


大亚湾核电站生产管理丛书

# 技术管理

咎云龙 / 主编

原子能出版社

TM 623  
23146

 大亚湾核电站生产管理丛书

# 技术管理

管云龙 / 主编



欲乎知  
如夢

原子能出版社

PDG

### 图书在版编目 (CIP) 数据

技术管理 / 管云龙主编. —北京: 原子能出版社, 2003.6

(大亚湾核电站生产管理丛书)

ISBN 7-5022-2724-5

I. 技… II. 管… III. 核电站 — 工业企业管理: 技术管理 — 中国 IV. F426.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 020187 号

### 内 容 简 介

本书为大亚湾核电站生产管理丛书的一个分册。本书全面、系统地介绍核电站的技术管理,既有理论分析又有大亚湾核电站的实践经验总结。主要内容包括设备管理、工程改造、中长期技术改进、物项替代与商品化、核燃料管理、在役检查、性能试验、计量管理、技术文件管理和其他技术活动管理等。

本书适合核电站以及电力系统生产人员和管理人员阅读,也可作为大型企业管理人员的参考书。

©

原子能出版社出版 发行

责任编辑: 黄厚坤

装帧设计: 崔 彤

社址: 北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码: 100037

保定市印刷厂印刷 新华书店经销

2003 年 7 月北京第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 787 × 1092mm 1/16 印张 31.5 字数 696 千字

印数: 1 — 3000

定价: 142.00 元

PDG

# 大亚湾核电站生产管理丛书

主 编 咎云龙

副主编 林贵清

## 编辑委员会

主 任 咎云龙

副主任 林贵清 刘锡才 周展麟

## 编 委

樊鹤鸣	濮继龙	刘达民	戴庆宇	贺 禹	何志勤	周海涌	沈健生
梁汉超	曾文星	高胜玉	刘德强	杨昭刚	张善明	张志雄	郭嘉平
高立刚	蔡康元	陈德淦	柯国柱	卢长申	刘革新	孙宗闻	刘新栓
强 辉	姚镜泉	李晓明	徐 颖	陈 健	陆 玮	徐文兵	

## 丛书编辑部

主 任 刘德强

编 辑 刘德强 张兆丰 简益民 姚秋明

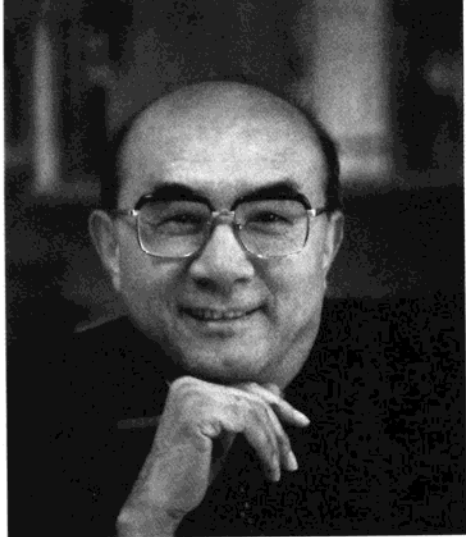
和平利用核能  
為經濟建設  
服務

江澤民  
一九九九年五月十九日

PDG



# 总 序



20多年前，在邓小平理论指引下，党和国家领导人高瞻远瞩、审时度势，决定从高点起步，在广东建设具有国际水平的大型商业运行核电站。在邓小平同志的直接关注和支持下，广东核电事业的创业者们，从1979年到1994年历经15年的艰苦奋斗，终于使我国大陆第一座借助外国资金和引进全套技术、设备和管理的大型商用压水堆核电站——广东大亚湾核电站两台百万千瓦级机组相继于1994年2月1日和5月6日投入商业运行。

