



广东大亚湾核电站

GNPS OPERATION YEARBOOK

生产运行年鉴

1999

廣東大亞灣核電站
生產運行手鑑

GNPS OPERATION YEARBOOK

1999

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.1999 / 刘锡才 主编.

—北京: 原子能出版社, 2000.12

ISBN 7-5022-2192-1

I.广… II.刘… III.大亚湾核电站—1999—年鉴

IV.TM623-54

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第79394号

原子能出版社出版发行

责任编辑: 柴芳蓉

装帧设计: 李松林

社址: 北京市海淀区阜成路43号 邮政编码: 100037

北京朝阳科普印刷厂印刷 新华书店经销

开本: 787 × 1092mm 1/16 印张 20.625 插页 16 字数 526千字

2000年12月北京第1版 2000年12月北京第1次印刷

印数: 1-3000

定价: 96.00元

编辑委员会

主 编

刘锡才

副 主 编

周海涌 戴庆宇 濮继龙 林贵清

编 委

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

编 辑

姚秋明 丁震行 方春法 王宏新 王卫东

供稿人员 (按姓氏汉语拼音顺序排列)

柏建华	陈传令	陈国平	陈家龙	陈 宁	陈祖书
初志春	戴元生	邓正平	丁震行	段德洪	段 林
樊陪都	符祥群	高江传	高柯夫	宫广臣	苟 东
顾景智	顾晔艺	关建军	关 蕾	郭利民	郭保辉
黄来喜	黄晓飞	吉长余	焦 萍	景立峰	寇元泽
李卓佳	李现锋	李 英	李雄伟	李德江	李卫纲
林北京	刘泽军	陆秀生	罗育智	梅建民	慕齐放
欧阳俊杰	齐迎春	沈 星	时伟奇	孙海英	王 斐
王永刚	王宏斌	王宏新	王佳峰	王定义	王宝山
魏其岩	向清华	吴广涛	吴天华	夏庆生	肖 岷
邢晓星	徐慧波	阳运韬	杨 玲	杨梦奇	杨茂春
姚 刚	余 鸿	宰衷得	曾哲峰	张 宁	张永利
张宇宏	张朝文	张新安	张熙军	赵 宏	赵 昔
	周日红	周科英	朱闽宏	邹庆安	

前 言

1999年是广东大亚湾核电站投入商业运行的第六年。编写这一年度的生产运行年鉴仍遵循《年鉴》编写要求，这就是积累生产运行经验和信息，使它们得到及时的总结和记录，并对未来的生产运行提出建议、看法和展望。

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

1999年是广东核电合营有限公司实施《第一个五年发展计划》的第二年，也是广东大亚湾核电站持续取得良好业绩的一年。公司在各方面都取得了可喜的成绩，其经验和做法在本年度《年鉴》有关章节中得到了适当的反映；随着岭澳核电站生产准备工作的深入和调试接产任务的加重，本年度《年鉴》有关岭澳核电站生产准备方面的内容有了较大幅度的增加。其他方面的目录也有些变动，这是为了更恰当地反映某些专业范围的内容。继续保留“专文”栏目，把统计数据全部放入第四章中。为了完整地介绍某些技术问题，在某些情况下，在时间跨度上可能会向前或向后延伸，便于读者对问题的了解和理解。

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

由于编审人员写作水平和表达能力有限，不当之处在所难免，敬请读者指正。

编 者

为创造更美好的明天而努力奋斗

广东核电合营有限公司

总经理 刘扬才



1999年是具有重大历史意义的一年，全国各族人民热烈庆祝了伟大祖国50周年华诞，喜迎澳门回到祖国怀抱。这一年对广东核电合营有限公司而言也是极不平凡的一年，公司各项工作持续改进，取得了投产以来最好的业绩，核电安全运行水平进入了世界先进行列，是广东核电合营公司历史上一个重要里程碑。

1999年，两台机组全年实现无非计划停机停堆，连续安全运行记录突破800天，1号与2号机组均保持了一个燃料周期连续安全运行，并分别创造307天和318天的新纪录；在法国电力公司（EDF）组织的“安全挑战”竞赛中，大亚湾核电站的安全运行纪录名列榜首。公司全年上网电量达到134.62亿千瓦时，为历史最高纪录；计算机千年虫问题圆满解决，为平稳跨入2000年奠定基础。全年实现工业总产值66亿元，出口创汇5.6亿美元，首次超过5亿美元，实现利税23亿元，上缴各项税金近2亿元。

1999年取得的良好业绩是公司全体员工在邓小平建设有中国特色社会主义理论的指导下，在上级领导的亲切关怀下，在兄弟单位及电网的支持下，在中国广东核电集团和董事会的正确领导下，坚持高标准、严要求，经过一年艰苦奋斗的结果；是公司继续贯彻《第一个五年发展计划》，追求卓越，追赶世界先进水平、持续改进的结果；是公司各部门相互支持，密切配合，通力合作、共同努力的结果；是公司现代企业制度不断完善的结果。它向世人表明，广东核电合营有限公司已经建立了比较稳定的技术、人才管理基础，大亚湾核电站投产以来，用五年多的时间走

完了其他核电站通常要十多年才能走完的路程。这是大亚湾核电站团队精神的集中体现。作为大亚湾核电人，我们感到骄傲、感到自豪。

事物总是在不停地发展变化。对企业来说，总结成绩固然重要，但吸取教训在某种意义上更为重要。足球名宿贝利说得好：“对我来说，最精彩的进球永远是下一个”。我们在《第一个五年发展计划》中明确提出“任何工作没有最好，只有更好”。为此，我们必须清楚地意识到我们工作中还存在着各种各样的问题与不足，如我们现场的设备仍有不少缺陷以及一些深层次问题，公司各级管理层的水平也有待进一步提高，技术人才与技术储备不足有可能会成为未来发展的瓶颈，组织机构有待进一步理顺，在员工中要进一步树立市场意识、强化竞争意识和成本意识等等。所有这些问题都有待于我们进一步研究和解决。成绩属于过去。随着中国加入 WTO，我们面临的竞价上网的市场环境给我们提出了愈来愈严峻的课题，不断迎接挑战、加强内功将是新的一年中我们工作的重点。

总结过去，我们豪情满怀；展望未来，我们充满信心。伴随着新年的钟声，我们迎来了人类历史上的新千年。在新的一年里，我们要百尺竿头、更上一层楼。实现 135 亿千瓦·时的上网电量计划，并要力争实现 137 亿千瓦·时。在未来的日子里，广东核电合营有限公司面临着严峻的挑战与新的发展机遇。我们要保持谦虚谨慎的作风，以大无畏的英雄气概、饱满的热情和报效祖国的赤子之心，在新的一年里迎接挑战，创造新的辉煌成绩，为广东核电事业的发展作出新的更大的贡献。



彭德成 摄



彭德成 摄

- 1 1999年12月26日，原中央军委副主席刘华清视察大亚湾核电站
- 2 1999年8月，全国人大副委员长王光英视察大亚湾核电站

彭炳成 摄



1
2
3

- 1 1999年1月8日，广东北龙低、中放废物处置场主体工程开工。
- 2 在1999年度合营公司生产四部年终总结表彰大会上，公司领导向电站负责人颁发1号机组与2号机组连续安全运行分别达307天和318天的纪念牌。
- 3 1999年大亚湾核电站成立“深圳市核电站职业技能鉴定所”，并举办技工等级考试。

彭炳成 摄



彭炳成 摄



本岛月报

6

方佩娟

- 4 2000年1月1日凌晨, 大亚湾核电站主控室安全度过1999-2000年Y2K高危日
- 5 1999年6月5日, 岭澳核电站全范围模拟机合同签约
- 6 阀门检修现场



李松成摄



吴汉民 摄

吴汉民 摄



1
2

- 1 1999年4月28日, 国家环保总局华夏环境管理体系审核中心向广东核电合营有限公司颁发ISO14001认证证书, 由此公司成为我国核工业和电力行业首家通过了ISO14001环境管理体系认证的企业。
- 2 1999年10月12日, IAEA在大亚湾核电站举办自我评估与同行评审研讨会。

会议现场



万福摄影



- 3 岭澳核电站移交控制与跟踪系统 (TCS) 投产仪式
- 4 1999年7月15日, 岭澳核电站YA厂房消防水分配系统TQB签字并实施隔离, 标志着二核工程调试已正式开始

万福摄影



- 5 1999年10月8日, 岭澳核电站首个单系统临时运行移交及SDA系统可供制水10月28日实现



方肇摄

117

- 1 1999年12月7日,岭澳核电站2号反应堆厂房穹顶整体吊装一次成功
- 2 岭澳核电站1号反应堆穹顶内部喷淋管焊接
- 3 岭澳核电站国产化设备制造:堆内构件下部柱热丝焊接



方肇摄



方肇摄



蔡汉民 摄

蔡汉民 摄



蔡汉民 摄



4
5
6

- 4 1999年9月28日，公司举办国庆50周年庆典活动
- 5 1999年1月25日，公司工会、团委举办首届“核电杯”辩论赛
- 6 1999年9月29日，大亚湾核电站工地南生活区活动中心揭幕



风景如画的大亚湾核电站厂区

李幼斌 摄

大亚湾核电站优美的环境引来了成群的白鹭,成了大亚湾核电站厂区又一大景观

李幼斌 摄



构建现代企业制度下的成本控制体系

保障安全生产，实现良好效益

总会计师 岳林康

1. 广东核电合营公司 1999 年运行业绩

1999 年是广东核电合营有限公司（广东大亚湾核电站）投入商业运行的第六年。公司两台机组全年保持安全稳定运行，创造了投产以来最好的运行业绩。

公司全年发电 141.01 亿千瓦·时，上网 134.63 亿千瓦·时，其中输往香港 94.24 亿千瓦·时，输往广东 40.39 亿千瓦·时，完成当年发电任务。年内没有发生非计划停机停堆事件，1 号及 2 号机组均实现了两次换料大修之间不停机不停堆，分别创造了投产以来单机不停机连续安全运行 307 天和 318 天的安全运行纪录。定期进行的测试表明，两台机组反应堆厂房三道安全屏障的完整性良好，反应堆冷却剂比活度、主回路平均泄漏率、安全壳泄漏率均保持在规定标准之内，辐射剂量、三废排放远低于国家规定的标准，非计划停机事件为零次，已达世界先进水平。

随着投产六年以来上网电量逐年增长和粤、港两地电网积极吸收核电，公司的经济效益不断提高，资产结构得到很大改善，净资产增加，负债下降。1999 年公司的主要经济指标为：

- 销售收入 66.3 亿元，比上年增长 9.9%；
- 出口创汇 5.6 亿美元，比上年增长 25%；
- 资产总额为 274.7 亿元，并且无不良资产；
- 负债总额为 182.2 亿元，负债率从 1998 年的 73.8% 下降为 1999 年的 66.3%，且负债中以长期负债为主（占 78.4%）；
- 当年偿还债务本息 5.05 亿美元，累计六年已归还基建贷款本息占预计 15 年内还本付息总额的 61.6%；
- 净资产 92.5 亿元，比上年增长 18.9%，其中国有资产总量 69.4 亿元；
- 全员劳动生产率 59.2 万元/（人·年），比上年增长 17%（已计入总产值价格变动系数）；
- 上缴各种税金约 2 亿元。

同时，公司 1999 年在信息建设、支持岭澳核电站的建设和生产准备、队伍培训、环保建设等方面也取得了很大的进展，特别是继 1998 年被国家环保局评为“全国环境保护先进企业”后，今年通过了 ISO 14001 环境管理体系认证，成为全国第一家通过该认证的电厂。

2. 建立社会主义市场经济对我国电力市场的影响

党的十四届三中全会总结多年来我国企业改革的实践并借鉴国际经验，明确指出，以公

有制为主体的现代企业制度是社会主义市场经济体制的基础，要继续深化企业改革，解决深层次的矛盾，逐步建立“产权明晰、权责分明、政企分开、管理科学”的现代企业制度。党的十五大进一步明确指出，要按照建立现代企业制度的基本要求，对国有大中型企业实行规范的公司制改革，使企业成为适应市场的法人实体和竞争主体。

从电力行业作为公用事业这一特点看，其经营的最终目标是追求净社会福利极大化、具体化以后就是使电力用户得到尽可能低廉价格的电力，同时电力投资者获得合理的投资回报，从而保证电力企业的扩大再生产，保证社会经济发展所需的电力供应。为了实现这一目标，就是要达到用户和投资者两方都满意的结果。而在实践中，国内很多电厂还在实行还本付息电价模式，即把电厂运行初期基建贷款还本付息的资金需求全部打入电价，由电网和用户来承担项目风险；或者实行完成还本付息后的按资金利润率计算电价模式。这两种模式都缺乏竞争机制，缺乏灵活调节以符合市场需求的机制。世界很多国家从70年代起陆续开始改革过去电力行业内发、输、配电一体化垄断经营的体制，实行厂网分开，在发电环节实施竞价上网。在我国，国家已确定了电力工业体制改革方案，明确了深化电力工业体制改革中的一些重大问题，特别是逐步实施厂网分开、竞价上网的方式，这对电力工业的改革和发展具有重大和深远的历史意义。

因此，对发电企业来说，按市场经济的要求，其上网电价要由电网、当地政府（代表电力用户）、发电企业及其投资者共同决定，以保障各方的利益；还本付息用企业固定资产折旧和税后利润来解决，不足部分由银行搭桥贷款解决，这样，项目的风险在企业 and 银行，而不在用户；而且电价还要有灵活调节能力，以适应竞价上网的要求。我们体会到，能够适应市场经济这种要求的电力企业才能生存和发展。

3. 合营公司电价模式的特点

公司的上网电价是按“成本+利润”模式计算的，其中税后利润按股东权益的某一收益比率计算，再将成本、利税总和除以上网电量，求得电价。这种价格模式在国外应用很多，它具有这样一些特点：

- 利润模式符合公用事业经营的目标；
- 利润模式有利于投资者长期投资、增加投资；
- 归还基建投资贷款的资金来源和使用更符合市场经济条件；
- 电价模式有极大的灵活性。

比较而言，还本付息电价模式将还贷本金的来源完全依赖于电网，不利用银行的搭桥贷款功能，是典型的计划经济下资金管理体制；资金利润率电价模式的利润取决于固定资产和流动资金，而这两部分资产是相当固定的，从而使利润可调性很小。我公司电价模式的利润可以完全由董事会决定，因为股东权益收益率的范围可以是0~100%，而且股东权益的期末值也可以由董事会确定当年分红比例来加以控制，因此这种利润模式使得其电价具有较大的调节范围。另一方面，对电网来说，前两种模式的电价事先核定，电网在吸收完成计划电量后多吸收的部分并不降价，得不到多吸收电的好处，而第三种模式的电价与电网吸收电量数量成反比，电网吸收得愈多电价愈便宜，这与电网作为需求方的需求特性曲线吻合。

但是，在约束机制和激励机制方面，因为前两种模式在既定电价下可以倒挤成本，追求较大利润，例如一些公司对下属电厂采取的目标成本控制以及节约成本后按比例奖励的方法，从而具有强激励和上层硬约束、下层软约束的特点（即上层按目标成本强制执行，下层则在目标成本之内有较大的自由度，按经济手段调控）。而第三种模式当成本高时要靠多发

电或少提利润来降低电价，表现出电价模式对成本的软约束，需要电厂管理者运用现代企业制度的科学管理机制，强化自我约束，以向用户负责的高度社会责任感指导自己的成本控制工作。就激励机制而言，前两种模式下的电厂管理者只要多发电上网，就可以使股东获得在保证还贷付息需求和回收成本之后的更大部分利润，员工也可以获得超发奖之类的额外报酬。而第三种模式下电厂多发电的结果只是降低电价，好处给了电网，利润给了股东，管理者和员工的报酬仍是成本中原来那部分。

4. 合营公司电价模式形成的原因

在建立一个公司的管理体系的过程中，不能脱离公司的产权结构、生产过程特点和市场环境约束。公司的管理理念，各项制度建设的原则，控制环节的设置，都必须以此为基础。合营公司之所以采用“成本+利润”电价模式，是有其深层次原因的。

(1) 核安全的要求。在大亚湾核电站建造之前，我国的核电技术和经验主要还是小型堆，在大型商用核电站方面几乎还是空白，在制造技术方面则更是限于小型设备的研制阶段。大亚湾核电站引进国外技术和成套设备，使我们的核电发展有一个高的技术起点，大大缩短了我国与世界先进水平的差距。引进之后，能不能安全运行，在这一项高技术壁垒面前我们的科技人员能不能成功进入，消化吸收，并有所创新和实现自主化、国产化，促进我国核工业发展，是肩负了很大责任和风险的，不是靠传统电厂的管理模式能够胜任的。为此，我们坚持“安全第一，质量第一”的原则，严格按国际标准组织生产和保证质量、安全，每年多次接受国际、国内核安全机构的检查，满足与安全质量有关的采购、技术支持、劳务需求，使用高学历、高素质的员工并且每年给予不间断的培训。

(2) 核安全文化的要求。运行核电站要求随时保证设备完好，追求“零故障”、“一次成功”，把设备的不可用率降到最低限度。这就需要保证设备检查、维修的及时响应、及时更换，需要冗余的保障和库存。因此，在安全性和经济性之间，安全总是放在第一位的，不能在出了错以后因为怕惩罚而隐瞒错误，不能使员工为了获得节约的奖励而不做或推迟做应有的维修工作，从而留下安全隐患。任何为了经济利益而忽略长期安全的思想和做法都是与我们核安全的要求相悖的。

(3) 现代企业制度的要求。党的十四届三中全会将我国企业实行现代企业制度的要求归结为“产权明晰、权责分明、政企分开、管理科学”。而要实现这一要求，就要靠建立有效的公司法人治理结构，并对经营者实现两个前提：激励性前提和约束性前提。有关研究也表明，市场经济与计划经济更本质的区别是激励与约束机制的不同而不仅仅在于是否用价格配置资源。市场经济通过制度给社会的生产和创新提供强有力的激励，同时又对每个经济决策者有约束，这种约束使得他要对自己的决策后果负责任。

合营公司对员工的行为激励较为充分地运用了市场竞争激励、职业风险激励、授权激励、挑战性目标激励和报酬激励等方法，收到了较好的效果，为造就一支高技术、高素质的员工队伍和强调团结协作、奋发向上的团队精神起到了巨大的作用，并正在继续改革、创新，以适应企业的更大发展。

公司对员工的约束机制包括责任约束、预算约束、法律和道德约束等。特别是责任约束、预算约束与授权激励的结合，充分体现了公司的有效授权制度（而不是只授权不约束的制度）。这种约束机制归结起来，是一种靠行政手段实施的约束。尽管现在听起来行政手段似乎与市场经济不太合拍，但事实上，“管理科学”的内容里总是有它的存在，因为经济手段绝不是万能的。

5. 现代企业制度内部约束和成本控制机制在合营公司的实践

公司实行的成本控制方法主要包含下列内容：

- 公司建立了全面预算管理体系，部、处、科三级成本中心为基础，财务部负责预算归口；
- 预算编制采用零基预算方法，各项工作（运行、维修、采购、行政后勤等）均以完成安全发电计划为基础而制订其支出计划，并经董事会审批后颁布实施；
- 预算使用中坚持“预算→立项→承诺→支付”的不可逆过程，并实行过程管理，严格在线监督和离线审计检查；
- 合同管理和招、投标制度；
- 合同支付过程中的验收、凭证审核、支票联签；
- 根据权力制衡原则，实施具有有效约束的授权，规定按工作岗位需要授权，而不是按个人名望、地位授权；个人不能审批自己的支出；各部门分头把关，各负其责，任何采购不能由一个部门独立完成，以及超过一定限额的采购活动需财务、审计介入等等。

公司这样一整套严密的成本控制体系以及公司从董事会、总经理一级领导到普通员工对公司运作模式和成本管理制度的遵照执行，保证了公司自投产以来六年中的安全生产和取得经济效益，也使公司的成本保持在较低水平。据资料显示，大亚湾核电站 1994～1999 年的日常运行维修费用（包括直接材料、直接人工、外部劳务和技术支持、行政后勤服务合同、保险费、中低放废物处理等），其年平均值与美国 1997 年前 20 名低生产成本核电站相比，无论从绝对值还是从单位值看，均属前五名之列。

上述这些成本控制的方法反映了公司领导层在内部激励和约束机制建立过程中的管理理念：

- 领导只是管理的专家。小企业的家长式领导方式不能用来管理大型现代企业。大企业的领导再精明能干，也只能是管理上的专家，而要把技术的、财务的、行政后勤等方面的事情放手让这些部门的专家去干。因此，公司采取了分级授权、相互制约的管理体制。
- 程序化管理是现代企业制度科学管理的根本。公司通过各种技术程序、行政管理程序明确有关部门的管理职责、相互间接口、管理和决策方法等，使各项工作有章可循、有法可依、有据可查，既能够让有关部门对涉及到自己部门的事自觉承担责任，又使各部门之间互相牵制，防止个别人、个别部门独断专行，保护公司利益，也保护了干部自己。
- 防范风险，稳健运作。企业管理制度中的内部约束，说到底，是对企业资产保值增值目标的保证，最终要体现在对企业财产的保全和企业资金的有效使用上。因此，公司在生产维修活动中坚持注重风险的原则，按核安全的要求对每一项检修工作、每一项试验都进行风险分析，不冒险操作；在财务资金管理严格执行国家法规和公司制度，对不符合手续的支付申请坚决抵制，并积极开展外汇风险管理，六年来使公司在还本付息中少支付约 2.5 亿美元，极大地降低了上网电价。
- 自我约束精神是高素质人才的基本要求。具有自我约束精神的人是有社会责任感的人，能将自己的发展与企业、社会的需要结合起来。公司提倡一心为工作的工作态度和按程序办事的工作方法，反对一门心思放在为个人考虑的事情上；在各种制度

下个人受到的约束多了一点，自由度少了一点，但遵守企业制度，保障生产安全、高效，就能给自己带来学习、进步和发挥个人潜力的机会；公司评选中青年技术专家，提倡专心工作的敬业精神，而不论其学历高低。

- 建立科学的激励机制。公司在员工培训上花了大量财力、物力，让员工成为运行大型商用核电站的技术中坚，完全不依赖外国专家的现场支持；在岗位设置上，提倡员工按自己的特长选定技术系列或管理系列的发展方向；在工资待遇方面，将基本工资与岗位责任、风险挂钩。同时，公司领导认为，用做好一件事就给一点奖励的办法是小农经济的表现，因此公司将很小一部分作为里程碑控制发放的效益奖，对其发放方法作出规定，不随意或人为控制发放，使员工不会为了争取某项奖金的发放而违反安全规定，从而保证安全生产。

6. 实施管理创新，完善内部约束机制指导下的成本控制体系

尽管在投产六年中公司的生产运行和成本控制取得了良好的业绩，但由于公司基本条件的一些限制，公司的电价仍处在较高水平，使成本控制工作仍面临很大的压力。造成核电电价较高的原因主要有：

- 基建造价较同规模火电机组高一倍（按国际上专家意见，这部分应作为防范核风险的安全、环保投入看待），同时，折旧期取 20 年，比机组实际寿命短一半，更加大了折旧成本。
- 孤立电站，人员、库存、后勤服务、辅助设施利用不充分。从 1997 年起，大亚湾核电站与岭澳核电站相互支持、共享资源，其节约的直接行政费用开支就达数百万美元，开始减少孤立电站的一些不足，体现群堆管理的优势。
- 燃料、劳务采购竞争力弱，国产化初期代价高。
- 核安全要求高，因而在人员培训、备品备件和消耗材料的国外采购及关税、执照申请、承包商认证和质保体系建立等很多方面不得不开支巨大。
- 财务负担重。在基建造价中，资本化利息占 23.4%，是 90% 借贷建设和基建工期长造成的；在生产期中，每年财务费用占总成本的 35% 左右。

当然，目前的电价对于出口 70% 到香港的部分来说还属于可以接受的范围；对于内销广东的 30% 部分，由于经过中方股东广东核电投资有限公司返回部分利润给广东，使从长远计算广东获得的电量价格等于成本价，对广东省内还不会造成什么负担。

因此，尽管从长远看，从环保角度看，核电有其优越的发展条件，但从近期看，我们仍然需要通过自己的不断努力，降低成本，特别是压缩可控成本支出，使核电不仅在造福社会、有利环保方面发挥优势，也在提高上网竞争能力方面走在电力企业的前列。要做到这一点，单靠传统的成本控制原理和方法是不够的，需要运用新的、较高层次的手段，例如：

- 不是单纯地考虑项目成本支出最低，而是在满足质量要求的前提下，运用质量成本原理、成本效益原理进行决策；
- 不是硬性削减员工人数，而是优化人员结构，提高人员素质，保持技术队伍的稳定，减少非生产人员比例；
- 不是单纯考虑降低库存、降低行政后勤支出，而是通过运用群堆优势、共享后勤服务资源、运用社区服务功能等方式降低成本；
- 不是被动地承受不可控成本的增长，而是积极地变被动为主动，如积极探索长期债务重组，降低利息负担，影响有关部门对采购价格、税收、各项收费的政策等。

合营公司虽然在建立现代企业制度、强化内部约束机制、实施成本控制体系方面取得了较大的成就，但面临新的市场经济形势、新的电力市场竞争，公司需要继续努力学习，吸收国外和国内先进的管理模式，不断完善大亚湾核电站的软件和硬件，不断克服和清除员工中缺乏自我约束、违反公司规章制度的不良意识和行为，不断创新，提高整体管理水平，实现公司的使命：“一切为了用户、股东、员工和社会的利益，确保长期安全、可靠和经济发电，并成为广东核电发展的基地。”

广东核电合营有限公司通过 ISO 14001

环境管理体系认证

(新闻稿) 周平原

1999年4月26日,广东核电合营有限公司接受了国家环保总局华夏环境管理体系审核中心颁发的ISO 14001认证证书,成为我国核工业和电力行业首家通过ISO 14001环境管理体系认证的企业,这标志着广东核电合营有限公司的环境管理进入了一个新阶段。

广东核电合营有限公司一贯对环境保护予以高度重视。其所营运的广东大亚湾核电站从选址、可行性研究、设计、建造到运行各阶段,始终坚持“安全第一、质量第一”的原则,严格遵守国家核安全及环境保护法律、法规,自觉接受国家和地方环保部门的监督。电站在引进先进技术的同时,也引进了先进的管理方法,按照国家核安全和环保法规,结合国际原子能机构的标准,特别是根据近几年来积累的商业运行经验,建立了一套严格、完整的管理体系。电站在设计上采用了先进的工艺技术,从根本上减少了污染物的产生,在运行管理中制定了严于国家和地方排放标准的内控指标和控制程序,最大限度地减少污染物的排放。环境监测数据表明,核电站周围环境的辐射水平仍然保持在投产前本底辐射水平范围内。

此外,电站还在生产中注意合理利用和节约资源,努力营造“四季常绿花常开”的环境。1997年,广东核电合营有限公司荣获“全国环境保护先进企业”称号,1998年被命名为“深圳市环境教育基地”,1999年又被命名为“广东省环境教育基地”。投入商业运行5年来的业绩表明,广东核电合营有限公司始终保持环境和经济协调发展,实现了经济、环境、社会效益三统一。

广东核电合营有限公司积极推进环境管理体系。1996年9月,广东核电合营有限公司经中国核工业总公司推荐,成为全国第二批实施ISO 14001标准的企业。从1996年12月成立专门环境协调组开始,经过初始环境评审、编制体系文件、环境管理体系培训、体系试运行,直到1998年11月份的内审和管理评审,历时近两年。广东核电合营有限公司对照ISO 14001标准和相关法律、法规要求,查问题找差距,采取切实有效的措施,不断改进薄弱环节,于1999年3月通过正式认证审核,1999年4月15日获得国家环保总局华夏环境管理体系审核中心的认证注册。

公司总经理刘锡才表示,广东核电合营有限公司将再接再厉,继续保持环境管理体系的有效运行,按照公司的环境方针,实现持续改进,为保持大亚湾地区良好的生态环境作出贡献。

WANO 在大亚湾开展大修同行评审

(新闻稿) 廖伟明

经过近半年酝酿和准备，1998年8月30日至9月10日，WANO（世界核营运者协会）的五位专家对大亚湾核电站的大修管理进行了为期两周的同行评审。

WANO 同行评审的目的在于通过核电同行们对核电站安全与生产相关领域的评审，充分发挥同行们专业知识和经验的作用，发现不足，推广良好实践，从而全面提高世界范围核电站的安全水平和可靠性。而对大修活动进行同行评审，是近年来 WANO 针对国际核工业受到石油、煤炭价格下降的影响和挑战，为提高核电站竞争力所开展的新项目。

同行评审的成员来自 WANO 各会员电站，他们都是在其评审领域具有丰富实践经验和较高专业素质的专家，他们从不同国家的核电站带来专业知识与经验，并按国际高标准对要求的领域进行评审。

此次同行评审，是1999年初 WANO 巴黎中心新任主席 John Moares 访问大亚湾核电站时生产与维修两部经理向其提出的、作为 WANO 对大亚湾核电站技术支持的一个项目。审查的领域共有九个，包括组织管理（OA）、运行（OP）、维修（MA）、技术支持（EN）、经验反馈（OE）、培训（TQ）、辐射防护（RP）、消防（FP）和化学（CY），它们基本覆盖了电站安全与生产相关的所有领域。

评审期间，五位来自不同国家的专家通过到现场巡视、查阅文件、访谈各类人员、讨论及观察现场等各种活动，对我们第六次大修准备的各环节进行了详细审查，最后提出了6个 AFI（需要改进的领域）和3个建议，较中肯地指出了我们大修在组织管理、工作实施文件准备等方面存在的不足。这对我们今后进一步提高大修管理水平，缩短大修工期，将大修各项工作规范化、标准化起到了积极的促进作用。另一方面，评审专家也对我们电站整洁的环境和井然有序的管理留下了深刻印象，并且对电站的大修经验反馈日报非常赞赏，认为应该作为良好实践向其他电站加以推广。

此次评审是 WANO 历史上第一次大修同行评审，带有一定的实验性质，在时间安排等方面还有不少待改进之处。在评审结束后两周，这五位专家专门重新相聚在 WANO 巴黎中心，对这次评审过程进行了一次深刻的总结，把评审日程内容作了进一步修改，为今后在 WANO 其他电站全面推广奠定了基础。

2000年初，当已经接受了 WANO 同行评审的电站数目达到“100个”这个里程碑数目时，WANO 的内部刊物就此发表了评论文章，并回顾了1991年在匈牙利 Parks 电站第一次进行实验性质的同行评审情景，高度评价了这次先驱性的同行评审。无疑，大亚湾核电站的这次大修同行评审也将同 Parks 电站的同行评审一样载入 WANO 的史册。若干年后，当大修同行评审被世界核电站普遍接受，当人们回顾起它的历史时，这次里程碑式的评审必将被骄傲地提起：中国大亚湾，1999年8月，WANO 历史上第一次大修同行评审……

目 录

第一章 公司与电站组织机构

1.1	公司简介	1
1.2	公司组织机构	2
1.3	电站组织机构	2
1.3.1	电站管理层级	2
1.3.1.1	经理级	3
1.3.1.2	处级	6
1.3.1.3	科级	6
1.3.2	管理线	6
1.3.2.1	生产部	6
1.3.2.2	维修部	8
1.3.2.3	质保部	8
1.3.2.4	二核生产部	8
1.3.3	电站委员会	9
1.3.4	电站组织机构图	10

第二章 生产运行

2.1	电站运行和维修	14
2.1.1	电站运行	14
2.1.1.1	电站运行组织	14
2.1.1.2	机组运行状态	16
2.1.1.3	电网状况及售电情况	22
2.1.1.4	机组性能指标	25
2.1.1.5	反应堆物理试验	26
2.1.1.6	电站化学	30
2.1.1.7	继电保护	33
2.1.1.8	高电压设备运行维护	34
2.1.1.9	核电站发供电系统可靠性	42
2.1.1.10	仪控系统设备运行及评价	45
2.1.1.11	燃料循环及燃料管理	47

2.1.2	电站维修	53
2.1.2.1	维修工作的组织管理	53
2.1.2.2	维修质量管理	55
2.1.2.3	维修风险管理	55
2.1.2.4	维修工作票执行情况	56
2.1.2.5	预防性维修的有效性评估	59
2.1.3	放射性废物排放与管理	60
2.1.3.1	放射性废气排放与管理	60
2.1.3.2	放射性废液排放与管理	61
2.1.3.3	中低水平放射性固体废物 处理	63
2.1.3.4	工业废物处理	67
2.1.3.5	环境监测与评估	68
2.1.3.6	环境保护工作	74
2.1.4	物资消耗	76
2.1.4.1	水库淡水储量及除盐水生产	76
2.1.4.2	化学试剂的使用与评价	77
2.1.4.3	外购电	78
2.1.5	工程及电站改造项目	79
2.1.5.1	电站改进项目管理	79
2.1.5.2	最终验收证书保留项	79
2.1.5.3	不符合项管理	80
2.1.5.4	在役检查和金属监督	82
2.1.5.5	工程文件更新	85
2.1.5.6	新增工程项目	85
2.1.6	机组换料大修	86
2.1.6.1	换料大修计划和组织管理	86
2.1.6.2	1号机组第五次换料大修	90
2.1.6.3	2号机组第五次换料大修	96
2.1.6.4	机组第六次大修准备	103
2.1.6.5	大修承包商介绍	104
2.1.7	电站厂房及相关构筑物	105
<hr/>		
2.2	核电站安全	106
2.2.1	核安全	106
2.2.1.1	电站运行事件	106
2.2.1.2	三道屏障完整性	110
2.2.1.3	安全相关设备不可用状态 (I ₀) 跟踪	113
2.2.1.4	定期试验	117

2.2.1.5	瞬变统计	120
2.2.1.6	核安全文化	122
2.2.1.7	执照申请	123
2.2.1.8	国际原子能机构活动	125
2.2.2	工业安全	126
2.2.2.1	工业安全统计	126
2.2.2.2	工业安全管理	127
2.2.3	消防	128
2.2.3.1	火灾事件及火警未遂事件 统计	128
2.2.3.2	消防管理	128
2.2.4	辐射防护	129
2.2.4.1	1999 年度辐射防护总体评价	129
2.2.4.2	辐射防护培训	131
2.2.4.3	辐射防护管理	131
2.2.4.4	辐射防护相关技术工作	133
2.2.4.5	大修辐射防护管理	134
2.2.4.6	辐射监测仪表管理	135
2.2.4.7	个人剂量监测	135
2.2.5	职业健康管理	136
2.2.5.1	大亚湾核电站职业健康管理 体系介绍	136
2.2.5.2	职业危害的监测与评价	136
2.2.5.3	放射性工作人员的健康监督	138
2.2.5.4	职工健康保健	138
2.2.5.5	职业健康的宣传和教育	138
2.2.5.6	异常照射情况下医学干预的 准备及实施	138
2.2.5.7	辐射工作人员的健康档案管理	138
2.2.6	电站应急计划与准备	138
2.2.6.1	应急响应能力的维持	138
2.2.6.2	应急组织的启动与响应	140
2.2.6.3	应急准备工作的改进和提高	140
2.2.6.4	大亚湾和岭澳核电站统一 应急计划与准备工作	141
2.2.7	电站保卫及核材料实体保障	141
2.2.7.1	电站保卫的任务	141
2.2.7.2	保卫工作实绩	142
2.2.7.3	核材料的实物保护	143

2.3	电站管理	143
2.3.1	综合计划调度	143
2.3.1.1	年度发电计划执行情况	143
2.3.1.2	电站预算管理和成本控制	148
2.3.2	重要管理活动	149
2.3.2.1	电站管理层工作会议	149
2.3.2.2	干部任免	151
2.3.2.3	职称评定、毕业生转正定级	151
2.3.3	人事管理	152
2.3.3.1	人员配备	152
2.3.3.2	职工学历和职称结构及专家 名录	152
2.3.3.3	年龄结构	153
2.3.4	人员培训及授权	154
2.3.4.1	培训管理及有关活动	154
2.3.4.2	各类培训及授权培训完成 情况	158
2.3.4.3	其他培训工作	160
2.3.5	电站委员会	160
2.3.5.1	电站核安全委员会	160
2.3.5.2	电站培训委员会	161
2.3.5.3	电站三废管理委员会	162
2.3.5.4	电站技术委员会	163
2.3.5.5	电站经验反馈委员会	163
2.3.5.6	电站工业安全和辐射防护 委员会	164
2.3.5.7	电站预算委员会	164
2.3.5.8	二核生产准备委员会	165
2.3.5.9	电站信息系统委员会	166
2.3.5.10	电站合理化建议委员会	166
2.3.5.11	电站技术监督领导小组	166
2.3.5.12	电站节能委员会	167
2.3.6	质量保证	167
2.3.6.1	完善质量目标	167
2.3.6.2	质量保证体系的执行	168
2.3.6.3	检查和监督机制	168
2.3.6.4	推行以业绩为核心的质量 保证	169
2.3.6.5	质量改进	169

2.3.6.6	质量意识的培育	169
2.3.6.7	质保大纲实施有效性评价	170
2.3.7	经验反馈	171
2.3.7.1	内部事件经验反馈	171
2.3.7.2	外部经验反馈	173
2.3.7.3	对外交流活动及与姐妹电站交流	176
2.3.8	备品备件管理	179
2.3.8.1	备品备件采购管理	179
2.3.8.2	仓储管理	181
2.3.9	合同及承包商管理	183
2.3.9.1	合同项目内容概要	183
2.3.9.2	合同管理工作	186
2.3.9.3	承包商管理	187
2.3.10	电站计量管理	188
2.3.11	管理计算机的应用	189
2.3.11.1	主要生产业绩	189
2.3.11.2	主要管理工作	191
2.3.12	文件、档案与资料管理	192
2.3.12.1	工作概述	192
2.3.12.2	完成的主要工作量	193
2.3.12.3	文件、资料、档案馆藏总量	194
2.3.13	电站后勤保障	194
2.3.13.1	后勤保障机构和运作方式	194
2.3.13.2	交通运输	195
2.3.13.3	行政办公设施及其配套系 统的管理	195
2.3.13.4	行政办公用品、固定资产和 办公家具管理	195
2.3.13.5	员工住宿和膳食服务	196
2.3.13.6	文体设施和文体活动	196
<hr/>		
2.4	二核生产准备	196
2.4.1	组织准备	197
2.4.2	人员培训	197
2.4.3	程序编写	199
2.4.4	移交与接产	199
2.4.5	运行准备	200
2.4.6	安全执照准备	201
2.4.7	保健物理准备	202
2.4.8	设备管理准备	203

2.4.9	生产准备自我评估	204
2.4.10	环保与应急四统一	205
2.4.11	其他技术准备	206
2.4.12	物资准备	207
2.4.13	电站综合管理	207
2.4.14	生产准备业绩指标	208

第三章 大事记

3.1	1号机组运行大事记	210
3.2	2号机组运行大事记	215
3.3	1999年生产管理大事记	219
3.4	重大技术问题	222
3.5	二核生产准备大事记	225

第四章 统计指标

4.1	WANO性能指标	229
4.2	综合经济指标	230
4.3	安全性能指标	231
4.4	生产运行指标	232
4.5	三废排放与环境监测	234
4.6	维修、改进与质量保证	235
4.7	瞬变统计	236
4.8	人力资源与培训管理	237
4.9	物资管理与成本控制	238
4.10	换料大修主要指标	239

4.11	机组停堆解列统计表	240
4.12	机组降负荷运行统计表	241
4.13	电站运行事件汇总	242
4.14	工业安全和消防统计	245
4.14.1	1999年工业安全事件汇总	245
4.14.2	1999年工业安全未遂事件汇总	245
4.14.3	1999年消防未遂事件汇总	246
4.15	辐射防护事件汇总	247
4.16	广东大亚湾核电站 1999 年 特许申请汇总	248
4.17	改造项目汇总	250

第五章 专题报告

运行主值区域负责制的成功实践 (柯国柱)	251
以业绩为核心的质量保证 (蔡康元)	254
大亚湾核电站生产记录报告文档 一体化管理系统 (李志成)	259
电站合理化建议与企业管理 (高柯夫)	265
以业绩为中心的指标管理体系 (方春法)	267
维修精神的提炼与实践 (丁震行)	272
持照运行人员操作能力的维持 (贺禹、陆玮)	275
自我评估体系的建立与实践 (廖伟明)	279
核电站的班组建设 (卢长申)	281

附录一	基本系统名称	287
附录二	组织机构和相关术语缩写	295
附录三	计量单位中英对照	299
附录四	厂房和构筑物——代号和名称	300
附录五	设备名称代码	307
《年鉴》	各章节供稿人名单	314

CONTENT

Part I : Organization of the company and GNPS

1.1	Brief introduction of GNPJVC	1
1.2	Organization of GNPJVC	2
1.3	Organization of GNPS	2
1.3.1	Management levels	2
1.3.1.1	Departments	3
1.3.1.2	Branches	6
1.3.1.3	Sections	6
1.3.2	Management lines	6
1.3.2.1	Operations department	6
1.3.2.2	Maintenance department	8
1.3.2.3	Quality assurance department	8
1.3.2.4	Operations department for Ling Ao	8
1.3.3	Plant committees	9
1.3.4	Chart of organization of GNPS	10

Part II : Synthetic report on operational activities

2.1	Operation and maintenance	14
2.1.1	Unit operation	14
2.1.1.1	Operation organization	14
2.1.1.2	Unit operation status	16
2.1.1.3	Relationship with grid	22
2.1.1.4	Unit performance indicators	25
2.1.1.5	Reactor physical tests	26
2.1.1.6	Plant chemistry	30
2.1.1.7	Electrical relay protection	33
2.1.1.8	Operation and maintenance of high voltage equipment	34
2.1.1.9	Reliability of generation and supply systems	42
2.1.1.10	Operation and assessment of I & C equipment	45
2.1.1.11	Fuel cycle and management	47
2.1.2	Maintenance activities	53
2.1.2.1	Maintenance organization	53
2.1.2.2	Maintenance quality management	55
2.1.2.3	Maintenance risk management	55
2.1.2.4	Statistics of maintenance activities	56
2.1.2.5	Evaluation on preventive maintenance	59
2.1.3	Radioactive Waste release and management	60

2.1.3.1	Radioactive gaseous waste release	60
2.1.3.2	Radioactive liquid waste release	61
2.1.3.3	Low and median solid radwaste management	63
2.1.3.4	Management of industrial waste	67
2.1.3.5	Environment monitoring and evaluation	68
2.1.3.6	Environment protection	74
2.1.4	Material consumption	76
2.1.4.1	Water storage in the reservoir and demineralized water production	76
2.1.4.2	Consumption and assessment of chemicals	77
2.1.4.3	Payment of off-site power supply	78
2.1.5	Engineering and plant modification	79
2.1.5.1	Plant modification management	79
2.1.5.2	Project pending issues	79
2.1.5.3	NCR management	80
2.1.5.4	In-service inspection and metallurgical surveillance	82
2.1.5.5	Engineering file updating	85
2.1.5.6	Plant modifications	85
2.1.6	Unit refuelling outage	86
2.1.6.1	Outage organization	86
2.1.6.2	Fifth refuelling outage of Unit 1	90
2.1.6.3	Fifth refuelling outage of Unit 2	96
2.1.6.4	Preparation for the sixth refuelling outage	103
2.1.6.5	Contractors for outage	104
2.1.7	Plant buildings and annexes	105
2.2	Plant safety	106
2.2.1	Nuclear safety	106
2.2.1.1	Licensing operational events	106
2.2.1.2	Integrity surveillance of three barriers	110
2.2.1.3	Inoperability of safety related equipment (Io) monitoring	113
2.2.1.4	Periodic tests	117
2.2.1.5	Transient accounting	120
2.2.1.6	Nuclear safety culture indoctrination	122
2.2.1.7	Licensing application	123
2.2.1.8	IAEA activities	125
2.2.2	Industrial safety	126
2.2.2.1	Statistics of industrial safety	126
2.2.2.2	Management of industrial safety	127
2.2.3	Fire protection	128

2.2.3.1	Statistics of fire protection related events	128
2.2.3.2	Management of fire protection	128
2.2.4	Radiation protection	129
2.2.4.1	General assessment	129
2.2.4.2	Training	131
2.2.4.3	Management of radiation protection	131
2.2.4.4	Radiation protection related technical activities	133
2.2.4.5	Radiation protection during refuelling outage	134
2.2.4.6	Radiation protection instrument	135
2.2.4.7	Individual dosage monitoring	135
2.2.5	Occupational medical care	136
2.2.5.1	Introduction of occupational health monitoring	136
2.2.5.2	Monitoring and assessment of occupational effect to health	136
2.2.5.3	Health surveillance of radiation workers	138
2.2.5.4	Occupational health-care	138
2.2.5.5	Indoctrination of occupational health-care	138
2.2.5.6	Intervention under abnormal exposure	138
2.2.5.7	Individual health files for radiation workers	138
2.2.6	Emergency planning	138
2.2.6.1	Maintaining of emergency response capability	138
2.2.6.2	Actuation and response of emergency organization	140
2.2.6.3	Improvement and upgrading of emergency preparedness	140
2.2.6.4	GNPS & LNPS integrated emergency plan and preperation	141
2.2.7	Plant security and safeguard	141
2.2.7.1	Security mission	141
2.2.7.2	Achievement of security and safeguard	142
2.2.7.3	Safeguard of nuclear material	143
2.3	Plant management	143
2.3.1	Operation planning	143
2.3.1.1	Electricity production plan and its implementation	143
2.3.1.2	Budget management and control	148
2.3.2	Important management issues	149
2.3.2.1	Plant management seminars	149
2.3.2.2	Organization changes, personnel appointments and removals	151
2.3.2.3	Techniques examination and academic rank appraisal	151
2.3.3	Personnel management	152

2.3.3.1	Recruitment and staffing	152
2.3.3.2	Sorting by education and professional rank	152
2.3.3.3	sorting by age	153
2.3.4	Personnel training and authorization	154
2.3.4.1	Plant training organization and policy	154
2.3.4.2	Complete training process	158
2.3.4.3	Other training activities	160
2.3.5	Plant committees	160
2.3.5.1	Plant nuclear safety committee (PNSC)	160
2.3.5.2	Plant training committee (PTC)	161
2.3.5.3	Plant waste committee (PWC)	162
2.3.5.4	Plant engineering committee (PEC)	163
2.3.5.5	Plant experience feedback committee (PEFC)	163
2.3.5.6	Plant industrial safety and radiation protection committee (PISRC)	164
2.3.5.7	Plant budget committee (PBC)	164
2.3.5.8	LingAo operations preparation committee (LOPC)	165
2.3.5.9	Plant information system committee (PISC)	166
2.3.5.10	Plant good suggestions review committee (PSRC)	166
2.3.5.11	Plant technical surveillance steering group (PTSSG)	166
2.3.5.12	Plant energy saving committee (PESC)	167
2.3.6	Quality assurance	167
2.3.6.1	Quality assurance objective	167
2.3.6.2	Implementation of QA programme	168
2.3.6.3	Audit and surveillance mechanism	168
2.3.6.4	Performance-based quality assurance	169
2.3.6.5	Quality improvement	169
2.3.6.6	Indoctrination of quality awareness	169
2.3.6.7	Evaluation on effectiveness of QA programme	170
2.3.7	Experience feedback	171
2.3.7.1	Experiences and lessons learnt from internal events	171
2.3.7.2	Experiences and lessons learnt from external events	173
2.3.7.3	International activities on information exchange and twinning activities	176
2.3.8	Procurement management of spare parts and tools	179
2.3.8.1	Management of procurement	179
2.3.8.2	Analysis of utilization and storage status	181
2.3.9	Management of contracts and contractors	183
2.3.9.1	Main contract content	183
2.3.9.2	Contract management	186

2.3.9.3	Contractors management	187
2.3.10	Plant measurement management	188
2.3.11	Utilization of management computers	189
2.3.11.1	Main indicators	189
2.3.11.2	Management improvement actions	191
2.3.12	Documentation and archives	192
2.3.12.1	General	192
2.3.12.2	Main achievement	193
2.3.12.3	Storage volume	194
2.3.13	Plant logistic support activities	194
2.3.13.1	Logistic organization	194
2.3.13.2	Transportation	195
2.3.13.3	Management of office appliances, common-use facilities and equipment	195
2.3.13.4	Management of consumables, fixed assets and office furniture	195
2.3.13.5	Staffs living necessities	196
2.3.13.6	Recreation and sports	196
2.4	LNPS operations preparation	196
2.4.1	Organization	197
2.4.2	Staff training	197
2.4.3	Procedure writing	199
2.4.4	Project transfer and take-over	199
2.4.5	Operation preparation	200
2.4.6	Safety and licensing preparation	201
2.4.7	Health physics preparation	202
2.4.8	Equipment management preparation	203
2.4.9	Self-assessment	204
2.4.10	Unified environment protection and emergency preparedness	205
2.4.11	Other technical preparation	206
2.4.12	Resource preparation	207
2.4.13	Administration	207
2.4.14	Performance indicators	208

Part III : Chronicles

3.1	Operation events of Unit 1	210
3.2	Operation events of Unit 2	215
3.3	Major management issues	219
3.4	Major technical issues	222

3.5 Major INPS operations preparation issues	225
--	-----

Part IV : Statistics and indicators

4.1 WANO performance indicators	229
4.2 Economic indicators	230
4.3 Safety indicators	231
4.4 Operations indicators	232
4.5 Waste release control and environment monitoring	234
4.6 Maintenance, modification and quality assurance	235
4.7 Transient accounting	236
4.8 Human resources and training	237
4.9 Material and cost control	238
4.10 Outage indicators	239
4.11 List of reactor scrams and grid separations	240
4.12 List of load reductions	241
4.13 List of licensing operational events	242
4.14 Industrial safety and fire protection statistics	245
4.14.1 List of industrial accidents	245
4.14.2 List of industrial nearmisses	245
4.14.3 List of fire nearmisses	246
4.15 List of Radiation Protection events	247
4.16 List of waiver requests	248
4.17 List of plant modifications	250

Part V : Invited specific reports

• Contracted responsibility of operation patrol by Ke Guo Zhu	251
• Performance-based quality assurance by Cai Kang Yuan	254
• Integrated documentation management by Li Zhi Cheng	259
• Good suggestion and company management by Gao Ke Fu	265
• Performance-based indicator system by Fang Chun Fa	267
• Refining and practice of maintenance spirit by Ding Zhen Xing	272
• Maintaining the operating capability of licensed operators by He Yu and Lu Wei	275
• Setting up and practice of selfassessment mechanism by Liao Wei Ming	279
• GNPS Team building by Lu Chang Shen	281

Appendix 1 Elementary system codification	287
--	-----

Appendix 2 Acronym	295
---------------------------	-----

Appendix 3 Measurement units	299
-------------------------------------	-----

Appendix 4	List of buildings and structures	300
Appendix 5	Functional identification of equipment	307
	List of drafters of sections in “Yearbook”	314

第一章 公司与电站组织机构

1.1 公司简介

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

投产五年多来,在各有关方面的支持和配合下,广东大亚湾核电站保持安全稳定运行,取得了良好的经济效益和社会效益,为广东和香港地区的经济发展和繁荣作出了积极的贡献。1999年,广东大亚湾核电站两台机组继续保持连续安全运行,并圆满完成年度发电任务,年度累计上网电量134.63亿kW·h。至1999年12月底,电站累计上网电量达700亿kW·h,创汇28.1亿美元,上交所得税5.5亿元,基建贷款还本付息的比例已达61.6%。

多年来,广东核电合营有限公司在信贷资信等级上一直保持在“AAA”级。公司在电厂投入商业运行后连续多年获得“全国外商投资双优企业”,数次获得全国外商投资“十大高出口创汇企业”、“十大高营业额企业”和“十大人均高利税企业”殊荣。1999年7月,公司又获得1998年度“全国外商投资双优企业”、“全国外商投资十大高营业额企业第九名”、“全国外商投资十大人均高利税企业第四名”、“全国外商投资十大高出口创汇企业第二名”荣誉,是唯一在三个“十大企业”评选中都获奖的企业。公司还荣获“全国环保先进企业”和“广东省环境教育基地”称号,并于1999年4月顺利通过ISO 14001环境管理体系认证。早在投入商业运行后的第一年,在由美国权威性的《国际电力》杂志组织的年度世界各国发电站评选中,广东大亚湾核电站荣获了1994年度电站大奖,是获奖的五座发电站中唯一的核电站。1999年,即在安全运行5年后,广东大亚湾核电站又荣获“EDF(法国电力公司)核安全挑战赛第一名”的荣誉。

1.2 公司组织机构

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

董事会组成：

董 事 长：管云龙（中方）

第一副董事长：施以诚（R.S.Sayers）（港方）

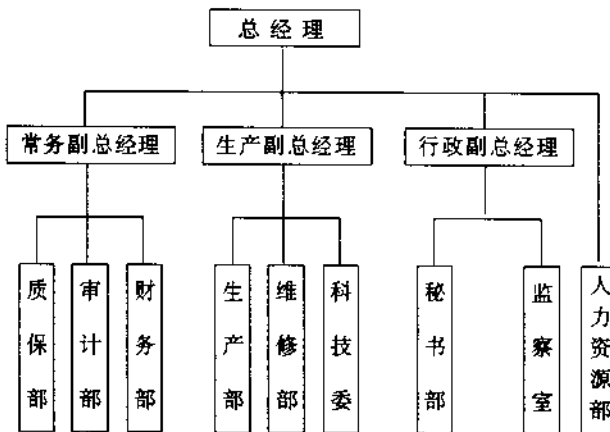
第二副董事长：吴希荣（中方）

中 方 董 事：管云龙、吴希荣、张华祝（1999 年 10 月 1 日起由钱福源替任）、刘锡才、马福邦（1999 年 10 月 1 日起由沈文权替任）、周展麟、罗成法、臧明昌（1999 年 10 月 1 日起由周小谦替任）、张毓麟、李忠良、徐申瑄、戴庆宇

港 方 董 事：施以诚、米高·嘉道理、李锐波、李道悟、毕玉璞（1999 年 8 月 26 日起由白礼善替任）

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

1999 年，公司有七部一委一室，其组织结构图示如下：



1.3 电站组织机构

1.3.1 电站管理层级

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

1999 年电站的管理层级分为三级：

——经理级（生产部、维修部、质保部经理及经理层）

——处级

——科级（科长和值长）

各管理层之间通过领导集体、委员会等形式，加强协调。

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

1.3.1.1 经理级

经理级管理层指生产部、维修部、质保部的经理部成员，包括生产部的经理、副经理、生产副经理、安监副经理、行政副经理、技术管理顾问、总工程师；维修部的经理、副经理、技术支持副经理、经理助理、总工程师、日常维修队队长；质保部的经理；经理部顾问。

生产部经理 对于广东大亚湾核电站（GNPS）的安全运行和组织管理负有直接的领导责任，包括有责任确保 GNPS 在安全、可靠和有效的方式下运行，并符合所有可适用的法规、导则、执照许可、技术要求和公司的政策，以及接受有关政府当局的监督。

生产部经理向总经理和外界（地方行政部门、公众、承包商……）负责保证电站日常活动的安全和正确操作。他必须严格履行自己的职责，分配协调活动、授予责任以及执行有关控制。他的责任包括如下几个主要方面：

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

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

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

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

——与外界机构、管理当局和访问者保持有益的关系；

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

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

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

为了完成这些任务，生产部经理得到所有具有相同授权水平的经理们的支持，而这些经理专门分管不同领域。在他们分管的领域里，在上述主要职能方面，他们负有相同的责任。

生产部经理在其职责范围内有权下令停止广东核电站（GNPS）中那些不符合许可证发放要求和（或）管理导则要求的活动，以及当作出这样安排时实施机组的停运。

生产部副经理 向生产部经理报告工作，并负责下列各项的促进、协调和良好的实施：

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

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

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

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

生产部生产副经理 向生产部经理报告工作，他负责下列各项事宜的促进、协调和良好的实施（通过有控制地授权给有关的处来实现）：

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

——确保废物管理大纲的有效性，包括对放射性废物和工业废物以及环境保护的控制。他获得运行处（OPO）、设备管理处（OPE）、生产计划处（OPP）的支持和协助。

生产部安监副经理 向生产部经理报告工作，他与所有执行部门保持相对独立，并有权在电站及各部跨越界线履行其职能。

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

他能得到核安全处（OSL）和保健物理处（OPH）的协助。

生产部支持副经理 向生产部经理报告工作。他负责下列各项事宜的促进、协调和良好的实施（通过有控制地授权给有关的处来实现）：

——在人力资源（行政管理、培训……）、后勤方面支持运行机构的活动；

——现场安全；

——按生产部经理授权、对生产副经理职责范围内某项工作加以支持。

他得到来自综管处（OPA）、培训中心（OTC）、资料处（OPD）的协助。

技术管理顾问 向生产部经理报告工作。他负责向生产部经理和生产副经理提供建议，以确保电站在安全、可靠和有效的方式下管理、运行和维修。

他负责保证核安全活动所有方面统一的技术和管理条例的适当性。

他必须为电站提供支持（技术、工程、管理、培训、采购……），建立和执行一个在运行、维修、改造试验和换料大修期间的系统状态控制大纲。

维修部经理 对于GNPS的设备维修和组织管理以及工程技术支持负有直接领导责任，包括有责任确保GNPS在安全、可靠和有效的方式下进行维修活动，并符合所有可适用的法规、导则、执照许可、技术要求和公司的政策，以及接受有关政府当局的监督。

维修部经理向总经理和外界（地方行政部门、公众、承包商等）负责保证维修日常活动的安全和正确操作。他必须严格履行自己的职责，分配协调活动，授予责任以及执行有关的控制。他的责任包括以下几个主要方面：

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

——确保广东核电合营公司（GNPJVC）质量保证大纲的有效执行，确保程序的执行和实施，使得核安全水平保持在尽可能高的水平，执行安全和质量分析，对有损质量的工况执

行纠正行动、提供培训、改善核安全文化；

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

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

——与外界机构、管理当局和访问者保持有益的关系；

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

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

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

为了完成这些任务，维修部经理得到所有具有相同授权水平的经理们的支持，这些经理专门分管不同领域。在他们分管的领域里，在上述主要职能方面，他们负有相同的责任。

维修部经理在其职责范围内有权下令停止广东核电站（GNPS）中那些不符合许可证发放要求和/或管理导则要求的维修活动。

维修部副经理 向维修部经理报告工作，并与维修部经理具有相同的职责范围。

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

他在综合计划处的支持下负责处理与电站内部和生产有关的一切计划活动。

当维修部经理不在现场或不能履行其职责时，他将在其授权范围内代表维修部经理履行职责。

除了这些以外，他还负责下列事宜的促进、协调和良好的实施（通过有控制地授权给有关处来实现）：

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

——岭澳核电站的接收及维修方面的生产准备工作；

——固体废物及环境保护的控制。

他得到生产经理助理（MMA）、综合计划处（MAP）、静止机械处（MSM）、转动机械处（MRM）、仪表控制处（MIC）、电气处（MEE）和现场服务处（MCS）支持和协助。

维修部技术支持副经理 向维修部经理报告工作，他负责下列各项任务的促进、协调和良好的实施（通过有控制地授权给有关处来实现）：

——在技术方面不断为提高电站性能和维修水平提供技术支持；对工程改造、工程设计、运行、维修技术问题寻求外部支持或开展内部技术分析活动；

——实施材料控制、物项控制、不符合项控制以及物项替代控制等活动；

——合同控制以及与合同和采购有关的质量控制；

——开展授权范围内的岭澳核电站的接产和准备工作。

他直接得到技术支持处（MTS）、合同供应处（MCS）的支持以及与上述活动有关的其他各处的支持。

维修部经理助理 向维修部经理报告工作，他负责协助维修部副经理做好下列各项的促进、协调和良好的实施（通过有控制地授权给日常维修队队长及各个处长来实现）：

- 日常维修、换料大修以及相关的 QC 和经验反馈活动；
- 工具的使用、校验活动、维修活动中的风险分析和安全。

他由计划部门和直接从事现场生产活动的维修相关处协助。

维修部总工程师 主要职能是在不同的技术领域向维修部经理和副经理提供高水平的技术经验，当他受维修部经理或副经理的授权后，将负责某一技术领域或专项的技术活动，在这方面，他具有相当于副经理的权力。

维修部日常维修队队长 负责协调日常维修活动中静止机械、转动机械、电气、仪控和服务五个处之间的配合及促成提高维修响应速度，并在维修、计划、运行之间做好信息交流和促进问题的解决。他向维修部经理助理报告工作，他与上述五个处的日常工作协调工程师共同组成名义上的日常维修队。

此外，他还负责下列各项工作的协调和促进：

- 重要生产活动的总体协调、工业安全和辐射防护安全事项；
- 影响工作过程顺利执行的环节上的协调；
- 技术性较强的生产活动的前期准备；
- 尽量减少周转工作票数量；
- 发现生产活动中的问题，提出改进意见。

他直接得到各处负责日常维修活动的协调工程师的支持。

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

此外，他还负责以下各项工作的协调和促进：

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

1.3.1.2 处级

生产部、维修部、质保部均保持与 1998 年相同的处级管理层和功能块，即生产部 8 个处、维修部 8 个处和质保部 4 个科。

1.3.1.3 科级

科级管理层保持与 1998 年相同的结构。

1.3.2 管理线

1.3.2.1 生产部

生产部根据各项日常工作的功能划分为三个功能块。

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

(1) 运行处 (OPO)

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

运行处下设六个运行值、白班值、化学科和运行支持科。

(2) 设备管理处 (OPE)

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

设备管理处下设系统工程科、机械设备科、仪表控制设备科和电气设备科。

(3) 生产计划处 (OPP)

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

生产计划处下设四个科：生产计划科、管理信息科、发电策划科和成本控制科。

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

(1) 核安全处 (OSL)

核安全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。

核安全处下设执照与环保科、安全分析科和核安全技术顾问组。

(2) 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、环境控制科和职业医疗中心。

3. **支持功能块** 包括与电站行政支持相关的三个处：综管处、资料处、培训处；由行政支持副经理协助生产部经理管理。

(1) 综管处 (OPA)

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

综管处下设四个科：人事科、秘书科、后勤科和保卫科。

(2) 资料处 (OPD)

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

资料处下设信息技术科、文档管理科、文件控制科和二核文件科。

(3) 培训处 (OTC)

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

培训处下设四个科和一个所：综合培训科、模拟机培训科、模拟机维修科、培训管理科和技能考核鉴定所。

1.3.2.2 维修部

维修部根据各项日常工作的功能分别划为两个功能块。

1. 维修及综合计划功能块 由静止机械处、转动机械处、仪控处、电气处、现场服务处和综合计划处组成，由维修部副经理协助维修部经理管理。

(1) 静止机械处 (MSM)

负责正常运行及大修期间静止机械设备的维修工作，包括技术准备和现场执行，保证设备得到及时可靠的维修。

(2) 转动机械处 (MRM)

负责正常运行及大修期间转动机械设备的维修工作，包括技术准备和现场执行，保证设备得到及时可靠的维修。

(3) 仪控处 (MIC)

负责正常运行及大修期间仪控设备的维修工作，包括技术准备和现场执行，保证设备得到及时可靠的维修。

(4) 电气处 (MEE)

负责正常运行及大修期间电气设备的维修工作，包括技术准备和现场执行，保证设备得到及时可靠的维修。

(5) 现场服务处 (MGS)

负责通用服务相关的工作，如燃料操作、废物处理、机加工及工具管理，包括技术准备和现场执行，保证其工作响应及时，质量可靠。

(6) 综合计划处 (MAP)

负责制定电站的日常维修及大修计划，并向其他各处提供人力资源及后勤支持服务。

2. 技术商务功能块 由技术支持处、合同供应处及驻欧办组成，由技术副经理协助维修部经理管理。

(1) 技术支持处 (MTS)

负责对各生产处（特别是运行处和维修各处）提供工程技术支持，通过对经验反馈的分析，在现有设计基础上改进设备的性能，或通过改造的实施改进原设计；负责核燃料的使用分析、土建管理、规范控制以及性能试验。

(2) 合同供应处 (MCS)

负责物资供应以及与承包商和供应商谈判并签订合同；负责合同和物资供应的质量、经济性和合法性。

1.3.2.3 质保部

质保部是公司质量保证和监督的职能部门，独立于公司其他部门。在进行有计划的独立评估、确保质保大纲有效执行的同时，向公司其他部门提供质保的支持和服务，为全公司范围内员工质量意识的培育作出贡献。

1.3.2.4 二核生产部

二核生产部下设运行处(LPO)、核安全处(LSL)、生产计划处(LPP)、设备管理处(LPE)、保健物理处(LPH)、综合管理处(LPA)6个处,以及工程联络办公室(LLO)、规程编写协调办公室(LPW)2个临时性机构。其中6个处的职能和机构设置基本与一核生产部对应处相同。

1. 工程联络办公室 (LLO)

工程联络办公室负责移交投产的前期准备工作和生产维修与工程的接口, 组织移交验收培训和工程参与, 协调跟踪各部门进行移交检查活动, 确保移交文件及时和准确, 促进调试与生产维修的技术交流, 配合工程副产品调试、安装和移交。

2. 程序编写协调办公室 (LPW)

程序编写协调办公室负责策划二核生产部的管理程序和技术程序体系, 组织协调程序的编写、审查、出版工作, 准备程序会审的审查材料, 以及组织开发、维护程序数据库, 确保程序编写技术手段可用。

1.3.3 电站委员会

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

1. 电站核安全委员会 (PNSC)

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

2. 电站工业安全与辐射防护委员会 (PISRC)

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

3. 电站人力资源委员会 (PHRC)

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

4. 电站培训委员会 (PTC)

该委员会负责制定电站培训方面的政策 (运行有关课程除外), 包括培训目标、新培训课程、审查 ATR (授权培训要求) 等。该委员会由电站经理委托主管培训工作的副经理或经理助理主持, 其成员包括生产系统各部各处主管培训的处级管理人员, 委员会的秘书由 OTC 处长担任。

该委员会将设立不同的工作小组, 由培训内容大致相似的处派代表组成。

该委员会向生产系统经理部办公会议汇报有关情况。

5. 电站三废委员会 (PWC)

该委员会负责制定旨在减少三废的产生和排放的有关政策, 并协调三废管理与排放工作。其主持人为主管生产的副经理 (由运行处处长协助), 成员包括生产系统各部相关处的处长, OPO 负责三废管理的工程师为该委员会的秘书。

该委员会向电站核安全委员会报告有关情况。

6. 电站经验反馈委员会 (PEFC)

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

该委员会向电站核安全委员会报告有关情况。

7. 电站技术委员会 (PEC)

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

该委员会向生产系统经理部办公会议报告有关情况，在核安全问题方面向电站核安全委员会报告有关情况。

8. 电站预算委员会 (PBC)

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

9. 电站信息系统委员会 (PISC)

该委员会负责协调和准备有关数据处理和办公自动化方面的工作，同时全面开发电站信息系统。其主持人为生产部经理，成员包括有关处的处长。OPP 综合信息管理科科长担任委员会的秘书。

该委员会向经理部办公会议报告有关情况。

10. 二核生产准备委员会 (LOPC)

该委员会负责与二核联络，并处理有关生产部二核生产准备工作中的问题（人力资源准备、经验反馈和文件移交等）。其主持人为二核生产部经理/副经理，成员包括电站各处负责二核生产准备工作的处长/副处长。二核生产部指定处长担任该委员会的秘书。

该委员会向生产系统经理部办公会议报告有关情况。

1.3.4 电站组织机构图

电站组织机构图见图 1.3.4-1，图 1.3.4-2 和图 1.3.4-3。

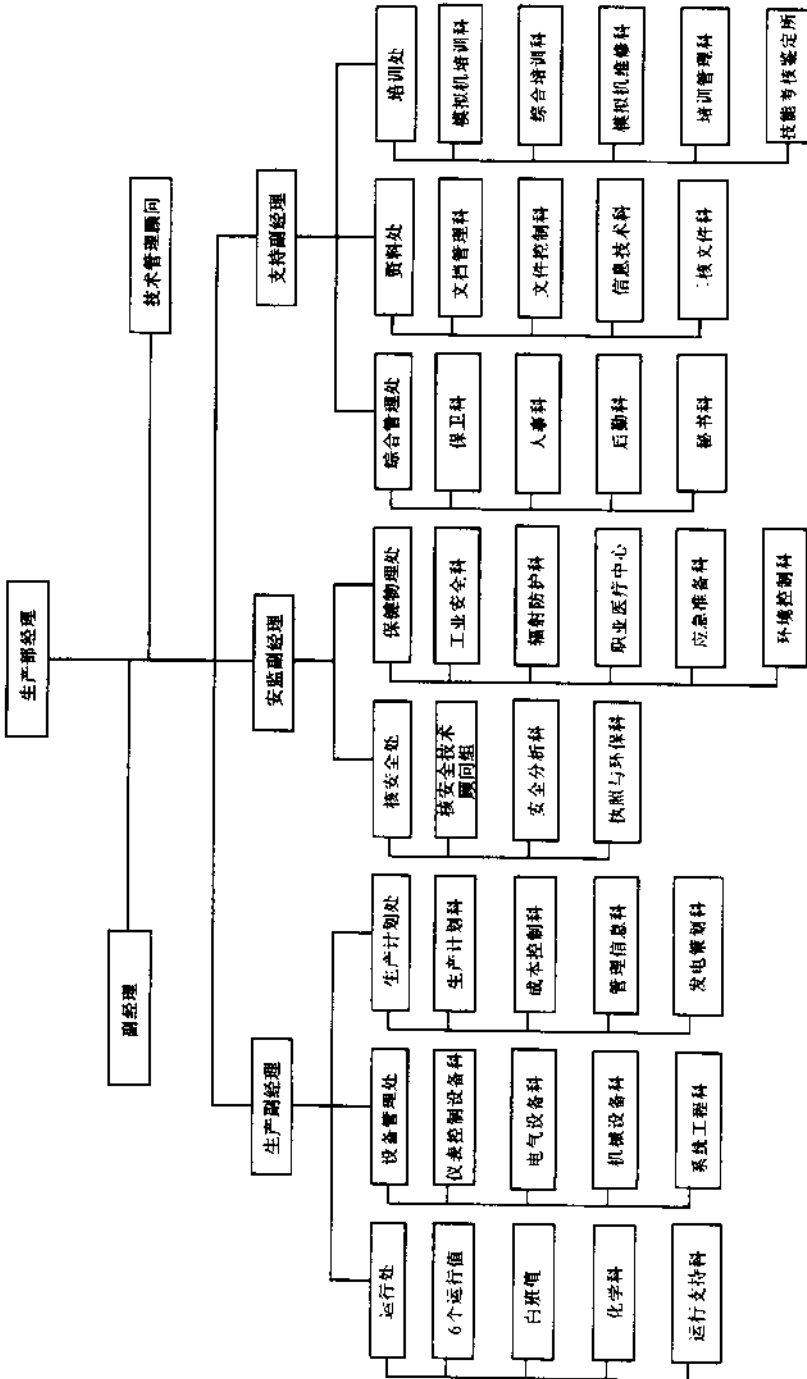


图1.3.4-1 生产部组织机构图

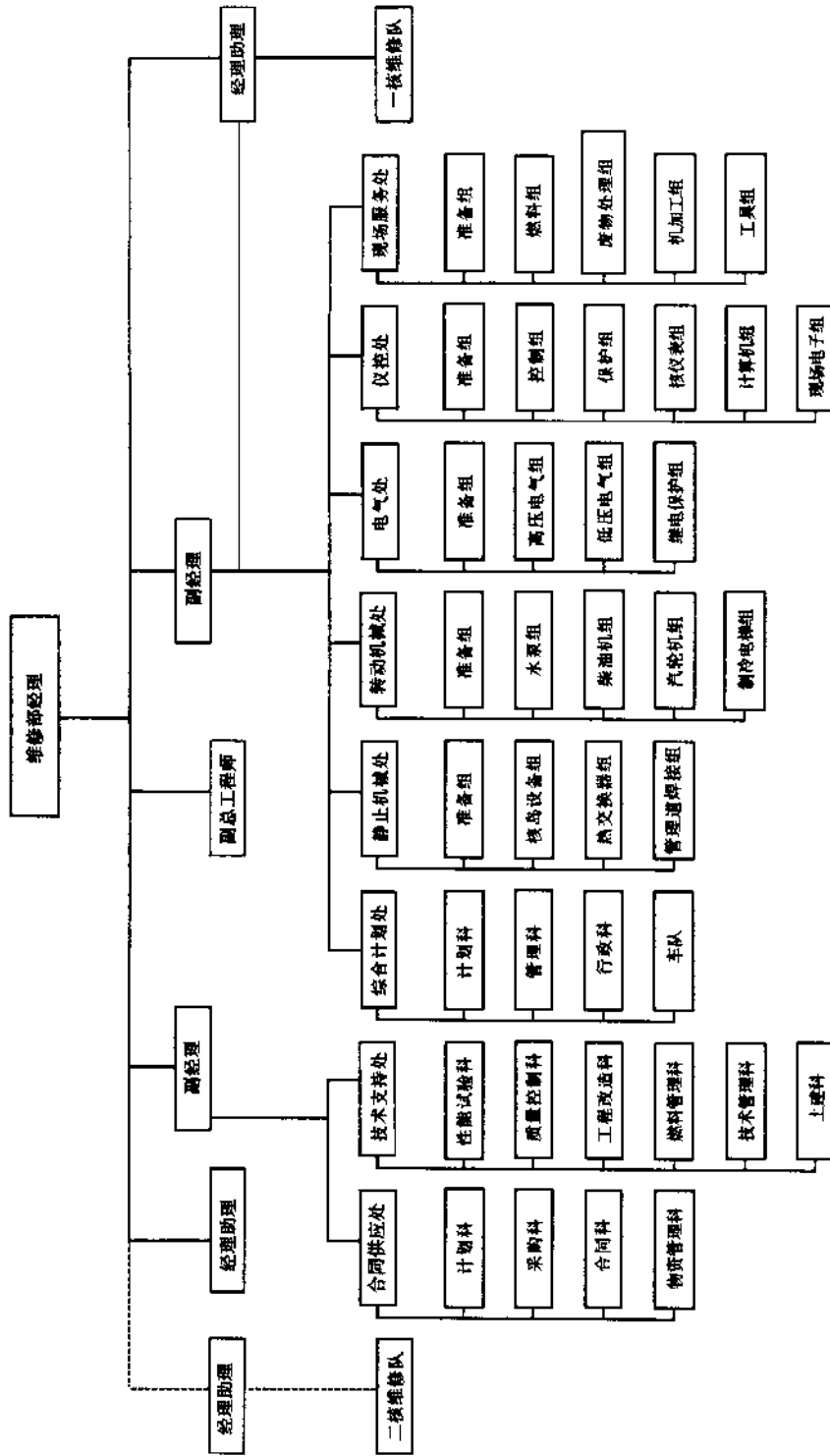


图1.3.4-2 维修部组织机构图

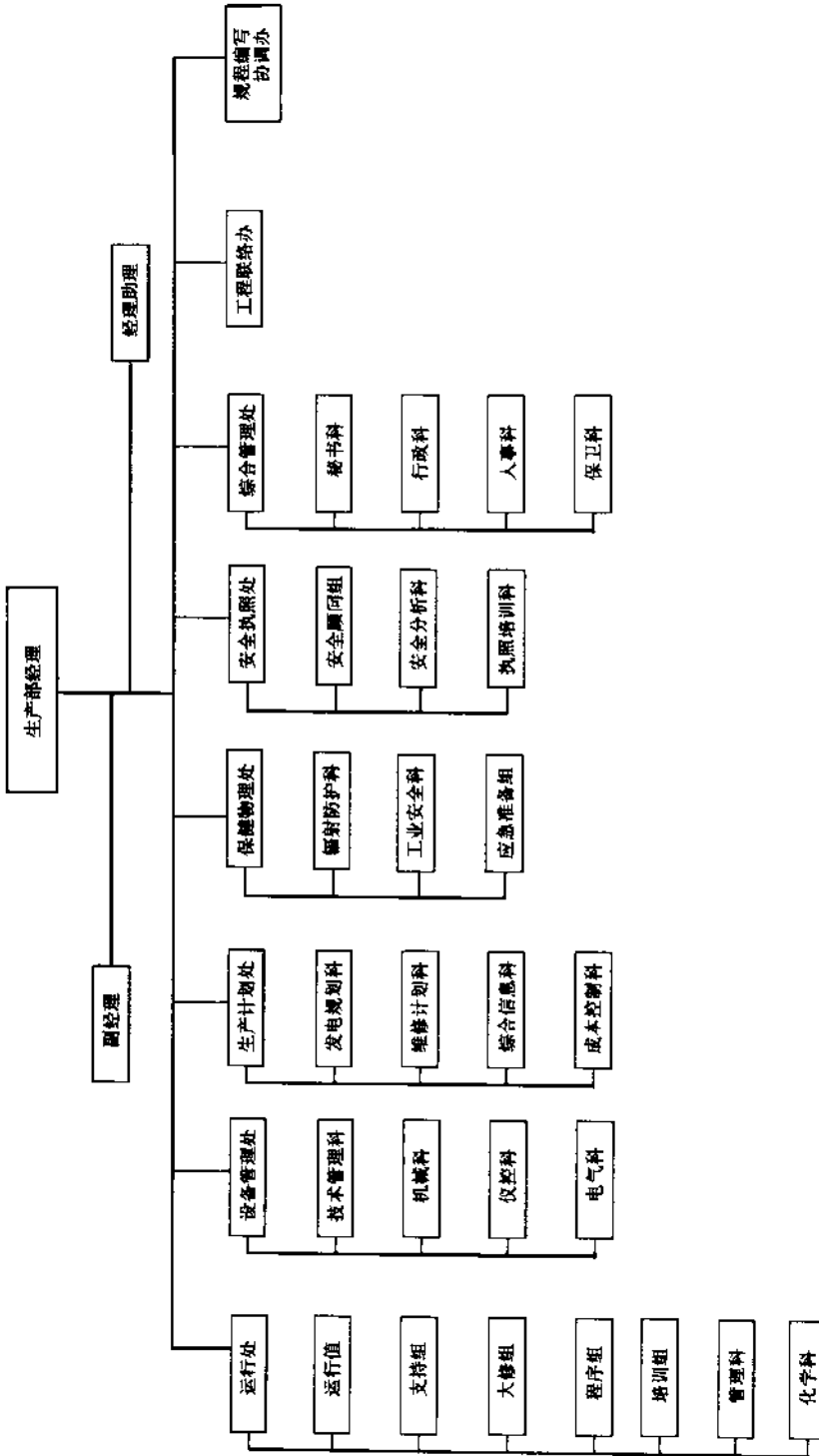


图1.3.4-3 二核生产部组织机构图

第二章 生产运行

2.1 电站运行和维修

2.1.1 电站运行

2.1.1.1 电站运行组织

1. 组织机构及其功能

运行处组织机构与 1998 年相比有以下变动：

(1) 白班值由 1 名值长、1 名副值长和 1 名主控操纵员组成。负责日常运行活动的计划安排和文件准备，并在重大试验、重大操作方面为运行值提供支持，对重要运行异常和设备缺陷进行分析和跟踪。由于原隶属于白班值的 5 名系统工程师划归设备管理处，所以在设备缺陷管理方面由白班值直接与设备管理处接口。

(2) 增设了经验反馈组和规程组。经验反馈组由一名值长任经验反馈工程师，负责组织和落实运行处内部的各项经验反馈工作，并负责经验反馈工作的外部协调；规程组由一名运行工程师负责管理，其任务是负责运行规程、定期试验规程和报警卡等技术文件的修改和升版，并配合现场改造工作，负责审查改造设计文件，跟踪改造项目。

(3) 运行工程师减少为 1 名。

其组织机构如图 2.1.1.1-1 所示。

2. 运行管理

1999 年大亚湾核电站保持了良好的运行业绩，在运行管理工作中我们采取了以下几项管理措施：

(1) 严格控制过程风险，保证机组安全运行

1) 发挥白班值的作用，加强日常工作的计划性

每天由运行处白班值配合综合计划处计划科，根据周计划制定出第二天的工作计划，由当班值值长批准生效。对于维修活动，严格检查工作准备文件是否完整，工作点和条件要求是否确切，风险分析是否透彻等等。对于有重大风险的运行活动，白班值首先进行风险分析，准备工作文件包，并指出关键点。

2) 转变值长功能

在核安全管理上，值长摆脱对安全技术顾问的依赖，独立分析评价机组的核安全状态，在日常工作计划的执行中，实时控制、协调日常生产活动，以厂长心态关心机组的运行状况。

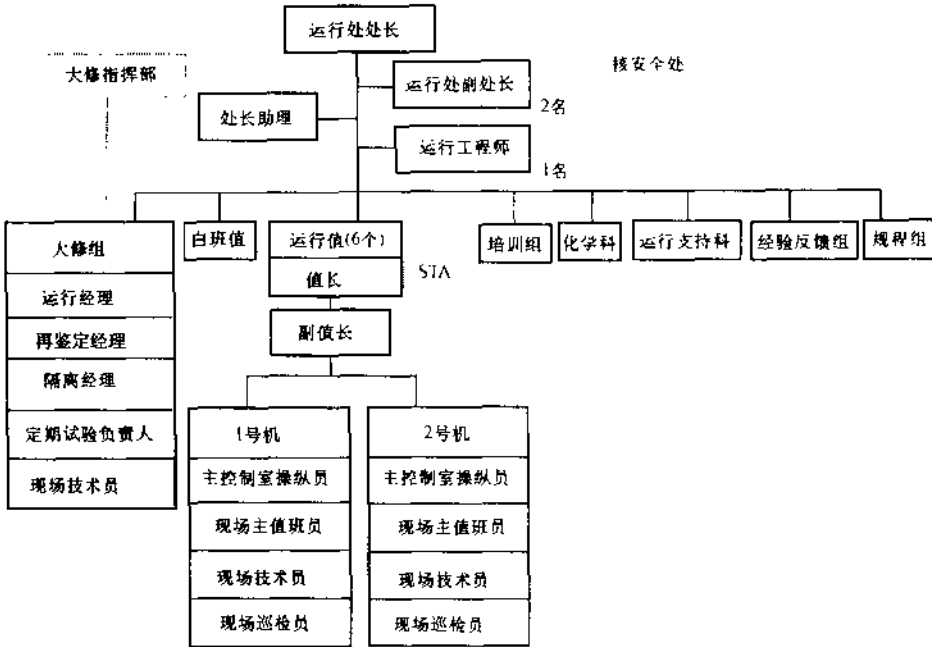


图 2.1.1.1-1 运行处组织机构

3) 全面开展风险分析

对于每一项工作，要求做百分之百的风险分析，即使是一级工作申请和用 CBA 16 程序做出的紧急工作票，也要进行充分准备和风险分析。在紧急情况下，工作准备、风险分析和安全措施也绝对不能简化。

4) 坚持反对不良工作习惯，实行岗位规范化管理

对运行活动的实施执行操作监护制和强调“明星”自检的作用，通过推行岗位规范化，坚决反对和克服不良工作习惯和习惯性违章。1999 年，包括化学科在内，运行处共完成了八个岗位的规范化导则。

5) 加强运行监视，降低和避免设备失效带来的风险

运行处在严格要求全体运行人员认真巡视到位和严密监盘的同时，也对维修部门的设备维护和检修质量提出了更高的要求，并得到了他们的积极响应和落实。

(2) 重视经验反馈工作，开展事故预想，减少人因失误

1999 年运行处在经验反馈方面重点抓了以下工作：

1) 建立健全内部经验反馈网络和制度

上半年运行处各值、科都确定了经验反馈负责人，特殊岗位还建立了专门联络人，由主管副处长负责，经验反馈工程师直接推动工作，从而形成了内部经验反馈工作网络。在这一基础上，重新修订了内部经验反馈工作导则，明确了各岗位职责和内部运作模式。

2) 变被动为主动，提高了经验反馈工作的有效性

1999 年运行处创办了“操纵员俱乐部”，开办了《经验反馈专栏》，进行《事故预想》文件的策划和编写，编写《良好实践》，还组织人力编写出版了《精细操作指南》一书。

3) 保持透明度，提高安全管理水平

鼓励运行人员积极发现问题、暴露问题。对于操作中的差错，及时召集当事人开分析

会，处长或副处长都要找当事人谈话，帮助他们分析原因，共同找出改进的措施，并鼓励他们积极吸取经验教训，提高工作技能，放下包袱。这样就使得所有运行人员都感到“保持透明应当，隐瞒真相可耻。”

(3) 以业绩为中心，全面促进运行质量管理

1999年运行处在全面质量管理上主要从两个方面入手：第一是抓运行活动质量；第二是抓运行文件质量。

在运行活动质量控制方面，我们建立《月度指标考核》体系，制订了22项考核指标。对每一项指标根据权重进行量化，在体现核安全重要性的同时，突出了以业绩为中心的管理思路。各值为了在月度考核中取得优胜，不仅对操作质量进行了严格控制，而且对巡视质量、运行记录、工作申请以及经验反馈和培训各项工作都给予了高度重视。此外，针对“运行处十大不良工作习惯”，推动各值进行了自我评估，这对我们2000年更好地推动自我评估工作积累了有益的经验。

1999年在对报警信号卡进行修改和升版的同时，与MIC、MTS及MEE共同对《定值手册》和相关的上游文件进行了修改和校对，使现场情况与规程和上游文件取得一致；通过改进定期试验规程的执行内容、完善风险分析和经验反馈，使定期试验中的风险分析更加规范化和可知可控；大修在线文件的规程化是1999年改进运行文件质量的一个重要内容，这项工作刚刚起步，是个新的探索。

(4) 抓好培训管理，夯实运行人员的技术基础

全员培训始终是运行处管理工作的重点之一。1999年运行处将在岗培训、专项培训的内容紧密与经验反馈工作联系起来。运行处不但承担了二核生产准备所需的主控持照操纵员和现场操作员的培训任务，还为生产、维修和其他部门进行新员工的运行培训。此外，还为秦山二期培训了主控操纵员和隔离经理。

2.1.1.2 机组运行状态

1999年广东大亚湾核电站1号机组运行状态见图2.1.1.2-1至2.1.1.2-6。

1999年广东大亚湾核电站2号机组运行状态见图2.1.1.2-7至2.1.1.2-12。

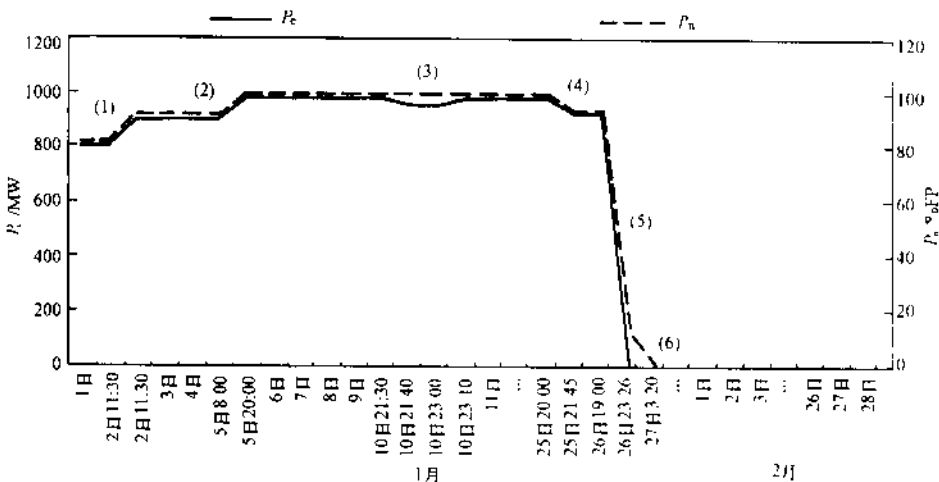


图 2.1.1.2-1 广东大亚湾核电站1号机组运行状态

- 说明：(1) 1月2日 按发电计划安排，8:00开始电功率从800 MW升负荷，11:30负荷升至900 MW运行
 (2) 1月5日 8:00按计划开始升负荷，20:00升负荷至984 MW，100%FP运行。
 (3) 1月10日 21:40将负荷降至958 MW运行，处理ADG002VV不能打开故障，23:10恢复至984 MW运行。
 (4) 1月25日1号机组第五次大修，20:00开始从984 MW降负荷，21:45降负荷至926 MW平台运行
 (5) 1月26日 19:00执行机组换料大修，开始降功率，23:26机组解列
 (6) 1月27日 3:20反应堆处于次临界状态。机组进行第五次换料大修。

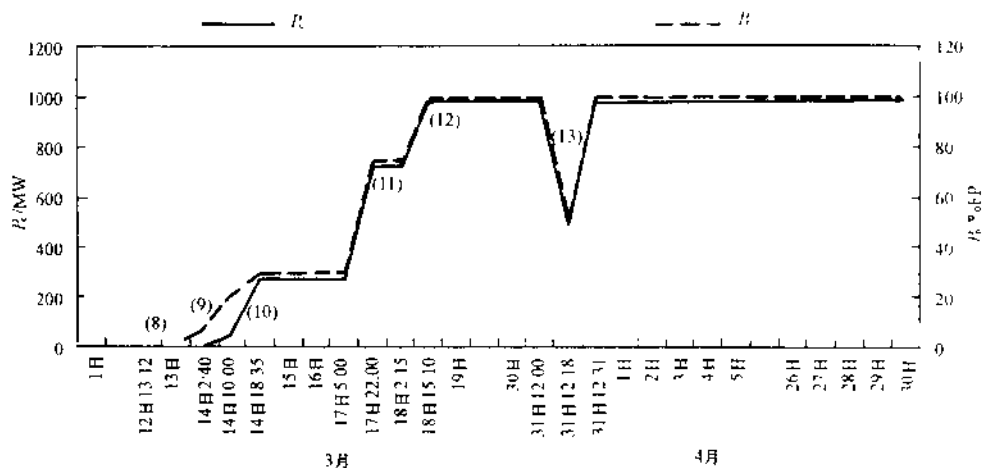


图 2.1.1.2-2 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

(8) 3月12日 13:12 反应堆达临界。

(9) 3月14日 2:40 核反应堆升功率至8%FP, 10:00 发电机并网

(10) 3月14日 18:35 核功率升到30%FP, 电功率270 MW, 做30%FP平台试验。

(11) 3月17日 5:00 以0.5 MW/min的速率升负荷, 22:00 核功率升到75%FP, 电功率663 MW。

(12) 3月18日 2:15 开始升负荷, 至15:10 核功率达到100%FP, 电功率达963 MW。

(13) 3月31日进行快速降负荷试验, 12:00 以30 MW/min 降负荷至984 MW, 以50 MW/min 从884 MW 降至500 MW。在500 MW 停留3分钟后以50 MW/min 升负荷至980 MW 运行。

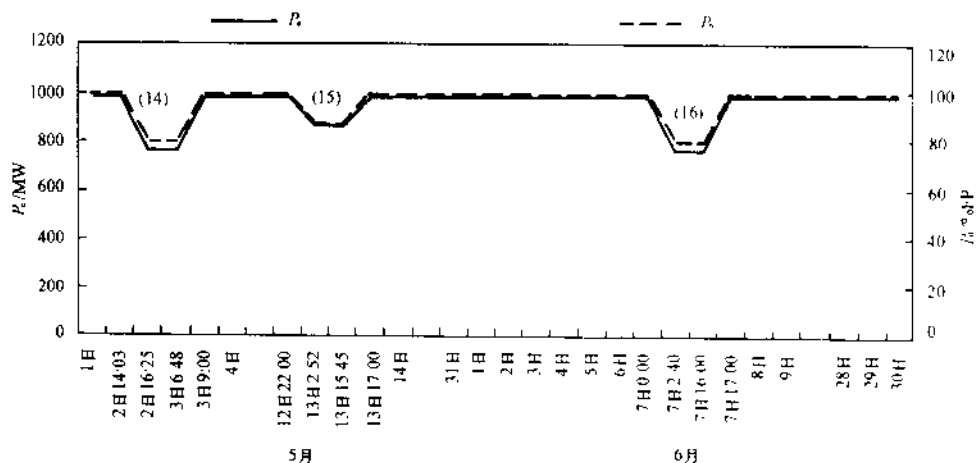


图 2.1.1.2-3 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

(14) 5月2日由于台风, 按电网要求从14:03 以2~3 MW/min 降负荷, 至16:25 汽轮机电功率降至760 MW。5月3日6:48 开始升功率, 至9:00 升功率至984 MW 运行。

(15) 5月12日为处理 APP102PO 排气管根部焊口漏汽, 22:00 开始降功率, 13日2:52 负荷降至858 MW。5月13日维修工作完成后15:45 开始升负荷, 17:00 功率达984 MW 运行。

(16) 6月7日由于台风原因, 0:00 机组开始降负荷, 2:40 机组降负荷到760 MW 运行, 16:00 开始升负荷, 17:00 负荷达978 MW 运行。

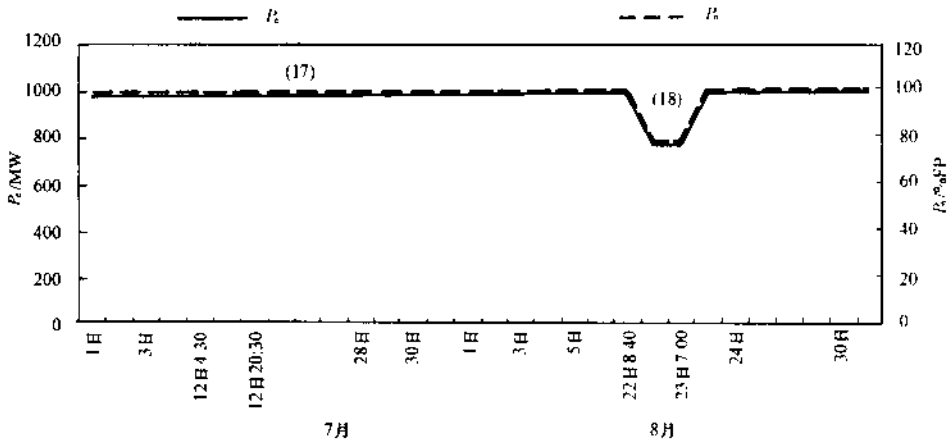


图 2.1.1.2-4 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

- (17) 7月12日为了处理 GSS201PO 泄漏, 机组短时间降功率 8 MW, 修漏工作结束后, 重新升至满负荷运行。
- (18) 8月22日受 9908 号台风影响, 12:00 机组开始降功率, 14:05 机组降功率至 760 MW, 23日 3:55 解除 8 号风球之后, 以 3 MW/min 升功率至 976 MW 运行。

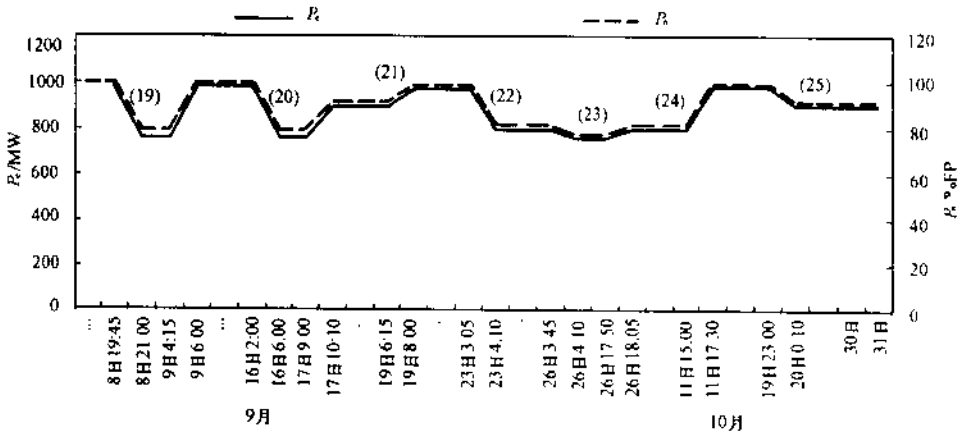


图 2.1.1.2-5 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

- (19) 9月8日配合电网千年虫演习, 19:45 开始降负荷, 21:00 电功率降至 760 MW, 9日 4:15 开始升负荷, 6:00 负荷达 760 MW 运行。
- (20) 9月16日 9910 号台风正面袭击大亚湾核电站, 机组于 2:00 开始降负荷, 至 6:00 负荷降至 760 MW 运行。台风过后, 17日 9:00 机组从 760 MW 升负荷, 10:10 负荷达 900 MW。
- (21) 9月19日接香港中华电力公司通知, 机组从 6:15 开始升负荷, 速率为 0.5~1 MW/min, 8:00 功率升到 975 MW 运行。
- (22) 9月23日由于天气转凉和执行保电计划, 机组从 3:05 开始降负荷, 速率 3 MW/min, 4:10 到达目标值 800 MW 运行。
- (23) 9月26日为抗击 9913 号台风, 3:45 开始降负荷, 4:10 降至 760 MW 运行。17:50 重新升负荷至 800 MW 运行, 升负荷速率 3 MW/min。
- (24) 10月11日 15:00 接电网指令由 800 MW 升负荷, 17:30 升至 982 MW 运行。
- (25) 10月19日按发电计划安排 23:00 开始降功率, 20日 0:10 降至目标负荷 900 MW 运行。

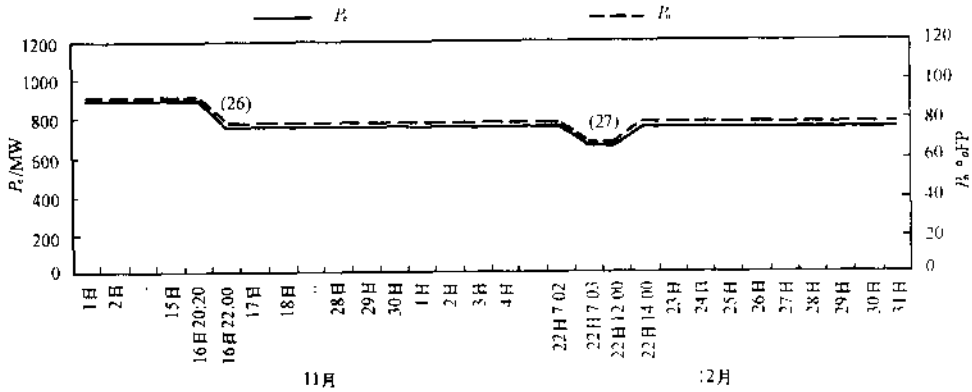


图 2.1.1.2-6 广东大亚湾核电站 1 号机组运行状态

(26) 11月16日按电网计划20:00开始降功率,22:00电功率降至760 MW运行。

(27) 12月22日7:02由于GSE004VV故障关闭,造成甩负荷100 MW,消除故障后,于12:00开始升功率,14:00达760 MW运行。

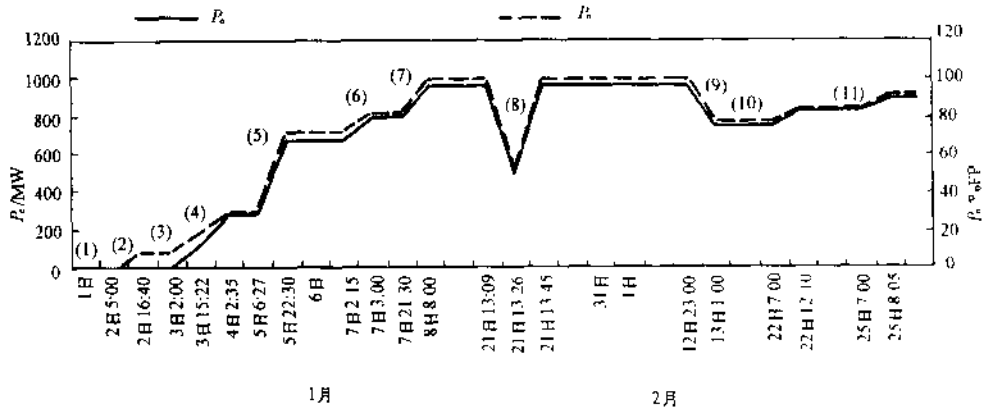


图 2.1.1.2-7 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

说明:(1) 1月1日进行零功率物理试验。

(2) 1月2日零功率物理试验结束后,5:00开始升反应堆功率,16:40升至8%FP。

(3) 1月3日0:00开始提升反应堆功率,2:00堆功率达12%FP,15:22机组并网成功。

(4) 1月4日2:35反应堆升至30%FP平台,进行物理试验

(5) 1月5日6:27从电功率284 MW升负荷,22:30升至677 MW,75%FP。

(6) 1月7日2:15开始升负荷,3:00负荷升至800 MW。

(7) 1月7日21:30开始升负荷,8日8:00负荷升至960 MW,100%FP。

(8) 1月21日13:09执行PT2RGL004降负荷至500 MW运行3分钟,而后升功率至满负荷

(9) 2月12日23:00按电网计划安排降功率,13日1:00降至760 MW运行。

(10) 2月22日7:00开始升负荷,12:10电功率升至835 MW运行。

(11) 2月25日7:00机组开始升负荷,至8:05负荷升至900 MW运行。

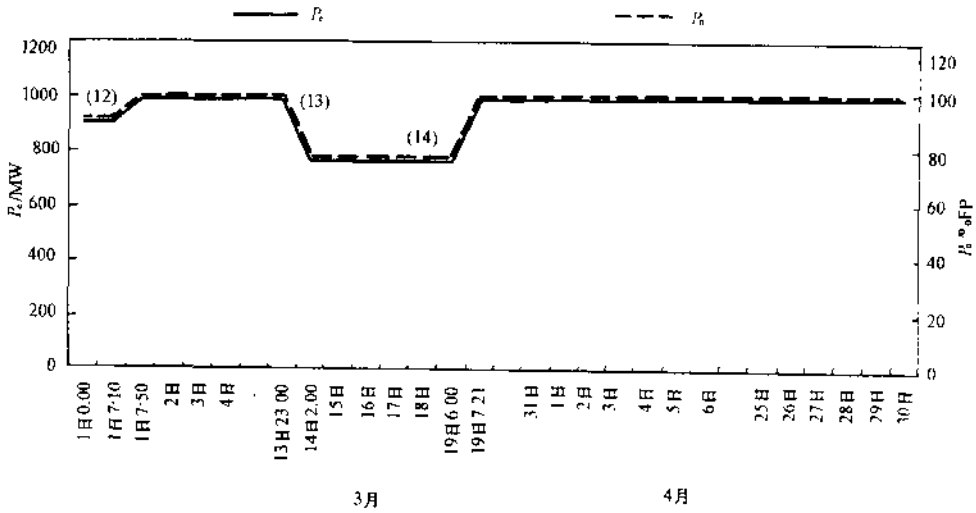


图 2.1.1.2-8 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

- (12) 3月1日 7:10 机组开始升负荷, 7:50 负荷(电功率)升至 984 MW, 100%FP 运行。
- (13) 3月13日 23:00 按生产计划安排降负荷, 14日 2:00 降负荷至 760 MW 运行。
- (14) 3月19日 6:00 机组从 760 MW 开始以 3 MW/min 的速率升负荷, 至 7:21 电功率达 984 MW。

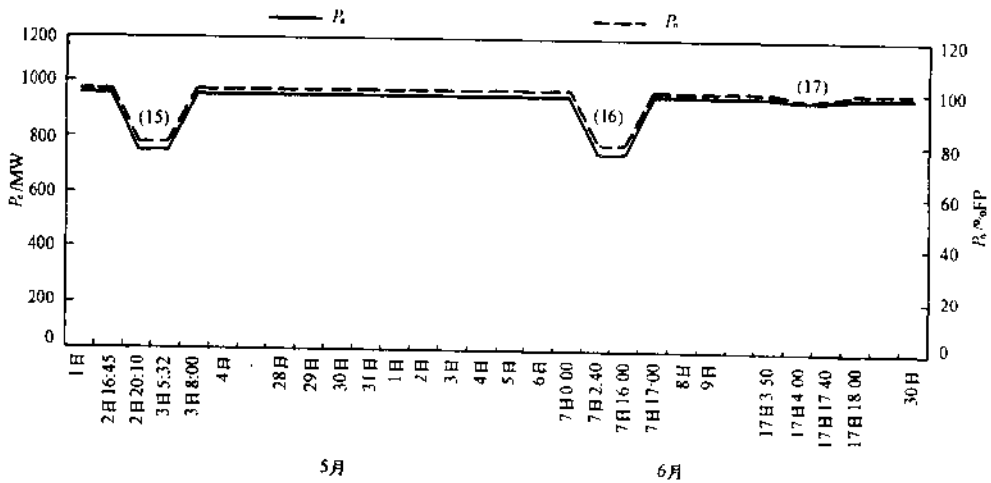


图 2.1.1.2-9 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

- (15) 5月2日因抗击台风, 16:45 开始降负荷, 20:10 降至 760 MW 运行。3日 5:32 以 3 MW/min 速度升负荷至 984 MW 运行。
- (16) 6月7日由于受台风影响, 0:00 开始降负荷, 2:40 机组降至 760 MW 运行。16:00 开始升负荷, 17:00 至 984 MW 运行。
- (17) 6月17日为了维修 GSS202VL, 3:50 降负荷至 970 MW, 维修工作完毕后, 17:40 重新升负荷至 977MW 运行。

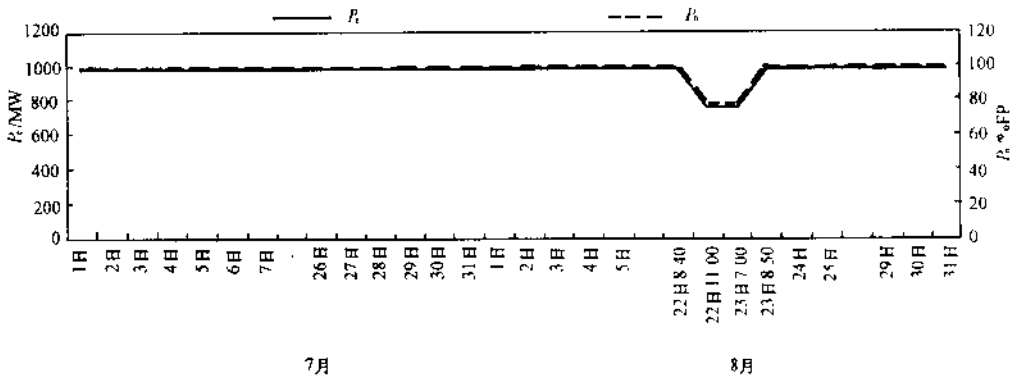


图 2.1.1.2-10 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

(18) 8月22日受9908号台风影响,机组于8:40开始降功率,11:00达目标负荷(电功率)760 MW。23日7:00解除8号风球之后以3 MW/min速率升至984 MW运行。

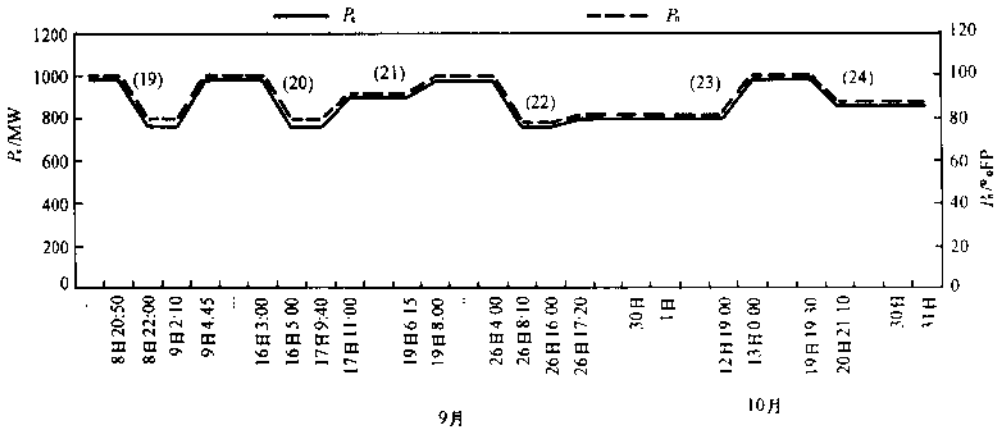


图 2.1.1.2-11 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

- (19) 9月8日为了配合电网千年虫演习,机组于9月8日20:50开始降负荷(电功率),22:00降至760 MW运行。9日2:10开始升负荷,4:45升至电功率963 MW、核功率100%FP运行。
- (20) 9月16日因9910号台风正面袭击大亚湾核电站,3:00开始降功率,5:00降至760 MW运行。17日9:40开始升功率,11:00电功率升至900 MW运行。
- (21) 9月19日按电网安排,6:15以0.5~1 MW/min速率升负荷,8:00升至976 MW运行。
- (22) 9月26日为抗击9913号台风,4:00以3 MW/min速率降负荷,8:10降至760 MW运行。16:00开始以3 MW/min速率升负荷,17:20升至795 MW运行。
- (23) 10月12日接电网紧急通知要求升至满负荷运行,19:00开始升负荷,13日0:00达900 MW。为了稳定 ΔI 暂停升功率。13日1:30重新开始升负荷,至4:00升到950 MW,为稳定 ΔI 暂停升负荷。7:50重新开始升负荷,9:30升至1000 MW运行。
- (24) 10月19日按电网计划安排,19:30开始降负荷,21:10降至目标负荷860 MW,88%FP运行。

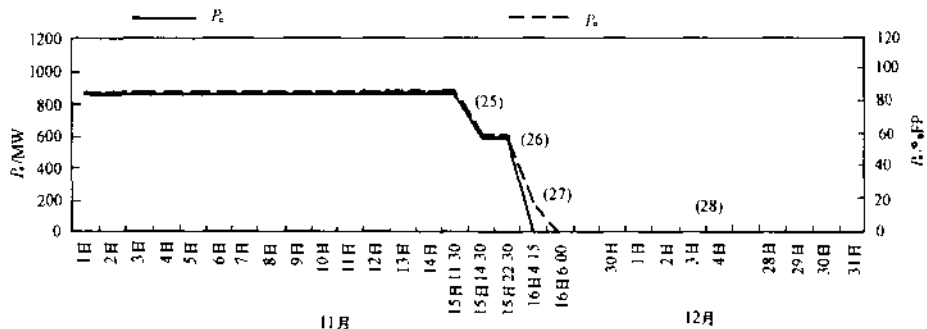


图 2.1.1.2-12 广东大亚湾核电站 2 号机组运行状态

- (25) 11月15日11:30开始降负荷, 14:30达到60%FP运行, 进行Y2K试验。
- (26) 11月15日22:30机组继续降负荷, 16日4:15汽轮发电机成功解列, 机组进入第六次换料大修。
- (27) 11月16日机组从11月16日开始换料大修。

2.1.1.3 电网状况及售电情况

1. 电网结构

1999年是广东电力集团公司(广电)主干网在建和已建项目较多的一年, 新建投产了1个500 kV变电站(茂名站), 新增500 kV线路2条(江茂线、蓄增甲线); 在建的项目有500 kV东莞、北郊、韶关输变电工程, 计划将在2000年2月、5月及年底陆续投产。蓄能方面, 二期5号机已商业运行, 6号、7号机也进入试运行阶段, 预计在2000年二季度前蓄能二期四台机组全部投产, 届时电网系统调峰、调频的手段增加, 对提高系统频率质量、缓解调峰矛盾有很大帮助。另外, 在建的500 kV天广(天生桥至广州北郊)直流工程也预计将在明年上半年投产, 使西电东送能力成倍增加。

1999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:

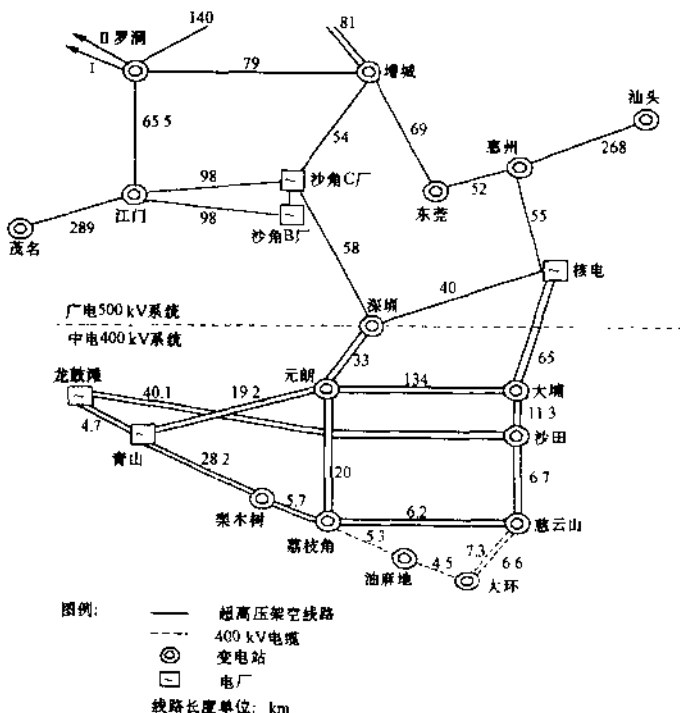


图 2.1.1.3-1 1999年广东—九龙电网主干网架示意图

2. 装机容量

1999年广东电网统调新增机组6台,装机容量为740 MW,分别为湛江3号机300 MW,蓄能5号机300 MW,飞来峡水电厂35 MW×4。至1999年底,全省装机容量达30 312 MW,统调装机容量15 440 MW。

至1999年底,中电系统总装机容量包括核电和蓄能的份额共为8 263 MW。

3. 负荷水平

1999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所示:

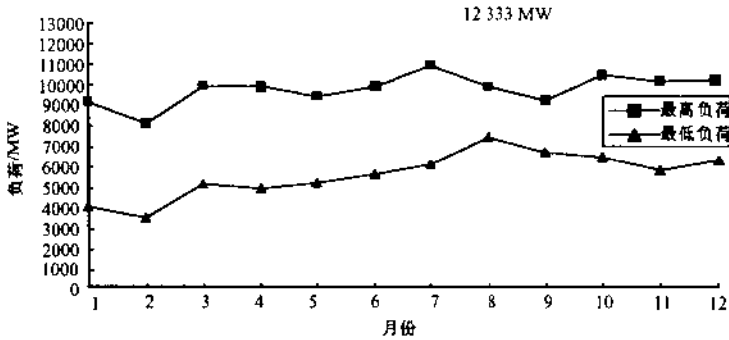


图 2.1.1.3-2 1999年广东电网月峰谷负荷曲线

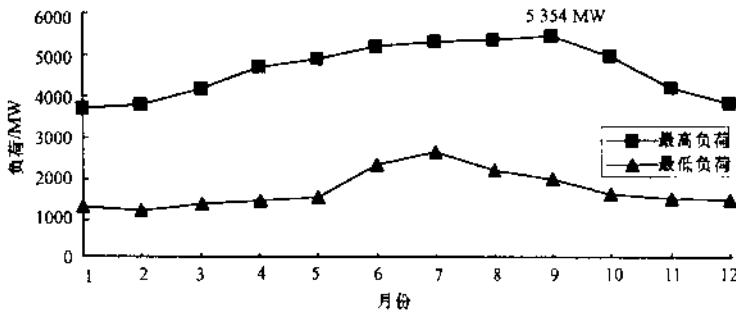


图 2.1.1.3-3 1999年中电电网月峰谷负荷曲线

中电1999年最高负荷5 354 MW,仅比去年增长约1%,低经济增长和工业外移导致低用电量增长率,全年总售电量为250亿kW·h,预计明年增长会有所好转,但低增长的情况可能还要持续多年。

广东电网1999年统调最大负荷12 333 MW,比1998年增长12%。系统峰谷差继续加大,年最大峰谷差出现在6月,达到5 713 MW,比去年增加980 MW。谷峰比全年大部分时间在50%以下,除春节外,最低谷峰比为44.8%。1999年系统(统调)发购电量完成658.83亿kW·h,比1998年增长16.3%,是近几年来最高的增长率。各统调电厂基本完成了各自发电计划,在夏季系统出力偏紧时,部分电厂还超额完成计划。由于1999年属于枯水年份,全年来水比去年少了50%,加上气候反常,5、6月份来水甚少,水库水位较低,水电发电量减少较多,发电量比1998年少了54%。

4. 调度运行

作为电网中的主力电厂,核电两台机组自1999年3月底完成第五次换料大修后,机组

运行状态一直稳定, 全年未发生一起非计划停机停堆事件。年初制定的 130 亿 kW·h 上网电量对机组能力来说留有相当大的裕量, 下半年由于电网负荷需求增加, 及时调整计划, 增加了发电量。

广东抽水蓄能电站 1997 年底发生 1 号主变压器故障返法国厂家检修, 于 1999 年 7 月恢复运行。1999 年 8 月又发生了抽水蓄能 A, B 厂间联络线电缆终端爆炸事件, 至年底才修复。这期间使得 A 厂机组的使用容量减少, 给电网调度运行带来了不利影响。两个电网采取了调整比例等措施, 没有对核电机组运行造成影响。

