

300MW火力发电机组运行与检修技术培训教材

电气

望亭发电厂 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

300MW HUO LI FA DIAN JI ZU YUN XING YU JIAN XIU JI SHU PEI XUN JIAO CAI

封面设计：王旭东
王克明
责任编辑：刘瑞玲

CEPP

300MW火力发电机组 运行与检修技术培训教材

锅炉
汽轮机
电气
仪控
化学

ISBN 7-5083-1024-1



9 787508 310244 >

ISBN 7-5083-1024-1/TM·453

定价：65.00 元

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

300MW 火力发电机组运行与检修技术培训教材

电 气

望亭发电厂 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电

内 容 提 要

本套书包括锅炉、汽轮机、电气、仪控、化学五个分册。

本书为本套书的一个分册。本书主要讲述300MW发电机、励磁系统、变压器、厂用电动机、直流系统、继电保护及同期装置、电除尘、不停电电源、高压开关的工作原理、结构、正常运行、异常运行、事故处理、检修、调试。选材上注重新设备、新技术；内容上以成功的实用技术和实际经验为主，结合基本理论从物理概念上进行系统叙述。

本书可以作为300MW机组电气运行及检修人员的岗位技术培训教材，也可作为300MW机组运行人员制订运行规程、运行操作卡，电气检修人员制订检修计划及检修工艺卡提供有价值的参考，还可作为发电厂、电力网、电力系统专业的大中专院校的教师的和学生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

300MW火力发电机组运行与检修技术培训教材·电气分册/望亭发电厂编著. —北京:中国电力出版社, 2002

ISBN 7-5083-1024-1

I. 3… II. 望… III. ①火力发电—发电机—机组—运行—技术培训—教材②火力发电—发电机—机组—检修—技术培训—教材③火电厂—电气设备—技术培训—教材 IV. TM31

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第064122号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 http://www.cepp.com.cn)

北京通天印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2002年10月第一版 2002年10月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 41.5印张 1020千字

印数0001—3000册 定价 65.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

序

言

新中国成立以来,我国的电力工业得到飞速发展。目前,全国电力装机容量和年发电量均居世界第二位,火电单机容量从6MW已发展至600MW,300MW机组已成为全电网的主力机组。我国国产第一台300MW火力发电机组,即望亭发电厂12号机,于1974年正式发电,距今已有28年的历史。

为了确保机组的安全运行,原能源部、原电力工业部、国家电力公司、中国电力企业联合会、国家电力公司华东公司非常重视300MW机组运行与检修技术的总结与推广工作。

1990年,原能源部电力司组织原华东电管局、山东省电力工业局、原华中电管局及原电力工业部电教中心等单位,共同组织编写《300MW火力发电机组运行和检修技术培训教材》,并由望亭电厂担任主编,山东电力工业局参加了该书教材大纲的编写。

1990年2月,受原能源部电力司委托,由华东电管局在上海主持召开该教材大纲的审查会。在此基础上,同年7月,由原能源部电力司主持召开该教材大纲的审定会。根据编写大纲,望亭电厂组织有关技术人员参加了该教材的编写,山东电力局也组织人员编写了部分章节。

1992年10月,由原能源部电力司组织召开该套教材的审稿会。

1993年上半年,该教材内部出版,并由原能源部电力司发通知组织发行。

1998年8月,中国电力企业联合会、部电教中心及望亭电厂联合召开会议,专题研究该套教材的正式出版工作,会上明确300MW机组是目前全国电力系统的骨干机组,本套培训教材要以实际的运行和检修经验为主要内容,辅以相关的理论和计算,突出实用性,反映新技术,以满足各电力企业及有关院校的培训 and 教学需求。

1998年11月,望亭电厂成立编委会,并确定本套培训教材五个分册的主编。

编委会成员:

