00-9-12	9906	99.47	<10	1.7	<15	2.7	1.321	1.288	2.260	1.600	1.493	1.276	2	0.55
10	00-10-13	11143	99.48	<10	1.6	<15	1.9	1.321	1.286	2.263	1.582	1.493	1.270	2	0.66
11	00-11-15	12285	77.89	<10	1.5	<15	1.9	1.339	1.292	2.738	1.580	1.589	1.277	2	0.57

注: F_{ω} ——径向功率峰因子; QT (Z)——总轴向最大功率分布因子; PT——象限功率倾斜因子; $F_{\Delta H}$ ——比较因子; MAP——组件平均功率因子。

2.1.1.6 电站化学

2000年电站完成的主要化学工作包括:从去年开始实行的YA无人值班运行,至今运行情况良好;圆满完成1号机组第六次大修和2号机组第七次大修期间以及停、启机的所有化学工作;完成了对机组的化学和放射化学监督和控制,实施了对燃料组件密封性持续监测;加强主变压器油中气体含量和GFR系统油质的跟踪。

1. 水化学监测和控制

(1) 一回路水化学

一回路的化学水质很稳定, 2000年, 两台机组未发生过任何一回路水质被污染的事件。硼-锂、氢的含量按化学规范的要求得到严格控制, 一回路水中的化学杂质浓度保持较低水平(见表2.1.1.6-1)。

表2.1.1.6-1 正常运行期间一回路水质情况(1、2号机组)

参 数	单 位	实际测量值	限 值
溶解氢	mL/kg	20 ~ 50	20 ~ 50
氟离子	mg/kg	<0.010	<0.15
氯离子	mg/kg	<0.010	<0.15
溶 硅	mg/kg	<0.18	<0.20
钠离子	mg/kg	<0.020	<0.20
钙离子	mg/kg	<0.005	<0.10
镁离子	mg/kg	<0.005	<0.10
铝离子	mg/kg	<0.010	<0.10

(2) 二回路水化学

在5月16日1号机组冷凝器B1发生泄漏时, 化学科积极主动地进行化学监测, 及时准确地给出判断, 同时, 快速投入1号机组凝结水精处理系统运行, 减少对蒸汽发生器水质的影响。从表2.1.1.6-2中可以看出, 1号机组每月的WANO化学指标几乎都是1.00, 但是由于这次微漏事件, 使1号机组当月的WANO化学指标高达1.70, 导致全年的WANO化学指标为1.05, 无法达到1.02的年度目标。经过化学科的积极监督, 2号机组的WANO化学指标每月都比去年有所改进, 2号机组2000年WANO化学指标为1.01, 达到世界同类电站的先进水平。

表2.1.1.6-2 2000年大亚湾核电站WANO化学指标月度值跟踪表

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
1号机组	1.00	大修	1.00	1.00	1.70	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05
2号机组	1.21	1.02	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	大修	1.01

每次换料大修期间, 都要对每台蒸汽发生器进行压力水冲洗, 冲洗出来的残渣量从一方面反映运行时二回路水质的好坏, 历次冲洗结果如表2.1.1.6-3。表中的SG: 蒸汽发生器, 1SG1: 1号机组的1号蒸汽发生器, 其余类推。

表2.1.1.6-3 蒸汽发生器冲洗残渣重量

SG 编 号	kg							
	1SG1	1SG2	1SG3	总 量	2SG1	2SG2	2SG3	总 量
第一次大修	1.73	1.95	2.68	6.36	2.28	2.44	3.19	7.91
第二次大修	0.85	0.88	1.45	3.18	1.65	1.56	2.04	5.25

续表

SG 编号	1SG1	1SG2	1SG3	总量	2SG1	2SG2	2SG3	总量
第三次大修	0.92	0.47	0.86	2.25	0.90	3.14	3.11	7.15
第四次大修	0.77	0.47	0.86	2.1	0.81	1.45	0.99	3.25
第五次大修	1.14	0.76	0.80	2.7	5.18	1.99	1.72	8.89
第六次大修	0.25	0.40	0.33	0.98	1.18	0.77	0.63	2.58
第七次大修	2.36	1.91	1.11	5.38	0.62	0.48	0.31	1.41

从表中看出,每次冲洗的残渣量均较少,在远低于10 kg的控制指标,也未发现蒸汽发生器的腐蚀问题,说明二回路的水质控制是有效的。可以认为大亚湾核电站1号机组二回路水化学是比较好的,其结果相当或好于EDF的同类机组,所以,近期内正常情况下应不会有蒸汽发生器传热管二次侧严重腐蚀的风险。

另外,1号机组第七次大修和2号机组第七次大修期间对二回路主要热力设备的容器的腐蚀情况的检查表明,设备总体情况良好。

2. 放射化学监测和控制

2000年化学科连续监督大亚湾核电站两台机组的一回路放射性变化,结果表明放射性惰性气体含量和一回路放射性碘含量维持在很低的水平,由此可以说明两台机组的燃料包壳都保持完整;与此同时还加大了对一回路辅助系统的放射化学监测和控制,2000年化学科针对辅助系统的除盐床的压差易变高和效率不稳问题,做了大量的分析跟踪工作,在改进树脂型号和完善除盐床的更换方式的基础上加强对压差高现象的跟踪。从2000年更换树脂过程中的空床压差实验来看,除盐床的压差高是由于树脂堵塞除盐床的床前水帽造成的,除盐床内的树脂不会造成除盐床的压差高,而效率不稳定是由于除盐床反冲松动造成的。

3. 油务监督管理

建立并实施油务监督质量控制规范。协助二核进行调试过程的油务监督工作,继续加强对主变压器油中气体含量的监测和跟踪分析,争取尽早解决主变压器油中总烃偏高问题。

在机组第六次大修后,两台机组的GFR系统均频繁出现滤芯堵塞的异常现象,在各级领导的关心下,由于西安热工研究院和化学科的积极支持,以及参加GFR工作小组的工作,已基本找到原因,是西安热工研究院的再生滤芯材质泄漏进入系统和存在过热点。

4. 化学分析质量控制及管理

化学科的工作一直有两个重点,一是质量控制,质量控制是开展电站化学控制工作的基础,化学科的管理过程、培训过程、生产过程、安全控制的每个环节都必须遵守质量控制的原则;另一个是跟踪控制,跟踪控制包括异常跟踪解决和分析数据趋势跟踪管理,跟踪控制是化学控制工作的主要手段,没有跟踪控制就等于没有化学控制。2000年,通过WANO同行评审的一系列准备工作和纠正行动,使这两个工作重点得到持续改进和强化,使我们在2000年9月份的WANO同行评审中取得比较满意的结果,化学科的持续改进文化得到了评审专家的肯定,成为化学领域的一个强项。

根据1999年9月自审发现的AFI,制订了纠正行动计划,与化学科相关的工作已由QA验证关闭。这些行动包括为改进化学试剂的有效期控制,撤消AL化学试剂库,改为存放

点；完善科内管理巡视制度，建立跟踪制度；完善修改化学岗位工作规范，重点是实行操作规范化以提高化学工作的安全水平和保证质量；建立化学人员的业绩量化评估制度，提高科内管理透明度；全面修改和升版化学技术程序，提高程序的准确性，减少工作差错，提高工作质量等。WANO 同行评审发现的问题已列入 2001 年的管理改进计划。

5. 人员管理和培训

建立化学科人员岗位培训的评审考核及授权制度，并已实施，以加强培训和授权的管理，提高员工的岗位技能。继续进行化学科人员的岗位轮班，进一步巩固和提高化学科人员的技能。为化学科人员安排专门的辐射防护培训，并与辐射防护科共同制定改进 AL 辐射防护的纠正措施。完成同法国 EDF-GDL 的两次技术交流，参加了 GDL 化学年会，在一、二回路化学、三废管理和监测、实验室分析技术方面进行了广泛的交流

6. YA 制水和凝结水精处理系统运行

进行 YA 和 ATE 的设备消缺和防腐工作，使设备状况明显改善，完成 4 项 YA 自动化改造。配合供货商继续优化 ATE 的树脂传输程序，减少碎树脂量 每周定期进行凝结水精处理系统的内循环，保证凝结水精处理系统随时可用，使得在 5 月份冷凝器发生泄漏时，1ATE 可以快速投入运行，减少对蒸汽发生器水质的影响，保证机组可以维持在 50%FP 的功率水平下进行冷凝器维修。

2.1.1.7 继电保护

2000 年度全厂继电保护装置均保持了良好的稳定运行状态，继电保护各项考核指标均保持了历史最好水平，实现无报警，无故障运行的良好状态。

1. 全厂继电保护投运情况

(1) 全厂继电保护和自动装置中，6.6 kV 以上共配置了 329 套，投运了 329 套，投运率 100%；继电保护装置 296 套，投运 296 套，投运率 100%；自动装置 25 套，投运 25 套，投运率 100%；

(2) 220 kV 系统继电保护装置共配置 20 套，投运 20 套，投运率 100%；

(3) 400 kV 系统继电保护装置共配置 112 套，投运 112 套，投运率 100%；

(4) 500 kV 系统继电保护装置共配置 71 套，投运 71 套，投运率 100%；

(5) 1 号机组发变组保护装置共配置 51 套，投运 51 套，投运率 100%；

(6) 2 号机组发变组保护装置共配置 51 套，投运 51 套，投运率 100%；

(7) 自动重合闸装置共配置 7 套，投运 7 套，投运率 100%；

(8) 同期并网装置共配置 8 套，投运 8 套，投运率 100%；

(9) 故障录波装置共配置 10 套，投运 10 套，投运率 100%；

(10) 励磁调节装置共配置 8 套，投运 8 套，投运率 100%。

2. 全厂继电保护运行情况

(1) 220 kV 保护装置共动作 0 次，误动作次数 0 次，保护装置均正常稳定运行，正确动作率 100%；

(2) 400 kV 线路保护装置共动作 0 次，误动作次数 0 次，保护装置均正常稳定运行，正确动作率 100%；

(3) 500 kV 线路保护装置共动作 1 次，误动作次数 0 次，保护装置均正常稳定运行，正确动作率 100%；

(4) 自动重合闸装置共动作 0 次，误动次数 0 次，重合闸装置均正常稳定运行，正确动

作率 100%；

- (5) 1 号机组保护共动作 1 次，误动 0 次，正确动作率 100%；
- (6) 2 号机组保护共动作 0 次，误动 0 次，正确动作率 100%；
- (7) 故障录波应评价次数 1 次，录波完好 1 次，录波完好率 100%；
- (8) 1, 2 号机组励磁装置自动调节完好率 100%。

3. 电网继电保护装置运行分析

(1) 400 kV 开关站电网保护装置运行分析

2000 年度，400 kV 系统 3 条线路及开关站设备均保持正常稳定运行状态，400 kV 开关站电网保护设备均保持了稳定安全可靠的运行状态，没有发生任何误动作或误报警的情况，核电站 400 kV 电网已连续 7 年保持正确动作率 100%，居国内领先地位。

(2) 500 kV 开关站电网保护装置运行分析

2000 年度，500 kV 系统核惠线路及开关站设备共发生设备故障一起。2000 年 9 月 15 日，500 kV 系统 BAY4Tbc 第二套差动保护报警段动作发信号，经停电检查发现差动保护靠母线侧差动 CT (0GEW462TI) 已开路，在 2 号机组第七次大修期间，更换了该 CT 后，BAY4Tbc 第二套差动保护恢复正常运行。BAY4Tbc 第二套差动保护报警段动作统计为正确动作，500 kV 系统保护正确动作率为 100%，已连续四年保持正确动作率 100%。

(3) 发-变组保护装置动作分析

2000 年 2 月 28 日，1 号机组主变压器发生了 C 相中性点软连接过热熔断事故，1GPA 保护系统主变压器中性点零序保护正确动作，及时切除了故障，控制了事故的扩大。2 号机组保护保持稳定运行。实现了 2000 年机组保护连续 2 年保持正确动作率 100% 的目标。

(4) 机组励磁调节系统运行分析

2000 年，1, 2 号机组励磁调节装置 AVR 保持了良好的运行状态。励磁调节装置均发挥了正常的无功调节功能，保证了机组的安全稳定可靠运行。

(5) 应急柴油发电机系统的运行分析

2000 年，电气处继续对应急柴油发电机系统进行严格的年检和五年检，并成功地处理出现的故障如 971 开关励磁控制继电器处理。应急柴油发电机系统的电气控制、保护和励磁均保持了正常稳定安全试验和运行。2000 年是应急柴油发电机系统电气设备自投产运行以来的最好年度。

4. 2000 年继电保护专业工作

2000 全厂继电保护装置投运率和继电保护装置正确动作率均达到了 100% 的优良水平，为核电机组和广东、香港电网的安全稳定运行作出了贡献。2000 年继电保护专业重点完成了以下工作：

- (1) 全面较好地完成了 1 号机组第六次大修、2 号机组第七次大修工作；
- (2) 较好地完成了对岭澳核电站学员的在岗培训工作；
- (3) 完成了所有系统的程序再升版工作；
- (4) 完成了 OGEW 系统全部开关失灵保护技术改造、试验工作；
- (5) 完成了 OGEW 系统 400 kV, 500 kV 故障录波装置技术改进工作；
- (6) 完成了 4 台应急柴油发电机 48 V 电源的技术改进工作；
- (7) 完成了 COMIS 系统继电保护专业标准工作包的录入工作；
- (8) 完善了继电保护专业技术监督的各项指标和标准。

2.1.1.8 高电压设备运行维护

1. 高电压设备的年度维护与检修

在2000年,按照高压电气设备的维修导则和预防性维修大纲,共完成日常预防性维护工作1598项、纠正性维修工作1084项。在1号机组第六次换料大修中(2000年1月14日至2000年2月23日)共完成电气设备预防性维修工作239项、纠正性维护工作为122项,维修工作总计为361项。在2号机组的第七次大修期间(2000年11月22日至2000年12月28日)共完成电气设备预防性维修工作703项、纠正性维修工作为191项,服务工作78项。全年共完成4015项维修工作。本年度高压设备的年度检修与试验工作完成情况良好,全厂高压电气设备的年度预防性试验工作完成率100%。大亚湾核电站高压电气设备维修和故障情况见表2.1.1.8-1至表2.1.1.8-5。

本年度主要完成的重大检修工作有1号机组第六次大修对发电机进行了例行年度检查,励磁机四年解体抽转子全面检修;2号发电机负荷开关六年解体大修;1号和2号主变压器改造及其油再生处理(包括厂用变压器);两台机组的部分蓄电池组的更换;1号主变压器C相中性点熔断故障处理;2号主变压器中性点异常过热处理;500kV开关站OGEW503GS气室漏气问题的处理;OGEW462TI电流互感器更换;2号机组停堆开关的解体大修和试验;6.6kV柴油机存在启动不成功问题的改造处理;6.6kV电动机1RR1004MO,2DVN006ZV和1JPP001MO等的更换及维修处理;400kV和500kV GIS系统局部放电检测;大亚湾核电站主接地网的检测和评估等。

2. 防雷与过电压防护工作

(1) 防雷与接地保护

1) 2000年电气处按照电站防雷与接地的维修大纲要求,根据防雷工作的特点,在2000年度3月份(雷雨季节到来之前)完成了对核电站防雷设施和接地装置的上半年度检查与维护工作。在2000年下半年,除完成了对全站防雷设施和接地装置的半年度检查工作外,还完成了对核电站主接地网设施的状况检测与局部开挖检查。检查结果证明站内主体防雷设施和接地装置设备的工况良好。核电站发供电设备全年未发生过雷击而造成的雷害事故。

2) 2000年度内,大亚湾核电站400kV和500kV以及220kV线路运行工况良好,整个输电线路在雷雨季节中未发生过一次雷击跳闸事件,全年未发生因雷击而造成线路跳闸或雷害事故。

3) 经对核电站避雷器的全年动作情况统计,220kV及以上避雷器动作共13次,其中500kV避雷器动作8次,400kV动作3次,220kV动作2次。雷害最严重的月份发生在8月,该月避雷器共动作8次。由于避雷器的可靠动作,保证核电站系统设备的安全运行。大亚湾核电站电气设备全年未发生雷害事故,核电站全年发供电系统运行良好。

4) 对大亚湾核电站主接地网的检查、检测和状况评估工作于2000年11月全部完成。在2000年9~10月对大亚湾核电站主接地网的电气性能检测和对运行十年后的主接地网的腐蚀情况开挖检查中,已确认核电站主接地网目前状况良好。接地网接地电阻为0.174Ω,符合国家接地标准的要求。由于核电站主接地网的设计高于国内电站的设计标准,接地网设计寿命与核电站寿命一致,如接地母线、接地引下线全部采用铜质导体(预埋前做防腐处理),接地导线截面选择远大于国内标准,引下线与接地母线连接规范并良好等。因此,在对660多个连接点的检查中,仅发现两个接点接触不良。通过对开挖检查和检测结果进行综合评价,认为接地网的设计、安装、维护与运行工况满足核电站运行要求。今后对接地网接

地电阻的检测工作将视情况而行或十年后进行。

5) 对微波站防雷工况的检查评估工作于 2000 年 11 月完成。对微波站防雷工况的检查、评估工作内容包括: ①防雷设计、施工评估——核实原防雷设计的实施情况; ②接地网电气性能测试——测量接地网接地电阻和屏蔽线的连接等情况; ③接地网工况评估——接地电阻、电气连接等是否合格、接地网腐蚀状况(包括局部开挖检查)、接地网是否符合设计要求或是否满足运行要求等。

通过对微波站防雷设施的全面检查, 发现问题较多, 其主要问题是: ①接地网接地电阻检测为 7.15Ω , 与设计值 4Ω 相比偏大; ②接地网腐蚀严重, 水平接地带与垂直接地极已基本腐蚀断开, 垂直接地极已起不到应有作用; ③防雷保护设计部分方面不符合要求; ④交直流电源配电设备各侧及交流屏输入端等未装备氧化锌避雷器等保护装置, 直流屏输入端也未安装相应的浪涌吸收装置等。针对上述检测及评估结果, 为防止雷害事故的发生, 电气处在检查工作完成后发出了改造申请, 提出在雷雨季节到来前完成接地网的改造和有关防雷设施整改工作。

6) 积极采用新技术, 提高对设备的监视水平。2000 年 2 月初在北区 220 kV 变电站中, 将氧化锌避雷器的动作计数器改为带有电流监测的新型计数器, 实现了避雷器工况的在线检测。通过近一年的运行, 设备运行工况良好, 检测的电流结果稳定, 说明避雷器状况正常。下一步计划将这种技术扩展到整个电站。

7) 针对 1999 年 8 月 7 日 38 米平台储水池水位检测系统因雷害造成 7 个变送器损坏事件。由电气处提交工程服务申请, 建议对该水位检测系统进行防雷技术改造。电站技术部门于 2000 年 5 月对该系统进行改造。具体实施的改造内容是对露天敷设的电缆安装封闭式金属电缆托盘, 并将电缆托盘和变送器屏蔽罩接地。由于改造措施单一, 效果不甚理想。在 2000 年 8 月因雷电又造成一次储水池水位测量变送器 0SEP401/402MN 损坏事件。随后增加改进措施, 即在储水池侧 0SEP401/402MN 水位测量变送器处安装了过电压限制器, 经短时期考核, 效果不错。年底已着手在电站侧机房 9KRG151AR 内加装过电压限制器。这次改造的结果说明防雷保护须采取综合治理的措施。

8) 2000 年 7~8 月 BOP4700 火灾报警系统等发生雷害事件多起, 其事件的简要描述和分析见后文的“异常事件及处理情况”中的描述。

(2) 电站过电压防护工作

2000 年核电站各电压系统运行工况正常, 全年未发生因过电压而造成的设备损坏事故或失效事件。系统在防护过电压能力方面保持着良好状态。

(3) 防污工作

1) 大亚湾核电站 400 kV 和 500 kV 开关站均采用 SF₆ GIS 全封闭组合电器设备, 220 kV 厂用辅助电源亦为 SF₆ GIS 全封闭组合电器。整个核电站所管辖的设备中, 仅有部分 GIS 出线端的套管、出线支柱绝缘子和电容式电压互感器等为外绝缘设备, 其中 500 kV 核惠线出线端支柱绝缘子和 220 kV 水核线出线支柱绝缘子加装硅橡胶增爬裙。一年来在多种气候条件下, 这些设备的运行情况均表现良好。

2) 为做好设备的防污工作, 核电站检修始终遵循“逢停必扫”的原则, 在 2000 年度的核惠线年度停电检修、核深线年度停电检修和大浦线年度停电检修中, 对 500 kV 和 400 kV 户外设备均按照程序进行了检查和清扫。

3) 由于大亚湾核电站户外设备极少, 为提高设备防污闪能力, 核电站已通过立项对

400 kV 核深线户外部分出线支柱绝缘子和电容式电压互感器 (CVT) 绝缘子安装增爬裙改造 (500 kV 部分设备已改造, 其效果良好), 该项改造的招标工作已完成, 整个改造项目将在 2001 年完成。

4) 对北区生活和办公用 220 kV 变电站, 2000 年按照年度维护和检修要求对户外高压设备进行了检查和清扫 (该变电站 10 kV 出线及厂外 10 kV 供电系统已全部改造为电缆出线和电缆线路供电)。

5) 岭澳核电站 220 kV 厂用辅助 (备用) 电源系统至大亚湾核电站 220 kV 水核线的核电侧的联络线于 2000 年建成并通过验收。该联络线正式命名为 220 kV 水核支线, 于 2000 年 9 月正式启用。这条支线的建成将有助于提高两个核电站各自辅助电源系统的供电可靠性。该水核支线全部采用合成绝缘子, 在 2000 年运行工况正常。

6) 2000 年大亚湾核电站全年未发生污闪事故。

3. 高压电气设备运行情况

(1) 发电机组

1) 1 号发电机组于 2000 年 1 月 14 日 2:41 分与电网解列, 进入第六次换料大修, 至 2000 年 2 月 23 日 18:25 机组重新并网发电, 本次换料大修停机时间为 41 天。

2) 2000 年 2 月 28 日 17:46 分, 1 号机组因 1 号主变压器 C 相中性点连接头过热熔断故障, 机组停机 6 天, 故障处理后, 机组于 2000 年 3 月 6 日 17:45 分重新并网, 恢复正常运行。

3) 2000 年度 1 号发电机机组实现连续安全稳定运行 301 天, 创历史最高运行记录。2000 年度 1 号发电机组的可用率为 87.12%。

4) 2 号发电机组在 2000 年的运行期间, 因处理主变压器中性点连接头过热, 机组与电网解列 1.5 天, 2 号机组第七次换料大修 (2000 年 11 月 22 日至 2000 年 12 月 28 日), 机组停机 36.5 天。2000 年度 2 号机组实现连续安全稳定运行 248 天, 全年发电机组的可用率为 89.59%。

(2) 主变压器

1) 在 2000 年 1 号机组第六次大修期间, 1 号主变压器于 1 月 21 日停电检修, 2 月 5 日恢复并网运行。2000 年 2 月 28 日 17 时 46 分, 1 号主变压器发生了 C 相中性点连接头熔断事故, 经过 5 天抢修设备恢复送电。全年 1 号主变压器累积运行 344 天, 年可用率为 94.25%。

2) 本年度 2 号主变压器运行稳定, 全年累积运行 347 天。2 号主变压器于 2000 年 3 月 18 日停电处理中性点连接头过热问题, 于 3 月 20 日恢复并网运行。在 2 号机组第七次大修期间, 2 号主变压器停运检修 16 天 (2000 年 11 月 27 ~ 2000 年 12 月 12 日), 全年设备的可用率为 95.21%。

(3) SF₆ 气体绝缘变电站 GIS 和封闭导线 GIC 的运行情况

在 2000 年度, 大亚湾核电站 400 kV 和 500 kV 以及 220 kV GIS 系统运行工况正常, 全年未发生任何故障或事故。在本年度 GIS 系统 SF₆ 气室出现过 10 次压力低报警事件, 经现场补气处理和停电检修, 均已恢复正常。其中 5 月 31 日发生的 0GEW503GS 气室漏气情况较严重, 检查漏点为接地刀闸 511JS 驱动杆法兰密封处泄漏, 该设备的停电检修工作于 7 月 20 日进行, 维修处理后缺陷排除, 设备恢复正常。

(4) 厂用 6.6 kV 系统

在 2000 年, 厂用 6.6 kV 电压系统运行工况良好, 未发生过系统障碍或故障事件。全年

厂用电系统（6.6 kV 母线和开关设备）保持了良好的可用性。

在本年度 6.6 kV 设备发生的故障两起，一起为 6.6 kV 风机 2DVN006ZV 运行中发生电机轴承损坏，造成电机扫膛事故；一起为 1JPP001MO 高压电动机 C 相绝缘损坏故障，造成设备的不可用。

4. 异常事件及处理情况

(1) 对设备不符合项（NCR）的处理情况

1) 1CRF002MO 电机中性点连接电缆过热事件（不符合项 NCRMEE99001A）

1998 年 7 月 3 日，6.6 kV 循环水泵 1CRF001MO 电机运行中因中性点过热烧断而造成电动机烧毁事件。究其原因因为中性点的连接原设计不合理、可靠性差所造成。为此，在机组第五次大修（1998 年 11 月至 1999 年 3 月）中对循环水泵 1CRF001MO 和 2CRF001MO 电动机进行了改造（改造项目 MROTS980024），即将电动机末端三相导线的中性点直接在电机内部焊接，取消原引出线连线在电机接线箱中的中性点接线方式，以提高其可靠性。

1999 年 2 月，在对 1CRF002MO 电动机的年度检查中，发现中性点 T 型区双膜连接器压接点及连接电缆过热严重，电缆绝缘出现起泡和开裂。电气处发出不符合项报告，并采取临时处理措施将中性点原外接引出电缆连接线取消，而在中性点引出套管端部采用镀锌铜排直接连接。依此方式维持设备继续投入使用至机组第六次大修。在 1999 年 12 月机组第六次大修中，对电动机 2CRF002MO 和 1CRF002MO 以及备用电动机采用中性点内部焊接的方式进行改造。从而完成了对循环水系统 5 台电动机（一台备用）的全部改造工作。改造后的电动机运行情况良好。该 NCR 于 2000 年 4 月 26 日关闭。

2) 1GEX001GA 发电机定子内可能存在橡皮垫磨损物事件（NCRMEE99002A）

在 1 号机组第五次换料大修中，对发电机进行了抽转子解体检查。在回装转子时，为防止定子铁芯损伤，在定子内预先铺设的滑板下面承包商又加铺了一块橡皮垫（非规程要求）。转子回装工作完成后，回收橡皮垫时较为困难，抽出后发现橡皮垫有磨损。之后，采用吸尘器对定子内部相应部位进行了清扫，用内窥镜进行了仔细的检查，未发现有残留橡胶碎粒，确认机组可监视运行。1 号机组运行至第六次大修，发电机工况正常。该 NCR 于 2000 年 1 月 31 日关闭。

3) 2GEX001GA 发电机转子短路试验第八槽线圈波形异常（NCRMEE99006A）

1999 年 12 月 9 日，在 2 号机组第六次大修中，对 2 号发电机转子绕组作匝间短路试验时（简称 R.S.O. 试验），发现发电机转子两极（即 Z 极和 OPP Z 极，亦称 A 极和 B 极）检测波形与厂家提供的标准波相比不一致，将两波形相比，A 极线圈波形中比 B 极波形多了一个小的起伏。这个差异被怀疑为 A 极存在匝间绝缘异常，即认为起伏处是 A 极线圈匝间短路点反射波叠加所形成的。将 A 极所测的波形与厂家提供的参考波形进行比较，确定该异常点位于 A 极第八槽线圈，匝数位置为第 1 至 2 匝。

随后的进一步验证工作有：①1999 年 12 月 10 日，对 B 极第 8 号线圈上两匝进行了人为模拟短路试验，观察 B 极波形变化，发现它与 A 极波形几乎完全重合。②对 8 号线圈及其邻近的线槽通风孔进行多次吹扫和擦洗，未发现任何异常。③对转子进行了交流阻抗试验（在定子膛外和膛内），试验结果正常。④对转子又进行了两次 R.S.O. 试验，将转子翻转 180 度，R.S.O. 试验结果与厂家提供的标准波形完全一致；将转子再翻转回去，R.S.O. 试验结果与 12 月 9 日第一次测得波形一致。⑤2 号发电机大修后，对发电机进行了空载特性试验、发电机不同负载（25%，50%，100%）下的气隙波形检测，对 9 号、10 号轴承进行重

点检测, 经数月跟踪检查结果未发现异常。

根据以上检查结果, 初步认为: A 极 8 号线圈绝缘存在轻微异常, 短期内对机组的安全运行不会构成影响, 设备可继续运行。该 NCR 于 2000 年 3 月 20 日关闭。在机组第七次大修时对两台发电机转子进行绕组作匝间短路试验, 两台机组检测结果相同。因此, 今后须加强跟踪检查, 对异常波形尽可能作出根本原因分析, 以防止转子匝间发生短路。

4) 2GEX001GA 发电机定子冷却水回路遭受过压冲击 (NCRMEE99007A)

1999 年 12 月 13 日, 在 2 号机组第六次大修中对发电机定子冷却水系统作水流量试验时, 因三个出口阀门未打开就启动 GST 水泵充水, 使定子冷却水压力达 0.8~0.9 MPa (维持一分钟), 该系统的额定压力为 0.4 MPa。水回路系统水压严重超标。之后, 为检验发电机定子绕组状态, 对定子绕组进行 0.5 MPa 压力的气压试验和真空试验, 试验检查合格。2000 年 1 月发电机满负荷运行, 通过三个月的运行确认设备工况正常。该 NCR 于 2000 年 4 月 12 日关闭。

5) 1GST101MO 振动大、轴承温度高 (NCRMEE00006A)

发电机定子冷却水泵 (两台机组共 4 台水泵) 自运行以来, 运行中一直存在振动大, 轴承温度高等问题, 几个月内就要更换一次电动机轴承。该系统定子冷却水泵电动机的设计达不到技术规范要求。电气处提出不符合项申请, 建议将电动机滚柱式轴承改为滚珠式轴承。2000 年 7 月对电动机 2GST201MO 轴承进行了尝试性改造。在运行效果较好的情况下, 于 10 月完成了对 1GST101MO, 2GST101MO 的改造。在 1 号机组第七次大修中对最后一台电动机 1GST201MO 进行改造。至此, 电动机轴承改型工作已全部完成。该不符合项有待评定后关闭。

6) 2GEV101TP 主变压器低压侧内部绝缘板断掉一块 (NCRMEE000011A)

2 号机组第七次大修期间, 在对 2 号主变压器 A 相内部进行检查时, 发现有载调压开关下方位置有一块 400 mm×130 mm×2 mm 的绝缘板。经检查发现该块绝缘板来自低压侧绕组引出端的固定绝缘板, 断裂原因不明。发现后工作人员已将脱落的绝缘板取出, 若该板未及时发现将有堵塞变压器内部油冷却通道的风险。后经 GEC 厂家答复, 认为这种情况不影响变压器运行到下次机组的换料大修。到下次大修时再对此异常绝缘板进行更换。

7) 2GEX001GE 发电机内部部分油漆脱落 (NCRMEE000012A)

在机组第七次大修中对发电机内部进行检查时, 发现发电机外定子的内表面及氢气冷却器部分油漆脱落, 在定子绕组的引出端亦有部分油漆脱落的痕迹。临时采取的措施是对内部进行清洁, 对油漆脱落的部位进行处理, 以及对发电机内部进行内窥镜检查等。在随后的 1 号机组大修中发现存在类似问题, GEC 专家检查后认为油漆脱落是涂漆不均匀导致局部油漆过厚而造成。该问题有待进一步跟踪。

8) 2LBJ001BT 直流蓄电池组腐蚀严重 (NCRMEE000016A)

LBJ001BT 蓄电池组运行以来长期存在蓄电池极柱严重腐蚀问题。在 2 号机组第七次大修中, 于 12 月 21 日 2LGB 由主变压器向辅助变压器倒电时, 发生 125 伏直流失电造成倒电不成功事件。检查发现 2LBJ001BT 上的 40 号蓄电池极柱腐蚀已造成断裂, 实际已形成开路。随后对该蓄电池组进行了全部更换。事件发生后, 检查 1LBJ001BT 的蓄电池组, 发现 39 号等 4 个蓄电池腐蚀严重。紧急采购备件并于 2 月 16 日完成对 1 号机组 LBJ 整组蓄电池组的更换工作。对蓄电池腐蚀问题的根本原因分析将继续进行, 蓄电池组的换型评估由设备管理处负责。

9) 9LGR001TA 辅助变压器因 9LGR177XK 故障导致跳闸事件 (NCRMEF000009A)

2000年9月6日, 220 kV 辅助变压器冷却器控制继电器 9LGR 177XK 故障, 导致 9LGR001TA 辅助变压器跳闸停运。2000年9月14日, 9LGR276XK 故障, 导致 9LGR002TA 辅助变压器跳闸停运。该类继电器历史上曾经发生多次故障, 并作为不符合项目处理过。当时的处理结果是采用改造的继电器。即在原继电器上对容量小的电阻进行增大容量。从现有结果来看, 这种继电器仍属不可靠, 须从新评估、鉴定。该问题已列入十大技术问题的遗留项问题中。对此事件原因初步分析是由于辅助变压器冷却器控制回路的时间继电器 276XK 长期带电, 继电器电阻热稳定性下降, 从而造成辅助变压器跳闸。为从根本上解决此问题: ①已将故障继电器寄往厂家进行根本原因分析; ②将库存的继电器送国家继电器检测中心检验; ③考虑更改原设计或采取其他的纠正性措施。

(2) 主变压器异常工况的处理情况

在机组第六次大修期间, 对主变压器油和两台备用相变压器油进行了再生处理, 并对 2 号主变压器 C 相油路进行了改造。再生处理后的变压器油样色谱分析和油介损值检测均已符合标准。对投运后两台主变压器一年的跟踪监测表明, 其变压器油质工况与历史情况相比有明显改善, 到 2000 年底机组第七次大修时, 变压器油样色谱分析结果除 2 号机主变压器 B 相外, 全部在国家标准注意值 150×10^{-6} 以下。变压器油介损虽不合格, 但与历史记录相比已小很多, 初步认为介损高的主要原因仍是变压器油处理不彻底所造成。另外, 在机组第六次大修中, 对 1 号和 2 号主变压器 C 相低压侧裸露的母线排进行了实施尝试性的包扎改造, 一年来的运行有一定的效果。针对大亚湾核电站主变压器内部存在低温过热问题, 大亚湾核电站对其设备的监督工作非常重视, 一直采取持续的改进工作, 制定了各专业的行动方案以及完成期限。在 2000 年度主要完成的工作有:

1) 电气处定期每周对主变压器设备巡检, 每月对主变压器进行油色谱含量分析, 以监督其内部工况。在 2000 年的运行中, 变压器油色谱检测结果显示三相检测值未有显著差别, 1 号和 2 号主变压器三相总烃虽仍呈增长趋势, 但这种情况与往年主变压器的油样趋势结果相比有明显改善。

2) 年初适时地对变压器油介损进行测量, 而从 2000 年 7 月开始, 每月对变压器油介损进行定期测量, 跟踪主变压器油介损变化情况。

3) 2000 年 2 月 28 日, 1 号主变压器恢复送电后不久, C 相中性点连接头发生过热熔断事故。在对故障连接头和损坏的套管进行更换处理, 并试验检查合格后, 1 号主变压器于 3 月 5 日恢复运行。1 号主变压器 B 相释压阀运行中发出异常声响, 利用 1 号机组 3 月初停机的时间, 对其 1GEV201SP 处的释压阀进行了更换, 运行正常。

4) 鉴于 1 号机组主变压器中性点接触不良引发的事故, 在对 2 号主变压器中性点运行温度的检测中, 发现温度偏高, C 相最高达 78.6°C , 表明中性点接触不良问题同样存在。因此, 2 号机组特别申请 3 月 19 日停机小修, 在更换中性点接头后 (W.R0038296), 2 号机组于 3 月 20 日 13 时 29 分重新并网发电。

5) 2000 年 8 月, 邀请国内外十几位变压器、油务专家, 对主变压器低温过热问题及运行状况进行了分析、研讨, 提出了评价意见和第七次大修中进一步改进措施意见 (见《2000 年大亚湾核电站主变压器低温过热问题技术研讨会》会议纪要)。

6) 每三个月由 HSB 工程保险公司 (HSB ENGINEERING INSURANCE LTD) 将主变压器油样送到英国, 进行全面项目的检测分析。并不定期取变压器油样送到国内科研单位进行全面

检测和分析。

7) 2000年11月27日, 2号主变压器停运(2号机组第七次换料大修期间), 对A相和C相主变压器及2号主变压器备用相(备用相在27日前完成)进行变压器油再生处理, 处理后色谱、介损检测结果合格。对主变压器绝缘电阻、直流电阻、介损等电气进行检测, 电气试验结果正常。大修中还完成了对三台主变压器及厂用变压器A和厂用变压器B更换压力释放阀等工作。

8) 在2号机组第七次大修中, 对2号主变压器A相、C相内部进行全面检查, 其中在A相底部发现一块裂断的绝缘纸板, 检查认为是从低压侧右部引线软连接的圆型隔板处断开, 经厂家答复设备可继续运行, 并在下次大修时更换该绝缘板。主变压器A相、C相内部其他方面检查情况正常。

9) 2001年1月19日, 1号主变压器停运(1号机组第七次大修期间), 对三相变压器实施变压器油再生处理, 处理后色谱、介损检测结果合格。对主变压器绝缘电阻、直流电阻、介损等电气参数进行检测, 结果正常。对主变压器三相内部检查正常。在本次大修中对1号主变压器A相和B相低压母线排实施包扎改造, 对三相低压母线排的包扎改造工作全部完成。

10) 在机组第七次大修期间, 除对主变压器及备用相进行变压器油再生处理外, 还对变压器进行了变压器油绝缘电阻、直流电阻、介损等电气检测, 同时GEC专家对变压器内部进行了十年检项目检查, 检查结果正常。整个变压器油再生工作是由湖北孝感供电局实施, 处理后的油分析结果完全符合国家标准, 各项指标均合格。

经过多年的改造和多次的变压器油再生处理, 主变压器上明显的过热问题得以解决。变压器工作状况明显改善, 并且效果比较理想。尤其1997年机组第四次大修时对冷却器的改造, 主变压器内部运行温度已明显下降, 这对设备的安全运行和延长主变压器的工作寿命有着极大的意义。主变压器油已在低温过热条件下运行多年, 油质劣化情况严重。连续两年的油再生处理, 有效地提高了变压器油的质量。以后工作的重点应是继续作好维护和检修工作, 特别是监督和提高变压器油的质量。以保证变压器安全运行30年。

2000年底对主变压器的总体评价为变压器设备工况正常, 变压器油样全部项目试验结果均合格, 各项电气试验测试技术指标在合格范围内。变压器已基本进入稳定的正常状态。在继续加强监视、监测情况下可保证主变压器组长期满负荷稳定运行。

(3) 1号主变压器C相中性点套管出口接头过热熔断事故情况

1) 事故过程

2000年2月28日, 1号主变压器C相高压侧中性点套管出口连接件(接头及软连接排)发生过热熔断事故。事故过程中形成电弧放电。当中性点电弧放电转向对邻近高压侧冷却器一回油管放电时, 引发主变压器第一套零序保护动作, 使1号发电机组及反应堆紧急安全停机、停堆。主变压器跳闸后厂用电成功切换到辅助电源供电系统供电, 事故发生过程中保护系统动作正常。事故发生时, 工作人员手动启动主变压器喷淋系统, 并经消防队干预将套管处残火扑灭。

2) 事故原因初步分析

从C相中性点出口熔断的状态和继电保护动作情况分析, 认为事故是由中性点套管出口接头接触不良所造成。其深层原因是: ①中性点接头原设计存在设计缺陷, 其导体间接触面积不符合工程技术规范要求; ②受环境影响, 接触面形成氧化层并出现电腐蚀, 接触

电阻增大导致连接头发热；③接头紧固螺栓因通电流过热蠕变或形成螺栓间力矩不均匀；④维修巡检行动不到位，造成事故隐患未能及时发现等。由此诸多因素导致事故的发生

3) 事故处理

事故后，立即取油样作化学分析，油色谱、微水含量、油耐压值均合格。测量主变压器 C 相高压绕组绝缘电阻和三相直流电阻均正常。请制造厂变压器专家对变压器内部构件、铁芯和绕组等进行全面检查，未发现异常。在大量检查工作完成后，经分析认定主变压器内部工况正常。据此采取了如下几方面的抢修措施：变压器排油，拆除故障套管，主变压器内部全面检查正常之后抽真空，回注油至套管内部接头位置。新套管回装就位，软连接焊接并恢复与套管连接，测量接触电阻合格。变压器真空注油至正常油位，用滤油机进行再循环处理。对油样常规分析油耐压、微水含量、油色谱等合格。主变压器油泵停运，主变压器油静止后排气。3月5日1号主变压器恢复送电。

4) 事故后纠正性行动

对1号主变压器 A 相、B 相中性点连接件拆下检查，夹件有局部电腐蚀及螺栓锈蚀，已用新备件更换并恢复与套管连接，测量接触电阻合格 ($R < 3 \mu\Omega$)。针对1号主变压器喷淋动作，对主变压器油泵、风机及所有电气接线箱等进行了检查及处理。鉴于1号机组主变压器中性点接触不良引发了事故，对运行中的2号主变压器中性点连接件进行连续温度检测，检测中发现温度偏高，其中3月15日测量结果最高温度已达 78.6℃（环境温度 18℃）。表明中性点接触不良问题在2号主变压器上同样存在。因此，向电网特别申请2号机组停机小修，于3月19日对2号机组主变压器中性点连接头进行更换。在更换中性点连接头后，2号机组于3月20日13时29分重新并网运行。

针对主变压器中性点连接头过热熔断这一事件，维修部门加强了对设备管理、监督和維護工作，通过现场培训掌握了连接头维修工艺技术，并制定了定期检测主变压器中性点连接头温度及改进维修程序等措施，以防止类似事故的再次发生。

(4) 2000年 BOP4700 火灾报警系统等雷害事件简述

BOP 辅助厂房仪控设备近年来多次发生雷害事件，雷害集中的表现为 JDT 火灾报警系统的雷害事件。该 JDT 火灾报警系统的主系统设备为 4700 型火灾检测报警设备。4700 火灾报警系统主要负责 AF, AA, AB, AN, AX, QB, EL 等厂房的火灾监测和报警，共有 500 多只探头。其中 AF, AB 厂房是核电站仓库重地，其内部存有大量重要备件，一旦在失去火灾自动监测的情况下发生火灾，后果将非常严重。因此，对 4700 火灾报警系统的可靠性和可用性要求很高。

1) 雷害事件情况描述

2000年7月9日，暴雨天气，随着深夜1时37分的一声雷鸣巨响，4700型火灾报警系统出现大面积故障报警，故障涉及 AF, AX, EL, AG, AN 等5个厂房。事后检查发现4700电源板损坏1块、回路板损坏3块、AN厂房主机板损坏1块，探头底座信号板损坏约20块。事件造成所有相关厂房失去火警监测5天，部分厂房失去火警监测约10天。

2000年8月23日晚9时30分，随着一声响雷，4700报警系统的31个编址点同时出现故障报警，故障涉及 AF, AX, EL, AG, AA, AB 等6个厂房。经检查故障出现在现场，涉及29个编址点、95只探头，其中28个编址点的92只探头均位于近10m高的房顶，维护工作艰难。AA/AB厂房火警主机出现20余处火警误报，涉及探头40只。

2000年8月24日上午11时08分，经检修后，故障点已从29个编址点缩小到19个编址

点时,随着一声巨响,正在机柜前的两名维修人员当即听到4700机柜内的电路板件上明显的“啪啪”几声响,随即4700主机再次出现大面积故障,涉及编址点约100处、探头约300只,系统基本瘫痪。另外,AA/AB厂房火警主机也出现20余处火警误报,复位后仍有13处报警,涉及探头约40只。

在2000年8月23日的雷害事件中,电站保安系统的设备损坏达5处之多。在8月24日的事件中,核电站OTER、9TEU等液位指示系统多处出现异常动作,这说明严重的雷暴往往会波及到很多系统设备。

2) 4700型火灾检测报警系统中存在的问题

该系统装置是由西安262厂生产的第一代原型机,系统设备于1994年投入使用后,就发现设备故障率高、可靠性差,虽经1994年至1995年间近半年的改造(更换了主板、所有回路板、约180个底座编址模块,总线改造等),系统本身可靠性问题仍未解决。而系统设备防雷方面存在的主要问题是系统设计未考虑防雷保护问题,也就是说在设计时没有按照有关防雷标准或规范进行。因此,实际系统设备的防雷保护问题严重。检查出的主要问题有:①所有端子线、探头连线走线不规范;②主机内电缆、电线、端子连线布置混乱;③部分探测线与220V电源线(强、弱电)穿同一根管,共用同一个端子箱,存在电磁干扰问题;④总线及探测线应使用多股双绞线,但设计图纸和实际走线均无双绞线,且绝大多数使用单股线,导致信号传输效果差,在空中雷电电磁脉冲波作用下极易耦合感应过电压;⑤探测线布线未采用屏蔽管线布置;⑥机柜内部仪表、板件、机壳等接地不规范。

3) 处理措施

根据检查发现的问题,对防雷保护提出的临时性改进意见为:接地线连接方式规范改进,电源设备加装氧化锌避雷器或过压保护器(如压敏电阻),仪控信号线入口考虑加装电涌保护器等(如箝位二极管、放电二极管等)。为从根本上防止雷害事故的发生,建议最终的改进方案为对整个系统进行重大改造,即检测系统本身可靠性的改造和防雷设计的改造。2000年该系统的改造项目获得批准,改造工作在2001年进行。

5. 高压技术监督管理工作

(1) 2000年,大亚湾核电站为实现群堆优化管理,对组织机构进行了调整。核电站技术监督小组也升级为核电站技术监督委员会,从生产管理的战略角度提高了对技术监督的重视程度,加大了对核电站技术监督工作的促进作用。2000年度核电站就技术监督工作召开多次会议,在电站技术监督委员会的领导下,加大并强化规范了技术监督的管理,在内部实行技术监督逐月统计报告制度,依照广东省电力系统高电压技术监督考核办法,大亚湾核电站在2000年高压监督执行工作中,各项高压监督考核指标的完成情况良好。

(2) 认真执行电力部、广东省电力局等上级管理部门颁布的“高电压技术管理”等所相关的各项规程、条例和反事故技术措施。结合2.28主变压器中性点过热熔断事件,加大了经验反馈的力度,在设备的巡视检查中及时地发现了儿起设备问题和隐患,避免了机组降负荷或机组停机事故的发生,如CSY012FU过热的发现和处理、SHY制氢站导线排接线端过热处理等。根据设备检修的经验反馈,对设备维修大纲和执行程序作了大量的修改升版工作,其中维修大纲升版56份,维修程序129份。维修程序或大纲的优化升版标志着设备的维护管理和检修水平的提高。制定合理的检修项目和工作方法,不仅可保证高质量的设备状态,而且可降低成本、提高工作效率。

(3) 对设备存在的不符合项或遗留问题,落实到人,并及时地跟进解决,保证设备处于

完好的工作状态。对现场技术无法解决的设备问题，通过与厂家或外部技术单位进行技术合作，使遗留问题尽快得以解决。2000 年对电站设备改造作了大量的工作，如对 1JPP001MO, 2DVN006MO 两台 6.6 kV 故障的高压电机送出改造，对 1 号主变压器和 2 号主变压器油实施再生处理，对主变压器内部油路循环回路改造，对 400 kV 和 500 kV GIS 气体绝缘变电站局部放电检测以及大亚湾核电站主接地网检测、评估等。

(4) 贯彻执行“2000 年度广东省高电压专业工作会议”的精神，认真执行“广东省电力工业发供电重大缺陷上报制度”的规定，做好事故、障碍、缺陷等的及时上报、分析和统计工作。提前完成了广东省电力技术监督部门下达的“2000 年度高压专业工作总结”、“2000 年度高压开关工作总结”以及高压电气设备预试率考核报表等的上报工作。

(5) 参加广东省电力公司组织的高电压技术专题会议，如 2000 年 4 月 26 参加了在广州市召开的“2000 年广东省高电压管理工作会议”和 2000 年 4 月 10 日在广东花都市召开的“2000 年度广东省高压开关管理工作会议”等。这些会议对广东省电力系统高压专业的工作情况进行了总结和交流，对当前电力系统的典型事故情况和纠正措施要求进行了通报，反馈的经验信息和对今后工作提出了要求，为核电站高压管理工作提高起到了积极的促进作用。

(6) 2000 年度完成的专业培训工作有国外培训 2 次，国内培训 6 次。主要培训为 2000 年 4 月，两人参加了在英国和法国进行的七周“岭澳核电站常规岛电气设备部分”和“岭澳核电站发电机-变压器保护”培训工作。结合 1, 2 号机组第七次大修发电机负荷开关六年检修，安排 3 名电气维修人员到瑞士进行了为期 2 周的“发电机负荷开关解体检修”培训。2000 年 6 月，一人参加了在瑞士 ABB 公司进行的 500 kV GIS 高压组合电器设备（岭澳核电站 500 kV 开关站设备）的出厂验收试验。另外两人分别参加了岭澳核电站发电机和变压器的监造工作。国内参加了广东电机工程学会在韶关举办的“500 kV GIS 超高压输变电设备技术”培训，四川电力研究院举办的“SF₆ 试验技术”等培训，外请教师在核电站进行了“防雷、接地技术”培训，外请厂家技术人员进行了“梅兰日兰高压开关检修工艺”培训，处内组织的“220 kV LGR 高压系统结构及原理”培训和岭澳核电站接产调试基础培训等。

6. 新技术和新设备应用

(1) GIS 局部放电检测技术应用

大亚湾核电站 OGEW 系统的 400 kV GIS/GIC, 500 kV GIS/GIC 设备自 1992 年投运以来，其内部工况一直处于未知状态，为检测其内部 GIS/GIC 的绝缘状态，采用国内最新研制的 GIS 局部放电检测装置，于 10 月 23 日至 26 日对 400 kV 和 500 kV GIS 气体绝缘变电站进行了全面的局部放电检测，检测结果表明设备内部各绝缘子的工况正常。计划 2001 年对 220 kV GIS 系统进行全面的局部放电检测。

(2) 接地网接地电阻异频测量技术的应用

采用接地网接地电阻异频测量仪，完成了对大亚湾核电站主接地网和微波站接地网检测和评估工作等。

(3) 购置高压试验设备、仪器多台

本年度购置 SF₆ 微水分析仪一台、高压试验变压器两台和变压器有载开关检测仪一台，这些仪器设备在机组第七次大修中发挥了很好的作用。

表 2.1.1.8-1 设备绝缘事故情况统计

设备分类		主变压器	电压互感器	电流互感器	断路器	GIS (间隔)	避雷器	高压电缆 条/千米	50 MW 及以 上发电机
220 kV	运行台	3	6	3	9	27	6	3×0.2	运行台: 2
	故障台	0	0	0	0	0	0	0	
	故障率	0	0	0	0	0	—	0	
400 kV	运行台	3	24	—	27	153	18	—	故障台: 0 故障率: 0
	故障台	1	0	—	0	0	0	—	
	故障率	33.33%	0	—	0	0	0	—	
500 kV	运行台	5	18	—	18	117	12	—	故障率: 0
	故障台	0	0	—	0	0	0	—	
	故障率	0	0	—	0	0	0	—	

注: 故障率 = $\frac{\text{设备故障次数}}{\text{设备台数} \times 100}$ [次/ (百台·年)]

表 2.1.1.8-2 高压电气设备事故、障碍统计

序号	名称与电压等级型号	障碍时间	制造厂	障碍情况与原因分析	损坏部位
1	主变压器中性点连接头 过热熔断 1GEV301TP	2000.2.28	GEC-ALSTOM	1号主变压器 C 相中性点过热熔断, 造成 1 号机组紧急停机、停堆	主变压器中性 点出口连接头 及中性点套管
2	核辅助厂房 6.6 kV 风 机 2DVN006ZV	2000.3.10	法国 JS 公司	风机运行中轴承发生损坏, 造成电机 扫膛事故, 风机不可用	定子、转子
3	590 联变异常解列	2000.1.23	ALSTOM	500kV 开关站 TB 厂房因下雨漏水, 造 成 0GEW394TU 气室压力开关盒进水, 322SP 压力开关动作, 导致 590 联变解列	无
4	6.6 kV 消防水泵 1JPP001MO	2000	法国 JS 公司	电动机出现接地故障, 定子绕组 C 相 绝缘损坏, 电动机不可用	定子绕组

表 2.1.1.8-3 高压设备典型缺陷统计

安装地点	设备名称及型号	电压等级	缺陷部位	缺陷情况	缺陷原因	制造厂
大亚湾核电站 TA	1 号机组主变压器 DFPX - 375000	400 kV	主变压器内部	油介损超标	低温过热	GEC - ALSTOM
大亚湾核电站 TA	2 号机组主变压器 DFPX - 375000	500 kV	主变压器内部	油色请总烃 含量高、油 介损超标	低温过热	GEC - ALSTOM
大亚湾核电站 TB	开关站隔离开关 SF ₆ 气室 0GEW503GS	500 kV	接地开关驱动 杆法兰密封处	SF ₆ 气体泄漏	密封失效	ALSTOM
大亚湾核电站	6.6 kV 冷却水泵 1RRU004MO	6.6 kV	定子槽楔	定子槽楔松 动	制造工艺	MOTEURS ALSTOM

表 2.1.1.8-4 高压电气设备预防性试验情况统计表

名 称	电压等级 kV	总台数	计划试验 台 数	已试台数		不良设备		缺陷消除情况	
				台数	占总数/%	台数	占总数/%	台数	占不良设备/%
变 压 器	500	6	6	6	100				
	400	4	4	4	100				
	220	3	3	3	100				
电压互感器	500	18	18	18	100				
	400	24	24	24	100				
	220	6	6	6	100	3	50	3	100
电 流 互 感 器	500	—	—	—	—				
	220	3	3	3	100				
	110	—	—	—	—				
断 路 器	500	18	18	18	100				
	400	27	27	27	100				
	220	9	9	9	100				
GIS 组合电器 (间隔)	500	117	117	117	100				
	400	153	153	153	100				
	220	27	27	27	100				
避 雷 器	500	12	12	12	100				
	400	18	18	18	100				
	400	6	6	6	100				
耦 合 电 容 器	500	—	—	—	—				
	220	—	—	—	—				
	110	—	—	—	—				
高 压 电 缆	500	—	—	—	—				
	4000	—	—	—	—				
	220	3	3	3	100				
50 MW 及以上 发 电 机	25	2	2	2	100				

注：1. 高压设备按电压等级分类进行统计；

2. 变压器、油开关以台为单位，互感器以台（即相）为单位统计，高压电缆以条为单位；

3. GIS 以每个气室为一个间隔。

表 2.1.1.8-5 雷击故障情况统计表

设备名称	运行数量	雷 击		次/[百千米(白站·百台)·年40雷电日]	
		跳闸/次	事故/次	跳闸率/%	事故率/%
500 kV 变电站/所	1	0	0	0	0
220 kV 变电站/所	2	0	0	0	0
500 kV 变压器/台	6	—	0	0	0

续表

设备名称	运行数量	雷 击		次/[百千米(百站·百台)·年 40 雷电日]	
		跳闸/次	事故/次	跳闸率/%	事故率/%
400 kV 变压器/台	4	-	0	0	0
220 kV 变压器/台	3	-	0	0	0
500 kV 线路/km	50	0	0	0	0
220 kV 线路/km	45	0	0	0	0
400 kV 线路/km	130	0	0	0	0
10 kV 变压器/台	52	-	0	0	0

2.1.1.9 核电站发供电系统可靠性

1. 发电机组系统的可靠性

1号发电机组在2000年第六次机组换料大修期间(2000年1月14日至2000年2月23日)停机检修41天。2000年2月28日1号主变压器C相中性点过热熔断事故造成发电机组停运6天。全年1号发电机组停运时间共计为47天,可用率为87.67%。

2号发电机组在2000年机组第七次换料大修中(2000年11月22日至2000年12月28日),共计停机维护时间为36.5天。在本次燃料循环期间,2号发电机组于3月18日至3月20日为处理主变压器中性点过热问题与电网解列1.5天。可用率为89.59%。

全年发电机故障率为 $F = \frac{\text{故障台次}}{\text{总运行台数}} \times 100 \cdot \text{台次}/(\text{百台} \cdot \text{年}) = 0 \text{台次}/(\text{百台} \cdot \text{年})$

全年两台机组在运行期间未发生任何绝缘事故或障碍。本年度影响发电机可靠性的主要因素有:①发电机组在2000年运行期间,1号发电机和2号发电机多次出现转子轴电压低异常报警,经多次处理后,报警仍常出现。原发电机轴电压调试时在10~13V,现检测值为1~4V。原继电器报警值设定为4V,为避免报警的长期闪发,临时将继电器报警值调整至1V,但报警问题依然存在。在2000年底2号机组第七次大修中检查所有相关轴承或密封瓦绝缘,绝缘状况良好。随后对1号发电机组大修的检查中相应轴承、轴瓦绝缘亦正常。分析认为发电机轴电压低对发电机轴承不产生影响,对发电机组也不构成危害。对报警问题有了初步的改进意见;②2号发电机内部部分油漆脱落问题。在2号机组第七次大修期间对发电机内部进行检查时,发现发电机的两台氢冷却器和外定子内侧部分油漆脱落,在定子绕组的引出端亦有部分油漆脱落的痕迹。临时采取的措施是对内部进行清洁工作,对油漆脱落的部位进行处理,以及内部检查等,检查结果未发现异常。GEC专家认为油漆脱落是涂漆不均匀、局部油漆过厚所造成。大修后检测发电机运行工况正常;③在2号机组第六次大修期间,对2号发电机转子进行短路试验时发现第八槽线圈波形异常,怀疑匝间绝缘低,对该问题已发出了不符合项报告作跟踪处理。机组第七次大修期间,对发电机转子进行R.S.O.试验,检测波形同上次一样,初步认为A极8号线圈绝缘存在轻微异常,短期内对机组的安全运行不会构成影响,但对该问题仍须跟踪并须做进一步的评估。

2. 输变电系统 GEV 的可靠性

输变电系统 GEV 主要包括主升压变压器和厂用降压变压器。

1号主变压器和降压变压器(A和B)在随机组第六次大修中,停电检修16天(2000年1月21日至2000年2月5日)。2000年2月5日1号主变压器恢复并网运行后,于2月28日

17时46分,因发生主变压器C相中性点连接头熔断事故,造成主变压器停运并经过5天抢修才恢复送电。1号主变压器全年累积运行344天,该主变压器设备全年可用率为94.25%。

2号机组主变压器和降压变压器(A和B)在2000年度中,随机组第七次大修停运检修16天(2000年11月27日-2000年12月12日)。在2000年3月18日为处理中性点连接头过热问题,停运1.5天,于3月20日恢复并网运行。本年度2号主变压器运行稳定,全年累积运行347.5天。全年设备的可用率为95.21%。

全年GEV系统500kV变压器设备的故障率为0台次/(百台·年),400kV变压器设备的故障率为33.33台次/(百台·年)。

本年度影响GEV输变电系统可靠性的主要因素有:①主变压器中性点连接头过热,详情见2.1.1.8节“4.异常事件及处理情况(3)”;②2号主变压器B相油样色谱超标;③变压器油质不合格,该问题在机组第七次大修中做了改进处理,详情见2.1.1.8节“4.异常事件及处理情况(2)”。

3. 400 kV/500 kV GIS 开关站供电可靠性

全年对OGEW系统SF₆气室共进行过13次的补气工作。部分气室补气原因为SF₆压力低报警,如运行中OGEW409GS气室SF₆压力低报警。其余部分为在OGEW设备年度检修中,检查发现SF₆压力偏低,如OGEW105GS A相等。2000年度所有气室微水检测均合格。电站220kV以上避雷器运行状况良好,全年动作次数为13次。

整个400kV/500kV GIS各气室维护的完好率为100%,2000年度未发生过一次设备损坏或停电故障,各GIS出线和线路的可用性见表2.1.1.9-1。

表 2.1.1.9-1 400 kV/500 kV GIS 组合电器设备的可用性

各GIS部分	计划性停电检修时间/天	非计划性停电时间/天	年可用率/%
核大I线	16.91	0	95.37
核大II线	22.81	0	93.75
核深线	0	0	100
核惠线	6.25	0	98.28

2000年度影响开关站系统可靠性的主要因素有:①407TB2号机组一套T差保护继电器(012XI)失效:2000年9月2号机组主变压器出口第一套“T”差保护出现报警,经查GEW462TI电流互感器内部开路。鉴于电流互感器更换须设备停电进行。因此,临时将该套保护退出运行(共有两套),其结果是降低了保护的可靠性。随着2号机组第七次大修,电气处等于11月29日开始对GEW462TI电流互感器进行更换处理,更换工作于12月5日全部完成,并将该保护正式投入运行。②OGEW/9LGR断路器操作机构渗油情况:在5月份检查中发现4台400kV断路器操作机构有少量渗油现象,对其柜内油污进行了清洁处理。对上述情况,电气处联系厂家,厂家答复不影响设备运行,需加强其发展情况跟踪,必要时停电进行检修。③OGEW503GS气室SF₆压力低报警:5月31日,运行中发现OGEW501JS C相所在的气室503GS发出SF₆压力低一级报警,随后检测确认漏点为接地刀闸511JS驱动杆法兰密封处泄漏。多次补气后仍出现报警,表明OGEW503GS气室SF₆气体泄漏严重(4~5天补气一次)。在申请设备停电检修(7月20日),并在更换了相关的密封圈后,设备密封恢复

正常, 该缺陷排除。

4. 辅助供电系统 LGR 的可靠性

2000 年度 220 kV 辅助电源系统发生停运不可用次数共 8 次, 其中非计划性停电 3 次 (一次为雷电造成线路接地, 保护跳闸, 重合闸成功), 共计停电 7.5 小时, 计划性消缺或其他倒电需要停电 5 次, 计为 41 小时。全年该系统设备 (包括 2 台辅助变压器、GIS 组合电器等) 的可用率为 99.45%。2000 年度主要影响 GIS 系统可靠性的因素为: ①个别 SF₆ 气室渗漏, 如 0GEW001GS C 相气室吸湿器漏气, 更换密封圈后正常; ②01GR001JS 接地刀闸三相动作不平衡, 操作时 B 相不能正常到位或分开不正常。2000 年 9 月 5 日水核线停运时, 实施了 B 相接地刀闸的更换。更换后调整三相接地刀闸位置和动作特性, 检测三相达到平衡, 该设备已恢复正常。③9LGR101JS 接地刀闸电动机构不能操作, 检查为齿轮转向连杆损坏, 这些工作因现场检修条件不具备, 待转到停电时进行。④部分操作机构有少量渗油, 检查为低压连管处有轻微渗油, 对柜内油污进行了清洁处理, 并定期跟踪检查。

5. 6.6 kV 中压厂用电系统 LG * 供电可靠性

6.6 kV 中压系统各类设备全年设备故障率按式 $F = \frac{\text{故障台数}}{\text{总台数}/100}$ 台次/(百台·年) 来计算, 依次按设备划分计算结果见表 2.1.1.9-2。

表 2.1.1.9-2 6.6 kV 中压电气设备年故障率

6.6 kV 中压 供电设备	运行总台数	故障台次	故障率 台次/(百台·年)	备 注
母 线	16	0	0	
断路器 (接触器)	176	0	0	
电动机	85	2	1.176	2DVN006ZV, 1JPP001MO 故障损坏
变压器	74	0	0	

2000 年度处理 6.6 kV 电动机故障 2 起、处理电动机缺陷 1 起: ① 2DVN006ZV 扫膛事件: 2000 年 3 月, 发生一起 6.6 kV 电机 (225 kW) 损坏事件, 2DVN006ZV 运行中电机轴承损坏, 造成电机扫膛事故。在更换损坏电机后, 系统恢复正常。对 6.6 kV 电机损坏事件, 电气处在对国内兰州电机厂、上海电机厂和湖南湘潭电机厂调研后, 决定在国内订制新电机作备件, 即对故障电动机的转子、定子和绕组进行更换 (国产化)。该电动机在兰州新科电气修造有限公司修复, 于 2000 年 12 月返回大亚湾核电站。② 1JPP001MO 高压电动机绝缘故障: 1JPP001MO 高压电动机 C 相绝缘低, 造成设备不可用。将该设备送出维修 (该电动机在兰州新科电气修造有限公司进行维修), 解体后发现 C 相部分线圈绝缘发生击穿故障, 对故障线圈进行更换等处理后, 设备已恢复正常。于 2000 年 12 月返回大亚湾核电站。③ 1RR1004MO 电机更换: 2000 年 3 月, 完成了 1RR1004MO 电机的更换工作。由于上次 (1999 年 4 月 22 日) 1RR1004MO 电机磁性槽楔松动问题出现后 (该电机型号为 TYP MQABH500M/4、系列号 NO.208514882), 使用更换的电机是一台存在同样问题的电机 (该电机系列号 NO.208514893)。因此, 在备件到库后, 将该电机更换, 新电机系列号为 NO.208514891, 电

气项目检查正常,设备再鉴定试验合格。系列号为 NO.208514893 的电机送出检修,修复后返回大亚湾核电站。

6.6.6 kV 柴油发电机 LHP/LHQ 的可靠性

每台机组都配置有 2 台 6.6 kV 应急柴油发电机 LHP 和 LHQ,在电站主电源 GEV 和辅助电源 LGR 都失效时,作为最后一道应急电源向核安全设备供电。按照核电站定期试验程序的要求,在机组正常运行期间每月进行一次循环启动试验。在 2000 年度中,1 号机组 2 台柴油发电机在 5 月份 971JA 励磁回路改造时失去可用时间为 9.3 小时,年不可用率为 0.1%。2 号机组 2 台柴油发电机的 971JA 励磁回路改造失去可用时间为 13.78 小时,而在 2LHP 由 TS 至 TA 倒电切换时,低电压保护跳闸造成故障暴露不可用 261 小时,故 2 号机组柴油发电机组的年不可用率为 1.6%,全年整个核电站柴油机组的不可用率为 0.8%。

两年来柴油机组不可用率的统计结果见表 2.1.1.9-3。从统计结果来看,2000 年柴油机组系统的可靠性与 1999 年度相比有所提高,但与核电站安全性能指标的要求仍有较大差距,即启动失效率仍高于目标值。近几年来,影响柴油机系统启动不成功的设备原因主要是柴油机励磁开关 971JA 动作可靠性差、软管破裂和速度调节器故障、励磁机故障、低电压保护经常动作跳闸、过负荷保护经常动作等。为提高其可靠性,在 1999 年度针对柴油机存在的问题进行了重点整治,除低电压保护动作跳闸和速度调节故障问题未能彻底解决外,其他方面问题均得到了根本性解决。2000 年找到了困扰核电多年的低电压保护经常动作跳闸、过负荷保护经常动作的根本原因,并通过改造和采取相应的技术措施,使得该问题得以解决。由此提高了 2000 年度柴油机启动成功率。为实现公司在 2002 年达到世界先进水平的目标,柴油机组的安全可靠性指标也是在不断的提高,按照 2001 年 0.4% 的目标值,柴油机系统每个月如有 5.76 小时的不可用时间,就完不成核电站当月的安全指标。因此,提高柴油机组的可靠性是一项重要和长期性的工作。

表 2.1.1.9-3 柴油机组 LHP/LHQ 年不可用率*统计结果

年 度	1 号机组 LHP/LHQ	2 号机组 LHP/LHQ	目 标 值	综 合 统 计	目 标 值
1999 年	2.2%	0%	0.5%	1.1%	0.5%
2000 年	0.1%	1.6%	0.5%	0.8%	0.5%

* 不可用率 = (计划不可用小时数 + 非计划不可用小时数 + 故障暴露不可用小时数) / (要求系统可用的小时数 × 系列数)

7. 直流电源、逆变电源和蓄电池组的供电可靠性

电站直流电源系统有 230 V, 125 V, 48 V 和 30 V 等共 4 个电压等级,与其相关的有直流母线配电盘 (TB)、整流充电器 (RD)、蓄电池组 (BT) 和逆变器 (RD) 等。2000 年度直流系统设备的故障统计结果见表 2.1.1.9-4。

表 2.1.1.9-4 直流电源系统年故障率

	运行组数/台数	故障组/台次	故障率 台次/(百台·年)	备 注
直流母线	39 组	0	0	
充电器	39 组/68 台	0	0	
蓄电池组	39 组/2024 台	1/58	2.866	腐蚀造成开路
逆变器	16 组/20 台	0	0	

蓄电池组的故障情况：2000年12月21日，在2LGB由主变压器向辅助变压器倒电时，LGB102JA和LGC001JA异常跳闸，并且2LGC102JA未能自动重合闸。经检查发现LBJ001BT蓄电池组的40号电池正极柱腐蚀断裂，造成2LBJ001BT电池组开路，导致在倒电过程中由于2LGB和2LGC控制电源的失去，而使倒电不成功。之后对该组蓄电池组进行了更换，并在1号机组的大修中对腐蚀同样严重的1LBJ001BT也进行了更换。

2.1.1.10 仪控系统设备运行及评价

大亚湾核电站的仪控设备总计约6万台件，在2000年的运行中未发生因仪控设备问题产生的停机停堆，设备完好率99.85%，设备投入率99.99%，保护动作正确率100%，具体情况如下：

1. 控制系统

(1) 核岛通用控制测量系统

核岛通用控制系统(KRG)由Bailey 9020板件组成，它覆盖核岛所有基本系统，分为KRG保护和控制两部分，其中KRG保护通道设有二月一次的周期试验。2000年度核岛KRG系统运行情况基本良好，KRG保护通道的定期试验合格率为100%，期间主要的设备故障是加法器输出的漂移。经调查显示，故障的根本原因是部分加法器模块本身有制造缺陷，加法器板件内部的选择开关触点接触不良，将电路用焊接方法修复后设备恢复正常。

2000年，仪控处对重要控制系统开展了在线诊断性维修，即通过对控制系统组成模块的在线测试，判断设备健康状态，然后相应地进行预防性维修。经过对蒸汽发生器水位控制、稳压器压力和水位控制、蒸汽发生器给水控制和温度棒调节回路等重要控制系统的检查，及时发现设备的参数偏离问题，提高了控制系统的精度，保证了系统的安全运行。

(2) 常规岛通用控制测量系统

常规岛通用系统(KRG)由Bristol Babcock公司系列4仪表控制回路、可编程控制器GEM80和Protech就地温度测量回路组成。它覆盖常规岛大部分基本系统，在2000年基本实现了全年无故障运行，设备状况良好。

(3) 专用系统

棒控系统(RGL)为适应机组实施18个月换料模式，在第六次大修期间进行了增加8根安全棒(SD棒组)的改造，同时实施了针对控制棒驱动机构电流故障报警的电流监测定值修改(CIN205)。2000年度RGL系统运行情况稳定，未发生影响系统可用率的故障，设备状况良好。2000年度RGL系统可用率见图2.1.1.10-1。

堆外中子注量率测量系统(RPN)可用率较高，但RPN436AA报警时有闪发，该报警为综合报警，正在接入故障诊断软件捕捉根本原因。

堆芯测量系统(RIC)可靠性较高，在2000年堆芯中子注量率测量通道和堆芯水位测量通道运行状态良好，堆芯温度测量通道在KIT系统上的显示有闪发的温度漂移故障，基本认定故障原因为RIC系统中的数据传输故障，尚无排除故障的方法。

电站辐射检测系统(KRT)在2000年度实施了第一次全面的预防性维修，效果良好，设备测量精度大大提高，提高了电站的核安全水平。

汽轮机调节系统(GRE)全年运行状况较好，2000年度解决了由于电源模块故障造成的数据接口故障(与RGL系统的通信故障)，由于大修中进行了阀门回路的全面检查，年度内阀门模块故障造成仅2次汽轮机进汽阀门关闭，其状态好于往年。

汽轮机监视系统(GME)的工作性能稳定，2000年设备运行状况良好，但是探头和前置

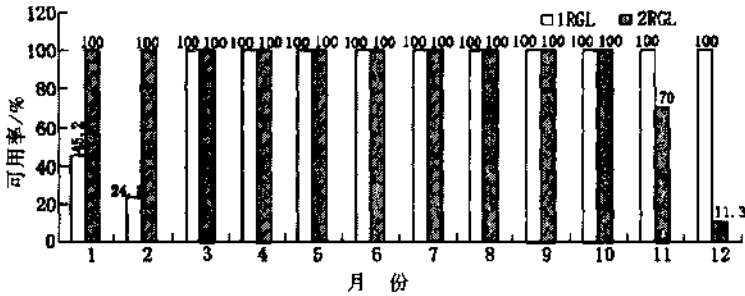


图 2.1.1.10-1 RGL 系统的可用率

- * 1RGL 自 2000 年 1 月 14 日退出运行进行 1 号机组第六次大修。
- * 1RGL 自 2000 年 2 月 23 日结束 1 号机组第六次大修恢复运行。
- * 2RGL 自 2000 年 11 月 22 日退出运行进行大修。
- * 2RGL 自 2000 年 12 月 28 日结束 2 号机组第七次大修恢复运行。

放大器的故障相对较多，主要原因是工作环境条件恶劣，主控制室的汽轮机状态监视器也曾发生通信故障。

2. 保护系统

反应堆保护系统 (RPR) 全年可用率 100%，磁逻辑性能稳定。但主控制室的试验切换开关存在开关接点接触不良的问题，在第七次大修中将更换有接触问题的开关，并对其他开关的接点进行表面清洁。

汽轮机保护系统 (GSE) 可用率 100%，继电联锁可用率 100%，继电器性能稳定。汽轮机进汽截止阀的行程开关接点因环境温度高出现氧化，在大修期间对其进行了打磨处理。

3. 电站工业计算机部分

(1) 现场实时工业计算机系统

集中数据处理系统 (KIT) 和安全监督系统 (KPS) 的故障率在 2000 年有所上升，主要原因是前端机柜内风扇损坏后导致柜内温度升高，使光纤通信指标和板件性能下降。在解决了特殊风扇备件后，系统可靠性得到提高。

2000 年在电度表和故障录波系统 (KKO) 上，先后实施了故障录波仪和开关站故障录波系统 (KKO 4) 的改造，系统运行情况良好。

试验数据采集系统 (KDO) 用于大修和日常期间的试验，2000 年完成了两台机组的所有试验，但是系统运行状态较差，加上备品备件短缺，计划在 2001 年实施改造。

厂区和办公楼出入控制系统 (KKK) 全年工作基本正常，设备状态良好。厂区保安系统 (DSI) 的 48 V 电源和 220 V 电源基本上一直处于报警状态，其原因是机电张力探测装置和门限位开关老化，已采购备件并计划予以更换。

(2) 工业数据采集网的建立

2000 年，仪控处完成了工业数据采集网 (KDC) 的建立，并且实现了 KIT 系统、KPS 系统、KKO 系统和 KZC 系统的数据上网。

工业数据上网工作于 2000 年 5 月底完成现场工作，两个机组共 11 000 个开关量和 4 000 个模拟量数据全部实现并行上网。系统已经具备了实时报警、实时报警卡、实时趋势曲线显示、实时数据显示、实时模拟图显示、历史数据和曲线查询、PUD 查询、实时报表等十几个功能。从 2000 年 9 月起，主控制室、安全工程师办公室、计算机房和仪控处等几个重要部位均已经安装了数据终端并投入使用。

(3) Y2K 工作

2000 年 1 月 1 日、2000 年 2 月 29 日和 2000 年 10 月 10 日，大亚湾核电站先后通过了 3 个 Y2K 高危日，电站的生产系统和设备没有因为 Y2K 问题而受到影响。KIT 系统和 KPS 系统等 6 项由电站内部修改软件程序的系统、22 项由外部提供升版软件的系统以及化学和环境设备全部顺利通过了 Y2K 高危日。

(4) 工业计算机管理

仪控处在 2000 年建立了公司工业计算机管理网站 (ICMS)，形成基本信息管理模块、采购预算管理模块、库存管理模块和报表管理五大模块，各个部门的工业计算机管理协调人员可以通过这个网站与归口管理部门进行信息交流，开展维修申请应答等活动。

在 2000 年 6~8 月份，仪控处和预算、财务、审计、QA 等部门联合进行了工业计算机管理普查。对固定资产、工业计算机软件、计算机设备使用率、手提电脑等方面进行了专项普查，以了解公司内部工业计算机的应用情况，并在普查的基础上，适应群堆管理的需要对工业计算机的管理政策和执行程序进行了升版。新的管理政策框架如图 2.1.1.10-2 所示。

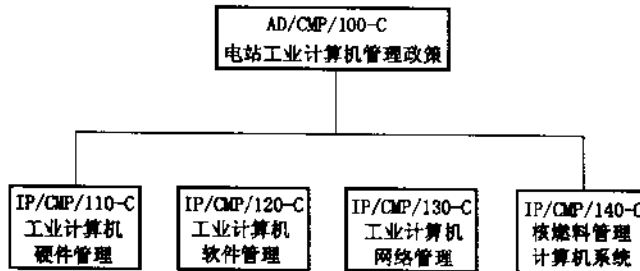


图 2.1.1.10-2 工业计算机管理政策框架

4. 消防探测系统

消防探测系统共有火警探头 3120 个，2000 年可用率在 99% 以上，设备运行情况较好。在设备故障中误报警发生率相对较高，误报警的主要原因是探头老化和环境条件造成。

5. 变送器

仪表变送器有热电偶、热电阻、浮子式水位变送器，1151 系列变送器，6000 系列和 8000 系列变送器等，2000 年总体运行情况良好。核岛 6000 系列变送器在热停阶段发生数次输出漂移故障，主要原因是测量管线充排液不当，其中蒸汽发生器水位变送器的漂移原因是测量管线的安装不符合技术规范的要求，在第六次大修中已经纠正。热电偶、热电阻的故障模式多为线路接触故障。

针对反应堆一回路温度探头特性漂移，仪控处建立并完善了在温度探头特性漂移尚未根本解决的情况下的维修政策。每个换料周期每个机组更换 2 个新探头，并用相对最新的 3 个探头作为参考对其他探头进行交叉比较，对其特性漂移通过调整 CT 板的办法进行补偿。在第六次大修中对 2RCP060MT，2RCP062MT，1RCP046 MT 和 1RCP062MT 共计 4 个一回路温度探头进行了更换，运行情况良好。

6. 气动阀门执行机构

核岛气动阀门设备状态良好，未出现影响可用性的故障，但是电磁阀和减压阀漏气的故

障较多。常规岛气动阀门故障率略高（可用率 99%），主要故障现象包括行程开关故障、气动元件和管线漏气、定位器反馈连杆脱落、电气转换器漂移等。在第七次大修中针对上述故障现象进行了预防性维修，效果良好。

2000 年，仪控处对一些在高温环境下工作并出现老化现象的电磁阀进行了更换，如 VVP，GCT 系统阀门上的电磁阀。更换后的电磁阀性能稳定，可用率达 100%。

7. 开关量仪表

开关量仪表主要有压力开关、温度开关、水位开关和流量开关等类型，2000 年度开关量仪表工作状态良好，未出现影响系统可用率的故障。

8. 显示仪表和记录仪

2000 年显示仪表和记录仪工作基本正常，但是记录仪的故障率较高，主要表现为电机和传动机构故障、滑线电阻故障和记录仪表笔故障等。针对记录仪故障率高和备件缺乏的现状，相关部门正在研究办法，拟在以后进行记录仪的国产化或物项替代工作。

2.1.1.11 燃料循环及燃料管理

1. 燃耗

(1) 大亚湾核电站 1 号机组第七循环燃耗

1 号机组第七循环堆芯于 2000 年 2 月 2 日装料，共计装入 157 组燃料组件，堆芯组件包括富集度为 3.1% 的 1 组（参加第一、二循环的组件，见表 2.1.1.11-1 中的第 3 区）、3.2% 的 104 组（参加第五、六、七循环的 48 组，见表中 7A 区，参加第六、七循环的 52 组，见表中 8 区；参加第七循环的 4 组，见表中 9A 区）和 3.7% 的新组件 52 组（见表中 9B 区），1 号机组于 2000 年 2 月 22 日达到临界，3 月 6 日并网，至 2001 年 1 月 14 日停堆，1 月 20 日至 23 日从堆芯卸料，共计运行 312 等效满功率天（EFPD），第七循环长度为 12 558 MW·d/t，全堆芯组件平均燃耗为 22 950 MW·d/t，组件中最大累计燃耗为 36 995 MW·d/t（富集度为 3.2%、堆芯 D11 位置的 YQ00JZ 组件），第七循环堆芯所装燃料组件的富集度、组件数及燃耗等见表 2.1.1.11-1。

表 2.1.1.11-1 1 号机组第七循环燃料组件富集度、组件数及燃耗

富集度 (W/O) %	进料日期	首次装堆日期	组件数	所在堆芯分区*	平均累计燃耗 MW·d/t	组件在堆内运行历史(循环)
3.1	1992.11.13 ~ 11.27	1993.05.28 ~ 06.01	1 (F) **	3	33473	第一、二、七
3.2	1996.12.09 ~ 12.12	1998.02.21	4 (Y)	7A	34597	五、七
	1997.11.17 ~ 11.20	- 02.25	48 (Y)		34597	
3.2	1998.11. 2	1999.05.01 ~ 05.05	52 (Y)	8	24024	第六、七
3.2	1998.11. 2	2000.2.2	4 (Y)	9A	11782	新组件
3.7	1999.11.10	2000.2.2	52 (Y)	9B	11782	新组件
合计			157			

* 分区见图 2.1.1.11-2；

** F——组件生产厂家为法马通 (Framatome)，Y——组件生产厂家为宜宾核燃料元件厂；

*** W/O 为质量分数。

(2) 大亚湾核电站2号机组第七循环燃耗

2号机组第七循环堆芯于1999年12月10日装料,共计装入157组燃料组件,堆芯组件包括富集度为1.8%的1组(参加第一、七循环的组件,见表2.1.1.11-2中的第1区)、3.2%的108组(参加第五、六、七循环的40组,见表中7区;参加第六、七循环的60组,见表中8区;第七循环新装燃料8组,见表中9A区),3.7%的48组(第七循环新装AFA-2G 40组,见表中9B区;第七循环新装AFA-3G 先导组件4组,见表中9C区)。2号机组于1999年12月28日达到临界,1月1日并网,至2000年11月22日停堆,共计运行312等效满功率天(EFPD),第七循环长度为12478 MW·d/t,全堆芯组件平均燃耗为22716 MW·d/t,组件中最大累计燃耗为38118 MW·d/t(富集度为3.2%、堆芯H12位置的YQ00GM组件),第七循环堆芯所装燃料组件的富集度、组件数及燃耗等见表2.1.1.11-2。

表 2.1.1.11-2 2号机组第七循环燃料组件富集度、组件数及燃耗

富集度 (W/O)* ** %	进料日期	首次装堆 日期	组件数	所在堆芯 分区*	平均累计燃耗 MW·d/t	组件在堆内运行 历史(循环)
1.8	1993.07.08	1993.11.23~11.26	1 (F) **	1	26384	第一、七
3.2	1997.10.02	1997.12.18	40 (Y)	7	34820	第五、六、七
3.2	1998.9.10		60 (Y)	8	24835	第六、七
3.2	1998.9.10	1999.12.10	8 (Y)	9A	11735	新组件
3.7	1998.9.22		44 (Y)	9B	11735	
3.7 (3G)	1999.9.20		4 (F)	9C	11735	
合计			157			

* 分区见图2.1.1.11-3;

** F组件生产厂家为法马通(Framatome),Y组件生产厂家为宜宾核燃料元件厂,3G为法马通生产的AFA-3G先导组件;

*** W/O为质量分数。

2. 燃料循环长度

大亚湾核电站1,2号机组第一至第七循环的燃料循环长度见表2.1.1.11-3。

表 2.1.1.11-3 1,2号机组燃料循环长度

循环数		1号机组		2号机组	
		燃耗 MW·d/t	运行时间 EFPD* (等效满功率天)	燃耗 MW·d/t	运行时间 EFPD* (等效满功率天)
第一循环	设计值	13 320	332	13 320	332
	停堆值	12 141	303 (+29)	13 794	344 (-12)
第二循环	设计值	11 137	278	10 084	251
	停堆值	10 163	253 (+25)	8 198	204 (+47)
第三循环	设计值	10 171	253	9 571	239
	停堆值	10 299	257 (-4)	9 416	235 (+4)
第四循环	设计值	9 414	235	10 680	266
	停堆值	9 354	233 (+2)	10 149	253 (+13)

续表

循环数		1号机组		2号机组	
		燃料 MW·d/t	运行时间 EFPD* (等效满功率天)	燃料 MW·d/t	运行时间 EFPD* (等效满功率天)
第五循环	设计值	11 216	279	11 009	274
	停堆值	11 354	283 (-4)	11 292	281 (-7)
第六循环	设计值	11 317	281	11 670	290
	停堆值	11 484	285 (-4)	12 196	303 (-5)
第七循环	设计值	11 973	298	12 102	305
	停堆值	12 558	312 (-14)	12 478	312 (-7)

* EFPD项中括号(+)内值表示弃料(等效满功率天);

(-)内值表示过烧(等效满功率天)。

3. 核材料操作活动

2000年的主要的核材料操作活动见表2.1.1.11-4。按核材料衡算管理的程序进行了核燃料接收、贮存、装卸料和实物盘存等工作,如下:

- (1) 第六次换料;
- (2) 实物盘存;
- (3) 接收第七次换料(第八循环)用新燃料组件共96组(每个机组48组)。

表2.1.1.11-4 大亚湾核电站2000年至2001年初核材料操作日程表

换料	机组	进料日期	进料数量	装料日期	KX厂房 实物盘存	RX厂房 实物盘存	卸料日期
R06	1	1999.11.11	52	2000.02.03	2000.01.26	2000.02.07	2001.01.20
	2	1999.09.22	48	1999.12.09	1999.12.05	1999.12.13	2000.11.27
		1999.09.06	4				
R07	1	2000.11.08 ~11.10	48	2001.02.04	2001.02.02	2001.02.08	/
	2	2000.09.21 ~09.23	48	2000.12.09	2000.12.05	2000.12.13	/

4. 乏燃料组件数

截至2001年上半年,第七次换料大修后(堆芯第七循环结束,第八循环装料后),1、2号机组乏燃料组件数分别为344组和330组,两台机组的乏燃料组件数总计为674组。各循环的乏燃料组件数详见表2.1.1.11-5。

表2.1.1.11-5 大亚湾核电站1、2号机组各循环的乏燃料组件数统计

循环数	1号机组				合计
	富集度 1.8%	富集度 2.4%	富集度 3.1%	富集度 3.2%	
第一循环后	53	0	0	0	53
第二循环后	0	52	2	0	54

续表

1 号 机 组					
循 环 数	富 集 度				合 计
	1.8%	2.4%	3.1%	3.2%	
第三循环后	0	0	44	0	44
第四循环后	0	0	1	52	53
第五循环后	0	0	4	40	44
第六循环后	0	0	0	48	48
第七循环后	0	0	0	48	48
1号机组合计 (截至2001年上半年第七循环结束,第八循环装料后)	53	52	51	188	344
2 号 机 组					
循 环 数	富 集 度				合 计
	1.8%	2.4%	3.1%	3.2%	
第一循环后	53	0	0	0	53
第二循环后	0	52	0	0	52
第三循环后	0	0	52	1	53
第四循环后	0	0	0	48	48
第五循环后	0	0	0	40	40
第六循环后	0	0	0	44	44
第七循环后	0	0	0	40	40
2号机组合计 (截至2001年上半年第七循环结束,第八循环装料后)	53	52	52	173	330

- 注: 1. 第 n 循环后的乏燃料组件数为该循环结束、并将组件自堆芯卸出后贮存在乏燃料池内的统计值;
 2. 以上所列乏燃料组件数没有包括在堆内已运行过、但仍然可用的组件;
 3. 破损组件已不可用, 计算在乏燃料组件内。

5. 控制棒束和堆芯布置

大亚湾核电站1、2号机组第七循环为提高停堆裕量, 控制棒束组件增加至61组(增加的8组为黑棒), 控制棒束和堆芯布置见图2.1.1.11-1~图2.1.1.11-3。

6. 核材料管制

2000年, 我公司坚决贯彻《中华人民共和国核材料管制条例》和《中华人民共和国核材料管制条例实施细则》, 健全了核材料管制组织机构, 修订和完善了核材料管制的规章制度, 开始了核材料许可证第三次换证申请工作, 在核材料衡算管理工作中贯彻和执行账务工作“完整、正确、及时、规范”的八字方针, 按要求向国家原子能机构核材料管制办公室(简称核管办)上报衡算报表, 对核材料实物保护系统的薄弱环节进行了整改, 进行了核材料管制工作人员的培训等工作。主要有:

	H	G	F	E	D	C	B	A
08	SA		N1		G1		R	
09		SD				SB		
10	N1		R		G2		N2	
11		SD		SC		SA		
12	G1		G2		N1			
13		SB						
14	R		N2					
15								

图 2.1.1.11-1 1/4 堆芯 RCCA 布置图

	H	G	F	E	D	C	B	A
08	E08*	G15	J07	R08	G01	L09	K12	FFF
09	R09	J11	L14	E13	G02	D11	FFF	FFF
10	G07	L02	H12	N04	K14	G03	FFF	
11	H01	C11	M03	K08	K11	FFF	FFF	
12	A09	P09	P10	K05	FFF	FFF		
13	J05	M11	N09	FFF	FFF			
14	M06	FFF	FFF	FFF				
15	FFF	FFF						

* Location of CYCLE 2

第二循环的位置

图 2.1.1.11-2 1 号机组第七循环 1/4

堆芯燃料装载布置图

(1) 大亚湾核电站核材料管制办公室的人员调整
已成立两年的大亚湾核电站核材料管制办公室，由于公司 2000 年进行了机构调整，原有的生产部划分为生产一部、生产二部、维修部、技术部、质保部，且相应部下的各处也进行了调整。因此原有的核材料管制办公室进行了相应的人员调整和责任分工。

(2) 岭澳核电站核材料许可证申请

按大亚湾核电站与岭澳核电站的燃料管理委托协议，技术部技术支持处和维修部服务处也承担岭澳核电站的核材料衡算管理工作，岭澳核电站的首次许可证申请工作于 2000 年年底完成。

(3) 第三次换发大亚湾核电站核材料许可证

2001 年 7 月大亚湾核电站核材料许可证《国核材证字第 C01-03 号》3 年有效期期满，我公司进行了第三次大亚湾核电站核材料许可证换证申请工作，包括 3 个基本文件及支持文件的准备工作。

(4) 修订和完善核材料管制规章制度

由于群堆管理的要求，技术部同时承担大亚湾核电站和岭澳核电站的核材料衡算工作，核材料衡算管理规程将同时适用于大亚湾核电站和岭澳核电站，核材料衡算管理规程据此改版成公用程序。原有的 IP/FUL/010 更名为 IP/FUL/010-C。其余相关的 PQOM 程序，如核燃料接收、贮存和换料，核材料实物保护等也进行了改版。

(5) 2000 年度核材料衡算报表

核材料衡算工作方面坚决贯彻和执行账务工作“完整、正确、及时、规范”的八字方针，按要求使用核材料衡算通用软件《HCL》完成向核管办上报衡算报表和软盘。使用核材料衡算数据库管理软件《DYMMMS》完成燃料组件运行历史的管理，衡算报告和记录按季度存档。

(6) 实物盘存

	H	G	F	E	D	C	B	A
08	H06*	M03	E05	R08	E10	H13	G08	FFF
09	C04	C12	B10	A09	L14	J06	FFF	FFF
10	E11	F14	L08	P07	E03	F04	FFF	
11	H01	G15	J02	D12	G04	FFF	FFF	
12	K11	B05	E13	M09	FFF	FFF		
13	N08	F09	F12	FFF	FFF			
14	H09	FFF	FFF	FFF				
15	FFF	FFF						

* Location of CYCLE 1

第一循环的位置

图 2.1.1.11-3 2 号机组第七循环 1/4

堆芯燃料装载布置图

按核材料衡算管理的程序进行了燃料接收、贮存、装卸料和实物盘存等工作。实物盘存按照程序 FH S XRC P 002 (KX 厂房) 和 FH S XRC P 003 (堆芯), 在不同时间内对 3 个实物盘存关键测量点分别进行实物盘存。对燃料厂房和反应堆厂房的实物盘存表明, 两台机组均无核材料的不平衡差, 无核材料的损失。核材料的消耗都用于发电, 所产生的钚都存在于燃料组件中。实物盘存工作也验证了实际的装料与装料设计图的一致性, 包括燃料组件、控制棒组件、阻力塞组件、中子源组件的正确性。

(7) 核材料综合数据库管理软件的编制

为了满足群堆管理及大亚湾核电站数据库管理的要求, 我们着手研制一套完整的集核燃料采购、数据库管理、报表制作、铀消耗和钚产生计算、换料设计跟踪、现场燃料实物移动存放管理、乏燃料管理于一体的可视化综合数据库管理软件。有关工作正在进展之中。

7. 燃料管理

(1) 燃料组件制造监督

2000 年宜宾核燃料元件厂在为大亚湾核电站完成最后一批 AFA-2G 燃料组件生产的同时, 开始进行 AFA-3G 生产线的改造, 以适应大亚湾核电站 18 个月换料周期的需要。燃料管理科派出两名驻厂代表和一名年轻工程师对燃料组件制造和生产线改造过程进行监督。

(2) 第八循环换料设计及安全评价

第八循环是进入 18 个月换料前的最后一个循环, 由于进入 18 个月换料后, AFA-2G 燃料组件将不再使用, 因此在设计中已经考虑了将余存在宜宾厂的备用 UF₆ 全部生产成 AFA-2G 组件后如何合理利用的问题。

(3) 第七、八循环提高浓缩度项目实施及 AFA-3G 先导组件运行情况

2000 年是实施提高燃料组件浓缩度后在堆内运行考验的关键一年。同时为了配合 18 个月换料, 在 2 号机组第七循环的堆芯中装入了 4 组 AFA-3G 先导组件, 循环末对部分 AFA-2G 和先导组件进行检查, 结果表明: 燃料组件在堆内的辐照情况良好, 无组件破损。

(4) 浓硼水箱改造后的运行情况

浓硼水箱改造实施后的两年来, 大亚湾核电站安注系统的可用率明显大幅提高。安注系统的 WANO 指标从改造前低于世界平均水平进入到 (改造后的) 世界先进水平。

(5) 启动物理试验和定期试验

2000 年是实施优化启动物理试验和定期试验的第二年, 经过进一步地积累经验, 使启动物理试验的时间进一步缩短, 大大提高了效率。

(6) 乏燃料处理

2000 年 3 月 25 日, 大亚湾核电站与中国核工业集团公司签订《广东大亚湾核电站乏燃料接收、处理、处置及责任转移合同》。2000 年下半年大亚湾核电站技术部组织成立了乏燃料项目小组, 乏燃料处置的相关工作按计划开展。

(7) 燃料循环经济分析

燃料管理科已经建立大亚湾核电站燃料循环基本经济模型。

(8) 岭澳核电站燃料管理委托协议的执行

岭澳核电站的燃料管理工作委托维修部技术支持处燃料管理科进行, 委托协议于 1998 年 12 月生效以来, 完成了岭澳核电站的燃料管理策略的初步研究, 并提出燃料管理应采取稳步过渡及分散风险的策略。岭澳核电站首炉核燃料开始在法国生产, 燃料管理科派出了两名有经验的工程师参与监造, 2000 年岭澳核电站核材料许可证申请文件的准备工作基本完成。

2.1.2 电站维修

2.1.2.1 维修工作的组织和管理

(1) 为适应广东核电发展的需要,公司于2000年全面启动了群堆管理工作。电站维修工作在群堆管理实施后职责分工更加明确:维修部承担两个电站的日常维修和大修工作,并负责二核与维修有关的生产准备、接产工作。2000年,维修部在实施群堆管理后,组织机构保持平稳运作,组织指挥体系更为顺畅,为了适应大修管理的需要,也作为1999年WANO大修管理同行评审的重要改进措施之一,维修部增设了大修处,负责大修准备、计划、执行和经验反馈等各项与大修相关的工作,大修处的设立改变了电站没有固定大修机构的局面,大修管理工作也由过去阶段性项目管理转变为专业化大修职能管理,将更好地满足一、二核四台机组大修的需要。生产五部经理层为理顺群堆管理后的设备管理工作,举办了设备管理专项研讨会,就维修导则、大纲的编写和优化、电站寿命和老化管理、设备故障二级根本原因分析等方面达成了共识。

(2) 进一步加强维修基础工作。COMIS(公司生产管理信息系统)于2000年4月15日正式投入运行,维修部及时组织大规模的普及班和强化培训班,并积极进行投运后的问题反馈与处理,保证从WPMS到COMIS的正常过渡。一年来,各处通过使用COMIS系统,建立日常维修和大修标准工作包,为今后的维修工作标准化打下了坚实基础。

2000年,维修部加大遗留问题的跟踪力度,每周组织专人对“十大技术问题”、“IOER/LOER的编写”、“24小时事件单”、“ESR/TCA/TSD/NCR”进行跟踪,使现场存在的问题处于可控状态。在维修部的严格管理下,厂区、生活区、二核供电未发生供电事故和误操作,有效地保证了工地供电的可靠性。在仪控处的组织下,全厂的Y2K工作组,用国际标准全面测试工业计算机设备,组织编写Y2K应变计划,2000年,电站顺利度过1月1日和2月29日两个Y2K高危日。

(3) 优化大修管理工作。为做好2号机组第七次大修工作,维修部在设立专门的大修处的基础上,进一步优化了大修组织机构,在大修组织机构中取消了大修协调员,明确由大修经理对大修活动负责,将大修执行线清楚地分为三部分:一是大修计划线;二是大修运行线;三是大修维修线(包括在役检查、性能试验、改造项目等)。增设大修核岛经理岗位,负责大修核岛项目的协调;另外,在大修组织中,设立了大修合同小组,专门负责大修所有合同的组织和协调工作,同时,设立了大修技术小组,为高质量地完成大修提供了技术保证。此外,维修部还进行了新的努力和尝试,如在总结历次大修的基础上,在以下几方面作进一步改进:建立标准工作包、及早进行备品备件采购、理顺大修接口和加强对重点关键项目准备的管理。为做好2号机组第七次大修工作,还进行了大修项目集体预演,即根据大修计划安排,确定由运行维修各部门参与的大修项目组,模拟大修活动,让项目组的每个成员熟悉操作步骤及地点,熟悉工作时的机组状态及备件状态。大修项目集体预演为在保证大修质量的前提下,缩短接口时间,保障最佳工期起到了很好的促进作用。在电站员工的努力下,2号机组第七次大修创造了36.5天工期的记录,1号机组第七次大修创造了38天工期的记录。

(4) 完善维修计划管理。2000年电站的计划工作是全面规范化的一年,也是变化的一年,在提高计划的科学性、权威性和标准化方面有了长足的进步。首先,为配合群堆管理方案的实施和岭澳核电站接产的需要,对计划人员进行了更新调整,大胆实行优化组合,做到

人尽其才,在保证大亚湾核电站工作的同时充实了岭澳核电站接产人员,使二核各项接产工作得以顺利进行。其次,在计划的科学规范化方面,2000年重点开展了以下几项工作:

- 1) 完善和补充了《标准计划库》和各种故障设备检修的计划。
- 2) 完成了工作过程向 COMIS 过渡的转变,计划数据的新老更替、规范的统一,向管理科学化奠定了基础。
- 3) 制定了“预防性维修大纲流程及管理规定”,并对 PM 数据进行了多次校核。
- 4) 充实、完善了《大修参考计划库》。
- 5) 完成 COMIS 工作过程部分的开发、投运,建立了 COMIS 数据库和从 TYS, WPMS 向 COMIS 的转移。
- 6) 日常、大修 PM 标准文件包的建立。
- 7) 2号机组第七次大修和1号机组第七次大修中第一次采用主线计划和项目检修计划分开编制的新方法。
- 8) 保证了主线计划的清晰和项目计划的完整。
- 9) 计划人员在大修中首次实施倒班运作,保证准确及时的信息和有效的协调功能。
- 10) 着手建立岭澳核电站日常预防性维修数据库。
- 11) 初步建立了岭澳核电站日常计划的运作体系。
- 12) 继续组织 18 个月换料文件修改,完成了论证材料的修改,并经审查小组和 PNSC 审查通过。
- 13) 做好管理者自我评估工作,针对计划科的预防性维修大纲的管理工作进行了评估并对存在的问题提出了改进建议。
- 14) 完成与美国西屋电气公司的合作,开展大亚湾核电站大修优化一期工作,并制定了以后电站的优化实施方案。

另外,加强计划工作的全局观念、预见性和服务意识,充分发挥计划在电站各项工作中的“龙头”作用,主要从以下三个方面入手:

① 把好计划工作的审核关。对于每天收到的大量许可申请,加强与运行人员的配合。针对工作申请存在大量的不符合规定的情况,经过讨论制定了统一规范,完善了工作申请的管理。

② 加强了计划人员内部的信息横向沟通交流,注意实际情况对计划的信息反馈和经验积累,将维修工作、定期试验有效地结合起来。

③ 在原有的基础上,进一步完善和优化了维修活动的各类统计报告,在格式上和内容上都做了较大的改动,使其对电站的生产活动的分析更具有参考价值。

(5) 继续加快维修响应速度,提高维修服务水平。维修部对工作申请的响应提出了进一步明确的要求,一级票必须随叫随到,对主控制室消除报警信号的时间建立考核标准,进行跟踪检查。QA 检查表明:一级工作票按时响应率为 100%,主控制室大部分时间实现零报警运行,机组大修后不稳定期大大缩短,主控制室实现一周内零报警运行。

(6) 开发并优化维修工作过程管理软件。2000 年生产信息管理系统 (COMIS) 经过严格地测试和验收,顺利投运。COMIS 系统是在引进国外先进维修管理软件 MAXIMO 基础上结合电站实际进行二次开发形成的。COMIS 系统是以预防性维修和预测性维修为主,强化成本核算的生产维修管理系统。通过 COMIS 系统,工作人员可以对设备状态进行跟踪分析、监控费用开销、管理库存资源、安排和跟踪控制维修活动,使生产管理逐步由粗放型管理转向精

细型管理，进一步优化了生产运作过程。

(7) 以管理计划为主线，健全纠正行动跟踪系统，开展自我评估和外部评审，通过推进系统和跟踪监督系统，形成了电站自上而下的持续改进体系。维修部的管理计划月度碰头会制度，紧紧抓住过程控制这一重要环节，保证和推动了维修部各处管理计划的落实。

维修部指定专人对各种行动及时有效地进行跟踪，并对质保纠正行动、审计纠正行动给予高度关注。在2000年底，维修部已关闭所有遗留的质保和审计纠正行动。上述管理方法的应用提高了管理效率，使管理决策的实施和问题的处理得到了较好的落实。

2000年电站本着持续改进、追求卓越的精神，邀请了WANO（世界核营运者协会）组织对电站进行同行评审。

评审团对电站的9个生产维修领域进行了深入细致评审，共对电站94项运行维修活动进行了独立检查，其中33条未发现任何偏差。专家对电站目前取得的生产业绩给予了较高的评价，共提出17个待改进领域（AFI），对电站的4个强项（STRENGTH）表示了认可。

(8) 结合群堆管理PQOM改版工作，继续推动维修大纲和维修程序的修改优化。2000年共修改、升版程序922份，大纲220份，取消不适用程序14份，新编维修程序159份，大纲33份，维修程序的适用性大大提高。

(9) 大力推动安全文化建设。2000年，维修部安全文化推进工作重点突出“反不良工作习惯”，并与经验反馈、工业安全相结合，实施核安全文化状态评估，在上下半年分别针对安全文化在实际工作中的具体作用进行了全员培训，既为核安全文化的推进工作打下了良好基础，又通过案例分析总结消化了经验教训。

(10) 充分发挥员工主人翁精神和责任感。2000年，维修部以安全生产为中心，以服务意识、团结意识和奉献精神统一员工思想。维修部经理部要求维修人员要善于听取来自各方面不同的声音，在与内部各单位及外部的在工作中产生矛盾时必须明确一条原则：先服务、后投诉，杜绝相互扯皮、彼此推诿的现象。在相互理解和支持的基础上搁置争议与矛盾，共同把工作做好。事实证明这是推动工作顺利进行的有效措施，同时也反映了维修人员的水平、姿态和承受能力。在工作量不断增加（主要是岭澳核电站工作和基础工作），人员精简的情况下，合理安排计划，充分调动员工的积极性，确保了各项工作的顺利完成。同时，加强承包商人员的管理，使每位承包商人员融入维修部来，使他们同样发挥主人翁精神和责任感。另外，强调上下加强沟通，领导层和员工之间进行定期和不定期谈心，让员工了解维修部的管理目标，领导层了解员工思想动态，并鼓励员工对管理上的不足提出意见和建议，强调班组管理的重要性，加强队伍的建设。

(11) 2000年，维修部加大了管理巡视和技术巡视的力度。管理巡视以小组形式开展，要求各巡视人定期深入到现场，并将巡视结果以报告形式汇总后在维修部经理会上汇报，并对巡视结果进行跟踪与反馈。各处与班组都制定了技术巡视导则，通过巡视不但能充分了解现场设备的运行状态，而且对运行设备的早期故障能及时发现，如电气处在巡视时发现了GST101/201PO电机振动和噪声偏高、SHY电解槽电连接头温度偏高，GSY001AR控制柜端子发热等问题，有效地防止了设备的损坏和火灾事件的发生。

(12) 2000年岭澳核电站维修生产准备工作在1999年的基础上取得了较大的进展，全面落实了生产准备规划所确定的各项工作，满足了工程建设和移交进度的需要。

2000年岭澳核电站生产准备逐渐进入高峰期，移交投产任务繁重。在保证机组安全生产同时，维修部对岭澳核电站的工作也不断加强，在接产准备方面投入大量的力量，为今后

的调试参与奠定了人力基础和组织基础。至12月底,2000年共编写维修程序1658份,维修实施大纲295份,技术程序82份;定值库输入8499条;校验单库输入3600条。规程编写组提出了核岛生产备件补充采购申请共计14313项。累计已完成EESR检查的系统(或子系统)共509个。累计收到149个子系统TOM申请,已签署126个。岭澳核电站AF/AB备件库已投运,接收二核生产备件7760项,接收专用工具264套5119项。TOM后维修工作票按时完成率93%,COMIS系统“岭澳核电站工作过程”投入使用。四个工程委托项目进展顺利,并按计划完成了技术支持与设备监督工作。组织准备与人员培训方面,对“维修部、技术部移交接管工作管理”升版,使分部后的生产准备工作仍然在统一的管理之下进行。3月1日实现“成立岭澳核电站维修队”里程碑,维修队与规程编写组组成了相对稳定的岭澳核电站生产准备队伍。为掌握一、二核技术不同点,先后派出20人到国外培训。年底参与调试A类人员7名,B类人员16名。

2.1.2.2 维修质量管理

1. 维修质量的保证

- (1) 使用合格人员;
- (2) 使用适当的检修工器具和备品备件;
- (3) 使用合适的检修工艺;
- (4) 进行适当的监督验证。

2. 2000年电站为提高维修质量所进行的改进和取得的良好效果

(1) 建立标准维修工作包。这不仅可以提高大修工作文件的质量,还可以提高工作效率。

(2) 成立大修处以负责电站大修的总体规划、组织与协调。这使电站大修这样一项重要生产活动更加规范,管理经验得以延续。

(3) 在保证大修QC(质量控制)独立性的基础上,将大修QC分成两部分,对承包商执行的大修活动由各执行处负责其质量控制,对各执行处负责的项目的质量由独立的QC人员进行控制,这种组织方式既解决了以往QC人力不足的问题,又改善了QC人员技能不够的状况。

(4) 经验反馈在大修处的组织下得到了进一步落实,在大修准备阶段各职能处针对大修安全、质量、工期与成本都各自制定了改进计划,其绝大部分得到了落实,这为确保大修安全、质量、工期与成本的控制目标的实现打下了良好的基础。

(5) 针对以往大修中出现核岛逆止阀的质量问题,自行研制了逆止阀打压的专用工具,确保了逆止阀检修后的质量。

(6) 在备品备件准备工作中进一步贯彻充分准备的管理思想是大修成功的保证,由于提早进行了大修备品备件的准备,并在准备过程进行了有力的控制,使大修备件不足的情况得到改善,紧急采购量得到有效控制。

(7) 在大修开始前组织了承包商大修人员培训与授权检查,并重点对各职能处与承包商的工作负责人进行了检查,这对保证工作负责人真正做到“六个明白”和认真履行“四个管理”的职能起到了良好作用。

3. 2000年在维修质量方面存在的不足

- (1) 应制定有效措施以逐步减少不良工作习惯;
- (2) 在重视NI(核岛)备件的同时,还应进一步重视CI(常规岛)设备的备品备件;

(3) 在重视设备检修质量的同时, 还应进一步重视维修报告的质量, 以逐步改善维修报告质量不高这一长期存在的问题;

(4) 应制定有效的维修规程反馈措施, 以保证规程的不断完善;

(5) TSD (临时专用设施) 的管理还应进一步规范, 以避免由于 TSD 管理上的疏忽而引发事件的发生;

(6) 检修中进行的物项替代仍然需要严格控制, 以确保任何替代都经过了充分的技术论证与评价并得到有效跟踪。

2.1.2.3 维修风险管理

在大亚湾核电站生产实践中总结出来的良好实践—风险分析已在生产活动中全面推广。风险分析对减少事故和异常, 减少人因失误, 减轻后果发挥了重要作用。

2000 年经理部要求在维修领域的工作活动必须百分之百进行风险分析, 并根据生产实践和经验反馈改进了风险分析过程、完善了风险分析内容, 使风险分析成为指导工作杜绝安全事件的有效工具。在加强风险分析方面主要做了以下工作:

(1) 建立和完善 COMIS 系统中的标准风险分析数据库, 作为工作准备的必要环节和具体风险分析的参考基准。

(2) 结合群堆管理 PQOM 修改工作, 将风险分析内容加入到维修程序中, 使风险分析成为维修活动开始前的必要工序, 使从事件吸取的教训成为预防重发事件的经验。

(3) 加强工作过程管理, 要求工作包中必须含有风险分析页。在每项工作开始之前必须根据当时的维修工作性质、内容、机组的状况、环境的情况, 以标准风险分析单为主线, 将实时分析特殊的潜在风险和具有针对性的预防措施补充到工作指令中去, 才能有效地预防风险。

(4) 维修工作开始前工作组必须仔细阅览工作指令和风险分析, 做到心中有数, 重要设备检修工作开工前必须召开开工会, 讨论风险分析的内容, 使工作成员对潜在风险有一致的认识。工作负责人在开工前必须做到六个明白: 明白工作内容和规程要求、明白时间窗口、明白备件和工具状况、明白接口关系、明白经验反馈和明白安全管理以及质量要求。

(5) 针对走错间隔人因事件, 在工作指令中增加验证设备标牌工序, 并作为独立验证的内容。另外, 电站专门增设厂房各人口处的醒目标识, 以最大限度地减少走错间隔人因事件的发生。

(6) 对于现场具有潜在工业安全风险和辐射风险的活动, 及时取得工业安全管理人员、辐射防护工程师的帮助和指导, 并要求他们在工作现场实施独立的监督。

(7) 加强风险分析交流, 要求各处、班组定期组织安全学习。各处有专人 (经验反馈工程师) 负责电站内外的经验反馈的收集和整理, 并定期组织全处员工进行经验反馈交流。

(8) 处级管理人员巡视的重点之一是检查工作现场风险控制。

(9) 通过维修计划、运行白班值、安全工程师独立分析和对风险分析审查, 确保重要维修工作对核安全、机组状态无不利影响。

2.1.2.4 维修工作票执行情况

1. 维修工作票管理概况

2000 年电站两台机组继续维持了良好的运行状态, 这与电站不断加强设备管理力度, 提高设备缺陷的发现和处理的及时性密切相关。在电站经理部组织下先后在全厂范围内组织了 3 次查找设备缺陷竞赛活动, 及时消除设备存在的缺陷和隐患, 有力保障了机组的稳定运行。与此同时, 公司生产管理信息系统 (COMIS 系统) 于 2000 年 4 月 15 日正式投入使用,

代替了 WPMS 系统工作票管理的功能,使得工作票记录的信息更加完整,工作流程运作更为规范和畅通。

以下统计范围为 2000 年日常维修工作票,即除机组换料大修期间外的所有预防性和纠正性工作票,其数据来源于 WPMS 系统(4 月 15 日前)和 COMIS 系统(4 月 15 日后)中的数据记录。

2. 2000 年维修工作票总量统计

表 2.1.2.4-1 维修工作票统计

	2000 年	1999 年	2000 年/1999 年
预防性维修	5 719	5 167	1.107
纠正性维修	7 195	7 088	1.015
合 计	12 914	12 255	1.053

由表 2.1.2.4-1 可见与 1999 年比较,预防性维修工作票量上升 10.7%,纠正性维修工作票量上升 1.5%,总的工作票量上升 5.3%。2000 年设备预防性工作票量比 1999 年又有小幅度的增长,2000 年纠正性维修与预防性维修工作票量的比例为 1.24:1,这是预防性维修不断优化、定期维修力度进一步加强的结果。同时纠正性维修工作票总量与 1999 年基本持平,说明在采取不断地优化设备预防性维修和提高设备维修的质量等措施下,有效地抑制了纠正性缺陷的增多,提高了设备的完好水平。图 2.1.2.4-1 为电站历年工作票量变化趋势。

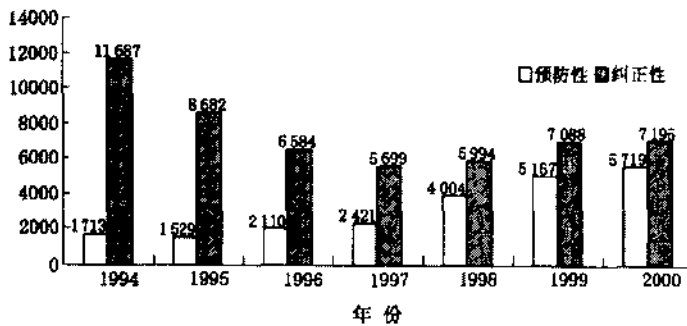


图 2.1.2.4-1 电站历年工作票量变化趋势

1) 按机组分类统计

表 2.1.2.4-2 各机组维修工作票统计

	纠正性		预防性		总 数	
	2000 年	1999 年	2000 年	1999 年	2000 年	1999 年
1 号机组	2 558	2 750	1 907	1 698	4 465	4 448
2 号机组	2 695	2 566	1 850	1 785	6 545	4 351
0, 9 号机组	1 942	1 750	1 962	1 684	3 904	3 434

由表 2.1.2.4-2 可见 1 号机组纠正性工作票量比 1999 年减少 7.0%,预防性工作票量比

1999 年增长 12.3%；2 号机组纠正性工作票量比 1999 年增长 5.0%，预防性工作票量比 1999 年增长 3.6%。两台机组纠正性工作票量形成一定反差，1 号机组的纠正性工作票量比 1999 年有所减少，2 号机组的纠正性工作票量却比 1999 年有所提高。0、9 号机上的纠正性工作票量比 1999 年增加 11.0%，预防性工作票比 1999 年增加 16.5%，表明在增大了两机组公用系统和设备的预防性维修力度情况下，设备缺陷数量仍有较大增加，公用系统设备维修质量有待提高。

2) 按专业分类统计 (见表 2.1.2.4-3)

表 2.1.2.4-3 按专业统计的维修工作票

	预防性			纠正性			总数		
	2000 年	1999 年	2000 年/ 1999 年	2000 年	1999 年	2000 年/ 1999 年	2000 年	1999 年	2000 年/ 1999 年
静机	1 055	1 049	1.0	1 637	1 907	0.86	2 692	2 956	0.91
转机	2 474	2 371	1.0	1 190	1 204	0.99	3 664	3 575	1.02
电气	1 626	1 273	1.3	918	820	1.1	2 544	2 093	1.21
仪控	410	336	1.2	2 629	2 628	1.0	3 039	2 964	1.03
服务	0	0	--	266	254	1.0	266	254	1.05
其他	120	138	0.87	279	275	1.0	399	413	0.97
总计	5 685	5 167	1.1	6 919	7 088	0.98	12 604	12 255	1.03

2000 年与 1999 年相比，仪控、服务和其他部门的纠正性工作票基本持平，静机和转机纠正性工作票都比去年有所降低，说明设备机械方面的故障数在减少；而仪控部分故障缺陷仍维持在较高的水平，电气专业的纠正性维修工作票甚至比 1999 年还有所增加，说明这两个方面的设备健康状况没有得到改善。

3. 一级工作票统计

表 2.1.2.4-4 一级工作票统计

年 份	静 机	转 机	电 气	仪 控	服 务	其 他	总 计
2000 年	244	181	194	719	38	13	1 389
1999 年	228	131	78	577	32	16	1 062
2000/1999	1.07	1.38	2.49	1.25	1.19	0.81	1.4

由表 2.1.2.4-4 可见 2000 年静机、转机、电气、仪控、服务专业的一级工作票量分别比 1999 年增长 7%，38%，149%，25%，19%。各专业在 2000 年度纠正性一级工作票量都比 1999 年一级票总量有较大增加，说明危及核安全和机组安全运行的设备紧急故障在增加，须在大修中提高重要设备的检修质量，减少设备紧急缺陷问题。

4. QSR 设备维修工作票统计

表 2.1.2.4-5 QSR 设备维修工作票统计

		静机	转机	电气	仪控	服务	技术支持	总计
预防性	2000年	306	867	293	101	0	35	1 602
	1999年	186	664	193	120	0	39	1 202
纠正性	2000年	359	202	143	849	78	42	1 673
	1999年	287	335	121	786	35	50	1 614

由表 2.1.2.4-5 可见与 1999 年相比较, 2000 年 QSR 设备预防性维修发出工作票量增加 33.3%, QSR 设备纠正性维修工作票量增加 3.7%。从 QSR 工作票量对比可从一个侧面反映出电站 QSR 设备还存在较多的故障缺陷, 因此必须以提高设备维修质量和优化设备维护管理为手段, 减少 QSR 设备的纠正性维修数量, 来保障机组的安全稳定运行和核电站三道屏障的完整性。

5. 周转工作票统计

表 2.1.2.4-6 周转工作票统计

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
预防性	8	9	10	33	38	11	8	11	13	9	11	3
纠正性	90	58	66	164	171	73	71	61	73	67	66	43
总计	98	67	76	197	209	84	79	72	86	76	77	46

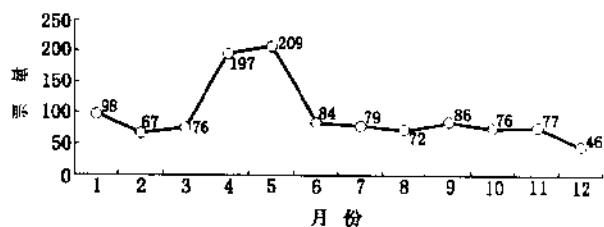


图 2.1.2.4-2 2000 年周转票量按月分布图

由表 2.1.2.4-6 可见周转工作票指标一方面用来衡量各工作票执行部门的响应速度和工作票管理水平, 另一方面可用其考察机组实时的待处理设备缺陷情况, 它以每月的各周内的周转工作票量取平均值为准。周转工作票统计如表 2.1.2.4-6 所示。从 2000 年该数据各月的分布趋势 (见图 2.1.2.4-2) 来分析:

1 月份由于 2 号机组大修后恢复正常运行期间设备消缺工作较多, 所以周转工作票量相对较高; 4 月份到 5 月份由于 COMIS 系统和 WPMS 系统切换, 各处对新系统的运作过程不熟悉, 又因查找缺陷竞赛在该月内开展, 导致在这两个月周转工作票量大大超过指标值, 从 2000 年 6 月开始周转工作票量恢复到正常值, 并维持稳定的水平一直到年底。

6. 等状态工作票统计

等状态工作票包括须等机组某种运行状态或某个系统和设备的对应状态下才可安排实施的工作票。从 2000 年等状态工作票按月分布的趋势 (见图 2.1.2.4-3) 可以看出, 随着机组连续稳定运行时间越长, 其等状态工作票项目会累积得越多。减少等状态工作票的手段有: 一是计划部门掌握好机组和系统的运行状态及时安排检修; 二是提高机组大修和设备日常维修的检修质量; 三是合理安排预防性检修; 四是提高设备自身固有可靠性。

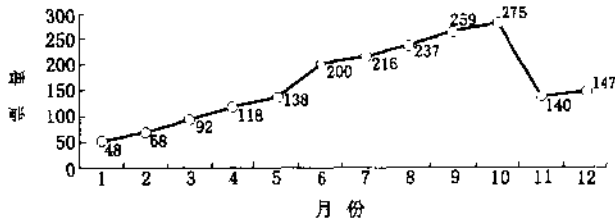


图 2.1.2.4-3 2000 年等状态工作票量按月分布图

2.1.2.5 预防性维修的有效性评估

1. 预防性维修活动的优化

(1) 维修大纲及规程的优化

2000 年维修部各处继续根据检修工作执行情况的经验反馈及综合计划处整理出的大纲遗留问题进行预防性维修大纲的优化工作。2000 年度新编、升版、取消大纲份数情况见表 2.1.2.5-1。

表 2.1.2.5-1 2000 年维修大纲新编、升版、取消情况

	MSM	MRM	MEE	MIC	TND
新编大纲	4	6	2	6	13
升版大纲	19	21	65	102	9
取消大纲	36	22	8	14	22

2000 年度综合计划处计划科继续根据大纲安排跟踪了专用工具维护工作。

检修规程方面，至 2000 年底静止机械处已生效 1 150 份，转动机械处已生效 1 439 份，电气处已生效 746 份，仪控处已生效 710 份，服务处已生效 313 份规程。其中 2000 年度各处新编、取消、升版规程份数如下：

表 2.1.2.5-2 维修部 2000 年维修程序新编、升版、取消情况

	MSM	MRM	MEE	MIC	MCS
新编规程	34	27	48	40	10
升版规程	105	88	92	592	45
取消规程	4	10	0	0	0

经过各部门的努力，大纲管理工作更加规范，维修程序的适用性得到了提高。

(2) 预防性维修计划的优化

2000 年综合计划处计划科继续按设备功能及运行方式制定检修组合，把相关专业及设备的工作编排在一起，有效地减少了因计划原因产生的设备重复隔离。另一方面，计划科不断根据现场设备运行及检修经验反馈，改变日常预防性维修数据库内检修设备组合，尽量满足现场设备运行条件。而对涉及部门较多或工序复杂、工期长的工作，计划科编制单项计划，积极发挥其协调作用，使检修工作进度得到了控制。

2000 年仪表控制处将新升版大纲由原仪表控制处准备组管理转至综合计划处检修计划

科管理, 综合计划处依据大纲中检修内容完成了维修数据录入日常预防性维修数据库工作, 并根据检修历史数据及其他专业检修项目进行了统筹安排。2000 年度技术部规范控制科也编制出维修大纲, 综合计划处据此大纲将定期在役检查工作也纳入了预防性维修数据库进行统一管理。

2. 预防性维修活动的实施及评价

(1) 预防性维修大纲、规程的不断优化及预防性维修组合的编排, 使预防性维修活动趋于合理; 预防性维修计划统筹规划性的提高, 使维修工作量在全年得到了较为合理的安排。2000 年执行的预防性维修工作票量 5 719 份 (不包括大修项目), 比 1999 年 5 167 份多了 552 份。2000 年共收到纠正性维修工作票 7 195 份, 比 1999 年 7 088 份多了 107 份。

