



国家电网
STATE GRID

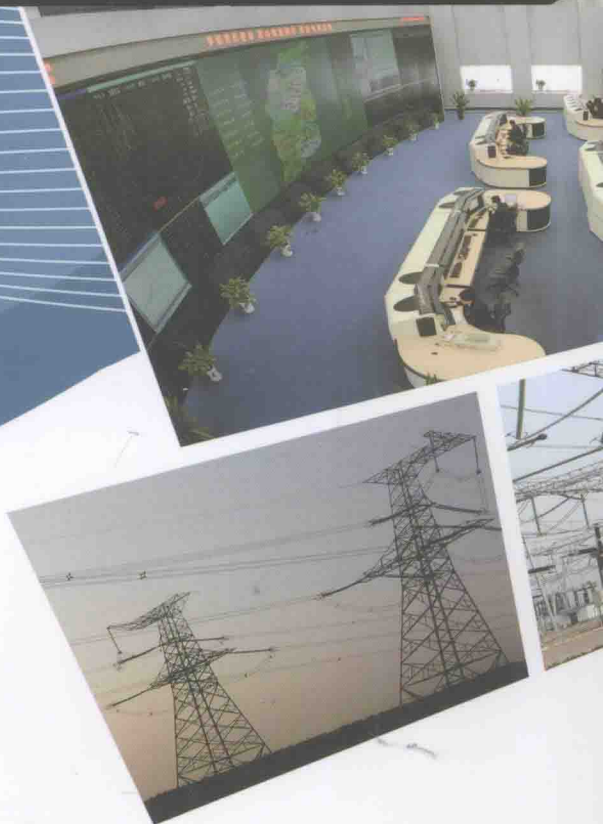
国网山西省电力公司

STATE GRID SHANXI ELECTRIC POWER COMPANY

国网山西省电力公司 编

电网监控人员

技能培训教材



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网
STATE GRID

国网山西省电力公司
STATE GRID SHANXI ELECTRIC POWER COMPANY

国网山西省电力公司 编

电网监控人员 技能培训教材



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为满足在大运行体系下电网调控机构监控人员的技能要求,国网山西省电力公司组织众多专家编写此书。本书紧密结合现场实际、全面系统、实用性强,对提高技术人员的调控监控技能具有重要意义。

本书共分五章,包括电网运行基础、远程集中监视、技术支持系统详解、电网操作详解、电网异常及事故处理。

本书主要适合从事电网调控机构监控人员阅读,也可供相关人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电网监控人员技能培训教材 / 国网山西省电力公司编.
—北京: 中国电力出版社, 2013.11

ISBN 978-7-5123-5129-5

I. ①电… II. ①国… III. ①电网—监控系统—技术培训—教材 IV. ①TM734

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 260010 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 11 月第一版 2013 年 11 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.625 印张 368 千字

印数 0001—3000 册 定价 78.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《电网监控人员技能培训教材》

编 委 会

主 任 张建坤

副 主 任 王礼田

委 员 陈佩琳 梁建伟 董 昱 胡超凡 葛 睿
张永斌 王晓林 曹明德 续建国 张冠昌
赵泰峰 史庆寿 田俊杰 张 涛 李鸣镝
郭一兵 杨 澜 罗亚洲 梁明亮

主 编 陈佩琳

副 主 编 赵兴泉 边 江 潘 捷 赵李宏 李宏杰
樊丽琴 安成万 赵俊屹 李 明 刘 洋
罗 韬 郝春娟 张建伟 薛永强 张秀丽
幕国行 刘 东 冯长有 刘力华 嵇士杰
张 怡 刘 健 范瑞明 庞 伟 环加飞
邓 立 张 雷 张圣楠 李玺印 张 沁
刘毅敏 胡晋星 闫建章 董建军

编写组成员 侯 亮 谢 毅 包 磊 韩 鹏 任建云
赵 园 边 伟 杨 帅 蔡伟伟 罗宏超
徐宏锐 王 越 刘志良 杨大春 田 浩
贺卫华 常亮亮 刘 雷 张 超 孟 涛
杨 林 郭 庆 任蓓蓓 李俊午 焦军军
李 宁 令狐进军 刘国瑞 张家玮 白晨皓
杨子成 冯李军 马小波 冯维明 阮军鹏
温 涛 赵晓丽 杨 颖 党慧霞 米红荣
赵 慧 张 静



