



广东大亚湾核电站
GNPS OPERATION YEARBOOK
生产运行年鉴
1997

廣東大亞灣核電站
生產運行手冊

GNPS OPERATION YEARBOOK

1997

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 1997/刘锡才 主编. -
北京: 原子能出版社, 1998. 11

ISBN 7-5022-1913-7

I. 广… II. 刘… III. 大亚湾核电站-运行-1997-年鉴
IV. TM623 -54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 30280 号



原子能出版社, 1998

原子能出版社出版 发行

责任编辑: 柴芙蓉

装帧设计: 李松林

社址: 北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码: 100037

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 24 字数 550 千字

1998 年 11 月北京第 1 版 1998 年 11 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 樊鹤鸣 Decaix 濮继龙

编 委

刘锡才 周海涌 戴庆宇 樊鹤鸣 Decaix 濮继龙
刘达民 林贵清 黄世强 杨昭刚 张善明 刘德强
张志雄 陈德淦 陈孟亮 李志仁 张兆丰 沈 抗
贺 禹 郭嘉平 卢长申 高立刚 周卫红 蔡康元
廖伟明 张昭亮 李振亚 王和生 奚芝苓 陆 玮
刘革新

编 辑

郭丰守 余志平 方春法 王宏新

特邀审稿人

宫广臣 丁震行 戴忠华

供稿人员 (按姓氏汉语拼音顺序排列)

陈 宁 陈国平 陈胜利 陈祖书 戴元生 邓正平
丁震行 段德洪 段贤稳 樊陪都 范立明 方 军
冯伟岗 符祥群 高 歌 宫广臣 关建军 郭丰守
郭茂雨 户 倬 黄扶汉 黄建华 黄来喜 贾国安
焦 萍 景立峰 李 靖 李 雷 李 英 李 忠
李卫刚 李现锋 李晓明 李友德 李玉保 李卓佳
梁开卷 廖伟明 林树谋 刘达民 刘小兵 刘云立
卢文跃 罗育智 慕齐放 濮继龙 齐迎春 沈 星
时伟奇 孙海英 田延峰 王宏斌 王宏新 王佳峰
王天华 王卫东 问清华 吴凤歧 吴天华 吴引仙
夏庆生 谢昌渝 邢晓星 徐咏梅 杨东强 杨吉成
杨茂春 阳运韬 姚 刚 叶能谦 宰衷得 曾建林
邹庆安 张 宁 张东果 张晓峰 张志雄 赵 宏
郑 伟 郑伟平 钟伟雄 周科英 周平原 周卫红

前 言

1997年是广东大亚湾核电站投入商业运行的第四年。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。

本年度《年鉴》的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，并提出了建议和今后应注意的问题。这说明经验反馈正在深入人心，并已初见成效。

本年度的《年鉴》与1996年度相比，对少量章节的内容作了调整，增加了“专文”栏目，把统计数据全部放入第四章中，第五章专题报告更侧重于管理实践和管理方法的介绍。

为了完整地介绍某些技术问题，在某些情况下，在时间跨度上可能会向前或向后延伸，便于读者对问题的了解和理解。

电站经理部要求加快《年鉴》出书，各级领导和员工都热情支持，使稿件能较早收齐。今年扩大编辑力量，特邀了三位审稿人，对保证稿件质量和审稿速度起到了很好的作用。

《年鉴》供稿人员众多，文章写作风格各异。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

广东核电的现状和瞻望

中国广东核电集团公司董事长兼总经理

曾之序



1. 广东电力市场概况

现代社会经济的发展离不开电力。改革开放以来，广东省的经济发展迅速，在“八·五”（1990~1995）期间，国民生产总值年平均增长 18.9%，发电量年平均增长相应为 18.6%；1996 年国民生产总值比 1995 年增长 10.7%，相应的电力增长为 8.9%。广东的发电装机容量到 1996 年底已经达到 2600 万千瓦。

根据广东省能源发展“九·五”计划和 2010 年规划纲要研究报告，为适应省内经济发展，到 2010 年，发电装机容量至少应发展到 5000 万千瓦的水平。考虑到现有 2600 万千瓦容量中的 600 万~700 万千瓦小机组将被淘汰，则新增加的发电容量至少需达 3000 万千瓦。这 3000 万千瓦中，用南海天然气和液化石油气上气电，据测算，如能作出重大的部署，可解决 500 万~600 万千瓦；靠广东、云南的西电东送，或可解决 300 万~400 万千瓦。不讲经济条件比较，两项合起来大概有 1000 万千瓦。这就是说，到 2010 年广东还得新增至少 2000 万千瓦的发电能力。其中没有考虑那时可能出现的广东和闽西、湖南等地的电力跨省调剂和香港未来发展的电力需求。

这 2000 万千瓦容量欲全靠上煤电或油气解决，显然会受运输和环境保护方面的限制，这就为安全、清洁的核能发电的发展提供了难得的机遇。初步规划，核电在已建成的广东的大亚湾核电站（广一核）200 万千瓦和 2003 年岭澳核电站（广二核）将建成 200 万千瓦装机容

量的基础上,在2005到2010年之间再建成400万~600万千瓦,即到2010年核电的装机总容量将可达800万~1000万千瓦,年发电量达500亿~700亿千瓦时,占全省总量的1/7~1/5。这样,核电就不仅可为广东经济的发展提供急需的能源,而且可藉此优化广东的能源结构,使资源的选择和利用多元化,不仅有利于平稳综合电价,又可缓解广东因火电装机增长过大而带来的运输和环境保护方面的压力。

2. 广东核电的现状

在这样大好的机遇面前,广东核电本身是否有条件迎接这一挑战呢?为回答这个问题,下面将从广东核电的安全生产、工程建设和规划发展等几个方面简单介绍一下它的现状。

2.1 生产形势

目前正在营运发电的大亚湾核电站是广一核,它的两台百万千瓦级机组自1994年2月1日和5月6日相继投入商业运行以来,已经三次换料检修,改进完善了某些设备系统,提高了整个电站装置系统的健康水平。在广东和香港两大电网的支持下,非计划停堆、停机次数已有减少,设备的可用率和负荷因子不断提高,发电上网电价不断降低。表1列出了广一核投产3年来的运行业绩。

表1 广一核运行业绩

	1994年	1995年	1996年	1997年 1~10月	合计
发电量/亿千瓦时	113.13	106.15	121.13	106.35	446.76
上网电量/亿千瓦时	107.6	100.6	115.3	101.27	424.77
其中:出口香港	71.9	70.05	73.72	67.13	282.8
可用率/%	86.6	64.2	72.61	78.51	74.4
负荷因子/%	83.6	60.9	70.67	74.07	71.6
非计划停机次数	8	8	8	3	27
发电上网电价/(美分/ 千瓦时)	5.6	6.55	6.4	6.35	
其中:内销广东管理电 价	5.5	5.7	6.0	6.4	
发电总收入/亿美元	6.03	6.59	7.38	6.42	26.42
已还贷款本息/亿美元	4.70	6.87	6.80	5.30	23.67

由表可见,3年多来广一核已上网发电424.77亿千瓦时(其中出口香港达282.8亿千瓦时),平均负荷因子达71.6%,发电总收入为26.42亿美元,已归还贷款本息23.67亿美元(占还本付息总额的39%)。

在生产管理方面,广一核从1997年7月1日起由中方人员担任生产部经理(即核电厂

的厂长), 接替了原来由法国电力公司派任的经理。现电站聘用 6 位半外国专家担任顾问, 主要目的是跟踪研究和引进国际核电安全高效运营的先进经验。在生产管理和运行、检修方面已基本实现了自主化。最近, 广一核在总结投产以来经验和学习国际核电安全生产先进经验的基础上, 制定了 5 年业务计划, 将从引进国内外先进经验、改进生产管理、提高人员素质、改善系统设备状态、优化组织管理系统等方面入手, 使机组可用率、运行事件、非计划停堆停机、辐射防护、环境保护等各项安全生产和技术经济指标进一步得到提高, 使广一核从目前的国际平均水平提高到国际上的先进水平。

现在, 广一核已在资金积累、开发应用先进技术和优化组合利用各项资源方面, 成了广东核电实现国务院提出的“以核养核、滚动发展”方针的基地和人才培养的摇篮。

2.2 基建形势

目前正在建设的是广东第二核电站(广二核), 即岭澳核电站。

1994 年 2 月, 就在大亚湾核电站第一台机组投入商业运行之际, 李鹏总理在深圳召开了总理办公会议, 确定了广东核电要进一步发挥中央和地方发展核电的积极性, 促进广东核电发展, 调整广东核电组织管理体制, 按现代企业制度要求, 组成核电集团公司, 列入国务院 56 个试点企业集团之一, 负责广东核电建设和生产运营, 实施“以核养核、滚动发展”的方针。紧接着在组织体系上进行改变, 于同年 9 月正式成立了中国广东核电集团有限公司。这一新型企业组织的出现解决了广东核电滚动发展的运作主体。在中央和地方政府有关部门领导和帮助下, 中广核集团具体统筹和全面组织了广二核工程的建设工作, 可行性研究报告于 1995 年 9 月得到了国家的批准, 同年 10 月国外主设备供应合同和贷款协议签订, 1996 年 7 月工程建设全面展开, 执行里程碑进度计划。1997 年 5 月 15 日, 在现场前期工程基本完成和国家对工程的初步设计与概算审查通过后, 经国务院批准主体工程正式开工。目前, 工程设计、主要设备制造和采购工作, 现场的土建施工和安装准备工作, 都基本按总进度计划进行。

在广一核工程建设和运行检修所积累的经验基础之上, 广二核在工程设计、项目管理、施工、生产准备的自主化和设备制造的国产化方面都大大地前进了一步。设计方面, 除核岛、常规岛工艺设计和常规岛土建设计仍由外方进行外, 我方承担工程总体、前期工程、核岛土建和部分 BOP(电站辅助设施)工艺和土建设计; 项目管理方面, 由广一核的以外方为主, 发展到广二核的以我方为主, 只聘请外方专家担任顾问; 工程施工方面, 由广一核的核岛土建、安装以外方为主, 发展到广二核的全部土建和大部分安装施工以中方为主, 只聘请少量外国专家担任顾问; 调试和生产准备、人员培训也由广一核的以外方为主, 发展到广二核的全部由我方承担; 在设备制造方面, 计划占设备总价约 15%、技术含量较高的一些设备, 在转让技术的情况下由国内分包制造。

2.3 项目规划

前面讲到, 广东电力市场为核电的发展提供了良好的机遇, 而广东核电本身经过近 20 年的创业和发展, 现在无论在资金筹措、物质和人才资源方面都已基本具备了迎接这一挑战

的条件。早在广二核进行合同谈判的阶段，集团公司就组织有关方面，在中国核工业总公司、电力部和广东省的领导下，在广东省电力局和有关部门的配合下，对广三核和 2010 年前广东核电的发展，从厂址到设备供应、市场前景等多个方面进行了广泛的研究。对广三核的前期工作进程进行了安排，我们现在的计划是 1997 年年底以前完成立项报告，1998 年初上报，1998 年上半年完成可行性研究报告并上报，希望在 1998 年底或 1999 年上半年得到批准。

初步设想，在广东阳江厂址，一次规划安排 6 台百万千瓦级机组，用国内外订货方式一次完成 6 台机组主要设备的制造，建设则分期进行。我们将在广一核工程建设、生产运行和广二核建设的经验基础上，加快设计、制造、工程建设的全面技术转让工作，组织国内相应部门的技术力量，吸收消化。力争从第 3、4 号机组开始，实现在工厂设计、项目管理、建设施工和生产准备方面全面自主化，在设备设计、制造和材料供应方面基本国产化。这样通过 6 台机组按标准化、系列化和批量化原则，作出全面安排、发挥工业化规模效益，加上广泛和有效地利用广一、二核现有的资源，在生产培训、运行经验反馈、集中检修、统筹组织、备品备件和物资供应、技术支持等方面，充分发挥群堆综合经济效益，可大大降低工程造价、生产成本和电价，提高核电的市场竞争能力。

3. 广东核电发展战略目标

广东核电发展战略的基本框架是：建立三维战略目标，以 2010 年为分界点实施两步发展，促进形成电站业主、工业部门和支持服务三大体系的协同发展的战略。

3.1 三维目标

三维目标的第一维是数量。核电站在量上有所发展，形成规模。这主要是为了加快核电在经济、技术等各方面的积累。

第二维是配套。建立、完善、提高并扩大为核电建设及运转服务的技术支持、维修、培训、供应和社会服务等配套系统。

第三维是水平。其中对广一核要求它进一步完善自身的硬件、软件条件，提高员工队伍的素质，吸收国际上的新经验，再经过 5 年努力，使它的安全、经济和有效运行达到国际先进水平，还要把它建设成为整个广东核电发展的技术支持基地和培育人才的摇篮。对广二核要求它在工程建设和安全生产方面都有新的提高。在技术上，广一核所暴露的各种问题在广二核上都要解决，还要在某些方面有所提高。工程建设的三大控制目标要完全实现。项目管理、生产准备和建筑安装施工要实现自主化，还要实现部分设计的自主化和部分设备供应的国产化，并为百万千瓦级成熟压水堆型商用核电站的工程设计和设备制造的国产化进一步打好基础。对广三核要求进一步提高安全性、可靠性，改进设计，并做到设计的全面自主化和设备、材料供应的基本国产化，进一步降低造价。

3.2 两步发展

两步发展战略是指技术的选择以 2010 年为分界点，之前选择成熟机组加以验证了的新

技术进行系列化发展。之后选择现在国际上正在研究开发,到那时已臻成熟,可靠性和经济性都提高一个显著档次的先进型核电站。广东省领导几次指出,核电在广东电力市场中所占的份额应达到 1/3 甚至 1/2。我们期望到 2020 年达到 2000 万~3000 万千瓦核电装机容量。这样,从 2010 年到 2020 年就需要新建成 10~20 台百万千瓦级机组。所以,2010 以前也要跟踪研究,并在适当时机作出选择和安排,届时也需要实行系列化发展。

3.3 三大体系的形成和协同发展

三大体系是指:(1)广东核电业主体系,这是负责建设和运营核电站及其内部配套服务的工作系统;(2)工业体系,它是与发展我国核电有关的工业部门的研究开发、设计制造、工程施工等系统所组成的体系;(3)支持服务体系,它是由各工业部门组织发展的、对核电站建设和运营进行各类支持服务的系统。我们广东核电应在自身发展过程中对这三大体系的形成和它们的协同发展作出贡献。

4. 广东核电发展的指导方针

为了实现广东核电发展的战略目标,我们制订了 10 条指导方针。

4.1 认真执行党和国家的大政方针

广东核电是国家经济、社会发展和工程建设全局中的一个局部,所以在我们的工作中首先应当认真执行党中央、国务院的有关大政方针,把以效益为中心、调整产业结构、优化资源配置、实现经济增长方式的根本转变、实施可持续发展战略等一系列方针政策贯彻落实到广东核电发展战略规划的具体安排之中。但另一方面,我们也有责任把大型商业核电发展的意义、竞争力以及我们已形成的基本条件向国家有关部门作充分的、实事求是的反映,为国家有关部门科学决策作参考。

4.2 抓住机遇、发挥优势、统筹规划、加速发展

大的机遇是国家“九·五”计划和“2010 年远景目标”以及江总书记在党的十五大上提出的下世纪第一个十年和第二个十年的发展目标。具体的机遇是广东经济、社会发展对中长期电力供应能力增长的需求,特别是国家深化改革的政策和正在组织研究制订的“九·五”以后到 2010 年的全国核电发展规划。它们为经中央和地方几代人的共同努力,已在广东地区形成的核电事业的进一步发展,提供了非常广阔的前景。我们一定要认清这个形势,抓住机遇、发挥优势、统筹规划、加速发展。

4.3 在项目安排和技术选择中既不超前越位,也不错失良机

这是说,在这两个问题上,凡本来不该我们现在做的或者现在做不到的,而我们却一定要去做,那就会犯“左”的错误。但如有机会,而我们却不去争取,对规划提出一些相应的政策建议,便会使本来可以争取到的利益丢失,那也是不对的。

4.4 为广东核电发展合理定位

广东核电在我国现阶段核电发展中应起什么作用，对此应当有个合理和合适的定位，以便明确自身前进的方向和步伐。

4.5 全面贯彻“以核养核、滚动发展”方针

过去对这一方针的研究偏重于资金的滚动，其实“以核养核、滚动发展”方针的涵义是多方面的，不仅包括资金，而且还包括人才、已建立的技术基础和经验、设施和其他资源等。我们应当全面地理解和执行，争取更多的效益。

4.6 面向市场，竞争取胜

广东核电要有生命力就一定要做到面向市场、竞争取胜。具体地讲有三条：

(1) 有市场需要。

(2) 安全可靠。广一核的3年多运行已证明它达到了当今世界普遍可接受的安全可靠水平。

(3) 核电电价要有竞争力。这样，再加上它给环境、交通运输等方面带来的综合社会效益，便可有力地说明广东核电已建立的基础及其新的发展规划的意义。

4.7 通过广三核的发展实现四个全面自主化和两个基本国产化

广三核拟建的不能是世界上最最新研究开发的核电机组，而应是世界上成熟的百万千瓦级压水堆型商用核电机组。我们希望通过广三核的发展，全面实现它的设计自主化、建筑施工自主化、生产准备自主化、业主管理自主化以及设备和材料生产供应的基本国产化，从而进一步降低核电站的造价和核电发电成本。

核电站造价究竟是多少？这关系到核发电的竞争力。现在计算的方法很多，结论不一。这个问题很值得研究。我们相信，只要把我们各方面的力量都真正组织起来，资源得到充分的利用，研究的结论一定是令人鼓舞的。

4.8 发挥中央和地方办核电的两个积极性

广东核电原来只是一个拥有两个核电机组的公司，建成投产后，国务院研究决定以它为基础发展成一个核电集团，把广东核电的运营和建设作为一个事业来发展。这就离不开核电技术的研究开发，离不开国家与核电有关的工业体系的发展，更离不开广东宝贵的电力市场。广东核电的发展必须融入国家统一的规划，在国家综合部门的统筹协调之下，与各有关方面有效地配合起来，充分利用市场和资源等有利条件，才可望再经十几年的努力，一代人一代人地把广东核电真正发展成为一个宏伟的事业。

4.9 充分利用国际核电市场的竞争机制

目前国际核电设备供应、材料供应和技术服务市场呈现买方市场的局面，我们应当充分利用这个条件，选择适用、优质、能有效提供技术转让以及在价格、融资和商业条件方面都较好，能满足我们发展需要的供应商来进行合作。

4.10 促进核电三大体系的形成

所谓的核电三大体系就是前述的核电站业主、与核电有关的工业部门和支持服务三大体系。我们将在推进自主化、国产化的同时，在国家统筹协调之下，积极配合，为它们的形成和合理的分工、合理的布局，并逐步形成适当的竞争市场，作出自己应有贡献。相信这也会有利于包括广东在内的核电事业的持续、有效和健康的向前发展。

5. 实现广东核电发展战略目标的方法

5.1 成熟机型的标准化、系列化和批量化安排

这是实现广东核电发展战略目标中最基本的一条方法。核电是大规模的工业生产，经济效益和资金积累自然是需要着重予以考虑的问题。为减少风险，在机型上就只能选择世界成熟核电机组，再适当吸收国内外已经研究开发和应用的成熟的核电新技术，使技术方案更加完善、机组的安全性更好、经济效益更高。

在数量上则宜6台机组一次完成立项和可行性研究报审，实施标准化、系列化和批量化的安排，以确保设计自主化和设备制造、材料供应基本国产化的目标得以实现。否则花了好多钱和很大劲掌握的制造工艺、建立的组织管理体系便可能会因没有后续产品任务，而处于英雄无用武之地的状态，一代代搞的都只是样机。至于6台机组设备材料的供应，国外、国内份额的合理安排分配则可进一步具体研究。但不管怎样，国内国外的工作要同时启动，国内部分因是第一次搞，要消化吸收外面的东西，需作较多的准备，周期会长些。与此同时，对国外的发展也还要进行跟踪和对比。

5.2 运行、基建和发展三者相结合

广三核的发展有条件也有必要与广一核的运行和广二核的基建结合起来，以求在技术、经济、管理和人才培养等各方面都能产生广泛的效益和效果。

广三核拟采用的某些技术改进，例如，堆芯改进、一些控制系统的改进等，不单广二核将先行一步，就是广一核也在考虑采用。因此，对广三核而言，无疑是有足够验证的基础，在经济上也会有利的。

广二核在设备制造国产化方面有一部分已经开始，是要求按国际标准和按工业化而不是样机的概念来搞的。通过它能将核电的工业体系、为核电服务的设备材料供应体系及设计推上去，这也将为广三核这方面的工作创造有利条件。

广二核的施工合同有些是议标的，有些是竞争投标的，这样做的目的是想在充分利用社会经济发展所能提供的最好的条件之下，让广二核的建设风险减到最小，成功率推到最高。我们希望国内参加广二核工程的单位不单能通过这个工程把自己的技术和管理水平再提高一步，同时希望他们能与业主单位合作，在有关的行业、政府领导机构的支持和组织之下，摸清工程建设施工的每一部分究竟要花多少钱的实际数据，分析、研究、拟订出一个合理的造价水平，为制订科学的核电发展规划提供依据。这件事很重要，因为中国核电在整个电力市

场中所占比率很小，至少近期 10 年、20 年，不搞核电，国家的经济一样会发展。核电只有其电价有足够的竞争力才能进入市场，才能谋求进一步发展，尽早成为我国电力供应的重要组成部分之一。

中国核电发展的下一步关键问题是人才。当年广一核没能利用购买国外设备的条件培养自己的设备设计和制造人才。现在广二核正在充分利用购买者的权益，要培养一批掌握外国先进经验的人才，他们与国内培养的人才结合起来，便可形成一支全面的技术队伍，为广东乃至全国的核电发展服务。

5.3 多渠道筹资

据财务测算，到 2010 年，广东核电将可有约 20 亿美元用于滚动发展。这些资金完全可以满足广三核 6 台机组建设的项目资本金（约 12 亿美元）之需，对资金供应和需要的时间差问题可以采用股份制改造或其他方式解决。

我们是立足于现实，谋划未来全局性的发展。现在讨论的是 2010 年规划，实际要考虑的应当包括 2010 年以后的事。即使我们这样的规划实现了，到 2010 年广东核电也才只有 1000 万千瓦的装机容量。

6. 对核电宏观管理政策的几点建议

6.1 宜有全国性的核电规划

核电的发展具有长期性、复杂性以及投资巨大等特点，因此需要由国家组织制订一个全面的核电发展规划。只有有了全面的安排才能谈局部的安排，使之协调起来。没有全战役的安排，很难打好全战役中的任何一仗。

广东核电搞了近 20 年，两台百万千瓦级核电机组已安全生产运营 7 个堆年，另两台机组工程建设正在全面按计划进行，计划 2003 年初将建成投产，实现广东形成百万千瓦级成熟压水堆型核电机组能够系列化和批量化发展的基地，需要国家作出统筹规划和后续安排。秦山核电经过更多年的发展将形成有 30 万和 60 万千瓦压水堆型的，以及重水堆型的多元化的核电发展基地，“九·五”以后的发展规划，也待作出研究安排。此外，为把我国核电事业全面发展起来，光依靠这两个基地还是不够的，应当不失时机地作出规划，再发展一个以建设当今世界上已建成并验证是安全可靠、经济高效和技术先进的核电机组为主的新基地。这样的堆型有不少，具体选择哪一种，很有必要组织国内有关专家加以研究论证，然后在国家支持下，把国内搞核电的、机械的、电气的、材料的各个领域的力量组织起来，争取在 2010 年前把这个高科技、高效益、对社会经济发展有深远影响的巨型工程建成，以为 2010 年后的发展取得经验、培养人才和掌握系统开发新一代先进核电机组的相关技术。

6.2 有关工业部门和现有核电基地应作出相应的全面统筹安排

例如培训，要培养掌握何种知识和技能的学生、员工，要培养多少；行业管理和技术规

范、标准应建立怎样的体系，需制订全面的目录，并研究哪些需要从国外引进，哪些需要国内编制，使彼此之间能衔接、整个体系能统一；相应的技术吸收消化体系应如何建立，以更好地为核电的建设提供技术支持服务，为未来的研究开发、干部培养作好准备。这些都要在国家统筹之下，由与核电有关的工业部门和现在的广东和秦山两个核电基地订好自己的规划，分工去做。我们广东核电愿意很好地按国家要求配合进行，希望把广东核电列为系列化批量安排发展的板块，为配合做好核工业的军转民、军民结合，为电力发展，为国内设备制造业、为核电工程设计、施工等的发展和提高工业化规模效益作出自己的贡献。

6.3 希望国家对核电发展给予政策支持

现在国内核电虽然已有秦山 30 万千瓦原型堆机组和大亚湾 100 万千瓦双堆商业机组在成功地运行着，而我国核电事业从整体上看毕竟尚处于起步阶段，我国核电事业的发展还需要得到国家继续给予适当的政策支持，才能在 2010 年前完成打好我国核电全面发展所需要的基础的任务，从而也全面完成我国核工业体系军转民的过渡。

搞成熟技术的核电站可不采取国家分配的办法，而按市场规律办事，以促进各个地区根据自己的情况发展。在此过程中引进特殊设备、材料，吸收消化引进的技术，特别是开发建设先进核电机组，建立国内的工业体系和服务系统等，需要国家对有关项目、管理方式和参与的某些单位给予特别的政策支持。

6.4 关于工程建设贷款

前面谈过，广东核电的未来收入，可以通过采取措施转化为广三核 6 台机组的建设提供项目资本金。对于工程建设所需的其他资金则需要融资。广东核电可以到金融市场直接融资，但这样的融资成本可能较高。为了促进我国高科技、新能源的发展，如有可能仍由国家有关银行作上游贷款人，再转贷给广核集团或有关项目公司，以使它们可以得到年限较长、成本较低的贷款，有利于降低核电造价和电价。

国产化这部分上来以后，资金问题上也有个政策问题。国外供应部分有出口国信贷，国内这部分似也应有类似的处理，如实行卖方信贷。

总之，由于核电的建设周期长，所以在融资问题上希望国家能根据各地发展的不平衡状况和特点分别给予规划指导和帮助，以促进核电业主单位和与核电有关工业部门的发展。

6.5 统筹对外活动

随着我国国际地位的提高，核电的买方市场在扩大。在这种形势下我们特别希望国家能够统筹组织和具体指导与核电发展有关的一些重要对外活动，对核电业主和有关工业单位进行扶植和指导。在这方面，广东核电集团必予很好的配合，并和兄弟单位一起互相学习、互相支持。我们的工作安排要与整个电力和核工业的发展衔接起来考虑和接受它们的检验，我们的规划应融入国家核电的整体计划。

(本文系作者在中国广东核电集团科技委、财经委 1997 年年会上的讲话要点，原载《经济社会体制比较》1998 年第一期。)

群策群力、争创先进

总经理 刘锦才



我们满怀胜利的喜悦辞别了1997年，又以赶超世界先进水平为目标，开拓求实，不断进取的大无畏气概，大步跨进了1998年。

1997年，在广东核电合营有限公司的历史上将值得纪念的一年。1997年间国家经历的许多大事仍旧历历在目：香港的顺利回归，洗雪了中国人民的百年屈辱；十五大的胜利召开，党中央又为我们描绘了更加辉煌灿烂的蓝图。

1997年7月1日，香港顺利回归祖国。香港回归祖国是洗雪百年屈辱的世纪大事，保证这一重要时期供电安全既是一项生产任务，又是一项重大的政治任务。大亚湾核电站全体员工发扬高度的主人翁精神，在年初就保电一系列工作做了细致安排，包括加强大修质量管理、5月底进行保护性维修，使回归期间机组保持良好状态，电站员工精心操作，圆满完成了保电任务，受到电力部的通报表扬。

1997年，广东核电合营有限公司的生产自主管理有了很大进展，主要体现在自7月1日起由中方人员替代外籍人员担任大亚湾核电站厂长，比合同规定提前了两年。公司还研究制定并出版了《五年发展计划》，提出了新的奋斗目标，争取在五年内公司主要技术经济指标进入世界先进行列。

1997年在各有关方面的支持和配合下，大亚湾核电站继续保持安全稳定运行，取得了良好的经济效益和社会效益。自1994年投入商业运行至1997年底，电站累计

上网电量已达 442 亿千瓦时。截至 1997 年底，广东核电合营有限公司已累计创汇 17.97 亿美元，累计上交所得税 2.3 亿人民币，归还基建贷款本息的 39%。

核电站两台机组全年保持安全稳定运行，未发生因设备原因造成非计划停机停堆事件，1 号机组保持整个燃料周期内连续安全稳定运行，到 12 月 31 日为止连续安全运行了 236 天，创造了历史最好记录。两台机组三道屏障一直保持完整，三废处理始终处于严密的管理和监控之下，废气废液排放远远低于国家限值标准，全年未发生向环境意外排放事件。环境监测设施运转正常，其结果表明核电站周围环境状况良好，符合国家环保标准，个人辐照剂量远低于国家限值。大亚湾核电站 WANO（世界核营运者协会）统计的核电站十项指标逐年进步，对比 WANO 统计的核电站十大性能指标（共 12 个数据），1997 年大亚湾两台机组十大指标的 24 个数据中有 17 个数据达到或者超过了世界中间水平，其中 9 个数据进入或者超过了世界先进水平，还有 7 个数据也比往年有不同程度的进步。从总体上看，1997 年大亚湾核电站的安全生产指标，可以说属于世界中间水平，即通常所说的国际水平。广东核电合营有限公司 1997 年初提出的两年进入世界中间水平目标，已经提前一年实现。

1997 年是广东核电合营有限公司在精神文明与物质文明两个文明建设两方面均获丰收的一年。广东核电合营有限公司在 1997 年被深圳市评为“文明单位”；在 1996/1997 年度全国最大 500 家外商投资企业中排序第三名；在 1997 年 1~3 季度全国 2.3 万家大中型企业中盈利额名列第五名；在中国外商投资协会举办的 1996 年度全国外商投资先进企业评比中，被评为“全国外商投资双优企业”、“全国外商投资十大高出口创汇企业”、“全国外商投资十大高营业额企业”、“全国外商投资十大人均高利税企业”，是全国唯一一家同时获得四项殊荣的企业；在国家环保局组织的 1997 年度全国环保先进企业评审中，被评为“1997 年全国环境保护先进企业”。

展望 1998 年，任重而道远。我们要巩固 1997 年已经取得的成绩，继续以安全生产为中心开展我们的各项工作，同时积极进行岭澳核电站的生产准备，全力支持岭澳核电站的工程建设。我们要继续加强“两个文明”建设，坚持“两手都要硬”，深化人事制度改革，进一步改善职工生活条件；逐条落实 OSART 专家提出的改进建议，顺利完成 1998 年 5 月初的 OSART 跟踪评审工作，为实现“五年发展计划”确定的五年内达到先进水平的目标奠定坚实的基础。



毛戈摄

毛戈摄



$\frac{1}{2}$

- 1 沉痛哀悼邓小平
- 2 核电站员工参加邓小平同志追悼大会



60/100 10



60/100 10

1
2

- 1 迎回归文艺演出
- 2 百年沧桑知识竞赛



程志勇

刘志忠 摄



1

2

1 原外厂长交接

2 新任经理管理培训



法国大使
访问



第二届两岸核能学术交流研讨会



广东核电合营有限公司
工人技术等级考核工作总结暨发证大会

- 1
- 2
- 3

- 1 法国驻华大使来访
- 2 两岸交流
- 3 工人技术等级颁证仪式



彭鶴雁 攝



- 1 气动阀门维修
- 2 交流、探讨
- 3 废物处理



彭鶴成 攝



彭鶴成 攝



团委书记稿



梁汉民 摄

刘丽姿 摄



- 1
- 2
- 3

1 促膝谈心

广东核电合营有限公司
- 蕉岭县徐属镇希望工
程掠影

2 表彰优秀中青年专家

3 培训中心



蔡文民 摄



姜汉民 摄

1
2
3 4

1 原国家副总理任仲夷出席，岭澳核电站主体工程开工



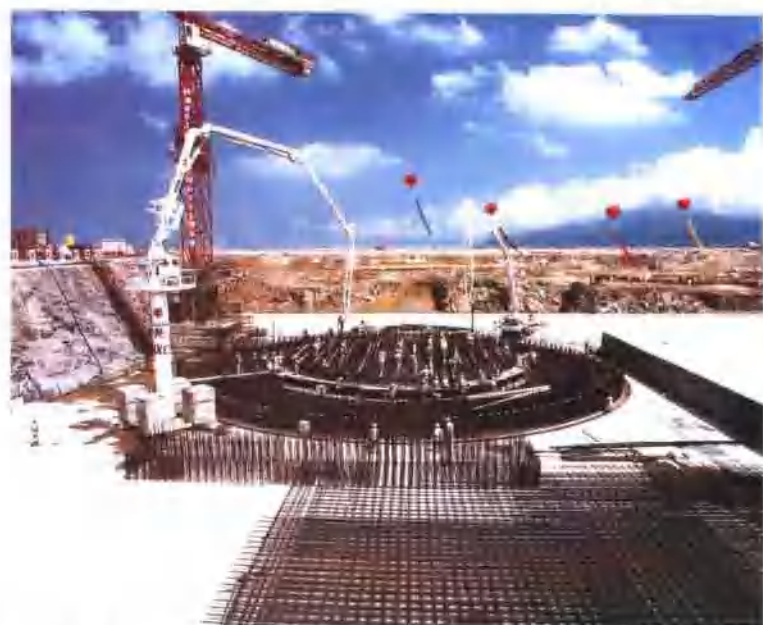
姜汉民 摄

2 岭澳核电站主体工程

开工典礼会场

3、4 建设中的岭澳核

电站



姜汉民 摄



姜汉民 摄

广东核电合营有限公司荣获 1997 年度 全国环保先进企业称号

(新闻稿) 周平原

1998年1月12日,国家环保局决定授予包括广东核电合营有限公司在内的76家企业“1997年度全国环境保护先进企业”称号。

环境保护是我国的一项基本国策,是实现可持续发展的一个可靠保证。广东核电合营有限公司认真执行国家的可持续发展战略,1997年在保持机组安全稳定运行的基础上,继续减少三废排放和进行污染防治,取得了较好的经济效益、社会效益和环境效益。

广东大亚湾核电站两台机组自1994年2月和5月分别投入商业运行以来,保持了安全运行,三道屏障完整,未发生任何向环境异常排放放射性事件;三废处理和环保设施正常运行,主要的排放指标均大大低于国家规定的限值,并逐年降低,已接近于世界平均水平;核电站周围的环境辐射水平一直保持在投产前的本底涨落范围之内。

由于核能发电的特殊性,广东大亚湾核电站始终将保护公众、保护环境放在至高无上的位置,视安全为生命。核电站不但具有一流的设备和健全的安全质量体系,而且努力加强核安全文化建设,提高员工的核安全意识,将安全高效生产从外部约束变为各级员工的自身需要,核安全从根本上得到了保障,电站运行事件逐年下降。

核电站重视提高运行和三废管理水平,建立了完整的三废管理和环境监督组织体系和管理手段,放射性废气、废液的排放量逐年下降的幅度要比法国核电站同类机组快得多。其中1997年卤素+气溶胶的最高排放量相当于法国同类机组当前平均水平的一半,主要的非氙8种核素中7种核素的排放量已与法国同类机组现今水平相当。电站同时也注重非放污染的防治:加强工业和生产垃圾、生活废水的收集处理,实施环境整治和厂区绿化计划;电站自觉地遵守法律法规要求和接受国家监督管理部门的监督检查,按时提交各种报告。1997年,广东大亚湾核电站环境监测站被国家环保局评为全国环境监测网络先进监测站。

为了进一步提高核电站的环境管理水平,广东核电合营有限公司正在进行ISO 14000环境管理体系的认证工作,已经完成了所有体系文件的编制,预计1998年年底申请第三方审核。

广东大亚湾核电站是核工业系统首次获得“全国环境保护先进企业”殊荣的单位,这是对广东大亚湾核电站多年来环保工作的肯定,说明它完全有能力搞好核电站的安全管理和环境保护。中国核工业总公司为此专门发来贺信,指出这“再次证明核能是一种清洁、安全的能源”,“也有利于提高公众对核电的可接受性,有利于我国核能的进一步发展”。

大亚湾核电站将戒骄戒躁,保持荣誉,在新形势下继续推行文明清洁生产,进一步做好核安全和环境保护工作。

《广东大亚湾核电站文件/档案管理系统》

获国家级科技进步三等奖

(新闻稿) 王宏新

以广东核电合营有限公司生产部资料处俞洁纯、徐颖、姚乃兴、王立水、韩思充为主要完成人的《广东大亚湾核电站文件/档案管理系统》项目，继1995年度获部级科技进步二等奖后，1996年度又获国家级科技进步三等奖。这是1996年度全国档案领域唯一的国家科技进步奖，也是广东核电系统获得的第一个国家级科技进步奖。

广东大亚湾核电站文件/档案管理系统，是广东核电合营有限公司生产部资料处中国技术管理人员，依靠自己的力量，从1991年起，经过三年的努力开发和建立起来的。大亚湾核电站成功的营运活动的实践证明：大亚湾核电站文件/档案管理系统是一个具有中国特点的、达到国际标准的文件/档案管理系统。

大亚湾核电站文件/档案管理系统的技术特征主要是：

- 实施了文件/档案一体化的结构控制和系统管理，这确保了在核电站营运活动中，文件/档案管理受到严格的控制，档案的完整性和准确性得到成功的保证。
- 建立了符合国际质量保证要求的全面的程序化管理，将文件/档案管理纳入核电站安全质量管理的轨道。

大亚湾核电站文件/档案系统在国内、外同行交流中获得多方赞誉，也获得了国家权威管理部门的很高评价。

1996年9月，国家验收委员会在《大亚湾核电站竣工验收报告》中指出：“核电站建立了严格的文件、档案、质量保证体系，管理程序完整、规范。工程档案完整、准确、系统。质量符合要求，能满足运行、维修和管理的需要，亦便于社会有关方面利用，并已发挥较明显的效用。档案保管条件达到规范要求。竣工图的编制质量符合国家有关规定。”

国家档案局对这一管理系统作了正式评价，认为：“大亚湾核电站文件/档案管理系统将整个核电站文件/档案的运转、转化、管理、服务等用准确、快捷、规范的程序固定下来。创造性地提出了基准文件、卫星文件、工作文件和文件版本更新保“鲜”等概念。这一成果是我国企业文件/档案工作与国际惯例接轨的一个成功尝试。对各种类型的核电站可直接应用。对国内企业文件/档案管理具有广泛的推广价值。”

《广东大亚湾核电站文件/档案管理系统》项目的成功开发和获奖，是广东大亚湾核电站建设者们，特别是广大文件、档案工作人员集体智慧和辛勤工作的结晶，是广东核电合营有限公司领导远见卓识的结晶。

大亚湾核电站文件/档案系统所拥有的文件/档案材料是我国核电事业的一个知识宝库，她的价值难以用金钱来衡量。进一步改进和完善这一系统，更好地为大亚湾核电站的安全、稳定、满发服务，更好地为中国核电的宏伟事业服务，这是我们的光荣职责和使命。

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	1
1.3	电站组织机构	2
1.3.1	电站管理层级	2
1.3.1.1	经理级	3
1.3.1.2	处级	4
1.3.1.3	科级	4
1.3.2	管理线	5
1.3.2.1	生产技术功能块	5
1.3.2.2	安全监督功能块	5
1.3.2.3	资源保障功能块	6
1.3.2.4	综合调度功能块	6
1.3.2.5	生产准备	6
1.3.3	电站委员会	7
1.3.4	电站组织机构图	7

第二章 生产运行

2.1	电站运行和维修	9
2.1.1	电站运行	9
2.1.1.1	电站运行组织	9
2.1.1.2	机组运行状态	11
2.1.1.3	电网状况及售电情况	18
2.1.1.4	机组性能指标	22
2.1.1.5	运行物理试验	24
2.1.1.6	电站化学	28

2.1.1.7	继电保护	30
2.1.1.8	高电压设备运行维护	31
2.1.1.9	仪控系统设备运行及评价	34
2.1.2	电站维修	38
2.1.2.1	维修工作的组织管理	38
2.1.2.2	预防性维修评估	40
2.1.2.3	维修工作票执行情况	41
2.1.3	放射性废物排放与管理	44
2.1.3.1	放射性废气排放与管理	44
2.1.3.2	放射性废液排放与管理	45
2.1.3.3	中低水平放射性固体废物处理	46
2.1.3.4	工业废物处理	51
2.1.3.5	环境监测与评估	53
2.1.4	物资消耗	57
2.1.4.1	燃耗和核材料衡算管理	57
2.1.4.2	水库淡水储量及除盐水生产	63
2.1.4.3	化学试剂的评价与使用	64
2.1.4.4	外购电	65
2.1.5	工程及电站改造项目	66
2.1.5.1	电站改造项目管理	66
2.1.5.2	最终验收证书保留项	66
2.1.5.3	不符合项管理	67
2.1.5.4	在役检查和金属监督	69
2.1.5.5	工程文件更新	72
2.1.5.6	新增工程项目	73
2.1.6	机组换料大修	73
2.1.6.1	换料大修计划和组织管理	73
2.1.6.2	1号机组第三次换料大修	80
2.1.6.3	2号机组第三次换料大修	85
2.1.6.4	机组第四次大修准备	91
2.1.6.5	大修承包商介绍	93
<hr/>		
2.2	核电站安全	93
2.2.1	核安全	93
2.2.1.1	电站运行事件	93
2.2.1.2	三道屏障完整性	95
2.2.1.3	安全相关设备不可用状态 (lo) 跟踪	103
2.2.1.4	定期试验	106
2.2.1.5	瞬变统计	109
2.2.1.6	核安全文化	111

2.2.1.7	执照申请	112
2.2.1.8	国际原子能机构活动	114
2.2.2	工业安全	114
2.2.2.1	工业安全统计	114
2.2.2.2	工业安全管理	115
2.2.3	消防	117
2.2.3.1	事故及火警未遂事件统计	117
2.2.3.2	消防管理	118
2.2.4	辐射防护	119
2.2.4.1	年度辐射防护总体评价	119
2.2.4.2	辐射防护培训	121
2.2.4.3	运行辐射防护管理	121
2.2.4.4	辐射防护相关技术工作	122
2.2.4.5	大修辐射防护组织与管理	123
2.2.4.6	辐射监测仪表与放射源管理	124
2.2.4.7	个人剂量管理	124
2.2.5	职业健康管理	124
2.2.5.1	职业危害的监测与评价	125
2.2.5.2	放射性工作人员的健康监督	125
2.2.5.3	异常照射情况下医学干预的准备及实施	126
2.2.5.4	辐射工作人员的健康档案管理	126
2.2.6	电站应急计划	126
2.2.6.1	应急组织的改进	126
2.2.6.2	应急程序的完善	129
2.2.6.3	应急设施、设备的改进	129
2.2.6.4	应急培训和公众宣传教育	130
2.2.6.5	应急演习和演练	130
2.2.6.6	应急组织启动和抗 9710 号强台风	131
2.2.6.7	一、二核统一实施应急计划	132
2.2.7	电站保卫及核材料实体保障	132
2.2.7.1	电站保卫的任务	132
2.2.7.2	保卫工作实绩	132
2.2.7.3	核材料的实体保障	133
<hr/>		
2.3	电站管理	133
2.3.1	综合计划调度	133
2.3.1.1	年度发电计划及其实施	133
2.3.1.2	电站预算管理和控制	134
2.3.2	重要管理活动	139
2.3.2.1	电站管理层工作会议	139

2.3.2.2	干部任免及机构变动	140
2.3.2.3	职称评定、毕业生转正定级及工人 技术等级考核鉴定	141
2.3.3	人事管理	142
2.3.3.1	人员配备	142
2.3.3.2	职工学历和职称结构及专家名录	142
2.3.3.3	年龄结构	143
2.3.4	人员培训及授权	144
2.3.4.1	培训管理及有关活动	144
2.3.4.2	各类培训及授权完成情况	147
2.3.4.3	业余培训班	149
2.3.5	电站委员会	149
2.3.5.1	电站核安全委员会	149
2.3.5.2	电站培训委员会	149
2.3.5.3	电站三废委员会	150
2.3.5.4	电站技术委员会	150
2.3.5.5	电站经验反馈委员会	151
2.3.5.6	电站工业安全和辐射防护委员会	151
2.3.5.7	电站人力资源委员会	152
2.3.5.8	电站预算委员会	152
2.3.5.9	生产准备委员会	152
2.3.6	质量保证	153
2.3.6.1	质量保证独立验证活动实施情况	153
2.3.6.2	质量保证大纲实施有效性评价	156
2.3.7	经验反馈	157
2.3.7.1	内部事件经验反馈	157
2.3.7.2	外部经验反馈	160
2.3.7.3	国际经验及姐妹厂经验交流活动	161
2.3.8	备品备件管理	162
2.3.8.1	备品备件采购管理	162
2.3.8.2	仓储管理	164
2.3.9	电站计量管理	165
2.3.10	合同及承包商管理	156
2.3.10.1	合同项目内容概要	166
2.3.10.2	承包商管理	171
2.3.11	管理计算机的应用	171
2.3.11.1	主要生产指标	171
2.3.11.2	改善管理的主要措施	173
2.3.12	文件档案与资料管理	174
2.3.12.1	工作概述	174

2.3.12.2	完成的主要工作量	175
2.3.12.3	文件、资料、档案库存量	175
2.3.13	电站后勤保障	176
2.3.13.1	后勤保障机构和运作方式	176
2.3.13.2	交通运输	176
2.3.13.3	行政办公设施及其配套系统的管理	176
2.3.13.4	行政办公用品、固定资产和办公家具管理	177
2.3.13.5	员工住宿和膳食服务	177
2.3.13.6	文体设施和文体活动	177
<hr/>		
2.4	生产准备	178
2.4.1	工作组织方式	178
2.4.2	政策与计划的制定	179
2.4.3	组织机构方案策划	179
2.4.4	培训策划与组织	179
2.4.5	技术与手段准备	180
2.4.6	工程与技术参与	180

第三章 大事记

3.1	1号机组运行大事记	182
3.2	2号机组运行大事记	186
3.3	管理大事记	191
3.4	重大技术问题	195

第四章 统计指标

4.1	WANO 性能指标	198
4.2	综合经济指标	199
4.3	安全性能指标	200

4.4	生产运行指标	201
4.5	三废排放与环境监测	203
4.6	维修、改进与质量保证	204
4.7	瞬变统计	204
4.8	人力资源与培训管理	205
4.9	物资管理与成本控制	206
4.10	换料大修主要指标	207
4.11	机组停堆解列统计表	208
4.12	机组降负荷统计表	209
4.13	电站运行事件汇总	209
4.14	工业安全和消防统计	212
4.14.1	工业事故汇总	212
4.14.2	工业未遂事件汇总	212
4.14.3	火灾未遂事件汇总	214
4.15	辐射防护事件汇总	215
4.16	特许申请汇总	216
4.17	改造项目汇总	216
4.18	电力系统继电保护和安全自动 装置动作统计	219

第五章 专题报告

大亚湾核电站管理工作的经验反馈（生产部）	221
1997年管理计划及其执行情况（刘达民）	229
大亚湾核电站的安全文化建设（濮继龙）	236

大亚湾核电站综合信息系统的开发与应用 (王佳峰/王卫东)	242
重发事件分析(郭丰守)	246
大亚湾核电站的电源可靠性问题(李晓明)	255
特殊时期的保电措施(谢昌谕)	267
大亚湾核电站抗 9710 号强台风纪实(林树谋/ 刘小兵)	270
工业安全问题及其对策(周卫红/慕齐放)	273
维修人员在岗培训(李友德)	277
岭澳核电站生产准备的前期策划与实施(张志雄)	280
运行处新员工的培训(郑伟平)	287
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》各章节供稿人员名单	322

CONTENT

Part I : Organization of the company and GNPS

1.1	Brief introduction of GNPJVC	1
1.2	Organization of GNPJVC	1
1.3	Organization of GNPS	2
1.3.1	Management levels	2
1.3.1.1	Department	3
1.3.1.2	Branches	4
1.3.1.3	Sections	4
1.3.2	Management lines	5
1.3.2.1	Operations and engineering	5
1.3.2.2	Safety and surveillance	5
1.3.2.3	Logistic and service	6
1.3.2.4	Administrative and planning	6
1.3.2.5	Operations preparation	6
1.3.3	Plant committees	7
1.3.4	Chart of organization of GNPS	7

Part II : Synthetic report on operational activities

2.1	Operation and maintenance	9
2.1.1	Plant operation	9
2.1.1.1	Operation organization	9
2.1.1.2	Unit operation status	11
2.1.1.3	Relationship with grid	18
2.1.1.4	Unit performance indicators	22
2.1.1.5	Periodic reactor physical tests	24
2.1.1.6	Plant chemistry	28
2.1.1.7	Electrical relay protection	30
2.1.1.8	High voltage equipment	31
2.1.1.9	Operation and assessment of I & C equipment	34
2.1.2	Maintenance activities	38
2.1.2.1	Maintenance organization	38
2.1.2.2	Evaluation on preventive maintenance programme	40
2.1.2.3	Statistics of maintenance activities	41
2.1.3	Waste management and environment monitoring	44

2.1.3.1	Radioactive gaseous waste release	44
2.1.3.2	Radioactive liquid waste release	45
2.1.3.3	Low and median solid radwaste management	46
2.1.3.4	Management of industrial waste	51
2.1.3.5	Environment monitoring and evaluation	53
2.1.4	Material consumption	57
2.1.4.1	Fuel burn-up and nuclear material counting	57
2.1.4.2	Water storage in the reservoir and demineralized water production	63
2.1.4.3	Consumption of chemicals	64
2.1.4.4	Payment of off-site power supply	65
2.1.5	Engineering and plant modification	66
2.1.5.1	Plant modification management	66
2.1.5.2	Project pending issues	66
2.1.5.3	NCR management	67
2.1.5.4	In-service inspection	69
2.1.5.5	Engineering file updating	72
2.1.5.6	Engineering projects	73
2.1.6	Unit outage	73
2.1.6.1	Outage organization	73
2.1.6.2	Third refuelling outage of Unit 1	80
2.1.6.3	Third refuelling outage of Unit 2	85
2.1.6.4	Preparation for the fourth refuelling outage	91
2.1.6.5	Contracts and subcontractors	93
2.2	Plant safety	93
2.2.1	Nuclear safety	93
2.2.1.1	Licensing operational events	93
2.2.1.2	Integrity surveillance of three barriers	95
2.2.1.3	Inoperability of safety related equipment (Io) monitoring	103
2.2.1.4	Periodic tests	106
2.2.1.5	Transient accounting	109
2.2.1.6	Nuclear safety culture indoctrination	111
2.2.1.7	Licensing application	112
2.2.1.8	IAEA activities	114
2.2.2	Industrial safety	114
2.2.2.1	Statistics of industrial safety	114
2.2.2.2	Management system	115
2.2.3	Fire protection	117
2.2.3.1	Statistics of fire protection related events	117

2.2.3.2	Management system	118
2.2.4	Radiation protection	119
2.2.4.1	General assessment	119
2.2.4.2	Training	121
2.2.4.3	Radiation protection during normal operations	121
2.2.4.4	Radiation protection related technical activities	122
2.2.4.5	Radiation protection during refuelling outage	123
2.2.4.6	Radiation protection instrument and source management	124
2.2.4.7	Individual dosage monitoring	124
2.2.5	Occupational medical care	124
2.2.5.1	Monitoring of occupational effect to health	125
2.2.5.2	Health surveillance of radiation workers	125
2.2.5.3	Intervention under abnormal exposure	126
2.2.5.4	Individual health files for radiation workers	126
2.2.6	Emergency planning	126
2.2.6.1	Emergency organization	126
2.2.6.2	Emergency procedure	129
2.2.6.3	Updating of emergency installations and equipment	129
2.2.6.4	Emergency training and indoctrination	130
2.2.6.5	Drills and exercises	130
2.2.6.6	Campaign against Typhoon Victor	131
2.2.6.7	Application of site-wide emergency plan	132
2.2.7	Plant security and safeguard	132
2.2.7.1	Security mission	132
2.2.7.2	Achievement of security and safeguard	132
2.2.7.3	Safeguard of nuclear material	133
2.3	Plant management	133
2.3.1	Operation planning	133
2.3.1.1	Electricity production plan and its implementation	133
2.3.1.2	Budget management and control	134
2.3.2	Important management issues	139
2.3.2.1	Plant management seminars	139
2.3.2.2	Organization changes, personnel appointments and removals	140
2.3.2.3	Techniques examination and academic rank appraisal	141
2.3.3	Personnel management	142

2.3.3.1	Recruitment and staffing	142
2.3.3.2	Sorting by education and professional rank	142
2.3.3.3	Sorting by age	143
2.3.4	Personnel training and authorization	144
2.3.4.1	Plant training management and related actions	144
2.3.4.2	Achievements	147
2.3.4.3	Part-time training	149
2.3.5	Plant committees	149
2.3.5.1	Plant nuclear safety committee (PNSC)	149
2.3.5.2	Plant training committee (PTC)	149
2.3.5.3	Plant waste committee (PWC)	150
2.3.5.4	Plant engineering committee (PEC)	150
2.3.5.5	Plant experience feedback committee (PEFC)	151
2.3.5.6	Plant industrial safety and radiation protection committee (PISRC)	151
2.3.5.7	Plant human resources committee (PHRC)	152
2.3.5.8	Plant budget committee (PBC)	152
2.3.5.9	Ling Ao operations preparation committee (LOPC)	152
2.3.6	Quality assurance	153
2.3.6.1	Implementation of QA activities	153
2.3.6.2	Evaluation on effectiveness of QA programme	156
2.3.7	Experience feedback	157
2.3.7.1	Experiences and lessons learnt from internal events	157
2.3.7.2	Experiences and lessons learnt from external events	160
2.3.7.3	International activities on information exchange and twinning activities	161
2.3.8	Procurement management of spare parts and tools	162
2.3.8.1	Management of procurement	162
2.3.8.2	Analysis of utilization and storage status	164
2.3.9	Plant measurement management	165
2.3.10	Management of contracts and contractors	166
2.3.10.1	Contract management	166
2.3.10.2	Contractors management	171
2.3.11	Utilization of management computers	171
2.3.11.1	Main indicators	171
2.3.11.2	Management improvement actions	173

2.3.12	Documentation and archives	174
2.3.12.1	General	174
2.3.12.2	Main achievement	175
2.3.12.3	Storage volume	175
2.3.13	Plant logistic support activities	176
2.3.13.1	Logistic organization	176
2.3.13.2	Transportation	176
2.3.13.3	Management of office appliances, common-use facilities and equipment	176
2.3.13.4	Management of consumables, fixed assets and office furniture	177
2.3.13.5	Staffs living necessities	177
2.3.13.6	Recreation and sports	177
2.4	Phase II operations preparation	178
2.4.1	Working mode	178
2.4.2	Policy and planning	179
2.4.3	Organization structuring	179
2.4.4	Training	179
2.4.5	Technical preparation	180
2.4.6	Project & technical participation	180

Part III : Chronicles

3.1	Operation events of Unit 1	182
3.2	Operation events of Unit 2	186
3.3	Major management issues	191
3.4	Major technical issues	195

Part IV : Statistics and indicators

4.1	WANO performance indicators	198
4.2	Economic indicators	199
4.3	Safety indicators	200
4.4	Operations indicators	201
4.5	Waste release control and environment monitoring	203
4.6	Maintenance, modification and quality assurance	204
4.7	Transient accounting	204
4.8	Human resources and training	205
4.9	Material and cost control	206
4.10	Outage indicators	207
4.11	List of reactor scrams and grid separations	208

4.12	List of load reductions	209
4.13	List of licensing operational events	209
4.14	Industrial safety and fire protection statistics	212
4.14.1	List of industrial accidents	212
4.14.2	List of industrial nearmisses	212
4.14.3	List of fire nearmisses	214
4.15	List of radiation protection events	215
4.16	List of waiver requests	216
4.17	List of plant modifications	216
4.18	Relay protection and safety device actuation statistics	219

Part V : Invited specific reports

·	GNPS management experience feedback by plant management	221
·	GNPS 1997 management plan and its implementation by Steven Lau	229
·	GNPS safety culture indoctrination by Pu Jilong	236
·	The development and application of GNPS management information system by Wang Jiafeng and Wang Weidong	242
·	Management of reoccurrent events by Guo Fengshou	246
·	Reliability on GNPS power supply systems by Li Xiaoming	255
·	Special measures to secure safe production during significant periods by Xie Changyu	267
·	Campaign against Typhoon Victor by Lin Shumou and Liu Xiaobing	270
·	Industrial safety problems and the countermeasures by Zhou Weihong and Mu Qifang	273
·	On-the-job training of maintenance staff by Li Youde	277
·	First-stage preparations for phase II operations by Zhang Zhixiong	280
·	Training of OPO fresh employees by Zheng Weiping	287

Appendix 1	Elementary system codification	295
Appendix 2	Acronym	303
Appendix 3	Measurement units	307
Appendix 4	List of buildings and structures	308
Appendix 5	Functional identification of equipment	315
	List of drafters of sections in “Yearbook”	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（FRAMATOME）和英法通用电气-阿尔斯通公司（GEC-ALSTHOM）供应，建设阶段的总体技术责任由法国电力公司承担。1987 年 8 月 7 日工程正式开工。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。

广东大亚湾核电站总投资约 40 亿美元，除股金 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。电站设计年上网电量为 100 至 126 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% 送入香港电网，30% 送入广东电网。

在国家和广东省、深圳市各级政府的一贯关注和大力支持下，广东大亚湾核电站建设和生产始终如一地坚持“安全第一、质量第一”的方针，投产四年来实现了安全稳定运行，为广东和香港两地的经济发展和繁荣作出了贡献。不仅如此，通过这座大型核电站的建设和运行，在引进核电站先进技术、建立现代企业制度、培养人才等方面也作了有益的尝试，为广东核电的滚动发展打下了基础。

1.2 公司组织机构

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

董事会组成：

董事长 咎云龙（中方）

第一副董事长 施以诚 (Ross Sayers) (港方)
 第二副董事长 吴希荣 (中方)
 中方董事 笞云龙、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) 为第一副总经理、戴庆宇 (中方) 为第二副总经理、樊鹤鸣为总经理助理，并组成总经理部。为了充分发挥科学技术在生产中的作用，集中力量组织研究核电站生产的中长期技术问题，促进核电站长期安全、稳定、经济、满发，公司于 1996 年成立了科学技术委员会 (简称科技委)。

公司组织结构如图 1.2-1 所示：

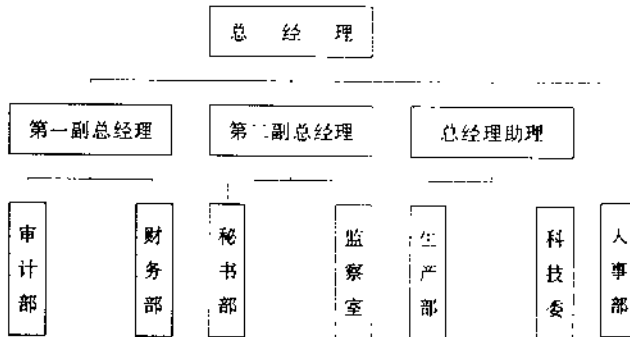


图 1.2-1 公司组织结构

为了贯彻“以核养核、滚动发展”的战略方针，在保证核电安全生产的前提下，广东核电合营有限公司大力支持岭澳核电站的工程建设。1996 年 12 月 12 日双方签订了相互支持协议，岭澳核电站的生产准备、人力资源、秘书和监察工作委托合营公司管理。

1.3 电站组织机构

1997 年 7 月 1 日大亚湾核电站由中方专家接替外方专家担任电站经理 (厂长)，电站全面实现自主化管理。随着广东核电事业的继续稳步发展，电站根据广东核电集团公司的统一部署，在完成安全生产的同时，还担负起对二核 (岭澳核电站，下同) 乃至三核培养和提供人才的光荣使命。为此，电站对组织机构和管理体系进行了必要的调整，形成了由电站经理、第一副经理和副经理组成的电站核心领导小组；淡化了原有的三条管理线的概念，将电站的各项工作按功能划分为四个功能块，即生产技术、安全监督、综合调度和资源保障；增设相应的经理助理管理各功能块的日常事务。

1.3.1 电站管理层级

根据 1997 年 10 月修订出版的电站行政管理程序《生产机构管理政策》(AD/ORG/000)，电站的管理层指获得相应的授权、行使管理职能 (或部分管理职能) 的管理人员。管理层的基本功能是作出决策，并承担相应的责任。其特点是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。

1997年大亚湾核电站的管理层分为三级：

——经理级（电站经理和经理层）；

——处级；

——科级（科长和值长）。

各级管理层的权限不同，每一级管理层都是由承担共同职责的个人组成。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作出的决定，即代表其所在的上层管理层的决定。

1.3.1.1 经理级

经理级管理层指电站经理部，其成员包括电站经理、第一副经理、副经理、经理助理、总工程师、副总工程师和必要的顾问。

电站经理、第一副经理和副经理共同组成经理部的核心领导小组，负责电站中长期政策的制订与重大决策。电站经理助理分别在电站经理、第一副经理或副经理的直接领导下，分管涉及电站各功能块的日常事务。

电站总工程师、副总工程师和必要的顾问作为专家参与经理部的工作，并依靠其自身的专业知识和经验，为经理部的决策提供专业支持与咨询，或受电站经理部的委托，负责电站某一方面的具体工作。

电站经理：电站经理在第一副经理和副经理的协助下主持电站全面工作，并向公司总经理部、外界团体机构（有关政府部门、公众等）和用户负责，确保电站及生产设备的长期、安全、良好运行。电站经理还通过向相应的经理助理授权，直接管理电站综合调度功能块所属的综合管理处、发电规划处的工作以及二核生产准备处的工作。

电站第一副经理：电站第一副经理向电站经理负责，并协助电站经理主持日常业务管理和技术管理。当电站经理因故离开电站现场时，电站第一副经理在其授权范围内代行电站经理的职权。

受电站经理的委托，电站第一副经理直接领导相应的副总工程师，负责电站生产重大技术问题、技术文件更新与技术监督工作，以及组织对重大的、长期问题进行预研究。电站第一副经理还通过相应的经理助理，协调管理电站安全监督和资源保障两个功能块所属各处的工作，即安全监督功能块所属的保健物理处、质保处和安全执照处；资源保障功能块的合同供应处、培训处和资料处。

电站副经理：电站副经理向电站经理负责，并协助电站经理主持电站生产管理工作，同时还通过相应的经理助理，协调管理电站生产技术功能块所属各处的工作，即运行处、维修处、技术服务处和技术支持处。

受电站经理的委托，电站副经理负责电站的各项生产活动，包括生产设备的运行、日常维修、换料大修以及化学、性能测试等支持服务；与电网的联系和协调；环境保护；工程技术方案的实施与验收等。

根据工作和形势发展的需要，1997年电站设经理助理6名，即：

组织人事助理：负责电站党委日常工作、组织工作、人事工作及职工队伍思想工作，并协助电站经理分管综合管理处有关人事管理部分。

综合计划助理：负责电站的计划、调度及行政支持工作，并协助电站经理分管发电规划处和综合管理处（除人事管理工作外）。

生产准备助理：负责二核生产准备工作，并协助电站经理分管二核生产准备处。

生产技术助理：负责电站的生产运行、维修、技术服务和技术支持工作，并协助电站副经理分管运行处、维修处、技术服务处和技术支持处。

安全监督助理：负责电站的安全监督和质量监督工作，并协助电站第一副经理分管保健物理处、质量保证处和安全执照处。

资源保障助理：负责电站的资源供应、培训和资料档案工作，并协助电站第一副经理分管合同供应处、培训处和资料处。

经理助理作为电站经理部的工作层，除具体管理、协调有关各处的工作外，还负责各功能块整体工作的中、长远计划的策划和日常工作的检查与推动，电站经理、第一副经理和副经理也可委托经理助理主持某项特定的工作或项目。

电站总工程师：电站总工程师向电站经理负责，并在重大决策时向电站经理、第一副经理和副经理提供工程技术方面的专业意见。受电站经理的委托，总工程师可组织电站有关专业技术人员就电站的中、长期专业技术问题进行分析 and 研究。

副总工程师：电站副总工程师受电站第一副经理的直接领导，负责电站生产技术问题的分析、技术文件更新和技术监督工作，并对中、长期问题进行预研究。受电站经理的委托，副总工程师可协助电站第一副经理、副经理和经理助理负责某些特定范围的专项工作，并向上述人员提供专业支持。

电站经理顾问：电站经理顾问向电站经理负责，并为确保安全、可靠和高效地管理、运行和维护电站，向电站经理提供支持与建议。

1.3.1.2 处级

原属发电规划处的二核生产准备办公室于1997年8月升格为二核生产准备处后，至1997年12月31日，电站共设置了13个处级机构。每个处由一名处长在一名或若干名副处长和处长助理的协助下负责本处的日常工作，并分别在电站经理、第一副经理和副经理及其委托的经理助理的领导下开展工作。处长、副处长和处长助理共同构成电站的处级管理层。

各处处长、副处长和处长助理在日常管理、人力、财力、物资资源和组织机构等方面获得不同的授权，并承担相应的责任。处长就本处的核安全、工业安全、质量、辐射防护、成本预算及工作效率等向电站经理部负责。当处长不在电站现场时，均按公司《各级授权管理规定》授权副处长或处长助理代处长职责。

各处的职责范围参见1.3.2管理线。

1.3.1.3 科级

1997年，原技术支持处工程科和改造科重新设置成工程改造科和技术管理科，原运行处的工程科并入技术支持处工程改造科。原二核生产准备办公室升格为二核生产准备处后，成立了技术协调与准备科和综合管理科。至1997年12月31日，电站共有科级机构47个。每个科由一名科长负责本科的日常工作，部分人数较多的科还设置了一名副科长协助科长工作。

科级管理层是电站的基层管理层。但在人数较多的科，根据不同的专业，设有班、组一级的管理单位，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。班组建设是电站员工队伍建设的重要组成部分，在电站范围内推动和加强电站安全文化及团体精神与主人翁精神建设中起了重要作用。

关于科级机构的设置情况参见1.3.2管理线

1.3.2 管理线

从1997年8月起,电站淡化了原有的三条管理线的概念,将电站的各项日常工作按其功能划分为四个功能块,即生产技术、安全监督、综合调度和资源保障。每个功能块包括业务相互联系的几个处,以加强处与处之间的沟通与协调。

1.3.2.1 生产技术功能块

生产技术功能块包括与电站生产技术功能相关的四个处:运行处、维修处、技术服务处和技术支持处,由电站生产技术助理协助电站副经理管理。

运行处(OP0)

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。

运行处下设技术管理科、六个运行值和一个运行白班值。

维修处(OPM)

维修处负责正常运行和大修期间电站现场设备的维修工作,包括机械、电气、仪表控制、现场服务和相应的工作准备,并通过质量计划等规范制订日常维修和大修所必需的安全措施。

维修处下设六个科室:维修处办公室、静止机械科、转动机械科、电气科、仪表计算机科和现场服务科。

技术服务处(OPT)

技术服务处负责电站生产活动的技术服务工作,包括化学与性能测试、环境保护和反应堆物理试验等。

技术服务处下设三个科:性能试验科、环境控制科和化学科。

技术支持处(OTS)

技术支持处负责为电站的生产活动提供工程技术支持,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,或通过电站改造的实施与完工验收改进原设计,该处同时还负责电站改造项目的质量、核燃料的使用分析以及土建管理和规范控制等。

技术支持处下设五个科:燃料管理科、工程改造科、规范控制科、技术管理和土建科。

1.3.2.2 安全监督功能块

安全监督功能块包括与电站安全监督功能有关的三个处:保健物理处、质量保证处和安全执照处,由电站安全监督助理协助电站第一副经理管理。

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、应急准备科和职业医疗中心。

质量保证处(OQA)

质量保证处负责通过监查、监督、检查、审核和评价等方式,对电站所有与质量和安全相关的活动进行质量评审,包括对程序、指令和其他与质量有关的文件进行审核并认可,对承包商的质量保证大纲进行审核和认可。

质量保证处下设四个科:监督科、监查科、质保支持科和供应商资格评审科。

安全执照处 (OSI)

安全执照处负责监督电站各处进行的核安全有关活动,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。

安全执照处下设执照申领科、安全分析科和核安全技术顾问组。

1.3.2.3 资源保障功能块

资源保障功能块包括电站资源保障功能相关的三个处:资料处、培训处和合同供应处,由电站资源保障助理协助电站第一副经理管理。

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设并进行资格审核,同时负责电站的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管理科。

合同供应处 (OCS)

合同供应处负责电站的各种物资供应,以及与承包商和供应商的谈判并签订合同,并确保合同和物资供应的质量、经济性与合法性。

合同供应处下设四个科:计划科、采购科、合同科和物资管理科。

1.3.2.4 综合调度功能块

综合调度功能块包括电站计划调度和综合管理功能相关的两个处:发电规划处和综合管理处,由电站综合计划助理协助电站经理管理。

发电规划处 (OPP)

发电规划处负责电站的各项计划工作,包括日常维修计划、大修计划、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。

发电规划处下设四个科:综合信息管理科、发电策划科、检修计划科和预算管理控制科。

综合管理处 (OPA)

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

综合管理处下设五个科:人事科、秘书科、后勤科、车队和电厂保卫科。其中涉及电站人事管理部分由电站组织人事助理协助电站经理管理。

1.3.2.5 生产准备

受公司总经理部的委托,电站同时还负责二核生产准备工作。为此,电站专门设置了“二核生产准备处”,并由电站生产准备助理协助电站经理领导,全面负责二核生产机构建立前的各项生产准备工作。二核生产准备工作作为电站日常工作的一个组成部分,与电站各功能块、各处的工作既相互联系,又相互独立。它同工程与施工部门保持密切联系,根据电站的运行经验反馈提出改进意见与建议,同时跟踪二核工程进展与设计改进情况,及时向电站经理汇报,推动电站的技术改进工作。二核生产机构成立后,其职责将逐步由二核生产机构所代替。

1997年二核生产准备处下设2个科：综合管理科和技术准备与协调科。

1.3.3 电站委员会

1997年8月电站经理部管理研讨会期间，对电站设置的各委员会进行了清理和调整。此后于1997年9月修订了电站执行程序IP/ORG/010《领导班子及委员会的职能》，进一步明确了各委员会的工作范围与运作原则。

经调整后的电站委员会分别是：

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）

电站三废委员会（PWC）

电站经验反馈委员会（PEFC）

电站技术设计委员会（PEC）

电站预算委员会（PBC）

电站信息系统委员会（PISC）

电站生产准备委员会（PLC）

上述委员会在1997年的工作情况参见本年鉴第2.3.5节。

1.3.4 电站组织机构图

电站组织机构见图1.3.4-1。

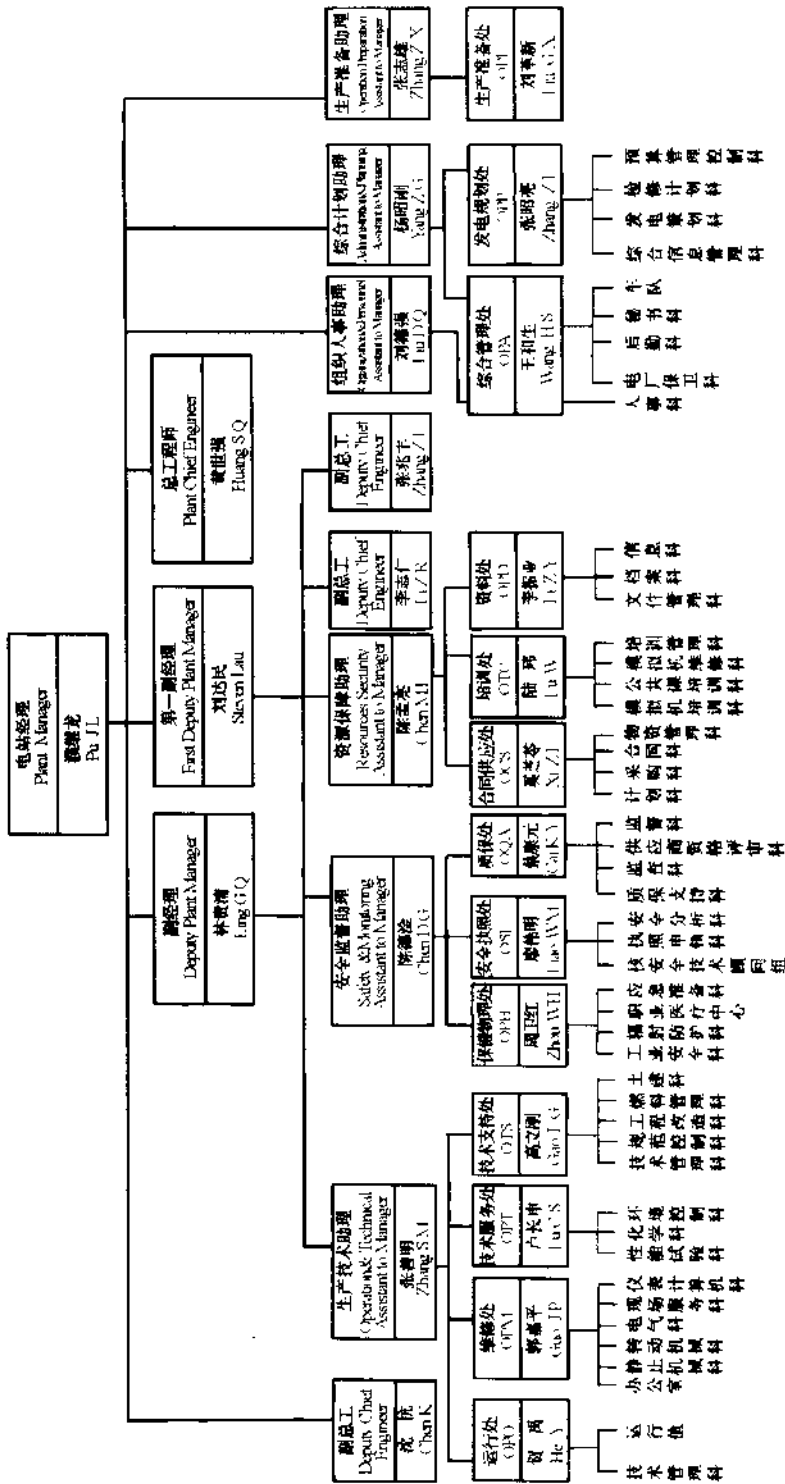


图 1.3.4-1 电站组织机构图

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. 组织功能

运行处在电站经理的授权和主管生产副经理的领导下，负责两台 900 MW 机组的运行及管理，保障核电站处于最佳的运行状态，确保安全、可靠和经济运行。运行处的组织机构如图 2.1.1.1-1 所示：

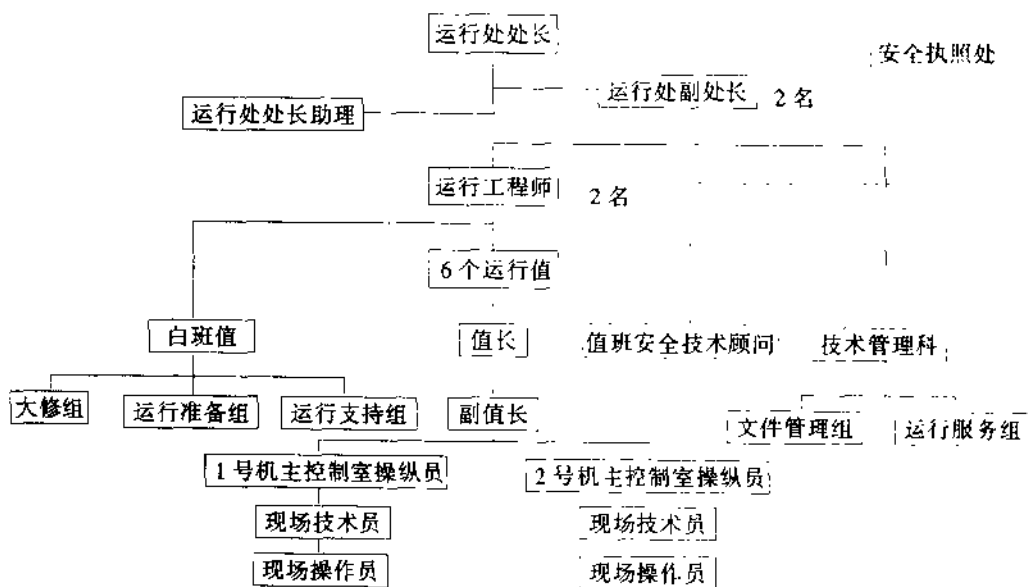


图 2.1.1.1-1 运行处组织机构

(1) 运行处处长在副处长和处长助理的协助下，负责运行处的管理工作，包括组织建设、人员培训和资格评价、运行及技术管理、文件管理等。

(2) 运行工程师在处长的授权下负责机组运行的日常工作安排、跟踪与监督实施情况,参与研究和分析电站系统和设备上存在的安全及技术问题,提出改进意见,并编制有关运行指令,参加启、停堆计划的制定。

(3) 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名现场操作员组成最小编制。各运行值在值长的带领下,必须严格遵循核安全管理要求和技术规范,根据运行规程、试验规程、负责电站系统和设备的运行操作、监视和定期试验。此外,还有1名值班安全技术顾问实行对核安全的独立监督,他与运行值一同倒班。

(4) 白班值由负责日常运行管理的运行工程师兼任值长,主要负责日常运行准备、大修准备和系统运行的技术支持等工作。在重大操作、重大试验和重大技术问题跟踪方面对运行值提供支持。

(5) 技术管理科在副处长的监督下负责所有运行文件、规程的管理以及各类运行记录的收集和归档,并负责处内的其它行政事务。

2. 运行管理

核电站的最终目的是创造经济效益和社会效益。但由于核电站负有“保护公众,保护环境”的义务,其安全状况倍受公众瞩目。为了在保证安全的前提下获取良好的经济效益,我们采取了以下几个方面的措施来加强安全运行管理。

(1) 经验反馈

电站在运行期间不可避免地会出现一些设备异常或人因失误,按照核电站经验反馈管理的要求,对于所有这些事件必须填写《24小时事件单》,根据这些事件对核安全或设备安全造成的影响(或潜在影响)的程度再进一步定义出《内部事件》或《运行事件》。通过对“事件”发生、发展的原因和过程的分析、研究,找出对策。对于每个运行人员乃至电站的所有生产人员,这些间接经验是获取知识和提高技能的有效途径之一。在运行处内部经验反馈工作由一名运行工程师负责,当事件发生后除当值下班后立即开会分析外,其余各值也必须根据事件的记录和有关报告进行学习讨论,彻底弄清事件的原因、过程、处理结果和今后对策。针对事件的特点和将要采取的对策,运行工程师还要对各值的相关岗位人员进行考核,目的是强制他们接受这些经验教训,提高他们的技能,防止和避免相同的或类似事件再次发生。统计表明深入开展经验反馈工作收到了良好的效果。例如系统再线是运行处的主要工作之一,1996年上半年的失误率为18%,1997年上半年失误率降到了7%。运行处通过经验反馈工作,保持了较高的安全透明度。

(2) 风险分析

正常运行期间需要进行各种试验,改变机组运行状态以及处理重要设备异常等活动。这些活动无时不对机组的安全稳定运行构成威胁。因此工作前的风险分析就成为工作过程中必不可少的一个步骤。风险分析包括跳机、自动停堆、核安全、设备安全、人身安全、火灾风险和辐射防护等内容。

对于计划的重大试验和重大操作由运行工程师和白班值的准备人员共同做好风险分析并给出《临时运行指令》。日常运行中的一切操作均由运行值的值长、副值长和主控制室操纵员做风险分析并填写《风险分析单》。

计划的检修工作由准备工程师做出风险分析并经运行工程师批准方可开工。针对重大设备异常的消缺工作则必须组成由专业人员、运行工程师、值长和安全技术顾问参加的专业小

组，共同进行风险分析，制订处理方案并写出《临时工作程序》。

(3) “明星”自检

“明星”自检“STAR”是通过“STOP”、“THINK”、“ACT”、“REVIEW”4个环节来保证工作质量的一个辅助手段。

——STOP：操作前先检查一下准备好的操作规程、图纸和风险分析是否正确、清楚，进行操作时，一旦遇到异常现象或疑问，要立即停下来，重新进行分析和讨论。

——THINK：操作前先想一想，我要进行的是什么操作？我有能力胜任吗？我的操作对机组或系统的运行会有什么影响？我所遇到的是什么问题？是图纸、资料错误，风险分析不足，设备异常，还是我的操作有差错？需要求助其他人吗？无论如何都要把你遇到的情况向你的主管报告。

——ACT：操作时要认清设备标牌，严格执行操作监护制和复诵制。

——REVIEW：操作完成后，检查一下系统或设备的运行参数、状况是否与预期的一致。

(4) 设备巡检制度

设备巡检是发现设备缺陷和隐患的重要手段。现场技术员和现场操作员根据不同岗位在接班后和交班前要根据机组状态和设备运行情况各进行一次设备状态的重点巡检。除此之外，在值班期间还要进行一次全面的设备巡检，根据《巡视手册》记录设备的运行参数和状态，发现异常和缺陷要立即报告值长或主控制室操纵员，并填《工作申请》(W.R.)。

(5) 操作监护制度

操作监护人的技能和授权均应高于操作执行人。他的职责是保证整个操作过程必须按准备好的操作文件进行，防止走错间隔，避免操作中漏项或颠倒操作顺序。操作监护制度是预防出现人因差错的最后一道屏障，因此工作中必须百分之百地执行。

(6) 干部巡视制度

为了保证运行质量和运行工作的控制而制订的各项规定和措施必须切切实实地贯彻下去、落到实处才能达到预期的目的。运行处规定副值长以上干部必须进行定期巡视，通过巡视达到以下三个目的：第一，发现现场工作环境存在的安全隐患和设备缺陷，了解实际情况掌握第一手资料；第二，检查和监督现场工作人员的工作质量，发现并纠正他们的不良工作习惯和习惯性违章行为，及时提出批评教育；第三，增强与现场工作人员的联系，密切与他们的关系。随时了解他们工作和生活中遇到的困难，听取他们的建议，改进运行管理工作。

核电站的运行管理既具有一般性也有其特殊性，核安全文化意识的树立就是核电站管理的一大特色，它要求每个工作人员都要具有“质疑的工作态度、严谨的工作方法和相互交流的工作习惯”。运行处的值长是一个关键岗位，他既是一个管理者又是一个执行者，他既要考虑核电站经济运行，更要关心核电站的安全状况。良好的运行质量必须通过各位值长的不懈努力才能实现。从1996年下半年以来我们所推行的“值长全面管理”就是要让值长们站在全厂的高度来全面控制两台核电机组的安全运行，运行处的管理层则是从管理角度给值长们提供全力的支持和服务，让值长们真正地树立起生产部经理们一贯提倡的“具有厂长心态”的意识。我们的运行经验并不丰富，在不断地向国内外同行学习的同时，还要进行努力地探索和实践，使大亚湾核电站的运行管理水平逐渐地赶上和达到国际先进水平。

2.1.1.2 机组运行状态

1997年广东大亚湾核电站1号机组运行状态，见图2.1.1.2-1至图2.1.1.2-6。

1997年广东大亚湾核电站2号机组运行状态，见图2.1.1.2-7至图2.1.1.2-12。

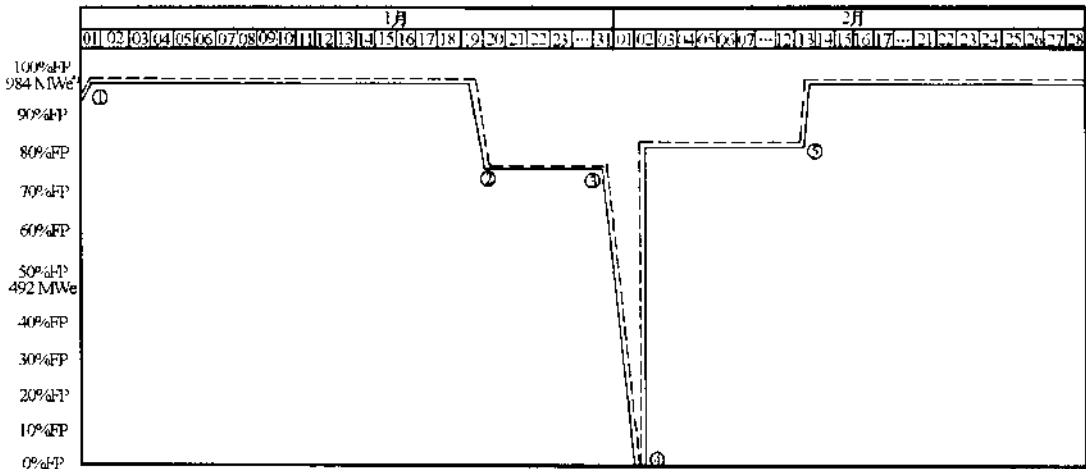


图 2.1.1.2-1 广东大亚湾核电站 1 号机组 1997 年运行状态

- 注：(1) 1 月 1 日 0:00 以 $0.5 \text{ MWe}^*/\text{min}$ 速率升功率，10:20 功率升至 $P_n = 100\% \text{FP}$ ， $P_e = 973 \text{ MWe}$ ；
 (2) 1 月 19 日 19:30 按计划机组开始以 $0.5 \text{ MWe}/\text{min}$ 速率降功率，1 月 20 日 0:35 机组降至 $P_n = 78\% \text{FP}$ ， $P_e = 760 \text{ MWe}$ 功率水平运行，处理联络变压器问题；
 (3) 1 月 31 日为处理冷凝器“B”相热阱磁性滤网堵塞引起实际水位高-高问题，机组从 21:00 开始降功率，23:38 机组与电网解列；
 (4) 2 月 2 日机组重新临界，2 月 3 日 2:07 机组按计划升至 $P_n = 82\% \text{FP}$ ， $P_e = 800 \text{ MWe}$ 功率水平运行；
 (5) 2 月 13 日 8:00 按计划机组提升功率，15:30 机组功率升至 $P_n = 100\% \text{FP}$ ， $P_e = 980 \text{ MWe}$ 。

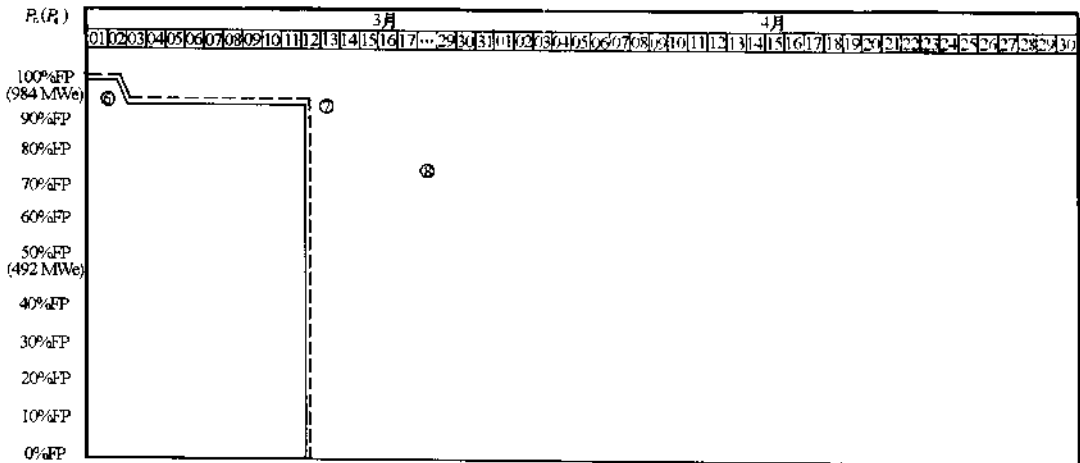


图 2.1.1.2-2 广东大亚湾核电站 1 号机组 1997 年运行状态

- 注：(6) 3 月 2 日 23:43 应电网要求机组以 $1.0 \text{ MWe}/\text{min}$ 速率降功率，3 月 3 日 0:55 机组功率降至 $P_n = 92\% \text{FP}$ ， $P_e = 900 \text{ MWe}$ ；
 (7) 3 月 12 日 15:00 执行机组换料大修计划开始降功率，20:20 机组与电网解列；
 (8) 3 月 13 日机组进行第三次换料大修。

* 图中及以后正文中出现的 MWe 系指 MW（电功率）

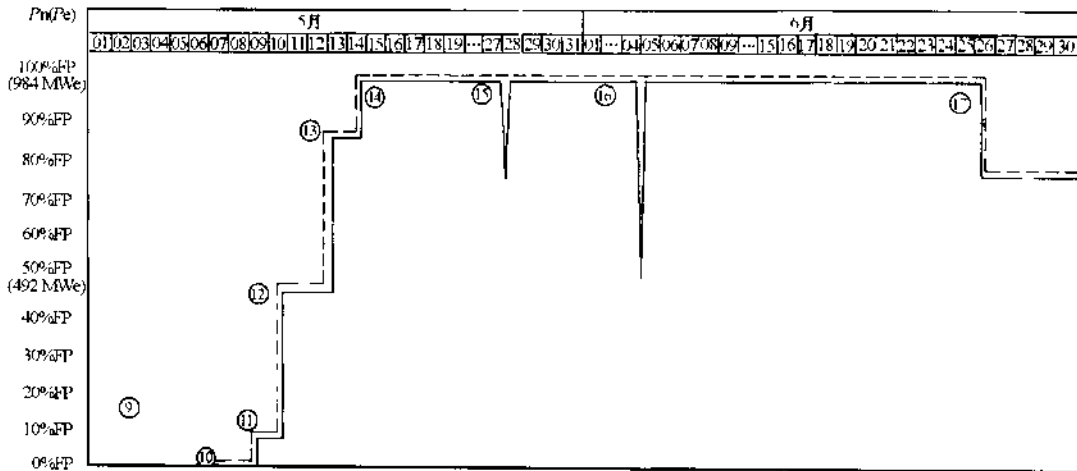


图 2.1.1.2-3 广东大亚湾核电站 1 号机组 1997 年运行状态

注：(9) 机组从 3 月 13 日进入第三次换料大修；

(10) 5 月 7 日 9:55 反应堆临界 (R 棒 = 206 步, G 棒 = 625 步, $C_R = 1449 \mu\text{g/g}$)；

(11) 5 月 9 日反应堆功率升至 8% P_n 进行试验；

(12) 5 月 10 日 10:22 机组并网, 反应堆功率升至 48% P_n 进行试验, 电功率 $P_e = 422 \text{ MWe}$ ；

(13) 5 月 13 日反应堆功率升至 87% P_n 进行试验, 电功率 $P_e = 805 \text{ MWe}$ ；

(14) 5 月 14 日反应堆功率升至 100% P_n , 电功率升至 $P_e = 974 \text{ MWe}$ ；

(15) 5 月 28 日 5:40 隔离 CAR 泵引起 APU001/002SP 失压, 跳 APU 泵引起机组降功率至 $P_e = 730 \text{ MWe}$ ；

(16) 6 月 5 日执行 PTIRGL004 定期试验机组降功率到 $P_e = 500 \text{ MWe}$ 运行；

(17) 6 月 26 日 12:00 为确保香港回归祖国国庆期间电网的安全, 机组降功率至 $P_e = 760 \text{ MWe}$ 功率水平运行。

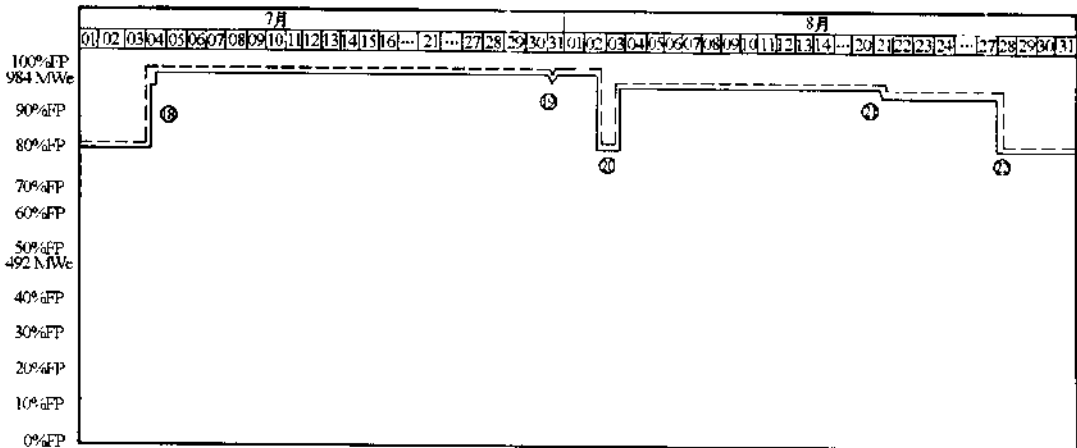


图 2.1.1.2-4 广东大亚湾核电站 1 号机组 1997 年运行状态

注：(18) 7 月 4 日 12:00 完成“七一”香港回归庆典期间保电任务, 机组开始以 2 MWe/min 速率升功率, 14:00 功率升至 $P_e = 972 \text{ MWe}$, 反应堆功率 99.6%FP, 15:50 升至满负荷运行；

(19) 7 月 31 日 13:15 因处理 GRE006VV (158VH) 漏油, 短时降功率至 $P_e = 962 \text{ MWe}$ ；

(20) 因 1997 年 10 号台风正面袭击核电站, 电网要求核电机组减负荷运行, 8 月 2 日 9:55 以 3 MWe/min 速率降功率至 $P_e = 760 \text{ MWe}$ 运行；8 月 3 日 9:00 开始以 3 MWe/min 速率升功率, 10:20 升功率至 $P_e = 970 \text{ MWe}$ 运行；

(21) 由于反应堆功率超过 100% P_n , 8 月 21 日调整机组功率至 $P_e = 968 \text{ MWe}$ ；

(22) 由于 1RAM001AP 振动高, 需解体检查, 8 月 27 日 21:00 降功率至 $P_e = 760 \text{ MWe}$ 运行。

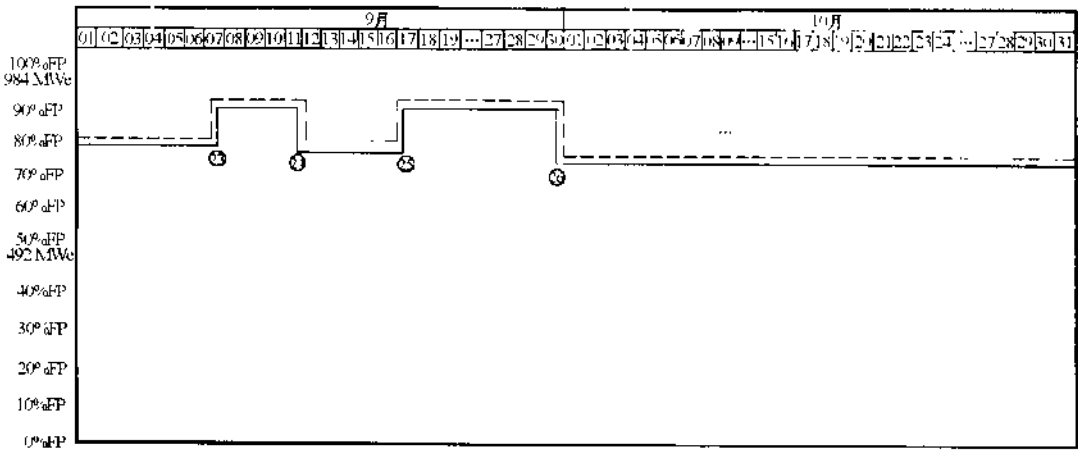


图 2.1.1.2-5 广东大亚湾核电站 1 号机组 1997 年运行状态

- 注：(23) 按电网计划于 9 月 7 日 5:55 升功率到 $P_e = 900$ MWe 运行；
 (24) 按“十五大”期间保电措施安排，于 9 月 11 日 24:00 降功率到 $P_e = 800$ MWe 运行；
 (25) “十五大”保电结束，9 月 17 日 8:30 升功率到 $P_e = 900$ MWe 运行；
 (26) 按电网计划 9 月 30 日 21:00 降功率至 $P_e = 760$ MWe 运行。

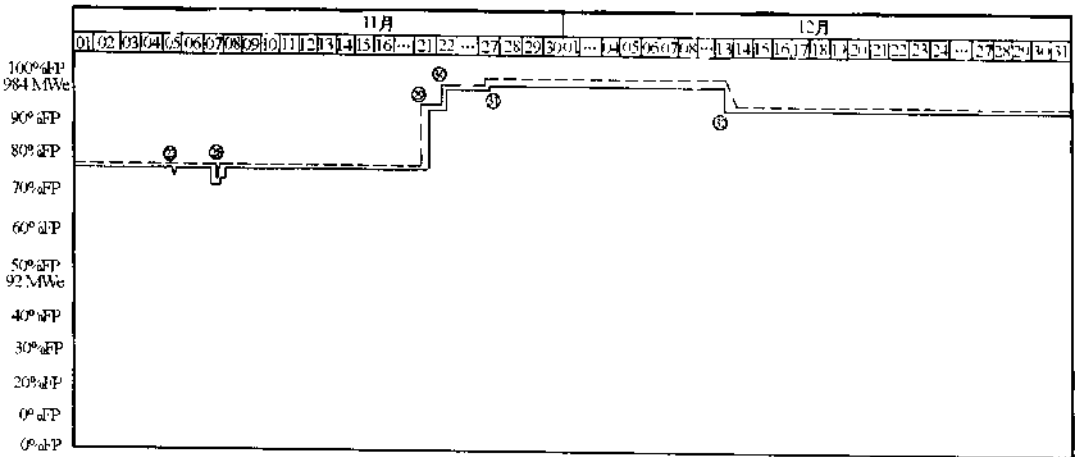


图 2.1.1.2-6 广东大亚湾核电站 1 号机组 1997 年运行状态

- 注：(27) 11 月 5 日，16:00 因处理 1GSS017AA，导致 1GSS154VV 关闭，引起机组功率降至 $P_e = 680$ MWe，R 棒下插 11 步；
 (28) 11 月 7 日，9:27 1GRE023/024MP 二次仪表阀被人误关闭，C22 动作自动甩负荷到 $P_e = 680$ MWe，操纵员闭锁 C22 后升到 $P_e = 700$ MWe，17:30 1GRE023/024MP 二次仪表阀打开后，电功率回升到 $P_e = 760$ MWe；
 (29) 11 月 21 日 15:00 按计划以 0.5 MWe/min 速率升功率，21:00 功率升至 $P_e = 944$ MWe；
 (30) 11 月 22 日 11:00 按计划机组功率升至 $P_e = 970$ MWe；
 (31) 11 月 27 日 18:00 修改 G/K 参数后，机组升功率至 $P_e = 980$ MWe；
 (32) 因抽水蓄能电站一台主变压器故障停运，按电网计划于 12 月 13 日 21:00 以 3 MWe/min 速率降功率，21:35 降功率至 $P_e = 900$ MWe 运行。

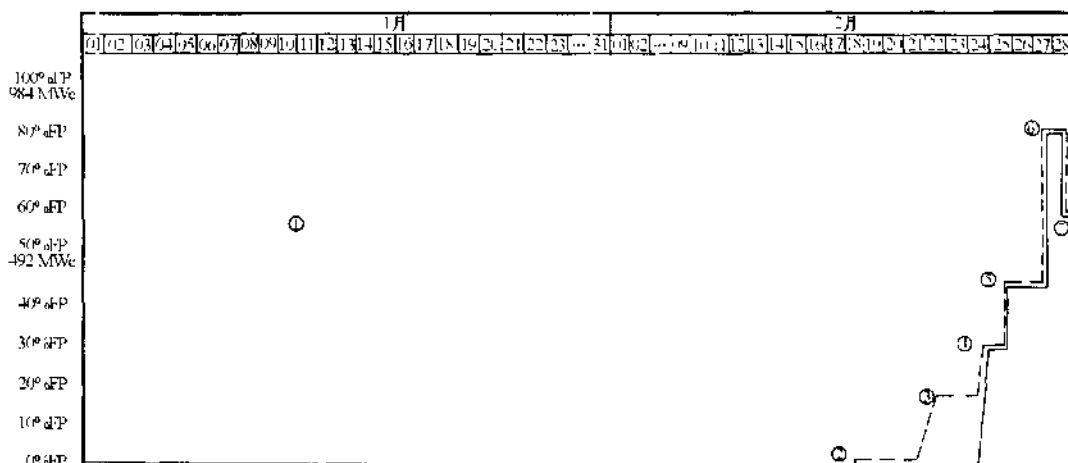


图 2.1.1.2-7 广东大亚湾核电站 2 号机组 1997 年运行状态

- 注: (1) 机组从 1996 年 12 月 11 日进入第三次换料大修;
 (2) 2 月 18 日 13:10 反应堆达临界(R 棒 = 170 步, G 棒 = 615 步, $C_R = 1568 \mu\text{g/g}$)并进行零功率下的物理试验;
 (3) 2 月 22 日反应堆功率升至 $P_n = 18\%$ FP 进行试验;
 (4) 2 月 24 日 18:04 发电机并网, 20:45 机组功率升至 $P_n = 30\%$ FP, $P_e = 215 \text{ MWe}$ 进行试验和作堆芯中子通量图;
 (5) 2 月 25 日 16:40 机组功率升至 $P_n = 48\%$ FP, $P_e = 412 \text{ MWe}$ 台阶进行试验和测堆芯中子通量图;
 (6) 2 月 27 日 10:40 机组功率升至 $P_n = 87\%$ FP, $P_e = 830 \text{ MWe}$ 台阶进行试验和测堆芯中子通量图;
 (7) 2 月 28 日 20:50 CRF001PO 振动高, 停泵检查, 机组功率从 830 MWe 降至 650 MW

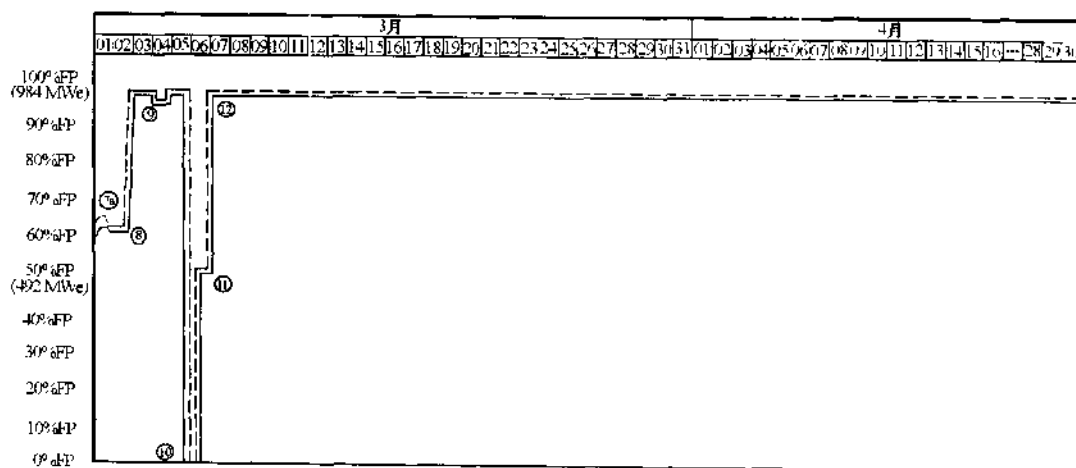


图 2.1.1.2-8 广东大亚湾核电站 2 号机组 1997 年运行状态

- 注: (7a) 3 月 1 日 17:30 机组功率由 $P_e = 630 \text{ MWe}$ 升至 $P_e = 641 \text{ MWe}$, 21:08 因 CRF001PO 跳闸, 机组功率降至 $P_e = 628 \text{ MWe}$;
 (8) 3 月 2 日 4:30 机组开始升功率, 17:00 机组功率达 $P_n = 100\%$ FP, $P_e = 975 \text{ MWe}$, 20:00 电功率升至 $P_e = 982 \text{ MWe}$;
 (9) 3 月 4 日 6:10 因 STR 故障, 机组功率从 $P_e = 982 \text{ MWe}$ 降至 $P_e = 965 \text{ MWe}$, 12:50 又升至 $P_e = 980 \text{ MWe}$;
 (10) 3 月 5 日 17:2'57"因 GRH 氢温高-高保护动作, 机组与电网解列, 17:03'26"因 "P16 + C8 + GCT 不可用" 保护动作导致反应堆自动停堆;
 (11) 3 月 5 日 20:39 机组并网, 3 月 6 日 0:40 机组功率升至 $P_n = 66.7\%$ FP, $P_e = 630 \text{ MWe}$ 等待 CRF001PO 振动高问题的处理;
 (12) 3 月 8 日 11:23 机组开始升功率, 14:20 机组功率升至 $P_n = 100\%$ FP, $P_e = 980 \text{ MWe}$.