(2) 2000 年纠正性维修与预防性维修工作票数的比列为 1.24:1 (不包括大修工作), 保持逐年下降的趋势。变化趋势见图 2.1.2.5-1。

(3) 预防性维修方式的有效性 & 成本问题已引起了各级管理人员和技术人员的重视, 并已开始采用 RCM (以可靠性为中心的维修) 维修方法。2000 年度在设备管理处牵头组织下继续进行对 SRI, RRI 等系统的 RCM 分析, 各执行部门根据 RCM 分析结果升版了 SRI 等系统维修大纲。按照 RCM 的逻辑推理, 确定的应是一个既可靠又经济的维修、运行管理方法。随着 RCM 的运用, 维修工作已在向更为先进的管理方式转化。

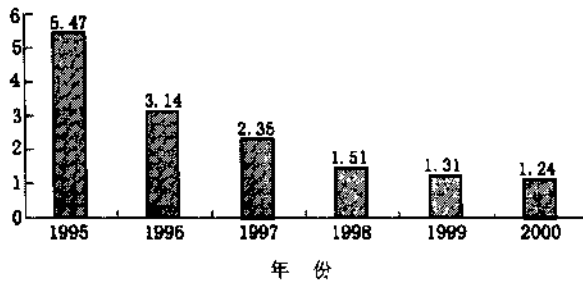


图 2.1.2.5-1 纠正性与预防维修工作票之比的变化趋势

2.1.3 放射性废物排放与管理

2.1.3.1 放射性气态流出物排放与管理

全年通过液态、气态途径释放到环境中的放射性核素总量远远低于国家批准的年排放限值, 也优于公司五年计划中所制定的 2000 年度管理目标值。全年排放结果见表 2.1.3.1-1。

表 2.1.3.1-1 2000 年放射性流出物控制排放结果

项 目	废 液		废 气		
	非氚核素	^3H	惰性气体	卤素 + 气溶胶	^3H
排 放 量	2.59 GBq	34.21 TBq	19.43 TBq	75.03 MBq	0.97 TBq
年限值 ⁽¹⁾	700 GBq	55.6 TBq	1 140 TBq	38 GBq	16 TBq
排放量/年限值	0.37%	61.53% ⁽²⁾	1.70%	0.20%	6.09%
公司目标控制值 (占年限值的百分比)	1.4%	60% ⁽²⁾	2.6%		

续表

项 目	废 液		废 气		
	非氟核素	^3H	惰性气体	卤素 + 气溶胶	^3H
年控制值 ⁽³⁾	750 GBq	150 TBq	2500 TBq	275 GBq	
排放量/年控制值	0.35%	22.81%	0.78%	0.03%	
排放体积/ m^3	27120		2.97E+09		
平均排放浓度/ $(\text{Bq}/\text{m}^3)^{(4)}$	1.73E+05	8.81E+08	8.66E+03	3.10E-02	3.84E+02

注：(1) 年限值指由国家环保总局批准的年排放量限制值；(2) 液体氟的目标值为生产部制定；(3) 年控制值指国标 GB 6249-86 中规定的年排放控制值；(4) 平均排放浓度已扣除本底。

1. 约定性气体排放

2000 年 TEG 含氩废气排放 7 罐次，是 1999 年的一半，达到历年最好水平，说明机组在大修时期的吹扫过程控制良好，减少了废气的产生。安全壳泄压排气 36 次，比 1999 年少排 2 次，排放气体的放射性活度和所占比例均下降。全年 1/2ETY 泄压排气所占时间分别为 37 和 45 小时，均低于运行总则中 ETY 全年泄压时间小于 80 小时的标准。全年没有为降低安全壳内的放射性活度和恢复安全壳内氧含量而进行的排气，这说明三道屏障密封性能良好。

2. 惰性气体的排放

从图 2.1.3.1-1 中可以看出 2000 年惰性气体排放量自 1996 年来，排放量达到最低，主要原因有二：其一是约定性气体排放减少，特别是 TEG，其排放量约是 1999 年的一半；其二是 2000 年上半年，仪控处和 KRT 系统的设计制造厂家用 ^{90}Sr 固体源对系统的探头和二次仪表进行校核，使 KRT017MA 的测量结果（惰性气体放射性排放量统计的主要参数）更能反映实际水平。

由于大亚湾核电站与法国核电站对惰性气体排放量的统计方法存在差异。如大亚湾核电站按法国方法对 2000 年惰性气体重新计算，为年限值的 1.06%，略高于法国的平均水平（0.80%）。在这一方面我们需要加强交流。

3. 卤素 + 气溶胶和气态氟的排放

由于 2000 年 8 月份 NaI 谱仪高压漂移，引起卤素总 γ 数据偏高。通过卤素“总 γ ”与“ γ 谱”之间的关系对其修正，全月“卤素 + 气溶胶”的排放量由原 32.9 MBq 修正为 5.71 MBq，使全年的排放量恢复到合理的水平。

各月卤素 + 气溶胶和气态氟的排放均正常。

大亚湾核电站几年来气态流出物排放状态及与法国的比较见图 2.1.3.1-1。

2.1.3.2 放射性液态流出物排放与管理

1. TER

2000 年通过 TER 系统向环境排放 64 罐次放射性液体，共排放废液 27 120 m^3 ，比 1999 年少排 2 020 m^3 ，达到历史最好水平。废水排放量与法国同类机组 2000 年的平均排放量相当。放射性排放结果参见表 2.1.3.1-1。本年度通过 TER 系统排放液态流出物有以下几个特点：

1) 在机组正常运行和换料大修期间，均执行排往 TER 的废液总 γ 活度低于 1 MBq/m^3 的标准（内部控制标准），这样保证了本年度非氟核素排放总量控制在较低水平。在维修、生产等活动中，加强废物的管理，坚持 ALARA 原则，使 2000 年非氟核素的排放量在前几年的基础上保持下降趋势。

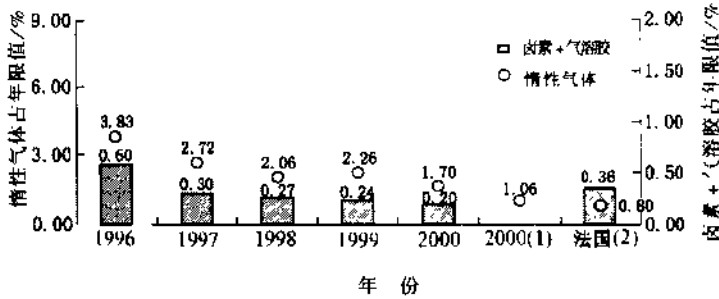


图 2.1.3.1-1 GNPS 5 年废气排放状况及与法国机组的比较

(1) 是指 2000 年大亚湾核电站惰性气体按法国统计方法计算的结果;

(2) 2000 年法国同类电站每 2 台机组的平均水平。

2) 关键核素 ^{110m}Ag 和 ^{60}Co

^{110m}Ag 排放比例从 1997 年的占非氚核素 71% 下降到 2000 年的 37%。 ^{110m}Ag 的排放量和排放比例也呈下降趋势。这主要是在年初进行的第六次大修一回路停堆氧化净化期间, ^{110m}Ag 无明显的峰值,并且保持在 600 MBq/m^3 以下的水平(以往同期,放射性比活度为几个 GBq/m^3)。在处理过程中,将 TEU 和 TEP 的除盐床的树脂由原凝胶型树脂更换为对 ^{110m}Ag 去除效果更好的大孔树脂。这样在源项中减少了 ^{110m}Ag 的产生,在处理过程中增加了去除效果,从而降低了排放量。

正常月份 ^{60}Co 占非氚核素的比例在 20% 以下,但在 12 月份的非氚核素比例中占到 57%。这主要原因是 SRE(放射性废水回收系统,主要收集热洗衣房、热化学分析室及热工作车间等场所的废水)系统收集的废水在总 γ 较低时,没有进行处理而直接排入 TER,在随后对 SRE 废水的 γ 能谱测量分析中, ^{60}Co 占主要成分。

3) 非氚核素及与法国比较

在 TER 排放前的取样测量中,除 ^{110m}Ag 、 ^{60}Co 偶尔检出外,其余几种非氚核素一般低于 γ 谱仪探测下限。采用保守的计算方法,按探测下限值进行统计,故实际排放总量应小于 2.59 GBq 。法国的同类机组,当被测核素低于探测限时,按探测限值的 20% 计算和统计。如按这种方法,2000 年大亚湾核电站排放的非氚核素为 1.40 GBq ,单台机组为 0.70 GBq ,相当于年限值的 0.20%。法国 9 座同类型核电站 2000 年单机非氚核素的平均排放量为 0.70 GBq ,故大亚湾核电站液态非氚核素的排放量与法国同类机组相同。由于法国 9 座同类型核电站建设的年代不同,向当局申请和批准的年限值不尽相同(年代越早,其年限值越大),故平均水平占年限值的比例低于大亚湾核电站。废液排放状况见图 2.1.3.2-1。

4) 液态氚

2000 年通过液态途径排放的 ^3H 为 34.2 TBq ,相当于年限值的 61.53%,比 1999 年多排 10.42 TBq (占年限值的 18.5%),原因如下:

a) 由于氚的不可处理性,其产生量与发电量成正比关系。2000 年发电量增加,氚产生量也相应增加。

b) 大亚湾核电站所处的大鹏澳是一个半封闭的海湾,从 1999 年至本年度上半年岭澳核电站(LNPS)冷却水取水头施工,使 GNPS 排放口改向湾内,不利于液态氚的扩散,对系统内的氚实施控制排放。2000 年 7 月初,大亚湾核电站排放渠与 LNPS 排放渠合并,排放渠向

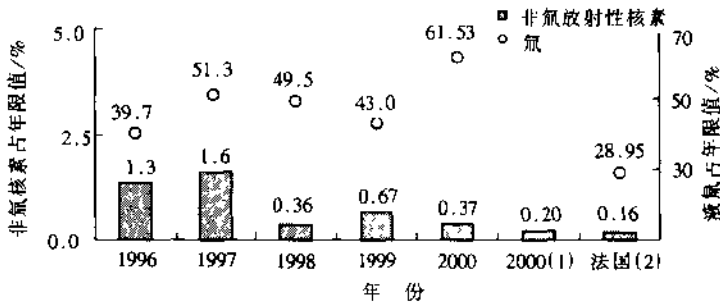


图 2.1.3.2-1 GNPS 5 年液态流出物排放状况及与法国比较

注：(1) 是指 2000 年 GNPS 非氚核素按法国统计方法计算的结果；

(2) 2000 年法国同类电站每 2 台机组的平均水平。

东北方延长 1.2 km (远离了大鹏澳人口)，有利于放射性物质在海洋环境中的扩散。在对 1/2RCP, TEP, REA 等系统内的氚进行初步估算后制订排氚计划，在控制每罐次排氚量的情况下增加了氚的排放量。

2. SEL

SEL 主要收集常规岛的废液。全年各种放射性非氚核素的放射性水平均低于仪器探测下限。废水排放量达到历史最好水平。全年 SEL 排放 200 罐次，排放量 (见图 2.1.3.2-2) 比 1999 年少 46%，比法国同类机组 2000 年的平均排放量少 26%。这主要是在 206/106 大修中实施了 1/2STR 泵冷却水闭式改造，增加了冷却水的循环利用，使 SEL 排放量明显下降。

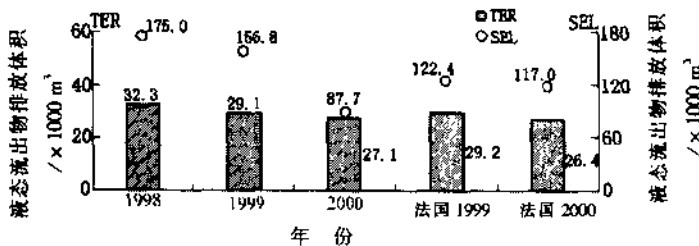


图 2.1.3.2-2 GNPS 液态流出物排放体积及与法国的比较

3. 与液态流出物排放相关的“四统一”工作

按照“四统一”的要求，放射性流出物排放管理方面的各项工作正在按计划进行，适用于群堆管理的《放射性液态和气态流出物排放管理》程序正在出版；LNPS AL 实验室的非放射性测量仪器已到现场，准备安装调试，放射性测量仪器正在采购中。

2.1.3.3 中低水平放射性固体废物处理

2000 年是电站投运的第七年，按照总经理部的五年发展规划中规定的关键业绩指标要求 (见表 2.1.3.3-1)，本年度放射性固体废物的产量应控制在 190 m³ 以下。在 1999 年取得较好成绩的基础上，2000 年继续实施废物的源头控制，有效地减少了废物产生量。本年度两台机组共产生 186.4 m³ 固体废物，比目标值 (见表 2.1.3.3-1) 低 1.9%，与 1999 年基本持平。因为大部分除盐床的树脂每 2 到 3 年更换一次，它的周期性导致固体废物产量波动，所以，目前世界上许多核电站采用三年平均产量的考核办法来评估核电站的这一业绩指标。

表 2.1.3.3-1 放射性废物管理目标 (两台机组)

年 份	1998	1999	2000	2001	2002
产量/ m^3	210	200	190	170	140

1. 2000 年废物管理情况

(1) 历年放射性固体废物产量统计见表 2.1.3.3-2。

表 2.1.3.3-2 放射性固体废物产量统计

年 份	1995	1996	1997	1998	1999	2000	近 三年平均值
产量/ m^3	252	195	209	178	185	186.4	183

从表 2.1.3.3-2 可以看出, 自 1995 年以来, 放射性固体废物产量呈逐年下降趋势。目前已稳定在 $185 m^3$ 左右, 达到法国同类核电站的平均水平。

(2) 2000 年固体废物月产量统计见表 2.1.3.3-3。

表 2.1.3.3-3 2000 年固体废物月产量统计

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
产量/ m^3	13.35	15.47	7.14	26.94	5.2	12.03	0	10.92	3.15	3.99	5.04	83.17	186.4

从表 2.1.3.3-3 可以看出, 4 月份与 12 月份废物产量最高。4 月份产量高是由于大修刚结束不久, 大修期间产生的浓缩液水泥固化后使产量突然升高。12 月份产量高是由于当年产生的废树脂暂存到年底处理, 使其中的短寿命放射性核素衰变, 以降低处理费用, 减少工作人员的辐照剂量, 另外, 每年 11 月开始的换料大修也增加了检修废物产量, 所以 12 月份产量很高。

(3) 2000 年各类废物货包产量统计见表 2.1.3.3-4。

表 2.1.3.3-4 2000 年固体废物货包产量统计

货包类型		浓缩液桶	废树脂桶	淤积物桶	废滤芯桶	技术废物桶	合计桶	体积/ m^3
水泥桶	C1	11	35	3	5	2	56	112
	C2	—	—	—	—	—	—	—
	C3	—	—	—	—	—	—	—
	C4	—	—	—	6	0	6	7.2
金属桶	可压缩	—	—	—	0	180	180	37.8
	不可压缩	—	—	—	9	131	140	29.4
合计/ m^3	—	22	70	6	19.09	69.31	—	186.4

2000 年产生的浓缩液和废树脂均采用处理能力大的 C1 型水泥桶来处理, 以降低废物最终产量。

(4) 历年各类放射性废物货包产量统计见表 2.1.3.3-5。

表 2.1.3.3-5 历年放射性废物货包产量统计

货包类型		1997年		1998年		1999年		2000年		累计产量	
		桶	m ³	桶	m ³	桶	m ³	桶	m ³	桶	m ³
水泥桶	C1	67	134	56	112	58	116	56	112	399	798
	C2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	C3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	C4	12	14	10	12	8	9.6	6	7.2	90	108
金属桶	可压缩	165	35	176	36.96	154	32.34	180	37.8	1067	224.07
	不可压缩	122	26	81	17.01	127	26.67	140	29.4	806	169.26
合计/m ³		—	209	—	177.97	—	184.61	—	186.4	—	1303.33

(5) 浓缩液产生量见表 2.1.3.3-6。

表 2.1.3.3-6 浓缩液产量统计

来源	设计值	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	m ³
TEU 蒸发器	50	10	18	13	13.8	8.5	8.8	4.2	
TEP 蒸发器	0	0	0	0	0	0	0	0	
SRE 去污废液	0	0	0	0	0	0	0	0	

从上表可看出, 2000年的浓缩液产量远远低于设计值, 只产生 4.2 m³ 浓缩液, 是电站投产以来最好的一年。∑γ 比活度为 12 584.4 MBq/m³, ∑β 比活度 1 140 MBq/m³, ∑α 比活度 < 10 MBq/m³。

TEP 系统硼溶液全部回收复用, 未产生废硼酸。

热车间去污废液的比活度较低, 最高值 584 MBq/m³, 平均 78.6 MBq/m³, 全部排入 TEU 化学废水收集罐蒸发浓缩, 未直接固化处理。

(6) 历年废树脂产量统计见表 2.1.3.3-7。

表 2.1.3.3-7 历年废树脂产量

系统	设计值	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	放射性水平
APG	12	39	9	7.5	12	9	16.5	16.5	无
PIR	3	0	3	1.5	1.5	0	1.5	1.5	高
RCV	3	0.93	2.79	0.93	3.72	0	0.92	1.85	高
TEP	10	0	0	0	3.0	4.5	7.5	0	中
TEU	6	1.5	3	1.5	4.5	1.5	3	4.5	中
合计	34	41.43	17.79	11.43	24.72	15	29.42	24.35	—

从上表可以看出, 1994年、1997年、1999年和 2000年的废树脂产量偏高, 这主要是由于废树脂产生具有一定的周期性, 如果控制得好, 两到三年才更换一次。另一方面, 2000

年 TEU 系统的除盐床运行状况不好, 由于树脂堵塞引起除盐床压差高, 多次割管清除水管中的树脂。

(7) 历年废过滤器芯子产量统计见表 2.1.3.3-8。

表 2.1.3.3-8 历年废滤芯产量统计

个

系 统	设计值	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	放射性水平
APG	38	13	7	6	4	2	5	无
PTR	13	6	6	8	2	2	7	中
RCV	30	14	12	14	17	13	7	高
TEP	8	1	2	1	1	3	0	中
TEU	131	11	44	55	37	18	33	低或中
REA	—	—	—	—	1	2	2	低或中
SRE	—	—	—	—	—	0	0	低或中
合 计	220	45	71	84	62	40	54	—

* 其中 1998 年 RCV 上充泵去污产生 5 个废滤芯, 2000 年 RCV 上充泵没有去污检修。

从表 2.1.3.3-8 可以看出, 1997 年以来废滤芯产量逐年下降, 1999 年为历史上最好水平。

(8) 通风过滤器芯子产量统计见表 2.1.3.3-9。

表 2.1.3.3-9 废通风过滤器芯子产量统计

个

年 份	1997	1998	1999	2000
通风机过滤器芯子	—	122	406	139
碘过滤器芯子	—	16	115	167
合 计	239	138	521	306

自 1994 年以来, 我们对通风过滤器进行暂存, 测量放射性污染水平, 对被污染的废通风过滤器拆卸, 减容处理。

(9) 放射性废油产量见表 2.1.3.3-10。

表 2.1.3.3-10 历年放射性废油产量统计表

m³

年 份	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	合 计
体 积	50	400	250	0	250	590	150	1690

2000 年在控制区的检修活动中收集废油时, 严格控制, 防止交叉污染, 所以产生的放射性废油比较少。据分析, 今年放射性废油的比活度最高值为 100 MBq/m³, 平均比活度为 6.17 MBq/m³, 其中大部分只有轻微污染, 现暂存于 QR 厂房。

(10) 2000年放射性固体废物管理指标完成情况见表 2.1.3.3-11 和表 2.1.3.3-12

表 2.1.3.3-11 2000年放射性固体废物管理指标完成情况统计

项 目	1999年 目标值	1999年 实际值	2000年 目标值	2000年 实际值	完成状态与2000 年目标值相比	完成状态与 1999年相比	
固体废物体积/m ³	200	184.61	190	186.4	-1.9%	+1.0%	
指 标 分 解	浓缩液固化体	46	46	36	22	-38.9%	-52.7%
	废树脂固化体	70	60	70	70	持平	+16.7%
	APC废树脂	0	0	0	0	持平	持平
	废滤芯固化体	24	26.73	24	19.09	-20.5%	-28.5%
	检修废物	60	51.88	60	69.31	+15.5%	+33.6%
	淤积物固化体	0	0	0	6	—	—

表 2.1.3.3-12 原始废物产量指标完成情况比较

项 目	1999年实际值	2000年目标值	2000年实际值	与2000年 目标值相比	与1999年 实际值相比
浓缩液/m ³	8.8	7.5	4.2	-44%	-52.3%
废树脂/m ³	12.92	10.5	7.85	-25.2%	-39%
APC树脂/m ³	16.5	16.5	16.5	0.0%	0.0%
废滤芯/个	40	60	54	-10.0%	+35%
通风过滤器/个	521	380	306	-19.5%	-30.9%
技术废物/m ³	51.88	60	69.31	+15.5%	+33.6%

从表 2.1.3.3-11 和表 2.1.3.3-12 得知,本年度浓缩液固化物产量比 1999 年大幅度下降,这主要是在废水处理方面采取了减量措施,减少了浓缩液产量所致。

废树脂产量比上年有较大幅度下降,除了周期性的因素之外,除盐床运行控制较好也是一个不可忽视的因素。但是,由于上年度的 3 m³ 废树脂转到本年度固化,所以废树脂固化体产生量比上年有所增加。

前几年控制区产生的淤积废物量很少,今年对 OSRE001BA 进行了彻底清理,共清理出淤积物 1.5 立方米,并首次采用水泥固化处理。

废滤芯产量比上年度高,但是其固化体却比 1999 年少,这主要是采取了一个桶固化多个废滤芯的减容措施。

对每批 APC 废树脂取样分析,均未发现放射性污染,作为非放废物处理;

检修废物产量高的主要原因是:2000 年 8 月份为迎接 WANO 同行评审,对电站现场进行了全面清理,将控制区内一些检修用的材料、部件全部清理掉,作为放射性废物处理,例如吊装、搬运重物时所用的小垫木、被污染的吊带等。其实,如果确定一个合适的存放地点,这些物品是可以继续使用的,清理掉以后,下次检修还得配备。

(11) 原材料消耗及库存见表 2.1.3.3-13 和表 2.1.3.3-14。

2000 年共采购了广州珠江水泥厂产的 525 号普通硅酸盐水泥 51.42 t,用于废物处理。

本年度没有购买水泥桶和金属桶,也没有采购沙子、碎石和石灰,这一部分的消耗均为

上年的库存。截至 2000 年 12 月 31 日, 现场用于固体废物处理的材料库存见表 2.1.3.3-13。

表 2.1.3.3-13 2000 年消耗材料统计表

项 目	上年结余	当年采购	当年消耗	年末库存	备 注
C1 型水泥桶	125	0	45	80	其中: 处置场调试用 12 个
C2 型水泥桶	77	0	0	77	
C3 型水泥桶	162	0	0	162	
C4 型水泥桶	145	0	12	133	其中: 处置场调试用 12 个
200 升金属桶	417	0	320	97	其中: 处置场调试用 7 个
水泥/t	10.87	51.42	62.29	0	
熟石灰/包	172	0	81	91	25 kg/包
添加剂/L	—	0	70	—	增塑剂
碎石/t	93.35	0	17.67	75.68	
砂子/t	93.82	0	42.77	51.05	

表 2.1.3.3-14 2000 年消耗材料年末库存 (按采购年份统计)

采 购 年 份	1991	1996	1998	1999	2000	合 计
C1 型水泥桶	9	48	23	0	0	80
C2 型水泥桶	77	0	0	0	0	77
C3 型水泥桶	162	0	0	0	0	162
C4 型水泥桶	47	48	38	0	0	133
200 升金属桶	0	0	0	97	0	97
熟石灰/包	0	91	0	0	0	91

(12) 放射性废物货包库存量见表 2.1.3.3-15。

表 2.1.3.3-15 2000 年废物货包库存统计

货包类型	上 年 库 存	当 年 产 生	当 年 处 置	年 末 库 存
C1 型水泥桶	343	56	0	399
C2 型水泥桶	1	0	0	1
C3 型水泥桶	1	0	0	1
C4 型水泥桶	84	6	0	91
200 升金属桶	1553	320	0	1873

(13) 原始废物库存量见表 2.1.3.3-16。

表 2.1.3.3-16 2000 年原始放射性废物库存量统计

废物类别	上年库存	当年产生	当年处理	年末库存	备注
浓缩液/m ³	3.9	4.2	4.2	4.0	
废树脂/m ³	3.0	7.85	10.85	0	
废滤芯/个	0	54	54	0	
通风过滤器/箱	0	139	139	0	包括高效过滤器 25 箱
活性炭过滤器/箱	33	167	0	167	
检修废物/桶	0	311	311	0	

2. 2000 年放射性固体废物管理经验

(1) 继续加强培训，提高员工的环保和废物控制意识。

(2) 将废水排放标准改为大修期间 5 MBq/m³，平时 1 MBq/m³，以减少蒸发处理量。

(3) 辐射防护用品的收集、转运改用布口袋，可反复洗涤、重复使用，减少一次性塑料袋的使用，减少废物量。

(4) 对放射性固化体的配比及性能做进一步的探讨研究，适当时候调整水泥固化配比，增加废物包容量，减少固化物体积。

(5) 1999 年在固化站控制盘上加装电流记录仪，以控制固化时的加水量，保证了固化质量，本年度使用情况良好。

3. 废导向筒处置工作进展

由于处置场工期延误，处置场的委托营运合同谈判一直没有实质性进展，所以，废导向筒一直没有处理，预计 2001 年秋季可处理这些废导向筒。

4. 低中放废物处置场工作进展

1999 年 12 月 16 日总经理部召开会议，决定将处置场设备安装、调试及竣工验收责任转移到维修部。服务处按照经理部的要求，参考一核工程建设经验组织编写了北龙处置场《安装完工检查》、《临时运行移交》和《建筑物移交》等程序，并组织实施。MRM, MIC, MGS, MTS, OPH 均派出有经验的技术人员做调试准备并参加了调试。在经理部的精心组织和指挥下，经全体参加调试人员的共同努力，克服了许多困难，在 EESR, TOTO, BHO 检查以及平时的跟踪活动中，共发现问题 200 多项，并进行了处理，如：龙门吊车跨距超差、电气柜移位、地下廊道地面处理、通风管道移位、廊道门的加高、伸缩套筒整治、专用吊具修改等。

北龙处置场除清原公司负责的计算机管理系统没有安装调试之外，其余 10 个系统的综合调试工作于 9 月底结束。至此，北龙处置场已具备接受放射性固体废物的条件。但是，与清原公司的营运合同谈判工作在 2000 年未取得实质性进展。

2.1.3.4 工业废物处理

1. 废油及其他固体废物的收集与处理

2000 年共收集废油 27.2 m³，废钢铁 29.5 t，废塑料制品 4 t，废木头 14.5 m³。全部由合同部门交龙岗废旧物资回收公司收购。工业垃圾约 298 车，约 1 192 m³，全部运到东山垃圾填埋场填埋。废油主要来源为：1/2SEK007/008PO 所在的油水分离池有废油，但是没有清理，OSEH (FS) 21 桶；第七次大修现场各废油收集点 72 桶；第七次大修现场各废油收集点 33 桶；日常零星收集 10 桶；总计 136 桶。从 1/2SEK 油水分离池收集的废油经取样分析，均为

非放射性废油，全部按常规废油处理。详见表 2.1.3.4-1。

表 2.1.3.4-1 历年工业废物产量比较

m³

废物类型	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
废钢铁	—	—	436.16 [*]	33.5	29.5
废油	138	55	36	25	27.2
废保温棉	124	80	26	未统计	未统计
一般工业垃圾	2 400	2 000	1 720	1 730	1 192

* 1998年公司推行 ISO 14000 环境管理体系，将一核安装调试以来堆放在设备码头旁的废钢铁，全部交龙岗物资回收公司收购。

由于国家没有把保温棉列入有毒有害物质，所以 1999 年以来产生的废保温棉均作为常规废物处理。截至 2000 年底，共收集的废日光灯管约 2000 个、旧电池约 200 kg，尚未找到收购或处理单位，只能暂存于设备码头临时仓库等待处理。为了对非放废物实施规范化管理，电站于 2000 年 7 月在设备码头旁修建一个工业废物存放场，以加强工业废物的存放管理，预计 2001 年 6 月可投入使用。

1996 年以来产生的 APG 废树脂共 976 桶，约 62.5 m³，每次更换废树脂后均取样分析，没有发现有放射性污染，作为非放废物存放于设备码头旁的临时仓库内，将集中处理。

2. 污废水管理

2000 年公司总经理部决定，将核电站污废水的管理由秘书部移交给维修部，全部由服务处统一管理，包括专家村污水处理站、南区污水处理站、北区污水处理站，以及一、二核电站现场的污水处理设施的运行管理。

2.1.3.5 环境监测与评估

1. 概述

广东大亚湾核电站 (GNPS) 2000 年环境监测工作主要依照环境监测大纲实施，环境 γ 辐射监测的范围取 50 km，其余项目监测范围为 20~30 km。同时借鉴几年来环境监测反馈的经验，重点加强了对海洋环境样品的取样监督。环境监测除完成了监测大纲所列的分析项目外，还对地下水氡的来源和海域中氡的扩散进行了调查。根据多年环境监测经验的反馈和国家有关标准，制订了大亚湾核电地区环境监测大纲，跟踪了新环境实验室建设工作，新购放射性仪器调研及确定了非放射性仪器的采购。新 KRS 系统正在安装之中。一、二核共用排放水渠于 2000 年 7 月投入使用，该排放水渠向东延伸 1 200 m，该排放渠的使用将有利于排放废水的稀释和扩散。

(1) 2000 年度大亚湾海域放射性监测情况列在表 2.1.3.5-1。

(2) 2000 年度大亚湾核电站周围地区 (陆上) 监测情况列在表 2.1.3.5-2。

2. 样品分析项目

2000 年度环境样品分析项目与 1999 年度基本相同，对不同监测项目采用的分析方法及测量仪器探测下限与 1999 年度基本相同。

3. 质量保证

2000 年度大亚湾核电站加强了环境监测工作中的质量保证活动，以确保分析项目的可靠性。

(1) 技术人员需经培训、考核合格,方能上岗操作;6月至8月进行了 γ 谱仪的刻度、测量分析培训及考核。通过这次培训使大家看到了差距,提高了操作能力和故障判断能力,也为今后的培训、考核指明了方向。

(2) 2000年4月参加中国计量科学院组织的 ^{88}Y , ^{152}Eu , ^{58}Co , $^{166}\text{Ho}^m$ 放射性核素全国 γ 谱分析比对,结果与标准值偏差在 -2.6% 至 1.4% 之间;

(3) 2000年4月参加中国计量科学院组织的全国总 α/β 比对, ^{241}Am 结果与标准值偏差为:16.3%,KCl结果与标准偏差为1.4%;

(4) 2000年5月参加中国辐射防护研究院组织的放化分析、 γ 谱分析测试比对,比对样品由中国辐射防护研究院制备、定值,介质包括生物灰、海底泥。分析测量项目有核素 ^3H , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{88}Y , $^{110}\text{Ag}^m$, ^{241}Am , ^{57}Co 和总 β ,比对均取得了较好成绩;

(5) 检验实验室分析数据的可靠性,对环境样品 γ 谱分析和总 β 分析进行复检。2000年度 γ 谱分析复检率为21.2%,总 β 复检率为33%, ^{90}Sr 分析100%做平行样,并按质量保证要求采集一定的平行样品进行平行样测量分析;

(6) 测量仪器定期用标准源刻度,所用标准物质均可追溯到国家计量检定记录,并定期检查测量装置稳定性;

(7) 加强与广东环境辐射研究监测中心的技术交流。

4. 2000年环境监测结果

(1) GNPS对周围地区环境 γ 辐射水平的监测主要采取3种方式,即KRS(环境 γ 监测系统)7个辐射监测站(分布在电站10km范围内)的 γ 连续监测,热释光剂量计(TLD)的环境 γ 累积剂量监测,便携式 γ 剂量率的定期定点巡测。

1) 7个 γ 辐射连续监测站2000年度工作状况良好。GNPS周围环境中 γ 辐射水平与本底调查时相比仍在正常涨落范围内。

2) 2000年度37个测点热释光累积剂量测量值范围为62~171 $\mu\text{Gy}/\text{月}$,与本底调查时33.4~145 $\mu\text{Gy}/\text{月}$ 的测量值无显著差异。

(2) 气溶胶放射性水平

通过对厂区边界3个监测站逐日采集的大气飘尘样品进行总 β 测量分析,未发现异常。各站大气飘尘样品总 β 水平随季节变化趋势与开展该项监测以来历年趋势一致,即冬春两季明显高于夏秋,其变化趋势与大气飘尘中 ^7Be 浓度变化趋势相似。气溶胶月累积样品 γ 谱分析未探测出归于电站运行释放的人工放射性核素,以活性炭滤盒采样 γ 谱分析放射性碘的浓度水平均小于探测限。

(3) 淡水放射性水平

1) 雨水总 β 测量年平均值为45.4 Bq/m^3 ,与本底调查时68 Bq/m^3 的结果基本一致。雨水中氚的水平很低,最大值为4.5 Bq/L 。全年测氚16次,仅4次高于方法探测限。

2) 地表水(水库水、饮用水)中总 β 放射性活度年平均值为92.8 Bq/m^3 ,与本底调查时77.0 Bq/m^3 的水平无显著差异;氚的放射性水平均低于方法探测限。

3) 地下水中总 β 放射性浓度年平均值为261 Bq/m^3 ,与1994至1999年的平均值231 Bq/m^3 相比无显著变化。地下水全年测氚24次,在厂区两个地下水井中均能测得痕量的氚,范围在1.2~13.6 Bq/L 之间,年平均值为3.6 Bq/L ,与本底调查时平均值1.3 Bq/L 相比略有升高,但与1999年度年平均2.9 Bq/L 相比,进一步升高趋势不明显。 γ 谱分析地下水中 $^{110}\text{Ag}^m$, ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{54}Mn 等人工核素均低于探测限。

4) 目前对大亚湾核电站地下水中氡的主要来源的推测是: 由于海水排放渠十几米落差形成的海水雾, 在一定的气象条件下, 吹落到地下水井周围地面, 经雨水的冲刷, 汇入地下水井, 从而使雨季地下水井中的氡明显高于本底。此种假设尚待进一步的观察、证实。

(4) 生物样品的放射性水平

各种生物样品如柑橘、荔枝、叶菜、萝卜、大米、鸡、淡水鱼等的放射性水平与电站运行以来其他年份相比无显著差异, 且与本底调查值一致。

(5) 土壤样品的放射性水平

2000 年度在 50 km 范围内采集 13 个表层土样品, 土壤中天然放射性含量, 总 β 数值与本底调查中相应的地区的天然放射性含量基本一致。表层土中 ^{137}Cs 含量的范围为 0.5 ~ 4.6 Bq/kg, 平均值为 1.8 ± 1.2 Bq/kg, 与本底调查时相应地区的放射性水平一致。

(6) 海洋环境放射性水平

1) 海水 对西大亚湾海域采集的海水样品分析结果表明: 海水样品中人工核素 ^{137}Cs 年平均浓度为 (2.08 ± 0.16) Bq/m³, ^{90}Sr 平均浓度为 (1.7 ± 0.6) Bq/m³, 分别与本底调查时 2.3 Bq/m³ 和 2.7 Bq/m³ 基本一致, 无任何增高的趋势。其他人工核素 $^{110}\text{Ag}^m$, ^{60}Co , ^{58}Co , ^{54}Mn 等均低于 γ 谱仪探测限。 ^{40}K , ^{226}Ra , ^{235}U , ^{232}Th 等天然核素和总 β 数值均在本底调查值涨落范围内。2000 年度在大亚湾海域共采集 54 个样品进行氡分析, 重点测量核电站排放后海水中氡含量, 并与广东环境辐射研究监测中心对新排放渠使用后排放情况进行初步调查, 从分析结果可以看出排放渠延长后海水对废液的扩散、稀释能力加强了。从 2000 年开始按 3 类方法统计海水中的氡含量: 即采样时间在电站废液排放后 3 天内, 称 A 类样, 其范围为 1.3 ~ 19.3 Bq/L, 均值为 4.3 Bq/L, 标准差为 4.4 Bq/L; 采样时间在电站废液排放 3 ~ 6 天内, 称 B 类样, 其范围为 1.3 ~ 7.3 Bq/L, 均值为 3.9 Bq/L, 标准差为 1.9 Bq/L; 采样时间在电站废液排放 6 天后, 称 C 类样, 低于仪器探测方法下限, 全部 54 个样品氡含量范围值为 1.3 ~ 19.3 Bq/L, 均值为 3.02 Bq/L, 标准差为 3.02 Bq/L。自 1998 年后, 海水中 ^3H 的含量与运行初期相比略有升高, 我们初步分析有如下原因:

氡排放量的增加——2000 年度核电站上网电量创历史新高, 核电站产氡量与发电量密切相关, 且氡无法进行处理, 故本年的排氡总量占国家批准年限的 61.53%;

大亚湾海域为半封闭海湾, 交换能力差, 岭澳核电站海上工程施工, 改变了排水渠海水射流方向, 降低了排放海水的扩散能力;

海水中氡浓度与排放量、采样时间、海潮等因素密切相关, 如采集海水样品前一段时间内排氡量较大, 海水中氡将明显高于本底, 但电站废液排放 6 天后海水样品中氡的含量低于仪器探测方法下限。

2) 海洋沉积物 2000 年度在西大亚湾水域共采集 27 个海洋沉积物样品, 其中 18 个属潮下带, 9 个属潮间带, 27 个样品中 $^{110}\text{Ag}^m$ 含量全部低于仪器探测方法下限, ^{137}Cs 的平均比活度为 (1.32 ± 0.63) Bq/kg 与本底调查时平均值 1.8 Bq/kg 基本一致。

3) 海洋软体动物 2000 年度采集软体动物 12 个样品, 5 个品种, 取自东山、澳头 2 处。对上述样品全部进行 γ 谱、总 β 、 ^{40}K 测量分析。 $^{110}\text{Ag}^m$ 的比活度平均值和标准差分别为 0.023 Bq/kg 和 0.051 Bq/kg, 其中东山 3 个珍珠贝样的均值、标准差和范围分别是 0.078, 0.022 和 $(0.054 \sim 0.098)$ Bq/kg (鲜样)。2000 年度东山珍珠贝样中 $^{110}\text{Ag}^m$ 平均比活度仅为 1999 年度约 1/5, 比 1995 年度 (最高值年份) 降低约 2 个数量级, 呈明显下降趋势。 ^{137}Cs 比活度与历年相比无明显变化。

4) 甲壳动物 2000 年度采集甲壳类生物 8 个样品, 4 个品种, 取自东山、澳头、南澳 3 处。对以上样品均进行 γ 谱、总 β 、 ^{40}K 测量分析。甲壳动物 ^{137}Cs 平均含量为 0.051 Bq/kg 与第二期本底调查值 0.064 Bq/kg 和 1994~1999 年的年平均值 0.057 Bq/kg 相比基本一致。甲壳类动物中, 2000 年 $^{110}\text{Ag}^m$ 含量年平均值为 0.07 Bq/kg, 而 1999 年的年平均值为 0.11 Bq/kg, 呈明显下降趋势。

5) 鱼类 2000 年度采用三种途径采集该海域的鱼类样品: 采集东山渔民网养的鲷鱼等; 请东山渔民到进水口附近海域捕鱼; 购买东山渔民在大亚湾海域捕捞的鱼。对采集的样品进行总 β 、 γ 谱分析, 部分样品进行 ^{90}Sr 及有机氟分析。分析结果显示除 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 的含量在本底值范围内波动外, 未探测到其他可归于电站废液排放的人工放射性核素, 这表明大亚湾海域鱼类未受到核电站废液排放的影响。

6) 藻中放射性水平 2000 年共采集 7 个站位, 11 个马尾藻样品, 用 γ 谱分析测得 $^{110}\text{Ag}^m$ 的比活度年平均值和标准差分别为 0.13 和 0.06 Bq/kg, 年平均值 0.13 Bq/kg, 与 1999 年平均值 0.11 Bq/kg 相比无显著变化, 但与 1998 年相比大幅度降低, 这与近年来 GNPS 采取了一系列措施, 降低排放废液中放射性水平相关。2000 年全年废液排放非氙放射性核素排放量只相当于年排放限值的 0.37%。由于核电站有效控制了 $^{110}\text{Ag}^m$ 排放, 使海域中藻类中的 $^{110}\text{Ag}^m$ 放射性含量水平自 1998 年以来大幅度降低。2000 年专家村藻类中的 $^{110}\text{Ag}^m$ 平均值为 0.17 Bq/kg, 而 1998 年为 0.33 Bq/kg。2000 年藻类 $^{110}\text{Ag}^m$ 最大值为 0.26 Bq/kg, 比 1998 年最大值下降了 5.5 倍, 藻类样品中的 ^{58}Co 放射性核素含量均小于 γ 谱仪探测限。所有各站点样品中 ^{137}Cs 的比活度水平在 0.03 Bq/kg 到 0.08 Bq/kg 之间, 平均值为 0.056 Bq/kg, 与本底调查时 0.082 Bq/kg 的水平相比, 无显著差异。

7) 因核电站正常运行期间仅有极少量的化学物质来自于水处理厂的絮凝、树脂再生工艺、循环冷却水的加氯系统等, 故我站现暂未装备一般工业污染物的监测设备。有关非放液态污染物的监测, 采用每季度定期从排水口取样送深圳环保监测站分析的方式来进行监督, 监测项目为 COD、BOD₅、氨氮类、石油类、pH 值等。分析结果显示, 送检海水样品 (除八月海水样品石油类外) 符合一、二级海水标准。

(7) 2000 年度环境质量评价 (关键核素: $^{110}\text{Ag}^m$, 关键居民组: 渔民, 关键途径: 食人)

根据 2000 年度环境监测数据和渔民的生活习性, 估算渔民食人大亚湾海产品后由 $^{110}\text{Ag}^m$ 引起的内照射剂量约为 $2.2 \times 10^{-8}\text{Sv}$, 该数值小于国家规定年剂量限值的 0.01%, 小于全国居民所受天然辐射年有效剂量均值的 0.001%。

(8) 2000 年度环境监测结论

2000 年度 GNPS 环境监测工作严格遵循国家环保局批准的《GNPS 环境监督和监测大纲》, 重点加强了海洋方面的监测, 从结果看可以得出如下结论:

1) 由于 GNPS 采取一系列措施, 逐年降低了废液中放射性核素排放量, 其中 2000 年液态流出物中 $^{110}\text{Ag}^m$ 全年排放量仅为 1999 年的 43.8%, 为最高年份 1997 年的 11.7%。海洋生物中 $^{110}\text{Ag}^m$ 的比活度水平与 1999 年度和其他年份相比明显下降。海洋生物的监测结果显示: 2000 年度东山珍珠贝样中 $^{110}\text{Ag}^m$ 平均比活度仅为 1999 年度的 1/5, 比 1995 年度 (最高值年份) 降低约 2 个数量级; 专家村藻类样品中 $^{110}\text{Ag}^m$ 的含量水平比 1997 年度 (最高值年份) 降低约 1 个数量级。海洋生物中的 $^{110}\text{Ag}^m$ 放射性水平呈明显下降趋势, 周围海域放射性水平影响远远低于国家环保局审核批准的 EIR 报告中所预期的水平。

2) 海水样品中氟的含量个别月份明显高于本底水平, 这是由于核电站液体流出物非均

匀排放及采样日期与液体流出物排放日期间隔较近、液体流出物未被大海充分稀释所致，而废液排放6天后所取样品的测量结果都低于仪器探测方法下限。目前排放口周围海域和其他采样点的海洋生物有机氟的放射性水平没有差异。新排放渠的投入使用，将使稀释条件有所改善。

3) 通过对厂区边界 γ 辐射水平及周围环境 γ 辐射水平连续监测，周围环境 γ 辐射累积剂量监测以及大气飘尘、陆上生物、土壤、水质等环境介质的取样分析，结果显示：2000年度大亚湾核电站周围陆上环境放射性水平与核电站投产前相比基本一致。这证明大亚湾核电站正常运行期间，通过气态途径释放的放射性物质未对周围环境产生任何影响。

4) 广东大亚湾核电站运行七年以来，在厂区内东北方位的PR1地下水井中氟浓度始终处于较低水平。2000年度的监测结果表明地下水中氟活度水平没有进一步升高的趋势，但需继续关注。

总之，广东大亚湾核电站运行七年来，陆地和大气环境样品中辐射水平在本底涨落范围之内，虽然个别海洋样品能检测到核电站排放的人工放射性核素 $^{110}\text{Ag}^m$ ，但不会对环境产生显著影响，且海洋生物中 $^{110}\text{Ag}^m$ 放射性水平逐年呈明显下降趋势。

表 2.1.3.5-1 2000 年度大亚湾海域采样、分析一览表

监测介质		频度	采样点数	采样数(年)	采样地点	总 β	^{40}K	^{90}Sr	γ 谱	^3H
海水	S站海水	半年	3	18	S4, S5, S29	6	6	6	6	18
	SW站	半年	8	22	SW12, SW13					22
	近海岸水	月	1	13	专家村					13
	近海岸水	年	1	1	沙缸吓					1
沉积物	潮下带	季	9	18	S4, S5, S29, SW13	17			18	
	潮间带	半年	4	9	东山, SB6	9			9	
甲壳动物	墨鱼	年	2	2	东山, 澳头	2	2	1	2	2
	虾	半年	1	2	西大亚湾	2	2		2	1
	虾	年	1	1	南澳(对照点)	1	1		1	
	虾菇	半年	1	2	西大亚湾	2	2		2	
	梭子蟹	年	1	1	西大亚湾	1	1		1	
软体动物	牡蛎	半年	1	3	西大亚湾	3	3	1	3	
	青口	年	2	2	东山, 澳头	2	2		2	
	鱿鱼	年	1	1	东山	1	1		1	
	珍珠贝	半年	2	4	东山养殖场, 澳头	4	4	2	4	3
	螺	半年	1	2	西大亚湾	2	2	1	2	
鱼类	鲈鱼	年	1	1	东山网养	1	1		1	
	乌头鱼	年	1	1	东山网养	1	1		1	1
	其他鱼类	年	1	1	设备码头	1	1	1	1	
	其他鱼类	年	1	1	南澳(对照点)	1	1		1	
	马尾藻	年	11	14	沿西大亚湾海边等8个采样点	14	14	2	14	
	合计		54	119		70	38	14	71	61

表 2.1.3.5-2 2000 年度陆上环境监测、采样、分析一览表

监测介质		频度	采样点数	采 样 点	全年采样数	总β	⁴⁰ K	⁹⁰ Sr	γ谱	³ H	环境γ
空 气	辐射量率 (日平均)	连续		AS1, AS2, AS3, BS1, BS2, BS3, BS4	2523						2523
	累积照射	季	37		134						134
	环境γ	月	24	01楼等24个点	192						192
	气溶胶	日	3	AS1, AS2, AS3	1089	1089					
	气溶胶	月	3	AS1, AS2, AS3	36				36		
	空气中碘	月	3	AS1, AS2, AS3	36				36		
陆 水	雨 水	月	2	AS1, EM	18	18	18	3	4	16	
	地表水	季	4	大坑, 岭澳, 枫木浪水库	16	16	16			16	
	饮用水	季	2	01楼, 水头	8	8	8			8	
	地下水	月	6	PR1, P5	29	29	20	4	4	29	
土 壤	表层土	半年	6	鹏城, 惠东等	13	13			13		
	沉积物	年	2	岭澳水库, 大坑水库	3	3			3		
水 果	柑 橘	年	3	鹏城, 惠东	3	3	3		3		
	荔 枝	年	2	鹏城, 惠东等	2	2	2		2		
植 物	叶 菜	年	4	鹏城, 惠东, 葵涌	5	5	5		5		
	萝 卜	年	1	鹏城, 惠东, 葵涌	3	3	5		3		
	大 米	年	1	鹏 城	1	1	3		1		
	现场草	年	3	现 场	1	1	1	1	1		
动 物	鸡	年	1	鹏城, 淡水, 惠东	3	3	1		3		
	淡水鱼	年	2	鹏城, 惠东	2	2	3		2		
指示生物	马尾藻	年	1	水库旁	2	2	2	2	2		
合 计			110		4119	1198	87	10	118	69	

2.1.3.6 环境保护工作

1. 综述

2000年,在总经理部和环境管理者代表的领导下,在各部门领导和全体员工的积极支持和参与下,公司总体环境状况良好,各项环境指标得到良好控制,环境管理体系持续有效运行。

2000年,电站两台机组安全稳定运行,放射性三废处理设施运行正常,放射性流出物排放量均低于国家规定限值。

2000年,在上网电量超过历史最好水平的情况下,放射性气态流出物和液态流出物中非氚核素排放量达到历年最低水平。

环境监测数据也表明,核电站周围环境的辐射基本保持在环境本底辐射水平的涨落范围之内。

2000年,环境整治、绿化美化工作进一步深入开展,核电站已形成花园式厂容厂貌。

2. 环境保护组织机构

公司建立的以环境管理者代表、副代表和环境管理体系协调组以及各部、处环境管理责任人、协调员为基础的网络化环境管理组织，对推动公司环境管理工作、提高环境管理水平发挥了重要作用。

2000年，由于群堆管理和机构的变化，公司调整了环境管理者代表和副代表，使环保工作进一步加强。为了保证环境管理体系有效地运行，公司各部、处调整和重新任命了环保责任人和协调员。ISO 14001EMS协调组也进行了相应调整，增加了二核生产部相关人员，为一、二核统一实施 ISO 14001 环境管理体系打下了基础。

环境管理者代表	杨昭刚（协调经理）
环境管理者副代表	贺禹（生产部经理）
	郭嘉平（维修部经理）
	高立刚（技术部经理）
	蔡康元（质保部经理）
	陆玮（行政管理部经理）

3. 环保培训和宣传

2000年，公司加强了环境保护的培训和宣传。环保培训已纳入授权培训课程，员工按其岗位授权要求进行培训，没有参加环保培训的人员不予授权上岗。7月份，公司组织了环保重要岗位人员12人去中国环境干部管理学院，专门进行环境管理培训，对提高公司环境管理水平起到一定作用。8月份，公司选派了5名环保内审员，参加了国家环保局环境管理认证培训中心组织的环境管理体系注册审核员基础知识培训班。11月份，聘请了中国环境干部管理学院培训部主任（法学硕士）对公司处级以上领导干部进行了关于我国目前环境形势及环保法律法规（包括新发布的法规）的培训。12月份，聘请了国家环保总局华夏环境管理体系审核中心的主任审核员对公司已获得内审员证书的内审员和部分单位的环保负责人、协调员进行了ISO 14001标准和企业获得认证后ISO 14001EMS运作问题的培训和研讨。

为落实1999年环境管理评审关于加强环境保护宣传教育的精神，2000年加大了环保宣传力度。继续开展“6.5世界环境日”、清洁海滩和现场环境卫生活动，员工参加踊跃，还开展了环保征文活动和出版了“6.5世界环境日”专刊。由于环保宣传工作的突出成绩，公司被广东省委宣传部、省环保局评为“2000年广东环保宣传月活动先进单位”。

2000年，公司同广东省环保局继续合办《环境》杂志刊物，协助中央电视台《走进科学》栏目拍摄了“核电站与周围环境”的科教宣传片，在中央电视台播出，为宣传核电是清洁的能源和公司的环保形象起到了积极作用。

通过环保培训和宣传，员工的环保意识有了很大的提高，人人关注环保的良好风气已经融入到了日常工作中。

4. 环境管理体系运行

1999年4月通过华夏环境管理体系审核中心的认证后，公司按ISO 14001标准和体系程序的要求，保持了EMS体系的正常运行。通过对体系17个要素的控制，特别是对重要环境因素的控制，保持了公司环境管理的持续改进。

2000年共评价出环境因素174个，重要环境因素89个，制定重要环境因素环境管理方案13个，重要环境因素均按照管理程序和方案严格进行控制。从2000年环境业绩来看，重要环境因素控制良好。

为搞好环保内审,公司制定了详细的内审计划和审查程序。2000年环保内部审核进行了23次,覆盖了公司的所有部门。除此之外,还对承包商进行环保审查,要求承包商关注环保问题。内审监督机制的建立和实施,保证了公司环境管理体系有效运行和持续改进。

5. 公司环境治理

2000年,公司加大了环境治理的力度,使核电站环境更加优美。

为减少厂内生产用水,电站已实施的STR泵轴冷却水管路改造已初见成效,常规岛废水的排放量从去年每天的 440 m^3 降到 236 m^3 ,取得电站运行以来最佳成绩。2000年常规岛废水的排放量为 $86\,429\text{ m}^3$,在发电量增加6亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 的情况下,比1999年减少了 $71\,051\text{ m}^3$,降低45%以上,与法国EDF同类电站相比,处于领先水平。

为保护环境,在目前废电池和废日光灯管没有处理手段的情况下,公司在现场设置了10个废干电池收集箱,已收集废电池约150 kg。废日光灯管继续集中收集,2000年收集了7000多支,均暂存在集装箱中。

2000年,公司对现场环境继续进行整治,扩大了绿化美化面积,厂区东部、38 m参观平台、加油站、海滨游泳场、码头等地区的改造和绿化已全部完成,新增绿地 $57\,661\text{ m}^2$,栽种各类树木6万多株,公司的环境更加优美。

承包商区域内的环境状况也有改善,彻底清除了法马通仓库区的杂乱现象,解决了山东核电营地、FRAMEX等地部分地区的环境卫生问题。

为保护臭氧层不受损害,公司制定了消耗臭氧层物质替代方案,对消耗臭氧层物质R12、R22的使用进行了严格控制。公司生产现场使用的359具便携式哈龙灭火器已全部更换。

在直升机机场旁新建日处理能力1500 t的污水处理站和专家村扩建的污水处理站已投入使用,保证了公司现场生活污水全部经处理后排放。

6. 节能降耗工作进一步深入

在1999年节能工作的基础上,2000年进一步健全了管理制度,大力开展了节能宣传工作,在生产运行等各方面开展节能降耗工作,取得了良好的成绩。

2000年有效利用燃耗,合理地将两台机组的换料周期延长 $256\text{ MW}\cdot\text{d/t}$,增加产值约900万美元。通过对采购的合理控制和优化库存结构,取消或减少了不必要的采购约160万美元。

为了保障电站的安全运行,改善设备、系统的性能和安全性,减少设备消耗和不必要的维修资源浪费,电站还开展了以设备可靠性维修为中心的设备维修优化工作。

公司开发的内部网络使内部信息交流更加快捷,在减少复印纸的用量和提高工作效率方面发挥了作用。自实施ISO 14001环境管理体系以来,加强了对复印用纸的控制,2000年比1999年少用复印纸约300箱。

7. 生活污水管理加强

为加强污水站的监督和管理,2000年4月,总经理部决定现场所有污水站(包括二核厂内)由维修部服务处统一管理。维修部接手后积极组织人员深入现场调查研究、收集文件,为全面接管做了大量的准备。

2000年,公司继续加强对污水站的监督管理,尤其是对新建和扩建的污水站的监督。服务处和核安全与环保处的工程师对污水站进行定期巡查,为发现问题,解决问题起到了作用。

为增强生活污水检验的准确性,承担公司污水检验工作的专家村化验室进行了相应的改造。重新装修了房间,更新了老式化验设备,并定期开展同深圳市环保监测站的数据比对工作。

2000年生活污水的监测结果显示,生活污水处理效果良好。在每月定期监测的厂区,

北区, 西区三个污水站中, 北区污水站处理效果最好, 且处理后的废水复用浇灌花草, 厂内污水站 (ED1) 稍差。

2.1.4 物资消耗

2.1.4.1 水库淡水储量及除盐水生产

1. 水库淡水储量

2000 年大亚湾地区的降雨量依然同往年一样, 降雨集中在春、夏两季, 但雨量充沛, 大坑水库的水位基本上处于高的水位, 而且大坑和岭澳两个水库间调水正常, 在水资源的管理上更趋完善, 使储、供、用水三方面都很正常。保证了大亚湾核电站的生产、岭澳核电站的建设用水和两厂生产和建设人员的生活用水。

2000 年大坑水库总计提供生活用水 205.1 万 m^3 , 比 1999 年减少一成, 供应生产用原水 66.1 万 m^3 。2000 年大坑水库库容与降雨量情况见图 2.1.4.1-1。

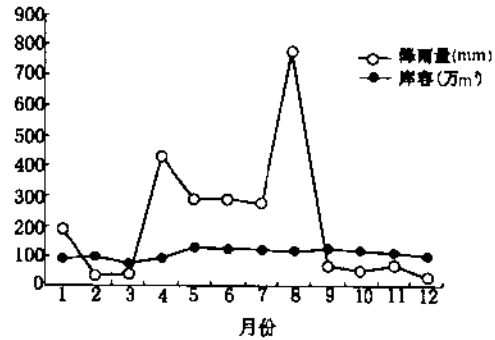


图 2.1.4.1-1 2000 年大坑水库每月库容、供水量、降雨量统计表

2. 除盐水生产

2000 年 YA 制水车间共处理生水 66.1 万 m^3 , 比 1999 年减少 3 万 m^3 , 其中 SED, SER 水的用量比去年分别降低 30.6% 和 32.6%, 其中 SED 水的用量连续 2 年以超过 30% 的降幅下降, 情况较好。SEP 水的用量比去年增长 8.2%, 如今降低 SEP 水用量已经成为节水小组的一项重要任务, 并已引起高度的重视。

2000 年制水情况见表 2.1.4.1-1。

表 2.1.4.1-1 2000 年除盐水产量和消耗量

月 份	生 水	生水排放率 %	除 盐 水			SEP	SER	SED
			管线 1	管线 2	合 计			
1 月	60 010	0.00	9 915	10 474	20 389	23 133	17 427	2 962
2 月	62 975	0.00	11 017	9 995	21 012	23 155	18 966	2 046
3 月	62 592	0.00	7 829	8 018	15 847	27 430	14 477	1 370
4 月	50 788	0.00	3 120	2 368	5 488	22 815	4 761	727
5 月	48 174	0.00	3 165	4 238	7 403	23 405	6 014	1 364
6 月	47 839	0.00	4 204	4 054	8 258	22 883	7 590	668
7 月	53 569	0.00	4 214	4 799	9 013	25 196	6 090	2 923
8 月	60 234	0.00	5 695	4 928	10 623	29 499	6 852	3 771
9 月	52 786	0.00	3 454	3 990	7 444	27 112	6 538	906
10 月	57 097	0.00	5 233	5 002	10 235	27 802	8 609	1 626
11 月	47 015	0.00	4 501	4 874	9 375	22 388	7 224	2 151
12 月	58 331	0.00	9 553	9 584	19 137	24 400	15 520	3 167
总 计	661 410	0.00	71 900	72 324	144 224	299 218	120 068	23 681

2.1.4.2 化学试剂的使用与评价

大亚湾核电站使用的重要大宗试剂主要有：硼酸、氢氧化锂、联胺、液氨、氨水、盐酸、氢氧化钠、次氯酸钠、亚硫酸钠、三氯化铁和磷酸三钠。

2000 年上述试剂的用量见表 2.1.4.2-1。

表 2.1.4.2-1 2000 年大宗化学试剂用量

硼 酸	4.9	氨 水	36
氢氧化锂	0.020	液 氨	0.8
30% 氢氧化钠	35	联 胺	14.17
50% 氢氧化钠	100	次氯酸钠	913
盐 酸	149	磷酸三钠	1.83
三氯化铁	58	亚硫酸钠	0.249

1. 硼酸和氢氧化锂

作为一回路中子吸收剂的硼酸的用量比 1999 年大幅降低，其主要原因是--回路系统泄漏量在 2000 年得到有效的控制，并且 2000 年 TEP 系统运行正常，硼酸的添加量得以降低。

氢氧化锂主要用于调节一回路的 pH 值，防止--回路管道和设备腐蚀，其最大用量是在反应堆启动的升温过程中补充稀释的氢氧化锂。2000 年核电机组运行正常，反应堆启动的升温过程较短，因此氢氧化锂用量比较 1999 年少用了 8 kg。

2. 氨水、液氨和联胺

作为二回路碱化剂的氨，2000 年用量比 1999 年略有升高。为减少二回路的腐蚀，保护重要的设备，2000 年二回路的加氨量继续维持在较高的水平，同时 ATE 系统运行方式趋于稳定，其运行中消耗的液氨保持在相对稳定的水平上。

联胺的运行控制方式在 2000 年发生变化，化学工作人员提高了二回路中联胺的浓度要求，因此在用量上有小幅增加，但今后的用量将保持在一小范围内波动。

3. 盐酸和氢氧化钠

二者主要应用于 SDA 和 ATE 系统树脂的再生和废液的中和。2000 年 ATE 系统的运行方式得到确定，其启动的次数保持恒定，但比 1999 年稍微多一些。盐酸和氢氧化钠的用量稍微有所增加。

4. 次氯酸钠

次氯酸钠主要是供 CTE 系统使用。次氯酸钠使用量的多少反映出 CTE 系统运行质量的好坏。

5. 三氯化铁

三氯化铁已经连续六年维持在 SDA 系统每生产 1 万 m^3 除盐水消耗 1 t 的水平。2000 年还略有下降。

6. 磷酸三钠

2000 年各含磷酸三钠的冷却水系统基本正常，总用量比 1999 年稍有增长。

7. 亚硫酸钠

每年亚硫酸钠的用量基本上维持稳定。

2.1.4.3 外购电

外购电主要包括两部分：一是由“T”接到水核线的北区变电站，通过一台变比为220 kV/10 kV、容量为18 MVA的变压器向厂区10 kV环网负荷（包括工地办公、照明、生活及二核施工负荷）供电；二是水核线通过核电辅助站的两台变比为220 kV/6.6 kV、容量为32 MVA的辅助变压器（通常在主变压器停运或机组因故与主电网解列时投入运行）向机组辅助安全设施供电。

深圳供电局按非涉外企业高需求用户的标准收取220 kV水核线电能电费，综合电费（外购电费）由基本容量电费和电能电费两部分组成。基本容量电费是根据运行变压器的容量需要交纳的费用，与实际消耗电能的多少无关。220kV水核线运行变压器总容量为82 MVA，由于辅助变压器长期处于备用状态，根据与深圳供电局的协商意见，计费有效容量为水核线变压器总容量的30%即24.6 MVA。电能电费是电能电价与实际用电量的乘积，电能电价由深圳物价局规定。

根据深圳物价局深价[1999]175号文件的规定，2000年220 kV水核线用电的计费标准为：基本容量电价为每月44.00元/kVA；电能电价为0.76元/(kW·h)，每kVA的最低用电量为40(kW·h)，故每月最低用电量为40 kW·h/(kVA) × 24.6 × 1000 kVA = 984 000 kW·h（不足984 000 kW·h按984 000 kW·h收费）。因此220 kV水核线每月至少应支付电费：183.024万元。其中：

基本容量电费： $44.00 \text{ 元/kVA} \times 24.6 \times 1\ 000 \text{ kVA} = 1\ 082\ 400 \text{ 元} = 108.24 \text{ 万元}$

电能电费： $0.76 \text{ 元/kW}\cdot\text{h} \times 984\ 000 \text{ kW}\cdot\text{h} = 747\ 840 \text{ 元} = 74.784 \text{ 万元}$

2000年水核线外购电情况见下表2.1.4.3-1。

表 2.1.4.3-1 2000年水核线外购电统计

月 份	外购电量/(kW·h)	支付电费/元	平均电价/[元/(kW·h)]
1 月	2 382 600	2 893 176	1.21
2 月	2 006 400	2 607 264	1.30
3 月	3 762 000	3 941 520	1.05
4 月	1 128 600	1 940 136	1.72
5 月	2 006 400	2 607 264	1.30
6 月	1 881 000	2 511 960	1.34
7 月	2 006 400	2 607 264	1.30
8 月	2 131 800	2 702 568	1.27
9 月	1 755 600	2 416 656	1.38
10 月	2 884 200	3 274 392	1.14
11 月	2 174 436	2 734 971.36	1.26
12 月	2 633 400	3 083 784	1.17
合 计	26 752 836	33 320 955.36	1.25

上表中的平均电价为月度电费与月度购电量之比，它随月度用电量的增加而降低。

2.1.5 工程及电站改造项目

2.1.5.1 电站改进项目管理

1. 工程改造项目管理

(1) 中长期改造计划小组

随着大亚湾核电站运行时间的增长, 工业技术的发展, 机组面临的技术问题将日渐增加。正值法国核电机组第二批改进计划的实施完成和岭澳核电站即将投产, 1999年7月起电站成立了中长期改造计划小组。

中长期改造计划小组由核岛机械、常规岛/BOP机械、电气及仪表控制等专业的工程师组成, 从中长期角度出发去研究电站面临的技术问题, 制定改造计划, 使大亚湾核电站的改造工作有计划有目标地进行。

第一个十年电站改造周期(1994~2004年)的工作计划已有了初步的安排。

(2) 小改进程序开发

2000年研究开发出小改进管理程序, 将现场工作量小的小改造项目分离出来, 以加快解决问题的力度, 快速响应现场和相关处的需要, 克服了改进项目周期长的不足, 又不失去严密的技术控制。

符合程序的严密条件, 如无重大/重要设备的安装、调整, 与电站其他系统、设备的接口单一, 直接或间接的潜在风险较小, 对问题所作的分析、计算量和复杂程度较小, 在非QSR(安全相关)系统上进行等等, 均可按照小改进项目程序开展改造工作。

(3) 改造程序持续改进

改造管理程序是改造项目管理经验的总结, 更是实施改造项目的指南。2000年, PQOM第十章涉及工程改造的工程政策、改进申请与初步设计审查、改进详细设计和实施及设计检验共四个程序都作了改进升版。

(4) 大修改造项目协调

2000年主要在往年协调方式的基础上作了两大改进, 一是第六次大修结束后就确定了第七次大修中的实施项目, 明确除此之外的非涉及机组安全和稳定运行的改造不在第七次大修中安排; 二是协调工作启动早, 3月下旬起确立了每个改造项目初步设计、详细设计、向国家核安全局申报、材料准备、施工文件包准备以及实际完工证书签发等进度的关键控制点。因此, 2号机组第七次大修改造项目实施得以快速完成, 为大修关键路径的控制作出了贡献。

2. 工程改造项目完成情况

2000年通过分析论证, 拒绝的改造项目有30项, 完成初步设计的有16项, 完成详细设计的有14项, 现场实施完成或正在实施的有51项。现场实施完成或正在实施的改造项目中有不少关系到机组安全稳定运行的项目, 包括柴油发电机抗震支撑提高抗震强度的改造, 用液压式阻尼器替代核岛机械式阻尼器, 在PTR001BA内部加装吸水弯头以防止中大失水事故下安全注入泵和安全壳喷淋泵气蚀, 辅助给水系统ASG002PO全流量试验规程的修改, 安全壳喷淋母管004DI附近防振破问题的改造, 控制棒驱动机构电源系统发电机功率速降保护退出, 以及上充泵房通风管路及风阀改造等等。

2.1.5.2 最终验收证书保留项

2000年仍在关注和推动的保留项只剩下最后3个, 并且在这一年都取得了较大进展:

汽轮机厂房温度超设计标准问题, ALSTOM 公司无偿提供了改造的设计方案和备, 即每个汽轮机厂房增设 5 台风机。安装工作已于 2000 年 8 月份开始, 将于 2001 年 5 月份前完工。

RRI 泵叶轮汽蚀问题, 经过综合分析论证, 决定更换 FRAMATOME 重新设计的泵叶轮。1999 年先对两台泵进行了改造, 在运行考核时间达 2 000 h 后, 对其水力部件进行了汽蚀检查, 结果未发现汽蚀痕迹。此外, 再鉴定及运行考核期间, 首批改造的两台泵的性能一直保持稳定且有不同程度改善。这表明 RRI 泵叶轮改造达到了预期目的, 可以推广。于是, 从 2000 年 7 月开始, 对剩余六台 RRI 泵进行改造, 至 2000 年 11 月 23 日全面完成。

KIR 松动部件监测系统误报警项目, 经与 FRAMATOME 多次交涉后, FRAMATOME 在 2000 年终于同意更改原设计, 采用与岭澳核电站一样的方案对现有系统进行改造。现场改造计划在第八次机组换料大修期间实施, 目前双方正在积极推进各项前期准备工作。

2.1.5.3 不符合项管理

1. 不符合项管理状况

2000 年度的不符合项管理在 1999 年度取得成绩的基础上又有新的进步。主要表现在以下几个方面:

(1) 新增不符合项报告 (NCR) 数量减少。与上一年度相比减少 28 项。其中质量和核安全相关的减少 23 项, 质量相关的减少 10 项, 与质量无关的增加 5 项。另外, 审查以后被拒绝的 NCR 数量也减少了 7 项。这反映了发出 NCR 的部门对于 NCR 定位的认识有了进一步深化, 减少了盲目性。

(2) 对于 NCR 状态的跟踪和协调, 电站领导层多次指示要抓紧、抓严、抓细, 并为此提供了很大力度的支持, 发出纠正行动要求 (CAR), 有布置、有监督、有检查。收到的效果主要有三个方面:

一是报告部门在现场自行处理不符合项后才发出 NCR 的现象已明显减少。以往那种事后无法再进行观察、测试、分析、论证和判断问题及原因的难题减少了, 对设备的安全、技术状态就能更加可知和可控。

二是分析处理 NCR 的责任部门坚持了责任工程师 ON-CALL 制度。尤其是在大修期间, 这一值班制度发挥了很好的作用, 使得 NCR 的报告和响应、分析和措施决策、处理和解决都得到了及时保障。

三是对于已在现场实施了处理措施, 特别是大修期间抓紧完成了现场处理的 NCR, 其文件工作相对滞后和拖延的现象有了很大改观。责任工程师责任心提高了, 文件传递和跟踪采用了特别的路径, 给予了专门的关注, 大大减少了 NCR 文件在传递中拖延和丢失的情况。

(3) 着手修改不符合项管理程序, 为 NCR 上网无纸化操作进行准备。随着新的电站生产质量管理手册 (PQOM) 的升版, 不符合项管理程序也进行了切合实际工作要求的修订。修订主要涉及责任部门的明确、现场紧急情况下处理措施的确定和实施, 以及相应文件工作和审批手续的完善。修订将使得不符合项的报告和处理更加准确、迅速, 记录更加真实、细致, 责任分工更加明确。同时, 为实施新的程序规定, 对各个相关部门进行了多次宣讲和介绍。在大修之前, 又对维修部各执行处和技术部工程处的有关人员特别安排了培训。通过介绍程序的规定要求, 提供正确、便捷的信息交流通道, 强调各类人员在 NCR 处理过程中各自的责任范围, 为及时、正确地处理大修中大量的、集中发生的 NCR 提供了保障。

新的 DAMI 系统是用于无纸化网上操作不符合项报告、改进申请、工程服务申请、替代申请、文件修改申请等流程的局域网计算机操作系统。一年来经过各方面的持续努力, DAMI 系统即将用于实际操作。这个系统的投运,可以大大减少因 NCR 文件传递和审签的时间,避免纸质文件丢失的风险,使今后不符合项管理工作更加便利和有效。

2. 不符合项分类统计

2000 年度不符合项报告分类统计情况见表 2.1.5.3-1, 不符合项报告状态变更见表 2.1.5.3-2。

表 2.1.5.3-1 2000 年度新增不符合项报告分类统计

发出部门	发出数量	质量等级*			状态**				
		QSR	QR	NQR	OP	CR	EW	CL	RE
MEE	16	7	7	2	2	4		6	4
MIC	13	6	5	2	5	1		7	
MSM	23	8	15		3	6	1	7	6
MRM	30	12	16	2	7	11	1	6	5
OPO	5	3	2		1			4	
TEN	7	5	2		2			5	
TTS	4	2	2		2			2	
OPE	1	1						1	
2000 年小计	99	44	49	6	22	22	2	38	15
1999 年小计	127	67	59	1	23	25	1	56	22
变化	(-28)	(-23)	(-10)	(+5)	(-1)	(-3)	(+1)	(-18)	(-7)

* QSR—质量安全相关; QR—质量相关; NQR—与质量无关;

** OP—打开; CR—有条件释放; EW—现场完工; CL—关闭; RE—拒绝

此处为 2001 年 3 月 30 日时的状态。

表 2.1.5.3-2 2000 年度 NCR 状态变更*

总数	1141/1240	OP 54/55	CR 55/71	EW 4/5	CL 999/1067	RE 29/42	
增减	(+99)	(+1)	(+16)	(+1)	(+68)	(+13)	
其中	QSR	415/459 (+44)	30/26 (-4)	25/31 (+6)	2/3 (+1)	341/376 (+35)	17/23 (+6)
	QR	596/645 (+49)	23/26 (+3)	29/39 (+10)	1/1 (0)	532/562 (+30)	11/17 (+6)
	NQR	130/136 (+6)	1/3 (+2)	1/1 (0)	1/1 (0)	126/129 (+3)	1/2 (+1)

* 此处为 2000 年 12 月 31 日时的状态。

3. 大修不符合项处理情况

2000 年期间先后完成了 1 号机组的第六次大修和 2 号机组的第七次大修。这两次大修中处理的不符合项情况统计见表 2.1.5.3-3。

表 2.1.5.3-3 大修中处理的不符合项统计

分 类		1号机组第六次大修	2号机组第七次大修
质量等级	QSR	11	20
	QR	13	23
处理方案	修 理	10	17
	改 进	1	3
	更 换	5	8
	返 工	3	1
	照 用	5	14
专 业	电 气	2	9
	仪 控	1	6
	机 械	21	28
状 态*	CL	9	20
	EW	0	2
	CR	8	13
	RE	0	3
	OP	7	5
来 源	计划处理	12	24
	大修新增	12	19
共 计 项 数		24	43

* CL—关闭；EW—现场完工；CR—有条件释放；RE—拒绝；OP—打开。

此处为 2001 年 3 月 30 日时的状态。

4. 焊接管理

2000 年现场焊接活动涉及 1、2 号机组核岛、常规岛 30 多个系统共 1 000 多道焊缝。通过严格有效的管理，焊接质量的一次性合格率超过 98%，达到了焊接质量控制的预期目标。

(1) 焊接文件管理和现场 QC 监督

2000 年共准备了 269 份焊接工作指令及相应的质量计划，审查承包商提供的焊接工作文件，认真跟踪文件准备、工作实施、焊后检验、文件填写等过程并纠正其中存在的错误，有效保证了焊接质量。

主要的焊接活动包括：

- 1) 1 号机组主变压器 C 相中性点软连接焊接修复；
- 2) CRF 海水竖管牺牲阳极焊接；
- 3) EAS 喷淋试验管线涉及 BOSS 焊缝的敏感管道改造；
- 4) 常规岛 GSS 和 AHP 应急疏水阀阀笼底部冲刷处理。

(2) 焊工资格管理

2000 年对参与核电站维修工作的二三公司、山东核电建设公司和淮南电力检修公司的 22 名焊工进行了共 77 人次的考核，通过考核确认各焊工的工作范围和有效期限，避免了无资格人员的上岗操作，确保焊接质量。

(3) 焊接材料管理

根据物资仓库的库存情况，制定年度采购计划，验收到货的焊接消耗材料，并对过期焊接材料及时处理。针对前期焊接材料领用过程中存在的漏洞，与相关部门协商规范了焊接材料的领用管理制度，确保库存材料的正确分发和合理使用。

(4) 焊缝数据库的使用和维护

为了准确跟踪大亚湾核电站投产后核岛焊缝的状态，进一步规范了焊缝数据库的使用。同时对现场焊接活动的项目、内容、起止时间和质量见证点等信息进行了较全面的整理，更加便于统计和检索。

2.1.5.4 在役检查和金属监督

1. 核岛在役检查

第六次核岛在役检查的主要内容包括：

(1) 蒸汽发生器一次侧传热管涡流检查，二次侧管板冲洗前后清洁度的视频检查（ITV）及其上部构件的目视检查；

(2) 堆芯中子注量率测量（RIC）系统指套管的涡流检查（1号机组），测量导管与隔离阀焊缝的热停堆状态下目视检查；

(3) 反应堆冷却系统辅助管道、阀门的热停堆态目视检查及其焊缝的着色检查；

(4) 控制棒驱动机构（CRDM）和热电偶及贯穿件焊缝的目视检查；

(5) 反应堆压力容器螺栓、螺母涡流检查；

(6) 稳压器人孔螺栓、螺母、支撑裙与底封头焊缝的目视、超声检查；

(7) 主泵轴、飞轮、防倒转棘爪及进出口管段焊缝的超声、目视、着色探伤检查；

(8) ARE, ASG, RRA, GCT, VVP 等系统管道焊缝的目视、着色、射线探伤检查；

(9) APG, RCV, EAS, RIS, RRI 等系统小支管焊缝的射线、着色检查；

(10) 核辅助系统容器和热交换器内外部目视检查；

(11) 核岛压力容器水压试验。

检查和试验结果表明，所有受检查设备和部件均处于良好状态，完全能满足两台机组下一个燃料循环安全运行的要求。其中部分项目的检查结果如下：

(1) 蒸汽发生器传热管的涡流检查：1号机组3号蒸汽发生器发现编号为C39R48的传热管第一根防振条冷侧处有22%壁厚的磨损，此缺陷超过20%的记录阈值，但未达到40%的堵管标准，在以后的大修中将对该缺陷进行跟踪检查。2号机组蒸汽发生器传热管涡流检查未发现任何新缺陷，役前检查所发现的凹陷，无吻胀等缺陷处未出现裂纹，且缺陷信号无明显变化。

(2) RIC指套管涡流检查（1号机组）：3根在上次检查中发现有缺陷的管子此次检查磨损超过40%壁厚，NO.9/L14从37%壁厚发展到47%壁厚，NO.46/H1从36%发展到45%壁厚，NO.2/G14磨损从24%发展到41%壁厚。上述缺陷均小于65%的更换标准，可继续使用。但为了安全起见在第七次大修中将对该3根指套管直接进行割管移位处理（勿须进行涡流检查）。

(3) APG002RF管板渗透检查：1号机组和2号机组分别发现了4条和1条微裂纹，但都进行了打磨补焊处理，并验收合格。

(4) 蒸汽发生器二次侧管板冲洗前后清洁度视频检查：1号机组在规定的泥渣高度测量区内共抽检104根传热管，其中泥渣高度最大的3根传热管（C8R53, C7R56和C8R61）测

出的泥渣高度值分别为 25.45 mm, 34.79 mm 和 18.12 mm, 表明 3 台蒸汽发生器二次侧管板清洁度良好。2 号机组在 2 号蒸汽发生器中发现 1 个直径 4 mm 左右焊瘤状异物, 未能取出, 除此之外未发现其他异物并且 3 台蒸汽发生器二次侧管板冲洗后清洁度检查均合格。

(5) 核岛压力容器水压试验: 本次大修核岛压力容器水压试验共检查 33 台容器。2 号机组执行 RCV, RRA 等 6 个系统 19 个容器的水压试验, 其中 15 个一次性试验合格, 2 个更换阀门后第二次试验合格, RRA001RF 和 002RF 前两次试验由于封头与管板法兰密封泄漏均不成功, 经重新调整法兰螺栓、紧固力矩后第三次试验合格; 1 号机组 GCT, RRA, JPI 等系统的 14 台容器水压试验均获得一次性成功。

2. 常规岛在役检查

第六次大修常规岛在役检查的主要内容有:

(1) 汽轮机系统低压转子、低压叶片、内缸体、主汽门、调节汽门和轴瓦等的检查, 其中本次大修增加了低压转子围带连接片涡流探伤的项目。

(2) 低压给水加热系统 (ABP)、给水加热器疏水回收系统 (ACO)、给水除氧器系统 (ADG)、高压给水加热系统 (AHP)、汽轮机旁路系统 (GCT)、辅助蒸汽转换系统 (STR)、发电机氢氮供应系统 (GRH/GRV)、汽水分离再热等系统的压力容器和热交换器的内外部检查, 对发现的 1/2ADG001BA, 1/2GCT101 ~ 106BA 共 14 个压缩空气罐不合格的焊缝进行了补焊和修理。修理后探伤及水压试验合格。

(3) 凝汽器钛管涡流检测, 未发现超标缺陷管。

(4) 开始进行常规岛汽水管道的壁厚测厚工作, 1 号机组第六次大修期间对 1GSS 和 1VVP 两个系统的部分管道进行了测厚检查。

3. 在役检查经验反馈

(1) 主泵轴的超声波检查

本次大修根据 EDF 的经验反馈对两台机组的 3 号主泵进行了超声波探伤。由于检测主泵轴的专用设备昂贵 (约一百万法郎), 并且大亚湾核电站仅有两台机组, 使用该专用设备的频率较低, 故结合大亚湾的实际情况及现有的探伤设备, 自制了一套手动探伤系统, 并且编写了符合手动探伤的专用程序, 自制了大量试块, 根据探伤的需要采购了能满足主泵轴超声探伤要求的探头。在大修中通过实践证明此次探伤达到了预期的目的, 既确定了目前主泵轴状态良好, 无可记录的缺陷, 同时也为公司节省了一百多万法郎的设备费用支出。

(2) 指套管 (RIC) 的涡流检查

根据规范要求, 当指套管磨损达到 65% 壁厚时才实施更换, 但是对于低于 65% 磨损的指套管为了保证其安全、经济的运行, 采用了割管移位处理, 使磨损部位远离原来的位置, 从而减缓对同一部位的磨损。根据 2 号机组第五次大修中对指套管移位处理的结果来看, 令人满意, 故对本次大修中发现的 3 根超过 40% 壁厚磨损的指套管将在第七次大修中直接对其进行割管移位处理。

4. 金属监督

(1) 金属材料的化学成分分析

2000 年, 规范控制科对 40 余项维修或失效的零部件材料进行了化学成分分析工作; 如 GSS 系统泵轴、1VVP141VV 手轮杆和螺栓材料的成分分析等。

(2) 反应堆压力容器辐照监督管试验

2000 年, 我们完成了 1, 2 号机组首根反应堆压力容器辐照监督管试验结果的初评, 及

与法国 CEA 合作的关于辐照监督中子剂量片的测试工作, GDI/EDF 向我公司提交了大亚湾核电站首根反应堆压力容器辐照监督管试验的评价报告。检查了 NPIC 与 CEA, GDI/EDF 的报告后, 我们发现 NPIC 关于中子注量的计算存在较大的误差, 要求对中子注量进行重新测量和计算。预计该项工作将在 2001 年 6 月份完成。

(3) 金属失效分析

完成多项系统或设备金属失效分析工作, 如 2RISO12VP 电动头套管卡爪断裂的失效分析等。

2.1.5.5 工程文件更新

1. 2000 年技术文件修改情况

2000 年度共针对 34 个改进项目的 118 份文件制作一类临时版本文件, 修改并升版了 58 个改进项目的 887 份文件, 146 个文件修正申请的 339 份文件。

2. 2000 年度技术文件管理情况

2000 年度文档资料处在检查核对基准文件库和缩微库时, 发现了 2000 多份不同版本文件, 这是继 1997~1998 年间大规模处理了近 1000 份不同版本文件后的又一次大数量的文件问题, 经过努力, 这些文件已大部分核对清楚, 产生这种情况的原因主要有以下几点:

- (1) 基准文件入库时, 输入的版本号与实际不符;
- (2) 缩微库或基准库中有部分文件属早期版本应归入档案;
- (3) 确定文件确实存在不同版本文件情况, 需进一步核实。

从已经审查的文件来看, 属于第 (3) 种情况的文件约占 10% 左右, 将在 2001 年度计划中进一步审查核实。

3. 2000 年技术管理的新思路

经过几年的不断努力, 电站文件系统已进入一个相对稳定的时期。从管理角度看, 已不存在大的问题。大量的文件问题在不断的审查过程中得到暴露和消除, 但这并不说明文件系统已经完善了, 根据实际的工作经验, 还存在下面的问题:

由于目前生产阶段使用的技术文件是工程阶段遗留下来的, 未做任何技术处理, 对于生产阶段来说分类过于零乱, 不同系统设备的技术文件的分类方式又有所不同, 造成现在的技术文件难查找、难使用、难修改, 这成为影响文件使用效率的重要因素。工程技术人员如果对某个系统或设备的文件不是非常熟悉, 就很有可能查不到部分相关的文件, 不仅对工作造成困难, 同时易造成文件修改更新不全, 给今后文件的使用、设备的维修、电站的运行埋下隐患。

根据这些问题, 结合现在的具体情况, 提出了文件与设备相关联的思路。通过对系统中的文件进行查阅, 标记上分类和设备号, 以设备为中心, 通过设备查文件, 将在一定程度上缓解上述问题。

4. 参加二核的文件更新过程审查

二核的系统设备在 TOTO (Take Over for Temporary Operation 临时运行移交) 之后, 设计变更将交由工程处审查, 同时更新相应图纸。因此, 二核相关部门编写了相关程序——《TOTO 后设计变更管理》, 确定设计变更交由技术部工程处审查, 使相关设计工作过程更加合理。

2.1.5.6 新增工程改造项目

2000 年新增改造项目总计为 56 项, 具体项目内容见表 2.1.5.6-1。

表 2.1.5.6-1 2000 年新增改进项目统计

序号	改造项目编号	机组	系 统	项 目 描 述
01	MR-MTS-000001	9	LGR	辅助变压器控制回路设计和部分元件可靠性改进
02	MR-MTS-00014	0	SDA	液体温度控制 OSDA001RS 的起停
03	MR-MTS-000015	9	SAT	公用压缩空气驱动蒸汽发生器排水
04	MR-MTS-000020	X	GEV	改进主变压器中性母线套管与铝材中性母线连接方式
05	MR-MTS-000030	X	GGR	提高盘车电机启动速度和成功率
06	MR-MTS-000031	X	JPP	001/002PO 消防水泵蜗壳内壁呈蜂窝状麻点腐蚀问题改造
07	MR-MTS-000036	2	ASG	131/132/133DI 流量孔板调整
08	MR-MTS-000037	X	DTV	KPS 通信紧急移动车部件升级换型
09	MR-MTS-000038	X	JPL	200-202CR 消防电气柜面板增加电源在线指示
10	MR-MTS-000039	0	DWN	提高 AI 实验室通风系统制冷效率
11	MR-MTS-000040	0	XCA	005/006VA 升级换型
12	MR-MTS-000041	X	RCV	辅助油泵 RCV004, 005, 006PO 自动启动回路上延时环节调整
13	MR-MTS-000042	X	RPA	反应堆保护系统停堆升关升级换型
14	MR-MTS-000043	X	CRF	提高减速齿轮使用寿命
15	MR-MTS-000045	X	CVI	凝结器真空泵 101/201/301 齿轮箱改造
16	MR-MTS-000046	X	ARE	ARE 给水调节阀电气转换器升级
17	MR-MTS-000048	0	GEW	大浦 II 线线路第一主保护装置升级换型
18	MR-MTS-000049	9	SGZ	压缩机升级换型
19	MR-MTS-000051	0	MIS	AF 厂房东侧建一个油漆存放点以满足现场防腐施工需要
20	MR-MTS-000052	0	GEW	中华电力、广东电力、广东蓄能以及电厂四网控电能遥测系统设备更新改造
21	MR-MTS-000053	X	GSS	GSS110/111DI 和 AHP105/205/206DI 等上游管段焊缝开裂问题改造
22	MR-MTS-000054	X	CEX	汽轮机组凝汽器 101CS/102CS/103CS 的特性试验测点加装阀门
23	MR-MTS-000055	X	PTR	PTR034L1/032MT/037ST 校验和检修措施
24	MR-MTS-000056	X	LNE	LNE029JA 开关下游负荷中的电脑启动导致其跳闸
25	MR-MTS-000057	0	SEH	0SEH415PO 换为潜水泵
26	MR-MTS-000060	0	SAP	空压机及其制冷系统控制回路与保护回路改造
27	MR-MTS-000061	9	TEU	001/002DE 入口滤网附近增加自板便于清理树脂堵块
28	MR-MTS-000062	X	LN*	LN* 系统的静态开关可控硅 TGD608 评审设计换型
29	MR-MTS-000063	X	GRV	氢气计量筒 GRV001BA 供氧压力定值和报警定值修改
30	MR-MTS-000064	9	SGZ	压力容器及其辅助装置改造
31	MR-MTS-000065	0	MIS	TB 厂房天窗支撑漏水问题改造
32	MR-MTS-000066	0	KKK	一核 ZP7 号门增加旋转门及 γ 射线探测设备, 实现一、二核 ZP 区连通
33	MR-MTS-990064	X	JDT	常規岛 16 m 电缆层及 0 m 竖井线缆火灾探测器误报火警问题
34	SMR-MEN-000016	X	VVP	机械式安全阀导向套防异物
35	SMR-MEN-000017	X	RPE	加装 RRI, DEL 等系统水质取样管

续表

序号	改造项目编号	机组	系 统	项 目 描 述
36	SMR-MEN-000019	X	GGR	提高机组运行润滑油的品质减少汽轮机轴径磨损
37	SMR-MEN-000021	0	MIS	加装旋转吊臂以满足大型阀门检修要求
38	SMR-MEN-000023	9	DVN	9DVN017AE 加热器过热问题改造
39	SMR-MEN-000024	0	DWR	凝结水在通风空调设备间溅落问题改造
40	SMR-MEN-000025	0	MIS	AA 车间二楼新间隔的办公室内加装火警探头
41	SMR-MEN-000027	0	MIS	在 AL 试验室和 AN 试验室使用 ³ H 气体的房间加装室外钢瓶的供气管线
42	SMR-MEN-000030	0	DVA	AA 车间及 YA 风道重新布置
43	SMR-MEN-000031	X	GFR	靠近蒸汽管道的油管焦化物堵塞滤网问题改造
44	SMR-MEN-000032	X	CFI	低压泵密封水排水管现场重新布置
45	SMR-MEN-000033	9	ASC	加装 9ASG001DZ 排 ³ H 引流管
46	SMR-MEN-000038	X	AGR	汽动给水泵组的轴承、联轴器和润滑油进口管与设备本体连接处漏油问题改造
47	SMR-MEN-000040	0	DSI	机组出水口照明、防洪坝照明灯具安装太高问题改造
48	SMR-MEN-000041	X	MIS	在厂区部分用水系统上装设水表实现用水控制
49	SMR-MEN-000042	X	GRE	软件等待时间调整以消除 GRE001HV 机械监测显示器的通信故障
50	SMR-MEN-000043	9	DVN	9DVN885LP 测压管线取样点更改
51	SMR-MEN-000044	0	MIS	AE 厂房充电器供电系统改造
52	SMR-MEN-000049	X	APA	APA007LP/S 引发误报警问题改造
53	SMR-MEN-000050	0	MIS	解决蓄电池充电时酸气过重问题
54	SMR-MEN-000051	X	GFR	使用较大尺寸滤芯解决阀门入口滤网频繁堵塞问题
55	SMR-MEN-000052	X	APG	加装 APG 除盐床树脂失效在线检测设备
56	SMR-MEN-000053	X	MIS	新燃料接收间及其他核燃料厂房和连接厂房小区域照明不足

2.1.6 机组换料大修

2.1.6.1 换料大修计划和组织管理

1. 换料大修计划

(1) 五年大修计划

在大亚湾核电站原有大修类型的基础上,根据逐步实施的一核 18 个月换料方案以及为了准备二核即将开始的首次大修,制定出了具有可操作性的新五年大修计划,见 2.1.6.1-1 表。

表 2.1.6.1-1 五年大修计划一览表

年 份	1 号 机 组	2 号 机 组
2001	第七次大修主要工作: 1) SG 二次侧水压试验 2) HP 十年大修 计划工期 38 天	第八次大修主要工作: 一般年度大修 计划工期 23+9 天

续表

年 份	1 号 机 组	2 号 机 组
2002	第八次大修主要工作： 寻求实现短工期大修 计划工期 35 天	
2003	第九次大修主要工作： 一般年度大修 计划工期 35 天	第九次大修主要工作： 1) 更换反应堆压力容器顶盖 (28 天) 2) 2RRA001PO 大修 3) SG 二次侧水压试验 4) 高压缸七年度大修 计划工期 52 天
2004	第十次大修主要工作： 1) 一回路水压试验 2) 压力容器 MIS 机检查 3) SG 二次侧氦气查漏 4) 反应堆压力容器顶盖更换 5) 1RRA002PO 大修 计划工期 74 天	第十次大修主要工作： 寻求实现短工期大修 计划工期 35 天
2005		第十一次大修主要工作： 1) 一回路水压试验 2) 压力容器 MIS 机检查 3) SG 二次侧氦气查漏 4) 2RRA002PO 大修 5) 安全壳密封性试验 计划工期 71 天

(2) 大修计划组织管理

在大修组织机构中, 设置了计划经理来全面负责包括两台机组在内的大修计划工作。在大修计划组内部设置了计划工程师、计划工程师助理两个岗位, 由计划工程师主管大修计划的编制、更新、跟踪、反馈, 每天出 3 份计划以保证主控制室每个值的当值值长、操纵员以及当班 STA 始终能使用到最新的计划。计划工程师助理主管工作票的审批, 计划经理最后把关。这样做不仅分担了原计划工程师繁重的工作量, 而且有效地保证了计划工作以及工作票管理工作的质量。实践证明这种运作模式是相当成功的。

大修前由计划经理给各执行处协调工程师讲解并共同研讨大修计划, 使各处协调层在大修前对大修主线计划有一个充分认识。在大修准备阶段就做好每天产生工作票总数的计划。大修前两周各处将准备好的纸质工作许可申请递交到计划组, 计划人员再按开工时间归类, 使大修开始后工作票数量的控制能有序地进行。

(3) 大修执行计划的编制和现场控制

大修执行计划仍以大修参考计划为基础, 结合每年的实际工作项目 (包括预防性维修、纠正性维修、定期试验、在役检查、工程改造项目等) 来编制。

根据大修工作对大修计划越来越高的要求, 大修执行计划的编制也逐步向精细化发展。因此, 原有的一个 Project 项目计划已很难满足大修计划工作的要求。大修计划组在继续使

用项目管理软件 Project 98 的前提下, 将大修详细计划分解为大修主线计划、检修计划、常规岛主机计划、常规岛辅机计划等, 并全部上网, 使关心大修计划的人能随时看到最新的计划。

使用辅助计划, 使大修的某些特殊阶段或特殊活动能得到有效控制。如 RX 进出控制计划、蒸汽发生器相关工作逻辑图计划、电气盘停运计划、贯穿件试验计划等。不仅如此, 计划组还加强现场的控制, 例如在气闸门口安排计划人员进行现场控制, 使进出气闸门的人员得到有效的控制和调节, 满足了开稳压器人孔前大修工作进展的需要。

大修期间首次实行计划工程师倒班制度, 不仅使大修指挥部能随时了解上线工作进展, 而且强化了计划人员的现场协调和控制, 有助于提高工作负责人现场工作效率; 另一方面, 通过紧密跟踪大修进展, 使大修计划的经验反馈效率得到了大幅度提高。

2. 换料大修的组织管理

(1) 大修组织机构

随着永久性大修组织机构——大修处的建立, 大修经理的专职化和大修管理的连续性使换料大修组织结束了以往的项目管理模式, 大修组织机构见图 2.1.6.1-1。

在图 2.1.6.1-1 中, 大修领导层是由大修经理、两名大修副经理、计划经理、运行经理、核岛经理、常规岛经理、安全经理、QC 经理、QA 经理等 10 人组成的大修指挥部。除此以外, 一名维修部副经理作为大修协调员协调大修期间参与大修的相关部门管理。

大修经理负责组织、指挥整个大修的准备和实施, 并由一名专职大修副经理辅助, 另外一名来自维修部执行处的处长兼任大修副经理以推动维修各处的协调工作。一名计划经理负责整个大修期间的计划安排, 一名运行经理负责所有运行活动, 一名核岛经理负责核岛的现场协调和推动工作, 一名常规岛经理负责常规岛及 BOP 活动 (主要是对承包商) 的全面协调管理, 一名安全经理负责核安全、工业安全、辐射防护及对核安全局的接口管理, 一名 QC 经理组织 QC 队对大修活动进行质量监督, 一名 QA 经理负责大修质保工作。

大修协调管理层是由各处委派的大修协调工程师所组成。他们按要求在大修准备和执行期间集中办公, 以便及时沟通并解决在各阶段遇到的各种技术或管理问题。

大修执行层是由各相关执行部门的协调人、各专业的工作小队负责人、各项目小组负责人、各专业的主要工作负责人、各承包商代表组成。在大修指挥部和各执行部门协调工程师的协调组织下, 按照大修计划的要求, 保质保量地完成本专业的各项大修工作。对于涉及到多个专业、接口复杂的大型工作项目, 仍成立相应的项目小组。

大修监督线是由安全监督和质量监督两部分组成。安全监督人员在安全经理及各安全管理部的工程师领导下, 对运行隔离和操作中的核安全相关问题、对维修活动中的工业安全及辐射防护风险进行有效的现场监督和控制, 以确保大修工作是在保证安全的前提下有序地进行。并通过与核安全局的接口, 对国家核安全管理机构保持高透明度。

与以往大修不同的是第七次大修设立了一个“重大问题技术小组”, 该小组由技术部一名副经理牵头, 负责处理大修中出现的重大技术问题, 包括组织研究、讨论、确定行动方案, 迅速采取相应措施, 使大修技术问题有了一个归口部门来具体负责。

第七次大修组织机构和第六次大修一样, 主要还是由相同人员来完成两台机组大修的准备和实施工作。

(2) 大修的协调与管理

第七次大修在组织管理上较以往有所区别, 主要表现在以下几个方面:

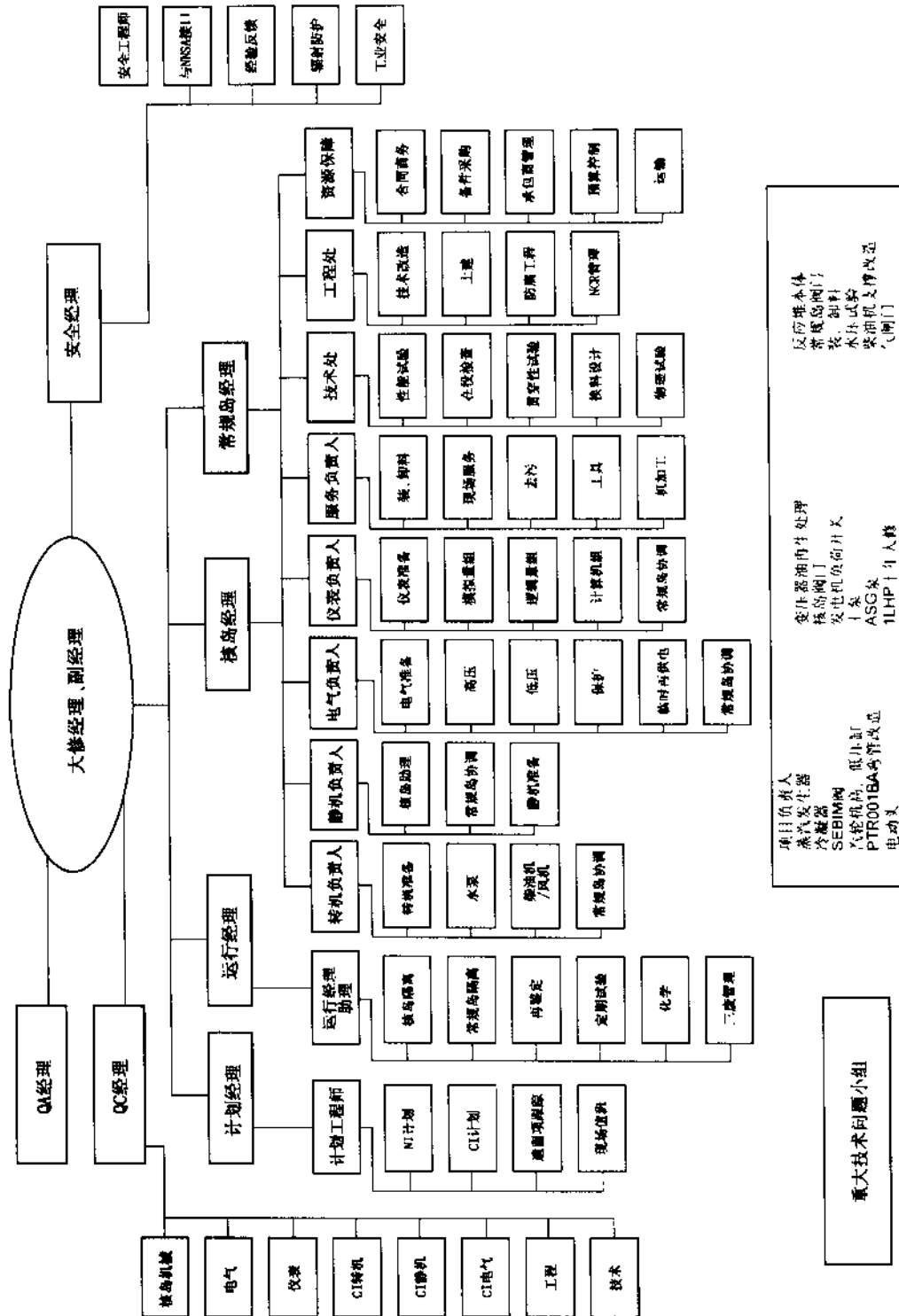


图2.1.6.1-1 第七次大修组织机构图

1) 指导思想——继续贯彻“以安全为基础、以质量为中心、以计划为龙头”的管理思想,在工期方面提出实质性要求。

2) 组织机构——在大修处成立后,由大修处选派大修经理并组成大修指挥部。明确大修指挥部的作用仍是协调功能,大修各项活动的实施结果仍由各责任处处长负责。

3) 工作过程——COMIS系统首次在大修中使用,各处及承包商的准备人员在大修准备阶段就投入了大量的人力,在不到一年的时间内完成了绝大部分标准大修工作包的建立。

4) 工作负责人在开工前必须做到六个明白,即:明白工作内容和程序要求、明白备品备件及专用工具状况、明白工作时间窗口、明白再鉴定标准、明白接口关系、明白经验反馈。

5) 计划倒班——计划工程师全程倒班,不仅在机组下降通道和启动阶段,而且在主要维修窗口内,使计划人员的现场协调功能得到更充分的发挥。

6) 大修重大问题技术小组的建立,使那些在技术上和管理上都比较复杂的问题有了一个统一的归口部门,避免了在重大技术问题的决策上产生的行动延迟。

7) 大修指挥部的现场协调力度,通过增设大修核岛经理而得到有效的加强。

2.1.6.2 1号机组第六次换料大修

1. 概况

1号机组第六次大修从解列到并网,原定目标工期38天,计划工期41天。本次大修从1月14日2时41分机组解列开始,到2月23日18时25分机组重新并网结束,实际工期40天15小时44分,比计划目标提前10小时完成大修。

1号机组第六次大修是一个标准年度大修,按期完成了年度预防性维修大纲、年度在役检查大纲和定期试验监督大纲要求的维修、检查和试验。完成了GEV主变压器的油降解处理及改造,安排处理了大修前发出的NCR项目和大修中新增的NCR项目以及发现的设备缺陷,按计划全部完成了大亚湾核电站向国家核安全局的承诺项目,并根据安全技术规范的要求对维修的设备进行了相应的设备再鉴定。在卸料过程中对1号机组的燃料组件进行了在线啜漏试验,试验设备运行正常,试验结果表明,1号机组157组燃料组件未发生包壳破损泄漏。

2. 主要检修活动

(1) 核岛检修部分

1) 反应堆压力容器开/关顶盖及螺栓孔检查修理。

2) 核岛阀门:全面解体检查40个,气动头更换隔膜38个,安全阀压力定值检查36个,电动头解体检查11个。

3) 在役检查:1GCT001BA,1GCT002BA,1GCT003BA,1JPI001BA,1JPI002BA,1JPI003BA,1JPI004BA,1JPI005BA,1JPI006BA,1RRA001RF,1RRA002RF,1SAR003BA,1SAR016BA共13台压力容器和热交换器水压试验;3号蒸汽发生器(SG3)561根U形管在役检查;蒸汽发生器二次侧冲洗及ITV检查;SG3二次侧U形管顶部目视检查;RIC001TY指套管涡流检查;控制棒驱动机构检查;ARE/ASG/VVP/GCT系统136条焊缝检查。

4) 核岛改进项目:实施VVP,ARE系统阻尼器减少项目;PMC401DC气动马达改为电动马达;1EAS183,184VB小支管线改造;6.6kV电气盘125V电源改造;LN*变压器进线开关改造;核燃料浓度增加后,恢复8组控制棒驱动机构的在线功能;RIS系统21000mg/L浓硼水箱改造综合性能试验;

5) 核岛转机: RCP001 主泵、电机及 2, 3 号机械密封两年检查; RCP002PO 主泵年度机械检查, 主泵电机 6 年度检查; RCP003PO 主泵轴承六年度检查, 主泵、电机及 1, 2, 3 号机械密封 3 年度检查; LHP/LHQ 应急柴油机年度检查; RCV001PO 泵、电机、齿轮箱全面检查; EVC001/002/ZV 风机解体检查; VVP003VV 主蒸汽阀及驱动头全面检查。

6) 其他项目: 核岛辅助水泵和风机的年度机械检查; 核岛容器和热交换器的内外部检查; 核岛支吊架和阻尼器的检查。

(2) 常规岛和 BOP 部分

1) 汽轮发电机组: 汽轮机轴承和轴承座的检查; 三个低压缸外部清洁检查, 打开外缸人孔检查末级叶片; 发电机抽转子检查; 发电机外壳及其氢气系统严密性试验。

2) 常规岛阀门: 全面解体检查 70 个 (包括 GRE/GSE 9 个阀门全面解体检查、6 个阀门驱动机构七年全面检查)。

3) 常规岛和 BOP 改进项目: CEX 冷凝器水室加装外电流阴极保护; GST101/201PO 基础加固; CRF 中性点改造; 主变压器冷油器油管改造; CRF 海水管线加装牺牲阳极保护系统; CEX 泵加装密封水进水压力表; STR 泵轴承冷却水管路改进; 1LAB001BT 更换。

4) 常规岛转动机械: APA001/002PO 年度检查; APP102PO, APP101TC 全面检查; APP101/201/202PO 轴承及对轮中心, 机械密封检查; APP101/201TC 检查与对中; CRF002PO 电机全面检查; CVI10/102 泵全面检查。

5) 电气项目: GEV 主变压器油降解处理, LAA001TB, LBA001TB, LBE001TB, LCC001TB, LGD001TB, LKB001TB, LKF001TB, LKG001TB, LKS001TB, LKT001TB, LKU001TB, LNE001TB, RGL004TB 13 个电气盘的清洁检查。

6) 其他项目: CEX 凝汽器水室内外部清洁检查; 水室防腐; 钛管涡流检查; 常规岛和 BOP 部分容器的内外部检查及部分阀门全面检查。

3. 主要数据

(1) 预防性维修

核岛机械:	400 项
常规岛和 BOP 机械:	393 项
电气:	232 项
仪控:	338 项
总计:	1363 项

(2) 纠正性维修

转动机械:	97 项
静止机械:	308 项
电气:	137 项
仪控:	333 项
总计:	875 项

(3) 定期试验

运行定期试验:	334 项
仪控定期试验:	104 项
电气定期试验:	15 项
贯穿件试验:	66 项

其他性能试验:	56 项
机械阻尼器台架试验:	25 项
KRT 定期试验:	7 项
JPI 消防试验:	21 项
总计:	628 项
(4) 设备再鉴定	243 项
(5) 工程改造	
QSR 改造项目:	8 项
非 QSR 改造项目:	8 项
总计:	16 项
(6) 不符合项 NCR	
工作结束:	24 项
关闭:	22 项
未关闭:	0 项
取消:	2 项
(7) 紧急采购 UMR	
订购项:	307 项
到货项:	296 项
总计金额:	635.151 万美元
(8) 合同:	
合同总数:	29 项
大修预算费用:	890.13 万美元
大修实际费用:	734.4 万美元

4.106 大修指标完成情况见表 2.1.6.2-1。

表 2.1.6.2-1 106 大修指标完成情况

类别	目标描述	目标值	实际值
核安全	人因引起的运行事件(起)	≤0	1
	内部事件(起)	≤15	15
辐射防护	集体剂量/(人·mSv)	565	491
	个人剂量超过 20 mSv(人)	0	0
	体表沾污(人·次)	≤4	3
	体内沾污(人·次)	0	0
工业安全	人员重伤以上的工业安全事故(起)	0	0
	人员轻伤(起)	≤1	0
	火灾事故(起)	0	0
	火灾未遂(起)	≤1	1
质量	NI 再鉴定一次不合格率/%	≤2	1.32
	CI&BOP 再鉴定一次不合格率/%	≤8	6.67

续表

类别	目标描述	目标值	实际值
工 期	目标工期/天	38	41
	计划工期/天	41	41
成本	大修预算的 95% 以下	873.3 万美元	734.4 万美元
三废管理	非氚放射性液体排放量不超过国家年排放限值的 0.2%		0.03%
	放射性气体排放量不超过国家年排放限值的 0.5%		0.2%
	放射性固体产量/ m^3	50	28.82

5.106 大修主要计划进展情况见表 2.1.6.2-2。

表 2.1.6.2-2 106 大修主要计划进展情况

序 号	里程碑描述	目标计划时间	实际达到时间	计划/实际 1.时
1	M0—解列	2000-1-14 00:00	2000-1-14 02:41	2.5H
2	M1—进入正常冷停堆	2000-1-15 21:30	2000-1-15 23:22	45.5H / 45H
3	M2—打开稳压器人孔门	2000-1-18 09:30	2000-1-17 22:30	60H / 47H
4	M3—RX 水池 19.5 米	2000-1-20 19:30	2000-1-19 21:31	58H / 47H
5	M4—卸料结束	2000-1-24 08:30	2000-1-23 05:25	85H / 80H
6	M5—低低水位开始	2000-1-25 02:30	2000-1-23 21:30	18H / 16H
7	M6—低低水位结束	2000-1-31 08:00	2000-2-02 07:00	149.5H / 225.5H
8	M14—装料开始	2000-2-01 03:00	2000-2-03 18:50	19H / 36H
9	M15—装料后开始排水	2000-2-05 01:00	2000-2-07 09:35	94H / 86.5H
10	M18—稳压器人孔关闭	2000-2-07 21:00	2000-2-09 15:30	68H / 54H
11	M18a—离开正常冷停堆	2000-2-12 15:00	2000-2-13 05:50	114H / 86.5H
12	M19—进入热停堆	2000-2-14 13:00	2000-2-18 21:42	46H / 135.5H
13	M20—临界	2000-2-18 02:00	2000-2-21 20:00	85H / 70.5H
14	M21—并网	2000-2-21 00:00	2000-2-23 18:25	70H / 46.5H

6. 放射性废物管理

(1) 106 大修三废产生情况

106 大修产生的液态流出物非氚核素排放占国家年限值的 0.08%，放射性含氢废气产生量 305 m^3 ，惰性气体核素排放 3.97 TBq，占国家年限值的 0.31%，产生放射性技术固体废物约 18 m^3 ，工业废物约 22 m^3 ，合计产生约 40 m^3 的固体废物。

具体统计数据如下：

1) 放射性废液产生情况：

工艺废水	120 m^3 ；
地板废水	320 m^3 ；
化学废水	158 m^3 ；

处理可回收的放射性废水 550 m^3 。

2) 106 大修放射性固体废物总产量： 28.82 m^3

工艺废物计：	11.6 m^3
> 2 mSv/h	1 桶
水过滤器	4 桶

树脂	2 桶
技术废物计:	17.22 m ³
可压缩	50 桶
不可压缩	32 桶
3) 技术性废物货包总数:	1050 包
可压缩	680 包
不可压缩	370 包

(2) 106 大修三废控制取得的经验

1) 2 100 mg/L 的硼水复用率达 100%，减少了三废的产生，节约了配制 2 100 mg/L 硼水工作量。

2) 实现人因零跑水控制。

3) 需要关注的问题是 106 大修期间地板废水被污染的次数较多。

7. 主要技术问题

(1) 1RCP221VP 密封性问题处理

在 106 大修期间，为了检验低低水位逆止阀门检修后的质量，即阀门密封性能的好坏，特向 FRAMEX 租借一套专用于检验低低水位逆止阀门（FDBR 厂家）阀瓣和阀座密封情况的水压试验设备（OPTIC），以及相应的操作程序及验收标准。对阀门 1RCP221VP 进行检修后的水压试验检查。

1) 水压试验方法：

将 1RCP221VP 上游端（RCP 侧）用堵塞封堵，然后向阀体内注水升压到表压力为 1.5 MPa，保持 15 分钟，观察并记录每隔 1 分钟的压力变化，将最后一刻（第 15 分钟）的压力值与验收标准相比较，以确定试验结果是否可以接受。

2) 验收标准：

试验进行到第 15 分钟时，阀体内的表压力值不得低于 1.18 MPa，满足此标准则说明阀门密封性能满足要求。

3) 水压试验过程简介

在 1RCP221VP 解体检查后及进行水压试验前，用常规的蓝油及荧光粉检查方法对 1RCP221VP 阀体的阀瓣和阀座密封面配合情况进行了检查，按这种常用的密封面检验标准，结果显示其密封面配合情况非常好，该阀门的密封性能可以满足要求。但水压试验时，几乎无法在阀体内建立稳定压力，检查试验设备及阀门内各部分均未发现异常，重新进行试验，仍然无法在阀体内建立稳定压力。再次对阀门和试验设备进行检查，发现试验用水中存在一些杂质，于是怀疑是因为水中杂质造成阀门密封不严导致阀体内压力无法建立起来。立即对设备和阀门进行彻底清洗，并重新取水，准备再次进行试验，仍然无法在阀体内建立稳定压力。再次对试验范围内的各部分设备进行检查以及试验水质等清洁度检查，均未发现异常。

于是决定在阀瓣密封面上涂一薄层硅胶，再进行试验，以验证究竟是试验设备故障还是阀门本身内漏造成无法建立稳定压力。此次试验开始时的很短时间内压力得以维持，但很快压力被释放完。根据此现象可以初步判断试验设备工作正常，而阀门内压力无法维持可能是因为密封面涂的硅胶强度不够面破裂，导致最初建立起来的压力在维持很短时间后开始释放。清理干净阀门密封面上的硅胶，并检查阀门密封面，未见异常。

为了确认阀门存在内漏缺陷,决定在阀瓣和阀座之间安放一块薄橡胶板,以代替上个试验中使用的硅胶,使阀瓣和阀座之间完全密封,再次进行试验。结果表明可以在阀体内长时间维持一个稳定的压力,至此可以确认阀门存在内漏缺陷。拆除水压试验设备,分别对阀瓣和阀座进行研磨后进行第六次试验。阀门水压试验结果有所好转,但与验收标准比较差距较大,决定再次研磨阀瓣和阀座后进行第七次试验。试验时发现阀门 RCP 侧堵塞泄漏,立即将阀体卸压修理堵塞。重新安装堵塞,并充水升压密封,进行第八次试验试验,试验结果较以前有明显改善,但仍然未达到验收标准。继续研磨阀瓣和阀座,以使密封面达到更高的精度等级,同时检查阀座的平面度,未见异常。第九次试验的试验结果与上次相似,再无明显改善。仍然未达到验收标准。经大修指挥部研究决定接受此试验结果,回装阀门。至此 1RCP221VP 阀门水压试验结束。

在此之前的阀门检修中,“蓝油检查”一直是判断阀门是否能够密封的惟一手段和标准,一直沿用至今。而对于 1RCP221VP 来说,其“蓝油检查”结果显示该阀门检修后的密封性能是合格的。但经过更高一级的水压试验检查后,发现阀门存在内漏缺陷。这说明以前阀门检修中所使用的“蓝油检查”方法值得讨论。虽然阀门 1RCP221VP 的水压试验结果未达到事先制定的验收标准(法国电站的标准),但其密封面已得到很大的改善。在正常运行工况下,完全可以满足对其密封性能的要求。

4) 1RCP221VP 阀盖垫片重复使用评价

阀门 1RCP221VP 在其水压试验结束并回装后,发现其摇臂和轴之间的定位销未安装,又重新解体阀门,装回定位销。但阀盖的密封垫已无备件。经研究以及参考阀门制造厂提出的建议,决定仍使用已压缩过的旧垫片。该垫片在图中编码为 710,英国 JAMES WALKER 公司生产,标准尺寸是 382 mm × 342 mm × 4.5 mm。为确保密封,厂家推荐压缩后的厚度应为 3.2~3.45 mm,即压缩量为 1.05~1.3 mm。由于垫片厚度为 4.5 mm,为保证推荐的压缩量,沟槽设计深度为 3.25 mm。垫片第一次压缩,卸压后应回弹约 20% (即 0.25 mm 冒出,是弹性变形,可以补偿工况变化热胀冷缩等产生的间隙,以防泄漏),另外 80% 左右的变形约为 0.925 mm 为塑料变形,横向膨胀填满沟槽间隙,也是为了保证密封。如果卸压后,第二次压缩也是施加相同的力,则变形总量应该相等,其中弹性变形量肯定会小于第一次,即卸压后不会再冒出 0.25 mm。但由于石墨金属缠绕垫回弹性比较好,二次压缩后,回弹量衰减不大。只要垫片没从沟槽中取出过,而且回装时不锈钢压板照原样回装,而且还没有经历高温(高温后塑性变形会增大),在规定的施压范围内,则该垫片可以回装。将现场旧垫片的尺寸传送给阀门制造厂,得到的回答是旧垫片允许再次使用。

(2) 1RCP018VP 安全阀先导阀 R1, R2 泄漏

1) 事件经过

2000 年 02 月 14 日在进行 1RCP018VP 电磁阀操作试验时,发现 1RCP 064MT 出现温度高报警,1RCP 007 GT 出现水位高报警。检修人员接到信息后立刻赶到现场,由于蒸汽泄漏较大,温度太高无法处理。于是通知主控制室,建议将状态退回到冷停堆。在 106 大修中,1RCP018VP 控制柜只进行了例行的压力整定和充水排气工作。

2) 处理过程

经与 SEBIM 厂讨论,决定用 106 大修中更换下的 019AR 旧控制柜进行解体更换新的 R1/R2,此工作在 SEBIM 厂的专家指导下进行。回装后进行压力整定及充水排气,在 2.5 MPa 时进行了开关试验 (PT RCP033)。

3) 结论

直接原因是 R1/R2 同时有开度，导致脉冲管线中的水泄漏完，进而导致稳压器汽腔的蒸汽泄出。至于为什么 R1/R2 会同时有开度，还须作进一步研究。解体后的密封试验及在线后的压力整定、充水排气、开关试验均合格。因此，此控制柜的性能能够满足安全要求。

(3) 1RRA021VP 密封性问题处理

1) 检修过程

在 106 大修低低水位后期的阀门密封性实验中，发现 1RRA021VP 阀门在电动和手动关闭情况下均存在内漏缺陷。于是对该阀门进行了解体，对阀座和阀瓣密封面进行荧光粉及蓝油方法检查，发现阀瓣密封带宽度均匀，连续且光滑，无异常。而阀座密封带虽连续但宽度不太均匀，在圆形连续的密封带的顶部，其宽度较窄，约 3~4 mm。而阀门的其他部分未见异常。

根据以上的检查结果，对阀座密封面进行了研磨，同时对阀瓣密封面进行抛光处理。然后再次用荧光粉试验方法检查阀瓣和阀座的密封面配合情况，结果完全合格，之后回装阀门。

2) 试验过程：

在阀门回装后再次进行阀门密封性实验，结果是阀门在电动关闭状态下仍然存在内漏现象，而阀门经手动关闭后内漏现象消失。在阀门上标出手动关闭阀门时的阀杆位置。这说明电动头的力矩不足，从而使阀门无法关闭到位。

先以电动关闭阀门，再以手动将阀门关闭到其真正关闭的位置（已标注出的位置），之后电动将阀门打开。同时记录下此操作过程中电动头的电流变化，此次试验证明阀门在手动关闭后，电动完全能够开启，并且电动头的电流变化未见异常，均在允许值范围内。

在 RRA 和 RCP 系统充水后，即 1RRA021VP 内有流体介质存在的情况下，重复阀门开启和关闭过程，发现阀门电动关闭后的阀杆位置与手动关闭时相同，即处于阀门上已标出的阀门完全关闭时的阀杆位置。而阀门处于此位置时的密封性经验证是合格的。这说明在阀门内部充水的情况下，电动和手动均可以关闭到位，密封性应该合格。

(4) 1ASG137VV 泄漏处理

1) 1ASG137VV 泄漏处理过程：

2000 年 1 月 19 日对该阀阀体部分进行了解体检查，主要工作有：研磨进出口阀座，更换进口阀瓣，更换盘根。2 月 13 日系统投运时发现阀盖密封处外漏，暂时未做处理。直至 2 月 15 日，解体阀门，更换阀盖密封垫。在 2 月 17 日系统再次投运时，阀盖密封处仍然泄漏且漏量比第一次更大，经现场临时处理未有改善。故要求 OPO 隔离后对 ASG137VV 进行检修。检查并测量阀体密封面状况时，发现阀体上有一约 10 mm × 10 mm 的凹坑，用较软的紫铜加工成新的密封垫，以弥补凹坑缺陷。回装阀门临时解除隔离，验证密封性，但泄漏量仍与第二次检修后一样，重新解体阀门。经分析、计算决定将密封环位置上移 8 mm 以避免阀体上的凹坑，考虑到阀盖也上移 8 mm，决定在回装时检查阀瓣上移到极限位置时是否有异常。但此时阀瓣超出阀座位置，而被弹簧顶开，因阀瓣不能回位导致阀盖无法拆除，决定气割支承环，在二核寻找同类型的阀门替换，最后再鉴定合格，恢复隔离后检查没有发现外漏。

2) 1ASG137VV 重复检修的原因

106 大修期间，对 1ASG137VV 进行了解体检修，而在 2 月 13 日 ASG 系统投运后，发现

1ASG137VV 阀盖处漏蒸汽。2月15日重新解体该阀门,发现阀盖垫片有轻微的腐蚀坑点,检修人员误认为找到了阀盖泄漏的原因,于是更换新的阀盖垫片,回装阀门。而真正的泄漏原因应该是阀盖被支承环卡住,而没有被提到位,使阀盖垫片没有被压紧,无法起到密封作用。

2月17日系统再次投运后,又发现1ASG137VV 阀盖泄漏,而且比上次漏量大。2月18日系统隔离,阀门检修开始,经过仔细检查后发现阀体内壁上有一个10 mm×10 mm的凹坑。检修人员再次误认为该凹坑是导致阀盖泄漏的原因,而真正原因仍没有找到。此时决定使用紫铜垫片代替原厂家垫片。

2月19日阀门回装后,系统解除隔离,1ASG137VV 阀盖泄漏再次出现,于是又重新隔离系统,解体阀门。经过多次尝试,终于发现导致阀盖泄漏的根本原因是阀盖在提升时被支承环卡住,阀盖无法上移,使阀盖垫片不能被压紧,从而起不到密封作用。但此时发生了阀瓣被卡在阀腔内的事故,最后更换了整个阀门。

由上可见,造成1ASG137VV多次重复性维修的根本原因是检修人员的技术水平及经验不足,未能找到故障根本原因。

(5) 1LGD502 仓位控制回路接线错误

1) 1LCC 绝缘报警情况简述

2000年1月23日01:00,1LGD准备恢复供电,运行人员在1LGD02.01柜内先合上母线,后合上125 V直流开关002JA,10秒后主控制室出现1LCC001AA(绝缘报警)和1LCC002AA(电压异常报警)。

MIC在1LCC就地柜前发现1LCC绝缘下降到零且对地电压异常。MEE以运行人员的操作为线索,查找1LGD相关图纸,经过分析和试验,基本确定了故障点在1LGD跳闸小母线30B和31B。经逐段查找后,在1LGD05.02(1CTE002TR)仓室内的001BN上发现31B与48 V电源的正极32插错线,导致125 V电源与由1LCC供电的48 V电源发生串线,引起1LCC绝缘报警。更正接线错误后,给1LGD恢复供电时,1LCC绝缘报警不再出现。

