CNNC

CANDU-6 核电厂系统与运行

核岛系统（一）

初级课堂培训教材

邹正宇 主 编

姚 翀 陈齐清 周发如 副主编

姚照红 吴明亮

中国核工业集团公司 编

原子能出版社

初级课堂培训教材

CANDU-6 核电厂系统与运行

核岛系统（一）

主　编　邹正宇

副主编　姚　翀　陈齐清　周发如　姚照红
　　吴明亮

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:原子能出版社,2010.3

初级课堂培训教材

ISBN 978-7-5022-4837-6

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(2010)第 033676 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·初级课堂培训教材》是 CANDU-6 核电厂系统培训的入门教材,它侧重于描述系统功能、系统工艺流程、系统设备及参数、系统逻辑、运行工况介绍和运行经验反馈等内容。

《CANDU-6 核电厂系统与运行·初级课堂培训教材》适用于 CANDU-6 核电厂运行现场值班员培训和自学,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)·初级课堂培训教材

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)
责任编辑 肖 萍
技术编辑 丁怀兰 王亚翠
责任印制 潘玉玲
印 刷 保定市中画美凯印刷有限公司
经 销 全国新华书店
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 17.25 **字 数** 429 千字
版 次 2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5022-4837-6 **定 价** **85.00 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

前　言

高素质专业人才是核电厂安全稳定经济运行的重要保证。通过有效的培训来提高公司员工全面工作技能，不断更新知识，永无止境地追求更高的水平，不但是运营管理好核电厂的基础，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配套的培训教材。为此秦山三核在系统性培训方法（SAT）的基础上建立了一套适合于运行人员培训的教材体系。这套教材的内容涵盖面广，融入了各方面的技术知识，包括电厂设计变更以及一线技术人员的技术经验等，图文并茂，面向生产，强调实用，符合培养人才的特定要求，学员通过学习教材可以有效地掌握大量的专业知识，提升技能。

由于本套教材内容针对性强，教材的编写质量直接关系到课程教学效果，因此秦山三核高度重视教材的开发。为此，秦山三核组织各专业处室采用自编开发的方式，安排具备足够调试、运行和维修经验的人员参与教材的编写，并对完成的初稿进行了认真的审查。本套教材质量较高，专业性强，是一份高价值的技术总结，它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厂正常运行期间员工知识和技能培训的需要，它的编写意味着秦山三核的运行人员培训体系与世界先进的运行人员培训体系相接轨，人员培训走上了规范化运作道路。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厂的长期安全稳定经济运行作出贡献。

中核集团秦山第三核电有限公司

二〇〇九年五月

CANDU-6 核电厂系统与运行

核岛系统(一) 初级课堂培训教材

编 辑 部

主　　编　邹正宇

副 主 编　姚　翀　陈齐清　周发如　姚照红　吴明亮

编　　者　(按姓氏拼音顺序排列)

曹凌霄　傅　剑　高　波　葛国光　黄　明
贾炳君　李　江　李世生　李武平　秦志勇
荣伟杰　沈爱东　沈裕祥　唐　攀　王国强
王陕军　吴　斌　曾　春　赵卫泉　张春驿
张世敏　甄晓辉　邹兆勋

统审专家　居玉鑫　陶少平　吴国安　陈茂松

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

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 孙勤

2009年9月9日

前　言

高素质专业人才是核电厂安全稳定经济运行的重要保证。通过有效的培训来提高公司员工全面工作技能，不断更新知识，永无止境地追求更高的水平，不但是运营管理好核电厂的基础，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配套的培训教材。为此秦山三核在系统性培训方法（SAT）的基础上建立了一套适合于运行人员培训的教材体系。这套教材的内容涵盖面广，融入了各方面的技术知识，包括电厂设计变更以及一线技术人员的技术经验等，图文并茂，面向生产，强调实用，符合培养人才的特定要求，学员通过学习教材可以有效地掌握大量的专业知识，提升技能。