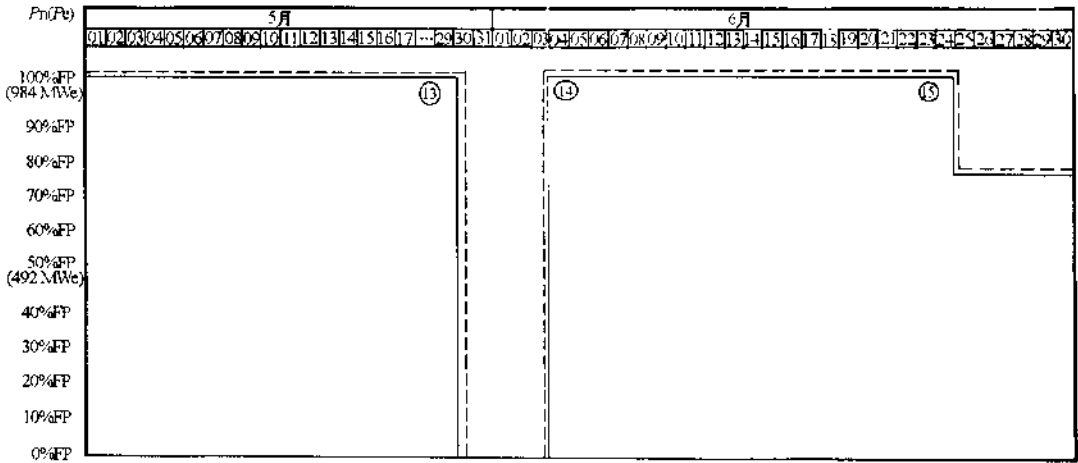


图 2.1.1.2-9 广东大亚湾核电站 2 号机组 1997 年运行状态

- 注：(13) 5 月 30 日 4:26 机组与电网解列，反应堆处于热停堆状态，对机组进行保护性整治小修；
 (14) 6 月 3 日 21:45 机组并网，6 月 4 日 12:40 机组功率升至 $P_n = 100\%FP$ ， $P_e = 975 MWe$ ；
 (15) 6 月 25 日为确保香港回归祖国庆典期间电网的安全，12:05 机组开始降功率，13:57 机组降功率至 $P_e = 760 MWe$ 。

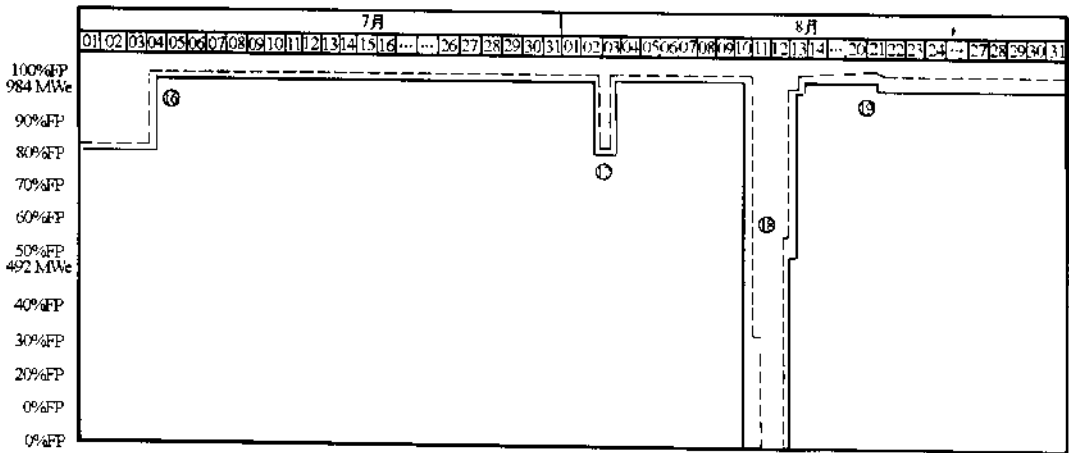


图 2.1.1.2-10 广东大亚湾核电站 2 号机组 1997 年运行状态

- 注：(16) 7 月 4 日 7:00 完成香港回归庆典期间保电任务，机组以 2 MWe/min 速率开始升负荷，9:00 功率升至 $P_e = 962 MWe$ ，反应堆功率升至 $P_n = 99.5\%FP$ ，15:27 提升至满负荷运行；
 (17) 因 1997 年 10 号台风正面袭击核电站，电网要求核电机组减负荷运行，8 月 2 日 11:10 以 1.5 MWe/min 速率降负荷，14:03 降功率至 $P_e = 760 MWe$ 运行；
 (18) 8 月 10 日 9:18 因处理 2GSED07VV 突然关闭的故障，仪表工作人员误关 2GSED05VV，导致高压缸排汽压力高保护动作，引起汽轮机跳闸，未停堆，9:35 因“2 号蒸汽发生器水位高 + P7”保护动作而停堆。8 月 12 日 11:15 并网成功并开始升功率，13:30 升功率至 $P_e = 500 MWe$ ，反应堆功率 $P_n = 57\%FP$ ，8 月 12 日 18:20 以 3 MWe/min 速率升功率，21:20 升功率至 $P_e = 950 MWe$ 运行，8 月 13 日 12:15 应电网要求升功率至 $P_e = 968 MWe$ 运行；
 (19) 由于反应堆功率超过 $P_n = 100\%FP$ ，8 月 21 日调整功率 $P_e = 972 MWe$ 至 $P_e = 968 MWe$ 。

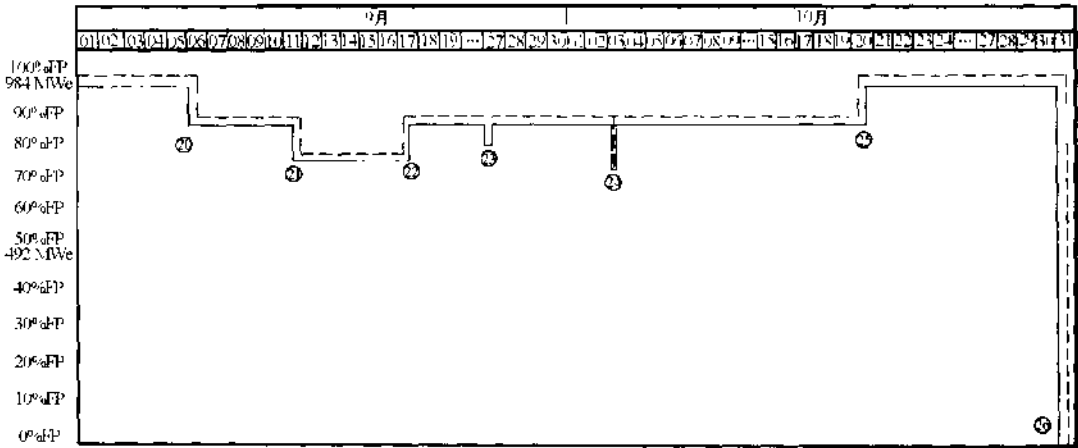


图 2.1.1.2-11 广东大亚湾核电站 2 号机组 1997 年运行状态

- 注: (20) 按电网计划于 9 月 6 日 0:25 以加辐方式降功率到 $P_e = 900$ MWt 运行;
 (21) 按“十五大”期间保电措施安排, 于 9 月 11 日 21:00 降功率到 $P_e = 840$ MWt 运行;
 (22) “十五大”保电结束, 9 月 17 日 9:20 升功率到 $P_e = 900$ MWt 运行;
 (23) 9 月 27 日 15:15 因 2GSE007VV 突然关闭, 机组功率降至 $P_e = 875$ MWt;
 (24) 10 月 3 日 21:30 因高压缸进汽阀总电源故障需更换, 降功率至 $P_e = 760$ MWt 运行;
 (25) 10 月 20 日, 经与电网协商, 升功率至 $P_e = 976$ MWt 运行;
 (26) 10 月 31 日 10:23 由于现场清洁工误碰主蒸汽隔离阀行程开关 2VV1002SMS, 使 002VV 快速关闭, 导致 2 号蒸汽发生器低水位, 引起自动停堆汽轮机跳闸

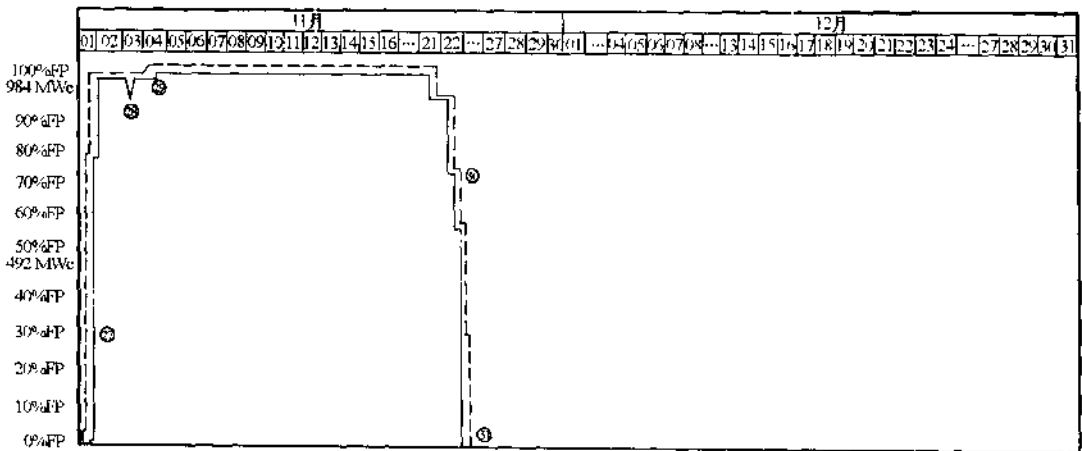


图 2.1.1.2-12 广东大亚湾核电站 2 号机组 1997 年运行状态

- 注: (27) 11 月 1 日, 2:15 反应堆临界, 9:32 并网成功; 11:30 开始提升功率, 15:27 机组功率升至 $P_e = 760$ MWt, APP/B 泵启动成功后, 20:45 继续升功率, 21:45 反应堆达满功率, 机组功率升至 $P_e = 975$ MWt;
 (28) 11 月 3 日, 10:20 为更换 2GFR160/161F1, 降功率至 $P_e = 960$ MWt, 关闭 GSE007/008VV, 工作结束后恢复功率至 $P_e = 975$ MWt;
 (29) 11 月 4 日, 15:40 调整 G/K 参数, 16:00 升功率至 $P_e = 984$ MWt;
 (30) 11 月 21 日, 7:06 降功率至 $P_e = 920$ MWt 进行 VVP 安全阀试验, 23:00 降功率至 $P_e = 740$ MWt 进行 GPV 关阀门试验, 11 月 22 日 1:30 降功率至 $P_e = 600$ MWt 再进行 GPV 关阀门试验, 2:50 降功率至 $P_e = 450$ MWt 对机组进行振动测试;
 (31) 11 月 22 日 6:05 机组与电网解列, 10:05 反应堆停闭, 第四次大修工作全面开始。

2.1.1.3 电网状况及售电情况

1. 电网结构

广东电力集团主干网（广东电网）1997 年底投入了 500 kV 惠州-汕头线路，电网有结构性改善，解决了粤东潮汕地区电网安全稳定和电力交换不足的问题。

1997 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。

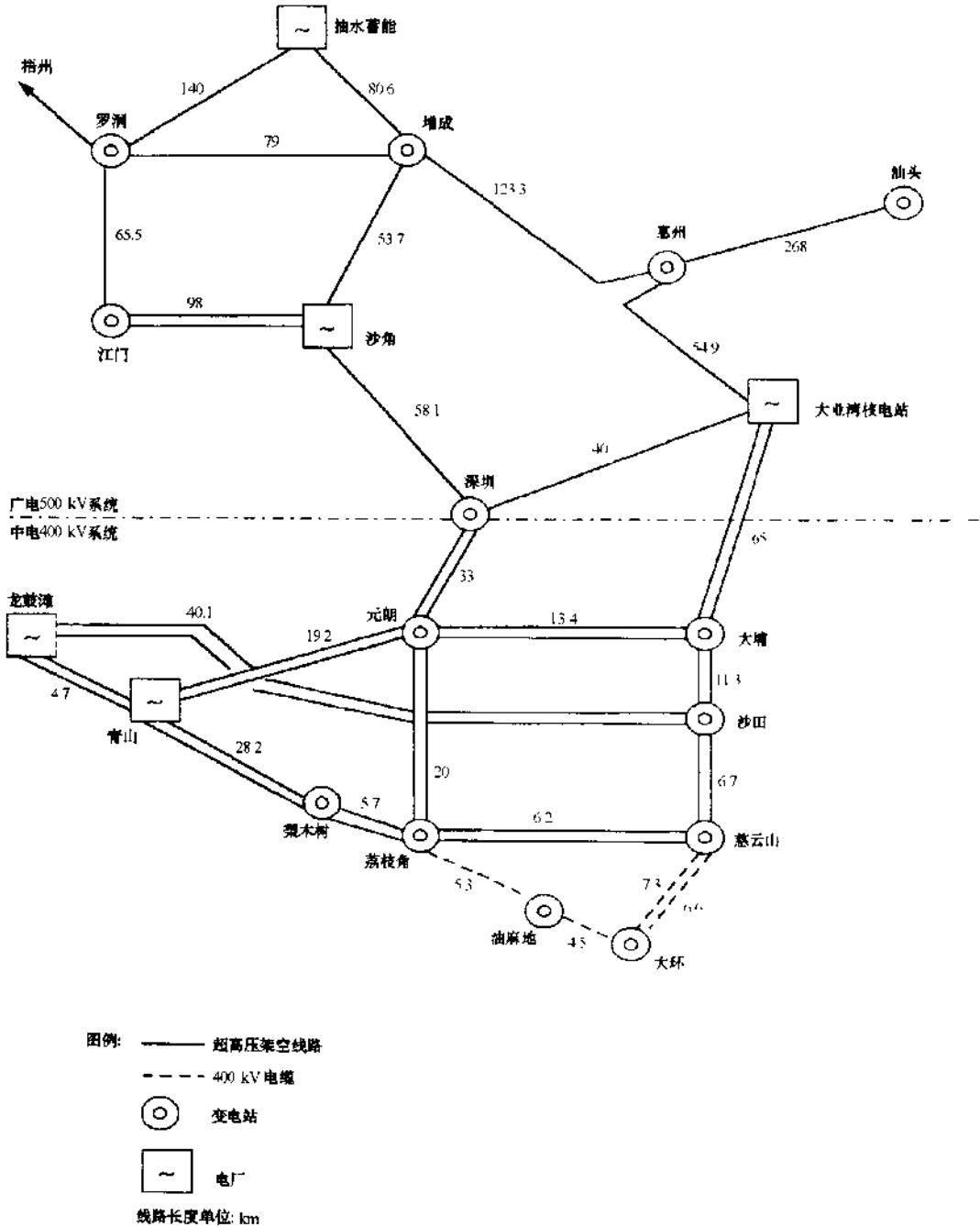


图 2.1.1.3-1 1997 年广东-中电电网主干网架示意图

2. 装机容量

1997年广东电网统调新增装机7台,共1300 MW。它们是珠江4号机、深圳西部电厂4号机各300 MW,南海新田2号机200 MW、中山横门1、2号机 2×125 MW、梅县3、4号机 2×125 MW,以上机组均接入220 kV系统。至1997年末,广东统调装机共14158.5 MW。较1996年底增长10.1%。

1997年中电系统龙鼓滩电厂的3、4号机组相继投入商业运行,5号机也在9月开始试运行。青衣电厂2台、青山发电厂6台共442 MW烧油燃气轮机退役,油机仅留竹篙湾3台100 MW机组作紧急发电之用。至1997年底中电总装机容量包括核电和蓄能共为7958 MW。

3. 负荷水平

1997年两个电网负荷情况分别如图2.1.1.3-2和图2.1.1.3-3。

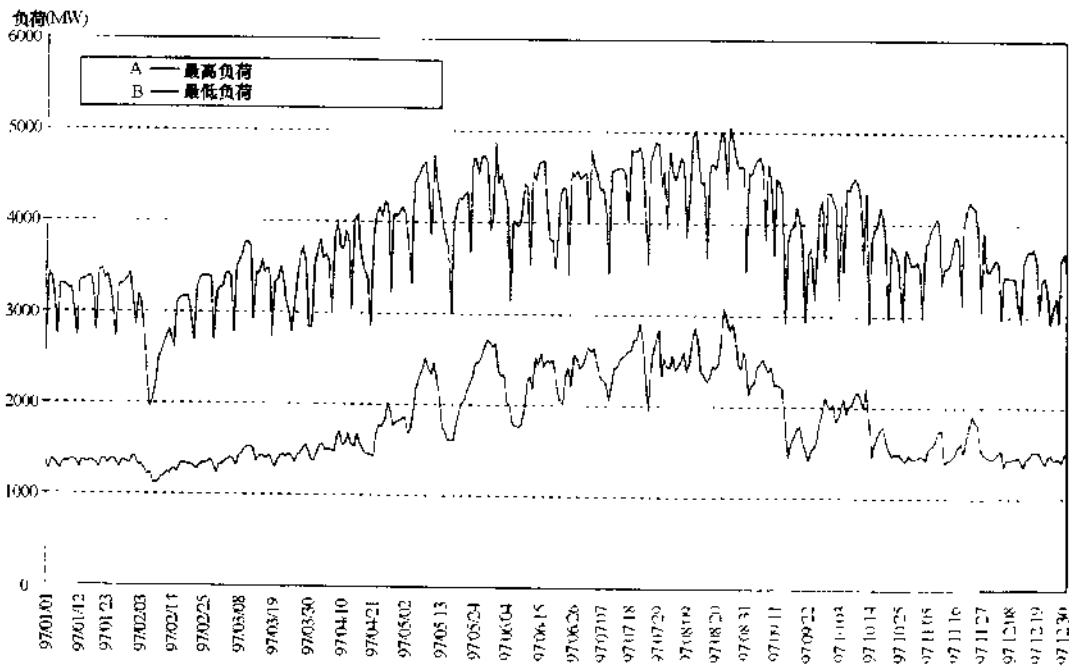


图 2.1.1.3-2 中电 1997 年日负荷曲线

中电 1997 年最大负荷 5066 MW,较去年增长 1.36%。工业用电继续缩减,商业和公用事业用电增长相对强劲,因夏季多雨,天气清凉,住宅用电增长不大,综合下来总用电量略有增长。年售电量 237.2 亿 kW·h,同比增长 1.02%。负荷季节性特征明显,全年峰谷差夏季略小,冬春季较大。谷峰比夏季约 56%,冬春季仅有 40%。

广东电网 1997 年统调最大负荷 9579 MW,由于 1997 年出现了暖冬,气温一直较高,再加 1996 年底部分地方小机组季节性停运,使得电网统调负荷在整个冬季都保持了较高的水平,年负荷增长情况见表 2.1.1.3-1。其发购电量的增长大大低于最高负荷的增长,说明峰谷差在继续加大。1997 年最大峰谷差出现在 12 月,达 4311 MW,较 1996 年同比增长 27.5%。全年大部分时间谷峰比都在 50%左右。

4. 调度运行

根据电网季节性负荷的特点,《核电联网运行管理细则》规定广东大亚湾核电站两台机

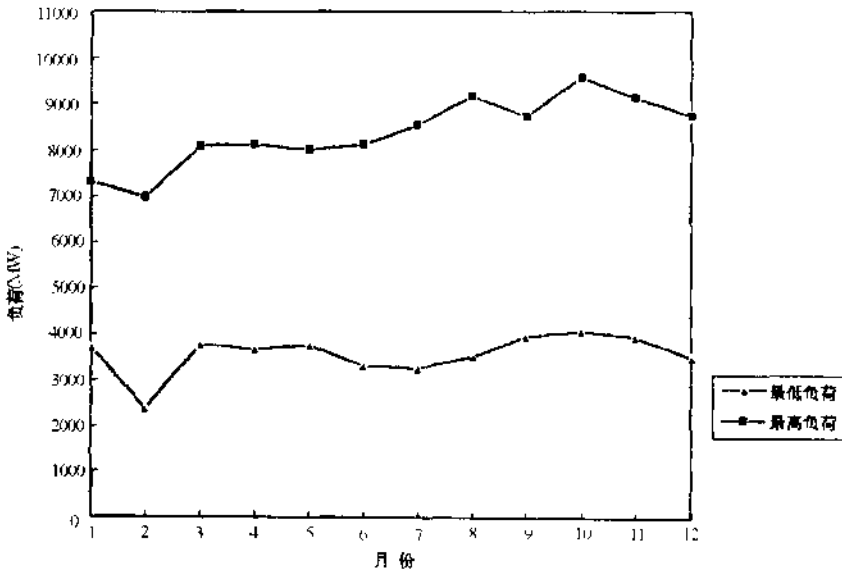


图 2.1.1.3-3 广东电网 1997 年月峰谷负荷曲线

表 2.1.1.3-1 1997 年广东统调负荷增长情况

	年最高负荷	较 1996 年增长	发购电量	较 1996 年增长
计 划	9 400 MW	12.5%	534.75 亿 kW·h	14.67%
实 际	9 579 MW	14.7%	505.19 亿 kW·h	8.32%

组大修都应安排在每年 11 月至次年 4 月间完成。1997 年核电两台机的第三次大修由于增加部分如反应堆压力容器在役检查、安全壳密封性试验等十年大修项目，工期较长，直到 5 月中旬才全部完成。

广东—香港电网通过 500 kV 天广线，与广西、云南、贵州联网，由于线路长，相对联系薄弱，稳定储备差。若这条线路某段潮流、电压控制不当，当受端大机组跳闸时，容易引发联网系统更大范围的故障。1997 年南方互联电网在联络线功率控制、区域功率平衡、电能质量管理、调度运行水平方面有较大提高。大亚湾核电机组年内 3 次跳机，对电网都没有造成太大冲击，周波最低下降到 49.55Hz，并都能迅速得到恢复。

广东地区多为轻工业、加工业性质负荷，两班制特征明显，冬、春气候温暖，夜间也没有热负荷，所以峰谷差在进入 10 月后反而更大。广东电网调峰能力不足，对抽水蓄能机组依赖性很强。1997 年 9 月底抽水蓄能电站 2 号机泄水锥脱落，造成转轮叶片严重损坏，需长时间才能修复，其它 3 台机组也需依次停机维修两周，因此相当一段时间抽水蓄能仅有 50% 容量运行。而广东吸收核电的比例进入 10 月后有较大幅度的增加，调峰上遇到了前所未有的困难。经过联网管理委员会协商决定，核电两台机组分别减到 300 MW 和 760 MW 运行，帮助减轻电网调峰压力。其中 1 号机组在 760 MW 水平运行了 52 天，是机组并网以来连续低功率运行时间最长的一次。

1997 年核电联网系统电压合格率继续保持了高水平。《核电联网运行细则》规定，中、

广电之间联络线无功功率应以零交换来控制。为减少核电两台 400 kV/500 kV 联络变压器分接头动作次数, 电网同意放宽无功交换潮流, 按 $\pm 50 \text{ MV}\cdot\text{A}$ 控制, 使联络变压器分接头动作次数减少到每日 2 次。

春节期间, 因电网负荷特别轻, 网上有剩余无功功率, 核电机组一般需进相 $50 \text{ MV}\cdot\text{A}$ 运行。年底惠州—汕头 500 kV 线路投产, 加强了主干网与东部地区的联系。线路投产后, 潮流不大, 当惠州站电抗器投入不足时, 使得核电母线电压上升较高, 夜间有时可达上限 535 kV, 也需要核电机组适当进相来调节。

1997 年电网因各种原因要求核电进行阶段性调峰共 13 次, 除因保供电任务和台风袭击安全上需降功率外, 其余主要是广东电网调峰能力不足所致。尽管参与电网调节的频度和时间较往年有较大幅度增加, 但随着对彼此运行特性的了解, 核电站与电网, 以及两个电网相互配合、计划协调日臻完善。年内均没有非计划性操作行为的发生, 保证了电站和电网的安全稳定运行。

5. 售电情况

1997 年计划上网售电 120 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$, 较 1996 年计划增加约 5 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

1997 年 1 月底 2 号机组处于换料大修状态, 1 号机组发生凝汽器滤网堵塞, 停机处理 2 天, 两台机组全停时发生向电网借电 2 532.9 $\text{MW}\cdot\text{h}$ 。这部分电量在当月售电中抵扣归还。

1997 年末因核电 2 号机增加主变压器冷却器改造项目, 较原计划提前一周开始大修。另外广东抽水蓄能电站有 2 台机停运, 分别进行故障修复和检查, 为解决调峰困难, 应电网要求核电机组进行了较长时间的减载运行。根据广东和九龙两个电网协商并将年上网目标由 120 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 调减为 118 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。由于全体员工共同努力, 机组保持了良好的稳定状态。1997 年实际完成上网售电 118.11 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。1997 年售电情况见表 2.1.1.3-1。

表 2.1.1.3-1 1997 年广东大亚湾核电站售电情况

单位: $\text{MW}\cdot\text{h}$

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	667 512.00	0.00	637 880.70	268 703.40	369 177.30	42.12%	57.88%
2 月	569 817.00	56 336.00	577 210.80	249 355.00	327 855.80	43.20%	56.80%
3 月	235 246.00	691 528.60	883 769.10	407 010.40	476 758.70	46.05%	53.95%
4 月	0.00	706 756.00	673 441.50	305 068.60	368 372.90	45.30%	54.70%
5 月	466 227.00	681 728.00	1 086 123.90	678 092.30	408 031.60	62.43%	37.57%
6 月	678 267.00	600 450.00	1 222 377.90	974 235.20	248 142.70	79.70%	20.30%
7 月	708 642.00	710 638.00	1 360 460.70	1 084 287.00	276 173.70	79.70%	20.30%
8 月	696 560.00	663 560.00	1 301 779.50	1 037 518.30	264 261.20	79.70%	20.30%
9 月	613 187.00	646 870.00	1 203 492.60	959 183.50	244 309.10	79.70%	20.30%
10 月	564 972.00	675 441.00	1 180 424.70	749 204.80	431 219.90	63.47%	36.53%
11 月	594 043.00	481 534.00	1 022 128.50	481 422.60	540 705.90	47.10%	52.90%
12 月	695 758.00	0.00	661 626.80	258 598.10	403 028.70	39.09%	60.91%
合 计	6 491 231.00	5 914 841.60	11 810 716.70	7 452 679.20	4 358 037.50	63.10%	36.90%

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某些修改。下面是大亚湾核电站两台机组在1997年主要性能指标逐月运行变化情况。

机组能力因子 K_a : 在一定时间间隔内机组可能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 $K_a < 100\%$ 。

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

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

机组负荷因子 K_L : 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_{tu} : 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。

1997年,1号机组总的毛发电量为6491231 MW·h,机组能力因子 K_a 为82.5%,非计划能力损失因子 K_{imp} 为0.2%,负荷因子 K_L 为75.3%。2号机组总的毛发电量为5914843 MW·h,机组能力因子 K_a 为70.6%,非计划能力损失因子 K_{imp} 为1.5%,负荷因子 K_L 为68.62%。

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_a , 计划能力损失因子 K_{ip} , 非计划能力损失因子 K_{imp} 在一年时间里的变化情况,是机组可用性的定量反映。

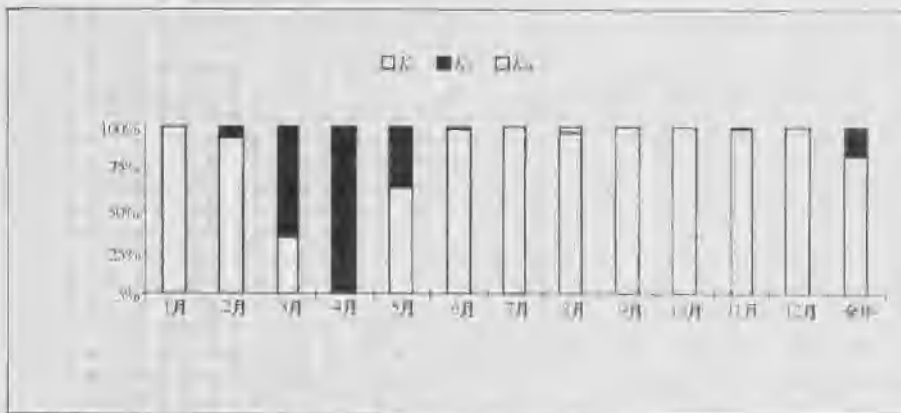
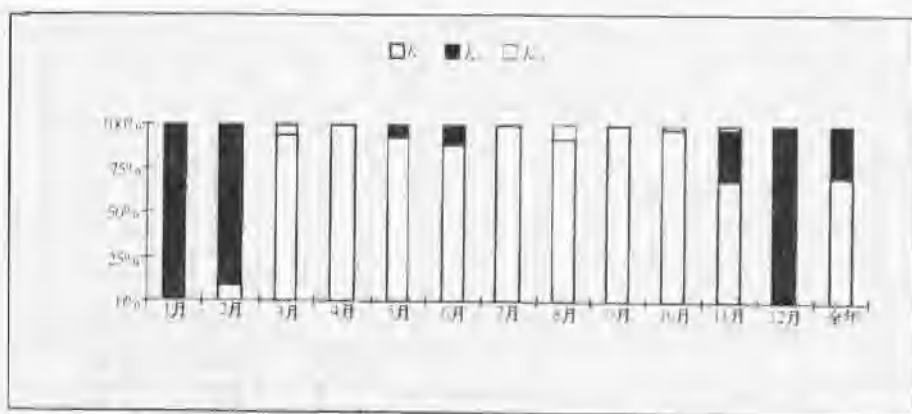


图 2.1.1.4-1 1号机组性能指标—— K_a , K_{ip} , K_{imp}

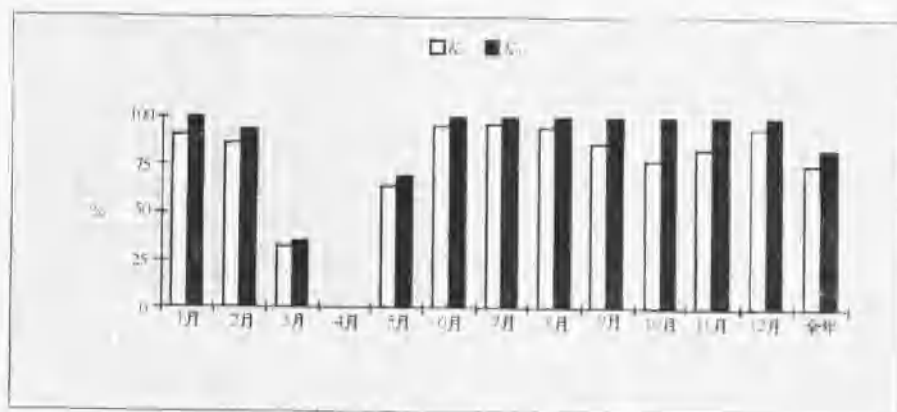
1997年1月至2月,1号机组的可用情况良好,只是1月31日至2月2日因汽轮机冷凝器滤网堵塞,机组停机处理两天导致机组能力因子降至92.97%。从3月11日到5月14日机组根据计划进行了历时64天的第三次大修,在此期间机组能力因子的下降都属正常。1号机组自5月10日大修结束并网发电以来,一直保持安全稳定运行,未发生一起非计划自动停机停堆事件,创造了整个燃料循环不停机,连续安全运行260天的历史最佳成绩。机组能力因子从5月开始,除8月份为处理控制棒驱动机构电源系统马达(RAMOOIMO)搬动高

图 2.1.1.4-2 2号机组性能指标—— K_L , K_T , K_{sp}

问题降至 96.92% 外，一直保持在 99% 以上。这表明 1 号机组全年的运行状况、设备状态都处于很高水平。

由于进行第三次大修，2 号机组在 1、2 两月机组能力因子的偏低属正常现象。2 月 24 日机组重新并网并于 3 月 2 日达满功率，开始了新一轮燃料循环的运行。3 月，虽然机组发生了一起非计划自动停机停堆事件，但由于时间较短机组能力因子仍保持在 94.58%。4 月情况很好。5 月 30 日至 6 月 3 日，作为“七·一”香港回归保电措施之一，应电网要求，2 号机组进行了 5 天整治性小修，处理发电机组 11 号轴瓦振动偏高，2CRFO01PO 振动高及 KIR 系统报警问题，致使机组能力因子分别下降到 93.71% 和 88.91%。7 月机组能力因子回升为 99.98%。8 月 10 日，因检修人员在处理低压缸调节阀关闭故障时走错间隔，引发机组非计划自动停机停堆。8 月 12 日机组重新并网，机组能力因子降为 92.51%。9、10 两月机组能力因子分别为 100% 和 97.52%。值得一提的是在 10 月 31 日又发生了一起由于清洁工误碰主蒸汽隔离阀行程开关，导致机组非计划紧急停机停堆事件，使得本次燃料循环机组的非计划自动停机停堆数达到 3 次，且均为人为因素。11 月 22 日，根据计划 2 号机组与电网解列，开始了为期 50 天的第四次大修。

图 2.1.1.4-3 和图 2.1.1.4-4 分别反映了两台机组的负荷因子 K_L 、时间利用因子 K_T 在

图 2.1.1.4-3 1号机组性能指标—— K_L , K_T

1997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,同时也反映了电网在某段时间对电力的需求。

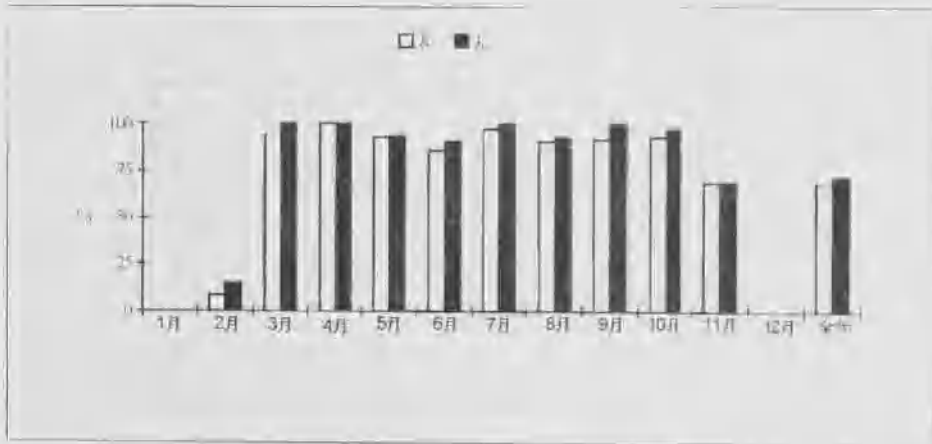


图 2.1.1.4-4 2号机组性能指标—— K_1 , K_2

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4循环首次临界试验从1997年5月7日1:00开始,5月7日15:30结束。零功率物理试验从5月7日15:30开始,5月8日17:30结束。升功率物理试验从5月8日开始,5月14日升负荷到满功率,完成试验项目33项。

2号机组第4循环首次临界试验从1997年2月18日早6:00开始,2月18日19:30结束,零功率物理试验从2月18日19:30开始,2月20日5:30结束。升功率物理试验从2月20日开始,2月28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 ($1a \sim 1c$)及表2.1.1.5-2 ($2a \sim 2c$)。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。

b. 1号机组8%FP功率水平的通量图测量结果表明,组件平均功率的预期值与实际值的相对偏差为10.6,大于设计标准(10.0),进一步检查发现由NPIC提供的In-Core理论数据库中堆芯位置为H2, H3的组件功率与其对称位置H14, H13的组件功率偏差约为2% (一般为千分之几),且数据库的产生日期是新设计方案确定之前。经有关方面讨论认为:

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)

控制棒位	计算值	测量值	误差 (%)	标准 (%)
R	1091	1102	1.0	(±10)
SB	1263	1245	-1.4	(±10)
N1	639	663	3.8	(±10)
N2	753	714	-5.2	(±10)
G2	625	643	2.9	(±10)
SA	506	501	-1.0	(±10)
SC	476	477	0.2	(±10)
G1	333	350	5.1	(±10)
GG (183)	1817	1809	-0.4	(±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)	1408	—	—	—
ARO	1438	1451	13	(±50)
Rin	1317	1335.5	18.5	1330±25.5
GG (183)	1245	1246	1	1258±31.8

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	-6.17	-5.15	1.02	(±5.4)
Rin	-11.66	-10.04	1.62	(±5.4)
GG (183)	-18.16	-14.81	3.35	(±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)

控制棒位	计算值	测量值	误差 (%)	标准 (%)
SB	986	931	-5.6	(±10)
R	1071	1034	-3.5	(±10)
N1	805	807	0.2	(±10)
G2	584	599	2.6	(±10)
N2	732	717	-2.0	(±10)
SA	496	501	1.0	(±10)
SC	464	466	0.4	(±10)
G1	325	337	3.7	(±10)
GG (232)	1679	1641	-2.3	(±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)	1554	1565	11	—
ARO	1577	1594	17	(±5.0)
Rin	1457	1473	16	1474 ± 26.7
GG (232)	1397	1408	11	1414 ± 32

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	-2.53	-1.14	1.39	(±5.4)
Rin	-8.76	-6.59	2.17	(±5.4)
GG (232)	-13.99	-10.2	3.79	(±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	燃耗 (MW d/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	1997.5.9	0	8.15	<10	9.1	<15	9.1	—	—	—	—	1.900	1.501	<9	5.69
2	1997.5.12	50	49.2	<10	3.7	<15	4.4	1.453	1.407	4.571	1.936	1.717	1.370	<5	2.21
3	1997.5.14	150	83.52	<10	2.4	<15	2.7	1.395	1.389	2.694	1.792	1.564	1.349	<3	1.36
4	1997.5.19	300	99.59	<10	3.9	<15	2.8	1.494	1.432	2.259	1.731	1.492	1.350	<2	1.06

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	燃耗 (MW d/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	1997.2.22	0	8.5	<10	4.6	<15	6.2	—	—	—	—	1.899	1.417	<9	0.78
2	1997.2.26	50	49.2	<10	5.0	<15	7.7	1.486	1.432	4.578	1.946	1.718	1.387	<5	0.85
3	1997.2.28	120	85.3	<10	4.3	<15	5.7	1.425	1.404	2.639	1.874	1.556	1.365	<3	1.87
4	1997.3.4	252	98.9	<10	2.9	<15	4.0	1.406	1.392	2.274	1.815	1.495	1.357	<2	1.06

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 $F_{\Delta H}$: 提升因子 MAP: 组件平均功率因子。

NPIC 提供的理论数据有误; 在核安全准则得到满足的条件下允许升功率到 50%; 通知 NPIC 检查其给出理论数据的正确性。最终结果表明, NPIC 所给出的理论数据库是过时的旧数据库, 用新的数据库重新计算 8%FP 时的测量结果, 所有设计准则和核安全准则都得到满足。

c. 2号机组在进行等温温度系数测量时, 堆芯功率不稳定, 其主要原因是由于温度的

变化引起蒸发器水位的变化,为了维持水位不至于过高或过低,操纵员手动补水,补入水的硼浓度可能与一回路原有的硼浓度不太一致,从而造成反应性的变化。

d. 2号机组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48项(详见表2.1.1.5-5)。其中1号机组23项,2号机组25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	28EFPD	27EFPD	9	10	100
RPN 校验试验	90EFPD	77EFPD	86EFPD	2	2	100
LSS 参数修改	30EFPD	28EFPD	27EFPD	8	9	100
电功率控制曲线校验试验	60EFPD	50EFPD	50EFPD	4	4	100

注:中子通量是中子注量率或中子通量密度的习惯称。

(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 (MW d/tU)	功率 (%FP)	MAP (%)				$F_{3\sigma}$		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	1997.5.19	300	99.59	<10	3.9	<15	2.8	1.494	1.432	2.259	1.731	1.492	1.350	2	1.06
2	1997.6.28	1900	79.71	<10	2.0	<15	2.7	1.379	1.362	2.731	1.685	1.581	1.319	2	0.85
3	1997.7.28	3040	99.62	<10	3.8	<15	2.0	1.342	1.389	2.154	1.570	1.492	1.319	2	0.45
4	1997.8.25	4144	98.86	<10	3.6	<15	2.2	1.389	1.376	2.163	1.531	1.495	1.310	2	0.30
5	1997.9.25	5230	92.78	<10	2.8	<15	1.8	1.397	1.355	2.305	1.540	1.523	1.298	2	0.31
6	1997.10.15	5900	79.49	<10	2.4	<15	1.7	1.359	1.337	2.690	1.574	1.582	1.289	2	0.30
7	1997.11.27	7243	98.88	<10	2.7	<15	1.7	1.389	1.354	2.275	1.620	1.495	1.303	2	0.33
8	1997.12.23	8334	92.23	<10	2.8	<15	2.0	1.346	1.343	2.440	1.587	1.525	1.296	2	0.29
9	1998.1.16	9150	67.79	<10	1.6	<15	1.6	1.378	1.300	3.168	1.568	1.634	1.271	2	0.36

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 (MW d/tU)	功 率 (%FP)	MAP (%)				F_{v}		QT (Z)		F_{DH}		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	1997.3.4	252	98.9	<10	2.9	<15	4.0	1.406	1.392	2.274	1.815	1.495	1.357	2	1.06
2	1997.4.1	1310	99.79	<10	3.3	<15	4.7	1.383	1.381	2.255	1.763	1.491	1.348	2	0.88
3	1997.4.28	2410	99.86	<10	2.1	<15	3.2	1.373	1.371	2.253	1.710	1.491	1.343	2	0.61
4	1997.6.9	3880	99.36	<10	3.5	<15	3.8	1.363	1.344	2.264	1.643	1.493	1.320	2	0.56
5	1997.7.8	4950	99.27	<10	3.8	<15	4.0	1.353	1.342	2.267	1.635	1.494	1.310	2	0.30
6	1997.8.6	6070	99.78	<10	3.3	<15	3.6	1.342	1.329	2.255	1.621	1.491	1.297	2	0.37
7	1997.9.8	7335	92.71	<10	2.3	<15	2.3	1.425	1.302	2.430	1.567	1.523	1.285	2	0.23
8	1997.10.5	8360	93.96	<10	2.7	<15	2.8	1.329	1.314	2.269	1.514	1.517	1.290	2	0.42
9	1997.10.22	8967	99.41	<10	2.8	<15	2.8	1.415	1.315	2.138	1.505	1.493	1.292	2	0.45
10	1997.11.19	10041	99.86	<10	2.3	<15	2.5	1.319	1.313	2.253	1.577	1.491	1.283	2	0.53

注: F_{v} : 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_{DH} : 塔升因子 MAP: 组件平均功率因子。

2.1.1.6 电站化学

1. 一回路化学

1997年未发生过任何一回路水质的污染事件。锂、氢的含量按化学规范的要求进行控制。一回路水中的化学杂质的含量也保持在很低的水平,见表2.1.1.6-1。由于水质好,化学容积控制系统的净化装置又运转正常,减缓了一回路的腐蚀。一回路中的活化产物的比活度一直处在较低的水平。在正常运行期间, ^{60}Co 的比活度一般低于 100MBq/m^3 。

表 2.1.1.6-1 大亚湾核电站正常运行期间一回路水质情况 (1、2号机组)

参 数	单 位	测量值变化范围	限 值
氟 离 子	mg/kg	<0.010	<0.15
氯 离 子	mg/kg	<0.010	<0.15
溶 解 氢	ml/kg	25 ~ 35	25 ~ 50
钠 离 子	mg/kg	<0.010	<0.20
钙 离 子	mg/kg	<0.010	<0.10
镁 离 子	mg/kg	<0.002	<0.10
铝 离 子	mg/kg	<0.002	<0.10
溶 硅	mg/kg	<0.20	<0.20

2. 二回路化学

在二回路中,可以用三个年累积平均值统计指标来体现它的年度水质状况,年累积平均值是年累积值与相应的统计天数的比值。这三个年累积平均值分别为蒸汽发生器排污水中的

钠离子浓度 (Na)、阳离子电导率 ($\bar{\lambda}^+$) 和凝结水中的溶解氧浓度 (O_2)。从表 2.1.1.6-2 中可以看出, 1997 年二台机组的这三项指标均低于期望值。由于 2CFX001PO、2CFX002PO 的密封不好, 导致 2 号机组凝结水中的 O_2 比 1996 年的高一些, 其它各项指标在 1997 年都有明显改善。

表 2.1.1.6-2 二回路统计指标

机 组	1号机组			2号机组		
	$\bar{\text{O}}_2$	$\bar{\lambda}^+$	$\bar{\text{Na}}$	$\bar{\text{O}}_2$	$\bar{\lambda}^+$	$\bar{\text{Na}}$
单 位	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{S}/\text{cm}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{S}/\text{cm}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$
1996年度	6.4	0.30	2.0	3.6	0.20	1.7
1997年度	4.2	0.13	1.0	4.6	0.12	0.9
期望值	5.0	0.50	5.0	5.0	0.50	5.0

1997 年二台机组的 WANO 化学指标 (1996 年以前的计算方法) 比前三年的有所改进, 达到 1996 年世界中值水平 (0.22), 详见图 2.1.1.6-1。

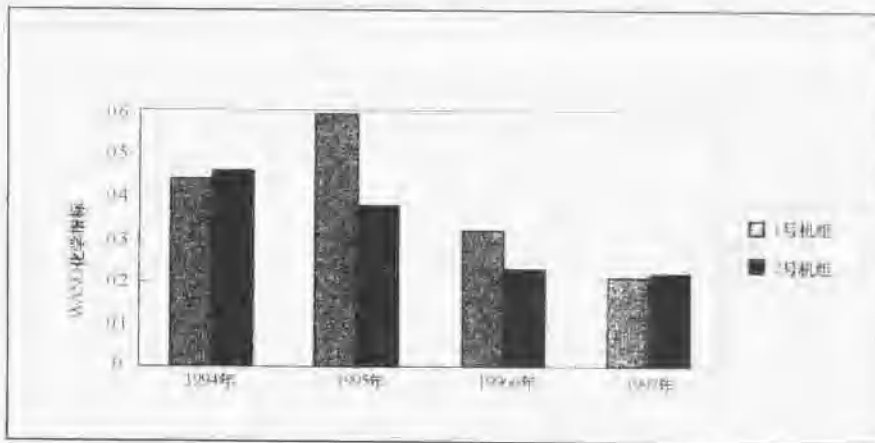


图 2.1.1.6-1 WANO 化学指标

在 1 号机第四次大修和 2 号机第四次大修中, 蒸汽发生器冲洗的沉渣量都很少 (见表 2.1.1.6-3)。这又从另一个侧面反映出 1、2 号机组二回路水质保持良好状态。

表 2.1.1.6-3 蒸汽发生器冲洗沉渣重量 (kg)

蒸汽发生器编号	1SG1	1SG2	1SG3	2SG1	2SG2	2SG3
第一次大修	1.73	1.95	2.68	2.28	2.44	3.19
第二次大修	0.85	0.88	1.45	1.65	1.56	2.04
第三次大修	0.92	0.47	0.86	0.9	3.14	3.11
第四次大修	0.77	0.47	0.85	0.81	1.45	0.99

注: SG—蒸汽发生器;

1SG1—1号机组的1号蒸汽发生器, 其余类推。

2.1.1.7 继电保护

1. 继电保护投运情况

(1) 电站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 51 套, 投运 51 套, 投运率 100%

(6) 2 号机组发变组保护装置 51 套, 投运 50 套, 投运率 98%

其中退出的一套保护装置为“发电机 100% 定子接地保护”。该保护装置在 1996 年发生故障后退出运行, 现已经厂家维修完毕, 待申请批准后可重新投入运行。

(7) 自动重合闸装置共配置 7 套, 投运 7 套, 投运率 100%

(8) 同期并网装置共配置 8 套, 投运 8 套, 投运率 100%

(9) 故障录波器装置共配置 10 套, 投运 10 套, 投运率 100%

2. 电站继电保护运行情况

(1) 电站继电保护装置共动作 24 次, 正确动作 24 次, 正确动作率为 100%, 比 1996 年的 86.2% 提高 13.8%。

(2) 220 kV 及以上保护装置共动作 18 次, 正确动作 18 次, 正确动作率为 100%, 比 1996 年的 93.75% 提高 6.25%。

(3) 400 kV 线路保护装置共动作 8 次, 正确动作 8 次, 正确动作率为 100%, 与 1996 年相同。

(4) 500 kV 线路保护装置共动作 10 次, 正确动作 10 次, 正确动作率为 100%, 与 1996 年相同。

(5) 发变组保护装置共动作 6 次, 正确动作 6 次, 正确动作率为 100%, 比 1996 年 76.9% 提高 23.1%。

(6) 自动重合闸装置共动作 6 次, 正确动作 6 次, 正确动作率为 100%, 与 1996 年相同。

(7) 故障录波器应评价 3 次, 录波完好, 录波完好率为 100%, 与 1996 年相同。

3. 主系统继电保护装置运行分析

(1) 400 kV 线路保护装置动作分析

1997 年 400 kV 线路共发生 2 次单相瞬时接地故障, 一次是大浦 I 线 A 相, 另一次是大浦 I 线 B 相, 在这两次故障中, 全部保护装置和自动重合闸装置均正确动作。正确动作率达到 100%。说明 400 kV 线路保护装置运行良好。

(2) 500 kV 线路保护装置动作分析

1997 年 500 kV 线路发生 1 次单相瞬时接地故障, 在这次故障中全部保护装置和自动重合闸装置均正确动作, 正确动作率达到 100%。说明 500 kV 线路经 1995 年底改造后现已完全处于良好的运行状态。

(3) 发变组保护装置动作分析

1997 年发变组保护装置共动作 6 次, 没有一次是因发电机、变压器等设备本身故障引

起的。在这些保护动作中，全部是汽轮机联跳动作引起的，且均是人为因素。

主要表现在：

a. 人为误碰或误走间隔导致保护动作出口

1997年8月10日8时17分，生产部维修处仪表科值班人员在处理2号机组汽轮机调节系统低压缸7号调压阀(2GRE007VV)故障关闭时，由于走错间隔，造成低压缸5号调压阀(2GRE005VV)意外关闭，导致2号机组汽轮机高压缸排汽压力高，汽轮机联跳经发变组保护动作出口；

1997年10月31日10时22分57秒，一名清洁工在清洁2号机组2号主蒸汽隔离阀(2VVP002VV)时，误碰主蒸汽隔离阀“关”行程开关使该阀门意外关闭，引起所在回路主蒸汽压力上升，安全阀动作，2号蒸汽发生器低水位保护动作，反应堆紧急停堆，并经发变组保护动作出口。

b. OPO人员操作不当，导致保护动作出口

1997年3月5日17时03分，由于半小时前运行人员在进行切换2号机组压缩空气系统冷却水回路时未关疏水阀门，引起常规岛闭路冷却水系统大量失水，发电机氢气冷却系统冷却不足使氢气温度升高，经发变组保护装置动作出口而紧急停机，并引起2号机组反应堆紧急停堆。

(4) 故障录波器动作分析

故障录波器总的来说运行状况良好，在超高压电力系统故障时均能正确可靠启动，录波完好率为100%。

4. 生产及管理

1997年在生产和管理方面主要做了以下工作：

- (1) 利用1、2号机组换料大修机会，更换了两台机组所有倒电继电器；
- (2) 更换了全部四台应急柴油发电机组初励开关(971JA)，并对新初励开关动作时间进行了多次跟踪测试，结果满意；
- (3) 重新编写控制棒驱动电源系统(RAM)维修、试验程序；
- (4) 对主开关站、发变组、厂用电(6.6 kV)保护和发电机励磁及同期并网回路维修、试验程序全部进行了修改和升版；
- (5) 对1号机组发电机励磁系统(AVR) A、B通道不匹配报警作了大量的分析、测试和检查工作。

5. 小结

从继电保护装置运行情况来看，1997年各项系统指标较1996年有了进一步的提高。400 kV和500 kV线路保护装置及自动重合闸装置正确动作率继续保持100%，在整个电网上处于较高水平。发变组保护装置正确动作率也达100%，虽然从继电保护设备角度分析，没有因设备故障出现不正确动作，但外部人为过失仍是导致发变组保护装置动作的主要因素，要杜绝人为失误，还必须在提高核安全文化水平和提倡“明星自检”工作方法上做扎实的工作。

2.1.1.8 高电压设备运行维护

1. 高电压设备的年度预试与检修

在1997年1号机组和2号机组第三次换料大修期间，按照预防性维修计划，完成了电站高电压设备的年度维修与预防性试验工作，完成率为100%，并对过去部分存在着问题的高电压设备运行了消缺和改造处理。

(1) 对电站 6.6 kV 电动机、变压器、高压断路器、6.6 kV 高压接触器等进行了全面预试和年检工作。

(2) 在法国专家的支持下,对 9LGR220 kV 辅助电源系统进行了大修。更换了所有户外隔离开关、接地开关的驱动电动机。更换了氧化锌避雷器 B 相充气阀和部分断路器的油管。

(3) 针对 9LGR220 kV 出线端支持绝缘子经常发生污秽爬电现象,在支持绝缘子上加装了硅橡胶套裙,增大了爬距,改善了电均分布,提高了耐污性能,改造后设备运行状况良好。

(4) 更换了 1 号机组、2 号机组的主变压器的 12 支低压套管,288 支软连接线。改造了有载分接开关箱的油流继电器安装位置,对低压套管软连接仓增加了通风冷却系统。

(5) 更换 6 台主变压器所有密封垫,改善了紧固方式,彻底解决了主变压器长期以来存在的漏油问题。

(6) 对核惠线 500 kV 出线支持绝缘子加装硅橡胶套裙,提高绝缘子的爬距,解决了过去时常发生的爬电问题。

(7) 协同法国专家彻底调查 6.6 kV 厂用电系统高压断路器发生的三次拒合问题,发现拒动的根本原因为操作机构润滑油脂因运行时间长变干、变粘,造成锁扣装置失效。为此,对所有 6.6 kV 断路器操作机构进行清洗、调整和试验。消除了影响核电站安全水平的隐患。

(8) 完成了 400 kV、500 kV GIS 设备的年度维修工作,按照维修程序要求对 GIS 各气室 SF₆ 气体压力、水分含量等进行检查,并对 GIS、GIC 压力低的气室进行补气。

(9) 更换 400 kV GIS107GS 气室接地开关(原气室曾因内部放电而更换接地开关,但当时无慢速接地开关备件,而临时使用了快速接地开关),从而完成了该故障气室全部的整改工作,为高压开关站的安全运行提供了保证。

(10) 利用 500/400 kV 联络变压器年度维修时机,在法国专家技术支持下,对 490TR 联变 400 kV 侧 A 相因进水而接地的压力表作了更换。恢复了其正常监测的功能。

(11) 220 kV 辅助变压器油泵控制回路监测用继电器 176XK、177XK 等因设计问题,多次发生其内部电阻过热烧断现象。并在 1996 年 11 月导致变压器在正常运行条件下跳闸,从而降低了 220 kV 备用电源的可用性和可靠性。1997 年 8 月用新型继电器对原继电器进行了更换,经过半年的运行及跟踪检查表明,其工作状况良好。

(12) 将在 1996 年 11 月因 10 kV 母线出口短路造成损坏的北区 220 kV 变电站主变压器送至保定变压器厂维修,并对修复后的变压器进行现场测试,各项指标合格后,于 1997 年 4 月投入正常运行。

(13) 将原在线测量改为分时测量,使励磁机转子电压测量碳刷及滑环磨损严重的问题得以彻底解决(在第二次换料大修中曾对测量碳刷的刷架结构等作了改造)。

(14) 10 kV 系统中使用的避雷器,因选用了 6 kV 等级的产品,造成运行可靠性低。对此,在 1997 年中将其全部更换成 10 kV 等级的氧化锌避雷器。

2. 高压绝缘监督工作

(1) 防雷与接地保护:1997 年度内按照电站防雷与接地检查程序,完成了对电站防雷设施以及厂房,设备等的接地装置的年检工作。400 kV 线路和 500 kV 线路在运行期间各发生两次雷击跳闸,重合闸均告成功,未造成雷害事故。

(2) 防污工作:大亚湾核电站 400 kV 和 500 kV 电源系统及 220 kV 厂用辅助电源均采用

SF6 全封闭组合电器 (GIS), 仅在 GIS 出线端有部分户外设备。过去 500 kV 出线支持绝缘子及 220 kV 出线绝缘子在恶劣天气时有爬电现象发生, 经 1997 年改造后, 运行情况良好, 为作好防污工作, 核电站仍继续遵循“逢停必扫”的原则, 以确保设备的安全运行。

(3) 主变压器油样检测分析: 由于设计方面的原因, 1、2 号机组的主变压器长期存在着内部低温过热问题 (色谱分析总烃含量超标)。尽管在每年大修时均对油进行了处理, 并采取了一些通风降温措施, 但始终不能从根本上解决问题。为此, 每月进行一次油样色谱分析, 每二周监测一次主变油温和散热器温度, 监督其运行状态和发展趋势。并与保定变压器厂合作对主变通风冷却系统进行改造, 目前在 2 号主变压器上已增加了两个散热冷却装置, 对 1 号主变压器的改造将在 1998 年初 1 号机组第四次大修中进行。

(4) 建立了电站高压设备档案, 每周对电站高压设备进行一次巡视检查。高压断路器操作次数, 油泵启动次数和高压避雷器动作次数每月记录一次。

(5) 派人参加了 1997 年 6 月广东省电力局举办的“高电压管理会议”, 加强了电站与省电力系统的技术联系与沟通。10 月还专门组织技术监督负责人到广东黄埔发电厂和沙角发电总厂以及省中试所, 就绝缘监督管理进行了学习和技术交流, 推动电站高压设备管理水平的提高。

表 2.1.1.8-1 高电压设备主要缺陷情况

序号	安装点	名称及编号	电压 (kV)	发现日期	缺陷情况与原因分析	处理情况
1	核深线出线端	阻波器	400	1997.12.20	400 kV 阻波器内侧拉力杆, B、C 相各有一根断裂, 拉杆断裂, 将影响对阻波器的紧固性	正进一步分析原因
2	核惠线出线端	阻波器	500	1997.12.20	500 kV 阻波器 A 相有两根拉杆断裂, C 相有一根断裂	
3	核惠线 551 JAB 相气室	SF6 气室间隔 (516GS)	500	1997.12.04	516GS 顶部有一直径约 6 mm, 深 3 mm 钻孔, 如该处强度不够而漏气会造成 551JA 不可用	已发出 NCR 要求对其进行评估和鉴定, 并通知厂家
4	2LGB6.6 kV 电气间	2LGB101 断路器	6.6	1997.11.30	厂用电由厂变压器倒至辅助变压器过程中, 因 2LGB101 断路器动作失效而导致不成功, 断路器无法合闸原因为操作电动机间短路而使得操作机构无法储能, 而造成开关不可用	更换损坏的断路器上储能电机, 使倒电工作正常完成 检查整个 6.6 kV 开关上的电机, 并对不符合质量要求的进行更换

表 2.1.1.8-2 高压电气设备绝缘障碍情况

序号	安装点	名称及编号	电压 (kV)	障碍日期	障碍情况与原因分析	处理情况
1	HX 厂房	2CTE020TR	6.6	1997.09.25	变压器线圈由于温度过高导致绝缘击穿, 造成 B、C 相高、低压侧线圈烧坏	更换变压器
2	HX 厂房	2CTE020TR	6.6	1997.09.30	高压出线端子板绝缘击穿, 造成短路, 6.6 kV 保险熔断 (2LGE602 开关)	将端子板更换, 更换 2LGE602 两相熔断器, 测变压器绝缘合格后投入运行
3	11K7.0m	1LGE601JA	6.6	1997.06.11	1LGE601JA 运行中出现 SF6 气压低报警, 将其停运检查, 开关 SF6 低气压开关动作 C 相动。静触头因接触不良已烧损, SF6 气室过热而略有凸出	更换备用的开关给 ICEX003PO 送电, 恢复了正常运行

2.1.1.9 仪控系统设备运行及评价

1. 控制系统

(1) 核岛总控制系统

核岛总控制系统 KRG (NI) 由 SIP I, II, III, IV 组和第 V 组组成。SIP I, II, III, IV 组为反应堆保护系统 (RPR) 提供接口保护信号, 主要的保护有:

反应堆冷却剂系统 (RCP): 超温/超功率保护 3 组; 稳压器水位保护 3 组; 稳压器压力保护 3 组; 反应堆冷却剂流量保护 3 组; 主泵转速保护 3 组; 3 台主泵温度保护。

蒸汽发生器主给水系统 (ARE): 蒸汽发生器水位保护 4 组; ATWT 给水流量保护 4 组。

主蒸汽系统 (VVP): 蒸汽压差和蒸汽/给水流量失配保护 4 组。

安全壳监视系统 (ETY): 安全壳压力保护和温度监视 3 组。

辅助给水系统 (ASG): 辅助给水流量监视 2 组。

余热排出系统 (RRA): 热交换器上/下游温度监视 2 组, 热交换流量监视 2 组。

安全壳喷淋系统 (EAS): 安全壳喷淋流量监视 2 组。

反应堆和乏燃料水池冷却处理系统 (PTR): 换料水箱水位保护 4 组。

安全注入系统 (RIS): 高压和低压安注出口流量监视 2 组。

SIP 第 V 组是用于核岛系统设备的调节控制。主要有 3 台蒸汽发生器水位调节和给水压力调节; 蒸汽旁路系统排气阀门的调节控制; 化学与容积控制系统的容积控制箱水位控制, 下泄管线温度和压力控制; 反应堆冷却剂系统稳压器水位和压力控制; 硼补给系统的硼流量控制; 余热去除系统的流量控制等。

核岛总控制系统测量部分主要采用 8000 系列、6000 系列变送器、热电阻、热电偶等一次测量装置, 大部分为 KI 设备; 过程信号处理部分采用组装仪表 Bailey 9020。系统设备的可靠性好; 投运率 100%。SIP 试验每两月进行一次, 一次试验合格率达 99%。对上述保护系统采用连续监视 (OPO 监视, 对超差仪表进行纠正性维修)、验证 (零点检查, 交叉比较) 和校验等维修方式。这种纠正性维修、周期性维修、预见性维修和试验验证相结合的方法, 使得这种重要系统的可用率保持在近 100%。第三次大修结束后, 对每台机组 69 套系统的可用率进行了跟踪, 见图 2.1.1.9-1、2.1.1.9-2。

(2) 常规岛总控制系统

常规岛总控制系统 KRG (CI) 主要由下列自动调节系统组成: 除氧器压力/水位控制; 低压加热器疏水液位控制; 高压加热器水位控制; 汽水分离加热系统水位控制; 发电机定子冷却水温度/流量控制; 汽轮机润滑油/调节油温度控制; 冷凝器水位控制等主要系统构成。测量部分主要采用 1151 变送器、Fisher 变送器、热电阻、热电偶等一次测量装置; 信号处理部分采用 Bristol Backcock 系列 4 的组装仪表, 设备投运率达 100%, 调节系统全部投自动运行, 但 1997 年末对常规岛调节系统可用率和自动投入率作跟踪统计。常规岛控制系统设备故障率较高的仍是 Fisher 变送器, 第三次大修已试用 2 台上海生产的带冷却装置的 Fisher 变送器, 其可靠性将在 1998 年运行中检验。

(3) 核辅助系统的控制系统

主要是三废系统的热工调节系统。一次测量仪表主要采用 Bailey 变送器和 8000 系列变送器; 信号处理部分采用 Bailey 9020 组装仪表。设备可靠性好, 投运率 100%。

(4) 特殊控制系统

棒控系统 (RGL): 由法国 MG 公司生产的该套系统设备可靠性高, 但故障诊断较为困

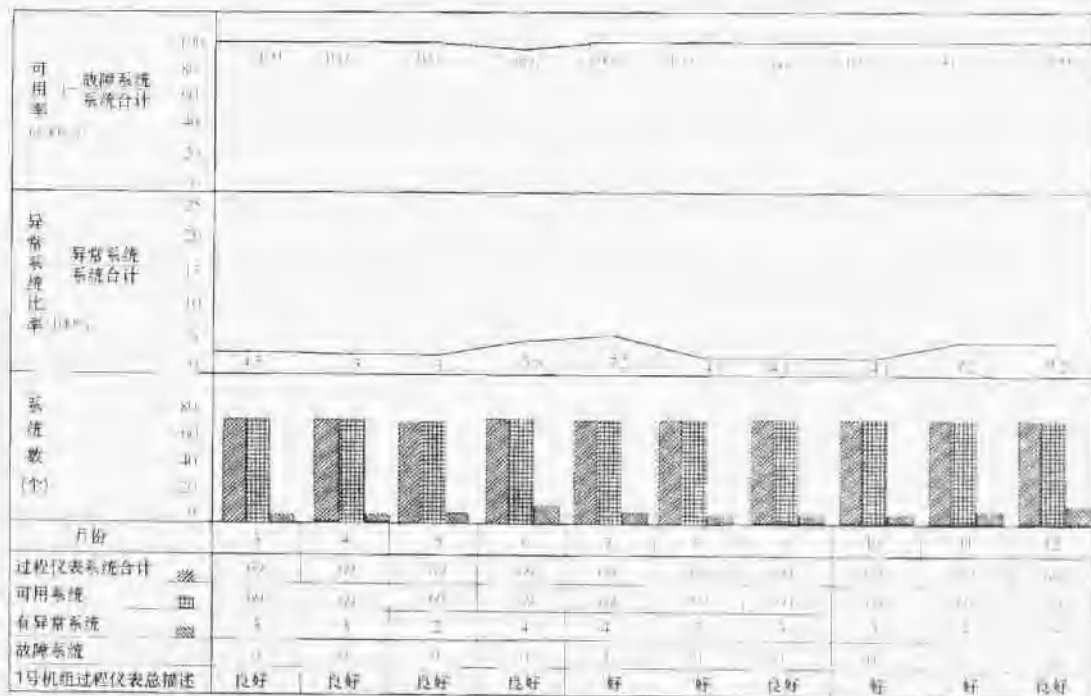


图 2.1.1.9-1 1号机组过程仪表系统趋势分析表

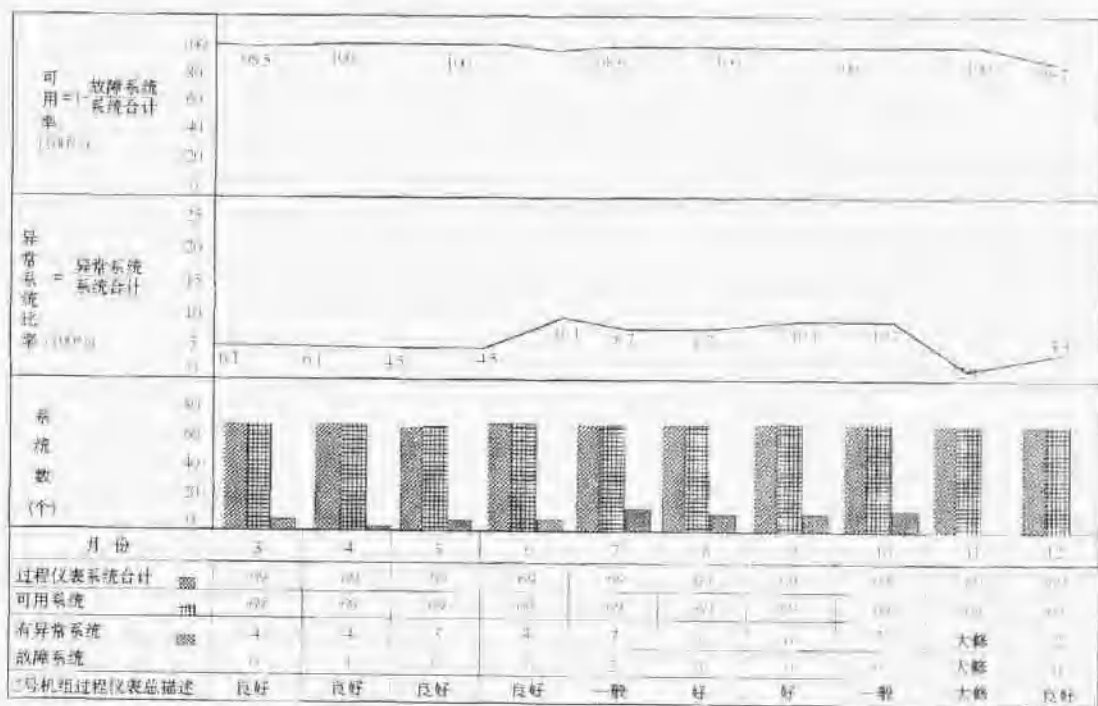


图 2.1.1.9-2 2号机组过程仪表系统趋势分析表

堆，主要问题是温度调节控制棒（R棒）的电流故障没有彻底解决，仍作为工程最终验收（FAC）的遗留项。1997年的系统可用率见图2.1.1.9-3；

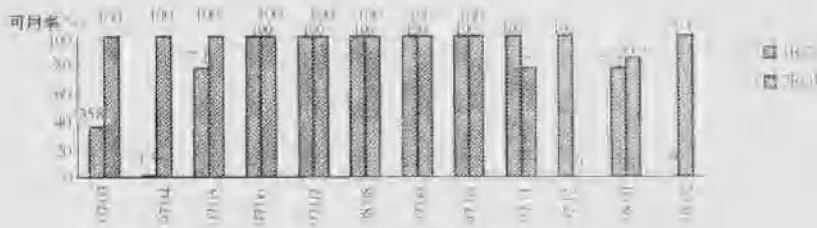


图 2.1.1.9-3 RGL 系统可用率统计

- 注：—1RGL 自 1997 年 3 月 12 日退出运行进行 1 号机组第三次大修，故当月可用率为 35.5%
 —1RGL 在 1997 年 4 月仍处于 1 号机组第三次大修
 —1RGL 自 1997 年 5 月 8 日结束 1 号机组第三次大修恢复运行
 —2RGL 自 1997 年 11 月 24 日退出运行进行 2 号机组第四次大修
 —2RGL 自 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

堆内中子通量测量系统（RPN）：系统设备亦由 MG 公司提供，设备可靠性高。系统的主要缺陷：功率测量通道分段电离室功率测量输出信号有下漂现象，主要原因是接头松动造成的。这与周期试验过于频繁有关（试验周期为 1 个月），1997 年向国家核安全局提出的将试验周期改为 2 个月的申请已获批准。1997 年 RPN 定期试验一次合格率为 100%，系统的可用率接近 100%，详见图 2.1.1.9-4、2.1.1.9-5



图 2.1.1.9-4 1RPN 系统可用率

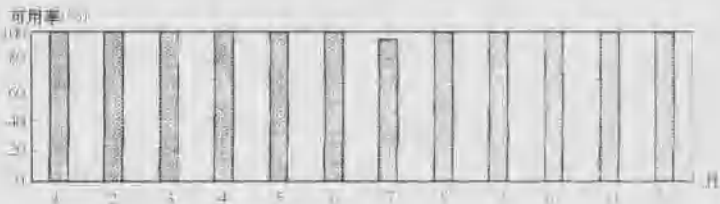


图 2.1.1.9-5 2RPN 系统可用率

堆外中子通量测量系统（RIG）：这是一套非连续在线系统，作为 RPN 参数核准用。设

备可靠性高，可用率 100%。

电站辐射监测系统 (KRT)：系统的故障率相对较高，但较 1996 年相比，故障率已大幅度下降，主要是维修人员的水平和维修质量均有很大提高。

(5) 汽轮机调节系统

采用英国 GEC Measurement 设计的 Microgovernor。其上位机是 PDP11/83，下位机由 14 个微机构成的阀门模块组成。1997 年 2 号机死机问题没有再发生，但单个阀门模块因故障退出运行的事件发生多次，1997 年 8 月 10 日发生因处理这一故障导致停机事故。故障的主要原因是设计不合理造成的，机柜内设备的热负荷太大，风冷效率不高，特别是阀门模块内部电源转换部分产生的热量不能得到有效的冷却。此外两台机组均因发生电源故障而相继更换了电源模块。

2. 保护系统

汽轮机保护系统由 GEC 生产。继电器性能稳定，拒动率和误动率均为零。反应堆保护系统的专用安全设施系统采用磁逻辑元件，工作稳定，没有发生误动和拒动的情况。保护系统的投入率和完好率为 100%。喷淋系统的改造已在 2 号机第三次和 1 号机第三次大修中实施，这将大大降低误喷的风险。1997 年 4 月 24 日反应堆保护系统在进行 T2 试验过程中因处理偏差信号发生了跑水事件。

3. 程控系统

常规岛汽动给水、电动给水、中间再热、冷凝器真空、发电机定子冷却水控制采用 GEM80 程控装置。制氮站给水系统分别采用 GEM80 和 GEM60 程控装置。程控装置的投入率 100%。但 GEM80 模拟量输入板 8150 故障率较高，投产以来已先后有 40 块出现故障，主要原因是输入板件内部电源部分的滤波电容损坏造成的。1997 年已获准对 GEM80 板件实施三级维修。

4. 监视系统

(1) 汽轮机监视设备采用英国的 Z 系列仪表，工作性能稳定，故障少。但探头与前置放大器存在匹配问题，给维修工作带来困难。

(2) 汽动/电动给水泵监视设备采用英国的 CML 仪表，仪表的故障率高，特别是振动监视模块。虽然可以对 CML 仪表实施三级维修，但该产品已淘汰不生产，应及早进行改造换型。

(3) 集中数据处理系统和安全监督系统采用 Bull Semis 的 SPS 5190 计算机。1997 年死机问题虽没有彻底解决，但死机次数大大减少，系统可用率大大提高。

(4) 报警系统常规的窗口报警，设备可靠性好。

(5) 记录仪选用法国生产的 CIS 和 KS 系列记录仪。故障率较高，需加强预防性维修。

5. 消防探测系统

消防探测系统的故障一直较多，原因涉及安装、设计、维护及气候影响多个方面。设备故障率较高的是感烟火警监视回路和热敏线缆监视及自动喷淋回路。1997 年仪表科和工业安全科一起先后对主泵室 JDT 中继盒进行移位改进和 RX 消防回路的电容进行更换，对常规岛热敏线缆监测系统进行了改造。根据仪表科对 JDT、JPV、JPI 及 AF4700 等 39 套火警系统设备可用率的跟踪，到 1997 年底消防系统设备可用率已达到 90% 以上，详见图 2.1.1.9-6。

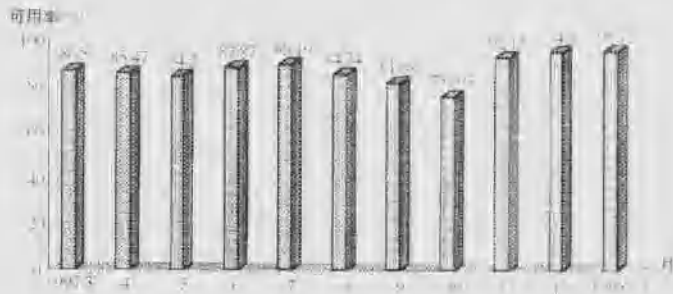


图 2.1.1.9-6 消防探测系统可用率

2.1.2 电站维修

2.1.2.1 维修工作的组织管理

(1) 维修处领导班子经调整由一位处长、两位副处长和一位处长助理组成，科级领导班子也作了相应的调整，努力克服因支持二核（岭澳核电站的简称）工程建设和二核生产准备带来的技术管理人员不足的困难，加强和充实一线骨干，保持了维修队伍的稳定。

(2) 班组是维修处的基础，是最基层的单位，为此从提高班组管理水平入手，理顺班组的管理体系，明确班组长是班组生产、行政、培训等管理工作的第一负责人，颁布了《关于加强班组建设的若干规定》，把选好班组长作为班组建设的关键，经推荐和考察，任命了全部 25 个班组的班组长。

1997 年共组织召开了两次维修处班组建设研讨会，对加强班组建设，提高班组管理水平，充分发挥班组长的作用产生了良好的效果。

(3) 继续推行目标管理，以 1997 年生产部业务计划为依据，制定维修处的主要任务和改进计划，层层落实，通过定期检查和汇报，分析发展趋势，掌握当前状况，对存在的问题及时采取有效措施进行纠正，保证了各项目标的顺利实现。

(4) 大力宣传和强调维修工作计划的“龙头”作用，培养严格遵照计划开展维修工作的作风，要求维修人员认真编写周工作计划并按时参加周计划会，保证周工作计划的指导作用，充分尊重周工作计划的严肃性；

同时抓住取、还工作许可证环节，有针对性地克服取、还工作许可证不及时、不准时的不良习惯，从执行方面充分保障计划的有效执行。

(5) 吸取年初发生的因工作准备不充分，安全措施不完善所造成的几起运行事件的教训，加大风险分析的力度，对现场的工作提出了必须进行全面、细致的风险分析的要求，保证在掌握每项工作潜在的风险的前提下，充分采取必要的预防措施，确保机组的安全水平和可靠性，并最终创造了 1 号机组一个燃料循环周期无非计划停机、停堆的记录。

(6) 1997 年是生产部的“培训年”，为了提高全体员工素质，培养自觉的安全意识和安全行为，维修处除了把个人授权培训、基础知识培训方面作为培训的重要方面外，在在岗培训和岗位技能培训方面做了大量工作，摸索出了一条适合大亚湾核电站的在岗培训路子，使一大批在岗培训教员脱颖而出，全年共编写在岗培训教材 85 份，安排在岗培训次数 105 次，基本实现了年初制定的培训目标。同时，加强了对新入厂员工的培训，坚持理论学习与实际操作相结合，安排实践经验丰富的技术工人作为师傅进行传、帮、带、教，坚持实行两周报

制度,要求新员工定期汇报培训心得,并组织培训考核组对其定期评价、考核,保证了新员工的培训效果。

(7) 按照“三统一”原则(预防性维修大纲与十年维修大纲统一、预防性维修大纲与维修程序统一、十年维修大纲与维修程序统一),继续修改、完善、优化预防性维修大纲和十年维修大纲,初步完成十年维修大纲升版工作,在第一次大修的基础上按照经验反馈的原则修改生效了大量维修程序,程序的生效率由年初的 53.9% 上升到 74.15%。修改后的大纲的实用性和针对性有了提高,表现在 2 号机组第四次换料大修项目的变更率由原来的 70% 左右降低到只有 5%(即大纲的准确度有了提高),维修程序对开展维修活动的指导性有了提高。

(8) 核岛设备维修自主化程序有了长足提高,并为全面的自主维修打下了坚实的基础,继第三次换料大修实现反应堆压力容器开、关盖自主操作后,第四次换料大修又实现了核岛阀门维修、电动头十年检修、主冷却剂泵及主冷却剂泵马达六年检修等项目的自主化。

(9) 加强对设备缺陷的管理,在电站经理的组织下建立了生产部十大技术遗留问题跟踪体系,对影响机组安全、稳定运行的设备缺陷进行分级管理,按照轻重缓急原则落实责任单位解决和处理上述问题。清理和消除了一批电站投产以来就存在的设备设计和制造问题,提高了机组的安全水平和可靠性。

(10) 针对 OSART 检查对维修领域提出的五项建议和一项纠正措施要求,提出了具体的纠正行动和计划,并在全处落实跟踪措施,定期评价改进效果。

(11) 大力开展反不良工作习惯和不良工作方法,各科根据各自专业特点和实际情况,列出常见的不良工作习惯清单,并提出有针对性的纠正措施,对全体人员进行宣传、教育,并采取有力措施坚持制止普遍存在的不规范做法,取消使用活扳手,努力使维修活动规范化、标准化,同时强化处、科级管理巡视,对不良工作习惯的纠正作专项检查。文明施工、文明现场和严格遵守工作过程的局面已初步形成。但反不良工作习惯仍将是一项长期而艰巨的工作。

(12) 按照“零缺陷”的要求抓维修质量,强调工作质量是干出来的而不是检查出来的,要求工作负责人和执行人员严格执行工作程序,各项操作一丝不苟,切实实行自检,把好质量关。同时开展对重复性维修的跟踪和根本原因分析,采取行动防止人因失误和消除设备缺陷,使频繁故障的设备的故障频度和设备数量得到有效控制,并开始出现下降趋势。

(13) 建立为运行服务、做设备主人的思想,提高维修响应速度,将一级维修工作票 24 小时内及时响应率、及时取返票以及周转工作票数作为考核指标。实际结果表明:基本做到了 24 小时内采取行动处理一级维修工作票,周转工作票数降至每月平均 190 张以下,做到及时取票、还票,对于在规定工期内不能完成的工作及时申请延期。维修信息上下通达。

(14) 继续开展对外交流,尤其在姐妹电站之间的技术交流,1997 年先后派出 10 批 36 人赴法国设备制造厂家培训、参加 TRICASTIN 核电站换料大修工作和赴南非进行技术交流;TRICASTIN 核电站也首次派出六名技术人员参加了 2 号机组第四次换料大修工作。

(15) 将公司工人技术等级考核鉴定工作纳入深圳市统一轨道,全面组织和开展了工人技术等级考核工作。对此,按照劳动部的要求并经深圳市劳动局同意,通过采用劳动部颁发的“中华人民共和国工种分类目录”的部分工种名称和编码,修改其工种定义,根据核电站的特点,确定了核电站工种 22 个;编写了上述 22 个工种的技术等级标准,考核大纲、知识要求和技能要求试题;在深圳市劳动局统一组织下,分两批进行了工人技术等级考核,通过考核取证的技师有 9 名,高级工 89 名,中级工 29 名。从而全面完成了公司工人技术等级考核和取证工作,解决了长期遗留的无证上岗问题,理顺了工人技术等级,并初步建立了核电

工人技术等级考核体系。

(16) 在培训中心的配合下进行岗位任务分析试点工作,通过对电气科低电压电气设备组组长岗位任务的实际分析,培训了岗位分析人员,确定了岗位任务分析的基本方法、内容,为在核电站 1998 年全面开展岗位技能评估和岗位任务分析作了示范、取得了经验并提供了参考范例。岗位任务分析将为今后公司规范岗位设置、精简组织机构、确定岗位技能要求和培训需求,科学管理人员的培训、考绩、招聘、晋级等创造条件。

(17) 积极配合和支持二核生产准备工作,编写完成二核生产准备维修部分生产准备二、三级计划,并按计划逐项落实,并在技术、人力资源给予大力支持。通过建立工程技术对口人制度,为二核工程的设计审查、设计修改、技术接口、工程供货反馈了大量的生产运行经验,提供了技术意见。

(18) 为了加强维修处经验反馈工作,推动对各类运行事件和内部事件的根本原因分析,保证纠正行动的可操作性和有效落实,对经验反馈人员组织了根本原因分析培训,建立了纠正行动跟踪制度,通过技术讨论会、专题分析会以及各类安全活动和学习将经验反馈工作贯彻到基层每一位员工,保证经验反馈工作的有效性。

(19) 根据 OSART 改进建议,建立了现场设备缺陷挂牌制度,从而保证了对设备缺陷的跟踪,并为减少重复工作申请提供了手段。

(20) 为了加强第四次换料大修质量的管理,成立了维修处大修质量管理组,制订了《维修处大修 QC 检查员的职责和考核方法》、《维修处大修项目工作负责人的职责及考核方法》、《大修设备品质再鉴定合格率及计算方法》等文件,明确职责、分工、指标,使上、下各方面各司其职,使大修质量水平上一个台阶。

2.1.2.2 预防性维修评估

1. 预防性维修活动的优化

(1) 机械方面

组织对转动机械设备和静止机械设备的十年维修大纲进行修改,并按照“三统一”原则修改了 63 份转动机械设备的维修大纲,编写完成了核岛阀门的维修大纲。机械维修程序 2820 份中已生效 2060 份,占总数的 73%,新编写了一回路主冷却剂循环泵六年维修程序 3 份,维修程序的进一步修改、优化工作正在进行中。

(2) 仪表、控制方面

生效了 5 份维修导则,生效出版了十年维修大纲和预防性维修大纲;已生效维修程序和定期试验程序 485 份,占总数的 89%。

(3) 电气方面

除配电盘十年维修大纲外,对电气十年维修大纲进行了优化;生效维修大纲 102 份;已生效维修程序 633 份,占总数的 69%,新编程序 80 份,优化删除了 633 份程序。

2. 预防性维修活动的实施及评价

(1) 由于预防性维修大纲通过维修经验反馈不断优化,并通过加强预防性维修工作力度,对及时预防某些类型故障的发生起到了积极的作用,1997 年共执行预防性维修工作票 2421 张,比 1996 年上升了 12%;共发出纠正性维修工作票 5699 张,比 1996 年的 6584 张下降了 13%,总的工作票数下降 7%,说明设备的可靠性提高。

(2) 1997 年纠正性维修与预防性维修工作票数的比例降低到 2.35:1,呈逐年下降趋势(见图 2.1.2.2-1),说明维修的质量也有了很大提高。

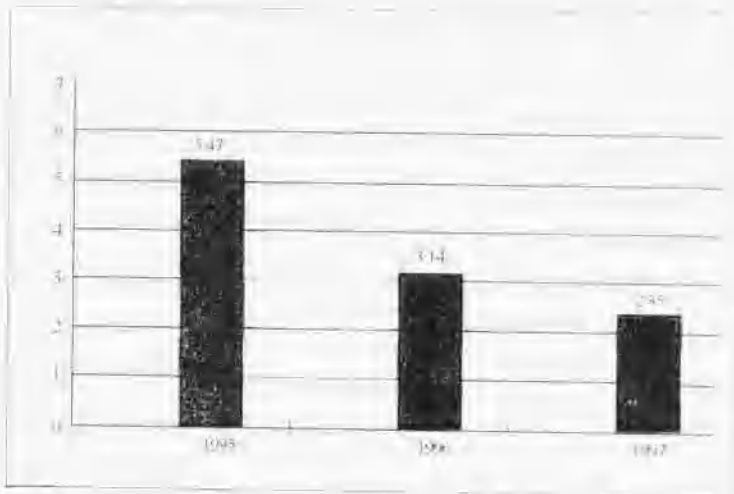


图 2.1.2.2-1 纠正性维修与预防性维修工作票数之比变化趋势

(3) 由于目前大亚湾核电站开展的预防性维修主要是定期性维修, 虽然对预防设备按简单规律恶化的失效故障发挥了作用, 但也暴露出了它的局限性, 即对随机故障的预防效果不佳, 为了防止这类失效, 必然导致过量维修, 而过量维修会加速部件的老化和增加人为错误所引起的故障机会。在电站投运后的前四、五年, 优化、完善定期性预防性维修工作是保证电站安全稳定运行的基础, 但随着运行、维修经验的积累, 逐步开展更为先进的按状态的维修(预见性维修), 同时结合优化的定期性维修将是电站运行维修水平上台阶、保持设备在一个预定的可靠性水平的必由方向。

2.1.2.3 维修工作票执行情况

本统计范围为 1997 年度的日常维修工作票, 即机组功率运行期间的预防性维修和纠正性维修工作票。大亚湾核电站每一项维修工作的实施过程如下:

发出工作票→工作票准备→许可票申请→OPO 发出许可票→工作执行→设备再鉴定→维修报告填写→工作结束

工作票的管理采用计算机软件 WRS (工作申请管理系统), 它记录工作票发出时间、准备时间、执行时间、完成时间等时间信息, 以及与工作票有关的技术管理信息。下面的数据均来自 WRS。

1. 1997 年维修工作票总量统计 (表 2.1.2.3-1)

表 2.1.2.3-1 维修工作票统计

	1997 年	1996 年	1997 年/1996 年
预防性	2421	2110	1.12
纠正性	5699	6584	0.87
总计	8120	8736	0.93

与 1996 年比较, 纠正性维修工作票下降了 13%, 预防性工作票上升 12%, 总的工作票数下降 7%。统计数字表明, 加强预防性维修力度, 对减少设备故障, 提高设备完好率是有明显贡献的。

(1) 按机组分类统计

表 2.1.2.3-2 各机组维修工作票统计

	纠正性		预防性		总数	
	1997年	1996年	1997年	1996年	1997年	1996年
1号机组	1826	2631	840	613	2666	3244
2号机组	2037	2055	624	621	2661	2676
0、9号机组	1836	1898	957	920	2793	2818

1号机1997年与1996年比较,纠正性维修工作票数量下降明显,同时,预防性工作票数量大幅度增加。2号机则与1996年持平。1号机与2号机相比,1997年2号机比1号机纠正性维修多11.56%,预防性维修比1号机少25.71%。从运行业绩来看,1号机1997年实现了一个换料周期不停机的优秀记录,而2号机则跳机3次。维修工作票统计数字表明,实施有效的预防性维修对保障机组安全运行有正相关的关系。

(2) 按专业统计

表 2.1.2.3-3 按专业统计的维修工作票

	预防性			纠正性			总数		
	1997年	1996年	1997/1996	1997年	1996年	1997/1996	1997年	1996年	1997/1996
静机	311	283	1.1	1271	1500	0.85	1582	1783	0.89
转机	1518	1301	1.17	1172	1233	0.95	2690	2534	1.06
电气	543	451	1.2	688	692	0.99	1231	1143	1.08
仪表	49	67	0.73	2345	2677	0.88	2394	2744	0.87
服务	0	7		178	365	0.49	178	372	0.48
技术支持	0	1		45	31	1.45	45	32	1.41
总计	2421	2110	1.15	5699	6498	0.88	8120	8608	0.94

统计表明,纠正性维修工作票中,仪表控制专业占比例最大,为41.15%,这表明日常维修中仪表控制专业的维修管理尤其要引起管理层的关注,因为仪表控制专业的维修不仅量大,而且风险大,直接关系到机组的安全运行。与1996年比,静机、转机、电气、仪表控制专业纠正性维修工作票数量分别下降15%、5%、1%、12%。同时,静机、转机、电气的预防性维修增长10%、17%、20%。与预防性总量增长15%,纠正性维修总量下降12%相比较,转机和电气专业预防性维修的效能应加以改善,因为纠正性维修下降幅度与预防性维修增长幅度不成比例。服务与技术支持维修工作票总量比1997年分别减少52%、增加41%,一个主要原因是1996年10月,土建专业从维修处服务科独立出来划入技术支持处,由此产生的任务分工造成的。

2. 一级工作票统计

表 2.1.2.3-4 一级工作票统计

	静机	转机	电气	仪表	服务	技术支持	总计
1997年	112	115	61	465	30	3	786
1996年	182	147	74	437	42	1	883
1997/1996	0.62	0.78	0.82	1.06	0.71	3	0.89

总之, 1997年一级工作票数量较1996年减少11%, 只有仪表专业增加6%, 技术支持由于前面提及的原因增加了两倍。按一级工作票定义为危及机组安全运行需立即采取纠正行动的工作这个意义看, 一级工作票的减少也意味着机组可靠性的提高。

表 2.1.2.3-5 一级工作票完成周期统计

完成周期 (h)	T<1	1<T<2	2<T<3	3<T<4	4<T<5	T>5	总计
工作票数量	182	210	79	86	45	158	760
百分比	23.95%	27.63%	10.39%	11.32%	5.92%	20.79%	

1997年一级工作票48小时完成率为51.58%, 不如1996年的52.27%。通过进一步的分析发现, 1997年一级工作票实际完成率为73.96%, 而根据WRS记录的数据计算结果只有23.95%, 两者相差50.01%, 表明完成检修工作后及时填写维修报告, 更新WRS数据库, 更有效的进行现场管理方面还有许多工作可做。

3. QSR (质量安全相关设备) 维修工作

表 2.1.2.3-6 质量安全相关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	1997年	76	368	70	0	0	0	514
	1996年	61	281	33	2	0	0	377
纠正性	1997年	180	182	107	601	51	7	1128
	1996年	327	253	129	922	119	5	1755

与1996年比较, 预防性维修工作票数量增加36.34%, 纠正性维修数量减少35.73%, 总量减少29.84%, 说明1997年QSR设备的健康状况得到了明显改善。

4. 未完成工作票统计

一张工作票一旦发出, 只要维修工作没有完成, WRS中没有完成日期, 该工作票即被视为未完成工作票。其中, 等待安排、正在执行中的工作票构成周转工作票, 因采购备件而不能实施的工作票单列出来以方便跟踪, 一部分工作票因为机组状态不允许构成等状态工作票。

表 2.1.2.3-7 周转工作票统计

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
预防性	54	28	45	43	23	48	186	178	137	40	163	66
纠正性	160	92	132	104	169	130	23	34	24	28	29	28
总 计	214	120	177	147	192	178	209	212	161	168	192	94

就总量看, 与1996年情况差不多, 有3个月周转工作票数量超过200张, 其中7、8两个月均是因为预防性维修工作票没有及时安排造成的, 这在管理上是很难接受的。另一方

面,一部分工作票完成后没有及时在 WRS 数据库中关闭,也是产生小部分周转工作票的原因。如何减少周转工作票数量,应该成为改善和强化工作过程管理的很有力的依据。

表 2.1.2.3-8 等状态工作票

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
票数	21	30	41	34	29	41	43	50	46	60	67	62

等状态的工作票包括需在机组降负荷、热停堆、某个系统或设备停运时方可安排实施的工作票,不包括等待机组换料冷停堆时安排的工作。要减少这一类工作票数量,一靠计划部门精心安排,二靠大修质量,三靠预防性维修的合理安排,四靠设备固有可靠性的提高。应当指出的是,机组停机检修次数减少,这类工作票的数量就会有所增多,应属正常现象。

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

1997 年度广东大亚湾核电站 (GNPS) 进入商业运行的第四年,为了保护环境及公众的安全,GNPS 严格按照其在各阶段“环境影响报告书”(EIR)中向国家环保局承诺的方式对放射性流出物的排放进行监测控制。为了进一步控制降低放射性流出物的排放水平,GNPS 制定了 1997 年度放射性气态排放目标管理值,与国家排放的限值共同列在表 2.1.3.1-1 中。

表 2.1.3.1-1 放射性气体排出的年限值

限 值	惰性气体	气体中的卤素和气溶胶
国家限值	1140 TBq	38 GBq
电站目标管理值	40 TBq	1.3 GBq

1997 年度为了降低气态放射性流出物的排放量,GNPS 采取了如下措施:

1. 在 1、2 号机组第三次大修期间对燃料元件做了系统全面的吸漏试验,并将破损的元件全部更换,全年二台机组均未发现燃料包壳破损现象,保证了 1997 年度运行期间第一道屏障的完整性,从而大大降低了一回路冷却剂中裂变放射性气体核素的活度水平。

2. 大修期间加强核系统设备维修质量的控制,使全年运行期间未发生核系统设备大量泄漏或长期少量泄漏放射性不能查明原因的事件。

3. 加强了对大修前后的一回路系统氮气吹扫阶段的工艺过程控制,从而大大降低了 TEG 废气的产生量。

由于有效地采取了上述措施,1997 年度 GNPS 通过气态途径释放到环境中的放射性气体总量较 1996 年度有了较大幅度的下降,全年排放惰性气体为 31.06 TBq,相当于国家批准年排放限值的 2.72%,排放的放射性卤素及气溶胶为 116 MBq,仅相当于年限值的 0.3%。

1997 年度 TEG 排放含氢废气 9 罐,1 号机组反应堆厂房安全壳扫气 16 次,2 号机组扫气 22 次。

GNPS 历年气体流出物排放状况见表 2.1.3.2-2

表 2.1.3.1-2 GNPS 历年气体流出物排放状况

	年限制值	1994 年的 实际值	1995 年的 实际值	1996 年的 实际值	1997 年的 实际值	法国同类 (两台机组) 1993 年排放量
惰性气体(TBq)	1140	22.7(2.0%)	80.2(7.0%)	43.63(3.83%)	31.06(2.72%)	15.6
放射性卤素 + 气溶胶(MBq)	38000	424(1.1%)	720(1.9%)	229(0.60%)	116(0.30%)	220

2.1.3.2 放射性废液排放与管理

为了有效地降低液态放射性流出物的排放水平, GNPS 制定了 1997 年度放射性废液排放的电站目标管理值, 与国家批准年排放限值共同列在表 2.1.3.2-1 中。

表 2.1.3.2-1 废液排出物年排放限值

限 值	非氚放射性核素	氚
国 家 限 值	700 GBq	55.6 TBq
电站目标管理值	14 GBq	—

1997 年度通过 TER 系统向环境中排放 73 罐次, 计 32 720 m³ 的放射性废液, 其中所含的非氚放射性核素的总量为 11.3 GBq, 相当于国家批准排放废液年限值的 1.61%, 低于年初制定的电站目标管理值水平, 氚的释放量为 28.53 TBq, 相当于年排放限值的 51.3%, 上述排放量较 1996 年度相比分别增长了 21% 及 29%, 其原因如下:

非氚放射性核素排放量增长的原因是: 1996 年底在 2 号机组第三次大修前, 2 号机组进入氧化工况后, 一回路含有高放射性的冷却剂从 2RRA 13VP 泄漏使废水量大增。由于同一时刻 TEU06PO 的突发故障, 致使蒸汽发生器无法工作, 在将废液转入 TER03BA 暂存时, 由于疏水阀门的泄漏, 使地坑污染, 地坑的废水在自动传回 TER 系统时, 又污染了其它的 TER 罐, 此时 TER 储罐内的涂层脱落严重, 受腐蚀的碳钢内壁形成的铁锈层对 ^{110m}Ag 具有强烈的吸附效应, 当储罐注入低放射性水平的废液时, 吸附的 ^{110m}Ag 又会解析到废液中。因此造成在污染事故后较长一段时间内的废液排放活度水平较高, 使非氚放射性核素的排放总量在前四个月即达到了年限值的 1.21%, 一度使年终排放量控制在 2% 年限值以内的电站目标管理限值的计划面临突破的危险。为了根本扭转这一被动局面, 1997 年 5 月后在处理完 TER03BA 暂存的污染废液后对 TEU 排放废液采取了更为严格的排放活度控制标准 (< 1 MBq/m³), 使在 5 至 12 月这 8 个月期间的非氚放射性核素排放总量仅为 2.84 GBq, 即年排放限值的 0.41%, 这一控制水平已达到当前法国及世界电站控制的先进水平。特别值得提出的是在 2 号机组第四次大修前氧化工况期间, 由于三废系统运行管理水平的提高, 使随后 12 月份的非氚核素排放量仅为年限值的 0.04%, 达到了历次大修后该阶段排放控制的最佳水平。1997 年度非氚放射性核素排放的最大特点是: ^{110m}Ag 在排放核素中所占的份额超过了 ⁵⁸Co 占第一位, 并占到电站排放主要 8 种非氚核素总量中的 71% 的份额。与法国同类机组的排放水平相比, 我们 ^{110m}Ag 所占份额过高, 该核素排放量也是法国同类机组 90 年代中期平均排放量的 4 倍, 除 ^{110m}Ag 外, 其它 7 种主要的非氚放射性核素的排放量与法国现今排放量在同一水平。因此今后进一步降低液态途径非氚放射性核素排放量的关键是采用有效措施降低 ^{110m}Ag 的释放。

1997年通过液态途径排放的氙为机组商业运行以来的最高年份,由于氙是以 HXO (氟化水)分子的形式存在,一般来说,无法通过离子交换蒸发等工艺去除,只能在电站周期内逐年控量排放,使产生量与排放量达到平衡。法国同类900 MW机组氙的控制排放量大约在年限值的35%左右,以此为标准,1997年度GNPS氙的排放似乎高了一些,这主要是由于1997年下半年经TEP回收到REA补水水质化学指标变坏,不符合一回路补水化学规范要求,从而不得不排放所致。因此保持TEP回收及REA补水管水质化学指标符合一回路补水的规范要求,是避免短期被迫大批量排氙的关键。

1997年度常规岛废液改变历年从TER连续排放管线直排方式而采用进SEI贮罐实施槽式排放的方式进行,全年共排放357罐次,计160 650 m³,除1月份四罐废液由于TEP系统污染后,由连通管道泄漏污染所致含有轻微放射性外,其它罐次的排放未探测出任何放射性核素的污染,这与二台机组六台蒸汽发生器未发生任何泄漏相符。GNPS历年液体流出物排放状况见表2.1.3.2-2。

表2.1.3.2-2 GNPS历年液体流出物排放状况

	年限制值	1994年	1995年	1996年	1997年	法国同类(四台机组) 1993年排放量
除氙放射性核素(GBq)	700	89.2	26.9	9.31	11.3	5.0
氙(TBq)	55.6	22.2	10.1	22.06	28.53	10.8

2.1.3.3 中低水平放射性固体废物处理

1997年是大亚湾核电站投入商业运行的第四年,按世界上同类核电站的运行经验,在核电站建成投产后的3至5年,放射性水回路除盐床的树脂进入更换的高峰期,因而也导致放射性固体废物产量呈上升趋势,可是,我们在生产部经理部的人力支持下,改进管理,本年度两台机组共产生放射性固体废物209 m³,比目标值230 m³低9%,取得了较好成绩,达到了预期目的。各类废物产量如下:

1. 放射性废物产生量

1) 废物总产量与目标值(见图2.1.3.3-1)

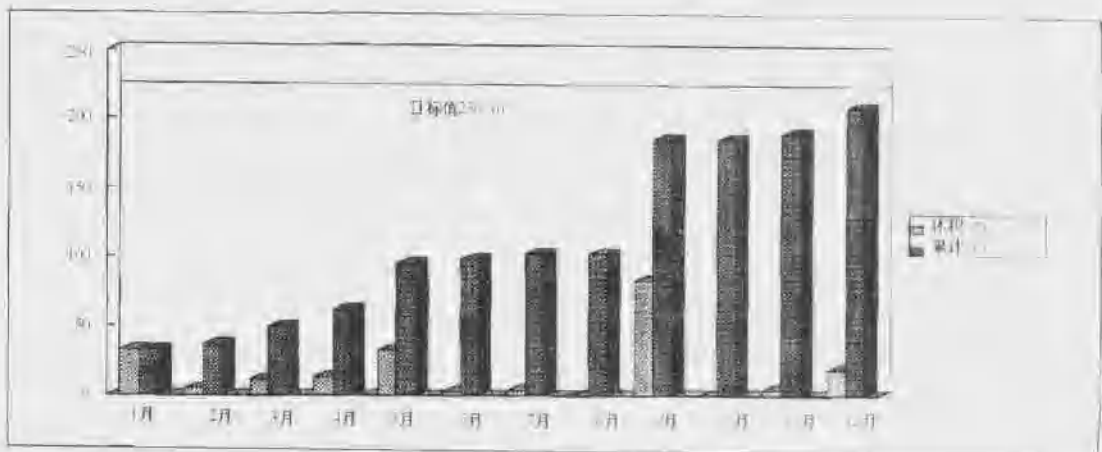


图2.1.3.3-1 1997年废物总产量与目标值比较

2) 浓缩液产生量 (见表 2.1.3.3-1)

表 2.1.3.3-1 浓缩液产量 (m³)

来 源	设 计 值	控 制 值	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
TEU 蒸汽发生器	50	20	10	18	13	13.8
TEP 蒸汽发生器	0	0	0	0	0	0
SRE 去污废液	0	0	0	0	0	0
合 计	50	20	10	18	13	13.8

本年度 TEU 系统共产生浓缩液 13.8 m³, 平均比活度为 19 828 MBq/m³。TEP 系统硼溶液全部回收复用, 未产生废硼酸。热车间去污废液的比活度较低, 直接排入 TEU 化学废水收集罐, 未经固化处理。

3) 废树脂产量 (见表 2.1.3.3-2)

表 2.1.3.3-2 1997 年废树脂产量 (m³)

系 统	设 计 值	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	放射性水平
APG	12	39	9	7.5	12	无
PIR	3	0	3	1.5	1.5	高
RCV	3	0.93	2.79	0.93	3.72	高
TEP	10	0	0	0	3.0	中
TEU	6	1.5	3	1.5	4.5	中
合 计	34	41.43	17.79	11.43	24.72	

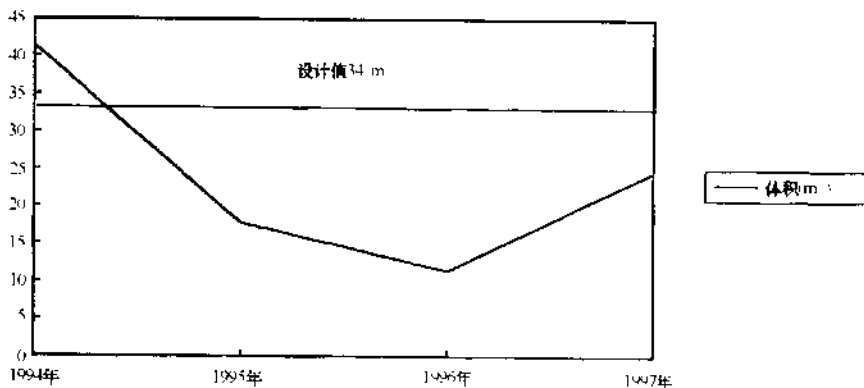


图 2.1.3.3-2 废树脂产量

从表 2.1.3.3-2 和图 2.1.3.3-2 可以看出, 1997 年废树脂产量比 1996 年有较大幅度的增加, 这主要是有的除盐床自 1994 年电站投运以来, 树脂一直未更换, 运行四年后相继失效, 进入更换期, 例如: TEP 除盐床投运 3 年来一直在运行, 树脂从未更换, 1997 才首次更换。需要说明的是, 由于蒸汽发生器未发生一回路向二回路的泄漏, APG 系统的树脂未被放射性污染, 作为非放射性废物处理, 但是它是潜在的放射性废物, APG 树脂一旦被污染, 就必须作为放射性废物处理。

(4) 废过滤器芯子产量 (见表 2.1.3.3-3)

表 2.1.3.3-3 1997 年度滤芯产量 (个)

系 统	设 计 值	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	放射性水平
APC	38	82	13	7	6	无
PTR	13	16	6	6	8	中
RCV	30	32	14	12	14	高
TEP	8	2	1	2	1	中
TEU	131	104	11	44	55	低或中
合 计	220	236	45	71	84	

本年度废滤芯产量比上年增加了 18%，比 1995 年增加了 87%，主要原因是：为了减少废液的排放量，将排放限值由原来的 20 MBq/m³ 控制为 1 MBq/m³，凡大于 1 MBq/m³ 的废水均经 TEU001FI 过滤后蒸发浓缩，又由于将 TEU001FI 滤芯由原来的 100 μm 改为 0.45 μm 的细滤芯，使该滤芯极易堵塞，仅上半年 TEU001FI 就更换了 31 次，6 月份改为 25 μm 滤芯后，更换次数减少，下半年只更换了 11 次。1997 年仅 TEU001FI 就更换了 42 次，占全年废滤芯产生量的一半。

(5) 维修活动产生的技术废物 (见表 2.1.3.3-4)

表 2.1.3.3-4 1997 年技术废物产量 (m³)

废 物 类 型	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
可 压 缩	13	37	33	35
不可压缩	6	23	21	26
装水泥桶	0	4	4	8
合 计	19	64	58	69

从上表可以看出，1997 年技术废物产量比 1996 年高 18%，主要原因有：

1) 2 号机组第四次换料大修于 11 月 21 日开始，比上年提前一个月，使 2 号机大修产生的废物一部分计入 1997 年。

2) 2 号机组第三次换料大修时，稳压人孔跑水，去污产生了 114 袋废物，打包装了 20 个金属桶，共增加了 4 m³ 废物。

3) TER003BA 大罐内部防腐处理，产生了 94 袋废物，打包后增加了 2 m³ 技术废物产量略有上升。

在技术废物中，可压缩废物占 51%。不可压缩废物占 38%，大于 2 mSv/h 的废物占 11%。

(6) 其它放射性废物

a) 本年度未产生放射性废油。

b) 第四次大修更换下来的反应堆大盖贮存室旧屏蔽体，经测量未被活化也无污染，作为非放废物处理。

c) 1997 年更换的碘过滤器和通风过滤器有 359 箱，暂存于 QS 厂房，等其中的放射性衰

变一段时间后再处理。

d) 1995~1996年因控制棒落棒时间超差而更换下来的旧导向筒共计122根,均暂存于1/2KX装罐池中,经测量,每根导向筒靠近堆活性区的一端(约0.5m范围)剂量率为550mSv/h,另一端则为1.5mSv/h,1997年已提出处置方案,将采用整根浇灌方法制做1.4m×1.4m×4.58m混凝土容器14个,每个容器处理9根导向筒,在北龙处置场的处置单元建成后,首先放入处置单元,然后将水泥桶、金属桶废物货包运入处置。

2. 放射性固体废物货包产量

(1) 1997年各类废物货包产量(见表2.1.3.3-5)

表2.1.3.3-5 1997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)	技术废物 (桶)	合计 (桶)	体积 (m ³)	累 计	
								桶	m ³
水泥桶	C1	36	25	2	4	67	134	229	458
	C2	—	—	—	—	—	—	1	2
	C3	—	—	—	—	—	—	1	2
	C4	—	—	12	—	12	14.4	67	804
金属桶	可压缩	—	—	—	165	165	34.65	557	116.97
	不可压缩	—	—	—	122	122	25.62	458	96.18
合计	m ³	72	50	18.4	68.27	—	208.67	—	755.55

(2) 历年放射性废物货包产量统计(见表2.1.3.3-6)

表2.1.3.3-6 历年放射性废物货包产量对照表

货包类型		1994年		1995年		1996年		1997年		累计产量	
		桶	m ³	桶	m ³	桶	m ³	桶	m ³	桶	m ³
水泥桶	C1	29	58	77	154	56	112	67	134	229	458
	C2	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2
	C3	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2
	C4	12	14	21	25	22	27	12	14	67	81
金属桶	可压缩	62	13	175	37	155	33	165	35	557	117
	不可压缩	72	15	153	32	111	23	122	26	458	96
合计		—	100	—	252	—	195	—	209	—	756

(3) 1997年固体废物组成(见表2.1.3.3-7)

表2.1.3.3-7 各类废物产量比较

废物类型	体 积 (m ³)	所占比例%
浓缩液	72	34
废树脂	50	24
废滤芯	18.4	9
技术废物	68.27	33
合计	209	100

3. 放射性固体废物管理与处理

(1) 放射性固体废物的跟踪管理

放射性浓缩液、废树脂、废滤芯以及大于 2 mSv/h 的技术废物，自产生时起，就填写废物跟踪单，进入跟踪管理系统，直至处理时，此跟踪单进入废物货包档案，所管理的内容包括：废物来源、种类、剂量率、产生日期、处理日期、处理工艺、装人桶号、废物货包表面剂量率、表面污染水平、活度、暂存位置等，均用计算机进行管理。

(2) 放射性固体废物的暂存管理

TES 系统的暂存能力

浓缩液	5 m ³	暂存，使温度降到固化要求的温度
废树脂	14 m ³	暂存，使短寿命核素尽可能衰变
放射性废油	15 m ³	暂存，等待处理

在废物处理活动中，我们尽量利用系统的暂存能力，把废树脂暂存到年底处理，使其中短寿命的放射性核素尽可能衰变，以降低装桶时的剂量率。并选用处理能力大的 CI 型桶，以减少货包产量，减少废物量。

(3) 废物货包的暂存能力

大亚湾核电站放射性废物货包的贮存能力，按设计 QS 和 QT 可存放 2 年零 6 个月的废物产量。

QS	850 m ³
QT	2400 m ³

按目前废物实际产量 250 m³/年计算，QS 和 QT 厂房至少可存放 13 年产生的放射性废物货包，所以，大亚湾核电站低中放废物有足够的暂存能力。投产初期产生的金属桶废物货包，到目前未发现桶体有明显的锈蚀。

(4) 低中水平放射性固体废物的最终处置

距大亚湾核电站 5 km 的北龙处置场预计于 1998 年 10 月建成投运。设计能力为 5 万 m³，首期建成 8 个处置单元，每个处置单元为 17m × 17m × 7m 的混凝土隔间，每个单元的处置能力为 1 100 m³，首期贮存容量共计 8 800 m³。建成后，由清原公司负责营运。为了节省开支，将充分利用核电站的人力物力资源，为处置场的营运提供支持。1998 年，将向国家环保部门申请试运营许可证、废物运输许可证。通过试运营，将为我国低中水平放射性废物的处置提供有益的经验。

4. 大亚湾核电站固废产量与国际上同类电站比较 (见表 2.1.3.3-8)

表 2.1.3.3-8 废物产量比较 (m³/机组)

	1987 年	1988 年	1989 年	1990 年	1991 年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
EDF	279	218	195	178	165	136	133	124	88	112	
WANO							104	92	86	85	
GNPS								50	126	92	104

从图 2.1.3.3-3 可知，大亚湾核电站的固体废物管理水平已相当于法国 EDF 的平均水平。

1997 年我们在减少固废产量方面做了如下工作：

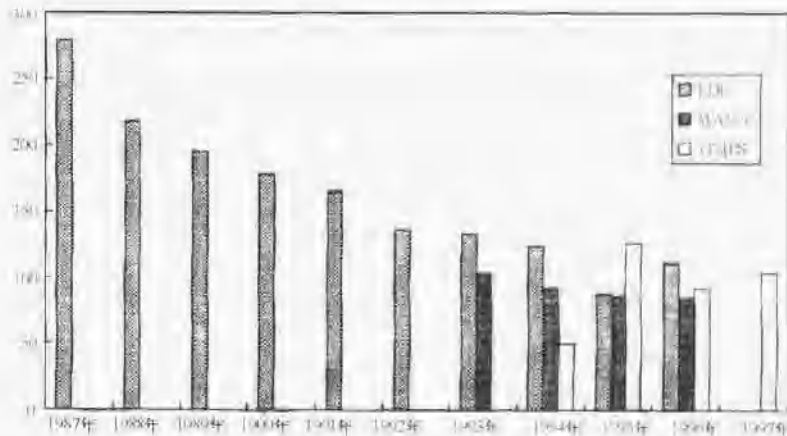


图 2.1.3.3-3 废物产量比较

1. 用一个水泥桶处理多个废滤芯，减少货包数量。

2. 利用 TES 系统的暂存能力，使废树脂尽可能暂存到年底固化，使其中放射性核素尽可能衰变，固化时采用处理能力大的 CI 桶，减少了废物货包数量。

3. 严格控制进入控制区的包装材料。

从表 2.1.3.3-7 的废物组成可以看出，浓缩液仍占很大比例，这主要由于 2 号机组第三次大修期间，2RRA013VP 漏水；1 号机组第三次大修期间稳压器人孔跑水；TEU006PO 密封内漏，TEU001EV 取样管和 TEU006PO 循环管路被硼结晶堵塞，检修时污染 TEU 废水收集系统；TER 三个废水收集罐由于 TER041VE 疏水阀泄漏未及时修复，化学分析误差等原因造成几次污染；废水排放限值由 20 MBq/m^3 提高到 1 MBq/m^3 。上述原因产生的废水，都采用蒸发浓缩处理，从而增加了浓缩液产量，如果杜绝事故跑水，每年只产生一批浓缩液，那么废物总产量可减少 20% 左右，生产部管理改进计划要求我们 1998 年将废物产生量控制在 $105 \text{ m}^3/\text{台机组}$ ，必须加强运行管理，减少跑冒滴漏，进一步采取减容措施，才有可能达到这一目标。

2.1.3.4 工业废物处理

1. 废水处理

生活污水处理设施 ED1，由于超负荷运行，废水排放超标并于 1996 年改造以后，1997 年运行情况良好，ED2，ED3 均能稳定运行。1997 年电站共排放生活废水 123 万 t，各项指标均达到国家规定的排放标准，详见表 2.1.3.4-1。

2. 废油及其它固体废物的收集与处理

1997 年共收集废油 55 m^3 ，废保温棉 80 m^3 ，工业垃圾约 2000 m^3 。废油主要来源为：1SEK 64 桶，2SEK 69 桶，0SEH (FS) 88 桶，大修现场各废油收集点 53 桶，总计 274 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。

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资回收公司收购，废保温棉委托龙岗物资回收公司处理。按 ISO 14000 的要求，大亚湾核电站将修建一个工业废物存放场，以加强工业废物的存放管理。

表 2.1.3.4-1 生活污水排放统计

		1995年(4~12月)				1996年				1997年				DB44 26—89 标准
		最大	最小	平均	累计	最大	最小	平均	累计	最大	最小	平均	累计	
西 区	COD _{Cr} (mg/l)	52	20	38.7		53	23	39.6		58	24	39.5		100
	BOD ₅ (mg/l)	30	20	26.5		30	18	21.4		21.5	5	15.0		30
	SS (mg/l)	29	21	24.7		27	18	21.9		21	11	16.9		70
	pH	6.2	6.0	6.04		6.3	6.0	6.0		6.8	6.0	6.4		6~9
	排水量 (万t)	5.34	2.27	3.47	31.3	2.91	2.0	2.43	29.2	6.13	3.13	4.60	55.17	
北 区	COD _{Cr} (mg/l)	—	—	—		90.2	62.3	75.9		87.6	15.2	34.7		100
	BOD ₅ (mg/l)					54.7	31.4	43.1		14	8	10.8		30
	SS (mg/l)					21	5.0	10.7		30	12	18.8		70
	pH					6.86	6.43	6.6		7.0	6.2	6.6		6~9
	排水量** (万t)	1.26	0.61	0.91	8.2*	1.84	0	1.23	14.8*	4.75	0	1.36	16.35*	—
厂 区	COD _{Cr} (mg/l)	560	233			改造前 1630	改造后 20.2	166.1		154***	39	74.8		100
	BOD ₅ (mg/l)						6			50***	13.5	25.9		30
	SS (mg/l)						20			42.8	20	31.4		70
	pH						7.22			7.2	6.0	6.85		6~9
	排水量	10.4	4.13	6.2	55.8*				55.8*	5.62	2.86	4.31	51.77	

* 按供水量 90% 计算 ** 其余复用浇灌草坪、花木 *** 设备故障

说明: DB44 26—89 标准为广东省一级排放标准, 它比国家标准更严格

表 2.1.3.4-2 工业废物产量比较

废物类型	1995年	1996年	1997年
废油	100 m ³	138 m ³	55 m ³
废调节油	—	—	—
废保温棉	10 m ³	124 m ³	80 m ³
一般工业垃圾	2900 m ³	2400 m ³	2000 m ³

2.1.3.5 环境监测与评估

1. 概述

广东大亚湾核电站环境监测工作主要依据 GNPS “环境监测大纲”进行，该大纲根据国家有关法规规定环境 γ 辐射监测的范围取 50 km，其余项目监测范围为 20 ~ 30 km，1997 年度在修改监测大纲内容时借鉴电站运行历年来开展环境监测工作反馈的经验，重点加强了对海洋环境样品的取样监测，特别是加强了在液态流出物排放量较高时段后的及时取样分析

- 1997 年度 GNPS 环境监测方案列在表 2.1.3.5-1
- 对不同监测项目采用的分析方法及仪器和方法探测下限见表 2.1.3.5-2

1997 年度 GNPS 的环境监测工作曾受到中核总专家组的行业检查。

2. 1997 环境监测结果

(1) 大亚湾核电站周围陆地环境的 γ 辐射水平

GNPS 对周围地区环境 γ 辐射水平的监测主要采取三种方式，即站设 KRS（环境 γ 辐射监测系统）7 个辐射监测站（分布在电站 10 km 范围内）的 γ 连续监测；热释光剂量计（TLD）的环境 γ 累积剂量监测；便携式 γ 剂量率仪的定期定点巡测。

A. 7 个 γ 辐射连续监测站 1997 年度工作状况良好，数据获取天数大于 95%，连续监测与定点 γ 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）附近的站位外，GNPS 周围环境中 γ 辐射水平与本底调查时相比仍在正常涨落范围内，未发现有明显变化，QT 厂房附近 γ 剂量率的升高是由于库内存入批量中放废物所致。

B. 1997 年度 38 个测点热释光累积剂量测量值范围为 45.9 $\mu\text{Cg}/\text{月}$ ~140 $\mu\text{Cg}/\text{月}$ ，与本底调查时 33.4 ~ 145 $\mu\text{Cg}/\text{月}$ 的测量值范围一致。

(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 β 测量分析，各站大气飘尘样品总 β 水平随着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， γ 谱分析月累积样未探测出归于电站运行释放的人工放射性核素，以活性炭滤芯采样 γ 谱分析放射性碘的浓度水平平均小于探测限。

(3) 淡水放射性水平

A. 雨水总 β 测量年平均值为 56.8 Bq/m^3 与本底调查时 60 Bq/m^3 的结果相当一致，雨水中氚的水平很低，最大值为 3.07 Bq/L ，全年测氚 12 次，仅 3 次高于方法探测限水平（1.2 Bq/L ）。

B. 地表水（水库水、饮用水）中总 β 放射性活度年平均值为 55.9 Bq/m^3 ，与本底调查时 63.5 Bq/m^3 的水平相当一致，氚的放射性比活度均低于探测限（1.2 Bq/L ），大亚湾附近地表水均来自降雨，地表水中总 β 和氚的比活度水平与雨水的一致性可间接证明监测结果的可靠。

C. 地下水中总 β 放射性活度平均值为 225 Bq/m^3 ，与本底调查值 169 Bq/m^3 相比无显著变化，地下水全年测氚 24 次，范围在 1.2 ~ 8.17 Bq/L 之间，年平均值为 3.86 Bq/L ，与本底调查时平均值 1.3 Bq/L 相比略有升高。但与 1996 年 1.2 ~ 6.6 Bq/L 范围一致，继续升高的趋势不明显。 γ 谱分析地下水中 ^{109}mAg ， ^{60}Co ， ^{137}Cs ， ^{54}Mn 等人工核素均低于探测限。

(4) 生物样品的放射性水平

各种生物样品如柑桔、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它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

在 50 km 范围内采集 8 个表层土壤样品, 其中放射性总 β 范围在 438 ~ 811 Bq/kg 之间, ^{137}Cs 含量的范围在 3.62 ~ 0.4 Bq/kg 之间, 平均值为 (1.64 ± 1.6) Bq/kg, 与本底调查时相应地区的水平一致。人工核素 ^{110m}Ag , ^{60}Co , ^{58}Co , ^{54}Mn , ^{124}Sb 和 ^{131}I 等均低于 γ 谱仪探测限。

(6) 海洋环境放射性水平

A. 对西大亚湾海域采集的海水样品的分析结果表明: 海水样品中人工放射性核素 ^{137}Cs 平均活度 (2.21 ± 0.3) Bq/m³, ^{90}Sr 平均活度 2.21 ± 0.5 Bq/m³, 分别与本底调查时 2.3 Bq/m³ 和 2.7 Bq/m³ 完全一致。无任何增高的趋势。其它人工核素 ^{110m}Ag , ^{60}Co , ^{58}Co , ^{54}Mn , ^{124}Sb 和 ^{131}I 等均低于 γ 谱仪探测限。 ^{40}K , ^{226}Ra , ^{235}U , ^{232}Th 等天然放射性核素比活度水平均在本底调查值涨范围内, 海水中 ^3H 的放射性水平在 1.2 ~ 5.31 Bq/L 之间。

B. 1997 年度在大亚湾水域共采集 12 个海洋沉积物样品, 其中 8 个属潮下带, 4 个属潮间带, 12 个样品中 10 个测出痕量的 ^{110m}Ag , 放射性比活度在 0.5 ~ 5.04 Bq/kg 之间, 1 个样品测出了痕量的 ^{58}Co , 比活度为 0.8 Bq/kg, 这与 1997 年 1 ~ 4 月份 ^{110m}Ag 排放量高于其它年份密切相关, ^{137}Cs 的平均活度为 (1.49 ± 0.49) Bq/kg 与本底调查平均值 1.8 Bq/kg 一致。

C. 1997 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}Ag , 17 个海藻样品中 16 个测出痕量的 ^{110m}Ag , 比活度范围在 $< 0.07 \sim 6.09$ Bq/kg 之间, 5 个软体类动物样品在 0.42 ~ 1.87 Bq/kg 之间。17 个海藻样品中 8 个测出了 ^{58}Co , 比活度仅 0.03 ~ 0.42 Bq/kg 之间, 两个甲壳类和 5 个品种 6 个海鱼样品中均未测出 ^{110m}Ag 和 ^{58}Co , 表明将藻类和珍珠贝(软体类)做为海洋生态指示生物的正确性。海藻类、软体类、甲壳类、鱼类等海洋生物样品中的 ^{137}Cs 平均比活度分别为 (0.07 ± 0.01) Bq/kg, (0.048 ± 0.01) Bq/kg, (0.08 ± 0.01) Bq/kg, (0.012 ± 0.05) Bq/kg, 与本底调查的 (0.086 ± 0.03) Bq/kg, (0.043 ± 0.03) Bq/kg, (0.064 ± 0.04) Bq/kg, (0.01 ± 0.04) Bq/kg 相比相当一致, 表明电站释放的较长寿命裂变产物 ^{137}Cs 的量极少, 未使该类放射性核素的本地水平产生明显变化。

D. 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, 故我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取样送深圳环保监测站分析的方式进行监督, 监测项目为 COD、BOD₅、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) 1997 年度环境监测结论

1997 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。

通过一年来的环境样品取样分析, 可以得出如下结论: 自 GNPS 投入商业运行以来, 继 1994 年度在核电站内东北方位的 PR1 地下水井测出过痕量氚, 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}Ag 和 ^{58}Co 后, 1997 年的监测结果表明地下水中氚活度水平没有进一步升高的趋势。海洋生物中 ^{110m}Ag 的浓度水平与排放量密切相关。

通过一年来对厂区边界 γ 辐射水平及周围环境 γ 辐射水平连续监测, 周围环境 γ 辐射累积剂量监测以及大气飘尘、陆上生物、土壤、水质等环境介质的取样分析, 结果显示: 1997 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