广东电网 1999 年最显著的特点是系统负荷有了大幅度增长, 大部分电厂机组平均利用小时数均超过 5 000 小时, 系统中备用容量不足, 全省电网呈紧张之势。电网负荷需求高的主要原因: 一是经济持续增长速度加快, 用电需求增加; 二是清理整顿电价, 农村电价降幅大, 从而拉动农村用电大幅增长; 三是油价上涨, 长期居高不下, 电网内燃油机组大部分停产; 四是水电缺水。为防止出现拉闸限电, 省网除多让燃煤火电机组发电外, 还大量购买西电, 全年吸收西电 39.91 亿 kW·h, 比 1998 年增长 72.99%。

从系统调峰能力来看, 1999 年仍显不足, 在部分周末或负荷变化较大的时段, 火电机组两班制运行的情况仍存在, 周末轮停火电大机组来适应电网的负荷变化不可避免。下半年随着蓄能二期 3 台机组相继投产交付电网运行, 系统的调峰容量有了一定增加, 调峰压力也有所缓和。

春节期间电网负荷较轻, 网上剩余无功功率较多, 核电机组仍需进相 30~50 MVA, 但比以往水平有大的降低, 表明电网的调压手段有所提高。

电网电压运行水平方面, 500 kV 电压全年基本上运行在较好的水平上, 全年频率合格率 99.98%。

5. 售电情况

表 2.1.1.3-1 1999 年发电、上网及售电情况

MW·h

月 份	发 电		上 网	售 电		售电比例	
	1号机	2号机		中 电	广 电	中 电	广 电
1	595 814.00	618 839.00	1 156 686.30	549 425.80	607 260.50	47.50%	52.50%
2	0.00	601 079.00	571 826.40	331 659.30	240 167.10	58.00%	42.00%
3	361 811.00	700 334.00	1 004 252.40	522 211.30	482 041.10	52.00%	48.00%
4	705 200.00	705 789.00	1 354 929.70	718 112.60	636 817.10	53.00%	47.00%
5	724 079.00	725 619.00	1 391 105.40	976 427.40	414 678.00	70.19%	29.81%
6	698 253.00	698 006.00	1 340 896.50	1 153 170.70	187 725.80	86.00%	14.00%
7	721 738.00	722 944.00	1 385 893.20	1 191 868.20	194 025.00	86.00%	14.00%
8	717 508.00	714 887.00	1 374 205.80	1 181 816.90	192 388.90	86.00%	14.00%
9	651 574.00	682 351.00	1 276 725.90	1 097 984.30	178 741.60	86.00%	14.00%
10	657 898.00	627 533.00	1 226 615.90	750 457.70	476 158.20	61.18%	38.82%
11	599 436.00	306 716.00	858 236.70	596 520.90	261 715.80	69.51%	30.49%
12	563 107.00	0.00	521 721.60	354 512.00	167 209.60	67.95%	32.05%
合 计	6 996 418.00	7 104 097.00	13 463 095.80	9 424 167.10	4 038 928.70	70.00%	30.00%

1999年计划上网售电130亿kW·h,较1998年计划增加7.5亿kW·h。年初的两台次机组换料大修,一次创历史最短工期,一次比计划工期提前10天,使得核电机组全年发电裕度增加很大。结合电网负荷需求增加,下半年发电计划进行了调整,年上网电量增加了4.5亿kW·h,全年计划为134.5亿kW·h。

售电比例方面,中电、广电全年电量比例为7:3,在比价期内(1994~1998年)转售给中电的年电量不大于45亿kW·h,比价期后则无此限制。1999年是比价期后的第一年,根据核电联网合同,中电、广电吸收核电的比例严格按7:3比例安排,实际上核电售广电的比例要比以前年份有所降低。1999年核电发电上网134.631亿kW·h,比1998年增长9.4%,其中外销香港94.24亿kW·h,比去年增长23.1%,内销广东40.39亿kW·h,比去年降低14.6%。1999年发电、上网及售电情况详见表2.1.1.3-1。

2.1.1.4 机组性能指标

1999年两台机组的安全运行又创新纪录,1号机组和2号机组分别连续运行307天和318天,首次实现了两台机组在一个燃料循环内不停机、不停堆的运行业绩。1号机组总的毛发电量为6996418MW·h,机组能力因子 K_d 为86.63%,非计划能力损失因子 K_{np} 为0.36%,负荷因子 K_L 为81.17%。2号机组总的毛发电量为7104097MW·h,机组能力因子 K_d 为86.08%,非计划能力损失因子 K_{np} 为0.45%,负荷因子 K_L 为82.42%。

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

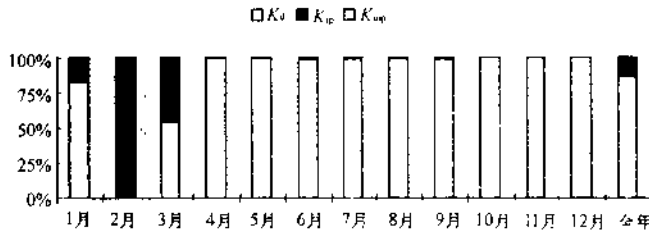


图 2.1.1.4-1 1号机组性能指标—— K_d , K_{lp} , K_{np}

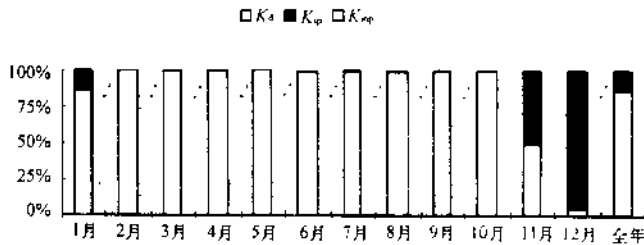


图 2.1.1.4-2 2号机组性能指标—— K_d , K_{lp} , K_{np}

1号机组从1999年1月27日起按计划停运,开始进行第五次换料大修,3月12日重新并网发电,整个大修工期45天。在此期间机组能力因子的下降都属正常。3月份机组能力因子已达54.06%。从4月份开始直到年底机组一直保持安全稳定运行,机组能力因子高达98.9%以上。影响1999年全年1号机组非计划能力损失因子的主要因素为1RPN系统5月份1APP102PO排汽管的泄漏处理以及12月22日1GSS004VV的自动关闭。

2号机组1998年11月21日开始第五次换料大修,于1999年1月5日重新并网发电。本次燃料循环2号机组创造了整个燃料循环不停堆、不停机、连续运行318天的优异业绩,再创历史新纪录。与1号机组一样,1999年2号机组能力因子主要受2RPN系统习惯性正偏差的影响;另外2GFR161/162FI, 2GCT124VV, 2GSS110PO等设备故障也产生了少许影响。2号机组于1999年11月16日按计划开始了第六次大修,于12月30日圆满结束。

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1999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。两台机组的能力因子与机组的负荷因子的差别与1998年同期比较有所减小,说明1999年电力市场需求有所增加。

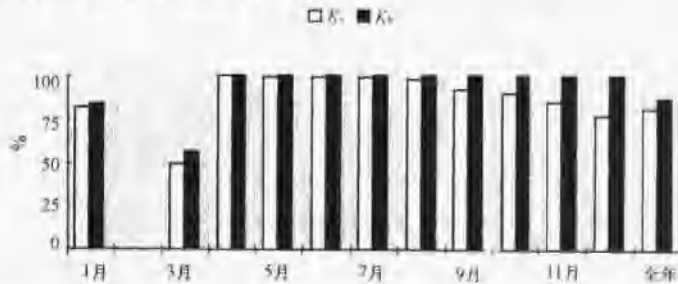


图 2.1.1.4-3 1号机组性能指标—— K_L , K_T

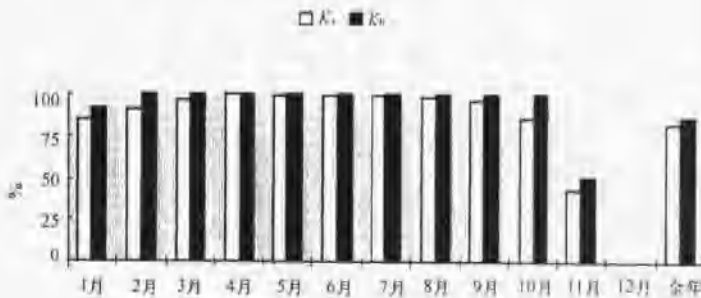


图 2.1.1.4-4 2号机组性能指标—— K_L , K_T

2.1.1.5 反应堆物理试验

1. 启动物理试验

(1) 启动物理试验情况

1号机组第六循环首次临界试验从1999年3月9日18:00开始,3月10日7:17临界。零功率物理试验3月11日12:00结束。升功率物理试验从3月11日开始,3月18日升到满功率。完成试验项目26项。

2号机组第六循环期首次临界试验从1998年12月31日17:00开始,21:20临界。零功率物理试验1月2日00:30结束。升功率物理试验从1月2日开始,1月7日升到满功率。完成试验项目26项。

(2) 启动物理试验结果

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

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

(3) 主要问题及解决措施

1) 从第六循环开始，我们对启动物理试验方案进行了优化：若 RPN 的测量系数满足 RPN 校验准则的要求，在对 RPN 测量系数进行预校核时不用“氡振荡法”，避免了因试验使堆芯不稳定，可以缩短大修关键路径 10 小时；在功率台阶的设置上采用“三分之一等分法”，更有效和合理地调整了试验台阶的设置，正常情况下仅需要三个试验台阶；零功率试验阶段去掉了原试验方案中为验证堆芯设计模型和计算理论所设置的试验项目，将试验项目由原来的 15 项精简到现在的 10 项（有时 11 项），并成功解决了慢化剂温度系数为正值给正常运行带来的困难。优化后的试验方案得到了国家核安全局的认可和堆芯核设计单位的肯定，并在实践中得到了检验，初始临界和零功率试验从原来的 40 多小时减少到 28 小时；满功率前仅有两个试验台阶，只需 60 小时，至少节约升功率时间 30 多小时。

2) 两台机组第六循环所有控制棒全提时，等温温度系数实测值为正值，即慢化剂温度系数为正值。为了确保正常运行时的慢化剂温度系数为负值，必须限制最高的硼浓度，经与有关方面协商和获电站经理及大修经理的批准，决定追加硼浓度在 1 550 ~ 1 600 $\mu\text{g/L}$ 时的等温温度系数测量，根据实测结果确定慢化剂温度系数为 0 时的硼浓度，考虑 10 $\mu\text{g/L}$ 的误差，最终提出硼浓度分数的最高限制值。为了方便运行人员的控制，将 RCP 的硼浓度稀释到小于硼浓度的最高限制值后交给运行人员。

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

控制棒组	计算值	测量值	误差/%	标准/%
R	974	914.2	-6.1	(± 10)
G ₁	299	270	-9.7	(± 10)
G ₂	667	663	-0.6	(± 10)
N ₁	937	878	-6.3	(± 10)
N ₂	590	564	-4.4	(± 10)
SA	565	535	-5.3	(± 10)
SB	915	872	-4.7	(± 10)
SC	574	524	-8.7	(± 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 $\mu\text{g/L}$

控制棒位	计算值	测量值	误差	标准
R (170)	1 615	—	—	—
ARO	1 644	1 659	15	(± 50)

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

控制棒位	计算值	测量值	误差	标准
ARO	-1.60	-1.36	0.24	(± 5.4)

表 2.1.1.5-1d 1号机组零功率物理试验结果——硼微分价值 pcm

棒位变化	计算值	测量值	误差	标准
ARO; Rin	8.68	8.67	-0.01	(± 1)

表 2.1.1.5-2a 2号机组零功率物理试验结果——控制棒价值 pcm

控制棒组	计算值	测量值	误差/%	标准/%
R	1 003	997.2	-0.6	(± 10)
G ₁	282	299.5	6.2	(± 10)
G ₂	723	762.4	5.4	(± 10)
N ₁	1 064	1 074.6	1.0	(± 10)
N ₂	495	486.9	-1.6	(± 10)
SA	518	512.2	-1.1	(± 10)
SB	804	768.4	-4.4	(± 10)
SC	661	637.6	-3.5	(± 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 μg/L

控制棒位	计算值	测量值	误差	标准
R (170)	1 669			
ARO	1 698	1 715.2	17.2	(± 50)

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

控制棒位	计算值	测量值	误差	标准
ARO	+0.23	+1.77	1.54	(± 5.4)

表 2.1.1.5-2d 2号机组零功率物理试验结果——硼微分价值 pcm

棒位变化	计算值	测量值	误差	标准
ARO; Rin	8.72	8.98	0.26	(± 1)

表 2.1.1.5-3 1号机组中子注量率图测量结果 (启动物理试验)

序号	日期 年-月-日	U _{燃耗} MW·d/t	功率 %FP	MAP/%				F _{av}		QT (Z)		F _{ΔM}		PT/%	
				P ≥ 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	99-03-15	15	34.00	< 10	5.7	< 15	6.8	1.474	1.435	9.695	1.992	1.484	1.427	< 9	2.77
2	99-03-17	65	71.19	< 10	3.8	< 15	5.2	1.423	1.381	2.996	1.864	1.619	1.377	< 5	1.78
3	99-03-22	235	99.85	< 10	2.4	< 15	2.4	1.560	1.385	2.228	1.755	1.491	1.343	< 2	1.32

表 2.1.1.5-4 2号机组中子注量率图测量结果 (启动物理试验)

序号	日期 年-月-日	U 燃料耗 MW·d/t	功率 %FP	MAP/%				F_{Dy}		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	99-01-04	15	37.2	< 10	7.0	< 15	8.2	1.492	1.415	5.854	1.979	1.771	1.397	< 9	2.35
2	99-01-06	75	72.78	< 10	3.9	< 15	5.4	1.421	1.372	3.009	1.875	1.612	1.357	< 5	1.55
3	99-01-10	210	97.22	< 10	3.9	< 15	4.6	1.377	1.361	2.295	1.800	1.503	1.343	< 2	1.16

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

3) 1号机组第六循环在 30%FP 功率台阶进行 LSS 参数修改时, 程序运行出错。发现 [TS] 矩阵的个别元素超过 LSS 所允许的上限 (15)。进一步的研究发现 [TS] 矩阵的某些元素大于 15 是正常的, 问题是在 1998/4/30 到 1998/6/8 之间 [TS] 矩阵的上限由 30 变成了 15。

临时解决办法是将 [TS] 矩阵缩小为 a 分之一, 使其最大值刚刚小于 15, 而将 $[\lambda]$ 矩阵放大 a 倍, 这样 LSS 的计算结果不变。因为:

$$[P] = [\lambda][TS][L]$$

在 75%FP 功率台阶进行 LSS 参数修改时该问题依然存在, 解决办法与 30%FP 时相同。100%FP 时 [TS] 矩阵的值小于 15。

经后来的研究找到了 [TS] 矩阵上限变化的原因及恢复的方法, 并予以恢复。

2号机第六循环在 100%FP 功率台阶进行 LSS 参数修改时, 程序运行出错。多次努力, 均告失败。最终将数据软盘中所有棒全提时的 F_{Dy} 实测值用理论值代替, LSS 参数修改成功。在 LSS 系统中 F_{Dy} 与最小 LOCA 裕度计算有关, 临时解决办法是根据 F_{Dy} 实测值与理论值的差别, 将最小 LOCA 裕度的报警阈值进行修改, 保证用 F_{Dy} 理论值代替实测值是保守的。

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 61 项 (详见表 2.1.1.5-5)。其中 1号机组 27 项, 2号机组 34 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修改运行参数。确保了大亚湾核电站机组连续、安全和稳定地进行电力生产。

表 2.1.1.5-5 周期性物理试验状况

试验项目	要求周期	实际周期		完成次数		完成率 %
		1号机组	2号机组	1号机组	2号机组	
中子注量率图测量	30EFPD	28.1EFPD	27.4EFPD	10	12	100
RPN 校验试验	90EFPD	93EFPD	75.2EFPD	3	5	100
LSS 参数修改	30EFPD	28.1EFPD	27.4EFPD	9	12	100
电功率控制曲线校验试验	60EFPD	56.2EFPD	60.2EFPD	5	5	100

(2) 周期性物理试验结果

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

表 2.1.1.5-6 1 号机组中子注量率图测量结果 (周期性物理试验)

序号	日期 年-月-日	U 燃料耗 MW·d/t	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	99-3-22	235	99.85	<10	2.4	<15	2.4	1.560	1.385	2.228	1.755	1.491	1.343	2	1.32
2	99-4-21	1 434	99.45	<10	2.4	<15	3.3	1.374	1.348	2.262	1.694	1.493	1.333	2	0.77
3	99-5-19	2 548	99.27	<10	2.3	<15	1.4	1.363	1.344	2.248	1.652	1.494	1.326	2	0.59
4	99-6-15	3 638	99.86	<10	1.8	<15	2.1	1.363	1.345	2.255	1.641	1.491	1.323	2	0.43
5	99-7-20	5 023	98.77	<10	2.2	<15	1.3	1.343	1.303	2.277	1.578	1.496	1.294	2	0.46
6	99-8-24	6 392	99.57	<10	2.2	<15	2.2	1.342	1.306	2.260	1.591	1.492	1.296	2	0.28
7	99-9-22	7 616	100	<10	1.9	<15	2.0	1.321	1.293	2.249	1.565	1.490	1.276	2	0.33
8	99-10-21	8 482	99.91	<10	1.6	<15	2.3	1.321	1.291	2.251	1.594	1.491	1.279	2	0.46
9	99-11-24	9 795	79.37	<10	1.4	<15	1.4	1.337	1.277	2.685	1.541	1.583	1.271	2	0.39
10	2000-1-7	11 243	91.81	<10	1.3	<15	1.5	1.311	1.274	1.635	1.120	1.527	1.258	2	0.44

表 2.1.1.5-7 2 号机组中子注量率图测量结果 (周期性物理试验)

序号	日期 年-月-日	U 燃料耗 MW·dt	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	99-1-10	210	97.22	<10	3.9	<15	4.6	1.377	1.361	2.295	1.800	1.503	1.343	2	1.16
2	99-2-08	1 357	99.71	<10	3.3	<15	4.8	1.373	1.355	2.204	1.699	1.492	1.343	2	0.97
3	99-3-03	2 188	98.5	<10	2.9	<15	3.3	1.385	1.351	2.218	1.650	1.497	1.343	2	0.87
4	99-4-07	3 514	99.0	<10	2.3	<15	3.0	1.374	1.341	2.273	1.632	1.495	1.333	2	0.81
5	99-5-12	4 948	99.97	<10	2.6	<15	3.2	1.373	1.334	2.251	1.625	1.491	1.326	2	0.62
6	99-6-14	6 365	99.86	<10	2.3	<15	2.9	1.352	1.319	2.253	1.614	1.491	1.314	2	0.55
7	99-7-12	7 399	99.89	<10	1.6	<15	2.2	1.342	1.304	2.256	1.582	1.491	1.300	2	0.56
8	99-8-09	8 519	99.15	<10	2.4	<15	2.3	1.343	1.307	2.269	1.620	1.494	1.302	2	0.71
9	99-9-13	9 943	99.61	<10	1.6	<15	2.0	1.332	1.298	2.259	1.604	1.492	1.289	2	0.55
10	99-10-15	11 097	98.94	<10	2.4	<15	1.8	1.322	1.293	2.273	1.609	1.495	1.286	2	0.92
11	99-10-27	11 503	89.12	<10	1.4	<15	1.4	1.335	1.289	2.526	1.556	1.539	1.284	2	0.58
12	99-11-12	12 073	88.88	<10	1.4	<15	1.4	1.335	1.292	2.531	1.551	1.540	1.284	2	0.58

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

2.1.1.6 电站化学

1999 年, 通过完成 OSART 纠正行动、建立科级管理巡视和自我检查评估制度、制定并

全面实施化学工作岗位的规范化管理制度、完成化学岗位培训流程图并进行岗位轮换等一系列措施,使得大亚湾核电站化学工作逐步走上规范化管理的轨道。按计划于6月份实行在YA无人值班运行,至今运行情况良好;圆满完成1号机第五次大修和2号机第六次大修期间以及停、启机的所有化学工作,完成了对机组的化学和放射化学监督和控制,实施了对燃料组件密封性持续监测;改进油务管理,完善油质规范,新版电厂油务管理程序及油质规范已经出版、生效,并开始在电厂执行,加强主变油中气体含量的跟踪。

1. 水化学监测和控制

(1) 一回路水化学

1999年一回路的化学水质很稳定,两台机组未发生过任何一回路水质被污染的事件。硼-锂、氢的含量按化学规范的要求得到严格控制,一回路水中的化学杂质浓度保持较低水平(见表2.1.1.6-1)。

表 2.1.1.6-1 正常运行期间一回路水质情况 (1, 2号机组)

参 数	单 位	实际测量值	限 值
溶 解 氢	ml/kg	20~50	20~50
氯 离 子	mg/kg	<0.010	<0.15
氟 离 子	mg/kg	<0.005	<0.15
溶 硅	mg/kg	<0.15	<0.20
钠 离 子	mg/kg	<0.02	<0.20
钙 离 子	mg/kg	<0.005	<0.10
镁 离 子	mg/kg	<0.005	<0.10
铝 离 子	mg/kg	<0.010	<0.10

(2) 二回路水化学

1999年采用新的、更严格的WANO核电站性能指标进行水质控制,从表2.1.1.6-2中可以看出,新WANO化学指标从年初机组大修后的较高水平迅速下降,并维持在1.00的最低水平。由于上半年2号机APG系统的 SO_4^{2-} 离子浓度和2CEX系统的 O_2 浓度值较高,导致2号机上半年新WANO化学指标较高。

表 2.1.1.6-2 1999年新WANO核电站化学指标月度值跟踪表

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1号机WANO指标	1.00	大修	1.41	1.07	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2号机WANO指标	1.40	1.14	1.21	1.06	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	大修

每次换料大修期间,都要对每台蒸汽发生器进行压力水冲洗,历次冲洗结果如表2.1.1.6-3所示。表中的SG:蒸汽发生器,1SG1:1号机组的1号蒸汽发生器,其余类推。

表 2.1.1.6-3 蒸汽发生器冲洗残渣量

kg

SG 编号	1SG1	1SG2	1SG3	总量	2SG1	2SG2	2SG3	总量
第一次大修	1.73	1.95	2.68	6.36	2.28	2.44	3.19	7.91
第二次大修	0.85	0.88	1.45	3.18	1.65	1.56	2.04	5.25
第三次大修	0.92	0.47	0.86	2.25	0.90	3.14	3.11	7.15
第四次大修	0.77	0.47	0.86	2.1	0.81	1.45	0.99	3.25
第五次大修	1.14	0.76	0.80	2.7	5.18	1.99	1.72	8.89
第六次大修	0.25	0.40	0.33	0.98	1.18	0.77	0.63	2.58

从表中看出,每次冲洗的残渣量均较少,都远低于 10 kg 的控制指标,也未发现蒸汽发生器的腐蚀问题,说明二回路的水质控制是有效的。所以,近期内正常情况下应不会有蒸汽发生器传热管二次侧严重腐蚀的风险。

另外,1号机组第五、六次大修和2号机组第六次大修期间对二回路主要热力设备容器腐蚀情况的检查表明,设备总体状况良好。

2. 放射化学监测和控制

1999年放射性惰性气体含量和一回路的放射性碘含量维持在很低的水平,可以说明两台机组的燃料包壳都保持完整;针对辅助系统的除盐床的压差易变高和效率不稳问题,通过改进树脂型号和完善除盐床的更换方式两种措施使这一问题得到缓解。

3. 油务监督管理

在1998年工作的基础上继续改进油务管理,完善油质规范。新版电厂油务管理程序及油质规范已经出版、生效,并开始在电厂执行。

协助电气处确定了对主变油处理的方案,并制定了处理油的验收标准。继续加强对主变压器油中气体含量的监测和跟踪分析,在1号机组第五次大修时协助完成1GFR油箱清理和油处理。

4. 化学分析质量控制及管理

落实1998年11月自我检查评估产生的纠正行动,开展每月二次的科级管理巡视,跟踪检查中发现的问题及纠正行动的执行情况。进行了一次科内自我检查评估,巩固1998年11月自我评估取得的成绩。按照WANO同行评估的方法和标准进行了绩效内审,现在制订纠正行动计划。

5. 人员管理和培训

支持二核生产准备,按计划完成人员分流任务,确定新的化学科组织机构。完成了化学科各岗位培训流程图,为培训工作规范化奠定了良好基础。年初制定了“化学科岗位轮班计划”,并完成了科内除化水组之外的七个岗位的所有人员的大轮岗;10月份开始化水组五个岗位的轮岗,目前运作情况良好,完成同法国EDF-GDL的上半年技术交流,由于GDL方面更换人员,原定12月份的技术交流推迟至2000年第一季度举行。

6. 凝结水精处理系统试运行

确定了凝结水精处理系统运行时导致蒸汽发生器排污水中 SO_4^{2-} 高的原因,优化了树脂传输程序,并在机组第六次大修之前进行设备改进,加装凝结水精处理系统树脂捕捉器的垫片,还提出了新的运行模式的建议,以便提高设备可用性和降低运行成本。

2.1.1.7 继电保护

1999年度全厂继电保护装置均保持了良好的稳定运行状态,继电保护各项考核指标均创历史最好水平,实现了无报警、无故障运行。

1. 全厂继电保护投运情况

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

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

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

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

(5) 1号机组发变组保护装置共配置51套,投运51套,投运率100%;

(6) 2号机组发变组保护装置共配置51套,投运51套,投运率100%;

(7) 自动重合闸装置共配置7套,投运7套,投运率100%;

(8) 同期并网装置共配置8套,投运8套,投运率100%;

(9) 故障录波装置共配置10套,投运10套,投运率100%;

(10) 励磁调节装置共配置8套,投运8套,投运率100%。

2. 全厂继电保护运行情况

(1) 220 kV线路保护装置共动作0次,误动作0次,正确动作率100%;

(2) 400 kV线路保护装置共动作1次,误动作0次,正确动作率100%;

(3) 500 kV线路保护装置共动作0次,误动作0次,正确动作率100%;

(4) 自动重合闸装置共动作1次,误动作0次,正确动作率100%;

(5) 1号机组保护共动作0次,误动作0次,正确动作率100%;

(6) 2号机组保护共动作0次,误动作0次,正确动作率100%;

(7) 故障录波应评价次数1次,录波完好1次,录波完好率100%;

(8) 1、2号机励磁装置自动调节完好率100%。

3. 电网继电保护装置运行分析

(1) 400 kV开关站电网保护装置运行分析

1999年度,400 kV系统3条线路及开关站设备均保持正常稳定运行状态,仅核一大1回路于1999年9月20日17:49发生B相因雷击瞬时接地故障,保护及重合闸装置均正确动作,说明中华电力公司对线路架空线的检修维护质量一流可靠,维修部电气处对开关站电气设备的检修维护质量一流可靠。400 kV开关站电网保护设备均保持了稳定安全可靠的运行状态,没有发生任何误动作或误报警的情况,并经受了香港400 kV电网3次接地故障的考验,核电站400 kV电网已连续三年保持正确动作率100%。

(2) 500 kV开关站电网保护装置运行分析

1999年度,500 kV系统核惠线路及开关站设备均未发生任何故障,说明广东电网对核惠线路架空线的检修维护质量一流可靠,500 kV系统保护已连续3年保持正确动作率100%。

(3) 发变组保护装置动作分析

1999年度,发变组电气设备均保持良好运行状态,1、2号机组电气主设备均未发生任何故障,且经受了香港400 kV电网3次接地故障所造成的对机组的冲击。实现1999年机组

保护正确动作率 100% 的目标。

(4) 机组励磁调节系统运行分析

1999 年度, 1, 2 号机组励磁调节装置 AVR 保持了良好的运行状态, 2 号机组第五次大修中对 A 通道跳闸故障的处理和 1 号机组第五次大修中对失配故障的处理是成功的。2 号机组经受了 3 次外部故障的冲击, 励磁调节装置发挥了正常的无功调节功能, 保证了机组的安全稳定可靠运行。

(5) 应急柴油发电机系统的运行分析

1999 年度, 应急柴油发电机系统的电气控制、保护和励磁均保持正常试验和运行。

2.1.1.8 高电压设备运行维护

1. 高电压设备的年度维护与检修

在 1999 年, 按照高压电气设备的维修导则和预防性维修大纲, 共完成日常预防性维护工作 1 214 项、纠正性维修工作 803 项。在 1 号机组第五次大修中 (1999 年 1 月 27 日至 1999 年 3 月 12 日) 共完成电气设备预防性维修工作和纠正性维护工作 443 项。在 2 号机组第六次大修期间 (1999 年 11 月 16 日至 1999 年 12 月 30 日) 共完成电气设备预防性维修工作 243 项、纠正性维修工作 235 项。全年共完成 2 938 项维修工作。本年度高压设备的年度检修与试验工作完成情况良好, 全厂高压电气设备的年度预防性试验工作完成率 100%。大亚湾核电站高压电气设备维修和故障情况见表 2.1.1.8-1 至表 2.1.1.8-5。

本年度, 主要完成的检修工作有 2 号机第六次大修对发电机进行抽转子等的全面检修; 1 号和 2 号主变压器改造及其油再生处理; 两台机组的部分蓄电池组更换; 所有 6.6 kV 及以上高压设备的年度检修; RRI 系统 6.6 kV 电动机定子槽楔因松动等异常现象加以更换及技术处理; 逆变器系统部分电容器更换; 6.6 kV 开关储能电机的检修和更换; GIS 系统部分气室的补气及漏点处理等。

2. 过电压与防雷工作

(1) 防雷与接地保护

1) 1999 年电气处按照电厂防雷与接地的维修大纲要求, 除完成对全厂防雷设施和接地装置的年度检查工作外, 还根据广东省电力公司要求, 针对本地区雷雨季节长的特点, 加强并增加了对全厂防雷设施和接地装置的半年检查, 厂内主体设备的检查结果良好。发供电设备全年未发生过雷击造成的雷害事故。

2) 本年度内, 大亚湾核电站 400 kV、500 kV 以及 220 kV 线路运行工况良好, 整个输电线路在雷雨季节中, 仅大埔一线发生过一次雷击跳闸 (1999 年 9 月 20 日单相接地保护动作), 跳闸后重合成功, 全年未因雷击而造成线路的雷害事故。

3) 1999 年 8 月 7 日, 38 米平台储水池水位检测系统因雷害损坏了 7 个变送器。为此, 特请武汉高压所对电厂防雷系统进行协助检查, 提出了相应的评估报告。对北区 220 kV 变电站、南区变电站、服务公司变电站、通讯机房、培训中心楼、医疗中心变、东区变等设备接地装置进行了开挖检查、接地电阻检测和增加部分接地极, 对变送器损坏的事件, 电气处已向技术支持处 (MTS) 提交 ESR 工程服务申请, 对该水位检测系统进行防雷技术改造。

(2) 内部过电压防护工作

1999 年电站各电压系统运行工况正常, 全年未发生过一起内部过电压造成设备损坏或失效事件。

(3) 防污工作

大亚湾核电站 400 kV 和 500 kV 开关站均采用 SF₆ GIS 全封闭组合电器设备, 220 kV 厂用辅助电源亦为 SF₆ GIS 全封闭组合电器。整个核电站所管辖的设备中, 仅有部分 GIS 出线端的套管、出线支持绝缘子和电容式电压互感器等为外绝缘设备, 其中 500 kV 出线端支持绝缘子和 220 kV 出线支持绝缘子加装有硅橡胶增爬裙。一年来在多种气候条件下, 这些设备的运行情况均表现良好。在 1999 年度的核惠线年度停电检修中, 遵循“逢停必扫”的原则, 对 500 kV 户外设备均按照程序进行了检查和清扫。对北区生活和办公用 220 kV 变电站, 1999 年亦按照检修要求进行了检查和清扫 (其中 10 kV 出线全部采用电缆出线)。另外, 为减少户外设备腐蚀和提高防污水平, 1999 年对 220 kV 辅助电源系统的户外 GIS 设备增盖了厂房, 效果明显。

1999 年整个电站未发生过污闪事故。

3. 高压电气设备运行情况

(1) 发电机组

1) 1 号发电机组按计划于 1999 年 1 月 26 日 23:36 解列, 进入第五次换料大修, 至 1999 年 3 月 12 日 23:40 机组并网发电, 本次换料大修停机时间为 45 天。

2) 1999 年 3 月 12 日, 在 1 号机组并网运行 20 分钟后, 应电网要求, 机组解列处于热备用状态, 至 1999 年 3 月 14 日 10:00 重新并网, 进入稳定运行。

3) 1 号发电机组在第五次换料大修后, 实现了在一个燃料循环内不停机不停堆安全稳定运行 307 天的纪录, 本年度 1 号发电机组的年可用率为 87.67%。

4) 1999 年度 2 号发电机组在第五次大修期间 (1998 年 11 月 21 日至 1999 年 1 月 20 日), 停机检修时间为 20 天; 在第六次大修期间 (1999 年 11 月 16 日至 1999 年 12 月 30 日) 停机 45 天, 在本次燃料循环内 2 号机组创下连续安全稳定运行 318 天的新纪录, 全年发电机组的可用率为 82.19%。

(2) 主变压器

1) 1 号主变压器和 2 号主变压器以及厂变压器等全年运行稳定, 未出现绝缘损坏事故。

2) 1 号主变压器在机组第五次大修中, 于 1999 年 2 月 3 日停运检修, 经过 18 天的检修和改造工作, 于 1999 年 2 月 21 日并网运行。至 1999 年底, 1 号主变压器可用率为 95.07%。

3) 2 号主变压器在机组第六次大修中, 于 1999 年 11 月 24 日停运, 于 1999 年 12 月 13 日并网运行。全年设备的可用率为 94.79%。

(3) SF₆ 气体绝缘变电站 GIS 和封闭导线 GIC 的运行情况

在整个 1999 年度, 大亚湾核电站 400 kV 和 500 kV 以及 220 kV GIS 系统运行稳定, 工况良好。全年未发生任何故障或事故。

在 GIS 运行期间, 个别仓室出现过压力低报警事件, 经现场补气处理后恢复正常。

(4) 厂用 6.6 kV 系统

在 1999 年, 厂用 6.6 kV 电压系统运行工况良好, 未发生过系统障碍或故障事件。

在本年度 6.6 kV 设备发生缺陷一起, 即 1RR1004MO 6.6 kV 电机磁性槽楔脱落事件。

4. 异常事件及处理情况

(1) 对设备不符合项 NCR 的处理情况

1) 6.6 kV 绝缘监测继电器 (1LGE001XZ) 误报警事件 (不符合项 NCR197034A)

1997 年 7 月 28 日, 主控室 KIT 出现 1LGE001EC 报警。经检查为 1LGE 母线绝缘监测继电器 (1LGE001XZ) 发出绝缘低二级报警, 但其绝缘指示为 ∞ (无穷大), 按下继电器复归

按钮可复归。之后于同年10月9日,1LGE001EC又出现报警事件。类似情况在6.6 kV母线系统的XLGA, XLGB, XLGD, XLGE等均频繁发生过。经试验证实,当6.6 kV断路器或6.6 kV接触器与6.6 kV母线断开时,由于暂态引发的干扰,造成绝缘监测继电器二级误报警。

通过进一步分析,认定绝缘监测继电器001XZ的时间电路延时不够,是造成其抗干扰能力低的主要原因。经过改变绝缘监测继电器001XZ内部元件的参数,在不影响其反时限动作特性和整定值的条件下,可将该绝缘监测继电器的抗干扰能力提高。

在对8台绝缘监测继电器参数修改后,经全面的特性试验,结果符合要求,在相关文件和图纸修改、更新后,该NCR关闭。

2) 500 kV GIS SF₆气室(0GEW516GS)钻孔问题(NCROPM97004A)

1997年12月4日,在进行500 kV核惠线相关GIS气室的年检中,发现断路器551JA的B相516气室的顶部(外壳)有一直径约6 mm、深3 mm的钻孔。经供应商确认,GIS壳厚为10 mm,并认定此坑剩余部分的强度是足够的。因此,对此问题的处理只是重刷油漆以防氧化,NCR已关闭。

3) 1ATE001TS变压器过热损坏事件(NCROPM98016A)

1998年5月22日,1ATE001TS干式磁饱和稳压器(7.5 kVA)运行中出现冒烟,检查发现该稳(变)压器已损坏。类似事件在该设备运行历史中亦曾经发生过一次。在其后对2ATE系统同类稳压器的测试中发现线圈温度高达130℃,这表明该类稳压器选取或设计不当,从而造成恶劣的运行工况。经厂家确认该问题属于设计问题(该变压器选用的是交流磁饱和变压器),在更换为10 kVA变压器后,该问题得以解决。一年来的运行工况良好,NCR已关闭。

4) 2RRI041VN电动阀传动蜗杆、蜗轮损坏事件(NCROPM297028)

1997年7月30日,操作2RRI041VN电动阀时,电机运转,但阀门不能打开。对失效的电动阀进行解体检查发现,电动阀传动蜗轮、蜗杆上的齿轮已磨损掉,造成无法传动。在机组第四次大修中对2RRI040VN等相关同类电动阀实施十年解体大修时,又发现2RRI040VN,1RRI040VN,1RRI058VN,1RRI059VN等电动阀传动蜗轮磨损严重(磨损度大于50%)。因此,将此事件确定为共模事件。

通过对RRI系统这种电动阀(SR25)进行诊断分析,认为电动阀传动蜗杆齿面精度不够,电动阀传动蜗轮与伞齿轮、伞齿轮与输出主轴之间装配间隙大是电动阀易损坏的主要原因。由于厂家(BERNARD)已改型,即将原蜗杆/蜗轮传动比4/45改为3/33,由此可将安全系数由原来的2.45提高到2.7。经过耐磨性试验证实,新设计部件的运行寿命明显优于4/45传动比的设备。在机组第四次和第五次大修中,对RRI/SR25电动阀(共计8台)的传动部件全部进行了更换改造。两年来的运行情况表明改进效果良好,该NCR于1999年3月关闭。

5) 2LNE001DL阻燃电容器烧损问题(NCROPM297031A)

大亚湾核电站的核岛、BOP、公用系统中有20组逆变器和变压器,共配置了130组电容器。最初供货的电容器为德国SEL-PMP-20 μF/400 V非防爆型电容器。在1994年运行中LNE系统先后共发生三起电容器爆炸事件。法马通在我方要求下免费提供了一批(120组)意大利产DUCATY 16.15.22-400 V-20 μF型阻燃电容器。由于该批电容器生产工艺有问题,运行一年后因金属膜电腐蚀导致电容器过热爆炸(1997~1998年发生3次)。其后法马通同意再次更换,又提供了一批70组意大利生产工艺改进型的DUCATY阻燃电容器。鉴于现场电容器的大量更换,新型DUCATY的供给量不足,法马通又提供了42组德国AGE-MKP-400 V-20 μF型阻燃电容器用于核岛设备。

为了彻底解决这一问题,电站对电容器的设计选型、工作条件进行了评定,查找了电容器爆炸原因,并对多种电容器的性能进行了检验和鉴定。得出以下结论:①电容器的工作条件和设计选型是符合电容器技术规范的;②意大利电容器爆炸的原因是生产工艺问题所致;③意大利电容器和国内某厂家防爆电容器为不合格产品,不宜使用;④德国 AGE 型阻燃电容器的质量符合有关工业标准,可以使用。建议今后订购德国 AGE 电容器作备件,对现有运行中的电容器继续加强监视。

根据上述结论,电气处按照 NCR297031A 的改进行动要求,从 1998 年就开始对电容器进行定期温度检测,对运行温度高于 70℃ 的电容器及时进行更换,并于年底完成更换工作。电容器的运行温度也从过去 60℃ 以上(1998 年前)降至 45℃ 以下。经过一年来对 LN* 系统电容器的定期温度检测,整个检查结果良好,平均温度低于 37℃,最高工作温度低于 43℃,表明电容器运行工况已步入正常,该 NCR 关闭。

6) 2GSS209VL 电动头问题 (NCROPM297024A)

1997 年 6 月 1 日,运行中发现 2GSS209VL 电动头不能正常电动操作,经解体检查发现电动头蜗轮离合齿(两个)断开,导致无法电动操作。鉴于运行的需要,在该阀无备件的情况下,临时回装置于手动运行方式,至 8 月 11 日更换为新电动头。

通过调查同类型的设备,未发现类似的问题,排除了共模故障的可能。经过两年多的运行,该设备工况正常。因此,认为该电动头损坏的原因可能是制造方面的缺陷等所造成,属于个别现象。所以对该 NCR 进行了关闭。

7) 2GPA102XU 保护定值误差问题 (NCROPM97002A)

2 号主变压器差动保护继电器(2GPA102XU)、2 号发电机-变压器组差动保护继电器(2GPA201XU)实际动作值(240 mA)与整定值(284 mA)出现较大偏差,经 Alstom 重新校验,确认其整定值应为 232 mA,原程序中的整定值沿用了调试报告中的错误,故此,现场设置情况正常,在对程序修改升版后,该 NCR 关闭。

8) 0LKFO01TB 电气盘上负荷开关无编号标识问题 (NCRMEE99003A)

在 0LKFO01TB 380 V 交流电气盘上,所有负荷开关盘都无设备编号标志,而在 0SEL202AR 电气盘上,所有负荷开关盘的设备编号标志均不正确。为此,对这两个电气盘上的所有负荷进行了清查,并将 0SEL202AR 改名为 0LKFO02TB,参考 BOP 等其他配电盘的标识,对 0LKFO01TB 和 0LKFO02TB 上设备重新编号标示,并对 CBA 中的信息和相关图纸进行了更改。该项工作已完成,NCR 关闭。

9) 2GEX001GA 发电机定子槽楔大面积松动 (NCRMEE99004A)

1999 年 11 月 27 日,在 2 号发电机转子抽出后对发电机定子内部进行全面检查时(2 号机第六次大修中),发现定子槽楔有大幅度松动现象,检查结果总计有 439 块槽楔出现轻微松动。在 GEC 专家的协助下,对定子槽楔松动的部分进行了更换工作,实际更换 311 块槽楔,其中 190 块为轻微松动的槽楔,121 块为不松动的槽楔。在更换松动槽楔工作完成后重新检查槽楔工况,新装槽楔的紧度小于 1/4 块松动的标准范围,再鉴定合格。

经组织专家分析,认为造成定子槽楔松动的原因是由于槽楔安装质量不良所致。由于制造厂家在最初安装时,对槽楔的压紧力度不均匀,使得发电机在长期运行中(该发电机为 5 年一次解体大修),槽楔在热力、压力或振动等因素影响下,在不均衡压力作用下,产生轻微变形或蠕变而形成大面积松动。槽楔松动会造成发电机定子线棒在定子槽内振动,或槽楔窜出严重时刺穿定子绝缘,导致发电机定子线棒绝缘破坏,最终会造成发电机损坏事故的发生。

在2号发电机整个检修工作完成后,经过重复性再检查,确认维修质量合格,发电机定子正常使用。该NCR于1999年12月10日关闭。2号机组于1999年12月30日并网发电,发电机运行后工况正常。

10) 2GEX001GA 发电机气隙测量线圈连线遭铲断 (NCRMEE99005A)

1999年12月6日,在对2号发电机定子松动的槽楔进行更换处理时,GEC-Alstom工作人员把埋在槽楔内的发电机气隙波形探测线圈的连线打断(打入新槽楔时将其铲断)。鉴于该气隙波形探测线圈用于在线监测发电机转子线圈的绝缘工况,因此,该监测装置对发电机组的安全运行有重要意义。经过GEC-Alstom专家和电站维修技术人员共同讨论,在多种方案中选定用焊锡焊接的方法,来保证连接线的可用。由于发电机在正常运行情况下,探测线圈的温度不会超过80℃,而焊锡的熔点是150℃,因而热稳定性是可以保证的。该项工作具体由GEC专家操作,过程是先焊接,再用绝缘玻璃带绑扎焊接处及整个连线,然后用环氧树脂均匀地涂在绑扎带处,最后再用耐高温的绝缘胶带捆扎。在维修工作完成后,经从输出端测量,确认回路畅通。在发电机空载运行时,测量波形正常,再鉴定合格。该NCR已关闭。

(2) 主变压器异常工况的处理情况

根据1998年11月召开的《大亚湾核电站主变压器低温过热问题技术研讨会会议纪要》的精神,针对主变压器内部存在的低温过热问题,大亚湾核电站制定了1999年各专业的行动方案以及完成期限。1999年度主要完成的工作内容是:

1) 电气处定期每周对主变压器设备巡检,每月对主变压器油作色谱含量分析,并适时地对油介损进行测量,以实时监督其内部工况。

2) 1号机组第五次换料大修中,在1号主变压器油排放后,打开人孔门对内部进行全面清扫,彻底清理了底部遗留的残油。对排出的油进行了真空过滤、脱气等处理。

3) 1号主变压器(1号机组第五次大修中)内部全面检查的结果是:1号主变压器内部检查发现低压侧线圈下部铜排裸露部位积肤一层油泥,擦去后铜排表面色泽异常,部分地方氧化层脱落。从现象上看该处铜排在运行中存在过热现象。对备用变压器排油后检查,其内部低压侧铜排色泽正常,从而证明存在运行中主变低压侧铜排过热。对高压侧检查未发现异常。检查主变铁芯对地绝缘,证明铁芯一点接地情况良好。

4) 1号机组3台单相变压器内部检查情况相同。对A相变压器低压侧、高压侧分别取出部分纸样和布样,分别送国内和英国作聚合度等分析。英方结论认为正常,但国内西安热工研究院分析结果认为绝缘存在非正常老化,这一结果与四川电力研究院对大亚湾核电站变压器油的多次糠醛分析结果相一致。

5) 与国内外多家单位联系,确定了最终的油再生处理方案。在2号机组第六次大修前和大修期间,对2号主变压器备用相油及2号主变压器油(4台相)进行再生处理。处理达到BS-148标准所规定的允许值(英国标准),也符合DL/T596-96 500 kV变压器投运前的各项标准。

6) 在1号机组第六次大修前和大修期间,对1号主变压器备用相油及1号主变压器油进行再生处理,处理后的油分析结果合格(最终评价报告由四川电力研究院给出)。

7) 委托四川电力研究院负责大亚湾核电站变压器油的油质分析和评价工作(合同编号:GNPS-G70747),2号机组的工作已完成。

8) 发出ESR MEE99009,申请对原改造的高压侧冷却器进口进行改造,即冷却器进油口改从低压侧进油,以迫使低压侧铜排附近的油参与强迫循环,达到降温的目的。该项目已于

1999年6月受理,改造项目号为MR MTS990024。在2号机组第六次大修中完成了对2号主变C相高压侧冷却器进口回路的改造工作。在1号机组第六次大修中完成了对1号主变C相低压侧裸露铜排用绝缘纸的包扎处理工作,该项工作的目的是避免铜排与绝缘油直接接触,防止油质老化。

1999年的运行结果表明,主变压器内在的低温过热问题依然存在。在机组第六次大修主变压器油和两台备用相变压器油再生处理以及C相油路改造后,油样分析(特别是油介损值)均已符合标准。对投运后的2号主变跟踪监测,目前结果正常。

(3) 6.6 kV RRI004MO 电机磁性槽楔松动事件

1) 事件过程

1999年4月22日,运行人员现场巡视检查时,发现1RRI004MO电动机(为法国MOTELUS Alstom 1988年5月产品,系列号NO.208514882)有异常气味产生。对其进行绝缘电阻和直流电阻检查,结果正常。4月28日,对该电机进行解体检查,结果发现电动机定子有一条槽楔已全部脱落,有一条已脱落一半,且有二十几个槽楔出现松动。电动机转子(驱动端)铁芯第一、二齿间有磨损痕迹,脱落的槽楔已全部打碎成粉末。因此,在现场对备用电机(型号MQABH500M4,系列号NO.208514893,设备编码5468001)绝缘电阻、直流电阻等试验检查合格后,将原1RRI004MO电动机进行更换,并通过再鉴定试验合格,设备恢复正常运行工况。

2) 原因分析

在1995年11月和1996年12月期间,RRI系统曾发生过1RRI002MO接地故障和1RRI002MO,2RRI003MO槽楔严重脱落问题(NRC196009A)。当时对所有RRI系统的电机(8台)都进行了检查,同时也对该制造厂用于其他系统的电机作了检查,结论是其1989年出厂的那批产品(4台)存在共模问题,即由于采用不正确的浸渍工艺,且首次采用分层磁性材料,在安装过程中槽内磁楔粘结不好,固定紧度不够,使得在运行中发生松动变形,并导致脱落。处理结果是对1台电机进行现场更换线圈,重新修复,其余2台送厂家用新出厂的电机调换。由于仅剩1台电机在运行,故在备件到货后进行更换检查。其后在1996年11月对该批最后1台电机(系列号208514893)作了解体检查,结果是内部有部分槽楔松动。在向厂家提出处理意见后,该电机一直置于仓库中。

然而,本次1RRI004MO电机也出现槽楔脱落问题,表明该类产品质量问题并不限于1989年那一批。其根本原因仍是电机槽楔的安装工艺不良,槽楔固定紧度不够、不均匀所造成,由此可推断,类似的问题在今后设备的运行中仍存在发生的风险。

3) 处理措施

·1999年4月29日,对现有8台中的6台进行了内窥镜检查,观测1RRI003MO和2RRI001MO内部有油污和少量积灰,其他几台未发现槽楔脱落现象。

·1999年5月24日对1RRI003MO(系列号NO208514881)进行解体检查,外观槽楔完整,作敲击松动性检查,有9处线棒发空,怀疑有轻微松动(有争议)。鉴于此情况,研究决定用备品电机将其更换(系列号NO208514894),而将换下的电机作为以后应急备件。

·对因槽楔脱落而退出运行的1RRI004MO电机,于1999年8月送国内湘潭电机厂进行整机检修,共更换31个磁性槽楔。修复并试验合格后,于1999年9月返回大亚湾核电站。

·1999年10月15日,对2RRI001MO电机进行了更换(备用电机为从湘潭电机厂返修后的原1RRI004MO),该电机也送湘潭电机厂检修,解体检查槽楔无松动现象,电机内部状况

良好。

1RR1004MO 电机磁性槽楔松动、脱落事件，在 1995 年曾作为共模事件发生，本次事件表明共模故障可能依然存在。

5. 高压技术监督管理工作

(1) 1999 年，根据广东省电力局 1999 年高电压专业工作会议精神，在核电站技术监督小组的领导下，为强化规范技术监督的管理，全年在核电站内部召开了 5 次技术监督会议，在内部建立了技术监督报告制度，高压技术监督统计指标已实施逐月统计上报，并建立了电站高压专业技术监督指标卡，完善了高压设备的档案管理工作，包括设备基础参数的统计、数据库的应用、设备运行工况监督、年度维修的执行以及异常工况的处理等，使监督工作成为一种动态管理。本年度各项高压考核指标完成情况良好。

(2) 认真执行电力部、广东省电力局等上级管理部门颁布的“高电压技术管理”等相关的各项规程、条例和反事故技术措施，重视经验反馈工作，及时发现并反映现场存在的问题和隐患。对不符合项或遗留问题，落实到人，并及时跟踪解决，保证电站长期稳定运行。对电站的具体设备问题，通过与外部技术单位进行交流和技术合作，对电气设备改造做了大量工作，如对 6.6 kV 高压电机改造、变压器油再生处理、主变内部油路循环回路改造等。

(3) 结合电站设备的特点，根据经验交流反馈，对设备维修大纲和执行程序做了大量修改升版工作，其中升版维修大纲 7 份，程序 718 份（升版率 100%）。新的规程制定出更合理的检修要求和方法，为提高设备的维护和检修水平打下了更坚实的基础。

(4) 认真执行“广东省电力工业发供电重大缺陷上报制度”，做好事故、障碍、缺陷等及时上报、分析和统计工作。按时完成了广东省电力局技术监督部门下达的技术考核申报及年度各项总结报告的上报工作。

(5) 参加了 1999 年 4 月 27 日在广东三水市召开的“1999 年广东省高电压管理工作会议”和 1999 年 4 月 24 日在深圳蛇口召开的“1999 年度广东省高压开关管理工作会议”，多人参加了深圳市电机工程学会 1999 年 6 月举办的“高压学术交流会”等。组织多人到东莞顺兴电器公司进行有载分接开关的维护培训以及调研了变压器油再生处理情况（我厂 2 号主变压器油再生处理工作委托顺兴电器公司执行），高压班人员参加四川成都举办 SF₆ 试验检测技术培训班。在电站内举办高压电缆故障检测技术培训和 LGR/GIS 高压设备技术培训。

(6) 对已运行近十年的核电站接地网，开始进行开挖检查及检测，计划 2000 年完成检查评估工作和相应需实施的改造工作。

6. 新技术和新设备应用

(1) 高压电缆故障检测仪

用于检测电缆设备的缺陷。

(2) 红外检测工作

红外检测工作在我厂已开展多年，如逆变器柜内电容器测温、主变外壳测温、6.6 kV 电机接线端子、6.6 kV 开关柜等测温工作。目前电力部行业标准《带电设备红外诊断技术应用导则》已于 1999 年 10 月 1 日发布，它有利于进一步规范电站对该技术的应用。

(3) 在线检测型氧化锌避雷器放电记录器

具有在线检测避雷器工作电流的放电记录器可以随时检查避雷器工作状况。电站已采购了一组记录器，将在 2000 年 2 月北区 220 kV 站停电改造时进行现场更换。待经北区 220 kV 站运行积累经验后，将推荐在核电站全站使用。

表 2.1.1.8-1 设备绝缘事故情况统计

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

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

表 2.1.1.8-2 高压电气设备事故、障碍统计

序号	名称与电压等级型号	障碍时间	制造厂	障碍情况与原因分析	损坏部位
1	6.6 kV 冷却水泵 1RR1004MO	1999.4.22	MOYEURS Alstom	电机运行中出现定子磁性槽楔脱落和松动, 造成电机不可用。	定了磁性槽楔

表 2.1.1.8-3 高压设备典型缺陷统计

安装地点	设备名称及型号	电压等级	缺陷部位	缺陷情况	缺陷原因	制造厂
大亚湾核电站	1号机主变压器 DFPX-375000	400 kV	主变压器内部	油色谱含量高	低温过热	GEC-Alstom
大亚湾核电站	2号机主变压器 DFPX-375000	500 kV	主变压器内部	油色谱含量高	低温过热	GEC-Alstom

表 2.1.1.8-4 高压电气设备预防性试验情况统计

名 称	电压等级 kV	总台数	计划试验 台 数	已 试		不良设备		缺陷消除情况	
				台数	占总数%	台数	占总数	台数	占不良设备%
变 压 器	500	6	6	6	100				
	400	4	4	4	100				
	220	3	3	3	100				
电 压 互 感 器	500	18	18	3	100				
	400	24	24	24	100				
	220	6	6	6	100				
电 流 互 感 器	500	—	—	—	—				
	220	3	3	3	100				
	110	—	—	—	—				

续表

名称	电压等级 kV	总台数	计划试验 台数	已试		不良设备		缺陷消除情况	
				台数	占总数%	台数	占总数	台数	占不良设备%
断路器	500	18	18	18	100				
	400	27	27	27	100				
	220	9	9	9	100				
GIS组合电 器/间隔	500	117	117	117	100				
	400	153	153	153	100				
	220	27	27	27	100				
避雷器	500	12	12	12	100				
	400	18	18	18	100				
	400	6	6	6	100				
耦合电容器	500	—	—	—	—				
	220	—	—	—	—				
	110	—	—	—	—				
高压电缆	500	—	—	—	—				
	400	—	—	—	—				
	220	3	3	3	100				
50 MW及以上 发电机	26	2	2	2	100				

注：1. 高压设备按电压等级分类进行统计；

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

3. GIS以每个气室为一个间隔。

表 2.1.1.8-5 雷击故障情况统计

设备名称	运行数量	雷 击		次/百千米(百站,百台)·年 40 雷电日	
		跳闸/次	事故/次	跳闸率/%	事故率/%
500 kV 变电站/所	1	0	0	0	0
220 kV 变电站/所	2	0	0	0	0
500 kV 变压器/台	6	—	0	0	0
400 kV 变压器/台	4	—	0	0	0
220 kV 变压器/台	3	—	0	0	0
500 kV 线路/km	50	0	0	0	0
220 kV 线路/km	45	0	0	0	0
400 kV 线路/km	130	1	0	1.92	0
10 kV 变压器/台	55	—	0	0	0

2.1.1.9 核电站发供电系统可靠性

1. 发电机组系统的可靠性

1号发电机组在1999年第五次换料大修期间(1999年1月27日至1999年3月12日)停机检修45天,大修后应电网要求机组处于热备用(解列运行)2天。1999年度机组停发电

维护时间共计 47 天, 全年 1 号发电机组的可用率为 87.67%。

2 号发电机组在 1999 年因第五次换料大修 (1998 年 11 月 21 日至 1999 年 1 月 20 日) 和第六次换料大修 (1999 年 11 月 16 日至 1999 年 12 月 30 日), 共计停机维护时间为 65 天。全年机组的可用率为 82.19%。

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

本年度影响发电机可靠性的主要因素有: ①在 2 号机组第六次大修中发现发电机定子槽楔出现大面积松动现象 (检查结果总计有 439 块槽楔轻微松动), 该问题已在该次大修中解决; ②在 2 号机组第六次大修中, 对发电机转子进行短路试验时发现第八槽线圈波形异常, 怀疑匝间绝缘低, 已发出不符合项报告作跟踪处理; ③2 号发电机定子冷却水系统充水时, 误造成压力超标, 对可靠性形成潜在影响, 已发不符合项报告作跟踪处理; ④发电机轴电压低报警多次闪发, 尚未根本解决。

2. 输变电系统 GEV 的可靠性

输变电系统 GEV 主要包括主升压变压器和厂用降压变压器。

1 号主变压器和降压变压器 (A 和 B) 在机组第五次大修中停电检修 18 天 (1999 年 2 月 3 日至 1999 年 2 月 21 日), 全年设备的可用率为 95.07%。

2 号机主变压器和降压变压器 (A 和 B) 在 1999 年度中, 因机组第六次大修停运检修 19 天 (1999 年 11 月 24 日至 1999 年 12 月 13 日), 全年设备的可用率为 94.79%。

全年 GEV 系统设备的故障率为 0 台次 / (百台·年)。

本年度影响 GEV 可靠性的主要因素有: ①1 号主变压器和 2 号主变压器存在低温过热问题; ②变压器油质不合格, 该问题已在机组第六次大修中作了油再生处理, 现已合格。

3. 400 kV/500 kV GIS 开关站供电可靠性

400 kV/500 kV GIS 各气室的完好率为 100%, 1999 年度未发生过设备损坏或停电故障, 各部分 GIS 的可用性见表 2.1.1.9-1 所示。本年度主要影响 GIS 系统可靠性的因素为: ①开关操作结构渗油; ②个别 SF₆ 气室渗漏; ③0GEW811JS A 相无法合到位等。

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

各 GIS 部分	计划性停电检修时间/天	非计划性停电时间/天	年可用率/%
核大 I 线	10.17	0	97.21
核大 II 线	0	0	100
核深线	16.37	0	95.51
核惠线	9.12	0	97.5

4. 辅助供电系统 LGR 的可靠性

1999 年度 220 kV 辅助电源不可用事件共发生 12 次, 其中非计划性停电 2 次, 共计停电 0.6 小时, 计划性消缺或其他倒电需要停电 10 次, 计为 43.55 小时。全年该系统设备 (包括 2 台辅助变压器、GIS 组合电器等) 的可用率为 99.50%。本年度主要影响 LGR 系统可靠性的因素为: ①个别 SF₆ 气室渗漏; ②刀闸操作电动机多次接地等。

5. 6.6 kV 中压厂用电系统 LG* 供电可靠性

6.6 kV 中压系统各类设备全年设备故障率 $F = \frac{\text{故障台数}}{\text{总台数}/100} \text{ 台次} / (\text{百台} \cdot \text{年})$ 按设备计算

结果见表 2.1.1.9-2。

表 2.1.1.9-2 6.6 kV 中压电气设备年故障率

6.6 kV 中压 供电设备	运行总台数	故障台次	故障率 台次/(百台·年)	备注
母 线	16	0	0	
断路器 (接触器)	176	2	1.136	21HA001JA 125 V D.C. 开关不明原因跳闸, 造成开关扣合; 2LGB102JA 倒电时扣合
电动机	85	1	1.176	6.6 kV 电机定子磁性槽楔松动
变压器	74	0	0	

6.6 kV 柴油发电机 LHP/LHQ 的可靠性

1999 年度共对 4 台柴油发电机进行了 85 次启动试验。其中机组运行期间定期启动试验 49 次, 启动后不成功 1 次 (1LHP203FL 软管破裂导致跳机); 机组运行期间柴油机检修后试车试验 8 次, 出现一次速度调节故障造成跳闸事故; 在机组第五次大修中柴油机再鉴定启动试验 15 次 (其中计划外试验 6 次), 有 5 次启动成功后运行中出现异常, 致使对柴油机重新进行检修。在该次大修中, 柴油机 1LHP001GE 倒电试验和机组临界前柴油机可用性验证试验 (1LHP001GE/1LHQ001GE) 均合格。在机组第六次大修中, 2LHP/LHQ 柴油机再鉴定启动试验 14 次, 有 5 次启动不成功 (其中 1 次为 2LHA001JA 的 125 V 直流开关跳闸所致, 该次柴油机启动失败与柴油机系统本身无关)。在 1999 年柴油机全部启动试验项目中, 有效统计有 8 次启动不成功事件。全年设备启动或倒电试验的失效率为 9.41%。

从以上统计结果来看, 1999 年度 LHP/LHQ 柴油机系统的启动失效率相当高 (远高于去年的 1.54%), 而且与设计要求相差甚远。影响柴油机系统启动不成功的因素有: 机械方面的原因, 如 1LHQ101PO 运行时漏油、1LHP203FL 软管破裂和速度调节器故障等; 电气方面的原因, 如励磁机故障、低电压保护动作跳闸等; 仪控方面的原因, 如温控元件失效的问题; 非柴油机本身系统的问题也有 1 起。因而有效降低柴油机的失效率, 提高可靠性成为 1999 年度核电站十大技术问题之一。在机组第六次大修中, 有针对性地对柴油机历史遗留问题进行了全面的检修处理, 除低电压保护动作跳闸和速度调节故障问题未能彻底解决外, 其他方面问题已得到了根本性的解决。

7. 直流电源、逆变电源和蓄电池组的供电可靠性

1999 年度直流系统设备的故障统计结果见表 2.1.1.9-3。

表 2.1.1.9-3 直流电源系统年故障率

	运行组数/台数	故障组/台次	故障率 台次/(百台·年)	备注
直流母线	39 组	0	0	
充电器	39 组/68 台	0	0	
蓄电池组	39 组/2024 台	1/23	1.14	更换一组蓄电池
逆变器	16 组/20 台	0	0	

8. 380 V 交流厂用电系统供电可靠性 (未统计)

2.1.1.10 仪控系统设备运行及评价

1. 控制系统

(1) 核岛通用控制测量系统

核岛通用控制系统 (KRG) 由 Bailey 9020 板件组成, 它覆盖核岛所有基本系统。分为 KRG 保护和控制两部分, 其中 KRG 保护通道设有二月一次的周期试验。1999 年 Bailey 9020 板件漂移的问题多次出现, 调查结果显示为板件后插座接触不良或板件本身零点漂移。针对这些问题, 更换了部分板件后插座和加法器上的多圈电位器, 效果良好。为彻底解决板件的漂移问题和校验, 已和 EDF 联系, 准备购买预防性维修的专用仪器, 以便保证板件的状态保持在最佳。

(2) 常规岛通用控制测量系统

与 1998 年保持一致。

(3) 专用系统

棒控系统 (RGL) 基本情况较好, 但频繁出现 RGL001AA, RGL003AA 和 RGL011AA 报警, 其中 2RGL011AA 是由 L11 线圈绝缘下降引起, 在 2 号机组第五次大修中处理过线圈的接头, 但今年问题再次出现, 证实为探头内部线圈绝缘下降, 做 TCA 闭锁报警, 在周期实验中加入检查该线圈绝缘的工作, 以便跟踪绝缘的变化趋势, 在 2 号机组第六次大修中安排了更换探头的工作。1999 年的系统可用率见图 2.1.1.10-1。

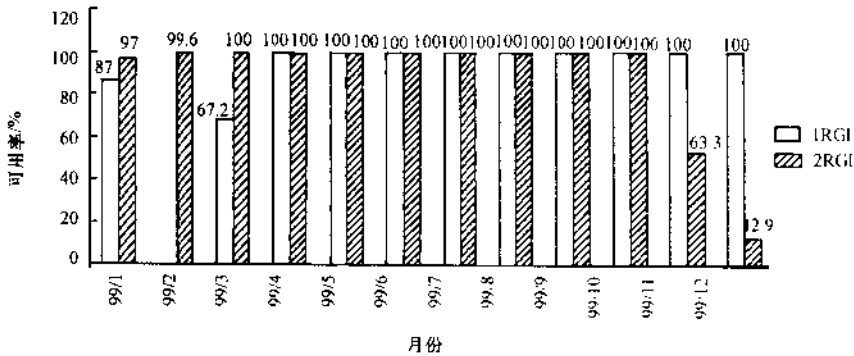


图 2.1.1.10-1 RGL 系统可用率

- 2RGL 自 1999 年 1 月 2 日结束 2 号机组第五次大修后恢复运行。
- 1RGL 自 1999 年 1 月 28 日结束运行进入 1 号机组第五次大修。
- 1RGL 自 1999 年 3 月 10 日结束 1 号机组第五次大修后恢复运行。
- 2RGL 功率棒于 1999 年 2 月 10 日发生参数丢失故障, 造成 3 小时的不可用。
- 2RGL 自 1999 年 11 月 16 日退出运行进行 2 号机组第六次大修。
- 2RGLA 自 1999 年 12 月 27 日结束 2 号机组第六次大修后恢复运行。

堆外中子注量率测量系统 (RPN) 可用率较高, 但经常出现 RPN436AA 报警闪发, 该报警为一综合报警, 根本原因仍在调查之中。

堆内中子注量率测量系统 (RIC) 可靠性高。机组第五次大修更换探头后, 未出现探头卡涩现象, 工作正常。

电站辐射检测系统 (KRT) 因逐步采取预防性维修, 故障率已大大降低。

汽轮机监视系统 (GME) 采用英国 Z 系列仪表, 工作性能稳定。

2. 继电保护系统

反应堆保护系统 (RPR) 全年可用率 100%, 磁逻辑性能稳定。但存在开关接点表面氧化而引起的接触不良问题。机组第五次大修时已部分更换, 效果良好, 机组第六次大修安排更换其他接触不良的转换开关。

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

3. 计算机采集及 Y2K 问题处理

(1) 在上一年度工作的基础上, 通过承包商答复、用户自查、专家诊断、专业仪器检查和借鉴同类核电站的经验等几个途径, 进一步开展 Y2K 工作, 对所有关键系统和设备均获得 3 种以上的确认。并通过备品备件、外界反馈和经验交流等途径积极开展查漏工作;

(2) 成立应变计划编写和审核队伍, 编写应变计划 38 份, 并完成了对相关人员的培训;

(3) 建立大亚湾核电站 Y2K 工作网站, 及时发布 Y2K 工作信息, 向广大员工宣传 Y2K 工作。并在网站上设立查漏举报信箱, 以弥补 Y2K 工作中可能出现的遗漏;

(4) 迎接 IAEA、国家核安全局以及由香港证监会委托的 James Martin 公司等外部检查, 得到了他们对核电站 Y2K 工作的承认和赞扬;

(5) 升版《大亚湾核电站 Y2K 工作手册》, 建立了 Y2K 查询数据库, 升版 Y2K 汇总数据库至第 9 版。并依照大亚湾核电站的文件管理规范整理出十类工作文件;

(6) 全年召开了 25 次 Y2K 工作会议, 每次会议都按照 Y2K 项目经理的要求总结了前阶段的工作进展, 讨论解决出现的问题, 布置下一阶段的任务;

(7) 实施与 Y2K 有关的系统改造 8 项, 设备更换 22 项, 软件修改 3 项, 软件升级 7 项, 进行 Ready 处理 26 项, 上述 Y2K 各项补救措施的实现使大亚湾核电站 Y2K 问题得到彻底解决;

(8) 分别于 1999 年 9 月 9 日和 11 月 15 日举行应变组织启动和模拟过渡演习, 为 2000 年 1 月 1 日的世纪过渡和闰年过渡作好了准备;

(9) 工业计算机采集系统全年实现双机运行, 可用率达 99%, 但因光纤接口老化引起的死机时有发生。

4. 消防探测系统

JDT 火警探头共计 3120 个, 可用率在 99% 左右, 厂区几次火灾未遂及电气设备引发的火灾 JDT 系统均能正常发出报警。但故障率和误报警相对较多, 主要原因是探头老化或环境条件造成。

5. 变送器

1999 年多次出现变送器输出漂移, 但大部分是测量管线充排液不当造成。其中蒸汽发生器水位测量漂移问题经过多次实验和现场检查, 基本确认为取样管线安装不符合技术规范, 安排在第六次大修中改正。对于 RCP 一回路温度探头特性漂移, 建立并完善了在温度探头漂移没有根本解决的情况下的维修政策, 即每个换料周期每个机组更换 2 个新探头, 并用相对最新的 3 个探头作为参考, 对其他探头进行交叉比对并对其漂移通过调整 CT 板进行补偿。

6. 气动阀门执行机构

核岛气动调节阀控制系统一般为 Fisher 厂家供货, 可靠性高, 便于维修, 可用率 100%。常规岛调节阀仪控门故障率略高 (可用率 99%), 表现在行程开关不到位、气动回路漏气、

反馈连杆脱落。经过几年的运行，一些高温环境下的电磁阀开始出现老化问题，如 VVP, GCT 系统阀门上的电磁阀，已安排采购新型电磁阀，有计划地进行更换。一些阀门的电-气转换器和定位器的零点漂移比较严重，如 GCT, ARE 系统中的部分阀门，现在正在调查根本原因。

2.1.1.11 燃料循环及燃料管理

1. 燃耗

(1) 大亚湾核电站 1 号机组第六循环燃耗

1 号机组第六循环堆芯于 1999 年 2 月 20 日装料，共计装入 157 组燃料组件，堆芯组件包括富集度为 1.8% 的 1 组（参加第一、六循环的组件，见表 2.1.1.11-1 中的第 1 区）、3.1% 的 4 组（参加第五、六循环的 4 组组件，见表中 7B 区）和 3.2% 的 152 组（参加第三、四、六循环的 4 组组件，见表中 5A 区，参加第四、五、六循环的 44 组组件，见表中 6 区，参加第五、六循环的 52 组组件，见表中 7A 区，第六循环新装燃料 52 组组件，见表中 8 区）。1 号机组于 1999 年 3 月 10 日达到临界，3 月 14 日并网，至 2000 年 1 月 14 日停堆，1 月 20 日从堆芯卸料，共计运行 285 等效满功率天（EFPD）。第六循环长度为 11 484 MW·d/t，组件中最大累计铀燃耗为 34 493 MW·d/t（富集度为 3.2%、堆芯 L08 位置的 YQ00F8 组件），组件中最小累计铀燃耗为 7 539 MW·d/t（富集度为 3.2%、堆芯 A07 位置的 YQ00kV 组件），第六循环堆芯所装燃料组件的富集度、组件数及燃耗等见表 2.1.1.11-1。

表 2.1.1.11-1 1 号机组第六循环燃料组件富集度、组件数及燃耗

富集度 (质量分 数) / %	进 料 日 期	首 次 装 堆 日 期	组 件 数	所在堆芯 分区*	平均累计铀燃耗 MW·d/t	组件在堆内运行 历史(循环)
1.8	1992.11.13 ~ 11.27	1993.05.28 ~ 06.01	1 (F)**	1	21 004	第 一、六
3.2	1996.01.12 ~ 01.14	1996.05.01 ~ 05.05	4 (Y)	5A	29 472	第 一、四、六
3.2	1996.12.09 ~ 12.12	1997.04.15 ~ 04.20	44 (Y)	6	32 374	第 四、五、六
3.2	1996.12.09 ~ 12.12	1998.02.21 ~ 02.25	4 (Y)	7A	23 233	第 五、六
	1997.11.17 ~ 11.20		48 (Y)		23 233	
3.1	1993.07.08 2 号机进料 (1996.12.12 自 2 号机调入)	1998.02.21 ~ 02.25	4 (F)	7B	23 233	
	3.2		1998.11.02	1999.02.20 ~ 02.24	52 (Y)	
合计			157			

* 分区见图 2.1.1.11-3;

** F—组件生产厂家为法马通 (Framatome), Y—组件生产厂家为西安核燃料元件厂

(2) 大亚湾核电站 2 号机组第六循环燃耗

2 号机组第六循环堆芯于 1998 年 12 月 8 日装料，共计装入 157 组燃料组件，堆芯组件包括富集度为 1.8% 的 1 组（参加第一、六循环的组件，见表 2.1.1.11-2 中的第 1 区）、3.2% 的 156 组（参加第四、五、六循环的 44 组组件，见表中 6 区，参加第五、六循环的 52 组组件见表中 7 区，第六循环新装燃料 60 组组件，见表中 8 区）。2 号机组于 1998 年 12 月 31 日达到临界，1999 年 01 月 03 日并网，至 1999 年 11 月 16 日停堆，11 月 23 日从堆芯卸料，共计运行 303 等效满功率天（EFPD）。第六循环长度为 12 196 MW·d/t，组件中最大累计

铀燃料为 36 458 MW·d/t (富集度为 3.2%、堆芯 H12 位置的 YQ00ER 组件), 组件中最小累计铀燃料为 7 595 MW·d/t (富集度为 3.2%、堆芯 A07 位置的 YQ00HU 组件)。第六循环堆芯所装燃料组件的富集度、组件数及燃料等见表 2.1.1.11-2。

表 2.1.1.11-2 2 号机组第六循环燃料组件富集度、组件数及燃料

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 U 燃料	组件在堆内运行历史(循环)
					MW·d/t	
1.8	1993.07.08	1993.11.23 ~ 11.26	1 (F)**	1	25 888	第一、六
3.2	1995.09.27 ~ 09.29	1997.01.25 ~ 01.28	44 (Y)	6	34 212	第四、五、六
	1996.10.11 ~ 10.14				34 212	
3.2	1995.09.27 ~ 09.29	1997.12.18 ~ 12.22	1 (Y)	7	24 059	第五、六
	1996.10.11 ~ 10.14		7 (Y)		24 059	
	1997.10.02 ~ 10.04		44 (Y)		24 059	
3.2	1998.09.14	1998.12.08 ~ 12.12	60 (Y)	8	10 852	新组件
合计			157			

* 分区见图 2.1.1.11-4;

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

2. 燃料循环长度

大亚湾核电站 1, 2 号机组第一至第六循环的燃料循环长度见表 2.1.1.11-3。

表 2.1.1.11-3 1、2 号机组燃料循环长度

循环数		1 号 机 组		2 号 机 组	
		U 燃料 MW·d/t	EFPD* (等效满功率天)	U 燃料 MW·d/t	EFPD* (等效满功率天)
第一循环	设计值	13 320	332	13 320	332
	停堆值	12 141	303 (+29)	13 794	344 (-12)
第二循环	设计值	11 137	278	10 084	251
	停堆值	10 163	253 (+25)	8 198	204 (+47)
第三循环	设计值	10 171	253	9 571	239
	停堆值	10 299	257 (-4)	9 416	235 (+4)
第四循环	设计值	9 414	235	10 680	266
	停堆值	9 354	233 (+2)	10 149	253 (+13)
第五循环	设计值	11 216	279	11 009	274
	停堆值	11 354	283 (-4)	11 292	281 (-7)
第六循环	设计值	11 317	281	11 670	290
	停堆值	11 484	285 (-4)	12 196	303 (-5)

* EFPD 项中括号 (+) 内值表示弃料 (等效满功率天), (-) 内值表示过烧 (等效满功率天)。

3. 燃料曲线

1, 2 号机组第六循环燃料曲线如图 2.1.1.11-1 和 2.1.1.11-2 所示。

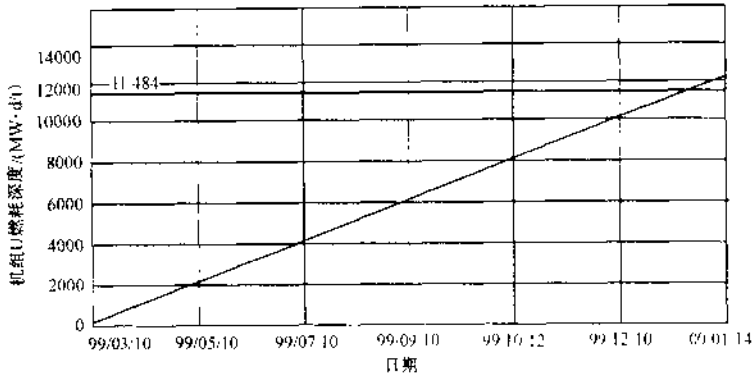


图 2.1.1.11-1 1号机组第六循环燃耗深度

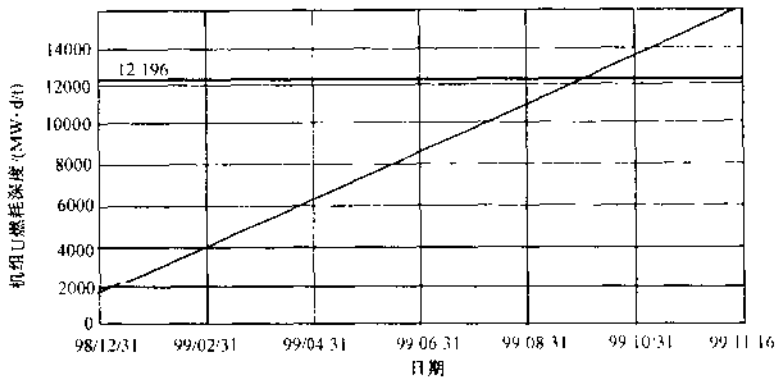


图 2.1.1.11-2 2号机组第六循环燃耗深度

4. 核材料操作活动

1999年主要的核材料操作活动见表2.1.1.11-4。按核材料衡算管理的程序进行了核燃料接收、贮存、装卸料和实物盘存等工作：

- (1) 接收第五次换料（第六循环）用新燃料组件共112组（每台机组56组）；
- (2) 第五次换料；
- (3) 实物盘存；

(4) 接收第六次换料（第七循环）用新燃料组件共104组（其中1号机组52组 AFA-2G；2号机组48组 AFA-2G，4组 AFA-3G 先导组件）。

表 2.1.1.11-4 大亚湾核电站 1999 年核材料操作日程表

换料	机组	进料日期	进料数量	装料日期	实物盘存		卸料日期
					KX厂房	RX厂房	
R05	1	1998.11.02	52	1999.02.20	1999.02.12	1998.02.23	2000.01.20
	2	1998.09.14	56	1998.12.08	1998.12.04	1998.12.11	1999.11.23
R06	1	1999.11.10	56	/	/	/	/
	2	1999.09.22 1999.10.07	56 4	1999.12.08	/	/	/

5. 乏燃料组件数

截至 2000 年初, 第六次换料大修后 (堆芯第六循环结束, 第七循环装料后) 1, 2 号机组乏燃料组件数分别为 284 组和 282 组, 合计为 566 组。各循环的乏燃料组件数详见表 2.1.1.11-5。

表 2.1.1.11-5 大亚湾核电站 1, 2 号机组各循环的乏燃料组件数统计

1 号 机 组					
循 环 数	富 集 度				合 计
	1.8%	2.4%	3.1%	3.2%	
第一循环后	1	0	0	0	1
第二循环后	1	52	2	0	55
第三循环后	13	0	44	0	57
第四循环后	12	0	1	52	65
第五循环后	13	0	4	40	57
第六循环后	1	0	0	48	49
1号机组合计 (截至 2000 年初第六循环结束, 第七循环装料后)	41	52	51	140	284
2 号 机 组					
循 环 数	富 集 度				合 计
	1.8%	2.4%	3.1%	3.2%	
第一循环后	0	0	0	0	0
第二循环后	1	52	0	0	53
第三循环后	13	0	52	1	66
第四循环后	17	0	0	48	65
第五循环后	13	0	0	40	53
第六循环后	1	0	0	44	45
2号机组合计 (截至 2000 年初第六循环结束, 第七循环装料后)	45	52	52	133	282
1, 2号机组合计	86	104	103	273	566

注: 1. 第 n 循环后的乏燃料组件数为该循环结束, 并将组件自堆芯卸出后贮存在乏燃料池内的统计值。

2. 以上所列乏燃料组件数没有包括在堆内已运行过, 但仍然可用的组件。

3. 破损组件已不可用, 就计算在乏燃料组件内。

6. 堆芯布置

大亚湾核电站 1, 2 号机组第六循环 1/4 堆芯布置分别见图 2.1.1.11-3 和 2.1.1.11-4, 控制棒束组件布置同第四循环, 共 53 组控制棒束组件 (其中 41 组为黑棒, 12 组为灰棒), 控制棒束组件在堆芯的位置不变。

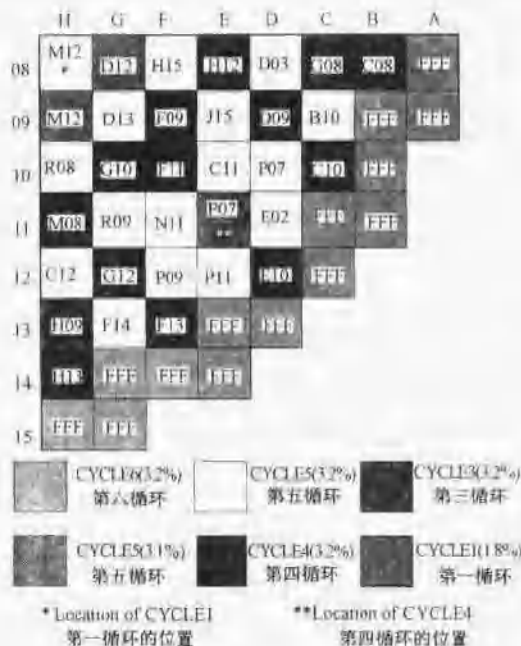


图 2.1.1.11-3 1号机组第六循环堆芯装载图

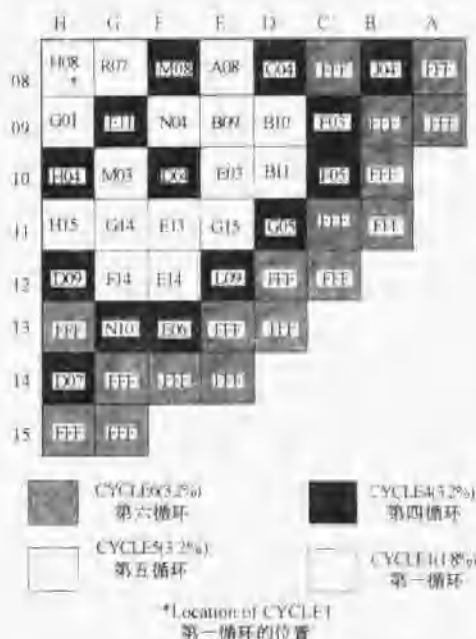


图 2.1.1.11-4 2号机组第六循环堆芯装载图

7. 核材料管制

1999年,我公司坚决贯彻《中华人民共和国核材料管制条例》和《中华人民共和国核材料管制条例实施细则》,按要求向国家原子能机构核材料管制办公室(简称核管办)上报衡算报表,并开始准备岭澳核电站首次装堆核材料许可证申请文件等工作。主要有:

(1) 岭澳核电站首次装堆核材料许可证申请文件的准备工作

2001年9月岭澳核电站首批核燃料将到达岭澳核电站现场,根据《中华人民共和国核材料管制条例》和《中华人民共和国核材料管制条例实施细则》的要求,岭澳核电站在首批核燃料到达现场前6个月必须向国家原子能机构提交核材料许可证申请报告。

目前,岭澳核电站关于核材料许可证的文件准备与分工已经明确,文件初稿也已初步形成,现正进一步修改和完善。

(2) 编写岭澳核电站核材料衡算管理规程

按照岭澳核电站的具体情况,着手编写其核材料衡算管理规程。

(3) 解决核材料衡算相关软件的Y2K问题

1999年4月在中国核动力研究设计院实现了对HCL软件的升级,把HCL软件从HCL2.0版升级到HCL2.1版,彻底解决了该软件的Y2K问题。

同时,对核材料衡算专用微机进行了自检,证明不存在Y2K问题。

(4) 1999年11月参加国家核安全局在昆明举行的第二期核材料衡算培训班。

(5) 1999年度核材料衡算报表

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

(6) 实物盘存

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

8. 燃料管理

(1) 燃料组件制造监督

1999 年宜宾核燃料元件厂为大亚湾核电站生产了两批共 112 组燃料组件, 燃料管理科派出两名驻厂代表对燃料组件制造过程进行监督。今年燃料组件质量又有新的提高, 芯块晶粒度为历年来最好水平, 平均晶粒度大于 $10 \mu\text{m}$, 生产中 NCR 数量比往年少, 年初发生的 UF₆ “黑点” 事件得到圆满处理, 产品质量趋势是好的。

(2) 第七、八循环提高富集度项目论证及实施

参与完成弹棒事故分析和硼稀释事故分析, 与 NPIC、Framatome 一起圆满完成第七、八循环提高富集度以及现场增加 8 组控制棒的论证工作。

(3) 18 个月换料

1999 年全年全面展开 18 个月换料工作, 燃料管理科派出核设计、热工水力及安全分析工程师赴法进行如下方面的研究工作:

- 1) 18 个月换料的燃料管理及一维模型的建立;
- 2) 18 个月换料的大 LOCA 事故分析;
- 3) 18 个月换料的中、小 LOCA 事故分析;
- 4) 18 个月换料的 PCI 分析;
- 5) 用 SQUALE 程序对堆芯中子注量率图进行处理和修改 Etalong 程序;
- 6) 18 个月换料的落棒事故分析;
- 7) 18 个月换料的热工水力设计;
- 8) 基本瞬态分析模型建立。

(4) 浓硼水箱改造

浓硼水箱改造的论证和现场实施于 1998 年得到国家核安全局的批准并实施。实施之后, 大亚湾核电站安注系统的可用率从改造前低于世界平均水平达到世界先进水平。

(5) 乏燃料处理

1999 年乏燃料处理项目主要是决定了乏燃料外运这一最终处理方案, 并于 2000 年 3 月 25 日与中核总签订了《广东大亚湾核电站乏燃料接收、处理、处置及责任转移合同》。乏燃料外运的起始时间为 2003 年。

(6) 与岭澳核电站接口工作

- 1) 协助岭澳核电站校核 “compatibility data for the supply of fuel assemblies to Ling Ao 1 and 2 units information for obtaining tenders”, 指出错误, 并提出修改意见;
- 2) 协助岭澳核电站校核 LNPS 1 and 2/FSAR 第 16.1 和 16.2 章;
- 3) 编写岭澳核电站燃料管理计划。

2.1.2 电站维修

2.1.2.1 维修工作的组织管理

(1) 保持组织机构的平稳运作和组织指挥体系的顺畅。1999年,维修部每周一次的管理周会紧紧围绕当前关注问题,及时分析、决策和跟踪落实会议决议,积极发挥了组织指挥体系的有效作用。为提高大修管理水平,在第六次大修中,首次将大修指挥部与行政结合起来,实行大修指挥部总体协调、各执行处处长负责制。对处长提出了三个“明白”(明白处内大修项目的准备情况,明白处内关键大修项目的安全、质量、工期的关键点,明白处内大修关键项目的经验反馈)、一个“确保”(确保处内工作负责人、尤其承包商的工作负责人做到“六个”明白)的要求。

(2) 大力推动“安全文化”建设。上、下半年分别针对安全文化体系基本概念要素和安全文化在实际工作中的具体应用,并与经验反馈、工业安全、反不良工作习惯和习惯性违章相结合,实施核安全文化状态评估,进行了全员培训,以提高全体员工的安全意识,全面推进安全文化建设。1999年的安全文化推进工作重点突出了“安全第一”、“以人为本”、“反对不良工作习惯”、“贯彻维修意识”(即服务意识、团结意识、奉献意识)四大主题。

(3) 规范风险分析制度。1999年,维修部重点加强准备人员的风险意识和业务技能培训,强化工作负责人制。准备工程师—执行工程师—安全工程师—运行值及工业安全和辐射防护工程师层层把关,确保风险分析各道屏障的有效性。为保障 ON-CALL 期间的安全与质量和紧急情况下的应对措施,维修部还专门召开了应急维修 ON-CALL 研讨会,就节假日应急 ON-CALL 和事故应急 ON-CALL 制定了管理制度,还制定了针对 ON-CALL 期间的防止非计划停机停堆的安全管理方案。

(4) 加强设备管理。1999年,通过对设备巡视范围、设备、内容、要求、结果、后续行动等方面进行的全面评价,完善了设备巡视制度,并将设备巡视有效性作为班组考评的重要依据。一年来,维修人员提出的工作申请票数达到 2236 张,占纠正性维修工作申请总数的 40.7%,大大超过了去年 23% 的水平,反映出维修人员作为设备主人的意识在加强。为了提高设备运行状况,仪控、转机等处参照电站“十大技术问题”、“设备遗留问题”建立了处内设备管理十大问题并有效地跟踪落实,有计划、有重点地解决关键问题。

积极探索或引进在线维修、预测性维修、RCM(以可靠性为中心的维修)方法,结合电站实际,对预防性维修进行了优化。在总结过去经验与不足的基础上,确定了提高在线维修的路线:MIC 将 153 项大修工作转移到日常,新增日常预防性工作 96 项,并制定了标准工作包,力争防微杜渐;MAP 将电气和机械的 237 项大修工作转移到日常;MSM 积极开展常规岛安全阀日常校验,并在技术规范允许的条件下,对第一、二组 I₀ 设备进行日常预防性维修等。1999 年年初,维修部还制定了本年度的预测性维修工作计划,并纳入管理计划之中。3 月份完成了 ENTEK 转机机械预测性维修网络软件的安装后,相关部门组成的预测性工作小组积极运作,对重要关键设备的潜伏性故障预测和预防措施方面进行了积极的探索。为实施 RCM,维修部重点开展了 RCM 的各级培训与初步实施工作,并完成了 CEX 等系统的试点工作。

(5) 狠抓质量监督。1999年,各级建立了质量缺陷跟踪制度,及时督促解决设备和文件中存在的问题,第六次大修建立了独立的 QC 队伍,各处加强独立验证和工作监护制度,减少人因失误。

(6) 保证有效的经验反馈。1999年,各处 IOER 和 LOER 的编写及纠正行动的完成情况

比1998年有较大进步。1999年开始实行由OSL或MAP对部分原因复杂且涉及多个部门的事件进行独立调查,保证了根本原因分析的客观性和纠正行动实施的有效性。1999年还加强了24小时事件单填报的监督与管理,强调和宣传“透明度”的重要性,在机组状态明显好于去年的基础上,1999年填写生效的事件单数量也明显高于1998年,有效地消除了系统设备的潜在隐患。更重要的是,提出了“及时有效的经验反馈是电站的宝贵财富”、“做好经验反馈工作是对电站持续改进的贡献”等管理思路,更利于积极主动地开展经验反馈工作。

(7) 1998年底和1999年年初,公司经反复论证研究,决定引进MAXIMO设备管理工具软件,并成立了设备、备件和工作过程3个实施小组,将软件与核电复杂的过程管理和严格的授权控制实际相结合,二次开发成“广东核电生产管理信息系统”(简称COMIS)。COMIS作为一个高度集成的设备维修管理软件,以设备管理为中心,结合生产,将财务、成本、备品备件、采购等进行统筹考虑,可以对设备的整个生命周期进行管理和跟踪,并为管理者提供设备维护的必要的分析方法和手段,而且对不同的数据进行集成以达到数据共享的目的,解决了电站目前存在的多系统独立运行,数据难以交换而造成的人力、物力浪费和数据流失等问题。COMIS还提供了设备管理常用的功能和手段,如预防性维修和定期试验模块,标准作业和人力资源管理模块以及计划编制工具等,满足了设备维护最基本的需求。

1999年11月19日,COMIS系统开发和实施按期完成。12月31日,系统集成联调也按期完成。2000年1月10日,系统开始离线试运行,4月20日,COMIS根据开发计划正式投入运行。

(8) 继续加快维修响应速度,提高维修服务水平。1999年,在机组正常运行期间,共完成预防性维修工作票4802张;纠正性工作票6492张;其中完成一级工作申请1068项,并严格要求一级票的响应需满足管理规定和现场要求。

(9) 继续推动预防性维修大纲、维修程序和规程大纲管理数据库的优化、修改工作。1999年共修改、升版程序4251份,取消不适用程序1228份,新编维修程序84份,修改和新编写维修大纲131份,提高了维修大纲和维修程序的质量和适用性。1999年还建立了维修资料管理体系,加强卫星库和文件站的管理,以达到统一管理、有效控制的目的。同时还积极对二核规程的编写和建立规程管理数据库的有关工作予以支持、配合。

(10) 1999年,培训的质量和效果得到进一步提高。一年来,维修部1999年编写在岗培训教材51份,岗位技能培训累计461次,参加人员达5162人次。另外,选派员工较长时间地参与到国内、国外的有关项目中去,以便真正系统化地掌握所培训项目全过程的技能。为使新员工在各岗位尽快独立工作,各处制定了详细的培训计划和监督计划并一一落实。本年度,维修部还积极准备,促成维修培训中心组建工作启动。维修部今年还组织152人次的各级管理干部参加公司组织的10余次各种管理培训,为提高管理干部的理论水平和工作技巧作出了积极努力。

(11) 1999年,维修部相关部门将加强承包商的管理作为队伍建设十大问题之一,成立专门的改进措施行动小组,通过制定和实施《维修部承包商劳务用工管理程序》《短期及临时承包商培训、授权管理暂行条例》《现场承包商的培训与授权程序》等程序,完善承包商管理制度;通过加强日常工作期间对承包商人力和员工素质的控制以及开展大修承包商的培训授权联合检查、综合评价等工作,使承包商的管理进一步规范。

(12) 明确各处处长为本处二核生产准备的第一责任人,筹建本处接产组织机构,做好维修设施的接产及生产准备各项任务的跟踪落实工作。随着二核接产工作的展开,维修部还编制年度二核生产准备实施计划,建立了具有可操作性的业绩指标,有效地跟踪了准备工作的

完成状态。

(13) 以管理计划为主线, 健全纠正行动跟踪系统, 开展自我评估、外部评审相结合, 通过推进系统和跟踪监督系统, 形成了电站完整的自上到下的持续改进体系。

1999年, 电站除开展核安全自我评估、WANO 自查准备、二核维修生产准备自我评估等“内部找缺陷”工作外, 还聘请了世界核营运者协会(WANO)进行大修同行评审, 优化大修管理。

(14) 不断创新大修的组织管理, 实现大修安全、质量、工期、成本、环保的整体优化。

1号机组第五次大修经过员工45天的团结奋战, 于3月12日圆满结束。105大修的所有指标都控制在目标值之内。1号机组第五次大修成功的主要原因体现在有效的经验反馈和改进措施、严格的安全质量监督、良好的团结协作等方面。第六次大修在总结第五次大修经验的基础上, 还在大修管理上进一步创新, 如将大修指挥部与行政结合起来, 实行处长负责制; 第一次设立计划经理和QA经理, 使大修指挥部执行层和监督层两条线更加清晰; 为使工作准备更趋规范化、标准化, 防止文件丢失, 提高工作效率, 采取了各相关部门“集中办公、集中审包”的办法; 对工作负责人提出了开工前必须做到的“六个明白、四个管理”; 建立了人员全部来自非执行处的独立QC队伍; 实行计划倒班、窗口管理, 进一步强化计划的龙头作用, 减少接口时间的延误; 引入了新的承包商等等。

2.1.1.2 维修质量管理

1. 1999年电站在维修质量管理方面做了如下改进工作, 并取得了良好的成效

- (1) 对维修规程进行了全面修改升版, 增加品质再鉴定项目和质量标准;
- (2) 设立直接对大修经理负责的大修质保经理和质量控制经理, 成立的质量控制队伍中的QC检查员不属于各检修执行处, 更充分体现了QC检查的独立性;
- (3) 进一步强调和落实了各执行处对其负责领域设备的职责, 提出“谁的设备谁负责”的设备检修质量责任制, 增强了对外包设备检修质量的控制;
- (4) 为加强工作负责人对检修质量的职责, 在以往“五个明白”的基础上, 增加了工作负责人对质量、工期和成本的管理职责, 提出“六个明白”、“四个管理”的要求;
- (5) 维修规程在检修质量标准的确定和备品备件的划分方面还需进一步完善

2. 采购与备品备件管理

- (1) 向非合格承包商采购物项的情况仍然存在;
- (2) 备品备件数据库信息的正确性还需进一步完善;
- (3) 备品备件到货验收的方法与手段仍然是值得研究的课题。

3. 物项替代

应进一步加强物项替代的技术论证和对使用在系统中的替代品的跟踪评价。

2.1.1.3 维修风险管理

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

1999年, 在维修领域推行生产活动必须百分之百进行风险分析, 并在生产实践和经验反馈的基础上改进风险分析过程、完善风险分析内容, 使风险分析成为指导工作组杜绝事件的有效工具。在加强风险分析方面主要做了以下工作:

(1) 收集、整理机组第五次大修工作包风险分析内容和日常运行期间维修工作风险内容, 建立标准风险分析数据库, 并利用开发COMIS的机会, 在工作过程模块中进一步扩展了标准风险分析数据库, 作为工作准备的必要环节和具体风险分析的参考基准;

(2) 在新一轮的基于经验反馈的维修程序修改过程中, 将风险分析内容和相关 LOE/IOE 事件经验反馈内容加入到维修程序中, 使风险分析成为维修活动开始前的必要工序, 使从事件吸取的教训成为预防重发事件的经验。

(3) 明确建立的标准风险分析单仅是针对典型维修项目和机组工况建立起来的, 是实践经验的积累。在每项工作开始之前, 必须根据当时的维修工作性质、内容、机组的状况和环境的情况, 以标准风险分析单为主线, 将实时分析特殊的潜在风险和具有针对性的预防措施补充到工作指令中去, 才能有效地预防风险。

(4) 维修工作开始前, 工作组必须仔细阅读工作指令和风险分析, 做到心中有数, 重要设备检修工作开工前必须召开会议, 讨论风险分析的内容, 使工作成员对潜在风险有一致的认识。

(5) 针对走错间隔人因事件, 在工作指令中增加验证设备标牌工序, 并作为独立验证的内容。

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

(7) 处级管理巡视重点放在检查工作现场风险控制方面。

(8) 通过维修计划、运行白班值、安全工程师独立分析和对风险分析的审查, 确保维修工作对机组核安全状态无不利影响。

2.1.2.4 维修工作票执行情况

1. 维修工作票管理概况

在1998年加强工作票响应和执行状况跟踪的基础上, 1999年电站着重加强了现场设备巡视力度、WPMS(工作过程管理系统)中工作票的规范化管理等环节的控制, 一方面使机组设备上的缺陷能及时发现、及时处理; 另一方面规范的工作票管理使整个设备维修流程运作更为通畅、工作效率得到提高。从这些方面都有力保障了设备的健康状态, 从而为两台机组实现一个换料循环内不停机停堆的优良业绩提供了有利条件。

以下统计范围为1999年日常维修工作票, 即除机组换料大修期间外的所有预防性和纠正性一、二级工作票, 其数据来源于WPMS系统中的记录。

2. 1998年维修工作票总量统计(见表2.1.2.4-1)

表 2.1.2.4-1 维修工作票统计

	1999年	1998年	1999年/1998年
预防性维修	5 167	4 004	1.29
纠正性维修	7 088	5 994	1.18
合 计	12 255	9 998	1.23

与1998年比较, 预防性维修工作票量上升29.0%, 纠正性维修工作票量上升18.3%, 总的工作票量上升22.6%。1999年设备预防性工作票量比1998年又有较大增长, 1999年纠正性维修与预防性维修工作票量的比例为1.37:1, 这是预防性维修大纲不断增加和优化、定期维修力度进一步加强的结果。但同时纠正性维修工作票总量却比1998年又有较大的增长, 一方面是1999年电站开展为换料大修找设备缺陷等加强设备巡视活动的结果, 另一方面也说明电站机组设备的纠正性缺陷实际在增多。需要不断优化设备预防性维修, 并注重提

高设备维修的质量,才能真正有效地减少设备故障数,提高设备的完好率。图 2.1.2.4-1 为电站历年工作票量变化趋势。

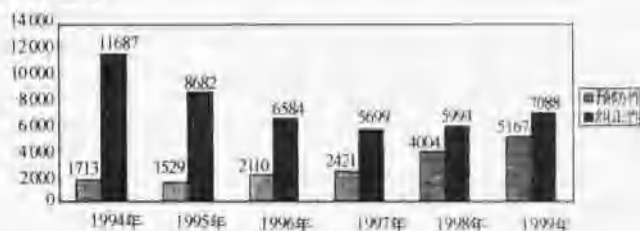


图 2.1.2.4-1 电站历年工作票量变化趋势

(1) 按机组分类统计 (见表 2.1.2.4-2)

表 2.1.2.4-2 各机组维修工作票统计

	纠正性		预防性		总数	
	1999年	1998年	1999年	1998年	1999年	1998年
1号机组	2 750	2 269	1 698	1 323	4 448	3 592
2号机组	2 566	2 347	1 785	1 287	4 351	3 634
0,9号机	1 750	1 378	1 684	1 349	3 434	2 727

1号机组纠正性工作票量比1998年增长21.2%,预防性工作票量比1998年增长27.7%;2号机组纠正性工作票量比1998年增长9.3%,预防性工作票量比1998年增长38.7%。两台机组纠正性工作票都比1998年有不同程度增长,尤其1号机组的纠正性工作票量增加较多,表明机组直接相关的系统和设备上的故障次数并未因预防性维修工作量增加得到减少,由此可知提高大修和日常维修质量仍是减少设备故障次数的关键。0,9号机上的纠正性工作票量比1998年增加27.0%,预防性工作票比1998年增加24.8%,表明两机组公用系统和设备缺陷数量有较大增加。

(2) 按专业分类统计 (见表 2.1.2.4-3)

表 2.1.2.4-3 按专业统计的维修工作票

	预防性			纠正性			总数		
	1999年	1998年	1999年/1998年	1999年	1998年	1999年/1998年	1999年	1998年	1999年/1998年
静机	104	756	1.4	1 907	1 191	1.6	295	1 947	1.5
转机	237	210	1.1	1 204	1 139	1.1	357	3 246	1.1
电气	127	100	1.3	820	658	1.2	209	1 664	1.3
仪控	336	76	4.4	2 628	2 491	1.1	296	2 567	1.2
服务	0	0	—	254	323	0.8	254	323	0.8
技术支持	138	59	2.3	193	192	1.0	331	251	1.3
总计	516	400	1.3	7 088	5 994	1.2	12 255	9 998	1.2

1999年与1998年相比,转机、电气、仪控、服务、技术支持专业的纠正性工作票基本持平,而静机专业的工作票却比1998年增长60%,说明机组上静止机械设备缺陷状况不是很理想,仪控专业的工作票仍在纠正性工作票总量中占较大比例,而且比1998年还略有增加。仪控方面的设备故障对机组安全运行的威胁较为直接,需进一步采取措施和办法尽量再减少。

3. 一级工作票统计 (见表 2.1.2.4-4)

表 2.1.2.4-4 一级工作票统计

	静 机	转 机	电 气	仪 控	服 务	技术支持	总 计
1999 年	228	131	78	577	32	16	1 062
1998 年	125	130	77	408	23	4	767
1999 年/1998 年	1.8	1.0	1.0	1.4	1.4	4.0	1.4

静机、仪控、服务、技术支持专业的一级工作票量分别比 1998 年增长 80%，40%，40% 和 300%，转机和电气的一级工作票量与 1998 年基本持平，仪控专业的一级工作票量仍在一级工作票总量中占主导地位。1999 年一级票总量比 1998 年一级票总量增加 40%，说明危及核安全和机组安全运行的设备紧急故障在增加，必须在大修中提高重要设备的检修质量，减少设备紧急故障问题。

4. QSR 设备维修工作票统计 (见表 2.1.2.4-5)

表 2.1.2.4-5 QSR 设备维修工作票统计

	年 份	静 机	转 机	电 气	仪 控	服 务	技术支持	总 计
预防性	1999	186	664	193	120	0	39	1 202
	1998	145	531	154	13	0	0	843
纠正性	1999	287	335	121	786	35	50	1 614
	1998	191	204	117	582	30	8	1 132

与 1998 年相比较，QSR 设备预防性维修发出票量增加 26.8%，QSR 设备纠正性维修工作票量增加 42.6%，QSR 工作票量对比可从一个侧面反映出电站 QSR 设备还存在较多故障缺陷，因此必须以提高设备维修质量和优化设备维护管理为手段，减少 QSR 设备的纠正性维修数量，来保障机组的安全稳定运行和核电站三道屏障的完整性。

5. 周转工作票统计 (见表 2.1.2.4-6)

表 2.1.2.4-6 周转工作票统计

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
预防性	16	12	7	8	5	11	12	16	6	4	6	8
纠正性	98	68	85	90	67	84	109	143	78	74	67	59
总 计	114	80	92	98	72	95	121	159	84	78	73	67

周转工作票指标一方面用来衡量各工作票执行部门的响应速度和工作票管理水平，另一方面可用来考察机组实时的待处理设备缺陷情况，它以每月的各周内的周转工作票量取平均值为准。从 1999 年该数据各月的分布趋势 (见图 2.1.2.4-2) 来分析：1 月份由于 2 号机组大修后启机后设备消缺工作较多，同时大修中遗留未关闭工作票项目较多，所以周转工作票量较高；2 月份到 6 月份周转工作票量基本控制在正常范围内，7 月份和 8 月份由于电站开展“为大修找设备缺陷”等加强设备巡视力度的活动，发出的总工作票量有较大增长，同时

各执行专业工作票的管理出现了一些较混乱的情况，导致这两月周转工作票量再次超标。

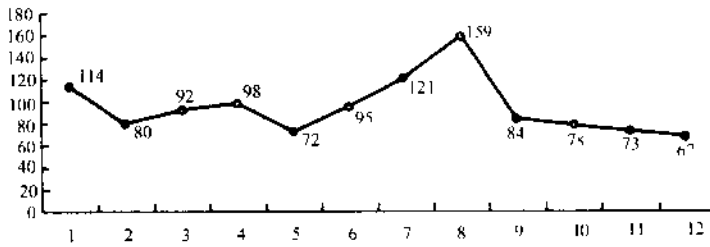


图 2.1.2.4-2 1999 年周转票量按月分布图

6. 等状态工作票统计 (见表 2.1.2.4-7)

表 2.1.2.4-7 等状态工作票统计

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
票数	15	32	55	103	130	150	166	208	268	270	159	146

等状态工作票包括需等机组某种运行状态或某个系统和设备的对应状态下才可安排实施的工作票。从 1999 年等状态工作票按月分布的趋势 (见图 2.1.2.4-3) 可以看出, 随着机组连续稳定运行时间越长, 其等状态工作票项目会累积得越多。减少等状态工作票的手段: 一是计划部门掌握好机组和系统的运行状态及时安排检修; 二是提高机组大修和设备日常维修的检修质量; 三是合理安排预防性检修; 四是提高设备自身固有可靠性。

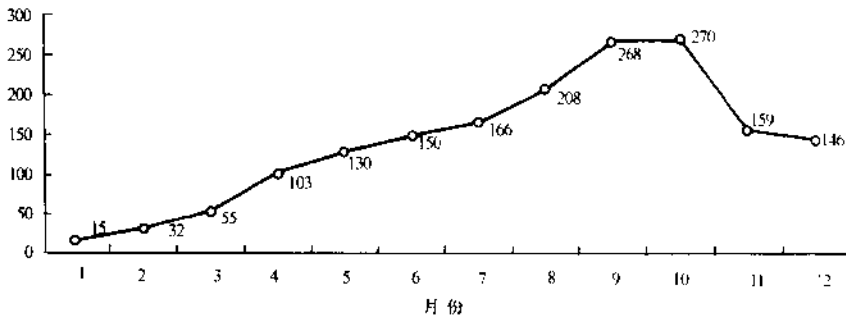


图 2.1.2.4-3 1999 年等状态工作票量按月分布图

2.1.2.5 预防性维修的有效性评估

1. 预防性维修活动的优化

(1) 维修大纲及规程的优化

1999 年维修部各处继续根据预防性维修工作的计划和执行情况的经验反馈进行预防性维修大纲的升版工作。其中机械升版了 42 份, 电气升版了 6 份, 仪控未进行升版 (因电气、仪控处 1998 年已对所有大纲完成了升版工作)。

1999 年度对专用工具维护进行了预防性维修大纲编写工作, 其中服务完成 11 份, 机械完成 22 份, 根据大纲计划科安排跟踪了专用工具维护工作。

检修规程方面, 静机处已生效 1 120 份 (占静止机械设备检修规程总数 1 134 份的

98.77%)，转机处已生效 1 422 份（占转动机械设备检修规程总数 1 428 份的 99.58%），电气处已生效 698 份（占电气设备检修规程总数 698 份的 100%），仪控处已生效 670 份（占仪控设备检修规程总数 681 份的 98.38%），服务处所使用的 313 份规程已全部生效。

电气处在升版维修大纲、检修规程的同时，针对原来规程过多的问题，通过采用通用规程的办法，共删除了 950 份规程。

(2) 预防性维修计划的优化

1999 年继续按设备功能及运行方式制定检修组合，把相关专业及设备的工作编排在一起，有效地减少了因计划原因产生的设备重复隔离。另一方面，根据现场设备运行及检修经验反馈，改变 PMS（日常预防性维修数据库）内检修设备编组，尽量满足现场设备运行条件。1999 年 5 月份将 210 项原大修检修工作转至日常执行。

2. 预防性维修活动的实施及评价

(1) 基于预防性维修大纲、规程的不断优化及预防性维修组合的编排，使预防性维修活动趋于合理；预防性维修计划统筹规划性的提高，使维修工作量在全年得到了较为合理的安排。

(2) 1999 年纠正性维修与预防性维修工作票数的比例为 1.31:1（不包括大修工作），低于管理目标的上限（1.5:1），并保持逐年下降的趋势，见图 2.1.2.5-1。

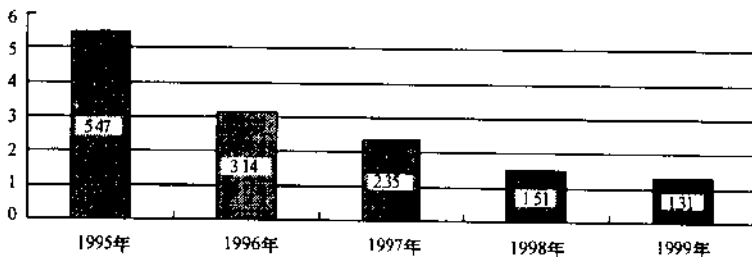


图 2.1.2.5-1 纠正性与预防性维修工作票之比变化趋势

电站采用的预防性维修方式的有效性已引起电站各级管理人员和技术人员的重视，并开始着手采用 RCM（以可靠性为中心的维修）维修方法。1999 年度在 MTS 牵头组织下完成了对 CEX 凝结水抽取系统的 RCM 分析，各执行部门根据 RCM 分析结果升版了相应维修大纲。按照 RCM 的逻辑推理，确定的应是一个既可靠又经济的维修、运行管理方法。这标志着电站的维修工作正在向更为先进的管理方式转化。

2.1.3 放射性废物排放与管理

2.1.3.1 放射性废气排放与管理

1999 年是公司通过 ISO 14001 环境管理体系认证后的第一年，公司各个部门在“遵守法规，安全运行，减少排放，节约资源，持续改进，保护环境”的环境方针的指导下开展各项工作。全年液态和气态流出物排放控制均取得了较好的成绩。

1999 年 GNPS 通过 DVN 烟囱排放到环境中的废气约 2.99 Gm^3 ，其中惰性气体 25.73 TBq ，相当于国家批准的年限值的 2.26%，低于公司 2.8% 的管理目标值；卤素 + 气溶胶的排放量为 92 MBq ，仅为年限值的 0.24%，优于同年法国 Gravelines 电站的排放水平。气态氟排放 1.14 TBq ，为年限值的 7.17%。惰性气体排放量比 1998 年略有上升，各部分几年来与年限值之比及与法国的比较见图 2.1.3.1-1。

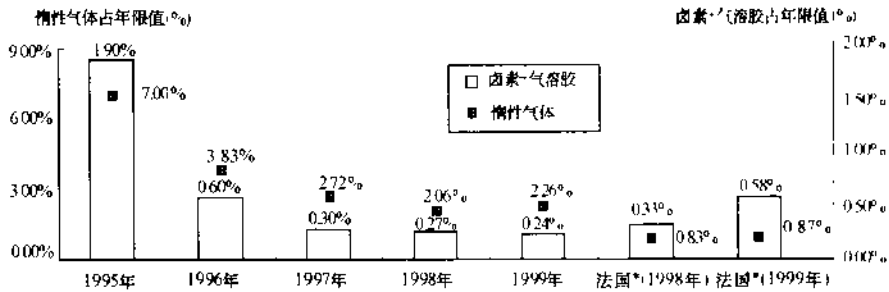


图 2.1.3.1-1 GNPS 5 年废气排放状况及与法国的比较

注：1. 每两台机的年限值惰性气体为 1 140 TBq，卤素+气溶胶为 38 GBq；2. 法国水平惰性气体是指 9 座同类型的 900 MW 核电站每 2 台机组的平均值，卤素+气溶胶为 Gravelines 每 2 台机组的平均值

1999 年 TEC 含氡废气排放 14 罐次，安全壳扫气 38 次，排放次数与去年持平，但排放气体的放射性活度降低。这主要是因为机组堆功率变化减少，燃料包壳完好、无破损。但 1999 年通过连续排放释放的惰性气体高于往年的 96%，占到排放总量的 97.5%。这可能有以下几个原因：(1) 惰性气体是裂变产物，其产生量与机组发电量成正比，发电量越多，产生量越大，排放量越大；(2) 惰性气体平均排放浓度为 11.6 kBq/m³，低于 KRT017MA 的探测下限（下限为 37 kBq/m³），故要进一步改善测量结果的准确性，必须降低 KRT017MA 的探测下限。

从图 2.1.3.1-1 中可看出，1999 年 GNPS 气态流出物中惰性气体的排放量比法国同类机组平均排放水平还多不少，在这一方面我们需要加强交流与改进。

2.1.3.2 放射性废液排放与管理

1. TER

1999 年通过 TER 系统向环境排放 68 罐次（其中 TER003BA 分两次排放）放射性液体，共排放废液 29 140 m³，比 1998 年少排 3 163 m³。废水排放量与法国同类机组 1998、1999 年的平均水平相当。排放的除氡放射性核素总量为 4.69 GBq，氡的释放量为 23.9 TBq，平均排放比活度分别为 0.161 MBq/m³ 和 0.82 GBq/m³。除氡放射性核素排放量比 1998 年增加 2.19 GBq，增加的部分主要是 1998 年 2 号机第五次大修 2EAS001BA 泄漏的浓碱废水及 TEU 部分高放蒸残液和 3 月份 ^{110m}Ag 的贡献；氡的释放量比 1998 年减少 3.7 TBq。几年来的排放状况及与法国同类机组的比较见图 2.1.3.2-1。

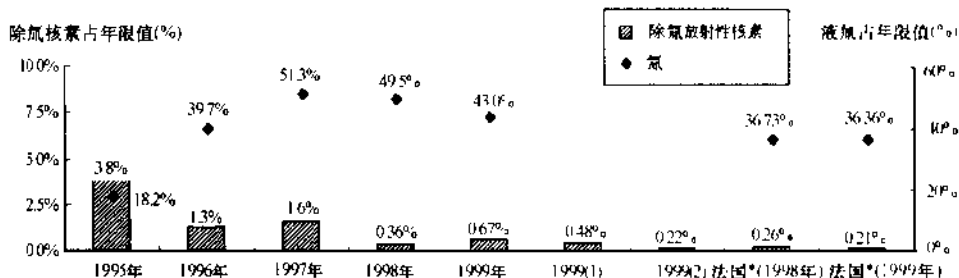


图 2.1.3.2-1 GNPS 5 年液态流出物排放状况及与法国的比较

注：1. 法国的水平指 9 座同类型核电站每 2 台机组的平均水平；2. GNPS 1999 年水平包括 TER003BA 的排放量，其除氡放射性核素为年限值的 0.257%；3. 1999 (1) 是指 GNPS 1999 年除氡放射性核素按法国统计方法“活度小于探测限按 20% 计算”的结果；4. 1999 (2) 是指按前面方法除去 TER003BA 的影响，1999 年 GNPS 除氡放射性核素排放量；5. 年限值除氡放射性核素为 700 GBq，氡为 55.6 TBq

本年度通过 TER 系统排放的液态流出物有以下几个特点:

