



# 广东大亚湾核电站

*GNPS OPERATION YEARBOOK*

# 生产运行年鉴

# 1998

廣東大亞灣核電站  
生產運行年鑑

GNPS OPERATION YEARBOOK

1998

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1998/刘锡才等编·

—北京：原子能出版社，1999.11

ISBN 7-5022-2131-X

I.广… II.刘… III.大亚湾核电站 - 1998 - 年鉴

IV.TM623-54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第72569号



原子能出版社出版 发行

责任编辑：柴芳蓉

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

北京农业大学印刷厂印刷 新华书店经销

开本：787×1092mm 1/16 印张 21.25 插页 20 字数 550千字

1999 年 12 月北京第 1 版 1999 年 12 月北京第 1 次印刷

印数：1—3000

定价：96.00元

# 编辑委员会

## 主 编

刘锡才

## 副 主 编

周海涌 戴庆宇 濮继龙

## 编 委

刘锡才	周海涌	戴庆宇	濮继龙	刘达民	林贵清
黄世强	张志雄	蔡康元	刘德强	张善明	卢长申
陈德淦	李志仁	郭嘉平	高立刚	刘新栓	张兆丰
沈 抗	黄常勇	姚镜泉	杨昭刚	刘革新	贺 禹
张昭亮	余志平	廖伟明	晏仲民	王和生	李振亚
陆 玮	李友德	奚芝苓	李晓明	赵 宏	俞志嘉
	吴 翎	顾学言	何文新		

## 编 辑

郭丰守 姚秋明 丁震行 王宏新

## 供稿人员 (按姓氏汉语拼音顺序排列)

柏建华	陈 舸	陈国平	陈 宁	陈 跃	陈祖书
戴元生	邓正平	丁震行	段德洪	樊陪都	樊治国
范立明	符祥群	宫广臣	顾景智	关建军	关 蕾
郭丰守	黄扶汉	黄来喜	黄晓飞	简益民	焦 萍
景立峰	李现锋	李雄伟	李 英	李玉保	李卓佳
刘成夫	刘 东	陆 玮	陆秀生	罗育智	梅建民
慕齐放	齐迎春	沈 星	时伟奇	孙海英	覃四海
汤峥嵘	王定义	王宏斌	王佳峰	王先锋	王永刚
问清华	吴广涛	吴天华	吴引仙	夏庆生	夏 彤
谢昌渝	邢晓星	杨东强	杨梦奇	姚 刚	宰衷得
曾哲峰	张朝文	张 森	张 宁	张睿琼	张熙军
张晓峰	张永利	赵 宏	周科英	邹庆安	

# 前 言

1998年是广东大亚湾核电站投入商业运行的第五年。编写这一年度的生产运行年鉴仍遵循《广东大亚湾核电站生产运行年鉴》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；电站在运行、维修、环境监测、剂量管理和工业安全等方面的信息和数据；电站在保证核安全、进行经验反馈、推进核安全文化方面的实践，以及电站在人事管理、人员培训、技术管理和质量保证等方面的管理特色。

1998年是广东核电合营有限公司实施《第一个五年发展计划》的第一年。在这一年里取得了可喜的成绩，这在本年度《年鉴》有关章节中得到了适当的反映。

本年度《年鉴》的一个显著特点是一部分供稿人注意到在他们的专业范围内，不仅总结了一年来的生产成绩，还介绍了管理上和工作方法上的进步，介绍了做好工作的体会和经验，介绍了良好实践并提出了建议和今后应注意的问题。这说明电站的核安全文化正在进步，经验反馈正在深入人心，并已初见成效。

本年度的《年鉴》与1997年度相比，目录有些变动，这是为了更恰当地反映某些专业范围的内容。随着岭澳核电站生产准备的进展，载入本年度《年鉴》的信息量也随之增多。继续保留“专题报告”栏目，把统计数据全部放入第四章。

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，以便读者对问题的了解和理解。

1998年6月广东核电合营有限公司原生产部分为生产部、维修部、质保部和二核生产部。各部仍是《年鉴》的供稿单位，以保持和保证《年鉴》内容的完整性和连续性。

《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，基本上保持文章的原貌。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

## 追求卓越 永无止境

——广东核电合营有限公司《第一个五年发展计划》简介

总经理



### 一、《第一个五年发展计划》的诞生

广东大亚湾核电站（简称一核）自1994年投入商业运行以来，安全生产取得了令人瞩目的业绩，科学管理水平不断提高。1997年7月1日顺利实现了法方厂长管理职责向中方的移交，从而进入了中方全面自主化管理核电站营运的新阶段。电站业绩反映在WANO（世界核电营运者协会）指标中，几个主要指标相当接近和达到压水堆核电站的世界中间水平，有些指标还进入了世界先进水平，但是与世界营运核电站先进水平比较，尚有相当大的差距。面对这种差距，我们应该怎么办？

早在1994年在1号机组投入商业运行的庆祝会上，当时担任国务院总理职务的李鹏同志就高度评价大亚湾核电站是改革开放的产物，是现代企业制度的有益尝试。同时，也告诫我们，在某种程度上讲，运行好大亚湾核电站比建设好大亚湾核电站更困难。

曾云龙董事长多次指出：我们的目标是要逐步达到国际先进水平，希望大亚湾核电站经过几年的努力，在安全水平和负荷因子方面都能够进一步向国际先进水平靠近，并在人员、技术、管理等方面成为广东核电发展的基地。曾董事长的要求体现中国广东核电集团公司和公司董事会对我们管理层的殷切希望。

从1994年9月开始，原生产部根据国际上的一些经验，开始制定并实施业务计划，并在总结经验的基础上经过充分讨论、酝酿，于1996年制定了生产部两年（1997~1998）管理计划，并得到总经理部批准。以指标控制、跟踪的方法实行业绩目标管理，在生产部干部和员工中开始运用。这是突破传统管理模式而进行的有

益实践，而且这种动态目标管理的模式在国际上已被证明有效，且开始广泛推行。

以上这些要求和条件，从思想上、理论上和实践上都为公司开展动态目标管理和制定《第一个五年发展计划》奠定了基础。公司总经理部清楚地意识到，要适应变化的环境，必须明确公司的远景目标，并且需要有一个与国际经验和惯例接轨、严格按照科学方法制定的“发展计划”。1997年初，总经理部在原生产部管理计划的基础上，启动了公司发展计划的制订工作。

在第一次制订“计划”时，公司聘请了南非 Koeberg 核电厂的专家 John Henderson 担任顾问，先后邀请清华大学 4 位教授直接参与相关工作。“计划”的制订是认真参照国际管理经验和科学的程序来进行的，通过对公司现状、内外部环境分析和进行 SWOT（优势、弱点、机遇和威胁）分析、基准对比（Benchmarking），制定出公司目标和改进项目。计划正式提出“两年内达到世界中间水平，五年达到世界先进水平”的宏伟目标。由于公司各级管理层高度重视和全身心投入，公司业务推进小组的积极推动，广大员工的大力支持与合作，从 1997 年 6 月 23 日到 9 月 30 日，经过 100 天的工作，公司《第一个五年发展计划》第一版正式诞生。

公司董事会、管董事长对“计划”的制订始终热情支持，管董事长强调指出“一核在五年内达到世界先进水平，其意义不亚于当年建成大亚湾核电站”，对计划的内容予以充分肯定。

## 二、《第一个五年发展计划》的意义

纵观国内外企业兴衰可以知道，一个没有发展目标的企业是一个没有前途的企业，一个有了目标而不能坚持创新、保持可持续发展的企业，也多半不会是一个大有作为的企业。公司《第一个五年发展计划》既是一个目标，又是指导和检验行动的工具。

“计划”十分明确地阐述了公司的使命，即“一切为了用户、股东、员工和社会的利益，确保长期安全、可靠和经济发电，并成为广东核电发展的基地”；指出公司的目标是：完善现代企业制度，全面提高公司管理水平，公司主要技术经济指标两年内达到世界行业水平，五年内进入世界先进行列。因而“计划”成为公司光荣使命和奋斗目标的宣言书，它汇集了广大核电员工争取赶超世界先进水平的心声，凝聚了国家和人民对我们的殷切期望，是公司迈向世界先进水平的重要文件。

“计划”的制订以及实施，是公司在探索现代企业管理模式的实践中又向前迈出了一步，一年多的实践证明这有利于在企业内部建立高效、协调和统一的管理机制，有助于更加合理地配置资源，提高资源的使用效率和效益。“计划”的推行也希望能为国内企业在现代企业制度建设中共享我们的点滴经验和体会。

目标的确立和计划的制定表明了公司领导层和全体员工对企业发展、努力创世界一流水平的决心和勇气，体现了公司居安思危、锐意进取、追求卓越和不断挑战更高目标的精神，体现了公司第二次创业的指导思想。

### 三、《第一个五年发展计划》的内容

《第一个五年发展计划》（1998～2002年）包含10项内容：计划前提和假设、公司使命、公司目标、2002年目标要点、目标细节、价值观、财务计划、人力资源计划、技术计划、业绩承诺目标和改进计划。改进计划又分为10个领域：安全改进、提高能力因子、降低成本、人力资源发展、燃料循环、公共关系、技术支持、企业文化、信息技术（IT）发展和群堆管理。

从这10项内容可以看出，《第一个五年发展计划》是一个整体，它将公司管理理念、人、财、物、目标和具体改进行动构成网络，相互作用、相互影响。这里既有确定的量化指标来考核公司整体运作的状态，又有具有可操作性和可监控性的行动计划来实现整体推进。

“计划”的内容体现了公司坚持创新和在各个方面都保持持续改进的方针。

### 四、《第一个五年发展计划》的特点

“发展计划”要有生命力。它的生命力在于发展计划是动态的，计划本身也是不断发展的，《第一个五年发展计划》的基本特征，具体表现在：

第一，《第一个五年发展计划》的目标是动态的。我们的目标是世界先进水平，而近些年来，世界各国在电力市场激烈竞争压力下，核电站营运者不断地提高管理水平，因而核电站世界先进水平保持着向上发展的趋势。我们在计划执行过程中，除了跟踪计划的实施情况外，还要跟踪世界核电的最新发展，及时调整我们的指标。要缩短我们同世界先进核电站的差距，就要求我们不断巩固已取得的成绩，还要不断地采用“蛙跳”的方式改进和提高我们的管理水平。

第二，《第一个五年发展计划》又是具体可操作的。其目标、内容和措施是经过深入研究、分析、对比提出的，并由自上而下，自下而上反复多次的“沟通”而确定的。它既是通过艰苦努力一定能够实现，又具有极大挑战性。对此“计划”充分体现“以人为本”的管理思想，充分理解并把握了“人”自主发挥其能动性和创造性的前提条件，以追求卓越作为价值观的核心激励员工的工作热情和激发员工发挥聪明才智。公司的使命和目标可以说已经深入人心，成为员工自觉行动的动力，激励大家朝着一个明确的方向前进。

第三，《第一个五年发展计划》不仅仅局限一核的发展，而是将大亚湾作为广东核电发展基地来规划的，“计划”充分考虑了人才的培养、技术的发展、经验的积累要满足核电发展的需要，因此体现了广东核电发展的全局观念。

第四，《第一个五年发展计划》是一个完整的体系，公司有发展计划，各部门、各处有管理计划，形成一个上级目标指导下级目标，下级目标又是上级目标基础的目标系统，同时建立了相应的推进和跟踪监督系统，以保证计划的有效实施。

在“计划”执行过程中，对各级管理层目标执行情况的跟踪，反过来有助于各级管理层了解、掌握本部门运作情况，根据发展趋势进行工作决策，从而在追求目标的过程中不断地根据实际结果完成自我调整，使公司从最高领导到基层主管都向着目标集中力量，实现自我控制。因此，“计划”本身又是管理工具。



第五,《第一个五年发展计划》的业绩指标体系反映了纵横比较的结果,通过自身发展过程的分析、比较后确定的奋斗目标,体现了循序渐进,不断向上的态势。这就对公司各级管理层提出了不断改进、不断提高的要求。同时,为了达到业绩指标,我们又开展了广泛的横向比较,找出差距,制定改进行动,具体的做法就是针对公司现状和内外环境进行SWOT分析和基准对比(Benchmarking),而这种横向比较不是只停留在制定计划的阶段,而且贯穿于计划的执行过程,如果说纵向比较体现了自我完善意识的话,横向比较更体现了竞争的意识。

第六,《第一个五年发展计划》本身也在不断进行修订完善,以顺应公司的发展步伐。公司定期(每年)对“计划”执行情况进行评价,分析内、外形势的变化以及计划本身实施的结果,广泛征求各级管理层和员工的意见和建议,在此基础上适当调整“计划”内容,从而使目标和行动相互推进,不断向上。不仅我们的目标是动态的,我们的计划本身也是动态的。

## 五、《第一个五年发展计划》第二版的修订过程

制订“计划”的工作是全面自主化管理的一个重要组成部分,为了尽快实现计划修订工作的自主化,使合营公司自身的员工亲身参与到计划的制订、实施、跟踪、改进各个环节中,1998年3月份,公司总经理部组织成立了公司业务推进小组,邀请南非Koeberg核电厂专家来大亚湾对公司业务推进者进行了为期两周的专门培训,目的是引进并掌握公司五年发展计划的制订、推进有效实施的方法,全面推进业务工作的开展和保持持续改进所必需的基本知识和技能。培训工作圆满结束,并达到了预期的目的。

1998年6月份开始,公司业务推进小组制订并开始实施《第一个五年发展计划》第二版的修订工作,基本的方法是:(1)分步骤、有目的地组织公司部门经理以上管理者进行了三次专题研讨;(2)业务推进小组面对面地听取和收集了每位部门经理以上管理者的意见和建议;(3)听取收集了10%以上员工的意见和建议;(4)各部门提出改进项目及实施方案;(5)业务推进小组进行汇总,初步排出优先次序,报公司总经理部决策;(6)计划成文;(8)宣传贯彻。

## 六、《第一个五年发展计划》的实施效果

1998年是公司实施《第一个五年发展计划》的第一年,而这一年中公司进行了对生产线机构的重大组织调整,同时经受了亚洲金融风暴对公司带来的巨大考验。正是由于公司总经理部通过“计划”纲领性的作用,将各个组织的功能有效地发挥出来,虽然机构形式发生变化,但各个个体目标维持不变;进而通过机构的重新整合,使各个功能块职责更清晰、分工更合理,更有利地推进整体目标的实现,实现对人、财、物的有效管理。“计划”实施的效果最直接地显现在公司1998年业绩之上。

1998年,2号机组实现安全稳定运行305天,再次创造了一个燃料循环周期不停堆、不停机的新记录;两台机组平均安全记录近500天;1998年6月和10月,两次实现两台机组同时连续安全运行超100天。

在十项 WANO 性能指标中，集体辐照剂量等 5 项进入或接近世界先进水平，化学指标等 2 项处于世界中间水平，总体运行水平已处于世界核电界的中间偏上水平，提前一年实现“计划”提出的目标。

接受并通过 OSART 跟踪评审。

在国际金融环境十分严峻，市场疲软的情况下，公司有效地控制了发电成本，使电价水平比年初预算水平有较大幅度降低，保持了核电在电力市场的竞争力。

两台机组第五次换料大修实现了平均 44 天的最短大修工期记录。

当然，公司取得的业绩是多种因素、多种条件共同作用下取得的，“计划”的实施所带来的管理上的改进应该是其中的重要因素。

## 七、结束语

目前，公司《第一个五年发展计划》（1998~2002）第二版已经出版并实施，“计划”的制订固然十分重要，但是创世界先进水平的业绩，实现我们的宏伟目标还要靠全体员工发挥团队精神，靠踏踏实实、实实在在的工作“干”出来。让我们共同努力，有效地实施“我们的计划”，我们坚信只要永不满足于现状，不满足于已经取得的成绩，大亚湾核电站一定会在人类进入 21 世纪之初进入世界同类核电站的先进行列。我们也恳请所有关心、支持大亚湾核电站的领导和专家一如既往地支持我们。



方肇扬

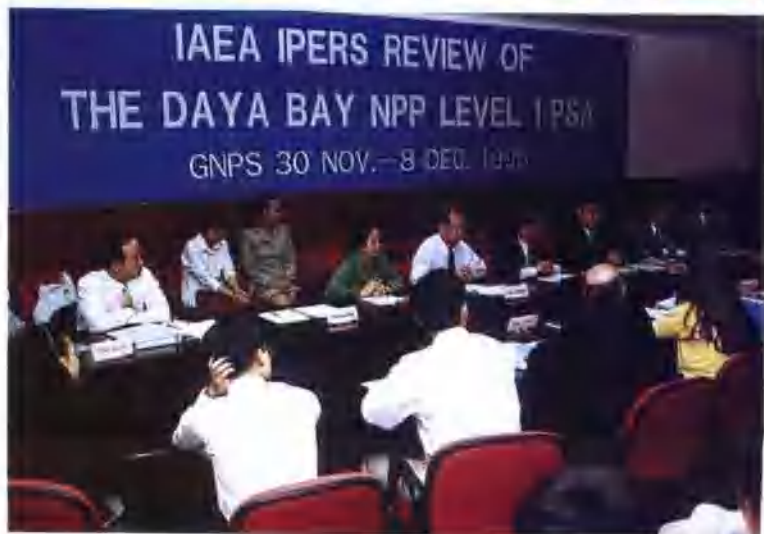
1998年11月18日李鹏委员  
长在广东省委书记李长春的  
陪同下视察岭澳核电站工地



委汉民 摄



委汉民 摄



- 1
- 2
- 3

- 1 大亚湾核电站18个月换料项目合同于1998年12月16日签订
- 2 1998年2月23日WANO在大亚湾核电站举办同行评议培训班
- 3 1998年11月30日IAEA官员来大亚湾核电站进行同行评议活动



奚汉民 摄



奚汉民 摄



奚汉民 摄

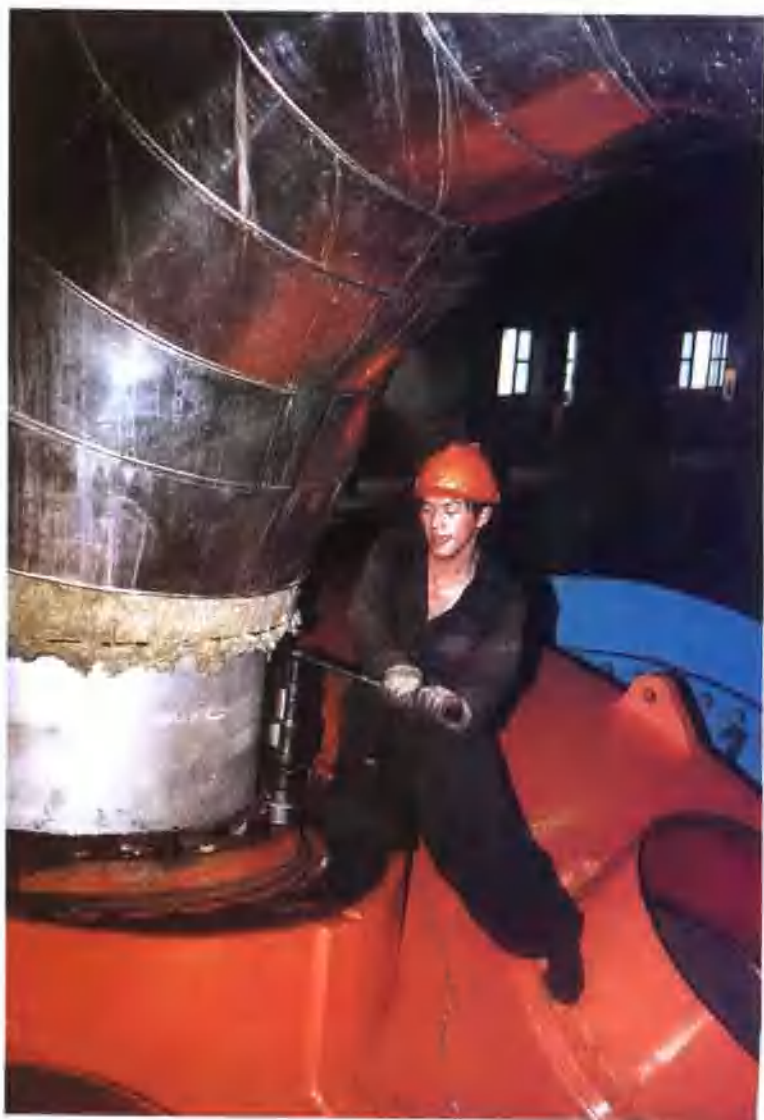


1  
2  
3

- 1 1998年12月16-19日广东核电合营有限公司接受国家环保总局环境管理体系审核中心的第一阶段认证审核
- 2 中国广东核电集团教育培训委员会于1998年10月29日成立
- 3 海峡两岸核技术交流



- 1 在1998年四部表彰大会  
上胥云龙董事长与刘锡  
才总经理给核电站领导  
颁发1号机组与2号机组  
连续运行分别达260天  
与305天纪念奖牌





彭炳成 摄



彭炳成 摄

1	2
4	3

- 2 主汽门大修
- 3 现场维修
- 4 汽轮机低压进气缸大修





奚汉民 摄







李泽贤 摄

1

2

3

- 1 蓬勃发展的大鹏镇
- 2 广东大亚湾核电站积极参与ISO 14001EMS认证活动，努力把核电站建设成清洁美丽的花园式企业
- 3 大亚湾核电站厂区全景

李泽贤 摄





方曜摄



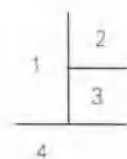
方曦 摄



方曦 摄



方曦 摄



- 1 灯火辉煌的岭澳核电站工地
- 2 岭澳核电站IRX钢衬里第12圈焊接
- 3 岭澳核电站防波堤柔性防渗地连墙8月份完工
- 4 岭澳核电站核岛管道支架预制(第一块)质检合格,标志着NI安装预制工程正式开始





郭礼全 摄

- 1 团委举办“核电杯”辩论赛
- 2 宁静优美的南区员工宿舍一隅
- 3 1998年6月团委组织团员青年参加驻深团工委在“世界之窗”举办的“青年文化周”活动



李泽贤 摄



郭礼全 摄

# 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	电站管理层级	3
1.3.1.1	经理级	3
1.3.1.2	处级	6
1.3.1.3	科级	6
1.3.2	管理线	7
1.3.2.1	生产部	7
1.3.2.2	维修部	8
1.3.2.3	质量保证部	9
1.3.3	电站委员会	9
1.3.4	电站组织机构图	9

## 第二章 生产运行

2.1	电站运行和维修	12
2.1.1	电站运行	12
2.1.1.1	电站运行组织	12
2.1.1.2	机组运行状态	14
2.1.1.3	电网状况及售电情况	27
2.1.1.4	机组性能指标	30
2.1.1.5	运行物理试验	31
2.1.1.6	电站化学	37
2.1.1.7	继电保护	40
2.1.1.8	高电压设备运行维护	42
2.1.1.9	核电站发供电系统可靠性	49

2.1.1.10	仪控系统设备运行及评价	51
2.1.1.11	燃料循环及燃料管理	54
2.1.2	电站维修	63
2.1.2.1	维修工作的组织管理	63
2.1.2.2	维修工作票执行情况	66
2.1.2.3	预防性维修的有效性评估	69
2.1.3	放射性废物排放与管理	71
2.1.3.1	放射性废气排放与管理	71
2.1.3.2	放射性废液排放与管理	71
2.1.3.3	中低水平放射性固体废物处理	73
2.1.3.4	工业废物处理	78
2.1.3.5	环境监测与评估	78
2.1.4	物资消耗	83
2.1.4.1	水库淡水储量及除盐水生产	83
2.1.4.2	化学试剂的使用与评价	84
2.1.4.3	外购电	85
2.1.5	工程及电站改造项目	86
2.1.5.1	电站工程及改造项目管理	86
2.1.5.2	最终验收证书保留项	86
2.1.5.3	不符合项管理	87
2.1.5.4	在役检查和金属监督	88
2.1.5.5	工程文件更新	92
2.1.6	机组换料大修	92
2.1.6.1	换料大修计划和组织管理	92
2.1.6.2	1号机组第四次换料大修	97
2.1.6.3	2号机组第四次换料大修	106
2.1.6.4	机组第五次大修准备	113
2.1.6.5	大修承包商介绍	115
<hr/>		
2.2	核电站安全	115
2.2.1	核安全	115
2.2.1.1	电站运行事件	115
2.2.1.2	三道屏障完整性	119
2.2.1.3	安全相关设备不可用状态 (Io) 跟踪	119
2.2.1.4	定期试验	130
2.2.1.5	瞬变统计	133
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	137
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	141
2.2.3.1	火灾事件及火警未遂事件统计	141
2.2.3.2	消防管理	142
2.2.4	辐射防护	143
2.2.4.1	1998 年度辐射防护总体评价	143
2.2.4.2	辐射防护培训	145
2.2.4.3	运行辐射防护管理	146
2.2.4.4	辐射防护相关技术工作	148
2.2.4.5	大修辐射防护组织与管理	149
2.2.4.6	辐射监测仪表	149
2.2.4.7	个人剂量管理	149
2.2.5	职业健康管理	150
2.2.5.1	完善了职业健康管理体系	150
2.2.5.2	职业危害的监测与评价	151
2.2.5.3	放射性工作人员的健康监督	152
2.2.5.4	职业健康保健	152
2.2.5.5	职业健康的宣传和教育	152
2.2.5.6	异常照射情况下医学干预的准备及 实施	152
2.2.5.7	辐射工作人员的健康档案管理	152
2.2.6	电站应急计划	153
2.2.6.1	应急组织的改进	153
2.2.6.2	应急程序的修改	153
2.2.6.3	应急设施设备的管理	153
2.2.6.4	应急培训和演习	155
2.2.6.5	其它	156
2.2.7	电站保卫及核材料实体保障	157
2.2.7.1	电站保卫的任务	157
2.2.7.2	保卫工作实绩	157
2.2.7.3	核材料的实体保障	158
<hr/>		
2.3	电站管理	158
2.3.1	综合计划调度	158
2.3.1.1	年度发电计划及其实施	158
2.3.1.2	电站预算管理和控制	161
2.3.2	重要管理活动	166
2.3.2.1	电站管理层工作会议	166
2.3.2.2	干部任免及机构变动	167

2.3.2.3	职称评定、毕业生转正定级	168
2.3.3	人事管理	168
2.3.3.1	人员配备	168
2.3.3.2	职工学历和职称结构及专家名录	169
2.3.3.3	年龄结构	170
2.3.4	人员培训及授权	170
2.3.4.1	培训管理及有关活动	170
2.3.4.2	各类培训及授权培训完成情况	174
2.3.4.3	其它培训工作	175
2.3.5	电站委员会	176
2.3.5.1	电站核安全委员会	176
2.3.5.2	电站培训委员会	177
2.3.5.3	电站三废管理委员会	178
2.3.5.4	电站技术委员会	178
2.3.5.5	电站经验反馈委员会	179
2.3.5.6	电站工业安全和辐射防护委员会	179
2.3.5.7	电站人力资源委员会	180
2.3.5.8	电站预算委员会	180
2.3.5.9	生产准备委员会	181
2.3.5.10	电站信息系统委员会	181
2.3.5.11	电站技术监督领导小组	181
2.3.5.12	电站节能委员会	182
2.3.5.13	电站合理化建议评审委员会	182
2.3.6	质量保证	183
2.3.6.1	质量保证大纲的更新	183
2.3.6.2	质保独立验证的实施情况	184
2.3.6.3	验证层的加强	184
2.3.6.4	质量改进	185
2.3.6.5	质保大纲实施有效性评价	186
2.3.7	经验反馈	187
2.3.7.1	内部事件经验反馈	187
2.3.7.2	外部经验反馈	190
2.3.7.3	国际经验及姐妹厂经验交流活动	192
2.3.8	备品备件管理	193
2.3.8.1	备品备件采购管理	193
2.3.8.2	仓储管理	195
2.3.9	电站计量管理	197
2.3.9.1	计量管理及机构	197
2.3.9.2	计量监督与检查	198
2.3.9.3	技术交流和培训	198



2.3.9.4	技术协作与支持	198
2.3.10	合同及承包商管理	198
2.3.10.1	合同项目内容概要	198
2.3.10.2	合同管理工作	202
2.3.10.3	承包商管理	203
2.3.11	管理计算机的应用	203
2.3.11.1	主要生产业绩	203
2.3.11.2	改善管理的措施	205
2.3.12	文件、档案与资料管理	207
2.3.12.1	工作概述	207
2.3.12.2	完成的主要工作量	208
2.3.12.3	文件、资料、档案库存量	209
2.3.13	电站后勤保障	209
2.3.13.1	后勤保障机构和运作方式	210
2.3.13.2	交通运输	210
2.3.13.3	行政办公室设施及其配套系统的管理	210
2.3.13.4	行政办公用品、固定资产和办公家具管理	211
2.3.13.5	员工住宿和膳食服务	211
2.3.13.6	文体设施和文体活动	211
<hr/>		
2.4	生产准备	212
2.4.1	组织管理模式	212
2.4.2	人员准备	212
2.4.3	人员培训	213
2.4.4	生产准备计划	213
2.4.5	管理程序编写	214
2.4.6	技术程序编写	214
2.4.7	执照申请	214
2.4.8	环保与应急四统一	214
2.4.9	信息系统开发	214
2.4.10	工程参与	214
2.4.11	承担部分工程项目	215
2.4.12	其它工作	215

## 第三章 大事记

3.1	1号机组运行大事记	216
-----	-----------	-----

3.2	2号机组运行大事记	219
3.3	管理大事记	223
3.4	重大技术问题	226
3.5	二核生产准备大事记	230

## 第四章 统计指标

4.1	WANO 性能指标	237
4.2	综合经济指标	238
4.3	安全性能指标	239
4.4	生产运行指标	240
4.5	三废排放与环境监测	242
4.6	维修、改进与质量保证	243
4.7	瞬变统计	244
4.8	人力资源与培训管理	245
4.9	物资管理与成本控制	246
4.10	换料大修主要指标	247
4.11	机组停堆解列统计表	247
4.12	机组降负荷统计表	248
4.13	电站运行事件汇总	249
4.14	工业安全和消防统计	251
4.14.1	工业安全事件汇总	251

4.14.2	火警未遂事件汇总	253
4.15	辐射防护事件汇总	254
4.16	特许申请汇总	255
4.17	改造项目汇总	256
4.18	大亚湾核电站 1998 年继电保护装置 动作统计	258

## 第五章 专题报告

合营公司生产线组织机构的一次重大调整 (濮继龙 刘德强)	259
《大亚湾核电文摘》推荐导读 (戴庆宇)	263
OSART 跟踪检查及其后续行动 (陈德淦)	267
ISO 14001 环境管理体系认证 (焦 萍)	270
大亚湾核电站工作过程管理系统 (高 歌 郭维忠)	277
STA 安全监督功能扩展 (廖伟明)	283
岗位技能培训的组织实施 (陆 玮)	286
一、二核技术不同点的管理 (魏其岩 徐礼新)	290
附录一 基本系统名称	295
附录二 组织机构和相关术语缩写	303
附录三 计量单位中英对照	307
附录四 厂房和构筑物——代号和名称	308
附录五 设备名称代码	315
《年鉴》各章节供稿人名单	322

# 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	Management levels	3
1.3.1.1	Departments	3
1.3.1.2	Branches	6
1.3.1.3	Sections	6
1.3.2	Management lines	7
1.3.2.1	Operations department	7
1.3.2.2	Maintenance department	8
1.3.2.3	Quality assurance department	9
1.3.3	Plant committees	9
1.3.4	Chart of organization of GNPS	9

## Part II : Synthetic report on operational activities

2.1	Operation and maintenance	12
2.1.1	Unit operation	12
2.1.1.1	Operation organization	12
2.1.1.2	Unit operation status	14
2.1.1.3	Relationship with grid	27
2.1.1.4	Unit performance indicators	30
2.1.1.5	Periodic reactor physical tests	31
2.1.1.6	Plant chemistry	37
2.1.1.7	Electrical relay protection	40
2.1.1.8	High voltage equipment	42
2.1.1.9	Power reliability of generation and supply	49
2.1.1.10	Operation and assessment of I &C equipment	51
2.1.1.11	Fuel cycle and fuel management	54
2.1.2	Maintenance activities	63
2.1.2.1	Maintenance organization	63
2.1.2.2	Statistics of maintenance activities	66
2.1.2.3	Evaluation on effectiveness of preventive	

maintenance	69
2.1.3 Waste management and environment monitoring	71
2.1.3.1 Radioactive gaseous waste release	71
2.1.3.2 Radioactive liquid waste release	71
2.1.3.3 Low and median solid radwaste management	73
2.1.3.4 Management of industrial waste	78
2.1.3.5 Environment monitoring and evaluation	78
2.1.4 Material consumption	83
2.1.4.1 Water storage in the reservoir and demineralized water production	83
2.1.4.2 Consumption of chemicals	84
2.1.4.3 Payment of off – site power supply	85
2.1.5 Engineering and plant modification	86
2.1.5.1 Plant modification management	86
2.1.5.2 Project pending issues	86
2.1.5.3 NCR management	87
2.1.5.4 In-service inspection	88
2.1.5.5 Engineering file updating	92
2.1.6 Unit outage	92
2.1.6.1 Outage organization	92
2.1.6.2 Fourth refuelling outage of Unit 1	97
2.1.6.3 Fourth refuelling outage of Unit 2	106
2.1.6.4 Preparation for the fifth refuelling outage	113
2.1.6.5 Contracts and subcontractors	115
2.2 Plant safety	115
2.2.1 Nuclear safety	115
2.2.1.1 Licensing operational events	115
2.2.1.2 Integrity surveillance of three barriers	119
2.2.1.3 Inoperability of safety related equipment (Io) monitoring	119
2.2.1.4 Periodic tests	130
2.2.1.5 Transient accounting	133
2.2.1.6 Nuclear safety culture indoctrination	135
2.2.1.7 Licensing application	136
2.2.1.8 IAEA activities	137
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	141
2.2.3.1 Statistics of fire protection related events	141

2.2.3.2	Management system	142
2.2.4	Radiation protection	143
2.2.4.1	General assessment	143
2.2.4.2	Training	145
2.2.4.3	Radiation protection during normal operations	146
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	149
2.2.4.7	Individual dosage monitoring	149
2.2.5	Occupational medical care	150
2.2.5.1	Improvement occupational medical care system	150
2.2.5.2	Monitoring of occupational effect to health	151
2.2.5.3	Health surveillance of radiation workers	152
2.2.5.4	Occupational health protection	152
2.2.5.5	Indoctrination of occupational health	152
2.2.5.6	Intervention under abnormal exposure	152
2.2.5.7	Individual health files for radiation workers	152
2.2.6	Emergency planning	153
2.2.6.1	Emergency organization	153
2.2.6.2	Emergency procedure	153
2.2.6.3	Management of emergency installations and equipment	153
2.2.6.4	Emergency training and maneuver	155
2.2.6.5	Others	156
2.2.7	Plant security and safeguard	157
2.2.7.1	Security mission	157
2.2.7.2	Achievement of security and safeguard	157
2.2.7.3	Safeguard of nuclear material	158
2.3	Plant management	158
2.3.1	Operation planning	158
2.3.1.1	Electricity production plan and its implementation	158
2.3.1.2	Budget management and control	161
2.3.2	Important management issues	166
2.3.2.1	Plant management seminars	166
2.3.2.2	Organization changes, personnel appointments and removals	167
2.3.2.3	Techniques examination and academic rank appraisal	168
2.3.3	Personnel management	168
2.3.3.1	Recruitment and staffing	168

2.3.3.2	Sorting by education and professional rank	169
2.3.3.3	sorting by age	170
2.3.4	Personnel training and authorization	170
2.3.4.1	Plant training organization and policy	170
2.3.4.2	Complete training process	174
2.3.4.3	Others	175
2.3.5	Plant committees	176
2.3.5.1	Plant nuclear safety committee (PNSC)	176
2.3.5.2	Plant training committee (PTC)	177
2.3.5.3	Plant waste committee (PWC)	178
2.3.5.4	Plant engineering committee (PEC)	178
2.3.5.5	Plant experience feedback committee (PEFC)	179
2.3.5.6	Plant industrial safety and radiation protection committee (PISRC)	179
2.3.5.7	Plant human resources committee (PHRC)	180
2.3.5.8	Plant budget committee (PBC)	180
2.3.5.9	LingAo operations preparation committee (LOPC)	181
2.3.5.10	Plant information system committee (PISC)	181
2.3.5.11	Plant technical surveillance steering group (PTSSG)	181
2.3.5.12	Plant energy saving committee (PESC)	182
2.3.5.13	Plant good suggestions review committee (PSRC)	182
2.3.6	Quality assurance	183
2.3.6.1	Updating of QA programme	183
2.3.6.2	Implementation of QA activities	184
2.3.6.3	Functioning enforcement of QA Surveillance	184
2.3.6.4	Quality improvement	185
2.3.6.5	Evaluation on effectiveness of QA programme	186
2.3.7	Experience feedback	187
2.3.7.1	Experiences and lessons learnt from internal events	187
2.3.7.2	Experiences and lessons learnt from external events	190
2.3.7.3	International activities on information exchange and twinning activities	192
2.3.8	Procurement management of spare parts and tools	193
2.3.8.1	Management of procurement	193
2.3.8.2	Analysis of utilization and storage status	195

2.3.9	Plant measurement management	197
2.3.9.1	Measurement management and organization	197
2.3.9.2	Monitoring of measurement	198
2.3.9.3	Technical exchange and training	198
2.3.9.4	Technical cooperation and support	198
2.3.10	Management of contracts and contractors	198
2.3.10.1	Main contract content	198
2.3.10.2	Contract management	202
2.3.10.3	Contractors management	203
2.3.11	Utilization of management computers	203
2.3.11.1	Main indicators	203
2.3.11.2	Management improvement actions	205
2.3.12	Documentation and archives	207
2.3.12.1	General	207
2.3.12.2	Main achievement	208
2.3.12.3	Storage volume	209
2.3.13	Plant logistic support activities	209
2.3.13.1	Logistic organization	210
2.3.13.2	Transportation	210
2.3.13.3	Management of office appliances, common-use facilities and equipment	210
2.3.13.4	Management of consumables, fixed assets and office furniture	211
2.3.13.5	Staffs living necessities	211
2.3.13.6	Recreation and sports	211
2.4	LNPS operations preparation	212
2.4.1	Management mode	212
2.4.2	Personnel preparation	212
2.4.3	Personnel training	213
2.4.4	Operations preparation plan	213
2.4.5	Management procedure preparation	214
2.4.6	Technical procedure preparation	214
2.4.7	Licensing application	214
2.4.8	Environment protection and emergency preparation	214
2.4.9	Information system development	214
2.4.10	Project participation	214
2.4.11	Undertaking partial projects	215
2.4.12	Others	215



### **Part III : Chronicles**

3.1	Operation events of Unit 1	216
3.2	Operation events of Unit 2	219
3.3	Major management issues	223
3.4	Major technical issues	226
3.5	Major LNPS operations preparation issues	230

### **Part IV : Statistics and Indicators**

4.1	WANO performance indicators	237
4.2	Economic indicators	238
4.3	Safety indicators	239
4.4	Operations indicators	240
4.5	Waste release control and environment monitoring	242
4.6	Maintenance, modification and quality assurance	243
4.7	Transient accounting	244
4.8	Human resources and training	245
4.9	Material and cost control	246
4.10	Outage indicators	247
4.11	List of reactor scrams and grid separations	247
4.12	List of load reductions	248
4.13	List of licensing operational events	249
4.14	Industrial safety and fire protection statistics	251
4.14.1	List of industrial nearmisses	251
4.14.2	List of fire nearmisses	253
4.15	List of radiation protection events	254
4.16	List of waiver requests	255
4.17	List of plant modifications	256
4.18	Relay protection and safety device actuation statistics	258

### **Part V : Invited specific reports**

•	Structural adjustment of operations organization by Pu Jilong , Liu Deqiang	259
•	Reading guidance for 《Daya Bay nuclear power digest》 by Dai Qingyu	263
•	Follow-up of OSART recommendations and suggestions by Chen Degan	267

• Accreditation of ISO 14001 EMS by Jiao Ping	270
• GNPS work process management system by Gao Ge, Guo Weizhong	277
• Extension of STA functioning scope by Liao Weiming	283
• Implementation of On – job training by Lu wei	286
• Management of technical difference between GNPS and LNPS by Wei Qiyao, Xu Lixin	290
<b>Appendix1 Elementary system codification</b>	295
<b>Appendix2 Acronym</b>	303
<b>Appendix3 Measurement units</b>	307
<b>Appendix4 List of buildings and structures</b>	308
<b>Appendix5 Functional identification of equipment</b>	315
<b>List of drafters of sections in “Yearbook”</b>	322

# 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2月7日，系由广东核电投资有限公司和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。

广东大亚湾核电站拥有两台单机容量为984 MW的压水反应堆机组，其核岛和常规岛设备分别由法国法马通公司和英法通用电气-阿尔斯通公司供应，建设阶段的总体技术责任由法国电力公司承担，生产阶段头五年核电站的厂长由法国电力公司推荐的外籍人员担任。广东大亚湾核电站于1987年8月7日主体工程正式开工，1994年2月1日和5月7日两台机组先后投入商业运行，1996年8月29日获得国家核安全局颁发的运行许可证，同年12月17日正式通过国家验收。1997年7月1日，比合营合同规定提前两年实现了由中方人员担任电站厂长。

广东大亚湾核电站总投资约40亿美元，除资本金4亿美元（中方持75%股权，出资3亿美元；港方持25%股权，出资1亿美元）外，其余通过中国银行从国外筹措出口信贷和商业贷款，按计划可于投产后15年内还清贷款本息。电站年发电能力约为130亿kW·h，在合营期内按持股比例分售给投资双方。为取得贷款偿还中的外汇平衡，广东核电投资有限公司将其分得的占总上网电量的45%的电量转售给香港核电投资有限公司。因此，实际上电站上网电量的70%输入香港电网，30%输入广东电网。

1998年，是广东核电合营有限公司实施《第一个五年发展计划》（1998~2002年）的第一年。大亚湾核电站坚持贯彻“安全第一、质量第一”和“预防为主”的方针，采取切实措施确保所有系统和设备正常运转，在广东和香港电网的大力支持下，全年实现了安全稳定运行。1998年两台机组平均安全运行记录共近500天。1998年广东大亚湾核电站的WANO综合指标，已有5项进入或接近世界先进水平，2项处于中间水平上下，3项略低于世界中间水平，这表明广东大亚湾核电站的安全运行处于世界核电界的中间偏上水平。到1998年12月31日，广东大亚湾核电站全年发电129亿kW·h，其中上网电量123亿kW·h，超额完成年初计划上网122.5亿kW·h的发电任务，并实现自投产以来最好的负荷因子（75%）和能力因子（82%）。到1998年底，广东大亚湾核电站累计上网电量已达565亿kW·h，创汇22.5亿美元，上交所得税3.7亿元人民币，归还基建贷款本金的比例已达52%。

1998年,由于在工作中作出了优异成绩并得到了社会各界的称赞和好评,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,并获得了“深圳市守法纳税大户”、“1997年度全国对外投资出口先进企业”、“1997年全国外商投资双优企业”、“1997年广东省外商投资出口先进企业”、“全国内部审计工作先进单位”、“全国百佳公关先进企业”等殊荣。

## 1.2 公司组织机构

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

董事会组成:

董 事 长: 竺云龙 (中方)

第一副董事长: 施以诚 (R.S.Sayers) (港方)

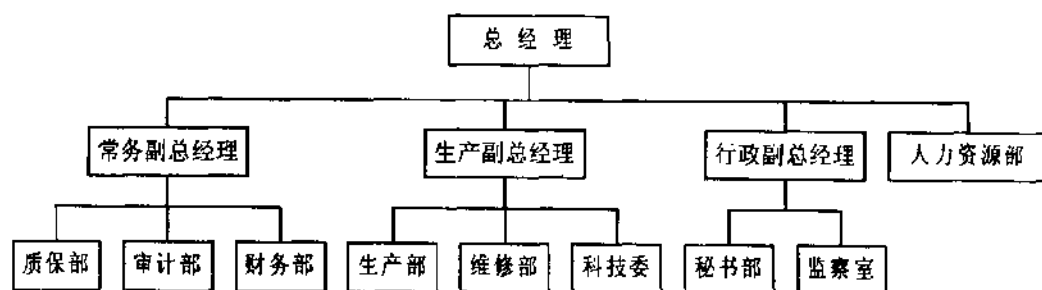
第二副董事长: 吴希荣 (中方)

中 方 董 事: 竺云龙、吴希荣、张华祝、刘锡才、马福邦、周展麟、罗成法、臧明昌、张毓麟、李忠良、徐申官、戴庆宇

港 方 董 事: 施以诚、米高·嘉道理、李锐波、李道悟、毕玉璞

董事会任命刘锡才 (中方) 为总经理、周海涌 (港方) 为常务副总经理、戴庆宇 (中方) 为行政副总经理、濮继龙 (中方) 为生产副总经理、高胜玉 (中方) 为顾问, 并组成总经理部。

为了推动广东核电在大亚湾地区向群堆管理模式的平稳过渡和加强生产运行、维修、生产质保和广二核 (岭澳核电站) 生产准备的功能, 经董事会研究决定从1998年6月1日起将原来的生产部一分为四, 形成了新的生产部、维修部、质保部和广二核生产部。公司组织结构图示如下:



“一分为四”中的广二核生产部, 在“一分为四”调整后即从原来生产部独立出来, 归属岭澳核电有限公司管理。

## 1.3 电站组织机构

1998年, 电站在中方全面自主化管理下取得了良好的业绩, 随着广东核电事业的继续稳步发展, 岭澳核电站已全面进入建设安装阶段, 为了适应未来的群堆管理模式, 电站根据广东核电集团的统一部署, 在1998年6月进行了一次重要的组织机构调整, 将原合营公司

生产部一分为四，分为生产部、维修部、质保部和二核生产部，分别负责生产、维修、质量保证及二核生产准备工作。其中，二核生产部由岭澳核电有限公司管理。

### 1.3.1 电站管理层级

根据 1998 年 11 月修订出版的《生产机构管理政策》(AD/ORG/000) 第四版，电站的管理层是指获得相应授权，行使管理职能（或部分管理职能）的生产部、维修部和质保部的管理人员，其基本功能是作出决策，并承担相应责任。

1998 年电站的管理层级分为三级：

——经理级（生产部、维修部、质保部经理及经理层）

——处级

——科级（科长和值长）

各管理层之间通过领导集体、委员会等形式，实施管理和协调。

每一级管理层都是由承担共同责任的个人组成，各级管理层在管理工作和相应的组织机构中，对人力、财力和物资资源的使用具有不同的权限。当某个上级管理者介入对下级的管理时，他在其职责范围内所做出的决定，即代表其所在的上级管理层的决定。

#### 1.3.1.1 经理级

经理级管理层指生产部、维修部、质保部的经理成员，包括生产部的经理、副经理、生产副经理、安监副经理、支持副经理、技术管理顾问、总工程师；维修部的经理、副经理、技术支持副经理、经理助理、总工程师、日常维修队队长；质保部的经理，以及必要的顾问。

**生产部经理**对于广东大亚湾核电站（GNPS）的安全运行和组织管理负有直接责任，包括有责任确保 GNPS 以安全、可靠和有效的方式运行，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。

生产部经理主持电站运行全面工作，并向公司总经理、外界团体机构（地方行政部门、公众、承包商等）和用户负责。其主要职责有：

——组织和计划核电站生产活动（运行、协调维修部进行维修、换料、改造、检查和试验、可能发生的停堆），为运行和维修提供技术服务（化学、废物排放管理）；

——制定并确保广东核电合营公司（GNPJVC）运行质保大纲的有效执行，确保程序的实施，使得核安全水平保持在尽可能高的水平，实施安全和质量分析，对于有损质量的工况执行纠正行动，提供培训以改善核安全文化……；

——研究并实践以达到个人安全的高水平以及使个人接受到的辐射剂量合理可行尽量低；

——确保遵守有关废物排放和管理的导则，控制废物排放对环境的影响，确保应急准备，通过学习正确地执行应急计划；

——与外界机构、管理当局和访问者保持有益的关系；

——对聘用和提拔政策向总经理部提出建议，对核电站管理人员的工作效能作出评估，合理调配人力资源，实施最适合于他们的组织机构，对核电站工作人员实施培训和授权；

——为核电站的运行和维修提供设备或预算（工具、备品备件、材料……），按安全和质量的要求使用经济的采购程序；

——开展流畅的信息交流和对话以便在核电站内造成一种良好的工作气氛，以及减少不

同部门之间的接口问题。

**生产部副经理**向生产部经理负责，其主要职责是：

——负责与维修部有关的各项接口工作的协调与推进，处理与中国政府部门的关系以及与中方人员的内部联络和交流；

——当生产部经理不在现场或不能履行其职责时，他将在其授权的范围内代表生产部经理履行职责；

——对聘用和提拔政策向生产部经理并通过生产部经理向总经理部提出建议，对核电站管理人员的工作效能作出评估，合理调配人力资源，实施最适合于他们的组织机构，评估对核电站工作人员的培训和授权；

——负责及时了解干部队伍和员工队伍的安全责任心、核安全文化素养的体现，定期进行考察评价工作，对存在问题提出加强培训或调换岗位的措施建议。

**生产部生产副经理**向生产部经理负责，其主要职责是：

——负责电站的所有生产活动：电站运行操作、所有设备系统的维修、试验、改造的监控跟踪、发电计划的实施及与电网的协调；

——确保废物管理大纲的有效性，包括对放射性废物和工业废物以及环境的控制；

——协调管理运行处（OPO）、设备管理处（OPE）、生产计划处（OPP）的工作。

**生产部安监副经理**向生产部经理负责，与所有执行部门保持相对独立，并有权在电站及各部跨越界线履行其职能：

——负责电站工业安全、辐射防护和核安全（包括防火）水平的评价。在这些方面，他向经理和处长提供帮助和提出建议，进行故障、偏差和事件的分析，通过内、外经验反馈推进核安全文化；

——协调管理核安全处（OSL）和保健物理处（OPH）的工作。

**生产部支持副经理**向生产部经理负责，其主要职责是：

——负责在人力资源（行政管理、培训……）、后勤方面支持运行机构的活动；

——负责现场安全管理工作；

——按生产部经理授权、对生产副经理职责范围内某项工作作支持；

——协调管理综管处（OPA）、培训中心（OTC）、资料处（OPD）的工作。

**技术管理顾问**向生产部经理报告工作。负责向生产部经理和生产副经理提供建议，以确保电站在安全、可靠和有效的方式下管理、运行和维修；负责保证核安全活动所有方面统一的技术和管理条例的适当性，通过跟踪和控制代表电站设施的实际改变或补充的构筑件、系统和部件的现场施工、改造和/或安装，为广东大亚湾核电站保持工程设计基础；为电站提供支持（技术、工程、管理、培训、采购……），建立和执行一个在运行、维修、改造试验和换料大修期间的系统状态控制大纲。

**生产部总工程师（PCE）**的主要职责是为生产部经理、生产部副经理和生产副经理提供高水平的技术协助；受生产部经理或生产部副经理的授权后，负责某些专项的技术活动，在这方面，他将具有相当于生产副经理的权力。

**维修部经理**对GNPS的设备维修和组织管理以及工程技术支持负有直接责任，包括有责任确保GNPS在安全、可靠和有效的方式下进行维修活动，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。

维修部经理向总经理、外界团体机构（地方行政部门、公众、承包商等）和用户负责。

其主要职责是：

——组织和计划核电站相关的生产活动（计划、维修、换料、改造、检查和试验、可能发生的停堆），为运行和维修提供技术服务（性能试验、工程、固体废物管理）；

——确保广东核电合营公司（GNPJVC）质量保证大纲的有效执行，确保程序的执行和实施，使得核安全保持在尽可能高的水平，执行安全和质量分析，对有损质量的工况执行纠正行动、提供人员培训、改善核安全文化；

——研究并实践以达到个人安全的高水平以及使个人接受到的辐射剂量合理可行尽量低；

——确保遵守有关废物排放和管理的导则，控制废物排放对环境的影响，确保应急准备，以便通过演习正确地执行应急计划；

——与外界机构、管理当局和访问者保持有益的关系；

——对聘用和提拔政策向总经理部提出建议，对维修部管理人员的工作效能作出评估，合理调配人力资源，实施最适合于他们的组织机构，对维修部工作人员进行培训和授权；

——为核电站的运行和维修提供资源（工具、备品备件、材料……），按安全和质量的要求使用经济的采购程序；

——开展流畅的信息交流和对话以便在维修部内造成一种良好的工作气氛，以及减少不同部门之间的接口问题。

**维修部副经理**向维修部经理报告工作，并与维修部经理具有相同的职责范围。当维修部经理不在现场或不能履行其职责时，他将在其授权范围内代表维修部经理履行职责。其主要职责是：

——负责跟踪维修部日常生产活动，总体工作协调、换料大修、维修计划以及人力资源（行政管理、培训……）后勤和信息补充等方面的活动；

——他在综合计划处的支持下负责处理与电站内部和生产有关的一切计划活动；

——在核安全、工业安全和辐射防护、应急计划和经验反馈方面协调、管理并支持维修部各处与生产部的联络；

——岭澳核电站的接收及维修方面的生产准备工作；

——固体废物及环境控制；

——协调管理生产经理助理（MMA）、综合计划处（MAP）、静止机械处（MSM）、转动机械处（MRM）、仪表控制处（MIC）、电气处（MEE）和现场服务处（MGS）；

**技术支持副经理**向维修部经理报告工作，并负责：

——在技术方面不断为提高电站性能和维修水平给予支持；工程改造、工程设计、运行、维修技术问题取得外部支持或内部技术分析活动；

——材料、物项控制、不符合项控制以及物项替代控制等活动；

——合同控制以及与合同和采购有关的质量控制；

——授权范围内的岭澳核电站的接产和准备工作；

——协调管理技术支持处（MTS）、合同采购处（MCS）的工作。

**维修部经理助理**向维修部经理报告工作，他负责协助维修部副经理做好下列各项工作：

——日常维修、换料大修以及相关的QC和经验反馈活动；

——工具的使用、校验活动、维修活动中的风险分析和安全；

——程序的使用和程序修改的建议。



他在计划部门和直接从事现场生产活动的维修相关处协助下工作。

**维修部总工程师**的职权不是固定不变的，由维修部根据工作需要报请总经理部批准后设置。他们的主要职能是在不同的技术领域向维修部经理和副经理提供高水平的技术协助，当他受维修部经理或副经理的授权后，将负责某一技术领域或专项的技术活动，在这方面，他具有相当于副经理的权力。

**维修部日常维修队长**负责协调管理由静止机械、转动机械、电气、仪控和服务五个处共同承担的日常工作，并在维修、计划、运行之间做好信息交流和促进问题的解决。他向维修部经理助理报告工作，他与上述五个处的日常工作协调工程师共同组成名义上的日常维修队。

他直接得到各处负责日常工作协调工程师的支持。

**质保部经理**直接向公司常务副总经理报告工作，他负责保证在公司内建立有效的质保体系并监督其实施，对核电站中那些不符合许可证发放要求和/或管理导则要求的活动，以及发生重大质量缺陷时，他有权向生产部和维修部经理建议发放停工令。此外，他还负责：

- 协助公司制定质量管理政策；
- 制定并定期修改运行质量保证大纲；
- 制定质保监查、监督计划，保证质保验证活动覆盖质保大纲全部内容，评价质保大纲执行的有效性，组织对各部门的独立评估；
- 组织对供应商的资格评审并建立合格的供应商清单；
- 保证对生产部和维修部提供质保支持和服务；
- 定期向总经理部报告重大质量问题；
- 制订和实施质保人员培训计划以保证他们获得适当的培训和授权；
- 负责质保部日常工作，分配任务；
- 跟踪纠正措施的执行情况，并且组织质量缺陷的根本原因分析。

### 1.3.1.2 处级

生产部的处级管理层包括8个处（运行、设备管理、生产计划、核安全、保健物理、综合管理、资料和培训处）的正副处长和处长助理。上述各处按其功能划分为三个功能块，即由运行、设备管理和生产计划处组成的生产功能块；由核安全和保健物理处组成的安全监管功能块；由综合管理、资料和培训处组成的支持功能块。

维修部的处级管理层包括8个处（合同采购、技术支持、综合计划、静止机械、转动机械、电气、仪表和现场服务）的处长、副处长和处长助理。上述各处的管理功能划分为：由副经理领导综合计划处、静止机械处、转动机械处、电气处、仪表处和现场服务处；技术支持副经理领导合同采购处、技术支持处以及一位经理助理领导日常维修队。

质保部由经理直接领导四个科。

在各自工作范围内，应使处长在日常管理、人力、财力、物资以及组织机构等方面，获得权限，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，向各自的主管经理负责。

### 1.3.1.3 科级

科级管理层，是指值长、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电站最基层的管理层。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。

班、组建设，是电站员工队伍建设的重要组成部分，是推动和加强电站安全文化和团队建设的重要渠道。

## 1.3.2 管理线

### 1.3.2.1 生产部

生产部根据各项日常工作的功能划分为三个功能块，即由运行、设备管理和生产计划组成的生产功能块；由安全执照和保健物理组成的安全监督功能块；由综合管理、资料和培训组成的支持功能块。

**生产功能块**包括与电站生产技术功能相关的三个处：运行处、设备管理处和生产计划处，由生产副经理协助生产部经理管理。

#### 运行处 (OPO)

运行处负责电站生产设备的运行和与电网的日常运行联络，包括充分利用生产设备，确保使之按照技术规范的要求安全、高质量、高效率地运行，并且最大限度地保护环境。

运行处下设六个运行值、一个白班值、化学科及运行支持科。

#### 设备管理处 (OPE)

设备管理处负责建立科学的设备管理体系，优化设备维修，对系统和设备的状态进行监督和趋势分析，监督设备的维修质量，保证电站的安全运行，提高设备的可靠性和可用率，降低发电成本。

设备管理处下设系统工程科、机械设备科、仪表控制设备科和电气设备科。

#### 生产计划处 (OPP)

生产计划处负责生产部的生产计划工作，包括运行计划和发电计划等，协调电网联络工作，建立和控制电站的预算，并归口管理电站信息和技术监督。

生产计划处下设四个科：计划科、管理信息科、发电策划科和成本控制科。

**安全监督功能块**包括与安全监督相关的两个处：核安全处和保健物理处，由安监副经理协助生产部经理管理。

#### 核安全处 (OSL)

核安全处负责监督电站各处进行的核安全相关活动，分析涉及核安全的事件和内部与外部经验反馈，协助各处的核安全工作，并回答核安全主管部门的质询，确保核安全标准的执行。

核安全处下设执照申请科、安全分析科和核安全技术顾问组。

#### 保健物理处 (OPH)

保健物理处负责独立验证与支持电站各处开展的工业安全、消防、辐射防护和应急准备工作，并查验员工的健康资格，确保电站各项工作符合工业安全、消防、辐射防护等标准的要求，同时负责执行应急准备计划。

保健物理处下设辐射防护科、工业安全科、应急准备科、职业医疗科和环境控制科。

**支持功能块**包括与生产部行政支持相关的三个处：综合管理处、资料处、培训处；由支

持副经理协助生产部经理管理。

#### **综合管理处 (OPA)**

综合管理处负责为生产部各处提供人力资源和后勤支持,包括文秘、清洁卫生等服务,同时负责电站的现场保卫。

综合管理处下设四个科:人事科、秘书科、后勤科和电站保卫科。

#### **资料处 (OPD)**

资料处负责电站各类文件的分发与控制,电站各种历史记录的归档,以及电站生产所需信息资料的使用服务。

资料处下设信息技术科、档案科和文件管理科。

#### **培训处 (OTC)**

培训处负责向电站各处员工提供培训,向各处处长提出员工的资格与培训建议并进行资格审核,同时负责电站全范围模拟机的运行和维护。

培训处下设四个科:公共课培训科、模拟机培训科、模拟机维修科和培训服务科。

### **1.3.2.2 维修部**

维修部下设8个处和一个驻欧办,根据各项日常工作的功能,划为两个功能块,分别是由静机处、转机处、仪控处、电气处、服务处和综合计划处组成的维修及综合计划功能块,以及由技术支持处、合同供应处和驻欧办组成的技术商务功能块。

**维修及综合计划功能块**由维修部副经理协助维修部经理管理。

#### **静机处 (MSM)**

静机处负责正常运行及大修期间静机设备的维修工作,包括技术准备和现场执行。他直接向维修部经理部负责,保证设备得到及时、可靠的维修。

#### **转机处 (MRM)**

转机处负责正常运行及大修期间转机设备的维修工作,包括技术准备和现场执行。他直接向维修部经理部负责,保证设备得到及时、可靠的维修。

#### **仪控处 (MIC)**

仪控处负责正常运行及大修期间仪控设备的维修工作,包括技术准备和现场执行。他直接向维修部经理部负责,保证设备得到及时、可靠的维修。

#### **电气处 (MEE)**

电气处处长负责正常运行及大修期间电气设备的维修工作,包括技术准备和现场执行。他直接向维修部经理部负责,保证设备得到及时、可靠的维修。

#### **服务处 (MGS)**

服务处负责通用服务相关的工作,如燃料操作,废物处理,机加工,及工具管理,包括技术准备和现场执行。他直接向维修部经理部负责,保证其工作响应及时,质量可靠。

#### **综合计划处 (MAP)**

综合计划处负责电站的日常维修及大修计划,并向其他各处提供人力资源及后勤支持服务。

**技术商务功能块**由技术支持副经理协助维修部经理管理。

#### **技术支持处 (MTS)**

技术支持处负责对各生产处(特别是运行处和维修各处)提供工程技术支持,通过对经验反馈的分析,在现有设计基础上,改进设备的性能,或通过技术、设备改造的实施和完工

验收,改进原设计;负责核燃料的使用分析、土建管理以及性能试验。

#### 合同采购处 (MCS)

负责电站物资供应,负责与承包商和供应商的谈判与合同签订;负责合同和物资供应的质量、经济性和合法性。

#### 1.3.2.3 质量保证部

质量保证部作为公司质量保证和监督的职能部门,独立于公司其它职能部门,直接向公司常务副总经理负责。在进行有计划的独立评估,确保质保大纲有效执行的同时,向公司其他部门提供质保的支持和服务,为全公司范围内员工质量意识的培育作出贡献。

### 1.3.3 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,确定设立下列电站委员会:

- 电站核安全委员会 (PNSC)
- 电站工业安全与辐射防护委员会 (PISRC)
- 电站人力资源委员会 (PHRC)
- 电站培训委员会 (PTC)
- 电站三废管理委员会 (PWC)
- 电站经验反馈委员会 (PEFC)
- 电站技术委员会 (PEC)
- 电站预算委员会 (PBC)
- 电站信息系统委员会 (PISC)
- 电站二核生产准备委员会 (PLC)
- 电站合理化建议评审委员会 (PSRC)

上述委员会在1998年的工作情况参见本年鉴2.3.5节。

### 1.3.4 电站组织机构图

电站组织机构图见图1.3.4-1和图1.3.4-2。

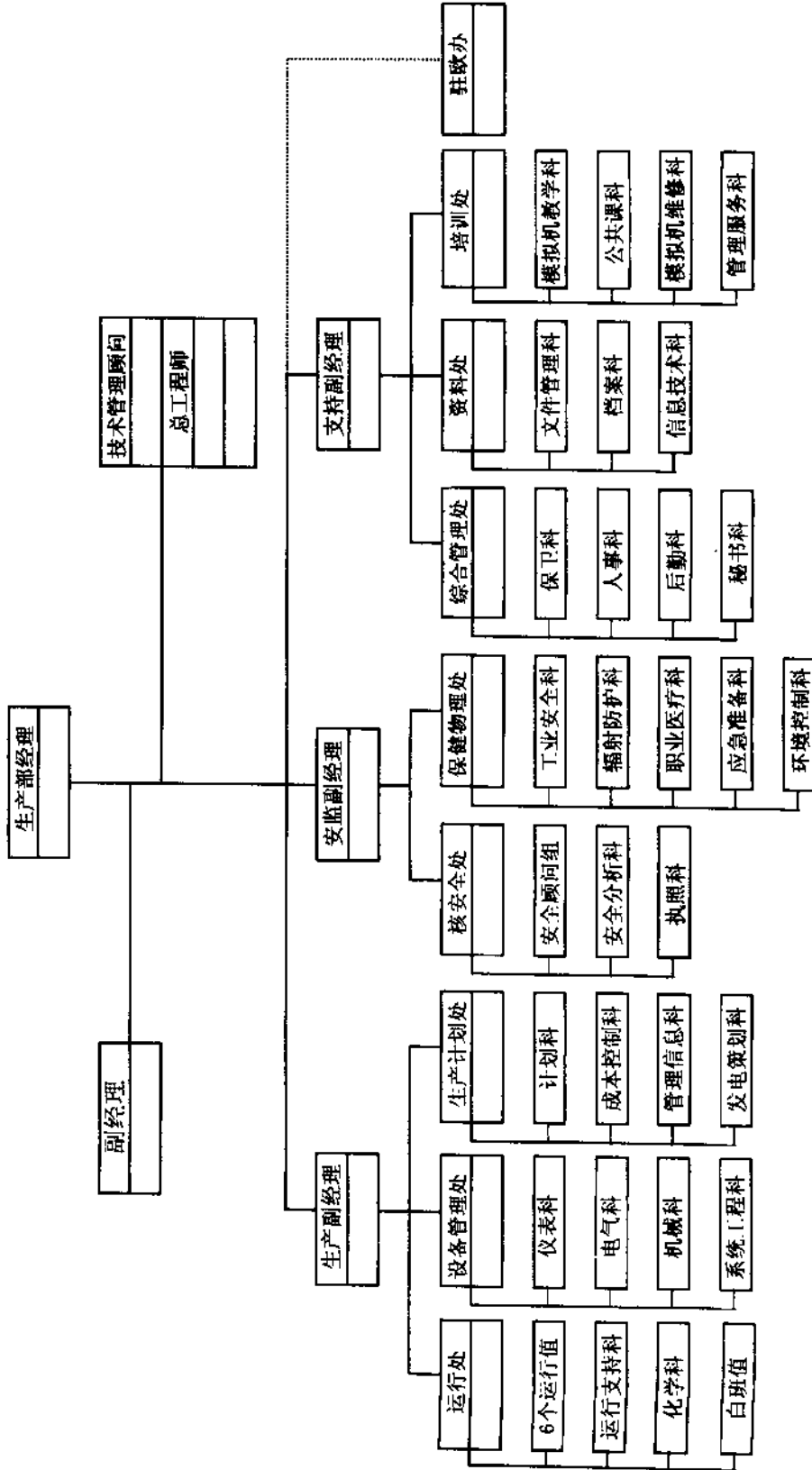


图 1.3.4-1 生产部组织机构图

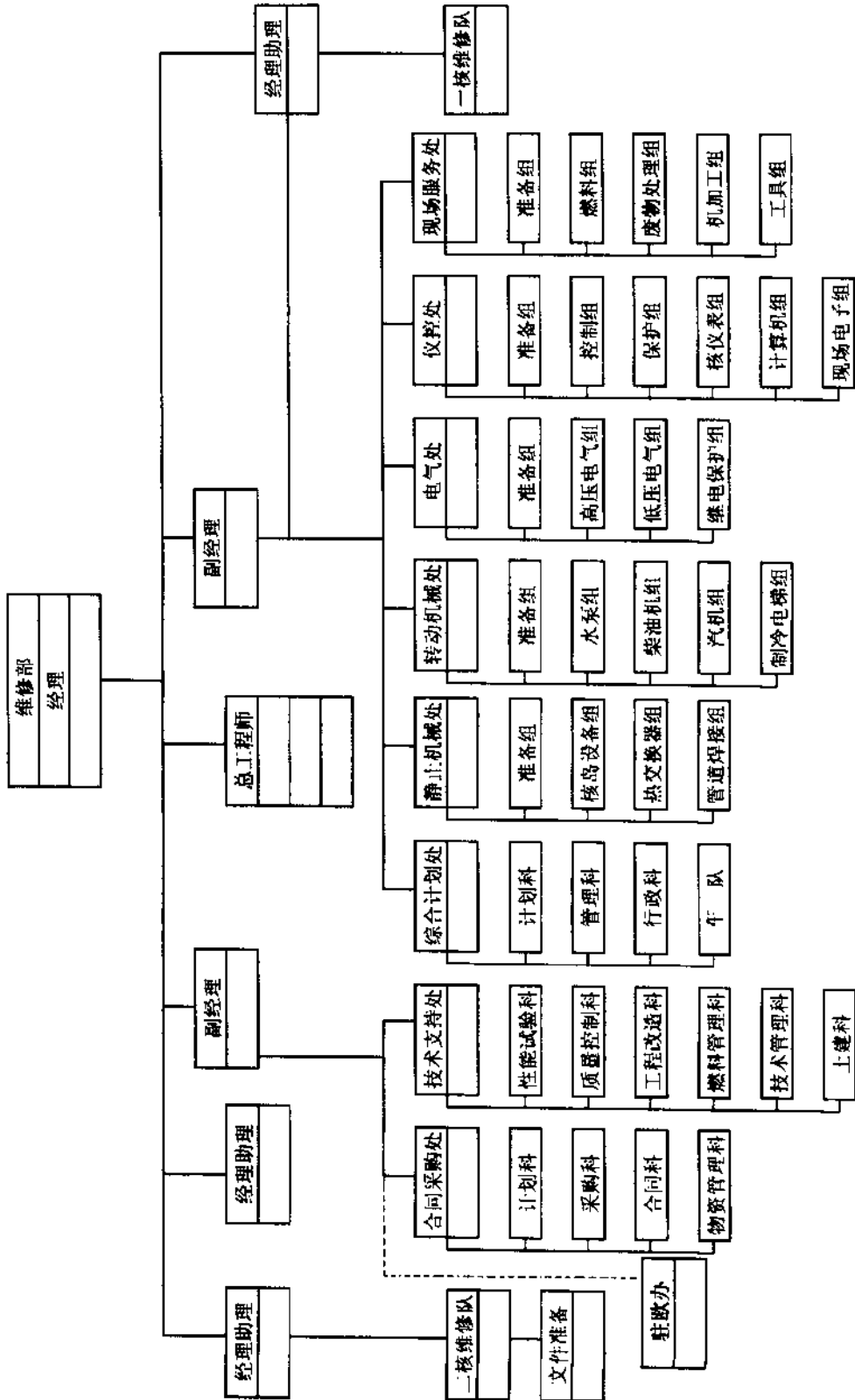


图 1.3.4-2 维修部组织机构图

## 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

1998年6月1日,由于机构变动,原隶属于技术服务处的化学科划归运行处管理,技术服务处撤消。这样,运行处除负责两台机组的运行管理外,同时还要负责电站的化学监督和管理。运行处组织机构如图2.1.1.1-1所示:

(1) 运行处由1名处长、2名副处长和1名处长助理组成处级领导班子,负责运行处的管理工作。保证在组织建设、人员培训和资格评价、运行安全及技术管理、化学监督和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名现场技术员和4名现场巡检员组成最小运行值编制。在值长的全面负责下,各岗位必须严格遵守运行技术规范和核安全管理的有关规定,根据各种有效的运行规程和文件,对电站设备及系统进行操作、试验和运行监视。在火灾情况下,由运行值组成二级干预队,实施灭火行动。此外,1名隶属于核安全处的安全技术顾问(STA),作为核安全的独立监督职能与运行值一同倒班。

(3) 白班值由1名值长、1名副值长和5名专职工程师组成。负责日常运行活动的计划安排和文件准备,并在重大试验、重大操作方面为运行值提供支持,对重要运行异常和设备缺陷进行分析和跟踪。

(4) 大修组由1名大修运行经理、1名再鉴定经理、2名隔离经理、1名定期试验负责人和4~6名现场技术员组成。运行处大修组不是常设机构,一般在大修开始之前3个月成立,大修结束之后1个月撤消。它的主要功能是大修前的准备、计划安排和大修期间的运行活动协调。大修组受运行处和大修指挥部双重领导。

(5) 运行处化学科负责除盐水车间、在线仪表及实验室三方面的工作,提供电站生产过程所需的除盐水,对反应堆系统进行放射化学监督和电站生产运行过程的各种化学监督。



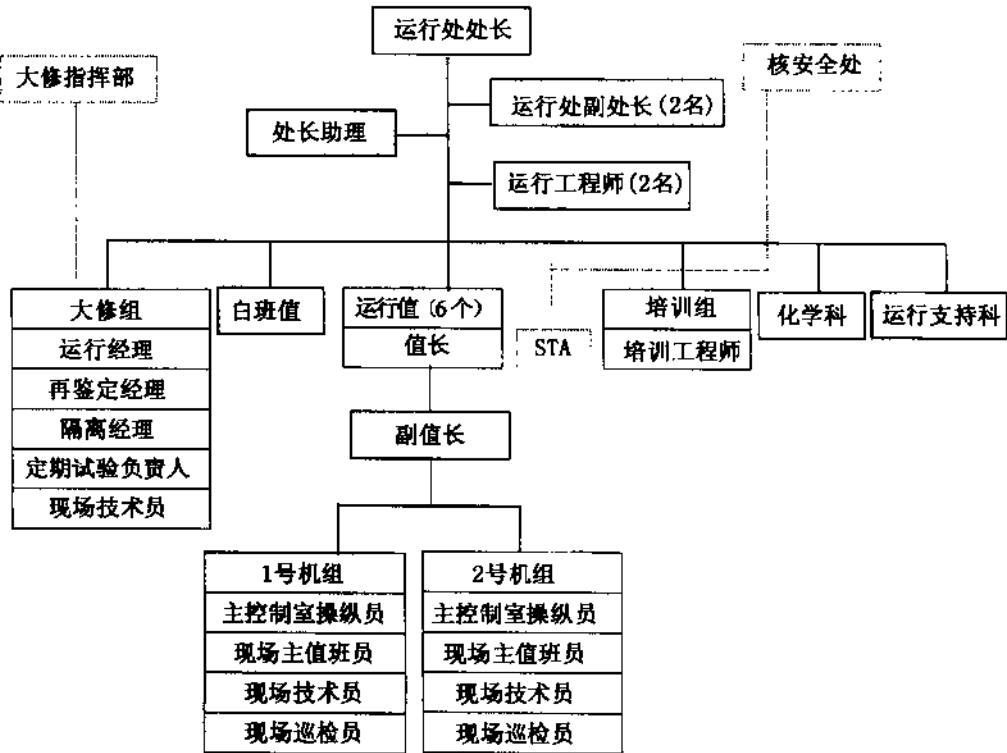


图 2.1.1.1-1 运行处组织机构

(6) 运行处培训组负责全处人员的培训计划安排以及在岗培训的考核跟踪。

(7) 运行支持科负责所有运行文件、规程的管理，并保证各类运行文件的有效性，对各类运行记录进行收集和归档。运行支持科还负责全处行政后勤事务的管理。

## 2. 运行管理

为了追求运行业绩的不断进步，1998年在运行管理上进行了以下几项改进：

(1) 运行工程师脱离生产指挥线，其生产指挥功能由当班站长和值班值站长分担。运行工程师主要负责中长期电站改造项目的技术参与和跟踪、运行规程和文件的修改与生效、以及经验反馈和事件分析等方面的工作。

(2) 站长全功能管理。为了加强站长对日常生产运行活动的全面控制，各项检修及试验申请和日常生产计划均由当班站长审批，树立站长的“厂长心态”；加强了站长安全功能方面的培训，进一步明确站长在核安全上的职责和自我监督功能；强调站长的管理职能，使站长学会授权，把更多的精力用于运行值的内部管理，提高运行人员的技术素质和安全生产意识。

(3) 推行现场区域主值班员负责制。现场主值班员是现场操作员中的骨干，他们的现场工作经验丰富，技术熟练。调动他们参与管理的积极性，使他们起到班组长的基层管理作用，是提高现场运行工作质量的一个有效途径。

(4) 干部管理巡视制度化。运行处制定了副站长以上干部的巡视计划，按照计划和规定的内容定期巡视，以便加强与现场操作人员的沟通，发现和纠正各种不良工作习惯，改进运

行工作质量。

### 3. 运行安全与质量

(1) 提高日常工作的计划性，减少由于非计划性而带来的准备不足，风险分析不充分，降低对机组运行安全及核安全的威胁。

(2) 加强过程控制。对于每一项日常生产运行活动都要有计划、有准备、有风险分析，实施过程中必须严格执行操作监护制，并应用“明星”（STAR）自检方法保证“第一次就把事情做好”，使每一个人真正成为一道“安全屏障”。对于突发事件的处理同样要进行严格的过程控制，工作前必须进行必要的准备和认真的风险分析，在实施阶段执行操作监护，验收时进行严格的再鉴定，从而使工作过程中的每一个环节都是受控的，以此来保证机组的核安全和运行安全。

(3) 加强设备管理。通过对现场设备和主控制室内各运行参数的定期巡视检查，监视设备的运行状况和变化趋势，及时发现设备缺陷。白班值根据《现场巡视手册》中的记录对设备运行状况进行分析，并跟踪存在的缺陷和异常，提出处理意见。

### 4. 经验反馈与培训

经验反馈与培训始终是我们保持核电站运行业绩，并取得不断进步的重要管理手段。通过对1998年人因故障事件根本原因分析，我们发现“工作实践不足”和“不良工作习惯”是引发事件最多的两类根本原因。对于“工作实践不足”，我们开展多种有针对性的专项培训，来提高运行人员的技术素质和实际操作技能。而“不良工作习惯”这一普遍存在的问题，一直是管理上的一道难题。针对这一点除了加强过程控制，即操作监护制和“STAR”自检外，我们一方面利用经验反馈形式，在运行人员中展开讨论，找出不良工作习惯的典型表现，让大家从思想上认识到，自觉地执行规程和遵守各项管理规定是克服不良工作习惯的最有效途径；另一方面，我们制订了《主控制室操纵员规范化导则》和《现场操作员规范化导则》，借以规范运行人员的工作行为，减少不良工作习惯带来的影响。1998年我们把经验反馈与培训紧密地结合起来，提高了经验反馈的有效性。

#### 2.1.1.2 机组运行状态

1998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。

1998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。

# 1998年1/2月份1号机组运行状态曲线

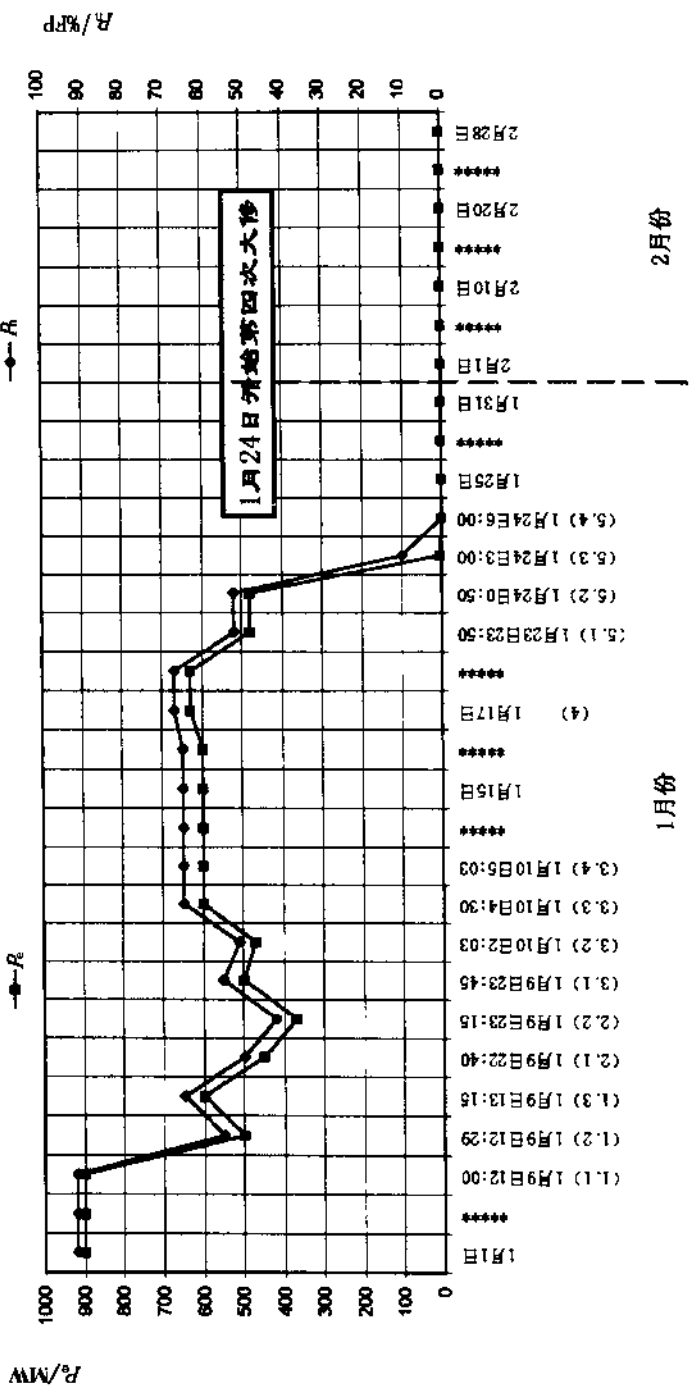


图2.1.1.2-1 广东大亚湾核电站1号机组运行状态

说明:

- (1) 1月9日, 因ICRE002PO振动严重超标, 12:00以15 MW/min先碳化后插G棒降负荷; 12:29负荷从900MW降至500MW,  $P_r=65\%FP$ 紧急停泵, G棒插入395步; 13:15再升负荷至600 MW;
- (2) 由于堆芯燃烧处于周期末, 降功率时G棒插入较深,  $\Delta T$ 控制困难, 22:00  $\Delta T=-0.2\%$ , G棒插入551步, R棒插入200步, R棒插入200步,  $\Delta I$ 接近预报雪线, 此时不能闭锁C21 (G棒未提到顶), 且G棒插入堆内不得超过12小时, 22:40以3 MW/min先碳化后插G棒降负荷至450MW,  $P_r=50\%FP$ ; 23:11'40"  $\Delta T$ 超I区右边界, 闭锁C21, 23:15降负荷至370 MW,  $P_r=42\%FP$ , 考虑到汽轮机的振动问题, 没有再进一步降负荷;
- (3) 提G棒, 以8 MW/min升负荷, 在  $P_r > 50\%FP$ 时, 闭锁C21, 23:45G棒全部提升到顶部; 1月10日2:03'29",  $\Delta T$ 接近右极限线; 不得重新插入G棒, 以控制  $\Delta T$ ; 4:30以2 MW/min将负荷从500MW升至600MW; 5:03G棒全部提升至顶部, 维持600 MW,  $P_r=65\%FP$ 运行;
- (4) 1月17日调整负荷从600 MW升至480 MW;
- (5) 1月23日23:50负荷降至480 MW,  $P_r=52\%FP$ ; 稳定一小时后继续减负荷; 1月24日3:00机组与电网解列; 6:00机组达热停堆工况第四次大修工作全面展开。

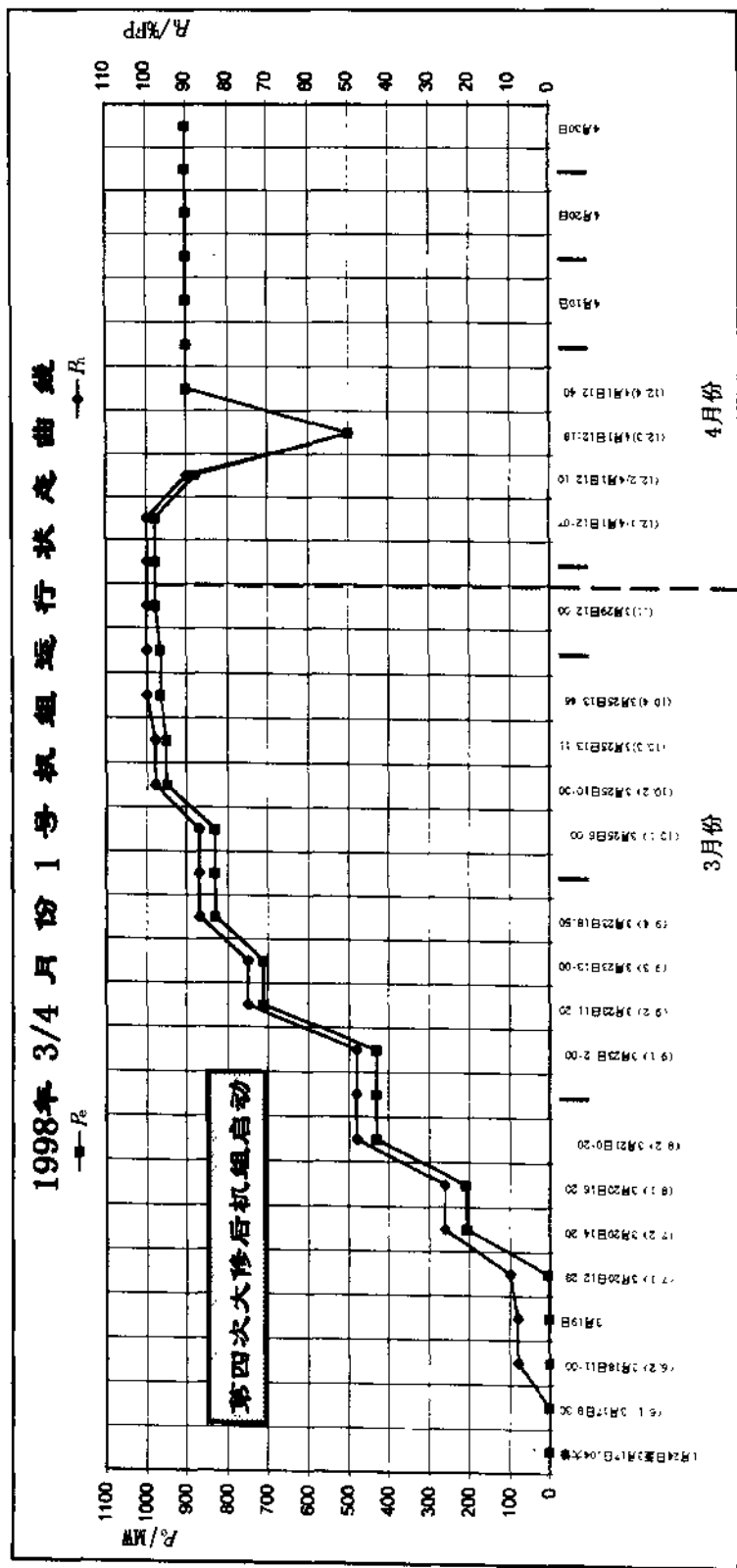


图2.1.1.2-2 广东大亚湾核电站1号机组运行状态

- 说明: (6) 3月17日8:30, 第四次大修后反应堆达临界; 3月18日11:00, 零功率物理试验后, 堆功率提升至  $P_n = 8\%FP$ ;
- (7) 3月20日12:28发电机并网成功; 14:20升负荷至205 MW,  $P_n = 26\%FP$ ;
- (8) 3月20日16:20按计划升负荷, 3月21日0:20负荷从208 MW升至430 MW,  $P_n = 48\%FP$  做通量图测量, 完成有关物理试验;
- (9) 3月23日2:00按计划升负荷; 3月23日11:20负荷从430 MW升至710 MW,  $P_n = 75\%FP$ ; 待2号机完成PT2GRLO4后13:00开始升负荷; 18:50负荷升至830 MW, 87%FP, 做通量图测量, 完成有关物理试验;
- (10) 3月25日6:00按计划升负荷; 10:00停止升负荷, 处理AGR101/APPI57AA; 13:11继续升负荷; 13:46负荷升至966 MW, 堆功率  $P_n = 100\%FP$ ;
- (11) 3月29日12:00, 调整OK参数后升负荷至980 MW;
- (12) 4月1日12:07, 以30 MW/min降负荷至880 MW; 以50 MW/min降负荷至500 MW; 按计划执行PTRGL04后, 12:40升负荷至900 MW, 并保持在此功率水平运行。

1998年5/6月份1号机运行状态曲线

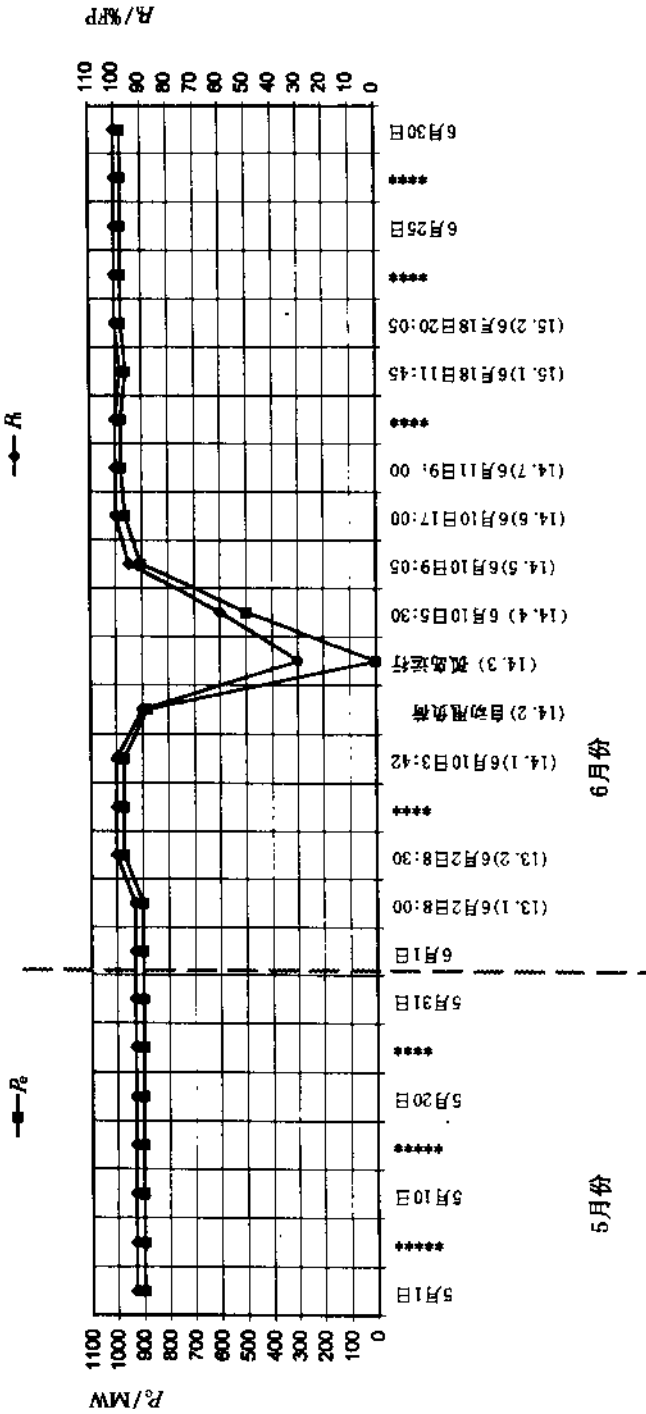


图2.1.1.2-3 广东大亚湾核电站1号机组运行状态

说明: (13) 6月2日按计划机组8:00开始升负荷; 8:30机组负荷从900 MW升至970 MW, 核功率从  $P_0=93\%$ FP升至  $P_0=100\%$ FP;  
 (14) 6月10日3:42发电机负序报警GPA013AA又出现, 按信号卡以10 MW/min降负荷信号一直不消失; 负荷降至882 MW, 二级负序保护动作, 发电机自动甩负荷至963 MW; 6月11日9:30调整GK参数后, 稳定孤岛运行; 5:30检查正常后由网控并网成功, 并升功率至500 MW; 9:05恢复功率至905 MW; 17:00恢复功率至963 MW; 6月11日9:30调整GK参数后, 升负荷至979 MW;  
 (15) 6月18日11:45降负荷至960 MW, 处理GCT121/115/113VV故障; 20:05阀门故障处理好, 恢复功率至975 MW。

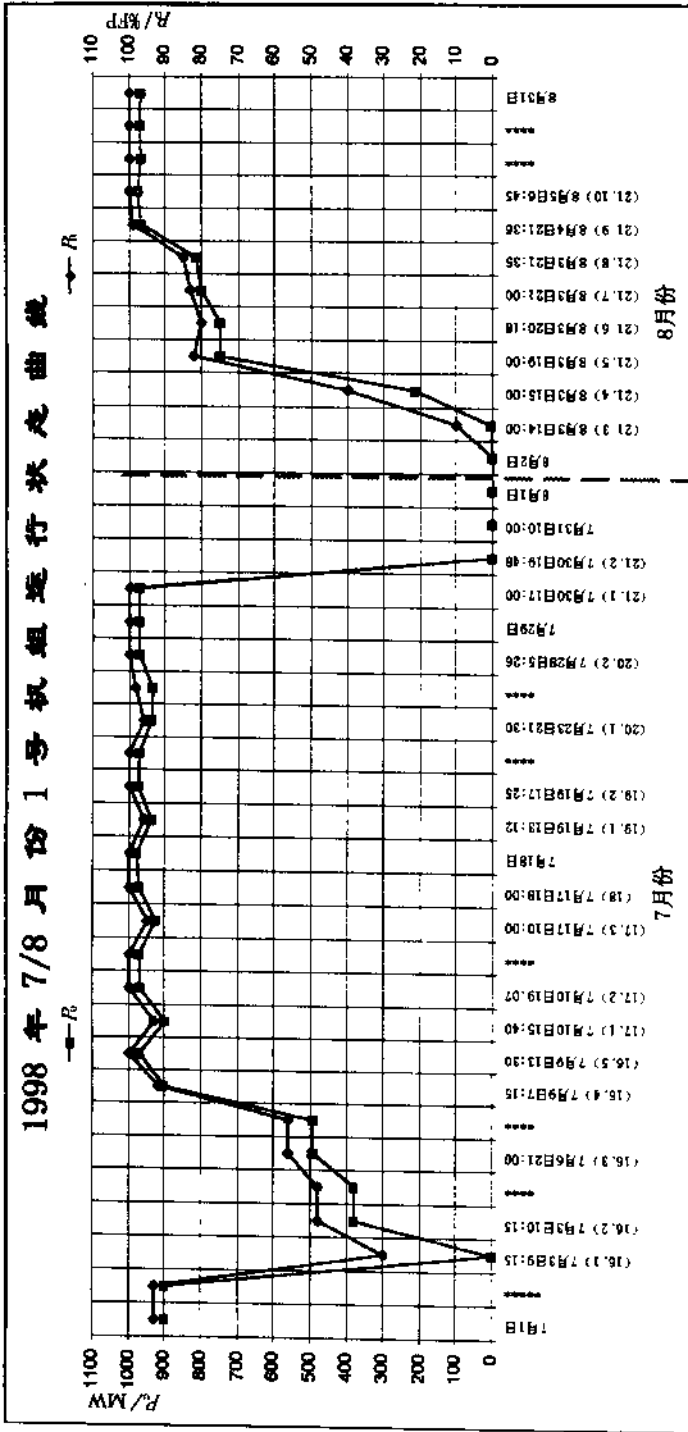


图2.1.1.2-4 广东大亚湾核电站1号机组运行状态

说明：(16) 7月3日9:15因CRF001MO中性点接线盒起火，CRF001PO跳闸，手动降负荷至520 MW时，冷凝器真空低 (>320 hPa) 导致机组组跳闸解列，堆功率维持30.5%R；10:15并网成功，升负荷至380 MW，R = 48%FP；7月6日21:00ICRF001PO检修结束投运，升负荷至494 MW，R = 56%FP；7月9日506FI检修后，CRF002PO投运，7:15升负荷至904 MW，R = 92%FP；13:30GFR007FI更换结束，升负荷至970 MW，R = 100%FP；

(17) 7月10日为处理GFR160FI堵塞，15:40机组负荷由970 MW降至900 MW；19:07处理好，恢复负荷到970 MW；

(18) 7月17日为调整GCT115VV，10:00机组负荷由973 MW降至928 MW；18:00调整完毕，恢复负荷至973 MW；

(19) 7月19日为处理AHP117VL调节不好，13:12机组负荷由979 MW降至938 MW；18:00升负荷至976 MW；

(20) 7月23日21:30因1AHP202KD垫片密封失效严重漏水喷汽，AHP/B列隔离，汽轮机负荷从972 MW降至939 MW；

7月28日1AHP202KD处理好，5:26升机组负荷至972 MW；

(21) 7月30日为处理1ARE040VL逆止阀漏水，17:00机组开始以5 MW/min减负荷；19:48机组与电网解列，20:05机组到达热停堆状况；

7月31日10:05机组到达单冷停堆工况，RRA投运；8月3日3:20机组到达热停堆状态 (155 × 10<sup>4</sup> Pa, 291.4℃)；9:00反应堆达临界；

14:00机组并网；19:00升负荷至750 MW，R = 80%FP；21:00升负荷至800 MW，R = 83.5%FP；21:35升负荷至815 MW，R = 85%FP；

8月4日17:50AHP102H槽枕更换完毕后，APP/A泵启动投运；21:36升负荷至968 MW；8月5日6:45升负荷至975 MW。

1998年9/10月份1号机组运行状态曲线

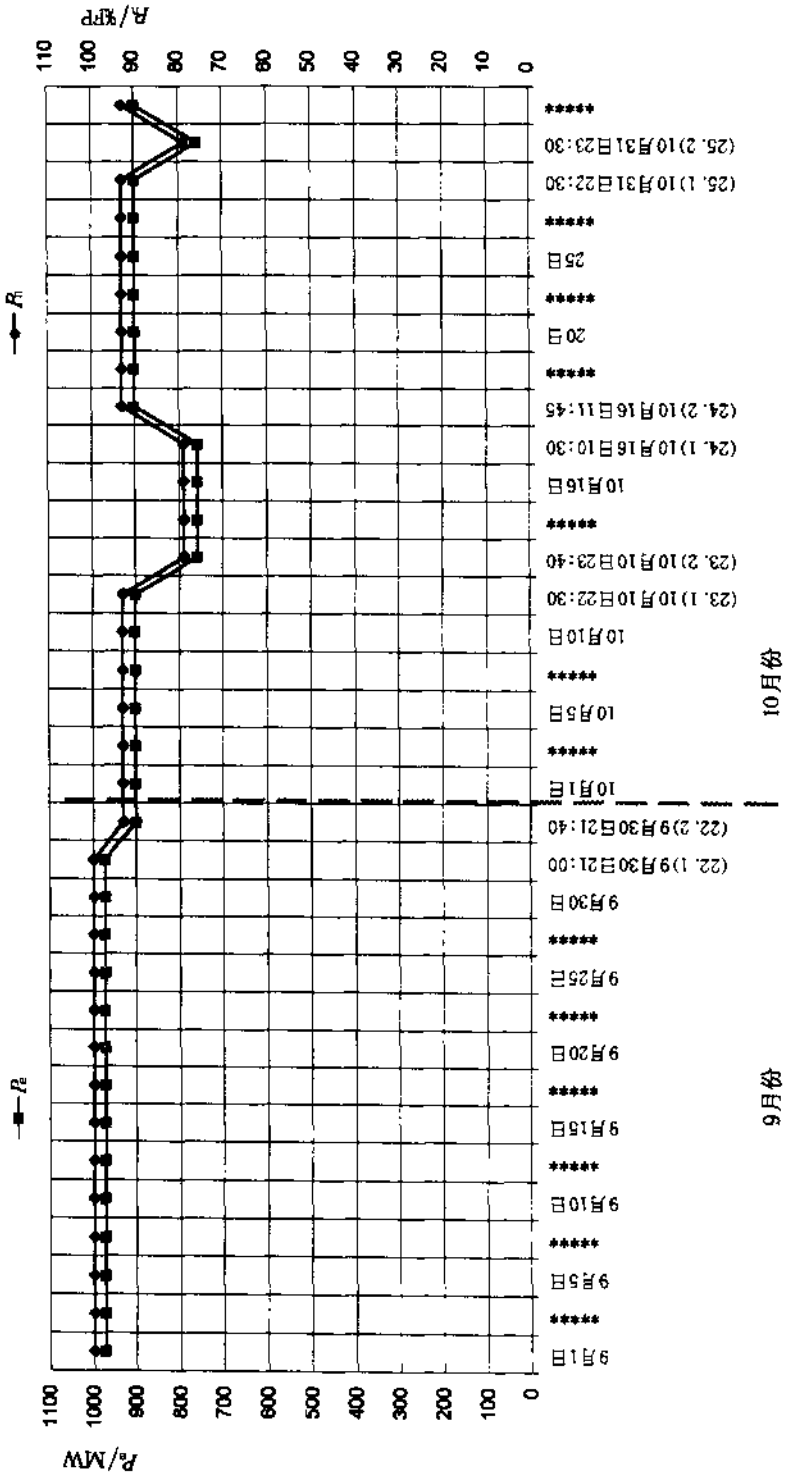


图2.1.1.2-5 广东大亚湾核电站1号机组运行状态

说明: (22) 9月30日21:00按电网计划降负荷; 21:40降负荷至900 MW运行;  
 (23) 10月10日22:30按电网计划降负荷; 23:40降负荷至760 MW运行;  
 (24) 10月16日10:30按电网计划升负荷; 11:45升负荷至900 MW运行;  
 (25) 10月31日22:30按电网计划降负荷; 23:30降负荷至760 MW运行。

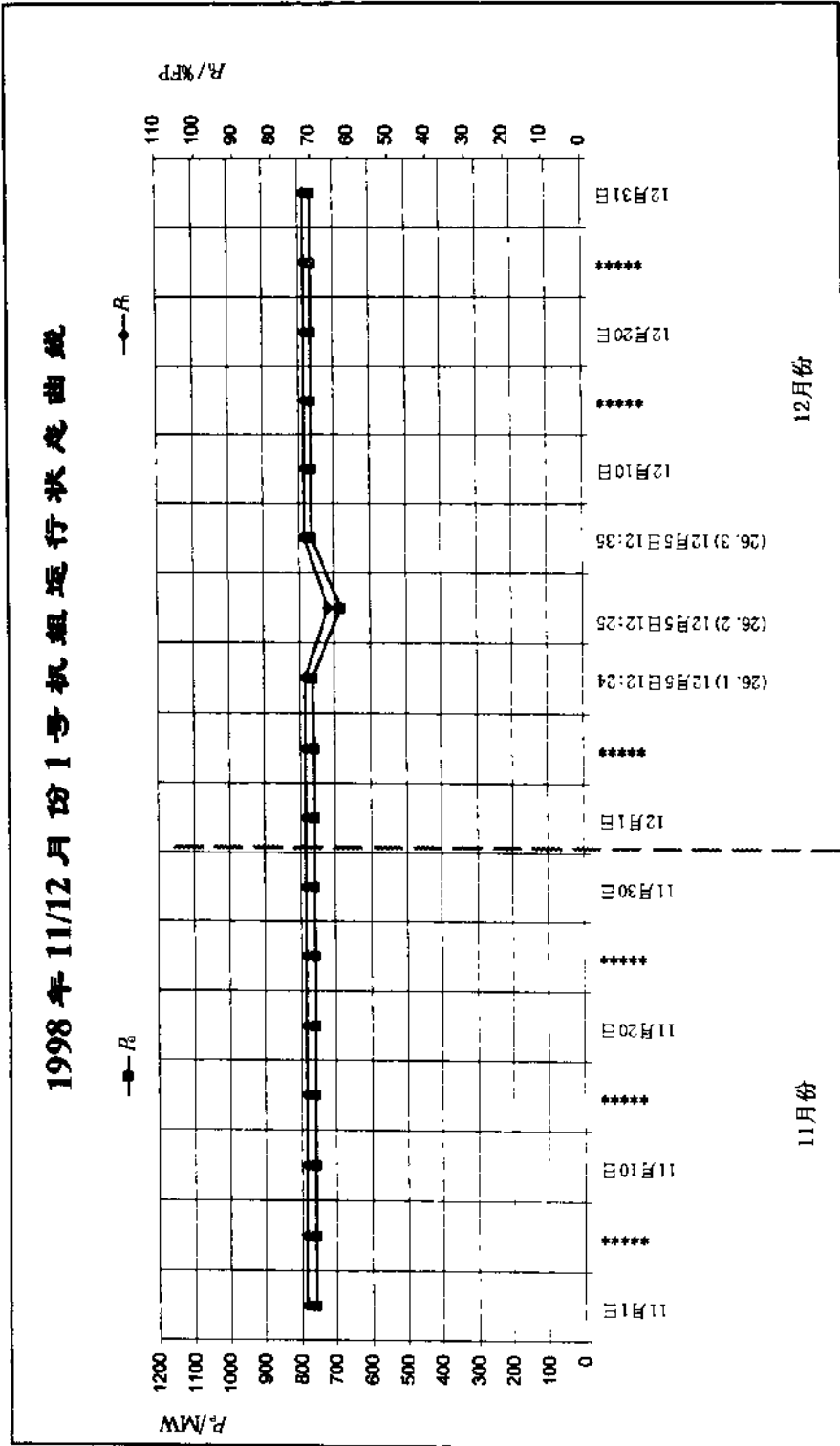


图2.1.1.2-6 广东大亚湾核电站1号机组运行状态

说明：(26) 12月5日12:24执行定期试验PTICRF006时，导致CRF002PO跳闸，立即以50 MW/min速率将负荷从766 MW降至681 MW运行，并启动CV1101PO维持真空，中止试验；12:35启动CRF002PO成功后，重新升负荷至766 MW运行。



1998年1/2月份2号机组运行状态曲线图

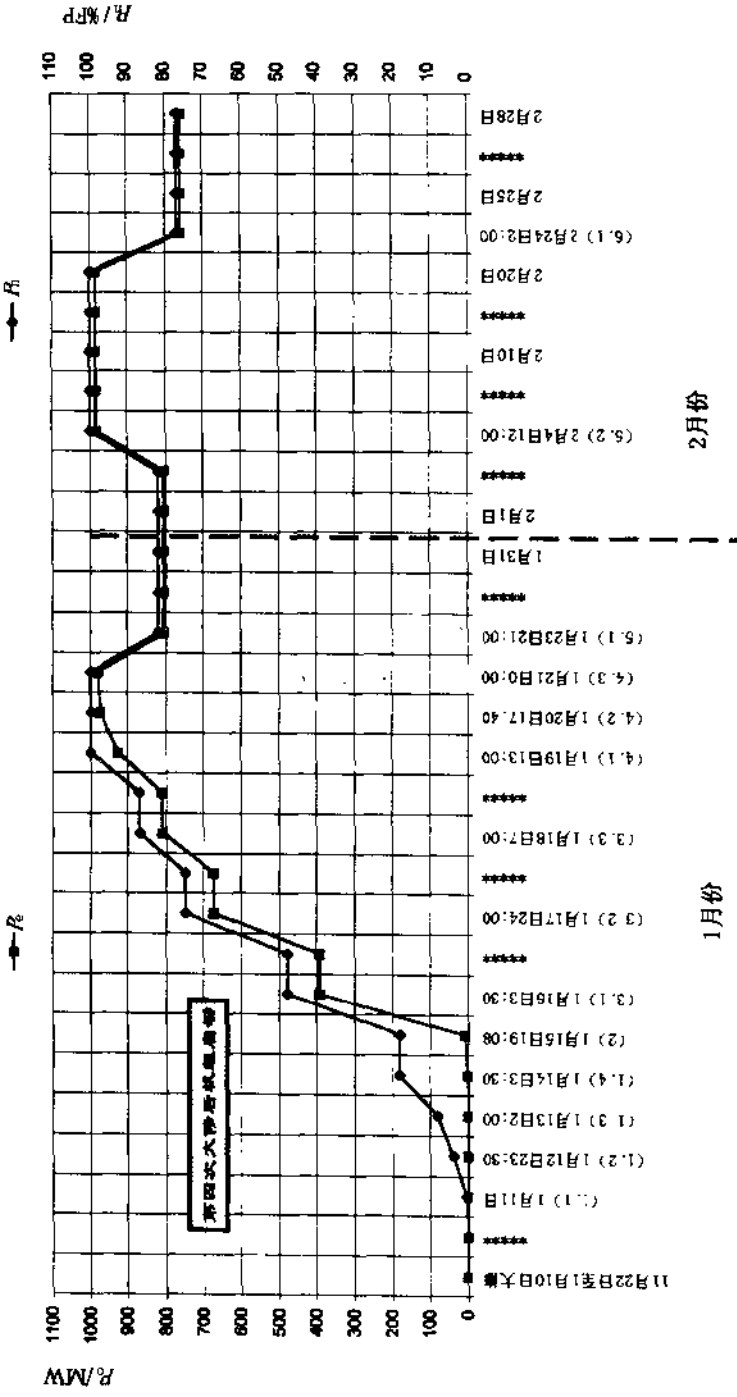


图2.1.1.2-7 广东大亚湾核电站2号机组运行状态

说明: (1) 1月11日14:35反应堆达临界, 进行零功率物理试验, 1月12日堆功率升至  $R_0=1.1\%$ FP, VVP暖管; 23:30堆功率升至  $R_0=4\%$ FP, APP泵再鉴定试验;  
 1月13日2:00堆功率升至  $R_0=8\%$ FP, 物理参数测量; 1月14日3:30堆功率升至  $R_0=18\%$ FP, APP/B泵故障处理;  
 (2) 1月15日19:08机组并网成功;  
 (3) 1月16日3:30升负荷至393 MW  $R_0=48\%$ FP; 1月17日24:00升负荷至672 MW  $R_0=75\%$ FP; 1月18日7:00升负荷至810 MW  $R_0=87\%$ FP做热平衡试验及中子通量测量;  
 (4) 1月19日13:00升负荷至925 MW  $R_0=10\%$ FP; 1月20日17:40升负荷至975 MW; 1月21日0:00升负荷至980 MW;  
 (5) 1月23日21:00减负荷至805 MW (按电网计划春节期间减负荷); 2月4日12:00升负荷至984 MW;  
 (6) 由于抽水蓄能电站故障, 2月24日2:00减负荷至760 MW运行;

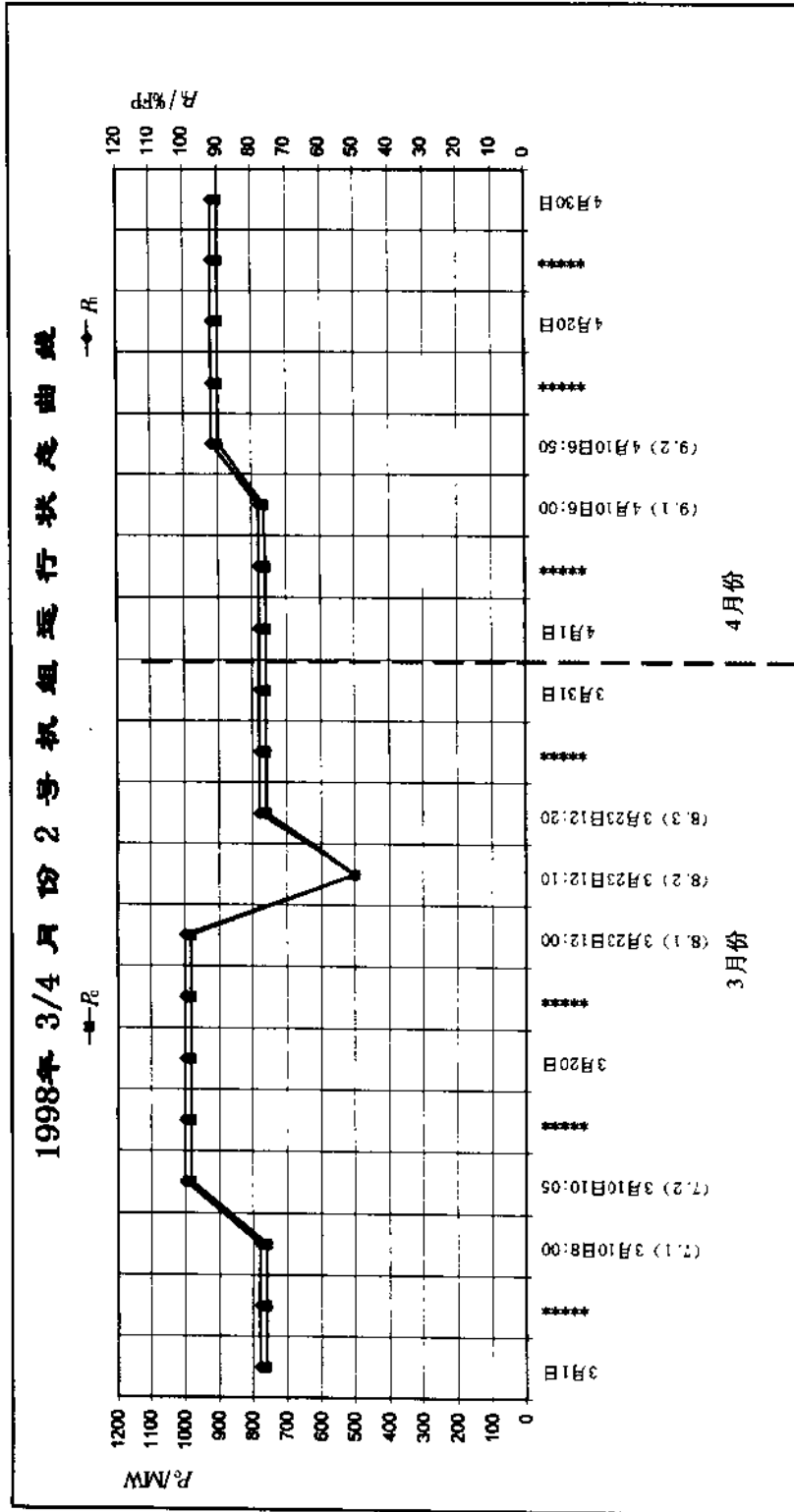


图2.1.1.2-8 广东大亚湾核电站2号机组运行状态

说明: (7) 3月10日, 8:00机组接电网计划升负荷; 10:05机组负荷从760 MW升至984 MW;  
 (8) 3月23日, 12:00机组以50 MW/min快速降负荷至500 MW, 按计划执行PT2RGL004: 12:20以30 MW/min快速升负荷至760 MW, 并按电网要求稳定在此功率水平运行;  
 (9) 4月10日, 6:00按计划以3 MW/min升负荷; 6:50机组负荷从765 MW升至900 MW。