表 2.1.3.5-1 1997 年度 GNPS 正常运行期间环境放射性监测方案

监测介质		频度	采样 点数	采样数 (年)	分析样 品数/年	采 样 点	监测分析项目		
陆	空	辐射量率	连续	3		AS1, AS2, AS3	正常运行工况下 γ 辐射连续监测以及 事故工况下 γ 辐射连续监测和报警		
			4		BS1, BS2, BS3, BS4				
	气	累积照射量	季	34	136	136	电站周围 50 km(厂区边界 9 点)	ILD	
		环境 γ	季	40	160	160	电站周围 50 km	γ 辐射空气吸收剂量率	
		环境 γ	月	12	144	144	厂区定点测量	γ 辐射空气吸收剂量率	
		气溶胶	日	3	1095	1095	AS1, AS2, AS3	总 β (总 β 偏高时, 测 γ 谱)	
		气溶胶	月	3	36	36	AS1, AS2, AS3	30 片测 γ 谱	
		空气中碘	月	3	36	36	AS1, AS2, AS3	γ 谱	
		地	雨水	月	2	24	76	AS1, EM	总 β , ^3H , ^{40}K 4, 8 二个月测 γ 谱及 ^{90}Sr
	地表水		季	3	12	38	大坑水库、打马场水库、枫木 流水库	总 β , ^3H , ^{40}K (7 月份做 γ 谱及 ^{90}Sr 分 析)	
	饮用水		季	2	8	24	厂区、水头	总 β , ^3H , ^{40}K	
	地下水		月	3	36	110	A#, P5, PR1	总 β , ^3H , ^{40}K (3, 9 月份做 γ 谱及 ^{90}Sr 分析)	
	生	土壤	半年	5	10	20	大坑水库、鹏城果园、对照点	总 β , γ 谱	
		沉积物	半年	1	2	4	大坑水库	总 β , γ 谱	
	态	水果	柑桔	收获期	2	2	4	鹏城、坪山※、对照点	总 β , ^{40}K , γ 谱
			荔枝	收获期	2	2	4	鹏城、对照点	总 β , ^{40}K , γ 谱
		植	叶菜	年	3	3	9	鹏城、葵涌※、对照点	总 β , ^{40}K , γ 谱
			萝卜☆	年	3	3	9	鹏城、葵涌※、对照点	总 β , ^{40}K , γ 谱
			大米☆	年	1	1	3	鹏城	总 β , ^{40}K , γ 谱
物		现场草	年	1	1	4	厂区	总 β , ^{40}K , γ 谱, ^{90}Sr	
动物		鸡	年	1	1	3	鹏城	总 β , ^{40}K , γ 谱	
	淡水鱼	年	1	1	3	鹏城	总 β , ^{40}K , γ 谱		
指示生物(马尾松)	半年	1	2	8	西门山上	总 β , ^{40}K , ^{90}Sr , γ 谱			
海	水	海水	4 个月	3	9	36	S4, S5, S29	总 β , ^{40}K , γ 谱, ^3H (4 月及 10 月都做 ^{90}Sr)	
				4	12	12	SW4, SW9, SW11, SW12		^3H
			季	2	8	32	进口水、出口水	CoD, BoD, 氨氮, 石油类, pH, 悬浮物	
	排放	过滤海水	日	1	365	365	EC-D	总 β	
		过滤海水	周	1	52	52	EC-D	^3H	
	海洋沉	积物	潮间带	半年	2	4	12	SB3, SB6	总 β , ^{40}K , γ 谱
		潮下带	年	5	5	15	SW2, SW4, SW12, SW13, SW18	总 β , γ 谱(SW12 做 ^{90}Sr)	
	态	甲壳	宽突赤虾	半年	1	2	6	西大亚湾	总 β , ^{40}K , γ 谱
				年	1	1	3	南澳(对照点)	总 β , ^{40}K , γ 谱
		墨鱼	半年	1	2	6	东山养殖场	总 β , ^{40}K , γ 谱	
软体		东风螺	半年	1	2	6	东山养殖场	总 β , ^{40}K , γ 谱	

续表

监测介质		频度	采样 点数	采样数 (年)	分析样 品数/年	采 样 点	监测分析项目	
海洋生态	鱼	沙丁鱼	半年	1	2	6	西大亚湾	总 β , ^{40}K , γ 谱
		带 鱼	半年	1	2	6	西大亚湾	总 β , ^{40}K , γ 谱
		长棘鲷	年	1	1	3	西大亚湾	总 β , ^{40}K , γ 谱
	海藻	马尾藻	年	3	3	10	专家村、材料码头、东山	总 β , ^{40}K , γ 谱(材料码头做 ^{90}Sr)
	指示生物(珍珠贝)	半年	1	1	8	东山养殖场	总 β , ^{40}K , ^{90}Sr , γ 谱	
气象参数		连续	1			EC-B	风向、风速、降雨量、相对湿度、大气压、温度、大气稳定度	
总 计								

注: 1. 表中 ^{40}K 分析全部为原子吸收;

2. 地表水取样时间为1月、4月、7月、10月。

表 2.1.3.5-2 环境辐射与放射性样品测量方法装置及探测下限

项 目	分析测量方法	测定装置	化学回收率%	探测效率 cpm/dpm	测量时间 (min)	仪器本底 (cpm)	样品用量	探测下限	
γ 吸收剂量	连续测量	γ 辐射连续监测仪, 远程			连续			量程 $1.0\text{E}-8 \sim 1\text{G}/\text{h}$	
	瞬时测量	γ 辐射监测仪站 LB133 手提式 γ 剂量率仪			瞬时				
累积剂量	TLD 元件: LiF, CaF ₂	HAR-SHAW4400			—	—		0.5 mrad	
水中氚	蒸馏法制样, 测量用 hisafe III 闪烁液	Quantulus 1220 超低本底液闪烁仪		0.23	1420	0.77		1.2 Bq/L	
总 β	气溶胶	用 $\phi 50\text{mm}$ 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	0.46	100	1.3	空气样 144m ³	$1.7\text{E}-4\text{Bq}/\text{m}^3$	
	生物	灰化法, β 测量		0.25	120		灰样 3g	14.0 Bq/kg 灰	
	土壤	烘干、筛选法, β 测量		0.14	120		土样 6 g	12.0 Bq/kg f	
	淡水	蒸发法, β 测量		0.45	120		水样 1 L	23.0 Bq/m ³	
	海水	铁明矾-氟化钡沉淀法, β 测量		0.42	120		海水样 3 L	8.2 Bq/m ³	
	排放渠水	蒸发法, β 测量		0.25	100		海水样 100ml	4.3E-2 Bq/m ³	
	^{90}Sr	生物		发烟硝酸法, β 测量	LB770/51PC 10路低本底 α/β 测量仪		75	0.38	1440
土壤		量	70	0.38		1440	0.5	土样 200 g	$3.3\text{E}-2\text{Bq}/\text{kg}$ f
淡水		(GB 11222.1-89)	85	0.38		1440	0.5	水样 10 L	$5.5\text{E}-1\text{Bq}/\text{m}^3$
海水			65	0.38		1440	0.5	海水样 5 L	1.46 Bq/m ³

续表

项 目	分析测量方法	测定装置	化学回收率 α (%)	探测效率 (%)	测量时间 (min)	仪器本底 (cpm)	样品用量	探测下限
^{40}K	水	火焰原子吸收法					水样	$6.2\text{E}-3\text{Bq/L}$
	生物	原子吸收谱仪					灰样 0.3 g	$2.6\text{E}-1\text{Bq/g}$ 灰
γ 谱	气溶胶	直接测定空气滤膜 γ 谱					空气样 4320 m ³	$5.3\text{E}-6\text{Bq/m}^3$ ^{137}Cs
	碘	用 $\phi 50\text{ mm}$ 的活性炭盒采样器抽取空气样					432 m ³	$7.4\text{E}-5\text{Bq/m}^3$ ^{131}I
	生物	灰化法, γ 谱测量					灰样 20 g	$6.4\text{E}-3\text{Bq/kg}$ ^{137}Cs $5\text{E}-3\text{Bq/kg}$ ^{109}Ag $3\text{E}-3\text{Bq/kg}$ ^{58}Co
	土壤	直接测定细干土 γ 谱				80000 s	土样 200 g	0.5Bq/kg ^{137}Cs 0.5Bq/kg ^{109}Ag 0.4Bq/kg ^{58}Co
	淡水	蒸发法, γ 谱测量					水样 20 L	3Bq/m^3 ^{137}Cs 3Bq/m^3 ^{109}Ag 3Bq/m^3 ^{58}Co
	海水	亚铁氰化钴钾沉淀法 γ 谱测量					海水样 100 L	$5.0\text{E}-1\text{Bq/m}^3$ ^{137}Cs 0.5Bq/m^3 ^{109}Ag 0.3Bq/m^3 ^{58}Co

水、海洋生物及海洋沉积物的监测,结果显示:1997年度 CNPS 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,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 中所预期的水平。

2.1.4 物资消耗

2.1.4.1 燃耗与核材料衡算管理

1. 大亚湾核电站 1、2 号机组第四循环燃耗

(1) 1 号机组第四循环

1 号机组第四循环堆芯于 1997 年 4 月 15 日至 20 日装料,共计装入 157 组燃料组件(图 2.1.4.1-3),由富集度为 1.8% 的 12 组(参加第一循环的组件见表 2.1.4.1-1 中第 1 区)、3.1% 的 5 组(参加第一、二循环的 1 组和第三循环的 4 组,见表中第 3 区和第 5B 区)、3.2% 的 140 组(参加第二、三循环的 52 组和第三循环的 44 组以及新燃料组件 44 组,分别列于表中第 4、5A 和 6 区)组成。1 号机组于 1997 年 5 月 7 日临界,5 月 10 日并网,至 1998

年1月24日停堆,2月2日至4日从堆芯卸料,共计运行232.71有效满功率天(EFPD)。第四循环燃耗长度为9354.2MWd/tU,全堆芯组件平均燃耗为20174MWd/tU,组件中最大累计燃耗为33278MWd/tU(富集度为3.2%、堆芯G9的FX0R2Z),组件中最小累计燃耗为6331MWd/tU(富集度为3.2%、堆芯A9的YQ00E3)。第四循环堆芯所装燃料组件的富集度、组件数及燃耗等见表2.1.4.1-1。

表2.1.4.1-1 1号机组第四循环堆芯组件富集度、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	12	1	21 084	第一和四
3.1	1992.11.13 ~ 11.27	1993.05.28 ~ 06.01	1	3	30 245	第一、二和四
3.2	1994.08.10 ~ 08.13	1995.01.25 ~ 01.29	52	4	30 399	第二、三和四
3.2	1996.01.12 ~ 01.14	1996.05.01 ~ 05.05	44	5A	19 788	第三、四
3.1	1992.11.13 ~ 11.27	1996.05.01 ~ 05.05	4	5B	21 572	第三、四
3.2	1996.12.09 ~ 12.12	1997.04.15 ~ 04.20	44	6	7 873	第四、新组件
全堆芯			157		20 174	

*: 分区见图2.1.4.1-3

(2) 2号机组第四循环

2号机组第四循环堆芯1997年1月25日至28日装料,装入157组燃料组件(图2.1.4.1-4)它由富集度为1.8%的17组(参加第一循环的组件见表2.1.4.1-2中第1区)、3.2%的140组(参加第二、三循环的48组见表中第4区,第三循环的40组见表中第5区,以及新燃料组件52组见表中第6区)组成。2号机组于1997年2月18日临界,2月24日并网。至1997年11月22日停堆,12月1日从堆芯卸料,共计运行253.08有效满功率天(EFPD)。第四循环燃耗长度为10148.8MWd/tU,全堆芯组件平均燃耗为19318MWd/tU,组件中最大累计燃耗为31249MWd/tU(富集度为3.2%、堆芯J13、YQ00A6),组件中最小累计燃耗为6693MWd/tU(富集度为3.2%、堆芯R7、YQ00B9)。第四循环堆芯所装燃料组件的富集度、组件及燃耗等见表2.1.4.1-2。

表2.1.4.1-2 2号机组第四循环堆芯燃料组件富集度、组件数及燃耗

富集度 %	进料日期	首次装堆日期	组件数 (组)	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	17	1	22 924	第一和四
3.2	1995.02.07 ~ 02.09	1995.04.23 ~ 04.27	48	4	29 098	第二、三和四
3.2	1995.09.27 ~ 09.29	1996.02.02 ~ 02.08	40	5	19 456	第三、四
3.2	1996.10.11 ~ 10.14	1997.01.25 ~ 01.28	52	6	9 005	第四(新组件)
全堆芯			157		19 318	

*: 分区见图2.1.4.1-4

2. 燃耗曲线

1号机组第四循环燃耗曲线如图 2.1.4.1-1 所示。2号机组第四循环燃耗曲线见图 2.1.4.1-2。

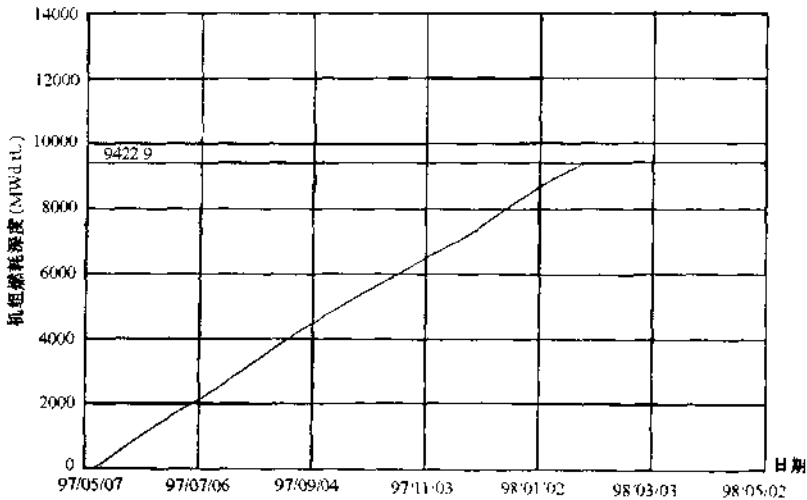


图 2.1.4.1-1 1号机组第四循环燃耗深度 (报告日期 1998 年 1 月 29 日)

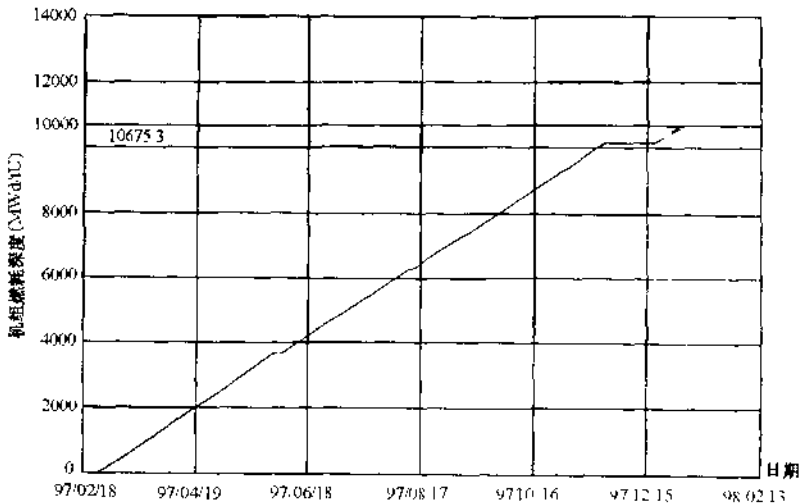


图 2.1.4.1-2 2号机组第四循环燃耗深度 (报告日期 1997 年 12 月 18 日)

3. 堆芯布置

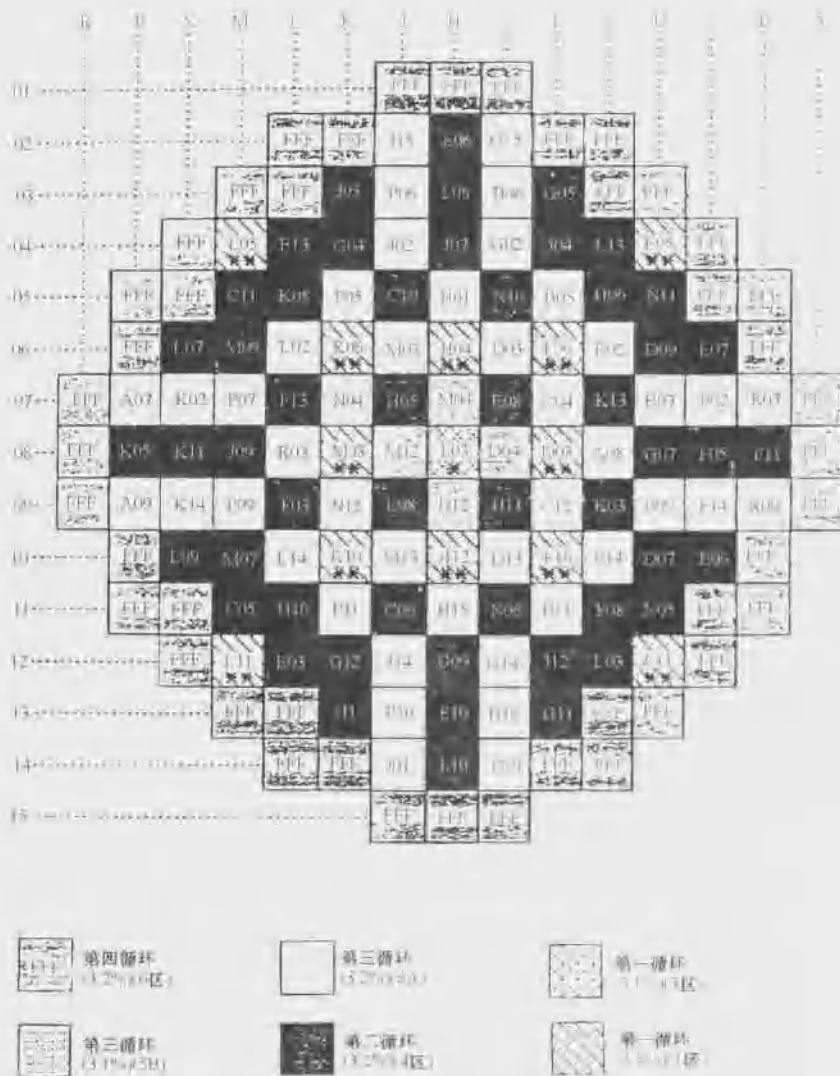
大亚湾核电站 1、2号机组第四循环堆芯布置分别见图 2.1.4.1-3 和图 2.1.4.1-4, 控制棒束组件布置同第二、三循环, 共 53 组 (其中 41 组为黑棒 12 组为灰棒) 控制棒束组件。

4. 核材料衡算管理活动

(1) 核材料帐目管理与核对会议

为了进一步加强核材料帐目管理, 提高核材料帐目报表填制的规范和核材料帐目数据的

准确性、完整性，加强国家原子能机构核材料管制办公室（核管办）与持有单位帐目管理人员的业务联系，核管办于1997年2月24日至3月1日在北京召开核材料帐目管理与核对会议。



(第X循环：表示组件首次装入堆芯时的循环数)

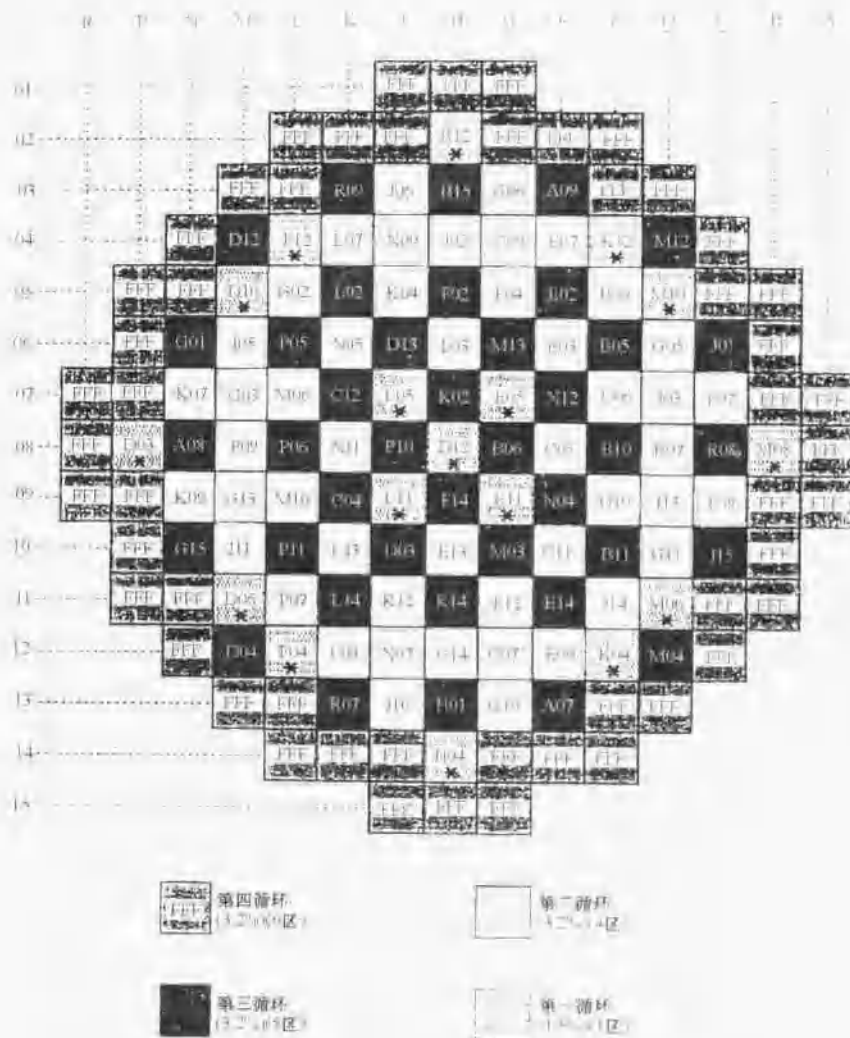
图中标号：组件在第三循环堆芯中的位置

HT：表示新燃料组件

•：组件在第一循环堆芯中的位置

••：组件在第二循环堆芯中的位置

图2.1.4.1-3 十号机组第四循环堆芯装载图



(第X循环: 表示组件首次装入堆芯时的循环数)

图中标号: 组件在第三循环堆芯中的位置

FF: 表示新燃料组件

+ : 组件在第一循环堆芯中的位置

图 2.1.4.1-4 2号机组第四循环堆芯装载图

(2) 全国第五次核材料管制工作会议

1997年7月23日至26日在中国核工业总公司二〇二厂召开全国第五次核材料管制工作会议。旨在进一步宣传贯彻军用核材料管制工作的经验,更好地管住、管好核材料,确保核材料的安全。我公司由大亚湾公安分局局长邢家宝代表公司领导参加了会议。

(3) 核材料管制工作例行检查

根据《中华人民共和国材料管制条例》(简称《条例》)和《中华人民共和国材料管制条例实施细则》(简称《细则》),国家原子能机构核材料管制办公室和国家核安全局联合组成

的核材料管制例行检查工作组 11 人于 12 月 14 日到达大亚湾,并于 15 日至 17 日对我公司的核材料管制工作实施一年一度的例行检查。

15 日上午,召开了检查前会议,检查组宣布了例行检查的依据、目的和安排,并简要介绍了核材料管制工作的形势及本次检查的具体内容和要求,生产部濮继龙经理在会上强调了管住管好核材料的重要性,要求各有关部门和人员一定要配合和协助检查组做好这次例行检查工作,生产部就大亚湾核电站的核材料管制、衡算和实物保护工作进行了汇报。生产部技术支持处、维修处、综管处和安全执照处有关领导和人员参加了会议。生产部副经理林贵清和大亚湾公安分局副局长李超杰也参加了检查后会议。

检查组对大亚湾核电站的核材料管制工作的下列内容进行了文件及现场重点检查:

- 核材料衡算记录、帐目和报表;
- 核材料实物盘存;
- 核材料管制工作的内部管理;
- 重要部位核材料实物保护工作的实施情况。

检查组认为广东核电合营有限公司大亚湾核电站的核材料记录、帐目和报表系统完整、正确,核材料衡算工作的人员积极努力、认真负责;核材料实物盘存程序、方法和频度符合要求,所查物项帐物相符;核材料内部管理批准手续严格,规章制度健全,措施有效。核材料实物保护领导重视,技防设备齐全、技术国内领先,人防力量强,人防、技防措施得力,这些成绩的取得,都是公司各级领导和管理工作人员对核材料管制工作的高度重视及辛勤劳动的结果。检查组希望进一步加强对《条例》和《细则》的学习、贯彻和落实,把管制工作提高到一个新的水平。

(4) 大亚湾核电站核材料管理操作活动

a. 第三次换料的核材料操作活动列于表 2.1.4.1-3

表 2.1.4.1-3 大亚湾核电站第三次换料(第四循环)核材料操作日程表

机组	进料日期 (R03)	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
1	1996.12.09 ~ 12.12	48	1997.04.15 ~ 04.20	1997.04.10	1997.04.20	1998.02.02 ~ 02.04
2	1996.10.11 ~ 10.14	48	1997.01.25 ~ 01.28	1997.01.23	1997.01.28	1997.12.01 ~ 12.04

对燃料厂房和反应堆厂房的实物盘存表明,没有核材料的不平衡差,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。

b. 第四次换料(第五循环)组件的接收

1997 年 11 月 17 日至 20 日 接收宜宾核燃料元件厂生产的 1 号机组第四次换料用组件共 56 组。

1997 年 10 月 2 日至 4 日 接收宜宾核燃料元件厂生产的 2 号机组第四次换料用组件共 56 组。

(5) 核材料衡算报表

大亚湾核电站的核材料衡算报表是用核材料衡算全国通用软件《HCL》完成的,已按规定向核材料管制办公室提交了 1997 年核材料交接统计报表、季度报表和软盘,应用《核材料衡算数据库管理软件系统》对核材料衡算记录和组件历史进行管理。

2.1.4.2 水库淡水储量及除盐水生产

1. 水库淡水储量

1997年,大坑水库维护着整个一核的生产用水,一、二核现场及施工人员的生活用水。同年6月岭澳水库开始蓄水,并将成为核电淡水资源的重要组成部分。

大坑水库的储水量完全取决于降雨及消耗量,机组商业运行以来,生产用水保持一个相对稳定的水平。为了保证机组的正常运行,必须根据气候特点,降雨分布来控制生活用水,保持足够库容,这已成为核电淡水管理的基本特点。图2.1.4.2-1为降雨量和库量情况。

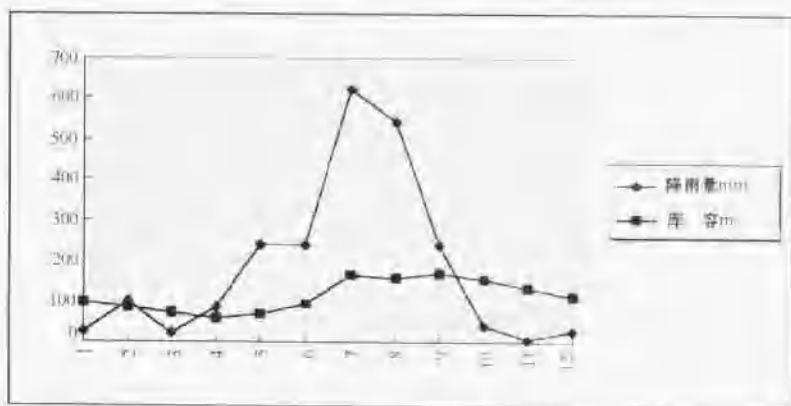


图 2.1.4.2-1 全年降雨量和库量情况

1997年大坑水库总计供水 311 万 m^3 , 其中生产用水 57 万 m^3 , 余下的 254 万 m^3 是现场生活用水。全年用水情况以图 2.1.4.2-2 表示。

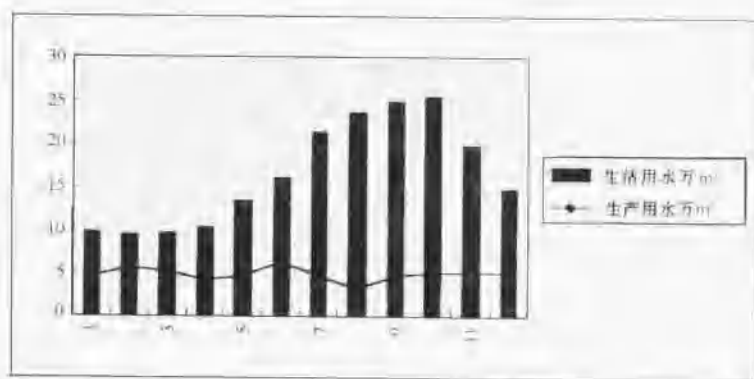


图 2.1.4.2-2 全年用水情况

从以上数据可以看到,1997年淡水情况有三个特点:生活用水因为现场人员增加而上升;水库储水量由于10月份以后降雨量少而降低。为此11月份起实施了合理、严格的节水措施。

2. 除盐水生产

1997年除盐水生产系统 SDA 共处理生水 56 万 m^3 , 值得关注的是,一回路补给水 (SED) 及二回路补给水 (SER) 产量分别为 4.2 万 m^3 和 16 万 m^3 , 比去年下降 28.4%。

15.8%，而 SED 中较大的一部分是供 1、2ATE 系统使用的，这也说明，机组处于良好的运行状态，厂用生活水 SEP 也比去年少用 3 万 m^3 ，都呈下降趋势。

表 2.1.4.2-1 制水车间水的生产量和消耗量 (m^3 /月)

月份	生水	排 放	除盐水制水量			SEP	SER	SED
		生水排放率%	1 列	2 列	总 量	生活用水		
1	46809	0.00%	6536	7379	13915	27334	8721	5194
2	52864	0.00%	13202	16320	29522	17756	27349	2173
3	47199	0.00%	9178	7812	16990	24564	14550	2440
4	40569	0.00%	6526	7477	14003	21898	11226	2777
5	43818	0.00%	9760	9487	19247	20282	16861	2566
6	60204	0.00%	9844	9783	19627	35730	15760	3867
7	46044	0.00%	5494	6411	11905	25221	8885	3020
8	30698	0.00%	8374	7947	16321	8309	13341	2980
9	46085	0.00%	8000	7680	156800	21494	13329	2351
10	41416	0.00%	7935	6844	14779	11687	8977	5802
11	50544	0.00%	6997	9522	16519	18473	12188	4331
12	50711	0.00%	6320	7006	13326	25162	9307	4019
总 计	556961	0.00%	98166	103668	201834	257909.5	160494	41520

2.1.4.3 化学试剂的评价与使用

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、氨水、联氨、液氨、盐酸、氢氧化钠、次氯酸钠、三氯化铁及磷酸三钠。

1997 年度上述试剂的用量见表 2.1.4.3-1。

表 2.1.4.3-1 1997 年大宗化学试剂用量

硼 酸 (t)	9	氨 水 (t)	6.7
氢氧化锂 (kg)	7.0	液 氨 (t)	8.4
盐 酸 (t)	449	联 氨 (t)	10.5
30% 氢氧化钠 (t)	162	次氯酸钠 (t)	557
50% 氢氧化钠 (t)	188	磷酸三钠 (t)	1.5
三氯化铁 (t)	55.5		

1. 硼酸和氢氧化锂

随着生产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呈下降趋势。硼酸可以经回收系统重复利用，1997 年没有出现大的一回路冷却剂泄漏事件，硼酸主要用来补充随废液排放而损失的量，另外，机组退到冷停堆状态的次数少，氢氧化锂用量大大降低。

2. 氨水、液氨、联氨

作为二回路碱化剂的氨水，1997 年度用量大幅下降，其主要原因是凝结水精处理系统 (ATE) 投入运行后，SIR 加氨系统的作用被取代，ATE 系统使用的是液氨，二种氨换算成往年的氨水，总消耗量比 1996 年增加 57%，增大的原因是 ATE 系统采用的是氯化运行，随着 ATE 系统处理冷凝水量的增加，氨的用量将持续上升。

联氨用于二回路除氧，二回路保持一定量的联氨，以维持除氧效果，联氨耗量的波动反映出 SIR 加药系统及二回路水化学控制的状况。

3. 盐酸和氢氧化钠

二者应用于 SDA 系统和 ATE 系统树脂的再生及再生废液的中和。50% 的烧碱用于再生，30% 氢氧化钠用于中和。1997 年度 ATE 系统的调试及试运行，使得再生频度增大，导致酸碱消耗量增大很多，而 ATE 用水量的上升也使除盐水生产系列启动频繁，SDA 系统的用量也因此加大，而且有继续上升趋势。

4. 次氯酸钠

去年的用量较大。两个用户中的 SDA 系统的用量保持稳定，而制氯站的运行不正常，导致用量加大。

5. 三氯化铁

三氯化铁已连续 3 年稳定在 SDA 系统每生产万吨除盐水消耗 1 吨试剂的水平。

6. 磷酸三钠

1997 年各冷却水系统 (RRI、DEG、SRI) 排水、换水、泄漏率下降，因此磷酸三钠的用量也相应大幅降低，另一个侧面反映出冷却水系统的运行质量上升。

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。

2.1.4.4 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）或机组因故与主电网解列时，它经两台 220 kV/6.6 kV 辅助变压器（ $2 \times 32\,000$ kVA）向机组的安全辅助设施供电；另外它还在核电站厂区经“T”接的 220 kV/10 kV 变压器（18 000 kVA）向核电站厂区内部分办公和生活设施供电。这两部分用电构成了大亚湾核电站的外购电量。

深圳供电局按高需求涉外类用户向核电站供电，综合电价由基本容量电费和电量电费组成。基本容量电费每月为：计费容量的 5 000 kVA 按 22.00 元/kVA 计收，5 000 kVA 以上部分按 25.00 元/kVA 计收；从 1997 年 1 月 1 日起，深圳市政府对外商投资企业实施国民统一待遇，电量电费标准从 1996 年的 0.89 元/kW·h 下调至 0.79 元/kW·h，最低计收电量按每月每 kVA 最少用电 40 kW·h 计算，实际用电量低于此数时，按此最低计收电量收费。根据上述计费方法，核电站月用电量，综合电价低，反之则高。

1996 年 11 月 22 日核电生活区负荷的一条 10 kV 线路靠近母线处发生短路故障，使“T”接到 220 kV 水-核线上的 20 000 kVA 变压器低压线圈受冲击变形，变压器退出运行进行大修。此情况对核电站生活区用电影响较大，要由机组厂用电备用回路供电，其用电可靠性受机组开/停机方式影响。该变压器大修后容量降至 18 000 kVA，于 1997 年 4 月底恢复运行。表 2.1.4.4-1 为核电站 1997 年外购电情况统计。

表 2.1.4.4-1 1997 年核电站外购电情况统计

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	1 848 000	1 924 920.00	1.04
2 月	732 230	1 043 461.70	1.43
3 月	1 188 000	1 403 520.00	1.18
4 月	1 056 000	1 299 240.00	1.23
5 月	1 755 600	1 986 924.00	1.13

续表

月 份	外购电量 (kW·h)	支付电费 (人民币: 元)	综合电价 (元/kW·h)
6 月	1 504 800	1 788 792.00	1.19
7 月	1 630 200	1 887 858.00	1.16
8 月	1 630 200	1 887 858.00	1.16
9 月	1 881 000	2 085 990.00	1.11
10 月	1 584 000	1 851 360.00	1.17
11 月	1 320 000	1 642 800.00	1.24
12 月	3 168 000	3 102 720.00	0.98
全年合计	19 298 030	21 905 443.70	1.14

2.1.5 工程及电站改造项目

2.1.5.1 电站改造项目管理

1. 改造项目管理程序的完善

1994、1995 年陆续批准实施的 ENG/800 系列改造项目管理及执行程序, 在改造项目的规范化管理、电站安全、质量控制等方面发挥了重要作用。同时这些程序自身在改造实践中又不断得到检验。根据内部和外部的经验反馈, 特别是随着工程设计自主化程度的逐步提高, 程序的完善工作日益迫切, 为此对改造管理的有关程序也在不断进行修改升级与补充。

2. 改造项目完成情况及分析

1997 年度共完成 0、1、9 号机组上的改造项目 46 项, 2 号机组上的改造项目 41 项, 详见 4.1.7 节中的改造项目清单。

完成的改造项目中 70% 以上是为了方便运行、维修, 弥补现场系统设备巡视、维护的不足。典型的如在主控室增设了若干个报警信号; 其次, 完成的项目中绝大部分属于纠正性、消缺性改造, 即问题、事件发生后的改造。这些改造主要源于电站内部经验、事件的反馈。从某种意义上说, 这些改造属于被动的“亡羊补牢”式的技术手段。今后应提高利用外部经验反馈的比例, 提出并组织实施系列预见性的改造项目, 实现电站在安全、可靠、经济性方面真正意义上的升级改造。最后值得引起关注的是, 随着部分设备、仪器、仪表原制造商经营状况、范围的变化 (如倒闭、转产、产品升级等) 以及电站原库存备件的消耗, 寻求替代产品的工作占未来改造项目的比例将逐渐上升。

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有关规定, 大亚湾核电站核岛 (核反应堆部分) 1、2 号机组的保证期结束时间分别为 1995 年 7 月 22 日和 1995 年 6 月 10 日, 常规岛 (汽轮机部分) 1、2 号机组的保证期结束时间分别为 1995 年 11 月 7 日和 1996 年 5 月 7 日。保证期结束时如果机组设备系统上不存在影响其正常安全运行的重大技术问题, 业主和承包方将共同签署最终验收证书 FAC (Final Acceptance Certificate), 作为原供货合同履行结束的标志。对机组设备系统上仍存在的较小且不影响性能和运行的缺陷, 可作为保留项提出, 要求承包商在保证期结束后继续跟踪解决。

核岛 FAC 保留项共计 103 项, 到 1997 年底, 共关闭了 92 项, 剩余 11 项, 比较突出的

问题有 DVN/DVK/DVL 部分风管外壁结露、GCT 排放阀内漏、棒控系统 R1 棒闭锁、KIR 蒸发器松动件监测问题等。

1997 年常规岛共有 FAC 项目 137 项，本年度关闭 106 项，尚未关闭 31 项。尚未关闭项目中，涉及文件、系统设计、设备制造缺陷等方面。

其中部分项目现场已实施，还有待进一步验证。

2.1.5.3 不符合项管理

1. 不符合项管理现状

在以往工作的基础上，1997 年度的不符合项管理继续总结经验，不断改进和完善，管理程序化和规范化得到加强。与 1996 年相比，1997 年在以下几个方面有明显的改进：

(1) 在确保对不符合项进行有效控制、跟踪和记录的前提下，修订不符合项管理程序，以简化管理过程，提高效率。此项工作已近尾声。作为临时措施，提出并采用了第四次大修期间不符合项报告的表格和处理流程，使得大修期间不符合项报告处理更加快捷、有效。

(2) 针对机构、人员变动较大和新员工较多的情况，多次举办培训班，对电站有关人员进行培训，进一步理顺了各部门的职责、功能和相互关系。

(3) 实现了不符合项管理数据库的汉字化，在向电站和公司的核安全委员会提交的报告中增入了将质量安全相关的（QSR）不符合项按照影响核安全、机组可用率和生产成本的权重因子评估得分来划分优先等级的内容，主次分明、叙述清晰。

(4) 把不符合项的统计数据按周、月、季、年上报有关部门和管理层。积极推动相关工作，使不符合项报告的内容和状态更为完整、准确和具有可操作性。

2. 不符合项分类统计

截至 1997 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

分 类 发出部门	发出数量	质 量 等 级			状 态			
		QSR	QR	NQR	打 开	有 条 件 释 放	工 作 结 束	关 闭
OPM/ME	121	40	78	3	8	10	4	99
OPM/MI	419	106	198	115	12	2	0	405
OPM/MM	294	121	168	5	6	8	10	270
OPM/MS	5	3	2	0	0	0	0	5
OPO	29	1	28	0	1	0	0	28
OPT	9	7	2	0	1	0	0	8
OTS	53	23	25	5	2	5	1	45
OPH	4	1	3	0	0	0	0	4
总 计	934	302	504	128	30	25	15	864
比 1996 年 末	+40	+18	+20	+2	-33	+6	-8	+75

3. 不符合项处理情况

(1) 大修不符合项处理

1997 年期间先后完成了两台机组的第三次大修，目前 2 号机组第四次大修正在进行。关于这三次大修中处理的不符合项情况统计如表 2.1.5.3-2 所示。

(2) 重大不符合项处理简述

a. 初励开关拒动/动作时间超标 (NCR 297020A)

表 2.1.5.3-2 大修中处理的不符合项统计

分 类		2号机组 第三次大修	1号机组 第三次大修	2号机组* 第四次大修
质量 等级	质量安全相关	18	14	14
	质量相关	24	22	14
处理 方案	修 理	10	15	9
	改 造	14	11	2
	更 换	8	2	3
	返 工	0	2	0
	照 用	10	6	14
专业	电 气	12	8	7
	仪 表	6	4	2
	机 械	24	24	19
状态	关 闭	5	16	5
	工作结束	18	7	6
	有条件释放	8	9	9
	打 开	11	4	8
共计项数		42	36	28

* 2号机组第四次大修正在进行, 统计数据为截至1997年12月31日的状态。

1997年4月17日, 对初励开关2LHP971JA的动作时间试验发现拒动和动作时间超出厂家规定的标准。后经调整该开关的转动轴间隙后, 其动作/返回时间符合要求。初步分析问题出在转动轴间隙上, 故决定在继续监视该开关动作时间变化趋势/转动轴间隙的条件下继续投运, 并联系厂家分析原因, 寻求最终措施。最后结论为971JA初励开关型号CBC200不合理, 致使动作时间经常超标, 且有时会出现拒动。按厂家建议将1/2号机组LHP/LHQ的971JA初励开关全部更换成新的型号LC1F225。经过试验和两个月以上的跟踪监视, 开关动作稳定, 动作时间符合规定, 无拒动现象, 不符合项在完成文件工作之后即可关闭。

b. 1APG001RF热交换器传热管泄漏 (NCR 196085A)

运行中发现1RRI001BA水位和水温上升, 查出1APG001RF热交换器5根传热管泄漏, 随后实施堵管。为了查出传热管泄漏的原因, 于1号机组第三次大修期间对1APG001RF进行了涡流检测, 发现传热管泄漏部位在热端管板区, 在胀管时使传热管壁厚减薄, 且导致局部应力集中。在对未发现泄漏的全部118根传热管的涡流检测发现许多胀管区过胀、欠胀现象严重, 但未见可记录的缺陷, 可以投运并建议每隔一年对1/2号机组的APG001RF实施涡流检测以跟踪监督胀管区新的裂纹的产生与发展。2号机组第四次大修对2APG002RF热交换器将按此计划检测。此后将把这一工作要求写入在役检查大纲 (ISI) 作为固定措施。NCR196085A 将可关闭。

c. 一回路阻尼器卡死 (NCR197018A; 297005A/B)

1号机组第三次大修期间进行阻尼器定期试验时, 发现主蒸汽安全阀下方的2个机械阻尼器卡死。该组阻尼器的作用是, 当主蒸汽安全阀动作时, 保护管道, 避免管道在突发载荷作用下受损导致一回路冷却剂泄漏的事故。若阻尼器卡死, 不仅不能发挥这一作用, 且可能

比无阻尼器条件下更易造成管线损伤。采取的措施是扩大检查范围，试验相同型号的阻尼器2个；对试验不合格的阻尼器送回法国厂家修理后已装回现场，不符合项（NCR197018A）已关闭。对于阻尼器出现的问题，以往也曾发生过，如此前2号机组第三次大修阻尼器试验中曾发现1个机械阻尼器压缩阻力值超限（已用备件更换装上使用），NCR197005A/B已关闭。电站借鉴法国、南非、美国经验，将逐步实施阻尼器减少计划，并决定用性能、服务、交货期、价格等条件均占优的德国 Liseqa 液压阻尼器替代原法国机械阻尼器。

d. 主汽轮机低压缸转子振动频率偏低（NCR97004A）

2号机组第三次大修中对主汽轮机3号低压缸转子第三级节经数 $m=6$ 的频率测量结果表明，其静频稍低于供应商 GECA 提供的限值。由于第二次大修中更改过该组叶片围带连接片，经过近一年运行，静频低于限值是一个应予重视的现象。随后的1号机组第三次大修对同样3号低压缸以及2号机组第四次大修对2号低压缸转子第三级频率测量结果均偏低。目前，按 GECA 的答复认为可以照常运行，但此问题应给以继续重视和跟踪。按每次换料大修轮流开一个低压缸的安排来看，逐缸测频还要沿续较长时间。

e. APA 电动给水泵压力级泵压环，叶轮问题（NCR X97003A；197021A）

2号机组 APA 电动泵自1996年8月起振动加大，第三次换料大修期间，对两台机组的 APA 电动泵进行运行以来的（3年一次）首次解体检查发现，驱动端的压紧环和护环松脱和非驱动端压紧环和护环缺失（没有安装），造成叶轮磨损。对此，最后决定更换 2APA002PO 的整个转子，在1号机组 1APA002PO 更换叶轮及安装合格的压紧环、护环等。用于更换的叶轮备件又因直径超差，通过车削、刮研等加工合格后安装。（NCR197021A 已关闭），保持 NCR X97003A “有条件释放”以跟踪观察，第六次换料大修期间将再作解体检查。

f. 汽水分离再热器内衬板裂纹（NCR 19015A）

1号机组第三次换料大修期间检查发现两台汽水分离再热器的壳体不锈钢防冲蚀内衬板有多处裂纹并有局部脱落情况。经分析，其主要原因是高速蒸汽紊流及防地震支架较平坦的表面造成的局部蒸汽流扰动使内衬板受激振动过大。遂决定先更换全部有裂纹/脱落的内衬板，并对 A、B 区内衬板进行加强处理，增加了加强板，另外在防地震支架上加装导流板，目的是改善蒸汽局部流场，增大内衬板刚性，减少振动。第四次换料大修中还将对两个机组各两台汽水分离再热器内衬板进行进一步改善，主要包括：（1）缩小 A、B 区内衬板的跨距；（2）加大内衬板的厚度；（3）改进内衬板形状及安装方式。

g. KCO 倒电继电器故障及处理（NCR 196084A）

LGC 从 TC 切换到 TA 或 TB 供电的倒电操作时曾多次发生切换不成功的情况。检查分析发现其原因是 KCO 控制柜内 LGC204XR 继电器上用于 IGC102JA 合闸的触点接触电阻过大。这是由于该触点材质为银。长时间运行后，其表面产生氧化膜，导致接触电阻增大。经研究并咨询 GECA 及原厂家后决定改用新型继电器。其触点材质为钨铜合金，具有优良的抗氧化性能。在两台机组第三次大修期间更换后测试结果满意，倒电均一次成功。经过一段时间运行，到两台机组第四次大修期间进行复查验证。现2号机组的 2LGC204XR 新型继电器已查完，结果正常。待1号机组检查结果正常后，此不符合项可关闭。

2.1.5.4 在役检查和金属监督

1. 核岛在役检查

(1) 主要检查项目

- 在1号机组第三次大修期间实施了年度在役检查，主要项目包括蒸汽发生器传热

管抽样涡流检测, 蒸汽发生器二次侧管板清洁度电视检查, 反应堆压力容器螺栓、螺母抽样涡流检查, 主回路压力边界管线全面目视巡查和焊缝抽样着色探伤, 以及核辅助系统压力容器内外部目视检查等。

- 在 2 号机组第三次大修期间实施了年度在役检查和部分十年在役检查, 属于十年在役检查的项目包括反应堆压力容器检查, 反应堆压力容器顶盖焊缝检查, 顶盖内表面堆焊层和贯穿件焊缝的电视检查, 以及顶盖全部螺栓螺母的涡流检查。年度在役检查项目与 1 号机组第三次大修基本相同。
- 根据 1APG001RF 热交换器在运行过程中发现有泄漏并经水压试验检查发现 5 根管子破损这一情况, 在 1 号机组和 2 号机组第三次大修期间分别对 APG001RF 热交换器传热管进行预防性涡流检查, 同时进行其管子破损根本原因分析。
- 由于机组投运以来, 已陆续发现核岛辅助系统 (RRI、EAS 和 RCV) 个别支管与主管连接焊缝 (Boss Weld) 出现开裂, 并根据 EDF 的经验反馈和 FRAMATOME 的设计分析, 此类情况被归纳为排放支管问题 (Tapping lines), 已判明裂纹产生的原因是因为支管靠近泵, 控制阀和节流孔板设备 (运行中的振动源) 以及支管上不合理的支承等原因, 造成焊缝的疲劳失效。因此, 为防止上述情况的继续发生, 并了解支管焊缝质量情况, 首先确定检查项目清单 (涉及 EAS、RCV、RRI、RIS 等系统), 在 1 号机组第三次大修期间对 EAS、RCV、RIS 和 RRI 四个系统共 391 条支管焊缝实施全面检查。
- 在机组正常运行期间, 对 2 号机组 EAS、RIS、RCV、RRI 系统, RX 厂房以外的支管焊缝进行检查, 然后根据检查结果及外部经验反馈, 有针对地编制了非核安全级设备在役检查计划, 作为核岛核安全级设备在役检查计划的补充。

(2) 主要检查情况和结论

a. 反应堆压力容器检查

法国 Intercontrol 公司实际在堆上实施检查的时间为 246 h, 比合同规定的时间提前 30 h 完成全部检查项目。

役前检查记录的全部缺陷指示在本次检查中均未发现有明显的发展变化; 对接管筒体上方的制造遗留凹坑进行附加检查也未见异常。

进行压力容器内表面电视检查时在底封头发现有异物, 装料前对该异物进行全部清除, 共清出约 3 ml 金属沫状物及 2 ml 木屑。

b. 蒸汽发生器传热管涡流检测 (见表 2.1.5.4-1)

表 2.1.5.4-1 蒸汽发生器传热管检查情况

机 组	蒸汽发生器	抽样检查传热管 (根)	跟踪检查传热管 (根)
1	SG1	337	11
	SG2	332	6
	SG3	846	21
2	SG1	306	1
	SG2	306	54
	SG3	825	37

所检查的传热管中, 没有发现超过记录水平的材料损耗型缺陷, 役前检查所发现的凹

陷,没有明显的发展变化。二次侧管板泥渣高度分析表明,1SG3最大泥渣高度为47.7 mm,2SG3则为19.0 mm。

c. 蒸汽发生器二次侧管板清洁度电视检查

- 1号机组电视检查在SG3发现三个小于5 mm的非金属泥渣块,由于其尺寸较小,无需采取进一步措施。在1号机组第三次大修期间电视检查发现异物的区域复查后未再发现异物,这些区域的传热管经涡流检查未发现异物对管壁的磨损,故关闭相应的NCR196052A。
- 2号机组电视检查在SG2发现三个小于8 mm的自由金属外来物(其中一个取出),在SG3发现一根U型细钢丝(取出)。由于是自由金属外来物,且尺寸较小,故无需采取进一步措施。经复查后均不在原位,因此相应的3个NCR: NCR296004A (SG1)、NCR296002A (SG2)和NCR296003A (SG3)关闭。

d. 其他所有受检设备和部件均处于良好状态。

值得一提的是,蒸汽发生器二次侧管板清洁度电视检查结果发现,蒸汽发生器二次侧管板上泥渣一年比一年少,这说明蒸汽发生器运行状况很好。

2. 常规岛在役检查

第三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、轴承等检查。

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)、给水分离再热器系统(GSS)等的压力容器和热交换器内外部目视检测,以及疏水管道弯头测厚。

3) 凝汽器钛管涡流检测。

检查结果表明所有受检设备和部件均处于满意状态。

3. 在役检查经验反馈

(1) 反应堆压力容器检查

在2号机组第三次大修的反应堆压力容器检查过程中,发生反应堆水池边照明灯炸裂,碎片落入水池,其清除工作中断关键路径上的检查活动数小时。

事件发生的原因是因为所使用照明灯不是规定的防爆灯。因此,希望在今后的采购过程中严把质量关,确实保证所采购物品的质量。同时,安装前对照明灯进行检查,确认质量是否符合要求,并采取有效措施,防止此类事件再次发生。

(2) 1APG001RF 传热管检测

1号机组在1996年的运行中,发现1RR1001BA的水位和水温上升,怀疑是1APG001RF的传热管泄漏。在随后的整治性小修中对1APG001RF做水压试验,发现了5根传热管内有水流出,判定这五根管泄漏,立即堵管。但当时泄漏的原因不明。

为了查找传热管泄漏的根本原因,在1号机组第三次大修中对1APG001RF的所有传热管进行了彻底检查。

1APG001RF是蒸汽发生器排污系统热交换器,为卧式结构,共有123根传热管。

经验表明,这类热交换器泄漏的原因主要有以下三种:

1) 在制造过程中,由于传热管与管板之间的胀接缺陷,加上传热管管端与管板之间焊缝的缺陷导致泄漏。这种情况下传热管本身并未破裂。

2) 由于胀管区和弯管处在制造过程中留下了较大的残余应力, 加上管壁减薄, 在高温高压的运行工况下, 很容易在胀管区和弯管处形成应力腐蚀裂纹, 最终导致破管泄漏。由于运行中管侧与壳侧有 7.4 MPa 的压差, 且管侧入口温度为 291 ℃ 的高温, 使得管侧 (APG) 入口端的胀管区成为最容易产生裂纹的薄弱环节。

3) 如在壳侧存在有外来异物, 会对传热管, 尤其是筒体底部管束的外壁产生磨损, 磨损缺陷发展到一定程度就会产生破管而导致泄漏。

根据现场水压试验的现象分析, 水是从管内流出, 而不是从管板与管子之间焊缝的缝隙中流出, 故推断管子本身破裂的可能性较大。另外, 由于五根泄漏管均在筒体底部, 很可能是外来异物磨损导致破管。于是, 决定采用多频涡流检测方法对所有传热管做全管检查。

承包商人员首先使用多频涡流检测仪 (型号为 MIZ-40), 对 118 根未堵的管子做全管检查, 未发现可记录的缺陷。于是, 打开五根堵管中的一根的堵头, 对其进行检查, 结果仍未检测出缺陷。于是得出结论:

传热管本身无缺陷, 泄漏是由传热管管端与管板之间焊缝的缺陷所致。

这个结论与当时水压试验现象不符。几经复查, 结果相同。

为了查出传热管泄漏的真正原因, 大亚湾核电站的在役检查工程师改用 MIZ-18A 多频涡流仪, 对上述所有传热管重新检测。结果终于查出那根堵管热端胀管区距管端约 75 mm 处有一个穿透性缺陷。数据分析显示:

- 从缺陷信号的形状、幅值及伤深, 以及所处的位置来判断, 该缺陷为胀管区晶间/应力腐蚀裂纹, 热端高温、高压的运行工况加速了裂纹的形成和扩展。
- 由于缺陷位于管板区以内 (管板厚 110 mm), 排除了二次侧 (壳侧) 外来异物磨损导致传热管泄漏的可能性。
- 由于被堵的五根管子均在热端筒体的底部, 故不排除沉积物的化学/电化学腐蚀加速裂纹形成的可能性。

检查结果表明, 目前除被堵的五根管子外, 其余 118 根传热管处良好状态, 可以投入正常运行。作为经验反馈, 为确保 2 号机组的正常运行, 计划在 2 号机组第四次大修中对 2APG001RF 的传热管做全面检查, 着重检查热端筒体底部传热管的胀管区, 观察该处是否出现与 1 号机组相同的胀管区晶间/应力腐蚀裂纹, 如有则应采取预防性堵管。

2.1.5.5 工程文件更新

技术文件是电站各种技术活动的基础, 只有加强文件更新和技术文件的管理, 才能为技术文件的正确使用提供保障, 工程阶段移交到生产阶段的技术图纸, 在经过不断地修正完善之后, 无论从图纸质量、正确性、系统性, 还是管理方面, 都有了很大的提高。在做好图纸修正工作的同时, 也逐渐发现并暴露出许多问题, 并提出了各种切实可行的解决方案。1997 年度主要从事了以下三方面的工作:

1. 存在于 MASTER 文件及其管理中的问题

- 1) OPD 发现的不同版本文件 (800 ~ 900 份)。
- 2) 系统设计手册 (SDM) 第一章和第九章不可用。
- 3) 基准库文件管理系统没有同全部卫星库联网而引起的潜在问题。
- 4) 有关文件培训的问题。

2. 文件修正申请 (DUR)

- 1) GEW 系统 35 份系统图的修正。

- 2) 227 项工程遗留项涉及的 106 份文件修正申请, 共修正了 574 份图纸文件。
- 3) 180 份不同版本文件的修正。
- 4) 其余 133 份文件修正申请的处理, 共修正了 984 份图纸文件。

3. 改造项目的文件更新

1997 年共完成了 59 项改造项目, 修订并发出了 194 份临时文件, 同时完成了 608 份正式文件的修改。

2.1.5.6 新增工程项目

1. 主变压器冷却系统改造

大亚湾核电站两台主变压器自投运以来存在漏油、总烃超标、内部低温过热等问题, 而这些都与主变压器的运行温度较高有关。如果此种状况持续下去, 那么线圈的绝缘、油质等都将逐步趋于恶化并危及变压器的安全运行。有鉴于此, 经反复研究决定对主变压器冷却系统实施改造, 在每相变压器上增加两组冷却器。

新增的两组冷却器通过支架固定在主油箱高压侧的加强筋上, 以油箱顶盖的两个圆型法兰为出油孔, 油箱下部的检修人孔为进油孔。新冷却器以主油箱的顶层油温为控制信号, 对主油箱内的热油直接进行冷却, 并间接冷却铁芯, 从而降低变压器的运行温度。

初步视察结果表明此项改造已达到预期目标。

2. 500 kV 核惠线阻波器支柱绝缘子防污闪改造

500 kV 核惠线阻波器支柱绝缘子因表面污秽致使绝缘下降, 多次发生放电现象, 直接影响到电站的安全可靠运行。技术支持处和维修处经过多方调研, 于 1997 年 3 月确定了改造方案, 即在绝缘子上加装防污热缩增爬裙, 起到增大爬距 (大于 3.5 kV/cm) 和限制泄漏电流的作用, 从而提高支柱绝缘子的耐压水平。

改造施工工作于 1997 年 12 月初完成, 经过一段时间的运行验证, 改造极大地缓解了绝缘子表面因污秽而引起的放电现象。

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

大亚湾核电站两台压水反应堆及两台 900 MW 汽轮发电机组按设计每年需进行停堆换料大修。换料就是用新燃料去更换反应堆内上一循环原 157 个组件的 1/3, 并对其余 2/3 组件经计算重新装载。同时核电站利用这一机会, 根据设备预防性维修大纲对部分设备进行维修和定期试验, 以确保机组在下一循环周期内按设计要求保持良好的运行水平。大修期间还将根据机组的运行经验反馈进行设备改造, 金属在役检查, 以便进一步改善设备的运行特性, 使机组的安全运行水平得到进一步提高。

(1) 编制大修计划的制约因素

a) 维修项目。包括按照设备的预防性维修大纲, 和金属压力容器在役检查大纲, 按不同的运行周期安排定期的维修和在役检查。根据该电站运行技术规范规定大修期间的定期试验、以及能在大修期间安排的电站改造项目和改正性维修项目;

b) 下一循环电网负荷需求及发电计划;

c) 燃料管理策略, 按燃料燃耗最优化的要求合理安排大修周期;

d) 核电站运行技术规范的限制;

e) 资源的限制, 即人力, 物力, 财力, 技术力量以及备品备件的限制。

(2) 标准的换料大修

1997年我们根据国外同类电站的经验, 并结合大亚湾核电站前6次大修的实践, 为更有效地计划、管理所有的大修活动, 缩短大修工期, 合理地安排人力和编制中长期发电计划, 提出了在原来制定的以十年为一个计划周期的换料大修大纲的基础上, 对原方案进行了修改, 使之从原来的三个模式减少为两个模式, 作为未来十年大亚湾核电站机组大修的参考模式。

为便于比较将原标准换料大修大纲与修改后的标准换料大修大纲草案分别列表 2.1.6.1-1 和表 2.1.6.1-2。

表 2.1.6.1-1 原标准换料大修大纲

大修类型	核 岛	常 规 岛	关 键 路 径		工 期(天) (解列—100% P_n)	
			核 岛	常 规 岛	计划	目标
T1	换料 压力壳检查 10年在役检查大纲 一回路低低水位工作 重要的阀门和水泵维修 安全壳压力试验 重大的技术改造项目	高压缸全面检查 发电机全面检查 1台低压缸全面检查 10年在役检查大纲 较大的维修活动 重大的技术改造项目	换料 压力壳检查 一回路低低水位 安全壳压力试验 (关键路径)	高压缸全面检查 (次关键路径)	84	78
T2	换料 5年在役检查大纲 一回路低低水位工作 重要的阀门和水泵维修 较大的技术改造项目	高压缸全面检查 发电机全面检查 1台低压缸全面检查 5年在役检查大纲 较大的维修活动 较大的技术改造项目	换料 一回路低低水位 (关键路径)	高压缸全面检查 (次关键路径)	56	50
T3	换料 (一回路低低水位工作) 小的维修活动 小的技术改造 年度在役检查大纲	一个低压缸全面检查 小的维修活动 小的技术改造	换料 (一回路低低水位) (关键路径)	低压缸全面检查 (次关键路径)	48	43

表 2.1.6.1-2 修改后的标准换料大修大纲 (草案)

大修类型	核 岛	常 规 岛	关 键 路 径		工 期(天) (解列—并网)	
			核 岛	常 规 岛	计划	目标
T1	换料 压力壳检查(MIS) 10年在役检查大纲 一回路低低水位工作 重要的阀门和水泵维修 安全壳压力试验 重大的技术改造项目	高压缸全面检查 发电机全面检查 1台低压缸全面检查 10年在役检查大纲 较大的维修活动 重大的技术改造项目	换料 压力壳检查(MIS) 一回路低低水位 安全壳压力试验 (关键路径)	高压缸全面检查 (次关键路径)	79	73

续表

大修类型	核 岛	常 规 岛	关 键 路 径		工 期(天) (解列一并网)	
			核 岛	常 规 岛	计 划	目 标
T3	换料 年度在役检查大纲 一回路低低水位工作 阀门和水泵维修 小的技术改造项目	高压缸全面检查 或发电机全面检查 1台低压缸全面检查 年度在役检查大纲 小的维修活动 小的技术改造项目	换料 一回路低低水位 (关键路径)	高压缸全面检查 或发电机全面检查 (次关键路径)	43	38
T3*	换料 小的维修活动 年度在役检查大纲 阀门和水泵维修 小的技术改造项目	一个低压缸全面检查 年度在役检查大纲 小的维修活动 小的技术改造项目	换料 (关键路径)	低压缸全面检查 (次关键路径)	37	32

应当指出的是：修改后的标准换料大纲取消了原大纲中的 T2 模式，即五年大修大纲，把核电站的大修模式简单地分为十年大纲和年度大纲，取消 5 年在役检查大纲，把一些较大的维修和技改检查活动分散在年度大修中进行。为了进一步缩短大修工期，优化维修项目，又将低低水位阀门的维修项目及相对复杂的维修项目安排隔年进行，使年度大纲又分为反应堆有低低水位和无低低水位两种，而无低低水位的年度换料大修工期可进一步缩短

在表 2.1.6.1-1 中：

T1：十年大修大纲

T2：五年大修大纲

T3：年度大修大纲

在表 2.1.6.1-2 中：

T1：十年大修大纲

T3：有低低水位的年度大修大纲

T3*：无低低水位的年度大修大纲

2 号机组和 1 号机组的大修计划编制工作，根据大修管理规程，应在大修前 6~8 月开始编制。首先，根据换料大修大纲和主要的工程改造项目及维修项目，确定大修的基本工期和关键路径、里程碑等，然后，编制出大修的主计划框架，反应堆水位图和满足运行技术规范的主隔离窗口等。随着大修项目的进一步讨论，备品备件、工时、人力的确定，以及当年机组运行的经验反馈，开始逐步向主计划框架中嵌入各专业的维修项目，并与相关专业的工程师进行讨论，以满足大修期间各时段的安全技术规范 and 维修的人力平衡。

大亚湾核电站机组的第三、四次换料大修计划的编制和管理，仍采用美国微软公司的项目管理工程软件 (project) 作为开发工具在微机上进行，由大修计划工程师具体负责大修前计划的编制及大修期间计划的调整。由于核电机组对核安全要求的特殊性，大修计划工程师主要负责核岛的计划编制。常规岛大修计划的编制与管理主要由计划员和常规岛经理负责。大修期间，根据大修进展情况，大修计划工程师每天分发最新的三天滚动计划，召开计划会，落实计划的执行情况。从第二次大修开始，大亚湾核电站就一直坚持各项维修工作以计划为龙头，强调计划先行的原则，任何部门应绝对服从大修计划组编制的大修计划，不允许

另设计划。各部门必须严格遵守计划，保证计划的严肃性。大修计划的编制应尽可能考虑周全，经过充分讨论后才能实施。

2. 换料大修的组织管理

(1) 大修组织机构

大亚湾核电站的大修组织机构是一个按项目管理模式建立的临时机构，它随着大修准备工作的开始而建立，随着大修结束而结束使命。大修经理和大修计划部门是常设的，大修结束后，他们负责大修经验反馈和下次大修的组织工作。大修组织机构的组成，无论在大修准备和执行过程中，都必须覆盖大修所涉及的所有专业。大修组织机构的运作应不影响生产部正常机构的运作，尤其是另一台正常运行机组的管理。大修机构的设立应本着逐步优化、精简、高效的原则，在大修准备和执行期间，便于跟踪、协调所有大修活动。大修组织机构的人员，按项目管理模式均来自电站各职能部门，按大修组织机构的分工，承担各自在大修中的任务和责任。要求参加大修的承包商，其大修组织机构的设立也必须符合业主大修的组织要求，并建立相互的对应关系。

大亚湾核电站两台机组的第三次换料大修的组织机构与前几次大修略有不同，在大修指挥部的构成和指挥体系方面进行了改进，针对以往大修指挥部内成员多，接口复杂，不易管理等问题，重新划分职责，取消条块分割，加强大修指挥体系的纵向管理，精简机构，仅由大修经理、运行、核岛、常规岛、计划、技术服务、技术支持、安全质量、服务支持九部门的专业负责人组成，使得大修组织机构层次分明，结构更加合理。

一名电站副经理做为电站经理部的大修协调员，代表经理部负责监督整个大修项目，并确定大修中诸如核安全、辐射防护、工业安全、质量、工期、计划和成本等方面的战略目标，并指定大修经理。大修经理负责整个大修的全过程并负责指挥和协调所有参与大修的业主和承包商员工，他负责组建大修队，提议大修副经理、核岛、常规岛经理等。代表生产部经理部确定的大修目标，大修经理负责实施。在大修期间，他还应当确保大修中的各项活动满足核安全和质量要求。大修副经理协助大修经理进行了大修准备、协调及经验反馈，并具体负责跟踪大修计划的准备、优化和实施，负责大修各种报告的编写等。

大修队由三部分组成，即：大修管理部门（大修指挥部），大修执行部门和大修技术支持部门。

大修执行部门由核岛转动机械、核岛静止机械、常规岛机械、电气、仪控和现场服务等维修专业、化学、性能试验、贯穿件试验、安全壳密封试验和物理试验等技术服务专业、以及在役检查、土建和焊接等技术支持专业所组成，并由各专业工程师负责，各维修专业又分为执行组和 QC 检查组，执行组负责现场维修工作的实施，而 QC 检查组完全独立于执行组，直接在核岛或常规岛经理领导下实施维修质量控制。

为了便于大修队与电站各职能处的接口，第三次大修仍设立了由核安全、辐射防护、工业安全、质保、工程、改造、不符合项管理、合同、预算控制、承包商管理等专业的工程师组成的技术支持部门，担负着对大修队其他专业提供技术支持，安全和质量控制以及管理和协调等功能。

对于较大的并涉及各个专业接口复杂的工作项目，仍设置了项目负责人，并成立了相应的工作小组。例如在 1 号机第三次大修中，设立了安全壳密封性试验项目小组、反应堆压力容器开/关大盖项目小组等。

大亚湾核电站第三、四次大修的组织机构见图 2.1.6.1-1。

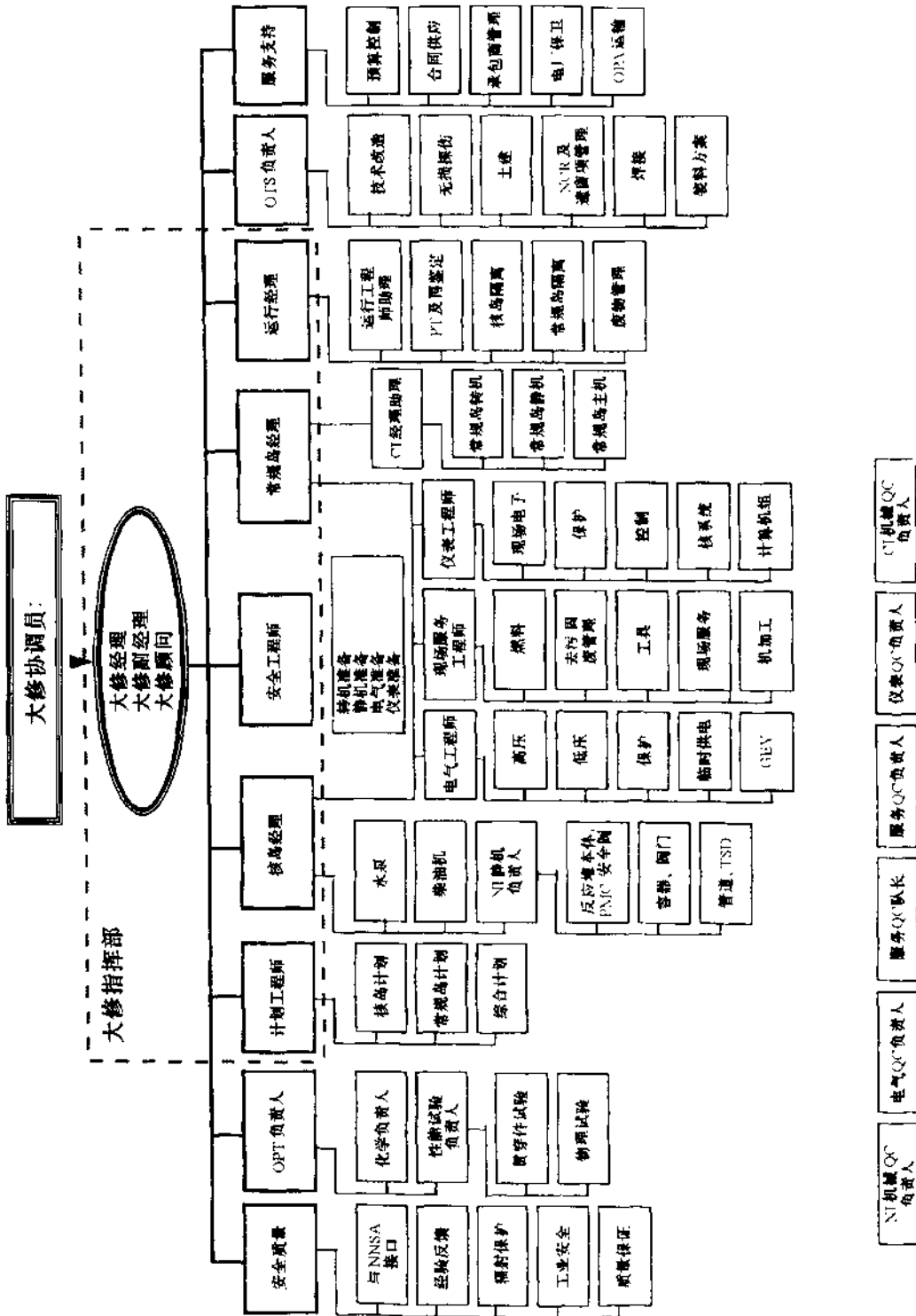


图 2.1.6.1-1 大亚湾核电站第三、四次大修组织机构

(2) 大修组织的管理和运作

参照大亚湾核电站大修组织管理程序, 核电机组的大修准备应在大修前 6~8 月开始进行。2 号机组第三次大修准备始于 1996 年 7 月, 第四次大修准备始于 1997 年 6 月, 1 号机组第三次大修始于 1996 年 10 月, 第四次大修始于 1997 年 10 月, 均基本满足了大修各项准备工作的需要。需要指出的是: 由于部分国外厂商提供的备品备件受到紧急采购高额利润的影响, 许多正常的备品备件采购未及时供货, 使大修部分维修工作受到无备件而不能按时开工的困扰。因此, 适当地提前大修准备, 提早提出大修备品备件采购, 延长采购周期, 才能有利于上述问题的解决。这个问题在第三次和第四次大修中已暴露得十分明显。

在第三次和第四次大修准备前, 大修经理均已由电站经理部任命。作为大修组织常设机构大修计划部门, 在大修经理的领导下, 首先开始编制大修准备计划, 采用倒计时方式, 列出大修准备工作项目和最后完成期限, 以及所涉及的部门。大修计划部门, 首先根据现行的十年大修计划和下一循环的发电计划, 确定下次大修的类型、基本工期和主要维修、改造项目, 编制出大修框架计划, 以及根据这些项目、计划和运行技术规范在大修期间的运作要求, 编制一次设备的主隔离图, 一回路的水位图等。召开由大修经理主持的, 由电站大修组织中的各部门代表参加的第一次准备月会, 讨论通过大修备工作计划, 大修框架计划, 主隔离图等, 大修计划部门开始了对大修项目工作的跟踪, 协调, 并着手组织相关部门的准备人员对大修项目进行详细的讨论, 最终确认、出版本次大修的项目维修大纲。计划部门根据生效的维修大纲, 准备工作申请及所需文件, 形成大修文件包, 按计划陆续向各专业发出大修文件包, 并召开文件准备周会, 对文件包准备的状态进行跟踪, 对所出现的问题进行协调。随着大修开工日期的临近, 大修的各项准备工作全面启动, 如各专业大修机构的建立, 大修指标的确定, 外部支持合同技术规范的编写、合同谈判的开始、各专业分项计划的讨论和大修详细计划的编制、大修主隔离和在线文件的准备、大修运行操作规程的更新以及大修预检工作的开始。例如: 2 号机组第四次大修的准备工作始于 1997 年 6 月, 根据十年大修计划, 本次大修属标准的年度换料大修, 由于增加了主变压器冷却器改造和循环水旋转滤网齿条的更换工作, 使工期在原来的标准工期 43 天基础上增加了 7 天, 并获得了电站经理部的批准; 7 月完成维修项目确定; 8 月开始了文件包的准备, 并着手组建大修队, 完成合同技术规范的编写; 9 月开始合同谈判、大修工具的检查等; 10 月开始大修预检工作, 大修详细计划编制等工作; 11 月召开大修动员会和完成全部大修准备。

由于大修队是一个以项目方式建立的临时组织机构, 大修队的各分支机构也是各部门以项目方式建立的, 因此, 大修组织机构的运作采用与日常维修机构运作分开, 并相对集中的原则, 以利于协调沟通和统一指挥。例如: 运行处和维修处均成立了大修组, 与大修计划部门配合, 专责进行大修的各项准备工作, 小组分别由运行经理、核岛经理、常规岛经理负责。大修预检项目由大修计划部门负责项目确定和计划编制, 日常维护的计划部门负责实施跟踪。大修开始前 3 天, 大修组织机构正式接替日常机构, 开始运作。

大修期间的所有工作均在大修经理的统一领导下进行。大修经理每周根据大修的进展和大修指标完成情况, 定期在电站经理办公会上向电站经理汇报。大修期间, 每日共有 4~5 个大修例会, 即早会、协调会、计划会、工作票会。相信随着大修经验的积累, 大修管理水平的提高, 会议将逐渐减少。为不影响另一台机组的正常运行, 大修早会提前到每早 8:05 召开, 由当班运行值长主持, 主要汇报机组状态, 当天许可票制作情况和当日计划安排。11:00 由大修经理主持大修协调会, 各部门大修主要负责人参加, 主要是通报过去 24 小时大

修计划完成情况,公布未来3天的计划调整,各专业接口问题的协调,重大问题的决策等。下午2:30由计划工程师主持召开计划会议,会上主要检查计划完成情况,协调、安排次日工作计划。下午4:30由运行经理主持召开许可票申请讨论会,根据计划和机组状态讨论许可票的可实施性,并进行风险分析。除此之外,每天还将有一次大修专题周会,如工业安全、辐射防护、再鉴定、大修质量等周会,定期总结经验,及时发现问题。在大修的开始前和结束阶段,还要与国家核安全局召开大修阶段评审会,对各项准备工作和大修完成情况进行审查,以决定是否可以开始大修和是否可以重新启动,完成大修。

(3) 改进与提高

截止1997年底,大亚湾核电站两台900 MW核电机组共进行了6次大修,完成了大修的组管理由完全依靠法方顾问到全部由中方自己承担的过渡,无论运行、维修从大修准备,到大修的计划编制,组织协调全部由中方独立承担,大修中90%以上的维修项目均由中方完成。尤其1997年7月,中方经理接任经理后,外国专家完成使命后,相继离厂,各项工作平稳过渡。从过去的完全照搬,到现在结合电站的具体实际情况,建立了一套切实可行的核电站固有的大修管理运行模式,通过第三次大修运作和第四次大修的准备,实践证明,这套大修管理运作模式是行之有效的。

为了及时总结前几次大修的经验,在经理部的倡导下,发电规划处首次于1997年6月召开了全厂范围的大修管理研讨会,会上回顾了前几次大修的完成情况,从大修组织管理,计划管理到大修准备、合同、备品备件等方式进行了认真的总结,指出了经验与不足,明确了今后的努力方向,并提出了具体的改进措施。

电站两台机组第三次大修组织机构,在原有的基础上进行了改进,为加大大修经理的核心作用和大修指挥部的管理职能,将原机构中的过于分散的管理变为较为集中的管理,缩减大修指挥部成员,明确其责任范围,减少接口,使大修组织机构层次分明,纵向管理通畅,而原来的大修管理层、大修支持层,大修执行层仍然不变。例如:1号机组第三次大修的大修指挥部由9个成员组成:大修协调员、大修经理、计划工程师、运行经理、核岛经理、常规岛经理、工程改造负责人、大修安全负责人、服务支持负责人。实践证明,变化后的大修组织机构与原机构相比,运作更为合理,明显提高了工作效率。

为加强第四次大修的安全、质量和计划工作,电站经理部在总结前几次大修存在的薄弱环节后,提出了电站第四次大修工作的指导工作:即“以安全为基础,以质量为核心,以计划为龙头”,并要求贯彻于大修的准备与执行全过程。为此,电站在第四次大修前成立了电站质量管理领导小组,对大修的准备工作的质量进行监督,并制定相应措施以提高大修的维修质量,在大修组织机构中,建议增设质量经理,代表大修指挥部,统筹负责大修各项工作的质量管理,考核各专业质量指标的完成情况,领导各专业QC人员进行现场巡视,加强质量监督。

在借鉴国外经验和总结自身在计划管理工作中的不足后,计划部门1996年中旬开始开发10年大修计划计算机管理系统或称十年大纲,简称TYS。十年大纲的出版进一步规范了大修的维修项目,对维修项目有了一个比较合理的计划安排,为制定中、长期的维修计划打下了基础。

由于10年大纲的数据主要是由预防性维修大纲和法国EDF的经验反馈产生的,在首次用于第三次大修时,存在着许多错误,错误率高达30%,本着边执行边修改的方式,对每一项工作分发十年大纲经验反馈单,力争经过几次大修进一步完善十年大纲,使之真正成为

指导大修计划安排的有用工具。

2.1.6.2 1号机组第三次换料大修

1. 概况

根据广东大亚湾核电站机组换料大修规划, 1号机组第三次换料大修(即103大修)为部分十年大修。本次大修更换了²³⁵U富集度为3.2%的燃料组件44组, 与另外113组燃料组件按照第四循环的燃料装载图重新布置, 装回堆芯。根据在役检查十年大纲的要求, 本次大修还进行了安全壳密封性试验。

本次大修从机组解列到重新达到满功率目标工期62天, 计划工期68天。从1997年3月11日20:00机组解列到5月14日22:05达到满功率, 实际工期64天, 比计划工期提前4天圆满完成了本次大修。

(1) 核岛主要工作:

- 换料;
- 反应堆压力容器开/关大盖, 螺栓螺母及螺丝孔检查;
- 稳压器开、关人孔;
- 蒸汽发生器一次侧U型管涡流检查, 二次侧管板冲洗及电视检查;
- 主泵机械密封检查;
- 核岛辅助泵年检;
- LHP/LHQ应急柴油机年检及改造;
- 低低水位阀门解体检查;
- 核岛设备在役检查;
- 贯穿件密封性试验;
- 安全壳密封性试验。

(2) 常规岛/BOP主要工作:

- 汽轮机3号低压缸全面检查, 1、2号低压缸检查末级叶片;
- 发电机年检及氢气系统严密性试验;
- 汽轮发电机组1~12号轴瓦检查;
- 汽轮机轴系对轮中心检查及调整;
- APA002PO/CEX001PO/CRF002PO全面检查, 其它泵年检;
- 冷凝器、除氧器、高低压加热器和汽水分离再热器内外部检查;
- 泵站旋转滤网年检、清扫, 进水口闸板轨道清理;
- 主变压器年检, 软连接更换, 油流继电器改造;
- 辅助变压器三年检。

2. 主要数据

- 维修工作: 共1721项, 其中预防性维修1145项, 纠正性维修576项;
- 定期试验: 共515项, 其中运行235项, 仪控130项, 电气12项, 性能试验120项, KRT试验18项;
- 改造项目: 计划24项, 完成23项;
- 不符合项: 共25项, 已关闭11项, 有条件释放5项, 已完工6项;
- 紧急采购: 申请共112项;
- 合同总数: 共21项;

• 大修费用：预算 944.2 万美元，实际 764.6 万美元。

3. 主要技术指标

	目标 (次)	实际 (次)
a. 核安全		
• 运行事件 (LOE)	≤5	3
其中：人因事件	≤4	2
设备事件	≤1	1
• 内部事件 (IOE)	≤8	14
其中：人因事件	≤5	12
设备事件	≤3	2
b. 工业安全		
	目 标	实 际
• 重大人员伤亡	0 人次	0 人次
• 人员轻伤	<2 人次	2 人次
• 人员未遂事件	<12 人次	10 人次
• 火灾事故	0 次	0 次
• 火灾未遂事件	<4 次	0 次
c. 辐射防护		
	目 标	实 际
• 集体剂量	<800 人·mSv	554 人·mSv
• 个人剂量 ≥7 mSv 人数	<2%	0.3%
• 个人剂量 ≥20 mSv 人数	0	0
• 人员体表沾污次数	≤5 人次	6 人次
• 人员体内沾污次数	0 人次	0 人次
• 地表沾污事件	≤5 次	2 次
• 辐照事故	0 次	0 次
d. 质量控制		
	目 标	实 际
• 核岛返工次数	≤5 次	4
• 核岛再鉴定一次不合格率	<5%	3.1%
• 常规岛和 BOP 返工次数	≤8 次	17
• 常规岛和 BOP 再鉴定 一次不合格率	<15%	13.5%
• 大修一次启动成功	一次成功	一次成功

4. 主要计划进度见表 2.1.6.2-1

表 2.1.6.2-1 主要计划进度

里 程 碑	目标时间	实际时间	提前(+) 推迟(-) (h)
M0: 解列	97/03/12 4:00	97/03/11 20:20	+7.5
M1: 正常冷停堆	97/03/14 8:00	97/03/14 3:10	+5
M2: 开稳压机器人孔门	97/03/16 18:00	97/03/17 1:30	-7.5
M3: 卸料前反应堆水池充水至 19.5 m	97/03/19 10:00	97/03/20 2:40	-16.5
M4: 卸料结束	97/03/23 12:00	97/03/24 9:20	-21.5
M5: 低水位开始	97/03/24 2:00	97/03/25 5:40	-27.5

续表

里 程 碑	目 标 时 间	实 际 时 间	提前(+) 推迟(-) (h)
M6:低低水位结束	97/03/31 20:00	97/03/31 10:30	+9.5
M12:第二次低低水位开始	97/04/02 8:00	97/04/01 21:00	+11
M7:安全壳密封试验开始	97/04/06 8:00	97/04/04 18:30	+37.5
M8:安全壳密封试验结束	97/04/12 11:00	97/04/10 17:30	+41.5
M13:第二次低低水位结束	97/04/15 11:00	97/04/13 3:30	+55.5
M14:装料开始	97/04/17 12:00	97/04/15 20:10	+40
M15:装料结束	97/04/21 20:00	97/04/20 9:20	+34.5
M18:关稳压器人孔门	97/04/25 12:00	97/04/25 22:53	-11
M19:热停堆开始	97/05/01 2:00	97/05/04 20:10	-90
M20:临界	97/05/05 0:00	97/05/7 9:55	-58
M21:并网	97/05/08 2:00	97/05/10 10:25	-56.5
M22:满功率	97/05/12 23:00	97/5/14 22:05	-47

5. 三废排放

(1) 废气排放

- 惰性气体排放活度 6.4 TBq, 占国家年度排放限值的 0.56%;
- 卤素 + 气溶胶排放活度 34.47 MBq, 占国家年度排放限值的 0.09%;

(1) 废液排放

- 非氟液体核素排放活度 3.53GBq, 占国家年度排放限值的 0.50%;
- 液氟排放活度 5.86 TBq, 占国家年度排放限值的 10.54%

(2) 固体废物处理

- 可压缩金属桶为 43 桶, 体积 9 m³;
- 不可压缩金属桶为 33 桶, 体积 7 m³;
- C1 水泥桶为 2 桶, 体积 4 m³。

6. 主要技术问题

(1) KCO 倒电继电器更换

以前在倒电过程中多次出现倒电不成功, 经分析发现每次都是由于 KCO 上继电器的接点接触不好。在 1 号机组第三次大修中更换了全部 1KCO 倒电继电器。新继电器在接点上作了一些修改: 将原继电器的镀银接点改为镀钯接点。

4 月 13 日 1 号主变压器恢复送电, 厂用电由 TA 倒向 TS, 倒电一次成功, 4 月 14 日完成了厂用电由 TS 倒向 TA 的试验。1LHP、1LHQ 柴油机正常启动, 倒电一次成功。对 KCO 倒电继电器的功能再鉴定试验结果满意。

(2) 6.6 kV 断路器检查

在 2 号机组第三次大修过程中, 发现断路器 2LGA201/301/401 开关拒合, 断路器拒合的主要原因是操作机构上的润滑油变干, 粘性过大导致合闸脱扣接点不到位, 引起开关拒合。根据厂家建议, 每 3 年对操作机构进行清扫、润滑, 每 5 年必须对断路器的操作机构进行解

体清洁和润滑。因此,在1号机组第三次大修中,计划对1号机21个断路器(包括9LGIB101)进行解体清洁和润滑。从4月1日到20日,电气科人员与法国专家一起对20个断路器操作机构进行解体检查清洁和润滑。在检查过程中发现3个有问题(1LGA 401和1LGC 301),拆下合闸闭锁机构长轴后发现长轴弯曲,长轴弯曲的主要原因可能是手动储能时用力过大造成的。备用开关1LGA501的储能弹簧脱出变形,更换备件后,对所有检查过的断路器进行再鉴定试验,试验合格。

(3) LGR 辅助电源系统三年检修

LGR系统自1990年安装结束投入运行至今已有6年多历史,由于种种原因一直未对其中的GIS(SF₆绝缘设备)部分进行三年检修,所以在本次1号机组第三次大修中加进了这一部分内容。

(4) 主变压器维修及改造

主变压器在已过去的一年运行中发现不少问题,例如低压导管漏油,低压导体软连接过热,油流保护继电器退磁等,根据主变压器存在的问题,在1号机组第三次大修中对主变压器进行了相应的改造和处理:

- 更换三相6只低压导管和所有密封垫;
- 有载调压开关油流保护继电器换位改造;
- C相顶部渗油补焊,已完成;
- 低压封密母线加通风改造;
- 更换低压侧导体软连接。

从上面主变压器进行改造和处理的项目上可以看出,主变压器的主要问题集中在低压导管过热引起的一系列问题。经过改造和处理的低压导管从理论上说过热问题应该得到相应的解决。为了跟踪过热这一问题,在主变压器上相应贴上了测温试纸,作为主变压器投运后对主变压器温度的跟踪。另外对油流继电器进行换位后,由于强磁作用引起继电器退磁问题也可以得到解决。经过主变压器改造和处理后,又按照年检规程对主变压器进行了年度检查和试验,结果满意。

存在的问题:变压器油介损超标(A、B、C三相分别为15.431%、14.802%和11.726%,国标应该是<2%)。向GEC发函征询厂家意见后,GEC回函同意可以继续使用。

(5) RRI 泵叶轮汽蚀

由于RRI系统回路设计问题,在进行3443h连续运行后(含2000h LOCA工况),于1994年2月首次发现2RRI003PO叶轮汽蚀。1994年5月决定加装稳流器,目的是解决振动和汽蚀问题,同时将叶轮更换。1996年1月,发现该泵再次汽蚀(深度达2~3mm)。1997年4月,汽蚀加重,深度增加到5mm。这说明加装稳流器对解决振动问题有效,但不能解决汽蚀问题。1996年6月,1RRI001/003/004PO也发现汽蚀(深度分别为4mm,2mm,2mm)。在1号机第三次大修中,由于备件数量有限,只将1RRI001PO更换为不锈钢叶轮,1RRI002PO用原设计叶轮更换,1RRI003/004PO按3~4mm年的汽蚀速度估算(叶片厚度12mm),运行一年(5000h)没问题。从长远考虑,将借鉴SEC泵叶轮材料更换的成功经验,用不锈钢叶轮取代原设计叶轮(备件9月份到货),同时要求法马通从设计的角度,考虑解决汽蚀问题。

(6) LHQ002MO B1 缸启动阀烧毁

1997年4月14日上午LHQ大修后功能再鉴定,由于启动阀在柴油机盘车时打开排气,

盘车后复位时不到位, B1缸起动阀没有完全处于密封状态, 在柴油机带负荷后, 从002MO B1缸起动阀处喷出烟气, 空气分配器至起动阀管路靠阀一端油漆烧掉。立即紧急停机。对空气启动分配器及起动阀接管用抹布加水冷却后进行解体检查, 对注油器检查油质油位, 对起动阀解体检查, 用压缩空气吹扫分配器至起动阀空气接管管路, 用内窥镜检查 B1缸内, 发现起动阀铜阀座烧坏, 弹簧变形。为防止同因事故, 对另一起动阀解体检查, 未发现问题。

(7) LHQ201FL 漏水

1997年4月13日下午对LHQ进行功能再鉴定时, 在起动时不久发现200BA水位低, 经检查为LHQ201FL向外喷水, 立即停机, 隔离柴油机, 更换201FL。充水进行品质再鉴定检查, 开启预热水泵后再次检查, 均合格。柴油机功能再鉴定, 合格。初步分析认为原因在于: 软管内部有锈蚀; 软管老化; 软管安装不良或在运行后管道软管变形严重。

(8) RIS046/047VP 阀门泄漏

1997年3月14日执行RIS263TW贯穿件试验时, 发现RIS046/047VP的泄漏率(归一化为标准状态)为 $0.59 \text{ m}^3/\text{h}$, 为参考限值($0.069 \text{ m}^3/\text{h}$)的8.5倍(一般情况下, 泄漏率在参考限值的5倍左右时, 需要进行检修)。发现泄漏后, 对RIS046/047VP进行了解体检査, 未发现异常, 后又更换所有相关边界阀门(IRC403VP, IRPE517VP, IRIS402/404/701/702/703VP)。机组再启动过程中, 当RCP重新达到2.5 MPa时, 进行了再鉴定, 结果: 泄漏率为 $0 \text{ m}^3/\text{h}$ 。根据后来检修过程和试验结果分析, 很有可能是边界上的阀门特别是RCV403VP泄漏所致。因当时RCV403VP上游有2.5 MPa的压力, 在当时的试验条件下, 本着从核安全角度和贯穿件试验保守原则考虑, 认为RIS046/047VP泄漏超标, 并安排检修, 是完全正确的。因为如不这样采取措施, 很难真正找到问题的症结所在。

(9) 蒸汽发生器水位控制检查

1号机组第三次大修期间, 仪表科对蒸汽发生器水位控制系统从变送器到执行机构的各个控制环节进行了一次全面的检查, 目的是为了调查两次高-高水位+P7信号的停堆原因, 以彻底解决蒸汽发生器水位控制不稳及低负荷下主给水阀和旁路调节阀切换异常问题。经1号机组第三次大修对ARE水位控制回路检查后认为: ARE系统的安全和可用性得到保障, 三个环的一致性及稳定性得到提高, 三个旁路给水阀的特性得到改善, 给水系统的低功率的特性有明显改善。跟踪此次启动的实际情况后, 已验证了上述结论。

(10) VVP 001VV 主蒸汽隔离阀渗油

1997年5月9日上午, VVP 001VV/002VV/003VV主蒸汽隔离阀开启后, 检查发现VVP 001VV阀门驱动器非泵侧手动关闭油阀VVP 321VH及流量控制阀VVP 291VH组件渗油, 渗油量为: $9 \text{ mL}/24 \text{ h}$ 。经过分析认为: 两处渗油的原因均为“O”型密封圈密封不良所致。鉴于目前没有备件, 两处“O”型圈所在位置的具体结构, 造成油的突发性爆喷的可能性极小。因此, 只要加强监测, 不会由于渗油造成紧急停堆。所以, 决定加继续定期测渗油量, 维持运行。一旦发现有增大趋势, 则申请计划停机, 更换“O”型圈。如渗油情况无进一步恶化, 则等待停机再作处理。

7. 经验反馈

1号机组第三次大修历时64天, 比计划工期提前4天达到满功率。

由于吸取前几次大修的经验, 本次大修在安全、质量、工期、费用控制方面都取得了良好的成绩, 如核岛、常规岛设备再鉴定一次不合格率控制在目标之内, 机组一次启动成功,

三废排放远低于国家限值，运行事件数量降低，大修实际费用仅为预算费用的 80% 等。当然，在这次大修中也有一些不足之处，如 14 起内部事件中人因事件占 12 起，工作准备及沟通方面仍需加强等。总的来说，这是一次成功的大修。我们将 1 号机组第三次大修的经验反馈总结如下，以供参考：

- 贯穿件密封性试验及安全壳打压试验：本次大修 OPO 及 OPT 都成立了专项小组，专门负责工作文件准备、隔离实施、隔离解除及再线恢复，弥补了运行值在遇到大项目时人力的不足，并在大修前与计划人员一起制定了详细的计划。OPT 有专人进行跟踪，抓住时机，及时完成每项工作，OPM 各科也在大修前进行了充分的准备，大修期间密切配合，使得 1 号机首次安全壳打压试验顺利完成。
- 4·24 跑水事件：这起事件的发生说明了我们在核安全意识、遵守程序、人员沟通、风险分析等环节还存在不足。相关部门应该吸取深刻的教训。
- 燃料装载方案错误：这起事件影响关键路径 29 小时，反映出电站负责部门及设计单位在安全及质量意识方面的不少缺陷，尤其是管理上的不足，设计单位的质量保证系统没有落实，形同虚设，而电站负责部门未采取有效的验证措施。作为电站负责部门，更应该引起高度重视及采取有效的防范措施。
- 内部事件：本次大修共发生内部事件 14 起，其中人因事件 12 起。尽管在大修前我们经常强调要减少人因事件，但结果难以令人满意。在这方面，还应加强控制。
- 项目确定：大修项目，特别是重大项目，至少应在大修开始前一个月确定，以避免对整个大修计划产生较大的影响。
- 备品备件：作为孤立电站，我们面临着越来越多的来自备品备件方面的压力，现在已经形成一个“卖方市场”，备品备件无论是从技术上还是从经济上都对大修造成冲击，希望公司高层领导引起关注。
- 工作准备：工作准备不充分问题一直存在，应从工作过程的培训，人员的技术水平，人员的数量及时间，人员责任心方面来加强，还应建立有效激励机制，稳定专家队伍，以形成远期工作的连续性。

2.1.6.3 2 号机组第三次换料大修

1. 概况

2 号机组第三次换料大修于 1996 年 12 月 22 日正式开始，由于电网需求原因，2 号机提前于 12 月 10 日 13:00 与电网解列，并停留在热停堆状态，完成热停堆要求的所有试验，到 12 月 16 日 1:00 离开热停堆，向正常冷停堆过渡。28 日开反应堆压力容器大盖，29 日晚开始卸料。在卸料过程中，啜漏试验发现一组回装组件泄漏，根据新的装载图，有 52 组新组件（原设计 48 组）与原组件一起，重新布置，装回堆芯。

在本次大修中，按原定的计划，顺利地完成了大修各阶段要求的定期试验，反应堆压力容器 MIS 机检查，在役检查，改进项目，预防性维修项目，性能试验，以及装料的全部工作。开始机组的再启动调试，于 1997 年 2 月 24 日 18:00 并网，开始升功率，但由于 CRF 泵轴封漏水处理，机组于 3 月 2 日才达满功率。在计划工期内圆满完成大修。

(1) 核岛主要工作：

- 反应堆压力容器开/关大盖，压力容器 MIS 机检查，螺栓孔检查；
- 稳压器开、关人孔门；

- 蒸汽发生器二次侧开/关手孔、眼孔；冲洗、电视检查 (ITV)；
- 蒸汽发生器一次侧开/关人孔门，装、拆堵板；
- U型管涡流检查：SG1：337；SG2：360；SG3：862根；
- RIS中压安注罐开/关人孔门，检修因密封螺栓过长造成的泄漏；
- 卸料前、装料后 PMC 燃料吊装设备的年检；
- DMR、DMW 的年度检查；
- RCP003PO 检查三道密封，RCP001PO 更换第 2、3 道密封 RCP001PO 年度检查；
- 核岛辅助水泵的年度检查；
- 压力容器的年度检查；
- 柴油发电机 LHP 6000 小时大修，LHQ 年检；
- RGL、RPN、RPR、SIP、RIC 年度检查。

所有设备在维修完成后，按要求实施了再鉴定试验，结果合格。对反应堆本体，在热停堆时发现 RIC 套管卡环处有轻微漏气，因卡环安装不对称所致，机组退回正常冷停堆处理，重新启动后正常。

(2) 核岛阀门

在核岛阀门部分，2号机组第三次大修主要安排有：

- VVP100VV ~ 120VV 在 100% P_n 功率下的压力整定试验；
- VVP102VV、106VV 全面检查并润滑；
- VVP001、002、003VV 检查氮气压力并润滑气动泵；VVP003VV 内部检查气动头；
- GCT130VV 内部检查；
- ASG013VD、015VD 更换气动头隔膜；
- RCP102VP、105VP 内部检查；
- REN101VP ~ 104VP；121VP/122VP/166VB/235VY 更换气动头隔膜；
- RIS014VZ、122VP、206VP；RPE003VY、055VE 更换气动头隔膜；
- VVP127VV、140VV 更换气动头隔膜；
- APC006VL；ETY044VA 更换气动头隔膜；
- RRA014VP 全面检查；
- RCP017VP/018VP/019VP/020VP/021VP/022VP SEBIM 安全阀充水排气；
- RRA018VP/115VP/120VP/121VP；RCV201VP SEBIM 安全阀充水排气

核岛阀门在检查过程中，未发生任何异常情况，安装后也按要求实施了再鉴定试验，结果都满意。同时，设备经过了热停堆及功率工况的考验，没有异常。在热停堆下 VVP100VV 安全阀动作，已作了重新检查校验，未发现异常。

(3) 电气项目

在电气部分，2号机组第三次大修安排的主要项目如下：

- RCP 主泵电动机及润滑电动机的年度电气检查；
- RAM 发电机全面检查；
- 辅助系统的电动机年度电气检查和清洁；
- 通风系统的风机电动机年度电气检查；
- EAS、RCV、RIS、RRA 的部分阀门电动头电气检查；
- 柴油发电机 LHP、LHQ 的电气检查；

- A 列电气盘的清扫、检查及试验；
- 6.6 kV 开关的控制机械装置维修，详见下表清单；
- GEV 主变压器的维修，过热修改，更换软连接；
- 蓄电池的年度放电试验。

在停机过程中，发现 6.6 kV 开关拒动，检查结果是由于控制机械装置润滑油干涸，对同类开关进行检修更换，但在启动过程中，RCP 002PO 不能启动，因此，在离开冷停堆前又做了检查更换，结果再鉴定合格。其它电气设备也在检修后，相应作了再鉴定试验和功能再鉴定试验，结果都是满意的。

(4) 常规岛和 BOP 项目

在常规岛方面，2 号机组第三次大修是实施年度的人修大纲，主要项目有：

- 汽轮机高压缸拆一排气管检查末级叶片铆钉头的水蚀情况，对汽轮发电机组的轴承座进行年度检查，并找对轮中心；
- 302KO 开缸进行全面检查；
- GRE/GSE007/008/009/010VV 进行全面检查；GSE001~004VV 更换滤网；
- 发电机实施年度检查，并作打压试验；
- 励磁机全面解体检查；
- APP 汽动泵 202PO 和 201TC 小汽轮机解体检查，其它如 APP201PO、101TC、101PO、102PO 只做年检；
- APA 电动给水泵年检，发现泵壳密封护环脱落，从非标准件更换为标准件，为解体检查项目；
- 凝结水系统：CEX003PO 解体大修，001PO、002PO 年检；凝汽器内部检查、清洁，以及钛管的涡流检查；
- 常规岛的容器：除氧器开人孔作清洁检查；湿汽分离再热器 MSR 和给水再热器内部检查；
- 循环水系统：CRF102PO 解体大修；101PO 年度检查；CFI/SEC 廊道清洁检查。

所有设备在检修完成后都按要求实施了再鉴定试验，结果在标准内，CFI “A” 列在再鉴定试验时，因系统在线问题多次不合格，解决后重新试验，结果满意。

2. 主要数据

- 维修工作：共 1601 项，其中预防性维修 1014 项，纠正性维修 587 项；
- 定期试验：共 425 项，其中运行 244 项，仪控 18 项，电气 15 项，性能试验 130 项，KRT 试验 18 项；
- 改造项目：计划 35 项，完成 31 项，4 项取消；
- 不符合项：共 39 项，已关闭 7 项，有条件释放 8 项，已完工 16 项；
- 紧急采购：申请共 50 份 141 项；
- 大修费用：预算 933.5 万美元，实际 764.6 万美元。

3. 主要技术指标

a. 核安全	目标 (次)	实际 (次)
• 运行事件 (LOE)	≤4	6
其中：人因事件	≤4	5
设备事件	≤1	1

• 内部事件 (IOE)	≤8	14
其中: 人因事件	≤5	13
设备事件	≤3	8
b. 工业安全	目 标	实 际
• 重大人员伤亡	0 人次	0 人次
• 人员轻伤	<2 人次	0 人次
• 人员未遂事件	<15 人次	5 人次
• 火灾事故	<2 次	0 次
• 火灾未遂事件	<6 次	1 次
c. 辐射防护	目 标	实 际
• 集体剂量	< 600 人·mSv	512 人·mSv
• 个人剂量 ≥7 mSv 人数	< 2%	0
• 个人剂量 ≥20 mSv 人数	0	0
• 人员体表沾污次数	≤5 人次	3 人次
• 人员体内沾污次数	0 人次	0 人次
• 地表沾污事件	≤5 次	1 次
• 辐照事故	0 次	0 次
d. 质量控制	目 标	实 际
• 核岛再鉴定一次不合格	5	5
• 常规岛和 BOP 一次不合格	8	19
• 再鉴定一次不合格率	< 15%	16.8%
• 大修一次启动成功	一次成功	一次成功

4. 主要计划进度 (见表 2.1.6.3-1)

由于解列时间更改, 原则上保持开人孔门时间与原计划一致。但由于 RRA013VP 阀门泄漏, 一回路完整性破坏而提前打开稳压器人孔门。因此, 2 号机组第三次大修的主要里程碑到达时间如下:

表 2.1.6.3-1 2 号机组第三次大修主要计划进度和实际到达时间表

里 程 碑	目标计划时间	实际到达时间	提前 (+) 推迟 (-)(h)
M0 解列	12 月 22 日 12:00	12 月 10 日 13:00	—
M1 正常冷停堆	12 月 23 日 00:00	12 月 17 日 20:00	—
M2 稳压器打开人孔	12 月 26 日 10:00	12 月 24 日 05:00	+ 53
M3 反应堆水池达 19.4 米	12 月 30 日 00:00	12 月 28 日 18:05	+ 30
M4 卸料结束	01 月 02 日 20:00	01 月 01 日 17:17	+ 27
M5 低低水位开始	01 月 03 日 12:00	01 月 04 日 04:30	- 16.5

续表

里程碑	目标计划时间	实际到达时间	提前(+) 推迟(-)(h)
M6 低低水位结束	01月08日 00:00	01月08日 17:30	-17.5
M9 电气盘 A、B 列倒换	01月15日 00:00	01月15日 11:30	-11.5
M10 压力容器在役检查开始	01月08日 22:00	01月09日 20:00	-22
M11 压力容器在役检查结束	01月22日 00:00	01月20日 15:00	-33
M14 装料开始	01月24日 20:00	01月25日 12:00	-16
M15 装料结束	01月28日 20:00	01月29日 05:00	-9
M18 稳压器人孔门关闭	2月03日 00:00	02月03日 06:00	-6
M19 热停堆开始	2月11日 00:00	02月13日 02:00	
M20 临界	2月16日 00:00	02月18日 13:10	
M21 并网	2月20日 00:00	02月24日 18:01	
M22 满功率	2月24日 00:00	03月02日 17:00	-148

在原来的计划中，因为原定大修大纲的阀门中，没有真正要求一回路排空的阀门，因此只将一回路水位排至 RRA-LOI 水位。但由于 RRA014VP 解体检查，要求一回路，包括 RRA 全部排空，因此，2号机组第三次大修中，在反应堆卸完料后，将一回路排水至低低水位，建立了此窗口。

5. 三废排放

(1) 废气排放

- 惰性气体排放活度 6.82 TBq，为国家年度排放限值的 0.6%；
- 卤素 + 气溶胶排放活度 22.39 MBq，为国家年度排放限值的 0.06%；

(1) 废液排放

- 非氚液体核素排放活度 5.38 GBq，为国家年度排放限值的 0.74%；
- 液氚排放活度 2.31 TBq，为国家年度排放限值的 4.16%。

(2) 固体废物处理

- 可压缩金属桶为 43 桶，体积 8.6 m³；
- 不可压缩金属桶为 26 桶，体积 7.2 m³；
- C1 水泥桶为 12 桶，体积 24 m³。
- C2 水泥桶为 2 桶，体积 2.4 m³。

6. 主要技术问题

6.1 2号机组 KIR 报警问题

本次2号机组大修后启动至热停堆工况时主控室出现KIR系统报警信号。经检查为1号蒸汽发生器上的2KIR001ME、2KIR001ME传感器有报警信号出现。可能原因有：

- KIR系统误报警
- 蒸汽发生器一次侧存在异物
- 蒸汽发生器二次侧存在异物

通过一段时间的运行监测，最后证实为KIR系统误报警。

6.2 2号RX厂房放射性峰值

在大修期间，反应堆厂房的放射性出现间断性峰值，并引发2KRTO08MA报警，OPT环境实验室多次取样分析，未发现异常，证明RX厂房内无人工放射性核素污染。通过进一步的分析，证实为厂房里的氦气造成。可通过尽早投入RX通风系统EBA和ETY来解决。

6.3 2号机组2CRF001PO电动机顶部轴承振动水平高

2CRF001PO由于先天不足，电动机出厂时转子动平衡结果表明最大振动就已达 $98\ \mu\text{m}$ （详细可查阅出厂报告）。该泵自投产以来振动水平一直就比较高，长期运行时电动机顶部轴承振动为 $70\sim 100\ \mu\text{m}$ 左右，振动速度值为 $2.5\ \text{mm/s}$ 。本次大修后再鉴定振动为 $89\sim 104\ \mu\text{m}$ ，振动速度为 $2.5\ \text{mm/s}$ 。后由于主油泵故障，导致上部轴承振动突然增大，最大曾达 $151\ \mu\text{m}$ （ $4.0\ \text{mm/s}$ ）。停泵检查后发现推力瓦、电动机上部径向轴承及下部轴承均有不同程度的磨损。于是采取更换推力瓦，顶部轴承加固等临时措施，振动降至目前的 $110\ \mu\text{m}$ 左右（ $3.0\ \text{mm/s}$ 左右），勉强维持长期运行。建议坚持运行，等待时机再更换电动机，彻底解决此问题。

6.4 汽轮发电机组11号瓦处转子振动水平高报警

本次汽轮发电机组大修后首次冲转时汽轮机组各轴承振动各转子振动均为正常，最大振动为9号瓦水平方向为 $48\ \mu\text{m}$ ，11号瓦处水平方向为 $26\ \mu\text{m}$ ，11号瓦轴振动仅为 $26\ \mu\text{m}$ 。当机组带负荷至满功率状态，11号瓦轴振动逐渐增加，最高曾达 $148\ \mu\text{m}$ 左右，主控室出现报警信号（报警值为 $135\ \mu\text{m}$ ）。经频谱分析为工频分量占主要成分，具体原因正同GEC、西安热工研究所共同配合分析、诊断。

6.5 2VVP100VV安全阀动作

在热停堆状态下，VVP100VV安全阀动作，原因不明。机械人员和仪表人员立即进行检查。

仪表科主要对2VVP100AR进行了如下检查和处理工作：

- 1 X1 pressure switch（压力开关）漏汽问题已解决；
- 2 X2 pressure switch漏汽问题已解决；
- 3 X1 pressure switch用新备件代替，校验结果合格；
- 4 X2和X3 pressure switch检查定值偏高，现已校在正常范围内；
- 5 对继电器控制器进行了检查，无异常现象，并按机械科的规程PMCVVRY004中的process 7对控制回路进行了功能检查，结果无异常。

总之，经过100AR中的X1压力开关进行更换及X2、X3压力开关校验之后，100VV控制功能完全符合设计要求。

6.6 2LCA104JA意外跳闸

LCA104 开关型号为 GS425, 其额定电流 3 A, 最大的工作 DC 电压为 137 V, 本身带有电磁和热偶脱扣双重保护。开关跳闸后, 曾安排更换该开关, 但经与运行、仪表、电气等讨论后, 考虑到拆卸过程中存在有停堆风险, 故改用同型备品进行试验。结果为电磁脱扣值 11 A 时, 脱扣时间小于 0.1 s, 热偶脱扣值 8.5 A 时, 脱扣时间为 3.1 s。

对于 GS425 型开关, 电气科以前从未碰到过误跳情况, 倒是同类型的 GS470 型开关, 曾发生过因机械部分油脂干涸而拒动。根据上述现象初步分析, 造成 LCA104 开关脱扣的原因, 可能是负载变化后(瞬间短路或过负荷)引起保护动作所致, 当然也不排除开关本身误动的可能。根本原因分析, 还有待机组状态许可, 在对原开关作过试验和解体检查后得出。

纠正措施:

- 2 号机第四次大修时再更换 2LCA104JA;
- 2 号机第四次大修对更换下来的开关进行解体检查, 确认是否为设备制造质量问题, 并由此再采取措施;
- 2 号机第四次大修检查 2KRG142AR 48VDC 负载是否有短路和绝缘降低现象。

2.1.6.4 机组第四次大修准备

1. 进度要求

根据大亚湾核电站 1997 至 1998 年度发电计划, 2 号机组第四次大修将于 1997 年 11 月 22 日开始, 1 号机组第四次大修也将于 1998 年 1 月 24 日开始, 两台机组大修的目标工期都是 45 天, 计划工期都是 50 天。分别争取在 1998 年 1 月 11 日和 1998 年 3 月 10 日并网。两台机组的大修都是年度大修, 关键路径是主变压器改造工作。

2. 组织准备

两台机组的大修准备工作分别于 1997 年 6 月和 8 月开始。同时成立了由大修总协调员领导的, 由大修经理、副经理、计划工程师、运行经理、安全工程师、核岛经理和常规岛经理参加的大修指挥部。为加大大修质量控制, 由大修副经理兼任 QC 经理, 强调了计划的总体协调作用, 提出了以安全为基础、以质量为中心、以计划为龙头的指导思想并付诸实践。在大修前三个月, 大修队正式成立, 并设立了相应的项目负责人。由于本次大修大亚湾核电站自主化程度大幅度提高, 因此在人力、技术培训等方面做了充分的准备。

3. 大修项目的确定

根据 TYS (十年大修大纲) 数据库制订出的第四次大修年度预防性维修大纲, 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 号机组第四次大修的主要项目包括:

- 更换反应堆内 1/3 的核燃料。
- 反应堆压力容器开/关大盖及螺丝孔修理。
- 蒸汽发生器一次侧 U 形管涡流检查, 二次侧冲洗及 ITV (电视检查)。
- 主泵: 一台检查 3 道轴封及轴承 6 年检, 另外两台年检。
- LSS 小汽轮机两年检。
- LHP 年检, LHQ 5 年大修。
- 2 号低压缸第三级叶片测频。
- 发电机年度检查、打压试验。
- APP/APA 给水泵年检。
- 一台 CEX 凝结水泵解体检查, 另外两台年检。

- 一台 CRF 循环水泵及电动机四年全面检查。
- GEV 主变压器冷却器改造并换油。
- GRE/GSE 3 个阀门操作机构检查, GSF001—004VV 进口滤网更换。
- GSS 汽水分离再热器内部检查, 内衬板加固。
- 年度在役检查项目。

1 号机组第四次大修的主要项目包括:

- 更换反应堆内 1/3 的核燃料。
- 反应堆压力容器开/关大盖及螺丝孔检查。
- 四个低低水位阀门: RRA015VP、RRA021VP、RCP620VP、RPE021VP 全面检查。
- 蒸汽发生器一次侧 U 形管涡流检查, 二次侧冲洗及 ITV。
- 主变压器冷油器改造和油处理。
- CFI 冲洗管线改造, 旋转滤网换齿条。
- RCP001PO 检查第一道轴封及轴承, 另两台主泵年检。
- ASG003PO/RIS001PO/ASG001PO 部分解体检查。
- 两台柴油机年检。
- 6.6 kV 电气盘 LHB、LGC 四年检查及清扫。
- RIS001BA, RCP002BA 水压试验。
- 反应堆压力容器大盖支座屏蔽体更换。
- 2 号低压缸打开上缸测静频。
- 发电机、励磁机年度检查。
- CEX 一台凝结水泵大修, 两台年检。
- 凝汽器内部清洁检查, 钛管 ECT 检查。
- CEX 海水侧防腐。
- GRE/GSE 阀门检查驱动机构。
- 核岛 15 个阀门电动头全面检查。

4. 大修准备工作的进展

2 号机组第四次大修的年度预防性维修大纲于 1997 年 6 月形成初稿, 8 月正式生效 0 版。根据年度大纲, OPP 从 9 月份开始发出预防性维修工作申请及相应的工作包, 到 10 月份共发出了工作包 1659 份, 其中静止机械 541 份; 转动机械 280 份; 电气 211 份; 仪表 430 份; 在役检查 80 份; 土建 20 份; 性能试验 97 份。文件的准备工作于 10 月 12 日全部结束。

1 号机组第四次大修的年度预防性维修大纲是于 1997 年 8 月形成初稿, 9 月生效 0 版。但核岛阀门、常规岛转动机械/静止机械/阀门这四份大纲由于进行过修改, 1 版的生效是在 1997 年 10 月份完成。OPP 从 10 月份开始发出预防性维修工作申请及相应的工作包, 到 11 月份共发出工作包 1694 份, 其中静止机械 561 份, 转动机械 272 份, 电气 264 份, 仪表 400 份, 其他项目 197 份。截止 12 月底, 仅余两份工作包仍在准备过程中。

根据十年大修大纲, 两台机组第四次大修的备品备件准备工作从 1997 年 4 月份就已开始, 随着项目的增减, 不断调整订购数量。截至 12 月份, 两台机组共申请订购 1462 项, 仓库验收 410 项。