(1) 电厂三废委员会讨论决定继续执行 TEU 排往 TER 的废液总 γ 活度 $< 1 \text{ MBq/m}^3$ (地板水除外, 执行 2 MBq/m^3) 的标准, 这样保证了本年度除氟放射性核素排放总量控制在较低水平。

(2) 1998 年遗留问题

TER003BA 贮存的 110 m^3 废液为 1998 年底 1 号机第五次大修中 2EAS001BA 泄漏的浓碱废水以及 TEU 蒸发器因含钠量高不能再作处理而排出的高放蒸残液。其 pH 值为 13, 比活度总 γ 为 45 MBq/m^3 。经过加酸中和、贮存衰变后, pH 值降到 8.7, 总 γ 降到 15 MBq/m^3 。于 8, 9 月份利用台风期间海水交换率较大的机会, 分两次排放。总计排放除氟放射性核素 1.8 GBq , 相当于年限值的 0.257%, 占全年排放量的 38.4%; 氟排放 0.32 TBq , 占全年排放量的 1.3%; ^{110m}Ag 排放 0.898 GBq , 占 TER003BA 中除氟放射性核素总量的 50%, 并占全年 ^{110m}Ag 排放量的 42%。

1999 年大亚湾内海水样品取样、测量显示: ^{110m}Ag , ^{54}Mn , ^{124}Sb , ^{58}Co , ^{134}Cs 等人工核素的放射性比活度均低于 γ 谱仪探测下限, 表明 8, 9 月份排放的 TER003BA 对大亚湾海域无明显影响。主要原因是台风期间风高浪大, 海水的扩散、稀释能力较强。由此可以看出: 排放的放射性物质在周围环境中的放射性水平与排放时的气象、潮汐等自然条件有很大关系。

(3) ^{110m}Ag 的影响

1999 年 3 月份 1 号机第五次大修停堆氧化后, 在稳压器降液位时曾出现 ^{110m}Ag 峰值, 在后而的疏、排水中 ^{110m}Ag 活度偏高。故 3 月份 ^{110m}Ag 排放量较大, 占到当月除氟放射性核素的 55%。

3 月份是 1 号机大修后期, 各种充排水较多, 全月共排放 8 罐, 由于前面 ^{110m}Ag 峰值的影响, 共排放除氟放射性核素 1.02 GBq , 为年限值的 0.08%。正常月份排放的除氟放射性核素为年限值的 0.03% 左右, 3 月份比正常月份多排放年限值的 0.05%。

1999 年如除去 1998 年遗留项和 1 号机第五次大修中 ^{110m}Ag 峰值的影响, 除氟放射性核素的排放量为年限值的 0.36%, 与 1998 年持平。

(4) 在 TER 排放前的取样测量中, 除 ^{110m}Ag 常被检出外, 其余 7 种除氟放射性核素一般小于 γ 谱仪探测下限, 因而采用保守的计算方法, 按探测下限值进行统计。本年度除氟放射性核素排放总量为 4.69 GBq , 实际应小于 4.69 GBq 。法国的同类机组, 当被测核素低于探测限值时, 按探测限值的 20% 计算、统计。如按这种方法, 1999 年 GNPS 排放的除氟放射性核素达到法国同类机组 1999 年的平均水平。见图 2.1.3.2-1。

(5) 氟的排放

1999 年通过液态途径排放的氟为 23.79 TBq , 相当于年限值的 42.99%, 分别比 1997, 1998 年下降了 19% 和 15%, 并逐渐接近法国同类机组的平均水平。这主要得益于以下两点: (1) 主动排氟的原则。由于核电站氟水无法处理, 为避免氟水在机组内过度积累, 同时避免被迫突击排氟使大鹏澳内氟突然增加, 利用夏季海水交换能力强的特性, 主动从 TEP, REA 排出部分高浓度氟水。1999 年夏季各月氟排放量比往年均匀, 1999 年上半年的排放量大于 1998 年同期, 而全年排氟量却低于 1998 年, 原因就在于此。(2) 三废委员会及运行、化学等部门对三废系统运行控制较好, 除 10 月底、11 月初由于更换 REA 浮顶而排部分氟水外, 全年很少由于化学指标不合格而造成受迫排氟。

2. SEL

SEL 主要收集常规岛的废液。正常情况下, 各种放射性核素的放射性水平平均小于仪器探测下限。1999 年全年排放 SEL 353 罐次, 水量约 15 万 m^3 , 平均每天约 440 m^3 , 比 1998 年少排 2 万 m^3 , 但是废液量还是明显高于法国同类机组的平均值 (平均每天 300 m^3)。具体见图 2.1.3.2-2。降低 SEL 废水排放量, 今后仍有许多工作要做。

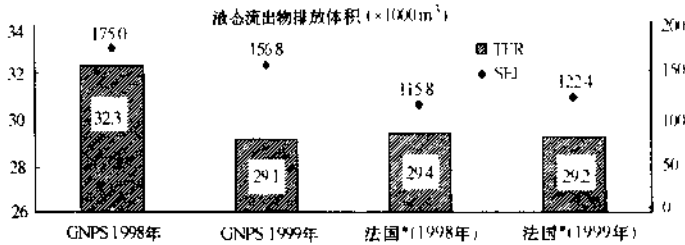


图 2.1.3.2-2 GNPS 液态流出物排放体积及与法国的比较

注: 法国水平指 9 座同类型核电站每 2 台机组的平均水平

SEL 每次排放前均需进行取样化验, 合格后排放。每罐留 100 ml 作为月度混合样。全年的月度混合样经总 γ 分析和 γ 谱分析, 未见异常, 表明经过 SEL 排放的废水未受污染, 这与 2 台机组的 6 台蒸汽发生器没发生任何泄漏是一致的。

SEL 加酸中和的永久设施已改造、施工完毕。

2.1.3.3 中低水平放射性固体废物处理

在 1998 年基础上, 1999 年继续实施废物的源头控制, 有效地减少了废物产生量。本年度两台机组共产生 184 m^3 固体废物, 比目标值 (见表 2.1.3.3-1) 低 7.7%。但是, 由于废树脂产量增加, 所以最终废物产量仍比 1998 年上升了 3.7%。因为大部分除盐床的树脂每隔 2 到 3 年更换一次, 它的循环性导致固废产量波动, 目前世界上许多核电站采用三年平均产量的考核办法来评估电站的这一业绩指标。

表 2.1.3.3-1 放射性废物管理目标 (两台机组)

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

1. 1999 年废物管理情况

(1) 历年放射性固体废物产量统计见表 2.1.3.3-2。

表 2.1.3.3-2 放射性固体废物产量统计

年 份	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年
产量/ m^3	252	195	209	178	185

从上表中可以看出, 自 1995 年以来, 放射性固体废物产量呈逐年下降趋势

(2) 1999 年各类废物货包产量统计见表 2.1.3.3-3。

表 2.1.3.3-3 1999 年固体废物货包产量统计

货包类型		浓缩液量/桶	废树脂量/桶	废滤芯量/桶	技术废物量/桶	合计/桶	体积/m ³
水泥桶	C1	23	30	3	2	58	116
	C2	—	—	—	—	—	—
	C3	—	—	—	—	—	—
	C4	—	—	8	0	8	9.6
金属桶	可压缩	—	—	17	137	154	32.34
	不可压缩	—	—	36	91	127	26.67
合计/m ³	—	46	60	26.73	51.88	—	184.61

1999 年产生的浓缩液和废树脂均采用处理能力大的 C1 型水泥桶来处理, 以降低废物最终产量。

(3) 历年各类放射性废物货包产量统计见表 2.1.3.3-4。

表 2.1.3.3-4 历年放射性废物货包产量统计

货包类型		1997 年		1998 年		1999 年		累计产量	
		桶	m ³	桶	m ³	桶	m ³	桶	m ³
水泥桶	C1	67	134	56	112	58	116	343	686
	C2	0	0	0	0	0	0	1	2
	C3	0	0	0	0	0	0	1	2
	C4	12	14	10	12	8	9.6	85	102
金属桶	可压缩	165	35	176	37	154	32	887	186
	不可压缩	122	26	81	17	127	27	666	140
合计/m ³	—	209	—	178	—	185	—	1118	

(4) 浓缩液产量统计见表 2.1.3.3-5。

表 2.1.3.3-5 浓缩液产量统计

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

从上表可看出, 浓缩液产量远远低于设计值, 基本上稳定在 10 m³ 左右, 即每年产生两批浓缩液。本年度 TEU 系统共产生浓缩液 8.8 m³, 平均比活度为 17 438 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, 未直接固化处理。

(5) 历年废树脂产量统计见表 2.1.3.3-6。

表 2.1.3.3-6 历年废树脂产量统计

m³

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

从上表可以看出, 1994、1997、1999年三年的废树脂产量偏高, 这主要是由于废树脂产生具有一定的循环性, 如果控制得好, 两到三年才更换一次。另一方面, 我们认为 1999年 TEU 系统除盐床运行状况不好, 也导致了废树脂产量高。

(6) 历年废过滤器芯子产量统计见表 2.1.3.3-7。

表 2.1.3.3-7 历年废滤芯产量统计

个

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

* 1999年 RCV 上充泵去污共产生 4 个废滤芯

从上表可以看出, 1997 年以来废滤芯产量逐年下降, 1999 年已达历史上最好水平

(7) 历年废通风过滤器芯子产量统计见表 2.1.3.3-8。

表 2.1.3.3-8 废通风过滤器芯子产量统计

个

年 份	1997年	1998年	1999年
通风过滤器芯子	—	122	406
碘过滤器芯子	—	16	115
合 计	239	138	521

自 1994 年以来, 我们对通风过滤器进行暂存, 测量放射性污染水平, 将被污染的废通风过滤器拆卸, 减容处理, 1999 年产生的废过滤器较上年多, 主要原因是为了便于比较, 衡量通风系统的运行水平, 将控制区内产生的污染和未被污染的废过滤器全部统计在一起。

所以产量高于去年。

(8) 放射性废油产量统计见表 2.1.3.3-9。

表 2.1.3.3-9 历年放射性废油产量统计

							dm ³
年 份	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	合 计
体 积	50	400	250	0	250	590	1 540

1999 年产生的放射性废油比以往多, 据分析, DVN 系统产生的废油以前从未发现有放射性, 但 1999 年底 2 号机组大修时产生的废油经取样分析有轻微污染, 现暂存于 QR 厂房, 但未倒入放射性废油收集罐中, 待存放一段时间后重新取样, 如达到本底水平, 则作为非放废油处理。

(9) 1999 年放射性固体废物管理指标完成情况和原始废物产量指标完成情况分别见表 2.1.3.3-10 和表 2.1.3.3-11。

表 2.1.3.3-10 1999 年放射性固体废物管理指标完成情况

项 目		1998 年 实际值/m ³	1999 年 目标值/m ³	1999 年 实际值/m ³	完成状态比 1999 年目标值	完成状态比 1998 年
固体废物体积		178	200	184.61	-7.7%	+3.7%
指 标 分 解	浓缩液固化体	44	46	46	持平	+4%
	废树脂固化体	56	70	60	-14.3%	+7%
	APG 树脂装桶	0	0	0	持平	持平
	废滤芯固化体	24.2	24	26.73	+11.4%	+0.5%
	技术废物	54	60	51.88	-13.53%	-3.9%

从上表得知, 除检修产生的技术废物产量比上年有所降低之外, 其余各项均有不同程度上升, 但均控制在目标值以内。

表 2.1.3.3-11 原始废物产量指标完成情况

项 目	单位	1998 年 实际值	1999 年 目标值	1999 年 实际值	比 1999 年 目标值	完成状态 比 1998 年
浓缩液	m ³	8.47	9	8.8	-2.2%	+3%
废树脂	m ³	6	9	12.92	+43.6%	+115%
APG 树脂	m ³	9	10.5	16.5	+57.1%	+83%
废滤芯	个	62	70	40	-42.9	-25%
通风机过滤器	个	138	180	521	+189%	+277%
技术废物	m ³	54	60	51.88	-13.53%	-3.93%

1999 年废树脂产量大幅度增加, 除了循环性的因素之外, 除盐床运行控制不好也是一

个不可忽视的因素。

通风过滤器增加的主要原因是：往年对更换下来的废过滤器进行测量，若无污染就作为常规垃圾处理，而没有统计到放射性废物中来；1999年则将控制区产生的所有废通风过滤器均统计在内，以便于今后对通风系统的运行状况全面评价，提高运行管理水平。

2. 1999年放射性固体废物管理经验

(1) 2号机第五次大修发生2 EAS浓碱储存罐跑碱10多吨，给三废处理带来巨大压力，经过稀释中和，暂存于9TER003BA，1999年合格后分三次排放。如果浓缩后固化处理，将产生 150 m^3 放射性固体废物；

(2) 将废水排放标准改为大修期间 5 MBq/m^3 ，平时 1 MBq/m^3 ，以减少蒸发处理量；

(3) 1999年，为了解决混凝土包装容器长途运输和制造时的质量监督问题，改为由深圳太阳管道厂供货，同时修改了技术规范，将钢衬里直接浇灌在桶内。但是，在修改技术规范时，忽略了浓缩液固化时的热冲击，后来在桶内再加一个金属衬里，才使1998、1999年的四批浓缩液得以固化处理。所以，2000年必须改进水泥桶制造工艺，解决热冲击和封盖后的结合面所引起的裂缝问题。

(4) 1999年固化站控制盘加装了电流记录仪，以控制固化时的加水量，保证了固化质量。

3. 废导向筒处置工作进展

1995~1996年因控制棒落棒时间超差更换下来的旧导向筒共122根，均暂存于1/2KX装罐池中，1997年已提出处置方案，由北京中国原子能科学研究院设计并制作金属结构件，由深圳太阳管道厂将金属结构件浇灌在混凝土箱中，共制作14个 $4.56\text{ m} \times 1.4\text{ m} \times 1.4\text{ m}$ 的混凝土箱，1998年已制作完成并运到现场。由于处置场工期延误，旧导向筒一直没有处理，预计2000年秋季可处理这些废导向筒。

4. 低中放废物处置工作进展

北龙处置场原计划在1998年10月建成投运，但因上海核工程设计研究院设计的主体工程浇注配方存在问题，不得不在处置场现场重新试验。由核工业二五公司在现场试验，确定配方。主体工程1999年1月18日开始浇灌，8月底土建和标准设备安装基本结束，9月初开始非标设备安装，10月下旬挡雨仓房和龙门吊车钢结构安装结束，但上海核工程设计研究院指定的彩钢板安装队伍1999年末还未抵达安装现场，造成工期再次延误。

处置场的营运许可证申请工作、与清原公司的营运合同谈判工作在1999年未取得实质性进展。

1999年12月16日总经理部召开会议，决定将处置场设备安装、调试及竣工验收责任转移到维修部。

2.1.3.4 工业废物处理

1999年共收集废油 25 m^3 ，工业垃圾约 1730 m^3 。废油主要来源为：1SEK 17桶，2SEK 16桶，应急柴油发电机检修现场10桶，0SEH(FS)未清理，大修现场各废油收集点18桶，总计61桶。从1/2SEK油水分离池收集的废油经取样分析，均为非放射性废油，全部按常规废油处理。详见表2.1.3.4-1。

表 2.1.3.4-1 历年工业废物产量比较

m³

废物类型	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年
废 油	138	55	36	25
废保温棉	124	80	26	未统计*
一般工业垃圾	2 400	2 000	1 720	1 730

* 因为国家目前尚未把废保温棉列为有毒废物，所以没有统计。

本年度收集的废油、废木头、废钢铁、废塑料制品均由合同供应处交龙岗物资回收公司收购。由于国家没有把保温棉列入有毒有害废物，所以，1999 年产生的废保温棉均作为常规废物处理，收集的废日光灯管和旧电池尚未找到收购或处理单位，只能暂存于行政仓库，等待处理。按 ISO 14001 的要求，大亚湾核电站 2000 年将在设备码头旁修建一个工业废物存放场，以加强工业废物的存放管理。

2.1.3.5 环境监测与评估

1. 概述

广东大亚湾核电站 1999 年环境监测工作主要依照 GNPS “环境监测大纲”实施，环境 γ 辐射监测的范围取 50 km，其余项目监测范围为 20 ~ 30 km，同时借鉴几年来环境监测反馈的经验，重点加强了对海洋环境样品的取样监督。1999 年度海洋方面放射性监测的规模与第二次本底调查时相当。

(1) 1999 年度大亚湾海域放射性监测情况列于表 2.1.3.5-1。

(2) 1999 年度大亚湾核电站周围地区（陆上）监测情况列于表 2.1.3.5-2。

2. 样品分析项目

1999 年度环境样品分析项目除增加生物样品游离氚的测量分析外，其余分析项目与 1998 年度基本相同，对不同监测项目采用的分析方法及测量仪器探测下限见表 2.1.3.5-3。

3. 质量保证

1999 年度在环境监测工作中的质量保证活动有以下几方面：

(1) 根据相关国家标准修订了实验室技术规程 38 份；

(2) 参加国家环保局组织的“全国环境样品中放射性核素分析和⁹⁰Sr 分析”，比对结果优秀；

(3) 参加中国计量科学院组织的第三次液闪计数器测量氚比对工作，我站测量结果与标准值偏差小于 1.1%；

(4) 1999 年参加 IAEA 组织的⁹⁰Sr 国际比对；

(5) 加强与广东环境辐射研究监测中心的技术交流，1999 年度与他们进行环境样品 γ 谱测量、总 β 测量和地下水氚测量互检，我站测量结果依据中国计量科学院有关内部标准 100% 合格。1999 年 5 月 23 日及 12 月 8 日与广东环境辐射研究监测中心进行了环境 γ 剂量率比对，两实验室结果偏差小于 2.5%；

(6) 为检验实验室分析数据的可靠性，对环境 γ 谱分析和总 β 分析样品进行复检，1998 年度 γ 谱分析复检率为 28.9%，总 β 复检率为 10.6%，经复检的样品 100% 合乎分析要求。

4. 1999 年环境监测结果

(1) GNPS 对周围地区环境 γ 辐射水平的监测主要采取 3 种方式，即 KRS（环境 γ 监测系统）的 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 累积剂量监测和便携式 γ 剂量率的定期定点监测。

1) 7 个 γ 辐射连续监测站在 1999 年改造后的 KRS 系统网络工作状况良好。GNPS 周围环境中 γ 辐射水平与本底调查时相比, 仍在正常涨落范围内。

2) 1999 年度 38 个测点热释光累积剂量测量值范围为 66 ~ 147 $\mu\text{Gy}/\text{月}$, 与本底调查时 33.4 ~ 145 $\mu\text{Gy}/\text{月}$ 的测量值无显著差异。

(2) 气溶胶放射性水平

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

(3) 淡水放射性

1) 雨水总 β 测量年平均值为 58.2 Bq/m^3 , 与本底调查时 68 Bq/m^3 的结果基本一致, 雨水中氚的水平很低, 最大值为 5.5 Bq/L ; 全年测氚 12 次, 仅 6 次高于方法探测限水平。

2) 地表水(水库水、饮用水)中总 β 放射性活度年平均值为 68.0 Bq/m^3 , 与本底调查时 59.05 Bq/m^3 的水平相当一致; 氚的放射性水平均低于探测限。

3) 地下水中总 β 放射性活度年平均值为 258 Bq/m^3 , 与 1994 至 1998 年的平均值 228 Bq/m^3 相比无显著变化, 地下水全年测氚 24 次, 在厂区两个地下水井中均能测得痕量的氚, 范围在(低于 1.2 或至 8.7) Bq/L 之间, 年平均值为 2.9 Bq/L , 与本底调查时平均值 1.3 Bq/L 相比略有升高, 但与 1998 年度年平均值 3.0 Bq/L 相比, 进一步升高趋势不明显。 γ 谱分析地下水中 $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{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

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

(5) 土壤样品的放射性水平

1999 年度在 50 km 范围内采集 13 个表层土样品, 土壤中天然放射性含量、总 β 数值与本底调查中相应地区的天然放射性含量基本一致; 表层土中 ^{137}Cs 含量的范围低于 0.5 至 2.98 Bq/kg , 平均值为 $(1.74 \pm 0.79) \text{Bq}/\text{kg}$, 与本底调查时相应地区的水平一致。

(6) 海洋环境放射性水平

1) 海水 对西大亚湾海域采集的海水样品分析结果表明: 海水样品中人工核素 ^{137}Cs 年平均比活度 $(2.28 \pm 0.19) \text{Bq}/\text{m}^3$, ^{90}Sr 平均比活度 $(1.5 \pm 0.5) \text{Bq}/\text{m}^3$, 分别与本底调查时 2.3 Bq/m^3 和 2.7 Bq/m^3 基本一致, 无任何增高趋势。其他人工核素 $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{60}Co , ^{58}Co , ^{54}Mn 等均低于 γ 谱仪探测限。 ^{40}K , ^{226}Ra , ^{235}U , ^{232}Th 等天然核素和总 β 均在本底调查值涨落范围内。1999 年度在大亚湾海域共采集 34 个样品进行氚分析, 其中 15 次测到痕量氚, 海水中氚放射性水平在低于 1.3 或至 29.8 Bq/L 之间。自 1998 年后, 海水中氚的含量与运行初期相比略有升高, 究其原因我们初步分析有如下因素:

- 大亚湾海域为半封闭海湾, 交换能力差;
- 岭澳核电站海上工程施工, 改变了排水渠海水射流方向, 降低了排放海水扩散能力;
- 采集海水前一段时间内排氚量较大, 1999 年 7 月 7 日 8 点左右采集 SW13 站位海水, 而此时核电站正进行废液排放; 1999 年 10 月 13 日采集 S1, S4 等站位海水, 而前两天核电

站排放含有较高氚浓度的废液。

2) 海洋沉积物 1999 年度在西大亚湾水域共采集 34 个海洋沉积物样品, 其中 20 个属潮下带, 14 个属潮间带, 34 个样品中仅 7 个测出痕量^{110m}Ag, 比活度在 0.4~0.8 Bq/kg 之间, 与 1998 年相比明显下降。¹³⁷Cs 的平均比活度为 (1.26±0.77) Bq/kg 与本底调查时平均值 1.8 Bq/kg 基本一致。

3) 海洋软体、甲壳动物 1999 年度重点加强了海洋生物软体类样品的监测工作, 增加物种有牡蛎、翡翠贻贝(俗称青口)等, 扩大了采样范围, 首次采集了澳头珍珠养殖场的珍珠贝, 东山至杨梅坑一带的牡蛎, 全年共采集东山珍珠养殖场珍珠贝 4 次, 并采购渔民捕捞的虾、东风螺、虾菇及梭子蟹等样品, 对上述样品全部进行 γ 谱, 总 β, ⁴⁰K 测量分析, 部分样品进行⁹⁰Sr 和有机氚分析。在部分样品中测出痕量的^{110m}Ag, 软体动物、甲壳动物中¹³⁷Cs 平均含量分别为 0.042 Bq/kg, 0.042 Bq/kg, 与第二期本底调查值 0.043 Bq/kg, 0.064 Bq/kg 相比基本一致。人工放射性⁵⁸Co, ⁶⁰Co, ⁵⁴Mn 等核素均小于 γ 谱探测限。软体动物中^{110m}Ag 1999 年度监测结果平均值为 0.41 Bq/kg, 仅为环境影响报告中稀释因子为 4 倍海域预计值 (11 Bq/kg) 的 3.7%, 且^{110m}Ag 浓度水平近年有明显下降趋势。

4) 鱼类 1999 年度我们采用下列三种途径采集该海域的鱼类样品: 采集东山渔民网养的鲷鱼等, 请东山渔民到进水口附近海域捕鱼, 购买东山渔民在大亚湾海域捕捞的鱼。对采集的样品进行总 α, 总 β, γ 谱分析, 部分样品进行⁹⁰Sr 及有机氚分析。分析结果显示, 除⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs 的含量在本底值范围内波动外, 未探测到其他可归于电站废液排放的人工放射性核素, 这表明大亚湾海域鱼类未受到核电站废液排放的影响。

5) 海藻中放射性水平 为了解^{110m}Ag 在大亚湾海域海洋环境介质中弥散及在海洋生物中的吸附情况, 1999 年度环境科仍重点监测了大亚湾海域中藻类的放射性水平。全年在大亚湾海域沿岸 8 个站位采集 11 个藻类样品, 全部藻类样品进行 γ 谱、总 β 及⁴⁰K 测量分析。在整个西大亚湾水域马尾藻样品均可测出痕量的^{110m}Ag, 与往年不同的是在大鹏湾出口处大辣甲等岛屿附近采集到的马尾藻中, ^{110m}Ag 含量已小于 γ 谱仪的探测限。马尾藻中^{110m}Ag 浓度水平与 1998 年相比大幅度降低, 这与近年来 GNSP 采取了一系列措施降低排放废液中放射性水平相关。1999 年全年废液排放的除氚放射性核素排放量只相当年排放限值的 0.67%, 1999 年监测结果藻类^{110m}Ag 平均值为 0.11 Bq/L, 而 1998 年为 0.26 Bq/L, 1999 年藻类^{110m}Ag 最大值为 0.18 Bq/kg, 降为 1998 年最大值的 8.2 分之一。藻类样品⁵⁸Co 放射性核素含量均小于 γ 谱仪探测限。所有各站点样品中¹³⁷Cs 的浓度水平在 0.035 Bq/kg 到 0.098 Bq/kg 之间, 平均值为 0.061 Bq/kg, 与本底调查时 0.082 Bq/kg 的水平相比, 无显著差异。

6) 因核电站正常运行期间仅有极少量的化学物质来自于水处理厂的絮凝、树脂再生工艺、循环冷却水的加氯系统等, 放电站现暂未装备一般工业污染物的监测设备。有关非放射性液态污染物的监测, 采用每季度定期从排水口取样送深圳环保监测站分析的方式来进行监督, 监测项目为 COD, BOD₅、氨氮类、石油类、pH 值等。分析结果显示, 送检海水样品(除 9 月海水样品氨氮外)符合一、二级海水标准(海水水质标准 GB 3097—1997)。9 月份送检样品中氨氮分析结果偏高, 初步分析原因为该季节乃大亚湾地区的台风、暴雨多发季节, 地面较多有机物冲入大海造成海水氨氮偏高。

(7) 1999 年度环境质量评价(关键核素: ^{110m}Ag, 关键居民组: 渔民, 关键途径: 食入)

根据 1999 年度环境监测数据和渔民的生活习性, 估算渔民食入大亚湾海产品^{110m}Ag 内照射剂量为 3.8×10^{-7} Sv, 为国家规定年剂量限值的 0.15%, 为全国居民所受天然辐射年有效

剂量均值的 0.016%。

(8) 1999 年度环境监测结论

1999 年度 GNPS 环境监测工作严格遵循国家环保局批准的《GNPS 环境监测大纲》，并重点加强了海洋方面的监测，一年来的环境样品取样分析可以得出如下结论：

1) 由于 GNPS 采取了一系列措施，降低了废液中放射性核素^{110m}Ag 排放量，海洋生物及海洋沉积物中^{110m}Ag 的浓度水平与 1998 年度相比明显下降。海洋生物及海洋沉积物的监测结果显示：1999 年度由于 GNPS 向海洋排放的放射性物质总量远远低于国家环保局批准的年排放限值的水平，周围海域环境放射性水平影响远远低于国家环保局审核批准的 EIR 报告中所预期的水平。

2) 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，1999 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基本一致，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。

3) 自 1994 年在核电站内东北方位的 PRI 地下水井中测出过痕量氚以来，1999 年度的监测结果表明地下水中氚比活度水平没有进一步升高的趋势，但需继续关注。

4) 海水样品中氚含量个别月份明显高于本底水平，这是由于核电站液体流出物非均匀排放及采样日期与液体流出物排放日期间隔较近，液体流出物未被大海充分稀释所致。

5) 大亚湾核电站运行 6 年来，陆地和大气环境样品中辐射水平在本底范围之内，海洋样品虽然个别时段检测到核电站排放的人工放射性核素^{110m}Ag，但不会对环境产生显著影响。大亚湾核电站近年加强了流出物排放管理，降低了流出物的排放量，使海洋生物^{110m}Ag 放射性水平呈逐年降低趋势。

表 2.1.3.5-1 1999 年度大亚湾海域采样、分析一览表

监测介质	频度	采样点数	年采样数	采样地点	总 β	⁴⁰ K	⁹⁰ Sr	γ 谱	³ H	
海水	S 站海水*	半年	3	6	S4, S5, S29	6	14	6	6	14
	SW 站**	半年	2	4	SW12, SW13		4			4
	近海岸水	月	1	12	专家村		7			12
	近海岸水	半年	4	4	东山、沙缸下、螺汗角等		4			4
沉积物	潮下带	季	9	18	S4, S5, S29, SW13	18		2	18	4
	潮下带	年	2	2	专家村、东山等	2			2	
	潮间带	半年	9	14	东山、SB6	14			14	
甲壳动物	墨鱼	半年	2	3	东山、澳头	3	3	1	3	2
	虾	半年	1	2	西大亚湾	2	2	2	2	2
	虾	年	1	1	南澳(对照点)	1	1	1	1	
	虾蛄	半年	1	2	西大亚湾	2	1		2	
	梭子蟹	年	1	1	西大亚湾	1	1		1	
软体动物	牡蛎	年	1	1	西大亚湾	1	1	1	1	
	青口	年	2	2	东山、澳头		1	1	2	
	鱿鱼	年	1	1	东山	1		1	1	
	珍珠贝	季	2	8	东山养殖场、澳头	6	4	3	8	3
	东风螺	半年	1	2	西大亚湾	2	1	2	2	2

续表

监测介质	频度	采样点数	年采样数	采样地点	总β	⁴⁰ K	⁹⁰ Sr	γ谱	³ H
鱼类	鲮鱼	年	1	1	东山网养	1	1		1
	鲈鱼	半年	1	3	东山网养	3	1	1	3
	红鱼	年	1	1	东山网养		1		1
	乌头鱼	年	2	2	设备码头	2	1		2
	其他鱼类	半年	1	1	南澳(对照点)	1	1		1
马尾藻	年	8	11	沿西大亚湾海边等8个采样点	11	7	3	11	2
合计		57	102		77	55	24	82	48

* 不包括排放渠海水 ** SW站为广东监测中心采样位置

表 2.1.3.5-2 1999 年度陆上环境监测、采样、分析一览表

监测介质	频度	采样点数	采样点	全年采样数	总β	⁴⁰ K	⁹⁰ Sr	γ谱	³ H	环境γ
空气	辐射量率	连续	ASI, AS2, AS3							
	累积照射	季	37							128
	环境γ	月		01楼等24个点						288
	气溶胶	日	3	ASI, AS2, AS3	1087	2174				
	气溶胶	月	3	ASI, AS2, AS3	36				36	
	空气中碘	月	3	ASI, AS2, AS3	36				36	
水	雨水	月	2	ASI, EM	10	10	10	4	4	10
	地表水	季	4	大坑, 岭澳, 枫木浪水库	16	16	16			16
	饮用水	季	2	01楼、水头	8	8	8			8
	地下水	月	2	PR1, P5	24	24	24	4	4	24
土壤	表层土	半年	6	鹏城、惠东等	12	12			12	
	沉积物	年	2	岭澳水库 大坑水库	3	3			3	
水果	柑橘	年	2	鹏城、惠东	2	2	2		2	
	荔枝	年	2	鹏城、惠东等	4	2	1		4	1
植物	叶菜	年	5	鹏城、惠东、葵涌	6	5	2		6	
	萝卜	年	3	同上	3	3	2		3	
	大米	年	1	鹏城	1	1	1		1	
	现场草	年	1	现场	1	1	1	1	1	1
动物	鸡	年	3	鹏城、淡水、惠东	4	4	2		4	
	淡水鱼	年	2	鹏城、惠东	2	2			2	
指示生物马尾藻	年	1	水库旁	2	2	2	2	2	1	
合计				1257	2269	71	11	120	51	416

表 2.1.3.5-3 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/%	效率/%	测量时间/min	本底/cpm	样品量	探测下限
γ 吸收剂量	连续测量	γ 辐射连续监测仪, 远程 γ 辐射监测仪站			连续			
	瞬时测量	LB133 手提式 γ 剂量率仪			瞬时			量程 $10^{-8} \sim 1 \text{ Gv/h}$
累积剂量	TLD 元件: LiF (Mg, Cu, P)	RGD-3						0.5 mrad
水中氚	蒸馏法制样, 测量用 tritonx-100, $\text{C}_6\text{H}_6(\text{Cl}_3)_2$ 的闪烁混合液	Quantulus 1220 超低本底液闪谱仪		20	1420	1		1.2 Bq/L
总 β	气溶胶	用 φ50 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	45	300	3.5	空气样 144 m ³	$1.3 \times 10^{-4} \text{ Bq/m}^3$
	排放渠水	蒸发法, β 测量		22	200	1.2	海水样 100 mL	270 Bq/m ³
	生物	灰化法, β 测量	LB770/5PC 10 路低本底 α/β 测量仪	28	400	0.8	灰样 2.5 g	5.0 Bq/kg(灰)
	土壤	烘干, 筛选法, β 测量		22	400	0.8	土样 4 g	3.9 Bq/kg(土)
	淡水	蒸发法, β 测量		45	400	0.8	水样 1 L	7.7 Bq/m ³
	海水	铁明矾-氟化钡沉淀法, β 测量		45	400	0.8	海水样 3 L	2.6 Bq/m ³
生物	发烟硝酸法, β 测量 (A)	LB770/5PC		70	35	1440	灰样 10 g	0.38 Bq/kg(灰)
⁹⁰ Sr	土壤	HDEHP 萃取色层法, β 测量 (B)	10 路低本底 α/β 测量仪	70	35		土样 200 g	19 mBq/kg(土)
	淡水	(GB 11222.1-89)		75	35	0.8	水样 10 L	0.38 Bq/m ³
	海水			70	35		海水样 5 L	0.8 Bq/m ³
	水	火焰光度法 (Li 内标法)	GGx-6B 原子吸收谱仪				水样	6.2 mBq/l
γ 谱	生物	(GB 11338-89)					灰样	0.26 Bq/g
	气溶胶	直接测定空气滤膜 γ 谱	EG&G ORTEC	4.6	1333	0.15	空气样 4320 m ³	$4.1 \times 10^{-5} \text{ Bq/m}^3$ ¹³⁷ Cs
	碘	用 φ50 mm 的活性炭盒采样器抽取空气样	P-TYPE	3.8		0.26	560 m ³	$5.1 \times 10^{-5} \text{ Bq/m}^3$ ¹³¹ I
	生物	灰化法, γ 谱测量	HEGe D, [CEM-70215-S]	3.6		0.39	灰样 30 g	1.2 Bq/kg(灰) ¹³⁷ Cs
	土壤	直接测定细干土 γ 谱	N-TYPE HPGe D [GMY-40210]	2.1		0.46	土样 200 g	0.34 Bq/kg(土) ¹³⁷ Cs
	淡水	蒸发法, γ 谱测量		2.2		0.14	水样 25 L	1.5 Bq/m ³ ¹³⁷ Cs
	海水	亚铁氰化钴钾沉淀法 γ 谱测量	低本底 γ 谱仪	3.7		0.49	海水样 100 L	0.40 Bq/m ³ ¹³⁷ Cs

2.1.3.6 环境保护工作

1. 综述

保护环境是我国的一项基本国策,是实施可持续发展战略的关键。大亚湾核电站非常重视环境保护工作,核安全和环境保护已成为公司的一项基本政策。大亚湾核电站自投入商业运行以来,三道屏障保持完整,三废与环保设施运转正常,未发生向环境异常排放事件,放射性排放远远低于国家规定的标准,对电站周围公众造成的辐射剂量也远低于天然辐射照射对人体产生的剂量水平。1997年公司荣获了“全国环境保护先进企业”称号。公司继1998年被深圳市定为“深圳市环境教育基地”之后,1999年又被广东省命名为“广东省环境教育基地”。

为了进一步提高公司的环境管理水平,1996年公司就开始了ISO 14001环境管理体系(EMS)认证工作。从制定公司环境方针、识别和评价环境因素与重要环境因素、建立环境管理组织机构体系、文件体系到内审和环境管理评审,做了大量积极有效的工作。1999年4月15日通过ISO 14001环境管理体系(EMS)认证审核,获得国家环保总局华夏环境管理体系审核中心颁发的ISO 14001 EMS认证证书。

2. 公司环境保护组织机构

公司建立了以环境管理者代表和环境管理体系协调组为基础的网络化环境管理组织。公司总经理任命了公司副总经理及部门经理为环境管理者代表和副代表,负责全公司的环境保护工作,成立了以生产部安全经理为组长,由生产部、维修部、秘书部、质保部管理和专业人员组成的EMS协调组,负责实施和保持公司环境管理体系的各项工作。在原有管理机构的基础上,公司各部、处确定了部门EMS体系责任人和协调人,负责各部门的环保工作。

3. 环保培训和宣传

1999年初,公司举办了各部、处环境管理责任人及培训负责人参加的环境管理培训研讨会,就公司EMS体系的运行及环境保护工作存在的问题进行了研讨,随后开展了全员环境保护培训。5月份,公司组织了两期ISO 14001 EMS内审员培训班,共48人参加培训,全部获得了国家环保局华夏环境管理体系审核中心颁发的内审员培训合格证,加上1997年内审员培训合格的12人,公司已有60人获得内审员培训合格证书。8月份,公司还请华南环保研究所的专家,进行了非放射性环境管理培训。

1999年,公司已将环保培训纳入公司授权培训进行管理,保证公司所有员工经过环保培训后才能上岗。

为教育员工,保护环境,公司在南门树立了一块宣传牌,宣传公司的“遵守法规,安全运行,减少排放,节约资源,持续改进,保护环境”的二十四字环境方针。6月初,公司组织开展了“6.5世界环境日”环保征文和“爱我大亚湾,清洁大亚湾”清洁海滩和现场环境卫生活动,还协助广东省核学会、广东省电视台拍摄了“走进核电”环保宣传片,在广东电视台播出后取得了良好的效果。

1999年,公司同广东省环保局合办了“环境”杂志刊物(共12期),为宣传核电是清洁的能源和公司的环保形象起到了一定作用。

4. 建立公司环境管理文件体系

为满足ISO 14001标准的要求,使环境管理纳入公司正常管理体系,公司编写了“环境管理手册”,对公司环境管理工作进行政策性指导,并在PQOM体系的基础上,修订、增加了环境管理方面的程序30多个,形成了以“环境管理手册”和相关程序为基本框架、与公司原管理体系兼容的环境管理文件体系。

为解决全公司文件统一管理问题,公司建立了管理程序手册(CMPM),编写了“公司程序编写管理程序”,规定公司各部(包括秘书、人事、财务、审计部)所有文件都由资料处统一管理,已在1999年实施。

5. 建立 PDCA 循环、持续改进机制

根据 ISO 14001 标准,建立了一套具核电特色的环境因素与重要环境因素识别、评价体系,通过对体系 17 个要素的控制,特别是对重要环境因素的控制,保持了公司环境行为的持续改进。1999 年公司共评价出环境因素 177 个,重要环境因素 93 个,制定重要环境因素管理方案 13 个。1999 年,放射性三废排放控制良好,远低于公司环境管理方案中制定的目标。惰性气体排放量只是国家批准年排放限值的 2.26%,液态中除氙外核素排放只是国家批准年排放限值的 0.67%,固体废物产生量 184.61 m³。

结合公司实际情况,建立了与公司质保监查有机结合的环境管理体系审核程序和方法,把环境管理体系审核纳入公司内部审核的正常管理,既满足了 ISO 14001 标准要求,又避免了重复性工作,节省了资源。

6. 公司的环境治理

公司建立 ISO 14001 环境管理体系以后,加大了环保工作力度,投入了大量资金用于环境治理,使核电站环境更加优美。环境治理主要项目简述如下:

(1) 为解决或减少海面泡沫漂浮问题,在排放渠增加了一套加消泡剂消泡装置,1999 年底投入运行。使用后,消泡效果良好,海面上基本没有泡沫漂浮;

(2) 为减少常规岛废水的排放和厂内生产用水的消耗,1999 年电站对 2 号机组蒸汽转换器泵轴承冷却水管路进行了改造,改成闭路冷却水循环。使原来直接排入常规岛废液收集系统的冷却水不再排放。改造后,不但每天节省了 40 m³ 水,而且明显减少了常规岛废水的排放量;

(3) 为保护臭氧层不受损害,公司制定了消耗臭氧层物质替代方案,对消耗臭氧层物质 R12, R22 的使用进行了严格控制。截至 1999 年底,公司更换了 680 具便携式哈龙灭火器,5 具推车式哈龙灭火器, R12 消耗 700 kg, R22 消耗 650 kg。公司还计划对核岛冷冻水系统进行改造,用新型制冷剂更换消耗臭氧层物质 R12;

(4) 为加大现场环境整治力度。1999 年公司投入 300 多万元对海滨道路和电站东部地区进行整治和环境美化、绿化。如今,公司绿化面积已达 50 余万平方米;

(5) 为增加生活污水的处理能力,1999 年公司投入了 1 000 万元资金,新建日处理能力 1 500 吨的污水处理站和扩建专家村的污水处理站,保证公司现场生活污水全部经处理后排放;

(6) 对现场产生的生活垃圾、工业废物,严格按制定的程序进行管理,并交给有环保部门认可的承包商进行处理。对暂时不能处理的废灯管、废电池实行以旧换新、全部回收,固定地点存放;

(7) 为降低“白色污染”,1999 年 4 月公司就开始停止使用不可降解塑料饭盒

7. 节能降耗工作进一步深入

在 1998 年节能工作的基础上,1999 年公司进一步健全了节能管理制度,大力开展了节能宣传工作,建立了节能工作月报、指标评价及月会制度,编制了大型耗能设备清单,启动了厂用电设备优化运行的节能降耗工作,加强了厂内外用水量的统计分析,提出了节水控制目标并定期进行跟踪和评价。

经过努力,节电、节水小组基本摸清了公司的用电、用水状况,为 2000 年的节能工作

打下了坚实的基础。

作为降耗重点的 18 个月换料工作 1999 年也全面展开，第七、八循环已开始提高燃料富集度及加深燃耗，逐渐向 18 个月换料过渡。

1999 年，公司对复印纸的消耗制定了管理措施进行控制，对各部门用纸实行限量领用，如尽量使用双面复印、尽量利用废纸作打印草稿和临时文件等。公司还建立了内部网络，充分利用网络电子分发，不但减少了纸张的用量，还大大提高了工作效率。

8. 生活污水管理加强

目前，GNPJVC 征地范围内共有六个生活污水处理站，其中五个运行，一个在建。电站内 3 个：ED1，ED2 和 ED3（日处理能力分别为 250 m^3 ， 55 m^3 和 55 m^3 ）；电站外 3 个：北区、专家村（包括扩建）和新建污水站（日处理能力：北区污水站 500 m^3 ，专家村原污水站 2500 m^3 ，扩建污水站 1500 m^3 ，新建污水站 1500 m^3 ）。

1999 年，公司加强了对污水站的监督管理，环保工程师每周定期巡查，发现问题及时解决。

为增强生活污水检验的准确性，投资 11 万元改造了承担公司污水检验工作的专家村化验室。重新装修了房间，更新了老式化验设备，并定期开展同深圳市环保监测站数据比对工作。

1999 年专家村化验室的监测结果显示，生活污水处理效果良好。在每月定期监测的厂区、北区、西区三个污水站中，北区污水站处理效果最好（ED2 和 ED3 未进行每月检验，而采取抽查方式），且处理后的废水复用绿化浇地，厂区（ED1）稍差。

按广东省近岸海域功能区划，核电站附近海域被划分为三类海域，从 1999 年 7 月开始执行二级污水排放标准。为使核电站周围环境更清洁，公司决定还按照一类排放标准来严格要求。

2.1.4 物资消耗

2.1.4.1 水库淡水储量及除盐水生产

1. 水库淡水储量

1999 年拥有 120 万 m^3 库容的大坑水库和 520 万 m^3 的岭澳水库正式实行了相互之间的调水，极大提高了整个核电站地区的淡水资源储量，保障了大亚湾核电站的生产、岭澳核电站的建设以及生产和建设人员的生活用水。基本上扭转了过度依赖天气的局面。全年用水比较宽松。

由于实现了水库间的调水，大坑水库除 6 月初使用三孔闸蓄水向岭澳水库送水外，1999 年大坑水库的水位都控制在设计的最高水位 30.6 m 以下，保证水库大坝安全。2000 年也将按此方式运行。

1999 年大坑水库总计提供生活用水 233.7 万 m^3 ，同时供应生产用原水 69.1 万 m^3 。1999 年大坑水库库容与降雨量情况见图 2.1.4.1-1。

2. 除盐水生产

1999 年 YA 制水车间共处理生水 69.1 万 m^3 ，其中 SED 水的用量比去年降低 35.6% ，情况较好。SER 水的用量比去年多用 1.2 万 m^3 ，这主要是因为 OSER402BA，2ASG001BA 检修用水及机组大修中在热停堆停留时间长，三项用水相加超过 1.2 万 m^3 ，说明 SER 水用量属正常情况，二回路主系统的严密性较去年有提高。SEP 水用量则增长了 9.5 万 m^3 ，这个情况已

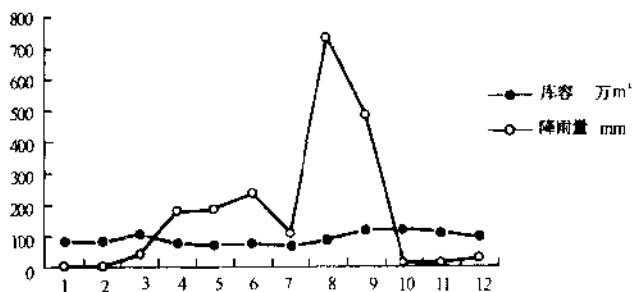


图 2.1.4.1-1 大坑水库每月平均库容和降雨量统计

引起重视，并加以控制。

1999 年制水情况见表 2.1.4.1-1。

表 2.1.4.1-1 除盐水生产量和消耗量

月份	生水	生水排放率/%	除 盐 水			生活用水	SER	SED
			管线 1	管线 2	总量			
1 月	60 812	0.00%	10 933	12 137	23 070	23 372	19 231	3 839
2 月	45 246	0.00%	4 932	4 268	9 200	23 186	7 339	1 861
3 月	69 133	0.00%	14 103	15 193	29 296	22 034	25 761	3 535
4 月	57 626	0.00%	8 209	10 263	18 472	22 326	16 625	1 847
5 月	54 652	0.00%	8 088	8 008	16 096	18 484	13 580	2 516
6 月	58 969	0.00%	8 679	7 753	16 432	24 804	13 010	3 422
7 月	53 008	0.00%	7 470	7 767	15 237	20 972	11 128	4 109
8 月	58 440	0.00%	7 392	7 842	15 234	27 575	13 008	2 226
9 月	49 759	0.00%	5 853	6 256	12 109	21 570	9 265	2 844
10 月	55 057	0.00%	9 007	7 906	16 913	19 942	14 338	2 575
11 月	58 290	0.00%	7 687	6 623	14 310	25 410	12 930	1 380
12 月	69 843	0.00%	12 399	13 579	25 978	26 815	22 010	3 968
总计	690 835	0.00%	104 752	107 595	212 347	276 490	178 225	34 122

2.1.4.2 化学试剂的使用与评价

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

1999 年上述试剂的用量见表 2.1.4.2-1。

表 2.1.4.2-1 1999 年大宗化学试剂用量

硼 酸	9.25	氨 水	22.19
氢氧化锂	0.028	液 氨	0.8
30% 氢氧化钠	30	联 胺	12.15
50% 氢氧化钠	90	次 氯 酸 钠	1100
盐 酸	149	磷 酸 三 钠	1.25
三氯化铁	60		

1. 硼酸和氢氧化锂

作为一回路中子吸收剂的硼酸的用量与1998年持平,基本正常。

氢氧化锂主要用于调节一回路的水质,防止一回路管道和设备的腐蚀,其最大用量是在反应堆启动的升温过程中补充稀释的氢氧化锂。越及时补充其用量越大,化学控制水平越高。

2. 氨水、液氨和联胺

作为二回路碱化剂的氨,1999年用量比1998年略有升高。为减少二回路的腐蚀保护重要的设备,1999年二回路的加氨量维持在较高的水平,同时ATE系统在运行中消耗了液氨,在运行方式稳定之后,总的氨消耗量将保持这个水平上。

3. 盐酸和氢氧化钠

二者主要应用于SDA和ATE系统树脂的再生和废液的中和。1999年ATE系统的运行时间很短,再生和废液中和次数减少很多,盐酸和氢氧化钠的用量分别降低了77%和68%(总量),同时ATE系统用水减少反过来又降低了SDA系统的酸碱用量。因此优化系统运行有助于减少运行成本。

4. 次氯酸钠

YA制水车间的用量为8t,但在CTE系统检修过程中,CTF使用的次氯酸钠量比较大,因此总量显著增多。

5. 三氯化铁

三氯化铁已经连续五年维持在SDA系统每生产1万t除盐水消耗1t的水平。

6. 磷酸三钠

1999年各含磷酸三钠的冷却水系统基本正常,总用量与1998年持平。

2.1.4.3 外购电

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

外购电费由基本容量电费和电能电费两部分组成。基本容量电费是根据运行变压器的容量需要交纳的费用,与实际耗电量的多少无关。220kV水核线运行变压器总容量为82MVA,由于辅助变压器长期处于备用状态,根据与深圳供电局的协商意见,计费有效容量为水核线变压器总容量的30%即24.6MVA。电能电费是电能电价与实际用电量的乘积,电能电价由深圳物价局规定。

1999年10月之前,基本容量电费的计费标准为:5000kVA以下部分按每月22.00元/kVA;5000kVA以上部分按每月25.00元/kVA。因此,每月基本容量电费为22.00元/kVA×5000kVA+25.00元/kVA×(24.6×1000-5000)kVA=600000元(即60万元)。核电站属高需求用户,电能电费计费标准为0.79元/kWh(包括0.03元/kWh的燃料及汇率浮动费),每月每kVA最低用电量为40kWh,实际用电量低于此数时,按此标准计收。因此每月最低用电量为40kWh/kVA×24600kVA=984000kWh,每月至少支付电能电费为0.79元/kWh×40kWh/kVA×24600kVA=777360元(即77.736万元)。

1999年10月后,根据深圳物价局深价[1999]175号文件最新规定,计费标准调整如下:基本容量电价由原标准调整为每月44.00元/kVA,因此每月基本容量电费为44.00元/

$kVA \times 24.6 \times 1\,000\,kVA = 1\,082\,400$ 元 (即约 108 万元)。电能电价调整为 0.76 元/kWh, 每月每 kVA 最低用电量仍为原规定的 40 kWh, 因此每月最低用电量为 $40\,kWh/kVA \times 24\,600\,kVA = 984\,000\,kWh$, 每月至少支付电能电费为 $0.76\,元/kWh \times 984\,000\,kWh = 747\,840$ 元 (即 74.784 万元), 合计 182.784 万元。

1999 年水核线外购电情况见表 2.1.4.3-1

表 2.1.4.3-1 1999 年核电站外购电统计

月 份	外购电量/kWh	支付电费/元	平均电价/(元/kWh)
1 月	1 881 000	2 085 990.00	1.11
2 月	3 009 600	2 977 584.00	0.99
3 月	1 379 400	1 689 726.00	1.22
4 月	1 630 200	1 887 858.00	1.16
5 月	1 254 000	1 590 660.00	1.27
6 月	2 257 200	2 383 188.00	1.06
7 月	2 382 600	2 482 254.00	1.04
8 月	2 508 000	2 581 320.00	1.03
9 月	2 131 800	2 284 122.00	1.07
10 月	2 131 800	2 702 568.00	1.27
11 月	1 755 600	2 416 656.00	1.38
12 月	2 257 200	2 797 872.00	1.24
合计	24 578 400	27 879 798.00	1.13

上表中的平均电价为月度电费与月度用电量之比, 它随月度用电量的变化而变化。当每月用电量大于月度最低用电量时, 用电量愈少, 综合电价愈高, 月度电费愈低; 用电量愈多, 综合电价愈低, 月度电费愈高。

2.1.5 工程及电站改造项目

2.1.5.1 电站改进项目管理

为提高电站改进工作质量, 1999 年我们在如下方面加大了力度, 取得了新的进展:

1. 根据历年实践和经验反馈修改了工程系列程序, 使工作更规范化, 程序的可操作性更强, 保证了工程改进项目的严格控制、跟踪和记录。

2. 加强对工程技术人员的岗位技能和工程系列程序培训。1999 年多次派工程技术人员参加国内有关院所的设计、调试, 集体组织历时近二个月的工程系列程序培训, 并进行了考核。

3. 加强工作过程的质量控制, 各层严格把关。

4. 强调对现场重大技术问题的响应能力和速度。

5. 对重大工程改进项目, 制定计划, 定期跟踪, 提高工作的计划性。

2.1.5.2 最终验收证书保留项

1999 年初, 未关闭的保留项有 7 项, 其中核岛 4 项, 常规岛 3 项。

常规岛3项中,有2项属备件供应问题,在1999年已经解决。另一项是汽轮机厂房温度超设计标准问题。经双方协商,Alstom同意提供改造的设计方案和设备,以增加37%的通风量。设计文件已经完成,计划2000年6月份开始现场实施。

通过JVC和FRA双方的积极推动,核岛4项保留项在1999年取得了较大进展。除了KIR松动部件监测系统误报警问题外,其余3项均已达成了协议,现场的问题基本得到了解决,1项已经具备了关闭的条件,另2个遗留项对应的处理措施正在实施或考验中。

到1999年底,值得关注的保留项只剩下1项,即KIR松动部件监测系统误报警问题。我方认为现有的设计原理不适用于松动部件的监测,要求FRA彻底改造该系统。对此FRA还未答复,需继续交涉。

2.1.5.3 不符合项管理

1. 不符合项管理状况

与前几个营运年度相比,1999年度的不符合项管理有以下新的变化:

(1) 由于大亚湾核电站创造的两台机组不停机不停堆、连续运行的良好业绩,在全年运行期内,很少出现因系统设备故障引发的不符合项报告(NCR)。由统计数字(见表2.1.5.3-1,表2.1.5.3-3)可知,全年新增的126项NCR中,有108项是集中在大修期间发出的,占了绝大多数。其中2号机组第五、六次大修,1号机组第五次大修,分别为30项、35项和43项。其数量呈上升趋势,且比1998年度增加很多。因此,大修期间处理不符合项的活动就显得繁忙紧张。

(2) 面对上述新情况,特别增设了处理NCR的责任工程师ON-CALL岗位。在大修期间,技术支持处各专业的责任工程师昼夜24小时值班,节假日照常。这种安排使报告不符合项的部门有条件及时通告技术支持处相关人员,使不符合项尽快得到处理解决。实践表明,这样做效果明显,既确保了大修进度,也遵从有关程序的规定。

(3) 大修中也还存在报告部门未能重视上述安排,在现场自行处理不符合项后才发出NCR的个别现象。这就使事后无法进行测试、分析、论证和判断问题和原因,也无法确保已处理的不符合项处于安全、技术都可知可控的状态。同时,也不合乎程序规定要求。尽管大修指挥部一再要求,个别现象仍未能完全消除。这就需要今后继续加强宣讲和培训,使所有参与人员熟悉程序,认真遵守,在实际工作中消除违规。

(4) 由于NCR数量增多,大修中相对集中发生,加上对NCR处理过程中的文件工作重视不足,大修结束以后一段时间内有相当多的NCR文件工作出现滞后和拖延。其原因还有NCR文件的审查和签字环节较多。一份原件辗转各处,在传递过程中丢失的情况也屡有发生。技术支持处的责任工程师只得重新准备处理文件,重新取得相关签审意见。这些因素造成在大修之后相当长的时间内,不少NCR处于“OP”状态,或无法及时关闭。对于NCR文件状态与现场实际情况脱节、管理指标难以有效控制的情况,技术支持处加大了管理力度,在生产和维修两部经理层的关注和支持下,积极推动工作进度,收到了明显的效果。

2. 不符合项分类统计

1999年度不符合项报告分类统计情况见表2.1.5.3-1,不符合项报告状态变更见表2.1.5.3-2。

表 2.1.5.3-1 1999 年度新增不符合项报告分类统计

发出部门	发出数量	质量等级				状态			
		QSR	QR	NQR	OP	CR	EW	CL	RE
MEE	6		6		1	1		4	
MIC	10	5	5		2	3		5	
MSM	29	20	9		3	6		12	8
MRM	53	27	25	1	7	8		25	13
OPO	4	1	3		1			3	
MIS	20	11	9		6	7	1	6	
OPH	3	2	1		2			1	
OSL	1	1			1				
OPE	1		1						1
年小计	127	67	59	1	23	25	1	56	22

* QSR—质量安全相关, QR—质量相关, NQR—与质量无关

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

因 1999.12.31 时的状态无及时记录, 此处状态为 2000.3.28 时的状态

表 2.1.5.3-2 1999 年度 NCR 状态变更

总 数	1014/1141	OP 45/54	CR 35/55	EW 13/4	CL 914/999	RE 7/29
增 减	(+127)	(+9)	(+20)	(-9)	(+85)	(+22)
其 中	QSR 348/415 (+67)	22/30 (+8)	18/25 (+7)	11/2 (-9)	293/341 (+48)	4/17 (+13)
	QR 537/596 (+59)	21/23 (+2)	16/29 (+13)	2/1 (-1)	495/532 (+37)	3/11 (+8)
	NQR 129/130 (+1)	2/1 (-1)	1/1 (0)	0/1 (+1)	126/126 (0)	0/1 (+1)

3. 大修不符合项处理情况

1999 年期间先后完成了两台机组的第五次换料大修和 2 号机组的第六次换料大修。关于这三次大修中处理的不符合项情况统计见表 2.5.1.3-3。

表 2.1.5.3-3 大修中处理的不符合项统计

分 类		2 号机组第五次大修	1 号机组第五次大修	2 号机组第六次大修
质量等级	QSR	27	27	27
	QR	19	30	33
处理方案	修理	13	23	28
	改造	4	6	4
	更换	16	7	6
	返工	3	1	3
	照明	10	20	19
专 业	电气	1	3	4
	仪表	5	5	4
	机械	40	49	52

续表

分 类		2号机组第五次大修	1号机组第五次大修	2号机组第六次大修
状 态*	CL	22	28	25
	EW	2	1	1
	CR	18	17	18
	RE	3	8	8
	OP	1	3	8
来 源	计划处理	16	22	17
	大修新增	30	35	43
共 计 项 数		46	57	60

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

此处状态为2000年3月28日时的状态。

2.1.5.4 在役检查和金属监督

1. 核岛在役检查

第五次大修核岛在役检查的主要内容包括:

(1) 蒸汽发生器一次侧传热管涡流检测, 二次侧管板及U形管顶部清洁度电视检查(ITV)以及上部构件的目视检查;

(2) 堆芯中子注量率测量(RIC)系统指套管涡流检测(仅2号机), 测量导管与隔离阀焊缝目视检查;

(3) 控制棒驱动机构(CRDM)和热电偶及贯穿件焊缝目视检查;

(4) 反应堆冷却剂系统阀体目视检查;

(5) 核辅助系统焊缝渗透检测和射线检测;

(6) 反应堆螺栓、螺母的涡流检查;

(7) 核辅助系统容器和热交换器内、外部目视检查;

(8) 1APG 001RF 传热管涡流检测;

(9) 核辅助系统小支管焊缝目视和渗透检测;

(10) 压力容器水压试验。

检查和试验结果表明, 所有受检设备和部件均处于良好状态。

在第五次大修中有许多良好实践值得今后借鉴。例如:

2号机组 RIC 指套管的涡流检查发现 21 根指套管存在明显的磨损缺陷, 其中 8 根达 10%~20%, 另 8 根达 20%~30%, 4 根达 30%~40%, 最严重的 37 号指套管磨损已达壁厚的 58%。由于在第四次大修中已发现该指套管有一处 45% 的磨损伤, 因而做好了对其实施切割移位的技术准备, 所以在第五次大修中首次成功地对严重磨损的指套管(第 37 号)实施下端头切割移位, 使其磨损处避开原磨损位置。这样做不仅可以防止该缺陷进一步加深, 而且节省了过早更换指套管所需的高额费用。

控制棒驱动机构和热电偶外壳目视检查和电视检查(ITV)发现局部有白色痕迹, 经取样化学分析, 显示该白色粉状物不属硼结晶物质。

1号机组反应堆压力容器螺栓、螺母涡流检查发现数个螺栓表面锈蚀严重。进一步目视

和渗透检查未发现锈蚀处的齿根部位有裂纹缺陷。判定这些螺栓可以继续使用，待下次大修再做复查。导致螺栓锈蚀的原因正在调查之中。

蒸汽发生器二次侧管板 ITV 检查发现 1 号机组 1 号蒸汽发生器中有一根长 20 mm 的细铁丝，在 2 号机组 1 号和 3 号蒸汽发生器中发现 $\phi 1 \times 40$ mm, $\phi 0.5 \times 20$ mm 的细钢丝和 8 mm \times 10 mm \times 3 mm 的铁片等异物，并及时将其取出。但 2 号机组 2 号蒸汽发生器中所发现的钢丝状固定异物（位置与上次检查相同），这次仍无法取出。补充涡流检查尚未发现异物对传热管外壁造成磨损。在今后的大修中，该异物区的传热管将作为重点检查对象。

在第五次大修中，首次实施核岛压力容器十年大修水压试验。共有 15 台设备接受试验。试验中查出 2APG001RF 传热管有泄漏，经进一步涡流检查和管板表面渗透检查证实后，对泄漏的传热管及时实施堵管，并重新做水压试验，结果合格。

2. 常规岛在役检查

第五次大修常规岛在役检查的主要内容有：

(1) 汽轮发电机部分

汽轮发电机本体解体的金属部分和各轴瓦、推力瓦、密封瓦、调节阀以及汽动（电动）给水泵、汽动给水泵汽机的零部件的目视检查、渗透检查和超声波检查。

(2) 压力容器部分

ABP, ACO, ADG, AGR, AHP, APU, CEX, CFT, GCT, GGR, GHE, GRH, GRV, GSS, SAR, SAT, STR, VVP 等 18 个系统共 160 个压力容器的内、外部目视检查和气压查漏。

(3) 凝汽器钛管涡流检查

(4) 汽轮机叶片测频（仅 1 号机组）

检查发现以下问题：

(1) 1AHP701RE 进出水室隔板与筒体角焊缝上发现两处裂纹，长度分别为 80 mm 和 70 mm，打磨后裂纹仍存在。经与 GEC 商定，本次大修暂不作进一步处理，监督运行，待第六次大修再将其彻底解决。

(2) 1 号机组汽轮发电机组轴瓦和推力瓦以及电动给水泵、汽动给水泵的轴瓦均存在一条或多条机械划痕，10 号瓦下有一条长 90 mm 的裂纹，已及时更换新瓦。

(3) 两台机组凝汽器钛管经涡流检查均发现管口处海生物结垢堵塞严重，许多管子无法插入探头，需加强检查前的清洗除垢工作。

检查最终结果表明，除个别设备仍存在轻微缺陷，需监督运行外，其余受检设备均处于满意状态。

3. 金属监督

(1) 金属材料的化学成分分析

1999 年度，对维修或失效的零部件材料 28 项进行了化学成分分析。如 2GCT101VV 螺帽、螺栓材料成分分析，生活区供水管网碳钢管材材料分析和性能比较。

(2) 全面展开 1 号机组和 2 号机组第一根辐照监督管试验及数据分析评审工作

1) 1999 年 2 月第一根辐照监督管（U 形管）已完成系列冲击和拉伸试验。同时，未辐照试样（参考试样）也已完成全部冲击和拉伸试验，并完成辐照监督管试验里程碑审查和签字。

2) 1999 年 5 月完成对 NPIC 辐照监督管试验报告的评审。

- 3) 1999年6月会同 EDF/GDL 专家对 NPIC 辐照监督管试验数据进行评审和技术讨论。
- 4) 1999年7月完成 1, 2号机辐照监督管试验综合报告。
- 5) 1999年8月完成辐照监督管试验补充合同技术附件的谈判及合同生效。
- 6) 1999年10月将 1, 2号机组辐照监督管中子探测片运往法国供 CEA 进行比较分析试验。

试验过程中发现的主要问题有:

- 1) NPIC 未能提所有试样的夏比 V 形冲击断口照片。
- 2) NPIC 数据处理过程中, 在未能提供删除依据的情况下将一些用于拟合曲线的数据点删除。

以上问题正着手督促解决。

(3) 为岭澳核电站现场建设提供相关技术支持

1) 将大亚湾核电站 1, 2号机组 CRF 循环水泵齿轮箱失效评价反馈到岭澳核电站生产准备中, 并敦促承包商实施 CRF 循环水泵齿轮箱的设计改进。岭澳核电站已根据该经验反馈, 更改了 CRF 齿轮箱的设计。

2) 实施对岭澳核电站反应堆辐照监督管裂变探测器、包括材料及设计方案更改的论证。

(4) 完成多项金属失效分析工作, 主要包括:

- 1) 完成 CRF 泵减速齿轮箱失效分析评价报告;
- 2) 1APG001RF 传热管泄漏根本原因分析;
- 3) IDEG201CD 止推轴承失效分析;
- 4) 2RCV224VP 波纹管失效断裂原因分析;
- 5) 2CAR002MT, 009MT 温度探头导管损伤分析;
- 6) 2CRF002PO 齿轮箱解体检查结果及损伤分析。

4. 焊接管理

1999年现场焊接活动涉及 1, 2号机组核岛、常规岛 30 多个系统共 1 000 多道焊缝。通过严格有效的管理, 焊接质量的一次性合格率超过 95%, 达到了焊接质量控制的预期目标。

(1) 焊接文件管理和现场 QC 监督

1999年共准备了 269 份焊接工作指令及相应的质量计划, 审查 15 份大修及改造项目中承包商准备的焊接文件, 审查射线底片约 600 张, 对所设的 300 多个质量控制点 (W 或 H 点) 进行了跟踪, 及时发现并纠正了文件准备、工作实施、焊后检验、文件填写等过程中存在的错误, 有效防止了焊接缺陷的发生。

主要的焊接活动包括:

- 1) 处理常规岛 GSS 和 AHP 应急疏水控制阀阀笼底部冲刷、汽蚀问题;
- 2) 燃料传输水池底部砸痕处理的焊接工作;
- 3) 核岛 2RCPO60/062MT 一回路温度探头更换管座焊接;
- 4) 核岛阀门 (SEREG 阀) 检修的密封焊接;
- 5) 核岛蒸汽发生器水位测量装置倒坡的校正和焊接。

(2) 焊工资格管理

1999年对在核电站维修中承担维修工作的二三公司、东北核电建设公司和淮南电力检修公司的 29 名焊工进行了共 88 人次的考核, 通过考核确认各焊工的工作范围, 避免了无资

格人员的上岗操作，确保焊接质量。

(3) 焊接材料管理

根据物资仓库的库存情况，制定年度采购计划，验收了到货的 6 批焊接耗材。对 4 批药皮焊条按 RCCM 标准进行了焊接工艺性能鉴定试验，使其中的两批使用期延长至 2000 年初。

(4) 焊缝数据库的编制和维护

为跟踪大亚湾核电站投产后核岛焊缝的状态，避免在焊缝同一部位补焊次数超过 3 次，同时对核岛 SEREG 阀的检修次数进行跟踪，以便提醒静机处及时更换。1999 年编制了焊缝数据库，并将以往所有的焊接工作记录输入该库。

2.1.5.5 工程文件更新

1999 年度完成 16 个改进项目的 74 份文件的一类临时文件制作，39 个改进项目 652 份正式文件修改，以及 151 个文件修正申请共 809 份文件的修改。

经过精心整理，流程图已有相当完整的计算机文件，在与基准文件核对完毕后，并在公司已实现计算机联网的条件下，自行开发了网页，实现数据和文件网上共享，方便工程技术人员的使用。

继续进行 1998 年度已开始启动的常规岛部分 67 个系统的阀门清单核查工作，整理出相应数据库。

通过工程技术人员的不懈努力，在 1999 年度不同版本文件的问题中，除余下 80 份左右无法处理外，其余 800~900 份不同版本文件已通过文件修正申请的方式升版并归还基准库，使得这一从工程部文件移交后就一直遗留的问题得到圆满解决。年底提交了技术报告，记录了问题的产生原因及解决办法。

1999 年度 DAMI 项目（文档复合管理信息系统）已与上海集高公司签订合同，标志着电站文件即将实现网上管理。通过 DAMI 项目的实施，技术支持处将实现以下两个目标：

1. 实现改进项目申请、工程服务申请、文件修正申请、不符合项报告和物项替代申请在网上工作，所有信息都通过计算机网络交流。
2. 图纸文件的修改完全实现计算机绘制，取代手工修改图纸的操作。

2.1.5.6 新增工程项目

1999 年，我们共完成改进项目的初步设计 47 项，详细设计 45 项，关闭改进项目 97 项，关闭工程服务申请 331 项，现场实施改进项目 33 项。其中包括：减少 VVP/ARE 管道阻尼器、改进 PMC 气动马达、更换 4 组新型先导燃料组件、反应堆冷却剂净化流量改进、氮冷器改进、RRI 泵叶轮改造等，取得了良好效果。1999 年完成的主要工程改进项目见表 2.1.5.6-1。

表 2.1.5.6-1 1999 年主要工程改进项目

编 号	项 目 编 号	项 目 内 容
1	MR-OTS-980014	2VVP, ARE 系统管道阻尼器减少
2	MR-OPM-960014	2PMC 401DC 气动马达改为电动机
3	MR-OPO-950011	RRA 反应堆冷却剂净化流量改进
4	MR-OTS-980012	2 号反应堆更换 41 组新型先导燃料组件
5	MR-OTS-980024	CRF 电机中性点改造
6	MR-MIS-990024	2 号主变冷油器油管改造

续表

编 号	项 目 编 号	项 目 内 容
7	MR-MTS-990005	2号机组 6.6 kV 配电盘 125 V 电源改造
8	MR-MTS-990012	2LN* 变压器进线开关改造
9	MR-MTS-990014	2CRF 海水管线加装牺牲阳极保护
10	MR-MTS-990006	2CEX 冷凝器水室加装外电流阴极保护
11	MR-OTS-980043	2EAS183/184VB 小支管改造
12	MR-OTS-980023	氢气冷却器改造
13	MR-OTS-980026	2STR 泵轴承冷却水管路改进
14	MR-MTS-990042	2CEX 泵加装密封水进水压力表
15	MR-MTS-990021	GCT/ADC 限位开关改型
16	MR-OTS-980019	2号机组核燃料富集度增加后机组恢复8组控制棒驱动机构在线功能
17	MR-MTS-990018	2GST101/201PO 基座改造
18	MR-OTS 980035	2RRK001/003PO 叶轮更换
19	MR-MTS-990039	9SHY 变压器整流器跳闸回路改进
20	MR-OTS-980034	KZC Y2K 问题改造
21	MR-OTS-970027	北区变电站扩容改造
22	MR-OTS-960003	BA 楼供电、空调系统改造
23		水厂和专家村 二级管网改造

2.1.6 机组换料大修

2.1.6.1 换料大修计划和组织管理

1. 换料大修计划

(1) 大修执行计划

在大修前约 8 个月, 大修计划人员开始从大修十年大纲中打印出年度大纲草稿, 与各执行专业讨论确定预防性维修项目; 工程改造项目一般是在大修前 3 个月最终确定。

大修主要工作项目确定后, 加入到大修参考计划中并以适当逻辑关系相连接, 就可以确定大修的工期; 另外, 大修工期也有可能因电网要求而提前停堆或延长并网。

根据大修参考计划和大修框架计划, 把所有大修活动(包括预防性检修项目、在役检查、工程改造、定期试验、贯穿件试验、性能试验、纠正性检修项目、其他活动等)及其相关活动的信息资料, 以一定的逻辑关系插入到大修参考计划中。

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

(2) 大修预检计划

大修预检活动在大修前一个半月开始, 通过日常运行计划结合预防性维修一起安排, 预大修活动包括:

- 1) 泵站吊车 DMP;
- 2) 常规岛吊车 DMM;

- 3) 核辅助厂房起吊搬运系统 DMW;
- 4) 燃料吊装系统 PMC;
- 5) 照明系统 DN*/DS* (DNR/DSR 除外);
- 6) 应急柴油机水泵、油泵、电机预检;
- 7) 乏燃料冷却系统 PTR;
- 8) 主蒸汽母管安全阀压力整定试验;
- 9) XCA, SKH, SGZ 可用性检查;
- 10) 仪表在 100% 功率下的检查、校验、试验;
- 11) 转动设备振动情况测量;
- 12) 部分电气盘的检修;
- 13) 部分蓄电池放电试验;
- 14) 常规岛安全阀在线校验;
- 15) 压缩空气系统 SAP (若进行安全壳打压试验)。

2. 换料大修的组织管理

(1) 大修组织机构

本年度是换料大修组织机构从项目管理模式向永久性大修组织机构过渡的第二个年头,大修组织机构见图 2.1.6.1-1。大修领导层是由大修协调员、大修顾问、大修经理、大修副经理、计划经理、运行经理、常规岛经理、安全经理、质量经理、QA 经理等 10 人组成的“大修指挥部”,其中:一名生产部副经理作为大修协调员,代表电站负责监督和协调参与大修活动的各个处在大修期间的执行情况;一名维修部经理助理作为大修顾问,对大修活动提出建设性意见;一名大修经理负责组织、指挥整个大修过程;一名大修副经理辅助之;一名计划经理负责整个大修期间的计划安排;一名运行经理负责所有运行活动;一名常规岛经理负责常规岛及 BOP 活动(主要是对承包商)的全面协调管理;一名安全经理负责核安全、工业安全、辐射防护及对核安全局的接口管理;一名质量经理组织 QC 队对大修活动进行独立的质量控制;一名 QA 经理负责大修质保工作。

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

大修执行层的成员来自各相关处,在大修前 3 个月组成大修队,在各专业负责人的直接指挥下开展大修的具体活动;对于涉及到多个专业、接口复杂的大型工作项目,仍成立相应的项目小组。

第六次大修组织机构和第五次大修一样,基本上是由同一批人完成两台机组大修的准备和实施工作。

(2) 大修例会制度

在第六次大修的执行过程中,结合上次大修的经验反馈,大修例会制度作了部分调整,它包括:

1) 早会

时间: 8:05 至 8:20 地点: LX-24 米会议室

主持人: 当班值长

议题: ①运行值长报告前一天的工作完成情况及机组状态; ②安全工程师从核安全角度提醒需关注的机组问题; ③计划工程师给出“大修计划信息”,包括:当天工作票情况、重

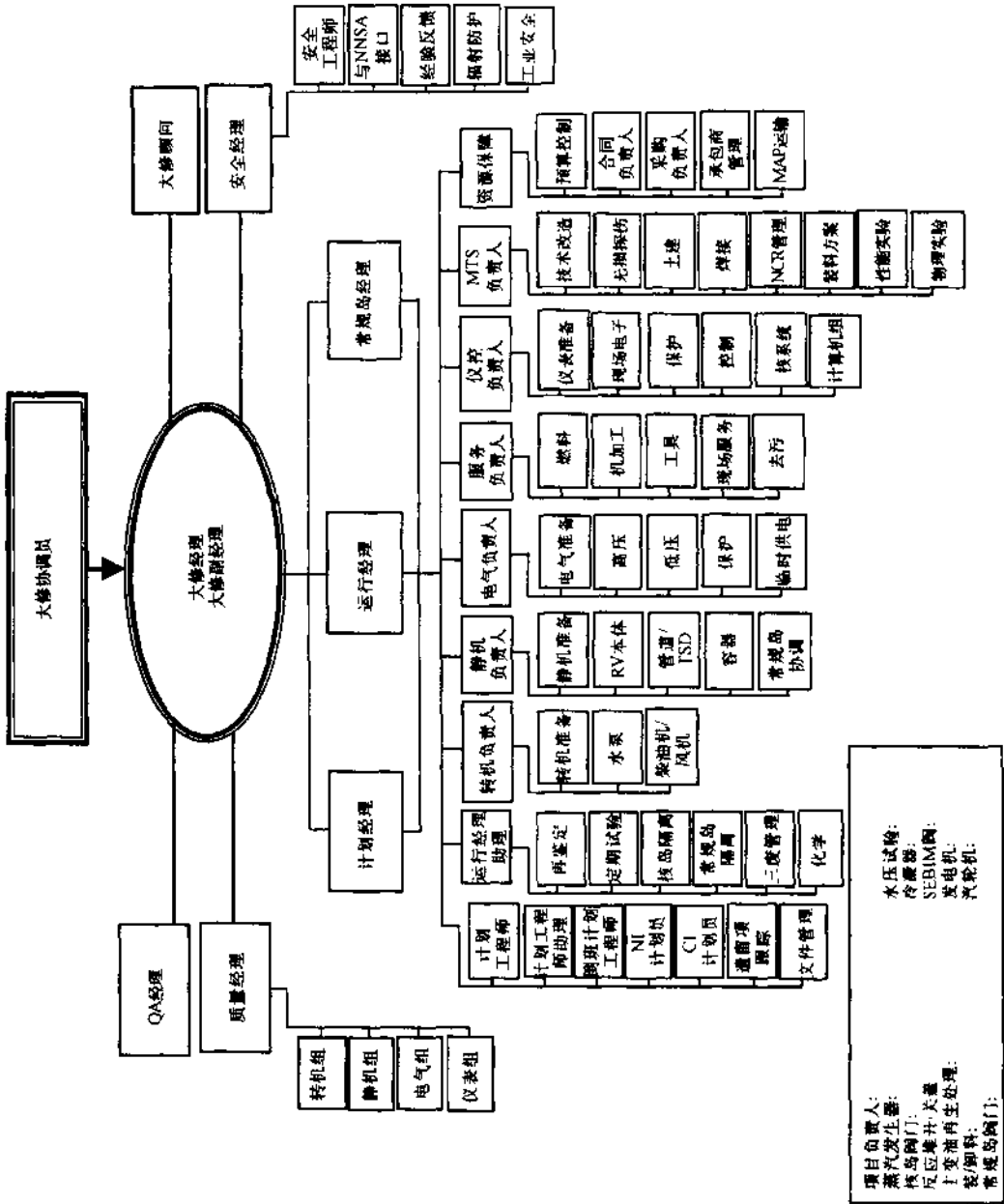


图2.1.6.1.1-1 机组大修组织机构图

大项目或协调上需注意的问题，指明大修关键路径。

2) 常规岛协调会（针对不同承包商，有三个协调会）

时间：8:00 至 9:00 地点：CI 和 BOP 的三个地点

主持人：常规岛经理

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

②各执行处工程师提出需彼此配合解决的问题；

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

3) 大修协调会

时间：11:15 至 11:45 地点：BA-225

主持人：大修经理

议题：①计划工程师、运行经理从各自的角度提出需由相应部门关注并解决的问题；

②监督线（包括安全、质量）发言，指出需普遍关注的安全和质量问题及隐患；

③大修经理总结和协调，会后部分需专门讨论的项目相关人员留下继续讨论并解决问题。

4) 计划会

时间：15:00 至 16:00 地点：BA-206

主持人：计划经理

议题：①计划经理在各专业协调人的配合下完成三天滚动计划的更新和调整，落实关键路径上的工作；②讨论第二天的许可申请；③协调解决各项工作安排的具体细节

5) 大修指挥部会议

时间：17:30 至 17:45 地点：BA-206

主持人：大修经理

议题：各职能经理汇报当天所遇到的问题，会上制定解决方案。

(3) 大修的协调与管理

第六次大修在组织管理上较以往有所区别，主要表现在以下几个方面：

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

2) 组织机构上——进一步明确大修指挥部的协调功能，同时明确指出大修活动是各处的活动，其结果由各处处长负责。

3) QC 队伍——较第五次大修的 QC 队伍规模要小，部分质量检查员来自承包商中有维修工作经验的人员。

4) 安全经理——明确安全经理不仅仅是监督，还要对安全工作负责任，这一条与第五次大修有很大区别。

5) 计划倒班——计划工程师倒班，使每个运行值都能及时拿到最新的大修计划；计划工程师在主控室工作，加强现场协调。

6) 引进新承包商——为满足核电事业滚动发展的需要，第六次大修引入了山东核电工程公司负责常规岛 4 个系统的工作，这不仅对承包商管理引入了竞争机制以进一步提高检修质量，也为今后的二核大修工作奠定了承包商基础。

7) 工作过程——WPMS 通过上次大修的使用, 各处及承包商已能适应, 但在工作包的审查上作了很细的工作, 集中审包。

8) 同行评审——在大修准备期间进行了大修 WANO 同行评审工作, 通过同行评估, 明确了与国际先进电站的差距。

9) 六个明白——工作负责人在开工前必须做到六个明白, 即: ①明白工作内容和程序要求; ②明白备品备件及专用工具状况; ③明白工作时间窗口; ④明白再鉴定标准; ⑤明白接口关系; ⑥明白经验反馈。

2.1.6.2 1号机组第五次换料大修

1. 概况

1号机第五次大修(也作 105 大修, 以此类推)是一个非标准的年度换料大修。按照原定的大修大纲, 顺利完成了所有的预防性维修、在役检查、性能试验、定期试验等项目, 并按计划完成了 RRA 反应堆冷却剂流量管线改造、RIS 21000 $\mu\text{g/g}$ 硼注入箱及再循环回路改造和 CFI 冲洗管线改造等重大改造项目, 以及计划外的大量纠正性维修活动。

在这次大修中, 堆芯内 157 组燃料组件中的 56 组更换为²³⁵U 富集度为 3.2% 的新燃料组件, 并且与其余的 97 组燃料组件根据第六燃料循环的装载图重新布置, 已安全地装回堆芯。

105 大修于 1999 年 1 月 26 日 23:36(解列)开始, 至 1999 年 3 月 12 日 23:40(并网)结束。从解列到并网, 原定目标工期为 44 天, 计划工期为 55 天; 实际工期为 45 天, 比计划工期提前 10 天。

2. 主要检修活动

(1) 核岛部分

1) 反应堆压力容器开/关盖及螺栓孔检查修理;

2) 核岛阀门: 全面解体检查 39 个; 更换阀门隔膜 4 个; 气动头换隔膜 83 个; 安全阀定值检查 69 个; 电动头解体检查 8 个;

3) 核岛下列 8 个容器和热交换器水压试验: RCP002BA, RIS002/003BA, RCV001EX, RCV002BA, RCV002RF, APG001RF, ASC001ZE;

4) 蒸汽发生器 U 形管涡流检查 (SG1: 307 根, SG2: 942 根, SG3: 544 根); 蒸汽发生器二次侧冲洗及 ITV 检查; SG2 二次侧 U 形管顶部目视检查;

5) 三台主泵飞轮的棘爪及销轴的渗透探伤; RCP002PO 飞轮的超声波探伤;

6) RRA 反应堆冷却剂净化管线改进; RIS 21000 mg/L 硼注入箱及再循环回路改进; PMC 换料机定位探头及刹车片改型; 反应堆内下部构件检查;

7) RCP 主泵: 001PO 年度机械检查及电机 6 年检; 002PO 3 道密封 3 年检, 轴承 6 年检; 003PO 2 年检查泵、电机及 2, 3 号密封;

8) LHP/LHQ 5 年检查; RCV003PO 及电机全面检查; RCV002PO 电机和齿轮箱全面检查;

9) VVPO02VV 阀门及驱动头全面检查;

10) 核岛辅助水泵和风机的机械检查;

11) 核岛容器和热交换器的内、外部检查;

12) 核岛支吊架和阻尼器的检查。

(2) 常规岛和 BOP 部分

1) 汽机轴承和轴承座的检查;

2) 低压缸: 3号低压缸全面检查及其转子叶片金属检查; 1, 2号低压缸开缸年度检查; 低压缸中分面冲刷缺陷处理;

3) 发电机抽转子, 全面检查、氢冷器漏气处理及其氢气系统严密性试验; 励磁机全面检查, 励磁机后端轴封和内隔板密封改进;

4) APP101/201/203PO 4年全面检查; APP201TC 全面检查;

5) CEX003PO 全面解体检查; CVI201PO 全面解体检查;

6) CEX 凝汽器内外部清洁检查, 水室防腐, 钛管涡流检查;

7) CRF001/002MO 电机全面检查; CRF 电动机中性点连接方式改进; CRF501-506F1 全面检查;

8) GEV 主变年度检查、试验、换油;

9) GRE/GSE 7个阀门解体检查, 5个阀门操作机构检查, 其他阀门控制机构润滑;

10) GSS 汽水分离再热器内、外部检查;

11) CFI 旋转滤网清扫、油漆及冲洗管线改造;

12) 常规岛和 BOP 容器的内、外部检查;

13) 常规岛和 BOP 阀门的全面解体检查。

3. 主要数据

(1) 预防性维修

核岛机械:	428 项
常规岛和 BOP 机械:	573 项
电气:	225 项
仪控:	449 项
总计:	1675 项

(2) 纠正性维修

核岛机械:	129 项
常规岛和 BOP 机械:	174 项
电气:	85 项
仪控:	465 项
总计:	853 项

(3) 定期试验

运行定期试验:	141 项
仪控定期试验:	141 项
电气定期试验:	14 项
贯穿件试验:	70 项
其他性能试验:	53 项
机械阻尼器台架试验:	41 项
KRT 定期试验:	7 项
JPI 消防试验:	21 项
总计:	488 项

(4) 设备再鉴定

QSR 设备:	160 项
---------	-------

非 QSR 设备:	216 项
总计:	376 项
(5) 工程改造	
改造项目实施:	32 项
改造项目取消:	1 项
总计:	33 项
(6) 不符合项 NCR	
工作结束:	56 项
关闭:	16 项
未关闭:	40 项
取消:	1 项
总计:	57 项
(7) 紧急采购 UMR	
申请项:	61 项
取消项:	27 项
订购项:	34 项
(8) 合同	
合同总数:	17 项
合同结算金额:	406 万美元
大修费用	810.95 万美元

4.105 大修指标完成情况 (见表 2.1.6.2-1)

表 2.1.6.2-1 105 大修指标完成情况

类别	目标描述	目标值	实际值
核安全 (起)	人因引起的运行事件	≤ 1	1
	内部事件	≤ 20	10
辐射防护	集体剂量/人·mSv	≤ 620	603
	个人剂量超过 20 mSv (人)	0	0
	体表沾污 (人次)	≤ 5 人次	3
	体内沾污 (人次)	0	0
	工业安全 (起)	人员重伤以上	0
工业安全 (起)	人员轻伤	2	1
	火灾事故	0	0
	火灾未遂	2	0
	质量 (一次不合格率%)	核岛再鉴定	≤ 2
	常规岛和 BOP 再鉴定	≤ 8	6.5
工期 (天)	目标工期	44	45
	计划工期	55	
成本 (万美元)	大修预算的 95% 以下	899.3	810.95
三废管理	非氚放射性液体排放	国家年度排放限值的 0.2%	0.04%
	放射性惰性气体排放	\leq 国家年度排放限值的 0.5%	0.28%
	放射性固体废物产量	$\leq 50 \text{ m}^3$	18.06 m^3

5.105 大修主要计划进展情况 (见表 2.1.6.2-2)

表 2.1.6.2-2 105 大修主要计划进展情况

序号	里程碑描述	目标计划时间	实际达到时间	计划 / 实际 I 时, h
1	M0: 解列	1999/01/27 00:00	1999/01/26 23:26	-0.5
2	M1: 进入正常冷停堆	1999/01/29 03:30	1999/01/29 04:35	51.5 / 53
3	M2: 打开稳压器人孔	1999/01/31 23:00	1999/02/01 00:40	67.5 / 68
4	M3: 反应堆水池满水	1999/02/03 12:00	1999/02/03 08:00	61 / 55.5
5	M4: 卸料结束	1999/02/07 09:00	1999/02/08 21:00	93 / 133
6	M5: 低低水位开始	1999/02/08 10:00	1999/02/09 21:10	25 / 24
7	M9: 换列	1999/02/13 00:00	1999/02/13 17:00	228 / 249
8	M6: 低低水位结束	1999/02/16 21:00	1999/02/18 18:00	203 / 213
9	M14: 装料开始	1999/02/18 09:30	1999/02/20 09:35	36.5 / 39.5
10	M15: 装料后开始排水	1999/02/22 14:30	1999/02/24 01:39	101 / 88
11	M18: 稳压器人孔关闭	1999/02/26 12:30	1999/02/26 23:15	94 / 70
12	M18a: 离开正常冷停堆	1999/03/03 18:30	1999/03/02 22:30	126 / 95
13	M19: 进入热停堆	1999/03/05 22:00	1999/03/06 12:00	51.5 / 85.5
14	M20: 临界	1999/03/09 06:00	1999/03/10 07:18	80 / 91.5
15	M21: 并网	1999/03/12 00:00	1999/03/12 23:40	66 / 64

6. 放射性废物管理

(1) 废气、废液排放情况

- 1) 惰性气体排放总量为 3.11 TBq, 为年限值的 0.28%;
- 2) 卤素和气溶胶排放总量为 15.74 MBq, 为年限值的 0.042%;
- 3) 液体非氟核素排放总量为 0.375 GBq, 为年限值的 0.04%;
- 4) 液体氟排放总量为 1.12 TBq, 为年限值的 2.04%。

(2) 固体废物产量

- 1) 除盐床: 1 个;
- 2) 水过滤器芯子: 11 个;
- 3) 通风过滤器芯子: 39 桶;
- 4) 技术废物: 47 桶;

经固化后共产生固体废物 18.06 m³。

7. 主要技术问题

(1) 反应堆压力容器底部和下部构件检查结果

1999 年 2 月 9 日对反应堆容器底部进行了检查, 发现 1 号和 3 号出口接管端面局部有轻微划痕 (大部分是旧痕迹), 这些划痕都在可接受的范围内, 底部没有发现异物。

1999 年 2 月 10 日对下部堆内构件进行了全面检查, 检查的主要部位有: 吊篮筒体上、中、下 3 道焊缝; 吊篮法兰上、中、下 3 组定位键接触面; 法兰上喷水管、吊装孔和辐照样品塞; 围板固定螺钉 960 个, 热屏蔽固定螺钉 128 个, 辐照样品支架固定螺钉 42 个; 堆芯下支承柱固定螺钉 95 个, 燃料组件定位销 314 个; 下部支承和 RIC 导套筒结构固定螺钉 449

个；法兰、堆芯下板及下部2块支承板的清洁度。检查发现3组定位键接触面局部有轻微的接触摩擦痕迹，这属正常现象，其余均未发现任何异常。

综合上述检查结果，表明大亚湾核电站1号机组压力容器底部和下部构件一切正常。

(2) ASG003PO 轴瓦缺陷及振动处理

本次大修发现 ASG003PO 驱动端轴瓦乌金面被拉出多个沟槽，而且轴颈也存在两个小沟槽，轴瓦顶部间隙为 0.18 mm，超过标准 (0.10~0.15 mm)。非驱动端轴瓦顶部间隙为 0.15~0.17 mm，超过标准 (0.10~0.15 mm)。ASG003PO 油系统油内存在油漆片和小颗粒之类的杂质。针对以上缺陷，本次大修更换了驱动端和非驱动端轴瓦，用细白布条打磨轴颈表面，去除毛刺，更换了 ASG003PO 油系统内存油，拆开油系统相关管道进行了冲洗检查。

ASG003PO 在热态工况下进行再鉴定，测得驱动端水平方向的振动值为 5.4~5.6 mm/s (GOR 规定振动限值为 5.6 mm/s)。为此重新检查了泵的对中，修刮泵的驱动端轴瓦，重新调整了泵地脚螺栓支撑，在全流量 (200 m³/h) 工况下重做再鉴定，泵驱动端振动值为 3.84 mm/s，其余各点振动值小于 2.41 mm/s，结果合格。

(3) 用 RCP 备件更换 RRA018VP 活塞密封环

解体检查 RRA018VP 后，在回装过程中发现活塞密封环无备件，根据厂家的反馈意见和大亚湾核电站的实际情况，使用 RCP 系统 SEBIM 阀的密封环备件代替了 RRA018VP 的密封环。针对以上备件替换，对 RRA018VP 控制柜进行了以下试验：8.0 MPa 密封性试验；离线进行了两次开启和关闭压力整定值校验；2.5 MPa 时在线对阀门进行了两次开启和关闭压力值试验。试验结果均在允许值范围内，本次密封件的更换不会对 RRA018VP 的启闭压力有影响。

(4) LHQ930ZM 电动电位器的故障及其处理

1999年2月21日，对LHQ进行再鉴定和励磁机5年试验时，当LHQ应急柴油发电机功率升到3 MW，2.4 Mvar时，无功功率出现大幅度下降（最低到零），随后恢复到2.4 Mvar，继续升功率到5.4 MW，3.9 Mvar稳定运行。经调查，原因为励磁调节器电压整定电位器LHQ930ZM接触不良，于是用新备件更换了故障的LHQ930ZM电位器插件，然后重做LHQ再鉴定和励磁机5年试验，结果满意。

(5) 一回路温度探头比对校验报告

RCP 环路2、环路3的流量自调试以来逐年增大，到1998年6月RCP环路2、环路3以及堆芯总流量分别超出机械流量限值的5.9%，5.9%和4.0%。经过详细调查和分析，发现流量超差的根本原因是温度探头性能质量不稳定，造成漂移。本次大修实施了以下处理方案：将法马通带来的两只探头与现场的两只备件比对后确定了参考值，拆下1号机组6只保护通道探头，并与参考值比对，结果表明RCP045/046/047/058/062MT在292℃时阻值下漂超过1℃；拆下用于流量计算的备用探头RCP059/061MT进行比对校验，验证了推算方法的经验公式，修正了 R_0 ，使推算结果与实际校验值之差小于0.1℃；RCP046MT拆卸困难，用44.1 N·m (4.5 kgf·m) 力矩回装后，在2.5 MPa下有微小渗水，卸压后将力矩加大到58.8 N·m (6.0 kgf·m)，渗水现象消除；用备件更换了RCP045/058MT两只探头，作为在线比对数据参考；根据比对校验结果确定了292℃下的温度真实值，计算了新的分度表，并将6只用于流量计算的备用探头进行了修正。105大修结束后，100%功率平台的一回路流量试验结果表明，RCP环路2、环路3基本与调试数据相吻合，且低于机械流量限值，RCP环路1略高于限值，但数据结果一直稳定，基本解决了一回路流量试验结果超差的问题。

(6) RCP 安全阀重新充水、排气情况

2.5MPa 下,对 RCP 系统 SEBIM 阀进行在线动作试验时,发现 RCP018/019/021/022VP 阀门耗水量大大超过标准,经检查根本原因是 SEBIM 阀充水、排气所用的 REA 系统中的水含有过量的气体,为此专门加工了一个除去 REA 系统不溶气体的装置,并使用该装置对 RCP017/018/019/020/021/022VP 进行了第二次充水、排气,重新恢复到 2.5MPa,对以上阀门进行动作试验,开启时间、关闭时间和耗水量均满足标准。

(7) APG001RF 管板密封焊裂纹处理

105 大修期间对 APG001RF 123 根传热管进行了涡流检查,同时根据 205 大修的经验反馈,对传热管和管板的密封焊缝处进行了渗透检查,检查情况和处理结果见表 2.1.6.2-3。

表 2.1.6.2-3 APG001RF 管板密封焊裂纹检查情况和处理结果

传 热 管	缺 陷 情 况	处 理 结 果
R001C001	裂纹长约 5 mm	堵管
R001C003	裂穿(液体渗透检查有渗漏痕迹)	堵管
R001C007	裂纹长约 5 mm	堵管
R002C001	微小裂纹	修补
R001C009	微小裂纹	修补
R014C004(冷端)	气孔	修补

至大修结束,APG001RF 共堵管 8 根,根据 EDF 经验反馈(APG001RF 最多可堵管 17 根),ASG001RF 能继续正常运行。

(8) 压力容器大盖螺栓缺陷处理

1999 年 2 月 19 日,在进行反应堆大盖螺栓、螺母的涡流检查时,发现 12、36、44、45、48 和 57 号螺栓上出现异常信号,进一步目视检查发现,这些螺栓的螺纹表面锈蚀严重,局部还存在材料缺陷,随后用清洗剂除去上述螺栓表面的锈迹,并对其实施渗透检查,发现缺陷区域的螺纹齿根部位未出现裂纹,而且材料缺损均在齿尖或齿面上,经简单修理后可继续使用,不会有核安全风险,锈蚀的原因有待进一步查明。

7. 经验反馈

1 号机组第五次大修共收到 24 小时事件单 90 份,其中定为 LOE 事件 1 起,IOE 事件 10 起。本次大修 IOE 数量是历次大修最少的一次,人因和设备事件各占一半。本次大修发生的以下事件值得我们反馈到以后的大修中:

(1) 1999 年 1 月 25~26 日,一回路稳压器环管氮吹扫取样违规操作,造成高放射性气体排放的风险;

(2) 1999 年 1 月 31 日,RCP081MN 不可用,违反技术规范且延误工期 2 小时;

(3) 1999 年 2 月 2 日,由于协调原因,PMC401DC 干态试验推迟,使得 PMC401DC 的干/湿试验成为关键路径;

(4) 1999 年 2 月 7 日,执行 RCV375VP 气动头全面检查时,工作负责人解体阀门造成少量跑水,但在此项工作的工作指令和规程中,并无解体阀门的要求;

(5) 1999 年 2 月 7 日,EAS001UP 失电,原因是工作负责人在就地 I25DC 上拆装

EAS125VR 电磁阀线时瞬时短路造成的；

(6) 1999年2月9日，在拆除 RCV114VP 进行压力定值校验工作中，尽管工作指令明确规定在阀门的 9TEP 侧加装堵板，但工作负责人凭以往的工作经验将堵板装在阀门的 RCV 人水侧。1999年2月10日按计划启动 RPE001/002PO 往 9TEP 001BA 传水时，水沿着阀门卸流管线倒流跑水，N315，N216 房间被污染；

(7) 1999年2月11日，1号机2号蒸汽发生器首次冲洗电导不合格，这在电站历史上的第一次；

(8) 1999年2月11日开始做 LHP 再鉴定工作，前后共进行了4次才确认满意，使倒列工作推迟18小时；

(9) 1999年2月10日，为了进行 ARE001TY 的射线探伤，打开了 ARE001TY 管段上的堵板，并拆下 ARE502VL 下游的盲板排空管道，探伤完后，未及时回装盲板和堵板。1999年2月17日，按计划给1号蒸汽发生器二次侧湿保养，启动 ASG001PO 后，从 ARE502VL 和 ARE001TY 的堵板处发生跑水；

(10) 1999年2月24日，在处理 KIT 中 RCV404EC 状态异常的过程中，两次引发 RCV 及 RIS 的 48VDC 供电单元 UP 跳闸，UP 的掉电使 RCV082VP 关闭，短时丧失一回路净化功能；

(11) RGL 系统提 N1 棒和 SA 棒时，出现 RGL 报警且闭锁棒提升，提 N12 时 N10 与 N12 组失步，由于 RGL409GD 发生漂移，G 棒下插时触发 RGL003AA 报警；

(12) 1999年3月11日，PT E XEPP001 试验未全部执行，气闸门未打开，说明从准备到工作结束的工作过程的某个环节管理上存在漏洞；

(13) 1999年3月12日，操纵员在开启 VVP 主蒸汽隔离阀时，出现 VVP001VV 驱动机构氮气压力低报警，经检查氮气压力只有 6.0 MPa，比较 1999年1月31日该阀充气时压力值 10.4 MPa，认为该阀有泄漏，但未确定漏点，随后给 VVP001VV 充氮至 11.0 MPa，经几天的记录显示 VVP001VV 阀门驱动机构没有泄漏，认为报警的出现可能与大修期间充气操作有关。

2.1.6.3 2号机组第五次换料大修

1. 概况

根据电站换料大修的中、长期计划，本次大修是一个标准的年度换料大修，计划工期 43 天，目标工期 38 天。本次大修原计划于 1998 年 11 月 21 日零时开始与电网解列，但应电网要求，于 1998 年 11 月 16 日 00:22 与电网解列。1999 年 1 月 3 日 15:20 与电网一次并网成功。

根据第六循环的燃料装载设计方案，本次大修共更换了²³⁵U 富集度为 3.2% 的燃料组件 60 组，与其余组件按第六循环的燃料装载方案重新布置，装回堆芯。在换料大修期间，根据核安全法规和在役检查大纲的要求，对核岛、常规岛和 BOP 的部分压力容器和设备实施了年度在役检查；根据设备十年预防性维修大纲、定期试验监督大纲、已获批准的电厂改造项目以及上一循环中发现的设备缺陷，对核岛、常规岛和 BOP 设备实施了既定的预防性维修、纠正性维修、定期试验和工程改造，主要活动如下：

(1) 核岛部分

1) 换料；

2) 反应堆压力容器开/关盖及螺栓孔检查；

3) 蒸汽发生器 U 形管涡流检查，二次侧冲洗；

- 4) RCP001PO 泵年检, 电机 6 年检;
- 5) RCP002PO 检查 3 道密封及轴承 6 年检;
- 6) RCP003PO 检查 2, 3 号密封;
- 7) RCV002PO 泵及电机全面检查, RCV003PO 电机全面检查;
- 8) EAS/RIS001PO 第五年度轴承检查及机械密封更换;
- 9) LHP/LHQ 柴油机组年检;
- 10) 核岛阀门: 安全阀压力整定 56 个, 气动头更换隔膜及全检 68 个, 解体检查 58 个, 电动头全检 11 个;
- 11) 核岛 6 个容器水压试验: APC001RF, ASC001ZE, RCP002BA, RIS001/002/003BA;
- 12) RRA 反应堆冷却剂净化管线改进。

(2) 常规岛部分

- 1) 汽轮机低压缸末级叶片检查, 发电机年度检查;
- 2) APP: 两列增压泵解体检查, 压力级泵年检;
- 3) APA: 增压泵及压力级泵年检;
- 4) CEX002PO 全面检查, CEX001/003PO 年检;
- 5) CEX: 凝汽器内部清洁检查, 钛管涡流检查;
- 6) GRE 4 个调节气门解体检查, GRE/GSE 6 个油动机解体检查;
- 7) GEV: 主变压器年检;
- 8) MSR 筒体内衬板改进;
- 9) 常规岛阀门检修。

2. 主要数据

(1) 预防性维修

核岛机械:	359 项
常规岛和 BOP 机械:	556 项
电气:	188 项
仪控:	534 项
总计:	1637 项

(2) 纠正性维修

核岛机械:	152 项
常规岛和 BOP 机械:	210 项
电气:	112 项
仪控:	315 项
总计:	789 项

(3) 定期试验

运行部分:	123 项
仪控部分:	144 项
电气部分:	15 项
贯穿件试验:	69 项
碘吸附器和高效过滤器:	28 项
KRT 定期试验:	7 项

总计	386 项
(4) 工程改造	
改造项目:	15 项
工程服务申请:	15 项
总计:	30 项
(5) 不符合项 NCR	
大修前计划:	16 项
大修中新发:	30 项
总计:	46 项
完成:	46 项
(6) 紧急采购 UMR	
申请总数:	309 项
取消:	25 项
(7) 合同总数	43 项

3.205 大修指标完成情况 (见表 2.1.6.3-1)

表 2.1.6.3-1 205 大修指标完成情况

类 别	目 标 描 述	目标值	实际值
核安全 (起)	人因引起的运行事件	1	3
	内部事件	20	34
辐射防护	集体剂量/人·mSv	620	573
	个人剂量超过 20 mSv (人)	0	0
	体表沾污 (人次)	5	3
	体内沾污 (人次)	0	0
工业安全 (起)	人员重伤以上	0	0
	人员轻伤	2	0
	火灾事故	0	0
	火灾未遂	2	2
质量 (一次不合格率%)	核岛再鉴定	2	5
	常规岛和 BOP 再鉴定	8	16
工期 (天)	目标工期	38	43
	计划工期	43	
成本 (万美元)	大修预算 (932 万美元) 的 95% 以下	885.4	751.75

4.205 大修主要计划进展情况

2 号机第五次换料大修共设置里程碑 15 个, 表 2.1.6.3-2 给出了各里程碑的计划目标时间和实际到达时间, 并对每个阶段的工期分别进行了比较。

序号	里程碑	目标计划时间	实际达到时间	计划 / 实际 L时, h
1	M0: 解列	1998-11-21 00:00	1998-11-16 00:22	
2	M1: 进入正常冷停堆	1998-11-22 22:00	1998-11-19 14:45	46 / 86
3	M2: 打开稳压器人孔	1998-11-25 10:00	1998-11-22 20:30	60 / 78
4	M3: 反应堆水池满水	1998-11-27 20:00	1998-11-25 20:13	58 / 72
5	M4: 卸料结束	1998-12-01 17:00	1998-11-29 12:30	93 / 88
6	M5: 低低水位开始	1998-12-02 12:00	1998-11-30 06:45	19 / 18
7	M9: 换列	1998-12-05 00:00	1998-12-03 21:00	* 60 / 86
8	M6: 低低水位结束	1998-12-08 00:00	1998-12-06 12:00	132 / 149
9	M14: 装料开始	1998-12-08 21:00	1998-12-08 01:00	21 / 37
10	M15: 装料后开始排水	1998-12-13 01:00	1998-12-12 18:55	100 / 114
11	M18: 稳压器人孔关闭	1998-12-16 16:00	1998-12-18 17:35	87 / 143
12	M18a: 离开正常冷停堆	1998-12-21 02:00	1998-12-26 20:35	106 / 195
13	M19: 进入热停堆	1998-12-23 01:00	1998-12-28 17:00	47 / 44.5
14	M20: 临界	1998-12-26 00:00	1998-12-31 21:20	71 / 76
15	M21: 并网	1998-12-29 00:00	1999-01-03 15:20	72 / 66

* 表示非关键路径。

5. 三废排放

(1) 废气、废液

- 1) 惰性气体排放总量为 2.78 TBq, 为年限值的 0.25%;
- 2) 卤素和气溶胶排放量为 10.51 MBq, 为年限值的 0.028%;
- 3) 气态氚排放量为 66.3 GBq, 为年限值的 0.42%;
- 4) 液体非氚核素排放量为 0.352 GBq, 为年限值的 0.05%;
- 5) 液态氚排放量为 3.93 TBq, 为年限值的 7.06%。

(2) 固体废物产量

- 1) 浓缩液 4.5 m³;
- 2) 废树脂 1.96 m³;
- 3) 水过滤器芯子 10 个;
- 4) 通风过滤器芯子 69 个;
- 5) 技术废物 57 桶。

固化后共产生固体废物 62 m³, 为目标值的 31%。

(3) 本次大修三废管理工作存在的问题

跑水事件和地面污染事件发生频繁, 共发生 16 次。产生大量废液和固体废物, 固体废物产生的形式为去污用的抹布和废液蒸残液。其中尤为严重的是 2EAS001BA 跑碱跑水 40 m³, 给三废处理工作造成极大困难, 由此产生的 100 m³ 高碱、高放的废液传往 TERO03BA 暂存, 这将为 1999 年废液排放带来相当大的影响。

6. 主要技术问题

(1) 2RRA013VP 两侧连接法兰泄漏

RRA 系统投运过程中, 2RRA013VP 两侧的法兰连接处发生泄漏, 经过分析发现其原因

是法兰密封圈的设计有问题,法国电站也发生过类似问题,现已经改造成厂家最新设计的新型号的密封圈。对此在大修中解体 2RRA013VP 阀门,检查两侧的法兰密封面状态并测量其平行度和法兰间隙,更换法兰密封圈,根据阀门厂家的反馈意见,将两侧连接法兰螺栓的紧固力矩由原来的 $300 \text{ N}\cdot\text{m}$ 增加到 $400 \text{ N}\cdot\text{m}$ (此项更改的 NCR 已被有条件释放),计划下次大修更换新型密封圈。

(2) 一回路压力低时 2RCP001PO 振幅大

2RCP001PO 主泵振动偏高的问题存在已久,为此曾对该泵进行过多次的频谱分析,同时也曾对该泵进行动平衡工作,但一回路压力低时,仍不能完全解决主泵振动问题。

在本次大修过程中对该泵电机进行空转试验,结果是振动情况令人满意。主泵与电机联接后,在冷停堆工况、主泵起动之前,拆下所有原配重块,在进入热停堆工况、主泵运行稳定后,对其进行动平衡工作。经过动平衡后,2RCP001PO 泵轴位移由原来的 $180 \mu\text{m}$ 下降到目前的 $110 \mu\text{m}$ 。2RCP001PO 主泵振动恢复到正常值。

(3) 2ASG003PO 全流量试验不满足安全准则问题

热停堆状态下做了 2ASG003PO 的全流量定期试验 PT 2ASG 031,结果为: $Q_{\text{sit}} = 42.64 \text{ m}^3/\text{h}$; $Q_{\text{sc}} = 43.38 \text{ m}^3/\text{h}$, 低于安全准则 $45 \text{ m}^3/\text{h}$ 的要求。

FRA 提供的安全分析计算结果指出,在表压 8.25 MPa 下,实际上向蒸汽发生器供 $41.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 的水已经可以将堆芯的热量传出,从而可以保证核安全。2ASG003PO 除了上述问题之外,其他方面的性能参数皆满足 GOR 第九章的要求,其可用性是有保证的。

通过分析、论证,从安全的角度考虑,2ASG003PO 是可用的,其全流量试验的结果尽管不满足安全准则,但却是可以接受的,因此特申请允许继续运行一个燃料循环,同时,GNPS 将采取下面的后续措施:

1) 成立独立验证小组,调查试验失败的根本原因,除了怀疑泵性能下降之外,也在试验数据采集、分析和试验过程控制方面做了大量工作;

2) 在第六燃料循环中,严格执行相关的定期试验,并密切跟踪 2ASG003PO 各性能参数的变化趋势,确保其可用。

(4) 2LHP 低电压跳闸事故调查报告

1998 年 11 月 25 日 16:58,倒电操作中,2LHP 按要求启动,但未到达额定转速便自动跳闸。

由于静态试验、检查未发现任何异常,决定对 2LHP 再鉴定启动过程进行全过程跟踪。1998 年 12 月 2 日 19:41,2LHP 在大修后做第一次再鉴定启动实验,对相应参数进行录波。从波形图分析,励磁电压、发电机电压均正确,所以 2LHP 启动后低电压跳闸的根本原因还未找到,但根据检查结果可以肯定自启动励磁回路良好。

为了继续跟踪处理此问题,制定的后续措施如下:

1) 尽快安装在线故障录波仪,以便实时跟踪柴油发电机启动全过程,同时用录波仪跟踪 2LHQ/1LHP/1LHQ 启动过程,确认是否存在与 2LHP 同样的问题;

2) 起励回路继电器大部分都是 TEC2246 型,在 204 大修中曾更换过部分这种继电器,但当时库存的这种继电器质量都不是很好。虽然更换过的继电器运行一年未见异常,但难以保证运行时间过长不会出现问题,建议尽快将这种继电器改型 (MTS 正在评估)。

(5) 2APG001RF 传热管破损

1998 年 12 月 5 日上午 2APG001RF 水压试验压力升高到 2.5 MPa 时,发现 U 形管有泄漏。

对于破损 U 形管, 进行的处理过程如下:

1) 进行 U 形管涡流检查和 SPI 快速声波检漏, 结果发现 5 根 U 形管存在超过 80% 壁厚缺陷, 对该 5 根 U 形管实施焊接堵管;

2) 二次侧 (RRI) 充水至运行压力, 结果又发现一根 U 形管管口密封焊缝有渗水现象, 决定对该管子实施焊接堵管;

3) 对所有 U 形管管板密封焊缝进行渗透检查, 结果又发现有 4 根 U 形管密封焊缝有裂纹缺陷, 只需进行打磨、补焊处理, 不需堵管;

4) 经过计算, 堵 6 根管时, 2APG001RF 出口温度为 58.6 °C, 不超过下游树脂床的温度要求 60 °C。根据制造商提供的数据, APG001RF 传热管最多可堵管 17 根。

经过破损的 U 形管处理后, 继续进行第三次水压试验, 压力升至 10.0 MPa, 未发现 RRI 排气管有水流出。水压试验成功。

(6) 2RCV002PO 缺陷处理

本次大修对 2RCV002PO 及其电动机实施全面解体检查, 在解体检查中发现一些缺陷, 其原因和处理方案如下:

1) 推力瓦严重磨损, 乌金面存在发黑、起泡、开裂现象。经分析认为其原因是安全阀卡涩, 导致油量供应不足、冷却不充分引起 RCV 泵推力瓦高温磨损。本次大修中更换了整套密封瓦。

2) 2RCV003PO/002PO 泵口环固定螺栓与锁紧杯形垫发生脱落断裂现象, 法国电站发生过同类事件, 原因是口环固定螺栓与杯形垫加工工艺不好而应力集中, 螺栓紧固力矩不够。处理方案采用新设计螺栓和锁紧垫片, 螺栓紧固力矩从 4 N·m 加大到 15 N·m, 目前已更换 1RCV003PO/2RCV003PO/2RCV002PO 泵的口环紧固螺栓和锁紧杯形垫, 且有 NCRMRM98023A 在跟踪。

3) 对 RCV002MO 电动机更换轴承, 驱动端备件轴承型号为 NU324ECMC3, 电动机驱动端拆下轴承为 NU324EC3, 电动机空载再鉴定时驱动端轴承噪音异常, 空载试验 4 小时, 振动良好, 轴承温度稳定在 40 °C, 厂家来文证实该轴承 NU324ECMC3 已使用在同类型电动机, 发出 NCRMRM98019A 跟踪。当 RCV002PO 投入正常运行时, 电动机轴承的噪音已明显减少, 而且电动机轴承振动和温度符合要求。

(7) 反应堆压力容器螺栓孔 (1 号) 螺纹损坏

1998 年 12 月 14 日 6:40, 在反应堆压力容器关盖过程中, 拧进 1 号螺栓的操作时, 拧螺栓机的头三圈慢速动作丧失, 而直接以快速动作拧进螺栓, 结果发生螺栓被卡住, 无法拧进螺栓孔的情况, 第一扣螺纹端头约 25 mm 的螺纹被压成两半。

随后对 1 号螺栓孔的全部螺纹进行 CCTV 检查, 同时对 2、3 号螺栓孔的全部螺纹也进行了 CCTV 检查 (因螺栓曾被拧进螺栓孔中), 结果发现只有 1 号螺栓孔中的第一扣及中间部分的一扣螺纹有损坏。后与 FRAMEX 经授权的专业人员一起进行操作, 用螺纹修理专用工具对损坏的螺纹进行了修理, 修理后的螺纹达到设计要求。

(8) 2RIC 指套管延长端端头螺纹受损

1998 年 11 月 24 日晚, 在进行 RIC 指套管涡流检测时, 操作人员不慎将第 8、13、28 号指套管延长端端头螺纹损坏, 导致原端头螺母无法回装上紧。如果螺纹的完整性和密封性受到破坏, 将导致一回路水泄漏出来。因此, 存在核安全风险。

采取的措施和后续行动如下:

1) 临时措施: 先用专用螺纹修理锉刀对其实施临时修理, 使原螺母得以顺利上紧。

2) 后续行动:在不影响卸料关键路径工作的情况下,对3个螺纹受损的延长端是否可以继续使用进行试验和论证;另一方面,与厂家联系,借来专用修理工具和校验器具。对螺纹进行修理和用厂家专用校验工具(Original Threading Gauge 和 Go or No Go Gauge)校验,结果完全符合螺纹出厂验收标准。说明这3个受损螺纹延长端不再危及核安全,第8,13,28号指套管螺纹可以继续投入运行使用。

(9) 汽轮机2号轴承下瓦磨损严重

大修中对主汽轮机2号轴承进行解体检查,发现下瓦衬乌金面存在严重碾压痕迹,正下方呈现光亮的承压面。

根据本次大修期间停机过程中及以前大修的相关数据分析,可以得出如下结论:

1) 桥规间隙第五次大修解体数据与第四次大修比较增大0.05 mm,反映了下瓦磨损后,轴颈下沉的真实现象。

2) 2号轴承左侧瓦枕间隙为0.15 mm,检修规程规定为0.025 mm,因此0.15 mm的间隙远远超出标准。

3) 2号顶轴油来油逆止阀O形环损坏,使2号瓦顶轴油管线可能卸压。

根据上述分析,处理措施如下:

- 1) 更换2号轴承下瓦衬,测量2号轴承组装后数据,其中轴瓦内径、顶隙在设计范围内。
- 2) 调整瓦枕垫片,使桥规间隙在0.90 mm到0.94 mm之间,并消除左侧瓦枕0.15 mm的间隙。
- 3) 检查瓦枕与轴承注窝的接触情况,要求接触良好。
- 4) 1号、2号轴承顶轴油来油逆止阀与顶轴油管连接处的O形环,全部更换。
- 5) 顶轴油分油实验时,重点监视2号轴颈的顶起高度。