广东大亚湾核电站在运行管理上，认真坚持“安全第一、质量第一”的方针，严格要求，积极创新，努力提高全员综合素质和核安全文化素养，两台机组投产运行八年多来，取得了良好的经济效益和安全运行业绩。电站由中港合资建立企业经营管理法人责权制，按国际规范运作。电站总投资40亿美元，除4亿美元股本金外，其余90%的资金均通过借助国际资本，采取“借贷建设、售电还钱”的方式解决。投产当年，大亚湾核电站就在世界权威性的美国《国际电力》杂志组织的全球电站评选中获得了1994年度电站大奖。1997年7月，电站提前两年由中方人员接任厂长，实现电站管理全面自主化。自投产运行以来，电站安全可靠性和经济效益逐年稳步提高。2001年达到143.6亿千瓦·时的上网电量和89.5%的可用率，远远超过了可行性研究报告提出的65%的目标；至2002年3月累计上网1000亿千瓦·时，偿还基建贷款本息总额的82.6%；反映电站运行水平的十项WANO（世界核营运者协会）指标，已有八项达到或超过中间值，其中四项达到世界同类核电站的前四分之一水平。大亚湾核电站已于1999年进入世界核电界先进行列。

广东核电事业，在大亚湾核电站成功建成投产和几年来良好运行业绩的基础上，遵循“以核养核、滚动发展”的方针，于1995年8月经国务院批准开始兴建岭澳核电站（简称广二核）。由于大亚湾核电站积累了丰富的建设和管理经验，使广二核的建设成功地实

现了工程建设管理自主化，调试、生产准备和运行自主化，建筑安装施工自主化，部分设计自主化和部分设备国产化。随着广东核电事业的新发展，已带动了国内一批与核电工程建设和生产运行相关产业的发展。从1996年8月开始进行的广三核开发研究工作，如获国家批准，经过标准化、系列化建设和小批量的生产，将加速推进我国核电设计自主化和设备国产化目标的实现。

广东核电事业，在党中央、国务院和各级政府的领导帮助下，在各参与单位的共同努力下已成功创立。大亚湾核电站的创业者们，遵照“充分学习和利用人类一切文明成果”的思想，从一开始就瞄准国际核电的先进水平，在引进国外先进技术和设备的同时，还引进国外先进的管理经验，结合中国的国情与文化优势，进行消化、吸收与创新，逐步形成了自身优势，并建立了一套既与国际先进管理接轨，又具有自身特色的管理体系。作为我国大陆第一座大型商用核电站，这些经验具有重要的价值。中国工程院宋健院长在视察大亚湾核电站后评价说：“在高技术领域，大亚湾核电站作为第一个工业运行的商业化核电站，通过十多年的建设，在技术、管理、人才和融资等方面，第一次建立了系统的经验，大大缩短了我国核电工业与世界先进水平的差距。”

为了全面系统地总结大亚湾核电站自商运以来安全运行的管理经验，实现大亚湾核电站“出效益、出人才、出经验”的目的，为广东核电乃至中国核电的后续发展提供可供借鉴的管理经验，使中国核电站的生产运行管理少走弯路，与国际接轨，在大亚湾核电站安全运行八周年来临之际，广东核电投入很大的力量，组织编撰了《大亚湾核电站生产管理丛书》。

《大亚湾核电站生产管理丛书》在内容上涵盖核电站生产运行的主要专业领域与营运管理的方方面面，在体系上一个专业或一个专题独立成册。本丛书共十个分册：《安全管理》、《质量管理》、《运行管理》、《维修管理》、《大修管理》、《技术管理》、《培训管理》、《供应管理》、《组织与管理》和《生产准备管理》。各分册内容既相互独立又相互关联，构成了核电站生产运行管理的严密体系。各分册以大亚湾核电站成功的管理实践和成熟的管理经验为主线，以“力主特色，客观真实，反映历史，符合现状，参考国际，着眼未来”为指导思想，通过总结过去，将个案的、分散的和日常的经验与做法，进行系统化和理性提炼，做到既有成熟经验的分析与概括，又有管理目标、内容及发展趋势的描述，还有对当今世界核电站先进的管理理念与方法的介绍及展望，是目前所知国内外第一套从实际中总结成果和介绍核电站生产管理的专著。