2) 1LGD5.02 柜内接错线分析及处理

001BN在1LGD5.02柜内处于比较隐蔽的位置,检修时几乎没有必要涉及该端子排。为了分析该错误的发生时间,MEE查找了2000年01月19日主变压器停运前1LGD倒电时1K1T记录,通过对倒电记录的分析,结合本次大修1LGD倒电时就曾出现过1LCC绝缘报警信号,恢复送电后信号消失现象,并且1LGD检修为四年检,所以推测这个错误至少发生在四年前。经会议讨论认为,这属于调试遗留问题。

3) 1LGD5.02 柜内接错线的后果分析

该故障引起1LCC绝缘报警主要出现在两个时间段:其一为1LGD倒电时1LGD失电至1LGD恢复送电期间;其二为1LGD检修完毕准备送电时,1LGD5.02柜内母线及002JA合上至1LGD恢复带电期间。该故障是设备回路故障,但对1LCC供电的设备无影响,故障引发1LCC绝缘报警时,125 V直流电源1LBJ与48 V直流电源1LCC相互影响。

(6) 1LDA 绝缘低报警处理

在106大修机组处于低水位状态时,对1LDA供电负荷进行了全面检查。在机组功率运行期间对KRG152AR所带负荷进行了全面检查,结果正常。在机组换料大修期间对其他负荷进行了全面检查,检查中发现1RRA004MP变送器电子转换板绝缘低且不稳定,断开1RRA004MP后,LDA绝缘恢复正常,阻值为无穷大。据此,用新备件更换了RRA004MP,重

新校验后检查 004MP 对地绝缘正常, 1LDA 供电系统绝缘正常。

处理结束后, 对 1LDA 绝缘情况进行了跟踪, 至今未发现任何异常情况, 但 1RRA004MP 是否是惟一故障点还有待机组功率运行时检验, 从目前状况可以判断 1LDA 绝缘问题是由 1RRA004MP 故障引起, 1LDA 绝缘故障已经解决。

8. 经验反馈

106 大修中共发生了运行事件 (LOE) 3 起、内部运行事件 (IOE) 15 起, 收到 24 小时事件单 96 份。其中人因 LOE/IOE 分别是 2 起和 9 起, 分别占总数量的 67% 和 60%。人因 IOE 事件比例较高, 主要是辐射防护相关、异物落入和检修质量相关的事件, 另外有两起 LOE 界定为人因。本次大修值得我们反馈到以后大修中的事件有:

- 1) 2000 年 1 月 24 日, 电气在执行工作票时发现 1ATE602PO 电机反转;
- 2) 2000 年 1 月 25 日, 1EVC002ZV 再鉴定发现反转, 检查发现接线接反;
- 3) 2000 年 1 月 18 日, 9TEP151VP 被意外打开, 导致废水意外流失;
- 4) 2000 年 1 月 29 日, 1RCV884VP 未关闭导致容控箱水位持续下降, 此事件系多次重发;
- 5) 8 米气闸门试验 STA 要求在离开热停堆时做, 但在试验时发现其内门有漏, 影响 DHP007 签字, 造成大修延长 7 个多小时;
- 6) 发现 1EPP205/207VA 未关闭, 在 0 米气闸门操作时可能导致反应堆厂房严密性损害;
- 7) 机组升压时发现 1ASG137VV 有蒸汽外漏, 而在其检修过程中由于有多个不可预料的事件发生, 使检修时间超过了该状态下 1ASG003PO 不可用的安全限期;
- 8) 2000 年 1 月 25 日, 1 号机组可燃毒物更换工具不可用;
- 9) 2000 年 2 月 4 日, 装料机发生故障使装料操作中断约 2 小时;
- 10) 2000 年 2 月 5 日, 在装料过程中做 78 步工具位移时, 工具没有提到 $Z = 8\ 300$, 而在 $Z = 8\ 925$ 移动小车, 使换料时间窗口延长 4 小时;
- 11) 2000 年 2 月 4 日, 1ACO207VL 阀门气动头组装错误;
- 12) 1RCP221VP 的泄漏率不满足要求, 造成执行 PT 2RISO41 时间延长 60 分钟, 在解体回装时发现在电动关闭状态下关不严, 其内漏检查成为关键路径;
- 13) SEBIM 阀 1RCP018VP 先导阀泄漏使一回路从中间冷停堆退至维修冷停堆。

2.1.6.3 2 号机组第六次换料大修

1. 概况

2 号机组第六次大修是一个非标准的年度换料大修。按照原定的大修大纲, 顺利完成了所有的预防性维修、在役检查、性能试验、定期试验等项目, 并按计划完成了 GEV 主变压器油处理及改造、RRA-RCV 净化管线改造、PMC401DC 气动马达改电动马达和 CFI 冲洗管线改造等重大改造项目以及计划外的大量纠正性维修活动。

在这次大修中, 堆芯内 157 组燃料组件的 56 组已更换为新组件 (3.7% 富集度 48 组, 3.2% 富集度 8 组), 并且新燃料与其余的 100 组燃料组件 (来自上一循环) 根据第七燃料循环的装载图进行了重新布置, 已安全地回装堆芯。

2 号机组第六次大修于 1999 年 11 月 16 日 4:30 开始 (解列), 至 1999 年 12 月 30 日 18:06 结束 (并网)。从解列到并网, 原定目标工期为 45 天, 计划工期为 48 天, 实际工期为 45 天, 在计划目标内完成了大修。

2. 主要检修活动

(1) 核岛部分

- 1) 反应堆压力容器开/关顶盖及螺栓孔检查修理; 上部构件、下部构件检查;
 - 2) 蒸汽发生器一、二次侧开盖, 二次侧管板冲洗; 蒸汽发生器 U 形管涡流检查 (SG2:635 根, SG3:561 根); 蒸汽发生器二次侧 ITV 检查; SG2 二次侧 U 形管顶部目视检查;
 - 3) 蒸汽发生器、稳压器、主泵等支吊架和阻尼器检查;
 - 4) 核岛阀门: 全面解体检查 32 个; 更换阀门隔膜 22 个; 安全阀定值检查 29 个; 电动头解体检查 11 个;
 - 5) 核岛 16 个容器和热交换器水压试验:
GCT001/002/003BA, JPI001/002/003/004/005/006BA, RCV001EX/RCV002BA/RCV002RF, RRA001/002RF, SAR003BA/SAR016BA;
 - 6) RRA 反应堆冷却剂净化管线改造; PMC401DC 气动马达改电动马达; CFI 冲洗管线更换; 减少 VVP/ARE 系统阻尼器; EAS183/184VB 小支管改造;
 - 7) RCP 主泵: 001PO 泵 2 年度检查轴封; 002PO 泵 6 年度检查电机; 003PO 泵 3 年度检查轴封、6 年度检查轴承;
 - 8) LHP/LHQ 年度检查; RCV001PO 泵/马达/齿轮箱全面检查; RCV002/003PO 年度检查; RRA001/002PO 年度检查; RIS001/002PO 年度检查;
 - 9) VVP002VV 阀门全面检查; VVP003VV 驱动头及阀门全面解体检查;
 - 10) 核岛辅助水泵和风机的机械检查;
 - 11) ASG001BA 6 年度内外检查;
 - 12) LGD001TB 4 年度检查; 14 个其他电气盘 4 年度检查; 14 个电气贯穿件 4 年度检查;
 - (2) 常规岛和 BOP 部分
 - 1) 汽轮机轴承和轴承座年度检查;
 - 2) 3 个低压缸开缸全面检查;
 - 3) 发电机 5 年度抽转子检查、氢冷器改造及氢气系统严密性试验; 励磁机 5 年度抽转子检查; 主、副励磁机 4 年度全面检查;
 - 4) GEV 主变压器年度检查、油处理及冷却器油管改造;
 - 5) CEX 凝汽器内外部检查清洁, 水室防腐, 钛管涡流检查;
 - 6) SRI 热交换器全面检查, SRI301PO 全面解体检查;
 - 7) APP101TC/102PO 4 年度全面解体检查; APP103/104/105/106VV 全面解体检查; SEN201/401PO 全面解体检查;
 - 8) CEX001PO 全面解体检查; CVI301/302PO 全面解体检查;
 - 9) CRF 马达中性点连接方式改进; CRF 海水管线加装牺牲阳极保护系统;
 - 10) GRE/GSE 5 个阀门全面解体检查, 6 个阀门的驱动机构 7 年度全面检查, 其他阀门控制机构年度润滑;
 - 11) GSS 汽水分离再热器内外部检查;
 - 12) CFI 旋转滤网清扫、油漆及冲洗管线改造;
 - 13) 常规岛其他水泵全面检查 13 个; 其他油泵全面检查 9 个;
 - 14) 常规岛和 BOP 容器的内外部检查;
 - 15) 常规岛和 BOP 阀门的全面解体检查 78 个。
- ### 3. 主要数据
- (1) 预防性维修

核岛机械	238 项
常规岛和 BOP 机械	385 项
电气	239 项
仪表	343 项
总计	1205 项
(2) 纠正性维修	
核岛机械	314 项
常规岛和 BOP 机械	333 项
电气	205 项
仪表	365 项
总计	1217 项
(3) 定期试验	
运行定期试验	340 项
仪表定期试验	105 项
电气定期试验	15 项
贯穿件试验	65 项
其他性能试验	54 项
机械阻尼器台架试验	28 项
KRT 定期试验	7 项
总计	614 项
(4) 设备再鉴定	
QSR 设备	77 项
非 QSR 设备	111 项
总计	188 项
(5) 工程改造	
改造项目实施	36 项
改造项目取消	0 项
总计	36 项
(6) 不符合项 NCR	
工作结束	43 项
关闭	16 项
未关闭	27 项
取消	1 项
(7) 紧急采购 UMR	
206/106 大修总申请项	368 项
206/106 大修总取消项	108 项
206 大修发出订购项	161 项
(8) 大修费用	904.9 万美元

4. 206 大修指标完成情况

见表 2.1.6.3-1。

表 2.1.6.3-1 206 大修指标完成情况

类别	目标描述	目标值	实际值
核安全	人因引起的运行事件(起)	≦ 0	2
	内部事件(起)	≦ 20	22
辐射防护	集体剂量/(man·mSv)	≦ 595	572.5
	个人剂量超过 20 mSv(人)	0	0
	体表沾污(人次)	≦ 4	2
	体内沾污(人次)	0	0
工业安全	人员重伤以上的工业安全事故(起)	0	0
	人员轻伤(起)	≦ 1	0
	火灾事故(起)	0	0
	火灾未遂(起)	≦ 1	0
质量	NI 再鉴定一次不合格率/%	≦ 2	4.48
	CI&BOP 再鉴定一次不合格率/%	≦ 8	16.05
工期	目标工期/天	45	45
	计划工期/天	48	45
成本 (万美元)	大修预算的 95% 以下	944.0	904.9
三废管理	非氚放射性液体排放量不超过国家年排放限值的 0.2%		0.04%
	放射性气体排放量不超过国家年排放限值的 0.5%		0.28%
	放射性固体产量/m ³	50	37.33

5. 206 大修主要计划进展情况

见表 2.1.6.3-2。

表 2.1.6.3-2 206 大修主要计划进展情况

里程碑	里程碑描述	目标计划时间	实际达到时间	计划/实际工时 h
M0	解列	1999-11-16 0:00	1999-11-16 4:16	4.5
M1	进入正常冷停堆	1999-11-18 1:30	1999-11-18 8:30	49.5/52
M2	打开稳压器人孔门	1999-11-20 18:00	1999-11-21 0:40	64.5/64
M3	RX 水池 19.5m	1999-11-23 4:00	1999-11-23 11:05	58/68.5
M4	卸料结束	1999-11-27 6:00	1999-11-27 0:20	98/85.5
M5	低低水位开始	1999-11-28 3:30	1999-11-27 14:30	21.5/14
M6	低低水位结束	1999-12-8 16:00	1999-12-7 21:30	252.5/247
M14	装料开始	1999-12-9 13:30	1999-12-9 18:25	21.5/45
M15	装料后开始排水	1999-12-13 18:30	1999-12-13 21:55	101/99.5
M18	稳压器人孔关闭	1999-12-16 19:00	1999-12-16 19:30	72.5/69.5
M18A	离开正常冷停堆	1999-12-21 20:30	1999-12-21 10:00	121.5/110.5
M19	进入热停堆	1999-12-23 20:30	1999-12-25 12:25	48/98.5
M20	临界	1999-12-27 23:30	1999-12-28 15:25	99/75
M21	并网	1999-12-31 0:00	1999-12-30 18:06	72.5/50.5

6. 放射性废物管理

(1) 放射性废气、废液产生情况

- 共处理可回收利用的硼水 500 m³;
- 共产生放射性废水 430 m³, 其中工业废水 120 m³;
- 大修吹扫期间产生放射性含氢废气 300 m³。

(2) 固体废物产量

206 大修放射性固体废物总产量:	37.33 m ³
工艺废物计:	13.6 m ³
> 2 mSv/h	1 桶
水过滤器	9 桶
技术废物计:	计 23.73 m ³
可压缩	62 桶
不可压缩	51 桶
技术性废物货包总数:	1265 包
可压缩	806 包
不可压缩	459 包

7. 主要技术问题

(1) 2RRI002/004FD RRI “B” 列发现金属异物

在 2RRI002RF 的冲洗时, 发现了重约 5 kg 的金属碎片和橡胶片异物。静机处检修人员于 1999 年 11 月 16 日至 1999 年 11 月 17 日分别拆开了稳流器 2RRI002FD 和 2RRI004FD, 相关部门对其内部各部件及焊缝进行了检查, 同时对泵 2RRI002PO 和 2RRI004PO 的叶轮也进行了检查, 检查结果说明发现的金属异物不是来源于现在运行的稳流器和泵的叶轮, 而应该是 1996 年稳流器与泵的叶轮接触磨损时稳流器的产物。随后其被水流冲到热交换器 RRI 侧的进口处因而当时未被发现也未清理掉。另外, 从 2RRI002/004PO 到 2RRI002/004RF 之间的诸设备中, 只有阀门 2RRI010/024/026/028VN 具有橡胶衬里, 而将这些阀门的橡胶衬里备件与所发现的橡胶片异物相比较后可以断定它们不属于同一部件。而 RRI 侧的其余部分则不含橡胶成分。相反, 在 SEC 侧与 2RRI002/004RF 相连的管道中, 有一些管道其内部衬有橡胶层, 从橡胶片的尺寸来看, 其来源为管径在 DN80 - DN100 的 SEC 系统衬胶管。检查结果显示各设备状态良好, 下次大修准备对 SEC 侧可疑的衬胶管进行内部检查。

(2) 2RCP328TW 电气贯穿件积水

1999 年 11 月 22 日, 电气按预防性维修大纲对 2 号机组全部 21 组电气贯穿件进行四年检。当检查到 2RCP328TW 稳压器加热器电缆贯穿件时, 发现 RX 侧电缆接线槽内有少量积水, 接线端子表面轻度锈蚀。将积水送化学分析, 结果是放射性浓度为 12.7 MBq/m³, 硼浓度 164 mg/L, 为含硼放射性水。

该贯穿件处于 RX 厂房 R370 位置, 周围无相关水源设备。由于积水为含硼放射性水, 因此可能来自硼水管线滴漏或跑水, 再加上电气贯穿件外罩为非防水设计以及接线罩和贯穿件连接压圈略有松动, 从而造成电气贯穿件进水隐患。但查阅了 2RX 内相关滴漏、跑水事件记录, 均未查到 R370 位置遭淋水记载。

随后电气人员采取了以下措施: 排除贯穿件内积水, 并做表面去污处理; 拆除所有电缆连接件, 对其表面进行处理去除锈蚀物后进行重新紧固电缆, 测量绝缘和接触电阻正常; 对

接线罩和贯穿件的连接压圈进行坚固。

(3) 2RIS001PO 泵坑钢垫底板的焊缝有漏

206 大修检查发现泵地坑预埋筒体底部出现腐蚀并有渗水现象, 在预埋筒体顶部与泵底板间的围板腐蚀更为严重, 泵壳部分状态完好。腐蚀原因是 205 大修曾发生跑碱 (相邻房间), 经地板混凝土缝隙进入地坑钢衬外部, 造成腐蚀穿孔。大修中采取了以下处理方案: 对地坑预埋筒体底部和顶部以 8 mm 钢板实施焊接, 并对焊缝进行液体渗透检查, 合格后重新进行防腐处理。

(4) 2RIS006VP 泄漏率超标

206 大修执行 PT2RIS040 时发现 2RIS006VP 泄漏率超出标准要求。阀门解体后, 发现阀瓣下部有较深的成圆周状沟痕, 深度约 0.4 mm; 阀座密封表面上部也有一些散布的麻点; 另外阀瓣行程定位螺栓高度不一致。阀门密封面受损的主要原因有三点: 一是阀瓣开、闭造成阀座密封面压出沟痕来; 二是液体腐蚀造成坑点; 三是阀瓣行程定位螺栓如果高低不一致会使阀瓣每次开关时受力不均匀, 易造成变形。针对以上原因采取了以下措施: 对阀瓣和阀座密封面进行研磨机研磨, 恢复其光洁状况, 研磨后无任何麻点; 将阀瓣装入阀腔内, 用普鲁士蓝进行阀瓣和阀座密封配合检查, 结果合格; 将行程定位螺栓重新调整一致并紧固。

(5) 2RCV224VP 波纹管泄漏

1999 年 11 月 18 日进行 2RCV002BA 空气吹扫, 压力提升到 0.25 MPa, 现场检查发现 2RCV013VP/2RCV203VP 及其附近管道振动大, 2RCV224VP 通过引漏管处向外滴漏。事件发生的根本原因是 2RCV013VP 工作不正常和 2RCV001FI 存在一定程度的堵塞。在以上两方面因素共同作用的结果使 2RCV013VP 和 2RCV001FI 之间形成高压区 (绝对压力应大于 1.48MPa) 从而导致 2RCV203VP 频繁动作开启, 使其下游产生频繁的压力波动, 而 2RCV224VP 的波纹管在此频繁波动的压力作用下, 经过一段时间后, 形成了疲劳损坏, 最后导致了波纹管的泄漏。为了防止该事件再次发生, 采取和将采取以下措施:

- 1) 查 RCV013VP 的控制系统, 找出其控制失常的故障原因, 重新调整。
- 2) 每次大修时, 当机组从热停堆状态向下过渡前 (停机期间) 或由正常冷停堆状态向上过渡前 (启机期间), 更换 RCV001FI。
- 3) 在机组启机和停机阶段, 密切跟踪 RCV001FI 的压差变化。
- 4) 当 RCV013VP 切换至 RCP 调整模式运行时, 仔细操作并密切监视其压力调节情况。
- 5) 解体 2RCV224VP, 更换波纹管。
- 6) 在 2RCV224VP 的引漏管端头安装一个阀门, 一旦出现泄漏, 则关闭该阀门。
- 7) 分析波纹管破裂断口类型。
- 8) 在 RCV006LP 和 RCV046LP 处接压力记录仪, 在机组处于各种状态下, 分别监测并记录 RCV013VP 下游和 RCV224VP 上游的压力变化情况。
- 9) 安装震动记录仪, 在机组启机和停机阶段, 测量并记录 RCV224VP, RCV203VP, RCV013VP 处的振动情况。

(6) 2RCP320VP 密封性试验不合格

206 大修执行 PT2RIS061 时发现 2RCP320VP 泄漏率超标, 为 2.5 MPa/3min (规程要求 3.3 MPa/h)。阀门解体后发现其阀瓣密封面上部有不规则细纹及坑点, 阀座密封面光洁无损。其根本原因是阀瓣上部细纹及坑点应是长时间高压和介质腐蚀。针对原因采取了如下方法: ①对阀瓣加工车削去 0.08 mm 实现光滑, 无任何伤痕和坑点, 并着色检查合格; ②将阀瓣

装入腔内，用普鲁士蓝进行阀座和阀瓣密封面配合检查，结果合格。

(7) 2RIS001/002PO 泵法兰错位

206大修在对2RIS001PO泵地坑处理时，松开泵进、出口法兰螺栓后，发现管道法兰下垂与泵法兰错位，泵进口法兰沿直径最大错位为9 mm左右。根本原因是由于在泵进、出口较长一段管道底部无任何支撑，管道由于自身重量而引起下垂，引起管道法兰与泵法兰错位。处理措施是在联接泵进、出口法兰前，用千斤顶临时支撑在管道底部，调整管道法兰与泵法兰平行度后，联接完成后，撤去临时支撑，重新检查各连接螺栓力矩。MIS将进行计算，考虑在该泵进、出口管道下部增加支撑。

(8) 2PTR005PO 振动严重超停运值

206大修中，当用2PTR005PO从反应堆换料水池向2PTR001BA传水时，发现泵附近的噪音异常大，经测试振动值为20 mm/s，噪音105 dB，严重超标，但轴承温度合格。管系振动导致泵振动过大，根本原因是距泵不远的节流孔板，即流体激振频率与管系固有频率相近。当循环回路不经节流孔板再次测试时，结果合格。长期方案是：

- 1) 改变孔板位置，远离该泵；
- 2) 进行系统功能分析，如可能取消该孔板；
- 3) 改变支架设计。

7. 经验反馈

(1) 事件统计 (LOER & IOER)

本次大修，共发生运行事件4起，内部运行事件22起，清单见表2.1.6.3-3。

表 2.1.6.3-3 206大修事件统计

事件编号	事件名称	发生日期
LOER-2-990005	2LGB101故障导致A列电源失去辅助电源	1999-11-23
LOER-2-990006	未能正确使用专用增力工具导致RCP上泵2,3号轴封压盖螺栓力矩不足	1999-12-04
LOER-2-990007	2LHA001JA的125V直流操作电源跳闸导致1LHA失电	1999-12-22
LOER-2-990008	给2PTR001BA补水不当导致乏燃料水池水位低于19.3 m	1999-12-26
IOER-2-990037	2EBA001ZV电机烧毁	1999-11-19
IOER-2-990039	汽机轴瓦严重损坏并发现异物	1999-11-24
IOER-2-990042	增加8组控制棒改造时的异物落入事件	1999-12-02
IOER-2-990044	卸料过程中燃料组件与元件盒相碰	1999-11-25
IOER-2-990045	2SEC/RR1001, 003RF热交换器短时间内堵塞	1999-12-04
IOER-2-990047	JPI水箱水位计改造违反工作过程管理	1999-12-10
IOER-2-990051	2GST流量试验时超压	1999-12-13
IOER-2-990052	隔离的CF1101PO电机电加热器线路有电	1999-11-30
IOER-2-990053	构件池内发现金属螺帽和垫片异物	1999-12-15
IOER-2-990054	2KRT通道过早被停运	1999-12-22
IOER-2-990057	柴油机满负荷试验定值规程没有及时按核安全局要求进行修改	1999-12-27
IOER-2-990036	2RCV224VP波纹管泄漏并造成大面积污染	1999-11-18

续表

事件编号	事件名称	发生日期
IOER-2-990038	2RCP001PO 泵更换密封组件时有一回路水喷出	1999-11-23
IOER-2-990040	柴油机试验时两次跳闸	1999-12-02
IOER-2-990043	2RCP 贯穿件内部发现有放射性积水	1999-11-22
IOER-2-990046	堆水池内发现异物	1999-12-09
IOER-2-990048	发电机定子槽楔大量松动	1999-12-07
IOER-2-990049	LGA/B 由辅助变压器切换至厂用变压器供电时 2LHP 自启动后跳闸	1999-12-13
IOER-2-990050	堆水池水位计标高指示差异	1999-12-04
IOER-2-990055	2LHQ 试验时过负荷跳闸	1999-12-20
IOER-2-990056	2RCP121VP 密封性试验不合格	1999-12-24
IOER-2-990058	PTRPB043 试验时 2ASG135VV 自动脱扣	1999-12-26

(2) LOER 纠正行动执行情况见表 2.1.6.3-4。

表 2.1.6.3-4 完成的 LOER 纠正行动

事件编号	事件题目	纠正行动	关闭日期	负责部门
LOER-2-990004	2号机组 2号蒸汽发生器给水管反应堆厂房段设计应力不符合要求	审查法马通提交的各项报告, 取得 NNSA 同意后, 按法马通给出的建议制定检查部位和方法及现场实施方案, 并完成实施	1999-12-30	MTS/MSM
LOER-2-990002	2ASG002PU 疏水器运行故障导致 ASG001TC 汽轮机进水不可用	研究改造疏水器的可能性并决定方案	1999-12-30	MTS
LOER-2-990001	2RCP002/003PO 主泵一级消防自 205 大修以来不可用	将小轴垫圈开口销栓在连杆孔上	1999-12-31	OPH
LOER-2-980003	机组装料期间安全壳完整性破坏	工作票被中止后再释放的条件必须写在许可证上; 被中止的 TSD 释放时不仅要经过隔离经理而且还要经过计划工程师的控制	1999-11-11	OPO, MAP
		将 TSD 专用许可票放入三天滚动计划管理	1999-11-11	MAP
		在三天滚动计划上体现拆 VVP 阀门临时堵板与关闭 SG 人孔、手孔等的核安全相关性	1999-11-11	MAP
LOER-1-980009	1EAS183VB 上游母管焊接处裂纹	每次定期试验后探伤检查焊缝	1999-12-14	MTS
LOER-2-990006	未能正确使用专用增力工具导致 RCP 主泵 2, 3 号轴封压盖螺栓力矩不足	咨询主泵制造厂家, 请其对紧固力矩不足的螺栓进行应力分析, 并对 1 号机组三台主泵 2, 3 号轴封完整性进行安全评估	1999-12-31	MRM

2.1.6.4 机组第七次大修准备

1. 工期要求

根据大亚湾核电站 2000~2001 年的发电计划, 2 号机组第七次换料大修计划在 2000 年 11 月 22 日与电网解列, 在 2000 年 12 月 27 日完成大修及并网, 计划工期 36 天; 1 号机组第七次换料大修计划在 2001 年 1 月 16 日与电网解列, 在 2001 年 2 月 26 日完成大修及并网, 计划工期 42 天。本次大修仅采用工期目标工作, 取消目标工期, 仅考核计划工期。机组第七次大修沿用前几次大修的做法, 同时进行两台机组第七次大修的准备工作。

2. 组织准备

与前几次大修准备不同, 本次大修有两个特点: 一是电站工作过程计算机管理系统由 WPMS 改为 COMIS; 二是大修处成立后使我们电站有了一支相对固定的大修指挥队伍, 主要大修岗位如大修经理、一个副经理、核岛经理、常规岛经理由大修处人员担任。

2000 年 4 月, 开始进行第七次大修准备工作, 着手组建第七次大修组织机构。由大修经理、副经理、安全经理、计划经理、运行经理、核岛经理、常规岛经理、QA 经理、QC 经理组成大修指挥部。2000 年 5 月 5 日, 除个别岗位外, 大修组织机构协调层人员全部到岗, 比以前历次大修都有所提前。与第六次大修相同, 大修组织机构分为 3 个层次: 大修指挥部、大修协调层、大修执行层。第七次大修仍坚持前几次大修的指导思想: “以安全为基础、以质量为中心、以计划为龙头”。设置安全经理全面负责大修期间的核安全、工业安全和辐射防护安全, 并恢复设置核岛经理全面负责协调核岛关键路径、重大项目的现场进度协调以及现场控制; QC 队伍的组成与第六次大修略有不同, 常规岛外包项目的 QC 人员由各执行处人员担任, 避免了以前常规岛质检中的人力浪费, 提高了执行处员工的工作积极性, 同时又能保证独立 QC 检查的实施。根据大修关键重大项目, 成立了十六个项目小组, 并对项目负责人进行了项目管理方面的培训, 为大修顺利实施做好充分准备。

3. 大修项目的确定

2000 年 5 月 8 日至 6 月 2 日, 根据 TYS (十年大修大纲) 制订出的第七次大修年度预防性维修大纲。通过与各专业人员细致地讨论, 结合设备实际情况和经验反馈, 出版了第七次大修年度预防性维修大纲, 确定了主要的预防性维修项目。2000 年 4 月 28 日工程改造项目基本确定, 2000 年 8 月 18 日, NCR 项目清单确定, 2000 年 8 月 18 日冻结大修项目。

2 号机组第七次大修主要项目包括:

柴油机抗震支撑系统改造; PTR001BA 中 RIS/EAS 泵吸人口加装弯管; 更换反应堆内 1/3 的核燃料; 反应堆压力容器开/关顶盖及螺丝孔修理; 主泵 1 台三年检; 2 台二年检; ASC002PO 系统全面检查; 低水位阀门检查; A 列电气盘四年检; GEV 主变压器油再生及年检。

1 号机组第七次大修主要项目包括:

三台蒸汽发生器二次侧冲洗及水压试验; LHP 柴油发电机组十年更换; 柴油机抗震支撑系统改造; PTR001BA 中 RIS/EAS 泵吸人口加装弯管; 更换反应堆内 1/3 的核燃料; 反应堆压力容器开/关顶盖及螺丝孔修理; 主泵 1 台三年检; 2 台二年检; ASC002PO 系统全面检查; 低水位阀门检查; A 列电气盘四年检; GEV 主变压器油再生及年检。

4. 大修准备的进度

由于电站工作过程计算机管理系统由 WPMS 改为 COMIS, 第五、六次大修准备的标准包都无法使用, 无疑使本次大修准备的工程量远大于历次大修。从 2000 年 5 月开始, 在维修部经理、大修处、大修经理的统一协调下, 及时开始了大修标准工作包的准备。MSM/MRM/

MEE/MIC/TR/TP/OPO 各专业克服困难, 至 2000 年 7 月 15 日完成了标准工作指令和隔离指令的准备。然后开始标准指令包的审查, 本次大修工作包审查仍采取“固定位置、流水作业、及时沟通、及时解决问题”的方法, 目的是加快工作包的审查速度, 提高审包效率, 除 QA 必须审纸质工作包(抽查)外, 其余监督部门核安全、工业安全、辐射防护、QC、OPO 等都通过 COMIS 系统进行审查, 至 2000 年 8 月 20 日全部审查修改完毕。

因蒸汽发生器二次侧水压试验对大修的影响, 2000 年 6 月 16 日确定大修开工日期和大修工期。2000 年 7 月 28 日 MAP 出版关键路径水位图和 GOR 隔离图。2000 年 9 月 5 日 MAP 制定大修预防性检修计划。2000 年 10 月 20 日 MAP 大修计划定稿。

2000 年 9 月 16 日 MAP 发出第七次大修预防性维修工作申请, 因 COMIS 系统软件在出票时出现故障, 导致出票延迟 2 周。经努力, 各执行处于 10 月 8 日完成第七次大修工作包的准备, QA 审包也在 10 月 15 日全部完成。第七次大修 MAP 共发出 5 336 份预防性工作申请: 静机 1 914 份、转机 652 份、电气 1 009 份、仪控 1 024 份、性能试验 338 份。

2000 年 5 月 31 日各处发出预防性工作备件清单。8 月 1 日提出专用/通用工具需求清单。8 月底各专业合同技术规范出版完毕。2000 年 10 月 10 日各处完成支持性工作申请的发出工作。11 月初完成所有主要合同谈判并签字生效, 较以往历次大修都有所提前。

大修准备阶段的接口工作: 9 月 12 日出版大修初始报告; 11 月 9 日完成堆芯装料计划和安全评审报告; 10 月 10 日确定第七次大修改进计划; 11 月 9 日 NNSA 完成初始报告评审。

大修前一个月工作安排: 确定大修现场布置图; 大修现场布置, 进行大修巡检工作; 承包商人员进厂及培训; 大修协调日会开始。

总的来说, 第七次大修准备基本按照准备计划执行, 与前几次大修相比, 主要项目工期都略有缩短。

2.1.6.5 大修承包商介绍

1. FRAMATOME ANP

(1) 独立承包工作: PMC 换料机、核岛阀门、堆芯仪表 (RIC)。

(2) 技术支持: 蒸汽发生器开关人孔、反应堆开关顶盖、核岛环吊年检等、大修期间工作及管理人员高峰期达到 40 余人。

2. ALSTOM POWER

常规岛设备制造商, 承担常规岛及 BOP 设备大修技术支持工作。2 号机组第七次大修 ALSTOM 派遣了 6 名专家参加大修工作; 1 号机组第七次大修由于增加了低压缸末级叶片检查, 专家人数达到 13 人。

3. 深圳纽科利核电工程有限公司 (简称 C23)

核岛维修工作的主要承包商。第七次大修期间, C23 分别增派了 191 名和 200 名工作人员支持核岛设备大修。除此之外, C23 也独立承担部分大修工作, 如蒸汽发生器堵板, 低低水位阀门维修、火警探测维修等。

4. 中国核动力研究设计院科技开发公司 (简称 NPIC)

主要负责核岛内的 SAS 安装、脚手架搭制、保温拆装、气闸门开关、洗衣房、热更衣间及气闸门管理等工作。1, 2 号机组第七次大修现场工作人员为 91/83 人。

5. 深圳淮电检修公司 (简称 HNMC)

常规岛大修工作主要承包商。常规岛大修属于独立承包工作, 我方只根据核岛换料及大修状况提供常规岛大修的窗口和时间, 因此 HNMC 大修工作人数自定, 1, 2 号机组第七次

大修现场工作人员为 306/299 人（不包括管理层）。

6. 东北核电建设公司（简称 NEPC）

BOP 主要维修工作承包商。因属于独立承包工作，大修人员及组织机构由 NEPC 自定，第七次大修期间派遣了 145 名工作人员。

7. 深圳山东核电工程公司（简称 SEPC）

常规岛第二家独立工作承包商，1，2 号机组第七次大修分别派遣 75/71 人（包括管理人员）承担常规岛 ABP/AHP/ACO/SEN 四个系统的大修工作。

8. 深圳市华兴建设有限公司（简称 HXMC）

主要负责现场的各种土建工程的施工，合同定员 60 人。第七次大修期间由于增加龙门架油漆工作，相应增加人员 21 人。

9. 核动力运行研究所（简称 RINPO 或 105 所）

负责大修期间的核岛部分在役检查项目，属于独立工作合同，人数自定，1，2 号机组的第七次大修工作人数为 153/157 人。第七次大修在役检查工作增加了蒸汽发生器干燥器顶部焊缝、传热管、指套管等项目的检查，故其人员比去年有所增加。另外，RINPO 继续派遣了 8 人参与第七次大修的蒸汽发生器冲洗工作。

10. 苏州热工研究所

负责大修期间的常规岛部分在役检查项目，属于独立工作合同，第七次大修工作人数为 7 人。

11. 国营武昌船厂技术劳务公司（简称武船）

大修期间负责提供柴油机维护与保养工作的劳务支持。2 号机组第七次大修派遣了 15 人，1 号机组第七次大修因柴油机进行十年更换人数增加到 45 人，另外第七次大修增加了设备防腐工作人员 15 人。

12. 深圳凯利集团核电劳务公司（简称凯利公司）

第七次大修凯利公司派遣了 38 名员工参与工作。工作内容包括通用服务（架子工、保温工），控制区内人力支持等。

各承包商使用人数见表 2.1.6.5-1。

表 2.1.6.5-1 1994—2000 年各大修承包商人数统计表

承包商	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	
							207 大修	107 大修
FMX	100	109	37	33	30	31	43	43
GEC	48	34	7	5	5	9	6	13
C23	199	133	241	213	185	189	191	200
NPIC	140	115	137	83	87	87	83	91
HNMC	373	396	304	362	338	299	299	306
NEPC	260	260	92	158	95	144	145	145
SEPC	/	/	/	/	/	60	71	75
105 所	130	120	79	88	89	139	157	153
华 兴	20	25	30	30	25	34	81	81
武 船	19	10	11	24	27	15	30	60
苏州热工	9	9	9	10	10	10	7	7
凯 利	50	50	38	38	38	38	38	38
合 计	1348	1261	985	1044	929	1055	1151	1212

2.1.7 电站厂房及相关构筑物

2.1.7.1 主要新建项目

1. 广东中低放固体废物北龙处置场

广东中低放固体废物北龙处置场，位于广东大鹏半岛排牙山东侧的低缓小山脊上，在大亚湾核电站东北方向 5 km 处。占地面积 20.5 万 m²。分为四区：A 区为发展区；B 区为建设区，目前建成的有 8 个处置单元，容量 9 256 m³，还有废物仓监测站、地下管廊、渗析水收集厂房，挡雨仓房、通风/排风机房等；C 区为管理区，目前建成的有综合楼、停车库、供水/供电房、警卫室等；D 区为规划区。该处置场的功能主要是接收和处理广东地区核电站产生的中低水平放射性固体废物，总规划处置能力为 8 万 m³。

该工程的主要进度为：1996 年核工业第二研究设计院完成可行性报告；1996 年 8 月由中国辐射防护院进行环境影响评价，同时上海核工程研究设计院进行初步设计和安全分析，1998 年 3 月完成了施工图设计；1996 年 5 月至 1997 年 5 月由武警安能建设公司完成了场区土石方开挖及场地平整工程；1997 年 4 月至 12 月由深圳市政总公司完成了道路和供电工程。1998 年 2 月由核工业二五公司开始土建施工，2000 年年底基本建成。

主要实物工程量为：土石方开挖 120 万 m³，回填 40 万 m³，砼 8 000 m³（其中处置单元 4 300 m³，地下管廊 1 860 m³），钢筋 1 294 t，水泥 4 590 t，粉煤灰 880 t，模板 27 645 m²。

总竣工建筑面积为 2 347 m²，处置单元 3 500 m²，地下管廊 1 763 m，给排水管道 4 200 m，砼路面 10 000 m²。安装设备 14 台/套，敷设电缆 10 000 m。

该工程于 2000 年 10 月 30 日交由维修部管理。目前应关注以下几点：

- 1) 该场区基岩有微细裂隙，对地下水的动态应进行长期监测。
- 2) 岭澳水库的绕坝渗漏问题应进行监测，必要时应进行处理。
- 3) 要密切注意水库和场区 F₃₋₀ 断层的水力联系，以便对水库的实际影响作进一步评价和采取必要的措施。

2. SVC 管沟及电缆沟

为使一、二核辅助锅炉联网，互为备用，在两锅炉房之间须铺设蒸汽管道。在一核 ZP 区内，蒸汽管道铺设在管沟内。管沟为凹形钢筋砼结构，上盖砼盖板，沟两壁与底板厚度皆为 20 cm，沟内尺寸为宽 1.2 m，高 1.3 m，控制电缆也铺设在沟壁上。ZP 区内管沟长为 338 m。ZP 区外至二核为架空铺设。同时第五台柴油机至二核的电力电缆沟也一起建成，该电缆沟长为 983 m。

SVC 管沟及电缆沟工程由广东省电力设计院设计，土建由华兴公司承建，1999 年 6 月 7 日开工，预计 2001 年 3 月竣工。

2.1.7.2 主要维修项目

1. 2 号机组应力环廊止水带堵漏

电站商业运行以来，预应力环廊 -7 m ~ -12 m 入口处伸缩缝内一直有局部渗漏现象。2000 年 6 月 25 日巡检发现 2 号机组预应力廊道被水淹没，W072，W073 等房间内地面积水约 20 cm 深。经测试，渗水量为 2.5 m³/h，分析原因是地下水穿透止水带薄弱部位所致。

为确保质量，决定选用优质材料、内外结合、多道设防、综合治理的方案。施工工序为：

- (1) 清理伸缩缝内填充材料, 露出止水带, 并清洗干净。
- (2) 钻孔, 埋置注浆管, 特殊部位要穿透止水带。
- (3) 在漏水严重部位埋置导水管 2~3 根, 并穿透止水带。
- (4) 在注水管部位实施双液发泡聚氨酯注浆, 在止水带外侧填充材料空间进行加固止水注浆。
- (5) 清理注浆管及导水管, 涂 P-201 遇水膨胀橡胶嵌缝膏, 厚 10 mm 左右。
- (6) 在 P-201 基面上贴两层倒扫帚形止水带, 每层间用 P-201 粘接。
- (7) 在倒扫帚形的止水带上涂 P-201, 厚 10 mm, 埋置 350 mm 厚泡沫聚苯乙烯, 嵌填聚硫密封胶厚 30 mm 左右。上述工程由北京远东华旭建筑公司深圳分公司承包, 2000 年 8 月 24 日开工, 2000 年 9 月 19 日竣工, 效果良好。

2. MX 屋面及 PX 墙面等金属压型板维修

厂区金属压型板, 原由香港罗保盛公司供料并进行安装, 保修期为 25 年。但从 1996 年开始出现锈蚀情况, 虽经维修, 仍收效不大。从 1998 年开始 MX 厂房漏水严重, 经多次与原承包商交涉, 要求对方履行维修义务, 但对方却以屋面灰尘较多, 通风器位置不当, 雨水冲刷避雷带铜线等为由加以拒绝。我方坚持金属压型板锈蚀的主要原因是横断面端头防锈措施不当, 施工质量不好造成的, 直至 1999 年 1 月才正式签约。由香港罗保盛公司供料, 我方出劳务人员进行维修, 从 1999 年 5 月开始 1/2MX 屋面维修, 因材料不能及时供应, 施工时断时续, 直至今年年底, 部分工程仍在维修中。

3. TB 和 AM 屋面维修

TB 厂房由于设计缺陷(天窗下部檩条数量不够)造成天窗倾斜, 引起屋面板变形, 加上屋面板局部锈蚀, 屋脊封板宽度不够等原因造成屋面漏水。2000 年 4 月 28 日至 2001 年 5 月 15 日深圳金汤防水材料公司对屋面板搭接缝, 自攻螺栓孔、屋面板锈蚀等可能引起漏水的地方进行了处理, 基本上解决了漏水问题。

AM 屋面由于防水油毡老化, 外墙有很多微细裂缝引起漏雨。2000 年 5 月 12 日至 6 月 12 日, 深圳金汤防水材料公司对 AM 屋面防水层进行了维修, 重铺 SBS 防水卷材, 墙面清洗, 刷防水胶对微缝微孔密闭, 用金汤 JS 胶乳涂膜密封防水两遍, 喷涂 HM1500 渗透型密封剂两遍, 基本达到防水要求。

2.2 核电站安全

2.2.1 核安全

2.2.1.1 电站运行事件

根据国家核安全局颁布的《核电厂营运单位运行事件报告制度》(HAF 0502-1-1) 和大亚湾核电站管理程序《电站运行事件分级和报告制度》(IP/NSP/031), 大亚湾核电站在 2000 年向国家安全局报告了 16 起电站运行事件。

1. 核电站运行事件的分级

根据国际核事件分级 (INES) 方法, 2000 年度大亚湾核电站发生的 16 起运行事件中, 有 7 起 1 级事件, 9 起 0 级事件。自电站投运以来每年运行事件数的变化参见表 2.2.1.1-1。

表 2.2.1.1-1 历年 0 级和 1 级运行事件数

事件分级	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	累计
0 级	20	28	23	9	10	10	9	109
1 级	9	7	3	5	5	6	7	42
事件总数	29	35	26	14	15	16	16	151

2. 运行事件按机组分布

大亚湾核电站两台机组发生的运行事件逐年分布情况见表 2.2.1.1-2。

表 2.2.1.1-2 运行事件按机组分布

事件分级	1994 年		1995 年		1996 年		1997 年		1998 年		1999 年		2000 年	
	1 号 机组	2 号 机组	1 号 机组	2 号 机组	1 号 机组	2 号 机组	1 号 机组	2 号 机组	1 号 机组	2 号 机组	1 号 机组	2 号 机组	1 号 机组	2 号 机组
0 级	20	0	13	15	12	11	4	5	6	4	5	5	3	6
1 级	7	2	4	3	0	3	3	2	4	1	3	3	4	3
合计	27	2	17	18	12	14	7	7	10	5	8	8	7	9

3. 运行事件按 HAF 报告准则分布

大亚湾核电站发生的运行事件按国家核安全局颁布的准则分布如下表 2.2.1.1-3 所示。

表 2.2.1.1-3 运行事件按 HAF 报告准则分布

HAF 报告准则	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
准则 1	12	14	8	5	9	6	6
准则 2	—	—	—	—	1	—	—
准则 3	—	—	—	—	—	—	—
准则 4	8	9	10	5	—	—	1
准则 5	—	5	2	1	3	6	7
准则 6	—	4	3	2	2	1	—
准则 7	2	2	3	—	—	—	1
准则 8	—	—	—	—	—	—	—
准则 9	7	1	—	1	—	3	1
合计	29	35	26	14	15	16	16

从上表中我们可以看出,所发生的运行事件中违反电站技术规范的事件(准则 1)数量最多。将这七年的运行事件作一比较,不难发现电站投运的前四年中,违反准则 4,即导致反应堆保护系统和专设安全设施自动或手动触发的事件数量也不少,不过这类事件在 1998 年和 1999 年没有发生,但 2000 年出现了一起。而且近几年使用准则 5(即任何可能妨碍构筑物或系统实现准则中提到的四种安全功能)所定事件数量有增加的趋势,1998 年有 3 个(占 20%),1999 年有 6 个(占 37.5%),2000 年有 7 个(43.8%)。

4. 运行事件按事件性质分布

2000年大亚湾核电站发生的16起运行事件中,从事件的直接原因分人因事件占8起,设备故障事件占8起。表2.2.1.1-4将商业运行七年来的运行事件按事件性质进行了分布。

表 2.2.1.1-4 运行事件按性质分布

事件性质	1994年		1995年		1996年		1997年		1998年		1999年		2000年		合计	
	数量	比例%	数量	比例%	数量	比例%	数量	比例%	数量	比例%	数量	比例%	数量	比例%	数量	比例%
人因	22	75.9%	19	54.3%	17	65.4%	11	78.6%	12	80%	7	43.8%	8	50%	96	63.6%
设备故障	7	24.1%	16	45.7%	9	34.6%	3	21.4%	3	20%	9	56.2%	8	50%	55	36.4%
合计	29	100%	35	100%	26	100%	14	100%	15	100%	16	100%	16	100%	151	100%

从表中可以看出,运行七年来人因事件一直占有较高的比例,2000年的人因事件比例略高于1999年,1999年当年的人因事件比例43.8%,目前仍是最低的。

根据以上数据作一折线图(图2.2.1.1-1),从图中可以看出1994年、1997年及1998年三年的人因比例明显偏高,接近甚至达到了80%,1999年和2000年明显降低,但1999年的43.8%仍是这七年中最低的。从图中还可以看出,人因直接导致的运行事件最近两年有了较大幅度的减少。

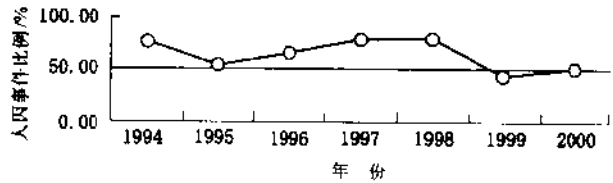


图 2.2.1.1-1 历年人因事件比率

5. 运行事件按后果分布

大亚湾核电站把运行事件的后果分成9类,2000年所发生的16起运行事件按后果分布见表2.2.1.1-5。

表 2.2.1.1-5 2000年运行事件按后果分布

后 果	运 行 事 件 数	
	人 因 事 件	设 备 故 障 事 件
1 反应堆自动停堆		1
2 除反应堆自动停堆外的其他瞬态	1	3
3 电站运行条件下降(违反技术规范)	5	
4 核安全相关系统降级	1	4
5 核安全屏障降级		1
6 设备损坏		
7 放射性失控排放		
8 人员意外受照射		
9 人员伤亡		

从表中可以看出:2000年发生了1起反应堆自动停堆事件,这起事件是由于设备故障引起的,16个运行事件后果主要表现在三个方面,即电站运行状况违反技术规范从而导致电站运行条件下降的事件有5起,导致核安全相关系统降级的事件5起(设备故障4起,人因1起),导致除反应堆自动停堆外的其他瞬态的事件4起(设备故障3起,人因1起)。违反技术规范的事件数与

1999年相同,导致核安全相关系统降级的事件较1999年的7起减少两起。

6. 事件的人因根本原因分析

将2000年16起运行事件的人因根本原因因素统计并分类如表2.2.1.1-6所示。

表2.2.1.1-6 事件人因因素分类

根本原因分类	涉及的事件数量
培训不足	5
书面交流(规程缺陷)不足	16
组织管理及管理方法不当	7
工作实践不足	8
口头交流不足	1
监督方法不当	—

从表中依据事件分析报告统计出来的结果可以看出,2000年16个运行事件所涉及的人因因素共37个,其中书面交流(规程缺陷)不足同去年一样占据首位,有16个占43.2%;其余依次是工作实践不足,有8个占21.6%;组织管理及管理方法不当,有7个占18.9%;培训不足,有5个占13.5%。

2000年人因失误总的情况与1999年相似:书面交流(规程缺陷)不足这一根本原因都处于第一位,只是2000年中这一因素占43.2%,比1999年高出9个百分点;培训不足这一原因比例进一步下降,1999年为15.9%,2000年为13.5%。

这些特点反映了工作人员对技术规范书了解不够,对系统的一些专门设备(特别是处于备用状态的)所涉及的安全功能及风险了解不深。进一步研究可以发现规程缺陷大多都体现在不常使用的规程上,如周期较长的试验规程和定期维修规程等。同时在工作过程中也发现有些规程还存在一些需要修改或补充的地方,如主变压器软连接过熔断断事件分析中就发现了维修规程中没有对主变压器软连接进行检查的要求,以致出现停机停堆事件,又如DVK风机软管破裂事件分析中发现规程没有要求对其巡视检查以及预防性维修等等。“组织管理及管理方法不当”主要表现为对工作过程的管理、各部门间的直接协调及工作准备等方面。工作实践不足主要体现在一些不良的工作习惯上,如工作中没有自检、没有真正落实双重检查的要求、凭经验办事等,也包括对某些工作不够熟悉。

2000年电站运行事件共有16起,其中1级事件由去年的6起增加到今年的7起,也是1996年以来最多的一年。1级事件增多是因为电站经过几年的运行,重发事件增多,对于重发事件及共模事件,可能升级为1级事件造成的。其中有1起运行事件是在岭澳核电站的安装设计审查中发现的问题反馈到大亚湾核电站后发现并确定的,即PTR001BA水箱内RIS及EAS的吸水管缺少弯头。这样的反馈在1999年也有过一次,即柴油发电机抗震支撑不符合设计要求。这些也是一、二核之间信息经验共享的实例。一年16起运行事件还不足以全面反映电站工作过程中的所有问题,也不足以代表大亚湾核电站的全部人因失效模式。为了更加准确地对大亚湾核电站人因事件的失效模式进行界定和描述,从1996年开始,电站在低于0级运行事件以下的事件中再界定出电站内部运行事件来进行分析,从中找出减少人因失效事件的模式和方向。2000年继续保持了对电站内部事件的界定和分析要求,总共界定了157起内部运行事件,并从中寻找出有利于减少电站运行事件和避免紧急停机停堆事件的方向。更

加完善的电站内部事件的根本原因分析弥补了运行事件由于数量少而不足以代表所有人因失效模式缺陷，并将对提高电站安全生产水平发挥应有的作用。

2.2.1.2 三道屏障完整性

2000 年大亚湾核电站三道屏障完整保持完好。以下是三道屏障在 2000 年度的监控数据。

1. 燃料元件包壳

为了保障第一道屏障的完整性，限制工作人员在电站内所接受的剂量，及时发现任何可能的燃料元件破损，电站按运行技术规范对一回路放射性水平提出了具体限制，对一回路放射性水平参数进行了监测。

图 2.2.1.2-1 和图 2.2.1.2-2 给出了 1 号机组第六循环一回路放射性指标气体 γ 谱和碘同位素 γ 谱，从图中可以看到两指标在该循环内比较稳定，并且一直在限值之下。

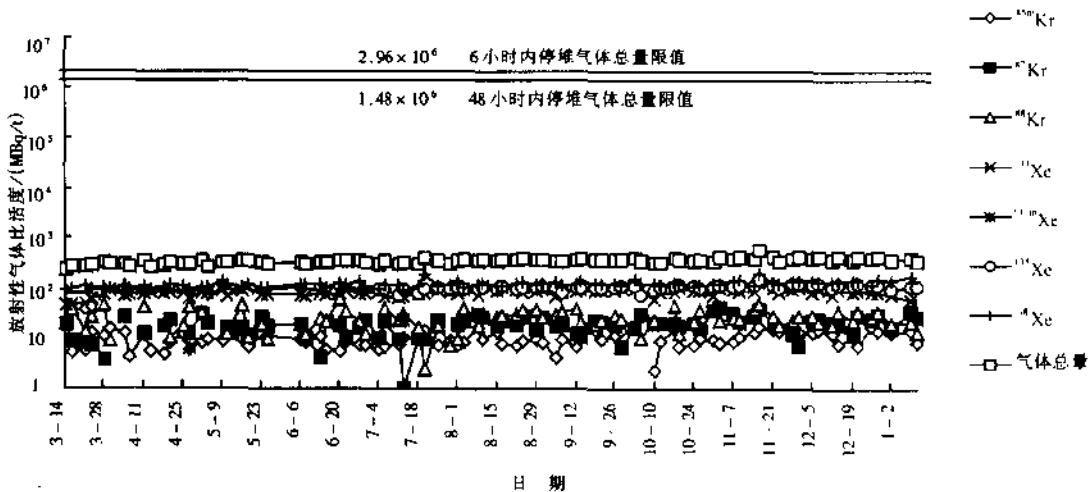


图 2.2.1.2-1 1 号机组第七循环一回路放射性气体总量

图 2.2.1.2-3 和图 2.2.1.2-4 给出了 2 号机组第六循环一回路放射性指标气体 γ 谱和碘同位素 γ 谱，从图中可以看到两指标在该循环内也比较稳定，而且在限值之下。

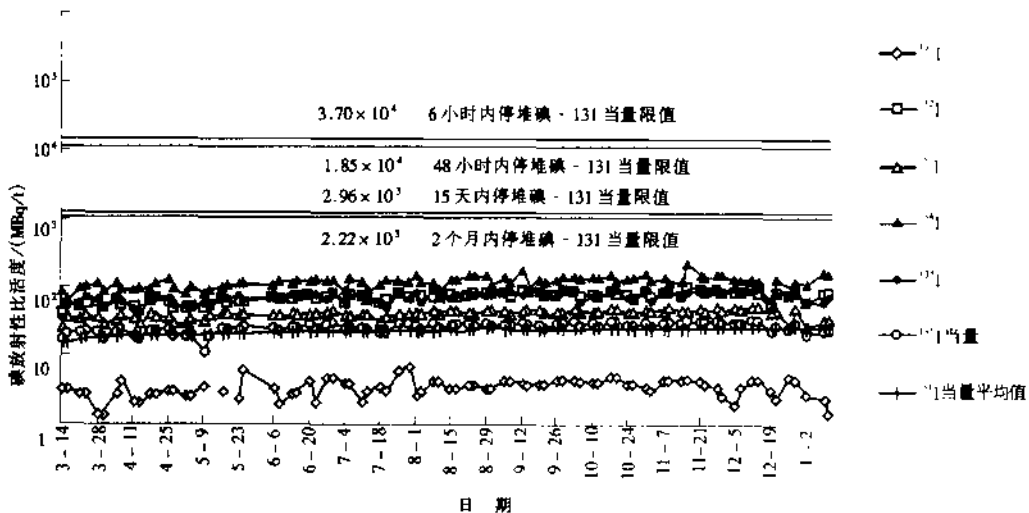


图 2.2.1.2-2 2 号机组第七循环一回路放射性碘比活度

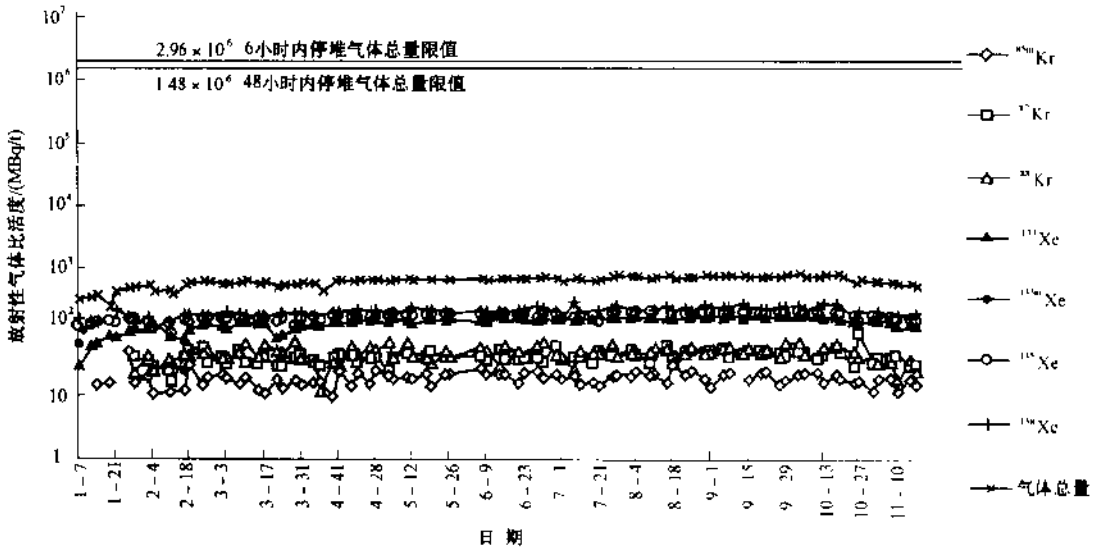


图 2.2.1.2-3 2号机组第七循环一回路放射性气体总量

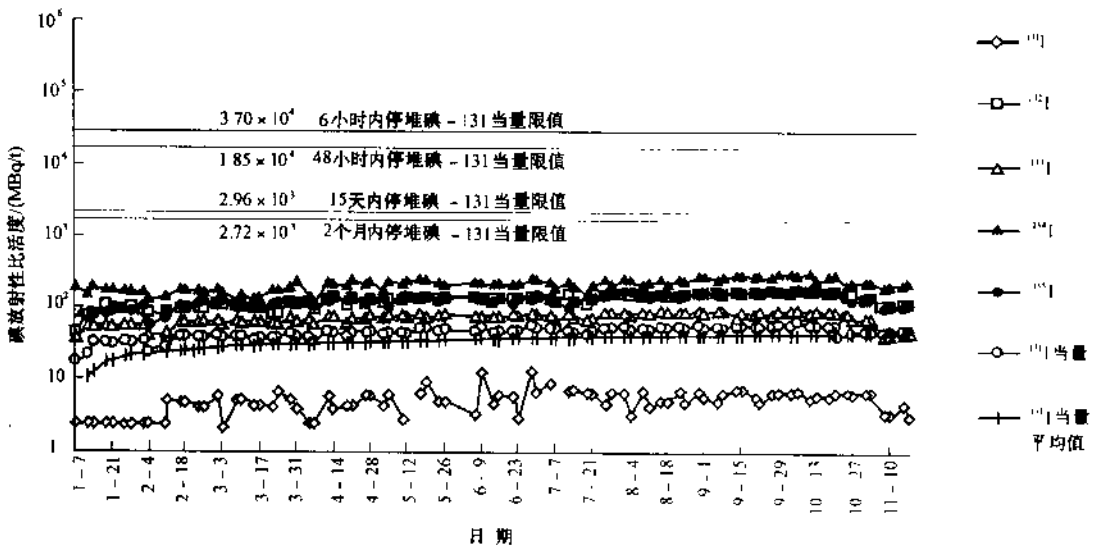


图 2.2.1.2-4 2号机组第七循环一回路放射性碘比活度

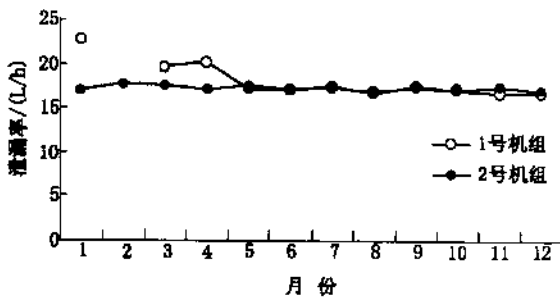


图 2.2.1.2-5 2000年两台机组一回路月平均泄漏率

由此可以得出结论，2000年大亚湾核电站1、2号机组燃料元件包壳屏障的完整性均满足技术规范的要求。

2. 一回路压力边界

2000年1、2号机组一回路压力边界的完整性监测情况（即一回路的平均泄漏率）见图 2.2.1.2-5。从图中可以看出，两台机组一回路压力边界泄漏率在2000年全年基本处于低水平，远低于技术规范限值（总泄漏量限值为

2300 L/h,非定量泄漏限值为 230 L/h),符合技术规范要求,第二道屏障完整性良好。

3. 安全壳

安全壳作为最后一道屏障,电站在 2000 年全年对两台机组安全壳完整性的监测情况如图 2.2.1.2-6 及 2.2.1.2-7 所示。

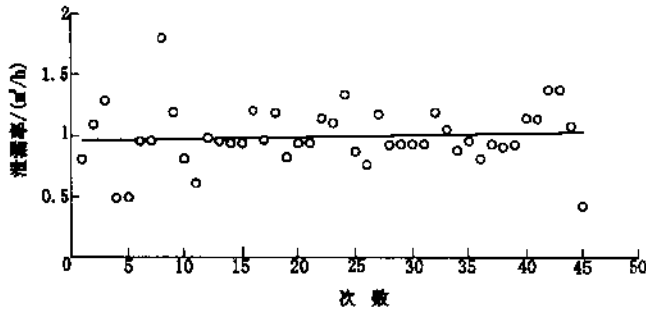


图 2.2.1.2-6 2000 年 1 号机组安全壳泄漏率

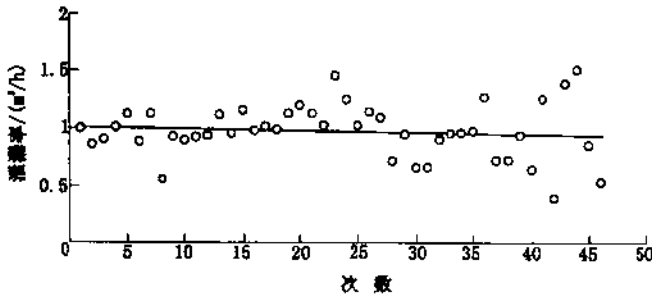


图 2.2.1.2-7 2000 年 2 号机组安全壳泄漏率

1 号机组安全壳的平均泄漏率(归一化为标准状态,以下同)约为 $1.00 \text{ m}^3/\text{h}$ 。在所做的 45 次监测中安全壳的泄漏率介于 $0.48 \text{ m}^3/\text{h}$ 与 $1.80 \text{ m}^3/\text{h}$ 之间;

2 号机组安全壳的平均泄漏率(归一化为标准状态)约为 $0.988 \text{ m}^3/\text{h}$ 。在所做的 46 次监测中安全壳的泄漏率在 $0.39 \text{ m}^3/\text{h}$ 与 $1.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 之间。

由此可以得出结论,2000 年两台机组安全壳的泄漏率小于 $5 \text{ m}^3/\text{h}$,满足运行技术规范的要求,其完整性均良好。

2.2.1.3 安全相关设备不可用状态 (I₀) 跟踪

2000 年大亚湾核电站两台机组,仍针对第一组及第二组安全相关设备的不可用次数、不可用持续时间以及第一组安全相关设备的不可用消耗和平均消耗比等指标进行了跟踪统计。

2000 年大亚湾核电站第一组安全相关设备不可用年累计消耗比的目标限值为每台机组 7。实际结果是两台机组的累计第一组安全相关设备不可用消耗比均超出此限值。

1. 第一组不可用

(1) 总体情况

第一组不可用次数、不可用总消耗比及不可用平均消耗比按月分布如表 2.2.1.3-1, 2.2.1.3-2, 2.2.1.3-3 所示。

表 2.2.1.3-1 第一组不可用次数按月分布

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
全 厂	当月次数	27	40	26	36	23	31	20	32	32	27	24	60
	累计次数	27	67	93	129	152	183	203	235	267	294	318	378
1号机组	当月次数	9	20	9	21	7	19	10	11	16	12	16	19
	累计次数	9	29	38	59	66	85	95	106	122	134	150	169
2号机组	当月次数	18	20	17	15	16	12	10	21	16	15	8	41
	累计次数	18	38	55	70	86	98	108	129	145	160	168	209

表 2.2.1.3-2 第一组不可用消耗比按月分布

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
全 厂	当月消耗比	1.39	1.82	2.11	0.73	0.962	1.053	0.791	0.330	2.453	0.607	0.978	3.616
	累计消耗比	1.39	3.21	5.33	6.054	7.02	8.07	8.86	9.19	11.64	12.25	13.23	16.84
1号机组	当月消耗比	0.80	1.61	0.57	0.33	0.13	0.74	0.68	0.12	1.11	0.21	0.57	0.53
	累计消耗比	0.80	2.41	2.98	3.31	3.43	4.18	4.86	4.98	6.09	6.31	6.87	7.40
2号机组	当月消耗比	0.59	0.22	1.54	0.40	0.84	0.31	0.11	0.21	1.34	0.39	0.41	3.09
	累计消耗比	0.59	0.80	2.34	2.74	3.58	3.89	4.00	4.21	5.55	5.94	6.35	9.44

表 2.2.1.3-3 第一组不可用平均消耗比按月分布

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
全 厂	当月平均消耗比	0.05	0.05	0.08	0.02	0.04	0.03	0.04	0.01	0.08	0.02	0.04	0.06
	平均消耗比	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1号机组	当月平均消耗比	0.09	0.08	0.06	0.02	0.02	0.04	0.07	0.01	0.07	0.02	0.04	0.03
	平均消耗比	0.09	0.08	0.08	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
2号机组	当月平均消耗比	0.03	0.01	0.09	0.03	0.05	0.03	0.01	0.01	0.08	0.03	0.05	0.08
	平均消耗比	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05

1, 2号机组第一组不可用按月累计次数趋势、累计消耗比趋势及全厂平均消耗比按月分布及趋势见图 2.2.1.3-1, 图 2.2.1.3-2, 图 2.2.1.3-3。

以上不可用次数不包括不可计算消耗比的那些 I_0 。不可计算消耗比的 I_0 一共有 92 次。其中 DVN 系统风机不可用共有 80 次, 其他系统不可用有 12 次。

由以上图表可以看到: 2000 年 1, 2号机组安全相关设备不可用累计消耗比均大于 7 的年目标限值。不可用次数 1号机组为 169 次, 2号组为 209 次。1, 2号机组不可用累计消耗

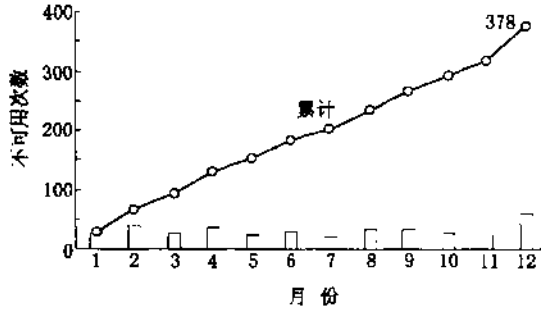


图 2.2.1.3-1 2000 年全厂累计不可用次数分布

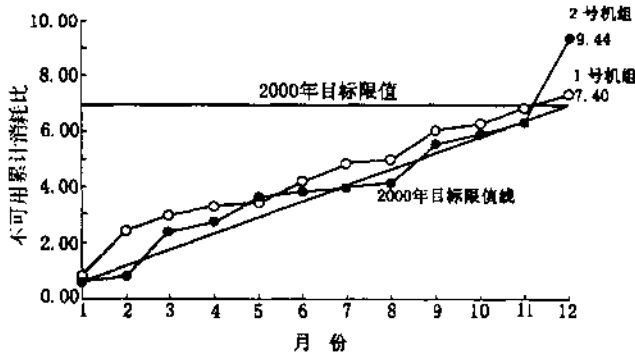


图 2.2.1.3-2 2000 年不可用累计消耗比 (Gr) 分布

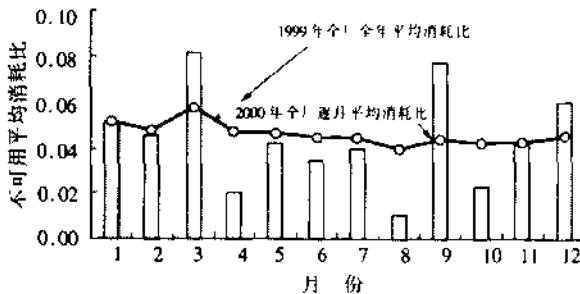


图 2.2.1.3-3 2000 年全厂不可用平均消耗比 (Cr)

比分别为 7.40, 9.44。全厂累计消耗比与去年相比有所增加。但两机组的平均消耗比由去年的 0.06, 下降为今年的 0.04。

在两机组全年发生的共 378 次第一组不可用中, 计划不可用有 246 次, 占总数的 65%; 计划不可用的消耗比累计为 5.3, 占总数的累计消耗比的 31.4%。而随机不可用虽然次数只有 132 次, 只占总数的 35%, 但其产生的消耗比为 11.56, 占总累计消耗比的 68.6%。可见 2000 年安全相关系统不可用消耗比的主要贡献来自随机不可用。

图 2.2.1.3-4 及图 2.2.1.3-5 分别给出了 1996 年以来全厂随机及计划消耗比的趋势图。从图上我们可以看到全厂第一组随机不可用消耗比在 1999 年下降后又明显回升, 而计划不

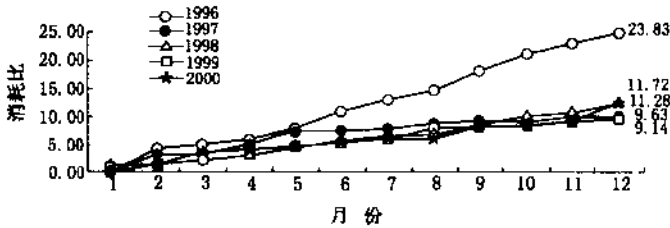


图 2.2.1.3-4 1996 至 2000 年全厂第一组随机不可用消耗比

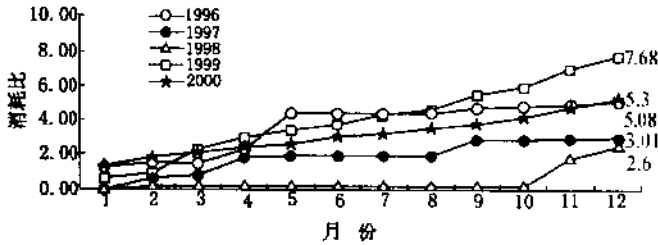


图 2.2.1.3-5 1996 至 2000 年全厂第一组计划不可用消耗比

可用消耗比与去年相比有明显的下降。这一现象可能预示着，机组经过几年的运行后，电站在对计划性工作的响应效率提高的同时，设备的随机性失效问题日渐变得突出了。

在所有第一组不可用中，由于 9LGR 不可用要分别计入两个机组，因而 9LGR 的不可用导致的消耗比为最多，为 2.7。其次在进行有关试验及 GK 参数调整时导致的 RPN010MA ~ 040MA 不可用带来的消耗比也不少，为 2.07。ASG003PO 不可用导致的消耗比仍较多，为 1.62。今年产生最大消耗比的一个 I₀ 为 ASG137VV 漏汽进行解体维修不可用，其消耗比为 1.0。此外，消耗比较大的系统还有 CFI, PTR, RIS。

(2) 分类统计情况

两机组第一组 I₀ 按热阱、反应性、安全壳、及电源分类的 I₀ 情况如表 2.2.1.3-4 和表 2.2.1.3-5 所示。从表中可以看到，两机组在 2000 年发生的第一组不可用设备仍主要集中在反应性及热阱方面。电源方面的不可用所占比例与 1999 年相当。在消耗比方面，贡献也主要来自热阱及反应性方面的不可用。

表 2.2.1.3-4 1 号机组第一组不可用按功能分类统计

统计项	热 阱	反 应 性	安 全 壳	电 源
次 数	19	128	0	22
总消耗比	3.16	2.64	0	1.60
平均消耗比	0.17	0.02	0	0.07
次数所占比例	11.24%	75.74%	0	13.02%
消耗比所占比例	42.72%	35.65%	0	21.63%

表 2.2.1.3-5 2 号机组第一组不可用按功能分类统计

	热 阱	反 应 性	安 全 壳	电 源
次 数	40	147	3	19
总消耗比	3.05	4.11	0.20	2.07
平均消耗比	0.08	0.03	0.07	0.11
次数所占比例	19.14%	70.33%	1.44%	9.09%
消耗比所占比例	32.35%	43.54%	2.14%	21.96%

2. 第二组不可用

(1) 总体情况

2000 年两机组第二组不可用总体情况示于表 2.2.1.3-6。

表 2.2.1.3-6 第二组不可用总体情况

	1 号 机 组				2 号 机 组			
	随机不可 用次数	计划不可 用次数	总不可 用次数	总不可 用时间/h	随机不可 用次数	计划不可 用次数	总不可 用次数	总不可 用时间/h
2000 年总计	172	389	561	4877.44	221	378	599	3791.70
一 季 度	26	75	101	766.64	50	87	137	552.73
二 季 度	54	99	153	1382.38	52	91	143	1084.47
三 季 度	41	89	130	1162.84	58	82	140	954.05
四 季 度	51	126	177	1565.57	61	118	179	1200.45

从表中可以看到, 1, 2 号机组第二组不可用总次数分别为 561 次和 599 次, 与去年相比又有一定的增加。两机组的计划与随机第二组不可用的次数以及总不可用时间均是近年来最多的。从去年第二组不可用次数与前年相比明显增加很多, 到今年的不可用次数相对去年又有所增加的趋势看, 随着机组运行时间的增加, 设备问题已经越来越多。这与第一组不可用所反映出的结果是一致的。

(2) 分类统计

2000 年各系统的第二组不可用按不可用次数多少排序统计结果示于表 2.2.1.3-7 (表中只列出两机组不可用次数较多的 20 个系统)。从表中的统计结果来看, 出现不可用次数较多的系统主要是 KRT, RPR, DVN, SEC, DVE, REN, RRI 等系统。尤其是 KRT 系统, 几年来始终都是不可用次数最多的一个系统。在不可用持续时间方面, 最长的是 RRI 系统。进行该系统的叶轮改造是导致该系统的设备不可用时间较长的主要原因。

表 2.2.1.3-7 2000 年第二组不可用按系统分类统计

系 统	1 号 机 组					2 号 机 组					
	总次数	计 划 次 数	计划持续 时间/h	随 机 次 数	随机持续 时间/h	系 统	总次数	计 划 次 数	计划持续 时间/h	随 机 次 数	随机持续 时间/h
KRT	224	143	244.08	81	445.41	KRT	212	124	279.03	88	340.00
RPR	48	46	62.10	2	1.83	RPR	43	41	56.04	2	2.70

续表

系 统	1 号 机 组					2 号 机 组					
	总次数	计 划 次 数	计划持续 时间/h	随 机 次 数	随机持续 时间/h	系 统	总次数	计 划 次 数	计划持续 时间/h	随 机 次 数	随机持续 时间/h
DVN	35	25	219.32	10	177.35	DVN	34	24	213.83	10	177.35
SEC	33	26	80.32	7	156.84	REN	33	23	10.25	10	2.45
REN	21	15	4.61	6	31.78	SEC	30	25	105.18	5	37.49
DVE	19	11	204.52	8	59.42	DVE	18	10	168.12	8	41.50
RPN	17	17	9.55	0	0.00	RRI	18	12	622.03	6	374.60
RIS	16	9	85.23	7	53.20	RCP	15	0	0.00	15	10.33
EAS	15	15	23.19	0	0.00	RIS	15	7	85.51	8	100.38
ETY	11	8	42.65	3	314.31	RPN	15	15	6.03	0	0.00
LCA	11	7	11.25	4	26.30	EAS	13	9	15.51	4	15.29
RRI	10	4	539.89	6	499.74	ETY	13	8	48.81	5	329.48
TEG	9	5	99.17	4	29.72	TEG	13	5	99.17	8	37.19
DVL	8	3	55.33	5	10.07	SAP	8	6	72.35	2	12.75
DVI	7	7	65.57	0	0.00	ARE	7	0	0.00	7	7.58
LCB	7	7	13.66	0	0.00	ASG	7	7	1.63	0	0.00
LLS	7	1	32.75	6	89.10	LLS	7	1	32.75	6	57.32
SAP	7	6	80.87	1	1.50	DVK	6	5	37.98	1	1.12
RCP	6	2	2.22	4	77.68	DVL	6	2	31.43	4	34.19
DVG	4	2	7.83	2	0.94	DWS	6	4	27.94	2	4.20

2.2.1.4 定期试验

2000 年度实现了日常定期试验和大修定期试验的统一管理, 并按照 GOR 定期试验监督大纲 (IP/TST/011) 的要求, 完成了 2000 年计划安排的 GOR 定期试验项目。以下是统计结果及统计分析。

1. 统计结果

2000 年 GOR 定期试验年度统计结果见表 2.2.1.4-1。

表 2.2.1.4-1 2000 年 GOR 定期试验年度统计

专 业	计 划		执 行		合 格		有 异 常		超 期		一 次 不 成 功		利 用 裕 度 项 数		裕 度 平 均 利 用 率		
	1,0,9 号机组	2号 机组	1,0,9 号机组	2号 机组	1,0,9 号机组	2号 机组	1,0,9 号机组	2号 机组	1,0,9 号机组	2号 机组	1,0,9 号机组	2号 机组	1,0,9 号机组	2号 机组	1,0,9 号机组	2号 机组	
MIC	大	(55)	(65)	(55)	(65)	(55)	(65)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	小	320	468	320	468	320	468	19	7	0	0	0	0	5	0	17.9%	
MEE	39	59	39	59	39	59	0	0	0	0	0	0	4	0	8.6%	0	
OPO/OC	66	60	66	60	66	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TTS/TP	198	200	198	200	198	200	0	0	0	0	1	0	0	11	0	2.4%	
TTS/TF	25	32	25	32	25	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OPH/ES	56	24	56	24	56	24	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5.1%	
OPH/HR	362	310	362	310	362	310	0	0	0	0	1	2	0	3	0	1.3%	
OPO	≥1月	531	758	531	758	531	758	19	40	0	0	10	15	16	9	8.7%	8.1%
	=1周	232	153	232	153	232	153	11	0	1	0	5	3	1	0	42.9%	0

续表

专业	计划		执行		合格		有异常		超期		一次不成功		利用裕度项数		裕度平均利用率	
	1,0,9号机组	2号机组	1,0,9号机组	2号机组	1,0,9号机组	2号机组	1,0,9号机组	2号机组	1,0,9号机组	2号机组	1,0,9号机组	2号机组	1,0,9号机组	2号机组	1,0,9号机组	2号机组
年合计	1 829	2 064	1 829	2 064	1 829	2 064	49	47	1	0	17	20	26	25	—	—
年比例/%			100.0	100.0	100.0	100.0	97.3	97.7	0.1	0.0	99.1	99.0	1.4	1.2	11.8	4.5
	占总计划数		按计划执行率		执行合格率		无异常率		超期率		一次成功率		裕度内调整率		裕度平均利用率	

注:化学监督未统计在表内;2000年一次成功率目标值 $\geq 99\%$,无异常率目标值 $\geq 96\%$

2. 统计分析

(1) 一次不成功情况:2000年一次不成功的情况属于一般,从一次不成功项数的角度来分析,1号机组有19项,2号机组有20项,与去年相比有所增加,但基本正常;从一次成功率的角度来分析,1号机组有6个月的一次成功率没有达到目标值,但接近目标值,情况基本正常;2号机组有3个月的一次成功率没有达到目标值,特别是11月大修通风系统的试验均出现一次不成功而导致一次成功率偏低,即通风系统的试验不满意,须分析原因并采取相应的措施。

1) 一次成功率趋势情况图:1,0,9号机组一次成功率趋势情况和2号机组一次成功率趋势情况见图2.2.1.4-1和图2.2.1.4-2。

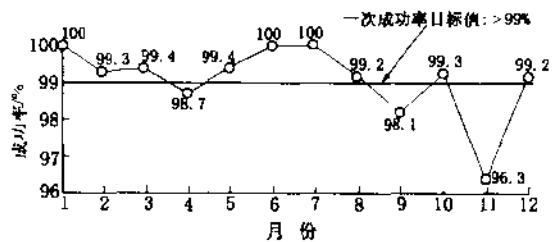
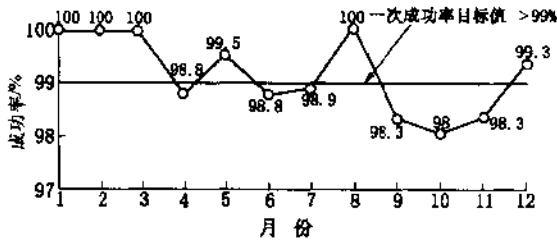


图2.2.1.4-1 2000年1,0,9号机组一次成功率趋势情况

图2.2.1.4-2 2000年2号机组一次成功率趋势情况

2) 一次成功率趋势情况分析

1,0,9号机组有6个月的一次成功率没有达到99%的目标值,但均在目标值附近,属正常情况。

2号机组第11月份一次成功率为96.3%,偏离目标值较大,原因为大修前通风系统的试验均出现了一次不成功的情况。

3) 重复一次不成功的原因分析

PT1/2VVP002重复一次不成功原因是:4,5,9月份一次不成功的原因因为SM7部分限位开关故障,8/11月份一次不成功的原因因为选择开关故障。207大修中已调整SM7部分限位开关及更换选择开关,再鉴定合格。107大修中已调整SM7部分限位开关且再鉴定合格。

PT1/2SAP001重复一次不成功原因:3,4月份一次不成功的原因因为电磁阀漏气引起2SAP01/02DS不可用,导致2SAP01/02CO出口压力高而跳闸,10,11月份一次不成功的原因因为仪表漂移导致出口压力低。不成功的原因说明:仪控部分故障率较高,压缩机本体性能较好。

通风系统试验一次不成功的原因是：大修通风系统的定期试验如 PT2DVF003, PT1/2DVH004, PT1/2DVL003, PT1DVL002, PT9DVN002/003 等在第七次大修前的执行中均出现一次不成功，原因为风门出现机械卡涩，不能关闭及风道漏风等。目前采取的措施为：将试验周期由年度改为季度，提高了监测频度，并且对如何防止故障出现的方案也在进行讨论和研究。

(2) 异常情况：从出现异常项目的角度来分析，2000年，1, 0, 9号机组出现异常项目有49项，2号机组47项，与去年比较，项目有所减少，应是满意的情况；从无异常率的角度来分析，基本都能达到96%的目标值；PT缺陷响应速度及处理工期基本满意，但仍有9项缺陷等状态。

1) 无异常率趋势情况：1, 0, 9号机组无异常率趋势情况和2号机组无异常率趋势情况见图2.2.1.4-3和图2.2.1.4-4。

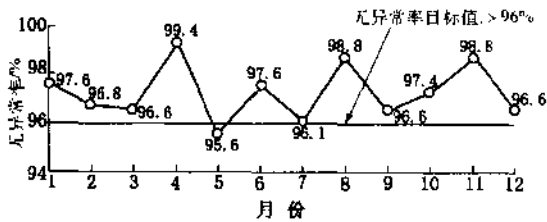


图 2.2.1.4-3 2000年1,0,9号机组无异常率趋势情况

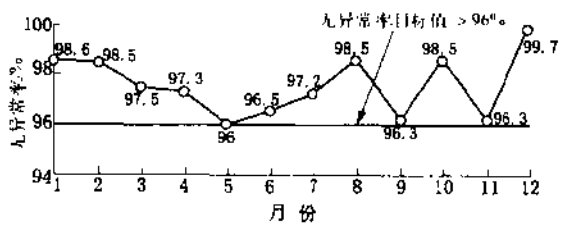


图 2.2.1.4-4 2000年2号机组无异常率趋势情况

2) 无异常率趋势情况分析：

1, 0, 9号机组及2号机组无异常率均达到目标值，并在窄范围内波动，属满意的情况。

3) 重复异常项目原因分析

PTIXRPA050 试验在106大修后的每次试验中均出现了电流信号超差的异常情况，原因是：原选择开关接点数与规定的不符且正常运行期间不能处理；处理措施为：更换1RPA699CC选择开关。

在1~8月份的PT2LLS001试验中均出现了汽轮机轴承润滑油压力低的异常情况，原因是：原节流孔板外径及厚度尺寸均偏小，导致在安装过程中孔板发生偏斜，因此使部分润滑油未经孔板而旁路；处理措施为：重新设计孔板，安装后投运正常。

PT9DVN001在1~3月份的试验中频繁出现滤网压差高的异常情况，原因是：风机出口风门设计不合理，导致风量分配不合理而出现压差高的假故障，4月初经过更换风门后不再频繁出现假故障。第7, 9月份偶尔出现压差高及仪表（液位指示器）无指示液，属正常情况。

4) 须关注及跟踪的异常项目

PT2RCV004试验中出现2RCV201VP关闭定值超标（规程要求3.9 MPa，而实际在3.8 MPa左右），待208大修处理。

PT2RRA002试验中的第二部分出现泄漏率不合格，怀疑2RCP212/354VP有泄漏，待208大修时处理。

5) 定期试验缺陷处理工期及等状态的数量状况见表2.2.1.4-2：

表 2.2.1.4-2 定期试验缺陷处理工期及等状态的数量状况

		MIC	MEE	MSM	MRM	总计
处理工期	$T \leq 3$ 天	25	0	5	2	32
	$3 \text{天} < T \leq 7$ 天	6	0	1	0	7
	$T > 7$ 天	24	0	5	3	32
等状态的数量状况		4	1	2	2	9

注：年度处理工期大于7天的缺陷项目中：有25张工作票由等状态及设备引起，有7张工作票因处理难度大引起

(3) 利用裕度及利用率情况：从利用裕度项目的角度来分析，1, 0, 9号机组利用裕度26项，2号机组25项，与去年相比，数量明显减少，说明计划与执行控制得比较好，但有1项试验因工作负责人未按时取票而出现了人为利用的情况；从裕度利用率的角度来分析，1, 0, 9号机组平均裕度利用率为11.8%，2号机组为4.5%，1, 0, 9号机组情况一般，并且1RPN000XX部分试验规程利用裕度为21.4%，接近25%周期裕度，即接近超期，2号机组较好。

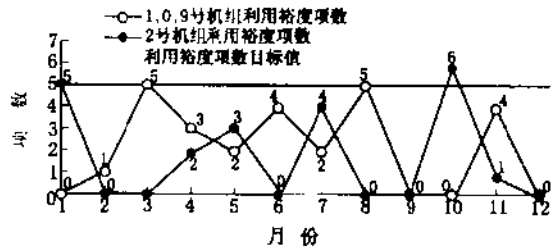


图 2.2.1.4-5 2000 年利用裕度项数趋势情况

1) 利用裕度项数趋势情况见图 2.2.1.4-5。

2) 利用裕度项产生的原因：

- 3月份因闰年“千年虫”保电及机组停运，1, 0, 9号机组计划性调整5项；
- 4~5月份 COMIS 系统投运，没有按计划执行的试验8项，其中1, 0, 9号机组4项，2号机组4项；
- 6月份因1RRI001PO改造完成后，RRA状态的再鉴定推迟而调整4项；
- 7月份因2RRI002/004PO改造而调整4项；另外，9TEG001MG半年氧表校验因MIC工作负责人取票时间晚，此时的系统状态不能满足试验要求的工期而推迟执行；
- 8月份因1RPB300JA断路器故障而调整4项；
- 10月份因国庆保电而调整4项；
- 11月份因1号机组出现一、二环路超温 ΔT 及超功率 ΔT 定值波动而调整4项。

3) 因保电而调整的定期试验趋势情况见图 2.2.1.4-6

4) 裕度平均利用率趋势情况见图 2.2.1.4-7。

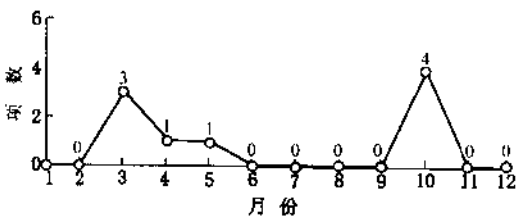


图 2.2.1.4-6 2000 年因保电而调整的定期试验趋势情况

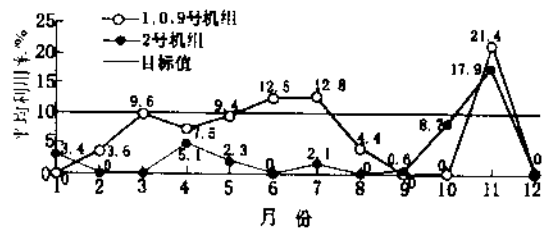


图 2.2.1.4-7 2000 年裕度平均利用率趋势情况

(4) 超期情况:

计划在7月21日执行的PT9DVN001因1DVN007ZV不可用时间延长而出现超期(超过+25%周期裕度)并写LOER,详细情况见LOER-1-0006。

2.2.1.5 瞬变统计

1. 主要瞬变消耗情况

根据瞬变发生的几率和结果,分为4类:

第1类:额定工况,相当于设计压力和温度范围内的静态工况(不必进行瞬变统计);

第2类:一般运行工况及中等概率事件(如升、降负荷);

第3类:小概率事件(如一回路小破口);

第4类:极小概率事件(如一回路大破口)

主要瞬变(属第2类)有以下几种:反应堆升、降温,升、降负荷,快速降负荷,停堆,化容系统(RCV)上充、下泄流量变化,余热导出系统(RRA)投运等。其中化容系统与一回路(RCP)第二环路冷管段连接处,由于上充下泄流量变化导致温度的变化所引起的瞬变,是所有瞬变中发生次数最频繁、影响较大的一类瞬变,如果控制不好,频繁的大幅度温差产生的温度应力造成的冷或热冲击就会使连接管提前失效,最终导致一回路小破口甚至大破口,后果不堪设想。广东大亚湾核电站历年主要瞬变消耗情况见表2.2.1.5-1。

表2.2.1.5-1 广东大亚湾核电站历年主要瞬变消耗情况

瞬变代码	简要描述	商运前		1994年		1995年		1996年		1997年		1998年		1999年		2000年		累积消耗		设计限值
		1号机组	2号机组	1号机组	2号机组	1号机组	2号机组	1号机组	2号机组	1号机组	2号机组	1号机组	2号机组	1号机组	2号机组	1号机组	2号机组	1号机组	2号机组	
1.1	开盖后的升温	2	2	0	0	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	12	9	80
1.2	未开盖前的升温	6	4	3	0	2	0	2	3	0	2	1	1	2	0	1	2	17	12	120
2	反应堆降温	7	5	4	0	6	2	3	4	1	3	2	2	3	1	3	3	29	20	200
3.1	升功率	45	32	43	36	7	13	5	6	6	5	5	2	1	3	4	2	116	99	9800
4.1	降功率	17	24	33	34	6	7	5	4	6	5	4	2	3	7	5	3	79	86	9920
21.1	紧急停堆,有正常导热条件	20	9	5	0	1	4	3	1	0	2	0	0	0	0	1	0	30	16	230
32.1	上充增加50%	145	133	65	6	30	20	15	30	12	22	20	16	21	14	19	13	327	254	12000
32.2	上充最大增加	42	57	7	0	20	7	3	5	1	5	2	1	2	2	7	2	84	79	300
33	上充减少50%	124	94	87	39	95	64	42	96	31	47	31	32	34	36	18	28	462	436	12000
35	关闭第二个孔板,流量减少100%中等幅度	29	14	10	0	14	3	7	7	3	7	5	8	5	7	3	6	76	52	11200
36	关闭第二个孔板,流量减少100%大幅度	18	10	2	0	3	2	7	11	7	5	7	8	3	5	2	11	49	52	800
37	下泄关闭后打开,上充不变	21	16	3	0	3	3	4	4	0	0	0	1	0	0	0	1	31	25	220
38	上充、下泄同时关闭后,同时打开	2	4	1	0	0	1	3	1	1	1	0	0	0	2	0	0	7	9	200

2. 趋势分析和改进建议

从表 2.2.1.5-1 可以看出 2000 年两台机组的瞬变消耗基本保持良好。值得注意的是 1 号机组 32.2 号瞬变在 2000 年消耗了 7 次，这是自 1996 年以来消耗最多的一年。从历年瞬变统计数据发现，瞬变较多发生在大修期间，大部分瞬变主要又是 RCV 瞬变，因此为有效地控制 RCV 瞬变，减少瞬变次数，建议：

(1) 上充、下泄流量的调节尽可能匹配，即增加下泄流量时，尽可能同时增加上充流量；减少下泄流量时，尽可能同时减少上充流量；

(2) 平缓调节上充、下泄流量；

(3) 不要全部关闭上充、下泄流量；

(4) 加强对运行处主控制室操纵员的培训，以便加强控制严重瞬变消耗的意识，减少不必要瞬变和严重瞬变的发生；

(5) 在运行处大修规程风险分析栏中，增加控制瞬变消耗的提示；

(6) 请大修计划部门多给运行操纵员一些时间窗口，便于平缓调节上充、下泄流量。

3. 良好实践及经验反馈

(1) 主控制室操纵员有瞬变意识是控制瞬变消耗的关键因素。

(2) 2 号机组第七次大修后，在运行处操纵员俱乐部会议上，及时地将大修中发生的严重瞬变和改进建议作了介绍，以便有利于在未来的大修中控制瞬变消耗。

(3) 根据 2000 年 7 月的 PNSC 会议精神，在运行处已经确定了瞬变统计对口人，运作良好。

(4) 大修期间，技术支持处性能试验科加强了对每日瞬变统计相关参数趋势的跟踪，一旦出现严重瞬变，马上就起草 24 小时事件单，同时与运行处对口人一起讨论，分析原因，提出改进意见。

2.2.1.6 核安全文化

2000 年电站厂长亲自挂帅，主持电站安全文化推进项目，电站的安全文化建设继续保持着高昂的势头。综观一年来的工作，2000 年的安全文化建设更加扎实和务实，并取得了丰硕的成果。其中的重要的里程碑有：

1. 5 月份生产线五个部与 IAEA 在大亚湾共同举办“安全文化研讨会”。电站的各级领导干部踊跃参与，充分体现自上而下推进安全文化建设的思路与理念。在研讨会上深入探讨了安全文化的内涵，安全文化的三个发展阶段及其主要表征，安全文化自我评估方法的理论探讨以及最新的发展态势；同时结合电站的实际情况进行了安全文化自我评估，明确了我们所处的安全文化发展阶段和安全文化推进的方向。

2. 制定了《GNPS 安全文化建设大纲》，规范了安全文化建设各项活动。深入贯彻 PDCA 的管理原则，确定了以安全文化自我评估为基础的推进思路，这样的思路也是我们进行安全文化建设的核心，并且以程序的形式，将安全文化建设的各项活动完全纳入各部、处的管理改进计划之中。

3. 继续不遗余力地以各种形式、方法和手段加强全员安全文化宣教工作。安全文化推进者小组编写并广为分发了《GNPS 安全文化建设良好实践》，完善了安全文化培训教材，进行全员培训，而且充分发挥公司的信息管理系统的优势，开发建立了安全文化网页。

2.2.1.7 执照申请

1. 核安全监督与交流互动

(1) 外部监督检查

除了对电站的日常运行的监督、检查和跟踪外，国家核安全局还对大亚湾核电站实施了6项专题和例行检查：运行经验反馈检查（2月）；纠正行动跟踪检查（4月）；维修例行检查（11月）；定期试验检查（5月）；事故规程培训检查（7月）；核材料安全监督检查（10月）。

(2) 专题会议

1) ASG 系统泵流量设计研讨会

大亚湾核电站在大修中发现 ASG 泵流量不满足验收标准。5月23~24日，大亚湾核电站邀请了法马通、EDF、沈阳水泵厂、中国核动力设计研究院和核安全局的有关专家，就泵的全流量试验不达标的原因和处理方案进行了讨论并基本达成了共识。随后，大亚湾核电站向国家核安全局呈报了该问题的解决方案并得到批准。

2) 核电站中长期改进研讨会

6月13~15日，大亚湾核电站邀请国家核安全局、法马通、EDF 专家，主要介绍法国核电站改进的总方针、目标、改进项目的提出和评价以及项目的实施等经验，以及大亚湾核电站中长期改进计划的初步设想。

3) 2000 年度国家核安全局与广东核电合营有限公司协调会

9月18~21日，广东核电合营有限公司与国家核安全局召开了2000年度协调会，主要内容是2000年国家核安全局监督计划执行回顾和2001年监督计划通报；大亚湾核电站执照申请审评状态；大亚湾核电站通报群堆管理、生产线五个部分工及管理协调情况；操纵人员执照、18个月换料、中低放废物处置场、十年核安全评审和 RCM 应用等问题。

4) PSR 及 RCM 报告会

11月22日，大亚湾核电站向国家核安全局报告了核电站定期安全评审（PSR）和以可靠性为中心的维修（RCM）在大亚湾核电站的开展状况、计划、方法、策略等。国家核安全局就大亚湾核电站在这两方面所做的工作表示肯定。

(3) 大修监督

大亚湾核电站第七次机组大修期间，国家核安全局除了按大修监督计划对大修全过程进行监督外，还按照法规要求审查了换料大修初始报告、换料计划及换料安全评价报告、在役检查结果报告、再启动报告以及物理启动试验报告和大修总结报告，并分别召开了大修初始报告审查会、在役检查结果报告审查会。机组重新临界前，国家核安全局对现场进行了机组临界前的核安全检查，并召开临界前检查会以保证临界条件已满足；机组满功率后，还召开了机组满功率后评议会。

2. 18 个月换料项目执照申请

(1) 18 个月换料第二次执照申请会

3月29~30日，大亚湾核电站与国家核安全局召开了18个月换料第二次执照申请会，讨论了18个月换料项目进展及计划、审评工作计划及审评问题回答等。

(2) 第三次执照申请会

7月17~18日，大亚湾核电站与国家核安全局召开了18个月换料第三次执照申请会，主要内容是失水事故和 WRB-A 热工水力公式问题。

(3) 18个月换料非正式执照申请会

8月4~5日,大亚湾核电站与国家核安全局召开了18个月换料非正式执照申请会,还邀请法马通有关方面的人员参加,主要介绍18个月换料项目FC临界热负荷关系式。

(4) 第四次执照申请会

11月20~21日,大亚湾核电站与国家核安全局就FC公式的有关问题召开了第四次执照申请会。

(5) FC关系式安全审评专题会

12月7日,就FC关系式的有关问题,大亚湾核电站与国家核安全局召开了审评专题会。此外,大亚湾核电站在18个月换料放射性影响评价方面做了一些准备工作。

3. 安全重要修改及评审

2000年度大亚湾核电站送交国家核安全局申请的安全重要修改及评审项目有:

- (1) 电站保卫系统改造申请
- (2) 十年安全评审大纲
- (3) ASG泵振动标准修改申请
- (4) 技术规范GOR III第三版修改申请
- (5) 关于大亚湾核电站和岭澳核电站统一RO/SRO执照的申请
- (6) 运行总则第九章(GOR IX)修改申请
- (7) 以可靠性为中心的维修(RCM)方法应用申请
- (8) PRA报告及模型送审
- (9) 18个月换料项目执照申请
- (10) 18个月换料运行维修文件修改申请
- (11) 质保大纲E版审查
- (12) 应急柴油机冷却水回路加装逆止阀改造申请
- (13) 2RCP893VP临近弯头的管段变形评价
- (14) 大修报告各类报告的审评

4. 特许申请

2000年大亚湾核电站共向NNSA提交了4份特许申请,其中通用特许申请1份。国家核安全局审评后批准了这些特许申请,详细情况请见4.16 特许申请汇总。

5. 承诺报告及来往信函

按照核安全法规和环保法规的要求以及电站生产运行的实际需要,广东大亚湾核电站除了每天向国家核安全局提交运行日报外,还向国家核安全局和国家环保总局上报各类承诺报告和申请文件共166份。

2000年广东大亚湾核电站共收到安全监督部门(有信函渠道号)来函共45份。

6. 操纵员执照申请

(1) 操纵员和高级操纵员考试

2000年度大亚湾核电站组织了操纵员(RO)和高级操纵员(SRO)取照考试。在5月22日至6月8日的操纵员考试中,共39人参加考试,30位达到合格标准,经考评委评议合格后申请RO执照。在10月16~26日的高级操纵员考试中,共19人参加考试,有12人达到合格标准,经考评委评议合格后申请SRO执照。

(2) 操纵人员换照考试

按照国防科工委 1999 年 9 月发布的《核电厂操纵人员执照考核管理办法（试行）》的要求，换照人员必须进行模拟机考试和口试且成绩合格。广东核电操纵人员考评委员会决定模拟机换照考试用模拟机复训考试替代，不再另行组织考试。2000 年共有 17 位操纵员执照持有人和 8 位高级操纵员执照持有人参加换照考试合格并申请换照。

截至 2000 年 12 月 31 日，大亚湾核电站共有 60 人持操纵员（RO）执照，63 人持高级操纵员（SRO）执照。

（3）大亚湾核电站与岭澳核电站统一 RO/SRO 执照的问题

由于广东核电集团实施群堆管理，为了管理的需要和人力资源的合理利用，大亚湾核电站和岭澳核电站向国家核安全局提交了《关于广东大亚湾核电站和岭澳核电站统一 RO/SRO 执照的申请报告》，并开始着手制定人员管理程序。

（4）核电厂操纵人员资格审查委员会

国防科工委核电厂操纵人员资格审查委员会（简称资审会）于 3 月 6~8 日举行了二届一次会议，并于 12 月 20~21 日召开二届二次会议，主要讨论大亚湾核电站和岭澳核电站操纵人员执照等问题，审查并通过了《核电厂操纵人员执照考核管理办法（试行）》。

另外，由于广东核电集团人员和组织机构的变动，广东核电操纵人员考评委员会的人员组成也作了相应的变动。

7. 环境监督

（1）与广东省环保局协调会

7 月 4 日广东核电合营有限公司与广东省环保局召开了年度协调会，就环境监督、核电环境保护和三废排放管理以及核电厂应急等问题进行了讨论。

（2）与国家环保总局沟通会

9 月 13 日中国广东核电集团与国家环保总局召开了沟通会，主要内容是北龙处置场业主及试运行、FC 关系式的审查和在线维修等问题。

2.2.1.8 国际原子能机构活动

2000 年大亚湾核电站继续参加实施 IAEA 的亚洲地区合作项目 RAS/4/015 “核电厂运行安全”和其他项目的活动。活动内容分为两类：研讨班和培训班。活动方式：在大亚湾核电站举办或派员参加国外举办的活动。

1. 在大亚湾核电站举办的活动

（1）安全文化研讨班

该研讨班于 2000 年 5 月 8 日至 12 日在大亚湾现场举办，IAEA 安全文化方面的专家 Dahlgren 女士，Talbot 先生和英国专家 Merry 先生出席并授课。中国核工业集团公司、国防科工委系统二司、国家环保总局安全审评中心、秦山核电站亦派代表参加。大亚湾核电站和岭澳核电站共 60 余人参加研讨班，包括各部领导、各处代表和各部门安全文化推进者。

研讨班主要内容包括：安全文化理念及其管理、推进安全文化的基本方法和步骤、安全文化活动的评估及指标、安全文化面临的挑战及其强化改进措施、GNPS 安全文化建设计划、实施情况及效果，今后的提高策略，并针对各专题分组讨论并介绍结论。

（2）运行安全性能指标研讨班

该研讨班的英文称谓：Workshop on Operational Safety Performance Indications as a Tool for NPP Self Assessment，于 2000 年 10 月 30 日至 11 月 3 日在 GNPS 现场举办。IAEA 特邀四位在指标管理有造诣和经验的专家讲课。参加研讨班的人员来自印度、巴基斯坦、韩国、秦山核

电、江苏核电、中国核工业集团公司、大亚湾核电站和岭澳核电站的代表共 20 位。该研讨班的目标在于通过相关单位对监督运行安全性能的管理方法的介绍，讨论和信息交流，帮助核电站建立和完善运行安全性能指标体系，利于管理和提高安全水平。

研讨的主要内容包括：核工业面临的新的环境的挑战，IAEA 推进安全指标管理体系的研究状况，安全性能的评价方法和手段，制定和推进指标管理体系的目标、资源、基本架构和范围，安全管理应用。各核电站介绍应用安全性能指标管理的经验。GNPS 介绍和演示了核电站的指标管理体系和信息管理体系，获得中外与会人员好评。

(3) 大修 ALARA 研讨班

IAEA 技术合作部自 1998 年开始实施一项由中国、韩国、巴基斯坦参加的区域援助项目 RAS/9/022：优化核电站职业辐射防护。

大修 ALARA 研讨班是 RAS/9/022 项目计划的一部分。此研讨班于 2000 年 12 月 4 日至 8 日在 GNPS 现场举办。出席研讨班的人员有 IAEA 官员，两位辐射防护专家及来自韩国、巴基斯坦、江苏核电、秦山核电、中国辐射防护研究院、大亚湾核电站和岭澳核电站的同仁 20 位。

该研讨班的研讨内容主要有：介绍和检查 RAS 合作项目的进展状况、交流 ALARA 理念的普及和电站各层次员工对此的了解、有关辐射事件的信息、减少职业照射技术和良好的管理实践，并讨论和提出进一步优化辐射防护技术和建议。

(4) 核设施核材料实物保护培训班

该 IAEA 培训班由广东核电合营有限公司主办，中国原子能科学研究院协办，培训时间从 2000 年 6 月 4 日至 16 日。

培训班的目的是使参加人员掌握有关核材料及核设施实物保护系统的概念和技术，以帮助有关单位开发和实施实物保护系统。出席培训班的人员有：美国圣地亚国家实验室的教员 7 人，国内学员 24 人，亚太国家学员 12 人，特邀专家 2 人。培训班采用课堂系列技术讲座、专家报告、分组讨论、演练及参观核电站等多种活动形式。

2. 国外举办的 IAEA 活动

大亚湾核电站派遣相关人员参加在国外举办的 IAEA 活动包括：

(1) 韩国电力公司举办的“核电厂营运单位组织和运行安全管理”的研讨班，讨论研究了 2001~2002 年新 RAS 合作项目；核燃料和堆芯管理培训班；核电厂人员资格和管理作用的培训班；

(2) 巴基斯坦举办的辐射防护培训大纲研讨班；

(3) 日本辐射防护进修调研；

(4) 美国阿贡国立实验室举办的提高核电厂运行安全的监督、评估培训班；

(5) IAEA 在维也纳举办的有关安全文化自我评价的技术委员会会议和维修领域安全文化的咨询会议；

(6) 西班牙举办的职业照射管理研讨班。

2.2.2 工业安全

2.2.2.1 工业安全统计

2000 年工业安全指标统计情况见表 2.2.2.1-1。其中指标定义为：

$$\text{工业安全事故率 } F = \frac{\text{事故总数}}{\text{总工作小时数}} \times 0.2 \times 10^6$$

$$\text{工业安全严重度 } G = \frac{\text{损失工作日数}}{\text{总工作小时数}} \times 0.2 \times 10^3$$

表 2.2.2.1-1 2000 年工业安全指标统计情况

项 目	目 标 值	实 际 结 果
重伤及以上事故次数	0	0
轻伤事故次数	≦3	2
工业事故率 F	≦0.2	0.137
工业事故严重度 G	≦0.09	0.008

1. 轻伤事故

2000 年发生两起, 见表 2.2.2.1-2。

表 2.2.2.1-2 轻伤事故

序号	事故编号	描 述	时 间	损失人数
1	A200001	2000 年 10 月 10 日 15 时 30 分, 静机处一名工作人员 (二公司劳务人员) 在 YA 现场测量 OSDA357VR 阀门螺母尺寸时, 一滴盐酸滴入眼中, 计电站工业事故一次, IOE 一次, 损失工时一天	2000.10.10	1
2	A200002	2000 年 12 月 25 日上午约 10 时, 在 MGS 工作的淮电公司一名员工, 在 1DVM005ZV 就位时, 从约 2 m 高的被吊起的外罩上坠落, 送至医疗中心救治。损失工时 22 天	2000.12.25	22

2. 工业未遂事件

2000 年共发生工业未遂事件 24 起。按风险分类见表 2.2.2.1-3。

表 2.2.2.1-3 未遂事件潜在风险分类

风险类别	机械伤害	电 气	落物打击	烫 伤	危 险 品	淹 溺	坠 落	其 他
次 数	5	5	6	2	2	2	1	1

3. 工业安全指标变化趋势比较

1999 年及 2000 年工业安全指标变化趋势的比较见图 2.2.2.1-1。

2.2.2.2 工业安全管理

1. 工业安全总体状况

2000 年电站工业安全总体情况处于相对平稳状态, 但与高标准要求仍有较大差距。指标显示, 全年发生两起轻伤事故, 员工对基本安全要求逐步认同和理解。为适应电站机构调整和大修工期变化, 及时调整了工业安全管理对策, 使事故未遂处于可控状态。

2. 2000 年的主要工作

(1) 加强作业现场安全控制, 制定“现场人员个人保护要求”“关于违反安全条例处理

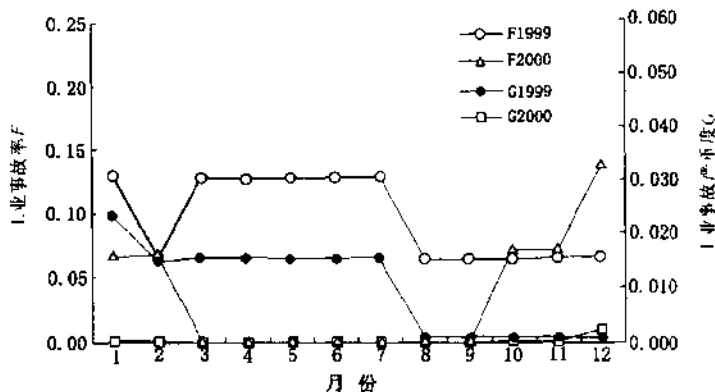


图 2.2.2.1-1 1999/2000 年工业安全指标变化趋势比较

规定 (IP/FPS/360)”等程序, 并加强现场安全监督, 发出工业安全相关的违章整改通知 61 份。修改了工作组织过程中工业安全相关部分章节, 对工作负责人变更, 特殊作业许可证安全要求, 试验许可证使用范围, 大修支持性工作的安全控制几个在实际中经常发生的问题重新明确了规定。10 月份以暂行规定方式下发执行。目前已纳入正式的维修规程。

(2) 制定电站五星级工业安全管理系统, 建立了方案并按计划完成了标准草稿的编写, 目前进行修改, 评审, 为明年选择试点、实施推进打下了基础。

(3) 作业现场固定设备风险的改进, 发出 ESR 跟踪改造 SEC 立式泵加装顶部护栏, 并已完成, 从根本上防止性能试验人员摔伤事故发生。发出 ESR 要求加装 VVP 通道护栏, 尚未完成。协调进行电站行车安全检测, 电站现有的 53 台行车完成 51 台检测, 另外两台将安排在 1 号机组大修时检测, 消除造成重大人身伤害的潜在危险。

(4) 加强厂内交通安全管理, 完成厂区内道路交通安全标志线刷涂工作, 定期对厂内使用车辆及驾驶人员进行监督检查。

(5) 抓典型事故实例对员工进行安全教育, 组织员工认真学习, 讨论内外部事件, 汲取经验教训。

(6) 抓好防台风、防雷、防涝工作, 做好季节性防灾。针对 9914 号台风对福建地区的影响, 提高电站抗台风标准。组织对电站永久性建筑物进行评价, 提高抗台规范性, 对本年度发生的大小台风均有预报和检查、有跟踪、有总结, 形成了较为完善的防台管理体系。

(7) 改进工业安全培训, 修改培训教材, 增加工业安全事件的经验反馈。全年完成培训复训 35 期共 1066 人次。

3. 主要问题

(1) 安全管理停留在一般事故控制状态, 趋势性指标控制不够, 比如: 未遂事件, 异常状况, 严重违章行为的统计, 分析不及时, 预测性不够。

(2) 安全要求标准不够高, 表现在对厂房管理, 固定安全设备管理的小缺陷意识不到。WANO 同行评审提出的问题表明了我们在这方面的缺陷, 对问题的处理规范性不够, 轻重不够得当。

(3) 对人员违章的监督处理力度不够, 一方面担心影响与执行处之间的协调关系, 另一方面监督人员担心把握处理的尺寸掌握不够, 心中无底数。需要提高监督人员业务素质, 建立规范的违章处理渠道。

(4) 承包商人员的安全管理仍是薄弱环节：短期承包商仅靠一次培训无法达到核电要求；承包商人员本身素质较低，又变更频繁，基本条件很差；管理部门难以抽出人力监督跟踪到位。生产五部应加强对承包商管理的协调控制的统一性，即加强合同签订、培训以及入厂证件等方面控制，对作业中安全管理每个环节制定协调管理办法。

(5) 安全责任制落实不到位，表现在厂房安全负责人没能真正行使职责，以及培训不够，人员素质不够高，不能适应高标准要求。

2.2.3 消防

2.2.3.1 火灾事件及火灾未遂事件统计

2000年火灾事件及火灾未遂事件统计数据见表2.2.3.1-1。

表2.2.3.1-1 火灾事件及火灾未遂事件

项 目	目 标 值	实 际 结 果
火灾事件	0	0
火灾未遂事件	9	12

火灾未遂事件原因分类分析见表2.2.3.1-2。

表2.2.3.1-2 火灾未遂事件原因分类分析

事 件 原 因	电 气	人 因	机 械 设 备
次 数	7	4	1

全厂消防系统可用率见图2.2.3.1-1。

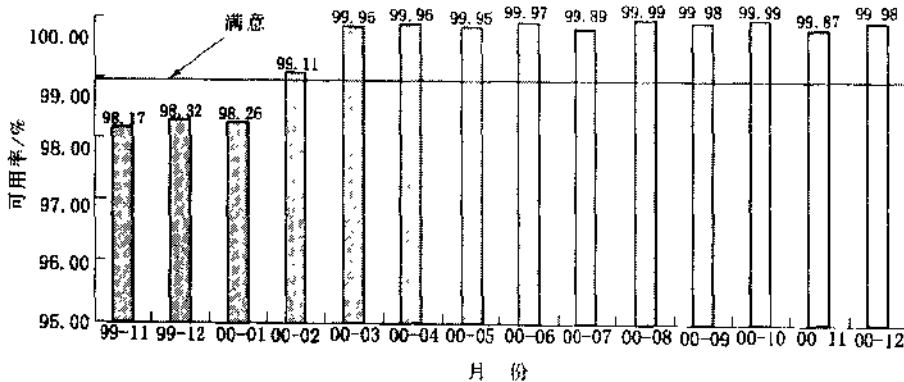


图 2.2.3.1-1 1999/2000 年全厂消防系统可用率

2.2.3.2 消防管理

1. 消防指标方面

全年未发生火灾事故，发生火灾未遂 12 次，超出年度控制指标，电气设备相关的未遂事件未得到有效控制。

2. 2000 年完成的主要工作

(1) 现场可燃物存放点的清理

从7月到9月, OPH 工业安全科在对厂内物料存放情况做了充分调查同各负责部门协商之后, 清除了控制区和汽机厂房内 11 处存放点, 检查整顿了全厂 35 处长期存放点的数量种类和证件情况, 进一步规范了现场物料存放的管理

(2) 加强防火门管理, 推进防火门改进

在去年防火门宣传活动的基礎上, 今年从培训和现场监督两方面继续强调了随手关闭防火门的要求, 并推广用防火门临时打开警示牌进行控制的便利方法, 得到了 MEE, MRM 等执行处员工的遵守和支持。从6月起开始进行防火门异常率统计, 该指标在9月份一度降至 3.8%。防火门问题的重点已由人因转向技术, 这方面的第一步工作是采用大力矩关门器克服风压, TEN 土建科已完成调研, 试验和选型, 进入采购

(3) 采取切实技术措施, 提高消防系统总可用率

自年初更换了 JPV, JPD 过期泡沫液后, 全厂消防系统总可用率自2月份起一直维持在满意水平 (>99%), 这与工业安全科的严格监督和各执行处的积极响应是分不开的, 特别是 MIC 进行的 AF4700 BOP 火警系统遭雷击后抢修、JDT 线型感温系统的冬夏季节定值调整和电爆管回路故障诊断工作处理, 有效地降低了火警系统的停运时间, 首次实现了 JDT 线型感温系统全年无误喷。

(4) 强化现场检查、严格控制动火作业

今年重点抓动火证上防火措施落实情况。平时重点动火作业在动火证上指定开工前工业安全人员到场验证, 大修期间实行轮番拉网式现场检查, 仅2号机组第七次大修期间就发出相关安全监督单9份, 有效地遏制了只办动火证, 不落实防火措施的不良工作习惯。另一方面对动火作业的防火措施提出了更高的要求, 包括产生火花的作业必须自带灭火器和防火布, 高处动火必须防止火花溅落等。通过宣传和现场推行, 已基本得到各执行部门和人员的认同。

(5) 加强经验反馈, 推进设备防火

根据近年来因设备原因引起的火灾未遂居高不下的情况, 自今年起将所有火灾未遂列为内部运行事件, 进行分析纠正, 以尽量避免重发。从3月份起成立了由 OPH 工业安全科牵头的设备防火工作小组, 重点跟踪了以1号主变压器 C 相高压中性点过热熔断为代表的电气接点过热及以 OSAP401MO 轴承过热烧毁为代表的转动机械轴承过热这两类多发设备火灾未遂模式。现 MEE 除采取改造等措施, 处理已出现的过热故障点外, 已提出为期三年的现场电气盘接点全面检查计划和检查责任跟踪到人的制度。MRM 也进一步细化了现场设备巡视要求, 设备防火工作小组将继续跟踪这些措施的落实情况

(6) 消防培训与演习

全年组织各级消防培训 30 期, 共有 936 人参加; 运行值消防训练站模拟演练 8 次; 三级消防演习 6 次; 四级消防演习 1 次。

3. 主要问题

(1) 火灾未遂事件数 12 起 (超标 3 起), 分析原因主要有下面两类:

1) 电气设备接点过热 5 起, 其中包括导致停机的 1 号主变压器 C 相中性点过热熔断和导致降功率的 ICSY001ZV 保险端子烧断。随着运行时间的增长, 接点过热这种积累效应的故障将逐步显现出来, MEE 对此制定的专用设备项检查计划应是有效措施, 目前的关键是

确保检查质量,并根据经验反馈逐步完善检查范围。

2) 动火作业措施不落实两起,均为 NEPC。承包商动火作业一直不够规范,除了其自身问题之外,现场监督和处理力度不足也是一个重要原因。2 号机组第七次大修工业安全科加强了现场监督处理,情况有所好转,但要形成良性循环、良好习惯,还需各接口处和安全监督部门继续坚持对承包商动火作业的高标准、严要求。

(2) 现场大量木制脚手架板尽管已进行过减量清理,但 WANO 评审专家仍然认为现场特别是控制区内存放的木制脚手架板构成了不可接受的火灾载荷。根据国外核电站的经验,应采用金属脚手架板替代,除减少可燃物外,还有利于控制区内物品去污,现已将此列为 WANO 纠正行动之一。

(3) 防火门异常率居高不下

其中部分防火门因关门器推力小,通风压差等原因反复出现异常的占一半以上。TEN 土建科提出的改用强力关门器的技术处理第一方案,应加紧推进,同时应考虑个别门风压很大,采用第一方案无效时的第二方案。

(4) JDT 火警系统改造

1) 1JDT101AR/2JDT201AR 主火警系统因基本功能达不到国标要求而提出的改造申请 MRMIS99039,因 OPO 不同意在 MCR/CCR 加装专用监视终端而处于暂停状态,而且 MIC 又于 2000 年 12 月提出现有系统因备件采购困难可能停运。此项改造急需由 TEN/OPO/MIC/OPH 协调确定方案,加紧推进。

2) 0JDT4700 火警系统今年因雷击两次造成大面积瘫痪,经 MIC 全力抢修方得以恢复。TEN 与 MIC 确定的近期防雷方案必须在明年雨季前落实。

2.2.4 辐射防护

2.2.4.1 2000 年度辐射防护总体评价

(1) 指标完成情况

- 未发生人员意外照射和大剂量照射事件
- 未发生放射性物质失控事件

表 2.2.4.1-1 大亚湾核电站 2001 年辐射防护指标与结果

项 目	目 标 值	结 果 值
集体剂量/(人·Sv)	$\leq 1.4^{\text{①}}$	1.13
最大个人剂量/mSv	$\leq 20^{\text{②}}$	8.14
人员体内污染/(人·次)	0	0
人员体表污染/(人·次)	≤ 8	5
辐射事故	0	0

注:①1.4 人·Sv 为公司五年发展计划指标,生产部在 2000 年初辐射防护大纲中将这一指标调整到 ≤ 1.25 人·Sv;

②生产部 2000 年辐射防护大纲已将该指标调整到 ≤ 10 mSv。大亚湾核电站今年未发生人员意外照射,大剂量照射和放射性物质失控事件。

作为 WANO 统计和考核电站的指标之一的集体剂量,2000 年度大亚湾核电站的结果值为 0.565 人·Sv/(堆·年),低于该组织 1999 年公布的最佳四分值 [0.72 人·Sv/(堆·年)],

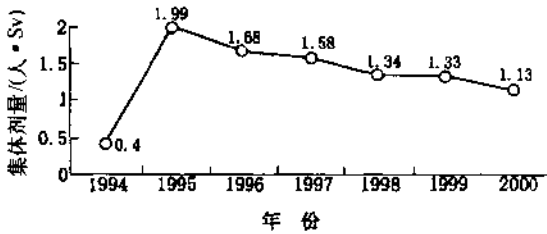


图 2.2.4.1-1 大亚湾核电站集体剂量趋势(两台机组)

这意味着电站的集体剂量指标处于世界先进行列。大亚湾核电站历年集体剂量统计见图 2.2.4.1.