经上述处理措施,机组于1999年1月2日并网,经现场检测,2号轴承的温度及振动等指标未见异常。

(10) 凝汽器海水进水管腐蚀及其防护情况

本次大修对海水进水管的腐蚀情况作了详细的调查,经过周密而严格的论证,采用修补剂及美国化学涂料对蚀坑部位进行修补,牛腿腐蚀严重者重新更换,并由欧美公司对焊接的新牛腿进行涂装。并准备在第六次大修中采用牺牲阳极的阴极保护法与涂层联合保护。

(11) 2LHP再鉴定两次启动不成功

1) 2LHP再鉴定第一次带负荷试验不成功

2LHP应急柴油发电机经过机组第五次大修期间的检修后,首次进行带负荷试验。1998年12月2日8:07,2LHP启动成功,并顺利实现与9LGR并列运行。随后运行处就地操作员进行升负荷操作。当2LHP功率接近满功率(有功5.4 MW,无功4.6 MVAR)时,就地操作员对2LHP实施的无功功率操作引起无功大幅波动。8:29,2LHP过负荷保护410XI动作,将2LHA001JA跳闸,导致2LHP与9LGR系统解列。柴油发电机2LHP继续带2LHA母线负荷运行。

经过分析,得出如下结论:在满功率附近,对无功的操作控制出现偏差,导致2LHP过负荷保护动作。

2) 2LHP启动后跳闸,第二次再鉴定不成功

2LHP在启动再鉴定试验运行5小时后,发生427AA调速器故障跳闸。

故障原因可能是:负荷分配调节系统的信号突然发生异常(接触不良)或升负荷时操作不当。

7. 经验反馈

(1) 跑水事件:跑水几乎成为本次大修的主要问题,大修中可统计的跑水有16次之多,

34 个 IOE 中有 7 个与跑水有关, 其中 EAS 系统跑水最为严重。造成跑水的原因很多, 有些是设备上的原因, 但大部分是人因, 如: 工作票的中止不当, 工作前没有用自检的方法, 工作中操作不当 (对操作不清楚或工作习惯不良)、隔离边界不完整等。跑水事件造成工期延误, 产生大量放射性废物 (放射性水, 清洁用手套等), 耗费人力, 甚至影响到重要设备的寿命, 同时也影响到大亚湾的 WANO 指标, 影响到 ARALA 的实施;

(2) 工作质量有待提高。本次大修在质量方面仍出了许多问题: 线接反屡有发生 (IOE 事件中就有 4 起), 阀门装反, 维修操作不当损害设备 (RIC 指套管、反应堆压力容器螺栓孔螺纹受损) 等在大修中也出现多次, 常规岛检修的 31 个气动阀门中 13 个有问题, 没有严格按程序工作是产生这些问题的主要原因;

(3) 大修开工日期的不确定性对整个大修来说非常被动, 应该提前一个月确定。

2.1.6.4 机组第六次大修准备

按照大亚湾核电站 1999 ~ 2000 年度发电计划, 2 号机组第六次换料大修在 1999 年 11 月 16 日与电网解列, 目标工期 45 天, 计划工期 48 天; 1 号机组第六次换料大修在 2000 年 1 月 14 日与电网解列, 目标工期 38 天, 计划工期 41 天。机组第六次大修的准备工作沿用第五次大修准备的做法, 同时进行两台机组第六次大修的准备工作。

1999 年 4 月份, 开始第六次大修准备工作, 确定第六次大修组织, 经理部大修协调员、大修经理、各专业负责人到位。第六次大修组织机构分为三个层次: 大修指挥部、大修协调层、大修执行层。第六次大修的指导思想是“以安全为基础, 以质量为中心, 以计划为龙头”。为保证大修安全, 设置安全经理全面负责大修期间的核安全、工业安全和辐射防护安全; 设置 QC 经理和 QA 经理负责控制大修质量, 成立由生产部、维修部和来自部分承包商的人员联合组成 QC 队伍实行独立 QC 检查, QC 人员没有从执行处抽一人, 目的是明确责任, 使 QC 真正独立, 加强质量控制; 设置计划经理岗位, 负责大修进度控制、计划协调、加强计划管理。各专业备品备件清单基本完成。

1999 年 5 月份, 决定本次大修工作包审查采取“固定位置、流水作业、及时沟通、及时解决”的方法, 目的是加速工作包周转速度, 提高审包效率。确定 206 大修汽机大修项目。206 及 106 大修准备工作全面展开。

1999 年 6 月份, 确定核岛容器压力试验项目, 初步确定 206 大修开工日期、目标工期, 确定工程改造项目。确定 206/106 大修 VVP/ARE 阻尼器部分拆除方案, 基本确定大修主要检修项目。MCS 基本确认第六次大修备件采购项目。出版预防性大纲 (除 OPO 定期试验大纲)。MAP 发出预防性工作申请, 大修工作包准备工作开始。206/106 大修 MAP 共发出 3 199 份预防性工作申请: 静机 1 035 份, 转机 418 份, 电气 546 份, 仪控 760 份, 性能试验 440 份。各处提出通用/专用工具清单。各专业提交 206/106 大修合同清单。

1999 年 7 月份, MRM/MIC 完成大修规程修改。经 PNSC 会议认可, 应急柴油机 5 年检改为 6 年检, 10 年检改为 12 年检。发出常规岛 205/105 大修遗留项清单。要求各专业确定 207/107 大修备品备件清单。206/106 大修工作包审查工作全面展开。预防性维修大纲全部出版。安全经理提出 NNSA 关注及 JVC 对 NNSA 的承诺清单。

1999 年 8 月份, 第五次大修后大修程序修改工作全部完成。MIC/MRM/物理试验/MSM/MEE 完成工作包准备。制定 206/106 大修 MEE/核岛在役检查/水压试验/贯穿件/MSM/MRM 窗口计划。各处制定出《大修改进计划》。确定大修项目小组。确定 QC 人员。确定改造项目清单。

1999 年 9 月份, 提出“六个明白”的要求: 1. 明白工作内容和程序要求; 2. 明白备品

备件及专用工具状态；3. 明白工作时间窗口；4. 明白质量标准；5. 明白接口关系；6. 明白经验反馈。提出“四个管理”：进度管理、质量管理、安全管理、环境和成本管理。STA完成《初始报告》的审查。常规岛《技术规范》出版。淮南电力检修公司（HNMC），东北核电建设公司（NEPC）等承包商开始审包。MCS发出206/106大修备品备件采购状态清单给各处核实。大修经理向各执行处发出《大修协调工程师的责任》初稿。计划开始分发审核后的工作包到执行处。大修各专业技术规范出齐。

1999年10月份，各专业大修工作包审查完毕。各专业大修计划反馈工作完成。各专业更换新版规程，QC人员同时跟踪进行工作包再审查。D规程生效，OPO大修文件准备工作基本完成。常规岛主机检修计划讨论确定。承包商招标工作结束，在第六次大修中增加新承包商：常规岛是山东核电公司，核岛为东北核电公司。每天由各专业代表参加大修计划的讲解与讨论。MAP加强日常转大修工作票的周转，各处按照大修工作包要求进行修改审查。辐射防护指标落实到具体项目。MCS到10月14日收到备品备件采购申请2549项，进入采购状态2542项，到货51%，紧急采购114项，发订单105项。

1999年11月份，制定工作包合票计划。完成现场准备（如集装箱配备）。执行处开工前清理核实库存备件，检查工具及使用培训。承包商进厂培训。11月8日，大修早会开始，大修队正式启动现场活动。

总地来讲，206/106大修准备活动基本能按照准备计划进行。

2.1.6.5 大修承包商介绍

1. FRAMATOME EXPORT (简称 FRAMEX)

(1) 独立承包工作：PMC换料机、核岛阀门、堆芯仪表（RIC）。

(2) 技术支持：蒸汽发生器开、关人孔，反应堆开、关盖，核岛环吊年检等。大修期间工作及管理人员高峰期达到40余人。

2. ABB-Alstom

常规岛设备制造商，承担常规岛及BOP设备大修技术支持工作。206大修Alstom派遣了9名专家参加工作。

3. 核工业二三建设公司 (简称 C23)

核岛维修工作的主要承包商。206/106大修期间，C23分别增派了189和195名工作人员支持核岛设备大修。除此之外，C23也独立承担部分大修工作，如蒸汽发生器堵板、低低水位阀门维修等。

4. 中国核动力研究设计院科技开发公司 (简称 NPIC)

日常期间，NPIC负责放射性厂房的核清洁工作，合同定员45人。大修期间增加到87人，主要负责核岛内的SAS安装、脚手架搭制、保温拆装、气闸门开关、洗衣房、热更衣间及气闸门管理等工作。

5. 淮南电力检修公司 (简称 HNMC)

常规岛大修工作主要承包商。常规岛大修属于独立承包工作，我方只根据核岛换料及大修状况提供常规岛大修的窗口和时间，因此HNMC大修工作人数自定，206/106大修现场工作人员分别为299人和285人（不包括管理层）。

6. 东北核电建设公司 (简称 NEPC)

BOP主要维修工作承包商。大修人员及组织机构由NEPC自定，206/106大修期间达144人。由于增加了核岛通用系统以及冷凝器阴极保护改造等项目，第六轮大修NEPC的人员数

比第五轮大修增加了接近 50%。

7. 深圳山东核电工程公司 (简称 SEPC)

常规岛第二家独立工作承包商, 206 大修共派遣 60 人 (包括管理人员), 承担常规岛 ABP, AHP, ACO, SEN 四个系统的大修工作。

8. 深圳市华兴维修公司 (简称 HXMC)

主要负责现场的各种土建工程的施工, 合同定员 60 人。206/106 大修期间为 34 人。

9. 核动力运行研究所 (简称 RINPO 或 105 所)

负责大修期间的核岛部分在役检查项目, 属于独立工作合同, 人数自定, 206/106 大修工作人数为 139 人。第六轮大修在役检查工作增加了 RRA 10 年检、稳压器 3 年检等项目, 使其人员有所增加。另外, 由于考虑在蒸汽发生器冲洗中引入第二家劳务支持承包商, 因此 RINPO 派遣了 8~10 人参与 206/106 大修的蒸汽发生器冲洗工作。

10. 苏州热工研究所

负责大修期间的常规岛部分在役检查项目, 属于独立工作合同, 206/106 大修工作人数为 10 人。

11. 国营武昌船厂技术劳务公司 (简称武船)

大修期间负责提供柴油机维护与保养工作的劳务支持, 206/106 大修为 15 人。

12. 凯利公司

206 大修凯利公司派遣了 38 名员工参与工作。工作内容包括通用服务 (架子工、保温工)、控制区内人力支持等。

各承包商使用人数见表 2.1.6.5-1。

表 2.1.6.5-1 1994~1999 年各大修承包商人数统计

承包商	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	
						206 大修	106 大修
FMX	100	109	37	33	30	31	31
GECA	48	34	7	5	5	9	1
C23	199	133	241	213	185	189	195
NPIC	140	115	137	83	87	87	87
HNMC	373	396	304	362	338	299	285
NEPC	260	260	92	158	95	144	144
SEPC	/	/	/	/	/	60	60
105 所	130	120	79	88	89	139	139
华兴	20	25	30	30	25	34	34
武船	19	10	11	24	27	15	15
苏热工	9	9	9	10	10	10	10
凯利	50	50	38	38	38	38	38
合计	1348	1261	985	1044	929	1055	1039

2.1.7 电站厂房及相关构筑物

1997 至 1999 年, 新建和改造的土建项目主要有:

(1) 超声波清洗间: 该车间为单层砼框架结构, 建筑面积 65 m², 1997 年 9 月 29 日开工, 当年 11 月 15 日交付使用。核五院设计, 华兴维修公司施工, 建在 AF 机修大厅内。该车间抢建完成后, 保证了 2 号机组第四次大修对 GSE001/005VV、GRE001VV 阀门驱动机构检

修及今后的需要。

(2) 铅蓄电池维修间 (AE): 该车间为单层框架结构, 建筑面积 300 m², 1998 年 8 月开工, 当年 11 月竣工。广东电力设计院设计, 中建二局施工。位于 QT 南侧。该车间主要是对新蓄电池使用前进行充、放电试验, 并将旧蓄电池存放维修。

(3) JX 厂房: 该项目由技术支持处土建科设计, 华兴维修公司施工, 1998 年 12 月开工, 1999 年 6 月竣工。该厂房建成后, 使 JX 电气设备置于室内, 免受海水盐雾及附近辅助锅炉排放蒸汽的腐蚀, 可延长设备的使用寿命, 并降低了 LGR 跳闸的风险。

(4) 空压机专用冷冻站 (ZE): SAP401/402CO 空压机经常因排气温度高出现跳闸故障, 困扰着电站的安全运行。1999 年 1 月 11 日开工新建该空压机专用冷冻站厂房位于 VA 东侧, 二层砼框架结构, 建筑面积 216 m², 机械部十院设计, 华兴公司施工, 4 月 30 日交付安装。

(5) 主控会议室、卫生间及 BX 楼、AA, AF 卫生间改造

原主控会议室室内电缆、管线布置零乱, 噪音峰音高达 86.24 dB, 严重影响使用效果, 主控卫生间室内布置零乱, 卫生洁具标准低, 无法供外宾使用。1998 年 5 月 25 日开始进行改造, 会议室内增设隔音墙、管线, 电缆改为暗敷, 墙面贴榉木板装修, 吊顶为铝合金和石膏板, 地面铺设地毯, 使噪音降低 18 dB, 达到我国工业企业噪音控制标准。主控卫生间设隔断, 室内重新装修, 采用高档卫生洁具, 达到整齐美观的目的, 1998 年 8 月 9 日正式交付使用, 效果良好。

1998 年至 1999 年, 先后对 BX 楼、AA 机修间、AF 仪控处及机械处卫生间进行了改造, 重新布置, 重新装修, 更换了低档卫生洁具, 改变了卫生间脏、乱、差的局面。

(6) 220 kV 水核保安供电线塔基改造、加固

9 号塔塔基改造: 由于平整山坡, 位于山谷的 9 号塔基受填土影响, 使高压线对地安全距离不够, 多次发生放电, 影响到电站保安电源的安全运行。1996 年 6 月 11 日开始新建 9 号塔, 塔基为人工挖孔灌注桩, 塔身加高 9 m, 当年 10 月 16 日改造完毕, 交付使用。

99 号塔边坡综合治理: 1995 年由于塔基下部土体坍塌, 严重影响塔基安全, 虽经治理, 但塔体西边土体流失仍严重。1997 年 3 月 19 日开始, 采用挡土墙及土钉墙保护坡面, 配合排水沟疏导, 治理面积为 300 m², 当年 5 月 17 日交工, 由深圳勘察设计院设计、施工。

39 号塔塔基加固: 由于修建路和开挖土方, 使位于山坡上的 39 号塔基受到影响。1999 年 3 月 31 日至 4 月 20 日, 采用挡土墙对边坡进行了加固。

(7) 大坑水厂改造

原大坑水厂为临时水厂, 经十几年的运行和使用, 厂内建筑物和构筑物已陈旧破损。为改善运行条件, 对水厂进行了改造。包括新建生产综合楼、门岗、滤池 (2 个)、卫生间, 扩建加药间, 重建养鱼池, 改建厂区道路, 对原有行政办公楼、机修间、源水泵房、值班室等建筑物和构筑物进行装修。由中国市政工程东北设计院深圳分院设计, 华兴公司施工, 1998 年 1 月 20 日开工, 当年 10 月 15 日竣工。

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 1999 年向国家核安全局报告了 16 起电站运行事件。

1. 核电站运行事件的分级

根据国际核事件分级(INES)方法, 1999 年度大亚湾核电站发生的 16 起运行事件中, 1 级事件为 6 起, 0 级事件为 10 起。自核电站投运以来历年运行事件数的变化见表 2.2.1.1-1。

表 2.2.1.1-1 历年运行事件数

事件分级	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	累计
0 级	20	28	23	9	10	10	100
1 级	9	7	3	5	5	6	35
事件总数	29	35	26	14	15	16	135

2. 运行事件按机组分布

大亚湾核电站两台机组每年发生的运行事件分布情况见表 2.2.1.1-2。

表 2.2.1.1-2 运行事件按机组分布

事件分级	1994 年		1995 年		1996 年		1997 年		1998 年		1999 年	
	1 号机组	2 号机组	1 号机组	2 号机组	1 号机组	2 号机组	1 号机组	2 号机组	1 号机组	2 号机组	1 号机组	2 号机组
0 级	20	0	13	15	12	11	4	5	6	4	5	5
1 级	7	2	4	3	0	3	3	2	4	1	3	3
合计	27	2	17	18	12	14	7	7	10	5	8	8

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表 2.2.1.1-3 所示。

表 2.2.1.1-3 运行事件按 HAF 报告准则分布

HAF 报告准则	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年
准则 1	12	14	8	5	9	6
准则 2	—	—	—	—	1	—
准则 3	—	—	—	—	—	—
准则 4	8	9	10	5	—	—
准则 5	—	5	2	1	3	6
准则 6	—	4	3	2	2	1
准则 7	2	2	3	—	—	—
准则 8	—	—	—	—	—	—
准则 9	7	1	—	1	—	3
合计	29	35	26	14	15	16

从上表可以看出, 大亚湾核电站运行 6 年来所发生的运行事件主要是违反(准则 1)(电站技术规范书)。违反准则 4(导致反应堆保护系统和专设安全设施自动或手动触发)的

事件在 1998 年和 1999 年没有发生, 而这两年里违反准则 5 (任何可能妨碍构筑物或系统实现准则中提到的 4 种安全功能) 的事件数量有明显增加, 1998 年有 3 个 (占 20%), 1999 年有 6 个 (占 37.5%)。

4. 运行事件按事件性质分布

1999 年大亚湾核电站发生的 16 起运行事件中, 人因事件占 7 起, 设备故障事件占 9 起。表 2.2.1.1-4 给出了商业运行 6 年来的运行事件按性质分布。

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		1998 年		1999 年		合计	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
人 因	22	75.9%	19	54.3%	17	65.4%	11	78.6%	12	80%	7	43.8%	88	65.2%
设备故障	7	24.1%	16	45.7%	9	34.6%	3	21.4%	3	20%	9	56.2%	47	34.8%
合 计	29	100%	35	100%	26	100%	14	100%	15	100%	16	100%	135	100%

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。1999 年所发生的 16 起运行事件按后果分布见表 2.2.1.1-5。

表 2.2.1.1-5 1999 年运行事件按后果分布

后 果	运 行 事 件 数	
	人 因 事 件	设备故障事件
1 反应堆自动停堆	0	0
2 除反应堆自动停堆外的其他瞬变	0	0
3 电站运行条件下降 (违反技术规范)	5	2
4 核安全相关系统降级	1	7
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: 1999 年没有发生紧急停堆事件, 保持了 1998 年的良好业绩。16 个运行事件的后果主要表现在两个方面, 即设备故障引起的导致核安全相关系统降级的事件 (有 7 次) 及人因引起的违反技术规范事件 (有 5 次)。通过与往年比较可以发现, 我们在遵守技术规范方面有了较大改进, 但要持续改进还有赖于今后进一步努力。

6. 人因事件的根本原因分析

1999 年 16 起运行事件中有 7 起是人因事件, 其余 9 起也存在人因因素。表 2.2.1.1-6 对 16 起事件中涉及的人因因素进行了分类:

表 2.2.1.1-6 事件人因因素分类

根本原因分类	涉及的事件数量
培训不足	7
书面交流(规程缺陷)不足	15
组织管理及管理方法不当	9
工作实践不足	3
口头交流不足	1
监督方法不当	2
其他	7

从表中依据事件分析报告统计出来的结果可以看出,1999年16个运行事件所涉及的人因因素共44个,其中书面交流(规程缺陷)不足居首位,有15个,占34.1%;其次是组织管理及管理方法不当,有9个,占26.5%;培训不足位居第三,有7个,占15.9%;其余依次是工作实践不足、监督方法不当、口头交流不足。

与1998年和1997年相比,1999年人因失误呈现出新的特点,即培训不足已不再占人因因素的首位,只位居第三,取而代之的是书面交流(规程缺陷)不足,不过还是反映了工作人员对技术规范书的了解不足,对系统的一些专用设备(特别是处于备用状态的)所涉及的安全功能及风险了解不够深。这说明1999年电站在培训及管理上取得了较大的进步。分析规程缺陷的因素,主要是在一些不常使用的规程的使用上存在缺陷,如周期较长的试验规程和定期维修规程等,同时在工作过程中发现有些规程还存在一些需要修改或补充的地方。这也表明随着电站管理水平的不断提高,对规程所应当达到的安全风险控制和工作质量控制的规范化要求也越来越高了。“组织管理及管理方法不当”则反映出在电站管理日趋规范的要求下暴露出现有工作中有待改进的地方,因而使得该因素上升到第二位,主要表现在工作准备方面,如风险分析不够,工作条件的检查验证等。“工作实践不足”主要体现在一些不良的工作习惯上,如工作中没有自检、没有真正落实双重检查的要求、凭经验办事等。

1999年运行事件的数量较1998年多了1个,而1998年也较1997年多了1个,因此可以认为从1997年至1999年连续3年的运行事件数量相当,较之1994年至1996年每年的运行事件数量有了大幅度下降。从上表可以看出,违反技术规范的事件比例在1999年虽有所降低,但在今后的工作中,依然需要常抓不懈、持续改进,特别是对一些周期较长的核安全备用系统和设备以及设备的定期试验的管理应引起重视。16起运行事件中有7起是人因的,占43.8%,比往年有明显下降,但由于运行事件的数量较少,电站管理层认为不足以代表大亚湾核电站的人因失效模式。为了更加准确地界定和描述大亚湾人因事件的失效模式,从1996年开始,电站在低于0级运行事件以下的事件中再界定出电站内部运行事件来进行分析,从中找出减少人因失效事件的模式和方向。1999年继续保持1998年对电站内部事件的界定和分析要求,总共界定了108起内部运行事件,并从中寻找出有利于减少电站运行事件和避免紧急停机停堆事件的方向。更加完善的电站内部事件的根本原因分析弥补了运行事件由于数量少而导致的人因失效模式的不足,并将对提高电站安全生产水平发挥应有的作用。

2.2.1.2 三道屏障完整性

1999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1999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剂量，及时发现任何可能的燃料元件破损，电站按运行技术规范对一回路放射性水平提出了具体限制，对一回路放射性水平参数进行了监测。

图2.2.1.2-1和图2.2.1.2-2给出了1号机组第六循环一回路放射性指标气体 γ 谱和碘同位素 γ 谱，从图中可以看到两个指标在该循环内比较稳定。

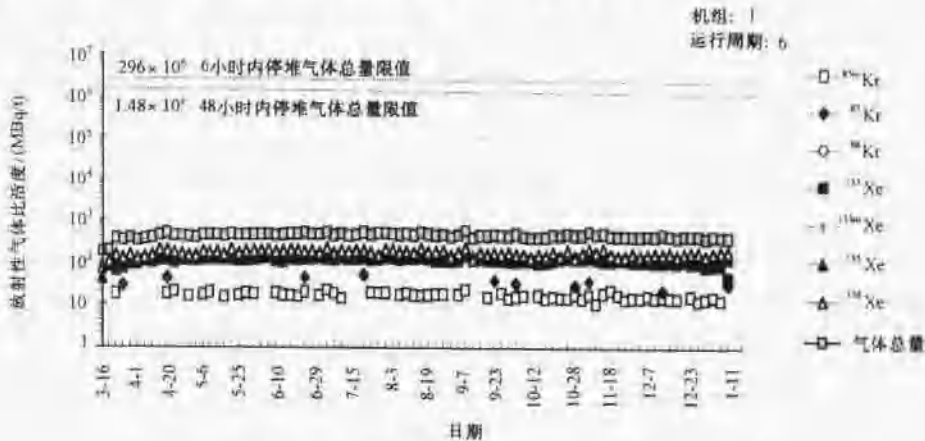


图 2.2.1.2-1 1号机组第六循环一回路放射性气体总量

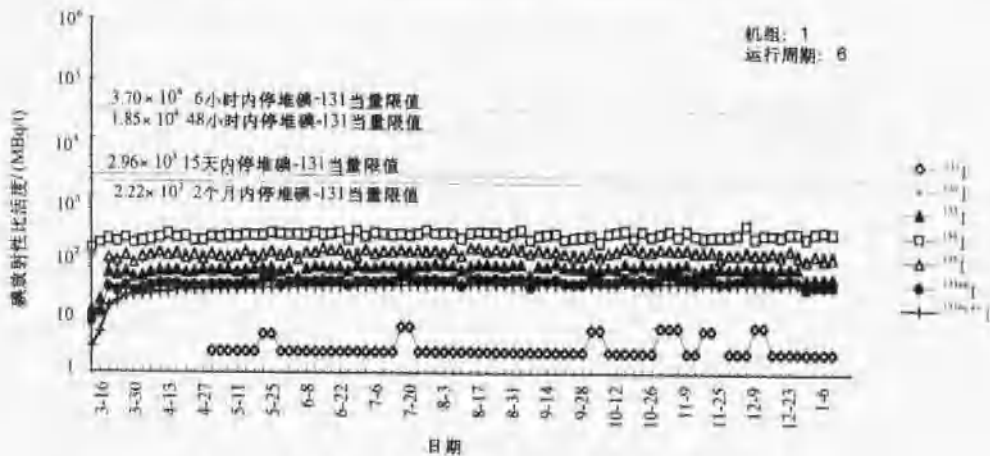


图 2.2.1.2-2 1号机组第六循环一回路放射性碘比活度

图2.2.1.2-3和图2.2.1.2-4给出了2号机组第六循环一回路放射性指标气体 γ 谱和碘同位素 γ 谱，从图中可以看到两个指标在该循环内也比较稳定。

由此可以得出结论，1999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。

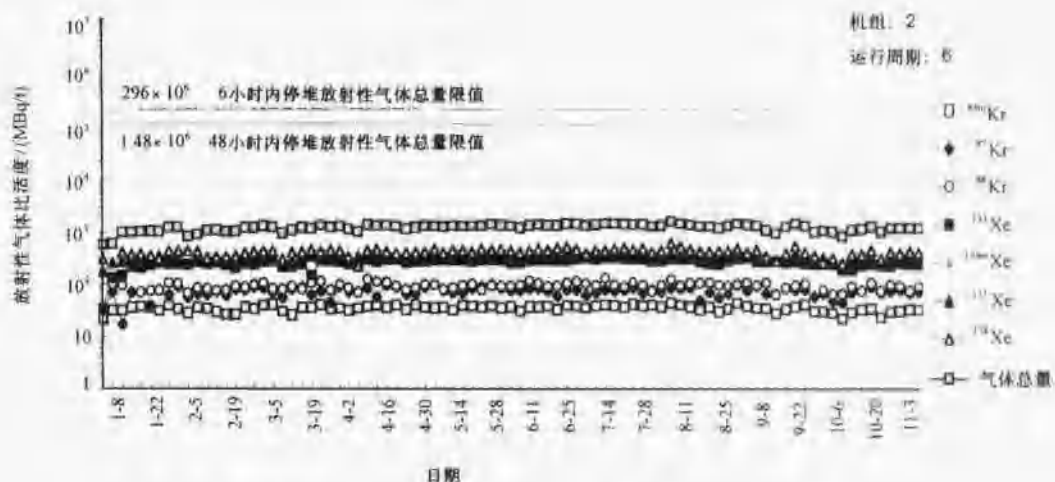


图 2.2.1.2-3 2号机组第六循环一回路放射性气体总量

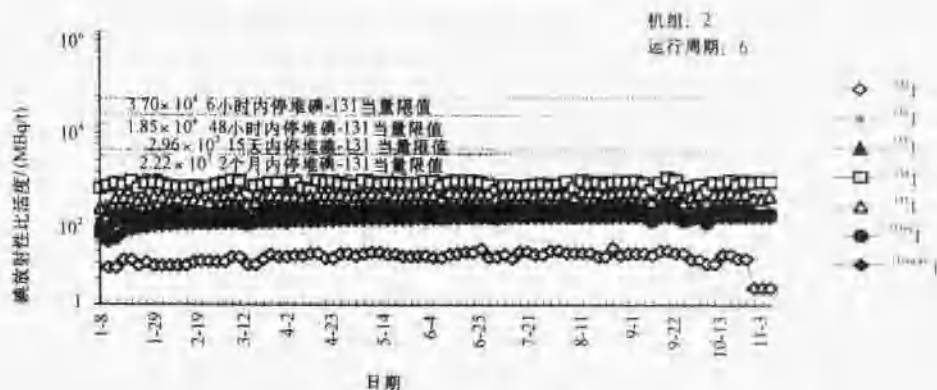


图 2.2.1.2-4 2号机组第六循环一回路放射性碘比活度

2. 一回路压力边界

1999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。从图中可以看出,两台机组一回路压力边界泄漏率在1999年全年基本处于低水平,远远没有超出技术规范的规定(总泄漏量限值为2300L/h,非定量泄漏限值为230L/h)。第二道屏障完整性良好。

3. 安全壳

安全壳为最后一道屏障,电站在1999年全年对两台机组安全壳完整性的监测情况如图2.2.1.2-6及2.2.1.2-7所示。

1号机组安全壳的平均泄漏率(归一化为标准状态)约为 $1.03 \text{ m}^3/\text{h}$ 。在所做的36次监测中,安全壳的泄漏率介于 $1.92 \text{ m}^3/\text{h}$ 与 $0.52 \text{ m}^3/\text{h}$ 之间;

2号机组安全壳的平均泄漏率(归一化为标准状态)约为 $1.10 \text{ m}^3/\text{h}$ 。在所做的36次监测中,安全壳的泄漏率在 $2.08 \text{ m}^3/\text{h}$ 与 $0.44 \text{ m}^3/\text{h}$ 之间。

由此可以得出结论,1999年两台机组安全壳的泄漏率均小于 $5 \text{ m}^3/\text{h}$ 标准,满足运行技术规范的要求,其完整性均良好。

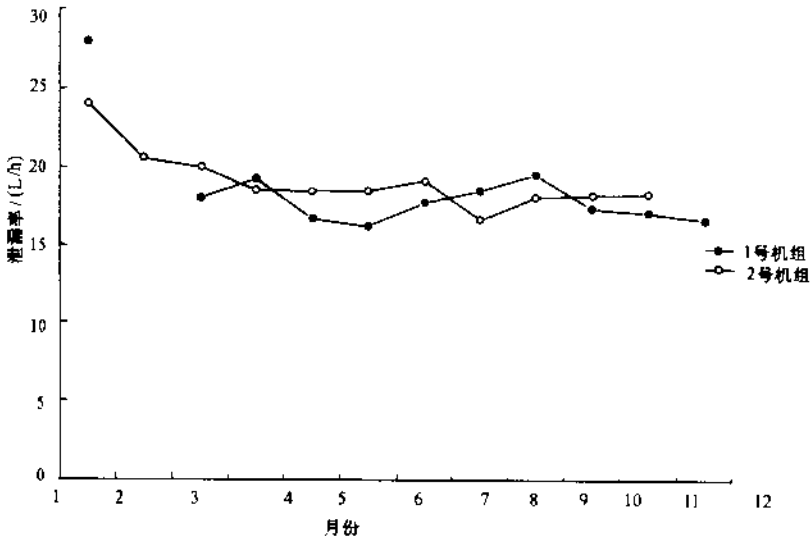


图 2.2.1.2-5 1999 年一回路泄漏率月平均分布图

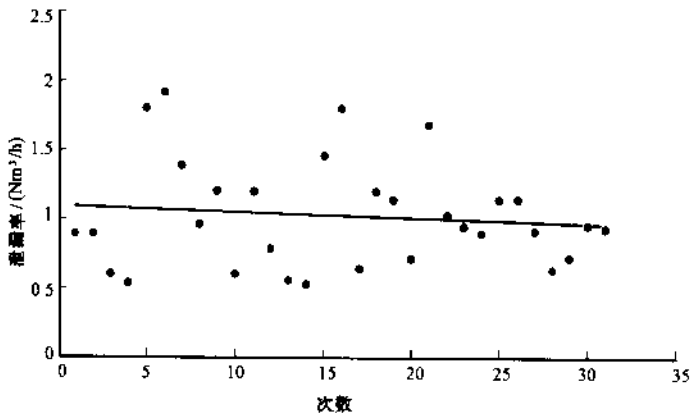


图 2.2.1.2-6 1999 年 1 号机组安全壳泄漏率

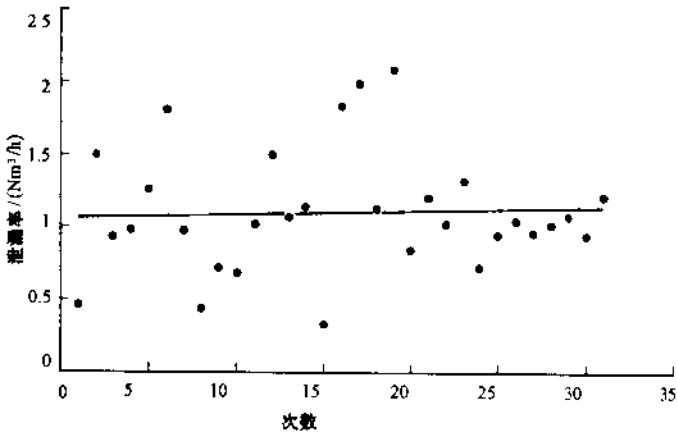


图 2.2.1.2-7 1999 年 2 号机组安全壳泄漏率

2.2.1.3 安全相关设备不可用状态 (Io) 跟踪

大亚湾核电站两台机组, 1999 年仍采用跟踪第一组及第二组安全相关设备不可用次数、不可用持续时间以及不可用消耗比和平均消耗比等指标, 对电站的安全相关设备的不可用进行监控。

1999 年大亚湾核电站第一组不可用消耗比的目标限值为每台机组 7.5。实际结果是两台机组的第一组不可用消耗比均超出此限值。

1. 第一组不可用

(1) 总体情况

第一组不可用次数、不可用总消耗比及不可用平均消耗比的按月分布见表 2.2.1.3-1、表 2.2.1.3-2 和表 2.2.1.3-3。

表 2.2.1.3-1 第一组不可用次数按月分布

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
全厂	当月次数	19	11	30	35	28	28	26	31	29	25	20	17
	累计次数	19	30	60	95	123	151	177	208	237	262	282	299
1号 机组	当月次数	12	0	17	18	17	15	17	18	10	14	11	5
	累计次数	12	12	29	47	64	79	96	114	124	138	149	154
2号 机组	当月次数	7	11	13	17	11	13	9	13	19	11	9	12
	累计次数	7	18	31	48	59	72	81	94	113	124	133	145

表 2.2.1.3-2 第一组不可用消耗比按月分布

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
全厂	当月消耗比	1.49	0.74	2.24	2.23	1.03	1.27	0.96	2.18	0.94	0.54	1.94	1.27
	累计消耗比	1.49	2.23	4.47	6.70	7.72	9.00	9.96	12.14	13.08	13.61	15.55	16.82
1号 机组	当月消耗比	0.56	0.00	1.61	1.48	0.47	0.44	0.50	1.13	0.32	0.28	1.00	0.41
	累计消耗比	0.56	0.56	2.18	3.66	4.13	4.57	5.07	6.20	6.51	6.80	7.80	8.21
2号 机组	当月消耗比	0.93	0.74	0.63	0.75	0.56	0.84	0.45	1.06	0.62	0.25	0.94	0.86
	累计消耗比	0.93	1.67	2.29	3.04	3.60	4.43	4.89	5.94	6.56	6.82	7.76	8.62

表 2.2.1.3-3 第一组不可用平均消耗比按月分布

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
全厂	当月平均消耗比	0.08	0.07	0.07	0.06	0.04	0.05	0.04	0.07	0.03	0.02	0.10	0.07
	平均消耗比	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
1号 机组	当月平均消耗比	0.05	0.00	0.09	0.08	0.03	0.03	0.03	0.06	0.03	0.02	0.09	0.08
	平均消耗比	0.05	0.05	0.08	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2号 机组	当月平均消耗比	0.13	0.07	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.08	0.03	0.02	0.10	0.07
	平均消耗比	0.13	0.09	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06

表中不可用次数不包括不可计算消耗比的那些 I_0 。不可计算消耗比的 I_0 一共有 70 次，其中 DVN 系统风机不可用共有 60 次，其他系统不可用有 10 次。

1, 2 号机组第一组不可用累计次数、累计消耗比及全厂平均消耗比的按月分布情况及趋势见图 2.2.1.3-1、图 2.2.1.3-2 和图 2.2.1.3-3。

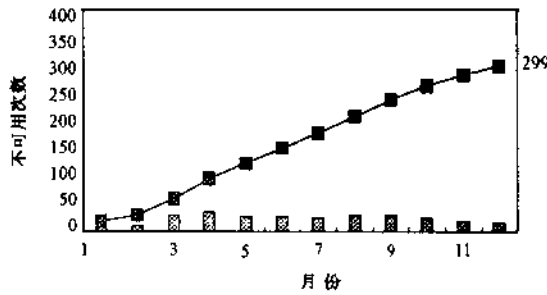


图 2.2.1.3-1 1999 年全厂累计不可用次数分布

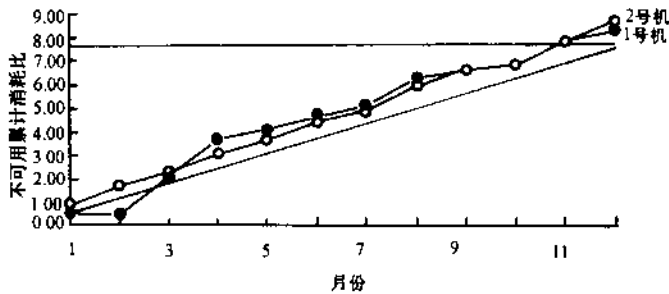


图 2.2.1.3-2 1999 年不可用累计消耗比 (Gr) 分布

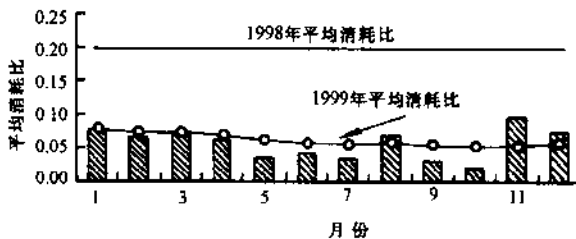


图 2.2.1.3-3 1999 年全厂平均消耗比 (Gr)

由以上图表可以看到：1999 年 1, 2 号机组安全相关设备不可用累计消耗比均大于 7.5 的年目标限值。不可用次数 1 号机组为 154 次，2 号机组为 145 次。1, 2 号机组不可用累计消耗比分别为 8.21 和 8.62，两机组的累计消耗比是近两年来最高的一年。但两机组的平均消耗比为 0.06，明显小于 1998 年 0.2 的水平。

在第一组不可用中可计算消耗比的不可用与去年正好相反，绝大多数为计划不可用。在两机组全年共 299 次的不可用中，计划不可用占去 225 次。由这 225 次计划不可用产生的消耗比为 7.68。因此无论是次数还是消耗比，1999 年都是自对安全相关设备不可用实施状态跟踪以来最多的一年。计划不可用的增多在很大程度上使得今年两机组实际的累计消耗比超出 1999 年的目标限值。而计划不可用增多的原因又在很大程度是由于对计划不可用的统计

较之前几年更为严格。此外由于机组发电的需要而频繁修改 GK 参数导致的计划不可用在全年的计划不可用次数中占了较大比重, 全年总共有 55 次。从随机消耗比方面看, 今年两机组的随机消耗比却是几年来最少的一年。图 2.2.1.3-4 及图 2.2.1.3-5 分别给出了 1996 年以来全厂随机消耗比及计划消耗比的趋势图。

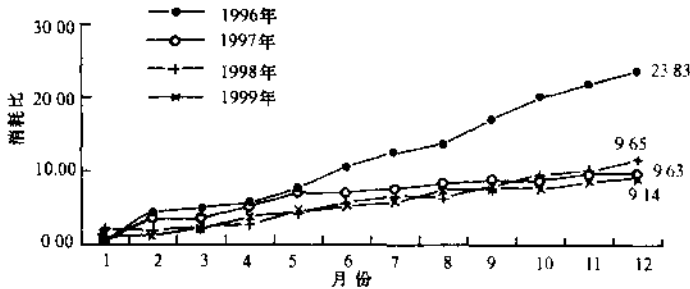


图 2.2.1.3-4 1996 年至 1999 年全厂随机不可用消耗比趋势

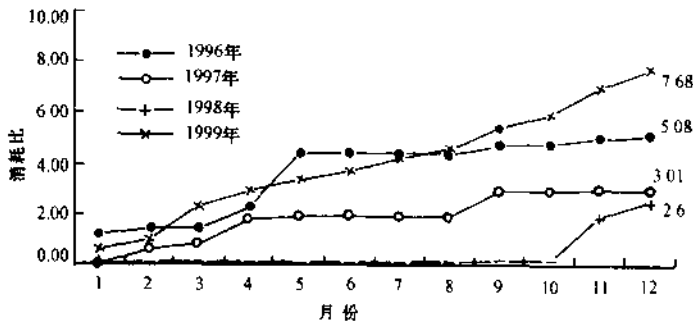


图 2.2.1.3-5 1996 年至 1999 年全厂计划不可用消耗比趋势

在所有第一组不可用中, 因 ASC003PO 的不可用导致的消耗比是最多的, 仅该设备的不可用全年共产生 3.42 的消耗比, 可见该设备的可用性状态不容乐观。今年产生最大消耗比的一个 I_o 为因 2RRU/SEC 热交换器堵塞导致的不可用, 其消耗比为 0.68。此外, 消耗比较大的系统和设备还有 RPN, LGR 和 RIS。

(2) 分类统计情况

两台机组第一组 I_o 按热阱、反应性、安全壳及电源的分类情况如表 2.2.1.3-4 和表 2.2.1.3-5 所示。从表中可以看到, 两台机组均是反应性方面的不可用次数所占比例较大, 其次是热阱方面。而电源方面的不可用较 1998 年又进一步减少; 按消耗比分类, 因热阱及反应性方面的不可用产生的消耗比较大。

表 2.2.1.3-4 1 号机组第一组不可用按功能分类统计

统计项	热阱	反应性	安全壳	电源
次数	27	103	3	21
总消耗比	2.54	3.87	0.01	1.79
平均消耗比	0.09	0.04	0.00	0.09
次数所占比例	17.5%	66.9%	1.9%	13.6%
消耗比所占比例	31.0%	47.1%	0.1%	21.8%

表 2.2.1.3-5 2号机组第一组不可用按功能分类统计

统计项	热 阱	反 应 性	安 全 壳	电 源
次 数	23	108	0	14
总消耗比	4.31	3.73	0.00	0.58
平均消耗比	0.19	0.03	0.00	0.04
次数所占比例	15.9%	74.5%	0.0%	9.7%
消耗比所占比例	50.0%	43.3%	0.0%	6.7%

2. 第二组不可用

(1) 总体情况

1999年两台机组第二组不可用总体情况见表 2.2.1.3-6。

表 2.2.1.3-6 第二组不可用总体情况

	1 号 机 组				2 号 机 组			
	随机不可 用次数	计划不可 用次数	总不可用 次数	总不可用 时间/h	随机不可 用次数	计划不 可用次数	总不可用 次数	总不可用 时间/h
1999年总计	164	333	497	4 061.51	190	310	500	3 598.02
一 季 度	37	47	84	947.18	33	59	92	756.73
二 季 度	37	87	124	749.82	33	63	96	609.81
三 季 度	57	68	125	1 051.01	74	96	170	1 325.69
四 季 度	33	131	164	1 313.50	50	92	142	905.79

从表中可以看到, 1, 2号机组 1999年总的不可用次数分别为 497次和 500次。这大大高于去年的 219次和 199次。两机组的计划不可用次数与随机不可用次数均明显高于往年。虽然不可用时间不是这几年来最多的, 特别是随机不可用时间是这几年来最少的一年, 但随机不可用次数的明显增加仍应引起我们充分重视。因为可以肯定地说, 随着机组运行时间的增加, 设备问题将会越来越多。

(2) 分类统计

1999年第二组各系统不可用按不可用次数多少排序统计结果见表 2.2.1.3-7 (表中只列出次数较多的 20个系统)。从表中的统计结果来看, 出现不可用次数较多的系统主要仍是 KRT, DVN, RPN, SEC, RPR, RRI 等系统。尤其是 KRT 系统, 其不可用虽然持续不长, 但不可用次数却较其他系统高出许多。而两机组不可用持续时间较长的均为 RRI 系统。这是由于对 1号机组 RRI 系统的泵进行 5 年检及对 2号机组 RRI 系统的泵进行叶轮改造所用时间较长, 而使得该系统的不可用持续时间较长。

表 2.2.1.3-7 1999 年第二组不可用按系统分类统计

1 号 机 组						2 号 机 组					
系统	总次数	计划次数	计划持续 时间/h	随机次数	随机持续 时间/h	系统	总次数	计划次数	计划持续 时间/h	随机次数	随机持续 时间/h
KRT	135	80	92.01	55	155.67	KRT	179	94	68.91	85	253.06
DVN	35	27	126.98	8	451.52	SEC	38	30	422.39	8	168.64
RPN	34	31	20.74	3	10.04	DVN	29	23	108.82	6	301.03
SEC	30	27	358.42	3	193.68	RPN	22	20	7.52	2	1.00
RPR	25	25	31.44	0	0.00	RRI	21	6	632.32	15	334.17
RRI	22	12	587.77	10	69.76	DVE	14	14	88.96	0	0.00
REN	17	11	3.50	6	88.15	DVG	13	4	1.43	9	80.72
DVE	14	10	99.78	4	42.18	REN	13	11	3.67	2	0.63
APG	12	7	10.91	5	4.73	EAS	12	11	15.41	1	82.83
DVG	12	2	105.00	10	23.23	DVI	11	8	62.44	3	9.67
DVI	11	7	54.48	4	56.60	LLS	9	0	0.00	9	62.51
RCP	11	1	1.00	10	161.96	RCP	9	4	1.50	5	9.17
DVK	10	10	139.30	0	0.00	DVL	8	2	16.42	6	91.78
DVL	10	6	33.25	4	18.80	RPR	8	8	7.98	0	0.00
EAS	10	10	11.64	0	0.00	SAP	8	5	83.27	3	6.25
TEG	10	7	91.29	3	36.53	TEG	8	7	77.29	1	29.70
DVW	8	4	34.38	4	74.28	DWS	7	7	61.72	0	0.00
DWS	8	6	37.78	2	10.88	RIS	7	5	48.84	2	8.07
LLS	8	1	6.60	7	36.83	DVW	6	5	42.63	1	0.90
RIS	8	6	102.26	2	37.17	GCT	6	1	0.17	5	131.55

2.2.1.4 定期试验

1. 1999 年机组正常运行期间 GOR 定期试验统计情况及分析

(1) 统计情况, 见表 2.2.1.4-1 “1999 年 GOR 定期试验统计”。

(2) 统计情况分析

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

2) 异常项目情况: 1, 0, 9 号机组 68 项, 2 号机组 60 项, 其中 PT9DVN001 有 38 项, 占 1, 0, 9 号机组总异常项数的 56%, 主要故障为 9DVN001-004FP 损坏、9SAT003/004LP 压力低 (9SAT231-234VA 调节不好) 及无指示液等。

3) 无异常率趋势图: 1999 年 1, 0, 9 号机组和 2 号机组无异常率趋势见图 2.2.1.4-1 和图 2.2.1.4-2。

4) 试验一次不成功的情况: 1 号机组有 9 项, 2 号机组有 10 项。其中 1/2SAP003LP 出现 3 次压力表指示故障, 无法判断试验是否合格; 1/2DVC003FP 及 9DVN001/002FP 共出现 4 次滤网堵塞故障而引起试验一次不成功, 说明通风系统应加强管理。

表 2.2.1.4-1 1999 年 GOR 定期试验统计

专业	计划		执行		合格		有异常		超期		一次不成功		利用裕度项数		裕度平均利用率	
	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	机组 1,0,9	机组 2	机组 1,0,9	机组 2
MIC	大	(55)	(46)	(46)	(55)	(46)	—	—	—	—	—	—	(6)	(3)	—	—
	小	383	343	343	383	343	4	15	0	0	0	0	50	6	12.3%	13.1%
MEE	40	36	40	36	40	36	0	0	0	0	0	1	7	4.4%	13.4%	
OPO/OC	146	140	146	140	146	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTS/TP	187	163	187	163	187	163	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
MTS/TF	27	30	27	30	27	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPH/ES	107	49	107	49	107	49	0	0	0	0	0	0	5	3	2.3%	2.8%
OPH/RP	242	199	242	199	242	199	0	0	15	13	0	0	24	20	20.5%	23.1%
OPO	≥1m	520	518	518	520	518	34	37	0	0	6	7	33	5	8.9%	11.7%
	=1w	237	137	237	137	237	30	8	0	0	1	3	2	0	14.3%	0
合计	1889	1615	1889	1615	1889	1615	68	60	15	13	9	10	115	41	—	—
比率	占总计项数		按计划执行率		执行合格率		异常率		超期率		一次成功率		裕度内调整率		裕度平均利用率	
			100.0%		100.0%		3.6%		0.8%		99.5%		6.1%		12.9%	
						100.0%		0.8%		99.4%		2.5%		17.3%		

注:1.大修定期试验及化学监督未统计在内;

2.1999 年合格率的目標值 ≥99%;1999 年一次成功率的目標值 ≥99%;1999 年异常率 ≤6%;

3.一次成功率 = (执行 - 一次不成功)/执行。

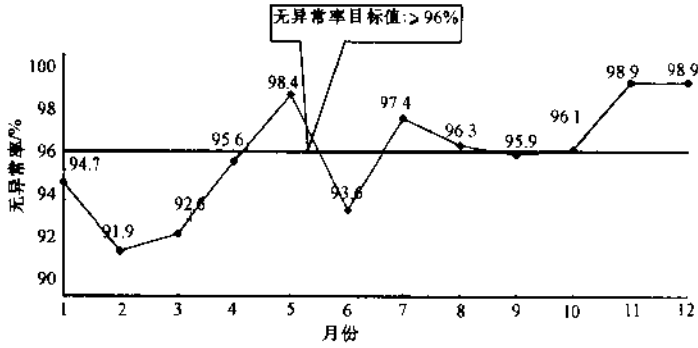


图 2.2.1.4-1 1, 0, 9号机组无异常率趋势图

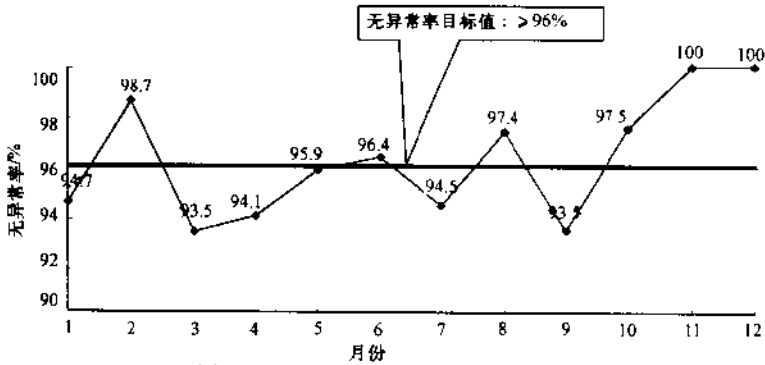


图 2.2.1.4-2 2号机组无异常率趋势图

5) 一次成功率趋势情况: 1999年1, 0, 9号机组和2号机组一次成功率趋势见图 2.2.1.4-3和图 2.2.1.4-4。

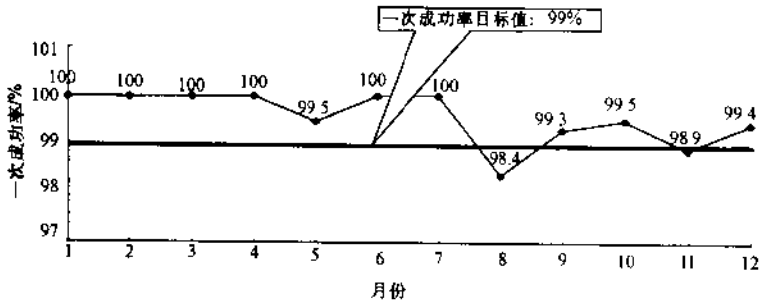


图 2.2.1.4-3 1, 0, 9号机组 GOR 定期试验一次成功率趋势图

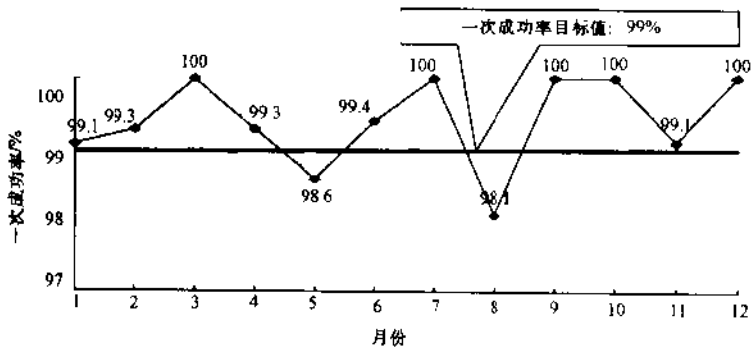


图 2.2.1.4-4 2号机组 GOR 定期试验一次成功率趋势图

6) 利用裕度项数: 1号机组 115项; 2号机组 41项。其中: 1RRI001/003PO 计划更换叶轮、国庆/澳门回归保电及 1号机组第五次大修影响等因素而进行计划性调整共 85项; 机组状态及设备原因调整 42项; 人为原因调整 29项。特别要指出的是: 1/2KRT013/014/018/019/022/023/036/041/051/052/053/054/055MA 及 9KRT501/502MA 在 9月份执行的月度检查中没有按计划执行, 超过 25%周期裕度。

2. 1号机组第五次大修定期试验完成情况

(1) OPO 按计划完成 175项。其中有 3项一次不成功: PT1DVC002 在 1999年 1月 21日执行时, 1DVC001/002ZV 启动但 1DVC001/002VA 不关闭, MIC 检查发现接线错误(接反), 处理后于 1月 26日重做试验, 结果合格; PT1EVR003 在 1999年 2月 2日执行时, 1EVR003LP 无法读数(液位指示器中无指示液), 2月 14日重做时发现 1EVR003FP 压差大, MIC 先校表(1EVR003LP) 无问题, MSM 反馈 1EVR003FP 近期更换过, 为遗留问题, 需 MTS/MIC 共同解决。2月 19日, 再次执行 PT1EVR003, 结果合格; PT1EIE003, 在 1999年 2月 19日执行时, 1RCV003/010VP 关闭时间分别为 16.5s 和 12s (规程要求 $13s < T < 15s$), MSM 处理后重做试验, 结果合格。

(2) MIC 按计划完成 141项。

(3) MEE 按计划完成 15项年度放电试验。

(4) MTS/TP 按计划完成贯穿件试验 61项, 性能试验 56项。

3. 2号机第五次大修定期试验完成情况

(1) OPO 按计划完成 141项。

(2) MIC 计划 143项, 完成 140项。其中: 2SAP001/005/007SP 校验、2SAR001MD/MP 零点检查、2RRA040/041/042/043MN 阈值及零点检查等 3项工作没有按 GOR 的要求执行。MIC 采取相应的补救措施后, 2SAP001SP/MD、2RRA040/041MN 在机组正常运行时补做。

(3) MEE 按计划完成 15项年度放电试验。

(4) MTS/TP 按计划完成贯穿件试验 61项, 性能试验 53项。

2.2.1.5 瞬变统计

1. 主要瞬变消耗情况

根据瞬变发生的概率和结果分为 4类:

第 1类: 额定工况, 相当于设计压力和温度范围内的静态工况(不必进行瞬变统计);

第 2类: 一般运行工况及中等概率事件(如升、降负荷);

第 3类: 小概率事件(如一回路小破口);

第 4类: 极小概率事件(如一回路大破口)。

主要瞬变(属第 2类)有以下几种: 反应堆升、降温, 升、降负荷, 甩负荷, 停堆, 化容系统(RCV)上充、下泄流量变化, 余热导出系统(RRA)投运, 安全阀的动作等。其中化容系统与一回路(RCP)第二环路冷管段连接处, 由于上充、下泄流量变化导致温度变化而引起的瞬变, 是所有瞬变中发生次数最频繁、影响较大的一类瞬变, 如果控制不好, 频繁的大幅度温度变化产生的温度应力造成的热冲击会使连接管提前失效, 最终导致一回路小破口甚至大破口。表 2.2.1.5-1 为广东大亚湾核电站近年来主要瞬变消耗情况。

2. 趋势分析和改进建议

从表 2.2.1.5-1 可以看出, 两台机组的瞬变消耗近几年保持良好态势, 特别是两台机组已连续两年无紧急停堆的瞬变。到目前为止, “上充最大增加”的瞬变两台机组已各消耗 77

次,但是,大部分消耗在调试阶段以及1995年1号机组落棒时间超差时期,若按1999年的消耗水平,该瞬变消耗还可以持续60年。

从历年瞬变统计数据发现,瞬变较多发生在升温、降温、紧急停堆和热停堆期间,因此运行操作应注意以下几点:

- (1) 避免在升温、降温过程中进行使一回路温度朝相反方向变化的操作;
- (2) 热停堆时维持一回路温度稳定;
- (3) 降温或升功率之前应在热停堆状态至少停留3小时;
- (4) 换料期间尽量减少RIS012/013VP的操作次数(减少冷冲击);
- (5) 对一回路温度测量旁路的维修,避免阀门关闭超过1小时,否则要求在运行日志上记录下来;
- (6) 尽量避免关闭RCV下泄回路,以及同时关闭RCV上充、下泄回路;
- (7) 在降温前,投运2个下泄孔板,增大下泄流量,从而减少RCV相关瞬变、特别是温度变化幅度较大的瞬变;
- (8) 限制过剩下泄回路操作次数,保护RCV250VP(防止热冲击)。根据法国TRICASTIN电站反馈意见,除非正常RCV下泄回路出现故障,否则在正常运行情况下,完全没有必要使用过剩下泄回路;

(9) 限制辅助喷淋的操作。因为在稳压器两相情况下,使用辅助喷淋产生的冷冲击会对主喷淋和辅助喷淋的“T”形接管造成十分严重的机械破坏(疲劳、渐进变形蠕变……),而且在稳压器从两相到单相转变过程中,没有必要使用辅助喷淋。

为了使瞬变统计在大亚湾核电站充分发挥其特殊功能,需做到以下几点:

(1) 公司各级领导要对瞬变统计工作给予足够重视,将其纳入议事日程,并利用它指导工作;

(2) 运行操作人员需了解瞬变统计,并将瞬变理念应用到实际工作中去,责任心要强,力争做到过程与结果相结合、短期(明显的)效应与长期(隐含的)效应相结合,以便改善运行质量。

(3) 计划部门在大修时要给运行人员足够的窗口,以便控制降温速率,从而减少RCV相关瞬变,特别是RCV严重瞬变的消耗。

(4) 建议修改运行处的“D”规程(大修规程),应在该规程的“附加说明”栏上加入“平缓操作,以减轻瞬变的严重程度和频度,甚至可以避免某些瞬变的发生,防止设备和管道,特别是一些辅助系统与一回路的接管处发生疲劳破坏、造成小破口事故,从而有效,保证一回路压力边界的完整性,最终达到寿期控制的目的”。这样,就可以在大修期间随时提醒运行操作人员以及相关的安全工程师、运行工程师们,促使他们充分重视瞬变产生的应力对材料疲劳的贡献和对材料寿命的影响。

(5) 瞬变统计人员及时将严重瞬变以及瞬变出现较多时的分析结果及相关资料送到1、2号机主控室,保持与运行人员的沟通,研究改进的措施。

2.2.1.6 核安全文化

1999年在推进电站安全文化建设的过程中,不仅继续实行已经被证明行之有效的手段和方法,而且在组织管理和宣传教育方面采取了新的举措,有力保证了安全文化建设的持续推进。

1. 在组织管理方面继续完善电站自我评估和自我改进的机制。1999年采用WANO同行

评审的方法对电站的生产、维修、工程和组织管理等全部领域进行了一次自我评估,根据评估结果,制定了改进行动措施,纳入了电站“问题管理跟踪”体系。为了提高和强化电站自我评估的能力,1999年联合IAEA在电站现场举办了“自我评估”的研讨会。除此之外,为了加快安全文化建设的步伐,由生产部安监副经理牵头成立了电站“安全文化建设推进者”小组。

2.1999年在安全文化宣传教育方面进行了两次全员的安全文化培训。通过培训增强了广大员工的安全意识。与此同时,电站广泛和深入地开展了“反习惯性违章”的教育活动,在全厂范围内形成了“人人讲安全,人人重视安全”的良好的安全文化氛围。

2.2.1.7 执照申请

1999年度广东大亚湾核电站(GNPS)执照申请活动主要围绕核电站的正常运行、换料大修、安全重要修改审评特别是18个月换料审评以及主蒸汽管线和主给水管线阻尼器减少计划审评等进行。本年度电站与国家监督管理机构保持了紧密联系,电站通过自觉严格地遵守法律法规和管理要求,认真履行承诺,接受监督管理机构的监督检查,获得了监督管理机构的良好信任,使国家监督管理机构以及公众对大亚湾核电站的安全充满信心。

1. 核安全监管与交流活动

1999年国家核安全局(NNSA)及广东监督站(GRO)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。从1999年开始,在电站经理管理巡视的基础上,增加了广东监督站监督员与电站经理的联合巡视,加强了国家监督管理机构的核安全管理力度。除对电站运行的日常监督、检查和跟踪外,国家核安全局还实施了放射性废物管理、消防、Y2K项目检查等例行检查以及化学和放射化学、控制区管理、运行限值和条件等多项核安全专题检查。

两台机组换料大修期间,国家核安全局除按大修监督计划对大修主过程进行监督外,还按法规要求审查了换料大修初始报告、换料计划及换料安全评价报告、在役检查结果报告、再启动报告以及物理启动试验报告和大修总结报告,并分别召开了审查会。机组重新临界前,国家核安全局对现场进行了检查并召开临界前检查会以确认临界条件已满足。

为了加强与国家核安全局的交流,按照年度计划,1999年11月核电站与国家核安全局召开了核安全监管管理研讨会。会议主要就NNSA的监督模式、GNPS的管理方式、存在问题等进行了研讨,主要议题有:以业绩为中心的质量管理、运行核电站十年核安全审查、特许申请管理、大修监督与管理、改造申请与审评、PRA应用等。通过研讨,加深了GNPS与NNSA的相互了解,特别是让NNSA了解和理解了GNPS在管理和技术上的新思路,以便NNSA在今后的工作中作好相应准备。这对提高核电站的监督管理具有重要的意义。

1999年国家核安全局与广东大亚湾核电站召开了年度协调会,主要回顾和总结了1999年大亚湾核电站的核安全监管管理活动,讨论和协调了监督中存在的问题,并初步拟定了下一年的工作计划。

2. 安全基准文件管理

核电站最终安全分析报告FSAR(E版)和运行总则GOR第三(2版)、第六(1版)、第九章(4版)已编写完成,并报国家核安全局审查通过。运行质保大纲(E版)的审查正在进行。

3. 操纵员执照申请

1999年广东大亚湾核电站组织了两次操纵员执照考试。4月5日至23日组织了操纵员

(RO) 考试, 共 47 人参加 (大亚湾核电站 36 人, 秦山核电站 11 人), 38 人通过考试 (大亚湾核电站 29 人, 秦山核电站 9 人), 大亚湾核电站 29 人经考评委员会评议合格后申请 RO 执照。10 月 18 日至 28 日组织了高级操纵员 (SRO) 考试, 共 15 人参加, 6 人通过考试并经评议合格后申请 SRO 执照。

5 月 26 日至 28 日, 召开了核电站操纵人员资格审查委员会一届五次会议, 审查并通过了申报执照人员的资格审查申请。

8 月 10 日, 经国家核安全局审查核准, 我公司 29 位 RO 执照申请者 (1999 年 4 月考评合格者) 和 7 位 SRO 执照申请者 (1998 年 10 月考评合格者) 分别获颁 RO 及 SRO 执照。另有 12 个 RO、42 个 SRO 执照到期完成换照, 有 10 名 SRO 因工作岗位变动停止换照。

到 1999 年底, 大亚湾核电站共有持操纵员 (RO) 执照者 66 人, 持高级操纵员 (SRO) 执照者 57 人。1999 年 10 月考评合格正在申请 SRO 执照者 6 人。

国家机构改革后, 核行业管理改由国防科工委负责。9 月 6 日, 经国防科工委批准, 第二届“核电厂操纵人员资格审查委员会”成立, 统一负责核电站操纵人员的执照考核工作。资格审查委员会成员共 17 人, 其中广东核电集团 4 人。《核电厂操纵人员执照考核管理办法 (试行)》也于 9 月 6 日发布执行。

GNPS 向第二届核电厂操纵人员资格审查委员会报送了该电站操纵人员考评委员会状况报告和委员调整的申请, 考评委员会成员仍为 17 人。

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, 广东大亚湾核电站每天向国家核安全局提交运行日报。此外, 1999 年还向国家核安全局和国家环保总局上报各类承诺报告和申请文件 174 份, 包括:

- (1) 运行月报、年报;
- (2) 安全分析季报、年报, 应急年报;
- (3) 重要活动通告;
- (4) 运行事件通告 (1999 年共发生运行事件 16 起, 两台机组各 8 起);
- (5) 运行事件报告;
- (6) 各类专题报告;
- (7) 安全重要修改申请;
- (8) 三废和环境监测月报、年报; 工业废水和生活废水月报、年报。

1999 年, 广东大亚湾核电站共收到安全监督部门来函 73 份。

5. 安全重要修改申请及实施

1999 年度向国家核安全局申请的安全重要修改有:

- (1) 18 个月换料计划;
- (2) AFA-3G 先导组件入堆申请;
- (3) AFA-3G 先导组件运输容器申请;
- (4) AFA-2G 燃料组件最大燃耗;
- (5) 第七、八循环提高核燃料富集度申请;
- (6) 永久性恢复 8 组控制棒驱动机构在线功能申请;
- (7) 主蒸汽管线和主给水管线阻尼器减少申请;
- (8) EAS182/183/184VB 小支管修改通告;

- (9) 一回路 pH 值修改申请;
- (10) RRI 泵改造后轴承温度报警值调整申请;
- (11) VVP 主蒸汽隔离阀加装氮气压力和油压监测装置通告;
- (12) AFA-3G 先导组件现场监督计划审查。

1999 年 4 月,18 个月换料第一次执照申请会在现场召开,NNSA 审评人员、FRA 项目负责人及 CNPS 相关人员参加了此会议。会上,FRA 介绍了 18 个月换料相关技术问题,同时回答 NNSA 第一批审评问题,NNSA 亦就其关注的问题与 FRA 进行了交流。通过会议,双方就 18 个月换料的新技术加强了交流与沟通,对推动 18 个月换料计划的实施具有很大帮助

除 18 个月换料计划、VVP 主蒸汽隔离阀加装氮气压力和油压监测装置及 AFA-3G 先导组件现场监督计划外,上述安全重要修改申请均获得国家核安全局的批准,并已在现场实施完成。

6. 特许申请

根据机组运行状况要求,1999 年 CNPS 向国家核安全局提交了 6 份特许申请,其中两份为通用特许申请。适用于 2 号机组的 1 份,适用于两台机组的 4 份,详见 4.16 节

7. 环境监督

1999 年国家环保总局、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。1999 年 CNPS 与广东省环保局召开了年度协调会。

2.2.1.8 国际原子能机构活动

1. IAEA 对大亚湾核电站 Y2K 项目审议

1999 年 6 月 21 日至 22 日,受国际原子能机构 (IAEA) 的委派,3 位分别来自 IAEA 总部、法国和日本的专家对大亚湾核电站的 Y2K 问题进行了审议。经审议,专家们认为大亚湾核电站的 Y2K 工作基本按照国际和 IAEA 规则进行实施,对已进行的 Y2K 就绪工作表示满意。秦山核电站和国家环保总局核安全中心两位专家也观摩了审议会。

2. IAEA 自我评估研讨会

按照 IAEA 技术援助合作项目 RAS 计划,IAEA 自我评估研讨会于 1999 年 10 月 12 日至 15 日在大亚湾核电站举行。出席研讨会的有 IAEA 官员钟万里先生、Eichenholz 先生、英国专家 Runalls 先生以及中核集团、秦山、NNSA 和 CNPS、LNPS 共 40 位人员。研讨会重点介绍了核电站安全文化、自我评估方法及在英国 Dungenes B 核电站应用的经验、同行评议方法等。该研讨会为提高 CNPS 的自我评估水平和运行安全起到了良好的推动作用

3. IAEA 辐射防护最优化管理研讨班

根据与 IAEA 的合作项目 RAS/91022 计划,IAEA 辐射防护最优化管理研讨班于 1999 年 11 月 9 日至 11 日在大亚湾核电站举办。来自韩国、巴基斯坦和中国的相关机构管理人员、科研人员和核电站的管理人员以及 IAEA 项目官员和专家共 15 人参加了该研讨班。研讨班宣讲了 IAEA、ICRP 和国际机构关于辐射防护最优化 (ALARA) 的要求和建议,介绍了国外贯彻 ALARA 原则较好并在控制核电站工作人员剂量方面取得显著成绩的事例和方法。研讨班旨在提高上述 3 国核电站管理者对辐射防护最优化的意识,推动本电站贯彻、执行 ALARA。研讨班收到了预期的结果,并对大亚湾核电站在贯彻 ALARA 方面的做法和取得的成绩表示赞赏。

4. 区域性核电工程项目和调试管理研讨会

1999年12月13日至17日,GNPS和LNPS联合筹办了IAEA合作项目RAS计划中的核电工程项目和调试管理研讨会。IAEA官员、美国特邀专家以及印度、巴基斯坦、韩国和中国秦山二期和三期、江苏核电公司和GNPS, LNPS的高层管理人员以及专家共16人参加了此次研讨会。与会人员介绍了各自的核电工程项目和调试管理实践、遇到的问题和解决的方法。通过该研讨会,与会人员达到互相学习、经验共享、共同提高、推动东亚和南亚核电发展的目的。

2.2.2 工业安全

2.2.2.1 工业安全统计

1999年工业安全指标统计情况见表2.2.2.1-1。表中指标定义为:

$$\text{工业事故率 } F = \frac{\text{事故总数}}{\text{总工作小时数}} \times 0.2 \times 10^6$$

$$\text{工业事故严重度 } G = \frac{\text{损失工作日数}}{\text{总工作小时数}} \times 10^3$$

表2.2.2.1-1 1999年工业安全指标统计情况

项 目	目 标 值	实 际 结 果
重伤及以上事故次数	0	0
轻伤事故次数	≤3	2
工业事故率 F	≤0.2	0.065
工业事故严重度 G	≤0.09	0.001

1. 轻伤事故

1999年发生两起,见表2.2.2.1-2。

表2.2.2.1-2 轻伤事故情况

序 号	事故编号	说 明	时 间	损失天数
1	A99001	检查 NA218 通风时, 另外一人关门时压伤当事人拇指	99.3.11	2
2	A9902	在 MTS 做 9TEG004BA 水压试验的 23 公司一员工拆卸堵头时从罐顶跌落, 眼眉跌破, 右脚根部骨折。(承包商劳务人员未记入 WANO 指标)	99.12.17	

2. 工业未遂事件

1999年共发生工业未遂事件23起。按风险分类见表2.2.2.1-3。

表2.2.2.1-3 未遂事件潜在风险分类

风险类别	落 物	电 击	机 械 伤 害	危 险 品	烫 伤
次数	11	5	5	1	1

3. 工业安全指标变化趋势比较

见图 2.2.2.1-1。

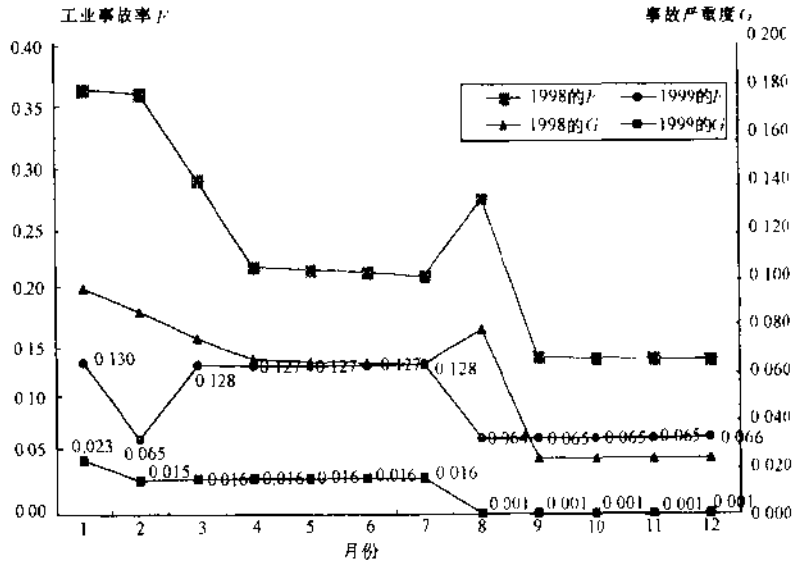


图 2.2.2.1-1 1998/1999 年工业安全指标变化趋势比较

2.2.2.2 工业安全管理

1. 工业安全总体状况

主要指标（事故率、严重度）控制在目标范围之内，总体状况基本满意。

2. 1999 年的主要工作

(1) 完善起重设备管理，消除发生重大事故的隐患：

- 1) 完成遗留的 3 台未检行车的安全检测；
- 2) 制定了《行车使用管理规定》。

(2) 加强吊具管理，全面执行年度吊具检测计划和报废制度，改进吊具标志

(3) 调整健全电站安全网，明确工作职责和要求：

- 1) 制定安全人员定期会议制度；
- 2) 编制厂房安全负责人定期巡检规程并开始执行。

(4) 推广良好工作实践，克服不良工作习惯：

- 1) 定期编发厂内外重大工业事件材料供班组人员学习；
- 2) 组织开展反不良工作习惯图片宣传；
- 3) 对科级以上管理人员进行反不良工作习惯的专题培训。

(5) 加强工作组织过程安全控制，结合外部电厂的事故教训，检查工作许可证执行中存在的主要问题。

(6) 重大风险作业的分析和现场监督：

- 1) 对 SHY 系统维修和启动进行安全控制，全年跟踪监督作业 98 次；
- 2) 提出对外购氢气运输作业的安全改进意见，并跟踪整改措施的落实；
- 3) 对未通过安全检测的行车实行“临时运行指令”控制，由专业部门和安全部门

进行监护作业。

(7) 对危险品存放使用进行全面整改：

- 1) 重新修订、升版电站《危险品手册》;
- 2) 定期对危险品仓库进行安全检查,发现问题及时整改;
- 3) 建立由仓库向领用危险品的人员发放危险品的信息制度。

(8) 修改了厂内交通安全管理规定,对电站车队安全状况实行月检制度。

(9) 修改了电站《个人劳动防护用品配备规定》,根据规定为现场工作人员发放了夏装、冬装和防护鞋,改善了职工个人安全防护状况。

(10) 防台保电工作取得良好效果,全年遭遇挂出 8 号以上风球的台风 5 次,启动应急组织 2 次,电站人员、机组状态、设备均未受大的影响。1999 年是历年遭遇台风次数最多、风力最强而抗台效果最好的一年。根据抗台工作经验反馈,及时修改防台规程,全年修改 3 次。

(11) 修改厂房工业安全、消防定检规程 21 个,制定厂房巡检制度,提高独立监督水平。

3. 主要问题

- (1) 走错间隔、违反许可证和工作指令要求的典型违章事件仍未得到根本控制;
- (2) 工作组织过程具体执行中的实际问题(工作负责人更换,试验票挂牌上锁,特殊许可证的签批控制规定)尚未解决;
- (3) 工业安全五星级评估计划没有实施,对现场整体安全管理有较大影响。

2.2.3 消防

2.2.3.1 火灾事件及火警未遂事件统计

1999 年火灾事件及火警未遂事件统计数据见表 2.2.3.1-1。

表 2.2.3.1-1 火灾事件及火警未遂事件

项 目	目标值	实际结果
火灾事件	0	0
火警未遂事件	9	7

火警未遂事件原因分类分析见表 2.2.3.1-2。

表 2.2.3.1-2 火警未遂事件原因分类分析

事件原因	电气	人因	机械设备
次 数	2	4	1

全厂消防系统可用率见图 2.2.3.2-1。

2.2.3.2 消防管理

1. 消防指标方面

全年未发生火灾事故,发生火灾未遂 7 次,控制在指标限制范围内,设备原因引起的火灾未遂事件有显著下降。

2. 1999 年完成的主要工作

- (1) 根据 1998 年电气火警事件的教训,与电气处、设备管理处共同制定电气防火改进方

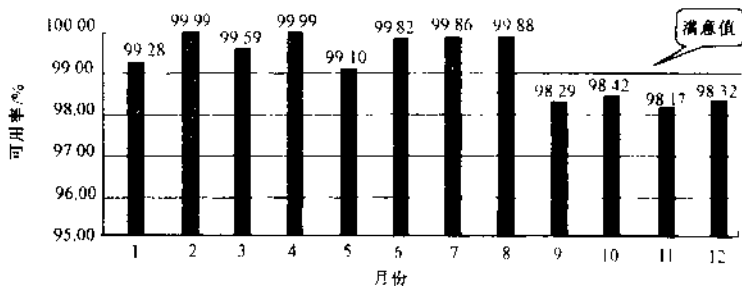


图 2.2.3.2-1 全厂消防系统可用率

案(13项)并跟踪落实,取得明显成效,电气火警未遂事件已有较大下降(本年度4次);

- (2) 加强对临时可燃物的控制,全年进行全面检查3次,消除现场火灾隐患;
- (3) 持续4个月全面落实防火门关闭的整改行动,防火门关闭状态达到可接受程度;
- (4) 组建5支义务消防队,编制了专用培训教材,并进行了专门培训;

(5) 根据核电保险顾问的意见改进消防演习。全年组织二级干预队消防演习6次,三级演习12次,四级演习2次,并对演习中发现的问题进行了认真分析,提出改进要求,跟踪改进效果;

- (6) 完成AF高架货区灭火喷淋系统的功能试验,并使试验规程生效

3. 主要问题

(1) 火灾未遂事故虽然控制在目标值以下,但设备防火和人因事件控制仍需改进;

(2) 下半年消防系统可用率下降,原因是3个厂房固定消防系统泡沫液失效降级使用所致,年底全部更换完毕后将恢复消防系统可用率。

2.2.4 辐射防护

2.2.4.1 1999年度辐射防护总体评价

1. 指标完成情况

见表 2.2.4.1-1。

表 2.2.4.1-1 大亚湾核电站 1999 年辐射防护指标与结果

项 目	单 位	目 标 值	结 果 值
集体剂量	人·Sv	≤1.5	1.33
个人最大剂量	mSv	≤20	10.35
人员体内污染	人·次	0	0
人员体表沾污	人·次	≤10	6
辐射事故	起	0	0

本年度未发生人员意外照射和大剂量照射事件;未发生放射性物质失控事件。

表 2.2.4.1-2 列出了大亚湾核电站历年集体剂量情况。世界核营运者协会公布的 1998 年压水堆电站集体剂量最佳四分值是 0.77 人·Sv/(堆·年),大亚湾核电站 1999 年的结果是 0.67 人·Sv/(堆·年),仍保持在世界先进行列。

表 2.2.4.1-2 大亚湾核电站历年集体剂量 (两机组)

年 份	1994	1995	1996	1997	1998	1999
剂量/(人·Sv)	0.4	1.99	1.68	1.58	1.34	1.33

2. 集体剂量结果分析

与 1998 年相比, 电站的集体剂量基本持平 (减少 8 人·mSv)。取得这样的结果是相当不易的, 这是因为:

(1) 1999 年进行的 1 号机组第五次和 2 号机组第六次两个大修基本上都是 5 年检的项目, 主要体现在低-低水位检修时间窗口长。结果, 本年度大修剂量比 1998 年的高出约 60 人·mSv。

(2) 1 号机组大修结束后, 当时的集体剂量与 1998 年同期相比多 61 人·mSv, 但到 2 号机组第六次大修前, 当时的集体剂量与 1998 年同期相比少了 14 人·mSv, 主要原因是:

- 1) 机组运行期间大型检修和改造项目较少;
- 2) 进反应堆厂房查漏和检修活动较少;

3) 辐射防护控制有效, 如 TEPO07BA 更换浮顶现场, 原预计集体剂量约 40 人·mSv, 开工后发现现场辐射主要来自旧浮顶上的硼结晶, 于是采取先去除这些结晶物的方法, 大大降低了辐射水平。结果集体剂量为 12 人·mSv, 且未发生任何人员沾污事件。

(3) 在 2 号机组第六次大修中首次推行现场剂量指标承诺制, 提高了工作负责人关心自己现场剂量和辐射防护控制的责任心, 结果 12 个被考核的现场都完成了各自的剂量指标, 为确保完成本次大修的集体剂量指标和全年的集体剂量不高于 1998 年集体剂量的目标奠定了基础。

(4) 在 2 号机组第六次大修期间, 放射性固体废物处理的剂量高于往年, 主要是本次大修中产生的废过滤器芯和废树脂较多且立即进行了固化处理。

3. 大修剂量

尽管 1999 年有两个 5 年检的大修, 但这两个大修的进展顺利, 因返工或意外而产生的照射剂量比以往的大修要低, 说明大修的质量在逐渐提高, 大修剂量结果见表 2.2.4.1-3。

1999 年的大修剂量为 1.18 人·Sv, 占全年剂量的 88.3%, 比例高于 1998 年的 82.8%, 这与今年的非大修检修活动较少有关。

表 2.2.4.1-3 大亚湾核电站历次大修剂量

人·Sv

	第一次大修	第二次大修	第三次大修	第四次大修	第五次大修	第六次大修
1 号机组	1.36	0.81	0.56	0.54	0.60	0.49
2 号机组	0.54	0.83	0.51	0.47	0.57	0.57

4. 个人剂量

1999 年的最大个人剂量为 10.35 mSv, 比上年的结果略高。最大个人剂量的员工工作岗位是现场服务的保温层拆装, 保温层拆装的工作过程繁杂, 特别是回装非积木式的保温层时人员要紧贴在设备上一点一点地回填保温材料。因此, 今后加强对这一专业人员的个人剂量

控制十分重要。表 2.2.4.1-4 列出了历年个人最大剂量情况。

表 2.2.4.1-4 大亚湾核电站历年个人最大剂量

年 份	1995	1996	1997	1998	1999
剂量/mSv	18.7	12.1	15.3	9.8	10.35

全年进入控制区的人员数是 2 247, 次数为 99 897 (包括参观人员), 平均每人·次个人剂量为 13.3 μ Sv。前两个数据高于 1998 年的数据, 主要是由于 5 年检的项目多, 进控制区的人次数也就比前一年多。全年个人单次最大照射剂量为 1.8 mSv, 产生于 2 号机组第六次大修中的 PMC 检修现场。

5. 人员体内污染

全年共进行了 2988 人·次的全身计数检测, 未发现有人体内污染。

6. 人员体表沾污

全年的人员体表沾污次数与上一年相比略有上升, 为 6 人次, 全都产生在 1 号机组第五次大修和 2 号机组第六次大修。从次数上看仍保持在较低水平, 上升的趋势反映出控制该项指标是一项长期和艰巨的任务。人员体表沾污统计见表 2.2.4.1-5。

表 2.2.4.1-5 大亚湾核电站人员体表沾污统计

年 份	1995	1996	1997	1998	1999
体表沾污 (人次)	15	6	11	4	6

2.2.4.2 辐射防护培训

辐射防护为核电站的基本授权课, 按照电站培训计划实施了培训, 对核电站非辐射工作人员也进行了辐射防护基础知识培训, 对短期来核电站工作的外单位人员根据工作需要进行了辐射防护培训。

1999 年第六次大修前, 对从事控制区内工作项目较多、辐射风险较大的两个承包商, 辐射防护科专门派人深入到他们的教学基地进行检查和考核。

2.2.4.3 辐射防护管理

1. 辐射防护科人员调整

(1) 1 号机组第五次大修后, 又有 4 名员工调往岭澳核电站保健物理处。为保证正常运行, 经电站领导批准, 招聘了 4 名凯利员工补充到现场运行组。

(2) 重新调整技术支持组人员, 将 1 名有丰富工作经验的主管提拔到大修准备工程师岗位; 两名 1996 和 1997 届大学毕业生负责辐射防护复训, 同时参与大修准备和大修现场的辐射防护监管。

2. 高辐射风险现场的控制

(1) 1999 年 3 月 12 日, 法国 Tricastin 核电站发生了一起严重的人员超剂量照射事件。1 名辐射防护人员因过于自信和违反相关管理规定, 擅自进入“红区”操作, 结果受到了 340 mSv 的照射剂量。电站接到事件报告后, 立即组织辐射防护人员进行分析讨论, 并制定

出高辐射现场防护的纠正行动方案:

- 1) 对辐射防护值班室内的“红区”钥匙箱上锁, 钥匙由科里的值班工程师保管;
- 2) 严格控制机组正常运行状态下反应堆厂房内的各项操作活动, 不得允许进入《许可证》批准以外的区域;
- 3) 在射线探伤作业结束后, 要求工作负责人将有辐射防护人员现场检查并签字的一联《射线探伤许可证》返回到科里备案, 以保证该现场的安全措施经过专业防护人员的认可;
- 4) 对 NX/WX/KX 厂房内进行全面的辐射水平普查, 对满足橙区及以上标准的房间加锁;
- 5) 在 RX 厂房内 +5.00 m 和 +11.00 m 层外环廊正对燃料传输通道的区域加装隔离门, 防止在燃料传输时对人员的意外照射风险;

6) 提高对水过滤器辐射测量的准确性, 减少更换过滤器人员的误受照风险;

(2) 针对法国 Tricastin 核电站发生的人员超剂量照射事件, 国家核安全局广东监督站对电站高辐射风险管理进行了一次检查, 认为电站在这一方面的管理是有效的, 但在《进入许可证》和《射线探伤许可证》的填写上有不完整之处。

(3) 1999 年曾有两次在功率运行条件下进入反应堆厂房查漏和检修, 产生 9.92 人·mSv 的集体剂量, 略低于上一年的结果, 其中个人最大剂量 (中子 + γ) 为 0.88 mSv。

3. 现场辐射防护控制

(1) 4 月份, 电站改换 9TEP007BA 浮顶, 在对现场辐射测量中发现源项主要来自旧浮顶上的硼结晶。如将浮顶松开并直接取下整个浮顶, 估计会产生 40 人·mSv 的剂量, 于是建议先用开水冲洗硼结晶使之溶解, 然后用小刀将浮顶划成小块并取出。结果, 现场辐射剂量率从 5 mSv/h 降至 200 ~ 300 μ Sv/h, 为控制现场人员照射打下了坚实的基础, 作业全过程集体剂量仅为 11 人·mSv, 最大个人剂量为 1.5 mSv。

(2) 2 号机组第六次大修中有一项打开反应堆预备的控制棒导向筒盖板工作。对于现场辐射防护人员来说, 一是作业环境复杂, 二是没有经验。工作中专用松螺栓的扳手被折断并残留在螺栓上, 而只有取出断掉的扳手才能继续后面的作业, 为了方便操作, 反应堆水池的水位需从 16 m 降至 12.3 m。估计工作处的剂量率有 20 mSv/h (实测 13.7 mSv/h), 而且还有极强的人员沾污风险。与法方工作人员分析讨论后制定出了较为稳妥的辐射防护措施, 同时规定直接工作人员的作业时间不得超过 20 分钟, 并在水池边用秒表记时。由于处理故障的法国工作人员经验丰富和操作熟练, 只用了 8.5 分钟就处理完毕, 加上防护措施严密、得当, 现场准备充分, 结果受照剂量仅为 2.66 人·mSv, 且没有发生人员沾污事件。

4. 防止放射性物质扩散

针对 1999 年 5 月发生的一起放射性失控未遂事件, 辐射防护科重点进行人员和物品出控制区的检查和监督, 结果今年再未发生过类似的事件。主要措施有:

(1) 将 C2 门边安置的 MIP10 量程固定在 $\times 1$ 档, 避免因在高量程上漏检低放射性水平的物品。

(2) 通过培训、宣传和现场监督的方式, 减少和杜绝工作人员出控制区前不测其随身小件物品的行为。

(3) 严格执行物品出控制区前的自我检测、登记填表、复查、放行和回收登记表的规定, 杜绝放射性物品在转运过程中失控的可能性。

(4) 每次从反应堆厂房龙门架吊运完工器具, 均检测地面的污染情况, 隔离区内的尘土均作为放射性废物处置。

(5) 定期检测厂区常规垃圾桶, 避免有人误将放射性废物倒入其中。

5. 减少人员沾污

1999 年除有 6 人·次体表沾污外, 还有 50 人·次的手部沾污事件, 大多数是未按规定戴塑胶手套造成的, 其中二三公司和 Framex 人员占多数, 仅 2 号机组第六次大修中就有 30 人·次。大修后辐射防护科专为二三公司人员举办了反沾污经验反馈培训班 3 次, 约 150 人参加; 与 Framex 公司经理和安全工程师举行了座谈会, 要求其向员工强调反沾污的重要性, 不得将在法国养成的坏习惯带到大亚湾核电站。结果在 1 号机组第六次大修时手部沾污减少了 50%, 特别是上述两单位表现尤为突出。

6. 建立健全常驻电站承包商的辐射安全管理网

承包商是大亚湾核电站大修中一支重要的检修力量, 特别是常驻现场的承包商, 他们还要配合维修人员进行电站的日常维护、改造和抢修。从电站投运一开始, 就将承包商的辐射防护培训纳入正规管理渠道, 不仅如此, 在 1999 年通过检查发现他们有的无辐射安全管理规程, 有的个人剂量档案不全, 有的甚至无专人负责辐射安全管理。经过整改, 常驻电站承包商初步建立了自己的辐射安全管理体系, 形成了以电站辐射安全管理为中心的管理网。

7. WANO 同行评审准备

2000 年, 世界核营运者协会 (WANO) 将对大亚湾核电站进行一次同行检查, 为此邀请 WANO 在 1999 年先进行了一次小范围的预检——大修同行评审。对检查辐射防护的结果总体上满意, 同时也提出存在的不足之处, 包括:

- (1) 制定大修剂量目标时仅仅是依据历史数据, 缺少防护最优化 (ALARA) 的分析;
- (2) 对参加大修的承包商缺少降低辐射剂量的激励机制;
- (3) 现场辐射测量图不规范。

9 月份还进行了一次电站内部的同行评审, 也发现了一些问题:

- (1) 现场辐射防护信息牌的时效性欠缺;
- (2) 控制污染扩散方面有漏洞;
- (3) 现场工作人员对放射性废物的分类执行得不好;
- (4) 大修期间新人比例太大, 对控制人员剂量不利。

两次检查共发现的 7 个问题均已列入 2000 年的管理改进计划中, 电站要求在 WANO 同行复查前整改完毕, 为管理上一个新台阶打下基础。

8. 放射源管理

全年共进行两次放射源大检查, 没有发现新的问题, 但值得改进的地方有:

- (1) 有的源库台帐的流水编号与放射源出厂编号混用, 使得取用和检查时查找不便;
- (2) 火警探测器管理不当, 无专人负责。

2.2.4.4 辐射防护相关技术工作

1. 相关程序修改

在总结以往放射性气体查漏经验的基础上, 修改和再版了程序 RP/CS8《查找 NX 厂房的放射性气体泄漏点》, 这对今后查漏将有重要的指导意义。

2. 学术与技术研讨

- (1) 1 人参加了核工业标准化所主持的国/行标审评, 共参与审议了 3 份标准。

(2) 由 IAEA 主办、大亚湾核电站协办的中国、韩国和巴基斯坦三国核电站辐射防护最优化管理者研讨班于 11 月 9~11 日在大亚湾核电站举行, 上述三国核电站的主要管理者以及 IAEA 项目官员和专家共 15 人参加。研讨班向参加者宣讲了 IAEA, ICRP 和其他国际机构关于辐射防护最优化的要求和建设; 介绍国外一些贯彻 ALARA 原则较好并在控制核电站工作人员剂量方面取得显著成绩的方法和事例, 旨在提高上述三国核电站管理者辐射防护最优化的意识, 推动各自电站贯彻、执行 ALARA。

3. 技术革新与改造

(1) 关于辐射防护信息咨询系统, 于 2 月份签订开发合同, 项目从 4 月开始并于 10 月结束, 2 号机组第六次大修前投入使用。该系统基本上达到了设想的要求, 能为控制区的工作人员提示房间和区域位置、各房间的环境剂量率和部分设备的接触剂量率, 此外也可为辐射防护人员提供数据管理服务。通过将此系统与电站相关网络相联, 可使检修准备人员在做工作准备时充分利用现有的辐射信息。

(2) 利用手提式 γ 谱仪和国外专用程序软件 (自己配接口程序) 制作了一套设备无损辐射测量系统。对手提式 γ 谱仪的探测器加装适当的铅屏蔽使之能在现场进行实测, 对测量结果进行分析后, 该系统能给出管道、典型阀门和容器内壁沉积的各核素的放射性, 对现场辐射源项跟踪和分析十分有用。现使用的手提式 γ 谱仪是 NaI 探测器, 分辨率较差, 而且屏蔽不易做, 因此下一步需改用 Ge (Li) 探测器的 γ 谱仪, 以完善该测量系统。

(3) 提升一回路 pH 值跟踪

将一回路 pH 值定在 7.2~7.4 是减少腐蚀活化产物的有效措施之一, 也是世界上压水堆机组的运行经验反馈, 1999 年电站正式向国家核安全局提出申请并获批准, 计划从第七个运行周期开始将现有的 pH 值 6.9 提升至 7.2。

(4) KZC 改造

为避免 Y2K 问题影响人员进出控制区和造成剂量数据混乱, 按电站要求统一制定了 Y2K 解决方案:

- 1) 更新无 Y2K 的主机软件;
- 2) 取消数据传输前端机;
- 3) 汉化操作软件。

改造因设备人关原因延至 10 月底开始, 对紧接着的 2 号机组第六次大修控制区人/出管理造成了一些意想不到的影响。

(5) 分析 BN-1 的监测数据

1 号机组第五次大修期间, 利用 BN-1 型多探头 γ 测量仪对一回路和 1RCV 下泄/上充管线进行 γ 辐射连续监测。通过对测量结果的分析, 发现上充管线, 包括容控箱到上充泵间管线的辐射水平与上充泵的在线时间呈线性关系, 原希望在停主泵后也尽快停上充泵, 但与有关专业人员商讨后, 认为由于目前工序上的限制, 暂时还无法实现。

2.2.4.5 大修辐射防护管理

全年进行了 1 号机组第五次 (105) 和 2 号机组第六次 (206) 两个大修。与历次大修一样, 辐射防护人员在准备阶段积极介入文件包的审阅, 以了解大修现场的辐射风险, 修订《ALARA 行动单》, 并将相应指令放入文件包和在质量计划中设置开工前的辐射防护检查点。大修前对承包商的工作负责人进行经验反馈和专项培训, 如在 2 号机组第六次大修后, 及时对二三公司人员进行了反人员沾污的宣传和再培训, 结果在后续的 1 号机组第六次大修中该

公司在控制人员体表沾污方面取得了明显的改进。

从第六次大修开始,在电站首次推行了现场剂量指标承诺制,目的在于充分发挥和调动工作负责人的辐射防护积极性。根据2号机组第六次大修的工作内容,选定了12个现场,预计这些现场的剂量占大修总集体剂量的70%,结果为64%,并且这些现场都实现了低于各自预定的目标值,为该大修完成预计的剂量目标和实现不超过去年的剂量结果提供了保障。

在第六次大修中还实施了如下几项改进:

1. 在核岛主要现场增设了一些新的辐射标志牌并附有核查日期;
2. 在反应堆厂房外环廊+5 m和+11 m正对燃料传输通道的区域加装了密封门,免除了人员在此区域受误照射的风险;
3. 在反应堆龙门架地面设立控制区围栏,规范了临时控制区的管理。

2.2.4.6 辐射监测仪表管理

1. 新采购辐射监测仪器及应用

(1) BN-2 12探测器 γ 辐射监测仪,用于监测机组瞬态时化容控制系统下泄/上充管线及其他设备的辐射变化趋势。在总结BN-1 6探测器 γ 辐射监测仪使用经验的基础上,要求厂家加装了与计算机联接的接口和软件,以便能直接给出变化趋势,免除了以往人工读数和重新输入计算机的不便。

(2) 订购了5台低本底 γ 辐射测量仪,用于控制区出口检测物品附带的极低放射性,但因厂家发错货,仪器的显示单位不是我们通用的国际单位制,故要求其更换,结果在第六次大修中未投入使用。

(3) 去年为AL实验室订货的门式 γ 辐射监测仪到货并投入使用,用于监测人员或随身携带物品的放射性。

(4) 去年购置的一台水下远距离高量程 γ 辐射测量仪借给了秦山核电站,用于该电站堆内构件检修现场,其中最高辐射点达到660 Sv/h,如没有这台仪器是无法实现这类场所的辐射监测工作的。

2. 维修与检定

(1) 全年共检修了KZC系统设备380台(件),便携式KRT仪表356台(件),板件检修60块(件),保证了电站辐射监测的需求。

(2) 全年共检定KRT便携式仪表和剂量计1520台(件),KZC系统定期试验12次、刻度2次和KRT通道定期试验498通道·次。

2.2.4.7 个人剂量监测

1. 1999年11月KZC系统更换主机软件,与过去相比,数据传输和终端的响应速度减慢,工作人员因不熟悉这一变化面影响进出控制区。12月1日部分终端与主机断开,结果造成当天的数据丢失,为保持大修集体剂量统计的连续性,根据当天的工作量和前后两天的剂量趋势人为地增加了10人·mSv。

全年KZC系统共记录到99897人次进出控制区,人数2247,集体剂量为1332人·mSv。

2. 全年电站员工有TLD剂量计监测的人数为977人,测读TLD剂量计11467片·次,分别比上年增加了113人和2314片·次,受中子TLD剂量计监测的为86人·次,比上一年减少了99人·次。这表明在机组带功率条件下进入反应堆厂房的操作和抢修次数有所下降,机组的安全可靠性提高了。

3. 全年共接受中核总（前）和广东防卫所的双轨 TLD 剂量计监测 288 片·次，结果与电站的数据相比，误差在可接受的范围之内。

4. 全年共做全身计数检测 2 988 人·次，未发现有人体内沾污。

2.2.5 职业健康管理

1999 年在理论上研究了企业职业健康管理的必要性、可行性、目的、途径、意义及基本属性、基本特征、基本要素和任务等，对大亚湾核电站职业健康管理体系的相关要素进行了专题论述，并建立了与之相应的文件支持系统，明确了职业健康管理工作中不同部门及人员的职责、任务和有关规定。

2.2.5.1 大亚湾核电站职业健康管理体系介绍

大亚湾核电站的职业健康管理体系是根据国家的相关法规和大亚湾核电站的实际情况建立的，是由多个要素组成的一个多功能的完整的系统，其要素主要有以下几个方面：

1. 职业健康知识的宣传和教育；
2. 职业健康监督；
3. 职业危害因素的管理；
4. 异常照射情况下的医学干预；
5. 医学应急计划和准备；
6. 过量照射人员的医学观察和随访；
7. 职业病管理；
8. 职业流行病学调查；
9. 职业心理学；
10. 职业健康档案管理和人群健康评价。

2.2.5.2 职业危害的监测与评价

1. 放射性职业危害

放射性职业危害的监测在 2.2.4 “辐射防护”中已作了介绍。1999 年大亚湾核电站外照射累积剂量 1 333 人·mSv，最大个人外照射剂量 10.3 mSv。内照射剂量采用全身计数器测量和生物样品分析。全身计数器测量全部工作人员内照射剂量都低于年摄入量限值的百分之一，通过现场空气氡及尿氡的监测，估算得氡的最大个人待积剂量为 24.6 μ Sv，集体待积剂量为 9.29 mSv。

2. 非放射性职业危害的监测

(1) 职业危害因素的确定依据

工作环境有害因素的确认从以下两个方面考虑：

- 1) 可能对员工的健康有危害或有不良影响；
- 2) 能对员工的生理和心理活动形成直接或间接的影响。

(2) 常规监测项目

噪声、高温、电磁辐射、工作环境的空气质量（包括气压、风速、气温、空气离子、可吸入颗粒物浓度、CO、CO₂）、照度。

(3) 常规监测点的选择

1) 噪声：主要生产车间和辅助车间以及工作间和临时工作休息室等活动场所，共选择了 34 个监测点；

2) 高温:员工在工作中可能接触高温的工作场所,共选择了38个监测点;

3) 电磁辐射:有高压电流导线输出的地方或者可能存在高压、电磁场产生与泄漏的工作场所,共选择了13个监测点;

4) 工作场所空气质量:能够代表现场和办公室空气质量的区域,以及员工反映空气质量欠佳的工作场所,共选择了51个监测点;

5) 工作场所照度:与工作场所空气质量监测同步进行,也选择了51个监测点。

(4) 常规监测周期

高温夏季每月1次,其他季节每两月一次。

(5) 监测结果及评价

1) 噪声

在选择的34个监测点中,有13个监测点3次监测结果均超过85 dB(A),其中90 dB(A)以上的监测点有4个。噪声超标的13个监测点中,11个噪声性质属于稳态噪声,声压区变动小于5 dB(A)。LX空压机房约20秒间隔会出现3~4秒的强噪声,最大声压强度达110 dB(A),NX洗衣干燥房的噪声亦不稳定,变动范围约6 dB(A),二者均属不稳态噪声。频谱分析发现,2MXGGR间高频噪声相对较强。其他监测点噪声分布较均匀。

根据《工业企业噪声卫生标准》的规定,随着噪声接触时间的递减,噪声时间可适当放宽。接触8小时,不得超过85 dB(A),接触4小时可放宽到88 dB(A),接触2小时可允许到91 dB(A),但最高不能超过115 dB(A)。由此推论,一般情况下,电站员工接触噪声不超过国家标准。对噪音强度超过80 dB(A)的区域,员工应带好耳塞或耳罩。但有部分承包商人员长期暴露在高噪声环境下,需要引起重视,这些人员包括汽机厂房的保安员、LX冷更衣室的清洁工等。

2) 工频电场强度

工频电场强度监测共设置13个监测点,其中TB外核深线(A相)下工频电场强度超过限值,大于5.0 kV/m。带电情况下进入此地需要屏蔽,作业时间必须少于4小时。

3) 高温

常规监测选择的38个监测点,其空气温度超过室外空气温度20℃以上,按《高温作业分级》规定,这些区域均属高温作业区。通过综合温度计算发现,超过32℃的监测点有26个。根据《高温作业场所气象条件卫生评价标准》规定,32℃是高温作业场所综合温度的上限值,在综合温度30~32℃作业场所作业,轻体力劳动持续时间要少于80分钟,中度劳动少于70分钟,重度劳动少于60分钟;综合温度每增加2℃,劳动持续时间依次递减10分钟。因此,我们建议如果需要在高温场所长时间作业,应尽可能增加通风换气,严格遵守《高温作业允许持续接触时间限值》的规定,并通知职业医疗中心,做好防暑降温等工作,保护员工的身体健康。

4) 工作场所气象条件

室内空气温度、相对湿度、一氧化碳、二氧化碳和可吸入颗粒物浓度及空气中细菌总数的测量结果显示,各监测点以上指标均未超过国家标准,唯有风速偏小,低于0.6 m/s

空气离子浓度测量发现有11个监测点异常,特别是AF二楼仪控办公室正负离子浓度明显高于室外对照点,正负离子比值增大,严重失调,其原因与室内通风不良,工作人员密集有关,根据监测结果,改进了通风系统,保证室内工作环境的质量。

5) 照度

常规监测选择的 51 个监测点, 测量结果符合《工业企业照明设计标准》的要求。

2.2.5.3 放射性工作人员的健康监督

大亚湾核电站放射性工作人员的健康监督围绕工作人员的健康满足核安全的要求和保护职工的身体健展开工作, 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。1999 年, 完成体检 1 211 人, 工作适任性评价 1 211 人; 100% 完成计划。1999 年对学习操纵员进行了心理测评, 为操纵员的培养提供了更加积极的健康监督保障。

2.2.5.4 职工健康保健

1999 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, 同时邀请苏州医学院的 3 位专家来大亚湾核电站进行医学咨询、随访、诊治、专题讲座等, 保障了职工的身体健。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, 1999 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。

2.2.5.5 职业健康的宣传和教

根据大亚湾核电站的实际情况, 1999 年度的健康宣传和教以在健康宣传栏和核电内部计算机网络上宣传卫生保健知识为主, 全年编辑出版健康宣传材料 36 期, 更换健康宣传材料 9 200 多份。在宣传医疗卫生保健知识的基础上, 针对员工个人的特殊问题开展咨询, 1999 年专家咨询 167 人次, 职业医疗门诊 1 348 人次。

2.2.5.6 异常照射情况下医学干预的准备及实施

1999 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。5 例头面部放射性污染经去污均达到本底水平。

2.2.5.7 辐射工作人员的健康档案管理

职工医疗中心继续按要定期维护核电站工作人员的个人健康档案, 并每年进行一次整理, 为职业医学管理提供完整的基础资料。

2.2.6 电站应急计划与准备

1999 年大亚湾核电站继续按照“常备不懈, 预防为主”的方针开展各项应急准备工作, 并着手大亚湾和岭澳核电站统一应急计划与准备的有关工作。

2.2.6.1 应急响应能力的维持

1. 应急设施和设备的管理

1999 年继续实行应急设施和设备专业化管理与各应急专业组自行检查相结合的做法, 按照电站管理程序的要求, 各专业组对应急设施和设备进行定期检查和试验, 应急准备管理部门每月一次对所有应急设施和设备进行独立检查, 汇总检查中发现的缺陷, 并逐项跟踪解决。1999 年全年一级、二级和三级设施 and 设备的实际平均可用率分别为 99.89%、99.17% 和 100%, 具体数据见表 2.2.6.1-1。

表 2.2.6.1-1 1999 年 GNPS 应急设施和设备可用率

设施和设备级别	可用率目标	按月分列的实际可用率/%											
		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	100	100	100	100	100	98.66	100	100	100	100	100	100	100
二级	>95	99.85	100	100	99.58	97.07	96.55	99.63	100	99.63	100	98.89	98.85
三级	>90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

2. 应急培训

除按照《厂内应急计划》的要求组织应急响应与启动方面的培训外，还针对应急组织和相关应急程序的变动进行了专门培训，以使公司员工和应急组织人员及时了解应急计划与准备的最新变化。1999年共组织19期应急专项培训，受训人数407人，应急人员接受培训率91%。全年组织非应急人员的应急响应培训7期，受训人数968人，详见表2.2.6.1-2。

表 2.2.6.1-2 1999 年 GNPS 应急计划与应急响应培训统计表

课程名称	培训期数	学员数量	人员受训率/%
核安全法规与应急响应	7	265	—
应急复训	44	703	—
应急指挥部的启动与响应	3	28	100
运行控制组的启动与响应	5	168	83
技术支持组的启动与响应	2	37	72.5
安全防护组的启动与响应	2	39	100
应急检修组的启动与响应	3	54	100
后勤支持与电厂保卫组的启动与响应	2	27	100
T地保卫组的启动与响应	1	37	100
公众信息与公司支援组的启动与响应	1	17	73.9

3. 应急演练和演练

1999年电站共组织了两次场内综合应急演练，7次应急演练。

1999年5月11日电站举行了事先不通知的全工地范围内的综合演习。演习的主要目的是检验运行人员、消防人员、应急指挥人员以及厂内其他应急响应人员应付突发事件的能力，同时检验应急设施、设备和文件准备的有效性。演习的主要情景为：以火灾和台风为始发事件，由部分失电演变至全厂断电，应急状态从待命逐步升级到厂区应急状态。演习中涉及的主要响应行动大约有50项，对这50项响应行动进行监控并评估打分，评估后的平均得分分为89.4分。根据电站的评估标准，该次演习是成功的，基本达到了预期的目的。

1999年10月6日电站组织了第二次事先未通知的厂内综合演习，除了电站全部应急组织参加外，法国EDF应急中心亦参与了演习活动。国防科工委、国家应急办、国家核安全局和广东省核管办的官员观摩了此次演习。演习主要情景为：由失去厂外电逐步升级到全厂断电，柴油机发生火灾，蒸汽发生器传热管破裂，GCT排大气阀意外打开，放射性外泄。应急状态从应急待命逐步升级到总体应急状态。演习后对52项主要应急响应行动的评估得分

为 89.8 分，演习得到了观摩代表们的好评。

除了上述综合演习外，1999 年根据电站应急计划组织了 7 次应急演练，具体见表 2.2.6.1-3。

表 2.2.6.1-3 1999 年 GNPS 应急演习和演练汇总

举行时间	演习和演练情景	类型	参演人员	评估得分
99.02.03	卸料前撤离演习	演练	参加大修现场人员	85
99.04.20	火灾，全厂断电	演练	运行控制组和技术支持组	93.3 和 96
99.05.11	台风，火灾，全厂断电	演习	全部应急人员	89.4
99.07.02	事故后果评价	演练	安全防护组人员	85.0
99.09.22	辐射监测，后果评价	演练	安全防护组人员	86.0
99.10.06	失电，SGTR，MSLB	演习	全体应急人员，EDF 应急中心	89.8
99.10.19 ~ 25	ETY 氢复合器投运总体在线试验	演练	运行控制组，应急检修组成员	85
99.11.24	卸料前撤离演习	演练	参加大修的现场人员	85
99.11.29	全省气象数据获取	演练	安全防护组成员	85

2.2.6.2 应急组织的启动与响应

1999 年电站两次启动了应急组织，进入应急待命状态。

1999 年 6 月 5 日 03:00，9903 号台风正面侵袭大亚湾核电站，大亚湾厂址区域的实测风速达到 27 m/s，同时香港地区悬挂 9 号风球，达到了进入应急待命的行动水平，电站应急指挥按照有关应急程序宣布进入应急待命状态。命令发布后，电站应急指挥、运行控制组的全体成员、电站保卫助理、安全防护组组长、事故后果评价助理和应急指挥技术助理及时响应到岗，其他应急人员在办公室或宿舍待命。06:00 点，风速减弱至 20 m/s，机组处于安全状态，电站应急指挥宣布终止应急状态。应急状态总共持续 3 小时。

1999 年 9 月 16 日 05:46，9910 号台风导致大亚湾厂址区域的实测风速达 21 m/s，香港地区悬挂 9 号风球，电站应急指挥据此宣布进入应急待命状态。接到指令后，电站应急指挥、运行控制组、事故后果评价助理以及应急指挥技术助理响应到岗，其他应急人员在办公室或宿舍待命。18:00，台风登陆后风势逐渐减弱，电站没有任何险情，应急指挥宣布终止应急状态。应急状态总共持续 12 小时 14 分钟。

上述两次应急事件，从应急启动的决策到应急组织的响应行动，整个过程严格按照程序的规定进行，没有发生纰漏。

2.2.6.3 应急准备工作的改进和提高

1. 应急指挥通讯系统的改进

1999 年，对应急通讯系统完成了下述改造：

(1) 将原广播和报警系统延伸至电站外围的主要建筑群，改造后系统的告警范围除原覆盖区域外，还将覆盖南生活区、培训中心、专家村、公关中心、西区、招待所、岭澳核电站办公区以及承包商营地；

(2) 改造了无线寻呼系统，新系统发布的指令明确清晰，既可以群呼，也可以单独寻呼；

(3) 通过对大亚湾核电基地通讯系统的统一规划和改造,使整个通讯系统的可靠性得到大幅度提高。

2. 事故后果评价系统的改进

将原事故后果评价系统的工作平台由 DOS 改为 WINDOWS 操作系统,并增加了数据表格的自动生成等功能。

2.2.6.4 大亚湾和岭澳核电站统一应急计划与准备工作

按照“GNPS/LNPS 统一制定并实施应急响应计划和准备”的要求,开展了有关的准备工作。

1. GNPS/LNPS 场内应急计划编写的准备工作

1999 年完成了《GNPS/LNPS 场内应急计划的格式与内容》,并呈交国家核安全局认可。

2. 编制应急计划相关技术方案

作为编写一、二核统一应急计划的前期准备,编写了 5 个应急计划相关方案,即应急组织方案、应急防护行动方案、应急评价和监测方案、应急通讯方案和医学急救方案。全部方案已经编写完毕并呈交有关专家进行审评。

3. 四项专题论证

针对编写应急计划及其执行程序涉及的技术关键点和难点,设立了 4 项专题,委托承包商进行论证,具体内容包括应急计划区及其源项、应急行动水平、应急干预原则和导出干预水平以及严重事故下一、二核的相互影响。论证报告已经完成并呈交有关专家审评。

4. 应急指挥中心的建设

在总结大亚湾核电站的应急准备工作的基础上,结合国家环保局关于一、二核统一应急计划的要求,决定建设一个两个核电站共用的应急指挥中心。该中心将具有应急指挥与决策、技术支持、事故后果评价、后勤保障、环境样品分析、气象参数获取等应急功能。按照一、二核协议,大亚湾核电站负责其技术规范和功能设计,岭澳核电站负责工程建设。目前,土建部分已经开始,技术规范和功能设计也已经完成,计划于 2001 年 6 月 31 日实现全部设计功能。

2.2.7 电站保卫及核材料实体保障

2.2.7.1 电站保卫的任务

核电站保卫工作的主要目标是:(1)保障核设施及核材料的安全,防止出现对核设施及核材料的破坏和盗窃事件;(2)保护核电站生产设施免受破坏,维持正常生产环境。

针对 1999 年度重大活动多、敏感期长的特点,主管领导就电站保卫工作提出了“绝不能因为安全保卫方面影响到机组安全运行”的要求。核电站由公安、武警、经警和治安联防大队等多种力量组成的保卫队伍,紧密围绕电站保卫的目标开展工作,认真落实具体计划,先后就“建国 50 周年大庆”、“核燃料进厂”、“机组大修”、“迎澳门回归”、“跨世纪解决计算机 Y2K 问题”等重要时段制订了详细可行的保卫方案,还就国内外重大突发事件,如 4 月 25 日法轮功非法组织冲击中南海;5 月 8 日以美国为首的北约悍然袭击我驻南使馆等事件,及时采取防范措施,充分动员和部署落实,防止出现干扰电站安全生产的情况,确保了安全保卫任务的顺利完成。

1999 年核电站的保卫工作面临新的形势,随着岭澳核电站(二核)工程建设高峰的到

来,在大亚湾区域的施工单位、人员、物资设备不断增加,保卫工作面对的环境发生了很大变化。保卫部门及时调整方向,将保障一核安全生产和二核工程建设统筹考虑,全面部署保卫工作,确保生产和建设安全。根据二核建设需要,1999年有大量设备运抵一核码头,并通过一核厂区运往二核,全年设备到货船只70艘,厂区大门临时开启达216天。另有SVC联网管沟工程施工,打开ZP区铁丝网78天。保卫部门都及时设置临时岗哨,治安员执勤时间达6768小时。针对保卫边界长时间开放,进厂施工单位、人员、车辆增多,不安全因素增长情况,及时采取防范措施;积极与二核接口部门联系,对施工现场负责人提出安全要求,经常性实施临时出入口检查,在保证一核安全生产基础上,为二核工程建设提供了有力支持。

2.2.7.2 保卫工作实绩

1999年4月份成立了电站保卫工作网络小组。电站保卫工作网络小组是根据公司电站保卫工作委员会1998年年会决议的要求在核电站内建立的保卫工作网络组织,目的是加强电站厂区内的防火、防盗、防破坏、防治安灾害事故和防民事纠纷激化等“五防”的基层基础工作,抓好各项保卫制度的落实,不断提高全体员工的安全保卫意识,消除隐患,确保安全生产。电站保卫工作网络小组是公司电站保卫工作委员会的下属机构,由生产部党委领导,大亚湾公安分局协助工作,电站保卫科为小组的常设办事机构,负责日常工作。电站保卫工作网络小组成员由生产四部各处和公安分局的代表组成,以掌握员工思想动态、努力做好思想工作为主要运作模式开展工作。保卫网络小组年内开展日常联络工作,联络项目13项,准备了两次保卫网络小组会议文件材料,全面坚持与各单位在安全保卫方面的信息沟通,有效地促进了全厂员工的安全保卫意识,形成上下共同关心电站保卫安全的氛围,为平安起到了重要作用。

大亚湾公安分局按上级公安部门的统一部署开展了“全国网上追逃行动”,电站保卫科技术人员利用通行卡数据库,采取各种办法跟公安机关网上在逃人员数据库进行比对,从中发现在逃人员1名,及时将有关资料交给大亚湾公安分局处理,消除了电站治安上的一个隐患。

9月30日由公安分局、电站保卫科和武警大队成功地举行了联合反入侵演习,以提高电站各保卫队伍的协同作战、快速处理突发事件的能力,保证及时处置厂区发生的突发事件,确保电站安全生产。

