



CANDU-6 核电厂系统与运行

核岛系统 (一) 高级岗位培训教材



姚照红 吴明亮 葛国光 邹正宇 主 编
周发如 副主编

中国核工业集团公司 编

中国原子能出版社

高级岗位培训教材

CANDU-6 核电厂系统与运行

核岛系统(一)

主 编 邹正宇

副主编 姚照红 吴明亮 葛国光 周发如

常州大学图书馆
藏书章

中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

CANDU-6 核电厂系统与运行·核岛系统(一)/邹正宇
主编. —北京:中国原子能出版社,2012.5

高级岗位培训教材

ISBN 978-7-5022-5505-3

I. ①C… II. ①邹… III. ①核电厂—技术培训—教材 IV. ①TM623

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 083161 号

内 容 简 介

根据中国核工业集团公司的要求编写的《CANDU-6 核电厂系统与运行·高级岗位培训教材》是 CANDU-6 核电厂主控室操纵员和高级操纵员上岗前的培训教材,它侧重于描述系统盘台和仪表布置,各项操作任务的入口条件、关键步骤和风险分析,报警响应和操作技能等内容。

《CANDU-6 核电厂系统与运行·高级岗位培训教材》适用于 CANDU-6 核电厂主控室操纵员和高级操纵员培训和自学,还对电厂其他生产岗位人员和协作单位人员有一定的指导作用。

CANDU-6 核电厂系统与运行·核岛系统(一)·高级岗位培训教材

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

责任编辑 孙凤春

技术编辑 丁怀兰

责任印制 潘玉玲

印 刷 保定市中华美凯印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 27.75 字 数 691 千字

版 次 2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-5505-3

定 价 130.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn>

发行电话:010-68452845

E-mail: atomep123@126.com

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 俞培根 叶奇蓁

编辑委员会

主 任 陈 桦
副 主 任 程慧平 孙习康 张 涛
委 员 洪 潭 张振华 张建成 吴炳泉 戚屯锋
邹正宇 顾颖宾 商幼明 缪亚民 孙云根
葛政法 周建虎 李苏甲 杨树录 李和香
于鉴夫

执行编委

熊晓东 莫银良 叶丹萌 王晓波 杨 克
鞠德重 鲁忆迅 唐锡文 谢先林 蔡黎勇
王海平 刘 朔 肖 武 张国华

编委会办公室

霍颖颖 张红军 江 鸿 齐红心 章 超
丁怀兰 侯茸方 黄 芳 方朝霞 沈 阳

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的结晶。

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

高素质专业人才是核电站安全稳定经济运行的重要保证。有效的培训不但能提高公司员工的知识和技能,也是保持企业强大生命力的基础。

根据秦山第三核电有限公司(以下简称秦山三核)的培训政策,所有的培训都必须要有相应配套的培训教材。为此秦山三核在系统化培训方法(SAT)的基础上建立了适合运行人员培训的教材体系。该套教材内容涵盖了主控室操纵人员的技术知识和经验总结,图文并茂,面向生产,强调实用,满足高级运行人员培养的特定需求。由于本套教材的编写质量直接关系到教学效果,因此秦山三核高度重视,组织各处室的专业精英自行开发,安排有足够调试经验的运行或维修人员参与审查。她凝聚了各级领导和广大员工的智慧和心血。在此,对他们辛勤的工作表示衷心的感谢!