(2) 集体剂量

与 1999 年相比, 电站集体剂量下降了 15.2%, 即 202 人·mSv, 同时, 该项指标提前两年实现了公司五年发展计划的预定目标值 (<1.2 人·Sv)。取得如此优异的成绩主要取决于:

1) 控制和压缩大修工期, 提高大修质量和减少返工。2000 年度两次大修在控制区内的工时为 113 695 人·时, 比上一年减少了 7 672 人·时。

2) 机组正常运行期间的检修工作量不大;

3) 继续推行和贯彻辐射防护指标承诺制, 使大修各主要工作现场及大修的剂量均控制在目标值以下。

4) RRA/RCV 管线改造后对减少大修辐射源项起到了积极的作用, 特别在 2 号机组第七次大修中, 尽管¹¹⁰Ag^m的峰值比前一次大修的要高的多, 但¹¹⁰Ag^m对各辐射场的贡献并未见明显增加。

保证检修质量、避免不必要的返工、应用成熟的工艺和工器具是减少不必要的照射和进一步降低电站集体剂量的基础。2 号机组第六次大修期间, 1RCV221VP 阀门检修现场因返工和检测多次而增加了 43 人·mSv 的照射剂量。

(3) 大修剂量

2000 年大修剂量为 980 人·mSv, 占电站全年剂量的 86.8%。此比例与上一年度的相当 (88.3%), 但大修剂量却少了 196 人·mSv, 这表明大亚湾核电站的职业辐射照射主要来自大修, 以及本年度的大修剂量有较大幅度的下降。大亚湾核电站历次大修剂量见表 2.2.4.1-2。

表 2.2.4.1-2 大亚湾核电站历次大修剂量

大修	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次
1 号机组	1.36	0.81	0.56	0.54	0.60	0.49	0.56
2 号机组	0.54	0.83	0.51	0.47	0.57	0.57	0.49

(4) 个人剂量

与电站集体剂量一样, 2000 年个人最大剂量也创了新低, 为 8.15 mSv, 实现了年初制定的预定目标值 (<10 mSv)。此次受到最大照射的员工岗位是静机设备检修, 是在电站工作的承包商人员。全年个人单次最大照射剂量为 2.14 mSv, 产生于 2 号机组第七次大修中的蒸汽发生器检修现场。大亚湾核电站历年个人最大剂量统计见表 2.2.4.1-3。

表 2.2.4.1-3 大亚湾核电站历年个人最大剂量

年份	1995	1996	1997	1998	1999	2000
剂量/mSv	18.7	12.1	15.3	9.8	10.35	8.15

从表 2.2.4.1-3 可以看出, 大亚湾核电站从 1998 年起, 个人最大剂量已基本稳定在约 10 mSv。单纯追求降低个人最大剂量可能会增加集体剂量。一般来说, 个人最大受照者都是各单位的生产骨干。

全年进入控制区的人数是 2 131, 次数为 88 200, 平均每人次个人受照剂量为 12.8 μ Sv。其中, 前两个数据均低于前一年的结果, 特别是次数降低了 11.7%, 表明今年的检修活动少于 1999 年。

(5) 人员体内污染

全年共做了 2 400 人·次的全身计数常规和操作检测, 未发现有人体内沾污。

(6) 人员体表沾污

2000 年共有 5 人·次体表沾污, 与前一年水平相当。其中 1 号机组第六次大修 3 人·次, 2 号机组第七次大修 2 人·次。从表 2.2.4.1-4 看, 除 1995 年和 1997 年外, 大亚湾核电站人员体表沾污次数基本上稳定在每年 5~6 人·次。上述例外的两年主要是大修初期辐射防护经验欠缺和发生意外事件所致, 如 1997 年 1 号机组第三次大修期间由于试验失误, 使一回路水从稳压器人孔溢水, 一次造成 5 人体表沾污。

表 2.2.4.1-4 大亚湾核电站人员体表沾污

年 度	1995	1996	1997	1998	1999	2000
沾污人次数	15	6	11	4	6	5

2.2.4.2 辐射防护培训

1. 培训内容

电站 2000 年的辐射防护培训量比前一年有所下降, 但短时间在核电站工作的承包商人员培训入次数有大幅度的上升。2000 年完成辐射防护一级培训 (代号 305a) 90 人·次, 辐射防护二级培训 (代号 305b) 34 人·次, 辐射防护复训 (610) 806 人·次, 完成短期在电站的承包商人员辐射防护培训 (862) 314 人·次。

2. 在岗培训

(1) KRT 系统

鉴于 KRT 系统的管理责任从 7 月份全部移交给辐射防护科, 这就要求相关人员必须了解全系统的各通道和相关经验反馈的内容, 于是在 2000 年安排了如下与 KRT 系统有关的介绍和培训: KRT 系统总体概况; KRT 系统的管理要求; KRT 系统新的职责与分工; KRT 月报与故障分析; KRT 常见故障 (环境监测部分) 及处理。

(2) 辐射剂量监测基础

请中国辐射防护研究院派专家为辐射防护科新员工进行辐射剂量监测的基础培训, 使这些新员工了解和掌握辐射防护最基本的知识。

(3) 经验反馈

针对一些管理改进和新技术, 须推广到所有下属员工, 在 2000 年进行了以下培训: 辐射防护标志牌的管理要求; 与射线探伤相关的新辐射安全标牌和管理要求; WANO 同行评审介绍; WANO 同行评审的 AFI 介绍; 辐射监测仪 SMART 的使用; 2 号机组第七次大修工作项目及重要辐射风险的分析; 反应堆顶盖更换的辐射安全和控制。

2.2.4.3 辐射防护管理

1. 人员变动

考虑到人员内部的流动性和培养的需要,1号机组第六次大修后将现场运行组一技术员和剂量组一员工对调了岗位。一名辐射防护技师退休,其岗位由一剂量监测工程师接替。接收一名新大学毕业生并安排和技术组,同时该组一名员工调整到剂量管理组一技术支持组一培训教员辞职离开了核电站。其岗位由一名资深的凯利员工接替。

2. WANO 同行检查

(1) 为迎接 WANO 的同行检查,大亚湾核电站在 1999 年分别请 WANO 派人来做大修专项的非正式同行检查和电站内部各相关专业及部门的自查,对发现的问题列入 2000 年的管理改进计划。1号机组第六次大修后到 2000 年 8 月,一直针对自查出的问题落实纠正行动,到 WANO 同行正式检查前,所有与之相关的纠正行动全部得到落实。

(2) 9 月 11~29 日,WANO 同行检查团对大亚湾核电站进行检查和评审。在辐射防护领域,两位检查同行分别来自美国的核动力运行研究所 INPO 和法国电力公司 EDF,为大亚湾核电站的辐射防护专业提出了两个待改进项:由于沟通上的问题,高标准的要求未能有效贯彻和落实;培训和专业监督检查上的缺陷增加了人员计划外受照射和污染扩散的潜在风险。

WANO 同行检查后,在电站的统一要求和安排下,已针对暴露出的问题制定了整改措施并纳入了下一年度的管理改进计划。

3. 射线探伤中的辐射安全管理

为检测金属设备的焊接质量,各工厂企业广泛使用射线探伤技术,大亚湾核电站也不例外。这类作业的风险特点是:

- 1) 在核电站了解更多的是电站的核辐射,而对使用放射性同位素所产生的辐射不甚清楚;
- 2) 射线探伤用源的活度高,远比电站一般的核辐射风险大;
- 3) 大修期间作业现场和工作人员多,而这期间探伤的活动量也很大,这给辐射防护和控制带来很大压力;
- 4) 常规岛厂房空间大、设备多,不易清场和控制人员的进出

在 2000 年的两次大修中分别出现了一次与射线探伤有关的辐射安全未遂事件:

1号机组第六次大修期间,安排了一次在 W213 房间设备的射线探伤。现场工作负责人安排一人布片,自己开始做边界隔离。当他封了一边界入口并对其余入口进行封闭之际,一名电站员工从已隔离的入口擅自进入 W213 房间,当他从该房间的另一入口出来时,被在现场的一名辐射防护人员发现并指出其违规和潜在后果。尽管探伤还未开始,人员也未受到意外伤害,但该事件反映出个别员工对临时控制区的隔离标识的内容不甚了解和缺乏辐射防护意识。

2号机组第七次大修期间,安排了一次在常规岛(汽轮机厂房)的探伤作业。作业前,工作负责人按要求进行了清场和边界隔离,其中包括广播通知。当探伤开始后,一滞留在该厂房的人员打电话向主控制室询问,才知探伤已经开始。随后主控制室立即告知工作负责人停止探伤作业。事后辐射防护科对事件进行了调查并做了模拟试验,结论是滞留在厂房的人员并未因此次探伤受到照射;二是发现工作负责人张贴在厂房入口处的关于探伤信息日期有误,即误导了其他人员在该厂房工作的安全状态;三是常规岛厂房太大和设备布局复杂,给探伤前的清场带来很大困难。

对于常规岛厂房的清场,辐射防护科正在考虑更为有效的措施,力争将风险减至最低。

4. 加强对外围控制区的监管

除核岛主控制区外,电站还有一些与放射性或辐射相关的厂房,它们早已列为控制区管理,但因辐射风险相对较小及厂房结构布局等因素,在对其辐射监控不完善。作为 WANO 同行检查前的内部纠正行动,辐射防护科重新制定了辐射监测方案并编写了执行规程 TS/RPS/319。

5. 辐射防护现场工作指南

现场倒班运行的辐射防护人员,其知识和技能水平参差不齐,还有一些辐射防护管理要求及经验反馈的内容并未完全体现在目前程序内。

考虑到上述因素,辐射防护科从本年度开始编写“辐射防护现场工作指南”,主要内容包括:辐射防护基础知识;主要仪器和 KRT 各通道的性能指标;辐射防护技术的经验反馈;临时性工作要求及指令。

6. 补充辐射防护标识与标志

1) 根据控制区内辐射状态及水平分布,专门制作了一些能反映设备上的辐射“热点”和区域性辐射水平的提示牌,如“高辐射区,请快速通过”和“低辐射区待命点”等;

2) 定制带荧光反射的射线探伤标志。

7. KRT 统一管理

2000年7月,电站将辐射监测系统的管理责任统一划归给辐射防护科。辐射防护科接管后做了如下工作:

- 1) 派人了解和熟悉原化学科和环境科有关 KRT 的工作内容和定期试验程序;
- 2) 请化学科和环境科培训,特别是提供经验反馈信息;
- 3) 跟踪和掌握仪控处对 KRT 所有通道校验的过程及状态;
- 4) 配合化学科和环境科对其所负责通道的定期试验;
- 5) 调查 KRT 异常和故障原因;
- 6) 与综合计划处讨论并制定下一年的定期试验计划;
- 7) 向运行处和综合计划处提供 KRT 水、气、电的隔离设备清单;
- 8) 完成所有定期试验的标准工作包;
- 9) 向上级领导和相关单位提交 KRT 状态月报;
- 10) 与相关单位商讨和确定 KRT 的分工细则。

2.2.4.4 辐射防护相关技术工作

1. 学术与技术研讨

1) 4月4~7日,由世界职业照射管理中心 ISOE 主办、IAEA 协办的 ISOE 第二次辐射防护经验交流研讨会在西班牙的 TARAGONA 召开,大亚湾核电站应邀派一人前往。有来自世界各国 100 多个同行进行了专题报告和研讨,这对我们了解世界核电辐射防护的最新动态和获取相关的经验反馈信息是有帮助的。

2) 作为中国核安全交流项目,国家核安全局组织了一次赴日考察大修辐射防护管理的活动。辐射防护科应邀选派了一位大修辐射防护协调工程师前往,对日本两个核电站的辐射防护有了一些感性认识。

3) 一人前往法国 EDF Golfech 和 Cruas 两核电站进行姊妹电站技术交流。Golfech 核电站的集体剂量是全法国最低的,也比大亚湾核电站低,其辐射防护的管理经验值得我们学习,

如辐射标志、物品出控制区的辐射监测和控制等。此外，法国核电站为加强对员工人身沾污的监测，在出厂区大门前都开始增设 C3 门。该门式监测器的灵敏度更高，据说已安装了 C3 门的电站每年均可检测出数人受沾污。

4) 12 月 4~8 日 IAEA 在大亚湾核电站举办了旨在提高中国、韩国和巴基斯坦三国核电站辐射防护和最优化的研讨班。除韩国和巴基斯坦各派两人参加外，中国要求所有核电站（包括在建）派人出席。韩国目前已有十几个机组和相当的运行经验，因此他们介绍的辐射防护管理和技术对我们比较有帮助。

2. 相关程序

在总结经验的基础了编写了《放射性污染控制》程序；

重新检查和修订了 80 余份技术程序。

3. KZC 改造

去年 10 月底对 KZC 主机软件升版后在 2 号机组第六次大修中发现了一些未想到的问题，大修后也曾发现原始数据库的数据有丢失现象。在 1 号机组第六次大修前又要求厂家派人前来处理，结果发现是软件上的缺陷，经处理后再未发现有类似的问题，同时对于终端反应慢也做了改进，在人员进/出速度上有了一定的提高。

4. 科技成果

(1) 2000 年《核电站气体放射性查漏方法》和《设备无损辐射测量系统》获公司科技进步二等奖。

(2) 参与编写的《辐射防护最优化原则及其应用》一书出版，其中第十一章介绍了国外和大亚湾核电站在辐射源项控制方面所做的努力和成果。

5. 技术革新与改造

(1) ACCUSCAN 全身体内污染监测仪

ACCUSCAN 是大亚湾核电站用于精确定位和分析人员体内沾污的全身计数监测仪，因其探测器传动和定位装置的驱动控制板损坏而影响了原有的功能，遂在本年度立项由国内代理商 GENTEC 对该设备进行检修。这台 ACCUSCAN 是厂家十年前的产品且这类设备早已不再生产，所以厂家建议对该设备的探测器驱动机构按该产品的最新设计进行改造，同时也对该设备的软件做了升级。改造后该设备恢复了原有的功能。

(2) 自编应用软件

根据现场辐射防护管理的需要，在本年度内自行编制了几个应用软件，改善了对相关信息和数据的统计与管理。

以往对地面污染的统计都是依据现场值班的记录单，易丢失和计数出错。新软件避免了统计上的失误，能长期保存并可统计和分类给出污染原因及变化趋势。

2000 年开始对控制区内的辐射“热点”进行跟踪监测。对于定期测得的数据不能做趋势分析，给管理上带来不便。应用自编的统计程序能够及时醒目地给出各“热点”的辐射水平和相应的变化趋势，是对辐射源项跟踪和控制的有力工具。

为及时跟踪和控制大修各主要工作组的集体剂量，自行编制了一个统计软件。辐射防护人员利用 KZC 的数据和工作人员名单能及时和准确地掌握相关工作组的集体剂量及变化趋势，有利于及时发现剂量异常和控制其剂量。

2.2.4.5 大修辐射防护管理

2000 年经历了 1 号机组第六次大修和 2 号机组第七次大修。前一个大修的辐射防护管理

基本上是上一年度 2 号机组第六次大修的延续,与该次大修不同的是在及时总结经验的基础上对核岛检修的主力,也是手部沾污“大户”的两个单位进行了经验反馈,结果在随后进行的 1 号机组第六次大修中收到了明显的效果,手部沾污入次数下降了近 50%。

在 2 号机组第七次大修准备阶段,辐射防护科在组织上专设了一名大修和经验反馈工程师,专职负责大修辐射防护准备,配合大修相关单位审查了所有与辐射风险相关的工作文件包。编写和规范了辐射风险分析内容,便于工作中继续推广和执行辐射防护指标承诺制并收到了预期的效果。

在签订辐射防护指标承诺前,与各检修专业组对口的辐射防护人员与该组的工作人员一道进行经验反馈和风险分析,针对风险制定相应的对策,这一做法已成为大亚湾核电站辐射防护管理上的一项良好实践。其好处是共同做风险分析一方面能帮助工作人员增强防护意识,另一方面也使辐射防护人员了解检修的操作过程。更为重要的是密切了两专业人员间的沟通,避免了那种单纯的监督与被监督的关系。

针对反应堆厂房外龙门架下的临时控制区,尽管以前也设置了边界围栏,但发现有个别员工仍可随意穿越,为此,在 2 号机组第七次大修前专门加工制作了聚乙烯塑料围板,在临时控制区只留下一个出入口,使人员不能轻易跨过和穿越。

2.2.4.6 辐射监测仪表

1. 新采购辐射监测仪表

(1) 根据生产一、二部双边支持协议,生产一部保健物理处将为生产二部提供热释光剂量计(TLD)的测读和辐射测量仪表的维修与检定。在 2000 年已完成新采购一台 TLD 测读仪,目前在用的一台同型号的测读仪已投运 8 年,时常出现一些小故障。因此新购的这一台既可扩大 TLD 的测读范围,也能作为老设备的备用。

(2) 根据对市场和用户的反馈信息,采购了一套以色列 ROTEM 公司生产的 SMART 辐射测量系统,包括便携式 γ 辐射测量仪和表面污染测量仪各一台及数据处理软件。经现场测试和培训后,该系统已达到投运的条件,但考虑到大亚湾核电站已具有辐射防护信息咨询系统,而且目前的定期辐射测量数据均输入此系统,于是就要求这两套系统应能结合起来。后因涉及需经费去修改咨询系统而暂无法实现,下一步将继续考虑落实。

2. 维修与检定

全年共检修 KZC 系统设备 384 台件,便携式 KRT 仪表 340 台件,构件检修 81 块,保证了电站辐射和剂量监测的需求。

全年共检定 KRT 便携式仪表和个人电子剂量计 1 580 台件,KZC 系统各设备定期试验 10 次,刻度 2 次和 KRT 通道定期试验 79 次。

3. KRT 通道异常处理

1, 2 号机组的 KRT008MA 自投运以来一直就存在“高放射性”误报警的问题。该通道原由环境科负责,他们认为是原设计和反应堆厂房内氦本底高所致:该通道测量的是气溶胶放射性的变化率,当每次自动更换滤纸时由于氦本底偏高和氦气体放射性的变化率过大就可能会出现“高放射性”误报警信号。

自 7 月份电站所有 KRT 通道交由辐射防护科负责后,对该通道进行了误报警跟踪,结果发现有时滤纸自动更换后并未出现误报警信号,而发生误报警信号时又未发现滤纸的更新。这一结果与原来的结论不吻合,遂向厂家通报,厂家一开始也无法解释,后又要求电站记录该通道误报警时的相关信号,以便他们做进一步分析。

电站立即安排做记录,但在随后捕捉到的一次误报警信号因记录不完整,只能在下一年度继续跟踪处理这一问题。

8月25日2KRT026MA在主控制室出现“一级报警”信号,操纵员通知辐射防护值班员。开始该值班员误以为是仪表有问题,因探测器所在房间的就地显示与集中控制柜处的INR203显示有差异,前者为 1.78×10^5 nGy/h,而后者为 2.45×10^5 nGy/h,遂通知仪表检修人员处理。后证实信息有误,因该通道在就地无数据显示。

从该通道近几天的测量值看,确是从本底逐渐升高并达到“一级报警”,通知化学科派人前来处理。他们先是将2REN的相关取样流量下调,同时先后两次从一回路取样,结果都未发现异常。

辐射防护人员又对该通道用标准放射源进行标定,该通道工作是正常的。

在总结前面所做的努力后,辐射防护科又把注意力放在了设备泄漏或探测器外其他地方因辐射异常而影响该通道的工作之上。经现场仔细检测后发现距该通道探测器尾部不远处有一放化取样手套箱的疏排水弯头处的辐射水平较高,认为这可能是影响通道正常工作的干扰源。于是要求化学人员用清水冲洗该弯头内部,发现去污效果不好,又用铅皮对弯头进行屏蔽,该通道的显示结果还是不见下降迹象。

最后让仪表检修人员将探头从测量腔内取出,用便携式辐射测量仪表对测量腔进行检测,发现探头处的辐射主要来自其正前方的测量对象,而与尾部的辐射干扰无关。把探测器取出后放在较低辐射环境下偶然发现该通道的测量显示值仍维持在 2.5×10^5 nGy/h不变,并未下降至所处环境下的 3×10^4 nGy/h,遂怀疑是探测器的问题,最后确定真正的毛病在测量盒内的线路板。更换后,该通道彻底恢复正常。

2.2.4.7 个人剂量监测

1. 全年KZC系统记录到进控制区的人数为2 131,次数为88 200,均比去年有所减少。
2. 全年电站员工接受热释光剂量计TLD监测的人数是999,测读TLD剂量计11 557片·次,均比上一年度略有增加。全年接受中子TLD监测为41人·次,剂量为4.7人·mSv。
3. 全年共接受中核集团辐射剂量管理中心和广东省卫防所的双轨TLD测读288片·次,其结果与电站数据相比,误差在可接受范围之内。
4. 全年共做全身计数检测2 400人·次,未发现有人体内沾污。

2.2.5 职业健康管理

2000年是国家医疗卫生改革重要的一年,特别是随着医疗改革在大亚湾核电站的全面实施,职业健康管理亦从政策、策略、原则、任务等方面进行了相应的调整,以满足新形势下职业卫生和职业健康管理的需要,从而保护员工的身体健康,促进大亚湾核电站卫生事业的发展。

2.2.5.1 电站职业健康管理的基本任务和要素

1. 基本任务

- (1) 职业危害防治;
- (2) 职业健康监督;
- (3) 职业健康促进;
- (4) 医学应急准备。

2. 基本要素

- (1) 职业健康知识的宣传和教育；
- (2) 职业健康监督；
- (3) 职业危害因素的调查、监测、评价和卫生学防护；
- (4) 异常照射情况下的医学干预；
- (5) 医学应急计划和准备；
- (6) 过量照射人员的医学观察和随访；
- (7) 职业病管理；
- (8) 职业流行病学调查；
- (9) 职业心理学服务；
- (10) 职业健康档案管理和人群健康评价。

2.2.5.2 职业危害的监测与评价

1. 放射性职业危害

放射性职业危害的监测在 2.2.4 “辐射防护”中已作了介绍。2000 年大亚湾核电站外照射累积剂量 1130.4 人·mSv。内照射剂量采用全身计数器测量和生物样品分析，全身计数器测量的全部工作人员内照射剂量都低于年摄入量限值的百分之一，通过现场空气及尿氚的监测，估算得氚的最大个人待积剂量为 18.18 μ Sv，集体待积剂量为 13.87 人·mSv。

2. 非放射性职业危害的监测

(1) 职业危害因素的确定依据

工作环境有害因素的确认从以下两个方面考虑：

- 1) 能对员工的健康有危害或有不良影响；
- 2) 能对员工的生理和心理活动形成直接或间接的影响。

(2) 常规监测项目

噪声、高温、电磁辐射、工作环境的空气质量（包括气压、风速、气温、空气离子、可吸入颗粒物浓度、CO 和 CO₂ 浓度）、照度。

(3) 常规监测点的选择

1) 噪声：主要在生产车间和辅助车间以及工作间和临时工作休息室等活动场所，共选择了 34 个监测点；

2) 高温：员工在工作中可能接触高温的工作场所，共选择了 38 个监测点；

3) 电磁辐射：有高压电流导线输出的地方或者可能存在高压电磁场泄漏的工作场所，共选择了 13 个监测点；

4) 工作场所空气质量：能够代表现场和办公室空气质量的区域，以及员工反映空气质量欠佳的工作场所，共选择了 51 个监测点；

5) 工作场所照度：与工作场所空气质量监测同步进行，也选择了 51 个监测点。

(4) 常规监测周期

高温监测夏季每月一次，其他因素每年一次。

(5) 监测结果及评价

1) 噪声

在选择的 34 个监测点中，有 13 个监测点 3 次监测结果均超过 85 dB (A)（此处 A 表示采用 A 档加权网络测量），其中 90 dB (A) 以上的监测点有 4 个。噪声超标的 13 个监测点

中, 11 个噪声性质属于稳态噪声, 声压变动小于 5 dB (A)。LX 空压机房约 20 秒间隔会出现 3~4 秒的强噪声, 最大声压强度达 110 dB (A)。NX 洗衣干燥房的噪声亦不稳定, 变动范围约 6 dB (A), 两者均属不稳态噪声。频谱分析发现, 2MXGGR 间高频噪声相对较强。其他监测点噪声分布较均匀。

根据《工业企业噪声卫生标准》的规定, 随着噪声接触时间的递减, 接触噪声时间可适当放宽。接触 8 小时, 不得超过 85 dB (A); 接触 4 小时可放宽到 88 dB (A); 接触 2 小时可允许到 91 dB (A), 但最高不能超过 115 dB (A)。根据这一规定, 电站员工接触噪声没有超过国家标准。同时, 大亚湾核电站《工业安全守则》规定, 进入高噪声的工作场所必须佩戴个人听觉保护设备 (耳塞、防噪声耳罩)。工业安全科为全厂接触噪声危害的员工均准备了耳塞和耳罩, 可根据需要随时领取。耳塞可平均减低噪声 29 dB (A), 耳罩可平均减低噪声 30 dB (A), 这些措施能有效地防止噪声对人体的危害。

2) 工频电场强度

工频电场强度监测共设置 13 个监测点, 其中 TB 外核深线 (A 相) 下工频电磁场超过限值, 大于 5.0 kV/m。带电情况下进入该地需要屏蔽, 作业时间不得超过 4 小时。

3) 高温

常规监测选择的 38 个监测点, 其空气温度超过室外空气温度 2℃以上, 按《高温作业分级》规定, 这些区域均属高温作业区。通过综合温度计算发现, 超过 32℃的监测点有 26 个。根据《高温作业场所气象条件卫生评价标准》规定, 32℃是高温作业场所综合温度的上限值, 在综合温度 30~32℃作业场所作业, 轻体力劳动持续时间要少于 80 分钟, 中度劳动少于 70 分钟, 重度劳动少于 60 分钟; 综合温度每增加 2℃, 劳动持续时间依次递减 10 分钟。因此, 我们建议如果需要在高温场所长时间作业, 应尽可能增加通风换气, 严格遵守《高温作业允许持续接触时间限值》的规定, 并通知职业医疗中心, 做好防暑降温等工作, 保护员工的身体健康。

4) 工作场所气象条件

室内空气温度、相对湿度、一氧化碳、二氧化碳和可吸入颗粒物浓度及空气中细菌总数的测量结果显示, 各监测点以上指标均未超过国家标准, 惟有风速偏小, 低于 0.6 m/s。

空气离子浓度测量发现有 11 个监测点异常, 特别是 AF 二楼仪控办公室正负离子浓度明显高于室外对照点, 正负离子比值增大, 严重失调, 其原因与室内通风不良、工作人员密集有关。根据监测结果, 改进了通风系统, 保证了室内工作环境的质量。

5) 照度

常规监测选择的 51 个监测点, 监测结果符合《工业企业照明设计标准》的要求。

6) 大修期间更衣间的温度监测

106 大修更衣间的温度分布在 20~23℃之间。207 大修因气候转暖, 更衣间的温度约 22℃左右, 满足员工更衣的需要。

7) 高温季节的温度监测

7, 8, 9 月份分别对现场作业场所的温度进行跟踪监测, 没有发现员工接触高温超过国家标准。

8) 厂界噪声的监测和评价

2000 年对大亚湾核电站 (GNPS) 正常满功率运行期间和岭澳核电站 (LNPS) 施工建设期间的厂界噪声进行了监测和评价。目的是为了编制岭澳核电站首次装料阶段的环境影响报

告书,评价岭澳核电站施工及岭澳核电站、大亚湾核电站运行时噪声对环境的影响。从本次监测结果来看,大亚湾核电站运行期间,厂区周围噪声水平在休息日和工作日变化不大,昼夜无明显差异,最高噪声位于厂房东侧(汽轮机厂房外),平均噪声水平为67.8 dB(A);辅助厂房一侧噪声,平均47.6 dB(A)。岭澳核电站昼夜噪声有明显差异,休息日和工作日亦有明显变化,工作日厂区周围最大噪声68.7 dB(A),最低58.3 dB(A)(该区域施工人员少);夜间噪声明显减低,最低区域为41.7 dB(A)。从整个监测结果来看,无论大亚湾核电站运行,还是岭澳核电站施工建设期间,其厂界噪声均没有超过国家标准。

2.2.5.3 职业健康监督

职业健康监督包括就业前的健康检查,定期健康检查,工作适任性评价和患病员工的健康随访。工作适任性评价是在健康检查结束后,依据职业健康检查结果和聘任岗位的健康要求进行的。对于辐射工作人员,在作出“不能从事辐射工作”或“脱离辐射工作”的结论时,我们根据受照情况、工作需要、本人的年龄、技术专长、健康状况等进行综合分析评价,特别是对于从事辐射工作多年并有技术专长或受过系统专业培训的辐射工作人员,在取消其从事辐射工作的资格时,仔细地权衡了这一决定对社会和个人的利益和代价。经分析评价后,若作出可以从事辐射工作的结论,则列为“暂时能从事辐射工作”。对此类人员,定期随访,严密观察,不因这个结论给患者的健康带来不良后果,或给核安全造成影响。

2000年计划体检1315人,实际体检1312人,完成计划99.97%,工作适任性评价1312人,完成计划100%,对患有某些疾病不宜从事相应工作的人员,提出医学建议,调整岗位,做了合理安排,既保障了劳动安全,又保护了员工的健康,维护了职工的基本权力。

2.2.5.4 职工健康保健

2000年体检结束后,向每位员工发放了个人健康检查结论和工作适任性评价报告,并提出相应的医学建议。根据员工的健康状况及存在的主要问题,制定了部分患病员工的健康保健计划;向患有心血管疾病的员工发放了两期心血管疾病保健知识宣传小册子;对高血压、高血糖患者定期测量,监督治疗,观察疗效,为患有高血压和糖尿病的患者控制病情起到了积极的促进作用。同时职业医疗中心加强门诊随访,2000年门诊随访2305人·次。邀请苏州医学院的心血管专家来大亚湾核电工地进行心血管病咨询、随访、诊治、专题讲座等,保障了员工身体健康。

2.2.5.5 职业心理学服务

在职业健康管理工作中,我们发现相当一部分人员存在不同程度的心理障碍,员工对心理学服务的要求非常迫切。因此,我们对职业健康管理医生全部进行了心理学知识培训,并邀请有经验的心理医生来大亚湾核电工地进行心理咨询和治疗,收到了良好的效果,促进了员工的心理健康。在安全心理学方面,2000年以宣传安全心理学知识为主,特别是对违章操作的几种心理状态(侥幸心理、惰性心理、麻痹心理、逆反心理、逞能心理、凑趣心理、冒险心理、从众心理、无所谓心理和好奇心理等)进行了分析,编写成宣传资料,供员工和管理人员学习、借鉴。

2.2.5.6 职业健康宣传和教育

2000年度大亚湾核电站的职业健康宣传和教育的健康宣传栏、核电计算机网络和核电人杂志宣传卫生健康知识为主,同时开展讲座和咨询。2000年度编辑出版健康宣传材料48

期, 更换健康宣传栏宣传材料 11 000 多份, 对提高员工的卫生保健知识, 增强员工自我保健的意识和能力, 起到了积极的促进作用。

2.2.5.7 异常照射情况下医学干预的准备及实施

职业医疗中心负责大亚湾核电站异常照射情况下的医学干预, 针对异常照射发生的不同情况、不同阶段, 从医学管理、医学预防及医学处理等方面准备了相应的措施: 对人员进行了相应的培训; 建立了设备齐全的现场去污室及去污中心; 配备了相应的污染监测设备和去污剂、内污染阻吸收剂、促排剂、抗放药物、核事故急救药箱等物品, 基本满足了现场异常照射情况下的需要。对应急照射前的医学干预、应急照射和事故照射后的医学干预从医学管理、医学预防及医学处理等方面作了明确规定。2000 年大亚湾核电站没有发生过量照射事故。控制区发生的各种外伤, 都从防止内污染的角度, 提出了医学建议, 并采取相应的措施, 没有因外伤而发生内污染事故。44 例皮肤放射性核素污染, 去污均达本底水平, 体表污染的原因主要是习惯性违章。

2.2.5.8 医学应急计划与准备

1. 完成了 GNPS/LNPS 厂内医学应急计划, 并报国家核安全局, 通过审查, 得到批准。

2. 人员准备: 2000 年为核电工地承包商医务人员, 核服总医疗中心医务人员, 职业医疗中心医务人员进行了核事故医学应急培训, 并为员工进行了 37 期急救培训, 共有 1 082 人参加。应急急救演习, 均达到了规定的应急响应要求。

3. 物质准备: 现场放置的创伤急救箱、保健药箱、救护车、洗眼器和淋浴器, 以及现场去污室, 去污中心, 抢救室的设施、设备、器材, 每周巡检一次, 周检率 100%; 可用率 100%。核电工地范围 12 处放置了两万多片碘片, 每季度巡检一次, 季检率 100%, 碘片保存完好率 100%。

2.2.5.9 员工健康档案管理

职业医疗中心对核电站的工作人员建立了详细的个人健康档案。健康档案内容包括: 职业史、个人史、家族史、既往史、个人受照射剂量、有害物质接触量、就业前的检查记录、历年的健康检查记录、异常照射情况下的医学干预记录、过量照射人员的医学随访记录、职业病的诊治记录等。个人健康档案是个人的保密材料, 其使用范围限于工作适任性评价、劳动能力鉴定、应急照射时的健康评价、职业病诊断、职工健康保健、人群健康评价、职业危害水平与效应的评价等。个人健康档案实行档案库和计算机双重管理, 以文字管理为准, 每年对健康档案进行一次整理。健康档案库包括: 人员信息、健康检查计划、物理检查数据、化验及仪器检查数据库、工作适任性评价数据、个人病史、特殊项目检查数据等。

2.2.5.10 卫生防疫

1. 预防接种: 2000 年为全体员工注射了甲肝和乙肝疫苗; 春、冬两季流感流行季节为员工接种流感疫苗; 对疟疾高危人群发放预防药品。2000 年度没有一例新发疟疾患者; 没有发生流感流行; 乙型肝炎表面抗原阳性者的比例明显低于深圳市的平均水平。

2. 食堂卫生: 每月对食堂卫生检查一次, 及时提出问题, 跟踪监督。餐具抽查全部符合卫生标准要求。

3. “四害”防治: 2000 年按计划定期调查了工地范围“四害”的分布情况, 特别是加强了虫害滋生地的防治, 根据季节变化组织核电工地范围内的所有单位进行集体灭蚊、灭蝇、灭鼠活动。2000 年共集体灭蚊、灭蝇四次, 灭鼠两次, 收到了明显的效果, 使“四害”的分布明显低于国家的卫生标准。

2.2.6 电站应急计划与准备

2000年电站应急计划与准备工作主要有两方面：第一方面的工作重点是将广东大亚湾核电站的应急计划与准备维持在适当的水平，包括应急设施设备的管理、应急培训、组织应急演练和演习，改进应急准备技术等；第二方面的工作是探索研究广东大亚湾核电站（GNPS）和岭澳核电站（LNPS）的统一应急计划与准备，落实群堆管理下GNPS和LNPS应急工作的统一管理。

2.2.6.1 应急响应能力的维持

1. 应急设施设备的管理

继续推行应急设施设备归口管理和各责任单位自行定期检查相结合的做法，即相关单位负责其职责范围内的应急设施设备的定期检查和试验，保证其处于随时可用状态。电站应急准备归口管理部门每月一次对所有应急设施设备进行独立监督检查，汇总检查中发现的问题，并跟踪解决。2000年应急设施设备可用率年平均达99%以上。GNPS应急设备与设备可用性状态统计见表2.2.6.1-1。

表 2.2.6.1-1 2000年GNPS应急设施与设备可用性状态一览表

设施/设备级别	可用率目标 %	实际可用率/%											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
一级设备	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
二级设备	> 95	99.63	100	100	99.8	99.70	100	99.81	100	100	100	99.73	100
三级设备	> 90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

说明：1.——与机组的控制、安全监管相关的系统及热线通信设备定为一级设备，该类设备故障应在24小时内排除

——通信设备，评价系统，在线辐射监测系统定为二级设备，该类设备故障应在48小时内排除

——程序、图纸、便携式仪表，防护用品等定为三级设备，该类设备缺陷应在3天内解决

2.—— $\text{单项设备可用率} = \left(1 - \frac{\text{设备不可用天数}}{\text{当月天数}}\right) \times 100\%$

——实际可用率定义为单项设备可用率的加权平均值

——当仅知道故障发现时间，而不知道故障发生的确定时间时，设备不可用时间 = (故障发现时间 - 上次设备完好时间) + 2

2. 应急培训

根据应急计划与准备执行程序IP/EMP/120《应急培训与演习》的规定以及电站对生产一线员工授权培训的要求，2000年共组织应急准备与响应培训和复训共28期，567人受训，保证了电站应急响应人员都具有应急准备与响应的基本知识。

3. 应急演练和演习

2000年广东大亚湾核电站应急响应组织共进行了十次演练和演习，其中两次是所有应急响应组都参加的综合应急演习，两次是106和207换料大修期间反应堆厂房人员撤离演习，其余六次是有针对性地选择参演对象的单项演练，表2.2.6.1-2汇总了2000年大亚湾核电站应急组织的演习和演练情况。

根据电站应急准备工作计划，分别在2000年6月13日和10月12日进行了全工地范围内的综合应急演习，应急指挥部及其他所有应急响应组启动并进行响应行动。演习的目的是

表 2.2.6.1-2 2000 年大亚湾核电站的演习和演练情况

时 间	事 故 情 景	性 质	参 演 对 象	评 价 结 果
2000.1.21	燃料吊装跌落事故, 反应堆厂房人员紧急撤离, 关闭 8 米气闸门	人员撤离演习	106 大修人员	合 格
2000.2.18	实时获取大亚湾核电站厂址气象数据	配合省气象局演练	GRP 人员	合 格
2000.2.28	外电源故障→应急柴油机故障→一回路破口→堆芯熔化→安全壳超压经沙堆过滤器卸压。(使用规程 I2.2, I4A, H3.1, A1.2, U5)	全省第三次应急演习	GEH, GRP 人员	合 格
2000.4.5	应急启动到岗	演 习	所有应急 On-call 人员	到 岗 率 94.2%
2000.6.13	台风→外电源故障→应急柴油机火灾→全厂断电→恢复辅助电源 (使用规程 I2.2, I4A, H3.1)	综合演习	所有应急 On-call 人员	97.2 分
2000.7.19	事故后果评价系统操作练习	演 练	GPR 人员	合 格
2000.9.21	模拟机上练习事故规程	演 练	GOP、GTS 人员	合 格
2000.10.12	外电源故障→全厂断电→主泵轴封泄漏→放射性物质释放进入环境	综合演习	所有应急 On-call 人员 + EDF 技术支持中心专家组	91.7 分
2000.11.16	实时获取大亚湾核电站厂址气象数据	配合省气象局演练	GRP 人员	合 格
2000.11.27	燃料吊装跌落事故, 反应堆厂房人员紧急撤离, 关闭 8 米气闸门	人员撤离演习	207 大修人员	合 格

为了检验运行人员、消防人员、应急指挥人员以及厂内其他应急响应人员应付突发事件的能力; 同时检验应急设施、设备、文件等准备的有效性。应急准备管理部门对演习进行了独立评价, 并确认演习取得成功, 达到了预期的目的。

(1) 6 月 13 日演习的事故情景

初始条件: 1 号机组 100% P_n , 寿期末; 2 号机组停堆检修, 2LHQ 被隔离, IGR 年检, 台风即将在大亚湾地区登陆。

事故演化过程:

- 1) 演习开始: 各单位采取防、抗台风行动。风速达到 27 m/s 以上时, 进入应急待命状态
- 2) 由于台风影响致使外电网供电丧失, 主控制室操纵员执行 I2.2 规程。
- 3) 现场人员报告 1 号机组 A 列应急柴油机 LHP 发生火灾, 进入 I4A 规程; 当班值班长报告电站应急指挥火灾情况, 并根据《应急状态分级》程序的规定建议进入厂房应急状态; 经电站应急指挥认可后, 运行人员发出应急警报和广播通知。
- 4) 技术支持组、安全防护组、应急检修组、后勤支持与电站保卫组和应急指挥部全体成员按应急规程启动并实施应急响应行动。
- 5) 按照场内消防程序, 部分运行人员组成二级消防干预队实施消防行动; 同时, 1 号机组主控制室通知核电消防队。根据现场火情, 核电消防队到达现场后同时呼叫场外核电消

防特勤大队支援。经场内外消防人员的努力扑救, LHP 的大火终于被扑灭, 现场人员向主控制室操纵员报告消防行动结果。

6) B 列应急柴油机 LHB 供电母线短路使机组失去所有交流电源, 运行人员进入 H3.1 规程; 运行控制组长 G0P1 向电站应急指挥 PED 报告事故情况, 并建议进入厂区应急状态; 经电站应急指挥 PED 认可后, 运行人员发出厂区应急警报和广播通知。应急指挥部及安全防护、应急检修和后勤支持人员转移到 EG 楼。

7) 工地保卫组启动。公安分局警车按预定路线出动, 通知生活区人员集合隐蔽, 公安巡逻艇下海待命。

8) 公众信息与公司支援组启动。统计在工地可用于运送人员的车辆数目和估计撤离所有人员的时间; 回答公众质询。

9) 经应急检修人员的努力, 辅助电源 LGR 恢复供电, LHB 故障排除, 外电网恢复供电, 机组各系统情况逐渐趋于稳定。运行控制组组长 G0P1 向电站应急指挥 PED 报告机组事故情况缓解, 正在逐渐趋于稳定的安全状态, 建议可以终止应急状态。

10) 电站应急指挥在征求其他组意见后, 同意终止应急状态, 命令运行人员发出广播通知, 通知全厂终止应急状态。演习结束。

(2) 2000 年 10 月 12 日的综合应急演习还启动了法国电力公司的应急技术支持中心配合大亚湾核电站技术支持组对机组状态进行分析诊断和对事故后果进行评价。事故情景是在 6 月 13 日演习情景的基础上进一步深化, 引入了当机组失去所有交流外电源后, 化学容积控制系统 IRCV094VP 延迟至失去 RCP 主泵轴封水后 8 分钟才开启, 由于热应力的作用致使 RCP 主泵轴封泄漏, 泄漏率大于 $5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。安全防护组启用事故后果评价系统, 出动监测车执行应急环境监测, 并向指挥部提供厂内工作人员和厂外公众的防护建议。

4. GNPS 应急准备技术的改进

(1) 引进机组状态评价计算机辅助系统 (SFSAME)

在总结大亚湾核电站应急准备经验的基础上, 实施改进应急技术支持的薄弱环节。借鉴法国电力公司应急技术支持的经验, 建立了应急技术支持 3D/3P 独立进行事故状态评价的工作方法。3D/3P 方法是一种以纵深防御概念为基础的确证论方法, 主要以三道屏障(即燃料包壳、一回路压力边界和安全壳)作为评价的首要目标, 通过实时诊断三道屏障的状态确定事故类型, 根据事故的演化过程确定放射性释放途径。在诊断的基础上, 评价与三道屏障完整性相关的安全功能的状态及其保护系统的可用性, 预测其变化趋势, 从而确定最终的释放源项。

在 3D/3P 方法的基础上, 经与法国核安全与防护研究院 (IPSN) 友好协商, IPSN 同意转让其研究开发的事故状态评价计算机系统 (SESAME) 作为 GNPS 技术支持组的辅助工具进行实时事故状态评价和预测及源项计算。当发生事故时, SESAME 系统将自动获取事故机组的参数, 首先利用这些参数进行 3D/3P 诊断和预测。如果诊断或预测结果表明已经发生或将要发生放射性释放, 则进行源项计算, 并预测堆芯开始裸露的时间。

(2) 改进事故后果评价计算机辅助系统

根据事故后果评价的需要, 在 GNPS 现有硬件设施的基础上, 正改进、开发一套适合于 GNPS/LNPS 地形的事故后果评价计算机辅助系统。该系统包括两个大气扩散模型, 即用于初始快速评价的分段高斯烟羽模型和用于精细计算的拉格朗日烟团模型。分段高斯烟羽模型是在高斯直线模型的基础上增加了风向的变化, 拉格朗日烟团模型结合计算的二维风场则可以较好地模拟复杂地形对大气扩散的影响。二维风场采用了厂址 10 km 范围的气象监测网的监

测参数并利用质量守恒诊断风场模型计算得到的。

在事故情况下，技术支持组输入估算的源项数据，利用实时气象参数可以得到该源项的剂量后果，包括 20 km 范围内的预期剂量、可避免剂量、空气中放射性浓度分布和地面污染水平，计算结果可根据需要在电站地形图上显示，可以显示等剂量线，也可以显示关键居民点的剂量水平。

5. 应急组织的启动与响应

2000 年 2 月 28 日 17 时 46 分，大亚湾核电站 1 号机组主变压器 C 相出现高压侧中性点过热熔断，伴有明火和熔化物滴落。主变压器零序保护动作，汽轮发电机组自动解列，反应堆自动停堆。1 号机组主控制室运行人员启用 12.1 事故处理规程，将反应堆退到安全停堆状态，二回路及其他辅助系统处于安全可控状态。2 号机组未受影响，保持满功率运行。事件发生当时判断为主变压器火灾，有爆炸危险，根据电站应急执行程序 EP/OPS/A01《应急状态分级》宣布进入厂房应急状态，启动应急组织并按规定向国家核安全局报告。在火情得到控制后，经核实机组处于安全状态，现场没有人员伤亡，也不存在其他险情，18 时 47 分宣布应急状态终止。

事件发生后，电站召开紧急会议，成立了事件调查和处理小组，一方面从管理和技术上对事件的根本原因进行调查，一方面对应急响应的全过程进行分析。3 月 15 日电站核安全委员会听取了应急响应过程的专题报告，分析确认了主变压器起火原因不明、火情趋势无法预测的情况下，根据电站应急执行程序 EP/OPS/A01《应急状态分级》在火灾或爆炸情况下的应急启动条件“主变压器火灾或爆炸”宣布进入厂房应急，启动应急组织是符合电站程序的，各应急组及时启动是正确的。

进一步的研究发现：应急执行程序 EP/OPS/A01 关于火灾和爆炸情况下的应急启动条件与《广东大亚湾核电站厂内应急计划》(第三版)关于应急启动条件的规定不相符合，本次由于主变压器设备故障引起的非计划停机停堆事件不应定为“厂房应急”，也无需启动应急组织。应急执行程序 EP/OPS/A01 关于火灾和爆炸情况下的应急启动条件应进行修订。

2.2.6.2 群堆管理应急计划与准备的统一管理

广东大亚湾核电站和岭澳核电站的应急计划与准备工作由生产一部统一归口管理，并通过各部门和承包商等外驻单位的职责划分来保证。2000 年的具体工作包括编写《广东大亚湾核电站/岭澳核电站场内应急计划》及其配套执行程序，建设共用的应急指挥中心，改进和完善应急指挥通信系统。

1. 编写《GNPS/LNPS 场内应急计划》

根据核安全法规及国家环保总局关于群堆厂址“统一制定并实施应急响应计划和准备”的要求和广东核电合营有限公司与岭澳核电有限公司关于广东大亚湾核电站和岭澳核电站实施群堆管理的工作原则，决定编写统一的《GNPS/LNPS 场内应急计划》(简称《应急计划》)。本《应急计划》的编写过程经历了确定格式与内容、专题技术论证和相关方案编写、《应急计划》编写三个阶段。

第一阶段是根据有关法律法规，特别是 HAF 0701(送审稿)的要求，建立了《应急计划》的框架——《广东大亚湾核电站/岭澳核电站场内应急计划的格式与内容》，并上报国家核安全局认可。

第二阶段就《应急计划》涉及到的重要技术问题，由业主提出要求，委托核工业第二设计院和苏州热工研究所分别对如下专题进行论证：

- (1) 用 S3 源项的合理性和保守性的论证;
- (2) 大亚湾核电站烟羽应急计划区对岭澳核电站的适用性研究;
- (3) 应急启动条件和应急行动水平的研究;
- (4) 应急干预水平和导出干预水平的研究;
- (5) GNPS 和 LNPS 严重事故下相互影响的研究。

这些论证和研究经过多次讨论、专家审评、反复修改后构成了《应急计划》的技术基础。此外,在正式编写《应急计划》之前还就相关的管理和技术问题形成五大方案,这些方案经过充分讨论和专家的审评后构成了本应急计划的主要内容。五大方案包括:应急组织方案;应急指挥通信方案;应急监测与评价方案;应急防护行动方案;医学应急方案。

第三阶段经历了 2000 年 1~6 月正式起草编写,形成《应急计划》征求意见稿;2000 年 7~10 月根据各方面的反馈意见进行修改,形成《应急计划》核行业评审稿;2000 年 11~12 月根据专家审评意见再度修改,形成《应急计划》报审稿,并于 2000 年 12 月 15 日报 NNSA 审评,顺利实现 LNPS 生产准备里程碑 M9。

本《应急计划》较好地落实了群堆管理下应急工作的统一管理,实现了 12 方面的统一:

- (1) 统一的《广东大亚湾核电站/岭澳核电站场内应急计划》;
- (2) 统一的应急响应组织;
- (3) 统一的应急执行程序 and 应急响应指令;
- (4) 统一的应急计划区;
- (5) 统一的应急指挥中心;
- (6) 统一的应急指挥通信系统;
- (7) 统一的应急环境监测方案;
- (8) 统一的事故工况下机组状态评价系统和辐射后果评价系统;
- (9) 统一的应急防护行动方案;
- (10) 统一的应急状态分级和应急行动水平;
- (11) 统一的医学应急计划;
- (12) 统一的对外接口关系。

2. 编写与应急计划配套的执行程序—PQOM 第 13 章

为适应群堆管理的需要,重新设计应急计划执行程序(也是 PQOM 第 13 章)的架构(见图 2.2.6.2-1),包括 1 份 AD 程序、7 份 IP 程序、14 份 TS 程序。编写工作正在进行中,计划 2001 年第一季度完成所有程序的编写任务。

3. 建设应急指挥中心(EM 楼)

大亚湾核电站工地应急指挥中心(EM 楼)是集应急指挥、技术支持、后果评价和后勤保障等功能于一体的建筑物。该中心是应急状态下大亚湾核电站和岭澳核电站统一应急组织中各响应组采取行动的活动场所。

应急指挥中心内部设有应急通信指挥系统的控制终端,包括话音通信系统、无线寻呼系统、广播警报系统、数据传输系统,具有全面控制大亚湾核工地通信的功能。该中心还具有实时获取厂区和厂外气象信息、环境辐射监测数据、大亚湾核电站和岭澳核电站机组状态参数、模拟机运行参数的功能;在技术支持组备有对机组状态诊断、预测系统和事故后果评价系统,能在第一时间内给出故障机组的状态和发展趋势以及可能的影响后果。根据国家法律法规的要求,应急指挥中心还应具有向上级主管部门和核安全监管部门及时报送信息的功

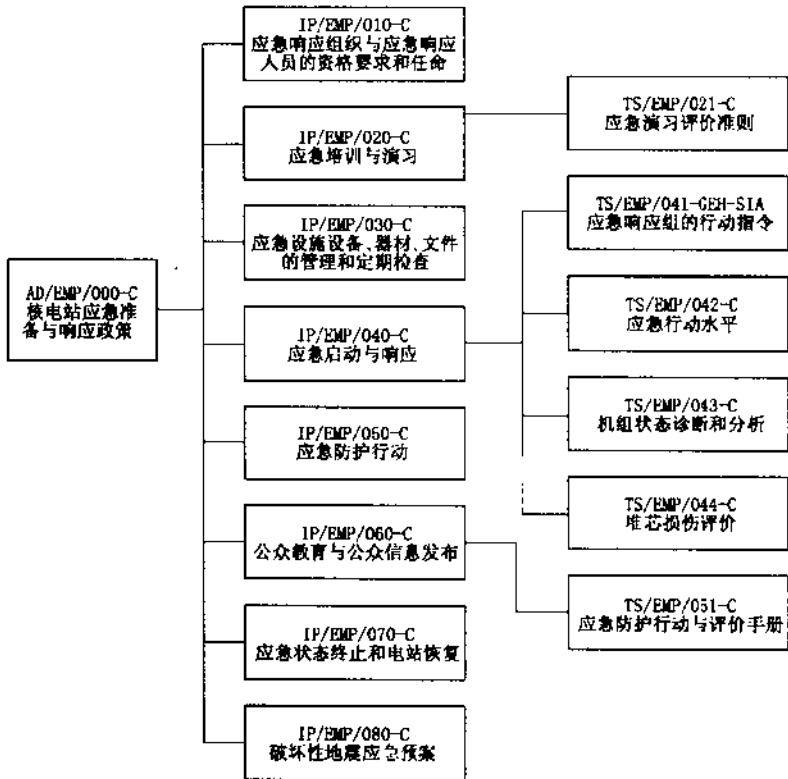


图 2.2.6.2-1 应急计划程序构架

能。参照国内外应急指挥中心的配备，结合大亚湾核电站和岭澳核电站的现状以及应急准备经验总结，在应急指挥中心建设了一套综合的计算机局域网系统，利用先进的计算机技术实现上述的功能，最大限度地达到信息共享，保证信息传递准确、快捷。

EM 楼属岭澳核电站的配套工程，该工程项目于 1998 年就开始筹划，由核工业第二设计院负责建筑设计，华兴建设公司负责建造。根据一、二核协议，EM 楼的工程建设由二核工程部归口管理，其内部规划及设备配置由生产一部负责。关于 EM 楼内部应急计算机局域网系统的技术规范书已编写完成，项目委托合同也已签订，正在建设当中。EM 楼内部的设备配置及补充装修方面，生产一部已委托专业装饰公司对其进行规划。

4. 改进和完善应急指挥通信系统

应急指挥通信系统包括话音子系统、无线寻呼子系统和有线广播警报子系统

话音系统：已建成稳定性较高的、具有多重保障的光纤同步环网传输系统

无线寻呼系统：与公众网相联，构成一套既有公共寻呼台功能又能满足核电站特殊要求的无线寻呼系统。

有线广播、警报系统：已建成覆盖整个核电工地的广播、警报系统

2.2.6.3 经验交流

1. 与 EDF 交流应急准备技术和应急准备管理经验

根据双方协议，广东核电合营有限公司于 2000 年 10 月 16~27 日间派员前往法国 EDF 进行应急准备技术经验交流，总结过去几年合作过程中的有效经验和协调解决应急技术支持

存在的问题。期间还观摩了 Chinon 核电站的综合应急演习。本次出访所取得的成果包括全面了解法国的应急组织体系及应急演习的组织实施方式。协调解决 GNPS 处于应急状态下, EDF 在技术支持中存在的问题, 如 EDF 技术支持中心和 GNPS 技术支持组的工作方法的差异和共同点, 寻求有效的技术支持方式, 并在多方面达成共识:

(1) 双方进一步确认用英语作为应急技术支持的工作语言。

(2) EDF 总部的应急报警系统现只有法语提示。经协商, EDF 同意在其应急报警系统升版的同时增设英语提示和英语留言信箱。

(3) 双方重点讨论了应急技术支持组的工作方式和技术支持的有效性。目前的情况是: 当 GNPS 处应急状态时, GTS 根据所掌握的信息独立地对机组状态进行分析评价, 并向 GEH 和 GOP 提供控制机组的措施, 遇到技术上的难题时才向 EDF 寻求援助。与此同时, EDF 总部的全国性技术支持中心根据 GNPS 传来的信息也独立对 GNPS 的机组状态进行诊断、分析, 并向 GTS 提供支持。

在经验交流过程中, 双方经过深入的分析和讨论, EDF 认为 GTS 遇到问题时才向其提出, 往往造成难以马上回答的局面, 主要原因是缺乏中间过程的沟通。EDF 并建议 GTS 与 EDF 同步平行对机组状态进行诊断、分析。响应过程中定期(如每隔 1 小时)召开电话沟通会, 对各自得出的结论和存在的问题及时沟通和讨论, 并尽可能取得一致的看法, 有了共同的结论后才向 GEH 和 GOP 提出建议, 将 EDF 的技术支持融入 GTS 的响应过程。我们认为这是一个较为可行和有效的技术支持方法, 并同意在今后的应急演习和应急响应中运用此方法。

2. 评审《秦山第二核电厂场内应急计划》

受中国核工业集团公司的委托(中核安发[2000]59号《关于秦山第二核电厂场内应急计划评审委托函》), 广东核电合营有限公司于2000年9月间组织了部分专家和专业技术人员对《秦山第二核电厂场内应急计划》进行评审。此次活动既是经验交流, 也是推广GNPS应急准备工作良好实践的好机会。

评审组首先依据国家现有的法律法规的要求, 包括核电厂核事故应急管理条例、核安全法规 HAF 系列、核工业行业标准以及相关技术导则对应急计划的格式结构和涵盖的内容进行了总体评审。其次是针对我国核应急准备的现状和广东大亚湾核电站的良好实践及实际工作经验对应急计划各章节描述的完整性、正确性和可操作性进行详细的评审。

评审报告共三部分, 第一部分是对应急计划的总体评述; 第二部分是对应急计划需要调整、修改或补充的建议, 其中包括重大遗漏、某些错误、相关的结构调整和一些共性的问题共 11 条; 第三部分是对应急计划各章节的具体评审意见, 罗列需要进一步澄清的概念, 应加以完善的描述和错句别字等共 62 条。

2.2.7 电站保卫及核材料实体保障

2.2.7.1 电站保卫的任务

核电站保卫工作的主要目标是:(1)保障核设施及核材料的安全,防止出现对核设施及核材料的破坏和盗窃事件;(2)保障电站生产设施免受破坏,维持正常生产环境。根据群堆管理的要求,今年电站保卫的任务由一核的安全保卫扩大到二核工程建设和接产整体的安全保卫。

2000年电站保卫部门以保卫电站安全、服务电站生产为目标,围绕一核保电工作、二核工程建设和接产,加强警卫执勤、现场保卫、保卫技防系统维护和建设等工作,确保电站周界安全和加强了出入口控制,保证了厂区良好的治安状态和正常的生产秩序。在年中按

群堆管理的要求，一、二核电站保卫科合并运作，加强了二核保卫技术管理和现场治安管理的力度，以满足二核接产的安全保卫的需要。大亚湾公安分局也根据二核工程建设的需要，抽调警力组建了二核现场治安保卫办公室，从4月1日起进驻施工现场办公。制订了《二核施工现场安装施工阶段安全保卫措施》，对施工现场实行分区管理，有效地防止了无关人员进入现场带来的治安隐患，使二核施工现场秩序明显好转，保证了工程建设的顺利进行。

2.2.7.2 保卫工作实绩

2000年电站保卫工作网络小组继续加强电站厂区内的防火、防盗、防破坏、防治安灾害事故和防民事纠纷激化等“五防”的基层基础工作，抓好各项保卫制度的落实，不断提高全体员工的安全保卫意识，消除隐患，确保安全生产。以掌握员工思想动态、努力做好思想工作为主要运作模式开展工作。与各单位在安全保卫方面的信息沟通，有效地促进了全厂员工的安全保卫意识，形成上下共同关心电站保卫安全的氛围，为保平安起到了重要作用。

大亚湾公安分局在今年的核电公安保卫工作方面始终围绕“为核电安全生产和工程建设服务”这一中心任务而开展。在维护社会稳定、强化安全防范、开展综合治理、打击违法犯罪、整顿交通秩序、完善消防管理和加强队伍建设等方面，取得了较好的成绩。全年核电辖区发生刑事案件14宗，破案6宗，捉获犯罪嫌疑人8名；查处治安案件23宗，处理一般交通事故8宗，处罚违法人员21名；无火灾事故发生，无恶性案件（事件）发生。辖区治安状况保持良好，为核电的生产建设的顺利进行提供了良好的环境。

电站保卫科围绕保电、确保安全生产这个目标，在人员出入控制方面，加强对进入ZP区的人员的严格检查；在车辆管理方面，加强了进入厂区车辆的检查与管理。同时调整了厂区警卫巡逻路线，增加巡逻密度。加强了厂区的监视与控制，保证了厂区通道和周界的严密性和可靠性。全年共查获盗窃案件1起，违反厂区出入管理11起，违章5起，发现并及时采取行动，避免火灾1起，高质量地完成接待高级领导人和重要来宾来访数十次的警卫任务。加强周界管理，保障周界安全。以往各周界大门由于人员误入造成频繁报警，加大了警卫人员的工作量，现场组针对这一情况，6月份完成ZP区、ZR区大门周界铁丝网40个警示牌，13条警戒铁链的安装。

按电站规划，今年38米平台改建为对外开放的参观平台，为此对电站ZS区保卫周界铁丝网进行改建。保卫部门及时参预新周界的选址和项目的落实，并向承包商提出改造施工期间的保卫要求。每日到现场检查周界、跟踪施工进度，确保改造施工期间保卫周界的完整和电站的安全。

受国防科工委的委托，经过近一年的筹办，2000年电站成功地主办了IAEA亚太地区核材料核设施实物保护培训班。核材料及核设施实物保护工作是国际社会关注的敏感问题，这次举办了核材料核设施实物保护培训班，必将对我国和亚太国家的核材料及核设施的保护工作起到良好的促进作用。一、二核和大亚湾公安分局也有多名保卫人员参与学习提高，有利于今后开展工作。培训班在大亚湾核电站举办，有利于增进大亚湾核电站跟IAEA国内外同行各方的相互理解和合作关系。

2000年还开展了对保卫技防系统的部分更新改造，以进一步发挥系统的效能。对重要厂房和敏感区域新增读卡门和闭路电视监控设备，在UD主出入口增设X光机。经过近一年时间的调研、技术方案设计、立项审批、合同谈判，经过大量艰苦的努力，增设X光机项目终于顺利完成，于2000年2月开始投入使用。电站保卫科为X光机的运行，制定了X光机的操作规程，利用X光机训练系统软件对所有警卫进行了操作培训，并向电站员工广泛

宣传有关利用 X 光机进行携物检查规定及其对电站安全保障的意义,保证了 X 光机的投运和新携物检查制度的执行,大大提高重要厂房和生产区域的保安防范水平。

2.2.7.3 核材料的实体保障

大亚湾核电站核材料管制办公室全面负责协调和管理电站的核材料管制工作。电站核材料管制办公室设主任一名(由生产一部经理担任),副主任两名,下设核材料衡算管理和核材料实物保护两个专业组。组织机构的设置适应了核材料管制工作统一领导,协调工作的要求。

对于年度核燃料进厂的保卫工作,保卫部门制订了周密的保卫措施,按程序规定及时向上级公安机关报告计划,取得大力支持。2000 年燃料运输计划采用每个机组燃料一次运输的安排,提高了效率,减少了路上的风险。通过及时协调和组织,运输工作顺利完成。

核燃料厂房管理是核材料保障的一个工作重点。根据《电站保卫措施》要求,电站保卫科制定《KX 厂房巡视检查方案》,由现场组实施每周检查,确保了燃料厂房存放点的安全。

2.3 电站管理

2.3.1 综合计划调度

2.3.1.1 年度发电计划执行情况

1. 2000 年发电计划概述

在 1999 年 9 月召开的董事会会议上,批准核电 2000 年的发电计划为计划上网 135 亿 kW·h,实际按上网 137 亿 kW·h 安排。2000 年 6 月,联网管理委员会将 2000 年的上网目标调整为 138 亿 kW·h。后因广东电网用电负荷快速增长,电网对核电上网电量不再限制,而且核电机组运行状况良好,2000 年的上网电量实际完成 140.63 亿 kW·h。

2. 主要生产业绩

2000 年电站全年上网电量创历史纪录,达到 140.63 亿 kW·h。各项管理指标都保持在较高水平,WANO 十大指标中,有 7 项超过世界中间水平,其中 3 项达到了世界先进水平。机组能力因子达到 87.04%,比去年同期增长了 0.68%。

机组运行状况良好,圆满完成了系列重大节假日保电任务。虽然中间发生过非计划停机停堆事件、计划停机停堆事件各一次。但自从 3 月份机组重新并网以来,机组长期保持高功率稳定运行,为广东电网顺利渡过夏季用电高峰做出了积极贡献。

3. 2000 年发电计划执行结果与分析

(1) 机组换料大修

2000 年核电圆满完成了 1 号机组第六次换料大修和 2 号机组第七次换料大修,工期分别为 41 天和 36.5 天,连续创下了大修工期的最短纪录。大修质量、安全、成本等各项指标都基本控制在目标范围之内。

(2) 发电量及其销售情况

2000 年核电累计上网电量达到 140.63 亿 kW·h,比 1999 年的上网电量(134.63 亿 kW·h)增长 4.46%。今年中电严格按照合同的要求吸收核电 70% 的上网电量。全年累计外销香港 98.443 亿 kW·h,内销广东 42.19 亿 kW·h。结算电价为 5.99 美分/(kW·h)。

(3) 内部原因停机及减载

2000 年因设备原因发生非计划停机停堆、计划停机停堆各一次,因设备原因减载较多。全年总计强迫停机及设备失效减载天数共 10.17 天,非计划能力损失因子为 1.19%,其中绝

大部分集中在上半年，详见表 2.3.1.1-1。

表 2.3.1.1-1 内部原因减载统计

减 载 原 因	减 载 损 失
1号主变压器中性点软连接过热熔断，非计划停机	7.4天
2号机组计划停机小修，处理主变压器中性点故障	1.81天
其 他	0.96天
合 计	10.17天

(4) 外部原因减载

因今年广东省电网的供电形势偏紧，加上电网的大力支持，核电两台机组除春节期间减载和 2 号机组因燃料装载限制而在大修前减载外，全年保持满功率稳定运行。因外部原因而减载 10.96 天，比 1999 年的 31.31 天有了大幅下降。

(5) 燃料管理

根据燃料管理部门给出的 2000 年第七循环燃料设计方案，核电 1、2 号机组第七循环的设计装载分别为 298EFPD，305EFPD。后来燃料部门用最新的软件进行了仔细评估，认为核动力院原来的设计偏保守。根据其实有装载，第七循环 1、2 号机组最大能达到 319 EFPD 和 310 EFPD。到 11 月 22 日 2 号机停堆大修，其停堆燃耗为 310.36 EFPD，过烧 - 5.36 EFPD；1 号机组于 2001 年 1 月 14 日停堆大修，其停堆燃耗为 312.94 EFPD，过烧 - 14.94 EFPD；均满足停堆燃耗设计裕度的要求（约 ± 15 EFPD）。

(6) 执行简要分析

2000 年核电超额完成董事会下达的上网电量 138 亿 kW·h 的目标，这同电网的支持和全体员工的共同努力是分不开的。具体归纳为以下几个方面的因素：

1) 2000 年电网外部环境良好，核电两台机组没有因电网上网电量的限制而减载，全年基本上保持满功率运行，保持了较高的负荷因子。

由于广东省经济继续保持快速增长，加上高温天气较往年来得早且持续时间长，2000 年广东省电网用电负荷大幅增加，导致供电形势偏紧。在 5、6 月份，省网统调高峰负荷便已超过 1999 年度最高负荷，用电高峰期甚至出现了多年未见的拉闸限电现象。为了缓解供求之间的矛盾，一方面广东省电网推迟年末大机组停机检修计划，充分利用省调大机组的能力；另一方面向香港电网大量购电。

2) 圆满完成大修任务。

2000 年全年核电机组有两次大修：1 号机组第六次大修和 2 号机组第七次大修。1 号机组第六次大修按计划完成。2 号机组第七次大修比年初计划的 43 天缩短了 6.5 天，这相当于全年上网电量增加 1.46 亿 kW·h，为全年超额完成上网电量提供了有利条件。

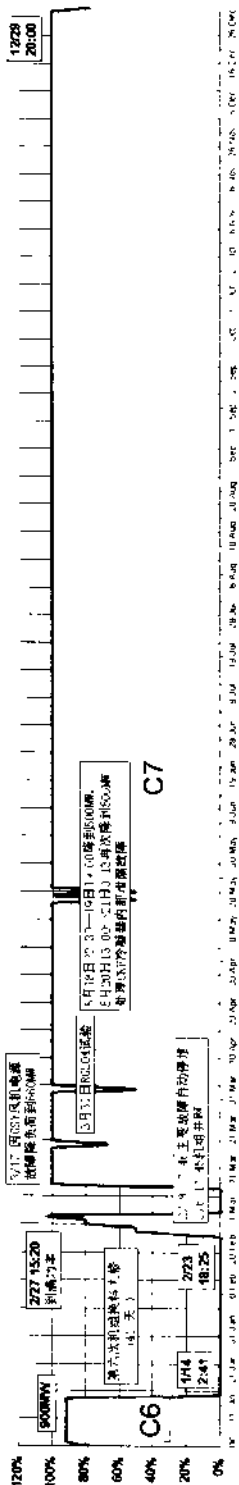
3) 妥善解决重大安全生产隐患。

针对 1 号机组发生的非计划停堆事件，根据经验反馈，安排 2 号机组停机检修，将威胁安全生产的重要隐患消灭在萌芽之中，并对出现的一些技术问题进行了及时处理和跟踪解决，为全年实现 140 亿 kW·h 的上网电量打下了坚实的基础。

2000 年大亚湾核电站发电计划执行情况见表 2.3.1.1-2。

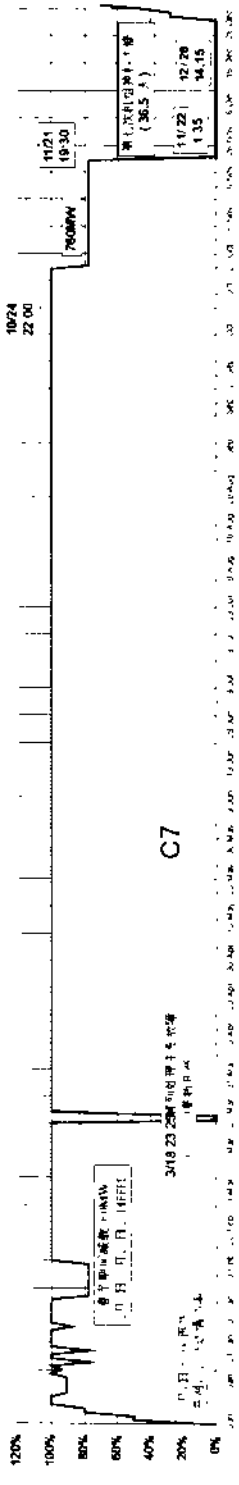
表 2.3.1.1-2 2000 年发电计划执行情况
广东大亚湾核电站 1 号机组 2000 年发电执行情况

1 号机组	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	总计
发电量	277.945	68.038	583.105	705.870	715.323	703.472	723.902	728.244	704.577	724.147	707.615	720.131	7802.419
净电量	264.3422	63.8613	558.2243	677.2800	666.8778	674.2457	694.0739	698.5741	676.1441	694.2047	675.1812	679.7882	7049.1075
负荷因子	37.97	9.93	79.65	99.63	97.71	99.29	98.89	99.47	99.46	98.91	99.88	98.37	85.18
机组可用率	41.84	9.93	79.79	99.95	98.31	100.00	100.00	100.00	99.95	100.00	100.00	100.00	86.07
强迫停机和设备失效次数	0.00	1.27	6.24	0.04	0.50	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	8.06
强迫停机和设备失效次数(外部)	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	1.72
燃料消耗 EFPD	11.86	2.99	24.55	29.70	30.34	29.85	30.87	30.80	29.91	30.75	29.86	30.36	311.85



广东大亚湾核电站 2 号机组 2000 年发电执行情况

2 号机组	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	总计
发电量	614.849	632.543	6686.079	706.428	728.817	701.795	721.356	725.624	703.847	688.599	377.012	25.088	7338.987
净电量	610.4365	593.7126	656.8743	678.3258	699.8353	673.3368	691.8850	696.0608	675.4435	660.1266	352.7315	23.6825	7019.1512
负荷因子	87.67	92.36	93.71	99.71	99.55	99.06	98.53	99.12	99.35	94.06	53.21	3.43	84.91
机组可用率	90.83	100.00	93.76	99.99	99.98	100.00	100.00	100.00	99.96	99.99	69.78	3.43	86.00
强迫停机和设备失效次数	0.30	0.00	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11
强迫停机和设备失效次数(外部)	0.43	2.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	5.06	0.00	9.24
燃料消耗 EFPD	27.43	26.61	28.90	29.82	30.67	29.83	30.86	30.88	29.95	29.33	16.28	1.38	311.73



广东大亚湾核电站 2000 年发电执行情况

2000 年发电执行情况	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	总计
发电量	919.794	700.581	1269.134	1412.298	1444.140	1405.267	1445.308	1453.868	1408.424	1412.746	1084.627	745.219	14701.406
净电量	874.7787	657.5732	1215.1986	1356.1158	1386.7151	1348.2825	1385.6589	1394.6349	1351.5876	1354.3313	1034.9127	703.4707	14063.2857
负荷因子	62.82	21.15	80.68	99.67	98.63	99.18	98.71	99.30	99.41	96.49	76.55	50.90	85.05
机组可用率	66.34	54.97	86.78	99.97	99.15	100.00	99.90	100.00	99.96	100.00	84.89	51.72	87.04
强迫停机和设备失效次数	0.30	1.27	8.05	0.04	0.50	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	10.17
强迫停机和设备失效次数(外部)	1.69	2.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	5.06	0.46	10.96
燃料消耗 EFPD	29.10	29.61	33.45	29.52	31.01	29.68	31.73	31.68	29.86	30.08	16.13	31.74	623.57

2000年发电业绩逐月累计情况见表2.3.1.1-3和图2.3.1.1-1。

表 2.3.1.1-3 2000年发电业绩逐月累计情况

月份	2000年发电业绩逐月累计情况												全年	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
发电量	1号机组	277.945	68.038	583.105	705.870	715.323	703.472	723.952	728.244	704.577	724.147	707.615	720.131	7362.419
	2号机组	641.849	632.543	686.029	706.428	728.817	701.795	721.356	725.624	703.847	688.599	377.012	25.088	7338.987
	全厂	919.794	700.581	1269.134	1412.298	1444.14	1405.267	1445.308	1453.868	1408.424	1412.746	1084.627	745.219	14701.406
上网电量	全厂	874.779	657.574	1215.1986	1356.1158	1386.7131	1348.2825	1385.6589	1394.6349	1351.5876	1359.3313	1034.9127	703.471	14063.259
	全厂	874.779	1532.35	2747.55	4103.67	5490.38	6838.66	8224.32	9618.96	10970.5	12324.9	13359.8	14063.3	

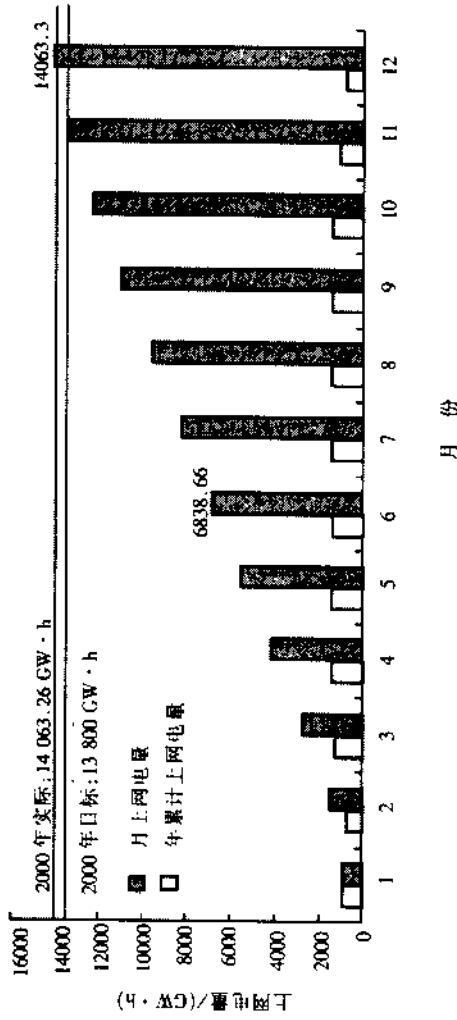


图 2.3.1.1-1 2000年上网电量逐月累计

2.3.1.2 电站预算管理 and 成本控制

根据董事会“在取得良好生产业绩的同时，千方百计地开源节流、降低成本”的要求，2000年1月成本预算科制定了生产预算分级管理规定。目的在于进一步推进和加强成本中心管理，实现责权结合和更有效地管理生产预算。

预算分级管理采用计划、执行与考评三者相结合的方式，以董事会批准的年度生产预算为基础，制定预算控制目标值，使各成本中心在预算控制目标值及分级管理规定的约束下，对本成本中心的预算具有相应的自主权。成本控制的全面性、目标管理、例外管理、责权结合的原则，在分级管理制度中得到了充分的体现。

1. 目标管理及责权结合

(1) 重新设置成本中心。由于一、二核实施群堆管理，生产系统的组织机构发生了重大变化，生产线四个部重新划分为五个部，部分处进行了合并或分拆，还有新增加的处，由此导致原来的成本中心发生变化，为了保证预算编制的准确、可靠，对机构变动后各成本中心及兼职预算员进行了重新确定。

(2) 修订预算限额。由于成本中心变化导致预算内容难以界定，且二核生产部的预算编制已在一核预算编制之前完成，在一核预算编制中，出现重复申报和补报现象，给预算编制带来一定的困难。为此成本预算科对预算限额进行了重新修订，在修订过程中考虑了各种因素，并结合往年的执行情况给定各成本中心预算限额，为各成本中心预算申报提供一定的参考依据。2000年8至10月，成本预算科在各成本中心的配合下，完成了实行群堆管理后四部（生产、维修、技术、质保部）2001年生产/更新改造预算及二核生产准备预算编制。

(3) 制定预算控制目标值。成本预算科根据1996~1998年各成本中心决算平均值和1999年各成本中心立项值，并结合2000年预算实际申报情况和预算编制过程中的特殊情况制定2000年预算控制目标值，作为各成本中心预算执行的目标。

通过修订预算限额和制定预算控制目标值，使成本中心对申报预算和控制预算有了明确的目标，有利于各成本中心进行目标管理。责权的结合和目标管理使以往责任不清的现象得到了改变，使各成本中心必需的开支的权力得到了保障，促使各成本中心自觉地关心预算和控制预算，调动了他们合理有效使用资源和控制成本的积极性和主动性。

2. 实行例外管理

(1) 紧密联系现场。成本预算科定期同执行部门进行预算协调，特别是与新成立和新合并的成本中心之间的沟通协调，解决一些争议性的问题，听取执行部门的宝贵意见，帮助成本预算科改进工作。每月编制各成本中心月报，让各执行处及时了解处内预算执行情况，以便更有针对性地采取相应控制措施。

(2) 加强对专项成本和敏感性费用的控制力度。对某些成本项目进行密切跟踪，加大控制力度，定期完成专项报告。成本预算科对宴请/工作餐、劳务、差旅费、预算外项目等敏感性项目作了季度分析报告。在报告中及时反映当期情况，对影响成本项目的因素进行分析，并探讨如何控制专项成本费用的方法。

(3) 对大型项目进行经济分析。2000年成本预算科配合发电策划科完成了18个月换料大修的分析报告；完成Y2K工作的经济评价报告及历年5万美元以上重大项目的成本趋势分析。通过分析帮助经理层进行决策，有效地防止了资源的浪费，并对历年重大项目的运作

模式起到了改进作用。

通过对专项的控制,定期对敏感性项目进行差异分析,使各成本中心能及时发现问题和不良趋势,并予以较大的关注和重视,希望能尽快采取措施解决问题。而不再把预算只当做钱,而是真正地视之作为一种数字化的计划。

3. 使控制工作具有全面性

(1) 全员成本培训,提高成本意识。2000年,成本预算科完成了预算管理 and 成本控制培训工作,参加了ABC成本管理培训。提高了员工的成本意识,并使员工对新的预算管理模式的有了一定的了解和认识。

(2) 全员参与成本控制。通过培训、宣传以及制度安排,扩大了各成本中心参与成本控制的程度,使更多的人加入到控制工作中来。

(3) 全过程成本控制。逐渐意识到成本控制不仅限于生产过程的制造成本,而是扩大到产品寿命周期成本,使成本控制贯穿成本形成的全过程。在第五台柴油机等项目的评价过程中,就已注意到以产品寿命周期成本而不是以产品的价格为原则进行评标。

4. 开展评价工作

(1) 预算执行情况评价

2000年3月,成本预算科编制了《1999年度各成本中心预算执行情况评价报告》,通报了各成本中心在预算编制及执行过程中存在的问题,从职能部门的角度向成本中心提出相应的改进建议,对成本中心今后的运作起到较大的作用。

成本预算科所采取的以上措施得到了公司各级领导的大力支持和各成本中心的积极配合,使得分级预算管理的实行取得了显著的成绩,电站的成本控制工作又上升到一个新的台阶,为公司的电价降低做出了较大的贡献。在比1999年预算降低4%(约187万美元)的前提下,仍节约成本预算(不含资本性支出)达1440.4万美元,各一级预算科目均控制在年初设立的预算控制目标值内,创下1997年以来成本费用最低记录,且预算外项目也有一定幅度减少。

(2) 管理和控制的具体成效表现

1) 日常运行维修消耗材料的决算占批准预算的48.34%,节省预算188.3万美元。

2) 低值易耗品和采购运输费的决算占批准预算的50.72%,节省预算34.1万美元。

3) 厂外技术支持费的决算占批准预算的55.79%,节省预算132.5万美元。

4) 辅助生产设施运行维修费的决算占批准预算的55.62%,节省预算118.8万美元。

5) 生产厂房和建筑维修费的决算占批准预算的97.01%,比1999年执行情况超预算已有了较大进步,比1999年度的决算金额减少了14.5万美元。

6) 信息、资料交流费的决算占批准预算的45.10%,节省预算16.8万美元。

7) 电站培训费的决算占批准预算的41.58%,节省预算70.1万美元。

8) 电站劳动保护费的决算占批准预算的53.63%,节省预算18.5万美元。

9) 1号机组第六次、2号机组第七次换料大修中,由于核岛大修进一步实现自主化及国产化,并且在合同谈判中对所有大修的人力、工时等加强管理,加上各大修合同单价较以往大修也均有较大幅度下调,使2000年大修费用控制在1420.2万美元,比1999年大修减少了

291.4 万美元。

10) 44 项行政管理费用的执行结果也较令人满意, 决算金额占预算的 81.28%, 并节省预算 52.7 万美元。

从上述实际执行情况来看, 颁布预算分级管理制度并开始实行成本中心预算控制目标责任制的效果非常显著, 这不仅表现在数据上, 也表现在各成本中心对预算执行和控制的关心和重视程度比以前大为提高。

(3) 成本控制工作的发展及改进

成本中心评价是强化预算管理的必要手段, 在实行对各成本中心执行情况进行评价后, 使得成本中心之间有比较有竞争, 这样更利于成本控制工作的开展, 对公司十大成本管理问题也起到了推动作用。

为了改变现有成本管理模式的局限性, 开始实施和推动了成本文化建设及 ABC 的前期工作。

2.3.2 重要管理活动

2.3.2.1 电站管理层工作会议

为进一步提高核发电机组安全运行水平, 优化资源利用, 促进管理规范化、科学化, 给广东核电的后续发展奠定坚实基础, 经过长时间的酝酿和准备, 大亚湾核电站及岭澳核电站共四台机组于 2000 年 7 月 1 日起按群堆管理既定模式开始运作。实施群堆管理后现场的组织机构作了进一步调整: 成立了技术部, 生产系统由原来的四个部调整为现在的生产一部、生产二部、维修部、技术部、质保部五个部, 设置生产五部协调经理协调五部相关工作。电站管理层会议也根据新的组织机构职能作了相应调整。

主要管理会议包括:

1. 五部经理部生产管理工作会议

由五部协调经理主持, 参加人员包括生产一部、维修部、技术部、质保部和生产二部的经理、副经理、经理助理、总工程师、副总工程师、经理顾问。生产管理工作会议每周召开一次, 作为生产线群堆管理的领导机构, 负责五个部领导班子的团队建设, 协调部门接口问题, 对重要管理事项进行集体决策。同时作为生产线五个部与总经理部之间的桥梁, 上传下达生产、接产和管理重要信息。每月召开一次扩大会议, 参加人员除五部经理部全体成员外, 还包括生产一部、维修部、技术部各处长。在月度扩大会议上, 传达董事会、总经理部会议精神和五部经理部的各项决议, 总结本月工作并对下月及近期工作安排进行部署, 同时由各处汇报须经理部关注解决的问题。

2. 生产系统科长以上干部会议

为切实做好电站组织机构调整以后各部门之间的协调工作, 加强部门之间的交流, 统一管理认识, 定期总结电站每季度安全生产工作, 并通报总经理部的重要管理举措, 电站每季度召开生产系统科长以上干部会议, 参加人员包括生产一部、维修部、技术部、质保部和生产二部的经理部全体成员、各处长、科长、值长, 并邀请公司总经理部和公司党委代表与会。2000 年电站共召开了四次科长以上干部会议。

第一次科长以上干部会议于 1 月 6 日召开, 会议总结了电站在 1999 年取得的良好业绩, 同时指出了当前电站业绩与世界先进水平之间存在的差距, 并要求生产体系管理层和员工在 2000 年抓好基础工作、统一思想、统一认识、迎接新的挑战, 力争取得一核安全生产和二

核生产准备双丰收的总体目标。

第二次科长以上干部会议于4月25日召开,会议对加强电站政治思想工作做了部署,分析了电站今年主要业绩指标执行情况并制定了下一步措施。会议对生产体系的工作提出了三点要求:管理层要统一认识,正确定位,将广东核电建设成为世界核电生产领域的领导企业;要创造进取型企业文化和企业精神,实现安全与成本的有机结合;管理层要意识到团队稳定是核电安全生产的基础,也是生产准备顺利接产的基础。

第三次科长以上干部会议于6月8日召开,会议通报了半年以来一核安全生产和二核工程接产的情况,并指出整个生产系统须始终高度关注现场的安全生产问题,特别要将防台抗风工作进一步深化。会议同时通报了现场正式实施群堆管理前各项准备工作的进展状况。

第四次科长以上干部会议于10月25日召开,会议介绍了生产体系五部第四季度的生产关注点和2001年电站管理计划的主要指标。会议强调了电站在积极稳妥地推进各项群堆管理工作的同时,要确保一核的安全生产和二核的工程接产以及队伍稳定的两个平稳过渡。同时要抓紧开展第七次大修的各项准备工作,高质高效地完成第七次大修,为明年创造良好业绩打下基础。

3. 群堆管理工作会议

随着广东核电事业的发展和电力市场的开放竞争,核电的管理必须向集约化经营和规模化运作发展,为此集团公司下文明确了大亚湾地区实行群堆管理的基本思路和操作方案。同时,授权林贵清总经理全面负责大亚湾现场四个堆的安全生产,并要求7月1日开始现场按群堆管理既定模式运作。

为贯彻集团公司关于“群堆管理方案”的决定,在公司总经理部的领导下成立了群堆管理领导小组和工作小组。领导小组由林贵清任组长,成员由刘达民、刘德强、张志雄、郭嘉平组成。领导小组负责审核工作小组提出的群堆管理准备与实施的工作计划,对重大事项做出决策,必要时向集团公司领导请示汇报。工作小组由刘德强任组长,成员由杨昭刚、张善明、蔡康元、刘新栓、强辉、刘革新、张兆丰组成。工作小组负责制定群堆管理准备与实施的工作计划,在领导小组的领导与支持下,推动与组织群堆管理工作实施。

群堆管理领导小组和工作小组今年共召开了八次会议,对群堆管理的工作计划及组织机构设置、职责分工与功能等问题进行充分讨论,对一些问题达成共识,同时定期审查各项群堆管理工作计划的进展情况。会议还就二核生产预算管理方案及生产财务授权协调情况、生产线工作接口处理原则、全现场一体化信息系统及文件系统方案等问题作了探讨,明确了部分原则。群堆管理的实施,是整个广东核电管理的进步、创新和飞跃,它的实现不仅能促进和强化安全生产和工程接产这两项中心工作,同时也为广大干部和员工提供了发展的机会和空间,广大干部和员工必须统一认识,保持良好心态,用实际行动推动群堆管理,推动安全生产。

4. 生产部处长周会

为及时有效地向处级执行部门传达生产部经理部的管理方向和新思路,促进经理与处长之间的沟通,通报一周安全生产情况、现场重要事项和关注要点,生产部每周举行一次处长周会,由生产部经理主持,参加人员包括生产部经理部全体成员及生产部各处处

长。

5. 生产部经理部管理研讨会

2000年生产部经理部共召开了两次管理研讨会。目的在于增强生产部领导班子的团队凝聚力,从管理的角度分析目前生产部工作中存在的不足,促进电站管理水平再上台阶,确保安全生产达到预期目标,公司五年计划顺利实现。参加人员除生产部经理部全体成员外,还扩大到了生产部各处长。

第一次管理研讨会于3月14日召开。会议首先由生产部各处长介绍了各处为实现管理计划、完成生产任务拟采取的措施。经理部要求基层干部要进一步提高对基础工作的重视,对认真的工作态度的重视,对管理计划的重视,对评价监督系统的重视,同时针对创建世界一流电站该做哪些工作进行深层次探讨。

第二次管理研讨会于9月8日召开。会议对安全文化推进、减少停机停堆工作、指标改进、运行管理改进等内容进行了探讨。会议确定了明年的工作思路,并决定成立两个工作小组,分别负责编制生产部2001年管理计划和优化、整理电站指标体系。同时对生产工作、管理工作和团队建设也提出了新的要求。

6. 维修部管理周会

由维修部经理主持,参加人员包括维修部经理、副经理、经理助理、副总工程师、经理顾问及综合计划处处长。管理周会每周召开一次,主要讨论维修部一周以来重要的生产管理、技术商务工作,同时根据每周《维修部一周工作简报》对须经理层关注的问题作出决议。每月最后一周召开一次月会,参加成员扩大到维修部各处长、一核和二核维修队队长,月会由各处长报告上月工作小结和本月工作安排,提请经理层关注的问题,同时经理层就各处工作重点作出指示。除固定议程外,就经理层关注的问题不定期安排专题报告供经理决策时参考。

7. 维修部二核生产准备月会

由维修部主管二核生产准备工作的副经理主持,参加人员包括维修部副总工程师、技术部技术支持处、工程处和合同处处长及协调工程师、各专业处负责二核生产准备及接产工作的协调工程师、规程编写组组长、接产计划组负责人等,每季度末的一次月会扩大到各处长。会议主要总结本月生产准备及接产工作情况,布置下月工作重点,并就需经理关注的问题安排专题报告。

8. 技术部管理干部会议

2000年8月9日,技术部组织召开了第一次科长以上干部会议。总经理部、生产协调经理和生产线各部长均参加了会议。会议明确了技术部经理部以及各处的负责人和组织机构,确定了技术部有关的会议制度运作,并提出了今后管理工作的要求和近期主要工作。与会各领导对技术部今后的发展也提出了明确要求和希望。本次会议标志着技术部正式开始运作。

9. 技术部处长管理周会

由技术部经理主持,每周召开一次,参加人员包括经理、副经理、经理助理、副总工程师、顾问及各处处长。会议主要由各处汇报一周重要生产和管理活动,提请经理部关注、支持的问题。同时经理部就当前须各处关注的主要问题作出指示。

10. 设备管理五部研讨会

群堆管理启动后,生产五部经理层于2000年8月30日召开了设备管理五部研讨会。会

议由技术部经理主持，参加人员包括生产五部协调经理、生产五部各经理、副经理、经理助理、总工、顾问及有关工程师。研讨会就群堆管理的目标、设备管理处群堆管理中承担的主要责任及职责分工进行了充分讨论，并在维修导则、维修大纲优化、电站寿命和老化管理、设备失效二级根本原因分析等方面达成共识，同意由设备管理处牵头，统一组织、统一策划、推动并实施，为建立健全群堆管理模式下的设备管理体系，不断提高和改善设备管理水平做出了良好开端。

11. 质保部管理工作会议

由质保部经理主持和全体质保部员工参加的会议。会议主要是传达总经理部会议信息、其他生产信息，大修动员及内部管理工作交流等。会议每月召开一次。

12. 质保部科长工作会议

由质保部经理主持，各科长及支部书记参加的会议。会议内容主要包括制订管理计划，对管理计划进行跟踪，研究质保部的重要工作及方向等。会议每周召开一次。

13. 电站质量委员会

根据生产系统安全和质量管理的需要，2000年电站质量委员会共召开了四次会议，主要审核了电站会议行动完成情况、1999年质量管理缺陷趋势分析、管理者自我评估介绍和推动、主变压器事件独立调查报告等内容。会议通过对电站的重要质量问题或重复发生的质量缺陷的讨论，提出持续改进的建议及相应纠正措施。

2.3.2.2 干部任免及变动情况

2000年大亚湾核电站选拔了一批年轻干部充实到领导岗位上。全年科级以上干部晋升53人次，免职3人，调离9人。详细情况见表2.3.2.2-1和表2.3.2.2-2。

表 2.3.2.2-1 电站干部晋升情况

人

经 理	副 经 理	经 理 助 理	处 长	副 处 长	处 长 助 理	科 长	副 科 长
5	3	3	7	19	2	7	7

表 2.3.2.2-2 电站干部调离情况

人

经 理	处 长	副 处 长	科 长	副 科 长
2	2	1	3	1

2.3.2.3 职称评定

2000年获得各种专业技术资格人员情况见表2.3.2.3-1。

表 2.3.2.3-1 2000 年获得专业技术资格情况统计

人

正高级	高级	中级	助理级	员级	合计
3	25	95	60	54	237

2.3.3 人事管理

2.3.3.1 人员配备

截至 2000 年 12 月 31 日, 生产五部在册员工总数为 1 382 人, 其中调入 1 260 人, 聘用 111 人, 港方 2 人, 外方 9 人。人员配备见表 2.3.3.1-1:

表 2.3.3.1-1 生产五部人员配备情况

人

工作单位		调入人员	聘用人员	港方人员	外方人员	合计
协调经理	协调经理	1				1
生产一部	经理室	4		1	1	6
	运行处	202	4		1	207
	保健物理处	53	1			54
	发电规划处	18	6			24
	核安全与环保处	23				23
	综合管理处	21	12			33
	派遣到二核人员	4				4
	小计	326	23	1	2	352
生产二部	经理室	4				4
	运行处	165	1			166
	保健物理处	25	2			27
	核安全与环保处	18	2			20
	联络办公室	4	3			7
	信息计划处	10	3			13
	小计	226	11			237
维修部	经理室	4			1	5
	总工程师办公室		1			1
	一核维修队	1				1
	二核维修队	1				1
	计划处	33	4			37
	大修处	10				10
	静止机械处	72	6			78
	转动机械处	64	9			73
	电气处	57	9			66
现场服务处	53	3			56	

续表

工作单位		调入人员	聘用人员	港方人员	外方人员	合计
维修部	仪表控制处	81	8			89
	派遣到二核人员	17				17
	派到生产二部	1				1
	A类调试人员	4				4
	派往欧办	1				1
	小 计	399	40		1	440
	技术部	经理室	3			1
总工程师办公室		2				2
工程处		71	2			73
合同供应处		41	4	1	1	47
技术支持处		55	5			60
培训处		42	4		3	49
设备管理处		52	8		1	61
文档资料处		17	10			27
驻欧办		2				2
派遣到二核人员		5				5
派到生产二部		1				1
A类调试人员		2	1			3
小 计		293	34	1	6	334
质保部	办公室	16	3			19
总 计		1260	111	2	9	1382

2.3.3.2 职工学历和职称结构及专家名录

职工学历结构见表 2.3.3.2-1 和图 2.3.3.2-1。

表 2.3.3.2-1 职工学历结构

人

初 中	高 中	中 技	中 专	大学专科	大学本科	硕 士	博 士	合 计
2	49	63	185	238	761	73	2	1373

职称结构见表 2.3.3.2-2 和图 2.3.3.2-2。

表 2.3.3.2-2 职称状况

人

正高级	高 级	中 级	助理级	员 级	技 师	高级工	中级工	无职称	合 计
18	229	334	469	146	18	69	38	52	1373

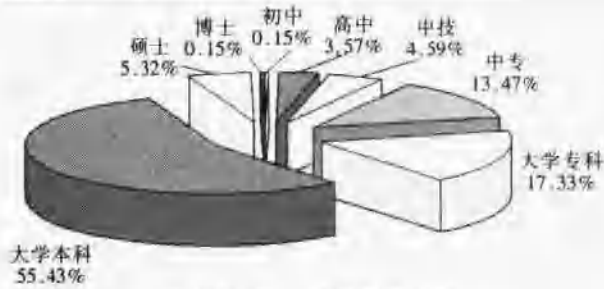


图 2.3.3.2-1 职工学历结构

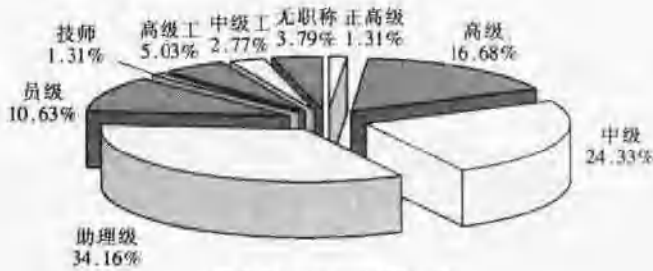


图 2.3.3.2-2 职称结构

专家名录

1. 正研级高工名录

陈德淦 陈献武 虞福祥 李振亚 张兆丰 沈 抗 黄常勇 叶能谦 陈开惠
胡传庸 李寿才 张志雄 陈家龙 杨昭刚 李晓明 蔡源之 李怀听 周先觉

2. 享受政府津贴专家名录

杨昭刚 沈 抗 叶能谦

3. 公司中青年专家名录

吴粉山 叶能谦 李桂夫 杨茂春 黄 斌 江国进 马 蜀 邹勇平 卢文跃
姚 刚 刘 敏 郑伟平 肖 岷 陈伟仲

2.3.3.3 年龄结构

大亚湾核电站的员工是一支年轻的队伍，平均年龄为 32.36 岁，年龄分布见表 2.3.3.3-1 和图 2.3.3.3-1。

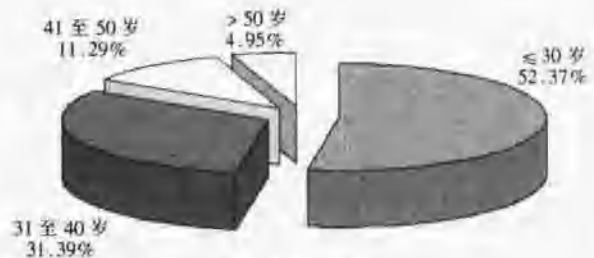


图 2.3.3.3-1 年龄结构

表 2.3.3.3-1 年龄分布

≤ 30 岁	31 至 40 岁	41 至 50 岁	> 50 岁	合 计
719	431	155	68	1373

2.3.4 人员培训及授权

2.3.4.1 培训管理及有关活动

1. 2000 年培训形势概述

2000 年是培训工作平稳推进的一年。自 1997 年开展“公司培训年”活动以来,在公司各级领导的关心和重视下,培训中心管理制度经过 1997 年至 1999 年的三年基本建设,已初步形成完整科学的体系。在这一管理制度体系的指导下,2000 年各项培训工作稳步有序地向前推进,巩固了培训工作已取得的成绩,进一步提高了培训队伍的整体水平,为下一步建设“群堆管理模式下的培训体系”工作奠定了坚实的基础。

2000 年同时也是培训中心硬件设施更新改造的起步年。经过近十年的运行,培训中心硬件设施不同程度地出现了老化损坏现象,设施故障率不断提高,可用率逐年下降,影响了培训工作的正常进行。针对这一问题,培训中心根据公司各级领导的指示,并结合实际工作中的具体情况,有计划、有步骤地选择重点硬件设施开始更新改造,预计在 2002 年可完成培训中心硬件设施的全面更新改造,届时培训效率将会得到进一步提高。

2. 模拟机培训

2000 年共累计完成模拟机培训 210 教员周,这一成绩是在部分教员被抽调参加模拟机改造与新建项目、教员数量大大减少的情况下取得的。为确保 2000 年模拟机培训任务的顺利完成,培训中心在继续推行 1999 年模拟机培训改进措施的基础上,着重加强了以下工作:

- (1) 加强模拟机教研室主任和高级教员对模拟机培训教学质量的内部监督,全面提高模拟机教员的教学水平;
- (2) 加强模拟机教员的自身培训,确保每个模拟机教员完成各自的年度 ITP;鼓励模拟机教员深入现场,及时获取和掌握第一手材料,丰富经验反馈案例;
- (3) 根据实际情况,调整培训计划,合理分配培训教学负荷,充分挖掘模拟机教员的教学潜能。

通过强化管理,2000 年模拟机培训计划得以顺利完成。2000 年模拟机培训负荷具体情况如下:

- (1) 学习操纵员培训,计 66 教员周;
- (2) 持照人员的复训,计 95 教员周;
- (3) 操纵人员执照考试,计 45 教员周;
- (4) 非运行岗位工程师模拟机培训 (ME),计 4 教员周。

2000 年模拟机培训的具体工作成效如下:

- (1) 2000 年 5 月进行的操纵员执照考试中,39 名考生中有 30 人通过,合格率达 76.9%;
- (2) 2000 年 10 月进行的高级操纵员执照考试中,19 名考生中有 12 人通过,合格率达 63%。

3. 模拟机维护及模拟机改造与新建项目

2000 年培训中心模拟机维修技术人员陆续派往加拿大 CAE 公司参与模拟机改造与新建项目,从而造成维修技术力量十分紧张的局面。在这种情况下,培训中心通过采取各项积极措施,使 2000 年全范围模拟机达到 98.39% 的可用率,保证了 2000 年模拟机培训任务的顺

利完成。2000年模拟机维护方面着重解决了如下问题：

- (1) 解决了全范围模拟机的 Y2K 问题，使之平稳过渡到 2000 年；
- (2) 完成全范围模拟机教学控制台和实景录像系统的改造；
- (3) 采取外借和采购相结合的积极措施，建立多渠道的维修备件保证体系；
- (4) 全面加强预防性维护措施，保证模拟机培训任务和两次取照考试的顺利完成；
- (5) 排除 KIT/RPS 和硬磁盘严重的故障。

模拟机改造与新建项目在 1999 年完成前期准备工作的基础上，于 2000 年全面进入具体实施阶段。具体情况如下：

- (1) 组织审查项目设计文件 (DRD)，完成相关数据的提交；
- (2) 协助岭澳核电有限公司工程部确定新模拟机培训楼的选址和建筑方案 (新模拟机培训楼于 2000 年 5 月正式开工建设)；
- (3) 协助加拿大 CAE 公司熟悉现有的模拟技术，帮助其解决大量技术问题；
- (4) 组织完成项目验收程序 (ATP) 的编写工作；
- (5) 先后派出 9 名技术人员前往加拿大 CAE 公司参与模拟机改造与新建项目，加强了对项目的严格管理，同时提高了技术骨干在新模拟机的使用与维修方面的技能。

模拟机改造与新建项目进展顺利，计划于 2001 年底全部完成。

4. 技能培训实验室建设及技能培训的组织实施

2000 年，过渡性技能培训实验室土建改造工程全部竣工，基本办公设备配置就位，完成了泵特性实验台，换料模拟板，控制棒组件，可燃毒物组件等设备的采购、安装、调试及砂轮机架的设计、制造、安装等系列工作。同时，还进一步规范了技能培训课的施教标准，建立了技能培训实验室设备管理细则，并按规定完善了各技能培训课教材、教案和试卷的标准化。

为组织实施相关技能培训课程，培训中心经集团教育培训委员会批准，从各专业处聘任经过系统培训的 17 名现场专家为维修技能培训兼职教员，从事教案、教材编写及授课工作，并相继开设 16 门维修技能培训课，编写教材教案达 16 套，完成技能培训负荷 5 416 人·时。同时，培训中心在与各部门协商的基础上，制定了 2000 年度岗位技能培训计划，全年共完成岗位技能培训课程 19 门，培训负荷 15 873 人·时。

5. 职业技能鉴定工作

2000 年，核电职业技能鉴定所配合公司人力资源部、公司工人技师考评委员会完成了 7 个工种技师共 16 人的考评答辩工作，6 人通过鉴定获技师资格，合格率为 26%；组织办理 28 名员工申报高级工 (18 人)、中级工 (10 人) 鉴定考试手续，并于现场组织了实操考试。

另外，完成了以下核电职业技能鉴定相关工作：制订了《全年核电工种的职业技能鉴定计划与工作安排》并得到市劳动局批准；制订了鉴定所《技能鉴定考务活动费用标准》文件；编写完成了初次实施鉴定的中级现场主值班员和中级电机检修工的《技术等级标准》2 套、《鉴定规范》2 套、《知识要求试卷》8 套、《实操试卷》11 套和《技能要求试卷》8 套并得到市劳动局批准。

6. 管理培训

- (1) 系统管理培训：2000 年系统管理培训的重点任务是办好“广东核电管理工程硕士

班”。在2000年度，培训中心共为该班组织了9门课程的学习和考试，并确定了学员论文的选题和校方导师的分配名单，同时开始了公司内部导师的选任工作。

(2) 专题管理培训：2000年度培训中心共组织《职业经理人》、《领导艺术与管理技巧》、《项目管理》等7门专题管理培训课程，开课10期，培训人数357人，培训负荷5777人·时。

7. 教材建设和教具制作

(1) 重新编写了《大亚湾核电站系统及设备》教材（课程代号320），样稿已交付出版社并排版完毕；完成《现场操作员培训教材》编写工作的合同立项，大纲制定及内容校核，全部工作将于2001年初完成。

(2) 编写完成《大亚湾核电站系统及设备》(320)课程的标准化教案初稿；编写及升版《入厂安全知识教育》教材；编制《安全知识竞赛题库》；编写《基本原理模拟机(BPS)操作指导》；重新制定了《压水堆核电站基础培训》(321)课程的教学大纲；为新开设的“协调员岗位培训”课程(MC)和521课程编制培训教案1套；对原有的M0, M1, M2, M3, M4等培训教材进行修订、翻译和规范化。

(3) 为丰富教学方式，加深学员对所学课程内容的理解，培训中心在已有教学模型的基础上，结合实际教学需要，有针对性地补充制作了“发电机-励磁机组”、“900 MW 压水反应堆”、“蒸汽发生器”、“燃料组件”“主泵轴封”、“400 kV 断路器”等6个教学模型，这批模型投入实际教学后，收到了较好效果。

8. 通用培训

(1) 计算机培训：2000年培训中心开设的计算机课程分为四大类：管理干部计算机基础知识培训、信息协调员计算机培训、全员OFFICE办公软件培训、电站COMIS管理系统培训，共开设19门计算机课程，组织开课94期，培训学员1600多人。

(2) 外语培训：2000年培训中心共开设生产四部英语业余培训班、非生产线英语业余培训班、二核工程部英语业余培训班、管理干部英语业余培训班、运行英语培训班、法语业余培训班、生产骨干英语脱产培训班共8个班次，培训学员200多人。

9. 承包商培训与授权管理

(1) 承包商培训与授权管理体系建立。承包商培训与授权管理工作一直是培训中心的工作重点之一，2000年度该项工作的着力点放在管理体系的建立与完善方面，以期形成一套系统完整、可操作性强的管理制度。在广泛征求意见的基础上，培训中心编写完成了《承包商培训与授权管理条例》(草稿)，经认真讨论、修改、完善，计划于2001年6月颁布实施。

(2) 第七次大修承包商入厂考核。第七次大修承包商入厂考核准备工作于2000年9月开始，在总结1999年工作经验的基础上，培训中心重新制定了考核管理规定及考场纪律，对原有考核题库予以修改完善，新增约40%的题量，使总题量达到600余道，编制考卷16份。第七次大修承包商入场考核工作于11月6日正式启动，对所有大修承包商人员进行考核，评价和记录签发，共计考核13场次，参加考核人员约1300人，投入监考人力78人次，阅卷人力90人次。

10. 培训中心硬件设施更新改造

2000年，培训中心各类硬件设施的在役使用时间均已近十年，存在以下问题：一是设施老化损坏，可用率下降，影响培训教学工作的正常开展；二是由于培训工作的不断发展，

部分培训硬件设施已不能满足不断发展的培训需要，制约了培训领域的拓展。针对这一问题，培训中心在公司各级领导的支持下，于2000年开始，对培训中心硬件设施有计划地进行更新改造，其中在2000年度完成的更新改造项目有：

(1) EA-307 计算机多媒体教室改造。计算机培训是企业培训工作的一个发展热点，在1999年度，培训中心就与公司电脑中心共同商讨了计算机多媒体教室的建设规划，确定了“分期建设，引进与自主开发结合”的工作思路。2000年初，EA-307 计算机多媒体教室改造项目正式开工，2000年5月正式投入使用。建成后的EA-307 计算机多媒体教室拥有20台学习用计算机、2台教学用计算机以及先进的语音教学系统和辅助教学设施，可进行计算机知识的学习、实际操作以及外语培训等，建成后一直处于满负荷运行状态，培训效果反馈良好。

(2) EA-306 多功能教室改造。现代培训需要现代化的培训教学工具来辅助，为提升培训教学手段，培训中心于2000年初开始实施EA-306 多功能教室改造工程，2000年9月完成全部改造工作，改造后的EA-306 教室拥有现代化的多媒体电教设备，可以举办中小型高级培训及国际、国内学术研讨会等活动。

3) 经验反馈展示橱窗建设：经验反馈是企业不断提高自身技术水平的重要手段之一，为方便培训学员及时了解电站重要事件的过程，从中吸取经验教训，培训中心在EA楼一楼门厅右侧建成经验反馈图片展示橱窗，展示电站重要的经验反馈事件及相关图片。

2.3.4.2 各类培训及授权培训完成情况

1. 各类培训综述

为适应“群堆管理”形势的需要，2000年度，培训中心有针对性地调整了部分培训课程，增开了授权培训、岗位技能培训和管理培训以外的其他专项培训课程，使其在年度培训总负荷中所占的比例由1999年的2%提高到2000年的30%，而授权培训、岗位技能培训的比例均有一定程度的下降。从所收到的实际效果来看，这种调整是适当的，有助于实现企业全方位培训的目标。

2. 授权培训

2000年培训中心共开设30门233期授权培训课程，完成各类授权培训97 926人·时，审查授权单1 429份。

2000年培训中心各类培训情况及各部、处培训负荷见图2.3.4.2-1至图2.3.4.2-5。（由于2000年公司组织机构为适应“群堆管理”模式进行了较大的调整，部分处培训负荷数据存在一定的偏差。）

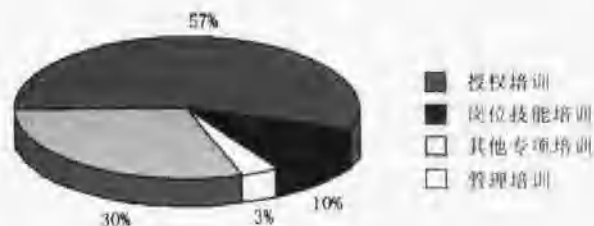


图 2.3.4.2-1 2000 年培训负荷分类

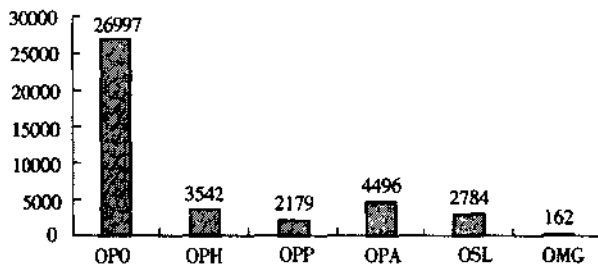


图 2.3.4.2-2 生产一部各处培训负荷/(人·时)

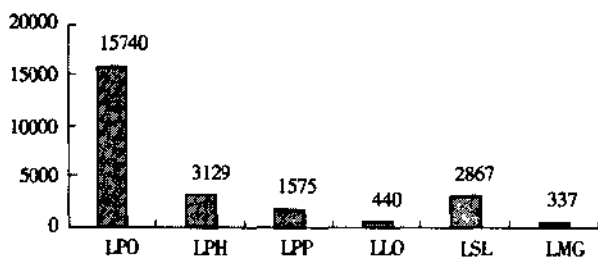


图 2.3.4.2-3 生产二部各处培训负荷/(人·时)

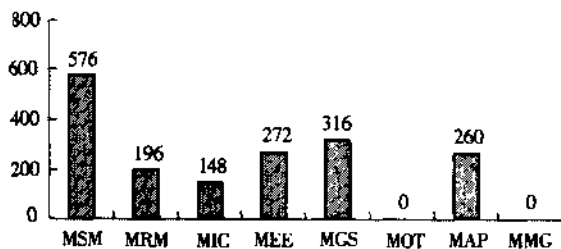


图 2.3.4.2-4 维修部各处培训负荷/(人·时)

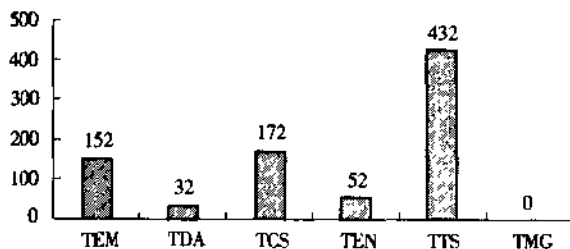


图 2.3.4.2-5 技术部各处培训负荷/(人·时)

2.3.4.3 其他培训工作

1. 电站特种作业取证及年审培训

2000年度,培训中心共开设7个操作证年审培训班,包括有:叉车司机、脚手架、汽车吊司机、行车司机、起重司索指挥、高空作业车司机、高架叉车司机等;开设1期汽车吊取证培训班及7期电动葫芦(地面操作行车)取证培训班,合计共培训特种操作人员210人。

2. 2000届新员工外部岗前培训

根据《广东核电大亚湾核电站2000年新分配毕业生总体培训计划》,培训中心2000年度组织了22名学员赴西安交通大学参加为期五个月的外部岗前培训,系统学习专业技术基础理论知识及适应核电站工作所需的外语能力。

3. 电教工作

2000年培训中心电教工作情况如下:

1) 制作 EDF 安全竞赛录像片《追求卓越,持续改进》、电视片《电厂工作人员“行为规范”安全教育》及《核电站安全文化》。

2) 完成短期承包商入厂培训系列专题片重新拍摄、编制和配音工作,升版后的该系列电教片已投入使用。

3) 《大亚湾核电站堆内构件检查》录像片获2000年核工业科技声像作品一等奖。

2.3.5 电站委员会

2.3.5.1 电站核安全委员会

考虑到群堆管理的需要,2000年9月,电站核安全委员会(PNSC)成员进行了调整,增加了岭澳核电站成员,固定成员改为14人,会议法定人数10人。

2000年PNSC共召开29次会议,其中3次为特别会议。2000年会议共审议了125项核安全相关问题,主要内容如下:

(1) 讨论并批准提交国家核安全局的17份运行事件报告(LOER),5份核安全相关内部事件报告(IOER);

(2) 审批了19份PQOM/GOR规程的升版;

(3) 审查了32份核安全相关定期报告;

(4) 审查了32份核安全相关专题报告;

(5) 审查了6个大修中需紧急处理的安全问题;

(6) 审查了7个核安全相关改造申请。

2000年PNSC会议计划已全部完成。

2.3.5.2 电站培训委员会

为适应“群堆管理”模式,提高电站培训委员会(PTC)的运作效率,经PTC于2000年1月18日的研讨会决定,PTC下以部为单位建立3个分培训委员会(SPTC)。各部分培训委员会由部属各处主管培训的处长或培训工程师构成,生产一部SPTC主席由贺禹经理担任,生产二部SPTC主席由刘革新经理助理担任,维修部SPTC主席由李友德处长担任。PTC也相应进行了人员调整,由卢长申副经理和李友德处长担任正副主席。

2000年,电站培训委员会共召开4次会议。各次会议讨论的主要内容如下:

1. 第 35 次 PTC 会议 (2000 年 3 月 8 日)

- (1) PTC 运作方式;
- (2) 技能培训实验室建设进展;
- (3) SAT 推广设想;
- (4) 承包商 NS2 授权方案。

2. 第 36 次 PTC 会议 (2000 年 6 月 16 日)

- (1) 一、二核技术不同点培训;
- (2) 二核生产人员授权培训要求;
- (3) 技能培训实验室建设进展。

3. 第 37 次 PTC 会议 (2000 年 9 月 21 日)

- (1) “群堆管理”模式下 PTC 运作方式;
- (2) 二核生产人员授权培训要求;
- (3) 技能培训实验室建设进展。

4. 第 38 次 PTC 会议 (2000 年 12 月 5 日)

- (1) SAT 工作进展;
- (2) 2001 年培训计划;
- (3) 承包商有偿培训;
- (4) 二核生产人员授权培训要求;
- (5) 技能培训实验室 2001 年工作计划。

2.3.5.3 电站环境与废物管理委员会

为适应群堆管理的需要和“四统一”的要求,原电站三废管理委员会(PWC)更改为电站环境与废物管理委员会(PEWC)。

委员会的主要功能为对大亚湾核电站和岭澳核电站在环境与废物管理方面的重大问题做出决策,并进行过程监督,对电站废物的产生与排放实行目标和指标管理。

PEWC 主席由生产一部经理助理陈德淦担任,技术部设备管理处三废系统设备工程师张朝文担任秘书,其他委员由大亚湾核电站和岭澳核电站的相关职能处处长和专责工程师担任。

PEWC 设大亚湾核电站三废小组、岭澳核电站三废小组和 ISO 14001 EMS 协调组。

2000 年 PEWC 共召开了四次会议,形成的会议决议及完成的主要工作如下:

1. 2000 年“三废”管理的指标完成情况

2000 年放射性三废的实际产生与排放及 PEWC 指标分别为:液态流出物非氚核素排放为 2.59 GBq (指标为 9.8 GBq), 占国家允许年排放限值的 0.37% (指标为 14%); 气态流出物惰性气体的核素排放量为 23.8 TBq (指标为 36.4 TBq), 占国家允许年排放限值的 1.704% (指标为 2.6%); 固体废物的产生量为 186.4 m³ (指标为 190 m³)。

2. 成功参与并完成第六次大修的“三废”产生量控制

(1) 206/106 大修三废产生情况

1) 共处理可回收利用的硼水约 1 100 m³。

2) 共产生放射性废水 830 m³, 其中工艺废水约 220 m³。

3) 固体废物约产生 66 m³, 主要为技术废物, 较 205/105 大修少产生 5 m³。固废产量降不下来的原因主要是除盐床树脂更换频繁。

4) 大修期间吹扫产生放射性含氢废气 550 m³, 与第 5 次大修废气产量相当。

(2) 206/106 大修的成功经验

1) 同所有工作负责人进行大修期间三废管理的交流。

2) 规定所有不能按正常隔离排空的工作点必须填写《特殊排水操作指令单》, 206 大修共开出 43 张, 106 大修共开出 28 张。以上两措施增加了所有大修工作负责人的三废控制意识, 由过去的三废管理主要由大修三废主管一人控制变成所有参与大修的人员都来控制, 这是本次大修三废控制取得成功的重要原因。

3) 实现两台机组大修人因零跑水事件。

4) 利用大修窗口处理了一个多年遗留的问题——TEP001/008BA 水箱压力高的问题, 标准 3 m 液位对应大气压 0.15 MPa (绝对压力), 处理前为 3 m 液位 0.25 ~ 2.86 MPa (绝对压力), 这样第七次大修可减少因水箱吹扫产生的含氢废气约 100 m³。

3. 完成 9REA001/002BA 氡含量超标的故障处理

为消除故障缺陷排水 12 次, 产生废液 2 000 m³, 故障原因为浮顶胶囊与筒壁连接处泄漏和排气不充分。总结出的经验: 一是对水箱充水排气必须进行贴壁的检查; 二是对胶囊进行泄漏检查的最佳方法是渗漏检查和充气检查。

4. 完成主回路排氦和排硅的问题研究, 并制定出详细的排放计划

(1) 因 TEP007BA 硅含量超标提出硅的排放问题; 因 VVP 系统测到氦浓度最高到 0.7 MBq/m³ 提出了一回路排氦的问题。

(2) 2000 年氦排放情况

主回路氦浓度由 50 000 MBq/m³ 降至 18 499 MBq/m³, 测到的二回路氦由最初的 0.7 MBq/m³ 降至 0.13 MBq/m³ 已低于探测限值。共排水 610 m³, 增加排氦 11 TBq。由于排放条件的改善, 从环境监测的数据来看对环境造成的影响不大。

1) 根据 1997 及 1998 年统计计算大亚湾双堆每年产生的氦约 35.5 TBq, 即要求每年排国家限值的 60%, 即可达平衡。

2) 一回路氦的排放控制, 目前参考法国核电站的标准 15 TBq/m³, 高于此限值通过 TEP005/006BA 排放含氦蒸馏液以降低一回路氦浓度。

3) 二回路 SEL 含氦浓度高于 2 MBq/m³ 时, 环境科必须重复取一个样品进行核实, 核实后必须通知安全顾问和 OPO。OPO 必须查找分析原因并将系统恢复正常 (IP/EMS/073)。

4) 硅的排放限值, 根据化学科建议定为 150×10^{-9} (中间箱最大硅浓度/主回路的硅浓度)。由化学人员提出排放申请, 三废系统工程师制定排放措施, 运行人员执行。

5. 完成 TEG 衰变箱压力缓慢下降的原因查找及处理

6. 完成 9TEU 01/ 02DE 压差故障原因分析及提出改造申请

7. 组织环保培训

组织三废系统工程师及环境工程师等相关人员到秦皇岛环境干部管理学院进行环保培训, 并收到良好效果。

8. 同法国同行进行技术交流

同法国同行电站进行三废处理技术交流, 了解到的法国同行电站与我们的不同之处, 以及值得借鉴的方面如下:

(1) 放射性液态流出物及气态流出物核素排放

有不同的计算方法, 法国电站液态流出物核素排放的计算是, 当核素放射性比活度低于

探测限值时按探测限值的 20% 计算。气态流出物本底扣除及探测精度都不同, 我们的计算方法更偏于保守。

(2) 对放射性废水产生量的控制非常重视

这主要体现在放射性废液和非放废液的分离工作方面。在 GOLFECH 电站, 核辅助厂房内厂房凝结水、ASG003PO 的暖机疏水都是通过 KRT 监测后排向 SEK, 即作为非放废液, 产量约每年 10 000 m³。在 GOLFECH 电站 PTR001BA 是在水箱的腰部加盖房子, 所以雨水是无法进入的。而 KER (相当于大亚湾核电站的 TER) 系统的三台废液贮存箱的周围修筑了一圈水沟, 水沟内有一地坑和潜水泵, 以解决万一水箱发生泄漏, 将泄漏的放射性废液重新送回水箱, 而不致影响环境。这种设计, 雨水的接受数量是非常少的, 而我厂在对 PTR, TER 水箱防泄漏设计为在水箱周围修筑围墙, 这样导致大量的雨水被接收到 TER 水箱, 每年由此增加放射性废液产量约 10 000 m³。泵的冷却水都采用重复使用的方式。

(3) 一个简便有效的处理设备——可移动滤网

在 GOLFECH 电站有一个小型放射性废液专用处理设备可移动式滤网。它由三部分组成: 用来移动的电瓶车、2 台不锈钢泵、滤网, 整套设备的重量 1 200 kg。特点是体积小, 搬运灵活, 实用。无论哪一个地坑或放射性废液罐被放射性沾污或悬浮物多, 都可以将此设备运抵现场, 根据污染的不同特点选用不同的滤芯进行处理。如果我们拥有该设备可以解决以下问题: 9RPE001PS 被污染不需蒸发处理, 1/2RPE010/014PS 被污染可就地处理, 不会污染地板水, 方便地坑清理, 减少滤网更换。

(4) 更加具体处理的三废技术

这主要体现在两个方面: 一是强大的后备技术支持, 电站在三废处理方面如果有问题可以通过 EDF 的技术中心进行研究解决, 电站立即改进, 这就缩短了改进时间, 减少电站问题的发生; 二是设备改进, 首先是所有废液收集贮存箱的体积都增大了, 如地板废水贮存箱的容积为 300 m³, 是我厂的 15 倍; 其次是系统改进, 更换除盐床的废水进入化学水, 而我厂则是进入工艺水再次污染树脂; 最后是对放射性废液处理过程中化学试剂的使用, 根据废液的不同成分加入不同的化学试剂, 提高处理效率, 减少处理成本, 如废液中 ¹¹⁰Ag^m 高, 就采用加入 Al₂SO₄ 进行絮凝过滤。

2.3.5.4 电站技术委员会

电站技术委员会 (PEC) 2000 年的总体运作情况良好, 基本上是在按照既定的计划组织召开会议, 履行 PQOM 对 PEC 的功能要求。

全年 PEC 共召开了 17 次会议, 每次会议内容都很丰富, 并能提前做好准备, 保证了较高的会议效率和任务的按时完成。

这 17 次会议共安排议题 88 项, 审议了 55 个改造项目的初步设计方案, 其中 44 项获得通过。重要的议题及决议有:

1) 认可小改造管理程序的适用范围, 同意开始实施。同时要求小改造项目的实施进展情况定期在 PEC 会上报告 (每季度一次);

2) 要求 APP/A 振动监测回路改造先实施两台, 时机成熟后再改造剩余四台;

3) 同意实施机械式阻尼器换成液压式阻尼器;

4) 暂不批准实施 RRI219/220/221VN 逆止阀改造;

5) 暂不批准实施汽轮机轴瓦测温探头位置改进;

6) 同意实施水核线、北区变电站断路器及电压互感器更新改造;

- 7) 暂不批准实施行政区、厂区用水系统加装水表;
- 8) 原则上同意实施主泵、蒸发器阻尼器减少改造;
- 9) 同意取消 RAM 速降功率保护;
- 10) 审议 LHP/LHQ 励磁控制回路改造项目, 确定改造方案;
- 11) 暂不批准实施 SKH 油泵出口加装排气阀改造;
- 12) 审议 LHP/LHQ 抗震支撑设计不符合项改造项目, 批准改造方案;
- 13) 同意实施 LHP/LHQ 冷却水回路加装逆止阀改造;
- 14) 同意取消 ASG 超量程流量变送器换型改造;
- 15) 暂不批准兴建临时物资仓库及氟里昂回收间;
- 16) 不同意实施 SAP401/402CO 运行方式改进;
- 17) 同意实施 EAS133VB 下游小支管改造, 同时要求进行根本原因分析;
- 18) 暂不批准 GCR 盘车电机改造;
- 19) 同意将 CEX101/201/301VL 金属密封圈改成橡胶密封圈, 并改变阀门安装方向;
- 20) 同意实施 CI&BOP 大修临时电源系统改造。