主 任 孙孜平

副 主 任 徐经华

委 员 杨大为 孙道逵 吕永鑫 张克纯

季本忠 凌荣宇 王智雷 王克平

主 编 王智雷 邹翠芳

分册主编 孙道逵(锅炉) 吕永鑫(汽轮机)

王智雷 (电气) 凌荣宇 (仪控)

王克平 (化学)

国家电力公司华东公司及其科学技术委员会、人教处对该项工作给予了高度的重视,成立了以刘维烈为主审的审核专家组。

审稿专家组成员:

审核专家组主审 刘维烈

成 员 乐长义 (锅炉) 邵关兴 (汽轮机)

郑邦樑 (电气) 冯亚民 (仪控)

程黎明 (化学)

国电公司、中电联、国电华东公司各级领导对本套培训教材给予了强有力的支持,特别是陈占梅、刘治国、徐玉华、刘维烈、冯良芳等同志对本书的定位、内容、大纲提出了中肯的指导意见。在此,我们诚挚地表示感谢。

本套《300MW 火力发电机组运行与检修技术培训教材》包括锅炉、汽轮机、电气、仪控、化学五个分册,每分册有设备篇、运行篇、检修篇。本套培训教材所提供的技术、经验、方法都经过了长期的实践考验,并被证明是正确的、有效的。可作为从事火电机组运行与检修的技术人员的培训教材,也可以作为其他相应工作参考书及相关专业的大中专院校教学参考书。

由于我们的能力、学识有限,书中不妥之处在所难免,望广大读者批评指正。

望亭发电厂厂长

孙孜平

2002 年 4 月 1 日

分册前言

本套书包括锅炉、汽轮机、电气、仪控、化学五个分册。

本书为本套书的一个分册。本书主要讲述 300MW 发电机、励磁系统、变压器、厂用电动机、直流系统、继电保护及同期装置、电除尘、不停电电源、高压开关的工作原理、结构、正常运行、异常运行、事故处理、检修、调试。选材上注重新设备、新技术。如氢冷发电机、微机型自动电压调整器、微机型继电保护装置（包括厂用电动机微机保护）、微机型同期装置、六氟化硫及真空断路器、DCS 参与电气控制等。内容上以成功的实用技术和实际经验为主，结合基本理论从物理概念上进行系统叙述。

本书可以作为 300MW 机组电气运行及检修人员的岗位技术培训教材。也可作为 300MW 机组电气运行人员制订运行规程、运行操作卡，电气检修人员制订检修计划及检修工艺卡提供有价值的参考，还可作为发电厂、电力网、电力系统专业的大中专院校的教师和学生的教学参考书。

本书主编王智雷。主要参加编写的人员有：毛潮海及冯教福、赵爱珍、俞德民（第一、十四～十九章），许振清及王智雷、李建新、朱卫风（第二、三、五、六、十一、十三、二十一～二十二、二十四、二十五、二十七、二十八章），高春如及许正亚、沈俭、杨炜（第四、七～十、十二、二十三、二十六、二十九章）。此外，以下章节部分内容的编写人员有：沈剑霄（第一章第一节、第十四、十五章），王洪元、沈剑霄（第十六章），丁文伟（第十七章），张达琴、沈剑霄（第十八章），舒夕康（第五、二十四章），卢克刚（第六、二十五章），汪小平（第七章），胡龙弟（第十一、十二、二十八、二十九章），汤建中（第十三、二十七章）。