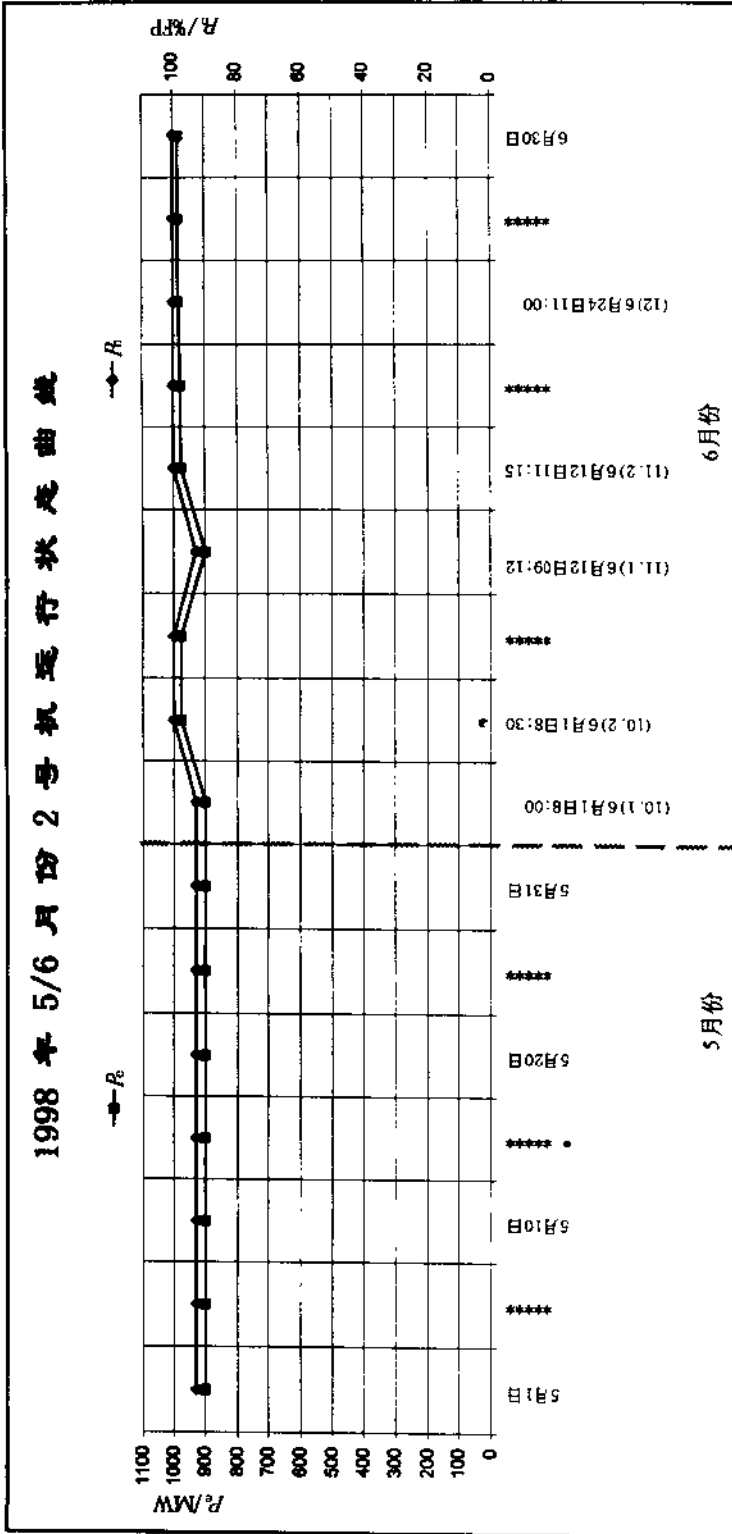


图2.1.1.2-9 广东大亚湾核电站2号机组运行状态

说明: (10) 6月1日, 按计划8:00机组开始升负荷; 8:30机组负荷从900 MW 升至975 MW, 核功率从  $R_2=93\%$ FP 升至  $R_2=100\%$ FP;  
 (11) 6月12日, 9:12为维修2GFRI6(FI)、2AHP001VV/002VV、2GSS209VV降负荷至900 MW; 11:15检修工作完成后恢复功率至975 MW;  
 (12) 6月24日, 11:00 GK 参数调整后, 升负荷975 MW 至984 MW 运行。

1998年7/8月份2号机组运行状态曲线

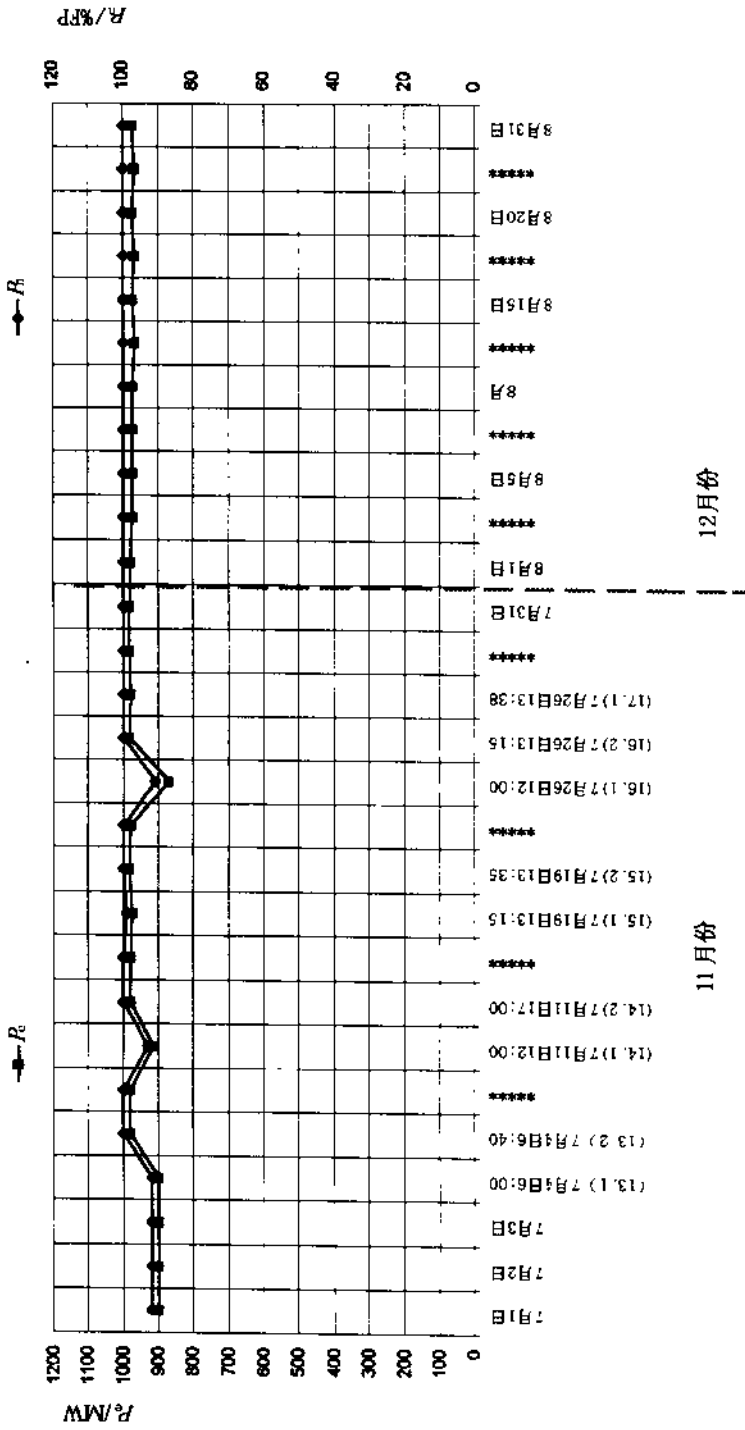


图2.1.1.2-10 广东大亚湾核电站2号机组运行状态

- 说明:
- (13) 7月4日, 6:00保电工作结束, 按计划开始升负荷; 6:40负荷升至980 MW,  $R_p$  100%FP;
  - (14) 7月11日, 12:00为更换GFR158/159/163FI和校验对应的019/020/024SP, 将汽轮机负荷降低至915 MW; 17:00处理完毕, 恢复功率到980 MW;
  - (15) 7月19日, 为执行PT2ADG002, 13:15机组负荷由980 MW降至975 MW; 13:35试验结束, 升负荷至984 MW;
  - (16) 7月26日, 12:00机组负荷由984 MW降至870 MW, 对2GFR162FI压差高进行更妥善处理; 13:15处理完毕, 升负荷至984 MW;
  - (17) 7月26日, 13:38由于核功率指示偏低, 调整机组负荷984 MW降至980 MW。

1998年9/10月份2号机组运行状态曲线

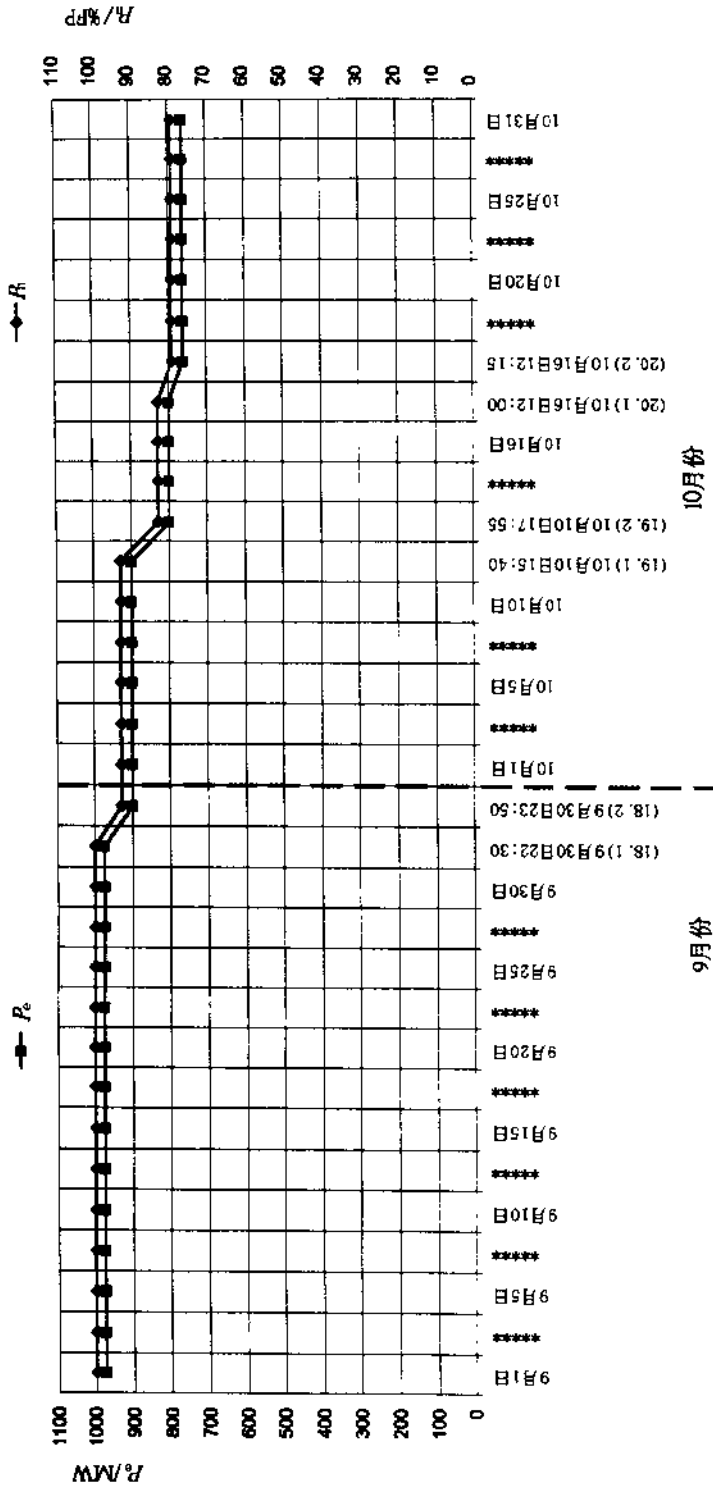


图2.1.1.2-11 广东大亚湾核电站2号机组运行状态

说明：  
 (18) 9月30日，22:30按电网计划降负荷；23:50降负荷至900 MW运行。  
 (19) 10月10日，15:40按电网计划降负荷；17:55降负荷至800 MW运行。  
 (20) 10月16日，12:00按电网计划降负荷；12:15降负荷至760 MW运行。

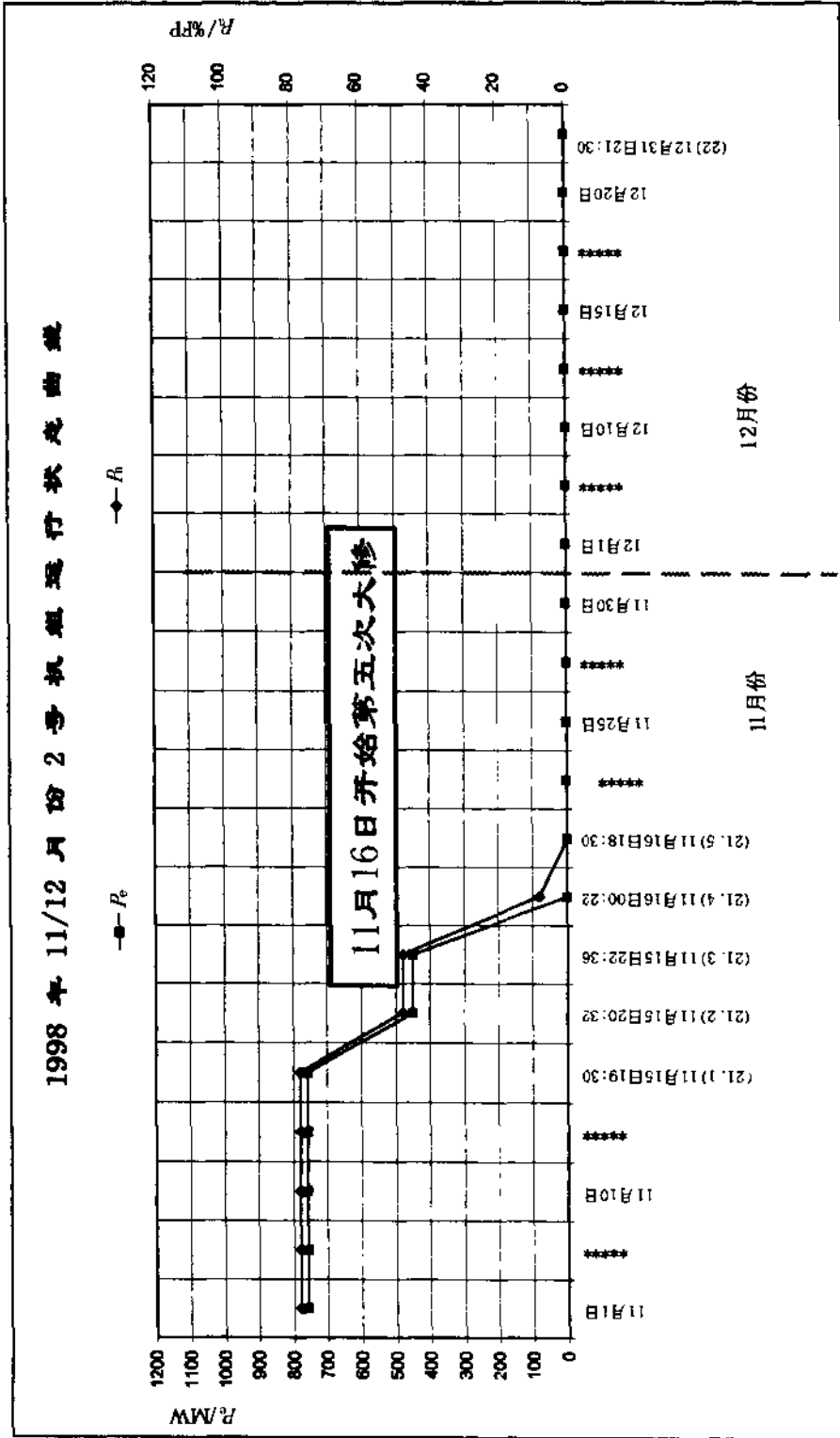


图2.1.1.2-12 广东大亚湾核电站2号机组运行状态

说明：(21) 11月15日, 19:30按计划以5 MW/min速率将负荷从760 MW降至450 MW, 功率平台完成有关试验; 在降功率过程中2GSS201VV卡住不能开启, (手动现场开启); 11月15日22:36继续降负荷; 16日0:22机组与电网解列, 进入第五次大修, 执行D21规程; 16日18:30机组到达热停堆工况。

## 2.1.1.3 电网状况及售电情况

## 1. 电网结构

1998年广东电力集团(广电)主干网变化不大,除8月份500kV蓄增线接入蓄能二厂开关,一厂二厂间投入A—B联络线外,网内没有其它输电线路投产。但1998年底投运了500kV广西苹果至广东罗洞II回线路,大大增加了西电东送的能力。

1998年香港中华电力公司(中电)主干网结构没有变化,参见图2.1.1.3-1:

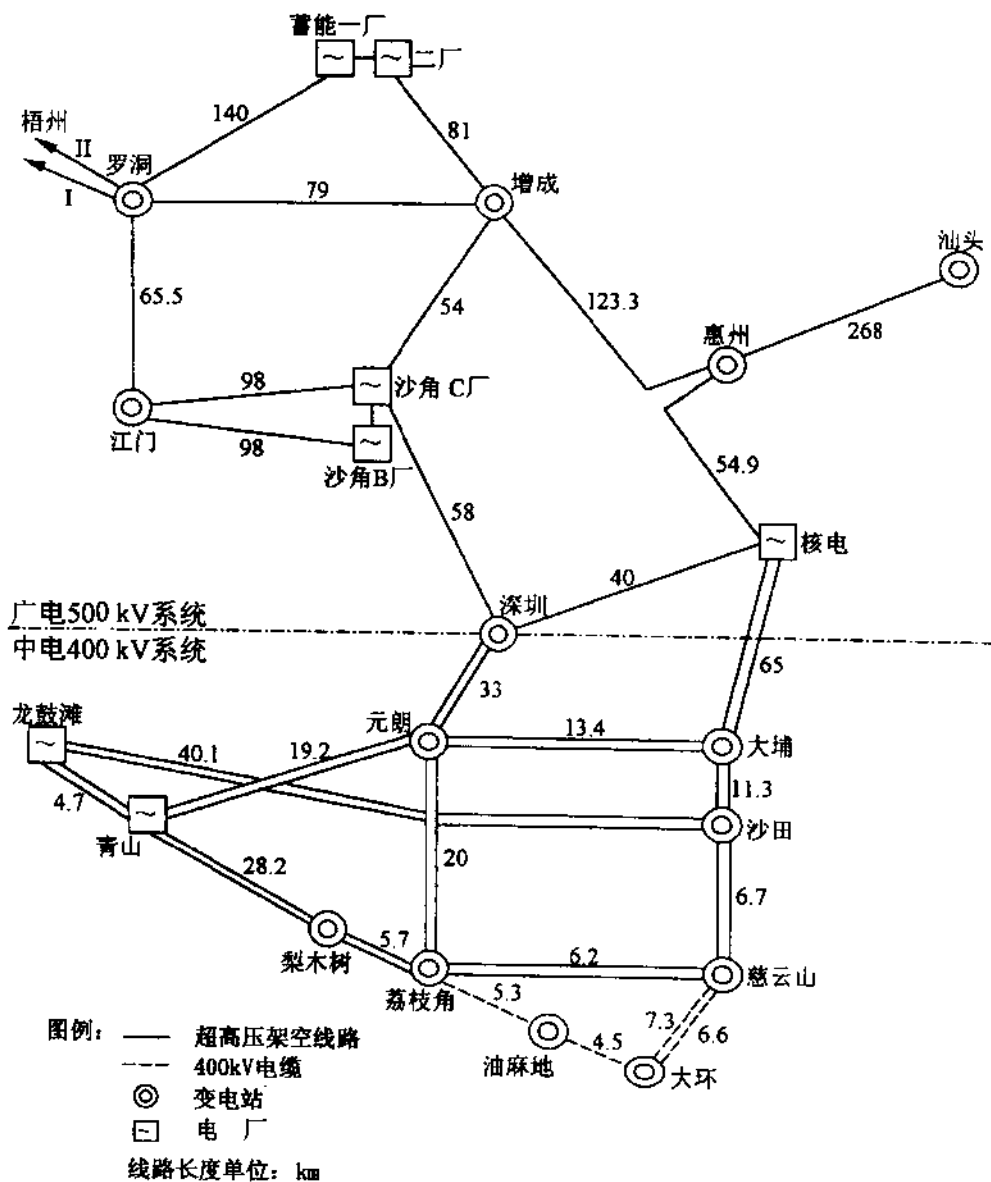


图 2.1.1.3-1 1998年广东-九龙电网主干网架示意图

## 2. 装机容量

1998年广东电网统调新增装机仅有1台,为恒运C厂6号机210MW,接入220kV系

统，是近年来新增装机最少的一年。至1998年，广东统调装机14 200.5 MW。

中电系统龙鼓滩电厂6号机于1998年9月投运，至年底中电系统总装机容量包括核电和蓄能共为8 278 MW。

### 3. 负荷水平

1998年两个电网负荷情况分别如图2.1.1.3-2和2.1.1.3-3。

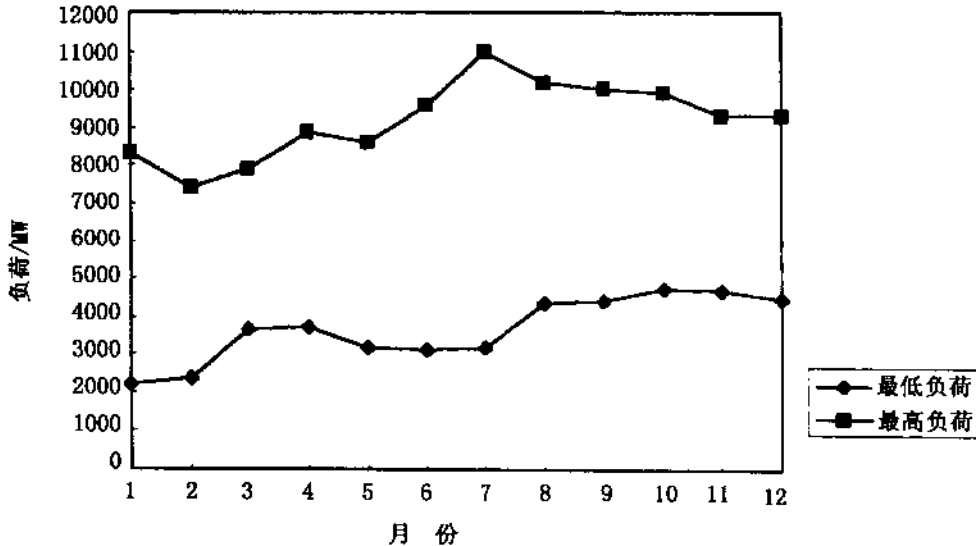


图2.1.1.3-2 1998年广东电网月峰谷负荷曲线

中电1998年最高负荷5 304 MW，较去年增长4.7%，因1998年气温较高，售电量增幅较大，为8.1%。主要是售与政府、住宅、商业的电量增幅较大所致，工业售电量继续下降。

广东电网1998年统调最大负荷11 003 MW，同比增长15%，发购电量566.12亿 kW·h，同比增加12%。在全国发电量增长缓慢，电力需求不旺的情况下，广东仍比全国平均水平高出近十个百分点。峰谷差继续加大，年最大峰谷差出现在7月，达到4 730 MW，比去年增加约420 MW。谷峰比全年大部分时间均在50%左右，除春节外，最低谷峰比仅有41%，调峰压力进一步加大。

### 4. 调度运行

广东大亚湾核电站两台机组大修工期缩短，在1998年3月底已完成两台机组大修，比1997年提前了近2个月。对年上网计划122.5亿 kW·h来说，留出相当大的裕度。

1997年9月广东抽水蓄能电站2号机水轮机转轮泄水锥脱落，到1998年7月修复。但1997年12月蓄能1号主变压器故障，与2号主变压器进行了互换。主变在现场修复不成功，使得抽水蓄能电厂在1998年全年少一台330 MW机组运行。

广东电网随着第三产业的发展，负荷峰谷差逐年加大，由于调峰能力不足，对抽水蓄能机组依赖性较强。因此1998年加大了火电机组的调峰任务，让部分大机组参与停机调峰，有时还采取轮停轮开方式滚动调峰。

1998年广东地区降雨比往年早，3月底各水库已来水充足。因此5月前水电要带基荷运行，进一步加大了调峰难度。



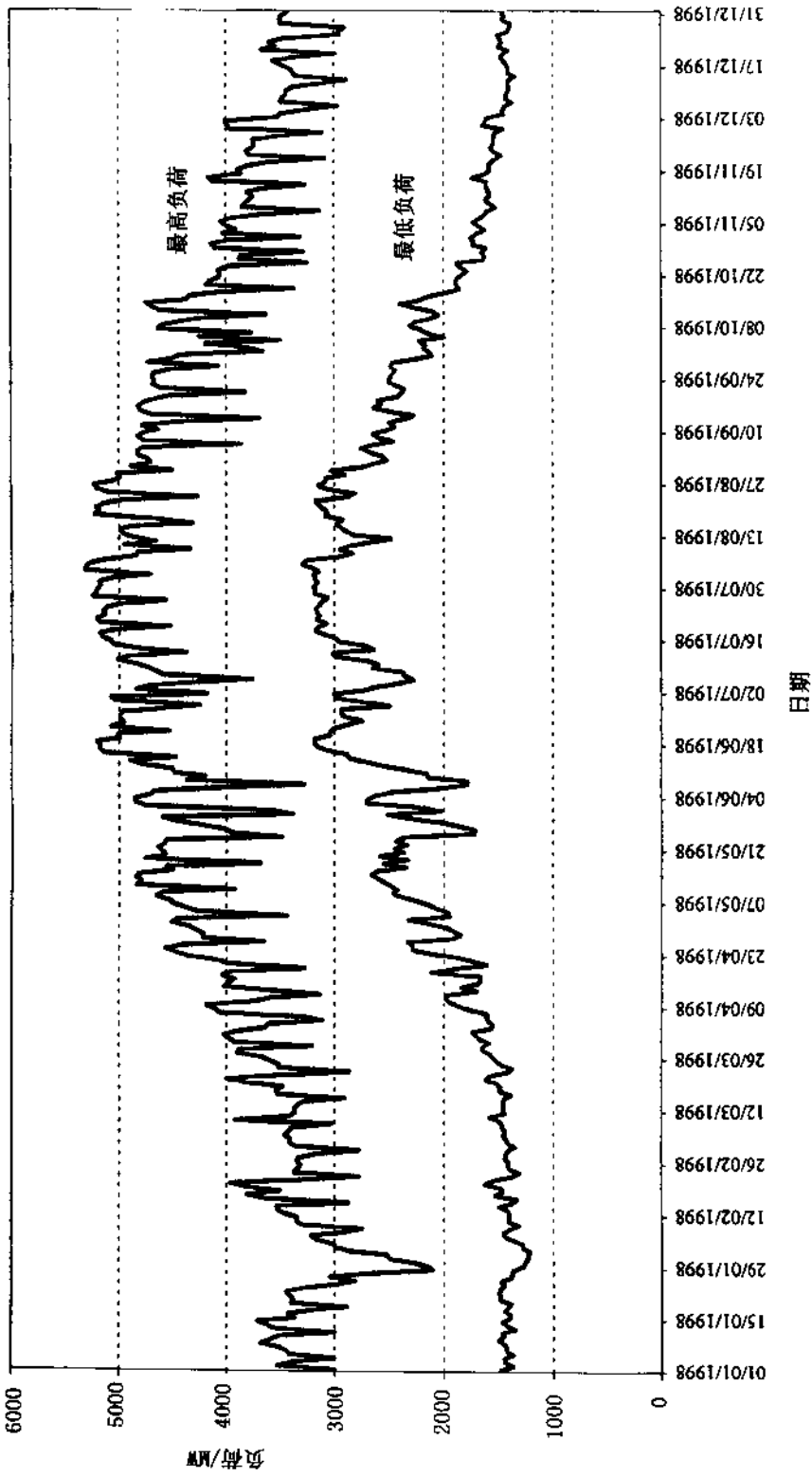


图2.1.1.3 中电1998年日负荷曲线

核电机组为配合电网,上半年减载运行时间和幅度都较往年大,6月份以前均在减载运行。6月至9月底满功率运行。由于总上网目标的限制,10月开始两台机组均减载运行,其中1号机组在760 MW水平运行62天,是商运以来在这个功率水平上运行时间最长的一次。

1998年联网系统的电压合格率仍保持了100%。

春节期间电网负荷轻,网上剩余无功功率较多,核电机组仍需进相80~100 MVA,以保持母线电压在合格范围之内。

核电与两个电网间计划、运行相互配合,年内均无非计划性操作行为发生,保证了电网和电站的安全。

## 5. 售电情况

单位: MWh

月 份	发 电		上 网	售 电		售电比例	
	1号机组	2号机组		中 电	广 电	中 电	广 电
1月	397 620.00	305 546.00	646 541.70	279 306.00	367 235.70	43.20%	56.80%
2月	0.00	620 519.00	591 833.70	255 672.30	336 161.40	43.20%	56.80%
3月	222 048.00	638 248.00	808 533.30	424 060.50	384 472.80	52.45%	47.55%
4月	638 376.00	619 442.00	1 200 651.60	542 694.40	657 957.20	45.20%	54.80%
5月	669 208.00	671 582.00	1 281 650.70	776 421.00	505 229.70	60.58%	39.42%
6月	693 133.00	700 696.00	1 337 350.50	1 044 470.80	292 879.70	78.10%	21.90%
7月	607 185.00	722 013.00	1 270 569.30	992 314.60	278 254.70	78.10%	21.90%
8月	655 696.00	726 830.00	1 324 108.20	1 034 128.40	289 979.80	78.10%	21.90%
9月	699 003.00	701 711.00	1 344 015.90	1 049 676.50	294 339.40	78.10%	21.90%
10月	649 287.00	602 658.00	1 193 771.40	656 651.90	537 119.50	55.01%	44.99%
11月	546 150.00	271 699.00	769 477.50	323 180.50	446 297.00	42.00%	58.00%
12月	579 057.00	0.00	540 012.00	198 552.00	341 460.00	36.77%	63.23%
合计	6 356 763.00	6 580 944.00	12 308 515.80	7 577 128.90	4 731 386.90	61.56%	38.44%

1998年计划上网售电122.5亿kW·h,较1997年计划增加约4.5亿kW·h。大亚湾核电机组大修为配合电网负荷特性,安排在当年11月至次年3月,所以一般4月至10月均有两台机组运行,上网电量较大。

售电比例方面,根据核电联网合同,中电、广电全年电量比例为7:3,但在比价期(1994年~1998年)内转售给中电的年电量不大于45亿kW·h,超过45亿kW·h后的转售电均由广电吸收,所以全年执行结果售与两个电网的比例不等于7:3。按合同分配比例,中电夏季可达92.5%,经两个电网协商,适当调低了中电的比例,调高了广电的比例。3月份因中电龙鼓滩供气系统检修,临时调高了当月的中电份额,多吸收的部分在后几个月中线性归还给广电。

1998年实际完成上网售电123.09亿kW·h。

### 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。下面是大亚湾核电站两台机组在1998年主要性能指标逐月运行变化情况。

**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  $K_{inp}$** : 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。

1998 年, 1 号机组总的毛发电量为 6 356 763 MW·h, 机组能力因子  $K_d$  为 81%, 非计划能力损失因子  $K_{inp}$  为 4.6%, 负荷因子  $K_s$  为 73.7%。2 号机组总的毛发电量为 6 580 944 MW·h, 机组能力因子  $K_d$  为 84.2%, 非计划能力损失因子  $K_{inp}$  为 1.3%, 负荷因子  $K_s$  为 76.3%。

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  $K_{inp}$  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 1 月份因 CRF 泵故障导致非计划能力损失因子增至 10.9%。机组从 1998 年 1 月 24 日按计划停运开始了第四次大修, 3 月 20 日在比原计划推迟 6 天后 1 号机组重新并网发电, 宣告本次大修结束, 在此期间机组能力因子的下降都属正常。由于大修工期延长, 3 月份机组非计划能力损失因子达 17.7%。4、5、6 三个月机组一直保持安全稳定运行, 未发生一起非计划自动停机停堆事件, 机组能力因子高达 100%。7、8 两月 1 号机组由于 1CRF001PO、1CRF506FI、1GCT115VV、1AHP017VL、1AHP202KD、1ARE040VL 等设备故障或异常而自动跳机、解列、减载运行, 导致机组能力因子分别下降到 84.2% 和 90.7%。9 至 12 月机组能力因子保持在 100%, 运行情况良好。

2 号机组于 1997 年 11 月 22 日开始第四次大修, 在比原计划推迟 5 天后于 1998 年 1 月 15 日重新并网发电, 开始了第五次燃料循环运行。本次燃料循环 2 号机组创造了整个燃料循环不停堆、不停机, 机组连续运行 305 天的优异业绩, 再创历史新记录。机组能力因子仅在 6、7 两月由于 GFR 系统滤网堵塞和 GCT119VV/113VV 调整降到 99.9%, 其余时间都为 100%。2 号机组已于 1998 年 11 月 16 日按电网要求提前 5 天停机备用等待大修, 11 月 21 日 2 号机组第五次大修正式开始。

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  $K_s$ 、时间利用因子  $K_h$  在 1998 年逐月变化情况。负荷因子的高低反映了机组的实际发电情况, 同时也反应了电网在某段时间对电力的需求。两台机组的能力因子与机组的负荷因子差别较大, 说明 1998 年电力市场需求不足, 电网限载较严重。

#### 2.1.1.5 运行物理试验

##### 1. 起动物理试验

##### (1) 起动物理试验情况

1 号机组第 5 循环首次临界试验从 1998 年 3 月 17 日 2: 15 开始, 3 月 17 日 8: 30 达到临界。零功率物理试验从 3 月 17 日 8: 30 开始, 3 月 18 日 16: 00 结束。升功率物理试验从

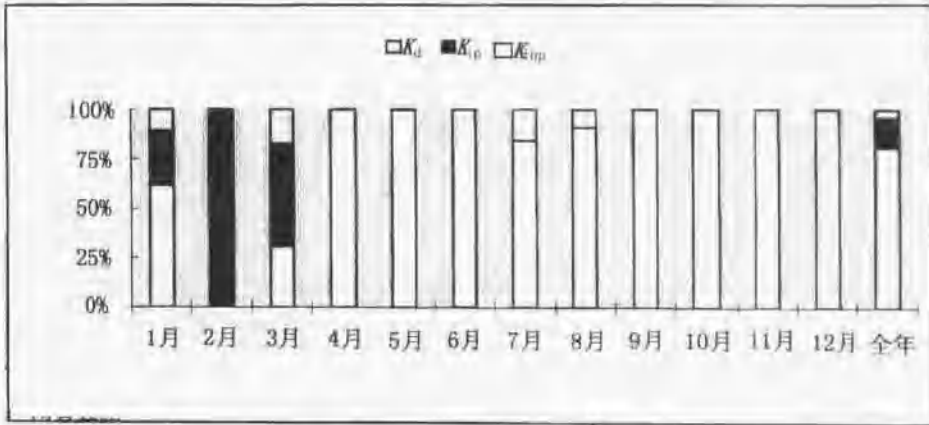


图 2.1.1.4-1 1号机组性能指标—— $K_d$ ,  $K_p$ ,  $K_{op}$

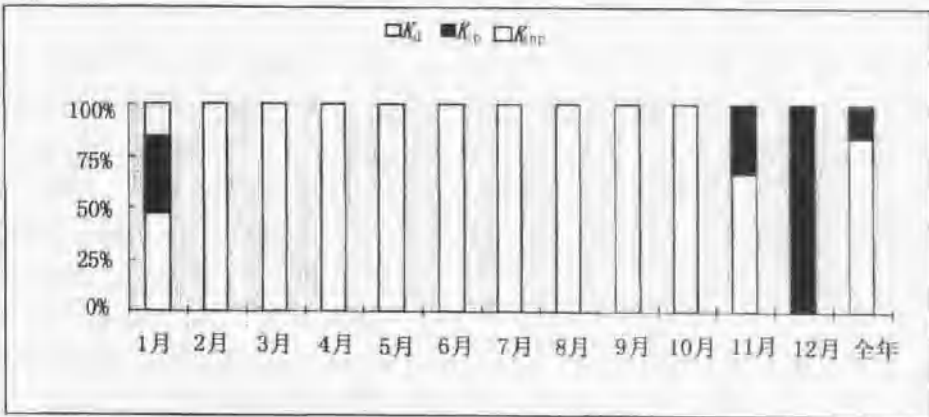


图 2.1.1.4-2 2号机组性能指标—— $K_d$ ,  $K_p$ ,  $K_{op}$

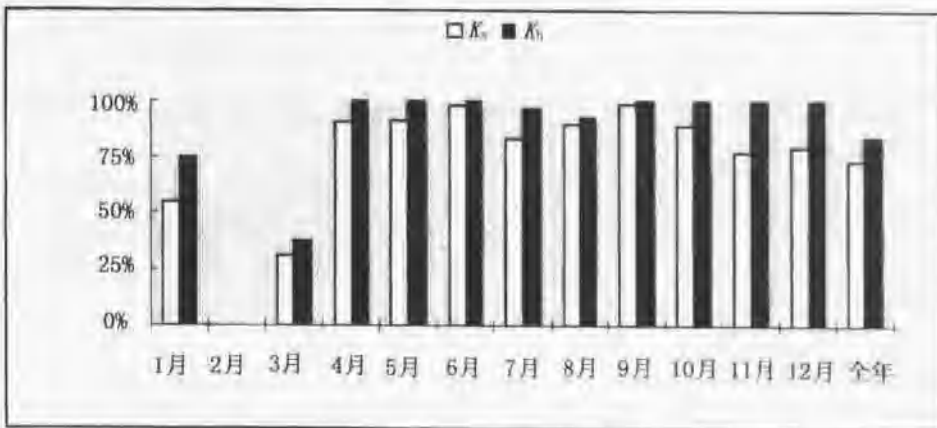
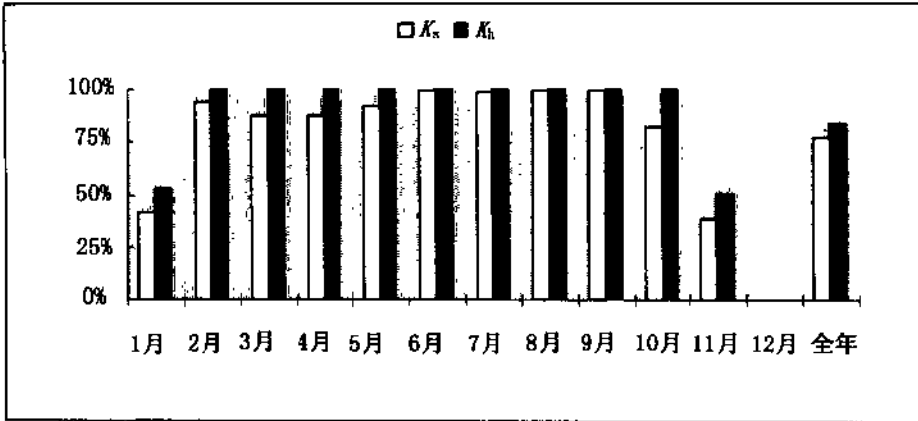


图 2.1.1.4-3 1号机组性能指标—— $K_s$ ,  $K_h$

图 2.1.1.4-4 2号机组性能指标—— $K_c$ ,  $K_k$ 

3月18日开始, 3月25日升负荷到满功率。完成试验项目33项。

2号机组第5循环首次临界试验从1998年1月11日5:30开始, 1月11日14:30达到临界。零功率物理试验从1月11日14:30开始, 1月12日21:00结束。升功率物理试验1月12日开始, 1月20日升负荷到满功率。完成试验项目33项。

### (2) 起动物理试验结果

零功率物理试验结果见表2.1.1.5-1(1a~1c)及表2.1.1.5-2(2a~2c)。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

a. 从第四循环开始, 换料已达到平衡循环, 即相同燃耗时各循环的中子通量分布相似, 因此在物理起动物理以前我们选定上一循环第一次确定的RPN校刻系数作为本次循环初次设定值。实践证明, 该设置非常合适, 当功率升至50%FP时, 核功率的测量值与实际功率相差很小, 满足RPN校验的准则要求。经与有关方面研究, 取消了50%FP台阶时的RPN系统校刻试验, 节省了升功率试验的时间。

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	1043	1008	-3.4	(±10)
SB	1049	986	-6.0	(±10)
N1	898	906	0.9	(±10)
N	694	679	-2.2	(±10)
G2	485	501	3.3	(±10)
SA	542	551	1.7	(±10)
SC	466	462	-0.9	(±10)
G1	381	391	2.6	(±10)
GG (227)	1625	1540	-5.2	(±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/kg)

控制棒位	计算值	测量值	误差	标准
R (170)	1605	—	—	—
ARO	1630	1641	11	(± 50)
Rin	1513	1527	14	1524 ± 27
GG (227)	1455	1464	9	1466 ± 32

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	-1.29	-0.58	0.71	(± 5.4)
Rin	-7.59	-6.37	1.22	(± 5.4)
GG (227)	-11.37	-7.04	4.33	(± 5.4)

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/%
SB	1035	1011.9	-2.2	(± 10)
R	1018	999.9	-1.8	(± 10)
N1	874	864.6	-1.1	(± 10)
G2	514	523.5	1.8	(± 10)
N2	758	764.8	0.9	(± 10)
SA	534	527.5	-1.2	(± 10)
SC	637	623.6	-2.1	(± 10)
G1	354	371.1	4.8	(+ 10)
GG (215)	1662	1590.8	-4.3	(± 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/kg)

控制棒位	计算值	测量值	误差	标准
R (170)	1582	—	—	—
ARO	1607	1620.4	13.4	(+ 50)
Rin	1493	1507.5	14.5	1506.4 ± 26.5
GG (215)	1429	1435	6	1442.4 ± 32.2

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	-2.82	-1.436	1.38	(±5.4)
Rin	-7.98	-5.992	1.99	(±5.4)
GG (215)	-14.37	-9.16	5.21	(±5.4)

表 2.1.1.5-3 1 号机组中子通量图测量结果 (起动物理试验)

序号	日期	燃料 MWd tU	功率 %FP	MAP/%				$F_{xy}$		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	1998.3.19	3	9.69	<10	5.8	<15	6.0	—	—	—	—	1.894	1.428	<9	2.41
2	1998.3.22	40	49.5	<10	3.9	<15	5.1	1.475	1.390	4.412	1.879	1.716	1.376	<9	0.87
3	1998.3.24	105	86.37	<10	2.9	<15	3.5	1.413	1.367	2.544	1.758	1.551	1.352	<3	0.65
4	1998.3.27	209	98.1	<10	2.0	<15	2.3	1.386	1.373	2.294	1.768	1.499	1.348	<2	0.59

表 2.1.1.5-4 2 号机组中子通量图测量结果 (起动物理试验)

序号	日期	燃料 MWd tU	功率 %FP	MAP/%				$F_{xy}$		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	1998.1.14	1	8.77	<10	6	<15	6.7	—	—	—	—	1.898	1.466	<9	3.04
2	1998.1.17	30	47.3	<10	5.6	<15	6.6	1.478	1.428	4.649	1.925	1.726	1.386	<9	1.7
3	1998.1.20	80	83.68	<10	3.8	<15	4.4	1.427	1.389	2.667	1.814	1.563	1.353	<3	0.82
4	1998.1.23	221	98.88	<10	2.6	<15	3.0	1.395	1.371	2.275	1.756	1.495	1.346	<2	0.79

注:  $F_{xy}$ : 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  $F_{\Delta H}$ : 焓升因子 MAP: 组件平均功率因子。

b. 两台机组第五循环 SB 棒价值均大于 R 棒价值, 无法用常规的交替法测量 SB 棒价值。在试验前确定试验方法, 即先用 R 棒测量 SB 棒价值, 若实际多出的那部分价值小于 50 pcm, 用测末端的方法测定多出部分的价值, 若实际多出的那部分价值大于 50 pcm, 用稀释法测定多出部分的价值。实测结果满足要求。

c. 两台机组第五循环等温温度系数测量表明, 所有控制棒提出堆芯时, 慢化剂温度系数为正, 为了确保升功率过程中慢化剂系数为负, 用内插的方法确定了保证慢化剂温度系数为负的最大硼浓度, 并建议升至 8%FP 之前, 先将 GG 棒插入, 待氙毒积累后, 再将 GG 棒提出堆芯, 完成中子通量图的测量。

## 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 55 项 (详见表 2.1.1.5-5)。其中 1 号机组 28 项, 2 号机组 27 项。周期性试验完成率 100%。两台机组在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	
中子通量图测量	30EFPD	29.3EFPD	29.5EFPD	10	10	100
RPN 校验试验	90EFPD	93EFPD	87.3EFPD	3	3	100
LSS 参数修改	30EFPD	29.3EFPD	29.5EFPD	10	10	100
电功率控制曲线校验试验	60EFPD	60EFPD	54.9EFPD	5	4	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通量图测量结果。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。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号机组中子通量图测量结果 (周期性物理试验)

序号	日期	燃耗 MWd tU	功率 %FP	MAP/%				$F_{xy}$		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	98.3.27	209	98.1	<10	2	<15	2.3	1.386	1.373	2.294	1.768	1.499	1.348	2	0.59
2	98.4.30	1470	92.56	<10	2.7	<15	4.3	1.383	1.358	2.431	1.708	1.524	1.337	2	0.45
3	98.6.8	2940	99.14	<10	1.6	<15	2	1.52	1.347	2.27	1.669	1.494	1.317	2	0.41
4	98.6.30	3818	99.43	<10	1.7	<15	2.2	1.363	1.333	2.263	1.623	1.493	1.308	2	0.37
5	98.8.10	5185	100.52	<10	1.8	<15	2	1.414	1.31	2.238	1.593	1.49	1.287	2	0.31
6	98.9.7	6292	99.74	<10	1.7	<15	2.5	1.342	1.311	2.256	1.586	1.492	1.283	2	0.31
7	98.10.13	7688	80	<10	1.6	<15	1.8	1.347	1.286	2.722	1.516	1.58	1.516	2	0.27
8	98.11.10	8671	79.24	<10	1.4	<15	1.6	1.348	1.281	2.692	1.529	1.583	1.266	2	0.32
9	98.12.11	9657	79.83		1.4		1.8	1.337	1.286	2.661	1.533	1.581	1.261	2	0.31
10	99.1.12	10788	99.75	<10	1.8	<15	2.3	1.3	1.294	2.256	1.633	1.492	1.265	2	0.3



表 2.1.1.5-7 2号机组中子通量图测量结果 (周期性物理试验)

序号	日期	燃耗 MWd tU	功率 %FP	MAP/%				$F_{xy}$		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	98.1.23	221	98.88	<10	2.6	<15	3	1.395	1.371	2.275	1.756	1.495	1.346	2	0.79
2	98.2.20	1253	99.25	<10	2.1	<15	3	1.384	1.358	2.267	1.693	1.494	1.33	2	0.6
3	98.3.30	2627	79.52	<10	2.1	<15	2.3	1.560	1.351	2.74	1.661	1.582	1.331	2	0.48
4	98.4.29	3608	92.47	<10	1.8	<15	2.3	1.362	1.325	2.356	1.558	1.524	1.311	2	0.42
5	98.5.26	4696	92.8	<10	3.5	<15	3.7	1.362	1.321	2.305	1.522	1.523	1.308	2	0.46
6	98.6.23	5802	99.54	<10	2.8	<15	2.9	1.332	1.309	2.261	1.585	1.492	1.284	2	0.41
7	98.7.29	7220	99.87	<10	2.1	<15	2.2	1.435	1.297	2.253	1.561	1.491	1.275	2	0.43
8	98.9.1	8593	100.37	<10	2.3	<15	2.3	1.32	1.29	2.242	1.565	1.49	1.271	2	0.41
9	98.9.27	9638	99.8	<10	2.2	<15	2.2	1.311	1.287	2.255	1.563	1.491	1.267	2	0.43
10	98.11.2	10856	79.3	<10	1.8	<15	1.8	1.338	1.277	2.691	1.51	1.583	1.261	2	0.68

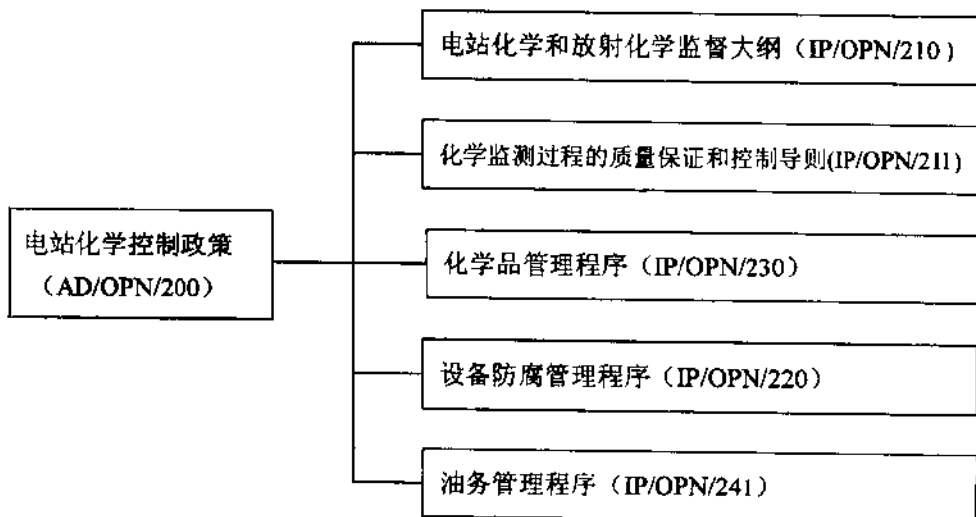
注:  $F_{xy}$ : 径向功率峰因子 QT (Z): 总轴向最大功率分布因子 PT: 象限功率倾斜因子  $F_{\Delta H}$ : 峰升因子 MAP: 组件平均功率因子。

### 2.1.1.6 电站化学

1998年, 大亚湾核电站化学技术监督工作在原有基础上又取得了新的进步, 完善了电站化学控制程序体系, 完成了对机组的化学和放射化学监督和控制, 一、二回路水质控制良好, 实施了对燃料组件密封性持续监测, 及主变压器油中气体含量的跟踪, 为1998年的安全生产做出了贡献。

#### 1. 建立电站化学控制管理程序

大亚湾核电站的工作都是按照程序进行, 但原来的 PQOM 管理程序体系中并没有包括电站化学控制, 1998年的 PQOM 程序升版时, 增加了电站化学控制章节, 该章节由一份管理程序 (AD) 和五份执行程序 (IP) 组成:



同时,对 PQOM 中的其它与化学相关程序进行了修改升版。如:“化学科仪器仪表管理程序”和“燃料组件监测管理程序”等等,使化学监督管理工作得到加强。

## 2. 水化学监测和控制

### (1) 一回路水化学

1998 年一回路化学水质很稳定,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)。从该表中可以看出,一回路水质良好。

### (2) 二回路水化学

1998 年二回路水质比 1997 年又有改进提高,1998 年 WANO 化学指标(1996 年以前的统计法):1 号机 0.18、2 号机 0.19,平均 0.185,好于 1997 年的 0.22(1996 年的 WANO 中值为 0.22),详见图 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	规 范 值
溶解氢	ml/kg	25-35	25-35
氯离子	mg/kg	<0.005	<0.15
氟离子	mg/kg	<0.005	<0.15
溶 硅	mg/kg	<0.15	<0.20
钠离子	mg/kg	<0.02	<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

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 2.1.1.6-2。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 2.1.1.6-2 蒸汽发生器冲洗残渣重量(kg)

SG 编号	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
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					5.18	1.99	1.72	8.89

从表中看出,每次冲洗的残渣量均较少,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。2 号机组第五次大修时 1 号蒸汽发生器的残渣量 5.1 kg 相对较高,可

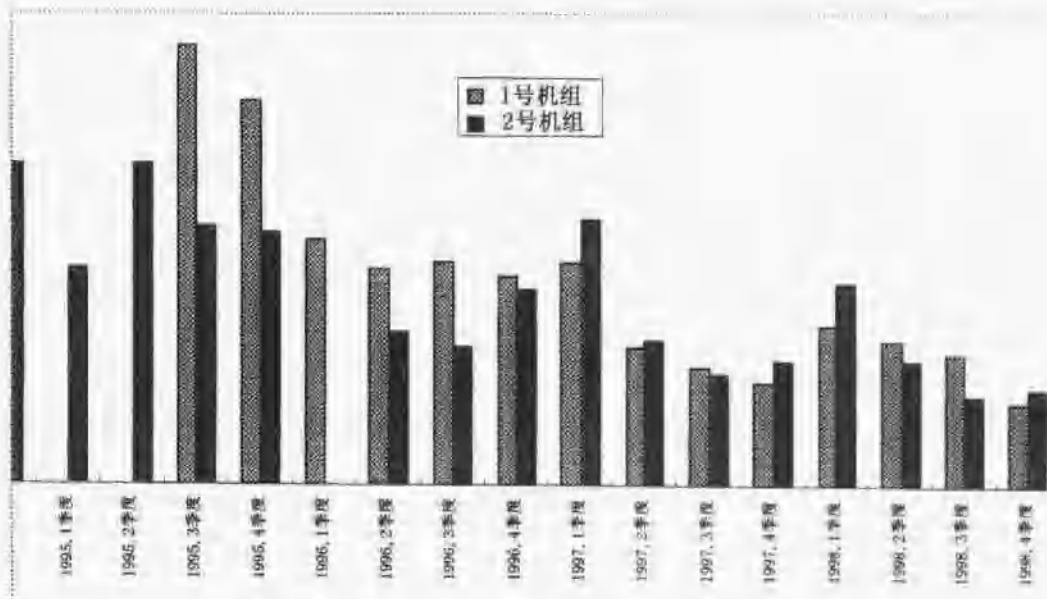


图 2.1.1.6-1 WANO 化学指标季度值变化趋势

能是与 2 号机组第三次大修、2 号机组第四次大修时 1 号蒸汽发生器的残渣量相对偏低，没有达到完全冲洗有关，这一问题将在以后进行跟踪。

为了进一步评价蒸汽发生器的水质，特别是蒸汽发生器中缝隙间的水质环境，1 号机组第四次大修在停堆降温过程中首次进行了 1 号蒸汽发生器的隐藏盐释放跟踪试验，各种离子的释放量如表 2.1.1.6-3。

表 2.1.1.6-3 隐藏盐释放跟踪试验结果

离 子	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	F <sup>-</sup>	Ac	HCOO <sup>-</sup>
累积释放量/g	0.15	0.17	0.19	1.20	0.43	7.53	0.27	0.24	0.06	0.03

与法国 EDF 同类机组的蒸汽发生器的隐藏盐释放量比较，有如下特点：

—Na<sup>+</sup>，Cl<sup>-</sup>，K<sup>+</sup>，Ca<sup>2+</sup>，Mg<sup>2+</sup>，F<sup>-</sup>和 Ac<sup>-</sup>的释放量比较小；

—PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>和 HCOO<sup>-</sup>的释放量与 EDF 的大部分机组相近；

—SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的释放量比较大；

—释放盐的酸性很高，主要是 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的原因，SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的来源是 ATE（凝结水精处理系统）试运行引入的。

总之，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，其结果相当于或好于 EDF 的同类机组，所以，近期内应不会有蒸汽发生器传热管二次侧严重腐蚀的风险，但须消除 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>的来源。

另外，根据 1 号机组第四次大修和 2 号机组第五次大修时二回路主要热力设备的容器的腐蚀检查，总体情况良好。所发现的主要问题是凝汽器水室碳钢表面点蚀较严重，外观可见到黄褐色鼓包，去除表层腐蚀产物，下面是“溃疡”状的点蚀坑，最大的腐蚀坑直径在 10

~15 cm 之间。2 号机组第四次大修时做的防腐层损坏严重。2 号机组第五次大修时对所有蚀坑进行补焊和防腐处理，并对原有防腐层进行了修理。

### 3. 油务监督管理

1998 年按旧版油务管理程序对运行用油设备进行了监督，但在程序执行方面存在较多接口问题未落实。为此，各相关部门讨论确定分工后升版了“油务管理程序”，并正在升版油规范程序。

1998 年继续加强对主变压器油中气体含量的监测和跟踪分析，并提出了低温过热起因的分析报告，推动解决主变压器问题的进程，在大亚湾召开主变压器低温过热问题专家诊断分析会，制订工作计划并已开始实施。

关于 1GFR 油酸值高的问题，以及在停机和启动时过滤器堵塞的问题，电站组织工作小组，赴沪、浙调研，制订处理方案，将在 1 号机组第五次大修时清理 1GFR 油箱和进行油处理。

### 4. 化学监测的质量控制

编写了化学监测过程的质量控制和保证导则，并已实施，使测量数据的准确性得到保证。主要工作包括：

- 化学分析准确性的检验和控制图的使用；
- 化学试剂标识标签的规范化，实验室化学试剂库的电脑化管理，有效期控制；
- 首次与深圳市环境监测总站进行了一次阳、阴离子分析比对，结果满意。

### 5. 凝结水精处理系统试运行

1998 年分别对 1ATE 和 2ATE 进行了 2~3 个月的试运行，通过试验，改善了混床树脂的分离效果，系统在 1/3 流量（单列）试运行稳定，并达到了该系统的出水水质指标，但由于 ATE 运行时引起蒸汽发生器水中  $\text{SO}_4^{2-}$  浓度升高（约至 15  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ）而停止试运行，检查原因。

### 6. 化学在线仪表的更新

完成了 YA 的化学在线仪表的型号更新工作，通过改造更换仪表，大大提高了水处理系统的化学在线监测的准确性和可靠性，为优化 YA 化学水处理的倒班方式，提高工作效率提供硬件条件。

完成了 2REN、2SIT 的电导率表的更新工作，1 号机组的更新工作将在 1 号机组第五次大修中完成，以提高电导率监测的准确度。

#### 2.1.1.7 继电保护

(1) 全厂继电保护和自动装置（6.6 kV 以上）共配置 311 套，投运 310 套，投运率 99.68%。其中继电保护装置 286 套，投运 285 套，投运率 99.65%，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 9 套，投运 9 套，投运率 100%。

(3) 400 kV 系统继电保护装置共配置 106 套，投运 106 套，投运率 100%。

(4) 500 kV 系统继电保护装置共配置 69 套，投运 69 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 50 套，投运率 98%。

2 号机组退出的一套保护装置为“发电机 100% 定子接地保护”。该保护出口逻辑插件多次发生故障，并且电压注入继电器接点不好，导致该套保护误报警，1996 年退出运行。经制造厂家对出口逻辑插件的修复以及在 2 号机组第四次大修中对电压注入继电器接点的处

理, 1997年12月至1998年11月投入报警运行。在此期间, 工作正常。在1998年11月进行的2号机组第五次大修年检中, 确认该保护技术性能满足要求, 已申请在2号机组第五次大修后投入运行。

(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8套, 投运8套, 投运率100%。

(9) 故障录波器共配置10套, 投运10套, 投运率100%。

(10) 励磁装置8套, 投运8套, 投运率100%。

## 2. 全厂继电保护运行情况

(1) 220 kV及以上保护装置共动作0次, 误动次数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0次, 误动次数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1次。

(6) 2号机组保护共动作0次, 误动0次, 正确动作率为100%。

(7) 故障录波应评价1次, 录波完好1次, 录波完好率100%。

(8) 1、2号机励磁装置自动调节完好率100%。

## 3. 主系统继电保护装置运行分析

### (1) 400 kV线路保护装置运行分析

1998年400 kV系统3条线路及开关站设备均未发生任何故障, 说明中华电力公司对线路架空线的检修维护质量是一流可靠的, 维修部电气处对开关站设备的检修维护质量是一流可靠的, 装置稳定可靠, 连续5年实现400 kV系统保护正确动作率为100%。

### (2) 500 kV线路保护装置运行分析

1998年500 kV核惠线路及开关站设备均未发生任何故障, 说明广东电网对核惠线路架空线的检修维护质量是一流可靠的, 500 kV系统保护正确动作率为100%, 连续3年实现正确动作率为100%。

### (3) 发-变组保护装置动作分析

大亚湾核电站两台机组保护装置全年共发生1次动作, 事件经过及分析如下: 1998年6月10日4时01分, 1号机负序保护二段动作出口, 将高压开关0GEW350JA、351JA跳闸。1号机组与电网解列, 带厂用电负荷运行。经过对该负序保护特性做了试验, 发现在对该保护进行年检后, 保护启动值发生了变化, 由 $K_2=0.05$ 变为 $K_2=0.02$ , 导致负序保护启动值大为降低。在香港电网发生不对称故障时, 出现的负序电流引起该继电器动作, 且在故障消失后不能返回, 结果造成负序II段保护动作出口将机组与电网解列运行。事故后未能查到定值变化原因, 但采取了相应的防范措施及纠正行动。

## 4. 生产及管理工作

1998年在生产和管理方面主要做了以下几项工作:

(1) 加强继电保护工作的计划性。针对设备问题、技术问题以及继保管理提出的要求,

每个月月底将下个月需要进行的工作,有重点、有项目、有计划地落实到人,逐项落实,逐项检查,做到每人对自己本月工作心中有数。主管安排任务时,目标、要求明确。

(2) 在 2 号机组第五次大修期间,完成了 500 kV 开关站开关失灵保护加装出口压板的技术改进。

(3) 针对 4 台柴油发电机接地保护存在的误动问题,经过技术分析提出并实施了技术改进方案,实施效果良好。

(4) 针对 6.6 kV 8 条母线接地继电器经常误报警的问题,提出了技术改进方案,并已对 2 号机组 4 条母线接地继电器实施了改进。改进效果良好。

(5) 解决了机组差动保护谐波制动试验方法的技术问题,在 2 号机组第五次大修期间,对机组差动保护进行了谐波制动特性试验。

(6) 在 2 号机组第五次大修期间,解决了大浦 II 线第 I 套主保护 MFDA-2 年检方面存在的闭锁角技术问题以及开发出 XS-92 微机距离保护试验装置的试验功能。

(7) 完成了 GEW、GPA、GSY、GEX、LHP/LHQ 等系统的维修程序再升版工作。

(8) 对继电保护管理台帐和技术台帐进行了整理和完善。

(9) 长期困扰机组安全运行的 2GEX A 通道跳闸原因已查明,并提出了处理方案并在 2 号机组第五次大修中实施。

(10) 解决并处理了 2GPA100% 定子接地保护长期存在误报警的问题。

(11) 完成了 1 号机组第四次大修各系统的年检工作。

(12) 完成了 2 号机组第五次大修各系统的年检工作。

## 5. 继电保护工作总结

### (1) 1998 年继电保护取得的成绩

从 1998 年大亚湾核电站继电保护运行情况来看,总的来讲继电保护装置的安全稳定运行为电站实现年度发电任务做出了自己的贡献。主网(500 kV、400 kV 系统)全年实现正确动作率为 100%。尤其是 400 kV 系统开关站及线路保护连续 5 年实现正确动作率 100%,500 kV 系统开关站及线路保护连续 3 年实现正确动作率 100%。大亚湾核电站继电保护还荣获了全国电力系统和广东省电力系统继电保护管理年先进单位的称号。在继电保护人才培养上取得了一定的成绩。从 2 号机组第五次大修情况看,1995、1996 级大中专毕业生经过 2 至 3 年的锻炼后,均已承担相关系统大修工作负责人的角色,并且较出色地完成了大修任务。在班组管理方面形成了一套较为规范,符合人才培养原则,切合实际,行之有效的技术管理模式。

### (2) 存在的不足和需要改进的工作

- 机组保护正确动作率与国内其它电厂一样一直存在正确动作率偏低的问题,需要在定值管理、年度检查中加强 QC 工作。
- GEX 励磁调节系统存在的几个老大难问题,如旋转二极管检测装置误报警,2GEX 功角误报警等需要在检测手段、故障分析方面提高相应的技术水平。
- RAM 控制棒电源励磁调节装置和 LHP/LHQ 应急柴油发电机励磁调节装置的五年检项目都因在技术上没有完全的把握而无法进行,一旦相应装置出现故障,对设备的应急处理和分析都存在问题,需要加强培训提高专业人员技术能力。

### 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 1998 年度里,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 1097 项、纠正性维修工作 860 项。在 1 号机组第四次大修中(1998 年 1 月 24 日至 1998 年 3 月 20 日)共完成电气设备预防性维修工作 247 项、纠正性维护工作 196 项。在 2 号机组的第五次大修期间(1998 年 11 月 21 日至 1999 年 1 月 2 日)共完成电气设备预防性维修工作 197 项、纠正性维修工作 126 项。全年共完成 2723 项维修工作,全厂高压电气设备的年度预防性试验工作完成率为 100%。大亚湾核电站高压电气设备故障情况见表 2.1.1.8-1~3。

### 2. 过电压与防雷工作

#### (1) 防雷与接地保护

1998 年度按照电站防雷与接地的年度维修程序,完成了对电站防雷设施年度检查工作,尤其是对厂房建筑等的接地装置进行了检查。大亚湾核电站全年未发生过因雷击造成的跳闸事件和雷害事故,400 kV 输电线路和 500 kV 输电线路运行良好,这与去年各有 2 次雷击跳闸事件相比,今年线路防雷运行工况明显改善。

#### (2) 内部过电压防护工作

大亚湾核电站全套引进法国、英国等的高压电器设备,发电机组 26 kV 系统采用的是小电阻接地系统,可有效地降低内部发生过电压的水平。而厂用 6.6 kV 系统采用的是全密封开关柜,并配有良好的通风(冷却)系统。因此,1998 年度核电站用电系统未发生过内部过电压而造成设备损坏或失效事件。

#### (3) 防污工作

大亚湾核电站 400 kV 和 500 kV 开关站均采用 SF<sub>6</sub> GIS 全封闭组合电器设备,220 kV 厂用辅助电源亦为 SF<sub>6</sub> 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、出线支持绝缘子和电容式电压互感器等为外绝缘设备。在经过 1997 年对 500 kV 出线端支持绝缘子和 220 kV 出线支持绝缘子加装硅橡胶增爬裙后,提高了这些设备的外绝缘爬距。经改造后的一年运行表明,在多种气象条件下,这些设备的运行情况均表现良好,这说明改造是成功的。为做好设备的防污工作,核电站检修仍遵循“逢停必扫”的原则,在 1998 年度的核惠线年度停电检修中,对 500 kV 户外设备均按照程序进行了检查和清扫。

对厂用 220 kV 变电站,1998 年度对 10 kV 出线系统的所有架空线路进行了改造,全部改用电缆出线,从根本上杜绝了污闪事故的发生。

1998 年整个电站未发生过污闪事故。

### 3. 高压电气设备运行情况

#### (1) 发电机可用性

- 1 号发电机组于 1998 年 1 月 24 日进入第四次大修,至 1998 年 3 月 20 日机组并网发电,共计停机时间为 56 天。
- 1998 年 7 月 3 日因 1 号机循环水泵 1CRF001PO 电机发生中性点出线端短路放电,造成该电机损坏故障,从而导致 1 号发电机组停机达 3 个小时。
- 1 号机组于 7 月 30 日转入计划性小修,于 8 月 4 日上午并网发电,1998 年度 1 号发电机组停机时间共 61 天,该机组的年可用率为 83.29%。
- 2 号发电机在机组第四次大修(1997/11/12~1998/01/15)和第五次大修期间

(1998/11/21~1999/01/20) 共停机 56 天, 在第四次燃料循环期 2 号机组创下安全稳定运行 305 天的纪录, 全年发电机组的可用率为 84.66%。

## (2) 主变压器可用性

- 1 号主变压器在机组第四次大修中, 于 1998 年 2 月 1 日停电检修, 经过 22 天的检修和改造工作, 于 1998 年 2 月 23 日并网运行。至 1998 年底, 1 号主变压器可用率为 94%。
- 2 号主变压器在第五次大修中, 于 1998 年 11 月 25 日停运, 于 1998 年 12 月 10 日并网运行。全年设备的可用率为 95.61%。

## (3) SF<sub>6</sub> 气体绝缘变电站 GIS 和封闭导线 GIC 的运行情况

在本年度里, 根据维修大纲的要求, 按计划对 500 kV GIS 变电站的核惠线、400 kV GIS 变电站的大浦 II 线和 500 kV 联络变压器 0GEW590TR 以及相应的 SF<sub>6</sub> 封闭母线 GIC 等进行停电检修。检修了 SF<sub>6</sub> 气室的压力和 SF<sub>6</sub> 含水量等, 并对断路器等操作机构进行检查。

在 1998 年的日常维护工作中, GIS 系统曾发生过 0GEW321GS、0GEW407GS、0GEW504GS 等 SF<sub>6</sub> 气室出现压力低 (I 级) 报警。电气处及时地对这些气室进行了补气处理, 使得其压力恢复至正常状态, 并跟踪这些气室的压力变化。经检查发现 0GEW590 TR 400 kV A 相、B 相的 SF<sub>6</sub> 压力开关的下法兰处漏气。在 7 月 16 日停电时对 B 相气室进行了漏点处理, 更换了新的密封垫圈, 经处理后补气至正常状态。采用同样方法利用 8 月 26 日的停机会对 A 相气室的压力开关也进行了处理。处理后设备恢复正常。全年里 400 kV 和 500 kV GIS 系统运行工况良好。

在 1998 年的日常维护中, 也发现大亚湾核电站 220 kV GIS 系统 0LGR001GS、(9LGR002JS) C 相气室压力低 (I 级) 报警。经对这些气室进行补气和跟踪, 发现 0LGR001GS 气室的补气阀处有漏点, 经过与电网协商, 于 1998 年 11 月 7 日对 0LGR001GS 气室 C 相上的漏点进行处理。处理后将气室充气至  $3.6 \times 10^5$  Pa (25 ℃), 试验检查, 漏气现象已消除, 气室压力稳定, 在这次停电中, 对整个 0LGR220 kV GIS 系统也进行了检修。在整个 1998 年度, 大亚湾核电站 GIS 系统运行稳定, 未发现过设备损坏或导致停电的事故。

## (4) 厂用 6.6 kV 系统

全厂共有 6.6 kV 断路器 (SF<sub>6</sub>) 41 台, 6.6 kV SF<sub>6</sub> 接触器 148 台, 6.6 kV 变压器 76 台, 6.6 kV 电动机/发电机共计 85 台。根据维修大纲的要求, 在第四次大修中对中压系统按计划进行了定期的检查和试验。在 1998 年里, 厂用 6.6kV 电压系统运行工况良好。

1998 年 1 号循环水泵 1CRF001PO, 因电机中性点接触不良, 导致过热而烧毁, 造成电机内部发生电弧短路。因该循环水泵突然的不可用, 在降负荷过程中, 由于冷凝器真空出现过低造成汽机脱扣, 最终导致发电机与电网解列。

## 4. 异常事件及处理情况

### (1) 对设备不符合项的处理情况

- 应急柴油发电机启动不成功事件 (不符合项 NCR297020A)

在以往的定期试验中, 多次发生应急柴油发电机一次启动不成功事件, 主要原因是柴油机的初励开关 (971 开关) 动作超时, 使得初励开关无法合到位, 造成初励无法投入, 致使柴油发电机建立不起电压, 从而导致低电压保护动作出口, 引起柴油电机的启动不成功。

在经过多次试验分析, 查找到问题根源后, 大亚湾核电站经与制造厂交涉, 于 1996 年



订购了4台开关,对原开关全部进行了更换。经再鉴定试验,柴油发电机均一次启动成功,开关动作时间均在280 ms(标准)范围内。但经过几个月的运行,这种开关也出现了机构上的问题,如卡涩、动作超标等。为了保证应急电源的可靠性,于1997年8月采用LCIF225型开关对4台柴油发电机励磁开关进行了更换,经过两个月三个循环的动作特性试验,最大动作时间均小于60 ms,柴油发电机启动成功率为100%。

柴油发电机初励开关更换为LCIF225型开关后,经过共12相次的循环试验,动作性能均符合要求。运行至今,从未出现因开关问题而导致的启动不成功事件。鉴于此,这个长达近两年的不符合项于1998年2月17日正式关闭。

- 9LGR177XK 继电器失效事件 (NCR996082A)

在220 kV 9LGR辅助变压器油泵、冷却器控制回路中,因177XK继电器上一电阻过热、烧坏而导致继电器失效,曾造成220 kV 9LGR变压器跳闸事故。该类型继电器共发生过8次烧断电阻事件。造成继电器烧坏的根本原因是由于电阻容量选择太小所致。1997年8月份对220 kV 9LGR上该类继电器进行了更换,采用了厂家提供的新型继电器(将电阻容量提高为2 瓦特)。经半年多的运行跟踪检查,表明继电器工况良好。故此NCR项目于1998年3月10日关闭。

- 2SEK007PO 电机启动时烧坏软启动卡件问题 (NCR295028)

SEK系统自运行以来,软启动卡曾发生过8次烧坏事件。从1995年7月发出NCR后,经过多方面采取措施,于1998年3月实施完成其最终改造方案(MR-OTS-96024),运行结果表明系统工作正常。目前该NCR项目已关闭。

- XGPA001AR 发电机负序保护值设置不对问题 (NCR X96063A)

大亚湾核电站1号机组、2号机组发电机负序保护设置值应在0~5秒之间(发电机技术规范),但现场发现其动作值超过8秒以上,在事故情况下可能造成发电机损坏。为此通过与GEC厂家联系,对现有所有负序保护卡进行了重新调整,经过第三次大修和第四次大修,已将1号机、2号机组上的4块保护卡调整更换完毕。NCR于1998年3月关闭。

- 2LNE003DL 扼流圈穿芯固定轴烧焦事件 (NCR297009A)

对2LNE003DL检修时,发现逆变器的扼流线圈穿芯螺栓(轴)烧焦。由于存在着扼流线圈掉下,造成系统失电的风险。现场测试结果,扼流圈最高运行温度为140℃,根据厂家提供的信息,该设备绝缘为H级,承受温度为180℃。按照厂家建议,现已订购了耐更高温度的新型穿芯材料(Delmat)作备件并已更换完毕。该NCR项目于1998年3月关闭。

- 2DMR001PR 5吨吊刹车电源卡失效 (NCR1950099)

1DMR001PR 5吨吊刹车电源卡,正常工作下输出电压应为24 V,由于卡件内部故障,在实际工作中输出电压仅21.5 V,因线圈过热造成刹车不能正常打开。在1号机组第四次大修中更换为新的卡件(ATV 2500),经调试,该装置恢复正常。NCR于1998年2月23日关闭。

- 从TS倒电至TA的切换继电器1LGC204XR(1KC0011AR上)失效,造成倒电不成功(NCR19608A)

原1LGC204XR继电器触头采用的是银接点,长期运行后,表面产生氧化膜,造成接触电阻过大,从而造成倒电不成功。现已将该倒电系统中的重要继电器全部改用新型钎铜合金材料制成继电器,该新型继电器触头具有更优良的抗氧化性。自第三次大修更换至第四次大修检查,结果表明所有继电器工作状态均良好,动作前后接触电阻值均0.8 Ω。因此可认

为新型继电器可以满足现场运行的需要, NCR项目于1998年2月23日关闭。

• 2GPA001AR 发电机 100% 定子接地保护问题

1996年11月10日, 2GPA001AR的BAY1上发电机100%定子接地保护出现11%接地故障报警。经检查, 发电机本体绝缘水平正常, 故障报警系由保护卡件IZX167本身故障所致。对此, 在第三次大修期间使用备件对其进行了更换。经一年运行, 在2号机组第五次大修中对该保护进行年检和校验, 结果证明保护继电器及回路正常。该保护目前已投入运行, 于1998年1月15日该NCR项目关闭。

• 1GEV \* \* \* TP 主变压器软连接过热问题 (NCR 196050A)

大亚湾核电站自投运以来, 主变压器低压套管出口软连接因设计不当, 在运行中由于过热而造成软连接损坏, 并且因过热而导致部分低压套管密封破坏, 以致不可用。针对上述问题, 在1号机组第三次大修中, 对过热的软连接线进行了更换(1号机组第二次大修中曾更换过软连接), 并重新处理了软连接线端的各接触面; 更换了漏油低压套管的密封垫和全部低压套管; 在低压套管仓加装了冷却通风系统(即软连接仓通风改造)。经过1997年一年的运行, 在1号机组第四次大修中, 对上述所有软连接进行了复查, 结果表明各软连接线工作状况良好, 接触电阻均在标准范围内, 软连接线无过热、变黑等现象发生。可见, 改造后的冷却通风系统起到了冷却软连接线及套管的作用, 消除了其内部的过热问题。至此, 该NCR项目在第四次大修完成后予以关闭。

• 1GEV \* \* \* TP 主变分接开关瓦斯油流继电器失磁导致保护失效 (NCR196075A)

1996年8月24日, 在使用1号主变压器分接开关进行电压调整时, 瓦斯油流继电器动作导致主变压器跳闸。事后对分接开关内部进行了检查, 结果正常; 在对保护进行校验后, 发现A相保护动作值小于标准值, 而B相保护已失效, 查其根本原因是由于油流继电器内永久磁钢退磁导致其保护失效。为避免同类事故发生, 在1号机和2号机组第三次大修中, 将继电器由原处移至主变油枕下方, 以防止主变压器漏磁对其造成影响。在第四次大修中, 对移位后的油流继电器进行校验, 其动作值均在标准范围内, 说明未再发生退磁现象。NCR于1998年3月12日关闭。

• 1号发电机组和2号发电机组转子测量滑环磨损严重问题 (NCR1950056/2950093)

在1995年1月1号机组和1995年4月2号机组的首次大修期间, 发现发电机转子测量滑环表面严重磨损, 经与制造商GEC协商, 在大修中对滑环表面进行了加工处理。

1995年的现场跟踪检查表明滑环表面仍存在严重的磨损现象, 严重时1号机组的滑环每天需更换一次碳刷。因此, 第一次大修采用机械加工处理的方法并不能解决问题。在机组第二次大修中, 遵循GEC提出的改造滑环架的方案对原刷架的布置进行结构性改进, 并在每一极增加了两个刷架, 使得正负极共有8个碳刷相接触。经1996年一年的运行证明改造后的滑环基本满足要求。

针对该测量滑环的检测功能, 于1996年底将该滑环上的碳刷永久投入方式改为24小时内投入1小时的工作方式。经1997年度一年的运行考核, 滑环表面工况良好。至此, 经历三年的发电机转子滑环磨损问题得以彻底解决。两个不符合项(NCR1950056和NCR2950093)于1998年3月关闭。

• 安注系统2RIS012VP 电动阀门伞型齿轮损坏问题

1996年9月, 对2RIS012VP电动阀进行了例行试验时, 该阀操作失效。经解体检查发现其内部主轴上的伞型传动齿轮断裂, 造成阀门无法开启。其后对同类型设备(SR50系列

电动阀)进行检查,确认该类设备存在共模故障,属于阀门焊接质量问题。因此,在两台机组第四次大修中,对SR50系列的24台电动阀全部进行解体检查,更换了全部主轴部件,用新型螺纹联接的主轴备件进行更换。经功能再鉴定试验,所有电动阀门均通过验证。改造后的电动阀运行良好。NCR于1998年4月关闭。

### (2) 主变压器异常工况的处理情况

大亚湾核电站主变压器(6台)自1991年(1号机组)和1992年(2号机组)投运以来,先后发生了漏油、油色谱分析总烃含量高、主变压器运行温度高、有载分接开关不同步、有载分接开关油流继电器失磁误动、低压套管和软连接过热、主变压器油介质损不合格、主变压器漏磁大等诸多问题,究其根源,这一系列缺陷均是由于其原设计不当或制造不良所致。

针对主变压器存在的问题,大亚湾核电站给予了高度重视,把主变压器问题作为十大技术问题之一来处理。截止到1998年2月底,在主变压器上已实施的改造项目有:(1)更换耐高温的密封垫;(2)分接开关顶部过渡盖板的更换;(3)分接开关油箱油枕呼吸器改造;(4)主变压器的油箱平衡管改造;(5)油流继电器位置改造;(6)低压套管出线封闭仓通风改造;(7)有载分接开关失步报警回路改造;(8)主变压器冷却系统改造等。经过多年的努力,主变压器上许多外显的问题已基本上得以解决,但内在的主变压器油色谱含量高以及油介损高的异常问题仍未得以解决。

1998年前几个月的跟踪检查发现主变压器内部油色谱分析仍呈现快速上升趋势,其可燃气体含量月产生相对速率大于10%,并且投运三个月后总烃含量就超过国家标准规定的注意值。为此,绝缘监督工作人员于四月提出成立了变压器工作小组的建议,并于6月底向上级领导提出了《大亚湾核电站主变压器内部过热问题的评述及处理意见》。经电气处和公司相关处以及上级领导的研究决定,在对主变压器加强跟踪监视的情况下,于10月份集取油样送四川电力研究院作糠醛含量等分析,以确认主变固体介质的老化情况,并在本月同时送油样到西安和英国作性能分析。在10月份成立的主变压器工作小组会议上,也对今后开展的工作作了部署。1998年11月联络了全国主变压器和油务分析方面的十几位专家在大亚湾核电站培训中心召开了“大亚湾核电站主变压器低温过热问题技术研讨会”。经过两天的讨论分析,专家们对主变压器的运行现状作出了全面的评价,提出了需要进一步采取的改进措施,这为保证主变压器今后的安全运行打下了良好的基础。

对大亚湾核电站主变压器评价结论见《大亚湾核电站低温过热问题技术研讨会纪要》。大亚湾核电站主变压器内部存在低温过热已成定论,包括原制造厂家GEC也承认低温过热在150~300℃。根据此次会议精神,大亚湾核电站已制定出了今后各专业的行动方案以及完成期限,在1998年12月机组的第五次大修中,已对主变压器油进行了脱气过滤等处理。

### (3) 6.6 kV 循环水泵 1CRF001MO 电机烧毁事件

#### • 事故过程

1998年7月3日9时13分,现场发现1CRF001MO中性点端子盒起火,9时14分左右,1CRF001PO电源跳闸,主控操作人员在立即快速降负荷至520 MW时,因冷凝器真空低,汽轮保护脱扣,整个汽轮发电机组解列。

#### • 故障原因初步分析

1) 中性点连接的接口多,共有5处,一点过热恶化会引发其它点过热,存在着较大的过热隐患。

2) 中性点T型区双膜连接器各压接点采用铜铝过渡的压接方式,并且只有一个螺母压

接,这种压接方式容易导致接触面处过热。分析认为有可能是由于此 T 型区引线的压接点过热而起弧。事故后对 1CRF002MO 中性点 T 型区双膜连接器各压接点的检查也发现有过热痕迹。

3) 在 GEC 设计的系列产品中,各种容量的 6.6 kV 电机 (1000~500 kV) 中性点 T 型区双膜连接器均采用 M14 螺栓连接。对大容量的电机采用 M14 的螺栓接触面积是否足够,值得怀疑。

4) 事故根本原因是中性点接头接触不良,在长期大电流作用下产生过热而导致烧断,最终形成短路,造成电机损坏。

- 故障临时处理措施

7月3日14时开始更换新电机,7月6日更换工作完成。以现场试验及再鉴定试验合格后,电机投入正常运行。

- 最终处理措施

循环水泵电机采用星形连接,中性点的连接原设计是通过特殊的接头引出电缆,然后在接线箱中连接,由于接头的结构不合理,接头多,过于复杂,因此,可靠性差。鉴于此,对这种接线方式提出改造 MROTS980024,将中性点直接在电机内部焊死,以提高其可靠性。改造工作已于 1998 年底完成,经再鉴定试验考核,设备运行良好。

### 5. 高压技术监督管理工作

- 在 1998 年里,大亚湾核电站根据广东省电力局 1998 年高电压专业工作会议的精神,结合核电站本身的特点,认真贯彻执行部颁《高电压专业管理条例》以及各项反事故技术措施。

- 在核电站技术监督领导小组的组织下,在核电站内部召开了多次技术监督会议,传达省局有关指示和精神,讨论核电站各专业参加广东电力系统考核的实施办法。并拟从 1999 年度起,参加省局监督考评。

- 认真执行“广东省电力工业发供电重大缺陷上报制度”,做好事故、障碍、缺陷等的及时上报、分析和统计工作。对省局技术监督部门下达的申报技术考核通知及年报通知,按时完成各项上报工作。

- 积极主动参加了广东省局组织的高压专业会议和技术交流会等,组织专业人员到广东沙角 C 厂了解相关设备的运行工况。

表 2.1.1.8-1 设备绝缘事故情况统计

分 项		主变压器	电压互感器	电流互感器	断路器	GIS (间隔)	耦合 电容器	高压电缆 (条/千米)	避雷器
400 kV	运行台	3	24	—	27	153	—	—	18
	故障台	0	0	—	0	0	—	—	0
	故障率	0	0	—	—	0	—	—	—
220 kV	运行台	3	6	3	9	27	—	3×0.2	6
	故障台	0	0	0	0	0	—	0	0
	故障率	0	0	0	0	0	—	0	0
500 kV	运行台	5	18	—	18	117	—	—	12
	故障台	0	0	—	0	0	—	—	0
	故障率	0	0	—	0	0	—	—	0

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

表 2.1.1.8-2 高压电气设备事故与故障统计表

序号	名称与电压等级型号	故障时间	制造厂	故障情况与原因分析	损坏部位
1	6.6kV 循环水泵 1CRF001MO	1998.7.3	GEC- ALSTHOM	中性点接触不良, 过热而导致烧断, 形成短路, 造成电机损坏。	中性点接线处

表 2.1.1.8-3 高压设备典型缺陷统计表

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	1号机主变 DFPX-375000	400 kV	主变内部	油色谱含量高	低温过热	GEC-ALSTHOM
大亚湾核电站	2号机主变 DFPX-375000	500 kV	主变内部	油色谱含量高	低温过热	GEC-ALSTHOM

### 2.1.1.9 核电站发供电系统可靠性

#### 1. 发电机组 GEX 系统的可靠性

1号发电机组在 1998 年度停机维护时间共计为 61 天, 其中在第四次机组大修期间(1998 年 1 月 24 日~1998 年 3 月 20 日)停机 56 天, 在 1998 年 7 月 30 日转入小修, 停机约 5 天。因 1 号循环水泵 1CRF001PO 电动机中性点故障损坏, 导致机组非正常停机 3 小时, 全年 1 号发电机组的可用率为 83.29%。

2号发电机组在 1998 年度里, 随 2 号反应堆第四次换料大修(1997 年 11 月 22 日~1998 年 1 月 15 日)和第五次换料大修(1998 年 11 月 21 日~1999 年 1 月 20 日), 共计停机维护时间为 56 天。在两次间隔里, 2 号发电机组安全稳定运行 305 天, 全年机组的可用率为 84.66%。

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

#### 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号机组主变压器和降压变压器(A和B)在机组第四次大修中, 停电检修 22 天(1998 年 2 月 1 日~1998 年 2 月 23 日), 全年设备的可用率为 94%。

2号机组主变压器和降压变压器(A和B)在机组第五次大修中, 停运检修 16 天(1998 年 11 月 25 日~1998 年 12 月 10 日), 全年设备的可用率为 95.61%。

全年 GEV 系统设备的故障率为 0 台次/(百台·年)。

#### 3. 400 kV/500 kV GIS 开关站供电可靠性

整个 400 kV/500 kV GIS 各气室的完好率为 100%, 1998 年度未发生过设备损坏或停电故障, 各部分 GIS 的可用性见下表 2.1.1.9-1。

表 2.1.1.9-1 GIS 的可用性

各 GIS 部分	计划性停电检修时间/h	非计划性停电时间/h	年可用率/%
核大 I 线	247	0	97.18
核大 II 线	186	0	97.87
核深线	56	0	99.36
核惠线	156	0	98.22

#### 4. 辅助供电系统 LGR 的可用性

1998 年度 220 kV 辅助电源不可用事件共发生 6 次, 其中非计划停电 3 次, 共计停电 20.93 小时, 计划性消缺停电 3 次, 共计 52.65 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 99.16%。

#### 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为:

$$F = \frac{\text{故障台次}}{\text{总台数}/100} \text{台次}/(\text{百台} \cdot \text{年})$$

依此计算结果见表 2.1.1.9-2。

表 2.1.1.9-2 6.6 kV 中压系统全年设备故障率

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	2	1.136	一次为 2LGE201 设备台开关操作时, 储能电机烧坏; 一次为 2LGB201 设备台开关电源保险烧断造成拒动
电动机	85	1	1.176	6.6 kV 电机中性点烧断
变压器	74	0	0	

#### 6. 6.6 kV 柴油发电机组可靠性

每台机组都配置有 2 台 6.6 kV 应急柴油发电机组, 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。

1998 年度共对 4 台柴油发电机组进行了 65 次启动试验, 其中 47 次为定期试验项目, 18 次为大修中再鉴定启动项目, 全部启动试验项目中出现过一次 (再鉴定试验时) 启动不成功事件。全年设备启动的失效率为 1.538%。

#### 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 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)。其 1998 年度直流系统设备的故障统计结果见表 2.1.1.9-3。

表 2.1.1.9-3 直流电源故障率

	运行组数/台数	故障台次	故障率 (台次/百台·年)	备 注
直流母线	39	0	0	
充电器	39 组/68 台	1	1.47	
蓄电池组	39 组/2024 台	0	0	
逆变器	16 组/20 台	1	5	

### 8. 380 V 交流厂用电系统供电可靠性 (未统计)

#### 2.1.1.10 仪控系统设备运行及评价

##### 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。1998 年对 KRG 做过一些重要工作。

a. 调查 2KRG 供电 LDA 绝缘下降的原因, 调查结果显示一般为现场变送器或操作站板件绝缘下降。对此, 用备件进行了更换。

b. 1RCP004/010MT 线路电阻增大, 查为温度探头接线断裂。大修时进行了更换。

c. 加法器输出漂移的问题多次出现, 调查结果显示为加法器后插座接触不良或加法器本身零点漂移。针对这些问题, 进行了部分加法器后插座的更换和加法器上的多圈电位器的更换, 效果良好。其他加法器后插座的更换拟在第六次换料大修期间进行。

d. 解决了蒸汽发生器水位不易控制的问题。1997 年以前, 运行处反映蒸汽发生器水位在低负荷时不易控制, 尤其是在主给水系统 (ARE) 大小流量切换时表现明显。1998 年仪表科利用第四次大修机会, 对该回路的变送器、调节器及阀门执行机构进行了校验单核算和标定, 使系统恢复到原设计性能。

##### (2) 常规岛通用控制测量系统

常规岛通用系统 (KRG) 由 Bristol Babcock 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。其中 Bristol Babcock 部分实现了全年无故障。GEM80 的输入/输出板件实现了三级维修。Protech 就地温度测量回路因机柜温度损坏率高, 1998 年在 MTS 的支持下对 MX 厂房 KRG 机柜加装空调, 改善了电子板件的工作环境, 大大降低了板件的损坏率。

通用系统的可用率见图 2.1.1.10-1、2.1.1.10-2。

##### (3) 专用系统

棒控系统 (RGL) 基本情况较好, 但频繁出现 RGL001AA、RGL003AA 和 011AA 报警, 其中 2RGL011AA 是由 L11 线圈接头绝缘下降引起, 此问题已在 2 号机组第五次大修中处理, 有待进一步跟踪。1998 年的系统可用率见图 2.1.1.10-3。

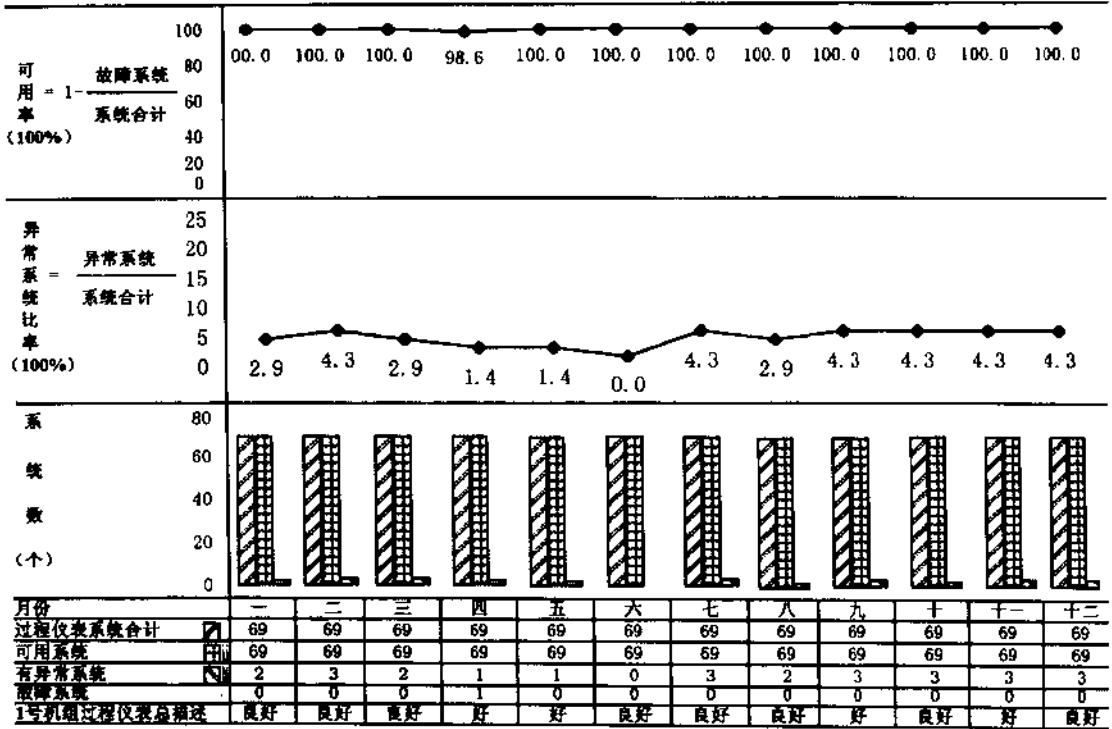


图 2.1.1.10-1 1号机组通用系统分析表

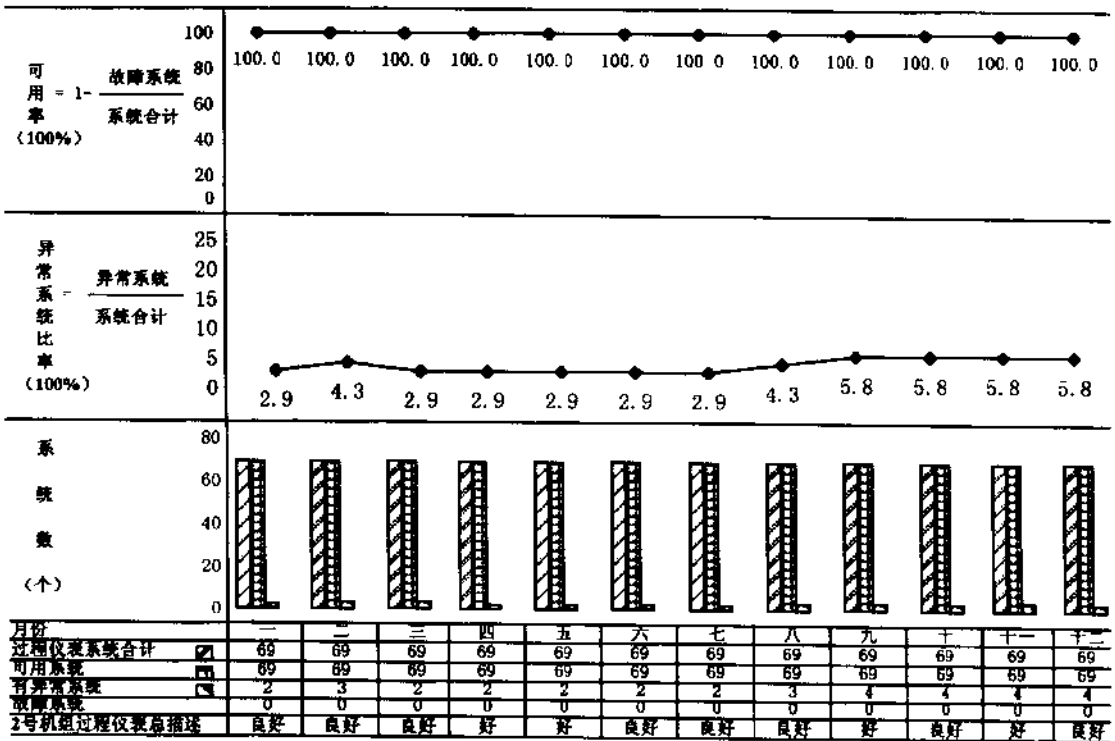


图 2.1.1.10-2 2号机组通用系统分析表



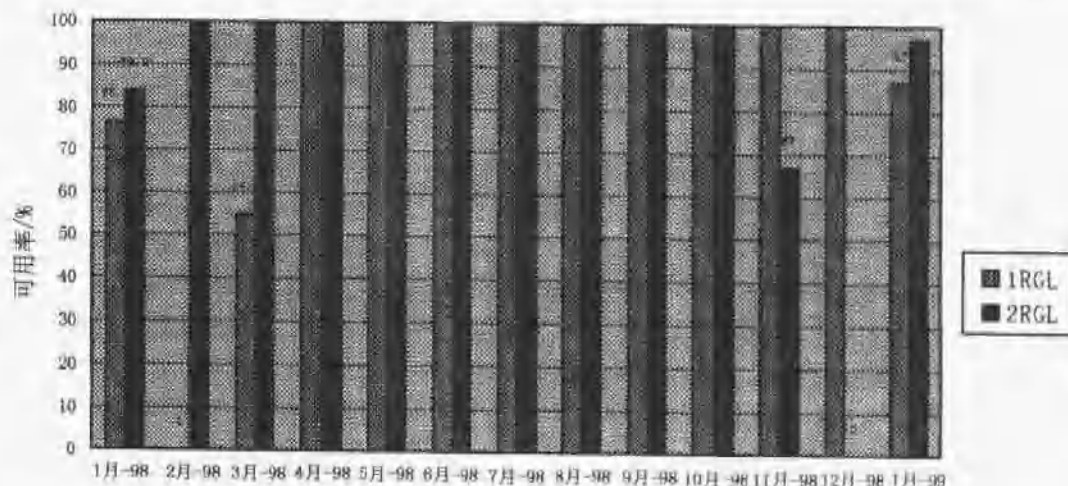


图 2.1-1.10-3 RGL 系统的可用率

注：2RGL 自 1997 年 11 月 24 日退出运行进行 2 号机组第四次大修。  
 2RGL 处 1998 年 1 月 5 日结束 2 号机组第四次大修恢复运行。  
 1RGL 自 1998 年 1 月 25 日退出运行进行 1 号机组第四次大修。  
 1RGL 自 1998 年 3 月 15 日结束 1 号机组第四次大修恢复运行。  
 2RGL 自 1998 年 11 月 21 日退出运行进行 2 号机组第五次大修。  
 2RGL 自 1999 年 1 月 2 日结束 2 号机组第五次大修恢复运行。  
 1RGL 自 1999 年 1 月 28 日结束运行进入 1 号机组第五次大修。

堆外中子通量测量系统 (RPN) 可用率较高, 但存在 RPN、SIP 周期试验易造成接头接触不好或断线的问题。为防止此类问题, 仪表科已修改周期试验规程, 采取了相应的保护措施。另外, 1RPN020MA 探头老化, 该问题有待 1 号机组第五次大修确认。

堆内子中通量测量系统 (RIC) 可靠性高。第四次大修后出现探头卡涩及零点漂移现象, 这是由于更换新探头引起, 原因是导向管表面磨损, 第五次大修已更换处理。

电站辐射检测系统 (KRT) 因逐步采取预防性维修, 故障率已大大降低。

汽机调节系统 (GRE) 全年可用率 100%, 未出现上位死机现象, 偶尔出现阀门模块故障及通风不良故障。1998 年对机柜加装外挂风机, 效果有待观察。另外, 主控显示屏老化。第五次大修时已全部更换, 阀门模块故障属于偶发, 原因不明。

汽轮机监视系统 (GME) 采用英国 Z 系列仪表, 工作性能稳定, 但探头与前置放大器故障相对较高, 且可维修性差。1998 年请 MTS 做了改造, 将 3、4 号轴瓦的前置放大器盘移位, 使可维修性大大提高。

## 2. 继电保护系统

反应堆保护系统 (RPR) 全年可用率 100%, 磁逻辑性能稳定。但存在开关接点表面氧化而引起的接触不良问题。第五次大修时已更换, 效果有待观察。

汽轮机保护系统 (GSE) 可用率 100%, 继电器性能稳定。继电联锁可用率 100%, 继电器性能稳定。

## 3. 计算机采集及 Y2K 问题处理

1998 年, 解决大亚湾核电站工业计算机 Y2K 问题的主要工作体现在以下几个方面:

- 1) 组建工业计算机 Y2K 项目队伍, 使 14 个部门的 Y2K 管理工作规范化、程序化。
- 2) 组织各个部门开展设备自查、项目跟踪、设备细化、影响分析和现场测试。对每个机组 209 项进行了自查; 对 293 项进行了影响分析; 编写测试计划书 131 份。
- 3) 编写《大亚湾核电站 Y2K 工作手册》; 设计了标准化的各种表格用于 Y2K 工作的各个进程。
- 4) 实施与 Y2K 有关的系统改造、进度控制、设备更换、软件修改和再测试验证。
- 5) 全年召开了 20 次 Y2K 工作会议。各次会议都按照 Y2K 经理的要求总结了前阶段的工作进展, 讨论解决出现的问题, 布置下一阶段的任务。
- 6) 整理了数以万计的文件材料, 先后形成设备自查数据库、项目跟踪数据库和 1~6 版的各类汇总数据库。
- 7) 安排和编写了《大亚湾核电站 Y2K 应急计划》30 多份。这些涉及仪表、控制、保护、计算机、电气、电网、通讯、保安等专业的应急计划将成为大亚湾核电站在 2000 年到来之时的应急措施。

1998 年度 KIT/KPS 系统在系统老化、备件短缺的情况下, 可用率仍达到 99%。全年因为硬件故障导致的死机次数为 2 次, 双机切换 7 次 (系统仍然正常), 系统的可用率和稳定性较 1997 年都有较大的提高。

#### 4. 消防探测系统

JDT 火警探头共计 3120 个, 可用率在 97% 左右, 误发故障率相对较高, 误报警的主要原因是探头老化或环境条件造成。

#### 5. 变送器

仪表变送器有热电偶、热电阻、Fisher 浮子式水位变送器, 1151 系列变送器, 6000 系列和 8000 系列变送器。1998 年多次出现变送器输出漂移, 但大部分是测量管线充排液不当造成。另外, 8000 系列差压变送器用于高压回路上时, 应注意最大工作压力要求, 1998 年 RCP036MD 和 RCP012MN 因变送器最大工作压力未满足要求造成滴漏, 在大修时纠正。

#### 6. 汽动阀门执行机构

核岛汽动调节阀控制系统一般为 Fisher 厂家供货, 可靠性高, 便于维修, 可用率 100%; 常规岛调节阀仪控门故障率略高 (可用率 99%), 表现在行程开关不到位, 气动回路漏气, 反馈连杆脱落。电磁阀性能稳定, 可用率 100%。

### 2.1.1.11 燃料循环及燃料管理

#### 1. 燃料

##### (1) 大亚湾核电站 1 号机组第五循环燃料

1 号机组第五循环堆芯于 1998 年 2 月 21 日~2 月 25 日装料, 共计装入 157 组燃料组件 (见图 2.1.1.11-3), 堆芯组件包括富集度为 1.8% 的 13 组 (参加第一、五循环的组件, 见表 2.1.1.11-1 中的第 1 区)、3.1% 的 8 组 (参加第三、四、五循环的 4 组-见表中 5B 区和第五循环新装燃料 4 组-见表中 7B 区) 和 3.2% 的 136 组 (参加第三、四、五循环的 40 组-见表中 5A 区, 参加第四、五循环的 44 组-见表中 6 区, 第五循环新装燃料 52 组-见表中 7A 区)。1 号机组于 1998 年 3 月 17 日达到临界, 3 月 20 日并网, 至 1999 年 1 月 26 日停堆, 2 月 4 日~8 日从堆芯卸料, 共计运行 282.8 等效满功率天 (EFPD), 第五循环长度为 11 354 MWd/tU, 全堆芯组件平均燃料为 20 320 MWd/tU, 组件中最大累计燃料为 34 344 MWd/tU (富集度为 3.2%、堆芯 L9 位置的 YQ00BY 组件), 组件中最小累计燃料为 7 347

MWd/tU (富集度为 3.2%、堆芯 A7 位置的 YQ00GU 组件), 第五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号机组第五循环燃料组件富集度、组件数及燃耗

富集度 %	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 MWd/tU	组件在堆内运行历史 (循环)
1.8	1992.11.13~11.27	1993.05.28~06.01	13(F) * *	1	22 819	第一、五
3.2	1996.01.12~01.14	1996.05.01~05.05	40(Y)	5A	31 675	第三、四、五
3.1	1992.11.13~11.27		4(F)	5B	31 675	
3.2	1996.12.09~12.12	1997.04.15~04.20	44(Y)	6	21 072	第四、五
3.2	1996.12.09~12.12		4(Y)	7A	10 226	第五新组件
	1997.11.17~11.20		48(Y)		10 226	
3.1	1993.07.08 2号机组进料 (1996.12.12 自2号机组调入)	1998.02.21~02.25	4(F)	7B	10 226	
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。

表 2.1.1.11-2 2号机组第五循环燃料组件富集度、组件数及燃耗

富集度 %	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 MWd/tU	组件在堆内运行历史 (循环)
1.8	1993.07.08	1993.11.23~11.26	13(F) * *	1	24 557	第一、五
3.2	1995.09.27~09.29	1996.02.02~02.28	40(Y)	5	30 845	第三、四、五
3.2	1995.09.27~09.29	1997.01.25~01.28	11(Y)	6	21 910	第四、五
	1996.10.11~10.14		41(Y)		21 910	
3.2	1995.09.27~09.29	1997.12.18~12.22	1(Y)	7	10 075	第五新组件
	1996.10.11~10.14		7(Y)		10 075	
	1997.10.02~10.04		44(Y)		10 075	
合计			157			

\* 分区见图 2.1.1.11-4;

\* \* 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。

## 2) 大亚湾核电站 2号机组第五循环燃耗

2号机组第五循环堆芯于 1997年12月18日~12月22日装料, 共计装入 157组燃料组件 (见图 2.1.1.11-4), 堆芯组件包括富集度为 1.8%的 13组 (参加第一、五循环的组件, 见表 2.1.1.11-2 中的第 1区)、3.2%的 144组 (参加第三、四、五循环的 40组-见表中 5

区、参加第四、五循环的 52 组-见表中 6 区、第五循环新装燃料 52 组-见表中 7 区), 2 号机组于 1998 年 1 月 11 日达到临界, 1 月 15 日并网, 至 1998 年 11 月 16 日停堆, 11 月 26 日从堆芯卸料, 共计运行 281.5 等效满功率天 (EFPD), 第五循环长度为 11 292 MWd/tU, 全堆芯组件平均燃耗为 20 486 MWd/tU, 组件中最大累计燃耗为 33 278 MWd/tU (富集度为 3.2%、堆芯 L8 位置的 YQ00BB 组件), 组件中最小累计燃耗为 7 618 MWd/tU (富集度为 3.2%、堆芯 A7 位置的 YQ00BF 和 R7 位置的 YQ00DJ 组件), 第五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。

## 2. 燃料循环长度

大亚湾核电站 1、2 号机组第一至第五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

		1 号 机 组		2 号 机 组	
		燃耗 MWd/tU	EFPD* (等效满功率天)	燃耗 MWd/tU	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)
第五循环	设计值	11 216	279	11 009	274
	停堆值	11 354	283(- 4)	11 292	281(- 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. 燃耗曲线

1、2 号机组第五循环燃耗曲线如图 2.1.1.11-1 和 2.1.1.11-2 所示。

## 4. 核材料操作活动

1998 年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) 接收第四次换料 (第五循环) 用新燃料组件共 112 组 (每个机组 56 组);
- (2) 第四次换料;
- (3) 实物盘存;
- (4) 接收第五次换料 (第六循环) 用新燃料组件共 112 组 (每个机组 56 组)

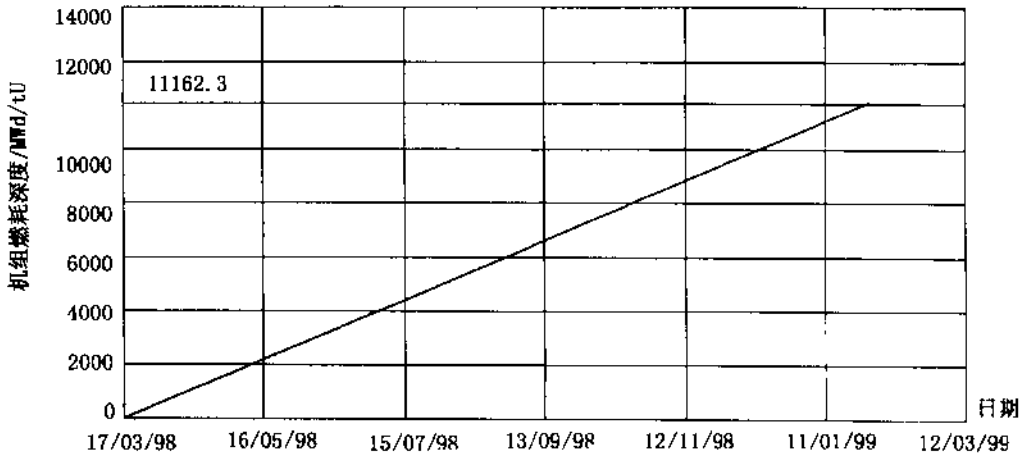


图 2.1.1.11-1 1号机组第五循环燃耗深度 (报告日期 1999年1月22日)

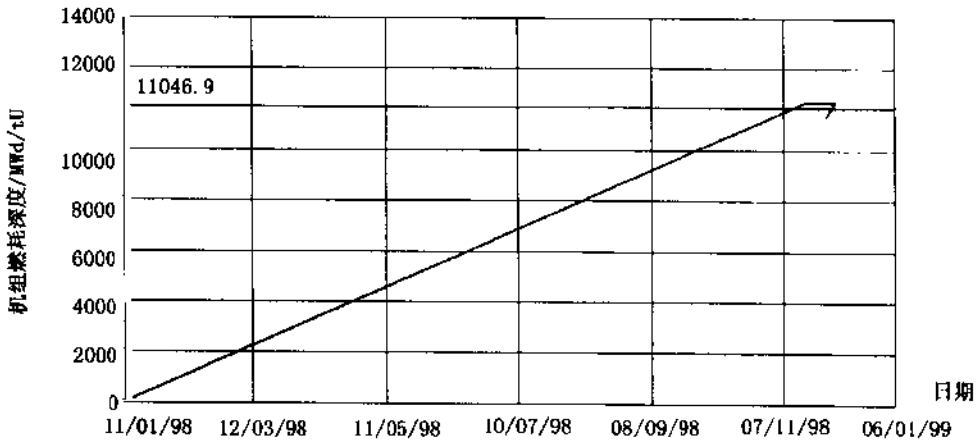


图 2.1.1.11-2 2号机组第五循环燃耗深度 (报告日期 1998年12月4日)

表 2.1.1.11-4 大亚湾核电站 1998 年核材料操作日程表

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
R04	1	1997.11.17 ~11.20	56	1998.02.21 ~02.25	1998.02.15	1998.02.25	1999.02.04 ~02.08
	2	1997.10.02 ~10.04	56	1997.12.18 ~12.22	1997.12.08	1997.12.22	1998.12.26 ~12.29
R05	1	1998.11.02 ~11.04	56	/	/	/	/
	2	1998.09.14 ~09.16	56	/	/	/	/

### 5. 乏燃料组件数

截至 1999 年上半年, 第五次换料大修后 (堆芯第五循环结束, 第六循环装料后) 1、2

号机组乏燃料组件数分别为 235 组和 237 组，两台机组的乏燃料组件数总计为 472 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

1 号 机 组

循 环 数	富 集 度				合 计
	1.8%	2.4%	3.1%	3.2%	
第一循环后	1	0	0	0	1
第二循环后	1	52	2	0	55
第三循环后	13	0	44	0	57
第四循环后	12	0	1	52	65
第五循环后	13	0	4	40	57
1 号机组合计 (截至 1999 年上半年第五循环结束, 第六循环装料后)	40	52	51	92	235

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	0	0	0	0	0
第二循环后	1	52	0	0	53
第三循环后	13	0	52	1	66
第四循环后	17	0	0	48	65
第五循环后	13	0	0	40	53
2 号机组合计 (截至 1999 年上半年第五循环结束, 第六循环装料后)	44	52	52	89	237
1、2 号机组合计	84	104	103	181	472

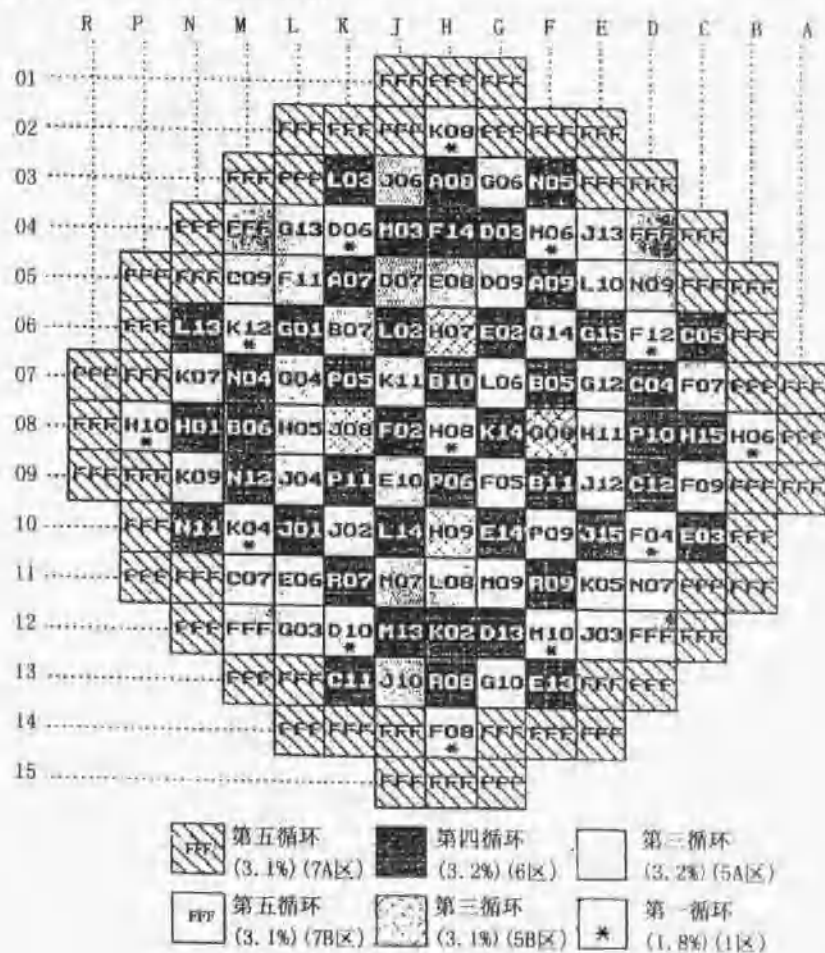
注：——第 x 循环后的乏燃料组件数为该循环结束、并将组件自堆芯卸出后贮存在乏燃料池内的统计值。