电站保卫科围绕保电、确保安全生产这个目标,在人员出入控制方面加强对进入ZP区的人员的严格检查;在车辆管理方面加强了进入厂区车辆的检查与管理。同时调整了厂区警卫巡逻路线,增加巡逻密度。加强了厂区的监视与控制,保证了厂区通道和周界的严密性和可靠性。1999年11月19日,有承包商人员偷盗电站专用灯具,在通道被执勤警卫查获。全年查获盗窃案件2起,查出违反通道出入口管理规定13起,违反厂区管理规定11起。

在出入口控制方面,电站保卫科将清理通行卡、加强出入管理作为一项重点工作,以减少不必要通行卡的发故。在充分调查了解的基础上,针对部分单位办卡过多过滥、过关卡不能及时收回的情况,制订了新的管理办法,从严控制新办卡、加强过关卡和人员离职通行卡的收回。长期有效通行卡的数量从4000多张降低到3000张左右,降幅25%。同时,开始制订和实施3个月未进厂通行卡冻结使用措施,实行后通常有600至900张较长时间未使用的通行卡处于冻结使用状态,进一步减少了丢失卡被冒用的风险。

长期以来,部分短期承包商人员未经人厂安全培训就进厂工作,给电站带来严重安全隐

患,成为电站出入控制方面的一大难题。电站经理部组织协调综管处与培训中心和保健物理处等相关部门,共同制订了加强短期承包商人员安全培训和授权控制的措施,联合制作了入厂安全教育电视录像片,加强了临时工作人员的安全培训。对于未经入厂安全培训的临时人员,加强执行陪同制度,进入电站生产区域由电站有授权的员工陪同,增加了电站和个人的安全保障,较好地解决了这一难题。

1999年还开展了对保卫技防系统的部分更新改造,以进一步发挥系统的效能。主要改造工作有:①3月份完成UA、UD旧车辆道闸的更换,解决了旧设备经常故障的问题。②6月份完成了解决KKK系统计算机Y2K问题。在周密计划和准备的基础上,考虑到尽量减少对现场出入通行的影响,将系统升级工作安排在深夜,技术人员与承包商人员通力合作进行系统升级和调试,一举获得成功。③对重要厂房和敏感区域新增读卡门和闭路电视监控设备,在UD主出入口增设X光机。

2.2.7.3 核材料的实物保护

大亚湾核电站核材料管制办公室全面负责协调和管理电站的核材料管制工作。电站核材料管制办公室设主任一名(由生产部副总经理担任),副主任两名,下设核材料核算管理和核材料实物保护两个专业组。组织机构的设置适应了核材料管制工作统一领导、协调工作的要求。

对于年度核燃料进厂的保卫工作,保卫部门制订了周密的保卫措施,按程序规定及时向上级公安机关报告计划,取得大力支持。在实施燃料运输保卫工作过程中,克服了运输计划临时改变的困难,及时协调和组织,使运输工作顺利完成。

核燃料厂房管理是核材料保护的一个工作重点。根据《电站保卫措施》要求,电站保卫科制定《KX厂房巡视检查方案》,由现场组实施每周检查,全年共计73次。其中发现KX厂房19m燃料水池间的出入存在一人划卡多人进出的现象,即由技术组制定了出入控制的改进措施,及时张贴《KX厂房划卡规定》,并跟踪检查执行情况。

2.3 电站管理

2.3.1 综合计划调度

2.3.1.1 年度发电计划执行情况

1. 1999年度发电计划概述

根据1998年12月召开的核电合营公司董事会决议,确定1999年核电两台机组计划上网130亿kW·h,尽力争取133亿kW·h,要求核电站生产计划按133亿kW·h安排。后因电网负荷需求增加,核电机组年底的发电能力又有较大富余,经1999年10月的合营公司执委会批准,将1999年上网电量增加到134.5亿kW·h。

根据年初原计划安排,完成上网133亿kW·h的发电任务裕度偏紧,但因大修水平的显著提高,年初的205大修创历史最短工期,仅为43天,105大修为45天,比计划工期提前了10天;并且年底的206大修也由年初计划的55天缩短为45天,全年因大修工期缩短就使年发电能力增加2.05%,相当于增加约3.5亿kW·h的发电能力,为顺利完成1999年发电计划提供了有利条件。

2. 主要业绩

1999年上网电量创历史最高纪录,全年完成上网电量134.63亿kW·h,能力因子达到

86.36%，在 WANO 十大指标中，有 8 项超过了世界平均水平，其中 4 项达到世界先进水平。

机组运行记录良好，顺利完成 1999 调度安全年的保电工作。2 号机组 1999 年创造了一个燃料循环周期不停机不停堆连续安全运行 318 天新纪录；1 号机组也连续安全运行了 307 天，首次实现两台机组全年无非计划停机停堆。截至 1999 年 12 月 31 日两台机组平均安全记录达 842 天，在法国 EDF 核电站安全运行比赛中，大亚湾核电站名列榜首。

3. 1999 年发电计划执行结果与分析

(1) 机组换料大修

1999 年圆满完成了 1 号机组第五次大修和 2 号机组第六次大修。第五次大修总工期为 88 天，大修质量、安全、成本等各项指标都基本控制在目标范围内。1999 年核电机组的运行业绩证明第五次大修是成功的。2 号机组的第六次大修是一个年度换料大修，从 1999 年 11 月 16 日与电网解列到 12 月 30 日并网，总工期 45 天。这次大修不仅高效优质地完成了大修任务，还成功实施了一系列中长期重大技术改造工作。

(2) 发电量及其销售情况

1999 年核电发电上网 134.631 亿 kW·h，比 1998 年同比增长 9.4%，外销香港 94.24 亿 kW·h，内销广东 40.39 亿 kW·h，分别比去年增长 23.1% 和减少 14.6%。（因 1999 年已过比价期，售电比例为 3:7 比例分配，跟比价期内有较大差别，因此 1999 年售广东电量比 1998 年少。）

(3) 非计划停机及减载（设备原因减载）

1999 年两台机组一直保持安全稳定运行，保持较高的可用率及负荷因子，全年非计划停机停堆及非计划与电网解列次数均为 0 次，非计划能力损失因子为 0.405%（注：1999 年非计划能力损失因子主要因 GK 参数及机组热效率原因导致机组无法达到额定功率而产生的损失）。因设备故障减载损失 0.75 天。

(4) 外部原因减载

在电网的大力支持下，两台机组除在特殊保电期间外，仅在春节和年底有过较长时间减载，其余时间基本保持满功率运行，因电网原因减载损失为 31.31 天，负荷因子达 81.80%。详见表 2.3.1.1-1。

表 2.3.1.1-1 外部原因减载统计

	1999 年	1998 年
大修提前完成无法立即并网	2.64 天	0 天
因电量限制	18.85 天	21.52 天（其中 5 天停机备用）
保电减载	8.61 天	3.13 天
其他	1.21 天	20.55 天
合计	31.31 天	45.20 天

其他原因多为在春冬季节电网负荷低谷期因调峰能力不足而要求核电减载。1998 年因蓄能机组故障等原因，此项减载较多，而在 1999 年电网外部条件大幅改善，除年底因电量限制减载外，主要是因保电需要而引起的减载。

(5) 燃料管理

根据燃料管理部门给出的 1999 年第六循环周期燃料设计, 2 号机组第六循环周期设计装载 293 EFPD, 到 11 月 16 日机组停堆实际消耗 303.33 EFPD, 过烧 - 10.33 EFPD; 1 号机组年初第五循环周期停堆燃耗剩余 - 3.49 EFPD, 第六循环周期燃料设计装载为 282 EFPD, 到 2000 年 1 月 14 日开始大修燃料消耗 285.61 EFPD, 过烧 - 3.61 EFPD; 均满足停堆铀燃耗设计裕度 $\pm 600 \text{ MWd/t}$ (约 $\pm 15 \text{ EFPD}$) 要求, 达到了提高燃料利用率的目标

(6) 全年机组运行方式

1999 年电网外部环境较好, 同时为保证完成 1999 年发电任务, 核电站安排机组运行方式的策略是在上半年尽量争取多发电, 将裕度留在年底, 因此上半年只在春节保电期间和为配合 1 号机组大修后提前并网, 2 号机组有过较长时间减载, 其他时间基本保持满功率运行。

因上半年机组运行状态很好, 已经完成了年度发电任务 (133 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$) 的 50.7%, 而一般核电站下半年的发电能力要比上半年多, 因此即使在增加 1.5 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 上网电量的情况下, 下半年机组停机及减载裕度仍过剩。下半年除 5 次台风和国庆保电减载外, 主要是因年上网总量限制, 1, 2 号机组于 10 月 20 日开始减载运行到年底。

(7) 执行分析

1999 年发电计划顺利完成董事会下达的 134.5 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 上网目标, 归纳原因为以下几个方面:

1) 1999 年上半年电网外部环境大大改善, 核电站两台机组基本保持满功率运行, 保持了较高的负荷因子。

首先得益于比价期结束后原核电分配比例方面的争议消失, 中电严格按合同要求吸收 70% 的核电上网电量, 其次是广东政府扩大内需拉动经济增长, 城乡同网同价、农网改造等初见成效; 另外因广东省各地区小柴油机组较多, 而 1999 年柴油价格大幅增长, 用户纷纷停用柴油机使用网电, 使省网负荷大幅增长; 在自然环境方面, 1999 年广东地区出现少有的旱情, 各水库蓄水量大幅减少, 导致水电发电量比去年同期减少 10% 以上, 同时广东省又出现持续高温的天气, 用电负荷大幅增加, 以上各方面因素导致广东省对火电、核电等非水电机组的发电需求大大增加, 1999 年省网各大中型火电厂发电量普遍比 1998 年同比增长 10% 以上。另一方面, 广东省网在负荷大幅增长的情况下, 统调机组容量增长不大, 当出现主力机组事故时就更依赖核电机组。

2) 1999 年已过比价期, 售电比例有较大变化。

在 1998 年以前核电上网电量及降负荷的限制多来自广电, 而中电因为核电月度分配比例的变化符合香港负荷特性, 其火电机组和抽水蓄能机组调峰能力都很强, 一般只要不影响电网安全, 对吸收核电电量没有太多限制。1999 年因已过比价期, 核电售广电的比例要比以前少, 实际售广电电量也比 1998 年减少 14.6%, 并且 1999 年广东电网外部需求也有较大改善, 因此核电两台机组因电网特殊原因减载很少, 全年基本保持满功率运行

3) 上半年两次大修创历史最短工期, 105 大修提前 10 天完工, 年底的 206 大修也由原计划的 55 天减少到 45 天, 使全年能力因子提高 2% 以上, 为年底发电任务的增加提供了条件

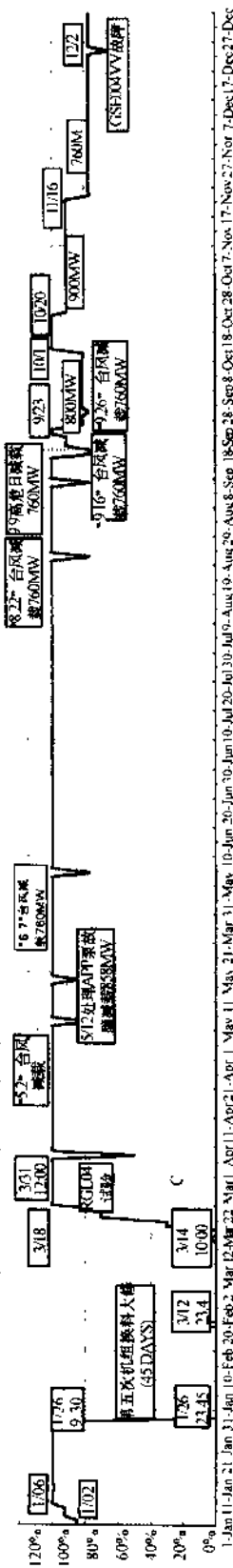
4) 始终如一地狠抓安全生产。根据 1999 年调度安全年的要求, 进一步加强工作中的风险分析, 消除设备缺陷隐患, 制定了一系列保电措施, 确保了机组长期安全稳定运行。

1999 年大亚湾核电站发电计划执行情况见表 2.3.1.1-2。

1999 年发电业绩逐月累计情况见表 2.3.1.1-3 和图 2.3.1.1-1

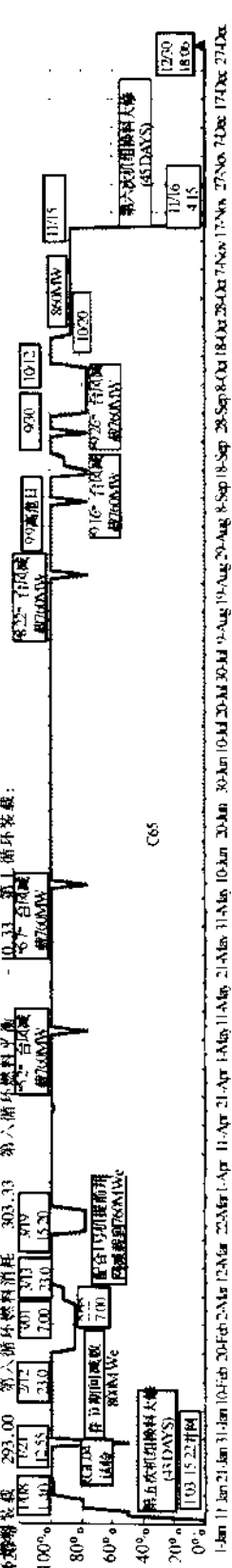
表 2.3.1.1-2 1999 年发电计划执行情况

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
毛发电量	595.814 0	0.00	361.811 0	705.200 0	724.079 0	698.253 0	721.738 0	717.508 0	651.574 0	657.898 0	599.436 0	563.107 0	6996.418 0
净电量	567.380 1	0.00	342.090 4	677.182 1	694.813 8	670.566 9	692.368 1	688.360 2	623.634 3	627.795 8	567.739 2	521.721 6	6673.652 3
负荷因子	81.38	0.00	49.42	98.54	98.90	98.56	98.01	98.01	91.97	89.86	84.61	76.92	81.18
机组可用率	83.32	0.00	54.06	99.79	99.64	99.23	99.03	98.90	99.12	99.85	100.00	99.91	86.63
强迫停机及设备失效减载	0.18	0.00	0.01	0.04	0.095	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.40
减载等效天数(外部)	0.54	0.00	1.42	0.00	0.16	0.10	0.14	0.14	0.08	0.29	4.62	7.08	19.102
燃料消耗	25.42	0.00	15.36	29.89	30.72	29.77	30.76	30.83	28.08	28.16	25.76	24.44	299.17
5 燃料装载	25.42	0.00	15.36	29.89	30.72	29.77	30.76	30.83	28.08	28.16	25.76	24.44	299.17



广东大亚湾核电站二号机组 1999 年发电计划

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
毛发电量	618.839 0	601.079 0	700.334 0	705.789 0	725.619 0	698.006 0	722.944 0	714.887 0	682.351 0	627.533 0	306.716 0	0.00	7104.097 0
净电量	589.306 2	571.826 4	662.162 0	677.747 7	696.291 6	670.329 7	693.525 1	685.845 6	653.091 6	598.820 1	290.497 5	0.00	6789.443 5
负荷因子	84.53	90.90	95.66	99.62	99.12	98.52	98.75	97.65	96.31	85.72	43.29	0.00	82.42
机组可用率	85.62	100.00	100.00	99.84	99.84	99.06	99.21	98.74	99.16	99.64	49.36	3.95	86.08
强迫停机及设备失效减载	0.28	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35
减载等效天数(外部)	0.00	2.53	1.23	0.00	0.13	0.08	0.00	0.20	0.73	4.12	2.05	1.22	12.29
燃料消耗	26.46	25.68	29.85	29.89	30.74	29.74	30.85	30.76	29.20	27.00	13.13	0.35	303.33
6 燃料装载	26.46	25.68	29.85	29.89	30.74	29.74	30.85	30.76	29.20	27.00	13.13	0.35	303.33



广东大亚湾核电站全厂 1999 年发电计划

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
毛发电量	1214.653 0	1062.145 0	1410.989 0	1449.698 0	1396.259 0	1444.683 0	1432.395 0	1333.925 0	1285.431 0	906.152 0	563.107 0	14.160.515 0	
净电量	1156.686 3	1004.252 4	1354.929 7	1391.105 4	1340.896 5	1385.893 2	1374.205 8	1276.725 9	1226.615 9	858.236 7	521.721 6	13.463.095 8	
负荷因子	82.96	45.45	72.54	99.38	99.01	98.54	98.67	97.83	94.14	87.79	63.95	38.46	81.80
机组可用率	84.47	50.00	77.03	99.82	99.74	99.15	99.12	98.82	99.14	99.75	74.68	51.93	86.36
强迫停机及设备失效减载	0.46	0.00	0.07	0.06	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.75
减载等效天数(外部)	0.54	2.65	2.53	0.00	0.29	0.18	0.00	0.34	2.80	7.01	6.67	8.30	31.31
燃料消耗	51.88	25.68	45.21	59.79	61.46	59.51	61.60	61.59	57.28	55.16	38.89	24.79	602.50

表 2.3.1.1-3 1999 年发电业绩逐月累计情况

单位: GW·h

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
1号机组	595.814	0	361.811	705.2	724.079	698.253	721.738	717.508	651.574	657.898	599.436	563.107	6 996.418
2号机组	618.839	601.079	700.334	705.789	725.619	698.006	722.944	714.887	682.351	627.533	306.716	0	7 104.097
全厂	1 214.653	601.079	1 062.145	1 410.989	1 449.698	1 396.259	1 444.682	1 432.395	1 333.925	1 285.431	906.152	563.107	14 100.515
上网电量	1 156.686 3	571.826 4	1 004.252 4	1 354.929 7	1 391.105 4	1 340.896 5	1 385.893 2	1 374.205 8	1 276.7259	1 226.615 9	858.236 7	521.721 6	13 463.095 8
上网电量 逐月累计	1 156.686 3	1 728.512 7	2 732.765 1	4 087.694 8	5 478.800 2	6 819.696 7	8 205.589 9	9 579.795 7	10 856.521 6	12 083.137 5	12 941.374 2	13 463.095 8	

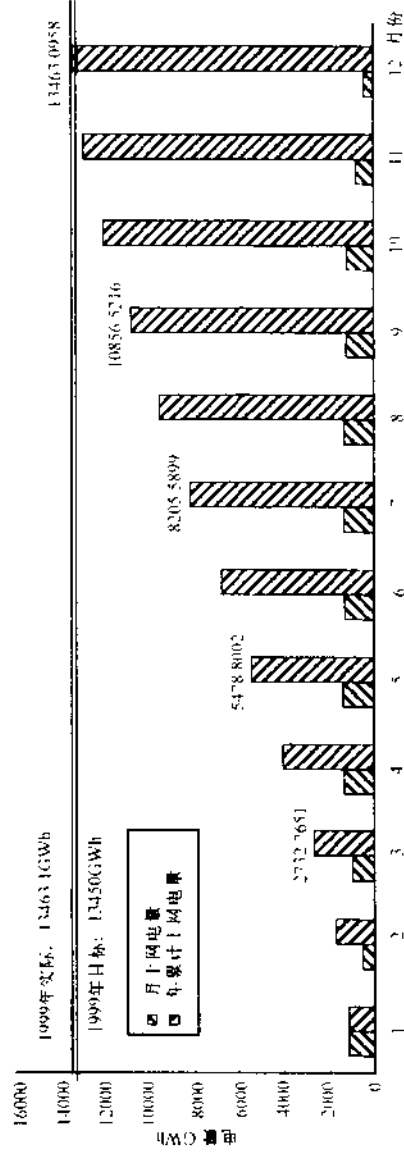


图 2.3.1.1 | 1999 年上网电量逐月累计

2.3.1.2 电站预算管理 and 成本控制

1999年电站预算管理和成本控制以年度批准的预算为控制目标,通过事前、事中的控制和事后的反馈,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,使生产成本得到了很好的控制,为降低电价作出了较大贡献。1999年电站运行、维修和管理成本的决算数占年初批准预算的79%,其中生产运行维修成本决算数为2 016.5万美元,占年初批准预算的71%,较大节省的贡献主要来自以下方面:

- (1) 日常运行维修消耗性材料的决算为批准预算的65%,比预算节省148.5万美元。
- (2) 日常运行维修备品备件的决算为批准预算的59%,比预算节省122.4万美元。
- (3) 厂外技术支持费的决算为批准预算的53%,比预算节省163.5万美元。
- (4) 辅助生产设施运行维修费的决算为批准预算的55%,比预算节省123万美元。
- (5) 1号机组第五次、2号机组第六次换料大修,由于自主化程度提高和各部门的努力,使1999年度的大修费用控制在1 770.2万美元,比预算节省121.4万美元。
- (6) 行政管理费用的执行结果也十分满意,决算为预算的69%,比预算节省92.4万美元。

1999年成本管理工作在以下方面进行了有益的尝试,并取得了良好效果:

1. 完善成本管理组织运作

(1) 根据工作需要,确立了以成本中心为管理单位的新工作模式,其运作方式为:由成本管理科内3个工作小组分别管理若干个成本中心,每个小组负责对所辖成本中心的预算编制和执行工作进行监督和控制;负责同各成本中心就预算管理和成本控制工作进行沟通和协调;履行对各成本中心的咨询和服务。这种管理方式使各小组对所管理的成本中心的预算执行情况能够有全面、充分的认识,更好地协助成本中心做好成本控制工作。

(2) 对原有报表制度进行了改革。为使各成本中心能够及时了解预算执行情况,成本管理科针对各成本中心的实际情况,为他们编制了预算执行月报,月报信息能够详尽地反映各成本中心预算的执行情况及存在问题,为他们日常的成本控制工作提供了重要的参考依据。

(3) 预算编制过程中的工作改进。在编制2000年预算的过程中,主要采取的举措有:①根据以往年度的预算执行情况分析结果,确定各个成本中心年度上报预算的控制目标;②加强各归口部门在预算上报过程中的控制作用;③预算管理部门紧密跟踪各成本中心的预算编制进度情况,通过与各成本中心的沟通,协调解决在预算编制过程中遇到的各种疑难问题,保证各成本中心能够及时正确地上报预算,从而保证了预算编制的总体进度计划不受影响。

2. 采取有效措施控制预算和降低成本

根据董事会继续加大开源节流的力度,不断提高效率和效益、降低成本和电价的要求,总经理部提出了1999年生产经营管理上具挑战性的两大核心指标,即上网电量133亿kW·h和电价低于6美分/(kW·h)。相应地,生产系统在成本管理方面采取了许多有效措施来控制预算和降低成本。

(1) 紧密跟踪成本项目,加强控制力度,定期进行成本控制分析并完成专题报告,如现场工具管理的专题报告,对现场工具管理存在的问题进行了深入的分析并提出了改进建议;完成了《1994~1998年现场外部人力支持分析报告》,为以后的人力资源控制提供了解决方案;对宴请、外部人力支持及预算外项目等专项成本项目实行定期报告(每季度一次),对影响这些成本项目的因素进行分析。

(2) 制订电厂行政后勤设备以及笔记本电脑等敏感性项目的管理制度,避免由于管理不

善所造成的资产损坏、流失和重复采购的现象发生。

(3) 修订《电厂关于宴请、工作餐和专项接待的规定》，加强对电站范围内的宴请、工作餐和专项接待活动的管理，规范电站的对外交际活动，控制成本。

(4) 加强对较大型项目的经济分析，如 DEG 制冷机改造项目及阻尼器减少项目（第二期）。

(5) 提高员工的成本意识，先后对各成本中心立项申请人和兼职预算员进行了培训，1999 年底制订了《生产系统成本中心负责人和兼职预算员培训制度》，将预算和成本控制培训作为一种长期活动。

3. 积极开展对新的预算管理和成本控制模式的研究

(1) 开展了预算分级管理的研究工作，提出了对各成本中心实行责权结合、目标管理和进行强化监督的管理模式，以实现自我管理、自我约束、自觉控制成本目标。1999 年底制定了《预算分级管理规定（暂行）》。计划从 2000 年 1 月 1 日开始实施。预算分级管理模式如图 2.3.1.2-1 所示。

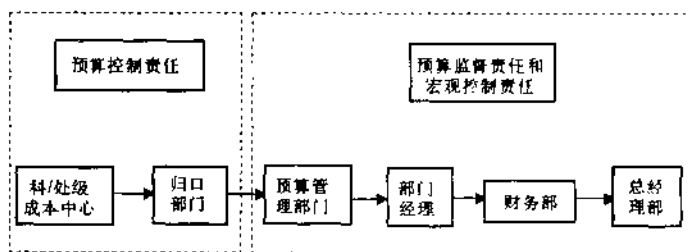


图 2.3.1.2-1 预算分级管理以后的运作模式

(2) 对“以活动为基础的成本管理（ABC）”方法进行了探索，结合电站的实际情况对 ABC 方法进行了深入的研究，积极推动 ABC 方法在电站内的尽早实施。

2.3.2 重要管理活动

2.3.2.1 电站管理层工作会议

1998 年 6 月份电站原生产部组织机构一分为四，电站管理层会议根据新的组织机构职能作了相应调整。经过一年多的运作，管理层会议加强了各部门之间的沟通协作，已成为推进电站各项工作重要管理手段。

主要管理会议包括：

1. 经理部生产管理工作会议

由电站生产部经理和维修部经理轮流主持，参加人员包括生产部、维修部、质保部和二核生产部的经理、副经理、经理助理、总工程师、副总工程师、经理顾问。生产管理工作会议每周召开一次，主要讨论经理部关注的重大管理和技术问题并作出相应决策。为严肃会议决策执行的有效性，要求每次会议期间要对前一次管理工作会议的决策行动执行情况进行审查。每月召开一次扩大会议，参加人员除四部经理部全体成员外，还包括生产部、维修部各处长。在月度扩大会议上，将传达董事会、总经理部会议精神和电站经理部的各项决议，总结本月工作，并对下月及近期工作安排进行部署，同时由各处汇报需经理部关注解决的问题。

2. 四部经理交流会

为切实做好电站组织机构调整以后各部门之间的协调工作,加强部门之间的交流,统一管理思路,电站自去年生产部分部后建立四部经理交流会制度。会议每月召开一次,参加人员包括生产部、维修部、质保部和二核生产部的经理、副经理、经理助理、总工程师、副总工程师和经理顾问。主要针对重要管理工作、当前关注热点进行沟通协调。随着机构调整运作一年多以来,四部交流会的讨论重点已逐渐转移到在管理上具有长远意义的重要问题上来,如未来电厂群堆管理模式讨论、队伍建设问题讨论等。

3. 生产部处长月会

为及时有效地向处级执行部门传达生产部经理部的管理要求和管理思路,审查各处月度管理计划执行情况,促进经理与处长之间的沟通,生产部每月举行一次处长月会,由生产部经理主持,参加人员包括生产部经理部全体成员及生产部各处处长。

4. 生产部分管经理工作会议

由生产部各分管某项管理功能的经理或助理负责,每月召集一次,由其主管处处长和科长参加。通过该工作会议,全面了解各处当前工作动态,推动并协调解决工作开展过程中的困难点。

5. 生产部经理部管理研讨会

生产部经理部在1999年召开了两次管理研讨会。目的在于增强生产部领导班子的团队凝聚力,从管理的角度分析目前生产部工作中存在的不足,统一管理思路,突破管理瓶颈,消除在持续改进中遇到的执行障碍。

第一次管理研讨会于3月19~22日召开。会议针对如何完成全年133亿kW·h上网电量发电目标和公司五年计划规定的中期目标作了安排与部署,对未来生产部的团队建设作了初步规划,并就生产部现存的管理问题制定了统一改进计划。

第二次管理研讨会于10月22日召开。会议回顾了1999年电站的业绩,对生产部全年的工作作出初步总结,就2000年需要改进的领域达成统一认识,确定明年的重点改进工作并制定实施计划。

6. 维修部管理周会

由维修部经理主持,参加人员包括维修部经理、副经理、经理助理、副总工程师、经理顾问及综合计划处处长。管理周会每周召开一次,主要讨论维修部一周以来重要的生产管理、技术商务工作,同时根据每周《维修部一周工作简报》对需经理层关注的问题作出决议。每月最后一周召开一次月会,参加成员扩大到维修部各处长,月会由各处长报告本月工作状况和下月工作安排以及提请经理层关注的问题,同时经理层就各处工作作出指示。

7. 维修部经理部管理研讨会

维修部经理部于1999年5月19日召开了管理研讨会。研讨会就二核接产到群堆管理的维修部机构设想、技术商务工作的发展和挑战、安全生产重点工作和第六次大修准备作了讨论,并由此提出为适应维修部发展而必须考虑的管理问题。本次会议形成了维修部的基本管理思路,为保证队伍团结协作和各项工作的良好开展打下了基础。

8. 维修部政治思想工作与队伍建设研讨会

为稳定维修部员工队伍和提高管理层的思想政治工作水平,维修部于1999年10月19日召开政治思想工作与队伍建设研讨会。此次会议由主管党政工作的经理助理主持,参加人员包括维修部经理、经理助理、副总工程师及各处处长、副处长。会议针对员工关心的焦点问题及当前维修部政治思想工作与队伍建设中存在的问题进行了研讨,并指出了当前两个文

明建设的重点。

9. 质保部管理工作会议

由质保部经理主持,全体质保部员工参加。会议主要是传达总经理部会议信息、其他生产信息、大修动员及内部管理工作交流等。会议每月召开一次。

10. 质保部科长工作会议

由质保部经理主持,各科科长及支部书记参加。会议内容主要包括制订管理计划、对管理计划进行跟踪、研究质保部的重要工作及方向等。今年该会议特别针对队伍建设和如何提高部内人员工作主观能动性问题开展讨论。会议每周召开一次。

11. 电站质量管理委员会会议

根据生产系统安全和质量管理的需要,1999年4月6日由质保部经理组织成立了电站质量管理委员会(PQMC)。该会议每两月召开一次,目的是代表电站管理层进行质量体系完整性和有效性的评审,提出质量持续改进的建议,同时通过讨论电站存在的重要质量管理问题或重复发生的质量缺陷,发现质量体系上的缺陷并提出相应纠正措施。

12. 质保部专题研讨会

质保部今年举办了一次IAEA新质量保证法规的专题研讨会。会上讨论了新法规中变更的内容,并结合电站实际提出各自的观点。通过研讨得到共识,认为质保大纲经过4年多运作,其基本原则和管理方法已深入人心,电站已能较自觉地遵照质保大纲的要求进行工作。以此为基础并结合新法规强调的重点,电站质量保证工作的中心应转移到关注和加强质保大纲的实效性方面。这种实效性包括计划制订的实效性、程序的实效性、工作实施的实效性、管理控制的实效性等方面。

2.3.2.2 干部任免

1999年大亚湾核电站选拔了一批年轻干部充实到领导岗位上。全年科及科以上干部(包括值长、副值长)晋升14人,免职8人,调离8人。详细情况见表2.3.2.2-1和表2.3.2.2-2。

表 2.3.2.2-1 电站干部晋升情况

经 理	经理助理	处长顾问	处长助理	科 长	值 长	副值长
1	1	1	1	1	4	5

表 2.3.2.2-2 电站干部调离情况

经理	副总工	处长助理	值长	科长
1	1	1	3	2

2.3.2.3 职称评定、毕业生转正定级

1999年获得各种专业技术资格人员情况见表2.3.2.3-1。

表 2.3.2.3-1 1999年获得专业技术资格情况统计

中级	助理级	员级	合计
15	46	31	92

2.3.3 人事管理

2.3.3.1 人员配备

截至 1999 年 12 月 31 日, 生产部、维修部、质保部在册员工总数为 1 116 人, 其中调入 1 029 人, 聘用 75 人, 港方 3 人, 外方 9 人。人员配备见表 2.3.3.1-1。

表 2.3.3.1-1 人员配备情况

工 作 单 位		调入人员	聘用人员	港方人员	外方人员	合计
生 产 部	经理室	4		2	1	7
	运行处	226	5		1	232
	设备管理处	25				25
	生产计划处	18	4			22
	核安全处	21	1			22
	保健物理处	54	1			55
	综管处	11	13			24
	资料处	18	8			26
	培训处	42	2		2	46
维 修 部	经理室	6			1	7
	总工办	3				3
	静止机械处	71	4			75
	转动机械处	68	5			73
	仪控处	86	5			91
	电气处	60	6			66
	现场服务处	52	2			54
	技术支持处	133	2		3	138
	合同供应处	44	5	1	1	51
	综合计划处	41	10			51
其 他	25				25	
质保部	质保部	20	2			22
	欧 办	1				1
	合 计	1029	75	3	9	1116

2.3.3.2 职工学历和职称结构及专家名录

职工学历状况见表 2.3.3.2-1, 员工学历结构见图 2.3.3.2-1。

表 2.3.3.2-1 职工学历状况

初中	高中	中技	中专	大学专科	大学本科	硕士	博士	合计
2	65	75	130	167	606	61	1	1107

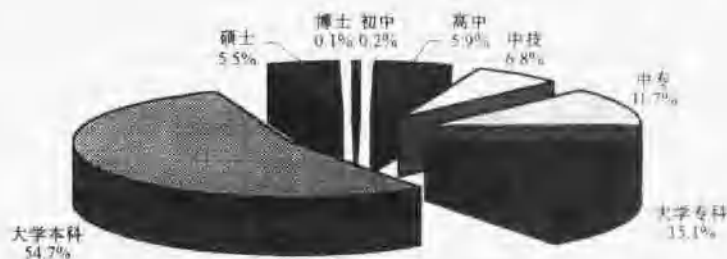


图 2.3.3.2-1 大亚湾核电站员工学历结构

职称结构见表 2.3.3.2-2 和图 2.3.3.2-2。

表 2.3.3.2-2 职称状况

正高级	高级	中级	助理级	员级	技师	高级工	中级工	见习	无职称	合计
10	152	256	416	81	12	77	28	19	56	1107

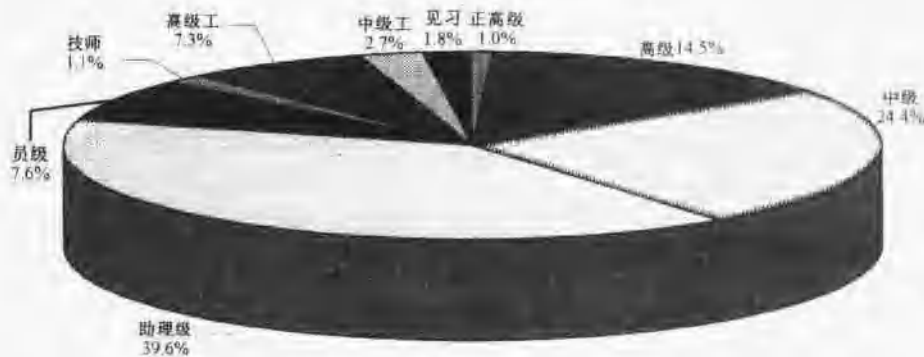


图 2.3.3.2-2 大亚湾核电站员工职称结构

专家名录

正研级高工名录

陈德淦 陈献武 虞福祥 王明松 张兆丰 沈抗 黄常勇 叶能谦 陈开惠
林贵清

2.3.3.3 年龄结构

大亚湾核电站的员工是一支年轻的队伍，平均年龄为 32 岁，年龄分布见表 2.3.3.3-1 和图 2.3.3.3-1。

表 2.3.3.3-1 年龄分布

≤30 岁	31 至 40 岁	41 至 50 岁	>50 岁	合计
508	393	148	58	1107

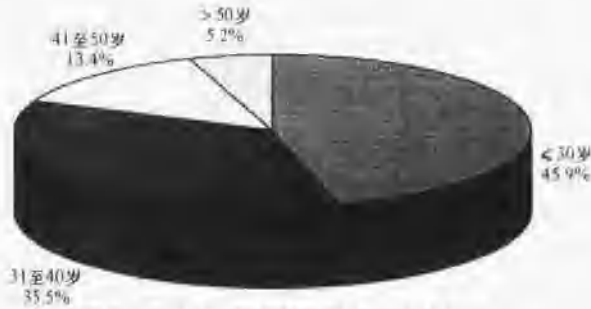


图 2.3.3.3-1 大亚湾核电站员工年龄结构

2.3.4 人员培训及授权

2.3.4.1 培训管理及有关活动

1. 1999 年培训形势概述

1999 年公司各级领导进一步加大对培训工作的支持及投入力度,对培训工作提出了更高、更严的要求。培训中心以“建立高效率培训体系,培养符合核电事业要求人才”为目标,除继续以高标准、严要求、高质量抓好学操培养和持照 RO 和 SRO 的复训之外,重点做好岗位技能培训、管理培训、模拟机改造及新建项目、技能培训实验室组建等工作。

2. 模拟机培训

1999 年是全范围模拟机培训负荷的高峰年,全年共完成模拟机培训工作负荷 218 教员周,比原计划超额完成 47 教员周,创历史最高水平。在总结 1998 年推出 8 项新举措的基础上,对持照人员的培训陆续推出了 15 项新的改进措施,着重体现在以下 4 个方面:

(1) 主动进行培训需求调查,结合经验反馈,及时补充与增加培训内容和项目,进一步提高 RO 和 SRO 的操作水平,特别是对突发事件的应变能力。1999 年,为两个电站 RO 人员新开设了“事故规程深入研究”培训课程(520),使其对事故规程有了更为深刻的理解;为配合“保电”中心任务,在持照人员综合复训(MR)和复杂工况实战训练(MS)课程中加强了对 RO 与 SRO 人员的“应变能力”方面的培训,特别在目前进行的 MS 课程中,突出了 Y2K 应变计划的培训内容。

(2) 加强沟通,接受内、外部监督,不断提高培训质量。培训中心与 OPO,OSL,LPO 等部门建立了良好的沟通渠道,成立培训信息交流与联络小组,定期或不定期地召开小型信息交流会议。一旦遇到不可测因素,及时调整培训计划,确保年培训任务的顺利完成;在持照人员复训课程的培训内容方面,在广泛进行调查和征询意见(包括参与 OPO 的操纵员俱乐部的活动)的基础上,每年进行更新,尽可能加入近期内、外部事件经验反馈;邀请 OPO,OSL,LPO 领导或主管培训的人员听课、提意见,以求对教学工作进行监督并加以改进。

(3) 改善培训管理,对参加全范围模拟机复训课的持照学员更加严格要求,促使其提高学习效率。1999 年,为了更好地了解持照人员犯人为错误的倾向性,设定了“持照人员在全范围模拟机复训中因人失误的统计指标”并作了统计,这有利于分析问题及改进今后的教学工作;同时在对学员进行跟踪评价的基础上,把失电事故工况运行(M4)、综合复训(MR)和复杂工况实战训练(MS)课程中的最后一场练习课改为考试,以端正持照学员的学习态度,进而提高学习效率。

(4) 狠抓教员队伍自身的培训, 不断提高教员的业务素质。1999年, 开始实行模拟机教员与现场运行人员的岗位轮换制, 并制订出台了《模拟机教员岗位资格考核实施办法》。在继续保持轮流派教员参加机组大修活动的基础上, 建立了“模拟机教员日常下现场培训制度”, 及时跟踪机组状态用于教学。同时, 还请电站有关技术专家给模拟机教员讲授技术课程, 并定期组织教员进行内部教学交流。

通过上述各项模拟机培训新举措的逐步实施, 1999年模拟机培训效果较1998年又有了明显的提高, 这主要表现在:

(1) 在1999年4月份进行的1998年学操的操纵员执照考试中, 36名考生中有29人通过, 成功率达80.55%。

(2) 1999年学操40名学员经过M1, M2, M3三个阶段考试, 共有36名通过, 培训合格率达90%;

(3) 2000年学操选拔考试严格把关。从41名候选人选拔出26名参加2000年操纵员培训, 充分做到节约培训资源, 保证培训质量。

(4) 年轻一代操纵员在运行值班中能正确处理突发故障, 操作正确, 保证了机组不停机、不停堆, 反映培训取得了良好效果。

3. 模拟机维护及模拟机改造与新建项目

培训中心现有全范围模拟机投入使用已近10年, 存在着设备老化、稳定性差、死机故障较多等现象, 且备件难以采购, 但在模拟机维修人员采取一系列有效措施及精心维护下, 1999年全范围模拟机可用率达到97.7%, 确保了模拟机培训、执照考试和多次应急实验的顺利完成。1999年在模拟机维护方面采取的主要措施有:

(1) 实施规范化管理

制定、实施巡检制度, 重视模拟机的日常巡视, 明确落实ON-CALL人员和模拟机维护值班人员的责任, 以最快的速度消除模拟机运行故障; 制定“三及时”的制度, 即发现问题及时报告; 出现问题及时处理; 找出原因及时改进。

(2) 加强经验反馈, 找出薄弱环节, 预测风险, 研究对策; 有针对性做好备品、备件的采购准备工作。

1999年是核电站两台模拟机项目的关键一年。在模拟机改造和模拟机新建项目方面做了以下工作:

(1) 改造项目: 完成了全部计算机文件的准备及主系统和三个子系统(KIT, GRE, LSS)等相关设计备件的准备工作;

(2) 新建项目: 完成对5家投标商的技术和标书评审工作; 与商务小组一起完成最终评标工作, 并于1999年6月4日与加拿大CAE签订了合同。截至1999年底, 已向CAE公司递交了125个系统中的119个系统设计手册、所有主控室的设计数据以及“17类”接口文件。

模拟机改造和新建项目严格遵照两公司总经理部的要求, 按照公平、公正和保密的原则进行招标; 同时采用良好的技术方案, 把改造和新建两项目有机地结合在一起, 以实现两台模拟机均能达到国际90年代初的先进水平。

4. 技能培训实验室建设

广东核电事业的迅速发展使电站人员的技能培训进入了更高的阶段, 建立一个电站自己的维修技能培训实验基地以开展相应的培训工作已成为当务之急。1999年培训中心遵照总经理部的指示, 按照“立足需求、合理利用、适当引进”的原则, 计划用一年左右的时间组

建初具规模、可开展基本维修技能培训的实验室。

1999年,过渡性实验室选址及其组建方案已确定,计划在原法马通办公区8号楼新建静止机械、转动机械、现场服务和性能等4个实验室,同时,扩充现培训中心EA楼207、208实验室,建立电气、仪表/控制两个实验室。

根据组建计划,2000年上半年将初步建成各实验室,并可逐步开展维修技能方面的培训。

5. 核电职业技能鉴定所

核电职业技能鉴定所于1998年11月9日经市劳动局和上级劳动行政部门审批通过,随后,公司推荐的核电职业技能鉴定考评人员经市劳动局统一组织的培训、考试和审核后,共有37人正式获得职业技能考评员资格证书,3人取得考务员资格。1999年4月15日,鉴定所在培训中心举行了挂牌仪式,并颁发考评员、考务员证书。

1999年是核电职业技能鉴定所正式运作的第一年,培训中心为核电工种的职业技能鉴定活动的实施和开展作了充分的准备。

(1) 制定了深圳市核电职业技能鉴定所《工作程序》、《工作职责》等12个必备的管理规则与工作执行程序;

(2) 组织了核电40位考评员和准考评员进行集中培训,安排了2位考评员参加“电力行业职业技能鉴定管理和考评人员培训班”的培训学习,并取得高级考评员资格证书;

(3) 确定了中、高级工的考核鉴定方式;完成编写7个考核鉴定工种技师的技术标准和鉴定规范;全部完成7个工种60套“知识要求”试卷和“技能要求”试卷的编写、打印、校对和定稿。

根据市劳动局和公司人力资源部的计划安排,1999年10月核电职业技能鉴定所完成了4个工种中级工和2个工种高级工的职业技能鉴定,具体情况如下:

(1) 中级工:4个工种,参加考试8人,合格5人,合格率56.25%;

(2) 高级工:2个工种,参加考试3人,合格2人,合格率66.67%。

1999年12月还对7个工种技师及3个工种中、高级工进行了考核鉴定。

6. 管理培训

为进一步增强管理人员的管理知识水平,根据公司经理层关于积极开展必要的管理培训的指示,结合核电实际情况,成功推出一系列培训课程。1999年参加管理培训共计328人次(未包括系统管理培训)。

1999年组织的管理培训主要分为以下三类:

(1) 系统管理培训:根据公司干部培养政策,结合院校优势培训核电管理干部。公司今年除按计划继续选送干部去党校及管理学院深造外,还在1998年底与华中理工大学签订了联合培养在职研究生的协议。1999年1月经过严格考试,选拔出40名学员参加“管理硕士班”的学习,全部课程的学习、考试以及论文的答辩均利用业余时间完成。截至1999年12月底,硕士班学员共完成《管理学》、《财务会计学》等9门课程的学习并通过相应考试,大部分同学取得了较为优异的成绩。

(2) 专题管理培训:根据公司管理培训需求,制定了多个培训选题,列出了管理培训计划;同时注重收集外部和公司内部师资信息,选择优秀教员作为管理培训的师资。1999年已组织“团队建设与沟通技巧”、“项目管理”、“时间管理”培训及“职业道德”大型讲座,受到参训学员好评。

(3) 管理技巧培训: 由于这方面培训成本低, 实用性强, 组织快, 是目前管理培训的主流, 培训中心在收集各处管理技巧培训需求基础上制订出计划, 从公司内部聘请有丰富专业知识的员工进行授课, 上半年组织了“新合同法实务”、“WANO 内审员培训”、“ISO 14001 内审员培训”、“预算控制”、“培训者培训”等课程, 收到良好的效果。

1999 年 9 月份培训中心还完成了对生产四部、处级领导干部的管理培训需求调查, 为 2000 年管理培训的开展作好了准备。

7. 教材、教案规范化, 教学方式逐步现代化

(1) 教材、教案规范化工作走上正规。1999 年成立了教材改编出版小组, 负责教材、教案的规范化实施, 制定了行之有效的教案规范化方案; 1999 年已完成了 8 门课程的教案规范化工作。1999 年上半年正式出版《大亚湾核电站运行教程》, 作为《大亚湾核电站运行教程》的姊妹篇——《大亚湾核电站系统与运行》(课程代号 320) 的修编工作正在进行之中, 可望在 2000 年正式出版。

(2) 教学方式逐步现代化。1999 年与上海交通大学合作的《大亚湾核电站系统与运行》多媒体教学软件已经制作完毕, 并通过上海科委举办的“成果鉴定会”, 填补了培训教学中的一项空白。在进行《辐射防护》、《应急》、《急救》等课程教学中, 大量采用电脑程序制作高质量的幻灯片, 以精炼的文字结合色彩丰富的画面, 提高了培训教学效果。

8. 通用培训

根据电站年度外语培训计划, 1999 年开设了英语脱产、法语脱产、英语业余三类外语培训。

(1) 英语脱产班设在南京大学, 参训学员 17 人, 培训从 4 月到 8 月共 20 周, 每周 22 学时, 共计培训负荷 7480 人·时。

(2) 法语脱产班设在四川外国语学院, 学员 5 人。培训于 5 月开始, 9 月结束, 共 20 周, 每周 24 学时, 计培训负荷 2400 人·时。

(3) 英语业余培训需求量大, 分别为生产四部、秘书部、工程部各开一个班, 参训学员共 165 人, 计培训负荷 8400 人·时。

9. 承包商培训、206/106 大修承包商入厂考试及入厂安全知识培训

(1) 承包商培训

为响应维修队伍建设的十大问题中对承包商管理改进的要求, 1999 年加强了对承包商培训工作的支持和监督力度。培训中心会同各部门专家编撰了《核电站基础授权培训》(862) 教材, 使承包商培训工作更加规范, 并组织开课 11 期, 参训学员达 278 人。

(2) 206/106 大修承包商入厂考试

在 206 大修到来之时, OTC 举办了由各大承包商经理及培训管理人员参加的培训工作研讨会, 介绍了合营公司培训政策及承包商培训要求, 并与 MTD 一起派员到承包商基地进行培训工作审查, 有效地促进了承包商培训工作的管理。同时于 206 大修开工之前圆满完成了承包商入厂考核工作。共编制 7 类授权课考核试题 549 道, 出卷 10 套, 从 10 月 27 日至 12 月 2 日对淮南检修公司等 9 个承包商单位入厂员工进行了 17 场 1347 人次的考核, 并安排了 41 人次的补考, 根据考核结果, 电站对不合格的 4 名承包商工作负责人降级使用, 另外 1 人被取消入厂资格。

(3) 新工人入厂安全知识培训

为保证新人厂人员了解并遵守电站的安全规定, 提高其安全质量意识, 规范入厂培训流

程,制定了《入厂安全知识培训实施管理规定》。根据这一规定,于10月到12月针对各短期承包商及一、二核各部、集团公司、公安分局、武警大队、核服总各部等需入厂的核电系统非授权人员,由培训中心制定培训计划并实施培训。培训内容包括工业安全等6类授权培训课程的知识,采取教员课堂授课及观看录像的方式,时间为半天。该项培训共组织47期,核电系统9大部门及各短期承包商1070余人参加。

10. 教员队伍建设

培训中心针对理论课教员缺乏及人员较年轻等实际情况,在1999年狠抓了公共课教员队伍自身的培训,以期提高教员的业务素质,达到最佳的授课效果。

(1) 制定《公共课教员工作计划与安排》,明确每位教员的工作任务,把教学内容按照功能块落实到人,使教员安心钻研所讲内容,促进教学质量的整体提高;

(2) 成立“公共课教学质量检查小组”,负责对每位教员的备课情况进行抽查并进行听课,提出改进意见,很好地实现其监督职能;

(3) 不定期开展技术交流讲座、特别是对典型的经验反馈进行共同讨论和学习,将之应用于教学活动之中,扩大了每位教员的知识面,形成知识共享,为将来可能的知识功能块轮换打下基础;

(4) 组织召开了“理论课教学工作研讨会”。针对353课程改进、兼职教员管理、教学质量改进等问题展开讨论,统一了认识,并提出了一些切实可行的改进措施。这些改进措施正在进一步的跟踪落实之中。

(5) 规范教员培养制度,制定《公共课教员培养计划》。如选派公共课教员参加模拟机培训,以有效提高教员的知识水平和授课权威;选派教员到运行、维修等一线部门参加106/206大修实习,积累现场经验;选派教员参加计算机、脱产外语、原子能院微型堆实习等专项培训,促进教员逐步达到“一专多能”的要求;所有教员接受了“培训者培训”,促进培训技能的不断提高。

2.3.4.2 各类培训及授权培训完成情况

1. 岗位技能培训

在对1998年工作进行总结的基础上,1999年岗位技能培训严格按照《培训中心岗位技能培训实施系列》组织实施,共开设25门课程。座谈会及调查问卷反馈的信息显示,大部分课程基本达到培训目的,拓宽了学员的知识面,协助学员解决了现场的实际问题,学员普遍反映较为满意。从岗位技能课程实施情况看,1999年岗位技能培训具有以下特点:

(1) 聘请现场有经验的专家承担了近半数的课程,培训效果受到好评;

(2) 推出了“运输与支付”、“谈判技巧”、“税法”等商务系列培训,弥补了以往只注重技术技能培训,而忽略其他培训的不足;

(3) 进一步完善了《岗位技能培训课程组织实施条例》,规范了技能培训工作的开展,并注重完善技能培训教材,为培训质量的提高创造了有利条件。

2. 授权培训

1999年培训中心共开设40门授权培训课程,完成各类授权培训124 008人·时,审查授权单1382份,计有1219人获得核安全授权、1198人获得辐射防护授权、1220人获得工业安全授权。针对1998年授权培训工作中存在的不足,1999年培训中心对授权培训工作进行了适当调整,重点抓好教务计划安排、课堂教学管理等重要环节的工作,圆满完成了1999年的授权培训任务。

培训中心各类培训情况及各部、处培训负荷见图 2.3.4.2-1 至图 2.3.4.2-4。

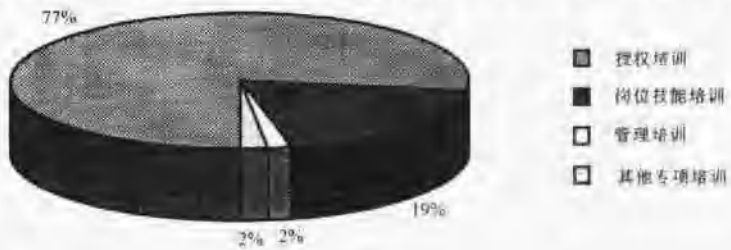


图 2.3.4.2-1 1999 年培训负荷分类

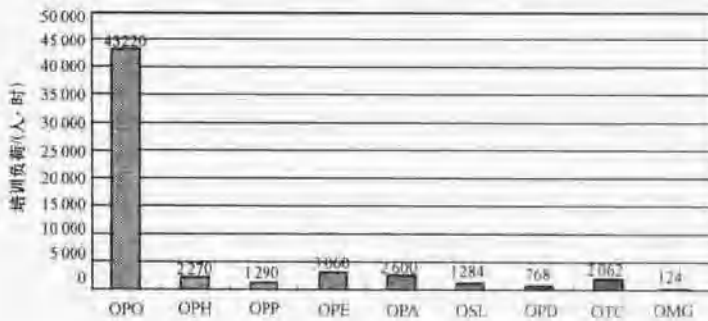


图 2.3.4.2-2 生产部各处培训负荷

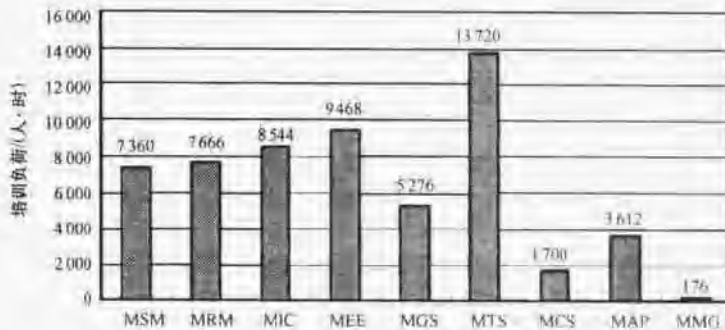


图 2.3.4.2-3 维修部各处培训负荷

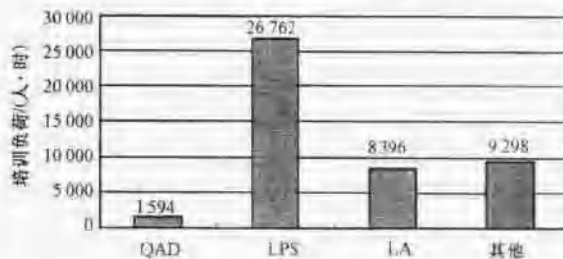


图 2.3.4.2-4 质保部、二核生产部及其他部门培训负荷

2.3.4.3 其他培训工作

1999 年培训中心还完成了以下几个方面的工作：

1. 特殊工种培训

为了保障大修有足够的特种作业操作人员，在 1999 年度组织了一期起重司机人员取证培训班及一期叉车司机取证培训班，共 13 人取得劳动部门颁发的特种作业操作证件。另外还组织安排 24 名行车司机、7 名叉车司机、4 名高架叉车司机参加了劳动部门年度复审考核并全部考核合格。

2. 1998 届新员工综合考核

139 名 1998 年来的新员工在 1999 年初完成授权培训课程后，均安排至各自的实习岗位，按照综合考核规范开展岗前培训，并组成 17 人的专家考核小组进行月度考评。1999 年 2 至 9 月各处共完成 8 次新员工综合考核，有关月报和考核记录已提交培训中心存档，共计考核 803 人次，提交英文两周报 931 份，中文两周报及月报 441 份，6 周技术报告 74 份。

3. 1999 届新员工外部岗前培训

根据广东大亚湾核电站 1999 年新分配毕业生总体培训计划的要求，培训中心组织了 1999 应届毕业生参加外部岗前培训，共有 101 名学员参加，根据学员学历、专业及用人单位意见，本次外培设西安交通大学与哈尔滨工程大学两个外部培训点，共分四个班；中专学员根据实际工作需要，在西安交通大学进行为期 3 个月的核电基础理论知识培训以及分别补充机械或电气方面的知识；本科以上学历在哈尔滨工程大学进行为期 5 个月的常规专业基础培训和核专业基础培训。培训人·时数共 49 590 人·时。

4. 培训图书资料管理

对培训中心库存图书和所有教材进行分类、编号、上架；编制培训中心资料管理软件，并上网运行。排序整理《设备维修手册》，使之与资料处的管理保持一致，方便各教员查阅。承包商培训资料除保留集体档案外，个人培训资料退回各承包商统一管理。

5. 电教工作

配合大修工作，完成《承包商入场安全教育须知》电教片的修编制作；拍摄了《反应堆内部构件拆装、检测》、《发电机抽转子过程》等一批大修资料片，积累了宝贵的技术资料。

6. 基本建设工作

开始计算机综合实验室的建设工作，预计 2000 年初投入教学使用；完成 EA 楼信息显示屏的建设工作，并投入试运行，使培训管理现代化迈上新台阶。

2.3.5 电站委员会

2.3.5.1 电站核安全委员会

为提高会议效率，电站核安全委员会(PNSC)在 1999 年年中对委员会成员作了相应调整，委员会主席为生产部经理。固定成员人数为 11 人，每次会议法定人数不低于 7 人。1999 年电站核安全委员会共召开了 32 次会议，其中有 8 次为特别会议。1999 年会议出勤率普遍较低，成员平均到会率为 70%，其中有 5 次仅达到最低法定人数。1999 年主要议题如下：

- (1) 讨论并批准提交国家核安全局的 20 份运行事件报告；
- (2) 审批了 12 份 GOR/PQOM 规程升版；
- (3) 8 份核安全相关系统报告；
- (4) 30 份核安全专题报告；

- (5) 13 个大修中需紧急处理的安全问题, 包括设备失效等;
- (6) 37 份定期报告, 例如核安全相关的改造、执照申请状态、定期试验、不符合项等 1999 年计划的会议议程已全部完成。

2.3.5.2 电站培训委员会

1999 年电站培训委员会 (PTC) 共召开 6 次会议。

1999 年历次 PTC 会议内容如下:

1. 第 29 次 PTC 会议 (1999 年 1 月 12 日)

- (1) 听取“1998 年培训计划执行情况总结”和“1999 年培训计划安排”;
- (2) 确定 1999 年外语培训方式;
- (3) 检讨 1998 年 ATR 授权培训任务未完成部分的原因, 并提出改进措施;
- (4) 通过“外出培训人员补充管理规定”;
- (5) 针对电站大修经验反馈, 要求培训中心安排相应课程。

2. 第 30 次 PTC 会议 (1999 年 3 月 9 日)

- (1) 听取生产部、维修部和质保部 JTA 工作开展情况汇报;
- (2) 听取维修培训实验室工作进展情况汇报;
- (3) 通报 RO、SRO 培训状态;
- (4) 听取培训中心根据各处提供的“岗位技能评估表”与各处实际进行的在岗培训计划比较而作出的统计评估汇报。

3. 第 31 次 PTC 会议 (1999 年 5 月 11 日)

- (1) 推广介绍化学科岗位培训流程图, 要求各专业、各岗位能制定类似的岗位培训流程图;
- (2) 听取“1998 年授权相关复训课程审查情况报告”;
- (3) 检查岗位技能评估中遗留项目落实情况;
- (4) 通报 1999 年操纵员考试情况;
- (5) 听取维修培训基地进展情况汇报;
- (6) 介绍短期进厂人员培训与进厂许可问题提出的背景, 并决定对短期承包商进厂人员进行入厂安全教育与培训的暂行方式。

4. 第 32 次 PTC 会议 (1999 年 7 月 13 日)

- (1) 演示《大亚湾核电站系统与运行》(课程代号: 320) 多媒体教学软件, 这一软件是电站培训工作在多媒体教学领域的首次尝试;
- (2) 要求各处制定岗位技能培训流程图;
- (3) 要求由培训中心牵头组织拍摄《入厂安全教育》录像片;
- (4) 讨论 1999~2000 年 JTA 工作计划安排;
- (5) 介绍华能电厂维修培训经验;
- (6) 听取各处对不良工作习惯的查找、收集和对策的工作汇报;
- (7) 听取维修培训基地进展情况汇报, 并讨论提出相应建设意见。

5. 第 33 次 PTC 会议 (1999 年 9 月 21 日)

- (1) 检查岗位培训流程图编写工作进展情况;
- (2) 听取计算机培训设施建设进展情况及教学计划设想的汇报;
- (3) 听取 1999 年新员工考核工作进展情况汇报。

6. 第 34 次 PTC 会议 (1999 年 12 月 21 日)

- (1) 听取岗位培训流程图编写情况汇报；
- (2) 听取 2000 年在岗培训计划制订情况汇报；
- (3) 听取培训中心 1999 年技能培训课程开设情况及 2000 年技能培训课程开设构想的汇报；
- (4) 通报 ATR 培训程序 TS/TRN/101 升版的设想；
- (5) 原则通过兼职教员管理方案，建议尽快提交正式文件报批执行。

2.3.5.3 电站三废管理委员会

电站三废管理委员会 (PWC) 为电站三废管理工作的决策机构，并监督执行情况。委员会主席由电站生产副经理担任，参与“三废”管理工作的职能处处长为常设成员，设备管理处“三废”系统工程师为委员会秘书。

三废管理委员会 1999 年召开了 6 次会议 (包括一次 9TER003BA 内超标放射性废液特别处理委员会)，形成的主要会议决议和推动完成的工作如下：

- (1) 由 OPO 化学科牵头，对主回路的氚平衡浓度进行计算，并与 OPH 一起制定出 1999 年氚排放的优化方案。
- (2) 2 月召开特别 PWC 会议，决定 9TER003BA 含碱放射性废液的处理方案。
- (3) 由三废工程师牵头召开三废小组会，讨论 9TER003BA 加酸中和方案及工作过程中的工业安全问题。
- (4) 三废工程师总结 9TEP002BA 的污染原因并制定处理方案。
- (5) 由三废小组牵头调研关于 APG 废树脂的处理 (再生/报废)。
- (6) 由三废小组解决 9TEU001EV 含盐量超标问题。
- (7) 讨论批准 9TER003BA 排放计划。
- (8) 由三废系统工程师从 7 月份开始负责就大修三废方面的问题对运行值、维修工作负责人进行培训。
- (9) 11 月初安排 PWC 会议，讨论源项跟踪与大修三废问题。
- (10) 完成了 9TEP007BA 的浮顶更换工作。

成立了胶囊更换小组，成功更换了 9TEP007BA 的浮顶胶囊，使 9TEP007BA 的本体表面放射性剂量由 2 mSv 降至 100 μ Sv，减小了运行工作人员的受照剂量。

- (11) 完成 9TER003BA 内放射性含碱放射性废液的处理。

由于 205 大修 2EAS001BA 跑碱，被迫将 120 m³ 的放射性含碱废液传往 9TER003BA 贮存，其比活度为 49.9 MBq/m³，经 PWC 委员会五次研究讨论，最后决定采用加酸中和、自然衰变、分批排放的处理方式。于 1999 年 8 月 22 日和 9 月 25 日两次排放，未对环境造成异常影响。本次处理方式，为公司减少固体废物约 140 m³，节约处理资金约 700 万元。

(12) 为保证非放射废液 SEL 的排放满足国家的 pH 值 ≤ 9 的限制要求，1999 年三废小组完成了 SEL 加酸改造的设计、施工及程序编写工作。

- (13) 完成了 9REA001BA 浮顶更换工作。
- (14) 解决了 9TEU001EV 盐含量超标问题。
- (15) 完成电站 2 号机组第六次大修的三废控制工作。创造了人因跑水事件零次的记录。
- (16) 电站三废指标管理。

1999 年三废排放指标：废液非氚放射性核素排放为国家年限值的 0.67%；废气惰性气体排放为国家年限值的 2.26%；固体废物产生量单机为 92.3 m³。1999 年三废产生量同 1998

年相比都有所增加，尤其是液态非氚放射性核素排放增幅较大，主要原因为2号机组第五次大修跑水，尤其是2EAS001BA跑碱所产生的放射性废液排入9TER003BA所致。固体废物增加的主要原因为TEP和TEU系统除盐床运行不正常，导致产生大量废树脂。

2.3.5.4 电站技术委员会

1999年，电站技术委员会(PEC)共召开了14次会议。除按照计划每月召开一次例会外，还在10月22日和12月2日召开了两次紧急会议，都是为了审批拟在机组第六次大修中实施的改造项目的初评(也称初步设计或可行性研究报告)。

相对于1998年来说，会议内容加大了对改造项目初评的审议。要求每一个需要电站技术委员会批准的改造项目，都必须在电站技术委员会上汇报改造原因、方案、效果等，为保证改造质量和控制改造数量起到了积极的作用。

1999年，电站技术委员会共安排了70个议题，审议了22个改造项目，否定或暂缓了7个改造项目。

2.3.5.5 电站经验反馈委员会

在总结1998年经验反馈工作的基础上，1999年公司从领导层到执行处的各级人员都更加重视生产管理过程中的经验反馈工作。为了更好地消除事件报告过程中存在的一些保护主义以及其他顾虑，鼓励员工如实报告事件，更好地保持事件报告的透明度，充分利用生产过程中产生的良好实践和经验教训来作为电站安全及生产水平持续改进的资源，提出了事件报告、根本原因分析和纠正行动的落实等经验反馈工作是对电站安全生产的贡献，而不是对事件当事人或当事部门的一种惩罚的方针，并在这个基础上不断提高经验反馈的有效性。1999年中期还总结和表彰了电站在经验反馈事件报告、根本原因分析及报告编写方面作出贡献的个人和集体，提高了经验反馈工作的积极性，促进了经验反馈工作的开展。

在电站经验反馈委员会(PEFC)的直接指导下，1999年经验反馈领域的工作重点之一放在继续深化事件根本原因分析的准确性和纠正行动落实的及时性，提高经验反馈过程效率。在事件根本原因分析方法的培训和应用方面，还专门请了美国FPI公司的邱强博士再一次来电站传授设备失效根本原因分析方法，在我们具备5年运行经验的基础上提高查找设备失效原因的能力，促进了经验反馈工作的提高。

1999年加大了外部事件经验的利用，及时反馈当今世界上核电行业出现的问题和经验，同时还定期查询WANO和NRC的数据库，从中筛选出来的事件都通过开会讨论的形式进行了分析，并形成报告，相关的纠正行动也放入电站的行动跟踪体系来管理，改善了电站的安全生产。

1999年在做好事件发生后经验反馈工作的同时，还在事先的经验反馈方面加大了力度，如关于减少停机停堆事件的经验的利用、大修前的经验反馈以及大修过程中每一天结合工作计划充分利用已有的事件经验等。另外还加强了良好实践的推广介绍工作，特别是运行操作方面收集了相当数量的操作经验总结，并将其放在经验反馈数据库中共享。

1999年经验反馈委员会会议继续为每季度一次，总共召开了4次会议。会议主要的议题有：

- (1) 经验反馈的组织建设和相关规程、文件的修改审查；
- (2) 24小时事件和内部事件报告状态；
- (3) 事件纠正行动的执行状态审查；
- (4) 事件趋势分析；

- (5) 经验反馈体系有效性审查;
- (6) 寻找改进经验反馈工作的方向和方法。

2.3.5.6 电站工业安全和辐射防护委员会

1999年,电站工业安全和辐射防护委员会(PISRC)主席由生产部经理担任,保健物理处工业安全科科长担任秘书,各处分管安全工作的处长或副处长任委员。1999年电站工业安全和辐射防护委员会会议和主要议题如下:

1. PISRC 第一次全体会议 (1月12日)

- (1) SHY系统维修状况及安全启动条件的报告;
- (2) 1998年度电站工业安全状况报告,1999年度工业安全工作大纲;
- (3) 1998年度电站辐射防护状况报告,1999年度辐射防护工作大纲;
- (4) 1998年度电站职业医疗状况报告,1999年度职业医疗工作大纲;
- (5) 传达广东省电力局“关于做好元旦、春节期间安全工作的通知”(粤电安[1998]36号);

- (6) 传达国家经贸委安全局关于开展“安全与效益”征文活动的通知(安全[1998]19号)。

2. PISRC 第二次全体会议 (4月20日)

- (1) 一季度工业安全状况报告(包括防台风、防雷击、电气防火情况);
- (2) OPO轻伤事故情况及改进措施报告;
- (3) 起重行车整改进展情况报告;
- (4) 传达国家电力公司、广东省电力局安全会议精神;
- (5) 一季度辐射防护状况报告;
- (6) TRICASTIN人员意外照射情况通报及对策;
- (7) 一季度职业医疗状况报告。

3. PISRC 第三次全体会议 (7月29日)

- (1) 1999年上半年电站工业安全、辐射防护、职业医疗状况报告及第三季度工作重点;
- (2) 电站行车整改进展状况的报告;
- (3) 对电站氢气瓶进行三年度检测进展情况的报告;
- (4) MAP车队报告车队交通安全状况;
- (5) 厂房安全管理改进对策的报告。

4. PISRC 第四次全体会议 (10月20日)

- (1) 三季度电站工业安全、辐射防护状况及大修安全改进对策的报告;
- (2) 吸取沙角C厂事故的教训,加强安全管理,改进不良工作习惯有关情况的报告;
- (3) 交通安全状况的报告;
- (4) 行车整改进展情况的报告。

2.3.5.7 电站预算委员会

电站预算委员会(PBC)由生产部、维修部和质保部三部的经理、副经理组成,生产计划处成本控制科科长担任委员会秘书,其他人员经预算委员会主席同意可参与或列席会议。

1999年8月26日,电站预算委员会召开会议,审核并原则批准了2000年度电站预算计划及其他相关预算文件,并就一些具体问题作出了明确指示。

1999年8月和11月,电站预算委员会先后两次听取了成本控制科科长关于实施分级预算管理工作汇报,并决定从2000年1月1日开始实施分级预算管理制度。

2.3.5.8 二核生产准备委员会

1999年二核生产准备委员会按照既定模式运作,一核生产部(OPS)和维修部(MTD)对部分委员进行了调整和补充。仍由二核生产部张志雄副经理担任主席,副主席分别由二核生产部杨昭刚副经理、维修部郭嘉平副经理担任,委员会秘书为生产计划处(LPP)副处长简益民,委员分别来自一、二核相关部门。

生产准备委员会会议每两个月召开一次,时间为单月的第三个星期四。具体的会议议程安排及会议决策跟踪由生产计划处负责,编入生产部生产准备决策跟踪系统来进行管理、跟踪。

1999年共召开了6次生产准备委员会会议,各次会议议题如下:

1. 第21次生产准备委员会会议(1999年1月21日)

- (1) 生产准备当前工作进展与下一步工作安排;
- (2) 岭澳工程进展简报;
- (3) 环保与应急四统一工作进展;
- (4) 与NNSA(国家核安全局)召开的执照申请协调会情况介绍;
- (5) 一核反馈项目跟踪情况介绍;
- (6) 1998届毕业生培训计划和要求;
- (7) 生产准备业绩指标及其跟踪管理办法;
- (8) 1月份生产准备与接产主要任务。

2. 第22次生产准备委员会会议(1999年3月19日)

- (1) 环保与应急四统一工作进展;
- (2) MTD(维修部)人员调试参与计划及管理;
- (3) B类调试参与人员的培训;
- (4) 二核生产部培训工作进展和要求;
- (5) 3月份生产准备与接产主要任务。

3. 第23次生产准备委员会会议(1999年5月20日)

- (1) 环保与应急四统一工作进展;
- (2) 全面启动技术程序编写;
- (3) 工作组织过程中的安全控制与风险分析;
- (4) 一、二核计算机网络授权;
- (5) 5月份生产准备与接产主要任务。

4. 第24次生产准备委员会会议(1999年7月22日)

- (1) 移交与接产活动情况汇报;
- (2) 维修部生产准备工作介绍;
- (3) 技术程序编写进展情况;
- (4) 环保与应急四统一工作进展;
- (5) 7月份生产准备与接产主要任务。

5. 第25次生产准备委员会会议(1999年9月23日)

- (1) KRT(电厂辐射监测系统)问题介绍;
- (2) 生产准备自我评估;
- (3) 程序数据库调试和投运;
- (4) 环保与应急四统一工作进展;

- (5) 9月份生产准备与接产主要任务;
- (6) 一、二核维修快捷通道方案介绍。

6. 第26次生产准备委员会会议(1999年11月25日)

- (1) 生产准备自我评估汇报;
- (2) MTS(技术支持处)生产准备工作进展;
- (3) 生产维修移交接收检查细则;
- (4) 环保与应急四统一工作进展;
- (5) 11月份生产准备与接产主要任务。

2.3.5.9 电站信息系统委员会

1999年电站信息系统委员会于1999年1月20日、1999年4月13日、1999年10月19日和1999年12月9日共召开了4次会议,产生了25项行动,其中到1999年末共完成了22项,取消了1项,待办2项。

委员会对生产管理信息系统(COMIS)、培训系统、能量统计系统、文档管理系统、辐射信息咨询系统、预测性维修系统、经验反馈系统、ENTEK系统、显示屏系统、CIS系统等进行了开发和使用的跟踪。对现场巡视系统、运行化学系统、虚拟核岛系统、流程图上网等系统进行了审批。

在政策上对Outlook管理、电脑维修管理、公司管理计算机系统总体方案进行了审议。确定了公司管理计算机总体方案,规范了信息系统实施过程,规范了Outlook网络信息的发布,有效地推进了各信息系统的开发。

2.3.5.10 电站合理化建议委员会

电站合理化建议委员会的主要职责是定期评审合理化建议提案,检查建议进展情况,确定各类合理化建议的奖励方式和奖励等级,拟订表彰方案,解释和修订电站合理化建议奖励及实施办法,组织和推动合理化建议工作的开展。委员会主席由生产部经理担任,副主席由生产部副经理担任,成员由生产四部的经理和总工程师以及党、政、工、团的代表组成,秘书由生产计划处管理信息科担任。

1999年,电站合理化建议委员会根据1998年合理化建议实施情况,对合理化建议实施办法重新进行修改和审定,颁布了新的《广东大亚湾核电站合理化建议实施办法》。1999年共召开了4次合理化建议委员会会议,对278份合理化建议进行了评审,采纳113份;并在年终进行了评奖活动,共评出了“合理化建议奖”9名、“年度提建议数量最多人奖”1名、“年度提建议数量最多部门奖”1名、“年度采纳建议最多人奖”2名以及“合理化建议规范奖”1名。根据实施办法,对全部采纳的建议按照精神鼓励和物质奖励相结合的原则,颁发了纪念奖品。

2.3.5.11 电站技术监督领导小组

1999年是国家质量技术监督体制改革的一年,电站技术监督领导小组本着技术监督工作是电站抓“三基”工作的一个重要方面的原则,结合国家质量技术监督体制改革新形势的要求,认真执行电力工业有关技术监督管理条例,重点开展了以下三方面的监督工作:

1. 根据广东省电力系统高电压、电测计量、热工、金属、化学、环保六专业技术监督指标考核办法的相关要求,结合大亚湾核电站实际,初步建立了适合核电站的九大专业技术监督考核指标体系,促进了电站技术监督工作的规范化管理。

2. 认真组织各专业开展了自查自检工作,并以计量检查为重点,积极迎接广东省质量

技术监督局对计量标准授权的全面整顿考核,制定了“电站计量管理质量方针”,补充和升版了一些管理操作程序,对检查出的问题进行了有效的整改,从而进一步规范了有关专业的运作方式。

3. 针对国内电力行业尚未专门为核电站制定行业标准的情况,以行业标准执行情况调查为基础,开展了为期两个月的标准执行情况调查工作,基本摸清了核电站执行国内电力行业标准的总体情况,为核电行业标准化工作奠定了基础。

1999年电站技术监督领导小组共组织召开了5次会议,会议主题基本围绕上述三方面工作进行,并以项目管理的方式,针对具体工作和监督考核中发现问题,制定了电站技术监督工作改进计划,及时跟踪和协调解决各专业工作中发现的问题。另外,还在加强与同行间的信息沟通和交流方面做了一些工作,分别派人参加了省电力系统高压、热工、化学、金属、电测、节能等专业的工作年会,参加了电力系统的有关技术培训,及时反馈了有关会议的要求和要点,增强了外单位对核电站技术监督工作的了解。

2.3.5.12 电站节能委员会

1999年电站节能委员会以“节电、节水、节耗三个领域初见成效”为目标,采取了一系列节能管理和技术措施,积极推动了电站节能工作的开展。首先,进一步补充编写了节电、节水、节耗三方面的相关管理程序,为今后节能工作的持续开展提供了可靠的依据和保证;其次,在原有3个节能专业小组的基础上,建立了节能协调人工作制度,生产部、维修部、质保部各处均指定了节能工作协调人,进一步完善了电站节能组织网络,推动了节能工作与各处工作的有机结合;再次,抓紧了电站用电和用水流程图的绘制、电站生活区用电和厂内外生产及生活区用水情况统计分析等基础性工作,建立了节能工作月报和用电、用水月评价制度,从而形成了制度化、规范化的运作方式,提高了工作效率;最后,大力组织开展了一系列的节能宣传和交流活动,如4月份的节水宣传周、7月份的“节能宣传月”、8月底开通的 Outlook“电站节能信息”专栏、10月份组织的赴华能电厂的节能经验交流、11月份的“学习《节能法》节能知识竞赛活动”等等,使节能宣传成为1999年推动电站节能工作的亮点。

1999年电站节能委员会的职责和机构无大的变化,共组织召开了4次委员会会议,会议议题主要围绕以下三方面进行:(1)通报 ISO 14001 EMS 认证工作对电站节能工作的要求;(2)跟踪节电、节水、节耗3个工作小组的工作进展和节能指标趋势,总结和评估各项节能工作,协调解决有关问题,提出改进措施和计划;(3)布置电站节能宣传、交流和调研工作,报告交流和调研的经验,通报省电力系统节能工作会议内容。所有会议决议均纳入了电站行动跟踪系统进行跟踪解决。

2.3.6 质量保证

2.3.6.1 完善质量目标

为了使大亚湾核电站运行达到世界先进水平,公司制定了五年发展计划,并且一直致力于量化安全和质量目标,使安全和质量看得见、可比较。量化的目标也有利于与国际水平进行比较,并通过逐步提高目标水平来不断提高公司的安全和质量水平,如用 WANO 指标来衡量大亚湾核电站在世界核电中的水平。公司的总目标与各部门的分目标紧密相连,总目标是否达到可以通过有关部门的分目标来保证。为此1999年各部门仍大力加强管理计划的制订,通过管理计划将公司安全和质量目标具体化,并分解给各部门负责。1999年重要指标有92项(1998年为55项)。

围绕核安全和机组运行可靠性的质量保证体系几年来运作相当有效。在此前提下, 质量保证的基本原则和要求在 1999 年已开始逐步扩展至公司其他领域。1999 年公司建立了 ISO 14001 环境管理体系, 使公司所有与环境管理有关的要素都纳入到管理体系中。ISO 14001 环境管理体系的基本原则和要求与 HAF 0400 质量保证法规的原则和要求基本一致, 不同的是环境管理要保证的目标是与环境相关的因素, 而质保法规要保证的目标是与安全和质量相关的因素。公司已认识到除核安全、质量和环保外其他因素对实现公司总体价值观的重要性, 并已在 1999 年开始将它们逐步纳入质量保证体系中。

2.3.6.2 质量保证体系的执行

1999 年为了推进实施 IAEA 新质量保证法规, 对公司运行质保大纲进行了全面修订, 主要针对以业绩为核心的质量保证的要求补充了管理者自我评估。

质保大纲的有效执行涉及多个层面, 如管理层、工作执行层和评估层等。大亚湾核电站强调的是管理人员、工作执行人员和评估人员都对质量的获得作出贡献。对于质保体系运作过程中存在的问题, 大亚湾核电站目前已建立了较为有效的经验反馈体系, 不仅对厂内的运行事件、内部事件进行根本原因分析, 而且对外部的经验同样进行反馈, 制定纠正行动和跟踪落实。

因此, 在强调“安全第一、质量第一”的指导思想下, 经过各类人员的努力, 质保体系的运作是相当有效的, 这为电站取得的良好业绩提供了保证。

然而, 质保体系在运作过程中也存在一定的缺陷。1999 年监督时发现存在大小各类管理问题的被监督领域数量占监督总数的 32%, 而其中包括承包商在内的“工作实施过程”领域占缺陷总数的 43%, “维修工作准备”占 20%, “维修报告”占 13%。上述 3 个领域缺陷的原因比重最大的是“不遵守程序”类 (24%) 和“程序要求不充分”类 (13%)。公司目前正着力解决这些方面存在的问题。

2.3.6.3 检查和监督机制

随着四个部责任的划分, 电站在大修活动中建立起对维修活动进行独立监督和检查的 QC 组织。因此, 对现场活动有作业单位的 QC 人员、电站独立的 QC 人员和 QA 人员三级独立监督层次。

质保部除继续实施年度监查计划外, 针对重点领域开展专项监督。同时, 更紧密地与电站安全监督组织联合进行专项检查。本年度进行厂内质保监查共 34 次, 厂外质保监查和环保审核 3 次, 现场监督 2 662 次。现场监督发现问题的百分率是 32%。专项监督共 20 次, 如协助核安全管理自我评估、IOE 报告状况专项调查、改造后文件修改情况检查、计量管理联合检查、电气处 GOR 第九章定期试验联合检查、维修规程缺陷纠正情况、安全阀质量等级、维修规程质量、物项替代、质量级别以及采购技术规范等。

此外, 质保部还负责组织对公司环境管理体系的内审工作, 今年共进行环保内审 24 次。

过去质量保证工作存在的问题之一就是质量保证看成是质保部门的事情, 从而造成质保工作缺乏全体人员主观能动地参与。要使质量保证工作更具实效, 必须使之变成公司每个人的事情, 特别是生产线的人员要积极参与。管理者自我评估为我们提供了一个很好的工具。管理者自我评估就是由管理者根据自己制订的目标 (安全、质量、进度、成本等) 来评估本单位的工作, 从单位自身的角度找出阻碍目标达到的问题, 采取纠正行动加以解决。

今年质保部协助生产部管理层对发电规划、化学管理和环境监测领域进行了自我评估, 协助维修部静机处、仪控处和电气处管理层进行了自我评估。从而总结出良好实践和存在问

题,采取了相关的纠正行动。质保部管理层也对本部门的5个领域进行了自我评估。

2.3.6.4 推行以业绩为核心的质量保证

参见专题报告:“以业绩为核心的质量保证”一文。

2.3.6.5 质量改进

各种检查、监督和自我评估的最终目的是为了找出问题的根本原因并加以消除。质量改进的关键是找到问题的根本原因,采取纠正行动及时和有效地加以改进。

电站纠正行动管理制度在承接1998年的良好开端后,继续向广度和深度发展。今年特别在经验反馈体系、SIS信息系统数据的维护、纠正行动跟踪体系等方面进行了专门检查和研究,针对上述领域(特别是经验反馈体系)的纠正行动已开始实施。这些措施的目的是进一步加强经验反馈的及时性和根本原因分析的准确性,保证纠正行动的有效执行。

由质保部发出的缺陷的跟踪情况见表2.3.6.5-1和2.3.6.5-2。

表 2.3.6.5-1 CAR 跟踪情况

年 份	发出 CAR 的数量 (包括承包商)	关闭时间超过 100 天 (JVC)	关闭时间超过 180 天 (JVC)	平均关闭时间/天 (JVC)
1995	134	48	30	172
1996	178	52	17	117
1997	107	32	17	140
1998	67	13	8	114
1999	84	16	3	90

表 2.3.6.5-2 OBN 跟踪情况

年 份	发出 OBN 的数量 (JVC 内部)	按时跟踪 (平均)	至今仍遗留
1997 年 (4 月起) 发出	98	97%	0
1998 年发出	83	100%	1
1999 年发出	119	100%	32

质保部还对电站各委员会确定的各类行动计划的完成情况进行独立验证。今年共验证这类行动1221项,已关闭915项,全年平均按时完成率为76%。

2.3.6.6 质量意识的培育

无论质量体系多么完善,如果全体员工没有较好的质量意识,仍然是一个不成功的质量保证大纲。

核安全意识是质量意识的核心。电站管理层充分认识到它的重要性,并把质量意识的培育作为电站每年都关注的重点之一。今年的质量意识培育中又加入了环境保护的内容。

质保部作为质量意识培育的主要部门之一,今年又更新了质量保证部分的教材。在保持基本原理不变的情况下,一方面突出了“追求卓越”和“一次把事情做好”的理念,另一方面对现场实际工作中出现的案例进行归纳总结,并在教学中进行分析和讲解,使学员能了解质量管理的基本内容并能结合实际运用。今年共实施质量管理培训29次,还完成对秘书部的质量管理培训。

2.3.6.7 质保大纲实施有效性评价

1. 运行质保大纲

《运行质保大纲》E版因管理者自我评估频度的问题尚未得到 NNSA 的最后批准。

2. 组织机构

该领域有关的质量要求已得到有效执行。

3. 文件管理和记录

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已基本有效执行。但文件的受控分发、电子文档管理等方面还有待改进,以适应情况的变化。

4. 运行管理

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已基本有效执行。但行政隔离方面仍存在问题。

5. 维修管理

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已基本有效执行。但仍存在一些与去年相似的问题,如:某些活动不按规定进行工作、某些规程未给出明确的品质再鉴定要求或验收标准、某些维修报告填写不完整、某些维修中记录的问题没有及时跟踪解决等。

6. 检查和试验管理

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已基本有效执行。但定期试验的管理还有待加强,特别是对非 QSR 系统的定期试验管理。

7. 环境保护与放射性废物管理

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已基本有效执行。但因环境管理体系刚刚建立,问题的数量还比较多,特别是在体系文件的编制、运行控制和体系审核方面还有待进一步改进。

8. 采购和材料管理

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已基本有效执行。但物项的质量分级和采购技术规范书的编制仍然是一个需长期努力加以解决的问题。

9. 培训和授权

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已有效执行。但在岗培训的有效性需加强。

10. 工程设计

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已基本有效执行。但在工程改造后文件的修改和物项替代过程的控制方面存在问题。

11. 不符合管理和纠正措施

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已基本有效执行。但经验反馈的有效性还有待进一步提高,某些 NCR 的最终处理未经技术部门的验证或论证。

12. 质量验证

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已有效执行。

13. 消防

从监督和检查的结果来看,该领域有关的质量要求已有效执行。

14. 计算机管理

从对 Y2K 监督的结果来看,该领域有关的质量要求已有效执行。

15. 保卫和出入管理

从监督的结果来看, 该领域有关的质量要求已有效执行。

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有效执行。

17. 应急准备

从监查和监督的结果来看, 该领域有关的质量要求已有效执行。

2.3.7 经验反馈

2.3.7.1 内部事件经验反馈

1999年, 两台机组全年保持安全稳定运行, 状况良好。在这种情况下, 电站一如既往地影响机组长期安全稳定运行的各类事件进行严格管理。全年共发生电站运行事件16起, 内部运行事件108起。具体说明如下:

(1) 内部运行事件按机组分布见图2.3.7.1-1, 电站运行事件的评述见第2.2.1.1节: 电站运行事件。

可以看出, 全年两台机组的内部运行事件数基本持平, 反映出两台机组全年的运行情况差别不大。

(2) 内部运行事件按月份分布见图2.3.7.1-2。

由图可见, 年底为事件的多发期, 这与大修安排在这一阶段有关。从图上还可以看出, 虽然每年年初两三个月通常也有机组在大修, 而在此期间的内事件数则明显少于年底的事件数 (结合不同

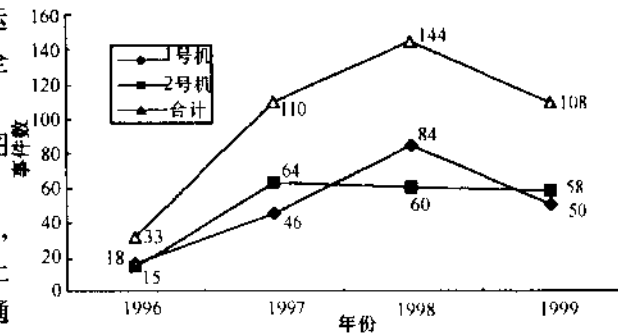


图 2.3.7.1-1 1996~1999 年内部运行事件按机组分布

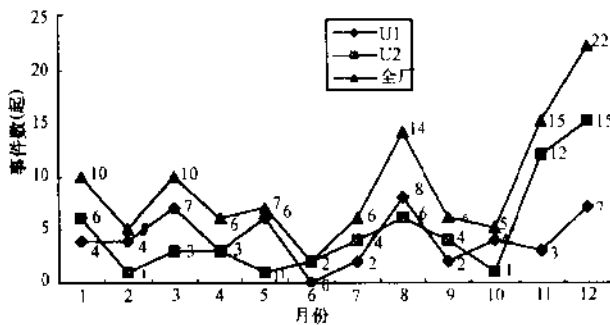


图 2.3.7.1-2 1999 年内部运行事件按月份分布

年度的资料可以有更清楚的认识)。这说明在相继进行的两次大修中, 一般说来, 前一次大修中的事件数要多于后一次大修中的事件数, 同时也说明这一现象不是技术上的问题, 通过在管理方面采取措施, 应该可以改善这一状况。

(3) 内部运行事件按部门分布见图2.3.7.1-3。

由图可见, 事件较为集中地分布在与电站运行和维修关系密切的部门 (如 OPO, MIC,

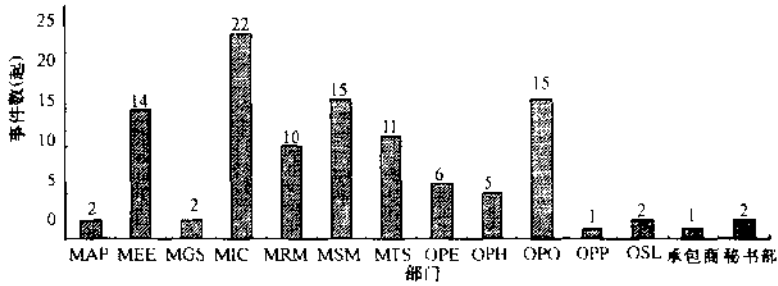


图 2.3.7.1-3 1999 年内部运行事件按部门分布

MSM 等), 这符合电站实际生产情况。

(4) 内部运行事件中的人因事件

本年度 108 起内部运行事件中, 人因事件有 49 起, 占总数的 45% (见图 2.3.7.1-4), 比去年的 55% 稍有下降。人因因素主要表现为不能用自检的方法保证工作对象(系统和设备)处于正确的状态、对自己行为的预期响应估计不足、规程内容缺陷、不能严格执行程序、操作经验不足等。

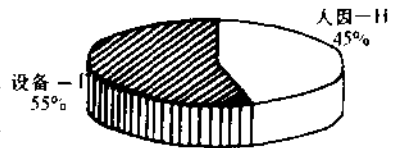


图 2.3.7.1-4 内部运行事件中人因事件与设备原因事件的比例

(5) LOER/IOER 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采取的改正措施, 其目的是防止事件重发和提高电站整体安全运行水平, 它的完成情况直接关系到经验反馈工作的有效性和电站核安全文化水平的提高, 因而其落实情况得到了从电站经理层到各个部门的广泛重视, 并建立了有效的执行及跟踪机制。

1999 年, 在纠正行动的落实方面强调了纠正行动完成的质量和及时性, 要求每一项完成的纠正行动必须要有相应的完成资料作为附件, 取得了较好的效果。本年度应完成纠正行动 494 项, 实际完成 482 项, 其中按期完成 458 项, 按期完成率为 93%。其分布及完成情况如表 2.3.7.1-1 所示。

表 2.3.7.1-1 1999 年 LOER/IOER 纠正行动完成情况

部 门	OPO	OPE	OPP	OSL	OPH	OPA	OTC	MSM	MRM	MIC	MEE	MGS	MAP	MTS	MCS	合计
总数	93	1	3	12	32	1	1	79	63	49	43	14	19	78	6	494
完成数	93	1	3	12	31	1	1	77	62	48	41	14	19	73	6	482
按期完成数	90	1	2	11	25	1	1	76	61	44	36	14	19	71	6	458
完成率/%	100	100	100	100	97	100	100	97	98	98	95	100	100	94	100	98
按期完成率/%	97	100	67	92	78	100	100	96	97	90	84	100	100	91	100	93

(6) 24 小时事件

24 小时事件的探测对象是电站各类异常, 1999 年共收到 24 小时事件单 874 份, 为电站运行以来历年之最 (见图 2.3.7.1-5), 反映出电站对异常的透明度在提高。

图 2.3.7.1-6 显示出 2 号机组的事件数要多于 1 号机, 与相应机组的内部运行事件数量保持一致。从事件单在各个系统的分布来看, 24 小时事件较多地分布在表 2.3.7.1-2 和表 2.3.7.1-3 中所列的几个系统。

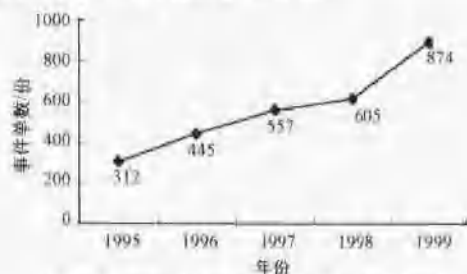


图 2.3.7.1-5 24 小时事件单按年度分布

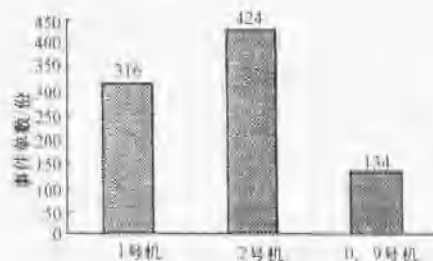


图 2.3.7.1-6 24 小时事件单按机组分布

表 2.3.7.1-2 核岛五个系统

系统	事件单数	主要缺陷
BCP	36	加法器指示上浮; SEBIM 控制柜先导阀泄漏; 主泵在冷停堆向热停堆过渡过程中轴向振动增大; 流量和温度测量回路漂移; 逆止阀密封性试验多次不合格
KRT	35	测量通道不明原因闭锁; 误报警
LHP/LHQ	27	柴油机冷却水温度低报警; 调速器故障; 漏水、漏油、漏气; 法兰松脱启动开关吸合不到位
ASG	24	ASG001PO 与 RCV001PO 同时处于隔离状态; 1ASG012MO 内部进水; 2ASG001PL 泄漏蒸汽; ASG138VV 开启时间超标; 1ASG001TC 后轴封向外涌水; 2ASG135VV 异常关闭
PMC	17	异物落入乏燃料水池; 组件与元件盒边缘相碰; 装卸料机压缩空气供气软管爆裂

表 2.3.7.1-3 常规岛五个系统

系统	事件单数	主要缺陷
APP	30	2APP101AR 机柜被水淋; APP201MD、204MP、205MP 标牌相互标反或标错; 1APP102PO 排汽管根部插套焊口有裂纹; 2APA101DI 焊缝处大量漏汽
GRF	20	1GRF002MO 中性点引出电缆(中性点侧)接线鼻处过热变色; 滤网管道腐蚀泄漏; WATCHDOG 故障
JDT	20	火警误报; 空压机故障; 机柜蓄电池极板腐蚀
GSS	18	2GSS130BA 高高液位多次报警; 1GSS210PO 泵座法兰紧固螺栓处冒汽; 1GSS220BA 水位低报警
CEX	15	电动机噪音大; 025/026VL 调节故障; 铁管腐蚀缺陷; 208VL 不明原因关闭

24 小时事件单按月分布如图 2.3.7.1-7 所示。图上同时列出了内部运行事件按月分布。由图可见, 24 小时事件与内部运行事件的月度分布基本一致, 都是在大修时较多。这与机组大修时各种运行和维修活动大量增加相符合。

2.3.7.2 外部经验反馈

1999 年外部经验反馈的重点是: 外部电站事件向内部的及时反馈、外部运行事件的选择和预防措施的有效制定、现场和大修活动相关的事件查询、向 WANO 组织报告大亚湾核电站发生的事件。

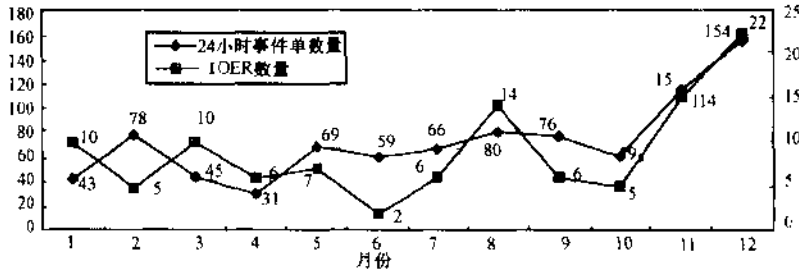


图 2.3.7.1-7 24 小时事件单按月分布以及与内部运行事件按月份分布之比较

在 1999 年中，外部经验反馈取得较好效果的实例有：

(1) 1999 年夏天当我们得知南非核电站因为水母导致停堆后，马上分析大亚湾水母的情况，架设滤网，并每天派船检查。同时还把 FROG 有关入水口堵塞引起的事件所作的研究项目文件译成中文，加进最新发生的事件，一同反馈给电站各方面，取得了很好的效果，避免了水母的影响。这类事件在国外有引起停机停堆的，也有引起降功率运行的。

(2) 法国核电站发生了工作人员的超剂量照射事件后，辐射防护部门马上进行全面的内部自查，发现了一些管理上的薄弱环节，采取了改进措施，从而进一步保证了电站的安全生产。

(3) 206 大修现场由于 RCPI21VP 阀门泄漏，使大修进度受阻，在 EDF 数据库中查询到类似的法国发生的事件，并对其采取的措施进行分析，给大修经理层提供了决策的技术依据。

对外部事件进行筛选分析，最终选定了 6 份作为外部运行事件，要求相关部门编写外部运行事件报告 (EOER)，按照要求进行事件分析及大亚湾电站的相应情况分析，制定预防措施，并将预防措施的实施归入内部运行事件的纠正行动跟踪过程中，以保证对电站内的有效反馈。有些重要的事件还多次开会制定预防措施，如外电网失去事件等。

(1) EOER-99006：外电网失去

该报告是 WANO 1999 年的一份重要运行经验反馈报告，要求各 WANO 成员对该报告进行分析，在明年的 WANO 同行评审中将检查反馈情况。该报告主要是因近几年来核电机组由于电网故障而受到牵连的事件较多、且影响较大而编写的，并向成员反馈。有鉴于此，我们电站也组织了两次会议，从电网安全、事故处理、培训计划中检讨了我们的情况，并制定了相应的预防措施。

(2) EOER-99005：在停堆状态下一回路流量下降和压力容器水位上升

该事件发生在由同一供货商供应的类似电站中，同时也有一定普遍性。大亚湾核电站曾发生过类似的较轻微的事件，也曾采取过纠正行动，这次分析后又制定了两条纠正行动。

(3) EOER-99004：一回路不可控硼稀释

该事件是核安全相关事件，经分析大亚湾核电站也存在类似的风险，因此也对规程作了相应修改。

(4) EOER-99003：抽汽管线破裂

这是美国 CALHOUN 电站发生的汽轮机抽汽管线破裂事件，属于重大设备损坏事件，我电站在这方面以前并没有相应的监督计划，只是打算编写这方面的规程。这个事件的反馈加速了厂内这方面的工作，使重要设备及时得到有效监督。

(5) EOER-99002：软件数据初始化错误

该事件是软件初始化错误导致违反技术规范要求，通过这个事件首次对电站内的工业用

管理计算机进行了全面普查，并规范了管理要求和责任。

(6) EOER-99001: 严重的人员超剂量照射

这是 TRICASTIN 电站在 1999 年发生的一起较严重的人员超剂量受照事件，因人员不按规程进入红区作业造成。我电站对该事件很重视，召集了辐射防护、运行等人员开会，提出了一系列纠正行动和预防措施，防止在大亚湾核电站发生类似事件。

在上半年，由于公司的网络系统进行升级，造成与 WANO 的连接方式受到影响，曾试图通过公司的局域网与 WANO 的网络相连接，但最终都未成功，只好继续采用通过拨号上网的方式进入 WANO 网络。

外部事件信息向厂内及时传递：跟踪了国外的一些重大事件，并借用 OUTLOOK 的信息传递工具及时将有关信息向电站内分发。这些事件有的通过事件通告的方式分发，有的是 OUTLOOK 直接分发，如日本的 JCO 公司的核临界事件、日本京都地区大面积停电事件、台湾大停电事件、台湾地震对核电站的影响、日本福岗电站放射性冷却水泄漏事件、Y2K 问题跟踪、法国电站受暴风雨侵袭、海生物堵塞电站入水口事件等等。

参与 WANO 的问题提问和回答：1999 年上半年由于大亚湾核电站网络系统的更新，使 WANO 网络一度不可用，下半年分专业对 WANO 网络中讨论组中的问题进行检索，并参与提问题和回答问题，其中地震的应急规程方面得到了很好的资料，还有其他问题如主控地震报警改造问题、性能指标方面问题、溶解氧问题，也都得到了相应的回答或给予了回答。

外部信息传递仍按照以往的做法，将 WANO 的运行经验报告（SOER, SER, ER 等）、性能指标报告、WANO 的十年董事会资料、WANO 的研讨会报告、FROG 的性能指标、FROG 的 MER（材料事件报告）等分发给相关部门。

1999 年度 STA 周报登载的外部事件共有 33 份，下面列出清单供以后查找：

- STA990046: 反应堆主泵密封回流率高导致停堆
- STA990044: 反应堆紧急停堆后一个 1E 级的交直流母线失电
- STA990043: 福岗电站放射性冷却水泄漏
- STA990043: 重要厂用水地下部分泄漏
- STA990035: 焊机接线错误导致人员触电
- STA990033: 雷击事故分析
- STA990032: 日本敦贺电站发生冷却水泄漏事件
- STA990031: 蔚珍电站紧急停堆事件
- STA990030: 台湾地区发生大停电
- STA990028: 日本敦贺电站发生冷却水泄漏事件（通告）
- STA990027: 国外一些电站的海水堵塞事件
- STA990026: 瑞典 Barsebaeck 电站重要辅助冷却水系统全部丧失
- STA990025: 瑞典 PWR 机组 1998 年的事件（二）
- STA990024: 瑞典 PWR 机组 1998 年的事件（一）
- STA990023: 巴西 ANGRA 电网扰动引起厂外电源丧失
- STA990022: 抽汽管线破裂
- STA990021: 主变压器爆炸事件（两起）
- STA990020: Bugey 机组继电器柜抗震支撑的老化
- STA990019: Gravelines 1 高压安注泵性能降低

- STA990018: IC 人员误操作导致反应堆手动停堆
- STA990016: 在 TRICASTIN 1 压力容器上发现了 10 mm 深裂纹
- STA990015: TRICASTIN 电站辐照事故
- STA990014: 哈三 3 号机发电机重大损坏
- STA990013: GOLFECH 2 一起污染事件
- STA990012: 低功率时反应性急速上升导致紧急停堆
- STA990011: 燃料包壳完整性跟踪程序初始化不正确
- STA990009: 试验期间蒸汽发生器先导阀故障
- STA990008: 落棒试验时控制棒未完全插入及落棒时间增加
- STA990005: 机组因氢气泄漏进入发电机定子冷却水系统而停机
- STA990004: 意外的硼浓度稀释
- STA990003: CIVAUX 电站的 RRA 裂纹
- STA990002: 核测量仪表调节不当以及功率指示偏差未被发现
- STA990001: SG 的 U 形管破损导致强迫停机

外部事件评述:

(1) 翻译了 WANO 报告“电站瞬态过程中主蒸汽安全阀不可用”。

(2) 完成了外部紧急停机停堆事件报告向大亚湾核电站反馈的报告, 报告中收集了国外三十多个导致反应堆紧急停堆的事件, 进行了分析, 列出了事件发生的原因, 并按部门分类, 同时还分析了这些事件中人为失误方面的问题以及相应的纠正行动。报告中还就外电网失去和人员差错过程中存在的问题进行了分析。

每季度向 WANO 传去大亚湾核电站的性能指标数据, 向 WANO 组织报告了下列 3 起大亚湾核电站发生的事件:

- (1) ER9901: LN* 系统电容器烧坏事件;
- (2) ER9902: 主给水母管设计应力不符合要求;
- (3) ER9903: 2RRI 系统支架漏装;
- (4) 向 WANO 通报 Y2K 演习成功。

从 1999 年开始, 建立了外部事件数据库, 并联接在 CIS 的经验反馈网站中, 供查阅。

2.3.7.3 对外交流活动及与姐妹电站交流

制定了 1999 年生产部和维修部的出访计划以及与姐妹电站交流计划, 并按计划实施与姐妹电站交流 10 项 15 人次, 参加国际会议 20 项 20 人次, 参与 WANO 两次同行评审 3 人次, 总的出访 82 项 142 人次。

1. 1999 年度重要的交流活动

(1) WANO 巴黎中心主任 John Moares 先生于 1999 年 1 月 15 日来大亚湾访问;

(2) 1999 年 8 月 30 日至 9 月 10 日 WANO 组织对大亚湾核电站进行了大修评审, 由两名 WANO 专家牵头进行;

(3) WANO 同行评审培训班于 1999 年 5 月在大亚湾核电站举办, 目的是培训电站的同行评审员, 以准备 1999 年的大修评审和 2000 年在大亚湾进行的 WANO 同行评审;

(4) FROG 第 18 届执委会于 1999 年 11 月在大亚湾核电站召开; 广东核电合营有限公司周海涌副总经理任执委会主席;

(5) 1999 年 10 月, 公司经理层成员参加了加拿大召开的 WANO BGM 会议;

(6) 1999年5月和11月,秦山核电站派员来大亚湾核电站交流访问两次(11月是高层访问)。

2. 姐妹电站及其他技术交流情况

(1) 参加恰希玛核电站的KZC系统的启动调试,为期1个月。恰希玛核电站现场总经理专门给公司发函,表示感谢。

(2) 在现场巡视、隔离等方面与GRAVELINES进行了为期3周的姐妹电站交流,主要包括:了解现场信息巡视的功能和应用及其经验反馈、公用直流电气盘的隔离策略、十年大修问题的调查。除此以外,还在两周的跟班运行和一周的常白班中,对运行管理作了了解。可借鉴GRAVELINES核电站的经验是:文件管理对运行值的支持强;使用“专项巡视本”进行专项巡视;PROBEX(Problème exploitation)对解决疑难问题、提高运行水平有很大帮助;使用现场巡视仪。

(3) 与法国EDF进行的技术交流,内容涉及到技术改造、工程管理、机组效率、设备管理、备件管理等领域最新进展情况,也涉及了公司关注的14个技术问题。

跟踪的技术问题包括:

- 1) GRA水母事件,EDF研究两个对策方案并实施,因无水母出现而无法评估;
- 2) RRA管道破裂是弯管处热疲劳产生裂纹引起的。目前核安全当局初步验收标准是:长度小于10 mm、深度小于2 mm的裂纹,暂不作处理;
- 3) 支吊架检查:容易出现問題,每次大修要做;
- 4) 不能用水冲洗有保温层的管子;
- 5) 对GCT阀门内漏问题采取下列措施:预防性维修;热像仪检查,发现问题及时处理;检查周期由3年缩短为1年;
- 6) RCV3台泵的运行方式:TRICASTIN平常只使用RCV003PO作为上充泵,而001/002PO则只作为高压安注泵,因而不存在切换周期问题;
- 7) 冷凝器水室防腐:管板采用阴极保护防腐,水室采用橡胶衬里,使用20年未更换;
- 8) KRT007MA改造:在进入的柜前加装一个干燥器;
- 9) SEC泵体排气管线改造:仅在泵的地坑内加装排气管线,直接引流至地坑,效果很好。

根据交流,大亚湾核电站应重视:

1) 工程改造:提高全厂员工对工程改造的重要性和复杂性的认识;建立强大的工程改造外部技术支持网络;

2) 机组效率:建议尽快开展机组效率试验工作;

3) RRA管道破裂:对大亚湾核电站RRA管道进行评价,作出监督计划。

(4) 在管理信息系统方面与EDF电站进行交流。

(5) 1999年10月上旬,与法国GRAVELINES电站和BLAYAIS电站进行为期2周的关于维修活动的安全监督的技术交流。交流中获得以下信息:

1) 将与质量安全相关的工作,如核安全、工业安全、质量审查与监督、应急响应和辐射防护等科处放在一个部门,将有助于协调、统一管理和提高工作效率,并且各岗位的职能与工作范畴清楚;

2) 运行方面,主要是安全工程师参与质量安全监督;维修方面,主要是质量工程师与质量审查员(或技术干部)参与质量安全监督,质量工程师与质量审查员是维修部门的技术

骨干, 经质量安全方面的培训合格后担此重任, 而安全工程师则起参与和协调的作用;

3) EDF 在几年前就编写了机组在 RRA 连接工况下的事故规程, 如 SPIR, I2, 1R, I2, 2R, I4AR 和 I4BR 等;

4) 在 BLAYAIS 电站主控室发现 PTR021VB 安全壳隔离阀在正常运行工况下处于开的位置, 经证实, 这是在 1993 年就实施的改造, 以防止当 RRA 系统内 RRA 管道弯头或小管道接头或热交换器等有小泄漏时, RRA 系统内的硼水就被 RCV 水慢慢稀释, 当机组退回到 RRA 连接工况时, 一回路的硼水就有被稀释的风险。

5) 在 GRAVELINES 电站, 发现同样存在某束控制棒故障及卡棒的问题, 建议 MIC 能与 GRAVELINES 电站方面取得联系, 探讨这一方面的问题, 从而减少控制棒故障及卡棒所带来的风险与后果。

(6) 与 TRICASTIN 电站进行大修组织及其运作方式的交流, 其中涉及计划部门运作模式、大修参考计划、计划经验反馈以及计算机软件的应用, 本次大修使用学习成果, 设立了计划工程师倒班制度, 对参考计划作了修改, 了解了机械维修大修组织及其运作方式, 对转动机械的疑难技术问题的解决方法进行了讨论。

(7) 了解法国核电站工程改造、设备管理、备件管理的政策, 借鉴其良好的管理办法反馈到 MR 系列程序中, 为部分技术问题如 ASG002PO 改造、KRT007MA 报警、全电站热效率试验、RRA 管道裂纹、冷凝器防腐、GCT 大气排放阀泄漏等提供了参考依据。

(8) 了解了 TRICASTIN 仪控设备预防性维修政策、方式、操作流程以及新型维修手段和维修工具, 对该电站的大型管理软件系统 SYGMA 作了了解, 在我电站 MAXIMO 实施过程中借鉴工作过程的管理内容, 同时对该电站使用的维修工具如 SINCROCAR 进行考察。

3. 总结及建议

(1) 对于 IAEA 和 WANO 等提供的研讨会、地区合作项目、同行评审等项目, 我们应积极参与。

(2) IAEA 组织为了避免核事故, 保证核电站安全运行, 组织核电站的技术人员进行大量的国际交流和培训, 每年各国际组织有相当可观的经费用于这方面的活动。例如: 联合国开发计划署曾主动提供经费, 多次组织巴基斯坦的核电站操纵员、模拟机教员到 KNPEC 培训, 而我们以前参加这些培训较少, 建议有关部门搞清 IAEA 这方面的培训, 积极申请参加这类免费培训, 这类培训时间长, 教员力量强, 是开扩眼界的最好机会。

(3) 关于姐妹电站的交流, 生产部顾问建议以自我评估中发现的问题作为确定 2000 年姐妹电站交流的项目。与前几年相比, 姐妹电站交流的重点应放在维修、组织机构和核安全方面; 放在大亚湾电站的中长期项目上; 应派经理、处/科长或大修经理参加交流, 以提高交流的有效性; 对每次交流, 都要进行反馈(要点、对大亚湾电站可能的应用)。

(4) 出访报告的编写要规范, 即: 出访的简述(时间地点、出访国、出访目的), 出访机构的简介, 专业交流内容, 体会和建议(包括本专业和其他方面)等。对报告的存档也应规范。

建议电站对出访回来后提出的改进建议和经验介绍建立跟踪系统, 以有效利用每次与外部交流的成果。

2.3.8 备品备件管理

2.3.8.1 备品备件采购管理

1999年大亚湾核电站备件采购管理又取得新的进展。以106和206大修备件采购为例,整个备件采购管理在计划性、订货率和到货率都较105和205大修备件采购有显著进步。

1. 备件采购计划

106和206大修备件采购状态见表2.3.8.1-1。

105和205大修备件采购状态见表2.3.8.1-2。

表 2.3.8.1-1 206 和 106 大修备件采购状态

截止日期: 2000.02.29

	1998年			1999年												2000年	合 计
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1~2月	
申请项	1152	24	0	1	15	646	329	134	104	85	55	9	13	57	69	27	2720
进入 采购项	3	77	1088	1	14	429	317	360	86	95	46	31	11	60	69	33	2720
订购项	0	0	42	100	86	378	583	200	349	232	128	87	80	24	56	59	2404
未订项 (当月总计)	3	71	970	871	799	844	558	688	410	270	188	132	63	99	111	85	85
取消项	0	8	148	0	0	6	20	30	15	3	0	0	0	0	1	0	231
到货项	0	0	0	1	14	4	9	9	21	41	559	279	273	582	172	222	2186

表 2.3.8.1-2 205 和 105 大修备件采购状态

截止日期: 1999.02.29

	1997年			1998年												1999年	合 计
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1~2月	
申请项	0	0	22	0	68	1568	259	4	56	126	105	145	18	13	121	20	2525
进入 采购项	0	0	5	17	15	1324	250	18	215	159	54	235	37	13	96	61	2499
订购项	0	0	0	5	1	37	122	300	653	222	151	190	151	47	146	94	2119
未订项 (当月总计)	0	0	5	17	29	1105	1205	923	485	354	236	253	138	104	53	18	18
取消项	0	0	0	0	2	211	28	0	0	68	21	28	1	0	1	2	362
到货项	0	0	0	0	7	3	7	22	114	118	99	53	134	893	172	143	1765

表2.3.8.1-1和表2.3.8.1-2分别列出了1999年、1998年两轮大修备件采购计划(立项)、订货及到货状态,从表中对比可知:

(1) 进一步改善了第六次大修备件采购的计划性,主要表现在1998年10月份已提出了1152项备件(占总项的42%)采购申请,而第五次大修大约在1998年的3月份才达到42%。由于国外备件订货交货期最快要1~2个月,慢则8~10个月,因而尽早提出采购计划给采购部门留出充裕的时间具有重要意义。

(2) 从4月到11月这段时间立项的情况来看,第六次大修备件采购立项总的情况也较

第五次大修集中；但总的情形仍不够满意，立项过程还是比较分散。事实上，大修备件立项状况得到各级领导的关注，无论 MCS 还是维修各处都有专人跟踪，而日常维修零星采购那部分立项的计划性则更差一些，这从近两年 UMR 数量仍居高不下可见一斑。

(3) 表 2.3.8.1-3 给出了第六次大修与第五次大修 UMR 立项情况，可以看出第六次大修 UMR 的份数和项数、尤其是国外采购部分仍然居高不下，这不仅给采购带来很大压力，更重要的是由于时间太急迫，可能无论如何也满足不了现场的需要，从而直接影响电站的生产和维修工作。

表 2.3.8.1-3 106/206 与 105/205 大修 UMR 立项情况

UMR	申请份数		申请项数	
	国内	国外	国内	国外
106/206	31	108	45	269
105/205	28	109	97	277

2. 采购过程

1999 年完成物项采购总项数是 8 848 项，对应的采购订单 2 240 份，接受的采购立项数是 11 951 项。其中第六次大修备件立项 2 720 项。从表 2.3.8.1-1 可以看出，第六次大修备件的订货率和到货率都较第五次大修的同期有显著增长，其主要经验总结为：

(1) MCS 新成立的物资计划组在 1999 年立项单技术参数的审核和技术澄清方面发挥了积极的作用，缩短了澄清时间；

(2) 采购科每周出一份采购进展跟踪周报，对采购进展及时跟踪，及时调整采购策略（渠道），协调处理技术澄清、支付、报关方面的一系列问题，保证工作按计划推进；

(3) 对在采购到货差异、用户催货、过期未交货订单的跟踪等一系列订单实施进程中的重要环节加强管理，实行专人归口控制，有效地提高了差异处理率和到货率。

目前改善电站备件供应和库存控制的关键还在于要科学地完善 ESP 库和做好采购立项的源头控制，一旦二者再上一个新台阶，电站备件供应的被动局面会得到根本扭转。

3. 运输、报关和支付

运输、报关和支付是境外采购的一个重要环节。由于国家海关通关制度的改革，1999 年进口物资因受报关、进关环节的影响满足不了电站对备件进口的需求，许多备件货款无法及时向供应商支付，这一状况不仅影响了公司的信誉，更重要的是影响到这些独家备件供应商和我们今后的合作，对此 MCS 采取了如下措施：