工具、材料的准备情况良好。合同的准备是在大修开始前一周才全部结束。

机组第四次大修各项指标的制订较以往 6 个机次大修更严格, 不仅表现在工期方面, 在

核安全、工业安全、辐射防护、质量、三废排放等方面的要求也更严格，因此对准备工作的要求也更高。1号机组第四次大修前的准备工作基本上是在按计划进行。

2.1.6.5 大修承包商介绍

(1) 由于大亚湾核电站致力于提高维修自主化程度，第三次机组换料大修实现了自主承担核岛反应堆压力容器开/关顶盖及相关工作，因此核岛主要维修承包商 FRAMEX 的工作范围仅涉及核岛阀门、PMC、DMR、RIC 的维修和提供技术支持；1997 年底第四次机组换料大修，核岛阀门维修的责任也转移到大亚湾核电站本身，FRAMEX 的工作内容进一步减少。

(2) 其它主要承包商的工作内容无大的变化。

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》(HAF0502-1-1) 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/210)，大亚湾核电站在 1997 年向国家安全局报告了 14 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，1997 年度大亚湾核电站发生的 14 起运行事件中，1 级事件为 5 起，0 级事件为 9 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 年	1995 年	1996 年	1997 年	累 计
0 级	20	28	23	9	80
1 级	9	7	3	5	24
事件总数	29	35	26	14	104

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 年		1995 年		1996 年		1997 年	
	1 号机组	2 号机组	1 号机组	2 号机组	1 号机组	2 号机组	1 号机组	2 号机组
0 级	20	0	13	15	12	11	4	5
1 级	7	2	4	3	0	3	3	2
合 计	27	2	17	18	12	14	7	7

3. 运行事件按 HAF 报告准则分布

大亚湾核电站发生的运行事件按国家核安全局颁布的准则分布如下表 2.2.1.1-3 所示。

表 2.2.1.1-3 运行事件按 HAF 报告准则分布

HAF 报告准则	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	合 计
准 则 1	12	14	8	5	39
准 则 2	—	—	—	—	0
准 则 3	—	—	—	—	0
准 则 4	8	9	10	5	32
准 则 5	—	5	2	1	8
准 则 6	—	4	3	2	9
准 则 7	2	2	3	—	7
准 则 8	—	—	—	—	0
准 则 9	7	1	—	1	9
合 计	29	35	26	14	104

从上表中我们可以看出，四年的运行表明，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

1997 年大亚湾核电站发生的 14 起运行事件中，人因事件占 11 起，设备故障事件占 4 起。表 2.2.1.1-4 给出了商业运行 4 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 年		1995 年		1996 年		1997 年		合 计	
	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比
人 因	22	75.9%	19	54.3%	17	65.4%	11	78.6%	69	66.3%
设备故障	7	24.1%	16	45.7%	9	34.6%	3	21.4%	35	33.7%
合 计	29	100%	35	100%	26	100%	14	100%	104	100%

从表中可以看出，运行四年以来人因事件占了较高的比例，1997 年虽然事件的总数量减少了，人因事件的比例还是较高。

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，1997 年所发生的 14 起运行事件按后果分布见表 2.2.1.1-5。

表 2.2.1.1-5 1997 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	3	1
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）	4	0
4 核安全相关系统降级	2	2
5 核安全屏障降级	1	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：1997年运行事件后果主要有三方面，反应堆紧急停堆4次（三次临界，1次非临界），核安全相关系统降级4次，违反技术规范4次。

6. 人因事件的根本原因分析

1997年14起运行事件中有11起是人因引起的，表2.2.1.1-6给出了这11起人因事件的根本原因分类。

表 2.2.1.1-6 人因事件根本原因分类

根本原因	涉及的事件数量
培训不足	9
工作组织管理不当	8
工作实践不足	4
书面交流不足	4
管理方法不当	3
监督方法不当	1
蓄意关闭阀门	1

从表中统计分析出来的结果可以看出，1997年11个人因运行事件中培训不足为首位，其次是工作组织管理不当，然后是书面交流和工作实践不足。培训不足主要体现在执行人员对技术规范书的了解不足，对系统的一些专用设备所涉及的风险了解不深。工作组织管理不当，主要表现在工作准备上，如风险分析不够，工作条件的检查验证缺陷等方面。工作实践不足主要体现在实践经验缺乏，没有养成良好的工作习惯，没有使用自检的方法去工作，书面交流不足主要是文件有缺陷或执行人员没有按规程执行。

1997年事件的数量较1996年已有较大幅度的下降，紧急停堆事件也大为减少，但在14个运行事件中，人因事件占了11个，虽然比例较高，但由于运行事件的数量少，已不能完全代表大亚湾核电站的人因失效倾向。从1996年开始，电站在低于0级运行事件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方向和措施，1997年电站内部事件的界定和分析变得正规和标准，1998年将会更加完善并会对电站防止严重事件的发生将发挥其应有的作用。

2.2.1.2 三道屏障完整性

1997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1997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号机组第四循环一回路放射性指标气体 γ 谱和碘同位素 γ 谱。从图中可以看到两指标在该循环内较稳定。

图2.2.1.2-3和图2.2.1.2-4给出了2号机组第四循环的一回路放射性指标气体 γ 谱和碘同位素 γ 谱。从图中可以看到两指标在该循环内也较稳定。

1997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

机组: 1
运行周期: 4

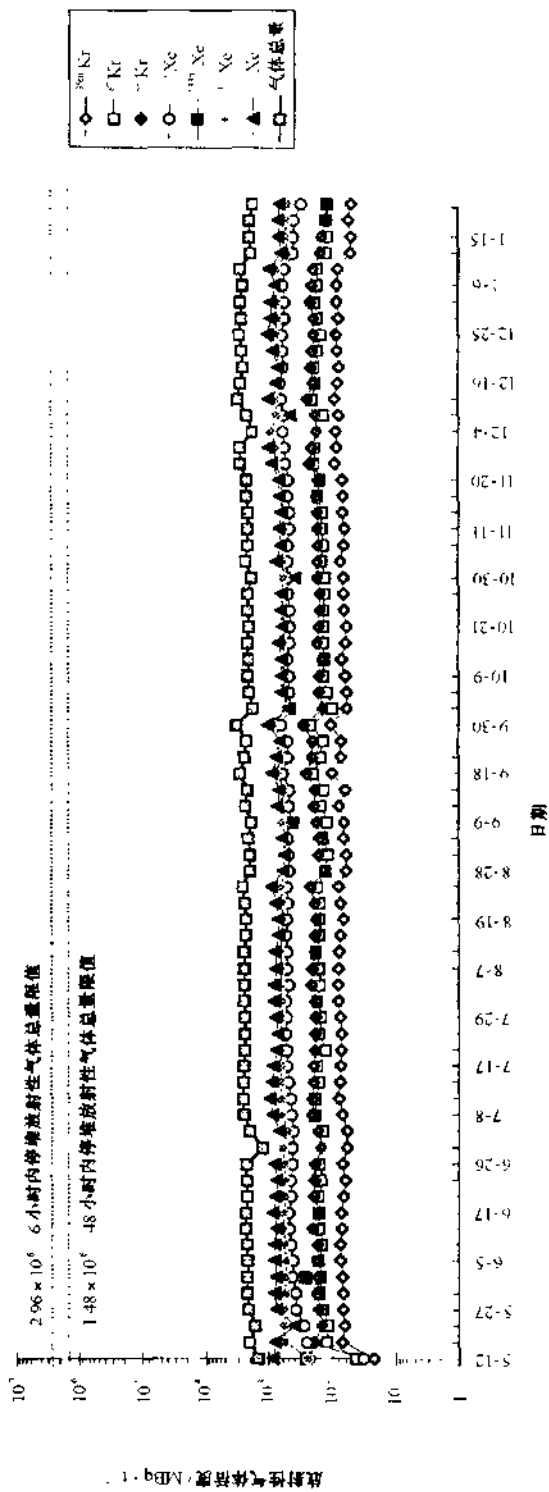


图 2.2.1.2-1 1号机组第四循环一回路放射性气体总量

机组: 1
运行周期: 4

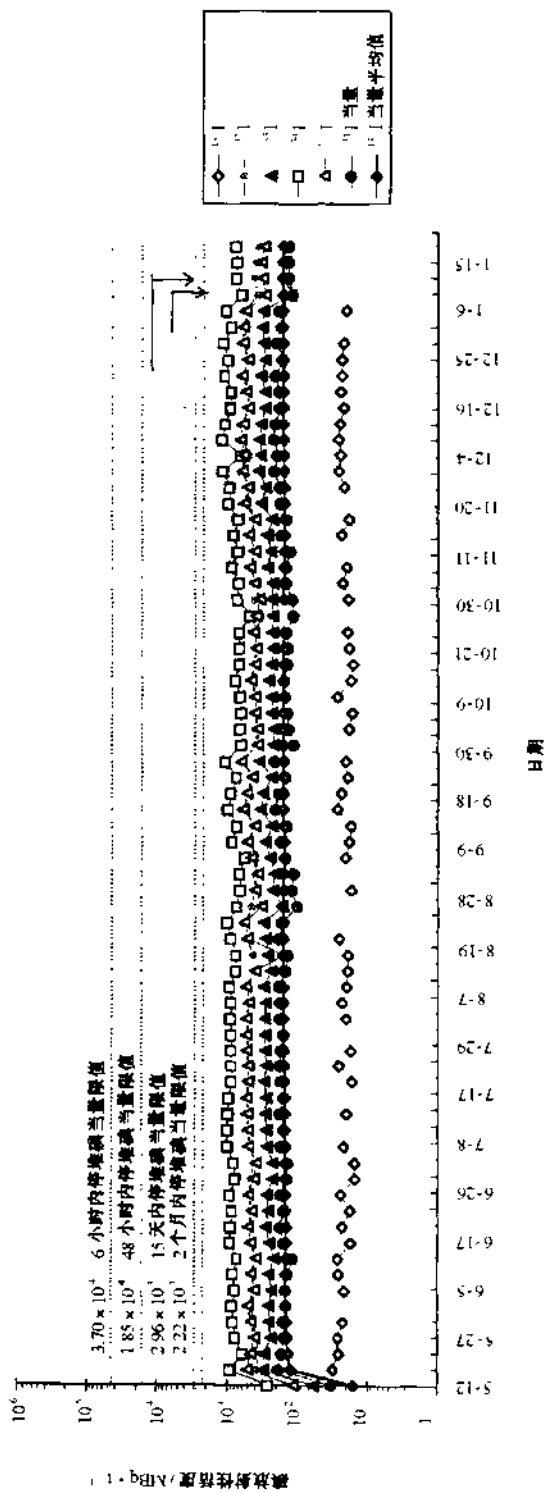


图 2.2.1.2-2 1 号机组第四循环一回路放射性碘活度

机组:2
运行周期:4

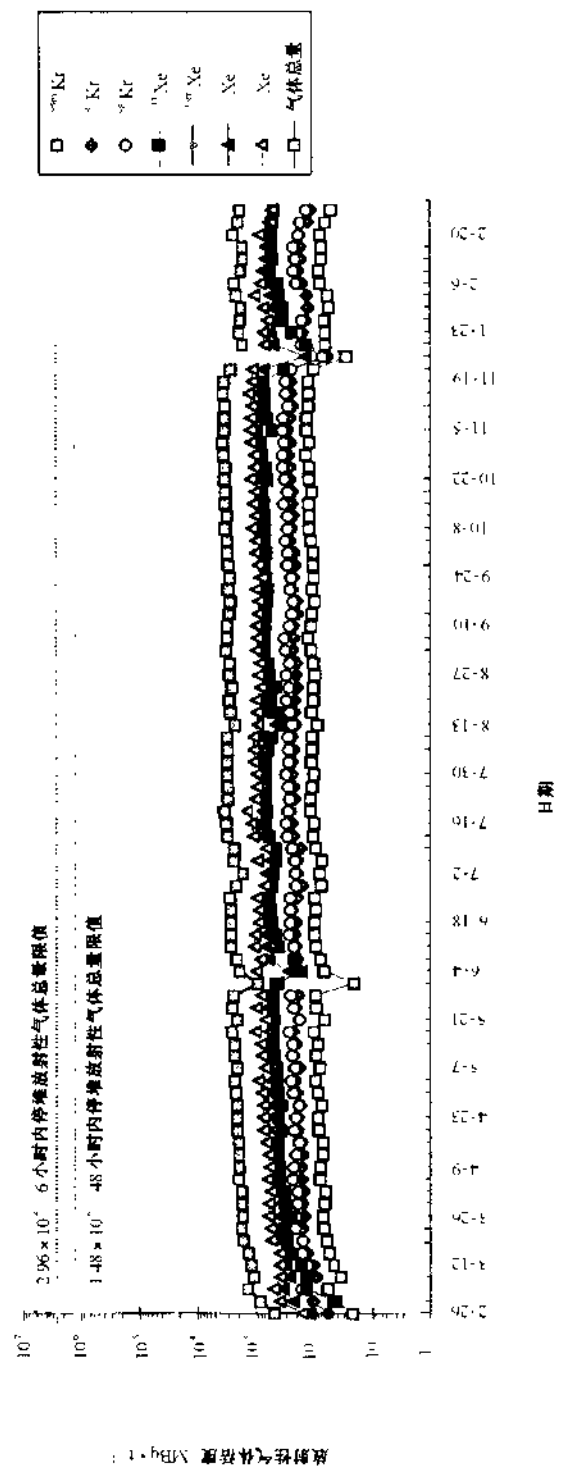


图 2.2.1.2-3 2号机组第四循环---回路放射性气体总量

机组 2
运行周期 4

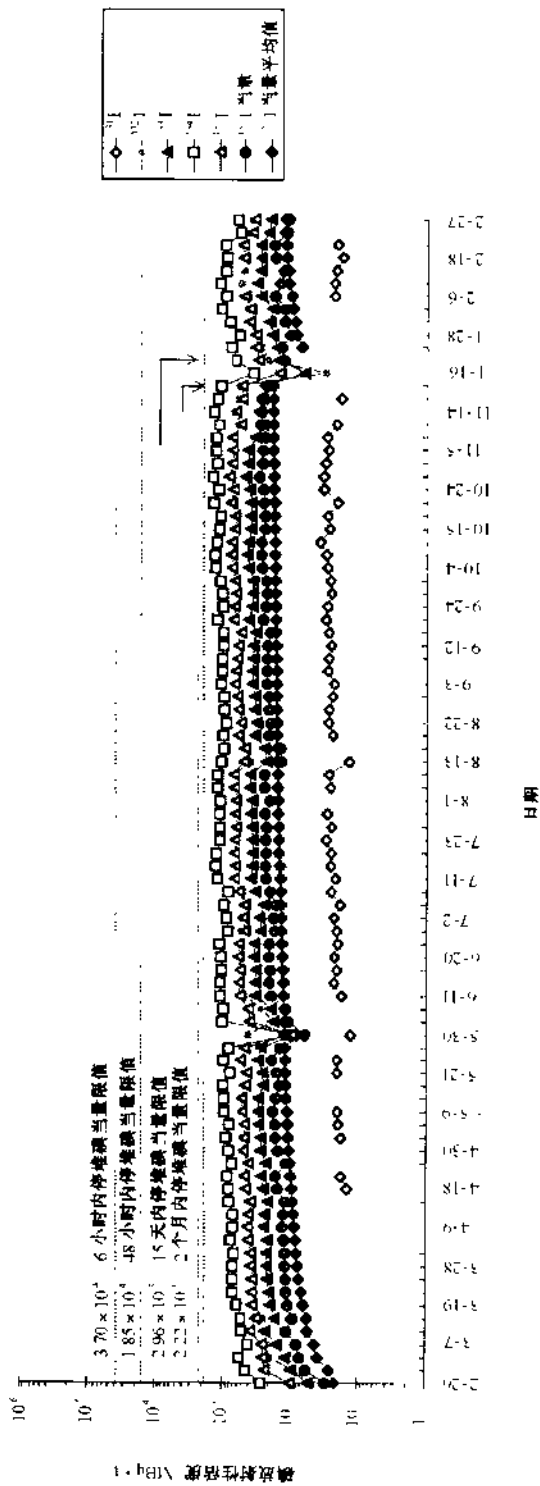


图 2.2.2.2-4 2 号机组第四循环·回路放射性碘活度

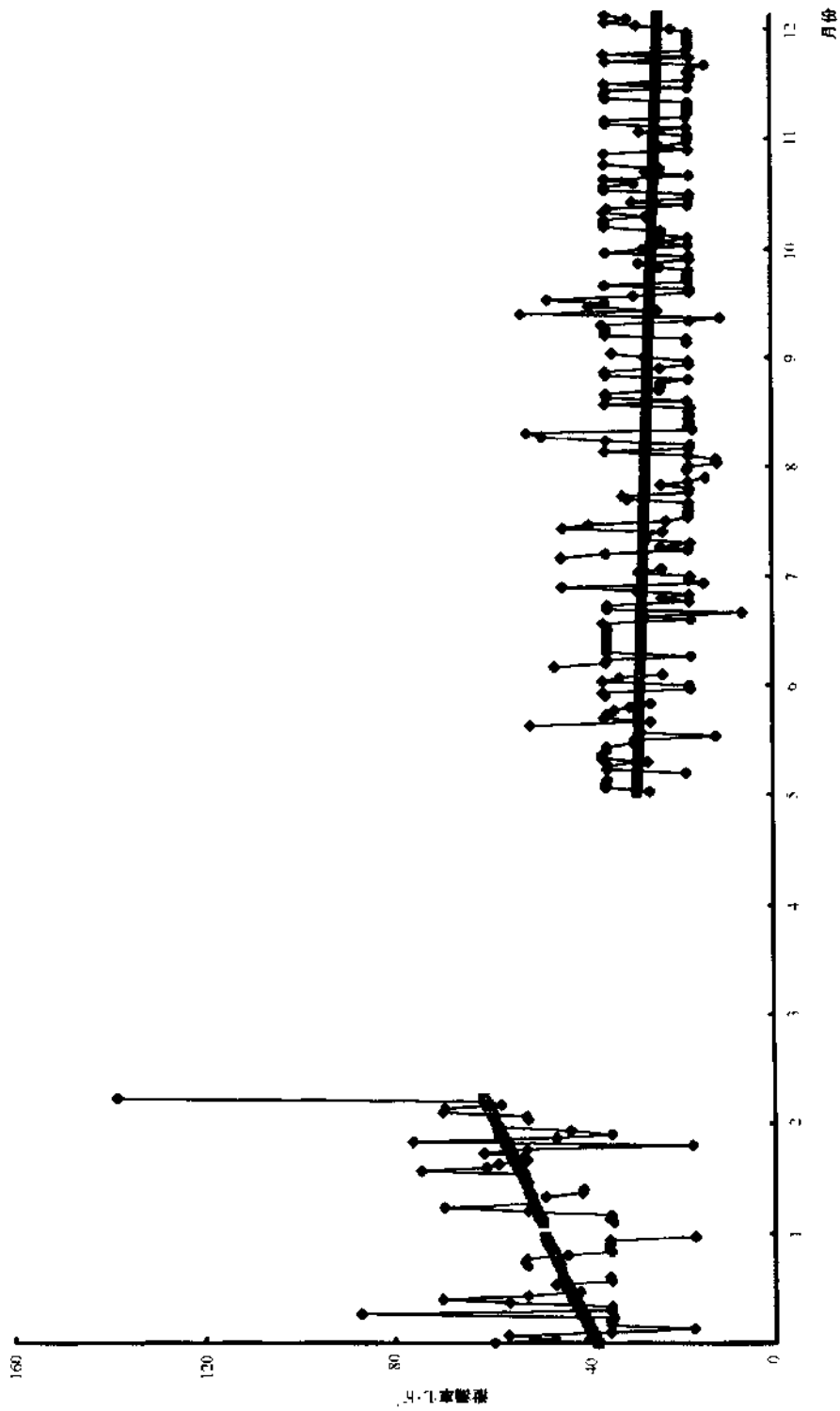


图 2.2.1.2-5 1号机组 1997 年一回路泄漏率分布

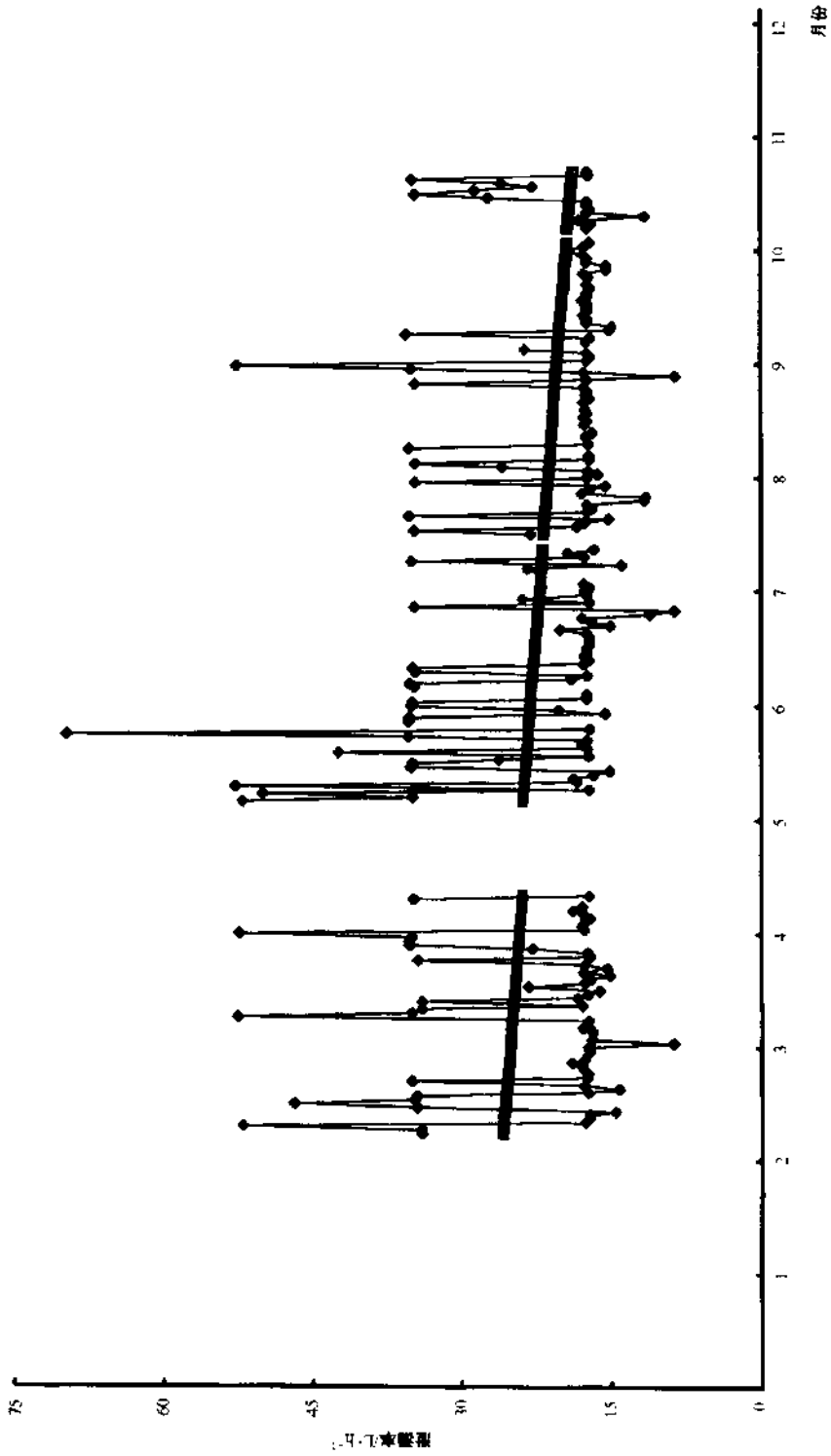


图 2.2.1.2-6 2号机组 1997 年一回路泄漏率分布

1997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和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1997年全年基本处于低水平，没有超出运行技术规范。第二道屏障完整性良好。

3. 安全壳

安全壳作为后最后一道屏障，电站在1997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。

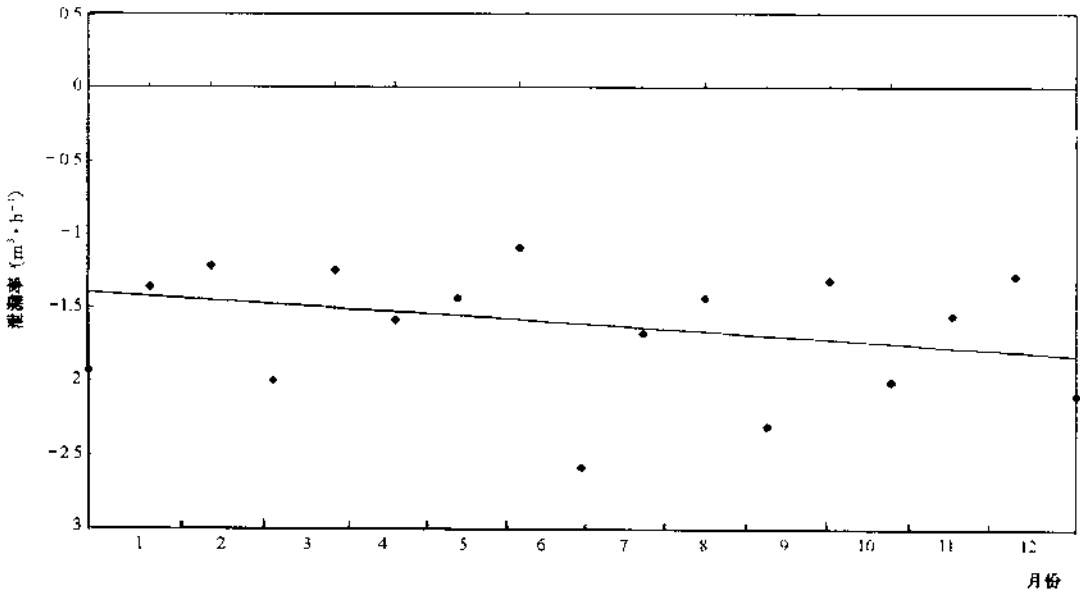


图 2.2.1.2-7 1号机组 1997 年安全壳泄漏率

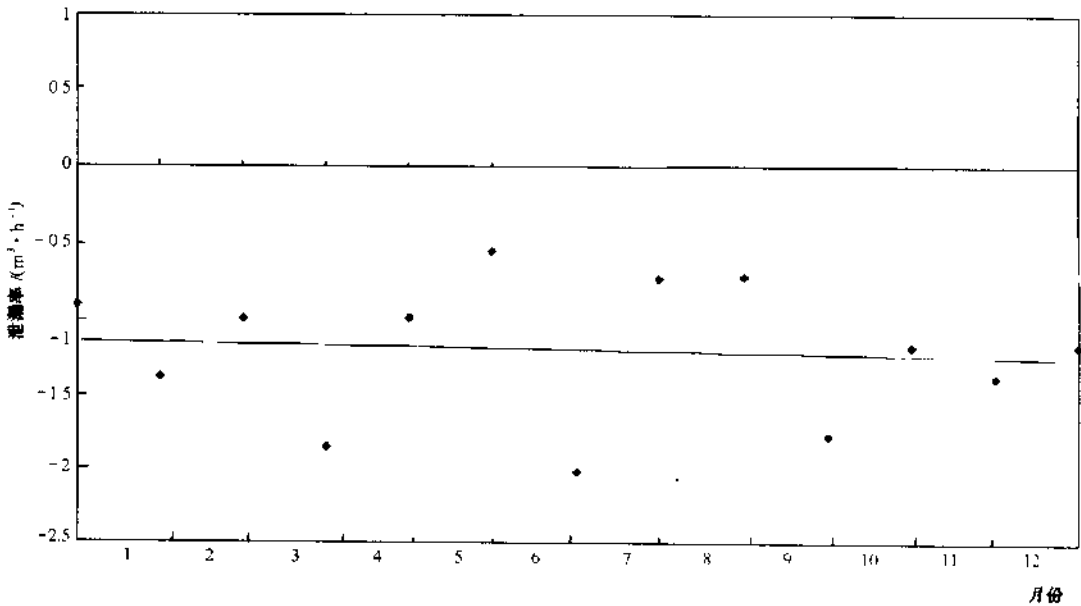


图 2.2.1.2-8 2号机组 1997 年安全壳泄漏率

1号机组安全壳的平均泄漏率(归一化为标准状态)约为 $-1.6 \text{ m}^3/\text{h}$ 。在所作的共17次监测中安全壳泄漏率在 $-1.5 \pm 0.5 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 区间变化。

2号机组安全壳的平均泄漏率约为 $-1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ 。在所作的共13次监测中,安全壳泄漏率在 $-1.2 \pm 0.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 区间变化。

由此,1997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

由于安全相关设备的可用与否直接关系到机组的安全运行,因此在电站的技术规范中对每一个安全相关设备的不可用都作了规定。即根据机组当时的状态规定了一个相应的后撤时间(FALLBACK TIME)。以保证机组不会由于该设备的不可用使得电站增加不可接受的风险。因此安全相关设备的不可用状态同时也直接影响到机组的高效经济运行。这样,电站对安全相关设备不可用的响应快慢与处理的好坏即成为电站安全经济运行的前提之一。对其进行控制也就成为必然。

大亚湾核电站采用跟踪控制安全相关设备的不可用次数,以及根据其后的撤时间定义的消耗比Gr(Global rate)及平均消耗比Cr(Consumption Ratio)等指标,对电站的安全相关设备的不可用进行监督和控制。

1997年大亚湾核电站对安全相关不可用的控制指标为,单机全年累计第一组不可用消耗比Gr小于9。

1. 第一组不可用

A: 总体情况

第一组不可用次数按月分布如表2.2.1.3-1,不可用总消耗比如表2.2.1.3-2,不可用平均消耗比如表2.2.1.3-3。

表 2.2.1.3-1 第一组不可用次数按月分布

		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
全厂	当月	1	10	4	10	18	5	6	8	6	4	8	1
	按月累计	1	11	15	25	43	48	54	62	68	72	80	81
1号机组	当月	1	4	0	0	9	2	2	3	5	1	3	1
	按月累计	1	5	5	5	14	16	18	21	26	27	30	31
2号机组	当月	0	6	4	10	9	3	4	5	1	3	5	0
	按月累计	0	6	10	20	29	32	36	41	42	45	50	50

表 2.2.1.3-2 第一组不可用总消耗比

		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
全厂	当月	0.37	3.58	0.25	2.62	2.21	0.04	0.42	0.75	1.31	0.05	0.98	0.06
	按月累计	0.37	3.95	4.20	6.82	9.03	9.07	9.49	10.24	11.55	11.60	12.58	12.64
1号机组	当月	0.37	0.95	0.00	0.00	1.75	0.03	0.08	0.15	0.84	0.03	0.21	0.06
	按月累计	0.37	1.32	1.32	1.32	3.08	3.10	3.18	3.33	4.17	4.20	4.40	4.47
2号机组	当月	0.00	2.63	0.25	2.62	0.46	0.01	0.34	0.60	0.47	0.02	0.77	0.00
	按月累计	0.00	2.63	2.88	5.50	5.95	5.97	6.31	6.91	7.38	7.40	8.18	8.18

表 2.2.1.3-3 第一组不可用平均消耗比

		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
全 厂	当月平均	0.37	0.36	0.06	0.26	0.12	0.01	0.07	0.09	0.22	0.01	0.17	0.06
	累计平均	0.00	0.36	0.28	0.27	0.21	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16
1号机组	当月平均	0.37	0.24	0.00	0.00	0.19	0.01	0.04	0.05	0.17	0.03	0.07	0.06
	累计平均	0.37	0.26	0.26	0.26	0.22	0.19	0.18	0.16	0.16	0.16	0.15	0.14
2号机组	当月平均	0.00	0.44	0.06	0.26	0.05	0.004	0.08	0.12	0.47	0.01	0.15	0.00
	累计平均	0.00	0.44	0.29	0.27	0.21	0.19	0.18	0.17	0.18	0.16	0.16	0.16

1、2号机组第一组不可用按月累计次数趋势如图 2.2.1.3-1，总消耗比趋势图如图 2.2.1.3-2，全厂平均消耗比按月分布及趋势如图 2.2.1.3-3。

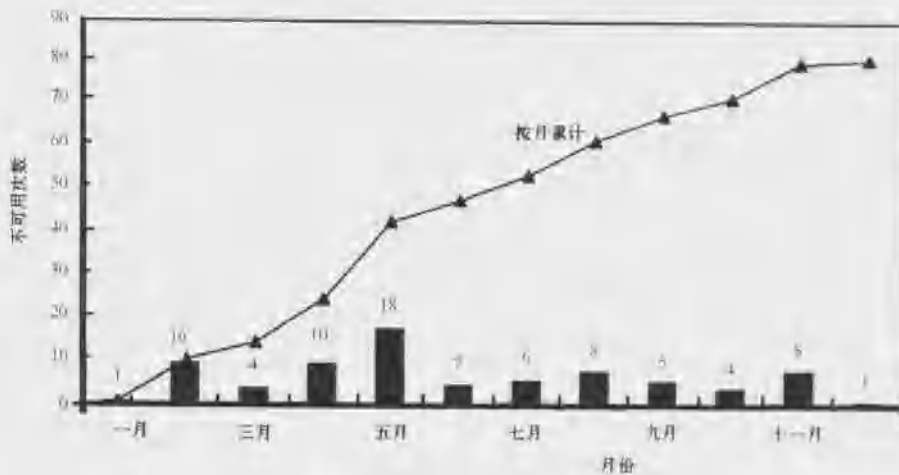


图 2.2.1.3-1 1997 年全厂累计不可用次数分布

由以上图表可以看到：1997 年 1、2 号机组安全相关设备不可用累计总消耗比均小于 9 的年目标限值。其中 1 号机组不可用次数、总消耗比在一年内趋势一直良好，最终累计消耗比为 4.47，仅占年目标限值的 49.67%。2 号机组前半年累计消耗比趋势不好，但后半年对 2 号机组不可用的控制较好，使得 2 号机组不可用累计总消耗比在目标限值以下，为 8.18，占限值的 90.89%。1997 年全厂平均消耗比在上半年处于较高位，但年平均均值远小于 1996 年的 0.25。说明电站对不可用的响应处理速度较快，从一个侧面反映出电站运行维修水平在 1997 年有明显的提高。

B₁ 分类统计情况

第一组不可用按不可用设备涉及到的电站功能分为热阱、反应性、安全壳、电源相关等四类进行统计。两机组的分类不可用次数分布如图 2.2.1.3-4，2.2.1.3-5。从图中可以看到 1、2 号机组有关电源方面的不可用次数所占比例均较大，而有关热阱及反应性的不可用所占比例相当。电源系统不可用主要是由测试 LHA/B 9711A 的动返时间造成的。

2. 第二组不可用

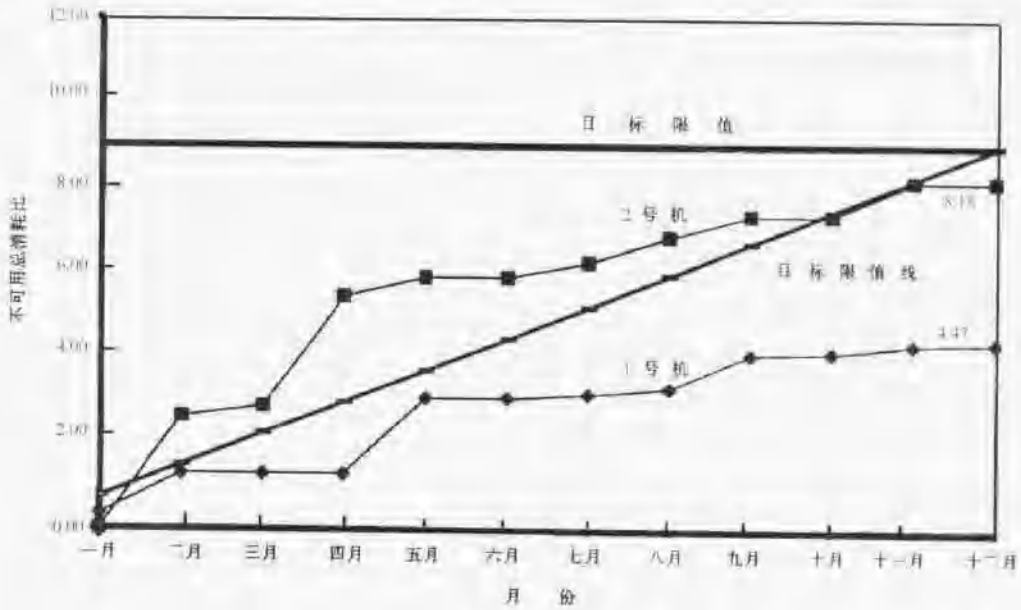


图 2.2.1.3-2 1997年不可用总消耗比 (Gr) 分布

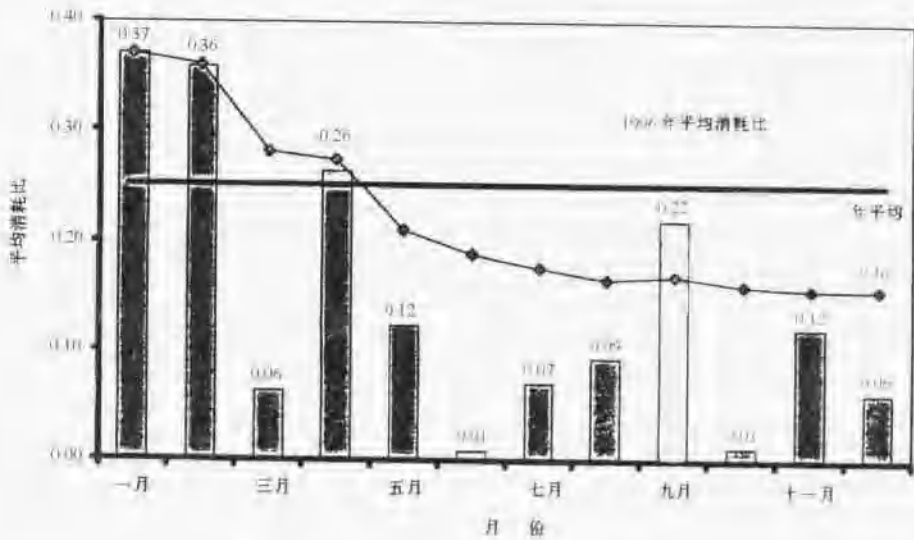


图 2.2.1.3-3 1997年全厂平均消耗比 (Gr)

A: 总体情况

第二组不可用总体情况如表 2.2.1.3-4。

从表中可以看到，随机不可用及计划不可用的次数大致接近。1号机组无论不可用次数与不可用持续时间均少于2号机组。1号机组第四季度、2号机组第二季度的不可用时间明显高于其它季度。这都是由于 JDT 系统的主泵烟感探头不可用造成的。该不可用位于反应堆厂房红区内，在技术规范中允许待机组处于热停堆时进行处理。

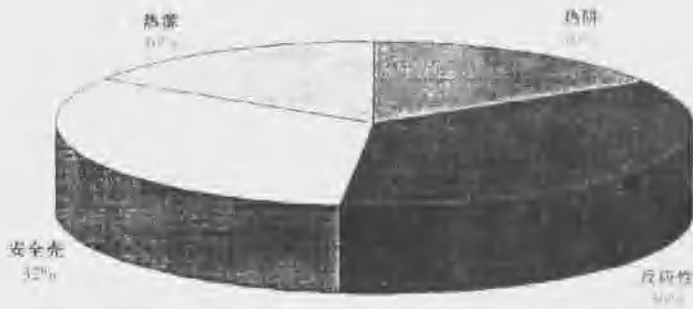


图 2.2.1.3-4 1号机组分类统计

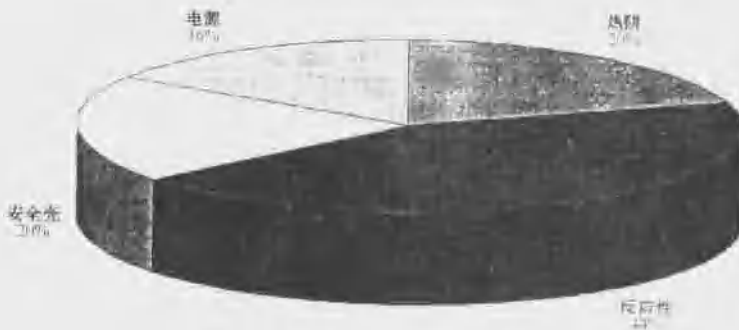


图 2.2.1.3-5 2号机组分类统计

表 2.2.1.3-4 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	不可用时间 (h)	随机不可用 次数	计划不可用 次数	不可用时间 (h)
1997	79	73	3030.42	90	69	4820.34
一季度	16	21	550.57	14	16	844.28
二季度	14	11	276.81	22	21	2779.99
三季度	39	17	801.61	34	13	440.85
四季度	10	24	1401.13	20	20	755.22

B₂ 分类统计

第二组不可用按系统分类统计结果如表 2.2.1.3-5。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 以及 DVE 系统。且其中随机不可用占有较大的比例。JDT 系统的不可用次数虽不多，但由于有的不可用设备所处位置在红区，使得不可用等待处理的时间较长，不可用持续时间也相对延长。

2.2.1.4 定期试验

1. 定期试验统计的统一要求

按照“统一名称定义，统一区间时间，统一计算方式，统一报告渠道”的统计基本原则，对 GOR 所要求的定期试验进行了统一管理。

表 2.2.1.3-5 第二组不可用按系统分类统计

系 统	1 号 机 组			2 号 机 组		
	随 机	计 划	持续时间 (h)	随 机	计 划	持续时间 (h)
SEC	3	3	189.25	5	3	139.70
RRR	1	7	285.03	7	11	973.70
KRT	32	10	451.62	33	4	448.40
JDT	7	0	1003.00	9	0	2213.90
DWS	1	4	40.30	1	4	54.17
DVN	9	11	152.96	9	9	160.01
DVC	0	3	41.17	1	6	213.97
DVE	15	10	201.79	6	10	104.64

统一名称定义:

计 划 数……计划项数即“GOR 定期试验计划与执行情况表”上所列项数。如遇特别情况, 机组状态改变, 大小修等, 其计划需调整, 以批准后的新计划计数为准。

执 行 数……GOR 定期试验的实际执行项数, 包括等效的试验项数。

合 格……试验项目符合其试验程序的要求。若某些分项有误差, 但可以接受, 即该误差不会造成其系统或设备不可用, 经审核人(部门)同意属于合格项。

有 异 常……是指可以暂时接受的异常(误差), 即该异常不会造成其系统或设备不可用。但异常项应由相关审核人(部门)批准。

超 期……按 PTS 中的计划日期, 超过其项目周期 + 25% 周期, 包括向 NNSA 申报了特许申请的超期项目, 但小于等于一周的定期试验不统计。

一 次 不 成 功……指第一次试验不“合格”的项目。(合格的定义见前) 不包括试验中出现异常的项目。

统一区间时间:

统计区间……每月第一天至最后一天。

统计时间……每月 3 号前交计划科。

统一计算方式:

按计划执行率 = 执行数 / 计划数

执行合格率 = 合格数 / 执行数

异常率 = 有异常数 / 执行数

超期率 = 超期数 / 执行数

一次成功率 = (执行数 - 一次不成功项数) / 执行数

统一报告渠道:

各单位定期试验情况的汇报归口于该单位的定期试验负责人。定期试验情况报告要使用统一的名称定义, 由计划科汇总后交 OPP 信息科编入生产部月报。

2. 对定期试验中出现的缺陷实施跟踪/快速响应

针对以往定期试验中出现问题后消缺较慢的问题, 我们认为在原有的工作流程的基础上

有必要加入快速响应的部分，新的定期试验流程图如图 2.2.1.4-1 所示。填写工作申请的要求：注明 PT 号，并尽量附试验程序，注明第几步有问题，按统一的名称定义标明该试验是“一次不成功”还是“有异常”。

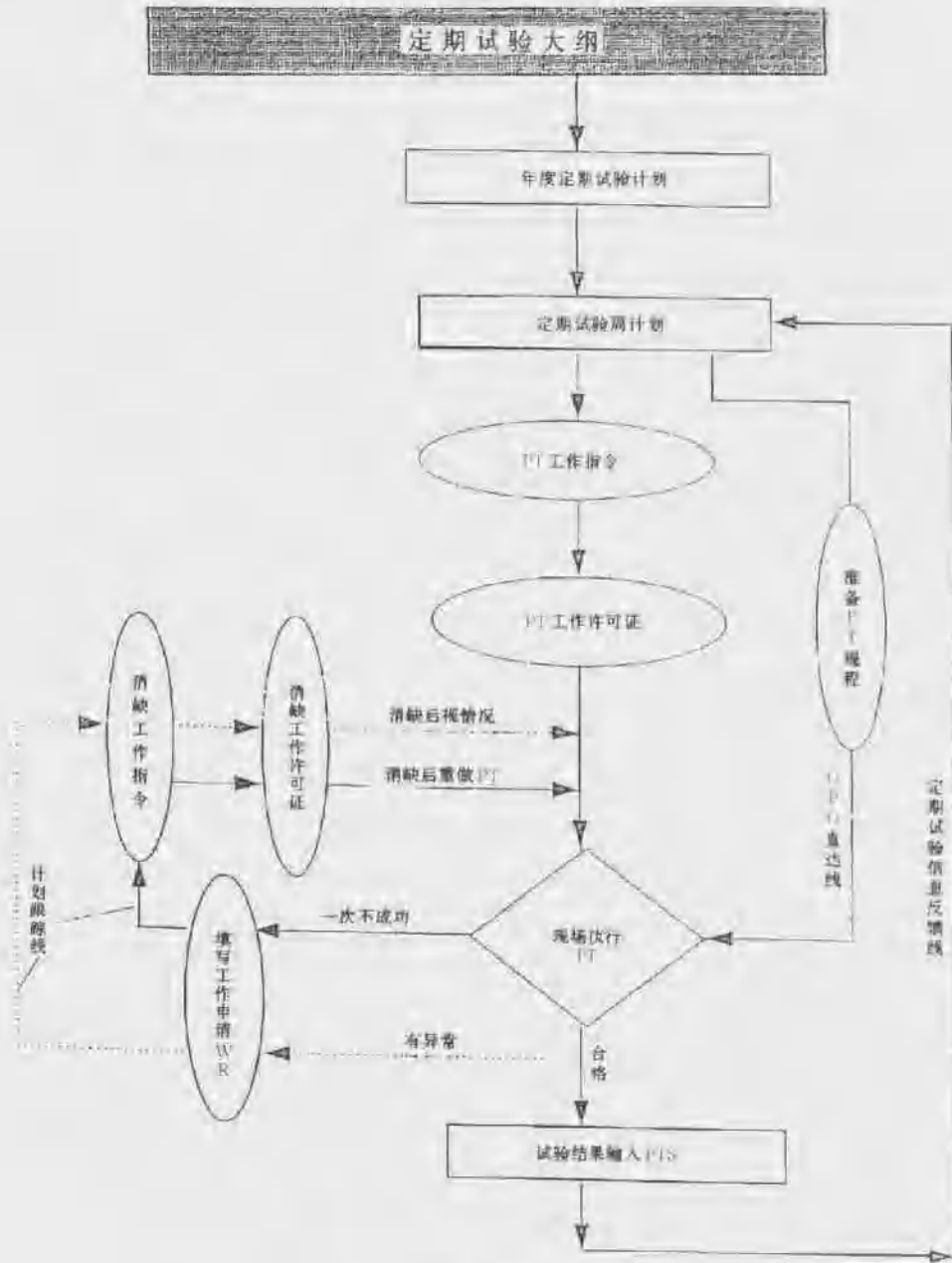


图 2.2.1.4-1 定期试验流程图

计划跟踪线：计划科对这类工作申请安排专人负责跟踪，并在每天日报上会有特别备注。

- * 对于“有异常”的缺陷，消缺后视情况可重做 PT 也可等下次 PT 试验时再验证
- * 如属于“一次不成功”的缺陷，消缺后必须重做 PT，且不能超过 +25% 周期。

3. 机组大修后与日常定期试验的接口原则

a) 大修前后日常 PT 的调度日期基本不做大的人为变动，即充分利用 +25% 周期裕度调整而使得 PTS 中的自动调度日期不变，以保证定期试验计划的平稳过渡。

b) 临时 P 点过渡方法即利用 +25% 周期裕度也无法调整的项目为保证其不超期而人为设置一个临时点。

c) 个别调整调度日期，即在不影响其它定期试验计划的前提下，可以考虑个别试验改变 PTS 中的调度日期。

d) 每次大修后定期试验计划的调整必须以“GOR 定期试验管理会”的形式进行，其调整后的计划必须得到定期试验管理小组的认可，以确保其合理性，严肃性，权威性。

e) 各单位定期试验负责人在该期间不宜换人，以防出现混乱。

4. 九七年度日常 GOR 定期试验完成情况

按 GOR 定期试验监督大纲的要求，全年 1/2 号机共计划安排 GOR 定期试验 1839/1502 项，实际执行项数分别为 1833/1502，其中 1 号机未完成的 6 项是 12 月份的蓄电池季度放电试验（因机组状态而利用 +25% 周期的裕度推迟到 1998 年 1 月份完成）。试验合格率分别为 100%/100%，异常率分别为 3%/1.3%，一次成功率分别为 99.3%/99.2%，全年共出现两次超期事件，分别为 PT1RGL002/2ASC001PO 振动试验。详细情况见表 2.2.1.4-1“1997 年度 GOR 定期试验统计”。

5. 1 号机第三次大修定期试验完成情况

OPO 按计划共完成定期试验 235 项，除 PT1DVF003，PT1EVR003 有异常外，其余均合格。PT1DVF003 的问题是部分空气管线漏气。PT1EVR003 的问题是 003ZV 入口滤网压差高，经检查入口风门和滤网未发现问题。

OPM/MI 按计划完成 130 项。

OPM/ME 按计划完成 12 项。其中 1LBJ001BT 由于绝大部分蓄电池极柱腐蚀严重更换了整组 58 个蓄电池，并进行年度放电试验合格。

OPT 按计划完成十年一次的安全壳打压试验和机械贯穿件试验共 83 项。

6. 2 号机第三次大修定期试验完成情况

OPO 按计划完成定期试验 240 项。OPM/ME 完成蓄电池年度放电试验 12 项。OPT 按计划完成 C 类机械贯穿件试验 56 项，B 类 8 项。

2.2.1.5 瞬变统计

2.2.1.5.1 主要瞬变消耗统计

反应堆一回路承压边界在核电站运行期间会随工况的变化发生一系列的应力变化。这些应力变化会对一回路的管道造成不同程度的疲劳或强度破坏，因此了解这些应力变化的数量与强度，进行分析、归类、统计，是一项与核安全密切相关的工作。这就是瞬变统计。

目前大亚湾核电站所采用的瞬变统计方法是：用 KDO 系统（试验数据采集系统）记录仪记录与一回路相关的压力、温度以及阀门开关状态等信号，分析这些信号的性质、大小，然后与设计值比较、归类，通过对一段时间的瞬变进行统计，了解瞬变消耗及运行质量，从而对反应堆的寿期进行控制。

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

表 2.2.1.4-1 1997 年度 COR 定期试验统计

专业	计划		执行		合格		有异常		超期		一次不成功		备注
	机组 1,0,9	机组 2	机组 1,0,9	机组 2	机组 1,0,9	机组 2	机组 1,0,9	机组 2	机组 1,0,9	机组 2	机组 1,0,9	机组 2	
OPM/MI	大	(64)	(52)	(52)	(64)	(52)	—	—	—	—	—	—	
	小	448	390	448	390	448	390	12	10	0	0	0	
OPM/ME	54	48	48	48	48	48	0	1	0	0	0	0	计划在 12 月份执行 1LBF/LBI/LCA/LCB/LCC/LD/A001BT 但推迟到 1998 年元旦后执行
OPT/CS	132	120	132	120	132	120	0	0	0	0	0	0	(不包含取样分析项目)
OPT/PT	172	168	172	168	172	168	0	0	0	1	0	0	2ASC001PO 超期
OPT/IS	115	53	115	53	115	53	1	0	0	0	1	0	OKR1902MA 年度试验异常 OKR1904MA 年度试验一次不成功
OPH/RIP	≥ 1m	183	156	183	156	183	0	0	0	0	0	0	
	= 1W	485	449	485	449	485	7	7	1	0	7	12	PTURJL02 超期
台 比	总计	280	118	250	118	250	35	19	1	1	12	12	
	比例	183/9	1502	1833	1502	1833	55	19	1	1	12	12	
		占总计划数		按计划执行率		执行合格率		异常率		超期率		一次成功率	
		99.7%		100.0%		100.0%		3.0%		0.1%		99.3%	
						1.3%		0.1%		0.1%		99.2%	

备注：大修定期试验不在统计范围之内

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）。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。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。大亚湾核电站的设计寿期为40年，在寿期内每一种瞬变都规定一定的设计发生次数，即该瞬变的设计值。我们将设计值平均到每年所得数字称之为期望值，而实际发生的次数称为瞬变消耗，从1997年瞬变统计的结果来看（见表2.2.1.5-1）：

表 2.2.1.5-1 1997 年主要瞬变消耗

瞬变代码	瞬变描述	一号机组瞬变消耗	二号机组瞬变消耗	期望值	设计值
1.1 和 1.2	反应堆升温	1	4	5	200
2	反应堆降温	1	3	5	200
3.1	升功率	6	5	245	9800
4.1	降功率	6	5	248	9920
10	热停堆维持蒸汽发生器水位	5	4	50	2000
21.1	紧急停堆	0	2	5.75	230
32.2	上充最大增加	1	5	7.5	300
37	下泄关闭上充不变	0	0	5.5	220
38	下泄上充关闭	1	1	5	200
42	RRA 启动	1	5	5	200

1号机组1997年瞬变消耗状况优秀，大大低于期望值；2号机组1997年瞬变消耗状况良好，没有超过期望值。

需要说明的是：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。

2.2.1.5.2 趋势预测及改进建议

两台机组1997年瞬变消耗情况与1996年相比，有一定减少，特别是一号机组。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，避免阀门关闭超过1小时；
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。

2.2.1.6 核安全文化

1997年电站的各项核安全指标与1996年相比有了较大改善，这表现在如下方面：

- 紧急停堆次数较低，为1.5次/机组
- 电站运行事件数目降到与EDF电站相当的合理水平

- I_0 数目与消耗比有较大幅度改善
- 机组的安全状态维持在较好的水平
- 三废排放量很少（废液占国家限值的 1.61%，废气占 2.72%）
- 辐射防护、集体剂量继续保持在世界先进水平

这些无不得益于电站核安全文化的深入开展

1997 年度电站核安全文化的开展具有如下特点：

1) 把推行核安全文化与推进现代企业管理制度相结合，建立以安全文化为中心的企业文化，结合国情，利用我国成功的“三老四严、四个一样，三不放过”这类口号来宣传和推进安全文化的基本要求，把核安全文化这个“舶来品”本地化和民族化，从而使安全文化推进到一个新时期；

2) 在继续推进以安全文化为核心的班组建设中，针对几年来反复出现的问题，查找根本原因，将工作重点转移到以反不良工作习惯、反习惯性违章为中心的实践活动；

3) 经理部建立和开始实施干部巡视制度，以此推动各级干部的管理巡视和班组学习，加强上、下级间的纵向沟通，收到了良好效果；

4) 结合 OSART 专家提出的改进建议和意见，各处、科制定了详细的纠正行动计划，并逐条跟踪落实，以期在 1998 年 5 月的 OSART 跟踪评审团评审时得到满意的结果；

5) 继续举办核安全文化研讨班和培训，同时有针对性地对科级以上领导干部进行管理培训；

6) 完善了经验反馈体系，提高经验反馈体系的有效性，使各级部门高度重视电站运行事件，使 1997 年电站运行事件数目有大幅度的下降。

2.2.1.7 执照申请

1997 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. 核安全监管

1997 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管。除电站运行的日常的监督检查跟踪外，还进行了经验反馈、电站维修管理、改进项目管理等核安全专项检查。在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又进行了检查并召开临界前检查会以确认临界条件的满足。

1997 年国家核安全局与广东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. 环境监督

1997 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。广东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。

1997 年，广东核电合营有限公司被国家环保局评为环境保护先进企业。

3. 操纵员执照申请

1997年广东大亚湾核电站组织了三次操纵员考试,共42人参加;全年分别有10人和7人获得国家核安全局颁发的RO、SRO执照,另有2人通过RO考试、6人通过SRO考试正在申请相应执照。45个SRO和11个RO旧执照已更新。

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,广东大亚湾核电站1997年共向国家核安全局和国家环保局上报各类承诺报告132份,其中包括:

- 运行日报、月报、年报;
- 安全分析季报、年报;
- 重要活动通告;
- 运行事件通告(1997年共发生14起运行事件,其中1、2号机各7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。

1997年,广东大亚湾核电站共收到安全监督部门来函45份,提交给安全监督部门的函件170份。

5. 运行总则 GOR 的修订

由于运行总则 GOR 的部分内容已包含在广东大亚湾核电站质量管理手册中,经广东大亚湾核电站申请,国家核安全局同意,对 GOR 进行了调整。GOR 九个章节的总体结构不变,除 GOR 的第三、六、九章外,其余章节的具体内容全部纳入 PQOM 中,即 GOR 第一、二、四、五、七、八章无内容。

根据法国新版的技术规格书,结合大亚湾核电站的实际情况,对 GOR 第三章“技术规格书”、第九章“定期试验监督大纲”进行了修订,新版 GOR 第三章和第九章已分别于 1997 年 10 月和 1998 年 1 月由国家核安全局批准生效。

6. 安全重要修改申请及实施

1997 年度国家核安全局批准的安全重要修改有:

- RPN 定期试验周期修订;
- “GCTc 不可用”判断逻辑信号的修改;
- 运行总则第三章 GOR3 “技术规格书”(正常运行限值和条件)修改;

上述修改均已实施,其中“GCTc 不可用”判断逻辑信号的修改方案 1 已分别在 1、2 号机组上实施。

7. 特许申请

根据机组运行状况的要求,1997 年度向国家核安全局提交了三份特许申请,其中 1 号机组一份,2 号机组一份,适用于两台机组的通用申请一份。

8. 其它申请

1997 年国家核安全局仍在审评的申请有:

- 西屋公司燃料管理软件运用许可证申请;
- 主控制室记录仪国产化申请。

9. ISO 14000 认证

ISO 14000 认证工作在 1997 年度内完成了合同鉴定、内审员培训,全公司共 10 人参加了

内审员培训并获得国家环保局颁发的内审员证书。公司对环境状况进行了初步评价,初步确定了公司环境管理体系文件的总体框架结构,开展了识别环境因素及重要环境因素的识别以及环境管理体系文件的编写等工作。广东核电合营有限公司计划在完成环境管理体系的建立后,向国家环保局申请认证。

2.2.1.8 国际原子能机构活动

1. OSART 跟踪评审

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,提出了 48 条改进意见和 11 条建议。针对各条意见和建议,广东大亚湾核电站组织成立了 OSART 跟踪小组,制订了相应的纠正行动计划。经过一年的实施和不断改善,各项纠正行动已初见成效。

按照 IAEA 惯例,OSART 跟踪评审活动将在 OSART 评审 18 个月后进行。为了 1998 年的 OSART 跟踪评审能顺利进行,1997 年 10 月,IAEA 官员,原 OSART 评审团副团长 Hollinger 先生到访大亚湾核电站,对电站正在执行的针对 OSART 各项意见和建议所采取的纠正行动进行了初步审查,同时现场检查了主控制室、汽轮机厂房、PX 厂房、化学品仓库等区域。Hollinger 先生认为,八个专业中运行、辐射防护和技术支持三方面的纠正行动进行得比较满意,组织机构和管理、维修、化学和应急准备四个方面已有了较完整的计划并已开始实施,唯培训还需努力。

针对 Hollinger 先生的意见,广东大亚湾核电站加大了纠正行动的实施力度,特别对培训方面进行了大力推动,已取得较为满意的结果。

1998 年 5 月,IAEA 将派出 3 位专家对大亚湾核电站进行为期一周的跟踪评审。

2. 核电站维修管理研讨会

按照 IAEA 地区合作项目 RAS/4/015 核电站运行安全研讨会 1995/1996 工作计划的安排,1997 年 3 月 3 日至 7 日,在大亚湾核电站现场举办了核电站维修管理研讨会,来自印度、巴基斯坦、韩国、印度尼西亚以及中国核工业总公司、秦山核电站、大亚湾核电站的技术专家和 IAEA 官员参加了该研讨会。

研讨会的主要内容包括:

1. 各参与国介绍各国核电发展最新动态;
2. 各参与国对 RAS/4/015 项目中技术访问活动的评价;
3. 核电站维修管理专题介绍,包括备品备件管理、设备可靠性管理以及大修管理等。
4. 各参与国对 RAS/4/015 合作项目的实施经验总结;
5. 制定 RAS/4/015 第二阶段 1997~1999 年合作项目和工作计划。

大亚湾核电站是该次研讨会的主办单位,各部门对此进行了充分的准备,在日常备品备件管理、设备可靠性以及大修管理方面作了专题介绍,获得了一致好评。

2.2.2 工业安全

2.2.2.1 工业安全统计

1. 工业事故总数

共 5 次,详细情况见表 2.2.2.1-1。

2. 工业事故率 (F)

目标: $F \leq 0.28$ 结果 $F = 0.36$

表 2.2.2.1-1 工业事故情况表

No.	事故编号	说 明	时 间	损失天数
1	9701	运行处两名现场操作员在开启 1GTH006VD 时连接的软管意外脱开, 两人腿部被喷出的热水烫伤	1997.2.25	合计 51
2	9702	维修处仪表计算机科一名员工在 1 号机组汽轮机厂房电缆间检查火警探测器时, 不慎由高处坠落造成一根肋骨骨折	1997.3.19	30
3	9703	维修处现场服务科一名员工在更换 1PTR 系统过滤器芯时, 被铅罐盖板打伤手指, 造成食指和中指骨折	1997.4.11	23
4	9704	维修处现场服务科一名员工在运输液氨罐途中, 违章站在液氨罐前, 车辆转弯刹车时, 液氨罐向前滚动挤压该员工, 造成骨盆骨折尿道损伤	1997.9.9	135
5	9705	技术服务处性能实验科一员工在库房内滑倒, 造成头部撞伤	1997.9.24	6

3. 工业事故严重度 (G)

目标: $G \leq 0.1$ 结果 $G = 0.090$

4. 未遂事件

1997 年 1 至 12 月份共发生工业安全未遂事件 42 起, 其中人因未遂事件 34 起, 设备及其他原因的未遂事件 8 起。

将这些未遂事件潜在的风险分类如下:

交 运	危险品	机械击伤	坠 落	触 电	烧/烫	窒 息	落物击伤	淹 溺	其 他
5	5	5	4	1	4	1	9	1	7

其他: 指走错间隔或违反工作组织过程、规程规范等而可能造成的后果。

2.2.2.2 工业安全管理

1. 工业安全总体状况

(1) 1997 年核电站工业安全事故率有所增加, 但仍处于可以控制状态; 事故率指标以 1996 WANO 值为参比, 处于中间值与最佳四分值之间。

(2) 与现场作业相关的工业事故明显增多, 事故率超出年度目标值, 并且发生一起重伤事故。

2. 1997 年的主要工作

(1) 落实安全管理责任制

明确各级行政领导的安全职责; 两次调整安全协调员、安全员、厂房安全负责人, 并对安全员及厂房安全负责人进行了专题培训; 在安全协调、日常安全管理、检查、安全防护用品管理使用中发挥了一定作用。

(2) 加大反对习惯性违章的力度

5 月份起, 经理部、部分处科建立了巡视制度, 生产直接相关的处、科加大监督力度;

10月份生产部制定了《大亚湾核电站习惯性违章的处理规定》(试行),对减少习惯性违章起到了有效的作用;

(3) 逐步改进承包商人员的安全管理

10月份规范了日常承包商担任工作负责人的人员的安全培训,检查了承包商合同中的安全要求,制定了各类承包商合同的通用安全要求。对大修入厂的承包商人员进行统一培训和考试,收到显著的效果。

(4) 逐步改善特种作业的安全管理

人员管理:1997年经市劳动局培训合格取得特种作业操作证人员共56人,部分经理部批准临时作业授权人员28人。工作中加强监督,违章状况有明显改善。

设备:起重行车经MR和承包商人员努力,可用状态有明显改进,成立了专业小组进行整改,为全面改善安全状况打下良好基础;电梯状况得到有效控制,全年发生2次电梯关人事件,比上年度明显减少。特种车辆管理方面,OPA车队制定了车队安全管理制度,加强了对司机的安全教育和培训,第四季度厂内交通安全运输方面未发生事故,仅发生一起未遂事件。

(5) 现场作业安全管理

落实风险分析的管理方法,OPM将1997年完成的常规岛重点作业工作风险分析纳入日常检修规程,今年又完成35项重点作业工作风险分析,并在204大修中使用。

经过经理部的反复强调和跟踪管理,日常维修工作计划的严肃性和准确性有了显著提高,工作许可证管理逐步正规化,对作业安全产生良好的影响。

安全部门对重点作业项目(氢系统作业、油系统动火作业)的严密监督,防止重大事故的发生。

(6) 现场作业人员的安全防护管理

现场作业人员配备了防滑防砸的防护鞋,防噪音耳罩;完成了防护用品使用管理规范,已由经理部审查批准。由广东省职防院对现场噪音、温度等工业卫生情况进行了测试,以此为依据,确定防护区域和具体防护要求。

(7) 安全监督和季节性防灾

电站工业安全和辐射防护委员会召开了4次会议;全厂性安全检查6次;成功地防抗了台风的影响,特别是9710号防台工作的成功取得了宝贵的经验。

(8) 安全培训和宣传

全年完成工业安全培训1308人;出版《安全通讯》11期;组织年度工业安全、消防知识考试,共1545人参考,占应考人员的89%。

3. 主要问题

(1) 承包商人员安全管理存在缺陷:进入电站日常组织机构的一部分承包商人员没有合适的培训、授权,而承担了一部分日常检修工作负责人的工作,造成实际工作与授权不符;

(2) 工作中职责不清,致使一些作业中承包商专业人员不能发挥作用,发生工业事故和未遂事件;

(3) 与承包商合同中缺少工业安全条款或不完全,造成安全责任不清,个人保护用品无法落实;

(4) 现场不良作业习惯和习惯性违章情况仍比较严重,工业安全科列出的典型问题共有26项;

(5) 起重设备经 OPM/MR 在八月份以后的努力整改, 状况有所改善, 但仍未达到劳动部门的整改要求;

(6) 厂区内特种作业安全管理仍未规范化。

2.2.3 消防

2.2.3.1 事故及火警未遂事件统计

火灾事故数: 0 起
火警未遂事件: 12 起 分类分析见表 2.2.3.1-1

表 2.2.3.1-1 火警未遂事件分类

机械设备	4
人 因	3
电 气	5

1997 年火警未遂事件简介 (12 起):

1997 年 1 月 8 日 AC317 房间日光灯电容器爆裂烧毁。

1997 年 2 月 1 日 1 号机组小修时, 发电机氢气冷却器 GRH201RF 连接法兰漏氢, 有火灾爆炸风险及影响机组按时启动。

1997 年 2 月 24 日 1AGR105PO 冒烟, 解体检查为绕组烧坏。

1997 年 3 月 26 日 2GTH 滤油机在运行中水封损坏, 漏油至废油箱, 该箱高液位保护失效, 约 1 m³ 油溢入 GGR 油室地坑。

1997 年 3 月 28 日 2AGR201BA 油箱低位报警, 检查 B 列净油器跑油约 1 m³ 以上, 怀疑为水封问题。

1997 年 4 月 17 日 2LHP601PO 燃油泵轴封泄漏燃油, 约 1.5 L/h, 引起 600BA 燃油报警。

1997 年 4 月 28 日 1GGR 油室消防系统气路和水路管道复装颠倒, 不可用。加之维修不及时, GGR 系统在无消防保护的条件下运行 4 天。

1997 年 7 月 18 日 LX 0m 控制区更衣室一厕所隔间内纸篓被人丢入烟头, 引起燃烧至只剩个底, 烟雾触发 JDT 报警, 主控及时询问辐射防护值班室, 火已被现场人员用水浇灭。

1997 年 9 月 12 日 AA 车间人员在大车床上喷涂大轴 (氧炔喷涂设备由妈湾电厂自备), 点火后将前端焊丝熔断落入车床下地槽, 引燃槽内油棉纱, 用干粉灭火器扑灭。

1997 年 9 月 17 日 2JDT206 区 (W441) 报警, 5 值人员仔细搜寻发现铁柜内 2LINE 01DI 电容器爆燃, 断电后用 1 个 CO₂ 灭火器扑灭。

1997 年 9 月 25 日 2CTE020RD 干式整流变压器 (英制) 故障过热跳闸冒烟。JDT 报警, 运行人员到场发现已因 2LGF602 开关高压保险熔断, 火点自熄。

1997 年 11 月 18 日 维修处仪表计算机办公室内的计算机电源插座由于接触不良, 造成过热烧糊, 被及时发现并处理。

过去 13 个月全厂消防系统可用率:

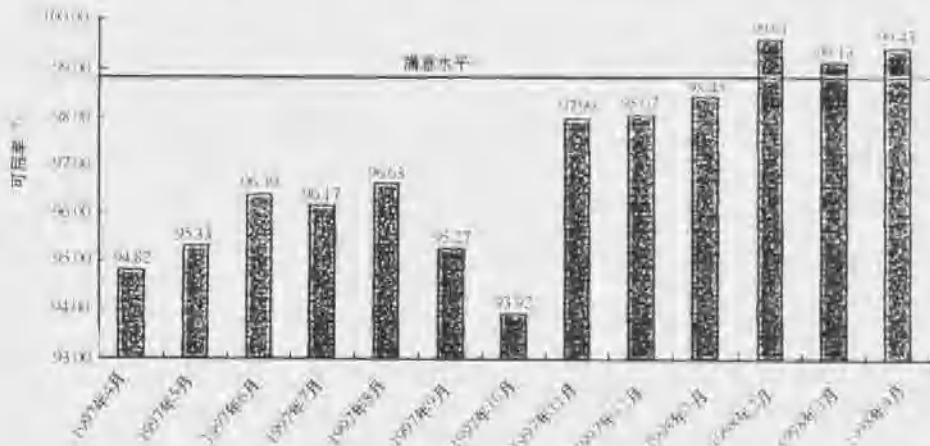


图 2.2.3.1-1 13个月消防系统可用率

2.2.3.2 消防管理

1. 完成的主要工作

(1) 严格控制动火作业，为维修处和承包商提供防火布，以落实现场防火措施；在巡检定检中重点检查动火作业现场，氢系统、油系统作业安全科人员到场监护；

(2) 整改小瓶易燃液体丢弃现场问题；采取登记还瓶的办法，在大修中有明显改善；

(3) 现场使用的脚手板采取阻燃处理，目前承包商及核岛使用的所有脚手板已完成，GNPS 常规岛使用的脚手板 1998 年完成；

(4) 防火门的控制：技术支持处土建科制定半年定期检查制度，有效改善防火门的可用状态，工业安全科定检中核查，并定期定区域抽样检查，发现问题严肃处理，在培训课中重点要求，大修中重点跟踪，状态有明显改善。

(5) 防火区穿墙孔洞的控制：按照许可证与施工人员逐个检查并独立核查

(6) 防火安全检查，根据现场实际情况和季节特点，全年组织防火安全检查 6 次，跟踪缺陷整改，有效地消除火险隐患。

(7) 消防系统隔离单的严格管理，控制消防系统不可用状态，掌握系统总体运行状况及主要问题，进行分析，提出管理改进意见。消防系统的可用性为控制火灾提供了重要保证。

(8) 火警探测：运行值执行火警登记，记录火警物率，系统状态跟踪，更重视有效督促运行人员对火警的处理，全年运行人员正确处理火警事件 3 次。

(9) 灭火训练

全年完成灭火实操 15 次

消防训练站模拟演练 7 次

现场演练 8 次（四级演练一次）

针对汽轮机手动灭火系统的弱点，设计了一套快速响应的行动步骤，可将原来 5-8 分钟的响应时间缩短至 3 分钟，并组织各值进行了实际演练，达到预期目的。

(10) 消防培训：全年组织消防培训 57 期，共 1088 人参加各级消防培训。

2. 主要问题

(1) 防火：发生三起人因火警事件，反映人员防火意识不够，个别动火作业安全措施不落实，吸烟有失控之处（主控室、冷更衣间厕所）。

(2) 消防设备:

1) 1/2号机组常规岛 JDT 线型感温探测系统因热敏电缆安装质量低造成的误报误喷是影响可用率的重要因素,也是对机组稳定运行的潜在威胁。对此维修处仪表计算机科于 9、10 月间进行了包括更换全部热敏电缆,重新调试在内的全面整改(9、10 月间可用率相应落入低谷),现已取得重大进展,10 套系统中已有 8 套投入试运行基本正常,使 11 月可用率有明显改善。剩余两套系统由于新线缆供货问题有所滞后,预计年底前可到货,1998 年 1 月可恢复运行。

2) JPH/JPT 洪水阀拒动

气动探测-洪水阀自动水喷雾系统是常规岛重点火险部位(如 CGA/AGR 润滑油室、主/厂变压器)配置的主力灭火系统,每三个月进行一次定期动作试验,9 月底和 11 月初定期试验中分别有 1 个 1JPT 洪水阀和 2 个 1JPH 洪水阀拒动,检查发现是阀内锁板推杆因泥污锈蚀卡涩所致。

3) JDT 主泵室探测系统(包括火焰和感烟两个独立回路)

火焰探测回路

自维修处仪表计算机科于今年 5、6 月间将编址中继盒移出主泵室后一直运行正常。

感烟探测回路

11 月 27 日 1RCPO2PO 泵室内感烟探测器故障,挂 II 级 I_0 ,因现场剂量率过高延至 104 大修处理,这也是符合 GOR 要求的。

4) JDT 误报率(UD 门以内区域)

下半年 JDT 报警次数分布(见表 2.2.3.2-1)

表 2.2.3.2-1 JDT 报警次数

月 份	6	7	8	9	10	11
正确报警(次)	0	2	1	2	0	1
误报警(次)	14	16	13	11	5	2

注:正确报警包括真实火警(4次)和动火作业引起(2次)。

上述问题,有关处、科正在研究改进对策。

2.2.4 辐射防护

2.2.4.1 年度辐射防护总体评价

1. 总体指标完成情况(见表 2.2.4.1-1)

表 2.2.4.1-1 1997 年辐射防护各项指标完成情况

	目 标 值	实际结果
年集体剂量(人·Sv)	1.65	1.507
GNPS 员工最大剂量(mSv)	< 20	20.74
承包商员工最大剂量(mSv)	< 20	15.27
放射性体表沾污人次	< 10	11
放射性体内沾污人次	0	0
放射性事故	0	0

2. 集体剂量情况 (见表 2.2.4.1-2)

表 2.2.4.1-2 GNPS 历年集体剂量情况与 WANO 指标比较 (人·Sv/(机组·年))

	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
GNPS	0.21	0.99	0.83	0.75
WANO 三年均值	1.81	1.66	1.51	—
WANO 三年中值	1.65	1.43	1.36	—
WANO 三年最佳 1/4 值	1.15	1.01	0.85	—
WANO 当年中值	1.27	1.36	1.16	—

1997 年, 尽管大亚湾核电站进行了 1 号机组第三次、2 号机组第三次和第四次大修, 集体剂量仍控制在较好的水平, 比 1996 年又下降了约 10%。与 WANO 指标相比, 运行四年来, 均低于 WANO 最佳 1/4 值, 是世界集体剂量控制最佳的电站之一。

3. 集体剂量分布 (见表 2.2.4.1-3)

表 2.2.4.1-3 1997 年集体剂量分布情况 (人·mSv)

	GNPS	FRAMEX	23Co.	NPIC	RINPO	凯利	其它公司及参观人员
剂量 (人·mSv)	492.8	143.4	378.0	384.2	69.8	64.3	51.6
进出控制区人数	732	98	297	233	119	119	555

从集体剂量分布来看, 1997 年电站员工剂量为电站总剂量的 32%, 除 FRAMEX 公司外的中方公司人员接受的剂量占全年总剂量的 91%, 比 1996 年的 17.3% 和 68.5% 分别提高了 14.7% 和 22.5%, 说明 1997 年在核岛维修工作的自主化方面取得了明显的进步, 中方人员参与工作的广度与深度均大幅度提高。

4. 大修剂量控制情况 (见表 2.2.4.1-4)

表 2.2.4.1-4 GNPS 历次大修集体剂量情况

	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
	第一次	第一次	第二次	第二次	第二次	第一次	第四次	第四次
集体剂量 (人·Sv)	1.36	0.54	0.81	0.83	0.56	0.51	0.54	0.47

上表说明, 1997 年度进行的三次大修集体剂量均控制在比较理想的水平。

5. 人员体表沾污控制 (见表 2.2.4.1-5 和 2.2.4.1-6)。

表 2.2.4.1-5 GNPS 历年人员体表沾污情况

	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
沾污人次	1	15	6	11

表 2.2.4.1-6 GNPS 历次大修人员体表沾污情况

	1号机组 第一次	2号机组 第一次	1号机组 第二次	2号机组 第二次	1号机组 第三次	2号机组 第三次	1号机组 第四次	2号机组 第四次
沾污人次	6	4	2	3	6	3	1	3

由于电站在污染管理方面坚持“清洁的核电站”思想，在人员污染防治方面采取了许多技术与管理措施，多年来，电站的人员沾污次数均控制在较低水平。从年度指标来看，1997年人员体表沾污次数超过1996年，也超过了年初确定的目标值，主要是因为1997年发生了一次多人员同时沾污的事件。从大修人员沾污控制来看，最近进行的几次大修均控制得比较好，特别是1号机组第四次大修，控制在1人次的水平。

6. 人员体内沾污

电站在人员体内沾污方面坚持严格的标准，规定凡是摄入量超过年摄入量限值的百分之一即记为辐射防护内部事件。电站运行以来没有发生人员体内沾污事件。

7. 个人剂量分布

在1997年度曾经进入过核电站控制区工作或参观的人数为：GNPS 732人，各承包商和参观人员共1421人。个人剂量（中子+ γ ）超过7 mSv的人数为：电站16人，承包商6人，分别占总人数的2%和0.4%，没有发生人员超剂量照射。年剂量低于0.2 mSv的人数为：电站373人，承包商789人，分别占51%和55.5%，说明人员剂量控制在很低的水平。

2.2.4.2 辐射防护培训

1. 培训情况简介

• 1997年共完成授课：

辐射防护初级培训（305a）	12期	321人
辐射防护二级培训（305b）	6期	96人
辐射防护复训（610）	41期	953人
辐射防护经验反馈等培训（860）	6期	144人

- 辐射防护科人员必须接受的授权培训课程已基本完成。
- 4名96届新员工在岗培训、考核均按要求进行，累计培训量100人周以上。

辐射防护初级培训（RP1）教材改编工作已完成且正式出版。结合RP1新教材建立了RP1试题库，300多题全部为客观试题。

辐射防护教学实验教室已初具规模，并投入使用。该实验室具备参观、示范和实习的功能，为教学手段的多样化提供了方便。

对承包商的辐射防护培训加强监控，对培训效果进行严格检查，1997年派员参加电站组织的检查小组，分别对几个大承包商的授权课程的培训进行检查和指导。

2. 电站在辐射防护培训管理方面存在以下问题

- 部分承包商单位无合格的辐射防护培训教员，难以保证培训质量。
- 人员授权管理需加强。应明确授权必须课程与技术提高课程，授权必须课程完成后即可获得授权。1997年电站少量人员无授权，只能持“临时控制区通行证”进入控制区工作，电站对未获得授权的人员能否上岗工作未有严格的限制。

2.2.4.3 运行辐射防护管理

1. 辐射防护运行人员调整

第三轮大修结束后,对4名辐射防护运行人员与其它岗位人员进行了轮换,扩大了运行人员的知识面,增强了辐射防护人员的工作适应能力。

2. 日常巡检

为促进辐射防护运行人员对工作现场的跟踪,要求值班人员在控制区内发生的维修工作记录上签字登记,以加强对工作现场辐射防护情况的控制。对控制区日/周巡检和辐射监测程序进行了修改,在总结经验的基础上对相当一部分测点的内容做了修正。根据 OSART 的建议增加了控制区公共区域的日表面沾污检查内容,减少了污染扩散风险。

3. 加强了控制区外围的巡检

- 增加了厂区外围环境辐射监测点。
- 修改了厂区内日/周/月的巡检点和内容。
- 在保证巡检次数的基础上提高巡检质量,巡检中共发出五份整改通知单,全部是在厂区内巡检发现的。
- 为配合和加强大修期间的巡检力度,进一步减少污染扩散的风险,在 E201/E241 各设了一个现场巡检值班室。

4. 辐射工作许可证管理

红橙区和反应堆厂房的“进出许可证”管理存在以下问题:信息填写不完整,有时签字不完整且存在别人代签现象,“许可证”回收不全,作业前的风险分析不够等问题,需要在1998年工作中加以改进。

对“控制区通行证”采用计算机管理,取得了较好的效果,保证了存档的完整性。但由于电站在辐射防护培训与授权管理上的缺陷,致使1997年仍有部分人员持“临时控制区通行证”进入控制区工作。

5. 放射性物质管理

针对年初发生的几起放射性物品失控事件,电站在硬件设施、管理手段、程序等方面均采取了相应的纠正性行动。首先对有关厂房和设施进行了改造,加强了辐射防护人员对放射性物品运输的监督与管理;对电站厂区各控制区进行每天和每周的安全巡检与监测,大修后进行放射性普查。在管理措施上引入辐射防护“纠正行动通知”方法,取得了较好的效果。对相关的程序作了修改和增写。

自1997年7月9日以后,电站没有发生一次放射性物质失控导致的 UD 或 UA 放射性监测报警器报警事件。

2.2.4.4 辐射防护相关技术工作

1. 辐射防护相关程序修改

- 完成了 PQOM 第 16 章 17 份 BP 程序的修改工作。
- 修改了控制区日、月、周巡检测量程序。
- 编写了 KZC 运行、临时控制区管理等技术程序。
- 修改了全部 57 份最优化行动单,根据第四轮大修情况继续完善,1998 年出版第二版。
- 修改了 KRT 系统 43 个通道的定期试验程序。
- 修改了辐射防护控制点 H_{Rp} 检查文件。

2. 辐射防护相关改造工作

根据 1996 年 OSART 评审建议及电站 1997 年度的现场辐射防护经验,提出或实施了以下

改造：

- 实施了 QA 厂房及 TER 罐区出入口的改造。
- 实施了反应堆厂房龙门架下临时控制区刷漆的改造，以明确范围及边界。
- 提出了在 AL 实验室增设 γ 报警器改造，设备选型在进行中。
- 对 KZC 系统中央机备机进行了试验，对 KZC 系统提出了中央机升级、增设终端、控制区入口三角闸及 C2 门出口改造的要求，计划在 1998 年实施。
- 对提高 SGZ 系统的运行可靠性提出了改进意见，计划在 1998 年实施。
- 在 E201/E241 增设大修辐射防护现场值班室，以加强对放射性物品的装卸及运输的安全监督。

3. 辐射防护用品管理

本着安全可靠、经济实用的原则，对个人辐射防护用品在计划、采购立项、验收和使用等环节都加强管理，并对防护用品的使用状态、安全性能、反馈意见等加以评价，不断提出改进意见以供采购人员参考，切实保证了控制区内现场工作人员的防护。

4. 1997 年度辐射防护工作遇到的主要技术问题

• KZC 系统老化

KZC 系统特别是中央计算机及相关软硬件均为 80 年代末产品，由于产品升级换代，部分软硬件原厂家已不再生产，国内外市场也找不到替代品，给该系统今后的安全稳定运行留下隐患。

• SAR 泄漏

由于 2SAR 系统隔膜阀运行可靠性降低，1997 年度对 2 号机组实施了多次查漏，增高了运行中员工受的辐射风险。

• TER, PTR 大罐防腐

TER、PTR 等水箱的防腐，特别是内部防腐工作，由于工作人员多，工期长，使用大量脚手架、木板等材料，防护用品消耗及废物量大，而且具有一定的污染扩散风险。在防护措施选择、控制区升降级及废物量控制等方面均需重视与反馈。

• “4.24”事件

1997 年 4 月 24 日发生的 1 号反应堆厂房大范围沾污事件，使电站去污工作的组织与控制经受了考验。在工期非常紧张的情况下，由于不可能对所有区域的去污标准均控制在 4 Bq/cm^3 以下的水平，给以后大修中的辐射防护工作提出新的要求。

• ^{110}Ag 问题

1997 年电站液体废物排放中的 ^{110}Ag 排放量占总排放活度的 70% 左右。2 号机组第四次大修氧化净化结束时，一回路水平 ^{110}Ag 的比活度约 5 GBq/m^3 ，使得换料人员的剂量有所提高。

2.2.4.5 大修辐射防护组织与管理

1997 年共进行了 1 号机组第三次、2 号机组第三次和第四次三次大修，在辐射防护方面主要采取了以下措施：

(1) 控制放射性源项。第三循环两台机组的辐射指数比第二循环明显下降，第四循环趋于稳定。

(2) 专业辐射防护人员积极介入工作准备与工作过程控制，设置的辐射防护控制点与见证点取得明显控制效果。

- (3) 加强放射性物质运输的安全监督与管理
- (4) 发挥 ALARA 工作组的专业协调作用。
- (5) 促进各级员工的参与和支持。

1号机组第三次、2号机组第三次和第四次大修的集体剂量都控制在比较理想的水平

2.2.4.6 辐射监测仪表与放射源管理

(1) 电站共有便携式辐射监测仪表 2407 台, 全年检修量 345 台件。KZC 系统共包括设备 306 台件, 全年检修量 524 台件。共检修 869 台件。全年不可用仪表共 5 台, 仪表可用率为 99.7%。

(2) 1997 年签定了 KZC 系统深化维修合同, 使 KZC 系统的维修深化至板件的修复, 以减少检修费用。

(3) 对便携式仪表实施计算机管理并编写了相应的软件。

(4) 电站辐射计量实验室按计划完成便携式仪表和 KZC 系统的刻度和定期检查工作。除辐射计量次级标准仪表由国家计量站刻度传递, 2 台中子剂量率仪表北京送检外, 完成了全部其它便携式仪表的一年一次的刻度。KZC 系统则每半年刻度一次, 每月进行一次定期检查。

(5) 在放射源管理方面, 完成了对电站放射源的年度盘点, 与各有源单位理顺了放射源管理的责任与关系, 改善了放射源贮存条件。

(6) 按照地方卫生部门的要求, 开始“放射性同位素工作许可证”的换证工作, 请广东省卫生防护所的专家来厂举办了“放射性同位素工作人员证”学习班, 电站 5 人参加培训并全部通过了考核。

(7) 总结国内外发生的放射源管理的经验教训, 加强了探伤源的借出登记与辐射检查, 保证了放射源的安全。

2.2.4.7 个人剂量管理

1. 电子实时剂量监测系统 (KZC)

KZC 系统全年度运行, 但中央处理机出现过 15 次短暂故障。为了确保整个系统正常运行, 购置了一台 KZC 中央处理机以作备用。大修期间, 所有在控制区内工作人员的个人和集体剂量数据由该系统提供和统计, 并据此发布每日大修剂量报告。

2. 热释光剂量计 (TLD)

热释光剂量计主要发放给生产部的辐射工作人员, 约有 840 余人。每月测量一次累计剂量。测量质量是通过中国辐射防护研究院和广东省卫生防护所双轨监测来保证的。

1997 年参加了 IAEA 组织的个人剂量监测比对, 取得了比较好的成绩。

3. 全身计数器 (WBC)

全身计数器全年共进行 2498 人次测量, 其中包括对电站工作人员每年一次的常规监测和承包商人员到/离电站的多次测量。全部测量未发现有任何有放射性核素内沾污人员。

4. 剂量数据管理软件

经过近一年的编写, 个人剂量数据管理软件已投入运行。该管理系统可以方便地查询所有进入控制区人员的剂量信息及各单位、部门的集体剂量, 并根据不同的要求统计、打印各种个人和集体剂量报告。

2.2.5 职业健康管理

1997 年大亚湾核电站的职业健康管理以职业危害的监测与防护、员工的职业健康

保健、异常照射情况下的医学干预及现场的医学应急准备等为重点,进一步加强员工的健康监督和现场职业卫生服务工作,在大亚湾核电站生产力的发展中发挥职业健康管理的作用。

2.2.5.1 职业危害的监测与评价

1. 放射性职业危害

1997年大亚湾核电站员工累积集体剂量492.8人·mSv,最大个人受照剂量20.74mSv,人均受照剂量0.42mSv。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剂量为8.6 μ Sv,集体待积剂量1.84mSv。

2. 噪音

1997年度工作场所的噪音监测发现超过国家标准85dB的监测点有19个,其中超过91dB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85dB,但可根据接触时间的递减,可适当放宽,如接触4小时可容许放宽到88dB,2小时可放宽到91dB,但最高不得超过115dB。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,并配备有耳罩和耳塞,能有效地防止了噪音对工作人员的危害。

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5kV/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,热辐射强度分布在2.9~3.7T/cm²·min,气温为28.1~43.6℃,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、CO、CO₂,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。

2.2.5.2 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能适任于他们的工作,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《大亚湾核电站职工年度健康评价报告》,制订大亚湾核电站职工健康保健计划。1997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。随后医疗中心又针对职工的患病情况通知随访治疗。根据心血管病的发病情况,职业医疗中心二次邀请苏州医学院的心血管专家来大亚

湾进行心血管病咨询、随访、诊治、专题讲座,宣传心血管疾病的防治知识,开展群防群治,做到早发现、早诊断、早预防、早治疗,大大地降低了心血管病的发病率。传染性肝炎也是健康监督的重点内容之一。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,1997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;组织职工集体长跑活动;开展群众性的文艺、体育活动。同时大亚湾核电站把普及卫生知识的宣传和作为健康监督的一项重要工作内容,提高职工强身健体的自觉性,使健康监督落到实处。

2.2.5.3 异常照射情况下医学干预的准备及实施

职业医疗中心负责大亚湾核电站异常照射情况下的医学干预,针对异常照射发生的不同情况、不同阶段,从医学管理、医学预防及医学处理等方面准备了相应的措施:对人员进行了相应的培训;建立了设备齐全的现场去污室及去污中心;配备了相应的污染监测设备和去污剂、内污染吸收剂、促排剂、抗放药物、核事故急救药箱等物品,基本满足了现场异常照射情况下的需要。对应急照射前的医学干预、应急照射和事故照射后的医学干预从医学管理,医学预防及医学处理等方面作了明确规定。1997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。10例头面部放射性污染,经去污均达到本底水平。

2.2.5.4 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、职业病的诊治记录等。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、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,为职业医学管理提供基础资料。

2.2.6 电站应急计划

1997年,大亚湾核电站的应急工作取得了较大的进展。在应急组织的改进;应急程序的完善;应急设施、设备的改进;应急培训和公众宣传教育;应急演习和演练;应急组织启动和抗9710号台风;一、二核统一实施应急计划等方面做了大量的工作。这些工作已纳入管理计划,正在实施过程中。

2.2.6.1 应急组织的改进

(1) 1997年对应急组织中42个关键岗位担当人员进行资格审查,履行关键岗位担当人员由所在处处长提名,经分管经理审批的手续。

(2) 根据生产部经理部的决定,调整电站应急指挥岗位担当人员,取消应急指挥助理(AED)岗位,该岗位原担当人员分别安排在相关组任组长,以加强各专业组的应急与技术值班力量。组织机构见图2.2.6.1-1。

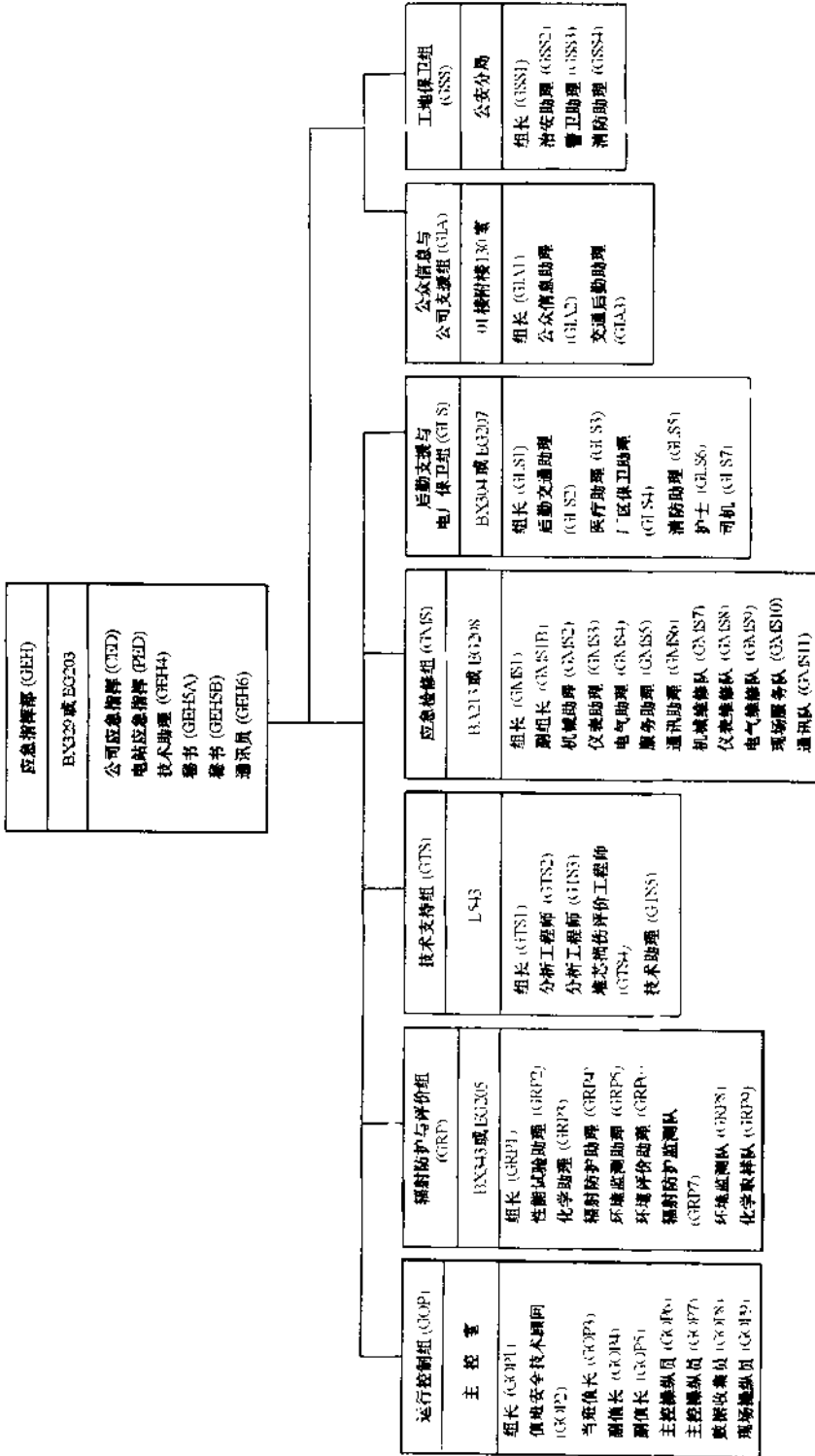


图 2.2.6.1-1 GNPS 应急组织机构

(3) 各处指定的应急协调员发挥了有效的作用,及时地协调解决各处在应急准备工作中存在的问题。

(4) 组建应急支持专家队伍。经过综合分析和广泛征求意见,为进一步提高 GNPS 应急组织整体响应能力,在现有人力资源的基础上,组建一支应急技术支持骨干队伍(称之为应急支持专家队伍),配备适当的通信工具,使之随时随地都能和应急组织取得联系。当电站万一发生严重事故时,根据应急指挥部的指令,可以起动这支队伍的部分人员或全部人员。这对电站在事故状况下,及时控制和抢修设备故障,防止事故的进一步恶化,确保应急响应行动的正确性,为尽快将事故机组恢复到安全稳定状态提供进一步的保障。应急支持项目及所属应急专业组明细表见表 2.2.6.1-1。

表 2.2.6.1-1 应急支持项目及所属专业组明细表

序号	应急支持项目	所属单位	所属应急专业组
1	电站应急指挥	OMC	应急指挥部 (GEH)
2	运行控制协调	OPO	运行控制组 (GOP)
3	辐射防护与评价	OPH/RP	辐射防护与评价组 (GRP)
4	气象数据获取及辐射后果评价	OPI/EC	辐射防护与评价组 (GRP)
5	机组状态分析、诊断、预测	OSL	技术支持组 (GIS)
6	堆芯损伤评价	OFS	技术支持组 (GIS)
7	消防及工业安全	OPM/IS	后勤支援与电站保卫组 (GIS)
8	应急柴油发电机 (电气部分), 继电保护	OPM/ME	应急检修组 (GMS)
9	高压电气专业: 主变, 6.6 kV 电源系统	OPM/ME	应急检修组 (GMS)
10	低压电气专业: 380 V 交流应急电源系统 220 V 交流重要负荷电源系统 (LNA/B/C/D/E) 125 V 直流电源系统 (LBA/B) 48 V 和 30 V 直流电源系统 (LCA/B, LDA)	OPM/ME	应急检修组 (GMS)
11	水泵专业: EAS/RIS/ASG 电动泵	OPM/MR	应急检修组 (GMS)
12	应急柴油发电机 (机械部分), 空压机	OPM/MR	应急检修组 (GMS)
13	汽轮机专业: 汽轮机顶轴油泵和电动盘车 LLS 小汽轮机	OPM/MR	应急检修组 (GMS)
14	保护专业: 48V 电源 UP/UD 故障 RPR logic/output 恢复和安注功能闭锁与恢复操作	OPM/MI	应急检修组 (GMS)
15	控制专业: ASCO3PO 速度调节与保护回路故障	OPM/MI	应急检修组 (GMS)
16	核仪表专业: KRT 系统	OPM/MI	应急检修组 (GMS)
17	阀门专业: 主蒸汽系统 (VVP) 阀门 ASG 气动阀门 TER 手动阀门	OPM/MV	应急检修组 (GMS)
18	反应堆厂房气闸门	OPM/MV	应急检修组 (GMS)
19	电站通信系统 (DTV)	通信中心	应急检修组 (GMS)

2.2.6.2 应急程序的完善

1997年，应急准备完成了下列文件程序的修改工作：

(1) PQOM第17章技术程序 EP/OPS/A01 ~ A07 的编写

- EP/OPS/A01 应急状态分级
- EP/OPS/A02 厂内应急通知和报警
- EP/OPS/A03 电厂核应急状态的诊断和分析
- EP/OPS/A04 辐射防护与评价手册
- EP/OPS/A05 人员集合、清点和撤离
- EP/OPS/A06 应急状态终止和电厂恢复
- EP/OPS/A07 厂外应急支援的获取

(2) 结合 OSART 建议，修改再版了《应急指挥部的启动和响应》(IP/EMP/210)，增补《大亚湾核电工地应急状态下的人员防护行动》(PO/EMP/102)。

(3) 完成 KRT 系统报警卡的修改。

(4) 事故规程双语化，这一工作正在进行中。

(5) 为了更好地评价应急演习，新编写的《应急演习评价标准》在征求各方面的意见后，准备应用于今后的应急演习总结与评价中。经过一段时间的实践检验后再作进一步的改进。

(6) 经过异常事件的分析总结，促成了报警卡的修改，并将逐步完善“报警卡-事故规程-应急计划”之间的衔接。

2.2.6.3 应急设施、设备的改进

(1) 1997年6月起推出应急设施设备专业管理和各应急专业组执行定期检查相结合的制度，建立应急设施设备可用性状态跟踪系统。应急设施设备的可用性状态见表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

设施/设备 级别	可用性 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						85.71	81.31		81.31	86.18	84.62	84.62
二级设备	>95						87.61	84.83		84.83	88.04	88.20	86.01
三级设备	>90						100.00	97.06		97.06	97.15	97.06	97.06

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。

—通信设备，评价系统，在线辐射监测系统定为二级设备，该类设备故障应在48小时内排除。

—程序、图纸、便携式仪表，防护用品等定为三级设备，该类设备缺陷应在3天内解决。

$$2. \text{— 单项设备可用率} = \left(1 - \frac{\text{设备不可用天数}}{\text{当月天数}} \right) \times 100\%$$

—实际可用率定义为单项设备可用率的加权平均值

—当仅知道故障发现时间，而不知道故障发生的确定时间，设备不可用时间 = (故障发现时间 - 上次状态完好时间) ÷ 2

(2) 建立了 GIA、GSS 独立的应急中心，配备相应的通信设备（传真机、电话、文件资料等）。

(3) 结合 OSART 建议, 在模拟机上增设广播控制盘, 供 MCR 操作员培训用。

(4) 配备防碘面罩。供在应急状态下应急响应人员、武警、消防、厂外支持等有关人员使用。

(5) 中国核工业总公司应急卫星通信网设备已全部就位, 等候开通、调试和运行。增购了一台厂内监测车, 以提高应急加速响应能力。

2.2.6.4 应急培训和公众宣传教育

1997 年完成了《核事故应急响应》和各专业组应急启动与响应复训教材的编写, 共 9 份。

- (1) 核事故应急响应
- (2) GEH 的应急启动与响应
- (3) GOP 的应急启动与响应
- (4) GTS 的应急启动与响应
- (5) GRP 的应急启动与响应
- (6) GLS 的应急启动与响应
- (7) GMS 的应急启动与响应
- (8) GIA 的应急启动与响应
- (9) GSS 的应急启动与响应

1997 年应急培训与复训执行情况见表 2.2.6.4-1, 其中:

- (1) 完成核事故应急响应培训与复训 34 期, 1262 人·次参加。
- (2) 完成应急启动与响应专项培训 22 期, 291 人·次参加。
- (3) 开展核电工地应急宣传教育月活动, 共举办 7 次讲座, 539 人·次参加。

表 2.2.6.4-1 1997 年应急培训诸课程的人数

课 程	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合计
基础知识培训与复训	144	59	103	110	120	58	17	206	32	111	221	81	1262
应急专项培训		52	68		3			21	117	17	13		291
公众教育培训								175	226	138			539

* 本统计数据不包括各承包商自行组织的培训。

2.2.6.5 应急演习和演练

1997 年度大亚湾核电站应急组织进行了较有系统的演习和演练, 年初结合机组人修的实际情况, 进行了针对更换核燃料过程发生乏燃料水池跑水之假想事故的演练和演习各一次; 六月份针对广东沿海受强台风侵袭造成厂外断电之事故情景进行应急演习; 十一月份结合消防演习, 引入火灾造成全厂断电的事故情况进行综合应急演习。这些演练和演习为大亚湾核电站应急响应人员提供了实践的机会, 使他们进一步掌握了如何按《厂内应急计划》及共相关程序进行应急响应。8 月 2 日 9710 号台风在深圳地区登陆时, 由于经过了类似事故情景的演习, 厂内的应急组织能够正确地按照应急计划进入应急状态和进行防台风的行动。按照 1997 年应急准备工作大纲, 共进行应急演练和演习 12 次。1997 年的应急演习和演练完成情况见表 2.2.6.5-1。

表 2.2.6.5-1 1997 年应急演练和演习的实施情况

序号	日期	演练/演习	内 容
1	1997.1.4	演 练	反应堆厂房和燃料厂房人员撤离
2	1997.3.20	演 习	乏燃料水池跑水事故
3	1997.6.19	演 习	台风侵袭造成全厂断电事故
4	1997.8.21	演 练	辐射防护与评价组关于蒸发器断管事故加主蒸汽阀误开启事故的演练
5	1997.8.28	演 练	运行控制组关于全厂断电事故的演练
6	1997.8.28	演 练	技术支持组关于全厂断电事故的演练
7	1997.9.25	演 练	运行控制组关于全厂断电事故的演练
8	1997.9.25	演 练	技术支持组关于全厂断电事故的演练
9	1997.10.28	演 练	辐射防护与评价组关于蒸发器断管事故加主蒸汽阀误开启事故的演练
10	1997.11.12	演 习	主变爆炸起火造成全厂断电事故
11	1997.12.01	演 练	2号机组卸料前反应堆厂房和燃料厂房人员撤离
12	1997.12.30	演 练	应急指挥部关于主变爆炸起火造成全厂断电事故

2.2.6.6 应急组织启动和抗 9710 号强台风

1997 年 8 月 2 日黄昏到午夜, 编号为 9710 强台风 14 年来第一次正面袭击香港和深圳地区, 台风中心风力达 10 级以上, 台风期间降雨量达 187 mm。风雨交加的大亚湾核电站工地, 全体应急值班人员紧密合作, 密切监视着台风动向。当获悉香港天文台发出挂 9 号风球信息, 大亚湾核电站厂区实测风速达 28 m/s 时, 电站应急指挥通过综合分析各种情况后, 果断下令启动应急组织, 宣布电站进入应急待命状态。这是大亚湾核电站投产以来第一次宣布应急状态, 应急组织经受了考验, 保证了两台机组安全稳定运行, 确保了向电网安全供电, 未发生核安全事故, 未发生人身伤亡和设备损坏事故, 未发生大面积水浸事故, 没有对电网产生任何冲击。应急组织启动前后发生的重要行动见表 2.2.6.6-1。

表 2.2.6.6-1 应急组织启动前后发生的重要行动

时 间	条 件	应 急 指 令	响 应 行 动
18:00	(1) 香港天文台挂 9 号风球; (2) 现场风速达 24 m/s	广播通知各单位执行抗台风程序 IP/FPS/320	按 IP/FPS/320 程序响应
18:40	(1) 香港天文台挂 9 号风球 (2) 现场风速达 28 m/s 并有增长趋势	广播通知进入应急待命, 向 BP 机发“EEEE”信号	应急人员待命, PED, GIS5, GRP6 启动并采取必要的响应行动
19:48	核惠线跳闸, 两次合闸不成功, 对机组安全未造成威胁	没有指令	
20:39	核惠线已送上电		
21:00	(1) 台风登陆, 风速递减, 降至 24 m/s (2) 机组状况稳定 (3) 未发现其他险情	广播通知终止应急待命状态	除现场人员收到广播通知外, 在宿舍的待命人员没有得到指令

2.2.6.7 一、二核统一实施应急计划

随着二核工程的建设进展,1997年一、二核就如何统一实施应急计划做了大量探索性的工作。四统一(即统一运行管理,统一申请排放量限值,统一进行流出物和环境的监测,统一制定并实施应急响应计划和准备)协调组不定期召开会议,集中讨论了工地应急中心与环境实验室的设计和建造方案,一、二核双方经过多次的协商,重大的原则问题已达成共识。

由合营公司、岭澳公司、核服总各部门组成的“广东大亚湾核电厂地应急准备协调委员会”发挥了较好的作用。通过合营公司及其承包商,岭澳公司及其承包商,核服总及其所辖单位的控制和管理,有效地督促常驻大亚湾核电厂地的承包商制定各自的《应急撤离计划》和进行必要的应急准备。还开展了形式多样的核电厂地应急准备知识宣传教育活动,使居住在核电厂地的广大人员了解核电是清洁的能源,发展核电带来的经济效益和社会效益。同时让人们认识到核辐射是可以防护和控制的,即使在事故情况下,通过厂内外的密切配合,有效地实施应急计划,事故的后果也是可以大大减小的。

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

核电站保卫工作有两个主要目标:(1)保障核材料和核设施不被盗窃或破坏;(2)保障电站生产设施免受破坏,维持正常生产运行的环境。

围绕电站保卫的目标,根据国家有关法规,电站制定了全面的保卫计划,建立了由公安、武警、经警、保安等多种保卫力量组成,统一指挥,协同工作的保卫队伍。根据“纵深防御”和“均衡防御”的保卫原则,电站从外到里设立了四个层次的保护区域,建立了完善的周界监控和通道控制系统。

1997年公司正式成立了电站保卫委员会。电站保卫委员会由公司副总经理、党委代表、电站副经理、人事部经理及公安分局、武警、电站保卫、运行、维修和综管处等部门的负责人组成,作为公司保卫工作的高层决策和协调机构,负责定期评估电站安全保卫工作状况,检查保卫工作大纲的执行情况,协调公司、电站和承包商之间的保卫工作。

在保卫任务分工上,大亚湾公安分局负责整个保卫工作的统筹兼顾,以及所有刑事治安案件、交通事故的处理。武警负责主要出入口及周围要害点的执勤;电厂保卫科属下经警直接负责厂区的出入口管理、周界监视和巡逻。

1997年公安分局将分散在各部门的保安员集中起来,组建了核电厂治安联防大队,统一管理,加强建设,担负起电站各重要厂房、仓库及生活区各个岗哨的执勤任务。

2.2.7.2 保卫工作实绩

1997年,核电站公安保卫部门始终围绕核电生产建设的中心任务,以加强防范为龙头,不断强化治安、保卫和交通等管理,开展治安清查整治,集中力量打击刑事犯罪活动,确保了核电区域有一个相对稳定的治安环境。1997年是刑事犯罪发案率最低的年份。

电厂保卫科在1997年着重加强警卫班建设,各警卫班充实配齐人员,坚持每月的学习培训和军事训练,使队伍的整体素质和保卫执勤实效有明显的提高。各班组在全年日常保卫执勤和重大活动保卫工作中成绩突出,其中警卫四班被评为核电站先进集体。在现场管理方面,加强对进厂承包商员工的审查管理和生产厂房的巡视,加强与各厂房负责人的联系和协调工作,将电站保卫工作由保卫区域周界和通道扩大到厂房和人员信息管理。

1997年各保卫技术系统维持正常有效的运行,通道控制系统(KKK)在技术改造后运行

的第二年,继续巩固和完善各项功能,确保了各保卫区域的顺畅通行和有效控制。周界监视系统(DSI)维持有效的保卫监控功能,同时按计划开展技术改造的各项前期工作。在此基础上,保卫部门还安装和启用了电子巡逻管理系统,并配置了新的警卫无线对讲系统,全面规范和加强了警卫巡逻工作,提高了快速反应能力。

同时,核电站继续坚持人防与技防并重的原则,走加强管理和利用科技提高电站安全保卫水平的道路。三支保卫力量进一步加强团结,统一指挥,协同行动,有针对性地举行了多次实战性强的联合防破坏应急演习,显示了较强的整体作战能力。全年圆满地完成了香港回归、岭澳核电开工典礼、国家领导人视察核电站等重大活动的保卫任务,确保了安全。

2.2.7.3 核材料的实体保障

大亚湾核电站的核材料及核设施都处在电站的加强保护区之内,受到严密保护。保卫部门制订了《核材料实物保护与保密实施计划》及《核燃料进厂的保卫措施》等保卫方案,并重新修订了异常突发事件情况下的应急行动方案。核燃料在电站正常运行期间或燃料组件运输进厂都有可靠的保障措施。国家核安全局和国家原子能机构核材料管制办公室分别对大亚湾核电站的保卫工作进行了年度监督检查,确认电站核材料保障措施的落实有效。

1997年电站核材料保障工作,在维护好保护系统设备正常运行及保卫措施落实的基础上,对获准进入加强保护区(ZR)和燃料厂房(KX)人员进行严格审查,只保留少数人员长期进入KX厂房资格,其它人员临时进入采用临时授权,同时对二核技术支持人员和承包商人员进一核厂房制定了归口审批和电站人员陪同制度,降低了风险。对于核燃料进厂,保卫部门高度重视,按程序规定及时向省市公安机关报告计划,取得大力支持。在保卫措施上周密安排,派警车沿途押送,使年度核燃料进厂运输工作顺利完成。

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

根据年初召开的合营公司董事会的决议,1997年计划发电上网电量为120亿kW·h。从上半年机组运行状况来看,两台机组安全稳定运行,各项生产指标比去年同期有较大的提高,且保持着好的势头。下半年对完成全年目标有很大富裕度,考虑到计划外多发电网较难接受,结合年底两台机组换料大修需增加主变压器改造项目,电站决定将两台机组第四次大修原计划工期43天延长至50天(解列一并网),即2号机组大修开工时间提前7天,1号机组大修工期并网时间推延7天(安排在1998年)。

今年第三季度末,发电计划作了大的调整。9月份,与核电机组配套的广州抽水蓄能电站一台机组发生了水轮机转轮泄水锥脱落导致转轮损坏事件,为防止共模事故发生,蓄能电站又对另外三台机组依次停机进行了详细检查。为缓解广东电网调峰困难,经第21次核电网管理委员会讨论、决定,合营公司董事会批准将1997年大亚湾核电站年发电上网计划由120亿kW·h调减为118亿kW·h。

2. 1997年主要业绩和计划实施情况

1997年广东大亚湾核电站两台机组安全稳定运行,创造了电站有史以来的最好成绩,

圆满完成了全年的发电任务。在“七·一”香港回归期间，按照电力部的统一部署和要求，顺利完成各项保电任务。经受住八月份强台风正面侵袭电站的考验，电站的生产管理走上了自主化的道路。

上半年电站分别完成了1、2号机组的第三次换料大修，1号机组3月11日与电网解列，3月12日开始大修，5月10日并网发电，5月14日达满功率，整个大修工期64天，比原计划提前4天完工；2号机组1996年12月22日开始大修，1997年2月24日大修完工机组并网，3月2日达满功率，大修工期71天，滞后原计划工期1天。下半年2号机组开始了第四次换料大修，11月22日机组与电网解列，进入工期为50天的换料大修。全年两台机组累计发电124.061亿kW·h，上网售电量118.107亿kW·h，比1996年增长2.4%，上网电量达到了历史之最。外销香港74.527亿kW·h，内销广东43.580亿kW·h，分别比去年增长0.95%和5.1%。

从全年统计来看，核电两台机组除13次应电网要求减载运行，一次机组本身设备消缺减载外，基本保持着满功率稳定运行。两台机组上半年分别安排一次设备消缺小修（1号机组处理CEX故障，2号机组发电机11#瓦振动偏高，停机处理），全年共发生3次非计划跳机、跳堆事件，比1996年发生的6次减少了一半。全年机组可用率和负荷因子比1996年分别增长了4个和2个百分点，达到了76.53%和71.97%。全厂机组强迫停机率为0.66%，与去年相比下降了2个多百分点。1号机组自5月10日第三次换料大修后并网发电以来一直保持着安全稳定运行，全年未发生一起跳机、跳堆事件，创造了单燃料循环内连续安全运行260天的历史最好纪录。

电网吸收核电能力仍是全年发电计划实施过程的一大难点，机组减载的次数和时间较往年增长了许多，特别是年末发生蓄能电站机组设备故障后，核电机组第四季度发电能力受到限制，1号机组从9月30日至11月21日机组功率一直在760MWe台阶稳定运行。全年1号机组减载率为8%，2号机组减载率为2.6%，因电网要求减载损失发电量7.37亿kW·h，等效损失机组满功率运行752h。

与往年相比，1997年发电计划执行过程中最大的特点是机组没有发生重大设备故障，保持着较高可用率，两台机组继换料大修后保持着良好的运行状况。考虑到下半年电网要求减载的计划较多，如“七一”回归，“十五大”保电以及可能出现的非计划的降低出力运行的情况，电站在加强与电网间的沟通、协作基础上，下半年计划安排上尽早做出规划，对各方面出现的不利因素及时做出计划调整，特别是第四季度为配合广州抽水蓄能电站机组特殊的运行方式，核电机组在安全许可的条件下适当减低功率长期稳定运行，消除了因年底发电富裕量过剩而导致机组限电性小修。