——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。

——破损组件已不可用，就计算在乏燃料组件内。

## 6. 堆芯布置

大亚湾核电站 1、2 号机组第五循环堆芯布置分别见图 2.1.1.11-3 和 2.1.1.11-4，控制棒束组件布置同第三、四循环，共 53 组控制棒束组件（其中 41 组为黑棒，12 组为灰棒），控制棒束组件在堆芯的位置不变。



图例中第×循环：表示组件首次装入堆芯时的循环数

图中标号：组件在第四循环堆芯中的位置

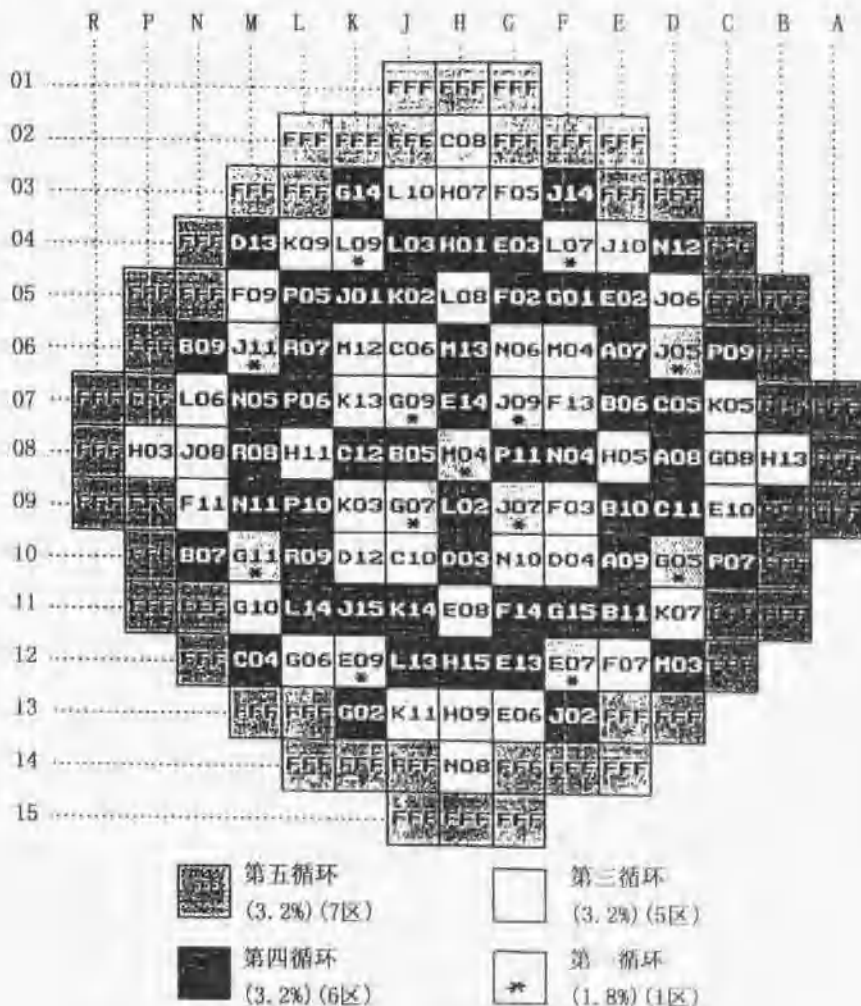
FFF：表示新燃料组件

\*：组件在第一循环堆芯中的位置

图 2.1.1.11-3 1 号机组第五循环堆芯装载图

## 7. 核材料管制

1998 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，进行了核材料许可证换证申请和申请文件规范化工作，在核材料核算管理工作中贯彻和执行帐务工作“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，以及进行了核材料管制工作人员的培训等工作。主要有：



图例中第×循环：表示组件首次装入堆芯时的循环数

图中标号：组件在第四循环堆芯中的位置

FFF：表示新燃料组件

\*：组件在第一循环堆芯中的位置

图 2.1.1.11-4 2号机组第五循环堆芯装载图

### (1) 大亚湾核电站核材料管制办公室成立

根据 1997 年 12 月国家原子能机构核材料管制办公室（以下简称核管办）和国家核安全局联合检查组对大亚湾核电站实施核材料管制工作例行检查纪要的要求，在公司各级领导的重视下，我公司于 1998 年 4 月成立了大亚湾核电站核材料管制办公室，这也适应了 1998 年 6 月生产部分部后机构变化的要求。

### (2) 岭澳核电站核材料管制办公室成立

按大亚湾核电站与岭澳核电站的燃料管理委托协议，维修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核算管理工作，岭澳核电站核材料管制办公室于 1998 年 7 月正式成立。

### (3) 第二次换发大亚湾核电站核材料许可证及许可证申请文件规范化



### ——核材料许可证换证申请

1998年7月大亚湾核电站核材料许可证《国核材证字第R01号》三年有效期期满，我公司进行了第二次大亚湾核电站核材料许可证换证申请工作，包括三个基本文件及支持文件的准备、提交和审评等工作。

1998年6月23~25日国家原子能机构核材料管制办公室组织专家技术审评组对大亚湾核电站核材料许可证换证申请文件进行了审查和现场核查，就核材料管制组织机构与责任分工、核材料管制的规章制度、核材料帐日和衡算管理、核材料实物保护与保密管理等方面提出了评价和意见。1998年7月核管办换发了大亚湾核电站核材料许可证，证号为《C<sub>01</sub> 03号》。

### ——核材料许可证换证申请文件规范化

按核管办要求规范核材料许可证换证申请文件，将申请文件编制为包括核材料许可证申请报告、核材料衡算管理和核材料实物保护三个分册，规范后的上述分册已于年底正式提交给核管办。

#### (4) 修订和完善核材料管制规章制度

完成PQOM第18章“核燃料管理”和第15章“电厂保卫和保密”系列程序的中文版更新。重新修订了核材料衡算管理程序和核燃料接收、贮存和换料等程序，对照核材料许可证评审大纲，在核材料衡算管理程序中增加了核材料进料和出料控制，建立了核材料操作呈报电站核管办批准制度，并已付诸实施。核材料衡算管理和核材料实物保护的新版程序分别编制在《核材料许可证换证申请文件》第二和第三分册，并于1998年12月上报国家原子能机构核材料管制办公室。

#### (5) 实施1997年度核材料管制工作检查的承诺

1997年12月15~17日核管办和国家核安全局联合检查组对大亚湾核电站进行核材料管制工作例行检查，按检查纪要的要求实施两项承诺：

——新燃料贮存架和燃料厂房大门同时实施双人双锁制度；

——1998年度核材料管制工作总结提交核管办。

(6) 1998年6月国家原子能机构核材料管制办公室在西安召开核材料帐务工作会议

#### (7) 1998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帐务工作“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完成并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DYMMS来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。

#### (8) 实物盘存

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FHSXRCP002(KX厂房)和FHSXRCP003(堆芯)，在不同时间内对三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。

### 8. 燃料管理

1998年6月生产部组织机构变动后，原反应堆工程组与燃料管理科合并，燃料管理除

日常工作外, 如下方面有较大进展:

#### (1) 燃料组件制造监督

1998年宜宾核燃料元件厂为大亚湾核电站生产了两批各56组燃料组件, 燃料管理科派出两名驻厂代表对燃料组件制造过程进行监督, 贯彻了部、处关于加强燃料组件监造力度的精神。今年燃料组件质量有新的提高, 生产中的NCR数量是历年最少的, 产品质量趋势是好的。为尽快培养出具有一定经验的年轻的本公司燃料管理工程师, 于1997和1998年每年派一名新大学毕业生赴厂实习。

#### (2) 第6循环换料设计及安全评价

在总结1996和1997年换料设计的基础上, 根据经验反馈, 第6循环的换料设计加强了设计和校核过程的程序化, 修改了《换料设计审查》程序。第6循环换料设计是关键性的设计, 是第7、8循环提高浓缩度以前使用3.2%AFA-2G新燃料组件的最后一个循环。在设计中考虑了余存在宜宾厂的备用UF<sub>6</sub>, 将其全部生产成APA-2G组件的合理利用问题。

#### (3) 换料堆芯设计及安全评价、事故分析自主化有比较好的进展

#### (4) 第7、8循环提高浓缩度项目论证及实施

第6、7、8循环由于发电计划使循环长度(能量需求)比第5循环前有大幅度提高, 为优化燃料循环经济性, 降低新燃料的成本, 优化堆芯装料方案设计和安全评价, 提高第7、8循环浓缩度的计划的初步可行性研究已正式启动。由NPIC担任主要承包商, FRAM-ATOME担任分包商。燃料管理科派出了两名核设计工程师正式参加NPIC和FRAM-ATOME的分析论证工作。

#### (5) 18个月换料

1998年上半年公司和董事会正式决定启动18个月换料项目。公司联合国内协作单位, 经过近半年的招标和评标工作, 与法马通(FRAMATOME)签署了六个有关18个月换料的合同。

#### (6) 浓硼水箱改造可行性论证

浓硼水箱改造的可行性研究是技术支持处燃料管理科完全依靠自己的力量独立完成的一项复杂的重大改造项目论证。在部、处领导的关心和支持下, 这一可行性分析研究已经得到国家核安全局的批准。在第五次大修中实施这一改造。

#### (7) 启动物理试验和定期试验

燃料管理科全面承担了反应堆堆内、堆外定期试验, 定期试验包括RPN8、10、11、12、14以及RGL4等, 以验证堆芯装料的理论设计以及对通量测量系统、保护系统进行标定。

优化启动物理试验大纲已经得到国家核安全局的批准。

#### (8) 乏燃料处理

1998年乏燃料处理项目主要是技术方案调研、技术准备, 开始谈判。

#### (9) 燃料循环经济分析

#### (10) 岭澳核电站燃料管理委托协议生效

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, 委托协议已于1998年12月生效。

#### (11) 程序修改

根据《PQOM专门会议纪要》要求, 完成PQOM第18章“核燃料管理”程序系列共10

个程序及 IP/CMP/140 的修改和版本更新, 以适应生产部划分为四个部后机构的变化。

## 2.1.2 电站维修

### 2.1.2.1 维修工作的组织管理

1. 为了适应广东核电发展形势, 1998 年 6 月 1 日原生产部一分为四, 正式成立一核生产部、维修部、质保部和二核生产部。

大亚湾核电站的维修工作全部由维修部承担。为了保证机构的调整不影响正常的生产活动, 维修部成立之初首先建立日常维修指挥管理体系, 要求各执行处主要负责人直接关心机组安全运行状态和设备健康水平, 直接组织日常维修活动, 抓安全、抓质量、抓响应速度。针对人员分流而产生的机构内人员变动大的情况, 及时进行内部调整, 在加大监护和培训力度的情况下大胆使用年轻员工。

由于维修计划功能保留在维修部, 使计划与执行紧密结合起来, 并继续保持计划的龙头作用, 保证计划的严肃性, 在维修活动, 计划的协调作用更加突出。

由于调整时坚持了原有工作过程基本保持不变, 减少了机构变化对生产活动的影响。

2. 确立“服务意识、团结意识、奉献意识”为维修部员工的素质标准, 提出树立服务意识, 就是维修要为运行服务, 为设备服务; 树立团结意识, 就是以安全生产为目标, 讲团结、讲协作, 做到分部不分家; 树立奉献意识, 就是全身心地为公司作贡献, 努力做好本职工作, 努力成才。

思想的统一保证了行动的一致, 团队精神得以充分发扬, 并经受了 1 号机组停机抢修 1ARE040VL、98010 台风袭击等重大事件的考验, 也反映维修队伍是一支特别能战斗的队伍。

3. 继续完善风险管理体系, 减少人因失误。在 1997 年的基础上, 不断总结风险分析的实践经验, 坚持不懈地全面推行风险分析这一良好实践, 在经过工作实践的检验后建立标准风险分析单。同时各维修执行处采用多种形式加强员工风险意识, 如仪控处的班组每周专题讨论会, 电气处的定期安全学习和安全讨论、转机处的经验总结研讨会等, 使风险分析成为员工在每项工作前的“必修课”。对于一些在线维修活动, 投入风险分析工作的人力、时间往往要比实际的工作执行超出好几倍。正是由于重视风险分析, 保证了防止事件或异常发生的屏障的有效性, 极大地减少了人因失误。1998 年创造了全年两台机组无非计划自动停堆的纪录, 2 号机组创造了一个燃料循环不停堆停机 (305 天) 的新记录。维修相关的人因事件所占比例大大减少。

4. 采取有效措施落实针对 OSART 建议提出的纠正行动, 在组织上调整了行动跟踪、检查、评价体系, 把纠正行动作为日常管理工作的部分进行推进。而 OSART 纠正行动的进一步落实, 有效地消除和克服了维修管理基础性工作方面的薄弱环节, 如工作文件或指令不完整、不充分, 维修报告缺少重要信息等, 提高了维修管理的要求, 促进了维修人员质量意识的提高。由此, 五月份接受并通过了 OSART 跟踪评审, 主要纠正行动有效性和实际效果获得 OSART 专家的肯定。

5. 在 1997 年开展反不良工作习惯和不良工作做法、克服习惯性违章工作的基础上, 加大纠正的力度, 并以 OSART 跟踪评审为契机, 推动这项工作。1998 年通过改进处、科级管理巡视制度, 重点检查是否存在不良工作习惯, 如: 不按程序或没有程序工作, 是否仍存在使用活扳手的情况, 工作人员是否清楚工作要求、风险, 工作现场是否符合安全要求等。对

于巡视发现的问题及时分析和采取纠正措施。

6. 完善设备巡视制度, 要求维修人员做设备主人。1998 年对各专业班组原有的设备巡视制度和巡视检查表进行了彻底修改, 明确规定了巡视范围、内容、设备、巡视要求、巡视记录、结果、巡视频度、巡视责任单位等, 同时提出了将维修部门提出的纠正性维修工作申请占全部纠正性维修申请的比例作为业绩指标进行考核。这一措施的落实大大地提高了维修人员设备巡视的质量和有效性, 通过设备巡视及时诊断和发现设备故障隐患, 及时通过工作过程消除故障, 提高了设备的健康水平。1998 年, 维修人员巡视提出的工作申请票数为 1444 张, 占全年纠正性维修工作申请总数的 23% (1998 年目标为 15%)。比例最高的月份达 49%。

7. 加快维修响应速度, 提高维修服务水平。1998 年对工作申请的响应提出了进一步明确的要求, 要求一级票必须随叫随到, 对主控室消除报警信号的时间建立了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 100%, 主控制室大部分时间实现零报警运行, 尤其是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。

同时针对以往事件多发于周末或深夜的情况, 提出正常工作日满负荷安排工作, 充分利用正常工作时间人员齐、人员精力足、准备更充分等特点, 尽可能在正常工作时间完成维修活动, 从而最大限度地减少非正常工作时间内的工作量, 尤其是紧急工作, 消除了产生人因失效的潜在因素。

8. 利用维修记录, 开始进行设备维修历史分析的探索。对维修历史进行分析, 从维修历史中找出导致设备故障或缺陷的普遍原因, 总结维修良好实践, 获得及时有效的维修经验反馈, 使预防性维修更加有效, 这是具有很大意义的工作。

1998 年初仪控处首先开始了维修历史分析的尝试, 并很快在维修部各处推广。分析工作包括: 建立工作票变化分析模型, 跟踪工作票变化趋势、分析变化原因, 对重要维修活动/重复维修进行跟踪和根本原因分析, 介绍良好实践。这一工作为提高设备管理水平和维修管理水平提供了新的手段。

9. 继续推动预防性维修大纲和维修程序的修改优化工作。1998 年 4 月底完成了对维修大纲的升版工作, 保证了第五次大修准备工作的顺利展开; 1998 年基本完成了维修程序的修改、优化工作, 这一轮修改程序共升版程序 4018 份, 取消不适用程序 921 份, 新编维修程序 209 份。维修程序的适用性已大大提高。

10. 针对尚未建立一套适合电站实际的维修工作过程管理软件、而原有的一些工作票管理软件之间相互独立、各自分散在各部门的微机中、数据之间缺乏联系、使用效率低以及不能对工作执行过程进行有效跟踪的情况, 从 1997 年 4 月开始, 组成了运行、维修、电脑中心工作过程联合课题组, 自行开发大亚湾核电站维修工作过程管理软件。1998 年 5 月开始试运行, 8 月全面投运。该系统的投入使用, 不仅提高了维修工作的效率, 促进了维修工作的规范化管理, 并为设备缺陷管理、完善设备维修数据库和建立标准工作文件奠定了基础。

11. 根据历次大修的经验, 第五次大修的准备工作在 1998 年 3 月就全面开始, 尤其是备品备件的采购早在年初就已开始推动。为了节省人力物力资源, 两台机组的大修准备工作同时启动。由于各级管理层重视, 要求明确, 第五次大修备件准备比前四次大修有质的变化。3 月底提出 1610 项采购申请, 6 月 30 日前提出的申请占全部大修备件的 75%, 为采购争取了充裕的时间。第五次大修备件的到货率达 80.3%, 为历史最高水平。针对第五次大

修的特点(项目多、工期短、人员新、标准高),精心组织、认真实施、四部人员团结协作,在坚持“以安全为基础,以质量为中心,以计划为龙头”的大修方针前提下,要求参加大修的工作负责人做到五个明白(明白工作时间窗口,明白工作内容,明白专用工具、备品备件状态,明白大修过程中接口对象,明白再鉴定试验验收标准),确保责任到人。2号机组第五次大修只用43天工期完成了各项任务,创造了投产以来大修的最短记录,在工期管理上上了一个台阶。

12. 1998年根据公司的计划,在质保部的帮助和支持下开展了以业绩为中心的维修质量管理工作,各执行部门指定了质保协调员,并专门组织质保协调员进行质保培训,提高在本部门开展质量控制工作的能力,同时建立顺畅、快捷的与质保部沟通交流的渠道。对维修人员组织进行了全方位的培训,保持和提高安全、质量意识和维修技能。同时从计划工作开始通过对工作过程各个方面活动的优化,提高了维修工作的整体质量。同时质保部在维修部门建立了驻维修部办公室,对维修质量控制工作给予了积极的推进,并独立开展质量保证工作,尤其在大修准备和实施阶段,对影响维修质量的每个环节进行了有效的独立评估,为保证质量发挥了积极作用。

在坚持以业绩为中心的维修质量管理原则下,在评价多年来维修工作质量控制的实际情况和效果基础上,对维修的QC政策和执行程序进行了全部修订,各执行处成立了独立的QC组织,积极开展工作。

根据前四次大修经验,第五次大修成立了直接向大修经理负责并由维修部、一核生产部、二核生产部、质保部人员组成的独立QC队,全面承担全部大修活动的质量监督和控制任务。大修的实践证明这一尝试是成功的,同时大修的结果也告诉我们工期与质量是相互统一的。

13. 1998年4月在广东省召开的继电保护专业会议上,广东大亚湾核电站继电保护专业荣获了《全国电力系统保护管理年先进单位》和《继电保护正确动作率100%先进单位》。继电保护工作详见2.1.1.7。

14. 二核生产准备工作作为维修部的另一个主要任务,在充分保障一核安全生产前提下,充分挖掘技术、人员潜力、合理优化地调整组织机构,为工程设计、调试、安装、生产准备部门输送和派遣有工作经验的技术和管理骨干,并独立承担维修生产准备领域的工作,完成编写“二核维修生产准备规划书”、调试参与计划,参与制定二核生产准备业绩指标体系,审查、修改生产准备阶段工程与接产相关管理文件,积极向二核建设提供有效经验反馈,审查二核非工艺建筑物的设计,按照群堆管理模式参与备品备件和专用工具的接收和管理,对380T/190T吊车进行恢复性维修,1998年7月正式成立维修技术文件编写队,全面策划和启动维修技术文件的编写工作。

15. 为了满足广东核电发展需要,根据大亚湾核电站培训委员会决定,维修部对未来五年的培训需求进行了分析,制定了五年培训规划,对岗位专业知识和技能培训要求(PQTR)进行了全面修改,并按照新的PQTR进行培训。同时开展了大量的、多形式的在岗培训,如静止设备的阀门检修培训、转动设备的离心水泵培训、电气仪表的《基本仪器仪表的使用》培训等,取得了良好效果,服务处的计算机辅助教学在岗位培训方面发挥出积极的作用。

维修培训基地的2000年规划获得电站培训委员会批准,并进入实施准备阶段。在现有条件下通过努力在培训中心建立了转动机械和静止机械检修操作培训室,开始在检修培训中

发挥作用，并为维修培训基础建设提供有益的实践经验。

积极通过国外技术交流和技术培训提高自身的维修能力，1998年安排了：上充泵维修技术培训，VVP主蒸汽隔离阀维修技术培训、辐照监督管以及中子测量盒切割步骤与程序及压力壳钢辐照力学性能变化试验结果分析技术培训，GRE/GSE汽轮机截止/调节阀门驱动机构、执行机构检修技术培训、快速声波检漏仪和旋转超声管道探伤仪的操作培训。通过姐妹电厂之间的交流，了解了国外以可靠性为中心维修(RCM)实施方法、状态监测和预见性维修的技术、大修计划的优化、放射性固体废物管理措施和工艺技术等。

根据《核电职业技能鉴定机构的建立方案》，安排了33名机械、电气、仪控、服务技术人员参加并通过了核电职业技能鉴定考评员实操考核，使核电职业技能鉴定拥有一支相对稳定的、符合要求的核电职业技能鉴定考评员队伍。

### 2.1.2.2 维修工作票执行情况

#### 1. 维修工作票管理概况

加强维修工作票管理是提高电站设备维修管理水平的一个重要环节，1998年通过采取三天滚动日计划实施维修工作的全范围跟踪，并对每周周转票量进行统计和监督，各维修工作执行部门提高了对工作票管理的重视程度，加快了工作票的响应，从而推动整个维修工作票的管理向更加规范化的方向发展，最终提高了设备的健康水平和运行的可靠性。

1998年维修工作票管理的一个重大变革是以WPMS(工作过程电脑化系统)代替WRS(工作申请管理系统)。WPMS系统的投运弥补了原有WRS系统的许多缺陷，使整个维修工作流程更为规范，记录的信息更为完整。0/9号机组的纠正性维修工作票从1998年5月开始使用WPMS系统，预防性维修工作票从8月中旬使用WPMS系统，1/2号机组纠正性工作票从8月25日开始也全部使用WPMS系统。

以下统计范围为1998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的工作票，其数据来源于WRS和WPMS系统中的记录。

#### 2. 1998年维修工作票总量统计

见表2.1.2.2-1

表 2.1.2.2-1 维修工作票统计

	1998年	1997年	1998年/1997年
预防性维修	4004	2421	1.65
纠正性维修	5994	5699	1.05
合计	9998	8120	1.23

与1997年比较，预防性维修工作票量上升64%，纠正性维修工作票量上升5%，总的工作票量上升23%。1998年设备预防性工作票量比1997年人大增长，纠正性维修与预防性维修工作票量的比例正在逐渐减小，但纠正性维修工作票量却比1997年还略有增加，这说明在增加设备预防性维修量的同时，还应注意实施预防性维修“质”的方面，即要不断地优化设备预防性维修，实施有效的预测性维修，并注重提高设备维修的质量，才能真正有效地减少设备故障次数，提高设备的完好率。图2.1.2.2-1为电站历年工作票量变化趋势。

#### 1) 按机组分类统计

见表2.1.2.2-2。

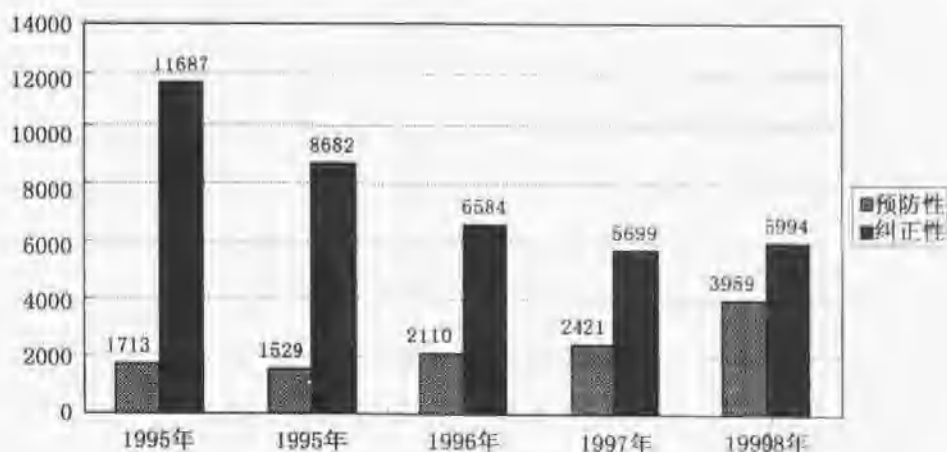


图 2.1.2.2-1 电站历年工作票变化趋势

表 2.1.2.2-2 各机组维修工作票统计

	纠正性		预防性		总数	
	1998年	1997年	1998年	1997年	1998年	1997年
1号机组	2269	1826	1323	840	3592	2666
2号机组	2347	2037	1287	624	3634	2661
0, 9号机组	1378	1836	1349	957	2727	2793

1号机组纠正性工作票量比1997年增长24.3%，预防性工作票量比1997年增长57.5%；2号机组纠正性工作票量比1997年增长15.2%，预防性工作票量比1997年增长106.3%。两台机组纠正性工作票都比1997年有不同程度增长，表明机组直接相关的系统和设备上的故障次数并未因预防性维修工作量增加得到减少，由此可知提高大修和日常维修质量仍是减少设备故障次数的关键。0, 9号机组上的纠正性工作票量比1997年下降15.2%，表明两机组公用系统和设备运行的可靠性有所提高。

#### 2) 按专业分类统计

见表 2.1.2.2-3。

表 2.1.2.2-3 按专业统计的维修工作票

	预防性			纠正性			总数		
	1998年	1997年	1998年/1997年	1998年	1997年	1998年/1997年	1998年	1997年	1998年/1997年
静机	756	311	2.43	1191	1271	0.94	1947	1582	1.23
转机	2107	1518	1.39	1139	1172	0.97	3246	2690	1.21
电气	1006	543	1.85	658	688	0.96	1664	1231	1.35
仪表	76	49	1.55	2491	2345	1.06	2567	2394	1.07
服务	0	0	—	323	178	1.81	323	178	1.81
技术支持	59	0	—	192	45	4.27	251	45	5.58
总计	4004	2421	1.65	5994	5699	1.05	9998	8120	1.23

1998年与1997年相比,静机、转机、电气、仪控专业的纠正性工作票基本持平,而服务和技术支持分别比1997年增长81%和327%,特别是技术支持由于工程改进、性能、土建、技术管理等专业工作量加大而票量增加尤为明显。仪控专业的工作票仍在纠正性工作票总量中占半数左右,而且比1997年还略有增加。因仪表控制方面的故障对机组运行存在的威胁较为直接,加强维修管理减少仪控设备的故障次数仍是保证机组安全稳定运行的一个主攻方向。

### 3. 一级工作票统计

见表2.1.2.2-4。

表2.1.2.2-4 一级工作票统计

	静机	转机	电气	仪表	服务	技术支持	总计
1998年	125	130	77	408	23	4	767
1997年	112	115	61	465	30	3	786
1998/1997	1.16	1.13	1.26	0.88	0.77	1.33	0.98

静机、转机、电气和技术支持专业的一级工作票量分别比1997年增长16%、13%、26%和33%,仪表和服务的一级工作票量分别比1997年减少12%、23%,但仪控专业的一级工作票量仍在一级工作票总量中占主导地位。1998年一级票总量比1997年一级票总量减少2%,说明危及核安全和机组安全运行的设备故障在减少,总体的机组运行稳定性在提高。

### 4. QSR 设备维修工作票统计

见表2.1.2.2-5。

表2.1.2.2-5 QSR 设备维修工作票统计

		静机	转机	电气	仪表	服务	技术支持	总计
预防性	1998年	145	531	154	13	0	0	843
	1997年	76	368	70	0	0	0	514
纠正性	1998年	191	204	117	582	30	8	1132
	1997年	180	182	107	601	51	7	1128

与1997年相比较,QSR设备预防性维修发出票量增加39%,纠正性维修工作票量基本持平(增加0.35%)。从工作票量对比可从一个侧面说明电站QSR设备的健康状况未有明显的进步和改观,因此必须以提高设备维修质量和优化QSR设备预防性维修为手段,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

见表2.1.2.2-6。



表 2.1.2.2-6 周转工作票统计

月份 (1998 年)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
预防性	21	16	32	13	29	12	30	24	39	33	35	24
纠正性	89	65	147	151	59	125	139	251	180	104	89	64
总计	110	81	179	164	88	137	169	275	219	137	124	88

周转工作票是一个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的存量数据，它以每月最后一天统计的各执行部门所有待执行的工作票总量为准。从 1998 年该数据各月的分布趋势来分析：由于 2 月份和 12 月份分别处于 1 号机组第四次大修和 2 号机组第五次大修中而缺少了一个机组周转票量的统计，所以这两月周转票量较小；8 月份由于 WPMS 系统的投运，工作票管理处于一个过渡区，周转工作票量达到一个高峰，从 10 月份开始恢复到正常水平；5 月份是 1998 年周转工作票量最好的一个月，见图 2.1.2.2-2。

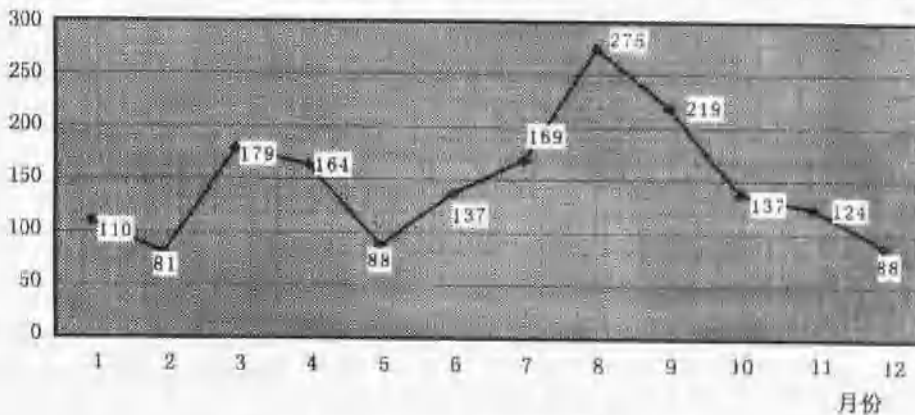


图 2.1.2.2-2 1998 年周转票量按月分布图

## 6. 等状态工作票统计

见表 2.1.2.2-7。

表 2.1.2.2-7 等状态工作票统计

月份 (1998 年)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
票数	17	17	22	25	30	32	34	38	34	48	32	33

等状态工作票包括需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，但其中没有包括要等在换料冷停堆状态下才能安排的工作票。机组连续运行时间越长，其等状态工作项目会累积得越多；每安排一次停机检修则能降低等状态工作票量（比如 8 月→9 月，10 月→11 月）。减少等状态工作票的手段：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；四是设备自身固有可靠性的提高。

### 2.1.2.3 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

根据电站投入商业运行几年来,预防性维修工作在计划和执行过程中的经验反馈,1998年维修部组织各处对所有的预防性维修大纲进行了全面的修改升版。其中机械升版了155份,电气179份全部升版,仪表升版了101份。预计在1999年内可以全部完成升版。

检修规程方面,静止机械处已生效959份(占静止机械设备检修规程总数1111份的86.32%,转动机械处已生效1400份(占转动机械设备检修规程总数1415份的98.94%);电气处已生效721份(占电气设备检修规程总数725份的99.45%);仪表计算机处已生效625份(占仪控设备检修规程总数658份的94.98%);现场服务处使用的313份规程已全部完成并生效。

电气处在升版维修大纲、检修规程的同时,针对原来规程过多的问题,通过采用通用规程的办法,将原来1、2号机组标准设备按设备标识编号的专用规程进行了归并,此举共删除了772份检修规程。另一方面,电气检修大纲的汉化工作也已基本完成。

## (2) 预防性维修计划的优化

经过一年多的数据搜集整理,1998年初,MAP计划科制定了一份包罗所有日常预防性维修项目的年度预防性维修计划,从而加强了预防性维修工作的计划性,改变了原先只能依据落后的计算机软件每周提供的清单来安排工作的被动局面。另一方面,按设备的功能及运行方式制定了一些检修组合,把相关专业或设备的工作编排在一起,减少了因计划原因产生的设备重复隔离,提高了系统/设备的可用率。

在1998年度,实现了周滚动计划,让各部门通过周滚动计划列出的未来几周工作清单对未来几周的工作安排做到心里有数,合理安排人力,保证了计划的可实施性。

## 2. 预防性维修活动的实施及评价

(1) 预防性维修大纲及规程的不断优化,使得预防性维修的内容趋于合理,而预防性维修计划的优化,则使维修工作量在全年得到较为合理的安排。两方面的作用,使得1998年执行的预防性维修工作票量达到了3959份(不包括大修项目),比1997年的2421份多了63.5%。1998年共收到纠正性维修工作票5994张,比1997年的5699上升了5.2%,主要原因是新的工作过程管理软件(WPMS)投运后工作统计方式有所改变。

(2) 1998年纠正维修与预防性维修工作票数的比例为1.5:1(不包括大修工作),低于管理目标的上限(2:1),并保持逐年下降的趋势(见图2.1.2.3-1)

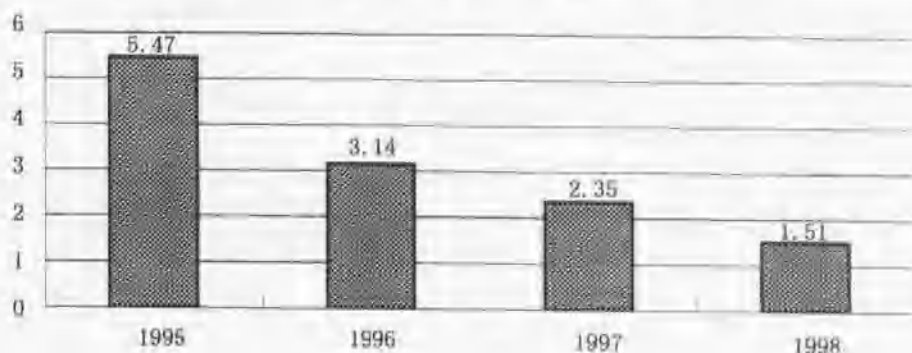


图 2.1.2.3-1 纠正性与预防性维修工作票之比变化趋势

(3) 1998年在预防性维修工作量大幅度上升的情况下,纠正性维修工作票量不降反升,除统计方式的改变有一定影响外,从另一方面也说明了我厂的预防性维修确实存在工作过量而有效性和针对性不够的问题。这一问题已被我厂的各级管理人员和技术人员认识到。1998年电站组织了技术骨干到国外学习RCM(以可靠性为中心的维修),同时邀请外国专家来厂介绍RCM的运作方法,预示着我厂的预防性维修工作将从单纯的定期维修开始向更为先进的维修方式转化。

## 2.1.3 放射性废物排放与管理

### 2.1.3.1 放射性废气排放与管理

1998年度GNPS通过气态途径释放到环境中的惰性气体总量为23.51 TBq,相当于国家批准年排放限值的2.06%,低于公司制定的目标管理值3%;排放的放射性卤素及气溶胶为101.42 MBq,相当于年限值的0.267%,与法国1997年900 MW机组(两台)持平(0.1 GBq)。上述两项与1997年相比均有较大幅度下降,见表2.1.3.1。放射性气体释放减少的主要原因是:1998年度两台机组运行状况良好,均未发生燃料包壳破损,且未发生任何核系统设备大量泄漏放射性流体而长期不能查明原因的事件。此外,1998年度两台机组在大修前后的氮气吹扫阶段运行控制良好,使TEG废气产生量很小,从而充分保证了含氢废气的衰变时间。

表 2.1.3.1 GNPS 历年气态流出排放状况及与法国比较

	GNPS 年限值	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	法国同类机组2台	
							1997年排放量	年限值
惰性气体 (TBq)	1 140	22.7	80.2	43.6	31.1	23.5	9.6	1 150
卤素+气溶胶 (MBq)	38 000	424.0	720.0	229.0	116.0	101.4	100	37 500

1998年度TEG排放含氢废气仅13罐,两台机组反应堆厂房安全壳扫气共38次,通过厂房通风系统连续排放的惰性气体占惰性气体排放总量的96%,TEG排放和两台机组反应堆安全壳扫气各约占到总量2%,上述三项所占份额与1997年度基本持平。

1998年所做的一项重要工作是KRT017MA的扣本底试验。为定量地扣除仪器本身及环境大气在通过KRT017MA时产生的本底计数,更精确地测量惰性气体的活度,在年初就制定了计划,即用厂房内气体、存放了1个月以上的和新鲜的压缩空气共三种,在该通道上按四个季度(以避免季节变化带来的影响)进行试验,现已做了三次,预计1999年一季度做最后一次,即可确定运行期间不同季节的本底水平。

### 2.1.3.2 放射性废液排放与管理

#### 1. TER

1998年度通过TER系统向环境中排放73罐次,计32 303 m<sup>3</sup>的放射性废液(注:9月份,因TER01/02BA内部防腐,由01/03BA排放废液265 m<sup>3</sup>和50 m<sup>3</sup>),其中所含的除氟放射性核素的总量为2.49 GBq,相当于国家批准排放废液年限值的0.36%,远低于公司制定的目标管理值1.8%;氟的释放量为27.57 TBq,相当于年排放限值的49.5%,上述排放量

较 1997 年度分别下降了 78% 与 3%，见表 2.1.3.2。

表 2.1.3.2 GNPS 历年液态流出排放状况及与法国比较

	GNPS 年限值	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	法国同类机组 2 台	
							1997 年排放量	年限值
除氚放射性核素 GBq	700	89.2	26.9	9.3	11.3	2.5	3.4	750
氚/TBq	55.6	22.2	10.1	22.1	28.5	27.6	20.1	55

该项废液排放有如下特点：

(1) 由于采取了 TEU 排往 TER 的废液  $\gamma^T < 1 \text{ MBq/m}^3$  的控制指标，向环境排放前的取样表明： $\gamma^T$  大多数为  $10^4 \sim 10^5 \text{ Bq/m}^3$ ；8 种核素中，只有  $^{110m}\text{Ag}$  的检出频率最高，其余核素几乎都小于探测限值，统计时按探测限值计算。除氚核素的年排放量已经低于 1997 年法国 900 MW 两台机组的排放水平 (3.4 GBq)。

(2) 全年各月非氚核素累积排放量占年限值一般在 0.02% ~ 0.04% 之间。这主要是由于三废管理水平的提高，使年初两台机组第四次大修中未发生任何高放废液的误排泄漏，特别是 TEU 系统的除盐床及蒸发器，都处在正常运行状态。

(3) 关键核素  $^{110m}\text{Ag}$  的全年累积排放量为  $1.04 \times 10^9 \text{ Bq}$ ，比 1997 年下降了 8 倍，占 8 种排放核素总量的 42% (1997 年为 71%)，已低于 EIR 报告中 Case A 的水平。为了减少固体废物量，且 TEU 除盐床一直运行正常，全年仅反洗一次，仍具有较高的除盐效率，故一直未装大孔树脂。但除盐床出口主要成分为  $^{110m}\text{Ag}$ ，这也是在流出物中  $^{110m}\text{Ag}$  是最容易检出的原因。

(4) 1998 年初，为完成生产部制定的排氚目标值 (该值为年限值的 40%)，环境科根据 1997 年的情况，即上半年排量少，下半年多，特别制定计划，除大修期间定为 3% ~ 4% 外，其余月份一律定为 2%，并留有 8% 的机动份额，以期使氚的排放实现均匀，避免对环境 (主要是大鹏湾半封闭海湾) 产生“氚冲击和积累”。为此，曾在 7 ~ 8 月份利用海水交换较剧烈期间，主动排了部分氚水。实际情况为，氚的排放量比 1997 年略有下降，接近年限值的 50%，比预计的要多 10% 左右。其原因是：自 9 月份开始，TEP05BA 及 REA02BA 陆续更换浮顶，而这两个水箱的水主要是来自 TEP 回收蒸发液，为一回路提供补给水，氚活度为  $30\ 000 \text{ MBq/m}^3$  左右。浮顶维修前，水排向了 TER；其后，由于 TEP05/06BA 和 REA01/02BA 的化学指标——溶解氧 (DO) 和总电导 ( $\lambda^T$ ) 不合格，也排了部分含氚水，这样就使氚的排放量大为上升，其中 10 月份氚的排放量占年限值的 11%，而最低的月份仅占年限值的 0.61%。

## 2. SEL

1998 年度常规岛废液经 SEL 排放了 389 罐，计  $175\ 050 \text{ m}^3$  左右，比 1997 年增加了近  $10\ 000 \text{ m}^3$ ，这是由于常规岛凝结水处理系统 (ATE) 运行时，排出了部分废液。该废液除排放前取样分析外，还留有 100 ml/次累积月样，经  $\gamma^T$  和  $\gamma$  谱同时分析未见异常，表明未受污染。全年经 SEL 排放的废液无任何放射性污染，这与 2 台机组的 6 台蒸汽发生器未发生任何泄漏是一致的。

该项排放有如下特点：

(1) 随着国家法规的日趋严格及 GNPS 申请 ISO 14001EMS 工作不断进展, 该废水 pH 值受到了公司的关注。1998 年 10 月, 修改并完善流出物排放规程, 特别将  $4 < \text{pH} < 12$  改为国标要求的  $6 < \text{pH} < 9$ , 随后又临时采取了鼓气和加硝酸等方法, 中和因氨引起的  $\text{pH} > 9$  的废液, 故 11 月底 12 月初开始, 绝大多数的排放都符合了国标的要求。永久性改造方案正在实施。

(2) 常规岛废液  $\text{pH} > 9$  主要是由二回路疏水引起。由于二回路水的 pH 值靠加  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  调节, 约为 9.7, 泄漏后收集于 SEK 再转排 SEL, 所以 SEL 废水的 pH 值大多在 9.1~9.5; 如果常规岛设备冷却水系统 (SRI) 因化学指标需换水, 排出少量磷酸盐, 则 pH 值可能会接近 10。

(3) 当常规岛凝结水处理系统 (ATE) 投运时, 它的中和池废水的  $\text{pH} = 6.8 \sim 8.8$ , 由于 SEK 的容量较小, 故该中和池排水量小而持久, 稀释了二回路疏水; 另外, 因 ATE 运行工艺的要求, 二回路给水的 pH 值也由 9.7 降至 9.5 左右, 相应  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的浓度由 3.5 mg/kg 降至 1.5 mg/kg 左右。这二种原因使 SEL 废水的 pH 值大多数在 8~9 之间。

### 2.1.3.3 中低水平放射性固体废物处理

核电站放射性固体废物产量是 WANO 十大技术指标之一, 也是核电站的重要环境因素之一, 所以, 公司在确定今后 5 年关键业绩指标时, 确定了放射性固体废物产量指标, 见表 2.1.3.3-1。

表 2.1.3.3-1 放射性固体废物管理目标 (两台机组)

年 度	1998	1999	2000	2001	2002
产量/ $\text{m}^3$	210	200	190	170	140

为了实现这一目标, 我们收集了 WANO、EDF、南非及台湾核电站的有关信息, 从不同角度进行了分析比较, 找出差距, 确定改进方向, 编制了放射性固体废物管理改进计划。将指标分解到原始废物产量 (整备前的废物产量), 制定了对策措施, 经过一年的努力, 使固废产量由 1997 年的  $209 \text{ m}^3$  降到  $178 \text{ m}^3$ , 降低了 15%, 达到了历史最好水平。

#### (1) 1998 年放射性固体废物产量及历年产量比较

① 历年放射性固体废物产量比较, 见表 2.1.3.3-2。

表 2.1.3.3-2 放射性固体废物产量比较

年 份	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年
产量/ $\text{m}^3$	252	195	209	178

② 1998 年月产量统计, 见表 2.1.3.3-3。

表 2.1.3.3-3 1998 年月产量统计 (两台机组)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
产量/ $\text{m}^3$	3.47	9.66	39.35	6.72	0	7.8	1.05	2.31	29.93	21.47	3.99	52.22	177.97

③ 1998 年各种废物货包产量统计, 见表 2.1.3.3-4。

表 2.1.3.3-4 1998 年固体废物货包产量

货包类型		浓缩液 (桶)	废树脂 /桶	废滤芯 /桶	术废物 /桶	合计 /桶	体积 /m <sup>3</sup>
水泥桶	C1	22	28	4	2	56	112
	C2	-	-	-	-	-	-
	C3	-	-	-	-	-	-
	C4	-	-	10	-	10	12
金属桶	可压缩	-	-	13	163	176	36.96
	不可压缩	-	-	7	74	81	17.01
合计	m <sup>3</sup>	44	56	24.2	53.77	-	177.97

④历年各类放射性废物货包产量统计, 请见表 2.1.3.3-5。

表 2.1.3.3-5 历年放射性废物货包产量对照表

货包类型		1995 年		1996 年		1997 年		1998 年		累计产量	
		/桶	/m <sup>3</sup>	/桶	/m <sup>3</sup>	桶	/m <sup>3</sup>	/桶	/m <sup>3</sup>	/桶	/m <sup>3</sup>
水泥桶	C1	77	154	56	112	67	134	56	112	285	570
	C2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2
	C3	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2
	C4	21	25	22	27	12	14	10	12	77	93
金属桶	可压缩	175	37	155	33	165	35	176	37	733	154
	不可压缩	153	32	111	23	122	26	81	17	539	113
合计		—	252	—	195	—	209	—	178	—	934

⑤浓缩液产量统计, 见表 2.1.3.3-6。

表 2.1.3.3-6 浓缩液产量 (m<sup>3</sup>)

年 度	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年
TEU 浓缩液	10	18	13	13.8	8.5

1998 年度 TEU 系统共产生两批浓缩液 8.5 m<sup>3</sup>, 平均比活度为 12 350 MBq/m<sup>3</sup>。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, 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 (m<sup>3</sup>)

系 统	设计值	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	放射性水平
APG	12	39	9	7.5	12	9	无
PTR	3	0	3	1.5	1.5	0	高
RCV	3	0.93	2.79	0.93	3.72	0	高
TEP	10	0	0	0	3.0	4.5	中
TEU	6	1.5	3	1.5	4.5	1.5	中
合计	34	41.43	17.79	11.43	24.72	15	

⑦历年废滤芯产量统计, 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	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	放射性水平
APG	38	82	13	7	6	4	无
PTR	13	16	6	6	8	2	中
RCV	30	32	14	12	14	18	高
TEP	8	2	1	2	1	1	中
TEU	131	104	11	44	55	37	低或中
合 计	220	236	45	71	84	62	

\* 其中包括 RCV 上充泵去污产生 5 个废滤芯、REA 产生 1 个废滤芯。

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 废通风过滤器滤芯产量 (个)

年 份	1997 年	1998 年
通风机过滤器芯子	-	122
碘过滤器芯子	-	16
合 计	239	138

1998 年产生的废通风过滤器芯子全部拆卸, 滤纸作为可压缩废物压缩打包, 铁框被锯短, 作为不可压缩废物装金属桶。碘过滤器芯子仍暂存衰变 6 个月, 使<sup>131</sup>I 衰变, 经测量合格后作为常规废物处理。

⑨放射性废油产量统计, 见表 2.1.3.3-10。

表 2.1.3.3-10 历年放射性废油产量统计 (dm<sup>3</sup>)

年 份	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	合计
体 积	50	400	250	0	250	950

放射性废油均暂存于 QR 厂房。

⑩1998 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 1998 年固体废物管理指标完成情况比较 (m<sup>3</sup>)

年 度	1997 年实际值	1998 年目标值	1998 年实际值	完成状态比 1997 年	
公司目标值	230	210	178	—	
MGS 目标值	209	200	178	—	
指 标 分 解	浓缩液固化体	72*	48	44	-39%
	废树脂固化体	50*	72	56**	+12%
	APG 树脂装桶	0*	0	0	0
	废滤芯固化体	19*	15	24.2***	+27%
	技术废物***	68*	65	54	-21%
	合计	209*	200	178	-15%

\* 1997 年实际产量

\*\* 1998 年废树脂固化体产量比 1997 年高的原因是 1997 年有 5.1 m<sup>3</sup> 的废树脂未处理, 转入 1998 年, 1998 年有 1.5 m<sup>3</sup> 的废树脂未处理, 转入 1999 年, 相减后有 3.6 m<sup>3</sup> 的废树脂固化后产生的 24 m<sup>3</sup> 固体废物计入了 1998 年的产量。

\*\*\* 1998 年废滤芯固化体产量比 1997 年高的原因是 1997 年有 239 个废通风过滤器未处理, 转入 1998 年, 处理后产生的 21 个金属桶废物货包 (其中 14 桶可压缩废物, 7 桶不可压缩废物), 共 4.2 m<sup>3</sup> 固体废物计入了 1998 年的产量。

表 2.1.3.3-12 原始废物产量指标完成情况比较

年 份	1997 年实际值	1998 年目标值	1998 年实际值	完成状态比 1997 年
浓缩液/m <sup>3</sup>	13.8	10	8.47	-38.6%
废树脂/m <sup>3</sup>	12.7	11	6	-52.8%
APG 树脂/m <sup>3</sup>	12	12	9	-25.0%
水过滤器/个	84	75	62	-26.2%
通风过滤器/个	239	200	138	-42.2%
检修废物/m <sup>3</sup>	68	65	54	-20.6%

- APG 树脂暂时未被污染, 作为非放废物处理, 但它是潜在的放射性废物。
- 从表 2.1.3.3-12 可以看出, 1998 年各类原始废物产量指标完成情况良好。

## (2) 废导向筒处置

1995~1996 年因控制棒落棒时间超差更换下来的旧导向筒共 122 根, 均暂存于 1/2KX 装罐池中, 1997 年已提出处置方案, 由北京原子能研究院设计并制作金属结构件, 由深圳太阳管道厂将金属结构件浇灌在混凝土箱中, 共制作 14 个混凝土箱, 1998 年制作已完成, 预计 1999 年秋季可处理这些废导向筒。



### (3) 1998 年放射性固体废物管理经验与努力方向

#### 1) 1998 年放射性固体废物管理经验

核电站放射性固体废物管理系统经过 5 年的实施和改进, 日益完善, 并取得了显著的经济效益和社会效益, 主要表现在:

- 减少固体废物产量作为电站的成本控制的一个重要方面。
- 废物管理程序、废物处理技术规范、废物处理操作程序涵盖了核电站放射性固体废物管理的所有活动, 使废物管理科学化、规范化。
- 废物跟踪管理制度和废物货包档案的建立, 使放射性固体废物的来源、特性、处理工艺、废物去向、货包质量等信息有据可查, 为其最终处置提供了重要信息。
- 计算机管理软件的开发可提供各种报表, 具有强大的查询功能, 提高了工作效率和管理水平。
- 废物货包的活度计算方法的建立, 解决了非均匀放射性固体废物的活度计算问题。

在核电站三废管理中引入了 ALARA 原则和持续改进的管理思路, 瞄准国际先进水平, 通过技术交流, 学习和借鉴世界上先进的管理技术, 提高我们的管理水平。

#### 2) 存在的问题及 1999 年努力方向

- 继续加强培训, 提高员工的环保和废物控制意识。
- 2 号机组第五次大修跑水 16 次, 尤其是 2 EAS 浓碱储存罐跑碱 10 多吨, 给三废处理带来巨大压力, 经过稀释中和, 暂存于 9TER003BA, 等待衰变, 合格后排放。如果放射性水平高, 不得不浓缩后固化处理, 将产生  $150 \text{ m}^3$  放射性固体废物, 所以, 1999 年必须减少跑、冒、滴、漏, 严格控制废水产生量, 从源头上控制工艺废物产量。
- 将废水排放标准改为  $5 \text{ MBq/m}^3$ , 以减少蒸发处理量。
- 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。
- 对放射性固化体的配比及性能作进一步的探讨研究, 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。
- 1998 年, 为了解决混凝土包装容器长途运输和制造时的质量监督问题, 公司决定就近寻找供货商, 混凝土包装容器由原来的北京核二院(北京第二水泥管厂制造)供货改为深圳太阳管道厂供货。同时, 修改了技术规范, 将钢衬里直接浇灌在桶内。但是, 在修改技术规范时, 忽略了浓缩液固化时的热冲击, 导致浓缩液固化时 3 个桶裂缝(这 3 个桶的编号分别是: 1980027, 1980016, 1980053, 均已封盖, 并存于 QT 厂房), 不得不立即停止固化, 给桶内再加一个衬里, 才使 1998 年的两批浓缩液得以固化处理。所以, 1999 年必须改进水泥桶制造工艺, 解决热冲击和封盖光面结合引起的裂缝问题。
- 采购或定做一个带有铅屏蔽的手套箱, 以加强高剂量废物就地分拣, 降低操作人员的受照剂量。
- 尽快在固化站控制盘加装电流记录仪, 以控制固化时的加水量, 保证固化质量。
- 对封盖站进行改造, 以解决封盖时湿料配制量难以控制的问题。

#### (4) 放射性废物管理技术交流

- 按照公司的交流计划, 1996 年 10 月, 现场服务处 3 人赴法国特卡斯坦核电站进行为

期 1 个月的技术交流活动。

- 1997 年夏, 格拉夫林核电站的 Mr. BARBEAU 来大亚湾核电站进行技术交流。
- 1998 年 10 月, 现场服务处 1 人赴姐妹电厂格拉夫林核电站进行为期两周的技术交流活动。
- 1998 年 12 月下旬, 现场服务处 1 人随广东核电集团公司副总经理周展麟率领的代表团赴台湾参加了“两岸核安全研讨会”, 在会上就核废料的管理进行了交流。

放射性废物管理是一项长期而艰巨的任务, 管理手段与处理技术不断改进, 只有经常交流, 才能相互促进, 不断提高。

#### (5) 低中放废物处置

北龙处置场计划在 1998 年 10 月建成投运, 但因上海核工程设计院设计的主体工程浇注配方存在问题, 不得不在处置场现场重新试验, 由核工业 25 公司协助试验, 确定配方, 主体工程 1999 年 1 月 18 日开始浇灌, 计划 6 月底结束并开始安装, 10 月份可交付使用。处置场的营运许可证申请工作、与清原公司的营运合同谈判工作在 1999 年将取得实质性进展。

#### 2.1.3.4 工业废物处理

由于公司推行 ISO 14001 EMS 环境管理体系, 员工的环保意识提高, 降低消耗, 减少排放已成为人们的自觉行动。1998 年共收集废油 36 m<sup>3</sup>, 比上一年降低 35%, 废保温棉 26 m<sup>3</sup>, 比上一年降低 67%; 工业垃圾约 1720 m<sup>3</sup>, 比上一年降低 14%。历年工艺废物产量比较见表 2.1.3.4-1。废油主要来源为: 1SEK 油水分离池 71 桶, 2SEK 油水分离池 16 桶, 0SEH (FS) 油水分离池 61 桶, 大修现场各废油收集点 33 桶, 总计 181 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。

表 2.1.3.4-1 历年工业废物产量比较 (m<sup>3</sup>)

废物类型	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年
废油	100	138	55	36
废保温棉	10	124	80	26
一般工业垃圾	2900	2400	2000	1720

本年度收集的废油、废木头、废钢铁、废塑料制品均由合同采购处交龙岗物质回收公司收购, 废保温棉委托龙岗物资回收公司处理。按 ISO 14001 EMS 认证阶段提出的整改要求, 大亚湾核电站对设备码头旁的废料存放场彻底清理, 将安装调试以来堆放在此区域的废木头 96.5 m<sup>3</sup>、废钢铁 436.16 t 全部由合同采购处交龙岗物质回收公司收购, 使这一区域的面貌焕然一新。在此区域修建一个工业废物存放场, 以加强工业废物的存放管理。

#### 2.1.3.5 环境监测与评估

##### 1. 概述

广东大亚湾核电站 1998 年环境监测工作主要依照 GNPS “环境监测大纲”实施, 环境  $\gamma$  辐射监测的范围取 50 公里, 其余项目监测范围为 20-30 公里, 同时借鉴几年来环境监测的经验, 重点加强了对海洋环境样品的取样监督, 1998 年度海洋方面放射性监测的规模与第二次本底调查时相当。

- 1998 年度大亚湾海域放射性监测情况列在表 2.1.3.5-1
- 1998 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

表 2.1.3.5-1 1998 年度大亚湾海域放射性调查样品分析项目一览表

分析项目			总 $\alpha$	总 $\beta$	$^3\text{H}$	$^{90}\text{Sr}$	$\gamma$ 谱	$^{40}\text{K}$
海水*			—	6	54	6	7	6
沉积物	潮下带		26	22	—	4	26	—
	潮间带		—	4	—	—	4	—
海洋生物	甲壳动物	虾	1	4	2 $\Delta$	2	4	4
		虾菇	—	2	1 $\Delta$	—	2	2
		梭子蟹	1	1	—	—	1	1
	软体动物	珍珠贝	1	3	1 $\Delta$	2	4	2
		东风螺	1	2	1 $\Delta$	1	2	2
		鱼类	—	1	1 $\Delta$	—	1	1
		鲈鱼	—	2	1 $\Delta$	1	2	1
		沙丁鱼	—	1	1 $\Delta$	—	1	1
沙鲸皇		—	—	—	—	1	—	
其它鱼类		—	2	—	1	3	2	
	马尾藻		25	25	1 $\Delta$	6	25	25
合计			55	75	63	23	83	47
第二期本底调查			58	79	20	79	79	

\* 不包括排放渠海水  $\Delta$ : 有机氘

表 2.1.3.5-2 1998 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 $\beta$	$^{40}\text{K}$	$^{90}\text{Sr}$	$\gamma$ 谱	$^3\text{H}$
空气	辐射量率 (日平均) 累积照射	连续		AS1, AS2, AS3, BS1, BS2, BS3, BS4	2374					
		季			135					
	环境 $\text{CO}_2$	月		01 楼等 24 个点	264					
	气溶胶	日	3		1 057	2 113				
	气溶胶	月	3	AS1, AS2, AS3	36				36	
	空气中碘	月	3	AS1, AS2, AS3	35				35	
陆水	雨水	月	2	AS1, EM	17	14	13	1		16
	地表水	季	3	大坑, 岭澳, 枫木浪水库	10	10	10			10
	饮用水	季	2	01 楼, 水头	8	8	8			8
	地下水	月	2	PR1, P5	24	24	24	2	2	24
土壤	表层土	半年	7	鹏城, 惠东等	13	10			13	
	沉积物	年	2	岭澳水库 大坑水库	2	2			2	
水果	柑桔	年	1	鹏城	1	1	1		1	
	荔枝	年	2	鹏城, 惠东等	2	2	2		2	
植物	叶菜	年	3	鹏城, 惠东, 葵涌	3	3	3	2	3	
	萝卜	年	3	同上	3	3	3		3	
	大米	年	1	鹏城	1	1			1	
	现场草	年	1	现场	1	1	1	1	1	1
动物	鸡	年	1	鹏城	1	1	1		1	
	淡水鱼	年	1	鹏城	1	1	1		1	1
指示生物	马尾松	年	1	水库旁	2	2	2	2	2	1
合计					3 991	2 196	69	8	103	61

2. 样品分析项目

1998 年度环境样品分析项目除增加生物样品有机氟的测量分析外，其余分析项目与 1997 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见表 2.1.3.5-3。

表 2.1.3.5-3 不同监督项目采用的分析方法及测量仪器探测下限

项目		分析测量方法	测定装置	测量时间 /min	仪器本底 /cpm	探测下限
γ 吸收剂量		连续测量	γ 辐射连续监测仪，远程 γ 辐射监测仪站 LB133 手提式 γ 剂量率仪	连续		量程 1.0E-8 ~ 1Gy/h
		瞬时测量		瞬时		
累积剂量		TLD 元件： LiF, CaF2	HAR-SHAW4400	—	—	5 μGy
水中氟		蒸馏法制样，测量用 tritonx-100, C6H4(CH3)2 的闪烁混合液	Quantulus 1220 超低本底液闪谱仪	420	1	1.2Bq/L
总 β	气溶胶	用 φ50mm 的滤膜和大气飘尘采样器抽取空气样，β 测量	NU-20PC 多路低本底 α/β 测量仪	120	0.2μGy η>45%	空气样 144m <sup>3</sup>
	生物	灰化法，β 测量				灰样 2-3g
	土壤	烘干，筛选法，β 测量				土样 8g
	淡水	蒸发法，β 测量				水样 1L
	海水	铁明矾-氯化钡沉淀法，β 测量				海水样 3L
	排放渠水	蒸发法，β 测量				海水样 100ml
<sup>90</sup> Sr	生物	发烟硝酸法，β 测量 (A) HDEHP 萃取色层法 β 测量 (B) (GB11222.1-89)	LB770/5PC 10 路低本底 α/β 测量仪	1400	1	灰样 10g
	土壤					上样 200g
	淡水					水样 10L
	海水					海水样 5L
<sup>40</sup> K	水	火焰光度法 (Li 内标法) (GB11338-89)	PE2380 原子吸收谱仪			水样
	生物					灰样
γ 谱	气溶胶	直接测定空气滤膜 γ 谱	EG&G OR-TEC P-TYPE HEGe D. [GEM-70215-S] N-TYPE HPGe. D [GMY-40210] 低本底 γ 谱仪	80000s		空气样 4320M3
	碘	用 φ50mm 的活性炭盒采样器抽取空气样				432M3
	生物	灰化法，γ 谱测量				灰样 20g
	土壤	直接测定细干土 γ 谱				土样 200g
	淡水	蒸发法，γ 谱测量				水样 30L
	海水	亚铁氰化钴钾沉淀法 γ 谱测量				海水样 100L

### 3. 质量保证

1998 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。

- 技术人员需经培训、考核合格, 方能上岗操作。
- 经  $\gamma$  谱分析中国计量院考核样品,  $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{54}\text{Mn}$  测量值与标值偏差  $< 2.4\%$ 。
- 参加卫生部组织“全国环境水平放射性  $\gamma$  谱方法测量比对”。
- 为检验实验室分析数据的可靠性, 对环境  $\gamma$  谱分析和总  $\beta$  分析样品进行复检, 1998 年度  $\gamma$  谱分析复检率为  $24.3\%$ , 总  $\beta$  复检率为  $10.8\%$ , 经复检的样品  $100\%$  合乎分析要求。

### 4. 1998 年环境监测结果

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

1) 为了增强  $\gamma$  辐射监测站的实时监控、分析及数据自动处理的功能, 于 1998 年 6 月对 KRS 系统中央计算机的软、硬件进行了彻底的改造, 建立了局部网络, 7 个  $\gamma$  辐射连续监测站 1998 年度工作状况良好。连续监测与定点  $\gamma$  剂量率巡测结果表明: 除位于厂区 QT 厂房 (固体、废物长期贮存库) 附近的站位 ( $\text{AS}_3$ ) 外, GNPS 周围环境中  $\gamma$  辐射水平与本底调查时相比仍在正常涨落范围内, QT 厂房附近  $\gamma$  剂量升高是由于库内存入批量中放废物所致。但仍小于本底调查时大亚湾地区陆地  $\gamma$  辐射剂量率的最大值。

2) 1998 年度 38 个测点热释光累积剂量测量值范围为  $62 \sim 157 \mu\text{Gy}/\text{月}$ , 与本底调查时  $33.4 \sim 145 \mu\text{Gy}/\text{月}$  的测量值无显著差异。

#### (2) 大气飘尘放射性水平

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  $\beta$  测量分析, 未发现异常。各站大气飘尘样品总  $\beta$  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  $^7\text{Be}$  浓度变化趋势相似。气溶胶月累积样品  $\gamma$  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  $\gamma$  谱分析放射性碘的浓度水平均小于探测限。

#### (3) 淡水放射性

1) 雨水总  $\beta$  测量年平均值为  $44.9 \text{ Bq}/\text{m}^3$ , 与本底调查时  $60 \text{ Bq}/\text{m}^3$  的结果基本一致, 雨水中氚的水平很低, 最大值为  $2.5 \text{ Bq}/\text{L}$ ; 全年测氚 16 次, 仅 4 次高于方法探测限水平。

2) 地表水 (水库水、饮用水) 中总  $\beta$  放射性活度年平均值为  $59.8 \text{ Bq}/\text{m}^3$ , 与本底调查时  $63.5 \text{ Bq}/\text{m}^3$  的水平相当一致; 氚的放射性水平均低于探测限。

3) 地下水中总  $\gamma$  放射性活度年平均值为  $179 \text{ Bq}/\text{m}^3$ , 与本底调查值  $169 \text{ Bq}/\text{m}^3$  相比无显著变化, 地下水全年测氚 24 次, 范围在  $< 1.2 \sim 12.2 \text{ Bq}/\text{L}$  之间, 年平均值为  $3.0 \text{ Bq}/\text{L}$ , 与本底调查时平均值  $1.3 \text{ Bq}/\text{L}$  相比略有升高, 但与 1997 年度年平均值  $3.86 \text{ Bq}/\text{L}$  相比略有下降。 $\gamma$  谱分析地下水中  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{54}\text{Mn}$  等人工核素均低于探测限。

#### (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

1998年度在50公里范围内采集13个表层土样品,土壤中天然放射性含量,总 $\beta$ 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 $^{137}\text{Cs}$ 含量的范围 $<0.5\sim 3.32\text{ Bq/kg}$ ,平均值为 $1.65\pm 1.08\text{ Bq/kg}$ ,与本底调查时相应地区的水平一致。

#### (6) 海洋环境放射性水平

1) 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 $^{137}\text{Cs}$ 年平均活度( $2.14\pm 0.26\text{ Bq/m}^3$ ), $^{90}\text{Sr}$ 平均活度( $1.4\pm 0.5\text{ Bq/m}^3$ ),分别与本底调查时 $2.3\text{ Bq/m}^3$ 和 $2.7\text{ Bq/m}^3$ 基本一致,无任何增高的趋势。其它人工核素 $^{110m}\text{Ag}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{58}\text{Co}$ , $^{54}\text{Mn}$ 等均低于 $\gamma$ 谱仪探测限。 $^{40}\text{K}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{235}\text{U}$ , $^{232}\text{Th}$ 等天然核素和总 $\beta$ 均在本底调查值涨落范围内。1998年度在大亚湾海域共采集54个样品进行氡分析,其中12次测到痕量氡,海水中 $^3\text{H}$ 放射性水平在 $<1.3\sim 27.3\text{ Bq/L}$ 之间。与1997年相比略有升高,但仍低于EIR报告预期值。

2) 1998年度在西大亚湾水域共采集30个海洋沉积物样品,其中26个属潮下带,4个属潮间带,30个样品中仅9个测出痕量 $^{110m}\text{Ag}$ ,放射性比活度在 $0.4\sim 1.5\text{ Bq/kg}$ 之间,与1997年相比明显下降。 $^{137}\text{Cs}$ 的平均活度为( $1.35\pm 0.5\text{ Bq/kg}$ )与本底调查时平均值 $1.8\text{ Bq/kg}$ 基本一致。

3) 1998年度在海藻、软体类动物等海洋生物样品中仍可测出痕量的人工核素 $^{110m}\text{Ag}$ ,23个海藻样品中16个测出痕量 $^{110m}\text{Ag}$ ,比活度范围在 $<0.09\sim 1.66\text{ Bq/kg}$ 之间,与1997年度 $<0.07\sim 6.09\text{ Bq/kg}$ 之间相比明显下降。6个软体类动物在 $0.04\sim 1.57\text{ Bq/kg}$ 之间。6个甲壳类动物在 $0.05\sim 0.68\text{ Bq/kg}$ 之间,23个海藻样品中仅有2个样品测出痕量 $^{58}\text{Co}$ ,8个鱼类样品均未测出 $^{110m}\text{Ag}$ 。海藻类、软体类、甲壳类、鱼类等海洋生物样品中 $^{137}\text{Cs}$ 平均比活度分别为:( $0.062\pm 0.018\text{ Bq/kg}$ ),( $0.049\pm 0.022\text{ Bq/kg}$ ),( $0.061\pm 0.020\text{ Bq/kg}$ ),( $0.14\pm 0.07\text{ Bq/kg}$ ),与本底调查时平均值( $0.086\pm 0.03\text{ Bq/kg}$ ),( $0.043\pm 0.03\text{ Bq/kg}$ ),( $0.064\pm 0.04\text{ Bq/kg}$ ),( $0.10\pm 0.04\text{ Bq/kg}$ )相比相当一致,表明核电站释放的 $^{137}\text{Cs}$ 裂变产物的量极少,未使该类放射性核素的底水平产生明显变化。

4) 非放射性液态污染物的监测: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,洗衣房废水,凝汽器的加氯系统等,故电站现暂未装备一般工业污染物的监测设备。有关非放项目液态污染物的监测,采用每季度定期从排水口、进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、 $\text{BOD}_5$ 、氨氮类、石油类、pH等。分析结果显示全部送检海水样品符合一级海水标准。

(7) 1998年度GNPS对珍珠贝、虾、松针等12个样品进行有机结合氡测量分析, $^3\text{H}$ 比活度在 $0.86\sim 3.26\text{ Bq/L}$ 之间。

#### (8) 1998年度环境监测结论

1998年度GNPS环境监测工作认真遵循由国家环保局审核批准的《GNPS环境大纲》实施,并重点加强了海洋方面的监测。

通过一年来的环境样品取样分析,可以得出如下结论:自GNPS投入运行以来,继1994年度在核电站内东北方位的PR1地下水井测出过痕量氡,1995年度在大亚湾海域采集的部分海洋生物中检测出了痕量的 $^{110m}\text{Ag}$ 和 $^{58}\text{Co}$ 后,1998年的监测结果表明地下水中氡活度水平没有进一步升高的趋势。由于GNPS采取一系列措施,降低了废液中放射性核素 $^{110m}\text{Ag}$ 排放量,海洋生物中 $^{110m}\text{Ag}$ 的浓度水平与1997年度相比明显下降。

通过一年来对厂区边界 $\gamma$ 辐射水平及周围环境 $\gamma$ 辐射水平连续监测,周围环境 $\gamma$ 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:1998年度大亚湾核电站周围陆上环境放射性水平与电站投产前相比无显著差异,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。通过对海水、海洋生物及海洋沉积物的监测,结果显示:由于1998年度GNPS向海洋排放的放射性物质总量远远低于国家环保局批准的年排放限值的水平,故对周围海域环境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。

## 2.1.4 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

1998年,大坑水库和岭澳水库共同维持着一核的生产,二核的建设用水和所有人员的生活用水,是两个核电站主要的淡水资源。

两个水库间的传输管道已于1997年铺设好,实现了水的调运。由于岭澳水库的库容较大,在去年降水非常少,二核用水激增的情况下,全年各项用水都较为宽松。

有了岭澳水库的保障,为了确保大坑水库在突发性降水时的安全,大坑水库基本没有使用三孔闸门蓄水,而保持在安全水位。在高水位时还向岭澳水库调水32万 $\text{m}^3$ ,实现对水源的控制。大坑水库水位控制从根据气象的变化转变为用水的调配,这是个重要的转变。

1998年大坑水库总计供水257万 $\text{m}^3$ ,其中生产用水58.4万 $\text{m}^3$ ,余下的198.6万 $\text{m}^3$ 是现场的生活用水。全年库容和用水情况以图2.1.4.1-1表示。

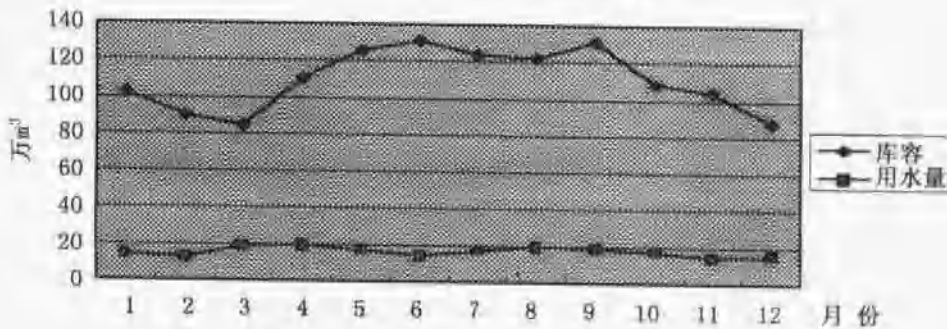


图 2.1.4.1-1 库容及用水量情况

从以上数据可以看到1998年现场人员比去年增加的情况下生活用水反而减少了56万 $\text{m}^3$ 。说明员工及承包商人员的节水意识增强和供水设施的改善。

1998年一项重要的活动是在11月份开始ISO 14001 EMS的认证工作,使水务管理上升到更高的层次。

#### 2. 除盐水生产

1998年除盐水生产系列SDA共处理生水58万 $\text{m}^3$ ,其中SER水的用量和去年持平,说明二回路补水率已经达到稳定。SED用水量比去年稍高,主要是ATE在上半年净化二回路和自身的调试用水较大的缘故。SEP用水量则降低了7万 $\text{m}^3$ ,降幅为35%,情况良好。

YA制水情况见表2.1.4.1-1。

表 2.1.4.1-1 制水车间水的生产量和消耗量

月份	生水	生水排放率 /%	除 盐 水			生活用水	SER	SED
			管线 1	管线 2	总量 1			
1 月	55448	0.00	13003	16033	29033	14006	22731	6302
2 月	38815	0.00	7860	8389	16249	13997	10118	8951
3 月	53653	0.00	10991	12872	23863	9728	16857	7006
4 月	43705	0.00	7998	12105	20103	11532	13272	8831
5 月	40401	0.00	9258	9082	18340	11764	12949	5391
6 月	54281	0.00	7923	11011	18934	14173	13464	5470
7 月	52791	0.00	13146	6719	19865	14857	16246	3619
8 月	52349	0.00	8618	7905	16523	19094	14531	1992
9 月	54790	0.00	7144	8020	15164	22763	13826	1338
10 月	44993	0.00	5623	5460	11083	18835	9905	1178
11 月	43629	0.00	6232	5613	11845	15732	10582	1263
12 月	45221	0.00	6596	6633	13229	15067	11569	1660
总计	580076	0.00	104392	109842	214231	181548	166050	53001

#### 2.1.4.2 化学试剂的使用与评价

在大亚湾核电站使用的重要的大宗化学试剂主要有：硼酸，氢氧化锂，联氨，液氨，盐酸，氢氧化钠，次氯酸钠，三氯化铁和磷酸三钠。

1998 年上述试剂的用量见表 2.1.4.2-1

表 2.1.4.2-1 1998 年大宗化学试剂用量

硼 酸/t	10.3	氨 水/t	20.65
氢氧化锂/kg	17.0	液 氨/t	16.4
盐 酸/t	653.5	联 胺/t	17.05
30% 氢氧化钠/t	216.02	次氯酸钠/t	700.05
50% 氢氧化钠/t	161.62	磷酸三钠/t	1.35
三氯化铁/t	64.0		

##### 1. 硼酸和氢氧化锂

随着运行人员对机组的熟悉与掌握，作为一回路中子吸收剂的硼酸和调节 pH 值的氢氧化锂的用量已经趋于稳定。尽管一回路没有大的泄漏，但由于 TEP 系统设备的不正常而导



致排硼水，使得硼的用量稍多。为了防止在机组临界时的腐蚀，及时加入氢氧化锂处理，使得升功率时锂的损失较大，全年的用量较多。

### 2. 氨水，液氨和联氨

作为二回路碱化剂的氨，1998年用量较大。比1997年大了一倍。主要原因是ATE系统的氨化运行，该运行方式消耗了大量的氨。1997年正是ATE系统调试的阶段。

为保证二回路除氧的效率，1998年将联氨在二回路的浓度提高了近一倍。所以联氨的用量比去年多。

### 3. 盐酸和氢氧化钠

二者主要应用于SDA和ATE系统树脂的再生及废液的中和。ATE系统本身的调试使盐酸和氢氧化钠的用量上升，同时ATE的用水又使SDA系统的酸碱用量加大。

### 4. 次氯酸钠

YA制水车间的用量已经稳定，大部分的用量在CTF系统。1998年CTE系统的可用率下降，为保证CRF和SEC的残余氯含量，CTF加药增多，使次氯酸钠的用量上升。

### 5. 三氯化铁

三氯化铁已连续四年维持在SDA系统每生产1万t除盐水消耗1t试剂的水平。

### 6. 磷酸三钠

1998年各冷却水系统(RRI, DEG, SRI)的排水、换水和泄漏率下降，对磷酸三钠的控制较好，反映出运行质量的上升。

综上所述，对大宗化学试剂的专项管理，不仅可以加强生产成本的控制，而且可以掌握设备的状态及运行的质量。

#### 2.1.4.3 外购电

大亚湾核电站的外购电通过220 kV水-核线向深圳供电局购买。220 kV水-核线作为核电站辅助应急外电源供电线路，在核电机组换料大修（主变压器检修期间）或机组因故停机且与主电网解列失去厂用电源时，它经220 kV/6.6 kV辅助变压器（32 000 kVA）向机组辅助安全设施供电；另外水-核线经过北区变电站时，“T”接有一台220 kV/10 kV变压器（18 000 kVA）供厂区办公、生活设施及二核施工用电。这两部分用电构成了大亚湾核电站的外购电量。

深圳供电局按非涉外企业高需求用户的标准收取220 kV水-核线电度电费。综合电价由电度电费和基本容量电费两部分组成，电度电费为0.76元/(kW·h)，另加0.03元/(kW·h)燃料及汇率浮动费，每月每kVA计费容量最少用电40 kW·h，实际低于此数时，按此标准计收。220 kV水-核线所装变压器总容量为82 MVA，基本容量电费按所装变压器容量的30%即24.6 MVA收取。其中5000 kVA以下部分按每月22.00元/kVA收取，5000 kVA以上部分按每月25.00元/kVA收取。则每月基本容量电费为600 000元。表2.1.4.3-1为核电站1998年外购电情况统计。

表 2.1.4.3-1 1998 年核电站外购电

月 份	外购电量/kW·h	支付电费/人民币：元	综合电价/元/kW·h
1 月	1 056 000	1 434 240.00	1.36
2 月	3 300 000	3 207 000.00	0.97
3 月	2 257 200	2 383 188.00	1.06
4 月	1 630 200	1 887 858.00	1.16
5 月	1 755 600	1 986 924.00	1.16
6 月	2 257 200	2 383 188.00	1.13
7 月	2 131 800	2 284 122.00	1.06
8 月	2 006 400	2 185 056.00	1.07
9 月	1 630 200	1 887 858.00	1.09
10 月	1 630 200	1 887 858.00	1.16
11 月	2 006 400	2 185 056.00	1.09
12 月	2 884 200	2 878 518.00	1.00

## 2.1.5 工程及电站改造项目

### 2.1.5.1 电站工程及改造项目管理

#### 1. 工程及改造项目管理

为了加强工程及改造工作的计划性，采用确定优先级的方法对项目进行管理，突出工作重点；加强了对工作过程的控制和管理，严格各级审查把关，提高了工作质量。1998 年底我们在总结过去经验的基础上，全面修改完善了工程改造系列程序，增强了程序的适用性。

#### 2. 工程及改造项目完成情况

1998 年我们共完成改造项目 55 项、工程服务申请 178 项；完成项目初步设计 33 项，详细设计 21 项。在机组第四次大修中我们完成了主变压器冷却器改造、SR50 系列电动头改进、汽水分离再热器壳体内衬板改进、CEX 凝汽器防腐工程等重大项目。“电站十大工程改造项目”在 1998 年都按计划推进，取得了进展，例如：第五台柴油机组扩建项目，已编写完成合同招标技术规范书；反应堆顶盖更换项目，已开始进行新顶盖的制造；主蒸汽/主给水管阻器减少项目已进入详细设计阶段；RRI 泵叶轮改造完成初评，正在进行详细设计；废旧导向筒处置包装容器制造完毕，准备验收；完成 TEP 扫气项目、2 号机组 RIS21000 mg/kg 浓硼回路改造等。在影响机组安全稳定运行的“电站十大技术问题”当中也有部分与工程改造有关，如 GEV 主变压器总烃含量高原因分析及低压侧冷却回路改进、LGB 储能电机烧毁原因分析及有关控制回路保险改型、LN\* 电容器爆炸原因分析及改型、LA\*/LB\*/LC\* 蓄电池损坏原因分析及通风系统改进等。这些问题有些已经解决，有些已找到原因并确定方案，进入设计和实施准备阶段。

#### 2.1.5.2 最终验收证书保留项

根据设备供应和工程服务合同的有关规定，对机组设备系统上仍存在的较小且不影响系统性能和运行的缺陷，作为保留项。1998 年初，电站仍未关闭的保留项共 42 项，涉及文

件、设计、制造缺陷等，其中核岛 11 项、常规岛 37 项。到 1998 年底，未关闭的保留项只剩下 7 项，其中核岛 4 项、常规岛 3 项。

在 1998 年，关闭的核岛项目有：DVN/DVK/DVL 风管外壁结露、柴油机问题、LNE 电容器问题、废旧导向管处置等；关闭的常规岛项目有：CEX 水锤问题、设计文件问题、高低压转子叶片、发电机转子槽楔黑斑问题等。

未关闭的核岛项目还包括：GCT 阀门内漏、RRI 泵叶轮汽蚀、KIR 松动部件探测系统和 RGL 提棒电流报警等，目前正在同 FRAMATOME 探讨这些问题的最终解决方案。常规岛保留项目中，有 2 项属备件供应、1 项为汽轮机厂房通风问题，目前已与 Alstom 达成协议，新风机可望在 1998 年底安装完毕，1999 年夏季投入使用，其他相关的两项备件也将在近期运到。

### 2.1.5.3 不符合项管理

#### 1. 不符合项管理现状

1998 年度的不符合项管理面对新的形势和任务，在以下几个方面加强了工作力度，取得了新的进展：

(1) 完成了程序 IP/DEF/020 “不符合项的报告和处理”的修订升版，新版程序既保证对不符合项过程的严格控制、跟踪和记录，又达到进一步简化路径，加快文件处理流程，提高工作效率的目标。

(2) 为适应生产部“一分为四”引起的机构和人员变动以及新员工增加较快的情况，通过每月的不符合项协调会和其它各种机会，向各相关处的协调人进行宣传、讲解，推动了新版程序的实施。

(3) 加强了大修期间对现场不符合项报告的快速响应和处理跟踪。要求报告部门尽早将不符合项的有关情况通告技术支持处相关人员，不必等待不符合项报告的正式文件审批和传送。这种及时沟通的做法一方面可以节省时间，有利于大修进度，另一方面可以避免一种现象，即执行部门未经技术支持及其它相关人员（包括安全工程师、运行工程师、质保工程师）的参与、商议和认可就在现场自行处理不符合项，致使事后无法作进一步的测试、分析、论证和判断，造成不符合项状态失控的后果。

(4) 实现了不符合项状态数据库上网。1998 年度技术支持处技术管理科经过努力，将原有不符合项数据库由单机 Access 形式转化为网络 Foxpro 形式，终于完成了使不符合项数据库上网任务。现在该数据库得到随时更新和认真维护。电站各级领导和员工可以方便地查阅有关资料信息，方便了相互沟通，有利于对不符合项管理的监督和推动。

#### 2. 不符合项分类统计

截至 1998 年 12 月 31 日，不符合项报告的分类统计情况见表 2.1.5.3-1。

表 2.1.5.3-1 不符合项报告分类统计表

发出部门	发出数量	质量等级			状态*				
		QSR	QR	NQR	OP	CR	EW	CL	RE
MEE	124	41	80	3	2	3	2	117	0
MIC	424	111	198	115	5	3	1	415	0
MSM.MRM	349	153	190	6	30	22	7	284	6
MGS	5	3	2	0	0	0	0	5	0

续表

发出部门	发出数量	质量等级			状态*				
		QSR	QR	NQR	OP	CR	EW	CL	RE
OPO	34	3	31	0	3	1	0	29	1
原 OPT	9	7	2	0	0	0	0	9	0
MTS	62	27	30	5	2	6	3	51	0
OPH	4	1	3	0	0	0	0	4	0
OSL	3	2	1	0	3	0	0	0	0
总计	1014	348	537	129	45	35	13	914	7
比 1997 年末	+8	+46	+33	+1	+15	+10	-2	+50	+7

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

### 3. 大修不符合项处理情况

1998 年期间先后完成了两台机组的第四次大修, 2 号机组的第五次大修为跨 1998~1999 年度进行。关于这三次大修中处理的不符合项情况统计见表 2.1.5.3-2 所示。

表 2.1.5.3-2 大修中处理的不符合项统计

分 类		2 号机组 第四次大修	1 号机组 第四次大修	2 号机组 第五次大修*
质量等级	质量安全相关	14	10	20
	质量相关	14	17	18
处理方案	修 理	9	8	7
	改 造	2	7	4
	更 换	3	3	14
	返 工	0	1	4
	照 用	14	8	9
专 业	电 气	7	6	1
	仪 表	2	4	3
	机 械	19	17	34
状 态	关 闭	7	14	0
	工 作 结 束	5	4	2
	有 条 件 释 放	9	6	11
	打 开	7	3	25
共 计 项 数		28	27	38

\* 2 号机组第五次大修正在进行, 统计数据为截至 1998 年 12 月 24 日的状态。

#### 2.1.5.4 在役检查和金属监督

##### 1. 核岛在役检查

第四次大修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测, 二次侧管板清洁度电视检查 (ITV) 以及上部

构件的目视检查。

(2) 堆芯通量 (RIC) 指套管涡流检测, 测量导管与隔离阀焊缝 (共 100 条) 目视检查。

(3) 控制棒驱动机构 (CRDM) 和热电偶及贯穿件焊缝目视检查。

(4) 反应堆冷却剂系统阀体 (75 个) 目视检查。

(5) 核辅助系统支架焊缝 (抽样 33 条) 渗透检测。

(6) 反应堆螺栓、螺母的涡流检查。

(7) 核辅助系统容器和热交换器内外部目视检查。

(8) 控制棒 (RCCA) 涡流检测。

(9) 主泵飞轮超声检测和棘爪渗透检测。

(10) 2APG 001RF 传热管涡流检测。

(11) 核辅助系统小支管 (500 条) 焊缝目视和渗透检测。

检查结果表明, 所有受检设备和部件均处于良好状态。

1 号机组第四次大修首次使用 Eddytest 95/MIZ-18/SM-22 新型蒸汽发生器传热管涡流检测设备, 使关键路径工期比预计缩短了 16 小时。

2 号机组第四次大修 RIC 指套管检查未发现有已达到堵管或换管标准 (65%) 的缺陷管子, 但 37 号指套管上存在一个 45% 的磨损伤, 对此需提前做好堵管或切管的技术准备。

$^{110m}\text{Ag}$  是电站 1998 年度排放的废物中最主要的核素。它不仅危害生态环境, 而且对运行很不利。为查找目前堆回路中  $^{110m}\text{Ag}$  的真正来源, 大修中首次对当前堆内使用的所有 RCCA (每个机组 53 组渗氮 RCCA, 共 106 组) 进行了全面的涡流检查。检查结果显示, 所有渗氮 RCCA 均无明显磨损和裂纹, 因此控制棒 (RCCA) 不是大量  $^{110m}\text{Ag}$  泄漏的来源。

## 2. 常规岛在役检查

第四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、主汽门和调节汽门、轴承等的检查。尤其是提高了叶片静频测试和叶根探伤项目的技术要求。

(2) 低压加热系统 (ABP)、给水加热器疏水回收系统 (ACO)、给水除氧器系统 (ADG)、高压给水加热器系统 (AHP)、汽轮机旁路系统 (GCT)、蒸汽转换器系统 (STR)、发电机氢气供应系统 (GRH/GRV)、汽水分离再热器系统 (GSS) 等系统的压力容器和热交换器内外部目视检测。

(3) 凝汽器钛管涡流检测。

检查结果表明, 除一根钛管因发现超标缺陷被堵管和汽轮机低压内缸法兰第四级处轻度冲刷外, 其余受检设备和部件均处于满意状态。

## 3. 在役检查经验反馈

(1) 堆芯通量 (RIC) 指套管检查

在 2 号机组第四次大修的 RIC 指套管涡流检测中发生有 8 根管子探头通不过的问题。复查中有几根管子在用推拉器检测时, 探头未到达原受阻处就无法向前推进。反复检测发现每次受阻位置均不相同, 且越来越近。调查后确认是由于探头导管刚性不够导致的。对此, 用手动方式重新进行涡流检测, 检测结果未见异常。

根据以上经验在 1 号机组大修中选用导管刚性较好的新探头, 并使推拉器尽量接近指套管管口, 减小探头阻力, 同时降低推拉器探头推进速度, 缓慢推进, 一旦受阻则采用模拟手

动的点动方式推进，一改过去高速前进的操作方式。结果，1号机组大修的 RIC 指套管检查未出现探头通不过的现象。

#### (2) 控制棒 (RCCA) 检查

2号机组第四次大修 RCCA 涡流检测中，一组 RCCA 的两根控制棒不慎被撞弯。原因有以下三个：

1) RCCA 被吊装工具提升至最高位时，棒束下端头仍露出最低层保护栅格 45 mm，对这些棒束端头来说，除吊装工具四个角上的定位销外，其余无任何保护，存在被撞击的风险。

2) RCCA 涡流检测装置上有四块定位导向板，宽 100 mm，小于吊装工具底部四个定位销之间的距离 (155 mm)；导向板高 232 mm，高于吊装工具最低层保护栅格的高度 (155 mm)。在定位销尚未进入定位孔之前 RCCA 棒束端头就已无任何保护地进入检测装置导向板区域，吊装工具在下落过程中的摆动极易造成棒束端头撞击。

3) 操作人员在下落吊装工具时，注意力不集中，使吊装工具产生较大幅度的摆动，偏离检测装置中心位置，导致棒端头撞击导向板。使上述两种风险成为现实。

采用的改进措施：

1) 在检测装置的导向板上附加四条围板，实现四周闭合导向。这样一旦吊装工具的定位销进入闭合导向范围，即使吊装工具摆动，也不会偏离导向范围，使 RCCA 棒端在导向范围内免受撞击。

2) 操作人员倍加细心，尤其在吊装工具下落至导向范围之前，尽量对中，减小摆动。

实施以上改进措施后，在随后的 45 组 RCCA 检查中，未出现同类事故。

以上改进只能在闭合导向范围内保护 RCCA，若吊装工具下落时其定位销偏出 RCCA 闭合导向范围，仍会撞击 RCCA 棒端头。为了彻底解决这一问题，在 1号机组大修前对吊装工具上部的限位开关做了调节，将 RCCA 在吊装工具内的锁定位置上调约 60 mm。这样，棒束端头就被提到吊装工具最低层的保护栅格以上，使保护栅格真正起到保护作用。

彻底改进后，在 1号机组大修中 RCCA 检查未再发生相同的事件。

#### 4. 金属监督

大亚湾核电站金属监督工作主要包括金属材料金相检验、硬度测试，金属材料的化学成分测定，金属失效分析及压力壳材料辐照力学性能评估。近年来，现场金属实验室设备不断完善，1997年又从 ZEISS 公司购进一套图像分析仪，与原有实验设备结合，提高了实验分析能力。

金属监督的主要工作：

(1) 金属材料的化学成分分析。1998年度，对维修或失效的零部件材料 37项进行了化学成分分析。如 2RIS012VP 电动头焊缝材料成分分析，1GSS-MSR 螺栓及垫板成份分析。

(2) 1号机组和 2号机组第一根辐照监督管的分别提取以及压力壳材料辐照监督试验的全面展开；1997年 10月 13日~27日期间与法国电力公司电力中央试验室 (EDF/GDL)、原子能委员会 (CEA) 合作对辐照监督试验实施单位中国核动力研究设计院 (NPIC) 进行了试验准备以及相关技术文件准备的审查；1997年 12月 2号机组第一根辐照监督管提取，1998年 2月 4日 1号机组第一根辐照监督管顺利提取。

1998年 6月，在 EDF/GDL 完成辐照监督管切割以及最终评价报告编写等工作的培训。1998年 7月至 8月完成对 NPIC 所有辐照监督管切割和各项试验程序的最终评审。经精心准

备, 大亚湾核电站 1 号机组、2 号机组的第一根辐照监督管于 9 月 5 日正式开始切割, 并于 9 月 22 日完成监督管的切割以及各自中子探测盒的切割和试样分装。试验过程中主要发现问题为:

#### 1) 文件准备

由于长期的工作习惯所致, NPIC 一所对工作文件准备方面不够重视, 对质量计划的重要性不理解。

#### 2) 工具准备

热室设备较落后, 工具不能经常处于良好的工作状态。增大了操作的难度, 在操作人员的小心操作下, 工作进行尚顺利, 但工期较难控制。

3) 1 号机组的监督管切割过程中发现拉伸试样 B160 与原始文件资料不符、 $^{237}\text{Np}$  裂变片爆裂等不符合项。

(3) 为岭澳核电站现场建设提供相关技术支持。

(4) 完成多项金属失效分析, 主要包括:

1) 1DEG201GF 冷冻压缩机叶轮断裂失效分析;

2) 1CVI201VA 齿轮轴金属失效分析;

3) 2RIS012VP、013VP 电动头失效分析;

4) 整理 AHP、GSS 疏水阀阀底冲蚀失效分析报告;

5) 整理了 YA 厂房公用设备 SAR 空气管道泄漏分析报告;

6) 1CRF002PO 行星齿轮断裂失效分析报告等。

### 5. 焊接管理

大亚湾核电站的焊接管理工作主要包括焊接工艺评定、焊工资格审查和监督, 焊接材料及设备的管理。焊接程序及质量计划的准备和审查, 现场焊接及无损探伤的 QC 监督等。1997 年焊接活动涉及 1、2 号机组的三十多个系统, 包括常规岛 GSS 和 AHP 系统的应急疏水控制阀阀笼底部汽蚀的补焊; 主变新增冷却器支架及配管焊接、CFI 系统冲洗管道改造, MSR 不锈钢衬板加固焊接, 核岛 SEREG 阀门检修密封焊接等, 总共跟踪焊口近 1000 个, 审查射线探伤底片约 500 张, 焊口总返修率小于 10%, 达到焊接质量管理的预期目的。

#### (1) 焊接文件管理

1997 年准备了 182 份焊接工艺说明书及相应的质量计划, 大多与质量安全或质量相关; 对大修及改造项目中承包商准备的焊接文件进行了审查, 并设了质量控制点 (W/H 点) 进行跟踪监督。在与焊接相关的 12 个改造项目中, 对承包商准备的约 500 份焊接记录进行了审核, 指出并纠正其中的错误, 使最终焊接完工文件与现场相符。

#### (2) 焊工资格管理

1997 年, 对二三公司维修编制中的 15 名焊工的不同资格项目进行了 30 人次的考核; 对东北核电建设公司的 8 名焊工进行了 5 个项目共 40 人次的考核; 由于淮南核电公司隶属火电行业, 其焊工多数无不锈钢的焊接资格, 所以在 2 号机组大修前有针对性对其 5 名焊工的 3 个项目进行了 12 人次的考核。通过现场的考核, 保证了所有服务现场的焊工资格的有效性。

#### (3) 焊接材料及设备管理

根据仓库的库存情况, 制定年度采购计划, 保证库存量不低于库存下限。1997 年, 对碳钢、不锈钢、异种钢等四批药皮焊条按 RCCM 标准要求对焊接工艺性能定期鉴定试验,

其中的两批延长使用期至 2000 年初；

#### (4) 现场 QC 监督和无损探伤检查

在 1、2 号机组大修及日常维修期间，共现场监督、释放了约 300 个 H/W 点，有效控制了焊前准备、焊接实施和焊后检验、文件填写等重要步骤，保证了焊缝质量及文件的正确性、完整性。

#### (5) 焊接智能化管理

大亚湾核电站焊接工艺专家系统由业主与清华大学联合开发，历经三年的努力于 1997 年 10 月完成了第一、二阶段验收，为以后选择焊接工艺最优化和减少人为因素失误打下基础，但目前此软件有某些功能还有待强化。

#### (6) 经验反馈

1) 在 2 号主变压器新增冷却器改造过程中，我们发现改造合同中对设备预制阶段焊接质量控制无明确标准要求，也没有对预制阶段的设备提出质量跟踪监督要求，从而导致所有冷却器配管焊缝都存在严重的未焊透和错边等缺陷；而现场安装时，焊工资格及焊接质量也无法满足要求。针对发生的问题，我们及时采取措施，更换现场安装承包商，对所有预制焊缝进行 100% 返修，及时消除了隐患。因此，焊接工程师在改造项目的准备过程中必须参与各阶段文件审查。

2) 淮南电力检修公司，每次大修前两、三天，焊工和工作负责人才进现场，没有适应性练习和考核的时间，无法保证焊工资格和焊接质量要求。这些要求应在今后相应合同中明确规定。

3) 日常维修和大修焊接材料用量较少，而 RCCM 标准要求对药皮焊条作定期工艺性能试验，试验费用有时还高于焊条的采购价格，建议以后购买岭澳核电使用的焊条，以减少费用，而对不需定期鉴定的焊丝则由 MRO（手动采购）改为 CRO（自动采购）。

### 2.1.5.5 工程文件更新

1998 年度机构调整，成立了专门的部门——技术支持处技术管理科对文件修正申请（DUR）和改进项目文件更新进行协调跟踪，加强了对技术文件更新以及技术文件的控制和管理工作，也提高了文件修改过程的透明度。

1998 年度处理文件修正申请 1996 份，共修正文件 374 份；制作并发送 11 个改进项目的一类临时文件 37 份，完成 27 个改进项目所涉及的 242 份正式文件的修改。

针对 1997 年所发现的系统手册第九章阀门清单不全的问题和资料处基准文件库存在的同文件不同版本的情况进行了深入的调查，清查并修正了 900 份不同版本文件中的 100 多份文件，核对了常规岛部分 67 个系统的阀门清单，由于清查核对文件的工作量大，在 1999 年将继续全力进行这项工作，确保技术文件的系统性、完整性和准确性。

## 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

换料大修计划包括五个方面：十年大修计划、大修准备工作计划、大修框架计划、大修预检计划、大修执行计划。

#### (1) 十年大修计划

目前大亚湾核电站的十年大修计划见表 2.1.6.1-1：



表 2.1.6.1-1 十年大修计划

年 度	燃 料 循 环	1 号 机 组	2 号 机 组
1997	4	YRO	YRO
1998	5	YRO	YRO
1999	6	YRO	YRO
2000	7	SRO	YRO
2001	8	YRO	SRO
2002	9	YRO	YRO
2003	10	SRO	YRO
2004	11	TRO	SRO
2005	12	YRO	TRO
2006	13	SRO	YRO

其中：TRO——Ten Year Refueling Outage (十年换料大修)

YRO——Yearly Refueling Outage (年度换料大修)

SRO——Short Refueling Outage (短大修)

大亚湾核电站原有的大修类型是以法国核电站的模式为基础，分为十年大修 (T1)、五年大修 (T2)、年度大修 (T3) 三种 (见广东大亚湾核电站 1996 年生产运行年鉴)。经过八次换料大修的实践和国内外经验反馈，原有大修类型的划分已不适应 GNPS 大修的实际情况。为了使 GNPS 的大修工作进一步规范化，根据目前的预防性维修大纲、在役检查大纲、定期试验大纲、中长期工程改进计划的要求，将 GNPS 标准大修类型调整为以下三类：即 TRO、YRO、SRO，其具体内容见表 2.1.6.1-2：

表 2.1.6.1-2 修改后的标准大修类型

大修类型	主 要 工 作	工期：目标/计划
TRO	换料 低低水位检修工作 一回路水压试验 压力容器 MIS 机检查 安全壳密封性试验 蒸汽发生器 U 型管氨气检漏 蒸汽发生器二次侧水压试验 柴油机十年大修 重大工程改造项目 (如：更换反应堆压力容器顶盖) 高压缸、低压缸开缸全面检查 发电机抽转子	68 天/74 天
YRO	换料 低低水位检修工作 蒸汽发生器 U 型管涡流检查 核岛压力容器水压试验 一般改造项目 一个低压缸全面检查	38 天/43 天

续表

大修类型	主要工作	工期：目标/计划
SRO	换料 RRA-LOI 水位检修工作 蒸汽发生器 U 型管涡流检查 小型改造项目 装料后 RRA-LOI 水位（蒸汽发生器拆堵板） 一般年度检修项目	32 天/35 天

应该说明的是：年度换料大修的工作项目和大修工期通常受设备的实际状况和电网供电需求的影响，非标准的年度换料大修目标工期可能大于 38 天。

### (2) 大修准备工作计划

任何大修的成功必须有一个完整的准备计划。通常是在大修开始前八个月，由大修计划组根据大修管理程序 IP/ORG/041 制定出详细的大修准备工作计划，并在大修准备期间各例会上跟踪各个专业执行的情况，大修经理根据该计划协调大修准备工作中遇到的各种问题。该计划应包括以下几个方面内容：

- 建立大修组织机构
- 大修项目及文件准备
- 大修计划准备
- 合同谈判进度控制
- 备品备件准备
- 专用工具及通用工具准备
- 大修准备阶段接口管理工作
- 预大修工作
- 大修前现场准备工作

### (3) 大修框架计划

在准备阶段，大修计划工程师必须根据大修类型、大修项目，在大修前六个月制定出“大修关键路径水位图”；在大修前三个月制定出“GOR 主隔离图”；在大修前一个月制定出“常规岛主隔离窗口”。整个大修的关键路径、核岛/常规岛检修工作将按照这一套框架计划落实。

大修关键路径确定的同时，大修的目标工期也就确定下来了，而且所有的大修准备工作都将围绕着这个水位图展开，包括：备件采购、工具准备、承包商谈判、甚至年度发电计划等；GOR 主隔离图主要是用来指导核岛检修工作的安排，它是将核岛的检修工作以里程碑为窗口、围绕着重大设备来展开的，使重大设备（或系列）的计划不可用时间——也就是检修时间清楚、明了；常规岛主隔离窗口是将常规岛的检修活动按系统划分，给出所有常规岛系统的检修时间段，在不影响关键路径的前提下，保证常规岛按需要的时间恢复可用。

### (4) 大修预检计划

在机组功率运行期间，某些系统是部分运行（如 PTR、照明系统 DN\*/DS\* 等），某些系统则是根本不用（如吊车）。但在大修期间，这些系统或设备则要求完全可用，因而在大修前就有必要对其进行预防性维修及调试。根据设备在役运行状态，为了在大修期间进行有针对性的预防性维修，需要在大修前对一些系统或设备进行检查或试验来进一步明确大修期

间的维修内容，这些就是大修预检活动。

大修预检活动一般在大修前一个半月开始，通过日常运行计划结合预防性维修一起安排，根据工作的实际要求制定出大修预检计划。因有汽轮机跳闸风险，常规岛安全阀校验通常安排在大修前3天内进行，VVP安全阀试验是安排在降功率前进行；为缩短FRAMEX承包商到场时间，PMC调试在大修前两周开始并延续到卸料前；运行处对XCA、SKH、SGZ贮气量的检查也是提前进行，避免辅助系统对大修产生影响。

#### (5) 大修执行计划

GNPS的大修参考计划是由大修计划组以标准年度大修项目为基础、以GOR为原则、结合运行“D规程”、根据GNPS历次大修经验反馈、在充分参考运行和检修各处的实际情况后编制出来的。它对大修实际过程中所存在的技术能力、管理协调、人员素质等各方面因素对计划产生的影响考虑较少，也没有考虑突发事件的影响。它除了用来指导大修的实际工作外，还以此作为大修内/外部经验反馈和执行计划制定的基准，不断地优化大修计划。

GNPS大修参考计划中包括运行操作、检修活动、在役检查、定期试验、性能试验、物理试验等。这些项目按照一定的逻辑关系联系在一起，分阶段、按窗口用Microsoft Project 98(中文版)编制，计算机按照关键路径法自动计算出大修工期。

大修执行计划是以大修参考计划为基础，结合每年的实际工作项目(包括检修、试验、改造)编制出来的。

每年大修计划的具体编制一般分为以下几个阶段：

- 明确大修类型，确定大修项目和大修工期
- 大修起始日期的确定
- 大修计划的编制

在大修准备阶段开始大修执行计划的具体编排。在此阶段，根据大修参考计划和大修框架计划，把所有大修活动(包括预防性检修项目、在役检查、工程改造、定期试验、贯穿件试验、性能试验、纠正性检修项目、其它活动等)及其相关活动的信息资料，以一定的逻辑关系插入到大修参考计划中。这些资料包括：

- 工作描述；
- 完成工作所需要的工时；
- 资源(如负责部门、RX出入人数、环吊)；
- 逻辑关系(如前提条件、后续任务、超前滞后时间等)；
- 工作时间(如正常工作时间、24小时连续工作、每周7天工作等)；
- 特殊说明(如负责人及其通信手段、某些参数要求等)。

上述资料由计算机软件(Microsoft Project 98中文版)自动处理，产生关键路径，与水位图相互印证。

- 大修计划的审核

在大修执行计划编制初步完成后，计划工程师将其分发给各专业工程师、运行经理和安全工程师，由他们从各方面对大修计划进行审查，如有必要，再作及时的补充和调整。

## 2. 换料大修的组管理

### (1) 大修组织机构

1998年度是换料大修组织机构从项目管理模式向永久性大修组织机构过渡的一年。1997年的大修组织机构见当年的《广东大亚湾核电站生产运行年鉴》，1998年的大修组织机

构见图 2.1.6.1-1、图 2.1.6.1-2。

大修领导层是由大修协调员、大修经理、两个大修副经理、安全经理、质量经理、常规岛经理等七人组成的“大修指挥部”，其中：一名生产部副经理作为大修协调员代表生产部（即电站）负责监督整个大修的执行，一名维修部经理助理作为大修经理负责组织、指挥整个大修过程，一名大修副经理负责大修计划和日常事务的管理，另一名大修副经理负责大修期间的运行活动及其接口管理，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，一名质量经理组织由生产部、维修部、二核生产部、质保部等四部组成的 QC 队对大修活动进行独立的质量控制和监督，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。

大修协调管理层是由大修办公室成员所组成。这些大修办公室成员来自各相关处，按要求在大修准备和执行期间，需在同一间办公室办公，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。

大修执行层的成员来自各相关处，在大修前三个月组成大修队，在各专业负责人的直接指挥下开展大修的具体活动；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，第五次大修共指定 15 个项目负责人。

第五次大修组织机构的另一个特点是：由同一批人完成两台机组大修的准备和实施工作，这既是向永久性大修组织机构过渡的措施之一，也是原生产部一分为四的一个战略组成部分。其目的在于进一步规范大修的基础准备工作，以便将大修经验反馈落到实处，同时对大修办公室成员的工作水平和连续作战能力提出了更高的要求。

## (2) 大修例会制度

### • 早会

议题：1) 运行值班报告前一天的工作完成情况及机组状态；

2) 安全工程师从核安全角度提醒需关注的机组问题；

3) 计划工程师安排当天的工作、指明大修关键路径、并从计划的角度提醒需注意并解决的问题。

### • 常规岛协调会

议题：1) 承包商（淮南和东北）介绍前一天的工作进展、提出需业主关注并配合解决的问题；

2) 各执行处工程师提出需彼此配合解决的问题；

3) 常规岛经理指出承包商工作中存在的问题，并协调解决各种问题、安排好当天常规岛的工作。

### • 大修协调会

议题：1) 通报大修工作进展，提出安全、质量、计划、协调等方面需关注的问题；

2) 计划/运行/安全工程师从各自的角度提出需由相应部门关注并解决的问题；

3) 各专业反映各自工作中遇到的困难及需要其他专业配合解决的问题；

4) 当场协调并决定处理意见和方案。

### • 计划会

议题：1) 计划工程师在各专业协调人的配合下完成三天滚动计划的更新和调整，落实关键路径上的工作；

2) 讨论第二天的许可申请；

3) 协调解决各项工作安排的具体细节。

- 常规岛计划会

议题: 1) 承包商提出工作中遇到的技术问题细节并商量处理办法;

2) 讨论第二天常规岛方面的工作许可申请。

以上为第四、五次大修的一些例会, 第五次大修调整了例会的开会时间以提高会议效率, 并取消了常规岛计划会。

### (3) 大修的协调与管理

第五次大修从组织管理到工作过程都较以往有所区别, 主要表现在以下几个方面:

- 大修指导思想——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, 力争在安全、质量、工期方面有新的突破。
- 组织机构上——原生产部一分为四, 接口管理难度加大; 大修办公室第一次成立, 在管理运作上密切了协调层之间的沟通; 大修指挥部整体运作, 保证了大修领导层的高度统一, 体现出集体领导的优势。
- QC 队伍——由四部联合组成, 质检员临时脱离原行政单位, 对现场检修活动进行独立验证。
- 安全经理——设置一个安全经理统一管理核安全、工业安全、辐射防护、与 NNSA 接口、经验反馈等, 进一步加强领导的现场巡视和安全检查。
- 新人——为满足核电事业滚动发展的需要, 一大批新人在生产和检修一线开始独立承担起重要的工作, 并通过工作实践得到了锻炼, 为今后的工作奠定了人才基础。
- 项目负责人——逐渐起到项目总体协调人的作用, 例如反应堆本体、柴油机、气闸门、贯穿件试验等, 减少了在协调、接口上浪费的时间。
- 工作过程——WPMS 第一次在大修中投入使用, 虽然在实际操作中曾遇到一些困难, 但通过及时的经验反馈加以克服, 并最终将大修管理工作过程走上规范化的道路。
- 计算机管理全面应用——随着 OUTLOOK、SIS、EFS 等系统上网使用, 信息的交流渠道更加通畅; 大修计划上网使计划管理逐渐深入人心, 网上信息和文件的传递大大提高工作效率。

#### 2.1.6.2 1号机组第四次换料大修

##### 1. 概况

1号机组第四次大修是一个年度大修。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, 并按计划完成了主变压器冷油器改造和 CFI-B 列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, 更换了第四燃料循环末期 157 组燃料组件中的 56 组。堆芯燃料组件和控制棒组件的装载实物和装载图要求完全一致。

1号机组第四次大修于 1998 年 1 月 24 日开始(解列), 1998 年 3 月 20 日结束(并网)。从解列到并网, 原定目标工期为 45 天, 计划工期为 50 天; 实际工期为 56 天, 比计划工期推迟 6 天。

##### 2. 主要检修活动

###### (1) 核岛部分

- 反应堆压力容器开/关盖及螺栓孔检查修理
- 核岛阀门: 全面解体检查 28 个; 更换阀门隔膜 12 个; 气动头换隔膜 25 个; 气动头

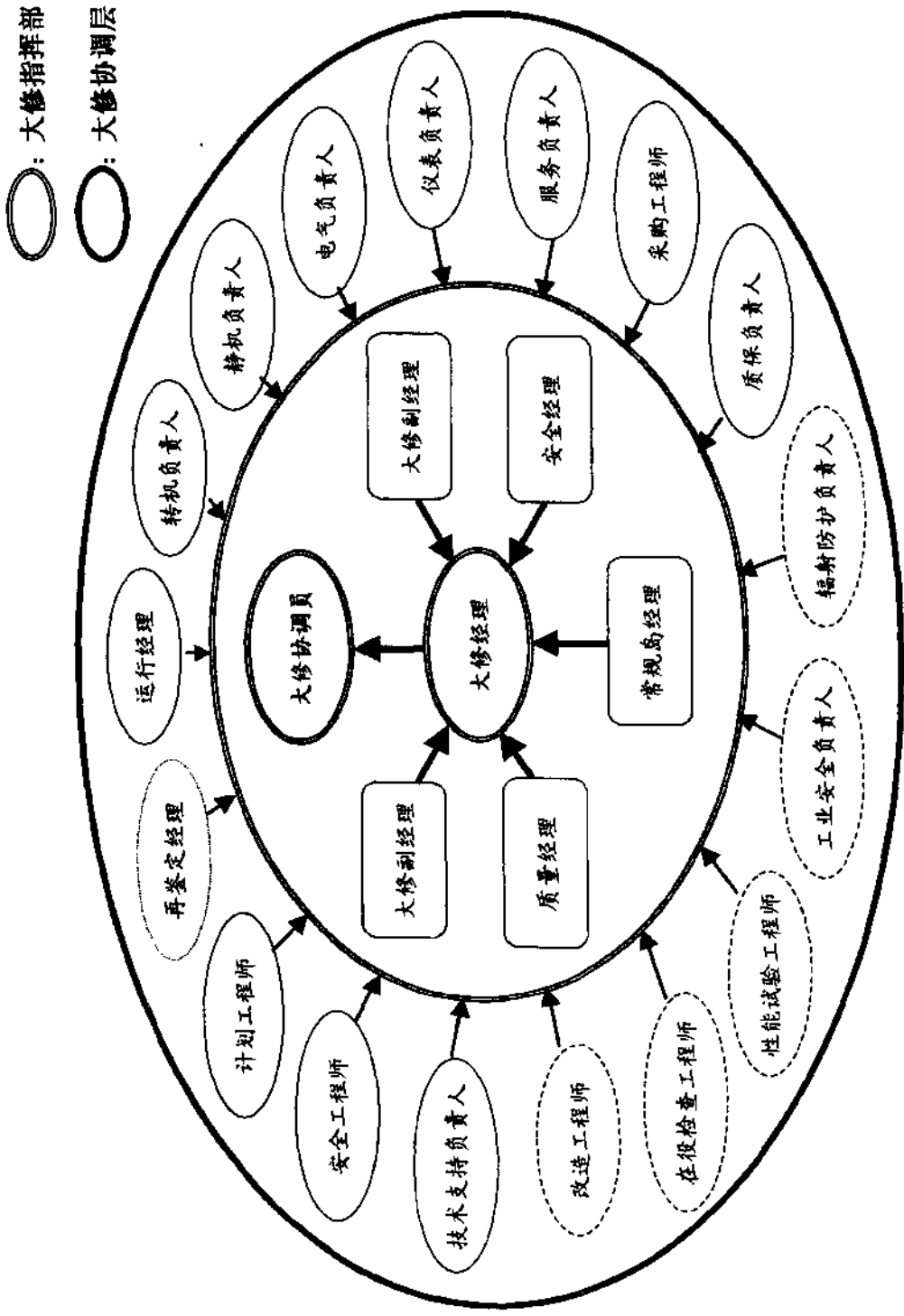


图2.1.6.1-1 大亚湾核电站第五次大修办公室机构图

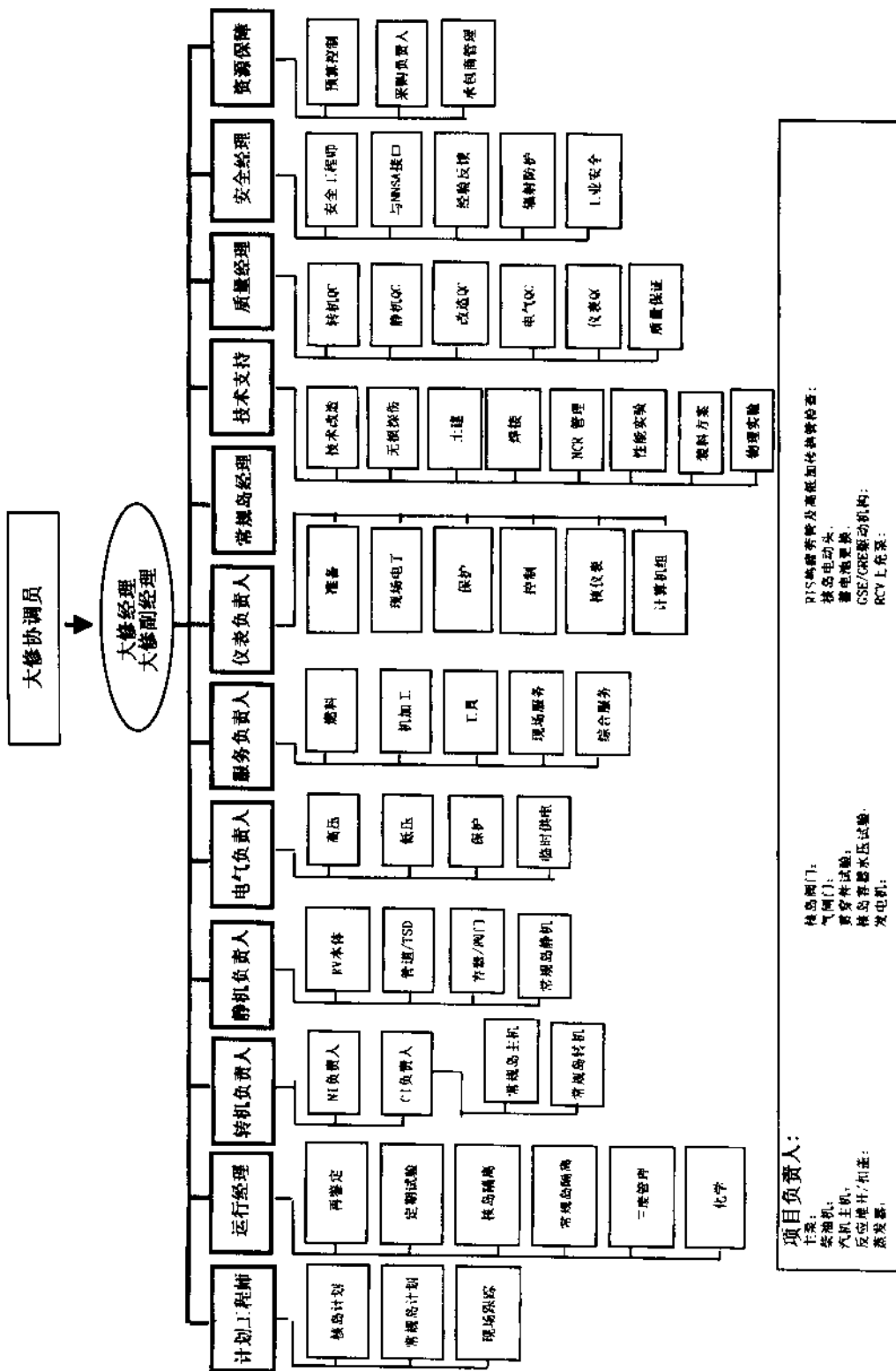


图2.1.6.1-2 大亚湾核电站机组第五次大修组织机构图

解体检查 5 个；安全阀定值检查 45 个；驱动头解体检查 1 个；电动头更换主轴和解体检查 15 个

- 控制棒在役检查和其它设备的年度在役检查项目
- 蒸发器 U 型管涡流检查, 二次侧冲洗及 ITV
- RCP 主泵: 001PO 轴承六年度检查; 002PO 机械密封两年度检查; 003PO 机械密封年度检查及电机六年度检查
- LHP/LHQ 年度检查
- LSS 小汽机全面检查; RRA001PO 七年度全面检查
- 核岛辅助水泵和风机的机械检查
- 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

