

CANDU-6 核电厂系统与运行

常规岛系统 (二) 初级课堂培训教材



姚 翀

陈齐清
姚照红

邹正宇
周发如
吴明亮

主 编
副主编

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

常 规 岛 系 统 (二)

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. 常规岛系统(二)/邹正宇

主编. —北京:原子能出版社,2010.3

初级课堂培训教材

ISBN 978-7-5022-4832-1

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 033675 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,对核电站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·常规岛系统(二)·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 张 梅

技术编辑 丁怀兰 王亚翠

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 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 10.25 字 数 256 千字

版 次 2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-4832-1 定 价 52.00 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

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。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站的基础,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,包括电站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,是一份很有价值的技术总结,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站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
二〇〇九年五月

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			

CANDU-6 核电厂系统与运行

常规岛系统(二) 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)

葛国光	郭宏亮	郝云峰	胡 晖	黄宏伟
李璟涛	刘 桐	马建江	苏长松	王春池
杨义新	张世敏	甄晓辉	郑 雨	周建江

统审专家 居玉鑫 陶少平 吴国安 陈茂松

目 录

第一章 500 kV 联合开关站系统(50000)

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	断路器	3
1.3.2	隔离闸刀	3
1.3.3	接地闸刀	4
1.3.4	电压互感器	4
1.3.5	电流互感器	4
1.3.6	母线	4
1.3.7	避雷器	5
1.3.8	绝缘气体系统	5
1.3.9	压缩空气系统	5
1.3.10	二次保护装置	5
1.4	仪表和控制	7
1.4.1	系统参数	7
1.4.2	系统控制	8
1.5	运行模式	8
1.5.1	正常运行模式	8
1.5.2	特殊稳态运行方式	9
1.5.3	异常运行方式	9
1.6	运行经验	11
	复习思考题	11

第二章 电厂主接线系统(51000)

2.1 目的和功能	13
2.2 系统描述	13
2.2.1 系统流程描述	13
2.2.2 与其他系统接口	13
2.3 设备描述	14
2.3.1 发电机	16
2.3.2 发电机出口断路器	16
2.3.3 分相封闭母线	16
2.3.4 发电机出口闸刀	17
2.3.5 主变	17
2.3.6 高压厂变	19
2.3.7 主变低压侧 PT	20
2.3.8 主变出口开关	21
2.3.9 高压隔离开关及接地刀闸	21
2.3.10 500 kV 全封闭组合电器 GIS 开关站	22
2.3.11 电容式电压互感器	23
2.3.12 避雷器	23
2.3.13 500 kV 架空线路	24
2.3.14 启动/备用变压器	25
2.3.15 220 kV GIS	25
2.4 仪表和控制	27
2.4.1 系统参数	27
2.4.2 系统控制	29
2.5 运行模式	29
2.5.1 正常运行模式	29
2.5.2 异常运行模式	30
2.6 运行经验	31
复习思考题	32

第三章 备用柴油发电机系统(52000)

3.1 目的与功能	35
3.2 系统流程描述	35
3.2.1 与其他系统接口	35
3.3 设备描述	38
3.3.1 备用柴油发电机控制 PLC	38
3.3.2 柴油机	39
3.3.3 发电机	39
3.3.4 燃油系统主要设备	40
3.3.5 润滑油系统主要设备	40
3.3.6 冷却水系统主要设备	41
3.3.7 压缩空气系统主要设备	42
3.3.8 进、排气系统	43
3.3.9 化学控制	43
3.4 仪表和控制	44
3.4.1 系统重要参数及设备的控制	44
3.4.2 系统控制模式	49
3.5 运行模式	51
3.5.1 正常运行模式	51
3.5.2 异常运行模式	51
3.6 运行经验	52
复习思考题	54

第四章 应急电源系统(52900)

4.1 目的和功能	56
4.2 系统描述	56
4.2.1 系统流程描述	56
4.2.2 与其他系统接口	56
4.3 设备描述	58
4.3.1 应急柴油发电机组	58

4.3.2	燃油供应系统	58
4.3.3	电气启动系统	59
4.3.4	冷却水系统	59
4.3.5	润滑油系统	60
4.3.6	EPS 配电系统	60
4.4	仪表和控制	61
4.4.1	系统参数	61
4.4.2	系统控制	64
4.4.3	系统保护	65
4.5	运行模式	66
4.5.1	正常运行模式	66
4.5.2	异常运行模式	67
4.5.3	机组异常	68
4.6	运行经验	69
4.6.1	6.3 kV 母线开关偷跳	69
4.6.2	ECC 泵 EPS 侧断路器合闸问题	69
	复习思考题	69