3. 1997年生产情况

1997年大亚湾核电站生产情况列在表2.3.1.1-1中。

1997年发电计划执行情况见表2.3.1.1-2，1997年各月份电量统计在表2.3.1.1-3。

2.3.1.2 电站预算管理 and 控制

1997年电站运行、维修和管理成本预算执行的决算数占年初批准预算比例的77%，其中生产运行维修成本预算决算数为2480万美元，占年初批准预算的78.7%；大修成本预算决算数为1820万美元，占年初批准预算的84.7%；电站行政管理成本预算决算数为236万美元，占年初批准预算的64%；在上网电量比1996年多出3亿度的情况下，1997年生产总成本比1996年下降8%（根据财务决算数据计算），电价比1996年下降3.2%。

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	64.91	59.15	124.06
上网售电量/亿 kW·h	61.73	56.38	118.11
厂用电量/亿 kW·h	—	—	5.95
燃料/FFPD	277.35	253.08	530.43
可用率/%	82.45	70.60	76.53
负荷因子/%	75.31	68.62	71.97

1997年电站预算管理和控制以年度批准预算为控制目标,通过事前、事中的控制和事后的反馈,以专项重大成本为主要控制对象,采取随时监控成本费用支出趋势、及时反映和报告异常情况等方式,使生产成本得到很好的控制。

生产成本虽只占公司总成本的五分之一,但却是最有控制潜力的成本部分,可控成本比重最大。从1997年预算执行情况来看,在以下几方面有较大的节省:

(1) 日常运行维修消耗性材料费的决算占批准预算的61.5%,节约预算173万美元。

(2) 厂外劳务支持费的决算占批准预算的75.8%,节约预算255.8万美元。

(3) 1、2号机第三次大修费用占批准预算的85%,为1、2号机第二次大修费用决算的87.6%,节约预算329万美元。

1997年预算有较大节省的原因:

(1) 大修自主化程度提高,核岛大部分已实现大修自主化。

(2) 在技术、商务、预算及其它部门的共同努力下,各种合同(订单)的价格都被控制在合理的范围内。

(3) 各部门加强管理,贯彻节约成本的意识,通过各种途径节约成本:减少备件的更换;将换下来的部件尽量修复;将用过的润滑油、机油、变压器油、树脂等用过滤的方法去除杂质,重新再用;尽量利用边角材料,减少材料的消耗。

(4) 一二核相互支持协议规定双方共担一些费用,减少了各自的一些费用开支。

从各分项预算的执行来看,没有发现大的异常情况。

从电站预算管理和控制科的状况及所面临的形势来说,1997年的重点是在加强日常基础工作的同时,大力提高预算人员的素质和水平,改进管理工作。一年来在以下方面进行了一些新的实践。

1. 改进和完善电站预算编制工作,使预算计划更具科学性和实用性

1997年预算编制方面具有不同于以往的较为鲜明的特点:

(1) 预算编制和调整的工作量远远大于以往各年度。以往年度只有一次预算编制和一次中期调整,而1997年由于二核生产准备的需要,另外增加了一次1998年和1999年一季度二核生产准备预算编制,以及一次二核整个生产准备期(1998~2003年)的概预算编制。而从图2.3.1.2-1可以看出,即使不考虑新增的两次二核生产准备的预算编制,与以往相似的1998年年度生产预算所包含的范围比前几年也要更为广泛。

(2) 由于二核的影响,使我们的预算编制工作比以往更为复杂。因为要根据项目的不同性质和“一二核相互支持协议”区分是属于一核单独负责的项目或二核单独负责的项目,还是一二核分摊的项目,然后按不同类别分别处理。

表 2.3.1.1-2 发电计划执行情况

1号机组	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	总计
计划电量	667 5120	599 8170	256 3460	0.00	466 2270	678 2670	708 6420	696 3000	613 1670	564 9720	594 0430	697 2860	6491 2310
实际电量	637 8807	525 2782	223 0476	0.00	441 1151	648 3822	679 2727	666 6820	585 6088	537 6491	564 5233	661 6268	6174 1175
负荷执行率	91.18	86.17	87.31	0.00	94.65	95.74	96.80	95.15	95.55	95.17	95.03	94.76	95.11
机组可用率	100.00	92.97	84.80	0.00	63.68	99.22	99.92	100.00	100.00	100.00	99.17	100.00	82.45
机组可用及额定容量	2.55	1.40	0.28	0.00	0.00	0.82	0.82	1.37	1.53	1.44	1.42	1.42	34.41
燃料消耗	28.37	23.97	10.02	0.00	19.47	28.45	30.18	29.73	26.47	24.65	25.56	29.48	277.35



广东大亚湾核电站2号机组1997年发电计划执行情况

2号机组	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	总计
计划电量	0.00	56 3360	691 5280	786 76	681 2280	681 4340	710 0480	661 9640	646 6710	673 4410	481 5360	0.00	9014 8420
实际电量	0.00	51 9226	659 2285	674.44	643 1486	573 6447	661 1631	635 1323	617 8316	642 7796	487 6052	0.00	8637 6071
负荷执行率	0.00	92.18	95.46	85.78	94.36	84.35	93.12	95.47	95.11	95.57	100.00	0.00	95.82
机组可用率	0.00	8.52	94.58	99.94	99.31	88.91	99.88	92.51	100.00	97.52	68.44	0.00	70.64
机组可用及额定容量	0.00	0.60	1.61	0.00	0.00	1.11	0.74	2.39	2.27	1.76	0.52	0.00	10.43
燃料消耗	0.00	2.96	29.39	39.03	28.97	25.65	30.26	28.29	27.71	29.21	31.46	0.00	232.68



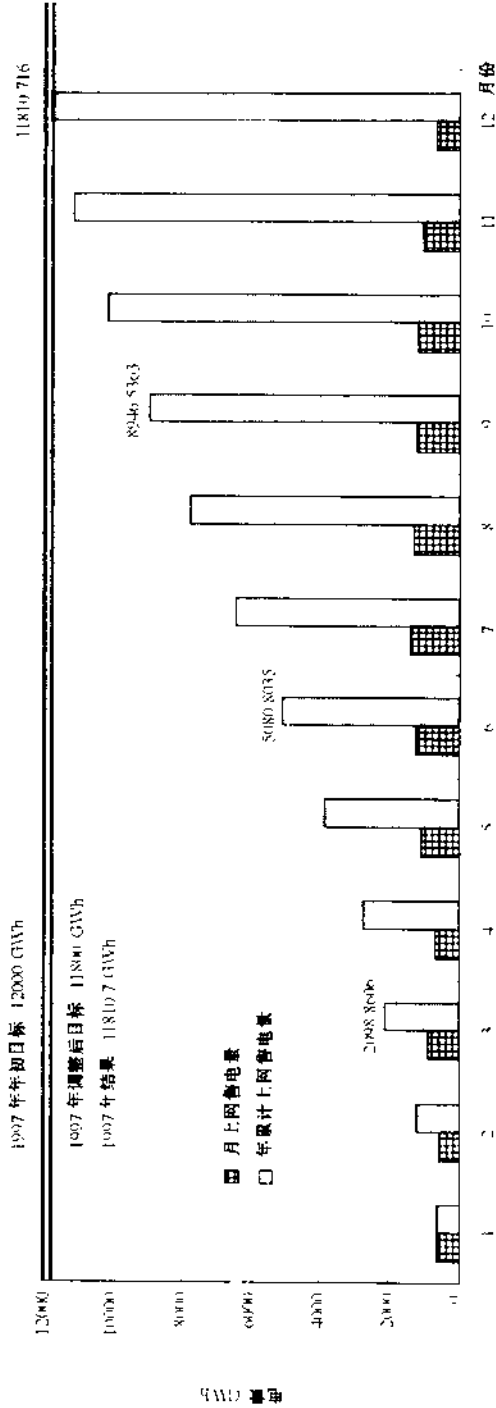
广东大亚湾核电站全厂1997年发电计划执行情况

全厂	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	总计
计划电量	667 5120	626 1830	927 7536	786 76	1147 795	1276 117	1419 2641	1401 301	1201 6581	1241 1136	1013 5731	697 2860	12461 071
实际电量	637 8807	577 2106	881 2791	673 4441	1080 114	1222 079	1300 807	1301 793	1203 9126	1181 431	1023 250	661 6268	11630 371
负荷执行率	95.59	92.17	95.11	85.78	94.10	94.25	92.94	93.64	95.97	95.97	100.00	94.76	93.42
机组可用率	100.00	84.78	84.80	99.94	99.31	88.91	99.88	92.51	100.00	97.52	68.44	0.00	76.33
机组可用及额定容量	2.55	1.40	0.28	0.00	0.00	0.82	0.82	1.37	1.53	1.44	1.42	1.42	44.84
燃料消耗	28.37	20.95	16.30	19.03	18.14	14.86	19.34	18.12	14.71	13.86	16.10	29.48	240.03

表 2.3.1.1-3 发电业绩逐月统计情况

单位: GWh·h

		1997年01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
发电量	1号机组	667.512	569.817	236.246	0	466.227	678.267	708.642	696.560	613.187	564.972	594.043	695.758	6491.231
	2号机组	0	56.336	691.5286	706.756	681.728	600.450	710.638	663.560	646.871	675.441	481.534	0	5914.8426
全厂		667.512	626.153	927.7746	706.756	1147.955	1278.717	1419.280	1360.120	1260.058	1240.413	1075.577	695.758	12406.074
上网售电量	全厂	637.8807	577.2108	883.7691	673.4410	1086.1240	1222.3779	1360.4607	1301.7795	1203.4926	1180.4247	1022.1285	661.6268	11810.716
上网售电量逐月累计	全厂	637.8807	1215.0915	2098.8606	2772.3016	3858.4256	5080.8035	6441.2642	7743.0437	8946.5363	10126.9610	11149.0895	11810.716	



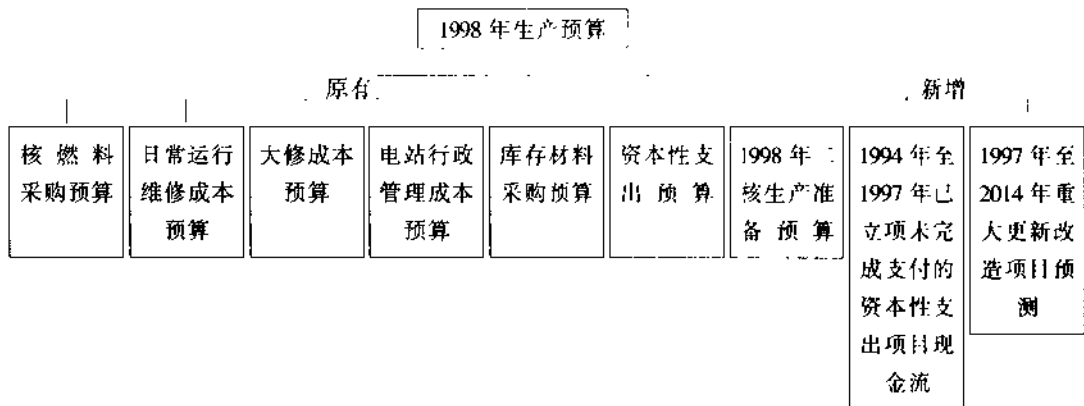


图 2.3.1.2-1 生产预算范围

(3) 改进了预算编制和调整的操作模式，提高了预算计划的可信度。

一是预算科的所有人员都参与了预算编制和调整过程，这样不但提高了预算人员的素质，而且有利于将以前预算执行中出现的问题反馈回各成本中心，促使它们改进预算编制。

二是预算人员跟踪各成本中心编制预算草稿的全过程，保持与兼职预算员的接触，及时解决编制过程中出现的问题，控制预算编制进度。

三是改进了预算编制中的归口管理，强调归口部门和各使用部门间加强协调和沟通，并强调信息反馈。

四是在预算编制之前对兼职预算员和成本中心负责人进行了有关的培训，提高了兼职预算员的预算申报水平。

(4) 在作预算总体平衡时，始终以保证安全稳定生产为优先考虑，并注重与各成本中心的协调。

2. 注重提高电站预算人员的素质，为进一步做好预算管理和成本控制工作打下坚实的基础

由于预算科的人员大部分都是新近调入/聘用的或刚分配来的毕业生，所以 1997 年度如何大力提高预算人员的素质和水平是科内非常重要而艰巨的任务。为了在实质效果而非形式上在尽可能短的时间内达到这个目的，科内通过各种方式全方位地开展培训，应该说取得了满意的效果。主要表现在以下几方面：

(1) 对于 1996 年和 1997 年毕业生，根据培训中心的安排实施专门的培训计划，使他们在掌握各种政策规定和日常工作所需的基本技能与方法的同时，对和预算科有接口关系的各部门的工作流程和工作方式有一定的了解。

(2) 对于科内所有人员加强在岗培训，通过各种专门的讲座和训练，使大家对生产预算和成本结构以及一些实用的预算管理和成本控制的原则和方法有更为深入的理解和把握，并能够在实际工作中逐步加以应用。

(3) 科内不定期地每月召开几次形式多样的专题研讨会，这样既可以改进工作和及时总结经验，又可以拓宽大家的知识面和思路、锻炼大家的表达和思维能力，使大家的整体素质得到提高，一年来的实践证明这种尝试是非常有益的，也深受大家的欢迎。

(4) 通过让科内所有人员都参与预算编制、中期调整和各种报表的编制，使大家从实践

中获得关于生产预算的各种知识，锻炼处理问题和协调的能力，建立起对电站的较为整体的认识。

3. 努力将控制和服务结合起来，在做好控制的同时提高工作效率

预算科的最主要的功能就是管理和控制资源的使用，从而达到在满足安全稳定运行的前提下控制成本的目的，但控制环节如果费时太长，则影响工作效率。为了协调好这两方面的关系，预算科在1997年提出了在做好控制的同时服务于生产的指导方针，并采取了切实有效的措施。

(1) 将控制工作引向深入。在审查立项时不仅仅看该项目是否有预算，还开始逐步审查立项的必要性，同时对预算外项目实施更为严格的控制。1997年4月份电站经理亲自主持召开了一次预算特别会议，主要就是提醒各成本中心注意防止预算外项目的发生。理顺了材料采购的预算控制流程，改变库存材料采购支付的审查方式和归档方式，确立库存采购与非库存采购的预算控制关键点，加强和财务的沟通，使库存材料的采购、验收、入库和领用的整个过程都处于可控的状态，改变了以前库存采购较为混乱的局面。同时改进材料成本的核算方法，使之更趋合理化。

(2) 加强服务意识，避免“衙门式”作风，逐步引入“顾客化”服务模式。建立了预算执行的承诺制度，率先提出在限定时间内处理所有没有问题的单据（紧急的当天处理），改进预算立项、推荐、支付审批的流程，提高工作效率。强调在审查立项、推荐和支付等单据时注重与申请人或归口人的沟通和联系，及时处理发现的各种问题，并注意工作态度和方法，树立良好的形象。从第四季度开始，实行科内轮流值周制度，规定值周的人每天要向财务部、合同采购处、维修处和经理室传送各种单据，以减少中间传递文件的时间，提高整体效率，这项工作是预算科自己提出承担的额外任务，主要是从公司整体利益出发来考虑的。

4. 加强与接口部门以及各成本中心的协调和沟通，减少矛盾和分歧

预算科与电站内外都有接口，理顺与接口部门的关系，加强协调和沟通可以提高效率和推进整体工作。加强了与财务部的协调，理顺了单据处理的接口关系，在一些成本核算原则上达成了一致意见，使各自的数据更具可比性和实用性。加强了与合同处的协调，在一些问题的处理方式达成了一致，解决了材料采购预算的管理和控制方式的问题。密切了与维修处综合协调组的接口关系，在如何提高效率和改进程序等问题上进行了有益的尝试。在预算编制、中期调整、立项审批、预算问题的协调处理等过程中加强和各成本中心的联系，加强相互了解，使预算计划更符合实际，使资源的使用更为合理和有效，同时根据各成本中心提出的建议及时改进预算科的工作。定期向各成本中心和财务部反馈预算执行信息，提醒各成本中心应注意哪些问题及作好采购计划安排。经常与技术人员保持较为密切的联系，参与大修技术谈判，从而使预算科在商务谈判中起到重要作用。

2.3.2 重要管理活动

2.3.2.1 电站管理层工作会议

1997年7月1日起，法国经理（厂长）离任，电站正式交由中方经理（厂长）管理。生产部领导班子管理会议由中方经理主持，重点在于强化以经理为中心、副经理分工协作的强有力的指挥系统，充分发挥外籍专家的顾问作用。会议议程限定了汇报时间，会议纪要签发到科以上单位，会议决议的执行由各会议秘书负责跟踪落实，以提高会议效率。

主要管理会议包括：

1. 经理部办公会议

由电站经理主持,参加人员包括各副经理、经理助理、总工程师、副总工程师和经理顾问。经理部办公会议每月召开3次,主要讨论电站日常技术和管理方面的问题。

1997年电站经理部曾多次邀请公司其他部门领导和代表参加经理部办公会议,增进了电站与公司各有关部门之间的相互了解和沟通。

2. 经理部扩大会议

由电站经理主持,参加人员除经理部全体成员外,还有电站各处处长。电站部分处的外方顾问也列席会议。

经理部扩大会议的主要议题是向处级管理层通报电站近期工作重点与要求(包括上级指示),并由各处汇报当前工作中需要经理部关注的问题。因其每月初召开一次,故习惯上又称为电站处长管理月会。

3. 分管经理工作会议

电站分管经理工作会议由具体分管某个功能块的经理部成员(经理、副经理或经理助理)定期召集,分管的几个处的处长参加,目的是推动和协调有关各处的工作。这类会议包括:

- 由电站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功能块所属各处的处长。
- 由电站第一副经理或分管经理助理主持召开的资源保持工作会议,参加人员包括资源保障功能块所属各处的处长。
- 由电站第一副经理或分管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功能块所属各处的处长。

为有效地解决接口问题,各分管经理工作会议还适时邀请分管范围以外的有关处的处长、大修经理或经理部其他成员参加部分会议,以协调涉及不同功能块的工作。

除上述管理层工作会议外,1997年经理部核心领导小组成员(电站经理、第一副经理和副经理)以及生产技术功能块所属各处的处长还建立了每日碰头会制度。

4. 经理部管理研讨会

1997年,电站经理部共举办了两次管理研讨会。

第一次管理研讨会于1997年7月24日至25日召开。研讨会由电站经理主持,电站第一副经理、副经理、总工程师、副总工程师和经理助理参加了研讨会,电站维修处处长和综合管理处处长作为特邀代表参加了会议。

本次研讨会是中方接任电站经理后的第一次管理研讨会。研讨会期间,全面总结和回顾了电站商运以来的管理经验,分析了当前的形势,讨论并确定了电站下半年及今后两年内的主要目标。这次研讨会为电站即将进行的组织机构调整和圆满完成全年的安全生产任务奠定了基础。

第二次管理研讨会于1997年12月3日召开。研讨会由电站经理主持,参加会议的有电站第一副经理、副经理、经理助理以及总工和副总工。公司第一副总经理周海涌、科技委张育曼教授出席了研讨会。

第二次研讨会重点讨论了电站管理工作经验反馈,并讨论通过了1998年电站工作的基本方针和管理计划的主要内容、纠正行动跟踪体系和1998年经理部管理巡视计划。

2.3.2.2 干部任免及机构变动

1. 干部任免

1997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)晋升42人,免职2人,调离7人。详见表2.3.2.2-1和表2.3.2.2-2

表 2.3.2.2-1 电站干部晋升情况 人

经 理	经理助理	副 总 工	处 长	副 处 长	科 长	副 科 长	值 长	副 值 长	合 计
1	4	2	3	6	9	8	4	5	42

表 2.3.2.2-2 干部调离情况 人

处 长	副 处 长	科 长	副 科 长	副 值 长	合 计
1	1	3	1	1	7

2. 机构变动

根据中广核集团事业发展的需要,尤其是二核生产准备的需要,以及过去在组织机构运作上的缺点和不足,1997年7月电站管理研讨会后,对电站组织机构进行了调整。调整的主要内容是:

- 经理部形成经理、第一副经理和副经理三人领导核心。
- 将电站分为综合调度、生产技术、安全监督、资源保障四个功能块。设四名助理分管具体事务。经理和副经理分工负责,集中精力于重大决策和管理跟踪工作。
- 将OTS与OPO、OPM、OPT划为一个功能块。OTS内部工程科和改造科重设为工程改造科和技术管理科,OPO运行工程科和工程改造科合并。
- OPA与OPP划为一功能块,履行电站综合管理和策划职能。
- 二核生产准备办公室升格为二核生产准备处,从OPP独立出来。
- 其他处、科功能及指挥关系维持不变。

2.3.2.3 职称评定、毕业生转正定级及工人技术等级考核鉴定

1. 职称评定、毕业生转正定级

1997年获各种专业技术资格人员情况见表2.3.2.3-1

表 2.3.2.3-1 1997年获各种专业技术资格人员情况 人

正 高 级	副 高 级	中 级	助 理 级	员 级	合 计
2	23	29	122	19	195

2. 工人技术等级考核鉴定

工人技术等级考核鉴定分两批进行,第一批选定8个核电工种和一个机加工种进行高级工和技师考核的试点工作,技师还进行了论文答辩。第二批进行了全面考核,核电站有52人参加了高级工考核,31人参加了中级工考核;还有6人参加了市劳动局组织的机加工和电焊工考核,两批考核结果见表2.3.2.3-2。

表 2.3.2.3-2 工人技术等级考核鉴定情况

人

技 师	高 级 工	中 级 工	合 计
9	81	29	119

2.3.3 人事管理

2.3.3.1 人员配备

截至 1997 年 12 月 31 日, 生产部在册员工总数 1143 人, 其中调入人员 1062 人 (包括二核生产准备人员), 聘用人员 78 人, 港方 3 人, 实际编制人员为 831 人, 人员配备情况见表 2.3.3.1-1。

表 2.3.3.1-1 生产部人员配备情况一览表

人

处 科	调 入	聘 用	港方人员	合 计	外方员工
经 理 室(OMC)	8	0	1	9	1
总 工 室(OCE)	3	1		4	0
运 行 处(OPO)	239	4		243	1
维 修 处(OPM)	344	5		349	3
技术服务处(OPT)	94	4		98	0
发电规划处(OPP)	37	6		43	1
生产准备处(OPL)	11	0		11	0
技术支持处(OTS)	106	4		110	3
资 料 处(OPD)	16	12		28	0
安全执照处(OSL)	22	3	1	26	0
质量保证处(OQA)	23	1		24	0
保健物理处(OPH)	48	2		50	0
综 管 处(OPA)	24	30		54	0
合同采购处(OCS)	48	3	1	52	1
培 训 处(OTC)	35	2		37	4
欧 办(OEO)	4	1		5	0
合 计(TOTAL)	1062	78	3	1143	14

2.3.3.2 职工学历和职称结构及专家名录

1. 职工学历

广东大亚湾核电站目前拥有职工 1143 人, 其中大学本科毕业生 627 人, 大专毕业生 167 人, 中专毕业生 125 人, 硕士 62 人, 博士 2 人, 具体情况见表 2.3.3.2-1 和图 2.3.3.2-1。

表 2.3.3.2-1 生产部员工学历结构

人

初 中	高 中	中 技	中 专	大学专科	大学本科	硕 士	博 士	合 计
2	78	80	125	167	627	62	2	1143

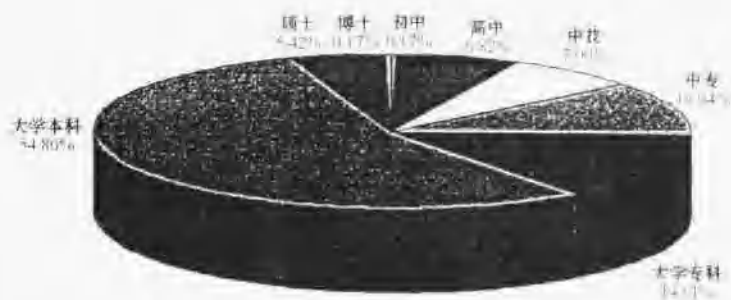


图 2.3.3.2-1 生产部员工学历结构

2. 职称结构

广东大亚湾核电站有正高级 15 人，副高级 134 人，中级 288 人，助理级 309 人，员级 44 人，具体情况见表 2.3.3.2-2 和图 2.3.3.2-2。

表 2.3.3.2-2 生产部员工职称结构

正高级	副高级	中 级	助理级	员 级	技 师	高级工	中 级 工	见习工	无职称
15	134	288	309	44	12	80	20	150	82

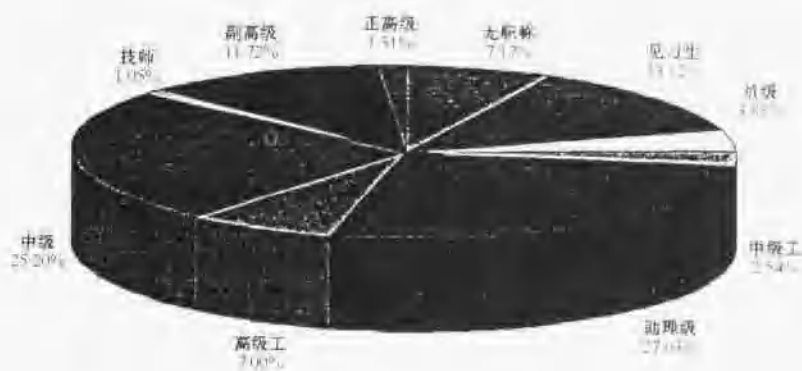


图 2.3.3.2-2 生产部员工职称结构

3. 专家名录

• 正研级高工名录

濮继龙 林贵清 杨昭刚 陈德淦 李志仁 张兆丰 李寿才 黄常勇 陈开惠
冯嘉瑞 陈家龙 胡传庸 虞福祥 黄永恩 李振亚

• 享受政府津贴专家名录

濮继龙 林贵清 李志仁 胡孝礼 杨昭刚

• 公司中青年专家名录

叶能谦 吴粉山 李桂夫 杨茂春

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,生产部人员平均年龄为32岁。30岁以下人员有580人,31岁到40岁人员有372人,41岁到50岁的人员有117人,51岁以上的人员有74人,具体情况见表2.3.3.3-1和图2.3.3.3-1。

表 2.3.3.3-1 生产部员工年龄结构

年龄段	≤30岁	31至40岁	41至50岁	≥51岁	合计
人数	580	372	117	74	1143

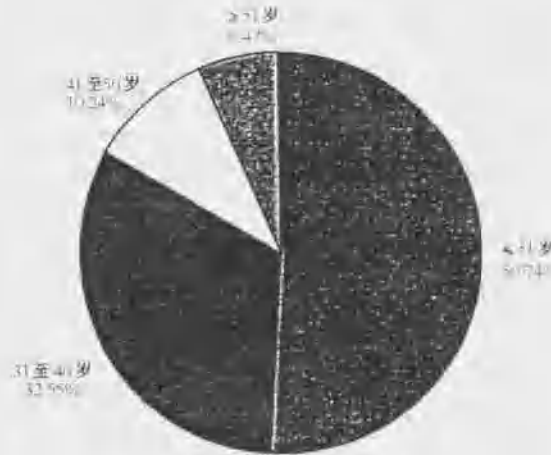


图 2.3.3.3-1 生产部员工年龄结构

2.3.4 人员培训及授权

2.3.4.1 培训管理及有关活动

1. “1997 培训年”活动

1997年是广东核电建设事业迅猛发展的一年,这种发展的势头对广东核电建设人才的培养提出了更新,更高的要求。年初,电站经理部明确提出1997年为电站“培训年”,培训被列为1997年电站十大任务之首,明确了培训工作发展的指导思想。公司及电站经理部领导在加大对培训工作投入力度的同时,狠抓了培训中心管理班子和教员队伍的建设,对培训中心处科两级管理人员及培训教员队伍进行了相应的调整充实。在“1997培训年”中,电站表彰了49位有突出贡献的先进培训工作者。

2. 新员工岗位培训

为有效地对新员工进行岗位培训,培训中心于1997年初开始实行新员工岗位培训综合考核制度。

综合考核制度的核心内容是建立学员—培训对口人责任制,签订《培训对口人与学员责任书》;确定各处(科)培训工程师在新员工岗位培训中的职责与任务;制定《新员工岗位培训综合考核细则》,并使之得到充分贯彻执行,从而建立起综合考核的运作机制,保证新员工岗位培训的顺利开展。

1997年综合考核所完成的主要工作内容有以下几项:

A. 制定出《新员工岗位培训综合考核细则》，并在不断总结月度综合考核经验的基础上，先后修订出版了第一、第二、第三版，为综合考核的开展提供了依据和操作文件；

B. 对综合考核小组成员进行了 2 次调整与充实，为综合考核工作提供了有力的组织保证；

C. 在二核生产准备委员会及电站培训研讨会上共作了 8 次综合考核情况专题汇报；提交月度综合考核情况总结报告 7 份；召开 3 次综合考核小组工作会议及培训交流会；

D. 截至 1997 年 12 月，共组织了 1050 人次的考核，被考核人员提交英文两周报达 2095 份。

3. 管理培训

广东核电建设事业的快速发展使得电站越来越多的年轻技术骨干走上了管理岗位，由于技术型干部过去较少接受系统管理知识的培训，这就使得他们在工作中不得不“摸着石头过河”，阻碍了日常管理工作的开展和管理效率的提高。为改变这种局面，培训中心按照电站经理部的指示，于 1997 年推出了一系列的管理培训活动，聘请“香港管理专业协会”等外方机构的教员前来讲授管理知识，授课内容主要有：

A. 新任经理管理培训

B. 时间管理与会议效率培训

C. 员工绩效评估培训

D. 管理知识 ABC 培训（管理基础知识）

E. 组织观看管理知识系列录像片

F. 法国核电站先进管理方法培训

通过上述管理培训活动的开展，不仅使电站经理、处长、科长直至主管、班组长等各级干部接触到了国外先进的管理思想，在管理知识和领导技巧等方面取得了较好的收获，同时也为今后管理培训的系统化、规范化积累了宝贵的组织经验。1997 年电站经理部明确提出，干部提拔要“先培训后上岗”，这无疑将大大推动管理培训工作的进行，从而尽快建设起一支思想过硬、技术精湛、具备现代企业管理知识的核电管理干部队伍。

4. 复训教材改编

随着安全生产对人员素质要求的不断提高，复训教材的内容逐渐难以适应实际工作的需要，1997 年初，电站经理部明确指示，培训中心应将复训教材更新作为“1997 培训年”的一项基础工程来抓，以便从根本上改变复训教材内容陈旧，参训学员缺乏学习兴趣的不良状况。为此，培训中心专门成立了“课程更新工程管理小组”，制订了复训课程教材编制大纲，并将催稿、打印、核查、再打印、送审、复查、批准出版等整个工作过程分解落实到人。经过近半年的努力，复训教材先后出版了 7 类 17 版次，按时完成此项任务，使 1997 年下半年开设的复训课程全部使用上了改编后的新版教材。

新版复训教材经过半年时间的使用后，复训课程的面貌有了很大的改观，学员普遍认为新教材以案例为基础，更为直观实用，紧密结合现场实际，因而参加复训的积极性有了很大提高。

5. 高级经理技术培训课

“高级经理技术培训课”是 1997 年培训中心按照生产部经理部的指示所开设的一门特殊课程，是为公司部级以上非生产经理开设的技术普及课，包括系统知识和模拟机操作两大部分。自 1997 年 9 月 8 日开始，培训中心于 1997 年内共开办 2 期“高级经理技术培训课”，合

营公司总经理、副总经理等 15 位高层领导先后参加了培训，并提出了许多建设性的意见，指示培训中心要将这门课继续办下去。

“高级经理技术培训课”的参训人数虽然不多，但在公司内的影响却十分巨大。高层领导身体力行，亲自参加培训，大大激发了全体员工参与培训、提高自身素质的热情，对今后培训工作的开展具有积极的促进作用。

6. 承包商培训工作的管理

承包商培训工作的管理一直是电站整体培训工作中的薄弱环节，个别承包商对其所属员工不进行或极少进行有关的培训，致使其部分员工的不良工作习惯长期得不到纠正，给现场工作留下了事故隐患。为改变这种状况，纠正现场的不良工作习惯，保证大修安全，培训中心狠抓了承包商入厂考试关，对参与 2 号机组第四次大修的各承包商所属 798 名员工进行了包括工业安全、消防、质量保证、电站保安和辐射防护等内容的人厂考试，在考试过程中，培训中心严格执行考场纪律，严格按标准判分，不走过场，不送人情，对于考试不合格者一律通知有关部门不予办理入厂磁卡。这些措施使各承包商深感震动，开始重新认识培训工作的重要性，一些承包商为此还制定了奖励政策来鼓励员工参与培训学习。

7. 教员队伍建设

(1) 模拟机教员队伍建设

1997 年，模拟机培训负荷成倍增加，为不影响模拟机教学进度，电站先后为模拟机培训科从法国聘请了 3 名专家（含续聘 1 名），并从运行处选调了 2 名持照运行人员来充实模拟机教员队伍，使模拟机教员由年初的 6 名增加到 10 名，同时还选送 3 名后备力量赴南非进行为期一年的模拟机教员岗位培训，初步改善了模拟机教员紧张的状况。为进一步解决模拟机教员数量及实践经验等方面的不足，电站在 1997 年底开始着手研究操纵员与模拟机教员进行岗位轮换的办法，以更好地开展模拟机教学工作，为电站安全运行提供合格的操纵人员。

(2) 公共课教员队伍建设

1997 年公共课培训科新分大学毕业生 4 名，老教员调离 4 名，教员人数维持 9 名不变，但由于新分大学毕业生缺乏教学及实践经验，短期内难以上岗执教，故师资力量非常紧张。为改善这一状况，公共课培训科结合新员工综合考核制度，加强了对新分大学毕业生的培训工作，在基本完成培训目标后，1997 年 6 月启用 4 名“新人”进行《基础技术培训》（课程代号 321）课程的“影子教学”，而后于 1997 年 7 月正式开始 321 课程的教学工作，大大缓解了师资力量紧张的状况。

此外，公共课培训科还落实了生产部兼职教员名单，并在《压水堆核电站系统及运行》（课程代号 320）《高级运行》（课程代号 353）课程的教学工作中启用了 9 名兼职教员。

8. OSART 纠正行动

1997 年初对于 1996 年底 OSART 改进意见制订的改进措施针对性不强、可操作性差，因而在执行跟踪时效果不好。为加强此项工作，培训中心于 1997 年 10 月专门成立了 OSART 纠正行动跟踪小组，全面修订了原有纠正行动措施，重点抓以下几项工作：

A. 以 OPM 电气科为试点进行岗位任务分析，借鉴国际先进电站的专业技能要求改进我们现有岗位技能要求。

B. 根据现有条件，兴建电子电路实验室、阀门实验室、为提高工人的基本技能水平提供培训场所。

C. 指定专人对各处的岗位培训进行跟踪检查, 弥补这方面工作的不足。

至 1997 年底, 上述工作已初见成效, 为培训工作在 1998 年 OSART 检查中获得满意评价打下了较好的基础。

9. 模拟机升级改造

1997 年, 由于全范围模拟机可靠性下降, 模拟机故障率大幅度升高, 据统计, 1997 年模拟机全年死机 297 次, 累计非计划停机时间达 249 小时, 虽经模拟机维修科及模拟机教学科人员的共同努力, 使全年模拟机培训任务得以顺利完成, 但对今后模拟机教学工作始终是一个重大隐患, 再加之模拟机主机的性能日益落后, 备件难以采购、维护费用逐年提高, 因此, 模拟机升级改造势在必行。模拟机维修科遵循总经理部的指示精神, 在部、处的直接领导下, 与“模拟机专题小组”密切配合, 进行了大量的调查研究工作, 先后邀请国内外 6 家公司及单位前来讨论模拟机升级改造方案, 目前调研工作已大体完成, 具体方案已基本明确。

10. 《培训园地》

培训中心 1997 年恢复了《培训园地》的出版发行, 共发行了 12 期。利用《培训园地》这一窗口向核电员工宣传培训政策, 发布培训信息, 解答培训难题, 对提高员工参与培训的自觉性起到了积极的促进作用。

2.3.4.2 各类培训及授权完成情况

1997 年, 在公司及电站经理部的关心与大力支持下, 培训工作较 1996 年有了很大改善。

1. 课堂培训情况

1997 年度全年培训为 8280 人次, 完成培训负荷 4014 人·周, 其中全范围模拟机培训负荷为 523 人·周, 管理培训负荷为 6637 人·时, 全年开课 395 门次。

各处培训负荷参见图 2.3.4.2-1

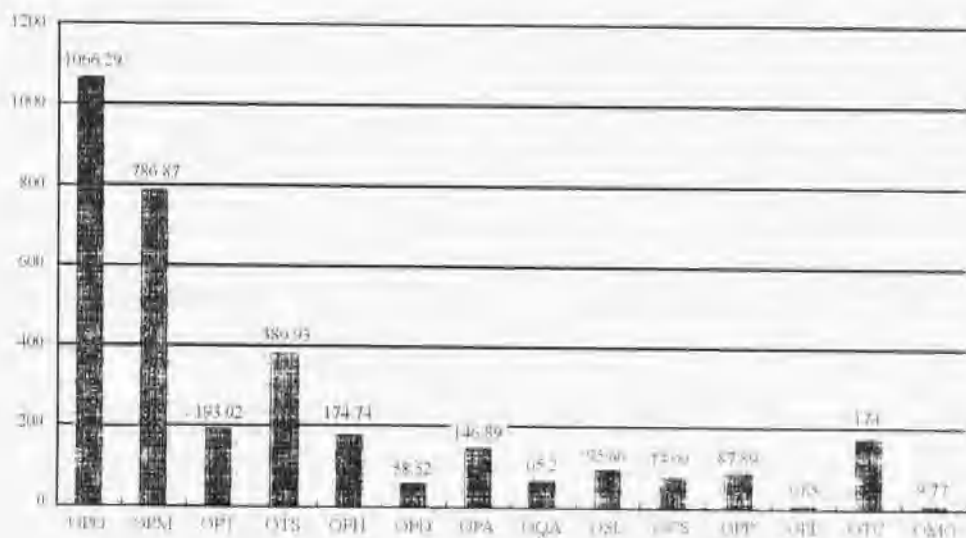


图 2.3.4.2-1 电站各处培训负荷 (单位: 人·周)

2. 全范围模拟机培训情况

(1) 模拟机工作负荷

1997年,在模拟机培训负荷大幅度增加的情况下,模拟机培训科经过全体教员的积极努力,通过采取增加培训班次(由两班制增加到三班制)及加开周末班等措施,圆满完成了培训任务,1997年全年累计进行了8类165教员周的模拟机培训,培训负荷为1996年(83教员周)的两倍。

(2) 操纵员考试

1997年,模拟机培训科会同有关领导主持了2次操纵员考试、1次高级操纵员考试,其中通过操纵员考试的有22人(含秦山核电站10人),通过高级操纵员考试的有10人。

(3) 模拟机教材修改更新

1997年对模拟机复训课程内容、基本 Modules 课程教材、操纵员执照考试模拟机试题进行了修改更新,从法国引进了一套介于每个单元之间的《复习、自检与预习》教材,并着手翻译成中文,供学员巩固所学知识并准备下一阶段的学习内容。

(4) 经验反馈

积极参与经验反馈工作,利用全范围模拟机这一重要工具寻找有关运行事故的原因、风险及改进措施等。

(5) 应急演练

配合并协助 OPH 进行了8次应急演习或演练工作,提高了 On-call 人员的应急响应能力和事故处理水平。

(6) 文件支持

为适应模拟机培训任务日渐繁重的需要,1997年内新建了第二分析室,配备了相应的文件和设备,同时定期对模拟主控室和分析室的文件进行更新,使模拟机文件与现场文件的一致性有了很大改观。

3. 岗位培训和专门培训

岗位培训和专门培训是使员工提高自身工作技能以适应岗位工作需要的一项培训,尽管公司及电站经理部一再强调要加强员工的岗位培训工作,但从对各处的检查情况来看,这项工作开展得仍不理想,主要存在着以下四个问题:

- A. 缺乏完善的培训计划,具体责任不明确;
- B. 缺乏相应的培训教材,难以规范培训内容;
- C. 参训员工积极性不高,缺乏主动性;
- D. 缺乏有效的跟踪考核,培训管理不完善。

造成上述问题的原因大致可分为两个方面:一是宏观政策,即现有的人事制度与岗位培训工作不相适应,员工培训好坏与个人的前途利益关系不大;二是所在单位的领导重视程度不够,没有意识到提高员工技能与改善工作的重要关系。

为解决上述问题,更好地开展员工岗位培训工作,培训中心已于1997年下半年安排专人督促各处进行以下三项工作,加强培训中心对各处员工岗位培训的监督、指导和管理工作:

- A. 分析各岗位人员的培训要求,提出切实可行的培训计划;
- B. 安排编写相应的岗位培训教材;
- C. 加强组织考核工作并完善岗位培训记录。

4. 授权情况

截至1997年底,电站授权情况如下:核安全授权795人,辐射防护授权818人,工业安

全授权 845 人，特殊工种授权 254 人，总计 2712 人次。

2.3.4.3 业余培训班

1997 年共开办英、法语培训班 4 个，英、法语脱产培训班 2 个，参训人员近 200 人次。

1997 年应大鹏镇政府的要求，为大鹏镇开办了 1 期干部英语培训班。

2.3.5 电站委员会

2.3.5.1 电站核安全委员会

由于生产部组织机构变动，电站核安全委员会成员在 1997 年做了相应调整。电站核安全委员会（PNSC）由电站经理主持。副主席为电站第一副经理或电站副经理。成员包括电站经理助理（生产技术）、电站经理助理（安全监督）、电站总工、电站副总工、运行处处长、维修处处长、技术服务处处长、安全执照处处长、技术支持处处长，及核安全监督顾问，委员会秘书由 OSL 副处长担任。1997 年电站核安全委员会总共召开了 27 次会议，其中包括 8 次紧急会议，主要议题如下：

1. 讨论并批准提交核安全局的 22 份运行事件报告
2. 讨论并签发 5 份电站内部事件报告
3. 审批了 8 份 GOR/PQOM 规程升版
4. 15 项核安全相关系统报告
5. 26 项核安全专题报告，包括大修及设备失效等
6. 51 项定期报告，例如核安全改造、执照申请状态、纠正行动执行状态、定期试验、NCR 状态等。

1997 年计划的议程已全部完成。

2.3.5.2 电站培训委员会

1997 年电站培训委员会（PTC）共召开 7 次会议。为加强电站培训工作的力度，自 9 月份召开的第 22 次 PTC 会议起，PTC 会议改由主管培训的电站副经理及经理助理主持。1997 年历次 PTC 会议内容如下：

1. 第 17 次 PTC 会议（1997 年 1 月 14 日）
 - 1996 年 PTC 活动总结及 1997 年 PTC 主要任务
 - 1997 年复训课教材改编进展状况
 - 介绍《广东大亚湾核电站兼职教师工作管理规定》及《培训中心课堂培训管理办法》

在此次 PTC 会议上，电站经理部对培训工作做了重要指示，要求各处将重视培训落实到行动上，切实抓好培训工作，培训中心要加强对人员培训的管理，对培训内容要根据实际进行改造充实。

2. 第 18 次 PTC 会议（1997 年 2 月 13 日）
 - 培训课程等效问题
 - 复训课程的总课时、复训周期及复训课程与原课程的交叉问题
 - ATR 中岗位授权课程的问题
 - 授权要求
3. 第 19 次 PTC 会议（1997 年 4 月 9 日）
 - 讨论修改 FSAR 和程序 AD/TRN/000
 - 讨论在岗培训推动计划

4. 第 20 次 PTC 会议 (1997 年 5 月 29 日)
 - 重点讨论培训手册
5. 第 21 次 PTC 会议 (1997 年 7 月 31 日)
 - 介绍 OSART 纠正行动跟踪情况
 - 讨论复训课频率
 - 对 ATR 进行年度审查
6. 第 22 次 PTC 会议 (1997 年 9 月 29 日)
 - 介绍各处岗位培训进展情况
 - 介绍 OSART 纠正行动状态
 - 调查 1998 年各处培训需求
 - 讨论承包商授权培训方式
 - 评价复训课效果
7. 第 23 次 PTC 会议 (1997 年 11 月 12 日)
 - 介绍 OSART 培训问题纠正行动现状
 - 针对 OSART 培训问题进行讨论
 - 各处介绍培训情况

2.3.5.3 电站三废委员会

1997 年度电站“三废”委员会仍进行每两个月一次的例会，制定“三废”工作计划并监督其执行，协调生产部各相关部门的“三废”管理活动。主要进行了以下管理工作：

- 针对年初 TER 水箱被污染的情况，对 TER 水箱进行了去污及防腐工作的安排。
- 针对年初的废液排放的放射性活度偏高的实际情况，从四月份开始采取了严格的控制措施，将 TEU 向 TER 排放的比活度控制在小于 1 MBq/m^3 ，使得废液排放状态从四月份开始有了明显的改善。
- 继续进行大修过程中的源项控制，针对一回路的氧化、净化及扫气过程，加强各有关部门的协调，源项控制工作取得了成效。
- 针对一段时间以来 ^{110m}Ag 在排放废液中所占的比例过大的问题，成立了 ^{110m}Ag 的跟踪小组，进行了较长期的跟踪分析。
- 对于 TEP, REA 浮顶水箱频繁倾斜泄漏的问题，加强跟踪分析及维修，比较好地处理了这个问题。
- 对于 TEL 系统的可用性问题，提出了一系列整改措施，基本保持了废液处理的顺利进行。
- 针对年初固体废物量增加过快的趋势，加强分析监督，提出了相关的处理意见及措施。
- 对于部分树脂床的泄漏问题，进行了分析跟踪，并提出解决办法及协调了各部门的行动。

1997 年，电站三废委员会的组成没有变化。

2.3.5.4 电站技术委员会

电站技术委员会前身为“电站工程和改进委员会 (PEMC)”，在 1997 年 9 月更名为“电站技术委员会 (Plant Engineering Committee, PEC)”。委员会主席由电站第一副经理担任，运行处、维修处、技术服务处、安全执照处、技术支持处处长为常设成员，技术支持处工程改

进科科长为委员会秘书。1997年共召开了9次会议。

历次会议的主要议题及重要决定如下：

1. 电站性能指标及监测结果报告；
2. 系统/设备性能状态及定期试验结果报告；
3. I₀及重大技术问题分析情况报告，如SHY氢气中氧含量高的根本原因的调查；
4. 重大工程改进项目进度报告，如新建第五台柴油发电机、主变压器冷却改造、励磁机通风系统改造、主泵房火警探测改进；
5. 电站重大技术问题及遗留问题处理进展报告；
6. 各生产线处十大技术问题跟踪；
7. 制定设备维护、监督政策，如继电器维护政策、电站绝缘监督实施细则；
8. 第四次大修执行的工程改造项目的准备与实施情况；
9. NCR、ESR、MR 13个月滚动趋势分析；
10. 讨论并通过NCR处理新流程及试用表格，决定在第四次大修期间试用；
11. 讨论并通过工程问题处理新流程及操作表格，决定对“小改造项目”采取SCN（Site Change Notice 现场变更通知）方式进行解决；
12. 讨论建立“电站技术报告系统”；
13. 评审1996年度电站科技进步和技术改进奖申报项目，并初步确定技术改进奖获奖项目及获奖等级以及决定拟上报的科技进步奖项目及申报获奖等级；
14. “电站工程和改进委员会（PEMC）”更名为“电站技术委员会（PEC）”。

2.3.5.5 电站经验反馈委员会

1997年电站经验反馈委员会（PEFC）在落实OSART纠正行动中，对电站经验反馈的组织机构进行了调整，修改了经验反馈相关的规程，在1996年的基础上，更加规范内部事件的界定，报告及根本原因分析。并开始把经验反馈工作的重点放在纠正行动的有效落实上。强调了事件根本原因分析方法的重要性，事件报告的透明度以及事件根本原因分析的及时性。1997年总共召开了7次会议。会议主要的议题有：

1. 与经验反馈相关的规程，文件的审查；
2. 厂内事件与厂外事件的审查；
3. 内部事件报告状态；
4. 事件纠正行动的执行审查；
5. 事件趋势分析；
6. 经验反馈体系有效性审查；
7. 寻找改进经验反馈工作的方向和方法。

2.3.5.6 电站工业安全与辐射防护委员会

1997年，电站工业安全和辐射防护委员会（PISRC）主席由电站中方经理担任，保健物理处副处长担任委员会秘书，各处分管安全工作的处长或副处长以及工会的代表担任委员会委员。

1997年2月5日，PISRC第一次全体委员会议，议题如下：

- 1996年度电站工业安全总结
- 1996年度电站辐射防护总结
- 1997年度电站工业安全工作大纲

- 1997 年度电站辐射防护工业大纲

1997 年 5 月 6 日, PISRC 第二次全体委员会议, 议题如下:

- 1997 年 1 至 4 月份工业安全状况
- 第三轮大修辐射防护与 ALARA 管理
- 电站 1997 年工业安全状态的趋势分析
- 颁发安全员证书

1997 年 8 月 28 日 PISRC 扩大会议, 议题如下:

- OPT 介绍该处月度安全检查评比活动的情况
- OPM/MV 介绍本科开展班组安全活动的情况
- OPH 提出《承包商人员担任工作负责人的培训和授权管理方法》
- OPH 介绍推行《整改通知》的要求
- 电站经理谈基层安全建设、克服不良习惯、安全与业绩诸问题

1997 年 10 月 14 日, PISRC 全体委员会议, 议题如下:

- 传达工地安委会 10 月 10 日会议精神 (第三季度的安全形势与 1997 年第三次安全月活动)

- 分析 9 月份发生的两次工业事故和一次未遂事件
- 电站 1997 年第三次安全月的活动安排
- 介绍《日常服务承包商工作负责人/主管安全培训、授权方案》
- 电站第一副经理提出建立反习惯性违章的考核方法的要求

2.3.5.7 电站人力资源委员会

电站人力资源委员会负责定期讨论电站人力资源管理方面的重大问题并制订有关政策, 包括员工业绩考核和岗位调整、对电站中长期人力资源的需求与发展进行预测, 全面评估可担任关键岗位的员工素质及提出培训与改进要求等。其主持人为电站经理, 成员包括电站第一副经理、副经理和电站组织人事助理。电站综合管理处负责人事管理的处长 (或副处长) 担任该委员会的秘书。

1997 年电站人力资源委员会按计划召开了 4 次会议, 有关决策由综合管理处按照公司政策规定逐一落实。

2.3.5.8 电站预算委员会

由于电站管理层机构变动, 电站预算委员会自 1997 年 7 月 1 日以后由电站经理担任主席, 核心成员是电站经理和副经理, 其他组成成员包括电站经理助理、总工、副总工和发电规划处处长, 发电规划处预算管理和控制科科长担任委员会秘书。

电站预算委员会在 1997 年 4 月由主席主持召开了一次特别会议, 会议邀请了各成本中心负责人参加, 会议主要议题是让各成本中心解释已发生的预算外项目的原因, 同时强调要加强计划性, 要求各成本中心根据当前的工作计划将要变更的预算项目在预算中期调整的时候提出来。这次会议效果显著, 自 1997 年中期调整后, 预算外项目大大减少。

电站预算委员会还审议和批准了 1997 年电站预算中期调整报告、1998 年度电站预算计划及重大更新改造项目计划报告、1998 年度二核生产准备预算计划、1999 年至 2014 年重大更新改造项目预测计划以及 1998 年电站计算机和通信设备增添计划等。

2.3.5.9 生产准备委员会

生产准备委员会于 1996 年 9 月 19 日正式成立。生产准备委员会由生产部分管经理主

持，生产部各处及秘书部电脑中心负责生产准备的处长或副处长担任委员，委员会秘书由生产准备处负责人担任。

生产准备委员会的主要职责：

1. 讨论和研究生产准备过程中的重大问题；
2. 充分利用一核各处的资源推动生产准备的各项工作。

生产准备委员会实行月会制度，1997年共召开了十一次会议，主要内容包括：

- 研究决定生产准备工作的指导方针和重要问题的对策
- 跟踪岭澳工程建设进展；
- 布置新员工培训工作，定期检查考核情况；
- 组织生产部各处编制生产准备三级进度计划；
- 对生产准备行动与文件处理情况进行跟踪；
- 讨论模拟机改造、二核温排水等技术性问题；
- 听取对未来二核生产部计算机信息系统、程序体系等生产、管理模式的规划方案并给予指导性意见；
- 确定成立一系列的专项小组及其工作目标、方式和资源需求问题；
- 了解生产部各处生产准备工作进展情况，协调解决存在的问题。

2.3.6 质量保证

2.3.6.1 质量保证独立验证活动实施情况

1. 监查大纲

按1997年度监查计划的要求，本年度共实施监查28次。其中对电站内部监查17次，对承包商监查11次。监查涉及的主要领域有维修、纠正措施、燃料制造、培训、设计改造、运行、采购、核安全政策、在役检查和辐射及环境监测等。监查共发出《纠正措施要求》99个和《观察通知》162个。

监查作为质保大纲实施有效性的独立评价方式，必须以绩效为中心对被监查部门进行评价。1997年通过对IAEA新质量保证法规(50-C/SG-Q96)的认真学习和研讨，开始摸索和实践在质保监查过程中围绕电站制定的业绩目标，对被监查对象进行全面评价。这就要求监查人员本身具有一定的专业能力和经验，并运用适当的评价方法。在监查过程中邀请对被监查领域有较深专业知识和丰富经验的专家参加监查队是极为有效的手段。此外，尽可能地组织监查人员进行典型案例的分析也是至关重要的，这样可以提高监查人员监查的实际能力。

质保组织在工作中充分认识到，监查时对某项活动的实时观察和审核该项活动完成后的书面证据要平衡地进行。只在监查时审核书面证据有可能导致工作实施人员专注于书面记录，从而忘记了书面记录要客观反映实际工作的目的。实时观察和审核书面记录相结合可以促使工作表现与记录的一致并能发现通过记录不易发现的不良工作习惯。

2. 监督大纲实施

按6个月监督计划，1997年度共实施QA独立监督1536次，详见表2.3.6.1-1和表2.3.6.1-2。

为了加强对两台机组第四次大修质量控制，提高设备维修质量，生产部特别成立了临时性的大修质量管理小组以便及时解决大修过程中出现的质量问题。

表 2.3.6.1-1 监督的重点领域

监督的重点领域	监督总数	满意的数量	有缺陷的比率/%
维修活动	1069	745	30
检查和试验	122	102	14
工程设计	64	43	33
采购及材料管理	56	35	38
运行	48	39	19
文件管理	47	37	22

表 2.3.6.1-2 监督的重点单位

监督的重点单位	监督总数	满意的数量	有缺陷的比率/%
OPM	628	422	33
常规岛维修承包商(淮南)	354	270	24
常规岛维修承包商(东北)	86	59	32
核岛维修承包商(FMX)	62	58	7
OTS	63	33	48
OPO	65	52	20

大修质量管理小组由一名生产部副经理任组长，成员有 OPO 运行经理、OPP 大修负责人、NI 和 CI 维修经理，OCS 大修负责人以及 OTS 和 OPT 负责人，秘书由 OQA 人员担任。在该小组的组织领导下，采取了下列主要措施来加强质量的管理。

- 初步建立项目开工前会议制度，以便进一步落实工作准备的质量并进行技术交底；
- 开始建立大修质量考核指标制度，以明确质量目标；
- 建立 QC 人员及工作负责人的考核制度；
- 加强培训 QC 人员，使 QC 人员掌握检查方法和要点；
- 改善运行活动的质量；
- 建立质量奖罚制度以促进质量动力的提高。

另外，根据现场实际情况或经理部的指示，质保组织实施了对以下方面的专项监督：

- 不符合项管理；
- 定期试验管理；
- 维修报告；
- 大修工作文件包准备；
- 2 号机组第四次大修工具管理。

针对监督发现的较严重或重复发生的缺陷共发出《纠正措施要求》7 个。

3. 供应商资格评审

为了在合同签订后能顺利被供应商履行，必须在此之前对潜在供应商的技术和质量保证两方面的能力进行评估。

本年度共对 63 家供应商进行了质量保证的资格评审，合格的有 36 家。

目前我国核电仍处于起步阶段，备品备件采购量小，要求高，造成许多供应商对核电采

购不感兴趣，更不愿意接受资格评审。

4. 文件的 QA 审查

本年度共审核程序 93 份，程序中的主要问题是条理不清和内容杂乱。程序作为活动实施的标准，也应本着实效的宗旨进行编写，即简单、明了和实用。

本年度抽样审查采购订单 837 份，符合要求的约占 91%。采购物项或服务确定质量级别仍然存在很多问题。

5. 缺陷报告和跟踪

根据本年度监督和检查中发现的缺陷，共发出《纠正措施要求》107 个，《观察通知》168 个和有缺陷结论的《监督报告》442 个。

较严重或系统性的缺陷都通过发出《纠正措施要求》要求责任单位改正。今年根据经理部将《纠正措施要求》的关闭时间控制在 180 天内的要求，加强了对《纠正措施要求》的跟踪，质保处在管理计划中设立了若干个管理纠正措施要求的指标，PNSC 会议每季度也要求质保组织汇报其跟踪情况，因此，使纠正措施要求的落实得到了进一步的改善。表 2.3.6.1-3 给出了有关《纠正措施要求》的发布和关闭情况。

表 2.3.6.1-3 《纠正措施要求》的发布和关闭情况

	发出 CAR 的数量	关闭时间超过 100 天 (OPS 内部)	关闭时间超过 180 天 (OPS 内部)	平均关闭时间 (OPS 内部)
1995 年	134	48	30	172
1996 年	178	52	17	117
1997 年	107	15	6	96

注：由于年鉴编写的时间关系，当年度的 CAR 有些仍然没有关闭，故当年度 CAR 的有关数据在下一年的年鉴中会有变化。

此外，根据国际原子能机构 OSART 的建议，除纠正措施要求以外，质保处针对所发现的其它缺陷，还制定了处内工作指令，也进行系统的全面跟踪。表 2.3.6.1-4 给出了质保《观察通知》跟踪表的发布等情况。

表 2.3.6.1-4 质保《观察通知》跟踪表

	发出 OBN 数量 (OPS 内部)	按时跟踪 (平均)	已完成
1997 年 (4 月起)	101	97%	48

从上表可以看出，在电站经理部的关注和支持下，通过质保处的不断努力和电站各处的配合，纠正行动的落实得到了很大的改善。因为电站经理部和各级管理层已充分认识到，发现和寻找质量缺陷只是一方面，而进行缺陷的根本原因分析，从而及时采取相应的纠正措施，防止缺陷的重复发生则是更为重要的一个方面。电站管理层已经将纠正措施的落实情况纳入到每月的管理计划审核中。

6. 质量意识教育

具有较高的质量意识，是电站质量保证大纲有效实施的重要条件之一。电站质量意识培

育的主要手段就是每年每人都必须接受一次质量保证教育。质保教育的教学内容每年都要进行修订,以反映上年的质量缺陷信息,并通过对典型缺陷的分析让员工懂得质量保证的基本原理。

本年度共进行质量保证教育初训 6 期,复训 35 期,组织了一次全公司处长以上人员参加的质保讲座。

质量意识是企业文化的核心,而核安全意识又是质量意识的核心。培育好员工的质量意识对核安全和经济效益都具有重要意义。但这种意识的形成决不仅仅是办个培训班就能解决的,重要的首先是各级管理者应该具备良好的对待质量和安全的态度,只有如此,才能上行下效。

2.3.6.2 质量保证大纲实施有效性评价

1. 质保大纲

《运行质保大纲》D 版自 1996 年发布以来尚未修改。

2. 组织机构

从监查和监督的结果来看,该领域有关的质量要求已基本得到有效的执行。但是,各管理性委员会和 QC 的验证职能仍有待加强,众多的委员会从一个侧面反映了电站内部协调困难。另外,各级管理部门主动参与质量管理的意识不够,从而也妨碍了全员质量意识的提高。“大修质量管理小组”的建立是管理部门积极参与质量管理的积极尝试。

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。

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。

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,例如:没有开展对设备历史档案的统计和分析,对具体维修活动缺乏精心准备,在工作文件包的准备中存在较多缺陷,“H”点(Holdpoint,停工待检点)的见证有时不按要求执行,维修记录信息不完整,维修规程缺乏标准等也时有发生。维修活动的准备质量是一个长期没有得到解决的问题,如工作程序与质量计划不适应工作内容。

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 GOR 第九章仍然没有被完全执行,对定期试验的独立检查还需落实,另外,定期试验信息输入 PTS 不及时,测量仪表和工具超期或未标定等问题也时有发生。

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。但对如何降低废物的产生没有具体的可操作性要求。

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基本有效的执行。但采购物项或服务的分级尚有待进一步完善。

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基本有效的执行。但培训的实效性还有待加强,特别是在岗培训的管理和监督指导,这里涉及到岗位分析以及评价培训的

效果，另外，程序的培训也是要解决的问题。

10. 设计管理

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。但改造后相关文件的确定及更新（包括维修大纲和维修程序）仍然是弱点。

11. 不符合管理和纠正措施

从监查和监督的结果来看，该领域有关的质量要求已得到基本有效的执行。但不符合项目的管理，以及与经验反馈有关的纠正行动实施和跟踪都需改善。

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。

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。但某些消防设施的定期试验没有建立且防火屏障开孔制度执行不严格。

14. 计算机管理

对该领域没有实施 QA 独立评估。

15. 保卫和出入管理

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。

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。但仍需加强工作人员的防护意识和改善不良工作习惯。

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。但文件更新还待加强。

2.3.7 经验反馈

2.3.7.1 内部事件经验反馈

1997年，除了对电站运行事件的关注之外，大亚湾核电站加强了对电站长期安全运行带来潜在影响的各类事件的探测和报告，并指派专人负责对之进行根本原因分析，确定纠正行动，定期检查纠正行动的完成情况，加强了全厂范围内的经验反馈工作的广度和深度，取得了明显的效果。

全年度两台机组共发生电站运行事件（LOE）14起，内部运行事件（IOE）110起。1996年共发生电站运行事件26起，4月份开始界定内部事件，到12月份共发生内部运行事件33起。1997年运行事件数是前年的54%，LOE的大幅减少和IOE的增加说明大亚湾核电站的生产管理水平和运行维修水平在逐年提高，事件的透明度和经验反馈工作的有效性得以加强。

1. 内部运行事件按机组分布图见图2.3.7.1-1（电站运行事件的评述详见2.2.1.1电站运行事件）

2. 内部运行事件按月份分布图（见图2.3.7.1-2）

由图可以看出，在一年的前两个月和后两个月为事件的多发期，这与机组大修安排在这一时间进行有关。

3. 内部运行事件中的人因事件

在本年度110起内部事件中，人因事件有55起，占总数的50%，比去年（64%）有了

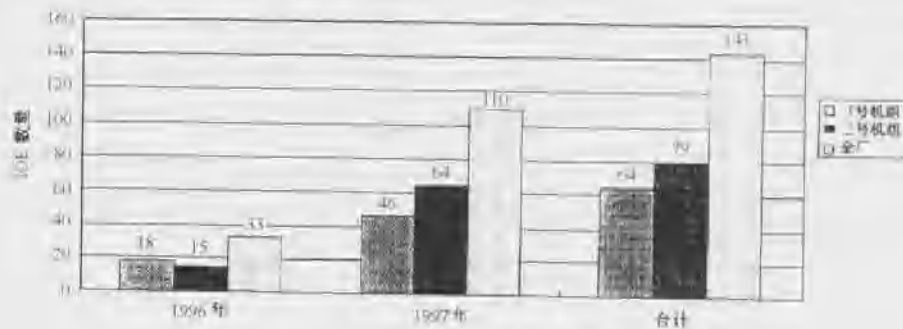


图 2.3.7.1-1 内部运行事件按机组分布图

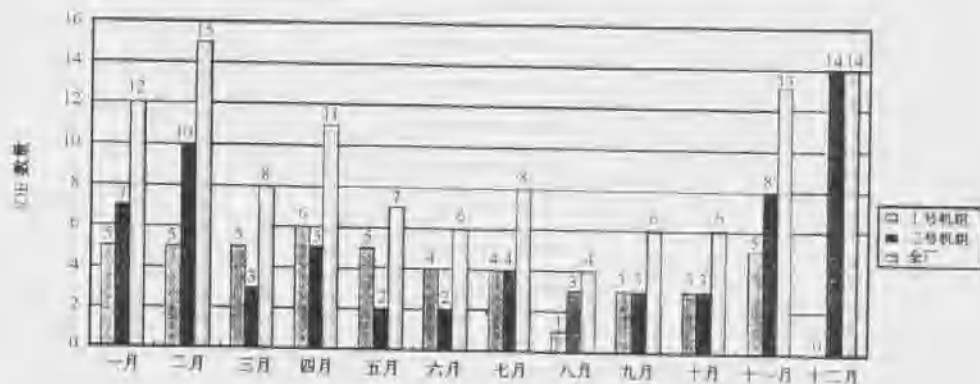


图 2.3.7.1-2 内部运行事件按月份分布图

明显的下降。

在人因事件的根本原因中，工作实践不足是一个主要因素，主要表现为：不能用 STAR 自检的方法去保证机组/系统/设备在正常的状态；操作经验不足；没有正确地按文件去做等。

4. LOE/IOE 纠正行动的执行及跟踪

纠正行动是针对电站发生的相关事件，为防止事件重发和提高电站整体安全运行水平而采取的改正措施，它的完成状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，因而纠正行动的落实得到了从电站经理层到各个部门的广泛重视，并建立了一套有效的纠正行动执行及跟踪机制。

应在 1997 年完成的纠正行动共 326 项，实际完成 307 项，完成率达 94%。

5. 24 小时事件单

24 小时事件单的探测对象是电站出现的各类异常，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。

1997 年度共收到 24 小时事件单 557 份，是历年来数量最多的，见图 2.3.7.1-3，反映出电站员工整体核安全意识的提高。

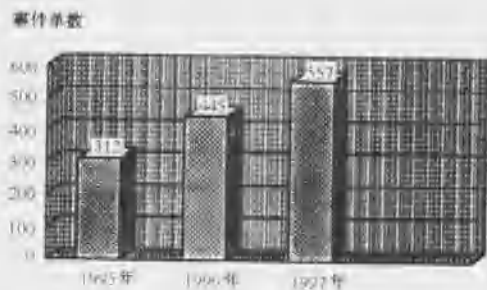


图 2.3.7.1-3 24 小时事件单数

从事件单在各个系统的分布来看,事件较多地发生在以下系统,见表 2.3.7.1-1 和表 2.3.7.1-2。

表 2.3.7.1-1 核岛 5 个系统

系 统	事件单数	主 要 缺 陷 描 述
RCP	35	一回路水位异常变化;大修期间一回路工作人员违章作业
LHP/LHQ	16	一些阀门和法兰漏油,漏水,漏气;柴油机自启动不成功
RPN	12	RPN013/014/040MA 输出漂移
RRI	11	RRI040/041VN 电动头涡轮蜗杆齿轮磨损严重
PTR	11	KX/RX 水池落物

表 2.3.7.1-2 常规岛 5 个系统

系 统	事件单数	主 要 缺 陷 描 述
GSS	11	105/205/110/113VL 内部冲蚀严重;MSR 壳体内衬发现多处裂纹
APP	10	2APP B 泵 GEM80 多次故障
CEX	10	水室海水出口侧腐蚀;阀门操作手轮脱落
GRE	9	汽轮机负荷在“自动”与“手动”间切换时引发 C 棒棒位异常
GSE	8	2GSED07/008VV 多次故障关闭

事件单按机组分布见表 2.3.7.1-3。

表 2.3.7.1-3 事件单按机组分布

机 组	1	2	0, 9
数 量	216	251	90

从以上数据看出,1号机组和2号机组事件数大致相当,说明两台机组的运行维修状况基本相似,今后的运行和维修要注意继续加强防止两台机组出现共因事件。

事件单按月份分布见表 2.3.7.1-4。

表 2.3.7.1-4 事件单按月份分布

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
数 量	98	41	74	84	33	20	46	18	22	22	41	58

从月份分布来看,大修期间事件发生数仍占较大比例,共计 231 个,占总数的 41.5%,其中 1 号机组第三次大修 160 个,2 号机组第四次大修 91 个(含 1998 年发生的 20 个)。因为大修生产运行活动较多,事件数量相应增加属于正常状态。

事件单按事件性质分布见表 2.3.7.1-5。

从收集到的事件单看,人因事件率为 40%,与 1996 年(39%)大致相当。

事件单按事件种类分类见表 2.3.7.1-6。

表 2.3.7.1-5 事件单按事件性质分布

原 因	人 因	设 备
数 量	225	332

表 2.3.7.1-6 事件单按事件种类分布

事件分类	核安全相关	工业安全相关	消防相关	辐射防护相关	可用性相关	其 它
数 量	177	54	22	55	208	41

核安全相关事件仍占较大比例,说明我们广大员工对核安全设备的高度重视,出现异常决不放过。

事件单按部门分布见表 2.3.7.1-7。

表 2.3.7.1-7 事件单按部门分布

部 门	OPO	OPM	OPT	OTS	OPH	OT
数 量	200	280	13	7	53	4

从表上可以看出,事件单主要来源于维修,运行和辐射防护三个部门,符合电站生产活动的实际情况。因为维修、运行和辐射防护基本覆盖了主要的生产活动领域。

2.3.7.2 外部经验反馈

1997年3月,外部经验反馈执行程序正式生效,按此程序,外部经验反馈的形式主要有:外部事件报告/通告、外部信息传送、外部事件信息/动态、给 STA 周报附页和安全之声供稿等形式。

1997年共发外部事件报告3份,外部事件通告单5份,外部信息传送单36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24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FROG技术咨询,对外交流互访、国内同行(105所等)。

1. 外部经验向厂内提供的信息

- 大修中,堆芯燃料组件上发现絮状异物,收集国外关于异物落入堆芯事件,并从EDF数据库中查出相关事件,向大修提供反馈。
- 大亚湾的柴油机问题较多,向外部电站发文了解情况,南韩慰珍电站也是二拖一柴油发电机,它们的经验是,低功率试验每两个月进行一次,未曾有启动失败情况;也曾出现过润滑油泵机械密封漏油情况,处理措施是每次大修时,更换机械密封;也曾出现橡胶管老化导致的泄漏,采取的措施是将直径50.8mm(两英寸)以上的橡胶管改用不锈钢管代替(两年前完成);未出现过单机运行的情况。其它发生过的故障有:电缆绝缘故障导致燃油泵功能丧失;冷却风扇不能启动;重新带负荷时间不合格;计时器失效;电源从正常母线切换至柴油机组时LND母线故障等。同时也收到比利时电站的柴油机运行经验。

- 大亚湾针对电站运行中提高 pH 值问题，向 WANO 发文询问国外经验，并收到相关的资料，包括国外电站目前采用的 pH 值及其优点和建议。
- 针对 9RFA002BA 氧含量高情况，向南非电站技术咨询，并从 EDF 数据库中查找相关事件，认为氧含量高的原因之一是浮顶橡胶薄膜老化或浮顶紧固件腐蚀造成。
- 大亚湾物理试验 (PTRGL04) 在满功率状态下进行灰棒刻度，每 60 天进行一次，这个试验易引起功率的波动，向国外电站发文询问是否减少该试验的频度，并收到 EDF 的回答。
- 关于 LCA 继电器可靠性问题，查找 EDF 数据库，向厂内提供相关继电器的可靠性数据，认为失效的原因主要有接触不良，定值偏高，振动，调节不当等。
- 核岛减震器减少计划：大亚湾的减震器数量多，维修工作量大，根据国外经验，有必要减少减震器的数量，向国外发文询问减少计划和实施情况。
- 砂堆过滤器的前置过滤器的调研，向 WANO 网络发文寻求技术资料，并收到相关信息和资料。

2. 外部事件向厂内反馈

- 加拿大安大略电力公司停运七台核电机组
- 日本 TSURUGA 电站安全壳内化学和容积控制系统管段泄漏，导致反应堆手动停堆
- 法国电站多次出现“空端管”现象
- 美国 ROBINSON 和 POINT BEACH 电站发生的由于异物堵塞导致安注泵和喷淋泵不可用。
- 反应堆停堆时，汽轮机延迟停机事件（韩国）
- 电气保护继电器误动导致安注动作（韩国 KORI）
- 美国 OCONEE 电站泵吸头不够造成安注所有列不可用
- 南非 KOEBERG 核电站两次过量受照事件
- 一回路放射性高造成强迫停堆（法国 PALUEL4）
- EDF 关于燃料传输系统的经验
- 主回路热端安注管不可隔离的泄漏（法国 DAMPIERRE）
- 法国的几起核安全一级事件
- 直流配电盘的酸性蓄电池的使用的 EDF 经验
- 反应堆厂房的气闸门压力控制阀门位置不正常（法国 ST-LAURENT）

2.3.7.3 国际经验及姐妹厂经验交流活动

1997 年姐妹电站交流活动及对外交流活动计划，于一月份制定，三月份开始实施。直到 2 号机组第四次大修结束，共完成交流互访项目 36 项。1997 年姐妹电站和对外交流活动项目多，交流面广，受益深，完成情况好。

1. 重点交流活动

- 1997 年 4 月和 10 月，合营公司参加 WANO 董事会。
- 1997 年 5 月和 11 月，合营公司参加 FROG 执委会。
- 1997 年 10 月，濮继龙经理带队一行 8 人访问法国 TRICASTIN 核电站，与 TRICASTIN 和 GRAVELINE 两个姐妹电站进行了交流，并续签了互相交流合作协议。
- 1997 年 11 月，林贵清副经理带队一行 8 人访问南非 KOEBERG 核电站，并进行了管理和技术交流。

- 第七、八届泰山-大亚湾核电站运行经验交流会分别于 1997 年 5 月和 11 月在大亚湾和泰山召开,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

- 大亚湾派员参加 GDL 化学年会 (1997 年 6 月, 法国)
- 大修管理 (1997 年 6 月, 与 TRICASTIN 电站)
- 参加德国 GROHDE 电站同行评审活动
- 在役检查经验交流 (1997 年 8 月, 与 TRICASTIN 电站)
- 模拟机培训技术交流 (1997 年 4 月, 法国)
- 协助南非 KOEBERG 核电站建立个人电子剂量计系统 (1997 年 8 月)
- 事故规程调研 (1997 年 9 月, 法国)
- EDF 应急演习观察员 (1997 年 10 月, TRICASTIN 电站)
- 机械维修交流 (1997 年 11 月, 法国 TRICASTIN 电站)
- 模拟机维修交流 (1997 年 12 月, 法国)
- IC 维修交流 (1997 年 8 月, 法国 TRICASTIN 电站)
- PMC 和 DMR 电气维修交流 (法国 TRICASTIN 电站)
- 运行管理交流 (1997 年 10 月, GRAVELINES 来大亚湾)
- 放射性废物管理 (1997 年 6 月, GRAVELINES 来大亚湾)

3. 1997 年共向 WANO 组织报告了四起大亚湾核电站发生的事件

- ER97001: 2SRI 跑水及 2GCT 不可用导致反应堆紧急停堆
- ER97002: 6.6 kV 断路器合闸时拒动
- ER97003: 蒸汽发生器水位高高 + P7 引发反应堆自动停堆
- ER97004: RPR 试验时引起安注启动造成人员沾污和反应堆厂房部分沾污

2.3.8 备品备件管理

2.3.8.1 备品备件采购管理

随着大亚湾核电站维修自主化的不断深入和成本控制的加强,对备件采购管理提出了更高的要求。根据电站管理计划,1997 年合同供应处 (OCS) 强化了对生产的服务功能,积极同用户沟通,做好物资供应工作;理顺与其他部门和处之间的接口,简化了采购申请和合同推荐的过程;同时,积极发展与供应商的良好合作关系,保证备件按质、按时交货。

1. 备件采购计划和采购控制

备件采购计划在总结以往备件采购经验的基础上,利用各种方式,加深用户对采购计划重要性的认识。因此,第四次大修的备件采购清单,76%的备件需求能在 5 月底前提出,这样保证了大部分的备件和消耗品能满足大修的需要。同时,库存物资自动采购申请 (CRO) 也发挥了作用,及时对第三次大修中已消耗的备件提出了申请。

根据 OSART 评审时提出的保证专用备件供应和考虑采购周期适当增加库存量的建议。合同供应处与维修处进行了认真的研究,提出 1129 项新备件。认真审核“计算机库存补充系统”(CRO)和“电化备件采购申请”(MRO)采购申请单,在考虑了订货周期后,逐步修正最小/最大库存量。同时 CRO 范围增至 20 005 项,继续发挥及时补充库存的作用,因此这些项目出现催货现象很少。

在库存控制方面,共审核了 2035 项备件的最小/最大库存量,重点放在 A 类备件的采购

审查方面，经与用户商量取消 218 项采购并减少 152 项的采购量，这样间接地节约近百万美元。所以在增加 1129 项新备件的情况下，总库存金额不但没有增加，相反还呈下降趋势。

2. 采购过程

采购过程严格按照公司的“合同与采购手册”和电站的质量保证程序进行。OCS 不断加强对采购过程的控制，采购通过三家比价或招标方式进行。经过努力，公司行政物资和固定资产采购总金额只占立项总金额的 69%。

1997 年的采购状况如表 2.3.8.1-1 所示。

表 2.3.8.1-1 1997 年电站采购情况

	申 请 数 量 (项)	订 购 数 量 (项)
库存补充	4530	3246
大修备件	1438	1438
紧急采购	288	206
非库存物资	5543	4037
总 数	11799	8927

在 1997 年共发订单 1916 份，涉及的供应商 544 家，其中海外供应商占 56%，国内 44%。由于加强了采购过程管理，使发订单的周期从 1996 年的 65 天减至 55 天。

上述数据表明，采购的品种多，涉及的供应商也多，对采购管理造成一定的困难。尤其是部分关键设备的备件供应商不合作，如核岛 Sereg 阀的供应商，延长了备件交货期，使到货率偏低，引起紧急采购数量增加。此外，采购技术规范不齐全，给采购技术澄清增加了很大的工作量，延长了采购周期。这从另一方面也反映了电站物资，尤其是消耗品，种类繁多，需下大力气归类并进行标准化。

针对备件采购管理中存在的问题，OCS 拟定了加强物资管理技术组力量的计划，并得到电站经理部的支持，人员配备将于 1998 年逐步落实，有利于经济采购和缩短采购周期。

继续保持 Framatome 和 GEC Alsthom 的紧急供货渠道，并与承运商和海关等充分合作，有力地保证了机组的安全运行和大修工期。

3. 运输和报关

1997 年度的国外备件进口材料运输工作，保持高效运作，为了简化空运承运商和海运承运商的接口，经过慎重考虑和成本计算，与空运承运商再签了海运合同，运输渠道保持高效运作，紧急货物运输从欧洲发货至现场的时间一般为 5 天左右。

1997 年共接收 169 批/次货物，平均每周 3.25 车，由于紧急货物运输较往年多，海关备案和接货协调等工作量很大，但总运输费用控制在货物价值的 3% 左右。

报关仍按货物进口分批进行，经集团公司和合营公司领导的协调，以及进出口办公室的努力，取得了海关的理解和支持，顺利完成紧急货物的进口报关工作。

4. 供应商的评审

制定了合同供应处参与供应商审查和认可的程序。根据质保、技术和商务的要求，将供应商分类、分级管理，主要内容如下：

I 类 提供 Q1, Q2, Q3, ISO9001, ISO9002 等级物资或场外服务的供应商以及提供 QSR, QR 等级场内服务的供应商。此类供应商的质保审查由质保处负责，技术

支持处负责技术审查，OCS负责商务审查。

Ⅱ类 提供 QNC, ISO 9003 等级物资或场外服务的供应商、提供 NQR 场内服务的供应商；以及年采购金额大于 5 万美元的非生产性物资的供应商。此类供应商由合同供应处、质保处、技术支持处和维修处派员组成的认可小组负责审核。

这样形成了较为完整有效的供应商评审机制，保证了质量、技术和商务的安全。

经多方的努力，Framatome 同意大亚湾核电站直接向原制造商采购 Q1、Q2 等级的备件。质保处的审查通过了 7 家海外供应商资格，开始直接采购 Q1 和 Q2 等级的备件。

5. 计算机采购管理系统

建立在 Windows 平台的“订单管理系统”(POP)于 1997 年初投入试运行后，遇到主机数据转换的技术问题。经电脑中心的努力和合同供应处的配合，解决了技术难题后，POP 于 11 月才正式投入运行。该系统从采购申请输入、询价单打印、订单打印、催货、验收状态跟踪和供应商管理等进行了动态管理，清楚反映采购状态。各种采购统计数据 and 报表也逐渐规范起来，方便采购员、用户和管理层及时了解每一项采购或整个采购的进展状态，提高了采购的管理水平。

2.3.8.2 仓储管理

回顾大亚湾核电站仓储管理的进程，在 1997 年出现了二个阶段性的转变，这就是：

- a. 建立仓储管理质量标准，标志着一核仓储管理从规模建设期进入规范标准建设期。
- b. 完成二核仓储管理的策划及有关准备工作。标志着二核物资准备的开始。

在部、处级领导的重视和支持下，1997 年的仓储管理工作进展顺利，年工作计划基本完成，主要工作项目有：

1. 建立新的仓储管理程序体系

根据过去几年的实践检查，并借鉴国外同行的经验，作为生产部程序体系改革试点，1997 年 OCS 将仓储管理部分的 7 份程序全部重写优化为 3 份程序，此项工作不仅精简了程序，提高了程序的可操作性，而且在程序中新增加了仓储管理质量标准的内容。

2. 建立库存维护系统

在维修处的协助下，根据设备运行维修手册要求和电站维修经验反馈，对库存物项进行了全面系统的分析研究，确定了需要定期施以保养维护的物项并编写了 3 份维护规程。为了减少管理的工作量，防止人因失误，在物资管理数据库中开发了维护管理子系统，使库存设备维护管理自动化，有效地减少了库存损耗。

3. 完成 10 类物资仓储管理规范的编写和实施

仓储管理规范描述一类物品的各项仓储管理要求和质量标准。当前库存的物资品种约有 60 项，1997 年将其中 10 项进出库频繁的品种进行了规范管理，即首先参考标准仓储管理规范要求和在大亚湾核电站的具体条件编写出物品的仓储规范，然后按照规范要求，将库内同类物资进行集中，整理包装，更换标签，核对数据库记录的准确性等，这一系列改进使该类物品的管理得以规范，从而逐步提高仓储管理的效率和质量。

4. 审核二核仓库方案及接收二核备件

配合二核工程建设按时完成了二核 4 个库房的方案审查，编写了二核生产备件接收程序，接收了二批二核生产备件。

另外，参与二核备件审核小组的工作，完成了二核生产备件合同的修改及部份常规岛备件合同的审核。

5. F/S 仓库移交及安装剩余物资的处理

二核工程建设需要 F/S (法马通斯比) 仓库, OCS 在 6 月份成立 F/S 仓库移交专案小组, 将库内 4000 项生产物资转移到控制区内, 并处理了 5000 项安装剩余材料。这项工作如期完成, 不仅保证工程顺利进展, 而且盘活了沉淀在安装剩余材料上的资金。

2.3.9 电站计量管理

1. 计量管理和计量执法工作

“计量室”的成立, 使电站计量监督工作在技术上有了统一归口。“计量室”行之有效的工作, 较好地解决了一些技术上的问题, 各单位的计量工作有一个较为满意的协调。

“计量室成本中心”的成立, 使计量管理工作涉及的计量器具添置、升级、周期检定及维修等有了统一的预算控制和归口, 改变了过去各自为政、盲目采购的现象。

为加强对电站计量工作的管理, “计量室”聘请了 8 位有经验的计量人员为兼职监督员, 既方便了计量室与各单位之间的联系, 又便于协调各单位间的技术问题。

1997 年, 进行了电站计量器具及计量检定人员状况的全面普查, 建立了较为完整的数据库, 对电站的计量概况有了一个较详细的掌握, 详见表 2.3.9-1。与此同时, 规范并统一了电站内部的检定证书, 检定专用章和检定标志, 统一了电站各单位的有关计量监督方面的六大规章制度。

表 2.3.9-1 广东大亚湾核电站计量器具统计

计量器具所在单位		计量器具总数 (台、件)	内部周期检定数 (台、件)	外部周期检定数 (台、件)	外部检定占总台数 百分比 (%)
技术服务处	性能试验科	299	243	56	18.7
	化学科	45	36	9	2.0
	环境控制科	8	0	8	100
维修处	电气科	235	189	46	19.6
	仪表计算机科	265	229	36	13.6
	现场服务科	1492	919	573	38.5
保健物理处	辐射防护科	2100	2078	22	1.0
技术支持处	规范控制科	11	0	11	100
合同供应处	物资管理科	11	5	6	54.5
总计		4466	3699	767	17.2

每季度对电站内各单位的计量检定室进行执法检查, 对查出的问题及时整改, 使一些多年来的遗留问题得到了解决。

2. 计量监督指标完成情况

全年共完成了 3 个标准检定装置的复查和 3 个新建标准装置的认证, 使电站的标准检定装置增加至 15 个, 详见表 2.3.9-2。由于电站内部的检定能力大大加强, 减少了送外检定的计量器具数量, 节省了资金和人力。

1997 年, 依靠自身力量完成计量器具的检定共 3700 台 (件), 占全部内检器具的 100%, 送外检定计量器具占全部计量器具的 17.2%。

表 2.3.9-2 广东大亚湾核电站计量室标准装置统计

标准检定室	标准装置	标准等级	标准计量器具数	发证机关	标准检定室所在部门	建标(复查)日期	有效期(年)
温 度	铂电阻温度计	二等	4	广东省电力工业局	技术服务处 性能试验科	96.09	2001.09
	水银温度计	二等	3				
压 力	数字式压力校验仪	0.05%	5	广东省电力工业局	技术服务处 性能试验科	95.03.15	2000.03
	二等活塞压力计	0.05%	3				
电 测	数字多用表	0.0003%	5	广东省技术监督局	技术服务处 性能试验科	96.11.01	1999.11
	绝缘电阻标准仪	0.2 级	1	广东省电力工业局	维修处电气科	97.11	2000.11
	直流双电桥	0.01 级	1				
力 学	力矩扳手	一级	6	广东省技术监督局	维修处现场服务科	1997.12	2001.12
	扭矩、扳子检定仪	二级	3				
万能量具	百分表	0~10 mm	7	广东省技术监督局	维修处现场服务科	1997.12	2001.12
	游标卡尺	四等二级	10				
	测 微	四等二级	10				
辐射计量	γ 射线照射量	一级	4	广东省国防科工办	保健物理处 辐射防护科	95.03.01	2000.03
	α 、 β 表面污染仪	二级	15				
	个人剂量计	二级	4				

1998 年电站将新建标准计量检定装置 4 个(电能表、功率表、电气变送器、转速计等), 送外检定比例的逐年下降, 将提高电站内部检定的自主程度。

3. 技术交流与培训

积极与上级归口部门联系, 加强沟通与交流, 应邀参加了省电力局计量信息管理及评审系统的研讨会。针对电站计量的现状, 到电力部西安热工研究院及电力部武汉高压研究所进行了调研。

电站全年有一人取得了国家技术监督局颁发的计量管理培训结业证, 有 18 人取得了计量检定员的资格证书, 有一人获得了国防科工委授予的“国防计量先进工作者”称号。

技术培训的加强, 保证了上岗人员的素质, 持证上岗已成为计量检定人员的自觉行动。

2.3.10 合同及承包商管理

2.3.10.1 合同项目内容概要

1. 概述

1997 年度生产部共对外签订新合同 197 个, 并通过部分长期框架合同发出了一系列的变更令, 妥善解决了大亚湾核电站对外经济交往所产生的商务问题, 本年度成交合同金额折合美元 100 MUSD (含燃料组件采购费用 60 MUSD), 主要分布在以下几个方面:

- 浓缩铀和燃料组件供应
- 机组年度大修
- 机组日常维护保养

- 项目技术改造
- 可行性和设计
- 劳务技术支持
- 培训

2. 项目内容概要

(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 42 吨；利用公司与宜宾核燃料元件厂的《燃料组件加工合同》为本年度两台机组的换料大修提供新燃料组件共 112 组。

(2) 机组年度大修

1997 年度两台机组先后进行了各一次换料大修（1 号机组第三次大修和 2 号机第四次大修，简称 103 大修和 204 大修），根据核电站大修的项目和内容，1997 年度共签订了表 2.3.10.1-1 所示各类合同：

表 2.3.10.1-1 1997 年两台机组大修主要合同

序号	项目内容	承包商	103	204	备注
1	核岛大修 *	FRAMEX	✓	✓	核岛项目
2	核岛在役检查 *	被动力运行研究所	✓	✓	
3	蒸发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	APC 系统涡流探伤检查	核动力运行研究所/核工业无损检测中心			
7	蒸发器冲洗支持 *	SRA-SAVAC	✓	✓	
8	核岛通用服务	中国核动力研究设计院	✓	✓	
9	DEG 制冷机 15 000 小时维修支持	FRAMEX		✓	
10	蒸发器堵板拆装	核工业二三公司	✓	✓	
11	安全壳密封及打压试验	广州市救捞局	✓	✓	
12	贯穿件打压试验	中国核动力研究设计院/核动力运行研究所	✓	✓	
13	PIR 水箱防腐处理	武昌造船厂技术服务公司	✓		
14	安全壳密封打压试验泄漏率测量	EDF	✓		
15	安全壳密封打压试验期间安全监护	广州市救捞局	✓		
16	RCCA 在役检查 *	武汉汇新公司		✓	
17	常规岛大修 *	深圳淮南电力检修公司	✓	✓	常规岛项目
18	常规岛压力容器在役检查 *	电力部苏州热工所	✓	✓	
19	凝汽器钛管涡流探伤 *		✓	✓	
20	叶片静态振动特性测量	西安热工研究所		✓	
21	低压缸叶片根部超声波探伤	西安热工研究所		✓	
22	主变冷却系统改造 *	保定变压器厂/西日本贸易		✓	
23	RAM 发动机转子绝缘处理	兰州新科		✓	
24	BOP 大修 *	东北核电建设公司	✓	✓	BOP 项目
25	BOP 辅助锅炉和压力容器检查	苏州热工研究所	✓		
26	CFI 粗格筛防腐处理	武昌造船厂技术服务公司		✓	
27	CFI B 列齿轮更换	上海重型机械厂/东北核电建设公司		✓	

续表

序号	项目内容	承包商	103	204	备注
28	核岛大修劳务支持*	中核总二三公司	✓	✓	加入到 FRAMEX
29	常规岛大修技术支持*	GEC—A	✓	✓	加入到 OPM
30	应急柴油机检修技术支持	武昌造船厂技术服务公司	✓	✓	加入到 OPM

注：带*的为金额较大合同项目。

从上表可以看出，204大修比103大修增加不少项目，这些大都是电站更新改造项目，其中RCC—A在役检查（2号机组）和安全壳密封打压试验泄漏测量（1号机组）是第一次在该机组上实施。

(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解决。1997年度公司基本上维持了1995、1996年度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 1997 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	中核总二三公司	50(80人备用)	1996年为106人备用
2	常规岛日常维护	深圳淮南电力检修公司	26	由OPM安排日常工作
3	BOP日常维护	东北核电建设公司	17	1996年为25人
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	1996年为96人
6	控制区核清洁	中国核动力研究设计院	45	1996年为51人
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	大连起重机厂	6	新增项目
9	厂区空调维修保养	深圳开华机电设备有限公司	3~8	
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	1996年为8人
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	1996年为8人
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	原子吸收和光分度计仪器维护	PE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			324~334(80人备用)	

随着业主和承包商对电站日常维修工作量的了解日益加深，承包商的人员组织和工作组织不断得到优化，1997年度长期维修保养承包商的总人数较以往减小，费用也相应地有所

减少。

(4) 项目技术改造

1997 年度主要更新改造项目见表 2.3.10.1-3。

表 2.3.10.1-3 项目技术改造类合同

序 号	项 目 内 容	承 包 商	备 注
1	主变压器冷却器改造	保定变压器厂/西日本贸易株式会社	未完
2	500 kV 核惠线支柱绝缘子系统改造	武汉高压研究所技术服务公司	
3	ADG/GCT 系统压缩空气罐改造	上海发电成套设备研究	
4	大坑水厂改造		
5	SEK 地坑通风改造	深圳东北核电建设公司	
6	CTE 系统改造	中深化工.工程公司	
7	培训中心空调改造	深圳核电鹏力制冷维修工程有限公司	

主变压器低温过热问题自电站投运以来就引起电站经理层的关注，一度列入电站十大技术问题。经精心组织，比较国内保定变压器厂方案和 GECA 方案，最后确定由保定变压器厂负责实施（采用日本多田冷却器）。

(5) 可行性研究和设计

1997 年度，电站着手委托有关院所进行以下可行性研究工作，详见表 2.3.10.1-4。

表 2.3.10.1-4 可行性研究和设计类合同

序 号	项 目 内 容	承 包 商
1	旧导向筒处置可行性研究	中国核动力研究设计院
2	SAP 401/402CO 可行性研究	西南建筑设计院

与此同时，以下几个与电站长期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也得到较大推进，它们是：

- 18 个月换料
- 乏燃料处置
- 设置第五台柴油机

(6) 劳务技术支持

1997 年度核电站继续通过以下合同从国内外一些有实力和专业特长的单位获得技术支持服务，详见表 2.3.10.1-5。

表 2.3.10.1-5 劳务技术支持类合同

序 号	承 包 商	现 场 人 数
1	EDF	8~14
2	中国核动力研究设计院	36
3	核工业七院	9
4	西安热工所	2
5	苏州热工所	3

续表

序 号	承 包 商	现 场 人 数
6	苏州医学院二附院	3 - 8
7	中通公司	3
8	香蜜湖友谊医院	1
9	广东省职业病防治院	6
10	凯利公司	230
11	广东核电服务开发公司	20
总 计		321 ~ 332

由于岭澳、秦山三期、连云港等核电工程的相继开工，国内核电人才相对紧张，使大亚湾核电站在聘用技术人才方面面临前所未有的冲击，劳务费上涨压力较大。

(7) 培训

1997年是 大亚湾核电的培训年。为配合实施电站自主化维修目标，大量维修一线人员被派往国内外进行各种维修和操作培训，同时，电站积极开展了中层以上干部的管理培训。1997年度电站组织实施的培训项目见表 2.3.10.1-6。

表 2.3.10.1-6 培训类合同

序 号	项 目 名 称	承 担 单 位	性 质
1	员工绩效评估	香港管理协会 (HKMA)	管理
2	时间管理/会议效率	香港 Time/System 公司	
3	新任经理管理培训	香港管理协会 (HKMA)	
4	管理经验反馈培训	EDF	
5	核岛 KI 级系列设备维修	ELISAG Bailey Hartman & Bravn S. A.	专业
6	RPN&BORONMETER 探头维修	Group Schedule	
7	KRT 系统维修	MGP Instrument	
8	VVP 主蒸汽隔离阀检修	EDWARD Valves Inc.	
9	PLC-5 可编程控制器的工作原理	Allen-Bradley	
10	润滑	Pumpco International Pte., Ltd.	
11	DEG 离心式制冷机维修	Sulzer INFRA S. A	
12	KIT/KPS 程序	SYSECA	
13	核岛电动头三级维修	Framex/Jeumont	
14	主泵维修	Framex	
15	SEREG 阀门试验台架 FRATOL 使用	EDF	
16	核岛阀门维修	EDF	
17	运行安全	EDF	
18	SIPPING TEST	EDF	
19	KIR 松动件诊断	EDF	
20	英语业余培训	复旦大学	语言
21	英语听说业余培训	华中理工大学	
22	英、法语脱产培训	广州外语学院	

2.3.10.2 承包商管理

对于承包商的管理，应区分如下两种情况：

- 市场不健全，无法形成竞争的；
- 市场健全，有多家供应商/承包商可供选择的。

对于第一种情况，GNPJVC 鼓励与供应商/承包商发展互惠互利的长期稳定关系。在 1997 年度，核电站制定了对现场长期维修或其它服务承包商管理巡访制度，合同工程师、合同科长和处长定期访问承包商管理层，加强信息沟通和反馈，使双方在合同执行过程中发现的各种问题能得到及时解决。

对于第二种情况，GNPJVC 则积极引入市场竞争机制，利用招标，使产品质量更好、服务水平更高、价格更合理的承包商进入大亚湾核电站市场。1997 年度，承包商调整情况见表 2.3.10.2-1。

表 2.3.10.2-1 承包商调整

序号	项目内容	原承包商	现承包商
1	厂区空调维修	深圳开利服务有限公司	深圳开华机电设备有限公司
2	电梯维护和保养	深圳赛格物业有限公司	深圳核电房产管理公司
3	冷凝器钛管涡流检查	淮南电力检修公司	核工业无损检测中心 (NNC)
4	贯穿件试验	中国核动力研究设计院	中国核动力运行研究所
5	防腐处理	武昌造船厂	欧美国际有限公司 (OMEX)

2.3.11 管理计算机的应用

根据总经理部的决定，管理计算机处 (OMC) 自 1996 年 10 月 21 日起由生产部过渡到秘书部，同时更名为电脑中心 (SEI)。行政隶属关系的改变，对电脑中心提出了更高的标准和要求。围绕这一特点，1997 年，电脑中心不断强化服务意识，改善管理措施，为电站信息系统的应用提供了有效的技术支持和服务。

2.3.11.1 主要生产指标

1. 运行管理

加强运行监督和系统管理，主机、小型机、服务器、网络系统全年安全运行，无非计划性停机事件，无人因事故和差错，主机系统的可用率 > 99%，小型机、服务器的可用率 > 97%。

- 全年累计完成各系统数据库的磁带备份 8300 盘，出错率为 0%。
- 完成主机、小型机、网络、服务器及外围设备的技术服务申请 497 项。
- 处理老 CBA 系统的软、硬件设备故障 229 项。

2. 系统管理

- 配合处内整体规划，完成主机系统、小型机系统、服务器及网络系统配套软件的安装、调整、投运和维护等工作，不断完善、优化、调整操作系统的运行参数和环境，协助应用和运行解决复杂技术问题。
- 实现了 IBM 3172 通讯控制器与主机的联网功能，完成了 AS/400 小型机软、硬件的升级工作，主机数据库系统 DB2/MVS 四版本、事务处理系统 CICS/MVS 四版本、

网络管理软件的安装裁剪等工作,建立了 Windows NT 操作系统运行环境,实现了异种机型、异种操作系统、异种数据库之间的网络连接。

——全年完成操作系统维护、技术支持服务申请 243 项。

3. 工程管理

1997 年是电脑中心尝试微机设备自主维护管理的第一年,全年处理微机软、硬件设备故障 1235 项,平均每月一百多项,除部分喷墨打印机 (EPSON MJ-800K) 因备件采购延误影响了维护工作外,其余故障均在三个工作日处理好。实践证明:采用自主维护方式后,维修质量提高,用户投诉减少,维护费用降低,与 1996 年同期相比,按 275 套微机计算,全年节省维护费用 100.18 万元人民币。

自主维护方式与外包维护方式的费用对照表:

项 目	外包维护 (1996 年)	自主维护 (1997 年)
微机数量	148 套	275 套
总预算费用	人民币 62.3 万元	人民币 42 万元
实际维修费用	人民币 62.3 万元	人民币 15.6 万元
单机维修费用	人民币 4210 元	人民币 567 元
年节省费用 (按 275 套计算)		人民币 100.18 万元

——完成预算内 200 台微机及 55 台打印机等配套设备的采购、验收、发放和安装等工作。

——完成 157 台 386 及以下档次微机设备的报废清理工作。

——完成公司网络二期工程 800 个新增信息点的技术准备及项目管理工作,并按计划陆续开通。

4. 应用管理

——1997 年是电脑应用工作由单一的主机/终端处理模式向客户机/服务器处理模式进行技术转型的第一年,由于思想重视、目标明确、方法对路、措施到位,使全年的应用工作取得了较好的成绩和效果。

- 成功完成各级领导关注的《计算机辅助隔离系统》(CBA) 应用软件的移植、改造、汉化和开发的工作,按计划于 1997 年 7 月 14 日投入试运行,1997 年 11 月 13 日投入正式运行。
- 初步完成《生产综合信息系统》(SIS) “安全”、“生产”、“历史”、“企业文化”、“同行比较”模块及“管理”部分模块的应用软件开发工作,于 1997 年 8 月陆续投入试运行。
- 初步完成生产部《订单管理系统》(POP) 应用软件的开发工作,于 1997 年 11 月 24 日投入试运行。
- 完成秘书部《行政管理系统》住房管理子系统的应用软件开发工作,于 1997 年 11 月投入正式运行。
- 完成医疗中心《医疗信息管理系统》应用软件的开发工作,于 1997 年 4 月 23 日投入正式运行。
- 完成公安分局《公安保卫管理系统》应用软件的开发工作,于 1997 年 8 月 15 日投入正式运行。
- 完成秘书部《电话管理系统》应用软件的开发工作,于 1997 年 8 月 29 日投入正式运行。

- 生产部经验反馈系统 (EFS) 应用软件的设计开发工作于 1997 年 6 月顺利完成, 由于生产部组织机构和人员的调整, 原 OTS 经验反馈科全功能转移到 OSL 安全分析科, 以及经验反馈规程的修改和变更, 使该套系统不能投运, 必须等待管理功能明确后重新进行系统的设计和开发。

同时, 根据电脑中心的计划, 在 1997 年已经启动并投入较大人力的应用项目还包括: 生产部《工作过程管理系统》(WPMS)、公司《办公自动化系统》(OA) 等。

2.3.11.2 改善管理的主要措施

- (1) 加强科学管理, 规范工作程序, 制定配套的规章制度:

电脑中心从生产部过渡到秘书部后, 尽管技术支持和服务的功能不变, 但隶属关系和工作过程发生了较大的变化, 原有的 PQOM 程序已不适应工作的需要, 为此, 电脑中心重新建立、编写、修改或完善了秘书部程序手册中与电脑中心有关的十大管理程序和处内十大技术程序。

- (2) 坚持每周处内、科内办公例会制度, 加强处、科之间的协调和交流, 加大技术和管理的透明度:

从 1997 年开始, 电脑中心内部坚持每周一的科长办公例会制度, 及时关注和跟踪处内重大技术问题的工作进展, 布置和协调全处的主要工作。

工程科坚持每周五下午的工作交接班例会制度, 讨论和研究设备维护工作中遇到的典型故障和处理方法, 及时跟踪和解决生产过程中遗留的技术问题。

系统科、应用科、运行科不定期地召开科内和科外的专题讨论会、工作管理会、加强与用户之间的沟通和协调。

- (3) 加大技术支持和服务的力度, 工程科实施微软、硬件维护值班制度和交接班制度, 运行科实施运行两班倒工作制度:

由于电脑中心隶属关系的变化, 工程科调整了对外的维修策略和动作方式, 在生产部办公楼内设立了维修服务工作间, 包括科长在内, 全科人员集体参加轮班工作制, 为生产一线提供了快捷的技术支持和服务。运行科积极挖潜, 加强值班管理, 将运行时间从原来的每天 8 小时延长到现在的每天 16 小时, 为了不影响用户上机, 又确保数据的安全性和可靠性, 运行科将每天大量的数据备份和系统维护工作搬到前夜用户上机少的时间里处理, 保证了用户上班 8 小时的有效用机时间。

- (4) 坚持“两个一切”的服务宗旨, 即: 一切从用户出发, 一切为用户服务:

为强化服务意识, 真正从思想上和行动上落实为生产一线提供主动、积极、高标准的技术支持和服务, 运行科提出“认真、热情、耐心”的服务口号, 工程科提出“保证设备的完好率在百分之九十以上”的管理目标, 系统科调整了内部运作机制, 积极为应用和运行提供必要的技术保证, 应用科主动下现场, 了解用户需求, 与用户一起共同开发应用系统。1997 年与 1996 年相比, 技术支持和服务工作有了较大的改善, 基本实现了对公司用户的承诺。

- (5) 提倡“两个观念的转变”, 即: 从传统的“以计算机主管部门为中心”的观念向“以用户为中心”的观念转变, 从以往的“以主机为中心”的观念向“以应用为中心”的观念转变:

1997 年是电脑中心尝试技术转型的第一年, 也是关键的一年。随着客户机/服务器技术的发展, 电脑应用的运作从主机/终端处理模式转向客户机/服务器处理模式。技术转型带动观念的转变, 对电脑用户的技术支持也从“我有什么, 你必须用什么”, 转向“你需要什么,

我尽量提供什么”。全处上下统一思想和认识，在工作中注意与用户之间的配合与协作，注意团结和调动广大用户的积极性。系统科、工程科、运行科争做技术支持后援工作，积极为应用科的工作铺路搭桥。应用科的人员不断端正思想、摆正位置，一切从用户的实际需求出发，努力为用户开发出他们接受和满意的应用系统。

(6) 探索出一条与生产一线用户联合成立应用软件开发课题组并联合管理的新路：

尽管与用户一起成立联合项目组的做法在 1997 年的运作过程中还存在一定的问题，但从发展的角度来看，这无疑是一个方向。不仅解决了人力资源紧缺，用户需求少走弯路的问题，同时可以加快项目的总体实施进度，在项目的策划、支持、宣传、推广方面产生积极的作用和影响。1997 年，电脑中心有四个较大项目的应用采用的是这种联合项目开发的模式，收到了较好的应用效果。

(7) 加强业务交流，强化培训意识，提高员工的思想和技术素质：

1997 年是电脑中心开阔思路，解放思想，狠抓专业培训和技术交流的一年。全处共组织员工参加计算机外部课程培训 242 人天，内部技术交流 267 人次，为了使大部分没有机会参加外部培训的员工也能部分分享别人的经验，电脑中心内部以处、科为单位，组织多种形式的二次讲座、技术交流或内部研讨会，使培训工作取得一定的成效。

2.3.12 文件档案与资料管理

2.3.12.1 工作概述

1997 年，OPD 在完成大量工程建设档案组卷入库，工程文件清理的基础上，根据电站经理部提出的“尊重历史、面对现实、服务生产、方便用户”的文档管理方针，将工作重点转移到进一步理顺文档管理流程，完善文档管理体系上来。针对 OPD 人员流动性大，固定人员少，工作经验流失严重的现状，采取计划进度管理，优化流程，加强员工在岗培训等措施，基本完成了全年的计划目标。为日常生产、停机大修、设备改造、技术服务等电站活动提供了有效的文件支持和服务。

(1) 《广东大亚湾核电站文件/档案管理系统》获“国家科技进步三等奖”：

《广东大亚湾核电站文件/档案管理系统》作为现代化文档管理的研究课题，由广东省档案局和国家档案局向国家科学技术委员会推荐，申报国家科技进步奖项目。推荐书中高度评价了大亚湾核电站文档一体化管理系统的科学构思与有效运作。他们认为：“该系统将整个核电站文件档案的运转、转化、管理、服务等环节，用准确、快捷、规范的程序固定下来，形成了一个高效的管理系统。通过鉴定委员会的评定，认为已达到我国同行先进水平”。

(2) 为了真正做到文档一体化管理，资料处成立了调查小组。首先对核电站运作过程中产生的记录、报告进行调查，调查组人员与各处讨论，了解他们究竟产生哪些类型的记录、报告，最后确定约 350 种记录、报告。

(3) 对核电站文件资料的科学管理，是一项复杂和长期的研究课题。将传统的文档管理方法，与核电站的文档特点相结合，建立有效的、实用的文档管理体系，需要有专门的人员和部门进行策划和研究。为此，资料处成立了监督控制组，加强对文件档案管理的总体策划、监督指导和规范控制。

(4) 文件资料的分类标引，是进行信息加工的重要手段。为进一步开展文档资料的编研，加强电站信息资源的开发利用，提高文档管理水平，资料处开展了《GNPS 核电资料分类手册》的编制工作，该手册的初稿已经完成。

(5) 将生产部对外收发集中归口 OPD 管理,减少缺函与漏函的数量。

(6) 完成翻译出版 145.7 万字,其中自译 38.1 万字。

(7) 创办了电站内部刊物《大亚湾核电》,并完成第一年发行三期的任务,得到广大生产部员工的喜爱。

(8) 初步完成二核技术规程编码方案制定,积极进行二核生产准备文件档案系统的策划。

(9) 完成图书馆图书、资料的计算机输入工作,建立了中外文图书数据库。

2.3.12.2 完成的主要工作量

1. 文件处理和管理

1997 年新接收处理文件: 21273 份,其中包括:

- 函件: 3502 份
- 规程: 3165 份
- 合同文本: 174 份
- 记录报告: 11190 份
- 其它技术文件: 3242 份

2. 缩微片管理

- 缩微片接收: 558 份
- 制作缩微片: 252 卷 (约 80 万幅)
- 制作缩微开窗卡: 1.35 万张
- 提供缩微还原服务: 22 万幅
- 整理编号入库: 6 万张

3. 档案管理

- 组织进馆: 4634 盒
- 组卷入库: 6431 盒
- 自行组卷: 7219 卷

4. 资料图书管理

- 收集和采购标准、图书、期刊等: 7109 册
- 接收资料: 3751 册
- 分发书刊资料: 7123 册

5. 提供文件资料档案服务

- 文件库: 3309 人次
- 档案馆: 1523 人次
- 图书馆: 6141 人次

6. 其它翻译出版 145.7 万字

2.3.12.3 文件、资料、档案库存量 (不含卫星文件库)

- 1) 中央基准文件库: 158000 份
- 2) 档案库 (纸品库): 39577 盒
- 3) X 光片库: 4957 盒
- 4) 照片档案: 282 盒
- 5) 岩芯档案: 1507 箱

6) 图书资料库: 39260 册 (份)

7) 缩微片库: 46.1 万份

2.3.13 电站后勤保障

2.3.13.1 后勤保障机构和运作方式

大亚湾核电站的后勤保障机构分为公司秘书部属下的行政处以及电站属下的后勤科和汽车队, 两者各有工作侧重: 其中, 行政处负责核电站的生活服务和生活设施管理; 后勤科和车队则直接面向生产, 为核电站的生产和工作提供后勤保障, 同时负责搜集核电站员工对生活服务的意见, 并向行政处或承包生活服务的广东核电服务总公司反馈。

核电站的后勤保障动作基本上采用社会化服务的方式, 在行政处和后勤科仅配备少量管理人员对后勤服务进行管理。这种管理, 主要是对承担具体服务工作的承包商的合同执行情况进行监督管理。

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 70 公里。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电站和深圳, 为电站员工生活和工作提供了较为方便的交通服务。每逢周日和节假日, 电站也以合同形式租用车辆为在深圳市内没有住房的临时聘用员工提供每日两个对开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形式提供每周十几个班次的深圳与电站之间的班车服务。

由于电站生活区与工作区相距约 1 公里多, 在上下班时, 也以合同形式租用车辆提供员工上下班的现场交通服务。

此外, 在大亚湾核电站工作的外国专家除部分配备自驾车外, 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。

为了确保电站生产运行、维修和行政后勤保障方面的交通运输, 电站拥有规模较大的车队: 拥有近 200 辆各种用途的机动车辆, 除部分配备给外籍专家和少量中方员工外, 大部分作为电站自用。根据用途车队分为四个部分: 公司秘书部车队有深圳和工地两个车班, 主要负责公司总部各部门所需用车, 并 24 小时值班; 电站车队分行政和生产用两个车班, 负责电站采购用车、接待用车、工地运行倒班车, 并 24 小时值班。1997 年度电站车队出车次数 22 708 次, 月平均 1900 次, 其中长途出车 1145 次, 月平均 95 次, 每月安排值班 200 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少部分车辆, 以方便他们的生活和工作。

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

核电站的行政设施包括行政办公楼、档案馆、培训中心以及设在电站行政区内的职工餐厅等, 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等。以上设施及其配套系统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和专业消防公司。后勤科的专业技术人员负责技术管理、备品备件的采购申请和使用审查, 并监督承包商的运行

维修工作质量。同时，后勤科的技术人员还负责所管辖设施和系统的局部技术改造工作。

2.3.13.4 行政办公用品、固定资产和办公家具管理

为了有效地管理行政办公用品、办公家具和属于固定资产的行政办公设备，后勤科配置了行政仓库主管、文员各一名，依据已经建立的采购立项、入库验收、领用发放、使用跟踪，定期盘存、台帐管理和不定期审计检查等一整套行政物资管理制度，对行政物资进行库内保管和出入库管理。行政物资库外管理，我们采用的方法是对办公家具和固定资产统一编号，组合建立使用人台帐，把每一件办公家具和固定资产的保管责任落实到每一个使用人员。

由于有一套严格而有效的行政物资管理制度，既保证了行政办公用品、固定资产和办公家具的合理配置，充分满足核电站的行政办公需要，又能有效地杜绝浪费，减少行政费用开支。

2.3.13.5 员工住宿和膳食服务

大亚湾核电站的生活基地设在深圳市内，距离厂区约 70 公里。除节假日外，员工大部分时间都住宿在核电站内。因此，搞好核电站内的员工住宿和膳食服务，也是后勤保障的一项重要工作。

南生活区是公司核电站员工规划并正在兴建的宿舍区，有宿舍、餐厅，还有各种体育和娱乐设施。待全部完工以后，这将是一个依山傍海、环境优美的，集居住、就餐、娱乐和体育锻炼于一体的功能完善的职工生活区。

目前，南生活区已经建成的六栋单身宿舍和职工餐厅，都是白色瓷砖外墙、绛红色屋顶、不锈钢护栏。宿舍里集体配备了整套卧具以及桌椅床柜、电视机、淋浴器等生活设施。1997 年 11 月，核电站员工除运行人员外，都已告别分散居住的旧宿舍，迁入了南生活区集中居住。临海而建的运行宿舍正在紧张施工之中，不久运行人员也将迁入南生活区。

按 1000 人就餐设计的南生活区职工餐厅，宽敞的一楼大餐厅同时也可作大会场和电影放映厅，二楼小餐厅可承接小型宴会。此外，核电站厂区内还有按 600 人就餐设计的职工餐厅。这两个餐厅都由广东核电服务总公司配餐中心承包，以“保本微利”的方针经营。行政处或后勤科都不直接干预餐厅经营，主要对饮食卫生、饭菜的品种数量和质量进行控制，经常性地征求员工意见并向餐厅反馈，监督餐厅不断改进膳食服务工作。多年以来，核电站职工餐厅从未发生过一起食物中毒事件，并且基本保持了饭菜的多品种和高质量。

2.3.13.6 文体设施和文体活动

以健康向上的文体活动丰富员工的业余文化生活，对增强员工体质，美化员工思想情操有着不可忽视的作用。对此，广东核电合营有限公司和大亚湾核电站的领导都十分重视，为核电站员工提供了完善的文体设施，组织了丰富多彩的文体活动。

大亚湾核电站建有灯光足球场、篮球场、排球场、网球场和羽毛球场，还有室内健身房、乒乓球室、图书馆、天然海滨浴场、风雨剧场以及兼有电影放映和舞厅功能的餐厅等，这些完善的文体设施除了供核电站员工使用外，也向节假日来核电站渡假的员工家属开放。

每年例行举办各种球类比赛、拔河比赛和职工健身长跑活动。此外，广东核电集团公司还以核电站为主体组队参加了深圳市第五届运动会，并且组织了数百员工临场助战。这次运动会上，广东核电集团代表队取得了女排第二名、女子乒乓球团体第六名、男女田径总分第八名的好成绩。

1997 年，核电站举办的文娱活动也丰富多彩，有迎香港回归的“七一”汇演和庆祝岭

澳核电奠基的“6.26”汇演，有一年一度的春节游艺晚会，还请来了中国歌舞团、南方歌舞团、葛洲坝文工团、俄罗斯管弦乐团等高层次的文艺团体到大亚湾核电站演出。

2.4 生产准备

1997年，生产部在努力抓好机组安全生产的同时，有计划、有步骤地开展二核（岭澳核电站的简称）生产准备工作。1997年生产准备的主要目标是：

- 明确生产准备的发展方向，制定工作大纲和总体工作计划；
- 形成有效的工作组织方式，建立顺畅的接口关系；
- 策划、建立和完善人员培训体系，加强人员培训工作；
- 深入分析研究，策划科学的管理和技术手段。