序 言

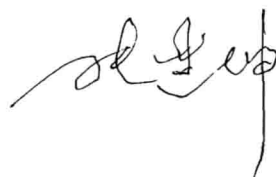
电网是国民经济和社会发展的**重要基础设施**。我国“十二五”规划提出，发展特高压大容量、高效率、远距离先进输电技术，依托信息、控制和储能等先进技术，推进智能电网建设，增强电网优化配置电力能力和供电可靠性。这表明中国电网建设的目标就是强化资源配置、保障安全运行，沿着可持续发展的科学轨道前行。

近年来，国家电网公司不断推进电网发展方式转变，着力加快坚强智能电网建设，相继投运特高压交直流试验示范工程，显著提升电网资源配置能力、经济运行效率和智能化水平，在世界电网科技领域实现了“中国引领”和“中国创造”。其中，我国首条投入商业运营的交流特高压工程落户山西，使山西电网由中等规模电网发展到跨区互联大电网，电网功能、形态和结构正在发生深刻变化，安全稳定特性变得更加复杂，电网运行控制难度加大，客观上要求进行组织变革和体制机制创新，尽快建成管理集中高效、资源集约共享、业务集成贯通的新型电网企业运营模式。在这种形势下，国家电网公司作出全面建设“三集五大”体系的决策部署，目的就是集成、整合和优化电网规划、建设、运行、检修、营销等主要业务，充分挖掘公司潜力，提升管理效率和运营效益，推进电网安全发展、高效发展、清洁发展。

“大运行”体系建设改变了电力调度和设备管理的传统模式，实现调度、通信、监控、信息等高度集中，对于保障电网安全稳定运行意义重大。监控专业是“大运行”体系的重要组成部分，是控制和管理电网生产过程的核心部分，是先进信息技术应用的典型平台，需要一支高素质的监控运行队伍，尽快适应改革变化、掌握操作技能、实时把控电网，从而增强驾驭特高压大电网的能力。监控由过去分散的实时监控变为集中远方视频监控，视觉和操作方式发生较大的改变，如何尽快转变和适应监控新方式成为当务之急。为此，公司组织省、市调控中心，结合山西电网运行实际和监控专业职能特点，编写了《电网监控人员技能培训教材》。本书坚持以岗位

能力为核心，遵循“知识够用、为技能服务”的原则，深入浅出地分析了山西电网运行、监控信息详解、异常及事故处理等关键知识，对监控业务开展具有较强的针对性和指导性。

希冀这本源于实践的书籍，能够让从事监控专业的人员受益，在现代电网波澜壮阔的发展过程中发挥积极的作用。

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, flowing characters that appear to be '刘世平' (Liu Shiping).



前 言

随着电网的快速发展和智能电网建设的迅速推进,传统的调度运行管理方式已不适应现代电网集约化管理的需要。以“调控一体化”为核心的“大运行”体系建设,实现了调度、通信、监控、信息等高度集中,促使电网生产管理模式转变为“调控中心+运维操作站”模式。在新的电网运行管理模式下,电网调度与监控业务合二为一,组织结构更加扁平化,业务流程进一步缩短,电网事故处理和日常操作效率大幅提升。但是,调度与监控功能合并后,原有调度员、监控员的职责和权限都相应扩大,对调控人员综合业务素质提出了更高要求。

“调控一体化”实施后,监控运行人员两项基本素质必须过硬:一是对站内设备运行情况的掌握;二是对电网稳定运行整体情况的把握。为了满足调控机构监控运行人员培训的需要,国网山西省电力公司调控中心组织技术人员,结合输电、变电及配电技术的发展编制了本教材,旨在通过不断提升人员自身业务水平,全面提升监控运行人员驾驭大电网安全运行的能力,为保障电网安全稳定运行做出更大贡献。

本教材主要从三个方面阐释了“大运行”体系下,监控运行人员所需要的知识体系。首先,从监控业务涉及的一次设备、二次系统入手,全面梳理了受控站内所有的一次、二次设备,并对电网稳定和智能变电站涉及的基础设备做了系统的、全面的梳理,使监控运行人员可以全面了解监控工作中涉及的设备。其次,对监控业务中使用的平台系统,系统中涉及的信息以及倒闸的具体操作进行深入浅出的详细讲解,使监控平台显示的信息能帮助监控运行人员准确判断现场设备实际运行情况,使监控运行人员熟悉新的监控平台、精通操作系统的使用。最后,将电网运行理论知识与长期实际经验相结合,使每个监控运行人员具备处理日常监控工作中的变电站异常及事故的业务技能。本教材包括电网运行基础、远程集中监视、技术支持系统详解、电网操作详解、电网异常及事故处理等五部分内容。通过深入浅出的讲解,旨在提升监控运行人员最常用的三项技能,即信息处置能力、电网操作能力、事故