本套培训教材满足了电站正常运行期间主控室操纵人员知识和技能培训的需要,它的开发完成意味着秦山三核的运行人员培训体系与世界先进的培训体系接轨,运行人员培训走上了规范化的道路。希望广大运行员工充分利用本教材,不断提高自身知识、技能水平,为秦山三期重水堆电站的长期安全稳定经济运行做出贡献。

中核集团秦山第三核电有限公司
二〇一二年一月

CANDU-6 核电厂系统与运行

核岛系统(一) 高级岗位培训教材

编辑部

主 编 邹正宇

副主编 姚照红 吴明亮 葛国光 周发如

编 者 (按姓氏拼音顺序排列)

曹凌霄	付援非	傅大虎	葛国光	黄金光
黄 明	李 岗	李武平	李宇明	李志文
李 卓	荣伟杰	沈爱东	沈裕祥	孙 鹏
唐 攀	王常明	吴明亮	吴天垣	吴 勇
姚 翀	姚照红	张春驿	张世敏	赵卫泉
赵喜栓	郑建华	周俊杰	朱 彬	朱晓东
邹兆勋				

目 录

第一章 主慢化剂系统(32110)

1.1 盘台布置	2
1.1.1 控制手柄	2
1.1.2 指示仪	3
1.1.3 控制器	3
1.2 系统参数	4
1.2.1 指示仪	4
1.2.2 窗口报警	5
1.2.3 CI 参数	5
1.2.4 AI 参数	7
1.2.5 AX 参数	10
1.3 风险警示和运行实践	10
1.3.1 风险	10
1.3.2 运行实践	11
1.4 技能	15
1.4.1 慢化剂温控器自动和手动的切换	15
1.4.2 消除 MTC 积分项	15
1.4.3 MTC 程序界面	15
1.4.4 MTC 中慢化剂温度设定	15
1.4.5 慢化剂温控阀控制界面	15
1.4.6 机组发生停堆、Setback 或 Stepback 时系统响应	16
1.4.7 机组发生丧失Ⅳ级电源时系统响应	17
1.4.8 机组发生丧失Ⅲ、Ⅳ级电源时系统响应	17
1.4.9 LOCA	17
1.4.10 LOCA+丧失Ⅳ级电源	18
1.4.11 LOCA+丧失 ECC	18
1.5 主要操作	18
1.5.1 正常运行操作规程	18
1.5.2 异常运行操作规程	19

复习思考题	22
-------------	----

第二章 慢化剂净化系统(32210)

2.1 盘台布置	25
2.1.1 控制手柄	25
2.1.2 指示仪	25
2.1.3 控制器	25
2.2 系统参数	26
2.2.1 指示仪	26
2.2.2 窗口报警	26
2.2.3 CI 参数	26
2.2.4 AI 参数	27
2.2.5 AX 参数	27
2.3 风险警示和运行实践	27
2.3.1 风险	27
2.3.2 运行实践	28
2.3.3 技术规格书限制	28
2.4 技能	28
2.4.1 净化流量控制器的操作	28
2.4.2 停堆系统触发时的系统响应	28
2.5 主要操作	29
2.5.1 正常运行操作规程	29
2.5.2 异常运行操作规程	33
2.5.3 定期试验操作	34
复习思考题	34

第三章 慢化剂覆盖气体系统(32310)

3.1 盘台布置	37
3.1.1 控制手柄/按钮	37
3.1.2 指示仪	40
3.1.3 控制器	40
3.2 系统参数	40
3.2.1 指示仪	40
3.2.2 窗口报警	40

3.2.3	CI 参数	40
3.2.4	AI 参数	41
3.2.5	AX 参数	42
3.3	风险警示和运行实践	42
3.3.1	慢化剂覆盖气压缩机的切换操作	42
3.3.2	慢化剂覆盖气体系统的扫气操作	43
3.4	技能	43
3.4.1	机组启动过程中慢化剂覆盖气体系统氧气 浓度的控制	43
3.4.2	机组失去Ⅲ/Ⅳ级电源后的响应	43
3.4.3	慢化剂覆盖气体系统的卸压操作	43
3.5	主要操作	44
3.5.1	正常运行操作规程	44
3.5.2	异常运行操作规程	46
3.5.3	定期试验操作	48
	复习思考题	50

第四章 液体毒物添加系统(32710)