(1) 积极推动“运输管理系统”的开发和运行，系统配合了海外运输商的信息，动态管理了备件的交货和运输状态；

(2) 积极与集团公司进出口办公室一起争取深圳海关的理解和支持，通过保函等形式优先把现场急需的备件运抵大亚湾核电站；

(3) 尽量通过国内代理进行采购，以 CIF 交货形式把运输、报关的责任转由供应商负责；

(4) 对去年延迟支付货款的供应商宣传目前我们公司的处境，争取对方理解，同时通过适量的新签订单的预付款让供应商对 GNPJVC 的资信保持信心。

通过一系列改进和细致工作，保证了运输、报关和支付的正常运行，满足了生产需要。

1999年中期还通过国际招标,与全球最大的运输公司之一 AEI 新签了海外运输合同,同时终止了原来与海外运输公司 JET-SPEED 的合同。

4. 新仓库/采购管理系统的实施和开发

积极参与广东核电生产管理信息系统 (COMIS) 中的“仓库/采购管理系统”模块的实施和开发工作,完成了用户需求、大量的测试修改和用户培训等工作。

5. 供应商管理

为了完善供应商管理体系, MCS 与质保部、技术支持处等单位进行交流、沟通和协商,修改了供应商管理程序的体系及相应内容,将原先 I 类供应商的质保、技术、商务调查问卷进行简化、合并,形成统一的“潜在供应商资格评审调查问卷”。参与供应商的源地审查,对供应商的资信状况进行评审。改变了 I 类供应商清单和 II、III 类供应商清单分别出版的局面,统一出版了《GNPJVC 供应商清单》。

2.3.8.2 仓储管理

1. 物资计划和库存控制

(1) 成立物资计划组

为了提高物资供应物流和信息流速度,维修部于 1999 年 1 月 25 日批准合同供应处成立物资计划组。物资计划组员工以原 MCS 物资技术组为主,调入部分计划科和 MAP 采购合同组人员联合组成,其主要功能包括:

- 1) 物资编码及相关物资技术数据维护;
- 2) 采购申请单审查、进度跟踪及记录维护;
- 3) 采购技术澄清和仓储管理技术支持;
- 4) 库存控制;
- 5) 物资供应与生产维修相关信息处理反馈;
- 6) 仓储管理技术支持。

该机构运作 10 个月以来,明显提高了内部采购流程的工作效率,加强了生产和物资供应之间的信息交流,另外,该组直接参与技术澄清,将收集到的第一手物项数据输入物资数据库,避免技术澄清的重复。

(2) 物资数据库维护

在 1999 年内,完善了物资数据库清理工作的方法和标准,同时完成了 10 000 项记录的清理(物资数据库清理情况见表 2.3.8.2-1)。其中组织专人对阀门及其备件进行清理,取得了明显效果,阀门的采购澄清项目明显减少,领料后发现领错的事件较少发生。

(3) 库存控制

通过对物项历史领用记录的分析以及核对物项的库存数量,防止重复采购和采购过量,节约采购支出。以此方法 MCS 在 1999 年内共减少采购支出 2 630 466 美元。

另外在传统的库存控制基础上, MCS 于 1999 年 8 月开始启动 RUSI 项目。该项目以 MCS 和美国 ISI 公司合作的方式,由 MCS 提供库存数据,ISI 利用其丰富的库存控制经验和 RUSI 电脑库存控制软件,计算出合理的最高最低库存量和经济采购批量, MCS 目前已将 5 500 项重点控制的库存参数更新。此项工作将使未来的库存控制重点突出,决策科学合理。

表 2.3.8.2-1 1999 年物资数据库清理工作统计

核对标记	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
未清理	45 499	44 405	43 076	41 712	39 942	38 546	36 946	36 000	34 933	34 717
ESP 日常 清理	#	22 768	22 253	21 734	21 484	20 953	20 585	20 377	20 030	19 927
	1	527	551	577	658	669	936	1 172	1 278	1 374
	2	2 676	2 917	3 268	3 301	3 819	4 336	4 531	4 807	5 014
	3	3 741	4 229	4 711	4 800	5 266	5 637	5 811	5 836	5 854
	4	18	18	18	18	18	18	18	18	18
阀门 专项 清理	A	2	2	2	1	2	2	8	47	49
	B	4 751	4 877	5 090	5 748	5 906	5 714	5 790	6 112	6 686
	C	428	653	995	1 259	1 850	2 293	2 592	2 597	2 599
	X	1	1	22	70	181	232	303	309	318
总计	80 411	79 906	79 493	79 051	78 606	78 299	77 548	77 034	76 761	76 730

— 核对过仓库实物

1 — 数据由用户提供, 未经 MPC 核对

A — (阀门组) 已与实物核对

2 — 数据已与手册或产品目录核对

B — (阀门组) 已与图纸核对

3 — 已同时完成 # 和 2

C — (阀门组) 已同时完成 A 和 B

4 — 完成 3 并与现场实物相符

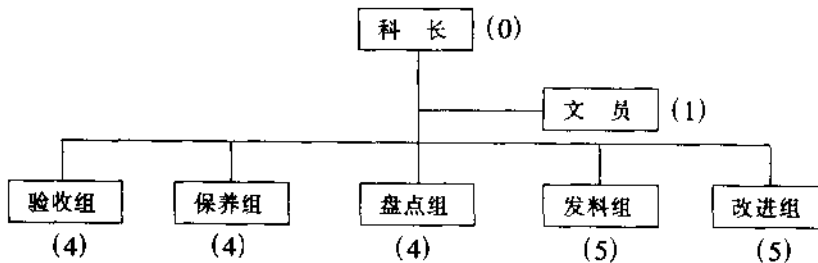
X — (阀门组) 查过图纸, 但未找到相关信息

2. 仓库管理

1999 年仓库管理的主题是继续仓库管理的规范化和标准化, 重点是库存物项归类存放, 制定物项分类包装规定。

(1) 组织分工

本年中, 物资管理科机构发生了变动, 物资技术组从科里分离出去, 成立物资计划组。物资管理科的业务范围中的物资技术管理部分由物资计划组负责, 机构调整后的物资管理科分工如下:



(2) 进行的主要工作:

- 1) 完成 10 类库存归类存放;
- 2) 检查清理出一批报废库存物资, 总价 20 万美元;
- 3) 完成库存化学品标签的标准化;
- 4) 新库存管理系统 (MAXIMO 中的功能块) 开发。

(3) 1999 年重要库存统计数据见表 2.3.8.2-2。

表 2.3.8.2-2 重要库存统计数据

分类/代码	统计项目名称	1999 年	
4.9 物资管理与成本控制			
物资消耗	库存常用物资 (RUN, 万美元)	消耗	572.82
		平均库存	2 511.56
		库存周转率/%	22.81
	库存战略备件 (SSS, 万美元)	消耗	320.03
		平均库存	8 077.51
		库存周转率/%	3.96
	合计 (万美元)	消耗	892.85
		平均库存	10 859.07
		库存周转率/%	8.43
库存统计	年末库存	品种/项	44 674.00
		万美元	10 698.06
	库存领用	品种/项	7 609.00
		万美元	892.85
	库存盘点	品种/项	21 585.00
		差错率/%	0.76
库存验收	品种/项	4 783.00	
	万美元	1 272.65	

2.3.9 合同及承包商管理

2.3.9.1 合同项目内容概要

1999 年电站合同管理工作取得了可喜成绩,集中反映在以下几个方面:

(1) 全面完成本年度的各项技术经济活动所需商务合同的签订工作。在诸如燃料采购、机组大修等关键性的控制项目上,通过充分研究市场,利用市场竞争,为公司节省了大量费用,为大亚湾核电站的发电成本控制作出了贡献;

(2) 抓住有利时机,妥善解决了包括 Framex, Alstom 和 EDF 等国外主要技术后援单位到期合同的续签问题,全面改善了合同条款和条件,并以法律文件的形式确保公司在今后 2 至 5 年内能够得到他们的全方位支持;

(3) 配合国家 50 周年大庆活动,按时、优质完成了包括活动中心、公关中心、运动场等大型基建项目以及厂区道路翻新、绿化改造、保安设备改造等一系列商务合同签订和后续管理工作,使厂容厂貌焕然一新;

(4) 为使机组顺利渡过 2000 年,配合各专业小组,完成一系列 Y2K 项目的合同签订工作;

1999 年度共对外签订新合同 561 项,分类统计表明,日常维护和技术改造方面的合同数量分别占 32% 和 13%。

本年度成交合同金额折合美元 92 MUSD (含浓缩铀及燃料组件采购费用 48 MUSD),主

要分布在以下几个方面:

1. 浓缩铀和燃料组件供应

利用广东核电公司与中国原子能工业公司之间的长期《浓缩铀供应合同》以及 1998 年度与英国 URENCO 公司签订的 1999 至 2003 年浓缩铀供应协议, 从英国和国内气体扩散厂采购浓缩铀共 52 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。

此外, 通过法杰马公司采购 18 个月换料实施计划的先导组件 4 组, 并直接运至大亚湾现场。

2. 机组年度大修

1999 年度两台机组先后各进行了一次换料大修 (1 号机组第五次大修和 2 号机组第六次大修。根据核电站大修的项目和内容, 1999 年度共签订了与大修相关的合同 54 项, 累计金额 8 MUSD。其中的主要合同列于表 2.3.9.1-1:

表 2.3.9.1-1 1999 年两台机组大修主要合同

序号	项目内容	承包商	105	206	备注
1	核岛大修	FRAMEX	✓	✓	核岛项目
2	核岛在役检查	核动力运行研究所	✓	✓	
3	蒸汽发生器二次侧清洁度电视检查	核动力运行研究所	✓	✓	
4	堆内构件水下电视检查设备租借	核动力运行研究所	✓	✓	
5	反应堆压力容器 CCTV 螺栓孔检查	中科院成都光电研究所	✓	✓	
6	核岛通用服务	中国核动力研究设计院	✓	✓	
7	蒸汽发生器堵板拆装	核工业二三公司	✓	✓	
8	气动阀门检修工具采购	FRAMEX	✓	✓	
9	高效过滤器及碘吸附器试验	中国辐射防护研究院	✓	✓	
10	蒸汽发生器堵管维修服务	中国核动力研究设计院	✓	✓	
11	RCV 泵模具安装及试验	核工业二三公司	✓	✓	
1	常规岛大修	深圳淮南电力检修公司	✓	✓	常规岛项目
2	常规岛压力容器在役检查	苏州热工研究所	✓	✓	
3	凝汽器钛管涡流探伤	核工业无损检测中心	✓	✓	
4	汽水分离器快速声波检查	核工业无损检测中心	✓	✓	
5	水位变送器及阀门仪表校验	湖南大乘资氮集团	✓	✓	
6	低压缸转子检查	西安能泰高新技术总公司	✓	✓	
1	BOP 大修	东北核电建设公司	✓	✓	BOP 项目
2	OSER 内表面涂层系统更新	东北核电建设公司	✓	✓	
3	BOP 辅助锅炉和压力容器检查	苏州热工研究所	✓	✓	
4	SEN 海水泵防腐处理	深圳华兴建设公司	✓	✓	
5	SAP 系统维修	ATLAS COPCO	✓	✓	
1	核岛大修劳务支持	核工业二三公司	✓	✓	大修劳务
2	常规岛大修技术支持	Alstom	✓	✓	
3	应急柴油机检修技术支持	武昌造船厂技术服务公司	✓	✓	
4	SEBIM 阀门维修技术支持	SEBIM	✓	✓	
5	蒸汽发生器冲洗技术支持	SRA-SAVAC	✓	✓	
6	机械贯穿件试验劳务支持	核动力运行研究所	✓	✓	

从统计情况来看, 外包合同无论从数量上还是范围上都比前一年度进一步减少, 这反映了随着自主维修培训的逐步开展, 越来越多的项目从外包转由维修部门承担, 使得大修成本

较 1998 年有所降低。

3. 日常维护保养

在机组正常运行期间，仍有一系列的日常维护和保养问题需要通过外部支持来解决。1999 年度公司基本上维持了业已存在的承包商的长期维修保养合同关系。此外，组织机构调整前所签订的行政生活方面的服务合同也逐步转入续签阶段。这些合同列在表 2.3.9.1-2。

表 2.3.9.1-2 1999 年度核电站日常维护类合同

序号	项目内容	承包商	现场人数	备注
1	核岛日常维护	核工业二三公司	68	
2	常规岛日常维护	深圳淮南电力检修公司	26	
3	BOP 日常维护	东北核电建设公司	15	
4	电气、机务维修	东北核电建设公司	70	
5	土建维修	深圳华兴建设公司	60	
6	控制区核清洁	中国核动力研究设计院	45	16 人备用
7	厂区行车维护	大连起重机厂	7	
8	厂区空调维修保养	深圳开华机电设备有限公司	3~8	
9	便携式剂量仪表和 KZC 系统维护	解放军防化研究院	6~8	
10	仓库高架叉车维护	香港仁孚行	0	
11	特种车年度维修保养	怡深机械设备有限公司	0	
12	原子吸收和光分度计仪器维护	PE 香港公司	0	
13	厂区电梯维修	核电房产管理公司	3~8	
14	白蚁、虫害、鼠害防治	深圳白蚁防治中心	10	
15	网络布线和维护	广东核电服务总公司	3	
16	消防维护合同	蛇口高力消防工程公司	2	
17	奥西复印机维护	奥西办公设备公司	1	
18	施乐复印机维护	施乐实业发展公司	1	
19	佳能复印机维护	广州怡和工程公司	2	
20	电源、磁卡和消防工程维护	香港中兴工程有限公司	0	
21	CATV 维护	广东核电实业开发有限公司	2	
总计			324~352	(16 人备用)

1999 年度承包商的人员组织和工作机构基本稳定，长期维修保养承包商的总人数和费用也基本保持不变。

4. 项目技术改造

1999 年度签订技术改造合同 71 项，累计金额 7 MUSD。合同金额较去年有大幅度提高，仅次于燃料费用。改造项目集中在核岛反应堆装置、冷冻站以及水厂改造等几个方面。

5. 可行性研究和设计

1999 年度共签订该类合同 23 项，累计金额 6 MUSD。与法马通正式签订的 18 个月换料项目主合同，是一个涉及浓缩铀供应、组件生产、运行方式等诸多环节的系统工程，随着相关各项工作的开展面签订了一系列合同，包括与法马通、中国核动力研究设计院、EDF 等单位签订的工程服务、技术转让、计算机系统采购合同。全范围模拟机项目经过激烈竞争，最终委托加拿大 CAE 公司承担，该公司此前已经在秦山三期全范围模拟机项目上中标。第五台应急柴油机项目进入招标阶段，共有英国、法国、德国和美国的数家公司参加投标。一些中长期项目如乏燃料后处理合同谈判在本年度也取得突破性进展，有望近期签约。

6. 劳务技术支持

1999 年度继续通过劳务支持合同获得必要的技术支持服务。此外，为配合信息管理部门解决 Y2K 问题，1999 年度特别增加了计算机专业人员劳务支持方面的合同。

7. 培训

1999 年继续实施电站自主化维修培训、干部管理培训、1999 年应届毕业生岗前培训以及各个部门的岗位技能培训。1999 年度共签订各类培训合同 60 项，累计金额约 1.5 MUSD。

8. 行政后勤

1999 年度大亚湾核电站共签订翻译出版，行政事业性费用缴纳，房屋租赁，办公设施的采购，维修及报废，后勤服务（交通、绿化、餐厅、清洁、行政劳务用工）等方面的行政后勤保障合同 59 项，累计金额 4 MUSD。

9. 基建工程

为迎接国庆 50 周年、澳门回归等一系列重大政治活动，同时为进一步改善大亚湾的现场工作生活条件，满足一核与二核不断发展的需要，1999 年度在基建工程方面有较大投入。共签订该类合同 56 项，累计金额 3.5 MUSD。主要包括：南区活动中心工程（分地质勘探、设计、施工和陈列室建设）、公关中心展厅改造（分设计制作、装饰施工）、运动场工程、1 号路改造和西大门工程、污水处理站建设（分设计、管网施工、土建和供货安装等）、武警营地改造工程（分地质勘探、设计和施工）、南区宿舍楼维修、厂区绿化、风雨剧场、网球场及篮球场、海滨大道绿化、电站西大门及价值观宣传牌等，使厂容厂貌焕然一新。

10. 信息工程

1999 年作为解决现有信息系统 Y2K 问题的最后一年，大亚湾核电站在信息工程方面继续投入相当大的资源。全年共签订信息工程类合同 19 项，累计金额约 2 MUSD，主要合同见表 2.3.9.1-3。

表 2.3.9.1-3 信息工程类合同

序号	项目名称	承办单位	备注
1	DDN 专线扩容	深圳电信局	
2	MAXIMO 产品扩展	PSDI 中国公司	
3	控制区辐射信息查询系统	深圳吴辰电子有限公司	系统开发
4	文档复合管理系统	上海集高电子科技有限公司	
5	培训管理信息系统	深圳颖源软件公司	
6	KIT 系统改造	SYSECA 公司	
7	KKO4 系统改造	华中理工大学	
8	KPS 系统改造	北京和利时系统工程公司	
9	餐饮系统改造	德生科技集团	Y2K 项目
10	交换机软件升级	上海贝尔	
11	图书管理软件升级	深圳大学图书馆	
12	燃料组件包壳破损评价程序移植	上海核工程研究设计院	
13	蒸汽发生器传热管涡流检查软件升级	美国 ZETEC 公司	

2.3.9.2 合同管理工作

1999 年度，无论在燃料采购、机组大修、国内技术支持等方面，还是生活后勤保障方面，各类合同谈判都取得良好业绩。这一系列合同的签订有效控制了电站的成本开支。主要

开支节省参见表 2.3.9.2-1。

表 2.3.9.2-1 合同节省开支状况

项 目	合同期限/年	降幅	当年节省开支 (MUSD)
浓缩铀采购 (国内)	3	9%	2.60
燃料组件采购	1	6%	0.93
Framex 技术支持与服务	2	2.7%	0.13
Alatom 技术支持与服务	5	5.4%	0.16
EDF 技术支持与服务	长期	6.8%	0.32
核服总后勤支持	2	5%	0.12
CJ 大修	1	7%	0.11
BOP 大修	1	8%	0.21
在役检查	1	3%	0.30

上述合同都属于长期性和周期性的项目, 1999 年通过合同商务谈判取消了高额的年浮动率, 降低了基础价, 这项工作将在今后 2 至 5 年内为公司带来数百万美元的费用节省, 无疑对今后若干年电价的稳定将产生积极的影响。

通过年初“堵管理漏洞, 查自身问题”的活动, 促使合同商务管理工作全面升级, 使合同商务工作“日常事务有程序、重大项目有沟通、廉政建设有控制”。

继续摆正“服务与控制”的职业定位, 及时响应生产一线的需要, 同时又为公司把好商务关。

在充分研究市场的基础上, 精心组织、出色地完成了 1999 至 2001 年三个交货年度浓缩铀供应合同和 R07 燃料组件供应合同谈判工作, 有效控制了电站的燃料成本, 并使电站的燃料费用的经济性达到世界中上水平; 从商务上跟踪俄罗斯交付的浓缩铀 (UF₆) 出现的“黑点”问题, 将有关问题反馈到今后的浓缩铀采购合同中。

全面修订了公司与广东核电服务总公司之间的后勤和生活保障合同, 使公司的餐厅管理、交通服务、绿化维护、清洁服务、会议室管理、办公生活区维修服务更具有可操作性, 为电站的生产和生活提供了更有保障的服务。

满足今后群堆管理的需要, 在维修部领导的直接领导下, 对 206 大修常规岛部分工作包组织了一次成功的招标评标工作。在充分利用竞争机制的基础上, 引入山东核电参与 206 大修常规岛部分工作包的工作。该项工作带来了该次大修各类合同谈判革命性变化, 产生了巨大的管理效益和经济效益。

统一合同条款、统一生活条件, 规范了国内技术支持服务合同的管理。

加强与外界的信息交流, 一年来, 与深圳市政府采购部门、吉林长山热电厂、沙角 C 厂等单位就招投标组织、合同谈判和大修合同管理等进行了有益的交流。与此同时, 组织有经验的员工就其自身的良好实践进行内部交流, 共享成功经验。

2.3.9.3 承包商管理

1999 年共有 250 家承包商与大亚湾核电站建立了合同关系, 比 1998 年增加 44.5%。其中 79 家的合同金额占全年合同总金额的 90% 以上。主要承包商情况见表 2.3.9.3-1

表 2.3.9.3-1 主要承包商

序号	承包商名称
1	中国原子能工业公司
2	FRAMATOME
3	EDF
4	广东核电服务总公司大亚湾分公司
5	Alstom
6	深圳淮南电力检修公司
7	核动力运行研究所
8	中国核动力研究设计院
9	深圳凯利集团公司
10	深圳华泰企业公司第四公司

2.3.10 电站计量管理

1. 完善电站计量管理体系

为了迎接广东省质量技术监督局对授权的计量标准装置进行的全面整顿考核, 电站计量室编写了“计量管理质量方针”、“计量质量手册”以及相关管理程序, 对操作规程进行了补充和升版工作, 并按照省质量技术监督局的“考核要求”逐项逐款地对电站计量工作进行了多次检查和整改, 对发现的问题及时作了纠正, 使管理制度和检定工作逐步趋于健全和完善。

2. “广东大亚湾核电站计量信息管理系统”正式投入使用

按照 1998 年的工作计划, 电站计量室与电脑中心经过共同努力, 使“计量信息管理系统”于 1999 年 7 月 20 日正式投入使用。这是电站技术监督工作在计量管理专业上的首次尝试, 它为电站的计量监督与管理提供了科学和先进的管理手段。“计量信息管理系统”的投运较好地解决了计量标准装置、计量器具、检定周期、人员资料、检定单位、证书管理等计量变量的动态控制问题, 使电站计量监督与管理上了一个新台阶。

3. 加强归口管理、提高执法意识

“广东大亚湾核电站计量室”为电站计量监督管理的归口部门得到进一步明确。为了统一规范电站的计量工作, 计量室做了大量的基础工作, 对计量标准、程序、规定都加以完善和修订。为了提高电站涉及计量工作人员的计量执法意识和普及计量知识, 计量室开展了以重点讲解计量法令法规、电站计量管理规定、检定工作要求等内容的培训, 使电站内部计量执法观念普遍加强, 并组织了一、二核共 40 人参加的计量检定员考核取证, 合格率 100%。

4. 按周期完成计量器具的检定任务

1999 年电站计量监督工作指标均达到或超过目标值。截至 11 月底电站内部 (除 MGS 外) 依靠自己的力量共检定计量器具 3 024 台 (件); 送外部检定单位检定计量器具 349 台 (件); 新购置计量器具 59 台 (件)。除此之外, 电气、仪控按照日常和大修计划有序地进行了现场在线仪器、仪表及设备的年检和校准工作。

5. 为岭澳核电站调试用计量器具提供检定服务

按照一、二核项目委托协议, 1999 年下半年开始为二核调试用计量器具进行检定, 并提供了部分现场服务和技术咨询。截至年底共为二核检定计量器具 297 台 (件)。

在为二核验收到货仪表检查过程中, 计量室严把质量关, 检验出一部分不符合质量要求

的仪表,避免了不必要的损失和潜在的后果发生。

2.3.11 管理计算机的应用

2.3.11.1 主要生产业绩

1. 管理计算机的安全运行水平持续稳定

1998年公司拥有小型机/服务器的数量是28台(套),1999年达到40台(套),增长了43%。然而,管理计算机的安全运行却创造了历史最好水平:

(1) 主机系统、小型机系统、网络服务器系统全年安全运行。无人因事故和差错。月平均可用率高达99.98%;

(2) 网络系统、服务器系统、主机系统、消防、UPS等配套系统的各类故障,平均处理时间<1小时;

(3) 数据完好率、数据备份正确率、数据恢复成功率均达到100%;

(4) 电脑中心全面完成十项工作指标及承诺,并有所提高。

2. Y2K工作成绩显著

管理计算机的Y2K清查、评估、修改、测试、就绪及应变工作已全面完成,安全、顺利、平稳地跨入2000年,未发现任何Y2K问题:

(1) 1999年,组织召开了五次公司Y2K指导委员会工作会议,不断跟踪、检查、落实和规范各工作组Y2K项目的进展;

(2) 完成了“广东核电合营有限公司Y2K应变计划大纲”的编写和批准工作,完成了20多篇有关Y2K情况简报、宣传、新闻、通报等稿件的发布工作;

(3) 制定了《管理计算机应用软件Y2K工作大纲》、《管理计算机Y2K综合应变计划》、《管理计算机Y2K应变演习计划》及《管理计算机Y2K应变演习总结》;

(4) 完成了管理计算机共计68项Y2K符合性测试、修改、开发及就绪工作。其中:网络系统、服务器、系统软件及开发工具46项,应用软件22项;

(5) 管理计算机组的两次Y2K模拟应变演习(1999年9月9日和1999年11月15日)获得圆满成功,所有计算机硬件系统和软件系统均没有发现任何Y2K问题。

(6) 定期接受了11家国内外政府及职能部门的监督评审,均给予了高度评价;

(7) “大亚湾核电站在解决计算机2000年问题方面的经验已作为国防科技工业系统乃至全国工业系统的典范在全国范围内推广”(国防科工委评审结论)。

3. MAXIMO项目取得突破性进展

MAXIMO项目的开发与实施是公司五年发展计划“信息技术发展”的重点工程,MAXIMO项目取得的突破性进展是强化项目管理的结果:

(1) 制定了《广东核电合营有限公司设备维修管理系统实施组织纲要》,规范了项目的组织和管理,明确了项目的分工、职责和授权,建立了三级架构的组织机构,制定了切实可行的工作计划,其中包括:进度控制制度、项目组每周例会制度、工作组每周进度报告制度、技术接口制度、计划和人员变更控制制度、重大事项管理制度、文件制度、宣传制度和培训制度等;

(2) MAXIMO各项目组已按计划完成了前期准备、需求分析、系统开发、联合调试四大里程碑工作。开发和实施的功能模块超过12个,应用程序80个;

(3) 整理设备位置、备件基础数据30多万条,工具基础数据5000多条;

(4) 建立维修用标准包 7 000 多个, 标准风险分析与隔离指令 7 000 多个, 预防性维修计划 6 000 多个, 人工工种定义 1 000 多条;

(5) 组织用户培训近 200 人次。

4. 应用开发水平不断提高, 两项应用成果获部级科技奖

尽管电脑中心 1999 年度 Y2K 及 MAXIMO 工作十分繁重, 然而, 应用软件的开发数量、质量和水平依然超过了往年, 实现了每年创造一到两个精品应用的目标。软件的应用效果得到领导与用户的普遍好评。

(1) “广东大亚湾核电站综合信息和管理系统优化 (SIS)” 荣获 1999 年度部级科技进步二等奖。

(2) “广东大亚湾核电站工作过程管理系统 (WPMS)” 荣获 1999 年度部级科技进步三等奖。

(3) 完成了“公司综合信息系统 (CIS)” 第一阶段的需求分析、程序设计、系统开发及试运行工作, 用户反映良好。

(4) 完成了“人事劳资系统”的重新设计、开发、改造及投产工作, 较好地替代了主机系统。

(5) 完成了“财务信息系统 (FIS)” 的项目管理及软件监理工作, 较平滑地实现了向新系统的过渡。

(6) 完成了“电站经验反馈系统 (EFS)” 的程序升级、数据库转换、一核和二核共享及投产工作, 应用效果较好。

(7) 完成了“电站能量统计系统 (ESS)” 的设计、开发及投产工作, 得到领导和用户的一致好评。

(8) 完成了“辐射信息咨询系统”的技术支持和软件监理工作, 应用效果较好。

(9) 完成了“行政固定资产系统 (AMS)” 的程序开发及软件监理工作, 得到广泛应用。

(10) 完成了“计量信息管理系统 (MMS)” 的设计、开发和投产工作, 用户反映良好。

(11) 完成了“移交过程控制与跟踪系统 (TCS)” 的设计、开发和投产工作, 得到电站领导和用户的高度评价。

(12) 完成了电站“预测性维修网络版软件 (ENTEK)” 的技术支持及监理工作, 应用效果较好。

(13) 完成了二核“计算机辅助隔离系统 (CBA)” 的数据库及打印方式改造工作, 系统运行正常。

(14) 完成了二核生产部“行动跟踪系统 (LIS)” 的设计、开发和投产工作, 用户反映较好。

(15) 完成了“广东核电集团医疗信息管理系统 (YLZX)” 第一期的开发工作, 应用情况良好。

(16) 完成了公司外部网页 (WWW.GNPJVC.COM) 的需求分析、程序设计、系统开发及开通投产等工作, 得到领导及同行的好评。

(17) 继续推进“复合文档信息系统”、“培训管理系统”、“核燃料循环采购管理系统”不同阶段的工作。

5. 系统管理与工程建设适应推动公司信息化进程的要求

配合信息化建设的总体目标, 系统管理与工程建设始终伴随着发展、完善、调整、优

化、再发展、再完善、再调整、再优化的过程：

- (1) 成功实现了一、二核的网络互联；
- (2) 成功运用了 CA 公司的网络管理软件；
- (3) 完成了公司内部网络通过 DDN 专线连接互联网 (Internet) 工程的建立、开通、扩容、迁移及性能调整工作；
- (4) 完成了非生产系统服务器 (IBM RS/6000-F50) 的安装、调试、验收和投运工作；
- (5) 完成了所有服务器上数据库备份及恢复的解决方案；
- (6) 完成了所有应用系统数据库的升级工作 (从 Oracle 7 到 Oracle 8)；
- (7) 完成了办公自动化系统 (Outlook) 的升级工作 (从 Version 5.0 到 Version 5.5)；
- (8) 完成了应用程序和数据的盘符规划、管理及实施工作；
- (9) 解决了内部网上通讯控制器的 Y2K 问题，实施了有效的技术解决方案；
- (10) 完成了公司网络二期新增 7 个楼宇近 400 个网点的扩容工程和网络设备的调整及技术文件的整理工作；
- (11) 完成了 1999 年度约 390 台微机的采购、安装、验收和管理工作及近 200 台微机的扩容工作；
- (12) 完成了主机房新 UPS (不间断电源) 系统的安装、调试和投运工作；
- (13) 协助二核建立了网络互联后的技术支持和管理程序；
- (14) 全年共完成微机设备软、硬件故障处理、网络维护、终端设备维护、CBA 维护及系统工作单申请总计 5 253 项，是 1998 年工作量的 3.12 倍；
- (15) 继续开展“新 LW 卡系统”、“微机报废”、“电脑网络标准化培训教室”、“MAXIMO 应用服务器项目”等不同阶段的工作。

2.3.11.2 主要管理工作

1. 大力推行网上办公业务

为加强管理、促进交流，实现规范化、系统化、透明化及高效率的办公目标，电脑中心充分利用人手一机的工作条件，逐步开展了网上查询、网上申请、网上发文、网上审核、网上批准、网上交流、网上讨论、网上计划、网上管理、网上跟踪、网上通报等多种形式的办公业务，网上办公已成为电脑中心管理工作中必不可少的便利工具和手段。

2. 进一步落实发展计划和改进项目

追求卓越、持续改进是企业制胜的法宝。《公司五年发展计划》为企业指明了滚动发展的目标，管理工具、管理手段、管理方法的提高无疑为信息技术的发展带来了新的生机与挑战。

1999 年，公司第一次将“信息技术 (IT) 发展”纳入了《公司五年发展计划》中，在电脑中心负责的六大类别 (26 个项目) 中，除其中 2 个项目 (公关多媒体系统和电脑化培训基地) 因外部特殊原因延期外，其余 24 个项目全部按计划完成。根据公司推进者调查评审报告的结论，六大类别的电脑工作均取得阶段性成果，评价结果全部为良好以上。

同时，电脑中心还注意跟踪落实秘书部管理计划中有关电脑中心改进项目及秘书部重点工作的执行进展。截至目前，计划内项目的执行情况基本满意。

3. 逐步完善管理程序和配套制度

1999 年，电脑中心配合管理的不同时期和要求，制定、修改和完善了一系列的管理制度或程序，其中包括：管理计算机政策、应用软件的管理和开发、第三方应用软件的管理、

管理计算机系统规则和使用标准、计算机运行管理、微机设备管理、计算机网络管理、管理计算机服务、INTERNET 管理规范、OUTLOOK 管理规范、公司内部网页管理规定、电脑中心的组织机构和管理、电脑中心授权和培训、POWER BUILDER 规范等,通过完善管理制度提高管理水平。

4. 信息规范化管理步入良性循环

由于信息技术的发展正以迅雷不及掩耳之势改变着人们的思想、观念、现代企业管理制度和工作方法,因此,公司必须跟踪信息技术的发展方向、把握信息技术的基础命脉,明确信息技术的发展目标,规划信息化建设的总体纲要。

1999年,召开了3次公司计算机指导委员会工作会议,提交各类议题13个,除汇报委员会关注的重点工作外,经委员会讨论通过的重大议题还包括:引进国外先进的设备维修管理软件 MAXIMO、公司管理计算机系统总体方案、微机市场调研报告、公司内部网页管理规定、OUTLOOK 管理规定及网络安全管理原则等。电站信息系统委员会(PISC)作为公司计算机指导委员会的二级执行机构,围绕公司信息化建设的总体纲要开展工作。公司信息化建设的规范管理不断落实和完善,并步入良性循环阶段。

电脑中心2000年信息技术(IT)发展计划也已通过公司五年业务计划领导小组及推进者的审批,纳入公司第三版编制的计划大纲中。

5. 培训工作得到持续加强

据统计,1999年电脑中心员工除参加本公司的年度培训课程外,还有计划、有组织、分期分批地按照工作需要,组织大部分员工参加了计算机外部课程(岗位技能)培训,总计564人天,基本保持了去年同期的培训水平。

同时,为了跟踪信息技术的发展,全年有选择地组织员工参加了广州、深圳等地举办的计算机新技术、新产品演示会、发布会、交流会及研讨会,总计176人次。处、科内专题交流会、技术讲座、讨论会等总计8次。组织用户培训并开设 Internet、MAXIMO、微机基础知识、EFS 等课程近600人次,全年接待来自全国各地电力、交通、金融系统等计算机代表团10余个。

2.3.12 文件、档案与资料管理

2.3.12.1 工作概述

1999年,资料处紧紧围绕文档工作的三个环节,即文档控制、文档管理及文档服务,重点抓了一些基础性工作,使文档工作朝着一体化方向深入发展。本年度主要完成下列具体工作:

1. 提出公司文档管理建议,召开文档研讨会

针对 ISO 14001 EMS 评审组对公司文档管理提出的建议,合营公司领导委托资料处对公司文档管理的现状进行调查,并提出改进建议。资料处组织人员对秘书部、人力资源部、审计部、财务部进行了全面调查,发现这些部门普遍存在文件管理失控、文件积压现象严重、缺少档案资料管理设施等问题,并提出了如下管理建议:成立公司档案工作领导小组,理顺关系,各部建立卫星档案库(室),配备档案资料人员和管理设施及建立管理制度。并于年底召开文档研讨会,专门落实解决这些问题。目前公司范围内的文件、档案工作由资料处负责。

2. DAMI 系统签订合同

广东大亚湾核电站文档管理信息系统(DAMI)是生产部资料处在多年调研的基础上,提出的集纸介质、缩微介质、磁介质和光盘为一身,具有处理实体文档、电子文档、电子图

文网络化全文数据处理等诸项功能的复合文档管理信息系统。该系统主要用于资料部门文档管理控制和技术部门项目管理、各职能部门电子文件产生过程的管理和控制、网络用户快速检索和电子影像调阅和输出、向电站提供信息资源等。

该合同于1999年9月27日正式签订。为了将岭澳核电站文档管理也纳入DAMI系统，经与项目承包商协商，工期延长两个月，到2000年10月份正式投产。

3. 编写生产记录报告大全

在1998年对生产记录报告进行分类整理的基础上，1999年全面启动编写《生产记录报告大全》。该大全按照PQOM（生产质量管理手册）的分类特点，将生产记录报告分为19个功能领域，每个功能领域内再按专业活动项目逐级分解到每一种记录报告。在编写时每个功能领域分概述（功能概述、记录报告概述、树状结构图）及记录报告描述单两部分，记录报告描述单中的项目有档案分类码、文件码、产生单位、产生周期、功能描述、产生文件过程、演变过程、归档方法、存储地点等。

该大全既是对核电站生产记录报告体系的总体说明，又是用户查找电站记录报告，进而了解电站运作和管理的一本指南。

4. 岭澳核电站技术程序及记录报告编码确定

岭澳核电站的文档管理由生产部资料处负责，在1999年，首先对产生的岭澳核电站的技术程序和记录报告的编码进行了规范，考虑到群堆管理模式及大亚湾核电站的实践，资料处会同有关部门设计了完整的程序和记录报告编码，满足了二核生产准备的需要。

5. 图书管理软件SULCMIS II升级

为了解决现有图书管理软件SULCMIS的Y2K问题，以及使读者更加方便使用馆藏图书资料，资料处对现有软件进行了升级。普通用户通过浏览器（IE）可以完成检索、预约、续借等功能，大大地提高了图书资料的利用效率。

6. 翻译出版

1999年委托外单位翻译50万字，本单位自译90万字。出版《大亚湾核电》杂志4期，刊登学术交流论文44篇，译文30篇，国外动态18篇。该杂志将在2000年进行改版，为此1999年做了一些准备工作。

2.3.12.2 完成的主要工作量

见表2.3.12.2-1至表2.3.12.2-5。

表 2.3.12.2-1 文件处理及管理

函 件		程 序		合同文件		记录报告
接收	分发	接收	分发	接收	分发	
2 858 份	8 574 份	6 106 份	18 686 份	342 份	1 710 份	9 053 份

表 2.3.12.2-2 缩微片制作及管理

接收缩微片	制作缩微片		缩微还原文件		整理编号入库	
	(16mm)卷片	开窗卡	A4 + A3 幅面	A2 + A0 幅面	平片、开窗卡	卷片
46 份	278 卷	7 764 片	17 640 张	1 379 张	34 490 片	27 卷

表 2.3.12.2-3 档案管理

自行组卷	组织进馆	文件级著录	案卷级著录	入库上架(纸质档案)
191 卷	3 510 卷	4 502 份	3 252 卷	3 510 卷

表 2.3.12.2-4 资料图书管理

	图 书	标 准	期 刊	资 料
收集采购	7 108 册	7 39 本	7 455 本	859 本
分发	4 125 册		4 311 本	4 246 本
分编标引	914 册	787 本	1 825 本	36 本

表 2.3.12.2-5 提供服务

中央基准文 件库	档案馆	图书馆		缩微片	文件复制	晒图	装订
2 860 人次	1 294 人次	8 022 人次	19 826 册	668 人次	985 万页	11 789m ²	6 522 册

2.3.12.3 文件、档案、资料馆藏总量

见表 2.3.12.3-1 和表 2.3.12.3-2。

表 2.3.12.3-1 纸质类

基 准 文 件	档 案	图 书	标 准	资 料
145 265 份	48 256 盒	16 433 册	2 011 册	3 389 册

表 2.3.12.3-2 特种介质类

缩微文件	照片	X 光片	岩芯	磁带	光盘	软盘	录像带	实物
74 万份	282 盒	5 024 盒	1 532 箱	1 174 盒	217 盒	1 984 盒	488 盘	32 件

2.3.13 电站后勤保障

2.3.13.1 后勤保障机构和运作方式

大亚湾核电站后勤保障的构架是：广东核电合营有限公司行政处为大亚湾核电站提供公司一级的后勤支持，负责大亚湾和岭澳两个核电站的生活服务及生活设施管理。大亚湾核电站属下的生产部后勤科、维修部行政科和维修部车队直接面向生产，共同为大亚湾核电站的生产和办公提供后勤保障。

生产部后勤科和维修部行政科还负有协助公司行政处监管电站范围内生活服务合同执行情况的责任，收集员工对生活服务的意见，及时向公司行政处或负责生活服务工作的承包商反馈，并监督或协助改进。

核电站的后勤保障运作基本上采用社会化服务的方式，除了维修部车队直接招聘司机、直接进行管理外，其他服务工作基本上都是由各种专业承包商负责。无论是生产部后勤科还

是维修部行政科，都只配备了少量管理人员，对各种服务合同的执行进行管理。

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深圳与电站，为电站员工生活和工作提供了较为方便的服务。每逢周末和节假日，电站也以合同方式租用车辆为在深圳没有住房的临时聘用人员提供每日两个班次的深圳与电站之间的班车服务。对电站轮流值班的员工也以合同方式租用车辆提供每周十几个班次的深圳与电站之间的班车服务。

由于电站生活区与工作区相距约 1 公里多，在员工上下班时，也以合同方式租用车辆提供现场交通服务。

此外，在大亚湾核电站工作的外国专家除部分配备公务车外，其余所需的交通服务均由广东核电服务总公司专家村车队负责提供。

与电站生产运行和维修直接相关的四个部门，即生产部、维修部、质保部和岭澳核电站生产部，由维修部车队提供各种交通运输服务。该车队拥有各种用途的机动车约 80 辆，除部分配备给外国专家和中方员工外，大部分作为电站自用，以确保电站生产运行维修和行政后勤保障方面的交通运输。现在的维修部车队分行政和生产服务两个车班，负责四个部门的采购用车、接待用车、工地运行倒班车和其他用车，并 24 小时值班。1999 年度车队出车次数约 30 000 次，月平均 2 452 次，其中长途出车 1 381 次，月平均 115 次，每月安排值班 215 人次。最大限度地提供了电站生产一线用车和行政服务用车，为电站的安全稳定运行作出了贡献。另外，电站还根据有关合同的承诺，为在大亚湾核电站提供短期劳务活动的承包商提供了部分车辆，以方便他们的工作和生活。

此外，电站还为公安保卫、环境监测、医疗、消防、饮食服务等部门配备了专用特种车辆。

上述所采取的各种措施确保了电站安全运行对交通运输的需求。

2.3.13.3 行政办公设施及其配套系统的管理

大亚湾核电站的行政办公设施包括电站范围以内的行政办公楼、档案馆、培训中心、员工餐厅等，这些设施内配备有供电供水系统、中央空调系统、消防报警系统和自动灭火系统。

根据核电站管理程序的分工，行政办公设施的使用管理由该设施的主要使用部门负责，其代表称为“楼房经理”，主要负责各建筑物的日常安全、防火管理等；行政办公设施及其配套系统的大型改造和建筑物的结构性维修由维修部技术支持处管理；行政办公设施及其配套系统的日常运行、维修和零星改造则由生产部后勤科管理。

行政办公设施及其配套系统的日常运行和维护检修工作，均以长期合同的形式承包给广东核电服务总公司大亚湾分公司和专业消防公司。对于改造项目和非经常性的维修项目，则以独立项目与承包商签订一次性合同予以实施。

后勤科的技术人员作为设备主人，要负责行政办公设施的日常技术管理、审查备品备件的采购和使用、监督承包商的运行维修工作质量。此外，后勤科还建立了巡视检查制度，定人定时对后勤科所管理的各个设施和系统进行巡视检查。

2.3.13.4 行政办公用品、固定资产和办公家具管理

行政办公用品、固定资产和办公家具管理的基本思路是：兼顾合理利用资源，节约行政

费用开支,充分满足生产、办公需要,及时高效地为核电站的生产和办公提供后勤物资保障。具体的做法是实行分级、分类归口管理:电脑设备由电脑中心管理;复印设备归口生产部资料处管理;办公文具以及空调器、冰箱等两用电器归口公司行政处管理;办公家具、一般办公电器和属于低值易耗品的其他后勤物资都归口后勤科管理。

核电站的行政物资管理是依据相应的程序或制度规范从采购立项、入库验收、领用发放、使用跟踪、定期盘存直到台账记录和审计检查等实施物资管理的全过程。

2.3.13.5 员工住宿和膳食服务

大亚湾核电站的生活基地建在深圳市区内,距离核电站约70公里。公司除了每天早中晚安排足够的班车充分满足员工回家的交通需要外,还在核电站兴建了功能完善、设施齐备、环境优美的单身宿舍区。

大亚湾核电站现场的单身宿舍大致分为南区、北区、西区和A区,分别居住了公司各部门员工和承包商员工。核电站员工集中居住在南区宿舍,这是一个临海而建的单身宿舍区,1997年开始启用,现有15栋多层单身宿舍,宿舍单元面积为7.2 m², 14.4 m², 16.1 m²三种规格,自带卫生间和阳台。宿舍里还配置了整套卧具以及座椅床柜、电视机、空调器和各种卫生洁具等全套生活设施,生活十分方便。

核电站员工就餐的职工餐厅主要有两个,一个是厂区内按600人就餐设计的职工餐厅,另一个是按1000人就餐设计的南区餐厅。这两个餐厅都由核电服务大亚湾分公司承包,按照“保本无利”、“成本经营”的方针经营。后勤科不直接干预职工餐厅的经营,只是协助对餐厅的饮食卫生、饭菜品种数量和质量进行控制,向餐厅反馈员工意见并督促餐厅改进。

2.3.13.6 文体设施和文体活动

公司和核电站领导对员工的业余文化生活历来十分重视。随着核电建设和生产的发展,核电站的文体设施也年年有新建或改建项目。1999年9月30日,建筑面积达2850 m²的多功能室内文体活动中心在南生活区建成,并正式向员工开放。文体活动中心内的设施相当齐备,有排球场、羽毛球场、舞厅、健身房、棋牌室等。在文体中心里还经常举办员工个人制作展,如员工书画展、摄影展、女工编制刺绣展、个人制作的小工艺品展等等。

改建中的北生活区足球场、篮球场和排球场即将完工,居住在北区的员工即将有一个更加理想的体育活动场所。

由于公司和大亚湾核电站领导对群众性文体活动的大力支持和现场拥有较完善的文体硬件设施,大亚湾核电站的群众性文体活动得以持续的蓬勃开展。目前,直接在公司工会注册的文体协会就多达22个。这些文体协会对于吸引广大员工坚持经常性的文体活动起了很大的作用。

另外,广东核电(大亚湾)艺术团多次到周边地区进行“心连心”慰问演出和参加广东企业文化“企业之星”文艺演出;各运动队经常举办与周边单位和地方的友谊比赛、参加深圳市“外企运动会”等活动。所以,目前大亚湾核电站群众性文体活动的意义和作用,已经超越了增强核电员工体质和核电站内部精神文明建设的局限,对于促进与核电站周边单位和地方的良好关系和树立核电良好形象都起到了不可替代的作用。

2.4 二核生产准备

在一、二核总经理部的指导和各执行部门的支持与配合下,1999年生产准备工作按期

实现了一系列里程碑：启动 OJT 培训，完成程序管理软件开发，启动临时隔离办，一、二核信息系统互联，全面启动技术程序编写，启动移交与接产活动，完成应急计划编写与报批前的准备工作。

2.4.1 组织准备

1. 政策、程序及对外接口

1999 年 1 月总经理部批准了《生产机构管理政策》(LAD-ORG-000)。1~2 月间《经理部和委员会的职能》、《生产部所属各机构的管理及岗位规范》、《岗位规范的编写》等一系列管理程序陆续获得批准并生效执行。生产部也相继成立了生产准备委员会、(临时)培训委员会、程序编写协调委员会、预算委员会，并定期召开工程/生产协调会，通过这些委员会和会议，在二核或生产部内部沟通、协调解决生产准备过程中有关重大技术和方向性问题。此外，为落实《一、二核相互支持协议》和探索群堆管理模式，生产部还派员参加了一核生产管理周(月)会、培训委员会、电厂核安全委员会等近 10 个组织的活动，使形成的对外接口关系更加协调。

2. 行政组织机构

1999 年 6 月和 9 月，二核生产部原设的组正式确定为处、办，处以下设科。计有运行处、设备管理处、生产计划处、安全执照处、保健物理处、综管处等 6 个处级机构，工程联络办、规程编写协调办、化学科、电气科、辐射防护科、成本控制科、人事科等 19 个科(办)级机构。7 名处级机构负责人和 14 名科(办)级机构负责人正式聘任到岗，另有 1 人被指定为科级机构的临时负责人。

3. 人员准备

截至 1999 年底，二核生产部编制内人数达 249 人，比 1998 年净增 139 人。其中持照分流人员两批 24 人，非持照分流人员四批 23 人，分配新毕业生 83 人(研究生 1 人、本科生 28 人、中专生 54 人)，社会招聘 9 人。新分流的持照人员除 2 人分别安排在隔离办和安全技术顾问组外，其余全部充实到运行规程编写组；83 名新毕业生结束在西安、哈尔滨两地的培训和现场岗前培训后，有 82 人被送到一核生产部、维修部接受岗位培训。根据工作需要和调试进度计划，二核生产部还派员参加了工程部组织的调试工作。

4. 其他组织

组建了二核生产部分工会、二核生产部党总支和二核生产部团总支，并单独组团参加了二核职代会。

2.4.2 人员培训

1999 年成立了临时培训委员会，制订了人员培训大纲和个人培训计划，按照计划开展岗位培训、岗位技能分析和岗位授权工作。

1. 操纵员培训

持照人员在一核生产部和培训中心按计划进行模拟机复训和影子培训；39 名 1999 年学操完成了年度初始执照课程培训，将参加 2000 年的 RO(操纵员)执照考试；年底确定 27 名 2000 年学操，他们将参加 2000 年的初始执照课程培训和 2001 年的 RO 执照考试；36 名 1998 年现场操作员培训按计划进行。

1999 年 4 月 5 日至 23 日组织进行了 RO 执照考试，36 人参考，通过 29 人，通过率为

81%。10月18日至28日进行了SRO（高级操纵员）执照考试，15人参考，6人通过，通过率为40%。

2. 新员工培训

1998年12月二核生产部65名1998届毕业生到厂，各处为新员工指定了培训对口人，编写了ITP（个人培训计划）和培训任务书。新员工被送往一核进行现场培训。培训期间定期交中、英文两周报或月报，并进行为期一年的月度考核。从报告和考核结果看，学员的培训效果良好。经过一年的现场实习和工作培训，大部分新员工都掌握了基本的现场知识和工作技能，并且开始投入到接产工作中去，基本能独立承担具体工作任务。

3. 在岗培训

鉴于缺乏经验的新员工在二核生产部中占较大比例，对他们的在岗培训采用“传、帮、带”的培训方式，由老员工作为新员工的对口人，按各处预先制定的培训计划实施培训。

二核生产部针对部分人员未参加过移交接产工作，缺乏现场工作经验的情况，成立了安全质量推进小组，组织了12门“安全质量推进课程”，共开课20次，培训达2000余人·时。

同时，二核生产部根据工程调试需要组织了岗位技能培训，如：设备管理人员到广州参加的设备管理培训。通过培训，学员对现代设备管理模式和方法有了更深一步的认识，在培训结束后组织的“设备管理之我见”征文比赛中，提出了许多独到的见解。

为使新任命的干部尽快适应电站的管理模式，生产部在积极参与培训中心和国内外的管理技术交流培训活动的同时，成立了干部管理读书小组，利用业余时间自行组织培训和讨论。

4. 工程参与培训

根据工程进展与生产准备计划，二核生产部制定了生产准备人员的工程参与计划。计划整个生产准备阶段共派往工程部工程参与人员91人，其中A类7人，B类84人。截至1999年底，已派出A类人员3人。

为使移交工作安全顺利进行，二核生产部根据一核经验编写了工程参与教材，并组织了二期培训，共培训生产、维修人员57人次。

5. 国外培训及交流

1999年国外培训项目已按计划全部完成，国外培训5项，技术交流或会议5项，合同参与4项。根据培训要求，国外培训人员回国后提交了总结报告，部分人员编写了培训教材。二核生产部对培训项目建立了相关培训记录，并将培训总结汇总存档，逐步建立了完整的培训信息库。

6. 岗位技能分析

岗位技能分析（KSA：知识、技能、态度）是二核生产部在推进系统化培训中的一项重要工作，也是1999年培训工作的一项艰巨任务。1999年基本完成了除运行处以外所有岗位的KSA工作。共分析了95个岗位，占应分析的140个岗位的67.9%。

7. 人员授权

二核生产部1999年基本授权工作按计划进行。二核生产部新增人员较多，为减轻大量人员复训压力，二核生产部开设了“安全质量推进课程”，用以等效部分复训课程。

除基本授权外，二核生产部还制定了岗位授权计划，只有具备一定的知识、技术和技能的人员，才能给予岗位授权，获得岗位授权才能上岗工作。1999年二核生产部各处已完成岗位授权计划和岗位授权单的审批工作，获得限制岗位和正式岗位授权的人员共141人。

2.4.3 程序编写

核电站的几乎所有管理运作和技术活动都必须根据预先编制的书面文件进行，程序是最基本的书面文件，根据程序可以进一步衍生其他书面文件。

程序分为管理程序和技术程序两大部分。技术程序包括：运行程序、事故处理程序、维修实施大纲、维修技术程序、性能试验程序、化学程序、辐射防护程序、工业安全和消防程序等。程序总数近万份，编写任务十分繁重。在岭澳核电站生产部筹建阶段已将程序编写作为生产准备的主要任务之一，开始筹划，使电站的管理运作从生产准备阶段就步入正轨。

1. 程序数据库

在程序编写的准备阶段开发了程序数据库系统，该系统使编校审批流转和流通调阅都非常方便。

维修程序已由一核的文本文件改为数据库文件，且和其他程序文件一样在程序数据库中进行编校审批流转和流通调阅。

2. 编写进展

程序编写的进展状况见表 2.4.3-1。按照目前情况，不会再出现程序编写进展落后于需求的现象。

表 2.4.3-1 程序编写进展统计

程序类别	编写中	出版	备注
管理程序	142	58	1. 管理程序中包括各处的工作细则； 2. 每个报警生成一份警报处理卡，因而份数很多，与运行程序分别统计
运行程序	418	21	
警报处理卡	1 015	0	
维修程序	597	356	
维修实施大纲	234	111	
化学程序	19	24	
辐射防护程序	19	0	
工业安全程序	6	0	
性能试验程序	9	55	

2.4.4 移交与接产

1999 年是岭澳核电站移交与接产正式启动的一年。1999 年 7 月 15 日 YA 厂房 JPD 系统 TOB 签字，标志着移交接产工作的正式开始。10 月 19 日签署的第一个 TOM 证书（OSEA）标志着维修部开始承担维修责任。10 月 28 日签署的第一个 TOTO 证书（OSEA）标志着岭澳生产部开始承担临时运行责任。

1. 检查活动

1999 年生产、维修人员共参加各类移交检查活动 137 次。其中 FFSR（安装结束状态）64 次、TOB（移交隔离）33 次、TOM（维修移交）23 次、TOTO（移交临时运行）16 次、BHO（厂房移交）1 次。

2. 各类证书签字情况

签署 TOB, TOM, TOTO 证书的数目分别为：21, 11, 8 份。

3. 接口程序的批准实施

根据实际情况,制定了详细的接口程序,包括:《接产移交阶段工作的管理》、《接产移交过程保留项跟踪管理》、《EESR, TOM, TOB, TOTO, BHO 的管理》、《生产维修移交接产细则》(L-WD-LPS-005)等。这些程序规范了与移交相关部门的接口关系、检查步骤、检查方法和重点。

4. 管理手段的建立

二核生产部联络办公室和秘书部电脑中心联合开发的移交过程与跟踪系统(TCS)于1999年12月27日投入试运行,2000年1月27日投入正式运行。TCS用于管理生产、维修在设备、系统、厂房移交过程中的检查活动及相关信息,如工作过程控制、检查意见跟踪、工作手册、管理统计信息、专项管理等,实现了全现场范围内的移交信息共享。对检查意见以及相应的跟踪处理过程做到了100%跟踪。

5. 检查意见(保留项)的协调处理

检查意见的协调处理与跟踪是移交检查活动管理的核心部分。为此,在1999年已经基本建立了相应的工作方式:

(1) 每月15日,联络办公室向调试队提交当前拖期的保留项清单,调试队在月底前回答该清单中的问题,联络办公室在下月初组织生产维修各部门进行现场复检,及时清除已经在现场解决了的问题;

(2) 对已经签署了TOTO证书的系统各处从各自的角度进行跟踪;

(3) 由联络办公室专业工程师根据情况,发起召开各种检查意见处理协调会;

(4) TOTO签字前,在必要的情况下(如存在一类检查意见),联络办公室组织召开检查意见评审会,会议由生产部主管经理或其授权代表主持。

2.4.5 运行准备

1. 组织准备

运行处1998年正式员工为52人,1999年底发展到正式员工143人、外籍顾问1人、大合同人员5人的规模,其中持高操执照人员10人,持操纵员执照人员17人。一核持照人员分流按计划在5月份如期进行,共分流到岗23人。

运行处在6月份正式成立。工作的主力集中在程序组和化学科。建立了由关键岗位人员组成的运行管理小组周碰头会和月会制度。程序组和化学科建立了小组长周会和全体人员月会制度。

2. 人员培训

12名新取照人员在一核运行处完成了为期5个月的影子培训并经过培训考核合格,取得在一核主控室操作授权。15名老取照人员按计划完成了每年两周的模拟机复训。

先后安排落实了36名1998届中专毕业生和47名1999届中专毕业生在一核运行处运行值的在岗培训,坚持了每6周一次的定期考核。15名1999届大学毕业生的在岗培训计划也已经准备就绪。

化学科13名分流人员分3批完成了在武汉葛化电厂的满室床运行培训,每批为期一个月。4名1998届毕业生完成了在一核的化水系统运行培训。至此,化水系统调试前的培训全部如期完成。

3. 程序编写

在一核的基础上,对 PQOM 管理程序的框架和编写方式进行了优化,共完成 12 份管理程序的编写并通过生产部的会审,占全部管理程序编写份数的 60%。

按计划完成编写运行程序 145 份,占全部运行程序编写任务的 8%。其中 8 份电气运行程序已在现场生效。

完成化学程序编写 25 份,占全部化学程序编写任务的 16%,并完成验证和方法的建立。

4. 移交投产

完成了隔离办公室启动前的各项准备工作,包括隔离牌、锁、钥匙、工作许可证、隔离证书、操作单的设计、采购和验收,以及 CBA 软硬件的配置,按时在 5 月 15 日满足了隔离办公室启动的单项生产准备里程碑的各项要求。

在 LBX 建立了临时化验室,完成了化水调试所需仪器设备的选型、到货验收、安装调试和分析方法的建立,做到了百分之百满足调试对化学分析的需求。

运行处全年完成系统 EESR 检查 49 个、TOB 检查 21 个、TOB 实施 21 个、TOTO 检查 8 个、TOTO 实施 8 个。于 7 月中旬顺利接收了第一个 TOB 系统 OJPD,在 10 月下旬接收了第一个 TOTO 系统 OSEA。

5. 其他工作

经过广泛深入的讨论,确定了运行卫星文件库的结构与分类。

从 10 月下旬至 11 月初,深入开展了运行与化学两个专题的生产准备自我评估,针对发现的缺陷,制定了改进行动并落实了责任人与期限。

2.4.6 安全执照准备

1999 年安全执照准备工作着重于执照申请文件的准备、技术准备和安全质量推进等方面,目前总体进展良好。

1. 执照申请

与国防科工委召开了关于核材料许可证协调会,布置了核材料许可证申请的各项准备工作,建立了与国防科工委、国家核安全局、国家原子能机构、操纵员考试资格审查委员会等多方面的联系,为今后的执照申请工作作好了组织上的准备。

配合工程部 LIB 推进和跟踪首次装料许可证所需文件的准备。

准备操纵员执照申请考试方案,并与国家核安全局取得了一致意见,但还需与国防科工委、操纵员考试资格审查委员会等进行协商。

10 月起,派专人参与“环保与应急四统一”小组工作,关注环境影响评价报告和核电厂应急计划的编写进度,并密切跟踪工程建设期间的环境保护工作。

截至 1999 年底,FSAR(最终安全分析报告)的编写进度情况如下:生产部负责章节中 12.1.1, 12.1.3, 12.1.4, 12.1.5(LPH 负责), 13.5(LPO 负责)和 16.0, 16.6(1SL 负责),已完成初稿并送 LIB 进行初审,其余章节的编写工作按计划进行。

2. 技术准备

1999 年 9 月成立了岭澳核电站 PRA(概率风险分析)工作小组,开始了岭澳核电站设计阶段的 PRA 分析及报告的编写。通过对岭澳和大亚湾的技术不同点的调研并分析了这些技术不同点对 PRA 分析的影响,形成《岭澳、大亚湾核电站技术不同点》与《岭澳、大亚湾 PRA 项目差异》报告。1999 年共完成了硼稀释事件树分析,启动给水系统的故障树分析,ATWT 事件树分析与 LHT 系统的故障树分析。

为增强事故程序的可执行性,防止人因失误,1999年安全执照处进行了一核事故程序彩色化工作,完成了1号机组英文版事故程序彩色化制版,启动了中文版彩色化制版。制定了二核事故程序的编写计划,完成事故程序的编写导则。初步分析了一、二核技术不同点对事故程序编写的影响。

为适应经验反馈工作的需要,与一核 OSL 及电脑中心联合开发了经验反馈软件系统(EFS),并已投入运行。

3. 安全质量推进

1999年11~12月以问卷调查的方式对生产部全体员工进行了一次安全文化评估活动,并以此为依据编写了调查结果统计报告和分析报告。

加强员工核安全文化素养,在整个生产部的范围内组织进行了2次《核安全基本原则》及《核安全法规》的培训,效果较好。同时,编辑了核安全文化要素手册,为新员工建立核安全文化概念、了解核安全文化要求提供服务。

2.4.7 保健物理准备

1. 技术准备

(1) 根据接口程序 PO/LAP/080《生产准备阶段保健物理工作的接口》,确定了移交接产阶段工程、生产两部的工业安全职责和分工,出版了过渡阶段的安全规定,确定了工程、生产两部在火灾危害性分析方面的职责和分工。

(2) 针对一核 KRT 系统存在的工作可靠性低问题,与工程部讨论改进方法,并经总经理部协调确定了后续工作方案。就核岛提供的便携式辐射监测仪表的品种和数量与工程部讨论,进行审查和优化。在此基础上,制定了补充方案和计划。

(3) 1999年编写了工业安全、消防、辐射防护和应急准备管理框架,确定了电站保健物理管理的基本原则和方法。

(4) 参与环保应急“四统一”的工作,包括“四统一”工作的管理、应急计划方案制定、事故状态评价数据等相关项目。

(5) 参与 MAXIMO 系统编写和工作过程管理中安全控制问题的方案制定工作。

(6) 跟踪一核辐射防护信息咨询系统的进展,对二核的保健物理安全信息咨询系统(IS/FF/RP)的框架进行了初步构思。

(7) 制定了电站的临时劳保规定、现场安全管理规定、安全相关许可证等。

(8) 完成年度特殊劳动保护用品的采购和发故工作。

(9) 开始二核的安全标志、安全许可证的设计和优化工作。

(10) 收集电站电气和油系统的基本安全信息。

(11) 基本建成了 LPH 的保健物理法规、标准、资料数据库。

(12) 确定了 LPS 个人安全信息档案的内容与格式。

(13) 组织 LPS 人员 1999 年度的安规考试。

(14) 出版《职业安全学习与信息》5期。

2. 工程移交接产

(1) 针对工程阶段的工业风险特点,对生产、维修、调试和部分承包商人员进行了安全培训。针对维修部编写程序人员的需求,编写了《工业安全风险分析》和《辐射防护风险分析》的培训教材,并对程序编写人员进行了培训。根据工程移交接产计划,参与移交检查。

- (2) 建立了移交检查安全信息库。
- (3) 对移交系统和厂房进行安全巡检,建立了安全巡检信息库。
- (4) 就工程安全信息传递与工程部作了专题协调。
- (5) 重点跟踪并协助工程方面处理了 AB 库消防、YA 消防、呼吸气瓶空压机、厂内固定电话亭等工程问题。
- (6) 参加了 7 个厂房的消防建审工作。

3. 其他工作

- (1) 二核生产准备自我评估的方案设计、组织、综合协调和报告。
- (2) 工地安委会组织工作。
- (3) 核电消防特勤大队的协调工作。
- (4) 参与和支持一核的大修工作。
- (5) 与一核相关单位的专业交流。
- (6) 参加一核 WANO 同行评审前的自我评估活动。
- (7) 跟踪国家有关法规和标准的进展,并提出修改意见。
- (8) LPS 全年没有发生工业安全和消防相关事件。

2.4.8 设备管理准备

1999 年设备管理准备主要从组织机构、人员配备、移交接产、设备信息收集和技术工作准备等方面进行,基本完成了各专业的人员配备,为即将到来的大规模设备系统的移交接产和设备管理打下了基础,建立了设备管理工作基本运行机制,全面启动了电站设备管理的前期准备工作。

1. 技术准备

(1) 一核经验向二核工程反馈

为了使二核在工程设计和施工阶段充分吸取一核的运行经验,尽量避免设备缺陷的重复出现,建立了由二核生产部向工程部反馈一核经验的正式渠道,并建立了反馈跟踪数据库,在分类收集、集中筛选的基础上,1999 年二核生产部向工程部反馈了 218 项系统设备运行经验,其中大部分对电站的可用率或安全有影响的项目,目前已有多项经验反馈在二核工程设计中采纳实施。

(2) 一、二核技术不同点编写

编写一、二核技术不同点的目的是为了让管理和技术人员了解一、二核的设计差异。一年内组织了一、二核技术不同点编写研讨会,明确了编写过程中各相关部门的分工及协作关系,对不同点的来源、分类、内容和编写格式作了规范,确定了对 54 个重要系统和设备开展不同点的详细编写工作,列出了每个系统设备不同点摘要和编写计划,并以 KIT/KPS 系统为试点,启动了技术不同点的详细编写工作。

(3) 信息管理准备

在设备服役前期就抓好各类设备相关信息的收集、整理工作,对设备管理有着重要的意义。为此,开展了工程阶段设备信息管理现状的调查,提出了生产方面对工程信息的需求,例如备品备件和专用工具的订购和到货数据、不符合项数据、系统设备调试记录等。与此同时,积极推动生产信息管理系统的建立,组织了 MAXIMO 设备管理信息子系统的开发和测试工作,对 MAXIMO 的设备台帐管理、技术管理、设备位置、状态监测和故障树等提出了

详细的用户需求,基本完成该子系统的测试工作。为了充分利用在线工业计算机系统的相关信息,对二核工业数据网的规划作了可行性调研和相关技术准备,以便将来能实现实时数据显示,在线、离线分析和历史数据存储等数据管理等功能,拟将与工业数据相连接的系统包括:KIT/KPS, KME, KDO, KZC, KRS 和 KKK 等。

2. 移交投产准备

系统和设备从工程向生产的移交是工程建设的一个重要环节。通过移交检查和生产人员对工程的参与,能及早发现和解决工程问题,同时有助于生产人员尽快了解和熟悉设备,为今后的生产运行打下坚实的基础。1999 年度先后有 3 名设备管理工程师赴欧洲参加了主变压器出厂试验、主开关站设备验收和 P320 系统出厂试验验收等。另外,为提高检查质量,还编写了机械、电气和仪控设备移交检查培训教材,对现场检查人员进行了培训。

3. 新形势下设备管理任务探讨

在 8 月份一、二核生产部和维修部设备管理研讨会上提出了改进目前设备管理的建议,编写了群堆管理模式下《一、二核开展 RCM 工作的规划建议书》和《群堆管理模式下的设备管理任务探讨》等报告。通过探讨,可将新形势下设备管理的主要任务概括为:

(1) 日常主要任务——抓好三个方面的管理,即:设备信息管理、设备状态管理和设备变更管理;

(2) 中期主要任务——解决三个“什么”,即在设备上做什么、为什么做和什么时候做,在这里“做”的含义包括预防性定时维修、预测性维修、试验、改造等;

(3) 长期主要任务——开展三个领域的研究,即设备防老化研究、设备成本效益分析研究和设备更新换代研究。

2.4.9 生产准备自我评估

1999 年 8 月至 11 月,在岭澳核电有限公司生产部经理部的直接领导下,以“项目管理”的方式进行了岭澳核电站生产准备自我评估。

这次评估的目的是:

(1) 建立生产准备自我评估的标准;

(2) 通过自我评估发现生产准备的现状和计划与生产准备的要求之间的差距;

(3) 帮助基层干部建立自我评估的概念和意识,掌握一些简单易行的自我评估方法,使自我评估作为一种有效的管理工具应用到日常管理工作中去,并为建立电站自我评估机制打下基础。

参加本次评估的单位有:

(1) 岭澳核电有限公司生产部;

(2) 广东核电合营有限公司生产部、维修部和质保部;

(3) 广东核电科技委。

此外,本次评估还成立了一支内部独立评估小组。

本次评估分准备、培训等 5 个阶段进行。以岭澳核电站 1 号机组首次装料为安全管理的基准,以 1 号机商业运行为目标;评估范围涉及上述基准和目标的主要管理过程包括以下 10 个方面:组织与管理、培训与授权、运行、化学、维修、技术支持、设备管理、辐射防护、应急计划与准备、移交投产活动。

本次评估使用的主要标准是自行编写的《岭澳核电站生产准备自我评估导则》。该导则主要基于大亚湾核电站生产准备和运行的经验,同时参照了相关的国内和国外的法规、标准。这

些法规和标准主要包括国家核安全当局的有关法规和导则,IAEA OSART 导则'94版,IAEA 新质保法规,WANO 同行评审1995/1999年版标准,以及美国 INPO,NRC 等的相关文件。

在各处、科完成自我评估后,独立评估小组分别组织对各个领域的自我评估情况进行集体评估。参加集体评估的人员不仅包括独立评估小组的成员,而且还包括被评估领域的负责人和专业骨干,包括与该领域相关的其他部门的人员。

本次评估所使用的基本方法主要是 SWOTA 过程诊断法,即对某一项工作过程,首先分析其内部环境因素(S:优势或长处,W:缺陷或不足)和外部因素(O:机遇,T:威胁),然后综合考虑目标和资源的平衡,确定改进行动(A:行动)。

在分析缺陷(W)的过程中,各部门都使用了问题的“紧迫性-影响性”经验矩阵来确定缺陷的严重程度,从而找出主要矛盾,优化资源的使用。

独立评估小组在全面综合分析了各领域基层单位的评估报告、独立小组的评估意见和法国专家的意见后,形成了《1999 年生产准备自我评估报告》。

该报告指出,岭澳核电站生产准备的现状及其计划基本令人满意,其主要依据是:

(1) 已建立了生产准备的组织机构,包括与维修部和一核生产部公用部分的接口;按计划配备了相应的人员,尤其是配备了具有一核生产准备和运行经验的人员。实践表明,生产准备方面已形成了一支有效团队。

(2) 已制定了生产准备的总体计划、执行计划和业绩指标体系。迄今为止计划执行情况符合要求和既定目标,且此次评估未发现重大漏洞。

(3) 已建立管理程序和技术程序的框架、编写计划,并开发了适用于程序编写和管理的计算机软件,各项程序编写任务正按计划执行。

(4) 已建立了培训体系,培训任务完成良好,调试参与计划正逐步得到落实,国际上先进的“系统化培训方法(SAT)”和岗位授权制度全面展开,为培养高素质的生产员工队伍创造了条件。

(5) 已建立了一整套移交接管的管理过程和检验标准,移交活动正有序进行。

(6) 运行准备、维修准备、设备管理准备的各项工作的进展符合计划要求。

(7) 安全执照、工业安全,消防、辐射防护、计划与信息管理等跨职能部门的工作进展符合计划要求,且满足实际需要。

(8) 应急计划与准备、工程委托项目等专项准备工作的进展,总体上符合计划和质量控制的要求。

(9) 二核生产准备始终得到了一核总经理部和各部门的支持。

另一方面,本次评估发现 75 个重要内部缺陷和 18 个重要外部不利因素。本次评估还发现对生产准备全局有深远影响的 4 个严重缺陷,这些缺陷的解决需要上级管理部门的决策和支持。

各相关单位将本次评估产生的改进行动纳入日常工作计划,包括各年度的工作计划。生产部计划部门修订了生产准备的总体计划,以便对改进行动的执行情况和效果进行跟踪检查、评估、报告。

2.4.10 环保与应急四统一

环保与应急四统一:统一运行管理,统一申请排放量限值,统一进行流出物和环境监测,统一制定并实施应急响应计划和准备。

在各部门的积极努力和配合下,环保与应急四统一工作进展顺利,基本符合计划进度要求。

1999年环保与应急四统一小组对工作计划进行了改进和升版,制定了具体详细、操作性强的《环保与应急四统一三级计划(B.0版)》,进一步明确了项目负责人,加强了对项目的进度和质量的过程控制。1999年12月15日,按期实现了岭澳核电站生产准备M8-2里程碑——完成应急计划编写与报批前的准备工作。

1. 应急计划

1999年应急计划进展良好,按计划完成了应急计划编写的前期准备工作:应急计划格式与内容的编写工作按计划完成,并于7月份上报国家核安全局;应急计划相关方案(《统一应急组织方案》、《应急防护行动方案》、《应急评价方案》、《应急监测方案》、《应急通讯方案》和《医学应急方案》)编写工作于11月份完成,经审定后正式生效;核二院和苏州热工所负责的4项专题技术论证工作按计划于年底提交了初稿。

2. 应急通信

1999年应急通信项目进入实质性操作阶段,实施了一系列改造工程:制定了应急通信系统方案,10月份完成了电话交换系统和无线寻呼系统改造;广播警报系统扩展工程于11月份开工,进展顺利,计划2000年3月份完成。

3. 厂区辐射气象监测系统(KRS)

1999年KRS系统项目按计划进行:完成了辐射检测站的设计、招标和站点选定;7月份向工程部提交了应急环境检测车的设计要求;完成了流出物实验室的土建施工,正在进行设备安装;确定了废液采样站的设计方案,正在进行详细设计。

4. 环境实验室/应急指挥中心(EC/EM楼)建设

EC/EM楼建设项目是1999年环保与应急四统一工作的重点之一,能否按期完成将直接影响到二核能否按时获得装料许可证。1999年确定了设计方案,由核二院进行详细设计。在实施跟踪过程中,及时地发现了核二院设计进度滞后问题,并采取了有效的处理措施,使得土建施工部分的详细设计如期完成。EC/EM楼土建施工于1999年11月15日按期开工,施工进度良好。并在1999年启动了EC/EM楼应急设备配置工作,12月份按计划确定了GNPS/LNPS事故评价数据采集方案。

5. 专题外部委托项目

1999年环保与应急四统一小组加强了专题外部委托项目的跟踪检查,四个外部委托项目进展良好:环境辐射现状调查与评价工作已进行一年多,2000年初可提交中间调查成果;气象观测与区域风场研究项目和海洋生态专项调查研究项目分别于9、10月份签定了合同,正式启动;环境与外部人为事件调查专题项目的技术方案仍在制订之中,预计2000年初可正式启动。

2.4.11 其他技术准备

1999年二核生产部其他技术准备主要包括以下工作:逐步建立设备管理体系和管理办法、完善经验反馈工作、按计划开展4个工程委托项目、参与工程部设备监造等。

由维修部技术支持处承担的4个工程委托项目进展良好。燃料管理项目正按照计划进行核材料许可证准备、首炉燃料管理评价与审查、制订物理启动试验方案;安全壳打压试验项目已制订了工作方案和进度计划,并研究了具体的技术方案和组织办法;在役检查项目已完

成 LOT 23 (役前和在役检查设备) 和 LOT 29 (蒸汽发生器和稳压器役前和在役检查) 招标文件准备和合同谈判, 并为 AC 厂房中心实验室建设提供技术支持; 仪表检定项目进展良好, 1999 年为二核检定各类仪器仪表 200 多台 (件)。

2.4.12 物资准备

AB 厂房移交推迟, 对备品备件的管理造成了一定的负面影响。1999 年维修部合同采购处共接收备品备件 843 项; 协助工程部审查了 96 份备件采购清单, 共 1 670 物项。1999 年维修部现场服务处制定并完善了一、二核专用工具、常用工具统一管理方案, 共接收工具 65 套 2 340 件, 并开始按照管理方案给承包商办理出借手续, 确保不会在工程建设期间遗失。

根据生产准备总体安排, 二核生产部牵头制定了《生产准备总预算》和《2000 年年度预算》, 完善了预算渠道, 并建立了生产准备零星采购渠道, 按照年度预算计划进行成本控制, 效果良好。

2.4.13 电站综合管理

1999 年二核生产部综合管理体系初步建成, 6 月在原综管组的基础上正式成立了综管处。

1. 人事管理

积极推进二核生产部处、科两级组织机构的建立和各类人员的招聘, 满足了电站人力资源需求和各级组织机构的有效运作, 详见 2.4.1 “组织准备”。同时建立健全了各项人事劳资管理制度。

2. 后勤支持与服务

(1) 办公楼综合管理: 二核生产部于 1999 年 3 月搬进二核行政办公楼 (IBX 楼) 工作, 综管处制定了具体的巡视制度。

(2) “5S” 活动: 综管处在部内推广了以“整理、整顿、清洁、节约、素养”为核心内容的“5S”活动。成立了活动推进小组, 并指定了各处的活动协调员和各办公室责任人, 制定了比较完善的实施办法和检查标准。

(3) 行政办公用品、固定资产和办公家具管理: 根据公司政策, 二核行政办公楼家具实行“零库存”及标准化管理。由综管处根据部内各处的实际工作需要和人员状况对办公家具进行动态调整, 大大减少了家具品种及闲置数量。作为部内行政类固定资产的归口管理部门, 综管处负责对相关物资的采购进行审批, 同时定期对行政类固定资产盘点。

3. 文秘管理

综管处对文秘人员实行了统一管理, 制定了《LPS 文秘人员管理办法》, 由综管处组织, 对文秘人员实行季度考核, 内容包括各项业务技能和工作评价。真正实现对文秘人员的统一管理。

为了满足管理和技术程序编写的需要, 综管处成立了打字室, 建立了各项管理制度, 实现了量化管理, 并通过程序录入的专门培训, 保证了程序录入质量。全年共录入技术程序 723 份, 7 957 页; 管理程序 15 份, 195 页; 其他文件 255 份, 8 206 页。

4. 电站保卫

1999 年电站保卫仍然处于技术准备阶段, 编制了《岭澳核电站保卫生产准备工作计划》和《岭澳核电站保卫系统安装调试关键路径》。

2.4.14 生产准备业绩指标

LPS（二核生产部）建立了一套生产准备业绩指标体系，作为衡量和评估整个生产准备的标准和依据。《岭澳核电站生产准备业绩指标体系》经一、二核生产部和维修部审查，于1998年12月16日由岭澳公司樊鹤鸣总经理批准生效，自1999年1月起执行。

这套体系采用以绩效为中心的指导思想和目标管理的方法。在生产准备领域的总体框架下，通过对各种任务、各种资源、一核生产准备的经验教训，以及其他各种内、外部因素的分析，找出决定生产准备成败的关键因素，确定主要目标。在此基础上，建立了一个较为系统的指标体系，并尽可能对每一项指标进行量化。

生产准备业绩指标分为生产准备业绩承诺指标和过程控制指标两类。根据工程建设和生产准备工作进展情况，对涉及到的指标项目进行统计。1999年度生产准备业绩承诺指标完成情况见表2.4.14-1，1999年度生产准备过程控制指标完成情况见表2.4.14-2。

表 2.4.14-1 1999 年度生产准备业绩承诺指标

类别	名称	承诺值	实际值	备注
培训	在岗培训计划完成率	>90%	93.36%	累计至年底
计划	生产准备里程碑指标实现率	100%	100%	全年6个里程碑
体系	PQOM 管理政策程序生效	2000年100%	49%	LPS需单独编写151份
程序	运行程序编写	装料前100%	8.3%	全部约1800份
	维修程序编写	商运前85%	17.5%	全部约4462份
	维修大纲编写	商运前100%	36.1%	全部约682份
移交	工程文件检查率	商运前85%	100%	全部约887份
	一核反馈项目跟踪率	100%	100%	每月均达到目标值
工业安全	工业伤害事故率	2次/20万工时	0	全年为0
	工业伤害严重度	90天/年	0	全年为0
消防	火灾(次数)	0	0	全年为0

表 2.4.14-2 1999 年度生产准备过程控制指标完成情况

类别	名称	承诺值	实际值	备注
工业安全	工业伤害率/(次/20万工时)	—	0	全年为0
发电运行	设备隔离一次成功率/%	95	100	每月均超过目标值
	系统在线一次成功率/%	95	100	
技术支持	委托项目按时完成率/%	100	100	每月均达到目标值
工程移交	1类保留项处理率/%	商运前100	62.8	累计至年底
	2类保留项跟踪率/%	100	100	每月均达到目标值

续表

类别	名称	承诺值	实际值	备注
程序编写	事故程序编写(年计划)	2份	0	推迟
	运行程序编写(年计划)	142份	150份	超计划完成
	维修程序编写(年计划)	471份	779份	超计划完成
	维修大纲编写(年计划)	270份	246份	未完成
	维修大纲检查率/%	100	90	
	PQOM编写(年计划)	74份	75份	
信息系统	管理信息上网率/%	50	50	
预算成本	预算外项目金额/预算金额/%	<5	0	
自检	自我评估完成次数	≥1	1	下半年进行
办公服务	办公服务满意率(抽样评选)/%	≥85	97.4	1999年8月份进行1次
	文档服务满意率(抽样评选)/%	≥85	97.4	
	职业医疗服务满意率(抽样评选)/%	≥85	97.4	
人力配置	运行执照人员按时到岗率/%	100	67	计划调整
	到岗计划完成率/%	95	100	计划调整
	大合同人数/编制人数/%	<30	17.6	全年最高值
培训授权	授权培训完成率/%	95	77.6	累计至年底
	科长以上管理培训与核安全基本原理培训率/%	3	3.53	
	SRO执照考试(首次)合格率/%	≥50	40	1999年10月份1次
工程参与	运行现场人员参与单系统全过程调试比率/%	10	10	化水人员
	设备管理人员调试参与比率/%	—	10	只作统计
	维修部人员工程调试参与人员(人数)(A+B类)	—	1+0	只作统计

第三章 大事记

3.1 1号机组运行大事记

1 月

- 1月2日 8:00~11:00按发电计划要求,负荷从电功率802 MW升至900 MW,堆功率为93% P_n 。
- 1月5日 按发电计划要求8:00开始升负荷,8:46汽轮机负荷(电功率)升至930 MW时GRE004VV自动关闭,机组瞬间甩负荷100 MW,上位机自动转为手动,自动停止升负荷,并引起R棒异常波动。重新打开GRE004VV后,20:00升负荷至980 MW,堆功率为100% P_n 。
- 1月6日 由于1RRI425VV和428VN标牌装反,将1PTR001RF隔离后对RRI侧排空时,打开428VN对RRI001RF排水,发现实际排的是运行系列的RRI水,引起1RRI002BA水位下降。
- 1月10日 在执行PT1ADG002时,按程序关闭1ADG002VV后,由于通道2电磁阀失灵导致压缩空气泄漏,1ADG002VV无法打开,APA泵退出备用,操纵员手动开启1ADG003VV维持除氧器压力APA恢复备用。期间由于汽轮机热效率变差,堆热功率升至2940 MW,故负荷降至970 MW。处理好ADG002VV后,恢复负荷至984 MW运行。
- 1月16日 1KRT002/003/004MA测量通道不明原因被闭锁。
- 1月19日 OPH人员在1KRT004MA闭锁状态投运时,引起RPE002VY,017VP,027VP和055VE自动隔离。
- 1月22日 执行PT1DVC002过程中发现1DVC002/102VA装反,造成DVC系统功能无法保证。
- 1月26日 19:00开始降功率,23:36机组解列,进入1号机组第五次大修。机组降功率到约25% P_n ,ARE031VL调节器指示关闭时仍有5%的开度,造成1号蒸汽发生器水位持续上涨,在将1号蒸汽发生器调节置手动,通过小流量调节阀,调节蒸汽发生器水位。

- 1月27日 3:20 反应堆进入次临界状态。
- 1月29日 9:00 热停堆工况下, 1REA 再线 1PTR001BA 经 1REA003PO 向 1RCV002BA 供水, 由于 1REA002PO 在自动状态, 1REA003PO 自动供硼水过程中, 1REA002PO 自动启动向 1RCV002BA 补水, 造成一回路硼被稀释, 硼浓度下降到 2.102 mg/L 。
- 1月30日 热停堆工况下, 执行 1RIS263TW 贯穿件试验时 1RCV001PO 和 1ASG001PO 同时处于隔离状态, 与规程不符。
- 1月31日 1LNB106JA 不明原因跳闸。

2 月

- 2月1日 在稳压器开人孔过程中发现 1RCP081MN 不可用。
- 2月5日 因换料传输小车汽动马达故障和供气管受损, 卸料工作被迫中止, 延误大修工期。
- 2月10日 低低低水位阶段, 工作负责人解体 1RCV214VP 安全阀进行维修时, TEP 侧未装堵头, 造成放射性水从 TEP 侧溢出。
- 2月10日 维修人员检修 1RCV375VP 气动头时, 误将该阀解体, 造成少量跑水。
- 2月17日 在对蒸汽发生器二次侧充水保养时, 由于 ARE001TY 处堵头未装, 部分水由该堵头处漏出。
- 2月23日 6:22 装料工作全部完成。
- 2月24日 进行换料后的反应堆压力容器关盖工作, 在 O 形密封环向压力容器传输过程中, 因工作人员弯腰拾取垫片而导致密封环外环一处塌陷, 使得密封环变形。

3 月

- 3月10日 7:17 反应堆达临界。
- 3月12日 23:40 汽轮机冲转并网成功。23:53, 由于生产计划未安排机组上网发电, 机组与电网解列, 反应堆退到热备用状态。在汽轮机冲转期间, 当 $P_0 = 12\% \text{ FP}$ 时, 发现 ARE031VL 有一段时间在 50% 开度位置, 系由 ARE401ZO 加法器漂移引起。
- 3月13日 机组处于热备用工况, GCT 排到凝汽器。18:10 由于 GCT121VV 阀位模块松动, 使 GCT127VL 不能正常开启, 引发凝汽器不可用信号。
- 3月14日 12:45 RCV046VP 调节不正常, 引起稳压器液位下降, 上充流量高, 在关闭一下泄孔板后, 稳压器水位恢复正常。
- 3月15日 APP A 列在运行中, 测压管段上 856VV 和 893VV 上游共用管段与新蒸汽主管道联接处断开并脱落, 产生蒸汽喷射, 经抢修后恢复正常。
- 3月16日 1VVP003VV 汽动油泵出口滤网下游接头处漏油, 引起 1VVP003VV 汽动油泵动作频繁, 在更换接头密封胶带后消除漏油点。
- 3月17日 汽轮机冲转过程中发现 1GCT133VV 漏汽, 17 日进行带压堵漏, 解决了漏汽问题。
- 3月22日 旁路阀 1SRI060VD 中性点设置不正确引起 1SRI002LP 出口压力偏低, 流量偏

大, 重新调整 1SRI060VD 中性点后正常。

4 月

- 4月5日 ASG001PU 发生蒸汽外漏, 现场蒸汽较多, 8日处理好 ASG001PU 蒸汽外漏。
- 4月6日 运行人员在将 APP201MD 隔离时, 由于现场 201MD 的 903VL 与 204MP 的 905VL 装反, 使得 APP204MP 的人口被隔离, 引起汽动泵小流量阀 202VL 意外开启, 造成给水流量波动。
- 4月6日 13:40 中电一条 400 kV 母线跳闸, 导致机组发电机有功功率波动 80 MW, 无功功率波动约 100 MVA; 13:46 中电另一条 130 kV 母线跳闸, 引起机组小幅度有功、无功波动。19:48, 中电又一条 400 kV 母线跳闸, 引起机组有功、无功波动。
- 4月18日 9LNF 配电盘供 9KRG 出现 9LNF205 跳闸, 现场几次尝试恢复合闸均不成功, 使 REA 水泵的自动启动被闭锁。最终用备件更换开关 9LNF205/208 后合闸成功。
- 4月22日 运行人员现场巡视时发现 1RRJ004PO 运行时有异味, 4月28日对电机进行解体检查, 发现电机定子上部有两处槽楔脱落磨损, 其中一处沿整个定子全部脱落, 另外一处为定子长度的二分之一, 经更换电机后, 再鉴定合格。
- 4月27日 ARE054MN 下漂引起 3号蒸汽发生器水位波动, 蒸汽发生器水位从 0 m 升至 0.15 m。

5 月

- 5月2日 由于台风, 按电网要求 14:03 开始以 2~3 MW/min 速率降负荷, 至 16:25 汽轮机电功率降至 760 MW 运行。台风过后, 5月3日 6:48 升功率至 984 MW 运行。
- 5月2日 19:30 主控室出现稳压器液位高于参考值报警 1RCP451AA, 1RCP408EN 中稳压器参考值有瞬间下降, 但发现 1RCV046VP 开度反而增大, 上充流量达 26 m³/h, 稳压器实际水位上升较快, 经操纵员手动关小 1RCV046VP, 将上充流量调整为 10 m³/h, 稳压器水位恢复正常。
- 5月3日 1GGR002ZV 侧壁密封不严, 从密封环处向外冒油气泡, 地面积油有 2 cm 厚。
- 5月6日 电气人员调电压表时, 误碰 LKR125 控制电源端子, 造成瞬间短路, 引起运行中负荷 1GSS201PO, 1ACO302PO, 1CVI201PO, 1SEN301PO 全部跳闸, 1CVI/SEN 备用泵自动启动, 低加 B 列因水位高切除, 旁路自动开启, R 棒自动提升 4 步, 电功率从 987 MW 降至 974 MW。经派人复归报警, 手动开启 1ACO 出口电动阀, 启动 1GSS/ACO 泵后全部复归正常。
- 5月12日 为处理 APP102PO 排气管根部焊口漏汽, 23:52 机组降负荷至 858 MW, 维修工作完成后于 5月13日 17:00 重新升负荷至 980 MW。
- 5月12日 1CEX003PO 6.6 kV 开关内的反馈接点故障使该泵无法启动, CEX003PO 失去备用功能。电气人员紧急处理后, 恢复 1CEX003PO 可用性。
- 5月21日 2:30 1CRF505FI 上游管路有一长度约 2 cm 腐蚀裂纹向外喷水, 负责静机大修的工作人员用千斤顶带压堵漏。5月23日, 该漏点堵塞物脱落, 破口加大,

静机人员再次对漏点进行了紧急堵漏。

- 5月28日 1APP241/242/243CT模块故障,致使主控制室出现1APU201AA报警,1APP204/200/212/220VL全部自动开启。在启动1APA001PO并带负荷,将1APP201PO减载后,更换1APP241/242/243CT,之后恢复1APP201PO带负荷运行。

6 月

- 6月4日 17:02青山电厂400kV出线开关跳闸,致使汽轮机出现8号、9号、10号、12号轴承水平振动高和10号轴承垂直振动高,有功、无功功率波动约 ± 50 MW,CTE A/B列跳闸。
- 6月7日 由于9903号台风,机组于1:00开始降负荷,3:00降负荷至760 MW,7日16:00重新升负荷至978 MW运行。
- 6月7日 6:30 MB16米平台JPH324MJ2误动,引发48区玻璃泡破裂,喷淋系统动作,造成电缆层被水淋湿。
- 6月13日 硼浓度为7705 mg/L的1REA004BA被错误在线而联接到机组,直到两天后该问题才被发现并得到纠正。
- 6月11日 RRA004MP由0.4 MPa缓慢升至1.2 MPa,经多方努力查找没有找出原因。但查找过程中发现1REN121VP内漏超标,但不影响1RX贯穿件的整件密封性。

7 月

- 7月初 CFI系统的泵站人口处水母较多,致使CFI除渣耙卡死。为了阻止水母进入泵站吸收口,在泵站的入口处安装鱼网阻拦水母,并对鱼网前面的水母进行定期打捞,至7月中旬消除了水母对机组的威胁。
- 7月12日 为了对GSS201PO修漏,机组负荷(电功率)从975 MW降至967 MW,隔离201PO对其更换机械密封,维修完成后,重新升负荷到975 MW。
- 7月16日 中电大埔一元朗400kV线路跳闸,引起1号和2号机组有功功率和无功功率同时波动,CTE跳闸。
- 7月31日 运行人员现场巡视时发现1ASG001TC轴封漏水,负责转机大修的工作人员检查认为1ASG001TC内部积水,在隔离疏通疏水器情况下,1ASG001TC再鉴定合格。

8 月

- 8月7日 启动9TEP002ZV处理9TEP004BA来给9REA001BA补水过程中,由于9TEP504QD和TEP506QD的接线松动而脱落,无法将9TEP504QD指令传给506QD,以至反复走V值,使9TEP002EV只排水不排硼,硼浓度达19334 mg/L,运行人员排硼液过程中,出现浓缩液温度低于硼酸结晶温度,导致硼酸结晶。
- 8月11日 维修人员在1SRI027VD工作过程中,误关1SRI027VD,导致运行中的SRI/SEN失去一个热交换器,使SRI热阱失去一半。运行人员迅速反应,发现1SRI027VD误关并要求工作负责人将1SRI027VD打开,避免一次紧急停机事

件发生。

- 8月22日 由于9908号台风影响,22日14:05机组降功率至760 MW运行,22日3:55解除8号风球之后,机组升功率至976 MW运行。

9 月

- 9月2日 MIC检测ARE402RC时,在将ARE402RC置手动后,ARE的控制模块故障导致1号蒸汽发生器窄量程水位上涨0.33 m,运行通知检修人员停止工作,并手动调节402RC,将ARE流量调节平稳并接近定值时重新投入自动。
- 9月8日 为了配合防千年虫(Y2K)演习,机组于9月8日21:00降功率(电功率)至760 MW运行,9月9日6:00升功率至960 MW运行。
- 9月16日 9910号台风正面袭击大亚湾核电站,机组于6:00降功率至760 MW运行,9月17日台风过后,11:00升功率至900 MW运行。
- 9月17日 采用稀释硼浓度的方法提升核反应堆的功率,并投入第二个节流孔板保证一回路硼浓度均匀。由于RCV030VP存在内漏,操纵员手动关闭TEP004VP来消除流到TEP08BA废液量,当RCV02BA水位上升时先将RCV030VP打向TEP,然后将TEP004VP打开,之后发现RRA004MP压力上升至1.2 MPa。
- 9月23日 由于天气转凉和根据发电计划安排,机组从3:05以3 MW/min速率降负荷至800 MW运行。
- 9月26日 因台风影响,机组于3:45降功率至760 MW,17:50台风过后重新升功率至800 MW运行。升功率过程中,由于“OP SU Limit”设置不当,造成发电机功率陡长至820 MW,超过目标值800 MW。造成一回路瞬时过冷却, ΔI 超出右报警线。

10 月

- 10月5日 由于RCV046VP开度异常达80%,上充流量达25 m³/h,造成RCV002BA水位快速下降,稳压器水位测量值快速上升。操纵员及时干预后,稳压器水位恢复正常。
- 10月11日 接电网指令机组于17:30开始升负荷,19:00电功率升到982 MW运行。
- 10月19日 23:00机组按计划降功率,20日0:10降至目标值900 MW运行。

11 月

- 11月9日 2号机大修前,准备将9LGI B由2LGC倒至1LGC供电,倒电过程中9LGR100TA油流低信号超过8min导致保护跳闸,合上9LGB101后,恢复正常。
- 11月22日12:55主控发现GSE007VV不明原因关闭,引起一回路温度偏差波动,R棒自动上提3步。

12 月

- 12月7日 运行现场巡视发现OSAP401CO处有浓烟,立即报告主控启动二级干预队灭火,之后检查发现是由于压缩机轴承处甩出油,导致轴瓦温度高引起的。

- 12月13日 6:50 因2号机从辅助变压器切至主变压器送电过程中,引起1号机有功功率波动从760 MW至660 MW,无功功率波动从70 MVA至150 MVA。
- 12月16日 KRG415AA多次闪发,仪控人员检查为SIP3对地绝缘低引发,为接地点9DVN001MD故障。
- 12月17日 14:30 9TEG水压试验工作组成员在拧该容器顶部堵头时,从罐顶坠落,造成头部和腿部受伤。
- 12月22日 7:02 GSE004VV自动关闭,使得机组负荷(电功率)从760 MW下降至660 MW运行。仪控人员检查发现为Red电阻值偏大,接线端子松动引起,经处理后开启GSE/GRE004VV,机组于12:35升负荷到760 MW运行。

3.2 2号机组运行大事记

1 月

- 1月2日 20:18 汽轮机冲转升速至3 000r/min后,因2CAR015VL故障无法自动开启,导致低压转子末级叶片温度高,引发汽轮机跳闸。
- 1月3日 反应堆在11%FP开始升功率过程中,由于GCT121VV限位损坏,导致控制负荷与实际负荷不一致,ARE给水调节不正常。
- 1月3日 15:22 2号机组第五次大修后发电机并网成功。
- 1月8日 8:00 机组负荷升至960 MW,核功率为100%FP。
- 1月3日 发现GCT132VV法兰的阀杆螺栓处向外漏汽,采用带压堵塞方式处理好。
- 1月21日 MTS进行功率/棒位曲线标定试验结束后,电功率由500 MW升至950 MW时,上位机自动进入手动状态,升功率不能停止,一直上升至990 MW,且压力限制模式不起作用,电功率一直上升至蒸汽流量限制起作用,将功率限制在990 MW。
- 1月24日 2RCP403ZO加法器漂移使一回路 ΔT 大幅波动,最大指示达120%,经仪控人员更换板件后,恢复正常。

2 月

- 2月2日 运行巡视发现2GST001IC内气泡比正常时多,经检测为氢气。此现象一直存在并趋于稳定,原因为发电机内存在轻微缺陷。
- 2月15日 2PTR乏燃料水池与传输池之间闸门的气囊泄漏,导致冷却水从乏燃料水池漏至传输池,维修人员对闸门的气囊进行了维修。
- 2月13日 按计划电负荷由982 MW降至800 MW。

3 月

- 3月1日 机组按计划升负荷(电功率)至984 MW运行。
- 3月14日 2:00 按生产计划安排降负荷到760 MW。
- 3月18日 电气人员对2CFI001MO电机检查,结果发现不该带电的2CFI001MO有电压,经检查发现为2CFI001/007MO大修时标牌安装颠倒导致接线颠倒。

- 3月19日 6:00机组以3 MW/min的速率从760 MW开始升功率,至7:21电功率达984 MW。
- 3月23日 由于核岛的用气量较大,进入RX厂房查漏,共查出9处小漏。
- 3月28日 8:58机组以3 MW/min降负荷至956 MW,关闭GRE/GSE009VV,维修人员对GRE162FI进行处理,处理完毕后,9:50重新升负荷至986 MW运行。

4 月

- 4月6日 由于大面积山火引起中电路故障,于13:40、13:46和19:48分别有一条400 kV、130 kV和400 kV线路跳闸引起机组有功功率和无功功率大幅扰动。
- 4月11日 降负荷至980MW,隔离GSS110PO进行检修,检修完成后重新升负荷至985 MW。
- 4月13日 GFR161FI压差高引发GFR003AA报警,14日降负荷至975 MW,更换GFR161FI后,重新升负荷至986 MW。
- 4月13日 为处理GCT124VV故障,降20 MW负荷,作TCA将GCT112VV关至5%开度,对GCT124VV定位器调整完毕后,取消TCA,重新升负荷到986 MW。
- 4月22日 多次出现GRE/RGL异常,主控制室出现RGL004/021AA和GRE001AA报警,G棒自动下插,上位机自动转入手动模式,G棒参考位置无规则跳动,负荷定值与实际负荷均产生变化,操纵员将G棒投手动控制恢复正常。
- 4月24日 ARE001MP到ARE439CA接线松动引发汽水压差失配,给水—蒸汽压差指示由1MPa迅速上升至1.5MPa后又很快下降至0.5MPa,操纵员立即将压差调节410RC投手动并将压差升至1MPa稳定,待水位、压差等参数全部稳定后,重新将410RC投入自动,之后仪控人员对故障进行处理。

5 月

- 5月2日 20:10因台风降功率至760 MW,3日台风过后升负荷到984 MW运行。
- 5月4日 RGL013/014QM分别指示为210步和214步,KIT显示R1和R2棒位并没有偏差,7日在处理RGL013/014QM过程中,发现R1和R2棒确实存在4步偏差,机组在R1,R2失步情况下运行3天。
- 5月18日 主控制室出现GRE/RGL异常报警,G棒整定值大幅度上下波动,G棒自动下插,实际功率变为无效显示,GME监视屏失效,操纵员及时干预,把G棒控制转手动提至堆顶,此后RGL080ID显示G棒整定棒位经多次波动后稳定。
- 5月24日 发现2JPI042/044VG二氧化碳气瓶启动装置上的小轴均未装垫圈,不能保证可靠启动,导致对应2RCP002/003PO主泵一级消防不可用。

6 月

- 6月4日 香港青山电厂400kV出线开关跳闸,引发机组有功和无功功率波动,GEX008AA报警、CTE A列跳闸。
- 6月10日 对ASG003PO实施隔离,完成了对困扰机组多日的ASG003PO疏水器漏汽维修处理。
- 6月16日 3:50机组电负荷降了7 MW,为了更换GSS202VL垫片隔离GSS201PO,维修工作完成后,将机组电功率升至975 MW。

6月28日 GRE/RGL故障再次发生,主控制室闪发GRE001AA, RGL003/004AA和RGL021AA, G棒整定棒位RGL080ID最低达241步, G棒实际棒位下插,上位机显示屏出现37个故障,并自动转手动控制模式。操纵员及时干预,将G棒置手动提至615步,并由仪控人员恢复报警信号。之后又出现8次相同故障。

7 月

7月7日 两台汽动给水泵转速同时出现尖峰波动,导致泵的流量和给水流量均出现尖峰波动,稍后两台泵转速恢复正常,导致给水泵转速出现尖峰的原因为运行定期切换AGR油泵时两台AGR泵并行时间过长。

7月8日 运行巡视发现PTR001PO润滑油变黑,性能测量振动高。经解体检查发现PTR001PO轴径变细,导致轴封变宽,润滑油从轴封处漏出,泵轴承在缺油情况下运行,出现振动高现象。

7月12日 APP A泵出现反转信号报警,引发AGR102PO起动,APP A泵的转速和流量出现波动。

7月15日 仪控人员对2JDT702CR机柜更换备用电源工作,导致汽轮机厂房16 m电缆层JDT43C区域误喷。主控出现报警后,派现场操作员检查并关闭2JPH177VT,误喷结束。

7月17日 运行人员巡视发现高压缸本体一螺栓漏汽,及时通知静机处和转机处人员处理,并加强现场巡视,19日维修人员进行了带压堵漏,消除了故障。

7月21日 为了更换GSS210PO法兰垫片,于4:30机组降电负荷到968 MW,22日18:10工作结束,机组升负荷到973 MW。

8 月

8月5日 一回路稀释过程中RCV002BA水位达1.47 m,操纵员为了降低RCV002BA水位将RCV030VP置手动转TEP,因缺乏监视造成RCV002BA水位下降,REA多次自动补水。同时由于硼流量设置偏高2%,引起一回路硼浓度升高,平均温度偏低,R棒自动提升2步,触发调节带上限报警。

8月10日 MB16 m电缆平台42C区误报火警,导致16 m电缆平台7~8柱间喷头击碎喷水,并引发2JPH329MJ 5探头相继发生误报。

8月19日 运行现场巡视时发现2ASG001TC出口法兰漏水和2ASG135VV阀杆漏水,2ASG002PU上游热而下游是冷的,转机人员检查发现2ASG001TC进水。在对2ASG001TC疏水和更换油脂后,2ASG003PO再鉴定合格。

8月20日 9:30 2SEK007PO电气月检工作负责人电话通知隔离办,要求隔离办送电配合试一下电动机转向。当现场操作员送了电时,在2SEK007PO工作人员被轻微电击。

8月21日 运行现场巡视发现2PTR传输池与乏燃料水池之间的闸板密封胶囊漏水,将闸板压力调为0.19MPa后,闸板仍然漏水。更换密封胶囊,消除漏水故障。

8月22日 受9908号台风影响,8:40机组开始降负荷(电功率)至760 MW,23日7:00解除8号风球之后,机组重新升负荷至980 MW运行。

8月23日 上午运行值执行 PT 2RPB011 时发现 2SEC002PO 运行时电流仅 10 A, 造成该泵不可用。8月24日维修人员检查发现为泵壳排气不充分, 经打开 2SEC048VE 上游法兰进行排气, 2SEC002PO 运行正常。

9 月

9月7日 仪控人员持 PI 票检查 2DVN294ST 报警回路, 当运行配合仪控人员将 2DVN200CC 从“REST”位置转到“U5”位置, 20分钟后主控制室出现火警, 现场检查发现 2DVN292RS 处有烟冒出, 引发火警。

9月8日 22:00 为配合电网防千年虫 (Y2K) 演习, 机组降电负荷至 760 MW 运行, 演习工作结束后, 9月9日 2:10 开始升功率至满负荷运行。

9月16日 受 9910 号台风影响, 3:00 开始降负荷, 5:00 降负荷至 760 MW 运行。台风过后, 17日 9:40 升负荷, 至 11:00 升至 900 MW 运行。19日 6:15 按中电安排, 以 0.5~1 MW/min 速率升负荷, 8:00 升至 976 MW 运行。

9月16日 运行配合维修人员将 AGR201CF 解除隔离并启动过程中, 由于没有按规程打开净油器出口管线 AGR272VH, 导致轴封憋破。

9月17日 为了配合升功率, 采用稀释硼方法, 投入第二个节流孔板来保证一回路硼浓度均匀。由于 RCV030VP 存在内漏, 操纵员为减少废液量将 TEPO04VP 手动关闭, 当 RCV002BA 液位上升时, 为降低 RCV002BA 液位先将 RCV030VP 打向 TEP, 然后将 TEPO04VP 打开。最终出现 RCV 下泄管线升压, RRA 压力上升至 1.2MPa, 安全阀 RCV384VP 动作。

9月26日 因台风, 8:10 降功率至 760 MW; 台风过后, 16:10 开始升功率, 17:20 升至 975 MW 运行。

9月28日 6:40 2号汽轮机厂房南门处备用变临时滤油机供电柜着火冒烟, 启动二级干预队和消防队, 将火扑灭。

10 月

10月11日 发现 2ARE 气源管线放大器漏气缺陷, 10月12日在执行 PT RPA042 试验时检查阀门开度和漏气量, 发现阀门实际开度信号偏大约 15%。

10月12日 根据计划安排, 19:30 降负荷, 21:10 降至目标负荷 860MW。

10月13日 按电网要求机组从电功率 760 MW 升至满负荷运行。20:00 开始升负荷, 0:00 升至 900 MW, 为稳定 ΔI 暂停升负荷。1:30 开始升负荷, 至 4:00 升至 950 MW, 为稳定 ΔI 停止升负荷。7:50 最终升负荷至 970 MW。

11 月

11月5日 19:00 RRI001/003RF 出现堵塞, 6日 11:30 维修人员对其清理完毕再鉴定合格, 其间不可用时间达 16 小时。

11月11日 维修人员对 RRI002RF 解体冲洗时, 发现管道进口共有三十几块金属碎块, 总共重约 5 kg。

11月16日 4:15 机组与电网解列, 第六次大修工作全面开始。

11月18日 一回路净化过程中发现 RCV224VP 波纹管泄漏, 造成 N224, N294b 等 6 个房

- 间大面积污染。
- 11月23日 在卸料前 TS/TA 倒电操作时, 由于 LGB101 开关拒动, 导致 A 列电源失去辅助电源, 同时也不能将其重新倒回主变压器供电, 柴油机自动启动供电给 LHA。
- 11月24日 QC 检查发现汽轮机 3 号轴承下轴瓦已严重损坏, 有一块六角形金属已压入轴瓦乌金内。
- 11月25日 在燃料组件卸料过程中, 燃料组件与下管座相碰, 燃料组件被损坏。
- 11月27日 0:20 反应堆燃料组件全部卸完, 装入乏燃料池。

12 月

- 12月2日 在进行 8 根 RCCA 改造过程中, 两个临时堵塞掉入堆内构件池中 10:05 柴油机空载励磁试验就地启动柴油机, 由于调速器故障, 出现两次跳闸。
- 12月9日 19:30 开始反应堆装料。
- 12月13日 1:15 157 组燃料组件全部在堆芯就位, 装料工作结束。
- 12月13日 11:40 发电机定子水回路系统做定子水流量试验, 由于定子水回路阀 GST033VN、GST055VN、GST056VN 处于关闭状态, 导致 2GST 水回路系统超压到 0.9 MPa。
- 12月13日 11:56 LGA/B 由辅助变压器倒厂用变压器供电时 2LHP 自动启动, 15 秒后柴油机由于低电压保护动作跳闸。
- 12月18日 稳压器人孔关闭。
- 12月22日 12:30 PT 2LHP001 柴油发电机组试验结束后, LHA 由 LHP 切换到 LGB 供电时, LHA001JA 的 125 开关跳闸导致 LHA 母线失电。
- 12月23日 反应堆热停堆过渡到 7.0 MPa, 执行 PT 2RIS041 时 RCP121VP 的密封性试验多次重复均不合格, 机组回到 RRA 重新连接的中间停堆状态; 24 日再次升温升压向热停堆过渡, 在不同压力平台重做 PT 2RIS041 获得成功。
- 12月27日 RCV 002DE 硼饱和操作过程中, 2PTR001BA 水位低于 15.3m 为了使 2PTR001BA 水位恢复正常, 用乏燃料水池的水给 2PTR001BA 补水, 导致乏燃料水池水位低于装罐池水位, 其压力差使得两水池间的闸门故障开启, 闸门操作机构的齿轮损坏。
- 12月28日 6:35 开始稀释硼, 向临界过渡, 15:15 核反应堆达到临界。
- 12月30日 核功率升至 11.2% FP 时, 汽轮机冲转后试验正常。18:06 并网成功, 带 50 MW 负荷, 由于发电计划没安排并网发电, 18:40 与电网解列, 反应堆从功率运行重回到热停堆。

3.3 1999 年生产管理大事记

- 1月2日 大亚湾核电站 2 号机组第五次换料大修圆满结束, 大修总工期 43 天, 大修各项指标基本控制在目标范围内。
- 1月6日 召开核电联网管理委员会, 会议总结了 1998 年核电安全生产和大修情况, 讨论安排了 1999 年发电生产计划。

- 1月13日 国防科工委 Y2K 办公室官员对大亚湾核电站 Y2K 项目落实情况进行了调研并给予好评。
- 1月16日 “宾利老爷车”拉力赛协会香港分会主席米高·嘉道理先生邀请管云龙董事长同车访问大亚湾核电站。
- 1月19~22日 应我公司邀请, WANO 巴黎中心主席 MOARES 先生访问大亚湾核电站。
- 2月9~10日 公司刘锡才总经理和周海涌常务副总经理在北京向国防科工委及国家环保局汇报了大亚湾核电站 1998 年度运行业绩和 1999 年度公司计划, 并汇报了核燃料循环和废物处置等若干问题。
- 2月19日 中国广东核电集团公司总经理管云龙及副总经理张焱廷陪同国务院发展中心陈清泰副主任访问大亚湾核电站。
- 2月23日 中核总蒋心雄总经理访问大亚湾核电站。
- 3月12日 大亚湾核电站 1 号机组第五次大修顺利完成。总工期 45 天, 各项指标均在受控范围内, 其中稳压器人孔门关闭和离开正常冷停堆两个里程碑创历史最佳阶段工期。
- 3月19日 日本核安全代表团一行 40 人来访大亚湾核电站。
- 3月19~22日 生产部举办管理研讨班。这是自分部以后生产部新领导班子举办的第一次管理研讨班。研讨班从管理的角度分析目前生产部工作中存在的不足, 统一管理思路, 研究并确定改进方向, 为达到年度“133”亿 kW·h 上网电量的生产任务和实现公司五年发展计划所规定的中长期目标奠定良好的基础。
- 3月25日 1999 年度生产四部第一次政治思想工作会议在培训中心召开。此次会议全面总结了 1 号机组第五次大修的成果, 表彰大修中的先进集体和个人, 并为如何保证全年两台机组不停机不停堆、保证 133 亿 kW·h 上网电量的生产任务和二核生产准备计划实施提出了管理措施。
- 3月26日 国家开发银行姚中民副行长一行 13 人访问大亚湾核电站。
- 4月9日 以江仁台会长为首的美华核能协会访问团一行 5 人访问大亚湾核电站。
- 4月18日 两台机组自 1994 年投入商业运行以来累计上网电量达 600 亿 kW·h。
- 4月26日 公司顺利通过 ISO 14001 EMS 环境管理体系认证, 国家环保总局华夏环境管理体系审核中心来大亚湾核电站现场向我公司颁发证书。
- 4月28日 以 Yannick D'escatha 为首的法国原子能委员会代表团一行 8 人访问大亚湾核电站。
- 5月4~6日 在大亚湾工地培训中心举办了为期 3 天的 WANO 同行评审培训。
- 5月6~14日 在大亚湾工地培训中心举办了二期团队建设与沟通技巧培训。
- 5月12日 由 Mr. Lars Erik Holm 院长率领的瑞典辐射防护研究院代表团一行 2 人访问大亚湾核电站。
- 5月13日 以付鸿志组长为首的华中电力集团访问组一行 9 人访问大亚湾核电站。
- 5月20~21日 在大亚湾工地培训中心举办了培训者培训。
- 5月28日 由贾谡副司长率领的国家计委、财政部和国家环保总局访问组一行 8 人访问大亚湾核电站。
- 6月11日 原董事长王全国一行 3 人访问大亚湾核电站和岭澳核电站。
- 6月16日 国务院副秘书长崔占福、中央军委办公厅主任董良驹、国家机关事务管理局

- 局长焦焕成等一行来访大亚湾核电站。
- 6月16日 在大亚湾核电站公关接待中心召开了公司业绩指标和过程管理研讨会，我公司总经理部成员、各部门经理和各部门业务计划推进者参加了会议。
- 6月 本月由郑通扬副市长率领的深圳市 Y2K 工作领导小组以及 IAEA 检查组分别对大亚湾核电站的 Y2K 工作进行了检查，肯定了公司在 Y2K 工作方面取得的成绩。
- 7月19日 由 Dr. Ishrag Ahanad 博士率领的巴基斯坦原子能委员会代表团一行 8 人访问大亚湾核电站。
- 7月23日 在大亚湾工地培训中心举行生产部科以上干部团队建设活动，这是自 1998 年分部以来生产部举办的首次科以上干部团队建设活动。通过此次活动确定了生产部团队建设今后的发展方向和推动方式。
- 7月26~30日 美国 PII (Performance Improvement International) 公司邱强博士来大亚湾工地公关中心传授设备根本原因分析方法。生产四部共有近 40 名业务骨干参加了培训，为今后做好电站的设备根本原因分析工作奠定了理论基础。
- 8月2~12日 在大亚湾工地公关中心举办由南非专家介绍的高级推进者 BPR 培训研讨班。
- 8月3日 国家人事部考查组一行 8 人来广东核电集团考核领导班子，期间来大亚湾核电站听取合营公司、岭澳公司部分领导及员工意见。
- 8月3日 为明确设备管理的基本思路，找出目前电站设备管理工作中存在的问题。生产四部在大亚湾工地公关中心组织召开生产系统设备管理研讨会。会议对目前电站设备管理的现状及存在问题进行了深入分析，提出了在现有组织机构基础上今后的改进方向及建议。
- 8月22日 大亚湾核电站成功抵御 9908 号台风正面袭击。两台机组保持安全稳定运行。
- 8月30~
9月10日 在大亚湾现场举办了为期两周的 WANO 大修同行评审。WANO 专家对大亚湾核电站大修的组织、准备与执行情况表示满意。
- 9月8日 全国人大副委员长王光英及随行 22 人视察大亚湾核电站。
- 9月13~24日 大亚湾核电站参照 WANO 同行评审模式，进行了为期 2 周的全范围自查。此次自查共提出行政管理与组织机构、运行、维修、工程技术等 9 个领域的 60 条需改进的建议。
- 9月16日 大亚湾核电站成功抵御 9910 号台风袭击。两台机组按电网要求由满功率降至 760 MW 运行，9 月 17 日升至 900 MW，9 月 20 日恢复满功率运行。
- 9月18日 日本海外电力调查会佐佐木贞明团一行 5 人访问大亚湾核电站。
- 9月21日 中国工程院院士小组一行 9 人访问大亚湾核电站。
- 9月26日 大亚湾核电站成功抵御 9913 号台风袭击。两台机组保持安全稳定运行。
- 9月30日 两台机组连续运行同时超过 200 天。其中 1 号机组连续运行 201 天，2 号机组连续运行 271 天。这是大亚湾核电站首次实现两台机组连续运行同时超过 200 天。
- 10月6日 大亚湾核电站现场举行 1999 年度第二次全工地范围内综合应急演练。
- 10月7日 全国政协陈锦华副主席等一行 27 人视察了大亚湾核电站。
- 10月12~15日 在大亚湾工地公关中心举办了为期 4 天的 IAEA 自我评估研讨会。
- 10月22日 生产部举办本年度第二次管理研讨班。研讨班对 1999 年的工作作出初步总