- 汽轮机轴承和轴承座的检查
- 低压缸: 2 号低压缸全面检查及其转子叶片金属检查; 1、3 号低压缸年度检查
- 发电机年度检查及其氢气系统严密性试验; 励磁机和盘车装置年度检查
- APP/APA 给水泵年度检查; APP 两列小汽机年度检查
- CEX002PO 全面解体检查; CVI301PO 全面解体检查
- CEX 凝汽器内部清洁, 水室防腐, 钛管涡流检查
- CRF 循环水泵年度检查及 CRF002PO 齿轮箱全面检查
- GEV 主变冷却器改造及换油
- GRE/GSE 2 个阀门解体检查, 3 个阀门操作机构检查, 其它阀门控制机构润滑
- GSS 汽水分离再热器内外部检查, 金属全面检查, 部分内衬板更换加固
- CFI 旋转滤网防腐及冲洗管线改造
- 常规岛和 BOP 容器的内外部检查
- 常规岛和 BOP 阀门的全面解体检查

## 3. 主要数据

### (1) 预防性维修

核岛机械:	313 项
常规岛和 BOP 机械:	272 项
电气:	270 项
仪表:	311 项
总计:	1166 项

### (2) 纠正性维修

核岛机械:	170 项
常规岛和 BOP 机械:	219 项
电气:	140 项
仪表:	421 项
总计:	950 项

### (3) 定期试验

运行定期试验:	243 项
---------	-------



仪表定期试验:	118 项
电气定期试验:	12 项
EPP-B 类定期试验:	7 项 (气闸门和设备控制仓门)
EPP-C 类定期试验:	55 项 (贯穿件)
碘吸附器和高效过滤器试验:	2 项 (其它在大修前已完成)
机械阻尼器台架试验:	19 项
KRT 定期试验:	7 项
总计:	463 项
(4) 设备再鉴定	
QSR 设备:	148 项
非 QSR 设备:	110 项
总计:	258 项
(5) 工程改造	
改造项目:	15 项
工程服务申请:	8 项
总计:	23 项
(6) 不符合项 NCR	
关闭:	15 项
有条件释放:	13 项
打开状态:	7 项
已完工项:	4 项
同类合并项:	2 项
总计:	41 项
(7) 紧急采购 UMR	
申请项:	117 项
取消项:	17 项
订购项:	100 项
未交货项:	3 项
(8) 合同	
合同总数:	26 项
合同结算金额:	3760 万元
(9) 大修费用:	804.8 万美元

#### 4. 主要指标

(1) 核安全	目标	实际
• 运行事件	≤3 起	3 起
• 内部事件	≤14 起	27 起
(2) 工业安全	目标	实际
• 人员重伤以上	0 人次	0 人次
• 人员轻伤	1 人次	1 人次
• 火灾未遂	3 起	3 起

• 火灾事故	0 起	0 起
(3) 辐射防护	目标	实际
• 集体剂量	$\leq 650$ 人·mSv	544 人·mSv
• 个人剂量超过 7mSv 的人数	$\leq 2\%$	0
• 人员体表沾污	$\leq 5$ 人次	1
• 个人剂量超过 20mSv 的人数	0	0
• 人员体内沾污 $> 0.01$ ALI 的人员	0	0
• 地面沾污事件	$\leq 5$ 起	2
• 严重违反辐射防护规定的事件	$\leq 5$ 起	1
• 辐射防护事故	0	0
(4) 大修工期		
目标工期: 45 天	计划工期: 50 天	实际工期: 56 天
(5) 质量控制	目标	实际
• 核岛再鉴定一次不合格率	$\leq 2\%$	3%
• 常规岛再鉴定一次不合格率	$\leq 10\%$	9%
• BOP 再鉴定一次不合格率	$\leq 10\%$	5%
(6) 成本控制		
大修预算费用为 936.8 万美元, 实际费用为 804.8 万美元。		
(7) 三废管理	目标	实际
• 非氚放射性液体排放	$\leq$ 国家年度排放限值的 0.5%	0.07%
• 放射性惰性气体排放	$\leq$ 国家年度排放限值的 0.6%	0.44%
• 放射性固体废物产量	$\leq 60$ m <sup>3</sup>	50.48 m <sup>3</sup>

### 5. 主要计划进度

里程碑	里程碑描述	目标计划时间	实际达到时间	阶段进展 (累计)
M0	解列	98/1/24 0:00	98/1/24 3:00	推迟 3 h
M1	进入正常冷停堆	98/1/26 2:00	98/1/26 6:35	推迟 4.5 h
M2	打开稳压器入孔门	98/1/28 18:00	98/1/28 21:48	推迟 4 h
M3	RX 水池 19.5 米	98/1/31 6:00	98/1/31 22:00	推迟 16 h
M4	卸料结束	98/2/4 1:00	98/2/4 16:30	推迟 15.5 h
M5	低低水位开始	98/2/4 23:00	98/2/5 17:50	推迟 19 h
M9	换列	98/2/14 1:00	98/2/13 21:45	提前 3 h
M6	低低水位结束	98/2/17 0:00	98/2/19 12:05	推迟 60 h
M14	装料开始	98/2/17 23:00	98/2/21 10:10	推迟 83 h
M15	装料结束	98/2/22 1:00	98/2/25 5:00	推迟 76 h
M18	稳压器入孔关闭	98/2/25 21:00	98/3/7 19:00	推迟 238 h
M18A	离开正常冷停堆	98/3/2 23:30	98/3/12 11:00	推迟 227.5 h
M19	进入热停堆	98/3/4 21:00	98/3/14 7:10	推迟 226 h
M20	临界	98/3/7 0:00	98/3/17 8:30	推迟 248.5 h
M21	并网	98/3/10 0:00	98/3/20 12:30	推迟 252.5 h

## 6. 放射性废物管理

### (1) 废液排放情况

本次大修期间,通过 TER 废液排放系统排放的放射性废液共 7 罐,总计  $3\,225\text{ m}^3$  (比 1 号机组第三次大修少排放 8 罐,  $3\,140\text{ m}^3$ )。其中,非氚放射性核素的排放量为  $0.394\text{ GBq}$ ,占年限值的  $0.056\%$ ;氚的排放量为  $3.322\text{ TBq}$ ,占年限值的  $5.97\%$ 。同第三次大修相比明显看出,本次大修放射性废液排放量大大降低,但 SEL 的排放量明显增大,达 68 罐,  $30\,600\text{ m}^3$ 。

废液排放情况见下表:

日 期	其余核素/GBq	份额/%	氚/TBq	份额/%
1月24日~31日	0.033	0.005	0.218	0.39
2月1日~28日	0.19	0.03	1.3	2.34
3月1日~20日	0.171	0.024	1.804	3.24
总 计	0.394	0.056	3.322	5.97

### (2) 废气排放情况

本次大修期间,通过气态途径排入环境中的惰性气体为  $5.34\text{ TBq}$ ,占年限值的  $0.47\%$ ;卤素和气溶胶为  $19.05\text{ MBq}$ ,占年限值的  $0.05\%$ 。同第三次大修相比,废气排放明显降低。

废气排放情况见下表:

日 期	惰性气体/TBq	份额/%	卤素 + 气溶胶/MBq	份额/%
1月24日~31日	1.05	0.09	1.3	0.003
2月1日~28日	2.52	0.22	13.1	0.03
3月1日~20日	1.77	0.16	4.65	0.01
总 计	5.34	0.47	19.05	0.05

### (3) 固体废物管理

大修期间固体废物总产生量为:  $45.44\text{ m}^3$ ,比 2 号机组第四次大修多产生  $22.03\text{ m}^3$ 。1 号机第四次大修固体废物产量见下表:

名 称	数 量	单位体积/ $\text{m}^3$	小计/ $\text{m}^3$
水泥桶 (C1)	13	2	26
水泥桶 (C4)	5	1.2	6
金属桶 (不可压缩)	20	0.21	4.2
金属桶 (可压缩)	44	0.21	9.24
合 计			45.44

## 7. 主要技术问题

### (1) RRI 泵叶轮汽蚀

大修期间将汽蚀较严重的 RRI 004PO 换成不锈钢叶轮, 并继续跟踪汽蚀问题和 FRAM-ATOME 抗汽蚀叶轮的研究开发, 预计 1999 年底将最终解决汽蚀问题。

#### (2) RRA 001PO 机械密封泄露

RRA 001PO 在大修停堆过程再鉴定时, 该泵泄漏引流管又产生大约 80 滴/min 的漏水, 于是对 RRA 001PO 实施了全面解体检查, 更换整套机械密封备件和泵的轴承、相关 O 圈、不锈钢锁片。

#### (3) RRA 001PO 轴承温度高

RRA 001PO 在再鉴定过程中, 推力轴承温度异常升高, 超过报警值 90 ℃ 并瞬间超过停机值 100 ℃。经过持续 5 天的不断尝试和努力未能解决问题, 最终决定对该泵作第二次全面解体检查, 更换二个推力轴承、一个径向轴承以及相应“O”圈、不锈钢锁紧片。解体检查后 RRA001PO 的运行满足核安全要求。

#### (4) RCV 050VP 盘根泄漏及軛架腐蚀

RCV 050VP 盘根泄漏出来的硼结晶堆积在盘根压盖及軛架周围, 从而造成軛架的腐蚀。大修中在 1 号机组系统找出一个有相同軛架并可以暂时隔离的阀门 RCV 042VP, 将其軛架用于 RCV 050VP。现 RCV 050VP 及 RCV 042VP 都处理完毕。再鉴定试验证实其行程时间满足 GOR 9 要求。

#### (5) 控制棒组件涡流检查时碰撞

1998 年 2 月 13 日上午 10 点, 当 1 号机组第四次大修 RCCA 涡流检测进行到最后一组(编号为 F8AA10LE)的最后一个面时, 操作员忘记将处于涡流检测装置中的 RCCA 棒束抽出, 便移动整个吊具, 吊装工具牵引 RCCA 顶部移动, 导致该组 RCCA 弯曲变形。经检查和试验结果表明: 备用 RCCA (F8AA10LT) 合格可以使用; 被损 RCCA (F8AA10LE) 的可用性有待进一步论证。

#### (6) RIS 001BA 首次水压试验

在 1 号机组第四次大修期间, 进行了 RIS 001BA 核岛压力容器的首次水压试验。水压试验的压力为  $72.5 \times 10^5$  Pa, 保持了 20 分钟, 在压力维持时间内, 对容器外观焊缝及其试验边界的管道焊缝进行全面检查, 未发现任何泄漏渗漏。泄压后, 检查容器外表面也未见任何残余变形, 水压试验结果满意, 符合 RSEM C2000 规范要求。

#### (7) ASG 137/138VV 电磁阀密封圈老化

在对 ASG137/138VV 大修时, 发现其电磁阀漏气。经检查发现密封圈老化, 变硬损坏, 于是用同型号同安全等级的电磁阀备件进行更换。同时对同类型电磁阀进行了抽查, 发现均无漏气现象, 故漏气属偶发故障, 电磁阀目前的健康状况, 仍能保证机组的安全运行。

#### (8) RCP 002PO 主泵电机上轴承绝缘低

大修 RCP 002MO 在 40% 湿度工况下测量电机上轴承组件绝缘电阻为 35 kΩ。EOMM 规定湿度小于 60% 工况下, 电机上轴承组件绝缘大于 100 kΩ。鉴于上轴承组件的绝缘电阻维持在 35 kΩ 至 50 kΩ 之间已安全运行三年, 且法国同类型主泵电机的上轴承组件绝缘低, 所用的标准为绝缘电阻大于 3.5 kΩ 即可维持运行, 故 RCP002PO 电机现状能满足核安全要求。彻底解决电机绝缘低问题在马达 12 年大修时进行。

#### (9) 主变压器维修及改造

1 号主变压器在已过去的一个运行周期内仍存在问题, 如运行温度偏高、油质劣化、封闭母线遮阳罩损坏等。根据这些问题, 在 1 号机组第四次大修中对主变压器进行了冷

却器改造和封闭母线遮阳罩修补,同时进行了变压器油过滤、控制柜除锈处理和低压侧冷却器的风机轴承更换。部分控制柜的底板锈蚀严重,由于缺少合适的工具,暂未进行处理,需要考虑制定相应的方案在适当时候进行处理或更换。

#### (10) 发电机氢冷却器漏氢

停机过程中,由于氢冷却器因冷却较快变形而产生水平方向的位移,使“O”环一侧或局部不能适应跟踪而产生动态间隙引起差压泄漏,经解体检查和动态间隙的调整,四台氢气冷却器回装后在冷态下作气密试验未发现泄漏。“O”环材料的更换及自由膨胀端密封结构的改造将在下次大修时执行。

#### (11) 发电机漏油

1号机组第四次大修停机过程中,约15 t密封油通过密封油系统漏到发电机内。经检查和试验发现了根本原因,并提出一下纠正措施:

- 发电机用空气吹扫 CO<sub>2</sub> 合格后,气压下降到  $0.2 \times 10^5$  Pa 时,停密封油泵(目的是保持排油畅通);
- 停密封油泵时,先停氢侧油泵,然后立即停空侧油泵(目的是防止空侧油流入氢侧排油腔室);
- 汽机停机后,即隔离直流密封油泵 GHE301PO,防止保护动作自动启动。

### 8. 经验反馈

从1998年1月24日到3月20日,1号机组第四次大修共收到24小时事件单110份,其中执照运行事件3起(其中2起属于人为原因,1起为设备原因),内部运行事件27起(其中12起为人为原因,15起为设备原因)。

#### (1) 质量控制活动

1号机组第四次大修 QA/QC 活动在2号机组第四次大修的基础上得到了进一步加强,及时发现了一些工作准备及工作过程中的问题,取得了明显的效果。这方面的良好经验将反馈到以后的大修中去,并发挥巨大作用。

#### (2) 内部经验反馈

- 由于再线文件中指令有误,导致跑水。
- 由于对曾发生事件采取的纠正行动未彻底落实,导致事件重发。
- 有些系统设计上的缺陷导致运行可靠性低。
- 以前发生的事件,其根本原因未找到,如柴油机定期试验时控制棒下落;DEG 制冷机频频故障;启动阶段一回路阀门泄漏问题。

#### (3) 外部经验反馈

- 关于堆内构件放置不平衡问题

1998年3月2日,安装上部构件时发现堆内辐照样品管塞子脱出。为了找到事件发生的原因,从EDF数据库中发现EDF电站共发生9次类似事件。其主要原因为水传输速度快或水流速太高。考虑到1号机组第四次大修安装上部构件前RRA001泵曾多次启动,导致水流不稳,因而造成辐照样品管塞子脱出。主要的补救措施为:辐照样品管塞子重新打磨安装。

- 关于主泵轴承绝缘低问题

1998年3月5日,1RCP 002 MO 年检测得 RCP 002 MO 上轴承绝缘电阻为 35 kΩ,低于 EOMM 规定 100 kΩ 标准。从 EDF 数据库中发现 2 起较大的主泵上部轴承缺陷事件。其

主要原因为一次探测仪表缺陷。

#### (4) 紧急 PNSC 会议

面对大修中每一个没有预料到的重大事件, PNSC 会议及时召开, 并迅速、有效地作出了重大决定。如: 1RCV 050 VP 阀门支架座腐蚀, 1RRA 001 PO 轴承温度高, 1RRI 040/058/050/VN 电动头磨损, 1RCP 002 PO 主泵电机上轴承绝缘低, 1RCP 036 MD 型号与要求不符, RCV 再线问题导致 RRI 跑水等。

### 2.1.6.3 2号机第四次换料大修

#### 1. 概况

本次大修是大亚湾核电站2号机组在完成第四循环运行后的第四次换料大修(简称204大修)。根据电站换料大修的长期规划, 本次大修为年度大修, 标准年度大修计划工期为43天, 由于增加了主变冷却器的改造和泵站旋转滤网齿条更换两个工程改造项目, 大修工期增加7天, 总工期为50天。本次大修共更换了 $^{235}\text{U}$ 富集度为3.2%的燃料组件52组, 更换了富集度为1.8%的旧组件13组, 与其余组件按第五循环的燃料装载方案重新布置, 装回堆芯。

本次大修原计划于1997年11月21日零时开始, 后因电网要求和汽轮机试验等原因, 比原计划推后30小时, 于1997年11月22日5:05机组与电网解列。1998年1月15日19:08重新并网成功, 结束大修, 实际工期54.5天。

换料大修期间, 根据设备十年检修大纲、定期试验监督大纲、已获批准的电厂改造项目及上一循环发现的设备缺陷进行了预防性维修、改正性维修、定期试验和工程改造活动。主要活动如下:

#### (1) 核岛部分

- 反应堆压力容器开/关盖及螺栓孔检查修理
- 核岛阀门全面解体检修
- 控制棒在役检查及其它设备的年度在役检查项目
- 蒸汽发生器U形管涡流检查, 二次侧冲洗及ITV
- 主泵: 001PO检查3道密封和轴承6年检、002PO电机6年检、其它年检
- LSS小汽机两年检、RRA001PO泵全面检查
- 核岛其他辅助水泵: 年度检查
- LHP年检, LHQ五年大修

#### (2) 常规岛/BOP部分

- 汽机轴承座检查
- 三号低压缸第三级叶片测频、叶根探伤检查
- 发电机年度检查/打压试验, 励磁机开外罩检查
- APP/APA给水泵年检, 小汽轮机年检
- CEX001PO凝结水泵全面解体检查, 另两台年检
- CEX凝汽器内部清洁, 水室防腐, 钛管涡流检查
- CRF001PO循环水泵及电机四年全面检查
- GEV主变冷却器改造及换油
- GRE/GSE3个阀门操作机构检查, GSE001-004VV进口滤网更换
- GSS汽水分离再热器内部检查, 内衬板加固

- CFI 旋转滤网部分齿条更换

## 2. 主要数据

### 1) 预防性维修

NI 机械:	333 项
CI&BOP 机械:	455 项
电气:	215 项
I&C:	423 项
总计:	1426 项

### 2) 改正性维修

NI 机械:	189 项
CI&BOP 机械:	250 项
电气:	179 项
I&C:	557 项
总计:	1175 项

### 3) 定期试验

运行定期试验:	240 项
仪表定期试验:	59 项
电气定期试验:	15 项
EPP-B 类定期试验:	8 项 (气闸门和设备控制仓门)
EPP-C 类定期试验:	59 项 (贯穿件)
碘吸附器和高效过滤器试验:	9 项
KRT 定期试验:	17 项
总计:	407 项

### 4) 工程改造

改造项目:	17 项
工程服务申请:	7 项
总计:	24 项

### 5) 不符合项 NCR

工作结束:	28 项
关闭:	7 项
未关闭:	21 项 (等签字或 1 号机相关工作完成)
总计:	28 项

### 6) 紧急采购 UMR

申请总计:	141
取消:	37
OCS 订货:	78
未交货:	3
已正常采购:	26

### 7) WRN

FRAMEX:	5
---------	---

HNMC:	7
NEPC:	10
C23:	1
总计:	23
8) 合同总数:	共 30 项
9) 大修费用:	875.2 万美元

### 3. 主要技术指标

1) 核安全	目标	实际
运行事件:	4 起	0 起
内部事件:	15 起	24 起 (14 起人因)
2) 辐射防护	目标	实际
集体剂量:	780 人·mSv	473 人·mSv
个人剂量 > 7 mSv:	0 人	0 人
个人剂量 > 20 mSv:	0 人	0 人
外污染:	< 5 人	3 人
内污染:	0 人	0 人
地面污染:	≤ 5 起	2 起
违反辐射防护事件:	≤ 5 起	1 起
3) 工业安全	目标	实际
重大人身伤亡:	0 起	0 起
轻伤事故:	≤ 2 起	1 起
未遂事故:		3 起
火灾事故:	0 起	0 起
火警事件:	≤ 3 起	1 起
4) 大修工期		实际
从解列到并网:		54.5 天
从解列到满功率:		60 天
5) 再鉴定	目标	实际
再鉴定设备总数 (NI):		222
一次鉴定不合格率:	< 2%	3.6%
再鉴定次数总数 (CI+BOP):		127
一次鉴定不合格率:	< 12%	9.45%

### 4. 计划进度

2号机组第四次换料大修共设置里程碑 15 个, 表 2.1.6.3-1 给出了各里程碑的计划目标时间和实际到达时间, 并进行比较。



表 2.1.6.3-1 2号机第四次换料大修计划进展情况

序号	里程碑	计划目标时间	实际达到时间	阶段进展(累计)
1	M0 解列	1997/11/22/06:05	1997/11/22/06:05	0
2	M1 正常冷停堆	1997/11/23/22:30	1997/11/24/04:00	推迟 5.5 h
3	M2 PZR 人孔打开	1997/11/26/11:00	1997/11/26/21:00	推迟 10 h
4	M3 反应堆水池满水	1997/11/28/20:00	1997/11/29/21:30	推迟 25.5 h
5	M4 卸料结束	1997/12/02/18:00	1997/12/04/07:30	推迟 37.5 h
6	M5 低低水位开始	1997/12/03/17:30	1997/12/07/03:30	推迟 82 h
8	M9B/A 列供电倒换	1997/12/13/11:00	1997/12/15/19:30	推迟 56.5 h
7	M6 低低水位结束	1997/12/14/23:30	1997/12/17/11:20	推迟 59.83 h
9	M14 重新装料开始	1997/12/17/11:30	1997/12/18/08:30	推迟 21 h
10	M15 重新装料结束	1997/12/20/19:30	1997/12/22/04:30	推迟 33 h
11	M18PZR 人孔关闭	1997/12/25/05:00	1997/12/26/18:00	推迟 37 h
12	M19 达热停堆	1997/12/29/20:00	1998/01/04/05:45	推迟 129.75 h
13	M20 反应堆达监界	1998/01/02/03:00	1998/01/11/14:30	推迟 227.5 h
14	M21 并网(计划工期)	1998/01/11/07:00	1998/01/15/19:08	推迟 109.05 h
15	M22 机组达满功率	1998/01/16/11:00	01/20/98 07:00	推迟 92 h

## 5. 三废排放

### (1) 废液排放情况

本次大修期间,通过 TER 废液排放系统排放的放射性废液共 10 罐,总计 4 492 m<sup>3</sup>,其中

- 非氚放射性核素的排放量为 0.506 GBq,占年限值的 0.072%;
- 氚的排放量为 10.26 TBq,占年限值的 18.45%。

同 2 号机组第三次换料大修相比,本次大修非氚放射性核素的排放量大大降低,但氚的排放量明显增大,SEL 的排放量也明显增加,达 64 罐,28 800 m<sup>3</sup>,比 2 号机第三次换料大修多排放 36 罐,16 200 m<sup>3</sup>。

### (2) 废气排放情况

本次大修期间,通过气态途径排入环境中的惰性气体为 5.638 TBq,占年限值的 0.495%,同 2 号机第三次换料大修相比,废气排放明显降低。

### (3) 固体废物处理

本次大修期间,我们对固体废物产生的监督、检查、控制、收集、分拣、转运和处理的整个过程进行认真组织管理,使 2 号机第四次换料大修产生的废物量较低。2 号机第四次换料大修固体废物产量见表 2.1.6.3-2。

表 2.1.6.3-2 2号机第四次换料大修固体废物产量

名 称	数 量/个	单位体积/m <sup>3</sup>	小 计/m <sup>3</sup>
水泥桶 (C1)	3	2	6
水泥桶 (C4)	2	1.2	2.4
金属桶 (不可压缩)	31	0.21	6.51
金属桶 (可压缩)	50	0.21	10.5
合 计			25.41

## 6. 主要技术问题

### (1) 主变油冷却器改造

2号机组主变压器的改造工作于1997年12月1号正式开始,于12月18日顺利完成现场安装调试工作,21日主变压器送电成功。新装冷却器正常运行时采用油温控制,为此在主变压器本体上加装油温探头,为使新旧冷却器之间匹配运行,对新旧冷却器的运行调整如下:原5组冷却器,2组一通电就投入,另两组在线圈温度65℃投入,线圈温度50℃退出,还有一组备用;新的2组冷却器在油温60℃投入,40℃退出,另外,新加冷却器都可就地手动启动。

新冷却器投运后,顶层油温由60℃降到42℃,线圈温度也降低了约15℃左右,达到了设计要求。

### (2) CFI 旋转滤网齿条更换

从12月2日开始,历时10天,换上新齿条5块,翻转旧齿条17块,主动小齿轮也进行了更换。测量小齿轮与齿条齿间隙数值如下:小齿轮齿顶与大齿条根部间隙为10.5~11.2mm(未翻转的旧齿条);10~10.6mm(新齿条及翻转的齿条);大齿条齿顶距小齿轮齿根间隙为6.0~6.1mm。整体转动啮合情况良好,无振动及咬齿现象,达到预期目的。

### (3) RIS012/013VP 电动头伞形齿轮脱落处理

从12月1日到12月11日,对SR50型阀门电动头主轴进行了更换,涉及三个系统共10个阀门,具体阀门号为2EAS01/13/02/14VB;2RIS30/31VP;2RCV83/84/85/86VP(2RIS012/013VP现场已为新设计的电动头,此次不需更换)。经过再鉴定试验均合格,满足机组再启动要求。

### (4) LLS001TC 轴封面变形,超速锤断裂修复

2号机组第四次换料大修对2LLS001TC实施全面解体检查后,再鉴定中发现该汽机机械飞锤动作转速为3450r/min,不符合 $3600\text{ r/min} \pm 50\text{ r/min}$ 的要求,对此进行了处理。内容包括:依照原金属轴封片尺寸,加工不锈钢材质轴封片;更换机械飞锤备件;加工不锈钢丝堵,对整个汽轮机转子作1500r/min动平衡试验。

在热停堆工况下,再鉴定试验结果为动作转速在规定 $3600\text{ r/min} \pm 50\text{ r/min}$ 之内,符合核安全要求。

### (5) 倒电时 LHP 自启动失败处理

1997年11月29日,反应堆进入换料冷停堆状态,按计划对B列负荷实施隔离,其中包括LHQ,在对主变压器进行隔离前执行PTLGI001,LGA/B供电由主变切换到辅变成功,但A列柴油机LHP在启动14s后由于低电压保护动作跳闸,自启动不成功。

根据检查情况,认为2LHP启动失效最可能的原因(也许并非唯一)是因为“手/自动”切换继电器973JA常闭接点接触电阻太大,922XR无法励磁,初励接触器910JA和初励开关971JA合不上,进而导致励磁加不上,柴油发电机无法建压,最终引起低电压保护动作跳闸。对此,用新的备件更换了有问题的TEC2246型继电器,再鉴定试验一次成功。

#### (6) 装料时控制棒组件上异物的分析

2号机组第五循环燃料装载后进行例行检查时发现,D12位置的YQ00ED组件弹簧片上有一杂物。经过分析并结合外部经验得出如下结论:

1) 分析认为该杂物为软性絮状物,尺寸大小31mm×11mm。

2) 考虑到杂物属软性且体积小特点,分析认为杂物对堆芯燃料组件构成的风险是可以接受的,杂物不会导致堆芯燃料组件包壳和芯块的损坏。

热停堆落棒试验结果为:T5最大时间1.41s(小于2.15s安全限值),表明机组可以安全运行。

#### (7) 蒸发器管板异物的处理

在蒸汽发生器二次侧管板经过冲洗后的清洁度内窥镜电视检查中,发现有3个异物,分别为:SG1:2mm×2mm活动的金属薄片;SG2:φ2.5mm×65mm的金属不锈钢焊丝和小于8mm的纤维细长物。经过努力,将该金属不锈钢焊丝取出。对异物部位的周围15根管子补充进行涡流探伤,其结果表明,均未发现超过记录水平的材料损耗型缺陷。因此,该部位的管子不需要进行跟踪检查,其结果是可以接受的。

#### (8) 机组启动阶段2ASG003PO振动高处理

1998年1月4日,2ASG003PO作小流量工况再鉴定时,发现2ASG003PO振动异常超标,紧急停机后对2ASG003PO进行全面解体检查处理。检查发现ASG003PO与ASG001TC对轮螺栓连接有误,使弹性对轮的弹性补偿作用消失,导致ASG003PO振动。检修并找正后,连接对轮时在盘动泵转子时发现异常卡涩。再次解体后发现该泵前三组叶轮口环因动静相撞被拉毛,其中第二级叶轮口环底部1/6圆弧有一个1~2mm深沟槽,平衡鼓也存在多处拉毛现象。对此用细砂纸打磨修复。小流量和满流量工况试验表明振动流量和扬程均符合验收准则,满足核安全要求。

#### (9) 机组启动阶段RCP017VP泄漏的处理

1998年1月4日,机组进入热停堆时,执行D32规程,要求关阀2RCP017VP。几分钟后,出现RCP473AA高温报警,脉冲管线温度达290℃,同时出现RCP017VP脉冲管漏斗水位高RCP474AA报警。后化验发现脉冲管水含硼浓度为1880mg/kg,表明RCP017VP控制柜的R2先导阀有漏。

1998年1月6日凌晨1:00,一回路压力降到13.8MPa后,MV工作人员到现场确认R2不漏,但现场发现该阀引漏液收集漏斗处有硼水流出痕迹,说明一回路硼水进入阀门的控制管线,需要重新进行充水排气,1月8日机组退回到冷停堆状态,一回路压力0.4MPa。MV工作人员重新对2RCP017VP控制柜注水排气,置换高硼浓度的水。

1998年1月10日晚9时,系统重新升压,做实验时,先导控制柜R2仍然泄漏。在场工作人员经观察发现,在升压的过程中,有一瞬间R1和R2同时开启(控制板同时接触R1和R2),所以导致一回路水通过R2泄漏。现场工作人员立即采取措施,拨开控制板,使R1和R2同时关闭,临时有效地控制泄漏持续。R1和R2同时开启是此次事件的直接原因。经过查2号机第四次换料大修2RCP017VP工作包记录,2RCP017VP在压力校验工作中,因

回座压力为 13.566 MPa, 工作负责人按规程所述指令, 调整了控制板孔位, 将原来第一孔位(顺时针)调整到第四孔位, 回座压力为 13.776 MPa, 符合规程要求。但是由于这一调整, 使控制板与 R1 之间的间隙变小, 从而在系统升压过程中出现 R1 和 R2 同时开启的现象, 并最终导致泄漏事件。

1998 年 1 月 10 日凌晨, MV 工作人员将控制板孔位调回到第二孔位, 重新升压后 R2 无泄漏。至此, 2RCP017VP R2 泄漏事件处理结束。

#### (10) 机组启动阶段 RAM001AP 振动高处理

2RAM001AP 为年检找正润滑, 但在进行再鉴定时, 发现 RAM001AP 驱动端轴向振动超过标准, 径向和水平振动符合要求。因此对 2RAM001AP 全面解体检查, 更换 RAM001AP 两端轴承, 而且对驱动端轴承室内径作金属刷镀, 使轴承外径与之径向配合间隙为 0.01~0.02 mm。

再鉴定试验结果, 振动均在合同值范围内, 无异常噪音, 轴承室温度也正常。

#### (11) 凝汽器水室及 CRF 海水管线防腐

2 号机组第四次换料大修期间对凝汽器水室及 CRF 海水管线(进口管)实施了防腐处理, 这已是连续第三年进行此项工作。初步确定 7 个水室作全面喷砂处理, 其余做局部修补处理。12 月 11 日, 在进行 B1 水室喷砂时, 发现 B1 水室有三个孔洞, 其中两处已经穿孔, 另一个也即将穿孔, 穿孔大小约  $\phi 25 \sim \phi 30$  mm 左右, 决定扩大为全部水室作喷砂处理。

该项目主要有四项技术数据要测量: 1) 水室表面粗糙度, 2) 涂层干膜厚度, 3) 电火花检验, 4) 涂层拉力试验。其中第一条完全达到技术规范要求, 从涂层干膜厚度测量的结果看, 有些地方涂刷的不太均匀, 但厚度基本达到要求, 电火花检测发现有针孔的部位全部打磨后修补, 拉力试验也达到规范所规定的要求。

### 7. 经验反馈

- 本次大修由于准备工作充分, 人员技术熟练程度提高, 未发生 LOE 事件, 是历次大修以来的最好记录;
- 柴油机 LHP/LHQ 的停运隔离检修应计划在主变压器与辅助变压器倒电操作之后, 避免柴油机不适时的不可用;
- 本次大修主泵惰走试验由停主变压器改为 TCA, 降低了风险, 主泵动平衡与惰走试验配合进行可减少一次主泵停运;
- RCP017VP 泄漏和 ASG003PO 再鉴定不合格, 机组退至正常冷停堆 0.4 MPa, 重新进行 RCP017VP 冲洗及充水排气, 然后回到双相中停等待 ASG003PO 修复。在升温升压压力达到 13.8 MPa 时检查发现 RCP017VP 仍未处理好, 重新调整后升温升压到热停堆。这两个问题使关键路径延误 6 天。这两起事件说明我们在检修质量方面还有待提高;
- PTR 装罐池因控制棒套管在内存放无法排空, 使 PTR001BA 存水无法满足反应堆水池充水至 19.5 m, 应根据大修适当的窗口安排制硼水操作;
- 2RAM001AP 年检后, 由于设备制造有缺陷, 再鉴定不合格, 而 RAM002AP 检修未完, 使 RGL 板件试验成为关键路径, 离开正常冷停堆推迟 60 小时。RAM 在检修后应尽早进行再鉴定;
- APA 泵转速控制故障, 被迫两次投运后又退出, APP 泵启动不顺利, 在关键路径上耗去 30 小时, 建议在 APA/APP 泵启动前进行必要的检查。

#### 2.1.6.4 机组第五次大修准备

为了节省人力物力资源,保证准备充分,决定同时进行第五次换料大修两台机组的准备工作。根据电站1998~1999年度发电计划,2号机组第五次换料大修定于1998年11月21日开始,目标工期38天,计划工期43天,而1号机组于1999年1月27日开始第五次换料大修,目标工期44天,计划工期55天,两台机组的准备工作按这一总体计划进行安排、控制。

##### 1. 组织准备

两台机组的大修准备工作于1998年3月开始,3月底预防性维修大纲(年度大纲)0版生效,4月份在役检查、性能试验及贯穿件试验大纲生效。1998年9月成立大修队。本次大修组织机构的特点是在管理层上将大修队分为三部分,即:大修指挥部、大修办公室和大修执行。在质量管理方面,由一核生产部、二核生产部和维修部联合组成QC队伍,对大修期间的检修质量进行独立验证;在安全管理方面,设置安全经理,对大修期间的核安全、工业安全和辐射防护等全面负责。在大修经理的带领下,大修队全面负责本次大修的准备、实施和经验反馈等工作。第五次换料大修继续强调贯彻执行“以安全为基础、以质量为中心、以计划为龙头”的指导思想。

##### 2. 大修项目的确定

根据TYS(预防性维修十年大修大纲)数据库制订出第五次大修年度预防性维修大纲(YOP),结合设备运行中的实际情况和国内外核电站的经验反馈,确定了大修中的主要项目。

2号机组第五次大修的主要项目包括:

##### 核岛部分

更换1/3核燃料

反应堆压力容器开/关大盖及螺栓孔检查

蒸汽发生器U形管涡流检查,二次侧冲洗

RCP001PO泵年检、电机六年检

RCP002PO检查3道密封及轴承六年检

RCP003PO检查第2、第3道机械密封

RCV002PO泵及电机全面检查,RCV003PO电机全面检查

EAS/RIS001PO轴承五年度检查及机械密封更换

LHP/LHQ柴油机组年检

核岛阀门:安全阀压力整定56个,气动头更换隔膜及全检68个;

解体检查58个,电动头全检11个

核岛6个容器水压试验:APG001RF、ASG001ZE、RCP002BA、RIS001/002/003BARRA反应堆冷却剂净化流量改进

##### 常规岛部分

汽轮机低压缸末级叶片检查,发电机年度检查

APP:两列增压泵解体检查,压力级泵年检

APA:增压泵及压力级泵年检

CEX002PO全面检查,CEX001/003PO年检

CEX:凝汽器内部清洁检查,钛管涡流检查

GRE001/003/005/006VV 4 个调节气门解体检查

GRE003/005/006ZM 和 GSE002/005/006ZM 6 个油动机解体检查

GEV: 主变压器年检

MSR 筒体内衬板改进

常规岛阀门检修

1 号机组第五次大修的主要项目包括:

#### 核岛部分

更换 1/3 核燃料

反应堆压力容器开/关大盖及螺栓孔检查

核岛容器水压试验 (4 个)

蒸汽发生器 U 形管涡流检查, 二次侧冲洗及 ITV

RCP001PO 泵年检及电机六年检

RCP002PO 检查 3 道密封及轴承

RCP003PO 检查第 2、第 3 道机械密封

EAS/RIS002PO 轴承五年度检查及机械密封更换

RCV003PO 泵及电机全面检查

LHP 柴油机组 5 年检、LHQ 年检

阀门: 53 个阀门全检、82 个阀门气动头更换隔膜

10 个电动头解体检查 (十年度检查)

SEBIM 阀五年部分检查 (5 个)

RRA 反应堆冷却剂净化流量管线改进

#### 常规岛部分

3 个低压缸开缸、末级叶片检查及结合面汽蚀处理

发电机抽转子、护环黑斑及水电接头检查

GRE/GSE 7 个阀门全面检查、5 个阀门油动机解体检查

APP: A 列增压泵四年解体检查、压力级泵年检

B 列增压泵、压力级泵及小汽机四年检

CEX 凝结泵: 一台全面检查、另两台年检

CEX 凝汽器内部清洁、检查、钛管 ECT 检查

GEV 主变压器年检

### 3. 大修准备工作的进展

2 号机组和 1 号机组第五次大修的年度预防性维修大纲于 1998 年 3 月形成初稿, 4 月全部正式生效 0 版。根据年度大修大纲, MAP 计划科从 4 月中旬开始发出预防性维修工作申请及相应的工作包, 到 7 月底共发出工作包 3 719 份, 其中 1 号机组静止机械 721 份、转动机械 270 份、电气 223 份、仪表 449 份、在役检查 93 份、土建 25 份、性能试验 120 份; 2 号机组静止机械 701 份、转动机械 263 份、电气 203 份、仪表 421 份、在役检查 86 份、土建 27 份、性能试验 117 份。文件准备工作 (包括 2 号机组水压试验部分) 于 11 月 1 日前全部结束。

根据十年大修大纲安排, 两台机组第五次换料大修的备品备件准备工作从 1998 年二月份就正式开始, 随着项目的改变而不断调整订购数量, 截至 1998 年 9 月 21 日, 第五次换料

大修备品备件采购共 2 371 项。

大修工具、材料的准备情况良好，合同的准备是在大修开工前才全部结束的。

本次大修的各项准备工作基本上是按计划进行的。

#### 2.1.6.5 大修承包商介绍

##### 1. FRAMATOME EXPORT (简称 FRAMEX)

(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、反应堆压力容器开扣顶盖、核岛环吊年检等，大修期间工作及管理人员高峰期达到 50 人。

##### 2. 核工业二三建设公司 (简称 C23)

核岛维修工作的主要承包商。大修期间，除日常期间派驻维修部门的 69 名员工外，C23 根据大修需要增派人员参与核岛设备大修工作。此外，C23 还独立承担部分大修工作，如蒸汽发生器堵板拆装，低低水位阀门维修等。

##### 3. 中国核动力研究设计院科技开发公司 (简称 NPIC)

日常期间，NPIC 负责控制区厂房的核清洁工作，合同定员 45 人。大修期间增加到 86 人，主要负责核岛内的空气隔离间 (SAS) 安装/维持/拆卸、脚手架搭制、保温拆装、气闸门操作、控制区去污、收集/分拣/运送固体废物、洗衣房及热更衣间管理等工作。

##### 4. 淮南电力检修公司 (简称 HNMC)

独立承担常规岛大修工作，高峰期现场人员达 495 人。

##### 5. 东北核电建设公司 (简称 NEPC)

独立承担 BOP 和主变压器大修工作，大修高峰期间达 83 人。

##### 6. 深圳市华兴建设有限公司 (简称 HXMC)

负责现场建筑物和构筑物的检查工作以及油漆状态的检查和修补，防火墙/门的维护等工作。

##### 7. 核动力运行研究所 (简称 RINPO 或 105 所)

独立承担大修期间核岛设备的在役检查项目。

##### 8. 苏州热工所

负责大修期间常规岛及 BOP 压力容器在役检查项目。

## 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 1998 年向国家安全局报告了 15 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，1998 年度大亚湾核电站发生的 15 起运行事件中，1 级事件为 5 起，0 级事件为 10 起。其逐年运行事件的变化参见表 2.2.1.1-1。

表 2.2.1.1-1 逐年 0 级和 1 级运行事件数

事件分级	1994	1995	1996	1997	1998	累计
0 级	20	28	23	9	10	90
1 级	9	7	3	5	5	29
事件总数	29	35	26	14	15	119

## 2. 运行事件按机组分布

大亚湾核电站逐年两台机组发生的运行事件见表 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		1995		1996		1997		1998	
	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
1 级	7	2	4	3	0	3	3	2	4	1
合计	27	2	17	18	12	14	7	7	10	5

## 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	1995	1996	1997	1998	合计
准则 1	12	14	8	5	9	48
准则 2	—	—	—	—	1	1
准则 3	—	—	—	—		0
准则 4	8	9	10	5		32
准则 5	—	5	2	1	3	11
准则 6	—	4	3	2	2	11
准则 7	2	2	3	—		7
准则 8	—	—	—	—		0
准则 9	7	1	—	1		9
合计	29	35	26	14	15	119

从上表中我们可以看出，五年的运行表明，所发生的运行事件主要是违反电站技术规范书的事件（准则 1）和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（准则



4), 在后一类事件中, 非计划自动停堆事件占大部分。

#### 4. 运行事件按事件性质分布

1998 年大亚湾核电站发生的 15 起运行事件中, 人因事件占 12 起, 设备故障事件占 3 起。表 2.2.1.1-4 给出了商业运行 5 年来的运行事件性质分布。

表 2.2.1.1-4 运行事件按性质分布

事件性质	1994		1995		1996		1997		1998		合计	
人 因	22	75.9%	19	54.3%	17	65.4%	11	78.6%	12	80%	81	68.1%
设备故障	7	24.1%	16	45.7%	9	34.6%	3	21.4%	3	20%	38	31.9%
合 计	29	100%	35	100%	26	100%	14	100%	15	100%	119	100%

从表中可以看出, 运行 5 年来人因事件占了较高的比例, 1998 年的运行事件和 1997 年在数量上基本一致, 但人因事件的比例略比 1997 年高, 在 5 年的运行中, 1997 和 1998 两年的人因事件比例都较高。

#### 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, 1998 年所发生的 15 起运行事件按后果分布见表 2.2.1.1-5。

表 2.2.1.1-5 1998 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	0	0
2	除反应堆自动停堆外的其它瞬态	1	0
3	电站运行条件下降 (违反技术规范)	9	0
4	核安全相关系统降级	0	3
5	核安全屏障降级	2	0
6	设备损坏	0	0
7	放射性失控排放	0	0
8	人员意外受照射	0	0
9	人员伤亡	0	0

从表中可以看出: 1998 年与往年相比在减少非计划停堆方面取得了较大的进步, 全年当中没有紧急停堆事件发生; 15 个运行事件后果主要表现在两个方面, 即人因引起的违反技术规范事件 (有 9 次), 设备故障引起的导致核安全相关系统降级的事件 (有 3 次)。也就是说我们在技术规范的遵守方面, 还存在较大的不足, 在以往的几年中情况也是如此, 这有待我们今后努力改进。

## 6. 事件的人因根本原因分析

1998年15起运行事件中有12起是人因引起，表2.2.1.1-6给出了15起事件中的人因因素分类：

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	11
书面交流（规程缺陷）不足	10
组织管理及管理方法不当	6
工作实践不足	4
口头交流不足	4
监督方法不当	3

从表中依据事件分析报告统计出来的结果可以看出，1998年15个运行事件所涉及的人因因素共有38个，其中培训不足为首位有11个占29%（这一结果与1997年相同），其次是规程缺陷有10个占26%，然后是组织管理及管理方法不当、工作实践不足、口头交流不足和监督方法不当。

1998年人因失误的特点与1997年基本相同，培训不足主要体现在工作人员对技术规范书的了解不足，对系统的一些专用设备（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；规程缺陷主要在一些不常使用的规程上体现，如周期较长的试验规程和定期维修规程等，同时部分规程还存在不正确性。1998年与1997年不同的一点是规程不足所占的比例较高，这一方面说明现场所经常使用的规程离规范化要求还有距离，另一方面说明我们对规程所应当达到的安全风险控制和工作质量控制的规范化要求越来越高了。工作组织管理不当与1997年的特点基本相同但程度在减弱，主要还是表现在工作准备上，如风险分析不够，工作条件的检查验证等方面。工作实践不足主要体现在一些不良的工作习惯上，如没有使用自检的方法去工作、没有真正实行双重检查的要求、凭经验办事、没有及时有效的沟通等。

1998年运行事件的数量较1997年多了1个事件，数量上可以说和1997年基本一样，但违反技术规范的事件比例还是较高，特别是对部分周期较长的核安全备用系统、设备的定期试验的管理应引起我们管理部门的重视。1998年的紧急停堆事件为零，是商业运行以来最好的一年。在15个运行事件中，人因占了12个，虽然比例较高，但由于运行事件的数量在减少，已不能全部代表大亚湾核电站的人因失效模式。为了更加准确地对大亚湾人因事件的失效模式界定和描述，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。1998年继续保持1997年对电站内部事件的界定和分析要求，总共界定了144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导致的人因失效模式的不足，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

1998年大亚湾核电站三道屏障完整性保持良好。以下是三道屏障在1998年度的监控情况。

#### 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放射性剂量,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具体限制,对一回路放射性水平参数进行监测。

图2.2.1.2-1和图2.2.1.2-2给出了1号机组第五循环一回路放射性指标气体 $\gamma$ 谱和碘同位素 $\gamma$ 谱。从图中可以看到两指标在该循环内较稳定,且大大低于限值。

图2.2.1.2-3和图2.2.1.2-4给出了2号机组第五循环一回路放射性指标气体 $\gamma$ 谱和碘同位素 $\gamma$ 谱。从图中可以看到两指标在该循环内也较稳定,且大大低于限值。

1998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

1998年1、2号机组一回路压力边界的完整性监测情况分别见图2.2.1.2-5及2.2.1.2-6。从图中可以看到,两台机组一回路压力边界泄漏率在1998年全年基本处于低水平,没有超出运行技术规范。只是1号机组在3月26日机组启动时由于1REN741VP内漏及在4月12日至4月19日因RCV201VP泄漏导致泄漏率较高,但在这两个泄漏问题解决后一回路泄漏率随即回落至正常的低水平。因此可以认为,两机组在1998年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1998年全年对两台机组安全壳完整性的监测情况如图2.2.1.2-7及2.2.1.2-8所示。

1号机组安全壳的平均泄漏率约为 $-1.030$ (标准) $\text{m}^3/\text{h}$ 。在所作的共19次监测中安全壳泄漏率介于 $-2.17$ (标准) $\text{m}^3/\text{h}$ 与 $-0.502$ (标准) $\text{m}^3/\text{h}$ 之间。

2号机组安全壳的平均泄漏率约为 $-1.085$ (标准) $\text{m}^3/\text{h}$ 。在所作的共17次监测中,安全壳泄漏率介于 $-1.68$ (标准) $\text{m}^3/\text{h}$ 与 $-0.60$ (标准) $\text{m}^3/\text{h}$ 之间。

由此,1998年两台机组安全壳的泄漏率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(Io)跟踪

大亚湾核电站两台机组,1998年仍采用跟踪第一组及第二组安全相关设备不可用次数、不可用持续时间以及不可用消耗和平均消耗比等指标,对电站的安全相关设备的不可用进行监控。

1998年大亚湾核电站第一组不可用消耗比的目标限值为每台机组8.5。两台机组的第一组不可用消耗比均小于此值。

#### 1. 第一组不可用

##### (1) 总体情况

第一组不可用次数按月分布、不可用总消耗比及不可用平均消耗比如表2.2.1.3-1、表2.2.1.3-2、表2.2.1.3-3所示。

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。

机组:1  
运行周期:6

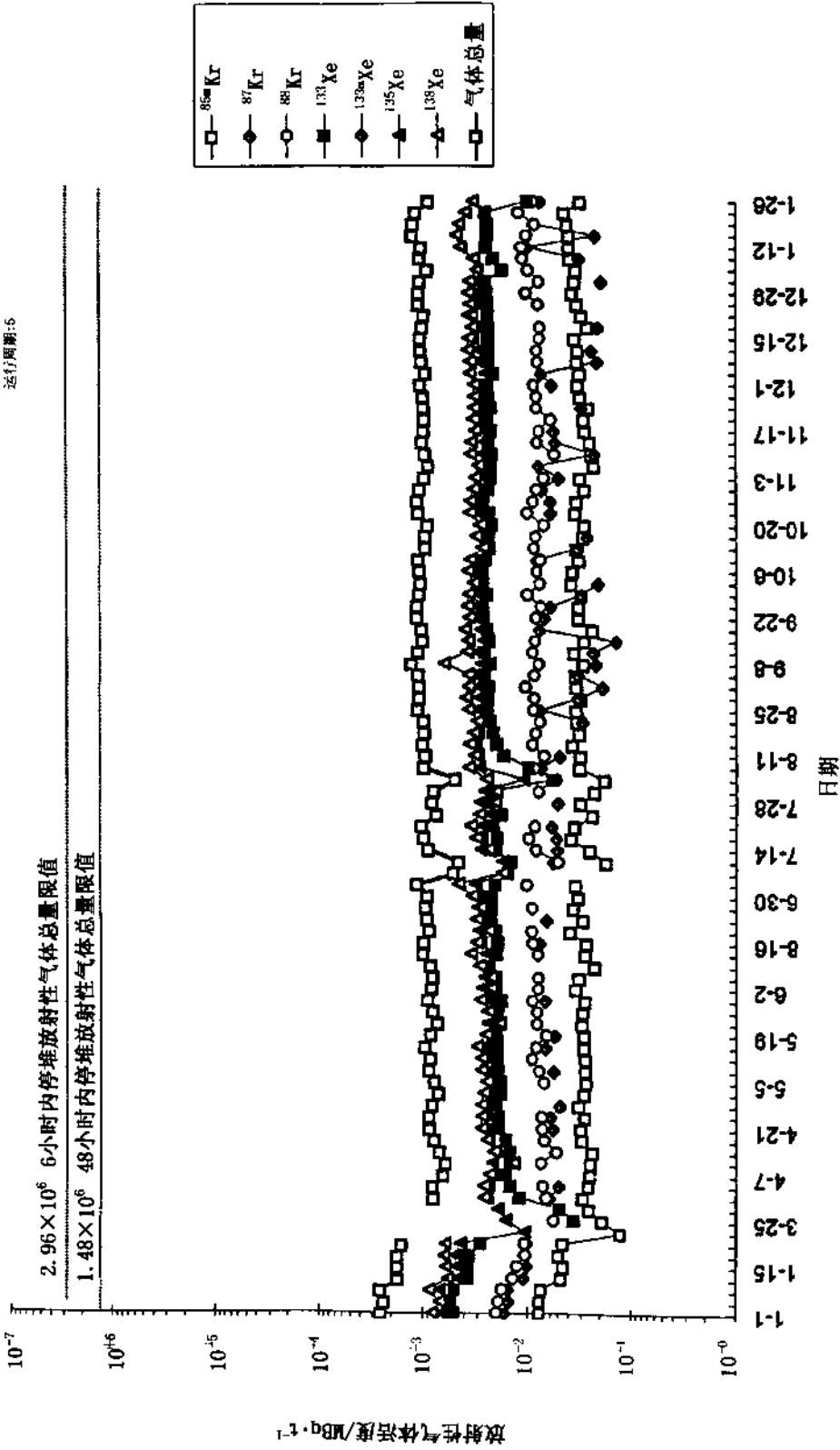


图2.2.1.2-1 1号机组第五循环一回路放射性气体总量

机组:1  
运行周期:5

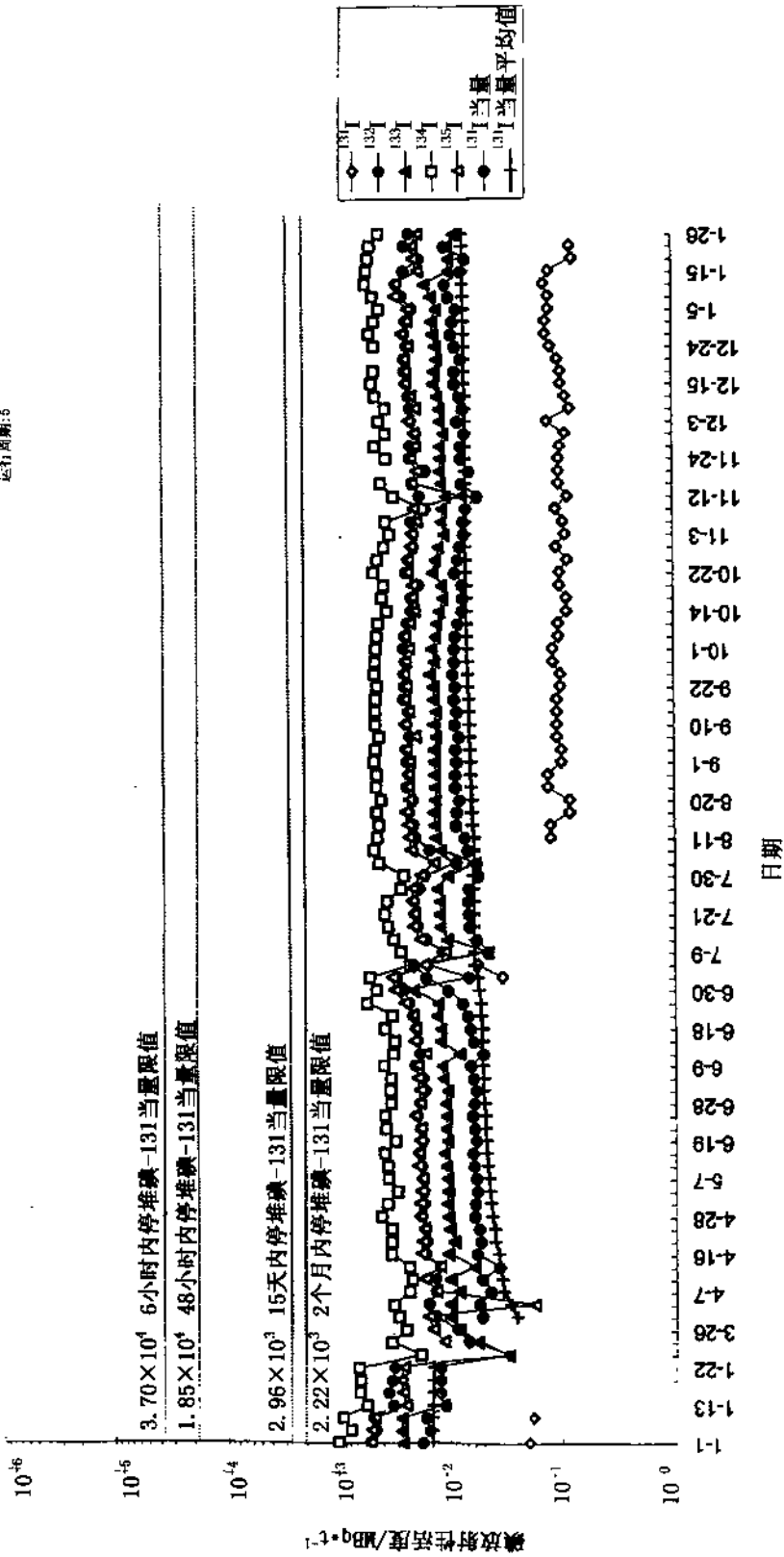


图2.2.1.2-2 1号机组第五循环一回路放射性碘活度

机组:2  
运行周期:5

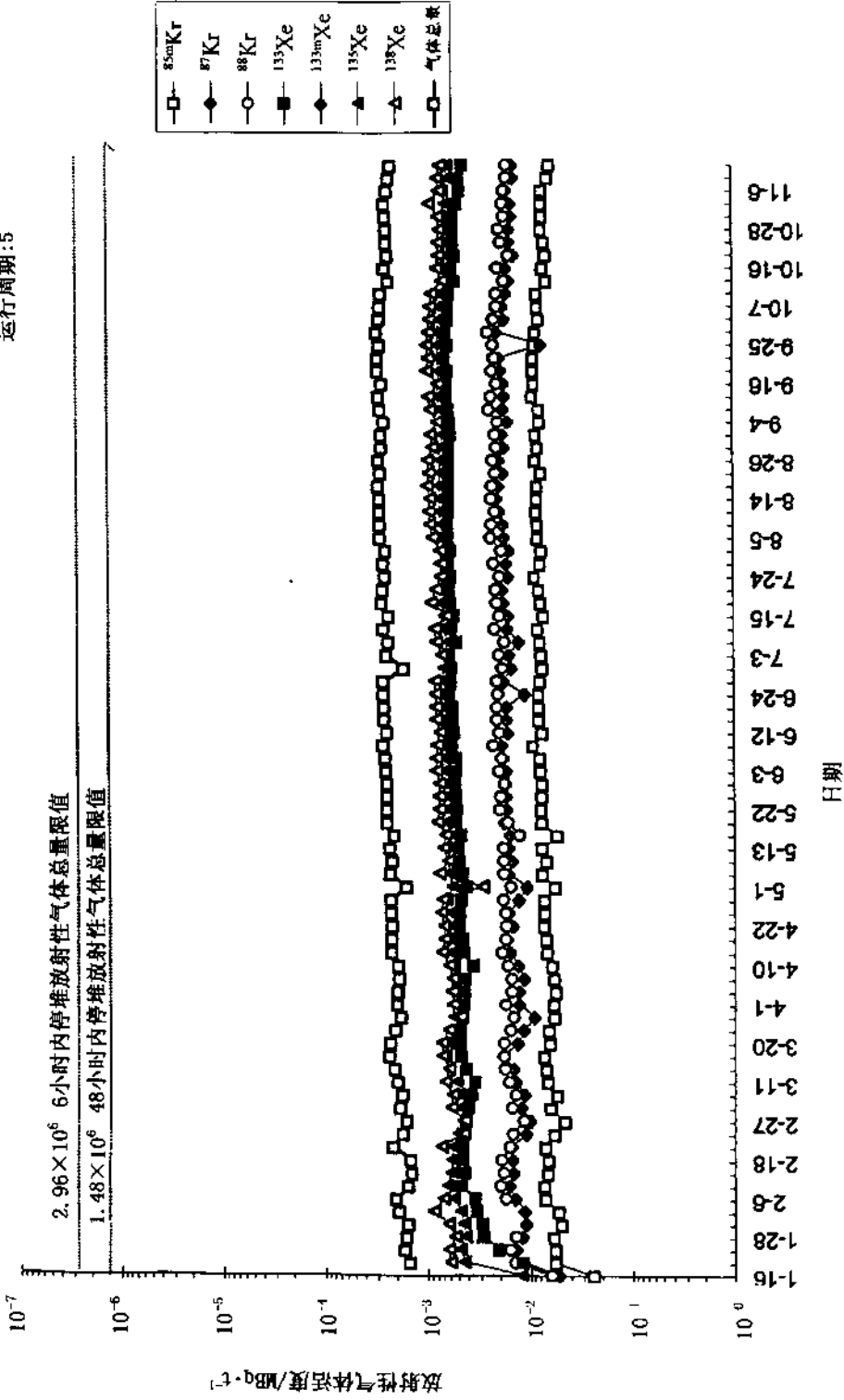


图 2.1.1.2-3 2号机组第五循环一回路放射性气体总量

机组:2  
运行周期:5

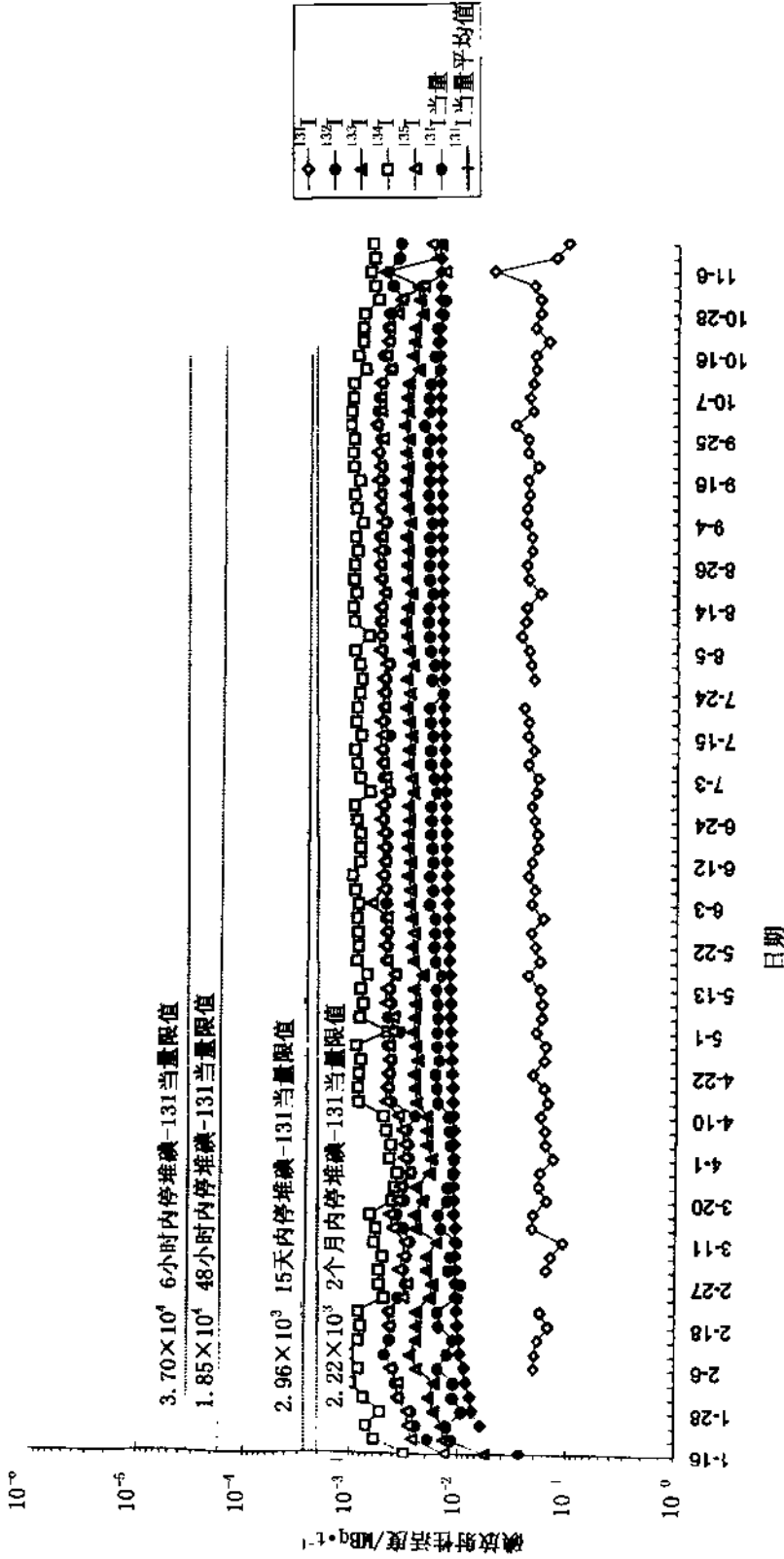


图2.2.1.2-4 2号机组第五循环一回路过放射性碘活度

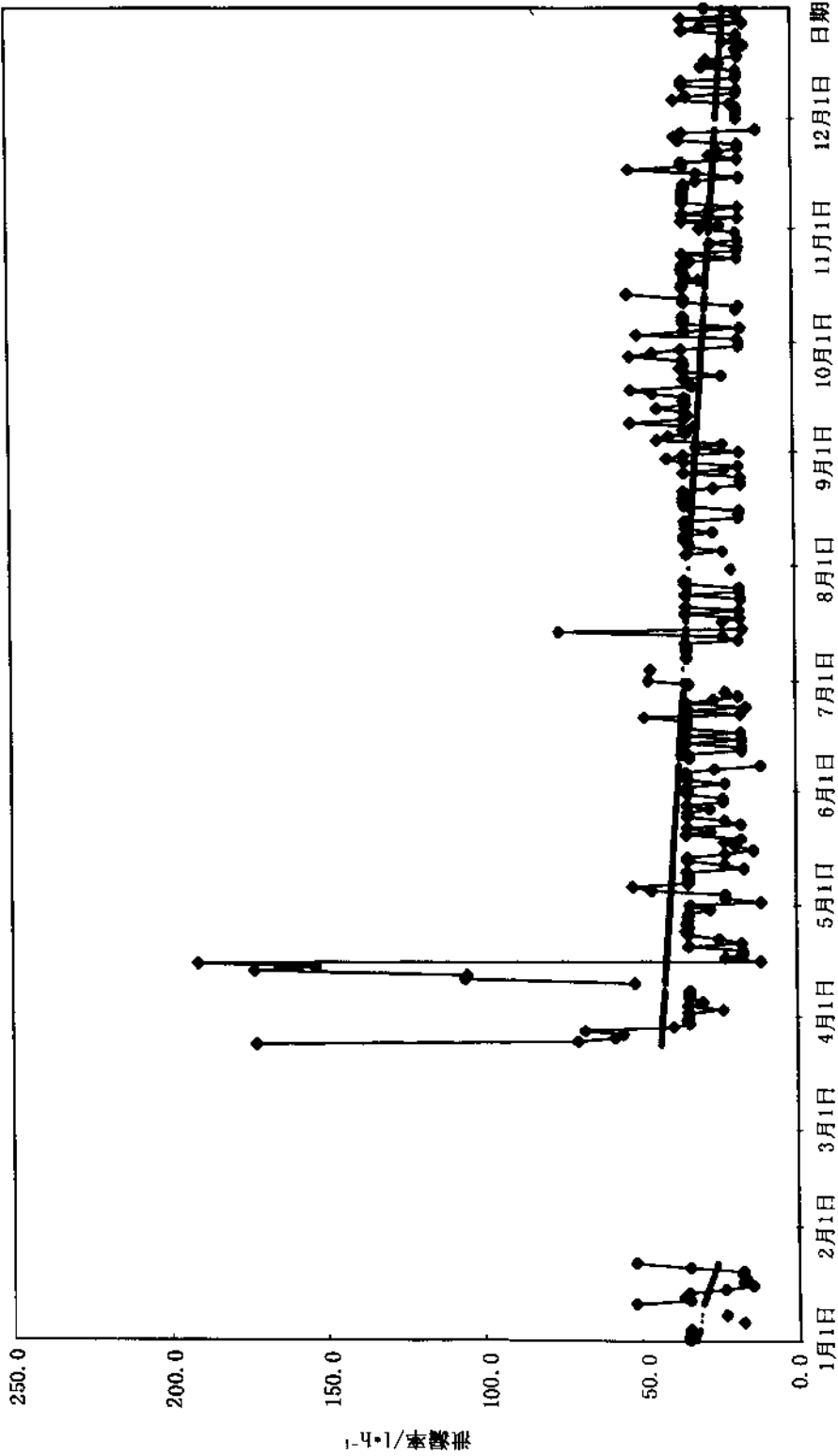


图2.2.1.2-5 1号机组1998年一回路泄漏率



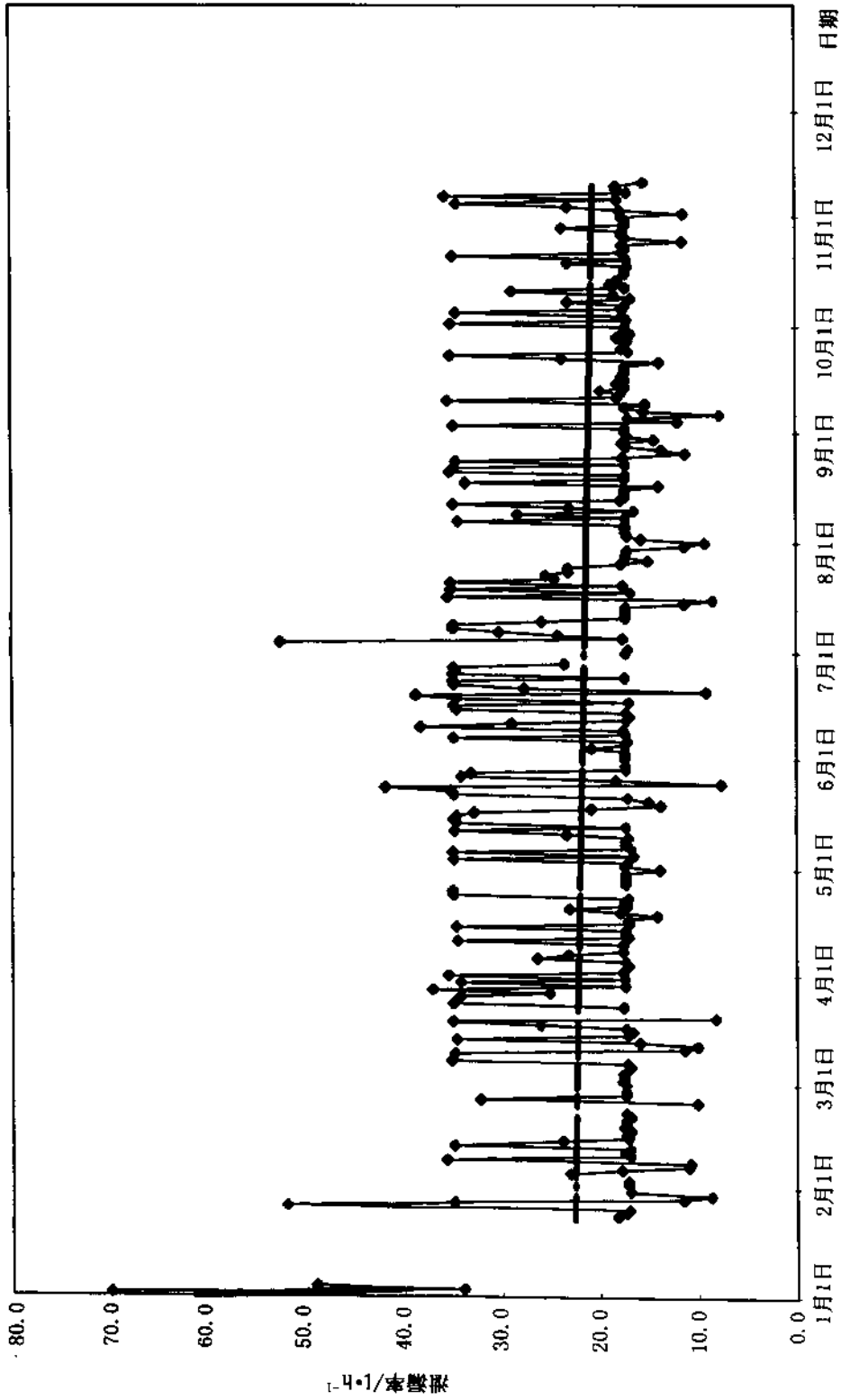


图2.2.1.2-6 2号机组1998年一回路泄漏率

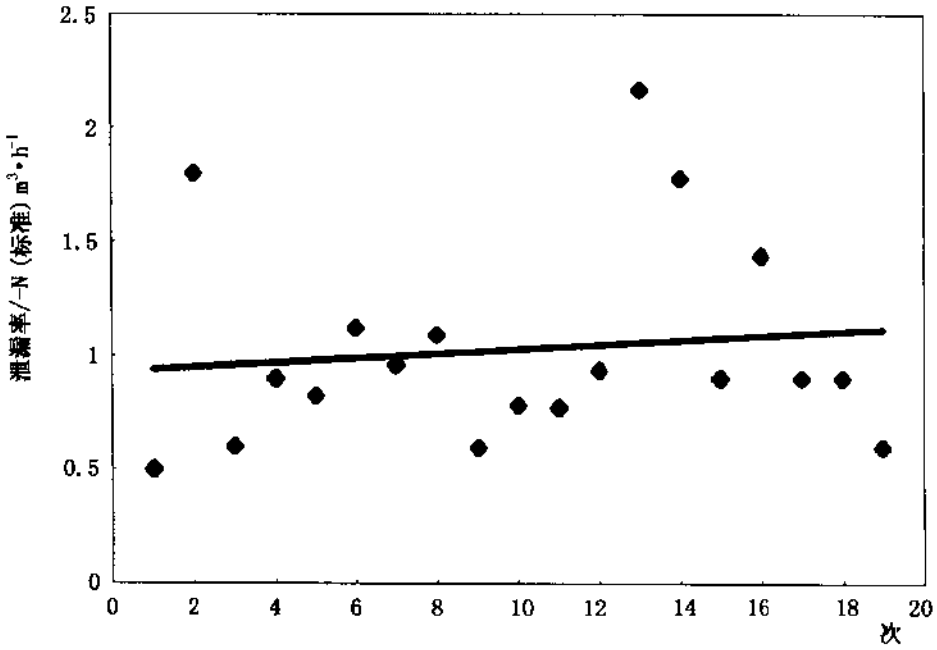


图 2.2.1.2-7 1号机组 1998 年安全壳泄漏率

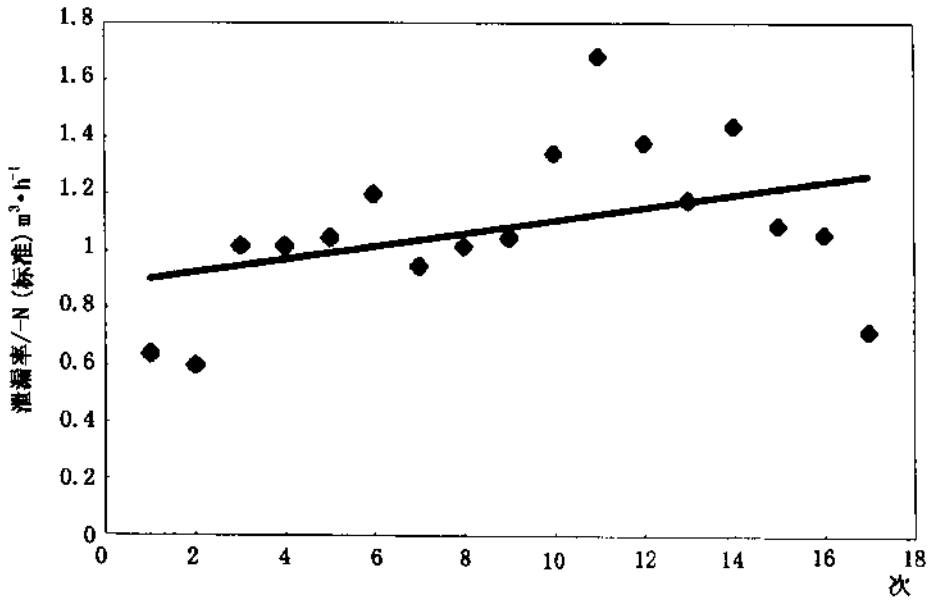


图 2.2.1.2-8 2号机组 1998 年安全壳泄漏率

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	5	2	4	2	8	5	5	1	10	11	5	15
	累计次数	5	7	11	13	21	26	31	32	42	53	58	73
1号机组	当月次数	1	0	4	2	6	0	3	0	5	6	2	9
	累计次数	1	1	5	7	13	13	16	16	21	27	29	38
2号机组	当月次数	4	2	0	0	2	5	2	1	5	5	3	6
	累计次数	4	6	6	6	8	13	15	16	21	26	29	35

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	1.95	0.15	0.44	0.44	1.49	1.49	0.73	0.09	1.46	1.64	2.20	2.21
	累计消耗比	1.95	2.09	2.54	2.97	4.46	5.96	6.69	6.78	8.24	9.87	12.07	14.27
1号机组	当月消耗比	0.50	0.00	0.44	0.44	1.09	0.00	0.40	0.00	0.99	0.94	0.87	1.36
	累计消耗比	0.50	0.50	0.94	1.38	2.47	2.47	2.87	2.87	3.86	4.79	5.66	7.02
2号机组	当月消耗比	1.45	0.15	0.00	0.00	0.41	1.49	0.33	0.09	0.48	0.70	1.33	0.85
	累计消耗比	1.45	1.59	1.59	1.59	2.00	3.49	3.82	3.91	4.38	5.08	6.41	7.26

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	0.39	0.07	0.11	0.22	0.19	0.30	0.15	0.09	0.15	0.15	0.44	0.15
	平均消耗比	0.39	0.30	0.23	0.23	0.21	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.21	0.20
1号机组	当月平均消耗比	0.50	0.00	0.11	0.22	0.18	0.00	0.13	0.00	0.20	0.16	0.43	0.15
	平均消耗比	0.50	0.50	0.19	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.20	0.18
2号机组	当月平均消耗比	0.36	0.07	0.00	0.00	0.20	0.30	0.16	0.09	0.10	0.14	0.44	0.14
	平均消耗比	0.36	0.27	0.27	0.27	0.25	0.27	0.25	0.24	0.21	0.20	0.22	0.21

由图表可以看到：1998年1、2号机组安全相关设备不可用累计消耗比均小于8.5的年度目标限值。不可用次数1号机组为38次，2号组为35次。1、2号机不可用累计消耗比分别为7.02、7.26，但两机组的累计消耗比平均值为7.14，比1997年的6.32要高。两机组的平均消耗比为0.2，也明显高于1997年0.16的水平。说明1998年度第一组安全相关设备的可用状态相对去年有所下降，且对不可用响应速度也有一定程度的下降。此外，DVN等系统的某些第一组不可用，由于在技术规范中没有给出具体的后撤时间，不能计算其消耗比，其不可用次数也未计入以上不可用总次数中。（9DVN有22次，KRT有1次，DVC有1次）

在第一组不可用中可计算消耗比的不可用绝大多数为随机不可用，计划不可用只有11

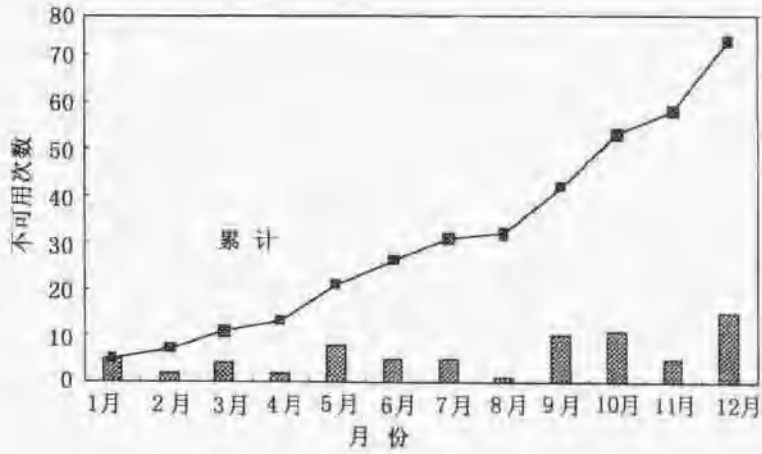


图 2.2.1.3-1 1998 年全厂不可用次数

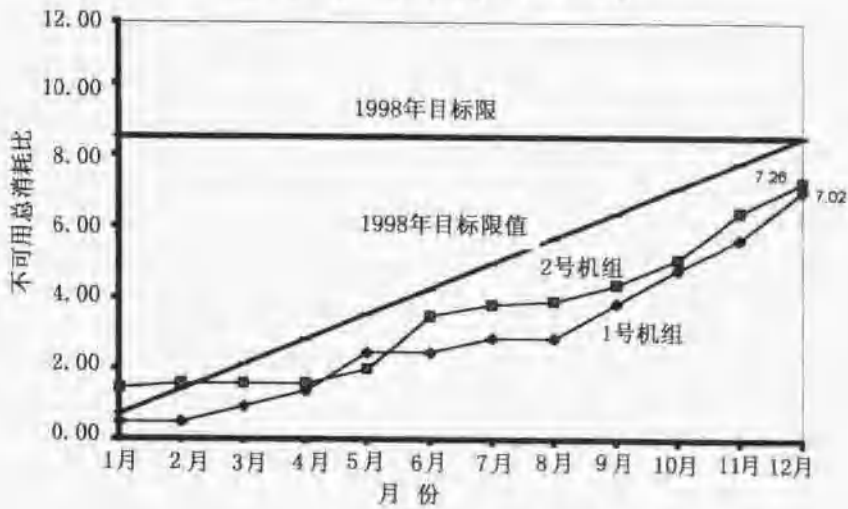


图 2.2.1.3-2 1998 年全厂不可用消耗比

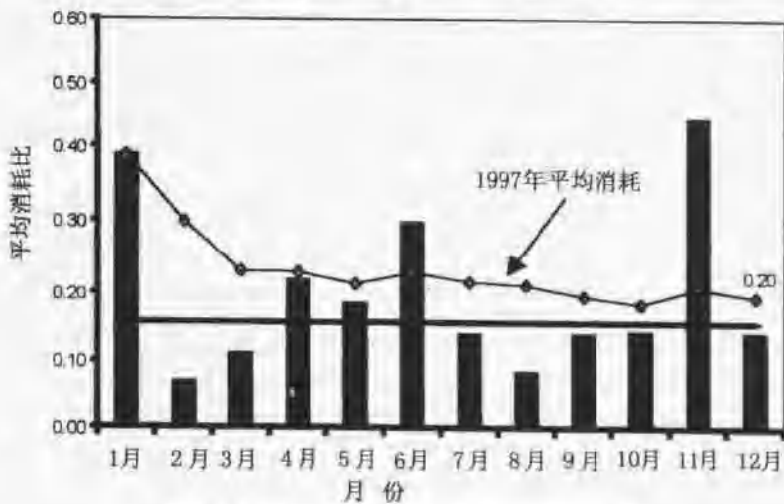


图 2.2.1.3-3 1998 年全厂不可用平均消耗比

次。且在年度十个有最大消耗比的  $I_0$  中，只有因处理 0LGR SF<sub>6</sub> 泄漏而导致的 9LGR 的不可用为计划不可用。具体来看，消耗比比较大的系统和设备有 ASG003PO，RCV002/003PO 以及 LGR。而 ASG 及 RCV 均属于 WANO 安全系统性能指标的统计范围。因此，电站主要安全系统的可用性仍是需要特别关注的问题。

### (2) 分类统计情况

两机组第一组  $I_0$  按热阱、反应性、安全壳、及电源分类情况如表 2.2.1.3-4、表 2.2.1.3-5 所示。从表中可以看到，两机组均是热阱及反应性方面的不可用所占比例较大，其次为电源方面。而安全壳方面的不可用只有一次。但电源方面的不可用所占比例明显少于 1997 年。

表 2.2.1.3-4 1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	15	15	0	8
总消耗比	2.44	2.34	0.0	2.24
平均消耗比	0.16	0.16	0.0	0.28
发生次数所占比例	40%	40%	0%	20%

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	12	17	1	5
总消耗比	2.2	3.22	0.18	1.66
平均消耗比	0.18	0.09	0.18	0.33
发生次数所占比例	34.29%	48.57%	2.86%	14.28%

## 2. 第二组不可用

### (1) 总体情况

1998 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 时间/h	随机不可 用次数	计划不可 用次数	总不可用 时间/h
1998 总计	99	120	3755.08 + 555.5	81	118	3345.41
一 季 度	13	16	837.96	14	18	444.54
二 季 度	32	21	976	33	25	880
三 季 度	29	32	1278.91	14	29	785.89
四 季 度	25	51	1218.08	20	46	1235.22

从表中可以看到, 1、2号机组总的不可用次数分别为219次、199次。其中, 计划与随机不可用的次数分别为: 1号机组120/99次, 2号机组118/81次。不可用次数大于去年, 特别是计划不可用次数明显高于去年(这主要是由于过去因定期试验造成的不可用没有统计在内, 而在1998年下半年起开始严格统计)。不可用持续时间与去年基本相当。其中1号机组有555.5小时的不可用时间是由于JDT在1997年的一个不可用持续到1998年而造成的。

#### (2) 分类统计情况

1998年第二组各系统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(表中只列出次数较多的一些系统)。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、DVN、SEC、REN以及DVK、RRI等系统。

第二组不可用中, 仍以KRT系统不可用次数为最多, 1、2号机组分别为56和41次。但持续时间最长的1号机组为SEC系统、2号机组为RRI系统的不可用, 且大多为计划不可用。

表 2.2.1.3-7 第二组不可用按系统分类统计

1 号 机 组						2 号 机 组					
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	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	56	23	38.29	33	333.12	KRT	42	25	52.56	17	208.22
DVN	21	12	66.61	9	21.08	DVN	17	11	63.06	6	29.83
SEC	11	8	994.52	3	224.00	SEC	14	11	385.31	3	41.83
REN	11	6	7.93	5	17.93	DVK	10	5	20.97	5	186.90
LNE	11	3	10.47	8	146.10	REN	10	8	6.68	2	14.70
RRI	10	8	380.75	2	76.00	RRI	10	5	559.58	5	86.25
SAP	9	7	76.90	2	9.40	DVE	8	7	91.00	1	70.40
DVL	8	5	34.86	3	7.75	DVL	8	7	13.41	1	0.80
DVE	8	7	59.29	1	2.00	DWS	7	7	105.90	0	0.00
DWS	7	7	58.65	0	0.00	DVI	6	2	18.08	4	24.42
RIS	6	2	57.50	4	183.63	DVS	6	5	28.00	1	7.33
DVI	6	5	20.34	1	6.83	LNE	6	1	4.67	5	73.00
DVS	5	1	8.92	4	27.07	SAP	6	4	111.10	2	56.50

#### 2.2.1.4 定期试验

##### 1. 1998年GOR定期试验机组正常运行期间部分统计情况及分析

(1) 统计情况, 见表2.2.1.4-1“1998年GOR定期试验统计”和图2.2.1.4-1“1998年GOR定期试验趋势”。

表 2.2.1.4-1 1998 年 GOR 定期试验统计

专业	计划 plan		执行 done		合格 ok		有异常 abnor.		超期 over due		一次不成功 1st failure		利用裕度 项数		裕度平均 利用率		
	unit 1,0,9	unit 2	unit 1,0,9	unit 2	unit 1,0,9	unit 2	unit 1,0,9	unit 2	unit 1,0,9	unit 2	unit 1,0,9	unit 2	unit 1,0,9	unit 2	unit 1,0,9	unit 2	
	大	(48)	(47)	(48)	(47)	(48)	(47)	—	—	—	—	—	—	(1)	(4)	—	—
MIC	小	299	302	299	302	299	302	8	10	0	0	0	0	2	69	21.4%	11.4%
MEE		38	36	38	36	38	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPO/OC		154	140	154	140	154	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTS/TP		200	186	200	186	200	186	1	0	0	0	0	0	3	10	8.3%	7.1%
OPH/ES		108	50	108	50	108	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPH/RP		197	171	197	171	197	171	0	0	0	0	0	2	0	2	0	6.0%
OPO	>1m	499	496	499	496	499	496	34	32	0	0	4	6	31	56	8.1%	3.9%
	=1w	283	124	283	124	283	124	70	3	0	0	0	0	4	3	14.3%	14.3%
年度合计 sum		1778	1505	1778	1505	1778	1505	113	45	0	0	4	8	40	140	—	—
年度比例 ratio				100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	6.4%	3.0%	0.0%	0.0%	99.8%	99.5%	2.2%	9.3%	9.4%	8.1%
累计∑sum		1778	1505	1778	1505	1778	1505	113	45	0	0	4	8	40	140	—	—
累计∑ratio				100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	6.4%	3.0%	0.0%	0.0%	99.8%	99.5%	2.2%	9.3%	9.5%	8.0%
	占总计划数 share of UI&LD	按计划执行率 done/plan		执行合格率 ok/done		异常率 abnor./done		超期率 overdue/done		一次成功率 (done-1st.f)/done		裕度内调整率 margin/done		裕度平均 利用率			

备注：大修定期试验及化学监督未统计在表格内

## (2) 统计情况分析

1) 按 GOR 定期试验监督大纲 (IP/TST/011) 的要求, 全年计划安排和 GOR 定期试验项目全部完成;

2) 异常项目情况: 1, 0, 9 号机组 113 项, 2 号机组 45 项, 其中 PT9DVN001 及 PT9DVN004 有 59 项, 主要原因为房间风量分配不稳定, 引进房间的风压变动, 使房间压差不能满足试验规程的要求, 剔除公共部分 (0, 9 号机) 异常项目, 1 号机组与 2 号机组设备和系统异常情况项目数量基本相同;

3) 试验一次不成功的情况: 1 号机组有 4 项, 2 号机组有 8 项, 其中 PT2LLS001 及 PT2LLS002 分别在 2 月 18 日和 9 月 2 日一次不成功。另外, 在 1998 年 2 号机组第五次大修中 PT2LLS003 也出现一次不成功, 说明 1998 年 2LLS 小汽轮机的可靠性降低;

4) 利用裕度项数: 1 号机组 40 项, 2 号机组 140 项, 其中: 1 号机组因 PTS 输机不准确占 12 项, 2 号机因 PTS 输机不准确占 20 项, 因 OSART 检查、香港回归 1 周年庆典保电等人为因素调整的项目有 72 项。

5) 1998 年之前, 遗留项 9ETY109AR 及 9ETY209AR 两台氢复合器冷态及热态试验因规程在编写中而未执行, 经过各方努力, 9ETY109AR 及 9ETY209AR 氢复合器冷态及热态试验分别在 1998 年 10 月及 11 月份第一次执行, 从而使该遗留项关闭;

### 2. 1 号机组第四次大修定期试验完成情况

(1) OPO 按计划完成 243 项。其中有 2 项一次不成功: PT1DVH001 在 1998 年 2 月 13 日执行时不成功, 1998 年 2 月 20 日校验后重做合格; PT1RPA043 在 1998 年 2 月

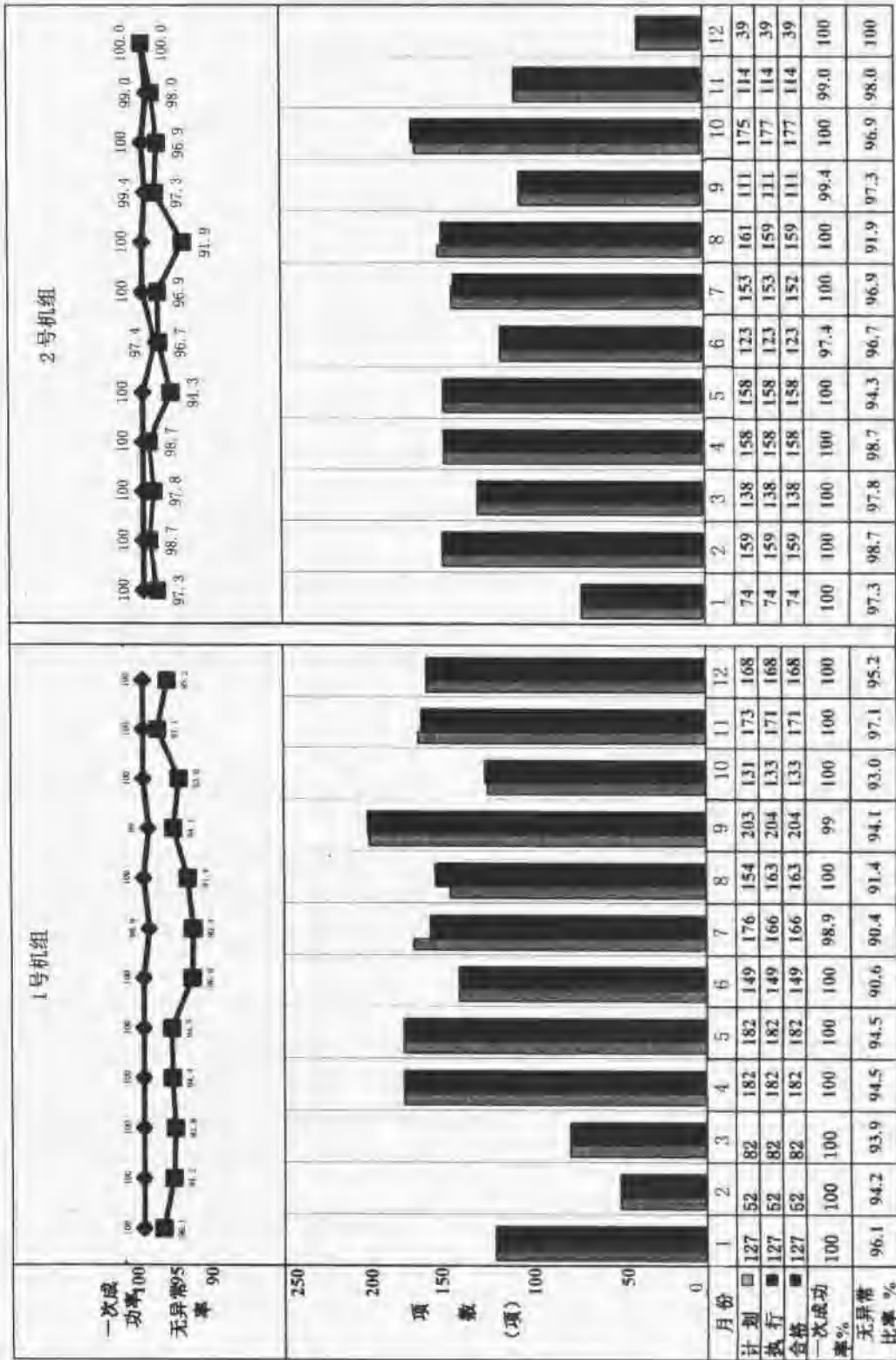


图 2.1.4-1 1998年GOR定期试验趋势



20日执行时不成功,1998年3月1日重做合格

(2) MIC按计划完成121项。其中1RPR T2手动试验推迟安排在1998年第36周执行

(3) MEE按计划完成12项蓄电池年度放电试验

(4) MTS/TP按计划完成C类贯穿件试验55个,安全壳B类试验7个

### 3. 2号机组第四次大修定期试验完成情况

(1) OPO按计划完成240项,其中有1项等效,3项一次不成功;PT2RIS063等效;PT2RIS003和PT2VVP003一次不成功,经处理后重做试验合格;一回路压力在2.5 MPa时PT2RIS061试验不合格,一回路压力在7.0 MPa时执行PT2RIS064试验合格

(2) MIC按计划完成59项

(3) MEE按计划完成12项蓄电池年度放电试验,其中有2项异常:1LBF001BT 16号蓄电池放电30分钟电压降到1.76 V,领备件更换后重做试验,结果合格;1LBC001BT 2号机组蓄电池放电50分钟时电压降至1.75 V,领取备件更换后重做试验,结果合格

(4) MTS/TP按计划完成C类贯穿件59个,安全壳B类试验8个

(5) KRT定期试验在日常部分统计

### 4. 新增利用裕度项数及裕度内平均利用率统计指标

(1) 名词定义:

利用裕度项数……即“GOR定期试验计划及执行情况”表中执行日期与PTS中调度日期不相等的项目之和。

裕度内平均利用率……每项裕度利用百分数的平均值,每项裕度利用百分数的计算公式为: $|\text{执行日期} - \text{调试日期}| / \text{周期} \times 100\%$

(2) 新增利用裕度项数及裕度内平均利用率统计指标的意义:

在1997年统计的基础上,1998年的统计新增加利用裕度项数及裕度内平均利用率两项指标。通过这两项指标,能比较准确地反映出未按调度日期执行的项目及这些项目执行日期偏离调度日期的百分数,从而引起试验管理人员对调度日期的重视,增强计划的严肃性,同时提醒试验管理人员对偏离调度日期的试验项目,应努力在 $\pm 25\%$ 周期裕度内完成,以避免超期。

## 2.2.1.5 瞬变统计

### 1. 瞬变统计工作

1998年在瞬变统计方面进行了以下几方面的工作:

更换了所有现场使用的旧式KDO记录仪。原来使用的记录仪由于型号老、设计有缺陷,而不适合于在现场长期使用。1995年起就出现时断时续的故障,虽经过多次维修仍无法承担瞬变记录任务。对此决定更换全部记录仪。老式记录仪使用机械钢丝传动装置,磨损快、噪音大、经常卡纸,而且由于机型已淘汰,原厂配件不易采购,维修困难。新安装的记录仪采用滚珠滑动装置,在可靠性、噪声、可维护性、性能等方面均大大优于老式记录仪,经过一年的运行,表明新记录仪适合现场长期使用。KDO记录仪问题的解决对岭澳核电站和今后核电站的建设积累了经验。

精简了KDO记录仪系统。原系统使用了10台记录仪记录90个信号,其中4台三笔记录仪记录8个信号,另外6台记录其余信号。新记录仪采用16通道,总共6台共可记录96

个信号, 所以可将 4 台三笔记录仪取消, 并将 8 个信号接于新记录仪上。这样, 新系统仅使用 6 台记录仪就完成了以往 10 台记录仪的工作。不仅节约了资金, 节省了纸张, 还提高了系统的可靠性。

完成了文件系统及统计软件的改造。通过在 EDF 电站学习, 以及对已往瞬变统计工作的经验总结, 1998 年对瞬变统计文件系统作了较大的改进, 使文件的管理更简洁。在统计软件方面, 原软件用老的数据库编写, 实现的功能少, 根据电站核安全委员会的要求, 需要增加瞬变消耗趋势分析及查询功能。新的统计软件使用 ACCESS 数据库, 按要求编写了新的内容, 操作方便、界面美观。经过一年左右的运行, 证明总的使用情况较理想, 稍作修改就可适用于岭澳核电站和其他核电站的瞬变统计应用中, 达到了预期目的。

完成了规程的升版工作。通过对法国电站相关最新规程的理解, 翻译了大量资料, 吸收了 EDF 最新的内容, 重点对旧规程在判定方法方面不太完善的地方作了修改, 并根据大亚湾核电站实际经验, 增加了部分内容, 完成了瞬变统计的中文升版工作。

## 2. 1998 年大亚湾核电站主要瞬变消耗统计

根据不同工况, 瞬变可分为 4 类: 1 类为设计工况; 2 类为一般运行工况及中等概率事件 (如升、降负荷); 3 类为小概率事件 (如一回路小破口); 4 类为极小概率事件 (如一回路大破口)。全部瞬变共 100 余种, 主要瞬变有以下几种: 反应堆升温降温、升降负荷、甩负荷、停堆、化容系统上充下泄流量变化、余热导出系统投运、安全阀的动作等。

1998 年主要瞬变消耗见表 2.2.1.5-1。

其中反应堆升温包括两种情形: 1.1 和 1.2, 分别是反应堆开盖后的升温与不开盖的升温; 另外, 化容系统的瞬变选取了影响较大的 32.2、37、38, 对发生频繁但影响较小的 32.1、33 等未包括在表中。其他发生概率较小的瞬变也未包括在表中。

需要说明的是: 这些瞬变的描述与实际工况通常并不一致, 只有实际工况导致相应的参数变化达到某种瞬变规定的阈值时, 才有瞬变发生。瞬变统计数据是根据温度、压力等的变化, 从疲劳的角度来确定瞬变的, 因此与其它统计结果如能量统计的相关数据可能有些不同。如果以运行状态来分, 以能量统计结果为准; 以疲劳的贡献来看, 以瞬变统计结果为准。

我们选取了几个常见而且具有代表性的瞬变列于表 2.2.1.5-1。

表 2.2.1.5-1 1998 年主要瞬变消耗

瞬变代码	瞬变描述	1号机组瞬变消耗	2号机组瞬变消耗	期望值	设计值
1.1 和 1.2	反应堆升温	2	2	5	200
2	反应堆降温	2	2	5	200
3.1	升功率	5	2	245	9 800
4.1	降功率	4	2	248	9 920
10	热停堆维持蒸汽发生器水位	0	4	50	2 000
21.1	紧急停堆	0	0	5.75	230
32.2	上充最大增加	2	1	7.5	300
37	下泄关闭上充不变	0	1	5.5	220
38	下泄上充关闭	0	0	5	200
42	RRA 启动	2	2	5	200

1998年瞬变消耗情况与1997年相比,总的来讲,变化不大。部分瞬变消耗有减少趋势,特别是2号机组,瞬变消耗明显下降;1号机组瞬变消耗在正常范围内。最令人鼓舞的是:1998年两台机组没有一次紧急停堆发生。这说明大亚湾核电站两台机组运行状态良好,运行操作水平提高,设备状态好。这对延长机组寿命,降低疲劳对设备的损伤有很大的好处。

### 3. 趋势预测及改进建议

近几年瞬变消耗总的趋势在减少,如果机组不发生大的故障,瞬变消耗情况将保持良好状态。根据经验在实际操作中,如果注意以下几点,可减少瞬变发生:

- (1) 避免在升温或降温过程中进行主回路温度发生较大波动的操作;
- (2) 降温时,在热停堆状态至少持续3小时以上;
- (3) 降温时,RCV打开2个下泄孔板增大下泄流量可减少RCV相关瞬变发生;
- (4) 避免关闭RCV下泄回路及上充、下泄同时关闭;
- (5) 换料期间减少对RIS12、13VP的操作次数;
- (6) 对主回路温度测量旁路的维修,避免阀门关闭时间超过1h;
- (7) 限制过剩下泄的操作,保护RCV250VP阀门;
- (8) 限制辅助喷淋的操作。

由于大亚湾核电站引进的技术较早,计算机技术在瞬变统计方面的应用还不深入,EIDF目前正在法国部分电站试用瞬变统计在线分析系统,在今后工作中我们将逐步开展这方面的工作。

### 2.2.1.6 核安全文化

1998年是实施公司五年发展计划的第一年。在过去几年大力推进核安全文化建设的基础上,1998年继续推进核安全文化建设,使五年发展计划有一个良好的开端。这一年电站取得了卓越的业绩。

在1998年,核安全文化建设被列为电站的改进计划,实践中主要做了如下工作:

1. 共组织18期“安全文化培训课”,用统一的教材讲课;
2. 组织两次安全评估,一次在1998年1月份进行,题目是“核安全文化评估——关于良好行为的调查”;包括个人行为(14个问题),领导行为(18个问题)和组织行为(23个问题)的调查;另一次在1998年10月份进行,题目是“安全文化评估”,包括三部分,第一部分,员工对公司决策层核安全意识的理解(20个问题),第二部分,员工对上级和电站经理部的安全评价(20个问题),第三部分,员工个人对核安全的理解(60个问题)。

第一次调查发出问卷260份,回收答卷168份,回收率为65%。这次是以自愿参与的形式进行的。第二次评估采用行政干预形式,参加评估活动的员工有661人,占公司总数的60%。

3. 随着ISO 14001 EMS管理体系认证工作在1998年进入实质性阶段,公司大力开展全员环境管理培训。这一年里,公司进行了两次大规模环境培训,即环境意识培训和环境管理体系培训。公司组织了一次考试,共有1320人参加。

4. 关于OSART后续跟踪检查见2.2.1.8。

5. 1998年在培训中心组织了6次人因事件根本原因分析方法培训,旨在帮助技术人员掌握这一方法,用于分析电站的事件。

6. 1998年按月出版了《安全之声》,共12期,继续推进核安全文化的宣传。

7. 做好内部和外部经验反馈, 促进大亚湾核电站安全文化的提高。详见 2.3.7。

8. 为了加强对大亚湾核电站的承包商的培训, 电站经理部专门组织编写了《核电站承包商员工培训手册》, 其中第九章为《核安全文化》。

### 2.2.1.7 执照申请

1998 年度广东大亚湾核电站执照申请活动主要围绕核电站的正常运行和换料大修进行。电站与国家监督管理部门保持了紧密的联系和良好的关系, 通过电站自觉严格地遵守法律法规和管理要求, 认真接受国家监督管理部门的监督检查, 获得并保持了国家监督管理部门对大亚湾核电站的良好信任。

#### 1. 核安全监督

1998 年国家核安全局及广东监督站继续对广东大亚湾核电站实施了正常运行及大修期间的核安全监督。除电站运行的日常监督检查跟踪外, 还实施了应急与辐射防护检查、维修管理、人员培训、定期试验等专项检查以及质保例行检查等核安全专项检查。两台机组换料大修期间, 国家核安全局除按大修监督计划对大修主过程进行监督外, 还按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并分别召开了审查会, 临界前国家核安全局对现场进行了检查并召开临界前检查会以确认临界条件的满足。

1998 年国家核安全局与大亚湾核电站召开了年度协调会, 阐明了评审和监督的要求, 协商解决了存在的问题, 并初步拟定了下一年的工作计划。

#### 2. 安全基准文件管理

核电站运行质保大纲 (E 版)、最终安全分析报告 FSAR (E 版) 和运行总则 GOR 第三 (2 版)、六 (1 版)、九章 (4 版) 正在修订并报国家核安全局审查。

#### 3. 操纵员执照申请

1998 年广东大亚湾核电站组织了两次操纵员执照考试 (4 月 6~11 日 RO 考试、10 月 19~28 日 SRO 考试), 共 34 人参加 (RO20 人、SRO14 人), 25 人通过考试并经评议后申请执照 (RO14 人、SRO7 人)。本年度分别有 16 人和 8 人获国家核安全局颁发的 RO、SRO 执照, 另有 7 人通过 SRO 考试正在申请执照, 14 人执照到期正在申请换照。“GNPS 操纵员考评委员会”进行了换届并更名为“广东核电操纵员考评委员会”, 现有成员 17 人。操纵员执照考核新标准已于 8 月得到贯彻实施。

#### 4. 承诺报告及往来信函

按照核安全法规和环保法规的要求, 大亚湾核电站 1998 年共向国家核安全局和国家环保局上报各类承诺报告 137 份, 其中包括:

- 运行日报、月报、年报;
- 安全分析季报、年报, 应急年报;
- 重要活动通告;
- 运行事件通告 (1998 年共发生 15 起运行事件, 其中 1 号机 10 起, 2 号机 5 起);
- 运行事件报告;
- 各类专题报告;
- 三废和环境监测月报、年报; 工业废水和生活废水月报、年报。

1998 年, 大亚湾核电站共收到安全监督部门来函 59 份, 提交给安全监督部门的函件 142 份。

## 5. 安全重要修改申请及实施

1998 年度向国家核安全局申请的安全重要修改有：

- 大亚湾核电站 21 000 mg/kg 浓硼水箱降低硼浓度改造
- RRA-RCV 反应堆冷却剂净化管线改造申请
- RIC 指套管磨损处理申请
- 主控室记录仪国产化申请
- 18 个月换料
- 主蒸汽、主给水管线阻尼器减少计划

1998 年度获国家核安全局批准的安全重要修改有：

- 大亚湾核电站 21 000 mg/kg 浓硼水箱降低硼浓度改造
- RRA-RCV 反应堆冷却剂净化管线改造申请
- RIC 指套管磨损处理申请
- 主控室记录仪国产化申请

其中 RRA-RCV 反应堆冷却剂净化管线改造申请除因备件准备问题改在 2 号机组第六次大修中实施外，其余修改正在实施或已完成。

## 6. 特许申请

根据机组运行状况的要求，1998 年度 GNPS 向国家核安全局提交了 6 份特许申请，其中 1 号机组 1 份，2 号机组 3 份，适用于两台机组的通用申请 2 份。详见 4.16。

## 7. 环境监督

1998 年国家环保局、广东省环保局以及深圳市环保局对广东大亚湾核电站进行了环境监督管理。大亚湾核电站每月向广东省环保局上报三废和环境监测月报、工业废水和生活废水月报。广东省环保局辐射监测站定期到现场取样分析。1998 年 GNPS 与广东省环保局召开了年度协调会并与广东省环境辐射研究监测中心重新签订了五年合作协议。

## 8. ISO 14001EMS 认证

1998 年，公司 ISO 14001EMS 认证工作取得了很大进展。进行了环境因素与重要环境因素的识别和评价，完成了体系程序、文件的编写出版和全员培训。8 月，体系建立并投入试运行，10 月进行了管理体系内部审核，共发出 46 项不符合项，对不符合项进行了大力整改和跟踪验证、关闭，11 月公司总经理组织了体系的管理评审，12 月顺利通过国环环境管理体系审核中心的第一阶段审核。计划 1999 年 3 月接受第二阶段认证审核。

### 2.2.1.8 国际原子能机构活动

#### 1. OSART 后续跟踪检查

IAEA 于 1996 年 10 月 7 日至 25 日对广东大亚湾核电站进行了运行安全评审。核电站经理部遵照总经理部要求，采取了多项实质性的措施落实 OSART 评审活动提出的建议和意见。

1997 年 10 月，IAEA 官员，原 OSART 评审团副团长 Hollinger 先生来访大亚湾核电站，初步审查了大亚湾核电站实施 OSART 建议的纠正行动和执行效果，并商议了 OSART 后续跟踪检查事宜。1998 年 5 月 4 日至 8 日，IAEA 派遣了以 Hollinger 先生为团长的 3 人后续跟踪检查团，对大亚湾核电站进行了跟踪评审。详细情况见第五章的相关专题报告。

#### 2. 地区合作项目

在 IAEA 实施亚洲地区合作项目 RAS/4/015 “核电厂运行安全”的具体组织安排下，大

亚湾核电站组织举办了两次研讨班：

#### (1) 核电运行安全管理

该研讨班于 1998 年 6 月 15 至 19 日在大亚湾现场举办。参加研讨班的人员共 19 人，主要来自 IAEA 总部、印度、韩国、巴基斯坦以及中国等国的有关部门和电站的高层决策和管理人员，大亚湾核电站、秦山核电站和江苏核电公司的代表及中核总国际合作局官员也参加了该研讨班。前 OSART 团长 Hide 先生（英国）和美国休斯敦电灯电力公司的 Groth 先生为特邀专家。

研讨班主要内容：

- 审定 RAS 合作项目经验总结报告
- 研讨快速改善和提高核电站运行安全性策略
- 初步制定了 RAS 合作项目 1999 年至 2002 年的活动计划

#### (2) 核电站运行安全性能指标

从 80 年代末开始，IAEA 开展了利用安全指标监督和管理核电站运行安全性能方面的研究，并致力于完善性能指标体系，以帮助成员国核电站确定完整的指标体系，利于管理和提高核电站运行安全水平。

IAEA 官员和西班牙核电专家主讲，大亚湾核电站相关人员共 25 人参加的“核电站运行安全性能指标研讨会”于 1998 年 12 月 9 日至 11 日在大亚湾核电站举办。

研讨班的内容：

- 介绍和讨论 IAEA 在此方面的研究开发成果
- 介绍西班牙核电站实际应用状况
- 介绍大亚湾核电站运行安全监督管理体系，并讨论了核电站建立 IAEA 运行安全性能指标体系的方向

研讨班的基本工作文件是“IAEA-J4-CT-2883 Indicators to Monitor NPP (Operational Safety Performance)”

此外，大亚湾核电站还派人员参加 RAS 项目下列研讨班：

- 巴基斯坦举办的运行经验反馈和运行安全自我评估
- 秦山核电站举办的运行经验反馈
- 韩国举办的核电站教员的培训和考核
- IAEA 总部举办的改善和提高运行安全管理

#### (3) 培训

受 IAEA 委托，广东核电合营有限公司承办的核安全培训班于 1998 年 3 月 2 日至 13 日在大亚湾核电站举办。参加培训班活动的人员共 42 人，其中 16 名教员来自 IAEA、美国、日本、西班牙、法国和中国，26 名学员来自印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、泰国、越南、中国。