生产部围绕上述目标，将安全生产与生产准备紧密结合，全面完成了1997年生产准备的各项任务。

2.4.1 工作组织方式

二核生产准备委托一核负责，具体由生产部实施。生产部对这一任务进行深入分析后，决定在生产准备的前期策划阶段，采用“联合生产准备”这种组织方式，将生产准备的任務下达到电站每一个部门，要求在搞好两台机组安全生产的前提下，同时做好二核生产准备工作。

生产部认真贯彻总经理部的精神和要求，进行必要的宣传，使得从经理层到每一个员工，都充分认识到开展生产准备工作的重要性和紧迫性，认识到这是每一个员工不可推卸的责任。这是自1996年底以来大家认识上的一个较大的转变。

生产准备工作采用了委员会的组织方式，并建立了一些专题工作小组。通过委员会充分调动各处力量，深入讨论、研究生产准备重要课题，协调、处理当前各类生产准备工作。委员会及时反映情况，提出问题和建议，为经理层及时做出重大决策提供了第一手资料。

生产部每月与二核工程部组织例会和各类技术协调会，并建立了技术对口人网络，在两个部之间建立良好的接口关系，加强经验反馈和信息交流，使二核充分吸收一核经验教训，并充分利用一核技术力量，实现“二核要比一核更好”的目标。同时也使得生产准备人员在工程参与的过程中及时、尽早地了解 and 掌握设备和系统的有关信息，为今后的工作打下基础。

生产准备办公室牵头负责生产准备政策研究、计划编制、培训策划、程序体系策划、技术准备、预算编制、工程参与和技术接口，以及调试参与的前期策划与准备等工作。1997年8月11日，在生产准备办公室的基础上成立生产准备处，具体承担各项生产准备工作。

在生产准备的前期策划阶段，采用联合生产准备这一工作方式是十分科学、合理的，它有利于充分调动生产人员的积极性，有利于充分利用一核现有的工作经验和技术力量，有利于生产部对各项工作统筹兼顾、合理安排。正因为采用了这种方式，从而各项工作都能与安全生产紧密结合，较好地处理了二者之间可能产生的争人力、争资源的矛盾，真正做到两项工作相互促进、相互提高；同时，也使得工程部与生产部之间技术与管理方面得到了很好的协调，做到相互支持、相互配合。

2.4.2 政策与计划的制定

大纲和计划的制定是 1997 年最重要的工作。经深入分析研究，并向各方面征求意见，生产部完成了《生产准备工作大纲》（以下简称《大纲》）的起草，《大纲》于 1997 年 4 月 27 日由一、二核总经理签发生效。

《大纲》提出了包含“四统一”（统一运行管理、统一申请排放量限值、统一进行流出物和环境监测、统一制定并实施应急响应计划和准备）在内的一、二核统一生产管理的总目标，并根据工作的性质和特点，将整个生产准备过程分为三个阶段，即联合生产准备阶段、独立生产准备阶段和接产阶段。同时，明确了各个阶段的主要工作。《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。

以《大纲》为原则，配合工程计划，编制了《生产准备二级计划》，1997 年 5 月 28 日签发生效。各处和各专项小组以大纲和二级计划为依据，细化本部门各项工作计划，编写出三级计划 A 版，经整理、汇总后于 1997 年 10 月 28 日签发，用以指导各处或各专项小组的工作。

一年来，生产部在一、二核统一管理模式研究和策划方面进行了较多的工作，在人力资源、培训组织、物资管理、技术支持、维修机制以及环保四统一管理等方面均提出了基本原则和发展方向，并逐项完成策划报告。

2.4.3 组织机构方案策划

《大纲》对未来生产管理的组织机构进行了初步的策划。1997 年，生产部组织成立机构调研与策划小组，对一核现有组织机构进行调查和评估，并分析研究国内外核电站管理模式，在此基础上提出未来生产组织机构方案。同时，对如何完成这一过渡进行了细致的分析和准备。

生产部成立了维修政策研究与机构策划小组，研究维修公司的筹备方案，小组目前已初步完成方案策划。同时，生产部协调一、二核财务部门进行了合同、采购和仓库统一管理模式的的研究。

2.4.4 培训策划与组织

生产准备首先是人才的培养和准备，二核生产人员的培养时间紧，任务十分艰巨。1997 年是培训年，生产部加强了培训工作的策划和组织实施，确定了生产准备人员培训的目标，制定了相关的《培训组织与管理》程序，并编制出详细的培训计划，以确保顺利接产所需的人力资源。

由于滚动发展的需要，生产部的人力资源近期内仍是相当紧张，管理人员和技术人员的培训任务仍然十分艰巨。在这方面，生产部考虑以下对策：强调培训工作的重要性，建立健全培训的组织与管理手段；要求生产部各处重视加强管理干部的培养；合理调配，优化人力资源的使用，将一批德才兼备的人员提拔到管理岗位上来；重视加强对新大学生的培训。

新人员的培养方面，在一核原有培训体系的基础上，根据联合生产准备阶段人员培训工作的特点，生产部提出了一、二核生产人员统一培训管理的指导思想，制定了一系列政策和措施，如师徒负责制、两周报制度、月度考核制度、设立专职培训工程师等，加强对新员工的培训力度，确保培训质量。事实表明上述措施取得了明显的效果，1995、1996 届毕业生已

逐渐成为有生力量，已能承担部分技术工作。

组织青年员工参加了一期业余外语培训，英语班 80 人，法语班 40 人，为期半年。年底又组织脱产培训，英语班 14 人，法语班 12 人。外语培训旨在提高生产人员的外语水平，利于今后的设备监制、调试参与和程序编写、运行维护等工作，同时也为今后的进一步培训打好语言基础。

同时，注意加强对新员工的政治思想教育。组织新员工去粤北 745 矿接受艰苦奋斗传统教育，组织思想政治工作座谈会等。新员工安心本职工作，勤学上进，思想稳定。

重视和加强人员培训工作是一条十分成功的经验。当年一核生产人员主要在国外接受培训。现在主要立足自我，充分利用现有的资源和条件，通过制订严格的措施和工作计划，加强对新、老人员的培训，取得了良好的效果。

2.4.5 技术与手段准备

生产部较早地启动了技术程序编写的准备工作。组织各专业对一核现有技术程序体系的可操作性、数量和质量、格式等进行了深入的分析和回顾；翻译、整理美国纽约电管局《程序编写手册》，组织各专业学习；组织各专业制订了《程序编写计划任务书》；在此基础上，生产准备处制订了《程序编写总的计划任务书》，在目标、资源、组织方式和启动时间等方面提出程序编写的总体计划。目前，正作进一步的分析和策划工作，利于今后建立起一套可操作性强、数量适中、科学合理的技术程序体系。

生产准备处与秘书部电脑中心组成工作小组，在对生产部各处计算机系统进行深入调查的基础上，参考国内外先进经验，进行未来生产管理信息系统的策划工作。小组已于年底提出策划方案和详细工作计划。

生产部成立二核备件、专用工具审查与接收小组，利用一核经验，并根据“战略备件共享、填平补齐”的原则，协助工程部审核 NI、CI、BOP 各系统的两年生产备件、安装调试备件和专用工具采购清单，从而优化备件和工具的采购。此外，1997 年下半年，生产部已开始备件接收工作。

生产部按要求及时完成了 1998 年度生产准备的预算编制，还组织对一核当年的生产准备预算进行了认真的分析整理，然后根据工作计划编制出整个生产准备期的总概算，并研究如何建立顺畅的预算渠道和有效的预算控制体系。

此外，生产准备处建立了联合阶段生产准备管理和接口程序体系，规范各项工作。程序包括组织机构、培训管理、进度计划管理、技术参与的管理、备件工具的接收管理等等。

2.4.6 工程与技术参与

生产部组织进行调试参与的前期策划和准备工作，提出一系列政策和措施，进行了初步规划，并从广东核电的大局出发，向工程部派出了技术管理力量组建调试队。目前，正根据调试准备工作计划对一核各专业进行调研，逐步明确调试参与的岗位人选。

生产部由生产准备处归口管理一二核之间的技术协调问题，并建立起 NI、CI、BOP 机、电、仪控等各专业技术对口人网络和相关工作制度，协助工程部进行设计审查和招标、评标工作，做好信息互通和经验反馈。同时，生产人员也及早了解、掌握系统与设备信息，利于今后的生产管理。生产准备处已开始研究一二核技术不同点，准备开发数据库，利于今后的程序编写、设备管理和人员培训等工作；生产部还接受二核工程部委托，承担役前检查和在

役检查，以及调试队部分课程培训等工作，并建立起二核工程专项委托管理模式。

通过工程、生产两部月会加强协调，并及时处理二核来文，使二核工程能充分吸收一核经验教训，并充分利用一核现有技术力量。同时，也从生产的角度出发提出了许多有价值的建议，如二核厂区设计要求、BOP设计选型等等，以利少走弯路、少交学费，实现“二核比一核做得更好”的目标。

一年来，生产准备工作在培训组织、程序策划、技术准备、调试筹备等方面均取得了满意的进展，特别是新员工的培训工作做出了较大的成绩。其中最大的收获在于，生产部对生产准备各方面的问题均进行了较为深入的研究和探讨，从一二核资源充分共享的前提出发，摆出了一系列问题，初步明确了一系列方案，制订了大纲和总体计划，二核生产准备各项工作有了较为清晰的概念。并且，按照这个思路进行了一系列前期的准备，从而所有工作从一开始起就能基本上按照正确的方向发展。可以说，生产部已全面完成了联合生产准备阶段的策划任务。

第三章 大事记

3.1 1号机组运行大事记

1 月

- 1月16日 运行人员依据化学分析的错误结果，将9TEU006BA含有高放的废液传送到TER，导致TER002BA被污染。
- 1月18日 执行PT1RPB032定期试验时，造成1RRI系统“A”列水箱水位下降，“B”列水箱水位上升，1RRI001BA水位降至1.33 m报警值。
- 1月20日 0:35，为处理联络变压器问题，机组从满负荷降至760 MWe运行。
- 1月22日 1SAR635VA重复漏气，RX厂房耗气量突然上升到19.6 m³/h，被迫进入RX查漏。进入RX厂房检查时，发现三台主泵Ⅱ级消防喷淋阀被关闭，主泵消防水不可用长达6个多月。
- 1月29日 在实施年检工作过程中，由于工作负责人未按规定检查隔离措施，依工作习惯打开1RRI001PO疏水阀排水，引起1RRI001BA水位迅速下降至水位低报警。
- 1月31日 23:45，由于冷凝器“B”相热阱磁性滤网堵塞，水位异常上升至“高高”报警限值。停机检查，发现22个磁性滤网有80%流通截面被杂物和泥浆堵塞。
- 1月31日 停机过程中，当汽轮机转速下降至盘车速度时，由于1GGR两台顶轴油泵不能自启动，使得电动盘车不能及时投运。

2 月

- 2月1日 7:20，机组快速停闭后，由于氢气冷却器底部密封处间隙不均匀，温度场变化引起底部位移，导致密封圈处漏氢，发电机氢压下降。
- 2月1日 因0XCA两台锅炉调节稳定性差，多次跳闸供汽不足，导致1ASG001BA水位下降到8.06 m。
- 2月1日 停机清理冷凝器工作结束后，3:00反应堆达临界。

- 2月2日 2:07, 按计划将机组负荷升到 800 MWe 运行。
- 2月13日 12:10, 在从 $P_n = 80\% \text{FP}$ 向 $P_n = 100\% \text{FP}$ 的升功率过程中, 运行点 ΔI 超出允许运行区域左边界 3 小时 20 分钟。
- 2月19日 9:30, 由于 1KRT016MA 故障, 二级阈值报警, 使该通道失去监测功能达 14 h。
- 2月21日 中班巡视发现 GFR 系统油净化回路 004SN 大量漏油。
- 2月24日 早班执行 PT1RGL002 时, SA 棒卡在 217 步不能提升, 一回路平均温度下降 1.8℃。
- 2月25日 2:10, 由于 GTH006VD 连接软管异常脱落造成两名运行人员受到不同程度的烫伤。

3 月

- 3月2日 0:55, 按电网要求, 机组减负荷至 900 MWe 运行。
- 3月7日 由于泵体排气管堵塞, 造成 1SEC001PO 不可用。
- 3月12日 20:20, 机组与电网解列, 第三次大修工作全面开始。
- 3月13日 0:59, 在热停堆工况下, 对 1RPN014MA 进行操作, 引发源量程高通量停堆保护动作, 停堆棒组落至堆芯底部。
- 3月17日 22:00, 对 RIC 系统密封软管拆除操作, 导致堆芯可视水位突然上升 0.7 m。
- 3月19日 20:04, 现场摄影记者的高射灯跌落后摔碎, 部分碎片掉入反应堆水池底部。
- 3月20日 1APA002PO 进行运行以来的首次解体检修。经检查发现, 非驱动端没有护环, 叶轮受到严重磨损。
- 3月21日 2:44, 第三次大修卸第一组燃料组件时, 发生燃料组件底部与假燃料组件顶部叠碰。
- 3月22日 18:00, 在将 1GGR001BA 内的存油传至 9SKH502BA 过程中, 由于 GHE072VH 在开启状态, 以致 GGR 系统跑油约 0.2 m³。
- 3月24日 5:00, 因 1REN102VP 工作隔离, 将上游手动阀 REN625VP 关闭, 造成 RCP 系统硼表不可用达 4 小时。
- 3月24日 在从反应堆水池吊出压力壳法兰面保护环时, 残存在保护环的放射性水滴在 20m 平台的路径及存放区上, 造成大面积污染。

4 月

- 4月10日 进行 1 号机安全壳打压试验时, 换料机的一盏水下照明灯由于承压而破裂, 碎片掉到换料水池底部。
- 4月14日 装料前, 辐射防护人员在换料车上开 KRT 机柜检查过程中, 钥匙掉入乏燃料水池, 落在 G29 燃料组件上。
- 4月15日 通过试验证实 1LAA/LNE 失电会通过 KDO 系统引起 2 号机一回路主要参数发生变化。
- 4月16日 15:30, 堆芯已装料 40 组, OTS 发现第四循环堆芯燃料装载图有误, 通知现场停止装料。
- 4月17日 进行再鉴定试验时, 启动 1SEC002PO 后, 1LHB801 开关不能保持在合闸位

- 置致使泵停运。
- 4月22日 15:46, 维修人员处理 1EAS047VB 过程中, 导致 1PTR001BA 通过 1EAS047VB 跑水, 不得不临时隔离 1EAS A 列, 造成该列喷淋不可用。
- 4月23日 10:00, RPR 系统送电, 引发 1RCV002BA 隔离, 上充泵切换至 PTR001BA。
- 4月24日 20:26, 在执行 PT1RPB10 试验程序过程中, 由于沟通问题, 导致“B”列低压安注泵启动, 使一回路水从稳压器人孔溢出, 造成五人体表及部分反应堆厂房污染。
- 4月27日 进行 1RPA/T2 试验时, 发现 1RPA142MU 进线端正负极接反, 使 1RPA 系统可靠性降低, 及时加以更正。

5 月

- 5月7日 8:00, 取样分析发现二回路水质污染严重, Na^+ 和 Cl^- 偏高, 立即投运 CPP, 建立二回路循环, 直至水质合格。
- 5月7日 9:55, 反应堆达临界。
- 5月9日 9:45, 向一回路加 LiOH 时, 因硼流量定值设置不当, 造成一回路被连续稀释 7 分钟, 反应堆核功率由 $P_n = 1.8\% \text{FP}$ (FP: 满功率) 上升到 $P_n = 4.6\% \text{FP}$ 。
- 5月9日 10:30, 由于 CPP 系统排水及 SEK 泵故障, 两台 SEK 水泵电机下部被淹, 系统不可用。
- 5月10日 10:22, 机组并网。
- 5月12日 机组在升负荷过程中, 由于 1GSS208VL 调节不正常, 两次造成 1GSS210BA 高-高水位报警, 导致 GSS 用汽量、一回路压力、温度、核功率及机组负荷的异常波动。
- 5月14日 反应堆功率升到 $P_n = 100\% \text{FP}$ 。
- 5月19日 8:46, 投运 1RCV001DE, 并将 1RCV002DE 退出运行后, 一回路泄漏即由 103.4 L/h 降至 23 L/h 正常值, 确定漏点在 RCV002DE 侧。
- 5月20日 9:32, 执行定期试验, 启动柴油发电机后, 发现 1LHP001MO/002MO 功率不平衡, 柴油机不可用。
- 5月28日 6:12, 因 1CAR802VL 隔离, 失去密封水, 四台 1APU 疏水泵均不可用, 引起 1APU501/601BA 水位上升, 高水位报警, 机组负荷从 973 MWe 降至 730MWe 运行。

6 月

- 6月1日 夜班值为对 9TEG001BA 进行氮吹扫, 而将其进气阀 9TEG101VY 关闭, 未及时打开, 直至 8月6日才被发现并恢复, 造成 TEG 系统不可用达 2 个月。
- 6月11日 1APC002DE 更换出来的树脂与总量不符, 比原来装填量少 1200 L。
- 6月11日 21:10, 1LGE601 小车开关 C 相动静插头过热烧坏, 导致 1CEX003PO 停运。
- 6月13日 15:51, 由于电网线路接地故障, 引起 400kV 母线电压急剧下降, 导致 1RAM001MO/002MO 快速功率下降保护动作。RAM 电机失去外电源 1 秒钟。

- 6月14日 10:30, 发现 PTR 乏燃料水池与传输水池之间闸板的气囊漏气, 造成乏燃料水池水位降低。
- 6月15日 20:00, 由于 1ACO209VL 阀门调节性能不佳, 导致低加 1ABP402RF 高高水位被隔离, 机组被迫降负荷 6 MWe。
- 6月24日 8:30, 由于香港青山电厂在机组并网时发生故障给电网造成冲击, 引起我厂发电机出口电压及无功大幅度波动。
- 6月26日 12:00, 为确保香港回归庆典期间的电网安全运行, 机组负荷由 980 MWe 降至 760 MWe 运行。

7 月

- 7月1日 5:36, 由于香港 130 kV 线路开关跳闸, 引起 1 号机组有功、无功及电压的大幅波动。
- 7月4日 12:00, 按电网要求, 机组恢复负荷至 972 MWe 运行胜利完成了“七一”香港回归庆典期间的保电任务。
- 7月5日 上午发现, 由于 1 号机组厂用变压器 A 分接头位置及励磁调节系统机端电压给定电位器值明显偏低, 使得 6.6 kV 厂用电系统电压长期明显偏低 (仅 6.4 kV)。
- 7月9日 15:36 及 15:53, 在进行 1LGA/LGD 母线电压测量时, 由于测点选错, 多次引发母线电压太低信号, 最长的一次持续近 2 秒。
- 7月19日 因暴雨引起深圳至电站工地的交通堵塞, 从深圳来接班的运行值不能按时到岗接班, 使在岗值班人员有三个值不能按时下班, 超时工作。
- 7月22日 10:11, 在做柴油机定期试验时, 由于 11HQ 冷却风机在水温高时不能自启动, 造成 B 列柴油机不可用。
- 7月30日 9:37, 因 1ACO209VL 阀杆脱落, 导致 1ABP“B”列隔离, 手动减负荷 5 MWe。
- 7月31日 13:15, 为处理 1GRE006VV 漏油故障, 关闭该低压缸进汽阀, 机组短时间减负荷 10 MWe 运行。

8 月

- 8月2日 1997 年第 10 号强台风正面袭击大亚湾核电站, 上午应电网要求, 机组负荷从 975 MWe 降至 760 MWe 运行。18:40, 台风即将登陆时, 电站进入应急待命状态。由于组织得力, 电站经受了这次强台风袭击的考验, 保持了机组的安全稳定运行。
- 8月26日 由于控制棒电源系统 1RAM001AP 马达发电机振动高, 造成继电器接点抖动, 引发 1RAM404JA 频繁跳闸及重合闸, 中班将其退出运行, 以便解体查找原因。
- 8月27日 因单台 RAM 机组运行会增加停堆停机风险, 为减少停机时对电网的影响, 21:00 机组减负荷至 760 MWe 运行。

9 月

- 9月4日 因公用压缩机一台冷冻机故障,另一台冷却水流量不足,导致两台公用压缩机不可用。
- 9月11日 按电网计划安排及“十五大”保电措施要求,21:00机组减负荷至800 MWe运行。
- 9月17日 8:30,“十五大”保供电任务胜利结束,按电网计划升负荷至900 MWe运行。

10 月

- 10月20日 由于电压监测继电器 1LCA004XU 自第一次大修后失效,长期失去其保护功能,一直无备件更换,致使 ICA 低电压保护逻辑从 2/3 变为 2/2,降低了电站核安全水平,10月20日更换了此继电器,问题得以解决。

11 月

- 11月1日 早上,1GRE系统上位机电源模块故障,发生上位机死机,汽轮机负荷转手动控制,控制棒异常下插。
- 11月5日 16:00,维修人员在处理 1GSS017AA 报警信号过程中,导致 1GSS154VV 蒸汽阀门关闭,引起机组减负荷 80 MWe, R 棒下插 11 步。
- 11月7日 9:27,主控室出现棒控系统多个报警信号,并伴有由 C22 信号引发的机组甩负荷,电功率从 760 MWe 下降至 680 MWe。16 时,在试验中发现 1GRE023/024MP 二次仪表阀被人为关闭。
- 11月19日 BX 楼去污箱低放射性水大量排放造成 9TEU03/04BA 充水不可控。
- 11月21日 21:00,按计划升负荷过程中,当负荷升至 944 MWe 时,因 ΔI 控制困难,暂停机组负荷提升工作。

12 月

- 12月13日 21:35,因抽水蓄能电站一台主变压器故障停运,按电网要求机组负荷从 980 MWe 减至 900 MWe 运行。
- 12月29日 10:22,大埔 I 线停电时,接地保护动作,引起 OLLM 电气盘失电。

3.2 2号机组运行大事记

1 月

- 1月2日 20:00,在线 PTR002PO 作为 001PO 的备用过程中,由于 PTR021VB 未关闭,导致乏燃烧水池跑水,水池水位下降 1.2 m,水温上升 1.8℃。
- 1月3日 在第三次大修对 2LAA001BT 进行年度放电试验到 50 分钟时,发现 9 节电池电压低于临界值,导致部分电池失效。
- 1月4日 21:00 左右,检修人员在将行灯放入三号蒸发器水室时,发生了炸裂,使

得灯泡的玻璃碎片散落在水室内。

- 1月5日 经过离线与在线吸漏试验,发现有三组四川宜宾厂制造的燃料元件有破损。
- 1月12日 16:00,安装在反应堆平台燃料水池边的两盏临时碘钨灯因温度过高,前面板玻璃爆裂,部分碎片落入堆坑水池中。
- 1月24日 17:35,由于电网电压低导致两台柴油机2LHP/LHQ自启动。
- 1月28日 17:22,电气工作人员在做发电机负序保护的通电试验时,导致2号主变压器跳闸,厂用电由厂用变压器切换至辅助变压器供电。
- 1月30日 22:25,2RCP001PO/002PO提升靠背轮时,由于没有关闭引漏阀2RCP616/626VP,导致一回路以 $14\text{ m}^3/\text{h}$ 泄漏量泄漏半小时。

2 月

- 2月4日 当启动2RCP002PO时,由于其控制开关润滑油脂变干,粘性过大,导致合闸脱扣接点不到位,开关拒动,启动失败。
- 2月11日 12:00和20:00,因水位变送器的平衡阀再线错误,稳压器水位发生二次异常波动。
- 2月14日 9:00,机组处于热停堆工况,主蒸汽管道安全阀2VVP100VV意外开启,导致现场阀门控制柜内有水蒸汽弥漫,排汽管温度升高。
- 2月15日 16:10,为处理堆芯热电偶套管泄漏问题,机组从热停堆工况后撤至冷停堆工况,至16:22,漏点处理工作结束。2月17日6:20,机组重新达热停堆工况。
- 2月18日 13:10,第三次大修后,反应堆达临界状态。
- 2月19日 上午,投运2RCV002DE除盐床时,由于事先没有对其进行硼浓度平衡冲洗和化学分析,导致一回路被硼化。
- 2月20日 6:20,由于未及时补水,2ASG001BA水箱水位降至 9.5 m ,低于技术规范要求(10.4 m),8:48水位达到要求值,但已超出技术规范1小时的限制。
- 2月21日 反应堆功率达8%FP平台时,发现到冷凝器的GCT部分阀门仍然打不开,被迫降反应堆功率到1%FP,对这些阀门的仪表定位器清理及对控制空气管线进行吹扫,均发现有杂物存在。
- 2月22日 在汽轮机升速过程中,汽轮机顶轴油泵及盘车装置不能在设定转速时启动。
- 2月24日 0:30,反应堆在升功率过程中,由于2ARE040ZO故障,输出信号偏高,在堆功率达18%FP时,2ARE031VI开度突然增大到20%,造成一号蒸发器水位和堆功率的波动。
- 2月24日 2:20,由于2LCA104JA意外跳闸,致使二号和三号蒸发器小流量控制阀关闭,大流量控制阀打开,引起蒸发器水位波动。
- 2月24日 10:30,由于逻辑控制回路加法器2RCP409ZO故障,导致超温超功率保护通道2/3跳堆信号变成2/2信号,使反应堆保护拒动机率增加。
- 2月24日 18:04,第三次大修后机组并网成功。
- 2月28日 20:50,由于2CRF001PO润滑油压低,且振动超标,机组负荷被迫从830 MWe降至650 MWe,停泵检查。

3 月

- 3月1日 21:08, 在停运 CGR003PO 时, CRF001PO 跳闸, 机组负荷被迫从 641 MWe 降至 628 MWe。
- 3月2日 17:00, 反应堆功率升至 100%FP。
- 3月5日 17:02, 由于 OSAP401CO 解除隔离再线错误, 致使 2SRI 系统跑水, 引起发电机氢温高保护动作, 导致汽轮机跳闸, 反应堆又因误发 GCT 不可用信号而自动停闭。
- 3月5日 在反应堆停闭后, 重新启堆、升功率过程中, 由于在 RX 厂房内工作的两个性能试验科员工和在场监护的辐射防护人员未能及时撤离现场而受到意外的剂量照射。
- 3月11日 19:10, 由于下泄温度突降, 致使 RCV 除盐床吸收硼的能力增加, 导致一回路被稀释, 堆功率上升了 1%FP。
- 3月25日 在对 2CVI201VA 进行内窥镜检查时, 发现此阀门的阀板在关闭状态且操作不动, 导致一台真空泵 2CVI201PO 不可用。
- 3月30日 从 3月30日 11:00 到 4月2日 16:00, 由于 2RRI319VN 行程开关接地, 导致 2LCA 绝缘值一直低于临界报警值 6.25 k Ω , 时间长达 72h。
- 3月31日 12:43, 因 2GSE008VV 不明原因的突然关闭, 机组负荷从 984 MWe 降至 976 MWe, R 棒位及堆功率均有上升。

4 月

- 4月4日 12:10, 为执行定期试验 PT2RGL004, 机组快速降功率至 500 MWe, 然后升回到 984 MWe。
- 4月7日 用国产不锈钢叶轮对 2RRI003PO 的泵叶轮进行更换, 对原有铜叶轮检查时, 发现汽蚀严重, 最深达 5 mm。
- 4月10日 从 4月10日到 4月14日, 由于 2ASG001PU/001ZU 反复泄漏, 导致 2ASG003PO 不可用, 机组安全可靠下降。
- 4月11日 由于 2SEK 两台排水泵不可用, 加上临时泵出口与 SEL 相连的逆止阀破裂, 导致 2SEK 污水无化验、无监控的情况下直接排往大海。
- 4月12日 11:20, 由于低压缸进汽门 2GRE008VV 不明原因关闭, 机组负荷从 988 MWe 降至 960 MWe, 对阀门控制线路进行检查。
- 4月15日 12:00, 试验证实 1LNE 失电, 会通过 KDO 引起 2号机一回路主要参数发生波动。
- 4月16日 夜班, 因 2LHP601PO 漏油, 不得不隔离进行检修, 导致柴油机 LHP 短时间不可用。
- 4月19日 从 4月19日到 4月20日, 由于加法器 RCP409ZO 故障, 两次引发二环路超温/超功率 ΔT 报警。
- 4月27日 24:00, 2RIS021BA 硼浓度的化验间隔时间超出 GOR 规定的 10 天最大期限。

5 月

- 5月8日 21:55, 由于 2GSS208VL 不能自动调节, 引起 2GSS210BA 水位低, 导致机组负荷从 977 MWe 降至 955 MWe。5月9日故障又重新出现。
- 5月9日 16:28, 因汽轮机低压缸胀差指示负偏差大报警, 机组负荷被迫从 980 MWe 降至 880 MWe, 进行故障查找和处理。
- 5月20日 9:32, 执行柴油机定期试验 PT21HP001 时, 现场检查发现两侧马达仅 LHP002MO 运行, 造成 2LHP 柴油机在丧失 LHP001MO 的条件下运行 1 小时。
- 5月30日 5:30, 按电网计划减负荷后, 机组与电网解列, 进行 3 天整治性小修。

6 月

- 6月1日 20:30, 反应堆达临界。
- 6月3日 21:45, 机组并网成功。
- 6月4日 2:10, APP/B 泵在启动带负荷后突然降速, 导致蒸发器水位下降, 机组负荷被迫从 650 MWe 降至 430 MWe 运行。
- 6月6日 2:15, 出现 APP264AA, 启动 APA 泵, 停 APP/B 泵进行处理。经查是 GEM80 死机, 处理好后倒回原泵运行。以后此故障反复出现, 6月26日最终解决。
- 6月26日 12:00, 为确保香港回归祖国庆典期间的电网安全运行, 按电网计划, 机组负荷从 980 MWe 降至 760 MWe 运行。

7 月

- 7月4日 9:00, 胜利完成香港回归庆典期间保电任务, 按电网计划, 机组升负荷至 962 MWe 运行。
- 7月10日 1:25, 因 2RPN040MA 功率测量通道第五段测量值下漂, 导致主控室出现多个报警信号。
- 7月12日 5:50, 因汽轮机低压缸进汽门 2GSE007VV 自动关闭, 机组负荷减少 14 MWe。
- 7月15日 2SEC003PO 维修加油脂后运行时, 轴承温度异常升高。
- 7月21日 5:59, 汽动给水泵 A 列小流量阀 115VL 不明原因打开 11 秒后又自动关闭。
- 7月30日 夜班, 执行定期试验 PT2SEC002 时, 发现 2RRIO41VN 关不到位, 后经电气科检查原因为 2RRIO41VN 电动头传动机构蜗轮严重磨损, 后经证实是共模故障。

8 月

- 8月2日 1997 年第 10 号强台风正面袭击大亚湾核电站, 上午应电网要求, 机组负荷从 970 MWe 降至 760 MWe 运行; 18:40, 台风即将登陆时, 电站进入应急待命状态。准备、组织得力, 电站经受住了这次强台风袭击考验, 保持了机组的安全稳定运行。
- 8月2日 19:45, 由于核惠线跳闸, 重合闸不成功, 机组无功功率由 50 MVA 猛增至

150 MVA。

- 8月7日 20:00, 由于 CRF505FI 上游的海水进口管有一腐蚀破口, 维修人员用钢带加千斤顶的办法堵漏, 维持机组运行。
- 8月10日 9:18, 由于工作人员走错间隔, 在处理 2GRE007VV 故障关闭时, 误动 2GRE005VV, 导致高压缸排汽压力高保护动作, 汽轮机跳闸。接着由于除氧器水位调节系统问题, 造成 2 号蒸发器水位高高 + P7 保护动作, 反应堆自动停闭。
- 8月11日 因控制和调节回路存在问题, APP/B 泵多次启动未成功。
- 8月12日 5:57, 并网后发电机逆功率保护动作, 引起汽轮机跳闸, 机组解列。11:15 再次并网成功。

9 月

- 9月9日 对 2LHP971JA 进行更换, 再鉴定试验合格。到 9 月 9 日为止, 两台机组四台柴油发电机的初励开关 971JA 全部更换完毕, 消除了影响柴油机可用率的一个主要因素。
- 9月11日 21:00, 按“十五大”保电措施要求及电网计划, 机组降负荷至 840 MWe 运行。
- 9月17日 9:20, “十五大”保供电任务胜利结束, 按电网计划, 机组负荷至 900 MWe 运行。
- 9月17日 凌晨, 由于制造质量问题, 2LNE001DL 逆变器柜内一电容器着火, 引发电气厂房及主控室的火灾报警信号, 运行人员迅速响应及时将火扑灭。
- 9月25日 1:00, 2CTE020RD 变压器烧毁, 引发 HX 厂房火灾报警。运行人员及时将火扑灭。
- 9月27日 15:15, 因阀门模块电源烧坏, 2GSE007VV 又突然关闭一次。

10 月

- 10月3日 21:30, 因更换已损坏的高压缸进汽阀总电源板, 机组负荷降至 760 MWe 运行。
- 10月15日 15:30, 由于化学人员投入 ATE 系统的两台除盐床, 引起冷凝器水位突然下降 0.1 m。
- 10月19日 联合小组进入反应堆厂房检查 2SAR 漏气时, 造成查漏人员受照剂量超过预期值。
- 10月31日 4:30, 一运行人员在 2PMC 上进行隔离检查时, 身上佩带的热释光剂量胶片掉入乏燃料水池。
- 10月31日 11:23, 由于现场清洁工误碰行程开关 2VVP002SM5, 使主蒸汽隔离阀 002VV 快速关闭, 导致二号蒸发器低低水位, 引发自动停堆汽轮机跳闸。

11 月

- 11月1日 2:15, 反应堆达临界; 9:32, 机组并网成功。
- 11月1日 12:20, 由于主变“C”相抽头拒动, 导致机组无功无法调节。

- 11月12日 15:00,由于稳压器的三个水位测量通道突然下漂,致使上充泵出口阀 RCV046VP 全开,上充泵出口压力低报警信号出现。
- 11月22日 6:05,机组与电网解列,第四次大修工作全面开始。
- 11月28日 由于2RCV046VP 阀门手轮套筒松脱,造成阀门中性点不对,主控无法操作。
- 11月29日 由于乏燃料水池与装罐池之间闸门泄漏,造成乏燃料水池水位下降。
- 11月29日 23:30,柴油发电机 LHP 在启动后由于低电压保护动作而跳闸。
- 11月30日 2:00,在进行厂用电源从辅助电源向主电源切换时,由于2LGB101JA 开关故障,导致切换不成功。

12 月

- 12月1日 在进行核惠线保护年检时,误跳对侧开关。
- 12月3日 反应堆燃料组件全部卸完,并装入乏燃料水池。
- 12月5日 由于堆构件池与反应堆水池闸的闸板不严,致使反应堆水池排水困难。
- 12月10日 在进行控制棒组件涡流探伤的操作过程中,导致控制棒组件变形。
- 12月13日 在进行柴油发电机 LHQ 磨合试验时,由于故障较多,磨合试验不成功。
- 12月17日 反应堆水池充水至 19.3 m。
- 12月18日 开始反应堆装料。
- 12月21日 反应堆装料结束。
- 12月22日 在进行装料结束检查时,发现 YQ00ED 燃料组件上有絮状异物。
- 12月23日 在进行堆构件池排水时,意外将水排入 TEU 系统。
- 12月26日 稳压器人孔关闭。
- 12月29日 由于2RRA029VP 泄漏,导致一回路泄漏率高。

3.3 管理大事记

1 月

- 1月3日 全国人大原副委员长廖汉生在有关人员的陪同下视察大亚湾核电站。
- 1月17日 广东核电合营有限公司举行记者招待会,向新闻界通报大亚湾核电站 1996 年安全生产情况和岭澳核电站工程进展情况。
- 1月份 二号机组 3 根燃料棒包壳泄漏处置方案确定,为保持功率象限平衡,决定用 4 组新组件替换泄漏组件及其对应位置的组件。

2 月

- 2月1日 一号机组停机处理冷凝器“B”相水位高问题,2月2日重新并网,2月13日升至满功率,并维持安全稳定运行。
- 2月3日 全国政协钱正英副主席一行 20 人视察大亚湾核电站。
- 2月3日 EDF 发电输电部执行副总裁 CARLIER 先生对大亚湾核电站进行了为期两天的访问。
- 2月5日 中核总至大亚湾核电站应急卫星通信系统的调试和试运行通过电话会议演

示获得成功。

- 2月11日 李鹏总理在中央、省、市各级领导的陪同下到大亚湾核电工地视察,对春节期间坚守岗位的生产者和建设者致以亲切的慰问。中国广东核电集团公司管云龙董事长向李鹏总理汇报了一核生产和二核建设情况。
- 2月13日 公司召开员工动员大会,刘锡才总经理作了关于1996年工作总结和1997年形势与任务的报告。
- 2月24日 应中核总邀请,俄罗斯原子能部进出口公司一行8人到大亚湾核电站参观访问。
- 2月25日 EDF国际部经理DUPRAZ先生率代表团对大亚湾核电站和岭澳核电站进行为期两天的访问和友好交流。
- 2月28日 二号机组第3次换料大修圆满结束并于当日下午6:04并网成功,3月2日达到满功率。
- 2月份 全体员工深切悼念我国社会主义改革开放和现代化建设的总设计师邓小平同志。

3 月

- 3月11日 一号机组按计划进入第三次换料大修。
- 3月20日 公司召开表彰优秀中青年专家暨公司科技委员会。
- 3月20日 原核工业部刘伟部长一行3人参观大亚湾核电站。
- 3月25日 广东核电合营有限公司电站保卫委员会成立。
- 3月28日 广东省副省长汤炳权一行11人视察大亚湾核电站。

4 月

- 4月12日 国家审计署金基鹏审计长一行19人参观大亚湾核电站。
- 4月25日 公司第42次董事会审议决定:同意港核投推荐濮继龙先生接替德盖先生担任合营公司生产部经理,同意广核投推荐刘达民先生接替濮继龙先生担任生产部第一副经理,从1997年7月1日起生效。

5 月

- 5月10日 一号机组大修后一次并网成功;5月14日22:05机组达满功率运行,正式宣告第三次大修结束。
- 5月15日 国家“九五”重点工程—岭澳核电站上体工程正式开工,国家核安全局局长黄齐陶颁发了岭澳核电站建造许可证。

6 月

- 6月1日 广东核电合营有限公司被评为“深圳市第三次工业普查先进企业”。
- 6月7日 电力部何憬副部长一行7人参观大亚湾核电站。
- 6月12日 秦山—大亚湾核电站第七届核电运行经验交流会在大亚湾工地召开。
- 6月13日 法国格拉夫林核电站BARBEAR先生来大亚湾进行三废管理经验交流。
- 6月13日 电力部陆延昌副部长一行16人到大亚湾工地检查香港回归期间“保电”措

施的落实情况，并作了重要指示。

- 6月17日 生产部组织历次大修经理及相关专业人员召开大修管理研讨会，总结经验，为建立标准大修指南作准备。
- 6月19 ~ 20日 生产部组织部分经理、处长参加时间管理培训班。
- 6月份 大亚湾核电站以迎接香港回归为中心，以确保电网安全供电为重点开展工作，采取一系列有效措施，确保了两台机组的安全稳定运行。同时，集中组织各项文娱和庆祝活动，动员全体员工提高思想认识，加强爱国主义教育。

7 月

- 7月1日 濮继龙先生接替德盖先生正式担任大亚湾核电站经理（厂长），刘达民先生正式担任第一副经理，管理自主化取得突破性进展。
- 7月11日 电站圆满完成香港回归期间的保电任务，受到广东省电力局的表扬。
- 7月17日 公司召开1997年上半年工作总结大会，刘锡才总经理对公司上半年的工作进行了总结，对下半年的工作作了部署和动员。
- 7月24 ~ 25日 生产部召开管理研讨班。会议对生产部从建设到运行多年的管理经验进行了总结，提出了今后的任务及发展方向，并从核安全文化、核安全监督、培训、管理计划执行、技术监督、管理巡视、质量保证等方面分析了目前存在的问题，提出了良好建议和管理思路。会议从集团公司发展的长远利益出发，提出了电站今后的机构设想以及九七年七月中方经理接任后的组织机构与人员变动的建议，完善经理为中心、副经理分工负责的强有力的指挥系统，充分发挥外籍专家的作用，确保电站的安全有效运作。

8 月

- 8月2日 1997年第10号台风正面袭击香港、深圳地区，台风中心风力10级以上，台风期间降雨量达187mm。由于总经理部及早部署，电站准备充分，两台机组未发生任何事件，受到国家有关部门的表扬。李鹏总理在国家防汛指挥部简报上批示：“大亚湾核电站经受住10号台风的考验，工作是做得好的，向你们表示祝贺。”
- 8月6日 广东核电合营有限公司和岭澳核电有限公司联合推出《公司科级以上干部聘任制暂行规定》，规定两公司科级以上干部实行聘任制。
- 8月11日 电站“二核生产准备处”成立，旨在进一步加强和规范二核生产准备工作。
- 8月15日 广东核电合营有限公司召开1997年第二次记者招待会，向新闻界介绍大亚湾核电站安全生产和岭澳核电站工程进展情况。
- 8月15日 IAEA官员韦斯一行3人参观大亚湾核电站。
- 8月19日 WANO-PC（世界核营运者协会巴黎中心）主席维拉先生到大亚湾核电站参观访问。
- 8月22日 公司业务计划0版出台并发给各部征询意见。
- 8月14日 “减少机组非计划停堆专业小组”成立。小组由一名经理助理牵头，全面

推动减少机组停机停堆计划的制定和实施。

- 8月份 认真处理“8.10”人因失误导致的二号机组停机停堆事件，组织有关人员学习事件材料，深入分析，认真总结经验教训，加强员工的工作责任心。

9 月

- 9月11日 法国市政官员代表团一行14人访问大亚湾核电站。
- 9月11 ~ 17日 1号机组降负荷至800 MWe；2号机组降负荷至840 MWe运行，圆满完成了党的十五大期间的保电任务。
- 9月份 针对人员违章作业引发的“9.9”工业安全事件，总结经验，制定安全监督管理办法，明确责任，改善承包商的安全管理，提出司机驾驶必须遵守的八项要求，进一步强调反不良工作习惯和习惯性违章的重要性和持久性，积极组织员工学习江泽民总书记在“十五大”上的报告和相关文件，提高认识，搞好生产。

10 月

- 10月4 ~ 25日 电站经理长濮继龙率队前往法国参加第19次WANO（世界核营运者协会）理事会，并对EDF发电部、Tricastin和Graveline电站进行了友好访问和交流。
- 10月6 ~ 10日 由中国广东核电集团有限公司和中国核学会主办的第二届“海峡两岸核能技术交流会”在大亚湾工地召开，双方代表就核电概率风险分析、长周期换料、水化学和防腐等问题进行了深入探讨，以增进相互了解，共同提高，促进交流、合作与互访。
- 10月7 ~ 8日 国际原子能机构（IAEA）高级官员HOLLINGER先生访问大亚湾核电站，对OSART建议的各项纠正行动进行了初步审查，针对性地提出了意见和建议，同时确定于1998年4月进行OSART跟踪评审。生产部成立了专门组织以促进实施并切实落实各项纠正行动。
- 10月6 ~ 11日 公司第一副总经理周海涌率领公司五年发展计划小组专家及成员12人考察珠江三角洲，参观了电站和电力调度单位现场。
- 10月10日 俄罗斯原子能部副部长库兰诺夫一行5人访问大亚湾核电站，双方就今后在核能领域加强合作交换了意见。
- 10月16日 公司126名工人经过严格的理论与实操考核，分别获得深圳市劳动局统一颁发的中、高级工资资格证书。
- 10月26日 电站总工和经理助理两人前往北京参加为期一个半月的“工商管理培训”。

11 月

- 11月9 ~ 22日 电站副经理林贵清率队出访南非KOBBERG电站并参加FROG（法马通业主协会）会议。
- 11月19 ~ 23日 人民日报总编室主任曹照琴一行三人来大亚湾核电站进行现场考察和工作访问。
- 11月22日 2号机组进入第四次换料大修，这是中方经理接任以来的首次大修。

- 11月22日 国家计委常规司朱宝芝司长一行14人参观大亚湾核电站。
- 11月 1996年全国外商投资“双优”企业评选揭晓，我公司获得“1996年全国外商投资十大高出口创汇企业、十大高营业额企业、十大人均高利税企业”三项荣誉称号，而且是唯一一家获得三项荣誉的企业。另1996/1997年全国最大500家外商投资企业排序结果也揭晓，我公司由1995年度第四名上升至第三名。
- 11月25~28日和12月2~5日 电站举办有各经理、处长参加的“EDF管理经验研讨会”，EDF Tricastin电站副经理HUCHE先生介绍了法国核电站的先进管理经验。

12 月

- 12月3日 电站经理部召开“九八年生产部管理计划研讨会”。会议对过去几年的管理工作作了经验反馈，总结了1997年生产部管理计划执行情况并提出1998年管理计划的基本要求，重点讨论了1998年管理计划的主要指标和相关内容，同时明确了纠正行动跟踪体系的管理。
- 12月8~10日 EDF输发电部副总裁DUPRAZ先生一行访问大亚湾核电站，双方就各自管理特点、实践经验、概率风险分析项目发展、业务计划制定等工作进行了交流。
- 12月9~12日 中国核工业总公司(CNNC)李定凡副总经理一行到大亚湾核电站进行安全大检查，对电站工作表示满意，同时也指出了存在的不足。
- 12月15日 原核工业部部长刘杰一行参观大亚湾核电站。
- 12月26日 国家计委副主任陈同海一行到大亚湾核电站检查指导工作。
- 12月26日 公司举办九七届新员工岗位培训开学典礼。
- 12月 据国家统计局统计，广东核电合营有限公司1997年一至三季度盈利额居全国第五位。

3.4 重大技术问题

1. 2号机逆功率保护动作导致并网不成功

1997年8月12日，因机组转速偏低而引起逆功率保护动作致使2号机一次并网不成功。经原因分析与查证，认为GRE（汽轮机调节系统）运行规程关于并网前手动升速到3000 r/min的描述有误。建议机组在较低转速水平就启动自动同期装置（机组运行规程描述），并对GRE系统运行手册进行修改。按此方法，2号机组第四次大修后的并网操作一次成功。

2. 控制棒驱动机构发电机转子绝缘下降和滑环磨损

两个机组的4台控制棒电源发电机长期以来存在着较严重的滑环和碳刷磨损问题，加上转子绕组绝缘自身的缺陷，使发电机不得年年进行解体大修。1997年8月确定了解决方案，即对转子绕组进行真空浸渍和滑环镀镍钴处理，并于12月完成其中一台，效果满意。计划其余3台在1998年实施。

3. 汽轮机旁路系统隔离阀限位开关误动导致停堆

1997年3月，2号汽轮机停机时GCT（汽轮机旁路系统）隔离阀限位开关误动产生GCT

不可用误信号,触动反应堆停堆保护系统。经分析认为是限位开关抗震性能随使用年限增长变差,在GCT阀开启时由于管道的剧烈振动导致限位开关误动。决定更换抗震性能较好的开关,计划在第五次大修实施。

4. 主给水泵不可用时联动汽轮机速降负荷

原设计中主给水泵的运行状态不参与汽轮发电机组的调控,当主给水泵的运行状态发生变化时汽轮机不作出相应反应会造成汽水失配,蒸发器水位波动,从而增大非计划停堆的可能性,经研究,决定修改主给水泵的报警和汽轮机功率控制逻辑,当一台主给水泵不可用时产生报警信号,提醒操纵员手动将负荷降至85%FP,而当第二台主给水泵不可用时,汽轮机自动以每分钟200%FP的速度降至50%FP。改进工作于第三次大修实施完毕,达到了预期效果。

5. 反应堆保护系统喷淋及再循环逻辑改造

RPR(反应堆保护系统)安全壳压力通道HI4及换料水箱水位通道LOW2、LOW3在原设计中存在失电误动的严重问题,增大了堆芯熔化的风险。该问题在1995年初提出,经研究后确定了最终解决方案,并于1997年第三次大修期间完成了现场实施,经鉴定认为达到了改进目的,具体措施为:将安全壳压力通道HI4及换料水箱水位通道LOW2、LOW3的SIP(过程仪表系统)柜至RPR之间接口部分改为“带电动作”,RPR内部保留“失电动作”,取消该接口部分的备用保护通道。通过改进可使失电误动概率由改进前的 2.2×10^{-5} 年⁻¹降为 3.9×10^{-7} 年⁻¹,为改进前的1/60。

6. RRI(设备冷却水系统)泵汽蚀问题

RRI泵汽蚀破坏的主要部位是叶片背面入口处。1997年对2号机RRI泵稳流器做了着色检验,并对几条不符合要求的焊缝进行了补焊加强,检查了各泵的汽蚀状况,将其中两台泵(两个机组共8台泵)换上了不锈钢叶轮(原材料为铝青铜),目前RRI泵及稳流器均能满足要求,也证明了不锈钢叶轮的抗汽蚀能力,但汽蚀现象仍然存在。计划继续调研分析RRI泵汽蚀的原因,跟踪法国抗汽蚀叶轮的研究,拟于1999年底彻底解决RRI泵汽蚀问题。

7. 机械阻尼器失效

在1997年的机组第四次大修阻尼器试验中,相继发现2个机械阻尼器卡死。阻尼器失效将导致相连接的管线或设备在位移、变形时产生过应力,从而对管线或设备造成损伤,处理方案为将失效的阻尼器用液压阻尼器替代,并对失效的阻尼器类型进行再取样10%直至未发现失效阻尼器为止,彻底解决此种问题的方案正在进行中。

8. SR50型阀门电动头失效

1996年9月定期试验时发现2号机安注系统(RIS)012VP阀不能动作,经解体检查发现差动机构中2个小伞形齿轮与主轴的焊缝全部裂开,齿轮轴脱落。经分析认为焊缝断裂的主要原因是焊材用错和伞形齿轮轴与主轴孔间装配存在问题,构成共模故障,该类阀现场共24台。在第四次大修期间对其主轴部件进行了更换,采用了伞形齿轮轴与主轴螺纹联接的新设计备件,问题得到解决。

9. 2SEK007/008PO频繁失效

2SEK007/008PO多年运行中频繁失效,虽经设备、控制、回路多方改造仍无明显效果。1997年底在全面分析了系统运行和维修情况的基础上找出了频繁失效的一个主要原因是继电回路各触点时间响应不一致。遂对浮子开关进行换型以弥补控制回路的不足。使系统失效频度降低到原来的二分之一以下,进一步的改造仍将进行。

10. 未破坏最小系统的两个低压缸进汽阀关闭引发汽轮机跳闸

1997年8月10日机组在满功率运行,因2GRE005VV和2GRE007VV阀门关闭,导致汽轮机因高压缸排汽压力高保护动作而跳闸。由于005VV和007VV同时关闭并未破坏汽轮机运行的最小系统,理论上不该发生跳闸事件。为查清问题,在2号机第四次大修降负荷过程中做了模拟试验,结果表明:在满功率时如果005VV和007VV阀组关闭将引起排汽压力从0.78 MPa升高到约1.05 MPa,超出汽轮机跳闸定值9.5 MPa,也就是说对我厂的汽轮机,满功率时不能同时关闭两个低压缸进汽阀,否则必然引发汽轮机跳闸。

11. SR25型阀门电动头传动蜗轮磨损

第四次大修检查2RR1040VN,1RR1040/058/059VN电动头发现传动蜗轮磨损严重。1997年7月定期试验时发现2RR104IVN阀失效,经分析认为导致蜗轮磨损的主要原因为:(1)传动蜗杆齿面加工精度低,加速蜗轮齿面磨损;(2)传动蜗轮、大伞型齿轮、输出主轴之间存在较大间隙,导致蜗轮与蜗杆的相对位置不固定和传动稳定性差。处理方案为将所有同类电动阀换成传动比为3/33的新型蜗杆/蜗轮副,理论和实际磨损试验已证实该新产品运行寿命较原部件大大延长,现场更换工作计划在第五次大修期间完成。

12. 汽轮发电机组轴承振动偏大

2号机组自投产以来9号轴承(发电机前轴承)的振动一直在30~40 μm 左右,特别在1997年3月5日机组因氦气温度高而发生停机事故后,9号、11号轴承振动值增加到40~50 μm ,超过合同保证值38.5 μm (低于报警值64 μm)。在5月29日~6月2日实施的保护性小修中对汽轮发电机组进行了动平衡工作,使8~12号轴承振动均有较大幅度的下降,振动值稳定在10~25 μm 之间。

13. 循环水泵电机上部轴承振动大

2号机组两台循环水泵自投产以来,电机上部轴承径向振动值一直处于70~90 μm 之间,接近报警值90 μm ,而A列泵(2CRE001PO)在第3次大修后振动值上升到125 μm ,成为影响电站稳定运行的技术问题。经5月29日~6月2日保护性小修实施期间对A列泵电机和第4次大修对B列泵电机进行动平衡工作后,使两台循环水泵电机上部轴承振动值下降至20 μm 以下。

14. 凝汽器水室内壁防腐涂层脱落并严重腐蚀

凝汽器水室在第二次大修时就发现防腐层有脱落现象,局部发生金属腐蚀,虽在第二、三次大修中作了修补,但效果不理想,对此在第四次大修中采用喷砂方法去除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再修补,表面粗糙度达到规定要求后,再改涂优质防腐材料“陶瓷合金”作为防腐层,较好地解决了水室内壁防腐涂层问题。

15. 辅助冷却水泵(SEN101-401PO)泵壳中间环内壁气蚀

在第一、二次大修中发现每台机组四台SEN泵泵壳中间环内壁有严重的气蚀并损坏金属表面,虽作了防腐蚀处理,但未能彻底解决。1997年第三次大修中,在泵壳中间环最易气蚀部位镶上特制钢环(表面为Hydrolog 914硬化层),在其它表面顺次涂以硬质金属修初剂Belzona1311、1321和1421三种涂层。第四次大修证明上述措施解决了气蚀损坏的问题。

第四章 统计指标

4.1 WANO 性能指标

分类/代码	统计项目名称	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	WANO 中间值	
1	机组能力因子 %	1号机	77.90	48.99	77.38	82.45	82.7
		2号机	99.40	81.47	67.75	70.60	
		全厂	86.84	65.20	72.56	76.53	
2	非计划能力损失因子 %	1号机	17.20	35.68	3.95	0.20	1.8
		2号机	0.50	2.03	8.18	1.50	
		全厂	10.24	18.86	6.05	0.85	
3	7000小时反应堆临界 运行自动停堆数	1号机	5.39	4.81	5.01	0	0
		2号机	0	6.72	1.19	3.22	
		全厂	2.86	5.4	3.27	1.51	
4	集体辐射剂量 (人·Sv, 单机组)	0.201	0.991	0.827	0.754	1.27	
5	放射性固体废物量 (m ³ , 单机组)	50	126	97	103	54	
6	安全系统 高压安注系统性能	1号机	—	—	—	0.007	0.002
		2号机	—	—	—	0.001	
		全厂	—	—	—	0.004	
	安全系统 辅助给水系统性能	1号机	—	—	—	0.001	0.001
		2号机	—	—	—	0.001	
		全厂	—	—	—	0.001	
安全系统—应急交电系统性能		—	—	—	0.014	0.005	
7	热性能 %	1号机	100	99.75	99.43	98.88	99.3
		2号机	100	100	99.81	99.53	
		全厂	100	99.88	99.62	99.21	

续表

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	WANO中间值	
8	燃料可靠性 Bq/g	1号机	96.2	498.6	0	0	3.6
		2号机	0	72.9	572.2	0	
		平均	48.1	285.75	286.1	0.00	
9	化学指标	1号机	0.535	0.587	0.33	0.21	1.05
		2号机	0.46	0.392	0.23	0.21	
		平均	0.498	0.245	0.28	0.21	
10	20万小时工业安全事故率	0.432	0.157	0.319	0.368	0.44	

- 说明：1) 1994年的数据从商运开始统计，不包括调试阶段的值；
 2) 1995年度2号机组的7000小时临界运行自动停堆数实际应为5.75；
 3) WANO中间值为截至1997年底的世界压水堆机组水平，单位为堆·年

4.2 综合经济指标

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	累 计
电 量	发电量 (亿 kW·h)	122.65	106.14	121.14	124.06	473.99
	上网电量 (亿 kW·h)	116.28	100.58	115.30	118.11	450.27
	出口电量 (亿 kW·h)	78.09	70.04	73.82	74.53	296.48
	内销电量 (亿 kW·h)	38.48	30.54	41.47	43.58	154.07
利 税	总产值 (现行价) (百万元)	5,583.34	5,480.17	6,123.34	6,072.38	—
	工业增加值 (百万元)	2,464.75	2,468.92	3,144.72	3,277.53	—
	总销售收入 (百万元)	5,255.49	5,480.17	6,123.34	6,072.38	—
	出口创汇额 (百万美元)	403.10	458.80	472.49	462.29	—
	职工年平均人数 (人)	1632	1350	1191	1150	—
	劳动生产率 (万元/人)	342.12	405.94	514.13	528.03	—
	人均利税总额 (万元/人)	54.72	76.09	119.16	141.79	—
	本年固定资产投资 (百万元)	10.24	121.61	1,413.89	63.28	—
	本年实现利润 (百万元)	893.08	1,026.93	1,419.21	1,630.56	—
本年上缴税金 (百万元)	0.00	0.30	106.44	122.27	—	
能 耗	发电标准煤耗 (g/k)	365.39	363.08	362.63	364.90	—
	供电标准煤耗 (g/k)	385.40	383.15	381.01	383.30	—
	发电厂用电率 (%)	5.19	5.24	4.82	4.80	—

- 说明：1) 以上相关价值指标均按当年末的汇率折算；
 2) 1994年的发电量、上网电量、出口电量及内销电量均包括调试电量；
 3) 固定资产投资只计更新改造部分；
 4) 1994年调试期间的厂用电率为11.36%，商运期4.67%；
 5) 1996年上缴税金含所得税。

4.3 安全性能指标

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	累 计	
核 安 全	反应堆临界运行非计划自动停堆次数	1号机	6	3	5	0	14
		2号机	0	6	1	3	10
		全厂	6	9	6	3	24
	安全系统高压安注系统性能	1号机	—	—	—	0.007	—
		2号机	—	—	—	0.001	—
		全厂	—	—	—	0.004	—
	安全系统辅助给水系统性能	1号机	—	—	—	0.001	—
		2号机	—	—	—	0.001	—
		全厂	—	—	—	0.001	—
	安全系统—应急交电系统性能		—	—	—	0.014	—
	燃料可靠性 Bq/g	1号机	96.2	498.6	0	0	—
		2号机	0	72.9	572.2	0	—
		全厂	48.1	285.75	286.1	0.00	—
	电站运行事件数	1号机	27	17	12	7	63
		2号机	2	18	14	7	41
全厂		29	35	26	14	104	
第一组安全相关设备不可用总消耗比	1号机	13.49	6.11	12.63	4.47	—	
	2号机	9.58	13.69	16.28	8.18	—	
	全厂	23.07	19.80	28.91	12.65	—	
安全相关系统 (GOR9) 定期试验一次成功率%	1号机	—	—	—	99.30	—	
	2号机	—	—	—	99.20	—	
	全厂	—	—	—	99.25	—	
电 网 安 全	机组与电网解列总次数	1号机	12	4	6	2	24
		2号机	0	8	5	5	18
		全厂	12	12	11	7	42
	机组与电网非计划自动解列次数	1号机	6	2	3	0	11
		2号机	0	5	2	3	10
		全厂	6	7	5	3	21
工 业 安 全	工业安全事故次数		6	2	4	5	17
	工业安全未遂事故次数		7	40	34	42	123
	火灾事故次数		0	0	0	0	0
	火灾未遂事件次数		2	2	14	12	30
	20万小时工业安全事故率		0.432	0.157	0.319	0.368	—

续表

分类/代码	统计项目名称		1994年	1995年	1996年	1997年	累 计
辐 射 防 护	集体辐射剂量 (两台机组) 人·Sv	核电站	0.1173	0.3086	0.2858	0.4278	1.1395
		承包商	0.2845	1.6736	1.369	1.0796	4.4067
		合 计	0.4018	1.9822	1.6548	1.5074	5.5462
	控制区进出次数	核电站	—	28798	25835	30118	84751
		承包商	—	79196	64152	64969	208317
		合 计	—	107994	89987	95087	293068
	控制区内工作时间 人·h	核电站	—	68703.3	62931.5	75111.7	206746.5
		承包商	—	192514	160431.2	166198	519143.2
		合 计	—	261217.3	223362.7	241309.7	725889.7
	最大年个人受照剂量 mSv	核电站	3.15	4.38	3.83	10.64	10.64
		承包商	4.37	18.73	12.13	15.27	18.73
		合 计	4.37	18.73	12.13	15.27	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 γ 照射剂量。

4.4 生产运行指标

分类/代码	统计项目名称		1994年	1995年	1996年	1997年	累 计
因 子	机组能力因子 %	1号机	77.90	48.99	77.38	82.45	71.68
		2号机	99.40	81.47	67.75	70.60	79.81
		全厂	86.84	65.20	72.56	76.53	75.28
	非计划能力损失因子 %	1号机	17.20	35.68	3.95	0.20	14.26
		2号机	0.50	2.03	8.18	1.50	3.05
		全厂	10.24	18.86	6.05	0.85	9.00
	计划能力损失因子 %	1号机	4.90	16.50	18.67	17.35	14.36
		2号机	0.10	18.70	24.07	27.90	17.69
		全厂	2.92	17.60	21.37	22.63	16.13
	负荷因子 %	1号机	77.20	45.20	76.10	75.30	68.45
		2号机	92.50	77.92	64.10	68.60	75.78
		全厂	84.85	61.56	70.10	71.95	72.12
	机组时可利用率 %	1号机	79.60	47.70	78.00	83.20	72.13
		2号机	100.00	81.90	65.30	71.80	79.75
		平均	89.80	64.80	71.65	77.50	75.94

续表

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	累计		
因子	反应堆时间利用率 %	1号机	81.00	49.80	79.50	84.10	73.60	
		2号机	100.00	83.30	66.90	74.40	81.15	
		平均	90.50	66.55	73.20	79.25	77.38	
	辅助设备消耗因子 %	1号机	4.80	6.30	4.60	4.90	5.15	
		2号机	4.10	4.50	5.00	4.60	4.55	
		平均	4.45	5.40	4.80	4.75	4.85	
能量	发电量 GWH	1号机	6,090.95	3,897.53	6,577.46	6,491.23	23057.166	
		2号机	5,222.39	6,716.81	5,536.43	5,914.84	23390.467	
		全厂	11,313.33	10,614.34	12,113.93	12,406.07	46447.673	
	辅助设备总消耗能量 GWH	1号机	293.91	245.33	300.35	317.13	1156.711	
		2号机	213.12	301.78	278.35	269.83	1063.074	
		全厂	507.02	547.11	578.70	586.96	2219.785	
	反应堆产生的热能 GWH	1号机	18011.86	11588.25	19447.20	19270.22	68317.532	
		2号机	15398.49	19843.56	16313.64	17584.05	69139.74	
		全厂	33410.35	31431.81	35760.85	36854.27	137457.272	
	从燃料获得能量 EFPD	1号机	259.24	166.83	279.92	277.35	983.335	
		2号机	221.63	285.66	234.80	253.08	995.162	
		全厂	480.86	452.49	514.71	530.43	1978.497	
	毛可用能量 GWH	1号机	6144.55	4222.79	6688.07	7106.67	24162.082	
		2号机	5610.36	7022.58	5855.64	6085.72	24574.299	
		全厂	11754.91	11245.37	12543.71	13192.39	48736.381	
	计划不可用能量 GWH	1号机	386.50	1422.27	1613.71	1495.61	4918.091	
		2号机	5.64	1611.91	2081.06	2405.25	6103.861	
		全厂	392.14	3034.18	3694.77	3900.86	11021.952	
	非计划不可用能量 GWH	1号机	1356.69	3075.26	341.68	17.56	4791.192	
		2号机	28.22	174.98	706.76	128.87	1038.832	
		全厂	1384.91	3250.24	1048.44	146.43	5830.024	
	时间	机组理论运行时数 h	1号机	8016	8760	8784	8760	34320
			2号机	5736	8760	8784	8760	32040
			全厂	13752	17520	17568	17520	66360
机组总运行时间 h		1号机	6384.20	4177.00	6852.90	7284.30	24698.4	
		2号机	5736.00	7171.30	5739.00	6289.70	24936	
		全厂	12120.20	11348.30	12591.90	13574.00	49634.4	
反应堆临界小时数 h		1号机	6492.50	4366.20	6979.90	7365.20	25203.8	
		2号机	5736.00	7295.10	5879.40	6518.10	25428.6	
		全厂	12228.50	11661.30	12859.30	13883.30	50632.4	

续表

分类/代码	统计项目名称		1994年	1995年	1996年	1997年	累 计
时 间	计划全部不可用停运时间 h	1号机	359.90	1303.00	1582.80	1464.70	4710.4
		2号机	0.00	1391.30	2016.00	2380.50	5787.8
		全厂	359.90	2694.30	3598.80	3845.20	10498.2
	非计划全部不可用停运时间 h	1号机	1271.90	3042.50	328.30	10.50	4653.2
		2号机	0.00	76.40	641.00	89.80	807.2
		全厂	1271.90	3118.90	969.30	100.30	5460.4
	反应堆在可用状态下的停运时数 h	1号机	1211.50	332.10	541.40	40.80	2125.8
		2号机	0.00	212.30	1153.50	142.80	1508.6
		全厂	1211.50	544.40	1694.90	183.60	3634.4

说明：1) 1994年的数据从商运开始统计，不包括调试阶段的值。

4.5 三废排放与环境监测

分类/代码	统计项目名称		1994年	1995年	1996年	1997年	累 计
气 体	稀有气体排放	活度/TBq	22.72	80.20	43.63	31.06	—
		占年限值/%	1.99	7.04	3.83	2.72	—
	气溶胶+卤素排放	活度/TBq	424.00	720.40	228.70	115.65	—
		占年限值/%	1.12	1.90	0.60	0.30	—
液 体	除氙废液排放	活度/TBq	89.20	26.94	10.24	11.29	—
		占年限值/%	12.70	3.85	1.46	1.61	—
固 体	水泥桶固体废物产生量	桶数	41	100	78	78	297
		体积/m ³	72	183	138	146	540
	金属桶固体废物产生量	桶数	134	328	266	287	1015
		体积/m ³	28	69	56	60	213
	合 计	桶数	175	428	344	365	1312
		体积/m ³	100	252	194	207	753
环 境 监 测	固定站环境γ 辐射剂量率水平 (年平均值, μSv/h)	AS1	0.146 ± 0.015	0.151 ± 0.004	0.127 ± 0.003	0.127 ± 0.004	—
		AS2	0.171 ± 0.014	0.178 ± 0.004	0.148 ± 0.004	0.147 ± 0.005	—
		AS3	0.139 ± 0.011	0.137 ± 0.004	0.128 ± 0.010	0.146 ± 0.013	—
		BS1	0.157 ± 0.010	0.157 ± 0.000	0.117 ± 0.02	0.113 ± 0.004	—
		BS2	0.110 ± 0.003	0.110 ± 0.005	0.117 ± 0.003	0.119 ± 0.002	—
		BS3	0.139 ± 0.004	0.128 ± 0.004	0.105 ± 0.010	0.095 ± 0.004	—
		BS4	0.187 ± 0.019	0.169 ± 0.005	0.126 ± 0.007	0.124 ± 0.007	—

4.6 维修、改进与质量保证

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	累 计	
维 修 申 请	维修工作申请票数	预防性	1713	1529	2008	2303	7553
		纠正性	11687	8682	5119	5502	30990
		合计	13400	10211	7127	7805	38543
	年末周转维修工作票数	预防性	—	—	25	42	—
		纠正性	—	—	146	70	—
		合计	—	—	171	112	—
工 程 改 进	不符合项数 (NCR)	发出	386	421	87	40	934
		有条件释放	30	34	19	25	—
		已关闭 (CL)	294	411	84	75	864
		未关闭 (OP)	62	68	63	30	—
	工程服务申请数 (ESR)	收到	—	—	42	198	240
		关闭	—	—	4	94	98
		未关闭	—	—	38	142	—
	电站改造项目申请数 (MR)	收到	229	153	106	49	537
		完成	21	70	72	62	225
		撤消	—	—	150	26	176
		年末未关闭	208	291	175	136	—
	质保	纠正行动要求状态 (CAR)	签发	265	134	178	94
关闭			185	138	185	127	635
年末未关闭			80	74	64	50	—

- 说明：1) 1994、1995 两年维修工作申请的统计不够规范，数据仅供参考；
 2) 1994 年的 ESR、MR 和 CAR 状态数包括了 1993 年及其以前的数据；
 3) 1995 年 NCR 关闭数包括 1993 年的数据。

4.7 瞬变统计

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	累 计	
1	反应堆升温 设计值：200 次/机组	1号机	8	9	3	1	21
		2号机	6	1	4	4	15
		合计	14	10	7	5	36
2	反应堆降温 设计值：200 次/机组	1号机	7	10	3	1	21
		2号机	5	2	4	3	14
		合计	12	12	7	4	35

续表

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	累 计	
7.1	甩负荷到厂用电 设计值: 160次/机组	1号机	4	0	0	0	4
		2号机	0	1	0	0	1
		合计	4	1	0	0	5
9.2	一回路两相情况下波动 设计值: 100次/机组	1号机	13	0	2	0	15
		2号机	17	0	0	0	17
		合计	30	0	2	0	32
10	热停堆维持 SG 水位稳定 设计值: 2000次/机组	1号机	74	27	9	5	115
		2号机	51	0	2	4	57
		合计	125	27	11	9	172
21.1	停堆 设计值: 230次/机组	1号机	20	6	3	0	29
		2号机	9	4	1	2	16
		合计	29	10	4	2	45
32.2	上充流量增加 100% 设计值: 300次/机组	1号机	42	27	3	1	73
		2号机	57	7	5	5	74
		合计	99	34	8	6	147
36	下泄流量减少 100% 设计值: 800次/机组	1号机	18	5	7	7	37
		2号机	10	2	11	5	28
		合计	28	7	18	12	65
37	下泄关闭再打开上充不关闭 设计值: 220次/机组	1号机	21	6	4	0	31
		2号机	16	3	4	0	23
		合计	37	9	8	0	54
38	上充下泄关闭再打开 设计值: 200次/机组	1号机	2	1	3	1	7
		2号机	4	1	1	1	7
		合计	6	2	4	2	14
42	RRA 启动 设计值: 200次/机组	1号机	7	11	4	1	23
		2号机	8	2	5	5	20
		合计	15	13	9	6	43

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年	1995年	1996年	1997年	累 计	
人力资源	年末员工人数	外籍员工	83	30	23	14	—
		中方调入职工	807	795	939	1062	—
		中方聘用职工	268	161	104	78	—
		合 计	1158	986	1066	1154	—

续表

分类/代码	统计项目名称		1994年	1995年	1996年	1997年	累 计
人力资源	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	—
		31~40岁	37	42	37.1	32.55	—
		41~50岁	10	10	9.5	10.24	—
		50岁以上	13	10	8.3	6.47	—
	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	—
		高 中	11	10.4	7.9	6.82	—
		中 技	8	9	8	7	—
		中 专	13	14	12.2	10.94	—
		大 专	17	18	18.3	14.61	—
		大 本	45	42.2	48.1	54.86	—
		硕 士	6	6	5.2	5.42	—
		博 士	0.2	0.2	0.2	0.17	—
	电站员工岗位变换率%		—	—	8.52	16.64	—
	电站人员授权情况 (人·次)	核 安 全	—	—	884	795	—
辐射防护		—	—	903	818	—	
工业安全		—	—	901	845	—	
特殊工种		—	—	205	254	—	
合 计		—	—	2893	2712	—	
培 训 管 理	培训负荷 (人·周)	电 站	2202.04	1529.88	3257.51	3320.53	10309.96
		承包商及其它	279.73	372.48	456.57	719.28	1828.06
		合 计	2481.77	1902.36	3714.08	4039.81	12138.02
	培训时数 (h)	核 安 全	—	—	35062	33564	68626
		辐射防护与工业安全	—	—	27972	46803	74775
		技 术	—	—	50642	50904	101546
		管 理	—	—	6490	6892	13382
		模拟机复训	—	—	9756	10464	20220
		合 计	—	—	129922	148627	278549

说明：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。

4.9 物资管理与成本控制

分类/代码	统计项目名称		1994年	1995年	1996年	1997年	累 计
物资消耗	库存常用物资 (RUN, 万美元)	消 耗	—	—	381.70	643.60	1025.30
		平均库存	—	—	2,056.78	2,489.70	—
		库存周转,%	—	—	18.56	25.85	—

续表

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	累 计	
物资消耗	库存战略备件 (SSS, 万美元)	消耗	—	—	229.25	222.64	451.89
		平均库存	—	—	7644.00	7471.33	—
		库存周转, %	—	—	3.00	2.98	—
	合 计 (万美元)	消耗	—	—	9700.78	9961.03	19661.81
		平均库存	—	—	2286.03	2712.34	—
		库存周转, %	—	—	6.30	8.70	—
库存统计	年末库存	品 种	36980	43956	44186	43981	—
		万 美 元	7969.31	9381.00	10556.40	9939.16	—
	库存领用	品 种	9488	15676	10036	13704	—
		万 美 元	533.55	677.41	607.64	866.24	—
	库存盘点	品 种	25596	8362	14308	10178	—
		差错率/%	6.00	5.00	0.49	0.34	—
电站成本	燃料成本	百万美元	67.7	53.8	62.2	58.1	241.8
	日常运行维修成本	百万美元	26.6	26.2	29.8	27.7	110.3
	换料大修成本	百万美元	9.6	16.8	20.8	19.9	67.1
	行政管理成本	百万美元	2.2	2.8	3.3	3	11.3

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	1号机组	2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		
	第一次	第一次	第一次	第二次	第三次	第三次	第四次	第四次		
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		
大 修 工 期	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	
	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	
	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	
	解列—并网 (天)	69.2	46.9	111	56	65	59.6	54.5	55.4	
	解列—满功率 (天)	203	52.2	116	61	71	64.1	59.6	60.5	
核 安 全 (LOE)	执照运 行事件	人因	5	6	7	3	4	3	0	2
		设备	0	1	0	1	2	0	0	1
		设计	3	0	1	1	0	0	0	0
		事件总数	8	7	8	5	6	3	0	3
		其中: 1级事件	2	3	1	0	1	1	0	1

续表

大修		1号机组 第一次	2号机组 第一次	2号机组 第二次	1号机组 第二次	2号机组 第三次	1号机组 第三次	2号机组 第四次	1号机组 第四次	
核 安 全	内部 运行 事件* (IOE) 事件总数	人因	15	7	9	8	13	12	14	12
		设备	4	1	2	1	8	2	10	15
		设计	1	0	0	0	0	0	0	0
		事件总数	20	8	11	9	21	14	24	27
工 业 安 全	人身轻伤	0	1	1	1	0	2	1	1	
	未遂事件	16	8	13	12	6	10	3	4	
	火灾事故	0	0	0	0	0	0	0	0	
	火灾未遂	6	2	2	2	1	2	1	2	
辐 射 防 护	集体剂量 (人·mSv)	1018	534	829	807	511	551	474	544	
	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	
	体表沾污人次	5	4	3	2	3	6	3	1	
成 本	大修费用 (百万美元)	18.195	11.018	8.357	8.897	7.646	10.328	8.073	8.728	

说明: 1) 根据电网安排, 2号机组第二次大修提前5天解列, 2号机组第三次大修提前12天解列; 两次大修的实际开工日期分别为: 1995.12.20和1996.12.22。

2) 2号机组第三次大修前称为安全事件, 自2号机组第三次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 (1997年)	原 因	机 组
1	1月31日	冷凝器“B”相热阱磁性滤网堵塞, 引起实际水位上升至限值, 停机检查磁性滤网	1号机组
2	3月12日	按计划停机停堆进行第三次大修	
3	3月5日	解除0SAP401CO隔离在线时, 致使2SHU系统跑水, 引起发电机氢温高保护动作跳机, 后又因GCT不可用信号而停堆	2号机组
4	5月30日	机组保护性整治小修	
5	8月10日	在处理2GSE007VV突然关闭故障时, 仪表人员误关2GSE007VV, 导致高压缸排汽压力高保护动作跳机, 后又因“2号蒸发器水位高+P7”而停堆	
6	10月31日	现场清洁工误碰主蒸汽隔离阀行程开关2VVF002SM5, 使002VV快速关闭, 导致2号蒸发器低水位而停堆跳机	
7	11月22日	按计划停机停堆进行第三次大修	

4.12 机组降负荷统计表

序 号	日 期 (1997年)	功率水平 (MWe)		降负荷运行时间 (h)	机 组
		初 始	最 终		
1	1月19日	973	760	260.30	1号机组
2	3月2日	980	900	230.00	
3	5月28日	974	730	0.17	
4	6月5日	974	500	0.30	
5	6月26日	974	700	192.00	
6	7月31日	980	962	0.50	
7	8月2日	980	760	24.30	
8	8月21日	970	968	120.00	
9	8月27日	968	760	249.00	
10	9月11日	900	800	120.85	
11	9月30日	900	760	1218.00	
12	11月5日	760	680	0.50	
13	11月7日	760	680	0.50	
14	12月13日	980	900	639.00	
15	3月4日	982	965	6.67	2号机组
16	6月25日	975	760	211.00	
17	8月2日	975	760	22.00	
18	9月6日	968	900	141.00	
19	9月11日	900	840	132.33	
20	9月27日	900	875	0.50	
21	10月3日	900	760	0.50	
22	11月3日	975	960	0.50	

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/简述	事件后果	原 因
LOER-1-970001 1997.2.13	1	名称: 运行点 ΔI 在允许区域外运行; 简述: 运行点 ΔI 超出运行限制梯形图左限, C21 信号被闭锁	ΔI 运行点超出允许区域3小时20分钟, 纵深防护功能降低	人因: 操纵员、值长, STA 均对 ΔI 在功率变化过程控制有错误认识

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	原 因
LOER-1-970002 1997.3.12	0	名称: 热停堆状态控制棒下落使负反应性余量下降 简述: RPN014MA 定期试验结束后恢复系统功能时突发通量高信号	停堆控制棒下落, 反应性余量下降	设备: 电缆接头接触不良和绝缘破损
LOER-1-970003 1997.4.22	0	名称: 安全壳喷淋 A 列被隔离不可用 简述: 在维修 EAS047VB 时, 阀门止动杆被水压冲出, 被通将 EASA 列隔离 5 分钟将其修复	安全喷淋 A 列不可用	人因: • 未进行风险分析 • 不用 PW 票而用 PI 票
LOER-1-970004 1997.4.23	1	名称: 反应堆保护试验引起安注启动造成人员沾污及部分反应堆厂房污染 简述: 进行试验时, 安注信号闭锁有误, 闭锁失效, RIS002PO 被启动	从稳压器跑水约 20 t, 5 人体表污染, 部分 RX 厂房污染	人因: • 计划临时变更, 分析不够 • 没有质疑的工作态度
LOER-1-970005 1997.6.1	0	名称: 废气系统 TEG101 号阀门处于关闭使系统无法接受含氢废气 简述: 系统在进行氮吹扫后, 没有将 101 号阀门恢复开状态达 2 个月之久	系统无法接受含氢废气	人因: • 跨值操作跟踪不够 • 交流不够
LOER-1-970006 1997.10.8	1	名称: 48 伏直流电源系统 LCA 低电压保护功能因保护逻辑的改变而降低 简述: LCA004XU (继电器) 故障, 但电站无备品, 厂家也已不再生产, 电气人员用不符合项报告 (NCR) 向 OTS 提出寻找替代品要求后, 该继电器一直处于不可用状态。(逻辑状态改变没有报告也没有经审查批准)	• 保护逻辑从 2/3 变为 2/2 • 安全功能降低	人因: • 电气人员对核安全保护逻辑认识不足 • NCR 的技术及安全审核不够
LOER-1-970007 1997.11.7	0	名称: 1GRE023, 024MP 被人为关闭导致相关 RPR 保护和自动调节丧失 简述: 汽轮机调节系统 GRE 高压缸进汽压力测量环 023MP/024MP (压力测量) 前的二次仪表隔离阀被人为关闭	• 汽轮机负荷波动 • 蒸汽流量高反应堆保护丧失 • 汽轮机旁路自动打开功能不可用	人因: • 关键阀门被人为关闭

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	原 因
LOER-2-970001 1997.1.2	0	名称: 乏燃料水池水位下降 1.2 m 简述: 卸料结束后, PTR 系统再线发生错误, 乏燃料水池的水在重力作用下向 RCP 倒灌	<ul style="list-style-type: none"> 乏燃料水池水位下降 1.2 m, 温度上升 1.8 °C 乏燃料水池与传输水池的门被压开 	人因: <ul style="list-style-type: none"> 再线文件准备不正确 文件修改缺陷
LOER-2-970002 1997.2.4	1	名称: 6.6 kV 断路器 2LGA201/301/401 合闸时拒动 简述: 6.6 kV 断路器共模故障	安全可靠性降低	设备: 润滑油脂变干, 动作不到位 人因: 无定期解体维修要求
LOER-2-970003 1997.3.5	0	名称: 紧急停机停堆 简述: 共用压缩空气系统 SAP 再线错误造成常规岛闭路冷却水系统 SRI 跑水, 冷却不够引发氢气温度高信号; 后因振动高又发 GCT 不可用 + P16 + C8 信号触发停堆	停机停堆	人因: <ul style="list-style-type: none"> 再线准备不充分 1 号控制室进行的操作, 2 号控制室不知道造成故障处理延误
LOER-2-970004 1997.3.30	0	名称: LCA 绝缘临界报警超过 72 小时不进行 RPR 试验 简述: 48V 直流电源系统 LCA 绝缘报警(第 2 组不可用)三天多才处理好, 超过 72 h 不可用没进行 RPR 试验违反技术规范	安全可靠性降低	人因: <ul style="list-style-type: none"> 协调不够 存在为了避免跳机跳堆风险不进行试验想法
LOER-2-970005 1997.7.3	1	名称: RIS012VP 电动头故障 简述: 试验时发现 012VP 打不开。后经检查为 RIS012VP 和 013VP 电动头有共模故障; 电动头主轴与两个伞型齿轮轴间焊缝断裂	安全功能降低	设备: <ul style="list-style-type: none"> 设计、制造缺陷
LOER-2-970006 1997.8.10	0	名称: 紧急停机停堆 简述: 在处理汽轮机调节系统 GRE007VV 关闭故障时, 工作人员错误处理了 GRE005VV, 造成 005VV 也关闭, 导致高压缸进汽压力高跳机。15 分钟后 SG2 水位高高 + P7 触发停堆	紧急停机停堆	人因: <ul style="list-style-type: none"> 走错隔间 两人现场双重检查功能失效 设备标识不清
LOER-2-970007 1997.10.31	0	名称: 紧急停堆停机 简述: 清洁工在清洁 2VVP002VV 时误碰该阀行程限位开关使 002VV 关闭, 引发 SG2 低低水位信号触发停堆	<ul style="list-style-type: none"> 紧急停堆停机 4 个 VVP 安全阀起跳 5 秒钟后回座 	人因: <ul style="list-style-type: none"> 对设备清洁所涉及风险不了解, 不明确、管理不善 清洁工违章作业 对清洁工培训不够

4.14 工业安全和消防统计

4.14.1 工业事故汇总

No	事故编号	说 明	时 间	损失天数
1	9701	运行处两名现场操作员在开启 1GTH006VD 时连接的软管意外脱开, 两人腿部被喷出的热水烫伤	97.2.25	合计 51
2	9702	维修处仪表计算机科一名员工在 1 号机汽轮机厂房电缆间检查火警探测器时, 不慎由高处坠落造成一根肋骨骨折	97.3.19	30
3	9703	维修处现场服务科一名员工在更换 1PTR 系统过滤器芯时, 被沿罐盖板打伤手指, 造成食指和中指骨折	97.4.11	23
4	9704	维修处现场服务科一名员工在运输液氮罐途中, 违章站在液氮罐前, 车辆转弯刹车时, 液氮罐向前滚动挤伤该员工, 造成骨盆骨折尿道损伤	97.9.9	135
5	9705	技术服务处性能实验科一员工在库房内滑倒, 造成头部撞伤	97.9.24	6

4.14.2 工业未遂事件汇总

序号	时 间	机组/地点	事 件 简 述
1	97.1.3	2 号机	OPO 在恢复 PTR002PO 作为 001PO 备用时, 由于操作失误, 导致乏燃料水池水位下降 1.2 m, 水流入堆池, 当时堆池内有 RP 二人在作去污后的检查, 险些被淹, 水位达 2m
2	97.1.8	2 号机	10 时 30 分左右, HNMC 综合队架子保温班一员工搭 2CEX101 凝汽器颈部脚手架时, 专用扳手掉至 0 m
3	97.1.17	YA	爱能公司给 YA 送完碱后, 就地用水冲洗槽车。由于槽车尾部阀门未关, 致使冲洗碱液从 YA 至 2MX 南门前马路漏一路
4	97.1.19	2 号机	HNMC 综合队铲车司机在运输 2SEN101PO 时撞坏, HNMC 五十铃双排座汽车尾部尾灯的塑料支架损坏
5	97.1.29	1 号机	转动机械科对 1RR1001PO 年检中旋流分离器和润滑工作文件中只要求电隔离, 在打开旋流分离器所在管线疏水阀时引起 RRI 系统不手控排水
6	97.1.30	2 号机	IS 于 1 月 30 日发现 R587 (+11.5 m) 平台护栏扶手被环吊误吊严重变形, 焊点拉开, 为环吊斜吊所致, 有人身伤亡风险
7	97.1.30	2 号机	RX20m 工作人员由于对专用工具不熟悉, 在传递导向柱保护套专用拆卸工具时, 将专用工具芯杆从 20 m 掉到水池底部, 险些砸伤水池下的工作人员
8	97.2.18		RP 人员的呼吸器气瓶充气, 当第一组气瓶充至 25MPa (额定为 30MPa) 时一根充气软管接头突然崩脱甩动, 打到一名工作人员腿部, 皮下轻度出血 $5 \times 2 \text{ cm}^2$
9	97.2.28	OPO	OPO 一员工在解除 9TEV001FI 隔离时, 由于未戴安全帽, 不慎将头顶左侧撞破

续表

序号	时间	机组/地点	事件简述
10	97.3.7		MS在准备更换2APG001FI时,错将9IEP001FI的上盖,二个螺栓松动,有少量水流出,走错系统
11	97.3.14	1号机	4名法美人员被关在1RX电梯内达1小时,后与主控室联系维修人员打开电梯门
12	97.3.16	1号机	IC工作负责人对1SKH501PO的故障进行检查时,掉入1号机GFR主油箱房内的一个被打开地板盖未设围栏及标志的井里,被井内梯子拦住,造成右腿划伤,井深2m多,有人身坠落风险
13	97.3.26	1号机	OPM/MV一员工在1RR1019VN作业时将腰扭伤
14	97.3.30	1号机	七名准电检修人员在除氧器内作焊接工作时,突然有大量火光,热蒸汽从顶部和周围管上喷出,据查是SVA010VV有内漏所致,有触电、烫伤、跌、撞伤风险
15	97.3.4	2号机	主控切换2CEX启动2CEX003PO时,该泵出口电动隔离阀308VL车轮砸落地上,高度约2m,有砸伤人的风险
16	97.4.4	1号机	武昌造船厂人员在1LHQ年检时,调整柴油机气阀间隙时,由于扳手打滑,人重心失去稳定,造成左脚正前背撞伤
17	97.4.4	1号机	NEPC用9PI7616对1CTE001PO的马达和泵进行解体,未通知OPO及第三次大修人员,有人员触电风险
18	97.4.11	1号机	准电机械队作发电机汽轮机侧氢冷器水管伸缩节改造,将电动磨光机不慎砸到6m平台,砸断压缩空气铜管
19	97.4.20	1号机	OPM/MV从AC运送压力壳大盖螺栓时,车辆严重超载(限重9t,实际超过15t)造成螺栓滑动,车辆倾斜,险些翻车
20	97.4.22	1号机	OPM/MV工作人员使用PI泵(9PI626)处理1EAS047VB导致该阀泄漏,在处理时关闭1EAS001VB,导致EASA列短时不可用,违反技术规范
21	97.5.2		MS在N505使用9DWN铅车时,其钢丝绳导向块定位装置突然坠落(20m~0m)到0m的干料斗顶部后弹出,有重大人身伤亡风险
22	97.5.10	1号机	MS一员工(凯利)在1MX恢复1GCTMV保温时,站在脚手架上脚下打滑,紧急抱住身边消防管,左大腿上部碰伤,其安全帽落下面一名运行人员头上的安全帽上,手电钻从脚手架上掉下
23	97.5.12		OTS人员在对运行中的9LGR001TA/175AR柜内176XK继电器分管电阻进行电压测量时,不慎使9LGR100JA跳闸,9LGR001TA变压器2h不可用
24	97.5.13	0号机	MV在9SHY工作时,未经测氢进行电解槽补水球阀拆卸近20个,IS人员补测时发现拆卸球阀管口的氢浓度超过量程报警,有严重的氢爆危险
25	97.6.2		MS人员在经CTE加次氯酸钠时,因泵出口连接软管脱落,次氯酸钠液体喷出,造成一人眼睛轻度伤害,及电气柜9CTED11AR上的001LA、002LA接线短路
26	97.6.13	2号机	OPO将2AGR101CF隔离误作到2AGR201CF上,隔离票也挂错,经查是隔离经理在准备时将票做错。(PW9336)
27	97.6.20	0号机	BA西门外墙瓷砖突然脱落坠下,坠落点离西门南侧约2m处,坠落高度约10m
28	97.7.17	0号机	OCS一员工驾叉车在F/S库倒货时,因车速快,注意力不够集中,撞在库内钢柱上,下巴缝三针,车铲轻度损坏

续表

序号	时间	机组/地点	事件简述
29	97.7.25	1号机	MV一员工在清除1ARE031-032VL阀杆腐蚀物时不慎将手臂烫伤1cm ² ,同时头碰到电源接线盒上,未受伤
30	97.8.10	2号机	OPM/MI人员在处理2GRE007VV关闭故障时,走错间隔造成2GRE007VV关闭,并导致跳机
31	97.9.26	OPA车队	车队一员工在更换50t汽车吊新钢丝绳过程中,左手大拇指被钢丝绳咬进定位槽受伤
32	97.10.16	BA222	电脑中心承包商在安装网络线时将BA222房间吊顶踩塌,未造成人员伤亡
33	97.10.27	IMP203	OPT工作申请要求将1MP203地坑积水抽出,工作负责人到现场后,怀疑积水内有废酸,要求化验。结果废液为pH为1.6的废酸液
34	97.10.15	1号机	OPO人员在操作ICEX001VL时,阀门手轮脱落,由高处坠落,有击伤人员危险
35	97.11.4	2CPP	元熙公司在运送盐酸到2CPP厂房时倒车不慎将2MP203房门撞坏,未伤人
36	97.11.27	2号机	OPA20吨卡车由于车箱底板腐烂,OPM/MV一员工在上面工作时踩坏,一条腿掉入,险受伤害
37	97.11.27	2号机	OPM/MS人员在送水泥桶到RX20m时,NPIC人员与其协调有误,造成吊带挂构不当,起吊后拉坏吊带
38	97.12.6	9TEP	OPO一现场操作员在开启9TEP497VP时被疏水器漏出的热水烫伤手部,未休息
39	97.12.10	2号机	在2MX16m,汽水分离再热器作业区工作的两员工将一个4kg重扳手碰掉至9m,险些打伤下面作业人员
40	97.12.3	IMP203	1MP203房间内大量漏酸,经查是1ATE601CW连接的管道被腐蚀而泄漏,漏出盐酸约2吨
41	97.12.3	2号机	2STR系统大量漏蒸汽,当时附近有两名准电员工正在工作
42	97.12.19	2号机	OPM/MV在吊运反应堆大盖最后一组螺栓时,吊具与螺栓吊框挂构挂偏,吊至20m平台后才发现

4.14.3 火灾未遂事件汇总

序号	时间	机组/地点	事件简述
1	97.1.8	0号机	AC317房间日光灯电容器爆裂烧毁。
2	97.2.1	1号机	1号机小修时,发电机氢气冷却器GRH201RE连接法兰漏氢,有火灾爆炸风险及影响机组按时启动
3	97.2.24	1号机	1AGR105PO冒烟,解体检查为绕组烧坏
4	97.3.26	2号机	2GTH滤油机在运行中水封损坏,漏油至废油箱,该箱高液位保护失效,约1m ³ 油溢入GCR油室地坑
5	97.3.28	2号机	2AGR201BA油箱低位报警,检查B列净油器跑油约1m ³ 以上,怀疑为水封问题
6	97.4.17	2号机	2LHP601PO燃油泵轴封泄漏燃油,约1.5L/h,引起600BA燃油间报警
7	97.4.28	1号机	1GCR油室消防系统气路和水路管道复装颠倒,不可用。加之维修不及时,GCR系统在没有消防保护的条件下运行4天

续表

序号	时间	机组/地点	事件简述
8	97.7.18	LX 冷更衣室	LX0m 控制区更衣室一厕所隔间内纸篓被人丢入烟头, 引起燃烧至只剩底, 烟雾触发 JDT 报警, 主控及时询问辐射防护值班室, 火已被现场人员用水浇灭
9	97.9.12	AA 车间	AA 车间为妈湾电站外委在大车床上喷涂大轴 (氧炔喷涂设备由妈湾自备), 点火后将前端焊丝熔断落入车床下地槽, 引燃槽内油棉纱, 用干粉灭火器一个加水扑灭
10	97.9.17	2 号机	2JDT206 区 (W441) 报警, 5 值人员仔细搜寻发现铁柜内 2LNE01DL 电容器爆燃, 断电后用 1 个 CO ₂ 灭火器扑灭
11	97.9.25	2 号机	2CTE020RD 干式整流变压器 (英制) 故障过热跳闸冒烟, JDT 报警, 运行人员到场发现已因 2LGE602 开关高压保险熔断, 火点自熄
12	97.11.18	办公室	维修处仪表计算机科办公室内的计算机电源插座由于接触不良, 造成过热烧糊, 被及时发现并处理

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	97.7.18	人员意外照射	组织 2SAR 查漏时, 由于准备不充分, 集体受照剂量达 18.43 人·mSv
2	97.10.19		组织 2SAR 查漏时, 由于沟通不充分, 一名工作人员受照 γ 剂量达 2.8 mSv、中子剂量 12.5 mSv。年剂量超过电站管理限值
3	97.3.5		2 号机组停堆期间, 2 名员工经批准进入 RX 厂房处理 KIR 故障。工作过程中发现现场剂量率剧升, 经联系证实机组已经临界。受照集体剂量约为 8 人·mSv
4	97.1.23	放射性物质管理	用从 AF 工具库借用的吊带拖一抛锚车, 经过 UA 门时触发 γ 监测仪报警, 检查发现吊带被沾污
5	97.4.7		运送脚手架等物料出 UD 门时触发 γ 监测仪报警, 经查是一度弃的旧纸帽有放射性
6	97.4.30		运送常规垃圾出 UD 门时触发 γ 监测仪报警, 检查发现夹有一团带放射性的胶布
7	97.7.9		运送常规垃圾出 UD 门时触发 γ 监测仪报警, 检查发现两段帆布水管带有放射性
8	97.12.19		在 AF 办公室发现一黄色塑料袋, 内有带放射性的工具
9	97.2.2	控制区地面沾污	在隔离再线操作时造成反应堆水池和假封头沾污
10	97.3.25		例行巡检时发现 1RX 厂房 20 m 大部分被沾污, 为压力容器检修工作防护不当所致
11	97.4.12		1RX 厂房打压试验后的联合检查发现 -3.4 m 地面被水淹, 该层地面被沾污, 为 RRI 水泄漏后致使 RPE011PS 水溢出所致
12	97.4.23		PTR602VB 拆除后, 下方的 RPE 疏水管线被堵塞, 造成 1RX 零米地面约 3 m ² 被沾污
13	97.4.24		因计划安排及 OPM 试验失误造成大量一回路水经稳压器人孔溢出, 1RX 厂房大部分地面被严重沾污
14	97.12.23		因上部构件水池水经 RPE 系统泄漏, 造成 2RX - 3.4 m 大范围严重沾污
15	97.1.6		

续表

序号	发生时间	事件性质	事件描述
16	97.1.7	人员体表沾污	一名二三公司员工工作后脱气面罩时脸部被沾污
17	97.4.11		一名 NPIC 员工工作后脱气面罩时脸部被沾污
18	97.4.24		因试验及计划失误,一回路水从稳压器人孔大量溢出,造成 5 人大面积体表沾污
19	97.12.5		2RCP001PO 主泵轴检查中,一名二三公司员工上面部受沾污
20	97.12.6		2RX 堆内上部构件目视检查中,一名 RINPO 员工双手、臀部和头部受沾污
21	97.12.7		一名二三公司员工工作后脱气衣时头部受沾污

4.16 特许申请汇总

CNPS 申请	标题	影响	执行状态	技术规范	NNSA 批准号
GJS-1288-LIC	通用特许 (二台机组) 主泵情走流量 测量试验	热停堆工况 下三台主泵瞬 时失电	打开主电源的线路开 关,造成三台主泵失电, 测量主泵情走流量约 5min,立即恢复主电源, 主泵运行	T.S. 表 T-4- 1, 4/14, 5/14 主 电源可用,至少二 台主泵运行	LIC-456-GJS
GJO-600007-LIC	更换 2RIS013VP 电动头后再鉴 定期间不可用	HHSI PTR 水 箱 B 列取水阀 2RIS 013VP 不 可用	在 RRA 投运的三相中 间冷停堆状态下,更换 2RIS013VP 阀电动头, 进行限位开关、信号接 线等调整和再鉴定试验	2RIS013VP 不可 用为三天,并不允 许有其他预防性维 修引起的第一组设 备不可用	LIC-600003-GJO
GJO-600017-LIC	更换 1 号机 组乏燃料池与 传输池之间闸 门气封圈	乏燃料池水 位将降至 18.69 m	将装罐池和乏燃料池 的水传输到传输池,燃 料传输管道处于双重隔 离,气封圈泄漏修复	T.S. 第 4.5.5.1 节,乏燃料贮存池 水位应保持大于 19.3 m	LIC-600004-GJO

4.17 改造项目汇总

1997 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	分类	改造内容
1	MR-OPA-960006	ODNB	辅助设施电气	BX 楼光纤及微波通讯房供电系统改造
2	MR-OPH-940002/ 950014	ODTV	辅助设施仪控	广播警报扩展网改造
3	MR-OPM-060037	OGEW	辅助设施电气	主开关位置信号电源改进
4	MR-OTS-960014	OGEW	辅助设施电气	490/590TR 联变“T”点隔离刀闸加装有压电气闭锁改进
5	MR-OPH-960004	OJDT	辅助设施仪控	在 EG 楼值班室加装火警报警器

续表

序号	改造项目号	机组系统	分类	改造内容
6	MR-OP1-950007/8	OKRS	辅助设施电气	KRS系统r监测站增设防雷保护
7	MR-OPM-960039	OLBM	常规岛电气	IC厂房直流开关面板改进
8	MR-OPM-960035	OLGR	辅助设施电气	LGR系统SF6设备在气体压力情况下的保护
9	MR-OCS-950001	OMIS	辅助设施机械、 电气、土建	AS库增设永久性酸碱贮罐
10	MR-OPH-970002	OMIS	辅助设施电气	WBC全身计数系统改进
11	MR-OSI-960001	OMIS	辅助设施土建	EDI污水处理装置改造
12	MR-OPT-960008	OSAR	辅助设施机械	安装硅表专用供气管道
13	MR-OPT-960003	OSDA	辅助设施仪控	自动控制加氨泵
14	MR-OIS-970008	OSDA	辅助设施机械	酸雾捕捉器改进
15	MR-OPM-940055	OSHY	辅助设施机械	气动阀电源由SAT改为SAR供气
16	MR-OPO-950007	OSHY	辅助设施机械	加装疏水阀
17	MR-OPO-940054	OTER	核岛机械、电气	OTER001MD改型
18	MR-OPO-940050	OXCA	辅助设施机械	XCA400/401PU的改进
19	MR-OTS-960019	IACM	常规岛电气	ACM速度探测输出信号丢失问题解决
20	MR-OTS-960013	IAGR	常规岛机械	定期试验阀泄压孔板改进
21	MR-OTS-970015	IAGR	常规岛仪控	AGR加装油位高跳闸信号
22	MR-OPM-940025/ 940026	IAPA IAPP	常规岛仪控	就地仪表盘改造以提供屏上仪表的维修空间
23	MR-OPM-960030	IAPA/APP	常规岛仪控	每个CML组件增加一个供电开关,便于维修
24	MR-OTS-950021	IAPP	常规岛机械、电气	APP盘车由自动改为手动控制
25	MR-OTS-930006	IATE	常规岛机械、 电气、土建	增加常规岛精处理系统
26	MR-OPM-950045	ICEX	常规岛仪控	在控制回路中增加时间继电器使振动高高信号延时跳泵
27	MR-OPM-960027	ICTE	常规岛机械	CTE001/002PO国产化
28	MR-OPM-960040	IDMM	常规岛电气	汽轮机厂房主行车防撞装置改造
29	MR-OPH-950007	IDNR	核岛电气	在1RX增设永久供电盘
30	MR-OTS-970011	IDVM	常规岛机械、电气	SEK007/008PO地坑通风改进
31	MR-OPM-940046	IGEN	常规岛仪控	常规岛翻板式液位计加装标尺
32	MR-OPM-960021	IGEV	常规岛电气	主变压器有载分接头失步改进
33	MR-OTS-960018	IGEX	常规岛机械	湿润电流投运手动改自动
34	MR-OTS-970006	IGRH	常规岛机械	IGRH101-104RF冷却水进水管改进
35	MR-OPM-960028	IGSS	常规岛仪控	GSS164VL GEM80软件修改
36	MR-OPM-960031	IGST/GRV	常规岛电气	用上仪六厂XTMA-1022型替换原P130L/229/30SP型指示器
37	MR-OPM-940037	IGSY	常规岛仪控	GSY003至008SP压差开关安装位置修改
38	MR-OTS-960015	IKRT	核岛仪控	KRT018MA移位

续表

序号	改造项目号	机组系统	分类	改造内容
39	MR-OTS-960010	1LHP	核岛电气	柴油机预热回路改进; 取消不必要的报警信号
40	MR-OSL-940002	1RIC	核岛仪控	将 711/712AA 组报警改为单一报警
41	MR-OTS-960012	1RPR/EAS	核岛仪控	安全壳喷淋及再循环设计改进
42	MR-OPM-960046	1VVP	常规岛仪控	增加主蒸汽隔离阀空气压力低报警
43	MR-OTS-970005	2ADG/GCT	常规岛机械	压缩空气罐设计更新
44	MR-OTS-960019	2AGM	常规岛电气	AGM 速度探测输出信号丢失改造
45	MR-OTS-960013	2AGR	常规岛机械	定期试验泄压孔板改进
46	MR-OTS-970015	2AGR	常规岛仪控	AGR 加装油位高跳闸信号
47	MR-OPM-940025/940026	2APA/2APP	常规岛仪控	给水泵就地仪表盘改造以提供屏上仪表的维修空间
48	MR-OPM-960030	2APA/APP	常规岛仪控	每个 CML 组件增加一个供电开关, 以便维修
49	MR-OPM-960041	2APP	常规岛仪控	增加 APP 给水泵出口压力低报警
50	MR-OTS-950021	2APP	常规岛机械、电气	APP 盘车由自动改为手动控制
51	MR-OTS-950037	2ASG	核岛机械	001/011MN 仪表管线改进
52	MR-OTS-950040	2ASG	核岛机械	002LN 仪表管线改进
53	MR-OTS-930006	2ATE	常规岛机械、电气、土建	增加常规岛精处理系统
54	MR-OPO-940064	2CEX	常规岛机械	003FI 及旁路增加隔离阀
55	MR-OTS-970007	2CFI	辅助设施机械	CFI 系统增加流量计
56	MR-OTS-960011	2CFI	常规岛机械	CFI 加氟框架改造
57	MR-OPM-960002	2CRF	常规岛土建	CRF 海水涵道接合部增设不锈钢衬圈
58	MR-OPM-960040	2DMM	常规岛电气	汽轮机厂房主行车防撞装置改造
59	MR-OPH-95008	2DNR	核岛电气	在 2RX 增设永久供电盘
60	MR-OTS-950026	2DVG	核岛机械、电气	ASC003PO 泵房通风改造 (加装排风机)
61	MR-OTS-970011	2DVM	常规岛机械、电气	SEK007/008PO 地坑通风改进
62	MR-OTS-950028	2DVN	核岛机械、电气、仪控	消除冷更衣室凝结水
63	MR-OTS-940013	2EAS	核岛机械与电气	EAS200/201VB 手动阀改为电动阀
64	MR-OPM-940046	2GEN	常规岛仪控	常规岛翻板式液位计加装标尺
65	MR-OTS-970023	2GEV	辅助设施电气	主变压器冷却器改造
66	MR-OPM-960021	2GEV	常规岛电气	主变压器有载分接头失步改进
67	MR-OTS-960018	2GEX	常规岛机械	湿润电流投运手动改自动
68	MR-OPM-960043	2GSS	常规岛仪控	GSS015/016ID 原设备厂家不再生产, 用新型水位计取代
69	MR-OPM-960031	2GST/GRV	常规岛电气	用上仪六厂 X1MA-1022 型替换原 P130L/229/30SP 型指示器
70	MR-OPM-940037	2GSY	常规岛仪控	GSY003 至 008SP 压差开关安装位置修改
71	MR-OPO-970001	2JDT	常规岛机械	2JDT 系统空压机压力开关移位

续表

序号	改造项目号	机组系统	分类	改造内容
72	MR-OPM-950036/032	2KRG/CAR	常规岛仪控	常规岛 KRG、CAR 控制柜冷却改进
73	MR-OPF-940039	2KRT	常规岛机械	2KRT007MA 除露管线增加疏水水封
74	MR-OTS-960015	2KRT	核岛仪控	KRT018MA 移位
75	MR-OTS-960007	2LHP	核岛电气	柴油机预热回路改进; 更换水泵
76	MR-OTS-960010	2LHP	核岛电气	柴油机预热回路改进; 取消不必要的报警信号
77	MR-OPM-960015	2RPR	核岛仪控	UD/UP 电源开关按钮加装保护罩及将主控 RPR 灯换成高亮度发光二极管
78	MR-OTS-960012	2RPR/EAS	核岛仪控	安全壳喷淋及再循环设计改进
79	MR-OPM-960024	2SEK	常规岛机械、仪控	2SEK007/008PO 排水管线增加循环回路
80	MR-OP0-970005	2SEK/GSY	常规岛机械	SEK001/002BA 水箱向下移位便于操作, GSY 向 SEK 排水管加长
81	MR-OTS-960001	2TEP	核岛仪控	2TEP054VP 控制回路改造
82	MR-OPM-960046	2VVP	常规岛仪控	增加主蒸汽隔离阀空气压力低报警
83	MR-OTS-970003	9KRT	核岛电气	9KRT501CR 柜内控制线改进
84	MR-OPT-960011	9REA	核岛机械	9REA001/002BA 取样管线改造
85	MR-OP0-940008	9SVA	核岛机械	TEP001DZ 蒸汽供应管改进

4.18 电力系统继电保护和安全自动装置动作统计

序号	时间	保护装置动作情况简述 (包括设备故障类型及重合闸装置动作评论)	被保护设备名称	保护与安全自动装置类型、型号	装置的动作分析		不正确动作原因	责任分类	备注
					正确(次数)	不正确(次数)			
1	1997年03月05日17时02分57秒	1997年3月5日17时2分57秒,2号发电机氢气温度高保护动作,引起汽轮机跳闸,汽轮机联跳信号动作出口引起 GLBS、灭磁开关跳闸	2号发电机	汽轮机联跳	2	0	—	—	10L 动作出口,属正确动作两次
2	1997年08月02日19时50分41秒	97年8月2日19时50分41秒,核惠线发生 C 相瞬时接地故障,线路主保护、后备距离保护均正确动作,切除故障相后自动重合成功。19时50分48秒,再次发生 A 相瞬时接地故障时,由于惠州侧首先三跳并启动远跳发出信号,导致核电侧在自动重合闸再次动作之前,直接三跳并闭锁自动重合闸,核惠线中断供电	核惠线	线路保护自动重合闸	10	0	—	—	10L II、THR、RAZBE、YTC33 保护装置各动作两次,551JA、550JA 自动重合闸装置各动作一次,总计十次

续表

序号	时间	保护装置动作情况简述 (包括设备故障类型及 重合闸装置动作评论)	被保护 设备 名称	保护与安全 自动装置类 型、型号	装置的动作分析		不正确动 作原因		备注
					正确 (次数)	不正确 (次数)	责任分	责任分	
3	1997年 08月 07日 11时 28分 30秒	1997年8月7日11时28分30秒,大浦I回线路发生A相瞬时接地故障,第一、二套主保护LCB-II、THR均正确动作,跳开150JA、151JA,经重合闸延时后,150JA、151JA自动重合闸正确动作出口,开关自动重合成功,大浦I回线恢复送电	大浦I线	线路保护自动重合闸	4	0	—	—	大浦I回线路LCB-II、THR动作正确,150JA、151JA自动重合闸动作正确,统计四次
4	1997年 08月 10日 08时 17分	1997年8月10日8时17分,1C值班人员在处理2号机组汽轮机调节系统低压缸7号调节阀关闭故障时,由于走错间隔,造成低压缸5号调节阀意外关闭,导致2号机组高压缸排气压力高,汽轮机保护动作出口,反应堆紧急停堆,汽轮机联跳信号送2GPA出口,将GLBS、励磁开关跳开	2号发电机	汽轮机联跳	2	0	—	—	10L动作出口,属正确动作两次
5	1997年 08月 15日 15时 40分 04秒	1997年08月15日15时40分04秒,大浦I回线路发生B相瞬时接地故障,第一、二套主保护LCB-II、THR均正确动作,跳开150JA、151JA,经重合闸延时后,150JA、151JA自动重合闸正确动作出口,开关自动重合成功,大浦I回线恢复送电	大浦I线	线路保护自动重合闸	4	0	—	—	大浦I回线路LCB-II、THR动作正确,150JA、151JA自动重合闸动作正确,统计四次
6	1997年 10月 31日 10时 22分	1997年10月31日10时22分,2号反应堆2VVP002VV突然关闭,引起反应堆紧急停堆,汽轮机跳闸,汽轮机联跳信号启动2G-PA001ARBAY1、BAY2上的10L出口通道,将GLBS、励磁开关跳开	2号发电机	汽轮机联跳	2	0	—	—	10L动作出口,属正确动作两次

注:1997年全部保护动作总次数24,其中正确动作次数24,不正确动作次数0。

第五章 专题报告

大亚湾核电站管理工作的经验反馈

广东核电合营有限公司生产部

1997年10月

摘要

本文在对核电站管理模式理性分析的基础上,总结了大亚湾核电站商业运行三年来的管理经验,分析了存在的问题,并提出了今后管理工作中,围绕核电营运管理自主化、建立健全现代企业管理制度和赶超国际先进水平等方面,应当加以研究和改进的方面。

关键词: 核电站, 管理

1. 前言

大亚湾核电站是我国第一座大型商业核电站,装备有两台由国外引进设备的百万千瓦级压水堆核电机组。这一工程的成功建设,不仅可为粤港两地的经济繁荣提供安全可靠和经济的电力,而且成功地引进了核电建设和运行的先进管理经验,使我国核电的发展有了一个很高的起点。为此,我们采取拿来主义,有计划地组织引进国外先进管理技术,是一个非常明智的选择。

大亚湾核电站投入商业运行已经三年了,经过中外员工的共同努力,核电站的运行管理已经走向成熟。当然,这一套成熟管理经验的产生,首先要感谢曾经在大亚湾核电站工作过的外籍专家们,他们有计划地引进并向中方员工传授了相应的管理技术。但另一方面,这更是大亚湾核电站全体干部员工辛勤劳动的结晶。核电站一切成熟的管理办法,都是中方员工在顾问的指导下勇于实践的结果,其中相当一部分,属于中方员工根据本民族特点的首创。因此,大亚湾核电站的管理,是符合大亚湾实际的管理,而不是简单的外国经验的照搬照抄。

正因为大亚湾核电站是我国第一座大型商用核电站,它的业绩和经验无疑将具有重要的示范作用。正如上级领导所要求的那样,大亚湾核电站要出效益,还要出人才,出经验,从今天的大亚湾核电站开始,今后的中国大型核电站,必然要实行中方的自主管理,而且是先

进的管理。大亚湾的经验,就应当是这一先进自主管理的重要基础。因此,对大亚湾核电站几年来的历程和目前已经存在的管理方式作深入的理性思考,将有助于明确今后的工作方向。

2. 大亚湾核电站管理模式的演变

我国正在推行社会主义市场经济体制,推行现代企业管理制度。我国的传统工业企业将逐渐从生产型转向经营型。核电站作为一个大型技术密集型企业,更应当率先推行现代企业管理制度。

核电站必须实行现代企业管理制度,摒弃传统管理模式,还有重要的理由,因为核电站必须始终把核安全放在首位。而核安全是没有国界的,核电站的管理必须与国际接轨,不可能片面强调地域特点而无视国际管理实践。为了保证核安全,核电站内必须培育安全文化。安全文化的精髓部分,与现代企业制度的要求是相容的,相辅相成的。

但是核电站的管理又不能简单地套用常规企业的现代管理模式,这是因为核电站的产品“电力”具有特殊的形态,核电站的用户也不是最终用户。同时,核电站的核安全始终是置于首位的,因此,无论从技术上、营销上、还是社会认同上,都必须把核电作为风险项目来管理。第三,核电站的营运必须得到外部的技术支持,但目前大亚湾核电站的核技术卖方也未能形成正规的公平竞争局面,核技术服务(供货)同样也是一种风险项目。

风险项目的管理除必须采用一般现代企业的管理思路,如:以形象、任务、目标和价值为载体的动态管理,鼓动家式或教练式领导方式,提倡透明度,强调团队精神、协调与合作以及整体不断学习进取以外,还必须具有以下两个重大特征:第一,始终以安全生产为中心议题,始终把安全放在第一位;第二,必须注意关系,要不断改善与增强与电网的关系、与供货商承包商的关系、与周边公众的关系、与新闻媒介的关系。同时,还要不断改善与协调核电站内部的人际关系。

大亚湾核电站建立符合核电站实际的管理模式,经历了几个阶段。第一阶段的管理模式从筹建生产队伍开始,到投产时为止,其基本特点是一长制领导下的逐级授权制。在企业组建初期,这一制度是有积极意义的,它明确了各级的责任,有利于克服有事无人管的现象,有利于克服小农经济的散漫习气,有利于克服十年动乱带来的无政府主义倾向,有利于建立起一个有权威的指挥体系。这一制度也有明显的弊端,它遏制了有益的横向沟通与协作,虽然程序规定可以使用法约尔跳板原则,但实际上部门分割现象比较明显。与此阶段相适应的业务计划是工程项目管理式的三级进度计划。