第五章 11.6 kV/6.3 kV 高压配电系统(53000)

5.1	目的和功能	74
5.2	系统描述	74
5.2.1	系统流程描述	74
5.2.2	与其他系统接口	76
5.3	设备描述	76
5.3.1	共箱母线(Non-segregated Phase Bus)	76
5.3.2	11.6 kV/6.3 kV 母线	76
5.3.3	11.6 kV/6.3 kV 断路器	76
5.3.4	干式变压器	76
5.3.5	电压互感器	78
5.4	仪表和控制	78
5.4.1	系统仪表和参数	78
5.4.2	系统控制	78

5.5 运行模式	80
5.5.1 正常运行模式	80
5.5.2 异常运行模式	80
5.6 运行经验	81
复习思考题	82

第六章 400 V 中压配电系统/ 电厂伴热系统(54000/56890)

6.1 400 V 中压配电系统	84
6.1.1 目的和功能	84
6.1.2 系统描述	84
6.1.3 设备描述	87
6.1.4 仪表和控制	95
6.1.5 运行模式	98
6.1.6 运行经验	101
6.2 电厂伴热丝系统	101
6.2.1 目的和功能	101
6.2.2 系统描述	101
6.2.3 设备描述	101
6.2.4 仪表和控制	107
6.2.5 运行模式	108
6.2.6 运行经验	109
复习思考题	109

第七章 不间断电源供电系统(55000)

7.1 目的和功能	113
7.2 系统描述	114
7.2.1 系统流程描述	114
7.2.2 与其他系统接口	116

7.3 设备描述	116
7.3.1 UPS 间的 MCC	116
7.3.2 充电器	116
7.3.3 400 V 逆变器和静态开关组件	117
7.3.4 120 V 逆变器、静态开关以及电压调节器	117
7.3.5 二次配电盘	118
7.3.6 48 V 直流试验整流器	120
7.3.7 蓄电池组	120
7.4 仪表和控制	122
7.4.1 充电器的控制操作	122
7.4.2 400 V 逆变器和静态开关组件的控制	123
7.4.3 120 V 逆变器/静态开关组件的控制	124
7.5 运行模式	126
7.5.1 400 V UPS 的运行方式	126
7.5.2 48 V 和 220 V UPS 的运行方式	127
7.5.3 120 V UPS 的运行方式	127
7.5.4 208 V UPS 的运行方式	127
7.5.5 40 V UPS 的运行方式	127
7.6 运行经验	128
复习思考题	128

第八章 电厂照明系统(56000)

8.1 目的和功能	131
8.2 系统描述	135
8.2.1 系统流程描述	135
8.2.2 与其他系统接口	136
8.3 设备描述	136
8.3.1 主照明干式变压器	136
8.3.2 主照明配电盘柜	137
8.3.3 照明盘台	137
8.3.4 小型变压器	140
8.3.5 插座	140

8.3.6 照明灯具	140
8.3.7 系统参数	140
8.3.8 系统控制	140
8.4 仪表和控制	140
8.5 运行模式	141
8.5.1 正常运行模式	141
8.5.2 异常运行模式	141
8.6 运行经验	142
复习思考题	142

第九章 阴极保护系统(58400)

9.1 目的和功能	145
9.2 系统描述	145
9.2.1 系统流程描述	145
9.2.2 与其他系统接口	146
9.3 设备描述	146
9.3.1 NSP 区域整流器	146
9.3.2 汽轮机厂房区域整流器	147
9.3.3 海水泵房区域整流器	147
9.4 仪表和控制	147
9.4.1 系统参数	147
9.5 运行模式	147
9.5.1 正常运行模式	147
9.5.2 异常运行模式	147
9.6 运行经验	148
9.6.1 整流器投运时的注意事项	148
复习思考题	148

第一章 500 kV 联合开关站系统 (50000)

内容介绍

课程名称:500 kV 联合开关站系统

JRTR 编码:FA604

课程时间:4 学时

学员:现场值班员

学员条件:完成新员工电厂生产概况培训

最终培训目标:

1. 陈述 500 kV 联合开关站的设计目的和系统功能;
2. 陈述 500 kV 联合开关站系统的主要流程;
3. 陈述 500 kV 联合开关站的主要组成设备及其工作原理;
4. 列出 500 kV 联合开关站的主要运行参数;
5. 解释 500 kV 联合开关站继电保护种类、保护范围等;
6. 解释 500 kV 联合开关站的主要运行工况。

教学方式及教学用具:

培训方式:课堂培训

教员需要:

- a. 教室;
- b. 流程图;
- c. 电脑;
- d. 白板等。

学员需要:

- a. 本教材;
- b. 流程图:9801/9802-51000-1-2-OF-A1。

考核方法:笔试



1.1 目的和功能

500 kV 联合开关站是连接秦山二期、秦山三期与华东电网的枢纽开关站,站内采用3/2断路器接线方式。

500 kV 超高压开关站作为发电和配电的连接枢纽,接受秦山二期 1 号、2 号机组和秦山三期 1 号、2 号机组发出的电力,经过分配后通过两条同杆架设双回线路,分别与乔司变电站和王店变电站连接,向华东电网输送电力。

在秦山 4 台机组停堆大修期间,向机组提供厂用电。

作为秦山 4 台核电机组两路外电源之一,满足核电厂安全设计需求。

1.2 系统描述

1.2.1 系统流程描述

秦山二期和秦山三期均有 2 台机组,4 台机组发出的电能均汇至 500 kV 联合开关站。经开关站,通过秦乔 5413/5414 线和秦王 5415/5416 线分配到华东电网。500 kV 联合开关站流程图如图 1-2-1 所示。

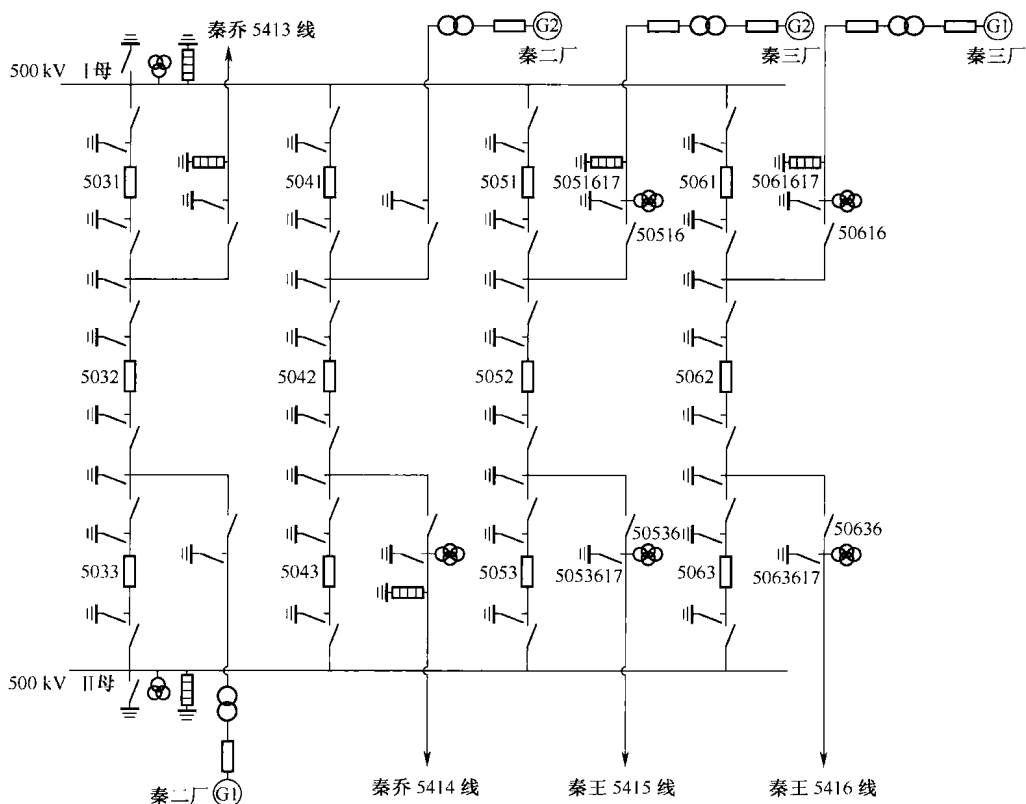


图 1-2-1 500 kV 联合开关站流程图