



核电厂设备监造方法与技术



顾 军 主 编
缪亚民 副主编

中国核工业集团公司 编

原子能出版社

核电厂设备监造方法与技术

主 编 顾 军

副主编 缪亚民

原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

核电厂设备监造方法与技术/顾军主编. —北京:原子能出版社,2010.3

ISBN 978-7-5022-4826-0

I. 核… II. 顾… III. 核电厂—设备—质量管理 IV. TM623.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 033642 号

内 容 简 介

《核电厂设备监造方法与技术》一书涉及设备监造的基本常识,设备供货商/制造商的各类设备制造文件及其审查方法、设备监造涉及的法规与标准的使用方法、监造活动管理、监造活动控制、对供货商的质保评价与监督、设备监造进度跟踪、经验反馈,设备国产化监造面临的问题、设备监造方案策划以及设备监造需要特别掌握的专业知识等内容。

《核电厂设备监造方法与技术》是一部系统性地介绍核电厂设备监造的专业书籍。可以作为核电厂业主结合自身项目的实际,形成业主设备监造方法的指导性资料;同时,也可以作为从事设备监造人员的培训教材及专业技术参考材料。

考虑到目前许多设备还需要进行国外采购,为了方便设备监造人员的工作,还在本书附录中对设备监造工作领域中出现频率高的一些英语、法语专业词汇或缩写进行了汇总,供相关人员方便使用。

核电厂设备监造方法与技术

总 编 辑 杨树录

责任编辑 王 青

责任校对 冯莲凤

责任印制 丁怀兰 潘玉玲

印 刷 保定市中国画美凯印刷有限公司

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

经 销 全国新华书店

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 15.875 字 数 396 千字

版 次 2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-4826-0 定 价 76.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn>

E-mail: atomep123@126.com

发行电话: 010-68452845

版权所有 侵权必究

中国核工业集团公司 核电培训教材编审委员会

总 编 孙 勤
副 总 编 余剑锋 叶奇蓁

编辑委员会

主 任 陈 桦
副 主 任 程慧平 王光银
编 委 马明泽 刘志勇 刘明章 李苏甲 李和香
吴美景 邹正宇 杨树录 段光荣 顾颖宾
商幼明 戚屯锋 缪亚民

执行编委

谢 波 马寅军 叶丹萌 莫银良 高小林
吴向东 阮良成 唐锡文 蔡黎勇 刘 朔
肖 武 浦胜娣 刘玉山

编委会办公室

姜福明 朱 黎 程建秀 黄 芳 方朝霞
宫育锋 章 超 丁怀兰 陈茂松 万德华
张曰智 郭维贺

《核电厂设备监造方法与技术》

编 辑 部

主 编 顾 军

副 主 编 缪亚民 蔡竹平 王秀启 范福平
夏利明 金 湘 唐锡文

编 著 唐锡文

校 对 陈 森 王 凯 牛传贵

审 核 孙良善 陈富彬 高平校

统 审 程建秀 周红英

总 序

核工业作为国家高科技战略性产业,是国家安全的重要基石、重要的清洁能源供应,以及综合国力和大国地位的重要标志。

1978年以来,我国核工业第二次创业。中国核工业集团公司走出了一条以我为主发展民族核电的成功道路。在长期的核电设计、建造、运行和管理过程中,积累了丰富的实践和理论经验,在与国际同行合作过程中,实现了技术和管理与国际先进水平相接轨,取得了骄人的业绩。

中国核工业集团公司在三十多年的核电建设中,经历了起步、小批量建设、快速发展三个阶段。我国先后建成了秦山、大亚湾、田湾三大核电基地,实现了我国大陆核电“零”的突破、国产化的重大跨越、核电管理与国际接轨,走出了一条以我为主,发展民族核电的成功之路。在最近几年中,发展尤为迅猛。截至2008年底,核电运行机组11台,装机容量907.82万千瓦,全部稳定运行,态势良好。

进入新世纪,党中央、国务院和中央军委对核工业发展高度重视、极为关怀,对核工业做出了新的战略决策。胡锦涛总书记指出:“无论从促进经济社会发展看,还是从保障国家安全看,我们都必须切实把我国核事业发展好”。发展核电是优化能源结构、保障能源安全、满足经济社会发展需求的重要途径。2007年10月,国务院正式颁布了《核电中长期发展规划(2005—2020年)》。核电进入了快速、规模化、跨越式发展的新阶段。