由于本套教材内容针对性强，教材的编写质量直接关系到课程教学效果，因此秦山三核高度重视教材的开发。为此，秦山三核组织各专业处室采用自编开发的方式，安排具备足够调试、运行和维修经验的人员参与教材的编写，并对完成的初稿进行了认真的审查。本套教材质量较高，专业性强，是一份高价值的技术总结，它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厂正常运行期间员工知识和技能培训的需要，它的编写意味着秦山三核的运行人员培训体系与世界先进的运行人员培训体系相接轨，人员培训走上了规范化运作道路。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厂的长期安全稳定经济运行作出贡献。

中核集团秦山第三核电有限公司

二〇〇九年五月

目　　录

第一章　安全壳闸门系统(21600)

1.1　目的和功能 …… 2

1.2　系统描述 …… 2

1.2.1　系统流程描述 …… 2

1.2.2　与其他系统接口 …… 3

1.3　设备描述 …… 3

1.3.1　压缩空气供给回路 …… 3

1.3.2　油回路 …… 3

1.3.3　平衡阀 …… 3

1.3.4　密封条 …… 4

1.3.5　闸门锁紧系统 …… 4

1.3.6　超压保护阀 …… 5

1.4　仪表和控制 …… 5

1.4.1　系统参数 …… 5

1.4.2　系统控制 …… 5

1.4.3　闸门联锁 …… 5

1.5　运行模式 …… 6

1.5.1　正常运行模式 …… 6

1.5.2　异常运行模式 …… 6

1.6　运行经验 …… 7

1.6.1　闸门内部压力异常升高 …… 7

1.6.2　闸门无法自动开启 …… 7

复习思考题 …… 7

第二章　反应堆本体系统(31000)

2.1　目的和功能 …… 10

2.2　世界核动力反应堆 …… 10

2.2.1　压水堆 …… 11

2.2.2　沸水堆 …… 12

2.2.3　气冷堆 …… 12

2.2.4　重水慢化沸水堆 …… 13

2.2.5　加压重水反应堆 …… 14

2.3　CANDU-6 反应堆的主要特点 …… 14

2.4　CANDU-6 反应堆的本体结构 …… 15

2.4.1　排管容器组件 …… 18

2.4.2　燃料通道组件 …… 19

2.4.3　燃料设计特点 …… 26

2.4.4　中子注量率监测及反应性控制装置 …… 30

2.5　CANDU-6 堆的主要结构性能参数 …… 35

2.5.1　机组总体性能参数 …… 35

2.5.2　反应堆的主要性能参数 …… 36

2.5.3　反应堆主要结构参数 …… 37

复习思考题 …… 40

第三章　主慢化剂系统(32110)

3.1　目的和功能 …… 44

3.2　系统描述 …… 45

3.2.1　系统流程描述 …… 45

3.2.2　与其他系统接口 …… 46

3.3　设备描述 …… 48

3.3.1　泵 …… 48

3.3.2　阀门 …… 52

3.3.3　热交换器 …… 53

3.3.4　超压保护设备 …… 54

3.3.5　高位水箱 …… 55

3.3.6 覆盖气体 …… 55
3.3.7 化学控制 …… 55
3.4 仪表和控制 …… 56
3.4.1 系统参数 …… 56
3.4.2 系统控制 …… 59
3.5 运行模式 …… 60
3.5.1 正常运行模式 …… 60
3.5.2 异常运行模式 …… 62
3.6 运行经验 …… 64
复习思考题 …… 65

第四章 慢化剂净化系统(32210)

4.1 目的和功能 …… 69
4.2 系统描述 …… 69
4.2.1 系统流程描述 …… 69
4.2.2 与其他系统接口 …… 69
4.3 设备描述 …… 71
4.3.1 主要阀门 …… 71
4.3.2 离子交换床 …… 71
4.3.3 过滤器 …… 72
4.3.4 热交换器 …… 72
4.3.5 管道过滤器 …… 72
4.3.6 爆破盘 …… 73
4.3.7 设备位置 …… 73
4.4 仪表和控制 …… 73
4.4.1 系统参数 …… 73
4.4.2 系统控制 …… 73
4.5 运行模式 …… 75
4.5.1 正常运行模式 …… 75
4.5.2 异常运行模式 …… 76
4.6 运行经验 …… 77
4.6.1 经验反馈 …… 77
4.6.2 状态报告 …… 78