4.1	盘台布置	52
4.1.1	控制手柄/按钮	53
4.1.2	指示仪	54
4.2	系统参数	55
4.2.1	指示仪	55
4.2.2	窗口报警	55
4.2.3	CI 参数	55
4.2.4	AI 参数	56
4.2.5	AX 参数	56
4.3	风险警示和运行实践	56
4.4	技能	57
4.5	主要操作	57
4.5.1	正常运行操作规程	57
4.5.2	异常运行操作规程	57
4.5.3	定期试验操作	57
	复习思考题	60

第五章 主热传输系统(33100)

5.1 盘台布置	63
5.1.1 控制手柄/按钮	64
5.1.2 指示仪	65
5.1.3 控制器	65
5.2 系统参数	66
5.2.1 指示仪	66
5.2.2 窗口报警	66
5.2.3 CI 参数	66
5.2.4 AI 参数	68
5.3 风险警示和运行实践	73
5.3.1 主热传输系统温度和压力限制	73
5.3.2 主泵运行	73
5.3.3 主泵电机重新启动限制条件	74
5.3.4 液体释放阀的可用性	74
5.3.5 主热传输系统加氢的注意事项	74
5.4 技能	74
5.4.1 启动主泵	74
5.4.2 HTT 程序	75
5.5 主要操作	75
5.5.1 正常运行操作规程	75
5.5.2 异常运行操作规程	79
5.5.3 定期试验操作	83
复习思考题	87

第六章 主热传输压力与装量 控制系统(33300)

6.1 盘台布置	90
6.1.1 概述	90
6.1.2 控制手柄	91
6.1.3 指示仪	95
6.1.4 控制器	95
6.2 系统参数	99

6.2.1	指示仪	99
6.2.2	窗口报警	99
6.2.3	CI 参数	99
6.2.4	AI 参数	101
6.2.5	AX 参数	104
6.3	风险警示和运行实践	104
6.3.1	风险警示	104
6.3.2	运行实践	105
6.4	技能	106
6.4.1	切换 63332-HS46 位置	106
6.4.2	控制器设定值调整和自动/手动切换	107
6.4.3	HTC 程序界面	107
6.4.4	HTC 压力控制设定界面	107
6.4.5	HTC 装量控制设定界面	108
6.4.6	HTC 程序控制设备操作界面	109
6.4.7	机组发生停堆、SETBACK、STEPBACK 时系统 响应	109
6.4.8	失去冷却剂(LOCA)时系统响应	109
6.4.9	失去Ⅳ级电源时系统响应	110
6.4.10	失去Ⅳ级和Ⅲ级电源时系统响应	110
6.4.11	失去仪用压空时系统响应	110
6.5	主要操作	110
6.5.1	正常运行操作规程	110
6.5.2	异常运行操作规程	116
6.5.3	定期试验操作	120
	复习思考题	122

第七章 主热传输重水储存、传输和回收系统(33330)

7.1	盘台布置	126
7.1.1	操作手柄/按钮	126
7.1.2	指示表	130
7.2	系统参数	130
7.2.1	指示表	130
7.2.2	窗口报警	130
7.2.3	CI 参数	131

7.2.4 AI 参数	131
7.2.5 MTC 程序报警	132
7.3 风险警示和运行实践	132
7.4 技能	133
7.5 主要操作	134
7.5.1 正常运行操作规程	134
7.5.2 异常运行操作规程	136
7.5.3 定期试验操作	138
复习思考题	139

第八章 主热传输主泵轴密封 注入水系统(33340)

8.1 盘台布置	142
8.2 系统参数	142
8.2.1 CI 参数	142
8.2.2 AI 参数	143
8.2.3 AX 参数	144
8.3 风险警示和运行实践	144
8.4 技能	145
8.5 主要操作	145
8.5.1 正常运行操作规程	145
8.5.2 异常运行操作规程	146
8.5.3 定期试验操作	150
复习思考题	150