本丛书既是大亚湾核电站多年管理经验的总结，也是党和国家领导人多年来对大亚湾核电站指导思想的体现，更是大亚湾核电站的广大参与者、建设者、管理者和全体员

工的集体智慧的结晶。在丛书出版之际，我们感谢曾经支持过我们的领导、专家和曾经参与核电站建设的国内外人士！

本丛书既可作为国内、国际核电同行们交流学习的材料，也可作为核电站管理者的工具书和培训教材，同时对相关专业的理论工作者和其他行业的管理者亦有着较高的参考价值。

丛书虽然对大亚湾核电站的多年实践作了阶段性成果总结，并对下一阶段各专业范围的世界发展趋势作了一定介绍，但有许多观点还不一定成熟和准确，还有待于实践的检验及进一步完善。同时系统地编撰这样一套大型的有关核电站生产管理的丛书，在国内外尚属首次，再加上编者水平有限，书中的缺陷和不足之处在所难免，诚望读者和有关专家批评指正。

智云行

2002年4月





## 前 言



大亚湾核电站的技术管理,与其设计和运营之参考电站——法国格拉芙林核电站有较大的不同,这是由她的自身特点和外部环境所决定的。大亚湾核电站目前的技术管理模式是适应核电站生产和发展的需要,在不断学习和经验总结的基础上逐步建立和完善起来的。

本书所介绍的技术管理,尤其是大亚湾核电站商业运行8年后今天的技术管理,它有着特定的范畴、功能定位和运作模式。本书是大亚湾核电站管理集体智慧的结晶,是适应国内大型商业核电站安全生产的实践产物,它对国内的同行会有一定的借鉴意义。

在核电站,技术管理相对于运行管理和维修管理,似乎是幕后的工作,相当一部分工作是默默无闻的,其中的艰难和技术深度鲜为人知。但正是这默默无闻的技术管理工作,不仅在一定程度上代表着电站的技术管理水平,而且也影响着电站今后技术进步的后劲和成效。大亚湾核电站的发展目标已经明确,是要创造世界一流的安全生产业绩。生产业绩的持续提升,离不开兢兢业业、踏踏实实的技术管理。

设备管理、工程改造和技术支持是大亚湾核电站技术管理的三大“块”。设备管理水平的高低,决定着系统和设备能否长期、健康地运行,重大的设备故障能否及时预防,以及故障后果能否得到有效得到控制;工程改造是从“硬件”上改善电站的安全性、可靠性和经济性,使之动态地具备与世界一流核电站相匹配的设计和制造水平;技术支持是电站持续安全稳定运行的保障,其工作业绩的好坏关系到“核安全三道屏障”完整性的水平。

技术管理涉及的专业较多,每个专业都有自己独特的知识领域和管理特点。因此,本书的架构是以专业为主线,逐一介绍的。这也形成了本书的一个特色,那就是几乎每章、甚至每节都可单独成篇。读者可以根据兴趣或需要选择某一章节阅读,就能得到这一专业方面比较完整的概念。

本书比较系统、全面地阐述了大亚湾核电站的技术管理工作,体现了当前技术管理的水平和成绩,也汇集了实践中的若干收获和体会。全书共分12章,大体可分为3部分。第1部分,也就是第1章——绪论,介绍了技术管理的范畴、功能要求、发展历程和今