大亚湾核电站的第二管理阶段为1994~1995年,即投产的前两年。为了在肯定第一阶段管理优势的基础上,克服横向沟通不足的弊端,管理模式改变为以厂长(电站经理)为核心,各副经理分工负责,纵向指挥和横向协调相配合的方式。为了加强跨部门的协调,核电站成立了一系列委员会,由一名经理或副经理任委员会主席,各有关部门代表为委员。在委员会的会议上,经理行使双重功能。在主持讨论时行使主席的协调功能,在形成决议时行使经理的行政决策功能。这一管理模式的优点是明显的。经过一年多实践,缺点也逐渐显露出来。主要的问题是经理负担太重,疲于在会议间奔命,管理层次仍然太多,跨度太大。与这一阶段相适应的管理计划已逐渐摆脱了项目管理模式,但带有相当的指令性质。

1996年,大亚湾核电站的管理进入第三阶段,其特征为统一领导、分级管理、团队作业和网络管理。通过简政放权,管理跨度缩小。开发了各种形式的团队作业,特别是形成了项目负责人制和专业工作组制,较好地加强了横向的合作,工作效率有明显提高。与此阶段

相适应的管理计划，已经变成全体员工的业务承诺，形式上也具备了形象、远景、目标、任务、计划、价值等现代企业的动态管理要素。由于不再强调“以电站经理为核心”，而是“各副经理均有相同授权，在他所主管的工作范围内可以代表经理决策”，这一安排是考虑到经理是法籍专家为背景而提出的，有其加速决策过程的积极一面，但同时带来的负面影响是决策多元化、重复决策和不必要的交叉管理。

1997年7月由中方员工接任经理以后，原则上继承了第三阶段的成功管理经验，同时加上了“以电站经理为核心”的统一领导、分级管理原则。

3. 大亚湾核电站运行管理制度的来源与发展

为了使我国核电运行管理有一个高的起点，我们对于国外先进管理技术采用了拿来主义的办法。“拿来”的一个办法是引进一批国外有经验的核电管理专家，其中主要是法国电力公司的专家，同时也有来自美国、韩国、南非的专家。此外，我们还广泛参与了有关国际组织的活动，从中吸取了不少有益的管理经验。正如鲁迅先生所指出“拿来”必须博采众长，“譬如蜜蜂酿蜜，倘只叮在一处，所得就非常有限了”。大亚湾核电站的管理制度，决不是简单地从一个国家一个参考电站抄来的，它有以下五个不同的来源：

(1) 直接从法国实践中取用的

由于大亚湾核电站以法国格拉夫林核电站为参考电站，法国电力公司为大亚湾核电站生产运行技术后援单位，为了便于通过国家核安全局的审评，法规性技术文件直接取用了法国蓝本，因为这是经实践证明行之有效的。这部分内容包括：技术规范书、维修大纲、大修大纲、在役检查大纲、运行规程和事故规程、运行值班制度、工作过程、性能测试与瞬变统计、化学控制与化学监督、电站核安全委员会制度、事件报告与分析制度等。

(2) 参照法国经验加以演变的

对于那些法规强制性不那么严格，又必须结合现场情况具体实施的管理技术，我们在法国经验的基础上加以发展，形成了有大亚湾特色的制度。这部分内容包括：安全工程师周报制、电站质量管理手册、定期监督大纲、维修政策、大修指南、培训授权上岗制和经验反馈工作。这些工作的广度和深度在某些方面超过了法国“老师”，其中安全工程师周报制被1996年国际原子能机构赴大亚湾 OSART 团评为值得推广的良好实践。

(3) 由广泛的国际经验发展而来的

大亚湾核电站在更广泛的背景下全面学习了国际经验，这些成功的实践不是一国的而是国际普遍通行的实践，我们成功地引入并加以实践了。这一部分包括了大亚湾核电站日常管理中的主要部分，包括：事件分级、事件根本原因分析方法、系统工程师和设备可靠性管理、业务管理计划、目标管理与趋势分析、系统化培训方法、主控室操纵员执照管理、员工绩效评估、十大技术问题管理与跟踪、文档管理、质量保证活动、电站信息系统、辐射防护最优化、管理巡视、团队作业、国际交流计划等。

(4) 由中国工业管理的成功经验发展而来的

我国工业界（包括电力行业）几十年来也形成了或形成过良好的管理办法，其中著名的有鞍钢宪法（“两参一改三结合”）、大庆精神（“三老四严，四个一样”）和电力部事故处理要求（“三不放过”）。我们党还有“两个文明一起抓”的强有力的思想政治工作体系。大亚湾核电站充分研究和取用了这些有益的经验，并用于核电站的管理，属于这些管理技术的有：两个文明一起抓的思想政治工作体系，以“三老四严、四个一样，三不放过”为号召的

安全文化教育办法, 班组建设, 环境监测与环境质量评价, 大修的工程项目式管理, 电站性能的十大监督管理, 技术与设备巡视制等。其中大修项目管理很有特色, 也相当成功, 已为国外同行所借鉴。

(5) 根据大亚湾实际情况自行建立的

大亚湾核电站远离原设备供货商, 国内技术支持队伍正与大亚湾核电站一起逐步成长。大亚湾核电站采用现代企业制度进行管理, 不可能搞小而全的小社会式管理, 这就决定了在管理的某些方面必须按具体情况实事求是地拟定和实行自己的管理政策。这些政策不仅与国外参考电站有所不同, 也与国内其他电站有所区别。

这些政策和制度包括: 为了加强横向沟通而成立的若干专业委员会, 相对较大的维修部门和技术支持部门, 相对较为广泛而复杂的外部支持网络, 以及与此相适应的人力资源管理和承包商用工政策。此外, 我们还根据中国安全管理法规建立了符合大亚湾实际的应急响应组织和应急准备工作。针对核电站多专业的特点和人员技能尚有待于积累提高的现实, 我们建立了技术攻关小组的制度。

从以上的分类可以看到, 大亚湾核电站的现行管理办法, 是核电站全体员工在外籍顾问的指导下博采众长, 自行实践的结果, 这既不是一个人两个人的贡献, 也不是一国或两国管理模式的翻版。几年的实践证明, 这一整套管理办法是可行的、有效的。

4. 大亚湾核电站管理工作中的主要良好实践

几年来大亚湾核电站所形成的一整套成功管理办法, 是全体员工共同努力的结果, 这些管理方法, 也得到了全体员工的认同。从管理方面来说, 以下十项管理办法是应当加以肯定并坚持的。

4.1 业务管理计划

业务计划是对核电站进行动态管理的手段。大亚湾核电站投产初期, 工作重点在于解决一系列影响安全生产的建设安装调试遗留问题和生产中暴露出来的技术问题: 第一代的管理计划带有明显的工程管理特点残余, 基本上类似于工程三级进度表。1994年底, 第二任法籍厂长引入业务计划管理手段, 这一针对1995~1996两年度的计划内容十分全面复杂, 它包括10个关键领域, 26个目标和88项行动计划。引入这一业务计划的目的是为了建立起这一先进管理方法, 因而基本上没有得到各处的承诺, 是一个自上而下的指令性计划。由于1995年上半年我们集中精力于处理控制棒导向管问题, 业务计划的实际执行是从1995年夏季以后开始的, 经理部委派一名经理负责跟踪行动计划落实情况, 结果使这一计划变成了各处汇报工作的工具而没有能如所预想的那样作为管理工具。1997年, 根据业务计划执行结果的经验反馈, 1997~1998年度业务计划更名为管理计划, 同时广泛发动各处参与这一计划的制定。这一代管理计划以公司使命为依据, 以国际标准为参照, 并吸取了OSART专家的评审意见, 确定了核电站中长期发展目标, 逐年的15项业绩目标值, 和六大方面的改进行动计划。这一计划上与公司业务计划配合, 下与各处管理计划接轨, 真正实现了计划的管理功能。大亚湾核电站1997~1998年管理计划已经具备了动态管理所必须的各项要素, 经过反复讨论, 得到上级批准和全体员工的承诺, 执行和监督过程严密, 因而可以认为是一种有效的管理工具。

4.2 安全质量监督体系

大亚湾核电站的核安全监督体系包括公司和电站两级的核安全委员会、电站的安全执照

处和三班倒连续监督机组安全状态的安全工程师岗位、安全工程师的设置源于法国实践，在实际动作过程中，安全工程师进一步拓展了工作的广度和深度、根据现场工作的情况由周末值班安全工程师撰写的周报，及时向管理层提供有关核安全的信息及必要的分析，这对于推广核安全文化、协助经理在重大安全问题的决策方面，起了很好的作用。为此，安全工程师及其周报制被国际原子能机构的 OSART 专家认定为良好实践。

大亚湾核电站的工业安全、消防和辐射防护管理，既吸取了国际核电界的共同经验（其中也包括法国经验），又融合了中国核工业界和电力界的成功管理经验，因而取得较大成功，这三项安全业绩已与国际先进水平十分相近。其中辐射防护最优化管理已从理论和实践方面都取得了重大进展，达到相当高水平，得到国内外专家的一致肯定。

大亚湾核电站的运行质量保证体系，根据我国核安全法规的要求，充分吸取了法国、美国和其他核电国家的经验，实践中既坚持了独立性，又充分注重了实效性。在具体运作方面，除坚持法规所要求的严格符合性检查外，也逐步作了以业绩为中心质量保证工作尝试，并取得了积极的成果。

4.3 团队作业和逐级授权制

大亚湾核电站正逐步摆脱经理作为单纯发号施令者的形象，通过逐级授权和强调在尽可能低的层次上决策，有效地避免了过于集中的决策过程，防止经理本人成为工作过程的“瓶颈”。这一方式称为系统化管理。为了防止和克服“逐级授权”和“低位决策”可能带来的分散主义弊端，核电站提倡团队作业方式和横向沟通的合作方式，重大问题必须集体研究决定，涉及多个部门和专业的决定必须事先征得有关部门的认可。

为了加强管理的力度，建立了管理巡视制度，这是管理干部走向现场加强与员工沟通的一种方式，管理巡视不同于“现场办公”，也不同于一般走马观花式的领导视察。管理巡视是管理层有计划地带着问题深入一线与基层干部和员工交流，既是一种调查研究，也是一种上下级的情感沟通。1997年上半年，经理部曾以“反不良工作习惯”和“在岗培训”为主题，组织了两次统一的管理巡视，收到很好的效果。

4.4 透明度和经验反馈体系

为了把员工个人的经历和教训变成集体的经验，加速知识和技能的积累过程，为了充分利用现场发生的意外，发现问题，改进管理，最终保证高的安全水平和生产业绩，大亚湾核电站一贯提倡维持透明度，并与之配套地建立了有效的事件分析方法。这一方法与电力部处理事故的“三不放过”原则是完全一致的。我们特别强调的是根本原因分析和纠正行动的有效性。

透明度的第二层含义，是公司的使命、目标、任务和存在的困难与问题，都应当让全体员工知道，力图使员工都成为企业的主人。

在对外关系上，我们也坚持透明的原则，坚持在核安全问题上的国际高标准并定期如实地向新闻媒介和公众介绍核电站的运作情况。同时，公司也有计划地组织各界人士来厂参观访问，促进了各界对核电的理解与认同。

4.5 终身培训制和系统化培训方法

为了维持和提高核电站员工和干部的业务技能和管理水平，核电员工的培训计划是终身制的，即每一名员工和干部都要根据个人培训计划，每年都参加一定课程的培训和考核，只有合格者才能授权上岗。

大亚湾核电站目前的培训方法是国际原子能机构所提倡的系统化培训方法。这一方法的

要点是从分析培训需求出发, 设定个人的培训计划, 在执行中不断总结其技能, 再返回作需求和培训计划的更新。这一方法实现了螺旋式上升的闭式循环, 其实质上分类似于经验反馈体系, 体现了“不断改进”的现代企业管理观念。

4.6 滚动式管理

大亚湾核电站对于技术问题和其他管理事项, 采用了滚动式管理方法。这一方法可以通俗地称为“十大管理”, 以技术问题为例, 这一管理的过程是: 收集所有应当关注的问题, 以一定的权重对每一问题的核安全重要性, 对可用率的影响和对发电成本的影响进行评估, 然后按权重对问题作先后排列, 挑出其中得分最高, 即最需要关注的十个问题列表定期向经理部报告进展情况。当某问题解决以后, 则以次高得分的问题依次递补。得分较低的问题则安排在较低层次上去关注和解决。

这一方法既可以使经理们能统览全局, 避免挂一漏万, 又可集中注意力于最重要的问题上, 防止顾此失彼。

4.7 专业工作组

专业工作组用于解决某一期限内必需解决的重大技术问题的一种组织形式, 电站经理部根据这一特定任务, 指定一名技术负责人, 再由技术负责人召集有关方面的代表成立工作组, 直至任务完成为止。

专业工作组不同于我们所熟悉的“青年突击队”, 也不同于一般的课题组。专业工作组不以人群的共同志趣为纽带, 也不由具有相似技术背景的专家组成。专业工作组以特定的任务为中心, 由专业上互补的工程技术人员所组成, 小组内的每个成员既是专家, 又是特定部门的代表和联络员。执行任务期间, 小组成员, 特别是组长, 可以获得高于平时的授权。因此, 专业工作组的运作方式是比“协调”更高级的“合作”模式, 是企业管理手法的一个新台阶。另一方面, 正因为其组织形式类似于我国传统的“突击队”或“课题组”, 因而又易于为大家所接受。

几年来, 我们成立过控制棒问题组、小汽轮机组、柴油发电机组、影响机组安全的遗留问题组、根本原因分析组等, 都收到了很好的效果。

4.8 工程项目式大修管理

大亚湾核电站的换料大修采用工程式管理机构, 它本身是我们最大的一个专业工作组。

大修是核电机组运行的一个特殊方式和特殊阶段, 这一阶段机组设备运行工况变化频繁, 各种检修作业往复交叉, 接口繁多, 是运行安全事件的高发区, 大修的质量与进度又直接关系到随后机组的安全行为和运行业绩, 因此大修的管理极为重要。

国际上的大修管理大体有两种模式, 一种是“交钥匙式”, 运行队将全部管理责任移交给大修队, 直至双方认可大修完成之后再重新接手机组的运行管理。另一种是“常规管理式”, 大修由核电站维修部门及有关承包商负责, 一切大修活动按日常生产调度系统的规则动作。

大亚湾核电站在组织第一次机组大修时, 考虑到中方人员技能和经验方面的欠缺和当时员工队伍磨合的情况, 决定采用我国常规工业界的成功管理经验, 以便充分利用国内已有的管理经验和机组调试阶段所积累起来的经验, 以形成快速有力的指挥体系和应变能力。这一方法的主要内容是成立大修指挥部, 在大修责任厂长指挥下, 全面协调调度大修活动。大修指挥部的成员在大修期间可以获得相当于经理的部分授权。大修指挥部下设若干维修队和专业工作小组, 以及负责安全、质量、计划、协调的管理工程师。大修期间, 核电站大体分成

生产运行和大修两大部分，当大修与安全生产发生人力、物力方面的冲突时，以安全生产为第一优先。

大亚湾核电站工程项目式大修管理经几年实践，已经比较完善。这一管理方式已得到国际同行的认可。

4.9 班组建设

班组是企业的细胞，班组管理与建设必须作为核电营运管理的重要内容。大亚湾核电站从1995年起将班组建设列入管理工作日程，1997年将它列为十大管理问题之一。

核电站有两类工作性质有别的班组，一类是运行值，其任务专一，作业范围广，知识面宽，风险很大，责任很重，采用倒班运作方式。另一类是其他班组，其专业相对固定，在特定专业范围内技术技能深度要求很高，工作有张有弛，视机组状态而定，采用日班及应急值班制运作方式。

经理部对这两类班组采用了不同的管理方式，几年来安排了不同的试点。对这两类班组，班组建设的重点都是班组带头人的培养和教育，内容主要是授予权限，赋予职责，教以方法，考以业绩。我们承认班组是企业最基层的管理单位，承认班组长在本单位的管理权。我们要求运行值的值长建立“厂长心态”，由他们主持某些日常生产会议，要求他们在值班期间负安全和生产的全部责任。我们要求其他专业班组长负起安全、行政、管理、培训和任务分配与跟踪责任。这样，我们就把“两个文明”建设的任务落实到了基层。

核电站的班组建设，带有相当浓厚的中国特色，习惯上常用的管理办法如班组竞赛等，在大亚湾也得到了很好的应用。班组建设的核心问题，是一定要抓实效，而不能搞形式主义走过场。

4.10 企业文化建设

班组建设是企业文化建设的一部分，但企业文化建设有更为广泛的内容。企业文化建设的核心是形成全体员工的凝聚力和对企业的归属感。大亚湾核电站从1995年开始筹划企业文化建设计划，目的是利用企业文化这一载体，抓好两个文明建设，推动企业进步。

企业文化建设的内容十分广泛，包括建立企业的经营观念、价值观、管理模式、企业内外人际关系等等。作为核电站，由于核安全的特别重要性，企业的核心应当是安全文化建设。大亚湾核电站在安全文化建设方面已经形成了一系列成功作法。其中最主要的经验是领导带头，高度重视，其次注重安全文化要求的民族化本地化，特别注意各项要求和标准在基层班组的落实。这一方面的工作已有专文作了总结。

5. 今后主要任务与工作重点

前一部分肯定了大亚湾核电站良好实践中的十个主要方面，这只能说明这些管理方法是有效的，而不是说在这些方面我们已经做得尽善尽美，事实上这些实践的应用与理想还有相当差距，有待今后不懈地努力。

大亚湾核电站经过近四年商业运行，各方面都取得长足进步。当前广东地区核电发展前景良好，形势是十分鼓舞人的。从内部来说，各方面希望大亚湾核电站能在几年内努力达到世界先进水平，这是非常光荣而艰巨的任务。大亚湾核电站今后发展的主要制约因素很多，外部因素有电网吸纳核电的能力与意愿，公众和新闻媒介对核安全和环保的高要求以及国内核技术服务供方市场的成熟程度，而内部因素有内部各部门之间的职权利分配，现代企业管理制度与旧观念的冲突，以及运行队伍的管理能力和业务技能，足够的人力资源及其稳定

性。所有这些因素中，最具影响力的是内部的观念更新和人力资源管理。我们的总发电成本必须有竞争力，才能在其他替代能源面前保持住核电的发展地位；我们必须有极好的业绩，才能使核电为公众各界普遍认同和接受。事实上，在从计划经济向市场经济过渡的过程中，在推动社会主义现代化企业管理的过程中，若干不可避免的消极因素如拜金主义，享乐主义和泡沫经济等，必将影响部分员工的士气。而没有一支稳定的员工队伍，我们就不可能面对上述两重挑战，新旧两种管理思想的冲撞无疑会带来决策上的困难。

但是，大亚湾核电站发展的机遇也是空前的。前四年总体良好的运行和安全业绩，增强了各界对核电的亲合力。广东地区经济的高速增长，对电力的需求及燃煤电厂日益严重的环保问题，使核电成为该地区极有吸引力的能源选择。广东岭澳核电站的建设及广东地区今后十年的核电发展规划，为核电员工提供了更为广阔的发展空间，摆脱了孤立电站局面后，也有利于减轻运行技术上的压力。我国坚持改革开放的政策，大型国有企业深化改革工作将有利于改善核电营运的外部环境和管理环境。只要大亚湾核电站发扬长处，克服弱点和不足，我们就能抓住机遇，迎接挑战。

根据大亚湾核电站的业务计划，我们今后两年内的主要目标是：电站业绩达到并保持世界中间水平，并逐年有所进步；积极支持二核生产准备，筹建二核生产队伍；优化管理，形成有中国特色的核电站营运管理规范；形成创世界先进水平核电站的战略和计划并付诸实施；为广东核电今后的发展培养干部。

为此，我们必须对过去的实践加以认真分析。我们应当坚持并发扬那些成功的管理方法，发展和改造那些尚不成熟或尚有缺欠的方法，尽快建立尚属空白而又急需补充的方法。我们也不排除这样的可能，个别没有实效、不适合大亚湾实际的方法将会被摒弃。今后一两年内，以下方面是应当加强的：

- 牢固树立全员的质量意识，推动以业绩为中心的质量管理；
- 优化作业过程，加速大纲、程序的更新升级；
- 加强人力资源管理、规范干部聘任制和员工绩效评估方法；
- 全面推进设备可靠性管理、包括建立设备专责制，建立设备可靠性数据库，扩大系统工程师队伍和 PSA 技术的应用；
- 推广风险中心管理技术；
- 加强各级的成本管理。

6. 结束语

我们不但要建设好核电站，而且要管理好核电站。在一定意义上可以说管理好一座核电站比建设好更难。1997年，大亚湾核电站实现了中方自主管理，这是大亚湾核电站运行历史上的一件大事，这标志着我们在新的起点上应该取得新的进步。我们的管理改革应当深化、优化，而决不能退化和弱化。在原有的基础上，有计划地改造提高，创造优秀的核电业绩，这就是我们的方向。

1997 年管理计划及其执行情况

刘达民

摘要：本文介绍了大亚湾核电站目标管理的基本思路、1997 年管理计划的基本内容及其执行情况。

关键词：目标管理/管理计划/执行情况/核电站

1. 目标管理和计划

大亚湾核电站投产伊始，即在外籍专家的帮助下引入了目标管理机制。通过明确使命、提出目标、制定战略、落实计划和跟踪反馈这样一个动态循环过程，有效地保证了电站各项业务活动按照正常健康的轨道运作，各个领域的工作保持持续改进的势头。管理计划就是核电站实现动态管理的一个具体形式。

为了保证实施的可操作性和有效性，管理计划的制定遵循了“领导提出、群众参与”的原则。计划的内容包括使命和目标、考核指标、改进计划和跟踪体系几个部分，体系的构架又分为公司发展计划、部门管理计划、处级管理计划和科级工作计划等几个层次。无论从内容上还是构架上，管理计划都是一个自下而上逐级承诺的战略体系，每一层级的行动均是对上一层级内容的深化和细化，是实现上一层级目标的战略步骤，见图 1-1 和图 1-2。本文着重介绍部门管理计划中电站管理计划及其执行情况。

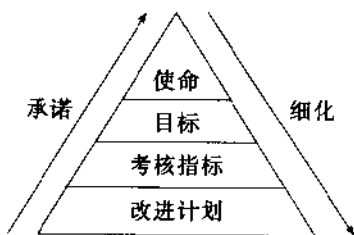


图 1-1 管理计划内容结构

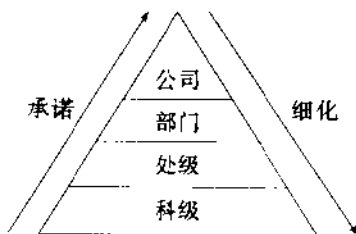


图 1-2 管理计划体系结构

2. 1997 年管理计划的内容

2.1 使命和目标

使命是企业各项工作的根本立足点，不同的企业有不同的使命宣言。大亚湾核电站有着特殊的工业特征和内外环境，首先，作为一种核能，保护公众、保护社会、保护环境是她的庄严承诺，必须保证高度的安全性；其次，它也是一种电能，保障供电和电网系统安全是她的崇高责任，必须保证高度的可靠性；当然，保证经济效益是一个企业赖以生存的重要前提，必须要有高度的经济性。同时，大亚湾核电站作为广东核电系列发展的人才和技术基地，培养和输送高素质的人才她神圣使命。因此，大亚湾核电站的使命确定为：一、以最优安全状态和最佳成本发电，满足电网的需要；二、在公众中保持中国民用核工业的良好形象；三、成为当地的模范企业，并支持中国核电事业的发展，特别是岭澳核电站的生产准备。

目标是企业发展的动力源泉。大亚湾核电站的目标是：关键业绩领域两年内达到世界中间水平、五年内进入世界先进行列。国际核电界对中间水平和先进水平给予了明确界定，中间水平是指高于和低于该水平的核电机组数各占一半；先进水平是指高于该水平的核电机组数占 1/4。

2.2 考核指标

明确了使命和目标之后，电站根据自身工业特点，结合各内外环境，以目标为中心，确立了 15 项战略考核指标，见表 2.2-1。

表 2.2-1 管理计划指标体系

指标要素	战略考核指标	1997 年目标
核安全	<ul style="list-style-type: none"> • 单机组 7000 临界小时非计划自动停堆次数 • 单机组运行事件次数 • 第 1 组 I₀ (安全系统不可用) 总消耗比 (单机组) • GOR9 (运行总则第九章) 要求的定期试验一次成功率 (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.5 • 10 • < 9 • > 95
发电能力	<ul style="list-style-type: none"> • 机组能力因子 (%) • 机组非计划能力损失因子 (%) • 单机组 7000 临界小时与电网非计划解列次数 	<ul style="list-style-type: none"> • 78 • 3 • 2
环境保护	<ul style="list-style-type: none"> • 放射性废液排放 (占年限值%) • 放射性废气排放 (占年限值%) • 单机组中低放固体废物产生量 (m³) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 • 3.5 • 230
常规安全	<ul style="list-style-type: none"> • 20 万小时工业安全事故率 • 单机组集体辐射剂量 (人·Sv) • 单机组未遂火灾次数 	<ul style="list-style-type: none"> • 0.28 • 0.9 • 5
成本控制	<ul style="list-style-type: none"> • 已批准的预算支出 (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • < 95
人员编制	<ul style="list-style-type: none"> • 电站正式员工人数 	<ul style="list-style-type: none"> • 831

从表 2.2-1 可以看出，电站的考核指标不仅包括生产业绩和经济效益等硬指标，而且把人力资源开发作为一个指标要素来管理。这不仅取决于核电站的高技术和人才密集特征，也是核电站推行现代企业制度的一个基本特征。

2.3 改进计划

电站采用目前国际上通行的 Benchmarking 方法，对各项指标领域的现状进行全面评估，并与目标水平以及国际同行水平作动态比较。以此识别自身差距，从而通过合理定位，形成消除差距战略行动计划，即改进计划，见表 2.3-1。改进计划中的每一个改进项目均建立具体的执行计划，并与指标考核体系直接挂钩，以指标作为考核手段。

2.4 跟踪体系

跟踪体系是有效落实各项行动的关键。管理计划的跟踪体系采用动态的比较跟踪法，分为两个部分。第一部分是实际结果与考核目标的比较，即每一项指标均做出实际状态与目标状态的逐月趋势曲线，并用交通灯的形式进行管理。这样，每月有几个急需改进的项目（红灯）、几个需给予关注的项目（黄灯）、几个进展满意的项目（绿灯）就一目了然。管理上的部署可以随着趋势的变化适时地、有针对性地做出调整，从而使各方面的工作呈螺旋式上升的态势。

表 2.3-1 管理改进计划

改 进 计 划	负责人
• 组织与管理	× × ×
1. 团队建设	
2. 管理效率	
3. 人事制度改革	
4. 支持二核（岭澳核电站）生产准备	
5. 优化生产成本	
• 人员资格与业务水平	× × ×
6. 业务水平、核安全文化水平和管理水平	
7. 管理对培训的投入和参与	
8. 培训资源的充实	
9. 应急的培训与响应	
• 监督与控制	× × ×
10. 管理层和职能监督部门对生产活动的投入与监督	
11. 自我评估大纲	
12. 职能监督部门之间的沟通和协作	
• 工程设计支持	× × ×
13. 可靠性数据库、外部支持网络	
14. 电站设计改造大纲	
15. 运行经验反馈大纲	
• 运行管理	× × ×
16. 职责与分工、值长的厂长心态	
17. 运行活动的风险准备	
18. 运行活动的职业规范	
• 维修管理	× × ×
19. 优化大修管理	
20. 维修活动的职业规范	
21. 维修制度、维修程序的完善	

第二部分是实际结果与国际同行的比较，即选取一套国际上通用的指标，与 WANO 机构（世界核营运者协会）的中间水平和先进水平进行比较。通过归一化计算，用蜘蛛网的形

式，标示出各业绩领域在国际同行中的位置以及进展的满意度。

这样，通过纵比与横比，管理计划的跟踪就形成了一套次序分明、点面结合的网络体系。

3. 1997 年管理计划的执行情况

在 15 个承诺的战略指标中，13 个达到了预期的目标，2 个没有达标的是工业安全事故率和火灾未遂次数，见图 3-1。造成这两个指标超标的主要原因是现场活动中普遍存在不良工作习惯和习惯性违章。尽管电站从 1997 年初就已经意识到这个问题，也花了很大力气抓这方面工作，经理部曾经连续两个月以此为专题深入各生产领域巡检，并且颁发了相应的管理条例，但是由于习惯、观念的转变需要一个长期的过程，也由于惯性的影响，工业安全和消防工作虽进步很大但仍不容乐观。因此，仍然是未来两年的工作重点。

在国际核电界通用的 WANO 机构 12 项业绩指标中，有 7 项已经达到或者超过世界中间水平，其中 3 项进入了世界先进行列，见图 3-2。这是大亚湾核电站投产以来的最佳业绩。可以认为，到 1997 年底，大亚湾核电站主要业绩领域已经达到国际中间水平，这为下一步迈入先进行列创造了有利条件。

6 个方面的改进计划也均取得了很大进步。特别是在管理培训、班组建设、新员工培训、自主维修培训、不符合项管理以及运行人员的厂长心态培养方面，几乎每一位干部和员工都感受到了显著的变化。

4. 结束语

实践证明，推行现代企业制度的大亚湾核电站必须采用动态的目标管理方法。管理计划是实现目标管理的重要手段，在已经取得的优良业绩中起到了龙头的作用，也必将在创先进的进程中发挥更大的作用。

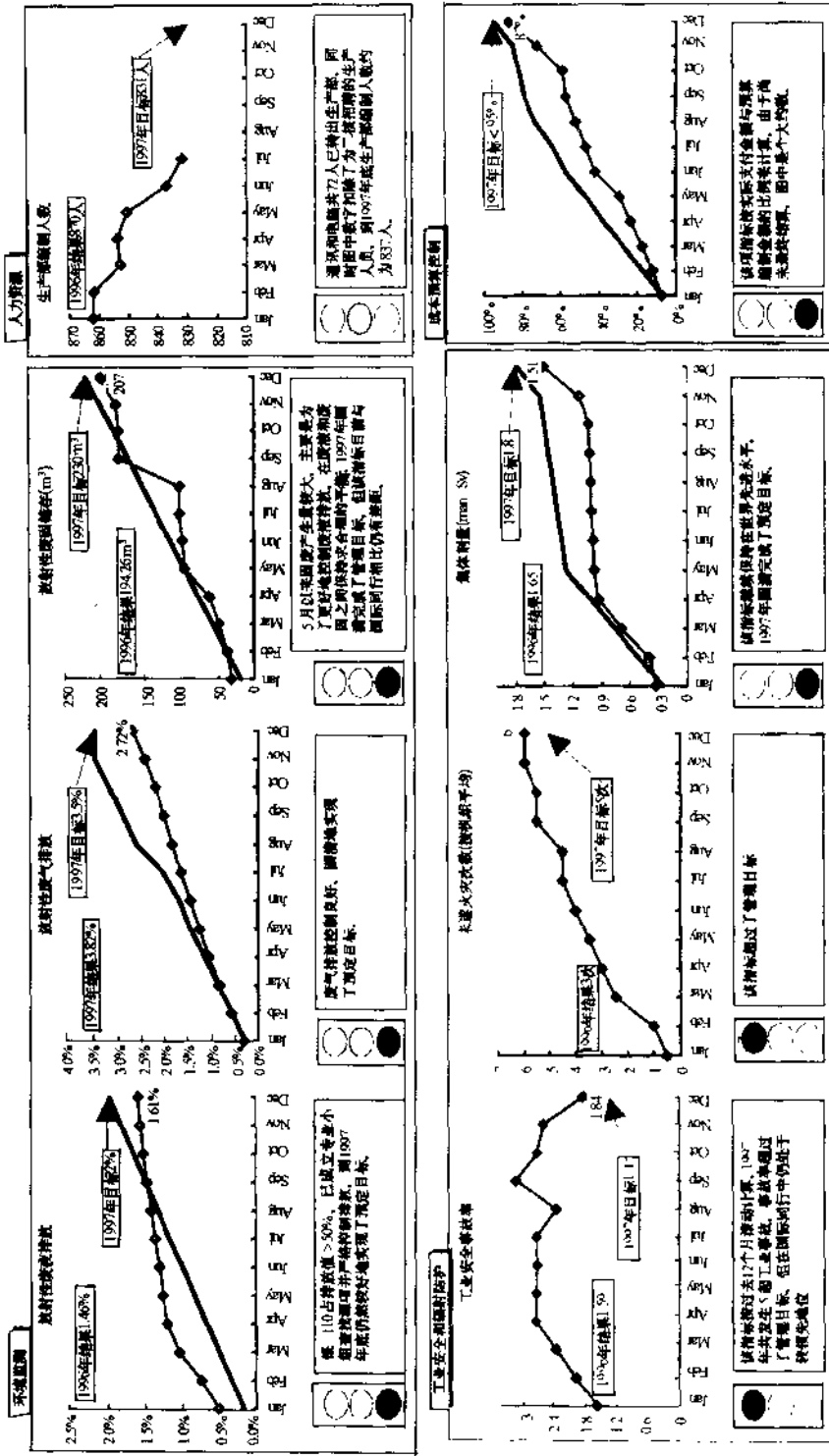


图 3-10 CNPSI1997 战略目标

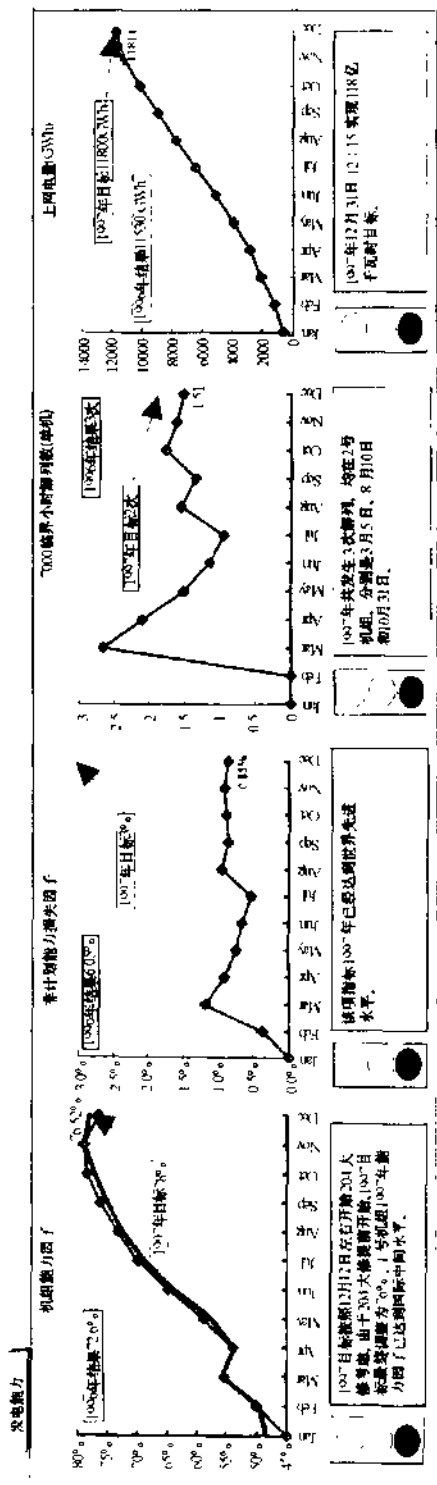
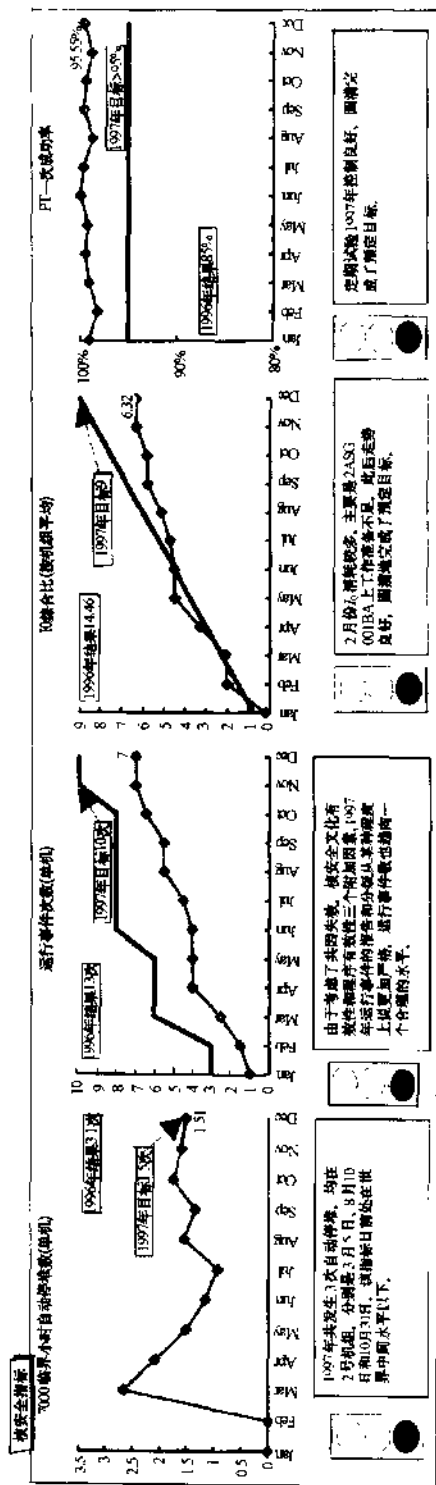
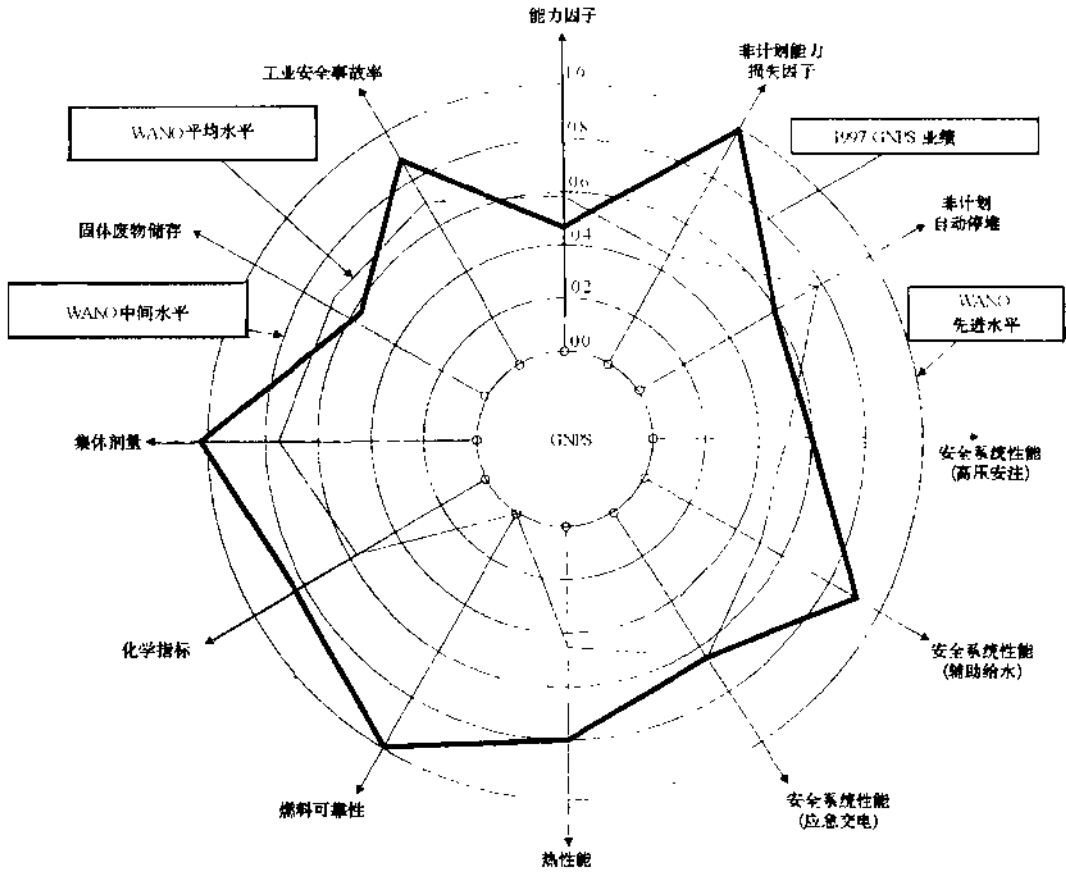


图 3-16 GNPS1997 战略目标



归一化数据表	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
能力因子	69.9	71.7	73.5	75.3	77.1	78.9	80.7	82.5	84.3	86.1
能力损失因子	10.5	9.4	8.3	7.2	6.1	5	3.9	2.8	1.7	0.6
自动停堆	3.6	3.2	2.8	2.4	2.0	1.6	1.2	0.8	0.4	0
高压安注	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001	—
辅助给水	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001	—
应急交电	0.018	0.016	0.014	0.012	0.010	0.008	0.006	0.004	0.002	—
热性能	97.45	97.7	97.95	98.2	98.45	98.7	98.95	99.2	99.45	99.7
燃料可靠性	4.95	4.4	3.85	3.3	2.75	2.2	1.65	1.1	0.55	—
化学指标	0.465	0.43	0.395	0.36	0.325	0.29	0.255	0.22	0.185	0.15
集体剂量	3.145	2.89	2.635	2.38	2.125	1.87	1.615	1.36	1.105	0.85
固体废物	181.5	165	148.5	132	115.5	99	82.5	66	49.5	33
工业安全事故率	1.885	1.69	1.495	1.3	1.105	0.91	0.715	0.52	0.325	0.13

图 3-2 1997 年 GNPS 关键业绩领域与 WANO 指标的比较

大亚湾核电站的安全文化建设

濮继龙

1. 前言

核电站是一种高科技的企业，由于核安全问题的重要性，核安全始终处于各级领导所关注的中心地位。核电站营运者必须始终坚持安全第一，质量第一的原则，依靠全体员工自觉的行动来达到优秀的安全业绩。为此，必须抓安全文化的培育。

文化，是指在一定物质基础条件下，某一特定人群所共有的价值取向和行为规范。维系一个社会必须有相应的法律，但仅仅依靠法律是不够的。还必须有人们的共同认可，也即约定俗成的社会伦理道德来规范人们的行为。社会伦理道德就属于文化的范畴。核电站核安全管理也具有类似的情况。首先，保障核安全要靠一整套行之有效的法规和程序，以此来规范各种作业过程和行为模式。其次，核安全有待于每个员工的努力，因此，我们还需要一系列全体员工认可的行为规范，这就是安全文化的范畴。

就国际核能界来说，安全文化概念是1986年切尔诺贝利事故后由国际核安全咨询组(INSAG)提出来的，可以认为是国际核能界共同经验的总结。国际原子能机构的出版物《安全文化》(INSAG-4)为我们界定了一系列推行安全文化的要素和方法。

当然，安全文化也可以叫做核安全文化，因为它与核安全密切相关。核安全是我们最优先考虑的问题。但这并不等于说，核电站的管理层只关心核安全，而不甚关心电网安全、工业安全、辐射安全、消防等其它安全。相反，核电站管理层十分重视消防、工业安全等所谓常规安全，这是因为常规安全与核安全有千丝万缕的联系，许多核安全事件往往是由消防或电网安全等问题引起的，核安全事件通常也伴随有其它安全后果。其次，核安全文化水平本身不那么直观，是比较难以度量的，一个正常运作的核电站也不可能频频出现核安全事件。而核电站管理层和员工安全意识的高低，却能比较容易地从日常安全行为中观察出来。从这个意义上说，常规安全水平可以间接地用于度量核安全文化水平的高低。因此，我们讲的安全文化将以核安全为中心。同时，涉及电站安全的所有方面。

培育安全文化是一个长期的不懈努力的过程，它的任务是通过塑造人、改变人，而达到核电企业的优秀安全业绩。而一个核电企业，长期稳定的安全又直接等同于经济效益。安全文化培育过程，就是企业建设两个文明的过程，是建设企业文化的过程，核电的企业文化，必然以安全文化为中心。

2. 大亚湾核电站培育安全文化的实践过程

大亚湾核电站的安全文化培育活动早在生产准备阶段就开始了，由于1996年以前核电站由法国专家主持全面工作，故早期的安全文化教育也是由法国专家主持实施的，在此期间，中方专家也作了不少贡献。

1991年至1992年为安全文化的学习宣讲阶段。公司总经理带头，全体干部听取了法国

专家对 INSAG-4 的宣讲。INSAG-4 被译成中文后,组织各级干部参加了学习和开卷考试。

1992年3月至1993年6月为第二阶段,以《核电站安全管理》小册子为基本培训教材,《电站质量管理手册》为主要参考材料,并结合国际经验反馈及事件分析,对电站各管理层次的干部和全体员工进行核安全管理教育。这一阶段的工作重点是树立全员的质量安全意识。核安全文化教育被作为电站质量管理的政策性要求,写入了《电站质量管理手册》。

1993年6月至1994年底,随着大亚湾核电站1号机组首次装料,现场开始承担实质性的核安全责任。安全文化教育随之也进入了第三个阶段,即活的安全文化教育阶段。这一阶段的工作方式是以现场实际发生的异常事件为教材,组织认真的事件分析和经验反馈活动,对全体员工反复进行安全意识教育。同时经过调试投产,核电站管理队伍和员工队伍也得到很好“磨合”,各项规章制度经过试用,利弊也逐渐显现出来。

按照大亚湾核电站投产以来第一任经理、法国专家维拉先生的总结,经过1991~1994年三个阶段的努力,大亚湾核电站在安全文化方面初步确立了四大支柱。它们是:(1)主人翁意识。核电站设立了一套员工应遵守的规定,要求每个员工要以主人翁的心态来对待各自的工作。每个员工都对电站的安全、可靠和有效运作负有责任。不管在电站发生什么事,任何看到的人都有义务立即报告上级。(2)电站组织机构,电站组织机构是根据国际核电营运的经验确立的,要求员工认识到,这与一般火电站的机构设置是不同的,具有相当不同的运行管理标准,必须严格执行运行总则和相应的技术规范。全体员工必须尽力追求核安全的优秀业绩,而不能强调民族和地域的特殊性来放松对自己的要求。(3)团队精神。由于核电站专业众多,各专业之间又必须有密不可分的联系,因此,核电站在组织机构内提倡团队精神,提倡跨专业的共同的成功意识,以此来解决众多的接口问题。(4)个人的工作态度。每一个员工都要认识到,核电无小事。不管从事何种作业,员工都应当表现出同样的质疑态度和严谨作风。

维拉先生的总结较好地概括了大亚湾核电站早期安全文化教育的重点。改变人的态度和习惯是一个长期的过程。直至今日,我们的许多问题仍然出在这四个方面。可以认为,维拉先生的总结也是一个跨国界的国际经验总结。

1995年,在第二任法国经理德盖先生的领导下,安全文化教育工作重点集中于进一步完善经验反馈体系和事件分析方法论。根据两年多的实践,对《电站质量管理手册》作了修订,使之更加简明可用。而在事件分析方法方面,通过引进INPO方法和FPI方法,也更加多样化了。

1996年是核电站安全文化建设方面具有转折性意义的一年。经过了几年的努力,加上又要迎接国际原子能机构的运行安全评估活动,各方面都很关心大亚湾核电站的安全文化教育工作究竟有何效果,还存在什么问题。为此,组织了核安全文化自我评估活动。员工和各级干部自我评估的结果表明,虽然我们的安全意识和作业习惯有了明显进步,但仍然存在不少薄弱环节,其中最主要的是员工参与程度、上下级沟通、经理个人行为 and 培训管理,这与后来国际核安全专家实施的运行安全评估的结论基本一致。此次调查的结果为确定后来的安全文化推进计划提供了重要的依据。

1996年6月6日,大亚湾核电站2号机组发生了因人为失误造成的紧急停机停堆事件。事件中所暴露出来的管理问题远大于技术问题。人们自然要问,我们一再提倡的“四大支柱”为什么效果不佳?针对这一事件和这一问题,经理部经过深刻思考,决定以此为契机,组织一次全员以班组为基础的广泛学习讨论活动。从此,安全文化教育重心开始往基层转

移,明确地提出了讲求实效的原则。

如前所述,大亚湾核电站的早期安全文化教育,是以法国专家为主推动起来的。如果说在投产的前几年,作为中国第一个高起点核电站,我们要引进国外先进管理技术,对于安全文化,也同样采用“拿来主义”,是一种正常的有远见的决定。那么,当主要靠中方员工参与,经过两三年实践之后,人们对按洋本本照本宣科已经不满足了。当然也有少数干部和员工提出了“安全文化是外国的经验,是否适用于我们”的疑问。经理部捕捉到这一信息,意识到这是一个将国际经验民族化、本地化的问题。经过认真研究,我们分析研究了安全文化与本民族文化的异同,本国工业活动管理的良好实践与安全文化要求等一系列理论问题,并从而提出了推行安全文化与推进现代企业管理制度相结合、推行安全文化与建立企业文化加强班组建设相结合的观点,并且充分利用我国成功的“三老四严、四个一样、三不放过”等群众耳熟能详,非常口语化的口号来宣传和推进安全文化基本要求,从而使安全文化推进工作进入一个新的时期。

1997年,在继续推进以安全文化为核心的班组建设中,针对几年来反复出现的问题,查找根本原因,将工作重点转移到以反不良工作习惯、反习惯性违章为中心的实践活动。为此,经理部曾一连三个月以此为专题开展统一计划的管理巡视,以此推动了各级干部的管理巡视和班组学习,收到了很好的效果。在充分利用三年商业运行经验的基础上,1997年上半年组织专业组对复训课教材进行了更新,特别是综合了1996年的研究成果,全面改写了安全文化培训教材。至此,一个有大亚湾特色的安全文化教育方法已初步形成。

3. 有关安全文化培育过程的若干考虑

经过几年摸索,大亚湾核电站的安全文化教育工作已逐渐形成了自己的特色。我们认为,以下几种观点和做法是特别重要的。

3.1 两个文明建设过程离不开安全文化培育过程

作为社会主义祖国领土上的一个大型企业,我们必须按党中央的要求,在抓好物质文明建设的同时,抓好精神文明建设,两手都要抓,两手都要硬。物质文明和精神文明是不可分的,作为企业职工,精神文明的核心是职业道德、家庭美德和社会公德。良好的职业道德是现代企业立足于市场而不败的必要条件。这一点对于核电站尤为突出。核电职工的职业道德,其核心就是安全文化,每一个员工都要时刻记住保护环境、保护公众、保护员工的神圣职责,并以良好的技能去圆满地履行这一职责。一个良好的安全文化水平有赖于高度的责任心,而这也正是精神文明建设的内容。大亚湾核电站的安全文化建设从一开始就与思想政治工作相结合,实现了党政工团的齐抓共管,而不仅仅把安全看作是管生产安全的人的事,另一方面,核电站的党政工作,也必须以安全生产为中心,全力推进安全文化培育,把这一工作和建立现代企业管理制度结合起来。

3.2 认清国情厂情,确立工作主攻方向

安全文化是国际核能界共同经验的结晶,应当说是普遍适用的。然而,由于国情不同,厂情不同,推进安全文化的主攻方向、工作重点和方式方法乃至口号要求均应有所不同。

大亚湾核电站强调安全文化教育,有着非常特殊的意义,因为它位于毗邻香港的深圳经济特区,核安全始终是高度敏感的话题,倍受公众和传媒的关注。其次,大亚湾核电站作为我国第一座大型商用核电站,其运作管理无疑具有极大的示范作用,它必须有十分优秀的安

全业绩，才能树立起良好的核电形象。大亚湾核电站的实践将为今后我国核电站管理提供重要经验。第三，大亚湾核电站的领导与员工都认识到，核安全是企业生存和发展的根本，也是全体员工的切身利益之所在。

长期以来，我们社会以农业为基础，工业和产业工人队伍欠发达，领导方式上习惯于“一杆子插到底”，由于我国的法制不够完备，公民守法自觉性较低，执法也不够严格。改革开放以来，东西文化的交流，对员工队伍的正面和负面影响均强烈。我国目前这种社会主义初级阶段的管理特征对于员工队伍的影响是：有很强的上下级关系，个别人工作只对上级负责，而不是对总体的效能负责，管理上喜欢搞“万事不求人”，员工个人守法意识差，又怕受处分。这些特点造成人员在上级面前过于屈服，而同事之间却难于妥协。以上这些，是培育安全文化中的难点。

另一方面，正因为大亚湾核电站毗邻香港，外界和国家各级部门对于核安全给予了高度关注，而这支队伍相对年青，受过较好教育，业务和管理骨干大部分在国外培训或工作过，对现代企业管理制度有所接触，易于接受新鲜事物。同时，国内改革开放的大形势和建立社会主义市场经济的大气候，对于我们推动以现代企业管理制度为特征的安全文化教育，又是十分有利的内外部条件。

正是针对了上述国情和厂情，大亚湾核电站推行安全文化的工作要点从一开始就确定为：

- 从领导干部抓起，从上层抓起，一级带动一级。
- 抓建立健全安全规章制度。
- 抓全员执法守法自觉性。

事实证明，这样抓是对的，是有效的。

3.3 安全文化培育工作与建立现代企业管理制度相结合，以人为本，形成统一周密的行动计划

国际原子能机构在推出安全文化概念以后，一直在不断探索在核电站内建立安全文化的有效方式。90年代初，由于国际经济环境的变化，以哈佛学派为代表的新的企业管理理论逐渐为人们所接受。研究发现，新的现代企业管理理论的要点，与安全文化的要求在许多方面是相通的。比如，一个优秀的现代企业所应具有的典型特征是：必须以形象、远景、目标、任务、计划为载体，对企业运作作动态管理，必须有团队作业精神，必须提倡透明度，经理的作用必须像鼓动家和教练，企业必须不断学习进取等等。国际原子能机构的专家组充分地将这些有效的管理思想吸收过来，形成了推动安全文化的有效方法。

大亚湾核电站也参与了这一利用现代管理理论推动安全文化建设的尝试，并作出了自己的贡献。1995年，我们开始拟定业务计划，后更名为管理计划，以WANO十项指标为参照，设立了大亚湾核电站的安全及生产指标管理体系。1997年的管理计划首先根据前两年计划执行的结果，结合安全文化自评结论和OSART评审意见，归纳出生产安全管理的十大问题，修订了逐年滚动的安全生产指标，提出了赶超世界先进水平的宏伟目标。为了落实改进任务，管理计划中纳入了六个方面改进行动计划，并逐一落实到各处各科，每月进行跟踪检查。

经过1995~1997年的推动，经理部的工作方式也在不断演进，通过分层授权，加强宏观调控，逐步改变了管理者单纯的任务下达者形象，上下级关系比以前更加密切。

在外籍专家的提倡下，大亚湾核电站一直有较高的透明度，我们的任务是继续保持下去，并赋予它新的含义。

3.4 安全文化的口号和要求应当民族化本地化，才能深入人心

根据《安全文化》一书，个人安全文化的基本要求是：质疑的态度，严谨的作风和相互交流的习惯。大亚湾核电站几年来一直这样提倡，可人们总觉得这些提法有点“洋味儿”，虽不反对，但难以深入人心。这就向我们指出了-一个事实：一个正确的东西，怎样使它为群众所喜闻乐见，往往是成败的关键。

经过一番分析，我们发现，中国传统民族文化中的优秀遗产与安全文化的要求并不矛盾，而是一脉相承的。或者说，安全文化是全人类集体智慧的结晶，其中也包括中华文明的贡献。

同时，我们也研究了解放以来我国工业建设和管理的成功经验，其中包括“两参一改三结合”的鞍钢宪法，“三老四严、四个一样”的大庆精神以及电力部对事故处理“三不放过”的传统做法。鞍钢宪法和大庆精神虽然问世已三四十年，但其精神实质并未过时，已经融入世界经济管理的普遍经验与理论之中。特别是“三老四严、四个一样”的大庆精神，与安全文化所提倡的个人安全文化要求是完全一致的。1996年6月6日停堆事件之后，我们慎重地重新提出“三老四严”的口号要求，作为安全文化要求本地化的一种尝试。事实证明效果非常好。

同样，安全文化所倡导的严谨工作作风 STAR（停—想—做—查），也由核电站中方员工改编成符合中国人口味的“明星自检”活动。几年来，这一活动也已深入人心。

3.5 安全文化教育的形式应该多种多样，但真正要有实效，必须将一切行动要求落实到班组

如前所述，由于中国文化的特定背景，安全文化教育工作必须从高层抓起，另一方面，全体员工执法守法的自觉性也是重要一环。从1991年到1995年，通过大量工作，高层以及中层直至工程师一级对安全和安全文化都已有了较深刻认识，矛盾转移到基层执行班组。1996年我们提出加强班组建设的要求，6月6日事件则从反面向我们敲了警钟，如果不能把要求变成全体员工的行动，就不可能实现我们预定的目标。

大亚湾核电站在安全文化宣传教育方面，采用了多种多样的形式，除设定的《安全文化》培训课以外，舆论宣传方面还充分利用了三种内部刊物《安全之声》《安全通讯》和《维修工作动态》。通过召开读者座谈会和编辑部会议，刊物的编辑方针作了调整，《维修工作动态》的主题从简单的评功摆好改变为主要反映班组建设动态。《安全之声》和《安全通讯》则紧密结合现场实际发生的事件，以改变人的观念为主要目标。为了面向一线，使人人能够参与，三个刊物的文风要求以高中文化程度的读者为对象。经过努力，1996年内这三个刊物均涌现了一批短小精悍生动活泼的好文章，受到读者欢迎。由此广泛传播了我们自己身边的良好实践。

为了广泛宣传安全文化和电站管理要求，大亚湾核电站设立了电站电子信息显示屏。定期显示有关的安全要求。

1996年中，核电站经理部成员广泛地走下基层，与班组员工进行了一系列座谈讨论。为了抓好班组建设，我们在某几个单位作了试点，逐步摸索班组管理的方式和要求，也收到一定效果。

3.6 抓好经验反馈，把自己身边发生的异常或事件作为重要的学习机会，提高核安全文化水平的活动才有针对性，才能持久

由于核电的高技术特性，加上相对较少的运行经验，核电站管理中特别强调经验反馈过程，强调从自身和他人所犯的错误中学习。大亚湾核电站有比较完善的经验反馈系统，这与电力部处理事故的“三不放过”原则在本质是一致的。为了鼓励员工把异常和事件报告上来，从中吸取经验，大亚湾核电站提倡透明度，对于主动报告异常的员工，采取鼓励的态度，而不是搞惩办主义。

经验反馈工作的目的，是防止事件的重复发生。为此对重要事件一律要作根本原因分析，制定纠正行动计划，经审查批准后，将所制定的纠正行动列入各处科的工作计划，贯彻执行。电站的安全管理部门，还对事件作重发事件分析和根本原因分析，以检查纠正行动的有效性。

对于每一个纠正行动，都有负责单位和完成期限，安全管理部门负责定期跟踪，检查落实的情况。

以自己身边发生的事作经验反馈，员工有亲切感，当事人有切肤之痛，只要认真去做，是很有效果的。另一方面，人不能事事亲身实践，从别人的经验中学习也很重要，大亚湾核电站利用参与 IAEA、WANO、FROG 等国际活动、姐妹厂交流、外部经验反馈等方式，充分利用外部经验教训，也收到很好效果。

4. 小结

文化体现为人群的价值取向、知识范畴和行为方式，安全文化与民族文化和企业文化是密切相关的。安全本身是一个综合性的业绩，它不能仅用几个指标来概括，也不是仅靠几个人的努力就可以实现。高的安全水平是集体行动的成果，它有赖于集体中每一个人的不懈努力。为了保证安全，必须有一整套可行的规章制度。但制度不是万能的，高的安全水平是全体员工自觉积极投入的结果。

几年来，大亚湾核电站在推广安全文化方面做了一些工作。所有这些工作的出发点都在于改变人的观念，塑造人的品格，养成人的良好作风。十年树木，百年树人。只要我们坚持不懈地抓教育和学习，特别是从自身的经验中学习，核电站的安全水平和业绩，一定会不断的提高和进步。

大亚湾核电站综合信息系统的开发与应用

王佳峰 王卫东

1. 开发背景

以信息技术为代表的高新科技是当今时代的特征。在核电站如何运用信息技术,促进信息沟通,提供更快捷、更准确、更完备的决策支持信息,保证核电站的安全经济营运,是管理水平上新台阶的一个重要标志,也是核电站向先进水平迈进的要求。

大亚湾核电站拥有大量的电脑和网络基础设施。经过几年的努力,已开发几十个用于生产管理的电脑信息系统,但缺乏用于管理数据的收集、存储、分析和跟踪的信息系统。一些重要的管理信息数据库如运行事件、人事信息、会议决定等都分散在孤立的微机上,不但安全性得不到保证,而且数据不能共享,管理层只能透过书而报告获取这些信息,影响了效率和可跟踪性。因此迫切需要建立面向管理层的集中电站各类重要管理信息的信息平台。

核电站的安全经济营运状况由多种统计指标来反映,分别由不同部门负责提供。商业运行初期,由于缺乏统一的口径,难以保证各类数据的准确性、一致性和连贯性,历史数据的归档和查找也不方便,给核电站的形象和决策支持带来不良影响。核电站还担负着为广东核电的滚动发展出效益、出人才、出经验的重任,随着时间推移,各类统计指标的积累和趋势分析将显得愈加珍贵。因此迫切需要建立一个完善的统计指标管理体系。

正是在这样一个背景下,生产部会同秘书部电脑中心组织策划,开发了大亚湾核电站第一个综合信息系统(SIS)。

2. 系统开发

2.1 SIS系统的构想和目的

SIS系统开始构想时,电站信息管理部门就组织开发人员对系统确定了如下原则:

- 运行于公司内部电脑网络上的信息系统
- 面向管理,不包括现场设备的运行状态及参数,也不包括机组的工业控制信息和专项业务流程的数据信息,但考虑与电站的其它业务系统建立接口,读取数据,并以表格和图形等说明方式表现出来;
- 系统主要为管理层服务,在进行权限控制后可以推广到全公司。
- 系统的信息内容定位在核电站范围,不搞“大而全”,只上重要信息和关键信息。
- 功能模块不按电站的现行组织机构而按信息的管理属性分类,设为八大模块:安全状态、生产情况、管理工作、电站历史、生产准备、企业文化、同行比较、公告栏。

确立系统投运后要达到的几个目标:

- 向集团、公司和电站领导提供决策支持信息;
- 为电站工作人员提供电站状态信息;
- 成为电站信息沟通的一个重要渠道;

- 反映电站管理水平，提升电站形象；
- 规范电站各类指标数据。

在开发过程中，小组结合实际多次检讨了系统的方向，开发人员互相沟通意见，取得了一致的认识。

2.2 系统的框架结构

在电站信息部门与秘书部电脑中心的共同摸索后，根据公司的网络硬件特点，SIS系统形成了目前的网络逻辑结构，如图 2.2-1 所示。

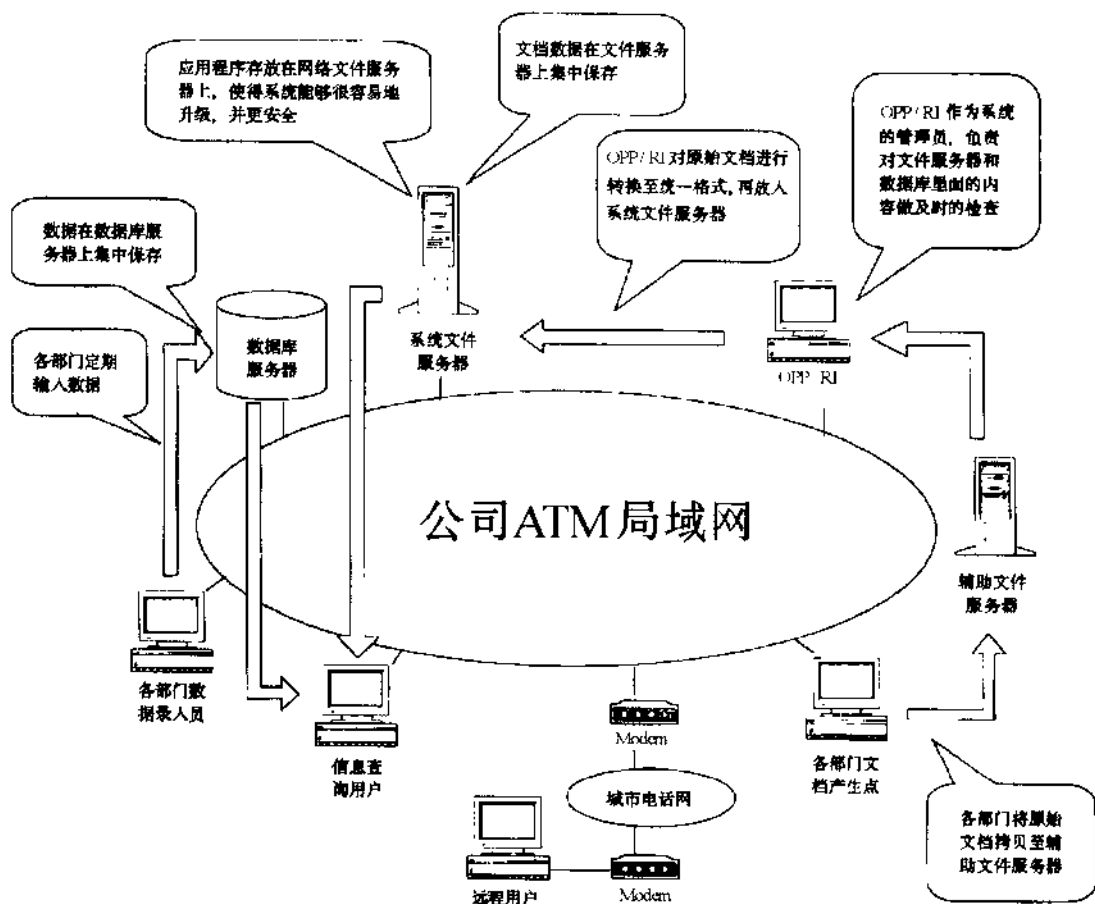


图 2.2-1 SIS 系统网络结构

系统的信息内容分为数据库数据和文档数据两大部分。系统采用客户/服务器模式，能充分利用客户端微机的计算能力，高效利用网络，使用 Windows 图形界面。数据库数据存放在高性能的数据库服务器上，文档数据存放在网络文件服务器上。客户端 SIS 软件采用 Power Builder 开发。用户在联网微机上通过 SIS 软件向服务器查询信息，部分授权用户录入人员和文档提供者也是通过联网微机将信息内容输入系统。

2.3 系统包括的内容

1) 实时信息

SIS系统与电站的KKO系统相连,直接把现场采集到的发电数据以每4秒实时跳动的形式显示出来,给用户及时、准确的功率和电量数据。

2) 统计指标数据

SIS系统汇集了电站在安全、生产和管理方面的近百项统计指标。

3) 管理信息数据库

SIS系统中有一些重要的管理数据,如:运行事件数据库,内部事件数据库,工业安全事件数据库,环境监测数据库,电站行动跟踪数据,人事信息数据库等。

4) 文档数据

SIS系统收集了电站的工作文件,如:各处管理计划跟踪、总经理部文件,以及各部门的日报、周报、月报、会议纪要和其它管理文件等。

5) 企业文化信息

SIS系统中的“企业文化”和“公告栏”模块包括了五年发展计划、公司内刊、健康天地、通告、文摘、报告及领导的重要讲话等。

2.4 系统开发的组织方式

为了提高开发的效率,保证开发进度,信息部门与电脑部门一致同意采取项目管理方式,由综合信息管理科牵头,组成四人的项目小组。电站信息部门负责调查用户需求,编写需求分析报告,录入初始数据,协助用户作数据维护,电脑中心负责模块的编程,双方共同测试。

这种工作方式的优点,一是充分利用用户的积极性,由用户来“设计系统”;二是分工明确,责任明确,便于进度控制。既避免了由电脑部门一家开发系统造成的使用效果不佳,又避免了开发工期拖得太长的弊病。

2.5 系统质量的保证

为确保系统质量,开发小组专门到开发信息系统有一定经验的上海石洞口发电厂和香港中华电力公司(以下简称中电)参观学习,以开阔视野。其中到中电的参观对系统的帮助较大,后来利用合营伙伴关系从中电邀请了一位电脑专家协助我们改善系统界面和性能。

在易用性方面,参照中电的Corporate Safety Information System, SIS采用类似的操作界面,美观大方,易于使用,适合于不熟悉电脑操作的人。

在稳定性方面,电脑中心对原先的网络结构进行了优化,稳定性大幅度提高;同时开发小组制定了“有问题的模块不能上”,“无数据的模块不能上”等保证系统质量的原则,对应用结构做了必要的改进,将文件浏览工具放在本地,减轻了网络的负荷,提高了查询速度和运行稳定性;对投运的方式做了改进,采用了新的两阶段投运的方式,先投到OPP考察试用和消除缺陷以后再广泛投运。

3. 系统的应用

3.1 管理与维护

SIS系统投运后,电站制定了信息系统的管理程序,详细规定了SIS系统相关各部门的责任和系统运行的有关管理规定,其中:

1) 信息管理部门负责协调、检查、督促各部门按责任分工及时向系统传送信息,起信息归口管理的作用,力求系统内信息内容准确、完整、一致;及时转换文件至系统采用的固

定格式；关注管理需求的变化，收集用户反馈意见，提出系统改进计划；配合电脑中心修改系统程序；为系统用户提供咨询服务和有关培训。

2) 秘书部电脑中心确保系统在公司内部电脑网络上的稳定运行，及时处理有关故障；定期备份系统数据；参与用户需求讨论，按 OPP 要求修改电脑程序；负责系统的软件安装和用户培训；按电站方面的要求做好系统用户的权限管理。

3) 生产部各处负责各自范围的数据输入，确保及时准确；提出系统修改意见，并与 OPP 讨论确定新的用户需求。

3.2 用户使用情况

SIS 系统在 1997 年边开发边投入使用，在一年中，模块数和用户数都逐步增加，目前已开发模块 110 多个，用户 120 多名。平均每天有 30 多名用户访问系统，见图 3.2-1。

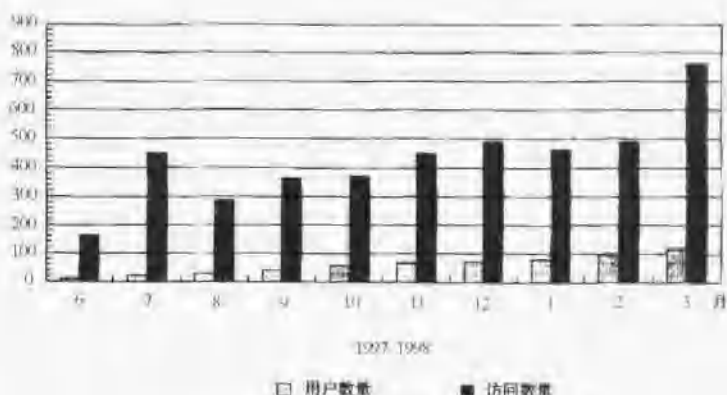


图 3.2-1 SIS 用户与使用情况

4. 结束语

SIS 系统是本电站的新生事物，它是飞速发展的信息技术与电站提高管理水平的要求相结合的产物。它的目的是试图准确并及时地整理和提供反映电站运作的综合信息；它的开发方式是由 OPP 代表电站的用户与电脑中心组成开发小组，自主开发；它采用的网络计算模式与以前的主机/终端模式不一样，是先进的客户/服务器模式。

SIS 基本达到了预想的目标，绝大部分模块都完成了预先的设计，给公司和电站的管理者提供了及时准确的信息。

随着系统的逐步推广使用，开发者也逐步认识到系统的不足和失败的地方。SIS 系统走在了电站管理信息化的前列，从 SIS 系统中获得的经验是我们下一步开展工作的重要财富。如何使用新的信息技术提供的更强大的功能，来进一步提高系统的易用性和稳定性，如何将信息系统进一步融合到电站的日常工作中，提高信息查询和处理的效率，实现信息化管理，是摆在信息系统开发人员面前的又一个艰巨的任务。

重发事件分析

郭丰守

1. 前言

大亚湾核电站两台机组分别从 1994 年 2 月和 5 月投入商业运行至 1997 年 12 月 31 日,共发生 70 起入因事件,占运行事件总数的 68%。其中一部分事件是重发的。从经验反馈角度看,做重发事件分析可以揭示重发事件的共同的故障模式和共同的根本原因,从而,采取纠正行动防止事件重发。从安全管理角度看,让有关处、科和专业知道本处、科或专业历史上曾经发生过的相同的或类似的事件,不忘宝贵的经验和教训,告诫后来者。这对保持和提高核电站的安全水平是有现实意义的,也是有长远意义的。

2. 定义和规定

- 运行事件——符合国家核安全法规《核电厂营运单位报告制度》规定的报告准则的事件。
- 入因运行事件——由人员不当动作或失误引发的运行事件。
- 重发事件——本文特指重复发生的人因运行事件。一般来讲,重发事件就是由相同的人员不当动作或失误造成同样后果的事件。但当事人和工作任务不必是相同的。针对大亚湾核电站的具体情况,除了上述的两个因素外,还要求下列两个因素也相同时才定为重发事件。这两个因素是:事件当事人所在的处、科或专业相同和事件发生时正在进行中的运行维修活动相同。
- 重发事件 4 字码——每一起人因运行事件都可以定出一个重发事件序号。这个重发事件序号由 4 个字码组成:
 - 第一字码代表事件后果,用阿拉伯数字表示;
 - 第二字码代表不当动作或失误的故障模式,用英文字母表示;
 - 第三字码代表做了不当动作或失误的人员所属的处、科或专业,用阿拉伯数字表示;
 - 第四字码代表发生不当动作或失误时正在进行的运行维修活动,用阿拉伯数字表示。
- 重发事件 3 字码——对于一个事件,从纠正行动的制定和实施看,只要关注 4 字码中的第 2、第 3、第 4 字码就行了,称为重发事件 3 字码。事件后果不是制定具体的纠正行动的依据。
- 事件后果——把各种各样的事件后果归纳成 9 种如下:
 1. 反应堆自动停堆;
 2. 除反应堆自动停堆以外电站其它瞬态(如,机组甩负荷,触发安全系统,安全壳喷淋系统启动,一回路失水,安全阀动作等);
 3. 电站运行条件降低(如,偏离技术规范规定的限制,包括偏离或违反运行限制条

件、换料冷停堆时应具备的条件、换料操作时必须具备的特殊条件、正常冷停堆时应具备的条件……)；

4. 安全系统劣化(如,安全系统多重性丧失,安全系统仍能满足功能要求但设备出现缺陷(泵叶片出现裂纹但还能泵水),安全系统的设备运行环境条件不当影响系统功能,安全系统不能满足功能要求,安全系统不可用,等);
5. 安全屏障劣化(如,可能出现 DNB(超温、超功率等)的工况, ΔT 超出运行梯形图;一回路过压工况,一回路系统出现破口,一回路泄漏率大;安全壳泄漏率高,等);
6. 设备损坏;
7. 放射性失控排放(没有受到监督的排放,如 TEG 罐泄漏的废气排放,阀门意外开启的废气排放,等);
8. 人员意外受到照射;
9. 人员伤亡。

• 故障模式

故障模式就是被观察的故障发生的条件或症状。人因故障指的是人员不适当动作或失误。

在运行维修中,可能的人员不适当动作或失误是多种多样的,千差万别,必须将它们归纳分类,形成故障模式。这些故障模式不是指具体的不适当动作或失误,例如,拉错电缆、挂错设备标牌、按错按钮、开错阀门、误碰开关等,而是指造成不适当动作或失误的行为因素。

故障模式分 5 大类: D 不注意细节

J 判断错误

C 承诺的任务没有执行(完成)

S 技能或知识不够

M 精神状态不适于完成工作任务

每一大类又分若干子类,5 大类共有 31 个子类,列在表 1 中。表中括号内的内容是对子类故障模式的说明。子故障模式的代码就是事件 4 字码的第二字码。

按表 1 给出的故障模式,用“对号入座”的办法找出与人员不适当动作或失误相对应的子故障模式。

• 处、科或专业

把引发事件的单位分成 9 类,它们是:

- 1 运行
- 2 仪表
- 3 电气
- 4 机械或服务科
- 5 化学或环境
- 6 辐射防护
- 7 大修组
- 8 承包商
- 9 其它

• 活动

把发生人因故障时的运行维修行动分成 9 类:

- 1 隔离或解除隔离

- 2 系统再线
- 3 定期试验或再鉴定试验
- 4 功率调整/设备启/停
系统切换/设备检查
- 5 临界/启动
- 6 取样
- 7 检修
- 8 装卸料
- 9 其它

表1 故障模式

D: 不注意细节

- D1 不知道 (不注意没有包含在程序或导则中的报警、信号、注意事项或信息; 不注意动作的及时性);
- D2 感到完成任务有压力 (在感到一项任务进度紧时, 不注意次要任务或指标);
- D3 任务太复杂 (分派的任务要求记忆或理解复杂的概念或状态);
- D4 注意力被分散 (工作过重; 同时处理七项以上工作; 太吵或频繁打断工作)。

J: 判断错误

- J1 认识上的负担过重 (不相干的信息量很大);
- J2 习惯的干扰 (主要是基于过去的经验来执行任务, 没有完全了解目前的状态);
- J3 位置识别错误 (在错误的系统、设备或机组上执行任务, 因为它们和其它系统、设备或机组类似; 再线错误, 隔离错误);
- J4 思维主观臆断 (没有找到事实和客观证据便做决定或行动);
- J5 错误的假设 (在做决定时用了错误的假设);
- J6 信息缺乏证实或验证 (在做决定或行动时用了错误的信息);
- J7 误解信息 (在做决定的过程中信息没有正确地被使用或被遗漏)。

C: 承诺的任务没有执行 (完成)

- C1 走捷径 (走近路) (走捷径以便加快工作的完成; 要完成工作感到有压力; 不按程序或工作票操作; 不按程序做准备);
- C2 任务太复杂 (分派的任务要求记忆或理解复杂的概念或状态; 任务太复杂以致不能按进度完成);
- C3 不恰当的指令 (监督管理下达的指令互相矛盾或有错误; 工作重点不当);
- C4 注意力被分散 (工作过重; 同时处理七项以上工作; 太吵或频繁打断工作);
- C5 跟踪或监督不够 (关于任务状况的跟踪体系没有或者不合适);
- C6 程序缺陷 (程序或导则缺乏必要的信息, 或信息有错, 或信息不全; 没有程序);
- C7 没有行动 (技术规范、程序或导则规定的任务没有去做)。

S: 技能或知识不够

- S1 一孔之见 (没有评价整个状态就行动或做决定);
- S2 培训不够 (对于必须的技能没有培训; 培训不完全或不够详细; 缺乏复习);
- S3 不熟悉工作要求 (不了解监督管理上所指派的工作的要求或监督者的意图);
- S4 不熟悉任务 (第一次执行任务; 不经常执行复杂任务);
- S5 不熟悉既有的信息 (在做决定或行动时不知道某些关键的、既有的信息; 不熟悉或忘记了有关文件的规定要求);
- S6 存在空白点 (缺乏对某个问题、某个设备或某项操作的知识或技能; 缺乏操作风险知识)。

M: 精神状态不适合于完成工作任务

- M1 厌烦 (由于无价值的工作任务的刺激, 使警惕性丧失);
- M2 记忆减退 (以前学过的技能记不住了);
- M3 习惯性行为方式 (基于错误的直觉所做的不适当动作; 习惯性违章操作);
- M4 害怕失败 (对失败的潜在有害后果过分恐惧);
- M5 生病、疲劳、受伤、身体不适 (精神不集中; 心理脆弱; 身体疲乏无力; 过度的神经紧张或忧虑);
- M6 过于自信 (低估任务的复杂性、范围或深度, 缺乏适当的应急计划);
- M7 动力不足 (士气低落; 意志消沉; 拖拉; 对要求无反应; 好争辩; 不报告; 马虎应付)。

3. 确定事件的 4 字码

一个事件发生了，首先是做事件分析。然后在事件分析的基础上，确定该事件的 4 字码。

3.1 第一字码

首先是确定事件的后果。看该事件的后果是属于 9 类后果中的哪一类，这样就可以定下事件的第一字码。

3.2 第二字码

其次是确定事件的故障模式。一个人因运行事件常常是由一个或一个以上的人员不适当动作或失误造成的。当有一个以上的不适当动作或失误时，就应该找出主要的不适当动作或失误并定出相应的故障模式，这样就可以定下事件的第二字码。下面是一个例子：

事件名称：“B”型行政隔离的错误实施（SER94-1-26）

事件描述：1994 年 12 月 18 日上午 8 时，1 号机组双相中间停堆，根据停机大修规程 D₂₂ 的要求，1 号机组主控制室操纵员要求隔离经理去执行一个“B”型行政隔离，这就是把阀 1RIS001/002/003VP 锁在关闭位置。这一工作包括两部分：把标牌放在位于 RX 厂房内的阀门上，并拉出在 LX 房内的间隔（cell）（LLE308，LLE306 和 LLD501）。当隔离经理去配电盘房间时，看到这些阀的电源的指示灯不亮，于是就到公共房间去打电话问主控制室操纵员，以便确认这些阀已经关闭。当他返回配电盘房间时，却错误地进入了 2 号机组的配电盘房间，并在 2 号机组上实施隔离，此时 2 号机组正满功率运行。

从这起事件描述看，不适当动作是在 2 号机组上实施隔离（应该是在 1 号机组上实施隔离的）。从事件分析中我们还知道，事件发生过程还有下列的失误：2 号机组主控制室操纵员没有及时检查 KIT 的信息和报警；负责独立验证的人员只独立验证在反应堆厂房内这三个阀的机械隔离，而没有独立验证在电气厂房内这三个阀的电气隔离；安全技术顾问没有进行独立验证。由于这些不适当动作和失误，导致事件发生。在这些不适当动作和失误当中，在 2 号机组上实施错误的隔离应该是主要的不适当动作。

根据表 1，可以查找出对应这一不适当动作的故障模式是判断错误（J）中的子故障模式位置识别错误（J3）。

3.3 第三字码

第三字码代表引发事件的单位，按处、科或专业区分。从事件通告单可以查出事件的责任单位。对照第 2 节所述的分类，便可定出这个责任单位的代码，这就是事件的第三字码。

3.4 第四字码

事件第四字码涉及电站运行和维修活动。只要知道事件发生时进行中的运行维修活动，就可以按第 2 节的分类找到该活动对应的代码。这就是事件的第四字码。

用上述的方法，定出每起事件的 4 字码。

4. 重发事件的确定

对核电站商业运行四年来发生的 70 起人因事件一一定出每起事件的 4 字码。把 4 字码

相同的事件放在一起,就能够找出4字码重发事件;把3字码相同的事件放在一起,就能够找出3字码重发事件。

重发事件序号(4字码或3字码)相同的多起(至少两起)事件中,最早发生的事件称为首发事件,随后发生的事件就是首发事件的重发事件。计算一年中核电站的重发事件总数就是把一年里不同重发事件序号的重发事件相加。

4.1 4字码重发事件

4字码相同的重发事件如表2所示。首发事件用星号*标出。表中的LOER是运行事件报告的英文缩写。在1996年4月以前运行事件报告称为重大事件报告,英文缩写为SER。为方便起见,本文统一用LOER。

4.2 3字码重发事件

3字码相同的重发事件如表3所示。首发事件用星号*标出。可以看到,表3的事件涵盖了表2的事件。因此,利用表3的事件进行重发事件分析是可行的。

表2 4字码相同的重发事件

重发事件序号	运行事件报告(LOER)编号	事 件 名 称
3J ₃ 12	* LOER-1-940023 LOER-1-940029 LOER-2-950009 LOER-2-950011	在解除 RRI002RF 隔离期间, RRI002BA 水位降到极低值 在 EPPRIS263 试验期间违反技术规范 PTRB 列不能用作 RRA 的备用 维修冷停堆状态下 RRAB 列丧失
3C ₃ 93	* LOER-1-940014 LOER-1-940020	某些定期试验没有在规定时间内完成 某些 RPR 定期试验没有在规定时间内完成
7S ₂ 56	* LOER-1-940016 LOER-1-950010	9TEU002BA 废液排放触发 9KRI901MA 二级高放报警 非预期放射性气体排放
5S ₄ 14	* LOER-1-940004 LOER-1-940006	在跟踪负荷运行期间 ΔI 失控 反应堆轴向功率偏差 ΔI 超过技术规范限值
3S ₄ 14	* LOER-1-940009 LOER-2-950004 LOER-2-950007	低功率运行时 G 棒组插入超过技术规范允许的时间 R 棒插入在低-低限以下 功率运行期间 G 棒组插入超过 24 小时

* 首发事件。

表3 3字码相同的重发事件

重发事件序号	LOER 编号	事 件 名 称
J ₃ 12	* LOER-1-940023 LOER-1-940029 LOER-1-960005 LOER-2-950002 LOER-2-950009 LOER-2-950011	在解除 RRI002RF 隔离期间, RRI002BA 水位降到极低值 在 EPPRIS263 试验期间违反技术规范 9TEG006BA 氮气扫气导致 KRI017MA II 级报警 硼补给系统不可用 PTRB 列不能用作 RRA 的备用 维修冷停堆状态下 RRAB 列丧失
J ₆ 18	* LOER-2-950008 LOER-2-950010	正常冷停堆状态下没有蒸汽发生器可用 RCP 水位非计划地排至 9.6 m

续表

重发事件序号	LOER 编号	事 件 名 称
C ₃₁	LOER-1-960004 * LOER-2-950017	主厂外电源丧失造成紧急停堆 贯穿件 2EPP2231W 异常打开
C ₉₃	* LOER-1-940014 LOER-1-940020	某些定期试验没有在规定时间内完成 某些 RPR 定期试验没有在规定时间内完成
S ₅₆	* LOER-1-940016 LOER-1-950010	9TEU002BA 废液排放触发 9KRT901MA 二级高放报警 非预期放射性气体排放
S ₄₁₄	* LOER-1-940004 LOER-1-940006 LOER-1-940009 LOER-2-950004 LOER-2-950007	在跟踪负荷运行期间 ΔI 失控 反应堆轴向功率偏差 ΔI 超过技术规范限值 低功率运行时 C 棒组插入超过技术规范允许的时间 R 棒组插入在低-低限以下 功率运行期间 C 棒组插入超过 24 小时

* 首发事件。

5. 重发事件共因分析

表 3 的重发事件的共因分析如下：

• J₃12 重发事件

这些事件重复发生是由人员再线错误（不适当动作）造成的，其故障模式是位置识别错误（J₃），其主要根本原因是现场操纵员不重视解除隔离单中规定的再线顺序；另外，解除隔离和再线操作单也有缺陷，给出的信息不够清楚。

• J₆18 重发事件

这些事件重复发生是由于操纵员听了值长以外的人的话便进行操作引起的（属于失误），其故障模式是信息缺乏证实或验证（J₆），其主要原因是操纵员没有向值长传递有关信息（口头交流缺陷），不十分理解严密的运行指挥系统的重要性。

• C₁31 重发事件

这些事件重复发生是由于人员不按规程操作引起的，其故障模式是走捷径（C₁），其主要根本原因是没有按程序去进行工作，包括没有按程序进行操作和没有按工作指令去进行准备。

• C₉93 重发事件

这些事件涉及定期试验。1994 年定期试验尚未完全上轨道，有些定期试验项目没有按规定周期完成。后来采取了强有力的措施，有效地防止了这类事件重发。

• S₂56 重发事件

这些事件是由于化学取样时发生失误引起的。其故障模式是培训不足（S₂），也就是说，取样技能还不够熟练，其主要根本原因是废物管理知识（产生、处理、排放）不够，必须进行培训。

• S₄14 重发事件

这些事件是由于操作失误引起的。其故障模式是不熟悉任务 (S_4)，其主要根本原因是有关知识和技术规范的培训不足。

6. 重发事件分布

根据表 3 的信息，可以分析重发事件的下列分布。

- 各年度的重发事件数如表 4 所示。
- 重发事件按单位和专业分布示于表 5。

表 4 各年度重发事件数

年 度	重 发 事 件 数
1994	4
1995	7
1996	2
1997	0

表 5 相关专业的重发事件数

单 位 和 专 业	重 发 事 件 数	年 度
运 行 处	3	1994
	6	1995
	1	1996
	0	1997
维修处电气科	1	1996
化 学	1	1995
安全执照处	1	1994

从年度分布和专业分布的数据可以看出，生产一线的人员在运行开始阶段，由于缺乏实际操作经验，对各方面尚不熟悉，因此重发事件较多。随着运行年限增多，重发事件逐年减少，1997年没有发生重发事件，但发生了新的首发事件。1994年的重发事件少于1995年，有两个原因。一是两个机组在1994年分别只有10个月和7个月的商业运行期；二是刚开始运行很多事件是首发的。

7. 防止重发事件和减少首发事件

从附表 1 可以看到，核电站运行四年发生的人因事件总共 70 起。其中 13 起是重发事件（见表 4），57 起是首发事件，列于表 6。重发事件数占事件总数的 19%。为了减少和防止重发事件，生产部经理部加大力度抓核安全文化教育和经验反馈，加强对事件根本原因分析的

管理, 注意纠正行动的有效性, 加强对纠正行动实施的跟踪, 使 1997 年重发事件数为零。

表 6 首发事件数和重发事件数

年 度	事件总数	首发事件数	重发事件数
1994 ~ 1997	70	57	13
百分比		81%	19%

从附表 1 可以看到, 1997 年的运行事件总数比往年少, 但是人因事件所占的比例却高于往年, 见表 7。这是应该引起关注的变化趋势, 既要注意防止重发事件, 也要注意减少首发事件。

表 7 各年度人因事件所占百分比

年 度	运行事件总数	人因事件数	人因事件所占百分比 (%)
1994	28	19	67.9
1995	35	23	65.7
1996	26	17	65.4
1997	14	11	78.6

附表 1 各年度运行事件分布

年 度	运行事件总数	设备故障事件	人 因 事 件
1994	28	9	19
1995	35	12	23
1996	26	9	17
1997	14	3	11
合 计	103	33	70
百分比		32%	68%

8. 小结

为了防止重发事件, 关键是要抓好经验反馈, 这里包括纵向经验反馈和横向经验反馈。纵向经验反馈就是各处、科对于属于本处、科的事件和它们的重发事件应该建立数据库, 以便对历史上发生过的事件和重发事件了如指掌, 作为培训教材, 时时警惕老员工, 教育新员工, 不犯相同的或类似的失误。横向经验反馈就是各处、科之间的交流, 把一个处、科的经验教训以简明扼要的文字通报有关处、科, 变成整个生产部的财富, 而不仅仅局限于上报国家核安全局的事件报告, 因为能够看到这样的报告的人员是很少的, 而且由于报告的性质, 很多人也没有兴趣看, 不仔细看。

按 4 字码方法确定重发事件, 最大的困难在于确定事件的故障模式 (4 字码中的第二个

字码), 因为一个事件通常是由一个以上的人因故障造成的。要在多个人因故障中选定一个主要的故障模式, 有时难以选得准。这是影响确定重发事件的准确性的主要因素。通常以事件时序中的第一个人因故障 (不适当动作或失误) 对应的子故障模式作为该事件序号的第二字码。

按 4 字码方法确定重发事件应注意的另一点是, 就算第一个人因故障 (不适当动作或失误) 已经清楚了, 但它所对应的故障模式有时也不是十分明晰、一目了然。特别是同样的不适当动作或失误, 以前也发生过引发过与本次事件后果相同的事件。这就必须做客观的细致的分析, 才能比较准确地定出本次事件的故障模式, 这也有助于找出事件的真正的根本原因, 请看下面的例子。

事件名称: 运行点 ΔI 在允许区域外运行 (LOER-1-970001)

事件描述: 在从 80% FP 向 100% EP 升功率过程中, 运行点 ΔI 超出允许运行区域左限, 由于运行人员与安全技术顾问对 ΔI 控制理解错误, 从而将 C_2 闭锁, 运行点 ΔI 停留在允许运行区域外达 3 小时 20 分钟。

对照表 2 重发事件序号为 $5S_4 14$ 的两个事件: LOER-1-940004 和 LOER-1-940006, 可以看出, 1994 年 ΔI 失控是由于不熟悉这方面的操作。事隔三年之后, 又发生了后果完全相同的事件, “不熟悉任务” (第一次执行任务; 不经常执行复杂任务), 不应该成为理由。这一次是运行人员和安全技术顾问对 ΔI 控制理解错误, 主观臆断认为在功率变化时整个 ΔI 控制区是不确定的, 也不去查一查技术规范。因此, 这一事件的故障模式应该是 J_2 习惯的干扰 (主要是基于过去的经验来执行任务, 没有完全了解目前的状况)。这样一来, 这一事件的重发事件序号就是 $5J_2 14$, 属首发事件, 不是 LOER-1-940004 事件的重发事件。

1997 年没有发生重发事件, 但人因事件的首发事件数在事件总数中占的百分比却高于往年。这告诉我们, 我们应该开展防止或减少首发事件的研究, 探讨在运行经验逐渐丰富起来的情况下, 如何防止和减少首发事件的发生。

大亚湾核电站的电源可靠性问题

李晓明

大亚湾核电站 1994 年投入商业运行距今已有 4 年了，而电源设备投入运行时间实际上已有 6~7 年的历史，这些年中，各种电气设备发生了相当多的失效事件，特别是在 1995 年、1996 年的两年中，电源设备的失效大大超过了电站的设计要求，严重威胁着电站的核安全水平。为了改善电源设备（正常供电系统、辅助供电系统、柴油发电机）的运行状态，提高核电站核安全水平，几年来电站投入了相当的力量解决电源可靠性问题，在过去一年中电源可靠性有相当的提高。本文试图对几个电源系统运行中发生的问题及处理的方法进行故障模式影响分析（FMEA），并对 1996 年、1997 年的失效率做一统计和比较，分析其趋势，找出影响电源可靠性进一步提高的主要障碍。

1. 输变电系统（GEV）的 FMEA

GEV 是电站正常供电系统，它包括主升压变压器（TP）和两台厂用降压变压器（TS）。正常运行时，发电机通过 GEV 系统向电网和电站输送电能，当发电机停运时，电网可以通过它向电站倒送电能。由于电站的电气主结线系统（GEW）是可靠性相当高的双母分段，一个半开关结线方式的六氟化硫气体绝缘组合电器（GIS）设备。投运以来，从未发生过系统失效的情况，因此，主电源可靠性的分析主要是针对 GEV 系统的主变压器。投运以来，主变压器出现的故障、原因及补偿措施（维修）见主变压器的 FMEA 表（表 1）。

从该表可以知道，主变压器的主要问题是过热和漏磁，造成部分设备过热损坏，如低压套管，低压侧软连接，各种法兰的密封件等。同时，油总烃增长过快，油质劣化，影响寿命，特别是在 1996 年，1 号、2 号主变压器分别由于分接开关的油流保护继电器误动和负序保护动作引发两次自动停堆，使 GEV 系统的可靠性指标在当年大为降低。在 1996 年 12 月份开始的第三次大修活动中，更换了主变压器的低压套管和低压侧出线的软连接；对低压出线仓加装了通风冷却装置；将有载调压开关的油流保护继电器的安装位置，由两个低压套管之间移到油枕下方的位置。这几项维修和改造活动取得了很好的效果，1997 年主变压器未发生过不可用事件，可靠性指标大大提高（表 7）。在 1997 年 11 月份开始的第四次大修中，对低压套管、软连接、油流保护继电器等进行了检查，未见异常，同时又成功地进行了主变压器冷却系统的重大改造；每相变压器加装两组冷却器，按设计要求变压器油的温升降低 13℃。可望大大改善主变油总烃增长过快的问题。

2. 辅助供电系统（LGR）及从厂用变（TS）向辅助变（TA） 倒电的 KCO 继电器的 FMEA

当主电源 GEV 不可用时，经过 1.5 s 的延时，厂用电系统将倒至由辅助供电系统 LGR 供电，通过机组的 LGB、LGC 配电盘供给常用、应急和公用设施电能。LGR 系统是由一条 220 kV 独立供电的水（贝）核（电站）线路和 9LGR001TA，002TA 两台辅助变压器及相关的

开关设备组成。当线路故障跳闸时，整个 LGR 系统不可用；但若是倒电系统 KCO 继电器失效，或一台辅助变压器故障跳闸，或 6.6 kV 开关故障拒合引起倒电失败，都会造成 LGB 或 LGC 一条中压母线盘失电。

据统计，1994 年到 1997 年因线路、辅助变压器、KCO 继电器、6.6 kV 开关及人因等原因造成 LGR 系统的失效见表 6：

表 6 LGR 系统的失效统计表

失效次数 设备	年份	1994	1995	1996	1997	备 注
	线 路	1	2	2	0	
变 压 器	0	1	1	0	由于变压器、KCO 继电器、6.6 kV 开关、人因跳变压器等都会造成一条母线共因失效，共因子按 0.05 计算	
KCO 继电器	1	2	1	0		
6.6 kV 开关	0	0	1	1		
人 因	0	0	1	1		
失 效 率	1.05	2.15	2.2	0.1		

从以上统计可以看到 1995、1996 年 LGR 系统的可靠性指标很差。

LGR 系统失效和 KCO 继电器失效、原因分析和补偿措施见 KCO 和 LGR 的 FMEA 表（表 2，表 3）。从表 2，表 3 可以看到 KCO 继电器更换后没有再出现失效事件；LGR 系统在改造过重合闸继电器后，可靠性指标大有好转，线路、KCO 继电器未再造成 LGR 系统的不可用。1997 年只发生过一次人因跳辅变事件和 6.6 kV 开关故障一次拒合事件。这两个事件对 LGR 系统失效的概率贡献是很小的。

3. 柴油发电机系统（LHP、LHQ）的 FMEA

当主电源 GEV 和辅助电源 LGR 都失效时，两台柴油发电机将是最后向核安全设备供电的电源。柴油发电机组的部分故障模式、原因及补偿措施见柴油机的 FMEA 表（表 4）。

从表中可以看出，自从投入商业运行以来，柴油机的启动失效概率（ λ ）相当高，1996 年达到 $\lambda = 0.13$ 启动⁻¹（OSL 的统计）。在 1997 年，经过电站相关人员的努力，特别是发现并处理了初励开关 971JA 的问题后，柴油发电机的启动失效率人为降低。尽管如此，1997 年的 86 次启动中，由于辅助系统、控制系统等问题，仍有 5 次没有成功，从统计数字看 1997 年 LHP 的启动失效 $\lambda = 3/43 = 0.0698$ 启动⁻¹，LHQ 的启动失效 $\lambda = 0.0465$ 启动⁻¹，大大高于设计的要求。情况仍然不能令人满意。

4. 6.6 kV 厂用系统开关设备的 FMEA

6.6 kV 厂用电系统的开关设备都是法国 MG 的产品，分布于 IG*（机组盘和常用盘）系统和 LH*（应急配电盘）系统中。该设备的失效、特别是共模失效，将直接影响到 LGR 和柴油发电机组的可用性。

6.6 kV 开关的失效模式原因、补偿措施见 6.6 kV 开关 FMEA 表（表 5）。从表中可知，

在电站投运初期,曾发生过几次由于设备和安装造成的失效,1996年12月21、22日连续发生四次6.6 kV开关拒合,造成2号机的2、3号主泵不能启动,TA向TS倒电过程中2LGA210JA拒动,这是一起共模故障。由于开关的操作机构油脂干涸,粘性变大,机构动作不到位造成的开关拒动。经过解体、清洁后,开关功能恢复正常。现已对开关的维修系统和检修周期做了修改,应该有较好的效果。

1997年只发生过一次由于LGB101开关拒合造成部分LGR系统的不可用事件。

5. 1996年与1997年重要电源设备失效概率表的说明及分析结论

大亚湾核电站的PRA(概率风险分析)及1996年和1997年的失效概率见表7。

表7 电源设备的PRA,1996年和1997年失效概率表

	GEV	LGR	LHP	LHQ	6.6 kV	全厂断电概率 堆年 ⁻¹	备注
PRA	0.053年 ⁻¹	0.3386年 ⁻¹	0.02启动 ⁻¹	0.02启动 ⁻¹	1.7×10 ⁻⁴ 合闸 ⁻¹	6.5×10 ⁻⁵ 堆年 ⁻¹	短期失效
			0.01h ⁻¹	0.01h ⁻¹		3.69×10 ⁻⁵ 堆年 ⁻¹	长期失效
1996年 失效概率	1年 ⁻¹	2.2年 ⁻¹	0.13启动 ⁻¹	0.13启动 ⁻¹	0.122合闸 ⁻¹	5.15×10 ⁻¹ 堆年 ⁻¹	是PRA的 1260倍
			0h ⁻¹	0h ⁻¹			
1997年 失效概率	0年 ⁻¹	0.1年 ⁻¹	0.0698启动 ⁻¹	0.0465启动 ⁻¹	0.024合闸 ⁻¹	0	
			0h ⁻¹	0h ⁻¹			

分析上表,需要说明的是:1996年的全厂断电概率,仅是考虑了GEV,LGR两路外电源丧失且孤岛失效的一种初因条件下计算出电站失电的概率,严格来讲,此值是不能直接与PRA的结果相比较,因为PRA是考虑了各种初因情况的集合做出的,相对偏高。尽管如此,为了给读者有一个量的概念,做一个粗略的比较:1996年的电站失电的概率仍比短期失电的PRA值高出一千多倍。

通过对几个电源系统几年来运行状况失效模式影响分析(FMEA)和失效统计,可以得出如下结论:

第一,电站商业运行后的第三年(1996年)是电源设备事故高发的年份,作为电源可靠性的失效频率大于PRA值的一千多倍,对核安全威胁很大。

第二,从1996年到1997年间电站花费了相当可观的精力、财力解决电源设备存在的问题,效果明显。从概率的观念来看,由于1997年GEV从未发生过不可用事件,所以1997年全厂断电的概率为零,电源可靠性指标很好。

第三,尽管1997年主电源和辅助电源的可靠性指标很好,但是柴油发电机失效率 and 6.6 kV开关的失效率仍远大于PRA指标,不能令人满意。因此影响进一步提高电源可靠性指标的是柴油机问题,今后一段时间仍需下大力气解决。

针对辅助220 kV供电线路没有冗余和柴油机性能较差的问题,在未来的两三年内,电站将结合岭澳核电站的建设,修建第2条220 kV辅助供电线路;另一方面,在努力提高现有柴油机可靠性的同时,修建第五台柴油发电机。届时,大亚湾核电站的电源可靠性问题将会得到根本的解决。

表 1 主变压器 (GEV) 系统设备 FMEA 表 (运行中)

初始约定层次: 输电系统 (GEV) 任务: 按设计要求正常运行
 约定层次: 主变压器 人员: 李晓明

填表日期: 1998/1/18

系统	代码	功能	故障模式	故障原因	故障影响			故障检测方法	补偿措施	备注
					局部影响	高一层次影响	最终影响			
输变电系统	GEV	向电网和厂用系统输送电力	1. 变压器本体人孔、手孔、法兰渗油	密封材料不好, 温度高、材料老化, 密封不良	油迹污染、油位少量降低	无影响	无影响	现场巡回检查	由普通密封材料更换为 N91 耐高温材料	问题已解决
			2. 有载调压开关上盖板过热, 超过 100℃	设计问题、原材料为磁性普通钢板, 漏流发热	局部过热	油质劣化, 绝缘水平降低	丧失输电功能, 修复费用较大	现场巡视检查, 并用红外测温仪检查	有载调压上盖板更换为无磁性不锈钢板	问题已解决
			3. 上部部分油管过热	材料为磁性钢管	局部过热	无影响	无影响	现场巡视检查, 并用红外测温仪检查	更换不锈钢管	问题已解决
			4. 主压器 26 kV 低压套管过热	软连接过热, 低压出线仓内无冷源	局部过热、套管热、损坏	设备损坏, 影响发电负荷, 丧失输电功能	核安全设施少, 一路电源, 电站负荷因子损失较大, 修复费用大	年检时发现	更换全部低压套管, 出线仓加通风冷却系统	已改造完, 问题已解决
			5. 低压侧软连接过热	出线仓内无冷源, 软连接接触不良	局部过热、烧断低压出线	设备损坏, 影响发电负荷, 丧失输电功能	核安全设施少, 一路电源, 电站负荷因子损失较大, 修复费用大	年检时发现	更换全部低压软连接, 出线仓加通风冷却回路	已改造完, 问题已解决
			6. 运行整体温度高, 油温增高过快, 介损角严重, 油质劣化严重	变压器冷却回路设计位置不易散热, 变压器外壳无磁屏蔽, 壳体漏流发热	油质劣化, 寿命降低	丧失输电功能, 严重影响发电负荷因子	核安全设施少, 一路电源, 电站负荷因子损失严重, 修复费用大	现场巡视检查温度, 定期油样化验	使用过滤芯式滤油机再生油, 每相变压器加装两组冷却器	滤油效果较好, 加装冷却器已完成, 效果待观察, 设计要求降低 13℃

表 1 主变压器 (GEV) 系统设备 FMEA 表 (运行中)

初始约定层次: 输变电系统 (GEV) 任务: 按设计要求正常运行
约定层次: 主变压器 人员: 李晓明

填表日期: 1998/1/18

系统	代码	功能	故障模式	故障原因	故障影响			故障检测方法	补偿措施	备注
					局部影响	高一层次影响	最终影响			
			7. 部分控制柜门不严、密封胶条老化、控制柜内进水、腐蚀等	主变压器过热造成有载调压控制柜密封条老化、进水、电机锈蚀抱死	有载调压控制失效	保护动作跳机	保护动作跳机	现场巡视检查	更换控制柜和全部密封胶条, 定期巡视柜门的密封	效果良好
			8. 1996 年 4 月 19 日, 2 号主变有载调压开关三相不同步, 引起发电机负序保护动作、跳机	有载调压控制柜进水, 电机锈蚀抱死	有载调压控制失效	保护动作跳机	保护动作跳机	现场巡视检查	发电机负序保护重新整定, 更换故障相控制柜和全部密封胶条	效果良好
			9. 1996 年 7 月 18 日, 1 号主变压器有载调压开关油流保护继电器误动, 跳机	设计不合理, 油流保护继电器位于两个低压套管之间, 强大的漏磁通使继电器动作有铁芯磁芯误动	保护误动作跳机	保护动作跳机	保护动作跳机	故障后纠正性维修检查发现铁芯动作力矩由原 250g (仪表显示值), 降为 150g 左右	更换和检查所有的继电器, 改变继电器的位置由低压套管之间为油枕之下	已改造完成, 效果良好
			10. 主变压器内部故障	局部绝缘老化、放电, 短路	跳机	核安全设施少	核安全设施少	定期进行变压器油样化验分析	更换主变	希望在寿期中不发生此故障

表 2 倒电回路继电器 (KCO) 系统设备 FMEA 表 (运行中)

任务: 按设计要求正常运行

人员: 李晓明

填表日期: 1998/1/18

系统	代码	功能	故障模式	故障原因	故障影响			故障检测方法	补偿措施	备注
					局部影响	高一层次影响	最终影响			
倒电系统	KCO	通过此继电器完成 TA 向 TS 的倒电功能	1. 由厂用变压器供电向辅助变压器供电 倒电时失电	继电器底座接触不好。调试期间, 使用工具不当造成底座触点接触过松	系统功能失效	核安全设施少 两路电源, 安全水平大大降低	核安全设施少 两路电源, 安全水平大大降低	故障后检查	更换继电器底座	更换完成效果较好
					系统功能失效	核安全设施少 两路电源, 安全水平大大降低	核安全设施少 两路电源, 安全水平大大降低	故障后检查	用性能良好的把铜接点继电器, 更换旧继电器	更换完成运行一年证明效果良好

表 3 辅助供电系统 (LGR) 系统设备 FMEA 表 (运行中)

初始约定层次: 辅助供电系统 (LGR) 任务: 按设计要求正常运行
 约定层次: 辅助供电系统 (LGR) 人员: 李晓明

填表日期: 1998/1/25

系统	代码	功能	故障模式	故障原因	故障影响			故障检测方法	补偿措施	备注	
					局部影响	高一层影响	最终影响				
辅助供电系统	LGR	在主要供电系统失效时及时对安全系统供电	1. 220 kV 线路 41 号塔 C 相跳线烧断。	塔相跳线接触不良	系统不可用	强迫停机, 核安全水平降低	停机, 核安全水平降低, 因子下降	停机, 核安全水平降低, 因子下降	定期用红外测温仪检查所有的跳线连接处, 修复跳线	效果较好	
			2. 线路塔基附近塌方	山体滑坡	系统不可用	强迫停机, 核安全水平降低	停机, 核安全水平降低, 因子下降	停机, 核安全水平降低, 因子下降	加固塔基	效果较好	
			3. 1996 年以前及 1996.1.1, 1996.8.20 多次发生线路保护动作水贝侧跳闸重合不成功	重合闸装置失灵	系统不可用	强迫停机, 核安全水平降低	停机, 核安全水平降低, 因子下降	停机, 核安全水平降低, 因子下降	故障后检查重合闸装置	更换重合闸装置	运行状况良好, 发生过瞬时可故障, 重合成功的事例
			4. 1996.11.7 辅助变压器控制回路 176XX 故障, 引起辅变跳闸	控制继电器内部元件容量不够过热损坏	系统不可用	强迫停机, 核安全水平降低	停机, 核安全水平降低, 因子下降	停机, 核安全水平降低, 因子下降	故障后检查该控制系统	用新型号继电器替换了所有的老继电器	效果较好
			5. 1996.11.08 油泵风机电源故障失电, 引起辅变 9LGR001TA 跳闸	人因失误, 设备失效	一台辅变不可用	强迫停机, 核安全水平降低	停机, 核安全水平降低, 因子下降	停机, 核安全水平降低, 因子下降	故障后检查	加强巡检, 加强培训	

表3 辅助供电系统 (LGR) 系统设备 FMEA 表 (运行中)

初始约定层次: 辅助供电系统 (LGR) 任务: 按设计要求正常运行

约定层次: 辅助供电系统 (LGR)

人员: 李晓明

填表日期: 1998/1/25

系统	代码	功能	故障模式	故障原因	故障影响			故障检测方法	补偿措施	备注
					局部影响	高一层次影响	最终影响			
			6. 线路出线支持瓷瓶盐污染	线路出线支持瓷瓶位置在出水口附近造成盐污染	系统不可用	强迫停机, 核安全水平降低	强迫停机, 核安全水平降低, 负因子下降	停堆停机, 核安全水平降低, 负因子下降	停电水冲洗, 加装硅胶橡胶增爬裙	效果良好
			7. 220 kV 开关操作机构漏油	操作机构液压回路密封老化	系统不可用	强迫停机, 核安全水平降低	强迫停机, 核安全水平降低, 负因子下降	停堆停机, 核安全水平降低, 负因子下降	定期巡检, 更换密封圈	
			8. 91GR100JS 气室漏气	密封不良	系统不可用	强迫停机, 核安全水平降低	强迫停机, 核安全水平降低, 负因子下降	停堆停机, 核安全水平降低, 负因子下降	定期巡检, 更换密封圈	
			9. 部分户外设备腐蚀生锈	盐污	设备损坏	强迫停机, 核安全水平降低	强迫停机, 核安全水平降低, 负因子下降	停堆停机, 核安全水平降低, 负因子下降	更换锈蚀的设备并加保护层, 涂防腐漆	
			10. 1997.5.12 控制回路 176XA 测量时人为短路, 001TA 跳闸	人为因素	系统不可用	强迫停机, 核安全水平降低	强迫停机, 核安全水平降低, 负因子下降	停堆停机, 核安全水平降低, 负因子下降		

表 4 柴油发电机 (LH*) 系统设备 FMEA 表 (运行中)

初始约定层次: 应急电源系统

任务: 按设计要求正常运行

填表日期: 1998/1/18

人员: 李晓明

系统	代码	功能	故障模式	故障原因	故障影响			故障检测方法	补偿措施	备注
					局部影响	高一层次影响	最终影响			
应急电源系统	LHP (LHQ)	当主电源和辅助电源表头电铃安全设施提供电源	1. 1994 ~ 1995 年共发生 12 次柴油机预热回路水泵电动机多次烧损	设计容量太小, 位置在加热器的下游	柴油机无预热	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	故障后检查	预热回路设计修改, 增大电动机容量	改造完成再没有发生烧电机事件
			2. 410XI 过电流保护动作出口	设计问题, 定值不能满足要求	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	故障后检查	修改定值从 0.3 "到 3"	调试时间问题, 改后效果良好
			3. 411XK, 411XW 继电器误动和推动	制造厂家的问题	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	故障后检查	制造厂家重新供货	调试时间问题, 处理后没有发生问题
			4. 1994.12LHQX08A 水位低, 跳闸	冷却水回路密封垫漏	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	故障后检查	更换新垫片	
			5. 1995.01.04LHP 接地保护动作, 跳闸	冷却水管法兰泄漏	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	故障后检查	更换法兰密封	
			6. 1995.07.18 LHP 试验时跳闸	油位低	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	故障后检查	定期检查, 补油	

表 4 柴油发电机 (LH*) 系统设备 FMEA 表 (运行中)

初始约定层次: 应急电源系统

任务: 按设计要求正常运行

人员: 李晓明

约定层次: LHP (LHQ)

填表日期: 1998/1/18

系统	代码	功能	故障模式	故障原因	故障影响			故障检测方法	补偿措施	备注
					局部影响	高一层次影响	最终影响			
			7. 1995.08.28 LHQ 试验时跳闸	001MO 润滑油温度高 201/202/203/204ZV 未启动	柴油发电 机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电 机不可用, 危及核安全	故障后检查		
			8. 1995.12.05 LHP 试验时, 出现“调整系统故障”报警	只有 002MO 启动, 001MO 未启动, 原因不清	柴油发电 机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电 机不可用, 危及核安全	故障后检查		
			9. 1996.04.23 LHQ 试验时跳闸	低水位 700SN 指示不正常	柴油发电 机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电 机不可用, 危及核安全	重新校正		
			10. 1996.8.25 TA 倒 TS 倒电时, LHP 启动 跳闸	发电机励磁系统励磁开关 971JA 拒动, 失压保护动作	柴油发电 机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电 机不可用, 危及核安全	故障后检查 没有发现问题, 第二次启动成功	将所有的四台 971JA 开关更换 为新型号的接触器	
			11. 1996.10.20, 1996.12.22 LHQ, LGC 倒至 9LGR 供电时, 启动后由于欠励磁自 动跳闸	发电机励磁系统励磁开关 971JA 拒动, 失压保护动作	柴油发电 机不可用, 危及核安全	柴油发电机不可用, 危及核安全	柴油发电 机不可用, 危及核安全	故障检查	将所有的四台 972JA 开关更换 为新型号的接触器	

表 4 柴油发电机 (LH*) 系统设备 FMEA 表 (运行中)

初始约定层次: 应急电源系统
约定层次: LHP (LHQ)