处理能力。

本教材由王礼田及陈佩琳组织编写，并负责书稿的统稿及校核工作。本教材在编写过程中还得到了各位领导及各专业人员的大力支持，在此表示诚挚的感谢，特别是要感谢各位调度员、监控员，牺牲自己宝贵的休息时间，加班加点，为教材的顺利出版付出的辛苦。同时，本教材的编写也得到了太原地调、临汾地调、阳泉地调及晋城地调的大力协助，在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促，书中难免出现疏漏之处，恳请各位专家和读者批评指正。

编 者

2013 年 10 月



目 录

序言
前言

1 电网运行基础

1

- 1.1 电力系统基础知识 3
- 1.2 站内接线方式 5
- 1.3 一次设备基础 9
- 1.4 二次保护基础 33
- 1.5 电网稳定 82
- 1.6 智能变电站基础 93

2 远程集中监视

101

- 2.1 变压器 103
- 2.2 断路器监视 109
- 2.3 500kV 高压并联电抗器监视 115
- 2.4 无功补偿设备监视 119
- 2.5 串联补偿电容器 120
- 2.6 电流互感器设备监视 124
- 2.7 电压互感器设备监视 125
- 2.8 交直流系统监视 126

2.9	自动装置监视	128
2.10	公用设备监视	130
2.11	常见异常处理	131

3	技术支持系统详解	133
----------	-----------------	------------

3.1	D5000 智能电网调度技术支持系统基础平台概述	135
3.2	D5000 基础平台总控台及启动	135
3.3	D5000 基础平台中各监控界面介绍	136
3.4	实时监控界面	137
3.5	实时态综合智能告警窗界面	144
3.6	实时态综合智能告警窗界面	147
3.7	自动电压无功优化控制界面	151
3.8	综合智能分析与告警界面	157
3.9	远程浏览	160
3.10	输变电在线监测系统	162
3.11	视频监控操作系统	166

4	电网操作详解	171
----------	---------------	------------

4.1	概述	173
4.2	操作管理	175
4.3	并、解列与合、解环操作	178
4.4	母线操作	185
4.5	线路操作	189
4.6	变压器操作	195
4.7	断路器及隔离开关操作	201
4.8	补偿设备操作	204
4.9	继电保护及安全自动装置的运行管理及调整	210

5	电网异常及事故处理	215
5.1	概述	217
5.2	常见电网事故分析判断	223
5.3	常见事故处理	227
5.4	继电保护及安全自动装置故障及处理	234
5.5	通信系统故障及处理	235
5.6	监控系统故障及处理	235
参考文献		237



1

电网运行基础



1.1 电力系统基础知识

1.1.1 电力系统基本概念

电力系统是由各种类型的发电厂（包括火力、水力、核能、风力、太阳能、地热、潮汐发电厂等）、变压器、电力线路及用电设备组成的发电、输电、配电和用电的统一体。具体组成如表 1.1 所示。

表 1.1 电力系统组成部分及功能

名称	功 能
发电厂	把其他形式能量（包括机械能、太阳能、风能）转换成电能
电力网	变换电压、传送电能，由变电站和电力线路组成，其中变电站实现电压变换，电力线路实现电能输送
配电系统	将系统的电能传输给电力用户
电力用户	高压用户额定电压在 1kV 以上，低压用户额定电压在 1kV 以下
用电设备	消耗电能

在电力系统基础上，把发电厂动力部分（例如火力发电厂的锅炉、汽轮机和水力发电厂的水库、水轮机以及核动力发电厂的反应堆等）包含在内的系统成为动力系统，动力系统、电力系统以及电力网的相互关系如图 1.1 所示。