培训班的目的在于在 IAEA 指导及组织下推动该区域范围内的核能合作，互相学习开发核能的经验，推进核能利用以满足电力增长需求，促进经济发展。

此外，大亚湾核电站还派人员参加了 IAEA 在韩国举办的第二期核安全培训班。

#### (4) PSA 同行评议

中广核集团经国家原子能机构与 IAEA 商定：由 IAEA 负责聘请国际核电有关专家对大亚湾核电站一级 PSA 进行同行评议。评议会于 1998 年 11 月 30 至 12 月 8 日在核电站现场举

办。参加评议会的专家来自 IAEA、法国、美国、西班牙和荷兰等国共 6 位。PSA 项目支持单位的三位国内专家也参加了评价会。

IAEA 专家对大亚湾核电站目前的 PSA 工作给予了肯定，并提出了完善和改进建议。可靠性数据及模型存在的问题将在今后的工作中得到解决和完善。

#### (5) 其他

1) IAEA 技术合作部拟实施东亚太平洋区域的一项援助项目：改进核电站职业辐射防护。大亚湾核电站派员参加了 IAEA 于 1998 年 7 月 13 日至 18 日在维也纳召集的有关此援助项目的工作会议，讨论和制定了项目大纲和 1999 年至 2000 年的工作计划。

2) 经与 IAEA 有关部门联系，IAEA 向大亚湾核电站提供了约 45 份资料，有专题技术报告、会议文集、安全丛书，现已存放在生产部资料处图书馆，供员工查阅参考。

## 2.2.2 工业安全

### 2.2.2.1 工业安全统计

见表 2.2.2.1-1

表 2.2.2.1-1 1998 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	≤4	2
工业事故率 $F$ (20 万人·工时)	≤0.3	0.130
工业事故严重度	≤0.1	0.024

#### 1. 轻伤事故：2 次

详情见表 2.2.2.1-2。

表 2.2.2.1-2 轻伤事故情况表

序 号	事故编号	说 明	时 间	损失天数
1	A98001	原技术服务处一员工在环境室样品制备间工作时因地面凹凸不平，被绊倒，摔伤腋骨。	1998.1.27	25
2	A98002	转机处一员工在拆卸 2RAM001AP 发电机转子时扭伤腰部	1998.7.2	47

### 2. 工业未遂事件

1998年共发生工业未遂事件32起，其中人因事件29起，设备及其它原因事件3起，见表2.2.2.1-3。

表 2.2.2.1-3 未遂事件潜在风险分类

中暑	坠落	机械伤害	触电	烧伤	落物打击	其它
1	7	2	1	3	4	14

### 3. 指标对比及变化趋势

见图 2.2.2.1-1

97/98工业安全指标变化趋势比较

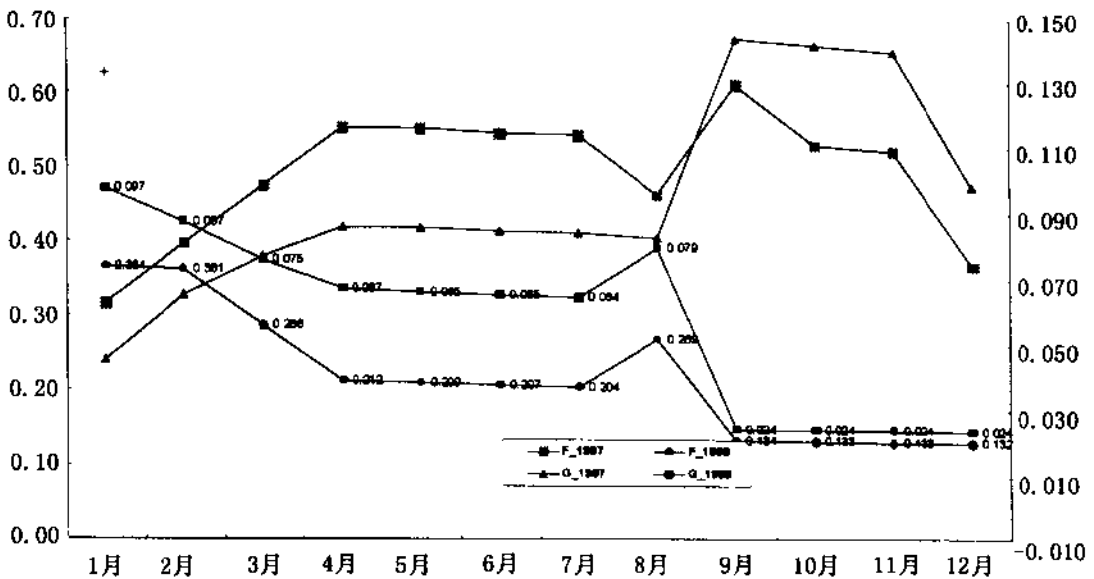


图 2.2.2.1-1 工业安全指标变化趋势比较

#### 2.2.2.2 工业安全管理

##### 1. 工业安全总体状况

(1) 1998年工业安全指标状况比1997年有明显改善。

(2) 人员安全素质和工作习惯仍需进一步改进，较好的指标仅从一方面反映一段时间的安全状况，还应持续改进。

##### 2. 1998年的主要工作

(1) 完善工业安全管理规程：修订工业安全管理规程及全部执行规程共8个。



(2) 建立了个人防护用品管理规定和标准, 向现场工作人员发放个人防护用品, 为规范化管理打下良好基础。

(3) 电站行车安全整改取得显著成效: 1998 年经深圳市劳动局安全检测站检测 51 台行车, 合格 48 台, 占总数 94%, 比 1996 年检测结果 (44% 合格) 有显著提高, 减少电站发生重大人身伤亡事故的隐患。

(4) 特种作业岗位技能培训, 已列入培训中心计划, 1998 年完成培训复训共二期, 获得操作证人员共 100 人。

(5) 监督电站对承包商的合同条款中纳入工业安全条款, 明确安全责任、培训、个人防护用品等重要条款。

(6) 承包商的安全培训与授权: 已对在核电站长期工作的承包商的安全培训纳入到核电站的正常培训轨道, 取得了良好效果。

(7) 建立了工业安全信息库, 并完成了程序设计, 有待输入数据。

(8) 改善工业安全状态趋势分析, 按季度发出《工业安全/消防状态报告》。

(9) 制定 1998 年起重、危险品相关的岗位的技能培训方案, 并先后组织了三期培训。

(10) 完成现场部分有风险的固定设施的安全改进 (软管固定, 孔洞的封堵, 围栏的设置)。

(11) OSART 工业安全相关项目改进建议一个, 经过复检, 结论为: 进展满意。

(12) 岗位建设: 在 1997 年完成岗位建设职能、要求的基础上, 1998 年重点做了科内人员的在岗培训, 共组织在岗培训 6 次, 并有重点地对新员工进行系统的培训与考核。

(13) 工业安全培训

1998 年对现场工作人员的工业安全复训教材进行了修订补充; 全年完成工业安全培训 28 期, 601 人次。

其中工业安全一级复训 3 期, 二级复训 21 期, 三级复训 2 期, 新员工工业安全培训 2 期。

危险品安全管理培训 3 期, 85 人次。

(14) 经验反馈: 重要工业安全事件调查 2 个, 并对一段时间内隔离差错较多问题与 OPO 共同研讨隔离工作安全措施和对策。

(15) 安全文化宣传教育: 出版《安全通讯》8 期; 安全宣传栏 6 期。

### 3. 主要问题

(1) 人员整体安全意识不够;

(2) 现场管理仍不规范;

(3) 不良工作习惯仍有表现, 不能严格按工业安全规定执行;

(4) 培训教材仍需更具针对性, 举例说明安全规定不够;

(5) 科内人员整体管理素质和技术水平有待提高。

## 2.2.3 消防

### 2.2.3.1 火灾事件及火警未遂事件统计

统计数据见表 2.2.3.1-1。

表 2.2.3.1-1 火灾事件及火警未遂事件

项 目	目标值	实际结果
火灾事件	0	0
火警未遂事件	≤10	15

火警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

电 气	人 因	机 械 设 备
10	3	2

过去 13 个月 (1998 年 3 月 1 日至 1999 年 3 月 1 日) 全厂消防系统可用率见图 2.2.3.2-1。

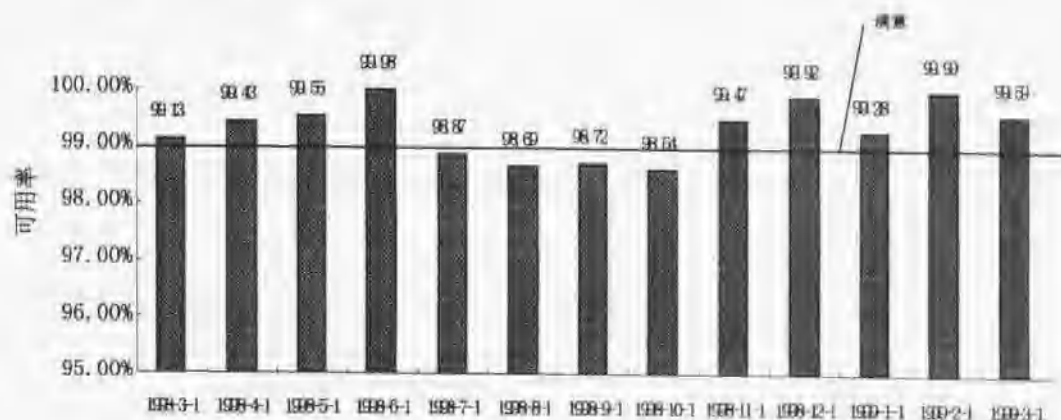


图 2.2.3.1-1 全厂消防系统可用率

## 2.2.3.2 消防管理

### 1. 消防指标方面

未遂火警未达到目标值, 分析表明与设备相关, 特别是与电气设备相关的事件增多; 人因失误造成的未遂事件所占比例较大, 表明应在电气设备可靠性控制方面与人因失误控制方面加强管理和改进。

### 2. 1998 年完成的主要工作

(1) 完成全部消防管理规程的修订升版共 5 个。

(2) 已建立小容量易燃液体容器回收制度, 经现场检查表明已落实措施; 规范加油作业防火措施和现场废油存放点的管理, 并已实施。

(3) 加强动火作业控制, 将动火证作为办理工作许可证的条件之一, 并纳入工业安全科日常巡检之中进行检查。暂时选用了非石棉阻火布供现场使用。缓解了现场使用的实际困难。

(4) 加强火灾危险性分析: 消防工程师将对所有新建、改造项目进行防火审查; 补充修订电站《火灾危险性分析报告》。

(5) 完成现场便携式灭火器的年度技术检查 (1 200 个), 并根据 OSART 要求全部进行固定, 户外灭火器装入专用箱内。

(6) 加强防火门的管理, 对全电站的防火门进行编号, 张贴专用标志, 在定期巡检中加入防火门项目, 逐一进行检查; 打开防火门办理许可证制度已实施。

(7) 消防系统隔离得到有效控制, 必须具有消防工程师签发的许可证才能对消防系统隔离, 这一制度已较好贯彻执行。

(8) 正在组建义务消防队, 人员名单已报上, 等培训后正式组建。目前培训教材编写已完成。

(9) 消防行动卡的再版工作正在进行, 根据几年来的消防演习经验对行动卡内容进行修改, 以更适应实战的需要, 已完成样卡和计划的制定。

(10) 清理和规范了现场压缩气瓶管理, 对主要可燃物 (脚手架板) 进行了阻燃处理。

(11) OSATR 复检: 消防相关的项目改进建议二个, 经过复检结论为: 进展满意。

(12) 消防培训: 全年完成消防培训 39 期, 共培训人员 939 人次。其中一级复训 7 期, 二级复训 23 期, 三级复训 7 期, 新员工消防培训 2 期。

(13) 电气防火措施的跟踪: 跟踪重要的电气防火措施 11 项, 监督进展状况每月向经理部报告。

(14) 全电站范围的防火安全检查: 全年共进行防火安全检查 8 次。提出整改要求 91 项。

(15) 消防演习、演练: 全年组织二级干预队在消防训练站进行消防演练 6 次, 组织三级以上消防演习: 12 次, 合格 11 次。

### 3. 主要问题

(1) 电气设备故障造成火灾未遂事件次数增多, 共 10 次, 表明电气防火方面仍较薄弱;

(2) 人员的防火意识仍不够, 人员未养成随手关闭防火门的习惯, 造成防火门关闭状况不满意;

(3) 火警系统缺少自动记录功能, 火警信息靠人工记, 不够及时、准确;

(4) 消防系统可用性时高时低, 检修人员对消防系统可用性缺乏足够了解和重视;

(5) 缺少消防专业人员, 科内人员消防专业知识不足, 需专门培训。

## 2.2.4 辐射防护

### 2.2.4.1 1998 年度辐射防护总体评价

#### 1. 总体指标完成情况

——本年度电站的总集体剂量是  $1.34 \text{ 人} \cdot \text{Sv}$

——最大个人剂量为  $9.8 \text{ mSv}$

——人员体表沾污  $4 \text{ 人} \cdot \text{次}$

——未发生人员内污染事件

- 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 1998 辐射防护指标与结果

项 目	目 标 值	结 果 值
集体剂量/人·Sv	1.60	1.34
个人最大剂量/mSv	<20	9.8
人员体表沾污/人·次	<10	4
人员体内污染/人·次	0	0
辐射事故	0	0

## 2. 剂量结果分析

与 1997 年相比, 集体剂量下降了 15.7%。主要原因有以下几点:

——经过几年的培训、复训和经验反馈, 电站员工的辐射防护意识有明显的提高。

——2 号机组第四次大修在 1998 年产生的剂量份额较小 (~90 人·mSv)。

——机组运行时在反应堆厂房内操作、查漏和检修的次数较少。全年的集体中子剂量是 9.58 人·mSv, 仅是 1997 年的 14%。

——高辐射风险的控制较为成功。在 7 月份的 1ARE040VL 阀门的四次泄漏查找与检修中, 因各方面的重视和严格控制, 在保证完成任务的前提下, 实现了辐射防护的最优化, 剂量仅为 12.8 人·mSv。

在 1998 年中, 首次检修了两台化容控制系统的上充泵。因经验不足, 使每台泵检修的集体剂量均大于 25 人·mSv, 比历次大修时三台主泵的检修剂量的总和还要高。

与 1997 年 WANO 公布的集体剂量最佳四分值 [0.82 人·Sv/(堆·年)] 相比, 大亚湾核电站的结果是 0.67 人·Sv/(堆·年)。在世界 PWR 机组领域内, 我们仍是集体剂量控制最佳的电站之一。

## 3. 大修剂量

大修剂量的大小取决于检修项目的数量、参与人数、工时数以及现场的辐射水平。此外, 工作质量、返工次数和各种因素的待工对大修剂量也有较大的影响。据统计分析, 1 号机组第四次大修时因返工和计划外的检修而增加的剂量有 53.7 人·mSv 之多, 还有 1997 届新员工的现场实习剂量为 21.7 人·mSv, 他们占本次大修总集体剂量的 13.8%, 2 号机组第五次大修的这块剂量是 55 人·mSv, 占大修总剂量的 9.6%。

大修产生的剂量约占机组年剂量的 80% 以上, 因此控制好大修剂量是电站辐射防护的一项重要内容。总的来说, 1998 年中两次大修的剂量控制是非常成功的, 详见表 2.2.4.1-2。

表 2.2.4.1-2 大亚湾核电站大修剂量

大 修	1 号机组 第一次	1 号机组 第二次	1 号机组 第三次	1 号机组 第四次	2 号机组 第一次	2 号机组 第二次	2 号机组 第三次	2 号机组 第四次	2 号机组 第五次
集体剂量/人·mSv	1.36	0.81	0.56	0.54	0.54	0.83	0.51	0.47	0.57

#### 4. 个人剂量

1998 年的最大个人剂量为 9.8 mSv, 是自 1995 年以来的最好的记录, 详见表 2.2.4.1-3。

表 2.2.4.1-3 大亚湾核电站个人最大剂量

年 份	1995	1996	1997	1998
剂量/mSv	18.7	12.1	15.3	9.8

全年进入控制区的人员数是 2 058, 次数是 93 502 (包括参观人员), 平均每人·次个人剂量为 14.3  $\mu$ Sv, 实际监测个人单次最大照射剂量为 1.58 mSv。这说明电站的两台机组的平均辐射场仍维持在较低的水平; 另一方面, 在辐射风险控制和辐射防护管理方面是成功的。

#### 5. 人员体内污染

大亚湾核电站有一整套严格的空气污染控制措施。作为集体防护, 充分利用系统的扫排气、通风和负压工作间, 个人主要则采用通风气衣和气面罩。此外, 根据固定和便携式空气污染监测的结果, 可以及时调整工作人员的防护措施。

根据全年 2615 人·次的全身计数检测, 未发现人员有体内沾污。

#### 6. 人员体表沾污

尽管体表沾污本身对人身的影响是极小的, 但它具有造成人员体内沾污的风险, 也反映出电站对辐射风险控制和提高辐射防护管理水平的决心。全年内共发生 4 人·次的人员体表沾污, 也是自 1995 年以来最少的, 详见表 2.2.4.1-4。值得注意的是, 其中有 3 人·次发生在来电站工作的 FRAMEX 人员, 表明他们在这方面的防护意识较差。有鉴于此, 电站于 1998 年的 11 月份特向 FRAMEX 公司发文, 提请该公司领导关注。

表 2.2.4.1-4 电站工作人员体表沾污统计

年 度	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年
沾污人·次数	15	6	11	4

### 2.2.4.2 辐射防护培训

#### 1. 培训情况简介

(1) 辐射防护培训被列为电站员工的基本培训课程之一。1998 年共培训电站员工 (包括二核员工) 计:

- 辐射防护一级 (305a) 7 期 234 人·次;
- 辐射防护二级 (305b) 7 期 178 人·次;
- 辐射防护复训 (610a) 22 期 583 人·次;
- 辐射风险分析与防范 (610b) 5 期 47 人·次;
- 辐射防护基本知识 (860) 5 期 99 人·次。

(2) 辐射防护工作人员受训情况:

- 辐射防护工作人员必须接受的授权培训已基本完成;
- 辐射防护工作人员在岗培训 26 期 397 人·次;
- 辐射防护科两名新大学生的培训和考核均按培训中心的要求进行, 累计培训量 60 人·周以上。

## 2. 培训教材和培训设施的改进

——完成《辐射防护二级培训教材》的改编。新编教材中注意引用国内外在辐射防护领域的研讨成果和注重结合控制区内生产活动实际的防护情况。

——完成《辐射防护一级培训教案》的编写。教案的格式内容等基本上满足培训中心制定的编写要求, 迈出了培训教材标准化的步子。

——完成《辐射防护复训教材》的编写。该教材的使用也使复训教学更加规范化。

——完成《辐射防护风险分析和防范》的编写和出版。该教材专门用于参加大修的工作人员和工作负责人员。2 号机组第五次大修前计划进行两期培训, 后来又增加培训了三期, 主要是因为培训后反映该培训解决实际问题, 效果较好。

——辐射防护培训实验室进一步充实和完善。购置放射源和配备了多种辐射监测设备, 在原来展示和介绍辐射防护用品的基础上, 增加了教员演示和学员实操的内容, 使教学手段多样化和教学内容形象化。

## 3. 加强对承包商辐射防护培训的管理

对承包商的辐射防护的培训, 除提供教材、资料、技术支持和教学指导外, 还对承包商自己进行的培训效果做全面的考核和严格的控制。1998 年对核电站各大小承包商自己进行的辐射防护培训进行了考核 (包括 305a, 305b, 610a, 和 610b), 共计 30 场 724 人, 其中 33 人成绩不合格经补考后才通过, 从而保证了培训的质量。

### 2.2.4.3 运行辐射防护管理

#### 1. 辐射防护科人员调整

——在 1 号机组第四次和 2 号机组第五次大修之间, 科里共有 5 人在科内做了岗位调整。一方面增强他们对不同岗位的适应性和扩充员工的新知识与新技术, 另一方面也将个别员工安排在更能发挥其才干的岗位, 做到人尽其才。

——三月份, 一名辐射防护运行主管调往应急准备科。

——从 6 月 1 日到 12 月 31 日, 有三位员工调往岭澳核电站保健物理处。

#### 2. 高辐射风险现场的控制

在认真汲取 1997 年 10·19 事件 (见第 4.15 节“辐射防护事件汇总”) 的基础上, 在 1998 年 5 月, 召开了由运行处、核安全处、计划处、服务科、辐射防护科和 NPIC (核一院) 共同参与的关于进一步加强反应堆厂房进入控制和气闸门在不同状态下的管理会议。会后由辐射防护科根据讨论结果修改了程序《进入反应堆厂房》。此外, 作为电站 1998 年管理改进计划内容之一, 辐射防护科增写《功率运行工况下反应堆厂房查漏的辐射防护原则与要

求)程序。

由于在第四次大修时对 1&2SAR 在核岛内所有的供气阀门隔膜做了更换,在 1998 年全年内没有一次由此而产生核岛查漏和检修活动,电站也因此减少了计划外向环境排放放射性气体。

由于各方面的重视和准备充分,在 1998 年的核岛查漏和检修行动中的剂量代价是很低的,其剂量总和比 10·19 事件中最大个人受照剂量 (15.8 mSv) 还要低。

### 3. 加强日常巡检和现场的跟踪

在 6 月份,辐射防护科对运行组加以整顿,重新制定了岗位规范与个人业绩考核的具体内容。经后半年的试行证明,的确调动了大家的积极性。体现在值班日志填写的内容多了,现场主动跟踪的次数和质量都有所提高。

### 4. 对复杂作业现场的控制

(1) 1998 年又对 TER001/002BA 两罐做了全面检查和防腐处理。在总结了 TER003BA 罐的基础上,从辐射防护方面增加了先用清水冲洗这一过程,然后再去除旧漆,这样做降低了罐内的污染水平。由于不做全部刷漆,简化了脚手架的搭建,一方面缩短了工期,另一方面也减少了人员的受照剂量和沾污的风险。同时,也控制了防护用品的消耗量。做到了在满足防护要求的基础上,降低了生产成本。

(2) 在 1998 年两机组运行期间,经国家核安全局批准,分别检修了两台机组的上充泵。这是电站首次进行这类泵的检修,缺少经验。尽管泵解体前后对整体和部件都做了去污,但由于现场分散,持续时间长(包括等备件),结果两台泵检修的总剂量近 60 人·mSv。但除个别人员手部和工作服污染外,未发生人员污染事件。

### 5. 放射性物质与放射源的管理

1998 年度共进行了两次电站放射源大检查,查出了一些管理上的缺陷。特别是下半年的大检查,考虑到二核现场即将进入安装高峰,承包商用源量也会大为增加。因此,在检查时也包括了参与二核建设的几家承包商。对查出的问题经工地安全委员会发出了整改通知。

在 1998 年中,未发生放射性源失控和射线探伤而造成的人员意外受照事件。但有 4 起放射源失控的未遂事件:

(1) 3 月 27 日,一辐射防护科员工在其办公室用一标准放射源检定本单位的便携式  $\gamma$  谱仪时,将该源放在靠近一装有常规垃圾的纸篓的地板上,被打卫生的清洁工视为废弃物并随垃圾送往办公楼外的垃圾桶。在途中被寻找放射源的辐射防护人员找回。

(2) 9 月 1 日,一检修人员擅自将带有放射性的工件从热车间 (AC) 拿到冷车间 (AA) 加工,经辐射防护人员发现,及时制止并对机床和金属屑进行了检测和妥善处理。

(3) 9 月 3 日,一化学分析人员将一回路水样送往化学实验室 (AC) 时将两瓶样品散落在途中,经多方查找,最终从 2 号机组汽轮机厂房外的常规垃圾桶中找回。

(4) 12 月 21 日,在对出 UD 门的常规垃圾进行放射性例行检查时发现有两个含有放射性的碘过滤器芯。经查,它们来自 2DVC001/002PI。性能试验科曾于 11 月 4 日做试验时向其注入过 20 MBq 的  $^{131}\text{I}$ ,后因过滤器的效率不合格,要求检修人员更换。因这两个碘过滤器位于控制区外,检修人员理所当然地认为它们是非放射性的,便作为非放射性垃圾扔掉了。

此外,还有一起发生在控制区内的放射性“热粒子”扩散事件。3 月 8 日,正值 1 号机组第四次大修的后期,辐射防护人员发现热更衣间的 C1 门报警,遂对厂房地面做了污染检

查, 结果证实控制区内 NX、1KX、和 1ET 零米层的部分地面有放射性“热粒子”存在。用常规方法对地面去污的效果很差, 于是辐射防护人员就采用发现一个, 用胶布粘除一个的方法, 总共去除了约 400 个“热粒子”。经查, 认为它们来自控制区内的废物暂存点。现场服务人员曾在此处做过一些防护器材的去污, 而又未按规定设置污染控制区, 由此造成了地面的交叉污染, 并由行人走动带到其他地方。

上述几起事件均被列为厂内运行事件, 并根据调查分析结果制定出了相应的纠正行动。相信这类事件在今后能得到更有效的控制。

## 6. OSART 复查

应电站邀请, OSART 代表团于 5 月份对 1996 年在电站所做 OSART 检查进行了复查。在辐射防护方面原有四项不满意, 复查结果为一项关闭(问题已解决), 三项为满意, 表明电站已有纠正行动, 但还需进一步关注。

### 2.2.4.4 辐射防护相关技术工作

#### 1. 相关程序修改

(1) 鉴于原电站组织机构的变化, 对 PQOM 第 16 章的所有 AD 和 IP 程序进行了修改, 并将原 22 份压缩、合并为 17 份。

(2) 为严格反应堆厂房进人的管理, 增写了程序《功率运行工况下反应堆厂房查漏的辐射防护原则与要求》。

#### 2. 学术与技术讨论

(1) 两人参加了 WANO 东京中心在大亚湾核电站举办的同行检查培训班并获相应的资格证书。

(2) 一人参加了 WANO 巴黎中心组织的对法国 Chinon 核电站的同行检查。

(3) 一人参加了 IAEA 在中国举办的为期三周的辐射剂量监测技术培训班。

(4) 协助并参加了中国核学会在大亚湾核电站召开的“'98 中国核学会辐射防护年会”。

(5) 与核工业第二设计院和核动力运行研究所在大亚湾核电站举办核电站辐射源项研讨会。

(6) 在电站领导和保健物理处相关科的支持协助下, 1998 年共举行了三次辐射防护技术研讨会。

#### 3. 技术与改造

(1) 为方便辐射防护信息的管理和就地向工作人员提供必要的数椐, 在 1998 年内完成了“辐射防护信息咨询系统”的可行性研究, 立项申请、标书准备、潜在承包商的调研、评标和评标等工作。预计 1999 年元月定标并签定合同, 9 月底交付使用。

(2) 6 月份对辐射防护现场值班室加装了吊顶, 对 AC 厂房和 1&2ET 厂房的冷更衣间建造了正式的剂量计分发室, 改善了工作环境和对外的形象。

(3) 作为 OSART 检查的纠正行动之一, 7 月份立项采购了 AL 实验室控制区出/入口的放射性监测仪。按计划 11 月份到货并安装调试, 因厂家修改探测器尺寸而推迟到 1999 年春交货。

(4) 根据两台机组第四次大修时对化容控制系统下泄管线辐射场的监测结果, 特从解放军防化研究院定做了一台配有 6 个探头的连续监测仪, 在第五次大修中对下泄和上充管线上更多的点进行了辐射场变化的连续监测, 以求了解其变化的规律。

(5) 7 月到 9 月, 分别在计量院和反应堆厂房对中子 TLD 剂量计和 Deneutron 雷姆仪进



行比对实验。结果，两套剂量监测系统对实验室内铍和镭源响应的一致性较好，实验条件分空气和体模两种；但在反应堆厂房内 5 米内环廊做的一组实验数据则偏差较大，待有条件时可再进一步做实验。

(6) 作为 Y2K 项目，1998 年已正式将 KZC 主机改造列为 1999 年的重要改造任务，力争在 6 月底完成。

#### 2.2.4.5 大修辐射防护组织与管理

1998 年共进行了 1 号机组第四次 (104)、2 号机组第五次 (205) 二次大修，在辐射防护组织与管理方面主要采取了以下措施：

(1) 首次设立处级 (各承包商) 辐射防护协调员制度。改变以往由辐射防护科单一管理的模式，初步形成了电站的辐射防护管理网络。

(2) 辐射防护人员积极介入工作准备阶段，审核了近千份文件包；重新编写了针对性更强的《ALARA 行动单》；设置了几十个辐射防护控制点与见证点，确保了辐射防护对辐射风险较大的现场的有力控制。

(3) 大修前组织相关检修人员进行辐射防护经验反馈及专项技能的培训。

(4) 从安全与质量的关系出发，更改了以往辐射防护单一评奖方式。在 205 大修中首次设立了由工业安全、辐射防护、质量监督、核安全四个部门共同参与评审的“安全质量先进集体”奖，以此调动检修人员的工作积极性，提高安全与质量意识，直接或间接地推动了辐射防护工作的开展。

(5) 加强宣传监督作用。宣传好的现场，批评不良工作习惯，及时发布辐射防护相关的信息。

(6) 充分发挥 ALARA 专项小组的作用，加强对检修现场的监控。

(7) 加强辐射风险信息管理。利用“热点”标识牌、“低本底区”标识牌、“辐射防护信息牌”等告诫检修人员工作现场 (设备) 的辐射风险及相应的防护要求。

(8) 大力开展“反习惯性违章”的活动。对严重违反辐射防护有关规定的人员或作业现场坚决进行停工整顿，收到了很好的效果。

(9) 加强控制区边界门及放射性物质运输的安全监督与管理。

#### 2.2.4.6 辐射监测仪表

1. 1998 年新购了两台便携式辐射测量仪并配有 4 个外接探头：

(1) 2 个水下 (外延 50 米) 高量程探头，最高为 1 000 Sv/h。

(2) 1 个可伸缩的拉杆式高量程探头，最高为 1 000 Sv/h。

(3) 1 个表面污染探头。

此外，还为 AL 实验室定购了一台控制区出口的门框式放射性监测仪。

2. 1998 年与防化研究院续签了 KZC 系统、便携式辐射测量仪以及深化维修的合同。全年检修 KZC473 台·件；便携式 KRT 仪表 276 台·件，板件检修 40 块·件，保证了电站辐射监测的需求。

3. 1998 年共检定 1 928 台·件，并按规定对 KZC 系统的各测量通道进行了 12 次定期检查和 2 次检定。此外，将电站的计量标准送国家一级站进行刻度传递。

#### 2.2.4.7 个人剂量管理

1. 1KZC 系统全年工作正常，起到了实时剂量监测的作用。其中因主机与终端的信息传递故障和 DM-91 电子剂量计提供了错误信息造成若干次死机，但未影响全系统的功能，也

没有因此而丢失剂量数据。

2. 全年电站员工受 TLD 剂量计监测的人数为 864, 测读 TLD 剂量计 9153 片·次, 中子 TLD185 片·次。

1998 年新增加了 TLD 剂量计监测的人数为 106, 主要是 1997 届毕业生。全年丢失和损坏的 TLD 剂量计为 12 片。

3. 全年共做全身计数检测 2615 人·次, 未发现一例内污染。

## 2.2.5 职业健康管理

1998 年大亚湾核电站的职业健康管理工取得了长足的发展, 特别是对职业健康管理的目的和意义的认识有了进一步的提高, 拓宽了职业健康管理的视野, 明确了大亚湾核电站职业健康管理的目的是不断提高职工的健康水平, 控制和减少职业危害因素, 预防职业病的发生, 降低职工常见病、多发病的发病率、减少病残、伤残率, 增进职工的身体健, 减少健康工时和健康寿命的损失, 保护和促进大亚湾核电站生产力的发展。随着认识的提高, 医务人员的服务意识不断加强, 服务范围不断拓宽, 服务质量不断提高, 对保护和促进核电生产力的发展发挥着越来越大的作用。

### 2.2.5.1 完善了职业健康管理体系

1998 年根据大亚湾核电站组织机构的变化和对职业健康管理目的的认识的深化, 重新制定和修定了《大亚湾核电站职业健康管理政策》, 《大亚湾核电站职业卫生和职业健康保护大纲》, 《大亚湾核电站医学急救计划》。在这些程序里规定了大亚湾核电站职业健康管理的目的、职业健康管理的基本原则、基本要素和基本任务, 各项管理活动的基本内容和要求, 基本上完成了大亚湾核电站职业健康管理体系的建设, 确定了实现职业健康管理目标的途径, 归纳起来有以下八个方面:

1. 通过职业健康的教育和宣传, 普及卫生知识, 使职工了解自己所从事的职业可能遇到的职业危害因素、大小和防护措施, 增加职工对职业危害的自我防护意识, 增强自我保健的能力, 自觉改变不安全的工作习惯和不卫生的生活方式, 控制和消除危害职工健康的各种有害因素。

2. 通过职业危害因素的调查、监测、评价和防护, 不断控制职业危害, 尽可能减低或消除劳动生产中的各种职业危害因素, 保护职工的身体健。

3. 通过医学监督, 及时了解大亚湾核电站职工群体的健康变化及其趋势, 不断调整职工的健康保护大纲, 提高职工的健康水平; 同时掌握大亚湾核电站职工个人的健康状况, 提出医学建议, 及时调整工作, 使职工从开始就业直到以后的工作时期其身体健康状况都能满足工作岗位的需要, 消除工作不适应症带来的不安全隐患, 尽可能减低因健康水平下降, 如心理障碍、酒后工作、过度疲劳、带病工作及服用影响正常工作的药物等所带来的潜在的不安全的风险。

4. 通过预防性职业卫生服务, 减少职业危害因素, 防止和减轻职业损伤及职业病的发生。

5. 通过疾病的预防性服务, 保护高危人群, 改善高危人群的健康状况, 消除病因, 防止疾病的发生, 提高职工的健康水平。

6. 通过健康随访, 监督慢性病的治疗, 促进患病职工尽快康复痊愈, 减少健康工时和健康寿命的损失。

7. 通过应急医学准备, 对随时可能出现的各种突发事件所产生的成批伤员, 运用科学的组织管理和良好的医疗技术, 进行及时有效的救治, 提高治愈率, 减少伤残率和死亡率。

8. 通过系统的、完整的健康档案管理, 全面地掌握职工个人接触职业危害的情况、就业前的健康状况和就业后的健康变化, 及时发现问题, 采用相应的预防保健措施, 提高职工的健康水平, 同时为工作适任性评价、职业损伤及职业病的诊断提供依据。对职工群体健康资料的定期分析和评价, 能够及时地发现大亚湾核电站人群的健康变化及其趋势和职业健康管理中存在的主要问题, 及时调整大亚湾核电站职业健康管理的卫生政策, 提出解决问题的方法和措施, 合理利用卫生资源, 使卫生投入与产出呈正增长。

#### 2.2.5.2 职业危害的监测与评价

##### 1. 放射性职业危害

1998 年大亚湾核电站员工累积剂量  $420.7 \text{ 人} \cdot \text{mSv}$ , 最大个人受照剂量  $8.36 \text{ mSv}$ , 人均受照剂量  $0.53 \text{ mSv}$ 。(内照射剂量采用全身计数器测量和生物样品分析。全身计数器测量全部工作人员的内照射剂量都低于 1% 年摄入量限值, 通过现场空气氡及尿氡的监测, 估算得氡的最大个人待积量为  $23.7 \mu\text{Sv}$ , 集体待积剂量  $4.94 \text{ mSv}_{\text{eq}}$ )

##### 2. 噪音

1998 年度工作场所的噪音监测发现超过国家标准  $85 \text{ dB}$  的监测点有 19 个, 其中超过  $91 \text{ dB}$  的监测点有 7 个。根据《工业企业噪声卫生标准》规定, 一日 8 小时工作, 其噪声允许值不得超过  $85 \text{ dB}$ , 但根据接触时间的递减, 可适当放宽, 如接触 4 小时可适当放宽到  $88 \text{ dB}$ , 2 小时可放宽到  $91 \text{ dB}$ , 但最高不得超过  $115 \text{ dB}$ 。调查发现, 大亚湾核电站噪音超过国家标准的这些区域, 工作人员停留时间很短, 均符合国家卫生标准的要求, 并给员工配备有耳罩和耳塞, 能有效地防止了噪音对工作人员的危害。1998 年, 为了更好地对噪音进行防护, 在现场噪音超过  $85 \text{ dB}$  的 19 个区域放置了耳塞箱及标志牌, 员工进入这些区域, 可以随时拿到耳塞。

##### 3. 工频电磁场

工频电磁场主要存在于高压电流导线输出, 或存在于高压磁场产生与泄漏的工作场所。根据大亚湾核电站的实际情况, 选择了 10 个监测点, 仅一个监测点超过国家卫生标准的推荐值  $5 \text{ kV/m}$ , 但是此处没有工作人员停留。

##### 4. 高温

高温的监测点均设在工作人员可能停留的生产性热源产生的场所, 共选择了 35 个监测点。7 月份监测三次, 8 月份监测二次, 9 月份监测二次, 热辐射强度分布在  $2.9 \sim 3.7 \text{ T}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。气温为  $28.1 \sim 43.6 \text{ }^\circ\text{C}$ , 相对湿度最大为  $78.0\%$ 。工作人员在这些区域的持续停留时间没有超过国家标准。

##### 5. 工作场所的照明

办公室、阅览室等工作台上的照度符合国家标准。

##### 6. 工作场所空气质量

空气温度、空气湿度、风速、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ , 可吸入颗粒物浓度及空气细菌总数均没有超过国家标准, 但是空气的清新程度并不理想, 有 15 个监测点  $q > 1.3$  (清新空气  $q \leq 1.2$ ), 占整个监测点的  $48\%$ , 这些区域需要加强通风换气, 改善空气质量。

### 2.2.5.3 放射性工作人员的健康监督

大亚湾核电站放射性工作人员的健康监督围绕工作人员的健康满足核安全的要求和保护职工的身体健展开工作。目的是保证辐射工作人员的身体状况适合于他们的工作,同时为异常照射情况下的医学干预、职业病的诊断、工作适任性评价、劳动能力鉴定以及职业危害的防治等提供健康资料。针对这一目的,大亚湾核电站建立了放射性工作人员的健康监督体系。职工聘用前进行就业前的健康检查;聘用后每年进行一次健康检查,并进行相应的工作适任性评价;对患病职工积极治疗,跟踪随访。通过体检了解个人的健康状况及大亚湾核电站人群的健康变化趋势,编写《大亚湾核电站职工健康评价报告》,制订大亚湾核电站职工健康保健计划。1998年预计体检1099人,完成1099人,工作适任性评价831人,完成计划的100%。

### 2.2.5.4 职工健康保健

1998年体检结束后发给每位职工一张个人健康检查结论单和工作适任性评价报告单,并提出相应的医学建议供员工参考,医疗中心针对职工的患病情况积极随访治疗,职业医疗中心跟踪患病职工的治疗情况,同时邀请苏州医学院的三位专家来大亚湾核电站进行医学咨询、随访、诊治、专题讲座等,有效地控制各种疾病的发生,特别是心血管疾病及其高危因素得到了明显的降低,保障了职工的身体健。传染性肝炎也是健康保健的重点内容之一。对新招聘的职工及时注射肝炎疫苗,老职工每隔2~3年注射一次加强针;肝炎病菌携带者,饮食隔离;对肝炎患者积极治疗,定期随访;通过这些措施,降低了肝炎的发病率,1998年体检发现乙型肝炎表面抗原阳性者占全体职工的比例明显低于深圳市的平均水平。为了不断提高职工的身体素质,公司设立了健身房;组织职工集体长跑等群众性的文艺、体育活动,丰富了职工的业余文化体育生活,提高了职工的健康水平。

### 2.2.5.5 职业健康的宣传和教

根据大亚湾核电站的实际情况,1998年度的健康宣传和教以健康宣传栏宣传卫生保健知识和健康咨询为主。一季度完成调研和健康宣传栏的制作。4个宣传栏分别放置在BX楼和BA楼的出入口,供员工随时阅取。全年编辑出版健康宣传材料40期,更换健康宣传材料7200份。在宣传医疗卫生保健知识的基础上,针对员工个人的特殊问题开展咨询,1998年专家咨询256人·次,职业医疗门诊1243人·次。

### 2.2.5.6 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:对医务人员定期进行相应的培训;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医学干预的需要。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。1998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,并采取相应的预防措施,没有因外伤而发生内污染事故。4例头面部放射性污染,经去污均达到本底水平。

### 2.2.5.7 辐射工作人员的健康档案管理

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。健康档案的内容包括:职业史、个人史、既往史、家族史、个人受照射剂量、有害物质接触量、就业前的健康检查

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、历年的健康检查记录等。个人健康档案是个人的保密材料，任何第三者不得查阅，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。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库、个人病史等健康档案库，尽可能收集个人的健康信息，逐步使个人健康档案完整、系统，为职业健康管理提供基础资料。

## 2.2.6 电站应急计划

1998年，核电站的应急工作主要依照电站核安全委员会（PNSC）批准的《1998年GNPS应急计划与准备工作大纲》的规定开展的。在应急组织的改进、应急程序的修改、应急设施/设备的管理、应急培训和演习等方面都有新的发展和提高。

### 2.2.6.1 应急组织的改进

1. 1998年，电站组织机构进行了调整，原生产部调整为四个部（一核生产部；维修部；质保部；二核生产部）。根据电站组织机构调整后的实际情况和经理部批转的《关于机构变化后应急响应组织调整的原则意见》，GNPS应急组织在保持功能不变的前提下，对部分专业组的结构进行必要的调整，使之与正常运行和管理紧密地结合起来。

2. 完成了应急组织框图内的关键岗位人员的重新提名、审核、审批。使 on-call 人员名单相对固定下来。

3. 重新指定各应急组织的协调员，并定期召开应急协调员会议，解决各单位应急准备中存在的问题，落实纠正措施。

### 2.2.6.2 应急程序的修改

1. 按照新的电站生产质量管理手册（PQOM）的要求，重组并修改 PQOM 第 17 章应急程序。将原程序结构 2 份 AD、2 份 PO、14 份 IP 和 7 份技术程序重组为 2 份 AD，7 份 IP 和 3 份技术程序，并在内容上做了调整。重组后的 PQOM 第 17 章程序（见图 2.2.6.2 -1），在结构上更加合理，在职责划分上更加明确，程序的可操作性也得到了提高。

2. 对应急响应组织的关键岗位的指令单做了较大的改进。用逻辑图引导的方式代替以往文字描述的方式，使应急响应行动更为规范化。

3. 根据 OSART 检查后的改进行动要求，编写了《应急状态下大亚湾核电厂地人员防护行动》程序，并与各部门协商落实了相关责任和具体工作。

4. 将核电站的“工作过程”引入应急检修组的岗位指令单，初步解决了长期以来应急检修组织过程不明确，响应行动不具体等问题。

### 2.2.6.3 应急设施设备的管理

1998年继续推行应急设施、设备专业化管理和各专业组自行定期检查相结合的做法，按照程序规定进行定期检查和试验。电站应急准备管理部门每月一次对所有应急设施设备进行独立检查，汇总检查中发现的缺陷，建立电脑化管理的纠正行动数据库，并逐项跟踪解决。1998年应急设施、设备可用率年平均达 98%。

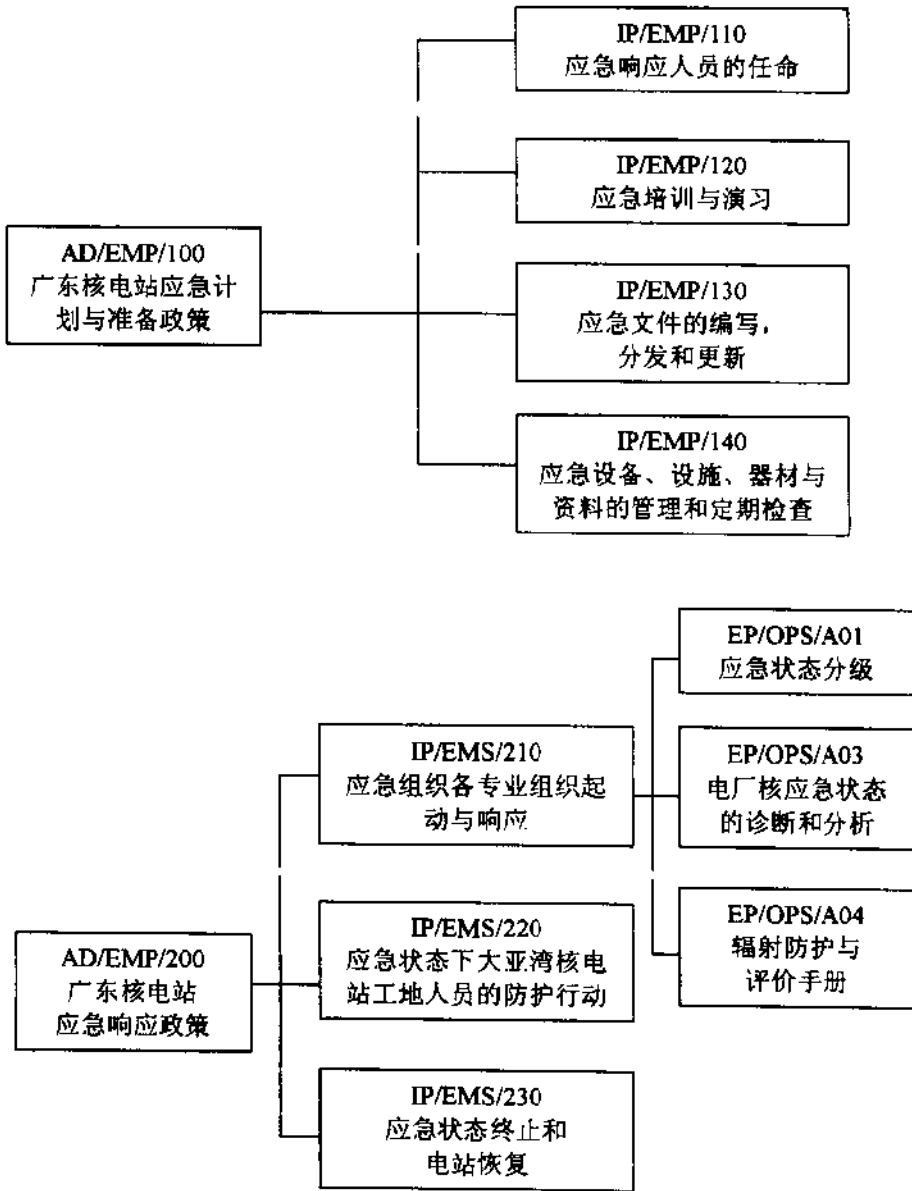


图 2.2.6.2-1 质量管理手册第十七章的程序架构

1.1998年,应急设施与设备可用性状态见表2.2.6.3-1。

表2.2.6.3-1 GNPS应急设施与设备可用性状态一览表(1998年)

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%	84.6%	100%	100%	100%	100%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
二级设备	>95%	87.6%	96.3%	97.7%	96.6%	99.40%	98.90%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
三级设备	>90%	88.2%	85.3%	95.2%	97.6%	100%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

说明: 1. 一与机组的控制、安全监督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  
 一通信设备、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  
 一程序、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

$$2. \text{一单项设备可用率} = \left( 1 - \frac{\text{设备不可用天数}}{\text{当月天数}} \right) \times 100\%$$

一实际可用率定义为单项设备可用率的加权平均值

一当仅知道故障发现时间, 而不知道故障发生的确定时间,

$$\text{设备不可用时间} = (\text{故障发现时间} - \text{上次状态完好时间}) \div 2$$

注: 自1998年2月份开始, 环境监测车上的监测评价设备由环境科检查, 检查结果报告EP/OPH。本表统计数据中不再包括这些设备的可用率。

2. 1998年完成了设在培训中心(EA楼)的备用应急中心的整治, 补充了会议桌, 新增装了电话, 完善了文件、信息传递图示和地图等, 使备用应急中心处于可用状态。

3. 完成了在模拟机上增设应急启动装置的工作。增设了模拟的音响报警装置、广播系统和寻呼机报警装置, 并编写了各装置的操作程序。

4. 增设了主控制室人员应急时使用的防护用品, 包括: 防护服、手套、鞋套、呼吸器、TLD片、个人剂量计, 并移交运行处管理, 应急科负责定期检查。

5. 增设了工地保卫组(GSS)和公众信息与公司支援组(GIA)的防护用品, 包括防护服、手套、鞋套、呼吸器、TLD片、个人剂量计及碘片等。

6. 在演习演练中发现反应堆厂房气闸门可靠性较低, 对此我们在演习报告中提出了改进要求。该项要求被列入“十大技术”问题后得到有效的处理。

7. 针对工地的无线寻呼系统的运行情况 and BP机的数量、质量及维修不能满足日常生产和应急的需要的现状, 提出了改造方案并跟踪其实施, 预计1999年将完成该项目的改造任务。

8. 1998年7月原属环境科的气象预报工作转由应急科承担后, 该科维持厂址气象监测设备和厂外气象预报设备正常运行。特别是在9810号台风预警期间, 连续几天及时向各部门预报了台风的动向和有关信息, 为核电站安全运行做出了贡献。

9. 通过演习发现原设于BA楼216房间的应急检修中心离现场太远, 不便于应急检修人员快速响应。经与维修部协商, 决定对AF101房间进行改造, 使之成为应急检修组应急响应的专用指挥和协调场所。这一工作已于1998年完成。

#### 2.2.6.4 应急培训和演习

##### 1. 应急培训

1998年共举办各类应急培训47期, 达1419人次。详细情况见表2.2.6.4.-1。

表 2.2.6.4-1 1998 年应急培训汇总表

课程代号	课程名称	举办期数	学员数
366	核安全法规与应急响应	5	234
614	应急复训	18	511
专项培训	专业组的启动与响应	18	280
852/853	承包商入厂前培训	5	214
公众教育	布吉民兵防化营专题讲座	1	180

## 2. 应急演练和演习

1) 1998 年 2 月 1 日组织 1 号机组第四次换料大修期间 RX/KX 应急撤离演习。主要响应行动包括主控制室操作员使用事故规程、RX/KX 厂房人员撤离、清点, RX8 米气闸门关闭。由于在人员撤出反应堆厂房后, 8 米气闸门的内外门均不能按要求关闭, 因此本次演习的总体响应结果未能达到良好水平。8 米气闸门问题被列入“十大技术问题”跟踪解决。

2) 组织 2 号机组第五次换料大修换料期间场内应急演习。按照机组换料大修计划, 1998 年 11 月 26 日 2 号反应堆卸料前进行了反应堆厂房人员撤离演习。演习的目的是为了训练运行人员、换料操作人员和现场工作人员在发生换料事故时的应急响应能力。同时在外围进行了全厂应急组织的起动的演习以检验应急响应人员的起动的到岗情况。

3) 1998 年 5 月 21 日, 电站应急组织举行 1998 年度第一次场内综合应急演习。演习以台风、火灾为事故根源, 以电站失电为主线将应急状态不断升级。主要行动包括防、抗台风、消防、急救、辐射监测与评价、设备抢修、信息通报等。演习过程中对八个专业组的主要行动分别进行评估, 结果达到了年度预定的目标。

4) 1998 年大亚湾核电站组织了九次专项演练: 4 月份运行控制组、技术支持组、安全防护组的专项演练; 9 月份运行控制组、技术支持组的专项演练; 10 月份安全防护组的专项演练; 11 月份反应堆厂房撤离演练和 12 月份应急指挥部的专项演练。

### 2.2.6.5 其它

1. 针对国际原子能机构运行安全评审团 (OSART) 1997 年对大亚湾核电站应急准备领域评审中提出的六条改进意见, 1998 年上半年大亚湾核电站加大了纠正行动的落实力度, 应急管理部门逐项制定纠正措施, 并跟踪落实。在 1998 年 5 月初进行的 OSART 跟踪检查中, 得到较好的评价, 六项改进意见中有四个项目完全解决, 占 66.7%, 两个项目工作进展满意, 占 33.3%。

2. 派员参加中国核应急代表团赴法国核机构进行技术交流, 获取国际经验和应急准备技术的发展动向, 对改进我们的应急工作有较大的帮助。

3. 对电站运行事件进行分析、总结, 筛选出其中九起与应急起动相关的事件深入分析, 提出我们的建议。

4. 以工作文件包方式规范各应急中心的文件管理。

5. 针对演习演练中暴露出的设施设备问题和设施设备定期检查中发现的缺陷, 建立电脑化管理的纠正行动数据库, 并逐项跟踪解决。定期检查记录, 除保留原始记录外, 还增设电脑存档。



6. 积极推进“四统一”（即统一运行管理，统一申请排放量限值，统一进行流出物 and 环境的监督，统一制定并实施应急响应计划和准备）中的应急方面工作，按总进度要求按时完成各项技术提案。

(1) 完成工地应急中心建设的方案论证，以及用地申请等前期准备工作；

(2) 完成《工地应急中心技术规范》的编写；

(3) 基本确定大亚湾核电工地的通讯方案，包括电话系统，无线寻呼系统和广播、警报系统等；

(4) 应岭澳核电站工程部的要求，完成工地应急中心设计过程中的多项技术要求的回复；

(5) 参与制订“四统一”三级进度计划。

## 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。

核电站由公安、武警、经警和治安联防大队等多种力量组成的保卫队伍，紧密围绕电站保卫的目标开展工作。保卫队伍既职责明确，充分发挥各自作用，又建立了统一指挥、协同作战的机制，从而形成整体上的优势。在保卫工作中继续坚持人防与技防并重的原则，通过改进完善周界监控和出入控制等技防系统，维持电站区域的“纵深保护”和“均衡保护”，使电站各保护区域形成可靠的纵深保护地带。同时，结合核安全文化教育，在警员中推广“纵深保护”的观念，提倡每个岗位、每个警员都是一道防线，发挥每个警员的作用，形成可靠的保卫纵深层次。

1998年核电站的保卫工作面临新的形势，随着二核工程建设高峰的到来，在大亚湾区域的施工单位、人员、物资设备不断增加，保卫工作面对的环境发生了很大变化。保卫部门及时调整方向，将保障一核安全生产和二核工程建设统筹考虑，全面部署保卫工作，确保生产和建设安全，并为今后群堆管理模式下的保卫工作做好准备。

### 2.2.7.2 保卫工作实绩

1998年公司电站保卫委员会充分发挥高层协调和决策的作用，对电站安全保卫形势进行了评估，作出了加强重要厂房监控、加强厂房钥匙管理、组建保卫工作网络以加强基础工作等项决定，同时根据生产部分部后的情况，决定对委员会成员作相应调整。

1998年保卫部门在保障电站安全生产方面坚持和完善历年来行之有效的制度措施，并根据生产部一分为四后的情况，对电站保卫政策和执行程序进行全面的改版修订，将这几年来实践形成的一些有效保卫制度措施程序化、规范化。同时，由公安分局干警与电站保卫科警卫定期开展厂区内联合检查巡逻，便于发现问题及时处理，确保了电站的正常生产秩序。

电站各保卫队伍的协同作战能力在应付突发事件、执行紧急任务时充分发挥了作用。在1998年的4月4日（周末）凌晨，一伙偷渡分子误窜到大亚湾核电站设备码头，哨兵及时发现报告，巡逻警卫迅速赶到现场，公安、武警和警卫人员在东防波堤上协同展开大规模的搜查，将7名刚从海上登岸的偷渡分子全部抓获。“四·四”事件处理过程中，哨兵警惕性高，警卫响应及时，能熟练启动突发事件处理程序，公安、武警和警卫人员配合密切，能够快速处理突发事件，保证核电站的安全。

1998年电站技防系统维持正常有效的运行,通道控制系统(KKK)保持的可通行率等指标在上一年较好水平的基础上又有所提高,周界监控系统(DSI)顺利实施了技术改造,新系统于9月初投入运行,效果良好,有效地提高了电站的保安监控水平。1998年3月初启用新的警卫无线对讲系统,实现与大亚湾公安分局同网联通,便于保卫行动中的统一指挥。在38米平台新建的中转台除了满足一核现阶段使用外,还将警卫无线通讯网络扩展到二核工地,为二核保卫工作打下基础。保卫部门还全力支持二核实物保护系统的设计和招评标工作,并抽调技术骨干参与二核保护系统的建设。

### 2.2.7.3 核材料的实体保障

大亚湾核电站的核材料管制工作在1998年有了新的进展,根据国家原子能机构核材料管制办公室和国家核安全局的有关要求,电站于1998年4月成立了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(由生产部副经理担任),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生产部分部后核材料管制工作统一领导、协调工作的要求。

1998年7月大亚湾核电站核材料许可证三年有效期满,电站进行了第二次核材料许可证换证申请工作。在电站核材料管制办公室的统一领导下,修订和完善了核材料管制的规章制度,及时向国家管理部门提交换证申请文件,并于6月23~25日接受国家原子能机构核材料管制办公室组织的专家技术审评组的文件审查和现场检查。1998年7月大亚湾核电站按期获准换发核材料许可证,电站的核材料保障措施的有效性得到国家管理部门的认可。

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。在实施燃料运输保卫工作过程中,克服了车站场地临时改变的困难,及时协调和组织,使运输工作顺利完成。

保卫部门还协同辐射防护部门开始对核燃料厂房(KX)实行“双人双锁”管理措施,另外也派人参加电站旧导向筒处置小组的工作,确保核材料保障措施的落实。

## 2.3 电站管理

### 2.3.1 综合计划调度

#### 2.3.1.1 年度发电计划及其实施

##### 1. 年度发电计划概述

根据1997年末召开的广东核电合营公司董事会决议,批准1998年大亚湾核电站两台机组计划上网电量为122.5亿kW·h。受计划上网电量和抽水蓄能机组检修的限制,全年计划两台机组基本负荷按92% $P_n$ (900MW)运行,夏季电网负荷高峰期争取满发。全年发电计划预留非计划停机及等效减载天数为71天,占全年运行时间的11%。

针对上半年生产情况,即发电上网电量已完成全年计划的58.3%,按原计划执行至年底仍留有较大的非计划停机和等效减载时间,给计划安排带来很大压力。在电网难以吸纳核电增加电量的前提下,核电机组从第三季度开始被迫做出了长期低功率减载运行和2号机组提前停机备用等待换料大修的安排。

##### 2. 发电计划执行结果与分析

##### (1) 主要业绩

1998年,大亚湾核电站全体员工同心协力,各方面均取得了令人满意的进步,基本上按年初的计划安排完成各项工作。首先是年初两次换料大修工作进展顺利,检修质量优异,机组启动并网一次成功,为全年机组安全稳定运行完成董事会下达的目标奠定了坚实的基础。其次生产运行取得了可喜的成果,全年两台机组完成发电量129.377亿kW·h,上网电量123.085亿kW·h,机组可用率82.62%,机组负荷因子75.05%,均超过往年,为历史最好成绩。全年非计划停堆次数为0,非计划与电网解列次数为3次。在1997年1号机组单循环内260天连续运行业绩的基础上,2号机组又实现了连续安全稳定运行305天的最新纪录。

## (2) 发电计划执行状态与分析

### 1) 机组换料大修

1998年上半年计划安排50天工期的两台机组第四次大修,均因大修后期设备再鉴定不合格,突发设备故障,实际工期比原计划工期分别延迟了5天、6天(解列~并网)。1号机组1月24日与电网解列开始大修,3月20日并网发电,整个大修工期56天;2号机组1997年11月22日与电网解列大修,1998年1月15日并网发电,大修工期55天。下半年2号机组开始了第五次换料大修,11月16日机组与电网解列,11月21日进入工期为55天的换料大修。

### 2) 发电量及其销售情况

全年两台机组累计发电129.377亿kW·h,上网售电量123.085亿kW·h,比1997年增长4.21%。1998年核电销往香港75.77亿kW·h电量,内销广东47.31亿kW·h电量,分别比去年增长1.67%和8.57%。

### 3) 非计划停机及减载

自1998年3月份换料大修后两台机组一直保持较高的可用率,2号机组全年安全运行。1号机组全年共发生两次非计划停机事件和一次因ARE阀门外漏安排的停机小修,两台机组只有三次大的设备故障处理减载运行。非计划能力损失因子为2.97%。

与去年相比存在较大差别的是机组受电网限电性的减载运行增加。全年除核电机组特殊运行方式减载安排外(春节期间、保电、台风期),共发生了12次应电网要求减载运行,减载的比例和份额都较往年严重,突出表现在年初和年尾两段时间内。全年因电网外部原因损失等效减载满功率天数为50.2天(包括2号机组提前5天停机备用等待第五次换料大修),减载率为6.88%,其中1号机组23.86天,2号机组26.34天;因内部原因造成减载或非计划停机等效满功率天数为20.84天,其中1号机15.75天,2号机5.09天。

### 4) 燃料管理

根据燃料管理部门给出的1998年第五循环燃料设计,核电2号机组第五循环设计装载274EFPD,到11月16日机组停堆实际消耗281.43EFPD,过烧-7.43EFPD,基本满足停堆燃耗设计裕度 $\pm 500$  MWd/tU(约 $\pm 12.5$  EFPD)要求,并不会对第六循环燃料设计带来不利影响。1号机组年初第四循环停堆燃耗剩余+2.30EFPD,第五循环燃料设计装载为278EFPD,截止12月31日燃料消耗257.26EFPD,预计到1999年1月26日停堆大修燃料消耗为282.83EFPD,过烧-4.83EFPD,满足停堆燃料设计裕度要求。

### 5) 全年机组运行方式

上半年两台机组基本上处于降功率运行水平阶段,机组带满负荷的时间不多。2号机组自1月15日并网完成满功率台阶试验后,就因电网调峰困难而降至800MW运行,随后出

现春节期间特殊运行方式安排以及蓄能机组因引水隧洞检查全厂停运情况, 机组功率降至最低限制 760 MW 水平运行, 4 月 10 日后才保持计划要求的 92%  $P_n$  (900 MW) 基本负荷稳定运行。同样 1 号机组也出现类似的情况, 年初 1 月份 CRF 系统故障处理后机组因电网要求维持 600 MW 运行至 1 号机组第四次大修。3 月 20 日大修并网完成满功率台阶试验后, 一直以 92%  $P_n$  (900 MW) 的基本负荷稳定运行, 其间也出现因蓄能机组检修安排而被迫降至 760 MW 运行。

进入 6 月份后, 广电、中电双方吸收核电电量的分配比例发生了大的变化, 电网负荷增长很快, 计划安排上做出相应调整, 两台机组提前计划 1 个月升至满负荷运行至 9 月底。这期间 1 号机组发生两次非计划停机, 一次设备故障停机小修, 一次 AHP 系统设备故障处理减载运行以及香港回归周年保电减载。2 号机组运行状况好于 1 号机组, 除“7.1”香港回归周年保电减至 900 MW 外一直在满负荷水平稳定运行。

年末第四季度因剩余的非计划停机和等效减载天数还很充裕, 约有 30 天之多。在与电网多方面接触, 核电年计划上网目标不做改变, 按 0.5% 的偏差来控制, 使得年末两台机组运行方式变动较大。1、2 号机组出力在 760 MW 功率台阶长期运行, 2 号机组又提前 5 天停机备用等待第五次大修。

#### 6) 执行分析

1998 年发电计划能顺利完成董事会下达的 122.5 亿 kW·h 上网目标, 归纳为以下几个方面因素:

- ①两台机组第四次换料大修高质量完成。年初进行的两台机组换料大修虽工期比原计划工期略有延迟, 但检修质量比以往几次大修要好, 2 号机组第四次大修过程中未发生一起运行事件, 大修的各项指标控制在较好的水平, 这已在全年机组良好的运行状况中得到了证明。
- ②提高电站安全管理水平, 加强工作中风险分析, 落实减少非计划停机停堆措施, 重大设备隐患基本得到控制, 机组全年保持了良好的运行状况。
- ③来自电网的支持为 1998 年核电两台机组创造了适宜的发电环境。随着广东一些大电源的建成投产和国内经济增长速度的放缓, 以及东南亚金融危机对发电用煤市场的干扰, 使得核电 1998 年面临很大的压力。上半年广东地区电力负荷比去年同期未有大的增长, 加上今年天气气候较往年差, 降雨量大且集中, 广电的水电机组都需满发跑水, 水电发电比 1997 年同期增长了 30%。与核电配套的蓄能机组近几年运行状况又很不稳定, 出现大的设备故障, 电网系统调峰容量短缺, 电网要求的减载比往年任何时候都大。

在诸多不利因素影响下, 电网还是克服了许多困难为核电营造了好的环境, 核电依靠两大电网的理解和支持, 充分展示核电机组安全稳定运行的特点, 顺利完成年度发电任务。

1998 年大亚湾核电站生产情况列在表 2.3.1.1-1 中。

1998 年发电计划执行情况见表 2.3.1.1-2, 1998 年发电业绩逐月统计情况在表 2.3.1.1-3, 1998 年上网电量逐月统计情况见图 2.3.1.1-1。

表 2.3.1.1-1 大亚湾核电站生产情况

	1号机组	2号机组	全厂
发电量/亿 kW.h	63.57	65.81	129.38
上网售电量/亿 kW.h	60.41	62.68	123.09
厂用电量/亿 kW.h	-	-	6.29
燃耗/EFPD	274.98	281.43	556.41
可用率/ %	81.03	84.21	82.62
负荷因子/ %	73.75	76.35	75.05

### 2.3.1.2 电站预算管理和控制

1998年6月,广东核电合营有限公司进行了较大范围的机构调整,原生产部一分为四,成立了一核生产部、质保部、维修部和二核生产部。在原生产部发电规划处预算管理和成本控制科的基础上成立了成本控制科,人员组成、功能和职责范围基本不变,隶属于新成立的生产部生产计划处。根据总经理部的指示和三部经理的决定,由成本控制科统一负责一核生产部、维修部和质保部的预算编制和执行工作。由三部经理组成的新的电站预算委员会,负责决策与三部有关的预算方面的重大问题。原有的预算运作和管理模式保持不变。这次机构调整为1998年的成本控制工作提出了一些新的课题。

1997年爆发的东南亚金融危机,在1998年进一步加深,香港煤电价大幅下降,甚至降至6美分/度以下,大大低于前4年的电价水平。同时1998年又是核电比价期的最后一年,能否将上网电价降到6美分以下,是1998年工作的焦点问题。另一方面,我们在与某些承包商进行合同续签时,由于各种因素的影响,其合同价格是稳中有升的。例如:国内技术支持部分:与核动力研究设计院等院所签合同价格上浮18%;国外技术支持部分:与FRAMEX、EDF等国外承包商所签合同价格上浮2%左右,等等。这使得1998年的成本控制工作难上加难。

此外,由于广东省将在深圳和广州试行厂网分家、竞价上网,广东核电能否在过去几年电价逐年下降的基础上,在1998年进一步降低电价,对于今后核电的发展有着重要的影响。

1998年成本控制科一人调走,人员组成仍以这两年新分配的大学生为主,仍然面临着经验不足等问题。

所有这些新情况新问题,都使得1998年的预算工作面临着前所未有的压力,难度超过了以往任何一年。

1998年在公司各级领导的大力支持下,在各成本中心的积极配合下,电站的成本控制工作取得了较为显著的成绩,为公司的电价降低作出了较大的贡献,生产成本决算为4347.5万美元,与1997年决算金额相比,降低成本738万美元。预算外项目大幅减少。

具体来看主要是在以下几个方面节省了不少费用:

(1) 低值易耗品: 决算金额为52万美元;与1997年度的决算金额124.5万美元相比,减少了72.5万美元。

(2) 厂外劳务支持费: 决算金额557.7万美元;由于国外劳务费、专家费用、战略后备劳务支持费三大项的节省,与1997年度的决算金额782.6万美元相比,减少了224.9万美元。

(3) 生产厂房和建筑物维修费: 决算为120.7万美元,与1997年度的决算金额181.8

1998年发电上网电量123.085亿kW·h

表2.3.1.1-2 1998年发电计划执行情况

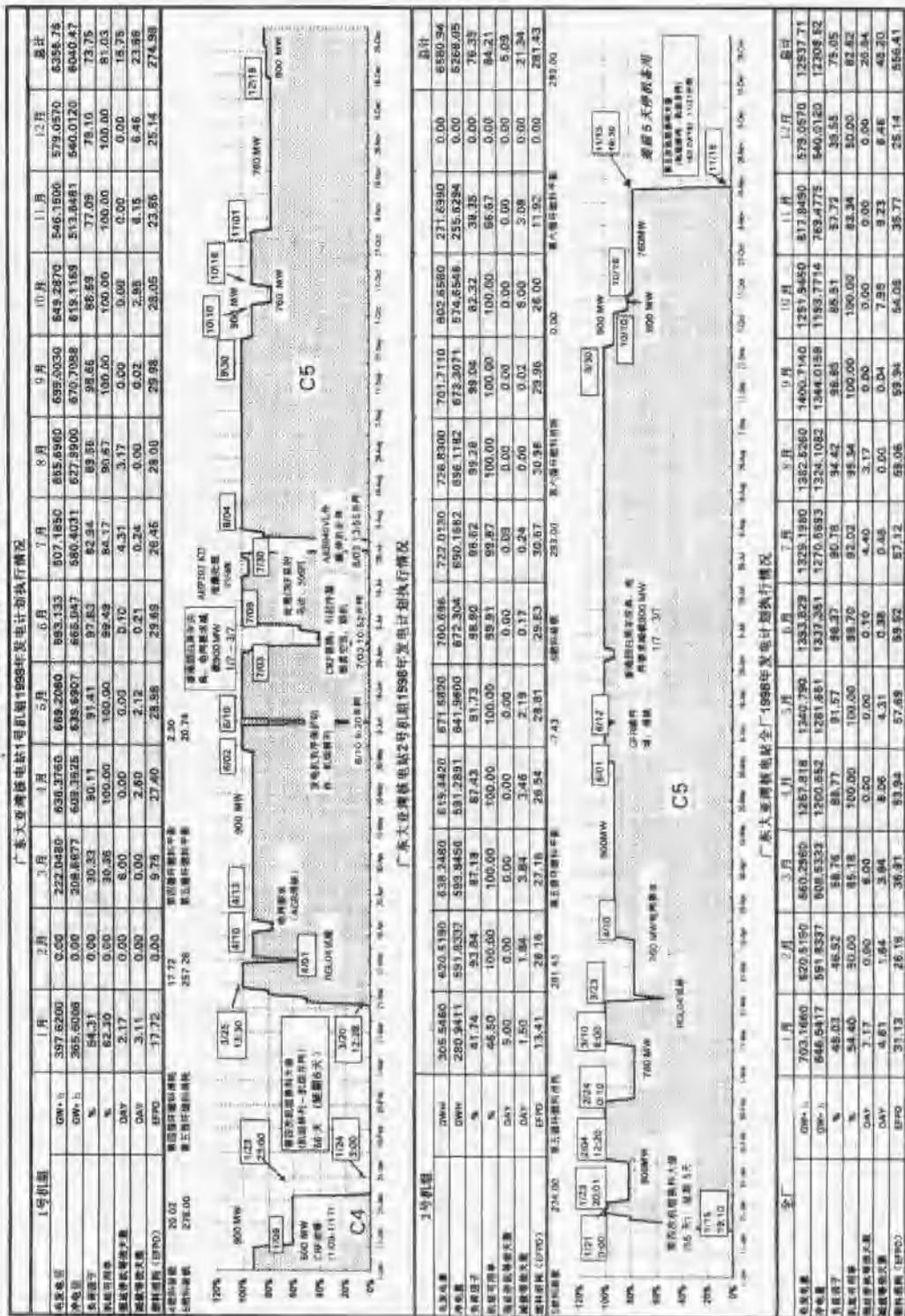


表2.3.1.1-3 1998年发电业绩逐月统计情况

单位: GW · h

	1998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	全年
1号机组	397.62	0	222.048	638.376	669.208	693.133	607.185	655.696	699.003	649.287	546.150	579.057	6356.763
2号机组	305.546	620.519	638.248	619.442	671.582	700.696	722.013	726.830	701.711	602.658	271.699	0	6580.944
发电量	703.166	620.519	860.296	1257.818	1340.79	1393.829	1329.198	1382.526	1400.714	1251.945	817.849	579.057	12937.707
上网售电量	646.5417	591.8337	808.5333	1200.6520	1281.6510	1337.3510	1270.5693	1324.1082	1344.0159	1193.7714	769.4775	540.0120	12308.517
上网售电量逐月累计	646.5417	1238.3754	2046.9087	3247.5607	4529.2117	5866.5627	7137.1320	8461.2402	9805.2561	10999.0275	11768.5050	12308.517	

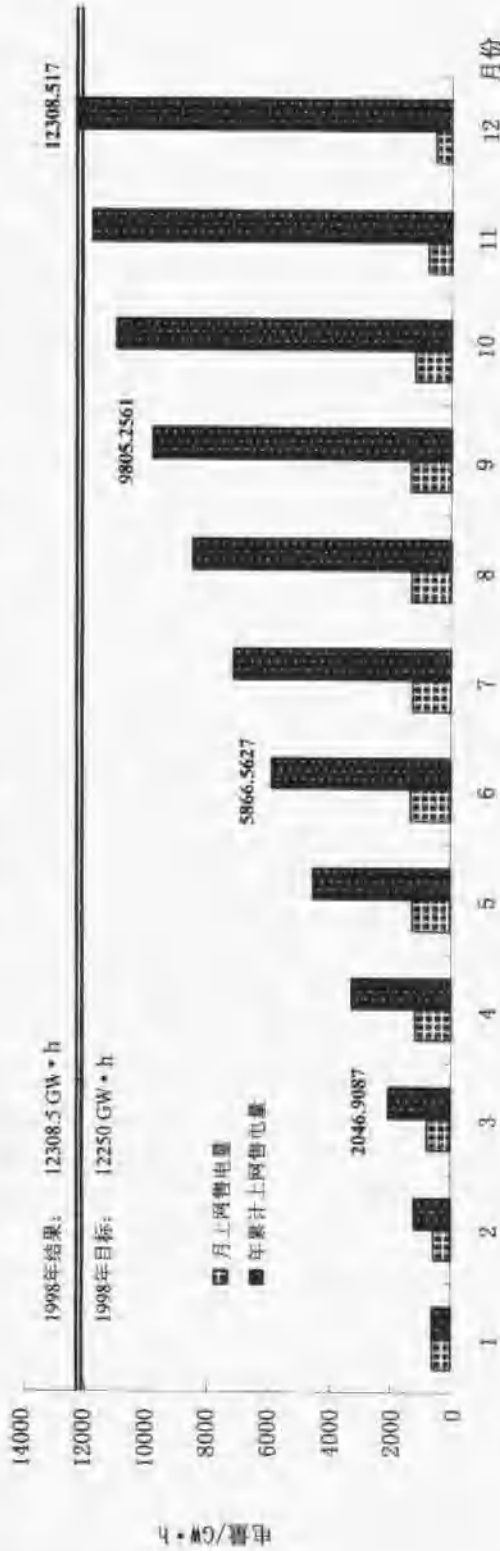


图2.3.1.1-1 1998年上网电量逐月统计图

万美元相比,减少了 61.1 万美元。

(4) 电站培训费: 决算金额为 31.4 万美元; 与 1997 年度的决算金额 98.3 万美元相比, 减少了 66.9 万美元。

(5) 环境监测和保护费: 决算金额 46.4 万美元; 与 1997 年度的决算金额 285.5 万美元相比, 减少了 239.1 万美元。

(6) 大修费用: 由于自主化程度的提高, 以及在各部门的大力配合下, 使 1998 年度大修的费用控制在 1457.4 万美元 (包括 GEC 索赔冲销费用约 -450 万美元), 比 1997 年度大修的 1989.9 万美元减少了 532.5 万美元。

(7) 行政管理费用的执行结果也是十分满意的, 控制在年度的预算范围内, 比 1997 年减少了 38.3 万美元。

此外, 1998 年的 8, 9, 10 三个月, 成本控制科编制完成了大亚湾核电站生产线 (生产部、维修部、质保部) 1999 年度生产预算。由于机构变动、亚洲金融危机和欧元启动等因素的影响, 这次预算编制面临的压力较大、承担的任务较重。为了提高预算的质量, 更好地做好 1999 年的成本控制工作, 这次预算的编制方法与以往相比作了较大的变动。

此次编制的预算主要包括: 《1999 年发电计划》、《1999 年度生产成本预算计划》、《1999 年度资本性支出预算计划》、《生产物资采购预算计划》、《人力资源计划》、《1995~1998 年度已立项但未支付的更新改造和设备清单》、《1999 年培训项目清单》、《二核分摊项目清单》和《1999 年重大资本性支出项目说明》。

1998 年, 围绕着控制成本、服务现场的目标, 成本控制科在 1998 年作了很多开拓性的工作, 采取了许多有力的控制成本的举措, 在一些领域进行了一些有益的尝试, 主要有以下四类举措。

### 1. 根据以往工作中的经验教训, 采取措施规范改进预算编制和执行工作

(1) 为了适应机构变动的需要, 对电站预算管理体系进行了调整。机构变动以后, 成本控制科为新任命的部处级领导及时办理了财务授权, 重新设置了成本中心和兼职预算员, 并对各级成本中心负责人和兼职预算员进行了培训, 从根本上保障了预算工作的平稳运作, 避免了因机构变动造成工作的波动。重新设置后的成本中心包括 3 个部级成本中心, 16 个处级成本中心和 2 个科级成本中心。

2) 为了减少各个成本中心填报预算的难度, 增加上报预算的可用率, 成本控制科在今年的预算编制中, 将各个成本中心历年发生的项目和可能发生的归口项目总结归纳, 下发给各成本中心, 供他们填报预算时参考。这项工作十分繁琐, 大大加重了成本控制科的工作负荷。但是结果表明, 这一做法行之有效, 降低了各成本中心的工作难度, 提高了各成本中心编制预算的效率和质量。此外, 为了便于各成本中心填报预算, 成本控制科简化了预算填报表格, 也收到了预期的效果。

(3) 紧密联系现场, 加强日常单据的审核力度和深度。1998 年, 成本控制科编写了立项、承诺、支付审查程序, 程序严格规定了审核单据时的步骤、内容和注意事项, 科内每一位成员必须按程序审单。按程序审单后, 我们工作的错误率低了, 效率提高了, 控制力度加强了。在审单过程中, 对于某些项目, 还到现场了解情况, 根据现场的真实需求审批立项, 或根据掌握的信息建议技术部门修改立项。在 1998 年度, 通过努力控制了许多不必要的立项申请, 减少了资源的浪费。为了使单据能及时得到处理, 提高采购效率, 成本控制科继续坚持“急件一天内处理, 一般单据三天内处理 (有问题的单据除外)”的服务宗旨, 继续实



行从科长到每个科员每周轮流传送单据的服务。通过这些服务,许多现场的紧急工作和紧急付款没有被耽误,较好地解决了控制与效率的矛盾。

(4) 成本控制科在1998年根据《合同与采购手册》的规定积极参加商务谈判,在某些谈判中发挥了建设性的作用。

(5) 1998年成本控制科编制出版了《生产预算手册》,手册对预算编制和预算执行工作,以及费用报销等作了详细明确的规定,并配以流程图,具有较强的可操作性。手册的出版使日常工作进一步规范了。

## 2. 对于一些对成本控制影响大、而且存在问题比较多的项目进行专题分析

(1) 针对一些问题比较多、比较难于控制的成本,制定了严格的专项管理制度。现场发生的零星土建和维修项目,尽管金额不大,但数量较多而且难于管理,针对这一情况制订了《关于现场零星小项目管理的规定》。由于种种原因,经常会发生采购金额超出立项金额的情况,此类情况对成本控制的负面影响较大,为了有效控制此类情况的发生,制订了《关于立项追加的规定》。为了加强对生产部范围内的宴请、工作餐和专项接待活动的管理,规范电站的对外交际活动,控制成本,拟定了《生产部关于宴请、工作餐和专项接待的规定》,并针对此规定执行中存在的问题,先后两次经有关领导下发通知强调各个部门必须严格遵守有关规定。1998年的宴请和工作餐的管理取得了长足的进步,违反规定的现象逐月减少。

(2) 对于一些对电站成本有重大影响的项目,开展了专项成本调查。针对现场的一次突发性事件,编写了《关于1CRF001MO/506FI及2RCV003PO事件有关费用的报告》,目的在于让广大员工意识到每一个人的每一次操作都和成本控制息息相关,一次失误可能会造成很大的损失。在综管处人事科的大力协助下,编写了《关于承包商人力资源调查报告》,这份报告让大家意识到用人管理、合同模式等都会影响成本。每年公司外购电的费用很高,针对这一情况,收集了大量的技术数据,与现场的技术人员多次沟通,提出了优化的调度方案。通过这三次专项调查,使广大员工意识到,成本控制大有文章可做,只要群策群力,成本就可以得到有效的控制。

(3) 1998年加强了对大型项目的经济分析。1998年,成本控制科对10 kV环网开关站、KIT/KPS系统上网及其Y2K改造、工业数据采集系统、18个月换料大修等大型项目进行了技术经济分析,通过技术经济分析,帮助经理层进行决策,节约了大量的资金。仅10 kV环网开关站和工业数据采集系统两个项目就节约资金200万人民币。

(4) 1998年中对上半年发生的预算外项目进行了一次全面总结,分析的结果表明:产生预算外项目的原因主要有:现场的突发性事件、编制预算时计划不周等。在预算委员会扩大会议上作专题报告,引起了各级领导的重视,并取得了明显的效果,1998年下半年的预算外项目大大减少。

(5) 1998年3月份成本控制科对过去三年生产部发生的预算变更进行了一次全面总结。分析了造成这些变更的原因,分析表明没有一次预算变更是由于生产部计划不周造成的。对此提出了防止预算变更发生的具体措施。

(6) 1998年2月份,成本控制科向总经理部和公司各部的领导汇报了1994~1997年的生产成本构成及其分析以及1998年预算情况介绍。这是成本控制科首次在较大范围内向各级领导汇报电站的预算工作,是对过去几年预算管理 and 成本控制工作的一次全面总结。

## 3. 利用各种渠道加强员工的成本意识

成本控制的工作不仅仅是成本控制科一个部门的责任,而是全体员工的共同责任。只有

加强每一个员工的成本意识, 激发每一个员工的控制成本的积极性, 才能真正有效地降低成本。1998 年全年充分利用各种渠道、各种场合大力宣传成本控制意识, 这对 1998 年的成本控制工作起到了积极的作用。

(1) 1998 年先后组织了成本控制培训、预算编制培训, 这些培训对于提高广大员工的成本意识、改进预算编制和执行工作起到了良好的作用。

(2) 1998 年成本控制科编制出版了三期《成本控制》报, 这是成本控制科进行的有益尝试。稿件来源主要是成本控制科员工工作实践的总结, 公司员工的投稿, 生产部的部分领导也为本报撰写了文章, 其中不乏真知灼见。刊物的出版对于提高广大员工的成本意识起到了十分积极的作用。

#### 4. 通过培训和岗位轮换提高科内人员素质

1998 年成本控制科一人调走, 人员组成仍以 1996、1997 年调入的年轻员工为主, 因此十分重视员工的培训。除了参加培训中心安排的课程外, 还组织各种形式的内部交流并不定期地组织各种专题研讨会或请有经验的员工就某一个专题进行培训。

1998 年初, 为了使科内的员工尽早全面熟悉工作, 还进行了一次岗位轮换。这次岗位轮换收到了良好的效果, 既调动了大家的工作积极性, 又使员工的工作能力得到了进一步的锻炼。

## 2.3.2 重要管理活动

### 2.3.2.1 电站管理层工作会议

1998 年 6 月 1 日原生产部组织机构一分为四, 原来电站的各项工作现在由生产部、维修部、质保部和二核生产部共同承担。电站管理层会议也根据新的组织机构职能进行了调整, 加强了管理层会议的沟通协调功能, 并建立了各个部门内部的会议制度。

主要管理层会议包括:

#### 1. 经理部管理工作会议

由电站生产部经理和维修部经理轮流主持, 参加人员包括生产部、维修部、质保部和二核生产部的经理、副经理、总工程师、副总工程师和经理顾问。经理部管理工作会议每周召开一次, 同时每月召开一次扩大会议, 生产部与维修部的处长也参加会议。

电站通过经理部管理工作会议和扩大会议, 对重要的管理和技术问题跟踪并予以解决, 推动管理工作的具体执行。同时, 也利用这一会议传达董事会、总经理部月会等高层重要会议的各项决议和精神。

#### 2. 四部经理交流会

为保证电站组织机构分割后各项管理工作的顺利开展, 电站建立了四部经理交流会制度。参加会议的有生产部、维修部、质保部和二核生产部的经理、副经理、经理助理、总工程师和经理顾问, 主要针对重要的管理工作进行沟通协调, 尤其是需要不同部门共同配合的工作, 如操纵员培训、人力资源管理政策等工作。会议一般每月召开一次。

#### 3. 生产部分管经理工作会议

由生产部具体分管某项管理功能的经理部成员主持, 一般每月召开一次, 生产部各个职能处的处长参加会议。通过分管经理工作会议, 协调与推动生产部各项管理职能的实现。主要会议包括:

(1) 由生产部副经理主持召开的生产技术工作会议, 参加人员包括生产技术职能处的处

长；

(2) 由生产部经理助理主持召开的安全监督工作会议，参加人员包括安全监督职能处的处长；

(3) 由生产部副经理主持召开的资源保障工作会议，参加人员包括资源保障职能处的处长。

#### 4. 维修部管理工作会议

由维修部经理主持，参加人员包括维修部副经理、总工程师和综合计划处处长。会议讨论重要的管理问题，交流信息，推动管理工作的落实。会议每周召开一次。

#### 5. 维修部二核生产准备工作会议

由维修部副经理主持，参加人员包括维修部总工程师、二核规程编写组、合同采购处、技术支持处和现场服务处的代表。会议主要交流二核生产准备进展情况，讨论准备过程中问题的解决办法。会议每月召开一次。

#### 6. 质保部管理工作会议

由质保部经理主持，参加人员包括全体质保部员工。会议协调质保部的工作，并传达总经理部、董事会会议内容和其他部门的信息。会议每月召开一次。

#### 7. 质保部科长工作会议

由质保部经理主持，参加人员包括各个科长。会议主要对质保部管理计划进行跟踪推动，并研究各项质量保证工作的落实。会议每周召开一次。

除上述管理层工作会议以外，生产部与维修部每月还召开处长工作会议和管理计划审查会议，按照部门管理计划，逐步审查和推动各级管理工作的执行。

### 2.3.2.2 干部任免及机构变动

#### 1. 干部任免

1998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（包括值长、副值长）晋升56人，免职25人，调离3人。详细情况见表2.3.2.2-1和2.3.2.2-2。

表 2.3.2.2-1 电站干部晋升情况

经理	副经理	副总监	经理助理	处长	副处长	处长助理	科长	副科长	副值长	合计
2	6	1	2	6	9	6	15	3	6	56

表 2.3.2.2-2 电站干部调离情况

总工	经理助理	副处长
1	1	1

#### 2. 机构变动

随着广东核电事业的继续稳步发展，岭澳核电站全面进入建设安装阶段，为了适应未来的群堆管理模式，电站根据广东核电集团的统一部署，在1998年6月进行了一次重要的组织机构变动，将原生产部一分为四，根据不同的功能分为生产部、维修部、质保部和二核生产部，分别负责一核生产、维修、质量保证及二核生产准备工作。

## 2.3.2.3 职称评定、毕业生转正定级

1998 年获得各种专业技术资格人员情况见表 2.3.2.3。

表 2.3.2.3 获得专业技术资格人员情况

高级	中级	助理级	员级	合计
1	17	128	16	162

## 2.3.3 人事管理

## 2.3.3.1 人员配备

截至 1998 年 12 月 31 日, 生产四部在册员工总数为 1263 人, 其中调入 1184 人, 聘用 66 人, 港方 3 人, 外方 10 人。人员配备见表 2.3.3.1。

表 2.3.3.1 生产四部人员配备一览表

所在处	调入人员	聘用人员	港方人员	外方人员	合计
生 产 部	经理室	4	2	1	7
	总工办		1		1
	运行处	262	5	1	268
	设备管理处	16			16
	生产计划处	15	5		20
	核安全处	23	1		24
	保健物理处	58	1		59
	综管处	10	14		24
	资料处	19	9		28
	培训处	42	2	3	47
	欧办	1			1
维 修 部	经理室	5		1	6
	总工办	2			3
	静止机械处	70			70
	转动机械处	67	1		68
	仪控处	88	1		89
	电气处	61	1		62
	现场服务处	52	1		53
	技术支持处	143	5	3	151
	合同采购处	40	5	1	47
	综合计划处	41	11		52
	派遣到二核	22			22
欧办	3			3	
质保部	20	2		22	
二核生产部	120	1		121	
合计	1184	66	3	10	1263

## 2.3.3.2 职工学历和职称结构及专家名录

1. 职工学历见表 2.3.3.2-1 和图 2.3.3.2-1。

表 2.3.3.2-1 职工学历分布

初中	高中	中技	中专	大学专科	大学本科	硕士	博士	合计
2	69	78	174	218	647	61	1	1250

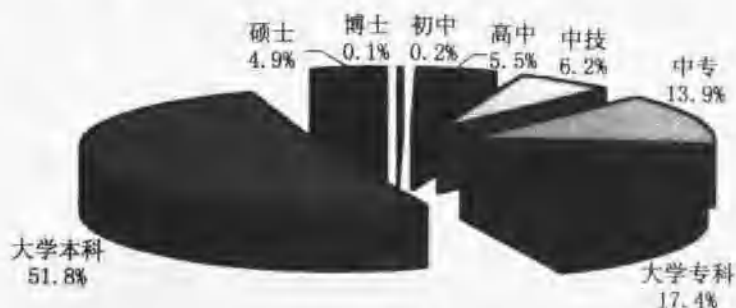


图 2.3.3.2-1 大亚湾核电站员工学历结构

2. 职称结构见表 2.3.3.2-2 和图 2.3.3.2-2

表 2.3.3.2-2 职工职称结构分布

正高级	高级	中级	助理级	员级	技师	高级工	中级工	见习	无职称	合计
16	147	284	431	57	12	82	30	139	52	1250

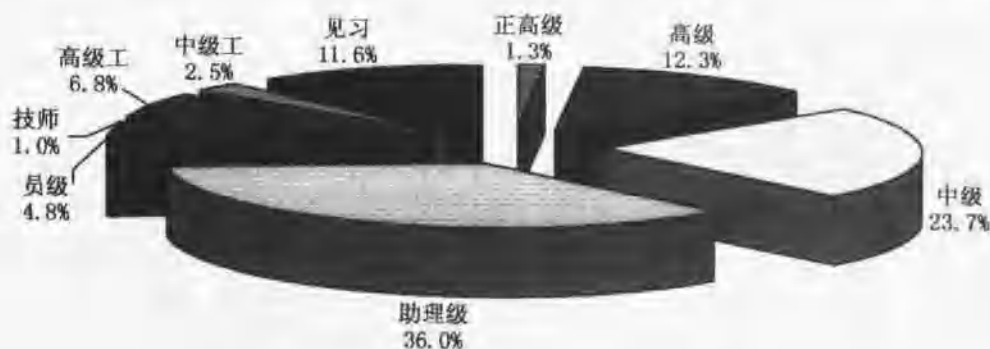


图 2.3.3.2-2 大亚湾核电站员工职称结构图

## 3. 专家名录

## 正研级高工名录

濮继龙 黄永愚 李志仁 陈德淦 虞福祥 李振亚 王明松 陈献武  
 盛钟奇 林贵清 张兆丰 沈抗 黄常勇 叶能谦 周先觉 陈开惠  
 姚增华 冯嘉瑞 杨昭刚 李寿才 胡传庸 陈家龙

享受政府津贴专家名录

胡孝礼 濮继龙 李志仁 林贵清

公司中青年专家名录

黄斌 江国进 马蜀 邹勇平

### 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 岁，年龄分布见表 2.3.3.3-1 和图 2.3.3.3-1。

表 2.3.3.3-1 员工年龄分布

≤30 岁	31 至 40 岁	41 至 50 岁	≥50 岁	合计
707	364	109	70	1250

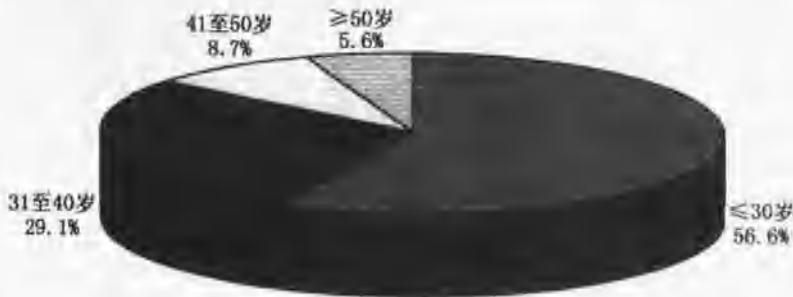


图 2.3.3.3-1 大亚湾核电站员工年龄结构图

## 2.3.4 人员培训及授权

### 2.3.4.1 培训管理及有关活动

#### 1. 1998 年培训形势概述

1998 年是公司实施五年发展计划的第一年，也是培训中心迎接巨大挑战的一年。年初“广东核电合营有限公司培训工作研讨会”的召开为 1998 年的培训工作开创了全新的局面。以公司五年发展计划为指引，按照“建立高效率培训体系，培养符合核电事业要求人才”的目标，公司各级领导进一步重视培训工作，使培训中心的工作职能逐步向全方位的方向拓展，即：全面有效地支持一核生产、二核建设和广东核电的总体发展。而 10 月末的“中广核集团教育培训委员会成立大会暨中广核集团教育培训工作研讨会”的胜利召开又为教育培训事业的大发展奠定了坚实的基础。正是在这种全员重视培训的大好形势下，以 1997 年逐步完善各项工作及职能为基础，1998 年培训中心在继续抓好操纵员培训之外，重点在岗位技能培训方面实施突破，还针对生产一线干部特点开设了一系列管理培训课程。此外，1998 年在教材规范化、教学手段现代化方面也都做了有益的尝试。

#### 2. OSART 跟踪检查

国际原子能机构 (IAEA) 于 1996 年 10 月对 GNPS 进行了安全评审活动，OSART 专家在“人员培训与资格”领域对 GNPS 存在的薄弱环节，提出了 7 条中肯的建议。

1998 年初，培训中心成立了专门的“纠正行动跟踪小组”，详细分析了 OSART 专家提出的 7 项建议，制定了具有很强针对性的纠正行动，并逐条加以落实。终于在 1998 年 5 月

4日至8日的OSART跟踪检查活动中取得了3项关闭,4项进展满意的结果。培训领域的工作进步,获得了OSART评审团的赞扬。

### 3. 模拟机培训

一核安全生产是核电事业滚动发展的基础。核电站主控制室操纵员,高级操纵员的复训和新操纵员的培养是培训中心培训工作的重中之重。

为了满足一、二核对持照人员(操纵员、高级操纵员)的需求,进一步提高培训质量,在总结1997年培训工作的基础上,培训中心在1998年逐步推出了8项新举措,取得明显效果。

(1) 针对1998年模拟机培训负荷182教员周的现状,为充分利用模拟机的资源,培训班次由原来每周二班倒(上午、下午班)改为每周三班倒(增加晚上班)或每周四班倒(增加中午班和晚上班)。

(2) 抓好持照人员在模拟机上的复训是保证一核安全生产的关键。为了进一步提高培训质量,我们不断总结经验,找出薄弱环节和不利因素,积极主动地采取了以下强有力的措施。

1) 针对持照人员在电站配电设备及其原理方面的知识是一个“弱项”,开设了一门新课——加强M4(失电工况下加强训练)。由于针对性强,紧密结合机组实际,这门课程得到学员的一致好评,取得了良好的效果。

2) 为了使学员加深对实际操作过程和事故规程的理解,我们在每一个培训日让学员针对模拟机上操作和结合新使用的事故规程做一至二份书面课堂练习。这对总结、归纳、掌握每一份事故规程的关键点具有很好的指导意义,对提高运行水平起到了良好的促进作用。

3) 为了提高整个运行值整体的运行水平,我们开设了一门新课“实战——现场”模拟培训课程,除了培训持照人员以外,还培训现场操纵员和现场技术员,大大地提高了整个运行值运行人员在各类运行工况下(特别是在事故工况下)的交流、沟通、协调与响应能力,真正起到了反事故演习的作用,达到了“实战”的效果。

4) 严格管理,加强对持照人员的考核,针对个别不重视复训的持照人员,我们首先予以警示,如仍达不到复训要求,我们将给出复训“不及格”,取消持照资格。此项措施已得到运行处和核安全处认同。

(3) 为了满足二核对持照人员的迫切需要及更有效地利用和节约培训资源,提高培训人才成功率,培训中心还采取了以下措施:

1) 从学习操纵员的苗子抓起。

①改进353课程(大亚湾核电站运行教程)的教学,聘请现场有经验的运行人员参与部分讲课。

②增加353课程考试难度,考试难度提高10%。

③制订学习操纵员的选择条件之一是353课程的考试成绩必须在80分以上(包括80分)。

2) 模拟机教员参与“操纵员苗子”的选拔工作。

①增设选拔“面试”项目,即对“学习操纵员”在运行处初选后,模拟机教员要与候选人逐一交谈,从而了解他们的英语水平、技术知识及行为举止、反应能力等综合素质。此举目的是提高初始执照培训的成功率,更有效地利用人力资源,并针对发现的问题及时采取有效措施,确保及时为一、二核提供合格的运行人才。

②确定学习操纵员名单后,给学习操纵员一个月复习353课程的时间,由模拟机教员出353课程考试题进行较高难度的考试,使学习操纵员在参加模拟机培训前对理论知识进行复习。

③将第一阶段的“模拟机预培训”(M0)课程的周期从一周延长至两周。近年来,对执照人员需求量的大幅增加致使部分运行人员从现场操纵员成长为主控制室操纵员的速度相对加快了。而由于现场工作较繁重,使得他们在被选定为学习操纵员上模拟机培训前,对主控制室的熟悉程度尚不能满足基本要求。针对这一薄弱环节,培训中心决定从1999年起,在每批学习操纵员的初始执照培训中,将第一阶段的“模拟机预培训”(M0)课程从原来的一周延长至两周。

#### 4. 模拟机维护、升级以及新建模拟机工作

全范围模拟机经过八年多的运行,故障率升高,性能日益下降,备件难以采购,维护费用逐年增加。同时二核工程建设进展顺利,操纵员培训负荷以及一、二核机组的技术差异,要求新建模拟机以满足二核培训和安全生产的需要,模拟机维修科技术人员与国内外模拟机制造商进行了充分技术交流,确定了模拟机更新改造和新建模拟机最终技术方案。同时编写了约十万字的模拟机更新改造和新建模拟机技术规范书,并逐步开展模拟机项目的招标、评标和谈判工作。

在模拟机运行稳定性日趋恶化、故障增多的情况下,培训中心有关技术人员对模拟机精心维护,多次解决了模拟机死机问题,保证了全年模拟机培训工作的顺利开展及操纵员和高级操纵员执照考试的顺利完成。

#### 5. 中层干部管理培训

为进一步提高电站技术背景的管理层人员的管理知识水平,根据公司及经理部关于积极开展必要的管理培训的指示,培训中心在1998年度先后策划与组织实施了三期中层干部管理知识培训。参加人员主要为生产部、维修部新提拔的处长及运行值长共计70余名,培训人时数达1360人时。1998年所开展的管理培训强调了针对性与实用性。根据核电站工作特点,重点选择了团队建设、领导方法、沟通技巧、时间管理等专题。此外,在开课前通过教员与学员面谈和调查问卷等形式,积极做好培训需求调查工作,并在培训后及时进行效果跟踪。精心准备的1998年管理培训对提高干部队伍管理知识水平起到了积极的作用。

#### 6. 新员工岗前培训、综合考核工作

1998年公司接收应届毕业生计150多名,根据1998年岗前培训经验,培训中心制定了《1998年新分配毕业生培训计划》并于三月下旬着手组织1998届新员工的外部培训。经过对各外培点调研、外培项目立项、合同技术部分谈判、教材制作等一系列准备工作,公司1998届新员工于7月下旬陆续抵达各外培点开始进行为期5个月的外部岗前培训。1998年外培工作较往年有以下方面作了改进:(1)对外培教材作了一次全面修编,使外培教材质量比较往年有了较大提高,有助于提高培训效果;(2)制定了较为详尽、规范的外部岗前培训任务委托书(外培合同技术附件),并包括了外培学员的详尽管理条例,加大了外培管理力度,使之更加规范化;(3)增强了与各外培点的沟通与协调,及时掌握各培训点教学情况及学员的思想情况,以提高其培训整体质量。

从1998年9月底、10月初安排的外培中期检查情况来看,各外培点的培训工作正紧张有序地进行,参训学员的培训热情较高,教学工作按计划进行。1998届新员工将于12月底结束其外培任务返回公司。对于1997年12月底结束外培返回公司的1997届新分配毕业生,



为有效地进行岗位培训,使之尽快地适应工作岗位,从1998年1月至1998年12月,继续组织和开展了新员工月度综合考核。截至1998年11月下旬,对1997届毕业生共进行了11轮次的月度综合考核。参加考核934人次,考核时间约311小时,并不断总结经验,先后制定了《新员工综合考核培训细则》第四版和第五版,使新员工综合考核工作得以进一步规范与完善,有效地保证了新员工的在岗培训效果,使他们尽快地进入角色,掌握必备的技能知识。

### 7. 第五次大修承包商入厂考试

为保证承包商人员的人身安全,使第五次大修工作得以顺利进行,培训中心对参加大修工作的七个承包商单位员工共948人进行了入厂考试。鉴于1997年第四次大修承包商考试全部在工地进行,不合格者临时调换,给大修工期造成一定压力,培训中心及时总结经验,提前做好准备。今年对于人数较多的大承包商采用派员去其营地组织考核,使该项工作在大修工作开始之前得以顺利完成。此外,对其他承包商,在现场组织考试,考试共计21场,内容包括:核安全、工业安全、应急组织、消防、急救、质量保证与控制、工作过程、辐射防护(进控制区人员)、核电站知识,还特别增加了环境保护方面的内容。本次考试从组织到结束历经一个半月,投入监考力量包括培训中心管理人员、教员、综合计划处管理工程师、承包商单位经理等在内约50多人次,改卷人员15人次。考试针对不同工种承包商员工,编制了六种考题,主要考核承包商员工对电站及电站安全相关知识的判断和理解能力。此次考试引起了承包商单位领导对培训的高度重视,积极与我方配合,杜绝不合格人员入厂。此举必将有效保证大修安全,减少不必要的事故发生。

### 8. 教员队伍建设

为更好的利用培训中心现有人力资源,在1997年底,培训中心内部组织机构进行了相应的调整,部分干部进行了岗位轮换,原管理科的教务计划组与原公共课培训科合为综合培训科,全面负责理论教学、技能培训、通用培训以及教务计划等活动,并按功能划分,设立了专业组。在1998年的工作中推行规范化与责任制管理,力求使综合培训科的工作上一个新的台阶。

各级领导高度重视培训中心教员队伍的建设,1998年不但有三位模拟机教员送往南非培训,还从运行处选派了两名副值长补充到教员队伍中,从根本上缓解了模拟机教员不足的压力,并为今后教员-运行人员之间的岗位轮换打下了基础。

机构的优化调整,教师队伍的不断充实,充分调动了教师的工作积极性和主观能动性,对今后培训工作的开展和培训中心综合培训实力的提高必将起到重要的推动作用。

### 9. 核电职业技能鉴定所成立

根据公司总经理部关于“同意申办核电工种技术等级考核鉴定机构”的批示和生产部经理的具体指示,筹备小组于3月1日在培训中心成立。

筹备小组在广泛收集有关职业技能鉴定的文件资料,了解相关行业建立职业技能鉴定机构的情况以及当前开展职业技能鉴定活动的动态,调查和熟悉本地区劳动行政部门及其职业技能鉴定体系的基础上,还对公司可供职业技能考核鉴定的各方面条件进行了调查。

经过几个月不懈的努力,在软、硬件两方面对职业鉴定机构进行逐步完善,充实相应的设备与设施,收集必要的文件资料,整理汇集并于9月末报送市劳动局,配合市劳动局对核电职业技能鉴定所进行考核审查工作。11月9日核电职业技能鉴定所“申报一次通过”成为国家职业技能鉴定所。

核电职业技能鉴定所的成立,无疑为公司今后的工人技术等级考核和取证提供了一个较完备、规范的场所。此举将解决长期遗留的无证上岗问题,并将充分调动员工钻研技术的积极性。

### 10. 教材、教案规范化以及教学手段现代化工作

教材、教案是每一位教员在授课过程中的工作指引,它的规范与否决定了培训效果的好坏。而培训效果的好坏直接影响到核电员工在现场工作技能的提高。随着公司培训政策在五年计划中的进一步明确,一项重要的基础性工作摆在了我们的面前。尽管我们搞了近十年的培训,积累了几十种教材,但由于大部分教材、教案由单个授课教员编写,知识的不断更新以及教员的轮换和其他原因导致现有的教材、教案不够规范,迄今为止更没有一本正规出版的教材。高效率的培训体系要求我们不但要有优秀的培训师队伍,也要求我们具有一套相对较为完善的教材、教案。为规范培训体系,整理出有核电特色的教材系列,培训中心成立了教材改编出版小组,一方面负责教材、教案的规范化实施,制定行之有效的教案规范方案;另一方面组织力量,首先对《大亚湾核电站运行教程》(课程代号 353)教材逐句、逐节、逐章进行审编,将这本对操纵员培训极为重要的教材整理成稿,并交付出版社,即将作为公司的第一份正式教材出版。

与此同时,《大亚湾核电站系统与运行》多媒体教学片制作也已接近尾声。该片以 320 课程为理论指导,紧密结合现场实际,以丰富真实而又精彩的声、像效果为主体,精心编排,使每位学员在轻松愉快的环境中学习到更多扎实、形象的知识。还可上网运作,让更多的人温故知新,普及技术知识。多媒体教学片的制作为培训中心在教学方式探索上迈出了成功的一步。

#### 2.3.4.2 各类培训及授权培训完成情况

##### 1. 岗位技能培训

岗位技能培训是造就高素质核电队伍的重要手段之一。1998 年培训中心将岗位技能培训列为年度培训工作之重点,在 1997 年底对电厂岗位技能培训摸底调查的基础上,于 1998 年度安排和组织了现场急需的岗位技能培训课程,培训效果反映良好,参训学员普遍认为这些培训课程设置合理、安排及时、具有较强的针对性与实用性,有助于学员现场工作技能的提高。电站防腐、废物管理、实用去污技术、机械密封等课程的授课教员,不仅讲授理论知识,还在学员的配合下深入现场对有关的技术问题进行分析,提出了许多建设性的处理意见。1998 年培训中心开设的技能培训总人数为 30 048 人·时。

1998 年在技能培训实施过程中,培训中心不仅重视选择一批有经验、责任心强的教员从事培训教学,同时,还注重了以下三个培训实施环节:(1) 重视需求调查与教学准备;(2) 强调课程教学与现场演示相结合;(3) 做好培训评估与经验反馈。在课程组织开设过程中不断总结经验,制定了《培训中心岗位技能培训组织实施过程》工作程序,使岗位技能培训组织工作逐渐走入规范化的轨道,为实施 1999 年岗位技能培训奠定了较好的基础。

##### 2. 授权培训

由于近几年来我公司不断招收大量新员工,使授权工作与复训工作量随之剧增,1998 年培训中心授权培训工作负荷比 1997 年度有较大幅度增加。培训中心根据现场实际情况及时调整各阶段安排,采用合理分配、分期分批的办法逐步解决,如推出了运行人员、经理部人员复训“套餐制”集中进行,受到欢迎。此外还加强了与各处的沟通,强化复训课出勤管理,使 1998 年的授权工作比 1997 年明显主动,在大修工作开展之前,完成绝大部分授权工

作及复训工作。

1998 年度共计安排授权培训课程 35 门，截至 11 月下旬，完成培训总负荷为 90 532 人·时。1998 年电站应接受培训授权的人数为 969 人，截至 11 月下旬，951 人已完成了授权培训课程的培训，授权培训完成率达 98%。

从 1998 年开始，为缓解保健物理处的负担，培训中心克服教员不足的困难，开始承担《工业安全一级》、《辐射防护》、《电站应急响应》等 ATR 初始授权课。授权培训课程的及时开设满足了电站生产需要，为保证电站安全生产起到了积极作用。

各部、处 1998 年度培训负荷见图 2.3.4.2-1，图 2.3.4.2-2 和图 2.3.4.2-3。（截止到 11 月 30 日）

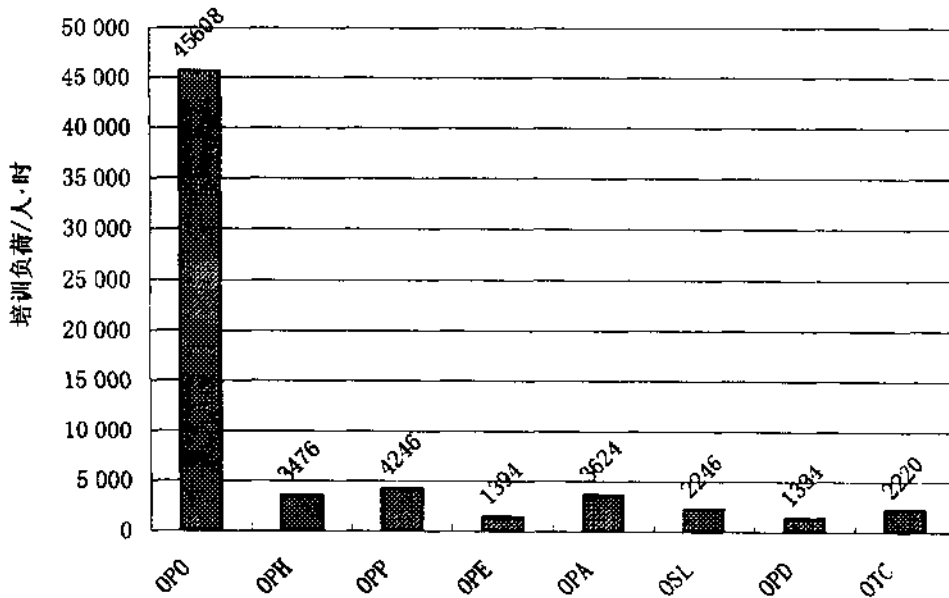


图 2.3.4.2-1 生产部各处培训负荷

### 2.3.4.3 其它培训工作

1998 年培训中心还完成了以下几个方面的工作：

- (1) 承办中核总科技声像成果评审及中核总科技声像网交流会
- (2) 摄制、编辑完成了《大亚湾核电站培训中心》、《大亚湾核电站控制棒落棒时间超差事件》等电视专题片
- (3) 按时出版《培训园地》12 期
- (4) 开通《核电培训》网页
- (5) “教师节”表彰优秀培训工作者
- (6) 组织开展业余英/法语培训
- (7) 开展特殊工种工人培训，为电站特种作业的顺利进行提供保证
- (8) 培训程序修改和升版
- (9) 制定了岗位培训的监察管理程序，每月检查各部、处的岗位培训工作执行情况，反馈培训中出现的问题，评估培训的有效性，编写岗位培训监察管理月报

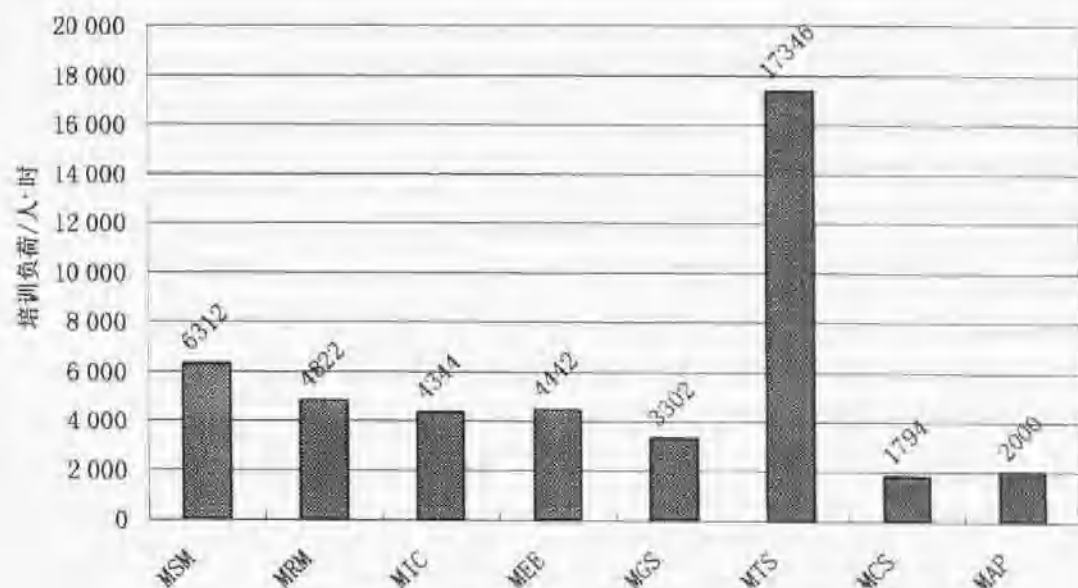


图 2.3.4.2-2 维修部各处培训负荷

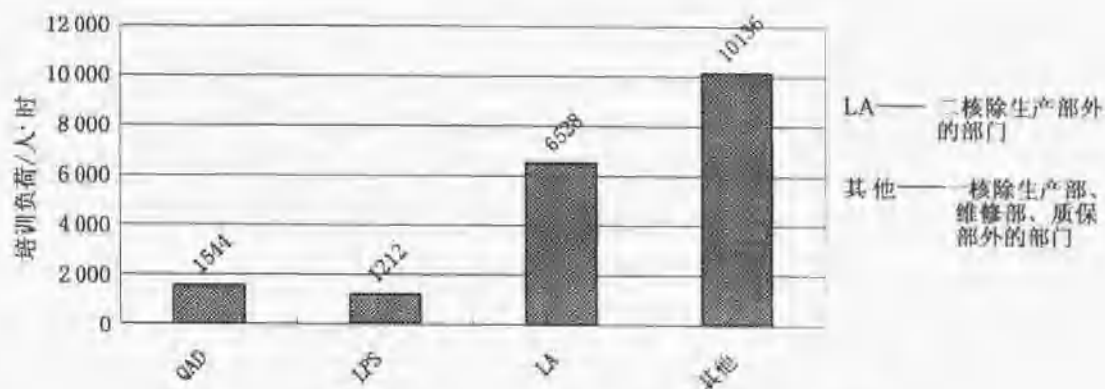


图 2.3.4.2-3 质保部、二核生产部各处及其他部门培训负荷

## 2.3.5 电站委员会

### 2.3.5.1 电站核安全委员会

由于生产部在 1998 年一分为四，电站核安全委员会成员在 6 月中做了相应调整。电站核安全委员会 (PNSC) 由生产部经理当主席，副主席为维修部经理。成员包括四部经理助理、总工、副总工，相关处处长和公司科技委代表，委员会秘书由核安全处处长担任。