在中国核电大发展之际,中国核工业集团公司继续以“核安全是核工业的生命线”的核安全文化理念和“透明、坦诚和开放”的企业管理心态,以推动核电又好又快又安全发展为己任,为加速培养核电发展所需的各类人才,组织核电领域专家,全面系统地对核电设计、工程建造、电站调试、生产准备和生产运营等各阶段的知识进行了梳理,构造了有逻辑性、系统性的核电知识体系,形成了

覆盖核电各阶段的核电工程培训系列教材。

这套教材作为培养核电人才的重要工具,是国内目前第一套专业化、体系化、公开出版的核电人才培养系列教材,有助于开展培训工作,提高培训质量、节约培训成本,夯实核电发展基础。它集中了全集团的优势,突出高起点、实用性强,是集团化、专业化运作的又一次实践。是中国核工业 50 余年知识管理的积淀,是中国核工业 10 万人多年总结和实践经验结晶。

21 世纪是“以人为本”的知识经济时代,拥有足够的优秀人才是企业持续发展的重要基础。中国核工业集团公司愿以这套教材为核电发展开路,为业界理论探讨、实践交流提供参考。

我们要继续以科学发展观为指导,认真贯彻落实党中央、国务院的指示精神,积极推进核电产业发展。特别是要把总结核电建设经验作为一项长期的工作来抓,不断更新和完善人才教育培训体系。

核电培训系列教材可广泛用于核电厂人员培训,也可用于核电管理者的学习工具书,对于有针对性地解决核电厂生产实践和管理问题具有重要的参考价值。

中国核工业集团公司总经理



2009 年 9 月 9 日

前 言

在核电厂/核电厂设备制造过程中,为了保证质量,确保核安全,需要采取多层次的验证活动——即质量控制(QC),质量监督(QS)和质量保证(QA)。QC是第一层次的验证,也叫直接验证;QA是第二层次的验证,也叫间接验证;而QS介于QC和QA之间,既有直接验证,也有间接验证。

在HAD003/03《核电厂物项和服务采购中的质量保证》中规定了需要买方进行的验证活动,也就是强制性地给予了电站业主对采购设备的质量监督的权利。业主的监造活动可以由自己组建队伍或委托第三方(专业化的监造机构)来进行。当然,还可以双方联合进行监造,一切都取决于业主的意愿。

目前,在国际上还没有形成通用的,适合于业主的核电厂设备监造方法,各个国家在建设核电厂过程中,电站业主都会借鉴其他电站的经验,结合本国或自身电站的实际来进行设备监造,体现出业主对项目管理的能力。当业主觉得自身的能力不足以满足设备监造工作的需要时,普遍寻求专业化的第三方监造机构进行帮助。第三方监造机构技术力量强,具备相对比较成熟的监造方法和经验,当然,在一些细节上还取决于与业主之间的合同要求。

从国内核电两大集团设备监造的发展历程来看,广核集团从大亚湾核电厂委托法国电力公司(EDF)监造,到岭澳核电厂的参与跟EDF的联合监造,再到岭澳扩建项目的自主监造。经历了从学习到参与实践,再到形成自身的设备监造方法的艰难历程,体现了对设备监造项目管理能力和水平的不断提升。尽管还需要在国内核电厂建设中积累经验,完善监造方法,但已经有了良好的开端。

中核集团从秦山一期的业主从研究院、制造厂聘请小部分技术专家进行自主监造,到秦山二期工程业主和设计院的技术人员共同完成监造,到秦山三期的完全委托国外监造机构进行监造,再到田湾核电又是由业主组织监造队负责进行监督。通过二十多年核电厂建设的实践,在设备监造领域也积累了大量的经验,就监造方法而言,目前还未形成成熟的、可供推广的设备监造方法,还处于探索和经验积累阶段,需要在后续电站建设中更进一步的实践和总结;更需

要集团对各个在建电站设备监造这一公共需求进行必要的整合,组建起专门的设备监造组织机构,参照国外成熟设备监造机构的通行做法,结合我国二十多年核电厂建设设备监造的成功经验,才能最终形成适合中国国情,跟中国设备制造领域实际相适应的、成熟的设备监造方法,提高设备监造的质量和管理水平,促进我国核电设备制造的国产化,保证核电厂长期安全、稳定运行。

《核电厂设备监造方法与技术》一书,基于作者参加在法国制造的核岛设备监造工作的实践,结合作者对法国核岛设备监造方法的理解,汇集了从各种渠道收集到的有关设备监造的技术、经验、体会和相关专业技术资料等编写而成,是一部较全面、系统和具有一定深度的专业技术指导书。

该书的编写完成,使得国内在核电厂设备监造领域第一次有了较为系统化的理论依据,将有助于实现国内核电设备自主监造的规范化,提高设备监造工作的质量、管理水平和效率,推动我国核电设备的国产化和核电事业的发展。