本书插图由何岱丽、苏湘君、徐莉莉、张依群、王征等绘制。

本书经孙孜平、徐经华审阅，国家电力公司华东公司技术委员会组织审核，刘维烈、郑帮樑审定。

本分册从审定编写大纲、组织审核、定稿，一直得到国家电力公司华东电力集团公司人教处冯良芳，中国电力企业联合会刘治国、徐玉华，国家电力公司陈占梅等同志的大力支持。

在此，我向所有关心、支持和参与本书编写的领导、专家表示衷心的感谢！因为水平和条件所限，书中不妥之处，敬请读者指正。

电气分册主编 王智雷

2002 年 6 月

符 号 含 义

1. 一次设备

G	发电机
GE	励磁机
GEM	主励磁机
GEA	副励磁机
M	电动机
T	变压器
TM	电力变压器
TS	隔离变压器
TA	电流互感器
TV	电压互感器
QF	断路器
QDM	灭磁开关
QS	隔离开关
QSE	接地隔离开关
QK	刀开关
QA	自动空气开关
L	电抗器、输电线、电感器、消弧线圈
R	电阻器
C	电容器
F	避雷器
W	母线

2. 二次设备

PA	电流表
PV	电压表
PF	频率表
PW	有功功率表
PJ	电能表
PS	同步表
PVN	负序过滤器
K	继电器
KA	电流继电器
KV	电压继电器
KT	时间继电器、温度继电器
KD	差动继电器
KPD	功率方向继电器
KR	热继电器（热元件）、干簧继电器
KG	气体继电器

KAC	自动重合闸继电器、自动重合闸装置
KF	频率继电器
KE	延时继电器
LALF	低频自动减载装置
RAC	备用电源自动投入装置
KBL	平衡继电器
KZ	阻抗继电器
KP	极化继电器
KS	信号继电器
KM	中间继电器、接触器
KOM、KCO	出口继电器
KΦ	相位继电器
KΦO	断相继电器
KVN	负序继电器
KC	合闸继电器
KT	分闸继电器
KSP	信号脉冲继电器
KSY	同步继电器
KTW	闪光继电器
KACC	加速继电器
KL	闭锁继电器、防跃继电器
KQ	位置继电器
KQT	跳闸位置继电器
KQC	合闸位置继电器
KBC	控制回路断线中间继电器
KMC	合闸接触器
KDC	直流接触器
KST	启动接触器
YT	跳闸线圈
YC	合闸线圈
TX	电抗变压器
TP	脉冲变压器
TS	整定变压器
FU	熔断器
U	整流器、逆变器
SP	液压传感器
SQ	位置传感器

V、VD	二极管、晶闸管等半导体器件	XT	试验盒
VTH	晶闸管	WC	控制小母线
GB	蓄电池	WS	信号小母线
ASA	同步装置	WCL	合闸小母线
UC	充电装置	WAUX	辅助小母线
UCL	浮充电装置	WLQ	隔离开关闭锁小母线
HG	绿色信号灯	WBC	控制回路断线小母线
HR	红色信号灯	WTW	闪光小母线
HW	白色信号灯	WSW	预告信号小母线
HY	黄色信号灯	WSA	事故跳闸小母线
HL	信号灯	WCS	同步合闸小母线
HP	光字牌	WSY	同步母线
HB	蜂鸣器	WD	直流母线
HA	警铃	WP	掉牌未复归母线
SB	按钮	S	拔动开关、电动操作开关
SE	试验按钮	SA	控制开关、选择开关
SCL	音响解除按钮	SB	按钮开关
ST	跳闸按钮、转换开关	Y	操作线圈
SR	复归按钮	YA	电磁铁
SCS	同步合闸按钮	YM	电动阀
SC	控制按钮	YB	闭锁器件、电磁制动器
X	连接片、压板	YC	电磁离合器
XE	切换片	Z	滤波器、阻波器

目 录

序言
分册前言
符号含义

第一篇 设 备

第一章 电气主接线, 厂用电接线及其运行方式 3

第一节 电气主接线及其运行方式.....	3
第二节 厂用电接线及其运行方式.....	7
复习思考题	10

第二章 300MW 同步发电机 11

第一节 概述	11
第二节 300MW 水氢氢冷却发电机的基本结构	11
第三节 发电机的氢、油、水系统	17
第四节 氢冷发电机氢气湿度问题	26
第五节 双水内冷发电机的基本结构	31
第六节 双水内冷发电机的冷却系统及附属设备	51
第七节 发电机的特性及参数	61
复习思考题	63