1998 年电站核安全委员会总共召开了 32 次会议，其中有 10 次为特别会议，主要议题如下：

1. 讨论并批准提交国家核安全局的 10 份运行事件报告；

2. 审批了 12 份 GOR/PQOM 规程升版；
3. 8 项核安全相关系统报告；
4. 30 项核安全专题报告；
5. 13 项大修中需紧急处理的安全问题包括设备失效等；
6. 56 项定期报告，例如核安全改造、执照申请状态、定期试验、不符合项等。

1998 年计划的会议议程已全部完成。1998 年电站核安全委员会曾两次决定下列事件偏离运行技术规范，一次因为做试验而导致 RCV02/03 泵同时不可用，另一次为更换 LN \* 电容器时使 ATWT 保护闭锁。

### 2.3.5.2 电站培训委员会

1998 年电站培训委员会 (PTC) 共召开 5 次正式会议、1 次特别会议。1998 年历次 PTC 会议内容如下：

1. 第 24 次 PTC 会议 (1998 年 3 月 3 日)
  - (1) 审议 PQTR 程序
  - (2) 介绍班组岗位技能评估方法
  - (3) 岗位任务分析 (JTA) 工作情况及其对改进岗位培训针对性的意义
2. 第 24 次 PTC 会议一次续会 (1998 年 3 月 17 日)
  - (1) 讨论班组岗位技能评估的意义
  - (2) 讨论班组岗位技能评估表的编制原则
3. 第 24 次 PTC 会议二次续会 (1998 年 3 月 31 日)
  - (1) 讨论岗位技能评估系数定义
  - (2) 讨论 JTA 工作开展计划
4. 第 25 次 PTC 会议 (1998 年 4 月 14 日)
  - (1) 各处汇报 PQTR 审查情况
  - (2) 各处汇报岗位技能评估表的填写情况
  - (3) 讨论 JTA 工作
  - (4) 介绍《生产部岗位培训的监察管理程序》及 1998 年度岗位培训监察管理工作计划
5. 第 26 次 PTC 会议 (1998 年 6 月 23 日)
  - (1) 确定 PTC 委员及各处培训工程师
  - (2) 部署五年培训计划制定的工作
  - (3) 下达岗位技能评估表格填写进度
6. 第 26 次 PTC 会议续会 (1998 年 7 月 21 日)
  - (1) 检查第 26 次 PTC 会议各项决议落实情况
  - (2) 检查岗位技能评估表填写情况
  - (3) 确定 PQTR 的最终审定方法
7. 第 27 次 PTC 会议 (1998 年 9 月 1 日)
  - (1) 落实“五年培训计划”制定的方法
  - (2) 原则通过近期维修实验室建设方案
  - (3) 落实 PQTR 审议方法
8. 第 28 次 PTC 会议 (1998 年 11 月 3 日)
  - (1) 介绍 1998 年岗位技能培训课开设情况

- (2) 介绍 1998 年操纵员培训情况
- (3) 原则通过新版《核电站员工授权培训要求》(ATR)

#### 9. PTC 特别会议 (1998 年 11 月 24 日)

- (1) 讨论岗位技能评估的个人实际技能评分表
- (2) 讨论 JTA 工作

#### 2.3.5.3 电站三废管理委员会

电站三废管理委员会 (PWC) 为电站三废管理工作的决策机构, 并监督执行情况, 委员会主席由电站生产副经理担任, 参与“三废”管理工作的职能处处长为常设成员, 运行处“三废”系统工程师为委员会秘书。

三废管理委员会每两个月举行一次例会, 对电站三废管理工作重大生产活动进行决策, 1998 年委员会主要进行了以下管理工作:

- (1) 完成了 1997 年提出的对 0TER01/02/03BA 内部防腐工作。
- (2) 1997 年发生的液态流出物非氚放射性核素排放, 占 8 种主要排放核素 71% 的问题已获解决。1998 年<sup>110</sup>Ag 核素排放占有所有核素排放的 42%, 该问题解决主要措施为优化了大修期间废液处理方法, 没有发生高放废液被迫传输往 TER 导致 TER 排放水箱污染的事件发生。
- (3) 完成了使用大孔树脂对<sup>110</sup>Ag 污染的处理方法的前期信息收集和调研工作, 并且在 TEU 系统除盐床上投入使用, 对<sup>110</sup>Ag 核素处理效率由 50% 左右提高到 90%。
- (4) 完成了 9TEU006PO 整体备件采购工作, 并成功地查出了蒸发器内的喷淋头脱落导致 TEU06PO 叶轮严重损坏这一重大故障, 并对另一喷淋头进行加固焊, 消除了同类故障隐患。
- (5) 履行了对国家核安全局的承诺, 对 9TEP01/02DZ 进行了 5 年计划维修。
- (6) 完成了 9TEP01/02DZ 的增加旁路改造工作, 使 TEP 除气器净化段在大修期间具备了后备功能。
- (7) 完成 9TEP02/03/04BA 到 1/2PTR001BA 硼水直接传输的改造工作, 使得单机组换料大修节省大修关键路径 12 h, 直接创造发电经济效益 600 万元, 节省大修制硼人工 100 人·h。
- (8) 1998 年“三废”管理工作取得全面成功, 固体废物取得 89 m<sup>3</sup>/机组好成绩, 比 1998 年公司目标值 105 m<sup>3</sup>/机组减少 16 m<sup>3</sup>, 比 1997 年少产生固体废物 31 m<sup>3</sup>, 节省后处理费用 150 万元; 放射性气态流出物中, 惰性气体排放 23.51 TBq, 占国家年排放限值的 2.06%, 远远低于公司经理部 3.0% 目标值; 1998 年全年废液非氚放射性核素排放为国家年限值 700 GBq 的 0.36%, 目前国际同类机组的先进排放水平为 700 GBq 的 0.48%。

#### 2.3.5.4 电站技术委员会

1998 年, 电站技术委员会共召集了 11 次会议, 基本上是每月一次。

为配合 6 月份电站组织机构的调整, 电站技术委员会主席及常设成员都作了较大变换。变换后的委员会主席由维修部主管技术支持处工作的副经理担任, 常设成员有: 生产部两名副经理、运行处、设备管理处、安全执照处、维修部技术支持处、综合计划处、转机处、静机处、电气处、仪控处、岭澳核电站生产部设备管理处的处长以及质保部和公司科技委的代表。

会议议题在 1998 年也有了适当的修改。鉴于电站技术委员会的职责应侧重于电站中长期、重要工程改造项目的决策和工程技术管理工作的监督，因此基本的会议议题如下：中长期工程改造项目进展情况汇报（每月一次）；核岛或常规岛 FAC 遗留项目跟踪情况汇报（每季度一次）；ESR/MR/NCR 状态汇报（每季度一次）；与核安全有关的改造项目相关文件的修改情况汇报（每季度一次）；重要或有争议或上级关注的改造项目的汇报、讨论（不定期）；工程技术管理方面政策的制定、修改工作汇报（不定期）。

1998 年历次会议的重要议题（上述部分基本的议题除外）及决议如下：

1. 培训中心全范围模拟机改造方案汇报并讨论；
2. 重要系统健康状况汇报；
3. 改造项目优先级评定汇报；
4. 汽机厂房门口增设 KKK 系统的可行性讨论；
5. 凝汽器管板加装阴极保护系统方案汇报并讨论；
6. 评审电站技术类合理化建议，决定是否采纳；
7. 第五次大修计划实施的工程改造项目；
8. CRF 电机中性点改造方案汇报并讨论；
9. RIS 21 000 mg/kg 硼回路改造进展汇报；
10. 物项替代程序介绍；
11. TEP 扫气改造中 TEP 到 TER 连接管线的必要性讨论。

#### 2.3.5.5 电站经验反馈委员会

为了适应电站组织变动和提高经验反馈效率的需要，电站经验反馈体系在 1997 年调整的基础上 1998 年再次进行调整，全部重新修改经验反馈领域的规程，重新明确各部门经验反馈的任务和各级领导应负的责任、经验反馈过程和接口要求以及各经验反馈工程师的职责和工作范围。

1998 年经验反馈领域的工作重点在上述基础上初步实现经验反馈信息电脑化管理，提高经验反馈过程效率。在保持事件报告透明度的同时扩大了事件根本原因分析的范围，加强了事件根本原因分析方法的培训和应用，继续加大纠正行动有效性落实的力度。

1998 年经验反馈委员会会议的时间间隔重新调整为每季度一次，总共召开了 4 次会议。会议主要的议题有：

1. 与经验反馈的组织建设及其相关的规程、文件的审查修改；
2. 24 小时事件和内部事件报告状态；
3. 事件纠正行动的执行状态审查；
4. 事件趋势分析；
5. 经验反馈体系有效性审查；
6. 寻找改进经验反馈工作的方向和方法。

#### 2.3.5.6 电站工业安全和辐射防护委员会

1998 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，保健物理处工业安全科长担任委员会秘书，各处分管安全工作的处长或副处长担任委员会委员。1998 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 13 日，PISRC 第一次全体委员会议，议题如下：
  - (1) 审议 1997 年电站工业安全、消防年度报告

- (2) 审议 1998 年电站工业安全、消防工作大纲
- (3) 审议 1997 年电站辐射防护工作报告
- (4) 审议 1998 年电站辐射防护工作大纲
- (5) 审议 1997 年电站职业健康管理报告
- (6) 审议 1998 年电站职业健康管理大纲
- (7) 布置工地安全委员会 1998 年第一个安全月的工作
- (8) 领导及 PISRC 主席指示

2. 4 月 21 日, PISRC 第二次全体委员会议, 议题如下:

- (1) 报告 1998 年一季度电站工业安全、辐射防护、职业健康与卫生的状况及趋势分析
- (2) 讨论 1998 年二季度上述各方面的工作重点
- (3) 委员动议及领导指示

3. 7 月 10 日, PISRC 第三次全体委员会议, 议题如下:

- (1) 根据生产部组织机构变化, 重新确定了 PISRC 组成人员及会议制度
- (2) 跟踪第二次会议各项决议落实情况
- (3) 本次会议决议

4. 9 月 24 日, PISRC 第四次全体委员会议, 议题如下:

- (1) 生产部运行处报告第三季度安全状况
- (2) 维修部报告第三季度安全状况
- (3) 保健物理处工业安全科报告第三季度电站工业安全指标状况
- (4) 保健物理处辐射防护科报告第三季度电站辐射防护状况
- (5) 保健物理处职业医疗科报告第三季度电站职业医疗状况
- (6) 检查 PISRC 第三次会议行动落实情况
- (7) 传达第五次工地安全委员会会议精神
- (8) “十一”国庆节前安全活动安排意见及安全检查安排意见

5. 11 月 12 日, PISRC 第五次全体委员会议, 议题如下:

- (1) 传达广东省政府办公厅《关于加强今冬明春消防工作的通知》及广东核电集团《转发关于认真贯彻消防法, 进一步加强消防工作的通知》
- (2) 综管处介绍东防波堤防火及环境整改方案
- (3) 保健物理处介绍核电站冬季防火方案
- (4) 讨论及决议

#### 2.3.5.7 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。其主持人为生产部经理, 成员包括维修部经理、生产部副经理和负责电站人力资源管理的经理助理。

#### 2.3.5.8 电站预算委员会

由于机构变动, 电站预算委员会的组成在 1998 年 6 月作了较大的变动, 由生产部、维修部和质保部三部的经理、副经理组成, 生产计划处成本控制科科长担任委员会秘书, 其他人员经预算委员会主席同意可参与或列席会议。

1998 年 2 月, 电站预算委员会召开了第一次会议, 这次会议由成本控制科科长向委员



会介绍了1994~1997年的预算执行状况和成本构成及分析,并向委员会汇报了1998年预算执行所承受的压力以及主要任务和努力方向。委员会就1998年的预算工作作出了明确的指示,要求各级成本中心和成本控制科在东南亚金融危机造成困难局面下和比价期的最后一年努力作好成本控制工作。

1998年7月,电站预算委员会召开了第二次会议,这次会议由成本控制科科长对1998年上半年的预算执行情况和预算外项目进行了分析,对下半年的预算工作趋势和第五次大修的预算作了说明,委员会要求今后对预算外项目要严格控制,并着手准备1999年预算编制工作。

1998年10月份,电站预算委员会召开了第三次会议,会议审核批准了1999年度电站预算计划及其它相关预算文件,委员会要求预算申报要力求全面,但执行时要严格控制。

#### 2.3.5.9 生产准备委员会

二核生产部于1998年6月1日成立。由于电站管理层机构变动,生产准备委员会自1998年7月份以后由二核生产部张志雄副经理担任主席,副主席分别由二核生产部杨昭刚副经理、维修部郭嘉平副经理担任,秘书为生产计划组(处)负责人简益民,委员分别来自一、二核相关部门:

一核生产部 OPS: 陈德淦、李振亚、陆玮、晏仲民、贺禹

维修部 MTD: 徐万年

调试队 SUM: 郑东山

电脑中心 SED: 孙海英

二核生产部 LPS: 刘革新、郭利民、赵昔、苏圣兵、周卫红、林北京、魏其岩、陈家龙、李裕立

生产准备委员会的使命:

1. 沟通与协调: 加强部门之间以及各处之间的沟通与协调,在重要问题上达成共识,共同完成生产准备任务;
2. 监督与控制: 根据进度计划分析评估上一阶段的工作,安排布置下一阶段的任务;
3. 讨论与决定: 对重大问题形成方案、做出决定,并跟踪和报告执行情况;
4. 指导成立工作组: 在委员会的指导下,适时成立各类横向的工作组(例如程序编写协调组),推动工作的实施。

生产准备委员会每两个月召开一次会议,时间为单月的第三个星期四9:00 AM。具体的会议议程及会议决策跟踪由生产计划组(处)负责。1998年共召开了5次生产准备委员会会议。

#### 2.3.5.10 电站信息系统委员会

1998年以前,电站信息系统委员会(PISC)的工作一直未能开展,1998年刘达民经理担任电站信息系统委员会主席后,PISC的工作开始正常运作起来。1998年2月11日PISC召开了第一次会议,明确了委员会职责和相关规定,制定了电站信息系统委员会章程,建立了电站信息系统的审批制度。

1998年PISC一共召开了3次会议,对电站正在开发的各种信息系统进行了跟踪,讨论和批准了培训管理系统、辐射信息咨询系统、能量统计系统等的开发和升级。

#### 2.3.5.11 电站技术监督领导小组

在电力行业加大技术监督工作管理力度新形势的要求下,大亚湾核电站于1996年3月

成立了“电站技术监督领导小组”，组长由电站第一副经理担任，副组长由总工程师和副总工程师担任，成员由各专业业务骨干（监督员）组成，秘书由发电规划处的相关工程师担任。电站技术监督领导小组的主要职责是督促、检查、协调电站各项技术监督工作，贯彻落实电力行业相关法规和行业管理的要求，督促电站有关技术程序的有效执行，定期召集会议，制定工作计划，检查和协调解决工作中存在的问题，向电站经理部提供建议等。

鉴于核安全在核电站中的重要作用，电站把核安全监督的内容也纳入了技术监督管理的范畴，从而扩展了电站技术监督工作的领域，使其包涵了核安全、化学、金属、热工仪表、绝缘高压、继电保护、环境保护、电能质量、节能管理十个方面。经过几年来的运行实践，在密切了与行业管理部门的关系、逐步规范电站技术监督管理制度（建立电站计量室、编写电站技术监督管理规程等）的基础上，初步健全了电站的技术监督工作体系。

1998年6月电站组织机构变动，电站技术监督领导小组的成员也随之进行了相应调整，但技术监督领导小组的职责与功能并没有发生变化。目前组长由生产部经理担任，副组长则分别由生产部和维修部的总工程师担任，秘书由生产部生产计划处工程师担任，成员仍由各专业部门的监督员组成。

#### 2.3.5.12 电站节能委员会

大亚湾核电站节能委员会成立于1998年9月3日。委员会的组长由生产部主管生产经理担任，副组长由生产部总工程师和维修部副经理担任，成员由生产计划、运行、设备管理、技术支持、电气、仪表、合同采购等部门的处级负责人组成。委员会下设节电、节水、节耗（铀燃料消耗）三个工作小组和一名节能专责工程师协助节能管理工作。三个工作小组的成员根据工作需要分别来自各个相关部门，小组组长则分别由电气处高级工程师、运行处和技术支持处的副处长担任。节能专业工程师由生产部生产计划处发电策划科的工程师担任。

电站节能委员会的主要职责是贯彻上级有关节能的方针、政策，制订电站年度节能措施、项目及中、长期节能规划，定期召开能耗分析会和不定期召开节能专题会议，分析各能耗指标的完成情况及其影响因素和节能效果，检查存在问题，研究解决办法，协调解决节能项目实施过程中所遇到的困难等。

电站节能委员会成立以后，结合公司ISO 14000EMS体系建立的要求，主抓了建立节能管理和运作制度、制定节能工作目标/指标和5年规划、颁发节能考核办法、加强节能知识宣传等方面的工作，使电站节能管理迈上了新的台阶。

#### 2.3.5.13 电站合理化建议评审委员会

本着推动企业技术进步、改善经营管理、提高工作效率、降低成本、增强企业凝聚力、培养员工主人翁精神的宗旨，电站于1998年初开始开展合理化建议活动，并于1998年5月28日成立了电站合理化建议评审委员会。

委员会的主要职责是定期评审管理类的合理化建议提案（技术类由电站技术委员会PEC评审），检查实施建议的进展情况，确定各类建议的奖励方式和奖励等级，拟定表彰方案，解释和修订电站合理化建议奖励及实施办法，组织和推动电站合理化工作的开展。委员会主席由生产部经理担任，副主席由生产部副经理担任，成员由生产四部的经理和总工程师以及党、政、工、团的代表组成，秘书由生产计划处管理信息科担任。

1998年共召开了三次合理化建议评审委员会会议，对154条建议进行了评审，对其中的66条建议予以采纳，并在年终进行了评奖活动，评出了8名“合理化建议奖”和2名

“合理化建议特别奖”（第一份建议提出者及 1998 年度提出建议最多者），分别予以表彰和奖励。对全部已采纳的 78 条建议（含由电站技术委员会进行评审的技术类建议 12 条），也按照精神鼓励和物质奖励相结合的原则，颁发了纪念奖品。

## 2.3.6 质量保证

### 2.3.6.1 质量保证大纲的更新

#### 1. 《运行质保大纲》的修改

根据电站组织机构的变化、实际工作的需要及 IAEA 新质保法规/导则（50 - C/SG - Q96）的精神，质保部对《运行质保大纲》作了全面的修改。

为了适应未来的群堆管理模式，1998 年原生产部被划分为生产部、维修部、质保部和二核生产部，因此对组织机构一章进行了重写。新的组织机构明确规定了与生产有关的各单位的职责，并强调了部门间接口的控制。

质保大纲执行有效性的管理部门审查一直是个较薄弱的领域，此次修改质保大纲，特别结合 IAEA 新法规/导则的精神，对此进行了更具体的规定。大纲要求电站各级管理层必须定期对其责任范围内的质保大纲的执行有效性进行管理者自我评估。

化学管理过去在质保大纲中要求不明确，此次修改将其作为重点方面，详细规定了电站在化学及放射化学方面要控制的要素。化学管理也是 OSART 评审提出的主要问题之一，相信随着这些要求的实施，将使该领域得到较有效的控制。

结合公司 ISO 14000 环境管理体系认证的启动，质保大纲也相应规定了适当的环境保护要求，但在质保大纲中只是简明的规定，具体的要求须参照公司《环境管理手册》。

此次修改质保大纲，新增加了一章“堆芯和燃料管理”。过去质保大纲只是在维修章节中对燃料管理有简略描述，考虑到该领域的重要性，特将其专门编入一章并详细规定了该过程的管理要求。

除上述领域的细化增补外，此次对原质保大纲中的某些要求进行了重写，力求在保持该要求的前提下使文字描述更简明、目的更明确。

#### 2. PQOM 修改

PQOM 系列程序是具体实施质保大纲要求的主要文件。由于机构调整 and 实际工作的需要，今年也对其作了较全面的修改。

程序协调小组对 PQOM 每一章的程序框架进行了重新审查和修改，取消和合并了许多程序，使目前的 PQOM 更合理和简明。

PQOM 修改较大的内容涉及：组织机构、化学管理、环境保护、信息管理、核燃料管理、成本和预算控制等。

#### 3. 质保大纲的有效性

提高质保大纲实施有效性的重要方面就是电站各级管理层参与质量管理。

QAD 除在 QA 大纲中作出明确规定外，还制订了新法规推行计划，以实施和推动电站主要部门的管理者自我评估。

这个计划的主要工作包括：

- (1) 积极推行以业绩为中心的质量管理，质保部在部内多次研讨如何围绕提高电站业绩开展质量管理活动的方法并统一认识；
- (2) 积极提供质保支持和服务，包括提供必要的质保培训，协助各部门进行质量缺陷和

根本原因的分析等；

(3) 组织了全公司的新法规讲座，使各级管理层了解了新法规的主要精神，为推行新法规打下了基础；

(4) 协助生产部和维修部开展管理者自我评估试点工作。

### 2.3.6.2 质保独立验证的实施情况

验证质保大纲的执行情况和有效性是质保部的中心任务，部门领导对此都全力保证。针对电站内部机构的调整，质保部成立了分别负责运行和维修活动的生产质量科和维修质量科，并在各部门相应地设置了现场办公室，从而更接近现场和更便于监督和检查。

本年度制订的监督计划、场内监查计划和场外监查计划基本完成。

本年度场内监查计划主要按部门划分领域，同时，为了提高监查的实效性，明显增加了对活动实际过程的观察。我们从实践中认识到，对活动过程的实地观察有助于了解过程对实际质量的影响，发现过程中存在的有损于质量的状况，从而更有效地评价质量管理过程的有效性和提出有针对性的改进建议。

本年度在实施监督计划的同时，制订了专项监督计划，并根据经理层的要求和现场发生的缺陷开展了大量的专项监督。由于专项监督针对性强，更有利于找出某一个领域内深层次存在的问题。今年共进行专项监督 12 次。另外，质保部还组织编写了 Y2K 项目质量保证要求和 QA 监督计划。根据监督计划，对电站工业计算机部分 Y2K 项目进行了质保监督。

年度大修是电站生产活动中非常重要的一个部分，为了提高大修质量，促进安全、工期和成本等各项目标的实现，质保部专门组织人力对大修全过程进行了密切的监督，这包括在大修准备阶段，编制了大修质保要求，对工作文件包进行了审查，对人员培训状况、工具与设备配置和计量管理以及大修项目完整性进行了检查，并对发现的问题进行了密切跟踪，在大修期间深入现场，对维修、运行、试验与检查、NCR 及改造等活动进行质保检查，对发现的质量缺陷及时与责任部门进行沟通，寻求解决办法，并跟踪其处理状况，在大修结束阶段，及时进行认真总结，对大修质量管理状况进行评价，并针对问题提出操作性强的纠正措施建议。

但是，监督和监查计划实施过程中也存在一些问题。如本年度没有对国外主要供应商进行监查（计划有 7 次），监督的覆盖领域的分布也有待进一步优化，使之主要针对现场活动。1998 年度共进行场内质保监查 24 次、场外质保监查 5 次、和现场监督 2139 次。现场监督发现问题的百分率为 37%。

因机构调整，PQOM 程序的修改量很大。QA 参加了 PCG 小组，参加策划了新的程序框架。同时，所有管理程序在发布之前都必须经过 QA 审查，从而导致 QAD 审查文件的数量增大。今年共审查管理程序 265 个。

今年 QAD 共对 50 家供应商进行了资格审查，通过了 42 家，并抽查了 139 份采购订单。

### 2.3.6.3 验证层的加强

为了加强各部门内部自我验证检查的能力，质保部组织了一期监查员课程培训，有 14 名各部门指派的质量协调员参加了培训。这些人员计划在明年经实习后正式评定为合格的监查员。

此外，为推动管理层自我评估的开展，质保部还组织了自我评估方法的培训。

质保部还协助 OPE（设备管理处）大修质量经理制订了质量监督缺陷报告、统计方法，

并协助 OPE 进行质量监督统计分析。

#### 2.3.6.4 质量改进

从缺陷中找到根本原因，并因此而采取有效的纠正措施是质量改进的重要一环。

由质保部发现的缺陷的跟踪情况见表 2.3.6.4-1 和表 2.3.6.4-2。

表 2.3.6.4-1 CAR 跟踪情况

	发出 CAR 的数量	关闭时间超过 100 天 (JVC)	关闭时间超过 180 天 (JVC)	平均关闭时间 (JVC)
1995 年	134	48	30	172
1996 年	178	52	17	117
1997 年	107	32	17	140
1998 年	67	4	4	113

表 2.3.6.4-2 OBN 跟踪情况

	发出 OBN 的数量 (JVC 内部)	按时跟踪 (平均)	遗留
1997 年 (4 月起)	101	97%	56
1998 年	89	100%	42

质保部 1998 年更多地参与了事件调查，例如，9REA002BA 吊带被拉断、SHY 制氢站自燃、1DEG 制冷机叶轮损坏、APA 阀的异常关闭、1APU 泵反转及 RPE 泵叶轮更换用错备件等事件的调查。此外还参与了电站组织管理活动，例如：参加了大修质量控制小组和四部接口小组活动。这些活动的参与有利于发挥 QA 的管理者工具的作用。

1997 年电站管理层已将纠正措施的完成情况纳入每月的管理审核，1998 年在此基础上要求质保部对每项纠正措施的落实进行独立验证。质保部对电站各委员会以及经验反馈形成的纠正行动的执行情况进行了独立验证，有效地推动了各项行动的落实。今年共验证了纠正行动 806 项，已关闭 687 项。

为了便于与其它部门的沟通，在公司信息系统中开辟了质量管理专栏，在专栏中提供 QA 关注的问题、质量缺陷跟踪、质保监督和监查及质量管理知识等信息。这些信息对质量缺陷的纠正、质量意识的培育起到了良好的作用。

质量改进另一重要环节是不断地对每个员工进行质量意识的培养。

质保部对质量管理的培训教材进行了更新，特别编写了针对不同专业的教材，包括采购、维修和技术支持，并在质量管理培训中采用。今年内共实施质量管理培训 28 次。但对总经理部、生产部和维修经理层的质保培训没有进行。

质保部对部内各岗位进行了培训需求分析，并依此制订出质保部的在岗培训计划，以期不断提高质保人员的业务水平。今年质保人员除完成要求的授权培训课程外，还完成了要求的在岗培训。提高 QA 人员的业务水平一直是质保部的重点和难点工作，为此，部内还拟定出质保人员的五年培训规划。

### 2.3.6.5 质保大纲实施有效性评价

#### 1. 质保大纲

《运行质保大纲》E版已草拟完毕并提交NNSA审批。该版大纲考虑了机构调整和IAEA新法规/导则的精神,除补充某些方面的内容外,强调了电站各级管理层参与质量管理和定期进行自我评估。该版大纲从内容完整性和可操作性方面都比D版有较大提高。

#### 2. 组织机构

机构的调整带来了接口的增加,也对接口的管理产生影响。从监查和监督的结果来看,生产部和维修部还存在一些职责分工不清的方面,如设备的管理和数据库、重要维修项目的确定及维修计划等。

该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。

#### 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有效的执行,但文件的受控分发还有待改进。

#### 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有效的执行,但行政隔离的管理仍需加强。

#### 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。但仍存在一些问题,主要是维修规程中的缺陷,如:未给出明确的品质再鉴定要求或验收标准;此外,执行质量计划未按要求签名、维修报告填写不完整、没有有效的保证经验反馈写入规程中的制度等。

#### 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有效的执行,但定值手册及定值数据库的管理须加以改善。

#### 7. 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有效的执行。

#### 8. 采购和材料管理

从监查和监督的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行。

#### 9. 培训和授权

从监查和监督的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行。

#### 10. 工程设计

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,但改造后相关文件的更新质量仍然是弱点。

#### 11. 不符合项管理和纠正措施

从监查和监督的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行,但经验反馈的有效性还有待进一步提高。

#### 12. 质量验证

从监查和监督的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行,但独立检查还有待加强。

### 13. 消防

从监查和监督的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行,但基于火灾具有的巨大风险,消防系统的完好性仍必须时刻警惕。

### 14. 计算机管理

从对 Y2K 的监督的结果来看,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

从监督的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行。

### 16. 辐射防护

从监查和监督的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行。

### 17. 应急准备

从监查和监督的结果来看,该领域有关的质量要求已得到有效的执行。

## 2.3.7 经验反馈

### 2.3.7.1 内部事件经验反馈

1998年,电站加大了对影响机组长期安全稳定运行的各类事件的探测力度,全年共发生电站运行事件15起(详见2.2.1.1),内部运行事件144起,具体说明如下:

#### 1. 内部运行事件按机组分布(见图2.3.7.1-1)

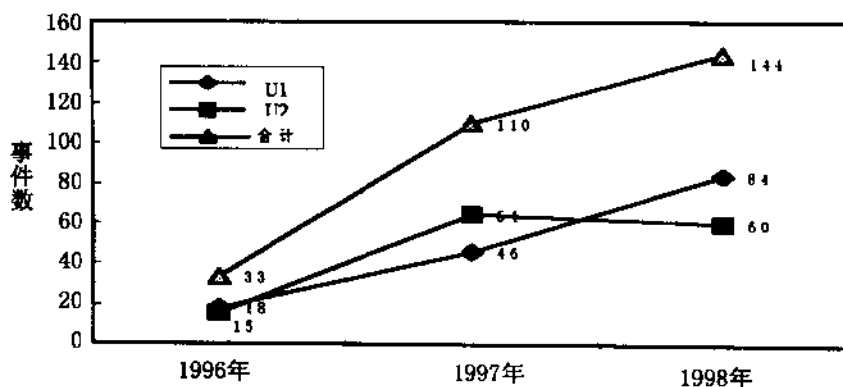


图 2.3.7.1-1 1998 年内部运行事件按机组分布

可以看出,与1997年相比,2号机组的事件数基本持平,而1号机组的则有大幅上升。从一个侧面反映出2号机组全年的运行情况好于1号机组。

#### 2. 内部运行事件按月份分布(见图2.3.7.1-2)

由图可见,年初和年底为事件的多发期,这与机组大修大多安排在这一阶段进行有关。在日常运行期间,2号机组的事件要少于1号机组。

#### 3. 内部运行事件按部门分布(见图2.3.7.1-3)

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OPO,MRM,MSM等),这符合实际情况。

#### 4. 内部运行事件中的人因事件

本年度144起内部运行事件中,人因事件有79起,占总数的55%(见图2.3.7.1-4)。人因因素主要表现为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,对自

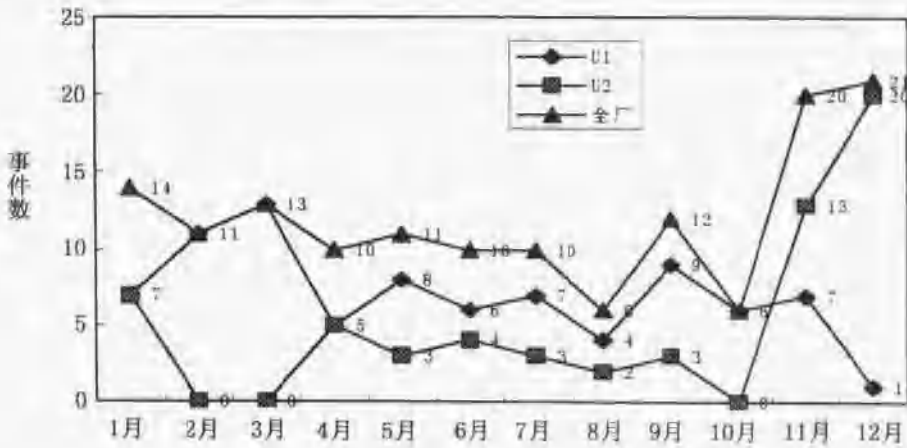


图 2.3.7.1-2 1998 年内部运行事件按月份分布

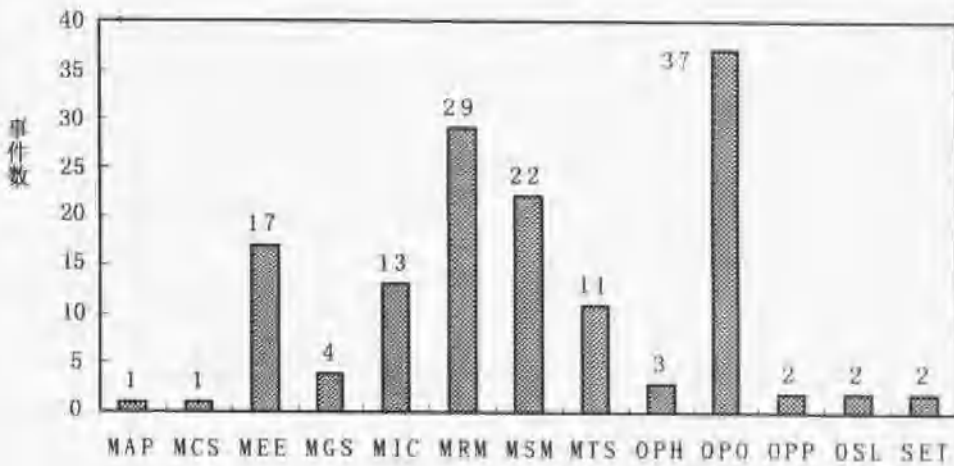


图 2.3.7.1-3 1998 年内部运行事件按部门分布



图 2.3.7.1-4 1998 年内部运行事件中的人因事件比例

已行为的预期响应估计不足，规程内容缺陷，不能严格执行程序，操作经验不足等。

#### 5. LOER/IOER 纠正行动的执行及跟踪

纠正行动是为防止事件重发和提高电站整体安全运行水平而针对电站发生的相关事件采取的改正措施，它的完成情况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，因而其落实情况得到了从电站经理层到各个部门的广泛重视，并建立了有效的执行及跟



踪机制。

1998年,在纠正行动的落实方面,强调了纠正行动完成的质量和及时性,每月对其完成情况进行一次检查,将检查结果向上汇报。本年度应完成纠正行动325项,完成316项,其中按期完成277项,按期完成率为85%。其分布及完成情况如表2.3.7.1-1所示。

表 2.3.7.1-1 1998年 LOER/IOER 纠正行动完成情况

	OPO	OPP	OSL	OPH	OPA	OTC	MSM	MRM	MIC	MEE	MGS	MAP	MTS	MCS	合计
总数	56	1	9	12	1	3	32	49	48	27	11	9	64	3	325
完成数	56	1	9	12	1	3	32	48	44	26	11	9	62	2	316
按期完成	46	1	9	7	1	3	26	43	41	21	10	8	59	2	277
完成率/%	100	100	100	100	100	100	100	98	92	96	100	100	97	67	97
按期完成率/%	82	100	100	58	100	100	81	88	85	78	91	89	92	67	85

#### 6.24 小时事件

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。

1998年共收到24小时事件单605份,为电站运行以来历年之最(见图2.3.7.1-5),反映出电站员工整体核安全意识的提高。

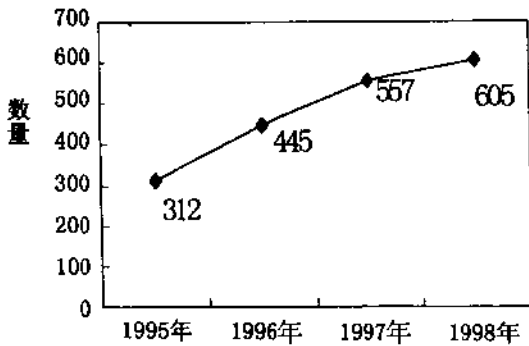


图 2.3.7.1-5 24 小时事件单年度分布

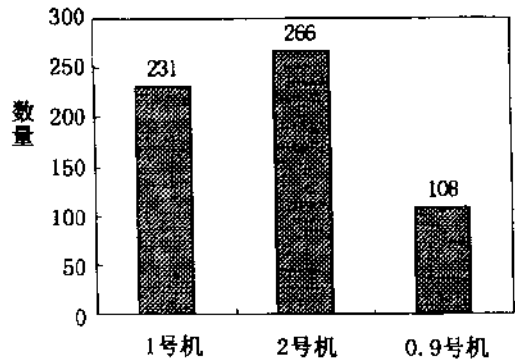


图 2.3.7.1-6 24 小时事件单按机组分布

图 2.3.7.1-6 显示出 1、2 号机组的事件数大致相当。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表 2.3.7.1-2 和表 2.3.7.1-3 所列的几个系统。

表 2.3.7.1-2 核岛五个系统

系 统	事件单数	主 要 缺 陷
RCP	41	一回路超温 $\Delta T$ 测量值多次下漂；大修期间一回路有异物，跑水
RCV	28	2RCV002MO 驱动端轴承噪音异常；224VP 安全阀波纹管有裂纹；几处仪表测量管线断裂
KRT	17	KRT 测量通道被闭锁；测量仪表报警
ASG	16	003 泵鉴定不合格；电磁阀故障
RRI	15	蜗轮严重磨损；轴承温度高；水箱水位降低

表 2.3.7.1-3 常规岛五个系统

系 统	事件单数	主 要 缺 陷
CEX	17	机械密封漏水；凝汽器水室腐蚀
CRF	11	002 泵减速齿轮面磨损；滤网管道腐蚀；接线端子盒起火
APP	10	APP “A/B” 列泵转速异常变化；220/115VL 阀体汽蚀
GGR	9	油箱跑油；盘车故障
APA	8	转速异常变化

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，由此可见，24 小时事件与内部运行事件的月度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。

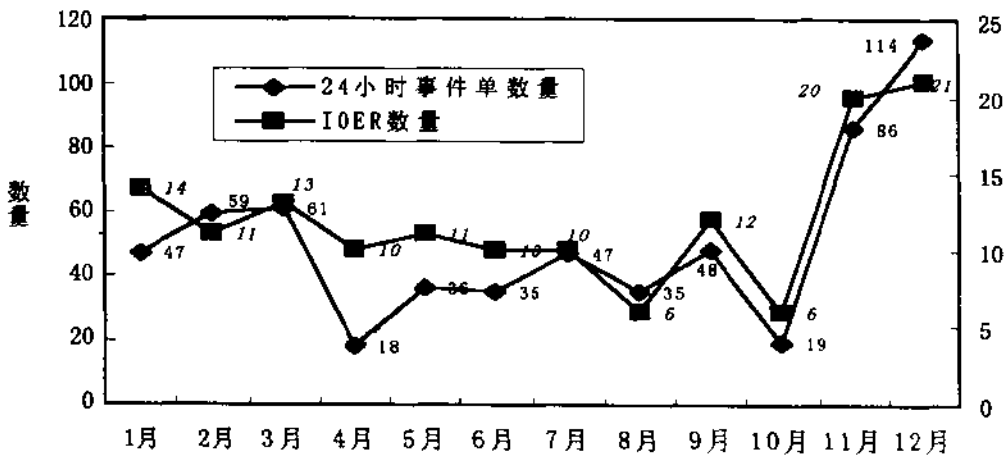


图 2.3.7.1-7 24 小时事件按月分布 (兼与内部运行事件的月度分布相比较)

### 2.3.7.2 外部经验反馈

1998 年共发外部事件通告单 3 份，外部信息传送单 17 份，STA 周报附页摘录外部事件

38份,从EDF数据库中查找出事件反馈12次,应各部门要求进行信息反馈28次。

外部经验反馈信息来源有:EDF事件数据库、WANO网络数据库、EDF经验反馈来文、向WANO、FROG技术咨询,对外交流互访、国内同行(105所等)、核情报所资料。

### 1. 外部经验向厂内提供

#### (1) 常规岛排放液中pH值的控制

我们的常规岛排放规程是参照法国的做法,pH值的要求是4~12,而按照中国的国家标准要求6~9,大亚湾现场的二回路实际排放一般在9.5~9.7。这样一来,我们的实际排放是不满足国家标准的。按照现在要严格执行ISO 14000的状况,我们必须对现在的排放进行处理。若要把pH值降下来(采取中和等方法)是比较困难的,须询问国外是如何做的。要了解国外是否也有违反国家标准规定的情况,是否要做特许申请?在制定限值时有什么背景考虑?通过去法国的交流访问,得到了部分回答,并转发给相关部门。

法国电站的答复是:水厂出水标准pH值为5.5~8.5;常规岛废液控制标准为:5.5~9;当pH值为4~5.5及9~12范围时,要由法国环保当局批准才能排放。通常有较高Na含量时pH值可能达到8.9。

#### (2) 是否监测电厂排放中和环境媒介中的 $^{14}\text{C}$

大亚湾核电站以往是不做 $^{14}\text{C}$ 检测的,但现在按国家环保局要求,要进行检测,询问国外是否进行这样的工作,以便我们有效地进行该项工作。

从法方得到了一些答复,并转给相关部门。德国有此项标准,法国目前还不控制 $^{14}\text{C}$ ,也许下一年考虑。

#### (3) KRT021MA定期试验评估

大亚湾核电站以前不做该试验,但计划在今后大修中进行,这也是GOR第九章的要求。但如何进行该试验,尚需了解国外的经验。

已找到法国在进行KRT021MA试验的相关规程供大亚湾核电站参考。

#### (4) WANO性能指标-电站安全系统性能指标的统计

请安全工程师询问GRAVELINES电站安全系统(RIS-HP, ASG, LHP/Q)性能指标原始数据的统计方法,哪些部分不可用应计入该指标,如何准确确定故障暴露的不可用小时数,哪个部门负责原始数据收集。

目前我们的做法是,从Io统计中选取三个系统的Io项目进行统计,由安全工程师负责收集,性能试验科进行指标计算。

通过与法国交流后,了解了法国的做法,并明确了我们今后的做法。

#### (5) 了解固体废物产量

从1997年世界各国的PWR机组的固体废物产量,可知日本、美国、瑞士、乌克兰、匈牙利、保加利亚、比利时、芬兰等国的固体废物产量均小于 $35\text{ m}^3/\text{unit}$ 。现需了解其固体废物的具体组成及处理工艺,希望能提供近三年来(1995, 1996, 1997)的浓缩液、废树脂、检修废物、废滤芯等的产量和处理工艺方法,以便与我们的情况进行相应比较,来制定我们的放射性废物管理改进计划。

通过与法国和台湾的交流基本了解了该问题。

(6) 机组启动时两台主泵轴封损坏,进行主泵惰转试验时采用更简单的方法,即直接断开主泵电源信号来进行试验,这样做大大减少了该试验的风险和影响面。

(7) 主泵电机绝缘问题:大亚湾核电站在机组启动运行后,发现主泵绝缘低的问题,向

FROG 发文, 寻求外部支持, VATTENFAL、KEPCO 等都有回答, 对绝缘的监测和标准都提出了看法。

(8) 冷凝器水室保护: 针对水室的腐蚀和采用的保护措施, 发文向南非 KOEBERG 电站询问, 得到回答。

## 2. 外部事件向厂内反馈

- (1) 系统状态控制故障使安全系统不可用
- (2) 不适当/非计划的反应性控制
- (3) 主蒸汽和主给水隔离阀改造引起反应堆保护系统降级
- (4) 核电厂运行中异物引起的事件
- (5) 1998 年 KOEBERG 两台机组紧急停堆和外电网故障
- (6) 有关应急电源冗余序列干扰方面的人因错误
- (7) 主回路不可隔离的泄漏 (EAS, 600 L/h)
- (8) 在 B 列蒸汽发生器管道泄漏的同时电源发生故障
- (9) 汽水分离器/再加热器入口处新蒸汽的泄漏
- (10) 由于失去仪表压缩空气导致反应堆安注和停堆
- (11) 主变压器爆炸起火事件
- (12) EDF 查询: EAS001PO 流量偏低问题
- (13) EDF 查询: 一号机稳压器安全阀环管及 RCP002BA 含氢量高
- (14) 法国 CAVAU 电站反应堆排热系统发生的严重泄漏
- (15) EDF 查询: 核电站电气或火灾事件
- (16) EDF 查询: 主泵轴承绝缘低问题
- (17) EDF 查询: 关于堆内构件放置不平衡问题

### 2.3.7.3 国际经验及姐妹厂经验交流活动

1998 年姐妹电厂交流活动及对外交流活动计划, 按规定的程序制定、批准后实施。

#### 1. 重点交流活动

- (1) 1998 年 4 月和 10 月, 合营公司参加 WANO 董事会
- (2) 1998 年 5 月和 11 月, 合营公司和维修部派员参加 FROG 执委会
- (3) 1998 年 2 月在大亚湾举办 WANO PEER REVIEW 评审员资格培训班, 大亚湾有 10 人取得了评审员资格证书
- (4) 1998 年 7 月大亚湾派 5 人参加在南非 KOEBERG 核电站举办的 WANO PEER REVIEW 评审员资格培训班, 并取得资格证书
- (5) 1998 年 10 月参加 WANO-PC 接口人会议
- (6) 第九、十届秦山-大亚湾核电站运行经验交流会分别于 1998 年 7 月和 11 月在大亚湾和秦山召开, 就维修、大修和运行活动进行了专业对口的相互交流

#### 2. 其它技术交流

- (1) 以专家身份参加法国 CHINON 电厂、英国 SIZEWELL B 厂等三座电厂的同行评审工作 (三人次)
- (2) 参加在美国举办的核安全准则核法规培训
- (3) 与南非 KOEBERG 核电厂交流: 运行操纵员的培训; 以可靠性为中心的维修 (RCM); 大修管理; 仪表的预防性维修

- (4) 参加在日本举办的核电站设备管理、维修研讨班
- (5) 参加在韩国举办的核安全文化及人员培训研讨班
- (6) 作为中国核应急代表团与法国进行交流
- (7) 进行 IAEA 亚太地区合作项目“改进核电站辐射防护”项目的实施准备
- (8) 参加奥地利举办的辐射防护管理会议
- (9) 参加日本海电调组织的核电仪表控制人员核安全培训课程
- (10) 参加 WANO-TC 举办的缩短大修工期、减少紧急停堆研讨会
- (11) 与法国 GRAVELINES 姐妹电厂交流运行管理等
- (12) 与法国 TRICASTIN 电厂交流大修计划、日常维修计划、海滨电站防腐蚀的经验、放射性废物的生产量和减容工艺等
- (13) 参加在英国举办的核控制仪表在核电站和其它核工业的应用和发展技术交流
- (14) 与法国同行进行在役检查方面的经验交流
- (15) 与南非 KOEBERG 核电站交流信息管理、指标管理等

总结及几点建议：

- (1) 在 1998 年的项目中，有许多是 IAEA 和 WANO 组织并支付费用的项目。对于 IAEA 和 WANO 等提供的研讨会、地区合作项目、同行评审等项目，我们应积极参与。因为我们已经对这些组织交了会费，尽量参加他们提供的活动，才能有效的利用这些组织给我们提供的帮助和支持。
- (2) 出访回来后，要按期编写报告，并分发给各经理层、各相关处及外事办供总结和存档。出访报告的编写要规范，即：出访的简述（时间地点、出访国、出访目的），出访机构的简介，专业交流内容，体会和建议（包括本专业和其它方面）等。
- (3) 出访者的体会中普遍认为，与国际交流活动非常必要，建议公司各层领导对出国项目进一步重视，并在出访的有效性上加大力度跟踪。这几年之所以在队伍的培养上能保持一定的质量，与我们派出较多的人数有关，出访不仅是我们工作的需要，也是我们提高人员素质的有效途径。
- (4) 大部分出访回来的人都能提出许多有益的建议，这些意见如果是本部门本专业的，还有可能得以实施，但如果是涉及到整个电站或其它部门的，就只是停留在建议的阶段。建议电站对出访回来后提出的改进建议和经验介绍建立跟踪系统，以便有效地利用每次与外部交流的机会。目前有些建议可通过合理化建议提出，并得以实施。

### 3. 1998 年共向 WANO 组织报告了两起大亚湾核电站发生的事件

- (1) ER98001：2 号蒸汽发生器低水位导致反应堆紧急停堆
- (2) ER98002：RRI 系统阀门电动头的共模故障

## 2.3.8 备品备件管理

### 2.3.8.1 备品备件采购管理

1998 年是大亚湾核电站备品备件采购上新台阶的一年。首先，大修备件采购申请在 6 月 30 日前提出的占全部大修备件的 75%，使采购过程有较为充裕的时间。第二，采购管理系统（POP）在采购员中全面推广使用，采购状态清楚，合同供应处集中力量优先解决大修备件采购中遇到的难题。第三，由于国家海关政策的变化，给备品备件进口报关带来很大困

难, 2号机组第五次大修前大量货物积压香港, 经各部门的努力, 大修备件及时运到现场满足需要。因此, 有了上述条件和努力, 第五次大修备件的到货率为 80.3%, 达到历史最好水平。

### 1. 备件采购计划

通过经验反馈和各种渠道的宣传, 使各级领导重视大修备件的采购计划, 大修备件准备比以前 4 次大修有了质的飞跃。在 3 月底前提出 1610 项第五次大修备件采购申请, 并在 11 月底维修部各执行处提出了 1168 项第六次大修备件采购申请。库存物资自动采购申请 (CRO) 继续发挥作用, 及时对第四次大修消耗的备件提出了申请。

### 2. 采购过程

采购过程继续严格按照公司的“合同与采购手册”和电站的质量保证程序进行。全面推广 POP 系统的使用, 使采购工作在规范化、标准化及科学管理方面上了一个新台阶。对采购员的工作进行了量化评估, 调动了每个人的工作热情和积极性。MCS 加强了对采购状态的跟踪, 发现问题及时解决。并对备件采购中的澄清过程进行了调整, 即所有的技术澄清都经过 MCS 的采购技术组, 缩短了时间, 也保证把澄清过的备件数据录入“备件管理系统”(ESP)。同时, 使用部门也积极配合, 尽快补充或确定技术数据, 缩短了澄清时间。

为了保证大修备件及时到货, 今年 6 月维修部派出 4 人工作小组会同驻欧办事处走访了 16 家欧洲的主要供应商, 落实了大修备件 732 项。通过访问, 加深彼此的了解。绝大部分厂家都承诺满足设备大修的备件需求。

1998 年共签订了 14 个长期供货 (服务) 协议, 保证电站的消耗品需求。

1998 年的采购状况如表 2.3.8.1-1 所示。

表 2.3.8.1-1 1998 年电站采购情况

	申请数量/项	订购数量/项
库存补充	3 165	2 621
第五次大修备件	2 431	2 066
第六次大修备件	1 058	388
紧急采购	374	363
非库存物资	3 717	3 221
总 数	10 745	8 659

在 1998 年共发订单 2049 份, 涉及的供应商 790 家, 其中海外供应商占 69%, 国内占 31%。

继续保持与 Framatome 和 Alsthom 的紧急供货渠道。

### 3. 供应商管理

启动了 II 类供应商的评审工作, 到 1998 年底, 认可的国内外供应商有 835 家。准备 III 类供应商的审查。

### 4. 运输、报关和支付

由于国家海关报关制度改革, 从 7 月 1 日起, 备件进口的报关程序约需 20 个工作日。而且, 核电站备件种类繁多, 海关的电脑系统很难归类。致使在 11 月份临近机组大修时

候大量物资积压在香港承运商的仓库。在公司各级领导的关心和支持下,合同供应处与集团进出口办公室一起积极争取深圳海关的理解及支持,优先把大修急需的备件及时运回大亚湾,保证了大修的正常开展。

1998年10月我们的货物堆满了香港承运商的仓库,为了保证物资接收渠道的畅通,我们启动了与另一家运输公司签订的合同。

1998年共进口货物2660箱,总计326.49t。共返运货物42箱,总计3.28t。

在国外订单支付方面,因国家外汇管理加强,所有付汇都需要贴上防伪标签的报关单,收到货物后,大量货款仍无法按时支付。严重影响了公司的信誉,对与供应商良好的关系是个重大打击,并将对今后的备件采购带来很大困难。

### 5. 计算机采购管理系统

POP在经过充分的测试和修改后,于1997年10月正式投入运行。在一年多的运行中,其效果可简单归纳如下:

- (1) 采购过程实时控制,数据渠道明确、录入规范。在采购过程中,直接反映出采购项目的登记、询价、澄清、订单、到货和取消等状态。这样分清采购员、用户和运输各自的责任,及时发现问题,及时解决。
- (2) 强化相关系统间的联结,提高效率,减少差错,系统增加质量控制环节,保证数据的准确性,防止“垃圾进,垃圾出”的情况发生。
- (3) 询价单和订单的再编辑,使用WordBasic把所需数据传送到Word的模板中,用户可根据需要修改并打印该Word文档。
- (4) 订单条款的规范统一。订单条款被统一记录在系统里,采购员根据与供应商的协商结果选择相应的订单条款,保证了订单条款的统一规范,同时,可根据需要统计不同贸易条款的订单信息报表。
- (5) 非库存物资验收单的录入,加强了对订单未到货或差异项进行跟踪,保证公司的商务利益不受损害。
- (6) 规范了采购统计数据 and 报表,使各管理层及时了解采购状况。

此外,参与公司“生产活动一体化系统”(MAXIMO)的实施,负责备件、仓库和采购模块的实施,完成了用户需求说明书、工作流程差异分析和主要接口安排。

### 2.3.8.2 仓储管理

1998年仓储管理的特点是继续1997年开展的仓储管理业务标准化、规范化工作,并在班组建设、内部控制和服务意识方面进行创新尝试。

#### 1. 组织和分工

- (1) 仓储管理业务由仓库管理和物资技术管理二项工作构成。前者包括实物收发、保养、盘点和库房管理;后者包括物项技术记录维护及物项技术澄清。
- (2) 仓库管理下分5个班组,分别负责物资验收、发料、保养、盘点和管理改进,共计27人,其中合营公司员工5人,凯利员工18人,民工4人。
- (3) 物资技术管理下分机械、电气和仪表三个专业组,共计9人,其中合营公司员工3人,承包商(一院、七院)6人。
- (4) 科办公室成员包括科长、顾问和一名培训工程师。
- (5) 全科员工合计39人,其中合营公司员工11人,承包商28人。

## 2. 主要工作

### (1) 新库存申请制度的制定和采购流程的改进

根据与用户协商讨论,充分考虑了用户与采购人员两方面的要求,制定出新的库存申请制度。这不但规范了申请单的格式,而且对数据的来源也给予了记录,这对 ESP 数据质量的提高大有裨益。针对原物资采购流程中的接口工作不畅通,修改后的新流程中,减少了不必要的重复工作,提高了工作效率,也进一步改善了技术澄清的方式。

### (2) 加强经验反馈和岗位技能培训

根据仓储工作的特点及岗位技能的要求,1998 年物资管理科共开设了 11 门岗位技能培训课程,对所有员工进行在岗培训,收到了良好成效。同时及时反馈工作中的经验教训,引以为鉴。

### (3) 改善仓储管理,提高服务质量

1998 年仓库的工作主要是从内部挖掘潜力,改进工作方法,提高工作质量。为了改善保养效果,将 AB 库 A 区、E 区改为恒温间;购买了真空包装设备,改进包装方式和提高包装质量;完成了保养程序的编写工作。为了改善仓储管理,完成了 10 类物资的分类存放,库存所有物项都使用了条码标签,便于规范管理。为了提高库存记录准确性,减少库存差异率,建立了交易盘点制度,收到了显著效果,1998 年交易盘点差异率持续下降,见图 2.3.8.2-1。为了提高服务意识,设立了专线投诉电话,并订立了服务承诺,接受用户的监督和检查。为了方便用户,印制了《仓库用户指南》,并开设了备品备件管理数据库查询的培训,获得了用户的好评。

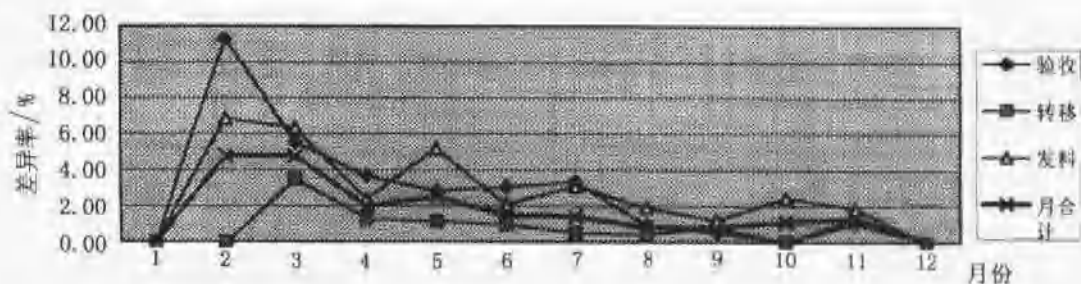


图 2.3.8.2-1 交易盘点差异率

### (4) 按计划完成二核准备任务

1998 年 10 月成立了二核备件审核小组,对所有即将到货的备件进行技术审查。提出二核仓库规划,根据二核 AB 库面积及布局,提出了 AB 库全部货架采购的立项及调研。编写备件验收程序和物资管理数据库用户需求,接受生产备件 400 余项。

## 3. 良好实践

(1) 早会例会制度,加强沟通交流;

(2) 建立交易盘点制度,提高工作质量,尽快发现和改正差错,并使出错的员工及时认识到错误;

(3) 订立服务承诺,提高服务意识和质量意识;

(4) 加强经验反馈和岗位技能培训,提升员工素质;

(5) 不断改进接口工作,提高工作效率。



#### 4. 存在的问题

(1) 仓储管理规范化刚刚起步,有些工作虽然已经制订了规范,但需要在实践中进行检验和修正。物项包装技术有待提高。

(2) 物资技术数据库(ESP)记录准确性和完善性有待提高。

由于历史和客观原因,ESP中物项的技术数据存在不完整、不准确的情况,1998年虽然完成了10000项记录的检查和完善,但还有2万个记录有待检查。

#### 5. 1998年重要仓储统计数据

年终库存品种	4 485 项
年终库存金额	104.68 百万美元
库存验收	5 821 项
验收金额	15 333 945 美元
出库物项	14 609 项
出库金额	11 300 251 美元
退料	572 项
退料金额	1 283 925 美元
库存盘点	11 934 项
差错率	3.04%
库存质量异常项	55 项
定期保养物项	362 项
库存异常单	1 227 项

### 2.3.9 电站计量管理

经过多年的努力,电站计量管理及检定工作正在逐步完善和健全。1998年6月1日以后,“广东大亚湾核电站计量室”划归维修部技术支持处性能试验科。

#### 2.3.9.1 计量管理及机构

1. 为了加强对电站计量工作的有效管理,“计量室”和秘书部电脑中心联合开发了“广东大亚湾核电站计量信息管理系统”软件,此系统汇集电站计量监督管理的各个方面(包括检定员统计、计量器具清单、检定周期、管理文件、技术规范、信息综合、计算表格等),计划1999年上半年在电站各计量相关单位全面推广使用。这套系统的投入使用将有效地控制计量器具的检定周期,杜绝漏检现象,动态掌握电站计量人员的授权状态与计量器具的检定状况。

2. 生产部一分为四以后,各计量相关处也分为生产部和维修部两部分,升版后的“计量管理规定”(IP/TST/020)程序,对在电站内部的所有计量活动有了一个较为全面、明确的规定。

### 2.3.9.2 计量监督与检查

1. 接受公司审计部的内部控制验证；就计量器具外部送检的程序和总额控制以及电站的计量管理等召开了由计量器具管理、检定、使用各单位以及质保、商务、信息管理多方面参加的专门会议，对进一步加强计量归口部门的作用和明确各部门的职责具有推动作用。

2. 全年按计划每季度在电站范围内进行了计量监督技术检查，对查出的问题及时督促相关部门进行整改。

3. 对 0.5 级功率表新建标进行了立项申请；对电气变送器检定装置进行了技术选型，并着手建标申请工作。

4. 逐步建立、健全了各检定室的规章制度，对部分标准装置的操作规程、计量专业传递图以及精度误差等进行了修改、补充。

### 2.3.9.3 技术交流和培训

1. 1998 年 11 月份在第十届大亚湾/秦山核电站运行经验交流会上，就计量管理、技术规范、人员培训、检定周期控制等方面进行了广泛的交流。

2. 与秦山核电公司计量站相比，我们的计量标准分布太散，行政职能不集中，在规范管理、统筹规划计量工作和强化职能方面还有待进一步完善和提高。

3. 1998 年 9 月份经广东省技术监督局审查、考核，电站有一人被聘为二级计量标准考评员（省级），获此资格的考评员在五年聘期内可在全省范围内有资格参与受聘项目的计量标准建标（或复查）的考评工作。

4. 全年电站共有 40 人经培训和学习参加了 1~3 项计量检定项目的检定员考核，结果全部取得了相应的检定员资格，是电站历次集体培训考核成绩最好的一次。

### 2.3.9.4 技术协作与支持

目前，在一核的支持下，二核工程进行了 LOT16、M8、M14 等项目的招、评标工作；二核调试用仪器仪表检定以工程委托形式由一核计量部门负责。

## 2.3.10 合同及承包商管理

### 2.3.10.1 合同项目内容概要

1998 年度随着组织机构的调整，维修部合同供应处承担了整个广东核电合营有限公司范围内的各类采购活动。其间共对外签订新合同 338 项，分类统计表明，机组大修和行政服务方面的合同数量分别占 20% 和 21%；此外，还通过部分长期框架合同/协议发出变更令 35 项。

本年度成交合同金额折合美元 101 MUSD（含浓缩铀及燃料组件采购费用 65 MUSD），主要分布在以下几个方面：

#### 1. 浓缩铀和燃料组件供应

利用公司与中国原子能公司之间的长期《浓缩铀供应合同》，从俄罗斯 TENEX 和国内气体扩散厂采购浓缩铀共 53 t。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 112 组。

此外，通过 Fragma（法杰马）公司采购渗氮控制黑棒组件 16 组。

#### 2. 机组年度大修

1998 年度两台机组先后进行了各一次换料大修（1 号机组第四次大修和 2 号机组第五次

大修, 简称 104 大修和 205 大修)。根据核电站大修的项目和内容, 1998 年度共签订了与大修相关的合同 69 项, 累计金额 9 MUSD。其中的主要合同列于表 2.3.10.1-1:

表 2.3.10.1-1 1998 年两台机组大修主要合同

序号	项目内容	承包商	104	205	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设备租借	核动力运行研究所	✓	✓	
5	反应堆压力容器 CCTV 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	PTR 水箱防腐处理	武昌造船厂技术服务公司	✓	✓	
9	气动阀门检修工具采购	FRAMEX		✓	
10	蒸汽发生器隐藏盐释放跟踪	EDF	✓		
11	高效过滤器及碘吸附器试验	中国辐射防护研究院	✓	✓	
12	SR25/50 阀门电动头蜗轮磨损	广州机电工业理化计量中心		✓	
13	SHY 系统维修	SAGIM		✓	
14	蒸汽发生器堵管维修服务	中国核动力研究设计院	✓	✓	
15	压力壳螺栓清洗传动套采购	西安航空机械设备有限公司		✓	
16	RCV 泵模具安装及试验	核工业二三公司		✓	
1	常规岛大修	深圳淮南电力检修公司	✓	✓	常规岛项目
2	常规岛压力容器在役检查	苏州热工研究所	✓	✓	
3	凝汽器钛管涡流探伤	核工业无损检测中心		✓	
4	汽水分离器快速声波检查	核工业无损检测中心		✓	
5	GRE/GSE 解体检修试验	Alsthom	✓		
6	RAM 转子绕组绝缘处理	兰州新科电气修造有限公司	✓		
7	水位变送器及阀门仪表校验	湖南大乘资氮集团		✓	
8	RAM 滑环镀镍-钴处理	甘肃华泰发展公司		✓	
9	CEX 泵振动分析	上海石化厂		✓	
10	GFR 系统滤网化验	香港中华电力公司		✓	
1	BOP 大修	东北核电建设公司	✓	✓	BOP 项目
2	OSER 内表面涂层系统更新	东北核电建设公司		✓	
3	BOP 辅助锅炉和压力容器检查	苏州热工研究所	✓	✓	
4	SEN 海水泵防腐处理	深圳华兴建设公司		✓	
5	SAP 系统维修	ATLAS COPCO	✓	✓	

续表

序号	项目内容	承包商	104	205	备注
1	核岛大修劳务支持	核工业二三公司	✓	✓	
2	常规岛大修技术支持	Alsthom	✓	✓	
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	常规岛电动头更换技术支持	常州电站辅机总厂		✓	
7	机械贯穿件试验劳务支持	核动力运行研究所	✓	✓	
8	核岛压力容器水压试验技术支持	EDF		✓	
9	在役检查技术支持	ANSER		✓	
10	蒸汽发生器涡流检查技术支持	ZETEC		✓	
11	GEW 联变套管压力表技术支持	HAEFELT		✓	
12	DEG 机组维修技术支持	SUNAU		✓	
13	RCV 泵检修技术支持	FRAMEX	✓	✓	

从上表可以看出,在技术支持方面 205 大修比 104 大修增加了不少项目,而外包合同无论从数量上还是其范围越来越少,这反映了随着自主维修培训的逐步开展,越来越多的项目从外包转由维修部门承担,使得大修成本较 1997 年有所降低。

### 3. 机组日常维护保养

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。1998 年度公司基本上维持了业已存在的承包商的长期维修保养合同关系。这些合同列在表 2.3.10.1-2。

表 2.3.10.1-2 1998 年度核电站日常维护类合同

序号	项目内容	承包商	现场人数	备注
1	核岛日常维护	核工业二三公司	69(16 人备用)	
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	17	
4	电气、机务维修	东北核电建设公司	70	总包项目
5	土建维修	深圳华兴建设公司	55	
6	控制区核清洁	中国核动力研究设计院	45	
7	行政办公楼空调维修保养	核电供水管理所	20	
8	厂区行车维护	大连起重机械厂	6	
9	厂区空调维修保养	深圳开华机电设备有限公司	3~8	

续表

序号	项目内容	承包商	现场人数	备注
10	便携式剂量仪表和 KZC 系统维护	解放军防化研究院	8	
11	航标维护和码头管理	上海港务公司	7	
12	白蚁、虫害、鼠害防治	深圳白蚁防治中心	10	
13	IBM 大型机维护	IBM 中国有限公司		
14	厂区电梯维修	核电房产管理公司	3~8	
15	主机房空调系统保养	LIBERT ASIA LTD.	0	
16	行政办公楼消防维护	蛇口高力消防工程公司	2	
17	原子吸收和分光光度计仪器维护	FE 香港公司	0	
18	电源、磁卡和消防工程维护	香港中兴工程有限公司	0	
19	CATV 维护	广东核电实业开发有限公司	2	
20	梧桐山通信电源维护	深圳电视台	0	
总计			343 - 353 (16 人备用)	

经过商运以来五年多的磨合, 业主和现场承包商对电站日常维修工作的了解及相互的配合已经步入了成熟期, 承包商的人员组织和机构也基本趋于稳定。因此, 1998 年度长期维修保养承包商的总人数和费用也基本保持不变。

#### 4. 项目技术改造

1998 年度签订技术改造合同 52 项, 累计金额 3 MUSD。改造项目集中在核岛反应堆装置、电站通讯设施、冷冻站、北区变电站以及水厂改造等几个方面。

此外, 全范围模拟机项目经过筹备也已进入招标阶段, 共邀请美国、法国、加拿大、日本及国内的数家单位参与项目投标。

#### 5. 可行性研究和设计

1998 年度共签订 13 项, 累计金额 7 MUSD。其中与保持电站长期安全稳定运行和赶超世界先进核电站运行水平息息相关的项目得到较大推进。18 个月换料项目作为一个涉及浓缩铀供应、组件生产、运行方式等诸多环节的系统工程, 引起了各方面的关注。法马通、西屋电气公司、西门子等国际知名企业参与了项目的竞争。阻尼器减少计划、第五台应急柴油机、乏燃料处置等项目也进入了实质性阶段。

#### 6. 劳务技术支持

1998 年度继续通过劳务支持公司获得必要的技术支持服务。

由于岭澳、秦山三期、连云港等核电工程的全面铺开, 1998 年国内核电人才需求更为紧张, 使大亚湾核电站在聘用技术人才方面受到了很大的劳务费上涨压力。

#### 7. 培训

1998 年除继续实施电站自主化维修培训、干部管理培训以及 1998 年应届毕业生岗前培训外, 为配合公司岗位技能评估活动, 电站积极开展了各个部门的岗位技能培训。1998 年度共签订各类培训合同 48 项, 累计金额约 1 MUSD。

## 8. 行政后勤

大亚湾核电站的行政后勤保障工作基本上采用社会化服务方式，这方面的合同主要涉及翻译出版、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）等几个方面。1998 年度共签订合同 73 项，累计金额 7 MUSD。

## 9. 信息工程

随着公司第一个五年发展计划的实施，要求信息工程在公司管理中发挥越来越大的作用；与此同时，解决现有信息系统 Y2K 问题的任务也十分迫切。因此，1998 年大亚湾核电站在信息工程方面投入了相当大的资源。全年共签订信息工程类合同 10 项，累计金额 1.5 MUSD，详见表 2.3.10.1-3。

表 2.3.10.1-3 信息工程类合同

序号	项目名称	承担单位	备注
1	合同管理信息系统	机械工业信息中心	
2	设备维修管理信息系统	北京迪斯电子数据系统公司	
3	控制区辐射信息查询系统	深圳昊辰电子有限公司	
4	工业数据采集系统集成开发	深圳桑达太平洋网络工程公司	
5	文档复合管理系统		尚未完成
6	培训管理信息系统		尚未完成
7	财务系统改造	机械工业信息中心	
8	工业计算机软件 Y2K 修改	亚洲仿真控制系统工程公司	
9	设备故障分析诊断软件系统	恩泰克-爱迪公司	
10	公司 INTERNET 专线	深圳龙脉信息股份有限公司	

### 2.3.10.2 合同管理工作

1998 年合同执行的监督与控制情况基本上是满意的，主要体现在以下几个方面：

1. 对合同变更进行了较好的控制。全年合同变更金额仅占合同总金额的 1%，低于国际商务界普遍认可的 5% 水平。

2. 招标等竞争性合同占总合同数的 29%，议标等非竞争性合同占 71%，这一水平与 1997 年基本持平。这是由于现阶段中国核电工业市场不完善，而在核安全方面对承包商提出更为严格的要求，在这种双重条件限制下使可供选择的合格承包商十分有限，因而这样的结果是合理的。

3. 对商务招标文件、合同文本进行了修订，编制了相关的标准文本格式、《商务手册》和《合同续签流程》等文件，在公司《合同与采购手册》的基础上进一步规范了工作方法。

4. 初步建立了合同信息管理系统，从而为合同管理的规范化、信息化提供了手段。

5. 通过开展现场承包商管理巡访制度，加强了合同双方的信息沟通与反馈。本年度完成了对核动力运行研究所在役检查队、东北核电建设公司、核工业二三公司、大连起重机厂现场服务队的管理巡访。

6. 在劳务技术支持合同涨价风的冲击下，经过艰苦的努力完成了一系列技术服务合同

的延续工作,妥善地解决了国内技术服务人员续聘的商务问题。

7. 在中国原子能公司的协助下,与英国 URENCO 公司就大亚湾核电站 1999 至 2003 年度的浓缩铀供应达成协议。

### 2.3.10.3 承包商管理

1998 年共有 173 家承包商与大亚湾核电站建立了合同关系,其中 53 家的合同金额涵盖了全年合同总金额的 93%。主要承包商情况见表 2.3.10.3-1。

表 2.3.10.3-1 主要承包商

序号	承包商名称
1	FRAMEX
2	深圳大亚湾核电服务开发公司
3	深圳淮南电力检修公司
4	深圳供电局
5	EDF
6	核工业二三公司
7	深圳华泰企业公司第四公司
8	核动力运行研究所
9	深圳凯利集团
10	中国核动力研究设计院

## 2.3.11 管理计算机的应用

### 2.3.11.1 主要生产业绩

#### 1. 运行方面

1998 年初,电脑中心的运行工作根据技术转型的特点,参照中华电力公司的做法,结合自身的情况,对原有的安全指标体系进行了重新调整,制定了“主机系统、小型机系统及 CBA 系统可用率;网络系统、服务器系统可用率及数据完好率、备份正确率、恢复成功率”三大技术指标体系。截止到 12 月 31 日的统计结果,三大技术指标完成情况良好。其中:

(1) 主机系统、小型机系统及 CBA 系统的可用率高达 99.98%,全年安全运行,无人因事故和差错。

(2) 网络系统、服务器系统可用率高达 99.94%。

(3) 数据完好率、数据备份正确率和数据恢复成功率全部达到 100%。

(4) 处理网络系统、服务器系统、主机系统、消防、UPS 等配套系统故障的平均时间 < 0.5 h。

据初步统计,运行科在确保安全生产的同时,还完成了“复印机管理系统”、“公关显示屏系统”、“化学用品管理系统”、“工作指令管理系统”软件的开发工作。完善了“医疗信息系统”、“承包商资格评审系统”软件的新增功能。协助消防队建立了“119”报警电脑信息系统。

与工程科一起,完成了 01 楼机房进出控制系统、机房消防系统控制箱和 BA 楼网络后备电源的改造工作。

与 1997 年全年相比,运行科在技术支持和设备维护方面共完成:

ON-CALL 处理工作 284 项, 是 1997 年的 1.2 倍;

系统、外围及网络设备维护工作 253 项, 是 1997 年的 1.7 倍;

终端设备维护工作 327 项, 是 1997 年的 1.3 倍;

应用软件投产处理工作 83 项, 与 1997 年基本一致。

以上这些工作都是在运行科没有增加编制和人员的情况下完成的。

## 2. 应用方面

(1) 实现技术路线的根本性转变, 全面开展了 Y2K 项目的实施工作, 各项工作进展顺利。

根据电脑中心的建议, 公司 Y2K 指导委员会于 1998 年 2 月 18 日正式成立, 在委员会章程和 Y2K 工作大纲的指导下, 委员会每月召开一次工作会议。定期与国际同行和外部电厂进行技术交流活动。

从日前情况看, Y2K 方面的各项工作进展顺利, 除生产系统的 Y2K 解决方案略有拖期外, 其余系统的 Y2K 工作均满足计划要求。根据 1998 年 12 月 31 日的统计结果, 生产系统完成计划工作量的 16%, 财务系统完成计划工作量的 51%, 人事劳资系统完成计划工作量的 50%, 行政固定资产系统按期完成。

(2) 完成了“电站综合信息系统”(SIS) 第一期的开发工作。

SIS 项目组于 1998 年 8 月 31 日全面完成了第一期的开发工作。该项目得到公司领导及电站用户的一致好评, 中华电力公司的专家看了我们的系统演示后给予了三点评价, 即: 整个系统的设计已超过原计划目标、系统的界面和风格无懈可击、同样功能的系统在中电没有达到大亚湾核电站的应用效果。南非核电厂厂长在看过我们的演示后也要求我们将 SIS 系统带到南非电厂与他们的同行进行交流。

(3) 完成了“电站工作过程管理系统”(WPMS) 第一期的开发工作。

WPMS 系统于 1998 年 8 月 25 日全面投产运行, 该系统使电站工作过程的管理实现了信息化的目标。尽管系统在投运时没有考虑大修维护功能, 但在项目组全体成员的共同努力下, 经过 2 号机第五次大修的考验, WPMS 系统已基本实现了大修活动的基本要求, 得到广大用户的肯定。

(4) 完成了“电站经验反馈系统”(EFS) 第一期的开发工作。

EFS 系统经过近两年的机构改革和重组, 终于在 1998 年 12 月完成了 24 小时事件单的电脑申请与生效工作, 该系统被用户评价为高质量的产品, 实现了基本无缺陷运行的目标。目前, 生产部已建立了明确的管理规范, 强行推动 24 小时事件单电脑化的处理, 不再接受任何渠道的纸质文件, 使经验反馈管理上了一个新台阶。

同时, 我们还完成了“大亚湾岭澳生产管理信息系统规划报告书”的审批工作, 并按计划开展实施工作。完成了“一二核技术不同点数据库”的开发工作。完成了“岭澳核电站生产准备信息系统”第一期的开发工作。

另外, 正在开展的“复合文档系统”、“辐射防护系统”、“能量统计系统”、“振动分析系统”及“培训管理系统”等均取得了阶段性的成果。

## 3. 系统方面

(1) 完成了办公自动化(OA)系统的建立和应用推广等工作。

1998 年 7 月 1 日, 公司新引进的办公自动化系统正式投产, 安全地替换了原有的 CC:MAIL 电子邮件系统, 公司三百多台微机平滑地从 WIN31 升级到 WIN95。由于组织工作得



力, 技术准备充分, 系统的切换工作没有对核电站的安全和生产造成任何影响。

(2) 配合处内整体规划, 不断调整、完善、优化操作系统的运行参数和环境, 协助应用科和运行科, 及时解决系统中遇到的技术难题, 第一时间应急处理和排除系统上的随机故障和安全隐患, 为管理系统的安全生产和运行起到了保驾护航的作用。

(3) 全面完成了主机、小型机和服务器系统的 Y2K 确认工作, 部分系统已开始进行 Y2K 问题的处理和测试准备等工作。

(4) 完成了 3 台 DEC Alpha 小型机操作系统和数据库的安装和调试工作, 完成了 16 台服务器操作系统和数据库的安装和调试工作。

(5) 完成了主机系统与小型机系统、NT 平台与 UNIX 平台、服务器系统之间应用软件和数据库的转换、转移、交换和传输等工作。

1998 年, 系统科的技术支持和服务工作是 1997 年同期的 3 倍, 1998 年完成的用户服务申请、系统维护工作单总计 735 项。

#### 4. 工程方面

1998 年, 由电脑中心管理的微机总计 800 余台, 网络设备近 70 台, 信息网点 1000 多个。工程科在人手紧、任务重、新人比例相对较高的情况下, 依然为生产和管理提供了及时、有效的技术支持和服务。

截至 12 月 31 日, 工程科共完成微机设备软、硬件故障处理 1530 余项, 是 1997 年的 1.2 倍。完成用户服务申请单 331 项, 是 1997 年的 2.7 倍。除 22 项外, 其余工作全部按要求在三个工作日内处理完成, 占总数的 98.6%。

全年完成 270 套微机和 12 台网络打印机的安装和联网工作, 完成 600 余台经验反馈系统 (EFS)、300 余台电站综合信息系统 (SIS) 软件的安装工作。

完成了网络二期项目的扩充工程、网络核心设备的热冗余工程以及 400 余台微机的上网工作。实现了重大网络操作的 100% 安全率和成功率。

完成了微机设备固定资产的盘点工作及报废工作。完成了微机病毒防治措施的管理工作以及微机支持软件平台的建立工作。

为强化成本意识, 实现费用控制目标, 1998 年, 工程科在执行微机自主维护工作中比 1997 年节省 11 万元人民币, 按现有 811 台微机计算, 平均每台维护费用为 382 元, 比去年下降 32.63%。

#### 5. 其它方面

完成了公司 Internet 项目的规划、设计、安装、调试等工作, 解决了承包商不能解决的技术难题, 实现了系统的原设计目标, 按计划于 1998 年年底前开通试运行。

同时, 还协助二核规范和建立了生产准备计算机网络和服务器系统, 参与和跟踪了工程及生产计算机系统的管理、验收、接口和联网等工作。

完成了电脑中心管辖范围内的成本管理及预算控制等工作。与 1997 年同期相比, 管理计算机方面的生产成本降低 60% 以上。

#### 2.3.11.2 改善管理的措施

1998 年, 电脑中心主要采取了以下几方面的管理措施:

##### 1. 改进管理方法, 大力推行业务计划的贯彻落实。

(1) 组织处内员工制定“电脑中心工作指标承诺”及考核评估办法, 开展“定期不定期抽查、定期走访用户、建立投诉渠道”等多种形式的跟踪、监督和管理制度, 利用多种形式

和渠道在网上发布或在各部门组织的信息管理会议上强调和宣讲。加大了技术支持和服务的力度，加强了各科之间的相互协作和配合，使 1998 年制定的主要工作指标基本按承诺要求完成。

通过系统科走访用户信息协调员，从“用户对电脑中心工作的总体评价”、“希望电脑中心为其解决的问题”以及“用户对电脑中心的工作建议”三方面的评价结果看，公司 97% 的用户对电脑中心的工作是较为满意的。其中：14% 的用户认为电脑中心的技术支持和服务工作做得很好，54% 的用户认为较好，26% 的用户认为好，3% 的用户认为一般。

(2) 建立了由公司各部门组成的用户信息协调员网络，通过会议交流、征求意见、网上讨论、开展专项技能培训，加强了与用户信息协调员的沟通，调动了他们的积极性和工作热情，使他们愿意与我们一道，共同参与和管理本部门的计算机工作。这不仅缓解了电脑中心技术支持和服务的压力，而且使电脑中心的各项管理政策深入人心，收到了初步的效果。

(3) 制定了内部员工岗位技能和业务水平提高的计划，建立了员工个人培训记录档案。包括：岗位培训、岗位技能培训、技术提高培训和岗位轮换。其中：七人完成了岗前培训工作，占新到员工的 100%，42 人不同程度地参加了岗位技能培训，占全处员工的 97.6%，25 人参加了技术提高培训，占全处员工的 58%。两人进行了岗位轮换，占全处员工的 4.7%。圆满完成了员工岗位技能和业务水平提高的全年计划，据初步统计，电脑中心 1998 年组织处内员工参加计算机内、外部课程培训总计 667 人·天，是 1997 年全年的 2.7 倍。

(4) 建立了电脑中心与外部单位进行技术支持、学习和交流的渠道，不断跟踪信息技术发展动态，与计算机同行交流工作经验，全年组织处内员工参加内部及外部技术交流活动总计 131 人次，是 1997 年的 1.2 倍。

(5) 修改和完善了电脑中心技术支持和服务的具体措施，对现有的服务程序和服务状况进行了审核和检讨，编制了“EDP060 管理计算机服务程序”，理顺了“电脑中心服务申请表”的处理流程，进一步明确了各科之间的工作职责和接口分工，建立了专人专责跟踪检查机制，有效地提高了技术支持和服务的质量。

## 2. 引入先进的管理工具 MAXIMO，带动电站管理思路和维修策略的根本转变。

由于主机操作系统 2000 年的问题，由于现有的生产信息管理系统不能满足电站设备管理上水平、上台阶的要求，电脑中心与用户经过一年多的技术论证和调研，经过多方面的技术比较和评价，提出了引进国际上成熟的维修管理软件产品 MAXIMO，以我为主，结合外部支持作二次开发的大胆设想。同时，为了保证项目的万无一失，我们又提出并贯彻了一个确保、两个标准、三大阶段和四项坚持的管理思路。

具体内容是：

一个确保：就是要确保 Y2K 项目的平稳过渡。

两个标准：就是新系统要满足先进性、成熟性、实用性和灵活性的标准。新系统要具有应用推广价值的标准。

三大阶段是指项目进度的三大里程碑目标。

四项坚持就是坚持三统一的原则，即统一领导、统一规划、统一标准。

坚持以数据为中心，动态控制与静态管理相结合。

坚持以提高效益为目标，以实用化为导则。

坚持走与生产一线用户联合设计、联合开发并联合管理的新路。

在此基础上，我们又进一步提出三层组织架构的运作模式，明确了各层及各项目组成员

的职责和分工。

此专题报告于1998年7月15日在公司召开的生产管理信息系统高层汇报会上获得一致通过。该项目于1998年9月15日正式启动。

### 3. 加强科学管理, 规范工作程序, 完善配套的规章制度。

一年来, 电脑中心内部在使工作规范化、程序化、标准化方面做了许多有效的实际工作, 对于提高工作效率和工作质量起到了重要的作用。

运行科坚持以安全生产为中心, 建立了“系统运行记录”制度、“机房磁卡管理制度”、“Internet管理规范”及“电脑中心服务申请表执行程序”。

系统科注重技术支持和安全保证体系的贯彻落实, 建立了“光盘软件管理暂行规定”、编写了“数据库系统备份程序”、“服务器系统管理程序”以及“操作系统管理”等实用技术程序。

应用科根据技术转型的特点, 设计了“客户机/服务器方式下数据库安全性问题解决方案”, 重新编写并修订了“Powerbuilder”开发规范。

工程科注重理顺外部控制和协作的环节, 建立了“计算机病毒查杀管理制度”, 进一步完善了“微机设备管理程序”和“网络设备管理程序”。

处内配合公司保密委员会制定了“计算机安全保密制度”, 根据人资部的要求, 重新修订了“电脑中心岗位规范”。

电脑中心内部还充分利用办公自动化的工具和手段, 积极开展技术交流、专题讨论、计划跟踪及管理思路的贯彻落实。

## 2.3.12 文件、档案与资料管理

### 2.3.12.1 工作概述

文档资料工作的任务是控制、管理和服务。一年来, OPD 紧紧围绕这三大任务进行稳步调整, 不断完善, 使文档资料管理朝着一体化方向深入发展。在大亚湾核电站文档管理一体化系统荣获国家档案局科技进步二等奖, 国家科技进步三等奖后, 1998 年度又被中国核工业档案学会授予档案管理先进单位; 广东省档案局、广东省建设委员会授予广东省重点建设项目档案工作先进单位荣誉称号; 荣获深圳市城建档案工作兰台奖。1998 年主要完成以下具体工作任务:

#### 1. 加强文件监督控制

一方面严格执行受控文件的分发签收和过时版本文件的回收制度, 使文件得到有效控制; 另一方面加强对卫星文件管理的监督力度。根据最新版本文件分发清单对卫星文件库的文件进行检查, 发现问题, 提出建议, 及时改正, 对存在的问题进行复查, 直到纠正为止, 使卫星文件管理有了很大起色。文件都能及时更新替换, 库藏文件的正确率大幅度提高, 保证了工作文件为最新版本。同时对非标准分发文件和使用率不高的文件进行清理和剔除, 减少了文件分发和管理的工作量, 避免了无用文件和低版本文件长期存放的现象。全年共检查卫星文件库 10 次, 已形成一种制度, 使文件监督控制纳入到文档管理的日常工作之中。

#### 2. 记录报告管理

记录报告是记录电站电力生产活动的重要档案, 在 1997 年度对电站各部门和合同商产生的记录报告全面调查的基础上, 1998 年度又对记录报告进行了分类整理、编码和组卷归档三方面的工作。

通过分类整理,掌握了记录报告产生的种类、数量、密级、产生周期、产生部门向 OPD 移交归档的状况,对记录报告实施了跟踪接收管理。

编码仍是文档资料管理工作的一种重要手段。自投产以来,电站产生的各种记录报告种类越来越多,原有的编码方法已不适应管理上的需要,已引起记录报告编码混乱,管理、检索和查询不便。为了解决此问题,OPD 在分类整理的基础上,提出了按照生产质量管理手册(PQOM)功能活动项分类和文档管理一体化的编码设想,建立了下述记录报告编码系统:

G·LLL·XXX·NNNN / XXX 或 (-XXX)

第 1 级: G——表示电力生产类档案

第 2 级: LLL——用三个字母表示电力生产的功能活动项或系统名

第 3 级: XXX——用三位数字表示记录报告的种类

第 4 级: NNNN——用四位字符表示记录报告产生时间 (YYYY、YY00)、机组年代 (XUYY)、机组系统 (XSYS)、大修号 (O\*\*\*)

/XXX——某一种记录报告的流水号

-XXX——档案案卷号

将过时版本文件和不常用的文件从库房的文件架上取出,经过系统的分类清理,有序地排列,组成案卷才能变成档案。为使电站自投产以来产生的记录报告尽早尽快地归档,成立了组卷小组,制订了完成 1996 年底以前产生的 400 多种记录报告的全部组卷归档的目标。截止年底,组卷任务基本完成。部分记录报告已组卷到 1997 年底。分散在各处尚未送到 OPD 保存的和缺少的记录报告,派人到各处收集后,补充到了案卷内,从而保证了记录报告组卷的完整性。同时,还制订了通过组卷达到培养人的目的,把组卷工作当作培养、学习、提高的机会。在整个组卷过程中,进行了 5 次专题讲座,请 OPD 有丰富文档管理经验的老同志和记录报告产生部门的工程技术人员讲述记录报告的来源、产生与演变过程、作用和分类编码、组卷方法。开展 7 次组卷经验交流总结会,使组卷人员加深对记录报告的认识和扩大知识面。参加组卷工作的人数达 13 人,通过组卷,使人员认识到只有对文档有深入的了解,才能提供高质量的文档服务。

### 3. 调整生产质量管理手册 (PQOM) 结构

电站组织机构调整为生产四部后,生产质量管理手册的结构和管理程序也进行了相应的调整。经过规程协调组(PCG)的协调,电站质量管理手册更名为生产质量管理手册,增加了生产准备活动项。306 个管理程序已全部按新结构编写、发布实施。其中,管理政策(AD) 28 个;执行程序(IP) 243 个;处级程序(BP) 17 个;接口程序(PO) 18 个。

### 4. 文档资料服务

除提供电站自存文档资料服务外,图书馆还从国际原子能机构、核科技情报所、核标准研究所收集了有关核电运行、安全、维修、技术标准和管理等方面的技术报告、资料为电站人员提供服务。

### 5. 翻译出版

1998 年度共翻译 51.8 万字。出版《大亚湾核电》杂志 5 期,刊登学术交流论文 53 篇,译文 28 篇,国外动态 36 篇,该杂志已成为核电学术交流的园地。

#### 2.3.12.2 完成的主要工作量

见表 2.3.12.2-1 至表 2.3.12.2-5。

表 2.3.12.2-1 文件处理及管理

函件/份		规程/份		合同文本/份		记录报告/份
接收	分发	接收	分发	接收	分发	
2700	13253	3031	9294	247	1161	18360

表 2.3.12.2-2 缩微片制作及管理

接收缩微片	制作缩微片		缩微还原文件		整理编号入库	
	(16 mm) 卷片	开窗卡	A4-A3 幅面	A0 幅面	平片, 开窗卡	卷片
12 份	213 卷	5618 片	14 万张	411 张	16245 片	165 卷

表 2.3.12.2-3 档案管理

自行组卷	组织进馆	文件级著录	案卷级著录	入库上架 (纸质档案)
6798 卷	6277 卷	28010 份	8926 卷	5437 卷

表 2.3.12.2-4 资料图书管理

	图书/册	标准/本	期刊/本	资料/本
收集采购	1386	580	3949	11743
分发	555		1992	9902
分编标引	1502	545	1957	2497

表 2.3.12.2-5 提供服务

中央基准文件库 /人·次	档案馆 /人·次	图书馆		缩微片 /人·次	文件复制页 /A4	晒图 /m	装订 /册
		人次	书册				
3108	1278	7006	9954	642	1021 万	19106	3302

### 2.3.12.3 文件、档案、资料馆藏总量

见表 2.3.12.3-1 和表 2.3.12.3-2。

表 2.3.12.3-1 纸质类

基准文件	档案	图书	标准	资料
152080 份	45784 盒	15519 册	1224 册	3353 册

表 2.3.12.3-2 特种介质类

缩微文件	照片	X 光片	岩芯	磁带	光盘	软盘	录像带	实物
71 万份	282 盒	5018 盒	1507 箱	1171 盒	209 盒	1977 盒	432 盒	31 件

### 2.3.13 电站后勤保障

### 2.3.13.1 后勤保障机构和运作方式

随着岭澳核电站建设的进展，原大亚湾核电站生产部一分为四：一核生产部、二核生产部、维修部、质保部。大亚湾核电站后勤保障机构也发生了相应变化，其中大亚湾核电站后勤科基本保持不变，维修部成立行政科，岭澳核电站暂时未成立后勤科，质保部没有后勤科编制。原大亚湾核电站生产部汽车队划归维修部管理。

一核生产部后勤科和维修部行政科、车队共同为大亚湾核电站的生产和办公提供后勤保障。

为了充分利用现有资源，广东核电合营有限公司原行政处兼管广东核电合营有限公司和岭澳核电合营有限公司两个公司的公司一级的后勤支持业务，负责两个核电站的生活服务和生活设施管理。

### 2.3.13.2 交通运输

由于电站员工在工作期间都生活居住在厂区，长期聘用员工在深圳市内有住房，两地相距约70Km。在周一和周末电站以合同方式租用车辆运送员工往返深圳与电站，平时，电站租用车辆保证每日三个班次往返深圳与电站，为电站员工生活和工作提供了较为方便的服务。每适周末和节假日，电站也以合同方式租用车辆为在深圳没有住房的临时聘用员工提供每日两个班次的深圳与电站之间的班车服务。电站轮值班的员工也以合同方式租用车辆提供每周十几个班次的深圳与电站之间的班车服务。

此外，在大亚湾核电站工作的外国专家部分配备公务车外，其余所需的交通服务均由广东核电服务总公司专家村车队负责提供。

车队拥有各种用途的机动车辆约80辆，除部分配备给外国专家和中方员工外，大部分为电站自用，以确保电站生产运行维修和行政后勤保障方面的交通运输。现在的维修部车队分行政和生产服务两个车班，负责四个部门的采购用车、接待用车、工地运行倒班车和其它用车，并24小时值班。1998年度车队出车次数约30000次，月平均2452次，其中长途出车1345次，月平均112次，每月安排值班215人次。最大限度地提供了电站生产一线用车和行政服务用车，为电站的安全和稳定运行作出了贡献。另外，电站还根据有关合同的承诺，为在大亚湾核电站提供短期劳务活动的承包商提供了部分车辆，以方便他们的工作和生活。

此外，电站还为公安保卫、环境监测、医疗消防、饮食服务等部门配备了专用特种车辆。

上述所采取的各种措施确保了电站安全运行对交通运输的需求。

### 2.3.13.3 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、培训中心以及厂区内的职工餐厅等，其配套系统有供电供水系统、消防监测系统和中央空调系统。这些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、备品备件采购和使用审查、承包商的运行维修工作质量的监督、上述设施和配套系统的局部技术改造等工作，仍然由后勤科负责。

今年，后勤科进一步完善了设备、系统巡视制度，把后勤科管理的消防系统、中央空调系统、供电系统、供水系统、消防水系统等，都纳入每周一次的巡视范围，并确定了责任

人，由后勤科的管理人员进行巡视。

#### 2.3.13.4 行政办公用品、固定资产和办公家具管理

核电站的行政办公用品、固定资产和办公家具的品种、数量很多，尤其是办公家具的管理工作量很大，（仅在用办公家具就有 11 000 余件）。为了方便工作，及时有效地为核电站的生产和办公提供后勤物资保障，公司给予后勤科的行政后勤物资管理权限比较多。除办公文具、空调器、冰箱、复印设备、电脑等属于公司其他部门归口管理外，核电站生产、办公使用的办公家具、照相设备和一般办公、生活电器都归口后勤科管理。后勤科可以根据生产、办公需要，提出办公家具等行政物资的采购申请，或作为归口部门审查其他部门提出的采购申请。

核电站的行政物资管理制度是比较健全的，从采购立项到入库验收、领用发放、使用跟踪、定期盘存、台帐记录和审计检查等物资管理的全过程，都有相应的程序或制度进行规范化管理。

#### 2.3.13.5 员工住宿和膳食服务

大亚湾核电站距离深圳市区的核电站生活基地约 70 km，虽然公司安排了每日早、中、晚三次的市内与核电站对开班车，单边行驶时间约 1 小时 15 分至 1 小时 30 分钟，充分满足员工每日返城的交通需求，但多数员工除节假日外的大部分时间都还是住宿在核电站内的宿舍，公司为员工提供了良好的住宿、膳食和业余文体活动条件。

大亚湾核电站的宿舍区大致分为南区、北区和西区，大亚湾核电站的员工集中居住在南区宿舍。南区宿舍是一个临海而建的单身宿舍区，1997 年开始入住，目前已经启用十五栋宿舍，一色的白瓷砖外墙、绛红色屋顶、不锈钢护栏。宿舍单元面积为一套 7.2 m<sup>2</sup>，14.4 m<sup>2</sup>，16.1 m<sup>2</sup> 三种规格，自带卫生间和阳台。休息时，在傍海而建的宿舍阳台凭栏望去，远处青山苍翠，近处海水蓝蓝，偶尔还有渔船点点。

宿舍里配置了整套卧具以及座椅、床柜、淋浴器、卫生瓷脸盆和座厕等全套生活设施，生活十分方便。

除核电站厂区内有一个按 600 人就餐设计的职工餐厅外，南生活区还有一个按 1000 人就餐设计的职工餐厅。这两个餐厅是以合同方式承包给核电服务大亚湾分公司的配餐中心，其经营方针是“保本无利”、“成本经营”。后勤科不干预餐厅经营，而是协助对饮食卫生、饭菜品种数量和质量进行控制和向餐厅反馈员工意见。多年以来，核电站职工餐厅从未发生过食物中毒，并且基本保持了饭菜的多品种、高质量。

两个职工餐厅还附设有小餐厅，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，经常选在南区小餐厅举办，取其卫生、经济、方便。

#### 2.3.13.6 文体设施和文体活动

核电站距离市区较远，员工平时多住宿在核电站内，公司和核电站领导对员工的业余文化生活十分重视，通过工会对核电站内的文体设施和文体组织建设作了大量工作，使其不断地完善和发展。现在，在公司工会注册的业余文体组织已有二十多个，足球场、篮球场、排球场、羽毛球馆和网球场、图书馆、健身房、海滨泳场等文体设施也一应俱全。预计 1999 年 6 月完工的南区文体中心正在紧张施工中，这是一个建筑面积 2 850 m<sup>2</sup> 的多功能文体中心，核电站的文体设施将更加完善。如此完善的文体设施和丰富多彩的文体活动吸引了核电站员工的广泛参与。

在核电站的各项业余体育活动中,参与人数最多的当数篮球运动。核电站内共有九个灯光篮球场,还时而不敷使用,尤其是南生活区的两个篮球场,每到晚上,总有数十名篮球爱好者聚集于此,轮流上场竞技。

在核电的业余运动队中,尤其值得一提的是成立于四年前的夕阳红男子篮球队。这是一支中老年篮球队,大部分队员的年龄都在50岁以上,只是在1998年深圳市常青篮球赛修改规则降低年龄限制以后,才增补了个别40至45岁的队员。就是这样一支中老年球队,也象年轻人一样常年活跃在篮球场上,还经常参加核电站内外的各种篮球比赛。1998年首次参加深圳市常青男子篮球赛,便捧回了第四名的奖杯。

## 2.4 生产准备

在广东核电集团和一、二核总经理部的指导和大力支持下,一核生产部、维修部和二核生产部认真组织和协调二核生产准备工作的开展。1998年,生产准备各方面工作均取得了实质性进展,完成了由联合生产准备向独立生产准备的转变,实现了由策划向具体实施的过渡。

### 2.4.1 组织管理模式

1998年6月1日以前,生产准备工作由一核生产部组织实施。至1997年底,基本完成了二核生产准备总体政策和方案的前期策划。1998年上半年,经上级管理层深入研究和充分论证,确定了一二核统一生产管理的模式。

根据生产准备进一步深化和发展的需要,1998年6月1日,原一核生产部一分为四,成立了维修部、二核生产部和质保部。生产准备工作由二核总经理部负责,二核生产部牵头实施,实现了由联合生产准备向独立生产准备的过渡。

1998年下半年,较快地建立了新的生产准备管理运作模式,形成新的接口关系。生产准备委员会组织和协调各项工作的开展,并通过《生产准备工作大纲》和《生产准备总体执行计划》把有关各部的工作组织起来,还利用四部经理协调会讨论和解决各类重要问题。

### 2.4.2 人员准备

岭澳公司第8次执委会批准二核生产部投产后人员编制为350人。经过认真研究和协调,确定从一核分流145名有经验的人员,在2001年4月30日前全部分流到岗。

1998年6月1日,二核生产部成立,第一批30名骨干人员到岗,根据工作需要组成8个小组:运行组、核安全组、保健物理组、生产计划组、设备管理组、综管组、程序协调组和工程联络办。第二批分流人员14人于10月份到岗。第三批分流人员25人于1998年底落实,其中11人到岗,14人仍在一核接受培训。

1998年底,二核生产部的编制人员为210人,其中55人分流到岗,90人留在一核培训,65名1998年毕业于年底返厂,安排到一核接受岗位培训。此外,制订了1999年人员招聘计划,并开始进行毕业生招聘和社会招聘工作。还根据生产准备人力资源情况和调试进度安排制订了生产人员的调试参与计划。



### 2.4.3 人员培训

二核生产部建立培训管理网络,各小组指定培训工程师,根据人员构成和招聘计划,制订出《生产准备人员培训大纲》和各类人员的培训计划,并建立起培训计划的跟踪管理和考核制度,严格按照计划开展培训工作。

二核委托一核生产部培养运行人员(包含在145名分流人员中),其中操纵员37名,高级操纵员38名,将根据分流计划于2001年4月30日1号机组冷试前分批到岗。

1998年度一核生产部、二核生产部和维修部共接收应届毕业生141人(其中二核生产部65人),3人直接到工地报到,在现场参加岗位培训。其余138人分别安排在苏州热工所、西安交通大学、清华大学、核工业研究生部、哈尔滨工业大学进行为期5个月的外部岗前培训。外部培训共开设10门课程,总学时约650小时。1998年10月公司人力资源部组织有关人员对外部培训点进行检查,表明新员工外部培训情况良好。1998年12月下旬,外部培训结束,新员工全部返回工地,在现场接受岗位培训。

一二核有关部门把运行人员培训作为生产准备的头等大事来抓,根据实际情况采取多种措施,不断改进培训管理,提高培训质量。为加强模拟机培训,制订了5项新的措施:一,增设操纵员候选人面试选拔,并请模拟机教员参与考核;二,将模拟机预培训课程周期延长至两周;三,要求初始执照培训课程中每个培训日做一至两份课堂练习;四,对持照人员新开设“失电工况运行加强训练”复训课程;五,为运行值全员开设“实战-现场”模拟培训课程。对于1998、1999年现场操作员的培养,已经制订了详细的培训和考核方案,各有关部门达成一致意见,1999年起将认真组织开展工作。此外,二核运行处与一核运行处、培训中心建立定期对话制度,加强沟通,及时解决各种问题。

对留在一核培训的其他岗位人员,二核生产部各专业制订了培训计划和培训任务书,加强管理,严格考核,提高培训质量。

此外,二核生产部组织开展了队伍素质建设工作,建立工作计划,对新老员工开展思想作风、职业道德、工作习惯、核安全文化等方面的教育,从一开始起就抓好这方面的工作。

### 2.4.4 生产准备计划

根据生产准备不断深入和发展的需要,并配合公司机构的调整,组织对《生产准备工作大纲》进行了修订,调整生产准备工作的分工,确定各阶段的工作重点。《生产准备工作大纲》B.0版于1998年11月24日签发生效。

根据第六次董事会的要求,二核生产部牵头编制出《生产准备总体执行计划》,于1998年11月10日第十次董事会批准生效。该计划覆盖一二核生产部、维修部、秘书部、人力资源部等各部门的生产准备工作,建立了里程碑和进度计划,以及考核指标,考虑全面,方向正确。同时,建立了生产准备计划跟踪管理和考评制度,保证严格按照计划完成各项生产准备任务,实现高质量接产。

二核生产部8个工作组均编制出《处级实施计划》,于10月中旬签发生效。

二核生产部还牵头深入研究“如何充分吸收一核的经验,使得二核生产准备比一核更好”这一课题,制订了生产准备的业绩指标,从安全、生产和管理各方面提出了具体的量化要求。

### 2.4.5 管理程序编写

1998年确定了二核管理程序体系结构和编写计划,确定管理程序编写与升版的工作规范,完成了管理程序编写启动的各项准备工作。

二核 PQOM 编写工作进展良好。1998年10月15日已按计划全面启动了管理程序的编写,达到生产准备的第6个里程碑。至1998年底完成了45份管理程序的编写。

### 2.4.6 技术程序编写

1998年6月1日成立二核生产部以后,程序编写协调组与二核生产部和维修部各专业的负责人反复讨论,在充分吸取一核经验并借鉴国外先进经验的基础上,确定了二核技术程序体系结构,确定了程序编写的组织管理模式以及程序编写与升版的工作过程。程序编写管理软件项目进展良好,1998年11月1日启动了开发工作,将于1999年3月底完成。此外,由 OPD 负责建立了卫星文件库,开始文件准备工作。

制订了运行程序与事故程序编写工作计划,落实到每一份程序。运行程序约1070份,将于2002年7月15日完成编写;事故程序约48份,2001年4月30日一号机组冷试前完成编写,2001年12月15日前完成生效。

维修程序编写按计划进行,将于2001年7月15日完成所有维修大纲,2002年7月15日完成85%维修程序,2003年3月15日完成95%维修程序。1998年10月份第一批6名维修程序编写人员到岗,确定了维修大纲和维修程序的编写模式和总体计划,完成《维修程序编写任务书》、《维修大纲与维修程序编写指南》等文件的编写,并着手编写出程序范本和相关培训教材。并于年底开始招聘第一批维修程序编写临聘人员。

### 2.4.7 执照申请

机组装料前的执照申请工作由工程部负责,工程部、二核生产部、维修部分工合作,共同进行。首次装料申请书将在2000年12月15日提交。1998年10月,落实了首次装料申请书所需的每一份报告材料的编写责任和工作计划,各部门按照计划开展工作。

### 2.4.8 环保与应急四统一

1998年环保与应急四统一工作取得了显著的进展。经充分论证,总经理部明确,由一核生产部负责环保与应急四统一的准备与实施。1998年8月份,两公司有关部门建立了环保与应急四统一小组,落实了各项工作的责任,并制订了详细的四统一实施计划,保证在装料前完成执照申请所要求的环保与应急的各项任务。

### 2.4.9 信息系统开发

随着生产准备工作的全面展开,一二核生产部、维修部均急切需要得到一核生产信息和二核工程信息。一二核信息系统联网工作在1998年11月份启动,联网的目标定在1999年5月。

### 2.4.10 工程参与

工程联络办按计划开展工作。作为工程与生产的接口部门,联络办牵头组织移交投产以

及部分技术活动,促进工程与生产两部的沟通,以及一二核生产部和维修部之间的协调,进行大量的经验反馈和技术支持活动。

截至年底,联络办完成了一二核技术不同点软件的开发,上网运行;完成了移交与接产管理软件模块的用户需求编写,启动了移交培训教材的编写;协调有关部门签定堆芯物理试验与反应堆安全壳打压试验的项目委托书;基本建立了 TOB、TOM、TOTO 等移交活动的工作过程,并着手编制出管理程序;已协调编制出生产人员调试参与计划。

设备管理组开始建立制度,为工程部收集、整理一核运行维修经验,并跟踪在工程部的实施情况。1998 年还重新组织成立联合小组,对二核备品备件采购逐一进行审查。

已完成二核 BX/BA 楼的预验收工作,从运行、维修等角度提出生产方面的意见,并跟踪其处理情况。

#### 2.4.11 承担部分工程项目

维修部根据自身资源和技术能力,通过签定《工程项目委托书》的形式,承担了部分二核工程项目。其中役前检查和在役检查项目 1998 年底完成了相关大纲和计划、技术规范 and 合同招标文件的编写,完成了对潜在承包商的资格审查,LOT23 标书发出,LOT29 完成议标准备;基本完成了《燃料管理和堆芯物理试验委托任务书》的编写,开始了燃料执照申请的准备工作;基本确定了安全壳打压试验和性能试验,以及调试队仪器仪表标定等委托项目,着手编写项目委托书。

此外,维修部协助厂家进行大量工作,完成了 380T/190T 吊车的恢复性维修、检查和鉴定,为二核一次性节省了购置新设备所需的资金。

#### 2.4.12 其它工作

1) 已按照计划建立生产准备预算科目,完成 1999 年度预算编制;已编写生产准备预算管理程序,建立预算渠道和预算管理体系。1999 年生产准备预算管理工作已在 1998 年底启动。

2) 已根据产权明晰、物资共享的原则制订了一二核统一物资管理和财务结算模式,并获得总经理部的批准,目前已开始逐步执行。此外,维修部还根据需要参与了二核仓库设计、备件采购的审查,并开始接收和管理备品备件和专用工具。

1998 年生产准备各方面工作按计划进行,在组织机构、人员培训、程序体系建立、应急与环保四统一等方面都取得较大进展。其中特别是 1998 年 6 月 1 日成立了一二核生产部,关键岗位人员到岗,并根据工作进展的需要修订了工作大纲,制订了总体执行计划和处级实施计划,严格按照计划开展工作。在一核的大力支持和公司各部的大力协同下,经过一年的努力,生产准备在 1998 年完成了由策划向具体实施的过渡,实现了从联合生产准备到独立生产准备的转变。

## 第三章 大事记

### 3.1 1号机组运行大事记

#### 1 月

- 1月9日 0SHY001BA/002BA在完成五年大修工作后启动系统开始制氢过程中,106、107、110LN电解槽发生自燃并爆炸,系统停运并解体检查。1CRF002PO减速齿轮箱有异常杂音,振动严重超标。12:39机组负荷从900 MW降至500 MW,紧急停泵。13:15机组负荷重新升至600 MW,由于堆芯燃耗处于周期末,降功率时G棒插入较深, $\Delta I$ 控制困难。将1CRF002PO退出运行后,解体检查发现:齿轮箱行星齿轮系损坏。
- 1月24日 3:00机组与电网解列,6:00机组达热停堆工况,第四次大修开始。解列后操纵员发现发电机氢压持续下降,现场检查发现发电机西南端有漏氢声音,进行紧急排氢充 $\text{CO}_2$ 操作,避免了严重后果。经检查为1GRH201/301/401RF氢冷器自由膨胀端泄漏。
- 1月25日 运行人员检查发现1DEG301MO电机冒烟,停运后检查发现1DEG301MO电机的非驱动端轴承烧毁。
- 1月26日 6:55一回路到达正常冷停堆。

#### 2 月

- 2月1日 开始卸料。
- 2月4日 卸料结束。
- 2月5日 检查发现有大量密封油进入发电机,经分析进油时间为1月24日至26日。2月5日开始对发电机排油,共排油 $14 \text{ m}^3$ (70桶)。
- 2月21日 反应堆开始装料。
- 2月24日 装料结束。

#### 3 月

- 3月9日 一回路动态排气结束,达到正常冷停堆。

- 3月12日 一回路升温,从单相中间停堆过渡到两相中间停堆状态。
- 3月14日 反应堆达到热停堆状态。
- 3月17日 8:30 反应堆达临界。
- 3月19日 完成8%FP堆内中子测量。
- 3月20日 12:28 发电机并网成功,升功率到48%FP,第四次大修结束,工期56天。
- 3月23日 在进行PTLLS003定期试验时没有成功,经检查发现LLS021JA线圈烧毁。
- 3月25日 13:46 机组升功率到100%FP。

## 4 月

- 4月1日 检查发现1APU501/502/601/602PO全部反转。经电气科调整电机端子盒内电源接线后,系统恢复正常。  
完成PT1RGL004定期试验后,按调度要求机组功率稳定在900MW运行。
- 4月10日 6:00 按调度计划将机组从900MW降到760MW运行。
- 4月12日 一回路泄漏率达105.8L/h,偏高。
- 4月13日 8:00 机组升功率到900MW。
- 4月16日 进核岛查漏发现1RCV201VP的脉冲管外漏。经处理后,一回路泄漏率降至11L/h。
- 4月27日 0JPU一消防栓被撞破,造成JPD水箱被排空,关0JPU601/607VE,对JPD水箱再充水。

## 5 月

- 5月8日 核岛洗衣房废水(9SRE01BA)经化验合格后准备向0TER排放,但由于到0SEL的隔离阀(0SEL03VE)处于开启状态,从而导致9SRE的废水进入了0SEL。
- 5月13日 因截止阀1RAZ032VZ关闭,截断了氮气供应回路后,导致1RCP02BA、1RCP环管及1RPE01BA的气相氦气含量超标。
- 5月17日 由于TEP01DZ压力过低而形成真空,致使TEP01DZ和9TEG01BA含氧量异常上升。
- 5月18日 9LGR001TA风机控制回路继电器177XK故障,引起9LGR100JA跳闸,辅变9LGR001TA停电,失去一路备用电源。
- 5月22日 1:08 1ATE001TS变压器过热冒烟,化学科值班人员及时报警,运行二级干预队和消防队展开灭火行动,电气火灾很快被扑灭。
- 5月25日 在1LSS/RPN系统上进行“千年虫”问题试验。

## 6 月

- 6月2日 机组升功率到100%FP。
- 6月10日 3:46 香港九龙电网发生故障,1GPA负序保护I段动作报警。操纵员随即按信号卡以10MW/min降负荷,报警信号一直未消失。4:01 负荷降至

882 MW 时, 1GPA 负序保护 II 段动作, 发电机与电网解列, 自动甩负荷带厂用电运行。5:30 机组重新并网, 升功率至 500 MW, 9:05 恢复功率至 905 MW。

- 6月16日 为配合仪控人员做 1GCT113VV/115VV/121VV 阀位控制器开度试验降功率至 950 MW, 试验完成后功率恢复到 975 MW。
- 6月24日 13:02 1CEX001PO 由于振动高跳闸, 1CEX002PO 自动启动。经检查 1CEX001PO 振动高的原因是底座固定螺栓松动。
- 6月30日 按调度计划, 机组降功率到 900 MW 运行。

## 7 月

- 7月3日 9:02 1CRF001MO 电机中性点连接箱过热起火。二级干预队和消防队赶到现场展开灭火行动。  
9:14 1CRF001MO 跳闸。  
9:15 功率降到 500 MW 时因凝汽器真空低引起汽轮机跳闸, 机组与电网解列。  
10:52 机组重新并网发电, 升功率到 380 MW。
- 7月6日 1CRF001MO 检修结束, 机组升功率到 500 MW。
- 7月9日 机组功率升到 100% FP。
- 7月15日 1KRT006MA 解除隔离时再线错误导致失去对 1RRI 系统水的放射性监测。
- 7月24日 在对 TEP 除气器含氢废气排放管线疏水器排放时, 放射性废液通过 9RPE 工艺疏水管网的 088GT 漏斗反水, 漏入地沟, 进入 RPE 地板疏水管网, 最终污染 TEU003BA。
- 7月27日 1AHP 202 KD 泄漏, B 列高压加热器退出运行, 机组降功率。堵漏工作完成后, 高压加热器重新投入, 机组功率恢复至 975 MW。
- 7月30日 19:48 1 号机组与电网解列, 按计划停机停堆, 处理 1ARE040VL 阀盖漏水。
- 7月31日 按计划将机组到正常冷停堆工况。

## 8 月

- 8月3日 圆满完成 1 号机组小修工作。顺利地完成了反应堆临界、汽轮机冲转、发电机并网和升功率操作。
- 8月4日 机组升到满功率。
- 8月30日 21:15 由于暴雨和雷击, 造成主控制室部分通讯中断。

## 9 月

- 9月11日 1CEX002PO 密封环的动环损坏, 大量漏水, 停泵作备用。1CEX 含氧量上升至 5.7  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。
- 9月17日 1APP/B 泵调节油压低, 导致转速和流量偏低, 启动 1APA 泵。经检查发现 1APP201EP 故障, 停 1APP/B 泵更换 1APP201EP 后, 重新启动带负荷试验合格, 将 1APA 泵重新置备用状态。