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

复习思考题 …… 78

第五章　慢化剂和热传输氘化除氘系统(32220/33360)

5.1　目的和功能 …… 81
5.2　系统描述 …… 81
5.2.1　系统流程描述 …… 81
5.2.2　与其他系统接口 …… 86
5.3　设备描述 …… 87
5.3.1　泵 …… 87
5.3.2　重水高位箱 …… 87
5.3.3　氘化箱 …… 87
5.3.4　除盐水箱 …… 88
5.3.5　去氘箱 …… 88
5.3.6　阀门 …… 88
5.3.7　爆破盘和安全阀 …… 88
5.3.8　比重计 …… 89
5.3.9　注射器取样站 …… 89
5.3.10　管道和管件 …… 89
5.3.11　窥视镜 …… 89
5.3.12　管道过滤器 …… 89
5.4　仪表和控制 …… 90
5.4.1　系统参数 …… 90
5.4.2　泵的控制逻辑 …… 90
5.4.3　阀门的逻辑控制 …… 91
5.4.4　氘化和除氘的流量控制 …… 92
5.5　运行模式 …… 93
5.5.1　正常运行模式 …… 93
5.5.2　异常运行模式 …… 93
5.6　运行经验 …… 94
5.6.1　设计变更 …… 94
5.6.2　经验反馈 …… 95

复习思考题 …… 96

第六章 慢化剂覆盖气体系统(32310)

6.1 目的和功能 …… 99
6.2 系统描述 …… 99
6.2.1 系统流程描述 …… 99
6.2.2 与其他系统接口 …… 100
6.3 设备描述 …… 101
6.3.1 压缩机 …… 101
6.3.2 增压泵 …… 101
6.3.3 预热器 …… 101
6.3.4 阻火器 …… 102
6.3.5 复合装置 …… 102
6.3.6 冷却器 …… 102
6.3.7 排气阀 …… 102
6.3.8 氮气和氧气瓶站 …… 103
6.3.9 化学控制 …… 103
6.4 仪表和控制 …… 103
6.4.1 系统参数 …… 103
6.4.2 系统控制 …… 104
6.5 运行模式 …… 104
6.5.1 正常运行模式 …… 104
6.5.2 异常运行模式 …… 105
6.6 运行经验 …… 107
复习思考题 …… 108

第七章 慢化剂重水收集系统(32510)

7.1 目的和功能 …… 111
7.2 系统描述 …… 111
7.2.1 系统流程描述 …… 111
7.2.2 与其他系统接口 …… 111

7.3 设备描述 …… 112
7.3.1 重水收集箱 …… 112
7.3.2 收集泵 …… 112
7.3.3 流量窥视镜 …… 113
7.3.4 限流孔板 …… 113
7.3.5 管道过滤器 …… 114
7.3.6 阀门 …… 114
7.4 仪表和控制 …… 114
7.4.1 系统参数 …… 114
7.4.2 系统控制 …… 114
7.5 运行模式 …… 115
7.5.1 正常运行模式 …… 115
7.5.2 异常运行模式 …… 117
7.6 运行经验 …… 117
复习思考题 …… 118

第八章 慢化剂取样系统(32610)

8.1 目的和功能 …… 120
8.2 系统描述 …… 120
8.2.1 系统流程描述 …… 120
8.2.2 与其他系统接口 …… 120
8.3 设备描述 …… 122
8.3.1 取样柜 …… 123
8.3.2 取样柜 …… 123
8.3.3 取样器 …… 123
8.3.4 电导分析仪 …… 123
8.3.5 溶解氘分析仪 …… 124
8.3.6 高压取样罐 …… 124
8.4 仪表和控制 …… 125
8.4.1 系统参数 …… 125
8.4.2 系统控制 …… 126
8.5 运行模式 …… 126
8.5.1 正常运行模式 …… 126