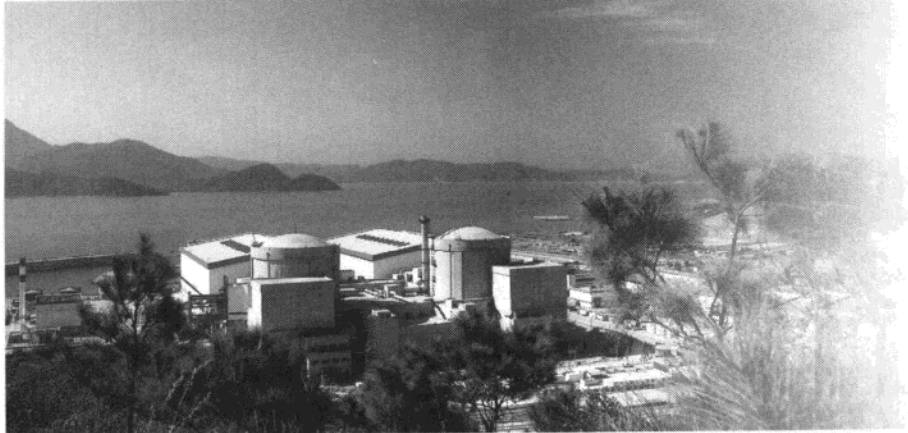
后的改进方向；第2部分，即第2章——组织体系，承前启后地介绍了如何从组织机构、法规、规范和质量要求等角度，保障技术活动得以正常开展。第3部分，包括第3章到第12章，针对不同的技术活动，独立、具体地阐述了如何对它们进行管理。这些技术活动包括：设备管理、工程改造、中长期技术改进、物项替代与商品化、核燃料管理、在役检查、性能试验、计量管理、技术文件管理和其他技术活动管理等。

由于技术管理涉及的专业较多，所以撰稿人也不少。这就给全书统一文风和内容均衡带来一些困难，经过编辑的反复努力，形成了最后的书稿。本书的绝大多数作者和编审者都是初次编书撰稿，因而，书中不当之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

《技术管理》分册编辑部



# 目 录



## 第1章 绪论

1.1	概述	2
1.1.1	管理范畴	2
1.1.2	管理目标	3
1.1.3	管理特点	4
1.2	发展历程	4
1.2.1	建设时期	5
1.2.2	投产初期	8
1.2.3	运行时期	10
1.3	改进方向	12
1.3.1	提高能力因子	12
1.3.2	提高运行功率	12
1.3.3	提高安全性能	13
1.3.4	改善燃料管理	13
1.3.5	延长运行寿命	14
1.3.6	风险定量评价	15

## 第2章 组织体系

2.1	组织机构	18
2.2	管理程序	21
2.3	外部支持	21
2.3.1	现场生产的在线支持	22
2.3.2	外部的离线技术支持	25

## 第3章 设备管理

3.1	概述	28
3.1.1	管理体系	28
3.1.2	管理职责	29
3.1.3	管理内容	30
3.1.4	管理手段	31
3.2	设备技术问题管理	31
3.2.1	责任分工与管理流程	32
3.2.2	信息收集	34
3.2.3	权重与评判标准	35
3.2.4	管理范例	36
3.2.5	大修中重大设备技术问题处理	37
3.3	重大设备状态管理	41
3.3.1	状态管理介绍	41
3.3.2	重大设备状态监督	44
3.3.3	趋势跟踪管理	47
3.4	不符合项管理	50
3.4.1	不符合项报告流程	50
3.4.2	工程处理措施	52
3.4.3	关闭	54
3.4.4	经验反馈	54
3.5	以可靠性为中心的维修	57
3.5.1	理论介绍	58
3.5.2	责任分工	60
3.5.3	工作过程	63
3.5.4	应用范例	69
3.5.5	在国外核电站的应用	72
3.6	维修实施大纲优化	73
3.6.1	基于 RCM 分析成果的优化	73
3.6.2	仪控设备的大纲优化	75
3.6.3	基于内外部经验反馈的优化	75
3.6.4	主要接口问题	76
3.7	设备信息管理	77
3.7.1	系统简介	77
3.7.2	基本概念	78
3.7.3	与其他模块的关系	84
3.7.4	与电站其他独立系统接口	86