9月30日 按调度计划, 机组降功率到 900 MW。

## 10 月

- 10月4日 9LGR 避雷线因腐蚀严重断线, 导致 220 kV 备用电源不可用。  
 10月10日 按调度计划, 机组降功率到 760 MW。  
 10月16日 按调度计划, 机组升功率到 900 MW。  
 10月27日 1998 年第十号台风在汕头登陆, 由于防台风准备充分, 台风登陆点离电站较远, 未对电站造成大的影响。  
 10月31日 机组功率由 900 MW 降至 760 MW 运行,  $\Delta I$  控制良好。

## 11 月

- 11月9日 1GSS110BA M.S.R 新蒸汽疏水箱应急疏水阀 1GSS105VL 调节故障, 导致机组功率和一回路平均温度波动。  
 11月10日 1GSS105VL 再度出现调节故障, 导致 GSS/A 列加热新蒸汽间歇自动隔离。  
 11月13日 1GSS105VL 调节故障处理好。  
 11月19日 一回路泄漏率高, 检查发现 1RCV004FI 下游疏水阀 1RCV612VP 内漏。切换至 003FI 运行, 一回路泄漏率恢复正常。  
 11月24日 1LNE002DL 故障跳闸。在调查故障原因时, 维修人员误拔继电器, 导致 1LNE001/003DL 同时跳闸, 引起 LNE 供电盘失电。执行 T.O.I. (临时运行指令), 进入  $I_{11E}$  故障处理规程, 恢复电源稳定机组运行。  
 11月26日 电气维修人员在进行“0GEW550JA 失灵保护加装压板”工作时, 发生保护短路, 造成 0GEW350/352JA 跳闸。

## 12 月

- 12月5日 在执行 PT1CFI006 定期试验过程中, 导致 1CRF002PO 跳闸, 机组被迫快速降功率到 680 MW。真空稳定后, 重新启动 1CRF002PO 成功, 机组功率恢复到 760 MW。  
 12月8日 在 T3 试验过程中 1RPB304CC 的接点损坏, 实施 TCA 将其短接, 恢复 GCTc 快开功能, 但试验功能失效。  
 12月13日 1LNE002DL 跳闸, 经检查为 001FU 熔断引起。  
 12月24日 1DVC002ZV 风机进行年检时, 发现碘过滤器回路有大量积水, 造成 DVC002ZV 风机不可用, 违反技术规范规定。  
 12月25日 机组升功率到 800 MW 运行。

### 3.2 2号机组运行大事记

#### 1 月

- 1月2日 一回路升温升压达热停堆状态。

- 1月3日 安全阀 RCP017VP 控制柜的 R2 先导阀有漏, 计划将机组状态退回到正常冷停堆。
- 1月4日 对 ASG003PO 进行再鉴定试验发现该泵振动超标, 经检查发现转子卡涩且 6 个对轮连接螺栓方向装反, 使弹性对轮的补偿作用消失。全面解体检查, 发现泵前三级叶轮动静口环部分有卡涩磨损痕迹, 平衡鼓也存在磨损拉毛迹象。决定机组由热停堆退到正常冷停堆。
- 1月7日 一回路降温降压至正常冷停堆, RCP017VP 先导阀问题处理好。
- 1月9日 ASG003PO 靠背轮连上后, 再鉴定合格。离开 RRA 运行工况并升温升压。
- 1月10日 一回路到达热停堆后, RCP001PO 动平衡试验结束, 结果满意。
- 1月11日 反应堆达临界, 进行零功率物理试验。
- 1月12日 零功率物理试验完毕, 反应堆提升功率至 1.1%FP。
- 1月14日 反应堆升功率, 汽轮机冲转成功, 并完成了一系列试验。电气科对发电机自动电压调节系统 (AVR) 进行试验时, 发现“B”通道三相电压测量值不平衡, 判断发电机出口电压互感器 204TU 有问题, 需重新隔离发电机并接地, 检查 GSY204TU。
- 1月15日 GSY204TU 修复后再次进行汽轮机冲转, 19:08 发电机并网成功。
- 1月17日 完成 48%FP 功率平台的物理试验。
- 1月19日 87% $P_n$  功率平台工作结束。
- 1月20日 反应堆升功率至 100% $P_n$ , 机组电功率为 980 MW。
- 1月23日 应电网要求, 机组降功率: 从 100% $P_n$  至 80% $P_n$ 。

## 2 月

- 2月4日 电功率由 800 MW 升至 984 MW。
- 2月15日 1RCV 再线文件设置错误, 1RRI205VN 开启后, 使 1/2 号机组 RRI 串水, 导致 2RRI 出现危急水位, 事件处理过程中使 1PTR 乏燃料池短时间失去冷却。
- 2月21日 2 号机组实现无报警运行。
- 2月23日 按计划机组降负荷至 760 MW。

## 3 月

- 3月10日 8:00 机组升功率到 100%FP。
- 3月23日 PT RGL 004 试验完成后, 机组升功率到 760 MW 时, 按调度计划稳定在该功率水平运行。

## 4 月

- 4月9日 机组升功率到 900 MW。
- 4月15日 2CEX003PO 电机顶部振动高, 002PO 电机下轴承漏油。
- 4月22日 CEX002PO 下轴承漏油较以前严重, 003PO 经脱开靠背轮测振检查, 马达振动偏高。
- 4月28日 2SEC001PO 启停均引发 2LHP 跳闸。



4月30日 2CEX02MO 更换电机抢修工作按计划完成, 再鉴定结果令人满意。

## 5 月

5月11日 2时50分 2LNE003DL 电容器爆燃, 断开 003DL 供电, 用 CO<sub>2</sub> 灭火器扑灭。

## 6 月

6月1日 机组功率升至 100% FP (电功率 975 MW)。

6月4日 执行 PT2RPR014 过程中, RCV003PO 压力-流量曲线偏离设计值。对 2RCV003PO 全面解体检查发现泵中有 8 个二级口环的固定螺栓全部断裂, 二个口环脱落, 引起 2RCV003PO 泵内部水力损失增大, 出口压力降低, 惰走时间从正常值 22 s 减少到 14 s。

6月5日 再一次对 RCV003PO 进行试验, 结果仍然不合格。

6月12日 降功率到 900 MW 对 GFR161FI 进行清洗后, 重新升负荷至 975 MW。

6月15日 2RRI003PO 由于轴承温度高 (大于 70 ℃) 停运, 现场检查发现该泵轴承水室的冷却水管未安装, 加装冷却水管后, 轴承温度恢复正常。

6月29日 为处理控制油压低, 在维修人员调整 AGR247VH 时, 由于油压波动过大导致 APP/B 泵跳闸。由于事前已启动了 APA 泵, APP/B 泵已经处于空载状态, 故未产生后果。

6月30日 按调度计划, 机组降功率到 900 MW。

## 7 月

7月4日 6:40 负荷由 900 MW 升到 975 MW。

7月9日 工作人员安全帽误碰开关, 导致 2LNA001DL 退出运行。

7月11日 7月11日 12:00 为更换 GFR158/159/163FI 和校验对应的 019/020/024SP, 将汽轮机负荷降低至 915 MW。17:00 处理完毕, 重新将负荷升到 980 MW。

7月19日 2RCV003PO 仪表阀 RCV870 管线上缓冲罐上的疏水阀未关, 再线不完备, 引起主冷却剂泄漏率达 280 L/h。

7月29日 配合执行 PT2RPN012 试验, R 棒由 216 步下插至 210 步后提回至原位, 引发堆芯 Xe 振荡。

## 8 月

8月12日 更换 2LNB 电容器组后投运时, 因空载变压器全电压合闸时产生较大的瞬时励磁涌流, 变压器开关多次跳闸。

## 9 月

9月10日 由于 2LND 电容器失效, 电容器温度上升, 存在严重火灾风险。电站召开了专门 PNSC 会议, 决定临时修改技术规范, 有计划地进行 2LND 电容器的更换工作, 以消除 2LND 火灾风险。

- 9月24日 由于氢干燥器气水分离器出口孔板及再生回路出口滤网堵, 导致2GRV干燥器出口露点温度高, 9月28日修理后投运, 恢复正常。
- 9月30日 按调度计划, 机组降功率到900 MW。

## 10 月

- 10月25日 防台风检查巡视发现: 2CFI入口处漂杂物较多, 对较大杂物打捞清除。

## 11 月

- 11月6日 投运2RCV除盐床时触发KRT017MA一级报警。
- 11月10日 执行定期试验PT2DVC002时, 检查发现2DVC118VA风门挡板自2月13日起处于关闭位置, 造成2DVC碘过滤器长期不可用; 违反了技术规范中对DVC系统可用性的要求。
- 11月14日 RRI002PO电动机非驱动端轴承温度偏高, 已经启动过9次, 最后一次运行了110分钟时, RRI042MT达84.9℃, 停泵。
- 11月15日 按计划解列。截至1998年11月15日2号机组实现了全年无意外停堆停机, 连续运行305天的好成绩, 这也是核电站投产以来单机组最佳运行记录。
- 11月16日 按计划达到热停堆状态, 停机备用。
- 11月17日 按计划完成热停堆状态下的工作。
- 11月18日 反应堆由热停堆过渡到双相中间冷停堆(RRA连接)。
- 11月19日 反应堆由双相中间停堆(RRA连接)过渡至正常冷停堆。
- 11月28日 在蒸汽发生器眼孔手孔打开情况下准备进行ARE101KD解体检查, 违反技术规范有关规定。

## 12 月

- 12月5日 2RRI充水过程中, 未及时关闭2RRA620VN造成跑水, 含钠水输送至2RPE01BA。
- 12月8日 开始堆芯装料。
- 12月11日 装料结束。
- 12月15日 由于隔离边界不完整, 工作负责人在卸开059MT温度探头时发生跑水, 工作负责人头部被污染。
- 12月19日 由于试验过程中EAS001UP突然跳闸, 2EAS125VR意外开启, 2PTR001BA的水进入2EAS001BA, 使2EAS001BA溢流跑碱。
- 12月20日 在执行定期试验PT2JP1001过程中, 由于操作错误, 造成主泵消防水喷淋, 主泵电机被淋湿, 经烘干处理后绝缘及轴电压合格。
- 12月23日 5:30一回路到正常冷停堆。
- 12月27日 6:10一回路到中间停堆状态。
- 12月28日 反应堆到达热停堆状态。
- 12月31日 21:20反应堆达到临界, 开始进行零功率物理试验。

### 3.3 管理大事记

- 1月12日 广东核电合营有限公司被评为1997年度全国环境保护先进企业。
- 1月15日 2号机组第四次换料大修顺利结束,本次大修没有发生运行事件,这是大修安全管理的一项新纪录。
- 1月24日 1号机组第四次换料大修正式开始。至此,实现两次大修之间无非计划停堆停机、连续运行260天的记录。
- 1月29日 湖北省委副书记邓国正一行参观大亚湾核电站。
- 1月29日 深圳电视台来大亚湾核电站采访,对1号机组在两次换料之间连续安全运行260天进行采访,中央电视台也在当天新闻联播节目中播放。
- 2月20日 公司1998年度第一次记者招待会在大亚湾核电站公众信息中心召开,有关各项工作进展顺利,内地及香港多家媒体都作了报道。
- 2月23~27日 WANO(世界核营运者协会)在大亚湾核电站举办同行评议培训班。
- 3月2~13日 IAEA(国际原子能机构)在大亚湾核电站举办核安全培训班,来自9个国家的45名教学员参加了培训。
- 3月19日 第45次董事会审议批准濮继龙先生担任生产副总经理兼生产部经理的任命。
- 3月19日 法国巴黎国民银行等八家国际银行代表一行24人访问大亚湾,参观了一核生产现场和二核建设工地。
- 3月20日 公司《五年发展计划》推进者培训班结束。
- 3月20日 大亚湾核电站两台机组第四次换料大修全部完成。本次换料大修核岛部分的自主维修已达90%以上。
- 3月24~26日 EDF(法国电力公司)专家在大亚湾核电站作了PRA(概率风险分析)专题介绍。
- 4月9日 武警部队司令员杨国屏上将来访,参观了大亚湾核电站和岭澳核电站。
- 4月23日 美国核管会主席JACKSON女士一行7人来访大亚湾核电站,为克林顿总统6月份访华收集有关中国核能发展的资料。
- 4月24日 国务院新闻办公室赵启正主任来访,参观了大亚湾核电站和岭澳核电站。
- 4月27日 广东省副省长游宁丰一行来访,参观了大亚湾核电站和岭澳核电站。
- 5月3~8日 国际原子能机构运行安全评审团(OSART)Hollinger先生一行三人,对大亚湾核电站进行了跟踪评审活动。1996年OSART评审中产生的59条改进建议和意见中,22项正式关闭、33项满意、4项不满意。
- 5月15~16日 公司副总经理、电站经理濮继龙参加香港工程师协会年会,向与会代表介绍了大亚湾核电站的业绩。
- 5月16日 国防科工委殷鹤龄副部长及随行人员参观大亚湾核电站和岭澳核电站。
- 5月16日 四川省副省长王金祥一行来访,参观了大亚湾核电站和岭澳核电站。
- 6月1日 生产部正式一分为四,分别为:生产部、维修部、二核生产部和质保部。这次机构调整为今后广东核电的群堆管理打下基础。

- 6月1~5日 南非 Koberge 核电站厂长 Prozesky 先生访问大亚湾核电站, 随后 15~19 日, 该厂生产经理 Dowds 先生和运行经理 Crymble 先生亦来厂进行了交流访问。
- 6月3日 大亚湾核电站被命名为“深圳市环境教育基地”, 是深圳市首批 6 个环境教育基地之一。
- 6月3~4日 EDF 高级副总裁 Aye 先生来访, 就 18 个月换料等中长期技术问题与公司高层和电站有关部门进行交流。
- 6月5日 大亚湾核电站合理化建议评审委员会成立并召开第一次会议。会议确定了委员会成员及运作制度, 并对第一期 42 份管理类合理化建议进行评审。
- 6月14~17日 以台湾核协会董事长林英为团长的台湾核电技术交流研讨考察团一行 15 人来大亚湾核电站进行学术交流。
- 6月15~19日 IAEA 运行安全研讨班在大亚湾核电站举行。
- 6月16日 昆明广播电台英语节目对大亚湾核电站进行核安全电话采访, 生产副总经理、电站经理濮继龙和电站第一副经理刘达民先生接受了专访。
- 6月25日 第 46 次董事会通过下列人事任免: 林贵清先生为维修部经理, 免去其生产部副经理职务; 郭嘉平和高立刚先生为维修部副经理; 蔡康元先生为质保部经理; 黄世强先生为科技委副主任, 免去其生产部总工程师职务。
- 6月30日 两台机组自 1994 年商业运营以来累计上网电量超过 500 亿 kW·h。
- 7月1~3日 大亚湾核电站联合秦山核电站邀请国家电力公司和广东省电力局, 在大亚湾核电站举办减少停堆研讨会。
- 7月4日 中法核应急研讨会在大亚湾核电站公关中心召开, 讨论了核应急方面有关问题。
- 7月14~23日 大亚湾培训中心举办了两期 1998 年中层干部管理培训。
- 7月17日 全国政协副主席叶选平及夫人, 在原公司董事长王全国同志陪同下, 来核电站视察, 听取了关于广东核电集团公司发展战略、一核安全生产、二核工程建设、三核前期准备等情况的介绍。
- 7月23日 国务院参事室主任徐志坚等一行 5 人来公司参观考察。
- 7月24日 中央国家房改办马红旗副主任一行 5 人来公司参观考察。
- 8月3日 广东省政协何远康参事等一行 18 人到大亚湾核电站参观访问。
- 8月9日 中国铁道建设总公司李国瑞书记等一行 17 人到大亚湾核电站参观访问。
- 8月16日 台湾地理学会一行 13 人来大亚湾核电站参观访问。
- 8月18日 中国作家协会张光年书记等一行 13 人到大亚湾核电站参观访问。
- 9月1日 三峡开发公司秦中一副总经理一行 5 人参观了大亚湾核电站。
- 9月2日 外交部驻土库曼大使龚猎夫一行 13 人来大亚湾核电站参观访问。
- 9月3日 广东省政府参事室主任王铁文等一行 40 人访问大亚湾核电站。
- 9月5日 以色列期刊代表团一行 7 人, 在广州市委对外宣传部副部长周素勤一行 8 人陪同下, 来大亚湾进行正式访问, 周海涌常务副总经理详细介绍了大亚湾核电站的安全运行情况, 并回答了外宾的提问。

- 9月6日 国家环保总局宋瑞祥副局长一行18人来大亚湾核电站访问,符云龙董事长会见了客人。
- 9月11日 参加WANO-TC举办的“核电站建设期间质量控制”研讨班的外宾一行14人参观访问大亚湾核电站。
- 9月18日 香港中华电力有限公司张琼瑶董事一行5人参观访问大亚湾核电站。
- 9月21~27日 中国三峡工程开发总公司国际合作部主任许可达一行3人,来大亚湾核电站进行核电仿真培训系统技术交流及外国专家管理交流。
- 9月26日 EDF新任总裁ROUSSELY先生一行15人访问大亚湾核电站。
- 9月28日 公司与法玛通公司就18个月换料项目开始正式谈判。
- 10月6日 截至10月6日,大亚湾核电站1998年度上网电量已达100亿kW·h,为顺利完成全年生产发电任务奠定基础。
- 10月6~8日 EDF核电站运行局执行副总裁科尔一行三人来访,就今后合作意向和姐妹电站交流等事宜进行了沟通和探讨。
- 10月9日 三峡总公司副总会计师刘匡华等一行4人访问大亚湾核电站。
- 10月13日 《公司第一个五年发展计划》正式颁布,它是指导公司工作的一份重要的纲领性文件。
- 10月15日 法国议员代表团来大亚湾核电站参观访问。
- 10月16日 安徽省核电领导小组成员、安徽省政协常委丁俊美一行2人来访考察。
- 10月20日 大亚湾核电站前任厂长、法国专家德盖先生访问大亚湾核电站。
- 10月23日 由台湾电力公司副总裁等WANO-TC理事会成员组成技术参观团来访,进行经验交流。
- 10月24日 国家经贸委郑斯林副主任一行20人来大亚湾核电站视察。
- 10月29日 澳门地区人大代表团来大亚湾核电站参观访问。
- 10月29日 广东核电集团教育培训委员会成立大会暨中广核集团教育培训研讨会在大亚湾公关中心召开。
- 11月7日 中国记协栗国安副主席一行6人来大亚湾核电站参观访问。
- 11月8日 中国电力企业家协会火电分会会员、全国大型火电厂厂长一行38人来大亚湾核电站参观访问。
- 11月9日 在大亚湾核电站南区餐厅召开公司员工先进事迹报告大会。
- 11月11日 香港联合交易所、香港汇丰银行一行7人来大亚湾核电站参观访问。
- 11月15日 2号机组自1月15日大修后并网至11月15日连续运行305天,这是电站投产后单机连续运行最高纪录。
- 11月17日 国防科工委刘积斌、张华祝主任一行5人来大亚湾核电站参观访问。
- 11月17~20日 1998年全国辐射防护学术研讨会在工地举行,国内外130多名同行参加会议,进行了交流。
- 11月18日 中共中央政治局常委、全国人大常委会委员长李鹏,在中共中央政治局委员、广东省委书记李长春,省人大常委会主任朱森林等领导同志的陪同下,来大亚湾核电站视察工作。
- 11月21日 大亚湾核电站2号机组第五次大修按计划正式开始。
- 11月21日 总装备部廖光明局长一行5人来大亚湾核电站参观访问。

- 11月22日 国家劳动部一行10人来大亚湾核电站参观访问。
- 11月25日 国防科工委谢光中将军一行6人来大亚湾核电站参观访问。
- 12月1~11日 南非 Koeberg 核电站两名 RCM (以可靠性为中心的维修) 专家来大亚湾核电站进行了为期两周的技术交流, 并介绍了 RCM 技术在 Koeberg 核电站的应用情况。
- 12月2日 全国人大财经委副主任、原审计署长郭振乾, 广东省审计厅厅长和深圳市审计局长等一行7人来大亚湾核电站视察工作。
- 12月8日 法国工商联盟协会一行来大亚湾核电站参观访问。
- 12月8日 IAEA 完成对大亚湾核电站的概率风险分析 (PRA) 项目的同行评议。评审专家对大亚湾已完成的概率风险评价工作给予了肯定, 并对该项工作的进一步发展完善提出了意见和建议。
- 12月8~10日 两名美国防火专家对大亚湾核电站进行了为期两天的消防检查工作。
- 12月9~11日 大亚湾核电站成功地承办了由国际原子能机构组织的运行安全指标研讨班。
- 12月11日 中国工程物理研究院李初平院士一行10人来大亚湾核电站参观访问。
- 12月15日 秦山三核董事会康日新董事长等一行13人来大亚湾核电站参观访问, 进行学习交流。
- 12月16~19日 公司接受了国家环保局环境管理体系审核中心 ISO 14000 环境管理体系第一次认证评审。审查团认为我公司及部门领导重视环境体系工作, 大亚湾核电站的核安全基础好, 管理有效。环境体系已基本形成, 运行有效。对存在的不足提出了改进意见。
- 12月17日 由全国各省市环保局局长组成的国家环保局研讨班一行10人, 在深圳市副市长王炬的陪同下参观访问了大亚湾核电站。
- 12月18日 大亚湾核电站 18 个月换料项目共 6 份合同的签订仪式在深圳举行。该项目合同的签订将使核电站在自主化、国产化、安全运行、经济效益等方面迈上新台阶。
- 12月23日 经广东核电合营有限公司董事会 1998 年 12 月 17 日第 48 次会议批准: 聘任刘达民先生任生产部经理, 解除其生产部第一副经理职务。免去濮继龙先生兼任的生产部经理职务。自 1999 年 1 月 1 日起正式执行。
- 12月28日 1998 届新大学生开学典礼在公关中心演讲厅召开。
- 12月31日 截至 12 月 31 日完成全年上网电量 123.1 亿  $\text{kM}\cdot\text{h}$ , 圆满完成董事会年初下达的年度发电任务。

### 3.4 重大技术问题

#### 1. 一回路流量超过 GOR 限值

流量试验结果显示 1RCP 环路 2、3 的流量自调试以来逐年增大, 至 1998 年 6 月, 环路 2、3 以及堆芯总流量分别超出机械流量限值 5.9%、5.9% 和 4.0%, 2RCP 环路 1 的流量也超限值 4.8%。在对流量试验的各种测量参数逐个调查分析和在热停堆时对 RCP 温度交叉比对后, 发现 RCP 铂电阻温度探头漂移 (造成环路冷热端温度测量偏差) 是流量试验结果

突增以及有增大趋势的根本原因与唯一原因。对温度探头进行检定，根据新的检定数据表（电阻-温度对应表），处理后的流量试验结果与调试时的试验结果相当，证明了 RCP 流量不存在升高和有升高趋势问题。温度探头漂移的原因尚不清楚，将在两台机组第六次大修中将其更换为新温度探头。

### 2.1/2LN \* 电容器温度升高，发生燃爆

1997年9月17日 2LNE001DL 的一组电容器燃烧起火。1998年5月11日再次发生 2LNE003DL 的一组电容器爆燃起火事件。通过监测 LN \* 电容器温度，发现现场部分电容器温度偏高，随时可能引起燃爆，存在极大的火灾危险及 LN \* 电源丧失风险。经 FRAMEX 确认，电站目前运行中的 LN \* 电容器存在质量缺陷，需要利用适当的时机彻底更换。经过做好充分的风险分析，有计划地对电站 LN \* 系统的 130 组谐振稳压电容器进行了更换，新的电容器运行状况良好，最高运行温度均小于 40℃。

### 3.1 号发电机氢冷器泄漏氢气

电站 1 号发电机的 4 只氢冷器中的三只 1GRH201/301/401RF 多次在停机过程中发生氢气泄漏事件。氢气漏点均为氢冷器下管板与下法兰之间的密封处。根本原因是在停机过程中氢冷器冷却变形产生动态间隙，同时密封元件（O 型橡胶圈）性能较差导致密封功能丧失而漏氢。在 1 号机组第三次大修中，为消除调试以来就存在的氢冷器下水箱进出水口法兰与进出水管法兰之间的错位/张口，减小进出水管对氢冷器产生力的作用，对与四只氢冷器相连的进出水管加装了膨胀节。但此改造未能从根本上消除密封失效漏氢的原因。1 号机组第四次大修停机过程中再次发生氢气泄漏事件后决定对氢冷器下部的密封结构进行改进，将下法兰更换为密封效果更好的新型结构下法兰，以彻底解决氢冷器漏氢问题。

### 4. 主变压器低温过热

大亚湾核电站 1 号、2 号主变压器内部一直存在低温过热问题，表现在主变压器总烃气体含量高，油介损不合格，严重超标。针对此问题，1998 年 11 月组织国内外相关专家召开了“大亚湾核电站主变压器低温过热问题技术研讨会”，会议认为低温过热与主变压器漏磁和磁路有关，属于设备结构性设计问题。将通过对主变压器进行一系列检查、测量和试验，查找局部过热点，并进行改造，对主变压器油进行全面彻底处理，改善主变压器的运行状况。

### 5. 循环水泵电机中性点过热烧毁

1998 年 7 月 3 日 1CRF001MO 的中性点接线端子箱起火燃烧，随后因过负荷保护动作跳闸，导致机组与电网解列并停机。1992 年 7 月 14 日在调试过程中 1CRF001MO 就发生过电机中性点烧毁事件。根本原因是电机中性点电缆连接环节接口太多，接触面间任何一点压接太松或接触面氧化或铜铝之间的电化学腐蚀都会导致接触电阻过大而引起过热。同时，中性点 T 型区双模连接器各压接点采用了容易导致接触面处过热的铜铝过渡压接方式，加上制造工艺差，极易产生中性点过热。通过对电机中性点连接方式进行改造，将中性点焊接在电机内部，减少中间接触环节，消除了中性点容易发生过热烧毁的原因。

### 6.2RRI003/004PO 前端轴承温度高

1998 年 6 月对 2RRI003PO 轴承加润滑油后，其前端轴承温度（2RRI055MT）升高，超过停泵值 70℃，长时间居高不下。8 月底对 2RRI004PO 进行机械八年检后，其前端轴承也出现同样问题。分别于 7 月初和 9 月初对两泵前端轴承加装临时冷却水管，用 RRI 水进行冷却后，轴承温度才降至正常范围。最初怀疑轴承温度异常与润滑有关，但经过几个月的

磨合运行后, 1998 年底隔离临时冷却水试验时, 两泵轴承温度仍然偏高。故泵轴承可能存在于其它缺陷, 需要对泵进行解体检查, 查找前端轴承温度异常的根本原因。

### 7. 凝汽器水室严重腐蚀

第五次大修发现凝汽器入口、口水室存在大量挂锈的腐蚀点和需要补焊的腐蚀坑。凝汽器水室腐蚀是老问题, 第二次大修时即发现其防腐层有脱落现象, 局部发生金属腐蚀, 第二、三次大修中仅作了修补, 第四次大修中除去玻璃鳞片为主的防腐层, 对腐蚀凹坑用“耐用合金”修补, 对较深凹坑则先焊补、修补, 再改涂优质防腐材料“陶瓷合金”作为防腐层。但是由于施工及质检过程未得到严格控制, 同时防腐涂层设计厚度过薄, 造成防腐涂层存在较多针孔, 当海水从针孔或涂层剥落处浸透至钢铁基体后形成电化学腐蚀。第五次大修对腐蚀坑进行打磨、补焊、磨平、探伤、补漆, 对挂锈点打磨、补耐用合金、补漆, 对针孔表面打磨、补漆, 同时提高修补区域涂层厚度。

### 8. 常规岛厂用铅酸蓄电池腐蚀

自电站投运以来, 常规岛厂用铅酸蓄电池由于质量缺陷提前老化和极柱腐蚀问题一直存在, 1997 年以后腐蚀日趋严重, 许多蓄电池出现肿块, 严重的正极电化学腐蚀导致极柱缺损, 顶盖开裂, 蓄电池容量下降。尚无彻底解决蓄电池腐蚀问题的办法, 目前采用自制的专用工具, 钻掉蓄电池被腐蚀极柱周围的箱盖塑料板, 再用自制的橡皮圈盖好, 防止腐蚀产物胀裂箱盖。另外, 将在大修中有计划地更换整组蓄电池, 在蓄电池房间安装空调器, 以加强通风并降低影响蓄电池腐蚀和寿命的环境温度。

### 9. 循环水泵减速齿轮箱损坏

1998 年 1 月, 1CRF002PO 减速齿轮箱内行星齿轮与太阳轮严重损坏导致 1CRF002PO 循环水泵振动高, 1 号机组降功率运行。大修中对 1/2CRF001PO 齿轮箱解体检查又发现其行星型齿轮、太阳轮渗氮层有剥落磨损现象, 以及大齿轮内下齿圈有约 1 mm 深咬痕, 故属共模故障。对此种齿轮机构普遍出现的工作面疲劳磨损(点蚀、剥落、磨痕发亮等), 甚至齿轮损坏, 其原因是工作面受力偏高, 表面热处理不当, 有必要对齿轮机构进行改造。

### 10. 2GEX 励磁调节器(AVR)通道 A 跳闸

从 1995 年 7 月至 1998 年 8 月, 2GEX AVR 通道 A 先后 9 次出现因过励保护动作或欠励保护动作引起的跳闸事故。通过对事故前后各运行参数的跟踪记录, 发现发电机出口电压整定电位器 70VA 在通道 A 跳闸前后没有变化, 70VB 在通道 A 跳闸前后却发生明显的变化, 而 70VB 在正常运行情况下只跟踪 70VA, 从而明确了是 70VA 对 70VB 给出虚假信号引起跳闸。进一步的测试检查确认 70VA 电压整定电位器滑动头接触不良, 其三根引出头(两个固定头, 一个滑动头)在电路板的引出脚均出现不同程度的虚焊。通过对 70VA 电路板上所有焊点进行全面检查、处理, 彻底消除了该失效模式所引起的 AVR 通道 A 跳闸事故。

### 11. DEG 离心式压缩机叶轮损坏

自投产以来, 1DEG201GF 的离心式压缩机叶轮先后打坏三次。1998 年 8 月 17 日叶轮第三次打坏时, 部分叶片打碎、脱落, 与之配合的静止部件上有明显的摩擦沟槽, 压缩机轴承也有所损坏。事故发生后, 对压缩机作了更换新叶轮、修复处理, 同时事故调查小组经过深入调查分析后认为导致叶轮打坏的原因可能为: (1) 叶轮材质存在问题, 在应力作用下产生疲劳断裂; (2) 液态氟里昂进入压缩机, 产生液击; (3) 润滑油供油系统故障, 导致叶轮与泵体发生摩擦。但压缩机生产厂家坚持认为叶轮损坏是液态氟里昂与高速旋转叶轮撞击所



致。故到目前为止，DEG 压缩机叶轮损坏的原因尚无明确定论。

#### 12. 汽轮机调节油系统抗燃油油质恶化

汽轮机调节油系统（GFR）已运行多年，加上其旁路再生系统一直未正常运行，抗燃油油质不断恶化，油的颗粒度、酸值、水份和电阻率均超标。由于油箱内壁和底部沉积大量的油泥（油劣化产物）以及机组扰动和一次性大量补油时搅动油泥，1998年6月至7月，1GFR主回路的部分滤网堵塞，相继出现压差高报警。7月3日1号机组事故停机重新启动后，滤网堵塞情况更加严重。油质的恶化严重地影响汽机调速系统的可靠性。为彻底消除滤网堵塞的原因，改善油质，第五次大修中对GFR主油箱/贮油箱的抗燃油进行了强化循环过滤，使得油质各项性能指标均达到了系统要求，1号机组第五次大修还抽空1GFR油箱，进入其内部进行清洗，彻底清除油泥。

#### 13. GGR 电机过负荷保护动作导致多次盘车启动不成功

2号机组第五次大修期间，在进行盘车启动试验时，曾经多次启动不成功。分析认为原因是盘车电机的过负荷保护延时时间定值不适当，在盘车启动过程中，保护提前投入，使得在电机正常运行时起作用的过负荷保护不能躲过很大的启动电流，最终导致盘车不能正常启动。为不延误大修工期，后经采取退出过负荷保护措施，盘车启动成功。但退出过负荷保护存在掩盖其它故障（如发电机大轴本身故障）的风险；同时，时间定值在文件和调试报告中没有指明，故此定值的大小仍有待专家重新进行审核评定。

#### 14. 水核线瓷绝缘子球头杆严重腐蚀

1998年11月对水核线（0LGR220KV）更换零值绝缘子时，发现部分瓷绝缘子球头杆颈部严重腐蚀。球头杆常规氧化腐蚀现象一直存在，但近海气候条件（大气高湿度）和部分绝缘子的质量问题加剧了这种腐蚀，存在绝缘子掉串导线坠地，丧失辅助厂用电源的风险。12月20日停运水核线，将N115—N133—龙门架沿线瓷绝缘子更换为FXBW3—220/100型复合绝缘子，新绝缘子的电气和技术性能均优于原瓷绝缘子，消除了绝缘子球头杆腐蚀断裂掉串风险。

#### 15. APG001RF 传热管破损泄漏

2号机组第五次大修中，2APG001RF水压试验时部分不锈钢“U”型管破损，经涡流探伤检查和100%液体探伤检查发现有5根传热管伤深超过80%壁厚，1根传热管与管板之间的密封焊发生泄漏，4条焊缝存在裂纹缺陷。不锈钢传热管发生点腐蚀破损的原因是传热管选材不当，其不锈钢材料对应力腐蚀比较敏感，加上没有采用良好的胀管工艺，使得“U”型管与管板间留有空隙，空隙积纳水后也容易引起应力腐蚀。暂采取堵管和消除缺陷焊缝的临时措施，将根据1号机组第五次大修1APG001RF的检查结果，确定解决传热管破损问题的最终方案。

#### 16. 制氢站电解槽发生氢爆

0SHY001BA/002BA完成五年大修后于1998年1月19日启动制氢，在投运0SHY001BA过程中，电解槽氢氧窜气发生自燃并爆炸，再次解体检查后的调试启动过程中又发生氢爆。经0SHY009BA功能试验，判断在阴、阳极间电解液液面上存在氢氧泄漏窜气。随后的单槽解体试验确认泄漏发生在阳极棒与钟罩接合密封处。由于在大修中更换的钟罩新备件的焊缝位置不当，穿过阳极棒与钟罩接口密封，造成密封不严。加工合格的密封面替换原密封面，解决了电解槽泄漏问题。

### 17.0GEW 断路器失灵保护加装出口压板

1996 年对 2 号联络变压器 (590TR) 隔离刀闸加装电气闭锁, 完成盘内跳线改进工作后, 在恢复 0GEW507TB 盘内直流工作电源时, 0GEW550JA 断路器失灵保护出口继电器动作, 造成失灵保护误动作。此事件暴露出断路器失灵保护出口回路没有明显的可断开点, 在保护校验和故障查找时无法对其实施隔离, 以至于所有断路器失灵保护投运至今, 其出口回路均无法进行完整性检查。因此决定对断路器失灵保护出口回路加装压板。在两台机组第五次大修期间实施了断路器失灵保护出口加压板的改造项目, 分别在 0GEW104/106/107/203/205/303/305/306/403/405/406/504/506/507TB 盘上的 0GEW151/150/152/251/250/351/350/352/451/450/452/551/550/552JA 断路器失灵保护出口增加了压板。

### 18.1 RCP 002 MO 上轴承组件绝缘低

1 号机组第一次大修时 RCP 002 PO 电机上轴承组件绝缘为 20 M $\Omega$ , 但在第二、三、四次大修中绝缘测量结果分别仅为 50 k $\Omega$  (湿度大于 60%), 40 k $\Omega$  (湿度大于 60%), 35 k $\Omega$  (湿度为 40%), 虽然主泵厂家来文证实上轴承组件绝缘大于 3.5 k $\Omega$  即可满足电机安全运行要求, 但 1 RCP 002 MO 上轴承组件绝缘相对于 001/003MO 较低, 且有下降趋势。第四次大修中对 1 RCP 002 PO 电机上轴承组件相关部位进行了清理, 检查对润滑油油样进行了分析, 均未发现异常。1 号机组第五次大修中将 1 RCP 002 MO 做进一步绝缘检查处理。鉴于 1 RCP 002 MO 运行状况尚好, 绝缘良好, 电机现状能满足核安全要求, 目前维持 1 RCP 002PO 继续运行, 但加强对电机振动、温度变化等的监测。对于绝缘低问题只能在电机十年大修中通过电机全面检查才能彻底解决。

## 3.5 二核生产准备大事记

### 1996 年

#### 1 月 1 日 二核生产准备第一批大学生报到

为生产准备招聘的第一批大中专毕业生 (59 人) 于 1996 年 1 月份由工程部转入二核生产部, 接受在岗培训。

#### 7 月 18 日 1996 届毕业生开始外部岗前培训

1996 届毕业生从 7 月中旬开始接受为期五个月的外部岗前培训, 培训地点为西安交通大学、清华大学、苏州热工研究所等 3 个单位, 其中生产准备人员为 123 人。

#### 9 月 17 日 生产准备办公室成立

广东岭澳核电有限公司 (LANPC) 委托广东核电合营有限公司 (GNP JVC) 全面负责广东岭澳核电站的生产准备任务, 由 GNP JVC 生产部具体负责实施。1996 年 9 月 17 日成立生产准备办公室 (LOP), 负责人为刘革新, 成立之初有正式员工 3 人。这是生产准备的第 1 个里程碑 (M1)。

#### 9 月 19 日 二核生产准备委员会成立

1996 年 9 月 19 日, GNP JVC 生产部组织召开生产准备会议, 会议决定成立二核生产准备委员会 (LOPC), 主席为林贵清, 副主席为黄世强、张志雄、秘书为刘革新, 委员由生产部各处、以及电脑中心负责生产准备的处长或副处长担任。

#### 9 月 23 日 第一次生产准备委员会召开

生产准备委员会实行月会制度（后改为双月制），1996年9月26日，召开了第一次生产准备委员会会议。

#### 10月23日 第一次工程/生产协调会召开

为了协调处理好与工程相关的各类技术、管理问题以及接口事务，生产部与工程部之间建立了月会制度（后改为双月制）。1996年10月23日，召开了第一次工程/生产协调会。

#### 11月4日 生产准备工作研讨会召开

1996年11月4日—5日，一核生产部组织广东核电集团、一、二核领导、工作在生产一线各部门的专家召开生产准备研讨会，深入探讨和研究二核生产机构设置、两厂资源共享、培训工作开展、生产对工程的参与和支持、以及广东核电长远规划等课题，取得了良好的效果。

#### 11月8日 一核生产部成立“二核生产备件审查小组”

一核生产部“二核生产备件审查小组”成立，提出将来一、二核备件统一管理、有偿共享和通过审查采购清单调整二核两年生产备件的项目和数量，根据对战略备件、事故备件填平补齐的工作原则，开始对二核两年生产备件合同清单进行审查。

#### 11月24日 二核生产准备调研

为做好广东岭澳核电站生产准备，1996年11月24日至12月5日，由合营公司樊鹤鸣总经理助理率团，一行5人参观了华能大连电厂、华能上海石洞口电厂、华能福州电厂。

#### 12月12日 《一二核相互支持协议》签定

鉴于GNPS和LNPS地理位置很近、并采用相似的设计和技术，双方根据平等互利的原则磋商后，同意在各自业务，即GNPS的生产与LNPS的建造和运行方面相互支持，并于1996年12月12日由两公司总经理联合签发了《广东核电合营有限公司与岭澳核电有限公司相互支持协议》。

## 1997年

#### 4月16日 1995、1996届新员工赴粤北745矿参观

为加强对新员工的政治思想教育，在大亚湾工地党委的统一指导下，生产部于1997年4月16日至5月31日期间，分5批组织一、二核1995、1996届新员工387人赴粤北745矿接受艰苦奋斗传统教育，收到较好的效果。

#### 4月27日 《生产准备工作大纲》（A.2版）批准生效（M2）

经深入分析研究，生产部完成了《生产准备工作大纲》的起草，于1997年4月27日由一、二核总经理部联合签发生效。《生产准备工作大纲》确定了生产准备的发展方向和基本步骤，指导各项工作的有效开展。《生产准备工作大纲》的批准生效是生产准备的第2个里程碑（M2）。

#### 5月26日 生产准备工作纳入PQOM第20章

为了把生产准备活动规范化，1997年5月26日的生产准备周会决定：对联合生产准备阶段的生产准备工作，用管理程序规范起来，并统一纳入一核《电站质量管理手册》（PQOM），作为其中的第20章。

#### 5月28日 《生产准备二级计划》（A版）批准生效

以《生产准备工作大纲》为原则，配合工程二级进度计划，一核生产部编制出《生产准备二级计划》A版，并于1997年5月28日签发生效。

**6月5日 开始编写《生产准备工作月报》**

根据一、二核总经理部的要求,生产准备办公室从1997年5月份起,开始每月定期提交《生产准备工作月报》,汇报各项生产准备工作进展情况。1997年6月5日,生产准备办公室提交了第1份《生产准备工作月报》。

**7月15日 抽出调试管理人员(M3)**

1997年7月15日,一核生产部抽出7名调试管理人员,调往工程部,开始调试队组建准备,这是生产准备的第3个里程碑(M3)。

**7月21日 1997届毕业生开始外部岗前培训**

1997届毕业生从1997年7月21日开始接受为期五个月的外部岗前培训,培训地点为西安交通大学、清华大学、苏州热工研究所等3个单位,其中生产准备人员为127人。

**8月11日 生产准备处成立(M4)**

1997年8月11日生产部成立生产准备处(OPL),负责人为刘革新。由生产部经理濮继龙领导,经理助理张志雄直接负责,生产准备处具体承担生产准备的策划和协调工作。这是生产准备的第4个里程碑(M4)。生产准备处成立时有正式员工8人。

**9月15日 二核计算机信息和管理系统策划和开发小组成立**

1997年9月15日,二核计算机信息管理系统策划和开发小组成立,组长张志雄,副组长孙海英、简益民、吴挺,任务是在充分总结一核的信息和管理经验、汲取世界先进的管理和计算机信息系统经验基础上,策划二核的计算机信息和管理系统方案。

**9月19日 役前/在役检查项目委托书签定**

1997年9月19日,一核生产部濮继龙经理和二核工程部郭文俊经理签署了《岭澳核电站役前和在役检查项目委托书》,明确由一核生产部负责二核役前和在役检查的技术招标文件编写、技术支持、设备支援、合同商技术评审和技术谈判、及其它技术准备工作。这是广东核电内部首次由生产部门独立承担二核工程项目。

**9月21日 生产准备人员到美国参观学习**

1997年9月21日至10月6日,生产部组织有关生产准备人员到美国参观学习,参观了Diablo Canyon核电站、Limerick核电站、SAIC工程咨询公司、美国电力研究院监测和诊断中心、美国核管会及其培训中心,在程序编写、维修工作过程、设备管理、计算机信息管理系统等方面获得很大收获。

**12月15日 生产准备处与质保处党支部成立**

1997年12月18日,中共广东核电生产部委员会批准成立生产准备处与质保处党支部。支部书记为李裕立、副书记为刘革新、组织委员为魏其岩、宣传(兼青年)委员为李卫纲、纪检委员为何红升。

**12月30日 生产信息管理系统规划报告书完成**

1997年12月份,二核计算机信息和管理系统策划和开发小组完成了《大亚湾核电站和岭澳核电站生产信息管理系统规划报告书》,得到合营公司计算机委员会和一核生产部信息委员会认可。

**1998年****3月27日 任命二核生产部副经理**

1998年3月27日,岭澳公司第6次董事会决定,任命张志雄先生为二核生产部副经理

(主持工作), 任命杨昭刚先生为二核生产部副经理。

#### 4月22日 1997届新员工赴粤北745矿参观

为加强对新员工的政治思想教育, 在大亚湾工地党委的统一指导下, 生产部于1998年4月22日至5月16日期间, 分3批组织180名一、二核1997届新员工赴粤北745矿接受艰苦奋斗传统教育, 收到良好的效果。

#### 5月26日 秦山三期生产准备人员来访

1998年5月26日至5月29日期间, 秦山三期生产准备人员一行4人来深圳访问, 考察岭澳核电站生产准备工作。

#### 5月29日 连云港核电站生产准备人员来访

1998年5月29日至6月5日期间, 连云港核电站生产准备人员来深圳访问, 考察岭澳核电站生产准备工作。

#### 6月1日 二核生产部成立(M5)

从1998年6月1日起, 二核生产部成立, 全面承担二核生产准备总体责任, 包括组建生产管理机构和编制生产和质量管理文件、运行技术准备、组织维修技术准备和调试参与、跟踪监督人员招聘和培训授权、生产准备预算编制与执行控制、设备移交管理、接产准备等方面。这是生产准备的第5个里程碑(M5)。

#### 6月12日 二核生产部二级机构确定

二核生产部第一批30名各类技术及管理岗位人员于6月上旬陆续到岗。6月12日二核生产部召开了生产准备工作会议, 组成运行组、设备管理组、生产计划组、工程联络组、安全执照组、保健物理组、综管组、规程编写组等8个工作组, 并明确了各组的任务、职责和负责人。

#### 6月15日 程序编写归口协调人到岗

1998年6月上旬, 维修部派出的技术程序编写协调人1人到岗, 程序归口人4人到岗(包括静机、转机、仪表、电气每个专业1人)。运行程序编写归口人1人到岗。

#### 6月15日 任命二核生产部经理助理

1998年6月15日, 岭澳公司任命刘革新先生为二核生产部经理助理。

#### 6月23日 模拟机方案批准

1998年6月23日, 岭澳公司第7次执委会审议通过了全范围模拟机方案, 同意一核负责现有模拟机的改造, 二核负责建造新的全范围模拟机与土建设施, 以满足2001年后一、二核运行人员的培训需要。由一核牵头, 一、二核联合成立了项目领导和综合技术小组。

#### 7月15日 1998届毕业生开始外部岗前培训

1998届毕业生从7月中旬开始接受为期五个月的外部岗前培训, 培训地点为西安交通大学、清华大学、苏州热工研究所、哈尔滨工业大学、原子能科学研究院研究生部等5个单位。生产准备人员共137人, 其中二核生产部为65人, 一核维修部为72人。

#### 7月15日 生产准备委员会重组(第18次生产准备委员会会议)

1998年7月15日, 二核生产部召开了第18次生产准备委员会会议, 会上重新确定了生产准备委员会的组成和运行模式, 主席为张志雄, 副主席为杨昭刚、郭嘉平, 秘书为简益民。

#### 7月28日 环保与应急四统一联合工作小组成立

根据两总经理部的指示, 环保与应急四统一工作由一核生产部负责。1998年7月28日

成立了环保与应急四统一联合工作小组,由一核生产部、二核工程部和生产部、秘书部通信中心组成,小组成员负责协调与“四统一”相关的涉及到各部的工作。

#### 9月3日 一、二核物资管理和财务结算模式确定

组织一核生产部、维修部、财务部、二核生产部、财务部有关人员多次讨论后,确定了一、二核物资管理和财务结算模式,并于1998年9月3日由两公司总经理部批准执行。

#### 9月8日 移交与接收管理软件开发

移交与接收管理软件是生产与维修部门控制厂房、设备、系统接收过程的重要工具,联络办公室同调试队商议后,首次将此软件作为调试管理信息软件的一部分,实现调试、移交与接收信息的同步性和一致性,并为今后生产提供参考。1998年9月8日,联络办公室向调试队提交了用户需求分析。

#### 9月15日 一、二核生产管理信息系统开发合同签订

一、二核生产管理信息系统开发合同于1998年9月15日签定,由北京迪斯电子数据系统有限公司利用MAXIMO软件进行二次开发。该系统作为生产和维修管理系统,将包括设备管理、物资管理、采购、工作过程、维修计划等几个主要模块。

#### 9月16日 生产与维修首次介入验收活动

1998年9月16日,联络办公室组织维修部、生产部参加了二核BA楼2~4层的预验收活动。从用户的角度对工业安全、土建、电气、通讯等方面提出了27条意见,这标志着生产维修人员开始介入移交活动。同时,通过此次验收,大家普遍认为:在EESR之前就介入移交,有利于及时发现和解决部分工程问题。

#### 9月29日 管理程序编写计划确定

管理程序编写计划经多次讨论后确定,于1998年9月29日由电站经理部签发。该计划中明确了每份程序的编写人和计划完成日期。

#### 9月30日 生产技术程序编写计划确定

1998年9月份,运行程序、事故程序等技术程序的详细编写计划确定,计划中明确了每份程序的编写人和计划完成日期。

#### 9月30日 技术不同点网络版软件上网运行

1998年9月30日,由工程部、二核生产部联络办公室、秘书部电脑中心联合开发的技术不同点网络版软件上网运行。此软件(库)收集了一、二核之间的重要设计、供货不同点,可以灵活查询,为今后运行与维修人员培训、程序编写提供参考。

#### 9月30日 《生产准备总体执行计划》签发生效

根据公司董事会第6次执委会会议的要求,二核生产部编制了《生产准备总体执行计划》(B.0版),于1998年9月30日由二核总经理部签发,并在公司第10次执委会上通过。

#### 10月8日 程序编写管理软件开发合同签订

在工程部的大力支持下,程序编写管理软件开发合同于1998年10月8日签定。该软件将主要用于二核生产部的管理程序和技术程序编写和管理。

#### 10月9日 《电站质量管理手册指南》出版

生产部对二核的PQOM管理程序框架结构进行了一定的调整和优化后,编写了《电站质量管理手册指南》,用于说明各章节的结构,并于1998年10月9日由电站经理签发出版。

#### 10月9日 《管理程序编制与改版》程序出版

《管理程序编制与改版》(PO/LAP/021)程序用于说明管理程序编制与改版的责任、流

程、编写要求，于1998年10月9日由电站经理签发出版。

#### 10月15日 管理程序编写全面启动(M6)

1998年10月15日，全面启动二核生产部管理程序的编写，各项生产准备工作由策划转入实施，这是生产准备的第6个里程碑(M6)。经逐一检查，M6的各项考核指标均已基本完成。

#### 10月19日 二核生产部第二批人员到岗

来自一核生产部和维修部的第二批人员共14人，于1998年10月19日确定，除少数人员立即到岗外，其余人员暂留一核，继续接受培训。

#### 10月28日 岭澳核电站核材料管制办公室成立

1998年10月28日，经樊鹤鸣总经理批准，岭澳核电站核材料管制办公室成立。主任为杨昭刚，副主任为肖岷、林北京，秘书为苏圣兵。该办公室负责规范和管理《核材料拥有许可证》申请文件准备及电站核材料管制工作。

#### 10月30日 岭澳核电站培训体系建立

1998年10月30日，二核生产部培训体系经生产部经理批准正式建立，为今后二核的培训建立有效的管理体系打下基础。

#### 11月4日 SRO人员增加《运行安全分析与管理》培训

1998年11月4日，经一、二核总经理部批准，今后凡获得SRO执照的人员需接受电站运行安全分析与管理培训。

#### 11月24日 《生产准备工作大纲》(B.0版)批准生效

经深入分析研究，二核生产部完成了《生产准备工作大纲》(B.0版)的起草，于1998年11月24日由一、二核总经理部联合签发生效。《生产准备工作大纲》确定了生产准备的发展方向和基本步骤，指导各项工作的有效开展。

#### 12月8日 《岭澳核电站燃料管理和启动物理试验委托书》签定

《岭澳核电站燃料管理和启动物理试验委托书》于1998年12月8日由维修部、二核工程部经理联合签字生效。岭澳核电站燃料管理由二核设计采购队委托维修部技术支持处，启动物理试验由工程部调试队委托维修部技术支持处。该委托书详细规定了双方的任务、责任范围、工作方式等。

#### 12月16日 《岭澳核电站生产准备业绩指标》报告批准

《岭澳核电站生产准备业绩指标》报告经一、二核生产部和维修部经理审查，已于1998年12月16日由二核总经理部批准。该业绩指标体系作为衡量和评估整个生产准备的标准和依据，采用了以绩效为中心的指导思想和目标管理的方法。

#### 12月17日 二核生产部第三批分流人员确定

1998年12月份人员分流计划按期完成，二核生产部第三批分流人员名单已确定。根据双方协议，25名生产人员（一核生产部暂缺1名）在1999年内分批分期到二核生产部报到。

#### 12月22日 环保与应急四统一工作的组织形式确定

1998年12月22日，一、二核生产部联合就环保与应急四统一工作的组织形式向二核总经理部进行了汇报，会议确定了环保与应急四统一工作的组织原则：统一管理、分头实施、充实基层、精干高效。具体组织模式为：在一核生产部经理领导下，陈德淦助理分管负责，各电站的现有职能机构进行具体工作。对外接口由一核职能机构统一负责；对内协调由

两电站的职能机构相互配合。

**12月22日 “生产准备文件与跟踪系统”获奖**

由徐礼新、汤峥嵘、刘革新、史丽萍共同开发的“生产准备文件与跟踪系统”项目，于1998年12月22日获得了由广东核电合营有限公司科学技术委员会评定的“1998年度我公司技术改进三等奖”。

**12月24日 1998届毕业生外部培训结束返回工地**

1998年12月21日至24日，137名1998届毕业生结束外部培训，分批返回大亚湾工地，开始进行现场培训。其中65名属岭澳核电站编制，72名作为生产准备人员分配到广东核电合营有限公司维修部。

**12月28日 设备管理工程师参与一核2号机组第五次大修**

1998年11月16日至12月28日，二核生产部设备管理组（LPE）工程师参加了一核2号机组第五次大修QC工作，从中获得很多技术信息及质量控制经验，证明现阶段一二核QC工作相互支援的做法是有效的。

**12月28日 将一核改进经验反馈给工程部**

1998年10月1日至12月28日期间，设备管理组（LPE）将一核五年内改进经验反馈给工程部，包括机、电、仪三个专业的不同系统及设备共41项，其中20项已在二核实施修改，正在考虑的有13项，未被考虑的有8项，这8项在适当时期由工程部向设计、制造商提出。



## 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*	1995	1996	1997	1998	累计	
1	机组能力因子 %	1号机组	77.90	48.99	77.38	82.45	81.83	82.7
		2号机组	99.40	81.47	67.75	70.60	84.21	
		全厂	86.84	65.20	72.56	76.53	82.62	
2	非计划能力损失因子 %	1号机组	17.20	35.68	3.95	0.20	4.61	1.8
		2号机组	0.50	2.03	8.18	1.50	1.32	
		全厂	10.24	18.86	6.05	0.85	2.97	
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
		2号机组	0	6.72 <sup>a</sup>	1.19	3.22	0	
		全厂	2.86	5.4	3.27	1.51	0	
4	集体辐射剂量/(人·Sv, 单机组)	0.201	0.991	0.827	0.754	0.669	1.27	
5	放射性固体废物量/(m <sup>3</sup> , 单机组)	50	126	97	103	89	54	
6	安全系统 高压安注系统性能	1号机组	—	—	—	0.007	0.003	0.002
		2号机组	—	—	—	0.001	0.024	
		全厂	—	—	—	0.004	0.014	
	安全系统 辅助给水系统性能	1号机组	—	—	—	0.001	0.013	0.001
2号机组		—	—	—	0.001	0		
全厂		—	—	—	0.001	0.007		
	安全系统—应急交电系统性能	—	—	—	0.014	0.003	0.005	
7	热性能 %	1号机组	100	99.75	99.43	98.88	99.7	99.3
		2号机组	100	100	99.81	99.53	99.9	
		全厂	100	99.88	99.62	99.21	99.8	
8	燃料可靠性 Bq/g	1号机组	96.2	498.6	0.04	0.04	0.04	3.6
		2号机组	0.04	72.9	572.2	0.04	0.04	
		平均	48.1	285.75	286.12	0.04	0.04	

续表

分类/代码	统计项目名称	1994	1995	1996	1997	1998	累计	
9	化学指标	1号机组	0.535	0.587	0.33	0.21	0.18	0.22 <sup>#</sup>
		2号机组	0.46	0.392	0.23	0.21	0.19	
		平均	0.498	0.245	0.28	0.21	0.19	
10	20万小时工业安全事故率	0.432	0.157	0.319	0.368	0.132	0.44	

说明：\* 1994年的数据从商运开始统计，不包括调试阶段的值；

△ 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；

# WANO中间值除化学指标以外为截至1997年底的世界压水堆机组水平，单位为每堆·年。化学指标的WANO中间值为1996年的水平。

## 4.2 综合经济指标

分类/代码	统计项目名称	1994	1995	1996	1997	1998	累计
电 量	发电量 /亿 kW·h	122.65	106.14	121.14	124.06	129.38	603.37
	上网电量 /亿 kW·h	116.28	100.58	115.30	118.11	123.09	573.36
	出口电量 /亿 kW·h	78.09	70.04	73.82	74.53	75.77	372.25
	内销电量 /亿 kW·h	38.48	30.54	41.47	43.58	47.31	201.38
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	—
	工业增加值 /百万元	2 464.75	2 468.92	3 144.72	3 277.53	3 543.07	—
	总销售收入 /百万元	5 255.49	5 480.17	6 123.34	6 072.38	6 032.55	—
	出口创汇额 /百万美元	403.10	458.80	472.49	462.29	448.57	—
	职工年平均人数 /人	1632	1350	1191	1150	1129	—
	劳动生产率(按总产值计算) /万元/人	342.12	405.94	514.13	528.03	534.33	—
	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	—
	人均利税总额 /万元/人	54.72	76.09	119.16	141.79	171.49	—
	本年固定资产投资 /百万元	10.24	121.61	1 143.89	63.28	73.05	—
	本年实现利润 /百万元	893.08	1 026.93	1 419.21	1 630.56	1 936.07	—
本年上缴税金 /百万元	0.00	0.30	106.44	122.27	145.21	—	
能 耗	发电标准煤耗 /g/kW·h	365.39	363.08	362.63	364.90	367.04	—
	供电标准煤耗 /g/kW·h	385.40	383.15	381.01	383.30	385.80	—
	发电厂用电率 /%	5.19	5.24	4.82	4.80	4.78	—

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%，商运期为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	1995	1996	1997	1998	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	14
		2号机组	0	6	1	3	0	10
		全厂	6	9	6	3	0	24
	安全系统 高压安注系统性能	1号机组	—	—	—	0.007	0.003	—
		2号机组	—	—	—	0.001	0.024	—
		全厂	—	—	—	0.004	0.014	—
	安全系统 辅助给水系统性能	1号机组	—	—	—	0.001	0.013	—
		2号机组	—	—	—	0.001	0	—
		全厂	—	—	—	0.001	0.007	—
	安全系统—应急交电系统性能		—	—	—	0.014	0.003	—
	燃料可靠性 Bq/g	1号机组	96.2	498.6	0	0	0.04	—
		2号机组	0	72.9	572.2	0	0.04	—
		全厂	48.1	285.75	286.1	0.00	0.04	—
	电厂运行事件数	1号机组	27	17	12	7	10	73
		2号机组	2	18	14	7	5	46
		全厂	29	35	26	14	15	119
	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	—
		2号机组	9.58	13.69	16.28	8.18	7.28	—
		全厂	23.07	19.80	28.91	12.65	14.31	—
	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	—
		2号机组	—	—	—	99.20	99.47	—
全厂		—	—	—	99.25	99.63	—	
电 网 安 全	机组与电网解列 总次数	1号机组	12	4	6	2	4	28
		2号机组	0	8	5	5	1	19
		全厂	12	12	11	7	5	47
	机组与电网非计划 自动解列次数	1号机组	6	2	3	0	2	13
		2号机组	0	5	2	3	0	10
		全厂	6	7	5	3	2	23

续表

分类/代码	统计项目名称	1994	1995	1996	1997	1998	累计	
工业安全	工业安全事故次数	6	2	4	5	2	19	
	工业安全未遂事故次数	7	40	34	42	30	153	
	火灾事故次数	0	0	0	0	0	0	
	火灾未遂事件次数	2	2	14	12	15	45	
	20万小时工业安全事故率	0.432	0.157	0.319	0.368	0.132	—	
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	1.56
		承包商	0.284 5	1.673 6	1.369	1.079 6	0.917 6	5.324 3
		合计	0.401 8	1.982 2	1.654 8	1.507 4	1.338 1	6.884 3
	控制区进出次数	核电站	—	28 798	25 835	30 118	22 698	107 449
		承包商	—	79 196	64 152	64 969	39386	247 703
		合计	—	107 994	89 987	95 087	62 084	355 152
	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	261 800.4
		承包商	—	192 514	160 431.2	166 198	96 103.5	615 246.7
		合计	—	261 217.3	223 362.7	241 309.7	151 157.4	877 047.1
	最大年个人受照剂量 mSv	核电站	3.15	4.38	3.83	10.64	8.36	10.64
		承包商	4.37	18.73	12.13	15.27	9.80	18.73
		合计	4.37	18.73	12.13	15.27	9.80	18.73

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  $\gamma$  照射剂量。

#### 4.4 生产运行指标

分类/代码	统计项目名称	1994*	1995	1996	1997	1998	累计	
因子	机组能力因子 %	1号机组	77.90	48.99	77.38	82.45	81.03	73.55
		2号机组	99.40	81.47	67.75	70.60	84.21	80.69
		全厂	86.84	65.20	72.56	76.53	82.62	76.75
	非计划能力损失因子 %	1号机组	17.20	35.68	3.95	0.20	4.61	12.33
		2号机组	0.50	2.03	8.18	1.50	1.32	2.71
		全厂	10.24	18.86	6.05	0.85	2.97	7.79
	计划能力损失因子 %	1号机组	4.90	16.50	18.67	17.35	14.36	14.36
		2号机组	0.10	18.70	24.07	27.90	14.47	17.05
		全厂	2.92	17.60	21.37	22.63	14.41	15.79

续表

分类/代码	统计项目名称	1994*	1995	1996	1997	1998	累计	
因子	负荷因子 %	1号机组	77.20	45.20	76.10	75.30	73.76	69.51
		2号机组	92.50	77.92	64.10	68.60	76.36	75.90
		全厂	84.85	61.56	70.10	71.95	75.06	72.70
	机组时间利用率 %	1号机组	79.60	47.70	78.00	83.20	83.36	74.47
		2号机组	100.00	81.90	65.30	71.80	83.86	80.47
		平均	89.80	64.80	71.65	77.50	83.60	77.47
	反应堆时间利用率 %	1号机组	81.00	49.80	79.50	84.10	84.76	75.83
		2号机组	100.00	83.30	66.90	74.40	85.80	82.08
		平均	90.50	66.55	73.20	79.25	85.28	78.96
	辅助设备消耗因子 %	1号机组	4.80	6.30	4.60	4.90	4.80	5.08
		2号机组	4.10	4.50	5.00	4.60	4.90	4.62
		平均	4.45	5.40	4.80	4.75	4.85	4.85
能量	发电量 GW·h	1号机组	6 090.95	3 897.53	6 577.46	6 491.23	6 356.77	29 413.94
		2号机组	5 222.39	6 716.81	5 536.43	5 914.84	6 580.94	29 971.41
		全厂	11 313.33	10 614.34	12 113.93	12 406.07	12 937.71	59 385.38
	辅助设备总消耗能量 GW·h	1号机组	293.91	245.35	300.35	317.13	304.25	1 460.96
		2号机组	213.12	301.78	278.35	269.83	325.70	1 388.77
		全厂	507.02	547.11	578.700	586.96	629.95	2 849.73
	反应堆产生的热能 GW·h	1号机组	18 011.86	11 588.25	19 447.20	19 270.22	19 105.35	87 422.88
		2号机组	15 398.49	19 843.56	16 313.64	17 584.05	19 553.54	88 693.28
		全厂	33 410.35	31 431.81	35 760.85	36 854.27	38 658.89	176 116.16
	从燃料获得能量 EFPD	1号机组	259.24	166.83	279.92	277.35	274.98	1 258.31
		2号机组	221.63	285.66	234.80	253.80	281.43	1 276.59
		全厂	480.86	452.49	514.71	530.43	556.40	2 534.90
	毛可用能量 GW·h	1号机组	6 144.55	4 222.79	6 688.07	7 106.67	6 984.94	31 147.02
		2号机组	5 610.36	7 022.58	5 855.64	6 085.72	7 258.34	31 832.64
		全厂	11 754.91	11 245.37	12 543.71	13 192.39	14 243.28	62 979.66
	计划不可用能量 GW·h	1号机组	386.50	1 422.27	1 613.71	1 495.61	1 237.50	6 155.59
		2号机组	5.64	1 611.91	2 081.06	2 405.25	1 247.41	7 351.27
		全厂	392.14	3 034.18	3 694.77	3 900.86	2 484.91	13 506.87
非计划不可用能量 GW·h	1号机组	1 356.69	3 075.26	341.68	17.56	397.19	5 188.38	
	2号机组	28.22	174.98	706.76	128.87	114.08	1 152.92	
	全厂	1 384.91	3 250.24	1 048.44	146.43	511.27	6 341.30	

续表

分类/代码	统计项目名称		1994*	1995	1996	1997	1998	累计
时 间	机组理论运行时间 h	1号机组	8 016	8 760	8 784	8 760	8 760	43 080.00
		2号机组	5 736	8 760	8 784	8 760	8 760	40 800.00
		平均	13 752	17 520	17 568	17 520	17 520	83 880.00
	机组总运行时间 h	1号机组	6 384.20	4 177.00	6 852.90	7 284.30	7 344.40	32 042.80
		2号机组	5 736.00	7 171.30	5 739.00	6 289.70	7 302.00	32 238.00
		平均	12 120.20	11 348.30	12 591.90	13 574.00	14 646.40	64 280.80
	反应堆临界时间 h	1号机组	6 492.50	4 366.20	6 979.90	7 365.20	7 424.50	32 628.30
		2号机组	5 736.00	7 295.10	5 879.40	6 518.10	7 518.00	32 946.60
		平均	12 228.50	11 661.30	12 859.30	13 883.30	14 942.50	65 574.90
	计划全部不可用停运 时间 h	1号机组	359.90	1 303.00	1 582.80	1 464.70	1 197.00	5 907.40
		2号机组	0.00	1 391.30	2 016.00	2 380.50	1 224.00	7 011.80
		平均	359.90	2 694.30	3 598.80	3 845.20	2 421.00	12 919.20
	非计划全部不可用 停运时间 h	1号机组	1 271.90	3 042.50	328.30	10.50	218.60	4 871.80
		2号机组	0.00	76.40	641.00	89.80	115.00	922.20
		平均	1 271.90	3 118.90	969.30	100.30	333.60	5 794.00
	反应堆在可用状态下的 停运时间 h	1号机组	1 211.50	332.10	541.40	40.80	103.00	2 228.80
		2号机组	0.00	212.30	1 153.50	142.80	102.00	1 610.60
		全厂	1 211.50	544.40	1 694.90	183.60	205.00	3 839.40

说明：\* 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<sup>监</sup>测

分类/代码	统计项目名称		1994	1995	1996	1997	1998	累计
气	稀有气体排放	活度/TBq	22.72	80.20	43.63	31.06	23.49	—
		占年限值/%	1.99	7.04	3.83	2.72	2.07	—
体	气溶胶+卤素 排放	活度/TBq	424.00	720.40	228.70	115.65	100.37	—
		占年限值/%	1.12	1.90	0.60	0.30	0.27	—
液 体	除氙废液排放	活度/TBq	89.20	26.94	10.24	11.29	2.49	—
		占年限值/%	12.70	3.85	1.46	1.61	0.35	—

续表

分类/代码	统计项目名称	1994*	1995	1996	1997	1998	累计	
固体废物	水泥桶固体 废物产生量	桶数	41	100	78	78	66	363
		体积/m <sup>3</sup>	72	183	138	146	124	664
	金属桶固体 废物产生量	桶数	134	328	266	287	257	1 272
		体积/m <sup>3</sup>	28	69	56	60	54	267
	合计	桶数	175	428	344	365	323	1 635
		体积/m <sup>3</sup>	100	252	194	207	178	931
环境监测	固定站环境 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	—
		AS2	0.171 ± 0.014	0.178 ± 0.004	0.148 ± 0.004	0.147 ± 0.005	0.146 ± 0.004	—
		AS3	0.139 ± 0.011	0.137 ± 0.004	0.128 ± 0.010	0.146 ± 0.013	0.166 ± 0.005	—
		BS1	0.157 ± 0.010	0.157 ± 0.000	0.117 ± 0.020	0.113 ± 0.004	0.114 ± 0.003	—
		BS2	0.110 ± 0.003	0.110 ± 0.005	0.117 ± 0.003	0.119 ± 0.002	0.114 ± 0.003	—
		BS3	0.139 ± 0.004	0.128 ± 0.004	0.105 ± 0.010	0.095 ± 0.004	0.092 ± 0.004	—
		BS4	0.187 ± 0.019	0.169 ± 0.005	0.126 ± 0.007	0.124 ± 0.007	0.113 ± 0.011	—

## 4.6 维修、改进与质量保证

分类/代码	统计项目名称	1994	1995	1996	1997	1998	累计	
维修申请	维修工作申请票数	预防性	1 713	1 529	2 008	2 303	3 992	11 475
		纠正性	11 687	8 682	5 119	5 502	5 790	36 780
		合计	13 400	10 211	7 127	7 805	9 712	48 255
	年末周转维修工作票数	预防性	—	—	25	42	24	—
		纠正性	—	—	146	70	64	—
		合计	—	—	171	112	88	—
工程改进	不符合项数(NCR)	发出	386	421	87	40	80	1 014
		有条件释放(CR)	30	34	19	25	35	—
		已关闭(CI)	294	411	84	75	50	914
		未关闭(OP)	62	68	63	30	45	—
	工程服务申请数(ESR)	收到	—	—	42	198	270	510
		关闭	—	—	4	94	200	298
		未关闭	—	—	38	142	98	—
	电站改造项目申请数(MR)	收到	229	153	106	49	48	585
		完成	21	70	72	62	34	259
		撤消	—	—	150	26	30	206
		年末未关闭	208	291	175	136	120	—
	质保	纠正行动要求状态(CAR)	签发	265	134	178	94	55
关闭			185	138	185	127	61	696
年末未关闭			80	74	64	50	30	—

说明: \* 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 关闭数据包括 1993 年的数据。

## 4.7 瞬变统计

分类/代码	统计项目名称		1994	1995	1996	1997	1998	累计
1	反应堆升温 设计值:200次/机组	1号机组	8	9	3	1	2	23
		2号机组	6	1	4	4	2	17
		合计	14	10	7	5	4	40
2	反应堆降温 设计值:200次/机组	1号机组	7	10	3	1	2	23
		2号机组	5	2	4	3	2	16
		合计	12	12	7	4	4	39
7.1	甩负荷到厂用电 设计值:160次/机组	1号机组	4	1	0	0	1	6
		2号机组	0	3	0	0	0	3
		合计	4	4	0	0	1	9
9.2	一回路两相情况下波动 设计值:100次/机组	1号机组	13	0	2	0	0	15
		2号机组	17	0	0	0	0	17
		合计	30	0	2	0	0	32
10	热停堆维持 SG 水位稳定 设计值:2000次/机组	1号机组	74	27	9	5	0	115
		2号机组	51	0	2	4	4	61
		合计	125	27	11	9	4	176
21.1	停堆 设计值:230次/机组	1号机组	20	6	3	0	0	29
		2号机组	9	4	1	2	0	16
		合计	29	10	4	2	0	45
32.2	上充流量增加 100% 设计值:300次/机组	1号机组	42	27	3	1	2	75
		2号机组	57	7	5	5	1	75
		合计	99	34	8	6	3	150
36	下泄流量减少 100% 设计值:800次/机组	1号机组	18	5	7	7	7	44
		2号机组	10	2	11	5	8	36
		合计	28	7	18	12	15	80
37	下泄关闭再打开 上充不关闭 设计值:220次/机组	1号机组	21	6	4	0	0	31
		2号机组	16	3	4	0	1	24
		合计	37	9	8	0	1	55
38	上充下泄关闭再打开 设计值:200次/机组	1号机组	2	1	3	1	0	7
		2号机组	4	1	1	1	0	7
		合计	6	2	4	2	0	14
42	RRA 启动 设计值:200次/机组	1号机组	7	11	4	1	2	25
		2号机组	8	2	5	5	2	22
		合计	15	13	9	6	4	47

说明: 1) 1994 栏内数据仅为机组投入商运前的瞬变次数

2) 1995 栏内数据含 1994 年机组商运后的瞬变次数。



## 4.8 人力资源与培训管理

分类/ 代码	统计项目名称	1994	1995	1996	1997	1998	累计	
人 力 资 源	年末员工人数	外籍员工	83	30	23	14	13	—
		中方调入职工	807	795	939	1 062	1 184	—
		中方聘用职工	268	161	104	78	66	—
		合计	1 158	986	1 066	1 154	1 263	—
	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	—
		31~40岁	37	42	37.1	32.55	29.12	—
		41~50岁	10	10	9.5	10.24	8.72	—
		50岁以上	13	10	8.3	6.47	5.6	—
	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	—
		高中	11	10.4	7.9	6.82	5.52	—
		中技	8	9	8	7	6.24	—
		中专	13	14	12.2	10.94	13.92	—
		大专	17	18	18.3	14.61	17.44	—
		大本	45	42.2	48.1	54.86	51.76	—
		硕士	6	6	5.2	5.42	4.88	—
		博士	0.2	0.2	0.2	0.17	0.08	—
		电站员工岗位变换率%	—	—	8.52	16.64	11.49	—
	电站人员授权情况 /人·次	核安全	—	—	884	795	962	—
		辐射防护	—	—	903	818	942	—
		工业安全	—	—	901	845	957	—
		特殊工种*	—	—	205	254	282	—
合计		—	—	2 893	2 712	3 143	—	
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	13 954.23
		承包商及其它	279.73	372.48	456.57	719.28	325.14	2 153.2
		合计	2 481.77	1 902.36	3 714.08	4 039.81	3 969.41	16 107.43
	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作。

## 4.9 物资管理与成本控制

分类/代码	统计项目名称		1994	1995	1996	1997	1998	累计
物资消耗	库存常用物资 (RUN, 万美元)	消耗	—	—	381.70	643.60	416.32	1 441.62
		平均库存	—	—	2 056.78	2 489.70	2 520.33	—
		库存周转/%	—	—	18.56	25.85	16.25	—
	库存战略备件 (SSS, 万美元)	消耗	—	—	229.25	222.64	331.17	783.06
		平均库存	—	—	7 644.00	7 471.33	7 577.67	—
		库存周转/%	—	—	3.00	2.98	4.37	—
	合计 (万美元)	消耗	—	—	610.95	866.24	747.49	2 224.68
		平均库存	—	—	9 700.78	9 961.03	10 098.00	—
		库存周转/%	—	—	6.30	8.70	7.04	—
库存统计	年末库存	品种/项	36 980	43 956	44 186	43 981	44 854	—
		万美元	7 969.31	9 381.00	10 556.40	9 939.16	10 468.00	—
	库存领用	品种/项	9 488	15 676	10 036	13 704	6 659	—
		万美元	533.55	677.41	607.64	866.24	747.49	—
	库存盘点	品种/项	25 596	8 362	14 308	10 178	11 934	—
		差错率/%	6.00	5.00	0.49	0.34	3.04	—
电厂成本	燃料成本	百万美元	67.7	53.8	62.2	58.1	54.6	174.9
	日常运行维修成本	百万美元	26.6	26.2	29.8	27.7	22.2	79.7
	换料大修成本	百万美元	9.6	16.8	20.8	19.9	23.9	64.6
	行政管理成本	百万美元	2.2	2.8	3.3	3	2.2	8.5

- 说明: 1) 库存常用物质指单价少于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) 电站日常运行维修成本中未计入电站员工的工资。

## 4.10 换料大修主要指标

大修代号	101	201	202	102	203	103	204	104	205	
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	
解列日期	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	
并网日期	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	
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	
解列-并网/天	69.2	46.9	111	56	65	59.6	54.5	55.4	48.6	
解列-满功率/天	203	52.2	116	61	71	64.1	59.6	60.5	56.1	
核电站 运行事件 (LOE)	人因	5	6	7	3	4	3	0	2	3
	设备	0	1	0	1	2	0	0	1	0
	设计	3	0	1	1	0	0	0	0	0
	事件总数	8	7	8	5	6	3	0	3	3
	其中:1级事件	2	3	1	0	1	1	0	1	0
内部运行 事件* (IOE)	人因	15	7	9	8	13	12	14	12	26
	设备	4	1	2	1	8	2	10	15	8
	设计	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	事件总数	20	8	11	9	21	14	24	27	34
人身安全										
人身轻伤	0	1	1	1	0	2	1	1	0	
未遂事件	16	8	13	12	6	10	3	4	6	
火灾事故	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
火灾未遂	6	2	2	2	1	2	1	2	2	
辐射防护成本										
集体剂量/人·mSv	1 018	534	829	807	511	551	474	544	573	
个人剂量在7~20 mSV 间的人数比/%	1.53	0.4	0.7	0.3	0	0.3	0	0	0	
体表沾污人次	5	4	3	2	3	6	3	1	3	
大修费用(百万美元)	18.195	11.018	8.357	8.897	7.646	10.328	8.073	8.728	7.136	

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; 两次大修的实际开工日期分别为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(1998年)	原因	机组
1	1月24日	按计划停机停堆进行第四次换料大修	
2	6月10日	由于中电130 kV母线跳闸导致400 kV系统出现负序电流, 且核电负序继电器201XI整定值减少为0.02 (应为0.05), 1998年6月10日凌晨3:46, 出现1GPA013AA (负序一级报警), 1号机组以10 MW/min降负荷至882 MW, 由于负序二级报警触发, 发电机出线开关0GEW350/351JA跳闸, 机组甩负荷到带厂用电运行, 核功率降到30% P <sub>n</sub> 。5:30 1号机组重新并网成功, 10:30 电功率升到905 MW 稳定运行处理GCT115VV故障, 17:00 电功率升至970 MW	1号机组

续表

序号	日期(1998年)	原 因	机组
3	7月3日	1998年7月3日9:15, 1号机组保持900 MW运行, 由于1CRF001PO起火导致汽机跳闸; 10:52重新并网, 12:20升功率到380 MW, 17:20升功率到400 MW并维持此功率水平稳定运行。CRF001PO维修完毕投运后, 7月6日21:00, 升功率至500 MW, 因维修CRFS06FI转动故障, 停运1CRF002PO, 继续保持此功率水平运行。7月9日0:00启动1CRF002PO, 6:00开始升功率, 7:45升到900 MW稳定运行处理GFR滤网故障, 13:20继续升功率至970 MW。7月10日15:40因处理GFR滤网又降功率至900 MW运行, 18:45~19:07升回满功率970 MW运行	1号机组
4	7月30日	因发现1ARE040VL阀盖泄漏, 1号机组于1998年7月30日19:48与电网解列, 机组后撤至正常冷停堆。8月3日14:00机组并网, 20:35机组负荷升至815 MW运行。8月4日20:16~21:36机组负荷从820 MW升至960 MW, 8月5日6:45机组升负荷至975 MW稳定运行	1号机组
5	11月16日	按计划停机停堆进行第五次换料大修	2号机组

## 4.12 机组降负荷统计表

序号	开始日期 (1998年)	功率水平/MW		负荷运行时间/h	机组
		初始	最终		
1	1月9日	900	600	346.5	1号机组
2	4月1日	984	500	0.3	
3	4月10日	900	760	72.8	
4	6月9日	966	920	0.3	
5	7月1日	966	900	57.2	
6	7月10日	970	900	1.4	
7	7月17日	973	928	7.5	
8	7月19日	980	938	4.3	
9	7月23日	970	935	136.1	
10	9月30日	973	900	240.8	
11	10月10日	900	760	132.0	
12	10月31日	900	760	828.9	
13	12月5日	766	680	0.6	
14	1月23日	980	800	276.1	
15	2月24日	984	760	342.0	
16	3月23日	988	500	0.3	
17	6月12日	984	900	4.7	
18	7月1日	975	900	77.0	
19	7月10日	980	930	9.3	
20	7月11日	980	915	4.7	
21	9月30日	975	900	231.9	
22	10月10日	900	800	138.1	
23	10月16日	800	760	727.5	

## 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-1-980001 1998.1.9	0	低功率运行时 $\Delta I$ 超出运行图 I 区和 G 棒插入	1CRF002PO 减速箱振动超标, 机组在寿期末从 900 MW 降至 600 MW, 引起反应堆氙毒变化, 轴向功率偏差 ( $\Delta I$ ) 控制困难, 为满足技术规范 12 小时内必须抽出 G 棒的要求, 提出 G 棒时, $\Delta I$ 超出运行图 I 区; 由于 $\Delta I$ 继续右移, 不得不重插 G 棒, 违反了技术规范	人因: 缺乏寿期末 $\Delta I$ 控制的成熟经验; 运行与监督沟通不足; 技术规范条款不清, 定量的技术支持不够
LOER-1-980002 1997.10.12	0	PTRGL02 定期试验超期	PT1RGL02 定期试验没有严格按 GOR 周期执行, 超出规定周期 8 h, 违反了技术规范要求	人因: 运行对因故后推的试验跟踪不力; 安全监督未能提前给出试验要超期的警告
LOER-1-980003 1998.2.15	1	1RCV 系统再线问题导致 RRI 跑水	2月15日在做 1RCV 系统公用部分再线时, 由于再线文件有误, 打开 1RRI205VN, 导致 2RRI 向 1RRI 跑水, 2RRI001BA 出现危急水位, 在操纵员关闭 1/2RRI 连通阀后 (9RRI44/322VN), 跑水停止, 但 1 号机组乏燃料水池失去冷却 6 min, 乏燃料水池温度上升 4℃	人因: 文件准备及检查人员不十分明确再线的边界范围; 辅助的图纸不够简单明了
LOER-1-980004 1998.2.12	1	1RRI040/58/59VN 电动头涡轮磨损	在 1 号机组第四次大修对 RRI 公用负荷管线隔离阀 1RRI040/58/59VN 阀门电动头做解体检查时, 发现三个阀门电动头涡轮严重磨损, 连同 2 号机组发现 2RRI41/58VN 同类磨损, 认为这属共模问题	设备: 传动蜗杆齿面加工精度不够, 转动时增加摩擦损耗; 主动伞齿轮和输出主轴之间装配间隙大
LOER-1-980005 1998.2.13	0	1RCP036MD 型号与要求不符	在 1 号机组第四次大修核岛变送器查漏过程中, 发现 1RCP036MD 有多个漏点, 经核实, 该变送器的型号与要求不符, 其最大承受静压为 14.0 MPa, 小于其正常工作压力 15.5 MPa, 初步检查此变送器是在 1995 年 2 月错换上去的	人因: 人员技能和经验不足; 用于质量控制的检验单上没有阀门工作压力的要求
LOER-1-980006 1998.3.19	0	ETY 氢复合器与 RIS53/54VP 未按 GOR9 要求做试验	根据 GOR 的规定, ETY 氢复合器每 6 个月 1 次冷试; 每年 1 次热试; 每 5 年 1 次性能试验; RIS53 /54VP 每 2 年 1 次可操作性试验; 但由于技术和管理原因, 电站从商业运行以来一直没有进行过相关试验, 违反技术规范的要求	人因: 安全监督部门对运行以外的试验监督不够; 大修相关试验管理不完善; 管理会议决定落实跟踪不力
LOER-1-980007 1998.2.18	0	大修定期试验 PTRIS010 不合格, 违反技术规范	PTRIS010 定期试验目的在于通过测量 RCV 泵水头及向冷端注入流量来验证高压安注泵的运行特性。由于规程原因, RCV 泵水头 $\Delta H$ 计算有误, 由此得出试验合格的结论。但在大修后重新审查该规程, 用正确的 $\Delta H$ 计算时发现此试验是不合格的, 违反了技术规范的要求	人因: 执行和监督人员对规程理解不够; 试验准备不足; 试验规程上的 $\Delta H$ 计算公式错误, 步骤复杂

续表

事件编号及 发生日期	事件 分级	事件 名称/简述	事件后果	事件原因
LOER-1-980008 1998.7.29	1	1ARE040VL 阀盖泄漏	从1998年6月26日开始,运行人员发现1RPE011PS的水位有上涨的异常现象,上涨速率为6cm/h,经取样分析确定为二回路泄漏。运行和维修人员分别于7月11、22、28、29日共四次进入RX厂房查漏,最终确定泄漏发生在主给水母管RX侧的隔离逆止阀(ARE040VL)的阀盖部位,机组被迫后撤至正常冷停堆进行维修	设备:阀盖与阀体密封面出现冲刷沟痕 人因:人员的技能不足和质量控制手段不够,造成阀门回装时密封平整度不符合要求留下隐患
LOER-1-980009 1998.10.26	1	1EAS183/ 184VB 支 管路裂纹	1EAS184VB支管路因出现裂纹分别于1997年及1998年5月出现两次微小泄漏。在对其余相应管路作渗透检查后发现1EAS183VB支管与再循环管线接口处也出现裂纹。初步调查结果,认为事件是由于管路振动所致,属设备共模故障	设备:孔板位置和 管道支架布置不合 理,导致管道震动 出现疲劳损伤
LOER-1-9800010 1998.11.25	0	1LNE 配 电盘完全失 电	1998年11月25日凌晨,1LNE002DL内部故障跳出口开关,MEE值班人员在处理过程中,拔出006XR导致1LNE001/003DL跳闸,1LNE系统完全丧失。造成机组处于电站从未设想过的不安全瞬态	人因:应急值班人员 夜间处理故障时,没 有进行风险分析就动 设备
LOER-2-980001 1998.9.10	0	临时修 改技术规 范以消 除2LND火 灾风险	由于2LN*系统电容器运行温度高需要更换,存在可能因LND失电而由AIWT信号引起跳堆或安注误动的风险,为此电站安全委员会召集各方面的专家经过多方面的讨论和论证,在考虑可能的火灾风险和经过PRA分析,并在做足工作风险分析及应变措施的情况下,决定过程中短暂退出AIWT保护,并严格限制工作时间小于2小时。该工作分两次进行,9月1日结束。根据GNPJVC管理规程《技术规范遵守IP/NSIP/132》,该行动作为电站运行事件向核安全局通报	人因:电站安全委 员会(PNSC)考虑到 在更换电容器2个小 时的过程中可能出现 AIWT信号而引发停 机停堆和安注的风 险而作出闭锁AIWT 信号违反技术规范要 求
LOER-2-980002 1998.11.10	1	错误关 闭2DVC118VA 导致2DVC 碘过滤器长 时间不可用	检查发现2DVC118VA风门挡板处于关闭位置,这造成了2DVC碘过滤器将近1个周期的长时间不可用,违反了技术规范书中对DVC系统可用性的要求	人因:运行和维修人 员对该风门的功能要 求不清,将“开”的 要求变成了“关”
LOER-2-980003 1998.12.9	0	机 组装料 期间安 全壳完 整性破 坏	2号机组第五次大修安全阀VVP109/115VV阀座检查工作需要,在1号蒸汽发生器二次侧入孔门尚未关闭的情况下,恢复原终止的“拆装上述安全阀堵板”工作票并拆走堵板,导致在装料期间安全壳大气经1号蒸汽发生器二次侧与外部相通,安全壳完整性破坏,违反技术规范要求	人因:拆临时堵板的 核安全相关性的计 划管理、维修质量 控制和中止票管理 保证手段不完善; 工作人员对其过 程了解也不充分

续表

事件编号及 发生日期	事件 分级	事件 名称/简述	事件后果	事件原因
LOER-2-980004 1998.12.11	0	低压安注及安全壳喷淋再循环管线因充水排气不充分导致不可用	205大修 EAS 及 LHSI 再循环管线的充水排气不充分, 这造成了换料冷停堆期间的 LHSI 及 EAS 的 A 列再循环管线不可用, 当时机组要求 A 列可用, 违反了技术规范中对 LHSI 及 EAS 系统可用性在换料冷停堆期间的要求	人因: 不按规程的要求执行; 质量控制过程不完善; 沟通不足
LOER-2-980005 1998.12.16	0	设备仓门与生物屏蔽门同时开启和不能快速关闭	装料期间检查发现 2RX 20 米设备仓及生物屏蔽门同时处于开启状态, 而且供电失去不能关闭, 造成第三道屏障在燃料破损时的紧急关闭功能不可用, 违反技术规范的要求	人因: 20 米管理人员对安全状态要求了解不够; 沟通不足

## 4.14 工业安全和消防统计

### 4.14.1 工业安全事件汇总

事件编号	事件时间	位置或系统	描 述
N1998001	1998-1-19	1DVC	在执行 1PTDVC003 过程中, 开启 W707 房门后因房门负压大, 关门时身避不及, 挤伤手指, 无工时损失
N1998002	1998-1-31	1ADG	HNMC 仪表人员在未取得工作许可证情况下将 1ADG009VV 的仪表控制部分拆除
N1998003	1998-2-1	1STR	OPO 一现操工作时, 不慎碰到 1STR308/309VV 热管, 烫伤手掌, 无工作时间损失
N1998004	1998-2-5	ESP OPH1998003	OPH/RP 一凯利员工下班时路过 1 号机龙门架时, 不慎被电缆架撞伤头部, 未损失工时
N1998005	1998-2-9	1GEV	东北电建一人在做 1GEV301TP 改造工作时, 不清楚冷却器内部压力, 打开时盖板弹起, 将脸部击伤
N1998006	1998-2-9	1SEC	MSM 人员在进行 1SEC002FI (B 列) 拆卸堵头工作时走错间隔, 错拆 A 列堵头, 导致跑水和 SEC 廊道积水
N1998007	1998-2-27	2GFR115FI	OPM/MR 与 OPO 人员一同到现场实施 1GFR115FI 作业隔离措施时, 发现隔离阀标志牌与系统图不符, 险些造成隔离错误
N1998008	1998-3-4	BA	华兴维修队在 BA 楼前施工使用的移动式脚手架 (约 7 m) 倾倒, 险些砸伤行人
N1998009	1998-3-9	1GPA	12:30 分 ME 人员在检查 1GPA301AR 柜内辅助 TC 时发现 1GPA133TI 电流互感器中性点未接地
N1998010	1998-3-19	1STR	OPO 在执行 PW5696 中未按要求隔离 2STR818VL, 被工作负责人发现, 通过 OPO 重作隔离, 未造成人员伤害

续表

事件编号	事件时间	位置或系统	描 述
N1998011	1998-3-19	1APP	约 21 点 20 分, 1APP155YP 仪表管突然断裂大量蒸汽漏出, 未造成人员伤害
N1998012	1998-6-26	0SRE	OPO 在做 0SRE203PO 进口阀隔离时, 未关毕。当检修人员将泵解体时, 导致系统漏水
N1998013	1998-7-5	2APA	维修人员错拆电动泵前置泵下方的暖泵水法兰, 造成水汽漏出, 有烫伤风险
N1998014	1998-7-27	1AHP	在对 1AHP202D1 紧固时, 敲打螺帽不慎, 打伤右手虎口, 未损失工时
N1998015	1998-8-3	1SAR	在实施 9PW8139 隔离时, 应关闭 1SAR002、003VL, 但操作人员误关了 1SAT002、003VL
N1998016	1998-8-17	VA	MAM 一员工持 PW 许可证做 0XCA002F1 年检时, 发现隔离不完善, 拆设备时, 有热水流出
N1998017	1998-8-18	设备码头	一员工在安装 190 吨吊车轮子时, 挤伤手指
N1998018	1998-8-19	1MX	一员工清洁厂房时, 出现中暑症状, 休息后恢复正常
N1998019	1998-9-8	9ASG001DZ	MGS 人员无许可证拆除 9ASG001DZ 保温层
N1998020	1998-9-15	1DEG201CO	转机处维修 1DEG201CO 的人员持 PT 许可证在未通知主控室的情况下, 断开 LHB6.6KV 电源
N1998021	1998-9-16	NB669	在 NB669 做 DVN002FP 更换的人员撤离时, 误将运行现场操作员关闭在封闭的房间内
N1998022	1998-9-19	9REA002BA	在执行 9REA002BA 排水时, 固定浮顶的吊带被意外拉断
N1998023	1998-9-30		9 月 30 日, MEE 人员在使用举高车作业后, 发现液压耦合器四个螺栓断开, 一根油管损伤
N1998024	1998-10-14	AC	MS、MRM 人员在检修 1RCV003PO 作业中, 操作不当, 挂断一根小吊链, 擦碰泵体
N1998025	1998-11-13	N225	OPO 人员巡检打开 N225 至 N227 房门时, 一根靠门放置的脚手架管倒下, 轻微擦伤腿部
N1998026	1998-11-26	2MX16 米	淮电公司一名员工在收电源线时, 将旁边一警示围栏拉倒, 掉入 GGR 油室, 险些砸伤下面人员
N1998027	1998-11-26	LX	MSM 人员检修 2SAR488VA 时, 系统未泄压
N1998028	1998-11-26	VVP	MGS 起重工在起吊 2VVP002VV 时操作不当, 造成阀体吊起后翻转
N1998029	1998-12-8	EU	OPO 一值人员下班时, 5 人共乘 EU 电梯, 造成超载停运, 人员被关约半小时
N1998030	1998-12-12	2RX	12 月 12 日 OPO 隔离 2RCP059MT 时有误, 当 MIC 人员打开探头时, 少量一回路水喷在作业人员身上
N1998031	1998-12-14	N229	C23 公司一员工在 RCV 泵房间 (N229) 进行起重横梁改造作业时, 手指被挤伤, 未造成工时损失
N1998032	1998-12-19	2KX-6.7 米	12 月 19 日, 2EAS001BA 大量碱液流至 KX-6.7 米地面



## 4.14.2 火警未遂事件汇总 (15 起)

事件编号	时 间	位置或系统	分类	描 述
N98001	1998.01.01	2GST	电气	OPO 运行人员巡检闻到 2GST002AR 有焦味, 打开发现里面电缆由于过热已烧毁, 发烟很大、停电, 无明火
N98002	1998.01.19	0SHY	人因	OTS 人员和 OPM 人员启动 A 列电解槽准备取氧侧气样, 约 10~15 分钟后听到一声响, 像汽球爆破, 见到火光在氯侧软管内窜动约几秒钟, 后查明 4 个槽箱氢侧燃烧
N98003	1998.01.24	1GRH	设备	401RF 氢冷器下法兰在停机 6 小时后发生严重泄漏, 机壳内压力迅速下降, 现场操作员发现漏气, 附近有明显“滋滋”声。主控制室广播通知 1MX 人员撤离, 1S 测氢确认, 运行随即实施紧急吹扫
N98004	1998.01.25	1DEG	设备	301GF 制冷机电机非驱动端轴承过热 (未报警) 造成塑料观察窗爆裂, 热润滑油喷出, 产生烟雾
N98005	1998.04.23	0SHY	人因	制造厂专家与 OTS 人员启动 A、B 列电解槽取气样送化验待查时, 电解槽发出爆响, 105、108LN 视镜裂缝 (未脱落), 111LN 塑管发黑
N98006	1998.05.11	2LX	其它	2JDT201AR 出现火警, 运行人员发现电容器爆燃, 于是断开开关, 用二氧化碳灭火器扑灭余火
N98007	1998.05.22	1ATE	其它	1ATE001TS 整流变压器故障过热冒出浓烟, 主控制室运行人员启动一、二、三级消防干预队。经隔离 1LKX、1LK Y 后, 停止冒烟
N98008	1998.07.03	1PX	电气	CRF001MO6.6KV 电机中性点端子箱有一相过热, 燃断起弧, 箱内冒出火焰及浓烟, 现场增压泵房 JDT 报警, 有两名现场人员用电话向主控制室报警。持续 11 分钟。一级干预人员用灭火器将明火扑灭
N98009	1998.07.06	0LNM	电气	001TR 稳压谐振电容器 (第一组第二个) 爆裂冒烟, 幸有 ME 人员在现场工作, 闻到异味, 找到故障点后停电处理, 未用灭火器
N98010	1998.07.27	1LX	电气	L816 电梯机房内一台临时电扇 (散热用) 因长期运行, 故障起火, 由运行人员发现用干粉灭火器扑灭
N98011	1998.09.10	2MX	人因	9 月 10 日, OPO 人员发现, 2APP 泵油室消防水喷淋阀 1JPH123/125VT 被关闭, 经查, 失控时间约 102 小时
N98012	1998.11.15	L444	电气	OPO 人员启动 2APA001PO 时发现异常信号, 检查发现 2LGE201 一小电机过热冒烟
N98013	1998.11.16	EA	电气	中央空调风机一电源线的包裹绝缘带老化, 引起短路, 绝缘烧焦冒烟
N98014	1998.12.11	2LGB	电气	201 开关合闸后, 其直流蓄能电机冒烟烧毁
N98015	1998.12.19	2LKQ	电气	021 开关合闸 (主控制室遥控启动 2SEN101PO) 时, 开关柜后垂直母线下支架处发生短路, 母线中相烧断, 上游 LGA6.6 kV 跳闸

## 4.15 辐射防护事件汇总

序号	发生时间	事件性质	事件描述
1	1998.03.27	放射性物质失控未遂事件	一辐射防护人员用一活度为 12.4 kBq 的 $^{60}\text{Co}$ 放射源在办公室检定一台便携式谱仪时, 清洁工误认为该源为不用的废物, 将其回收到垃圾桶中。该员工很快发现放射源不见了, 立即到处查找, 后在垃圾桶内将该源找回
2	1998.09.01		一检修员工擅自将带有放射性的工件从热车间 AC 拿到冷车间 AA 进行加工处理, 经辐射防护人员发现后及时制止, 检测车床和现场, 未发现放射性扩散
3	1998.09.03		一化学分析员工取一回路水样后在送往实验室 AL 途中因未留心运送小车本身缺陷和路面状态, 在到达 AL 后发现少了两个样品, 遂返回寻找, 最后在 2MX 厂房外的垃圾箱内找到
4	1998.12.17		辐射防护人员在厂区内 UD 门例行检测常规垃圾时发现两袋垃圾中含有微量放射性。经查是来自 2 号反应堆厂房外龙门架下, 估计是大修中吊运专用工具时有少量放射性灰尘落在地面上, 后又被清洁工打扫并回收作为常规垃圾
5	1998.12.21		辐射防护人员在厂区内 UD 门例行检测常规垃圾时发现两个含有放射性 $^{131}\text{I}$ 核素的过滤器芯。经查它们来自 2DVC001/002PI 碘过滤器, 事前因做过过滤器效率试验时证实不合格, 遂通知检修人员更换。但检修人员不知其有放射性, 在未检测的情况下将其作为非放射性废物扔掉
6	1998.02.20	人员体表沾污事件	一 Framex 员工在检修换料机设备时因未按规定戴纸帽造成头部沾污, 污染水平约为 $150 \text{ Bq/cm}^2$ , 面积小于 $10 \text{ cm}^2$
7	1998.11.25		一 Framex 员工在检修 2RIS006VP 阀门时, 用戴着塑料手套的手扶眼镜擦汗, 造成脸部沾污水平达 $1000 \text{ Bq/cm}^2$ , 面积约 $20 \text{ cm}^2$
8	1998.12.02		一检修人员完成当天的主泵检修工作后在去除个人的防护面罩时造成个人胸、背和面部沾污, 最高污染水平约 $12 \text{ Bq/cm}^2$
9	1998.12.12		一 Framex 人员在检修 2RCP059MT 温度探头时, 水从管道喷出并溅在全身, 造成头部大面积沾污, 最大污染水平约 $20 \text{ Bq/cm}^2$
10	1998.03.06		控制区地面沾污事件
11	1998.03.08	一运行人员在检查和操作 9TEU001EU 时, 废水从 9RPE043VE 阀门外泄, 造成 N238 和 N250 房间地面沾污, 污染水平为 $12 \text{ Bq/cm}^2$	
12	1998.03.08	一辐射防护人员在用小推车运送防护器材时发现车轮被沾污, 遂报告并顺原路检查, 结果发现核辅助厂房的主要人员通道都有污染, 且呈“热粒子”型, 污染水平从 100 到 $6000 \text{ Bq/cm}^2$ , 最大剂量率约 $49 \text{ mSv/h}$ 。经调查和分析, 认为污染源来自废物回收存放点, 现场服务人员曾在该区域对一些沾污的防护器材进行过去污, 而且发现去污现场的管理不规范	
13	1998.07.14	检修人员在更换 9TEU001FI 过滤器前做疏水操作, 因上游 9RPE299VE 阀开度太大而下游 9RPE939VE 阀开度太小, 结果废水外溢, 并沾污地面约 $1 \text{ m}^2$	

续表

序号	发生时间	事件性质	事件描述
14	1998.07.23	控制区地面沾污事件	辐射防护人员巡检时发现 NC233 房间地面有水, 经查水来自一个接水槽, 通知运行人员一道查找, 证实上游 9RPE910VP 阀门未关严, 造成地面沾污约 4 m <sup>2</sup>
15	1998.11.30		运行人员在 ND331 疏水时因 9RPE370VP 开度太大, 水从下游接水槽溢出造成地面沾污 9 m <sup>2</sup> , 污染水平约为 20 Bq/cm <sup>2</sup>
16	1998.12.03		维修人员在打开 RPE130VP 准备检修时, 上游管道积存的废水溢出, 造成 R184 房间被淹, 使地面原有的沾污扩散
17	1998.12.05		运行人员在做 2PTR/RRA 水传输时, 因 2EAS126VE 阀处于解体状态, 结果有约 18 m <sup>3</sup> 的水溢出, 使 2KX-6.7 m 被淹; 待排水去污后, 因未仔细确认阀位的情况下打开 2PTR163VB 阀时, 又有 10 m <sup>3</sup> 的水跑出并再度污染 2KX 6.7 m, 沾污水平为 100 Bq/cm <sup>2</sup>
18	1998.12.12		检修人员在打开 2RCP059MT 温度探头并准备检查时, 大量水从开口处喷出, 造成 2RX 5、8 和 11.5 m 部分地面沾污, 污染水平约 60 Bq/cm <sup>2</sup> , 经查是上游的隔离阀未关
19	1998.12.20		由于再线错误, 使 2PTR001BA 的水进入 2EAS001BA (碱罐) 并造成碱水溢流, 使 2KX-6.7 m 地面沾污, 污染水平约 100 Bq/cm <sup>2</sup>
20	1998.12.20	在 2RCP 静态排气时, 因 2RPE002BA 水位过高, 使水溢出并经 2EBA001ZV 风机法兰处喷出, 造成 2RX 5m 环廊部分地面沾污, 污染水平约 30 Bq/cm <sup>2</sup> ; 在 12 月 24 日又发生了同样的事件	

## 4.16 特许申请汇总

根据机组运行状况要求, 1998 年 GNPS 向国家核安全局提交了六份特许申请, 其中 1 号机组一份, 2 号机组三份, 另二份适用于两台机组, 其中一份为通用特许申请。六次特许申请内容和实施概况见表 4.16-1。

所有特许申请均经国家核安全局审评批准后实施, 并严格遵守申请中承诺的预防措施和补充安全措施。

表 4.16-1 广东大亚湾核电站 1998 年特许申请汇总

序号	GNPS 申请	标题	影响	执行状态	技术规范	NNSA 批准号
1	GJO-600056-LIC	关于 2 号机组在 2RRA 021VP 泄漏的情况下继续启动试验和维持正常运行的申请				LIC-600018-GJO
2	GJO-600068-LIC	关于暂停执行 GOR III 中 ETY 氢复合器可用性要求条款的特许申请		GNPS 通告已于 10 月份完成了氢复合器的冷态和热态试验 (低功率和高功率试验), 结果满意, ETY 恢复可用	GOR III Table-4-2	* NNSA 未同意该特许申请

续表

序号	GNPS 申请	标题	影响	执行状态	技术规范	NNSA 批准号
3	GJO-600083-LIC	延长 2RCV 003PO 不可用安全期限的特许申请			GOR III Table-4-2	LIC-600039-GJO
4	GJO-600101-LIC	关于进行 1RCV003PO 预防性维修的特许申请				LIC-600051-GJO
5	GJO-600113-LIC	关于安全壳贯穿件试验时临时中断乏燃料池备用冷源的通用特许申请				LIC-600061-GJO
6	GJO-600126-LIC	在 2ASG003 PO 全流量试验结果不满足 GOR IX 准则的情况下, 继续运行一个燃料周期的特许申请				LIC-600068-GJO

## 4.17 改造项目汇总

1998 年完成的机组改造项目清单 (按机组号和系统字母顺序排列)

序号	改造项目号	机组系统	改造内容
1	MR-OPA-960004	0DSI	现场保安系统改造
2	MR-OTS-970014	0GEW	400 kV/500 kV 系统断路器失灵保护加装跳闸出口压板
3	MR-OCS-960003	0MIS	在 AB 仓库内增设湿度控制储存区域
4	MR-OPT-960007	0SEA	混床取样管线出口安装止回阀
5	MR-OPT-960005	0SED	安装钠表、硅表自动冲水管道
6	MR-OPT-940029	0XPA	XPA 主油箱漏油改造
7	MR-OTS-970005	1ADG 1GCT	用新设计制造的压缩空气罐更换旧压缩空气罐
8	MR-OPM-960041	1APP	APP 给水泵出口压力低报警
9	MR-OTS-970035	1ATE	增加 SAT 为 ATE 备用气源, ATE 空压机故障信号送 PLC, 增加 ATE 混床出口管电磁阀
10	MR-OPM-950036	1CAR	CAR001AR 控制柜冷却改造
11	MR-OTS-960016	1CFI	CFI 冲洗管线的更换
12	MR-OTS-970007	1CFI	CFI 加氯点增加转子流量计
13	MR-OTS-980024	1CRF	CRF 电机中性点改造
14	MR-OPO-970004	1GEV	在主控制室增加 6.6 kV 及发电机数字式电压表
15	MR-OTS-970023	1GEV	主变压器冷却系统改造
16	MR-OPT-940019	1GFR	GFR 主油箱漏油改造
17	MR-OPT-940030	1GGR	GGR 主油箱漏油改造
18	MR-OPM-960043	1GSS	GSS015/016ID 国产化
19	MR-OPM-960032	1KRG	KRG203/204/205AR 控制机柜冷却改造

续表

序号	改造项目号	机组系统	改造内容
20	MR-OPO-970006	1MIS	CEX、APU 系统增加双隔离阀
21	MR-OTS-960007	1MIS	反应堆压力容器顶盖支座屏蔽体改造
22	MR-OTS-950027	1PTR	增大安全阀排放能力 PTR10/11/12CR
23	MR-OTS-960006	1PTR	TEP/PTR, TEP/TER 连接管线改造
24	MR-OTS-960004	1REN	稳压器汽相排汽至 TEP 前置管线改造
25	MR-OPM-960015	1RPR	更换 RPA/RPB 指示灯, UP/UD 加保护罩
26	MR-OPO-970005	1SEK	SEK001/002BA 向下移位, GSY 向 SEK 排水管加长
27	MR-OPT-950014	1SIT	取消 SIT175/195/215/235/330/065/070/135/155SD 报警 180AA
28	MR-OTS-990003	2APP	APA101VL、APP101/201VL 安全阀改造
29	MR-OTS-970035	2ATE	增加 SAT 为 ATE 备用气源, ATE 空压机故障信号送 PLC, 增加 ATE 混床出口管电磁阀
30	MR-OTS-980001	2CEX	CEX017VL 阀门改造
31	MR-OTS-960016	2CFI	CFI 冲洗管线的更换
32	MR-OTS-980024	2CRF	CRF 电机中性点改造
33	MR-OTS-950028	2DVN	消除冷更衣室凝结水
34	MR-OTS-980038	2GCT	GCT 大气排放更换阀定位器改造
35	MR-OPO-970004	2GEV	在主控制室增加 6.6 kV 及发电机出口数字式电压表
36	MR-OTS-980037	2GEX	励磁机密封改造
37	MR-OPT-940020	2GFR	GFR 主油箱漏油改造
38	MR-OPT-940031	2GGR	GGR 主油箱漏油改造
39	MR-OTS-980040	2GME	GGR/GME 端子箱移位
40	MR-OTS-980021	2GSY	GSY001/006AR 加试验灯
41	MR-OTS-960010	2LHP	闭锁报警信号 U21
42	MR-OTS-980027	2MIS	常规岛控制机柜通风改造
43	MR-OTS-980016	2PMC	换料机定位光电探头改型
44	MR-OTS-980029	2PMC	换料机刹车片改型
45	MR-OTS-950027	2PTR	增大安全阀排放能力 PTR10/11/12CR
46	MR-OTS-960006	2PTR	TEP/PTR, TEP/TER 连接管线改造
47	MR-OPO-960002	2REN	REN012MG 硼表流量低主控制室报警改造
48	MR-OTS-960004	2REN	稳压器汽相排汽至 TEP 前置管线改造
49	MR-OTS-980007	2RIS	RIS 21 000 mg/kg 浓硼箱改造
50	MR-OPT-950002	2SIT	SIT 系统测量管线加阀门
51	MR-OPT-950014	2SIT	取消 SIT175/195/215/235/330/065/070/135/155SD 报警 100AA
52	MR-OTP-950011	9HHB	HHB 供气站改造
53	MR-OPT-940018	9SKH	SKH 系统漏油改造
54	MR-OPT-960009	9TEG	从 9RAZ 引管供氮气标定氧表
55	MR-OTS-960005	9TEP	增加 TEP001/002DE 除气器旁路管线

#### 4.18 大亚湾核电站 1998 年继电保护装置动作统计

时 间	动作情况简述	保护类型	动作原因
1998-04-10	1GPA 负序保护动作, 将高压开关 350JA, 351JA 跳闸, 1 号机组与电网解列, 带厂用电负荷运行	负序保护 201 XI	香港电网 400 kV 线路故障以及 201 XI 定值偏小

## 第五章 专题报告

### 合营公司生产线组织机构的一次重大调整

濮继龙 刘德强

为了贯彻中国广东核电集团关于未来大亚湾现场实行群堆管理模式的指导思想，合营公司于1998年上半年对生产线的组织机构作了一次重大调整。这是合营公司在管理工作上又一次蛙跳式的进步。

于大亚湾核电站1994年顺利投产之机，中央适时提出了广东核电“以核养核、滚动发展”的方针。在此精神指导下，以大亚湾核电站为参考电站的岭澳核电站在相距1公里处动工，预计于2002年前后投产。几年来的实践证明，“以核养核、滚动发展”的方针是正确可行的。几年来，大亚湾核电站（一核）运作良好，创造了一个又一个安全运行佳绩，合营公司以落实五年计划为契机，管理正逐步升级。岭澳核电站（二核）进展顺利，三大控制状况良好。我们所面临的新的机遇与挑战，就是认真贯彻落实党的第15次全国代表大会精神，努力发展生产力，努力发展广东核电事业，也包括发展广东核电合营有限公司本身。一核与二核，虽分属两个所有制形式不同的公司，但厂址相距如此之近，如何最有效地实现现场统一管理，成为我们面临的一个紧迫任务。这次现场生产线的调整，就是为了向未来现场管理模式过渡而采取的一个重大步骤。

#### 1. 生产线机构调整的意图与前提

经过广泛深入的调研与讨论，现场四台机组将实行群堆管理，这一点已经没有异议了。这样做，能很好地优化资源利用，优化人才配置，对一核二核都有利，都可以因此面降低成本，提高经济效益，这是一件非常有意义的事。

为了最终实现群堆管理，集团公司领导早在二核公司成立之初就有计划地采取了若干策略性步骤，签定并执行了一、二核相互支持协议，一、二核共用秘书、人事、电脑、通讯、党务、工会等部门，二核全权委托一核从事二核生产准备和现场环境与应急的四统一工作。这些举措使各级干部与员工从思想上认同了群堆管理模式。

1997年7月1日，原生产部管理人事作了重大调整，由中方员工接任电站经理一职，实现了电站生产管理的自主化。以这一转变为契机，生产部的管理体系也作了若干调整。随

着广东核电事业的发展,一核生产部在完成安全生产、管理上台阶的同时,还要担负起为二核和三核培养和输送人才的任务,具体地说,一核生产部要一核安全生产和二核生产准备工作“双肩挑”。人才的缺乏已成为制约我们发展的瓶颈。1997年夏季的机构调整,使经理部增加了6名助理,其中有一名助理专门从事二核生产准备工作。同时,一批年青的工程师被提升到处科级管理岗位上进行锻炼。此举不仅是一核的需要,也是广东核电发展的需要。事实证明,这一调整为后续的机构变动准备了一批后备干部,效果是十分明显的。

此次机构调整,是由独立电站管理模式向群堆管理过渡的一个中间步骤,这一调整有利于充分利用现场有限的人力资源,在确保一核安全生产的前提下,促进二核生产准备工作从策划向实施的过渡,并为今后集团的进一步发展打下基础。同时,这次调整也是一次机会,进一步精简机构,减少不必要的层次,理顺关系,明确职责,以提高工作效率。这次调整同时也是一次人力资源的“盘点”和需求预测,可以为下一步人员的招聘、培训和分流提供依据。

管云龙董事长指出,这是一个大的系统工程。群堆管理有哪些问题,有哪些薄弱环节,“事非经过不知难”,早一点向前跨出一步,有利于及早发现问题、暴露矛盾,有利于提前实现机构间的磨合。这次机构调整,对干部和员工也是一次考验。在机构分割过程中,每个参与者都要讲政治、讲群堆管理模式、讲团结。这无疑也是一次十分重要的队伍思想建设活动。

## 2. 关于机构调整的认识问题

核电是一门技术复杂的高技术风险项目,它对于部和员工的素质要求很高,培养周期相对较长,投入很大。从理论上讲,核电员工的岗位应该相对稳定,不宜流动性太大。法国专家就曾根据其本国的经验,提出人员岗位的年变动率不宜大于5%,机构也宜相对稳定。我们也有一些干部觉得,生产部经过几年努力,已经进入“黄金时代”,现在作机构调整,可能会影响业绩,比较可惜。

从实际来说,此次机构调整所涉及的,是如何处理稳定与发展的关系问题。机构的稳定是相对的,一个固定的、不变的组织机构和人事构架,不见得是一种稳定、一个健康的良好的组织,都会在原有基础上发现问题,解决矛盾,然后前进,这是一种普遍规律。稳定是为了发展,发展才是目的。

现场的实际情况是:一核管理要上台阶,业绩要上台阶;二核生产准备要进入实质性阶段,准备参与调试,准备接产。此时如果还沿用1997年确定的模式“双肩挑”,必然会顾此失彼、得中有失。在这一时刻,发展的需要是优先的。可以预计,机构分割一定会产生某种心理震荡,新机构磨合期会有痛苦,这种震荡和痛苦是有回报的,也是可以忍受的。当然,作为策划者,要尽量预见到可能出现的问题,争取实现尽可能平稳的过渡。

向现场群堆管理模式过渡,究竟是一步到位还是分步到位?这是此次机构调整中考虑的又一个策略问题。理论上讲,“长痛不如短痛”,既然将来是群堆管理,何不现在一步到位?这实际是一个审时度势、实事求是的问题。现场的实际情况是人力资源短缺,大量新人正在岗位上培训,许多专业部门仍然是“独苗”当家。因此分流到二核生产准备的人员只能逐步实现。生产与维修之间机构分割的进一步细化,也只能等待未来某一适当机会。

展望未来的群堆管理,现场应当有两个运行部门,一个维修部门,一个技术支持和安全监督部门和一个后勤部门,现行的机构应逐步向最终机构过渡,不能迷失方向。但也不宜操之过急,引发不必要的资源争夺活动。