本书编写完成后,经过了本书编委会组织的审查,编委会成员提出了许多宝贵的修改意见,在此表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免出现对某些特定情况不适用的情况,敬请同行专家提出宝贵意见。

主编

2008年12月

目 录

第一章 绪论

1.1 概述	1
1.2 基本概念	1
1.2.1 质量(Quality)	1
1.2.2 质量控制(QC)	1
1.2.3 质量监督(QS)	1
1.2.4 质量保证(QA)	2
1.2.5 质量控制、质量监督、质量保证之间的关系	2
1.2.6 其他重要概念	3
1.3 设备监造的必要性及意义	3
1.3.1 必要性	3
1.3.2 意义	4
复习题	5

第二章 监造活动管理

2.1 概述	6
2.1.1 质量控制体系	6
2.1.2 监造管理活动	6
2.2 监造准则	6
2.2.1 技术准则	6
2.2.2 监督准则	6
2.3 监造依据	7
2.4 监造内容	7
2.5 监造范围与频度	8

2.5.1 监造范围	8
2.5.2 监造频度	8
2.6 监造等级划分	9
2.6.1 监造分级的依据	10
2.6.2 监造分级方法	10
2.6.3 监造等级的变更	10
2.7 监造方式	10
2.7.1 驻厂跟踪监督	10
2.7.2 选点定期监督	10
2.7.3 最终验收	10
2.8 监造活动分类	11
2.8.1 计划中的质量监督活动	11
2.8.2 专项行动计划	11
2.8.3 一般性的质量监督活动	17
复习题	17

第三章 监造技术标准

3.1 核电法规与标准体系	18
3.1.1 中国核电法规、标准体系	18
3.1.2 美国核电法规、标准体系	20
3.2 核质量保证法规与导则	21
3.2.1 中国核质量保证法规与导则	21
3.2.2 美国核质量保证法规与导则	22
3.2.3 国际原子能机构核质量保证法规与导则	23
3.3 规范(Code)	23
3.3.1 ASME 规范	23
3.3.2 RCC-M 规范	45
3.3.3 RCC-E 规范	67
3.3.4 ASME、RCC-M 和 GB 比较	69
3.4 标准(Standard)	72
3.4.1 美国标准	73
3.4.2 法国标准	80
3.4.3 中国标准	80

3.5 设备技术规格书	82
3.5.1 内容	82
3.5.2 审查原则	83
3.5.3 审查依据	84
复习题	84

第四章 监造文件体系

4.1 监造质保大纲	85
4.2 监造管理程序	86
4.2.1 监造人员管理	86
4.2.2 监造方法管理	87
4.2.3 会议制度管理	87
4.2.4 质保监查管理	88
4.2.5 监造文件、记录、报告管理	88
4.2.6 监造接口管理	88
4.2.7 工厂设备监造实施的管理	88
4.2.8 不符合项管理	88
4.3 监造工作程序	89
4.3.1 专项监督计划(SSP)	89
4.3.2 监督导则(SG)	91
4.3.3 设备监督检验细则(ESI)	101
4.3.4 设备监造活动实施程序	101
4.3.5 设备制造活动文件审查程序	101
4.4 设备监造过程文件	102
4.4.1 备忘录和观察意见单	102
4.4.2 质量监督通讯联络单	104
4.4.3 设备催交联络单	105
4.4.4 行动报告	106
4.4.5 工厂质量放行单	108
4.4.6 专题报告	110
4.4.7 监造日志	111
4.4.8 设备监造月进度报告	112
4.4.9 设备监造缺陷报告(QSDR)	112

4.4.10 停工令	112
4.5 文件管理要求	114
4.5.1 文件和资料的标识(Identification)	114
4.5.2 监造工作文件和报告的标识	114
4.5.3 文件的编制、审核和批准	114
4.5.4 文件的分发	115
4.5.5 文件的变更和修改	115
4.5.6 文件的保存、归档和处理	115
4.5.7 外来文件的接收与管理	116
4.5.8 文档与记录	116
复习题	117

第五章 监督活动控制

5.1 设备质量特点	118
5.1.1 影响设备质量的因素多	118
5.1.2 质量的波动性大	118
5.1.3 问题的隐蔽性	118
5.1.4 质量问题不易诊断和处理	118
5.2 制造商/供货商文件	119
5.2.1 业主参与监督活动清单(PSPL)	119
5.2.2 质量计划(QP)	119
5.2.3 设备加工制造程序	123
5.2.4 设备性能试验要求	124
5.2.5 制造完工报告(EOMR)	124
5.2.6 制造完工证书(certificate)	125
5.3 在工厂的监督活动	126
5.3.1 质量监督点的通知	126
5.3.2 质量监督点的出席	126
5.3.3 材料、零件和部件的标识	129
5.3.4 不符合项的监督	130
5.3.5 设备催交	133
5.3.6 设备验收	134
5.3.7 包装	136