第三章 300MW 机组的励磁系统 64

第一节 概述	64
第二节 交流主励磁机	65
第三节 中频副励磁机	67
第四节 静止硅整流装置	71
第五节 旋转励磁系统	74
复习思考题	77

第四章 WKKL 微机型自动励磁调节器 78

第一节 概述	78
第二节 WKKL 双微机自动励磁调节器的硬件电路	90
第三节 WKKL 微机励磁调节器的软件框图	107
第四节 WKKL 整定计算原则	115

复习思考题	118
第五章 变压器	119
第一节 360MVA 主变压器	119
第二节 高压厂用变压器	127
第三节 变压器的分接调压开关	130
复习思考题	140
第六章 厂用电动机	141
第一节 厂用电动机的技术参数	141
第二节 厂用电动机的起动和自起动	153
第三节 几种特殊电机结构	161
第四节 直流电动机的基本结构	168
复习思考题	171
第七章 直流系统	172
第一节 概述	172
第二节 蓄电池	172
第三节 晶闸管整流充电设备	180
复习思考题	184
第八章 300MW 机组的继电保护装置	185
第一节 概述	185
第二节 WFBZ—01 型微机发电机变压器组保护原理	190
第三节 WFBZ—01 型微机保护硬件原理	208
第四节 WFBZ—01 型微机保护软件原理	218
第五节 WFBZ—01 型装置结构	224
第六节 WFBZ—01 型微机保护整定计算	225
复习思考题	235
第九章 同步系统和 WX—98 型同步装置	236
第一节 概述	236
第二节 同步系统接线	240
第三节 同步鉴定继电器	245
第四节 组合式同步表	248
第五节 WX—98 型微机准同步装置	250
第六节 同步装置整定原则	263
复习思考题	264

第十章 厂用继电保护及备用电源快速自动投入装置	265
第一节 厂用变压器继电保护.....	265
第二节 高压电动机保护的配置.....	266
第三节 高压厂用备用电源自动投入装置 (ATS)	273
复习思考题.....	287
第十一章 电除尘	288
第一节 概述.....	288
第二节 静电除尘器.....	288
第三节 GGAj02 (DJ—96) —1.0/72 型电除尘器微机自动控制高压供电装置	289
第四节 DDWK—3—K01 型电除尘器低压微机自动控制装置	296
第五节 GN3—72 四点式直流高压隔离开关	297
复习思考题.....	299
第十二章 交流不停电电源 (UPS)	300
第一节 概述.....	300
第二节 技术参数及电路说明.....	300
第三节 UPS 整组特性	303
复习思考题.....	304
第十三章 SF₆ 和真空断路器	305
第一节 概述.....	305
第二节 SF ₆ 断路器	305
第三节 真空断路器.....	315
复习思考题.....	319

第二篇 运行

第十四章 300MW 发电机的运行	323
第一节 发电机启动前的准备工作.....	323
第二节 发电机的启动及并列.....	326
第三节 发电机运行中的调节.....	330
第四节 发电机运行中的维护、检查及监视.....	332
第五节 发电机正常情况下的运行.....	338
第六节 发电机的解列及停机.....	340
第七节 水内冷机组水冷系统的异常运行.....	342
第八节 发电机漏水.....	344

第九节 氢冷系统的异常运行·····	349
第十节 发电机仪表指示（或 DAS 显示）失常的分析处理 ·····	350
第十一节 发电机定子接地·····	352
第十二节 发电机转子接地·····	353
第十三节 发电机的不对称运行·····	355
第十四节 发电机的振荡和失步·····	357
第十五节 发电机的特殊运行方式·····	360
第十六节 发电机断路器自动跳闸·····	363
第十七节 发电机冒烟着火·····	364
复习思考题·····	365