结,分析其中的成功点与不足之处,消除在持续改进中遇到的执行障碍,并就 2000 年需要改进的管理领域达成共识,确定 2000 年的重点改进工作并制定实施计划。

- 10 月 26 日 秦山核电公司林德舜总经理一行 9 人访问大亚湾核电站。
- 11 月 4~5 日 在大亚湾工地培训中心为生产系统处级以上干部举办了为期两天的时间管理培训。
- 11 月 9~11 日 国际原子能委员会 (IAEA) 辐射防护最优化研讨会在大亚湾核电站工地召开。
- 11 月 11~12 日 FROG 第 18 次执委会在大亚湾现场公关中心举行。大亚湾核电站向 FROG 委员介绍了 Y2K 工作进展、RCM 项目情况等 8 个专题。
- 11 月 15 日 为保证大亚湾核电站安全过渡到 2000 年,消除机组的 Y2K 隐患,大亚湾核电站按计划进行了 Y2K 应急模拟演习。演习取得了圆满成功,达到了预期效果。
- 11 月 16 日 4:15 2 号机组与电网安全解列,正式进入 206 大修。至此,2 号机组创造了整个燃料循环不停机不停堆连续运行 318 天的新纪录。
- 11 月 25 日 由徐玉明司长率领的国防科工委检查团一行 6 人来大亚湾核电站视察。
- 12 月 3 日 核电站职工代表参加公司首届职工代表大会,大会审议通过了《职工代表大会条例》和《集体合同》。
- 12 月 13~17 日 IAEA 地区研讨会在大亚湾现场公关中心召开。
- 12 月 22 日 电站圆满完成了为期 7 天的澳门回归保电任务。
- 12 月 26 日 原中共中央政治局常委、中央军委副主席刘华清视察了广东大亚湾核电站和建设中的岭澳核电站。
- 12 月 30 日 2 号机组一次并网成功,206 大修胜利结束。大修总工期 45 天,大修各项指标都控制在合理的范围内。
- 12 月 31 日 12:00 电站开始进入 2000 年过渡期,电站加强了对机组状态监视,并增加了值班留守人员。电站安全平稳地过渡到 2000 年,机组和电网均未出现由 Y2K 问题引起的异常。

3.4 重大技术问题

1. 2LHP 柴油机启动后低电压动作跳闸

1999 年 12 月 13 日在厂用电由 TA 倒换到 TS 供电过程中,2LHP 柴油机启动后低电压动作跳闸。在此之前,1998 年 11 月 25 日执行 PT 2LGI001,厂用电由 TS 倒换到 TA 供电的过程中 2LHP/LHQ 按要求启动,但 2LHP 启动后因低电压保护动作跳闸。事件发生后对起励回路 TEC2246 继电器接点的接触情况、起励回路的相关继电器和端子的接线情况以及起励回路其他继电器的动作情况进行了认真细致的检查,未发现任何异常;静态试验和检查结果显示起励回路逻辑功能正常;加装动态录波仪,对 2LHP 再鉴定启动过程进行全过程跟踪,录波图也显示柴油机启动过程中起励回路动作正常。至今 2LHP 启动后低电压动作跳闸的根本原因尚未找到,将加强对柴油机启动加励过程的跟踪,安装在线故障录波仪跟踪柴油机的启动过程,查找根本原因。

2. 9RRI 系统漏装支架

1999年10月,在岭澳核电站设计审查中,法马通发现大亚湾核电站9RRI019/164管线支架布置与应力计算报告不符合,即原应力计算报告中考虑到的两个固定支点在现场没有安装支架,即9RRI019/164管线各漏装一个支架,使该管线应力不满足RCC-M要求,在机组正常运行热膨胀条件下,9RRI 164管线(14英寸)的支管9RRI 137(4英寸)与9RRI 139(3英寸)的连接处以及支管9RRI 141(4英寸)与9RRI 143(3英寸)的连接处的应力不满足设计要求,应力比分别为1.20和1.40;在地震情况下可能导致管线破裂。将由法马通提供改造方案,对现场两管线增加支架,消除缺陷。

3. RRI 马达定子槽楔脱落磨损

见2.1.1.8节“4. 异常事件及处理情况(3)”

4. 柴油发电机抗震支撑未达到设计要求

在岭澳核电站的设计审查中发现大亚湾核电站的柴油发电机组抗震支撑的设计准则未达到《最终安全分析报告》要求的抵抗SSE(安全停堆地震),而是0.5 SSE,并且在现场检查中发现柴油机抗震支撑存在缺陷,实际抗震性能甚至达不到0.5 SSE。在地震时威胁到柴油机的可用性。紧急维修(割螺栓、加限位块)后柴油机抗震支撑的抗震性能暂达到0.5 SSE。初步决定采用岭澳核电站柴油机抗震支撑设计方案对大亚湾核电站柴油机抗震支撑进行改造,但工期太长,每台柴油机需17~19天,不能在日常或第七次大修中实施;EDF又提出一个不需改造土建结构的新方案,该方案更换柴油机弹簧支撑座,并在四角连接加装阻尼器,可在第七次大修中实施,目前正在评审之中。

5. RCP 主泵2号、3号轴封压盖螺栓力矩不足

2号机组第六次大修发现,RCP主泵检修专用工具力矩放大器说明书要求在使用该工具时,其力矩值需乘以一修正值0.71才得到有效力矩值。按照维修程序要求,RCP主泵2号、3号轴封压盖螺栓力矩标准为 $1420\text{ N}\cdot\text{m}$,使用该力矩放大器时应该用 $1420/0.71=2000\text{ N}\cdot\text{m}$ 来紧螺栓。而在以往历次大修中使用的同样专用工具力矩放大器没有说明书,在使用时力矩值没有进行修正,导致主泵2号、3号轴封压盖螺栓实际力矩值比要求值小。

6. 设备冷却水泵改造

RRI泵气蚀问题已存在多年。最初于1994年2月发现2RRI003PO叶轮严重气蚀,更换叶轮运行4339小时后又出现气蚀现象。普查发现RRI系统所有泵都存在气蚀问题。为此,法马通给RRI泵入口段加装了稳流器,但气蚀问题仍未得到解决。将部分泵叶轮换为国产不锈钢叶轮后取得了一定的抗气蚀效果。由于泵气蚀的主要原因是额定流量偏离最佳效率运行点,为彻底消除泵气蚀现象,1999年9月先后将2RRI003/001PO叶轮更换为法马通提供的新型叶轮,开始进行新叶轮考核试用。初步证明,新叶轮试用效果较好,泵的水力性能、振动、噪音、轴承温度等指标均远优于原泵。RRI系统其余泵将按计划陆续改造。

7. 2ASG002PU 疏水器故障

1999年8月19日,现场检查发现2ASG001TC汽轮机轴封处有连续小股水流,进一步检查证实2ASG002PU故障,不能疏水,2ASG001TC汽轮机进水而不可用。1998年12月2ASG002PU曾因疏水器调整的排出温度不准确失效,造成2ASG001TC汽缸积水的类似事件分析认为此次疏水器故障可能是PU本身落下的锈蚀物卡在阀杆或阀座上,妨碍了疏水器开启造成。更换疏水器内部构件后,疏水器工作正常,未再次出现疏水器失效故障。

8. 汽轮机高、低压转子围带连接板裂纹

1号机组第五次大修发现汽轮机1号低压转子前后侧第1级叶片围带连接板分别存在1处和2处裂纹,用备件更换了相应的叶片及围带连接板。在此之前,201/202大修都曾发现2号低压转子第3级前后侧叶片连接板出现裂纹;202大修还发现高压转子第5级叶片围带连接板产生了裂纹。低压转子第3级叶片围带连接板的裂纹是由于第3级叶片落入共振区产生的疲劳断裂。在102/202大修中,对两台机组高压转子第5级叶片和所有低压转子第3级叶片及围带连接板进行了彻底更换,增加了新围带连接板的宽度和厚度,提高了连接板的强度。105大修发现的围带连接板裂纹产生机理与前几次不同,初步认为是由于制造工艺不当所引起(如叶片铆接过紧,围带连接板铆钉孔应力集中),最终原因有待进一步分析。

9. 2号机定子冷却水系统有氦气泡

2号机组第五次大修后,2号发电机定子冷却水系统流量指示器观察窗2GST001IC中发现气泡连续不断冒出,鉴定分析确认是氢气,说明发电机有氢气漏出。专业小组分析认为泄漏可能发生在发电机定子水电接头或定子冷却水波纹管或定子线棒上。通过一段时间的监视跟踪,发现冒泡量并无明显增大,一昼夜大约为2~3L。2号机组第六次大修中进行了定子冷却水波纹管无损探伤和发电机气压、水压试验,其结果排除了定子冷却水波纹管和定子线棒泄漏的可能性,最终认为冒出的一定量氢气来自发电机定子水电接头的氢气渗透,泄漏量稳定,属正常状况。

10. CRF过滤器入口管腐蚀穿孔泄漏

自1997年以来,两机组CRF二次滤网上游管线多次出现腐蚀穿孔。曾经发生腐蚀穿孔泄漏的部位有1CRF504FI/505FI上游管线牛腿处、2CRF503/505FI上游管线牛腿处和2CRF505FI上游管线接近水泥地面处。腐蚀穿孔点几乎都位于搭设脚手架的牛腿处,该管线管材为碳钢,内部采用涂层防腐。先前的管壁腐蚀穿孔是由于检修滤网时破坏了牛腿上的涂层造成的。两台机组第四次大修中对管线涂层进行了彻底更新。但是由于涂层施工质量不好,第五次大修后局部涂层剥落,碳钢表面与海水接触,使得碳钢与不锈钢滤网构成电偶腐蚀,快速的电偶腐蚀造成穿孔。穿孔泄漏后,临时采取了牺牲阳极塞的堵漏措施,避免了腐蚀孔继续扩大。在第六次大修中对腐蚀区域进行了修补、打磨、涂防腐漆处理,为有效防止管线腐蚀,还加装了牺牲阳极。

11. 1LDA绝缘低报警

1号机组第五次大修后不久,1LDA001AA盘时常闪发绝缘低报警。现场绝缘测量显示绝缘值波动很大,有时甚至为零。LDA系统为核岛KRG系统30V直流供电电源,绝缘低意味着LDA可能存在一虚接地点,如果再有一点接地,两点接地形成闭环,就会使LDA短路,失去LDA供电,最终导致反应堆紧急停堆、汽轮机跳闸。由于001AA闪发持续时间较短,加上原因查找工作风险较大,使得查找工作较为困难。在做好充分风险分析的基础上,先后对绝缘监测表、1LDA002RD、1KGR150/151/152/161/162AR机柜和1KRC1C,2C,3C,4C外围设备等进行了检查,均未发现异常。最终在106大修中全面检查时,发现1RRA004MP压力传感器故障,更换传感器后1LDA绝缘恢复正常。

12. 2RGL G棒整定棒位下漂

1999年4月22日,2RGL G棒组整定棒位指示(2RGL080ID)下漂至610步,与当时机组功率水平要求的棒位615步不一致,同时引起功率补偿棒G棒下插。G棒下插,堆芯过冷,为防止机组扰动,运行人员将G棒转手动控制,在G棒手动控制期间存在反应堆紧急停堆的风险。为查找G棒整定棒位下漂的原因,先后更换了2RGL upp机架的EANA2板件,

F5-4 mlk501 和 mlk701 两卡, 做了 EANA2 板件的 SI 跳线由 off 变为 on 试验, 接记录仪捕捉故障信号, 均未发现异常, G 棒整定棒位下漂的根本原因有待进一步分析。

13. 2ASG 全流量试验 2ASG003PO 流量不合格

2ASG 系统全流量试验结果中, 计算得到的汽动给水泵 2ASG003PO 在给水管线破裂后向两台未破损蒸汽发生器供水流量分别为 $42.64 \text{ m}^3/\text{h}$ 和 $43.38 \text{ m}^3/\text{h}$, 低于 GOR 准则要求的 $45 \text{ m}^3/\text{h}$ 。法马通提供了其通过事故敏感性分析得到的最小 ASG003PO 流量为 $41.8 \text{ m}^3/\text{h}$, 据此, 目前暂认为 2ASG 系统全流量试验结果 2ASG003PO 流量在安全上是可以接受的。但是, 新标准 $41.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 能否满足核安全要求尚需要进行论证; 另一方面, 技术部门已开始研究改善和提高 2ASG003PO 性能的方案, 包括对泵本身的改造和管线的优化

14. 1号机稳压器参考水位阶跃变化

1999年5月2日, 机组由于9902号台风来临, 降电功率到760 MW后稳定运行。1号机组出现RCP451AA(稳压器水位高报警)闪发, 稳压器水位阶跃下降后又迅速回升。受其影响, 出现了一系列的参数变化: 1RCP046VP开度由48%增加到75%; RCP上充流量变到 $26 \text{ m}^3/\text{h}$; RCV002BA水位下降, 一回路压力增加; 稳压器水位参考值升高。运行人员手动干预后, 各系统状态逐渐恢复正常。同样现象几小时后再次出现。起初怀疑1RCP404ME模块故障, 但更换该模块后稳压器定值水位又发生过一次阶跃变化。后来在现场接多笔记录仪监视有关参数变化, 也未能查找到故障点。1号机稳压器参考水位阶跃变化的根本原因有待做进一步跟踪、分析。

15. 2LSS参数修改不了

在2号机第六个循环周期初按要求修改LOCA计算机的 $F_{xy}(24 \times 1)$ 值时, 有24个参数修改不成功。1999年5月, 按周期性试验规程要求修改 $F_{xy}(24 \times 2)$, $F_{xy}(24 \times 3)$ 和 $F_{xy}(24 \times 4)$ 值时, 其参数也不能修改, 故障现象与原来情况相同, 2LSS系统 F_{xy} 值全部不可修改。由于设备的运行及技术资料不全, 故障的根本原因不明。为满足机组安全运行要求, 在2号机LOCA机中使用了3000 MW·d/t铀燃耗以前的 F_{xy} 理论值, 使得LOCA余量监督更偏于保守。206大修中, 根据法马通的建议, 经调查研究, 更换了2号机LSS系统中与数据传输、计算相关的5个卡件, 机组启动后未出现同类故障, 但系统的状况仍有待观察。

16. 2号发电机定子槽楔松动

2号机组第六次大修中对2号主发电机进行了5年全面检查。在发电机抽转子后对定子槽楔进行全面检查时发现, 定子槽楔有面积松动现象。定子槽楔松动导致发电机定子线棒固定不牢固, 运行时在定子槽内振动, 可能造成绝缘损坏、发电机不可用, 酿成重大事故。槽楔松动的直接原因是槽楔最初安装时的压紧力不够, 材料收缩和发电机投运时间较长。槽楔松动后, 只能更换新槽楔, 共更换了190块轻微松动的槽楔和121块未松动的槽楔。

3.5 二核生产准备大事记

1. 1月6日二核生产部(临时)培训委员会成立

二核生产部新人多, 培训是生产准备的重要工作。为此于1999年1月6日成立二核生产部(临时)培训委员会, 以指导和推动培训工作。

2. 1月11日LPS成立安全-质量工作推进组

1999年1月7日召开关于二核生产部内部质保机制汇报会, 会议决定成立二核生产部安

全-质量推进小组,并在1999年1月11日正式成立。

3. 1月15日二核生产部预算委员会(LABC)成立

从1999年开始,二核生产部独立负责生产准备预算管理。为了加强预算的管理和控制,1月15日召开专题会议,成立了二核生产准备预算委员会(LABC),同时确定了委员会的组成、职责和工作方法。

4. 3月3日启用二核生产部行政办公楼

1999年3月3日,二核生产部完成了向新行政办公楼(LBX)的搬迁。

5. 3月5日《岭澳核电站调试用仪器仪表检定委托书》签字生效

《岭澳核电站调试用仪器仪表检定委托书》签字生效:二核工程部经理严柏敏、一核维修部经理林贵清分别于1999年1月26日和1999年3月5日在委托书上签字。此委托书详细说明了维修部(MTD)相关处、调试队(SUT)在此工作上的分工、责任和义务

6. 3月22日二核生产部团支部成立

1999年3月22日,共青团广东核电生产部委员会批准成立二核生产部团支部。

7. 3月23日《岭澳核电站安全壳密封性实验委托书》签字

《岭澳核电站安全壳密封性实验委托书》由工程部经理严柏敏、维修部经理林贵清分别于1999年3月18日和1999年3月23日签字生效。委托书明确了双方的责任与义务、项目的组织形式、进度、人力需求以及日常的业务联络。维修部将派遣项目负责人,在调试经理部的领导下,按照调试计划组织和实施安全壳密封性实验。

8. 4月1日一、二核网络互联成功

在二核生产部的总体协调下,一、二核电脑技术人员进行了一系列的方案论证,并开展了线路联接、直通试验、防火墙测试等技术工作。4月1日一、二核网络正式互联互通,进入为期一个月的试运行阶段。

9. 4月5日二核操纵员考试

操纵员考试是生产准备的一个重要组成部分,由一核生产部负责培训的学操参加4月5日开始的操纵员模拟机考试,36人参加,通过29人。这批考试通过的操纵员部分将转入二核生产部运行处。

10. 4月21日1998届新员工赴粤北核工业745矿进行艰苦奋斗传统教育

1999年4月21日~1999年5月15日,由大亚湾党委组织合营公司和岭澳公司共165名(二核生产部65名)1998届新员工,分三批赴粤北核工业745矿进行艰苦奋斗传统教育。

此活动已经是连续第三年举办。

11. 5月1日二核CBA系统正式投产

经过秘书部电脑中心和二核相关部门的共同努力,于1999年5月1日起,二核CBA系统正式投产。

12. 5月15日二核临时隔离办公室正式启用(M7-3)

1999年5月15日,二核临时隔离办公室具备系统移交及接产调试的条件,二核生产部决定正式启用。这是生产准备第M7-3单项里程碑。

13. 5月4日一核执照分流人员到岗

1999年5月4日,一核执照人员12人到岗。

14. 6月8日组织召开化水调试和接产准备工作评审会

1999年6月8日,二核生产部组织专门评审会,检查化水调试和接产的各项准备工作。

检查结果表明,已基本完成要求的化水人员培训和化水运行程序编写,并建立了临时实验室,二核生产部基本具备了化水调试和接产条件。

15. 6月15日完成第一期“移交与接产”培训

1999年6月15日,二核生产部组织了生产准备第一期“移交与接产”培训。本期培训对接产移交的组织管理、工程联络办公室的组织机构和运作模式以及运行、机械、电器、仪控、土建、工业安全、消防等专业的移交验收进行了培训。

16. 6月15日生产准备到达M7里程碑——全面启动技术程序编写

1999年5月31日,二核生产准备组织全面启动技术程序编写工作评审会。会议对程序管理软件,程序编写人员招聘、培训与授权,部分上游文件到达,二核文件科资料库可用,办公物资准备情况,技术程序编写三级计划定版等工作进行了评审。评审结果表明:已基本具备全面启动条件。1999年6月15日正式宣布,全面启动技术程序编写。

17. 6月24日岭澳核电站第一个EESR

1999年6月24日,工程联络办公室组织二核生产部、维修部相关各处对YA厂房JPD系统进行了EESR检查。这是岭澳核电站第一个EESR检查,同时也是对移交组织过程的一次检验。

18. 7月15日生产准备到达M8-1里程碑:启动化水调试和移交接产活动

1999年7月15日,二核生产部组织对YA厂房的0JPD 701VE挂牌上锁,完成了第一项TOB(隔离移交)。它标志着岭澳核电站由安装阶段进入调试阶段,生产准备到达M8-1单项里程碑——启动化水调试和移交接产活动。

19. 7月26日启动生产准备自我评估

1999年7月26日,二核生产部牵头启动了生产准备自我评估工作。本工作旨在找出生产准备现状与要求的差距,进一步做好各项生产准备工作。

20. 8月2日完成生产准备总预算编制

根据总经理部指示,二核生产部生产计划处于1999年7月底完成了二核生产准备总预算的编制工作,并于1999年8月2日提交岭澳公司财务部。

21. 9月3日BOP LOT 23合同签订

岭澳核电站BOP LOT 23压力容器的役前和第一次在役检查服务合同于1999年9月3日签订。合同双方为岭澳核电有限公司和西门子公司。合同确定西门子公司将分别于2001年6月、2002年2月、2003年12月和2004年8月对岭澳核电站进行4次检查服务。

22. 9月8日第一个TOM申请(0DVT YA部分)

1999年9月8日,调试队提交了0DVT YA部分的TOM申请,这是工程部调试队向维修部提交的第一个TOM申请,标志着岭澳核电站维修移交工作的开始。

23. 9月16日程序数据库投运

程序数据库由广东丽天科技公司开发,其中的程序部分已于1999年6月15日投入运行,维修实施大纲部分于1999年9月16日投入运行。该数据库可用于管理程序、运行程序、事故程序、维修程序等技术程序以及维修大纲等文件的编审流转过程管理和文件的流通调阅管理。

24. 9月21日二核生产准备2000年预算通过董事会审批

根据总经理部要求,二核生产部生产计划处组织各成本中心编制了生产准备2000年预算,于1999年8月份正式报公司财务部和总经理部,9月21日得到董事会批准。

25. 10月28日 岭澳核电站第一个 TOTO

1999年10月28日,二核生产部杨昭刚刚经理、工程部调试队郑东山经理在 LNPS 第一个 TOTO 证书——OSEA 的 TOTO 证书上签字,工程部严柏敏经理向生产部递交了一把金钥匙,标志着二核生产部开始承担临时运行责任。

26. 12月8日 岭澳核电站生产准备自我评估结束

1999年7月26日启动的岭澳核电站生产准备自我评估采用 SWOTA 过程诊断法,对生产准备10个方面工作进行了评估,并于1999年12月8日提交最终评估报告,标志此项工作顺利结束。评估的结论认为,计划体系比较科学,项目完整,并且得到了有效的实施,组织机构、人员培训等9个方面的工作已具备一定的优势。同时也找出了工作中存在的缺陷和不足。

27. 12月15日 M8-2: 完成应急计划编写与报批前的准备工作

1999年12月15日,到达生产准备 M8-2 里程碑。应急计划编写与报批前的准备工作主要包括四个项目:四项专题论证,确定场内应急计划的格式与内容要求,编制应急计划相关方案以及向工程部提供有关的厂址周围环境数据。四项专题论证中两项需要推迟到2000年1月份,其他各项工作进展满意,基本符合进度计划的要求。

28. 12月23日 首次预防性维修计划会

1999年12月23日,在 LBX329 召开了由 MAP, SUT-ATB, LPO, LLO, LPP 参加的首次预防性维修计划会,根据《商运前的维修管理》及其他有关程序确定了已经实施 TOM 的设备的首次预防性维修项目和维修计划。这标志着岭澳核电站 TOM 以后预防性维修活动的正式开始,以后将随着设备移交及相应维修实施大纲的生效逐步覆盖岭澳核电站所有设备。

29. 12月28日 维修部完成岭澳核电站的第一项维修工作

1999年12月28日维修部静机处负责人在领取了二核第一张工作许可证后,对 OF 厂房内的 OSEA001FI 进行了每两周一次的清洗检查。这是岭澳核电站的第一项现场维修工作。

第四章 统计指标

4.1 WANO 性能指标

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	1999年WANO中间值	
1	机组能力因子/%	1号机组	77.90	48.99	77.38	82.45	81.03	86.60	84.4
		2号机组	99.40	81.47	67.75	70.60	84.21	86.10	
		全厂	86.84	65.20	72.56	76.53	82.62	86.40	
2	非计划能力损失因子/%	1号机组	17.20	35.68	3.95	0.20	4.61	0.40	1.4
		2号机组	0.50	2.03	8.18	1.50	1.32	0.40	
		全厂	10.24	18.86	6.05	0.85	2.97	0.40	
3	7000小时反应堆临界运行自动停堆数	1号机组	5.39	4.81	5.01	0	0	0	0
		2号机组	0	6.72*	1.19	3.22	0	0	
		全厂	2.86	5.4	3.27	1.51	0	0	
4	集体辐射剂量/(人·Sv)(单机组)	0.201	0.991	0.827	0.754	0.669	0.666	1	
5	放射性固体废物量/ m^3 (单机组)	50	126	97	103	89	92	46	
6	安全系统 高压安注系统性能	1号机组	-	-	-	0.007	0.003	0	0.001
		2号机组	-	-	-	0.001	0.024	0	
		全厂	-	-	-	0.004	0.014	0	
	安全系统 辅助给水系统性能	1号机组	-	-	-	0.001	0.013	0.002	0.001
		2号机组	-	-	-	0.001	0	0.001	
		全厂	-	-	-	0.001	0.007	0.001	
安全系统-应急交流供电系统性能		-	-	-	0.014	0.003	0.011	0.005	
7	热性能/%	1号机组	100	99.75	99.43	98.88	99.7	99.7	99.5
		2号机组	100	100	99.81	99.53	99.9	99.8	
		全厂	100	99.88	99.62	99.21	99.8	99.8	
8	燃料可靠性/(Bq/g)	1号机组	96.2	498.6	0.04	0.04	0.04	0.04	0.81
		2号机组	0.04	72.9	572.2	0.04	0.04	0.04	
		平均	48.1	285.75	286.12	0.04	0.04	0.04	
9	化学指标	1号机	0.535	0.587	0.33	0.21	0.18	1	1.08
		2号机	0.46	0.392	0.23	0.21	0.19	1.01	
		平均	0.498	0.245	0.28	0.21	0.19	1.01	
10	20万小时工业安全事故率	0.432	0.157	0.319	0.368	0.132	0.0657	0.43	

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1998年底的世界压水堆机组水平, 单位为每堆·年。

4.2 综合经济指标

分类/代码	统计项目名称	单位	1994	1995	1996	1997	1998	1999	累计
电 量	发电量	亿 kW·h	122.65	106.14	121.14	124.06	129.38	141.00	744.37
	上网电量	亿 kW·h	116.28	100.58	115.30	118.11	123.09	134.63	707.99
	出口电量	亿 kW·h	78.09	70.04	73.82	74.53	75.77	97.24	469.69
	内销电量	亿 kW·h	38.48	30.54	41.47	43.58	47.31	40.39	241.77
利 税	总产值(现行价)	百万元	5 583.34	5 480.17	6 123.34	6 072.38	6 032.55	6 630.86	-
	工业增加值	百万元	2 464.75	2 468.92	3 144.72	3 277.53	3 543.07	4 112.98	-
	总销售收入	百万元	5 255.49	5 480.17	6 123.34	6 072.38	6 032.55	6 630.86	-
	出口创汇额	百万美元	403.10	458.80	472.49	462.29	448.57	560.68	-
	职工年平均人数	人	1632	1350	1191	1150	1129	1115	-
	劳动生产率(按总产值计算)	万元/人	342.12	405.94	514.13	528.03	534.33	594.69	-
	劳动生产率(按工业增加值计算)	万元/人	151.03	182.88	264.04	285.00	313.82	368.88	-
	人均利税总额	万元/人	54.72	76.09	119.16	141.79	171.49	206.40	-
	本年固定资产投资	百万元	10.24	121.61	1413.89	63.28	73.05	142.14	-
	本年实现利润	百万元	893.08	1 026.93	1 419.21	1 630.56	1 936.07	2 301.47	-
本年上缴税金	百万元	0.00	0.30	106.44	122.27	145.21	172.61	-	
能 耗	发电标准煤耗	g/kW·h	365.39	363.08	362.63	364.90	367.04	364.68	-
	供电标准煤耗	g/kW·h	385.40	383.15	381.01	383.30	358.80	381.29	-
	发电厂用电率	%	5.19	5.24	4.82	4.80	4.78	4.36	-

说明: 1) 以上相关价值指标均按当年末的汇率折算; 2) 1994年的发电量、上网电量、出口电量及内销电量均包括调试电量;
 3) 固定资产投资只计更新改造部分; 4) 1994年调试期间的厂用电率为11.36%, 商运期4.67%;
 5) 1996年上缴税金含所得税; 6) 发(供)电标准煤耗按机组从反应堆实际获得的能量进行计算

4.3 安全性能指标

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	累计	
核安全	反应堆临界运行 非计划自动停堆次数	1号机组	6	3	5	0	0	0	14
		2号机组	0	6	1	3	0	0	10
		全厂	6	9	6	3	0	0	24
	安全系统 高压安注系统性能	1号机组	-	-	-	0.007	0.003	0	-
		2号机组	-	-	-	0.001	0.024	0	-
		全厂	-	-	-	0.004	0.014	0	-
	安全系统 辅助给水系统性能	1号机组	-	-	-	0.001	0.013	0.002	-
		2号机组	-	-	-	0.001	0	0.001	-
		全厂	-	-	-	0.001	0.007	0.001	-
	安全系统-应急交电系统性能	1号机组	-	-	-	0.014	0.003	0.011	-
		2号机组	-	-	-	-	-	-	-
		全厂	-	-	-	-	-	-	-
	燃料可靠性/(Bq/g)	1号机组	96.2	498.6	0	0	0.04	0.04	-
		2号机组	0	72.9	572.2	0	0.04	0.04	-
		全厂	48.1	285.75	286.1	0.00	0.04	0.04	-
	电厂运行事件数	1号机组	27	17	12	7	10	8	81
		2号机组	2	18	14	7	5	8	54
		全厂	29	35	26	14	15	16	135
	第一组安全相关设备 不可用总消耗比	1号机组	13.49	6.11	12.63	4.47	7.03	8.21	-
		2号机组	9.58	13.69	16.28	8.18	7.28	8.62	-
全厂		23.07	19.8	28.91	12.65	14.31	16.83	-	
安全相关系统(GOR9) 定期试验一次成功率/%	1号机组	-	-	-	99.30	99.78	99.4	-	
	2号机组	-	-	-	99.20	99.47	100.00	-	
	全厂	-	-	-	99.25	99.63	99.70	-	
电网安全	机组与电网解列 总次数	1号机组	12	4	6	2	4	1	29
		2号机组	0	8	5	5	1	1	20
		全厂	12	12	11	7	5	2	49
	机组与电网非计划 自动解列次数	1号机组	6	2	3	0	2	0	13
		2号机组	0	5	2	3	0	0	10
		全厂	6	7	5	3	2	0	23
工业安全	工业安全事故次数	6	2	4	5	2	1	20	
	工业安全未遂事故次数	7	40	34	42	30	23	176	
	火灾事故次数	0	0	0	0	0	0	0	
	火灾未遂事件次数	2	2	14	12	15	7	52	
	20万小时工业安全事故率	0.432	0.157	0.319	0.368	0.132	0.066	-	
辐射防护	集体辐射剂量 (两台机组)/(人·Sv)	核电站	0.117 3	0.308 6	0.285 8	0.427 8	0.420 5	0.378 6	1 938.64
		承包商	0.284 5	1.673 6	1.369	1 079.6	0.917 6	0.953 5	6 277.77
		合计	0.401 8	1.982 2	1 654.8	1 507.4	1 338.1	1 332.1	8 216.41
	控制区进出次数	核电站	-	28 798	25 835	30 118	22 698	32 676	140 125
		承包商	-	79 196	64 152	64 969	39 386	74 130	321 833
		合计	-	107 994	89 987	95 087	62 084	106 806	461 958
	控制区内工作 时间/(人·h)	核电站	-	68 703.3	62 931.5	75 111.7	55 053.9	55 335	317 135.4
		承包商	-	192 514	160 431.2	166 198	96 103.5	120 254	735 500.7
		合计	-	261 217.3	223 362.7	241 309.7	151 157.4	175 589	1 052 636.1
	最大年个人受照 剂量/mSv	核电站	3.15	4.38	3.83	10.64	8.36	7.97	-
		承包商	4.37	18.73	12.13	15.27	9.80	10.350	-
		所有现场人员	4.37	18.73	12.13	15.27	9.80	10.350	-

说明: 1) 1994年的数据从商运开始统计, 不包括测试阶段的值;

2) 个人受照剂量仅计 γ 照射剂量。

4.4 生产运行指标

分类/代码	统计项目名称		1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999	平均/累计
因子	机组能力因子/%	1号机组	77.90	48.99	77.38	82.45	81.03	86.60	75.73
		2号机组	99.40	81.47	67.75	70.60	84.21	86.10	81.59
		全厂	86.84	65.20	72.56	76.53	82.62	86.40	78.36
	非计划能力损失因子/%	1号机组	17.20	35.68	3.95	0.20	4.61	0.40	10.34
		2号机组	0.50	2.03	8.18	1.50	1.32	0.40	2.32
		全厂	10.24	18.86	6.05	0.85	2.97	0.40	6.56
	计划能力损失因子/%	1号机组	4.90	16.50	18.67	17.35	14.36	13.00	14.13
		2号机组	0.10	18.70	24.07	27.90	14.47	13.50	16.46
		全厂	2.92	17.60	21.37	22.63	14.41	13.20	15.35
	负荷因子/%	1号机组	77.20	45.20	76.10	75.30	73.76	82.17	71.62
		2号机组	92.50	77.92	64.10	68.60	76.36	82.42	76.98
		全厂	84.85	61.56	70.10	71.95	75.06	81.80	74.22
	机组时间利用率/%	1号机组	79.60	47.70	78.00	83.20	83.84	87.28	76.60
		2号机组	100.00	81.90	65.30	71.80	83.36	86.69	81.51
		平均	89.80	64.80	71.65	77.50	83.60	86.99	79.06
	反应堆时间利用率/%	1号机组	81.00	49.80	79.50	84.10	84.76	88.41	77.93
		2号机组	100.00	83.30	66.90	74.40	85.80	88.36	83.13
		平均	90.50	66.55	73.20	79.25	85.28	88.38	80.53
	辅助设备消耗因子/%	1号机组	4.80	6.30	4.60	4.90	4.80	4.42	4.97
		2号机组	4.10	4.50	5.00	4.60	4.90	4.22	4.55
		平均	4.45	5.40	4.80	4.75	4.85	4.32	4.76
能量	发电量/(GW·h)	1号机组	6 090.95	3 897.53	6 577.46	6 491.23	6 356.77	6 996.42	36 410.36
		2号机组	5 222.39	6 716.81	5 536.43	5 914.84	6 580.94	7 104.10	37 075.51
		全厂	11 313.33	10 614.34	12 113.93	12 406.07	12 937.71	14 100.52	73 485.90
	辅助设备总消耗能量/(GW·h)	1号机组	293.91	245.33	300.35	317.13	304.25	326.00	1 786.96
		2号机组	213.12	301.78	278.35	269.83	325.70	315.51	1 704.28
		全厂	507.02	547.11	578.70	586.96	629.95	641.52	3 491.25
	反应堆产生的热能/(GW·h)	1号机组	18 011.86	11 588.25	19 447.20	19 270.22	19 105.35	20 786.17	108 209.05
		2号机组	15 398.49	19 843.56	16 313.64	17 584.05	19 553.54	21 075.44	109 768.72
		全厂	33 410.35	31 431.81	35 760.85	36 854.27	38 658.89	41 861.61	217 977.77

续表

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	平均/累计	
能量	从燃料获得能量/EFPD	1号机组	259.24	166.83	279.92	277.35	274.98	299.17	1 557.48
		2号机组	221.63	285.66	234.80	253.08	281.43	303.33	1 579.92
		全厂	480.86	452.49	514.71	530.43	556.40	602.50	3 137.40
	毛可用能量/(GW·h)	1号机组	6 144.55	4 222.79	6 688.07	7 106.67	6 984.94	7 467.50	38 614.52
		2号机组	5 610.36	7 022.58	5 855.64	6 085.72	7 258.34	7 419.85	39 252.49
		全厂	11 754.91	11 245.37	12 543.71	13 192.39	14 243.28	14 887.35	77 867.01
	计划不可用能量/(GW·h)	1号机组	386.50	1 422.27	1 613.71	1 495.61	1 237.50	1 121.34	7 276.93
		2号机组	5.64	1 611.91	2 081.06	2 405.25	1 247.41	1 161.44	8 512.71
		全厂	392.14	3 034.18	3 694.77	3 900.86	2 484.91	2 282.78	15 789.65
	非计划不可用能量/(GW·h)	1号机组	1 356.69	3 075.26	341.68	17.56	397.19	31.00	5 219.38
		2号机组	28.22	174.98	706.76	128.87	114.08	38.55	1 191.47
		全厂	1 384.91	3 250.24	1 048.44	146.43	511.27	69.55	6 410.84
时间	机组理论运行时间/h	1号机组	8 016	8 760	8 784	8 760	8 760	8 760	51 840.00
		2号机组	5 736	8 760	8 784	8 760	8 760	8 760	49 560.00
		平均	13 752	17 520	17 568	17 520	17 520	17 520	101 400.00
	机组总运行时间/h	1号机组	6 384.20	4 177.00	6 852.90	7 284.30	7 344.40	7 646.00	39 688.80
		2号机组	5 736.00	7 171.30	5 739.00	6 289.70	7 302.00	7 594.00	39 832.00
		平均	12 120.20	11 348.30	12 591.90	13 574.00	14 646.40	15 240.00	79 520.80
	反应堆临界小时数/h	1号机组	6 492.50	4 366.20	6 979.90	7 365.20	7 424.50	7 744.50	40 372.80
		2号机组	5 736.00	7 295.10	5 879.40	6 518.10	7 518.00	7 740.00	40 686.60
		平均	12 228.50	11 661.30	12 859.30	13 883.30	14 942.50	15 484.50	81 059.40
	计划全部不可用停运时间/h	1号机组	359.90	1 303.00	1 582.80	1 464.70	1 197.00	1 104.00	7 011.40
		2号机组	0.00	1 391.30	2 016.00	2 380.50	1 224.00	1 098.00	8 109.80
		平均	359.90	2 694.30	3 598.80	3 845.20	2 421.00	2 202.00	15 121.20
	非计划全部不可用停运时间/h	1号机组	1 271.90	3 042.50	328.30	10.50	218.60	0.00	4 871.80
		2号机组	0.00	76.40	641.00	89.80	115.00	7.50	929.70
		平均	1 271.90	3 118.90	969.30	100.30	333.60	7.50	5 801.50
	反应堆在可用状态下的停运时间/h	1号机组	1 211.50	332.10	541.40	40.80	103.00	0.00	2 228.80
		2号机组	0.00	212.30	1 153.50	142.80	102.00	23.00	1 633.60
		全厂	1 211.50	544.40	1 694.90	183.60	205.00	23.00	3 862.40

说明：1994年的数据从高运开始统计，不包括调试阶段的值。

4.5 三废排放与环境监测

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	累计	
气体	稀有气体排放	活度/TBq	22.72	80.20	43.63	31.06	23.49	25.73	-
		占年限值%	1.99	7.04	3.83	2.72	2.07	2.26	-
	气溶胶+卤素排放	活度/TBq	424.00	720.40	228.70	115.65	100.37	91.93	-
		占年限值%	1.12	1.90	0.60	0.30	0.27	0.24	-
液体	除氚废液排放	活度/TBq	89.20	26.94	10.24	11.29	2.49	4.69	-
		占年限值%	12.70	3.85	1.46	1.61	0.35	0.67	-
固体	水泥桶固体废物产生量	桶数	41	100	78	78	66	66	429
		体积/m ³	72	183	138	146	124	126	789
	金属桶固体废物产生量	桶数	134	328	266	287	257	281	1553
		体积/m ³	28	69	56	60	54	59	326
	合计	桶数	175	428	344	365	323	347	1982
		体积/m ³	100	252	194	207	178	185	1116
环境监测	固定站环境γ辐射剂量率水平 (年平均值, μSv/h)	AS1	0.146 ± 0.015	0.151 ± 0.004	0.127 ± 0.003	0.127 ± 0.004	0.127 ± 0.004	0.128 ± 0.003	-
		AS2	0.171 ± 0.014	0.178 ± 0.004	0.148 ± 0.004	0.147 ± 0.005	0.146 ± 0.004	0.144 ± 0.006	-
		AS3	0.139 ± 0.011	0.137 ± 0.004	0.128 ± 0.010	0.146 ± 0.013	0.166 ± 0.005	0.164 ± 0.010	-
		BS1	0.157 ± 0.010	0.157 ± 0.000	0.117 ± 0.02	0.113 ± 0.004	0.114 ± 0.003	0.115 ± 0.005	-
		BS2	0.110 ± 0.003	0.110 ± .005	0.117 ± 0.003	0.119 ± 0.02	0.114 ± 0.003	0.117 ± 0.003	-
		BS3	0.139 ± 0.004	0.128 ± 0.004	0.105 ± 0.010	0.095 ± 0.004	0.092 ± 0.004	0.094 ± 0.005	-
		BS4	0.187 ± 0.019	0.169 ± 0.005	0.126 ± 0.007	0.124 ± 0.007	0.113 ± 0.011	0.107 ± 0.005	-

4.6 维修、改进与质量保证

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	累计		
维修申请	维修工作申请票数	预防性	1 713	1 529	2 110	2 421	4 004	5 167	16 944	
		纠正性	11 687	8 682	6 584	5 699	5 994	7 088	45 734	
		合计	13 400	10 211	8 694	8 120	9 998	12 255	62 678	
	年末周转维修工作票数	预防性	-	-	25	42	24	8	-	
		纠正性	-	-	146	70	64	59	-	
		合计	-	-	171	112	88	67	-	
工程改进	不符合项数(NCR)	发出	386	421	87	40	80	127	1 141	
		有条件释放(CR)	30	34	19	25	35	55	-	
		已关闭(CL)	294	411	84	75	50	85	999	
		未关闭(OP)	62	68	63	30	45	54	-	
	工程服务申请数(ESR)	收到	-	-	42	198	270	287	797	
		关闭	-	-	4	94	200	345	643	
		未关闭	-	-	38	142	98	154	-	
	电站改造项目申请数(MR)	收到	229	153	106	49	48	67	652	
		完成	21	70	72	62	34	40	299	
		撤消	-	-	150	26	30	49	255	
		年末未关闭	208	291	175	136	120	96	-	
	质保	纠正行动要求状态(CAR)	签发	265	134	178	94	55	70	796
			关闭	185	138	185	127	61	77	773
			年末未关闭	80	74	64	50	30	29	-

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 ESRMR 和 CAR 状态数包括了 1993 年及其以前的数据;
3)1995 年 NCR 关闭数包括 1993 年的数据。

4.7 瞬变统计

分类/代码	统计项目名称	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	累计	
1	反应堆升温 设计值:200次/机组	1号机组	8	9	3	1	2	3	26
		2号机组	6	1	4	4	2	1	18
		合计	14	10	7	5	4	4	44
2	反应堆降温 设计值:200次/机组	1号机组	7	10	3	1	2	3	26
		2号机组	5	2	4	3	2	1	17
		合计	12	12	7	4	4	4	43
7.1	甩负荷到厂用电 设计值:160次/机组	1号机组	4	1	0	0	1	0	6
		2号机组	0	3	0	0	0	0	3
		合计	4	4	0	0	1	0	9
9.2	一回路两相情况下波动 设计值:100次/机组	1号机组	13	0	2	0	0	0	15
		2号机组	17	0	0	0	0	0	17
		合计	30	0	2	0	0	0	32
10	热停堆维持 SG 水位稳定 设计值:200次/机组	1号机组	74	27	9	5	0	0	115
		2号机组	51	0	2	4	4	11	72
		合计	125	27	11	9	4	11	187
21.1	停堆 设计值:230次/机组	1号机组	20	6	3	0	0	0	29
		2号机组	9	4	1	2	0	0	16
		合计	29	10	4	2	0	0	45
32.2	上充流量增加 100% 设计值:300次/机组	1号机组	42	27	3	1	2	2	77
		2号机组	57	7	5	5	1	2	77
		合计	99	34	8	6	3	4	154
36	下泄流量减少 100% 设计值:800次/机组	1号机组	18	5	7	7	7	3	47
		2号机组	10	2	11	5	8	5	41
		合计	28	7	18	12	15	9	89
37	下泄关闭再打开 上充不关闭 设计值:220次/机组	1号机组	21	6	4	0	0	0	31
		2号机组	16	3	4	0	1	0	24
		合计	37	9	8	0	1	2	57
38	上充下泄关闭再打开 设计值:200次/机组	1号机组	2	1	3	1	0	0	7
		2号机组	4	1	1	1	0	2	9
		合计	6	2	4	2	0	2	16
42	RRA 启动 设计值:200次/机组	1号机组	7	11	4	1	2	2	27
		2号机组	8	2	5	5	2	2	24
		合计	15	13	9	6	4	4	51

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	1998年	1999年	累计	
人力资源	年末员工人数	外籍员工	83	30	23	14	13	9	-
		中方调入职工	807	795	939	1 062	1 184	1 029	-
		中方聘用职工	268	161	104	78	66	77	-
		合计	1 158	986	1 066	1 154	1 263	1 115	-
	中方员工年龄状态分布,占总人数的%	30岁以下	40	38	45.1	50.74	56.56	45.9	-
		31~40岁	37	42	37.1	32.55	29.12	35.5	-
		41~50岁	10	10	9.5	10.24	8.72	13.49	-
		50岁以上	13	10	8.3	6.47	5.6	5.2	-
	中方员工学历状态分布,占总人数的%	初中	0.4	0.2	0.2	0.17	0.16	0.18	-
		高中	11	10.4	7.9	6.82	5.52	5.87	-
		中技	8	9	8	7	6.24	6.78	-
		中专	13	14	12.2	10.94	13.92	11.74	-
		大专	17	18	18.3	14.61	17.44	15.09	-
		大本	45	42.2	48.1	54.86	51.76	54.65	-
		硕士	6	6	5.2	5.42	4.88	5.519	-
	博士	0.2	0.2	0.2	0.17	0.08	0.18	-	
	电站员工岗位变换率/%		-	-	8.52	16.64	11.49	20.97	-
	电站人员授权情况 (人·次)	核安全	832	869	884	795	962	1 219	5 561
		辐射防护	907	969	903	818	942	1 198	5 737
		工业安全	2	399	901	845	957	1 230	4 324
		特殊工种*	-	-	205	254	282	48	789
合计		-	-	2 893	2 712	3 143	3 685	12 433	
培训管理	培训负荷/(人·周)	电站	2 202.04	1 529.88	3 257.51	3 320.53	3 644.27	4 105.76	18 059.99
		承包商及其他	279.73	372.48	456.57	719.28	325.14	251.49	2 404.69
		合计	2 481.77	1 902.36	3 714.08	4 039.81	3 969.41	4 357.25	20 464.68
	培训时数	核安全	-	-	35 062	33 564	12 542	-	81 168
		辐射防护与工业安全	-	-	27 972	46 803	13 552	-	88 327
		技术	-	-	50 642	50 904	47 606	-	149 152
		管理	-	-	6 490	6 892	5 876	-	19 258
		模拟机复训	-	-	9 756	10 464	17 185	-	37 405
	合计	-	-	129 922	148 627	96 761	-	375 310	

说明:1)电站员工岗位变换率不包括为岭澳核电站准备的人员以及当年新入厂的人中专技校学生;

2)特殊工种的授权统计含核燃料操作工、现场试验主管和特殊作业工种;

3)培训时数 1999年未纳入统计范围。

4.9 物资管理与成本控制

分类/代码	统计项目名称		1994	1995	1996	1997	1998	1999	累计
物资消耗	库存常用物资 (RUN,万美元)	消耗	-	-	381.70	643.60	416.32	572.82	2 014.44
		平均库存	-	-	2 056.78	2 489.70	2 520.33	2 511.56	-
		库存周转%	-	-	18.56	25.85	16.25	22.81	-
	库存战略备件 (SSS,万美元)	消耗	-	-	229.25	222.64	331.17	320.03	1 103.09
		平均库存	-	-	7 644.00	7 471.33	7 577.67	8 077.51	-
		库存周转%	-	-	3.00	2.98	4.37	3.96	-
	合计(万美元)	消耗	-	-	610.95	866.24	747.49	892.85	3 117.53
		平均库存	-	-	9 700.78	9 961.03	10 098.00	10 859.07	-
		库存周转%	-	-	6.30	8.70	7.40	8.43	-
库存统计	年末库存	品种(项)	36 980	43 956	44 186	43 981	44 854	44 674	-
		万美元	7 969.31	9 381.00	10 556.40	9 939.16	10 468.00	10 698.06	-
	库存领用	品种(项)	9 488	15 676	10 036	13 704	6 659	7 609	-
		万美元	533.55	677.41	607.64	866.24	747.49	892.85	-
	库存盘点	品种(项)	25 596	8 362	14 308	10 178	11 934	21 585	-
		差错率%	6.00	5.00	0.49	0.34	3.04	0.76	-
电站成本	燃料成本	百万美元	67.7	53.8	62.2	58.1	54.6	58.0	232.9
	日常运行维修成本	百万美元	26.6	26.2	29.8	27.7	22.2	21.2	100.9
	换料大修成本	百万美元	9.6	16.8	20.8	19.9	23.9	17.1	81.7
	行政管理成本	百万美元	2.2	2.8	3.3	3	2.2	2.0	10.5

说明:1)库存常用物资指单价低于1万美元、有领用记录的物资;

2)库存战略备件指单价低于1万美元、无领用记录和单价高于1万美元的物资;

3)电站日常运行维修成本中未计入电站员工的工资。

4.10 换料大修主要指标

大修代号	101	201	202	102	203	103	204	104	205	105	206	106
大修名称	10年+MIS	1年+IP+3LP	10年+GT+GT	1年+GT	1年+MIS	1年+GT	1年+GEV	1年+GEV	1年+IP	1年+IP+GEX	1年+3LP+GEX	1年+GEX
大修日期	94.12.17	95.04.04	95.12.15*	96.03.31	96.12.10*	97.03.11	97.11.22	98.01.24	98.11.16	99.01.26	99.11.16	00.01.14
并网日期	95.02.24	95.05.20	96.04.09	96.05.26	97.02.24	97.05.10	98.01.15	98.03.20	99.01.03	99.03.12	99.12.30	00.02.23
达满功率日期	95.07.08	95.05.26	96.04.14	95.05.31	97.03.01	97.05.13	98.01.20	98.03.25	99.01.11	99.03.18	00.01.05	00.02.27
解列-并网(天)	69.2	46.9	111	56	65	59.6	54.5	55.4	48.6	45	45	41
解列满功率(天)	203	52.2	116	61	71	64.1	59.6	60.5	56.1	51	51	45
人因	5	6	7	3	4	3	0	2	3	1	2	2
设备	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	2	1
设计	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
事件总数	8	7	8	5	6	3	0	3	3	0	4	3
其中:1级事件	2	3	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0
人因	15	7	9	8	13	12	14	12	26	5	8	9
设备	4	1	2	1	8	2	10	15	8	5	14	6
设计	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
事件总数	20	8	11	9	21	14	24	27	34	10	22	15
人身轻伤	0	1	1	1	0	2	1	1	0	1	0	0
未遂事件	16	8	13	12	6	10	3	4	6	4	8	0
火灾事故	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
火灾未遂	6	2	2	2	1	2	1	2	2	0	0	1
集体剂量(人·mS)	1 018	534	829	807	511	551	474	544	573	603	572.5	491
个人剂量在7-20 mS间的 人数比/%	1.53	0.4	0.7	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0
体表沾污(人·次)	5	4	3	2	1	6	3	1	3	3	2	3
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	7 136	8 11	8 11	8 11

说明:1) 根据电阿安排,202大修提前5天新列,203大修提前12天新列;两次大修的实际开工日期分别为2002.05.12,20;2003.06.12,22;

2) 203大修起称为内部运行事件,其界定范围有所扩大,包括了辐射防护、工业安全等方面事件

4.11 机组停堆解列统计表

序 号	日期(1999年)	原 因	机 组
1	1月26日	按计划停机停堆进行第五次换料大修,于1月26日19:30开始降负荷,23:45与电网解列	1号
2	3月12日	105大修并网试验一次成功后,根据电网计划安排,于3月12日23:53与电网解列	
3	11月16日	按计划停机停堆进行第六次换料大修,于11月15日11:30开始降负荷,16:16与电网解列	2号
4	12月30日	206大修并网试验一次成功后,根据电网计划安排,于12月30日18:40与电网解列	

4.12 机组降负荷运行统计表

序号	开始日期 (1999年)	功率水平/MW		降负荷运 行时间/h	计划类别	降负荷 主要原因	机组
		初始	最终				
1	1月25日	984	925	24.0	计划	检查 VVI/SG 安全阀压力值	1号
2	3月31日	984	500	0.5	计划	RGL04 试验	
3	5月2日	984	760	21.0	非计划	9902号台风	
4	5月12日	984	858	18.1	非计划	处理 APPI02PO 排气管泄漏故障	
5	6月7日	984	760	12.0	非计划	9903号台风	
6	8月22日	984	760	15.9	非计划	9908号台风	
7	9月8日	984	760	10.0	计划	"Y2K"应急计划演习	
8	9月16日	984	760	31.7	非计划	9910号台风	
9	9月26日	800	760	14.1	非计划	9913号台风	
10	10月19日	984	900	669.0	计划	年度发电任务限制	
11	11月16日	900	760	1060.0	计划	年度发电任务限制	
12	12月22日	760	660	5.5	非计划	GSE001VV 自动关闭	
13	1月21日	968	500	0.6	计划	RGL04 试验	2号
14	2月12日	984	800	224.0	计划	春节保电	
15	3月13日	984	760	136.3	计划	电网要求,配合1号机组提前并网	
16	3月28日	984	956	0.9	非计划	更换 2GFR162F1	
17	5月2日	984	760	27.3	非计划	9902号台风	
18	6月7日	984	760	9.0	非计划	9903号台风	
19	8月22日	984	760	26.0	非计划	9908号台风	
20	9月8日	984	760	8.0	计划	"Y2K"应急计划演习	
21	9月16日	984	760	30.7	非计划	9910号台风	
22	9月26日	984	760	17.5	非计划	9913号台风	
23	9月30日	984	760	303.8	计划	国庆保电和电网要求	
24	10月19日	984	860	640.0	计划	年度发电任务限制	

4.13 电站运行事件汇总

事件编号 及发生日期	事件 分级	事件名称	事 件 简 述	事 件 原 因
LOER-1-990001 1998.12.24	0	DVC碘过滤器积水,造成主控室事故状态备用通风功能丧失	1998年12月24日,在进行1DVC 002ZV年检时,1DVC 002ZV启动后立刻跳闸。检查发现在1DVC001/002PI及风机部分管道有大量积水,造成该系统事故工况下的主控室备用通风功能丧失。立即更换碘过滤器并进行其效率试验恢复系统功能	设备:管道没有安装保温层产生凝结而积水;规程S1DVC001 S2DVC001 S0SAT001未要求开启7D9和710VA
LOER-1-990002 1999.01.24	0	PT DVC 002发现该两风门开关状态与要求相反	1999年1月24日,执行年度周期试验PT-DVC 002时发现DVC 002/102风门与要求的状态相反,进一步调查确认该两风门的操作机构装反,该事件导致DVC的安全功能受到影响(事故工况下,主控室有被放射性污染的危险)	设备:安装期间QC不足,没有发现阀门装反;维修大纲没有相应的检查要求,造成运行几年后才发现阀门装反;运行和维修人员对该阀门的认识不足
LOER-1-990003 1999.01.19	0	1RCV001PO和1ASG001PO同时处于隔离状态,不满足技术规范要求	1999年1月29日夜班,根据大修计划,实施EPP 1RIS263FW贯穿件试验票,将1RCV001PO隔离。1月30日,STA接班后发现1RCV001PO与1ASG001PO同时处于隔离状态(不可用),与技术规范中正常冷停堆工况“可用的RCV泵和ASG泵不同列”的要求不相符。立即通知值长这一异常情况,8:00,运行解除1RCV001PO隔离票,1RCV A列泵恢复可用	人因:在QSR设备可用性要求的图表中没有给出贯穿件设备实验应隔离的窗口;实验文件没有风险分析;三天滚动计划上没有反映贯穿件实验的安全相关性;技术规范不易使用
LOER-1-990004 1999.06.04	1	柴油发电机抗震支撑未达设计要求	在岭澳核电站的设计审查时发现大亚湾核电站的柴油发电机抗震支撑的设计准则未达到FSAR中要求的SSE级,而是1/2SSE,并且在现场检查中发现抗震支撑的一些缺陷使得现有状态甚至达不到1/2SSE的要求,使机组在地震工况下不能保证柴油机的可用性	设备:设计阶段误用柴油机支撑的1/2SSE准则;机械支撑与上下土建结构基础面上无横向限位防滑装置
LOER-1-990005 1999.06.13	0	使用碘浓度超标的1REA004BA,从而违反技术规范要求	1999年6月13日17:30,化验1REA004BA碘浓度为7705 μg/g;运行人员将1REA004BA投入运行到6月15日,而当班STA也没有及时发现此问题。违反技术规范关于“REA碘罐碘浓度超过7700 μg/g而不可用,后撤时间为1小时”的规定	人因:主控和STA对化学分析结果的风险意识不足,抄表和投运设备及监督时都没有发现碘浓度超标;报表形式不够规范醒目
LOER-1-990006 1999.08.10	1	应急柴油机冷却水软管破裂,导致柴油机不可用	1999年8月10日9:00按计划进行1LHP001GE柴油发电机组月度试验,启动后约7分钟出现“200BA水位低”报警,触发柴油机跳闸。经转机人员检查,确认为冷却水系统203FL软管破裂,冷却水外泄引发水位低报警并跳闸。更换新软管并重新预热后再次试验,结果满意。此次软管破裂导致LHP不可用10小时20分	设备:203FL软管内层橡胶厚度不均匀,局部过薄,质量没有符合设计的寿命要求

续表

事件编号 及发生日期	事件 分级	事件名称	事 件 简 述	事 件 原 因
LOER-1-990007 1999.10.02	0	部分 KRT 通道定期试验超期	STA 对电厂第三季度 GOR 定期试验执行情况进行抽查时,发现 OPH 负责的 1、2 号机 KRT011-055MA 及 9KRT501/502MA 共 32 个放射性探头阈值月度校验超期执行。1/2KFT*** 阈值校验在年度计划中是安排在 9 月 20 日-26 日(第 38 周)执行,但实际执行日期是 10 月 2 日,考虑到上一次执行日期是 8 月 4 日,这样,相关试验超过周期裕度	人因: OPH 内部检查监督机制不健全;实验负责人对计划不够重视;检查阈值的定期实验仅有月度计划跟踪,安排不够紧密
LOER-1-990008 1999.10.09	1	9RR1 系统 2 个支架漏装和 2 个支架功能需要修改	通过岭澳核电站设计审查,发现法马通的一核设计错误,9RR019,9RR1164 管线上各少装一支架,9RR1137-141,9RR1139-143 管线上各少装一支架,管线应力无法满足 RCC-M 要求	设备:生产厂家法马通使用的应力计算结果错误;审查时也未发现这一错误。(注:设计阶段的人因错误归为设备故障)
LOER-2-990001 1999.05.24	0	2RCF002/003PO 主泵一级消防自 205 大修以来不可用	1999 年 5 月 17 日,MSM/OPH 人员根据 PNSC 会议要求,进入反应堆厂房检查,发现 2JPI042/044VG 二氧化碳气瓶启动装置上的小轴均未装垫圈,不能保证可靠启动,导致对应 2RCF002 及 003PO 主泵一级消防自 205 大修以来不可用	人因:PT 规程上未注明垫圈及开口销功效;实验人员缺乏对消防设备的了解;垫圈开口销易丢失;OPH 独立检查不够
LOER-2-990002 1999.08.19	1	2ASG002PU 疏水器运行故障导致 2ASG001TC 汽轮机进水而不可用	1999 年 8 月 19 日,现场检查发现 2ASG001TC 汽机轴封处有连续小股水流,之后汽机专业人员进一步查实 2ASG002PU 工作异常,不能疏水,其结果导致 2ASG001TC 汽轮机进水而不可用。事件发生后,更换了 2ASG002PU 疏水器部件,疏水器运行正常,2ASG001TC 恢复可用。该事件造成 2ASG003PO 不可用 8 小时	设备:疏水器内部机械卡涩
LOER-2-990003 1998.09.24 (1999.9.24 发现)	0	205 大修期间部分项目未按 GOR 9 的要求进行校验	在 205 大修期间,因个别工作安排不当和缺乏检查手段,以下工作没能按 GOR 9 要求的周期进行,违反了技术规范要求: 1) 2SAP001/005/007SP 校验; 2) 2SARD01MD/001MP 零点检查; 3) 2RRAD40/041/042/043MM 阈值及零点检查	人因:GOR 要求的零点检查方式与实际不符;规程 PT I XRRA004 中操作要求与实际不符;审核人员的专业技能不够
LOER-2-990004 1999.09.29	1	2 号机 2 号蒸汽发生器给水母管反应堆厂房段设计应力不符合要求	大亚湾核电站在执行“主蒸汽、主给水管线阻尼器减少计划”合同中,西屋公司发现 2 号机 2 号蒸汽发生器给水管线的设计应力计算假设错误,导致管线设计应力超差。后经法马通公司计算核实,确实存在设计应力计算错误,也就是设计应力不符合地震工况下的应力要求,但不影响机组的正常运行。进一步的研究和解决方案的确定正在加紧进行中	设备:法马通在设计阶段采用了错误的假设,使 2ARE02 管线的应力超差

续表

事件编号 及发生日期	事件 分级	事件名称	事 件 简 述	事 件 原 因
LOER-2-990005 1999.11.23	0	2LGB101 故障导 致 A 列电源失去 辅助电源	1999 年 11 月 23 日, 在卸料前进行的 TS/TA 倒电试验时, 由于 LGB101 开关合不上, 导致 A 列电源失去辅助电源, 同时也不能将其重新倒回主变供电, 此时 LHA 由柴油机供电。经现场检查处理后重新进行倒电试验成功。当时机组处于换料冷停堆, 技术规范要求一列电源可用即可, A 列电源将要进行隔离, 故对安全无影响。为了更好查找原因, 将该事件定为电厂运行事件	设备: 开关的电显示信号不能完全正确反映开关的实际状态。可能的人因: 开关操作的时候没有真正将扳手扳到 '1' 的位置
LOER-2-990006 1999.12.04	1	未能正确使用专 用增力工具导致 RCP 主泵 2 号 3 号轴封压盖螺栓 力矩不足	1999 年 12 月 4 日, MRM 主泵 (RCPO3PO) 工作负责人领出新的专用增力工具, 工具盒内的说明书上说明该专用工具使用时需加一修正值 (0.71), 也就是说, 按维修大纲的要求, 主泵 2 号、3 号轴封压盖螺栓力矩标准为 $1420 \text{ N}\cdot\text{m}$ 。而历次大修以来, MRM 人员所领出的专用工具都没有说明书, 因此没有加一修正值 (0.71)。根据理论计算, 主泵 2 号 3 号轴封压盖螺栓实际力矩值比要求值大约小 $412 \text{ N}\cdot\text{m}$ 。 由于未能正确使用专用工具, 并导致多台主泵出现同样的错误, 属共因事件, 因此将该事件等级定为一级运行事件	人因: 工具欠缺附带之使用说明书; 工作人员工具使用培训不足; 规程中保证主泵轴封螺栓上紧力矩的检验保证手段不够
LOER-2-990007 1999.12.22	0	2LHA001JA 的直 流操作电源跳闸 导致 LHA 母线失 电	1999 年 12 月 22 日按计划进行 PT2LHP 001 柴油发电机组试验。当打开 LHA001JA 后, 出现 LHA 003AA (LHA 进线开关不可用) 报警, LHP 正常接入 LHA 运行。当断开 LHA002JA 时 (准备切回 LGB 供电), LHA001JA 不能合上, 造成 LHA 失电大于 20 秒并出现 DEC 报警信号, 随后立即重新合上 LHA002JA 恢复至 LHP 供电。经检查发现是 LHA001JA 的 125VDC 操作电源开关跳闸, 重新供电后回到正常 LGB 供电并停运 LHP。该事件导致机组处于 RRA 连接中间冷停堆状态时丧失 LHA 而同时 ASG003PO 的再鉴定未完成, 违反了技术规范中关于 LHA 可用性的要求	设备: 125 V 交流开关故障跳闸, 但根本原因不明; 操作员未及时处理 125 V 直流开关故障跳闸前出现的报警
LOER-2-990008 1999.12.28	0	给 2PTR001BA 补 水不当, 导致乏 燃料水池水位低 于 19.3 m	1999 年 12 月 28 日, 由于 2RCV002DE 的硼饱和操作, 2PTR001BA 水位偏低 ($< 15.3 \text{ m}$), 为使 2PTR001BA 水位恢复正常, 运行人员在当班 STA 商量后, 用乏燃料水池的水给 2PTR001BA 补水, 这样导致乏燃料水池水位低报警 (低于 19.3 m), 违反了技术规范要求。另由于乏燃料水池低于装罐池的水位, 其压力差使得两池间的闸门故障开启, 闸门操作机构的齿轮损坏	人因: 大修计划未得到严格遵守; D 规程中未要求 RCV 补水方式在线修改; 值长与操作员交流不够; 没有选择保守的安全决策; 技术规范书描述不准确

4.14 工业安全和消防统计

4.14.1 1999年工业安全事件汇总

序号	事件时间	地点	描述
A99001	99.3.11	NX	检查 NA218 通风时, 另外一人关门时压伤当事人拇指
A99002	99.12.17	NX	在 MTS 做 9TEG004BA 水压试验的 23 公司一员工拆卸堵头时, 从罐顶跌落, 眼眉跌破, 右脚根部骨折

4.14.2 1999年工业安全未遂事件汇总

序号	事件时间	地点	描述
N99001	99.1.29	1WX	一起重工在起吊 1VVP 阀门时, 作业不当, 损坏一根尼龙吊带
N99002	99.2.6	1MX	一工作负责人在起吊 1SENO01ET 时, 作业不当, 将一根载荷 1t 的钢丝绳拉断
N99003	99.2.9	1MX	淮南检修人员测量 1GEX001GE 发电机定子线圈绝缘后, 放电时间短, 导致人员检查时被残余电荷轻微电击
N99004	99.2.18	1MX	工作负责人持隔离许可证对 1CCR001ET 盘车作业前, 发现盘车电机加热电源开关 1LMD041JA 处于合的位置, 2月2日该开关曾被隔离, 不知何时被合上
N99005	99.3.2	2MX	MIC 人员在检修 2CGR057LP 时, 未严格执行工作过程要求, 造成拆表时少量油喷出
N99006	99.3.8	BX214	性能试验科一民工在清理仪表仓库时被货架上掉下的打印机电料盖打伤头部, 经上药处理后恢复工作
N99007	99.3.15	1MX	OPO 在执行 1CTE101BA 隔离操作时误将 1LCS02 断开 (应断开 11LJ002)
N99008	99.3.15	1MX	1APP-A 列在运行中, 测压管段上一联结处断开并脱落, 喷射出蒸汽
N99009	99.3.18	PX	2CF1001MO 与 2CF1007MO 电源线接反, 可能造成设备和人身的损伤
N99010	99.4.4	1MX	OPO 人员在 1MX 巡视中看见从 GET 风机处落下一长 33 cm, 宽 3 cm, 厚 1 cm 约 1 kg 重的钢条, 未造成伤人事件
N99011	99.5.6	深圳机场	MAP 车队一名司机在深圳机场接人时被后车门挤伤手指, 经医院手术处理后恢复工作
N99012	99.5.27	2CTE	MSM 工作人员取得隔离票 (9RW4990), 工作负责人验证设备和隔离后解体阀门 2CTE187VC, 突然大量水喷出, 造成两名工作人员全身淋湿
N99013	99.5.31	QA 附近	下午, 二核中建二局一辆运输空集装箱的卡车在 QA 附近将空集装箱翻在路边, 砸坏保卫系统铁丝网
N99014	99.8.20	2MX	晚上, MEE 人员在对 2SEK00700 电机维修后, 进行点动转向试验时, 由于控制和信息交流失误, 在送电时作业人员仍在接线, 并碰到了带电电源, 险些造成人员触电伤亡事故

续表

序号	事件时间	地点	描述
N99015	99.8.25	NX	MIC 一员工由于走错间隔造成 1DVW003ZV 和 1DVW003RS 跳闸
N99016	99.11.16	2号龙门吊	上午起吊假封头时, 一个钢圈套从假封头上(约高 6m)掉到地面(大修)
N99017	99.11.17	2WX	MRM 人员在 2VVP003VV 装卡子时, 由于该油箱顶部密封失效, 作业时因抗燃油回流, 导致部分外溢, 当流至下方高温管道上时, 蒸发出有毒气体, 工作中止半小时, 人员撤出(大修)
N99018	99.11.21	2MX	2APAL13 阀作业现场, 从约 4m 高处落下一把小铁锤, 幸好无人在下方(大修)
N99019	99.11.21	2RX	在打开压力容器 2RCF001BA 顶盖存放间盖板的过程中, 由于盖板部分螺孔螺纹乱丝, 拧进的起吊吊耳不够深入, 在起吊开始时, 一只吊耳滑脱(大修)(详见事件单 ESOPE1999007)
N99020	99.11.26	2KX	在关闭 2RIS004BA 人孔门, 正在安装衬板时, 由于工作人员没有托稳衬板, 使该衬板从高空 1.5 米坠落下来, 砸在下方仪表 2RIS003MT 上, 使仪表通往容器的短管被砸弯(大修)(详见事件单 ESOPE1999009)
N99021	99.11.29	2MX	在吊运 APP 防爆门时, 在离地面 2m 高处内胆脱落, 掉落至低压缸未级叶片的隔板上, 造成四处砸伤(大修)
N99022	99.11.30	PX	下午 NEPC 人员持 9PW3310 许可证给检修完的 2CFI101PO 电机接线时, 发现电机加热器带电, 立即停工, 通知运行人员处理(大修)
N99023	99.12.16	2MX	HNMC 人员在维修汽水分离再热器 A 列的工作中, 一把扳手从顶部(约 20m)掉至 0m, 幸无人员受伤(大修)

4.14.3 1999 年消防未遂事件汇总

事件编号	时间	位置或系统	分类	描述
N99001	99.5.17	JPI	人因	205 大修执行 FT 2JPI001 定期试验后复位时, 2JPI018/042/044VG 二氧化碳气瓶瓶头阀启动装置未装垫圈, 不能可靠启动, 导致 2RCVD01PO(上充泵)和 2RCF002/003PO(主泵)一级消防系统不可用
N99002	99.8.28	DSI	电气	约 19:30 值班警卫发现设备码头附近地井冒烟, 报警后启动二级干预队及消防队, 在断开电源开关后, 打开地井盖板, 用二氧化碳灭火器将地井内被水浸泡而放电的 ODSI011TR 变压器上的明火扑灭。本事件为重发事件
N99003	99.9.7	DVN	人因	2DVN294ST 校验后, OPO/MIC 人员临时决定将系统置于 US 状态(272ZV 风机、292RS 加热器通电运行)进行验证, 由于 292RS 下游 2ETY055VA 手动挡板未开, 气流受阻, 292RS 因冷却不良而过热, 结构材料被烤冒烟, 触发火警
N99004	99.9.17	GSY	电气	14:02, 1GSY001ZV(26 kV 母线套管冷却风机)在月度切换投运 3 小时后, 其 012FU 保险插座的一相引线因与端子接触不良长期过热而熔断, 风机跳闸、报警。事后检查, 插座局部碳化, 引线绝缘碳化脱落约 100 mm
N99005	99.9.28	2TA	人因	6 时许, 为 2 号机备用主变滤油机供电的临时电源盘进线空气开关跳闸, 在场值班的番禺顺兴公司人员在未查明原因的情况下连续三次重合闸, 导致开关内部强短路, 燃烧的弧光将进线开关烧毁, 上级开关跳闸
N99006	99.11.16	BX	人因	清晨约 1:30 分, BX 楼 206 办公室(MTS 性能科)一纸篓被烟头引燃, 烟雾触发火警探测器, BX 楼保安员及时响应, 准确查出出事房间并立即用水浇灭起火点
N99007	99.12.7	ZC	设备	20:30 分, 主控发现 ZC 厂房出现火警信号, 立即派班到现场确认, 现操在 ZC 内看到整个厂房烟雾弥漫, 烟源是 OSAP01CO 空压机电动机部分, 现场手动停运 401CO, 二级干预、消防队到场, 整个过程未见明火

4.15 辐射防护事件汇总

序号	发生日期	事件性质	事件描述
1	1999.05.26	放射性物质失控未遂事件	电站安全顾问上班经 UF 门时触发 γ 辐射报警仪, 经查他随身携带的笔记本内有一小片带放射性的胶布碎片, 这是他昨天从控制区带出的样品。25 日当他从控制区出来时经 CPO 辐射测量仪检测, 发现其笔记本有放射性, 他和在场的辐射防护人员认为是笔记本的封面被沾污所致, 遂将前、后封面撕掉, 又用 MIP10 污染测量仪检查认为正常后将本子带出。事后实验证明当时 MIP10 的量程放在 $\times 10$ 位置, 而检测低本底放射性时应放在 $\times 1$ 位置。
2	1999.01.31	人员体表沾污事件	— Framex 员工在 1 号机组堆内构件水池作业后因脱气衣不慎造成其头发沾污, 面积 $\sim 10 \text{ cm}^2$, 程度 6 Bq/cm^2
3	1999.02.12		二三公司一员工在 1RIS04VP 阀门检修时, 因探头检查时头部与设备太近而触及设备, 造成其下额沾污, 面积约 5 cm^2 , 程度 8 Bq/cm^2
4	1999.02.26		二三公司一员工在 1 号机组堆内构件水池拆吊装支架时一沾污的吊带碰到其头, 当时他只戴了纸帽。由于出汗和习惯性用手臂擦汗而造成头部沾污, 面积约 100 cm^2 , 程度 $4 \sim 50 \text{ Bq/cm}^2$
5	1999.12.03		Framex 一员工在反应堆法兰面检修后出控制区时发现其面部、颈部有约面积 50 cm^2 , 程度 $2 \sim 20 \text{ Bq/cm}^2$ 的沾污。估计用沾污的手或手套触摸过被沾污的部位。
6	1999.12.09		— 电站员工在 AC 厂房拆除主泵的 2、3 号密封时, 用冲子冲去密封的锁紧环时污染的水沫溅到脸上而沾污。面积约 50 cm^2 , 程度 $3 \sim 10 \text{ Bq/cm}^2$
7	1999.12.18		人员意外受照未遂事件
8	1999.02.03	控制区地面沾污事件	2PTR006DI 法兰滴漏造成 K562 房间地面沾污, 面积 2 m^2 , 程度约 20 Bq/cm^2
9	1999.02.07		1RENO20SP 流量计泄漏造成房间 N293 地面沾污, 面积约 1 m^2 , 程度 15 Bq/cm^2
10	1999.02.09		稳压器检修现场 R848 因控制不当造成污染扩散, 面积约 4 m^2 , 程度 15 Bq/cm^2
11	1999.02.08		2RCV007LP 压力计泄漏造成房间 ND331 地面沾污, 面积 4 m^2 , 程度约 60 Bq/cm^2
12	1999.11.01		TET 设备疏排水时流量过大、下游排水不及时使水从漏斗溢出, 造成房间 N252 地面沾污, 面积 15 m^2 , 程度 6 Bq/cm^2
13	1999.11.08		2号机组大修期间, 一回路升水位时引起 2RCR02MN 水位计滴漏, 造成房间 R450、R350、R250 和 R150 部分地面、墙壁和设备沾污, 程度约 22 Bq/cm^2
14	1999.12.13		2RIS167VP 阀门内漏, 使少量水外流, 造成房间 R151、R153 和 R157 地面沾污, 面积约 15 m^2 , 程度 $10 \sim 20 \text{ Bq/cm}^2$
15	1999.12.14		2RPE121DI 法兰有少许滴漏, 造成房间 R150 - 151 部分地面沾污, 面积约 6 m^2 , 程度 $5 \sim 24 \text{ Bq/cm}^2$

续表

序号	发生日期	事件性质	事件描述
16	1999.02.13	人因违反辐射防护规定事件	发现 105 所人员在控制区外擅自使用控制区专用的白纱手套和放射性废物收集袋, 给这类物品的管理带来不必要的混淆和放射性扩散的风险
17	1999.02.15		在对现场使用的铅屏蔽材料进行检查时, 发现有个别铅皮有较重的污染, 约 600 Bq/cm ² , 有较高的人员沾污和污染扩散风险
18	1999.11.18		—MGS 员工在擅自将 2RCV01FI 擦拭纸从 C2 门带出时被 RP 人员发现并制止, 后果是增加放射性物品失控的风险
19	1999.11.24		—MSM 员工在前往 2RCV02IRF 检修现场时擅自进入途经的一个用辐射警示带隔离的区域, 被 RP 人员发现后及时制止。该区域在燃料卸、装期间有较重的辐射泄漏和人员被照射的风险
20	1999.11.29		二三公司一员工身着污染控制区专用防护纸衣进入 NX 厂房电梯, 增加了沾污他人和污染扩散的风险
21	1999.12.02		在不明环境情况下, —MSM 员工将有较强辐射的设备放在邻近另一现场, 增加了该处的辐射水平, 影响了他人的工作
22	1999.11.19	其他辐射防护相关事件	2号机组大修期间, 2RCV224VP 波纹管破裂, 使回路水外泄约 10 m ³ , 造成 N225 等 6 个房间地面积水并沾污, 使房间 N294 的六个 KRT 辐射测量通道因本底高而不可用
23	1999.12.15		在检修 2PMC 时, 两个 Framex 员工在 1 小时内分别接受了 1.46 和 1.37 mSv 照射剂量, 高出预期值 1 倍。经现场检测发现现场存在 10 mSv/h 的辐射热点
24	1999.12.20		2KRT041MA 在 EBA 关闭前就被退出运行, 使反应堆厂房通风提前失去了放射性监测

4.16 广东大亚湾核电站 1999 年特许申请汇总

序号	CNPS 申请号	标题	申请内容及影响	实施状态	技术规范	NNSA 批准号	批准日期	备注
1	GJO - 600192 - LIC	对 DVC 0 01/0 0 2/0 0 3/0 0 4 ZV 进行年度预防性检修的通用特许申请	需要隔离相应的风机而使之不可用	正常运行期间	技术规范 T-4-2 规定: 如果有一台 DVC 风机 (001/002/003/004ZV) 不可用, 不论在什么运行工况下, 应在 3 天内使之修复。但不允许在正常运行工况下对 DVC 风机进行预防性检修	LIC - 600100 - GJO	1999.08.18	
2	GJO - 600216 - LIC	进行 1/ 2PTR001DI 泄漏维修的特许申请	需要停运 PTR 泵并排空相应管道从而中断乏燃料水池的冷却	正常运行期间	技术规范 4.5.5.1 规定: 必须至少保持 PTR 一台泵运行以确保乏燃料水池的冷却	LIC - 600111 - GJO	1999.09.30	整个过程需 40 小时
3	GJO - 600218 - LIC	关于打开 PTR728VB 的特许申请	燃料输送装置改造后进行再鉴定试验时, 必须打开安全壳隔离阀 PTR728VB 以确保试验的进行	正常冷停堆前	技术规范 4.9.2.1 规定: 当反应堆冷却剂系统加压时, 必须关闭所有手动安全壳隔离阀, 并且在所有必需的位置安装盲板法兰	LIC - 600116 - GJO	1999.10.26	试验需 48 小时

续表

序号	GNPS 申请号	标题	申请内容 及影响	实施 状态	技术 规范	NNSA 批准号	批准 日期	备注
4	GJO - 600231 - LIC	关于在正常冷 停堆下打开 2SAT 752 ~ 753VA 和 1SAT 052 ~ 053VA 的 特许申请	燃料输送装置改 造中, 需打开安 全壳隔离阀 2SAT752、753VA (1号机组为 1SAT052、053VA) 以给气衣提供压 缩空气	正常冷 停堆	技术规范 4.9.2.1b 规定: 如果机组处于正常 冷停堆工况及其以 上, 所有手动安全 壳隔离阀必须关闭	LIC - 600117 - GJO	1999. 11.19	需 36 小时
5	GJO - 600237 - LIC	在 2ASG03PO 全 流量试验结果 不满足 GOR 9 的条件下再继续 运行一个周 期的特许申请	在给水管破裂 事故工况下, ASG003PO 供给未 破管蒸汽发生器 的流量小于安全 准则	正常运 行期间	技术规范 GOR 9 规 定: 在绝对压力 8.6MPa 下向可用 蒸汽发生器提供的 流量应大于等于 45 m ³ /h	LIC - 600125 - GJO	1999. 12.23	适用于 2 号机第 7 循环
6	GJO - 600234 - LIC	关于安全壳贯 穿件试验时临 时中断乏燃料 池备用热阱的 通用特许申请 的补充申请	将中断一路 PTR 乏燃料水池备用 热阱的时间从 8 小时延长到 18 小 时	机组大 修工况	技术规范规定: 在换料冷停堆 工况, 当一列厂内 电源和一列 RRI/ SEC 热阱处于预防 性维修时, 要求另 一列厂内电源和其 相关的一列 RRI/ SEC 热阱及相邻机 组 RRI/SEC 对 PTR001/002RF 备用 冷却功能可用	LIC - 600120 - GJO	1999. 12.02	本申请是 原通用特 许申请 (GJO - 600113 - LIC) 的补 充申请

4.17 改造项目汇总

编号	项 目 编 号	项 目 内 容
1	MR-OTS-980014	2VVP, ARE系统管道阻尼器减少
2	MR-OPM-960014	2PMC 401 DC气动马达改为电动机
3	MR-OPO-950011	RRA反应堆冷却剂净化流量改造
4	MR-OTS-980012	2号反应堆更换41组新型先导燃料组件
5	MR-OTS-980024	CRF电机中性点改造
6	MR-MTS-990024	2号主变压器冷油器油管改造
7	MR-MTS-990005	2号机组6.6kV配电盘125V电源改造
8	MR-MTS-990012	2LN*变压器进线开关改造
9	MR-MTS-990014	2CRF海水管线加装牺牲阳极保护
10	MR-MTS-990006	2CEX冷凝器水室加装外电流阴极保护
11	MR-OTS-980043	2EAS183/184VB小支管改造
12	MR-OTS-980023	氢气冷却器改造
13	MR-OTS-980026	2STR泵轴承冷却水管路改进
14	MR-MTS-990042	2CEX泵加装密封水进水压力表
15	MR-MTS-990021	GCT/ADC限位开关改型
16	MR-OTS-980019	2号机组核燃料富集度增加后机组恢复8组控制棒驱动机构在线功能
17	MR-MTS-990018	2GST 101/201 PO基座改造
18	MR-OTS-980035	2RRJ001/003PO叶轮更换
19	MR-MTS-990039	9SHY变压器整流器跳闸回路改进
20	MR-OTS-980034	KZC Y2K问题改造
21	MR-OTS-970027	北区变电站扩容改造
22	MR-OTS-960003	BA楼供电、空调系统改造
23		水厂和专家村二级管网改造

第五章 专题报告

运行主值区域负责制的成功实践

柯国柱

1. 建立主值区域负责制的背景

大亚湾核电站是一座年轻的核电站，在调试启动阶段，由于人员经验不足，对设备、系统的认识不够深和技能欠缺，导致人因失误造成的停机、停堆事件相对较多。自从公司开展班组建设活动、实施“五年发展计划”以来，管理思路逐渐明晰起来。运行处管理层针对现场的实际情况进行分析、归类，并广泛征求意见，进行充分的总结和归纳后，发现现场管理主要存在如下几方面的问题。

(1) 现场管理认识上的偏差

在对现场管理的认识上，过去认为只要运行值有好的值长、操纵员即可保证机组的安全运行，因此在持照人员的培训、授权、知识、技能的考核上都能从严把关，国家也有相应的严格的法规文件；相对而言对现场人员的选择、培训、授权方面则没有一套完备的制度，师傅带徒弟的传统做法还在核电站这种高科技的现代企业中存在。

(2) 现场岗位责任不够明确

过去运行处对现场人员只定义了技术员和巡视员两个岗位，现场人员的岗位设置及责任划分不够明确。根据现场工作的需要和岗位分析，将现场岗位定义为现场巡视员、中级现场操纵员、高级现场操作员、运行技师及高级运行技师，对现场人员的岗位及负责区域重新审定，编写了相应的规程。全厂划分为五个区域，分别为外围 BOP 区域、1号汽轮机厂房 1MX 区域、2号汽轮机厂房 2MX 区域、电气厂房 LX 区域及核辅助厂房 NX、RX 控制区域（在大修期间它包括核岛厂房 RX 区域）。在管理上不是机械地把人定在某个区域，而是实行轮换制，各现场人员根据倒班的轮次，按顺序在各区域进行轮换倒班，保证现场人员熟悉全厂各区域。

(3) 现场操作人员的积极性没有充分调动起来

过去由于对现场管理不够重视，现场人员的岗位职责分工不明确，无法调动现场操作人员的积极性，使得现场工作出现混乱和拖沓现象，造成现场操作的质量不高，影响了机组的稳定、安全运行。

2. 主值区域负责制的基本内容

针对上述现场管理方面存在的几个问题,运行处通过全处上下讨论,对现场人员的岗位责任重新审定,制定了主值区域负责制,并编写了《主值区域负责制》的管理文件和相关规程,开始在运行处实施主值区域负责制度。

(1) 岗位设置

运行处的现场岗位经过重新审定后,定义为现场巡视员、中级现场操纵员、高级现场操作员、运行技师、高级运行技师五个岗位,而现场区域主值由高级现场操作员担当。主值区域负责制的实施,在体制上激活了现场人员的主观能动性,体现了管理上的深入。这一“深入”确定了主值要发挥“基层领导”的作用,明确了主值在职责与业务上为现场工作的带头人身份,从而一改过去现场工作的混乱和拖沓现象。主值一经确定为现场工作的发令人后,工作起来自然就名正言顺了。现场工作的安排与进度进入管理理念,消除了“人人发言”下的“真空地带”。现场主值区域负责管理机制的实施在业务上收到了喜人的成效。1999年,现场工作的高质高效有目共睹,这表明了现场工作人员对系统、设备的管理已走向一种“爱护”的层次。

(2) 主管的选拔、培训、授权

在管理思想上,运行处明确对主管的选拔、培训、授权方法应参照对操纵员的培训方法。就运行处当时的状况来看,现有的主管都是在电站投产初期来的。那时工作繁重,运行处内部也没有完善的现场培训措施,许多主管没有上过核电运行和高级运行(320/353)课程,他们几乎没有经过0-3字头的OJT的培训,理论知识缺乏。针对这些情况,运行处克服倒班人员不足的困难,在培训中心支持下,对现场人员进行基础培训,并在管理程序上进一步明确及细化了现场人员的培训授权和培训流程,同时加强外部的经验反馈学习和观摩。在1999年初,针对沙角“B”厂因现场高压加热器的隔离不当造成人员伤亡的重大事故,组织副值长、现场主值去实地考察、了解,将别人的教训作为学习内容,并写出总结报告。针对岳阳电厂发电机定子线棒冷却回路堵塞而造成发电机烧毁的重大设备事故,组织现场人员去考察、学习,吸取经验教训。这些均取得了良好的效果,并且针对现场主管大多缺乏管理知识的状况,处内适时组织了有关的管理培训。强调主值在运行处内部是最基层的管理者,作为一名管理人员就必须掌握一定的管理知识。作为现场主管,不但要管理好你所负责范围内的机组设备,更要想办法团结与你并肩作战的现场人员,要带出一个勇于打硬仗的团队。

(3) 对现场操作员的激励机制

主值们在谈到工作业绩的同时,都有一种深刻的体会,就是企业的成长在推动着个人的成长。现场区域主值负责制是企业和管理上的成长,而这种成长积极推动着个人的健康成长。主值要成为现场工作的“核心”,其个人的学习与培训自然从被动走向自觉,这对于运行处一直“郁郁寡欢”的老现场人员,新机制犹如一阵“春风”,其实人人都在主观上是“向上”的,这“春风”激发了老现场人员、老主值们的主观能动性,他们的潜能被挖掘出来了,工作起来有劲头了,工作质量自然就上来了。风险分析不单是操纵员们的事了,主值们已主动承担或参与。以前那种“等待”和“机械”的工作作风得到大大改善。

3. 主值区域负责制的实施效果

现场工作管理的好坏,从某种程度上是核电站赖以生存的重要条件。试想一个三天两头停机、停堆的核电站,一个由人因不断引发停机、停堆的核电站,如何在激烈的市场竞争环

境中生存？应该说，没有机组安全、稳定的满发，就没有企业良好的效率及成长，就不可能有进一步发展和扩张的空间。运行处的工作质量得到了较大提高，公司从上到下也给予了肯定，这与运行处全体员工的共同努力是密不可分的。其中，“主值区域负责制”的实施是取得这些成绩的有力保证。

(1) 现场管理水平的提高

在实施“主值区域负责制”以后，现场管理思路更加明确，值内管理更加有序。从管理上讲，实行“主值区域负责制”以后，结束了运行处以前现场管理“无序”的历史。以前现场人员由值长、隔离办、主控三方共管，责任不明。“多头管理就是没有管理”，这一点在管理学上已得到肯定，而现在明确指出，主值是现场管理的第一负责人，从纪律、工作质量等方面都得到较大提高。主值也普遍感到肩上的压力和责任，对现场工作更加关心。责任分清后，操纵员可以有更多的时间和精力关注主控室的事务。

(2) 保证机组稳定、安全运行

现场操作的质量直接影响到机组的稳定、安全运行。现场操作人员在某一方面来讲就是主控操纵员的“眼和手”。试想，如果一个人的“眼和手”不灵敏了，即使再聪明、勤思考也无法将处于萌芽状态的事故预想到。在以前，现场未实施主值负责制，现场的工作就由隔离经理、操纵员凭个人对某现场人员的信赖程度布置工作，忙的时候更是“抓到谁就是谁去干”，根本没有细细地考虑“这项工作他干过没有？”“他有没有能力去干？”“有没有人去监护？”等问题。如此这般，工作质量能得到保证吗？主值区域负责制的实施，解决了上述问题，大大提高了现场巡视、操作的质量，从而保证了整个机组的稳定、安全运行。

(3) 现场工作程序更趋合理化

实施“主值区域负责制”后，现场工作的程序几乎重新排列了一遍。交接班强调由主值进行，保证了机组的信息始终有一人在跟踪，不会出现信息丢失。隔离办、主控布置工作，一般都由主值去接收，简单看这样做只是一种工作交待方法的变更，实际这是一种“责任制”的延续，是明确“出了事故由谁负责”的问题。更重要的是该项工作在“操纵员这道屏障”之后又多了“主值这道屏障”。别小看这道屏障，它的意义和作用是非常大的。以前，工作完了，操纵员只听取汇报，这汇报可能有水分；而现在因为主值也要担责任，一般他都会亲临现场参与或监督该项工作，这样“人因失误”的概率就大大降低。正常运行，相对大修来讲现场工作要少许多，对巡视质量要求很高，任何“蛛丝马迹”都需要现场人员去发现、去确认，这当中主值的经验就起到了举足轻重的作用。大修时，现场工作繁多，工作项目的要求也不一样，有些是体力活，有些很需要技巧，这样，人员的合理搭配与使用，主值比操纵员更有发言权，因为他每天和现场人员“摸爬滚打”在一起，很清楚每个人的优点和缺点。

但是，在成绩的背后，我们必须清楚地意识到，这项工作才开展不到两年时间，有许多地方还不完善，还处于摸索阶段，还需要大家共同努力，弥补不足，配合值长全面抓好值内管理和队伍建设。

以业绩为核心的质量保证

蔡康元

1. 前言

很长一段时期以来,由于传统的质量保证比较多地局限在符合性检查,因此,人们常常把质量保证(QA)工作误解为仅仅是监管的要求或者说只是文件工作,而对核电站的总体业绩并不产生实际的影响。对QA的这种传统理解往往限制了质量保证工作对核电站的安全性和可靠性可能作出的应有贡献。但是近年来国际原子能机构(IAEA)通过专家对成员国的调查和了解,已经发现了这种运作模式和认识上的偏差,并且在1996年颁布了新的质量保证法规50-C/SG-Q,正式提出了以业绩为核心的质量保证思想。我国国家核安全局(NNSA)在1997年召开了该新法规的研讨会。经过大家讨论,认为在我国尚不具备推行新法规的条件,同时新法规虽然提出以业绩为核心的思想,却并没有推荐具体的实施细则。本文正是针对这一问题,首先分析以业绩为核心的质量保证和传统的质量保证在认识上的差别,阐明为什么要在大亚湾核电站推行以业绩为核心的质量保证;其次扼要总结大亚湾核电站近年来在推行以业绩为核心的质量保证上的具体做法和体会;最后阐述今后在继续推行和完善以业绩为核心的质量保证上的计划和设想。

2. 以业绩为核心的质量保证的特点

(1) 以业绩为核心的质量保证与传统的质量保证的差别

通过多年的工作实践和学习,结合自己的体会,我把以业绩为核心的质量保证和传统的质量保证在认识和理解上的差别和各自的特点在下表列出:

对传统的质量保证的理解	对以业绩为核心的质量保证的理解
质量保证工作仅仅是质量保证部门的责任	质量是每个人的责任,每个人必须参与质保工作
好的大纲和程序是成功的标准	达到作业的高质量才是成功的标准
质量保证仅仅是法规和监管的要求	质量保证应当可以为核电站业绩的提高作出贡献
质量靠检查和检验来保证	除了提供必要的培训、工作条件和环境外,质量必须在整个工作过程中加以控制
从事监督检查的部门和人员必须与功能部门保持独立	管理人员、生产作业人员和监督检查人员必须有良好的协调和紧密的合作,他们共同为获得高质量作出贡献
质保监督和监督强调的是符合程序的要求	不仅要符合程序要求,更要关注作业的实际效果
高层管理人员对质量保证工作的支持	高层管理人员必须亲自参与并且在具体行动上支持质量保证工作

(2) 推行以业绩为核心的质量保证的必要性

广东核电合营有限公司作为核电站的营运单位,已经正式提出了公司的五年发展目标,即在五年内要达到世界一流核电站的先进水平。基于上述传统的质量保证方式的弱点,尽管

大亚湾核电站质保工作在某些方面已经摆脱了传统思想的束缚，但是不可否认有些方面仍与以业绩为核心的质量保证思想存在较大差距，因此，推行并实施以业绩为核心的质量保证就成了大亚湾核电站赶超世界先进水平的重要手段，它可以比较有效地克服传统质量保证中常见的不足之处。简单地说，以业绩为核心，就是我们要关注每一项工作的实际效果，我们制定的每个标准和每个程序都必须考虑其实施的效果；更重要的是，进行质量管理，并不只是为了满足某个标准或某个程序的要求，满足标准（如核安全标准）只是最起码的要求，它并不能保证我们一定能达到公司领导所期望和追求的发展目标。因此，大亚湾核电站质量保证工作的核心目标也应当是提高公司的业绩，围绕提高公司业绩来开展质保工作。如果以业绩为核心的质保思想能真正深入每个员工（包括管理层）心中，并且能落实到具体的行动中，相信公司的业绩水平一定能再上一个台阶。

3. 大亚湾核电站推行以业绩为核心的质量保证工作的实践

(1) 组织分工和质量责任明确

大亚湾核电站自投入商业运行以来，始终强调组织机构要分工明确，接口关系要规定清楚，从而可以保证质量责任明确，如运行活动实行值长负责制，维修和试验项目实行工作负责人负责制，改造项目实行项目工程师负责制等。从组织和管理措施上明确各级人员的职责，对于保证质量和核安全，每个人都是一道屏障，每个人都有一份贡献。推行以业绩为核心的质量保证工作以来，更是强调管理人员参与质保工作的职责（他们要负责定出目标、制定计划、定期审查、采取纠正行动等），强调一线经理要直接对其责任范围内的各项工作的质量负全面责任。因此，保证质量和核安全绝不仅仅只是质量保证人员和核安全监督人员的责任，无论是管理人员，还是作业人员或是监督检查人员，他们只是分工不同，工作方式和内容不同，保证质量、保证安全、追求业绩应是共同的目标。

(2) 独立评估与自我评估相结合

独立评估包括 QC 检查、QA 监查和监督、安全工程师（STA）的检查等。实践证明对于核电站而言，这些独立评估功能是必不可少的，而大亚湾核电站的成功，与其健全和有效的独立评估体系是分不开的。

但是独立评估也有它的不足之处，即评价范围局限（如抽样检查）和时间滞后。为此，每个部门、每个班组还必须开展自我评估，这样不仅可以及时检查自己的工作，发现缺陷和及时纠正，同时可以定期地对自己的工作进行评审，不断寻找管理上的薄弱环节，以便取得持续的改进，这就是以业绩为核心的质量保证的重要表现。大亚湾核电站目前已经开展的自我评估方式有：员工 STAR 活动（Stop, Think, Act 和 Review）、管理者巡视、工作过程自我评估、管理计划实施的自我评估等等。1998 年在质保部的推动和帮助下，生产部和维修部已经有两个单位（化学科和仪控处）进行了管理者自我评估，1999 年已经进一步发展到各有 3 个单位开展管理者自我评估，并且已取得了良好的效果。自我评估活动的有效开展，有力地促进了持续改进，保证了公司业绩的稳定和持续提高。

(3) 经验反馈和有效的纠正行动跟踪体系的建立

PDCA 循环的基本思想就是质量改进，它包括四个过程：计划、实施、检查和纠正行动。大亚湾核电站在质量体系建立初期，就已建立了一套纠正行动跟踪体系，主要是针对质保人员发现的质量缺陷，制定了一套根据其严重程度和广度的缺陷分级方法和行之有效的跟踪系统。最近几年来，核电站更是建立和不断完善自身的经验反馈体系，不仅重视电站本身所发生的运行事件和内部事件的经验反馈（包括根本原因分析），同时重视外部的经验反馈，

不断地根据 WANO、EDF 等外部机构提供的信息,进行内部对比检查,提出经验反馈的行动计划。此外,目前大亚湾核电站的管理层非常重视工作过程中存在的问题以及相应的纠正行动的落实情况,因此无论是经理层召开的生产管理会议,还是各专业委员会召开的各类专业会议,都会制定相应的纠正行动计划,落实责任单位和完成日期,并由质保部门按时进行跟踪验证。

为了使所发现的质量缺陷和各项行动计划都能得到及时和有效的处理,质保部已建立了严格的管理和跟踪体系,同时,还制定了跟踪指标,定期对这些质量缺陷的纠正状况以及各项行动计划的完成状况向总经理部和生产经理层报告,并且在电站信息系统中发布。

(4) 质保检查和监督注重工作目标和效果

注重工作效果即注重作业目标的实现,要强调的是,这并不等于只要达到目的就可以不按程序办事,或者根本不要程序,而是要把程序视为手段,把业绩视为目的。要实现和长期维持良好的业绩,必须有严格的规章制度和合适的方法,但又不能把建立程序和使用程序作为管理的目标,要避免把质量管理体系的建立理解为仅仅是制订整套的书面程序和文件,而必须以提高业绩为宗旨,不断完善程序,让程序更好地为实现目标服务。质保部自 1997 年提出在核电站贯彻以业绩为核心的质量保证思想以来,在以下几个方面已作了重大改进:

1) 质保大纲文件描述的内容已不仅是法规的要求,而且包括公司为实现管理目标和业绩目标所制订的总体措施,这些措施适用于每个部门和每个人。

2) 质保检查和监督由经过培训和授权的合格的质保工程师进行,但为了使检查和监督工作更加深入,同时也为了有效地对工作过程和业绩进行评价,改变了以前仅由质保人员进行质保检查的做法,越来越多地邀请相关专业的专家参加质保检查,这样使检查工作更加有效。

3) 在制定年度检查计划和选择日常监督范围中,已经开始摒弃以往对质保大纲的每一要素定期进行检查的做法,而是更多地考虑核电站当前的实际状况,有针对性地选择薄弱的、可能有潜在问题的领域或对电站业绩有重要影响的活动安排进行检查和监督。

4) 质保检查和监督的基本依据是质量管理体系的管理程序。大亚湾核电站在做法上与以往不同的是:不仅把工作过程与程序管理要求的符合性作为检查重点(符合性检查),同时也对管理程序的合适性和有效性进行评价,对工作的实际业绩进行评价(以业绩为核心)。不仅如此,在质保检查和监督时,还参照 WANO 同行评估的准则以及国际上先进核电站的一些良好实践作为比较标准,通过检查找出差距,从而提高我们的业绩。

5) 贯彻预防为主的思想,而不是事后简单地检查记录,因此从准备、计划阶段开始介入,并且加强工作过程中的监督,以便及时发现问题并加以纠正。

(5) 质保监督检查与质保服务相结合

质保部是相对独立的一个内部监控组织。组织上的独立性保证了质保检查和监督的客观和公正。质保人员稍有不慎,非常容易给人造成一种“警察”的形象,使自己始终处于被检查部门的对立面,造成不太和谐的工作气氛,这样会大大降低质保工作的有效性。而从公司的整体利益来说,质保部门与其他部门的目标是一致的,每个人都希望公司的业绩不断提高。质保部门与其他部门都希望把大的问题和缺陷消灭在萌芽之中,质保部有义务从质量管理的角度让大家“第一次就把事情做对”。因此,我们首先提出了质保监督检查要与质保服务相结合,换句话说,既然目标一致,我们就要把被检查方看作是我们的“顾客”,质保检查本身也是另一种含义的支持和服务。不仅如此,1998 年公司质保部重新成立之际,我们

在组织结构上开创了新的做法，即由生产质量科和维修质量科分别派若干位质保工程师常驻在生产部和维修部，这样不仅使我们的质保人员处于一线现场，能够及时了解现场发生的情况和掌握各功能处的质量管理状况，而且由于经常与一线员工在一起，便于与对方协调和沟通，便于及时提供我们质保的支持和服务。在具体行动上，我们的做法是：及时把质保检查监督中发现的缺陷情况反馈给相关部门；协助其他部门对根本原因进行分析和帮助制定纠正行动计划；协助各单位开展自我评估；开展质保培训和管理程序培训；重大项目开工之前进行质保要求的讲解和以往缺陷情况的经验反馈等。由于这些努力，质保人员已经为广大员工所接受，更重要的是，各级管理人员已经认识到质保工作的价值，员工的质量意识也有了很大提高，他们不仅主动提供质量信息，有的管理人员还主动要求我们对某一领域进行检查或者提供培训。可以认为，一种和谐的工作氛围已经基本形成。

4. 今后的改进和设想

大亚湾核电站虽然在我国率先提出了推行以业绩为核心的质量保证（迄今为止 NNSA 并没在我国推行 IAEA 的新质量保证法规，大亚湾核电站主动向 NNSA 要求推行该法规），并且已取得了一定的成绩和经验，但是我们认为仍有不少工作要做。

(1) 质量管理必须与公司其他管理手段相配合

以业绩为核心，也就是要以公司的业绩目标为核心来开展质量保证工作，我们应把质量保证体系看作是有效运作的基础性手段，它必须服务于企业实现其发展目标。广东核电合营公司已经制订并正在实施《五年发展计划》，质量保证体系应是全公司各部门实现其目标的基础，质量保证体系的建立不仅要使各项活动受到严格控制，还必须在保证质量的前提下，以简单高效的方式运作，否则质量体系就会受到挑战，我们不能以建立质量体系或获得某种质量标准的认证为目的，必须对它不断优化，最大限度地适应生产发展的需要。

对于大亚湾核电站而言，公司的业绩目标不仅仅是生产目标、核安全目标，同时还有经济目标。换言之，我们在追求工作质量的同时，还应追求工作的效益，即关注工作的效率，减少管理和生产成本，适应电力市场竞争的需要。因此，公司各个部门应该大力开展 BPR（工作过程的优化），以期更大幅度地提高管理效率和经济效益。

(2) 推行以业绩为核心的质保检查和监督

目前的检查和监督计划虽然与传统的做法相比已经有所改变，但是为了能够使有限的资源发挥更大的作用，今后的改进方向应该是在保证覆盖面的前提下，根据以下信息来制定检查和监督计划：

- 1) 生产经理层的要求；
- 2) 各部门自我评估的信息；
- 3) 电站运行事件和内部事件；
- 4) QA 检查和日常监督的结果；
- 5) 外部检查或评估（NNSA, WANO, LAEA 等）的结果。

(3) 积极推行管理者自我评估

以业绩为核心的质量管理所强调的是管理人员、作业执行人员和监督检查人员共同为质量的获得作出贡献，并且各级管理者应当对自己责任范围内的工作质量负全面责任。因此推行管理者对自己负责的各个工作过程进行定期的自我评估显得尤为重要，这不仅是因为自我评估可以做得更全面、更深入，更重要的是可以激发管理者自身对于质量的责任感和主人翁精神，鼓励他们积极参与质量管理活动，为员工树立榜样和提供切实的支持。但是，真正的

管理者自我评估（而不是流于形式的）不仅要耗费精力，而且可以说是一个“痛苦”的过程，因为管理者必须勇于面对自己的不足甚至失误，这是一个超越自我的过程。在各部门管理人员进行自我评估的时候，质保人员应该积极参与和提供帮助，比如提供信息，协助确定评估领域，对于存在的缺陷帮助进行根本原因分析和制定相应的行动计划等等。对于评估所发现的薄弱环节应该制定监督计划进行跟踪。这样可以使一线管理人员充分认识质量保证在改进工作业绩方面的价值，从而使各功能部门和质保部门能更好地配合和协作，共同为质量的持续改进作出贡献。公司的自我评估机制真正有效建立之日，相应的独立评估功能就可以减弱，理想的质量管理体系和质量文化也就真正形成了。

大亚湾核电站生产记录报告文档一体化管理系统

李志成

1. 前言

所谓记录是指在仪器设备随核电站系统和设备运行状态变化而自动打印的原始信息（如各种记录仪和在线计算机系统的自动打印记录）和工作人员对设备运行状态的忠实记录（如各种抄表记录）。而报告是指工作人员按原始记录或工作过程加以分析总结，给出评价的、结论性的工作进展报告或总结报告，是记录的另一种表达方式。它们之间的特征区别是：记录一般都是固定的，具有一定的规律性；而报告将会随着人们管理思想的变化而不断演变。随着计算机广泛使用和科技信息化时代的到来，记录与报告的严格界限已经逐渐消失。

不论是记录还是报告，都是在电站营运活动过程中记录人们从事各项活动的意图、思想、数据、成功与失败的经验，都是核电站历史事实的真实写照。它们是核电站生产活动唯一留下的宝贵信息财富。完整无缺的搜集和系统整理与储存管理这些记录和报告，具有十分重要的意义。不仅为本核电站的安全生产和改进发展提供证据和依据，同时也是国家和社会的重要信息财富，是我国发展核电的技术储备的第一手材料。

记录和报告这两种文件有区别也有联系，为避免因界定记录或报告不准而给出不同编码的混乱，不区分记录还是报告，统称为记录报告。

依照国家核安全法规 HAF0402（86）的要求，大亚湾核电站的生产记录报告分为永久、长期、短期保存三种类型。凡是长期（16~50年）和永久（50年以上）性的记录报告，都应按照国家《档案法》及有关档案管理规范要求，组卷移交档案馆保存。所有这些记录报告的归档材料都必须满足下列“四性”要求：

（1）完整性：与项目有关的文件必须齐全，不得漏缺。

（2）系统性：归档文件应符合形成规律，层次分明，不可杂乱无章，要有连贯性，以便形成体系素材，便于研究活动过程规律。

（3）准确性：归档文件应客观反映各项工作和活动的真实内容和历史过程。

（4）原始性：归档材料必须是原始件或母本文件，以反映真实性。

由于核电站生产记录报告的特殊性和管理要求的严格性，但在国内、外都没有成熟管理经验可借鉴。因此，多年来通过不断探索，逐步形成了一套适合核电站记录报告特点的管理模式。

2. 背景简介

大亚湾核电站在工程建设期间的文件管理直接引用法国电力公司（EDF）的文件管理模式，即工程设计、施工、竣工文件编码完全采用法国电力公司的19位编码方法。这套编码系统为工程文件的管理起到了十分积极而有效的作用。它是工程阶段文件标识的唯一依据，也是处理大亚湾核电站工程文件的重要且唯一的工具。

进入生产阶段以后，由于工作过程方法已完全不同于工程阶段，文件的性质和产生方式发生了很大变化。实践证明，上述编码系统已不适用于生产阶段的记录报告管理。

因此，1994年自行研制出一套2个字母+4位数字（年代）的记录报告编码系统。这套

编码称为“文件编码规则”，其作为记录报告从产生部门送到资料处以后，仍然按文件处理方式标识的文件编码。也就是说，一份记录报告从产生到归档需经历三个管理阶段：即文件产生时，由文件产生部门自行定义文件名称及编码（内部码）；在产生部门存放一定时间后移交到资料处文件标引组，由标引工程师按“规则”对每一份记录报告进行文件编码、标引和著录后，送基准库作为基准文件保存；在基准文件库存放一定时间（至少2年）后下架转档，再由档案馆按“档案编码规则”重新标上档案编码、组卷归档入库。

经1994年至1997年几年来的应用结果证明：虽然在文件处理上简化了许多，但因只能用2个字母来定义600余种记录报告，界限模糊，不能准确定位和控制文件，经常出现同一类文件标识为多个编码；而有时不同类文件又标识为同一个编码，造成管理混乱。另外，因一份文件在三个不同阶段都要进行相同过程的不同编码、标引、著录处理过程，造成大量重复性工作。

1997年，在对这套编码几年来的应用结果进行认真分析研究的基础上，文档管理人员对已收到的记录报告进行重新分类，同时深入到各产生单位进行广泛调研统计，然后根据核安全法规HAF0402“核电厂质量保证记录制度”的规定要求，对每一种记录报告的规范名称、产生周期、保存期限、密级、分类编码进行了准确定位。在此基础上，编制了每一种记录报告与编码一一对应的“大亚湾核电站记录报告分类编码表”。任何一份记录报告从它开始产生就规定一个唯一的分类编码，这个编码即是记录报告作为文件时的文件分类编码，也是归档的档案分类编码。简称文档一体化分类编码。

3. 记录报告文档一体化管理模式

传统的文件和档案都是采用两种不同模式的分段式管理，即文件在现行使用阶段采用文件管理模式（产生、编码、分发、储存管理等）；当转化成档案时，再转入档案管理模式（分类、编码、立卷、入库）。如前所述，大亚湾核电站在1997年以前就是采用的这种分段式管理方法。实践证明，这种方法不适用于核电站生产记录报告的管理要求。为此，1998年以后，记录报告从文件产生到形成档案实施统一的管理方法，即文档一体化管理模式。

3.1 文档一体化分类原则与方法

核电站生产过程中产生的记录、报告种类繁多，而产生过程本身是无序和杂乱的，只有通过分类，才能将浩繁杂乱的记录报告分门别类，实现有序化，才能为文档的检索查询提供有利条件。文档分类必须遵循以下基本原则：

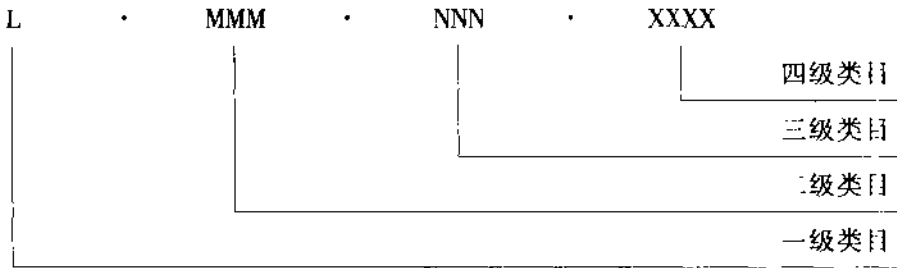
- (1) 要便于记录报告的收集和整理。这是管理好记录报告的重要环节。
- (2) 便于记录报告的检索和利用。从核电发展长远利益出发，注重专业功能结构的划分，避免因组织机构的变化而影响档案的连续性。既要保持各种记录报告在形成过程中的有机联系，同时又要分类标准一致，概念明确，界限分明，层次清楚。
- (3) 必须结合客观实际，符合人们的习惯要求。
- (4) 分类要简单可操作，便于文档管理与利用，尤其要适用于现代化计算机管理。

按照上述分类原则，结合大亚湾核电站的实际情况，以成熟的“生产质量管理手册”（PQOM）为分类依据，将记录报告对应分为19个功能技术领域。然后在每个功能领域内再按专业活动项目逐级分解到每一种记录报告。这种分类概念清楚，界限分明，也是人们已经熟悉和习惯的一种分类法，不论是文档管理人员还是使用人员都容易掌握。

3.2 分类编码规则

按照核电站生产记录报告的产生方式、活动项目、专业特性及产生时间等，将记录报告

的分类编码设计为四级类目编码方式：



(1) 一级类目：用 1 个字母代表大亚湾核电站生产活动中产生的记录报告。

(2) 二级类目：用 3 个字母表示主活动项。二级类目通常按照记录报告产生的方式与系统和设备有无直接关系而分成 2 类。如果与系统和设备有关或者是系统设备直接产生的（如：运行定期试验报告），就直接用 3 个字母的系统代码，这类情况不多。如果记录与系统和设备无关，或不能确定某单一系统，则可根据记录报告的活动内容按“生产质量管理手册”中所使用的 3 个字母功能码来表示，如 NSP——核安全，OPN——运行，MTN——维修等。

(3) 三级类目：用 3 位数字表示某类型活动下各种专业性工作。3 位数字的第一位通常作为区分专业工作的区分符，第 2、3 位数字通常作为记录报告的顺序流水号。考虑到记录报告随着核电站生产管理情况的变化可能会增加、撤消、更改等情况，三级类目的 3 位数字不连续，编码之间留有较大数码空间，以便增加记录报告编码使用。而对于已撤消、更改的记录报告编码不再重新使用。这就适应了生产记录报告的动态变化特点。

(4) 四级类目：用 4 位字符表示记录报告产生时间，如：表示是某年某月产生的用年代号（YYYY、YY00）、表示是某次大修产生的用大修号（0 * * *）、表示是某一燃料循环产生的用燃料循环号（C * * *）。

3.3 记录报告的规范和定位

大亚湾核电站投产初期，对记录、报告以及程序的界定不清，概念模糊，文件的格式和编码也具有随机性。如有些记录报告以程序（如 TN）形式发布，归为程序类管理，导致程序与记录报告混淆不清，管理混乱。因此，必须对记录和报告进行规范和定位。

(1) 定义的规范和定位：对每一种记录报告的名称要进行规范统一，避免因组织机构或人员的变动而变化。另外，将记录报告与程序进行明显界定。记录报告是证明物项和影响物项活动质量的客观证据，它作为一次性文件后即可形成档案保存。而程序是用于指导和规范工作行为的文件，可重复性长期使用，它们之间有明显区别。通过定义、名称的规范，并与分类编码表一一对应，使得记录报告的定位更加科学化。

(2) 表征信息规范：按照不同种类及用途的记录报告，设计了一套不同种类记录报告的标准格式，对各种记录报告的标准封面、编码、名称、页码等作出规范统一的规定。任何一份记录报告在产生时，就将文档一体化的编码标识在标准封面上，使生产记录报告一产生就处在规范的控制之中。也就是说，任何一份文件，必须事先获得“准生证”；产生后又有关规范化的“身份证”。这样，才能准确定位每一份文件材料，避免了定位不准、文件类别混乱的现象。

(3) 编码规范：在电站生产初期的记录报告分别编制了文件与档案两个编码手册，即 MN/DOC/111《文件分类编码规则》和 IP/DOC/143《档案分类编码规则》。这两种编码方式完全不一样，而文档一体化管理体系将上述两个手册统一为一个程序 TS/DOC/105《生产记录报告分类编码规则》，记录报告从开始产生到入库贮存，编码始终不变。

(4) 计算机管理软件的规范：生产运行开始后，文件和档案分别使用两个软件管理，即作为文件时的记录报告由 DAS 软件管理，转档后由 ARCOSY 软件管理，而文档一体化以后，统一由一个软件系统管理，从而使得计算机管理记录报告变得相对简单，同时通过计算机网络，不论在任何一个文件站均可查阅到某一记录报告所处状态及其主要信息。

3.4 一体化处理流程

由于对记录报告的信息进行一体化规范和处理，从而实现从文件到档案的全过程“流水线”作业处理，即后一工序不重复前一工序的内容，详见图 1。

(1) 文件实体一体化处理流程

当一份记录报告产生时，由文件产生部门将文档一体化的编码打印在规定的相应标准的记录报告的封面上（若是新产生的，首先通过资料处文档控制组取码，同时编入编码表中）。经控制组确认编码无误后将复印件分发。原件保留在文件产生部门，以便完整归档移交。

文件产生部门按规定时间组卷以后，送档案馆集中管理。按文件价值可分为三种：

1) 没有保存价值的文件不归档，由产生部门自行销毁。

2) 短期（15 年内）具有参考价值的文件，不必组卷，可直接装文件夹（盒）送资料处短期档案库保存。

3) 按照有关规定（如 HAF0402，FSAR…等）要求需要长期（16~50 年）和永久性（50 年以上）保存的记录报告，由产生部门按归档要求组卷后，再送档案馆。库房收到需要长期保存的档案，经检查合格，进行案卷编号及案卷表征标识（封面标识、卷盒背脊标识），并将案卷及入库排架信息录入计算机。然后由计算机打印一份全引检索目录用以手工查询。这样在档案利用时，既可用计算机查询，也可用手工查询。