### 3. 现场机构调整的实施方案

原来的生产部一分为四，其分工为：一核生产部负大亚湾核电站安全和生产的全部责任，二核生产部负二核生产准备的全面管理责任，维修部负一核设备健康状况维护和二核与维修有关的生产准备的全部责任，质保部直属总经理部，对公司各部门进行质量监督活动，并提供相关的技术服务。

考虑到工作性质的需要，原生产部技术服务处撤消，下属化学科配属运行处，环境监测科配属保健物理处，性能试验科配属技术支持处，其中堆工组与燃料管理科合并。

作为迈向现场群堆管理的中间步骤，一些总部功能和技术支持功能按目前思路先挂靠到一核生产部和维修部，以保证在有限人力情况下的正常运作。一核生产部负责的公用功能有：培训中心运作和人员培训授权管理、资料管理与文件服务、一核生产预算控制、现场保卫管理信息系统、环境保护与三废管理四统一、应急准备与响应、职业医疗与健康。一核维修部负责的公用功能有：一核生产合同采购及物资供应管理、设备可靠性数据与设备台帐管理、专用车辆管理、设备码头管理。

为了向未来的管理模式过渡，生产部增设了设备管理处和计划科。这两个机构目前似乎是重复设置的单位，任务职责都难以定位，但都是未来群堆管理所必须的，因此先设少量精干的人员，预先作必要的组织和技术准备。

### 4. 保证平稳过渡，建设生产线大团队

分部运作必然会产生一些冲击，能否实现平稳过渡，建设好生产线的大团队，同时又不增加干部和员工编制，是此次机构调整成败的关键。

为了实现平稳过渡，经理部成立了专门的班子，对机构分割后可能出现的问题作了充分设想，考虑了如何保证一核安全生产、如何实现平稳过渡、如何实现二核生产准备比一核做得好、如何解决有执照操纵员的合理化分流、如何解决现场操作员的补充、如何解决紧缺专业的独苗人才、如何稳定职工队伍、如何解决未来可能出现的摩擦与矛盾等一系列问题。对这些问题的研究实际上已超出了机构分割任务本身的需要，也为今后若干年的运作准备了思想条件和实施方案。

为了保证平稳过渡，此次机构分割按分步到位的设想，采取按功能切块，“整体搬迁”的方式，对于员工和班组来说，原来的上下级关系和工作范围、联络渠道基本不变。公用块先分别挂靠到生产、维修两部，计划功能基本不分，也都是为了保证过渡的平稳。

为了保证平稳过渡，采取了以下措施：(1) 管理方面提出了“四个不变”要求，即日常运作程序不变，生产调度管理制度不变，应急响应机构不变，管理计划目标、实施计划和责任人不变。(2) 成立专门的规程策划组，拟定详细的分工和接口程序，修改 PQOM（原称电站质量管理手册，现称生产质量管理手册）。(3) 成立三部领导核心组，及时沟通重大问题。(4) 生产部党委暂不分开，继续发挥监督保障作用。(5) 维修部成立现场服务队，以提高对一线生产要求的响应速度。

机构分割以后，部门、文件、接口相应增加，工作中必不可少会产生一些摩擦和矛盾，这在预料之中。为作好协调配合，四部加强了沟通会议，包括生产办公会议、管理月会、每季度一次的科以上干部会和不定期的核心组会议。

这次机构调整之所以能平稳地进行，其主要原因是上上下下都充分认识到机构调整的现

实要求和长远意义，在充分酝酿的基础上制定了良好的实施方案；强调在变革过程中坚持确保一核安全生产不受影响这个前提并采取了有效措施；加强了各部门、各成员之间的主动沟通和协调、密切配合；一、二核领导都能顾全大局，坚持一盘棋的观念。所有这些，都以强大有效的政治思想工作为后盾，这是机构调整取得成功的最主要前提。

## 5. 分部运作的实践结果

新机构从1998年6月1日开始运作，结果完全符合我们的预期。由于保持了原有的生产管理体系和运作模式，安全生产得到保障，两台机组在本年度创造了历史最好的成绩。同时，相对独立的二核生产部在得到适当人力补充后，集中精力把生产准备工作进一步推向深入。员工和干部都反映，分部以后，分工更明确了、合作更默契了、关心安全生产的人更多了、对现场的响应也更快了。

规程组积极努力，用半年时间完成了24个接口程序，编写或修改了AD程序28份、IP和PO程序279份，满足了四部运作的急需。

四部的政治思想工作卓有成效，干部间沟通交流良好，规范的核电站生产管理模式和团结协作精神正日益深入人心，为员工所理解和执行。

由于分部时间不长，且又是一个过渡性机构，实践中仍然发现还有不少问题。某些独立的功能不独立，指挥体系仍然有不顺之处。有员工议论生产线四部，认为更象一个部，是有一点道理的，这就有赖于把握时机，把现场的管理更向群堆管理模式跨进一步。由于机构的分割，部分管理干部有意无意地暴露出各种各样的思想苗头，比如有人想搞小而全等等，而形式主义的倾向也时而有所抬头。部分人还不甚理解，部门间应该互相合作、互相理解，而不是互相攀比、互相斗气、互相出难题或互相推诿。也有一些干部对于正常的合理冲撞缺乏心理承受能力。所有这些，都属于思想认识和意识问题，要靠进一步深入细致的思想工作来解决。

## 《大亚湾核电文摘》推荐导读

戴庆宇

企业文化是企业管理者群体与员工群体长期从事生产管理实践的产物。广大核电人为核电站的诞生、成长和发展而辛勤努力实践的十几年,也就是核电企业文化成长、发展的十几年。企业文化既来源于实践,又指导着实践。企业文化发展到今天,已经成为企业兴衰成败的关键。公司第一个五年发展计划(1998~2002年),已明确将企业文化建设作为一项重要内容来安排。编辑出版《大亚湾核电文摘》(以下简称《文摘》)正是落实五年发展计划有关企业文化建设的一项具体工作,意在追寻核电企业文化的发展渊源,进一步明确五年发展计划中公司价值观的各项内涵,从而促进和推动公司企业文化建设。

此次出版的《文摘》第一辑,既不是一本苦涩难懂的企业文化理论专著,也不是一本杂乱无章、七拼八凑毫无主题可言的“大杂烩”,而是一本经精心编排,每篇文章既相互独立成篇、又前后融通,贯穿着一条主线的集子。这条主线就是长期以来,广大核电人为大亚湾核电事业艰辛奋斗的历程及其所反映着的企业文化渊源。《文摘》所收集的是各级领导的精典讲话、报告以及在公司各类内刊上发表过的、群众较喜闻乐见的文章,各作者都是常年奋斗在核电生产一线的管理者、技术专家以及有着丰富现场工作经验的工程技术人员,他们是核电生产经营活动真正的实践主体。正是他们的实践,才塑造了我们的文化。他们所写出来的片言数语,真正反映了我们的特有文化。答云龙董事长在投产初期所作的《广东核电的发展战略和组织模式》的报告,高屋建瓴地对广东核电的发展作了系统思考。报告论述了核电企业的发展沿革及其对未来发展的战略设想,文中基本观点和思想不仅指导着我们过去的实践,而且也一直在指导着我们现在乃至将来的实践。如果我们统揽全书,通读完这些不同时期、不同主题、不同作者、看似毫无牵连的文章,就会发现,字里行间凸现出一条清晰可见的足迹,而牵引这条足迹的就是那隐含在事物背后的企业价值观与企业精神。

### 1. 《文摘》的几点特色

**历史性与时代性相统一** 作为《文摘》的第一辑,编者有意收集了各个不同时期的优秀篇章,既有工程建设期,又有安装调试期,还有大量稳定运行期的各类不同的精典文章,其目的就在于全面历史性地反映核电人的奋斗历程及其隐含在内的文化渊源。由于不同时期特定的企业内外环境及其所处实践阶段的不同,有的文章所反映的理念与思想,现在看来不免有些幼稚,但这正反映了客观事物发展的真实进程。没有前期实践的摸索与积累,就没有现时期企业的成长与发展。《关于广东核电企业形象问题的探讨》一文是投产初期作者对企业形象问题进行理论探索所取得的初步成果,尽管有的观点在现在不一定适用,但文章的基本思想以及部分内容对我们现时期的企业文化建设也不无借鉴意义;《艰苦创业、学无止境》、《无私奉献、开拓进取》、《我身边的共产党员郝坚》等文所讴歌的都是建设期所涌现出的英雄人物,但他们正是现时期广大核电人的形象缩影和精神反映。现实来源于历史,历史性与时代性相统一是《文摘》的特色之一。

**多样性与统一性相结合** 《文摘》收集的文章体裁不一、内容不一、风格不一,可谓千差万别。要把它们收集起来服务于一主题,这自然是一件难事。编辑们为此煞尽了苦心。现

在展现在人们面前的是一本毫无杂乱感、融多样性与统一性于一体的集子。《文摘》编辑将收集来的各类文章，分门别类，使之按不同栏目服务于公司价值观与企业文化的不同主体内涵，全书共分为“来自外部的报道”、“企业管理与建设”、“安全文化与质量文化”、“团队精神与班组建设”、“培训与修身养性”、“人物专访”、“中外合作与国际交流”、“心灵絮语”、“他山之玉”等九个栏目，分别服务于企业形象、企业理念、安全发电、团队精神、以人为本、追求卓越等企业文化主题，使多样性与统一性达到了完美结合。

**严肃性与活泼性相得益彰** 企业文化的内涵本身是抽象的，其形式却又要求轻松活泼、为群众喜闻乐见的。《文摘》在文章的选编上力将二者巧妙地结合起来，既体现文化主题的严肃性，又不忘其活泼有趣的形式。如《钢筋混凝土与豆腐渣》用轻松、通俗而又寓意深刻的语言阐述了团队凝聚力的要素及其对基层管理者的素质要求，读来意味隽长；《请问您在哪儿学的工程》等篇，笔法更是诙谐幽默，用趣味横生的方式引发了人们对核安全文化深刻内涵的思索。

## 2. 企业形象——从外部看核电

企业形象是企业价值观、企业精神、企业行为等企业文化内在要素的外在体现，从根本上讲是由这些内在要素所决定的。但企业形象的好坏，直接来源于企业外部公众、顾客、用户、舆论等的客观评价。《文摘》“来自外部的报道”栏目，选录了《人民日报》、《经济日报》等各大报纸对大亚湾核电站的报道。这些报道以事实为依据，客观记载评述了电站的发展历程及其所体现的意义。透过这些报道，一方面，我们可以找寻核电企业在外部公众舆论心目中的形象；另一方面，用我们自己的眼光来重温这些报道，借助于外部的评价和期望可以促进我们企业内部凝聚力的进一步增强、推动员工主人翁意识的进一步提高。

## 3. 管理理念——企业经营的指导思想

一个企业的管理理念，来源于企业的宗旨和目标，是企业经营的指导思想，也是企业文化的主体内涵。“企业管理与建设”栏目所反映的是核电站自投运以来的管理实践和管理思想，其中渗透着的就是长期以来核电站所坚持的“安全第一、质量第一”、“以人为本”、“追求卓越”等管理理念和核心价值观。如《钢筋混凝土与豆腐渣》一文论述了基层团队建设的重要性以及作为基层干部的素质要求；《面向基层、扎实工作、多出人才》从出人才、出经验、出效益的高度阐述了核电企业的战略和具体工作方法；《不理解、不平衡与思想建设》不回避现实，针砭时弊，提出了解决问题的方法和思路，是一篇难得的思想政治工作的好报告；《稳定、团结和年轻化》、《正确处理四种关系》等文均从各个不同角度论述了核电长期以来所坚持的管理理念和基本思想，都是值得一读的好文章。

## 4. 安全文化——核电企业文化的核心内涵

核电站的特殊性，决定着安全在企业中的地位是永远处于第一位的。大亚湾核电站运行几年来之所以取得了良好的经营业绩和经济效益，其根本原因在于电站始终坚持“安全第一、质量第一”的基本方针，同时时刻注重加强全体员工核安全文化素养的培育。在核电站，安全文化应该而且必须是企业文化的构成主体和核心。“安全文化与质量文化”栏目的立意就是反映核电站长期以来以安全文化为导向的生产管理实践，其中《大安全、大质量、

大生产》从较高层次论述了核电站所必须坚持的安全生产管理思想，也是对我们“两个第一”基本方针的具体阐述。《核安全文化与禅》、《千钧一发》等都是读起来朗朗爽口、轻快愉悦，同时包含着核安全文化深刻内涵的好文章。

## 5. 团队精神——核电企业价值观的基础

团体价值观是一个企业或团队的灵魂。一方面，从根本上讲，团队精神是团体价值观的体现和反映；另一方面，良好的团队和团队精神，却又是企业价值观得以产生、形成和发展的前提和基础。没有团队和团队成员团结协作、共同进步的精神，就不能产生良好的企业价值观，特别是对于核电站来说，更是如此。核电作为高科技特殊行业，其系统构成复杂，工种类型繁多，技术密集精细，不可能依靠任何单个人的力量，就能解决问题，而且任何一个环节的出错，就会影响到整个电站的运作。因此，团队精神在核电站至关重要。基于此，《文摘》设置了“团队精神与班组建设”、“中外合作与国际交流”等栏目，以在总结多年基层班组建设的基础上，弘扬、塑造和培育核电团队精神。其中《抓基层建设、促人才成长》、《搞好班组建设，当好基层干部》、《培养职业道德之我见》等文均值得一读。

## 6. 以人为本——核电企业价值观的根本

人是一切企业经营生产活动的主体和根本。公司价值观明确指出要“以人为本”，而且多年来，我们基本上是这样做的，如实行终生培训制、三条线培养人才政策等。随着实践的发展，以人为本的内涵还要不断地拓展，使之更符合我们的实际和未来的发展。

“培训与修身养性”就是关于培训在公司与个人共同发展方面所带来的一些有益经验与影响；“人物专访”栏目，可以说是一部人物传记，收集了各个不同时期奋斗在核电一线优秀员工们的先进事迹，从他们身上既体现了核电人常年来的奋斗献身精神，也看到了公司在以人为本思想的指导下，培育出的一代又一代热爱核电、献身核电的优秀人才。《无私奉献、开拓进取》主人公田德平身患癌症，却仍不忘为事业操劳，读来催人泪下，尽管田德平同志不久即不幸去世，其精神却永远激励着我们每一个人；《一年穿破六双工作鞋的人》一文的主人公所拥有的敬业精神令人肃然起敬。读完全栏目，我们可能感受到，正是因为有了这样一批批勤勤恳恳、无私奉献、不求索取的核电人，我们才有核电今天的辉煌。

## 7. 追求卓越——核电企业价值观的落脚点

追求卓越，就是不满足于现状，努力将每一件工作做得更好、更完美，其表现的是一种不断持续改进的过程。核电站安全文化的内在要求，也必须体现持续改进的机制。安全生产、以人为本、团队精神的价值观，其最终目的还在于将我们的事业不断推向成功，以及每一个员工的自我人生价值得到实现。从整体和历史的观点来看，核电站多年来的实践运作历程，就是一部不断持续改进、追求卓越的历史，《文摘》一书体现了这样一条思路。《追求卓越，永无止境》一文，介绍总结了公司如何制定和出台公司5年发展计划、走持续改进和追求卓越之路的具体做法。

企业文化建设与企业思想政治工作在很大程度上是相互融通的，企业文化表现为企业物质文明和精神文明的总和。核电企业文化形成与发展的十几年，也就是核电党委坚持“两手抓”所取得成果的十几年。核电企业文化建设不局限于文体活动等表层形式，而是着重于企

业文化的深层次内涵建设，注重将企业价值观、企业目标与使命深入渗透到每位员工的思想、思维中，以此来指导他们的行为与实践。这正是作为大型合营企业党组织——核电企业党委在两个文明建设中所坚持的特有的工作方法及其所取得的突破所在。

从整体看，《文摘》第一辑，较全面地反映了公司自成立以来，企业文化形成与发展的历程，所选文章基本上涉及到企业文化理念的方方面面。可以说《文摘》的出版，既是公司企业文化建设方面的一个有益成果，也是未来企业文化建设的一个良好开端。当然由于是初次编纂，《文摘》不免有不足之处，如活泼性不够、文字功力不足、书中精品文章还不够多等等。但我们相信，《文摘》的出版，对引导、升华广大员工精神境界会有所帮助，对公司企业文化建设、培养我们自己的文化和精神会有所促进。

## OSART 跟踪检查及其后续行动

陈德淦

IAEA 的 OSART 评审是一种独立的外部审核，也是与不同国家核电站和核电专家进行的一种广泛交流。一个管理良好的核电站是一个不断学习、自我完善的核电站，OSART 评审的目的就是为了发现需要改进的方面。

应中国政府的邀请，国际原子能机构（IAEA）运行安全评审团（OSART）于 1996 年 10 月 7 至 25 日对大亚湾核电站的核安全管理进行了安全评审，评审的范围包括组织和管理、培训和资格、运行、维修、技术支持、辐射防护、化学及应急计划与准备等八个方面。来自捷克、德国、匈牙利、日本、韩国、瑞典、英国和美国及 IAEA 的专家通过现场检查、交谈和查阅文件、记录，在评审报告中提出了 48 条改进意见（Recommendation），11 条建议（Suggestion）和 1 条良好实践（Good Practice），按要求这些改进意见和建议将在 18 个月后将由 IAEA 组织专家组进行跟踪检查。

OSART 评审一结束，大亚湾核电站立即转入整改阶段，制定“电站响应/行动”计划，落实整改措施。

首先强调落实改进行动是各单位第一负责人的责任，同时成立跟踪检查的协调组，负责策划、协调和跟踪所有改进意见和建议的改进行动，其职能在 1997 年 10 月原评审团副团长进行的初步检查后进一步得到加强，同时各处指定了相应的协调员。协调组每月（临近跟踪检查前每周）向经理部会议报告改进行动的进展情况和存在的问题，使改进行动的落实从组织上得到保证。

同时制定了具体的改进行动计划。改进行动计划是按责任单位针对 OSART 改进意见和建议的“电站响应/行动”制定的，包括响应/行动的具体要求、完成日期和负责单位，并用甘特图（Gantt Chart）清晰表示，为改进行动的落实提供了有效的跟踪手段。

落实改进行动的关键是一些跨部门、多个单位相关的响应行动的协调，解决这些问题的核心是提倡主人翁精神，避免相互推诿，同时协调组通过调查研究，仔细界定各相关单位的具体责任。由于各单位的共同努力和周到细致的准备，几个难点，如培训改进、化学品控制等得到了较好的解决，推动了电站的管理，为跟踪检查的顺利进行打下了基础。

1998 年 5 月 4 日至 8 日，原评审团副团长与 IAEA 和匈牙利 2 名专家组成的跟踪检查组对 59 条改进意见和建议的改进行动逐一进行了审查，在跟踪检查的结论意见中，检查组认为：

- 大亚湾核电站在处理和解决 1996 年 OSART 评审发现的问题方面已经取得了良好的进展。
- 电站经理部接受新思想和实施必要的改进的愿望是大亚湾核电站有可能进一步改善的积极标志，在大多数情况下，电站致力于处理问题的根本原因，而不仅仅解决表面的缺陷。
- 经理部采取了很多措施在整个电站改善交流和团队精神而且取得了明显的效果，这些努力有助于减小员工的认识和理解与经理部的期望之间的距离，但是经理部和主管人员的管理巡视刚刚开始，有效性还不够。
- 检查组总的印象是运行核安全已经取得了实质性的改进，但在许多方面要取得真正

的改善还需要相当的努力，因此要保证所计划的各项改进行动能按时完成，还需要坚持不懈的努力和经理部的支持。

跟踪检查结果是 23 条已经解决，32 条进展满意，4 条进展不够，分别为 59 条改进意见和建议的 39%，54% 和 7%（见附表）。结果表明经过一年半的努力，大亚湾核电站在落实 OSART 评审的改进行动方面取得了满意的进展，同时通过改进行动的落实，加强了部门和单位以及管理层与员工之间的沟通和交流，促进了主人翁精神和责任感，而这正是 1996 年 10 月 OSART 评审结论中评审团最为关注并期望电站重点加强的方面。

跟踪检查认为进展不够的方面是管理干部的巡视有待加强，化学质保大纲尚未生效，化学品标牌和有效期及化学实验室要加强管理。跟踪检查尽管是一次验证性的评审活动，但也是一次新的独立审核，在检查中又提出了一些新的意见和建议，如电站的钥匙管理等。为了实施持续改进，电站经理部决定所有未解决的意见和建议包括进展满意和进展不够的，都列入后续行动的范围，并纳入管理计划全面实施。1998 年 6 月生产部一分为四后各部重新任命负责人和协调员，负责落实所有后续行动。1998 年下半年化学科将后续行动与自我评估相结合，在部、处领导的支持下，经过近半年的努力，取得了重大改进，进展不够的三条意见和建议基本解决，其他方面也在进一步改进之中。目前有关部门正在积极策划后续行动有效性的全面评估，通过评估，后续行动将得到极大的推动，电站管理必将进一步改进。

如果说 OSART 评审是现代管理学中 PDCA 管理模式的验证（Check）阶段，迎接和准备 OSART 跟踪检查就是 PDCA 的第四阶段，即落实改进行动（Action）阶段，大亚湾核电站在投入商业运行后不到两年就通过中国政府向 IAEA 提出 OSART 评审的要求，目的是要通过 OSART 评审前的策划（Plan），实施（Do）和评审及评审后落实改进行动，实现电站管理的持续改进。OSART 跟踪检查后，电站在新的基础上进行新一轮的策划、实施、评估和落实改进行动，进入新一轮持续改进的循环。因此，OSART 跟踪检查不是电站管理改进的结束，而是持续改进的开始。

OSART 评审和跟踪检查的主要内容是核电站的核安全管理。核电站的安全文化从最初的遵守法规导则（第一阶段），经过以良好的安全性能作为电站目标的第二阶段，已经发展到第三阶段，即安全性不断改进的阶段。在第三阶段，核电站采纳了持续改进的管理思想，在这个阶段特别强调的是交流、培训、管理层的作风和改进效率、效能。由此可见，OSART 评审和跟踪检查的宗旨和实践与安全文化的要求是一致的，无论是从现代管理学出发还是根据核电站的安全要求，持续改进是一个永恒的主题，改进永无止境。



附：OSART 跟踪检查（按专题统计）

OSART 跟踪检查结果  
（按专题统计）

		已解决 (Resolved)	进展满意 (Satisfactory progress)	进展不够 (Insufficient progress)	撤回 (Withdrawn)	合计 (Total)
组织及管理 (Management, Organization and Administration)		5 (33%)	9 (60%)	1 (7%)		15
培训及资格 (Training and Qualification)		3 (43%)	4 (57%)			7
运行 (Operation)		4 (44%)	5 (56%)			9
维修 (Maintenance)		1 (17%)	5 (83%)			6
技术支持 (Technical Support)		2 (40%)	3 (60%)			5
辐射防护 (Radiation protection)		1 (25%)	3 (75%)			4
化学 (Chemistry)		3 (43%)	1 (14%)	3 (43%)		7
应急准备 (Emergency Planning and Preparedness)		4 (67%)	2 (33%)			6
合计 (Total)	R	16 (33%)	28 (59%)	4 (8%)		48 (100%)
	S	7 (63%)	4 (37%)			11 (100%)
合计 (Total)%		23 (39%)	32 (54%)	4 (7%)		59 (100%)

# ISO 14001 环境管理体系认证

焦 萍

## 1. ISO 14001 环境管理体系建立的背景

在人类即将跨入 21 世纪之际, 随着全球人口的迅速增长和工业化进程的加快, 环境问题已成为当今国际社会普遍关注的热点问题。为了保护人类的生存环境, 实现可持续发展, 联合国环境规划署和国际标准化组织于 1996 年颁布了 ISO 14000 环境管理体系系列标准, 并迅速在世界范围内推广开来。

早在 80 年代初, 我国就已将环境保护确定为基本国策, 制定了“预防为主, 防治结合”的环保方针, 在经济快速增长的同时基本上避免了环境质量的急剧恶化。1996 年我国国家技术监督局将 ISO 14000 系列标准同等转化为国家标准, 在我国推行 ISO 14001EMS (环境管理体系) 认证。1996 年 9 月广东核电合营有限公司经中核总推荐, 国家环保局批准成为全国第二批 (共 21 个, 第一批 3 个) ISO 14001EMS 的试点企业。

广东核电合营有限公司亦将环境保护作为公司的基本政策, 在其所属广东大亚湾核电站的选址、可行性研究、设计、建造和运行各阶段, 严格执行国家核安全和环保法规, 自觉接受国家和地方核安全和环保监督部门的监督检查。投产几年来, 广东核电合营有限公司取得了长足的进步和良好的生产运行业绩, 电站各项性能指标达到了国际中间水平、部分达到国际先进水平。放射性三废排放量逐年降低, 主要放射性核素的排放量远低于国家规定的限值, 非放废水及工业和生活垃圾的管理也得到较好的控制, 部分污水已实现复用浇地, 整个大亚湾现场基本绿化, 环境优美。1997 年, 广东核电合营有限公司荣获全国环境保护先进企业称号, 1998 年被深圳市定为市环境保护教育基地, 1999 年初被深圳市推荐为广东省环境保护教育基地。

尽管公司在环境保护方面已取得了喜人的成绩, 但为了提高公司的环境管理水平并推动公司的整体管理水平跃上一个新台阶, 为了提高全员的环境意识、减少排放、减少消耗、提高经济效益、保护环境、保护公众, 为了更好地树立公司的环保形象、促进核能的发展, 公司领导顺应国际、国内的环保发展趋势, 仍然积极主动接受挑战, 以更高的标准要求企业。

## 2. 公司 ISO 14001EMS 体系的建立

1996 年 9 月, 广东核电合营有限公司成为国家第二批环境管理体系认证试点企业, 同年 12 月公司成立了由各部、处环境相关人员组成的 EMS 协调组, 组织开展公司 ISO 14001EMS 认证工作。

### 2.1 合同签订与内审员培训

经过近半年的筹备, 1997 年 5 月公司与国家环保局环境管理与工程咨询中心签订了培训咨询合同。7 月, 按照合同, 咨询中心派出 4 人对公司领导和各部、处推荐的环保人员进行了 ISO 14000 系列标准的宣贯和内审员培训。经培训考核, 公司有 14 人获内审员证书。

### 2.2 环境管理状况初评

1997 年 7 月, 咨询中心专家与公司 EMS 协调组成员组成的工作小组对公司环境管理状

况进行了初步评审。评审组对电站生产工艺、三废管理和公司环境管理状况进行了全面检查, 评审组认为广东核电合营有限公司已具有良好的环境管理水平, 且具备文件化、程序化、系统化的运作管理方式, 核安全方面已有较全面的程序、文件, 员工素质良好。但现有体系文件还不完全符合 ISO 14001 标准要求, 非放射性方面管理尚不完善, 员工环境意识还有待提高。

通过评估核电站环境管理体系文件, 并比较现有管理体系的优缺点及与 ISO 14001 标准的差异, 评审组提出了在电站现有质量管理体系 PQOM 的基础上建立 ISO 14001EMS 的工作步骤。

评审组建议编写《GNPJVC 环境管理手册》, 明确环境管理 17 要素的原则并用以指导公司环境管理体系的运作。对现有体系文件进行充分评审, 与 ISO 14001 标准进行认真比较, 保留原体系中不违反 ISO 14001 标准要求的程序, 对不符合的方面, 按照 ISO 14001 要求对现有体系程序进行修订、补充、完善。同时按照要求识别环境因素和评价重要环境因素, 制定运行控制程序加以控制或制定目标指标和环境管理方案加以改善。

根据评审组的建议及 ISO 14001 标准要求, EMS 协调组多次召开了研讨会, 最终确定了建立公司 ISO 14001EMS 体系的原则, 即按照 ISO 14001 标准的要求对原有 PQOM 体系进行修改、补充和完善, 使完善后的公司管理体系既满足核安全和环保法规及 IAEA 标准又满足 ISO 14001 标准要求。

### 2.3 ISO 14001EMS 体系的建立

1998 年开始, ISO 14001EMS 认证工作进入了实质性阶段。在初评的基础上, EMS 协调组开始按照 ISO 14001 标准的要求着手建立公司 ISO 14001EMS 环境管理体系。

#### 2.3.1 公司环境方针

1998 年 6 月, 公司总经理制定了广东核电合营有限公司环境方针, 提出了公司的发展目标, 承诺遵守法律法规、污染预防和持续改进, 并按照 ISO 14001 标准建立、实施和保持公司环境管理体系。

#### 2.3.2 环境管理组织机构

公司环境管理组织机构建立在原有管理机构上, 在原有管理机构各自的职能范围内按 ISO 14001EMS 的要求进一步明确了相应的环境管理职责。

1998 年 6 月, 总经理任命生产副总经理为公司环境管理者代表, 全面负责公司环境管理体系的建立、实施和保持, 同时任命生产部经理、维修部经理、秘书部经理和科技委副主任为公司环境管理者副代表, 协助环境管理者代表建立和保持 EMS 体系并分别负责各自管理范围内的环境管理工作。公司 EMS 协调组在管理者代表领导下负责建立并保持公司环境管理体系的正常运作。此外, 各职能部门还指定了部、处级领导担任的部门 EMS 体系责任人, 按照职责分工和体系要求负责本部门的环境管理。公司上下形成了环境保护网络, 层层落实环境管理各项工作。

#### 2.3.3 环境管理体系文件

为了便于公司环境管理体系的实施, EMS 体系文件纳入了 PQOM 体系范围。EMS 协调组对 PQOM 体系文件进行了充分评审并对照 ISO 14001 标准进行认真比较, 按照标准要求, 对其进行了修订和补充、完善。修订了 PQOM 第七章“环境保护和废物管理”, 增补了一系列环境管理程序, 对不满足标准要求的其它程序进行了修订, 使完善后的 PQOM 体系既符合核安全法规要求又符合 ISO 14001 标准要求。

公司环境管理体系文件分为《GNPJVC 环境管理手册》、PQOM 程序和秘书部程序以及各类技术程序、管理规定三个层次。

《GNPJVC 环境管理手册》主要阐述公司环境方针、制定公司 EMS 体系各要素的管理原则，是公司政策性文件。

修订后的 PQOM 第七章由“废物管理与环境保护”改为“环境保护与废物管理”，增加了环境方针管理、环境因素识别与评价、环境法规识别与获取、目标指标管理、环境方案制定与实施、环境关键特性监测、以及管理体系审核和环境管理评审等 ISO 14001EMS 管理程序，同时在 PQOM 其它章节中按 ISO 14001 标准要求增加部分程序，如：节能管理程序、承包商环境管理要求、物资管理的环境要求等，修订了部分程序以增加 ISO 14001 标准的要求，理顺新旧程序之间的接口，使 ISO 14001 标准的要求全部转化为公司 PQOM 管理体系的要求，增强了公司 ISO 14001EMS 体系的可操作性和实用性。

技术程序为进行各种生产活动的技术文件，包括技术规程、规范、质量计划等。非生产活动环境管理程序由秘书部制定并执行。

公司环境管理体系文件于 1998 年 8 月批准生效，公司 EMS 体系投入试运行。

#### 2.3.4 环境管理培训

按照 ISO 14001 标准要求，公司将“环境管理培训”作为授权培训要求，增加了“环境管理培训”课程，对员工进行环保教育和环境管理培训，提高员工的环保意识和环境管理水平。

1998 年，环境管理培训采用了由 EMS 协调组为各部处培训宣教员，再由宣教员对本部处员工进行培训的方式，科长以上干部则由 EMS 协调组进行培训。全年共开展了二次大规模的全员环境管理培训，组织了一次考试，共 1 320 人参加，优良率占 64%，合格率占 99%。

在环境管理培训的同时，公司还开展了各种形式的环保宣传教育活动，张贴大幅标语和宣传画，出版 ISO 14001EMS 宣传册和“广东核电”EMS 专刊，利用大屏幕公布各种环境信息等，以深化培训效果，提高环保意识。

### 2.4 环境管理体系的运行

按照 ISO 14001 标准和公司环境因素识别与评价程序的要求，1998 年初进行了公司环境因素识别和重要环境因素评价工作。环境因素由各部、处自行识别、审查和评价重要环境因素，交 EMS 协调组审查汇总，环境管理者代表审定，最后经总经理批准生效。1998 年共评出 315 项环境因素和 89 项重要环境因素，作为公司实施全面环境管理的基础。

针对识别出的重要环境因素，公司制定了 1998 年改进目标、指标和 12 项环境管理方案，通过环境管理方案的实施，1998 年目标、指标基本得以实现，保持了公司环境行为的持续改进。

#### 2.4.1 环境管理体系内审

10 月 12 日至 26 日，按照 ISO 14001 标准和公司程序要求，由咨询中心专家与公司 EMS 协调组成员组成的环境管理体系审核组在全公司范围内进行了环境管理体系内部审核。审核共发现 46 个不符合项，审核结论要点如下：

(1) 审核组肯定了公司文件化 EMS 体系符合 ISO 14001 标准要求；核安全与核环保的运行控制良好；拟定的目标指标和环境管理方案基本按计划执行；公司最高管理层重视 ISO 14001EMS。

(2) 审核发现的 46 个不符合项，主要存在于培训和非核环境管理二个方面。审核组认为员工的非核环保意识较弱，对体系不熟悉；非核环境运行控制管理相对较弱。

发出的 46 项不符合整改通知各部处均有专人落实整改措施，进行了大力整改。到 12 月 30 日绝大部分不符合项整改均已完成，几个不能在短期内完成的不符合项，均纳入 1999 年

管理改进方案，所有不符合项已全部验证关闭。

#### 2.4.2 管理评审

按照 ISO 14001 标准和公司“管理评审”程序要求。11月25日由公司总经理主持进行了公司 ISO 14001EMS 管理评审，主要针对公司环境状况、EMS 运行情况、内审及不符合整改状况、法律法规符合性情况以及公司重要环境因素变化和指标指标、管理方案完成情况等进行了综合审评。管理评审认为公司 EMS 体系是适用、充分与有效的。管理评审提出要严格执行法律、法规，认真落实不符合项整改措施，对制定的目标、指标和管理方案要认真按计划执行，各部门培训要加强。管理评审确定了进一步改进的要求和 1999 年持续改进的目标和方向。

#### 2.5 第一阶段认证审核

12月16日~18日，国家环保局环境管理体系审核中心对公司环境管理体系进行了认证第一阶段审核。审核结论如下：

- (1) 公司及部门领导重视并大力支持体系工作；核安全方面基础好，管理有效；体系框架思路正确，体系基本形成；目标、指标基本按计划完成；体系建立以来，主要污染物没有超标，无违反法规行为；体系完成，运行有效。
- (2) 存在问题主要有：员工的环保意识和观念要加强；方针、手册等体系文件需进一步完善、修订；环境因素和重要环境因素要整理、合并，要突出重点；对非核环境因素要多给予关注；目标指标需调整，以三年内的为主并进行年度细化；部分工作记录不全，要补齐。

第一阶段审核后，公司针对审核发现的问题进行了大力整改。根据审核意见，修订了体系文件，重新制定环境方针，修订环境管理手册 (REV.C)，重新评价和调整了环境因素与重要环境因素，调整后的环境因素 177 项，重要环境因素 93 项，1999 年目标、指标进行了适当调整，1999 年管理方案确定为 13 项。

同时，公司认真进行了第二阶段认证审核准备，认真落实 1999 年环境管理方案，组织公司环境管理培训研讨会和全员培训，进行现场及承包商营地环境整治等。

1999 年 2 月，修订、完善后的 EMS 体系文件报送审核中心审核。

#### 2.6 第二阶段认证审核

1999 年 3 月 16 日~19 日，国家环保局环境管理体系审核中心对我公司环境管理体系进行了第二阶段认证审核，审核范围包括公司所有部门，审核结论如下：

- (1) GNPJVC 领导十分重视环保，管理水平高；电站运行良好，部分指标达到世界先进水平；PQOM 严密、科学，管理有效，在原有 PQOM 体系基础上完善 ISO 14001EMS 体系思路正确；第一阶段审核提出的问题基本得到整改、完善，体系文件进一步理顺，方针更加简明，环境因素的评价和重要环境因素的识别更加合理，非核污染控制得到加强，1998 目标指标基本完成，1999 目标指标已制定，EMS 体系基本符合标准要求，符合公司实际情况。

(2) 审核存在 7 个不符合项

- ①手册附录 2 法律法规目录中缺少一些重要的法规及标准，有些版本为旧版；深圳市法律法规标准未收集。
- ②1999 年节能降耗目标中生活办公用电量的调整未经总经理的批准。
- ③收集法律法规责任人对收集渠道回答不全，对程序学习不够。
- ④文件管理体系文件未按要求进行有效的管理。PQOM 仅用于生产四部，秘书部、财务部等其它部门文件未受严格控制；手册在有些部门发现多个版本混用，受控程序和

非受控复印件并用。

⑤ED1 污水站和专家村污水站生活污水有超标现象。

⑥专家村污水站的监测记录不全, 未按程序要求进行每天监测。

⑦OPH 环境实验室的两个灭火器已失效, OPD 档案馆大厅的消防栓前堆放有杂物。

(3) 其它存在问题

①原 PQOM 中部分程序无环保内容, 在建立 EMS 体系之后亦未进行很好的调整、未增加环保内容。如: 质保审查程序的适用范围还仅为生产部、维修部和二核生产部, 未调整为公司各部; 记录程序中未增加环保记录等。

②潜在供应商资格评审程序中对供应商无环保要求。

③文件管理体系未能进行全公司统一管理。

④应加强对污水站和废物处理承包商的监督。

⑤生活污水超标问题, 要按计划进行整改。

⑥地方环保部门应自行采样, 而不能送样。

⑦节约资源要有实质性进展。

⑧环保培训时间不够, 部分人员未进行培训。

⑨内审不够细, 应对体系的运行情况进行评价, 应有全面的报告。

⑩洗车废水要关注。

⑪财务部应考虑将环保投入与环保效益进行比较。

审核组认为我公司建立的环境管理体系符合标准要求, 符合实际情况。审核组将在 GNPJVC 完成不符合项整改之后向国家环保局环境管理体系审核中心技术委员会推荐注册。

## 2.7 不符合项整改

针对审核发现的 7 个不符合项和其它存在问题, 3 月 23 日, 公司召开了不符合项整改工作会议, 制定了整改工作计划和整改方案。

按照整改计划和整改方案, 公司各部、处对不符合项和其它存在问题进行了认真整改。3 月底前, 完成了 5 个不符合项的整改, 第 4 项不符合项计划于 4 月底前完成整改, 第 5 项将于 1999 年内完成整改。其它存在问题的整改也在按计划进行。

3 月 30 日, 7 个不符合项纠正措施及验证报告报审核组审查。审核组认为我公司对不符合项的纠正是认真的, 措施得当, 方法有效。

经过两次审核及不符合项验证后, 审核组认为我公司建立的环境管理体系基本上符合 ISO 14001 标准的要求, 目标指标基本上能按计划完成, 总体运行良好。4 月 5 日, 审核组向技术委员会推荐了我公司的认证注册。

## 2.8 获得认证注册

4 月 15 日, 经国家环保局华夏环境管理体系审核中心技术委员会审议, 我公司建立的环境管理体系获准认证注册, 认证证书编号为 01-1999-99。4 月 26 日, 在大亚湾公关中心举行了认证证书颁发大会, 审核中心技术委员会主任向我公司总经理颁发了认证证书。

# 3. 公司 ISO 14001EMS 运行效果

自 ISO 14001EMS 认证工作启动以来, GNPJVC 进行了大量的工作, 相继完成了编写体系文件、识别环境因素、评价重要环境因素、确定适用的法律法规、确定目标指标、制定并实施管理方案、全员培训考核、环境管理体系内部审核、不符合项整改、管理评审等工作。通过这些工作的开展, 公司环境状况得到了改善, 环境管理水平有了较大提高。主要表现

在:

### 1. 全员环保意识增强

公司 EMS 体系建立以来,共进行了 3 次全公司范围内的环境管理培训,“环境管理培训”还纳入公司授权培训进行管理,保证了公司所有员工都须经过环境管理培训后才能上岗。公司还利用各种方式,对承包商进行环保培训、宣传。通过大力的培训、宣传,公司上下形成了人人关心环境、积极投入环境管理各项活动的良好风气,大家充分认识到自身工作的疏漏可能对环境产生的重大影响,全员环保意识有了明显提高,环境管理观念正在深入人心。

### 2. 公司管理水平得到提高

建立 EMS 体系之前,公司按照国家核安全、环保法规和 IAEA 标准建立了一套管理体系,通过几年的运行,已取得了良好的生产运行业绩,电站的各项性能指标包括三废指标已达到国际中间水平、部分达到国际先进水平。

环境保护作为公司的基本政策之一,受到公司各级领导和全体员工的特别关注。公司建立了环境保护网络,层层落实环境管理各项工作。对重要环境因素的控制,特别是与法律、法规相关的重要环境因素的控制,公司上下十分重视,认真落实改进方案,取得了很好的效果。

EMS 体系建立后,1998 年制定的目标指标已基本得到实现,1999 年管理方案在第一季度也得到了较好的实施。为了实现环境持续改进,公司将环境要求列为 1998-2000 年发展计划关键指标,明确规定:到 2000 年放射性废液排放(占年限值的比例)降到 1.0%;放射性废气排放(占年限值的比例)降到 2.0%;放射性固废产生量降到  $70 \text{ m}^3/\text{机组}$ ;集体剂量降到  $0.60 \text{ 人}\cdot\text{Sv}$ ;核燃料可靠性(核燃料包壳放射性泄漏率)  $0.37 \text{ Bq/g}$ ,各部管理计划也规定了具体的环境改进内容。在 1998 年放射性三废得到有效控制的基础上,1999 年将得到进一步的改善。

### 3. 非放射性环境问题得到重视

由于核电站的性质及对全球的影响,公司对核安全给予了极高的重视。随着 EMS 体系的建立,非放射性环境问题越来越受到公司各级领导的高度重视,制定了相应环境目标、指标和管理方案进行管理,实现持续改进。

1996 年,二核工程开工,现场承包商人员急剧增加,原设计的污水站处理能力越来越不能满足生活污水的处理要求。公司决定斥巨资新建日处理能力  $1500 \text{ m}^3$  的污水处理站并扩建专家村原有的污水站,使污水处理能力完全满足实际需求,现工程已进入设计阶段。随着 EMS 体系的建立,污水站管理制度亦得以逐渐健全。

公司建立环境管理体系后,对电站现场的环境进行了整治(包括承包商营地),清理了电站东部的堆料场,处理了从工程阶段就一直堆积的废旧物资,处理废钢铁 278 t、废油类 53 t、废木料  $12 \text{ m}^3$ 、废塑料桶 530 个、废电缆 0.18 t,并拆除了临建房、清理了集装箱。公司还计划对电站东部进行绿化、美化,改善现场环境。

公司制定了破坏臭氧层物质的替代方案,1998 年已替换了 230 个哈龙灭火器。下阶段计划对制冷系统进行改造,彻底淘汰含氟里昂等破坏臭氧层物质的设备。

公司制定了若干规定,不可降解的饭盒已于 1999 年 4 月 1 日停止使用,电池、灯管以旧换新等。对有毒有害废物已寻找合法承包商处置。

公司还制定了改进方案,解决排水渠泡沫问题和 YA 澄清池废水处理问题。

### 4. 开展了节能降耗工作

为了尽量减少消耗,减少向环境的索取,保护环境,保护自然,公司进行了加深燃耗,

延长燃料循环的改进，目前改进正在按计划进行，其它节能降耗工作也逐步得到开展。

公司成立了节能委员会和节电、节水和节耗等多个工作组，制定了节能规划，编写了节能计划，制定了年度节能目标指标。节能工作正在按计划进行。

公司 EMS 体系投入运行以来，取得了很好的成绩。正如公司总经理所说：保护环境是我们义不容辞的责任，我们建立环境管理体系的目的不仅仅是为了认证，而是为了提高公司的环境管理水平，促进公司的整体管理跃上一个新台阶。广东核电合营有限公司将继续以环境保护作为公司的基本政策，按照 ISO 14001 标准实施和保持环境管理体系，持续改进公司的环境行为，保护环境，保护公众。



# 大亚湾核电站工作过程管理系统

高歌 郭维忠

## 1. 开发背景

优质的维修是核电站安全、稳定运行的保证。追求卓越、持续改进是大亚湾核电站几年来一直遵循的方向。为实现公司提出的5年进入世界先进核电站行列目标，必须努力加强维修管理，提高维修质量，减少随机事件的发生。

维修过程可分为准备和实施两部分。维修准备过程包括：故障的识别、相关专业的介入、维修文件和图纸的准备、工具和备品备件的准备、人身和设备风险分析及隔离方式的设计等；维修的实施过程包括：现场隔离的确认、维修操作、再鉴定、完工报告的编写及经验反馈等环节。充分的准备是维修成功的基础，核电站在强调检修技能的同时也强调准备工作的必要性，充足的准备往往可以弥补技能方面的不足，避免经验主义的发生，达到事半功倍的效果。核电站强调准备环节与实施环节的相互独立，强调安全监督部门监督职能以及各相关部门的相互制约机制，强调一切按程序办事的工作方式，防止任何危及安全的事件发生。因此，从一项工作的提出，到该项工作结束，中间经历了十几个环节，七八个部门。如何有效的对上述过程进行控制，是提高维修管理水平的关键。

大亚湾核电站经过几年的商业运行，通过消化吸收国外先进经验和结合本国实际，已逐渐形成了一套具有自己特色的严谨的维修工作过程（简称：工作过程）管理体系，并日趋成熟，已被广大员工所接受。利用计算机辅助电站的生产管理，尤其是对工作过程管理为当今世界先进核电站普遍采用。在计算机中根据工作过程不同的环节，设置不同的状态，通过授权进行状态控制，从而达到对整个工作过程的控制。由于核电的特殊性，国内外成熟的电站商业管理软件很难适用核电站的需要。为此，各部门自行组织开发了一些软件，如计划部门开发的WRS系统，仪控处开发的EXCEL电子表格，服务处开发的工作票管理软件等多个相互独立系统。由于这些系统分散在各部门的微机中，存在着数据缺乏统一管理、使用效率低和缺少对工作过程有效的监督控制，甚至出现数据丢失等问题，已严重阻碍了电站管理水平的提高。

根据这些情况，1997年4月在电站经理提议下，组成了原生产部、电脑中心工作过程联合开发课题组，开展了对国内一些先进电站的调研工作，着手研究了国外成功商业软件的特点，如：PSDI的MAXIMO V3、EDF的GEMO、SYGMA等，在分析了上述软件的基础上，决定自行开发一套模拟大亚湾核电站实际运作的工作过程软件。

## 2. 总体介绍

WPMS系统运行在网络环境，采用当今国际流行且成熟的客户机/服务器（Client/Server）体系及图形界面（GUI）风格，实行菜单与按钮双重驱动，安全、可靠、简捷、实用。

WPMS依照核电站工作过程，从工作申请的提出、审批、分发到工作文件包的准备、校核以及工作的计划、取、还许可票、工作实施、验收，直至工作报告的填写、审查都实现了全面的计算机管理，无论是对实际维修工作还是对维修活动的管理与分析都提供了有力的

帮助。更重要的是,通过计算机管理,加强了维修工作各环节的控制,减少了作业风险,提高了维修活动的核安全与工业安全水平,由于采用了网络信息传递,也极大地提高了工作效率。

WPMS 与核电站已有的计算机辅助隔离系统 (CBA)、备品备件管理系统 (ESP)、仪表校验单管理系统 (ICM)、定值管理系统 (PSP) 等相关系统都进行了集成,因而能够快速方便地查询设备、备品备件、工具、规程、图纸等数据,极大地方便了工作文件包的准备工作。同时,WPMS 还为正在开发的核电站可靠性数据库系统和概率安全评价收集了维修相关的数据,为核电站的可靠性分析与维修优化做好了数据准备。

与其他维修管理软件相比,WPMS 拥有如下显著的特点:

- 在保证 CBA 的独立运作的前提下,较好地解决了与计算机辅助隔离系统 (CBA) 之间的接口。
- 提供了系统自动升版功能。
- 解决了一机多用的安全保密问题。
- 批处理与实时方式并存,较好地解决了相关系统的异构数据库之间的接口。

### 3. WPMS 的运行环境

WPMS 运行环境较为复杂,图 1 是其示意图。

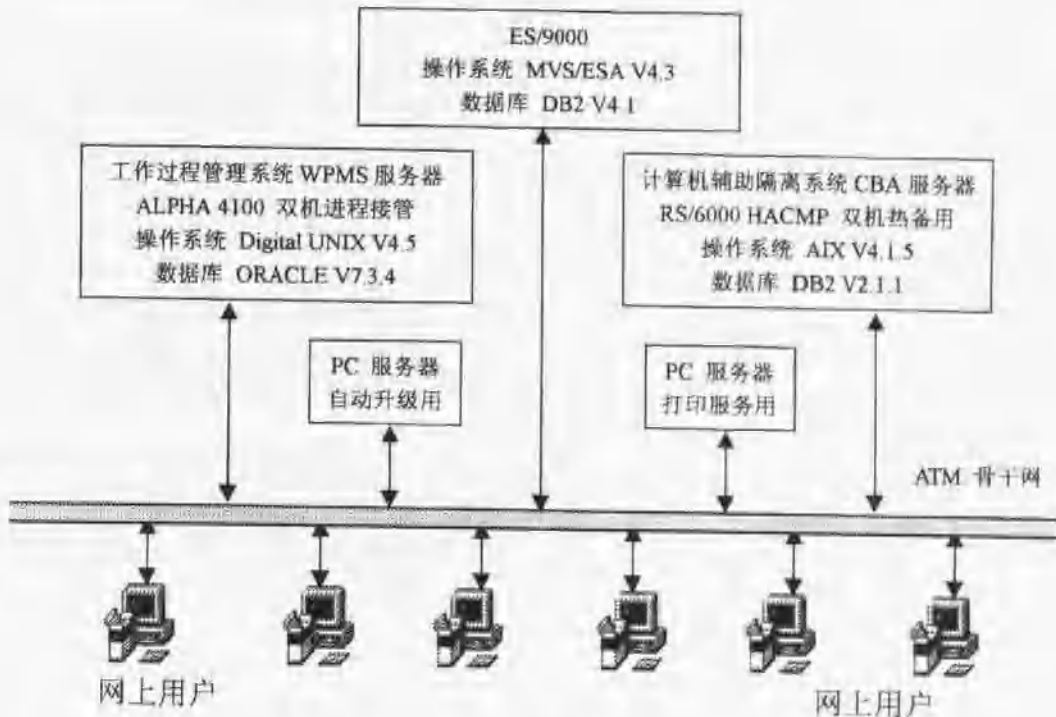


图 1 WPMS 运行环境

#### (1) 服务器

服务器为两台 Alpha 4100 (双机进程接管), 每台服务器为 512 M 内存, 4.3 G 硬盘,

磁盘阵列 6 个 4.3 G 的硬盘做 RAID5。操作系统是 DIGITAL UNIX，数据库采用 ORACLE RDBMS SERVER7.3，含并行服务器（OPS）选项。

#### (2) 网络

155 M 的 ATM 主干网，分支为 10 M 的以太网。既满足了系统的速度，又充分利用了原有的网络资源。

#### (3) 客户端

IBM PC 机，最低配置为 486/66，16 M 内存，800 M 硬盘。配置 HP5SI 网络打印机。

## 4. WPMS 的功能介绍

WPMS 主要有十个功能组，其中工作票处理、报告及报表、工作过程跟踪是核心功能组。

(1) 工作票处理：WPMS 的主要工作模块，用于对维修活动的工作流程进行处理与控制，包括：

- 工作票申请与修改
- 工作票审批与分发
- 工作文件包准备与校核
- 工作接受与开工申请
- 列入计划与取、还许可证
- 工作验收
- 工作票的挂起与激活

(2) 工作报告的录入、审批及查询。

(3) 工作票的跟踪与查询。

(4) 特种许可证的网上申请、审批及查询。

(5) 建立标准参考库。

(6) 提供各种统计功能与报表。

(7) 系统基本功能：包括打印机设置、屏幕打印、工具条设置、密码修改等功能。

(8) 相关信息：提供对备品备件管理系统（ESP）、仪表校验单管理系统（ICM）、定值管理系统（PSP）等相关系统的查询功能。

(9) 标准代码维护：对设备信息、故障代码、故障现象、故障原因等标准代码进行维护。

(10) 授权管理：对用户的权限进行管理。

为保证安全，WPMS 对用户实行模块与数据库两级授权，用户登录时，系统根据其 ID 与密码判断是否为合法用户，并根据其授权为之分配相应的功能模块。

WPMS 除了自身提供的功能外，还与多个系统进行了集成，从而使与生产、维修相关的各管理系统成为一个整体。详见图 2。

## 5. WPMS 的技术方案

为满足工作过程用户需求，在 WPMS 的开发过程中我们采用以下系列技术方案来实现：

(1) 界面友好、易于操作

考虑到用户计算机使用水平的参差不齐，客户机端采用微软的中文版 WINDOWS 95，

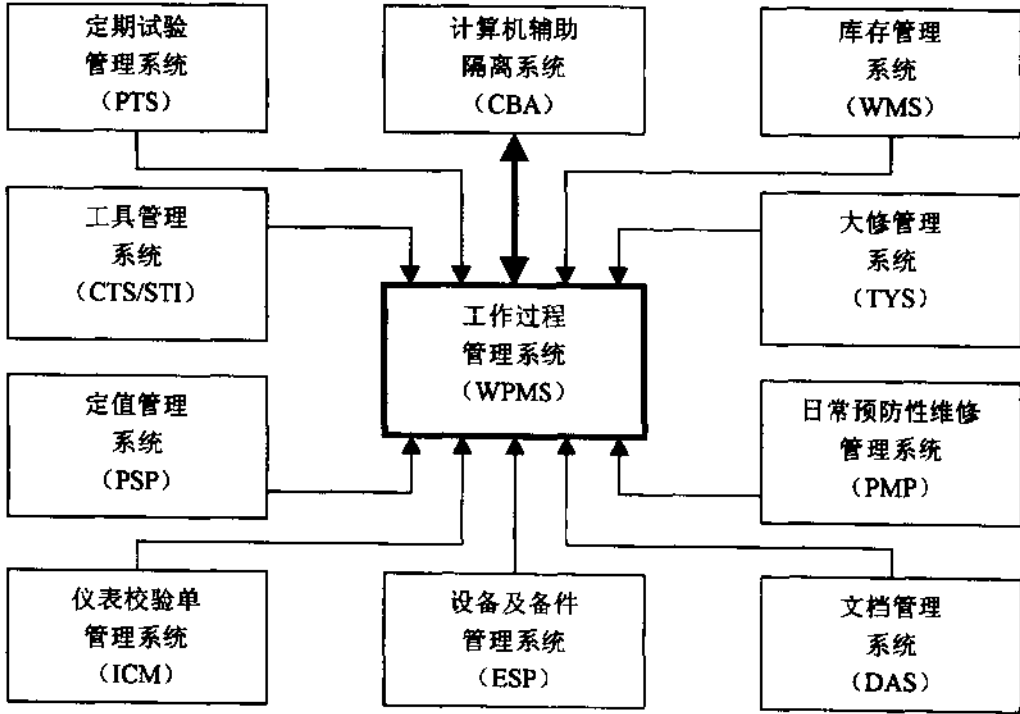


图 2 系统结构示意图

在需求分析的同时，制定了系统的界面表现形式和操作方式的风格，采用在线帮助、即时宏帮助、标准选项等手段。更为重要的是我们事先对类库进行了整理，编程时均继承类库中已有的对象，从技术上保证了操作风格的一致性，也便于风格的总体调整。

(2) 系统响应速度

高性能的服务器和可靠高速的网络是保证系统响应速度的首要条件，除此之外，我们还采用了以下措施：

- 数据库服务器端购置了 ORACLE 并行服务器 (OPS) 选件，该选件能够很好的支持“群集计算机” (Clustered Computer)，可将数据库查询任务分派给“群集计算机” (Clustered Computer) 的每个处理器，提高了系统的响应速度。
- 如果 WPMS 系统闲置超过一定时间之后，系统自动退出并关闭与数据库的连接，减少了网络与数据库的负担，提高了系统性能。
- 编程进行优化并同时注意对用户的操作及时予以反馈。

(3) 可靠性、安全性

- 首先，双机热备用的服务器和可靠的网络系统，能够保证 WPMS 的可靠性。
- 对于客户端，加强对不同的机型、不同版本的中文 WINDOWS95 (升级版、标准版、OSR2 版) 的测试，以确保 WPMS 在各台微机上均能正常运行。
- 安全保密方面采用数据库、应用程序两者授权控制相结合，确保只有真正有使用权限的用户才能使用本系统。根据电站一机多人使用的现状，WPMS 中特地增加了屏幕保护功能 (激活需要原用户的密码)，防止使用人员离开后他人使用他的授权进行工作。

- 系统在数据库设计时充分利用数据库的完整性检查机制，与程序输入数据检查相结合来确保不同途径录入的数据都是有效的。

#### (4) 自动升级

由于 WPMS 系统装机数量多，维护的工作量非常巨大，而且又没有现成的自动分发工具可用。因此我们利用 WINDOWS 95 的注册表项与数据库表中版本信息比较，以决定是否升级，并将新版的文件拷贝到客户机上后重新启动机来实现自动升级功能。编程中涉及到的网络联结、WINDOWS 注册表的修改，机器的重新启动等功能是调用 WINDOWS 的 API 来实现的。

#### (5) 关键系统接口

WPMS 系统的运行环境较为复杂，该系统是维修管理系统中与组织机构联系最紧密、功能最复杂的模块。同时它既要同计算机辅助隔离系统 (CBA) 进行实时数据交换，又要从原有的其它 9 个周边系统获取大量数据。面对如此之多的接口，而且其中的数据库有 DB2/6000, DB2/MVS 及 MICROSOFT ACCESS, 不是 WPMS 系统采用的 ORACLE, 如果都做到实时接口，系统速度无法满足用户要求，技术难度也相当之大。因此，我们采取了实时连接与批处理转换两种方案并行使用，这样即满足了实际需要，又保证了系统的响应速度。对不需要实时交换数据采用批处理的方式，在用户需要的时候执行数据交换功能。对于 CBA 等需在工作处理过程中随时需要交换数据的接口，采用了标准的数据库访问接口 ODBC 在不同的数据库系统之间交换数据。由于选用的软件开发工具是 PowerBuilder, 它最优秀的开放系统功能是可以访问任何一个常用的后台数据库系统。在 WPMS 中，我们一共建立了两个事务对象，一个用来连接 WPMS 数据库 (Oracle), 一个用来连接 CBA 数据库 (IBM DB2), 非常灵活方便地在两个不同数据库中切换，互相交换数据，避免了二次录入给用户带来的麻烦，提高了工作效率。

#### (6) CBA 既独立又连接

CBA 是大亚湾核电站与核安全直接相关的计算机系统，其功能又是工作过程管理的必然中间环节。因此我们在程序中建立了两个事务对象来实现与 CBA 的接口，在每次访问 CBA 数据，先修改 WPMS 中的数据，但不提交，然后修改 CBA 的数据并提交，提交成功之后，再将 WPMS 的修改提交。然后通过采用同时查阅 CBA 现行工作数据和历史数据避免了 CBA 对本系统回写数据。这样既保证了 CBA 的独立性，又能与 WPMS 平滑地连接，保持了数据的一致性。

#### (7) 采用原型法进行开发

开发出来的系统能否成功取决于用户和开发人员对需求的理解。我们选用 Power Designer 工具进行数据库设计，直接利用 PowerBuilder 进行原型设计，这样设计出的原型和最终用户要使用的界面相当接近，对于开发人员来讲，两个工具能相互配合，便于比较快地对原型进行调整，具体编程时充分采用类库技术，加快了设计和应用开发的速度。

## 6. WPMS 的使用效果

大亚湾核电站工作过程管理系统于 1998 年 5 月开始全厂试运行，于 1998 年 8 月全面投运，经过短暂的培训，现在已有上至公司总经理，下至生产一线的工作人员千余名用户使用，成为电站主要工作软件之一。

WPMS 系统对维修工作的全过程实施了计算机管理，使原来分散在各专业的数据实现了集中统一管理 and 共享，既保证了信息的准确性，又使信息的沟通加快，由于取消了原来的

纸质文件的传递，降低了成本，提高了工效，从而加快了维修的响应速度，比过去单纯的手工操作提高 3~5 倍，工作票积压大为减少。

截至 1999 年 2 月，WPMS 共处理工作票 17 100 张，已录入并存档的工作报告 11 181 条，同时形成了标准工作包 8 931 份，并管理着 80 888 项设备台账，81 301 项备品备件，13 457 项仪表校验单，19 592 项电气与仪表定值等相关信息。经历了近一年的运行，特别是两台机组第五次大修的考验，为两次大修实现工期短、质量高提供了保证，正日益显示出其重要性。

WPMS 不但提高了工作效率和工作质量，还加强了各项维修活动的核安全与工业安全，促进了维修活动的规范化，为管理层的定性分析、优化管理提供了理论依据，也为成本控制、人员管理提供了有益的帮助。另外，WPMS 还为即将开发的核电站可靠性分析系统提供了各种基础数据，为核电站的可靠性分析与优化作好了数据准备。

WPMS 系统的开发使用，激发了广大员工学电脑、用电脑的热情，全公司电脑的普及率、应用水平和维修管理水平均得到较大的提高。

# STA 安全监督功能扩展

廖伟明

## 1. 前言

与核电站的历史相比,安全工程师(STA)是一个很年轻的职业,它是1979年三里岛事故之后,为了从组织上完善核安全的概念,加强技术上的核安全监督而设置的岗位,从这个意义上,STA被称为“三里岛之子”。

当初总结三里岛事故的教训,提出设立STA这个岗位设想时,主要是为了在事故工况下,在主控室能有一个独立于运行值的操作,在杂乱、众多的报警信号中保持清醒的头脑,防止操纵员可能发生的误操作,准确判定机组状态,使机组安全过渡到后备状态。如果STA的工作仅局限于这个设想,那么平时他们则可能处于无事可做的状态,随着这个岗位在实践中的不断完善和演变,其职责范围已远远超出了当初的设想。在大亚湾核电站(GNPS)从EDF引进整套核管理体系时,也引进了STA这个岗位,随着这个舶来的岗位与中国国情的结合并在实践中的不断完善,STA在安全监督方面的职能也在逐步拓宽,已大大超过了EDF的同行,本文主要探讨STA的功能扩展的必要性和扩展的内容。

## 2. STA在GNPS核安全体系的作用与位置

在广义上分,GNPS的核安全体系由技术监督和行政监督两部分组成。技术监督分为两个层次,第一层次由如工作负责人、工作过程中的QC、值长等组成,属于在线监督,他们是对电站的各类安全或质量相关的活动和工作实行实时的监督,确保工作质量能满足安全要求;第二层次的技术监督的责任是由STA承担,他们独立于任何运行、维修人员,从更高层次协调电站各项与安全相关的工作,从安全角度保证各项工作的相容性和与技术规范的符合性,他们的监督工作从时间上有意与相关工作的实施略有延迟,以避免犯与工作执行者同样的错误。行政监督由质保、电站核安全委员会(PNSC)和公司层的核咨询委员会(GN-RB)组成,其职责是保证电站各项活动遵守电站运行总则和电站质量管理手册的要求。从STA具体的职能分,STA属于技术监督,但从其在电站组织机构的位置来看,应属行政监督。准确地说,STA是GNPS核安全体系中唯一具有行政监督和技术监督双重职能的岗位。正因为STA在核安全体系中所扮演核安全技术管理这样一个特殊角色,处于体系中行政监督和技术监督的交汇点,所以他们在核安全体系中起着“承上启下”的重要作用:由于STA都有过很好的技术背景和能力,他们没有生产压力,可以更高层次协调和处理电站的各种技术问题,并把技术问题概括提炼成管理上的问题向电站管理层反映,为管理层的决策提供依据,从另一角度,管理层的一些核安全上和管理上的思想可通过STA从技术或管理的角度去推动下达到工作层,达到提高全厂核安全水平的目的。

## 3. STA 职能扩展的必要性

由于STA的职能和在核安全体系中所处的位置,其职业上的广泛涉猎面几乎可达电站

所有的技术领域及管理领域，这个特点本身决定了 STA 在职能发展上就存在很大的弹性空间。

首先，外部环境的变化特别是国际核安全管理思想上的演变，促使 STA 职能的进一步扩展。众所周知，STA 岗位是在 1979 年三里岛事故后设立的，她的成长和壮大是在整个 80 年代，这段时期核安全管理的特点主要是重视人因工程研究，从组织管理上采取一系列措施减少人为失误，但没有从适当的工作方法上入手，从根本上来限制人为失误。1986 年切尔诺贝利事故，对国际核能界特别是核安全管理思想产生了极其深远的影响，它触发了核安全管理思想上最重大的变革——核安全文化。切尔诺贝利事故充分揭示了：管理形式与核安全，个人对核安全参与程度皆与核安全水平直接相关，这样，核安全不仅仅是专业性和严密性的问题，而且与人的行为密切相关。核安全的内涵由此逐步拓宽：管理层所采取的措施以及人员对核安全的参与，完善和加强了设备以及对设备管理方面的安全措施，这一全新的对核安全的理解构成了“核安全文化”的概念。在 1991 年，IAEA 出版的《核安全文化》(INSAG-4) 正式详细阐述了这一概念，从此国际核安全发展进入了一个崭新的阶段。1991 年 GNPS 从 EDF 移植 STA 这个岗位时其职能的设置完全是基于 80 年代的核安全管理思想，可以这样说，STA 岗位在 GNPS 是与核安全文化同时诞生和同时成长的，随着电站核安全文化的不断普及和提高，STA 作为电站安全文化的主要推进者，其职能必然也必须随着这一全新的核安全管理模式而逐步拓宽。

其次，内部环境的变化，特别是随着公司一些管理思想的升级，STA 的职能需要配合这些管理思想的进步而完善。GNPS 从引进国外先进技术和管理经验着手，通过吸收、消化，走自主提高的道路，结合中国的具体国情，形成一套有大亚湾特色的中西合璧的管理体系，如以业绩为中心的管理方式；目标管理与持续改进相结合的改进机制；对各类技术和管理问题的动态跟踪滚动式管理，各种管理手段的应用如 PRA 和利用 SIS (电站信息系统) 对各类管理方式的强化跟踪等等。随着管理的不断完善和对核安全认识的加深，对安全监督的要求也不断提高，从过去事后式监督转为预防式的监督，从过去只关注核部分的监督过渡到全过程，全范围的安全监督，电站的安全管理逐步形成“大安全”的环境。

## 4. STA 职能的扩展

(1) 首先，STA 的主要职责简要地说是保证电站各项活动遵守运行总则的要求，侧重于运行方面的监督，现在，STA 在保持原有职能的基础上，逐步扩展到维修方面，参与一些对机组安全运行有较大风险的维修项目风险分析；确保每一项工作前都进行风险分析；不定期对一些较重大的核安全相关的维修和运行活动进行 QC 检查，及时地探测工作过程中的偏差和薄弱环节，提出改进意见；利用电站管理信息系统，开辟“STA 关注问题”，推动 QSR 设备问题的解决。

(2) 其次，STA 利用每周撰写的周报，把电站的各种技术问题提炼成管理问题及时向管理层反映并提供有关核安全的信息及必要分析，另外，还作为电站核安全委员会 PNSC 的成员参加电站核安全事项的审查和分析，这对协助经理在重大安全问题的决策方面起到了很好的作用。

(3) 对电站核安全相关领域，定期与质保部组织独立的内部审查和自查，目的是找出电站管理中可能存在的缺陷和差距，推动电站消除发现的偏差，达到持续改进的目的；定期组织核安全文化的评估活动，并根据评估的结果，提出改进意见，这对于推动电站核安全文化起到了很好的作用。俗话说：“治病不如防病”，这类内部审查和自查的立足点就是基于预



防，这是 STA 职能从过去被动式发现问题到主动式预防监督转变的一个重要标志。

(4) STA 作为大修安全经理，全面统筹大修核安全、经验反馈、辐射防护及工业安全几个方面的工作，并取得了良好的效果。

(5) 作为电站核安全方面的技术支持，参与电站很多领域的技术开发工作，如参与电站 PRA 概率风险分析的开发和研究；主持电站紧急停堆小组的活动，把紧急停堆的风险用 PRA 方法建树，最终目的实现减少紧急停堆风险分析电脑化；对电站 QSR 工程及改造项目进行独立的安全分析和评审，确保这些项目不会降低电站的设计水平。

## 5. 结束语

STA 岗位，从引进起步，经过不断消化、吸收和提高，其职能与原来相比已有了很大的扩展，逐步形成了一些有特色的内容，并在 GNPS 的核安全体系中发挥越来越重要的作用。从未来的发展趋势看，日常安全监管职能将会逐步向值长转移，STA 职能将会从简单的日常安全管理向深层次的以安全管理为中心这个方向转移，为电站提供技术含量更高、更全面、更广泛的安全技术支持。我们相信，作为持续改进机制中重要一环的 STA，一定能按照广东核电发展战略，为按计划实现进入世界先进水平的目标，为广东核电事业的滚动发展建立一个高的起点，进而促进整个中国核电事业的发展发挥其应有的作用和贡献。

## 岗位技能培训的组织实施

陆 玮

大亚湾核电站员工培训从生产准备至今经历了三个阶段,即关键岗位人员强化培训(1986~1991年,国外跟班影子培训);全员培训(1992~1994年,授权培训和组织操纵员培训考核);继续培训(1995~1996年,授权课程复训及各专业在岗培训)。随着广东核电事业的发展,对人才培养提出了更高更严的要求,如何有组织地和规模地开展员工岗位技能培训是培训管理工作的一个新课题。培训中心在1998年度把实施员工岗位技能培训作为工作重点,起草编制了有关工作细则与执行程序,并组织实施了一系列岗位技能培训活动,为提高员工技能水平打下了良好的基础。现将1998年岗位技能培训的实践过程作一探析和总结。

### 1. 概述

核电站的安全高效运行离不开一支优秀的运行、维修和技术支持队伍,而造就这样一支优秀的队伍,除要求运行、维修和技术支持人员具有扎实的“本底素质”之外,更重要的是坚持不懈地对他们进行符合工作需要的岗位技能培训,使他们的知识和技能不断得到补充与更新,始终保持一流水平。从更高的标准来看,“一专多能”是现代企业员工的努力方向,1998年培训中心将岗位技能培训列为年度培训工作之重点,在1997年底对电站岗位技能培训进行需求摸底调查的基础上,经与现场各部门多次协商,初步设计了现场最需要的17门岗位技能培训课,并纳入电站年度培训计划中分阶段予以实施。在技能培训实施过程中,我们不仅重视选择一批有经验、责任心强的教员从事培训教学,同时,还注重严格按国际原子能机构IAEA广泛推荐的培训组织管理模式——系统化培训方法(Systematic Approach of Training)的五个步骤全过程地实施岗位技能培训:(1)探索需求;(2)计划设置;(3)培训准备;(4)实施培训;(5)效果评估。

### 2. 岗位技能培训的实施过程

以“系统化培训方法”为依据对培训中心岗位技能培训的开设实行规范化管理与质量控制。

#### 步骤一:培训需求调查

每年的10月份,培训中心将派员深入现场各处进行培训需求调查,并向培训工程师发放《岗位技能培训需求调查表》和《培训中心本年度岗位技能培训一览表》及《下年度培训中心预开设课程目录》,以供各处申报技能培训项目时参考。

#### 步骤二:确定年度岗位技能培训计划

汇总现场各处的培训需求后,培训中心制定出《年度岗位技能培训计划》(征求意见稿),将其反馈至各处,经充分讨论协商而确定最终的《年度岗位技能培训计划》,并纳入电站年度培训计划中分阶段予以实施。培训中心根据年度岗位技能培训计划进行费用预测,向预算控制部门申报立项。

#### 步骤三:培训准备

在与潜在的有实力进行教学的单位进行授课教员的调研后,向商务部门提交即将实施课程的《大亚湾核电站岗位技能培训课程任务书》(即合同技术附件),报请商务部门开展有关

商务工作,进行合同谈判,以签定合同。根据课程开设时间分阶段与推荐教员进行联系,并向教员发送《外部教员资格审查表》、《大亚湾核电站培训课程建议书》及培训要点和讲义,同时要求推荐教员根据我方的培训要求提交初步教学大纲及授课和教材使用建议。一般情况下,要求授课教员提前到大亚湾现场与有关技术人员作进一步沟通与交流,充分了解技能培训需求并进行电站案例分析,以进一步完善教学大纲和教案,使教学更具针对性与适用性。

#### 步骤四:教学实施

将课堂理论讲解与现场演示相结合进行教学,及时引入国内外最新技术信息,并请现场各专业工程师讲解部分内容及邀请其他电站技术人员参与交流。为增强教学效果,提高培训质量,授课方式不拘于课堂理论教学,采取课堂讲授与现场演示教学相结合、实验室实物教学、各专业技术人员讲解部分内容或电站案例分析等多种教学方式技能课程教学,必要时还邀请外单位人员共同参与讨论和技术交流。每门课程培训结束后,将组织学员进行考核,考核方式由授课教员选择(原则上采用开卷考试,试题以案例分析和综合问题解答为主)。考核合格者,由培训中心发放培训合格证书。

#### 步骤五:教学评价

每门技能培训课程结束后,及时组织学员座谈并发放课程评价单,听取学员意见,对培训课程的设置与教学进行评价,为全面评估和总结1998年岗位技能培训提供依据,并为以后的课程开设奠定基础。每门岗位技能培训课程结束后,培训中心还组织参训学员进行座谈,了解学员意见及课程开设效果,并填写《岗位技能培训座谈记录》,同时发放《培训评价调查表》,进一步收集参训学员对此次培训课程的评价信息。与此同时,授课教员需向培训中心提交《岗位技能培训教学总结报告》。培训中心根据有关信息和培训实际情况将对培训课程进行总体评估并填写《岗位技能培训总结与评估》表,在年度岗位技能培训计划完成后,于每年底对本年度开设课程进行总结,提交《年度岗位技能培训总结与评估报告》。

### 3. 培训中心1998年度岗位技能培训课程开设

从1998年各处提交的培训需求来分析,几乎所有课程均具有技术性较强,比较专项且又与现场工作紧密相关的特征。反映出在现阶段日常工作中技术人员最需要掌握基础性的课程以及有实用价值的课程。

1998年度完成的技能培训课程见附表。

1998年技能培训课程开设的特点有:

#### (1) 课程设置适应现场需求

课程设置的基础在于对现场培训需求的摸底调查,从总体上讲,课程设置合理,安排及时,具有较强的针对性与适用性,有助于提高员工现场工作技能。

#### (2) 教员选择

技能培训实施过程中重视教员的选择。1998年度教员以外聘为主,其目的是:了解外界信息、引进新知识,以适应知识的更新;注重基础理论知识的教授;使教学规范化和具有一定技巧性;增强与外界的交流与沟通,建立技能培训支持网点;利用和发挥外聘教员技术专长与工作经验,使岗位技能培训与现场技术问题分析解决相结合。为此,教员选择条件应为:专业理论知识扎实、相关工作经验丰富、具有一定的教学技巧,同时具备较强的分析与解决本专业技术问题的能力。1998年岗位技能培训受到好评,重视教员的选择是一重要因素。

#### (3) 培训中心及教员、学员三方密切配合

技能培训质量的好坏,不仅取决于培训组织者的课程设计、教员的选择,另一关键因素还在于学员的参与和现场专业技术人员的配合。为此,培训中心、教员、学员三方面沟通交流和配合是至关重要的。这些配合体现在现场人员向教员提供教学素材、案例、现场情况介绍、相关资料提供、运行与维修经验交流、协助进行与现场教学演示、共同进行教学评估等方面。在已实施的课程中,正是教员责任心强,参训学员主动性高,加之组织协调得力,使得培训产生了较好效果。

总体评价:据培训效果反馈情况来,培训中心按计划组织实施的各门技能培训课程,对参加培训的各专业处学员产生强烈反响,普遍认为这些技能培训课程设置合理、安排及时、具有较强的针对性与适用性,有助于学员现场工作技能的提高。电站防腐、废物管理、实用去污技术等课程的授课教员,不仅讲授理论知识,还在学员的配合下深入现场对有关的技术问题进行分析,提出了许多建设性的处理意见。

## 4. 岗位技能培训组织实施改进设想

回顾和总结 1998 年技能培训实施情况,在以下方面应作进一步改进:

### (1) 课程开设内容

根据电站工作性质与特点,进一步作好现场培训需求调查与分析,扩大专业范围,开设出针对性强、紧密结合现场、更具实效的岗位技能培训课程,更好地服务于生产一线。

### (2) 课程安排

课程安排应充分考虑现场工作计划及人员休假等因素,主要课程安排应避开现场任务和人员休假高峰期。一般来讲,每年上半年大修结束后即可开始技能培训课程,于 10 月上旬基本结束与现场一线工作密切相关的课程。1998 年岗位技能培训由于准备工作的原因,课程开始日期稍晚,致使部分专业工程师由于大修准备工作较忙而不能按期听课,在一定程度上影响了培训的范围。

### (3) 制定合适的课程密度和课程周期

课程密度不应过大,一月内技能课程一般为 2~3 门较为适宜;课程周期能短则不长,原则上每门课程课堂教学时间为 3~4 天,个别课程不超过 8 个工作日。否则参训学员由于时间、精力、现场工作等因素的约束将影响培训效果,导致培训效益下降。

### (4) 现场指导式教学

为更好地适应核电站工作性质及其特点,岗位技能培训可部分采用聘用教员到专业现场实行现场指导式技能培训。如电气保护系统技能培训采取教员一周课堂教学、一周现场指导培训,深受维修部电气处的欢迎,可作为部分技能培训课程开设的借鉴。此外,要加强现场技术问题讨论与分析;加强实验室建设,增加实物演示环节,充实必要的教学用具如实物投影仪。

### (5) 学员分班、分期培训

将参训学员按层次、专业、工作经验等,考虑分期或分班接受技能培训,其培训的目的与内容各有所侧重,以增强培训效果,提高培训质量。

### (6) 重视技能培训教材编写

根据教员教学内容结合大亚湾核电站的实际对教材进行适当修编,使其更具适用性和针对性,并力求反映出最新技术动态与信息,使其作为在岗培训教材并成为现场专业技术人员日常工作中的参考资料与工具书。

### (7) 实施项目负责人管理方式

在培训管理上可采用“责任工程师制”的技能培训组织管理方式，即由培训中心的教员分成若干小组，每组负责2~3门专业相关的技能培训课程的组织实施，从需求调查、课程设计、计划安排、合同谈判、现场技术问题讨论实行全面负责与跟踪管理。这样有利于教员全方位地了解和获取各方面反馈信息，增强与现场专业处的协调、沟通与交流，进一步作好需求调查与分析，全面跟踪和评价技能培训对现场工作的作用，有利于进行教学评估与总结，同时对教员自身也是一种极好的培训，促使培训组织管理者自身素质的不断提高，从而进一步提高岗位技能培训质量与效果。

#### (8) 注重培养电站各专业自己的兼职教员

教员的选拔应由一开始的外聘逐步过渡到相应课程今后由电站本身的资深工程师兼任，以降低培训成本。

## 5. 结束语

经过1998年对岗位技能培训全过程的实施，培训中心已形成一整套程序，积累了十分有益的经验，相信在现有的基础上通过不断实践和总结经验，进一步加大技能培训管理力度，密切跟踪和了解现场需求，扎扎实实地为现场服务，技能培训必将成为提高运行、维修、技术支持人员业务素质的有效手段。

附表：

培训中心 1998 年度岗位技能培训课程开设情况

序号	课程名称及主要内容	培训日期及时间	培训人数	实施状况
1	电站金属防腐学	共两期，每期 6.5 天	计 2 496 人·时	完成
2	基本仪器仪表的使用	共三期，每期 5 天	计 3 600 人·时	完成
3	机工培训	共一期（分为两个阶段），共 35 天	计 5 640 人·时	完成
4	废物管理基础	共一期，5 天	计 960 人·时	完成
5	工业电子学	共两期，每期 10 天	计 2 560 人·时	完成
6	实用去污技术	共一期，5 天	计 520 人·时	完成
7	电子调节器	共两期，每期 5 天	计 1 800 人·时	完成
8	电气保护系统	共两期，每期 5 天	计 720 人·时	完成
9	润滑专题培训	共一期，4 天	计 1 280 人·时	完成
10	基本电气设备	共一期，10 天	计 880 人·时	完成
11	振动分析	共一期，10 天	计 2 000 人·时	完成
12	秘书工作方法	共二期，6 天	计 1 280 人·时	完成
13	起重司机培训	共一期，10 天	计 480 人·时	完成
14	叉车司机培训	共一期，26 天	计 2 496 人·时	完成
15	RPR 反应堆保护系统	共一期，10 天	计 2 480 人·时	完成
16	阀门维修	共一期，5 天	计 416 人·时	完成
17	机械密封	共一期，1 天	计 440 人·时	完成
岗位技能培训总人数		计 30 048 人·时（注：该数据为已开设课程的统计数，截至 11 月 30 日）		

## 一、二核技术不同点的管理

魏其岩 徐礼新

岭澳核电站(LNPS二核)是广东大亚湾核电站(GNPS一核)的“翻版+改进”,在其合同判谈过程中吸取了许多GNPS的宝贵建设、运行经验;同时,在工程建设过程中也不断通过经验反馈融入一核新的经验(如一些一核已经或正在实施的改造项目)。这些经验的吸纳是“二核要比一核好”的技术基础。管理好、应用好一、二核技术不同点数据库的意义主要体现在以下几个方面:

- 避免技术不同点散落在各个单位或个人,造成难于查找,不能实现信息共享;
- 有利于一核、二核领导和技术人员日常工作参考;
- 能使工程部全方位地了解二核相对于一核的技术改进;同时也能使一核人员全面系统地了解二核的技术改进,促进一、二核在改进方面的信息交流,促进广东核电总体水平的提高;
- 为群堆管理的技术差别管理提供借鉴,也为三核提供参考(软件及数据库);
- 有利于二核生产部运行、维修规程的编写及人员的培训;使生产人员在运行、维修活动中避免犯经验主义错误。

本文将从一、二核技术不同点问题提出的背景、目前的管理方式和手段、应用情况等几个方面介绍目前对一、二核技术不同点的管理,以及我们的几点体会。

### 1. 背景

在二核合同谈判的过程中,根据核电站的发展和一核的建设、运行、维修经验,已经吸纳了部分项目,形成了二核相对于一核的“改进”,其中核岛主要有30项、常规岛8项。比如:防稀释改进措施、核岛的重要厂用水系统流量连续测量、避免冷停堆时堆芯裸露的预防措施、主蒸汽系统气动安全阀改为机械式安全阀、一回路主泵火警探测等;常规岛的变压器改进、发电机出线封闭母线及断路器、接入系统及短路容量、电气事故记录仪改进等。这些与一核的不同点形成了技术不同点的主体。另外,在二核工程建设中,会产生许多设计变更、现场变更,同时一核也在不断实施一些改进项目,这些变更又产生了新的技术不同点,所有这些不同点对于将来的运行、维修都十分重要。如果不充分重视、不很好地加以管理,将会引来一些不必要的错误:

- 二核的运行、维修程序是参考一核程序编写的,不清楚一、二核之间的技术差别,将会造成程序错误,必然导致运行事件、维修错误、甚至危及电站的核安全;
- 二核的运行人员主体或基本上所有运行人员都来自一核或接受了在一核的培训,若运行人员不清楚二核同一核的差别,将会发生十分频繁的经验主义错误。

基于上述原因,在生产准备初期(1997年)就提出如何有效地管理一、二核技术不同点,用于生产准备和将来的运行、维修。为此,我们制定了专门的计划,召开了多次专门会议,并同工程部建立了日常的工作联系,以合同为基础广泛收集和整理一、二核技术差别。

1998年9月底技术不同点软件上网运行,为二核生产部、维修部的40多名用户安装了此软件,并在广泛使用。

## 2. 技术不同点的收集和管理

在生产准备正式开始之前,参与二核谈判的一些同志就开始自行收集一些技术不同点。这些技术不同点的收集工作是我们开始管理技术不同点的一个重要切入点,要使所收集的技术不同点将来广泛用于培训、程序编写、工程阶段FSAR(最终安全分析报告)审查、执照申请文件的准备等方面,必须进一步加以细化,为工程技术入员提供更直接的参考。众所周知,我们正处在信息化时代,信息的共享十分重要,提供适当的手段使一、二核工程技术人员在这方面信息共享,是广东核电资源共享的一个重要方面。如果这些技术不同点散落于个人手中,成为个人财富,将会造成经验积累方面的严重障碍,不符合现代管理的基本原则,不符合群堆管理的要求,不利于广东核电进一步发展的需要,是我们的巨大损失。为此,我们组织、协调相关部门从二核合同出发,对一、二核技术不同点进行了细化整理。

在技术不同点的收集过程中,为保证其全面性、准确性和质量我们采取了如下措施:

- 制定了严密的工作计划:这个计划中包括了数据的收集整理、单机版软件的开发、网络版软件的开发等关键点,并得到了一核生产部生产准备处的批准;
- 成立了专门小组:同工程部执照申请处(LIB)成立了联合工作小组,生产准备处技术准备与协调科(后为二核生产部联络办公室)专门负责跟踪技术不同点填写单的填写、软件的开发、数据的录入和维护,并同LIB对合同中的技术差别(主项)进行了细化,分解成了100多个小项(子项)。表1是主项细化的例子。

表1 主项细化为子项

主 项	子 项
发电机改进	1. 发电机定子绕组绝缘厚度 2. 发电机转子护环内部与槽楔间的黑斑现象 3. 发电机转子线圈绕组温升偏高 4. 发电机转子无中心孔 5. 发电机振动保证值 6. 励磁机旋转整流二极管发热 7. 发电机的工厂试验
防稀释改进措施	1. 预防快稀释事故的措施 2. 预防慢稀释事故的措施
BOP LOT 9 国产化设备	1. 阀门国产化 2. 泵国产化

LIB负责协调二核设计采购队内部各专业处的工程师,根据子项填写技术不同点填写单(见附件1),并将任务落实到人。在填写技术不同点填写单时,要求各专业工程师力求反应最新动态,并要求校核、审批人签字,保证技术不同点库的准确性和质量。

——动态管理:一、二核之间的技术不同点信息库是一个不断变化的库。二核设计上的改动、一核电站最新改进,都会造成新的不同点,为此,联络办公室将从工程部收集到的技

术不同点交相关处（如二核生产部设备管理处、一核维修部技术支持处）进行审查并补充新的不同点（如一核最新改造项目等）。通过这种动态管理，使技术不同点信息库能够反映最新的一、二核之间的差别，同时用户可以通过 OUTLOOK 或技术不同点软件（见下节）提供的意见箱，随时向数据库维护员反映最新的技术差别。上述过程见图 1。

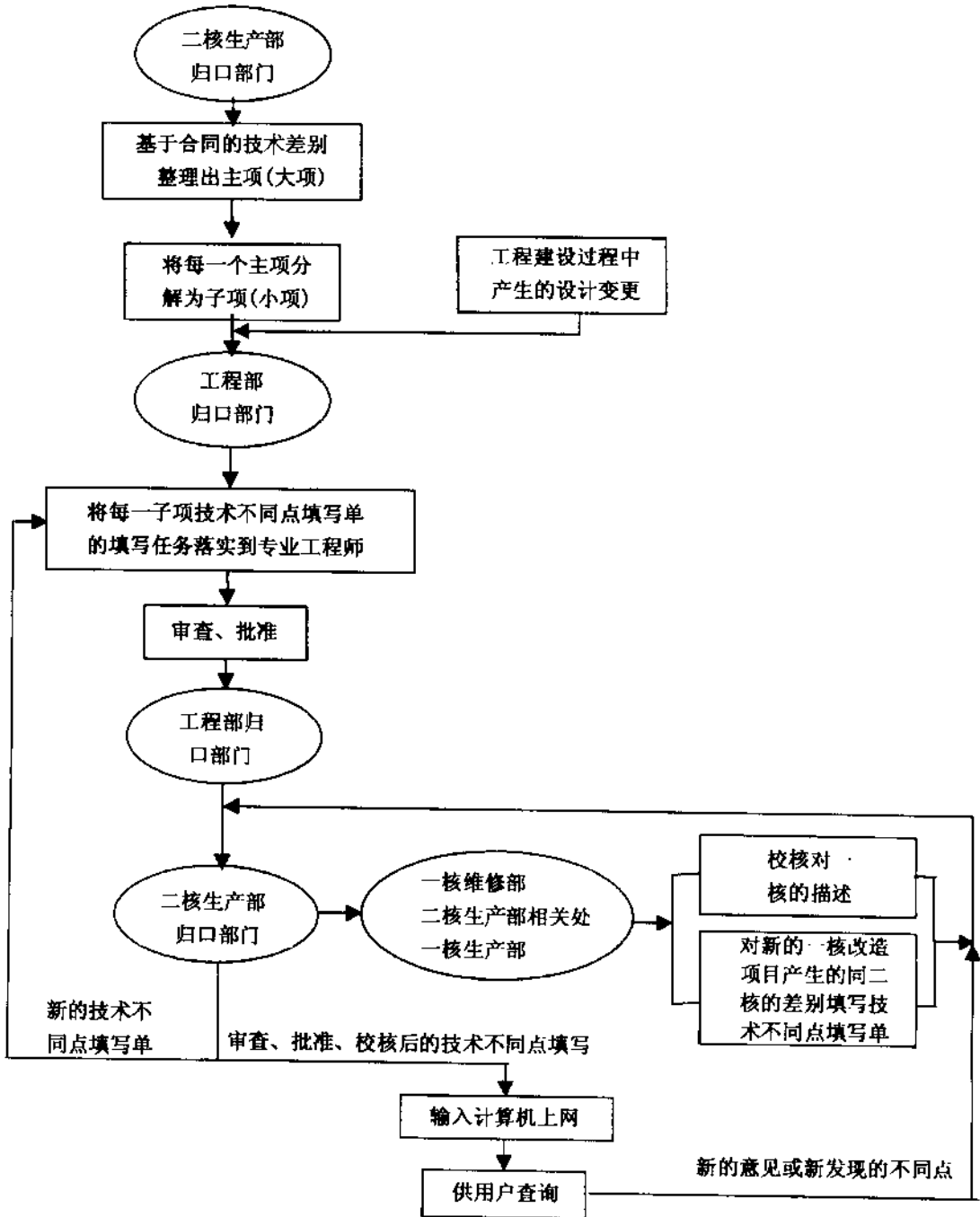


图 1 技术不同点管理过程



### 3. 技术不同点的管理手段

在秘书部电脑中心的支持下, 技术不同点管理中采用了比较先进的管理手段, 即网络版软件。通过此软件大大方便了专业工程师进行查寻、在工作中参考, 实现了信息实时共享。同时, 也大大方便了数据的维护。此软件有下述主要特点:

#### ——方便简洁的用户界面

只要掌握了基本的 Windows 操作和概念 (如鼠标器的使用、窗口的概念) 就可以使用此软件, 不需要对用户进行专门的培训。

#### ——查寻方法的多样性和灵活性

- 所有项目以列表清单形式出现, 可以按主项 (大项目) 查寻, 亦可按子项 (大项下面的小项目) 查寻;
- 实现了模糊查寻。比如, 只要输入一个关键词“汽轮机”, 就可以查到与“汽轮机”相关的所有不同点;
- 可按系统号、设备号查寻;
- 可按项目的类别 (如经验反馈、技术改进和升级、国产化、新技术、新设备等) 查寻;
- 可以按制造质量等级和系统设备安全等级, 如 Q1, Q2, Q3, QNC, QSR, QR 等查寻;
- 可以按生产厂家查询。

#### ——设置了“意见箱”

建立了一二核技术人员与数据库维护人员之间的直接联系, 使之能很方便地将新的不同点和其它意见提交数据库维护人员。

总之, 我们认为, 良好的信息管理手段是促进交流的一个重要的环节。技术不同点软件基本上满足了要求。

### 4. 技术不同点数据库的现状、应用情况和今后的维护

#### ——现状

目前此数据库中收集了核岛主项 31 项, 常规岛 10 项, BOP 22 项; 将这些主项细化为 125 项子项。

#### ——应用情况

目前电脑中心已为维修部、一、二核生产部提出申请的 40 多个用户安装了该软件。二核维修程序、运行程序编写人员已经开始使用此数据库作为程序编写参考。另外二核生产部运行处将以此为基础编写运行人员技术不同点培训教材, 对运行人员进行专门的培训。

#### ——今后的维护

前面已提到, 对技术不同点管理必须实施动态管理, 否则数据将落后, 就会失去参考价值。1999 年 3 月由 LPE 接管此项工作以后开始更进一步细化、补充, 使之由设计不同点逐步转入“设计+设备”不同点, 将使数据更加完善。同时, 作为一个参考性数据库, 他们将在数据库中补充所有项目的参考文件, 便于技术人员更深入研究具体细节。

## 5. 几点体会

通过一年多来对一、二核技术不同点的管理（收集、整理、数据库建立、软件编制等），我们有以下体会：

- 随着广东核电的发展，群堆管理模式的逐步形成，很有必要而且也必须将各电站（目前是岭澳、大亚湾四台机组）的技术不同点统一管理起来，这是形成群堆管理技术支持的重要工作之一，在此基础上逐渐形成统一的改造项目管理。
- 从工程项目一开始，就应建立一套工作程序，规范技术差别的管理，有部门归口专门管理，做到所有的设计变更，现场变更产生的技术差别都及时输入和上网，可以使得工程结束后“帐目”清晰，为后续的维修、运行工作打下坚实的基础。
- 这是一项长期的工作，现在的一、二核不同点还有很大的局限性，需要长期积累。同时，可以采用目前一核改造项目管理的模式，从工作程序上将技术不同点信息库的更新纳入日常工作，这样就会逐步建立全面、完整的数据，更具有参考价值。
- 应将技术不同点的范围扩大到设备，对备件采购、维修活动提供强有力的支持。

附件 1 技术不同点填写单

编 号	<input type="checkbox"/> NI <input type="checkbox"/> CI <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> BOP	<input type="checkbox"/> NI <input type="checkbox"/> QR <input type="checkbox"/> NQR		
主 项				
质量等级	相关系统	类 别		
<input type="checkbox"/> Q1 <input type="checkbox"/> Q2 <input type="checkbox"/> Q3 <input type="checkbox"/> QNC <input type="checkbox"/> QNCA <input type="checkbox"/> QNCB <input type="checkbox"/> QNCC <input type="checkbox"/> ISO2 <input type="checkbox"/> ISO3 <input type="checkbox"/> NQR		<input type="checkbox"/> 1: 经验反馈 <input type="checkbox"/> 2: 技术改进、升级 <input type="checkbox"/> 3: 国产化 <input type="checkbox"/> 4: 新技术 <input type="checkbox"/> 5: 新设备		
			实施系统	
			实施设备	
		相关 厂 家		
		相 关 文 件		
子项				
	二 核	一 核		
附件共___页 (份)				
编写人	审核人	批准人		
日期	日期	日期		
汇总：LPS 二核生产部				

## 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 与质量无关系系统
A	Feedwater Supply 给水供应
ABP	Low Pressure Feedwater Heaters 低压给水加热器系统
ACO	Feedwater Heaters Drain Recovery 给水加热器疏水回收系统
ADC	Feedwater Deaerating Tank and Gas Stripper 给水除气器系统
AET	Feedwater Pump Turbine Gland 主给水泵汽轮机轴封系统
AGM	Motor Driven Feedwater Pump Lubrication 电动主给水泵润滑系统
AGR	Feedwater Pump Turbine Lubrication and Control Fluid 主给水泵汽轮机润滑油及调节油系统
AHP	High Pressure Feedwater Heater 高压给水加热器系统
APA	Motor-Driven Feedwater Pump 电动主给水泵系统
APG	Steam Generator Blowdown 蒸汽发生器排污系统

APF	Turbine-Driven Feedwater Pump 汽动主给水泵系统
APU	Feedwater Pump Turbine Drain 主给水泵汽轮机疏水系统
ARE	Feedwater Flow Control 给水流量控制系统
ASG	Auxiliary Feedwater 辅助给水系统
C	Condenser (Condensation-Vacuum-Circulating Water) 凝汽器(冷凝-真空-循环水)
CAB	Turbine Exhaust Water Spraying 汽轮机排气口喷淋系统
CET	Turbine Gland 汽轮机轴封系统
CEX	Condensate Extraction 凝结水抽取系统
CFI	Circulating Water Filtration 循环水过滤系统
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
DEC	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	BOP 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	Closed-Circuit Television 闭路电视系统
DFV	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 Basin 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) 油及润滑脂贮存区通风系统(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
ELP	Containment Leakage Monitoring 安全壳泄漏监测系统
ETV	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
EVH	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
GEX	Generator Excitation and Voltage Regulation 发电机励磁和电压调节系统
GFR	Turbine Control Fluid 汽轮机调节油系统
GGR	Turbine Lubrication Lacking 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 Supervisors 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)
JDT	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

KBS	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
KPB	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
KRU	Plant Radiation Monitoring 电站辐射监测系统
KSA	Alarm Processing 警报处理系统
KSC	Main Control Room 主控制室系统
KSN	Nuclear Auxiliary Building-Local Control Panels and Boards 核辅助厂房——就地控制屏和控制盘
KSL	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

LCH	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(EC Building) 48 V 直流电源系统(EC 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 II 6.6 kV 交流应急电源系统——系列 B
LHI	Changover Interconnection Devices 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)
LI	LV AC Emergency Network—380 V 低压交流应急电源(380 V 系统)
LLS	Hydrotest Dump 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)
INB	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)
INC	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)
IND	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)
INE	Uninterrupted 220 V AC Power 220 V 交流不间断电源系统
INF	Constant 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(IC Building) 220 V 交流不间断电源系统(IC 厂房)

INP	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
LTR	Grounding 接地系统
LYS	Batteries Test Loops 蓄电池试验回路
P	Pits 各种坑、池
PMK	Fuel Handling and Storage 核燃料装卸贮存
PTB	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 反应堆罐和水的补给系统
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



RPH	Reactor Protection 反应堆保护系统
RRA	Residual Heat Removal 余热排出系统
RRB	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	Deminerlized 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 Deminerlized 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

SER	Conventional Island Deminerlized 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 Systems 过程仪表系统
SIR	Chemical Reagents Injection 化学试剂注射系统
SIT	Feedwater 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
SLT	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
STR	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
TRP	Boron Recycle 硼回收系统
TFD	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 行政程序
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 电站经理助理
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 未能紧急停堆的预期暂态
AUD	Audit Department 审计部
BOP	Balance of the Plant 电站配套设施
CAR	Corrective Action Request 纠正措施要求 (质保用语)
CCTV	Closed Circuit Television 闭路电视
CI	Conventional Island 常规岛
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)
CPP	Condensate Polishing Plant 凝结水精处理系统
CRO	Computer Request to Order 自动采购申请
CT	安全壳密封性试验
CUW	Call Upon Warranty 要求 (供货商) 履行保证条款
DOM	Deputy Operations Manager (OPS) 电站副经理
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
EOMM	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)
ERA	Europe Representative Agency 驻欧办事处
FAC	Final Acceptance Certificate 最终验收证书
FMX	同 Framex
FP	Full Power 满功率
FRA	同 FRAMATOME
FRAMATOME	法马通公司 (法)
FRAMEX	法马通海外检修公司
FROG	Framatome Owners Group 法马通业主协会
FSAR	Final Safety Analysis Report 最终安全分析报告
ESP	物资技术数据库
FSS	Full Scope Simulator 全范围模拟机
$F_{xy}$	Radial Peaking Factor 径向功率峰因子
GECA	General Electrical-Alsthom Corp. 通用电气-阿尔斯通公司 (英、法)
GEPB	Guangdong Environmental Protection Bureau 广东省环保局
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
GNRB	General Nuclear Review Board 核安全评审委员会
GNPS	Guangdong Nuclear Power Station 广东大亚湾核电站
GOR	General Operating Rules 运行总则
GPHC	Guangdong Electric Power Holding Co. 广东省电力集团公司
GRO	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)
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
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
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
LANS	Guangdong Ling Ao Nuclear Power Station 岭澳核电站
LANPC	Ling Ao Nuclear Power Company Ltd 岭澳核电有限公司
LLO	工程联络办公室
LIB	工程部执照申请处
LNPS	岭澳核电站
LOE	Licensing Operational Event 电站运行事件
LOI	Low Operation Interval (RRA) RRA 低水位运行间隔
LP	低压缸
LPA	岭澳核电站综管处
LPE	岭澳核电站设备管理处
LPP	岭澳核电站生产计划处
LPO	岭澳核电站运行处
LPS	岭澳核电站生产部
LPH	岭澳核电站保健物理处
LPW	岭澳核电站程序编写协调组
LSL	岭澳核电站安全执照处
MAP	Mean Assembly Power 反应堆组件平均功率
MCR	Main Control Room 主控室
MIS	用于反应堆压力壳无损探伤的装置名称, 法国产品
MR	Modification Request 改造申请

MRO	Manual Request to Order 手动采购申请
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
NSSS	Nuclear Steam Supply System 核蒸汽供应系统
OBN	Observation Note 观察通知单 (质量保证用语)
OCS	Contract And Supply Branch 合同供应处
OJT	On-the-Job Training 在岗培训
OPA	Administrative Branch 综合管理处
OPD	Documentation Branch 资料处
OPG	Outage Planning Group 大修计划组
OPH	Health & Physics Branch 保健物理处
OPL	生产准备处
OPM	Maintenance Branch 维修处
OPM/ME	Electrical Section 维修处电气科
OPM/MI	Instrumentation and Control Section 维修处仪表控制科
OPM/MR	Rotating Mechanical Section 维修处转动机械科
OPM/MS	General Service Section 维修处现场服务科
OPM/MV	Valving Mechanical Section 维修处静止机械科
OPO	Operation Branch 运行处
OPP	Generation Planning Branch 发电规划处
OPS	Operations Department 生产部或称广东大亚湾核电站
OPT	Technical Service Branch 技术服务处
OQA	Quality Assurance Branch 质量保证处
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	Safety & License Branch 核安全处
OTC	Training Centre 培训中心 (培训处)
OTS	Technical Support Branch 技术支持处
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

PC)	Interface Procedure 接口程序
PQOM	Plant Quality Organization Manual 电站质量管理手册
PQTR	Personnel Qualification Training Requirements 专业技术和技能培训要求
PRE-OSART	Pre-Operational Safety Assessment Review Team 运行前安全评审团 (IAEA)
PRA	Probability Risk Analysis 概率风险分析
PSI	Pre-Service Inspection 役前检查
PT	Power Tilt 堆芯象限功率倾斜因子
PT	Periodic Test 定期试验
PTC	Plant Training Committee 电站培训委员会
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
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 Center 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
SIS	Station Information System 电站综合信息系统
SPSB	Shenzhen Power Supply Bureau 深圳供电局
SRO	Senior Reactor Operator 高级反应堆操纵员
TCA	Temporary Control Alterations 临时控制变更
TLD	Thermoluminescent Dosimeter 热释光剂量计
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
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	Word Request 工作申请
WRN	Word 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 <sup>3</sup>	兆贝可/米 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	米 <sup>3</sup>	cm	厘米
mSv/h	毫希沃/时	g/cm <sup>3</sup>	克/厘米 <sup>3</sup>
μSv/h	微希沃/时	MW·d/tU	兆瓦·日/吨金属铀
Sv/h	希沃/时	Ci/m <sup>3</sup>	居里/米 <sup>3</sup>
man·Sv	人·希沃	mCi/m <sup>3</sup>	毫居里/米 <sup>3</sup>
man·mSv	人·毫希沃	m <sup>3</sup> h	米 <sup>3</sup> /时
Bq/kg	贝可/千克	MPa (g)	兆帕斯卡 (表)
Bq/m <sup>3</sup>	贝可/米 <sup>3</sup>	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<br>冷机修间  |
| —AB | Cold Warehouses<br>冷仓库  |
| —AC | Hot Workshop and Warehouses<br>热机修间和仓库                                  |
| —AD | Archive and Documentation Building<br>档案资料馆                             |
| —AF | Workshop and Warehouse<br>车间和仓库   |
| —AG | Garage<br>汽车库   |
| —AH | Garage—Petrol Station and Fire Station (Cancelled)<br>汽车库—加油站和消防站 (取消)  |
| —AL | Site Laboratory<br>厂区实验室  |
| —AM | Radiation Measuring Devices Calibration Laboratory<br>辐射测量仪标定室          |
| —AN | Oil and Grease Analysis Laboratory<br>润滑油和油脂分析实验室                       |
| —AO | Open Warehouse or Shed<br>露天仓库或棚库                                       |
| —AP | Permanent Access—Roads—Parking Lots—Tracks on Site<br>永久出入口—道路—停车场—厂区便道 |
| —AX | Dangerous Products Warehouse<br>危险品库                                    |
| —BA | Site Management Office<br>工程部办公楼 (已改为生产部办公楼)                            |
| —BX | Administration Building<br>办公楼  |



—CA	Water Intake Structure 取水构筑物
—CB	Water Inlet Channel 进水渠
—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-振动器	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	爆破膜或爆破盘
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	BQ	应急照明	CP	(水力或机械)联 轴器	DP	控制棒束换位架
AQ	安注罐	BR	控制棒或停堆棒	CQ	机架	DQ	
AR	控制柜	BS	冷端盒	CR	箱子-编组箱	DR	错油阀(用于油 动机)
AS	燃料组件	BT	蓄电池	CS	凝汽器	DS	脱水器-干燥器
AT	自动化学监测和 控制装置	BU	防水堰水闸	CT	印刷电路板	DT	检测器
AU		BV	灯具箱	CU	(水池)衬里	DU	
AV	雨水排放管的集 水口	BW		CV	键锁机构	DV	
AW		BX		CW	容器	DW	
AX		BY		CX	搬运小车	DX	
AY		BZ		CY		DY	二极管
AZ				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	粗滤器	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		CR	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	—就地核测量(中子通量或放射性) —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		KI	粗滤器	LI	就地电流测量
IK	计数率计	JJ		KJ		LI	火警探测
IL		JK		KK	手动断路器	LK	就地应力测量
IM		JL		KL	喇叭-音响报警器	LL	就地亮度(不透明度)测量
IN	内部通讯(电话)设施	JM		KM		LM	就地位置-位移测量
IO		JN		KN		LN	就地标高测量
IP		JO		KO	汽轮机汽缸	LO	
IQ	放射性废物焚烧炉	JP	盲板	KP		LP	就地压力测量
IR		JQ		KQ		LQ	就地无功功率测量
IS	隔离组件	JR		KR	冷冻器	LR	就地阻抗-电阻率或电阻-导电率测量
IT		JS	电源分区开关	KS		LS	就地保健测量
IU		JT		KT	一次测温元件	LT	就地温度测量
IV		JU		KV		LU	就地电压测量
IW		JV		KU		LV	就地振动-推力-胀差测量
IX		JW		KW		LW	就地有功功率测量
IY		JX		KX	与反应堆压力容器有关的设备	LX	其他机械数据的就地测量
IZ		JY		DY		LY	其他电气数据的就地测量
		JZ		KZ		LZ	其他物理数据的就地测量

M	
MA	核测量 (中子通量或放射性)
MB	
MC	速度测量
MD	流量测量
ME	声频测量
MF	频率-相位测量
MG	物理-化学分析
MH	时间测量
MI	电流测量
MJ	火警探测器
MK	应力测量
ML	亮度 (不透明度) 测量
MM	位置-位移测量
MN	标高测量
MO	电动机
MP	压力测量
MQ	无功功率测量
MR	电阻-电阻率或阻抗-导电率测量
MS	保健测量
MT	温度测量
MU	电压测量
MV	推力-胀差-振动测量
MW	有功功率测量
MX	其它机械测量
MY	其他电气测量
MZ	其他物理 (如湿度等) 测量

N	
NA	
NB	
NC	
ND	
NE	
NF	
NG	
NH	
NI	
NJ	
NK	
NL	
NM	
NN	成套设备 (总承包)
NO	
NP	
PQ	
NR	
NS	
NT	
NU	
NV	
NW	
NX	
NY	
NZ	

P	
PA	绞盘车-卷扬机
PB	
PC	(凸轮式) 机械程序执行机构
PD	
PE	模拟燃料元件
PF	冷阱
PG	电磁泵
PH	话筒
PI	碘捕集器
PJ	插座-插头-连接器
PK	故障记录示波仪
PL	轴承
PM	测量用电位计
PN	活塞-千斤顶
PO	泵
PP	控制台或仪表盘
PQ	压实机
PR	吊车-单梁吊车-旋臂吊车
PS	坑
PT	吊车-桥式吊车-环行吊车
PU	蒸汽疏水器
PV	
PW	避雷器
PX	核燃料组件检验设施
PY	预热元件
PZ	灌浆部件

Q	
QA	放射性计数器
QB	
QC	转数计
AD	容积计数器
QE	
QF	
QG	
QH	时间计数器
QI	
QJ	
QK	
QL	
QM	操作计数器
QN	
QO	
QP	
QQ	无功能量计数器
QR	
QS	
QT	
QU	
QV	
QW	有功能量计数器
QX	
QY	
QZ	

R		S		SQ		T	
RA	空气调节风门	SA	核测量(放射性或中子通量)通/断信号	SR	电阻-导电率-阻抗测量通/断信号	TA	辅助厂用变压器
RB	气瓶架	SB		SS	保健测量通/断信号	TB	开关板-配电盘
RC	自动控制、遥控、中间控制或整定值控制站	SC	速度测量通/断信号	ST	温度测量通/断信号	TC	汽轮机
RD	整流器	SD	流量测量通/断信号	SU	48 V 直流电压测量通/断信号	TD	连续式机械输送装置(螺杆输送、皮带输送等)
RE	加热器	SE	声频测量通/断信号	SV	推力-胀差-振动通/断信号	TE	遥控式断路器
RF	冷却器	SF	频率-相位测量通/断信号	SW		TF	旋转滤网或滤筛
RG	模拟计算模块	SG	物理-化学分析通/断信号	SX	其他机械测量通/断信号	TG	凝汽器管子清洗套管
RH		SH	相对湿度测量通/断信号	SY	来自控制柜的其他电气测量通/断信号	TH	
RJ	莫里斯消防接头	SI		SZ	其他物理测量通/断信号	TI	电流互感器
RK	继电器架	SJ	火警探测通/断信号			TJ	称量料斗
RL	储存架	SK	应力测量通/断信号			TK	快速故障记录仪
RM		SL	亮度测量通/断信号			TL	推旋式灯光开关
RN	找人机	SM	位置-位移测量通/断信号			TM	装换料机
RO	转子	SN	标高测量通/断信号			TN	电话设施
RP	疏水冷却器	SO	支架(不包括标准管道支架)			TO	按钮
RQ		SP	压力测量通/断信号			TP	主变压器
RR	减速或半速齿轮箱					TQ	电缆井
RS	电阻器-电加热器					TR	电力变压器
RT	电抗器-电感器					TS	厂用变压器
RU	(废水排放沟上的)栅格盖板					TT	人孔盖板
RV						TU	电压互感器
RW						TV	电视设备
RX						TW	贯穿件
RY						TX	蒸汽变换器
RZ						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	(不同于一回路冷却剂阀门的)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
UH		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	出入气闸-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

- 吴广涛 (1.1) (1.2)  
 王宏斌 (1.3) (2.3.2.2) (2.3.2.3) (2.3.3) (2.3.5.7)  
 官广臣 (2.1.1.1)  
 李玉保 (2.1.1.2) (3.1) (3.2)  
 谢昌渝 (2.1.1.3)  
 陈宁 (2.1.1.4)  
 李现锋 (2.1.1.5)  
 段德洪、沈星 (2.1.1.6) (2.1.4.1) (2.1.4.2)  
 杨梦奇 (2.1.1.7) (4.18)  
 关建军 (2.1.1.8) (2.1.1.9)  
 张睿琼 (2.1.1.10)  
 吴引仙 (2.1.1.11)  
 丁震行 (2.1.2.1)  
 张熙军 (2.1.2.2)  
 刘东 (2.1.2.3)  
 陈跃 (2.1.3.1) (2.1.3.2) (2.1.3.5)  
 黄来喜 (2.1.3.3) (2.1.3.4)  
 曾哲峰 (2.1.4.3) (4.11) (4.12)  
 范立明 (2.1.5.1)  
 邓正平 (2.1.5.2)  
 宰衷得 (2.1.5.3)  
 陈国平 (2.1.5.4)  
 罗育智 (2.1.5.5)  
 姚刚 (2.1.6.1)  
 黄晓飞 (2.1.6.2)  
 吴天华 (2.1.6.3)  
 王先锋 (2.1.6.4)  
 柏建华 (2.1.6.5)  
 符祥群 (2.2.1.1) (2.3.5.5) (4.13)  
 张宁 (2.2.1.2) (2.2.1.3)  
 王定义 (2.2.1.4)  
 张晓峰 (2.2.1.5)  
 郭丰守 (2.2.1.6)  
 焦萍 (2.2.1.7) (2.2.1.8) (4.16)  
 慕齐放 (2.2.2) (2.2.3) (2.3.5.6) (4.14)  
 顾景智 (2.2.4.1) (2.2.4.3) (2.2.4.4) (4.15)  
 刘成夫 (2.2.4.2)

- 夏彤 (2.2.4.5)  
 陈舸 (2.2.4.6)  
 樊治国 (2.2.4.7)  
 问清华 (2.2.5)  
 黄扶汉 (2.2.6)  
 李卓佳 (2.2.7)  
 戴元生 (2.3.1.1)  
 张永利 (2.3.1.2) (2.3.5.8)  
 张森 (2.3.2.1)  
 陆玮 (2.3.4)  
 邹庆安 (2.3.5.1)  
 赵宏 (2.3.5.2)  
 张朝文 (2.3.5.3)  
 梅建民 (2.3.5.4)  
 齐迎春 (2.3.5.9) (3.5)  
 王佳峰 (2.3.5.10)  
 周科英 (2.3.5.11) (2.3.5.12) (2.3.5.13) (4.1~4.10)  
 景立峰 (2.3.6)  
 陈祖书 (2.3.7.1)  
 樊陪都 (2.3.7.2) (2.3.7.3)  
 杨东强 (2.3.8.1)  
 时伟奇 (2.3.8.2)  
 邢晓星 (2.3.9)  
 王永刚 (2.3.10)  
 孙海英 (2.3.11)  
 覃四海 (2.3.12)  
 夏庆生 (2.3.13.1) (2.3.13.3~2.3.13.6)  
 李英 (2.3.13.2)  
 汤峥嵘、简益民 (2.4)  
 关蕾 (3.3)  
 李雄伟 (3.4)



*GNPS OPERATION YEARBOOK 1998*

ISBN 7-5022-2131-X



9 787502 221317 >

1998 1998 1998 1998 1998 1998 1998 1998 1998 1998