3.7.5	发展和改进方向	87
3.8	设备失效根本原因分析	88
3.8.1	组织分工	89
3.8.2	工作流程	90
3.8.3	分析示例	91
3.9	设备老化管理	94
3.9.1	责任分工	95
3.9.2	管理规定	95
3.9.3	电站老化管理	100
3.9.4	老化管理发展	103
3.9.5	老化管理与设备管理	104
3.10	战略备件管理	104
3.10.1	战略备件确定	105
3.10.2	战略备件分析	106
3.10.3	采购与储存	110
3.10.4	战略备件共享	112
3.11	设备防腐处理	112
3.11.1	工作原则	112
3.11.2	腐蚀类型与防腐措施	113
3.11.3	经验总结	116
3.12	设备保养	118
3.12.1	调试期间	118
3.12.2	大修期间	120

## 第4章 工程改造

4.1	概述	124
4.1.1	概况	124
4.1.2	政策	125
4.1.3	特点	125
4.1.4	过程	127
4.2	项目来源	128
4.2.1	外部经验反馈	128
4.2.2	运行中发现的缺陷	128
4.2.3	新技术的运用	129
4.3	可行性研究	129
4.3.1	技术可行性分析	129
4.3.2	成本效益分析	130
4.4	设计管理	131



4.4.1	初步设计	131
4.4.2	详细设计	133
4.5	设备质量控制	138
4.5.1	合同中的质量要求	138
4.5.2	制造中的质量控制	140
4.5.3	与国际水平的差距	141
4.6	实施过程管理	142
4.6.1	招投标管理	142
4.6.2	实施前的准备	145
4.6.3	实施中的控制	148
4.7	完工后再鉴定	153
4.7.1	文件准备	154
4.7.2	人员和工具准备	154
4.7.3	现场操作	154
4.7.4	报告与批准	155
4.8	完工后的评价	155
4.9	已实施和正在实施的重大改造项目	156
4.9.1	控制棒导向筒改造	156
4.9.2	凝汽器疏水箱改造	159
4.9.3	主蒸汽和主给水管线阻尼器减少	161
4.9.4	应急柴油发电机抗震支撑改造	163
4.9.5	安全注入系统浓硼回路降低硼浓度	164
4.9.6	增设第五台柴油发电机组	167
4.9.7	18个月换料工程改造	171

## 第5章 中长期技术改进

5.1	中长期技术改进的背景	180
5.1.1	机组设计状态	180
5.1.2	设计规范标准	181
5.1.3	商业运行以来实施的主要改进项目	181
5.1.4	法国同类机组的改进政策和目前的状态	182
5.2	中长期技术改进的政策	183
5.2.1	中长期技术改进的方针	183
5.2.2	中长期技术改进的目标	183
5.2.3	中长期技术改进的原则	184
5.3	第一个十年改进计划的制定和实施准备	185
5.3.1	总体计划	185
5.3.2	组织机构和分工	186



5.3.3	改进项目确定	188
5.3.4	实施准备	188

## 第6章 物项替代与商品化

6.1	物项替代	192
6.1.1	物项替代简介	192
6.1.2	物项替代等效技术论证	193
6.1.3	替代物项仿制	196
6.1.4	替代物项的质量控制	196
6.1.5	大亚湾核电站物项替代现状	199
6.2	商品化	200
6.2.1	商品化的定义及历史背景	200
6.2.2	商品级物项的鉴定过程	201
6.2.3	商品级物项的技术评估	201
6.2.4	商品级物项的验收	202
6.2.5	大亚湾核电站商品化实践及前景展望	207