另外, 在 2000 年 8 月份, 根据群堆管理模式下委员会设置和运作的新要求, PEC 委员进行了一些调整, 委员人数由 11 人增加到了 15 人, 主要是增加了生产二部 (岭澳核电站生产部) 的委员名额。

2.3.5.5 电站经验反馈委员会

在总结 1999 年经验反馈工作的基础上, 2000 年电站的经验反馈工作继续朝着快速的事件报告、准确的根本原因分析和及时的纠正行动落实方向前进。电站继续坚持经验反馈工作是对电站安全生产的贡献, 而不是对事件当事人或责任部门的一种惩罚的经验反馈工作方针。鼓励员工积极报告安全生产过程中发生的异常和事件, 提高异常和事件报告的透明度。充分利用工作中的良好实践和经验教训来作为电站安全及生产水平持续改进的资源, 并在这个基础上不断提高经验反馈的有效性。

在电站经验反馈委员会 (PEFC) 的直接指导下, 2000 年电站经验反馈领域的工作重点之一放在改进 1999 年底电站用 WANO 自查的方法对经验反馈领域自查后所确定的 6 个待改进领域上。针对每一个待改进领域制定了相对应的纠正行动, 并落实了改进的要求。

2000 年电站经验反馈还配合 WANO 巴黎中心对我厂进行为期三周的同行为期三周的同行评审活动。WANO 专家经过三周认真的评审, 最后给经验反馈领域确定了两个待改进领域和一个良好实践。

2000 年电站经验反馈还配合集团公司群堆管理的需要和组织结构的重新设置, 按照生产五部的组织结构模式重新调整了电站经验反馈体系的组织框架和运作要求, 为 PQOM 的修改升版打好基础。

2000 年电站经验反馈工程师周例会制度运作良好, 加强和协调了经验反馈工作中关于事件报告、根本原因分析及报告编写、纠正行动落实等各项经验反馈工作。使 PEFC 的功能得到补充和延伸。

2000 年继续加大外部事件经验的利用, 及时反馈当今世界上核电行业出现的问题和经验, 同时还定期查询 WANO, EDF 和 NRC 等数据库, 筛选其中有经验反馈价值的事件, 以 EOER 的形式跟踪对电站非常有反馈意义的外部事件, 并进行充分的分析, 形成报告, 将相关的纠正行动放入电站的行动跟踪体系来跟踪, 提高了外部经验反馈信息利用的有效性。

2000年随着公司信息系统 CIS 的投入运行,事件所产生的纠正行动放入了 CIS 的纠正行动跟踪模块进行跟踪,通过网络化的方式来管理纠正行动的执行过程,提高纠正行动管理的效率。

2000年电站在做好事件发生后经验反馈工作的同时,继续做好事先的经验反馈,如减少停机停堆事件经验的利用、大修前的经验反馈以及大修过程中每一天结合工作计划充分利用已有事件经验等。继续进行良好实践的推介工作,特别是运行方面良好的操作经验总结,收集并将其放在经验反馈数据库中共享。

2000年 PEFC 会议的时间间隔继续保持为每季度一次,总共召开了4次会议。会议主要的议题有:

1. 经验反馈的组织建设和相关的规程、文件的修改审查;
2. 事件的报告以及根本原因的分析状态审查;
3. 事件趋势等二级分析报告;
4. 事件纠正行动的执行状态审查;
5. 经验反馈体系以及各部门经验反馈工作有效性审查;
6. 寻找改进经验反馈工作的方向和方法。

2000年电站经验反馈工作在 PEFC 的促进下取得了如下成绩:异常事件报告范围进一步扩大,经验反馈数据库得到了扩展和完善,设备根本原因分析方法得到了补充和出版,根本原因分析方法培训的继续进行提高了经验反馈人员根本原因分析的能力;事先的经验反馈工作得到了深入,外部经验反馈信息得到了更好的利用,纠正行动落实跟踪方式得到了优化,电站经验反馈体系和经验反馈工作在自我完善的良性循环中持续发展。

2.3.5.6 电站工业安全和辐射防护委员会

2000年,电站工业安全和辐射防护委员会(PISRC)主席由生产部经理担任,保健物理处处长担任委员会秘书,各处分管安全工作的处长或副处长担任委员会委员。

2000年电站工业安全和辐射防护委员会会议和主要议题如下:

1. 1月25日, PISRC 第一次全体委员会会议, 议题如下:

- (1) 1999年度电站工业安全、辐射防护、职业医疗状况报告及2000年工作计划;
- (2) 2GCT226VL 作业人员走错间隔改进措施;
- (3) 9TEG004BA 作业人员摔伤事故改进情况报告;
- (4) 厂房管理改进情况;
- (5) 1999年 PISRC 会议决议执行情况。

2. 4月19日, PISRC 第二次全体委员会会议, 议题如下:

- (1) 电站工业安全五星级评估计划及进展;
- (2) 电气设备防火行动计划及进展;
- (3) 防台风、防雷、防涝工作准备及行动计划;
- (4) 第一季度安全指标(工业安全、辐射防护)分析;
- (5) 厂房经理在安全管理网站中的作用;
- (6) 传达国家主席江泽民关于安全工作的重要批示,并针对下一阶段工作提出了要求。

3. 7月20日, PISRC 第三次全体委员会会议, 议题如下:

- (1) 传达江泽民总书记及广东省、深圳市领导近期对安全生产的重要指示;
- (2) 工业安全科报告7月19日电站组织的现场重点部位安全检查的主要情况及改进

要求；

- (3) 工业安全科报告电站五星级工业安全管理进展状况；
- (4) 电气处报告“电气设备防火行动计划”完成状况；
- (5) 工业安全科报告电站今年防抗台风、防雷、防涝行动计划及进展状况；
- (6) PISRC 重要纠正行动（2000-07 项）电站汽水两相管路弯管管壁测厚计划进展情况；
- (7) 2000 年上半年电站工业安全及辐射防护指标情况；
- (8) 防止窒息、测氧表使用情况专题讨论；
- (9) PISRC 主席刘达民总结。

4. 10 月 31 日，PISRC 第四次全体委员会会议，议题如下：

- (1) 审议《工业安全辐射防护委员会和安全网络的运作》IP/OSF/015；
- (2) 三季度以来的安全状况及年底前的重要任务；
- (3) 2001 年两电站职业安全与消防的主要任务和工作。

2.3.5.7 电站预算委员会（电厂资源控制委员会）

2000 年 8 月 3 日群堆管理研讨会讨论决定，取消电站预算委员会（PBC），成立电厂资源控制委员会（PRCC），由 PRCC 接管原 PBC 的工作。

PRCC 负责制定人力和预算成本管理政策；人员、预算编制及控制；人力资源开发及人员结构优化；干部配备和培养策略。由生产五部经理、主管人事的经理助理及生产一部发电规划处、生产二部信息计划管理处处长组成，协调经理担任委员会主席，综管处处长担任委员会秘书，其他人员经 PRCC 主席同意可参与或列席会议。

2000 年 9 月 28 日，PRCC 召开会议，由预算管理科科长向委员会汇报了 2001 年预算编制及群堆管理模式成本中心、兼职预算员的变更情况，审核批准了 2001 年度电站预算计划及其他相关预算文件，并对一些敏感性问题进行了讨论。

2.3.5.8 二核生产准备委员会

2000 年共召开两次二核生产准备委员会（PLC）会议，委员会的组织形式和人员组成与 1999 年相同。

第 27 次生产准备委员会（2000 年 1 月 20 日）的主要议题为：

1. 2000 年度维修程序编写计划；
2. 环保与应急四统一 2000 年工作计划；
3. 生产准备 1999 年计划执行情况、2000 年里程碑和主要任务；
4. 生产准备管理十大问题。

第 28 次生产准备委员会（2000 年 3 月 23 日）的主要议题为：

1. 移交接产总体情况汇报；
2. 2000 年移交接产工业安全工作大纲；
3. 须关注的重要设备问题；
4. 环保与应急四统一工作进展；
5. 维修部二核生产准备研讨会情况介绍；
6. 生产准备与移交接产月度主要任务。

2000 年 8 月，由于生产准备工作重心由策划、准备转向具体实施和移交接产，加之群堆管理后组织机构已健全的原因，PLC 的会议议题转至二核生产协调会。二核生产协调会召开频率为每两周一次。

2.3.5.9 电站信息系统委员会

2000年,随着群堆管理机构的进一步优化,电站信息系统委员会的功能和构成也相应作了调整。调整后的信息系统委员会由生产五部代表组成,在公司信息技术委员会指导下,履行生产线信息系统建设的规划、立项、监督、协调职能。电站成立了软件技术审核小组,在信息系统委员会领导下工作。小组由电脑中心、工业计算机代表、COMIS项目代表、CIS项目代表和生产一部管理信息科组成。生产系统任何软件开发或采购均需由软件技术审核小组评估,形成意见后报信息系统委员会审批。

2000年完成的主要工作包括:制订了各生产应用系统接口的总体实施策略,将建立数据层面和业务层面的统一接口;跟踪推进文档复合系统、运行巡视系统、化学控制、CIS、可靠性数据库等项目的进展,协调生产管理信息系统COMIS的开发、测试、投运和维护事宜;成立信息管理安全小组和信息技术安全小组对网络安全管理进一步完善,规范了网络信息发布,制订了处级CIS网页的管理规定;审议仪器仪表无人仓储管理系统、工业网与管理计算机网连接等新项目。

2000年电站信息系统委员会重点推进了以下三个方面的工作:协调各生产应用系统接口关系、审议各信息系统项目开发进展和推进网络信息安全管理。全年召开了5次会议,产生行动22项,按期完成20项。

2.3.5.10 电站合理化建议评审小组

2000年电站合理化建议委员会改为电站合理化建议评审小组形式运作。电站合理化建议评审小组的主要职责是定期评审合理化建议提案,检查建议进展情况,确定各类合理化建议的奖励方式和奖励等级,拟订表彰方案,解释和修订电站合理化建议奖励及实施办法,组织和推动合理化建议工作的开展。委员会主席由生产一部经理担任,副主席由生产一部副经理担任,成员由生产五部的经理和总工程师以及党、政、工、团的代表组成,秘书由生产一部发电规划处管理信息科负责。

2000年,电站合理化建议评审小组根据《广东大亚湾核电站合理化建议实施办法》,组织了2次评审会议,对271份合理化建议进行了评审,采纳69份。根据实施办法,对全部采纳的建议按照精神鼓励和物质奖励相结合的原则,颁发了纪念品。

2.3.5.11 电站技术监督领导小组(电站技术监督委员会)

2000年电站技术监督领导小组以完善技术监督指标管理体系和健全技术监督依据为主线,重点开展了以下几方面的工作:

1. 积极开展了核电站各专业现执行标准的摸底工作,并在此基础之上,进行了核电站执行标准清单的拟定工作,为逐步健全核电站技术监督依据奠定了坚实的基础。

2. 优化了各专业技术监督指标,明确了各项指标的定义、计算公式、负责人、参考规程/规定、负责部门、评估标准等,从而使得技术监督各项指标更具可比性,更加突出各专业特点。

3. 编写了《GNPS技术监督指标管理规定》,从而提高了电站技术监督管理的有效性,明确了各技术监督专业管理指标的报告周期、统计口径和依据。

4. 实现了技术监督指标数据上CIS,从而实现了技术监督指标的动态管理和实时监督。

电站技术监督领导小组为适应群堆管理的要求,于2000年9月进行了机构调整:一是名称改为电站技术监督委员会;二是成员进行了调整,增加了岭澳化学监督人员和技术部设备管理处有关人员;三是将岭澳核电站的技术监督管理纳入了电站技术监督委员会的管理范

畴。除此之外，委员会的目标和职能并无大的变动。2000年，电站技术监督领导小组（电站技术监督委员会）共召开会议3次，会议主要围绕电站技术监督工作计划、总结，群堆管理下电站技术监督委员会的运作等议题展开，产生决议行动27项，均及时录入CIS进行跟踪，至2000年底共按期完成决议行动22项，申请延期4项，取消1项。

2.3.5.12 电站节能委员会（电站节能小组）

2000年，电站节能委员会以“规范、强化、创新”为思路，在规范深入开展降耗、节电、节水等工作的同时，加大节能宣传和培训力度，并积极寻求节能新方法，开拓节能新领域，主要进行了如下工作：

1. 针对各小组月会、月报制度存在的问题，电站节能小组提出了改进要求，要求涉及到月会计划、月报格式、内容、报送时间等内容，进一步规范了各小组月会、月报制度。

2. 及时跟踪机组效率和煤耗趋势，制定和实施了AFA-2G燃料组件优化利用方案等，有效地利用了机组燃耗，合理地延长了燃料循环长度，取得了较好的经济效益。

3. 以照明节电为突破口，采购并安装了一批节能灯、节能路灯、照明节能电源等节电产品，取得了初步节电效果。

4. 以填报深圳市转发的国家计委关于企业应用变频调速技术情况的调查为契机，启动了空调整能的相关调研工作。主要分析了核电站空调分布状况、运行现状，提出了空调系统采用变频调速技术的节能方案，并组织有关人员到华为、科菱惠、爱得斯等空调变频器生产厂家及其用户调研了中央空调应用变频调速技术的可行性、可靠性。

5. 一如既往地开展节能宣传和培训工作，参加了广东省电力系统节能工作会议，深圳市节能及新能源产品推介会，广东省电力节能检测人员培训等，而“节能有奖征文”为中心的2000年节能宣传周系列宣传活动则把这一系列活动推向了高潮。

2000年电站节能委员会为适应群堆管理的要求，于2000年9月进行了机构调整：一是名称改为电站节能小组；二是成员进行了调整，增加了岭澳运行人员；三是将岭澳节能管理纳入了电站节能小组的管理范畴。除此之外，小组的目标和职能并无大的变动。2000年，电站节能委员会（电站节能小组）共召开会议4次，会议主要围绕电站节能工作计划及总结、电站供用电、供用水平衡分析、电站空调整能潜力分析等，主要节能工作展开，产生决议行动31项，均及时录入CIS进行跟踪，至2000年底共按期完成决议行动24项，未到期5项，申请延期2项。

2.3.6 质量保证

2.3.6.1 运行质保大纲的修改

今年实施群堆管理后，电站组织机构作了较大调整。根据群堆管理的需要，生产系统由质保、技术、维修、生产一部和生产二部组成。由此带来内部职责、接口和任务的重新划分。

根据新的组织机构和职责分工，运行质保大纲也作了相应修改，同时对有关章节内容进行了简化。大纲计划于2001年初提交NNSA审核。

实施群堆管理后，生产质量管理手册（PQOM）也作了全面修改。新的PQOM有以下特点：对群堆管理体系进行整合，理顺和简化生产管理过程，加强对设备管理的要求。

2.3.6.2 质量保证体系的执行

今年继续开展以业绩为核心的质量管理，并以推动现场工作过程控制为重点。从运行几

年的情况来看, 质保工作是否最终成功的标志就是是否能控制好现场工作的质量。

质保部在本年度质量管理方面发现的典型问题主要有:

1. 指导现场作业的规程中缺少适当的验收标准;
2. 工作过程中的验证措施不充分;
3. 一些指导现场作业的规程可操作性不强;
4. 必须使用规程来控制的工作, 规程却没有建立;
5. 不按规程要求按期完成全部试验;
6. 不按规程要求逐步进行作业;
7. 出现一些越过停工待检点作业的现象;
8. 维修和试验中发现的异常情况没有记录表明是否已有效地跟踪;
9. 事件的经验反馈有效性不够;
10. 采购技术规范的编制和使用的管理不规范;
11. 一些项目未列入预防性维修大纲中;
12. 维修或试验过程中未完整记录要求的参数。

质保部在监查和监督中经常发现上述问题, 这些问题不是个别问题, 而是在现场工作层较普遍存在。这些问题将会阻碍电站业绩的提高, 不解决这些问题电站质量管理将难有质的变化。年初发生的主变压器中性点过热熔断事件应该给我们敲响了警钟。

2.3.6.3 检查和监督

实施群堆管理后, 两个电站的设备管理和过程独立检查工作由技术部设备管理处负责。

质保部继续实施年度监查计划和监督计划。为了提高监查和监督的实效性, 质保部特别加强了对人员本身的技能培训, 并在监查和监督中请外单位的专家一起工作。另外, 质保部还多次与其他单位共同组织联合检查。监查主要按部门进行, 环保内审与 QA 监查同时进行但分别报告。国外监查因签证问题未能进行。

本年度监督计划的重点是日常的专项监督和大修监督。质保部在大修时仍然组织了大修监督队, 选择重点监督项目进行过程监督。对第七次大修质保部还制定了监督的质量指标, 如 QA 监督过项目的合格率、QA 签点的完成率等。其完成情况: 质保监督过的设备缺陷率为 0; 质保签点率为 96%; 质保监督中发现的问题跟踪率为 90%。

今年质保部共进行场内监查 19 次, 场外监查 3 次, 现场监督 2 626 次, 专项监督 19 次。

2.3.6.4 质量改进

各种检查、监督和自我评估最终的目的是为了找出问题的根本原因并加以消除。质量改进的关键是找到问题的根本原因并采取纠正行动及时和有效地加以改进。

管理者自我评估是管理者自我改进和完善的重要方法。今年生产一部计划 3 个处 (OPO, OTC, OPH) 组织进行自我评估, 实际有 5 个处 (加 OPD, OPE) 组织了自我评估; 维修部计划 4 个处 (MAP, MGS, MCS, MTS), 实际有 5 个处 (加 MIC) 完成。质保部完成了 1 次评估。管理者自我评估将作为公司的要求制定在各部门的管理计划中。管理者自我评估的目的就是从管理者的角度发现管理问题并寻找与先进水平之间的差距, 从而加以解决。从目前生产系统来看, 尽管有的部门已能进行比较有效的管理者自我评估, 但少数部门对管理者自我评估的意义仍认识不足。

为了加强纠正行动和各种会议行动落实的有效性, 公司已建立起统一的管理纠正行动和各种会议行动的计算机数据库。该系统将行动纳入计算机过程控制, 在过程中规定了行动的

批准、实施、独立验证及重复性分析各步骤。通过该系统可以保证管理层制定的各种措施不遗漏、能实施、有独立验证以及随时显示行动完成的状况。通过该系统, 电站两个重要会议 PNSC 和 DTM 的行动完成率已经达到了管理指标的要求。

质保部发出的 CAR 和电站各委员会行动实施的跟踪情况见图 2.3.6.4-1 和图 2.3.6.4-2。

从今年 QA 发出的 CAR 的跟踪情况看出, 质量缺陷关闭的平均时间虽然呈逐年下降趋势, 但仍未达到指标的要求。

另外, 从电站各委员会行动的完成情况来看, 按时完成率也未能达到 80% 的指标要求。

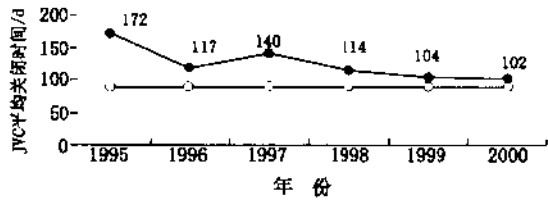


图 2.3.6.4-1 历年 CAR 的跟踪状况

2.3.6.5 质量意识的培育

成功的质量保证大纲要求全体员工有较好的质量意识。电站管理层充分认识到其重要性, 并把质量意识的培育作为电站每年都关注的重点之一。

今年电站共实施质量管理培训 32 次, 受训人数近千人。

2.3.6.6 质保大纲实施有效性评价

1. 运行质保大纲

《运行质保大纲》已根据群堆管理的要求进行了修改。

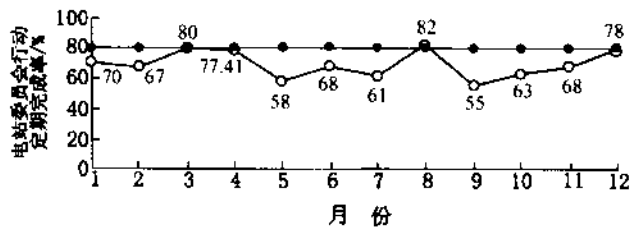


图 2.3.6.4-2 2000 年电站行动的跟踪状况

2. 组织机构

群堆管理模式下的职责分工和接口关系已明确。该领域有关的质量要求已得到有效的执行。

3. 文件管理和记录

从监查和监督的结果来看, 该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但电子文档管理方面还有待改进, 以适应情况的变化, 记录填写质量还有待提高。

4. 运行管理

从监查和监督的结果来看, 该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但在行政隔离变更管理、运行操作的监护等方面还需改进。

5. 维修管理

从监查和监督的结果来看, 该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但仍存在一些与去年相似的问题, 如: 某些工作不按规程执行; 某些规程未给出明确的品质再鉴定要求或验收标准; 某些维修报告填写不完整; 某些维修中记录的缺陷没有及时跟踪解决; 防异物措施还有待加强等。

6. 检查和试验管理

从监查和监督的结果来看, 该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但定期试验的管理还有待加强, 特别是对非 QSR 系统的定期试验管理及个人计量器具的检定。

7. 环境保护与放射性废物管理

从监查和监督的结果来看, 该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但非放污水的排放控制不够, 污水站设备可靠性不够高。

8. 采购和材料管理

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但采购技术规范书的编制和使用中的问题仍需加以解决,物项有效期控制还有待改进,接收检查还需加强。

9. 培训和授权

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但对程序的培训有待加强。

10. 工程设计

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但在物项替代过程的控制方面还存在问题。

11. 不符合管理和纠正措施

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但经验反馈的有效性还有待进一步提高,NCR的处理过程未得到严格遵守。

12. 质量验证

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行。

13. 消防

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但火灾未遂事件仍较多,灭火能力还有待进一步加强。

14. 计算机管理

从检查的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行。

15. 保卫和出入管理

从检查的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行。

16. 辐射防护

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行。

17. 应急准备

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但应急设备可靠性须进一步提高。

2.3.7 经验反馈

2.3.7.1 内部经验反馈

2000年电站内部经验反馈工作主要包括电站经验反馈的组织建设、经验反馈体系自查所定待改进领域的纠正行动落实、配合 WANO 巴黎中心对电站进行的同行评审、电站内部的事件管理、纠正行动落实跟踪、大修经验反馈、经验反馈数据库建设等。

1. 经验反馈的组织建设

为配合群堆管理的电站运作模式,提高管理效率,电站经验反馈的组织体系进行了调整。经验反馈委员会委员由一、二核分别派人组成。同时还重新调整了各处的经验反馈工程师人员。两个电站的经验反馈工作除直接的行政管理之外,主要在经验反馈委员会的协调下,由各自生产部的核安全和环保处的安全分析科负责执行管理,通过日常的经验反馈事务和每周电站经验反馈工程师的周例会来协调电站经验反馈工作的开展。除各处设置经验反馈工程师外,各部不再设立经验反馈工作中间管理部门。

2. 经验反馈体系待改进领域的落实改进

电站为迎接 2000 年将要进行的 WANO 同行评审, 1999 年底利用 WANO 同行评审的方法对电站的各领域进行了自查。经验反馈体系经过自查确认了 6 个待改进领域。2000 年初对这 6 个待改进领域制定了纠正行动, 并在 2000 年 WANO 同行评审开始前完成了主要的纠正行动要求, 改进了电站经验反馈体系的工作。

3. 配合 WANO 同行评审

2000 年 9 月份, 为配合 WANO 专家对电站进行为期三周的同行评审工作, 经验反馈体系安全分析科派两个对口人参与并配合了经验反馈体系的同行评审。经过对电站经验反馈体系全面的评审, WANO 专家确认了两个待改进领域和一个良好实践, 为 2001 年的经验反馈改进提供了支持。

4. 电站事件管理

2000 年两台机组全年保持安全稳定运行, 状况良好。在这种情况下, 电站一如既往地影响机组长期安全稳定运行的各类事件进行严格管理。全年共发生电站运行事件 16 起, 内部运行事件 157 起, 收到 956 张事件单。具体说明如下:

(1) 电站 2000 年所界定的 16 起运行事件请参见“运行事件列表”章节, 分析内容请参见章节 2.2.1.1 “电站运行事件”。

(2) 内部运行事件年分布如图 2.3.7.1-1 所示。

可以看出, 全年内部运行事件数比去年有较大增加, 在两台机组的分布上基本持平, 反映出两台机组全年的运行情况差别不大。

(3) 内部运行事件按月分布如图 2.3.7.1-2 所示。

由图可见, 年底为事件的多发期, 这与大修多安排在这一阶段开始有关。从图上还可以看出, 虽然每年的年初两三个月通常也有机组在大修, 而在此期间的事件数则明显少于年底的事件数。这说明在相继进行的两次大修中, 第一次大修中的事件数一般说来要多于紧接着进行的第二次大修中的事件数, 同时也说明这一现象不是技术上的问题, 通过在管理方面采取措施, 应该可以改善这一状况。

在正常运行阶段, 8, 9 月份事件较多, 这在一定程度上反映出气候因素对电站运行的影响。如“雷击导致 4700 报警系统严重损坏和 AA/AB 厂房火警误报”、“海虾引起 2CFI 大滤网压差高”就发生在这一阶段。因此在这一时期应关注气候环境对机组运行的影响并采取有效措施减少不利影响。

(4) 内部运行事件按部门分布如图 2.3.7.1-3 所示。

由图可见, 事件较为集中地分布在与电站运行维修关系密切的部门 (如 MIC, OPO, MEE, MSM 等), 这与电站的实际生产情况相一致。

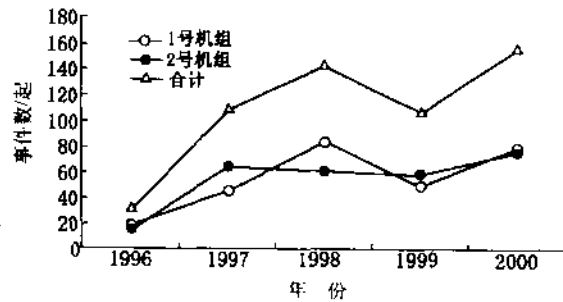


图 2.3.7.1-1 内部运行事件年度分布

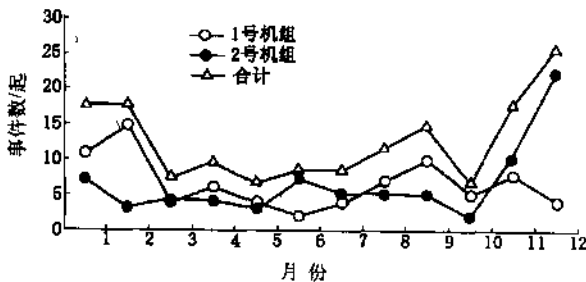


图 2.3.7.1-2 2000 年内部运行事件按月份分布

MIC 相关的事件数量多于其他部门,表明仪表、控制相关的事件已成为影响机组正常运行的一个较为重要的因素。TEM 作为专职的设备管理部门,已开始介入内部运行事件的分析领域,在将来的工作中还会负责进行更多的设备缺陷引发的内部运行事件的分析。QAD 开始介入内部运行事件的分析,说明作为管理工具之一,事件分析逐渐在更大的范围内发挥其应有的作用。

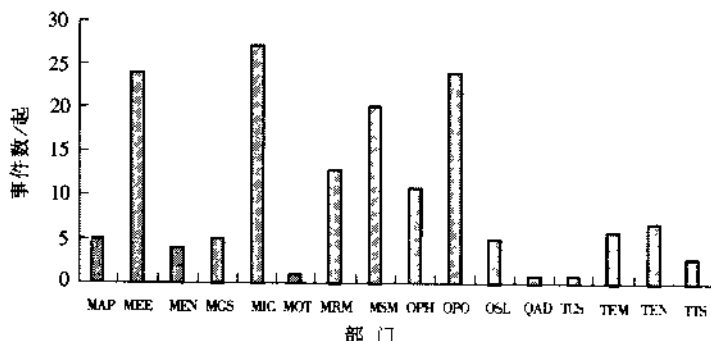


图 2.3.7.1-3 2000 年内部运行事件按部门分布

(5) 内部运行事件中的人因事件如图 2.3.7.1-4 所示。

本年度 157 起内部运行事件中,人因事件有 79 起,占总数的 50%,与几年来的比例基本持平。人因因素主要表现为不严格遵守工作过程、不能用自检的方法保证工作对象(系统/设备)处于正确的状态、规程内容缺陷、操作经验不足等。设备因素方面主要有设备泄漏、GCT 阀门故障、KRT 误发报警等。

(6) 24 小时事件如图 2.3.7.1-5、2.3.7.1-6 及 2.3.7.1-7 所示。

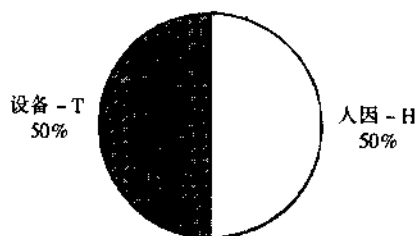


图 2.3.7.1-4 内部运行事件原因分布

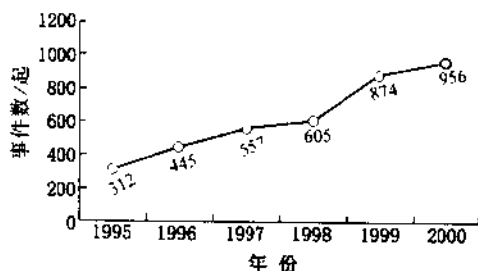


图 2.3.7.1-5 2000 年 24 小时事件单年度分布

24 小时事件的探测对象是电站各类异常,它的数量反映了电站员工对异常事件的关注程度和事件的透明度。

2000 年共收到 24 小时事件单 956 份,为电站运行以来历年之最多,反映出电站员工整体核安全意识的提高。

图 2.3.7.1-6 显示出 2 号机组的事件数要多于 1 号机组,而在界定内部运行事件时,0、9 号机组系统的事件都统一划为 1 号机组的运行事件。从事件单在各个系统的分布来看,24 小时事件较多地分布在以下表 2.3.7.1-1 和表 2.3.7.1-2 所在的系统中。

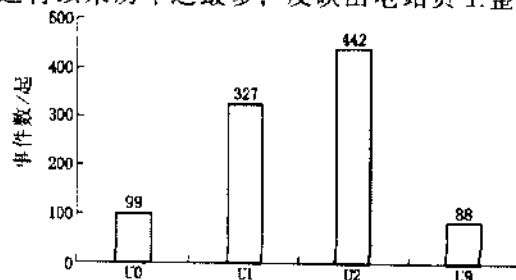


图 2.3.7.1-6 2000 年 24 小时事件单按机组分布

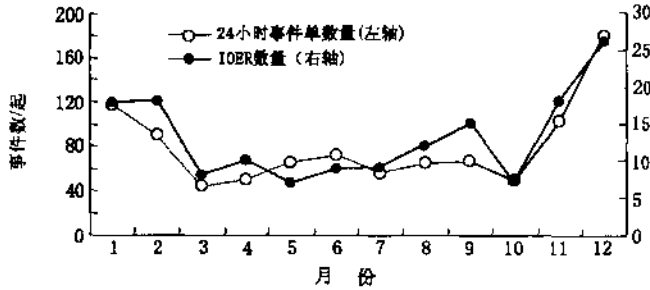


图 2.3.7.1-7 2000 年 24 小时事件按月分布与内部运行事件的按月分布比较

表 2.3.7.1-1 核岛六个系统

系统	事件单数	主要缺陷
RCP	58	环路超温 ΔT 保护定值漂移; 加法器指示漂移; 异物落入; SEBIM 控制柜先导阀泄漏
KRT	37	误发一、二级报警; 测量通道不可用
LHP/LHQ	22	2LHQ3PO 泵壳发现裂纹; LHA 加载时序不符合要求; 漏水/漏油/漏气
ASG	22	1ASG137VV 阀杆漏气; 1ASG001TC 失去暖机蒸汽; 2ASG135VV 异常关闭; 平衡鼓背压偏高; 2ASG001BA 氧含量超标
RIS	20	2RIS012VP 故障不可用; 2RIS098LP 故障; 2RIS168VP 电动关不严; 2RIS032/033VP 内漏
PTR	20	乏燃料水池短时失去冷却; 异物落入; 反应堆水池返水

表 2.3.7.1-2 常规岛五个系统

系统	事件单数	主要缺陷
CEX	23	2CEX108VL 手柄脱落; 堵管堵错; 2CEX003PO 跳闸; CEX108/208VI 故障; 异物
JDT	15	误报警; 雷击导致 4700 报警系统损坏
GSY	15	2GSY900/901VD 异常自动关闭; 安全阀动作; 更换灯泡导致风机跳闸
GRE	15	1GRE003/004/006VV 故障关闭; GRE 内部电源电压波动导致 C 棒动作; 执行定期试验时机组功率波动
CFI	15	联轴器损坏; 离合件装反; 不可用时间超出后撤时间的 50%

24 小时事件单按月分布如图 2.3.7.1-7, 图上同时列出了内部运行事件按月分布。由图可见, 24 小时事件与内部运行事件的按月分布与内部运行事件基本保持一致, 都是在大修时较多, 与机组大修时各种运行维修活动大量增加相符合。

5. 纠正行动跟踪

纠正行动的跟踪是经验反馈的一项关键内容, 它是为了防止事件重发和提高电站整体安全运行水平而针对事件发生的根本原因制定的有效措施。纠正行动的完成是经验反馈领域中极为重要的一个环节, 直接关系到经验反馈工作的有效性和电站核安全文化水平的提高, 因

此其落实情况得到了从电站经理层到各个部门的广泛重视，并建立了有效的跟踪机制。

2000年，为了进一步提高电站行动跟踪的及时性和有效性，并切实得到各处长和经理层的关注，电站在原有的跟踪机制的基础上进一步优化，通过IE界面和授权体系建立了行动录入到关闭的一系列流程，并增加了纠正行动的定期分析和评价模块。由于这个新的系统在2000年8月刚刚推出，在验证和评价方面还存在具体实施上的不足，但正在不断完善。

2000年电站LOER和IOER产生的纠正行动一共有400项，按期完成的有293项，按期完成率是73%，比上一年有所下降。在2000年前期主要是因为行动完成后相关信息没有及时反馈到OSL安全分析科，这个问题将随着新跟踪系统的使用而得到改善；在2000年后期是因为数据转换过程的一些问题和在新的跟踪体系中没有反映报告完成时行动也已经完成的情况。

2000年LOER/IOER纠正行动及时完成率情况见表2.3.7.1-3（9、10月份因新的跟踪系统尚不完善没有统计）。

表 2.3.7.1-3 2000年 LOER/IOER 纠正行动及时完成率情况

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12
及时完成率/%	67	74	87	93	87	88	82	80	73	91

上表反映出在大修期间的纠正行动跟踪应得到加强，因为很多事件相关的纠正行动往往是计划在大修中完成的。

6. 大修经验反馈

每年机组的大修工作都是在年初和年末进行，覆盖两个循环。年初的大修是上循环第二个机组的大修，年末是下个循环第一个机组的大修。从年底的11月中旬开始到第二年的3月份结束，持续时间约4个月。

2000年大修经验反馈工作一般在大修前一个月开始，首先检查需要在大修期间执行的纠正行动是否已经安排和落实，然后出一份已往大修期间发生事件的经验反馈总结报告，发给各部门，要求结合各自（包括承包商）的工作内容进行大修前的经验反馈学习，做好大修的经验反馈。大修过程中安全分析科每天根据工作的进度安排和工作内容相关性，出一份经验反馈日报，提前反馈提醒各部门工作人员，帮助现场的工作减少事件发生的概率。大修过程中及时界定和总结出现的问题，帮助执行处查找事件发生的原因。大修结束后，要求各部门总结各方面的经验，从经验反馈的角度为下一个大修做好准备。

7. 经验反馈数据库建设

2000年电站经验反馈数据库方面主要配合公司CIS系统的开发和应用，将经验反馈工作站并入CIS中，不断完善和补充经验反馈工作站的相关内容。EFS系统也在原来24小时事件单的报告、批准、分类、查询等功能基础上，增加了内部事件、运行事件通告、报告、相关纠正行动等内容框架，准备实现真正意义上的经验反馈系统功能。同时还实现了通过OUT-LOOK给各处长和经理发布批准生效后的事件单等功能。

2.3.7.2 外部经验反馈

2000年外部经验反馈的重点是：外部运行事件的选取和预防措施的有效制定；各执行部门对外部事件的查询；完成向WANO和IAEA的外报事件的指标。

对外部事件进行筛选分析，最终选取了8个重要的外部事件作为外部运行事件，要求相

关部门进行事件分析及电站相应的情况分析并制定预防措施, 预防措施的实施纳入内部运行事件的纠正行动跟踪过程中, 以保证对电站内的有效反馈。

1. EOER-0001 TRICASTIN 电站压力壳裂纹事件

TRICASTIN 1 号机组进行第二个十年大修中, 对反应堆容器堆芯区域进行检查, 检查采用了一种“VPM”新探头, 它可以探测表面 25 mm 深的范围。在这次检查中, 发现反应堆容器堆芯 C1 段有 13 条明显的轴向裂纹, 深度在 6 到 10 mm。这些裂纹都是在堆芯中子辐照区上部。最可能的原因是: 铁素体钢第一层堆焊时, 在热影响区发生的冷裂现象。从 FROC 分析裂纹产生的原因以及所采取的纠正措施来看, 其结论还是可信的。大亚湾核电站拟在第一次十年大修检查时, 对反应堆容器堆芯段进行一次全面检查。

2. EOER-0002 汽轮机电磁阀动作信号导致反应堆紧急停堆

日本 SENDAI 电站机组处于满功率运行时, 主汽轮机由于“汽轮机电磁阀动作”信号而停机, 导致反应堆停堆。事件调查表明原因是紧急停机油系统一管道接头的 O 形环损坏。在前次的换料大修中, 该电磁阀部分与紧急停机油系统管道连接时, 由于工作空间狭窄, 使得工作人员不能正确使用间隙测量仪表, 结果电磁阀部分与管道接头间隙过大, 造成 O 形环部分钻进该气隙, 逐渐损坏, 最终导致紧急停机油泄漏, 主汽轮机由于紧急停机油的油压低而停机。大亚湾核电站也曾在调试期间有过类似的事件发生。这次在转机上进行了反馈, 制定了相应的培训注意事项。

3. EOER-0003 反应堆停堆断路器故障相关事件

从收集到的几起反应堆停堆断路器故障相关事件分析及 EDF 的有关经验反馈, 认为停堆开关在结构上出现过一些问题, 具体表现在: 由于缺乏润滑, 致使导轨卡涩以及结合销磨损导致开关拒跳; 因励磁通道继电器故障导致开关拒跳; 因导轨卡涩或防跳装置卡涩导致开关拒合; 因开关冲击跳闸线圈性能下降导致开关拒合; 开关打开延迟, 跳闸时间不满足试验准则等。将事件中的失效屏障与大亚湾核电站的停堆开关加以对照, 制定了大亚湾核电站应该考虑进行的纠正行动。

4. EOER-0004 安全系统状态控制

该 WANO 事件报告 (WANO SOER 98-01) 所涉及的内容, 也是各电站在大修中普遍存在的问题, 大亚湾核电站也不例外地存在这些问题。针对该报告提出的问题, 大修处进行了分析, 并一一与我们的现状进行了比较, 制定了一系列的纠正行动, 与各相关部门进行讨论确定, 以最终达成具体可实施的预防措施。

5. EOER-0005 发电机励磁故障导致反应堆紧急停堆

日本关西 2 号机组经过小修后进入升功率阶段出现“发电机自动电压调节器励磁不足”的报警信号, 立即进行电压恢复的操作。“发电机后备保护跳闸”报警出现时, “发电机励磁失去”继电器动作, 导致主发电机自动跳闸, 反应堆自动停堆。原因是发电机励磁回路 (交流部分) 故障相电缆长度不够, 在端子水平方向有拉力, 致使端子所受的作用力不再与端子垂直, 因此电缆和端板间接触不均匀, 接触电阻增大、过热, 在动态 (温度高、振动) 状况下, 电缆端子断开, 导致发电机励磁不足。

6. EOER-0006 法国 CIVAUX 电站 RRA 弯管裂纹

法国第三个 N4 机组, 在启动期间机组处于 RRA 热备用, 两相中间停堆, RCP 系统为绝对压力 2.8 MPa, 180 ℃。RRA 系统 A 列热交换器出口第一个弯管处发生破裂, 泄漏率为 30 m³/h。6 小时后 RRA 系统 A 列被隔离, 机组后撤到卸料冷停堆, 燃料被全部卸出。最后检

查发现裂纹大约 180 mm。事件的直接原因为热疲劳，产生热疲劳的根本原因正在调查中。很可能的原因为：冷、热流体混合后，产生热疲劳。

7. EOER-0007 法国 BLAYAIS 1 号机组火灾事件

法国 BLAYAIS 1 号机组处于换料冷停堆燃料卸至 KX 厂房状态，A 列停电操作开始。9:30, JDT 探测到 1RX242 房间有火警。现场检查没有发现异常。但不久即从 RX242 房间散发出一股浓烟，证实火灾已发生。主控制室随即发出警告信号，疏散核岛人员，关闭人员进出气闸及生物屏蔽门，电站进入应急状态。二级干预队到达现场时，火灾已自行熄灭。通风系统的加热装置在失去冷却气流的状态下通电过热，是一个重要的火灾起因。大亚湾核电站发生过两起同类火灾未遂事件，均已查明原因，并采取了纠正行动。

8. EOER-0008 法国 Fessenheim 电站因水箱设计缺陷而停机

Fessenheim 核电站发现储存水箱存在抗震功能设计缺陷，作为预防措施，该电站的两台机组于 2000 年 8 月 10 日全部停运。该事件已被定为 1 级事件。检查发现，用以固定换料水箱和辅助给水箱的螺钉强度不够。法国核安全当局宣称：在这些问题处理完以前，EDF 一直采取了特别的方法来保证蒸汽发生器的给水，甚至在水箱出现故障的工况下也能保证蒸汽发生器的供水。

WANO 同行评审在运行经验反馈专业方面提出了两个 AFI，其中一个是针对外部经验反馈在第二类事件的分析上提出要改进的方面，即在这些事件上要进行更规范的分析并经过相关部门的负责人签字认可，以达到让各专业部门对外部事件的了解和认识。

2000 年度从 WANO, FROG, EDF, 核动力运行研究所等渠道得到的资料并进行翻译及在 STA 周报附页上登载的外部事件共有 32 份，下面列出清单供以后查找：

1. STAWR20000103: “汽轮机电磁阀动作信号”导致停机停堆；
2. STAWR20000104: 由于控制棒驱动机构内部腐蚀导致控制棒下插事件；
3. STAWR20000201: 变更制造厂导致蓄电池组损坏；
4. STAWR20000301: 美国 INDIAN POINT 2 号机组蒸汽发生器 U 形管破裂；
5. STAWR20000302: 美国最新发生的核电站事件；
6. STAWR20000303: 应急柴油发电机的燃料油与润滑油不相容故障；
7. STAWR20000304: 停堆断路器故障导致反应堆紧急停堆；
8. STAWR20000403: 轴承温度高导致衰变热导出/低压安注泵不可用；
9. STAWR20000402: 一回路泄漏；
10. STAWR20000502: 变压器瓦斯保护 2 段故障引起汽轮机停机和反应堆停堆；
11. STAWR20000503: 由于安全系统失去控制造成的事件（摘要 1）；
12. STAWR20000504: 由于安全系统失去控制造成的事件（摘要 2）；
13. STAWR20000505: 蒸汽发生器眼孔/手孔打开使安全壳完整性失去；
14. STAWR20000601: 反应堆压力容器顶部贯穿件接管穿壁破裂；
15. STAWR20000602: EDF1999 年重大事件选载（1）；
16. STAWR20000604: EDF1999 年重大事件选载（2）；
17. STAWR20000701: 台电实施根本原因分析避免不必要设备更换；
18. STAWR20000703: 发电机励磁故障导致紧急停堆；
19. STAWR20000702: 化学容积系统的下泄管线泄漏导致反应堆手动停堆；
20. STAWR20000704: 三起蒸汽发生器泄漏事件；

21. STAWR20000705: 蒸汽发生器 U 形管泄漏;
22. STAWR20000801: 蒸汽发生器传热管泄漏导致反应堆手动停堆;
23. STAWR20000802: 因硼酸腐蚀导致反应堆压力边界降级;
24. STAWR20000803: 在氢系统工作时造成人员伤亡;
25. STAWR20000804: NOGENT 发生的一起工业安全未遂事件;
26. STAWR20000805: 核电厂在低功率和换料工况下的火灾相关事件;
27. STAWR20000903: 中间量程电磁脉冲引发反应堆紧急停堆;
28. STAWR20001003: 法国核电厂水箱设计缺陷;
29. STAWR20001103: DAMPIERRE 1 号机组丧失 LHA;
30. STAWR20001203: 更换密封垫型号错误导致两台冗余先导安全阀损坏;
31. STAWR20001204: EDF 发现 K1 类阀门电动机与品质要求有偏差;
32. STAWR20001205: 伽玛射线源失去控制导致非计划人员受照剂量超限值。

外部事件评述:

2000 年向 WANO 报告了两起大亚湾核电站发生的事件:

1. ER0001: 主变压器保护动作导致反应堆紧急停堆;
2. ER0002: 两台机组的 PTR001BA 水箱缺少吸入弯管。

ER0001 报告还同时报给了 IAEA 组织。

每季度向 WANO 传去大亚湾核电站的性能指标数据。

2.3.7.3 对外交流及姐妹电站交流活动

大亚湾核电站生产部 2000 年出访项目 26 项, 32 次。其中姐妹电站交流有 4 项, 6 人次; 参加 IAEA, WANO 同行评审等有 14 项, 14 人次; 技术交流有 4 项, 7 人次。此外, 去香港交流的有 9 项, 50 人次。

1. 2000 年度重要的交流活动

(1) 2000 年 5 月在培训中心举办 WANO “Training Qualifications” 研讨会, 有中外 30 人参加。其中, 有 10 位是来自法国、英国、芬兰、德国、韩国、阿根廷等国的培训专家以及大亚湾、岭澳和秦山核电站的 20 名培训专家。会上有 14 位专家作了培训专题报告, 并分组就进行培训的技术授权、交流技巧、辅导、接受、学习动机等进行了讨论。

(2) WANO 同行评审: 此次 WANO 评审活动 (PEER REVIEW) 是由 WANO-PC 和来自其他 8 个国家的 21 位专家进行的, 分别对大亚湾核电站的组织管理 (OA)、维修 (MA)、运行 (OP)、工程改进 (ES)、经验反馈 (OE)、辐射防护 (RP)、培训 (TQ)、化学 (CY)、消防 (FP) 等 9 个领域进行了评审。评审后在 11 月又召开了总结会议 (EXIT MEETING), 共确定了 17 项待改进领域 (AFIs) 和 4 个强项 (Strengths)。WANO 将在 1 年半后对这些待改进领域进行复审。

(3) WANO-PC 执委会于 12 月初在大亚湾举行, 这是 WANO-PC 执委会首次在大亚湾举行。

(4) 2000 年大亚湾核电站先后派出专家 4 人次参加 WANO 的同行评审活动: 高立刚, GRAVELINES 电站, 法国; 黄红, GRAVELINES 电站, 法国; 符祥群, HINGKLEY POINT B, 英国; 姚雪红, GUNDMMINGUN, 德国。

2. 姐妹电厂交流情况

生产部在 2000 年共参加了 4 项姐妹电站活动, 分别是: 安全工程师的功能交流; 运行

值班经理、白班值的工作交流；三废管理的交流；核能指标的专家会议。

2.3.8 备品备件管理

2.3.8.1 备品备件采购管理

机组投产以来，备品备件供应一直是保障机组安全运行、日常维修和大修必不可少的环节。经过这几年的努力和探索，备品备件的采购工作已逐渐走上正轨，并朝着更加高效科学的方向迈进。

2000年共收到采购申请单2868份，计10856项备件；发出订单2251份，10494项；金额16923417.26美元。

1. 大修备件采购

表2.3.8.1-1是107/207大修备件采购状态。

表2.3.8.1-2是106/206大修备件采购状态。

表 2.3.8.1-1 107/207 大修备件采购状态 截止日期：2001.02.28

	1999年			2000年												2001年 1-2月	合 计	
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
申请项	205	176	38	26	52	96	60	178	0	58	132	13	89	23	27	87	1260	
进入 采购项	0	63	302	58	6	122	74	196	11	58	131	13	87	25	27	87	1260	
订购项	0	8	7	94	99	52	191	76	218	67	48	100	32	100	35	96	1223	
未订项 (当月总计)	0	55	346	310	216	282	165	282	75	66	149	62	117	42	34	25	25	
取消项	0	0	4	0	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
到货项	库存部分	0	0	0	1	0	4	21	39	65	28	67	98	158	151	97	79	1092
	非库存部分	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	226	10	334		

表 2.3.8.1-2 106/206 大修备件采购状态 截止日期：2000.02.29

	1998年			1999年												2000年 1-2月	合 计
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
申请项	1152	24	0	1	15	646	329	134	104	85	55	9	13	57	69	27	2720
进入 采购项	3	77	1088	1	14	429	317	360	86	95	46	31	11	60	69	33	2720
订购项	0	0	42	100	86	378	583	200	349	232	128	87	80	24	56	59	2404
未订项 (当月总计)	3	71	970	871	799	844	558	688	410	270	188	132	63	99	111	85	85
取消项	0	8	148	0	0	6	20	30	15	3	0	0	0	0	1	0	231
到货项	0	0	0	1	14	4	9	9	21	41	559	279	273	582	172	222	2186

通过上述两个表的比较可以看出：

(1) 第6次大修的备件虽然项目比第7次多一倍，但它的计划性比较强，1998年底就已

进入采购 1 168 项, 1999 年 4 月 1 日前已有 59.3% 的项目进入采购。

(2) 第 7 次大修备件申请比较分散, 计划性显得略差一些。1999 年底只有 365 项进入采购, 2000 年 4 月 1 日前进入采购的项目为 43.7%。

(3) 第 7 次大修备件到货率仍保持在 87.5% 的较高水平, 如果采购申请再提前一些, 到货率还会提高一些。

2. 紧急采购

表 2.3.8.1-3 表明, 大修紧急采购的项目数仍居高不下, 这当然与一些突发事件有关, 但更与备件准备的周密性有关。紧急采购的出现不仅打乱了正常的采购, 而且由于时间要求苛刻, 往往通过一些特殊渠道采购, 使得采购费有所增加。

表 2.3.8.1-3 107/207 与 106/206 大修备件 UMR 申请采购情况

UMR	申请份数		订购项数	
	国内	国外	国内	国外
107/207	32	41	77	187
106/206	61	37	105	64

注: 该统计未含取消项。

3. 岭澳核电站物资的采购

随着建设阶段趋近尾声, 岭澳核电站的部分行政和生产准备物资采购已转移到 TCS, 2000 年共收到岭澳核电站采购申请 114 份, 917 项; 发出订单 162 份 (注: 订单数比申请单多, 是因为一份申请单有时要分几个订单采购); 金额 508 532.00 美元。

岭澳核电站两台机组第一次大修的进口备件也将进入采购。

4. 采购过程管理

2000 年加强了采购过程的管理, 主要有:

- (1) 规范物项采购过程招评标程序;
- (2) 增加长期供货协议;
- (3) 加大大修及紧急采购的跟踪力度;
- (4) 加强采购人员的业务培训;
- (5) 顺利启用新的采购管理系统 (COMIS 系统下的采购管理模块);
- (6) 完成五份采购科工作程序的编写及有关群堆管理程序的升版;
- (7) 开展了公开招标和委托招标的尝试, 获得了一些有益的经验。

5. 供应商管理

供应商的资格审查与管理以前一直由质保部归口, 2000 年这项工作转移到了 TCS, 这样做对供应商的管理更加及时有效。

2000 年收到供应商使用申请单 229 份, I 类 49 份、II 类 63 份、III 类 117 份, 工作完成率 90.8%。

清理供应商数量, 对 II, III 类供应商进行资格重审, 已完成 86%, 尚有 82 家未完成; 目前数据库已有合格供应商 1100 多家。

编制出版《供应商表现评价》程序 (IP/MAT/430), 编写供应商管理工作指南 4 份; 着手修改 IP/MAT/400, 进一步提高可操作性和工作效率。

出版 GNPJVC 合格供应商清单, 并将申请单和合格供应商清单放置在 TCS 主页上, 建立

网上查询,方便用户使用。

6. 报关、运输和支付

大部分进口物资都是通过公司进出口办报关,2000年我们与深圳市某进出口有限公司签定了代理报关协议,委托其办理现场急需备件的进口报关,这对于保障现场需要起到了积极作用。

继续使用保函的形式进口紧急物项,这种方式大大缩短了进口时间,但过后清理保函是一项非常艰苦而麻烦的事。

由于前二年国家海关通关制度和外汇管理制度的改革,延长了物资进关时间和支付时间,使得许多供应商未能及时收到货款,公司的信誉受到一定影响,许多订单现已改为预付款或开 L/C 支付。

2.3.8.2 仓储管理

1. 物资计划与库存控制

(1) 成立物资技术科

原物资计划组经过一年多的运作,技术部和人事部于10月批准成立合同供应处物资技术科。其主要功能仍与原物资计划组相同,主要包括一、二核备件数据库的建立和维护;库存控制;采购技术澄清和仓储管理技术支持;采购申请单审查;采购进度跟踪。由于群堆管理的需要,物资技术科分出一部分人成立二核物资技术组,负责二核合同备件接收和验货,同时开始对二核补充生产备件的采购申请审核工作。

(2) 物资数据库的建立和维护

1) 2000年度共计完成9000多项备件数据的核对、清理工作,数据库质量稳步提高,物资数据清理及质量情况见下表2.3.8.2-1。2000年组织了对泵及泵备件进行专项清理,总计达6900项,使得泵备件采购的技术澄清明显减少,备件采购错误很少发生。

表 2.3.8.2-1 物资数据清理及质量统计

数据库质量	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月
A	19 899	19 826	19 675	19 682	19 642	19 367	18 986	18 688	18 479	18 315	18 305
AA	12 231	12 415	12 736	12 794	12 794	13 224	12 502	12 630	12 721	12 836	12 901
AAA	8 526	8 610	8 694	8 719	8 969	9 305	10 780	11 459	11 821	12 347	12 912
总项数	76 899	76 949	76 613	77 036	77 693	78 417	78 932	79 596	80 099	80 672	80 876
质量指数	0.799	0.800	0.801	0.801	0.801	0.802	0.805	0.806	0.807	0.808	0.810

注: A代表核查实物与数据库; AA代表核查图纸资料与数据库; AAA代表核查实物、图纸资料、数据库

$$\text{质量指数} = \frac{(\text{未清理项} \times 0.7 + A \times 0.8 + AA \times 0.95 + AAA \times 1.0)}{\text{总项数}}$$

2) 二核备件数据库到2000年底已达5000多项,其中与一核共享的物资有2000项。一、二核物资的共享避免了重复采购。

(3) 库存控制

2000年合同供应处库存控制在维修和生产部门的积极配合下,采取了以下几个措施,并取得了一定的成绩:

1) 引进先进的库存控制方法,利用RUSL软件拟定物资计划。2000年度共计完成5000

项 RUKI (RARELY USED KEY ITEM) 评价工作, 调整了这些项目的最大最小库存, 直接减少了 300 万美元的采购。

2) 对各个执行处实施采购额度控制。2000 年度对五个采购大户 (MSM, MRM, MIC, MEE 及 MGS) 订立全年采购总额度 690 万美元。实际采购金额五个部门共计 690 万美元, 备件采购控制良好。

3) 加强库存物资采购申请单的审核, 对一些不合理的采购, 如数量太多、重复采购、已有库存等申请单予以控制或取消。2000 年因此共节约 169 万美元的开支。

4) 报废不可用库存物资, 将原工程建设阶段安装剩余材料作报废处理。

2000 年库存总值金额上升的趋势已受到了控制。历年库存总值金额变化见表 2.3.8.2-2。

表 2.3.8.2-2 历年库存总值金额变化

年 度	1997	1998	1999	2000
期末库存金额/百万美元	99	104	108	103.8

2. 仓库管理

2000 年仓库管理的主题是继续仓库管理业务的规范化、标准化和自动化, 重点是库存物项归类存放, COMIS 系统的改进完善, 自己开发管理软件使部分业务实现无纸化。

(1) 主要工作

1) 今年仓库管理工作在建立健全岗位职责、实施考核办法、全面提高工作质量方面做了很多工作。建立《岗位职责》, 明确了各专业和岗位的工作内容和标准; 制定《仓库员工考核办法》, 加强员工责任心, 提高质量降低差错率; 同时进行各专业主管抽查制度, 强化工作质量的检查和监督。

2) 仓库业务方面, 在验收、保养、盘点和储存归类各作业中实行量化管理和 QC 检查, 包装完整, 标识清晰, 使仓储物资质量和储存寿命显著提高。对二级库进行清理和审核, 规范了管理制度并开发了电脑管理系统, 用户使用后反映良好。

3) 对无使用价值的安装剩余材料进行一次清理报废, 共计 754 项。有利于改善仓库储存状况, 节约储存费用、降低库存总额。修订了《暂存物资管理规定》, 对暂存物资的账、物重新进行了澄清、登记和实物清理。

4) 坚持经常性工业安全和消防的宣传学习。加强监督检查, 明确安全员、厂房负责人职责, 执行定期检查制度, 实现了全年工业安全事故为零的目标。

5) 2000 年 1 月至 3 月, 完成 COMIS 仓库采购模块的测试、修改和试运行, 并于 4 月 3 日投入运行, 为采购管理自动化水平的提高提供了有力的工具。今后我们将继续推动 COMIS 采购模块的持续改进工作。

6) 修改完善 COMIS 系统, 增加以下功能: 贮存期处理功能 (修改贮存期后原库存物项贮存期的修改); 无批号库存物项的处理功能; 异常单管理; 欠单管理; 劳动保护用品登记。

(2) 业务指标和统计数据

2000 年仓库统计数据和管理业务指标见表 2.3.8.2-3 和表 2.3.8.2-4。

表 2.3.8.2-3 仓库管理统计数据

	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
年终库存品种	44 094	44 141	44 632	44 038
年终库存金额/美元	101 325 247	101 236 458	109 401 404	106 892 099
库存验收项数	3 169	3 668	3 493	3 149
库存验收金额/美元	7 196 638	8 442 140	8 396 332	7 309 625
出库项数	11 575	9 352	11 412	10 712
出库金额/美元	7 155 152	6 439 870	7 398 719	9 537 161
退料项数	307	423	625	662
退料金额/美元	1 068 629	645 960	1 942 813	2 029 605
定期保养项数	362	362	892	962
改进保养项数	—	—	—	1 024
寿期控制项数	—	—	—	2 194

表 2.3.8.2-4 仓库管理业务指标

	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
工业安全事件	0	0	0	0
物资验收平均天数	—	—	3.9	4.9
交易盘点差错率/%	—	2.18	1.36	0.21
计划盘点差错率/%	0.34	3.04	1.68	0.33

2.3.9 合同及承包商管理

2.3.9.1 合同项目内容概要

2000 年电站合同管理工作及各项商务活动取得了可喜成绩, 达到了预期目的, 集中反映在以下几个方面:

1. 全面完成本年度公司的各项技术经济活动所需商务合同的签订工作。在一些诸如乏燃料处置、AFA-3G 燃料组件采购、第五台应急柴油机组建设、备用柴油机返修等关键性的控制项目上, 精心组织、妥善安排, 有效地控制了公司的重大成本支出。

2. 继续摆正“服务与控制”的职业定位, 既响应生产一线的需要, 同时又为公司把好商务关。强化专业技术素养和职业道德。

3. 适应群堆管理的需要, 全面承担了二核生产的各项经济合同签订工作。

4. 全面落实和塑造成本文化。在组织第七次大修各类合同谈判过程中, 定思路、定策略、定组织、定重点, 各主要大修合同的单价较第六次大修单价平均降低约 4%, 并成功取得几家主要大修承包商在第八、九次大修中持续降价约 4% 的承诺。

5. 更新观念, 勇于创新, 适应现阶段电厂和行政生活设施维护的需要, 将厂区内外建筑物维修、后勤生活服务类工作改为单价类合同方式, 提高合同管理和日常行政运作的效率。

6. 配合公司“出效益、出经验、出人才”的发展战略, 完成 75 项各类培训合同的签订

和合同管理任务。

7. 超前思考, 以积极主动的态度来完成公司的各类合同商务工作。自 1998 年以来, 公司的各类经济合同, 如国外技术支持、机组大修和日常运行与维护保养类合同的条款和条件在公司商务人员的努力下有计划、有步骤地得到全面的改善, 既保障了公司的商业利益、规避了公司的商业风险, 又培养了一批商务人才。

2000 年度共对外签订新合同 507 项, 办理合同变更 131 份, 分类统计表明, 机组大修和技术改造方面的合同数量分别以 20% 和 27% 继续占据外购业务的前二位。与 1999 年相比, 对外签订合同数量增加 20%, 这主要是因为自 2000 年度开始接管二核生产的合同采购工作。

本年度成交合同金额折合 16 400 万美元 (包括浓缩铀及燃料组件采购费用 11 800 万美元, 但不含乏燃料后处理合同费用), 主要分布在以下几个方面:

1. 核燃料合同

2000 年 3 月 25 日, 与中国核工业集团公司正式签订《广东大亚湾核电站乏燃料处理、处置并责任转移合同》, 合同承诺金额约 9.13 亿美元。该合同是公司成立以来最大的一份合同, 它涵盖了广东核电合营有限公司营运期内广东大亚湾核电站产生的全部乏燃料的责任转移、运输、处理和处置工作。根据该合同, 公司将自 2003 年开始向中国核工业集团公司移交乏燃料组件。该合同的签订, 开创了商业处理乏燃料的先河。

2000 年 6 月 15 日, 与宜宾核燃料元件厂签订了《广东大亚湾核电站第八至十次换料 AFA-3G 燃料组件供应合同》, AFA-3G 燃料组件供应线的建立和相关合同的签订是大亚湾核电站实施 18 个月换料的重要配套项目。该合同的签订将确保 18 个月换料项目的按期实施。

利用公司与中国原子能工业公司之间的长期《浓缩铀供应合同》以及 1998 年度与英国 URENCO 公司签订的 1999 至 2003 年浓缩铀供应协议, 从英国和国内气体扩散厂采购浓缩铀共 50 吨 (含钷棒用铀 2 吨)。利用公司与宜宾核燃料元件厂的《燃料组件加工合同》为本年度两台机组的换料大修提供新燃料组件共 96 组。

此外, 通过法杰马公司采购第 9 换料循环实施 18 个月换料计划的钷棒 1268 根。

2. 机组年度大修

2000 年度两台机组先后各进行了一次换料大修 (106 大修和 207 大修)。根据核电站大修的项目和内容, 2000 年度共签订了与大修相关的合同 66 项, 累计金额 800 万美元。其中的主要合同列于表 2.3.9.1-1。

表 2.3.9.1-1 2000 年两台机组大修主要合同

序号	项目内容	承包商	106	207	备注
1	核岛大修	FRAMEX	✓	✓	核岛项目
2	核岛在役检查	核动力运行研究所	✓	✓	
3	蒸汽发生器二次侧清洁度电视检查	核动力运行研究所	✓	✓	
4	堆内构件水下电视检查	核动力运行研究所	✓	✓	
5	反应堆压力容器螺栓孔检查	中科院成都光电研究所	✓	✓	
6	核岛通用服务	中国核动力研究设计院	✓	✓	
7	蒸汽发生器堵板拆装	核工业二三公司	✓	✓	
8	RCP 一回路温度探头更换	FRAMEX	✓		
9	高效过滤器及碘吸附器试验	中国辐射防护研究院	✓	✓	
10	蒸汽发生器堵管维修服务	中国核动力研究设计院	✓	✓	
11	核岛风机大修	东北核电建设公司		✓	

续表

序号	项目内容	承包商	106	207	备注
1	常规岛大修	深圳淮南电力检修公司	✓	✓	常规岛项目
2	常规岛部分设备大修	深圳山东核电工程公司	✓	✓	
3	常规岛压力容器在役检查	苏州热工研究所	✓	✓	
4	凝汽器钛管涡流探伤	核工业无损检测中心	✓	✓	
5	汽水分离器快速声波检查	核工业无损检测中心	✓	✓	
6	水位变送器及阀门仪表校验	湖南大乘资氮集团	✓	✓	
7	低压缸转子检查	西安热工研究院	✓	✓	
8	凝汽器水室防腐	中国化学工程深圳公司	✓	✓	
1	BOP 大修	东北核电建设公司	✓	✓	BOP 项目
2	BOP 辅助锅炉和压力容器检查	苏州热工研究所	✓	✓	
3	BOP 联合水泵房进口清理	海军广州基地	✓	✓	
1	核岛大修劳务支持	核工业二二公司	✓	✓	大修劳务
2	常规岛大修技术支持	ALSTOM	✓	✓	
3	应急柴油机检修技术支持	武昌造船厂技术服务公司	✓	✓	
4	SEBIM 阀门维修技术支持	SEBIM	✓	✓	
5	蒸汽发生器冲洗技术支持	SRA-SAVAC	✓	✓	
6	机械贯穿件试验劳务支持	核动力运行研究所	✓	✓	
7	蒸发器二次侧水压试验技术支持	EDF	✓	✓	
8	大修现场 QC 技术支持	核动力运行研究所	✓	✓	
9	发电机负荷开关检修支持	ABB	✓	✓	

由于思路上的创新(改“一年一签”为“三次大修一次谈定”),本年度大修合同谈判在一些关键性的项目上取得重大突破,大大地降低了大修成本(最大降幅达13%),当年大修项目开支节省总计28万美元。

与此同时,各个主要承包商均承诺今后大修中继续保持单价降幅,争取在岭澳核电站大修开始时为业主提供更优质、高效、低费用的大修服务。这些协议或承诺,无疑将对今后三至四年内发电成本的降低产生积极的影响。

从统计情况来看,207大修的合同数量较106大修多,但由于措施得力,各项合同平均可比价格下降约4%,因此总体成本与前一年度持平。

3. 日常维护与服务

在机组正常运行期间,仍有一系列的日常维护和保养问题需要通过外部支持来解决,此外还包括行政生活方面的外部服务的采购。2000年度公司基本上维持了业已存在的承包商的长期合同关系。这些合同列在表2.3.9.1-2。

表 2.3.9.1-2 2000 年度日常维护与服务合同

序号	项目内容	承包商	现场人数	备注
1	核岛日常维护	核工业二二公司	68	核 30 人
2	常规岛日常维护	深圳淮南电力检修公司	26	
3	BOP 日常维护	东北核电建设公司	16	
4	电气、机务维修	东北核电建设公司	72	
5	土建维修	深圳华兴建设公司	90	
6	控制区核清洁	中国核动力研究设计院	45	
7	厂区内行车维护	大连起重机械厂	7	
8	厂区内空调维修保养	深圳开灵机电设备有限公司	4	
9	便携式剂量仪表和 KZC 系统维护	解放军防化研究院	6~8	
10	仓库高架叉车维护	香港仁孚行	0	
11	特种车年度维修保养	怡申机械设备有限公司	0	
12	原子吸收和分光光度计仪器维护	PE 香港公司	0	
13	厂区内电梯维修	核电房产管理公司	3~8	

续表

序号	项目内容	承包商	现场人数	备注
14	白蚁、虫害、鼠害防治	深圳白蚁防治中心	10	二核3人
15	网络布线和维护	广东核电服务总公司	3	
16	消防维护合同	蛇口高力消防工程公司	9	
17	奥西复印机维护	奥西办公设备公司	1	
18	施乐复印机维护	施乐实业发展公司	1	
19	佳能复印机维护	广州怡和工程公司	2	
20	电源、磁卡和消防工程维护	香港中兴工程有限公司	0	
21	CATV 维护	广东核电实业开发有限公司	2	
总计			365~372 (16人备用)	

2000年度承包商的人员组织和机构基本稳定,由于增加了二核生产方面的合同工作,部分承包商人数有所调整。总体上说,长期维修保养承包商的总人数和费用基本保持不变。

4. 项目技术改造

2000年度签订技术改造合同59项,累计金额1200万美元。合同金额较去年有大幅度提高,仅次于燃料费用。

2000年6月27日,经过长达一年的国际招标(由德国西门子、法国Framatome/Wartsila、法国ALSTOM/Pielstick竞标)和4轮合同谈判,公司与法国ALSTOM/Pielstick签订了合同总金额为830万美元的第五台应急柴油机供应合同。10月12日,与此配套的国内设计服务合同也与北京核工业第二研究设计院签订。

此外,为实施十大技术问题之一的LHP/LHQ抗震支撑改造项目,分别与法国GERB公司和深圳华兴公司签订相应的供货和现场实施合同。

5. 劳务技术支持

2000年度继续通过劳务支持合同获得必要的技术支持服务。共签订各类合同44项,累计金额约580万美元。

6. 培训

2000年继续实施电站自主化维修培训、干部管理培训、应届毕业生岗前培训以及各个部门的岗位技能培训。全年共签订各类培训合同75项,累计金额约80万美元。

7. 行政后勤

2000年度大亚湾核电站共签订翻译出版、行政事业性费用缴纳、房屋租赁、办公设施的采购、维修及报废、后勤服务(交通、绿化、餐厅、清洁、行政劳务用工)等方面的行政后勤保障合同143项,累计金额700万美元。

8. 基建工程

为进一步改善大亚湾的现场工作生活条件,满足一核与二核不断发展的需要,2000年度在基建工程方面继续保持较大的投入。共签订该类合同62项,累计金额240万美元。主要包括:厂区一号路道路改造、海滨浴场、南生活区维修、水库绿化等,使厂容厂貌焕然一新。

9. 信息工程

随着知识经济和信息技术在社会经济中的作用日渐提高,2000年大亚湾核电站在信息

技术方面继续投入相当大的资源。全年共签订信息工程类合同 44 项，累计金额约 130 万美元，主要合同见表 2.3.9.1-3。

表 2.3.9.1-3 信息技术类合同

序号	项目名称	承担单位	备注
1	I/2KKO 计算机部分升级改造维护	Prosig	系统开发
2	COMIS 系统维护	北京迪斯公司	
3	员工宿舍拨号上网	中国联通公司	
4	公安内部计算机局域网	深圳星火技术公司	
5	核燃料和核材料数据库管理系统	清华大学核能研究院	

通过招标，先后签订一批计算机网络类建设合同。如与深圳市泰联科科技有限公司签订的近百万元的办公楼宇网络系统项目合同、与北京华仪未来科技有限公司签订的数据自动备份系统项目合同以及与深圳市同有源显示系统集成有限公司签订的培训用多功能实验室项目合同等。

2.3.9.2 合同管理工作

2000 年度，无论在燃料采购、机组大修、国内技术支持、厂区内外基建项目，还是生活后勤保障方面，各类合同谈判都取得良好业绩，这一系列合同的签订，有效地控制了电站的成本开支。主要开支节省参见表 2.3.9.2-1。

表 2.3.9.2-1 合同节省开支状况

项 目	合同期限/年	降 幅/%	当年节省开支/百万美元
燃料组件采购	1	3	
Framex 技术支持与劳务	2	3	0.075
第五台柴油机	1	9.79	0.85
KRC 在线试验台			0.14
CI 大修	1	11	0.12
BOP 大修	1	8	0.025
在役检查	1	4	0.047

上述合同都属于长期性和周期性的项目，今年通过合同商务谈判取消了高额的年浮动率，降低了基础价，这项工作将在今后 2 至 5 年内为公司带来数百万美元的费用节省，无疑对今后若干年电价的稳定将产生积极的影响。

2000 年合同商务工作各项成绩应归功于领导层的重视和公司员工的能力、品性、干劲、创新和奉献。总结起来，应在今后的工作中坚持以下的行之有效的做法：

规划成功路线：将合同商务工作分类，对每类合同制定相应的合同签订和谈判策略，使每位商务人员有清晰的工作目标，足够的工作授权，超前策划，以积极主动的态度对待公司的商务工作。对一些影响合同项目全局的问题，如第七次和今后几年各类大修合同的签订问题、各类技术服务合同的续签问题、各类日常维修保养合同的签订问题，及早提出了分析报告，为领导层制订相关政策提供了有益的信息。事实证明，只要领导方式对路，创造激动人心的工作氛围，员工就会全力以赴扫除障碍，实现目标。

建立成本文化：商务工作尤其是合同谈判工作，需要具有不同知识背景的人员共同参

与，积极投入，这就要求有共同的成本文化将这些成员融合成有战斗力的团队去迎接挑战。

创造承诺文化：合同是不断创造承诺和履行承诺的过程，商务人员和相关工作人员要履行对公司内部单位的承诺，也要切实履行对供应商和承包商的承诺。“一诺千金”才能有长久的合作和共同发展。

授权团队走向成功：给予商务人员足够的工作授权，在工作中做到以人为本，充分发挥每一个员工的工作热情，简化管理层次，建立自我管理的工作团队。

加强理解沟通：一些重大项目的合同谈判方案，如燃料采购、主要大修项目、第五台应急柴油机项目合同谈判等，自始至终都在技术部甚至总经理部的亲自领导下进行；加强用户、财务部门、预算控制部门、审计部门的横向沟通，切实服务一线，又为公司在成本控制方面当好家、理好财；加强科内员工之间的沟通和信息反馈，针对商务工作中发现的带有共性的问题（如：供应水厂污泥压制设备的吉林第一机械厂出现法人变更后的合同处理、10 kV 开关站施工合同签订后建设场址变更后的合同处理等），组织科内员工讨论。

规范化管理：使投标文件的编制、各种单证的准备整齐划一；确保签订的各类合同经得起各部门的审核、经得起市场的考验；坚守廉洁自律的职业操守，确保在商务活动中不受外部不正当竞争手段所诱惑。

2.3.9.3 承包商管理

2000 年共有 229 家承包商与大亚湾核电站有正常的合同业务关系，通过加强供应商管理，比去年减少 21 家（8.4%）。其中 12 家的合同金额涵盖了全年合同总金额的 90% 以上。主要承包商情况见表 2.3.9.3-1。

表 2.3.9.3-1 主要承包商

序 号	承 包 商 名 称
1	中国原子能工业公司
2	ALSTOM Turbine Generator
3	FRAMATOME
4	广东核电服务总公司大亚湾分公司
5	深圳淮南电力检修公司
6	EDF
7	深圳野生动物园
8	中国核工业二三建设公司
9	深圳东北核电建设公司
10	核动力运行研究所

2.3.10 电站计量管理

1. 计量标准量值传递

标准计量器具及装置按检定周期全部送上级计量检定机构检定，并取得检定合格证书，始终处于可用状态。

2. 计量标准装置建标复标工作

2000 年完成了电气变送器检定装置和电流/电压/功率三表检定装置的建标工作；完成了百分表检定标准装置、检定游标量具标准器组、检定测微量具标准器组、扭矩扳手检定装置、扭矩仪检定装置、二等标准活塞式压力计标准装置等六项计量标准装置的复标，到目前

为止电站共建有热工、电测、力学、量具、辐射等计量标准装置共 17 项，见表 2.3.10-1。

表 2.3.10-1 计量标准装置一览表

序号	代码	名称	标准等级	发证单位
1	04113803	二等铂电阻温度计标准装置	二等	广东省电力工业局
2	04114700	二等水银温度计标准装置	二等	广东省电力工业局
3	12414131	二等活塞式压力计标准装置	二等	广东省电力工业局
4	15115100	数字多用表标准装置	0.0003	广东省质量技术监督局
5	/	数字式压力校验仪	0.1	广东省电力工业局
6	01314900	检定百分表标准装置	3.40 μ m	广东省质量技术监督局
7	01315300	检定游标量具标准器组	10.4 μ m	广东省质量技术监督局
8	01315400	检定测微量具标准器组	1.5 μ m	广东省质量技术监督局
9	12514300	扭矩仪检定装置	0.3%	广东省质量技术监督局
10	/	扭矩扳手检定装置	2.0%	广东省质量技术监督局
11	37115500	α 、 β 表面污染仪检定装置	二级	广东省国防科工办
12	37316500	个人剂量计检定装置	二级	广东省国防科工办
13	37514300	γ 射线照射量标准装置	一级	广东省国防科工办
14	44461416	直流双桥检定装置	0.01 级	广东省电力工业局
15	444662906	绝缘电阻表检定装置	0.2~5	广东省电力工业局
16	44462705	交、直流电量变送器检定装置	0.5 级	广东省电力工业局
17	44462324	电流/电压/功率检定装置	0.5 级	广东省电力工业局

3. 计量器具周期检定工作

全年电站共完成计量器具检定总数为 4 677 台（件），其中内部检定 3 588 台（件），占总数的 76.7%；送外检定 1 089 台（件），占总数的 23.3%，见图 2.3.10-1。

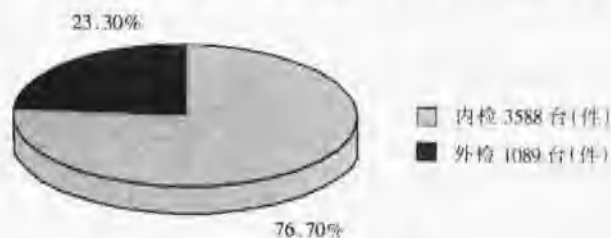


图 2.3.10-1 计算器具内/外周期检定比例

4. 为二核提供仪表检定和调试接产服务

2000 年电站承担了大量的二核调试仪器仪表委托检定工作。全年共检定调试仪器、仪表 981 台，验收 Lot16M 仪器仪表 149 项，共 388 台。

在验收新仪器仪表过程中，及时发现了仪器仪表的供货质量及设备、性能等方面的问题，立即反馈给用户和供应商，为用户退换不合格计量器具和设备提供了准确的第一手资料，避免了不必要的损失和潜在的后果。由于严把验收质量关，使得二核仪器仪表的接收质量得到了保证。

5. 不合格计量器具的重新评估

对于电站内部自检的计量器具，电站计量室会同质保部专门制定了“不合格计量器具重新评估跟踪单”，加强了对检定不合格计量器具重新评估的跟踪控制工作。对检定不合格的

计量器具, 检定单位及时将“跟踪单”发给计量器具的使用单位, 督促其对以前的工作进行重新评估, 并限期将跟踪单返回计量室存档。

6. “电站计量信息管理系统”的使用

“广东大亚湾核电站计量信息管理系统”正式投入使用以来, 对电站的计量监督和管理起到了积极作用, 该系统获得了 2000 年公司技术改进四等奖。

一个管理系统的完善还需要各使用单位的积极配合, 及时更新数据库的信息, 以确保该系统的真实、可靠和准确。

7. 大修准备工作

为保证大修的进度, 更好地服务于现场, 计量检定员在大修开始前就检定了大修工作及各项试验用的计量器具及设备。为了配合 COMIS 软件的应用, 组织专人将计量器具进行了统计、核实、编码、录入并及时补充相应的信息资料, 逐一粘贴编码在每一计量器具上, 保证了大修期间计量器具的完好性能和工作的需要。

8. 培训与考核

今年电站共有 2 人参加了第二期国家计量评审员培训考核班, 并通过了国家质量技术监督局、中国计量测试协会的考核, 获得了国家注册评审员(外审)的资格。

为了规范检定员管理, 计量室积极与上级计量管理部门联系, 有计划地组织计量检定员的培训和考核以及对证件到期检定员的复核, 采取“走出去, 请进来”的方式, 使在电站从事计量检定工作的人员都能做到持证上岗, 确保了检定工作的质量。

9. 适应群堆管理, 完善计量管理体系

电站的计量监督与管理工作的要根据核电的发展形势, 逐步健全和完善计量管理体系, 积极探索计量工作在群堆模式中切实可行的管理方法, 真正建立一支有较高管理水平和业务素质的计量专业队伍, 为核电站的安全生产服务。

电站将在适当的时候申请“企业完善计量检测体系”确认, 使电站的计量管理体系更加规范。加强企业的计量工作, 提高检测水平, 适应社会主义市场经济, 建立现代化企业制度与国际惯例接轨, 是电站计量工作的目标。

2.3.11 管理计算机的应用

2.3.11.1 主要生产业绩

2000 年是电脑中心各项工作持续改进的关键一年, 在公司总经理部和秘书部经理部的直接领导下, 全处员工围绕电脑中心全年度的工作计划和目标, 以狠抓基础工作落实为中心, 以公司发展计划及秘书部改进计划为契机, 端正服务作风、强化服务意识, 狠抓服务质量, 脚踏实地, 顺利地完成了 2000 年全年的生产任务和其他各项工作计划, 取得了令人满意的成果。

1. 管理计算机安全运行水平持续稳定

管理计算机已持续 12 年保持了安全、稳定的运行业绩。

(1) 小型机系统、服务器系统、网络系统全年安全运行。无人因事故和差错。月平均可用率高达 99.45%。

(2) CBA, COMIS, CIS 系统一般性故障的处理时间小于 1 小时, 疑难故障的处理时间小于 4 小时。

(3) 数据完好率、数据备份正确率、数据恢复成功率均达到 100%。

(4) 9项“主要工作指标及承诺”达到预期目标，部分承诺指标比以往略有提高。

2. Y2K 工作接受全面检验

管理计算机各系统安全、顺利、平稳地渡过 Y2K 多个高危日，截至目前未发现任何 Y2K 问题。

(1) 管理计算机组成功实施了“广东核电合营有限公司 2000 年零点行动计划”、“闰年日零点行动计划”、“第一个 8 位数字日期零点行动计划”。各应变小组准备充足、尽责尽职、配合默契，圆满完成过渡任务。截至目前，管理计算机系统涵盖的所有计算机硬件和软件均没有发现任何 Y2K 问题。

(2) 针对高危日的不同特点，管理计算机组制定了相应的《Y2K 高危日过渡计划》，编写了《Y2K 高危日过渡工作总结》。

管理计算机组与工业计算机组联合编写并全面总结的“广东核电合营有限公司 Y2K 项目的实施”，被公司推荐为“国防科学技术进步二等奖”项目，计划于明年初上报。

3. COMIS 与 CIS 取得可喜成果

COMIS 与 CIS 是公司“生产维修”与“经营管理”的两个核心应用。

COMIS 于 2000 年 4 月 19 日提前投入使用，不仅平滑替代了原有的 12 个应用系统，而且首次应用于 207 大修获得初步成功。从合同外包方式转为自主管理方式，使电脑中心涌现了一批年轻的 IT 专家。

CIS 圆满实现 2000 年动态管理的目标，为公司科学化、规范化、信息化管理提供了有效的技术手段。

(1) COMIS 系统自 4 月 19 日全面投产并自主维护以来，运行基本稳定。首次应用于 207 大修并发挥重要作用。

(2) 今年以来，公司已有 1 000 多人参加了 COMIS 课程培训，近 1 000 台微机安装了 COMIS 系统，1 400 余名授权用户使用 COMIS 系统。

(3) 据不完全统计：COMIS 系统共处理预防性维修 2 475 项、改正性维修 4 372 项、服务支持 3 655 项、定期试验 3 421 项、建立标准隔离指令 6 636 项、标准大修工作指令 12 655 项、标准日常维修工作指令 6 253 项、质量计划 1 944 个、维修报告 6 200 份、一核功能位置数据 165 493 条、二核功能位置数据 21 339 条、设备数据 116 220 条、备件数据 79 539 条、技术参数模板 588 种、故障类 520 种、检修路线 1 533 条。

(4) COMIS 系统已基本覆盖了电站生产及维修的关键领域，完善的基础数据使工作票的申请/准备/审批、材料的领用、工作的执行及完工后的报告更加科学与规范。合理的备件管理、库存管理和采购管理使工作票的备件预留、自动备件的采购申请/询价/订单/运输/验收/发票到财务结算环环相扣，不仅提高了工作效率，避免了人为错误，而且优化了库存管理，缩短了采购周期。

(5) 随着 COMIS 在二核的推广应用，群堆管理与资源优化、科学管理与成本控制将能得到更大限度的发挥与体现。

(6) CIS 系统全面实现了 2000 年的主要目标：从静态信息向动态管理延伸，由综合查询逐步发展为辅助决策，提前一个月替代了 SIS 系统。

(7) 一年来，CIS 项目组不仅成功开发了行动跟踪、指标管理、关注问题、会议管理四大功能模块，而且还优化移植了安全生产、电站管理、公司信息、企业文化、专题项目、实用工具六大管理模块。

(8) 实现了移交过程控制与跟踪系统、餐饮消费查询系统、电脑故障网上报修系统、培训管理系统的程序链接。

(9) 制定和完善了程序开发规范、计划控制制度、用户意见跟踪制度、技术文档管理制度、定期更新制度等。

(10) 美化后的 CIS 已作为公司企业内部网(Intranet)的核心应用发挥愈来愈重要的作用。

4. 应用软件开发成效显著

2000 年是电脑中心应用软件爬坡的一年, 尽管人手紧、任务重, 难度大、覆盖面广, 但应用软件的开发数量、质量和水平依然超过了以往, 基本实现了每年力争创造一到两个精品应用的目标。软件的应用效果普遍得到领导与用户的好评。部分关键系统可望在 2001 年喜结硕果。

(1) “大亚湾核电站网络互联及安全控制”项目被公司推荐“国防科学技术进步二等奖”, 计划明年初上报。

(2) “广东大亚湾核电站 ORACLE 数据库优化技术”项目获得 2000 年公司技术改进二等奖。

(3) “广东核电合营有限公司、岭澳核电有限公司劳资信息管理系统”项目获得 2000 年公司技术改进二等奖。

(4) 目前已完成现场巡视信息系统 (FPIS) 的国内外调研; 巡检器的选型、样品采购、用户需求确认、应用程序测试版设计; FPIS 流程图设计、系统功能设计、用户需求分析、数据库设计、部分应用程序设计等。该项目预计 2001 年投入试运行。

(5) 目前已完成设备可靠性数据库 (PRED) 的概念模型及实体关系 (E-R) 图设计; 基本完成物理模型设计; 针对典型范例进行基本数据、可靠性数据、可靠性参数、贝叶斯估计方法、部分代码维护等模块的处理流程设计; 与 CBA、KIT 接口的初步数据库设计。该项目作为电站重要系统应用正抓紧开展工作。

(6) 目前已完成行政后勤管理系统 (ASMS) 的车辆管理子系统 (VRA)、房产管理子系统 (RRA)、物资管理子系统二期 (AMS) 的功能调研、需求分析、系统规划、结构设计、数据库设计、部分程序编写工作。该项目预计 2001 年投入试运行。

(7) 电脑中心主要负责复合文档系统 (DAMI) 的软件监理与技术支持工作, 控制开发进度、制定开发规范、评估用户需求、参与流程设计、审核系统分析、提供技术支持、组织应用测试、开展用户培训, 实施全方位、全过程的项目管理。该项目预计 2001 年投入试运行。

(8) 目前已完成二核生产办公信息系统 (IOA) 网站、生产各处网站、IOA 系统主页、生产各处主页、生产各处工作管理、个人主页、私人记事本管理、工业安全业绩档案、领导巡视管理九大模块的需求分析、系统设计、程序开发工作, 该系统自 2000 年扩大投运以来收到显著效果, 已成为二核生产管理的主要办公系统。

(9) 为配合 COMIS 投产, 2000 年 3 月对原有计算机辅助隔离系统 (CBA) 进行了全面的中文版改造与数据库改造工作, 不仅成功地将 CBA 运行平台由英文 WIN95 转换到中文 WIN95, 而且一次性完成了数据库由 DB2 转换到 ORACLE 的程序修改工作, 使 CBA 与生产核心系统的运行环境保持一致。同时完成了二核保健物理处要求的 CBA 设备查询软件的开发工作, 投产后用户反映良好。

(10) 2000 年 5 月完成了经验反馈系统 (EFS) 的 24 小时事件单自动转发 OUTLOOK 邮箱的功能, 2000 年 9 月完成了核电厂运行事件报告 (LOER)、内部运行事件报告 (IOER) 两个

子系统、五大模块的设计开发工作。投入使用后收到良好效果。

(11) 电脑中心主要担负培训管理系统(TMS)的软件监理和技术指导工作,协助制定开发规范、审核用户需求、评价系统设计、监管开发过程、配合用户验收。该系统自2000年4月试运行以来得到多方面肯定。

(12) 2000年10月顺利完成LW卡餐饮系统的程序改版;新旧数据转换;财务对帐;系统切换预演;正式投产应用,较好地替代了原有问题较多的旧系统。

(13) 2000年3月完成了广东核电集团养老保险管理系统的需求分析、程序设计、软件编写工作,投产后应用效果显著。

(14) 2000年9月完成了广东核电集团运动会成绩管理系统的功能设计、软件编写工作,在9月16日运动会预赛及10月14日运动会决赛中发挥重要作用,得到公司领导与竞赛组的一致好评。

(15) 二核移交过程管理系统(TCS)自1999年12月20日试运行以来,又做了大量的修改完善工作,截至目前,已完成120个功能模块修改、11次数据库修改、36个工作单申请。共处理1504个系统/厂房移交项目、6500个遗留问题跟踪管理,用户访问已达到24000人次。受到二核生产部书面表扬。

(16) 根据群堆管理的要求,2000年10月电脑中心正式接管了二核程序数据库管理系统(NOTES),彻底解决了原系统频繁死机、运行速度缓慢、技术支持不到位的问题。目前该系统运行稳定、速度明显提高,服务响应及时,得到二核生产部领导及用户的高度肯定。

(17) 目前正全面开展二核生产预算管理系统(OBS)的预算、立项、承诺三大关键系统的模块编程工作。已完成OBS的系统需求报告、开发环境建立、系统风格设计、通用函数库开发、预算信息库维护的程序编写工作。该系统预计2001年投入试运行。

(18) 仪表校验单管理系统于2000年7月完成需求分析、数据库设计、程序编写、测试运行等工作,2000年8月正式转数据投运,得到广泛应用。

(19) 2000年10月完成了一、二核技术不同点系统(TDA)的程序改版工作,成功地将原系统由客户机/服务器运行模式转到浏览器(WEB)运行模式。受到用户好评

(20) 2000年8月完成一、二核设备不同点系统(EDA)的用户需求分析、系统框架设计、数据库结构设计、应用程序编写,投产运行后应用效果较好。

(21) 目前已完成二核移交检查管理系统的所有应用开发工作,投产后处理登记检查的文件跟踪项已接近1000个。

(22) 目前已完成二核辐射防护信息系统的用户需求分析,为2001年系统的设计、开发、投运奠定了技术基础。

(23) 公关数码港系统之一的公关中心内部管理系统于2000年10月17日投入试运行,该系统目前包括接待管理、会议室管理、纪念品管理三大功能系统,为公关中心内部管理实现科学、规范、高效提供了技术手段。

(24) 2000年,为满足公司科学管理、持续改进的需要,电脑中心不断完善、优化、修改的应用系统还包括:“人事劳资管理系统(HRIS)”、“财务信息管理系统(FIS)”、“医疗信息管理系统”等,为公司各项管理提供了优质、高效、准确的应用支持与服务。

5. 系统管理、工程建设、技术支持取得突破性进展

系统管理、工程建设、技术支持始终是信息应用取得实效的三条生命线。随着信息化建设的飞速发展,用户对电脑的依赖程度愈来愈高,企业对信息的应用要求愈来愈强烈。因此,千方百计地解决管理及技术上存在的难点、问题或突发事件已成为电脑中心技术人员永

恒的课题。2000年,电脑中心系统科、工程科、技术支持科为此付出了辛勤的劳动,呈现出良好的发展势头。

(1) 保质保量完成了两台 COMIS 中型机的硬件安装、操作系统与数据库安装、配置裁剪、功能调整、性能优化等工作,提前应用于 COMIS 与 CBA 系统。

(2) 顺利完成了 01 楼至 LBA 楼、01 楼至 LAF 厂房的光缆铺设及端接工程。全面接管了二核 LAF 厂房的网络系统。成功地将二核 LAF 厂房与一核主干网络对接。按计划完成了 LAF 厂房内部网络的连接和开通工作,确保了 LAF 厂房搬迁工作的顺利进行。

(3) 遵照公司总经理部及秘书部经理部的指示精神,较好地完成了员工宿舍拨号上网的方案论证、技术评价、报告审批、程序编写、制度建立、合同谈判、宣传引导等工作。从目前情况看,在工地范围内开通 165 拨号上网后效果良好,两公司领导与员工基本满意。

(4) 在人手急缺的情况下,通过科学管理,不仅努力完成了一核 1 500 多台微机设备的维护承诺,而且全面接管了二核生产部 200 多台微机设备的维修管理。为一、二核提供了及时有效的技术支持与服务。

(5) 顺利完成了 2000 年度 301 台微机、90 多台打印机、扫描仪等设备的计划/选型/采购/分发/联网/安装/调试/管理及近 100 多台微机的扩容工作。

(6) 高质量完成了 9 台 Netfinity 服务器、1 台 RS/6000 小型机、1 台网络拨号服务器的规划/采购/安装/裁剪/调试/投运工作。对网域控制服务器、Internet 邮件服务器进行了性能优化。对网络打印机服务器进行了负载均衡调整。不断创造良好的系统运行环境。

(7) 为确保大修期间管理计算机系统安全稳定运行,对相关服务器、主要网络设备及所有与大修有关的网络打印机进行了预防性维护和优化。设备的稳定性、可用性及登录速度明显提高。同时,为确保事故情况下快速响应,提前准备了网络关键设备的备件,更换了网络打印机的磨损零件,预装了 COMIS, Outlook 应急服务器,制定了事故预防及应变措施。

(8) 协助集团公司进口办建立了海关内部计算机网络远程申报系统。

(9) 按计划完成了大亚湾公安分局公安专网项目的建设工程,该系统投运后效果良好。

(10) 顺利完成了公司网络 30 多座楼宇,共 600 多用户网点的扩容和改造工程。进行了网络机柜整理、网络设备清点、网络图纸更新、网络链接优化等技术管理工作。

(11) 圆满完成了培训中心多媒体电脑标准化培训教室的规划、建设、开通教学及维修服务。

(12) 按要求完成了大亚湾公安分局 IC 卡餐饮系统的改造工程。

(13) 顺利完成了两公司 5 个餐厅 7 个消费点新 LW 卡系统的改造投产工作,使该系统的稳定性、准确性、监管性、应变性有较大幅度的提高。

(14) 完成了全公司打印机、用户网点的普查工作。

(15) 完成了三种计算机输入法“自然码”、“101”、“二笔”与语音输入设备的技术调研、选型、采购、分发、培训等工作。用户使用效果良好。

(16) 完成了微软公司 Office 2000 产品的市场调查、技术论证、现场测试等工作,计划明年推广应用。

(17) 完成了 01 楼主机房、BX 楼辅助机房的空调系统、UPS(不间断电源)系统、保安系统、配电系统的维修保养工作。

(18) 自主完成了主机设备的拆卸工程、主机房的规划整理工程,圆满完成了电脑中心办公区域的环境改造工程。

(19) 基本完成了两公司网络设备整合方案,编制了技术规范模板,确定了技术方向与设备选型;完成了二核 LX, AL, YA 楼宇部分用户接入一核网络的应急设计方案,目前该项目已进入采购阶段。

(20) 按计划在生产系统推进 CA TNG 网络管理软件的应用。

(21) 完成了自动数据库备份系统的技术交流、方案论证、市场调研、综合评价、规范书编写、设备选型、资格审查、商务澄清等工作。目前该项目已顺利进入合同采购阶段。

(22) 完成了 LED 显示屏改造工程的技术论证与市场调研工作,编写了可行性分析报告。目前该项目已转交技术部工程改进科归口管理。

(23) 完成了大亚湾消防中队 119 接处警系统及大亚湾公安分局 110 接处警系统技术规范的编写及合同签订工作,目前该项目已进入具体实施阶段。

(24) 阶段性完成了公关多媒体系统的初步方案设想。

(25) 不断钻研技术,自主攻关解决了 COMIS 系统与二核 CBA 系统接口问题、COMIS 在多用户情况下系统死锁问题、CBA 系统运行速度慢问题、CIS 系统死机问题、NOTES 数据库不稳定等几十项技术难题。

(26) 截至目前,全年共完成电脑中心服务申请 2 548 项、技术支持科报修申请 2 449 项、ON-CALL 故障处理 176 项,是 1999 年工作量的 3.12 倍。

2.3.11.2 主要管理工作

1. 网上办公业务步入良性循环

为实现科学、规范、透明、高效的管理目标,电脑中心充分利用入手一机的工作条件,不断加大网上办公业务的推广。今年以来,电脑中心技术人员在不断总结办公经验的基础上,又开发了“电脑故障网上报修系统”、“服务申请单网上跟踪系统”、“电脑中心门户网站”、“工程管理办公系统”,使电脑中心网上办公业务逐步从信息流管理发展到 workflow 管理。全面实现了网上申报、网上登记、网上分配、网上派工、网上查询、网上跟踪、网上监控、网上统计、网上报警、网上发文、网上审核、网上批准、网上交流、网上讨论、网上通知、网上计划、网上管理的全方位动态办公系统。目前,网上办公业务已成为电脑中心管理工作中必不可少的便利工具和手段。

2. 发展计划和改进项目进展顺利

追求卓越、持续改进是企业制胜的法宝,《公司五年发展计划》为企业指明了滚动发展的目标,管理工具、管理手段、管理方法的提高无疑为信息技术的发展带来了新的生机与挑战。

2000 年,公司又一次将“信息技术(IT)发展”纳入了《公司五年发展计划》中,在电脑中心负责的五大类别(29 个项目)中,其中除 1 个项目(实施管理计算机与工业计算机网络互联工程)因生产改造原因略有延期外,其余 28 个项目全部按计划实施。根据公司推进者调查评审报告的结论,五大类别的电脑工作均满足计划要求,执行情况较好。

同时,电脑中心还注意跟踪落实秘书部管理计划中有关电脑中心改进项目及秘书部重点工作的执行进展。截至目前,计划内项目的执行情况基本满意。

3. 管理程序和配套制度不断完善

企业要发展,制度是关键,没有切实可行的管理制度作保证,要想提高企业的管理质量、管理水平和效率将永远是一句空话。

2000 年,电脑中心配合管理的不同时期和要求,制定、修改和完善了一系列的管理制度或程序,其中包括:新调整的运行值班制度、中心机房管理制度、BX 楼辅助机房管理制

度、计算机信息安全管理条例、管理计算机系统规则和使用标准、微机设备管理程序、网络布点工作程序、系统科日常工作执行程序、电脑中心用户授权程序、电站信息显示屏运行维护管理、网络打印机安装规范、网络设备标识规范、公司 Internet 管理规范、公司 OUTLOOK 管理规定、电脑中心 5S（来自日文：整理—Seiri；整顿—Seiton；清扫—Seiso；清洁—Seike tsu；素养—Shitsuke）实施规定、技术文档管理规定、会议室管理规定、资料室管理规定、门禁系统管理规定、中广核计算机信息化政策、中广核应用软件的管理和开发政策、中广核第三方应用软件的开发和维护管理政策等。

4. 信息化建设稳步发展

信息技术的发展正以迅雷不及掩耳之势改变着人们的思想、观念、现代企业管理制度和工作方法。因此，不断跟踪信息技术的发展方向、把握信息技术的基础命脉，明确信息技术的发展目标，规划信息化建设的总体纲要就成为信息技术部门不可推卸的责任和义务。

2000 年，由电脑中心组织召开了三次公司信息技术委员会工作会议，三次专题报告会。提交各类议题 21 个，除汇报委员会关注的重点工作外，经委员会讨论通过的重大议题还包括：公司信息技术委员会更名和成员调整、大亚湾核电站员工宿舍上网方案、选择 IP 电话服务商方案、公司部门经理以上干部配置手提电脑的提议、一、二核与集团公司网络互联的方案、微机管理政策的若干建议、主机与 AS/400 退役后的处理建议、Internet 账号的管理规定、公关多媒体系统的设计思路、计算机信息安全管理条例。

电站信息系统委员会(PISC)已作为公司信息技术委员会的二级执行机构，始终围绕公司信息化建设的总体纲要开展工作。COMIS 和 CIS 两个核心项目又分别成立了永久性的专题组，随时跟踪和管理系统目标的落实情况，使公司信息化建设循序渐进、有条不紊地向前发展。

同时，电脑中心 2001 年信息技术（IT）发展计划也已通过公司五年发展计划领导小组及总经理部的批准，纳入公司第四版编制的计划大纲中。电脑中心 2001 年改进工作计划也经过秘书部经理部的讨论，作为科学管理的配套改革纳入秘书部管理纲要中。

5. “管理创新、技术创新、服务创新”初见成效

为实现电脑中心管理创新、技术创新、服务创新的改进目标，2000 年，电脑中心在优化过程管理、强化干部技能、加强队伍建设、提高全员素质方面做了八项改革，主要内容包括：(1)为合理优化人力资源，将主机房在岗值班制度改为巡视值班制度。(2)为充分调动管理干部和员工的积极性，发挥他们的聪明才智、鼓励他们在管理岗位和技术岗位上积极思考、努力探索、勇于创新，实施了科级干部的岗位轮换和部分员工的岗位轮换。(3)为加强技术支持和服务的力度，转变了运行职能。(4)为提高电脑中心内部运作效率，重新调整了四个科的岗位职责。(5)为实施科学管理，改革了用户报修机制。(6)为量化服务水平和质量，改革了工作单跟踪模式。(7)为增效减负，利用先进的管理工具使技术人员从简单、重复、繁琐的劳动中解脱出来。(8)为加强班组建设，培养良好的工作习惯和严谨的工作作风，在全处范围内推广了 5S 活动。尽管有些改革还需进一步完善，但改革的效果是显而易见的。

6. 培训工作得到持续加强

培训是一种持久的投资。为了适应新技术的发展需要，提高员工的业务素质，增长员工的专业技能，电脑中心在工作负荷很重的情况下，依然想方设法挤时间、插空档、占假期，利用各种渠道和方式，为员工安排必要的专业课程培训。

据初步统计，2000 年，电脑中心员工除参加本公司的年度培训课程外，还有计划、有组织、分期分批地按照工作急需，组织大部分员工参加了计算机外部课程（岗位技能）培训

总计 408 人天。截至目前, 电脑中心员工的求知欲依然很强, 已有在职博士生 1 人, 在职硕士生 6 人, 在职本科生 3 人, 形成了良好的学习氛围。

同时, 为了跟踪信息技术的发展, 电脑中心全年有选择地组织员工参加了广州、深圳等地举办的计算机新技术、新产品演示会、发布会、交流会及研讨会总计 207 人·次。处、科内专题交流会、技术讲座、讨论会等总计 34 次。组织用户培训并开设 Internet, COMIS, CIS, 微机基础知识等课程近 2 000 人·次, 全年接待来自全国各地电力、交通、金融系统等计算机代表团 10 余个。

2.3.12 文件、档案与资料管理

2.3.12.1 工作概述

2000 年是实施公司五年发展计划的第三年, 也是公司在 2002 年各项主要技术经济指标进入世界先进行列的最关键的一年。文档资料处以“2002 年文档管理水平与公司同步达到世界先进水平”为目标, 相应制订了公司文档管理三年发展计划, 从组织管理体制、完善文档体系、人员培训、档案开发利用等方面提出了明确的目标和要求。一年来, 各项工作围绕计划面开展, 有条不紊地进行。绝大多数工作都按计划圆满完成, 呈现出“凡事有计划, 人人有目标, 任务有跟踪, 工作有检查”的崭新面貌, 取得了令人满意的成绩。归纳如下:

1. 建立了核电站生产记录报告管理体系

2000 年, 文档资料处在电站有关部门的大力配合下, 着手对大亚湾核电站产生的五百多种记录报告进行了规范, 用程序的形式将生产记录报告的编码、标题、密级、保存期限、产生部门、产生周期等与记录报告管理有关的信息规定下来, 根本杜绝了记录报告产生的无序性。而且根据记录报告的档案属性, 进行了文档一体化管理的尝试, 文件在产生时的分类编码就是它的档案分类码, 若该文件具有保存价值, 在经过归档的环节后, 它就变成了档案, 档案分类码就沿用下来; 若无保存价值, 在文件保存期结束后, 就销毁了。这样一来可以减少重复工作, 提高工作效率。反映此思想的《广东大亚湾核电站生产记录报告管理体系》项目荣获 2000 年度公司技术改进二等奖, 并将此体系应用到了岭澳核电站的记录报告管理中。

2. 坚持“服务第一, 方便用户”的方针, 文档服务走向一体化

2000 年 3 月中旬之前, 人们查文件要到 BA 楼 112 房, 查档案要到 AD 楼 101 房, 来回奔忙, 十分不便。为了解决对外窗口多、服务点分散的不合理现状, 我们群策群力, 制订并实施了库房搬迁和办公室及人员调整方案, 把服务点和阅览室集中到档案馆, 实现了文件、档案服务的统一, 大大方便了用户。

这是继文档一体化管理在机构、编码上统一后, 最后一个实现的管理实体上的统一。

3. “盯住长远, 狠抓基础”, 文档管理见成效

2000 年是文档管理工作打基础的一年。发现和消除文档体系中的薄弱环节越多, 实现未来目标的障碍和阻力就越少。为此, 我们开展了如下基础建设工作:

(1) 清理基准文件。在 1998 年基准文件库记录报告清理的基础上, 2000 年的清理重点放在将基准文件库除了技术支持文件和程序外的文件全部清理出去, 或组卷归档, 或下架销毁。其中包括了 4 万多份工作票和 3 万多份 CAE 文件。下一步还将对剩下的文件作进一步精简, 最终实现对基准文件控制和检索的 100%。

(2) 建立健全公司档案体系。先是召开公司文档管理研讨会, 就公司文档管理将采取的模式、控制管理手段、服务方式等进行了探讨。然后逐个单位进行访谈, 对各单位的归档材

料清单加以修改和完善,最终在全公司范围建立起文档管理网络化组织,保证每一部门的档案都有相应的文档室和负责人加以控制。

(3) 筹建了二核的文档管理体系,开通了多个文件来源渠道,文件分发得到控制。与工程部文档处就文件档案移交事项进行了多次磋商,达成初步方案。

(4) 为建立参考资料室,进行了各种资料的收集。

(5) 特种介质档案保护迈出了可喜的一步。对录像带作了全面检查并发现,接近保存期限(10年)的磁介质档案面临数据部分或全部丢失的危险,特种介质档案保护刻不容缓。2000年实施了三项保护措施:①录像带转VCD;②磁带转光盘;③采用数码相片系统。录像带转VCD项目在采购转换卡和空碟片后,安装调试成功;磁带转光盘项目已由105所签约执行;数码相片系统设备采购完成,尚需调试和编写软件。目前,尚有岩芯档案、X光片档案的保护问题等待解决。

(6) 档案目标管理达“国家一级”。经年初材料准备,年中预检,直到年末评审通过,处里每一个人都参加了这一活动。从专业的角度,给大家不少启示。目标管理中的有些要求,如档案台账、五率统计、利用效益汇编等,都将反映到新的工作程序之中。

(7) 文档计算机管理系统

1) 本处独立维护的文档条目管理系统 Docman 因 Y2K 问题成功地升级为 Docman 95 (Windows 版),经受了千禧年的考验。经过一年来的使用和改进,不仅有效地承担起一核文档处理任务,且成功地用于二核的文档管理之中。

2) 为实现文件网上调阅,有效发挥缩微文档的作用,1994年开始立项开发文档管理信息系统 DAMI。该系统由上海集高公司于1999年10月承包,原定2000年5月中旬试运行。由于集高公司对项目开发的难度和工作量估计不足,未能按计划完成。预计推迟到2001年7月开始试运行。

(8) 为实现两个电站的文档管理工作程序的统一,适应群堆管理的要求,经反复讨论,确定了文档管理程序的框架,并排出编写计划。新的程序框架,充分考虑了一、二核的共性和个性,并包含了原来没有的项目,如档案鉴定、档案统计等。

4. 组织建设,重在发挥每个人的作用

(1) 实行“四会、一跟踪”制度,提高管理效果

年初开始,推行和坚持召开四个办公会:

1) 周五办公会:听取科长以上干部汇报一周工作情况和下周安排,交流问题,布置任务。

2) 月末小结会:工程师以上参加,汇报项目和工作进展,反映存在问题,拟定下月主要工作。

3) 季度全处会:季度工作总结,任务跟踪。

4) 年末研讨会:以科负责人和专项负责人为主角,充分总结现状,挖掘问题,制订对策,预定计划。

对于科一级协调有困难或需要重点关注的事项,列入“技术项目管理”加以跟踪。

本年度列出如下十大技术项目:①一核基准文件清理;②特种介质档案检查;③完善公司文档体系;④档案馆达标;⑤完善一核记录报告归档制度;⑥建立二核生产文档体系;⑦ DAMI 系统开发;⑧完善一核文件管理系统;⑨建立参考资料室;⑩ DAMI 系统设备安装调试。除⑨,⑦两项外,项目全部按期完成。

(2) 组织机构调整,适应群堆管理

按群堆管理的需要,文档资料处也进行了相应的机构调整,划分出五个职能科,分别是:一核文档服务科,二核文档服务科,文档控制科,图书信息科和文档技术科。考虑到两个电站技术文件、档案及文档使用上的差异,两个文档服务科分别独立承担相应电站的文件、档案管理与服务,其余三个科均为两电站公用。

5. 人员培训

以人为本,大胆使用,重在培养。培训工作列入文档资料处每月关注的几大任务之一。小结如下:

1) 编制和实施了培训流程图,使员工培训过程规范化。

2) 外派培训交流三次,分别是:8人·次前往秦山、宝钢参观交流;2人·次前往核科技情报研究所进行主题词标引培训;1人·次前往北京电影机械研究所进行缩微技术培训。

3) 一核文档服务科组织内部在岗培训讲座30多期。

6. 其他

接待兄弟单位文档管理人员参观访问100多人·次。

2.3.12.2 完成的主要工作量

1. 文件处理及管理

函件接收5826份,分发17478份

程序接受9628份,分发28888份

合同接收317份,分发1585份

记录报告17804份

2. 缩微片制作及管理

接收缩微片0

制作缩微片(16mm)卷片44卷,开窗卡6174片

缩微还原文件(折合成A4)2920张

整理编号入库平片,开窗卡6174片,卷片20卷,封套片10042张

3. 档案管理

自行组卷840卷,组织进馆3089卷,文件级著录43781份,案卷级著录3843卷,入库上架3089卷

4. 资料图书管理

图书收集采购3726册,分发2748册,分编标引848册

标准收集采购489本,分编标引492本

期刊收集采购7693本,分发3711本,分编标引1736本

资料收集采购3601本,分发4631本,分编标引171本

5. 提供服务

文档服务3024人·次,图书馆5350人·次16198册

缩微片426人·次,文件复制645万张

晒图9147.7m,装订5607册

2.3.12.3 文件、资料、档案库存量

1. 纸质类

基准文件12047份,档案51346盒,图书17281册,标准2503册,资料3560册

2. 特种介质类

缩微文件 75 万张, 照片 534 盒, X 光片 5 033 盒, 岩芯 1 532 箱, 磁带 1 175 盒, 光盘 219 盒, 软盘 1 985 盒, 录像带 510 盒, 实物 32 件, 记录纸 695 卷。

2.3.13 电站后勤保障

2.3.13.1 后勤保障机构和运行方式

随着岭澳核电站建成投产日期的来临, 广东核电推行群堆管理模式, 使大亚湾核电站和岭澳核电站的支持系统实现资源共享。电站的行政后勤工作随之合并, 实行一体化管理。

2000 年, 生产系统组织机构由原来的四部改编为五部, 在原有的生产一部、生产二部、维修部、质保部的基础上, 增加了技术部, 五部工作由五部经理协调。随之而变的是生产一部综管处 (OPA) 和生产二部综管处 (LPA) 合并为生产部综管处 (OPA)。LPA 行政科和维修部行政科的后勤部分合并到 OPA 的后勤科, 后勤科管理为一科三点模式, 即后勤科的管理通过 BX 点、BA 点和二核点的管理来实现。质保部没有行政后勤科编制。

生产部综管处后勤科, 公司运输中心为两个核电站提供后勤保障。工程部综管处 (原为工程办) 行政科为岭澳核电站工程部提供行政后勤服务。

广东核电合营公司行政管理部 (原秘书部) 行政处, 统一负责广东核电合营公司和岭澳核电有限公司的生活服务和生活设施管理。

2.3.13.2 行政办公设施及其配套系统的管理

大亚湾核电站的行政办公设施包括行政办公楼、档案馆以及厂区的职工餐厅等, 其配套系统有供电系统、上下水系统、消防监测系统和中央空调系统。行政办公设施及其配套系统的日常运行和维护检修工作, 均以合同形式承包给广东核电服务总公司大亚湾分公司和专业消防公司。根据分工, 大亚湾核电站的行政办公设施及其配套系统的技术管理工作、承包商的运行维修工作质量的监督, 及上述设施与系统的局部技术改造等工作, 仍由后勤科负责。维护维修所需备品备件的采购与保管, 按合同形成规定, 由承包商负责, 后勤科负责监督检查。

岭澳核电站和行政办公设施及其配套系统正在由工程部向行政处和生产部综管处移交。岭澳核电站的行政办公设施及其配套系统的管理方式与大亚湾核电站相同。

本年度, 后勤科通过完善规章制度, 加强技术改造、加强日常巡视与管理巡视, 保证各设施及其配套系统的处于良好的状态。

2.3.13.3 员工的住宿与膳食服务

为了保证核电站的正常生产和建设, 核电站从一开始就规划和实行了很好的员工住宿和膳食服务方案。

因为核电站所在地距深圳市区约有 70 km 距离, 所以建立了完好的核电宿舍区, 宿舍区分为南区、北区和西区, 南区临海、北区靠山、西区居中。宿舍区内特别设有运行员工楼、双职工楼、处长楼等。各宿舍房内配备分体空调、电视机、电话和热水器各一台。房内的家具一次性由行政处配齐, 床上用品由原来公司按时间间隔发放改为公司每年度给予补贴, 由员工自行更换, 即实现了货币化。对于宿舍内设施维修, 服务公司专门的水、电、家具一体化维修班 24 小时值班, 随报随修, 宿舍楼及公用设施由行政处管理。

公司员工一日三餐的膳食服务是由三个专门的职工餐厅完成的, 分别是设在一核厂区的 SA 餐厅、设在二核厂区的 LSA 餐厅和设在南区的南区餐厅, 他们的设计就餐人数依次为 600

人、420人和1000人,其中SA和ISA两个餐厅还分别为运行人员订餐送餐及提供加班人员的用餐服务。三个餐厅均由核电服务总公司大亚湾分公司配餐中心经营和管理,公司行政处按照服务合同对配餐中心进行监督。

公司行政处按月将餐补打入员工LW卡(非接触式IC卡,取“生活方便”之意),员工刷卡就餐。配餐中心按照保本无利、成本经营的方针经营,为员工提供优质服务。后勤科不干预餐厅经营,而是定期或不定期就餐厅卫生、品种数量进行监督检查,并向行政处和配餐中心反馈员工意见。

三个餐厅都附设有小餐厅,除主要用于公务接待外,南区小餐厅还承接核电内部的自费小型宴会,免费提供卡拉OK设备,各处(科)的集体活动经常选在这里举办。南区餐厅还附设有营养餐厅,对于部分带传染病菌的员工特殊供餐。

几年来,由于加强了职工餐厅管理,几个餐厅一直未发生食物中毒,火灾及火灾未遂事件。

2.3.13.4 文体设施和文体活动

核电站建成以来,公司和电站领导就十分重视职工的业余文体生活。公司不惜投入巨资兴建各类文体设施,在原有的风雨剧场、活动中心及各种球类比赛场地等文体设施基础上,2000年公司和电站在北区又兴建了三个篮球场、一个排球场、两个网球场和一个标准足球场。公司员工有组织地或自发地在这些文体活动场所开展了丰富多彩的文化体育活动。特别是位于南区的文体活动中心的羽毛球场、乒乓球室、桌球室等场所,经常是应接不暇而须提前预约。

为了积极响应“全民健身”的号召,广东核电集团公司2000年举办了四年一届的广东核电集团第二届体育运动会。公司各部门还坚持举办年度篮球赛、羽毛球赛和足球赛,满足广大员工的各种体育爱好。

公司和电站还组织了每年一度的“外企杯”运动会各项比赛,以及每年一度的与香港中华电力公司进行的体育友谊赛。

公司和电站逢年过节经常组织文艺汇演,并坚持每周一、周四、周五在活动中心多功能厅举办舞会;每周二、周三分别在南区餐厅和北区餐厅放映电影。

2.3.13.5 “5S”活动

岭澳核电站生产部(生产二部)在行政办公楼开展的,以整理(Seiri)、整顿(Seiton)、清扫(Seiso)、清洁(Seiketsu)、素养(Shitsuke)为内容的“5S”活动,对于美化办公环境、培养员工良好的工作习惯、提高工作效率,起到了十分积极的作用。

生产二部的“5S”活动从1999年6月开始起步,经历了准备阶段和示范阶段,2000年1月7日正式进入全面推广阶段。“5S”活动一开始就得到领导层的高度重视和员工的理解和支持,综管处作为主管单位,持续深入地做好全员培训和组织管理工作,做好过程管理和服务。一年多来,在生产二部,“5S”意识越来越深入人心,并日益变为广大员工的自觉行动。“5S”活动已作为生产五部的管理计划内容之一,正准备在生产五部全面推广。

2.4 二核生产准备

2.4.1 组织准备

2000年7月,大亚湾核电站和岭澳核电站正式实施群堆管理。

1. 行政组织机构调整

1月,撤消了程序编写协调办公室,其功能分别转移给运行处和安全执照处。7月份以

后,根据群堆管理的要求,生产二部组织机构进行了较大的调整。8月底,撤消了设备管理处,成建制合并到技术部设备管理处。9月份撤消了综管处,成建制合并到生产一部综管处;生产计划处发电规划科、维修计划科分别合并到生产一部发电规划处发电策划科和维修部综合计划处计划科。

2. 人员准备

截至2000年年底,生产二部编内人数为237人。年内从生产一部分流31人,其中持照人员27人,非持照人员4人。社会招聘3人,返聘4人。

2.4.2 人员培训

1. 培训指标完成情况

2000年生产二部的培训工作进展顺利。年初制订的培训目标和主要任务,除PQTR(岗位资格培训要求)编写仍在进行外,其余均已完成。2000年主要培训承诺指标完成情况见表2.4.2-1。

表 2.4.2-1 2000 年主要培训承诺指标

序号	承诺指标 (不包括 1999 届新员工)	计划	实际
1	人员培训工时数/总工时数	≥12%	21.10%
2	运行人员培训工时数/运行人员总工时数	≥16%	18.91%
3	基本授权培训完成率	≥98%	103.54%
4	在岗培训完成率	≥90%	141.01%
5	干部管理培训时间/总工时	≥3%	2.33%
6	技术不同点教材编写	100%	100%

2. 新员工培训

2000年初生产二部接收1999届毕业生83人,是新员工最多的一年,加上1998届65名员工。新员工培训仍是2000年的培训重点。

1998届员工2000年的培训重点从现场基础培训转向工作实践培训。各处为新员工制定了详细的工作目标和任务书,指导新员工在工作中接受培训,独立承担工作任务,2000年底大多数1998届新员工已在生产准备的各项工作中独挡一面。1999届新员工的培训基本沿用1998届员工的培训方法,以一核为培训基地,通过详细的任务书规范新员工的培训。经过一年左右的培训,部分1999届新员工已返回二核投入到移交接产工作中正式承担工作任务。

3. 在岗培训

根据去年的经验反馈,生产二部对“安全质量推进课程”的结构进行了改进,增设了“PQOM介绍”和“IAEA及ISO标准介绍”等课程,共开课22次,培训达1990人·时。同时生产二部还为提高人员的岗位技能和管理技巧,自行组织或邀请外部教员进行了多样化的岗位技能培训和管理培训。

4. 移交接产培训

为保证整体移交质量的全面提高,生产二部吸取了1999年移交接产工作的经验,升版了《移交接产》培训教材,除生产部人员外,公用部门参与移交接产的人员也接受了培训,2000年组织了14次培训,共培训人员365人。派出A类人员6人(包括TFM)和B类人员

17 人接受调试参与培训。同时组织人员参加了工程部举办的调试基础培训。

5. 国外培训及交流

2000 年国外培训项目已按计划全部完成, 国外培训共 5 项, 技术交流或会议共 4 项, 评审活动 2 项, 其他活动 1 项。

6. 岗位技能分析 (KSA) 及岗位资格培训要求 (PQTR)

KSA (Knowledge Skill and Attitude) 和 PQTR (Position Qualification Training Requirement) 是系统化培训的一项基础工作, 也是实施岗位授权制度的前提和基础。2000 年生产二部各处 (除 LPO) 的 KSA 已陆续出版, 根据 KSA 结果编写的 PQTR 初稿也已完成, LPO 的 KSA 和 PQTR 正在编写中。

7. 人员基本授权

在 1999 年的基础上, 生产二部采取了结合部内《安全质量推进课程》培训和培训中心培训的方法, 以《安全质量推进课程》等效复训课程为主, 同时根据实际情况安排人员参加培训中心的复训, 既顺利完成了人员的授权工作, 又兼顾到生产二部的特点, 让人员在更新知识的基础上, 对二核工程阶段安全与质量管理的特殊性也有所了解。

生产二部在对生产人员进行培训的同时, 也组织了面向参与移交投产工作的公用部门人员的培训, 课程以工业安全和消防为主, 主要介绍生产准备阶段安全的目标、风险的特点和工作的基本要求, 共组织了 10 期, 培训 1 308 人·时。

8. 运行人员培训

从一核分流到二核的持照人员 (RO 及 SRO), 在接受了二核技术适应性培训后已承担起运行程序编写、主控制室值班和一/二核技术不同点教材编写的任务。同时他们也在二核运行处和培训中心按计划进行模拟机培训和影子培训, 总体情况良好。

LPO 30 名 1998 届现场操作员和 14 名 1999 届现场操作员结束在一核为期一年的现场跟班培训, 分别于 3 月份和 12 月份回到二核, 在接受了相关的岗前培训后, 已全面投入二核现场值班和调试参与工作, 成为移交投产工作的新生力量。

LPO 还组织了多种在岗培训, 如: 针对 RO/SRO 的 LGR 培训, 针对现场操作员的现场专项培训等等, 都取得了良好的效果。

9. 技术不同点培训

一、二核技术不同点教材编写及培训是 2001 年首批岭澳核电站反应堆操纵员/高级操纵员取照考试顺利进行的保证。

经过一年多的准备, 一、二核技术不同点 (LPO 部分) 的教材初稿已按计划于 2000 年 10 月编写完成, 并已分发至各相关部门。同时也已将教材及复习题送交武汉 105 所, 开始进行 2001 年 4 月的 RO 考试试题的编写。生产二部制定了培训计划, 准备分别对 RO, SRO, 学习操纵员, 其他人员 (包括公用部门人员) 进行重点不同的培训。2000 年底启动了第一期培训。

10. 分培训委员会 (SPTC) 工作

生产二部分培训委员会 (原生产二部临时培训委员会) 于 2000 年 1 月正式成立, 一年来, SPTC 充分履行了对部内培训的管理、监督、组织与协调的职责, 在 2000 年培训计划的落实、内部检查结果纠正行动的跟踪、重要工作的组织安排、各处关注问题的解决上起到了牵头主导的作用, 为生产二部培训工作的顺利开展提供了有力的保证。