5.3.8 日常监督	138
5.3.9 监督结果	138
5.4 设备监造会议制度	141
5.4.1 项目开工会	141
5.4.2 定期协调会	142
5.4.3 现场月度会议	143
5.4.4 专题技术会	143
复习题	143

第六章 设备制造进度跟踪

6.1 进度控制原则、影响因素与控制的实施	144
6.1.1 进度控制的原则	144
6.1.2 影响进度的因素	144
6.1.3 进度控制的实施	145
6.2 进度控制的内容	145
6.2.1 里程碑	145
6.2.2 1级进度	145
6.2.3 2级进度	146
6.2.4 3级进度	148
6.2.5 4级进度	148
6.2.6 5级、6级进度	148
6.3 进度分析与跟踪	148
复习题	149

第七章 对供货商的质保评价与监督

7.1 供方资格评价	150
7.1.1 评价目的	150
7.1.2 评价方法	150
7.1.3 评价内容	151
7.1.4 评价方式	151
7.2 对供货商/制造商的质保监督	153

7.2.1 定期监督	153
7.2.2 出席监督点监督	153
7.2.3 日常监督	154
复习题	154

第八章 设备监造经验反馈

8.1 某电站主泵泵壳和法兰 PT 检查发现超标缺陷	155
8.2 某电站 1 号机组蒸汽发生器传热管腐蚀问题	155
8.3 某电站 1E 级 K3 类电缆不符合项问题	156
8.4 某电站 2 号压力容器接管与安全端焊接缺陷问题	156

第九章 设备国产化监造面临的问题

9.1 制造商/供货商的质保管理水平落后问题	157
9.1.1 加强重要工序开工前的检查	157
9.1.2 加强对制造商/供货商文件检查	157
9.1.3 加强对分供应商的选择与控制	157
9.2 有经验设备监造队伍缺乏问题	158
9.3 设备监造管理技术落后问题	158

第十章 设备监造方案策划

10.1 介绍(Introduction)	159
10.2 设备监造目标(Objective)	159
10.3 监造项目计划(Planning)	159
10.3.1 设备监造任务(What)	160
10.3.2 组织机构(Who)	160
10.3.3 设备监造的实施(When)	160
10.4 设备监造的组织(Organizing)	160
10.5 人员调配(Staffing)	160

10.6 指挥(Directing)	161
10.6.1 人员培训(Training)	161
10.6.2 监管(Supervising)	161
10.6.3 激励(Motivating)	161
10.6.4 协调(Coordinating)	162
10.7 控制(Controlling)	162
10.7.1 设备监造控制方法(Method)	162
10.7.2 设备监造控制情况的测评(M)、评估(E)和纠正(T)	166
10.8 设备监造项目最终测评	166
10.8.1 安全(Safety)	166
10.8.2 质量(Quality)	166
10.8.3 进度(Schedule)	166
10.8.4 成本(Cost)	167
10.8.5 公司满意(Satisfaction)	167

第十一章 设备监造专业知识

11.1 检验	168
11.1.1 无损检验	168
11.1.2 磁粉探伤	169
11.1.3 金相分析	173
11.1.4 元素的化学分析	173
11.1.5 检漏检测	173
11.1.6 破坏性检验	176
11.2 金属材料	178
11.2.1 钢	178
11.2.2 金属的性能	180
11.2.3 钢的热处理	180
11.3 焊接	182
11.3.1 基本概念	183
11.3.2 焊接材料	183
11.3.3 焊接工艺评定	186
11.3.4 焊接应力与变形	187
11.3.5 焊接接头的晶间腐蚀	187

11.3.6	焊接缺陷	188
11.3.7	焊后热处理	189
11.3.8	焊缝验收准则	189
11.4	表面处理	190
11.4.1	镀铬	190
11.4.2	磷酸锰的磷化处理	190
附录一	设备监造常用英语词汇	191
附录二	设备监造常用法语词汇	206
附录三	设备监造常用英语缩写	222
附录四	设备监造常用法语缩写	225
附录五	法规、标准缩写	228
附录六	承包商、研究院所、政府组织等缩写	230
附录七	AP1000 核电厂系统缩写	232
参考文献		235
索引		236