第九章 主热传输净化系统(33350)

9.1 盘台布置	152
9.1.1 主热传输净化系统控制手柄	152
9.1.2 指示仪	154
9.1.3 主热传输净化流量控制器	154
9.2 系统参数	154
9.2.1 指示仪	154
9.2.2 窗口报警	155

9.2.3	CI 参数	155
9.2.4	AI 参数	155
9.2.5	AX 参数	155
9.3	风险警示和运行实践	157
9.3.1	风险警示	157
9.3.2	运行实践	158
9.4	技能	158
9.4.1	电动隔离阀高温隔离逻辑触发后的复位技能	158
9.4.2	净化流量控制器的特性和操作方法	158
9.5	主要操作	159
9.5.1	正常运行操作规程	159
9.5.2	异常运行操作规程	162
9.5.3	定期试验操作	164
	复习思考题	165

第十章 停堆冷却系统(33410)

10.1	盘台布置	171
10.1.1	操作手柄/按钮	172
10.1.2	指示仪	175
10.1.3	控制器	175
10.2	系统参数	176
10.2.1	指示仪	176
10.2.2	窗口报警	177
10.2.3	CI 参数	177
10.2.4	AI 参数	179
10.2.5	AX 参数	184
10.3	风险警示和运行实践	185
10.3.1	风险警示	185
10.3.2	运行实践	187
10.4	技能	187
10.4.1	电动阀的操作技能	187
10.4.2	控制器的特性和操作方法	188
10.5	主要操作	188
10.5.1	正常运行操作规程	188
10.5.2	异常运行操作规程	196
10.5.3	定期试验操作	199

复习思考题	201
-------------	-----

第十一章 端屏蔽冷却系统(34110)

11.1 盘台布置	205
11.1.1 操作手柄/按钮	205
11.1.2 指示仪	207
11.1.3 控制器	207
11.2 系统参数	208
11.2.1 指示仪	208
11.2.2 窗口报警	208
11.2.3 CI 参数	208
11.2.4 AI 参数	208
11.2.5 AX 参数	210
11.3 风险警示和运行实践	210
11.3.1 风险	210
11.3.2 运行实践	210
11.4 技能	211
11.5 主要操作	211
11.5.1 正常运行操作规程	211
11.5.2 异常运行操作规程	213
11.5.3 定期试验操作	220
复习思考题	220

第十二章 安全壳喷淋系统(34310)

12.1 盘台布置	223
12.1.1 操作手柄/按钮	223
12.1.2 指示仪	227
12.1.3 控制器	231
12.2 系统参数	231
12.2.1 指示仪	231
12.2.2 窗口报警	231
12.2.3 CI 参数	232
12.2.4 AI 参数	235
12.2.5 AX 参数	235

12.3 风险警示和运行实践	235
12.3.1 风险警示	235
12.3.2 运行实践	235
12.4 技能	236
12.5 主要操作	236
12.5.1 正常运行操作规程	236
12.5.2 异常运行操作规程	239
12.5.3 定期试验操作	244
复习思考题	246

第十三章 应急堆芯冷却系统(34320)

13.1 盘台布置	249
13.1.1 操作手柄	254
13.1.2 试验选择手柄和按钮	262
13.1.3 指示仪	267
13.1.4 控制器	270
13.2 系统参数	270
13.2.1 指示仪	270
13.2.2 窗口报警	273
13.2.3 CI 参数	280
13.2.4 AI 参数	292
13.2.5 AX 参数	295
13.3 风险警示和运行实践	295
13.3.1 风险警示	295
13.3.2 运行实践	296
13.3.3 技术规格书限制	297
13.4 技能	304
13.4.1 使用液压回路将气动阀锁开或锁关	304
13.5 主要操作	305
13.5.1 正常运行操作规程	305
13.5.2 异常运行操作规程	311
13.5.3 定期试验操作	313
复习思考题	320