第十五章 发电机的励磁系统 ····· 367

第一节 励磁系统的正常运行方式·····	367
第二节 发电机起动前励磁系统的投入·····	369
第三节 励磁系统的运行·····	371
第四节 励磁方式的切换·····	374
第五节 励磁系统常见的异常运行及处理·····	376
复习思考题·····	380

第十六章 变压器的运行 ····· 381

第一节 变压器的操作·····	381
第二节 变压器运行中的监视及检查·····	384
第三节 变压器的允许运行方式·····	387
第四节 变压器的异常运行及分析处理·····	390
第五节 高压厂用变压器的运行性能计算·····	395
复习思考题·····	398

第十七章 电动机的运行 ····· 400

第一节 异步电动机的运行操作、监视检查和维护·····	400
第二节 电动机的许可运行方式·····	404
第三节 电动机的故障处理·····	406
复习思考题·····	409

第十八章 继电保护及二次回路的运行 ····· 410

第一节 300MW 机组的控制回路 ·····	410
第二节 300MW 机组电气设备的计算机操作 ·····	422
第三节 300MW 机组继电保护的运行 ·····	426
复习思考题·····	429

第十九章 300MW 机组的直流系统	430
第一节 直流系统的作用	430
第二节 直流系统的运行方式	430
第三节 直流系统的运行监视和操作	433
第四节 直流系统的异常运行及事故处理	437
复习思考题	439
第三篇 检 修	
第二十章 300MW 机组电气大修概述	443
第一节 绪论	443
第二节 施工计划的编制	443
第三节 实施阶段的关键步骤	445
第四节 验收及修后试验	450
复习思考题	451
第二十一章 同步发电机的检修	452
第一节 概述	452
第二节 水氢氢冷发电机的检修	452
第三节 全氢冷发电机转子的检修	455
第四节 氢、油、水系统的检修	459
第五节 氢冷发电机及其氢系统的气密检验	464
第六节 双水内冷发电机的检修	470
第七节 双水内冷发电机冷却系统的检修	493
复习思考题	495
第二十二章 励磁系统检修	496
第一节 励磁机的检修	496
第二节 励磁回路的检修	498
第三节 旋转励磁系统的检修	499
复习思考题	501
第二十三章 WKKL 微机励磁调节装置现场调试	502
第一节 调试前的准备工作	502
第二节 有关调试操作说明	503
第三节 静态调试	508
第四节 发电机空载试验	517
第五节 发电机带负载试验	529

复习思考题	533
第二十四章 变压器检修	534
第一节 变压器吊罩	534
第二节 变压器的干燥和滤油	538
第三节 变压器试验	543
复习思考题	553
第二十五章 电动机检修	554
第一节 高低压异步电动机检修	554
第二节 电动机绕组的损坏及修理	563
第三节 直流电动机的检修	569
复习思考题	579
第二十六章 继电保护和二次回路的检修	581
第一节 概述	581
第二节 WFBZ—01 型发变组微机保护调试状态	581
第三节 WFBZ—01 型发变组微机保护运行状态	587
第四节 WFBZ—01 型发变组微机保护的整定操作	589
第五节 WFBZ—01 型发变组微机保护装置调试	593
第六节 WFBZ—01 型发变组微机保护电气特性调试	597
第七节 WX—98 型微机准同步装置的调试	615
第八节 继电保护及二次回路的修后试验	622
复习思考题	628
第二十七章 SF₆ 断路器及真空断路器的检修	630
第一节 SF ₆ 断路器的检修	630
第二节 真空断路器的检修	638
复习思考题	642
第二十八章 电除尘电气装置检修	643
第一节 高压整流变压器检修	643
第二节 电除尘供电装置的故障处理	644
复习思考题	647
第二十九章 交流不停电电源(UPS)的检修	648
第一节 停机操作步骤	648
第二节 维修和故障寻找	648
复习思考题	649

第一篇

设 备