2.4.3 程序编写与文件准备

2.4.3.1 程序编写

1. 管理程序

2000年生产二部负责的管理程序一直处与受控状态,至8月份,共审查通过25份,累计审查通过100份。8月份实施群堆管理后,按照生产五部统一的管理程序框架编写,预计2001年6月将完成全部编写任务。

2. 运行化学程序

完成运行程序编写803份,比计划少两份,年度完成率为99.75%。运行程序编写总量达到934份,累计完成53.62%。完成化学程序编写31份,化学程序编写总量达到56份,累计完成40%。

3. 事故程序

二核事故规程编写是在对一核事故规程彩色化的基础上进行的。2000年完成20份1号机组英文事故规程彩色化,累计完成100%;完成72份1,2号机组中文事故规程的彩色化,累计完成72%;完成英文事故规程编写23份,累计完成46%。

4. 维修程序和维修实施大纲

2000年完成维修程序编写1693份,累计完成52%;维修实施大纲295份,累计完成86%;性能试验程序82份;生产补充备品备件采购申请的提出(核岛部分)14313项;定值单库建立、输入8499条;校验单库建立、输入3600条;TOM文件审查131份;EOMM问题发出MEMO273份,解决187份。

维修程序和维修实施大纲编写过程中遇到的问题:

(1)上游文件(EOMM)的质量问题、迟交问题很大程度上影响了维修程序、维修实施大纲的编写工作。典型的问题包括无设备编码、无维修说明、无装配图纸、上游文件比计划提交时间迟几个月等。鉴于此问题,维修部、生产二部与工程部为此专门设立了设计/基准文件问题月度例会。每月例会对上游文件质量问题、迟交问题的推动解决起到了良好的作用。

(2)维修程序、维修实施大纲数据库找不到服务器、数据窜动、丢失等等问题,经多方的共同努力,在2000年10月基本得以解决,数据库的运行趋于稳定。

在质量控制方面,质量小组依据工作程序《维修程序编写质量检查标准》定期抽检程序,并提出书面报告。

5. 保健物理程序

根据群堆管理原则,确定了群堆管理框架下生产五部的职业安全PQOM程序框架和改进要求,确定消防行动卡格式,编写了3份临时消防行动卡。完成工业安全技术程序141份,辐射防护技术程序24份。

2.4.3.2 文件准备

1. 概述

2000年,生产文件准备工作重点在于建立文件管理组织机构和建立文件控制体系。2000年完成的主要工作包括:

建立文件管理组织机构。档案资料处内设立了二核文件科,专门负责岭澳核电站在生产准备期间的生产文件和档案的管理,承担与生产相关的工程文件和生产文件的收发控制与管

理服务工作。建立了运行、维修、培训三个卫星文件库，文件管理方式按照基准文件、卫星文件、工作文件的文件控制体系投入正常运作。

对工程文档信息系统（DAISY）中的生产准备文件管理模块进行了改进，完善了对工程文件的管理与控制。与一核 DOCMAN 系统联网，在该系统中实现了对岭澳核电站生产文件的管理。为了实现今后二核工程、生产文件档案的计算机一体化管理，针对二核文档管理工作特点，对正在开发的一核文档管理信息系统（DAMI）提出了用户需求，参与了 DAMI 系统的设计审查和功能测试。

进行了 SDM 文件清查。根据 ACC 清单清查 SDM 文件，并与 DAISY 系统进行数据对比，及时从工程部文档处补回缺文和最新版本文件。

进行文件标引筹备。开展了主题词核对，标引人员培训、起草文件标引规范、主题词维护规范和文件标引培训教材等前期准备工作。

确定工程档案移交。经与工程部文档处（DAB）多次协商，在维持目前工程文件、档案、资料管理方式不变的情况下，至管理责任转移时，工程档案采取文档资料处（TDA）派人参与工作的“过渡式整体移交”方法。使工程档案移交工作平稳过渡。

邀请了工程部的程序工程师和文档信息系统（DAISY）的软件开发人员对生产人员和文档管理人员进行了工程文件演变过程和 DAISY 系统的知识培训。

2. 完成的主要工作量

见表 2.4.3.2-1 和表 2.4.3.2-2。

表 2.4.3.2-1 日常工作统计

工程文件分发	其他文件分发	DAISY 系统数据录入	DOCMAN 系统数据录入	接收规程入片	复印文件
52 852 份	12 271 份	17 542 条	3 886 条	2 606 份	673 988 页

表 2.4.3.2-2 库藏文件统计

工程文件	规 程	米 册	发 册
19 071 份	2 755 份	6 675 份	9 005 份

注：库藏工程文件和规程不含过时版本文件。

2.4.4 移交与接产

2000 年是岭澳核电站进入全面移交与接产的一年，全年 EESR（安装结束状态）检查量占总量的约 50%，高峰时达到每月 72 个 EESR 检查，同时开始了大量的 TOB（移交隔离）、TOM（维修移交）、TOTO（移交临时运行）工作。2000 年 2 月 29 日签署了第一个 BHO 证书（AB 仓库），标志着生产线逐步开始承担厂房的管理和维护责任。

1. 检查活动

2000 年生产线人员共参加各类移交检查活动 1 703 次。其中 EESR 758 次、TOB 578 次、TOM 173 次、TOTO 184 次、BHO 10 次。

2. 各类证书申请/签字情况

2000 年收到 468 个子系统的 EESR 检查申请；TOB、TOM、TOTO、BHO 子系统的申请/签字数分别为：371/332，141/118，83/35，5/4。

3. 接口程序的进一步完善

根据 1999 年的移交工作经验,对已经编制的移交管理接口程序进行了全面的修改。编制了钥匙移交管理接口程序,规范了厂房、设备、系统钥匙由工程向生产的移交。

4. 管理手段的进一步完善

2000 年 1 月 27 日,生产二部联络办公室和秘书部电脑中心联合开发的移交过程与跟踪系统(TCS)投入正式运行并随着移交工作的全面展开、工作的深入,我们对过程控制、检查意见的跟踪、移交相关信息、工程进度、EESR 检查信息的发布、各类统计信息、工作手册信息等多方面进行了精心的修改。通过这些修改,逐步使之成为了一个更加满足现场工作过程需要的、不可缺少的系统。

5. 检查意见(保留项)的协调处理

检查意见的协调处理与跟踪是移交检查活动管理的核心部分。到 2000 年底,共产生了 8 125 条检查意见,其中 7 039 条是在 2000 年发现的。面对如此多的检查意见,为了促进快速解决问题和现场确认清除,2000 年在检查意见的跟踪上进行了如下改进:

(1) 生产线积极配合工程部施工经理部,及时地调整了 EESR 预检和联检的方式。

(2) 建立了调试队信息管理系统 CHMIS 与 TCS 数据库的联系,便于调试试验负责人在提交申请前,主动清理保留项。

(3) 同工程部共同建立了保留项处理的动态指标,以促进双方加快保留项的处理和现场验证:1 类保留项动态清除率 $\geq 80\%$;总体保留项动态清除率 $\geq 70\%$ 。

(4) 生产维修指定了移交技术协调人、专业对口人,具体协调生产线保留项的跟踪处理。

(5) 成立了由联络办公室牵头,技术部、维修部、生产部相关处参加的 M、E 类问题评审小组,专门对工程/生产之间长时间不能达成一致的问题进行不定期评审。评审中划为以下两类的问题,将不再作为保留项要求解决:

M (Modification) 类:潜在的电站改进项目,将在运行过程中或大修中讨论处理;

E (Experience feedback) 类:将不再实施改进,在今后的核电设计、施工中参考。

2.4.5 运行准备

1. 运行组织准备

运行处从 1999 年年底 144 人发展到 2000 年年底正式员工 166 人、外籍顾问 1 人、大合同人员 8 人的规模,其中持高级操纵员执照人员 13 人,持操纵员执照人员 38 人。经过与生产一部协商,在保证一核安全生产需要的前提下就 2000 年持照人员分流达成一揽子协议,2000 年共分流 24 人,分四批陆续到岗,其中持高级操纵员执照人员 3 人,持操纵员执照人员 21 人。2000 年共有 44 名现场操作员(1998 届 30 名、1999 届 14 名)结束了在生产一部运行值的在岗培训,进入运行值。另有 6 名生产一部有经验的现场操作员作为技术骨干加入运行值。

2. 运行岗位技能分析(KSA)

完成了隔离经理和化验员岗位的岗位任务与 KSA 分析;现场操作员和主控室操纵员的岗位任务与 KSA 分析初稿已经完成,进入最后审查阶段;现场主管、化验师岗位任务分析正在进行;以隔离经理移交接产部分 KSA 分析为基础,进行 SAT(系统培训方法)尝试,成效显著,编写了培训大纲和教材并付诸实施;联合生产一部运行处编写了隔离经理初级培训

教材,正在组织人力进行审查。

3. 运行移交投产

自8月份开始建立以程序编写人员为中心、以运行值和培训班人员为支撑的移交投产系统,特别针对系统 TOTO 移交,从而使每个系统都具有全局视野的人员把关,将系统的软件和硬件统筹起来考虑。随后讨论并明确了移交投产阶段运行程序生效的全流程控制方案,确定了移交投产阶段工作文件的更新流程,目标瞄准在 TOTO 升版的同时同步更新全部工作文件。

运行处隔离办公室作为移交投产的窗口保持了高效运作,根据移交投产负荷量的增加,从8月下旬开始周末值班,9月初开始两班倒,在隔离经理人员有限的情况下最大程度满足了工程进展的要求。临时化验室充分满足了现场调试的化学分析需求,紧密跟踪了 AL 化验室的土建、安装与移交,完成了 AL 化验室化学仪器的选型与采购。

制定并落实了现场操作员调试参与计划,从6月初派出第一名 SAP 系统调试参与人员开始,共有 15 名现场操作员参与系统调试,占全部现场操作员总数的 42%。从程序组选拔了 10 名持照人员作为将来两台机组总体调试启动工程师。

全年完成 EESR 检查 584 次,TOB 检查 477 次,TOTO 检查 136 次,TOB 实施 240 次,TO-TO 实施 30 次。正式签收了 OSDA 和 9LGR 两个重点系统的 TOTO,全面承担起运行管理责任。在全年移交投产活动中,完成设备隔离 1 555 次,失误 1 次,设备隔离一次成功率为 99.93%;完成系统在线 1 203 次,系统在线一次成功率为 100%;完成化学分析 1 262 次,失误 8 次,化学分析一次成功率为 99.36%。

4. 其他工作

9 月份在自下而上讨论确定评估标准后,进行了化学工作质量和运行程序编写质量的自我评估。10 月份接受了 EDF 专家对运行和化学两个专题进行的生产准备独立评审。针对评审提出的意见制定了纠正行动,并纳入 2001 年工作计划。

2.4.6 安全执照准备

1. 执照申请

由于执照申请活动涉及面广,信息量大,影响周期长,为了确保执照申请管理的延续性和可追溯性,提高管理效率,便于各级管理人员及时获取相关信息,2000 年 8 月 ISL 协助 LIB 开发了执照申请管理系统(LMS),实现自动化管理。

(1) RO/SRO 执照申请

2000 年 3 月以岭澳核电有限公司名义成功地承办了反应堆操纵员资格审查委员会二届一次会议,会上审议了岭澳核电站运行操纵人员的培训情况报告和培训大纲,并就岭澳核电站反应堆操纵员取照方案进行了讨论,会议决定:岭澳核电站首批操纵人员执照作为新执照申请,考试内容包括模拟机复训考试和—、二核技术不同点的口试与笔试。根据资格审查会议精神,大亚湾核电站/岭澳核电站操纵员考试评审委员会经过研究,制定了岭澳核电站首批 RO/SRO 执照申请考试方案。2000 年 4 月岭澳核电站就此方案向国防科工委提出了申请,并于 7 月获批复。

(2) 首次装料申请文件准备

根据工程里程碑计划,岭澳核电站 1 号机组将于 2001 年 12 月 15 日首次装料。中华人民共和国民用核设施安全监督条例 HAF 0501 (1) ——《核电厂安全许可证的申请和颁发》中规定,核电厂营运单位必须在首次装料前一年提交装料许可证申请,并同时提交相关执照申

请文件，以供国家核安全局组织对岭澳核电站的安全评审。岭澳核电站于2000年12月15日向国家核安全局提交首次装料申请，首次装料申请文件清单见表2.4.6-1。

表2.4.6-1 首次装料申请文件清单

序号	文件名	责任单位	参与单位
1	装料申请书	LIB	
2	最终安全分析报告 (FSAR)	LIB	各相关承包商, LPS
3	在役检查大纲	TND	LPS
4	场内应急计划	OPS	LIB/LPH/LSL
5	调试启动大纲	SUT/PD	LIB
6	调试期间质量保证大纲	QAD (二核)	LPS
7	岭澳核电站概率风险评价报告	LPS	OPS
8	其他建造许可证条件论证报告 (如主控制室功能分配分析报告)	LIB	各相关承包商

同时，根据国家核材料法规的要求，核电厂核材料许可证申请者应于核电站首次购进核燃料前6个月向国家原子能机构核材料管制办公室提交经申报单位上级主管部门批准的核材料许可证申请书及其相关的资料，以取得核电站的首次核材料拥有许可证。截至2000年底，岭澳核电站核材料许可证文件编写进展顺利。

此外，岭澳核电站环境影响报告 (EIR) 初稿处于校核阶段，接近完成。维修大纲已编写完成，并将根据群堆管理的要求进行修改。

2. 技术准备

(1) 监督大纲编写

为保证重要的构筑物、系统和部件能按设计意图和假设执行其功能，及时地发现构筑物、系统和部件任何可能导致不安全工况的性能下降，按照法规规定必须制定监督大纲。监督大纲规定的监督活动有：核电厂系统参数和系统状态的监测、仪表的校验和标定、建筑物、系统与部件的试验和检查。

为此，LSL制定了监督大纲编写格式与编写进度计划，研究制定了定期试验监督大纲的编写方案，提出了运行基准文件（系统安全准则 (SSC)、定期试验准则 (PTR)、系统全面性分析 (EPCN)）的质量检查和意见反馈的措施，同时启动这些文件的审查。文件审查进展见表2.4.6-2。

表2.4.6-2 运行基准文件审查进展

	PTR/EPCN 总数	PTR/EPCN 已到达	PTR/EPCN 已审查	PTR/EPCN 已反馈
数量/份	49/31	37/27	26/22	0/0
占总数	—	75.51%/87.10%	53.06%/70.97%	0%/0%

(2) PRA 项目

岭澳 PRA 模型中对38个核安全相关系统的设备进行了FMEA（故障模式及其影响分析）分析，建立了故障树进行可靠性分析，以及对十三大类初因事件共建立了70棵事件树进行分析。岭澳2000版的PRA对初因事件、事件树、故障树以及相关的人因可靠性、热工水力、外电网可靠性、设备可靠性数据等诸多方面的内容都进行了全面分析。

岭澳核电站PRA工作历时14个月，于2000年10月完成了全部报告的编写工作。岭澳

PRA 组参与组织了 2000 年 11 月在大亚湾核电站举行的大亚湾及岭澳核电站概率风险分析 (PRA 第一级) 报告评审会。专家组一致认为: 岭澳核电站概率风险分析 (PRA 第一级) 报告已处于国内领先并达到国际水平。岭澳 PRA 总报告作为岭澳核电站 FSAR 的附件提交给国家核安全局。今后 PRA 项目的发展定位在模型完善、系统开发以及电站中的应用上。

(3) 经验反馈

2000 年岭澳核电站经验反馈工作已开始, 为适应群堆管理的要求, 建立了适合两电站的经验反馈体系, 改善了 EFS 系统, 同时加强在移交接产的经验反馈, 年内共填写 24 小时事件单 60 份。收集和整理一核在安装调试期间产生的事件, 挑选对岭澳核电站在安装调试期间和接产阶段有重要参考价值的事件资料, 并据此出版了 6 期“经验反馈信息”。启动岭澳事件二级分析工作。以一核教材为基础的《设备故障根本原因分析》编写正在进行。

(4) 其他工作

为了解调试活动并保证调试活动按规定进行, STA 组参与了整体调试文件审查, 已将审查过程中产生的意见和建议及时向 SUT 有关部门进行了反馈。

岭澳核电站《基本系统手册》于 2000 年 12 月顺利编写出版, 手册是在吸收一核的经验反馈基础上, 根据岭澳核电站的实际进行整理出版的, 除系统代码 (三字经) 外, 还提供了岭澳核电站各建筑物和构筑物的代码和名称 (二字经) 以供参考。

3. 外部检查活动

(1) EDF 专家独立评审活动

岭澳核电有限公司邀请 EDF 专家于 2000 年 7 月 24 日至 28 日和 2000 年 10 月 9 日至 17 日对岭澳核电站生产准备先后进行了一次预访及独立评审活动, 分别有 2 名及 5 名专家参加, 在现场 EDF 专家的支持下, 分四个专题 (管理与安全、运行、维修、技术支持) 对生产准备的组织建设、运行、维修、技术支持、培训、执照申请、应急准备、辐射防护和工业安全等各方面的人员准备、文件准备、物质准备、移交接产过程进行评审。评审结果见表 2.4.6-3。

表 2.4.6-3 EDF 专家独立评审结果

专 题	强 项	对生产准备的建议	对今后运行的建议
管理与安全	11	10	2
运行	6	8	6
维修	28	8+4*	12+1*
技术支持	5	3	4

* 为需要外部支持 (如工程部支持) 的项目。

各个专题已根据评审结果制定纠正行动计划并着手落实。

(2) PRE-OSART 活动

为保证岭澳核电站的安全、稳定、经济运行, 2000 年初在国家原子能机构的大力支持下, 岭澳核电有限公司向 IAEA 提出了 PRE-OSART 的申请, 并得到了 IAEA 的批准。2000 年 8 月, 岭澳核电站 PRE-OSART 项目小组正式成立, 以进行 PRE-OSART 前的联络、准备、宣传、培训及今后的现场接待工作。

2000 年 9 月 25 日至 29 日 2 名 IAEA 官员到岭澳核电站现场进行了预访, 就 2001 年 8 月 6 日至 23 日期间的正式评审活动安排事宜进行了讨论, 并在项目小组组长和联络员的陪同下, 赴京与 NNSA 和国防科工委官员进行了面谈。2000 年 11 月 PRE-OSART 手册编写工作正式启动。

2.4.7 保健物理准备

2000年完成了KZC的设计跟踪和出厂验收,编制了KZC一、二核联网技术规范,提出合同立项。确定了KRT测量通道的改造方案。完成了安全标志牌的设计工作,以及安全相关许可证、射线探伤许可证及警示带的设计、立项和采购工作。

共向工程部提出了165份有关安全改造申请,全部得到工程部的答复。其中工业安全有关的项目123份,工程部承诺实施的61项。辐射防护有关的项目有42项,工程部承诺实施的27项。

确定了LNPS源项控制、屏蔽设计、氡本底调查的工作方案,基本完成核岛火灾危害性分析,建立事故应急、火灾、工伤渠道,建立了安全档案。

组织年度《安规》考试,开展了LPS第一次安全知识竞赛和一次对外安全交流活动,编辑《安全学习与信息》11期。

2.4.8 环保与应急四统一

环保与应急四统一:统一运行管理、统一申请排放量限值、统一进行流出物和环境监测、统一制定并实施应急响应计划和准备。2000年四统一工作主要工程项目依照四统一三级计划进度的要求大部份按期完成任务。

1. 环境监测应急指挥中心(EC/EM)楼土建

环境监测应急指挥中心(EC/EM楼)属岭澳核电站的配套工程。该工程项目于2000年9月上旬完成土建施工后即进入内部气、水、电、通风系统安装阶段,预计要到2001年3月份能完成安装,并可初步交付使用,BHO则要延期到2001年6月,整体移交计划虽滞后但按调整后的计划仍可以满足国家环保局三同时检查的时间要求。

2. 厂区辐射气象监测系统(KRS系统)

2000年辐射监测站和气象站均已完成土建施工和设备制造,并于年底开始系统安装。总体调试工作将于2001年3~5月进行。废液采样站由于多次变更原设计方案及站址,现该项目的工程进展与原计划相比做了较大调整。土建施工预计2001年2月底结束,设备安装定于2001年3月,调试工作将于2001年3月至6月进行。

3. 环境流出物监测仪器设备采购

2000年环境及流出物监测的非放项目的仪器选型招标工作已完成,采购合同已签订。放射性监测仪器选型、采购工作计划于2001年初完成,5月设备到现场,6月至9月安装调试,均可以满足三同时检查的时间要求。

4. 应急计划编写及应急通信设施改造

应急计划于2000年6月完成编写。根据各方面的反馈意见修改后,于2000年12月15日报国家核安全局审批。2000年应急通信设施改造全部完成,项目包括应急无线寻呼子系统、有线广播警报子系统和话音系统。

5. 其他工作

确定了EM楼内通信接口方案和应急评价系统改进方案。完成了EIR/FCL编写需开展的专项调查研究项目:环境放射性现状监测与评价;气象观测与厂址区域风场研究;海洋生态和调查专项研究;周围环境和外部人为事件调查。由核二院、苏州热工研究所共同负责的EIR/FCL编写,于12月底完成初稿。

2.4.9 质量管理准备

为了建立好电站质量管理体系,编制好电站质量管理手册,2000年成立了生产二部程序审查委员会,成员包括经理和各处处长,负责推动组织程序的编写和审查。建立起“事事有人负责,事事有人监督,事事有指标,事事有章可循”的质量管理体系。培育“一切按程序办事”的氛围,建立起良好的工作习惯。

2000年生产二部成立了质量安全推进小组,进行了“质量管理的经济效益与零缺陷质量管理”、“电站质量管理手册(PQOM)介绍”、“质量保证标准、法规介绍”、“质量文化建设的推进”等一系列质量推进课程的培训。对程序编写、员工培训和移交接管工作进行了专项内部检查。

2000年,生产二部一方面对1999年自我评审中所发现的问题进行跟踪,同时各处还开展了有选择重点的自我评审活动。2000年,二核质保部对生产二部的生产准备工作进行了一次专项QA监督。发出2个CAR和4个SIR,以及两个观察项。对自我评审、内部检查和外部QA监督、独立评审中发现的问题的整改计划及时进行跟踪。

2.4.10 设备管理准备

1. 设备管理

2000年度,设备管理在生产准备方面主要进行了以下的工作。

开始对工程阶段的重要设备问题进行跟踪、分析、记录和报告,全年共跟踪各类问题155项;建立设备问题周报制度和二核设备状态监督月报制度,反映跟踪设备状态和问题。

对一核初期发生的重要问题详细调查分析,以免在二核重现。继续向工程部提出反馈项目并进行跟踪,至2000年底共提出298项,工程部答复287项,其中135项“同意实施”,64项“二核无此问题”,67项“不同意”,其余尚待研究。

设备管理处从2000年开始COMIS中设备基本数据整理工作,按照计划完成了所有TOM系统的设备基础数据的整理工作,全年共整理机、电、仪设备数据42255条,保证了COMIS于2000年11月在二核顺利投运。

全年完成326份维修实施大纲审查。

2. 工程委托项目

在岭澳核电站工程调试阶段,技术部技术支持处承担了四个委托项目的工作:安全壳试验,燃料管理与物理启动试验,役前检查和仪表检定。

(1) 安全壳试验

制定了PRE版的四级进度计划。文件准备和合同准备正在进行。

(2) 燃料管理和物理启动试验

制定了二核燃料管理策略与改进计划;审查燃料管理和物理启动试验相关的规程和文件;人员的培训工作正在进行;派驻现场与EDF人员共同进行二核首炉燃料组件的制造监督;完成RIC系统的操作和数据处理培训,已全部提供二核燃料许可证申请所需的支持性文件。

(3) 役前检查的总体进展

二核役前检查所涉及的LOT23, LOT29两个合同包的总体进展情况如下:召开了二核LOT29的现场实际开工会;召开了LOT23的进度会;根据LNPS总体调试计划的变更,PSI的三级进度计划也作了相应调整;一核支持二核的程序编写工作已全面展开。

(4) 仪表检定

已完成了二核调试队委托检定计量器具 981 台；接收、验收 LOT16M 仪器仪表 149 项，388 台；联系并组织计量检定员培训、考核、取证；补充采购了二核计量检定标准器。

2.4.11 维修管理准备

1. 维修工作的组织与管理

为有效管理现场工作，逐步向维修群堆管理模式过渡，维修部于 3 月初组建了二核现场维修队。6 月维修队长到岗，维修队的工作逐步展开。先后建立了维修队周会制度，各专业的巡检制度等多项规章制度，各项管理工作参照一核现行模式逐渐规范。10 月中旬，EDF 专家对二核生产准备工作进行了独立评审，EDF 专家对维修部的各项管理工作给予了较高的评价。11 月 14 日，COMIS 系统工作过程部分在二核正式投运。该系统的投运，大大提高了工作票处理的效率，规范了工作票处理的过程，并确保电站历史工作记录的完整性。

针对一二核技术不同点，维修部开展了“掌握一二核技术不同点”的培训工作。

2. 维修工作票执行情况

2000 年二核工作票管理针对接产阶段责任划分复杂、系统状态不正常等不利因素，维修部重点抓了工作票响应速度和工作流程规范化两个问题。

2000 年维修部负责的工作票统计见表 2.4.11-1，其数据来源为单机版工作票管理数据库及 COMIS 系统。

表 2.4.11-1 维修工作票统计

张

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	总计
纠正性 维修	收到	3	1	3	13	14	15	16	17	39	23	28	49	221
	完成	3	1	1	12	13	17	13	14	42	18	28	47	209
预防性 维修	计划	4	8	6	19	10	10	19	15	19	6	68	18	202
	完成	4	8	6	19	10	10	19	15	13	6	68	18	196

2000 年维修部工作票量总的趋势是随着系统移交的增加而增加。9 月份纠正性维修工作票形成第一个峰值，主要是因为从 9 月份起，所有工作申请改由 MAP 管理，MAP 随即对工作票情况进行了清理；12 月份纠正性维修工作票形成第二个峰值，则是因为 SDA 系统 TOTO 后，仪控方面的工作票开始从 SUT 转 MIC 处理。

预防性维修工作票在 10 月、11 月有较大的突变，主要是由于统计时段为上月 22 日到本月 21 日，而目前计划是每月只安排其中两周进行预防性工作，在这两月因国庆长假，造成两个时段错位较大。

3. 预防性维修管理

二核维修大纲编写时参考了一核现行的维修大纲，吸取了现场的实际经验，项目的合理性有了很大的提高。但对于不同厂家、不同型号的设备，还是存在检修项目不合理的情况，如周期过短、现场不能实施等。针对上述问题，维修部吸取了一核当年的经验，尽早启动了维修大纲和维修规程的优化升级版工作；随着预防性维修工作的执行，各执行专业陆续向规程编写组提交执行后的经验反馈，由规程编写组进行评价，并对相关的大纲及规程进行升级及生效。

随着大纲不断出版，系统逐渐 TOM，计划科也开始建立预防性维修数据，截止 2000 年底，已建立过渡数据（未转入 COMIS）4 000 条，120 条数据已随着设备的 TOM 录入 COMIS，

进入正常运转流程。

2.4.12 物资准备

1. 物资的接收与管理

2000年完成了AF仓库设备采购和安装；AB仓库的接收和投入运行；合同备件移交验收；建立物资数据库；提出并审核NI补充备件清单等。

(1) 仓库建设

2000年完成了库存的储存规划，主仓库AB和AF投入使用，仓储面积为6000m²，占总规划仓库面积的75%。AO，EO和FC库将于2001年4月底BHO；AX仓库处设计阶段。

(2) 备件移交

备件移交工作从2000年4月份开始，计划每月移交1000项，因AF仓库BHO延迟，备件移交工作在10月、11月暂停，12月将恢复移交。已移交的生产备件统计：NI：2810项；CI：3176项；BOP：1774项，共7760项。存放在承包商仓库待移交的生产备件统计：NI：9000项；CI：600项；BOP：100项，合计：9700项。

(3) 物资数据库建设

二核物资管理数据库建立在COMIS系统上，2000年4月系统投产运行。根据移交的生产备件和提出的补充生产备件清单，物资技术组收集、整理、编码并将其有关记录输入COMIS数据库，已建立二核专用备件记录3780项；一、二核通用物品记录2093项。

(4) 审核补充生产备件采购申请

根据一核的经验，40%的过量库存是在首次采购中产生的，因此必须对补充生产备件进行认真仔细的审核和优化，其主要内容和措施包括：通过编码合并重复采购；通过检查合同备件订货数据库减少采购数量；通过参考一核库存和历史使用记录减少采购量和优化库存控制参数；通过参考一核RUSL的结果优化库存控制参数。

NI补充备件采购申请已完成，申请总项数为14000项，10月份物资技术组开始审核工作，已经完成2450项。经过审核：51%的申请取消；13%的申请采购量减少；5.6%的申请采购量增加；30%的申请采购量不变。上述事实不仅显示了备件审核的意义，而且证明了现行措施的有效性。

2. 工具的接收与管理

(1) 工具的接收包括了对专用工具、调试工具及仪表、计量器具和各种常用工具的到货接收。

工具接收管理流程见图2.4.12-1。

(2) 2000年专用工具库LAF和常用工具库投入使用。工具组累计接收专用

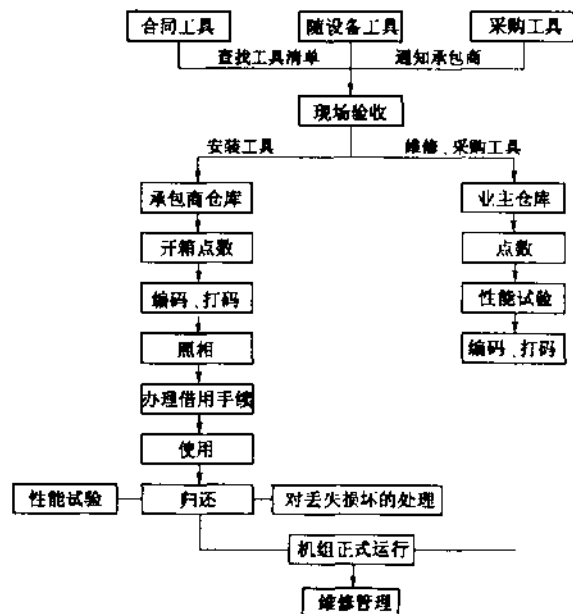


图 2.4.12-1 工具接收管理流程

工具 329 套, 共 7 373 件; 接收各种仪器仪表 388 套; 接收各种通用工具 915 项, 共 10 230 件; 向各承包商办理借用单 336 份; 拍摄各种专用工具 1 024 张照片。工具接收统计见表 2.4.12-1。

表 2.4.12-1 工具接收统计

	合同安装、维修工具(套)						合同调 试工具	随设备 工具
	核岛工具	常规岛工具	柴油机工具	电气工具	阀门工具	总数工具		
应接收	103	132	75	18	24	352	263	
已接收	51	76	65	17	15	244	194	85

2.4.13 生产准备预算管理

1. 2000 年建立了群堆管理下的预算管理新模式。生产准备预算管理系统(OBS)的第一期开发基本完成。

2. 季度滚动预算计划管理

由于生产准备工作涉及面广, 不确定因素多, 导致生产准备预算计划有很多不可预见性。为此在 2000 年度通过年度预算计划来总体控制年度预算规模, 通过季度滚动预算计划使不定因素尽量纳入计划的轨道, 增强生产准备预算的计划性, 减少生产准备预算管理的风险因素。根据 2000 年度生产准备工作计划和各项工作的启动和进展情况, 采取了以季度报告的方式对生产准备预算执行进展情况进行评估, 一至四季度生产二部归口管理的预算分别启动了年度预算计划的 6%, 46%, 62% 和 73%。

3. 生产准备中期调整

2000 年中期, 根据生产准备工作进展情况进行了中期预算调整, 主要调减项目包括: 放射性过滤器水芯、部分生产设施系统维护费、辐射剂量管理系统开发、RCM 软件、外部劳务和技术支持等, 主要调增项目包括: 工业安全和辐射防护信息咨询系统、计算机硬件、工业数据网络系统等。

2.4.14 工程建设与生产准备里程碑

1. 工程建设

2000 年岭澳核电站工程建设重点保证了核岛的安装和因供货问题进行了调整的常规岛安装进度和质量要求, 严格控制供应合同设备制造的质量和进度。2000 年实现的工程建设里程碑见表 2.4.14-1。

表 2.4.14-1 2000 年工程建设里程碑

序号	里程碑项目	计划时间	实现时间
1	1 号反应堆压力容器安装就位完成	一季度	2000-01-08
2	常规岛安装 6.6 kV I LGA, LGB, LGC, LGD 系统 EESR 完成	一季度	1999-12-30
3	2MX 主行车可用	一季度	2000-01-26
4	ZC1 房 SAP 系统 EESR 完成	一季度	2000-03-27
5	1 号反应堆 3 台蒸汽发生器安装就位完成	一季度	2000-03-14

续表

序号	里程碑项目	计划时间	实现时间
6	1KX 不锈钢水池完工	二季度	2000-06-26
7	6.6 kV LGR 系统供电	二季度	2000-04-06
8	2RX 环吊可用	二季度	2000-05-24
9	泵房 1CFI 系统 EESR 完成	三季度	2000-07-28
10	核岛 1KSA 系统 EESR 完成	三季度	2000-07-31
11	常规岛 1 号发电机开始安装	三季度	2000-09-05
12	泵房进水、1SEC 系统开始调试	三季度	2000-09-12
13	开始 1LHP 系统调试	四季度	2000-11-15
14	BOP 安装 9GEW 系统 EESR 完成	四季度	2000-10-26
15	1 号机组 3 台蒸汽发生器二次侧回路具备水压试验条件	四季度	2000-12-15
16	常规岛 1GEV 系统 EESR 完成	四季度	2000-11-30

2. 生产准备

2000 年是二核生产准备从全面实施向移交投产过渡的一年，按期实现了 2 项生产准备里程碑和 3 项单项里程碑，达到了原定目标，并根据群堆管理要求对组织机构进行了调整，顺利实现了从生产准备的全面实施向移交投产的过渡。2000 年实现的生产准备里程碑见表 2.4.14-2。

2000 年，生产二部开发了办公信息管理系统（LOA），利用该系统的工作管理模块对计划和各项决定进行辅助跟踪。根据《生产准备总体执行计划季度检查报告》，2000 年生产准备和移交投产工作 4 个季度进展正常项目的百分比分别为 92.7%，84.9%，88.7% 和 89.7%，达到了 80% 的年目标值。

表 2.4.14-2 2000 年生产准备里程碑

编号	里程碑名称	计划完成时间	完成情况
M8-3	启动建立现场维修队	2000-03-01	按计划实现
M8	开始主控制室值班	2000-05-01	劳动节后 5 月 8 日开始值班
M9-1	完成应急计划的编写	2000-06-15	按计划实现
M9-2	成立六个运行值	2000-10-31	按计划实现
M9-3	签订并网协议书和倒送电协议	2000-11-01	计划调整至 2001 年，不影响生产准备总体计划
M9	提交首次装料申请书和应急计划	2000-12-15	按计划实现

2.4.15 生产准备业绩指标

《岭澳核电站生产准备业绩指标体系》（A0 版）包括生产准备业绩承诺指标和生产准备过程控制指标两种。

生产准备业绩承诺指标,是指在与“前提和假设”^①不发生矛盾的情况下,生产准备必须达到或超过所承诺的目标值。这类指标只在年底进行汇总和统计。生产准备过程控制指标是指为保证生产准备业绩承诺指标的实现,采用目标管理的方法对各个关键过程实行有效的控制而制订的指标。这类指标需要在每月月底进行跟踪和统计。

2000年度生产准备业绩承诺指标完成情况见表2.4.15-1,2000年度生产准备过程控制指标完成情况见表2.4.15-2。

表 2.4.15-1 2000 年度生产准备业绩承诺指标

类别	名称	承诺值	完成值	备注
培训	在岗培训计划完成率/%	> 90	153	本年度临时增加了计划外部分培训课目,故实际值较大 累计至年底
计划	生产准备里程碑按时实现率/%	100	83.33	本年度共6项里程碑,有5项按时实现,其中“M9-3签订并网协议和倒送电协议”里程碑调整到2001年,但并不影响生产准备总体计划
	生产准备里程碑指标按时实现率/%	> 80	92.08	
体系	PQOM管理政策程序生效/%	至2000年底100	—	群堆管理后,PQOM程序又按照统一的PQOM框架重新进行编写
程序	运行程序编写/%	装料前100	53.6	全部1742份
	事故程序编写/%	装料前100	58	全部150份
	维修程序编写/%	商运前85	51.7	全部4462份
	维修大纲编写/%	商运前100	88.2	全部570份
工业	工业事故伤害率	$\leq \frac{5 \text{次}}{200000 \text{工时}}$	0	全年为0
	工业事故严重度	$\leq 220/\text{年}$	0	全年为0
消防	火灾未遂次数	0	1	6月份发生一次火灾未遂

表 2.4.15-2 2000 年度生产准备过程控制指标

类别	名称	年度承诺值	年度平均值	备注
工业	工业事故与未遂事故的比例	< 1/10	0	全年实际值为0
	工业事故伤害率	5次/200000工时	0	全年实际值为0
	火灾未遂次数	< 5	1	6月份发生一次火灾未遂
安全	消防系统可用率/%	≥ 98	99.9	
	防火屏障完整率/%	≥ 98	100	

① 前提和假设是指:

- (1) 生产准备所需资源(人力、资金等)按时得以保证,一、二核协议得到贯彻,组织机构基本按时建立;
- (2) 没有伤害生产人员和生产设施、设备的重大施工安装事故,包括火灾和辐射伤害事故;
- (3) TOTO以后的设备和系统不发生因设计、制造、安装、调试所造成的重大设备事故;
- (4) 有关安全生产、维修、变更改造的图纸、规程、资料、记录等必须按合同要求完整移交;
- (5) 进入商业运行时,对机组安全和可用率有重要影响的不符合项(NCR)为零;
- (6) 进入商业运行时,工程消耗生产备品备件的数量不影响生产的需要;
- (7) 无不可抗力因素,如地震等重大自然灾害。

续表

类别	名称	年度承诺值	年度平均值	备注
工程 移交	1类保留项处理率/%	截止商运时: 80	66.08	累计至年底
	一核反馈项目跟踪率/%	100	100	每月都达到了目标值
生产 运行	设备隔离一次成功率/%	> 98	99.64	全年平均值
	系统在线一次成功率/%	> 98	100	全年平均值
	化学分析一次成功率/%	> 98	99.79	全年平均值
	TOM后的预防性维修计划完成率/%	> 90	100	
程序 编写	事故程序编写/份	24	29	超额完成计划
	运行程序编写/份	805	803	未完成
	PQOM程序编写/份	—	—	由于群堆管理的影响, PQOM程序又重新进行了编写
	维修程序编写/份	1 574	1 697	超额完成计划
	维修大纲编写/份	294	297	超额完成计划
	维修大纲检查率/%	90	100	
人力 资源	编制人员到岗人数	240	237	
	运行处执照人员到岗人数	52	52	
	大合同人员比例/%	< 30	11.4	
工程 参与	运行现场人员调试参与人数	—	16	只作统计
	设备管理人员调试参与人数	—	12	只作统计
	维修部人员调试参与(A+B类)人数	—	24	只作统计
培训 授权	基本授权培训计划完成率/%	≥ 98	103.54	
	在岗培训计划完成率/%	≥ 90	152.57	经过与培训中心协商, 调整了数据基数
	培训工时占总工时比例/%	≥ 12	22.72	

第三章 大事记

3.1 1号机组运行大事记

1 月

- 1月4日 主控制室出现 RCP458AA (环路平均温差偏大), 经查为三环路热段平均温度 059MT 上漂, 开始给出 GCT-C 调制开启信号, 同时出现 RGI432AA, KIT005AA。立即用 481CC 将三环路切除, GCT117VV 自动关闭。
- 1月5日 出现 LCA004/005AA (LCA 绝缘低) 报警, 现场绝缘仪显示为 0.5 kΩ。仪控处切除 KSAH004/003AR, 绝缘回升到 100 kΩ。进一步清扫上述两柜后, 恢复其供电, 绝缘值恢复正常 (200 kΩ)。
- 1月14日 2:41 实现 M0 机组与电网解列, 1号机组第六次大修正式开始, 1号机组连续安全运行 307 天。
- 1月17日 22:30 PZR 人孔打开, 实现 M2。
- 1月20日 15:42 DHP003 签字, 15:55 开始卸料。
- 1月23日 5:25 卸料结束。21:30 环路低水位状态开始。
- 1月24日 OGEW594TU 气室 SF₆ 压力低, 一、二级报警导致 590TR 跳闸。检查发现实际压力并不低, 是压力传感器 322SP 被天窗漏水淋湿后短路引起。

2 月

- 2月3日 18:00 开始装料。
- 2月7日 1:40 装料结束。
- 2月9日 15:30 稳压器人孔关闭。
- 2月14日 按计划向热停堆过渡, 13:09 一回路压力达 13 MPa, 温度达 257 ℃。13:11 主控制室出现 RCP473/474AA, 经检查确认 RCP018VP 先导阀 R1, R2 泄漏。为修理阀门, 机组降温降压向冷停堆过渡。
- 2月18日 19:00 达到热停堆。

- 2月20日 因 ASG137VV 漏汽, 隔离 003PO 更换 137VV。由于维修过程中有多个没有预见的事情发生, 使检修时间超过 003PO 不可用的安全期限 (16 为 3 天) 6 分钟, 违反了技术规范的要求。
- 2月21日 20:00 机组达临界。
- 2月23日 18:25 一次并网成功, 1 号机组第六次大修顺利结束, 历时 41 天。
- 2月27日 OSDA111/112PO 因 010BA 水位低低跳闸, 导致两台机组 CRF 等泵失去轴封水。4:16, 010BA 水位低低信号消失, 重新启动 111PO。
- 2月28日 17:46 主变压器 C 相高压侧中性点出现过热熔断现象, 主变压器零序差动保护准确动作, 失去主电源, 导致反应堆自动停堆, 汽轮发电机自动解列。执行 I2.1 规程, 进入厂房应急, 机组降温降压退至 RRA 预热状态。
- 2月28日 由于失去主电源, 常规岛失去冷源 (CRF/SEN), 在向冷凝器疏水时, 引起冷凝器压力高, 2 号低压缸 202KD 防爆膜破裂。

3 月

- 3月5日 主变压器 C 相中性点更换软连接及套管工作顺利结束, 3:41 恢复正常运行。
- 3月6日 10:50 临界, 17:45 并网。
- 3月7日 机组升功率, 16:40 功率升至 932 MW 时, GRE004VV 突然关闭, 导致机组瞬间功率下降 50 MW。复位后重新开启升功率, 20:34 达到满功率。
- 3月11日 发现 1/2PTR001BA 水位下降, 出现低水位信号, 经查确认为由于 9RIS011PO 入口安全阀 9RIS290VB 内漏所致。
- 3月17日 5:25, GSY001ZV 的 A 相保险座接头松动发热, 烧毁配电柜内相邻电缆, 而使 001/002ZV 同时失去电源且一时无法恢复, 机组被迫降功率至 660 MW, 经紧急抢修后 12:47 重新升功率, 15:45 升至满功率。
- 3月30日 9:25 主控制室出现 LCA004/005AA (绝缘低及低低报警)。检查 LCA001TB 绝缘为零, 系由 LHP002ID 换上国产表所引发。重新换回旧表后绝缘恢复正常。

4 月

- 4月10日 发现两台机组 PTR001BA 缺少一吸入弯管。
- 4月14日 100%定子接地保护报警。经值班厂长批准退出该接地保护, 报警确认后恢复保护。
- 4月21日 9REA001BA 因氧含量高而长期不可用, 经检修后投运, 恢复向机组供水。
- 4月24日 ASG135VV 不明原因关闭, 造成 ASG003PO 不可用 18 分钟。

5 月

- 5月17日 8:30 巡视发现制氢站厂房电气间有焦糊味, 厂房空调的电源开关 014AR 严重发热, 其上、下游电线已变色发软。立即停运空调, 并隔离其上级电源。
- 5月17日 经化学分析, 认定 CEX-B1 有海水微漏, 约 0.15 L/h, ATE 连续运行处理,

水质控制在化学技术规范运行第二区。

- 5月18日 22:30开始降负荷, 23:54降至500 MW平台, 隔离CRF001PO后, 用氦气法全面查找冷凝器B1的漏点。
- 5月19日 冷凝器堵漏工作结束后, 14:00开始升功率, 19:00达到满功率。但冷凝器B1的钠含量又重新上升, 接近原来水平, 断定仍有海水泄漏。
- 5月20日 13:00开始降功率, 14:30降至500 MW, 实施CRF001PO隔离, 经检查发现19日堵管发生差错, 误将出口侧第九排北侧第一根钛管当成第十排北侧第一根钛管而堵掉。重新实施堵漏, 经氦气检测确认冷凝器B1不漏后, 于23:00开始升功率, 21日0:15达到984 MW, APG钠含量缓慢下降至正常水平。

6 月

- 6月3日 RRI003PO改造实施隔离, 10日003PO解除隔离、充水排气。11日的系统再鉴定表明水力特性曲线合格。
- 6月13日 RRI001PO隔离, 进入I₀。14日开始更换叶轮工作, 21日叶轮更换改造完毕, 解除隔离, 在线并充水排气。22日001PO做LOCA工况下的再鉴定合格。27日实施PTIRRI014对001PO进行再鉴定, 结果合格。
- 6月25日 发现安全壳外环廊(W031房间)有深0.3 m的积水, 分析表明水无放射性, pH值为9.31。

7 月

- 7月1日 SEC003PO加装冷却风管后轴承运行温度为71.4℃。6日SEC003PO吹油处理后重新启动, 其止推轴承温度036MT最高达81℃。经再次加装临时引风管后温度逐渐下降, 停留在约67℃左右。7日003PO在吹油处理后, 止推轴承温度降至正常值范围, 拆除临时引风管。9日3:00APA001PO自动转速控制器供电的保险009FU烧坏, 导致转速控制器失电, 从而使001PO失去对APP泵的备用。更换保险后设备恢复正常。
- 7月12日 在进行T3试验时发现停堆旁路开关RPA320JA故障, 无法复位。更换320JA并复位后, 继续T3试验。
- 7月18日 RRI004PO解除隔离并充水排气, 19日进行改造后的再鉴定合格。25日RRI002PO隔离以进行叶轮改造、电机6年检及其他相关工作。
- 7月22日 OSAP907ZV接线盒进水导致OSAP402CO不可用。
- 7月26日 16:08在执行PTIRPB043时, 发现ASG003PO的驱动端振动达7.16 mm/s, 超过COR规定的最高限值(5.6 mm/s), 造成该泵不可用。经处理后泵的振动降为5.4 mm/s, 003PO恢复可用, 再次进行PT结果合格, 但其振动值仍高于报警值。

8 月

- 8月4日 进行RRI002PO改造后的RRA/LOCAL工况试验, 再鉴定合格。
- 8月7日 RIC012AR因显示器冒烟, 退出运行, 更换显示器。

- 8月14日 RIS021BA的硼酸溶液中氯离子含量(质量分数)超标($370 \times 10^{-9} > 300 \times 10^{-9}$), 25日RIS021BA氯含量合格(147×10^{-9})
- 8月15日 在T3试验过程中, 300JA(B列停堆主开关)合闸后不明原因跳闸多次。后观察只要合闸到位, 不会在运行中误分闸, 开关正常跳闸功能正常。依此将旁路开关320JA恢复正常状态
- 8月23日 在9LLS001AR隔离两年检后执行PT11LS002进行再鉴定时, 9LIS021JS跳闸, 9RIS011PO自动停运, 9LLS001AR失电, 导致QSR设备11LS001AP不可用。处理9LLS001/002XU后, 试验合格。

9 月

- 9月2日 制氢站0DWE004CI空调起火。
- 9月6日 9LGR001TA跳闸, 检查发现用以启动其两台温控冷却风机的时间继电器177XK失效, 导致178XK误动, 进而造成其上游开关100JA跳开。进一步检查发现该继电器失效的根本原因是其板件上一电阻过热。更换177/176XK后, 9LGR001JA重新恢复正常运行
- 9月12日 OSAP401CO/402CO同时不可用。
- 9月14日 9LGR200JA跳闸, 9LGR002TA不可用, 检查确认200JA跳闸为276XK故障所引起。更换276XK后重新将200JA合闸, 9LGR002TA恢复可用。
- 9月16日 OGEW407TB 2号机组T差继电器(012XI)报警动作, 经检查462TI的CT和相关回路, 发现TI已被击穿损坏, 2号机组主变压器出口的T接点的第一套差动保护无法恢复, 需隔离检修
- 9月20日 在实施定期试验PT1VVP002时, 出现VVP002/003VV气动油泵的供气压力低信号, 持续不到1秒消失。自1月份以来VVP002/003VV分别出现过15/16次油泵供气压力低报警。

10 月

- 10月12日 因CTE100DT无备件, 实施TCA, 取消100DT联锁停运1/2CTE的功能。
- 10月2日 处理DVM007ZV电气盘报警无法复旧故障时, LKP失去直流控制电源, 所有负荷跳闸。检查为一直流保险熔断, 更换后于恢复正常。
- 10月3日 DVM007ZV开关故障处理过程中发现LKPO01TB的进线保险容量不符合要求, 额定为16A, 实际为6A。
- 10月3日 RX厂房SAR供气量由 $5 \text{ m}^3/\text{h}$ 突增至 $28 \text{ m}^3/\text{h}$, 9ETYS01EN显示核岛压力上升, 证实RX厂房SAR漏气。经查找发现漏点在SAR633VA, 紧急处理(加卡子)后RX的供气量恢复正常。

11 月

- 11月10日 OSEA009VE内漏导致JPP001BA高水位。巡视发现001BA上部混凝土墙向PX113泵坑漏水, 浇湿下面的JPP001PO和SEC001PO(后检查确认两台泵电机绝缘未受影响)。11日上建检查发现JPP001PO循环管线旁的墙体上有裂缝。

- 11月15日 在执行 RPN013MA 周期试验拉抽屉时,误碰开端子排上 RPN010MA 的220 V 电源小刀闸,引发中子通量密度变化率高、超功率等报警。合上刀闸后,报警消失,RPN010MA 恢复正常。
- 11月22日 备用厂用变压器腐蚀穿孔导致变压器漏油。
- 11月24日 备用主变压器和厂变压器防腐工作中,在打磨气压探测管时,管上出现砂眼,并开始漏气,引起 1JDT 管网压力波动。27 日防腐与砂眼处理工作完毕,恢复相关 JPT/JDT 可用。
- 11月29日 DVN007ZV 电机驱动端振动超标,打开端盖发现电机轴承已严重磨损。
- 11月29日 在例行切换中发现 GST101PO 运行时气水压差接近为 0,而对应的调节阀 027VN 无响应,初步怀疑是电动头故障。
- 11月30日 大修人员走错间隔,误关 1GCT128VV 半圈。

12 月

- 12月1日 CEX001PO 电机外壳的两个螺栓断落,联轴节处另有两个螺栓松动。
- 12月27日 发现 LBJ 蓄电池第 39 组极柱腐蚀。
- 12月29日 巡视发现 KX 厂房与上充泵的二级消防连接软管 JPI004/001FL 处于连接状态,与规程不符。将 001FL 断开,并将 004FL 排净。2 号机组情况类似。
- 12月29日 开始按计划降功率,30 日 3:25 达到 79%FP,760 MW。

3.2 2 号机组运行大事记

1 月

- 1月1日 6:00 反应堆达临界。18:45 汽轮机冲转,当汽轮机转速升至 2750 r/min 时发现发电机未建立电压。检查发现 AER (自动励磁调节器) 现场未放在自动位置。手动停运汽轮机,重新复位,AER 投自动后,再次冲转并网成功(内部事件 2-01)。20:00 与电网并列,升功率至 30% 平台稳定。
- 1月2日 16:19,主控制室出现 AHP006/007AA (602RE 高高水位),导致 602/702RE 自动隔离。报警消失后重新投运 B 列高压加热器,恢复正常。
- 1月3日 升功率至 75% 平台稳定。
- 1月5日 2:30,执行 PT2GRE001,当关闭 GRE001VV 和 GSE001VV 后,机组负荷从 655 MW 降至 590 MW,后稳定在 695 MW。R 棒从 206 步降至 189 步,将该阀按规程打开后,机组负荷从 595 MW 升至 716 MW,R 棒从 189 步升至 225 步,产生 R 棒至顶的 C11 信号。11:01,巡视发现 008VV 严重漏油(导致 GFR 油位下降),关闭 GSE/GRE008VV 后,MRM 检查发现供油回路一垫片破损。19:15 机组升至满功率 100%FP,960 MW。
- 1月7日 8:20,出现 AHP007AA (高高水位)报警,导致 B 列高压加热器自动隔离,R 棒下插 4 步,核功率下降 2%FP,引起蒸汽发生器水位波动。检查为 602RE 的水位计 020SN 铠装电缆内部短路,误发信号所致。
- 1月15日 9:29,仪控人员误在 2GCT001/013XR 上执行 1GCT 的 TCA,导致 2GCT113VV

意外全开。发现错误后纠正误操作。9:33, 2GCT113VV 关闭, 功率升至 970 MW。

1月16日 14:22, 机组误报 GST014AA (发电机过电流) 三次, 最后一次保持 7 秒, 导致机组以 200% 每分的速率降负荷。通过对 027VN 的阀门特性试验, 发现其电动头故障 (对脉冲信号的响应紊乱)。

2 月

2月2日 23:00 机组负荷从 980 MW 降至 760 MW。

2月12日 8:30 按计划从 764 MW 开始升功率至满功率 985 MW。

2月13日 21:00 发现 APP210/110VV 上游管道各有一个小孔吸气严重, 封堵后, CEX 氧含量终于降至 3×10^{-9} 左右。自 1 月 18 日以来 CEX 氧含量偏高的问题终于解决。

2月17日 执行 PTGHE01 时压力未达到定值, 但 GHE101/201/301PO 同时启动, 且出现 016AA 报警, 101PO 停不下来。经分析是 GHE011VH 调节不灵, 充氮速度太快所致。此问题于 24 日解决。

3 月

3月10日 DVN006ZV 电机温度高且有焦糊味, 电机轴承烧毁, 变黑的润滑油从驱动端轴承流出。

3月10日 11:00 发现冷凝器真空从 6 kPa 快速上升至 11 kPa。经调查为实施隔离 CEX321VL 时, 开疏水阀引起空气进入所致。

3月18日 21:45 机组降负荷, 23:25 解列, 进行计划小修

3月19日 5:19, LGA/B 由主变压器切换至辅助变压器供电过程中, LHP 柴油机启动后立即跳闸, 20 日更换 971JA 后进行柴油机再鉴定, 结果合格

3月20日 3:30 反应堆达临界, 13:20 机组并网升功率, 21 日 0:45 达满功率。

3月20日 5:00, 机组核功率为 8%, 3 号蒸汽发生器水位的大流量调节阀 ARF033VL 自动处于全开位置, 经查为 GCT121VV 行程开关故障所致, 处理后恢复正常。

4 月

4月9日 12:52 GRE001AR 中的 VALVE MODULE4 失电, 导致 GRE003VV 关闭。功率回稳后降负荷至 886 MW 更换板件, 16:05 重新升至满功率。

4月12日 发现柴油机 48 V 励磁控制回路压降, 不满足 971JA 可靠动作电压标准要求。

5 月

5月2日 SAP 应急压缩机房发现有很多粉尘, 经确认为 SAP001DS 干燥剂泄漏。

5月6日 14:50 主控制室同时出现 GRE001AA, RGL003/004/021AA, G 棒自动下插至 611 步, 上位机进入 "TSE HOLD", 在 GRE 机柜临时记录仪录得一个低电压 "峰" 值, 且 RGL001AR 上出现多个接口故障。分析故障原因是由 GRE

的 27 V 电源卡内部瞬间出现低电压引起的。

- 5月8日 6:00 主控制室再次出现 RGL003/004/021AA, G棒由 615 步自动下插 4 步。
 5月10日 安全成功地更换了 GRE 上位机电源卡。
 5月29日 16:56, GHE005SP 往外喷油, 同时 GHE201PO 自动启动且不能停运。立即关闭隔离阀 GHE865VH 使泄漏中止。检查 GGR001BA 液位, 漏油约 0.5 m³。

6 月

- 6月5日 23:50, GSS035SN 误发 220BA 高高水位报警, 导致 208/209VV 自动关闭, B 列汽水分离再热器失去抽汽汽源。
 6月6日 在 2DB 厂房内电气盘 LLW 下面房间区域出现大量白蚁。
 6月9日 LLS001TC 油回路加节流孔板后仍无法提高油压, 润滑油压低于要求值的问题仍未得到解决。
 6月25日 15:30 巡检发现安全壳底部非控制区环廊积水, 并溢流至 W071 区域, 积水量约 1000 m³, 化验该水有 0.3 MBq/m³ 放射性。
 6月26日 W071 环廊积水坑处安装临时排水设施, 并设置了放射性沾污控制区域, 29 日下午开始排 W071 厂房的积水。
 6月26日 发电机转子温度超过 110 ℃ (显示为 112.5 ℃), 经电网调度同意, 通过降无功使转子温度降到 110 ℃ 以下。
 6月30日 现场检查发现 NX 厂房顶的 DVK 至 DVN 烟囱的软连接处有裂口存在, 且有风从内吹出。

7 月

- 7月12日 发电机转子温度显示值调整工作结束, 001CT 显示在 74 ~ 79 ℃ 之间。
 7月4日 16:30 GHE004SP 本体大量喷油, 立即关闭隔离阀 864VH 以终止喷油
 7月26日 在检查 2RPA715AA 误发原因时误动开关, 造成 2RPN010MA 短时不可用。
 7月27日 10:57 一回路温度偏差出现瞬时过冷 (下漂), R 棒快速提升到 225 步, 发出 C11 信号。此后又再次出现温度偏差且上下摆动, R 棒再次提升到顶。后将 RGL401CC 置 “OUT” 位置, 恢复 R 棒自动。

8 月

- 8月5日 RRI002PO 隔离进行叶轮更换。17 日改造后再鉴定合格
 8月10日 RRI002PO 泵壳上发现三道裂纹。
 8月11日 2EAS133VB 下游支管连接处再次发现裂纹
 8月13日 SEC A 列管道 019JD 到 021JD 之间水泥包层发现有多处裂缝, 最长约 30 cm。
 8月13日 LBM101RD 运行时闪发接地故障报警, 绝缘低的原因是 GFR025SP 的供电线路有问题。
 8月14日 RIS021BA 的硼酸溶液中氯离子含量超标 ($370 \times 10^{-9} > 300 \times 10^{-9}$)。27 日 021BA 氯含量合格。
 8月19日 LBM001TB 绝缘低, 确认是由于 GSS008VL 阀杆漏汽, 喷到其阀门行程开关上所引起。

- 8月27日 在处理 RCP403EN 故障时造成供电电源短路, 导致 LNE312/316JA 异常跳开, 从而使 MCR 多个记录仪和指示表短时失去供电, 不能显示和记录相关数据。
- 8月29日 处理 GSY003/004MT 时触发短路, 致使 GSY001AR 失电, GSY001/002ZV 停运, 发电机出口母线失去冷却 20 分钟。更换保险后风机重新启动投运。

9 月

- 9月1日 在执行 PT2RPA017 时, RISO12VP 突然开启, 手动关闭后又自动开启, 此后不断关闭和开启。检查阀本体发现阀杆未动并处于关闭位置, 而电机在往复空转并且很烫。处理后重新执行试验时发现阀杆上的连轴销松脱, 重新连接后对阀门再鉴定合格。
- 9月7日 REN124VP 关闭不严, 经调整气动阀中性点后问题解决。
- 9月7日 发现 EAS133VB 与 004DI 间支管焊缝泄漏明显增大, 40 滴/min。
- 9月10日 APG004DE 更换后解除隔离, 投运时发现 004DE 的压差读数 024IP 较高。经检查压差表及其管线均正常, 分析认为其内部有堵, 须作疏通处理。22 日 004DE 压差高问题经疏通处理后即恢复正常。23 日下午发现 004DE 压差又达到 0.22 MPa, 在对其进行反冲洗及松动操作后压差降到 0.038 MPa, 两列流量基本平衡。27 日 004DE 再一次出现高压差, 并伴随电导和钠含量缓慢上升, 暂关闭其进出口阀。28 日隔离 004DE, 将其内树脂排出做“空床试验”, 29 日 004DE 反冲洗时发现大量树脂流出, 初步分析是 002DE 漏出的。30 日 004DE 的入口水管割开, 清理出树脂 90 mL。
- 9月13日 在执行 PT2RPR043 时意外发现 ASG113VD 错误处于关闭状态, 根据规程将该阀开启。
- 9月13日 CFI031/032TF 由低速自动转中速运行, 现场检查时发现滤网入口有大量海虾。
- 9月14日 GSE001VV 因模块故障突然关闭。
- 9月16日 由于大量海虾附着在旋转滤网上, 引起滤网压差高, 维修人员进行清理。

10 月

- 10月1日 9:45 在更换 LNA101LA 时瞬间短路, 引起其供电开关 301/107JA 跳开。
- 10月13日 11:00 发现安全壳内侧隔离阀 REN121VP 内漏, 原因为该阀中性点偏移导致关不严, 经处理后正常。
- 10月18日 隔离 RRI002PO 更换泵壳, 23 日再鉴定合格。
- 10月21日 20:42 -、二回路温度偏差瞬间波动, 导致 R 棒从 220 步下插到 214 步, 后又自动提升到 219 步。21:30 和 21:40 此现象又再现 2 次。暂将 401CC 切到 OFF, 接记录仪监视相关板件的工作情况。
- 10月24日 22:00 按计划减载至 760 MW 稳定运行。
- 10月30日 ΔI 超出现有运行图的 I 区, 根据技术规范闭锁 C21。

11 月

- 11月1日 CEX003PO 由 008SP 触发自动跳闸, CEX001PO 自动启动, 经检查后确认 003PO 已损坏。
- 11月15日 巡盘发现 RX 厂房 SAR 用气量从 11:20 起突增至 55 m³/h (正常为 6 m³/h), 经查为稳压器喷淋阀供气阀 SAR592VA 垫片破裂漏气所致。处理后降为 5.8 m³/h。
- 11月17日 更换 501LA 灯泡时不慎短路, 造成 B 列跳闸并烧毁 503JS 保险。
- 11月21日 开始按计划降功率。机组降负荷到 583 MW 时, GRE006VV/GSE006VV 突然自动关闭, 处理后恢复正常。
- 11月22日 1:35 解列, 到达里程碑 M0。2 号机组第七次大修开始, 2 号机组从 3 月小修来已连续运行 248 天。
- 11月25日 6:42 稳压器开人孔, 到达里程碑 M2。
- 11月27日 18:10, DHP003 签字, 开始卸料。
- 11月27日 发电机负荷开关 A 相灭弧器腔压力壳的固定环断裂。
- 11月28日 将阀门 PTR129/131/142VB 隔离, 做 EPP220ATW 贯穿件试验, 导致 PTR005PO 无流量运行 7 小时, 泵及其管道发热。水泵密封腔室压力长时间保持在较高状态, 导致机械密封组件受损。
- 11月29日 在燃料还在反应堆厂房的情况下, 开启 1 号蒸汽发生器的人孔后, 发现 ARE 主给水阀下游疏水阀 704/714/717/710/720VL 均在开启状态, 造成反应堆第三道屏障完整性遭破坏。
- 11月30日 5:45 卸料工作结束。

12 月

- 12月4日 由于 LHA101 断路器直流 125 V 电源与 48 V 信号回路串接, 导致 LHP 在低水位期间意外自启动一次。
- 12月4日 2CFI01PO 再鉴定过程中轴封烧毁。
- 12月5日 在模拟 LHA 低电压启动 LHP 过程中, LHP 柴油机启动后由于励磁电源 LBA325 未在合闸位置, 不能建立励磁而超时跳闸。
- 12月5日 在倒列过程中 RRI001PO 运行后轴承温度上升较快, 1 小时内已达 72 ℃, 现场检查发现其电机冷却水隔离阀处于关闭状态 (003PO 也一样), 但主控制室中却没有冷却水流量低报警。开启阀门后温度下降。
- 12月5日 执行 EPP109TW 隔离时错误隔离 PTR001VB, 导致乏燃料水池失去冷却 24 分钟, PTR 乏燃料水池温度由 31 ℃上升到 40 ℃
- 12月6日 在执行 RCP 安全阀充水过程中, REA 除盐水从 RCP002PO 3 号轴封管开口法兰流出。
- 12月8日 在做 PT2RIS040 试验时, 发现 RIS098LP 指针不能回零, 使试验不合格, 紧急更换后又被损坏, 经查发现表针松动是因为投表时阀门开度过大造成的。096/087LP 也有类似情况。PT2RIS040 试验不合格使大修关键路径延迟 6.5 小时。

- 12月9日 DHP004 签字, 开始装料。
- 12月11日 现场巡视发现2DB 厂房电气间有糊味, LHQ901AR 里 974/975JA 处冒烟。但没有发火灾报警。断开相关电源, 启动火灾一级响应。
- 12月11日 SRI 系统充水, 由于文件准备不完善导致再线缺陷, 使得 SRI 水从 GGR201RF 的疏水阀跑水约 10 t。
- 12月12日 在实施 PT2RRI016 时发现 RRI019VN (安全壳内侧隔离阀) 电动无法关严, 经查为电动力矩不够。
- 12月14日 反应堆压力容器水位计负压侧取样管线遭意外撞击而造成部分弯曲, 须做探伤评价, 延误大修关键路径 9 小时。
- 12月15日 9:40 稳压器关人孔, 实现里程碑 M18。
- 12月16日 RPE214CT 溢流, 查为 RRI130VN (RRA002RF/RRI 侧安全阀) 被顶开。
- 12月17日 对一回路排气时, 从 212GT 反水出来, 造成 RX250 区域地面沾污 8 m², 污染水平 3~8 Bq/cm²。
- 12月18日 2CFI001MO 自由轮内部离合件方向装反。
- 12月18日 22:30 发电机用 CO₂ 置换空气时, 发现有漏无法升压。原因是 GHE109VH (GHE001/002BA 排油浮子阀) 故障, 导致 CO₂ 从 GGR002BA 被风机抽走。
- 12月20日 5:00 DHP09 签字, 开始离开 RRA。19:10 达到热停堆。
- 12月20日 2CFI001MO 处理时间超过后撤时间限期的一半。
- 12月21日 进行大修例行试验前倒电, IGB 由 TS 倒向 TA 供电时, 29 秒后 LGB102JA (LGR 到 LGB 的进线开关) 及 LGC001JA (LGD 到 LGC 的进线开关) 异常跳开, 而 LGC102JA (LGR 到 LGC 的进线开关) 未自动合上, LHP/LHQ 都启动并带上负荷。通过调用 I22 规程稳定机组状态。随后恢复 LHA/LHB 至 LGR 的供电。后发现 LBJ001BT 第 40 组蓄电池故障。
- 12月21日 执行 PT2RCV004 “201VP 定值调整” 试验, 结果不满意, 原因为 RCV201VP 安全阀定值偏差。
- 12月22日 机组退回到 7 MPa/200 °C 状态, 调整 201VP 安全阀压力定值, 不成功, 继续后退到 2.7 MPa。
- 12月24日 零时为处理 RIS032/033VP 内漏, 机组后撤到正常冷停堆, 解体检查 032/033VP。
- 12月25日 18:30 离开正常冷停堆。
- 12月26日 热停堆平台重做 PTRRA002, 仍不合格, 21 日至 23 日多次执行 PT2RRA002 第二部分试验不满意。执行 TOI 封闭 RRA 监测 1 小时以上, 确认 RRA 系统无漏。
- 12月26日 重新达到热停堆。17:30 开始稀释向反应堆临界过渡。
- 12月27日 1:02 达到反应堆临界。
- 12月28日 11:50 汽轮机首次冲转成功。14:15 一次并网成功, 2 号机组第七次大修结束。历时 36 天半。
- 12月29日 由于 GRE 上位机 DEAD BAND 未投运, 导致汽轮发电机负荷在 184 MW 到 218 MW 之间波动, 同时引起 R 棒上下移动。
- 12月30日 执行 PT2ASG006 时, ASG135VV 异常脱扣导致 ASG003PO 不可用, 机组安全

度下降,影响机组功率提升计划。31日脱扣装置误动故障处理好,再鉴定合格,重新执行003PO全流量试验满意。

12月30日 GSS205VI控制故障异常,经查是其数字化EP转换器内部方向设反,原来的REVERSE误设为DIRECT,纠正后阀门控制恢复正常。

3.3 2000年生产管理大事记

1月1日 经过两年多的努力,公司的2000年(Y2K)问题得到解决,顺利度过了Y2K最高风险日,大亚湾核电站安全跨入21世纪。

1月1~5日 2号机组于1月1日重新并网发电,顺利完成各功率平台试验后,于1月5日升至满功率运行。

1月6日 电站召开了2000年第一季度科长以上干部会议。会议总结了1999年的工作成绩和不足,确定了2000年电站的工作大纲和一季度的工作重点。刘锡才总经理作了题为《谦虚谨慎、戒骄戒躁、积极创新,为大亚湾核电站创建更美好的明天而努力奋斗》的工作报告。

1月12~13日 电站为适应对外交流的需要,为经理部举办了模拟国际会议培训,效果良好。

1月13日 国家计委副主任张国宝一行25人,在中广核集团公司总经理符云龙及副总经理曾文星、尤德良的陪同下参观了大亚湾核电站。

1月14日 大亚湾核电站1号机组于凌晨2时41分与电网成功解列,安全进入第六次大修。1号机组自1999年3月14日第五次大修结束并网发电到2000年1月14日解列进入第六次大修,连续安全运行307天。

1月17日 由国家经贸委、中国工程院和中国科学院有关领导、专家和范维唐等院士组成的“中广核集团企业技术创新院士行”一行13人,考察了中广核集团及广一核、广二核,并参加了中广核集团公司举办的首次重大学术活动。

2月1日 电站中层管理干部参加了中国广东核电集团2000年形势报告会,会上符云龙董事长就广东核电发展现状、规划设想及今后工作重点等方面作了报告。

2月1日 广东省民用核设施核事故预防和应急管理委员会办公室(广东省核事故应急办)孙守仪副主任一行8人来访大亚湾核电站。

2月3日 在法国电力公司(EDF)举办的“工业安全、核安全、辐射防护挑战赛”中,大亚湾核电站两台机组无非计划停堆安全运行累计超过800天,荣获EDF核安全挑战赛第一名。濮继龙副总经理代表公司领回了奖牌。

2月4日 中国核动力研究设计院副院长周树清一行6人来访大亚湾核电站。

2月10日 全国人大委员长李鹏视察大亚湾核电站。在大亚湾核电工地,李鹏委员长会见了广东核电管理干部以及参加核电建设和生产服务的代表,并听取了广东核电生产、建设和发展情况的汇报。

2月13日 原公司董事长王全国一行4人来访大亚湾核电站。

2月22日 我国驻法使馆童介民公赞一行2人来访大亚湾核电站。

- 2月份 为更好地适应电站生产维修管理的需要，经过慎重考虑和仔细研究，2月份维修部组织机构进行了适当调整，增设大修处，撤消原技术支持处，成立技术处和工程处。
- 2月23日 电站第六次大修圆满完成，总工期为86天（其中106大修41天、206大修45天），是历次大修中工期最短的一次换料大修。第六次换料大修不仅保质保量地完成了各项检修任务，还成功地实施了一系列重大的技术改造项目，各项管理创新也取得了较好成果。
- 2月25日 广东大亚湾核电站2000年度记者招待会在公关中心召开，36名香港记者和14名深圳地区记者应邀参加会议。
- 2月28日 1号机组主变压器C相高压侧中性点过热熔断，零序保护正确动作，主变压器跳闸，汽轮发电机组自动解列，反应堆自动停堆。电站立即召开了紧急会议，成立了事件调查和处理小组并立即投入抢修工作。经调查确认导致事件发生的直接原因是中性点接触不良。电站更换了主变压器C相高压侧中性点软连接及套管。
- 2月28~29日 电站配合广东省举行核电站事故应急第三次演习。此次演习经国家核事故协调委员会和省委、省政府批准，由省领导担任演习总指挥。演习模拟核电站失去厂内外电源叠加多个安全系统不可用造成放射性物质意外排放事故。电站按规程及时、准确地启动应急组织，演习取得圆满成功，省政府对电站应急行动表示满意。
- 2月28~29日 大亚湾核电站顺利度过了Y2K闰年高危日。
- 3月1日 江苏核电有限公司吴芸生副总经理一行3人来访大亚湾核电站。
- 3月6日 在处理完主变压器C相高压侧中性点过热熔断事件后，1号机组于17时45分重新并网发电。
- 3月7日 电站召开第六次大修总结会。会议总结了两次换料大修中所取得的成功经验，分析了暴露的问题和薄弱环节。
- 3月8日 由戴凤举主席率领的中国核共体一行25人来访大亚湾核电站。
- 3月9日 中国核工业集团公司顾问马福邦一行7人来访大亚湾核电站。
- 3月16日 公司第52次董事会在广东核电集团公司总部举行，会议审议并批准了广核投推荐林贵清先生担任合营公司总经理，并撤回了对刘锡才先生担任合营公司总经理的推荐；撤回对濮继龙先生担任合营公司生产副总经理的推荐。
- 3月18~20日 经电网调度部门批准，2号机组于3月18~20日期间停机处理碎石过滤器故障，更换其上游管道牺牲阳极和主变压器A、B、C三相的中性点连接夹具。3月20日中午，机组重新并网发电。
- 3月31日 电站参加了核电联网管理委员会，会议批准了核电联网管理委员会委员人事变更，确定了2000年核电月度上网电量分配计划。
- 4月5~7日 公司总经理林贵清出席了由WANO巴黎中心组织的“二十一世纪核电展望”高级研讨会。会议围绕着影响未来世界核工业发展的安全、竞争和公共关系三大要素展开研讨。
- 4月11日 香港中华电力公司石威廉副总裁一行2人来访大亚湾核电站。

- 4月13日 广东核电培训之窗网站及培训管理软件系统经过半年多的开发及调试运行,正式投入使用。
- 4月20日 妈湾电厂一行8人来访大亚湾核电站。
- 4月20日 经过一年多的需求准备、设计开发和测试验收,电站生产管理信息系统(COMIS)正式投运。COMIS系统包括了电站的工作过程管理、设备管理、备品备件管理和采购管理等重要生产环节,对进一步优化电站生产运作过程,提高生产管理水平有重要意义。
- 4月25日 电站召开生产线四个部的科长以上干部季度会议,会议分析了电站今年主要生产指标执行情况及改进措施,并就如何加强电站政治思想工作作了部署。
- 5月8~12日 IAEA安全文化研讨班在大亚湾公关中心举办。此次安全文化研讨班是大亚湾核电站今年安全文化建设的一项十分重要的活动,对进一步提高我厂各级对安全文化概念的理解和认识有着深远意义。研讨班期间,与会专家就大亚湾核电站安全文化的内容与指标,安全文化的发展、评估及安全文化的良好实践和提高进行了充分探讨。
- 5月14~20日 为响应国家经贸委和中华全国总工会举办的全国安全生产周活动,电站结合今年的保电工作部署,对全体员工进行安全生产周和保电工作的宣传,倡导安全文化,普及安全知识,提高员工的安全保电意识。
- 5月16日 公司召开综合业绩评估方法研讨会,客观准确地评价GNPJVC目前的业绩水平,并确定大亚湾核电站安全生产的评估方法,及近期和未来3至5年迫切需要改进的方面。
- 5月17日 为确定群堆管理的模式及尽快启动群堆管理方案,最大地发挥群堆管理的优势,中广核集团公司、广一核、广二核召开群堆管理研讨会。会议确定公司层采用总经理联席会议形式,部门层的运行生产采用分厂制,维修、技术等公用部门集中管理。会议一致同意广一核林贵清总经理全面负责群堆管理方案的实施,并对未来两个电站的安全生产负全面管理责任。
- 5月17日 电站举行第七次大修质量管理研讨会,会议讨论了第七次大修QC(质量控制)组织的运作方式。
- 5月30~6月1日 应WANO组织要求,国际培训研讨班在大亚湾核电站培训中心举行。参加此次研讨班的有韩国、阿根廷、法国、美国、芬兰、德国等WANO成员国的代表,还有中国台湾电力公司、秦山核电公司的代表近20名。研讨班就目前国际上核电站的培训工作和模拟机教学等内容进行了讨论。
- 5月31日 香港中华电力公司常务董事包立贤一行2人来访大亚湾核电站。
- 6月1日 电站在公关中心召开了防止停机停堆研讨班。针对目前电站的生产情况,分析今年电站保电工作形势,对如何加强反习惯性违章、加强机组缺陷跟踪管理、机组健康状况评价和防台防雷等方面工作进行了详细讨论。
- 6月4~16日 IAEA主办的“亚太地区核材料核设施实物保护培训班”在大亚湾举行,此次培训一方面加强了电站核材料的保护工作,另一方面也促进了电站与国内外同行之间的交流和了解。
- 6月8日 电站召开第二季度生产线四个部的科长以上干部会议。会议总结了上半年

电站的安全生产情况和二核工程接产情况，并指出整个生产系统始终须高度关注现场的安全生产问题。

- 6月13~15日 电站召开中长期项目改造研讨会，对电站中长期改造项目的审查、执行和管理等方面进行了研讨，以确保电站长期安全水平的稳定和提高。
- 6月15日 广东核电合营有限公司与宜宾核燃料元件厂、中国原子能工业公司在大亚湾现场01楼正式签订了《广东大亚湾核电站 AFA-3G 燃料组件换料供应合同》。此合同的签订是18个月换料项目的一个重要里程碑。根据合同规定，宜宾核燃料元件厂将从2001年开始为广东大亚湾核电站供应 AFA-3G 燃料组件。
- 7月10日 2000年公司中期形势报告会在电站召开。管云龙董事长在会上回顾了上半年广东核电的发展状况，分析了今后广东核电的发展形势并对电站安全生产工作提出了更高的要求。
- 7月17日 维修技能培训实验室举行了首届维修技能培训班开学典礼。公司周海涌常务副总经理、岭澳公司郭文骏副总经理出席了开学典礼，并向首批17名教员颁发了聘书。
- 7月21日 电站召开科长以上干部会，总结上半年工作及布置下半年工作安排。会议提出了严谨的安全理念、科学的财务制度、有效的内部监控和良好的团队精神是构成核电站核心竞争力的重要组成因素。
- 7月22日 国家经贸委调研组冯春副处长一行9人来访大亚湾核电站。
- 7月23日 国家计委技术产业司史立山副处长一行5人来访大亚湾核电站。
- 8月3日 生产系统召开群堆管理研讨会。通过对群堆管理的工作计划、组织机构、职责分工与功能等7个专题的讨论，各部在职责划分和过渡模式上统一了思想，确定了下一步主要工作，为深化群堆管理奠定了良好基础。
- 8月9日 技术部召开第一次干部会议，标志着技术部的成立和正式运作。这也是群堆管理推进的实质性的一步。
- 8月11日 “核电与电网”研讨会在金沙湾大酒店召开。此次研讨会由广东省电机工程学会的核电技术专委会和电力系统专委会联合举办。会议就如何进一步促进核电机组与电网的安全稳定运行作了深入探讨，为核电与电网及电力管理部门之间的加强沟通与了解提供了良好交流机会。
- 8月20日 公司代表队在深圳电视台演播厅举行的“首届深圳市百万员工安全知识竞赛”总决赛中，以总分第二名的优异成绩荣获三等奖。
- 8月21日 中国核工业集团公司孙勤副总经理一行4人来访大亚湾核电站。
- 8月21~22日 电站召开主变压器过热问题研讨会。会议分析研究了电站主变压器长期存在的过热问题，对相关维修改造工作进行了效果评估，并制定了下一步改进行动。
- 8月28日 法国重要来访先遣团 Mr. Pierre Morel 等一行50人来访，与广东核电合营有限公司和岭澳核电有限公司就法国政要来访事宜进行了商谈，并参观了大亚湾核电站。
- 8月30日 电站召开设备管理研讨会，讨论确定了群堆管理模式下设备管理工作的任务分工和部、处之间设备管理工作的接口。

- 9月11~29日 以 Mr. Philip Blackburn 先生为团长的 WANO (世界核营运者协会) 同行评审专家团一行 20 人对大亚湾核电站进行了为期三周的 WANO 同行评审。此次 WANO 同行评审是电站继 1996 年 OSART 评审的又一重要外部评审。通过邀请世界核电领域的专家对电站生产、管理各方面进行观察评审, 以专家的角度查找电站存在的问题和不足, 同时总结电站生产管理的强项。
- 9月份 公司信息系统 (CIS) 的四大管理模块 (指标管理、会议管理、行动跟踪和关注问题) 正式投运。这些管理模块的投产将对生产系统的管理工作起到促进作用, WANO 同行评审专家在详细了解该系统后, 给予了高度评价。
- 9月20日 截至 9月20日, 电站年累计上网电量已超过 100 亿 kW·h, 达 105.35 亿 kW·h, 商业运行累计上网电量超过 800 亿 kW·h, 达 804.73 亿 kW·h。
- 9月20日 公司第 54 次董事会在广东电力集团公司总部举行。董事会批准了广东核电投资有限公司推荐贺禹先生接替刘达民先生担任广东核电合营有限公司生产部经理, 并撤回对刘达民先生担任该职务, 撤回卢长申先生担任广东核电合营有限公司生产部副经理。上述任职自 2000 年 10 月 1 日起生效。董事会还追加批准了《关于群堆管理后机构和人员变动的请示》的报告, 公司成立技术部; 郭嘉平先生任维修部经理, 免去其维修部副经理职务; 刘新栓先生任维修部副经理; 强辉先生任维修部副经理; 高立刚先生任技术部经理, 免去其维修部副经理职务; 李晓明先生任技术部副经理。上述人事任免自 2000 年 8 月 15 日起生效。
- 9月27日 中国核动力院赵华副院长一行 4 人来访大亚湾核电站。
- 9月份 电站参加了联网管理委员会会议, 会议批准了大亚湾核电站 2001 年发电计划安排。2001 年电站的计划上网电量为 136 亿 kW·h, 目标上网电量 138 亿 kW·h。
- 10月10日 电站召开大修接口讨论会, 进一步明确第七次大修中安全经理与再鉴定经理的职责、设备问题处理及运行大修组与运行当班值的接口, 确保第七次大修顺利进行。
- 10月12日 根据电站应急准备工作计划, 电站进行了 2000 年度第二次全厂范围内的综合应急演练, 应急指挥部及其他所有应急响应组全部参加, 法国电力公司应急中心启动配合技术支持。
- 10月18日 生产系统组织召开了群堆管理工作会议, 总经理部、广东核电 (大亚湾) 党委领导及人力资源部有关人员与会。会议通报了群堆管理各项工作的进展情况, 对下一步工作提出了明确要求。
- 10月24日 法国电力公司副总裁 Mr. Roussely 来访大亚湾核电站。
- 10月25日 电站召开群堆管理模式运作后第一次五个部的科长以上干部会议。会议明确了第四季度及明年第一季度的工作重点, 强调了电站在积极稳妥地推进各项群堆管理工作的同时, 要做到大亚湾核电站安全生产和岭澳核电站生产准备工作两不误, 高质量完成第七次大修, 为明年安全生产打下良好基础。
- 10月30日 IAEA 安全性能指标研讨会在公关中心举行。参加会议的有来自美国、捷

- 克、巴基斯坦、匈牙利、印度、朝鲜以及国家核安全局、秦山核电站、大亚湾核电站、岭澳核电站的近 25 名专家和代表。公司常务副总经理刘达民在开幕式上致辞。
- 11 月 7 日 电站召开第七次大修动员会。生产线各部共 300 多名员工参加了此次动员会。
- 11 月 9 日 国防科工委刘积斌主任一行 12 人来访大亚湾核电站。
- 11 月 10~14 日 在公关中心成功举办了人民日报新闻摄影研讨暨“记者眼中的大亚湾”采风活动,共有 20 余家省市报业新闻工作者参加了采风活动。通过此次活动,公众对核电站生产管理运行概况和良好的环境保护有了更广泛的了解。
- 11 月 12~18 日 巴基斯坦 CHASHMA 核电站 5 位专家来访大亚湾核电站,进行为期一周的运行经验交流访问。这是一次 WANO (世界核营运者协会) 组织的电站与电站之间的经验交流活动。
- 11 月 22 日 2 号机组与电网安全解列, 2 号机组第七次换料大修 (207) 正式开始。
- 12 月 5~7 日 由中国核学会和法国核学会主办、中广核集团承办的中法核电技术交流会在金沙湾大酒店举行。会上对核电站运行经验的反馈、核安全问题、核电站运行寿命的探讨、燃料堆芯及核电发展的新方向进行了交流。
- 12 月 7 日 原全国人大副委员长陈慕华来访大亚湾核电站。
- 12 月 28 日 2 号机组于 12 月 28 日下午 14 时 15 分一次并网成功, 标志着 2 号机组第七次大修顺利结束。
- 12 月 30~31 日 大亚湾核电站顺利度过了 Y2K 闰年又一风险日。

3.4 重大技术问题

1. 2LLS 小汽轮机轴承润滑油压力低

5 月 10 日执行 PT2LLS001 时发现 2LLS001TC 轴承润滑油表压力仅为 70 kPa, 小于正常值 (120~150 kPa)。查阅 OPO 的定期试验报告进一步了解到, 2LLS001TC 轴承润滑油表压力自 2 号机第四次大修中汽轮机全面检查以来一直为 80 kPa, 而全检以前记录的压力表 2LLS001LP 读数均为 180~190 kPa。为查明轴承润滑油压力低的原因, 检查了润滑油回路几乎所有的设备, 包括清洗油回路的滤网 001FI 和更换滤网 002FI、更换联轴油泵 001PO、清理油回路热交换器 2LLS001RF、安装进油管道上漏装的节流孔板 003DI、校验油压表 001HP 和安全阀 002VH 的定值、检查汽轮机前后轴瓦前的节流孔板, 但未查明故障原因, 润滑油表压力仍保持 70 kPa。8 月底, 通过计算和再次现场检查, 终于发现节流孔板厚度小了 1 mm, 外径尺寸也偏小, 导致孔板未能被完全压紧, 在油流的推动下发生位移, 形成了旁通流量。处理此缺陷后, 8 月 23 日 2LLS001TC 再鉴定试验时, 2LLS001TC 润滑油表压力恢复到 160 kPa, 油压低故障消除。

2. 1ASG001PU 疏水不畅

巡检发现 1ASG001PU 上下游温度偏低, 且疏水量偏少, 怀疑其疏水不畅。1ASG001PU 保证在运行工况下进入 ASG001TC 的蒸汽具有足够的干度及凝结水的排出, 也保证在热备用工况下隔离阀 ASG137VV 和 138VV 前的蒸汽管道中的凝结水能及时排出, 疏水器故障会造成汽轮机积水, 有可能损坏汽轮机。6 月 2 日隔离 ASG01PU 进行解体检修, 更换了 001PU 的阀芯及阀座, 再鉴定时证明 ASG01PU 工作恢复正常。但数小时后, 主控制室出现 1ASG077AA (ASG001ZE 高高水位) 报警, 运行人员现场打开 ASG01PU 旁路阀排水后报警信号消失, 说

明 ASG01PU 再次出现故障。6 月 3 日在确认 001PU 上游隔离阀全开, 多次敲击 001PU 后, 001PU 突然开始疏水。虽然更换了疏水器阀芯及阀座, 且最终恢复了疏水器可用, 但其故障的根本原因尚不清楚, 需继续分析和查找。同时也在考虑改造方案, 将疏水器改为多级节流孔板, 保证冷凝水的可靠排放。

3. 2ARE033VL 调节回路 E/P 转换器信号偏差

由于 2ARE033VL 主控制室 RCM 指示比 031VL/032VL 主控制室 RCM 指示低 5%, 对 2ARE033VL 的调节回路信号进行测量, 结果发现 2ARE033VL 调节回路 E/P 转换器信号有偏差。研究后决定在执行 PT2RPA042 时一并确认 2ARE033VL 实际开度, 试验时检查发现主旁路阀全关之后, 2ARE033VL 的实际开度比 RCM 指示高 15%, 因此估算在 18% FP 时, 2ARE033VL 本应无开度, 但实际上却可能有约 10% 的开度。2ARE033VL 调节回路 E/P 转换器信号偏差故障在停机不停堆的工况下会因蒸汽发生器 (SG) 高高水位 + P10 导致停堆; 如果偏差继续漂移, 将使得 2ARE033VL 失调, 同样可能因 SG 高高水位 + P10 导致停堆。

阀门调节特性试验中未发现异常, 检查相关电气转换器也发现存在漂移, 分析认为电气转换器存在质量问题。2 号机组第七次大修中对电气转换器作了临时校核调整, 对阀门弹簧预紧力进行了调整。执行 TOI (紧急情况下的应对措施) 并加强运行监视, 2 号机组第八次大修中将对电气转换器改造换型。

4. 2RRI001/003RF 多次冲洗

因压差指示 2SEC003MP 显示设备冷却水系统 2RRI001/003RF 海水侧压差高, 2000 年 4 月 19 日、8 月 2 日、10 月 18 日和 11 月 7 日分别对 2RRI001/003RF 冲洗了四次, 而两机组其他三列设备冷却水系统热交换器尚未出现因压差高需要冲洗的问题。热交换器冲洗时在海水侧发现了一些贝壳, 最大的贝壳直径约 16~18 mm, 大于上游 SEC001FI 生物捕捉器的过滤孔径, 因此起初认为 2SEC001FI 生物捕捉器被海水腐蚀失效, 大尺寸贝壳穿过生物捕捉器进入热交换器, 造成热交换器堵塞, 但检查 2SEC001FI 时发现滤网完好无损, 同时对热交换器压差取样管线进行吹扫, 发现该管线严重堵塞, 吹扫后压差恢复正常。由于压差取样管线设计布置不合理, 容易造成杂物积聚堵塞, 考虑对该管线进行改造, 使得系统运行时能够排出沉积物, 避免类似故障再次发生。

5. 1RCP 一、二环路的超温/超功率 ΔT 定值波动

超温 ΔT 保护的意义在于通过对线功率密度的保护, 避免堆芯出现沸腾危机, 是安全意义上的重要保护通道之一。但是在 1 号机组第七次大修前的几个月内频繁出现超温 ΔT 定值波动和漂移。如 11 月 20 日, 机组状态稳定, 1RPA/B709AA (RPN020MA 中子通量密度变化率高) 报警信号和二环路超温、超功率 ΔT 保护报警信号相继出现, 保护定值相应改变, 检查确认 1RPN020MA 通量变化率是由 1RCP 二环路 ΔT 平均温度计算回路加法器 1RCP408ZO 漂移引起。用传统备件对 RCP408ZO 进行了更换, 但不久报警再次出现。再次用新式备件更换 RCP408ZO 后, 故障消除。新式备件采用弹性插头代替原针式插头, 其接触性能和使用寿命大大提高; 又如, 11 月 21 日 1RCP 一环路再次出现超温 ΔT 定值上漂和下漂, 检查后认为是 RCP403ZO 板件接触不良, 并将相关的 RCP403/404ZO 更换为新式备件; 12 月 3 日, “一环路的超温 ΔT 定值” 上漂至满量程, 时间持续 1 小时 30 分钟, 在此期间此保护通道不可用。

出现 RCP 超温/超功率 ΔT 定值漂移时, 增加了一回路超温/超功率 ΔT 停堆保护功能的拒动 (上漂) 或误动 (下漂) 几率, 尤其是在故障随机出现、根本原因不明确的情况下执行 SIP 定期试验期间, 存在较高的停堆风险。对 “ZO” 板件故障的解决办法就是更换板件, 而

更换板件时,都将一回路相应的保护通道置于“安全位置”,从而使反应堆紧急停堆从四取二逻辑变为三取一逻辑,或从三取二逻辑变为二取一逻辑,由此增加了停堆概率。定值漂移成为机组稳定运行的重大隐患,相关部门正在分析其根本原因,以便最终彻底消除故障。

6. 9LGR001TA 跳闸

2000年9月6日,由于用来启动两台备用的温控冷却风机的时间继电器 9LGR177XK 电路板上一电阻过热失效,导致空气冷却回路故障,引起 9LGR001TA 突然跳闸,辅助变压器不可用,机组进入第一组 I₀。随后检查了 9LGR001TA 的四个同类型继电器,更换了其中电阻过热的 176XK, 177XK,并恢复辅助变压器可用。1996 年以前曾多次发生由于 176/177XK 故障导致 9LGR001TA 跳闸的事件,1997 年后亦曾出现过两次由于该类型继电器故障而导致辅助变压器跳闸事件,当时认为跳闸是继电器长期带电,继电器电阻热稳定性下降造成继电器故障引起,工程改造科将时间继电器改为 TEC 型的另一种改进型产品,其电路结构略有改动,但本次发生故障的继电器就属于此改进型产品。新继电器在运行两年多后出现同样问题,说明继电器过热的根本原因仍未找到,或者改造未完全消除设备缺陷。故障根本原因正在分析之中。

7. 1RCP221VP 水压试验延长大修工期

2号机组第六次大修中解体检查逆止阀 1RCP221VP,按规程要求用常规的蓝油及荧光粉对其阀瓣和阀座密封面配合情况进行了检查,检查结果显示密封面配合情况良好,阀门的密封性能可以满足要求。但随后用 FRAMEX 提供的专用水压试验设备对阀门进行离线水压试验时,试验结果不能满足相应的验收标准(法国电站标准),阀体内无法建立稳定压力,阀门存在内漏缺陷。经过反复研磨阀瓣和阀座密封面,使密封面达到了较高的精度等级,阀门第九次水压试验结果显示阀门密封性能有了较大改善,但仍未达到标准要求。大修指挥部研究后决定接受第九次试验结果,阀门回装后的再线试验一次合格,阀门密封性能满足系统要求。由于离线水压试验验收标准过于严格,对阀门的反复试验和维修延长了大修关键路径。

8. 1号主变压器 C 相高压侧中性点烧毁

2000年2月28日,1号主变压器 C 相高压侧中性点套管引出线处发生引出线熔断、拉弧,同时,主变压器零序差动保护动作,主变压器低压侧开关跳闸,最终导致反应堆自动停运,汽轮发电机组自动解列。事故后对主变压器的油样、保护的動作情况以及故障录波进行了分析,认为事故不是由于主变压器内部故障引起,而是中性点套管连接处发热熔断造成。中性点套管和夹具(铜)与引出线软连接板(铝)的接触面经过六年运行后,存在腐蚀产物,导致接触面的接触电阻逐渐增大,这部分的接触电阻由于相应的维修大纲和规程中均没有检查要求,在历次大修中和运行期间没有得到检查,最终导致中性点套管与软连接接触面导体过热直至出现放电、熔断故障而停堆停机。事故后对 1 号主变压器 C 相的中性点套管和三相的软连接夹具进行了更换,对 2 号主变压器中性点检查时发现其 C 相中性点温度也偏高,最高达 81℃,随后也停机进行了相应的处理。

9. 换料水箱与 RIS/EAS 系统的连接管缺少弯管

岭澳核电站设备安装后的设计审查发现,换料水箱 PTR001BA 与 RIS、EAS 系统的连接管漏装一弯管。大亚湾核电站得到反馈信息后,检查发现法马通的设计安装图纸上遗漏了 RIS 和 EAS 系统从换料水箱内吸水的弯管,并在第六次大修中对系统相同部位进行了检查,确认两台机组换料水箱 PTR001BA 都存在同样问题。该弯管的作用是在 LOCA 工况下,当换料水箱水位下降到 MIN3, RIS/EAS 由直接注入切换到再循环过程中,防止空气被泵吸入导致

泵损坏。如缺少这一弯管,在大、小 LOCA 事故工况下就有可能由于空气被吸入导致泵损坏,从而影响安注系统或喷淋系统的功能。通过充分论证和准备,在第七次大修中补装了两机组 RIS 和 EAS 系统从 PTR001BA 吸水的弯管,消除了设备缺陷。

10. ASG 系统泵轴承振动偏高

2000 年 7 月 26 日在执行 PTIRPB043 时,现场振动测量发现汽动泵 1ASG003PO 驱动端轴承水平方向的振动值高达 7.16 mm/s,超过 GOR 规定的报警值 4.5 mm/s 和停泵值 5.6 mm/s,造成该泵不可用,机组进入第一组 I₀。频谱分析认为泵轴瓦磨损的可能性不大,振动高是泵的设计缺陷造成的。后经 MRM 人员对泵的地脚螺栓、驱动端轴瓦顶丝等进行检查和调整,该点的振动值降为 5.4 mm/s,1ASG003PO 恢复可用,但其振动值仍高于报警值。值得注意的是,两台机组 ASG 系统各有一套汽动泵组和两套电动泵组(ASG001PO/002PO),所有泵组在小流量工况下,泵的驱动端轴承水平方向的振动值较高,接近甚至超过报警值,如 2 号机组第七次大修前 2ASG001/002/003PO 该点振动测量值分别为 4.77/4.93/4.28 mm/s,而所有泵组的其他各点各方向上的振动状况较好,绝大部分不超过 1 mm/s。从外部经验反馈和泵生产厂家提供的信息来看,泵在小流量工况下振动偏高的原因是小流量工况严重偏离设计运行工况,并非设备故障造成,而且泵在小流量工况和全流量工况下的振动标准相同,没有细化。修改 ASG 泵振动标准的可行性正在论证之中。

11. 2CEX003PO 故障

2000 年 11 月 1 日,2CEX002 和 003PO 正常运行时,出现 2CEX003PO 进出口压差低报警信号,随即引发由 CEX 出口联箱供水的 GSS/ACO 泵轴封水压力低、2CEX002PO 进出口压差低报警信号,经 20 秒延迟后,2CEX003PO 自动停运,2CEX001PO 自动启动。后检查发现 003PO 严重损坏,泵座法兰与泵筒的连接螺栓断掉了 11 根,HALF 联轴器的 6 根内六角紧固连接螺栓全部断裂,第三级泵壳轴衬表面有磨损,中间轴水导轴承的轴套表面也存在局部划痕。从零部件的损坏情况来看,泵的振动导致螺栓疲劳断裂并造成相关零部件磨损和划伤。对泵的零部件进行全面检查后,更换了泵座与泵筒的全部连接螺栓、HAUF 联轴器和两根轴。003PO 回装后的再鉴定结果显示,泵的各项性能指标均达到合格要求。另外,在泵故障时丢失的零件大部分已找到,但仍有 3 个保险垫圈和 4 个弹性垫圈至今仍未找到,分析认为它们对 CEX 系统和其他系统的正常运行影响不大。

12. GFR 系统滤网频繁堵塞

GFR 系统上共有大小滤网 26 个,机组运行期间频繁发生滤网堵塞问题,2000 年两台机组 GFR 系统更换压差高的滤网 100 多次,其中 1GFR163FI(1GRE010VV)先后更换了 10 次。每次更换小滤网时机组都需降负荷至 950 MW(降功率 30 MW 左右)运行,并关闭相应的 GRE/GSE 阀门,频繁降负荷运行降低了机组的能力因子,并对机组造成了一定的扰动。造成滤网压差高的原因是多方面,包括大修后滤油不够充分,抗燃油老化,补充的新油品质不合格、滤油回路硅藻土滤芯缺陷和小滤网寿命短等。针对这些原因,在第七次大修中对两台机组 GFR 系统采取了大量纠正措施,对油箱和部分管道进行清理;对系统的抗燃油充分过滤(1GFR 还更换了约 1.7 m³的抗燃油);补充新油前严格按照程序要求检验新油,保证油质合格;对部分油管安装了保温层;改善油回路的冲洗方式,延长冲洗时间;校验了频繁堵塞滤网的电子压差报警开关。经过处理,抗燃油油质和系统状况得到了较大改善。随后还将检查再生回路滤芯旁路阀的工作状况,将小滤网改型,延长滤芯使用寿命。

13. 1RCP003PO 轴位移偏高

2月21日,热停堆状态下主泵惰走流量试验完成后,重新启动主泵,即发现1RCP003PO轴位移偏高,轴位移稳定在大约200 μm ,振动也出现偏高等问题。主泵惰走流量试验完成后,重新启动主泵出现轴位移及振动偏高的事件尚属首次,原因不明。经充分讨论,认为如果重新做动平衡,由于振动特性已改变,且没有规律,有可能出现更不理想的结果,而调整增大密封注入水流量,泵的轴位移就能有所下降。因此决定将RCP003PO的密封注入水流量调大到3 m^3/h ,调整后003PO泵的轴位移下降到150 μm 左右,最后稳定在145 μm ,EDF和主泵生产厂家也认为此轴位移水平可以接受。

14. 2RCP212/232MT 测量指示偏差大

2号机组第六次大修后2RCP002PO上推力轴瓦温度探头读数偏差较大,上推力轴瓦的212MT的KIT指示为43.2 $^{\circ}\text{C}$,而同一测点的另一温度探头232MT在403EN上指示为57 $^{\circ}\text{C}$,二者相差达14 $^{\circ}\text{C}$,超出运行规程中小于3 $^{\circ}\text{C}$ 偏差的要求。4月25日MIC对测量通道进行了检查,检查确认212MT测量通道的CA板件和CT板件都工作正常,测量探头至CT板件的输入信号在50~54 $^{\circ}\text{C}$ 之间波动。分析认为2RCP232MT测量指示较为可靠,2RCP212MT读数可以作为参考,虽然这两个温度探头的指示并不等于轴瓦的实际温度,但它们同方向的变化趋势可以反映轴瓦温度的变化趋势。故障原因可能是温度探头特性发生了变化或探头与上轴瓦测温点的接触不良。2号机组第七次大修中对测量仪表全通道检查未发现异常,计划在2号机组第八次大修中进行全面检查。

3.5 岭澳核电站生产准备大事记

1. 1月18日召开生产准备1999年工作总结暨2000年动员大会

1月18日,生产二部组织召开生产准备1999年工作总结暨2000年动员大会。会议总结了1999年各项生产准备工作,分析了工作中取得的经验以及存在的缺陷和风险,并明确了2000年生产准备的主要任务和工作思路。

2. 1月26日生产二部成立办公信息管理系统(LOA)项目小组

1月26日,成立了生产二部办公信息管理系统(LOA)项目小组,负责LOA系统的开发。小组制订了系统的总体框架和开发进度计划。

3. 1月27日TCS(移交过程控制与跟踪系统)正式投产

1999年12月27日,TCS开始上网试运行,情况良好。2000年1月27日,TCS正式投产。

4. 2月29日岭澳核电站第一个BHO(厂房移交)签字

2000年2月29日14:30,维修部郭嘉平副经理和工程部高胜玉副经理在AB库BHO(厂房移交)证书上签字,产生了岭澳核电站第一个BHO,它标志着生产二部维修部开始承担厂房管理和维护责任。

5. 3月1日启动建立现场维修队

3月1日按计划实现生产准备M8-3里程碑(启动建立现场维修队)。

6. 3月2日国防科工委系统工程二司副司长一行3人到生产二部检查工作

3月2日国防科学技术工业委员会系统工程二司张福宝副司长一行3人到岭澳核电有限公司生产部,听取了生产部副经理张志雄等关于岭澳核电站生产准备工作的汇报,并与生产

二部各部分负责人就生产准备的自我评估工作进行了座谈与交流。

7. 3月6日 参加核电厂操纵人员资格审查委员会二届一次会议

核电厂操纵人员资格审查委员会二届一次会议于2000年3月6日至8日在珠海召开。新一届资审委委员,以及秦山核电公司、核电秦山联营公司、秦山第三核电公司、江苏核电有限公司、广东核电合营有限公司、岭澳核电有限公司均派出代表参加会议。本次会议由国防科工委系统二司主办,岭澳核电有限公司负责会务工作。

会议中,岭澳核电有限公司代表向资审委详细介绍了我厂操纵人员培训大纲、一、二核技术不同点和岭澳核电站操纵人员取照方案。

8. 3月30日 成立岭澳核电站工业安全与辐射防护委员会

3月30日,岭澳核电站工业安全与辐射防护委员会成立并召开第一次会议。会议确认了委员会成员,讨论了委员会章程和第二季度主要任务。

9. 4月13日 召开生产维修移交产研讨会

4月13日,生产二部、维修部和工程部有关部门组织召开了生产维修移交产研讨会。会议重点是找出内部存在的问题,研讨解决方案;找出与工程部之间的接口和协调问题,提交工程生产协调会解决。

10. 4月19日 成立了生产二部分培训委员会

4月19日,成立了生产二部分培训委员会,取消原生产二部临时培训委员会,并召开了第一次会议。会议对一、二核技术不同点编写、2000年《安全质量推进课程》实施计划等问题进行了介绍和讨论,并做出了具体安排和部署。

11. 4月20日 组织30名现场操作员赴消防大队进行消防培训

4月份生产二部组织了30名现场操作员赴坪山镇特勤消防大队进行消防培训,培训共分两期,每期1周15人。培训为专业化、军事化训练,效果良好。本次培训为5月份主控制室值班及以后的生产运行培养了具备较高消防技能的现场操作员。

12. 5月8日 岭澳核电站开始主控制室值班

5月8日,岭澳核电站开始主控制室值班,按期实现了生产准备M8里程碑。运行值班人员共分为6个值,每值6人,共36人(30名1998届现场操作员与6名与一核对调的现场操作员)。

13. 5月22日 2000年RO(反应堆操纵员)执照考试

5月22日至6月9日,进行了2000年RO执照考试。考试内容包括模拟机考试、笔试、和口试。共有39名1999届学习操纵员参加了考试,30人通过,通过率为76.9%。

14. 5月份 1999届新员工赴粤北核工业745矿进行艰苦奋斗传统教育

5月份,大亚湾党委组织1999届新员工分两批赴粤北核工业745矿进行艰苦奋斗传统教育。生产二部共有82人参加。

15. 6月15日 按计划完成应急计划的编写

6月15日,按计划完成了应急计划的编写,实现了生产准备M9-1单项里程碑。

16. 7月1日 2001年第一批持照人员分流到岗

7月1日,生产一部3名SRO(高级反应堆操纵员)和3名RO人员按计划分流到生产二部运行处。7月3日,核安全与环保处分流到岗两名STA(安全监督工程师)。

17. 7月6日 正式成立现场维修队

7月6日,正式成立现场维修队,标志着维修部接产工作开始全面介入。

18. 7月24日 独立评审预审

7月24日,两名EDF(法国电力公司)专家对10月份的生产准备独立评审工作进行了预审,制订了评审方案。

19. 7月31日 岭澳核电站移交投产工作开始进入高峰

7月份,共接收58项EESR(安装完工状态报告)进行了175次现场检查,标志着移交投产高峰的到来。

20. 8至9月份 根据群堆管理要求生产二部调整组织机构

2000年第三季度,生产二部根据群堆管理的要求对组织机构进行了调整:设备管理处、综合管理处以及生产计划处的两个科调整到其他部门。调整后的生产二部具备4个处和一个办公室,即:运行处、信息计划管理处、核安全与环保处、保健物理处和工程联络办公室。

8月份,一名副经理调离生产二部,任生产五部协调经理,调入一名副经理和一名经理助理。

21. 9月21日 生产二部组织召开生产管理研讨会

群堆管理机构调整以后,生产二部于9月21日组织召开了管理研讨会,进一步分析了形势,研究下一阶段的生产准备任务,以及如何采取有效措施,适应移交投产的需要。

22. 9月25日 召开 PRE-OSART 准备会议

岭澳核电站将于2001年邀请IAEA(国际原子能机构)及其成员国专家对岭澳核电站进行PRE-OSART。根据OSART大纲的要求,2000年9月25日,生产二部组织了PRE-OSART准备会议。IAEA专家、NNSA(国家核安全局)官员以及岭澳核电站专家参加了此次会议。会议为PRE-OSART做好了管理上、技术上和后勤上的准备。

23. 10月9日 EDF(法国电力公司)专家对生产准备工作进行独立评审

10月9日至17日,5名EDF专家对岭澳核电站生产准备工作进行了独立评审。本次评审是在7月份预审的基础上,主要对安全管理、运行、维修、技术支持等领域进行评估和审查,并于17日召开了总结会议。

24. 10月17日 开始2000年SRO执照考试

10月17日开始进行2000年SRO执照考试。本次共有19人参加考试,12人通过,通过率为63.2%。

25. 10月23日 运行处成立6个运行值

2000年10月12日,分流到岗12名主控制室操纵员,并从12月23日起,与5月份进值的36名现场操作员一起倒班,标志着6个运行值的成立,提前实现了生产准备M9-2单项里程碑(计划2000年10月31日实现)。

26. 10月25日 生产二部提出5个“0”的安全质量目标

生产二部在10月25日的生产五部科以上干部大会上提出了生产准备5个“0”的安全质量目标,即:火灾次数为0、重大工业伤害事故次数为0、人因造成重大设备损坏次数为0、人因造成停机停堆次数为0和一级以上运行事件次数为0。同时配合总经理部的“全面创优工程”,修改完善了生产准备业绩指标体系。

27. 11月1日 生产准备M9-3里程碑调整

生产准备M9-3里程碑(签订并网协议书和倒送电协议)推迟,并拆分为两个单项里程碑。“签订并网协议书”更名为“签订岭澳核电站联网调度协议”,并推迟到2002年4月1日。“签订倒送电协议”更名为“签订调试期间售购电合同”,并推迟到2001年2月28日。

28. 11月16日 岭澳核电站 PRA 报告通过评审

岭澳核电站 PRA 报告经过 1 年多的编写, 于 2000 年 11 月 16 日至 17 日的专家评审会上通过评审。

29. 12月15日 提交首次装料申请书和应急计划

12 月 15 日, 岭澳核电站向国家核安全局提交了首次装料申请书和应急计划, 按计划实现了生产准备 M9 里程碑。

第四章 统计指标

4.1 WANO 性能指标

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2000年 WANO 中间值	
1	机组能力因子/%	1号机组	77.90	48.99	77.38	82.45	81.03	86.60	86.07	85.5
		2号机组	99.40	81.47	67.75	70.60	84.21	86.10	88.00	
		全厂	86.84	65.20	72.56	76.53	82.62	86.40	87.04	
2	非计划能力损失因子/%	1号机组	17.20	35.68	3.95	0.20	4.61	0.40	2.18	1.10
		2号机组	0.50	2.03	8.18	1.50	1.32	0.40	0.18	
		全厂	10.24	18.86	6.05	0.85	2.97	0.40	1.18	
3	7000小时反应堆临界 运行自动停堆数	1号机组	5.39	4.81	5.01	0	0	0	1	0
		2号机组	0	6.72*	1.19	3.22	0	0	0	
		全厂	2.86	5.4	3.27	1.51	0	0	0.5	
4	集体辐射剂量/(人·Sv)(单机组)	0.201	0.991	0.827	0.754	0.669	0.666	0.565	0.92	
5	放射性固体废物量/m ³ (单机组)	50	126	97	103	89	92	93	39	
6	安全系统 高压安注系统性能	1号机组	—	—	—	0.007	0.003	0	0.003	0.001
		2号机组	—	—	—	0.001	0.024	0	0.003	
		全厂	—	—	—	0.004	0.014	0	0.003	
	安全系统 辅助给水系统性能	1号机组	—	—	—	0.001	0.013	0.002	0.015	0.001
		2号机组	—	—	—	0.001	0	0.001	0.003	
		全厂	—	—	—	0.001	0.007	0.001	0.009	
安全系统—应急交电源系统性能		—	—	—	0.014	0.003	0.011	0.008	0.005	
7	热性能/%	1号机组	100	99.75	99.43	98.88	99.7	99.7	100	99.6
		2号机组	100	100	99.81	99.53	99.9	99.8	100	
		全厂	100	99.88	99.62	99.21	99.8	99.8	100	
8	燃料可溶性/(Bq/g)	1号机组	96.2	498.6	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.96
		2号机组	0.04	72.9	572.2	0.04	0.04	0.04	0.04	
		平均	48.1	285.75	286.12	0.04	0.04	0.04	0.04	
9	化学指标	1号机组	0.535	0.587	0.33	0.21	0.18	1	1.07	1.05
		2号机组	0.46	0.392	0.23	0.21	0.19	1.01	1.02	
		平均	0.498	0.245	0.28	0.21	0.19	1.01	1.05	
10	20万小时工业安全事故率	0.432	0.157	0.319	0.368	0.132	0.0657	0.137	0.33	

说明: 1. 1994年的数据从商运开始统计, 不包括调试阶段的值;
 2. 1995年度2号机组的7000小时临界运行自动停堆数实际应为5.75;
 3. WANO中间值为截至2000年底的世界压水堆机组水平。

4.2 综合经济指标

分类/代码	统计项目名称	单位	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	累计
电 量	发电量	亿 kW·h	122.65	106.14	121.14	124.06	129.38	141.00	147.01	891.38
	上网电量	亿 kW·h	116.28	100.58	115.30	118.11	123.09	134.63	140.63	848.62
	出口电量	亿 kW·h	78.09	70.04	73.82	74.53	75.77	94.24	98.44	564.93
	内销电量	亿 kW·h	38.48	30.54	41.47	43.58	47.31	40.39	42.19	283.96
利 税	总产值(现行价)	百万元	5 583.34	5 480.17	6 123.34	6 072.38	6 032.55	6 630.86	6 973.62	—
	工业增加值	百万元	2 464.75	2 468.92	3 144.72	3 277.53	3 543.07	4 112.98	4 440.35	—
	总销售收入	百万元	5 255.49	5 480.17	6 123.34	6 072.38	6 032.55	6 630.86	6 973.62	—
	出口创汇额	百万美元	403.10	458.80	472.49	462.29	448.57	560.68	589.67	—
	职工年平均人数	人	1 632	1 350	1 191	1 150	1 129	1 115	1 071	—
	劳动生产率 (按总产值计算)	万元/人	342.12	405.94	514.13	528.03	534.33	594.69	651.13	—
	劳动生产率 (按工业增加值计算)	万元/人	151.03	182.88	264.04	285.00	313.82	368.88	414.60	—
	人均利税总额	万元/人	54.72	76.09	119.16	141.79	171.49	206.40	238.49	—
	本年固定资产投资	百万元	10.24	121.61	1 413.89	63.28	73.05	142.14	141.89	—
	本年实现利润	百万元	893.08	1 026.93	1 419.21	1 630.56	1 936.07	2 301.47	2 554.22	—
本年上缴税金	百万元	0.00	0.30	106.44	122.27	145.21	172.61	191.57	—	
能 耗	发电标准煤耗	g/(kW·h)	365.39	363.08	362.63	364.90	367.04	364.68	362.00	—
	供电标准煤耗	g/(kW·h)	385.40	383.15	381.01	383.30	385.80	381.29	378.43	—
	发电厂用电率	%	5.19	5.24	4.82	4.80	4.78	4.36	4.34	—

- 说明: 1. 以上相关价值指标均按当年末的汇率折算;
 2. 1994年的发电量、上网电量、出口电量及内销电量均包括调试电量;
 3. 固定资产投资只计更新改造部分;
 4. 1994年调试期间的厂用电率为11.36%, 商运期4.67%;
 5. 1996年上缴税金含所得税;
 6. 发(供)电标准煤耗按机组从反应堆实际获得的能量进行计算。

4.3 安全性能指标

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	累计	
核安全	反应堆临界运行 非计划自动停堆次数	1号机组	6	3	5	0	0	0	1	15
		2号机组	0	6	1	3	0	0	0	10
		全厂	6	9	6	3	0	0	1	25
	安全系统 高压安注系统性能	1号机组	—	—	—	0.007	0.003	0	0.003	—
		2号机组	—	—	—	0.001	0.024	0	0.003	—
		全厂	—	—	—	0.004	0.014	0	0.003	—
	安全系统 辅助给水系统性能	1号机组	—	—	—	0.001	0.013	0.002	0.015	—
		2号机组	—	—	—	0.001	0	0.001	0.003	—
		全厂	—	—	—	0.001	0.007	0.001	0.009	—
	安全系统—应急交电系统性能		—	—	—	0.014	0.003	0.011	0.008	—
	燃料可靠性/(Bq/g)	1号机组	96.2	498.6	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	—
		2号机组	0	72.9	572.2	0.04	0.04	0.04	0.04	—
		全厂	48.1	285.75	286.12	0.04	0.04	0.04	0.04	—
	电厂运行事件数	1号机组	27	17	12	7	10	8	7	88
		2号机组	2	18	14	7	5	8	9	63
		全厂	29	35	26	14	15	16	16	151
	第一组安全相关设备 不可用总消耗比	1号机组	13.49	6.11	12.63	4.47	7.03	8.21	7.4	—
2号机组		9.58	13.69	16.28	8.18	7.28	8.62	9.44	—	
全厂		23.07	19.8	28.91	12.65	14.31	16.83	16.84	—	
安全相关系统 (GOR 9) 定期试验一次成功率/%	1号机组	—	—	—	99.30	99.78	99.4	99.1	—	
	2号机组	—	—	—	99.20	99.47	100.00	99.03	—	
	全厂	—	—	—	99.25	99.63	99.70	99.05	—	
电网安全	机组与电网解列 总次数	1号机组	12	4	6	2	4	1	2	31
		2号机组	0	8	5	5	1	1	2	22
		全厂	12	12	11	7	5	2	4	53
	机组与电网非计划 自动解列次数	1号机组	6	2	3	0	2	0	1	14
		2号机组	0	5	2	3	0	0	0	10
		全厂	6	7	5	3	2	0	1	24
工业安全	工业安全事故次数		6	2	4	5	2	1	2	22
	工业安全未遂事故次数		7	40	34	42	30	23	24	200
	火灾事故次数		0	0	0	0	0	0	0	0
	火灾未遂事件次数		2	2	14	12	15	7	12	64
	20万小时工业安全事故率		0.432	0.157	0.319	0.368	0.132	0.066	0.137	—

续表

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	累计	
辐射防护	集体辐射剂量 (两台机组)/(人·Sv)	核电站	0.117 3	0.308 6	0.285 8	0.427 8	0.420 5	0.378 6	0.311 6	2.250 24
		承包商	0.284 5	1.673 6	1.369	1.07 96	0.917 6	0.953 5	0.818 8	7.096 57
		合计	0.401 8	1.982 2	1.654 8	1.507 4	1.338 1	1.332 1	1.130 4	9.346 81
	控制区进出次数	核电站	—	28 798	25 835	30 118	22 698	32 676	22 508	162 633
		承包商	—	79 196	64 152	64 969	39 386	74 130	38 529	360 362
		合计	—	107 994	89 987	95 087	62 084	106 806	61 037	522 995
	控制区内工作时间 (人·h)	核电站	—	68 703.3	62 931.5	75 111.7	55 053.9	55 335	64 476.3	381 611.7
		承包商	—	192 514	160 431.2	166 198	96 103.5	120 254	99 061	834 561.7
		合计	—	261 217.3	223 362.7	241 309.7	151 157.4	175 589	163 537.3	1 216 173.4
	最大年个人受照剂量 /mSv	核电站	3.15	4.38	3.83	10.64	8.36	7.97	7.07	—
		承包商	4.37	18.73	12.13	15.27	9.80	10.350	8.15	—
		所有现场人员	4.37	18.73	12.13	15.27	9.80	10.350	8.15	—

说明: 1. 1994年的数据从商运开始统计, 不包括调试阶段的值;

2. 个人受照剂量仅计 γ 照射剂量。

4.4 生产运行指标

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	平均/累计	
因子	机组能力因子/%	1号机组	77.90	48.99	77.38	82.45	81.03	86.60	86.07	—
		2号机组	99.40	81.47	67.75	70.60	84.21	86.10	88.00	—
		全厂	86.84	65.20	72.56	76.53	82.62	86.40	87.04	—
	非计划能力损失因子/%	1号机组	17.20	35.68	3.95	0.20	4.61	0.40	2.18	—
		2号机组	0.50	2.03	8.18	1.50	1.32	0.40	0.18	—
		全厂	10.24	18.86	6.05	0.85	2.97	0.40	1.18	—
	计划能力损失因子/%	1号机组	4.90	16.50	18.67	17.35	14.36	13.00	12.00	—
		2号机组	0.10	18.70	24.07	27.90	14.47	13.50	11.71	—
		全厂	2.92	17.60	21.37	22.63	14.41	13.20	11.85	—
	负荷因子/%	1号机组	77.20	45.20	76.10	75.30	73.76	82.17	85.18	—
		2号机组	92.50	77.92	64.10	68.60	76.36	82.42	84.91	—
		全厂	84.85	61.56	70.10	71.95	75.06	81.80	85.05	—
	机组时间利用率/%	1号机组	79.60	47.70	78.00	83.20	83.84	87.28	86.99	78.09
		2号机组	100.00	81.90	65.30	71.80	83.36	86.69	89.38	82.63
		平均	89.80	64.80	71.65	77.50	83.60	86.99	88.19	80.36
	反应堆时间利用率/%	1号机组	81.00	49.80	79.50	84.10	84.76	88.41	87.17	79.25
		2号机组	100.00	83.30	66.90	74.40	85.80	88.36	90.15	84.13
		平均	90.50	66.55	73.20	79.25	85.28	88.38	88.66	81.69
	辅助设备消耗因子/%	1号机组	4.80	6.30	4.60	4.90	4.80	4.42	4.34	4.88
		2号机组	4.10	4.50	5.00	4.60	4.90	4.22	4.33	4.52
		平均	4.45	5.40	4.80	4.75	4.85	4.32	4.34	4.70
能量	发电量/(GW·h)	1号机组	6090.95	3897.53	6577.46	6491.23	6356.77	6996.42	7362.42	43772.78
		2号机组	5222.39	6716.81	5536.43	5914.84	6580.94	7104.10	7338.99	44414.50
		全厂	11313.33	10614.34	12113.93	12406.07	12937.71	14100.52	14701.41	88187.31
	辅助设备总消耗能量/(GW·h)	1号机组	293.91	245.33	300.35	317.13	304.25	326.00	319.64	2106.60
		2号机组	213.12	301.78	278.35	269.83	325.70	315.51	318.02	2022.31
		全厂	507.02	547.11	578.70	586.96	629.95	641.52	637.66	4128.91
	反应堆产生的热能/(GW·h)	1号机组	18011.86	11588.25	19447.20	19270.22	19105.35	20786.17	21667.34	129876.39
		2号机组	15398.49	19843.56	16313.64	17584.05	19553.54	21075.44	21658.89	131427.61
		全厂	33410.35	31431.81	35760.85	36854.27	38658.89	41861.61	43326.23	261304.00