8.5.2 异常运行模式 …… 127
8.6 运行经验 …… 128
8.6.1 风险警示 …… 128
8.6.2 永久变更 …… 128
复习思考题 …… 129

第九章 液体毒物添加系统(32710)

9.1 目的和功能 …… 131
9.2 系统描述 …… 131
9.2.1 系统流程描述 …… 131
9.2.2 与其他系统接口 …… 131
9.3 设备描述 …… 132
9.3.1 混合箱 …… 132
9.3.2 延迟箱 …… 132
9.3.3 搅拌器 …… 133
9.3.4 液体毒物取样 …… 133
9.3.5 超压保护 …… 133
9.3.6 其他设施 …… 133
9.4 仪表和控制 …… 134
9.4.1 系统参数 …… 134
9.4.2 系统控制 …… 134
9.5 运行模式 …… 135
9.5.1 正常运行模式 …… 135
9.5.2 异常运行模式 …… 135
9.6 运行经验 …… 136
9.6.1 慢化剂加毒操作 …… 136
9.6.2 以往案例 …… 136
复习思考题 …… 138

第十章 主热传输系统(33100)

10.1 目的和功能 …… 140

10.2 系统描述 …… 140
10.2.1 系统流程描述 …… 140
10.2.2 与其他系统接口 …… 141
10.3 设备描述 …… 142
10.3.1 主热传输泵 …… 142
10.3.2 蒸汽发生器 …… 143
10.3.3 集管 …… 143
10.3.4 平衡桥管 …… 143
10.3.5 阀门 …… 143
10.3.6 主热传输系统的超压保护 …… 145
10.3.7 覆盖气体 …… 145
10.3.8 化学控制 …… 145
10.4 仪表和控制 …… 146
10.4.1 系统参数 …… 146
10.4.2 系统控制 …… 148
10.5 运行模式 …… 149
10.5.1 正常运行模式 …… 149
10.5.2 异常运行模式 …… 150
10.6 运行经验 …… 151
复习思考题 …… 152

第十一章 HTS 压力与装量控制系统(33300)

11.1 目的和功能 …… 154
11.2 系统描述 …… 155
11.2.1 系统流程描述 …… 155
11.2.2 与其他系统接口 …… 155
11.3 设备描述 …… 157
11.3.1 上充泵 …… 157
11.3.2 稳压器 …… 158
11.3.3 除气冷凝器 …… 158
11.3.4 排气冷却器 …… 159
11.3.5 除气冷却器 …… 159
11.3.6 阀门 …… 159

11.3.7 节流孔板 …… 161
11.3.8 超压保护设备 …… 161
11.4 仪表和控制 …… 162
11.4.1 系统仪表 …… 162
11.4.2 系统控制 …… 164
11.5 运行模式 …… 166
11.5.1 正常运行模式 …… 166
11.5.2 异常运行模式 …… 167
11.6 运行经验 …… 169
11.6.1 1号上充泵带载试验时,3332-HX1 RCW侧压力释放阀动作导致1号上充泵电机被淋湿 …… 169
11.6.2 1号机组启动2号上充泵时约1.7 t重水从主泵轴封溢出 …… 169
复习思考题 …… 170

第十二章 HTS重水储存、输送和回收系统(33330)

12.1 目的和功能 …… 172
12.2 系统描述 …… 173
12.2.1 系统流程描述 …… 173
12.2.2 与其他系统接口 …… 173
12.3 设备描述 …… 174
12.3.1 重水储存箱 …… 174
12.3.2 重水回收箱 …… 175
12.3.3 重水回收泵(3333-P2/P3) …… 175
12.3.4 阀门 …… 175
12.3.5 超压保护设备 …… 175
12.3.6 覆盖气体 …… 175
12.3.7 化学控制 …… 176
12.4 仪表和控制 …… 176
12.4.1 系统参数 …… 176
12.4.2 系统控制 …… 176

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com