通常，将发电厂电能送到负荷中心的线路称作输电线路，负荷中心至各用户的线路叫配电线路。负荷中心一般需要设变电站。

电网按电压等级分类，可以分为以下五类，具体见表 1.2。

电网按电压等级的高低、供电范围的大小可以分为以下三类，具体见表 1.3。

同时，变电站根据其在电力系统中的地位可以分为枢纽变电站、中间变电站、地区变电站和终端变电站四类。具体电力网及变电站分布如图 1.2 所示。

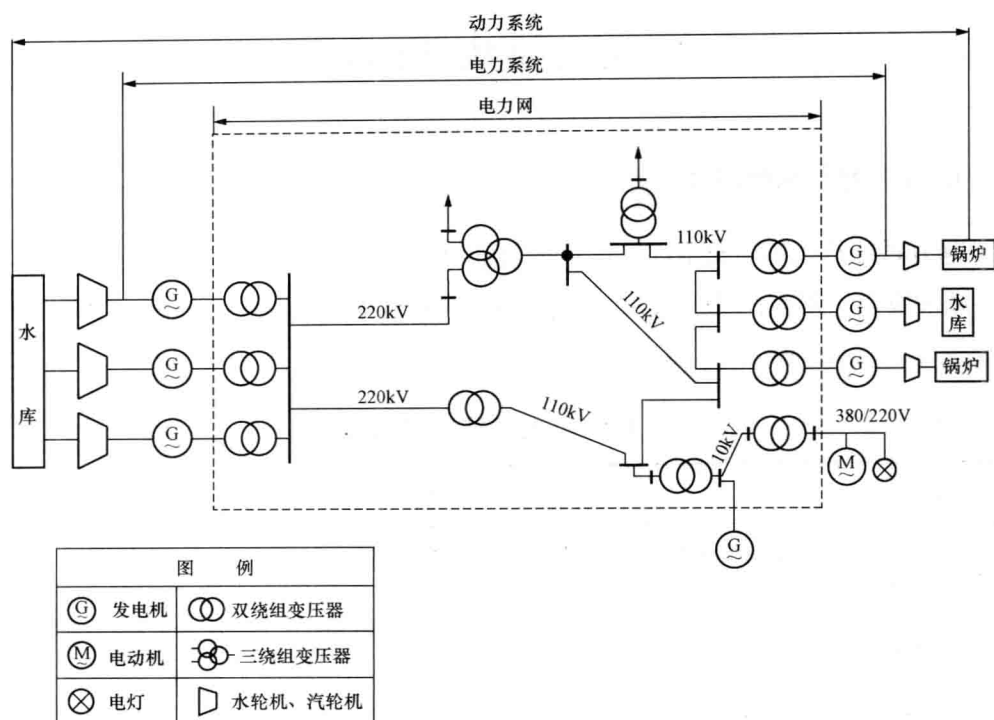


图 1.1 动力系统、电力系统以及电力网相互关系示意图

表 1.2 电网按电压等级分类

电网分类	电 压 等 级	电网分类	电 压 等 级
低压网	1kV 以下	超高压网	交流 330、500、750kV 及直流±660kV
中压网	高于 1kV、低于 10kV	特高压电网	交流 1000kV 及直流±800kV
高压网	交流 10、35、66、110、220kV		

表 1.3 电网按供电范围分类表

电网分类	电 压 等 级
地方电力网	电压等级在 35kV 及以下，供电半径在 20~50km
区域电力网	电压等级在 35kV 以上（一般为 110~220kV），供电半径超过 50km，联系较多的发电厂网络
超（特）高压远距离输电网	电压等级为 330~1000kV 的网络，其主要任务是把远处发电厂生产的电能输送到负荷中心，同时还联系若干区域电力网形成跨省、跨地区的大型电力系统