续表

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	平均/累计	
能 量	从燃料获得能量/EFPD	1号机组	259.24	166.83	279.92	277.35	274.98	299.17	311.85	1869.33
		2号机组	221.63	285.66	234.80	253.08	281.43	303.33	311.73	1891.65
		全厂	480.86	452.49	514.71	530.43	556.40	602.50	623.58	3760.98
	毛可用能量/(GW·h)	1号机组	6144.55	4222.79	6688.07	7106.67	6984.94	7467.50	7439.84	46054.36
		2号机组	5610.36	7022.58	5855.64	6085.72	7258.34	7419.85	7606.19	46858.68
		全厂	11754.91	11245.37	12543.71	13192.39	14243.28	14887.35	15046.03	92913.04
	计划不可用能量/(GW·h)	1号机组	386.50	1422.27	1613.71	1495.61	1237.50	1121.34	1014.02	8290.96
		2号机组	5.64	1611.91	2081.06	2405.25	1247.41	1161.44	1021.45	9534.16
		全厂	392.14	3034.18	3694.77	3900.86	2484.91	2282.78	2035.47	17825.12
	非计划不可用能量/(GW·h)	1号机组	1356.69	3075.26	341.68	17.56	397.19	31.00	18.96	5238.33
		2号机组	28.22	174.98	706.76	128.87	114.08	38.55	15.82	1207.28
		全厂	1384.91	3250.24	1048.44	146.43	511.27	69.55	34.77	6445.62
时 间	机组理论运行时间/h	1号机组	8016	8760	8784	8760	8760	8760	8784	60624.00
		2号机组	5736	8760	8784	8760	8760	8760	8784	58344.00
		全厂	13752	17520	17568	17520	17520	17520	17568	118968.00
	机组总运行时间/h	1号机组	6384.20	4177.00	6852.90	7284.30	7344.40	7646.00	7641.00	47329.80
		2号机组	5736.00	7171.30	5739.00	6289.70	7302.00	7594.00	7851.50	47683.50
		全厂	12120.20	11348.30	12591.90	13574.00	14646.40	15240.00	15492.50	95013.30
	反应堆临界时间/h	1号机组	6492.50	4366.20	6979.90	7365.20	7424.50	7744.50	7657.00	48029.80
		2号机组	5736.00	7295.10	5879.40	6518.10	7518.00	7740.00	7919.00	48605.60
		全厂	12228.50	11661.30	12859.30	13883.30	14942.50	15484.50	15576.00	96635.40
	计划全部不可用停运时间/h	1号机组	359.90	1303.00	1582.80	1464.70	1197.00	1104.00	975.00	7986.40
		2号机组	0.00	1391.30	2016.00	2380.50	1224.00	1098.00	914.50	9024.30
		全厂	359.90	2694.30	3598.80	3845.20	2421.00	2202.00	1889.50	17010.70
	非计划全部不可用停运时间/h	1号机组	1271.90	3042.50	328.30	10.50	218.60	0.00	198.00	5069.80
		2号机组	0.00	76.40	641.00	89.80	115.00	7.50	0.00	929.70
		全厂	1271.90	3118.90	969.30	100.30	333.60	7.50	198.00	5999.50
	反应堆在可用状态下的停运时间/h	1号机组	1211.50	332.10	541.40	40.80	103.00	0.00	198.00	2426.80
		2号机组	0.00	212.30	1153.50	142.80	102.00	23.00	0.00	1633.60
		全厂	1211.50	544.40	1694.90	183.60	205.00	23.00	198.00	4060.40

说明: 1. 1994年的数据从商运开始统计, 不包括调试阶段的值

4.5 三废排放与环境监测

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	累 计	
气 体	稀有气体排放	活度/TBq	22.72	80.20	43.63	31.06	23.49	25.73	19.43	—
		占年限 值/%	1.99	7.04	3.83	2.72	2.07	2.26	1.70	—
	气溶胶+卤素排放	活度/MBq	424.00	720.40	228.70	115.65	100.37	91.93	102.20	—
		占年限 值/%	1.12	1.90	0.60	0.30	0.27	0.24	0.27	—
液 体	非氚废液排放	活度/TBq	89.20	26.94	10.24	11.29	2.49	4.69	2.59	—
		占年限 值/%	12.70	3.85	1.46	1.61	0.35	0.67	0.37	—
固 体	水泥桶固体废物产生量	桶数	41	100	78	78	66	66	62	491
		体积/m ³	72	183	138	146	124	126	119	909
	金属桶固体废物产生量	桶数	134	328	266	287	257	281	320	1 873
		体积/m ³	28	69	56	60	54	59	67	393
	合 计	桶数	175	428	344	365	323	347	382	2 364
		体积/m ³	100	252	194	207	178	185	186	1 302
环境监测	固定站环境γ 辐射剂量率水平 (年平均值/ (μSv/h))	AS1	0.146 ± 0.015	0.151 ± 0.004	0.127 ± 0.003	0.127 ± 0.004	0.127 ± 0.004	0.128 ± 0.003	0.128 ± 0.005	—
		AS2	0.171 ± 0.014	0.178 ± 0.004	0.148 ± 0.004	0.147 ± 0.005	0.146 ± 0.004	0.144 ± 0.006	0.145 ± 0.006	—
		AS3	0.139 ± 0.011	0.137 ± 0.004	0.128 ± 0.010	0.146 ± 0.013	0.166 ± 0.005	0.164 ± 0.010	0.153 ± 0.007	—
		BS1	0.157 ± 0.010	0.157 ± 0.000	0.117 ± 0.02	0.113 ± 0.004	0.114 ± 0.003	0.115 ± 0.005	0.115 ± 0.006	—
		BS2	0.110 ± 0.003	0.110 ± 0.005	0.117 ± 0.003	0.119 ± 0.002	0.114 ± 0.003	0.117 ± 0.003	0.116 ± 0.004	—
		BS3	0.139 ± 0.004	0.128 ± 0.004	0.105 ± 0.010	0.095 ± 0.004	0.092 ± 0.004	0.094 ± 0.005	0.100 ± 0.005	—
		BS4	0.187 ± 0.019	0.169 ± 0.005	0.126 ± 0.007	0.124 ± 0.007	0.113 ± 0.011	0.107 ± 0.005	0.113 ± 0.007	—

4.6 维修、改进与质量保证

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	累计		
维修申请	维修工作申请票数	预防性	1 713	1 529	2 110	2 421	4 004	5 167	5 719	22 663	
		纠正性	11 687	8 682	6 584	5 699	5 994	7 088	7 195	52 929	
		合计	13 400	10 211	8 694	8 120	9 998	12 255	12 914	75 592	
	年末周转维修工作票数	预防性	—	—	25	42	24	8	3	—	
		纠正性	—	—	146	70	64	59	43	—	
		合计	—	—	171	112	88	67	46	—	
工程改进	不符合项数 (NCR)	发出	386	421	87	40	80	127	99	1 240	
		有条件释放(CR)	30	34	19	25	35	55	71	—	
		已关闭 (CL)	294	411	84	75	50	85	66	1 065	
		未关闭 (OP)	62	68	63	30	45	54	173	—	
	工程服务申请数 (ESR)	收到	—	—	42	198	270	287	417	1 214	
		关闭	—	—	4	94	200	345	392	1 035	
		未关闭	—	—	38	142	98	154	168	—	
	电站改造项目申请数 (MR)	收到	229	153	106	49	48	67	67	719	
		完成	21	70	72	62	34	40	46	345	
		撤消	—	—	150	26	30	49	30	285	
		年末未关闭	208	291	175	136	120	96	93	—	
	质量保证	纠正行动要求状态 (CAR)	签发	265	134	178	94	55	70	40	836
			关闭	185	138	185	127	61	77	55	828
			年末未关闭	80	74	64	50	30	29	7	—

说明：1. 1994、1995 两年维修工作申请的统计不够规范，数据仅供参考；

2. 1994 年的 ESR、MR、和 CAR 状态数包括了 1993 年及其以前的数据；

3. 1995 年 NCR 关闭数包括 1993 年的数据。

4.7 瞬变统计

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	累计	
1.1	开盖后的升温	1号机组	2	4	1	1	1	1	2	12
		2号机组	2	1	1	2	1	1	1	9
		合计	4	5	2	3	2	2	3	21
1.2	未开盖前的升温	1号机组	9	2	2	0	1	2	1	17
		2号机组	4	0	3	2	1	0	2	12
		合计	13	2	5	2	2	2	3	29
2	反应堆降温	1号机组	11	6	3	1	2	3	3	29
		2号机组	5	2	4	3	2	1	3	20
		合计	16	8	7	4	4	4	6	49
3.1	升功率	1号机组	88	7	5	6	5	1	4	116
		2号机组	68	13	6	5	2	3	2	99
		合计	156	20	11	11	7	4	6	215
4.1	降功率	1号机组	50	6	5	6	4	3	5	79
		2号机组	58	7	4	5	2	7	3	86
		合计	108	13	9	11	6	10	8	165
21.1	紧急停堆,有正常 导热条件	1号机组	25	1	3	0	0	0	1	30
		2号机组	9	4	1	2	0	0	0	16
		合计	34	5	4	2	0	0	1	46
32.1	上充增加 50%	1号机组	210	30	15	12	20	21	19	327
		2号机组	139	20	30	22	16	14	13	254
		合计	349	50	45	34	36	35	32	581
32.2	上充最大增加	1号机组	49	20	3	1	2	2	7	84
		2号机组	57	7	5	5	1	2	2	79
		合计	106	27	8	6	3	4	9	163
33	上充减少 50%	1号机组	211	95	42	31	31	34	18	462
		2号机组	133	64	96	47	32	36	28	436
		合计	344	159	138	78	63	70	46	898
35	关闭第二个孔板,流量减 少 100%中等幅度	1号机组	39	14	7	3	5	5	3	76
		2号机组	14	3	7	7	8	7	6	52
		合计	53	17	14	10	13	12	9	128
36	关闭第二个孔板,流量减 少 100%大幅度	1号机组	20	3	7	7	7	3	2	49
		2号机组	10	2	11	5	8	5	11	52
		合计	30	5	18	12	15	8	13	101
37	下泄关闭后 打开,上充不变	1号机组	24	3	4	0	0	0	0	31
		2号机组	16	3	4	0	1	0	1	25
		合计	40	6	8	0	1	0	1	56
38	上充、下泄同时关闭 后,同时打开	1号机组	3	0	3	1	0	0	0	7
		2号机组	4	1	1	1	0	2	0	9
		合计	7	1	4	2	0	2	0	16

说明: 1.1994 栏内数据包含机组投入商运前的瞬变值及 1994 当年的机组瞬变值;

2.1995 栏起各栏数据为当年机组的瞬变值。

4.8 人力资源与培训管理

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	累计	
人力资源	年末员工人数	外籍员工	83	30	23	14	13	9	9	—
		中方调入职工	807	795	939	1 062	1 184	1 029	1 260	—
		中方聘用职工	268	161	104	78	66	77	113	—
		合计	1 158	986	1 066	1 154	1 263	1 115	1 382	—
	中方员工年龄状态分布 (占总人数的%)	30岁以下	40	38	45.1	50.74	56.56	45.9	52.37	—
		31~40岁	37	42	37.1	32.55	29.12	35.5	31.39	—
		41~50岁	10	10	9.5	10.24	8.72	13.49	11.29	—
		50岁以上	13	10	8.3	6.47	5.6	5.2	4.95	—
	中方员工学历状态分布 (占总人数的%)	初中	0.4	0.2	0.2	0.17	0.16	0.18	0.15	—
		高中	11	10.4	7.9	6.82	5.52	5.87	3.57	—
		中技	8	9	8	7	6.24	6.78	4.59	—
		中专	13	14	12.2	10.94	13.92	11.74	13.47	—
		大专	17	18	18.3	14.61	17.44	15.09	17.33	—
		大本	45	42.2	48.1	54.86	51.76	54.65	55.43	—
		硕博	6	6	5.2	5.42	4.88	5.519	5.32	—
	电站员工岗位变换率/%	—	—	8.52	16.64	11.49	20.97	18.12	—	
	电站人员授权 情况/(人·次)	核安全	832	869	884	795	962	1 219	1 414	6 975
		辐射防护	907	969	903	818	942	1 198	1 381	7 118
		工业安全	2	399	901	845	957	1 220	1 414	5 738
		特殊 工种*	—	—	205	254	282	48	117	906
合计		—	—	2 893	2 712	3 143	3 685	4 326	16 759	
培训管理	培训负荷/(人·周)	电站	2 202.04	1 529.88	3 257.51	3 320.53	3 644.27	4 105.76	3 612.6	21 672.59
		承包商 及其他	279.73	372.48	456.57	719.28	325.14	251.49	747.65	3 152.34
		合计	2 481.77	1 902.36	3 714.08	4 039.81	3 969.41	4 357.25	4 360.25	24 824.93
	培训时数/h	核安全	—	—	35 062	33 564	12 542	—	—	81 168
		辐射防 护与工 业安全	—	—	27 972	46 803	13 552	—	—	88 327
		技术	—	—	50 642	50 904	47 606	—	—	149 152
		管理	—	—	6 490	6 892	5 876	—	—	19 258
		模拟机 复训	—	—	9 756	10 464	17 185	—	—	37 405
		合计	—	—	129 922	148 627	96 761	—	—	375 310

说明: 1. 电站员工岗位变换率不包括为岭澳核电站准备的人员以及当年新入厂的大中专技校学生;

2. 特殊工种的授权统计含核燃料操作工、现场试验主管和特殊作业工种;

3. 培训时数 1999年、2000年末纳入统计范围;

4. 从 2000年起统计中方聘用员工人数包含港方聘用人员。

4.9 物资管理与成本控制

分类/代码	统计项目名称		1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	累计
物资消耗	库存常用物资 (RUN, 万美元)	消耗	—	—	381.70	643.60	416.32	572.82	607.75	2 622.19
		平均库存	—	—	2 056.78	2 489.70	2 520.33	2 511.56	3 081.95	—
		库存周转%	—	—	18.56	25.85	16.25	22.81	19.72	—
	库存战略备件 (SSS, 万美元)	消耗	—	—	229.25	222.64	331.17	320.03	840.87	1 943.96
		平均库存	—	—	7 644.00	7 471.33	7 577.67	8 077.51	7 219.51	—
		库存周转%	—	—	3.00	2.98	4.37	3.96	11.65	—
	合计 (万美元)	消耗	—	—	610.95	866.24	747.49	892.85	1 448.62	4 566.15
		平均库存	—	—	9 700.78	9 961.03	10 098.00	10 859.07	10 301.46	—
		库存周转%	—	—	6.30	8.70	7.40	8.43	14.06	—
库存统计	年末库存	品种(项)	36 980	43 956	44 186	43 981	44 854	44 674	43 839	—
		万美元	7 969.31	9 381.00	10 556.40	9 939.16	10 468.00	10 698.06	9 439.33	—
	库存领用	品种(项)	9 488	15 676	10 036	13 704	6 659	7 609	6 848	—
		万美元	533.55	677.41	607.64	866.24	747.49	892.85	1 448.62	—
	库存盘点	品种(项)	25 596	8 362	14 308	10 178	11 934	21 585	37 439	—
		差错率/%	6.00	5.00	0.49	0.34	3.04	0.76	0.21	—
电厂成本	燃料成本	百万美元	67.7	53.8	62.2	58.1	54.6	58.0	60.5	414.8
	日常运行维修成本	百万美元	26.6	26.2	29.8	27.7	22.2	21.2	17.4	171.1
	换料大修成本	百万美元	9.6	16.8	20.8	19.9	23.9	17.1	14.2	122.3
	行政管理成本	百万美元	2.2	2.8	3.3	3	2.2	2.0	2.3	17.8

说明: 1. 库存常用物资指单价少于1万美元、有领用记录的物资;

2. 库存战略备件指单价少于1万美元、无领用记录和单价高于1万美元的物资;

3. 电厂日常运行维修成本中未包括电站员工的工资。

4.10 换料大修主要指标

大修代号	101	201	202	102	203	103	204	104	205	105	206	106	207	107
大修大纲	10年+MIS	1年+HP+3LP	10年+GT+CT	1年+GT	1年+MIS	1年+CT	1年+GEV	1年+GEV	1年+ILP	1年+GEV+GEX	1年+3LP+GEX	1年+GEX	1年+GEV	1年+HP+1LHP
大修日期	94.12.17	95.04.04	95.12.15*	96.03.31	96.12.10*	97.03.11	97.11.22	98.01.24	98.11.16	99.01.26	99.11.16	00.01.14	00.11.22	01.01.14
井网日期	95.02.24	95.05.20	96.04.09	96.05.26	97.02.24	97.05.10	98.01.15	98.03.20	99.01.03	99.03.12	99.12.30	00.02.23	00.12.28	01.02.21
达满功率日期	95.07.08	95.05.26	96.04.14	95.05.31	97.03.01	97.05.13	98.01.20	98.03.25	99.01.11	99.03.18	00.01.05	00.02.27	01.01.03	01.02.26
解列—并网(天)	69.2	46.9	111	56	65	59.6	54.5	55.4	48.6	45	45	41	36.5	38
解列—满功率(天)	203	52.2	116	61	71	64.1	59.6	60.5	56.1	51	51	45	41.9	43
人因	5	6	7	3	4	3	0	2	3	1	2	2	3	2
设备	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	2	1	1	4
设计	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
核电站运行事件(LOE)	8	7	8	5	6	3	0	3	3	0	4	3	4	6
其中:														
1级事件	2	3	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1
人因	15	7	9	8	13	12	14	12	26	5	8	9	19	15
设备	4	1	2	1	8	2	10	15	8	5	14	6	9	11
设计	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
核电站运行事件(LOE)总数	20	8	11	9	21	14	24	27	34	10	22	15	28	26
人身轻伤	0	1	1	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0
未遂事件	16	8	13	12	6	10	3	4	6	4	8	0	4	3
火灾事故	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
火灾未遂	6	2	2	2	1	2	1	2	2	0	0	1	1	2
集体剂量/(人·mSv)	1018	534	829	807	511	551	474	544	573	603	572.5	491	489	555.2
个人剂量在7-20mSv间的人数/次	1.53	0.4	0.7	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
体表沾污/(人·次)	5	4	3	2	3	6	3	1	3	3	2	3	2	4
成本/大修费用百万美元	18.195	11.108	8.357	8.897	7.646	10.328	8.073	8.728	7.136	8.11	9.097	6.445	6.106	7.02

说明: 1. 根据电网安排, 202大修提前5天解列, 203大修提前12天解列, 203大修的解列日期分别为202: 1995.12.20; 203: 1996.12.22;

2. 203大修前称为安全事件, 自203大修起称为内部运行事件, 其界定范围有所扩大, 包括了辐射防护、工业安全等方面事件。

4.11 机组停堆解列统计表

序号	日期 (2000 年)	原因	机组
1	1月14日	按计划停机停堆进行第六次换料大修, 于1月14日20:07开始由900 MW降功率, 1月14日2:41与电网解列	1号机组
2	2月27日	2月27日17:46因1号主变压器中性点软连接过热熔断, 主变压器零序差动保护动作, 停机停堆, 与电网解列	
3	3月18日	为处理主变压器C相中性点软连接过热故障, 3月18日21:45开始降功率, 23:25与电网解列	2号机组
4	11月22日	按计划停机停堆进行第七次换料大修, 于11月21日19:30开始由760 MW降功率, 11月22日1:35与电网解列	

4.12 机组降负荷运行统计表

序号	开始日期 2000年	功率水平/MW		降负荷运行时间/h	计划类型	降负荷主要原因	机组号
		初始	最终				
1	3月17日	984	660	7.1	非计划	GSY001/G02/V失去电源不可用	1号
2	3月31日	980	500	0.3	计划	执行PTRCLO4试验	
3	4月3日	984	940	0.7	非计划	更换1GFR162FI	
4	4月28日	984	900	3.0	非计划	更换1GFR154FI	
5	5月18日	984	500	16.3	非计划	查找冷凝器H1漏点	
6	5月20日	984	500	10.0	非计划	查找冷凝器H1漏点	
7	9月11日	984	900	2.3	非计划	更换1GFR163FI滤网	
8	12月29日	984	760	52.0	计划	电网要求	2号
9	1月8日	957	900	131.0	计划	按电网计划, 配合惠增线停运	
10	1月15日	984	930	0.1	非计划	由于人员误操作导致2号机组自动降负荷	
11	1月16日	984	750	0.6	非计划	发电机三次过电流误报警	
12	1月19日	984	750	8.4	非计划	2GSI027VN电动头故障导致自动转手动	
13	1月26日	984	870	0.8	非计划	处理GRE001VA故障	
14	2月2日	980	760	227.5	计划	春节保电	
15	4月9日	984	886	0.7	非计划	处理2GRE003VA故障	
16	10月24日	984	760	669.5	计划	燃料装载的限制	

4.13 电站运行事件汇总

事件编号及发生日期	事件分级	事件名称	事件简述	事件原因
LOER-1-000001 2000.02.14	0	1RCP018 先导阀 R1、R2 泄漏	2000年2月14日,根据大修计划,1号机组执行正常的D规程向热停堆过渡。13:09当一回路压力达1.3MPa、温度达257℃时,操纵员按规程关闭1RCP017/018/019VP。13:11主控室出现1RCP473/474AA,执行报警卡进入1RCP9规程。经检查KIT确认为1RCP018VP先导阀R1、R2泄漏。检修人员进入核岛检查时发现蒸汽从1RCP018VP控制柜冒出,不便进行处理。为修理该阀门,机组降温降压向维修冷停堆过渡。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 备件在使用前没有储存好,使用不久的密封橡胶件过早老化; 2. 可能是老化的油脂卡在密封面中
LOER-1-000002 2000.02.21	1	1ASG003PO 不可用时间超过安全期限	第六次大修期间1ASG137VV漏汽,需要隔离1ASG003PO进行检修,由于维修过程中有多个没预见事情如零件加工、备件等的发生,1ASG003PO不可用时间持续了72小时零6分钟,违反了技术规范关于ASG003PO不可用的安全期限3天的要求。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大修指挥、运行、静机之间的交流不足; 2. 维修经验不足; 3. 过程管理规定不足
LOER-1-000003 2000.02.28	1	主变压器零序差动保护动作,反应堆自动停堆	2000年2月28日17时46分,主变压器C相中性点套管引出线处发生引出线熔断、拉弧,此时,主变压器零序差动保护动作,主变压器高、低压侧开关跳闸,失去主电源,导致反应堆自动停堆,汽轮机发电机组自动解列,所有保护均正确动作。运行人员根据事件故障,经PED同意启动应急组织,进入厂房应急状态,机组降温降压退至RRA预热状态。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 没有定期的预防性监测; 2. 定期维修规程缺少软连接电阻等相关检查内容; 3. 维修经验不足
LOER-1-000004 2000.04.10	1	机组两台PTR001BA水箱缺少一吸入弯管	1999年4到5月份,岭澳核电站在PTR水箱设备安装后进行的工程设计审查时,发现法马通在安装RIS、EAS吸水管线和PTR001BA连接部分与设计不符,换料水箱PTR001BA与RIS、EAS系统的连接管缺少一弯管。大亚湾核电站接到岭澳核电站的反馈后,在第六次大修中对系统进行了检查,也发现在两台机组换料水箱PTR001BA与RIS、EAS系统的连接管同样缺少一弯管。定为运行事件。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 法马通在设计安装图纸上遗漏了RIS和EAS系统从PTR水箱内的吸入弯管

续表

事件编号及发生日期	事件分级	事件名称	事件简述	事件原因
LOER-1-000005 2000.07.01	0	DVK 风管软连接破裂	2000年6月30日13时左右,运行人员检查发现 DVK 系统在1号机组和2号机组的公用排放管线至 DVN 系统的烟囱处(1X厂房顶)有一个30多厘米长的破口,并有大量的气体向外泄漏。进一步检查发现2DVK至 DVN 公用排放管线处软连接也有破损泄漏。这样当进行 DVK 排放和 ETY 卸压排放时,部分放射性气体将从上述破口处直接外泄到大气中。由于通风管软连接破口均在 KRT 放射性监测仪表上游,将造成如下后果:1.部分从控制区出来的通风气体未经过烟囱直接排放到大气而失去放射性在线监测;在进行放射性废气排放时,部分低放射性废气未经烟囱的 KRT 在线监测而排放;2.KRT017MA 和排放碘盒取样所得出的放射性气体排放总量的数值会比实际值低,存在超剂量放射性失控排放风险。本事件违反 GB 6249—86 中 5.2 款之规定即所有的放射性气体必须经过烟囱排放。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 维修大纲中没有针对这些风管软连接的预防性维修; 2. 运行及维修现场巡视计划中没有针对这些风管软连接所规定的巡视要求; 3. DVK 相关风管软连接无设备标识
LOER-1-000006 2000.07.22	0	PT9DVN01 定期试验超期	PT 9DVN01 试验周期为1周,按计划在周四7月20日(上次试验在上周四下午4时执行),但由于 DVN07ZY 处于机械和电气年检而处于隔离状态,试验条件不满足而无法执行。7月22日上午因在年检工作结束回装电机时对轮轴套断裂,重新加上,修复和回装轴套这项计划外的工作导致 PT 9DVN01 定期试验没能在22日下午4时的最后限期前完成,违反了技术规范的要求。	<ol style="list-style-type: none"> 1. IP/TST/012 对周期为一周的 PT 的管理要求不明确; 2. 信息反馈不及时,造成协调不利; 3. 计划人员没有将周期为一周的 PT 的超期日期写入计划; 4. PMNZVNE002 规程缺陷
LOER-1-000007 2000.09.14	1	9LGR200JA 跳闸造成 9LGR002TA 不可用	2000年9月14日,主控制室触发 9LGR902AA 报警,9LGR200JA 跳闸,9LGR002TA 不可用。MEE 检查发现是时间继电器 9LGR001TA 故障引起 9LGR200JA 跳闸。9月6日曾发生因时间继电器 9LGR177XK 失效而导致 9LGR001TA 不可用的事件,经过分析此次事件属于共模事件,故将此事件定为电厂运行事件。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改造的继电器性能仍不能满足要求; 2. 只要有两台风机运行,辅助变压器就可以保持运行的设计没有达到要求

续表

事件编号及发生日期	事件分级	事件名称	事件简述	事件原因
LOER-2-000001 2000.01.05	0	执行 PT2GRE01 因功率扰动违反技术规范对机组换料后提升功率限制	1月5日,根据大修计划,在机组换料后功率提升至75%平台,执行PT2GRE01定期试验。在试验中,当关闭GSE/GRF001VV时,机组的电功率由655 MW降至590 MW;当该阀门打开时,机组负荷突升至716 MW。事件发生时对应的核功率变化为75% P_n —71.5% P_n —77.4% P_n ; R棒由189步升至225步,产生C1信号。该功率扰动导致违反技术规范要求:机组换料操作后,堆功率初次提升速率不能超过3% FP/h的限制。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 运行规程对SD LIMIT数值没有做出规定; 2. PT2GRE01 规程不完善; 3. 工作人员对SD LIMIT不清楚。
LOER-2-000002 2000.01.15	0	2GCT113 VV 误动导致反应堆超功率瞬态	2000年1月15日9时25分,仪表人员在执行1GCT113VV的TCA时,误在2GCT113VV上作业,致使2GCT113VV快速打开4分30秒,造成2号机组蒸汽发生器水位及给水流量突升,一回路温度下降,R棒上提,最大核功率达101.9% FP,最大热功率达105.6% FP;随后出现一回路温度下降并出现C4信号,GRE由AUTO转MANUAL将负荷降至935 MW。机组发生瞬态并触发超功率保护动作,违反了技术规范的要求。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不良工作习惯,旁路工作过程管理; 2. 没有应用STAR的工作方法来进行自检。
LOER-2-000003 2000.04.12	1	LGA/LGB 由辅助变压器转厂用变压器供电时2LHP启动后跳闸	3月19日5时19分2号机组厂用电由TS向TA倒电时,柴油发电机2LHP启动。因发电机励磁回路存在故障不能正常起励,柴油发电机低压保护出口跳闸,柴油发电机启动失败。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改造换型分析不足; 2. 电压参数设定不正确; 3. 部分回路在线不完整。
LOER-2-000004 1999.09.01 (2000.06.23 界定)	0	功率运行时打开RRA热交换器RRR侧隔离阀违反技术规范	1999年9月和10月,在2RRI003PO和2RRI004PO分别完成新叶轮更换工作后,按照规定对新泵做再鉴定试验,以验证泵的水力特性要求,试验时需要把RRA01RF投运,以测试新泵在RRA工况下的流量。但由于忽视了技术规范中的一条相关规定:“在功率运行期间,所有的安全壳手动隔离阀必须处于关闭状态”,也没有向NNSA申请特许,这样在打开2RRA01RF的RRR侧的隔离阀时,违反了技术规范的要求。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 安全监督人员没有一清单在审核相关文件时参考; 2. 运行准备人员不清楚IP/ENG/043的规定; 3. KO规程中没有相关的提醒条文; 4. TS/OPN/014中没有技术规范相关性检查的要求。
LOER-2-000005 2000.09.06	1	2EAS133VB 下游支管出现裂纹并有渗漏	2000年8月9日现场巡视发现2EAS133VB下游支管连接处有裂纹渗漏(静压下每10秒1滴)。9月6日执行PT2RPA030时,当EAS001PO启动后,在现场发现2EAS133VB与004DI之间的小支管与主管的焊缝处有细密喷水。试验结束停泵后在静压下仍有30~60滴/min的泄漏量。该现象也在2EAS134VB/1EAS133VB下游支管出现过,且在1998年对1号机组也曾就类似问题界定过一起运行事件(LOER-1-980009)。这些支管都位于EAS的试验管线上,在试验工况或H11工况下支管裂纹出现泄漏,会导致PTR001BA装水量的减少,从而影响堆芯的安全。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 管道设计缺陷在上一个燃料循环同样事件处理时没有处理好。

续表

事件编号及发生日期	事件分级	事件名称	事件简述	事件原因
LOER-2-000006 2000.11.29	0	换料停堆情况蒸汽发生器眼孔/手孔和 ARE 疏水阀同时处于开启状态	第七次大修卸料阶段, 当开启 1 号蒸汽发生器二次侧手孔/眼孔时, 发现有气流出。立即查找原因发现: 2ARE710/720 /707/717/704 /714VK 在疏水后没有在蒸汽发生器二次侧手孔/眼孔开启前关闭, 违反了技术规范对安全壳完整性的要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 蒸汽发生器二次侧工作点和隔离点的状态没有具体的跟踪和管理办法 2. 工作人员对蒸汽发生器二次侧安全壳外边界完整性要求缺乏深刻的认识
LOER-2-000007 2000.12.03	1	错误隔离 2PTR001VB 导致 PTR 乏燃料水池失去冷却	207 大修所有核燃料已在 KX 厂房, 在进行 9PW7142 隔离时, 由于文件准备失误使得 2PTR001VB 被错误隔离, 造成 PTR001PO 跳闸, PTR 乏燃料水池因而失去冷却 24 分钟, 水池温度由 31℃ 上升到 40℃	<ol style="list-style-type: none"> 1. 隔离经理修改文件后自检不够; 2. 操纵员巡、监盘不力, 各位操纵员分工未突出重点; 3. 现场操纵员培训不足, 质疑的安全意识不够
LOER-2-000008 2000.03.28 (2000.12.15 界定)	0	2ASG135VV 部分超速保护功能失去	第七次大修期间, 在对 2ASG135VV 检查时发现其机械挂钩位移不够导致 2ASG135VV 失去电气及手动跳闸功能, 从而使 2ASG003PO 部分失去电气超速保护和手动跳闸功能。其原因为 2000 年 3 月 28 日在调整 2ASG135VV 脱扣连杆以增大其脱扣阻力时导致机械挂钩位移不够且未进行相应的再鉴定。尽管该事件够不上 HAF502 的电厂运行事件标准, 但鉴于该事件反映了工作过程中的不足及其潜在的后果, 电厂管理层决定按电厂运行事件处理, 以作进一步的经验反馈	<ol style="list-style-type: none"> 1. 规程中对弹簧调整量和脱扣连杆长度调整方法没有作出清楚的规定, 也没有调整后的再鉴定要求; 2. 准备和执行人员都缺少经验, 调整后只做模拟超速脱扣试验, 未做了动和电磁脱扣试验
LOER-2-000009 2000.12.21	0	热停堆工况 2LGB 由主变压器向辅助变压器倒电不成功	12 月 21 日 20 时 16 分, OPO 进行大修例行试验前的倒电。LGB 由 TS 倒向 TA 供电时, 29 秒后出现 LGB102JA (LGR 到 LGB 的进线开关) 及 LGC001JA (LGD 到 LGC 的进线开关) 异常跳开, 而 LGC102JA (LGR 到 LGC 的进线开关) 未自动合上, LHA/B 母线失电, LHP/LHQ 自动启动并带上负荷通过调用 12.2 规程稳定机组状态 随后恢复 LHA/B 至 LGR 的供电	<ol style="list-style-type: none"> 1. 没有更好的方法来防止着电池的电化学问题, 造成电池的正极板腐蚀断裂, 电池寿命减短

4.14 工业安全和消防统计

4.14.1 2000 年工业安全事故汇总

序号	事件时间	地点	描述
A00001	00.10.10	YA	2000年10月10日15时30分,静机处一名工作负责人(23公司劳务人员)在现场测量OSDA357VR阀门螺母尺寸时,一滴盐酸滴入眼中,计电站工业事故一次,IOE一次,损失工时1天
A00002	00.12.25	1MX	12月25日上午约10时,在现场服务处工作的淮电公司一员工在1DVM0052V就位时,从约2米的吊起外罩上坠落受伤,送至医疗中心救治。损失1时22天

4.14.2 2000 年工业安全未遂事件汇总

序号	事件时间	地点	描述
200001	2000.01.01	2MX	OPO六值一员工在确认2CEX108VL阀门开度时,阀门手轮脱落碰到该员工安全帽上后滑落,人员未受伤害
200002	2000.01.03	2MX	MSM一工作组持PX许可证进行2GCT226VL阀门更换盘根工作时,走错位置,干到2GCT231VL阀门上,致使工作时小股蒸汽喷出,将灰尘吹入一员工眼内
200003	2000.01.05	2MX	2GFR一调节油油箱喷油,有停机风险,OPO3名现场操作员及MRM一员工在紧急处理中1人被调节油喷至脸上,并有少量进入嘴内
200004	2000.01.11	隔离办	OPO夜班经理在做OLGE隔离许可证时,因阅读工作指令漏项没有将应隔离的2LGE701开关做人许可证,发票时被检修人员发现
200005	2000.01.15	2MX	MIC人员在实施1GCT113VV-124VV阀门的TCA时,误做到2GCT113VV-124VV阀门上
200006	2000.01.16	1MX	淮南公司1GCT121VV阀门检修现场作业人员将一把扳手碰落,由9米落至-4米冷凝器入口管线处
200007	2000.01.19	1MX	WX厂房1GCT001BA开人孔工作现场,工作人员不慎将一放在管线上的扳手碰落至下一层的格栅板上
200008	2000.01.21	1MX	1MX+6米,1GRH026VV阀门气密性试验,气管松脱甩到一QC人员腿上,有轻微伤害
200009	2000.03.02	N203	上午11时,二二公司一起重工在做9REA起重工作准备,向承重梁挂一手拉葫芦时将腰扭伤,没有工时损失

续表

序号	事件时间	地点	描述
200010	2000.06.08	2MX	2APP113VL 阀门手轮从 3.5 米坠落到 0 米地面, 未有人员伤亡
200011	2000.07.11	0GEW001GE	在电气处工作的东北电建承包商人员在未拿到隔离许可证的情况下, 提前打开 0SE0601AR 电源箱, 使电源箱断电
200012	2000.07.21	AF 机械大厅	电气处一员工在 AF 车间使用行车时, 碰坏一脚手架, 该员工无行车操作证
200013	2000.07.21	0GEW001GE	MIC 在 0GEW001GE 工作时, 工作指令与原申请许可证时的指令不符, 隔离范围也不一致
200014	2000.08.14	MB502	在 MRM 工作的房产公司一员工无授权持 PT3070 操作电气开关, 被工业安全检查发现, 停止工作
200015	2000.08.14	AF	架子工在货架上方作业时, 碰掉一块货板, 落在下面一仪表备件上, 一同掉在地上
200016	2000.08.29	MB502	工作负责人领取 9PW3684 工作票为 1DVM302ZV 风机更换皮带, 发现该风机仍在运行, 检查发现该风机中的一个电源 1LKU512 未隔离
200017	2000.09.05	2W731	MRM 一员工在 2DVC 系统作业时, 被加湿装置烫伤手掌, 未损失工时
200018	2000.09.08	9JPD001BA	作业人员持隔离许可证 9PW3954 在 9JPD001BA 上松动一阀盖螺丝时, 发现向外冒水, 经查为隔离边界有误
200019	2000.10.13	AX	2000 年 10 月 13 日下午 TCS 组织处理硝酸作业过程中, 一人左耳前部、一人后颈部各溅上一滴酸液, 紧急冲洗处理, 无工损
200020	2000.11.11	9SEP866VT	OPO 人员在解除 9SEP866VT 隔离时, 该阀后面管道尚未恢复造成跑水, 暴露该项作业过程中存在问题。记工业未遂一次, 通过 IOER 进行根本原因分析
200021	2000.11.29	NX	MRM 人员持 PT 工作许可证在设备未完全隔离情况拆除风机皮带, 有重大人身伤害风险
200022	2000.11.30	2APP	在 D2APP205VV 处进行下部支架拆卸作业, HNMC 一名员工右手握铜棒敲打支架时打空, 右手小指甩到支架上碰伤, 未损失工时
200023	2000.12.2	2DA	核动力院一名员工在 2DA 厂房跌入一未盖的坑洞, 被扶梯卡住, 造成在大腿内侧红肿
200024	2000.12.3	2MX	工作负责人持 PW 工作申请, 终止 2TSDSEK002, 发现线路有电, 经查供电开关 1MCO80JA 处于合闸状态, 有重大人身伤害风险

4.14.3 火灾未遂事件汇总

事件编号	时间	位置或系统	分类	描述
200001	2000.01.27	1MX	人因	东北电建人员在焊冷凝器水室电缆桥架时,使用自制的阻火布,被焊渣引燃
200002	2000.02.28	1GEV301TP	电气	1号机组主变压器C相高压中性点软连接过热熔断,发生强烈蓝白色弧光,随后零序保护正确动作停机停堆。操纵员接到电话报警后,启动一、二、三级灭火力量。现场人员手动击碎火警探测泡,紧急启动水喷雾,扑灭了断电后的余火
200003	2000.03.25	1GSY001AR	电气	5时25分,1GSY001/003AA(26kV母线空冷装置电源故障)报警,运行及电气人员到场检查,发现01AR内011FU(01ZV风机A项保险)端了过热烧毁,并烧坏电缆使02ZV风机亦不能启动,机组被迫降功率。属重大火灾未遂事件
200004	2000.03.17	ZB电气间	电气	运行人员巡视发现制氧站电气室有焦糊味,检查发现0SHY001RD整流器柜C项进线端子板负荷侧引线烧焦,压线螺钉松动,立即停运该柜,通知MEF处理(室内火警探头未报警)
200005	2000.05.09	AB库二楼	电气	8时30分,仓管人员发现二楼灯不亮,合闸发现打火现象,并立即跳闸后经电气人员检查发现,二楼E区照明线路PVC套管已烤焦,散发的烟气熏黑墙面和接线盒,初步分析是该线路安装质量问题
200006	2000.06.09	环境试验室	电气	维修中心电工在检修中发现环境试验室二楼照明及空调器两只单相电源开关接点过热烧毁
200007	2000.05.29	NB525	设备	2DYN008ZV年检搬运时皮带脱落,火在皮带轮与皮带护罩之间,摩擦过热冒烟触发探测器属重大事件
200008	2000.07.18	QB	电气	16时40分,在进行0SEL002BA排放约5分钟后,OLKF盘(QB)全部失电,公用控制室出现0SEL001AA,现场检查OLKF进线开关跳开,OLKI2301开关(供0SEL002PO)一相烧焦
200009	2000.08.01	2MX	人因	进行2MX通风改造作业时东北电建人员在2MX16米平台动火作业未按动火证要求铺垫好防火布,熔渣掉入2GGR油室
200010	2000.09.02	ZB电气间	电气	1时45分,运行发现ZB电气室空调开关跳闸(复位开关,重新启动空调后有烟味,查找约5分钟,0DWWZ004CI空调器突然起火,立即断电,用二氧化碳灭火器扑灭
200011	2000.10.7	设备码头	人因	设备码头由二核工程部电气仪表处现场设施科铺设的一条为码头BA24号集装箱供电的临时电缆被雨水沟盖板压折破损并打火,引燃附近杂草,被武警值勤岗哨发现,消防队出动将明火扑灭,杂草过火面积约50m ²
200012	2000.12.11	2LHQ	人因	8时05分,2LHQ974JA大型接触器在机械闭锁状态下绕组通电,过热冒烟

4.15 辐射防护事件汇总

序号	发生日期	事件性质	事件描述
1	2000.12.27	放射性物质失控未遂事件	辐射防护人员在对开出UD门的一车工业垃圾进行例行辐射检测时,发现其中一袋有异常,打开发现辐射来自一些日光灯碎片,经查这些日光灯碎片来自QS厂房控制区,怀疑是换灯管的工人擅自将其清除出控制区
2	2000.01.21	人员体表沾污事件	1号机组第六次大修期间,工程处一员工到1EPP改造现场检查工作进度,当他出控制区时发现其头部有轻微沾污,他自己无法给出沾污原因,面积50 cm ² ,程度100 Bq/cm ²
3	2000.01.30		一FRAMEX员工在1RCI221VP检修时不慎头部沾污,面积200 cm ² ,程度6 Bq/cm ²
4	2000.02.02		1号机组第六次大修期间,一FRAMEX员工因使用了一顶有污染的安全帽而使其头部沾污,面积100 cm ² ,程度4 Bq/cm ²
5	2000.11.26		2号机组第六次大修期间,一FRAMEX员工在2PMC检修现场因不良工作习惯而造成头部沾污,面积50 cm ² ,程度18 Bq/cm ²
6	2000.12.09		2号机组第七次大修期间,一东北电建工人在检修EVR风机现场不慎使其头部沾污,面积70 cm ² ,程度60 Bq/cm ²
7	2000.01.22	人员意外受照未遂事件	按计划对15AR02BA进行射线探伤检查,当工作负责人对所在房间进行边界隔离时,一员工从一已封闭的入口擅自穿行,尽管此时探伤还未开始,但事件表明他对辐射防护的意识较差
8	2000.12.11		2号机组第七次大修期间在汽机厂房2MX进行一次射线探伤,当工作负责人按要求完成清场,边界隔离和广播后开始送源,数分钟后一遗留在厂房内的人员打电话向主控制室是否正在进行探伤,主控制室人员发现厂房内还有人立即通知工作负责人中止了探伤作业,经查该员工是一名临时现场保安,根据事后的模拟试验认为该员工并未受到照射,其所在处辐射水平为本底
9	2000.01.05	控制区地面沾污事件	由于1PTR552VB内漏,导致R223房间地面约2 m ² 的沾污,沾污水平为20 Bq/cm ²
10	2000.01.21		检修人员在拆卸9TEP003PO时,一些残留水从泵中流出,造成N231房间地面约有20 m ² 的沾污,沾污水平为20 Bq/cm ²
11	2000.01.24		进行9TER370VP排水时,因水流较大,漏斗排水不及,水溢流到N330房间地面,造成5 m ² 的地面沾污,沾污水平为35 Bq/cm ²
12	2000.01.29		工作人员在对1RCP402VP检修时,网体内的积水流到W218房间地面,造成2 m ² 的地面沾污,沾污水平为230 Bq/cm ²
13	2000.02.10		NPIC人员在N234进行放射性废物分检时,由于操作不正确造成地面污染和一定程度的扩散,沾污地面约25 m ² ,沾污水平约46 Bq/cm ²
14	2000.02.12		9TEP009PO法兰泄漏,造成N256地面约8 m ² 的沾污,沾污水平为40 Bq/cm ²
15	2000.02.28		在对9TEP009BA进行操作时,由于其下游疏水漏斗堵塞,导致N365地面约5 m ² 的沾污,沾污水平为10 Bq/cm ²
16	2000.10.24		工作人员在对9TEU001BA中的树脂进行清扫,由于操作不规范,导致树脂散落和污染扩散,造成N240房间地面沾污4 m ² ,沾污水平为72 Bq/cm ²

续表

序号	发生日期	事件性质	事件描述	
17	2000.11.27	控制区 地面沾污事件	2号机组第七次大修期间工作人员将水闸门从堆水池吊到 R784 处存放的过程中,由于沥水时间不够,使水闸门上的残水滴到 R784 的地面上,加上人员的走动,导致地面沾污约 5 m ² ,沾污水平为 40 Bq/cm ²	
18	2000.12.05		2号机组第七次大修中,2RX 5米内环廊阀门检修处,由于对工作现场污染控制区的设置不规范而导致污染扩散,R373 地面有约 4 m ² 的沾污,沾污水平 20 Bq/cm ²	
19	2000.12.06		2RCP001GV 在役检查结束后,NPIC 在拆除现场时造成 R452 地面约 3 m ² 的沾污,沾污水平为 8 Bq/cm ²	
20	2000.12.17		运行人员在对 RPE 系统进行排气操作时,由于水流溢出致使 R250 地面约 8 m ² 的沾污,沾污水平为 25 Bq/cm ²	
21	2000.12.20		NPIC 人员在对 2号机组燃料厂房的传输水池进行去污时,由于人员措施不正确,使 K754 房间传输水池的出入口处约 6 m ² 的地面沾污,沾污水平为 25 Bq/cm ²	
22	2000.12.23		2RIS 临时软管破裂,部分水流到 N422 房间,导致地面约 10 m ² 的沾污,沾污水平为 1000 Bq/cm ²	
23	2000.12.29		一 TEP 管道泄漏,使部分水流到 N307 地面,造成 6 m ² 的地面沾污,沾污水平为 12 Bq/cm ²	
24	2000.06.20 2000.07.05 2000.12.10 2000.12.12		由于 9TEU006PO 疏排水和冲洗操作不合理使 9RPE943VE,9RPE225BA 等泄漏,造成 N253 地面的多次沾污,沾污面积 4 到 10 m ² ,沾污水平 10 到 25 Bq/cm ²	
25	2000.03.29		人因违反辐射 防护规定事件	在主辐射控制区出口的 CI 门式辐射监测仪处,发现一废弃的带有放射性的银质密封圈,其接触剂量率约 300 μSv/h。估计有人想带其出控制区,但经 CI 门时触发报警而将其丢弃
26	2000.09.12			一华兴员工在 AC 厂房出控制区时未经 C2 门污染检测就擅自跨越而过
27	2000.10.28	静机检修人员在剪裁 9TEU02BA 人孔密封垫时未采取任何防护措施,造成地面沾污和一定程度的扩散,面积 4 m ² ,沾污水平 10 到 20 Bq/cm ²		
28	2000.11.15	由运行、机械和辐射防护人员一同进 2RX 进行 2SAR 设备泄漏检查。当他们一行 5 人来到 R789 房间时,认为所查泄漏点可能在该房间,在未事先办理红区进入许可和红区门锁闭的情况下,在场的机械和运行人员先后擅自从该房间门的缺口处翻入。而在场的辐射防护人员因回电话短暂离开,但他返回后见他人都已进入红区并未及时制止,而是认为根据在门口测得的辐射数据认为里面也不会很大且他们还在自己的视线内。尽管所有当事人员都未受到大剂量照射,但事件的性质十分严重,具有较大的潜在受照风险		
29	2000.11.19	辐射防护人员巡检时在燃料厂房 1K716 的公共区域发存放有放射性物品,无标识,接触剂量率约 4 mSv/h		
30	2000.11.27	2号组第七次大修期间,2PTR001BA 改造现场在未经辐射防护人员到场检查和签字的情况下就自行将该设备的人孔打开,增加了污染扩散的风险		
31	2000.12.12	服务处人员在固化 9TEF006DE 废树脂时,事先未通告辐射防护科就将装桶标准提高,结果有 8 只水泥桶的接触剂量率超标,给废物处理人员和 AF 办公室人员带来了不必要的照射风险		

续表

序号	发生日期	事件性质	事件描述
32	2000.01.19	其他辐射防护相关事件	主控制室出现 1KRT036MA “高放射性”报警, 通知仪表检修人员到场查看, 仪表人员未发现异常, 又通知辐射防护人员协助检查, 最后在 1KRT036MA 机柜下面发现一颗放射性“热粒子”, 其辐射剂量率为 40 mSv/h, 它使该辐射监测通道报警而不可用。经查, 距该设备机柜不远处存放了一些铅皮, 在搬运过程中使附在铅皮上的“热粒子”脱落到 1KRT036MA 的机柜下
33	2000.11.29		在 2PTR001BA 改造现场, 发现大部分地面, 包括污染控制区外的地面和通往 2KX 厂房的楼梯上都有不同程度的沾污, 使数人手部沾污
34	2000.12.01		2 号机组第七次大修期间, 1 号蒸汽发生器一次侧水室堵板现场因返工使工人的受照剂量达到 2.13 mSv, 超过每天的个人控制剂量, 且事件反映的问题是在当时的情况下没有事先提出控制手段
35	2000.12.19		在巡检时发现 N223 房间的环境剂量率从 10 μ Sv/h 猛升到 270 μ Sv/h, 经查辐射源来自 2REA011FI 过滤器, 它的接触剂量率从原来的 1 mSv/h 上升到 25 mSv/h

4.16 广东大亚湾核电站 2000 年特许申请汇总

序号	GNPS 申请号	标题	申请内容	实施状态	技术规范	NSA 批准号	批准日期	备注
1	GJO—600308—LIC	功率运行期间, 进行 DVC 001~004 ZV 解体预防性维修	根据 DVC 系统的预防性维修大纲, 当 DVC 系统风机运行 30 000 小时后必须进行解体大修, 目前已有两台风机 (1DVC003ZV, 1DVC004ZV) 运行小时数超过 30 000 小时, 申请功率运行期间进行 DVC001~004 ZV 解体预防性维修	功率运行期间	不允许在正常运行工况下进行预防性检修, 只有在风机失效的情况下才允许隔离相应风机进行修复	LIC-600145—GJO	2000.08.24	通用特许申请
2	GJO—600302—LIC	关于在功率运行期间停运辅助外电源的特许申请	为了使一、二核辅助电源相备用, 特申请 8 月 8 日停运辅助电源约 28 小时, 将一、二核辅助电源之间加装的一路联络线及一套隔离刀闸接入水核线带电运行	功率运行期间	在功率运行期间, 主外电源、辅助外电源和两台柴油机必须可用	LIC-600143—GJO	2000.08.07	本特许申请并未按计划于 8 月 8 日执行, 推迟到 9 月
3	GJO—600291—LIC	关于临时打开 RRA 热交换器 RRI 侧隔离阀的特许申请	RRI 泵叶轮汽蚀改造后, 再鉴定试验时须在正常运行情况下部分解除行政隔离 TYPE “L”, 开启相应列 RRA 热交换器前后的手动隔离阀, 从而影响安全壳的完整性	功率运行期间	在除换料冷停堆和维修冷停堆外的其他模式下, 必须关闭所有手动安全壳隔离阀, 并且在必要的位置安装上盲板法兰	LIC-600139—GJO	2000.06.27	
4	GJO—600258—LIC	关于在热停堆工况下主外电源的特许申请	由于 2 号机组主变压器 C 相套管接头温度偏高, 计划停运主外电源并隔离主变压器后更换主变压器中性点接头夹具, 主外电源停运时间小于 8 小时; 本特许申请要求在热停堆工况下停运主外电源并维持热停堆运行, 而不用向双相中间停堆 RRA 预热工况过渡	热停堆工况	在热停堆工况下, 当出现主外电源随机不可用时, 应执行 12.1 事故规程向双相中间停堆 RRA 预热工况过渡	LIC-600135—GJO	2000.03.16	

4.17 改造项目汇总

序号	改造项目编号	机组	系统	项 目 描 述
01	MR—MTS—000003	X	LHP	提高柴油发电机抗震支撑抗震强度
02	MR—MTS—000004	0	LKF	东波堤绿化区灌溉加压水泵供电
03	MR—MTS—000007	X	VVP	核岛用液压式阻尼器替代机械式阻尼器
04	MR—MTS—000008	0	DWN	AL 实验室原子吸收分光光谱仪排风罩换型
05	MR—MTS—000009	X	RAM	加装同期表捕捉最佳并网时机
06	MR—MTS—000018	0	HHB	AL 新增仪器供电
07	MR—MTS—000024	X	LHP	柴油发电机励磁控制回路起励
08	MR—MTS—000027	X	PTR	在 PTR001BA 内部加装吸水弯头, 防止中人大水事故下安全注入泵和安全壳喷淋泵气蚀
09	MR—MTS—000028	X	CTE	CTE 系统主控的报警逻辑修改
10	MR—MTS—000033	0	GEW	在核电站网控楼继保室内安装电能采集装置, 实现对上网电量计费统一、快速、合理的管理
11	MR—MTS—000035	X	ASC	辅助给水系统 ASG002PO 全流量试验规程的修改
12	MR—MTS—000047	X	EAS	安全壳喷淋母管 004D1 附近防振破改造
13	MR—MTS—000058	X	CEX	更换 CEX101/201/301VL 密封圈
14	MR—MTS—990014	X	DVM	加大通风系统设计风量使汽机厂房底层温度满足设计要求
15	MR—MTS—990017	X	JDT	MP 厂房火警信号送公用控制火警盘
16	MR—MTS—990022	X	VVP	主蒸汽隔离阀加装驱动头氮气压力和油压表以便机组正常运行期间现场监视
17	MR—MTS—990025	0	SDA	安装一台超声波清洗机定期清洁 011MG/009MG
18	MR—MTS—990033	X	RAM	退出 RAM 发电机功率速率降保护
19	MR—MTS—990037	X	LAB	蓄电池换型
20	MR—MTS—990040	X	DVII	上充泵房通风管路及风阀改造
21	MR—MTS—990043	0	SHY	加强整流柜散热
22	MR—MTS—990044	X	GEX	发电机转子参数测量柜增设空调机
23	MR—MTS—990047	9	DVN	排风机出口逆风阀改造
24	MR—MTS—990053	0	SEA	核厂绿化浇灌用水部分水源由 SEP 系统改为 SEA 系统
25	MR—MTS—990055	9	RRI	在 9RR1019/164 管线各加装一支架, 在正常运行和地震情况下都满足 RCCM 要求
26	MR—MTS—990058	X	SEP	700RS 和 701RS, 2SEP700RS 退出运行
27	MR—OPH—970006	9	SGZ	减压回路设计优化
28	MR—OPM—960044	X	SGZ	CO ₂ 贮存由气瓶方式改为贮罐方式
29	MR—OTS—970029	0	SDA	YA 除盐水车间自动运行
30	MR—OTS—980015	X	CTE	电解槽装置加装酸洗回路
31	MR—OTS—980018	X	SEK	增加一台排水泵

续表

序号	改造项目编号	机组	系统	项目描述
32	MR-OTS-980022	X	GSS	105/205VL 升级
33	MR-OTS-980030	X	DSI	MX 厂房入口加装电视监视网摄像头
34	MR-OTS-980036	0	MIS	建立废旧物质和工业垃圾分类贮存场
35	SMR-MEN-000001	0	SEP	露天储水池的水位测量变送器防雷
36	SMR-MEN-000003	X	MIS	GA 廊道用于检修和排水的电源
37	SMR-MEN-000004	X	GSY	供电保险改为断路器
38	SMR-MEN-000005	1	ATE	PS307 支架加固
39	SMR-MEN-000006	9	DVN	解决冷却盘管及其出风管外表面凝结水问题
40	SMR-MEN-000008	2	GST	调整 2GST101/201PO 基础台板局部变形
41	SMR-MEN-000011	9	SEP	管线在 LX 厂房入口加装隔离阀
42	SMR-MEN-000012	0	SAP	SAP 露点高跳闸回路增加自保持节点
43	SMR-MEN-000013	0	GRE	加装 GRE 阀门特性试验电缆、试验箱
44	SMR-MEN-000014	0	MIS	AF 常用工具库照明不足
45	SMR-MEN-000018	0	SDA	脉冲澄清池出口 PH 表取样管线改造
46	SMR-MEN-000022	2	SEK	取消 6 个临时泵排水用的阀门, 并对管线进行防腐蚀处理
47	SMR-MEN-000026	0	KZC	在控制区 C2 门旁及三废控制室门口增设污染检测的仪表使用的电源
48	SMR-MEN-000034	0	DSI	38 米平台保安照明移位
49	SMR-MEN-000035	9	CTF	三通阀 9CTF205VC 改为四通阀
50	SMR-MEN-000036	0	SAP	0SAP401/402CO 空压机隔音罩疏水
51	SMR-MEN-000037	9	SKH	501CF 与 501BA 的管线连接

第五章 专题报告

群堆管理方案的实施与推进

刘德强

1 群堆管理的目的与意义

2000年是大亚湾核电站两台机组投入商业运行的第七年，也是岭澳核电站生产准备关键性的一年。随着岭澳核电站两台机组投产的日益临近，如何高效地管理现场四台机组，进一步优化资源的配置和利用，提高安全运行水平和现场运作效率，成为中国广东核电集团公司（集团公司）、广东核电合营有限公司（合营公司，亦称为一核）和岭澳核电有限公司（岭澳公司，亦称为二核）高层领导关注的重点。

通过参考国际核电行业的先进管理模式，结合广东核电的实际情况，经过近一年的准备，集团公司于2000年5月20日决定：对大亚湾核电站及岭澳核电站共四台核电机组实施群堆管理，自7月1日起开始运作。

实施群堆管理，可以使资源得到优化利用，降低发电成本，增强广东核电的整体竞争力，经济上取得规模效益；使整个支持体系更加完善、配置更合理，有利于机组达到安全运行最佳状态；使两公司的组织与管理得到进一步优化，为广东核电的发展奠定良好的基础。

2 群堆管理的实施过程

5月17日，集团公司总经理主持召开群堆管理研讨会，会上讨论并通过了群堆管理实施方案及总体机构图。

5月20日，集团公司下发61号文决定自7月1日起按群堆管理既定模式开始运作。

5月23日，由合营公司总经理主持召开会议，决定成立群堆管理领导小组和工作小组。

5月25日，合营公司董事会批准了有关群堆管理工作的口头报告。

6月28日，岭澳公司董事会批准了有关群堆管理工作的书面报告。

6月6日，召开群堆管理工作小组及生产四部经理会，初步拟定了群堆管理的19项工作计划和生产系统组织机构图。

6月28日，召开群堆管理领导小组会，审查了群堆管理工作计划和处科级机构设置，并推动工作小组尽快编写确定生产线五个部的职责与功能，进一步研究组织机构变动的平稳过渡措施。

8月3日，召开生产五部经理研讨会，讨论通过了群堆管理的19项工作计划、各部主要职责分工与功能、生产系统组织机构图、部处调整的平稳过渡计划等问题。

8月15日,技术部与维修部正式分部运作暨技术部正式成立,生产系统各部级干部任命及处、科二级干部的调整公布,体现着从行政系统方面群堆管理顺利实施的基础已建立。

9月6日,电站党委完成换届选举并于9月12日召开电站新一届党委第一次会议,随后工会组织、基层党组织进行的换届选举或补选委员,从行政和党政工会等党群系统两条线上完成了对群堆管理的组织落实。

10月18日,生产五部向合营公司总经理部汇报了群堆管理各项工作的进展情况,会议要求对生产体系的财务授权及预算管理等问题作进一步澄清,并筹划召开第一次总经理联席会议。

11月28日,生产五部联同一、二核财务部召开了财务授权及预算管理研讨会,就公共部分人员的财务授权、生产预算管理、税务处理及费用分摊问题形成了初步意见,准备报总经理联席会议批准。

12月18日,一、二核召开第一次总经理联席会议,会议全面审查了群堆管理的各项工作,对群堆管理工作计划的执行情况表示肯定,同时对下一步的工作提出了具体要求,对核安全责任的划分作了更具体更详细的规定。

群堆管理实施几个月来,效果明显,五部的分工明确、配合默契、合作良好,随着党政组织机构的完善,五部干部的团队精神良好,安全生产和生产准备各项工作的效率都得到提高。特别是在对二核人员分流、理顺设备管理处功能、提高安全运行水平、提高接产的管理效率方面,已初步体现了群堆管理的生命力和优越性。

3 群堆管理的基本原则

群堆管理工作,按目前的模式,是由合营公司总经理部和岭澳公司总经理部组成总经理联席会议来负责领导的。群堆管理的重大事项,由总经理联席会议作出决定。总经理联席会议成员由两公司总经理部成员组成,会议由两公司总经理轮流主持,定期召开。这个管理模式正在研究继续向前发展的方案,今后将由更稳定的模式来替代。

两公司任命一名生产总经理全面负责大亚湾核电站和岭澳核电站四台机组的生产管理,大亚湾核电站安全运行的核安全直接领导责任和岭澳核电站在生产准备阶段和商业运行后的核安全直接领导责任都授予生产总经理负责。

生产总经理通过核安全授权,将大亚湾核电站安全运行管理责任和核安全直接责任授予合营公司生产部经理(大亚湾核电站厂长);将岭澳核电站安全运行管理责任和核安全直接责任授予岭澳核电公司生产部经理(岭澳核电站厂长);将两个核电站四台机组的日常维修和大修的管理责任及所涉及的核安全责任授予维修部经理;将两个核电站四台机组的技术支持、物资管理和设备管理责任及所涉及的核安全责任授予技术部经理;将两个核电站四台机组的安全运行质量保证和生产准备质量保证的管理责任授予质保部经理;同时设协调经理岗位,负责生产线各部协调工作。

为了保证厂长的核安全直接责任的有效落实,电站的所有活动均应在厂长的有效控制监督下进行。在必要时,厂长可调动所有的资源(包括各部的人力资源)来保证核安全责任的落实,其他经理须全力支持。其他经理对自己负责的独立活动承担核安全责任时,如果对同一问题的处理与厂长对该问题的处理意见不一致时,以厂长的意见为准。同时,对于生产过程中的重要活动,如设备维修的质量控制与验证、大修计划的制定与批准等,厂长都有明确的职权来保证其承担的核安全责任得以体现。

4 群堆管理的组织机构

群堆管理下的行政组织机构、党的组织机构见附图1、2、3

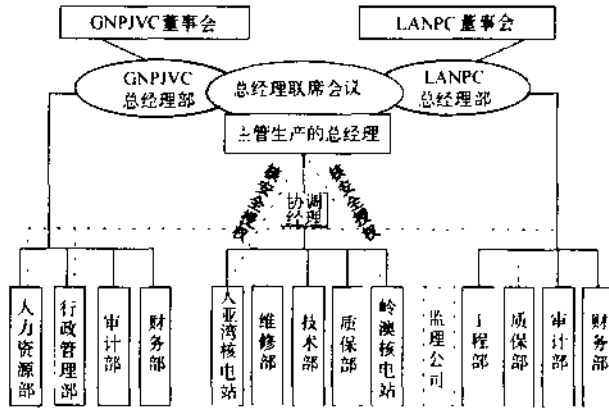


图1 群堆管理组织机构图

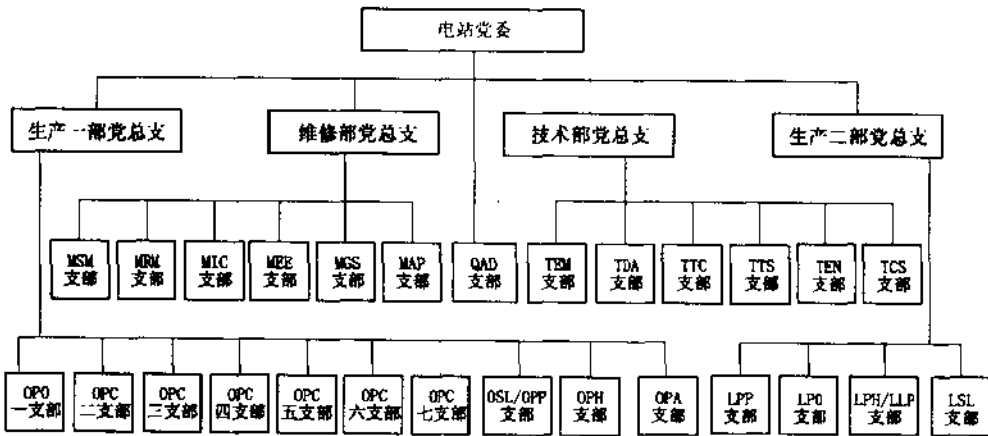


图3 电站党委组织机构图

两公司目前采用总经理联席会议的方式，指定一名主管生产的总经理负责群堆管理运作。

部门一级的管理采用分厂制，维修、技术等公用部门集中管理。

人力资源、行政管理两部工作在广东核电合营有限公司集中管理。

生产审计和生产质保由广东核电合营有限公司统一的部门负责。

群堆管理下，生产线继续保持一个统一的电站党委，以利于思想政治工作和团队建设的开展，这也是生产线多年来经过实践考验的成功经验之一。

5 群堆管理下生产线各部主要职责分工与功能

生产线五个部的主要职责分工为：

生产一部承担大亚湾核电站两台机组的核安全和运行管理责任以及所赋予的公共功能；生产二部承担岭澳核电站生产准备和接产的全面管理以及其两台机组的核安全和运行管理的责任；维修部承担两个电站设备的日常维修、大修和岭澳核电站与维修有关的生产准备、接产的责任；技术部承担两个电站的技术支持、设备管理、培训、合同与物资管理以及文件、档案管理的责任；质保部承担两个电站安全运行质量保证和岭澳核电站生产准备质量保证的

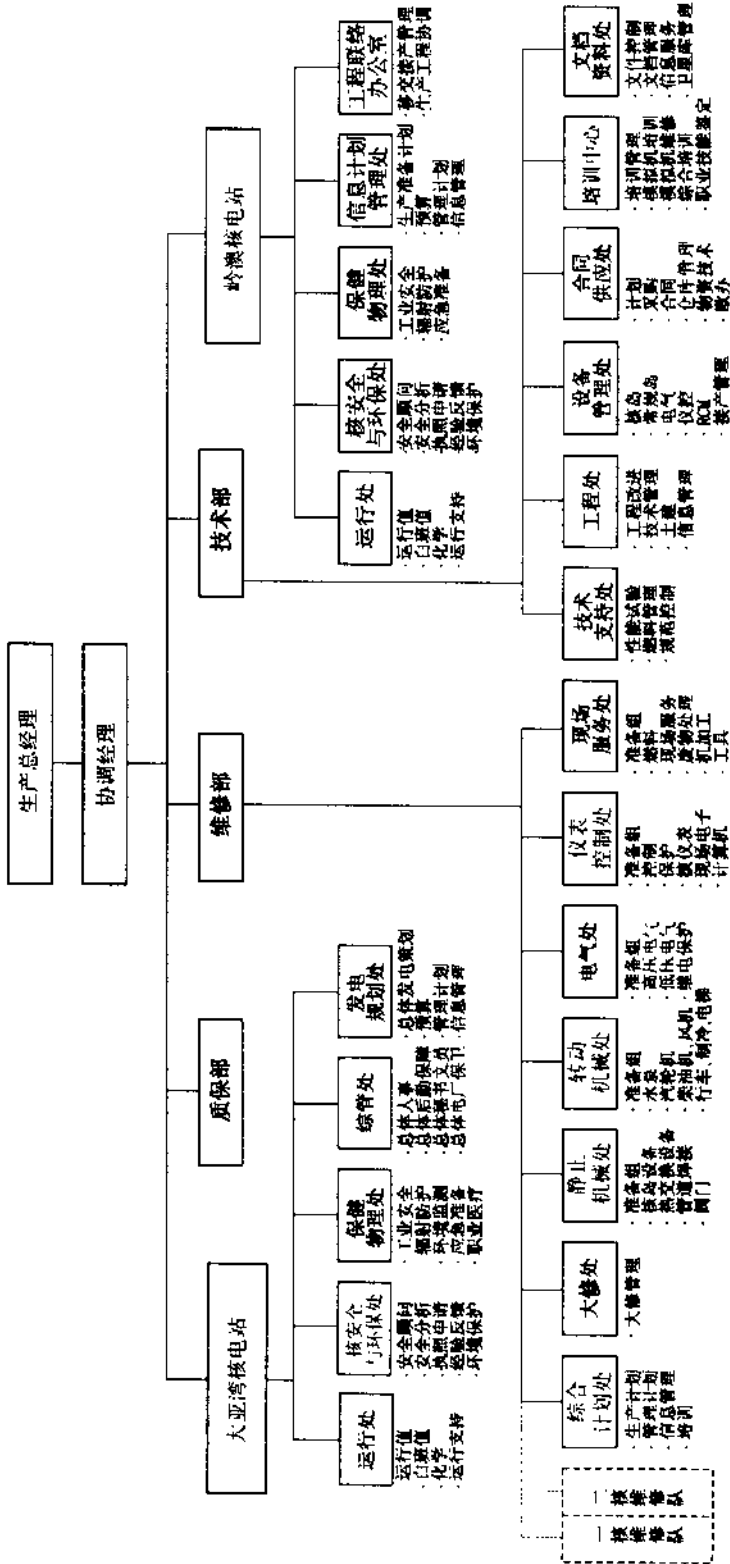


图2 生产系统群堆管理组织机构图

责任。

具体来说,生产一部的功能包括:负责大亚湾核电站两台机组的运行和安全管理;负责大亚湾核电站放射性废液和废气处理系统的运行管理;负责大亚湾核电站工业安全和辐射防护管理;负责大亚湾核电站的经验反馈体系;负责大亚湾核电站与国家有关部门、国际机构的工作接口;负责大亚湾核电工地的环境保护,三废综合管理,应急计划与准备,一、二核职业医疗与健康,一、二核人事保卫与后勤管理,一、二核四台机组与电网调度之间的联系与协调,一核生产预算控制及一、二核管理信息系统等公用功能。

生产二部的功能包括:负责岭澳核电站生产准备与接产的全面管理;负责生产与工程之间协调及与工程部接口;负责岭澳核电站两台机组的运行与安全管理;负责岭澳核电站放射性废液与废气处理系统的运行管理;负责岭澳核电站工业安全、辐射防护管理与厂内应急准备;负责二核生产预算控制;负责岭澳核电站与国家有关部门、国际机构的工作接口。

维修部的功能包括:电站日常生产与大修计划,包括维修、定期试验和其他生产活动;大修的组织与管理;设备的日常维修和换料大修的准备和实施;维修规程的编写、修改和批准;电气、仪表控制设备的定期试验;设备的维修巡视和缺陷的初步分析及处理;现场服务;维修成本控制;维修人员培训的策划;与维修相关的岭澳核电站生产准备、接产和接产后的维修工作。

技术部的功能包括:设备管理,对电站系统及设备的健康状态进行跟踪和监督,对缺陷和故障进行根本原因分析,确定纠正措施;维修大纲的编写、优化和批准,以及对现场生产、维修活动提供必要的工程技术支持;确定和实施中长期工程改进项目;电站系统和设备的性能试验、在役检查、技术管理以及技术监督;燃料管理、物理试验及反应堆安全分析;专用工具研究和开发;电站构筑物的管理与维修;人员的培训和授权管理、培训组织实施;合同、采购及物资管理;技术文件和档案管理。

质保部的功能包括:制定质量管理方案;制定、修改运行质保大纲;质保监查与监督;推动各部门的自我评估,评价质保大纲执行的有效性;参加供应商的资格评审;提供质保支持和服务。

6 群堆管理的其他重要事项

1) 一、二核相互支持协议的修订

由于1996年由广东核电合营有限公司和岭澳核电有限公司两公司签署的《一、二核相互支持协议》已无法覆盖目前实施群堆管理后的新内容,因此须对协议进行重新修订。在12月18日的第一次总经理联席会议上,就协议的主要内容,包括原则、机构、资源共享、财务、费用结算、实施、变更等方面作了概要性介绍。会议充分肯定了此修订方案,对其提出了指导性意见并要求继续往前推进。

2) 群堆管理下的生产预算管理 with 财务授权

群堆管理是一、二核共同出资源对现场的四台机组实施优化管理。在群堆管理下,成本控制责任分为二级,生产总经理对两公司的生产总成本管理目标负总责;生产五部经理对各自部门的预算总量控制负责。二核通过正式授权文件,授权一核财务部负责群堆管理生产成本预算的财务归口工作,二核财务部保留对二核生产预算管理与执行工作的监督、审计与信息统计工作。

生产系统的预算管理由生产五部统一的预算管理机构负责,以防止出现管理上的空白点。这个预算管理机构负责组织五部的预算编制及执行审核,与一核财务部接口和向二核财

务部提供有关信息。

鉴于工程建设与生产准备期间的特点,2003年1月1日以前,保留目前一、二核生产部门的两个生产预算管理科。由生产一部预算科负责生产五部生产预算的编制汇总及生产一部、维修部、技术部、质保部生产预算的执行;生产二部预算科负责生产五部生产准备预算的编制汇总及生产二部预算的执行。从2003年1月1日起,生产五部的预算管理机构的过渡成为一个统一的预算管理组织负责生产五部的预算管理。

3) 群堆管理下的委员会设置与运作

群堆管理下,生产系统共设置11个委员会(IP/ORG/110-C),主要起咨询、横向沟通和协调推进的作用。管理职能仍按行政授权在各部门经理及各管理层执行。

这11个委员会包括生产线领导班子(DTM)、电站核安全委员会(PNSC)、电站培训委员会(PTC)、电站质量管理委员会(PQMC)、电站工业安全及辐射防护委员会(PISRC)、电站工程技术委员会(PEC)、电站环境保护与三废管理委员会(PEWC)、电站经验反馈委员会(PEFC)、电站信息系统委员会(PISC)、电站技术监督委员会(PTSC)及节能小组(PESG)。

4) 群堆管理下的程序修改

按照群堆管理工作计划,一、二核现有的PQOM将合二为一,根据功能变化及任务特点,简化和优化生产系统的管理程序体系。

新的PQOM将全面覆盖大亚湾核电站和岭澳核电站所有重要活动和功能,章节设置以功能和任务为中心,结构安排体现电站管理的基本线条,体系尽可能简化,总数必须有所减少。原则上每章只有一个政策程序(AD),并且统一规范编写、校核、审查、批准过程及有关人员的资格要求,统一规范程序格式和编码要求。

按照工作计划,PQOM改版工作于9月30日正式启动,12月31日前所有政策程序生效,2001年3月31日前完成LNPS首次装料执照申请所需的执行程序,2001年6月30日全面完成PQOM改版工作。

7 群堆管理的下一步工作设想

目前,群堆管理工作是由两公司总经理联席会议来负责的。从一、二核相互支持协议的执行,到目前采用的群堆管理模式已是一个很大的进步,但这并不是我们的最终目标。因为总经理联席会议并不是一个稳定的组织机构,它不能解决一些深层次、根本性的问题,我们将来需要的是一个平衡的、开放的、稳固的运行管理模式。

到2000年年底,生产五部的基层组织机构已调整完毕,对代替总经理联席会议的更稳定更合理的模式,我们正在做方案的探讨工作。因此,群堆管理只是完成了一个阶段性工作,它还在发展的过程中。它还需要我们进一步地研究与探讨,以找到适合广东核电的最佳管理模式,达到优化资源、完善体系、保障安全、提高效率的目的,为广东核电争创世界先进水平提供创新的机会。

广东大亚湾核电站减少非计划停堆停机策略

张善明

回顾大亚湾核电站6年多运行历史,我们可以看到,电站各项业绩指标正逐年稳步提高。1994年电站获得美国“国际电力”杂志评选的“电站大奖”,2号机组首次创造了连续安全运行239天的良好记录。1997年,1号机组实现了一个燃料循环无非计划停机。1998年电站两台机组又实现了一个燃料循环无非计划停堆停机的记录,其中2号机组刷新了1994年创造的安全记录,连续安全运行305天。1999年,电站再次实现一个燃料循环无非计划停堆,两台机组平均无非计划停堆安全运行纪录达842天,在与法国EDF核电站安全运行友谊比赛中,大亚湾核电站名列榜首。1999年,机组能力因子达到86.39%,提前三年实现了公司五年发展计划的目标值86%。

尽管电站的安全生产在近年取得了良好业绩,但必须认识到,与国际先进水平相比,我们仍存在不小的差距。电站的非计划停堆停机次数虽已从4.5次/台机组降到1997年的1.5次/台机组和1998,1999年的零停堆,但1998年仍发生两次非计划与电网解列事件,2000年发生一次非计划停堆事件。另外,广东电网近年有了很大发展,至1997年底,广东电网总装机容量已从1980年的281万kW上升到1415.9万kW,香港中电电网方面,继1996年龙鼓滩电站投产4台125万kW燃气联合循环机组以来,装机容量也达795.8万kW。1995年广东电网核增线破口接入500kV惠州变电站,使主干网得到加强,但从电网网架结构上看,500kV的广东网联系仍较弱,且由于核电机组单机容量大,又位于粤港联网点上,客观上决定了其运行方式对广东、香港九龙联网系统的影响较大。因此,核电机组的非计划停堆停机,对于广东电网仍是一个潜在的不稳定因素。1994年5月25日,大亚湾核电站1号机组在进行反应堆保护系统ATWT通道的SIP试验时,由于该通道自动试验装置接口设计缺陷,导致试验误触发ATWT保护信号,导致自动停堆停机,天广线振荡解列,低周减载动作,造成广东电网和香港、澳门部分用户短时停电。1995年7月18日,大亚湾核电站1号机组由于电气人员做定期试验时误操作,导致机组自动停机,骤减负荷964MW,系统频率由49.90Hz降至49.01Hz,南方联营电网发生振荡,广东、广西、贵州低频减载装置动作,共切负荷164MW。1995年8月31日,1号机组因继电器进水跳闸,骤减负荷980MW,电网频率由50.10Hz降至49.63Hz,使500kV来宾至梧州线路输送负荷超过稳定限制;8小时后,2号机组因保护盘电磁开关误动自动停机,骤减负荷980MW,电网频率由50.09Hz降至49.63Hz,500kV来宾至梧州线路输送负荷再次超过极限。1996年6月6日,运行人员在做OGEW柴油机试验时,误碰OLBM开关,导致2号机组500kV的OGEW450JA/452JA合闸位置重动继电器失磁,误发信号,导致汽机快速降负荷,后因真空下降,导致汽轮机自动停机。事故时电网频率降至49.60Hz,而同时广西岩滩机组调速器又发生异常调节,反而自动减出力520MW,加剧系统有功缺额,致使线路过负荷,云南与南方互联网解列,电网频率进一步下降,导致低周减载动作。

为进一步搞好电力安全生产,保证电力供应,电力部,广东省电力集团公司采取了种种

措施。1995 年国家颁布了《电力法》，将我国电力的生产、供应与使用纳入了法制轨道。1997 年，电力部相继颁布了《电力安全生产奖惩规定》、《并网核电站电力生产安全管理规定》，以加强并网电站的安全生产管理。与此同时，广东省电力集团公司提出了到 2000 年在广东建成“一个一流水电站，一个一流核电站，两个一流火电站，三个一流供电局”的“1123”工程口号，以把广东的电力安全生产进一步推向深入。

针对电力安全生产形势的要求，大亚湾核电站也加强了内部安全生产管理，提出在保证核安全的同时，也必须把电网安全作为主要工作来抓，以保证广东电网的安全运行。1996 年 9 月，大亚湾核电站配合国际 WANO 中心在大亚湾举行了如何减少非计划停堆停机的国际研讨会，就如何减少非计划停堆停机与来自日本、南韩、法国、美国等国的核电专家进行了广泛探讨，在此基础上，大亚湾核电站于 1997 年制定了旨在进一步落实历年来针对非计划停堆停机事件所采取的纠正行动的减少非计划停堆停机行动计划。1998 年，电站又提出了赶超国际先进水平的管理计划，制定了大亚湾核电站减少非计划停堆停机策略，并把它作为电站管理计划的首要任务。

1 引起机组非计划停堆停机的原因剖析

引起机组非计划停堆停机的原因是多种多样的，但总结起来可分为两大类：人因失效与设备失效。根据 INPO 与 FPI 的根本原因分析方法，导致人因失效的根本原因有：交流；人-机接口；环境条件；工作安排；工作实践；工作组织与计划；监督方法；培训；变更管理；资源管理；管理方法等。导致设备失效的根本原因有：设计；制造；维修与试验；运行；外部因素等。表 1 列出了商业运行以来大亚湾核电站历年非计划停堆停机次数以及失效原因分布：

表 1 大亚湾核电站历年非计划停堆停机统计

年 份	1994	1995	1996	1997	合计
非计划停堆停机次数/台机组	3	4.5	3	1.5	12
人因失效/次	1 (33.3%)	1.5 (33.3%)	0.5 (16.7%)	1.5 (100%)	4.5 (37.5%)
设备失效/次	2 (66.7%)	3 (66.7%)	2.5 (83.3%)	0	7.5 (62.5%)

从上述表中可以看出，电站非计划停堆停机大多数是由于设备失效所引起。从导致设备失效的根本原因来看，有设计缺陷、维修缺陷、外部原因等，但进一步的分析可以发现，在总共 15 次由设备故障引发的非计划停堆停机事件中，常规岛特别是给水系统中的流量调节、给水泵的转速调节故障占了主要部分。而在人因失效引发的非计划停堆停机事件中，其主要原因是工作人员的不良工作习惯，如工作前工作准备不充分、不做工作风险分析、不遵守规程、不使用规程等。由此我们可以看出，要减少电站的非计划停堆停机，必须从预防人因失效与设备失效做起。

2 人因失效防范

人因工程研究表明，人因失效的类型大致有三种，即技能型 (Skilled-Based)，规则型 (Ruled-Based) 与知识型 (Knowledge-Based)。而减少失效的有效措施可包括改进工作质量，加强员工职业成就感，改善员工间的人际关系与交流以建立员工的成本观念等。加强员工职

业成就感,改善员工人际关系与交流在电站的管理中视为一种企业文化与人生价值观的建立,本文不做进一步探讨,大亚湾核电站减少非计划停堆停机策略在人因失效预防上主要侧重于如何加强工作过程的管理,提高工作质量。

大亚湾核电站人因失效的预防措施主要包括:加强员工技能培训,提高员工工作质量;推行良好工作实践,反对不良工作习惯;加强工作过程的风险管理;提高电站经验反馈的有效性,进一步落实历年非计划停堆停机事件纠正行动;完善电站保卫控制。

(1) 加强员工技能培训,提高员工工作质量

大亚湾核电站根据系统化培训方法(SAT),建立有一套比较完整的员工岗位培训体系,其中的在岗培训与专项培训是提高员工岗位技能的重要途径。1997年,大亚湾核电站为完善维修人员的技能培训设施,分别建立了水泵维修实验室、阀门维修实验室和仪表控制维修实验室,并请有经验的专业技术人员授课。另外,电站还有计划地选派相关专业人员去国内、国外培训,同时开展广泛的国际交流,以请进来,送出去的方式,开阔专业技术人员的视野,从而大大提高了电站设备维护的自主化能力。1997年,大亚湾核电站有127人通过了国家工人技工考试,其中89人获得高级技工职称,29人获得中级技工职称,9人获得技师职称。为了提高运行人员的设备异常处理能力,电站还针对影响安全运行的关键设备状况,开展事故预想,进而采取针对性的培训,以加强影响机组运行的设备风险控制。

(2) 推行良好工作实践,反对不良工作习惯

讲究严谨的工作作风,树立求实的工作态度,是我们良好工作质量的保证。大亚湾核电站在反对不良工作习惯方面进行了不懈的努力。1997年,电站各个专业班组根据自己的专业特点,列出了常见的不良工作习惯清单,并有针对性地组织学习,与此同时,相关生产处还制定了“现场文明生产守则”,以进一步明确电站文明生产管理要求。为把该工作进一步推向深入,电站规范了管理干部巡视制度,对各级管理干部还进行了针对性的巡视技巧培训,要求各级干部要有系统的管理巡视计划,及时与员工沟通,及时发现现场存在的实际问题。对于历年由不良工作习惯造成的安全生产事件,电站还以案例分析的形式,写进培训教材,对员工进行培训。另外,电站还对发现的危害性较大的不良工作习惯,采取发“整改通知”的形式,限期整改。

在摒除不良工作习惯的同时,电站还致力于推行良好的工作实践,针对运行人员走错间隔,不遵守规程的不良习惯,电站极力推行INPO组织的“明星自检”良好工作实践,要求每件工作一次做对,一次做好,“停、想、做、查”,力求完美。对所有运行操作活动,要求召开工前会和自唱票,对高风险的作业,要求实行互唱票和“双重”监护制度,这些规定均直接标注在规程上。在工作现场管理上,实行工作现场挂牌制度,要求工作负责人在工作现场用挂牌形式作出对现场管理的承诺,方便监督。培训处还准备把反不良工作习惯,推行良好工作实践拍成教学片,进行学习、宣传。

(3) 加强工作过程的风险管理

加强工作过程控制,将电站停堆停机风险控制到最小,是大亚湾核电站减少非计划停堆停机策略的重要内容。根据现场作业所带来的停堆停机风险,电站将现场工作分为三大类:第一类工作称为高风险工作,进行这类工作时,机组具有很高的停堆停机风险,且客观上具有不可控因素存在,如2号机组第四次大修时所进行的同时关闭两个汽轮机低压缸进汽门,以校验再热器前跳机压力整定值的试验。对于一类工作,电站要求相关专业须做好风险分析,列出预防措施,技术措施须经专业科科长、值班值长、值班安全技术顾问的审核,最

后经主管厂长批准,才能实施;第二类工作称为有风险的工作,这类工作虽有停堆停机的风险,但只要做好风险分析,做好预防,风险仍可避免。对于二类工作,电站要求相关专业须做好风险分析,技术措施须经专业科工程师、值班值长、值班安全技术顾问的审核批准,才能实施;所有无风险的工作称为第三类工作,原则上不加特别控制。有关风险工作的分类与控制,可参见表2和表3:

表2 风险工作的分类

类别	名称	划分标准
一类工作	高风险工作	具有直接引发停堆停机风险的活动
二类工作	有风险工作	具有间接引发停堆停机风险的活动
三类工作	无风险工作	没有停堆停机风险的活动

表3 风险的控制

	一类工作		二类工作		三类工作	
	工作要求	批准	工作要求	批准	工作要求	批准
准备阶段	<ul style="list-style-type: none"> 文件包的准备 预防措施的准备 -设备失效预防 -人因失效预防 	专业科科长	<ul style="list-style-type: none"> 文件包的准备 预防措施的准备 -设备失效预防 -人因失效预防 	专业科科长	<ul style="list-style-type: none"> 文件包的准备 	准备工程师
计划阶段	<ul style="list-style-type: none"> 检查准备工作的完成情况 检查机组状态的允许 	计划工程师 + 值长, STA + 主管经理	<ul style="list-style-type: none"> 检查准备工作的完成情况 检查机组状态的允许 	计划工程师 + 值长, STA	<ul style="list-style-type: none"> 检查准备工作的完成情况 检查机组状态的允许 	计划工程师 + 值长
执行阶段	<ul style="list-style-type: none"> 检查准备工作的完成情况 检查机组状态的允许 	值长 + OSL工程师	<ul style="list-style-type: none"> 检查准备工作的完成情况 检查机组状态的允许 	值长 + OSL工程师	<ul style="list-style-type: none"> 检查准备工作的完成情况 检查机组状态的允许 	值长

另外,为进一步加强工作的风险控制,电站专门成立运行白班值,以配合维修计划人员进行风险分析。

(4) 提高经验反馈的有效性,进一步落实历年非计划停堆停机事件的纠正行动

根据国外核电站的经验反馈,减少非计划停堆停机的最有效措施之一就是针对以往事件的根本原因,采取纠正措施,避免事件的重发。电站根据国外的经验,制定了大亚湾核电站根本原因分析方法,并有计划地对员工进行培训,同时要求,对电站的重要事件,相关专业组须进行根本原因分析。在对以往的停堆停机事件分析中我们发现,蒸汽发生器水位触发的停机停堆占了很大比例,其次有发电机保护系统与堆功率测量系统,为提高上述系统的运行可靠性,电站一方面对常规岛给水回路进行必要的技术改造,另一方面对维修与运行人员加强了针对性的培训,以提高他们的专业技术水平。从1997年的运行情况看,基本上防止了重复事件的发生,有效地减少了由以上几个系统引发的停机停堆。

国际安全管理实践表明,任何一个事件在演变成严重事件之前,至少已发生十次同类的未遂事件。为进一步加强“预防为主”,从1996年开始,电站经验反馈体系建立了“电站内

部运行事件”即“未遂事件”探测与分析体系，目的在于对电站内部发生的任何违反电站规定的事件进行分析，以求从管理上防止事件苗头的发生，做到防患于未然。电站内部运行事件分析体系的建立，大大提高了电站人员的安全生产意识，有效地减少了人因失效与设备失效事件的发生。

(5) 完善电站保卫计划

常规岛（汽轮发电机部分）与 BOP 部分的检修大部分由承包商担任。针对国内承包商安全意识不强，人员流动性大等特点，电站除了加大对承包商的管理力度外，还对一些重要厂房的人员出人进行登记，同时对厂房自动控制系统进行必要的改造，以加强厂房出入的自动控制，避免由于人因失误对电站的稳定运行造成影响。

3 设备失效防范

根据历年非计划停堆停机事件的根本原因分析与国外核电站的经验反馈，加强设备可靠性管理是预防设备失效的根本途径。大亚湾核电站预防设备失效的具体措施有：开展安全运行关键设备的设备历史分析，改进关键设备的维修政策；建立与完善防台风、防潮与防高温的具体措施，以杜绝由外部原因而导致的设备失效。

(1) 加强关键设备的管理，提高设备可靠性

如把电站所有的自动停堆停机保护信号作为顶事件，然后利用事件树与 FMEA（功能效应分析）的分析方法，找出导致顶事件发生的最小割集即失效模式，就可识别出可能导致机组停堆停机的关键设备。电站为此成立了专项研究小组，通过上述方法进行导致机组停堆停机的关键设备的识别，然后通过加强对关键设备的运行监督与维护，提高机组的运行可靠性。

(2) 建立设备问题的跟踪体系，防止设备重复失效

为加强设备问题的管理，电站建立的专门的设备十大技术问题与遗留问题跟踪体系，定期与相关专业部门召开会议，讨论机组状态与各项技术问题的处理进展情况，从而使电站各项技术问题的解决得到落实，机组状态得到良好控制。

(3) 建立与完善防台风、防潮与防高温的具体措施，杜绝由外部原因而导致的设备失效

大亚湾核电站地处海滨地区，且属亚热带气候，台风、潮湿以及持续高温给电站的安全运行带来一定的威胁。1995年8月31日，设备因台风袭击进水误动导致两台机组相继停机。天气潮湿与高温也使常规岛设备的误动率大大增加。为提高电站的设备可靠性，大亚湾核电站制定了专门的防台风行动计划，并根据以往的经验反馈，对关键设备进行了防台风改造。对于容易受潮湿与高温影响的设备，采取了加装通风与空调设施，并要求进行针对性的设备巡视。

4 结束语

减少机组的非计划停堆停机将有助于降低电站瞬态频度、减少对安全系统以及电网的冲击，而通过对减少非计划停堆停机计划的研究与实施，也必然促进电站管理水平的提高，广东大亚湾核电站提出与实施减少非计划停堆停机计划的目的也正于此。

PRA 在大亚湾核电站的开发与应用

黄卫刚

1 前言

大亚湾核电站一级概率风险分析 (PROBABILISTIC RISK ASSESSMENT 简称 PRA) 开发工作始于 1995 年, 当时的主要目的是做一个设计阶段的一级 PRA 用于岭澳核电站的执照申请。由大亚湾核电站、岭澳核电站、清华大学和中国原子能院进行合作, 于 1997 年完成。该阶段的 PRA 主要参考了法国的一级 PRA (EPS900), 并结合大亚湾核电站的经验反馈和对大亚湾核电站具体情况所作的敏感性分析, 利用了 EDF 的设备可靠性参数计算出大亚湾核电站及岭澳核电站的 PRA 结果。

第二阶段的 PRA 工作于 1997 年底开始, 该阶段的工作主要依靠大亚湾核电站员工来完成。安全分析工程师、安全顾问和部分运行操纵员参与了 PRA 项目的开发。另外还聘请了清华大学著名教授来现场指导工作, 参与 PRA 部分工作的还有中南工学院、中国原子能院堆工所、上海核工程研究设计院和北京电力科学院。IAEA (国际原子能机构) 专家和台湾核能研究所的同行也为大亚湾核电站 PRA 提供了不少好的建议。第二阶段 PRA 项目开发过程中一直受到公司领导的重视和大力支持。

在完成大亚湾核电站 PRA 的基础上, PRA 项目组开始着手岭澳核电站的一级 PRA。岭澳核电站第二阶段的 PRA 工作于 1999 年底开始, 由岭澳核电站 PRA 组和大亚湾核电站 PRA 组共同完成。考虑了岭澳核电站与大亚湾核电站的技术差异与设计改进; 对全部人因事件重新进行了分析, 并得出了完整的人因分析结果; 对岭澳核电站外电网可靠性重新进行了评价; 对人因评价中的允许时间和事件树的成功准则进行了热工水力计算。2000 年 10 月完成了全部报告的编写及内部评审工作。

PRA 项目组还积极开展 PRA 技术培训, 先后有大亚湾核电站、岭澳核电站各类技术人员近 500 人参加了近 20 个不同类型的 PRA 培训班; 开展 PRA 技术应用和开发, 将 PRA 技术应用到电站改进、运行安全评价和维修工作中; 开发了电站设备可靠性数据库 PERD、电站在线风险管理系统 PORM 等。

2 大亚湾核电站一级 PRA

为了得到大亚湾核电站实际的 PRA 模型, 我们进行电站和厂外电源、设备可靠性和初因事件的收集和处理, 随后对一些重点事件和事故规程的时间进程进行热工水力分析, 对事件树、故障树涉及到的人因事件进行人因分析和人因失误概率计算, 在事件树和故障树建造过程中补充考虑了压缩空气系统、通风系统和电气系统等支持系统的影响。PRA 计算程序是采用目前国际上最先进的 PRA 分析程序 RISK SPECTRUM, 并结合大亚湾核电站的经验反馈综合而成。

在用 RISK SPECTRUM 建立 PRA 模型后, 发现其不仅具有快速计算的优点, 能够在十分钟内完成一次完整的 PRA 定量化计算, 而且能够方便地修改 PRA 模型, 是核电站 LIVING PRA 和安全评价的理想工具。目前已可以利用网络浏览器 INTERNET EXPLORER 和 CIS 系统通过公司内部网络将机组状态风险值每天发布。这是一个由量到质的变化, 为下一步进行风险管理和 PRA 应用打好了基础。

根据大亚湾核电站最新的一级 PRA 模型定量计算的堆芯熔化频率 CDF (CORE DAMAGE FREQUENCY) 结果为: $CDF = 1.24 \times 10^{-5} / (\text{堆} \cdot \text{年})$ 。

在目前大亚湾核电站最新的 PRA 模型中包含有:

- (1) 10 大类初因事件, 64 个子初因事件, 66 棵事件树;
- (2) 3 个核安全相关系统的可靠性分析及相关设备的 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) 分析;
- (3) 2 003 个故障树逻辑门;
- (4) 2 581 个基本事件;
- (5) 490 个堆芯熔化事故序列。

2.1 大亚湾核电站 PRA 模型的初因事件

大亚湾核电站 PRA 模型的初因事件可以归为两大类, 一类是一回路系统失水事故 (LO-CA) 事件, 另一类是引起电站状态瞬变的初因事件。

LOCA 初因事件有四类, 它们分别为:

- (1) 大破口失水事故 (LLOCA);
- (2) 中破口失水事故 (MLOCA);
- (3) 小破口失水事故 (SLOCA)。
- (4) 压力容器破裂事故。

瞬态初因事件包括如下九类:

- (1) 热阱丧失;
- (2) 蒸汽发生器给水丧失;
- (3) 外电源丧失;
- (4) 未能紧急停堆的预期瞬态;
- (5) 二回路破口;
- (6) 失控硼稀释;
- (7) 直流电源丧失;
- (8) 蒸汽发生器传热管破裂;
- (9) 蒸汽管破口叠加蒸汽发生器传热管破裂。

表 2-1 列出了经 BAYES 方法处理过后的大亚湾核电站 PRA 初因事件及发生频率。

表 2-1 大亚湾核电站初因事件及发生频率

初因编码	初因事件	初因频率 1/R _Y	子初因编码	子初因事件	子初因频率 1/R _Y
BL	大 LOCA	1.04E-04	BL1A	A 工况热端大破口 (>15 cm)	4.0E-5
			BL2A	A 工况冷端大破口 (>15 cm)	6.0E-5
			BL1B	B 工况压力 >7.0 MPa 大破口	2.0E-7
			BL2B	B 工况压力 <7.0 MPa 大破口	3.0E-7
			BL1C	C 工况在 RRA 上的大破口	3.5E-6
BI	中 LOCA	3.13E-04	BI1A	A 工况热端中破口 (5.0~15 cm)	1.2E-4
			BI2A	A 工况冷端中破口 (5.0~15 cm)	1.8E-4
			BI1B	B 工况一回路温度 >250 °C 中破口 (5.0~15 cm)	2.0E-7
			BI2B	B2 工况一回路压力 >7.0 MPa 中破口 (5.0~15 cm)	4.2E-7
			BI3B	B 工况一回路压力 <7.0 MPa 中破口 (5.0~15 cm)	9.0E-7
			BI1C	C 工况在 RRA 上的中破口 (5.0~11.3 cm)	1.1E-5

续表

初因编码	初因事件	初因频率 1/R _Y	子初因编码	子初因事件	子初因频率 1/R _Y
BS	小 LOCA	2.31E-03	BS1A	A 工况小破口 (0.95 ~ 1.5 cm)	3.0E-4
			BS2A	A 工况小破口 (1.5 ~ 5.0 cm)	1.7E-3
			BS3A	A 工况稳压器释放管线破口 (4.5 cm)	6.92E-5
			BS1B	B 工况小破口 (0.95 ~ 1.5 cm)	1.5E-6
			BS2B	B 工况小破口 (1.5 ~ 5.0cm)	8.5E-6
			BS3B	B 工况稳压器汽相阶段 SEBIM 阀破口	1.82E-5
			BS1C	C 工况在 RRA 上的小破口 (0.95 ~ 1.5 cm)	9.0E-6
			BS2C	C 工况在 RRA 上的小破口 (1.5 ~ 3.0 cm)	6.2E-5
			BS3C	C 工况稳压器汽相阶段 SEBIM 阀误开	1.78E-5
			BS4C	C 工况的 RRA 释放阀卡在打开位置	6.7E-6
			BS1D	D 工况在 RRA 上的小破口 (0.95 ~ 5.0 cm)	1.22E-4
VR	压力容器破裂	2.66E-7	VR	压力容器上发生超过补水能力的破口	2.66E-7
Q	丧失热阱	2.06E-2	Q1A	取水口丧失	7.5E-5
			Q2A	1 列 RRI 在安全段大漏	3.7E-3
			Q3A	列间阀门关闭	4.5E-3
			Q4A	两列 SEC 丧失	1.37E-5
			Q3A	两列 RRI 丧失	4.4E-7
			Q6A	RRI, SEC 交叉丧失	5.9E-8
			Q7A	RRI 在共用段大漏	1.85E-3
			Q1D	停堆工况 RRA 丧失 (1)	1E-2
			Q2D	停堆工况 RRA 丧失 (2)	4.6E-4
S	丧失给水	2.2	S1A	丧失主给水	2.2
			S2A	A 工况丧失运行中辅助给水	5E-4
			S2B	B 工况丧失运行中辅助给水	3E-4
T	丧失外电源	1.73E-3 (全部工况)	TA	A 工况丧失外电源	1.34E-3
			TB	B 工况丧失外电源	2.04E-5
			TC	C 工况丧失外电源	1.15E-4
			TD	D 工况丧失外电源	7.65E-5
W	给水管 道破口	1.10E-3	W1	A 工况给水管大破口	9.85E-5
			W2	B 工况给水管大破口	1.50E-6
			WS1	A 工况给水管小破口	9.85E-4
			WS2	B 工况给水管小破口	1.50E-5
V	蒸汽管破口	8.11E-3	VL1	安全壳内大破口	1.0E-4
			VL2	安全壳外主蒸汽隔离阀上游处大破口	1.0E-5
			VL3	安全壳处主蒸汽隔离阀下游处大破口	1.0E-3
			VSI	安全壳内小破口	1.0E-3
			VS2	安全壳外主蒸汽隔离阀上游处小破口	1.0E-3
			VS3	安全壳外主蒸汽隔离阀下游处小破口	5.0E-3

续表

初因编码	初因事件	初因频率 1/R _Y	子初因编码	子初因事件	子初因频率 1/R _Y
P	失控硼稀释	1.50E-2	PD1	失控均匀硼稀释	1.5E-2
			PD2	正在硼稀释时失去外电源	7.05E-5
O	丧失直流电源	2.21E-2	ODA	丧失直流电源 LDA	1.07E-2
			OBA	丧失直流电源 LBA	1.33E-3
			OBB	丧失直流电源 LBB	1.33E-3
			OCA	丧失直流电源 LCA	2.91E-3
			OCB	丧失直流电源 LCB	2.91E-3
			OCC	丧失直流电源 LCC	2.91E-3
G	蒸汽发生器传热管断裂	6.5E-3	GS-1	1根传热管断裂	6.0E-3
			GS-2	2根传热管断裂	5.0E-4
CS	蒸汽管道破裂叠加蒸汽发生器传热管破裂	4.95E-5	CSL12	蒸汽管大破口叠加1根或2根蒸汽发生器GV传热管破裂	4.8E-7
			CSL3	蒸汽管大破口叠加10根GV传热管破裂	1.0E-8
			CSS1	蒸汽管小破口叠加1根GV传热管破裂	3.4E-5
			GSS2	蒸汽管小破口叠加2根GV传热管破裂	1.4E-5
			CSS3	蒸汽管小破口叠加10根GV传热管破裂	1.0E-6

大亚湾核电站各种工况的定义如下:

- A: 反应堆功率运行、热停堆;
- B: 反应堆中间两相;
- C: 反应堆 RRA 连接;
- D: 一回路处于中平面水位 (MID-LOOP) 运行;
- E: 换料冷停, 此阶段至少有一根燃料还停留在堆中;
- F: 维修冷停。

2.2 大亚湾核电站支配性的设备

根据大亚湾核电站 PRA 模型, 经 RISK SPECTRUM 定量化计算得到下面 12 种设备对堆芯熔化风险起支配性作用:

- (1) 柴油发电机组故障
- (2) 辅助给水系统蒸汽轮机故障
- (3) PTR 水箱水位传感器共因故障
- (4) RRI 冷却 RRA 的进出口阀
- (5) 反应堆紧急停堆系统故障
- (6) ILS 系统蒸汽透平故障
- (7) 安全喷淋系统泵共因失效
- (8) RRA 系统两台泵共因故障
- (9) 安全注入系统泵故障

- (10) RRA 系统进水电动阀共因故障
- (11) RRA 系统出水电动阀共因故障
- (12) RRI 系统热交换器

2.3 与法国机组的比较

大亚湾核电站一级 PRA 各类初因与法国 M310 的 CDF 比较:

初 因	CDF	
	大亚湾核电站	M310 机组
大 LOCA	6.63E-7	5.3E-7
中 LOCA	1.08E-6	9.8E-7
小 LOCA	2.70E-6	1.6E-6
丧失热阱	9.01E-7	7.9E-7
丧失主给水	1.17E-6	7.5E-8
丧失厂外电	1.34E-6	3.8E-7
ATWT	5.00E-7	8.3E-7
二回路大破口	5.25E-7	4.5E-7
意外硼稀释	8.98E-7	6.0E-7
丧失低压配电盘	2.68E-8	4.5E-7
蒸汽发生器传热管破裂	1.46E-6	8.3E-7
SGTR 叠加二回路大破口	7.87E-7	
合 计	1.24E-5	7.5E-6

3 设备可靠性数据库

大亚湾新型核电站设备可靠性数据库 (Nuclear Power Plant Equipment Reliability Database, PERD) 是核电站的重要信息系统, 是一个基于核电站局域网的一个关系型数据库, 所有的数据采集和传输均通过网络来完成, 数据的采集完全是自动进行的。它不仅提供了核电站设备的运行历史记录和原始特性参数, 而且还提供设备失效趋势分析曲线和设备可靠性参数。目前在设备可靠性数据库中定义了 115 个设备类, 约 2000 个设备/机组, 包含了电站一级 PRA 所用到的全部设备。数据库的容量和规模可随着核电站工作的需要自由扩充和增加, 以便将新的设备类和设备录入到该数据库中。

开发新型核电站设备可靠性数据库的主要目的是为了进一步提高核电站的安全水平和设备管理水平, 为电站的一级 PRA、在线风险管理系统 (On-line Risk Monitor) 以及 RCM (Reliability Centred Maintenance) 提供基本的可靠性参数。同时, 也可以为电站的安全评价、预防性维修、纠正性维修、事故预测、备品备件优化管理等活动提供有用的数据, 为运行、维修现场工作服务。

核电站设备可靠性数据库主要用于:

- (1) 通过对设备运行记录和维修记录的分析给出设备可靠性参数, 用于电站的 PRA 分析及在线风险管理系统;
- (2) 通过对设备失效记录及原因分析给出相关设备失效的原因, 以便从宏观上控制备品

备件或采取必要的电站改造；

(3) 通过对设备失效历史记录的分析给出设备失效的特性曲线，提供预防性维修所需信息；

(4) 另外核电站设备可靠性数据库在大修优化、RCM、定期试验以及维修政策方面有重要的指导意义。

大亚湾核电站设备可靠性数据库的开发工作以核电站员工为主，自行设计，部分引进外援。在开发过程中，维修人员和运行操作员全面介入了数据采集和数据库结构设计，这样做的好处是使得数据库接口和结构能够更加切合实际并且使得采集数据的准确性和质量得到提高。开发电站设备可靠性数据库的基本原则是：

(1) 向国际先进水平看齐，满足电站各部门的工作需要

核电站设备可靠性数据库除了提供国际上可靠性数据库通常提供的运行失效率 (λ)、需求失效率 (P) 及平均维修时间 (τ) 外，还在共因失效因子 (β)、累积运行时间的计算、可靠性参数计算方法等方面进行进一步的工作。

另外，核电站设备可靠性数据库除了可为电站概率安全分析 (PRA) 提供可靠性参数，还可为建立设备历史档案、备品备件优化管理、设备运行变化趋势分析、瞬态分析、RCM 等方面提供数据源。

(2) 与核电站实际工作流程相结合，使核电站设备可靠性数据库成为真正意义上的动态数据库

核电站设备可靠性数据库所需要的维修、运行、工程信息的数据采集过程与核电站实际的运行过程、维修过程、改造过程是紧密结合的，有关信息在产生的同时即将其转入数据库记录下来。在确保数据的实时性、准确性的前提下，不需要专门的数据采集人员，使收集电站数据的费用及人员降低到最低限度。同时确保了数据的实时性、准确性。

(3) 充分利用迅速发展的网络技术，使核电站设备可靠性数据库成为整个电站信息管理系统的一个重要的有机组成部分。

大亚湾核电站目前已经建立一个完备的工业网络，并正在良好地运转。核电站设备可靠性数据库的建立以此为基础，与电站信息管理系统相结合。所有数据的收集和传输均通过网络完成，消除了文件传递所需要的大量时间及可能产生的错误，使核电站设备可靠性数据库成为真正的实时数据库，为在线风险管理系统的实现提供数据基础。

4 电站在线风险管理系统 PORM (Plant online risk monitor)

核电站运行的可靠性，不仅直接影响核电站的经济效益，而且与核电站的安全性密切相关。目前世界各核能国家已开始将 PRA 技术应用到电站在线维修和风险管理方面。美国在 PRA 的应用方面进行了大量的应用研究，并制定了 PRA 技术应用在维修方面的法规。PRA 技术的应用对于减少维修成本，评价在线维修的安全性和优化大修计划有重要的作用和指导意义，是核电站运行决策的重要工具。

另外 PRA 技术在其他领域也有重要的作用。例如，大亚湾核电站在结合运行事件、维修决策和工程改造等生产实践，对核电站容易引起紧急停堆停机的系统及设备（大量为电气系统及仪表控制系统的设备），采用 FMEA, FTA, ETA 等技术，进行安全性和可用性分析，为提高大亚湾核电站的安全水平和生产业绩作出了明显的贡献。

PORM 系统开发将面向广大的运行和维修人员，尽量做到使用简便，容易操作，界面友好，使核电站的维修、运行、管理人员容易学习和应用。PORM 的开发将主要依靠电站员工

(包括岭澳核电站), 部分引进外援和技术支持。

大亚湾核电站在线风险管理系统的基本特征是:

(1) 以工程图为基础, 结合电站实际情况

大亚湾核电站在线风险分析软件是以真实的工程图为主界面进行工程流程图活化, 并逐步深入到各个分系统、子系统和支撑系统。在系统图的基础上, 通过系统可靠性分析, 建立相应的系统可靠性模型, 并将 FMEA (Failure Mode And Effect Analysis 分析系统中某一个设备失效后对本系统及相关系统的影响) 和 FTA 分析技术结合到同一个软件系统中, 软件系统具有相当高的智能化和专家系统的特点。

(2) 支持在线维修和大修

现在世界上的核电机组都面临着降低发电成本的压力, 对于大亚湾核电站来说也不例外。世界其他核电站的经验表明, 要降低成本, 缩短大修工期是一个有效的途径。这就意味着有一些设备的预防性维修要在功率运行期间进行, 而不能放到大修中。但机组的状况千变万化, 如何既可以对部分设备进行在线维修, 又能保持机组的风险在可接受范围之内, 这是面临的一个问题。本系统支持在线维修的风险分析, 可以提供在特定的机组状态下能够进行在线维修的设备和可持续时间。此外, 大修期间机组不可用的设备较多, 如何优化大修计划, 尽量降低机组风险, 这也是本系统要解决的一个问题。

(3) 提高员工的核安全意识

本系统能随时提供机组的风险信息, 提醒员工风险无处不在。而且本系统还包括了 FMEA 分析的结果, 有助于员工进行风险分析。

可视化的 PORM 软件, 可自动完成核电站系统和设备状态的实时数据采集, 处理。并通过快速的 PRA 计算, 得到核电站实时风险值, 从而为保证核电站的可靠性运行提供了强有力的决策参考功能。使核电站的运行、维修、管理人员随时可以通过 PORM 了解到自己进行的操作活动对系统和电站安全所带来的影响, 并可通过已经采集到的系统各类数据, 判断和预计核电站可能发生的事件, 知悉核电站所处的实际状态, 并根据风险状态进行维修计划的优化。从而可以大大提高核电站运行的可靠性和安全性, 提高核电站的可用率与经济效益。总之可视化的 PORM 软件为应用 PRA 技术保证核电站运行可靠性与安全性开辟了广阔的前景。

5 经验反馈

PRA 技术开发和应用是一件技术含量极高, 且十分繁重的工作, 有效的组织及质量保证对数据库的开发带来了极大的好处。另外 PRA 技术的应用和发展需要运行、维修和开发部门的通力合作, 良好的协调十分重要。

参 考 文 献

- 1 大亚湾和岭澳核电站一级 PRA 报告 2000, 12
- 2 广东大亚湾核电站设备可靠性数据库 1997, 10
- 3 法国 EDF 数据采集系统 SRDF 1995
- 4 大亚湾核电站数据处理系统 1991, 7

核电站的供应链管理

黄建华 王永刚

1 引言

电力行业的“放松管制”“竞价上网”正在世界的各个角落变为现实。为适应这样一个世界性的电力结构调整潮流，电力行业都在努力寻找能够有效降低运行和维护成本而同时又能提高服务水平的方法和途径。

近年来，世界核电的平均运行业绩指标取得了快速和显著的提高，平均运行费用也在逐年下降，这些运行业绩的取得，主要得益于因大修工期的缩短而带来的核电机组能力因子的提高。无疑，持续性的能力因子的改善对提高核电的运行业绩和降低运行费用会有很大的帮助，但是，这些毕竟不是无止境的，核电站的营运者必须在降低运行费用方面寻找更为积极有效的办法，于是，核电站的物流管理领域成为许多核电站关注的重点。传统的物流管理方法不能为核电站带来更多的降低运行成本的机会。

在物流管理领域，通过实施有效的供应链（SCM）管理，买卖双方处理订单、支付货款和交运货物等方面的能力大大增强，核电业主能够更加积极有效地控制和优化它的各项成本开支。供应链管理策略覆盖供应渠道的建立、采购订单的签发（包括从业已存在良好的业务关系的供应商采购和通过互联网方式从公开市场采购两种采购方式）、履约、交货、支付等全部商务流程，它使交易更加自动化、简单化和程序化。

本文旨在在广东核电的管理中引入供应链管理的理念，并着重解决广东核电未来供应链的构建和成本控制的基本策略。

2 供应链管理促进企业提高核心竞争力

企业为了在日益激烈的市场竞争环境中保持竞争优势，一般通过技术创新、管理创新或实施战略组合来凝聚企业的核心竞争力。在战略管理方面，有的选择低成本战略，有的走差异化战略道路，有的则通过集中技术和资源于某个特殊的目标市场的方法来实施重点战略。

在20世纪80年代，一些企业开始使用新的制造技术和管理战略，如适时制造技术（JIT）、丰田看板管理、精益制造技术、全面质量管理等，企业投入了大量的资源用于实施这些战略。在过去的几十年中，许多企业通过实施这些制造技术和管理战略已尽可能地降低了生产成本和更好地参与市场竞争。然而，由于供应链中存在的过量库存、无效率的运输策略和其他一些供应链管理过程中的浪费使很多企业在物流方面花费了许多不必要的成本，因此，许多企业转而在优化供应链管理方面寻找降低成本、提高市场竞争力的机会。一些企业通过有效地计划和管理供应链，在提高顾客服务水平的同时，大幅度增加了效益或降低了成本。

供应链目前尚未形成统一的定义，许多学者从不同的角度出发给出了不同的定义。由于供应链的概念注重围绕核心企业的合作关系，本文采用如下的定义：供应链是“围绕核心企业，通过对信息流、物流、资金流的控制，从采购原材料开始，制成中间产品以及最终产品，最后由销售网络把产品和服务送到消费者手中的将供应商、制造商、分销商、零售商、

直到最终用户连成一个整体的功能网链结构模式”。供应链是一条需求链 (demand chain), 也是一条附加价值链 (value chain)。从企业外部看, 企业上有供应商, 下有顾客, 被串在一条“市场链”上, 从企业内部看, 每一工种有上道工序和下道工序, 被串在一条“工艺链”上。

供应链管理则是指人们认识和掌握了供应链各环节内在规律和相互联系的基础上, 利用管理的计划、组织、指挥、协调、控制和激励职能, 对产品和流通过程中各个环节所涉及的物流、信息流、资金流、价值流以及业务流进行合理调控, 以期达到最佳组合, 发挥最大的效率, 迅速以最小的成本为客户提供最大的附加值。

供应链管理的基本概念是建立在这样一个合作信念上的, 即效率能够通过分享信息和共同计划使整体物流效率得到提高。最初的从供应商采购到最终消费者接受的、所有物流作业一体化管理的整个供应链。

供应链管理的背后动机是增加渠道的竞争力。它包含两个基本的信念: 合作行为将减少风险, 提高整个物流过程的效率; 排除浪费和重复努力。

供应链管理的核心思想是在满足服务水平需要的同时, 把供应商、制造商、仓库和零售商有效地结合成一体来生产商品, 使系统成本最小, 同时要把正确数量的商品在正确的时间运到正确的地点。

供应链管理是围绕着把供应商、制造商、仓库和零售店有效地结合成一体这个主题来展开的, 它包括公司许多层次上的活动, 从战略层次到战术层次一直到作业层次。其中最为关键的问题在于:

供应网络的构造。作为一个供应链的核心企业, 它不应仅仅关注它自身内部的发展战略和生产管理, 它还应关注它上游供应商的发展战略和生产管理状况。对于战略目标和价值取向相同的企业应给予扶持, 而对于战略目标和价值取向不相同的企业则应及时更换, 以确保在本行业范围内有一批企业共同发展。

供应链集成和战略伙伴。供应链集成的基本含义是指不同职能部门之间或不同企业之间通过物流上的合作, 达到提高物流效率、降低物流成本的效果。它要求供应链的核心企业将提供产品或服务等的供应商和用户纳入管理范围, 并作为物流管理的一项中心内容。要求企业利用企业的自身条件建立和发展与供货商和用户的合作关系, 形成联合力量, 赢得竞争优势。

库存控制。在传统的渠道中配置的大量存货构成了极大的风险。分享信息和共同计划可以排除或减少与存货投机相关的风险。

信息技术和决策支持系统。这是企业实现高效率的物流管理的物质基础, 信息技术和决策支持系统的发展也为实现高效率的物流管理创造了必要的条件。

供应链管理是当前国际企业管理的重要内容, 也是我国企业管理的发展方向。它可分为企业内部供应链管理和产业供应链或动态联盟供应链管理。

3 核电供应链状况

3.1 从世界范围来看, 核供应商将越来越集中

在第一次石油冲击结束以后, 许多国家加速了和平利用核能的步伐。今天, 在世界上, 核电已占总电力的 17% 左右, 共有约 440 座核电反应堆在向电网送电, 核电工业区应该说是经历了 70 年代、80 年代初高速增长之繁荣期。但是核电在世界总电力中所占的比例已开始下降, 因为在美国和西欧, 已不再建造新的核电站了。据美国估计, 到 2050 年, 世界核电

将会只占总电力的 8% 左右。目前, 似乎只有包括中国在内的亚洲国家仍有着大力兴建核电站的潜力, 但其市场同当年的欧美相比仍无法比拟。从现在到 2005 年, 世界的核电发电量虽然还会继续增加, 但这种增加将比其他形式的电力增加慢得多。然后, 核电站的数量将会减少。现在每年的核电站定货数、在建核电站的数量越来越少, 核供货工业的萎缩是大势所趋, 至少在西欧和美国老机组退役并兴起新一轮核电站建设以前是如此。目前, 核电工业界的主要任务在于现役核电站的维护服务、燃料服务、设备更新和反应堆的延寿。另外, 由于欧美国家的电力市场已放松了管制, 市场的竞争使得电力业主对核电站的造价、电价提出更高的要求。

面对这一形势, 世界各主要核电供应商已开始设法适应这种新形势, 他们正在考虑以何种形式维护这种特殊的工业。按国际业内人士的说法, 世界核工业将会进一步压缩, 进入 21 世纪可能仅有两个或三个大型核电供货集团会生存下来。1999 年 9 月在伦敦的铀研究所 (UI) 举行的一次重要核工业会议上, 讨论的话题转向核电工业界所发生的联合兼并之风, 以及所伴随的在过去几年里电力工业所经历的史无前例的兼并和收购现象。仅在过去的两年里, 世界核工业界先后发生了几宗大的联合和兼并: 英国核燃料公司 (BNFL) 收购西屋公司的核业务; 法马通和西门子公司合并核电业务; 美国通用电气、日本东芝和日立公司联合经营核燃料全方位业务; 英国核燃料公司收购 ABB 公司的核电业务。

这些发生在千年之交的公司兼联合事件, 反映出如下一些特点:

在世界反应堆市场十分低迷的背景下, 各主要核供货商都把资产重组、兼联合视为是保存自身技术力量的一种手段。由于目前世界核工业供货市场总体上是供大于求, 因此各大主要核供货商出于自身利益的考虑, 均采取了尽量寻求合作伙伴的战略, 似乎都不愿意树立竞争对手。

各主要核供货商均强调强强联合, 通过联合把各自的传统优势紧紧结合起来, 以便在核电市场上最大限度地发挥联合财团的整体竞争力。同时结成联盟参与市场竞争时, 可避免资源的重复投入, 从而减少各自所承担的风险; 在与电力业主 (供货和服务的买方) 的谈判中避免相互压价, 统一对外, 从而尽量争取到自身的利益。

通过兼联合给供应商创造了更多的机遇, 有的借机进一步开拓业务领域, 甚至涉足以前从未从事过的业务范围, 如 BNFL、西门子公司均属这种类型; 有的则借机把更多的力量集中到诸如自动化、石油、服务业、金融业等其他工业领域, 西屋公司、ABB 便属于这种情况。

由于缺乏新建大型反应堆机组的订货, 各核供货商特别重视对现役核电站的维修和服务、核燃料供应、技术改造和设备更新等业务。

各主要核供货商之间如此频繁的兼并和收购突出反映了当前世界核电工业变化着的而貌。进入 21 世纪, 在不考虑市场十分有限的俄罗斯核工业 (VVER 机组) 和加拿大原子能有限公司的 CANDU 技术的前提下, 世界压水堆市场或许就只剩下两大供货商集团: 法马通西门子集团; BNFL—ABB—西屋集团。而国际市场上还将剩下三家沸水堆供应商: 美国通用电气 GE—东芝—日立的 ABWR 集团、BNFL 集团 (ABB 沸水堆); 和法马通集团 (西门子沸水堆)。核供货商之间的兼联合对世界核工业的发展方向将产生深刻的影响。

3.2 不恰当的供应链管理会增加核电企业的发电成本

核电是一个高科技、高风险的技术行业, 在发展和管理上有很大的特殊性。电力产品的差异性小、有同质特性。最终消费者不能区别不同能源电站提供的电力产品大差别, 他们关

心的是保证用电量和价格。除环境保护方面的因素外,核电的竞争优势完全取决于它的经济性,取決它能以比其他二次能源更便宜的价格,为用户提供优质和可靠的电力供应。

美国核电界预测:如果核电的上网电价能做到2.3~3.2美分/(kW·h),它就能保持与其他能源发电的竞争力。从美国的电力市场来看,核电的上网电价比燃油、燃气电站低,比燃煤电站要高。放松管制后,核电的竞争压力主要来自于燃煤电站。从世界范围来看,核电要提高市场竞争力,靠的不是政策扶持、环保优势,最终的決定因素是价格优势。为尽快适应这种竞争,美国的一些核电站提出了“1美分发电成本”的口号。

不恰当的物流管理会加重核电站的运行成本。根据美国一家顾问公司PII对国外多个核电站的一项研究,核电站30%的资源浪费发生在物流管理领域,这些浪费包括:过量的库存(8.1%),不恰当的采购管理流程(6.7%),该使用内部资源时使用了外部资源(5.6%),由于选型和实验要求不当导致关键部件失效(5%),与供应商的不正常联盟(4.8%),材料或设备的采购质量缺陷(2.6%),合同风险防范不当导致供货延迟或材料短缺(2.0%),特别在库存方面,核电站一般拥有比常规电站多得多的库存,一座百万千瓦级核电站的库存资产可以等同于一座火电站的造价,或等同于一座新核电站的预付款,有很大的优化空间。

3.3 供应链构建方面存在问题

(1) 未能形成一个稳定可靠、操作有序的核电运行保障供应链

大亚湾核电站生产用备品备件95%以上从国外采购。从采购方式来看,大多采用一次性订单方式,未与供应商签订长期供应协议,价格和供应可靠性得不到保证。核电站每年大修前,备件的催货工作成了引人关注的重要工作。而从国际供应商市场来看,由于订单收缩,近几年核设备供应商的兼并和收购非常频繁,核电站备品备件缺货的风险加大,这也迫使国外许多核电站下大力气研究商品级物项替代(Commercial grade dedication)问题。

(2) 国内供应链的构建需要用高额的成本来维持

为摆脱对国外供应商的依赖,并解决以下问题:原供应商(OEM)的倒闭;原供应商因某种原因放弃其全部或部分产品的生产;原产品被淘汰;由于技术进步,原产品被升级或改型等。

(3) 核电站的主要供应商和承包商与核电站业主的共同价值取向尚未形成

从核电站业主的立场来看,核电站的采购原则是“优中取优”,大量采购采用竞争性招标策略(采购政策要求大于5万美元的项目采取邀请招标方式),与供应商的竞争大于合作,在供应商和承包商的使用方面存在很大的随意性;从供应商和承包商的立场来看,供应商和承包商大多关注短期利益,要价明显高于正常市场价,也未能对核电站的设备管理作出长期安排,自身的整体实力也有待提高,缺乏不断改善工作适应高层次工作的动力,缺乏市场竞争力。从长远来看,核电站业主与供应商和承包商在核电发展方面的利益应该是相同的,只有核电站发展了,才会有核电工业的发展。

从以上三个方面的分析来看,核电供应链仍然是一条脆弱的供应链,核电站业主作为核电供应链上的核心企业,应在供应链的构造方面多做一些工作。

4 广东核电实施供应链管理的思路和途径

4.1 指导思想

从广东核电供应链管理的运作层次和效果来看,它与世界先进核电站的供应链管理相比还有一定的差距,这些差距中有的先天性的,如核电在中国的发展规模还不小,核电

在电网中所占的比例还只有 1.7% 左右, 核电的备件供应和技术支持能力还有待于提高, 供应商在向核电站供货时还存在短期行为等等; 有的则是后天性的, 如在平衡库存量与服务水平时应采取什么样的对策, 应如何处理那些长期闲置的非战备性库存, 如何改变采购观念和采购方式, 与那些对核电发电成本有直接影响的供应商应维持什么样的关系, 等等。实施供应链管理的目的和关键则是扬长避短, 整合经营观念, 形成管理制度, 提高核心竞争力。