(2) 著录标引一体化流程

全厂采用统一软件联网运行，即文件产生时，由产生部门将记录报告的有关信息（如：标题、密级、编码、保存期限等）录入计算机。当转档时，再将组卷的案卷号录入计算机后，送 OPD 文档收发组，经验收合格后，收发组资料员对案卷进行编页打号，并将有关信息录入计算机。再由收发组移交到档案馆，由档案管理人员进行案卷入库排架编号，并将有关信息录入计算机。

这样一来，从记录报告产生到最后归档入库，从技术和方法上都避免了先文件后档案的二次处理流程，实现了文档一体化的一次性处理，减少了文件处理工作量，节省了大量人力资源，并可通过计算机网络跟踪文件所处的状态和位置，便于远距离查询，实现管理自动化。

3.5 记录报告的动态控制模型

由于核电站的记录报告种类多、状态变化大的特点，采用“树枝图”式逻辑关系加以控制。按 19 类生产活动分为 19 个树枝图。将核电站全部 600 余种记录报告分别排列在这 19 个树枝图中。为便于记忆和动态控制，将 19 个树枝图编辑成“图册”。任何增加或减少，按类别增减在相应图中。例如，核安全管理与监督类的树枝图见图 2。

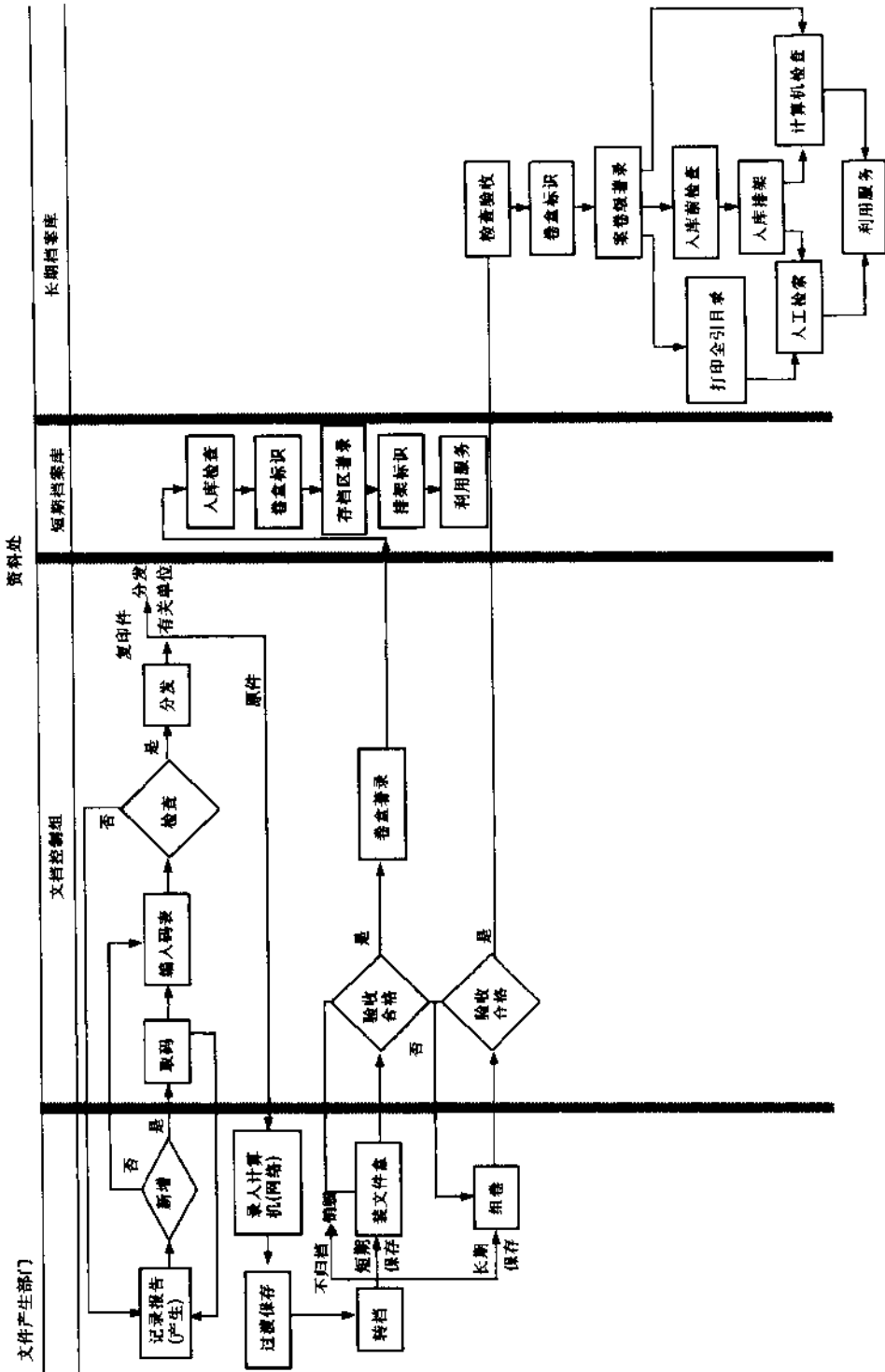


图1 记录报告文档一体化处理流程

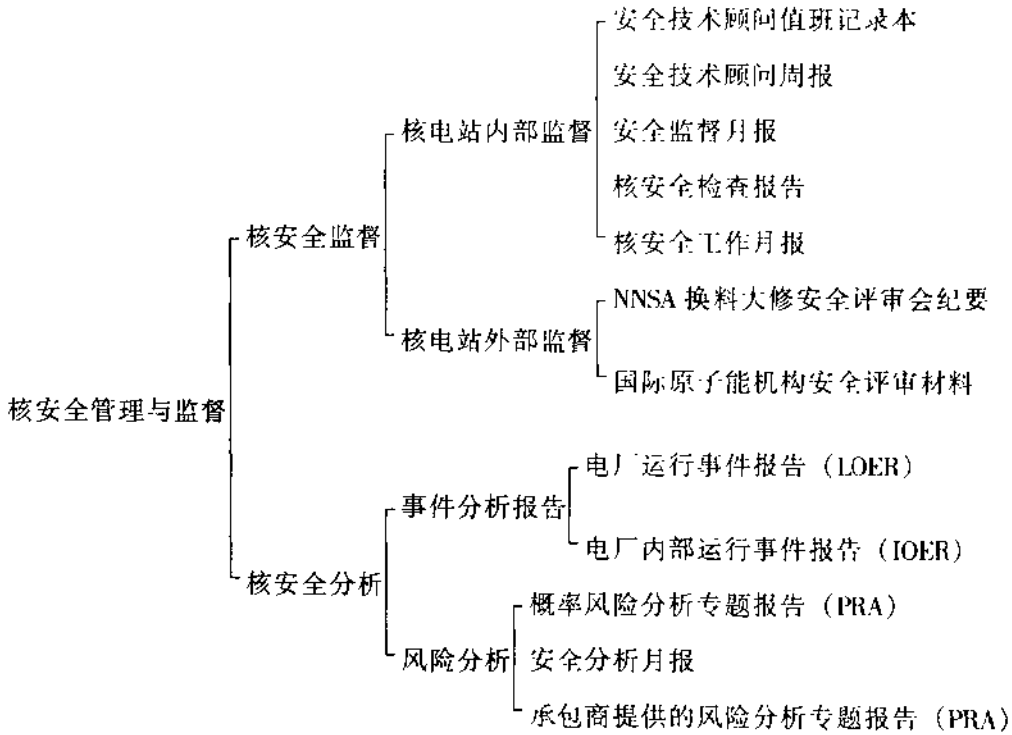


图2 核安全管理和监督记录报告树枝图

4. 结束语

大亚湾核电站生产过程中产生的记录报告种类多、数量大、专业性强、状态变化大，管理难度也大。经过多年来的探索与实践，有成功，有失败，走过不少弯路，也有不少教训，但终于形成了适合核电站生产记录报告特点的文档一体化管理模式。这套管理系统具有以下突出特点：

(1) 通过标准的封面格式及一体化编码，使得每一份记录报告从产生、收集、传递、归档储存到档案利用都能得到有效控制。

(2) 由于从技术上实现了文档一体化编码，因而从文件产生到归档入库，将原来的三段管理合并成一体化流水作业处理，后一工序只是前一工序的补充，避免了许多重复性工作，节省了时间和人力。

(3) 通过树枝逻辑图可对记录报告实施动态控制，并使文档管理者和使用者能依据一定的逻辑关系迅速定位、管理和使用文件。

电站合理化建议与企业管理

高柯夫

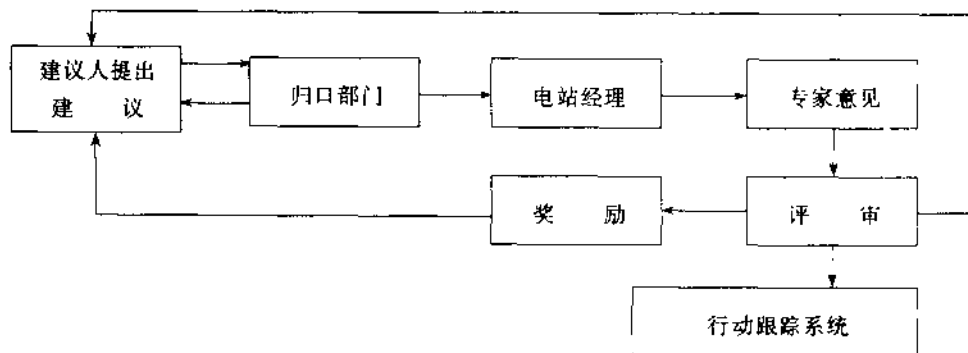
合理化建议是指企业为发动员工就改进管理、提高效率、降低成本以及推进技术革新所提出的建议和措施。其目的和作用在于广开言路，利用集体智慧对工作管理进行优化和创新；调动企业员工的积极性，让每个员工都有机会参与管理，真正体现员工的主人翁地位；促进员工对工作进行积极思考，培养员工的思考方法，提高员工的业务素质。此外，合理化建议本身也创造了一种上、下沟通的渠道，能促进建立良好的工作氛围。

广东大亚湾核电站合理化建议工作从1998年1月份开始（在此之前电站管理层和主管部门进行了充分的准备），取得了良好的效果。截至1999年年底，共收到建议686份，评审建议500余份，采纳建议200余份，有后续行动的建议108份。

合理化建议工作能够取得这样的成绩原因很多，归纳起来主要是与管理层的支持和重视、规范的管理制度以及广大员工的积极参与等因素分不开的。

管理层对合理化建议工作的支持和重视是基本前提。这主要体现在合理化建议的工作流程上。一份建议提出后，首先经由电站经理亲自批阅意见，再由相关部门或专家给出评审意见。为了对合理化建议进行有效的评审，电站成立了专门的机构进行建议的评审工作，机构的成员具有一定的广泛性，成员包括生产系统领导、工会以及团委领导。同时公司领导和公司其他部门领导也给予了大力支持，公司在五年发展计划的资源配置中单独将合理化建议列出来，为合理化建议工作创造了良好的外部环境。

其次，建立规范的合理化建议制度是切切实实推动合理化建议工作的基本条件。1998年电站在合理化建议工作开始时就制定了《电站合理化建议实施办法》。在此之后，经过一年实践，根据实际情况，电站在1999年修订了实施办法，并重新颁布了新的《大亚湾核电站合理化建议实施办法》。实施办法就合理化建议工作从建议提出、评审、奖励以及跟踪等方面内容进行了全面可行的规范。整个合理化建议工作流程如下图所示：



合理化建议工作的一个重点是对合理化建议过程以及采纳建议行动的跟踪，这是合理化建议活动得以持续的关键。电站将采纳后具有后续行动的合理化建议纳入电站行动跟踪系统，通过电站的行动跟踪渠道推进合理化建议的实施。事实证明这种做法能够很好地促进合

理化建议工作的开展。

合理化建议工作也离不开员工的积极参与。从合理化建议开展以来，就得到了全体员工的广泛参与，体现了合理化建议的本来目的。无论是各部门的普通员工，还是一些管理层干部，都不同程度上参与了合理化建议工作。

随着合理化建议工作的开展，它已经成为员工生活的一部分，同时也成为电站管理的一个重要方面。从建议内容反映的问题来看，主要有以下几类：企业形象建设、企业班组建设、员工生活环境建设和优化、成本控制、企业人才的培养、运行及维修管理的优化、备品备件管理、外部环境建设等。它们从各个方面促进着电站管理工作的进一步完善和优化。

员工需要管理，管理离不开员工。企业的每项制度、政策都会直接或间接影响员工的工作质量和工作情绪；员工对工作的热情和积极性、对工作的了解程度和关心程度同样影响到企业的制度、政策的执行。电站的管理工作在很大程度上是以人的工作为基础，也就是要反映广大员工的思想和集体智慧。合理化建议工作提供了员工献计献策的渠道，电站开展合理化建议以来，收到了员工各个方面的建议，尤其是那些对工作改进的建议。

合理化建议开创了企业与员工之间双向沟通的良好渠道。它不仅让每个参与者感到自己的建议的分量，切实感到管理层的重视，并且深深体会到建议的提出过程就是为企业和自己积极思考的过程，就是自己和企业的成长过程。

在收到大量的建议中间，有的建议看起来很小，如南区食堂门前的路面和南区的交通管理；有的意义深远，如优化备品备件的管理；有的着眼身边，如随处可见的班车管理；有的放眼未来，如国产化问题。不管它们的大和小，也不管它们的眼前和未来，只要提出来，这些建议就是我们工作和生活中的一部分。它是我们每个人关心企业、关心自己的一个思考历程的见证，也是我们改善和优化管理的一条有效途径。每一份建议都是建议人从工作的一个侧面对公司的发展和自己的发展作出的思考，说明了身处任何一个岗位的员工只要对自己的工作和生活加以关心和思考就可以提出自己的建议。而这些建议事无巨细，价值不分大小，它们既是全体员工的共同财富，也是公司不断优化管理的源泉。

国内外先进企业的实践证明，开展合理化建议活动反映了现代企业制度对管理的新要求。把核电站合理化建议工作纳入公司五年发展规划中，体现了公司“以人为本”的管理思路，顺应了公司的发展理念和发展方向。

“最好的组织通常是使人发挥最大作用的组织”，合理化建议工作也就是“使人发挥最大作用”的催化剂。美国心理学家马斯洛（A.Maslow）认为人的需要有五个层次，即生理需要、安全需要、社会交往需要、尊重需要和自我实现需要。这五个层次的需要实质上就隐含了“发展”的主题，它是人们自我完善的内因和动力。

核电站的合理化建议工作抓住“发展”这个主题，本着“成就个人，发展企业”的宗旨，通过合理化建议工作来推动和促进电站管理工作更上一个台阶。因此，在这里提出了两个做好合理化建议工作的前提条件。首先，员工清楚企业的整体实力、明确企业发展的方向、清楚企业的生存环境。对公司有了一定的认识和理解后，才能站得高，看得远，才能提出具有一定深度和价值的建议；其次，员工对自己的工作，对自身的发展要有一定的目标和期望。有了目标和期望，就有了改进和提高的动力，才能提出结合自身工作的改进意见。

企业管理理念促进员工成才，员工的智慧推动企业发展。合理化建议工作是电站管理工作的一个基础环节，与电站的管理和发展密切相关。合理化建议工作的开展必将对电站安全稳定运行产生积极影响，反过来又将会促进合理化建议的进一步开展。

以业绩为中心的指标管理体系

方春法

1. 指标在核电站管理中的作用

指标作为核电站业务计划体系的核心内容之一,其主要作用是落实公司和电站的远景目标、监测和控制生产管理过程、考核生产管理活动的效率和效果,从而实现生产、管理过程的可知、可控和在控,同时也是与国内外同行进行比较和交流的客观工具。它是核电站管理决策和进行有效控制的重要依据,是进行动态目标管理的基础,也是设定和调整奋斗目标的参考要素。凡有活动,必有指标,这是指标作用的基本定位。

2. 指标体系形成的历史过程

大亚湾核电站于1994年投入商业运行以后,按照国家核安全法规和有关行业规定,要建立运行核电站报告制度,向国家及有关行业部门履行定期报告义务。为此,必须建立清晰、直观又客观、高效的方法,采用数据化、图形化的指标便成为首选方案。同时,核电站要保证安全生产,不断提升业绩,并与国际同行接轨,也必须采用目标和指标来推动工作、考核结果。

总体来说,大亚湾核电站指标体系的形成经历了三个阶段。第一阶段是1994~1996年,电站开始实施业务计划,建立了一些考核指标。当时主要是借鉴国际经验,业务计划类似于工程阶段的三级进度计划,考核体系也主要是WANO性能指标和一部分法国电站的指标,并且带有相当的指令性质。1997年,公司开始制定五年发展计划,电站的业务计划更名为管理计划,其制定过程发动各级干部和员工广泛参与,指标考核体系也逐步充实和完善,初步形成科学化、层次化结构,并成为广大干部和员工的业务目标承诺。1999年以来,配合电站分部运作的形势,并通过与IAEA(国际原子能机构)、WANO等国际组织的不断交流,业绩指标体系进一步完善,形成了目前以WANO性能指标为龙头、电站一体化指标为核心、各部门关键领域指标为业务主体、总数约230多个的指标体系。

3. 指标体系的主要内容

电站指标体系包括WANO指标、电站一体化指标和部门(生产部、维修部和质保部)关键领域指标。其中WANO指标(共10个)由于比较全面地反映了电站安全生产业绩,因此主要作为跟踪电站总体状态的核心指标,用来与世界核电站先进水平进行标杆分析(Benchmarking)的起点,并作为高层次的报告材料,具体实施则穿插到一体化指标和部门指标中。

目前电站一体化指标共28个、生产部关键领域指标88个、维修部关键领域指标70个、质保部关键领域指标20个,各级指标之间的关系见图1。

从图1可以看出,大亚湾核电站的指标体系是一个五层的塔形结构,它反映了以下管理思想:

(1) 目标管理与过程控制。目标管理强调以业绩为中心,过程控制以风险指引为原则,即通过预警机制实现可知可控。图中每一级指标都是对上一级指标的过程控制,同时也是对下一级指标控制效果的反映,两者呈互动关系。当下层指标开始出现失控时,上层指标结果

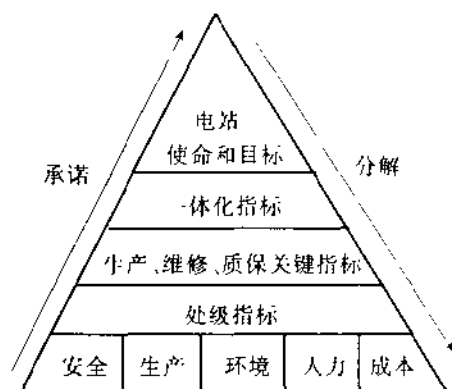


图1 各级指标之间的关系示意

会呈现不稳定的变化；当上层指标结果出现滑坡时，下层指标可能早几个月前就已经出现红灯报警。

(2) 层次化与公开化。指标体系的层次是比较明显的，每一级指标都是实现上一级指标的“战略”，是对上一级指标的分解，因而数量上更多，内容上更细。通过这种递次关系，电站的使命与目标最终落实到各部门和员工的日常工作中。公开化是指，一方面指标的确定和行动计划的编制是以“群众参与”的方式进行的；另一方面，按照透明度原则，电站的使命、目标、远景要在员工中广为宣传，得到他们的理解和认同，让员工明白自己的工作对电站目标的贡献。电站通过计算机网络使各项指标得到普遍共享。

(3) 自我评估与持续改进。电站通过与目标比较、与历史比较以及与国际同行比较，对指标体系进行动态的、网络化的自我评估。根据评估结果，每年对目标指标进行调整和修订，以实现持续改进。

4. 指标体系的管理与跟踪

为了最大限度地发挥指标在核电站管理中的作用，大亚湾核电站建立了一套完整有效的指标管理与跟踪方法。

(1) 在指标选择和目标确定方面，电站采用标杆定位的方法，从两个方面进行。一方面是对照公司五年发展计划的目标分析电站目前的现状，另一方面是对照国际上公认的先进电站分析本电站的优势与差距以及内、外环境因素。然后，根据分析的结果搜集电站的基本信息，确定需要改进的领域，制定消除差距的战略行动计划，建立相应的考核指标。最后，通过执行、跟踪、评估、分析与修正，形成一个螺旋式上升的闭式循环。

(2) 在指标执行与控制方面，为了使各个指标都得到有效的执行和跟踪，电站对每个指标都确定负责单位，对每个指标所对应的业绩领域都指定一名经理。由处长负责指标的过程控制，由经理负责指标的结果控制。

(3) 在接口协调与改进方面，由于许多指标需要多个单位共同贡献才能产生好的效果，为了使这些指标在执行和控制过程中能够得到很好的协调与统筹，电站将所有指标均指定一个相应的委员会进行跟踪，协调接口事宜。当指标趋势出现异常波动时，该指标即自动进入它所对应委员会的最近一次会议议程，分析异常的原因，制定纠正行动计划，并形成决议，由各处执行。

(4) 在偏差分析与预警识别方面，电站采用交通灯和报警盘的形式，既直观又有层次地评估各项指标的进展状态。电站规定，指标结果 100% 控制在目标限值以内为绿灯，实现目

标的95%~99%为白灯、80%~94%为黄灯、80%以下为红灯。绿灯表示良好,白灯表示满意但需关注,黄灯表示警告并需采取改进行动,红灯表示不可接受且需要立即行动。对于指标所对应的业绩领域,电站采用“从劣”原则,规定领域的交通灯按照它所对应的指标中状态最差的颜色设置。即,如果一组指标中有一个红灯,所对应的领域即为红灯。这样,一方面加强内部的管理和控制,保持各级干部和员工的警觉性;另一方面可以使最重要的内容首先得到管理上的关注,体现了关键优先原则,实现对问题的管理,并为探测和分析管理问题提供了明确的方向。同时,各级管理层可以从不同的层次关注电站的安全生产。比如,总经理主要是关注各个领域的状态,电站经理主要是关注电站一体化指标状态,部门经理则需要关注各关键领域指标的状态。

在指标的管理工具与报告形式方面,电站充分利用了现代信息系统,多渠道、多形式、多维度地发布指标有关的信息,在全厂范围内实现普遍共享,以此形成一个良性自我激励机制。

首先是在公司综合信息系统中建立指标管理模块,将各项指标的基础信息(定义、计算公式、目标值、责任单位等)输入系统,由各执行单位每月输入指标的实际结果,实时显示在公司内部网络上。显示的形式包括各指标及指标领域的报警盘、各项指标结果的趋势以及与目标值比较曲线、各项指标的评估标准及异常说明。为了确保数据维护的及时性与规范性,电站设立了归口管理单位,由信息管理部门负责监督各处数据输入的及时性,同时对各处输入的信息进行确认,并按照评估标准判定指标的状态(交通信号灯)后,发布到网上。如遇未及时维护或指标状态恶化的情况,系统自动识别并向有关单位提示或警告。由于网络是厂内共享的,各经理也好,各处也好,各委员会也好,他们所负责的业绩领域或指标的状态同时也展现给了其他干部和员工(包括总经理)。这样,形成了一种无形的压力,促使各级干部和员工努力改进本职工作,将指标保持在良好状态,即所谓的自我激励机制。

其次,电站每月编制“管理计划执行月报”,用蜘蛛图、趋势图、折线图等多种形式反映各项指标的状态和变化趋势,同时对实际结果与期望值有偏差的指标和变化趋势有恶化的指标进行原因分析。这些图形和报表,一方面是电站每月向总经理部报告的承诺项目,同时也是厂内评估各处工作绩效、确定下一步改进行动重点的重要依据。

以上各项管理方法与制度均通过标准的指标卡进行规范。电站为每一个指标建立了指标卡,内容包括:指标名称、指标领域、负责人(经理)、数据提供单位(执行处)、数据确认单位(信息管理部门)、对应的委员会、对应的改进计划、指标定义、计算公式、评估标准、参考资料等。所有指标卡均输入到信息系统,供各级干部和员工参阅。

5. 指标体系的主要特点

大亚湾核电站指标体系虽然以借鉴国际经验为起步,但在充实、完善以及建立起一整套管理制度方面,以不断创新的精神,最终形成了有自己特色的指标管理体系。

(1) 管理思想创新。大亚湾核电站指标体系融入了现代企业制度的管理理念,这是该体系首要的创新点。这些理念包括:以业绩为中心的目标管理、以风险为指引的过程控制、指标设置的标杆定位、指标管理的规范有序与系统化原则、指标跟踪的关键优先、指标评估的预警识别、指标发布的普遍共享与自我激励、指标修订的自我评估与持续改进等。

(2) 管理制度创新。管理制度创新主要表现在:1)将各项指标通过管理计划落实到各项改进行动中,使之成为各部门业务活动的自然结果,而不是人为地去定期进行数据采集和统计;2)将各项指标与经理、处长的个人业务承诺联系起来,做到有人负责,有人跟踪;

3) 将各项指标与电站各委员会联系起来, 委员会会议作为电站推动工作的重要手段, 指标成为衡量委员会运作有效性的一个重要标准; 4) 为各项指标建立标准的指标卡, 使指标的管理从各个方面规范起来。

(3) 管理手段创新。大亚湾核电站通过计算机网络实现了指标体系在线的系统化管理, 指标管理的各种理念均通过信息系统表现出来。该系统已经成为电站管理的重要工具之一。在每月的经理办公会议上, 通过该系统向各经理和处长通报各项指标的状态、异常的原因以及需要关注的重点。这是国际首创的创新点, 目前已经被 IAEA 作为成功经验借鉴和引用, 并正在向世界核电同行推广。

(4) 评估方法创新。评估方法创新主要表现在: 1) 对每个指标建立量化的评估标准, 并且归一到百分制打分, 以更科学地评估指标状态; 2) 对每组指标建立规范的评估标准, 即上文所说的“从劣”原则, 以定性评估业绩领域状态; 3) 逐步引入指数的概念, 如生产部 2000 年管理计划中的“安全文化指数”和“行动跟踪指数”, 以定量评估某一管理领域的有效性; 4) 利用归一化原理和贡献率原理, 通过一定的权重, 对电站总体性能业绩进行定量评估, 并以此在国际同行中进行自我定位。

(5) 报告形式创新。报告形式的创新首先来自报告内容的创新, 即将每月报告的指标状态规范为三个方面内容: 与 WANO 机构的比较、与 EDF (法国电力公司) 的比较、与电站历年的结果以及当年的目标比较。与 WANO 的比较是衡量我们与世界先进水平的差距; 与 EDF 的比较是由于大亚湾引进的是法国技术, 要看看在“老大哥”当中的位置; 与历史以及目标的比较是考察我们的进步速度是否够快, 其速率能否实现预期的目标。报告形式的创新主要是采用了报警盘、蜘蛛图、趋势图、折线图以及有关表格等多种形式, 特别是报警盘和蜘蛛图的使用, 在国内外均属首创。

6. 指标体系的应用效果

大亚湾核电站指标体系在全厂范围内得到了广泛应用, 各级干部与员工逐步形成了“有考核才有效果 (What gets measured gets done)”的观念。电站之所以投产以来业绩提升较快, 除了高起点起步、按照现代企业制度运作以外, 与坚持目标管理、推行业绩指标考核体系是密不可分的。因此, 电站业绩的持续提升以及员工队伍追求卓越思想的形成是指标体系最大的应用效果。

大亚湾核电站指标体系在电站的推广应用、在电站的安全、生产以及经济等方面产生了巨大的效益, 为保障电站的安全稳定运行提供了强有力的监督手段。指标体系的应用效果已经在 大亚湾核电站几年来的发展中得到了充分证实。

大亚湾核电站指标体系为电站瞄准世界先进水平提供了依据。早在 1997 年, 公司就开始制定五年长远发展计划, 提出用五年的时间将大亚湾核电站建设成为世界一流核电站, 各项指标达到或超过世界先进水平, 为公司的发展描绘了宏伟的蓝图, 激励各级管理者与广大员工朝着目标共同奋斗。

蜘蛛图以及电站的一套同行比较模式已经成为公司各级干部和员工公关接待、出访出差的必备材料。EDF 的核电站于 1998 年开始全面推行蜘蛛图做法, 1999 年的 EDF 安全挑战赛过程中也采用蜘蛛图进行比较。美国出版的《国际核工程》杂志 1999 年第四期采用 CNIS 蜘蛛图作为封底。

电站通过信息系统建立起来的报警盘以及指标管理模式分别于 1998 年和 1999 年的 IAEA 国际指标研讨会中作为重要材料进行了主题汇报, 并被录入到 IAEA 技术文件 (TECH. DOC)

中。该文件作为官方文件，出版后（将于 2000 年出版）将作为各国核电站执行的规定性依据。

1999 年 4 月，美国核能协会（NEI）在研究、编制核电站安全性能指标导则时，高度赞赏了大亚湾核电站的层次化指标体系结构，并将 GNPS 消防管理指标体系作为样本在“导则”中出版。

7. 结束语

大亚湾核电站建立了一套完整有效的指标体系，在电站创世界先进的进程中发挥了重要作用。该指标体系属于国内首创、世界领先，其中相当一部分内容属国际首创，目前已经在世界核电界推广应用。

维修精神的提炼与实践

——从“维修精神”到“三大意识”

丁震行

“维修文化”是大亚湾核电站维修队伍在大亚湾核电站推行科学管理、持续改进、争创世界先进水平、迎接电力市场日益激烈竞争的过程中形成、充实和不断发展起来的。对于维修文化来讲，其核心是“维修精神”，因此维修文化的建设的关键是“维修精神”的创立和完善。早在1993年大亚湾核电站工程建设进入调试和试运行的关键时期，承担大亚湾核电站两台机组艰巨的维修生产准备任务的原维修处走上了全面的接产之路，这是对维修队伍建设成效全面考验的开始。中国首支核电站维修队伍面临着巨大的挑战。设立一个大家共同追求的、有意义的目标，从而为这支队伍指明方向、提供产生自我激励的动力这样一个命题就摆在其管理层的面前。针对维修队伍的性质、所面临的任务和挑战、维修工作和队伍建设的要求，1993年2月，维修处提出了“团结实干、严谨文明、安全优质、一流维修”的“维修精神”，这十六个字全面概括了核电站对接产和投产维修队伍的要求，明确了奋斗目标。这主要表现在：

“团结实干”是维修工作实现“安全优质”“一流维修”的基本前提。“团结”就是部门与部门之间、处与处之间、班组与班组之间、人与人之间良好的沟通、交流和协作精神，是队伍整体力量得到最充分发挥的条件。“人心齐，泰山移”，有了共同一致的目标和相互信任、相互支持、相互配合的行动，这支队伍就有了无坚不摧、攻无不克的力量；“实干”是在核电站工作的基本要求，核电站的安全和质量要求使得做任何工作都来不得半点虚假，核电站的建设和安全生产业绩是靠踏踏实实干出来的。实干是行动，是创造，是大亚湾核电站赖以生存和发展的基础。

“严谨文明”是维修工作实现“安全优质”“一流维修”的基本条件。“严谨”就是精益求精、一丝不苟，是高科技行业所要求的科学态度。严谨是对安全的承诺，对质量的承诺；“文明”是现代企业的特征，是现代企业员工的行为标准和基本素养，对大亚湾核电站这样一个高科技企业，就要求有文明的工作环境和拥有高度文明素养的职工队伍，这是核电站安全有序生产的需要，也是向公众展示良好核电形象的需要。

“安全优质”和“一流维修”是维修人员奋斗的目标，是持续改进的方向。安全优质是一流维修的核心内容。一流维修要求有一流的队伍、一流的技术、一流的管理、一流的服务。一流维修要求对自身不断挑战，是永不满足的旗帜。

维修精神成为增强维修队伍凝聚力和战斗力、增强员工事业心和责任感的载体和动力，充分激发出每一个维修员工为核电事业自觉奉献聪明才智的积极性，为适应调试接产及安全经济运行的需要、为在实践中培养和造就我国现代化核电站第一代维修队伍发挥了积极的作用。在提出核电维修精神后的5年时间里，在生产实践和运行初期历次设备故障抢修工作中，维修队伍中涌现出一大批优秀人物和先进集体，造就了思想素质高、工作作风好、技术能力强的骨干队伍，他们为提高维修管理水平和维修自主化能力作出了积极的贡献。大亚湾

核电站安全运行业绩的稳定提高是对维修队伍成长的肯定，也是对维修精神产生的积极作用的肯定，是对维修精神的充分肯定。

大亚湾核电站在投入商业运行的最初几年里表现出了比预期好得多的业绩，这已经证明了中国人有能力管理好这样一座现代化核电站。经过认真分析研究和细致准备，大亚湾核电站提出了五年内进入世界核电站先进行列的战略目标。这要求生产领域的各个方面在保持已有成果的基础上不断进步，创造新的成绩。对于全体核电员工来讲，这是二次创业。同时，随着岭澳核电站（以下简称“二核”）工程建设的发展，在大亚湾现场即将形成有多个核电机组的群堆局面，为了实现核电产业的规模经济和充分发挥一核工程建设及安全运行的经验，充分利用资源和提高经济效益，一、二核签订了相互支持协议，并开始群堆管理的策划和探索。一核生产组织机构为了适应新的发展的需要进行了重组，原维修处扩展为维修部，对其职能进行了调整和扩大，工作范围涉及维修、技术支持、商务合同及仓库管理等方面，承担了一核安全生产和二核生产准备的双重任务。由此，维修队伍的构成、维修部的任务和目标都发生了质的变化，这就要求维修部人员转变认识、更新观念，要求维修部的工作更上一层楼。而原维修处所倡导的“维修精神”就需要增添新的内容，赋予新的涵义。根据维修部工作的性质、分部以后生产系统的运作方式和核电事业发展及追求世界一流对员工的要求，维修部领导班子提出了以“服务意识、团结意识、奉献意识”为核心的维修价值观，将原维修精神进行了升华。

树立“服务意识”，实质上就是明确每个员工的责任和相互之间的关系。维修价值观的这种“服务意识”强调：维修工作不是目的，而是手段、工具，其目的就是要保证设备始终处于健康状态，保证电站安全运行，创造经济效益和社会效益。因此，对于维修部来说，“运行就是顾客，运行就是上帝”。所有维修工作都是围绕运行来进行的，是为运行服务的，为运行提供健康的设备、良好的运行条件和优质的服务是维修工作的核心。不仅要树立“维修服务于运行”的“服务意识”，也同样要树立维修部内部各部门之间、各工种之间的“服务意识”。“服务意识”强调的是以顾客为中心的管理理念，确立了全新的检验工作成效和好坏的标准，它始终提醒每位员工要“明确责任、摆正位置”。

“团结意识”实际上就是要发扬团队精神。“团结意识”强调“无论是任何人、任何工作都对电站的安全和质量产生重要影响”，“团结意识”要求每个员工都必须重视自己的工作、尊重他人、尊重他人的工作，互相之间充分理解，大力支持。“团结意识”立足于互相理解、互相尊重、互相交流、互相信赖、互相激励、紧密配合、共同进步的原则。这种“团结意识”不仅体现在运行与维修等部门之间，也体现在各专业之间、各员工之间。这种团结是生产体系的“大团结”，是建立生产体系“大团队”的基础。但团结不是一团和气，不是不讲原则的委曲求全，团结是以安全生产为前提、为目标的，是以核电事业发展为追求的。

“奉献意识”主要体现在：第一，对每个员工工作重要性的充分肯定，让每个员工都认识到自己的付出都是对公司的回报，都是对核电事业的贡献；第二，要求每个员工必须有强烈的责任感和主人翁意识，倡导全体员工参与管理，明确公司是每个员工的公司，只有把公司的效益搞上去了，员工本人的利益才能得到保证；第三，强调每个员工的责任和义务，每个员工，无论他工作在哪个部门、哪个专业，他所承担的义务和责任是相同的；第四，提倡竞争意识，充分发挥每个员工的专长和潜力，对少数不称职的员工进行淘汰。“奉献意识”有利于激发员工对公司的热爱和忠诚，“奉献”是一个团队的最高境界和形式。核电事业的发展需要大批具有奉献精神为员工，他们把事业和工作当成自己的生命，这也是大亚湾核电

站能够取得举世瞩目的业绩的原因。我们要进一步大力宣传和提倡奉献精神，使之能够在维修领域得到更大的发扬。

维修部所倡导的“三大意识”是公司核心价值观在维修工作中的具体体现，是维修管理实现“以人为本”的重要前提条件。“三大意识”对维修部管理水平和水平的提高以及文化氛围的营造起到了积极的推动作用。

值得一提的是，无论是1993~1998年间由维修处倡导的“维修精神”，还是在1998年以后由维修部所倡导的“三大意识”，都为核电站维修管理水平的提高、队伍建设及文化建设起到了重要作用，这些作用主要体现在：

(1) 推进了公司企业文化——特别是安全文化建设的进程。“维修精神”和“三大意识”都是公司价值观在不同阶段在维修领域中的具体体现。两者紧紧抓住管理“以人为本”这一关键环节，促进维修部门的管理层始终把激发员工的创造力、创新力作为工作重点，在短时间内迅速完成整个管理机制由传统被动管理向现代化主动管理转化的飞跃。

(2) 导向作用。“维修精神”和“三大意识”作为维修人员共同的职业精神，将维修人员自己的奋斗方向与公司的发展目标紧密联系起来，形成了“一切为了股东、一切为了社会、一切为了员工的利益”为基础的员工与公司共同的奋斗目标。公司也在这个目标的指引下得到迅速发展。

(3) 约束作用。“维修精神”和“三大意识”作为维修人员共同的价值观念，已经在维修人员中形成统一的思想 and 行为，对每个员工的思想 and 行动都具有约束和规范作用，使员工在工作中能改被动的管理为主动的自我控制、自我约束。几年来的经验反馈工作的深入开展、透明度的不断提高、人因事件不断降低就说明了这一点。

(4) 凝聚作用。“维修精神”和“三大意识”是维修人员奋斗的动力源泉，极大地加强了核电事业对职工的吸引力和职工对公司的向心力。特别是在核电站发生发电机漏氢、控制棒落棒超差等极端艰难时期，全体员工都紧密团结在一起，齐心协力，共同克服困难，与公司一起共闯难关，与公司一起发展。

(5) 激励作用。“维修精神”和“三大意识”指明了维修人员共同奋斗的目标和理想，又有极大的情感感召力，具有激励职工为理想目标奋斗的力量。“维修精神”和“三大意识”充分体现了维修“以人为本”的中心思想，两者充分肯定了人是核电站的最活跃、最重要、最有影响力和决定性的因素，给予全体员工以理想、信念、鼓励和荣誉，更多地重视员工奋斗的过程，实践也证明，这种激励作用远非金钱等物质奖励所能取代。

(6) 辐射作用。“维修精神”和“三大意识”不仅仅对维修员工产生作用，在很大程度上，作为一种先进的、模范的思想和意识，对其他部门的员工也产生了巨大影响，团结并带动了一大批人。榜样的力量是无穷的。相当多的部门和员工都自觉向维修人员学习，学习这种精神、这种意识，并在学习中自觉加入到这个行列中来。

但是，我们必须注意的是，“维修精神”和“三大意识”都是维修管理发展到某一阶段的产物，必将随着维修队伍整体素质和思想意识以及整体管理水平的不断提高而不断补充更先进、更具有生命活力、更具有时代气息的内涵，必将始终作为我们维修管理的理念、目标和思想基础，指导我们为广东核电以及中国的核电事业而努力奋斗。

持照运行人员操作能力的维持

贺禹 陆玮

1. 引言

大亚湾核电站自 1994 年投产以来,运行与安全水平逐年提高,在 1999 年,两台机组做到了在整个燃料循环内(即从第五次换料大修到第六次换料大修之间)不停机不停堆,创出了上网电量 134.6 亿 kW·h 的新纪录,多项 WANO 指标进入世界先进行列。辉煌业绩的取得,与公司的现代化管理密不可分,同时也离不开运行人员的主人翁精神和高度的责任感及其驾驭机组的精湛技术。

业绩好固然是好事,然而,长期的稳定运行也会给人们带来一丝忧虑。一些关心机组运行的人士不禁要问:在机组长期处于稳定运行的情况下,运行人员特别是持照人员的操作能力是否能维持?处理突发事件的能力会否衰退?

2. 维持能力的手段

上述担心并不是完全没有道理,常言道:温室里培植不出参天大树,温室里的花卉经不住暴风骤雨的吹打。机组的长期稳定运行会使运行人员产生麻痹、松懈情绪,同时逐渐失去处理各种不测事件的技术能力。如果没有先进的培训手段来加以弥补,运行人员尤其是持照人员的操作能力势必要下降。

值得欣慰的是,大亚湾核电站有一套完整的运行人员的培训体系,足以保证这些持照人员的操作能力和水平得到维持和提高。应用该体系,我们完全依靠自己的力量高水准地完成了一、二核持照人员的培训任务,并为秦山核电站二期培养了一批基本骨干持照人员。这个体系在国际同行交流中得到好评。

首先,运行人员初始培训的起点和定位就比较高,培训与考核过程更是十分严格,是根据《运行培训》程序要求而定的,是完全按国际同行最高标准运作的。

其次,取得执照的运行人员的再培训同样系统化、标准化和制度化。在公司总的培训政策的指导下,按照《持照人员的培训/再培训大纲》和有关培训管理、考核规定等程序执行培训的全过程,而“广东核电操纵人员考评委员会”则在国防科工委和国家核安全局的监督下组织严格的初始执照和续照考核。

3. 复训课程简述

3.1 运行在岗培训

持 RO(反应堆操纵员)执照人员在取得执照后,为了适应主控工作环境、提高工作能力,必须经过 6 个月的 RO 影子培训并考核(笔试和面试)合格后才能上岗值班。并且,在岗期间持照人员根据《运行培训任务书》之规定,必须进行一系列的在岗培训、专项培训和复训并考核。

(1) 在岗培训内容

1) OJT601 ~ 1007(37 门课程单元)和 OJT6**课程内容为在岗主控操纵人员设置的培训任务书,主要针对机组运行监视、事故处理、分析能力、沟通与协调等内容所组成。通过一系列的规范化培训使主控操纵员对不测事件的预防、诊断和处理及控

制机组的能力得到加强。

2) OJT7**课程内容是有关隔离经理的在岗培训任务书, 包含工业安全、大修活动、隔离原则、实际操作等方面。为了适应值内技术管理, 增设了副值长影子培训。

3) OJT8**和 OJT9**课程内容是有关值长的在岗培训任务书, 其中, OJT8**着重值内技术、行政管理培训; OJT9**有关核安全管理、控制部分, 是为 STA (安全技术顾问) 设置的。

4) OJT10**是为运行处长和副处长岗位而设的在岗培训任务书

(2) 专项培训

共有 SRO 任务、 ΔI 控制、安全分析等 7 门课程。另外, 根据需要安排计划外专项培训。

(3) 经验反馈培训

此项培训是复训的主要课程, 根据所发生的异常、故障、事故等现象, 通过课堂教学、现场教学的形式反复进行培训。此外, 以良好实践、快速通报的形式进行事件评估、学习; 根据现场实际情况进行操作预演、事故预想, 起到很好效果。

以上培训以课程为单元, 每位学员必须提交培训报告并进行面试, 另外, 以岗位进行综合考核, 优胜劣汰, 不合格者待岗重新培训。

3.2 模拟机培训

持照人员每年定期在全范围模拟机上进行再培训, 它是维持和提高自身操作能力的最有效的途径。在这个过程中, 持照人员可充分体验内、外部事件经验反馈、机组常见故障、设计基准事故及各类事故与失误的重叠效应, 从而运用相应的运行规程对其进行准确识别和有效处理。现有的模拟机复训课程包括 M4 (失去电源事故工况运行)、MC (协调员培训)、RM4 (失去电源事故工况加强训练)、MR (非复杂工况综合复训) 和 MS (复杂工况实战演习) 等五门, 其中前两门课程是为持 RO (反应堆操纵员) 执照的人员开设的, 而后三门的对象则是所有持照人员。

众所周知, 核电机组是一个非常复杂而又安全、可靠的高科技产物, 其装置内部的供配电系统更是错综复杂, 这是确保核安全所必需的。其各类电源的电压等级就有交流 6.6 kV、380 V 和 220 V; 直流 230 V、125 V、48 V 和 30 V 等多种。为期 2 周的 M4 课程培训给运行人员传授这些配电系统方面的知识, 并培养其对局部失电故障的处理能力。M4 的培训对象为刚取得“RO”执照的人员 (一般为通过“RO”执照考试后的半年左右)。其培训方式与初始执照培训课程基本相同。其培训内容主要是针对厂用电系统各电压等级电源丧失事故进行处理的训练, 其中包括全厂断电事故的处理。

MC 是为持 RO 执照、并被“核电站‘培训操纵人员’资格审查委员会”批准为“学习 SRO (高级反应堆操纵员)”的运行人员在参加 SRO 执照考试前开设的一门课程。其目的主要是培养学员的协调、沟通和指挥能力。该课程为期 2 周。

RM4 即加强 M4, 其培训对象是从事运行工作的所有持照人员。培训频率为每两年 1 次 (每次 1 周)。该课程的目的是使学员通过对厂用电各系统的供、配电设备 (如各类断路器、接触器等) 的结构、原理进行深入了解, 来巩固与加强对失电事故的处理能力。

与上述课程相比较, 以下几门持照人员的复训课程具有的特点是: 其侧重面由技术水平、基本操作技能训练转化为对学员的综合能力的训练。

MR 是针对从事运行的所有持照人员进行的非复杂工况 (即无重叠事故的工况) 下的综

合训练课程。该课程的培训频率为每年1次（每次1周）。其目的是使学员在保持与提高各类运行工况下的操作处理技术水平的时候，着重提高各层次的交流与沟通、协调与配合等综合能力。内、外部各类事件的经验反馈、被认为发生概率较高的事故（如蒸汽发生器U形管破裂，电站主、辅两路外电源分别丧失或全部丧失事故），将是该课程的主要内容。

MS被命名为“复杂工况下的实战演习”。所谓复杂工况，即多重事故发生。此时，使用一份“事件导向事故处理规程”已无法覆盖机组状况，从而对控制机组事故并限制其后果已是无能为力，因而需用到“反应堆物理状态逼近法事故处理规程”。其中MS1侧重于运行操纵人员所用规程的培训，而MS2则侧重于安全工程师所用规程的培训。该课程的培训对象主要是安全工程师、运行值班长、主控操纵员等，但其中至少有一门还要将现场操作员纳入培训对象。在训练过程中，各学员所担角色与他在机组上的实际角色一致。与其他课程显然不同的还有，在操作训练过程中，两名模拟机教员将忙于同一场培训：一名教员操作控制台——设置工况、故障、事故，进行就地操作等，并充当各类角色应答各类问题；另一名教员则专心致志地进行声像录制工作，同时详细地作好过程记录。在分析室，录像片将作为分析的基础被选段播放。因而，该课程的培训能使学员增强团队精神，全面提高协调、组织能力，改善值内成员的行为，避免或限制不良工作习惯，从而使总体运行水平再上一个台阶。

4. 提高培训质量的措施

在培训课程的实施及考核制度的保证下，持照人员对不测事件的预防、诊断和处理及控制机组的能力应能得到维持。但作为培训工作者，模拟机教员并没有把它当作最终目标，而是想方设法地使持照人员在维持能力的基础上得到进一步提高和升华。为此，一些以提高培训质量为目的的新举措应运而生。它们主要体现在以下两个方面：

(1) 按照持续改进的原则，进一步建立和健全模拟机培训管理制度，同时狠抓模拟机教员队伍的建设，努力提高教员的业务素质。

1) 在已实施的《模拟机培训管理》程序的基础上，正式启动了模拟机教员与有关运行岗位人员的轮换制，并制定出台了《模拟机教员岗位资格考核实施办法》，从而保证了模拟机教员的基本素质。

2) 继续实施轮流派教员参与机组大修活动的计划，并建立了“模拟机教员日常下现场培训制度”，强化教员联系现场、服务现场的意识，广泛收集意见，跟踪机组状态以改进教学，在机组执行重大风险操作前，积极配合运行值作好试验，提供可行的策略，尤其是在Y2K过渡、ARE大流量调节阀调节异常问题的处理中，取得了良好的效果。

3) 定期开展教员内部教学交流，并通过培训研讨会的形式，会同用人部门的培训工程师，研究培训策略，订立培训目标，跟踪培训效果。

4) 设定了“持照人员在模拟机复训中因人失误的统计指标”，并已实施登记，加强了复训的严肃性，同时为更好了解持照人员犯因人因错误的倾向性，为采取对策提供了有力的依据，收效显著。

(2) 主动进行培训需求调查，结合内、外部经验反馈，及时补充与增加培训内容和项目。

1) 为持RO执照的人员新开设了520（事故规程深入研究）课程，使他们对事故规程有更深刻的理解。

2) 在复训中新增了“操纵员值班日志”、“值班日志”及“交接班制度”等培

训内容。

3) 为配合 1999 年的“保电”重任，在 MR 和 MS 课程中加强了对持证人员的“应变能力”方面的培训，并结合 WANO 经验反馈，突出了对“电网故障”的训练，同时针对 Y2K 问题进行了专向的应变计划实践培训

4) 广泛进行调查、意见收集和分析，每年对持证人员的复训内容进行更新，并及时加入近期的内、外部事件经验反馈。

5. 结束语

电站建设以来，大亚湾核电站的运行培训在吸收法国的先进培训经验的基础上，按照国际原子能机构（IAEA）倡导的“系统化培训方法”，紧密结合本电站的实际情况，闯出了一条早出人才、快出人才、出好人才的新路子，尤其在维持对持证人员的操作能力的培训方面更具“大亚湾特色”，得到了国内外同行的高度评价。

自我评估体系的建立与实践

廖伟明

1. 什么是自我评估

自我评估和同行评审是目前国际上非常流行的改进核电站管理的有效方法，IAEA 和 WANO 正在核工业界大力推广。

自我评估是通过各部门对安全生产活动、工作过程及其相关个人的检查与评估，找出各部门、各层次潜在的薄弱环节，使其在电站安全裕度降低前解决和纠正，确保电站管理的有效性，改善电站安全性能，推进和提高电站的安全文化。此外，在自我评估过程中，使员工特别是管理层更好地了解安全期望以及他们工作领域的国际标准和要求。自我评估还给员工提供内部沟通的机会，使管理层更好地优化和有效地利用内部资源。

2. 自我评估的内容和方法

目前流行的自我评估方法很多，如 SWOT 方法、IAEA 方法、WANO 同行评审方法等等，这些方法大同小异。在 GNPS 基本上采用全世界普遍采用的 WANO 同行评审方法。这种方法首先对所评估的领域所进行的活动、工作过程、工作人员的行为等进行观察、访谈，对照现行国际标准，找出所存在的偏差或不足。完成这第一步评审后，把收集到的偏差通过标签分类法分门别类，从中提炼出基本问题，并给出相应的纠正行动。

核电站的任何领域或部门都能够、都应该定期进行自我评估。自我评估应作为核电站管理的一个重要组成部分，与戴明循环 PDCA 中的 C——检查即自我评估是完全一致的。通过实施自我评估，不断地把部门或系统中存在的缺陷和问题找出并改正，达到持续改进的目的。因此，自我评估是保证核电站业绩持续向前发展的一个强有力的工具。为使这项工作融入电站的管理体系并有机地运作起来，必须在 GNPS 建立起自我评估体系。

3. GNPS 的自我评估体系

根据 IAEA 的自我评估导则 (IAEA-TEDOC954)；评估可分为四个层次：第一层是个人与工作层的自我评估；第二层是管理层和工作负责人的自我评估；第三层属于独立的内部评估；最后一层是独立的外部评估。按照 IAEA 的划分，第一层至第三层评估均属自我评估的范畴。

GNPS 自投产以来，根据国际经验和自己的摸索实践，逐步建立起了各层次的自我评估，如从工作层的“明星”自检制度、工作过程中的 100% 风险分析制度，到干部管理巡视、管理指标的定期趋势跟踪、安全文化的定期评估、QA 和安全工程师独立评审、专项检查、处级的定期自查、全厂安全与生产领域的定期自我评估等等，逐步形成了一种制度。2000 年电站将编写一本“自我评估导则”，目的是使这项工作规范化和标准化，真正地在 GNPS 建立起自我评估体系，并作为电站持续改进机制中的一个重要环节运作起来。

4. GNPS 的自我评估实践

为支持电站自我评估计划的实施，电站多次派出 20 人以上员工参加 WANO 同行评审的培训，电站内部组织了 30 人以上参加的类似培训，近 10 人参加了 WANO 对其他电站进行的同行评审活动，另外还有 QA 的各类审计培训等等，这些都丰富了电站员工的自我评估能

力。

1996年,为准备IAEA的OSART评审,电站组织了OSART自查。同年IAEA的专家对电站进行了OSART评审,并在1998年对OSART的纠正行动的落实跟踪复查。1998年,QA部根据IAEA评估导则,编写了一本《管理者的自我评估》规程,指导各部门的管理层进行自我评估活动,并以化学科作为试点,进行了一次自我评估尝试。1998年底,核安全处联合QA部对电站的6个领域进行了一次独立的评估,1999年9月,作为电站2000年9月接受WANO同行评审前的一次预演,采用WANO同行评审方式,对照《WANO业绩和标准》,对全厂安全与生产相关的几个领域作了一次全面的自我评估,共找出近60个需要改进的问题,并由各相关部门列入到自己的2000年改进计划中解决。应该说,这次自我评估活动是电站为今后把自我评估这项工作规范化进行的一次很有意义的尝试。

5. 结束语

如同当年推广安全文化一样,要真正使自我评估成为工作中密不可分的一个组成部分,使其在工作中发挥有效的作用,还有很长的一段路要走。要实现这一目标,从根本上必须从各级的管理者开始。1999年10月在GNPS举办的“IAEA自我评估研讨会”中,IAEA专家就此强调两点:1)自我评估决不是在我们众多的工作或计划中再多加一项的问题,它是管理中的重要一环;2)管理者不应也不能把这项工作委托出去,他需要通过自我评估来了解和掌握所管辖工作的问题和状态,如果连这都委托出去,他的工作就无法做到可知可控。

要达到世界先进水平,并不仅仅只是有几个WANO指标。指标主要用于衡量结果与计划的符合程度。为实现计划目标,还必须有具体可行和有效的措施,持续改进是其中的关键,而自我评估又是实现持续改进必不可少的步骤,这就是GNPS大力推广这项工作的目的和意义所在。

核电站的班组建设

卢长申

1. 班组与班组管理

核电站的任务是在确保安全的前提下向社会提供优质的电力。班组是企业的细胞，公司的总目标逐级分解，最后到了班组。如果把整个核电站比作一个高技术的精密仪器，那么每个班组就是其中的一颗螺丝钉，哪个环节出了差错，都可能给整个核电站带来重大损失。

核电站的班组，从管理意义上说是企业按功能运作时的最小行政单位。根据职能和工作性质的不同，班组大体上可以分为三类：运行班组、检修执行班组和职能科室。不同的班组有不同的任务特点，要采用不同的班组管理和建设方法。

运行班组由于实行倒班运作，班组成员的工作、生活时间相对比较集中和独立，工作接触面比较窄，专业要求广但不一定要很深。运行班组的成效主要依靠集体运作和班组快速反应能力，因此团队精神和集体荣誉感的培养、增强凝聚力是班组建设的重点。实行“半军事化”的从严管理、奖罚分明，提出并落实“一次把事情做好，人人都是一道屏障”的理念，是运行班组建设的成功之道。

检修执行班组的專業比较单一，技术含量高，工作量比较集中，工作接口多。每个成员既要做到精通技术，又要有协调沟通的能力。班组内部的配合和个人技能的结合，是班组取得成功的要素。在核电站大修中提出的“做个明白人”，“六个明白、四个管理”，“三个明白，一个确保”等管理理念都是从检修执行班组的实践中提炼而成，并升华为大修管理要求的一部分。

职能科室专业工作种类较繁杂，组内各成员的职责都有可能各不相同，工作互补性不强，由于工作性质的原因，对个人的要求更加侧重协调沟通能力和自身业务范围内的专业技能要求。这类科室的管理工作则以多样性管理为基础，以对工作的正确认识和树立服务意识为重点。

2. 班组长的作用和管理

班组长是班组的核⻝，班组强不强，关键在班组长。班组长作为一线最直接的指挥员，所有管理的意图、生产任务、生产指标最终都要通过班组长落实到基层。同时，班组长对一线员工的安全负全部责任，一线出了问题，首先就找到班组长。另一方面，班组员工是什么样的心态，如何将员工的一些想法反映给领导，也靠班组长去做工作。班组长也是很重要的干部后备队伍，当好班组长是当好一名管理干部的基本功。

要搞好班组管理，首先就要搞好班组长的管理。作为班组长，首先必须热爱班组长的工作，热爱班组的员工，那样才能在各个方面运用正确的工作方法和有效的沟通技巧，充分发挥出团队的积极性。

在业务管理上，班组长要做到“四个来”，即提出要求来、讲出道理来、想出办法来、做出样子来；在团队建设上，班组长要充分发挥榜样的作用，发挥思想工作的作用，善于赞扬别人的成绩，充分依靠纪律的作用；在工作方法上，要敢说真话，不搞瞒上欺下，爱护下级，先人后己，顾全大局，注意关系，多站在别人的立场想问题；还要注意学习，要成为某

一方面的业务能手。

3. 班组管理制度

尽管核电站有不同类型的班组，采用的管理方法也各不相同，但也有一些各种班组都适用并且应该遵守的管理制度。这些制度是以全厂和科室的各种管理制度为依据，结合班组实际制订、执行和不断完善的，是班组全体成员在生产技术活动中共同遵守的规范和准则。它们包括安全生产管理制度、劳动管理制度、岗位责任制度和文明生产等方面的制度。这些制度原则上由全厂统一制订，班组照章执行。少数规章制度也可以由班组自行制订和执行。

(1) 安全生产制度

核电站是生产电能的企业，因此，电力生产“安全第一，预防为主”的方针也是核电站必须普遍遵守的法则。特别是处于生产第一线的班组，是电能生产的直接完成者，班组的运行水平、检修质量，时时刻刻关系着整个核电站的安全生产，因此加强班组的安全生产管理，包括人身安全、设备安全和运行安全的管理，更具有特殊的重要意义。

班组安全生产管理的内容主要包括：贯彻执行国家、企业有关安全生产和劳动保护的法律法规及规章制度，努力改善劳动环境；协助上级有关部门制订安全生产的各项规章制度和安全操作规程；对职工进行安全生产教育，主要是岗位教育，以及某些危险岗位的专门安全教育；对生产现场进行安全检查，发现问题及时报告有关部门解决；采取相应的组织和 technical 措施，消除事故隐患。

班组安全生产的主要管理措施包括：每项工作在执行前做好充分的风险分析，确认工作可能存在的潜在风险并采取相应的措施；对生产活动实行严格的安全监督，不让工作负责人发生违反常规工作要求和程序指令中的规定，从而减少人为的失误；以质疑的工作态度对待工作过程中出现的问题，疑问解决后方可继续工作，决不允许怕麻烦和走捷径。

总之，任何工作都必须在安全的基础上展开，任何置安全于脑后的思想和行为都要付出代价。因此，坚持安全生产、坚持安全第一是各班组管理制度的核心。

(2) 劳动管理制度

劳动管理是指人们在劳动过程中，劳动力之间以及劳动者与劳动工具、劳动对象之间进行计划、组织、指导、监督和协调，以达到预期效果的活动。班组劳动管理的主要内容包括劳动力管理、劳动报酬管理和劳动保护管理，其核心是安全质量和培训管理。

劳动力管理是指有计划地培训、调配劳动力以满足生产需要。编制定员定额，改善劳动组织，实行全员培训，巩固和加强劳动纪律。劳动报酬管理是指贯彻按劳分配原则，建立考核、升级制度，实行奖励和津贴。劳动保护管理是指贯彻国家的劳动保护方针、政策，制订劳动保护用品发放办法的实施细则，改善劳动条件，制定防尘防毒治理计划，预防职业中毒和职业病。

作业活动的质量直接影响机组能否安全稳定运行，而培训是提高工作质量的有力保证，员工技能高了，发现问题和解决问题的能力也大大提高。通过不断加强员工的技能培训和岗位培训，对各种规章制度加强学习，才能从根本上提高安全意识和质量意识，在工作过程中确保安全和质量。因此各班组针对各自情况，都制订有相应的培训管理计划，各处设有专职的培训工程师，制订每月的员工培训计划，使员工能按时完成必需的授权课程。此外各班组还有经验丰富的员工专门负责新员工的培训，使新员工尽快弥补在实践方面的不足，熟悉现场设备和作业技能。

(3) 岗位责任制

岗位责任制,就是把企业对国家的义务和企业的经营目标,按照责权利相结合的原则,层层分解、落实到各个岗位上。它规定每个岗位应当干什么、怎么干、什么时间干、应达到什么标准、如何考核和奖惩。核电站各班组应根据本班组实际情况,制定本班组的岗位责任制,包括设备巡视制度、培训责任制、工具和仪器仪表管理制度以及考勤管理制度。

建立设备巡视制度的目的,是为了使维修人员很好地掌握设备运行情况和健康状况,及时发现设备存在的问题,采取解决措施,减少核电站的损失,减轻维修工作的负荷,将工作由被动转向主动。而培训责任制由各班组针对自身特点设置,并有专人负责。上至主管,下至一般员工,通过不定期举行技术讨论或授课等形式,相互学习,形成良好的学习环境和氛围,有效带动班组成员的成长和成熟。此外,在工具和仪器仪表管理方面、考勤管理方面,都各制定有严格的管理制度,保证各项工作的严肃性,创造一个文明整洁、作风严谨的工作环境。

(4) 文明生产

文明生产是员工素质和班组管理水平的一种体现,良好的工作习惯和气氛无疑会提高工作的质量和效率。各班组始终把文明生产作为一项重要的任务来抓,概括地说主要表现在:坚决有力地纠正习惯性违章;坚持工作条理化和规范化,保持工作现场的清洁;搞好班组沟通协调,发扬团队精神等方面。通过一系列措施,使班组工作做到有章可循、有法可依、有纪律可守,禁止任何形式的自由主义,养成班组相互依存的价值观念,形成核电特有的企业文化。

4. 运行值管理

安全生产是硬道理,运行值思想和团队建设自然要围绕这一永恒的主题。运行值的生产和行政管理如组织建设、规章制度建设偏重于“硬件”,强调的是责权、分工与合作,主要涉及运行值管理的前两个层次:物质层和制度层;而运行值的思想和团队建设则侧重于“软件”,强调成员思想和作风上的修炼以及成员间心理上、感情上的联系和作用,属于运行值管理的第三个层次:精神层。

由于运行工作的特点,运行人员自成工作和生活圈子,与外界交往少,专业化强,横向对比少,眼光不开阔,容易自我闭塞、夜郎自大。但另一方面由于处于核电站的中心地位、工作技能要求高、贡献大,容易有成就感、事业感、自豪感,加之发展方向、前景较明确,有利于形成一定的自我激励机制,因此核电站有针对性地进行了思想、观念、行为规范、习惯、作风等方面的灌输和引导,具体做法包括:

(1) 理念培育

将“追求卓越、持续改进”这一普遍的人生和事业理念与“一次把事情做好,人人都是一道屏障”和“安全第一,保守决策”这一核电站特有的安全、质量原则相结合,将由此衍生出的“核安全文化”理念通过长期的、持续的、耐心的教育、引导、灌输和潜移默化以及通过领导的言行示范深深地植根于人们的脑海中。

(2) 建立独特的运行值精神和运行值文化

构筑爱岗敬业的氛围,使运行值成为学习知识、提高技能、发挥潜力、实现价值的场所。通过激励调动积极性、创造条件、激发动机、产生实现组织目标的特定行为,通过培养胜任感和成就感,逐步推动激励机制,帮助员工自我实现队伍价值观、凝聚力和团队精神。运行值精神和文化的建设,发挥了重要的精神导向作用、行为约束作用、团队凝聚作用、个体激励作用和情感辐射作用。

(3) 正确对待“规矩”

核电站由于其核安全的特殊性和电力生产的连续性，引入风险项目的概念，其生产管理实行高度的集中统一。运行人员在日常的工作中要面对众多的规范、规矩、规则和纪律，这是核安全的需要，也是现代企业制度中依法治理企业的体现。但面对这些“冷冰冰”的“规矩”时，既不能奢望有天生的“循规蹈矩”者，也不希望运行人员都成为没有思想和理念的“应声虫”。特别是这些人在价值取向、思维的独立性方面都与过去有较大的差别，因此核电站提倡在日常工作中要充分发扬民主，讲究沟通，提倡协商，尊重科学，从中培训员工的职业自我意识和主人翁责任感，使之认识到这些“规矩”的要义从本质上来讲是要让员工自我完善，进而能够主动地适应和遵循这些“规矩”，完成从客观到主观、从被动到主动、从自发到自觉的思想飞跃。

(4) 领导班子和领导核心建设

加强值长监督安全、控制过程、推动工作的责任。树立值长权威，突出值长、宣传值长、信任值长、依靠值长，建立强势的值长集团。各值形成以值长为中心、以值长、副值长、高操和党支部为核心的坚强战斗集体。根据运行工作的特点，党支部建在值上。党支部在运行处专职党总支书记的指导下开展适合倒班特点的活动，以安全生产为目标，起到支持保障作用，配合值长搞好运行值的安全生产。

经过几年的实践和总结，运行值已形成了一套良好的工作习惯和行为规范，包括：“四个进行”，即按要求进行巡视，按规定进行记录，按文件进行准备，按规程进行操作；现场岗位“五个质量”，即在交接班质量、巡视质量、日志和记录质量、工作申请质量、操作质量方面加强监督和管理，第一次就把事情做好；正常运行“六个对待”，即对待设备要挑剔，对待信号要敏感，对待记录要认真，对待隔离要慎重，对待技术规范要严肃，对待不良工作习惯要坚决纠正等等。

5. 执行班组管理

执行班组基本上是以专业划分的，其工作范围、内容、任务、对象相对明确，工作任务具有一定的继承性、延续性和计划性。但同制造业不同的是，核电站执行班组除了承担定期的相对固定的任务外，还负责机组不同工况下异常状况的处理和随时应急响应（消缺），因此对人的技能要求高，专业性强，个人的任何失误都可能导致十分严重的后果。所以，执行班组的的管理必须适应这种特点，实现管理的科学化、规范化。

执行班组按照其承担的工作性质，一般由10至20人组成，包括对专业工作和设备全面了解、掌握关键技术和信息、具备解决技术问题能力的技术人员；经验丰富、技术精湛、工作技能强、对工作过程熟悉的工作负责人；层次互补、明白工作要求和过程、取得工作授权的技术工人。执行班组的班组长是电站组织机构中的最基层管理者，他既承担班组的的管理责任，又必须承担一定的现场工作，对现场工作要合理组织和安排，对实施要进行严格控制和提供指导，因此需要具备丰富的专业知识和实践经验、一定的管理能力、强烈的事业心与责任心。

为了提高班组的的管理水平和工作人员的素质，有利于评价与考核，核电站执行班组主要有以下管理制度：

(1) 工作目标承诺制

将处、科级管理计划和工作计划分解落实到每个工作岗位，并结合该岗位员工的发展目标确定当年的员工任务和工作目标，对工作目标制定详细的预期效果和量度准则，在此基础

上形成具体的行动计划、措施。由此，员工对各自的工作项目、范围、进度要求、检查标准都有了明确的认识，有效地提高了工作的自觉性和积极性。

工作目标承诺制的关键在于量度准则的确定和定期的检查考核。量度准则应是对员工的工作具有一定挑战性又通过努力能实现的，而定期的检查考核是推动持续改进的动力，应是员工年终业绩考核的主要依据。

(2) 设备巡视制

执行班组的设备巡视制是对运行值的设备巡视的一个重要补充，它是从专业角度来判定设备的运行状态，弥补了运行人员对设备内在结构和技术性能了解不深的不足，有利于尽早发现设备早期故障和对故障原因进行及时诊断，防止设备故障的发展。

设备巡视是以专业范围的设备作为巡视对象，通过制定巡视要求、周期、人员安排、巡视记录要求、故障处理跟踪等内容保证巡视到位，保证故障和异常的及时处理。为此，建立了“维修人员提出纠正工作申请占全部纠正工作申请的比例”指标，作为对巡视效果的一种考核。

(3) 设备岗位责任制

在班组内推行以系统为界的“设备岗位责任制”，制定管理目标和责任人承诺责任制，实行每台设备设有“第一”和“第二”责任人，使设备件件有人管。它提高了班组成员的工作责任心，通过责任人定期记录报告设备状况，定期绘制设备运行状况曲线，对设备运行趋势进行跟踪，一方面可以及时预测设备性能变化趋势，另一方面使责任人进一步了解设备性能参数和结构原理，完善了设备历史数据，造就了设备维修能手。

(4) 工作负责人“六个明白”

根据以往大修经验和工作实践，针对大修工作的特点和重要性，对工作负责人提出了“六个明白”的要求，并逐渐成为执行班组工作前的必要前提条件和检查内容。

“六个明白”的具体内容为：1) 明白工作内容和程序要求；2) 明白备品备件和专用工具状态；3) 明白时间窗口；4) 明白接口关系；5) 明白再鉴定标准；6) 明白经验反馈。它的推行给工作人员，尤其是工作负责人带来了压力，但更多的是激发了责任感和工作热情。同时，“六个明白”标准的贯彻，在大修以及随后的日常工作中产生了良好的效果。工作负责人对工作文件和其他内容的准备工作更加重视，对计划的严肃性更加尊重，减少了人因失误和协调工作量，相应提高了工作质量。

6. 职能科室管理

在核电站，职能科室是指运行值和执行班组以外的对电站整体运作承担技术、策划、支持、服务、监督职能的基层管理单位，包括工程、安全监督、计划、质保、培训、文档、信息、后勤保卫、文秘等各类职能单位，一般以行政科室为主体，但也可以是指基层处和基层工作班组。

职能科室的运作发挥着两方面的作用：对管理层而言，职能科室发挥参谋、策划与支持功能；对工作执行层而言，职能科室起着监督、控制、协助与工作推动作用。职能科室所承担的工作面一般比较广，专业要求范围比较宽，涉及的接口层次比较多，工作的弹性比较大，而有时时限又非常紧，因此对于其工作人员，要求所具备的常识、技能、经验比较高，组织、协调、沟通能力强，服务意识好，工作主动性强，具有良好的心态和心理承受能力。

由于职能科室的管理不完全等同于运行值与执行班组的特点，必然要求在对职能科室的管理上要得以体现。一般来讲，以下几条原则始终贯穿于职能科室的管理活动过程中：

(1) 对上满意、对下民主的原则。在对外关系上,职能部门因为服务、支持职能要求其必须以满足经理层、执行层的需求为准绳,贯彻满意原则;在对内管理上,由于人员素质高,工作的个性化特征明显,因此必须采用民主协商的原则,这样才能最大限度地调动员工的积极性和工作主动性。

(2) 互动的原则。所谓互动原则就是坚持在工作实践中锻炼员工,贯彻“组织给机会,个人自主求发展”的原则,这也是职能科室工作任务上所呈现的个体性与软性化特点所要求的基本管理方法。这样,通过互动管理原则既达到实现科室管理的目标,又满足个体自身发展的需求。

(3) 绩效的原则。尽管职能科室工作任务的软性化特征,使得管理者难以对下属的工作进行量化的硬性考核,但正是因为职能工作的好坏往往因人而异、因态度和责任心而异,因此更有必要建立适宜的工作考核标准,而考核标准的核心就是以绩效为原则。

针对职能科室的任务特点,核电站采取了下列多样化管理,以更好地完成策划、支持、服务、监督的职能,发挥其参谋、控制与推进工作的作用:

① 项目责任式管理。职能科室大量的工作,无论是例行的还是例外的,都呈现出以专业为基础的项目形式,如 PRA、统计指标、技术监督、文档一体化等等。因此,在职能科室中采用项目责任式管理,能更好地调动员工的积极性与主动性,充分发挥个体才干,并真正贯彻以绩效为中心的管理原则。它与员工岗位职责、个人特长与能力、个人意愿、目标实现的难易程度等多方面的要素相结合,以达到既推进工作又培养人才的目的。

② 技能培训与岗位轮换制。为圆满完成职能科室各项职能的需要,同时满足个人不断发展和成长的需要,在职能科室坚持贯彻技能培训与岗位轮换制度也是一项重要措施。但在其实施过程中要考虑到岗位需求与个人需求相结合及整个队伍的稳定性。在一定时期内,岗位轮换率应控制在一定的比例。

③ 岗位承诺与业绩考核制。实行岗位承诺与业绩考核制,是职能科室工作任务的个体性与软性化特征所要求的管理手段和方法,也是贯彻以绩效为中心的管理原则的体现。通过岗位承诺,把员工的自主管理与科室管理要求相结合,形成客观公正、民主公开的管理氛围。

④ 定期面谈与走出去沟通制。在职能科室的内部管理方面,采用的是定期面谈与走出去沟通的管理方法,以使管理者及时了解下属的思想状况、工作进展情况,以便在必要时给他们提供帮助和支持。同时给下属提供随时提出意见和建议的机会与场所,防止出现衙门作风,真正把职能科室的服务、支持职能发挥好。由于职能科室内单个成员之间任务的性质常有不同,个体工作性质明显,成员之间互不了解,互相之间也难以替代,职能科室还采取了定期会务制度,使班组成员间加强彼此的了解,一旦有事,也便于互相顶替。

由于核电站工作的特殊性,核电班组建设在参考、借鉴、探索、实践的过程中总结出了一套适合于自身运作的机制与管理方法,但还有待于进一步提高和完善,为核电站安全发电奠定坚实的基础。

附录一 基本系统名称

Elementary System Codification

<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Quality and nuclear safety related system 完全与质量和核安全相关系统</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #e0e0e0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Partially quality and nuclear safety related system 部分与质量和核安全相关系统</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #f0f0f0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Quality related system 与质量相关系统</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #fff; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Non quality related system 与质量无关系系统</div> </div> </div>			
A	Feedwater Supply 给水供应	APP	Turbine-Driven Feedwater Pump 汽动主给水泵系统
ABP	Low Pressure Feedwater Heater 低压给水加热器系统	APU	Feedwater Pump Turbine Drain 主给水泵汽轮机疏水系统
ACO	Feedwater Heaters Drain Recovery 给水加热器疏水回收系统	ARE	Feedwater Flow Control 给水流量控制系统
ADC	Feedwater Deaerating Tank and Gas Stripper 给水除气器系统	ASG	Auxiliary Feedwater 辅助给水系统
AET	Feedwater Pump Turbine Gland 主给水泵汽轮机轴封系统	C	Condenser (Condensation-Vacuum-Circulating Water) 凝汽器(冷凝-真空-循环水)
AGM	Motor Driven Feedwater Pump Lubrication 电动主给水泵润滑系统	CAR	Turbine Exhaust Water Spraying 汽轮机排气口喷淋系统
AGR	Feedwater Pump Turbine Lubrication and Control Fluid 主给水泵汽轮机润滑油及调节油系统	CET	Turbine Gland 汽轮机轴封系统
AHP	High Pressure Feedwater Heater 高压给水加热器系统	CEX	Condensate Extraction 凝结水抽取系统
APA	Motor-Driven Feedwater Pump 电动主给水泵系统	CFI	Circulating Water Filtration 循环水过滤系统
APG	Steam Generator Blowdown 蒸汽发生器排污系统	CFM	Condenser Debris Filter 凝汽器滤网系统
		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
		CFA	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
DS	Emergency Lighting 应急照明系统
DIL	Closed-Circuit Television 闭路电视系统
DIV	Communication 厂区通讯系统
DVA	Cold Workshop and Warehouse Ventilation 冷机修车间和仓库通风系统
DVB	Administration Building Ventilation 办公楼通风系统
DVC	Control Room Air Conditioning 主控制室空调系统
DVD	Diesel Buildings Ventilation 柴油机房通风系统
DVE	Cable Floor Ventilation 电缆层通风系统
DVF	Electrical Building Smoke Exhaust 电气厂房排烟系统
DVG	Auxiliary Feedwater Pump Room Ventilation 辅助给水泵房通风系统
DWH	Charging Pump Room Emergency Ventilation 上充泵房应急通风系统
DVI	Component Cooling Room Ventilation 设备冷却水房间通风系统
DVK	Fuel Building Ventilation 核燃料厂房通风系统
DVL	Electrical Building Main Ventilation 电气厂房主通风系统
DVM	Turbine Hall Ventilation 汽轮机厂房通风系统
DVN	Nuclear Auxiliary Building Ventilation 核辅助厂房通风系统

DVP	Circulating Water Pumping Station Ventilation 循环水泵站通风系统
DVQ	Waste Auxiliary Building Ventilation 废物辅助厂房通风系统
DVS	Safety Injection and Containment Spray Pump Motor Room Ventilation 安全注入和安全壳喷淋泵电机房通风系统
DVT	Deminerlization Plant Ventilation 除盐水车间通风系统
DVV	Auxiliary Boiler and Compressor Building Ventilation 辅助锅炉和空压机厂房通风系统
DVW	Peripheral Rooms Ventilation 安全壳外附属房间通风系统
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 Service Water Pumping Station Ventilation 核岛重要生水泵站通风系统
DWX	Oil and Grease Storage Area Ventilation System(FC Building) 油及润滑脂贮存区通风系统(FC 厂房)
DWY	Electrochlorination Plant Ventilation 制氯站通风系统
DWZ	Hydrogen Production Plant Ventilation 制氢站通风系统

E	Containment 安全壳
EAS	Containment Spray 安全壳喷淋系统
EAL	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
GCF	Turbine Bypass 汽轮机旁路系统
GEV	Power Transmission 输电系统
GEW	Main Switchyard-EHV Switchgear 主开关站-超高压配电装置
GEX	Generator Excitation and Voltage Regulation 发电机励磁和电压调节系统
GFR	Turbine Control Fluid 汽轮机调节油系统
GGB	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
GZF	Turbine Protection 汽轮机保护系统
GSZ	Moisture Separator Reheater 汽水分离再热器系统
GST	Stator Cooling Water 发电机定子冷却水系统
GSY	Grid Synchronization and Connection 同步并网系统
GTH	Turbine Lube Oil Treatment 汽轮机润滑油处理系统
GTR	Turbine Generator Remote Control 汽轮发电机远方控制系统
J	Fire Protection(detection-fire fighting) 消防(探测-火警)
JPT	Fire Detection 火警探测系统
JPD	Fire Fighting Water Distribution 消防水分配系统
JPH	Turbine Oil Tank Fire Protection 汽轮机油箱消防系统
JPI	Nuclear Island Fire Protection 核岛消防系统
JPL	Electrical Building Fire Protection 电气厂房消防系统
JPP	Fire Fighting Water Production 消防水生产系统
JPS	Mobile & Portable Fire Fighting Equipment 移动式 and 便携式消防设备
JPT	Transformers Fire Protection 变压器灭火系统
JPU	Site Fire Fighting Water Distribution 厂区消防水分配系统
JPV	Diesel Generator Fire Protection 柴油发电机灭火系统
K	Instrumentation and Control 仪表和控制

KBS	Thermocouple Lead Junction Boxes 热电偶冷端盒系统
KCO	Common Control Cabinets for Conventional Island 常规岛共用控制机柜
KDO	Test Data Acquisition 试验数据采集系统
KIR	Loose Parts and Vibration Monitoring 松动部件和振动监测系统
KIS	Seismic Instrumentation 地震仪表系统
KIT	Centralized Data Processing 集中数据处理系统
KKK	Site and Building Access Control 厂区和办公楼出入监督系统
KKO	Energy Metering and Perturbography 电度表和故障录波仪
KME	Test Instrumentation 试验仪表系统
KPH	Remote Shutdown Panel 应急停堆盘系统
KPS	Safety Panel 安全监督盘系统
KRG	General Control Analog Cabinets 集中控制模拟量机柜
KRS	Site Radiation and Meteorological Monitoring 厂区辐射气象监测系统
KRT	Plant Radiation Monitoring 电站辐射监测系统
KSA	Alarm Processing 警报处理系统
KSC	Main Control Room 主控制室系统
KSN	Nuclear Auxiliary Building-Local Control Panels and Boards 核辅助厂房——就地控制屏和控制盘
KSL	Security Building Control Desk 应急保安楼控制台系统
KZE	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(Including) 48 V 直流电源和配电去耦系统
LCD	Common 48 V DC Power Supply(Nuclear Auxiliary Building) 公用 48 V 直流电源系统(核辅助厂房)
OLCK	48 V DC Power Supply(Demineralization Plant and Auxiliary Boilers) 48 V 直流电源系统(除盐水车间和辅助锅炉)
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
LHF	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 Devices 6.6 kV 交流应急电源切换系统
LHZ	Low Voltage 380V AC Generating Set (EC Building) 低压 380 V 交流发电机组(EC 厂房)
LK	LV AC Network—380 V 低压交流电源(380 V 系统)
LL	LV AC Emergency Network—380 V 低压交流应急电源(380 V 系统)
LLS	Hydrotest Pump Turbine Generator Set 水压试验泵汽轮发电机组
LMA	220 V AC Normal Power Source and Distribution System 220 V 交流电源和配电系统
LMC	220 V AC Power Supply (CI Instrumentation) 220 V 交流电源系统(CI 仪表)
LMD	220 V AC Power Supply(CI Instrumentation) 220 V 交流电源系统(CI 仪表)
LNA	Vital 220 V AC Power(Protection Group I) 220 V 交流重要负荷电源系统(第一保护组)
LNB	Vital 220 V AC Power(Protection Group II) 220 V 交流重要负荷电源系统(第二保护组)
LNC	Vital 220 V AC Power(Protection Group III) 220 V 交流重要负荷电源系统(第三保护组)
LND	Vital 220 V AC Power(Protection Group IV) 220 V 交流重要负荷电源系统(第四保护组)
LNE	Uninterrupted 220 V AC Power 220 V 交流不间断电源系统
LNF	Common Uninterrupted 220 V AC Power(N. A. B.) 220 V 交流公用不间断电源系统
LNK	Uninterrupted 220 V AC Power (Demineralization and Auxiliary Boilers) 220 V 交流不间断电源系统(除盐车间和辅助锅炉)
OLNL	Uninterrupted 220 V AC Power(EC Building) (Included In OLBL S. D. M.) 220 V 交流不间断电源系统(EC 厂房)
OLNM	Uninterrupted 220 V AC Power(FC Building) 220 V 交流不间断电源系统(FC 厂房)

LNP	Uninterrupted 220 V AC Power for Train B KITKPS 220 V 交流不间断电源系统(系列 B KIT- KPS)
LSA	Test Loops 试验回路系统
LSI	Site Lighting 厂区照明系统
LTR	Grounding 接地系统
LVS	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 Plt 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 Boron 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
RES	Safety Injection 安全注入系统
RPF	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
SBE	Hot Laundry and Decontamination 热洗衣房和清洗去污系统
SDA	Demineralized Water Production 除盐水生产系统
SEA	Raw Water 生水系统
SEC	Essential Service Water 核岛重要生水系统
SED	Nuclear Island Demineralized Water Distribution 核岛除盐水分配系统
SEH	Waste Oil and Inactive Water Drain 废油和非放射性水排放系统
SEK	Conventional Island Liquid Waste Collection 常规岛废液收集系统
SEL	Conventional Island Liquid Waste Discharge 常规岛废液排放系统
SEN	Auxiliary Cooling Water 辅助冷却水系统
SEO	Station Sewer System 电站污水系统
SEP	Potable Water 饮用水系统

SEB	Conventional Island Demineralized Water Distribution 常规岛除盐水分配系统
SES	Hot Water Production and Distribution 热水生产和分配系统
SCZ	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
SII	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
SRI	Sewage Recovery (N1-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
SRI	Steam Transformer 蒸汽转换器系统
SYA	Auxiliary Steam Distribution 辅助蒸汽分配系统
SVE	Preoperational Test Steam Distribution 运行前试验用蒸汽分配系统
T	Waste Treatment 三废处理
TEG	Gaseous Waste Treatment 废气处理系统
TEP	Boron Recycle 硼回收系统
TER	Liquid Waste Discharge 废液排放系统
TES	Solid Waste Treatment 固体废物处理系统
TEU	Liquid Waste Treatment 废液处理系统

V	Main Steam 主蒸汽
VVP	Main Steam 主蒸汽系统
X	Auxiliary Steam 辅助蒸汽
XCA	Auxiliary Steam Production 辅助蒸汽生产系统
XCE	Preoperational Test Steam Production 运行前试验用蒸汽生产系统
XPA	Auxiliary Boiler Fuel Oil 辅助锅炉燃料油系统

附录二 组织机构和相关术语缩写

英文	说明
AD	Administrative Procedure 行政程序
ALARA	As Low As Reasonably Achievable 可以合理达到的尽量低的水平 (或译:合理可行尽量低)(辐射防护用语)
AOM	Assistant Operations Manager 电站经理助理
ASSET	Assessment of Safety Significant Event Team 安全重要事件评价团
ATR	Authorization Training Requirements 授权培训要求
ATWS	Anticipated Transient Without Scram 未能紧急停堆的预期瞬态
ATWT	Anticipated Transient Without Trip 未能紧急停堆的预期暂态
AUD	Audit Department 审计部
BOP	Balance of the Plant 电站配套设施
CAR	Corrective Action Request 纠正措施要求(质保用语)
CCTV	Closed Circuit Television 闭路电视
CI	Conventional Island 常规岛
CLP	China Light & Power Co. Ltd. 中华电力有限公司
CNEIC	China Nuclear Energy Industrial Company 中国原子能工业公司
CNNC	China National Nuclear Corporation 中国核工业总公司(中核总)
CPP	Condensate Polishing Plant 凝结水精处理系统
CRO	Computer Request to Order 自动采购申请
CT	安全壳密封性试验
CUW	Call Upon Warranty 要求(供货商)履行保证条款
DOM	Deputy Operations Manager (OPS) 电站副经理
EESR	End of Erection Status Report 安装竣工状态报告
EFPD	Equivalent Full Power Days 等效满功率天数
EOMM	Equipment Operation and Maintenance Manual 设备运行维修手册
EP	Emergency Preparedness 应急准备
EQAV	Equivalent Average 当量(平均)
ERA	Europe Representative Agency 驻欧办事处
FAC	Final Acceptance Certificate 最终验收证书
FMX	同 Framex
FP	Full Power 满功率
FRA	同 FRAMATOME
FRAMATOME	法马通公司(法)
FRAMEX	法马通海外检修公司
FROG	Framatome Owners Group 法马通业主协会
FSAR	Final Safety Analysis Report 最终安全分析报告
ESP	物资技术数据库
FSS	Full Scope Simulator 全范围模拟机
F_{xy}	Radial Peaking Factor 径向功率峰因子
GECA	General Electrical-Alsthom Corp. 通用电气-阿尔斯通公司(英、法)
GEPB	Guangdong Environmental Protection Bureau 广东省环保局
GNIC	Guangdong Nuclear Power Investment Co. Ltd 广东核电投资有限公司

GNPJVC	Guangdong Nuclear Power Joint Venture Co. Ltd 广东核合营有限公司
GNRB	General Nuclear Review Board 核安全评审委员会
GNPS	Guangdong Nuclear Power Station 广东大亚湾核电站
GOR	General Operating Rules 运行总则
GPHC	Guangdong Electric Power Holding Co. 广东省电力集团公司
GRO	Guangdong Regional Office (NNSA) (国家核安全局) 广东监督站
GT	反应堆控制棒束导向管更换
HAF	核安全法规 (中国发布)
HKNIC	Hongkong Nuclear Power Investment Co. Ltd 香港核电投资有限公司
HNMC	Huainan Nuclear Maintenance Company 淮南核电检修公司
HP	Hold Point 停工待检点, 控制点
HP	高压缸
IAEA	International Atomic Energy Agency 国际原子能机构
ICRP	International Committee of Radiation Protection 国际放射防护委员会
In-Corr	堆内
INES	International Nuclear Event Scale 国际核事件分级 (IAEA 用语)
INPO	International Nuclear Power Operation 核电运行研究所 (美)
Io	Inoperability 不可用
IP	Implementation Procedure 执行程序
IS	Industrial Safety 工业安全
ISI	In-Service Inspection 在役检查
ISO	International Standard Organization 国际标准组织
ITP	Individual Training Programme 个人培训计划
ITV	Inspection of Television 电视检查
KEPCO	Korea Electric Power Corp. 韩国电力公司
LANS	Guangdong Ling Ao Nuclear Power Station 岭澳核电站
LANPC	Ling Ao Nuclear Power Company Ltd 岭澳核电有限公司
LLO	工程联络办公室
LIB	工程部执照申请处
LNPS	岭澳核电站
LOE	Licensing Operational Event 电站运行事件
LOI	Low Operation Interval (RRA) RRA 低水位运行间隔
LP	低压缸
LPA	岭澳核电站综管处
LPE	岭澳核电站设备管理处
LPP	岭澳核电站生产计划处
LPO	岭澳核电站运行处
LPS	岭澳核电站生产部
LPH	岭澳核电站保健物理处
LPW	岭澳核电站程序编写协调组
LSL	岭澳核电站安全执照处
MAP	Mean Assembly Power 反应堆组件平均功率
MCR	Main Control Room 主控室
MIS	用于反应堆压力壳无损探伤的装置名称, 法国产品
MR	Modification Request 改造申请

MRO	Manual Request to Order 手动采购申请
NCR	Non Conformance Report 不符合项报告
NDE	Non Destructive Examination 无损检验
NDT	Non Destructive Test 无损探伤
NEPA	National Environment Protection Administration 国家环保局
NEPC	Northeast Electric Power Construction Co. 东北核电建设公司
NI	Nuclear Island 核岛
NNSA	National Nuclear Safety Administration 国家核安全局
NQR	Non Quality Related 与质量无关的
NS	Nuclear Safety 核安全
NSSS	Nuclear Steam Supply System 核蒸汽供应系统
OBN	Observation Note 观察通知单 (质量保证用语)
OCS	Contract And Supply Branch 合同供应处
OJT	On-the-Job Training 在岗培训
OPA	Administrative Branch 综合管理处
OPD	Documentation Branch 资料处
OPG	Outage Planning Group 大修计划组
OPH	Health & Physics Branch 保健物理处
OPL	生产准备处
OPM	Maintenance Branch 维修处
OPM/ME	Electrical Section 维修处电气科
OPM/MI	Instrumentation and Control Section 维修处仪表控制科
OPM/MR	Rotating Mechanical Section 维修处转动机械科
OPM/MS	General Service Section 维修处现场服务科
OPM/MV	Valving Mechanical Section 维修处静止机械科
OPO	Operation Branch 运行处
OPP	Generation Planning Branch 发电规划处
OPS	Operations Department 生产部或称广东大亚湾核电站
OPT	Technical Service Branch 技术服务处
OQA	Quality Assurance Branch 质量保证处
OQAP	Operations Quality Assurance Programme 运行质保大纲
OS (contract)	Operation Service Contract 生产服务合同 (GNPJVC 与 EDF 之间)
OSART	Operational Safety Assessment Review Team 运行安全评审团 (IAEA)
OSL	Safety & License Branch 核安全处
OTC	Training Centre 培训中心 (培训处)
OTS	Technical Support Branch 技术支持处
P7	Permissive Signal P7 允许信号 P7 (反应堆功率 > 10%)
PCI	Pellet Cladding Interaction 芯块与包壳的相互作用
P_e	Power (Electricity) 电功率
PI (法)	Intervention Permit 介入票
PICC	People's Insurance Co. of China 中国人民保险公司
PISRC	Plant Industrial Safety & Radiation Protection Committee 电站工业安全和辐射防护委员会
P_n	Power (nuclear) 核功率
PNSC	Plant Nuclear Safety Committee 电站核安全委员会

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
RCM	Reliability Center Maintenance 以可靠性为中心的维修
RINPO	Research Institute of Nuclear Power Operation 核动力运行研究所(武汉)
RO	Reactor Operator 反应堆操纵员
RP	Radiation Protection 辐射防护
SCAR	Significant Corrective Action Request 重大纠正运行要求(质保用语)
SDM	System Design Manual 系统设计手册
SG	Steam Generator 蒸汽发生器
SIS	Station Information System 电站综合信息系统
SPSB	Shenzhen Power Supply Bureau 深圳供电局
SRO	Senior Reactor Operator 高级反应堆操纵员
TCA	Temporary Control Alterations 临时控制变更
TLD	Thermoluminescent Dosimeter 热释光剂量计
TOB	Take Over for Blocking 隔离责任移交生产部
TOI	Temporary Operation Instruction 临时运行指令
TOM	Take Over for Maintenance 维修责任移交生产部
TOTO	Turned Over for Temporary Operations 临时运行责任移交生产部
WANO	World Association of Nuclear Operators 世界核营运者协会
WANO-PC	世界核营运者协会——巴黎中心
WANO-TC	世界核营运者协会——东京中心
WO	Work Order 工作指令
WR	Word Request 工作申请
WRN	Word Request Notice (合同外) 附加工作单

附录三 计量单位中英对照

英文	中文	英文	中文
Bq/g	贝可/克	MW	兆瓦
MBq/m ³	兆贝可/米 ³	c/s	计数/秒
Bq	贝可	GW·h	吉瓦·时
MW·d/t	兆瓦·日/吨	kV	千伏
MW	兆瓦	kW·h	千瓦·时
MW·h	兆瓦·时	μg/g	微克/克
EFPD	等效满功率日	g/L	克/升
h	小时	mm	毫米
m ³	米 ³	cm	厘米
mSv/h	毫希沃/时	g/cm ³	克/厘米 ³
μSv/h	微希沃/时	MW·d/t	兆瓦·日/吨
Sv/h	希沃/时	Ci/m ³	居里/米 ³
man·Sv	人·希沃	mCi/m ³	毫居里/米 ³
man·mSv	人·毫希沃	m ³ /h	米 ³ /时
Bq/kg	贝可/千克	MPa (g)	兆帕斯卡 (表)
Bq/m ³	贝可/米 ³	mbar	毫巴
μGy/h	微戈瑞/时	MBq/t	兆贝可/吨
μGy/month	微戈瑞/月	L/h	升/时
d	天	Hz	赫 [兹]
m	米	t/h	吨/时

附录四 厂房和构筑物——代号和名称

厂房和构筑物可分为三大类

—辅助厂房和构筑物

—核动力区

—汽轮机厂房

I. 辅助厂房和构筑物

辅助厂房和构筑物可分为 BOP、NI 和 CI 三大部分。

BOP:

- AA Cold Workshops
冷机修间
- AB Cold Warehouses
冷仓库
- AC Hot Workshop and Warehouses
热机修间和仓库
- AD Archive and Documentation Building
档案资料馆
- AF Workshop and Warehouse
车间和仓库
- AG Garage
汽车库
- AH Garage—Petrol Station and Fire Station (Cancelled)
汽车库—加油站和消防站 (取消)
- AL Site Laboratory
厂区实验室
- AM Radiation Measuring Devices Calibration Laboratory
辐射测量仪标定室
- AN Oil and Grease Analysis Laboratory
润滑油和油脂分析实验室
- AO Open Warehouse or Shed
露天仓库或棚库
- AP Permanent Access—Roads—Parking Lots—Tracks on Site
永久出入口—道路—停车场—厂区便道
- AX Dangerous Products Warehouse
危险品库
- BA Site Management Office
工程部办公楼 (已改为生产部办公楼)
- BX Administration Building
办公楼

—CA	Water Intake Structure 取水构筑物
—CB	Water Inlet Channel 进水渠
—CC	Outfall Structures 排水构筑物
—CD	Water Discharge Channel 排水渠
—CE	Breakwaters 防波堤
—EA	Training Centre 培训中心
—EB	Fire Fighting Training Building 消防培训站
—EC	Meteorological and Site Radiation Monitoring Station 气象和厂区辐射监测站
—ED	Waste Water Treatment Building 废水处理厂房
—EF	Iron Storage 钢材贮存库
—EG	Security Building 应急保安楼
—EH	Contractors' Building (Cancelled) 承包商办公楼 (取消)
—EI	Information Centre (Cancelled) 接待中心 (取消)
—EL	Laundry and Changing Building 洗衣更衣房
—FC	Oil and Grease Storage Area 润滑油和油脂贮存场地
—FD	Washing Area (Cancelled) 清洗场地 (取消)
—FF	Fire Emergency Storage of Oil and Water 汽轮机事故排油坑
—FS	Sewage System Oil Separator 污水系统油分离器
—GB	Technical Galleries and Gutters 技术管廊和管沟
—GD	Circulating Water Inlet and Discharge Culverts (Outside Turbine Building)

- 循环水进水管和排水管 (汽轮机厂房外)
- GE Yard Storm—Foul Sewage System and Buried Piping
雨水—污水系统和地下管道
- GS Essential Service Water Discharge Structure (Non-Safety Related)
重要厂用水排放构筑物 (非安全有关的)
- HX Chlorination Plant
制氯站
- JX Auxiliary Transformer Area (220/6, 6 kV)
辅助变压器平台
- OF Raw Water Filtration Plant
生水过滤装置
- OP Drinking Water Storage Tanks
饮用水贮存罐
- PS Pumping Station Annexe
泵站附属建筑
- PX Combined Pumping Station
联合泵站
A further distinction is made for a specific subarea of the Pumping Station.
联合泵站的某一特定部分可进一步用代号区分为
·PA SEC—Well Area
表示重要厂用水系统的竖井区 PA
- QF Concrete Drum Fabrication Building (Cancelled)
混凝土桶制作厂房 (取消)
- QT Solid Radwaste Long—term Storage
固体废物长期贮存区
- SA Restaurant
餐厅
- TB Main Switchyard Building (500 kV and 400 kV)
主开关站 (500 kV 和 400 kV)
- TC Switchyard Control Building
开关站控制厂房
- TD Auxiliary Switchyard Area (220 kV)
辅助开关站 (220 kV)
- TX Spare Transformer Compound Housing, 1TX (400 kV), 2TX (500 kV)
备用变压器平台
- UA Guardhouse
警卫检查站
- UB Fencing
围墙

—UC	Unloading Quay with Mooring Equipment 设备码头
—UD	Access Control Post 出入控制口
—UF	Access Control Post 出入控制口
—UE	Provisional Guardhouse 临时警卫室
—VA	Auxiliary Boilers Building 辅助锅炉厂房
—VB	Fuel Oil Storage Tank 燃油贮存罐
—XC	Site Concrete Laboratory 现场混凝土实验室
—YA	Demineralized Water Production Plant 除盐水生产车间
—YB	Demineralized Water Storage Tanks 除盐水贮存罐
—ZA	General Gas Storage Area 厂用气体贮存区
—ZB	Hydrogen and Oxygen Production and Storage Plant 制氢站
—ZC	Compressor House 空压机房
—NI:	
—ET	Transit Changing Rooms for Reactor Shutdown 停堆用更衣室
—EU	Connecting Tower 连接塔
—GA	Essential Service Water Intake Galleries 重要厂用水取水管廊
—GC	Liquid Waste Discharge Galleries (Safety—related sections) 废液排放管廊 (安全有关部分)
—QA	Liquid Waste Holdup Tanks 废液存留罐
—QS	Waste Auxiliary Building 废物辅助厂房
—CI:	
—GD	Circulating Water Inlet and Discharge Culverts (inside Turbine Building)

	循环水进水管和排水管 (汽轮机厂房内)
—MO	Lubricating Oil Transfer Annexe 润滑油传送间
—MP	Resin Regeneration Annexe 树脂再生间
—MV	Turbine Ventilation Annexe 汽轮机通风间
—TA	Main and Stepdown Transformer Platform 主变压器和厂用变压器平台
—VC	Test Boiler Platform 试验锅炉平台

II .NUCLEAR POWER BLOCK (核动力区)

This includes the following buildings:

核动力区包括下列厂房:

—DX Diesel Generator Building

柴油发电机房

When necessary a distinction is made between:

必要时可将柴油发电机房区分为:

·DA Diesel Building A

柴油机房 A

·DB Diesel Building B

柴油机房 B

—KX Fuel Building and Refuelling Water Storage

燃料厂房和换料水池

—LX Electrical Building

电气厂房

—NX Nuclear Auxiliary Building

核辅助厂房

Geographical sub—areas of the Nuclear Auxiliary Building are distinguished by use of the following codes:

核辅助厂房可用下列代号进一步分区:

·NA NAB sub—area A

NA 表示 NAB 中的 A 区

·NB NAB sub—area B

NB 表示 NAB 中的 B 区

·NC NAB sub—area C

NC 表示 NAB 中的 C 区

·ND NAB sub—area D

ND 表示 NAB 中的 D 区

•NE NAB sub—area E

NE 表示 NAB 中的 E 区

•NF NAB sub—area F

NF 表示 NAB 中的 F 区

and when necessary, in particular for civil documentation,

必要时,尤其在土建文件中可用:

•NL NAB sub—area common to NA and NB, also including 9LX

NL 表示 NAB 中的包括 9LX 在内的 NA + NB 区

•NR NAB sub—area common to NC + NE + NF

NR 表示 NAB 中的 NC + ND + NE + NF 区

—WX Connecting Building

连接厂房

—RE Auxiliary Feedwater Storage

辅助给水贮存罐

—RX Reactor Building

反应堆厂房

Specific structures of the Reactor Building are distinguished by use of the following codes:

采用下列代号进一步区分反应堆厂房内的不同构筑物:

•RC Containment

RC 安全壳

•RF Cylindrical Part

RF 圆柱部分

•RG Reactor Pool and Cavity

RG 反应堆堆换料腔

•RP Reactor Building Gantry

RP 反应堆厂房龙门架

•RS Reactor Building Internal Structures (other than RF, RG, RV)

RS 反应堆厂房 (RF、RG、RV 除外的) 内部构筑物

•RV Reactor Pit

RV 反应堆堆坑

III. TURBINE BUILDING (汽轮机厂房):

—MX Turbine Building

汽轮机厂房

Geographical sub-areas or specific structures of the Turbine Building are distinguished by use of the following codes:

汽轮机厂房可用下列代号进一步分区:

•MA Turbine Building Sub-area A

MA 汽轮机厂房 A 区

- MB Turbine Building Sub-area B etc.
MB 汽轮机厂房 B 区等
- MT Turbine Pedestal
MT 汽轮机基座

附录五 设备名称代码

A		B		C		D	
AA	报警灯 可见报警信号	BA	储罐-稳压器	CA		DA	
AB		BB	喷雾器	CB		DB	
AC	电梯-升降机	BC	接线盒	CC	选择器开关或键 盘	DC	核燃料装卸设备
AD	吸收器	BD	吊运转动台	CD	电容器	DD	
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	打石槌
AG	搅拌器-振荡器	BG	气体钢瓶	CG	控制棒驱动	DG	除磁器
AH		BH		CH	锅炉	DH	膜片隔膜
AI	消防柜	BI	消防栓	CI		DI	
AJ		BJ		CJ		DK	爆破膜或爆破鼓
AK		BK	控制棒启动装置	CK	色谱	DL	逆变器
AL	电源	BL	喷嘴、接管	CL	照明开关	DM	屏蔽容器-运输容 器
AM	放大器模块	BM	试验箱	CM		DN	去离子器
AN	稳压电源	BN	端子板	CN	(液、水)柱	DO	
AO	阳极-正极	BO	插头	CO	压缩机或增压器	DP	控制棒束换位架
AP	发电机	BP		CP	(水力或机械)联 轴器	DQ	
AQ	安注罐	BQ	应急照明	CQ	机架	DR	错油阀(用于油 动机)
AR	控制柜	BR	控制棒或停堆棒	CR	箱子-装箱箱	DS	脱水器-干燥器
AS	燃料组件	BS	冷端盒	CS	凝汽器	DT	检测器
AT	自动化学监测和 控制装置	BT	蓄电池	CT	印刷电路板	DU	
AU		BU	防水堰水闸	CU	(水池)衬里	DV	
AV	雨水排放管的集 水口	BV	灯具箱	CV	键锁机构	DW	
AW		BW		CW	容器	DX	
AX		BX		CX	搬运小车	DY	接管
AY		BY		CY		DZ	除氧器
AZ		BZ		CZ			

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
EF	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	粗滤栅	HG	
EH		FH		GH		HH	
EI	堆内构件	FI	液体过滤器 电子过程器 碘过滤器	GI		HI	打印机-电传打印 机
EJ	喷射器	FJ		GJ		HJ	
EK		FK		GK		HK	
EL	(先导)电磁阀	FL		GL	通风管道	HL	穿孔带或穿孔卡 片读出器或打孔 机
EM	膜片或隔膜	FM		GM	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)一照明灯
IB	插接式指示器	JB	母线	KB		LB	
IC	(机械式)流量指示器	JC		KC	计算机输出继电器	LC	就地速度测量
ID	电气指示器	JD	膨胀节	KD	一次流量测量元件-限流器	LD	就地流量测量
IE		JE		KE	排汽缸(汽轮机)	LE	就地声频测量
IF		JF		KF		LF	就地频率-相位测量
IG		JG		KG		LG	就地物理-化学分析
IH		JH		KH		LH	就地时间测量
IJ		JI		KI	粗滤器	LI	就地电流测量
IK	计数率计	JJ		KJ		LJ	火警探测
IL		JK		KK	手动断路器	LK	就地应力测量
IM		JL		KL		LL	就地亮度(不透明度)测量
IN	内部通讯(电话)设施	JM		KM		LM	就地位置-位移测量
IO		JN		KN		LN	就地标高测量
IP		JO		KO	汽轮机汽缸	LO	
IQ	放射性废物焚烧炉	JP	盲板	KP		LP	就地压力测量
IR		JQ		KQ		LQ	就地无功功率测量
IS	隔离组件	JR		KR	冷冻器	LR	就地阻抗-电阻率或电阻-导电率测量
IT		JS	电源分区开关	KS		LS	就地保健测量
IU		JT		KT	一次测温元件	LT	就地温度测量
IV		JU		KV		LU	就地电压测量
IW		JV		KW		LV	就地振动-推力-胀差测量
IX		JW		KX	与反应堆压力容器有关的设备	LW	就地有功功率测量
IY		JX		DY		LX	其他机械数据的就地测量
IZ		JY		KZ		LY	其他电气数据的就地测量
		JZ				LZ	其他物理数据的就地测量

M		N		P		Q	
MA	核测量(中子通量或放射性)	NA		PA	绞盘车-卷扬机	QA	放射性计数器
MB		NB		PB		QB	
MC	速度测量	NC		PC	(凸轮式)机械程序执行机构	QC	转数计
MD	流量测量	ND		PD		AD	容积计数器
ME	声频测量	NE		PE	模拟燃料元件	QE	
MF	频率-相位测量	NF		PF	令阱	QF	
MG	物理-化学分析	NG		PG	电磁泵	QG	时间计数器
MH	时间测量	NH		PH	话筒	QH	
MI	电流测量	NI		PI	碘捕集器	QI	
MJ	火警探测器	NJ		PJ	插座-插头-连接器	QJ	
MK	应力测量	NK		PK	故障记录示波仪	QK	
ML	亮度(不透明度)测量	NL		PL	轴承	QL	
MM	位置-位移测量	NM		PM	测量用电压计	QM	操作计数器
MN	标高测量	NN	成套设备(总承包)	PN	活塞-千斤顶	QN	
MO	电动机	NO		PO	泵	QO	
MP	压力测量	NP		PP	控制台或仪表盘	QP	
MQ	无功功率测量	PQ		PQ	压实机	QQ	无功能量计数器
MR	电阻-电阻率或阻抗-导电率测量	NR		PR	吊车-单梁吊车-旋臂吊车	QR	
MS	保健测量	NS		PS	坑	QS	
MT	温度测量	NT		PT	吊车-桥式吊车-环行吊车	QT	
MU	电压测量	NV		PI	蒸汽疏水器	QU	
MV	推力-胀差-振动测量	NW		PV		QV	
MW	有功功率测量	NX		PW	避雷器	QW	有功能量计数器
MX	其它机械测量	NY		PX	核燃料组件检验设施	QX	
MY	其他电气测量	NZ		PY	预热元件	QY	
MZ	其他物理(如湿度等)测量			PZ	灌浆部件	QZ	

R

RA	空气调节风门
RB	气瓶架
RC	自动控制、遥控、中间控制或整定值控制站
RD	整流器
RE	加热器
RF	冷却器
RG	模拟计算模块
RH	
RI	莫里斯消防接头
RJ	消防水龙带
RK	继电器架
RL	储存架
RM	
RN	找人机
RO	转子
RP	疏水冷却器
RQ	
RR	减速或半速齿轮箱
RS	电阻器-电加热器
RT	电抗器-电感器
RU	(废水排放沟上的) 栅格盖板
RV	
HW	
RX	
RY	
RZ	

S

SA	核测量(放射性或中子通量)通/断信号
SB	
SC	速度测量通/断信号
SD	流量测量通/断信号
SE	声频测量通/断信号
SF	频率-相位测量通/断信号
SG	物理-化学分析通/断信号
SH	相对湿度测量通/断信号
SI	
SJ	火警探测通/断信号
SK	应力测量通/断信号
SL	亮度测量通/断信号
SM	位置-位移测量通/断信号
SN	标高测量通/断信号
SO	支架(不包括标准管道支架)
SP	压力测量通/断信号

SQ	
SR	电阻-导电率-阻抗测量通/断信号
SS	保健测量通/断信号
ST	温度测量通/断信号
SU	48 V 直流电压测量通/断信号
SV	推力-胀差-振动通/断信号
SW	
SX	其他机械测量通/断信号
SY	来自控制柜的其他电气测量通/断信号
SZ	其他物理测量通/断信号

T

TA	辅助厂用变压器
TB	开关板-配电盘
TC	汽轮机
TD	连续式机械输送装置(螺杆输送、皮带输送等)
TE	遥控式断路器
TF	旋转滤网或滤筛
TG	凝汽器管子清洗套管
TH	
TI	电流互感器
TJ	称量料斗
TK	快速故障记录仪
TL	推旋式灯光开关
TM	装换料机
TN	电话设施
TO	按钮
TP	主变压器
TQ	电缆井
TR	电力变压器
TS	厂用变压器
TT	人孔盖板
TU	电压互感器
TV	电视设备
TW	贯穿件
TX	蒸汽变换器
TY	管道
TZ	传送带

U		V		W		X	
UA	报警器	VA	空气阀门	WA		XA	止动继电器
UB	端子排组件		(不同于一回路冷却剂阀门的)含硼水阀门	WB	振荡器	XB	闭锁继电器
UC	控制器	VB		WC		XC	脉冲接触继电器
UD	解列装置(电网)去耦器(弱电回路)	VC	循环水阀门	WD	贯穿件	XD	瞬时脱扣继电器
UE		VD	除盐水阀门	WE		XE	瞬时动作继电器
UF		VE	生水阀门	WF		XF	闭合继电器
UG		VF	燃料油阀门	WG		XG	闪光继电器
UH		VG	二氧化碳阀门	WH		XH	频率继电器
UI		VH	油阀门	WI		XI	电流继电器
UJ	接触器	VI		WJ		XJ	
UK	闪光器	VJ	废气阀门	WK		XK	故障继电器
UL		VK	废液阀门	WL		XL	
UM	继电器	VL	凝结水和给水阀门	WM	(洗衣房用)洗衣机	XM	启动继电器
UN	继电器(RE3000)	VM	点火燃料阀门(丙烷重油)	WN		XN	
UQ	凸轮式程序执行机构	VN	常规岛闭路冷却水阀门	WO		XO	断开继电器
UP	电源通/断组件	VO		WP		XP	抗震继电器或压力继电器
UQ		VP	一回路冷却剂阀门	WQ		XQ	
UR	继电装置	VQ	有机液体阀门	WR		XR	(本表所列瞬时继电器以外的)其他瞬时继电器
US	简化的控制器	VR	试阀门	WS		XS	过载继电器
UT	计时器	VS	排渣阀	WT		XT	辅助延时继电器
UU		VT	饮用水阀门	WU		XU	电压检测继电器-整定值继电器-比较器
UV	显示器	VU		WV	快卸式接头	XV	
UW		VV	蒸汽阀门	WW	(洗衣房用)烘干机	XW	功率继电器
UX	二极管矩阵器	VW		WX		XX	模拟试验继电器
UY		VX	SF6阀门	WY		XY	
UZ		VY	氢气阀门	WZ		XZ	接地检测继电器
		VZ	氮气阀门				

Y		Z	
YA	核测试(放射性-中子通量)	ZA	
YB		ZB	
YC	速度测试	ZC	扫描器
YD	流量测试	ZD	
YE	声频测试	ZE	分离器
YF	频率-相位测试	ZF	加热器-再热器
YG	物理-化学分析测试	ZG	
YH	时间测试	ZH	
YI	电流测试	ZI	消音器
YJ		ZJ	
YK	应力测试	ZK	同步器-连接器
YL	亮度(不透明度)测试	ZL	选择器
YM	位置-位移测试	ZM	伺服机或油动机
YN	标高测试	ZN	
YO		ZO	电焊机
YP	压力测试	ZP	
YQ	无功功率测试	ZQ	
YR	阻抗-电阻率-导电率测试	ZR	干燥器
YS	保健测试	ZS	出人气闸-设备闸门
YT	温度测试	ZT	分流器
YU	电压测试	ZU	
YV	推力-胀差-振动测试	ZV	风机
YW	有功功率测试	ZW	
YX	其他机械测试	ZX	
YY	其他电气测试	ZY	
YZ	其他物理测试	ZZ	汽水分离器-再热器

《年鉴》各章节供稿人名单

吴广涛	(1.1) (1.2)
王宏斌	(1.3) (1.3.2.4 除外) (2.3.2.2) (2.3.2.3) (2.3.3)
王宝山、张新安	(1.3.2.4)
宫广臣	(2.1.1.1)
李德江	(2.1.1.2) (3.1) (3.2)
戴元生	(2.1.1.3)
陈 宁	(2.1.1.4)
李现锋	(2.1.1.5)
段德洪	(2.1.1.6) (2.1.4.1) (2.1.4.2)
杨梦奇	(2.1.1.7)
关建军	(2.1.1.8) (2.1.1.9)
王 斐	(2.1.1.10)
肖 岷、徐慧波	(2.1.1.11)
丁震行	(2.1.2.1) (2.1.2.3)
余 鸿	(2.1.2.2)
张熙军	(2.1.2.4)
张宇宏	(2.1.2.5)
欧阳俊杰	(2.1.3.1) (2.1.3.2)
黄来喜	(2.1.3.3) (2.1.3.4)
吉长余	(2.1.3.5)
初志春	(2.1.3.6)
沈 星	(2.1.4.1) (2.1.4.2)
寇元泽	(2.1.4.3)
陆秀生	(2.1.5.1) (2.1.5.6) (4.17)
邓正平	(2.1.5.2)
辛衷得	(2.1.5.3)
陈国平	(2.1.5.4)
罗育智	(2.1.5.5)
姚 刚	(2.1.6.1)
黄晓飞	(2.1.6.2)
吴天华	(2.1.6.3)
阳运韬	(2.1.6.4)
柏建华	(2.1.6.5)
高江传	(2.1.7)
陈传令	(2.2.1.1)
刘泽军	(2.2.1.2)
张 宁	(2.2.1.3)

- 王定义 (2.2.1.4)
荀东 (2.2.1.5)
朱闽宏 (2.2.1.6)
焦萍 (2.2.1.7) (2.2.1.8) (4.16)
慕齐放 (2.2.2) (2.2.3) (2.3.5.6) (4.14)
顾景智 (2.2.4) (4.15)
问清华 (2.2.5)
杨玲 (2.2.6)
李卓佳 (2.2.7)
曾哲峰 (2.3.1.1) (4.11) (4.12)
郭保辉 (2.3.1.2)
关蕾 (2.3.2.1) (3.3)
赵宏 (2.3.4) (2.3.5.2)
邹庆安 (2.3.5.1)
张朝文 (2.3.5.3)
梅建民 (2.3.5.4)
符祥群 (2.3.5.5) (4.13)
张永利 (2.3.5.7)
齐迎春 (2.3.5.8) (2.4.14)
王佳峰 (2.3.5.9)
高柯夫 (2.3.5.10) (4.1~4.10)
周科英 (2.3.5.11) (2.3.5.12)
景立峰 (2.3.6)
陈祖书 (2.3.7.1)
樊陪都 (2.3.7.2) (2.3.7.3)
段林 (2.3.8.1)
时伟奇 (2.3.8.2)
王永刚 (2.3.9)
邢晓星 (2.3.10)
孙海英 (2.3.11)
王宏新 (2.3.12)
夏庆生 (2.3.13.1) (2.3.13.3~2.3.13.6)
李英 (2.3.13.2)
张新安 (2.4.1)
顾晔艺 (2.4.2) (2.4.6)
陈家龙 (2.4.3)
魏其岩 (2.4.4)
郭利民 (2.4.5)
周卫红、杨茂春 (2.4.7)
赵昔 (2.4.8)

周卫红	(2.4.9)
王宝山	(2.4.10) (2.4.11) (2.4.12) (3.5)
林北京、李卫纲	(2.4.13)
李雄伟	(3.4)



GNPS OPERATION YEARBOOK 1999

ISBN 7-5022-2192-1



9 787502 221928 >

ISBN 7-5022-2192-1 (I) 9.00元