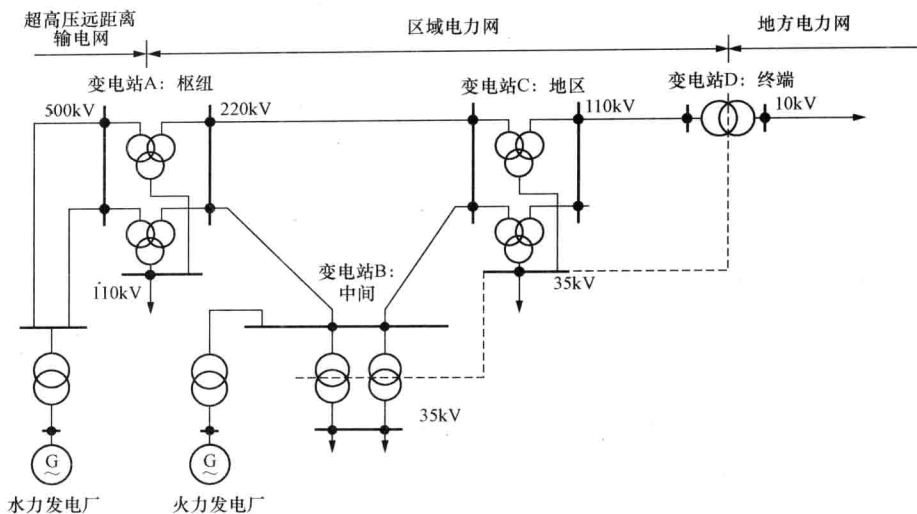


图 1.2 电力网及变电站分布示意图

1.1.2 电力系统的主要特点

电能作为一种商品，它的生产、输送、分配和使用与其他工业产品相比有明显的不同特点，主要表现在以下几个方面：

(1) 电能的生产、传输及消费几乎同时进行，因为发电设备任何时刻生产的电能必须与消耗的电能相平衡。

(2) 电能与国民经济各部门之间的关系密切，电能的中断或减少直接影响国民经济生产各部门及人们的生活。

(3) 电力系统的暂态过程非常短暂，电能以电磁波的形式传输，电力系统的发电机、变压器、电力线路以及用电设备的投入和退出，都在一瞬间完成，故障的产生及发展非常短促，电力系统的暂态过程非常迅速。

(4) 用户对电能质量的要求颇为严格，电能质量的好坏由电压的大小、频率和波形质量是否满足要求来衡量。任一参数不满足要求都将造成不良的影响，甚至造成产品的不合格，损坏设备或大面积停电。

同时，电力系统运行的基本要求为保证供电的可靠性，保证电能质量，提高电力系统运行的经济以及注重环保效应，减少电力生产对环境造成的影响。

1.2 站内接线方式

电网设备常用的接线方式有 3/2 接线、双母线接线、双母线带旁路接线、双母

线单分段接线、单母线分段接线等。

依照不同电压等级，500kV 电压等级全部采用 3/2 接线方式；220kV 以双母线接线方式、双母带旁路接线方式、双母单分段接线方式为主，部分 220kV 依然采用 3/2 接线方式；110kV 电压等级以双母线接线方式、双母线带旁路接线方式、双母线单分段接线方式为主；35kV 及以下电压等级采用单母线分段接线方式。

1.2.1 3/2 接线方式及特点

3/2 接线方式中 2 条母线之间 3 个断路器串联，形成一串。在一串中从相邻的 2 个断路器之间引出元件，即 3 个断路器供两个元件，中间断路器作为共用，相当于每个元件用 1.5 个断路器，因此也称为一个半断路器接线，如图 1.3 所示。在 3/2 接线的一串中，接于母线的 2 台断路器（如 5011、5013）称为边断路器，中间的断路器（如 5012）称为中间断路器或联络断路器。

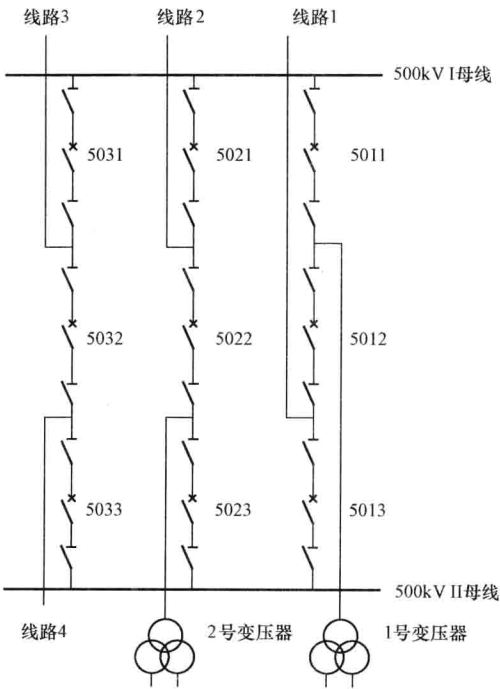


图 1.3 3/2 接线方式示意图

图 1.3 中所示的 3/2 断路器接线是“完整串”。但由于 500kV 变电站初期规模小，扩建次数多，最终规模大，所以经常存在“半串”的过渡过程，即 1 串中只有 2 个母线断路器同时供 1 条线路或主变压器，且设备命名编号也鉴于远景考虑做相应的