(1) 管理观念创新

创新思想是一个企业的灵魂, 一位管理专家说过: 一个企业如果离开了创新, 那么它就失去了存在的必要。广东核电实施供应链管理, 就要打破原有的观念束缚, 用崭新的观念来重新审视核电的市场环境、核电的供应链、核电的用户。具体说来, 在供应链管理方面应端正如下思想观念:

一要转变“大库存保供应”的观念。大而全、小而全的备件储备除增大企业的成本外, 对稳定供应并不能产生明显的正面效果。一方面, 任何产品都有它自身的生命周期(保存期限), 另一方面, 新产品的出现往往带来产品功能上革命性的改变。大亚湾核电站早期的控制系统都是 70 年代的水平, 投产后, 这些控制系统大都在几年之内实施了工程改造和产品升级。试想如果当时保存大量的旧控制系统的备件, 这些备件对提高系统的稳定性将毫无意义。

二要转变“采购就是把东西买来”的观念。在现代企业的管理运作中, 采购活动已和企业的管理战略紧密相连。“向谁采购、采购什么、什么时候采购”这些采购战略和战术问题已成为企业发展与供应商伙伴关系的重要手段。Ernst & Young 顾问公司在总结采购新职能时提到: 在信息社会, 采购应是“信息交流的中间人, 企业外生产的管理者”, 要求采购“对整个供应链负有管理责任, 主动评估外部信息, 促使内部职能部门的一体化”。采购不仅要合理的支出从采购环境中及时获取合格的有形物质和无形物质, 它还应在弥补组织肌体的缺陷、增添组织的生存和发展能力方面发挥作用。

三要转变“供应商就是要挣业主的钱”的观念。在现代企业的管理运作中, 任何一个企业都不能离开供应商而独立生存。企业应该和重要供应商发展战略伙伴关系, 在共同的事业发展中寻求自身的利益, 实现“双赢”。

四要转变“物资供应部门只是花钱的单位”的观念。的确, 在一般企业中, 35% 甚至更多的支出都是物质供应部门花掉的, 是最大的花钱单位。但这些钱在一个企业中是如何花出去的对一个企业的发展却起到决定性的作用, 有效的支出能够为企业带来更大的利润和发展空间, 而无效的支出只能加速企业的灭亡。

(2) 管理流程创新

一定规模的物资流通需要按照一定的程序运作, 尤其是采购活动。客观环境在变化, 采购技术在进步, 要求我们在管理流程上建立快速跟踪机制。

一个有效的采购流程应具有自我学习机制, 通过建立“阀机构”, 跟踪业务的发展变化, 自动调整流程结构。任何僵化的管理流程将很快变成管理“垃圾”, 对企业造成浪费。

当然, 我们不应把创新炒得太热。我们不主张随便创新, 要保持稳定的流程。要处理好管理创新与稳定流程的关系。尽管我们要管理创新、制度创新, 但对一个正常的公司来说, 频繁地变革, 内外秩序就很难安定地保障和延续。不变革又不能提升我们的整体核心竞争力与岗位工作效率。变革, 究竟变什么? 这是严肃的问题。一个有效的流程应长期稳定运行,

不因有一点问题就常去改动它，改动的成本会抵消改进的效益。

从供应链的环节来看，每一个企业都是市场供应链上的一个环节，核电企业则是核能发电这个市场供应链最有分量的核心环节，核电企业应妥善使用竞争手段，以社会用户的需求为动力，从下游不断提高的需求拉动上游供应商持续改进，从而优化核电供应链上的资源配置。中国核电主业在中国尚属幼稚产业，其生命力如何完全取决于其市场竞争力。市场是目的，竞争则是手段。

4.2 实施供应链管理的措施和途径

(1) 用供应链的管理思想优化库存

优化库存管理应从以下几个方面入手：

通过实施供应链管理战略，和一些关键性供应商发展战略伙伴关系，鼓励供应商管理库存（VMI）。对于核电站来说，一些物资，如核燃料（日本核电站一般存有5~8年的燃料库存、美国和法国的核电站也存有1~2年的核燃料库存）、维修用通用备件、工具、清洗剂、化学试剂、办公用品等完全没有保有大量库存的必要，这些物资可以通过长期协议的方式，实现零库存。

大亚湾核电站通过与供应商签订长期协议的方式，实现了核燃料、盐酸、烧碱、次氯酸钠、液氮、联氨、氨水、工业用气体、办公用品等物资的零库存，今后，应有计划地对其他生产、维修、机组大修和生活物资进行相应的研究，寻找合适的供应商，将这类物资的库存委托给供应商管理。通过长期协议的方式，供应商按照事先确定的技术准则、时间、价格和其他条件向核电站供应所需的备件和其他物资，这样一来核电站没有必要保存这些物资。

加强备件采购的国产化和核级设备的商品化。这种作法一可以缩短采购周期，二可以降低采购费用。简单的作法是在国内寻找标准件的替代产品。核级设备和备件的可靠性和技术性要求很高，采购周期长，要实现国产化的成本很高，但在世界范围内寻找核级设备的商品级替代产品切实可行。随着现代科技的进步，新材料、新工艺、新技术不断涌现，现代的一些通用产品的质量已超出二三十年前的一些核级设备的质量标准，美国电力研究所（EPRI）在核级设备的商品级替代方面出版了一系列的导则。广东核电也应及早在核级设备的商品级替代方面作出一些安排。

加强备件的标准化，将一些通用型备件尽可能归类，减少备件的品种和数量。这一做法在美国的一些核电站早已实现。如CP&L电力公司和Nova Machine公司签订长期协议，将其库存的数以千计的紧固件（如螺栓、螺帽、垫片等）进行归类，实行标准化紧固件的设计、采购和使用，大大提高了紧固件使用的可靠性，同时降低了库存紧固件的数量。

推行以可靠性为中心的预测性维修，加强维修的计划性。有效的维修计划性可以控制采购周期，减少突发性的紧急采购费用。

将一些长期未用的在库物资列表打印，按在库时间长短排序，定期分发归口管理部门征求处理意见；根据最新采购周期、采购费用的变化情况，及时调整库存水平；将一些非安全相关物项交现场维修承包商负责，由维修承包商持有库存；用订单方式严格控制交货时间，早交货不给予提前支付，晚交货则重罚。

将库存物资的状况定期列表，分析其变化趋势；建立专门的工作小组（包含库存控制人员、设计人员、采购人员、维修执行和计划人员）逐类分析各种库存物资的状况，寻找优化库存的方法。

(2) 用供应链的管理思想重组合同采购流程

合同采购流程的重组应遵循以下思路：

推行供应链的管理思想，强调采购的战略管理作用。关注长期供应关系的建立，对于一些采购项目，应尽可能签订长期供应合同。

对采购活动进行分类。对不同的采购，采取不同的采购策略和方法。比如，对于市场发育不健全的物资采购，采取议标采购的方式，其采购活动的控制目标是公司长远利益的实现；对于市场发育健全的物资采购，采取招标采购的方式，其采购活动的控制目标是公司近期利益的实现，尽可能发生利用竞争机制降低成本；对于介于两者之间的，采取邀请招标采购方式，要在保障供应和降低成本之间实现最大限度的平衡。

在流程设置时，应充分考虑第三方物流的运作。核电的物流管理在很多方面可以交由专业化的公司具体运作，比如货物的运输、报关、部分物资的库存管理，都可以通过长期协议的方式委托专业化的公司完成。

采购流程的重组，应体现采购活动的增值性，要在控制范围内尽可能提高效率和反应能力，降低无意义的审批周转时间，提高内部客户的满意度。

(3) 建立与关键供应商的战略伙伴关系

不同的供应商和承包商在广东核电发挥的作用是不相同的。对广东大亚湾核电站投产6年来供应商的使用情况的调查和统计表明：核电站80%的采购成本花在20%的承包商身上。从整体商业性的考虑，并根据所需物项/服务的特性和市场的情况，应给予不同的供应商不同的定位及采取相应的采购策略，基本原则如下：

定位A 对提供价值昂贵、货源有限、供货周期长及技术复杂的物项/服务（如：燃料组件、核岛和常规岛核心部分的维修和设计技术服务等）的供应商视为战略伙伴，应与其加强合作，保持良好的伙伴关系；

定位B 对提供价值不太昂贵，但对生产很重要且货源有限、供货周期长的物项/服务（如：专用备件及专项技术服务等）的供应商，应与其维持良好的关系以保证货源；

定位C 对提供价值较高的现成商品、货源充足的物项/服务（如：PC机、基建合同等）的供应商，应采取市场竞争以寻求节省成本；

定位D 对提供价值低廉的零星物项/服务的供应商，应尽量简化过程（如：采用长期协议/合同、定点采购等方法），以减少人力消耗、节约采购费用。

供应商管理是一个高层次的商业概念，是合同采购流程的重要线索，用来指导核电站应与各供应商建立什么样的商业关系及采取怎样的采购策略，从而建立高效、稳定的供应商网络。

应充分认识到，对于上述定位为A和B的供应商，它们是核电站的外部资源，它们的战略目标、它们的生产管理状况对核电站来说至关重要，对于这些供应商和承包商，应从战略高度对它们在核电所承担的工作作出相应的安排。

通过建立供应链企业的战略伙伴关系，可以达到如下目标：

对于核电站：

通过签订长期协议，实现成本折扣，取得稳定而有竞争力的价格，从而降低合同成本；提高产品质量和供货可靠性；降低库存量；改善时间管理，不用一事一物签订单独的协议，缩短协议的准备和审核时间；缩短交货提前期；提高企业的长远规划能力；便于及时获取供

应商的信息，实现对供应商的有效管理。

对于供应商：

保证稳定的市场需求；提高运作质量，降低生产成本；提高生产质量，获得更好的利润；提高对买方交货期改变的反应速度和柔性。

对于双方：

改善相互之间的交流；实现共同的期望和目标；共担风险和共享利益；减少外在因素的影响及造成的风险；降低投机思想和投机几率；增强矛盾冲突的解决能力；减少管理成本；实现规模效应，提高资产利用率。

虽然有这些利益的存在，仍然存在许多潜在的风险会影响供应链战略伙伴关系的参与者。最重要的是，过分地依赖一个合作伙伴可能会在合作伙伴不能满足其过高的期望时造成惨痛的损失。同时，企业可能因为对战略合作关系的失控、过于自信、合作伙伴的过于专业化等原因而降低企业自身的竞争力。

因此，加强与战略伙伴的沟通、保持合作双方发展战略同向性，结成命运的共同体非常重要。根据以上的原则，核电站与其燃料供应和大修服务供应商的关系应该是长期的战略伙伴关系，因此，核电站在燃料和大修供应商的使用方面应建立长期规划。

具体来说：对于核电站的燃料供应，其浓缩铀的采购、组件加工服务的采购和乏燃料的后处理应基于长期的合同关系，并在合同中建立相应的市场调节机制；对于大修服务，核电站的主管部门应对具体的维修活动，分区域划分不同的承包商，鼓励承包商参与设备的日常跟踪和管理，对设备的技术改进提出建议；对于日常技术支持和服务，挑选一批有实力的技术后援单位，签订长期支持与服务合同，共同参与核电站的技术改造和日常运行维修工作；对于备件采购，应和主要的备件供应上签订长期的备件供应协议。对于核电站来说，虽然总的备件采购数量巨大，但备件供应比较分散，对于具体的备件供应商来说，广东核电只能算是个小客户。

(4) 大力推行电子采购

电子商务的兴起，加快了经济贸易全球化的步伐，不仅极大地改变了经济的增长方式，也将极大地改变世界贸易体制和经济格局。电子商务充分利用了信息网络技术的高科技手段，向供应链上的所有交易主体提供了先进的交易模式和平等的交易机会，大大减少了供应链主体交易的中间环节，缩短了交易时间，节省了交易费用，从而打破了资源局限，提高了经济效率和效益。电子商务以前所未有的速度创造着新的商务环境，将成为各国经济发展新的增长点，并对人类的生活带来了极大的影响。

目前外经贸部已经制定了外经贸行业信息标准化体系，组织制定了《中华人民共和国进出口企业代码规范》、开发了《中国国际电子商务推进计划》，旨在为企业开展电子商务创造良好的外部环境，促进中国电子商务的健康发展，力争在 2005 年使中国 70% 以上从事进出口的企业有能力运用电子商务进行国际贸易活动。

目前电子采购在广东核电的实现途径大致有三类：第一类是专业的企业采购系统，比如美国的 Ariba, Commerce One 等，重点解决一个采购组织的采购活动，包括询价、发订单、采购分类管理、供应商开发、接货、支付及报表功能。第二类是对企业资源计划（ERP）系统的改进。第三类是“第三方”采购系统，诸如提供电子教育中心、网上竞投市场及门户网站点等。

广东核电要实现向电子采购的转变，应在以下几个方面作出相应的改进：

从战略高度认识电子采购的必要性。电子采购对于日益市场化的电力行业来说,它不再是一个时髦,它已成为巩固客户关系、获取物流资源的重要工具。因此必须在内部和外部工作流程设置中充分考虑电子化的需要。要利用信息技术来克服内部物流管理中的资源利用障碍和克服与外部市场的低效率沟通障碍。

企业内部业务流程的信息化管理。在企业内部业务流程的信息化管理方面,重点抓住以下几个方面的信息管理:

企业管理决策过程信息化。在这一方面,广东核电建立了企业综合信息管理系统(CIS),对企业生产管理过程中产生的各类信息进行了系统的管理。电站日常运行维修活动的信息化。在这一方面,广东核电建立了生产信息管理系统(COMIS),解决了广东核电经营管理中的人力、财力、物资的配置过程中的信息管理问题。在资金运作过程的信息化方面,广东核电建立了财务管理信息系统(FIS)。

下一步的工作方向应继续完善这些系统的功能,对一些运行维修信息,应向一些关键的供应商和承包商开放,让他们了解广东核电的生产和维修动态,了解关键维修活动的计划、时间窗口、备件准备状况、人员准备状况,缩短承包商和供应商的准备时间。对部分库存信息,也应向相关供应商开放,让他们了解相关备件的库存状况和现场工作需求,以便作出相应的生产和交货计划。

外部采购的网络化建设。在与外部市场的信息沟通管理方面,应大力推动电子商务、电子采购,实现企业采购和物资流动管理的e转型。它的具体操作流程可设计为:

(1) 根据物资的分类,核电站的物流管理部门和一些主要的物资供应商签订长期供应协议,在协议中主要明确产品的种类、使用频率、可能的交货计划、条件和其他相关条款;

(2) 核电站的各级用户通过 Internet 进入在线系统对预先定好的产品目录进行在线查询,并发出在线申请。用户也可以进入供应商的 Web 地址,对不在产品目录中的其他产品更新换代进行在线查询,并发出在线申请;

(3) 所有的申请通过 e-mail 或核电站内部的 Outlook 自动传送到核电站适当的归口管理部门进行审批;

(4) 如果批准,则产生 PO,自动发送给供应商;

(5) PO 复印件送公司的 COMIS 系统和 FIS 系统(ERP 系统)进行订货跟踪和财务跟踪;

(6) 供应商根据电子 PO 安排生产;

(7) 供应商将货物发运给最终用户或指定的收货地点,并将发票送给核电站的物流管理部门或会计部门;

(8) 根据工作流程,用户收到接货的 e-mail,完成接货手续,并将收货单据送公司的 ERP 系统复核;

(9) 完成支付;

(10) 订单关闭。

电子采购的运作流程可用图 1 表示:

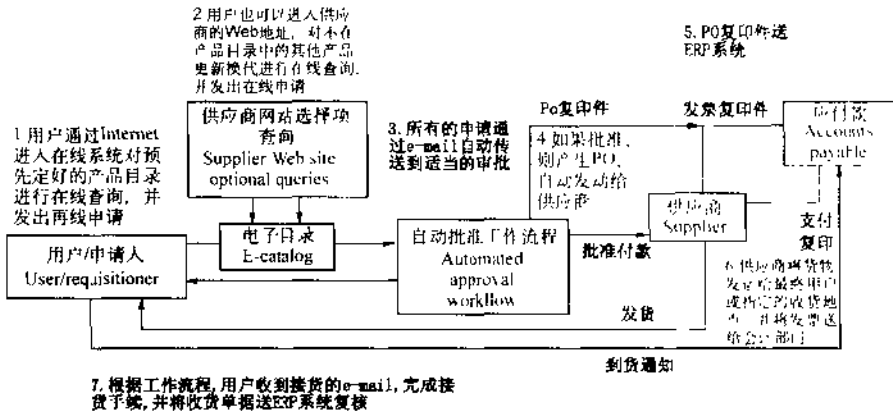


图1 电子采购流程

5 结束语

供应链管理理论是伴随着全球制造和供应这一社会化生产的大趋势而出现的，供应链管理的战略思路就是通过企业与企业之间的有效合作，建立一种低成本、高效率、响应性好、具有敏捷性的企业经营管理机制，产生一种超常的竞争优势。它要求：(1) 用供应链的管理思想来降低整个供应链的整体库存水平；(2) 用供应链的管理思想优化采购流程，消除供应链运作过程中不产生附加价值的活动，提高物流系统的效率；(3) 与供应商建立双赢的战略合作关系，强强合作，降低整个供应链的成本，使企业与供应商共同得利；(4) 广泛建立信息系统，通过快速、准确、及时的信息系统提高供应链的运作效率。

广东核电的发展正面临前所未有的新机遇，群堆管理、集约式管理在广东核电已成必然趋势，这给物流管理部门重整组织机构、重组业务流程也提供了必要的前提条件

广东核电生产管理信息系统 COMIS 的开发与应用

高歌

1 系统的开发背景与意义

1.1 开发背景

大亚湾核电站自 1994 年投入商业运行以来,生产信息计算机系统的开发与应用(简称“生产信息系统”)经历了三个不同阶段,伴随着核电站的管理逐渐走向成熟,从全部引进到完全自主化和创新这三个发展进程中,我们分别开发了:WRS,WPMS 和 COMIS 系统,这三个系统功能和侧重点与核电站当时的管理理念是密不可分的。

接产和投产之初是生产信息系统开发的第一阶段,核电站的工作重点是实现从建设阶段到生产运行阶段的平稳过渡,将接产过来的设备维护好,以计算机为工具提高工作效率。基于这个目的,在电脑中心和外方顾问的协助下,我们开发了具有工作票登记和跟踪的 WRS 系统。此后又经过不断完善,使 WRS 系统先后具有预防性维修、定期试验项目管理和维修报告存档等功能,基本上满足了电站生产维修工作的需求,使三大类型的检修活动(预防性维修、定期试验和纠正性维修)全部纳入计算机管理,实现了全厂联网和信息共享。但是,随着核电站管理工作的不断改善,尤其对检修工作过程的要求越来越严格和对文件准备、风险分析工作的重视,以及对计算机应用要求不断提高,WRS 系统愈来愈难以满足用户的需要,迫使许多用户自行编制了许多小软件,造成了信息记录流失和资源的浪费。为此,1996 年底电站经理部组织有关人员在认真分析 WRS 系统不足的基础上,于 1997 年初开始组织 WRS 更新换代的研究工作,并组建了由生产人员和电脑技术人员组成的系统联合开发小组。经过广泛的调研并结合电站实际,提出了以检修工作过程为重点的新系统开发思路。经过一年多的自主开发,于 1998 年 5 月系统投入运行,并命名 WPMS 系统,意为工作过程管理系统。该系统除保留了 WRS 的基本功能外,增加了工作文件准备、风险分析、标准工作指令和特殊作业许可证等功能,通过授权使工作过程控制的功能大大加强。WPMS 系统的投运使大亚湾核电站维修管理上了一个新台阶,工作票的输入更加规范,错票、重票大为减少,工作过程更为严谨、规范,控制更为有效,加强了维修工作中工业安全和核安全的管理。由于该系统与 CBA(计算机辅助隔离系统)、库存备品备件系统以及仪表定值校验单系统实现了集成,方便了准备工作的调用和查询,大大提高了工作效率。

随着大亚湾核电站生产业绩的不断改善,公司领导层提出了“两年内进入世界中间水平、五年后达到世界先进水平”的发展战略。为实现上述目标,经过与国外同行的比较,我们发现:我们的基础工作比较薄弱,管理水平有待提高,尤其在设备管理方面,离世界先进水平还存在一定的距离,是制约我们持续发展的重要障碍。如何在短期内迅速改变上述局面,经过反复的论证和调查了解,公司决策层认识到,引进一套具有先进理念的生产管理软件,来全面提升电站的管理水平不失为一种高效的方法。在比较了世界上流行的生产管理软件 MAXIMO, SAP, R5 和 GEMO 后,根据大亚湾核电站的实际和成本、效益原则,决定引进美国 PSDI 公司的 MAXIMO 系统。MAXIMO 不仅在管理理念上处于世界的领先地位,而且在使用范围上更加广泛,她几乎涉及企业生产的各个环节,高度集成又具有灵活的二次开发功

能，广泛应用在电力，石油、化工、冶金等领域。

1.2 系统开发的意义

一个企业要想做到持续发展和持续改进，就必须不断地加强其基础工作，做好设备的管理工作。作为一个有着几十万个部件和设备组织的核电站，如何做好这些部件和设备的管理，延长其使用寿命和降低运行成本是核电站投产后摆在核电经营者面前的首要问题。由于种种原因，大亚湾核电站投产后的设备管理薄弱一直是阻碍各项工作的开展的重要因素。因此，我们引进 MAXIMO 系统，也是看中了该系统是以设备管理为中心的套装软件；她使企业的维修活动、物质管理、设备和备件的管理、资金流动和信息交流高度统一，并合理地安排维修活动和资源的使用，从而达到减少库存，提高工作效率和降低营运成本，进一步提高维修水平。在各模块的交流方面，MAXIMO 采用了国际先进的维修优化管理体系，可以促进管理工作的改善和实现与国际接轨的目的。围绕成本控制，MAXIMO 提供了强大的分析工具，为企业制定生产、维修策略提供依据，而这些正是大亚湾核电站未来几年要逐步实现的目标。MAXIMO 系统的引进和开发还对大亚湾核电站改善信息管理、达到数据共享和应用软件的集成化具有重要的意义。

2 系统的开发

2.1 开发的指导思想

MAXIMO 具有很强的二次开发能力，是结合目前电站的管理方式对 MAXIMO 采用大量的二次开发，还是尽可能沿用原来 MAXIMO 的管理思路，减少二次开发，是系统引进首先碰到的问题。满足当前实际，进行大量的二次开发对现存的管理冲击较小，容易实现，但对软件先进的管理思想不能体现，也易对软件自身的结构引起混乱，且耗时耗力。MAXIMO 是第一次在核电站应用，显然不进行二次开发也不行，大亚湾核电站几年来获得的经验也难以贯彻其中。在经过认真分析 MAXIMO 软件特点和我们的自身实际后，本着扬长避短的方针，我们提出了尽量少进行二次开发的策略，根据不同功能模块区别对待，如结合几年来我们在工作过程方面取得的良好实践，针对 MAXIMO 软件在工作过程方面的不足，采取了大量的二次开发，而在设备管理、仓储库存、采购管理等方面减少二次开发的工作量，改进现有管理，适应软件的运作。实践证明上述指导方针是正确的。

坚持以工作过程为主线，以设备管理为基础始终贯彻在 MAXIMO 的开发中。工作过程良好运作需要大量的设备数据，而这些数据是我们这几年工作的薄弱环节，许多数据分散在各处且多有遗失，没有这些数据 MAXIMO 就不能很好地运行，就达不到软件引进的初衷。为此，电站动员了大量的人力、物力，在短短的几个月整理设备数据达 28 万条，备件数据 7 万多条，基本满足了 MAXIMO 运行的需要。

坚持生产人员为主，电脑技术人员配合是 MAXIMO 软件开发工作的另一指导思想。在 MAXIMO 开发的实施小组，由生产人员牵头，组织各部门对系统的流程反复研究，结合自身的工作实际，与电脑技术人员商讨软件实施的可能，使开发工作变得较为容易。由于电脑技术人员对生产流程生疏和考虑到今后生产人员的使用，由生产人员牵头组织开发是增加其责任心和保证其今后的使用效率的好方法。

2.2 开发的组织管理

引进成熟的商业软件经常是需要更改现有的业务流程，加之 MAXIMO 使用几乎涉及了电站的各个领域，组织是否得力、高效是项目能否成功的关键。为此，公司分不同层次成立了以公司副总经理，分别负责开发策略的制定、重要问题的决策、相关文件的审核批准，以

及业务流程的确定和具体的开发工作。项目经理是实施小组的代表,起着软件开发计划的制定、监督和项目组的协调作用。由于 MAXIMO 软件的引进是采用开发商与用户共同开发的方式进行,故上述各小组均由开发商和用户电脑技术人员、用户代表组成。根据软件的结构,分别设立了工作过程、仓库采购、设备管理三个小组。

进度计划制定和实施采用项目经理负责总体计划,各项目组负责各自的计划方式,每周由实施小组组长组织开会跟踪计划进度、协调解决开发过程中出现的问题。

上述的组织管理的运作合理、有效,给项目计划的按时完成提供了保证。

2.3 系统的开发过程

MAXIMO 在大亚湾核电站的引进,完全遵循了软件开发的的标准过程,即:开发策略、需求分析、系统设计、编程单元测试、联合测试、离线运行、并轨试运行和全面投产等 10 个领域。

MAXIMO 提供三种循序渐进的实施方法来支持和实现用户的实施策略,即:快速实施、典型实施和全面实施。根据我们的实际情况,我们选择了一步到位的全面实施策略,并结合电站的实际考虑解决设备管理、群堆管理、系统集成、降低库存及即将到来 Y2K 等问题。

MAXIMO 二次开发的主要进度与过程如下:

- | | |
|--------------------|------------|
| (1) 1999.2~1999.3 | 项目的启动和前期准备 |
| (2) 1999.3~1999.6 | 需求分析的编写与确定 |
| (3) 1999.6~1999.11 | 系统开发 |
| (4) 1999.11~2000.1 | Y2K 测试 |
| (5) 2000.1~2000.4 | 试运行 |
| (6) 2000.4.20 | 投产 |

由于对原有 MAXIMO 系统进行了大量的二次开发,系统已成为公司重要的生产信息系统,为与相应系统保持一致,系统投产后正式更名为 COMIS 系统,直译为:公司生产管理信息系统。

2.4 开发情况

系统共修改、开发新程序 87 个(不包括工具和合同管理部分),报表 135 个,同时完成了与 CBA、财务、经验反馈、仪表校验、定值管理等五大系统的接口工作,并举办了 50 期 1300 人次的培训,直接投入人力 412 人/月。同时还进行了大量的数据整理和转换工作,总数达到 70 万条。

3 开发的主要功能与结构

3.1 系统开发的主要功能

(1) 维修工作过程管理:MAXIMO 工作过程管理模块相对比较简单,为满足核电站的需要,参照现有的运作模式,进行了大量的二次开发,如原来的过程仅有 5 个状态 3 种授权,经二次开发后达到了 16 个状态、10 种不同授权,同时,增加了质量计划、遗留工作票、消防系统隔离单、工作票的分类、高级查询等功能,实现了与 CBA 系统的无缝隙接口。对于原有的风险分析及隔离、工作指令等也做了相应的修改,满足了大亚湾核电站维修工作过程管理的需要。

(2) 设备管理:设备管理是 MAXIMO 引进的重要因素,MAXIMO 中的设备管理功能是我们管理的弱项,是 MAXIMO 的核心部分,代表着先进的管理理念。因此,在引进和开发上尽量不做大的改变。为使用上述功能,对大亚湾核电站十几万个设备编码进行了重新定义,将设备编码与功能位置码区别开来,收集整理了设备故障树的数据,延用了 MAXIMO 中的状态检测模块、父子设备、检修线路等功能,增加了与仪表校验系统、经验反馈系统的接口

和设备润滑等模块。

(3) 预防性维修管理: 结合大亚湾核电站换料大修和定期试验管理的不同需要, 对 MAXIMO 中的预防性维修模块进行部分修改, 满足了换料大修中预防性维修活动的安排以燃料循环为计算周期的要求, 同时使预防性维修大修和日常维修使用一个数据库, 保证了数据的准确性; 对预防性维修模块稍做修改, 也使得定期试验与预防性维修实现了统一管理, 减少了接口, 提高了工作效率。

(4) 仓储管理: MAXIMO 系统将仓库管理设计成为完全基于电子交易的系统, 与现场以单据为基础的管理方式存有巨大差异。为满足现场需要和实现与财务接口, 增加了相当数量的外挂功能模块, 如验收和发料管理模块就是完全为满足大亚湾核电站仓库管理的实际需求而开发的。

(5) 采购管理: 由于大亚湾核电站采购一直与国际接轨, 采购模块相对变动较少。除运输管理、采购报表、财务接口等内容需要重新定义外, 基本沿用了全部 MAXIMO 的功能。

(6) 标准包管理: 标准包管理是原 MAXIMO 的一大特色, 结合大亚湾核电站实际, 重新定义和修改了标准包的内容: 标准工作指令、标准风险分析与隔离、标准风险、安全措施和标准隔离指令, 建立了相应的接口关系。该功能的使用有助于核电站标准化工作的建立, 减少运行维修成本。

(7) 工具仪器的管理: 原 MAXIMO 是将工具作为资源来进行管理的, 只作为一种基础数据加以定义, 没有对其本身进行管理的功能。结合大亚湾核电站庞大的常用工具、专用工具和仪器仪表管理, 我们在 MAXIMO 上开发了一个外挂的工具管理模块, 采用了条形码系统实现了工具采购、入库, 转移, 出借, 返还, 盘点, 维护, 报废等功能, 填补了这一领域的空白。

(8) 人员工种管理: 结合核电站的实际, 增加了承包商管理、人员的核安全授权、工种管理和专业及专业管理等。

(9) 服务合同管理: 原 MAXIMO 是一个以订单形式的单一合同管理功能, 远远不能满足大亚湾核电站合同管理的需要。为此, 在原功能的基础上, 结合原有 CMS 系统, 对 MAXIMO 进行了较大的二次开发, 使其具有立项申请、询价和编写标书及合同项目的综合管理等功能, 基本上满足了大亚湾核电站合同部分对合同的管理需要。

3.2 系统的结构

MAXIMO 给我们提供了一个柔性系统, 她可以随着企业的组织机构、业务流程的变化, 在原有的系统上方便地扩展以适应企业现在及未来的多种不同需求。而采用客户端/服务的方式使 MAXIMO 在不牺牲效率和完整性前提下获得可伸缩性来满足这种要求, 这也正是我们所需要的。

由于 MAXIMO 提供了一个清晰易懂的友善界面和合理的系统结构, 除对每个模块的功能进行必要的扩充外, 我们仅保留了原 MAXIMO 的风格和结构。MAXIMO 开发后 COMIS 系统功能模块的关系见图 3.2-1, 其工作流程见图 3.2-2。

4 系统运行情况

4.1 运行环境

MAXIMO 系统运行于客户端/服务器的结

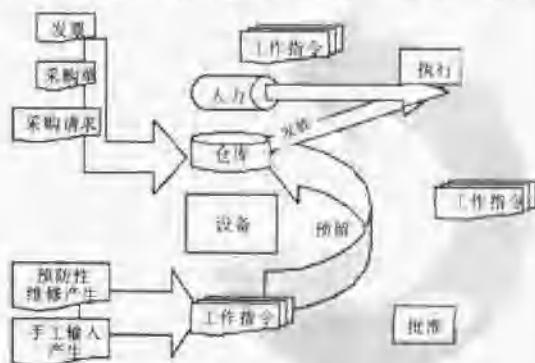


图 3.2-1 COMIS 工作流程

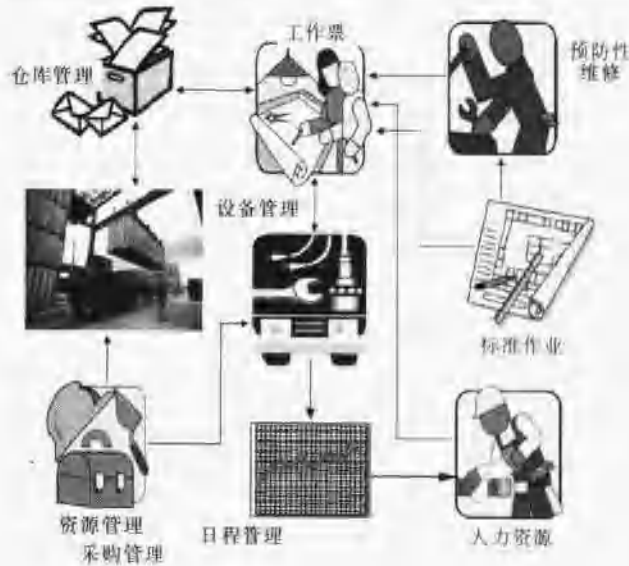


图 3.2-2 COMIS 各功能模块关系

构，数据存储于服务器上，数据处理可以在服务器或客户机上运行。系统将数据存储于服务器的 SQL 关系数据库 Oracle 上，可以容易的将项目管理系统与其他系统完成集成。MAXIMO 的运行平台支持多个服务器和网络操作系统。MAXIMO 用户分有限用户和无限用户两种，大亚湾核电站采用了无限用户方式，用以保证现场各层次人员使用的需要。

公司 COMIS 系统硬件环境配置的示意图 4.1-1。

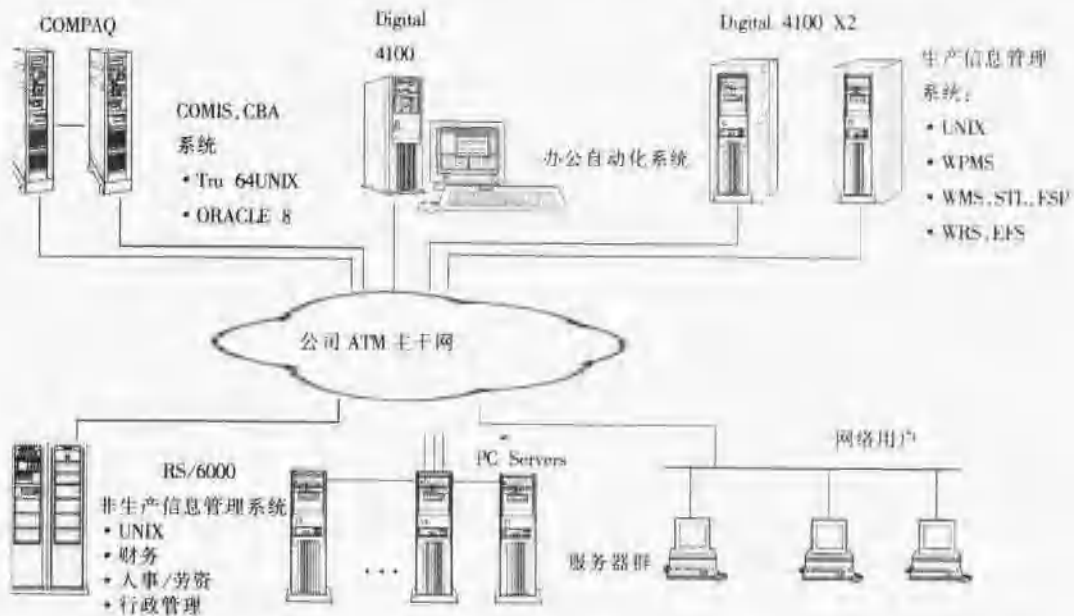


图 4.1-1 COMIS 系统硬件环境配置图

4.2 运行效果

为减少系统的投运对电站生产运行的影响,除对员工进行大规模的全员培训外,还成立了投产应变小组,分析可能存在的潜在风险,做好各项准备工作,并尽可能安排较长时间的方式运行,使用户熟悉新系统的功能。例如我们提前2个工作日首先在相对风险较小的外围BOP系统上使用COMIS,成熟后再向在运机组推广。对于系统的不同模块,我们采用分两步走的投产方式,首先将仓库、采购和备件管理等模块投入运行,待其基本稳定后,再与其他模块、CBA系统一起并轨运行。由于上述措施得当,系统的投运实现了新老系统的平稳过渡。

截至2000年底,系统共产生预防性维修项目2800项,纠正性维修项目5500项,定期试验4000项,建立标准隔离指令6700项,标准工作指令18000项,质量计划2000份,工作报告8000余份。尤其在2号机组第七次大修中,利用其分合票功能,有效地减少了工作许可票的产生,使以往4000多张工作票减少了1/3左右,提高了工作效率。通过几个月的运行,系统运行基本稳定,没有出现太大的问题,系统大部分功能都能得以开发利用,尽管操作上较过去的系统复杂,但用户对系统已普遍接受。使用COMIS系统后,无论工作申请、文件包还是维修报告的质量,对比以前都有不同程度的提高,基本满足了电站日常维修和大修管理的需要。

核电站技术改造项目的管理及特点

范立明

一、引言

21世纪是科技和经济迅猛发展的世纪,科学发展综合化、技术发展高新化、高新科技产业化将成为21世纪科学技术发展的主要特征。随着中国加入WTO,各种形式的市场壁垒逐渐消失,我国将面临更加直接、更加强烈的全球化市场竞争。就目前我国电力市场情况而言,竞价上网乃是大势所趋,某些地区已开始进行试点。为了使核电站能够在未来的电力市场竞争中占有一席之地,通过技术改造改善电站性能,降低经营成本和电价是必经之路。从国际电力市场状况来看,美国已制定了新的政策,以刺激和推动电力市场的进一步发展,包括开放和竞争、工业结构重组、改进电站性能和提高经济性、延长寿期和电站系统设备升级、核供应商的兼并收购等。其中多项内容都属于技术改造的范畴。欧洲电力市场也逐步放松管制开放市场,为了适应用户对电价提出更高要求这一形势,欧洲各电力公司都将技术改造作为实现企业长远战略目标的重要内容之一。所以技术改造和创新是企业未来生存和发展的内在动力,企业技术改造创新的能力决定了企业在市场上的竞争能力。

二、大亚湾核电站的技术改造及其政策

在大亚湾核电站,已建立了一系列技术改造的政策和程序,以确保改造项目从设计、采购、施工、调试到投运全过程中的质量、进度和投资得到有效的控制。电站成立了专门负责技术改造的部门,负责改造项目全过程的跟踪和管理。

1. 技术改造的定义

大亚湾核电站技术改造的定义是:任何对电站的设备、系统或部件所作的实体的或功能上的改进,这种改进需变更已经批准的设计文件。设计文件包括但不限于:设计图纸、设计手册、设备运行与维修手册、安全分析报告等。

技术改进分为两类,一类是与核安全相关的改进,另一类是与核安全无关的改进。与核安全相关的改进包括:须改造与核安全相关的系统、设备和部件;须变更与核安全相关的系统运行条件和参数;须修改已由国家核安全局、国际国内核机构所批准生效的法规、准则和有关设计文件等。与核安全相关的改进项目须经过更加严格的论证和有效的过程控制。

2. 技术改造的政策要点

大亚湾核电站的技术改造政策规定,应尽可能地减少改造项目的数量。除非对核安全或法规要求很有必要,或者经过严格客观的成本效益分析,能为经营节约成本,提高经济效益,否则改造项目对电站有害面无益。所提出的改造项目,无论资金如何,都要充分全面地考虑到项目对所涉及的系统设备安全运行和维修方面的影响。

所提出的改造项目,至少要满足以下一项条件:

- (1) 可减少发生核事故的可能性和危险性;
- (2) 可改进电站消防、工业安全和放射性防护;

- (3) 国家核安全局法规和国家其他有关法规、准则、规定所要求必须进行的改进；
- (4) 可提高电站的可用率和经济效益；
- (5) 方便运行操作，便于维修。

在核电站，要求从事技术改造项目的责任工程师具有相应的技术资格和核安全授权。

三、核电站技术改造项目的管理和控制

大亚湾核电站技术改造项目的过程控制流程见图 3-1：

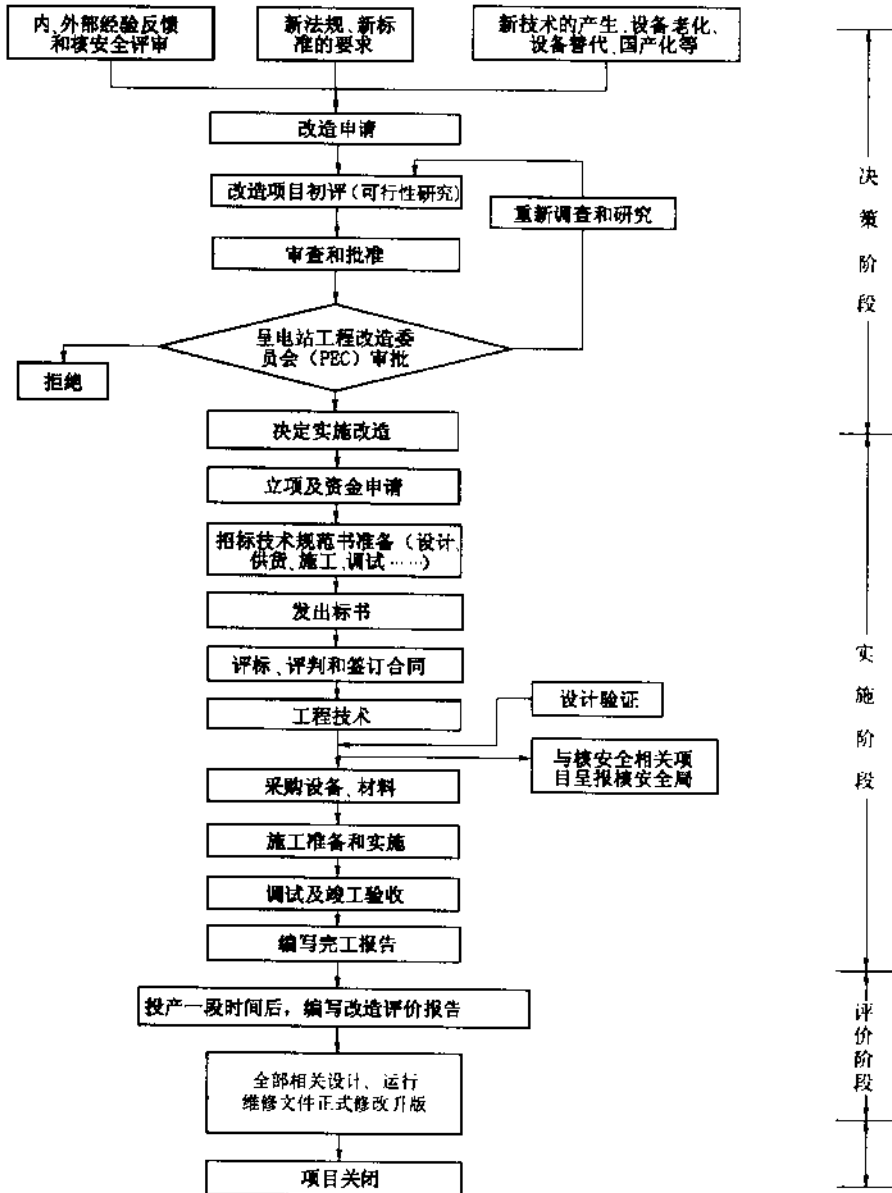


图 3-1 技术改造过程控制流程

1. 技术改造项目前期准备阶段

对所提出的改造申请,要做深入的现场调研,经分析论证后编写项目的初评报告(可行性研究报告)。初评报告概括起来主要包括三个方面的内容:

(1) 改造的必要性,也就是申请改造的原因。这需要作深入的现场调查研究,对问题进行根本原因分析,看是否只有通过改造才是解决问题的最佳或者惟一选择。

(2) 改造的可行性,是指进行改造技术方案的研究。如确定设计原则、进行有关技术论证,通过多方案的比较,选定工艺技术方案等。

(3) 改造的合理性,是对改造项目进行成本效益分析。分析项目设计、采购、施工及调试的费用以及改造后所能产生的效益。

此外,初评报告的内容中还应包括项目的组织管理、现场施工条件落实、进度计划安排等。初评报告编写完成后,要经有关部门审查,并报电站工程改造委员会讨论审批,获准后可以立项和申请资金。

2. 技术改造项目实施阶段

改造项目立项获得批准后,可以开展项目的工程设计(初步设计和详细设计),编制项目的概预算。根据核安全法规要求,与核安全相关的改造项目必须进行设计验证。即采用设计审查、交替计算、鉴定试验的方法来检验相关系统设备设计功能受到的影响和原来未经审查的安全问题的改进。与核安全相关项目的设计还须经电站核安全委员会审查,并报国家核安全局审批。对超出一定限额的技改项目必须进行招标。要经过潜在承包商资格评审、技术规范书编制、标书准备、招投标及谈判、签订合同等一系列采购控制过程。

项目实施阶段是技术改造全过程的关键一环。为了保证采购设备、材料的质量,采购技术规范书中必须提出详细的技术要求和质量标准。重大设备应当加强制造过程中的质量监督。为了保证项目施工的质量、进度和投资在要求控制的范围内,施工单位必须做好项目实施前的各项准备工作,包括人员、文件、设备材料、施工机具准备等。尤其要作好项目的组织和计划工作,这是保证项目成功的前提和关键。充分的风险分析也是准备阶段的重要内容,并应制定相应的防范措施。对与核安全相关的改造项目,实施前必须得到核安全局的正式批准答复。

项目完工后要进行调试和竣工验收,确保与改进相关的系统设备的功能、特性满足相关的设计准则要求(如水力特性、振动、系统功能要求、逻辑系统特性、信息和警报发出等)。调试验收合格后,应由相关部门签署改进项目可用性检查单,正式移交给运行维修部门。遗留问题要评估其对系统可用性的影响,作为遗留项记录在案,跟踪并限期解决。竣工后要编写完工报告。

3. 技术改造项目评价阶段

改造项目竣工验收正式投入运行后,应当有一段时间的考核期。项目责任工程师应根据考核期的运行情况编写改造项目评价报告。主要内容包括:改造对运行限值、运行条件修改的鉴定和验证;改造后设备的功能和特性;受影响的文件、图纸等更新情况;改造鉴定试验结果评价;改造中质保要求执行情况;改造中辐射防护措施执行情况;经验反馈及建议等。

改造项目关闭前,项目责任工程师应检查确保所有与改造相关的原始设计、运行、维修文件得到正式的修改和升版,并收集所有相关资料进行组卷归档。归档卷宗主要内容包括:改进申请、设计文件、设计图纸及审查记录、采购技术规范书、供应商提供的制造完工报告和用户手册、来往信函和备忘录、合同文件、施工文件包和竣工报告、鉴定试验报告、不符

合项报告、工程变更通知、改造项目评价报告等。

四、核电站技术改造项目的特点

技术改造项目的实施过程与新建项目大体相同，要经过项目的提出、调研、可行性研究、设计、采购、施工、调试等过程。整个项目实施过程中的控制管理方法也基本一致，但也有一些不同的特点。

1. 技术改造的对象是目前正在营运的电站，而不是另铺新摊子，搞新的独立项目。因此技术改造要求必须对原始情况做充分的调查研究，认真分析和评估改造对原系统设备所带来的影响。

2. 技术改造的主要目的是通过技术进步来改善电站的性能和经济性，提高电站的安全性。在大亚湾核电站，技术改造的范围更加广泛。由其定义可知，只要涉及到设计文件的改变，都必须通过技术改造过程进行控制和管理，确保所有原始设计文件得到修改，确保现场情况和文件的一致性。

3. 技术改造是一个不断发展的动态过程。一个电站要得到发展，必须随着科技的进步和竞争形势的变化，不断地进行技术改造。技术改造不是通过一两个项目就能完成的，像大亚湾核电站投运才6年，每年大大小小的技改项目不少于四五十个。因此技术改造是适应情况变化、不断经验反馈和不断进行的一个动态过程。

4. 技术改造项目与电站运行、维修部门的联系更加紧密，具有复杂性的特征。

(1) 在核电站，技术改造项目的设计方案必须与运行、维修部门进行充分的协商，以评估其对现有系统设备的影响。改造除必须修改受影响的系统图、安装布置图、电气图等设计文件外，还必须考虑修改相关的定值手册、报警手册、事故规程、运行规程、定期试验规程、最终安全分析报告、维修大纲、维修程序、备件及消耗品清单等。

(2) 改造项目现场开工时，必须由工作准备人员发出工作指令，由运行人员隔离相关的系统和设备。工作负责人只有在取得工作许可证，并确认现场隔离条件后，方可实施现场工作。

(3) 核电站的设计文件分为Ⅰ类文件和Ⅱ类文件。Ⅰ类文件是指对系统设备安全运行至关重要的文件，如系统流程图、电气图、逻辑图等。这类文件在任何时候都应保持最新版本。Ⅱ类文件是指对系统设备运行无直接影响的文件，如安装布置图、支架图、设备维修手册等。这类文件可在改造项目完工后6个月内修改完成。在改造项目现场开工前，要求所有Ⅰ类文件应修改完成处于等待状态。一旦现场完工并发出完工证书，有关部门须立刻临时生效修改后的Ⅰ类文件，保持现场与文件的一致性，然后系统在线进入调试阶段。核电站对技改项目文件控制上的要求非常严格。

5. 核电站技术改造项目实施时，更加强调对时间的控制。新建工程项目通常是以月、日计算进度，而运行电站技改项目在某些情况下是以小时、分钟计。比如，有些重大的、影响核安全的技改项目要求必须在机组正常运行期间实施，实施的先决条件是隔离相关的系统和设备。但根据核安全法规和运行总则的规定，这些安全重要系统和设施不允许长时间处于不可用状态，否则会影响到机组的安全性。特殊情况下还需要向核安全局提出特许申请，并保证在限定的时间内尽可能早地完成该项工作。又如在机组大修期间，有些技改项目处在关键路径上，对营运的发电站来说，缩短一天大修工期，就意味着增加一天发电量。大亚湾核电站单机组满功率运行每天的上网电量约2200多万kW·h，每天售电收入上百万美元。因

此对处于关键路径上的技改项目,必须周密计划,精心准备,在保证质量的前提下争分夺秒,提高电站的经济效益。

6. 核电站的技改项目必须充分考虑到放射性物质的风险。对建设中的核电站来说,除射线探伤外基本不存在辐射风险问题,主要是考虑施工中的工业安全。而对运行中的核电站,由于核反应堆反应所产生的大量放射性物质的存在,使辐射防护工作在核电站显得极其重要。因此在核岛系统设备上从事技术改造工作时,必须充分考虑辐射方面的风险,认真做好各项准备工作和制定防范措施,按照 ALARA 原则(合理可能尽量低),实现辐射防护最优化。

7. 电站技术改造项目的组织管理模式,大多采用矩阵式的管理。新建工程一般都配备了专门的工程技术队伍,且机构庞大,人员较多,分工较细。如在建的岭澳核电站,工程部拥有 600 多人。而运行的大亚湾核电站中负责技改项目的人员只有几十个人,而且项目类型多、随机性强、数量大。通常每个项目指定一个项目负责人,而项目小组的成员则根据不同的项目特点从不同的部门抽调。对这些人员来说,技改项目只是其全部工作的一部分,他们还要承担其职能部门的许多其他工作(如维修、运行等)。但为了合理利用人力资源,提高工作效率,保证项目质量和满足用户需求,这种矩阵式的项目管理模式是必须的。

8. 技术改造项目的经济分析比较困难。由于技术改造项目与现有企业在设备、资产、人员、经营成本、财务效益等方面密切相关,涉及到原有资产的利用,从而使技改项目的经济分析与新建工程相比更加复杂。有些项目是因为核安全的需要、新的法规要求或是为纠正设计不符合项,有些是为了方便运行、改善维修工作条件,或是环保、美观的需要等。对这些项目的产出和效益很难做出定量的计算。

五、结论

1. 技术改造对提高核电站安全性和经济性,以适应未来电力市场竞争的需要具有十分重要的作用。

2. 对技术改造项目必须作严格客观的技术经济论证,充分考虑其对原有系统设备的影响,减少盲目性。

3. 建立完整的技术改造政策和管理程序,掌握技术改造项目管理的特点,是保证改造项目质量的前提。

参 考 文 献

- 1 刘荔娟等 现代项目管理 上海:上海财经大学出版社,1999

岭澳核电站生产准备工作自我评估的建立和推进

周卫红

一、概 述

自我评估作为一种有效的质量管理机制，已经在整个生产准备系统中形成，并在移交接产的各项活动中发挥着重要的作用。

这一机制主要表现为：

1. 有了一套各部门认同的，总结了一核移交接产和安全生产经验的，并与国际标准和实践接轨的评估标准。
2. 建立和规范了一些基本的评估方法，并且基层管理人员熟悉这些方法的应用。
3. 自我评估已经演化出各种形式，融入了日常管理活动。

二、1999 年生产准备首次自我评估

1. 背景

1998年6月1日岭澳核电有限公司正式成立了生产部。岭澳核电站的生产准备工作，由原来的联合生产准备阶段，进入了独立生产准备阶段。与此同时，广东核电集团和岭澳核电有限公司总经理部提出了“二核要比一核好”的总体目标。在此形势下，岭澳核电站生产准备活动同工程活动一样，全面展开。1998年10月《生产准备总体计划》的新版和各专业的处级执行计划生效。1998年12月16日《生产准备业绩指标体系》出版。

面对即将到来的接产活动高峰，1999年7月，也就是独立生产准备阶段开始以后的半年左右，生产部领导层决定组织一次全面的自我评估活动。实践证明，其意义是深远的。这不仅表现在一般的质量保证工作的层面上，更重要的是表现在以下两个特殊的方面：

(1) 生产准备工作开展以来，工程质保体系和一核生产质保体系，对岭澳核电站的生产准备活动的监控和支持是十分有限的，而且这种局面还会继续相当长的一段时期。为此，对当时的生产准备的质量进行一次评估是十分必要的。

(2) 随着移交接产高峰的到来，如果生产准备部门内部没有一套统一的、起点较高的标准，以及与之相应的质量自我控制和评估机制，那么要在移交接产的高峰期间，既保证质量又保证效率，将是十分困难的。

2. 评估的目的和过程

根据部署，1999年8月至11月期间岭澳核电站生产部牵头组织了首次全范围的自我评估。这次评估的目的是：

- (1) 建立生产准备自我评估的标准；
- (2) 通过自我评估发现生产准备的现状和计划与生产准备的要求之间的差距；
- (3) 帮助基层干部建立自我评估的概念和意识，掌握一些简单易行的自我评估方法，以使自我评估作为一种有效的管理工具应用到日常管理工作中去，并为建立电站自我评估机制打下基础。

参加本次评估的单位有岭澳核电站生产部、大亚湾核电站生产部、维修部和科技委。

为了保证评估的有效性,参加评估的单位组织了一个有安全监督部门牵头的项日小组,又称“独立评估小组”。本次评估还特别邀请了岭澳核电站生产部运行处法国专家 Mr. Berteloot 先生和大亚湾核电站法国专家 Mr. Quemard 先生。

评估分 5 个阶段进行:

1) 8 月~10 月中旬为准备阶段:制定了评估方案;起草、讨论、出版了《岭澳核电站生产准备自我评估导则》。

2) 10 月中旬为培训阶段:编写了专项培训教材;各部处骨干参加了培训。

3) 10 月中旬~11 月上旬为处、科自我评估阶段。

4) 11 月上旬~11 月下旬为内部联合评估阶段:各部处自我评估会审;独立评估小组验证(包括对各部处评估结果的分析、验证和与关键岗位人员的面谈)。

5) 11 月下旬~11 月底为报告与改进行动落实阶段。

本次评估是以岭澳核电站 1 号机组首次装料为基准,以 1 号机组商业运行为目标,换句话说就是要回答两个问题:

(1) 现有的工作和计划是否满足 1 号机组首次装料的安全需要?

(2) 现有的工作和计划是否满足 1 号机商业运行的需要?

评估范围涉及上述基准和目标的主要管理过程,包括:组织与管理、培训与授权、运行、化学、维修、技术支持、设备管理、辐射防护、应急计划与准备、移交投产活动。

其中,维修部主要评估的活动包括:组织与管理、维修程序和文件资料准备、物资准备和管理、维修设施和工器具、培训和工程参与、接产和设备维修与保养、生产准备的工程技术支持。

大亚湾核电站主要评估的活动包括:文档管理、培训(共用部分)、辐射防护共用部分(仪表管理、个人剂量、职业医疗)、应急计划与准备。

3. 自我评估导则

评估标准的编写是一个难点。我们没有找到国内外现成的核电站生产准备业绩的评估标准。对此我们的对策是,参考国内外核电运行的相关标准和生产准备的有关文件、资料,同时结合大亚湾核电站的经验,制定自己的评估标准。我们称这一标准为《自我评估导则》。对这一标准,我们要求能够用其检查:

(1) 生产准备各方面计划的完整性和业绩指标体系的完整性;

(2) 重要安全生产活动的管理思路和方法;

(3) 1998 年 6 月以来各方面工作的质量。

此外,我们要求该标准的内容不能抽象或笼统,而应以广东核电的实际情况为背景,以“风险/过程/成本/绩效”为指导思想,制定具体的、可操作的标准。

标准编写过程中主要参考的文件包括:国家核安全当局的有关法规和导则,IAEA OS-ART 导则 1994 版,IAEA 新质保法规、WANO 同行评估标准(1995,1999 版),以及美国 INPO,NRC 等相关文件。这些文件的参考,确保了自我评估标准与国际标准的接轨及其先进性。

在编写标准的过程中,我们还专门组织了有一核移交投产经验的同事编写了“专家意见”,作为标准的重要参考文件,以保证充分吸取一核的经验和教训。

《自我评估导则》编写的程序是:首先确定了以首次装料为安全标准的参考坐标,以首

台机组投入商业运行为电站全面管理标准的参考坐标；其次，进行过程树分析（见图1），确定为满足上述坐标要求的各类活动的主要过程、次级过程和重要活动；然后在此基础上编写这些活动的标准。

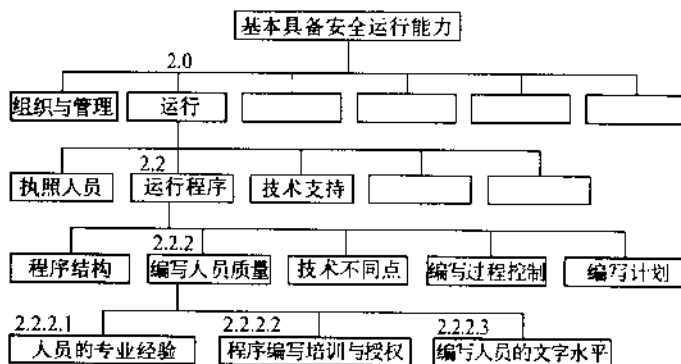


图1 编写标准的过程树

在组织程序上，采取了专人负责起草，集体讨论的方式。这一方式使生产准备的各方对标准达成共识，从而为评估以及今后的工作奠定了基础。与此同时，编写标准的过程也就成为一种以“内心衡量”为心理特征的“预评估”的过程。1999年10月《岭澳核电站生产准备自我评估导则》出版，历时约两个月。

4. 培训

确定了评估标准后，专项小组编写了专门的培训教材，对参加评估的骨干人员进行了培训。培训的主要内容包括：

(1) 管理学的一般原则，PDCA循环。

(2) 评估形式：独立评估和自我评估。

(3) 自我评估介绍：自我评估的形式、自我评估的思想基础、自我评估的优点、自我评估的障碍和先决条件、自我评估的方法、组织技巧：团队组成与工作方式、工作技巧。

培训特别强调了各级参与评估人员所应持有的心态，即强调“自我评估的障碍并不在于理论的复杂，也不在于方法或技巧，而在于心态。换言之，如果参加评估的人，尤其是组织者，用一种开放的、积极的、善于听取不同意见的心态来做工作，自我评估才可能是有效的。如果心态不对，无论是自我评估，还是独立评估，都不可能达到预期的目的。”

5. 评估方法

本次评估所使用的基本方法包括：

(1) 对照法

使用《自我评估导则》，与下列三方面对照：

1) 《生产准备处级实施计划》的完整性（有计划还是无计划，有计划时，各项资源和时间窗口是否妥当）；

2) 《生产准备业绩指标》的完整性（有指标还是无指标，有指标时，指标的定义，计算方法等是否满足管理的需要）；

3) 关键领域的思路与工作组织过程是否符合标准所提出的要求，主要包括：责任分工、资源配置、培训授权、程序编写、接口关系。

(2) SWOTA 过程诊断法

在使用“对照法”时，可使用 SWOTA 方法进行“过程诊断”，即对某一项工作过程，首先分析其内部环境因素（S：优势或长处，W：缺陷或不足）和外部因素（O：机遇 T：影响），然后综合考虑目标和资源的平衡，确定改进行动（A：行动）。

(3) 经验矩阵评价法

在分析缺陷（W）的过程中，使用了下列经验矩阵来确定缺陷的严重程度，从而找出主要矛盾，优化资源的使用，经验矩阵见表 1。

表 1 经验矩阵

对目标的影响	不紧迫	较紧迫	非常紧迫
影响不大	（小缺陷）	（一般缺陷）	（重要缺陷）
影响较大	（一般缺陷）	（重要缺陷）	（严重缺陷）
影响很大	（重要缺陷）	（严重缺陷）	（重大漏洞）

注：紧迫：根据资源情况，相对于目标期限而言；

影响：对业绩目标的负面影响程度。

(4) 处级评估与集体评估相结合

在各处内部自我评估的基础上，由此次评估活动的专门小组牵头，组织集体评估，其方法如下：

1) 对处级自评的报告进行讨论

由处级自评负责人介绍内部评估的过程和结果，独立评估小组及有关人员参加讨论，对处级自评作出一个基本判断（范围，方法是否得当），并确定独立评估小组进一步验证、个别面谈的内容和时间。

2) 独立评估小组成员进行验证性评估，包括检查计划、程序、培训记录，问卷调查，个人面谈等。

3) 独立评估小组综合上述评估的信息，编写自我评估报告的初稿，并与各部门交流、修订。

(5) 深度面谈

深度面谈由两名法国顾问来做，即法国顾问以各自的经验为标准，分别与生产准备各专业的主要负责人进行深入、广泛的交谈，通过交谈来确认生产准备工作的现状、问题和趋势。

6. 评估结果

评估认为，岭澳核电站生产准备的现状及其计划是基本令人满意的，其主要依据是：

(1) 已建立了生产准备的组织机构，包括与维修部和一核生产部共用部分的接口；按计划配备了相应的人员，尤其是配备了具有一核生产准备和运行经验的人员。实践表明，生产准备方面已形成了一支有效团队。

(2) 已制定了生产准备的总体计划、执行计划和业绩指标体系。迄今为止计划执行情况符合要求和既定目标，且此次评估未发现重大漏洞。

(3) 已建立管理程序和技术程序的框架、编写计划，并开发了适用于程序编写和管理的计算机软件，各项程序编写任务正按计划执行。

(4) 已建立了培训体系，培训任务完成良好，调试参与计划正逐步得到落实，国际上先

进的“系统化培训方法 (SAT)”和岗位授权制度全面展开,为培养高素质的生产员工队伍创造成了条件。

(5) 已建立了一整套移交接管的管理过程和检验标准,移交活动正有序进行。

(6) 运行准备、维修准备、设备管理准备的各项工作的进展符合计划要求。

(7) 安全执照、工业安全、消防、辐射防护、计划与信息管理等跨职能部门的工作进展符合计划要求,且满足实际需要。

(8) 应急计划与准备、工程委托项目等专项准备工作的进展,总体上符合计划和质量控制的要求。

(9) 二核生产准备始终得到了一核总经理部和各部门的支持。

评估认为:虽然生产准备的总体状况是基本令人满意的,但是无论是现状还是计划都还存在一定数量的重要内部缺陷和重要外部不利因素。通过对处级自我评估结果的分析,本次评估所发现的重要内部缺陷和重要外部不利因素统计见表 2 和表 3:

表 2 重要内部缺陷统计表

领 域	数 量
组织与管理	24 (W1-24)
培训与授权	7 (W25-31)
运 行	15 (W32-46)
化 学	4 (W47-50)
维 修	7 (W51-57)
技术支持	3 (W73-75)
设备管理	2 (W58-59)
辐射防护	7 (W60-66)
应急计划与准备	2 (W67-68)
移交接管活动	4 (W69-72)
合 计	75

表 3 重要外部不利因素

领 域	数 量
组织与管理	9 (T1-9)
培训与授权	0
运 行	1 (T10)
化 学	3 (T11-13)
维 修	2 (T14-15)
技术支持	1 (T16)
设备管理	0
辐射防护	1 (T17)
应急计划与准备	1 (T18)
移交接管活动	0
合 计	18

本次评估还发现对生产准备全局有深远影响的4个严重缺陷,这些缺陷的解决需要上级管理部门的决策和支持。

分析表明,绝大多数缺陷属于“较紧迫或不紧迫,但影响较大或很大”的管理问题。从生产准备的发展阶段来看,这些缺陷的存在是正常的,发现这些缺陷是及时的。纠正这些缺陷为改进生产准备工作提供了方向,为确保生产准备向纵深发展,迎接移交接产的高峰打下了基础。

此外,本次评估对生产准备已形成的优势和存在的机遇作了分析。

7. 跟踪与改进

本次自我评估要求各单位将改进行动纳入日常工作计划,包括各年度的工作计划;生产准备的计划部门则检查各部处的计划,确保改进行动的纳入。计划落实后,各部门对改进行动的执行情况和效果进行了跟踪和检查,以确保行动的有效落实。年度计划考核时必须包括改进行动在内的生产准备的各项任务。

目前本次自我评估所产生的改进行动绝大多数已经完成,并取得良好的效果。更为重要的是,本次评估所采用的理念和方法已普遍为管理人员所接受,并应用到日常工作之中去。

三、主要经验与发展

1999年自我评估所获得的主要经验是:

1. 电站经理和相关部门经理的高度重视和表率作用,尤其是领导层所表现出来的开放、坦诚、实事求是的态度和作风,为本次评估的成功提供了保证。
2. 《自我评估导则》的编写方式使得整个过程成为一个学习、沟通、总结和合作的过程,这为后来的评估工作打下了坚实的基础。
3. 现代管理方法的应用不仅保证了本次评估的有效性,而且提高了参与者的管理技能,丰富了参与者的管理技巧,有助于在今后日常工作中使用这些技能和技巧。

在1999年经验的基础上,2000年生产准备系统又组织了以处为单位的“专项工作”自我评估。各处根据自身活动的特点逐步演化出新的自我评估形式,例如运行部门的“个人工作自我评估”,保健物理部门的“日常计划工作中的自我评估”等等。随着接产活动的变化,将进一步出现适用于新任务的自我评估形式和方法,这些形式和方法将对确保移交接产活动的质量和效率发挥重要作用。与此同时,这些形式和方法以及方法背后的理念,将成为商运阶段安全生产自我评估体制的基础。

附录一 基本系统名称

Elementary System Codification

 Quality and nuclear safety related system 完全与质量和核安全相关系统  Partially quality and nuclear safety related system 部分与质量和核安全相关系统  Quality related system 与质量相关系统  Non quality related system 与质量无关系统			
A	Feedwater Supply 给水供应	APP	Turbine-Driven Feedwater Pump 汽动主给水泵系统
ABP	Low Pressure Feedwater Heater 低压给水加热器系统	APU	Feedwater Pump Turbine Drain 主给水泵汽轮机疏水系统
ACO	Feedwater Heaters Drain Recovery 给水加热器疏水回收系统	ARE	Feedwater Flow Control 给水流量控制系统
ADG	Feedwater Deaerating Tank and Gas Stripper 给水除气器系统	ASC	Auxiliary Feedwater 辅助给水系统
AET	Feedwater Pump Turbine Gland 主给水泵汽轮机轴封系统	C	Condenser (Condensation-Vacuum-Circulating Water) 凝汽器(冷凝-真空-循环水)
AGM	Motor Driven Feedwater Pump Lubrication 电动主给水泵润滑系统	CAR	Turbine Exhaust Water Spraying 汽轮机排气口喷淋系统
AGR	Feedwater Pump Turbine Lubrication and Control Fluid 主给水泵汽轮机润滑油及调节油系统	CET	Turbine Gland 汽轮机轴封系统
AHP	High Pressure Feedwater Heater 高压给水加热器系统	CEX	Condensate Extraction 凝结水抽取系统
APA	Motor-Driven Feedwater Pump 电动主给水泵系统	CFI	Circulating Water Filtration 循环水过滤系统
APG	Steam Generator Blowdown 蒸汽发生器排污系统	CFM	Condenser Debris Filter 凝汽器精滤器系统
		CGR	Circulating Water Pump Lubrication 循环水泵润滑系统
		CPA	Cathodic Protection 阴极保护系统
		CPP	Condensate Polishing Plant 凝结水精处理系统
		CRF	Circulating Water 循环水系统
		CTA	Condenser Tube Cleaning 凝汽器清洗系统

CTE	Circulating Water Treatment 循环水处理系统
CVI	Condenser Vacuum 凝汽器真空系统
D	Ventilation-Handling Equipment- Communications-Lighting 通风 装卸设备-通讯-照明
DAA	Hot and Cold Workshops and Warehouse Elevators 冷、热机修车间和仓库的电梯
DAB	Administration Building Elevators 办公楼电梯
DAI	Nuclear Island Building Elevators 核岛厂房电梯
DAM	Turbine Hall Elevators 汽轮机厂房电梯
DEB	Administration Building Chilled and Hot Water 办公楼冷、热水系统
DEG	Nuclear Island Chilled Water 核岛冷冻水系统
DEL	Electrical Building Chilled Water 电气厂房冷冻水系统
DMA	ROP Handling Equipment BOP 装卸搬运设备
DME	Main Switchyard Handling Equipment 主开关站装卸搬运设备
DMH	Miscellaneous Hoists and Lifting Equipment in BOP Buildings and Areas BOP 厂房和 BOP 区域内的各种起吊设备
DMI	Drum Long Term Storage Handling Equipment 混凝土桶长期存放用的装卸搬运设备
DMK	Fuel Building Handling Equipment 核燃料厂房装卸搬运设备
DMM	Turbine Hall Mechanical Handling Equipment 汽轮机厂房机械装卸设备
DMN	Nuclear Auxiliary Building Handling Equipment 核辅助厂房装卸搬运设备
DMP	Circulating Water Pumping Station Handling Equipment 循环水泵站装卸搬运设备

DMR	Reactor Building Handling Equipment 反应堆厂房装卸搬运设备
DMW	Handling Equipment for Reactor Building Gantry and Peripheral Rooms 反应堆厂房龙门架及其外围厂房 装卸搬运设备
DN	Normal Lighting 正常照明系统
DSI	Site Security System 厂区保安系统
DS	Emergency Lighting 应急照明系统
DTL	Closest-Circuit Television 闭路电视系统
DTV	Communication 厂区通讯系统
DVA	Cold Workshop and Warehouse Ventilation 冷机修车间和仓库通风系统
DVB	Administration Building Ventilation 办公楼通风系统
DVC	Control Room Air Conditioning 主控制室空调系统
DVD	Diesel Buildings Ventilation 柴油机房通风系统
DVE	Cable Floor Ventilation 电缆层通风系统
DVF	Electrical Building Smoke Exhaust 电气厂房排烟系统
DVG	Auxiliary Feedwater Pump Room Ventilation 辅助给水泵房通风系统
DVH	Charging Pump Room Emergency Ventilation 上充泵房应急通风系统
DVI	Component Cooling Room Ventilation 设备冷却水房间通风系统
DVK	Fuel Building Ventilation 核燃料厂房通风系统
DVL	Electrical Building Main Ventilation 电气厂房主通风系统
DVM	Turbine Hall Ventilation 汽轮机厂房通风系统
DVN	Nuclear Auxiliary Building Ventilation 核辅助厂房通风系统

DVP	Circulating Water Pumping Station Ventilation 循环水泵站通风系统
DVQ	Waste Auxiliary Building Ventilation 废物辅助厂房通风系统
DVS	Safety Injection and Containment Spray Pump Motor Room Ventilation 安全注入和安全壳喷淋泵电机房通风系统
DVT	Demineralization Plant Ventilation 除盐水车间通风系统
DVV	Auxiliary Boiler and Compressor Building Ventilation 辅助锅炉和空压机厂房通风系统
DVW	Peripheral Rooms Ventilation 安全壳外贯穿件房间通风系统
DVX	Lubrication Oil Transfer Plant Building Ventilation 润滑油输送装置厂房通风系统
DWA	Hot Workshop and Warehouse Ventilation 热机修车间和仓库通风系统
DWB	Restaurant Ventilation 餐厅通风系统
DWE	Main Switchyard Ventilation 主开关站通风系统
DWG	Miscellaneous BOP Buildings Ventilation System(UA Building) 其他 BOP 厂房通风系统(UA 厂房)
DWL	Hot Laundry Ventilation 热洗衣房通风系统
DWN	Site Laboratory Ventilation 厂区实验室通风系统
DWR	Security Building Ventilation 应急保安楼通风系统
DWS	Essential Service Water Pumping Station Ventilation 核岛重要生水泵站通风系统
DWX	Oil and Grease Storage Area Ventilation System(FC Building) 油及润滑油贮存区通风系统(FC 厂房)
DWY	Electrochlorination Plant Ventilation 制氯站通风系统
DWZ	Hydrogen Production Plant Ventilation 制氢站通风系统

E	Containment 安全壳
EAS	Containment Spray 安全壳喷淋系统
EAI	Containment Instrumentation 安全壳仪表系统
EBA	Containment Sweeping Ventilation 安全壳换气通风系统
EIE	Containment Isolation 安全壳隔离系统
EIP	Containment Leakage Monitoring 安全壳泄漏监测系统
ETY	Containment Atmosphere Monitoring 安全壳内大气监测系统
EVC	Reactor Pit Ventilation 反应堆堆坑通风系统
FVF	Containment Cleanup 安全壳内空气净化系统
EVR	Containment Continuous Ventilation 安全壳连续通风系统
G	Turbine Generator 汽轮发电机
GCA	Turbine and Feedheating Plant Preservation During Outage 汽轮机和给水加热装置停运期间的保养系统
GCT	Turbine Bypass 汽轮机旁路系统
GEV	Power Transmission 输电系统
GEW	Main Switchyard-EHV Switchgear 主开关站-超高压配电装置
GEN	Generator Excitation and Voltage Regulation 发电机励磁和电压调节系统
GFB	Turbine Control Fluid 汽轮机调节油系统
GGR	Turbine Lubrication Jacking and Turning 汽轮机润滑、顶轴和盘车系统
GHE	Generator Seal Oil 发电机密封油系统
GME	Turbine Supervisory 汽轮机监视系统
GPA	Generator and Power Transmission Protection 发电机和输电保护系统

GPV	Turbine Steam and Drain 汽轮机蒸汽和疏水系统
GRE	Turbine Governing 汽轮机调节系统
GRH	Generator Hydrogen Cooling 发电机氢气冷却系统
GRV	Generator Hydrogen Supply 发电机氢气供应系统
GSE	Turbine Protection 汽轮机保护系统
GSS	Moisture Separator Reheater 汽水分离再热器系统
GST	Stator Cooling Water 发电机定子冷却水系统
GSY	Grid Synchronization and Connection 同步并网系统
GTH	Turbine Lube Oil Treatment 汽轮机润滑油处理系统
GTR	Turbine Generator Remote Control 汽轮发电机远方控制系统
J	Fire Protection(detection-fire fighting) 消防(探测-火警)
JIT	Fire Detection 火警探测系统
JPD	Fire Fighting Water Distribution 消防水分配系统
JPH	Turbine Oil Tank Fire Protection 汽轮机油箱消防系统
JPI	Nuclear Island Fire Protection 核岛消防系统
JPL	Electrical Building Fire Protection 电气厂房消防系统
JPP	Fire Fighting Water Production 消防水生产系统
JPS	Mobile & Portable Fire Fighting Equipment 移动式 and 便携式消防设备
JPT	Transformers Fire Protection 变压器灭火系统
JPU	Site Fire Fighting Water Distribution 厂区消防水分配系统
JPV	Diesel Generator Fire Protection 柴油发电机灭火系统
K	Instrumentation and Control 仪表和控制

KRS	Thermocouple Cold Junction Boxes 热电偶冷端盒系统
KCO	Common Control Cabinets for Conventional Island 常规岛共用控制机柜
KDO	Test Data Acquisition 试验数据采集系统
KIR	Loose Parts and Vibration Monitoring 松动部件和振动监测系统
KIS	Seismic Instrumentation 地震仪表系统
KIT	Centralized Data Processing 集中数据处理系统
KKK	Site and Building Access Control 厂区和办公楼出入监督系统
KKO	Energy Metering and Perturbography 电度表和故障录波仪
KME	Test Instrumentation 试验仪表系统
KPR	Remote Shutdown Panel 应急停堆盘系统
KPS	Safety Panel 安全监督盘系统
KRG	General Control Analog Cabinets 集中控制模拟量机柜
KRS	Site Radiation and Meteorological Monitoring 厂区辐射气象监测系统
KRT	Plant Radiation Monitoring 电站辐射监测系统
KSA	Alarm Processing 警报处理系统
KSC	Main Control Room 主控室系统
KSN	Nuclear Auxiliary Building-Local Control Panels and Boards 核辅助厂房——就地控制屏和控制盘
KSU	Security Building Control Desk 应急保安楼控制台系统
KZC	Controlled Area Access Monitoring 控制区出入监测系统
L	Electrical Systems 电气系统

LAA	Uninterrupted 230 V DC Power System(LNE) Inverter Power Supply 230 V 不间断直流电源系统、逆变电源系统(电气厂房 LNE)
LAB	Turbine Generator Continuous Lubrication Pump Power Supply 汽轮发电机不间断润滑油泵电源系统(汽轮机厂房)
LBA	125 V DC Power Supply-Train A 125 V 直流电源系统——系列 A
LBB	125 V DC Power Supply-Train B 125 V 直流电源系统——系列 B
LBC	Inverters Power Supply for Protection Group I 用于第一保护组的逆变电源系统
LBD	Inverters Power Supply for Protection Group II 用于第二保护组的逆变电源系统
LBE	Inverters Power Supply for Protection Group III 用于第三保护组的逆变电源系统
LBF	Inverters Power Supply for Protection Group IV 用于第四保护组的逆变电源系统
LBG	125 V DC Power Supply(Nuclear Auxiliary Building) 125 V 直流电源系统(核辅助厂房)
LBJ	125 V DC Power Supply(6.6 kV Breakers) 125 V 直流电源系统(6.6 kV 断路器)
OLBK	125 V DC Power Supply(Demineralization Plant and Auxiliary Boilers) 125 V 直流电源系统(除盐车间和辅助锅炉)
LBL	125 V DC Power Supply(EG Building) 125 V 直流电源系统(EG 厂房)
LBM	125 V DC Power Supply(Switchgear Control) 125 V 直流电源系统(开关控制)
OLBM	125 V DC Power Supply(Main Switchyard) 125 V 直流电源系统(主开关站)
OLBN	125 V DC Power Supply(Main Switchyard) 125 V 直流电源系统(主开关站)
LBP	125 V DC Power Source and Distribution System 125 V 直流电源和分配系统
LCA	Unit 48 V DC Power Supply-Train A 机组 48 V 直流电源系统——系列 A

LGB	Unit 48 V DC Power Supply-Train B 机组 48 V 直流电源系统——系列 B
LCC	48 V DC Power Source and Distribution System/Decoupling 48 V 直流电源和配电去耦系统
LCD	Common 48 V DC Power Supply (Nuclear Auxiliary Building) 公用 48 V 直流电源系统(核辅助厂房)
OLCK	48 V DC Power Supply(Demineralization Plant and Auxiliary Boilers) 48 V 直流电源系统(除盐车间和辅助锅炉)
LCL	48 V DC Power Supply(EG Building) 48 V 直流电源系统(EG 厂房)
OLCM	48 V DC Power Supply(Main Switchyard) 48 V 直流电源系统(主开关站)
LDA	30 V DC Power Supply(Analog Control) 30 V 直流电源系统(模拟控制)
LGA	6.6 kV Switchboard 6.6 kV 配电盘系统
LGB	6.6 kV Switchboard 6.6 kV 配电盘系统
LGC	6.6 kV Switchboard 6.6 kV 配电盘系统
LGD	6.6 kV Switchboard 6.6 kV 配电盘系统
LGE	Unit 6.6 kV Switchboard 机组 6.6 kV 配电盘系统
LGI	Common and Site 6.6 kV Switchboard 公用和厂区 6.6 kV 配电盘系统
LGM	6.6 kV Switchboard-Preoperational Boiler 6.6 kV 配电盘系统-调式锅炉
LGR	Auxiliary Power Supply 辅助厂用电源系统
LHA	6.6 kV AC Emergency Power Distribution-Train A 6.6 kV 交流应急配电系统——系列 A
LHB	6.6 kV AC Emergency Power Distribution-Train B 6.6 kV 交流应急配电系统——系列 B
LHP	6.6 kV AC Emergency Power Supply-Train A 6.6 kV 交流应急电源系统——系列 A

LHQ	6.6 kV AC Emergency Power Supply Train B 6.6 kV 交流应急电源系统——系列 B
LHT	Changeover Interconnection Device 6.6 kV 交流应急电源切换系统
LHZ	Low Voltage 380V AC Generating Set (EC Building) 低压 380 V 交流发电机组(EC 厂房)
LK	LV AC Network—380 V 低压交流电源(380 V 系统)
LL	LV AC Emergency Network—380 V 低压交流应急电源(380 V 系统)
LLS	Hydrotest Pump Turbine Generator Set 水压试验泵汽轮发电机组
LMA	220 V AC Normal Power Source and Distribution System 220 V 交流电源和配电系统
LMC	220 V AC Power Supply (CI Instrumentation) 220 V 交流电源系统(CI 仪表)
LMD	220 V AC Power Supply(CI Instrumentation) 220 V 交流电源系统(CI 仪表)
LNA	Vital 220 V AC Power(Protection Group I) 220 V 交流重要负荷电源系统(第一保护组)
LNB	Vital 220 V AC Power(Protection Group II) 220 V 交流重要负荷电源系统(第二保护组)
LNC	Vital 220 V AC Power(Protection Group III) 220 V 交流重要负荷电源系统(第三保护组)
LND	Vital 220 V AC Power(Protection Group IV) 220 V 交流重要负荷电源系统(第四保护组)
LNE	Uninterrupted 220 V AC Power 220 V 交流不间断电源系统
LNF	Common Uninterrupted 220 V AC Power(N. A. B.) 220 V 交流公用不间断电源系统
LNK	Uninterrupted 220 V AC Power (Demineralization and Auxiliary Boilers) 220 V 交流不间断电源系统(除盐水车间和辅助锅炉)
OLNL	Uninterrupted 220 V AC Power(EC Building) (Included in OLBL S. D. M.) 220 V 交流不间断电源系统(EC 厂房)
OLNM	Uninterrupted 220 V AC Power(TC Building) 220 V 交流不间断电源系统(TC 厂房)

LNP	Uninterrupted 220 V AC Power for Train B KITKPS 220 V 交流不间断电源系统(系列 B KIT-KPS)
LSA	Test Loops 试验回路系统
LSI	Site Lighting 厂区照明系统
LTB	Grounding 接地系统
LYS	Batteries Test Loops 蓄电池试验回路
P	Pits 各种坑、池
PMC	Fuel Handling and Storage 核燃料装卸贮存
PIR	Reactor Cavity and Spent Fuel Pit Cooling and Treatment 反应堆和乏燃料水池冷却和处理系统
R	Reactor 反应堆
RAM	CRDM Power Supply 控制棒驱动机构电源系统
RAZ	Nuclear Island Nitrogen Distribution 核岛氮气分配系统
RCP	Reactor Coolant System 反应堆冷却剂系统
RCV	Chemical and Volume Control 化学和容积控制系统
REA	Reactor Basin and Water Makeup 反应堆硼和水的补给系统
REN	Nuclear Sampling 核取样系统
RGL	Full Length Rod Control 棒控系统
RIC	In-core Instrumentation 堆芯测量系统
RIS	Safety Injection 安全注入系统
RPE	Nuclear Island Vent and Drain 核岛排气和疏水系统
RPN	Nuclear Instrumentation 核仪表系统

RPR	Reactor Protection 反应堆保护系统
RRA	Residual Heat Removal 余热排出系统
RBB	Boron Heating 硼加热系统
RRC	Reactor Control 反应堆控制系统
RRI	Component Cooling 设备冷却水系统
RRM	CRDM Ventilation 控制棒驱动机构风冷系统
S	General Services 公用系统
SAP	Compressed Air Production 压缩空气生产系统
SAR	Instrument Compressed Air Distribution 仪用压缩空气分配系统
SAT	Service Compressed Air Distribution 公用压缩空气分配系统
SBE	Hot Laundry and Decontamination 热洗衣房和清洗去污系统
SDA	Demineralized Water Production 除盐水生产系统
SEA	Raw Water 生水系统
SEC	Essential Service Water 核岛重要生水系统
SED	Nuclear Island Demineralized Water Distribution 核岛除盐水分配系统
SEH	Waste Oil and Inactive Water Drain 废油和非放射性水排放系统
SEK	Conventional Island Liquid Waste Collection 常规岛废液收集系统
SEL	Conventional Island Liquid Waste Discharge 常规岛废液排放系统
SEN	Auxiliary Cooling Water 辅助冷却水系统
SEO	Station Sewer System 电站污水系统
SEP	Potable Water 饮用水系统

SEB	Conventional Island Demineralized Water Distribution 常规岛除盐水分配系统
SES	Hot Water Production and Distribution 热水生产和分配系统
SGZ	General Gas Storage and Distribution 厂用气体贮存和分配系统
SHY	Hydrogen Production and Distribution 氢气生产与分配系统
SIP	Process Instrumentation System 过程仪表系统
SIR	Chemical Reagents Injection 化学试剂注射系统
SIT	Freshwater Chemical Sampling 给水化学取样系统
SKH	Oil and Grease Storage 润滑油和油脂贮存系统
SLI	Transit Changing Room Ventilation 更衣室通风系统
SRE	Sewage Recovery (NI-Workshop-Site Laboratory) 放射性废水回收系统(核岛-机修车间-厂区实验室)
SRI	Conventional Island Closed Cooling Water 常规岛闭路冷却水系统
SRT	Steam Transformer 蒸汽转换器系统
SVA	Auxiliary Steam Distribution 辅助蒸汽分配系统
SVE	Preoperational Test Steam Distribution 运行前试验用蒸汽分配系统
T	Waste Treatment 三废处理
TEG	Gaseous Waste Treatment 废气处理系统
TEP	Boron Recycle 硼回收系统
TER	Liquid Waste Discharge 废液排放系统
TES	Solid Waste Treatment 固体废物处理系统
TEU	Liquid Waste Treatment 废液处理系统

V	Main Steam 主蒸汽
VVP	Main Steam 主蒸汽系统
X	Auxiliary Steam 辅助蒸汽
XCA	Auxiliary Steam Production 辅助蒸汽生产系统
XCE	Preoperational Test Steam Production 运行前试验用蒸汽生产系统
XPA	Auxiliary Boiler Fuel Oil 辅助锅炉燃料油系统

附录二 组织机构和相关术语缩写

英文	说明
AD	Administrative Procedure 政策程序
ALARA	As Low As Reasonably Achievable 可以合理达到的尽量低的水平(或译:合理可行尽量低)(辐射防护用语)
AOM	Assistant Operations Manager 生产部经理助理
ASSET	Assessment of Safety Significant Event Team 安全重要事件评价团
ATR	Authorization Training Requirements 授权培训要求
ATWS	Anticipated Transient Without Scram 未能紧急停堆的预期瞬态
ATWT	Anticipated Transient Without Trip 未能紧急停机的预期瞬态
AUD	Audit Department 审计部
BOD	Board 董事会
BOP	Balance of the Plant 电站配套设施
CAB	Administration Branch 行政处(行政管理部)
CAR	Corrective Action Request 纠正措施要求(质保用语)
CBO	Beijing Office 北京办事处
CCTV	Closed Circuit Television 闭路电视
CCW	Infrastructure Branch 基建处(行政管理部)
CI	Conventional Island 常规岛
CIS	Corporate Information System 公司综合信息系统
CIT	Computer Center 电脑中心
CLP	China Light&Power Co.Ltd 中华电力有限公司
CNEIC	China Nuclear Energy Industrial Company 中国原子能工业公司
CNNC	China National Nuclear Corporation 中国核工业总公司(中核总)
CPC	Communist Party Committee (Daya Bay) 党委(大亚湾)
CPP	Condensate Polishing Plant 凝结水精处理系统
CPR	Public Relations Branch 公关处
CRO	Computer Request to Order 自动采购申请
CSD	Corporate Services Department 行政管理部
CSE	Secretarial Branch 秘书处
CST	Science & Technology Committee of Company 公司科技委
CT	安全壳密封性试验
CTC	Communication Center 通讯中心
CUW	Call Up on Warranty 要求(供货商)履行保证条款
CVC	Transportation Center 运输中心
CYL	Communist Youth League Committee (Daya Bay) 团委(大亚湾)
DOM	Deputy Operations Manager (OPS) 生产部副经理
EESR	End of Erection Status Report 安装竣工状态报告

EFPD	Equivalent Full Power Days 等效满功率天数
FOMM	Equipment Operation and Maintenance Manual 设备运行维修手册
EP	Emergency Preparedness 应急准备
EQAV	Equivalent Average 当量 (平均)
FRA	Europe Representative Agency 驻欧办事处
ESP	物资技术数据库
FAC	Accounting Branch 会计处
FAC	Final Acceptance Certificate 最终验收证书
FMX	同 Framex
FND	Finance Department 财务部
FP	Full Power 满功率
FPC	Cost Control Branch 成本处
FRA	同 FRAMATOME
FRAMATOME	法马通公司 (法)
FRAMEX	法马通海外检修公司
FROG	Framatome Owners Group 法玛通业主协会
FSAR	Final Safety Analysis Report 最终安全分析报告
FSS	Full Scope Simulator 全范围模拟机
FTS	Treasury Branch 资金处
Fxy	Radial Peaking Factor 径向功率峰因子
GECA	General Electrical—A1sthom Corp. 通用电气-阿尔斯通公司 (英、法)
GEPB	Guangdong Environmental Protection Bureau 广东省环保局
GMC	General Management 总经理部
GNIC	Guangdong Nuclear Power Investment Co.Ltd 广东核电投资有限公司
GNPJVC	Guangdong Nuclear Power Joint Venture Co.Ltd 广东核合营有限公司
GNPS	Guangdong Nuclear Power Station 广东大亚湾核电站
GNRB	General Nuclear Review Board 核安全评审委员会
GOR	General Operating Rules 运行总则
GPHC	Guangdong Electric Power Holding Co. 广东省电力集团公司
CRO	Guangdong Regional Office (NNSA) 国家核安全局广东监督站
GT	反应堆控制棒束导向管更换
HAF	核安全法规 (中国发布)
HFO	Family Planning Office 计划生育办公室
HKNIC	Hongkong Nuclear Power Investment Co.Ltd 香港核电投资有限公司
HNMC	Huainan Nuclear Maintenance Company 淮南核电检修公司
HP	Hold Point 停工待检点, 控制点
HP	高压缸
HPB	Public Security Branch of Daya Bay 大亚湾公安分局
HRD	Human Resources Department 人力资源部
HSB	Personnel Branch 人事处

HWB	Salary & Wages Branch 劳资处
IAEA	International Atomic Energy Agency 国际原子能机构
ICRP	International Committee of Radiation Protection 国际放射防护委员会
In-Core	堆内
INES	International Nuclear Event Scale 国际核事件分级 (IAEA 用语)
INPO	International Nuclear Power Operation 核电运行研究所 (美)
Io	Inoperability 不可用
IOE	Licensing Operational Event 电站运行事件
IP	Implementation Procedure 执行程序
IS	Industrial Safety 工业安全
ISI	In-Service Inspection 在役检查
ISO	International Standard Organization 国际标准组织
ITP	Individual Training Programme 个人培训计划
ITV	Inspection of Television 电视检查
KEPCO	Korea Electric Power Corp. 韩国电力公司
LANPC	Ling Ao Nuclear Power Company Ltd 岭澳核电有限公司
LIB	工程部执照申请处
LLO	Project Liaison Office of LPS 生产二部工程联络办
LNPS	Ling Ao Nuclear Power Station 岭澳核电站
LOI	Low Operation Interval (RRA) RRA 低水位运行间隔
LP	低压缸
LPA	生产二部综管处
LPE	生产二部设备管理处
LPH	Health Physics Branch of LPS 生产二部保健物理处
LPO	Operation Branch of LPS 生产二部运行处
LPP	Information & Planning Branch of LPS 生产二部信息计划管理处
LPS	Operations Department of LNPS 生产二部
LPW	岭澳核电站程序编写协调组
LSL	Nuclear Safety & Environment Protection Branch of LPS 生产二部安全与环保处
MAP	Administration & Planning Branch 综合计划处
MAP	Mean Assembly Power 反应堆组件平均功率
MCR	Main Control Room 主控制室
MDT	Maintenance Team for GNPS 一核维修队
MEE	Electrical Equipment Branch 电气处
MGS	General Service Branch 现场服务处
MIC	Instrument & Control Branch 仪表控制处
MIS	用于反应堆压力容器无损探伤的装置名称, 法国产品
MLT	Maintenance Team for LNPS 二核维修队
MOT	Outage Branch 大修处
MPT	Procedure Writing Group 规程编写组

MR	Modification Request 改造申请
MRM	Rotating Machine Branch 转机处
MRO	Manual Request to Order 手动采购申请
MSM	Static Machine Branch 静机处
MTD	Maintenance Department 维修部
NCR	Non Conformance Report 不符合项报告
NDE	Non Destructive Examination 无损检验
NDT	Non Destructive Test 无损探伤
NEPA	National Environment Protection Administration 国家环保局
NEPC	Northeast Electric Power Construction Co. 东北核电建设公司
NI	Nuclear Island 核岛
NNSA	National Nuclear Safety Administration 国家核安全局
NQR	Non Quality Related 与质量无关的
NS	Nuclear Safety 核安全
OBN	Observation Note 观察通知单 (质量保证用语)
OJT	On-the-Job Training 在岗培训
OPA	Administration Branch 综管处
OPG	Outage Planning Group 大修计划组
OPH	Health Physics Branch of OPS 生产一部保健物理处
OPO	Operation Branch of OPS 生产一部运行处
OPP	Generation Planning Branch 生产一部发电规划处
OPS	Operations Department of GNPS 生产一部
OQAP	Operations Quality Assurance Programme 运行质保大纲
OS (contract)	Operation Service Contract 生产服务合同 (GNPJVC 与 EDF 之间)
OSART	Operational Safety Assessment Review Team 运行安全评审团 (IAEA)
OSL	Nuclear Safety & Environment Protection Branch of OPS 生产一部核安全与环保处
P7	Permissive Signal P7 允许信号 P7 (反应堆功率 > 10%)
PCI	Pellet Cladding Interaction 芯块与包壳的相互作用
P_e	Power (Electricity) 电功率
PI (法)	Intervention Permit 介入票
PICC	People's Insurance Co. of China 中国人民保险公司
PISRC	Plant Industrial Safety & Radiation Protection Committee 电站工业安全和辐射防护委员会
P_n	Power (nuclear) 核功率
PNSC	Plant Nuclear Safety Committee 电站核安全委员会
PO	Interface Procedure 接口程序
PQOM	Production Quality Organization Manual 生产质量管理手册
PQTR	Personnel Qualification Training Requirements 专业技术和技能培要求
PRA	Probability Risk Analysis 概率风险分析
PRE-OSART	Pre-Operational Safety Assessment Review Team 运行前安全评审团 (IAEA)

PSI	Pre-Service Inspection 役前检查
PT	Periodic Test 定期试验
PT	Power Tilt 堆芯象限功率倾斜因子
PTC	Production Training Committee 生产培训委员会
PTS	Periodic Test System 定期试验系统
PWR	Pressurized Water Reactor 压水反应堆
PX	Exceptional Work Permit 特殊作业许可票
QA	Quality Assurance 质量保证
QAD	Quality Assurance Department 质保部
QC	Quality Control 质量控制
QR	Quality Related 与质量有关的
QSR	Quality and Safety Related 与质量及(核)安全有关的
RCCA	Rod Cluster Control Assemblies 控制棒束
RCCM	(法国)核设备制造规范
RCM	Reliability Centered Maintenance 以可靠性为中心的维修
RINPO	Research Institute of Nuclear Power Operation 核动力运行研究所(武汉)
RO	Reactor Operator 反应堆操纵员
RP	Radiation Protection 辐射防护
SCAR	Significant Corrective Action Request 重大纠正运行要求(质保用语)
SDM	System Design Manual 系统设计手册
SG	Steam Generator 蒸汽发生器
SPSB	Shenzhen Power Supply Bureau 深圳供电局
SRO	Senior Reactor Operator 高级反应堆操纵员
NSSS	Nuclear Steam Supply System 核蒸汽供应系统
TCA	Temporary Control Alterations 临时控制变更
TCS	Contract & Supplier Branch 合同供应处
TDA	Documentation Archives Branch 文档资料处
TEM	Equipment Management Branch 设备管理处
TEN	Engineering Branch 工程处
TLD	Thermoluminescent Dosimeter 热释光剂量计
TND	Technical Department 技术部
TOB	Take Over for Blocking 隔离责任移交生产部
TOI	Temporary Operation Instruction 临时运行指令
TOM	Take Over for Maintenance 维修责任移交生产部
TOTO	Turned Over for Temporary Operations 临时运行责任移交生产部
TTC	Training Centre 培训中心(培训处)
TTS	Technical Support Branch 技术支持处
TUN	Trade Union 工会
WANO	World Association of Nuclear Operators 世界核营运者协会
WANO-PC	世界核营运者协会——巴黎中心

WANO-TC	世界核营运者协会——东京中心
WO	Work Order 工作指令
WR	Work Request 工作申请
WRN	Work Request Notice (合同外) 附加工作单

附录三 计量单位中英对照

英文	中文	英文	中文
Bq/g	贝可/克	MW	兆瓦
MBq/m ³	兆贝可/米 ³	c/s	计数/秒
Bq	贝可	GW·h	吉瓦·时
MW·d/t	兆瓦·日/吨	kV	千伏
MW	兆瓦	kW·h	千瓦·时
MW·h	兆瓦·时	μg/g	微克/克
EFPD	等效满功率日	g/L	克/升
h	小时	mm	毫米
m ³	米 ³	cm	厘米
mSv/h	毫希沃/时	g/cm ³	克/厘米 ³
μSv/h	微希沃/时	MW·d/t	兆瓦·日/吨
Sv/h	希沃/时	Ci/m ³	居里/米 ³
man·Sv	人·希沃	mCi/m ³	毫居里/米 ³
man·mSv	人·毫希沃	m ³ /h	米 ³ /时
Bq/kg	贝可/千克	MPa (g)	兆帕斯卡(表)
Bq/m ³	贝可/米 ³	mbar	毫巴
μGy/h	微戈瑞/时	MBq/t	兆贝可/吨
μGy/month	微戈瑞/月	L/h	升/时
d	天	Hz	赫[兹]
m	米	t/h	吨/时

附录四 厂房和构筑物——代号和名称

厂房和构筑物可分为三大类

—辅助厂房和构筑物

—核动力区

—汽轮机厂房

I. 辅助厂房和构筑物

辅助厂房和构筑物可分为 BOP、NI 和 CI 三大部分。

BOP:

—AA	Cold Workshops 冷机修间
—AB	Cold Warehouses 冷仓库
—AC	Hot Workshop and Warehouses 热机修间和仓库
—AD	Archive and Documentation Building 档案资料馆
—AF	Workshop and Warehouse 车间和仓库
—AG	Garage 汽车库
—AH	Garage—Petrol Station and Fire Station (Cancelled) 汽车库—加油站和消防站 (取消)
—AL	Site Laboratory 厂区实验室
—AM	Radiation Measuring Devices Calibration Laboratory 辐射测量仪标定室
—AN	Oil and Grease Analysis Laboratory 润滑油和油脂分析实验室
—AO	Open Warehouse or Shed 露天仓库或棚库
—AP	Permanent Access—Roads—Parking Lots—Tracks on Site 永久出入口—道路—停车场—厂区便道
—AX	Dangerous Products Warehouse 危险品库
—BA	Site Management Office 工程部办公楼 (已改为生产部办公楼)
—BX	Administration Building 办公楼

—CA	Water Intake Structure 取水构筑物
—CB	Water Inlet Channel 进水管
—CC	Outfall Structures 排水构筑物
—CD	Water Discharge Channel 排水渠
—CE	Breakwaters 防波堤
—EA	Training Centre 培训中心
—EB	Fire Fighting Training Building 消防培训站
—EC	Meteorological and Site Radiation Monitoring Station 气象和厂区辐射监测站
—ED	Waste Water Treatment Building 废水处理厂房
—EF	Iron Storage 钢材贮存库
—EG	Security Building 应急保安楼
—EH	Contractors' Building (Cancelled) 承包商办公楼(取消)
—EI	Information Centre (Cancelled) 接待中心(取消)
—EL	Laundry and Changing Building 洗衣更衣房
—FC	Oil and Grease Storage Area 润滑油和油脂贮存场地
—FD	Washing Area (Cancelled) 清洗场地(取消)
—FF	Fire Emergency Storage of Oil and Water 汽轮机事故排油坑
—FS	Sewage System Oil Separator 污水系统油分离器
—GB	Technical Galleries and Gutters 技术管廊和管沟
—GD	Circulating Water Inlet and Discharge Culverts (Outside Turbine Building)

- 循环水进水管和排水管 (汽轮机厂房外)
- GE Yard Storm—Foul Sewage System and Buried Piping
雨水—污水系统和地下管道
- GS Essential Service Water Discharge Structure (Non-Safety Related)
重要厂用水排放构筑物 (非安全有关的)
- HX Chlorination Plant
制氯站
- JX Auxiliary Transformer Area (220/6, 6 kV)
辅助变压器平台
- OF Raw Water Filtration Plant
生水过滤装置
- OP Drinking Water Storage Tanks
饮用水贮存罐
- PS Pumping Station Annexe
泵站附属建筑
- PX Combined Pumping Station
联合泵站
- A further distinction is made for a specific subarea of the Pumping Station.
联合泵站的某一特定部分可进一步用代号区分为
- PA SEC—Well Area
表示重要厂用水系统的竖井区 PA
- QF Concrete Drum Fabrication Building (Cancelled)
混凝土桶制作厂房 (取消)
- QT Solid Radwaste Long—term Storage
固体废物长期贮存区
- SA Restaurant
餐厅
- TB Main Switchyard Building (500 kV and 400 kV)
主开关站 (500 kV 和 400 kV)
- TC Switchyard Control Building
开关站控制厂房
- TD Auxiliary Switchyard Area (220 kV)
辅助开关站 (220 kV)
- TX Spare Transformer Compound Housing, 1TX (400 kV), 2TX (500 kV)
备用变压器平台
- UA Guardhouse
警卫检查站
- UB Fencing
围墙

—UC	Unloading Quay with Mooring Equipment 设备码头
—UD	Access Control Post 出入控制口
—UF	Access Control Post 出入控制口
—UE	Provisional Guardhouse 临时警卫室
—VA	Auxiliary Boilers Building 辅助锅炉厂房
—VB	Fuel Oil Storage Tank 燃油贮存罐
—XC	Site Concrete Laboratory 现场混凝土实验室
—YA	Demineralized Water Production Plant 除盐水生产车间
—YB	Demineralized Water Storage Tanks 除盐水贮存罐
—ZA	General Gas Storage Area 厂用气体贮存区
—ZB	Hydrogen and Oxygen Production and Storage Plant 制氢站
—ZC	Compressor House 空压机房
—NI:	
—ET	Transit Changing Rooms for Reactor Shutdown 停堆用更衣室
—EU	Connecting Tower 连接塔
—GA	Essential Service Water Intake Galleries 重要厂用水取水管廊
—GC	Liquid Waste Discharge Galleries (Safety-related sections) 废液排放管廊(安全有关部分)
—QA	Liquid Waste Holdup Tanks 废液存留罐
—QS	Waste Auxiliary Building 废物辅助厂房
—CI:	
—GD	Circulating Water Inlet and Discharge Culverts (inside Turbine Building)

	循环水进水管和排水管 (汽轮机厂房内)
—MO	Lubricating Oil Transfer Annexe 润滑油传送间
—MP	Resin Regeneration Annexe 树脂再生间
—MV	Turbine Ventilation Annexe 汽轮机通风间
—TA	Main and Stepdown Transformer Platform 主变压器和厂用变压器平台
—VC	Test Boiler Platform 试验锅炉平台

II .NUCLEAR POWER BLOCK (核动力区)

This includes the following buildings:

核动力区包括下列厂房:

—DX Diesel Generator Building

柴油发电机房

When necessary a distinction is made between:

必要时可将柴油发电机房区分为:

•DA Diesel Building A

柴油机房 A

•DB Diesel Building B

柴油机房 B

—KX Fuel Building and Refuelling Water Storage

燃料厂房和换料水池

—LX Electrical Building

电气厂房

—NX Nuclear Auxiliary Building

核辅助厂房

Geographical sub—areas of the Nuclear Auxiliary Building are distinguished by use of the following codes:

核辅助厂房可用下列代号进一步分区:

•NA NAB sub—area A

NA 表示 NAB 中的 A 区

•NB NAB sub—area B

NB 表示 NAB 中的 B 区

•NC NAB sub—area C

NC 表示 NAB 中的 C 区

•ND NAB sub—area D

ND 表示 NAB 中的 D 区

•NE NAB sub—area E

NE 表示 NAB 中的 E 区

•NF NAB sub—area F

NF 表示 NAB 中的 F 区

and when necessary, in particular for civil documentation,
必要时,尤其在土建文件中可用:

•NL NAB sub—area common to NA and NB, also including 9LX

NL 表示 NAB 中的包括 9LX 在内的 NA + NB 区

•NR NAB sub—area common to NC + NE + NF

NR 表示 NAB 中的 NC + ND + NE + NF 区

—WX Connecting Building

连接厂房

—RE Auxiliary Feedwater Storage

辅助给水贮存罐

—RX Reactor Building

反应堆厂房

Specific structures of the Reactor Building are distinguished by use of the following codes:
采用下列代号进一步区分反应堆厂房内的不同构筑物:

•RC Containment

RC 安全壳

•RF Cylindrical Part

RF 圆柱部分

•RG Reactor Pool and Cavity

RG 反应堆堆换料腔

•RP Reactor Building Gantry

RP 反应堆厂房龙门架

•RS Reactor Building Internal Structures (other than RF, RG, RV)

RS 反应堆厂房 (RF、RG、RV 除外的) 内部构筑物

•RV Reactor Pit

RV 反应堆堆坑

III. TURBINE BUILDING (汽轮机厂房):

—MX Turbine Building

汽轮机厂房

Geographical sub-areas or specific structures of the Turbine Building are distinguished by
use of the following codes:

汽轮机厂房可用下列代号进一步分区:

•MA Turbine Building Sub-area A .

MA 汽轮机厂房 A 区

·MB Turbine Building Sub-area B etc.

MB 汽轮机厂房 B 区等

·MT Turbine Pedestal

MT 汽轮机基座

附录五 设备名称代码

A		B		C		D	
AA	报警灯 可见报警信号	BA	储罐-稳压器	CA		DA	
AB		BB	喷雾器	CB		DB	
AC	电梯-升降机	BC	接线盒	CC	选择器开关或键 盘	DC	核燃料装卸设备
AD	吸收器	BD	吊运转动台	CD	电容器	CO	
AE	空气加热器	BE	试验环路	CE	变频器或移相器	DE	除盐装置
AF	空气冷却器-冷却塔	BF	喷淋环路	CF	离心式净化器	DF	
AG	搅拌器-振荡器	BG	气体钢瓶	CG	控制棒驱动	DG	拦污栅
AH		BH		CH	锅炉	DH	除油器
AI	消防柜	BI	消防栓	CI		DI	膜片-隔膜
AJ		BJ		CJ		DJ	
AK		BK	控制棒启动装置	CK	色谱	DK	爆破膜或爆破鼓
AL	电源	BL	喷嘴、接管	CL	照明开关	DL	逆变器
AM	放大器模块	BM	试验箱	CM		DM	屏蔽容器-运输容 器
AN	稳压电源	BN	端子板	CN	(液、水)柱	DN	去离子器
AO	阳极-正极	BO	插头	CO	压缩机或增压器	DO	
AP	发电机	BP		CP	(水力或机械)联 轴器	DP	控制棒束换位架
AQ	安注罐	BQ	应急照明	CQ	机架	DQ	
AR	控制柜	BR	控制棒或停堆棒	CR	箱子-编组箱	DR	错油阀(用于油 动机)
AS	燃料组件	BS	冷端盒	CS	凝汽器	DS	脱水器-干燥器
AT	自动化学监测和 控制装置	BT	蓄电池	CT	印刷电路板	DT	检测器
AU		BU	防水堰水闸	CU	(水池)衬里	DU	
AV	雨水排放管的集 水口	BV	灯具箱	CV	键锁机构	DV	
AW		BW		CW	容器	DW	
AX		BX		CX	搬运小车	DX	
AY		BY		CY		DY	二极管
AZ		BZ		CZ		DZ	除氧器

E		F		G		H	
EA	电磁铁	FA	高效(通风)过滤器	GA	交流发电机	HA	
EB		FB		GB		HB	
EC	屏蔽-计算机逻辑输入	FC	链式过滤器	GC	直流发电机	HC	
ED	杂项设备	FD	启动器过滤器	GD	函数发生器	HD	(数据贮存用) 发 盘装置
EE	啮合电磁铁	FE		GE	功率发生器	HE	
EF	常闭式先导电磁阀	FF	(细)过滤器	GF	冷冻机组	HF	
EG	混合器	FG		GG	粗滤棚	HG	
EH		FH		GH		HH	
EI	堆内构件	FI	液体过滤器 电子过程器 碘过滤器	GJ		HI	打印机-电传打印 机
EJ	喷射器	FJ		GK		HJ	
EK		FK		GL	通风管道	HK	
EL	(先导)电磁阀	FL		GM	泡沫发生器	HL	穿孔带或穿孔卡 片读出器或打孔 机
EM	膜片或隔膜	FM		GN	声(动)力电话 装置	HM	磁带机
EN	记录仪	FN		GO		HN	
EO	常开式(先导) 电磁阀	FO		GP		HO	
EP	电动-气动转换器	FP	(通风)预过滤器	GQ		HP	扬声器
EQ	放电间隙	FQ		GR	注油器	HQ	
ER	电动制动器	FR		GS		HR	时钟
ES	照明设备	FS	砂床过滤器	GT	漏盘、漏斗	HS	
ET		FT	阻火器, 消防栓	GU		HT	
EU	计算机模拟输入	FU	熔丝-小容量开关	GV	蒸汽发生器	HU	加湿器
EV	蒸发器	FV		GW		HV	荧屏显示器
EW	参考电报	FW		GX		HW	
EX	热交换器	FX		GY		HX	
EY	发往控制柜的通/ 断信号	FY		GZ	贮气瓶	HY	
EZ	灭火器	FZ	化粪池			HZ	

I		J		K		L	
IA	报警信息	JA	断路器	KA		LA	一就地核测量(中子通量或放射性) 一照明灯
IB	插接式指示器	JB	母线	KB		LB	
IC	(机械式)流量指示器	JC		KC	计算机输出继电器	LC	就地速度测量
ID	电气指示器	JD	膨胀节	KD	一次流量测量元件-限流器	LD	就地流量测量
IE		JE		KE	排汽缸(汽轮机)	LE	就地声频测量
IF		JF		KF		LF	就地频率-相位测量
IG		JG		KG		LG	就地物理-化学分析
II		JH		KH		LH	就地时间测量
IJ		JI		KJ	粗滤器	LI	就地电流测量
IK	计数率计	JJ		KK	手动断路器	LJ	火警探测
IL		JK		KL	喇叭-音响报警器	LK	就地应力测量
IM		JL		KM		LL	就地亮度(不透明度)测量
IN	内部通讯(电话)设施	JM		KN		LM	就地位置-位移测量
IO		JN		KO	汽轮机汽缸	LN	就地标高测量
IP		JO		KP		LO	
IQ	放射性废物焚烧炉	JP	盲板	KQ		LP	就地压力测量
IR		JQ		KR	冷冻器	LQ	就地无功功率测量
IS	隔离组件	JR		KS		LR	就地阻抗-电阻率或电阻-导电率测量
IT		JS	电源分区开关	KT	一次测温元件	LS	就地保健测量
IU		JT		KV		LT	就地温度测量
IV		JU		KW		LU	就地电压测量
IW		JV		KX	与反应堆压力容器有关的设备	LV	就地振动-推力-胀差测量
IX		JW		KY		LW	就地有功功率测量
IY		JX		KZ		LX	其他机械数据的就地测量
IZ		JY				LY	其他电气数据的就地测量
		JZ				LZ	其他物理数据的就地测量

M		N		P		Q	
MA	核测量(中子通量或放射性)	NA		PA	绞盘车-卷扬机	QA	放射性计数器
MB		NB		PB		QB	
MC	速度测量	NC		PC	(凸轮式)机械程序执行机构	QC	转数计
MD	流量测量	ND		PD		AD	容积计数器
ME	声频测量	NE		PE	模拟燃料元件	QE	
MF	频率-相位测量	NF		PF	冷阱	QF	
MG	物理-化学分析	NG		PG	电磁泵	QG	时间计数器
MH	时间测量	NH		PH	话筒	QH	
MI	电流测量	NI		PI	碘捕集器	QI	
MJ	火警探测器	NJ		PJ	插座-插头-连接器	QJ	
MK	应力测量	NK		PK	故障记录示波仪	QK	
ML	亮度(不透明度)测量	NL		PL	轴承	QL	
MM	位置-位移测量	NM		PM	测量用电位计	QM	操作计数器
MN	标高测量	NN	成套设备(总承包)	PN	活塞-千斤顶	QN	
MO	电动机	NO		PO	泵	QO	
MP	压力测量	NP		PP	控制台或仪表盘	QP	
MQ	无功功率测量	PQ		PQ	压实机	QQ	无功能量计数器
MR	电阻-电阻率或阻抗-导电率测量	NR		PR	吊车-单梁吊车-旋臂吊车	QR	
MS	保健测量	NS		PS	坑	QS	
MT	温度测量	NT		PT	吊车-桥式吊车-环行吊车	QT	
MU	电压测量	NU		PU	蒸汽疏水器	QU	
MV	推力-胀差-振动测量	NV		PV		QV	
MW	有功功率测量	NW		PW	避雷器	QW	有功能量计数器
MX	其它机械测量	NX		PX	核燃料组件检验设施	QX	
MY	其他电气测量	NY		PY	预热元件	QY	
MZ	其他物理(如湿度等)测量	NZ		PZ	灌浆部件	QZ	

R	
RA	空气调节风门
RB	气瓶架
RC	自动控制、遥控、中间控制或整定值控制站
RD	整流器
RE	加热器
RF	冷却器
RG	模拟计算模块
RH	
RI	莫里斯消防接头
RJ	消防水龙带
RK	继电器架
RL	储存架
RM	
RN	找人机
RO	转子
RP	疏水冷却器
RQ	
RR	减速或半速齿轮箱
RS	电阻器-电加热器
RT	电抗器-电感器
RU	(废水排放沟上的) 栅格盖板
RV	
RW	
RX	
RY	
RZ	

S	
SA	核测量(放射性或中子通量)通/断信号
SB	
SC	速度测量通/断信号
SD	流量测量通/断信号
SE	声频测量通/断信号
SF	频率-相位测量通/断信号
SG	物理-化学分析通/断信号
SH	相对湿度测量通/断信号
SI	
SJ	火警探测通/断信号
SK	应力测量通/断信号
SL	亮度测量通/断信号
SM	位置-位移测量通/断信号
SN	标高测量通/断信号
SO	支架(不包括标准管道支架)
SP	压力测量通/断信号

SQ	
SR	电阻-导电率-阻抗测量通/断信号
SS	保健测量通/断信号
ST	温度测量通/断信号
SU	48 V 直流电压测量通/断信号
SV	推力-胀差-振动通/断信号
SW	
SX	其他机械测量通/断信号
SY	来自控制柜的其他电气测量通/断信号
SZ	其他物理测量通/断信号

T	
TA	辅助厂用变压器
TB	开关板-配电盘
TC	汽轮机
TD	连续式机械输送装置(螺杆输送、皮带输送等)
TE	遥控式断路器
TF	旋转滤网或滤筛
TG	凝汽器管子清洗套管
TH	
TI	电流互感器
TJ	称量料斗
TK	快速故障记录仪
TL	推旋式灯光开关
TM	装换料机
TN	电话设施
TO	按钮
TP	主变压器
TQ	电缆井
TR	电力变压器
TS	厂用变压器
TT	人孔盖板
TU	电压互感器
TV	电视设备
TW	贯穿件
TX	蒸汽变换器
TY	管道
TZ	传送带

U		V		W		X	
UA	报警器	VA	空气阀门	WA		XA	止动继电器
UB	端子排组件	VB	(不同于回路冷却剂阀门的)含硼水阀门	WB	振动器	XB	闭锁继电器
UC	控制器	VC	循环水阀门	WC		XC	脉冲接触继电器
UD	解列装置(电网)去耦器(弱电回路)	VD	除盐水阀门	WD	贯穿件	XD	瞬时脱扣继电器
UE		VE	生水阀门	WE		XE	瞬时动作继电器
UF		VF	燃料油阀门	WF		XF	闭合继电器
UG		VG	二氧化碳阀门	WG		XG	闪光继电器
LH		VH	油阀门	WH		XH	频率继电器
UI		VI		WI		XI	电流继电器
UJ	接触器	VJ	废气阀门	WJ		XJ	
UK	闪光器	VK	废液阀门	WK		XK	故障继电器
UL		VL	凝结水和给水阀门	WL		XL	
UM	继电器	VM	点火燃料阀门(丙烷重油)	WM	(洗衣房用)洗衣机	XM	启动继电器
UN	继电器(RE3000)	VN	常规岛闭路冷却水阀门	WN		XN	
UQ	凸轮式程序执行机构	VO		WO		XO	断开继电器
UP	电源通/断组件	VP	一回路冷却剂阀门	WP		XP	抗震继电器或压力继电器
UQ		VQ	有机液体阀门	WQ		XQ	
UR	继电器装置	VR	试剂阀门	WR		XR	(本表所列瞬时继电器以外的)其他瞬时继电器
US	简化的控制器	VS	排渣阀	WS		XS	过载继电器
UT	计时器	VT	饮用水阀门	WT		XT	辅助延时继电器
UU		VU		WU		XU	电压检测继电器-整定值继电器-比较器
UV	显示器	VV	蒸汽阀门	WV	快卸式接头	XV	
UW		VW		WW	(洗衣房用)烘干机	XW	功率继电器
UX	二极管矩阵器	VX	SF6 阀门	WX		XX	模拟试验继电器
UY		VY	氢气阀门	WY		XY	
UZ		VZ	氮气阀门	WZ		XZ	接地检测继电器

Y		Z	
YA	核测试(放射性-中子通量)	ZA	
YB		ZB	
YC	速度测试	ZC	扫描器
YD	流量测试	ZD	
YE	声频测试	ZE	分离器
YF	频率-相位测试	ZF	加热器-再热器
YG	物理-化学分析测试	ZG	
YH	时间测试	ZH	
YI	电流测试	ZI	消音器
YJ		ZJ	
YK	应力测试	ZK	同步器-连接器
YL	亮度(不透明度)测试	ZL	选择器
YM	位置-位移测试	ZM	伺服机或油动机
YN	标高测试	ZN	
YO		ZO	电焊机
YP	压力测试	ZP	
YQ	无功功率测试	ZQ	
YR	阻抗-电阻率-导电率测试	ZR	干燥器
YS	保健测试	ZS	出入气阀-设备闸门
YT	温度测试	ZT	分流器
YU	电压测试	ZU	
YV	推力-胀差-振动测试	ZV	风机
YW	有功功率测试	ZW	
YX	其他机械测试	ZX	
YY	其他电气测试	ZY	
YZ	其他物理测试	ZZ	汽水分离器-再热器

《年鉴》各章节供稿人名单

黄 电	(1.1) (1.2)
王宏斌	(1.3) (2.3.2.2) (2.3.3)
陈小强、郭海静	(2.1.1.1)
俞元法	(2.1.1.2)
寇元泽	(2.1.1.3)
陈 宁	(2.1.1.4)
李现锋	(2.1.1.5)
段德洪	(2.1.1.6)
杨梦奇	(2.1.1.7)
关建军	(2.1.1.8) (2.1.1.9)
洪振旻	(2.1.1.10)
徐慧波、李雷	(2.1.1.11)
李体强	(2.1.2.1) (2.1.2.3)
余 鸿	(2.1.2.2)
张熙军	(2.1.2.4)
张宇宏	(2.1.2.5)
欧阳俊杰	(2.1.3.1) (2.1.3.2)
黄来喜	(2.1.3.3) (2.1.3.4)
吉长余	(2.1.3.5)
初志春	(2.1.3.6)
沈 星	(2.1.4.1) (2.1.4.2)
杨智勇	(2.1.4.3) (2.3.5.11) (2.3.5.12)
孙逸民	(2.1.5.1) (2.1.5.6) (4.17)
梅建民	(2.1.5.2) (2.3.5.4)
辛衷得	(2.1.5.3)
杨光辉、陶于春	(2.1.5.4)
罗育智	(2.1.5.5)
姚 刚	(2.1.6.1)
卢六平	(2.1.6.2)
黄晓飞	(2.1.6.3)
肖詹东	(2.1.6.4)
李克勤	(2.1.6.5)
冀天才	(2.1.7)
陈传令	(2.2.1.1)
刘泽军	(2.2.1.2)
张 宁	(2.2.1.3)
王定义	(2.2.1.4)

- 苟 东 (2.2.1.5)
朱闽宏 (2.2.1.6)
周平原 (2.2.1.7) (4.16)
虞福祥 (2.2.1.8)
慕齐放 (2.2.2) (2.2.3) (4.14)
顾景智 (2.2.4) (4.15)
问清华 (2.2.5)
林树谋 (2.2.6)
李卓佳 (2.2.7)
张 磊 (2.3.1.1) (4.11) (4.12)
梁开卷 (2.3.1.2) (2.3.5.7)
关 蕾 (2.3.2.1) (3.3) (4.1~4.10)
赵 宏 (2.3.4) (2.3.5.2)
焦 萍 (2.3.5.1)
张朝文 (2.3.5.3)
符祥群 (2.3.5.5) (4.13)
王宝山 (2.3.5.8) (3.5)
方春法 (2.3.5.9)
高柯夫 (2.3.5.10)
景立峰 (2.3.6)
陈祖书、符祥群、刘泽军 (2.3.7.1)
樊陪都 (2.3.7.2) (2.3.7.3)
李红军 (2.3.8.1)
时伟奇、彭炳成 (2.3.8.2)
王永刚 (2.3.9)
邢晓星 (2.3.10)
孙海英 (2.3.11)
姜毅华 (2.3.12)
李祖平 (2.3.13)
张新安 (2.4.1)
顾晔艺 (2.4.2)
郭利民、王宝山、顾晔艺、杨茂春、徐万年 (2.4.3.1)
覃四海 (2.4.3.2)
魏其岩 (2.4.4)
郭利民 (2.4.5)
顾晔艺 (2.4.6)
杨茂春 (2.4.7)
张东果 (2.4.8)
李裕立 (2.4.9)
董晨辉、熊春华 (2.4.10)

刘 东	(2.4.11)
时伟奇、闫瑞、李春常	(2.4.12)
查 清	(2.4.13)
李金光、王宝山	(2.4.14)
赵俊杰	(2.4.15)
张仕为	(3.1) (3.2)
李雄伟	(3.4)



GNPS OPERATION YEARBOOK 2000

ISBN 7-5022-2443-2



9 787502 224431 >

ISBN 7-5022-2443-2 / J·426.21-04 定价: 106.00 元