任务: 按设计要求正常运行
人员: 李晓明

填表日期: 1998/1/18

系统	代码	功能	故障模式	故障原因	故障影响			故障检测方法	补偿措施	备注
					局部影响	高一层次影响	最终影响			
			12.1996.11.19 LHQ 启动时, 002MOA3 缸冷却水泄漏, 停止试验	法兰密封垫使用的垫片是作废的垫片	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	故障检查	更换新垫, 加强员工的质量意识培训	
			13.1997.3.28 LHP 启动时油位低报警, 跳闸	650SN 油位低	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	故障检查	加强巡视, 按新的方法校验水位计, 及时补油	
			14.1997.5.20 LHP 启动时, 430CE/420CE 无指示, 单台柴油发电机运行, 001MO 没有运行	原因待查	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	故障检查		
			15.1997.7.22 LHQ 启动时, 201/204ZY 不启动, 水温上升, 跳闸	LHQ202ZST 失灵	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	故障检查	定期校验相应的仪表, 更换 202ZST	
			16.1997.4.12 LHQ 检修完, 准备再鉴定时发现 1LHQ201F1 法兰漏水	201F1 软管被漏老化	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	故障检查	更换软管垫片, 调整更换垫片的周期	
			17.1997.8.26 LHQ 启动 5 分钟后, 150EX 法兰漏润滑油, 停机	密封垫老化	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	故障检查	更换密封垫, 调整更换周期	
			18.1997.11.29 LHP 在 TS 向 TA 倒电过程中, 启动成功, 但 14 后跳闸	初步分析, 是由于励磁控制回路中的继电器接点接触不良	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	柴油发电机电机不可用, 危及核安全	故障检查	更换相关的继电器, 更改检修规程	

表 5 6.6kV 厂用电开关 (LG*、LH*) 系统设备 FMEA 表 (运行中)

初始约定层次: 中压厂用电系统
约定层次: 6.6kV 开关设备

任务: 按设计要求正常运行
人员: 李晓明

填表日期: 1998/3/18

系统	代码	功能	故障模式	故障原因	故障影响			故障检测方法	补偿措施	备注
					局部影响	高一层次影响	最终影响			
中压厂用电系统	LG* LH*	给全厂厂用系统和安 全系统提供 电源	1. SN6 压力低报警	制造问题, 开关室 密封不好	设备不可 用	根据开关所带 的负荷, 可能会 降低核安全水平	根据开关 所带的负荷, 可能会降低 核安全水平	故障后检查	更换开关	投运初期发 生过两次
			2. B 相小铜排过热 熔化	安装问题, 接触不 良	设备不可 用	根据开关所带 的负荷, 可能会 降低核安全水平	根据开关 所带的负荷, 可能会降低 核安全水平	故障后检查	更换损坏部 件, 检查所有同 类设备	运行初期问 题
			3. 二次控制插座连 接不好, 开关操作失 灵	控制回路每次隔离 操作必须断开其插头 与插座的连接较困难	设备不可 用	根据开关所带 的负荷, 可能会 降低核安全水平	根据开关 所带的负荷, 可能会降低 核安全水平	故障后检查	实施改造使之 在隔离操作时不 再断开该插头	改造后效果 好
			4. 1997.11.29 LCB101 开关拒合	蓄能电机烧毁, 原 因待查	设备不可 用	根据开关所带 的负荷, 可能会 降低核安全水平	根据开关 所带的负荷, 可能会降低 核安全水平	故障后检查	更换开关	
			5. 1996 年发生 5 次 开关拒合	操作机构润滑脂干 涸, 粘性变大, 使机 构动作不到位	设备不可 用	根据开关所带 的负荷, 可能会 降低核安全水平	根据开关 所带的负荷, 可能会降低 核安全水平	故障后检查	清洁润滑, 修 改维修程序大纲	效果良好

特殊时期的保电措施

谢昌谕

1997年香港回归是我国历史上的一件大事，举世瞩目。1996年12月在核电/蓄能联网管理委员会联席会议上，以及年初的电力工作会议上，广东省电力局提出了在庆祝香港回归期间，确保电网安全稳定运行和保证重要城市供电的要求。

1. 保电工作指导方针

广东大亚湾核电机组位于粤港联网点上，单机容量全网第一，在电网结构相对薄弱的情况下，它的安全稳定运行对电网非常重要。从过去3年运行情况来看，机组暴露出许多设备缺陷，至1996年底由于人因和设备失效引致的跳机、停堆共有21次，庆祝回归期间要做到确保和万无一失，任务非常艰巨。为此成立了保供电领导小组，公司由刘锡才总经理负责，电站由濮继龙经理负责，指定发电规划处负责保电任务的协调工作。明确了如下指导方针：利用完成保电任务这一契机，全面推动电站安全生产管理水平的提高。不能单为了保电而保电，只有安全生产管理上去了，机组长期安全稳定运行有了保证，庆祝回归期间的保证供电才有保障。

2. 保电工作总体布署

保电工作划分了计划、实施、检查三个阶段。基于对以往跳机、停堆事件的分析，保电措施又分为反设备失效、反人因故障和特别措施三个方面。在计划阶段，将各种事件分析中的反措和改造，结合所需的工况和运行方式，安排进机组大修计划中。为使各系统在6月前达到完好状态，所有应检查项目在年度计划中都作出安排。对影响机组安全稳定运行的设备和技术问题，根据其及安全影响的程度、对可靠性和生产成本影响的程度来排序，其中前10项在每周经理例会上检查，滚动处理各项问题，在反设备失效方面还重点抓了维修活动的职业规范，维修制度和维修程序的完善，考核重复维修率，要求一次做好，一次成功。

反人因事件方面，在班组间深入开展了提高安全文化素养的活动，要求每一个基层员工自行列举不良工作习惯，习惯性违章行为及其思想根源，推行“STAR”明星自检活动，即STOP（停）→THINK（想）→ACT（做）→REVIEW（查）。根据保电总体布署，电站质保处、执照申请处、保健物理处、技术支持处等支持控制线发挥职能作用，对计划实施的全过程进行跟踪，加强现场巡查，加强对维修质量控制点的监察。消除违章作业，消除不良工作习惯，提高维修质量，减少人因故障。电站经理层也以反习惯性违章为主题，在4月和5月分别到基层班组进行管理巡视。支持控制线也联合对一线维修、运行等处室保证安全的措施，运行事件的反措，避免重发事件的纠正行动，以及定期对试验监督大纲的执行情况进行了检查，以确保保电工作计划中的所有要求得到落实。

3. 主要保电措施

3.1 应检查项目

1) 输变电系统完成对发电机—变压器组保护、400 kV/500 kV 全部 4 条母线、3 条 400 kV 出线、1 条 500 kV 出线、2 台联络变压器共 153 套继电保护的年检；完成开关、刀闸机构的年检；对支柱瓷瓶进行了清扫。

2) 220 kV 辅助电源系统完成了 3 年检项目，同时更换了操作回路的所有操作电机。

3) 完成对厂房、车间、仓库等建筑物的防台风、防雷、防涝、防火措施的检查。

4) 完成对保卫部门技防系统的检查。中止了近 500 张长期未用的通行卡，禁止参观人员进入厂区，重新审批、更换了车辆通行证，所有进入厂区人员须受到严格检查。

3.2 反措与消缺

1) 两台机组针对 1996 年几次跳机事件和设备问题，在主变压器和高压开关操作电源回路共完成 12 项改造。

2) 为避免高频暂态过电压、对联络变压器造成损坏，对两台联络变压器入串的所有 12 副刀闸加装了电气闭锁，防止带电操作联络变压器入串“T”接点隔离刀闸。

3) 6 月初安排了 2 号机组小修，处理汽轮机 11 号瓦和 1 号循环水泵上部电动机水平振动大的问题，使它们的振动达到历史最好水平。同时也排除了 1 号蒸发器可能存在有松动部件的问题。

4) 配合深圳供电局、中华电力公司消除线路缺陷 5 处。依法终止了线路附近两个施工单位的采石爆破作业。消除了线路隐患。

3.3 运行方式调整

1) 对机组稳定运行有潜在风险的定期试验，如 SIP 过程仪表系统、RPN 核仪表系统、RPA/RPB 反应堆保护系统等，根据核安全规范所允许的裕度，统筹调整了的 78 项试验时间，全部移出 6 月 20 日至 7 月 7 日的时段。

2) 特殊时期电网考虑到 N-2 的安全条件，即同时失去一台核电机组 984 MW 和一台沙角 C 厂 660 MW 机组的最严重工况，6 月 25 日至 7 月 4 日核电两台机组降功率到 760 MW 运行。

3.4 组织措施

1) 保电小组依靠电站现有的应急指挥体系，应付异常情况。根据应急状态，启动相应的工作小组，如运行控制组、应急检修组、技术支持组等。

2) 保电小组成员和各生产处长/科长在 6 月 10 日至 7 月 10 日期间，坚守现场，减少不必要的活动和会议，限制出差和休假，轮流当值。

3) 关键岗位，人员稳定。新上岗人员培训性质的操作暂停，重要操作、试验由较高级别授权人员执行。

为检验电站应付突发事件的能力，6 月 4 日在演习时间，演习情景保密的情况下进行了一次保卫系统的反入侵演习；6 月 19 日进行了一次电站运行方面的综合应急演习，两次演习结果满意，均达到预期目的。

4. 结束语

由于采用了系统化的管理方法，保电所要求的基础性工作全部如期完成，员工风险意识普遍加强，各系统设备状态完好，6月中旬后两台机组基本实现了零报警。尽管7月1日前后，正值雷雨天气，厂区附近发生数次雷击，导致机组无功波动，也触发了一些报警信号，值班人员都能从容应对，圆满完成香港回归期间的保供电任务，受到电力部的表彰。

大亚湾核电站抗 9710 号强台风纪实

林树谋 刘小兵

在南中国海畔，深圳市境内的大鹏半岛座落着我国第一座大型商用核电站-大亚湾核电站。它东临大亚湾，西距深圳市中心 45 公里，南距香港中心 50 公里，北边是大鹏半岛的主峰排牙山。大亚湾地区属亚热带海洋性气候，6 至 9 月份为雨水、台风多发季节。台风的形成大都以范围小、发展速度快、风力活度高、移动速度快、路径游移不定、破坏力大等为主要特征。第三季度的降雨量通常在 400 毫米以上。

1997 年 8 月 2 日黄昏至傍晚，这座投产仅三年有六个月的核电站遭受了自 1983 年以来该地区最大的一次强台风（9710）的正面袭击。这也是强台风 14 年来第一次正面袭击香港和深圳地区，台风登陆时中心风力在 12 级以上，台风期间降雨量高达 187 毫米。香港和深圳市都发生了人员伤亡的意外事件，并造成严重的经济损失。大亚湾核电站同处台风正面袭击的范围之中，由于防御设施坚固，防范措施得当，全体应急待命人员齐心协力，确保了两台机组保持安全稳定运行，并按电网要求正常升降功率，对电网的稳定起到重要的作用。在防、抗风暴的全过程中，没有发生人身伤亡事故，没有发生重大设备损坏事故，没有发生洪涝水浸灾害。

教训深刻，精心设置预防措施

尚处“婴儿期”的大亚湾核电站，曾经在 1995 年 8 月 31 日遭受台风袭击两台机组相继发生跳机停堆事件。深刻的历史教训引起了电站管理层的高度重视。7 月 1 日刚从法国专家手中接过“经理接力棒”的中国核安全专家濮继龙先生对“安全第一”的含义更有其独到的体会，不管大会小会，濮经理首先强调的是安全，对防台防涝工作具体措施的落实都一一亲自过问。

电站的工业安全科是抗台风、防洪涝的组织管理单位，也是负责检查防范措施落实情况的监督单位。根据热带风暴的历史记录，今年早在 4 月份就开始启动防台、防雷、防涝行动：对户外运行设备的防风、防雨，贮水、贮油系统，气象监测系统，排水系统，防雷接地系统，以及防台门和边界门都一一进行仔细的检查。将房屋渗水，廊道进水项目的检修纳入日常生产计划中。大修期间使用的集装箱，短时堆积的材料，临时搭建的棚架都统统在大修结束后清除，争取在台风季节来临前就消除所有的隐患。

6 月份，结合香港回归祖国期间的保电工作，从总经理部到电站各部门层层动员，保证安全生产的意识空前提高。由电站相关责任单位组成的防台专业巡检小组，再次全方位进行安全检查，结合防、抗热带风暴程序中规定的行动组织相关人员进行培训和实地检验，真真正正地落实各项保障措施，保证万无一失。

上下同心，全力抗击狂风暴雨

从大亚湾核电站所处的地理位置考虑，电站区域内的气象数据分别从三处获取：从广州

中心气象台可获取台风生成信息、台风移动路径，风力大小；电站自建的气象监测系统可测量厂区内的实时风速，风向和大气稳定度；考虑到电站气象特征与香港的相似性，在台风期间还参照了香港电视台播放的台风警示等级。

大亚湾核电站在制订防、抗热带风暴的行动规程（IP/FPS/320）时，详细地将台风特征数据与防抗台风行动结合起来，最大可能地做到指挥有方略，决策有依据，行动有规范。

时间转到了1997年8月1日上午，香港电视台悬挂出9710号台风1号风球警示。几乎与此同时，电站的抗台风行动也开始了，工业安全科应急待命主管刘小兵和环境监测科主任工程师吉长余随即组成台风信息跟踪小组，他们紧密配合，在半小时之内就向全厂发布了第一份“台风信息和热带气旋途径图”。之后每隔4小时更新一次台风动态信息。8月1日下午，香港电视台改挂3号风球，防台风行动也随之升级，台风信息小组实行24小时值班，连续监视台风动态，开始启用电站广播系统向全厂发布信息。8月1日下午2:10，值班电站应急指挥黄世强总工程师主持应急待命关键岗位人员例会，黄总工对防、抗9710号台风做了布署，要求各单位严格执行防、抗热带风暴规程中的各项行动，并责成各应急专业组组长亲自抓落实。

时间一分钟一分钟地过去了，大亚湾地区的风力渐渐地增强，台风中心一步步地向核电站逼近。在这关键的时刻，及时准确地掌握台风信息成为从总经理、电站应急指挥到各执行组关注的焦点，主管刘小兵和主任工程师吉长余顿时成为核电站的“知名人物”。小刘和老吉不负众望，他们俩紧密配合，通过气象台、电视台、现场风速实测系统多渠道获取台风信息，每当老吉从气象监测系统获取一次数据，小刘稍作处理后即刻送到电站应急指挥黄总工手中，给现场指挥防台风行动提供了重要的、准确的依据。由黄总工统一协调，现场利用BP机、广播、电话等一切通信手段向各单位、各应急专业组传递台风信息。

8月2日中午，香港电视台改挂8号风球警示，并多次重复播放告诫市民尽可能留在家中，外出要注意安全的通知。此时此地，大亚湾已是风雨交加，狂风肆虐着花园似的核电站，吹倒一株株精心培育起来的花草树木。暴雨肆无忌惮地抽打着电站的一幢幢厂房和办公大楼。海面上掀起的巨浪，凶猛地冲向防波堤，发出一阵阵令人震颤的轰鸣。

8月2日18:00，香港电视台进一步升挂9号风球，电站的实测风速已达到了每秒24米。此刻，正轮待命的公司应急指挥、来自香港中华电力公司、现任广东核电合营有限公司第一副总经理的周海涌先生再也按耐不住了，他冒着暴风雨驱车来到核电站现场，与早已守候在现场的黄总工，小刘和老吉汇合，组成临时指挥部。以刘敏工程师为首的电气检修组的小伙子们也干脆到现场办公室待命。运行值班人员遵照指令，全面动员，他们密切监视着可能受风雨引起故障的系统。虽说是大雨滂沱，狂风怒吼，可后勤保障队伍并没有因此在服务质量上打折扣，司机同志们还是一如既往地履行职责，随叫随到，现场需要就是命令。

18:40，核电站区域的实测风速达到每秒28米，并且有增长的趋势，这一风速已达到大亚湾核电站《防、抗热带风暴的行动》程序中规定启动电站应急组织的警戒线，公司应急指挥周海涌和电站应急指挥黄世强紧急商议，值班安全工程师苏学丰也从安全监督角度建议启动应急组织。经过综合分析，黄总工决定即刻启动电站的应急组织，指令运行控制组操纵员向BP机发布应急待命信号“EEEE”，通过广播系统向全厂宣布电站已进入应急待命状态，指令全体应急待命人员在办公室或宿舍待命，等候进一步的通知。指令后勤支援与电站保卫组安排车辆将非生产直接相关人员送回生活区，留守在安全地带。

19:48，受台风影响，核电站至惠州的输电母线A相跳闸，重合闸后再次故障，引发三

相跳闸。电气工程师刘敏接到指令后随即投入紧张的工作，他凭着多年来的实际工作经验和丰富的电气保护知识，准确地判断出电站方面保护正常，故障原因是由惠州变电站引发的。运行控制组紧急通知惠州变电站采取相应的行动。20:39，核惠线恢复送电……

在另一战场，机械科检修组正连夜排除压缩空气生产系统（OSAP401PO）接地跳闸故障和2号机汽轮机轴封系统（2CET011PO）过流保护故障，他们及时将隐患消除，保证了机组的正常运行。

21:00，台风在深圳西部的赤湾港登陆并逐步减弱，核电站地区风速降为每秒24米。周总和黄总工针对风力正逐步减弱，机组状况稳定，未有其他险情，决定终止应急待命状态，并通过广播向全厂宣布解除应急状态。

再回首，客观总结成败是非

自1983年以来大亚湾地区最大的一次强台风过去了。回顾整个防、抗台风过程，应该说，抗9710号台风的行动是成功的，两台机组保持稳定运行。启动应急组织，是大亚湾核电站自1994年2月投产以来第一次宣布进入应急状态。应急指挥部决策正确，指挥得当，信息发布及时。各专业组配合默契，团结协作，响应及时，行动规范。这是一次成功启动应急组织，成功防、抗台风的范例。国务院、电力部、中国核工业总公司因此以不同方式表扬大亚湾核电站。

成绩只能说明过去，解决存在的问题，并不断完善防护措施，不断提高防患意识却是大亚湾人永恒的课题。本次抗台风行动，虽说动用了一切通信手段，但仍无法让每个人都及时了解台风信息和应急状态信息；虽说有较为成熟的防、抗热带风暴规程，但仍然存在台风参考数据与实际情况不太符合，缺乏应急人员到场要求和行动要求；虽说我们的员工主人翁意识强，团队精神可嘉，可风险意识仍需进一步增强，台风期间人员户外活动既困难又不安全，却无人考虑应准备专车供巡检设备人员使用。

正如在8月5日下午召开的“防、抗9710号台风总结会议”上，电站副经理刘达民先生所讲的，我们不要沾沾自喜，也不应妄自菲薄，我们应该认真总结成功的经验，行动中暴露出来的问题要深入研究，定出纠正行动，进一步提高抵抗自然灾害的能力。

工业安全问题及其对策

周卫红 慕齐放

1997年大亚湾核电站工业安全管理的业绩,总的说来是可以接受的。一方面,电站的工业事故率(WANO十大指标之一)为0.36。(按20万工时统计)好于WANO 1996年的中值0.52;工业事故严重度为0.090,好于电站1997年0.100的管理目标值。另一方面,1997年电站经历了三次跨年度的换料大修,核岛部分的自主维修率达95%,而三次大修的工业安全状态令人满意,除两次轻伤外没有发生其他任何伤害事故。

虽然电站在1997年工业安全管理方面取得了良好的业绩,但是这一业绩并不能令人满意。从指标方面来看,工业事故率没有下降到计划目标值0.28之下;事故严重度虽然达到了计划目标,但是9月9日电站发生了自进入商业运行以来第一次人身重伤事故。此外,从未遂与异常的数量和各种分布情况来看,安全形势也不容乐观。

通过对事故、未遂、异常的调查、分析;通过生产、技术部门和安全职能部门的自我评估,1997年电站工业安全方面的主要问题可归纳如下。

1. 在电站大修承包商的安全水平稳步提高的情况下,电站组织内部及在日常运行期间工业安全管理的问题日益突出

1997年5月6日,电站工业安全辐射防护委员会(PISRC)第二次会议所做的分析表明,从未遂异常的责任分布来看,大修承包商所负直接责任的比例由60%下降到40%,且预计年底将下降至25%;电站员工所负直接责任的比例由40%上升到60%,且预计年底将升至75%。《1997年电站工业安全/消防年度报告》给出的实际结果是,电站大修承包商所负直接责任的未遂异常事件的比例为24%,而电站员工所负直接责任的比例是76%。

2. 习惯性违章和不良工作习惯是不安全的主要表现形式

统计分析表明,1997年5起人身伤害事故中,有4起为人因事件,占80%;在42起未遂事故中,有34起为人因事件,占81%。人因事件绝大部分是由习惯性违章或不良工作习惯引起的。这些习惯性违章和不良工作习惯主要表现在未能正确使用工具、不严密的厂内运输、危险品使用、机械伤害和违反工作组织过程等方面。此外,1996年10月国际原子能机构(IAEA)对电站的安全做了评估,评估报告中也列举了相当数量的违章行为和不良习惯。

3. 日常维修、服务承包商的安全管理是一个十分薄弱的环节

对电站日常运作组织进一步的调研表明,参加电站日常维修、服务的合同商人员(1997年各类服务人员约800人)的安全管理存在较大漏洞,主要表现在有相当一部分合同商人员虽然在名义上只是作业班组成员而实际上却担任着工作负责人的角色。但是,这些人员的安全培训和授权并没有得到有效的控制,结果在工作中造成职责不清的局面。1997年第四季度电站安全职能部门针对作业不安全行为所发的25份《整改通知》中,这类承包商人员所占比例达40%,且1997年9月9日的重伤事故也是发生在这类员工身上。

4. 厂内运输作业的管理不善也是1997年电站工业安全管理的主要问题之一

首先,1997年的重伤事故发生在了厂内运输作业过程中。其次,厂内运输作业的未遂事故有5次,占未遂事故总数的12%,是历史上最高的一年。此外,从整个运输作业的过程来看,装卸作业控制、车况控制、驾驶员资格控制、车速控制等环节上均存在管理上的漏洞

或薄弱环节。

5. 设备缺陷进一步暴露，构成较大的潜在风险

从统计上来看，1997年5起事故中，有1起事故的直接原因属于设备故障。在42起未遂事故中，有8起的直接原因属于设备故障，占19%，也是历史上最高一年。设备缺陷主要表现在汽水系统的跑、冒、滴、漏，发电机氢冷却器的漏氢、制氢系统的各种问题，以及起重设备的健康状态。1996年年底地方劳动部门对电站52台起重设备进行了全面检测，首次检测结果表明只有4台起重设备完全合格，10台基本合格，38台不合格。

上述5个问题是电站1997年工业安全的主要问题。这些问题引起了电站经理部的高度重视。在电站经理部的直接领导下，电站的安全职能部门（保健物理处）会同生产、技术部门对各个问题做了深入细致的根本原因分析，并采取了一系列对策；尤其是在1997年下半年，电站针对上述问题的根本原因采取了一系列管理上的措施，其中主要措施简述如下。

1. 全面开展反习惯性违章和不良工作习惯的活动

首先，1997年的4月、5月，电站经理部将反习惯性违章和不良工作习惯作为各级领导管理巡视的中心内容。其次，电站生产、技术、行政各部门组织班组开展全员查找、纠正自身违章行为和坏习惯的活动；电站维修处并将此纳入班组劳动竞赛的内容。电站的安全职能部门则在加强定期检查、日常巡检的同时，采取以作业为中心的安全监督方式，即对现场作业人员的行为习惯进行检查、监督、纠正。1997年10月电站颁布了第一份处罚性条例《CNPS习惯性违章处理规定（试行）》，该条例针对24项典型的违章行为作出了包括当事人和领导者在内的处罚规定。

2. 深化承包商的安全管理

针对进入电站日常组织机构的承包商人员的安全管理，电站于1997年10月20日颁布了《关于承包商工作负责人/主管人员安全培训的规定》。该份文件规范了电站各部门使用外来劳务人员的作法，明确了用人部门和劳务人员的责任，规定了这些人员的安全培训与授权的做法和要求。在此基础上，1997年11月份，电站的安全职能部门深入调查、分析、评估了电站各种外用工的方式及其合约形式和内容。然后，根据国家有关法规和条例编制了《电站各类现场服务合同的安全参考条款》，作为电站合约过程中的参考文件。这样就为用法律文件的形式来定义业主和承包商的责任、义务，规范各自的行为打下了基础。

3. 用QC的方式改进厂内运输管理

9月9日运输事故之后，电站的安全职能部门会同车辆管理部门和各主要用车单位对厂内工业运输的全过程进行了分析。通过分析、讨论，各部门达成共识，即决定采用质量控制（QC）的方式来改进厂内工业运输。这种方式实际上就是根据运输作业的不同特点，如放射性物质运输、重大工件运输、危险品运输、特种车辆运输等等，在作业过程中设置安全“控制点”，即类似于QC过程中的H点（停工待检点）和W点（见证点），而且每一运输过程都必须首先具备一份“质量计划”（QP）。这种作法一方面用书面形式明确了用车单位、装卸工、车管单位、司机、安监人员等各方的责任，另一方面由于每一个控制点均既是对前道工序结果的检验，又是对后道工序准备工作的检查，从而保证了运输全过程的安全。这一方式最终由电站的车管部门以程序的形式确定下来，并在电站第四次换料大修中取得了良好的实践效果。

4. 安全设施缺陷的系统整治

对于工业安全相关的系统设备缺陷，电站技术部门、维修部门、生产计划部门均给予高

度重视。这一重视通过技术问题优先级别的权重系数表示出来（在五级权重系数体系中，除核安全外，工业安全给予最高的权重）。根据这一系统，诸如发电机氢冷器问题、制氢系统问题、电容器的爆燃问题等等均曾先后进入电站的“十大技术问题”跟踪系统。在起重设备消缺方面，研究分析表明，尽管电站在过去的几年里一直在执行相关的维修大纲，并基本上保证了大型吊车在过去几次大修，抢修活动中的安全运行，但是由于电站的主要吊车均为进口设备，且电站现有维修人员缺乏专项维护检修的知识技能，因此起重设备的健康水平日益恶化。1996年年底地方劳动部门的检测一结束，在经理部的直接关注下，电站维修部门和安全职能部门立即成立了专项整治小组，并与大连起重机厂签定了电站起重设施日常维护维修和大修的合同。合同生效后，大连起重机厂派出了以一名总工程师为首的精干队伍常驻电站。在电站人员的配合下他们展开了起重设施缺陷的全面整治工作，并计划在1998年上半年使电站所有起重设备通过国家劳动部门的检测。由于使用了这样一支专业技术力量，电站1997年第四次换料大修中起重设施的安全得到了保障。此外，1997年底在经验反馈的基础上，电站安全职能部门提出在电站1998年的安全指标体系中建立“起重设备健康率”这一指标，用于连续跟踪、评价起重设备的健康水平。

5. 巩固“三基”工作

巩固安全的“基层工作”、“基础工作”和“基本技能培训工作”是1997年工业安全的主要对策之一。在基层工作方面，其工作重心是班组的安全建设。1997年随着机构人员的调整变化，电站两次调整了各处、科、班组的兼职安全协调员、安全员、厂房安全负责人，并对他们进行了专题培训。各级行政领导对基层兼职安全工作人员的支持大大增强，在工作上使他们能更合理的分配时间，做好安全工作。在基础工作方面，电站的安全职能部门与地方工业危害专业监测部门合作，在过去几年的基础上，对电站工业危害的分布做了科学全面的监测和分析。此外，1997年还开始了电站《化学危险品手册》的全面修订，制定了个人劳动防护用品的技术规范和管理规定，更换了新型安全帽、安全鞋、听力保护用品和一系列特殊劳动防护用品，并完成了第四次大修重点项目的作业风险分析。在基本技能培训方面，电站安全职能部门主要抓了三件事，一是进一步完善提高了工业安全经验反馈体系的效率，对事件级别和报告准则进行了修订，规范了《整改通知》的管理过程，并从1997年三季度开始定期做出电站工业安全形势的趋势分析报告，为工业安全管理全过程的动态持续改进提供了依据。二是在经验反馈的基础上对安全培训教材进行了全面修订，新教材中使用了大量电站内部的案例，并为科长级以上的管理人员编写了专门的工业安全管理的培训教材。此外，1997年工业安全培训的方法也做了较大改进，用以学员为中心的个案分析教学法替代了传统的讲授灌输法。三是加强了特种作业，如起重、脚手架、特种工业机动车辆等的专项技术培训和资格管理。1997年电站有56人获得地方劳动部门颁发的操作证，有28人获得电站经理部批准的特种作业临时授权。这一方面的工作为降低特种作业的事故风险打下了基础。

6. 结合季节、政治活动等特点，开展专项检查活动

除常年所例行的专项安全检查外，如节日安全检查、安全月活动、安规考试等等，1997年电站结合香港回归开展了一系列安全检查活动，其中防、抗热带风暴的专项活动取得了较突出的成绩（另见专题文章）。

尽管1997年电站针对工业安全的问题采取了一系列有效的对策，但是不难看出，大部分管理对策是在下半年或第四季度才正式生效执行的。同其他管理规律一样，由于这些对策本身存在或长或短的时间滞后效应，它们直到1997年第三季度后才逐步产生效力。换句话

说，尽管电站的安全职能部门早在5月初就做出了比较准确的趋势预测，但是由于没有能够采取足够的果断措施，在上半年没有遏制住不良的发展势头，从而增大了9月9日重伤事故的必然性。这一点不能不说是1997年电站工业安全管理的一大遗憾之处。

1997年年末，电站安全职能部门通过自我评估对这一问题背后的原因作出了三条结论。一是安全职能部门对纠正行动落实的跟踪检查不够；二是电站管理层对引起趋势变化的因素缺乏深入的分析和认识；三是原有的“三基”水平还不高，即免疫机能还比较脆弱。在自我评估的基础上，根据公司的五年业务发展计划和1998年电站管理计划的要求，电站安全职能部门制定了1998年工业安全改进计划，为电站在新的一年里改进、提高工业安全水平打下了基础。

维修人员在岗培训

李友德

1. 大亚湾核电站培训工作的回顾

保证核电站安全可靠地运行和维修的至关重要的条件之一，是要有足够的能够胜任工作的人员。经验表明，为了保证核电站运行的安全性和可靠性，除了设计和设备质量之外，重要的是还要有高素质的人员。

上述这段话是国际原子能机构技术报告丛书第 380 号《核电厂人员培训及其评价》中的开场白，是对国际核电事业经验的总结，也是我们的切身体会。大亚湾核电站引进的是西方 80 年代的先进技术和设备，从总体讲，设计和设备的质量是优良的。如何运行好这样一个设备先进的核电站，关键在于要有足够的具有规定资格和工作能力并能够履行其职责、完成任务的高素质人员。广东核电合营有限公司的领导的从一开始就认识到这一点，因而在核电站建造阶段就开始了全方位多渠道的培训，运行和维修人员更是重点。大亚湾核电站的全体人员，除了接受核电基础知识和外语培训外还必须完成授权培训，在关键岗位工作的 115 人，被先后选派到国外进行所谓的“影子”培训，其中维修人员 24 人，占 21%。同时在清华大学、西安交通大学和苏州热工研究所设立了培训基地，新招员工都要到这些基地接受全面的核电知识培训。正是由于重视和抓住了培训环节，使一些原已具备一定工作经验的人员能很快适应核电站的工作，而从各类大、专院校毕业的新员工也能很快掌握必要的岗位技能和知识。在专家的指导帮助下，中方员工顺利地完成了对一个现代化核电站的调试接产工作，并在随后的三年商业运行中，安全水平和生产指标不断提高，为实现大亚湾核电站五年发展目标奠定了基础。

2. 维修人员在岗培训的重要性、紧迫性和长期性

世界核电运行的经验表明，加强维修人员的在岗培训对提高核电站运行的安全性、可靠性和降低生产成本是不可缺少的。人们通过分析逐步认识到世界上多数核电站所发生的事件有相当数量是由于维修人员技能不够而导致的，因此各国对核电站人员的培训已从以往只重视运行人员的培训向着运行维修人员同等重视的方向发展。法国电力公司（EDF）专家 J.P 梅西埃在《核电站维修》一书中提到：虽然维修工作在总体上被认为是重要的，但实际上多数人以为维修只不过是肮脏的工作服、油腻的手。从技术上讲，维修同运行一样复杂和重要，但很少得到同等认可……，直至发生某种故障，电站停止运行时，维修又被想起和受到责备（EDITIONS KIRK. 第 14 页）。国际原子能机构在《核电站人员的培训及其评价》中提到：尽管人们都知道维修人员的能力对减少设备故障或事故的频率关系重大，但至今人们对检修人员的培训尚未引起充分的重视，投入的力量也不多。现在，人们已取得了共识，对维修人员的培训，必须加以提高。（原子能出版社出版，第 2 页）

维修人员的在岗培训在大亚湾核电站已是非常紧迫的工作。由于广东核电事业发展的需要，那些在国外接受过“影子”培训并在电站投产和运行初期发挥作用的维修骨干，60%已离开了维修岗位，余下的 40%也基本上转入维修管理工作中。目前维修人员中大部分是在电站投产后陆续招人的大中专毕业生，约有 200 人，其中 95~97 届 100 多人，97 届就有 58 人。在这些新生力量中，93 届和 94 届的已基本上能独立承担某一项工作，但工作范围相对

狭小。对于一个技术要求高的核电站，在仅有 100 多人的维修骨干力量（而这部分人也需要不断再培训），大部分都是新手的情况下，在岗培训是急中之急的工作。

核电站的维修安全要求高、技术比较复杂，这就决定了培训有足够技能、能胜任核电站工作的维修人员是一项长期工作。J.P. 梅西埃说“维修人员的培训是一个长期的困难的任任务”（《核电厂维修》第 14 页）。国际原子能机构专家也认为“在岗培训在核电站人员培训中占的时间最长，由于在岗培训对学员达到培训目标起的作用最大，再者，岗位培训教员一般都是兼职，因此对岗位培训应特别重视”（《核电厂人员的培训及其评价》第 51 页）。

3. 维修人员在岗培训的组织和实施

在大亚湾核电站运行的前三年，尽管我们很好地完成了发电量的任务，但发生的各类事件也较多，每年非计划停堆次数都不少于 6 次。对这些事件的分析结果表明，维修人员的技能不足是一个很重要的原因。另一方面，在核设备维修方面，一些关键的技术还要由外国专家负责。对此，电站领导层都注意到了维修人员在岗培训的需要，从投产第二年开始，我们就逐渐加大了在岗培训力度，一方面通过送出去、请进来的方式实施关键技术的培训，逐步实现维修自主化；另一方面，在电站内部有计划地组织对新老员工进行不同层次的在岗培训，使他们，特别是新员工，逐步掌握所在岗位的技能。

特别值得一提的是，生产部提出的 1997 年是培训年，而这一年里维修人员的在岗培训在深度和广度上都是前几年所没有的。前几年，维修人员的在岗培训是先作出计划，然后按计划在某个岗位上跟踪学习（影子培训），在合格人员的监护下执行某项指定工作。1997 年，我们对此作了改进，全面推行在岗培训目标承诺制。同时开展了自编教材、按教材教学的试点。要求执行科在年初编制培训计划时就明确目标：安排多少次在岗培训，编写多少教材，在计划实施过程进行跟踪和监督。为了满足在岗培训的需要，我们抽出 100 多人作为在岗培训教员预备队，对他们进行了短期教学技巧的培训。到 1997 年底，就维修处整体而言，1997 年度在岗培训的目标已经达到：完成在岗培训计划的 100%、编制教材计划的 123%，受到培训的大部分员工的技能有了普遍提高。但科与科之间，由于种种原因，在岗培训计划完成情况有一定的差距。

在岗培训效果较好的几个例子：

(1) 钳工基本技能培训

转动机械科对 16 名近几年参加工作的大中专毕业生。分两批进行了每批为期三周的基本钳工技能培训。四位钳工技能很好的老工人和技术员担任教员，他们认真准备，编写了完整的培训教材，按教材对学员进行理论和实际操作相结合、以实际操作为主的训练。由于教学方法得当，学以致用，学习结束时，学员们都交了一份满意的答卷。

(2) 反应堆压力盖开/关及其相关的操作培训

这项操作是核岛设备维修的重大活动之一，它贯穿于换料大修的全过程且是关键路径上的工作，在 1996 年以前，一直是由法国人员进行的。为了尽快掌握这项操作，实现核岛设备自主化维修，我们制定了详细的培训大纲，提出了培训内容和目标，挑选了九位有一定工作技能的人员赴法国电力公司核电站和法马通设备制造厂家进行影子培训。从 1996 年第三次换料大修开始，我们成功地从法国人手里接过了这项操作，实现预期目标。

(3) 核岛阀门检修

在成功地实现反应堆压力盖开/关操作技能培训目标后，1997 年又确定了新的自主化维修目标——核岛阀门维修的全面自主化。核岛主要系统和安全系统所设置的阀门，由于它们

承担着特殊的安全功能，技术要求高，结构复杂，同时，它们的介质大都具有放射性，因此都被设置在控制区内，造成维修空间狭小，对维修期限限制很严，因此前三年换料大修中核岛阀门检修基本由外国人承担。有了反应堆压力盖开/关操作培训的经验，我们在1997年初就着手制定培训大纲，进行培训的前期准备工作，并在电站内首先进行了理论培训，下半年派出十二人到法国电力公司培训中心和核电站进行为期一个月的培训。在第四次换料大修中以受训的十二人为基本骨干组成了7个阀门检修小组，按照阀门类型进行分组，自主地进行了核岛主要系统5种类型240个阀门的维修。在与法国人进行培训合同谈判之初，法方认为阀门类型多、分布广、组织协调，比反应堆压力盖开/关操作更复杂，劝我们循序渐进。我们坚持了自己的主张，事实证明我们的培训是成功的，我们的目标达到了。

(4) 现场模拟训练

由于核电站存在放射性物质，因此在设定的特殊区域——控制区内进行维修，就必须按照合理可行尽量低（ALARA）的辐射防护原则开展工作，而现场模拟训练是其中的一个良好实践。在控制区以外建立训练模型，在无辐照条件下训练维修基本功，这是国外培训的惯例，我们也开展这种训练。我们按一比一的比例建立了蒸汽发生器下部结构模型，每年大修前，对将进入蒸汽发生器一回路水室安装堵板的16名工作人员进行为期二周的训练，通过训练，使他们从工作准备、气衣穿戴、堵板搬运和安放，进出人孔门的动作都达到熟练的程度。

在控制区特定的一些设备上工作，为防止放射性物质的积累和扩散，须建立特殊的空气隔离工作区（SAS），进出这类工作区必须要遵循一定的规则。我们在培训中心建立了模拟工作区（SAS），对要进入核岛工作的新员工，进行熟悉核岛工作环境的培训，收到了良好的效果。

4. 在岗培训的小结

维修人员在岗培训教材的编写是一个难点，1997年对此采取了措施并进行了尝试，共编写教材85份，安排了105次在岗培训。所有的新员工都参加了在岗培训，总体维修技能明显提高。目前的在岗培训实践仍存在以下不足：

(1) 对在岗培训重要性的认识不完全一致，因而出现科与科之间培训力度不一样，培训结果差异很大。

(2) 对大多数有经验的工人和技师，编写在岗培训教材还是个难题。

(3) 兼职教员的教学方法和技巧需进一步提高，教学和教材编写人员的积极性有待提高。

(4) 最根本的是需要对培训的激励政策。

岭澳核电站生产准备的前期策划与实施

张志雄

在“以核养核，滚动发展”的核电发展路线的指引下，岭澳核电站（广二核）在大亚湾核电站（广一核）投入商业运行后的第二年便开始兴建。她位于大亚湾核电站以东一公里处，建设两台 1000 MW 级压水堆核电机组，将分别于 2002 年 7 月 15 日和 2003 年 3 月 15 日投入商业运行。配合工程建设进展要求，1996 年 9 月 17 日正式启动岭澳核电站生产准备工作。

“二核应该比一核更好”这一指导思想是岭澳核电站生产准备立业根本。岭澳核电站有大亚湾核电站创业经验；有大亚湾核电站基地作为后盾；有一支经过磨炼、值得信任的管理干部和技术骨干队伍；有一套适合中国国情又博采国内外众长的管理体系；最重要的是领导一、二核的中国广东核电集团形成了一个统览全局、协调配合、管理有力的领导集体。在中国核电发展的形势下，岭澳核电建设占据前所未有的“天时、地利、人和”，我们理应发掘现有可用资源，把岭澳核电建设搞得更好。

以“策划——实施——控制”作为主线，岭澳核电站生产准备的全过程正逐步展开。

1. 策划为先，以清晰的思路带动全局

岭澳核电站的建设处于中国广东核电集团继往开来的位置。为了集思广益，充分吸收一核经验，为了更深刻地领会上级意图，更准确地把握主动权，于 1996 年 11 月召开了生产准备研讨会。在此基础上形成了《生产准备工作大纲》，它作为岭澳核电站生产准备的指导性文件来统筹规划生产准备全过程。

1.1 生产准备总原则

岭澳核电站是在大亚湾核电站的基础上发展起来的，因此大亚湾核电站始终是岭澳核电站生产准备的坚强后盾，在生产准备的过程中必须始终坚持：

- 大亚湾核电站的安全生产是岭澳核电站生产准备的基础，两者必须统筹兼顾、相得益彰；
- 充分吸取大亚湾核电站的建设经验，在更大程度上立足自主；
- 紧紧抓住人员培训这一关键环节，有高素质的人员，才能有高水平的岭澳核电站；
- 充分利用一、二核人力、财力、物力和技术资源，实现资源共享；
- 配合工程建设，参与工程建设，积累岭澳核电站技术管理经验。

1.2 生产准备的目标和任务

生产准备的目标：

以坚实的基础、高度的信任、更高的水平做好接产准备。

生产准备的任务：

- 建设一支技术精、善管理、肯奉献的核电站生产队伍；
- 形成一个高水平、高效率、低内耗的生产管理体系；
- 接收一座质量高、担心少、出力好的核电站设备；
- 走出一条可实用、效果好、能推广的群堆管理模式。

1.3 生产准备的三个阶段

为了更有效地掌握时机投入资源，我们把岭澳核电站生产准备全过程分为三个阶段：

第一阶段：联合生产准备阶段（1996年9月~1998年中）

受岭澳核电公司委托，广东核电合营有限公司将岭澳核电站生产准备任务授予大亚湾核电站负责。充分地利用大亚湾核电站现有资源，顺利地展开岭澳核电站的前期策划和准备工作，以期在积蓄足够的力量后分离，向实施阶段转移。

第二阶段：独立生产准备阶段（至2001年7月核燃料进厂）

由已形成的岭澳核电站的组织机构来进行生产准备工作，目标是在承担核电站核责任之前全面落实生产准备任务，在组织接产资源的过程中完善组织、管理手段，磨合队伍，形成强有力的生产指挥体系，形成一支训练有素、能够承担核责任的生产队伍。

第三阶段：接产阶段（至2003年3月第二台机组投入商业运行）

以接产为重点，确保设备、系统、厂房、文件移交及投产质量、安全和进度，实现岭澳核电从工程向生产有序地平稳过渡。

三个阶段的划分把一个漫长的生产准备过程置于一个充实的、受控的阶段目标下，便于把握进程。但也不能死盯着阶段约定的时间，要以各阶段目标完成与否作为尺度，以环境的制约条件是否更有利于生产准备的推进来决定阶段转移。

1.4 前期策划重点

根据生产准备的目标与任务，把前期策划定点在：人员培训、组织机构、生产准备手段的建立、工程参与和生产准备概算等方面。

1.4.1 人员培训

岭澳核电站生产准备是否成功，是否顺利接产很大程度上依赖于它能否获得一批高质量的生产管理人员和生产技术人员，他们必然在大亚湾核电站这个基地上产生。

纵观大亚湾核电站建设历程，人员培训是生产准备成功的首要制约因素。难点在于如何利用大亚湾这个基地。在保证安全生产的基础上，短期内再生长出一个核电站的生产队伍来。因此，在策划时应努力做好以下几点：

- 在组织机构上完善培训机制，在电站内自上而下地形成培训体系，建立专职培训工程师制度、师徒负责制；建立现场实习、定期报告和考核制度。
- 合理安排招聘计划，严格控制招聘质量，适当限制培训负荷，尽量减少对生产活动的影响。
- 培训的重中之重在于运行执照人员的培训，要在招聘、理论学习、实践锻炼、执照考试、上岗实习各个环节做到系统地计划和实施。应在运行处内成立专设机构管理。

1.4.2 岭澳核电站组织机构

确定组织机构，看清工作方向，才能有效地投入资源。组织机构策划的原则是：

- 有利于现代企业制度的建立；
- 能承担完整的核安全责任并具有组织生产基本功能的电站机构，在生产准备和接产过程中具有稳定性和连贯性；
- 具有激励向上，不断优化的机制；
- 机构精简，层次简化，接口简单，指挥有力；
- 有利于广东核电集团不断发展。

按照以上原则,我们设想今后大亚湾、岭澳核电站一址多堆管理模式的构架如图 2:

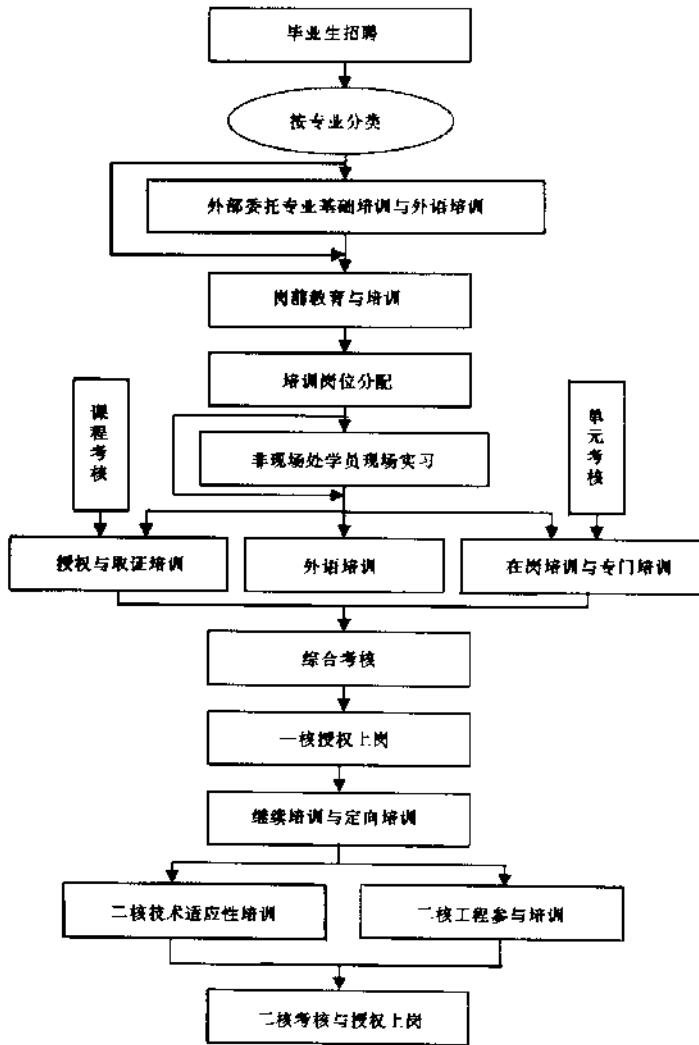


图 1 培训组织与实施过程

1.4.3 生产管理手段

生产管理手段是决定核电站管理层次高低的主要标志之一。需特别注意两个问题：一、要吸取大亚湾核电站初期靠纸靠笔管理的教训，进而吸收国际上先进的核电站普遍采用的计算机管理经验，在生产准备的开始就应着眼一个高起点；二、要在大亚湾核电站的管理规程和技术规程的体系上完善、补充、优化，形成一个更便于应用的规程体系。

在核电站计算机生产信息管理系统策划上注意保留与发扬大亚湾核电站已取得的成绩，专注一址多堆管理所需的开发项目，同时注意与工程方面的接口，为今后电站设备管理保留必要的工程过程中的数据与资料，希望能够建成一、二核科学的计算机生产信息和管理网络系统。

在核电站应用规程方面，面对大量繁杂的规程体系，将采取以生产人员为主，谁应用谁编写的原则，分散编写，集中协调管理，建立一套数量适中，可操作性强的规程体系。

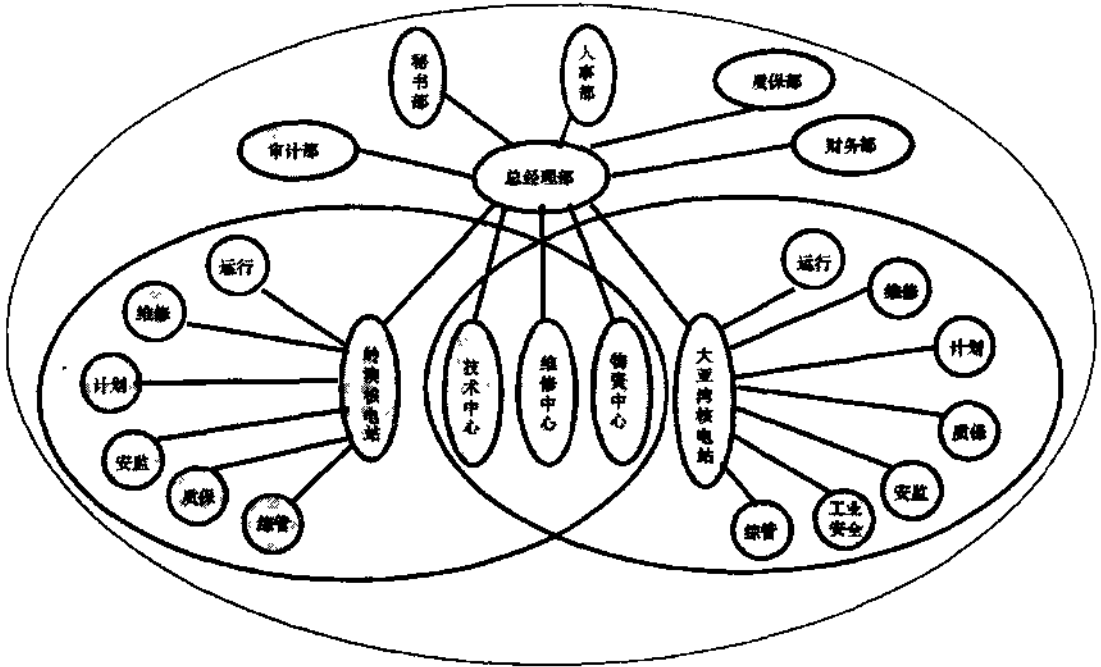


图2 管理结构示意图

为实现以上目标，1997年成立了各策划小组，完成了初步规划，在得到充分论证、完善实施条件后将推动实施。

1.4.4 工程参与

跟踪和参与岭澳工程进程是整个接产过程，以及投产后电站生产管理不可缺少的一环。

跟踪是要充分地了解岭澳核电站与大亚湾核电站不同点所在，更准确地掌握岭澳核电站的特点；积极地反馈大亚湾核电站的建设和运行经验，使岭澳工程做得更好。

参与是要今后的岭澳核电站生产人员全面、直接、深入地介入工程，加强生产人员的自身培养，熟悉设备，为今后生产准备管理提供足够的经验，因此在策划上要实现两点：

- 收集、整理两电站的技术不同点，采用计算机管理，为今后培训、规程编写和技术管理服务；
- 合理规划工程参与，特别是在设备监制、安装、调试阶段，做到工程参与、生产准备两不误。

1.4.5 生产准备概算

核电站的生产准备是一个系统工程。为了做到心中有数，组织调研了大亚湾核电站生产准备的全过程，研究了岭澳核电站将要进行的过程，分门别类划为21个科目，并逐一编制出概算：

预生产材料及备品备件；预生产专用工具、设备；预生产外部技术支持；预生产劳务支持；生产设备、设施维护电能遥测系统；应急计划准备；信息、资料交流；调研；生产技术资料的编写、编译、出版；培训中心更新改造；环境调查和监测；执照申请；电站管理计算机系统采购和开发；电站通信设施的完善；电站行政设备的采购；电站家具采购、维护；电站仓库设施完善；生产准备行政管理费等。

2. 实施落实，为顺利接产构筑坚实的基础

岭澳核电站由于工程进展顺利，使得生产准备任务相当紧迫。大亚湾核电站当年生产准备用了8年，而岭澳核电站自1996年9月份算起生产准备时间只有5年。

1997年岭澳生产准备已顺利地完成了既定目标：

- 明确生产准备发展方向，制定《生产准备工作大纲》；
- 制定生产准备总体工作计划；
- 建立和完善人员培训体系，完成1997年的培训任务；
- 初步完成一、二核统一管理模式和机构策划；
- 开展科学的管理和技术手段的策划；
- 形成有效的工作组织方式，建立顺畅的接口关系。

2.1 联合生产准备阶段的工作组织方式

在联合生产准备阶段，岭澳生产准备在广东核电合营有限公司生产部的组织机构下开展工作，采用“联合生产准备”的工作方式：

- 在电站级成立了由各处负责人参加的生产准备委员会，负责与二核联络并处理电站有关二核生产准备工作中的问题。
- 建立了专项工作小组与专项技术协调会制度，以期协调解决在生产准备过程中与工程相关的一些技术性、专业性较强或重要系统、重大设备问题以及支持工程项目。
- 在电站经理的领导下成立了生产准备处，其职责为：按《岭澳核电站生产准备工作大纲》全面负责岭澳核电站的生产准备，为顺利接产进行组织、人力、物力、技术方法和手段等方面的准备。
- 为重要的专题成立了专题策划小组，其目的是弄清其方向与其实施走向，资源投入的轻重缓急。设立的专题组为：环保四统一、维修政策、合同采购、生产管理信息系统、技术规程编写、一址多堆及岭澳核电站组织机构、备件和专用工具审查与接收、生产准备概算编制等。
- 建立工程、生产月度协调会制度，共同商讨和解决工程、生产所关心的问题。
- 管理方法上采用两公司《相互支持协议书》和《工程项目委托书》等办法使各项工作具体化和规范化。

到1997年末，可以说以策划为主的第一阶段的任务已基本完成，生产准备需要向实质性实施过渡，组织上要向独立生产准备阶段过渡。

2.2 独立生产准备阶段工作组织方式设想

1998年是向第二阶段过渡的关键一年，过渡的目的在于从组织建设、生产手段形成和资源投入等方面强化实施力度，更深入、扎实地推进生产准备各项工作。

1998年工作目标是：

- 建立岭澳核电站生产准备实体性组织，形成管理核心，并逐步建立技术管理骨干队伍；
- 按照计划完成人员招聘和人员培训任务；
- 逐步建立高效率的技术和管理手段；
- 逐步建立新的内外部接口关系。

在这个阶段至关重要是要很好地完成生产准备组织方式和管理方式的过渡与转变，这

个过程需掌握好如下几个方面：

- 组织机构调整必然对一核安全生产带来影响，管理干部和技术骨干的分离要深入研究，审慎决策，尽量降低对一核生产的干扰；
- 一核的培训基地不能丢，不能削弱，它是二核生产准备成功的信心所在，抓住岗位培训这个重要环节，充分地考虑工程、调试参与；
- 恰当地处理好二核工程与一核生产的两个关系，即生产准备跟上工程进展步伐，又能在资源共享和技术支持方面建立起适应于一址多堆管理的亲和关系。

计划分三步走：

第一步：初步形成岭澳核电站生产准备管理的构架，二级机构班子形成，完成二级机构生产准备规划，建立起详细的生产准备全过程实施计划。

第二步：三级机构班子形成；关键岗位技术骨干基本确定；完成各级授权；各种计划已在基层按部就班实施；管理体系形成与完善。

第三步：电站基本形成生产管理体系；作为电站所必须的功能组织投入正常运作；岭澳-大亚湾电站共用功能接口清晰；生产人员、生产管理人员各就各位；生产管理手段进入实用阶段；准备向接产阶段过渡。

把握住生产准备实施过程中各种资源有序、及时地投入，确保管理体系与手段适时建立、完善，控制好管理体系的磨合和完善进程，将是顺利接产的根本保证。

3. 控制有力，应心中有数地完成生产准备任务

把一个复杂的生产准备全过程置于一个可控的状态下，做到心中有数，上下协调，步调一致，就必须建立一个强有力的计划与控制体系。

3.1 计划体系的建立

像所有的工程管理一样，生产准备采用了层次化的计划管理，生产准备工作计划分为四级：

一级计划：确定总目标的进度计划，它根据工程一级、二级计划制定。生产准备一级计划规定了电站建设期内工程建设和生产准备中的一些大的控制点和关键日期，即里程碑日期，其进度由总经理部控制。

二级计划：为了确保各项工作的顺利开展，并协调工作之间的接口关系，分解一级计划，确定实现一级计划的分目标，二级计划由电站经理部控制。

三级计划：是各职能处及各专题项目小组安排工作、控制进度的执行计划。三级计划由各处、各项目专题小组编制，要求各项工作由各编制部门落实，但由电站经理部计划管理部门控制。

四级计划：在必要的情况下应对三级计划作进一步分解和细化，成为月度滚动计划，四级计划由各处控制。

计划等级框架如下：

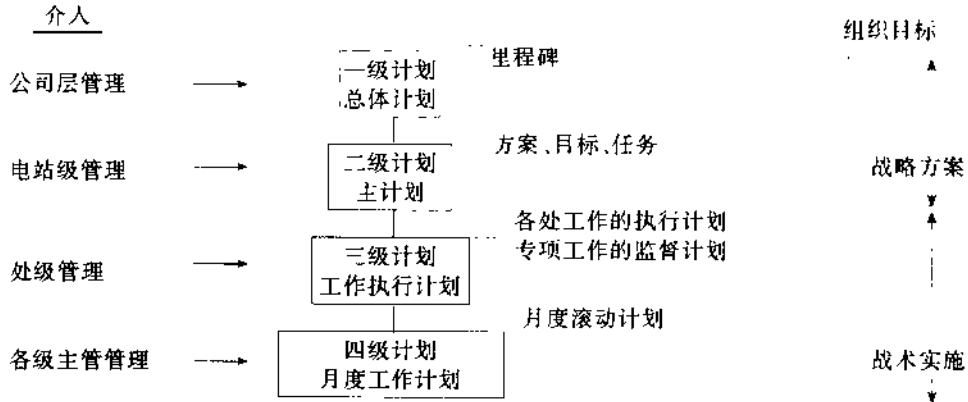
《生产准备工作大纲》于1997年4月27日签发生效。

《生产准备二级计划》于1997年5月28日签发生效。

《生产准备三级计划》于1997年10月28日签发生效。

3.2 生产准备计划的控制

1997年生产准备处于联合生产准备阶段，生产准备计划采用以下的跟踪和控制手段：



处级管理计划跟踪：

生产准备计划纳入大亚湾核电站处级管理计划的跟踪体系，由电站经理部对各处月度的重要生产准备工作计划进行跟踪检查。

专题项目计划跟踪：

各专题项目小组协调跟踪所负责项目的实施情况，遇到重大进度问题时，项目负责人及时向生产准备处长和分管经理汇报，并及时调整计划，保证必要的资源投入。

生产准备委员会月会：

生产准备委员会也是进度计划协调会。主管经理向会议报告月度生产准备计划执行情况和存在的主要问题；研究、讨论各项重要工作进行必要的协调。生产准备处处长向委员会报告当月生产准备十项主要工作，提请各职能处关注并及时作出安排。

不定期的计划协调会：

在工作执行中遇到影响整个计划进度的重大问题时，组织专门的协调会议研究措施予以解决。

计划人员的计划跟踪：

生产准备处设有计划工程师，始终跟踪岭澳工程进展计划、生产准备二级计划和生产准备三级计划的执行情况，分析重大的进度问题和可能造成的后果，及时向上级汇报，并协助各职能处或专题项目小组调整工作计划，确保《生产准备二级计划》进度目标实现。

4. 结束语

1997年在岭澳-大亚湾核电站联合生产准备的工作过程中，我们对岭澳核电站生产准备各项工作进行了较为深入地研究与探讨，从一、二核资源共享的前提出发，初步地明确了一系列方案，制定了《生产准备大纲》和总体计划，对生产准备各项工作有了较为清晰的概念，并且按此思路开展了一系列的前期准备工作，基本上完成了以策划为中心的第一阶段任务，准备向第二阶段—独立生产准备过渡。

1998年岭澳核电站生产准备将是面临考验的一年，将要全面深入开展各方面的生产准备工作，在组织上、人员培训上、生产管理手段上、岭澳工程配合上全方位地适应工程进展的需要，顺利地完向第二阶段过渡并积极准备条件、积蓄力量、完善手段，迎接新的挑战，脚踏实地地向接产阶段挺进。

运行处新员工的培训

郑伟平

新员工的培训犹如健康的身躯需要无时无刻地制造新鲜血液一样，是核电站蓬勃兴旺的必需。世界上优秀的核电站的管理者每每提及如何创造他们的佳绩时，均异口同声地说：“我们抓了设备的可用性及人员的培训。”由此可见，人员的培训在核电站的安全运行以及追赶世界一流水平核电站的过程中居何等重要的地位。

由于年轻人的可塑性，所以新员工的培训将是影响其职业生涯的一个重要的阶段，所谓先入为主。好的工作习惯往往从入厂就开始培养了，一旦养成坏的工作习惯，则遗害无穷。所谓的“零缺陷”工作法的主体是人，如果没有一个具有良好的工作习惯，具有熟练、高超技能的人员，则“零缺陷”的目标将永远停留在纸上。

新员工的素质培养是新员工培训的一个至关重要的环节。以我多年的工作体会，值长或主控操纵员在分派一项工作给现场人员时，其放心与不放心除考虑其专业技能外另外一个重要的因素就是该员工的工作作风踏实不踏实，有无敬业精神。所以员工的工作作风，敬业精神的培养是我们一开始对新员工要抓的一项非常重要的工作。而且在培训工作中，我们发现往往工作作风和敬业精神好的员工，其业务技能进步令人满意。

在大亚湾核电站可以用“十年磨一剑”来形容一名合格的运行人员的培养。一般的情况是大学生捧到耀眼的毕业证书和学位证书，找到满意的公司后，似乎可以大大地透一口气，不用再受考试的压力，不用再捧书去苦读；不用再挑灯夜读；而与此相反的是进入运行处的新员工却感受到大学毕业刚刚是他们艰难而漫长的培训生涯的开始。一个合格的主控室操纵员至少需要5年，很多人的情况是经过8~10年的努力才能获得操纵员执照。

1. 新员工招聘与培训的基本思路

1996届的38名新员工均来自于大学的应届本科毕业生，专业为反应堆工程、电机、热动力和电力系统及自动化，学校分布为清华大学，西安交通大学，华中理工大学，上海交通大学，哈尔滨工程大学，重庆大学，浙江大学，武汉水利电力大学，四川联合大学，东北电力学院，长沙电力学院，东南大学。

几年的培训经验显示，对于现场的工作，中专毕业生和大学毕业生没有太大的差别。甚至很多情况下中专毕业生更加适应现场的工作。这与其心理定位以及社会定位有很大的关系。而当进入主控操纵员阶段的培训时，由于核电站系统的复杂性、以及所需知识的全面性，使得中专教育和大学教育的差别在此有相当的体现。大学本科的学员在逻辑思维、整体概念的建立等方面均显得得心应手、游刃有余。而中专毕业的学员却在统筹考虑、逻辑分析、外语能力等方面略逊一筹。尤其在目前“快餐式培训”中，中专生更显力不从心。国家核安全局对报考操纵员执照者的最低文凭要求是大专毕业。所以中专生还要面临在“两条战线”上作战的问题，即一要考文凭，二要考操纵员执照。这正是我们近年来一直进大学毕业生，而没进中专生的主要原因。凡事有利则有弊，随着时间的推移，现场人员的短缺将成为一个突出的矛盾。在适当的时候，招收中专生成为迫在眉睫的工作。中专生的优势在于其在

现场停顿的时间较长。这样对于现场人员的更替,以及现场人员的培训都有显而易见的好处。一个中专生成长为一名主控操纵员一般需要7~8年的时间甚至更长。这在核电站机组正常运行的时期里,应成为合理的操纵员培训模式。

在运行处新员工的选拔方面还应注意心理素质、语言表达能力、人际交流等各个方面。运行人员要求遇事冷静、反应敏捷、口齿清晰、善于与人交流,而善于与人沟通交流无论在核电站的运行中,或学习中都是非常关键的。因为核电运行的知识和技能的学习不同于学校的学习,很多是纯经验的积累,而大部分的经验都不可能是学员亲历的,却是需要通过交流与沟通而获得的。加之运行工作的团队性,非一人可独立完成,所以沟通交流的技能显得尤为重要。性格内向的学员在这方面往往会遇到比较大的困难。另外在运行实践中发现,性格内向的员工全局观较差,在遇到困难时往往裹足不前,而不善寻求外部的帮助。

基于以上考虑,加上岭澳核电站工程的急需,我们在运行处新员工培训方面加大了力度,作了重大的改进、尝试,以求早出人才,出好人才。这一尝试的基本点是:建立规范化的岗位培训流程,建立正式的“师徒制”,即培训对口人制度,任命专职的培训负责人,设立由各专业专家组成的考核委员会和考核小组,规范定期考核制度,强化在岗培训,强调岗位技能培训、心理素质训练和思想政治工作并重等等。一年的实践证明这一尝试是成功的。

2. 新员工的培训流程图和科目

新员工的培训流程分两部分:

第一部分:基础培训 其中反应堆工程基础理论知识的培训在清华大学和西安交大定点办班;二回路系统知识及热工原理的培训在苏州热工研究所定点办班。“人厂介绍”直至“工作过程”均由大亚湾核电站的培训中心组织授课。这一部分可以认为是入门培训。其主要流程见图1。

第二部分:在岗培训 在运行处进行的培训,我们称之为在岗培训(On-the-job training,简称OJT)其流程见图2。这是新员工培训的核心部分,也是培训管理新尝试的重点区域。

3. 培训计划的制定和培训要求

新员工加入运行后,立即分别分配到6个运行值中,每个值由一副值长专职负责该值的培训事宜。

培训以轮为周期,一轮为6个星期,每轮有一个学习班(白班);这样顺应了倒班的特点,另外为学员的考核检查提供了充裕的时间和环境。

每个人每轮都有一个相应的个人培训任务书,通常任务书是由运行处培训工程师和值长或负责培训的副值长共同商定后发给个人。

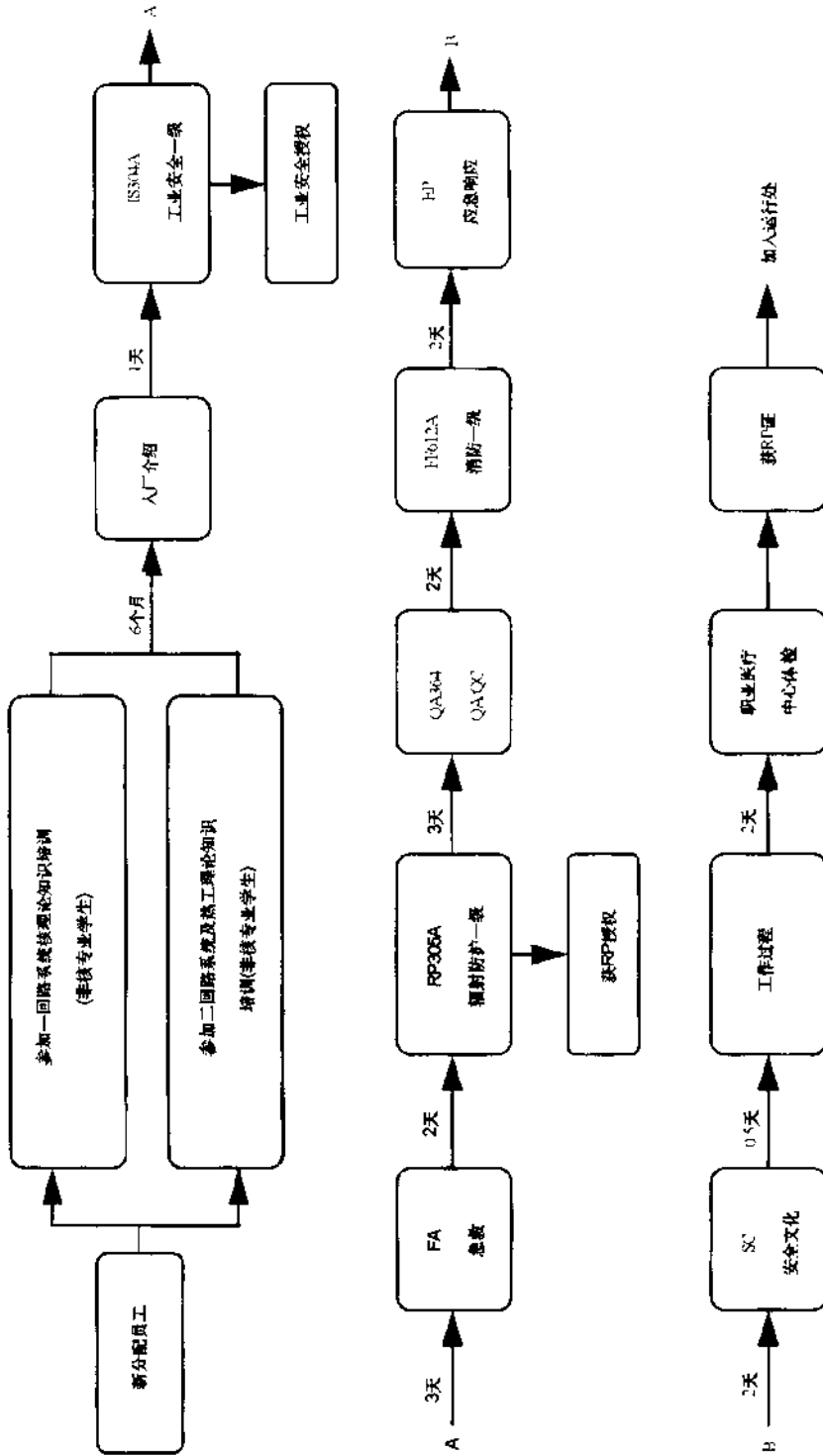
对于每个学员第一年要求

* 每6个星期用英文写一份技术报告。

• 要求学员每一轮(6个星期)的培训中根据培训任务书的要求,选择一个自己体会较深的题目进行深入的阐述,对6个星期报,有标准的格式要求;

* 每轮两份2个星期学习心得报告,亦要求用英文书写,其要求是:

• 对辅助系统的学习、感受;



*其中核理論知識的培訓分別在清華大學和西安交大進行。

图 1 基础培训主要流程

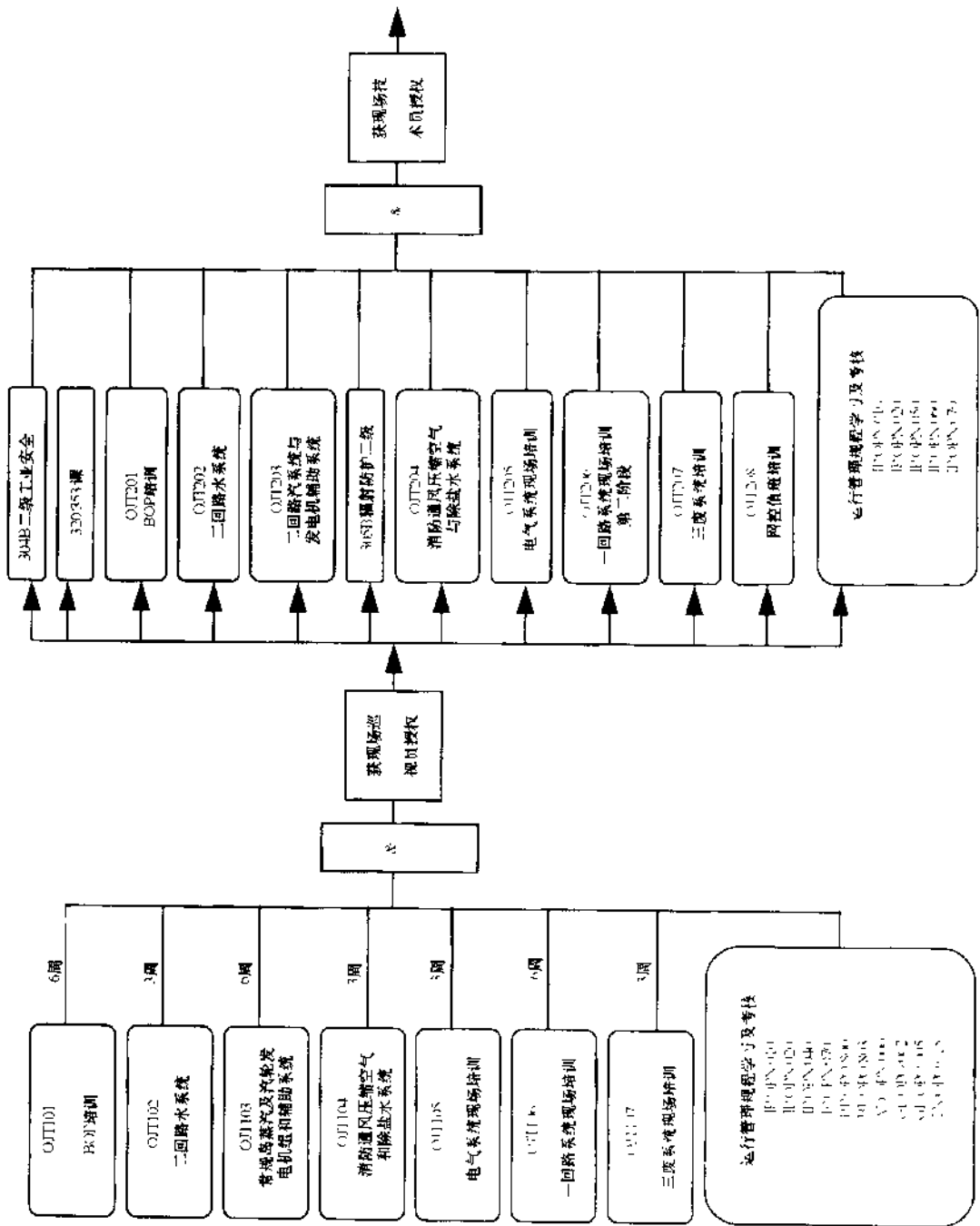


图2 在岗培训流程

- 在值班过程所遇到的事件，如何解决的，你的印象；
- 对工作环境、工作过程的感受和合理建议，技术的非技术的均可；
- 对电站、运行处、值管理的认识或建议；
- 对同事的敬业精神，你的体会或对一些不良现象的看法；
- 你对本职工作的认识。

培训计划的制定力求符合现场的实际情况和各值的实际情况，循序渐进。从新员工进厂到获得现场巡视员资格证书约需 40 个星期左右的工作时间；从现场巡视员到获得现场技术人员资格证书需 27 个星期左右的工作时间。

对现场巡视员的要求

- 厂房，楼层及设备的识别；
- 各种管道阀门操作；
- 各种运行程序的正确使用；
- 学会独立启动和停运各系统；
- 系统再线，充水排气，排水隔离；
- 了解各系统存在的风险（核安全，工业安全）及预防措施；
- 进行系统巡视发现设备异常；
- 能将一些设备置手动进行现场干预；
- 掌握各系统的功能、流程、设备、主要参数及各种运行工况。

对现场技术员的要求

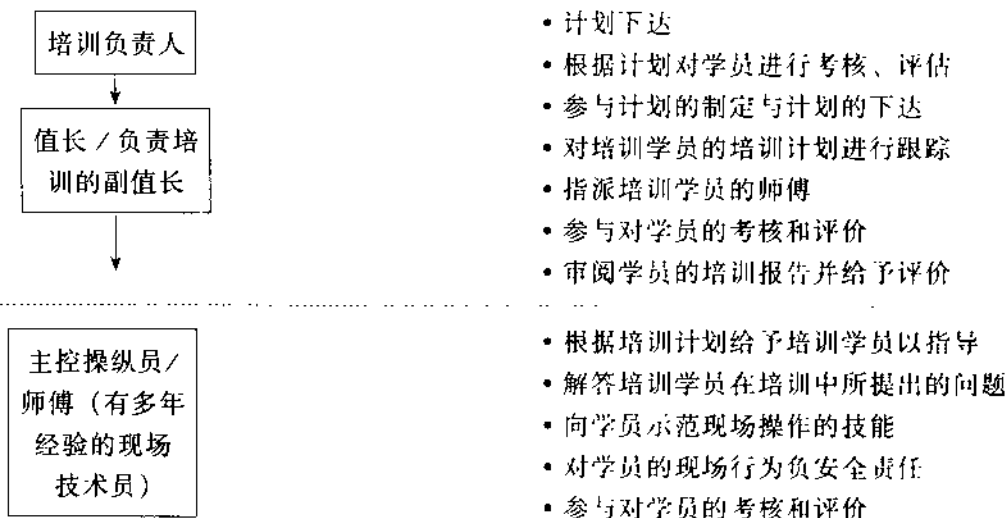
- 系统与接口系统间的相互作用；
- 系统故障对电站的影响；
- 掌握系统的控制调节，测量与控制图；
- 系统运行故障时的主要现象及所需采取的干预措施；
- 根据运行规程进行再线文件的准备（流程图与阀门状态）；
- 现场手动操作各类调节机构；
- 能计划和组织区域的所有工作（包括现场操作员的工作）；
- 能分析并检查现场工作的执行情况；
- 能分析设备故障缺陷的后果并进行经验反馈；
- 大修再线文件准备；
- 编写特殊现场运行规程。

4. 新员工培训的计划的实施和考核

对新员工的培训计划的实施与控制，在运行处是以如下的方式进行：

考核的办法及结果：

考核方式均为口试，在考试前学员必须交齐经值内培训负责人或其指定代表审阅过的培训报告，考核由运行处培训负责人和值内代表共同对学员进行考核。考核成绩分为 A、B、C、D 4 个级别，在实际考核中我们根据学员的学习状况又给予了 +、- 之分，如 C+ 或 C-，学员综合考核较差者，其成绩为 D，一般者为 C- 或 C，较好者为 C+，优良者为 B- 或 B、B+，优秀者为 A- 或 A，特别优异者为 A+。



运行处的考核比较严格，并且与现场结合比较紧密，我们的目标是学员能尽快地摆脱课堂教育模式；尽快地适应现场的工作思维和方式，掌握核电站现场实际应用知识的学习方法和良好的工作习惯。

从一年对 38 名学员的考核经验来看，绝大多数的学员都能达到培训的要求，和往年入厂的员工相比，他们在业务技能和工作习惯方式均进步较快。其中一部分学员进入状态较慢，在开始阶段得 C- 甚至 D，但经过考核，经培训负责人和值内人员的指导，学员均有非常明显的进步，这也说明，严格的考核是规范化培训的极重要的一环。目前，38 名学员均已完成现场巡视员部分的培训，并获得资格证书，已初步成为运行处现场操作的一支新生力量。

考核以口试为主，其原因是，口试能够对员工的心理素质、语言表达能力、以及实际的水准有一较全面和客观的反映。但同时要求考核人员相对固定，具有丰富的运行经验和管理经验。这样才能对学员有一个连续的、客观的评价并给予有建设性的指导。成绩的给定在考虑标准的同时，应结合所学区域的难易程度，以及学员本身的进步情况灵活掌握。比如在初始阶段不应给太高的成绩，以免学员在学习产生轻视的情绪，反之，个别学员学习困难，在有较大的进步时，尽管他的成绩比不上最好的学员，也应给予较好的成绩以资鼓励。成绩的给予本身只是一种培训检查、鼓励的手段。在培训中应根据实际情况灵活运用。

考核的评语以及考核后跟学员的交流是考核中的一个重要环节。及时地更正学员学习中的学习方法的偏差比具体纠正其一个具体考题的错误更重要。一旦学员掌握正确的学习方法，其后的学习则可驾轻就熟。一个辅助系统的学习同另外三百多个辅助系统的学习在学习方法上并无本质的区别。

同时，应将学员的考核信息及时向各值反馈，并督促各值在培训组织、教学方法上加以改进。在学员的培训过程中发现各值对学员的正确指导和帮助会影响整个值的培训效果。尽管我们说今年整体效果较好，但如果纵观各值的培训，我们会发现值与值之间存在明显的差距。

以下是截至 1997 年 12 月 1 日，38 名新员工的成绩统计表：

(人)

OJT	B+	B	B-	C+	C	C-	D
OJT100	0	10	1	1	16	6	4
OJT101	1	10	9	8	4	2	0
OJT102	3	9	4	7	7	1	0
OJT103	1	1	6	12	7	5	0
OJT104	2	6	3	6	9	3	0
OJT105	0	6	3	4	9	8	0
OJT106	2	9	11	9	4	2	0
OJT107	0	4	3	9	12	7	0

5. 培训中的薄弱环节

对于运行处的新员工培训管理,我们还是处于探索性阶段,回顾一年的工作,主要的薄弱之处有以下几点:

- 缺乏一套完整的培训教材,相对增加了学员的培训负担,但从另一面看,却相对增强了学员查找各种相应资料的能力,这种能力在核电站是一种必不可少的工作能力。
- 各值对学员的培训报告审阅重视不够,值内能审阅英语培训报告的人不多,今后如何加强值内对英语培训报告的审阅是运行处需要推动的一个工作。
- 如何协调大修期间和机组正常运行期的新员工培训是明年我们需要密切关注的问题,以尽可能使新员工在一回路学习过程中能有机会接触到设备,参与系统设备的启动运行。
- 新员工的特殊技能培训,如现场巡视泵、阀、电气设备等尽可能多地组织专项集中培训。1998年这方面已做了安排,根据实际需要,我们还将增加这方面的培训安排。
- 各值之间的交流仍然欠缺,这也是目前各值水平参差的原因,尽管水平参差并不严重。
- 对培训学员的评价反馈应加强,这在1997年的初期比较薄弱,后期在学员反馈后有所加强,但1998年的新员工培训中这方面应更加规范化。
- 在新员工的考核过程中,值内的参与应加强。
- 在岗培训任务书还应完善,应提供基本的参考资料清单。
- 现场教学手段应加强,如阀门试验室的利用、PID试验室的利用、音像教材的利用。

6. 新员工培训反思

从整体的培训效果来看,新员工的培训应在条件允许的情况下,采取分散(值内培训)

与集中（处内集中）相结合的方式，并有意识地加强集中培训（如现场巡视阀门、泵等的专项培训）的力度。希望培训中心加快阀门、泵的现场实验室的建设。

值长在值内应着重抓新员工的工作作风、职业道德、敬业精神的培养。并应理所当然地成为这方面的第一负责人。新员工的工作作风、敬业精神往往是一个值风气的体现。由于不可能将所有的新员工集中在一个我们认为比较好的值内，由某一个值单独承担新员工的培训工作的。所以在一个适当的阶段，在运行处六个值内对员工进行小批量的交流是有益处的。

以值、以届为单位的交流会是很有必要的。频度以每两月为宜。这样可以避免学校和工作单位上管理方式的巨大反差。二可以搜集新员工在培训过程中所遇到的各种问题并加以解决。三可舒缓新员工在培训中所承受的压力。交流的内容可以是培训、工作、生活等各个方面。由于现在新员工的年龄相对较大，大学毕业多在 21~24 岁之间，婚姻恋爱是影响心理成长的比较重要的因素。情绪的波动多由此而引发。而新员工培训的连续性和整体性又不允许出现个别的暂停区段。所以要求新员工具有较好的心理自我调节能力，也需要值内的干部和处内的专职思想工作者对新员工的婚姻恋爱问题给予适当的关注与辅导。

在条件允许的情况下，在现在的组织框架内每值至少应配三名副值长，负责值内培训的副值长应相对脱离日常事务而专司培训之职。这在近 40 人的值内，并且培训学员占多数的情况下是必要的。对值内的培训计划、跟踪、学员培训报告的评价、学习班的培训组织，值内现在实际上都是没有专人负责。有时值内甚至只有一个副值长。既要应付工作，又要兼顾培训，实际上是做不到的。

新员工的英语水平的培训应跟新员工的在岗培训分开，而且新员工的英语培训在二核投入运行之前都不应突然停止。但不要和在岗培训混在一起。目前所采取的新员工用英语写技术报告的方式我认为尚有商榷之处。运行处的在岗培训时间短、量大，要求高。而新员工在打基础阶段花大量的时间和精力于英文写作上，势必影响其业务技能的培训。为应付，有的学员干脆抄写英文版的系统手册。对于英文学习，由于值内缺乏高水平的英语人才，对新员工并无英语写作的指导。培训中心和运行处也无力在这方面做专业指导。因此为提高新员工的英语水平，应做专门的安排。

7. 结束语

岭澳核电站、秦山二期的兴建使大亚湾核电站成为名副其实的人才培训基地。在今后的几年里，每年都将有新员工源源不断地加入核电事业中，加入核电运行队伍。因此，核电运行新员工的培训直接关系到核电的安全、经济、满发。

如此大量的新员工培训在运行处还是第一次，对于陆陆续续到来的新员工，如何根据其特点因材施教，提高培训的效率和合格率，如何解决生产与培训的矛盾、一核生产与二核生产准备的矛盾都需要我们不断地开动脑筋、探索新路、集思广议，积极完善新员工的规范化培训，改革培训体制，为核电的大发展输送一大批合格的高素质人材。

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 与质量无系统
A	Feedwater Supply 给水供应
ABP	Low Pressure Feedwater Heater 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
ADG	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
APP	Turbine-Driven Feedwater Pump 汽动主给水泵系统
APT	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	Condensate (Condensation-Vacuum-Circulating Water) 凝汽器(冷凝-真空-循环水)
CAR	Turbine Exhaust Water Spraying 汽轮机排气口喷淋系统
CEG	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	Condensate 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
CIA	Condenser Tube Cleaning 凝汽器清洗系统

CTE	Circulating Water Treatment 循环水处理系统
CVI	Condenser Vacuum 凝汽器真空系统
D	Ventilation-Handling Equipment- Communications-Lighting 通风-装卸设备-通讯-照明
DAA	Hot and Cold Workshops and Warehouse Elevators 冷、热机修车间和仓库的电梯
DAB	Administration Building Elevators 办公楼电梯
DAI	Nuclear Island Building Elevators 核岛厂房电梯
DAM	Turbine Hall Elevators 汽轮机厂房电梯
DEB	Administration Building Chilled and Hot Water 办公楼冷、热水系统
DEG	Nuclear Island Chilled Water 核岛冷冻水系统
DEL	Electrical Building Chilled Water 电气厂房冷冻水系统
DMA	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
ES	Emergency Lighting 应急照明系统
DPL	Closed Circuit Television 闭路电视系统
DTV	Communication 厂区通讯系统
DVA	Cold Workshop and Warehouse Ventilation 冷机修车间和仓库通风系统
DVB	Administration Building Ventilation 办公楼通风系统
DVC	Control Room Air Conditioning 主控制室空调系统
DVD	Diesel Buildings Ventilation 柴油机房通风系统
DWE	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	Gasport Control Room Ventilation 设备冷却水房间通风系统
DVK	Fuel Building Ventilation 核燃料厂房通风系统
DVL	Electrical Building Main Ventilation 电气厂房主通风系统
DVM	Turbine Hall Ventilation 汽轮机厂房通风系统
DVN	Nuclear Auxiliary Building Ventilation 核辅助厂房通风系统

DVP	Circulating Water Pumping Station Ventilation 循环水泵站通风系统
DVQ	Waste Auxiliary Building Ventilation 废物辅助厂房通风系统
DVS	Safety Injection and Containment Spray Pump Motor Room Ventilation 安全注入和安全壳喷淋泵电机房通风系统
DVT	Demineralization Plant Ventilation 除盐水车间通风系统
DVV	Auxiliary Boiler and Compressor Building Ventilation 辅助锅炉和空压机厂房通风系统
DW	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
DWC	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 Services Water Pumping Station Ventilation 核岛重要生水水泵站通风系统
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	Electrodeposition Plant Ventilation 制氢站通风系统
DWZ	Hydrogen Production Plant Ventilation 制氢站通风系统

E	Containment 安全壳
EAS	Containment Spray 安全壳喷淋系统
EAI	Containment Instrumentation 安全壳仪表系统
EBA	Containment Sweeping Ventilation 安全壳换气通风系统
EIE	Containment Isolation 安全壳隔离系统
EIP	Containment Leakage Monitoring 安全壳泄漏监测系统
ETV	Containment Atmosphere Monitoring 安全壳内大气监测系统
EVC	Reactor Pit Ventilation 反应堆坑通风系统
FVF	Containment Cleanup 安全壳内空气净化系统
EVR	Containment Continuous Ventilation 安全壳连续通风系统
G	Turbine Generator 汽轮发电机
GCA	Turbine and Feedheating Plant Preservation During Outage 汽轮机和给水加热装置停运期间的保养系统
GCT	Turbine Bypass 汽轮机旁路系统
GEY	Power Transmission 输电系统
GEW	Main Switchyard-EHV Switchgear 主开关站-超高压配电装置
GEN	Generator Excitation and Voltage Regulation 发电机励磁和电压调节系统
GFR	Turbine Control Fluid 汽轮机调节油系统
GGR	Turbine Lubrication Jacking and Turning 汽轮机润滑、顶轴和盘车系统
GHE	Generator Seal Oil 发电机密封油系统
GME	Turbine Supervisory 汽轮机监视系统
GPA	Generator and Power Transmission Protection 发电机和输电保护系统

GPV	Turbine Steam and Drain 汽轮机蒸汽和疏水系统
GRE	Turbine Governing 汽轮机调节系统
GRH	Generator Hydrogen Cooling 发电机氢气冷却系统
GRV	Generator Hydrogen Supply 发电机氢气供应系统
GSE	Turbine Protection 汽轮机保护系统
GSS	Moisture Separator Reheater 汽水分离再热器系统
GSI	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 Detection 柴油发电机灭火系统
K	Instrumentation and Control 仪表和控制

KIS	Thermocouple Cold Junction Boxes 热电偶冷端盒系统
KGD	Common Control Cabinets for Conventional Island 常规岛共用控制机柜
KDG	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 and 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
KTR	Remote Shutdown Panel 应急停堆盘系统
KIS	Safety Panel 安全监督盘系统
KRG	General Control Analog Cabinets 集中控制模拟量机柜
KIS	Site Radiation and Meteorological Monitoring 厂区辐射气象监测系统
KRI	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
KSI	Security Building Control Desk 应急保安楼控制台系统
KZI	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

LCB	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)
OLEK	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 B 6.6 kV 交流应急电源系统——系列 B
LHT	Changeover Interconnection Device 6.6 kV 交流应急电源切换系统
LHZ	Low Voltage 380V AC Generating Set (EC Building) 低压 380 V 交流发电机组 (EC 厂房)
LK	LV AC Network—380 V 低压交流电源 (380 V 系统)
LI	LV AC Emergency Network—380 V 低压交流应急电源 (380 V 系统)
LIS	Hydrotest Pump Turbine Generator Set 水压试验泵汽轮发电机组
LMA	220 V AC Normal Power Source and Distribution System 220 V 交流电源和配电系统
LMC	220 V AC Power Supply (CI Instrumentation) 220 V 交流电源系统 (CI 仪表)
LMD	220 V AC Power Supply (CI Instrumentation) 220 V 交流电源系统 (CI 仪表)
LNA	Vital 220 V AC Power (Protection Group I) 220 V 交流重要负荷电源系统 (第一保护组)
LNB	Vital 220 V AC Power (Protection Group II) 220 V 交流重要负荷电源系统 (第二保护组)
LNC	Vital 220 V AC Power (Protection Group III) 220 V 交流重要负荷电源系统 (第三保护组)
LND	Vital 220 V AC Power (Protection Group IV) 220 V 交流重要负荷电源系统 (第四保护组)
LNE	Uninterrupted 220 V AC Power 220 V 交流不间断电源系统
LNF	Common Uninterrupted 220 V AC Power (N, A, B.) 220 V 交流公用不间断电源系统
LNK	Uninterrupted 220 V AC Power (Demineralization and Auxiliary Boilers) 220 V 交流不间断电源系统 (除盐水车间和辅助锅炉)
OLNL	Uninterrupted 220 V AC Power (EC Building) (Included in OLBI, 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)

LNP	Uninterrupted 220 V AC Power for Train B KITRPS 220 V 交流不间断电源系统 (系列 B KITRPS)
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
PMC	Fuel Handling and Storage 核燃料装卸贮存
PTR	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 Bore and Water Makeup 反应堆硼和水的补给系统
REN	Nuclear Sampling 核取样系统
RGL	Full Length Rod Control 棒控系统
RIC	In-core Instrumentation 堆芯测量系统
RIS	Safety Injection 安全注入系统
RPE	Nuclear Island Vent and Drain 核岛排气和疏水系统
RPN	Nuclear Instrumentation 核仪表系统

RPR	Reactor Protection 反应堆保护系统
RRA	Residual Heat Removal 余热排出系统
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
SBF	Hot Laundry and Decontamination 热洗衣房和清洗去污系统
SDA	Demineralized Water Production 除盐水生产系统
SEA	Raw Water 生水系统
SEC	Essential Service Water 核岛重要生水系统
SED	Nuclear Island Demineralized Water Distribution 核岛除盐水分配系统
SEH	Waste Oil and Inactive Water Drain 废油和非放射性水排放系统
SEK	Conventional Island Liquid Waste Collection 常规岛废液收集系统
SEL	Conventional Island Liquid Waste Discharge 常规岛废液排放系统
SEN	Auxiliary Cooling Water 辅助冷却水系统
SEO	Station Sewer System 电站污水系统
SKP	Potable Water 饮用水系统

SER	Conventional Island Demineralized Water Distribution 常规岛除盐水分配系统
SEZ	Hot Water Production and Distribution 热水生产和分配系统
SGZ	General Gas Storage and Distribution 厂用气体贮存和分配系统
SHY	Hydrogen Production and Distribution 氢气生产与分配系统
SIP	Process Instrumentation System 过程仪表系统
SIR	Chemical Reagents Injection 化学试剂注射系统
SIV	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
TGG	Gaseous Waste Treatment 废气处理系统
TEP	Boron Recycle 硼回收系统
TEH	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
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
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
FSS	Full Scope Simulator 全范围模拟机
F_{rp}	Radial Peaking Factor 径向功率峰因子
GECA	General Electrical-Alstom 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 广东核电合营有限公司
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
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
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
LOE	Licensing Operational Event 电站运行事件
LOI	Low Operation Interval (RRA) RRA 低水位运行间隔
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	Ontage Planning Group 大修计划组
OPH	Health & Physics Branch 保健物理处
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 安全执照处
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

PO	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
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 重大纠正行动要求(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
TOI	Temporary Operation Instruction 临时运行指令
WANO	World Association of Nuclear Operators 世界核营运者协会
WO	Work Order 工作指令
WR	Work Request 工作申请
WRN	Work Request Notice (合同外)附加工作单

附录三 计量单位中英对照

英文	中文	英文	中文
Bq/g	贝可/克	MWe	兆瓦(电)
MBq/m ³	兆贝可/米 ³	c/s	计数/秒
Bq	贝可	GW·h	百万千瓦·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 B	微克/克硼
EFPD	等效满功率日	g/L	克/升
h	小时	mm	毫米
m ³	米 ³	cm	厘米
mSv/h	毫希/时	g/cm ³	克/厘米 ³
μSv/h	微希/时	MW·d/tU	兆瓦·日/吨金属铀
Sv/h	希/时	Ci/m ³	居里/米 ³
man·Sv	人·希	mCi/m ³	毫居里/米 ³
man·mSv	人·毫希	m ³ /h	米 ³ /时
Bq/kg	贝可/千克	bar (g)	巴(表)
Bq/m ³	贝可/米 ³	mbar	毫巴
μGy/h	微戈/时	MBq/t	兆贝可/吨
μGy/month	微戈/月	L/h	升/时
d	天	Hz	赫[兹]
m	米	t/h	吨/时

附录四 厂房和构筑物——代号和名称

厂房和构筑物可分为三大类

—辅助厂房和构筑物

—核动力区

—汽轮机厂房

I. 辅助厂房和构筑物

辅助厂房和构筑物可分为 BOP、NI 和 CI 三大部分。

BOP:

- AA Cold Workshops
冷机修间
- AB Cold Warehouses
冷仓库
- AC Hot Workshop and Warehouses
热机修间和仓库
- AD Archive and Documentation Building
档案资料馆
- AF Workshop and Warehouse
车间和仓库
- AG Garage
汽车库
- AH Garage—Petrol Station and Fire Station (Cancelled)
汽车库—加油站和消防站 (取消)
- AL Site Laboratory
厂区实验室
- AM Radiation Measuring Devices Calibration Laboratory
辐射测量仪标定室
- AN Oil and Grease Analysis Laboratory
润滑油和油脂分析实验室
- AO Open Warehouse or Shed
露天仓库或棚库
- AP Permanent Access—Roads—Parking Lots—Tracks on Site
永久出入口—道路—停车场—厂内便道
- AX Dangerous Products Warehouse
危险品库
- BA Site Management Office
工程部办公楼 (已改为生产部办公楼)
- BX Administration Building
办公楼

—CA	Water Intake Structure 取水构筑物
—CB	Water Inlet Channel 进水管
—CC	Outfall Structures 排水构筑物
—CD	Water Discharge Channel 排水渠
—CE	Breakwaters 防波堤
—EA	Training Centre 培训中心
—EB	Fire Fighting Training Building 消防培训站
—EC	Meteorological and Site Radiation Monitoring Station 气象和厂区辐射监测站
—ED	Waste Water Treatment Building 废水处理厂房
—EF	Iron Storage 钢材贮存库
—EG	Security Building 应急保安楼
—EH	Contractors' Building (Cancelled) 承包商办公楼 (取消)
—EI	Information Centre (Cancelled) 接待中心 (取消)
—EL	Laundry and Changing Building 洗衣更衣房
—FC	Oil and Grease Storage Area 润滑油和油脂贮存场地
—FD	Washing Area (Cancelled) 清洗场地 (取消)
—FF	Fire Emergency Storage of Oil and Water 汽轮机事故排油坑
—FS	Sewage System Oil Separator 污水系统油分离器
—GB	Technical Galleries and Gutters 技术管廊和管沟
—GD	Circulating Water Inlet and Discharge Culverts (Outside Turbine Building)

- 循环水进水管和排水管 (汽轮机厂房外)
- GE Yard Storm—Foul Sewage System and Buried Piping
雨水—污水系统和地下管道
- GS Essential Service Water Discharge Structure (Non-Safety Related)
重要厂用水排放构筑物 (非安全有关的)
- HX Chlorination Plant
制氯站
- JX Auxiliary Transformer Area (220/6, 6 kV)
辅助变压器平台
- OF Raw Water Filtration Plant
生水过滤装置
- OP Drinking Water Storage Tanks
饮用水贮存罐
- PS Pumping Station Annexe
泵站附属建筑
- PX Combined Pumping Station
联合泵站
A further distinction is made for a specific subarea of the Pumping Station.
联合泵站的某一特定部分可进一步用代号区分为
·PA SEC—Well Area
表示重要厂用水系统的竖井区 PA
- QF Concrete Drum Fabrication Building (Cancelled)
混凝土桶制作厂房 (取消)
- QT Solid Radwaste Long—term Storage
固体废物长期贮存区
- SA Restaurant
餐厅
- TB Main Switchyard Building (500 kV and 400 kV)
主开关站 (500 kV 和 400 kV)
- TC Switchyard Control Building
开关站控制厂房
- TD Auxiliary Switchyard Area (220 kV)
辅助开关站 (220 kV)
- TX Spare Transformer Compound Housing, 1TX (400 kV), 2TX (500 kV)
备用变压器平台
- UA Guardhouse
警卫检查站
- UB Fencing
围墙

—UC	Unloading Quay with Mooring Equipment 设备码头
—UD	Access Control Post 出入控制口
—UF	Access Control Post 出入控制口
—UE	Provisional Guardhouse 临时警卫室
—VA	Auxiliary Boilers Building 辅助锅炉厂房
—VB	Fuel Oil Storage Tank 燃油贮存罐
—XC	Site Concrete Laboratory 现场混凝土实验室
—YA	Demineralized Water Production Plant 除盐水生产车间
—YB	Demineralized Water Storage Tanks 除盐水贮存罐
—ZA	General Gas Storage Area 厂用气体贮存区
—ZB	Hydrogen and Oxygen Production and Storage Plant 制氢站
—ZC	Compressor House 空压机房
—NI:	
—ET	Transit Changing Rooms for Reactor Shutdown 停堆用更衣室
—EU	Connecting Tower 连接塔
—GA	Essential Service Water Intake Galleries 重要厂用水取水管廊
—GC	Liquid Waste Discharge Galleries (Safety—related sections) 废液排放管廊 (安全有关部分)
—QA	Liquid Waste Holdup Tanks 废液存留罐
—QS	Waste Auxiliary Building 废物辅助厂房
—CI:	
—GD	Circulating Water Inlet and Discharge Culverts (inside Turbine Building)

	循环水进水管和排水管 (汽轮机厂房内)
—MO	Lubricating Oil Transfer Annexe 润滑油传送间
—MP	Resin Regeneration Annexe 树脂再生间
—MV	Turbine Ventilation Annexe 汽轮机通风间
—TA	Main and Stepdown Transformer Platform 主变压器和厂用变压器平台
—VC	Test Boiler Platform 试验锅炉平台

II . NUCLEAR POWER BLOCK (核动力区)

This includes the following buildings:

核动力区包括下列厂房:

—DX Diesel Generator Building

柴油发电机房

When necessary a distinction is made between:

必要时可将柴油发电机房区分为:

•DA Diesel Building A

柴油机房 A

•DB Diesel Building B

柴油机房 B

—KX Fuel Building and Refuelling Water Storage

燃料厂房和换料水池

—LX Electrical Building

电气厂房

—NX Nuclear Auxiliary Building

核辅助厂房

Geographical sub—areas of the Nuclear Auxiliary Building are distinguished by use of the following codes:

核辅助厂房可用下列代号进一步分区:

•NA NAB sub—area A

NA 表示 NAB 中的 A 区

•NB NAB sub—area B

NB 表示 NAB 中的 B 区

•NC NAB sub—area C

NC 表示 NAB 中的 C 区

•ND NAB sub—area D

ND 表示 NAB 中的 D 区

•NE NAB sub—area E

NE 表示 NAB 中的 E 区

•NF NAB sub—area F

NF 表示 NAB 中的 F 区

and when necessary, in particular for civil documentation,
必要时,尤其在土建文件中可用:

•NL NAB sub—area common to NA and NB, also including 9LX

NL 表示 NAB 中的包括 9LX 在内的 NA + NB 区

•NR NAB sub—area common to NC + NE + NF

NR 表示 NAB 中的 NC + ND + NE + NF 区

—WX Connecting Building

连接厂房

—RE Auxiliary Feedwater Storage

辅助给水贮存罐

—RX Reactor Building

反应堆厂房

Specific structures of the Reactor Building are distinguished by use of the following codes;
采用下列代号进一步区分反应堆厂房内的不同构筑物:

•RC Containment

RC 安全壳

•RF Cylindrical Part

RF 圆柱部分

•RG Reactor Pool and Cavity

RG 反应堆堆换料腔

•RP Reactor Building Gantry

RP 反应堆厂房龙门架

•RS Reactor Building Internal Structures (other than RF, RG, RV)

RS 反应堆厂房 (RF、RG、RV 除外的) 内部构筑物

•RV Reactor Pit

RV 反应堆堆坑

III. TURBINE BUILDING (汽轮机厂房):

—MX Turbine Building

汽轮机厂房

Geographical sub-areas or specific structures of the Turbine Building are distinguished by
use of the following codes:

汽轮机厂房可用下列代号进一步分区:

•MA Turbine Building Sub-area A

MA 汽轮机厂房 A 区

- MB Turbine Building Sub-area B etc.
MB 汽轮机厂房 B 区等
- MT Turbine Pedestal
MT 汽轮机基座

附录五 设备名称代码

A		B		C		D	
AA	报警灯 可见报警信号	BA	储罐-稳压器	CA		DA	
AB		BB	喷雾器	CB		DB	
AC	电梯-升降机	BC	接线盒	CC	选择器开关或键 盘	DC	核燃料装卸设备
AD	吸收器	BD	吊转动台	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	排污栅
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	BP		CP	(水力或机械)联 轴器	DP	控制棒束换位架
AQ	安注罐	BQ	应急照明	CQ	机架	DQ	
AR	控制柜	BR	控制棒或停堆棒	CR	箱子-编组箱	DR	错油阀(用于油 动机)
AS	燃料组件	BS	冷端盒	CS	凝汽器	DS	脱水器-干燥器
AT	自动化学监测和 控制装置	BT	蓄电池	CI	印刷电路板	DT	检测器
AU		BU	防水堰水闸	CU	(水池)衬里	DU	
AV	雨水排放管的集 水口	BV	灯具箱	CV	键锁机构	DV	
AW		BW		CW	容器	DW	
AX		BX		CX	搬运小车	DX	
AY		BY		CY		DY	二极管
AZ		BZ		CZ		DZ	除氧器

E		F		G		H	
EA	电磁铁	FA	高效(通风)过滤器	GA	交流发电机	HA	
EB		FB		GB		HB	
EC	屏蔽-计算机逻辑输入	FC	链式过滤器	GC	直流发电机	HC	
ED	杂项设备	FD	启动器过滤器	GD	函数发生器	HD	(数据贮存用) 发 盘装置
EE	啮合电磁铁	FE		GE	功率发生器	HE	
EF	常闭式先导电磁阀	FF	(细) 过滤器	GF	冷冻机组	HF	
EG	混合器	FG		GG	粗滤槽	HC	
EH		FH		GH		HH	
EI	堆内构件	FI	液体过滤器 电子过程器 碘过滤器	GJ		HI	打印机-电传打印 机
EJ	喷射器	FJ		GK		HJ	
EK		FK		GL	通风管道	HK	
EL	(先导) 电磁阀	FL		GM	泡沫发生器	HL	穿孔带或穿孔卡 片读出器或打孔 机
EM	膜片或隔膜	FM		GN	声(动)力电话 装置	HM	磁带机
EN	记录仪	FN		GO		HN	
EO	常开式(先导) 电磁阀	FO		GP		HO	
EP	电动-气动转换器	FP	(通风) 预过滤器	GQ		HP	扬声器
EQ	放电间隙	FQ		GR	注油器	HQ	
ER	电动制动器	FR		GS		HR	时钟
ES	照明设备	FS	砂床过滤器	GT	漏盘、漏斗	HS	
ET		FT	阻火器, 消防栓	GU		HT	
EU	计算机模拟输入	FU	熔丝-小容量开关	GV	蒸汽发生器	HU	加湿器
EV	蒸发器	FV		GW		HV	荧屏显示器
EW	参考电报	FW		GX		HW	
EX	热交换器	FX		GY		HX	
EY	发往控制柜的通/ 断信号	FY		GZ	贮气瓶	HY	
EZ	灭火器	FZ	化粪池			HZ	

I		J		K		L	
IA	报警信息	JA	断路器	KA		LA	—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	JK		KJ		LJ	火警探测
IL		JL		KK	手动断路器	LK	就地应力测量
IM		JM		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	JN		KM		LM	就地位置-位移测量
IO		JO		KN		LN	就地标高测量
IP		JP	盲板	KO	汽轮机汽缸	LO	
IQ	放射性废物焚烧炉	JQ		KP		LP	就地压力测量
IR		JR		KQ		LQ	就地无功功率测量
IS	隔离组件	JS	电源分区开关	KR	冷冻器	LR	就地阻抗-电阻率或电阻-导电率测量
IT		JT		KS		LS	就地保健测量
IU		JU		KT	一次测温元件	LT	就地温度测量
IV		JV		KV		LU	就地电压测量
IW		JW		KU		LV	就地振动-推力-胀差测量
IX		JX		KW		LW	就地有功功率测量
IY		JY		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		JZ		DY		LY	其他电气数据的就地测量
				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	(齿轮式)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
PL	蒸汽疏水器
PV	
PW	避雷器
PX	核燃料组件检验设施
PY	换热元件
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	
RA	空气调节风门
RB	气瓶架
RC	自动控制、遥控、中间控制或整定值控制站
RD	整流器
RE	加热器
RF	冷却器
RG	模拟计算模块
RH	
RI	莫里斯消防接头
RJ	消防水龙带
RK	继电器架
RL	储存架
RM	
RN	找人机
RO	转子
RP	疏水冷却器
RQ	
RR	减速或半速齿轮箱
RS	电阻器-电加热器
RT	电抗器-电感器
RU	(废水排放沟上的) 栅格盖板
RV	
RW	
RX	
RY	
RZ	

S	
SA	核测量(放射性或中子通量)通/断信号
SB	
SC	速度测量通/断信号
SD	流量测量通/断信号
SE	声频测量通/断信号
SF	频率-相位测量通/断信号
SG	物理-化学分析通/断信号
SH	相对湿度测量通/断信号
SI	
SJ	火警探测通/断信号
SK	应力测量通/断信号
SL	亮度测量通/断信号
SM	位置-位移测量通/断信号
SN	标高测量通/断信号
SO	支架(不包括标准管道支架)
SP	压力测量通/断信号

SQ	
SR	电阻-导电率-阻抗测量通/断信号
SS	保健测量通/断信号
ST	温度测量通/断信号
SU	48 V 直流电压测量通/断信号
SV	推力-胀差-振动通/断信号
SW	
SX	其他机械测量通/断信号
SY	来自控制柜的其他电气测量通/断信号
SZ	其他物理测量通/断信号

T	
TA	辅助厂用变压器
TB	开关板-配电盘
TC	汽轮机
TD	连续式机械输送装置(螺杆输送、皮带输送等)
TE	遥控式断路器
TF	旋转滤网或滤筛
TG	凝汽器管子清洗套管
TH	
TI	电流互感器
TJ	称量料斗
TK	快速故障记录仪
TL	推旋式灯光开关
TM	装换料机
TN	电话设施
TO	按钮
TP	主变压器
TQ	电缆井
TR	电力变压器
TS	厂用变压器
TT	人孔盖板
TU	电压互感器
TV	电视设备
TW	贯穿件
TX	蒸汽变换器
TY	管道
TZ	传送带

U	
UA	报警器
UB	端子排组件
UC	控制器
UD	解列装置(电网) 去耦器(弱电回路)
UE	
UF	
UG	
UH	
UI	
UJ	接触器
UK	闪光灯
UL	
UM	继电器
UN	继电器(RE3000)
UQ	凸轮式程序执行机构
UP	电源通/断组件
UQ	
UR	继电装置
US	简化的控制器
UT	计时器
UU	
UV	显示器
UW	
UX	二极管矩阵器
UY	
UZ	

V	
VA	空气阀门
VB	(不同于一回路冷却剂阀门的)含硼水阀门
VC	循环水阀门
VD	除盐水阀门
VE	生水阀门
VF	燃料油阀门
VG	二氧化碳阀门
VH	油阀门
VI	
VJ	废气阀门
VK	废液阀门
VL	凝结水和给水阀门
VM	点火燃料阀门(内烧重油)
VN	常规岛闭路冷却水阀门
VO	
VP	一回路冷却剂阀门
VQ	有机液体阀门
VR	试阀剂门
VS	排渣阀
VT	饮用水阀门
VU	
VV	蒸汽阀门
VW	
VX	SF6 阀门
VY	氢气阀门
VZ	氮气阀门

W	
WA	
WB	振荡器
WC	
WD	贯穿件
WE	
WF	
WG	
WH	
WI	
WJ	
WK	
WL	
WM	(洗衣房用)洗衣机
WN	
WO	
WP	
WQ	
WR	
WS	
WT	
WU	
WV	快卸式接头
WW	(洗衣房用)烘干机
WX	
WY	
WZ	

X	
XA	止动继电器
XB	闭锁继电器
XC	脉冲接触继电器
XD	瞬时脱扣继电器
XE	瞬时动作继电器
XF	闭合继电器
XG	闪光继电器
XH	频率继电器
XI	电流继电器
XJ	
XK	故障继电器
XL	
XM	启动继电器
XN	
XO	断开继电器
XP	抗震继电器或压力继电器
XQ	
XR	(本表所列瞬时继电器以外的)其他瞬时继电器
XS	过载继电器
XT	辅助延时继电器
XI	电压检测继电器-整定值继电器-比较器
XV	
XW	功率继电器
XX	模拟试验继电器
XY	
XZ	接地检测继电器

Y

YA	核测试(放射性-中子通量)
YB	
YC	速度测试
YD	流量测试
YE	声频测试
YF	频率-相位测试
YG	物理-化学分析测试
YH	时间测试
YI	电流测试
YJ	
YK	应力测试
YL	亮度(不透明度)测试
YM	位置-位移测试
YN	标高测试
YO	
YP	压力测试
YQ	无功功率测试
YR	阻抗-电阻率-导电率测试
YS	保健测试
YT	温度测试
YU	电压测试
YV	推力-胀差-振动测试
YW	有功功率测试
YX	其他机械测试
YY	其他电气测试
YZ	其他物理测试

Z

ZA	
ZB	
ZC	扫描器
ZD	
ZE	分离器
ZF	加热器-再热器
ZG	
ZH	
ZI	消音器
ZJ	
ZK	同步器-连接器
ZL	选择器
ZM	伺服机或油动机
ZN	
ZO	电焊机
ZP	
ZQ	
ZR	干燥器
ZS	出入气闸-设备闸门
ZT	分流器
ZU	
ZV	风机
ZW	
ZX	
ZY	
ZZ	汽水分离器-再热器

《年鉴》各章节供稿人员名单

- 户 倬 (1.1) (1.2)
 刘云立 (1.3.1-1.3.3) (2.3.2.1) (2.3.5.7)
 王宏斌 (1.3.4)
 官广臣 (2.1.1.1)
 李玉保 (2.1.1.2) (3.1) (3.2) (4.11) (4.12)
 谢昌渝 (2.1.1.3)
 陈 宁 (2.1.1.4)
 李现锋 (2.1.1.5)
 段德洪 (2.1.1.6)
 段贤稳、郭茂雨 (2.1.1.7) (4.18)
 关建军 (2.1.1.8)
 卢文跃 (2.1.1.9)
 丁震行 (2.1.2.1) (2.1.2.2) (2.1.6.5)
 阳运韬 (2.1.2.3)
 张东果 (2.1.3.1) (2.1.3.2) (2.1.3.5)
 黄来喜 (2.1.3.3) (2.1.3.4)
 吴引仙、李 雷 (2.1.4.1)
 沈 星 (2.1.4.2) (2.1.4.3)
 杨吉成 (2.1.4.4)
 王天华 (2.1.5.1) (2.3.5.4)
 范立明、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)
 冯伟岗、吴凤歧 (2.1.5.6)
 高 歌 (2.1.6.1)
 吴天华 (2.1.6.2)
 钟伟雄 (2.1.6.3)
 姚 刚 (2.1.6.4)
 符祥群 (2.2.1.1) (2.3.5.5) (4.13)
 张 宁、方 军 (2.2.1.2)
 张 宁、符祥群 (2.2.1.3)
 贾国安 (2.2.1.4)
 张晓峰 (2.2.1.5)
 廖伟明 (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) (4.14)

- 杨茂春 (2.2.4) (4.15)
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)
梁开卷 (2.3.1.2) (2.3.5.8)
陈胜利、王宏斌 (2.3.2.2) (2.3.2.3) (2.3.3)
赵宏 (2.3.4) (2.3.5.2)
邹庆安 (2.3.5.1)
李靖 (2.3.5.3)
周卫红 (2.3.5.6)
李卫纲 (2.3.5.9)
景立峰 (2.3.6)
陈祖书、郑伟 (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)
黄建华 (2.3.10)
孙海英 (2.3.11)
李忠 (2.3.12)
夏庆生 (2.3.13.1) (2.3.13.3-2.3.13.6)
李英 (2.3.13.2)
齐迎春 (2.4)
曾建林 (3.3)
王天华、田延峰、丁震行、叶能谦 (3.4)
周科英 (4.1-4.10)
徐咏梅 (4.17)



GNPS OPERATION YEARBOOK 1997

ISBN 7-5022-1913-7



9 787502 219130 >

©1997 by Grand Gulf Nuclear Station, Inc. All rights reserved.