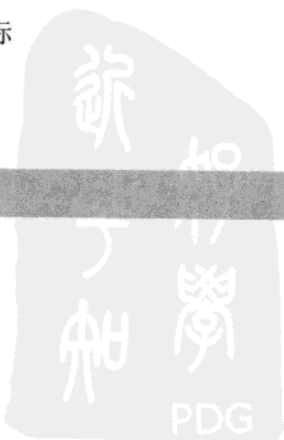
## 第7章 核燃料管理

7.1	概述	210
7.1.1	内容和要求	210
7.1.2	专职部门设置	211
7.1.3	主要实践经验	212
7.2	核燃料采购	214
7.2.1	采购政策	214
7.2.2	采购合同	214
7.2.3	浓缩铀采购	217
7.2.4	燃料组件采购	218
7.2.5	采购经验	220
7.3	核燃料监造	221
7.3.1	监造目的	221
7.3.2	制造过程	221
7.3.3	监督体系	222
7.3.4	技术监督	225
7.3.5	质保监查	229
7.3.6	监造经验	230
7.4	核燃料运行	230
7.4.1	燃料组件使用概况	230

7.4.2	燃料组件可靠性	231
7.4.3	燃料组件辐照性能	233
7.4.4	燃料组件破损	234
7.4.5	燃料组件运行管理经验	235
7.5	<b>核材料衡算</b>	235
7.5.1	目的	235
7.5.2	外部监督	236
7.5.3	内部管理	236
7.6	<b>换料设计及安全评价</b>	244
7.6.1	换料堆芯设计	244
7.6.2	设计软件及方法	247
7.6.3	换料设计报告	250
7.6.4	技术后援和设计审查	253
7.6.5	堆芯运行数据跟踪	255
7.6.6	现场技术问题的处理	256
7.6.7	重大核安全问题的处理	258
7.7	<b>堆芯物理试验及其优化</b>	261
7.7.1	试验目的	261
7.7.2	启动物理试验	261
7.7.3	周期性物理试验	264
7.7.4	物理试验的优化	267
7.8	<b>核燃料循环及乏燃料</b>	269
7.8.1	核燃料循环概述	269
7.8.2	燃料循环的前段	271
7.8.3	反应堆中的燃料	272
7.8.4	燃料循环的后段	273
7.8.5	世界民用动力铀的积累	275
7.8.6	大亚湾核电站乏燃料的处置	276
7.8.7	岭澳核电站乏燃料池超密集贮存	278
7.9	<b>核燃料管理策略的优化</b>	278
7.9.1	优化目标	278
7.9.2	已经部分实现的优化目标	279
7.9.3	可望采用的新技术	280
7.9.4	潜在的优化项目	281

## 第8章 在役检查

8.1	概述	284
8.2	在役检查的准备和实施	285



8.2.1	在役检查的准备	286
8.2.2	在役检查的实施	287
8.3	在役检查方法	288
8.4	核岛在役检查	289
8.4.1	核岛在役检查的管理和实施	289
8.4.2	反应堆压力容器检查	297
8.4.3	反应堆压力容器材料辐照监督	299
8.4.4	蒸汽发生器传热管涡流检查	301
8.4.5	蒸汽发生器二次侧清洁度检查	308
8.4.6	压力容器水压试验	312
8.4.7	其他检查实践	317
8.5	常规岛及电站配套设施在役检查	320
8.5.1	在役检查管理	320
8.5.2	特殊的在役检查项目和检查方法	327

## 第9章 性能试验

9.1	概述	334
9.2	性能试验管理	335
9.2.1	性能试验大纲	335
9.2.2	周期性性能试验管理	336
9.3	旋转设备振动监测	337
9.3.1	振动监测与数据管理	338
9.3.2	振动故障诊断	339
9.3.3	振动监测系统	340
9.3.4	汽轮发电机组振动监测	343
9.3.5	一回路冷却剂泵振动监测	346
9.4	机组效率监督	347
9.4.1	堆芯功率热平衡测量	348
9.4.2	凝汽器特性试验	350
9.4.3	高压与低压加热器效率试验	352
9.4.4	常规岛系统效率监督与评价	353
9.5	安全壳完整性监督	356
9.5.1	安全壳 A 类密封性试验	356
9.5.2	安全壳 B 类密封性试验	360
9.5.3	安全壳 C 类密封性试验	361
9.5.4	安全壳泄漏率在线监测	364
9.5.5	安全壳静态结构变形监督	366
9.6	通风系统过滤器试验	369