

供电企业岗位技能培训教材

G O N G D I A N Q I Y E

GANGWEI JINENG
PEIXUNJIAOCAI

变电运行

山西省电力公司 组编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



供电企业岗位技能培训教材

变 电 运 行

山西省电力公司 组编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

《供电企业岗位技能培训教材》由山西省电力公司组织编写，内容涵盖了变电运行、线路运行与维护、变电检修、继电保护、电网调度、电网自动化、电力营销等专业领域。本套教材的编撰贯彻了“以现场需求为导向，以提高技能为核心”的指导思想，力求从实用角度出发，提高职工解决实际问题的能力，更适合一线职工学习和提高技能的需要。

本书为《变电运行》分册，根据变电运行岗位相关知识进行编写。全书共分十一章，主要内容包括：电力系统基础及运行、电气设备及其运行、电力变压器及其运行、继电保护及自动装置、交直流系统的运行、变电站综合自动化系统、变电站基础管理、变电运行设备的异常及事故处理、倒闸操作及两票管理、常用工器具及仪表的使用和高电压技术。每章后均附有复习思考题。

本书可作为供电企业变电运行人员的培训教材，也可供专业管理人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电运行 / 山西省电力公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2009
供电企业岗位技能培训教材
ISBN 978-7-5083-8363-7

I. 变… II. 山… III. 变电所—电力系统运行—技术培训—教材
IV. TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 005274 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 4 月第一版 2009 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.75 印张 468 千字

印数 0001—3000 册 定价 41.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
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

《供电企业岗位技能培训教材》

编 委 会

- 主 任 王抒祥
- 副主任 曹福成 胡庆辉 王礼田 (常务)
- 委 员 张兴国 史更林 康成平 张 强 魏 琦
陈佩琳 左德锦 张薛鸿 霍建业 张雅明
楼鸿平 褚艳芳 王康宁 张文芳 崔作让
卢保喜 燕争上 丁少军 张学荣 韩海安
张占彪 赵文元 史小报 杨宇松 刘随胜
王文贤 王爱寿
- 主 编 丁少军
- 副主编 张冠昌 牛泓生 郭林虎
- 编 委 杨 澜 韩亚娟 齐 玮

《变电运行》编写组

组 长 张学荣

副 组 长 蔚晓红

成 员 马祥里 张学晋 许建功 张成效

主 编 蔚晓红

参编人员 张夏原 尹丽萍 王昊宇 范春燕 余 鹏
周雪枫 齐 玮 高秀军 苏国莉 李巧荣

电力工业作为关系国计民生的基础能源产业，电网的稳定运行直接关系到国民经济的发展。2008年初的南方冰雪灾害更让人们深刻体会到电网的安全运行对人民群众日常生活的重要性。当前，电力工业已进入大机组、高参数、高电压、高自动化的发展时期，新技术、新设备、新工艺不断涌现，现代电力企业对职工的专业技能水平提出了更高的要求。要实现国家电网公司“一强三优”的企业目标，广大的电力工作者就必须不断地学习新技术、新知识、新技能，全面提高自己的综合素质。

山西省电力公司一直高度重视职工的教育培训工作，把该项工作重点纳入企业的发展规划当中，不断加大培训的投入力度，努力创建学习型企业。为适应新形势下员工培训的需求，使员工培训做到有章可循、有据可依，山西省电力公司组织编写了《供电企业岗位技能培训教材》，内容涵盖了变电运行、线路运行与维护、变电检修、继电保护、电网调度、电网自动化、电力营销等专业领域。本套教材的编撰贯彻了“以现场需求为导向，以提高技能为核心”的指导思想，力求从实用角度出发，提高职工解决实际问题的能力，更适合一线职工学习和提高技能的需要。同以往的培训教材相比，本套教材具有以下特点：

(1) 在整套教材的编写中突出了对实际操作技能的要求，不再人为地划分初、中、高技术等级，不同技术等级的培训可以根据实际情况，从教材中选取相关内容。在每一章结束时，均附有复习思考题，对本章的重点和难点内容进行温故，便于读者自学参考。

(2) 教材的编写体现了为企业服务的原则，面向生产、面向实际，以提高岗位技能为导向，强调“缺什么补什么、干什么学什么”的原则。

(3) 教材力求更多地反映当前的新技术、新设备、新工艺以及有关生产管理、质量监督和专业技术发展动态的内容。

《供电企业岗位技能培训教材》的编写人员主要由山西省电力公司的技术专家、多年从事教学工作的高级讲师组成，在编写前期经过了充分地论证，编写过程中经过了数次审定、多次修改，历时数月，终于告罄。在此，谨希望本套教材的出版，对广大电力职工技能水平的提高起到一定的指导作用，为建设“一强三优”的现代企业作出更大的贡献！

王抒祥

2008年8月

第二次工业革命后,电力作为一种新型能源走进了人类社会,给人们的生产、生活带来了翻天覆地的变化,为20世纪以来的科技进步、经济发展奠定了坚实基础。自1882年,中国第一家公用电业公司——上海电气公司创办伊始,百十余年的发展,我国目前已基本形成以500kV交流和±500kV直流系统为主的骨干电力网架。2006年,由百万伏级交流和±800kV直流系统组成的特高压电网开工建设,标志着我国电网已进入超高压、大容量、自动化、远距离的新阶段,跨区域甚至跨国大电网将是未来发展的必然趋势。

变电站,作为电网的基本组成单元,其运行管理水平直接影响着电网的安全稳定,影响着电网经营企业的所得利润和全社会的整体经济效益。步入知识经济时代,电网设备的科技含量不断提升,变电站综合自动化技术不断发展,变电站无人值班或少人值班已是当前及未来的必然趋势。这就给广大变电运行人员提出了新的要求与课题。建设一支知识全、技能强、素质高、业绩好的变电运行队伍已经成为当务之急。

为此,我们组织部分专家和一线技术人员对变电运行岗位“三应”(应知、应会、应有)要求、现时代岗位实际需求以及从业人员技术技能现状进行了细致地对比与分析,并以此为突破点编制了此教材。教材从大纲拟定、章节划分、分块编写至审定交稿,几经讨论,修改增删十余次,最终形成了与其他同类教材不同的风格与特色:

(1) 实用。本书内容立足于现场实际,突出重点,照顾一般,主要针对220~500kV变电运行人员应了解、熟悉、掌握的电气设备,一、二次系统基础知识及运行管理专业要求。本书以提高现场运行操作实际技能为编写目的,将各类电气设备的运行监视、异常与故障的查找分析、倒闸操作及事故处理等作为重点,适当增加了专家及一线人员积累多年、业已推广的运行经验,实用性较强。

(2) 简明。本书内容选取时坚持“少而精、学则得”的原则,叙述开门见山、主题明确、重点突出。文词选用时克服偏、难、深、怪、繁等弊端,尽量使用规范用语,确保词句简明流畅、通俗易懂,便于组织培训教学与个人自学。

(3) 系统。本书从电工学、电力系统及变电站基础知识入手,由浅入深,不仅对变电站各种设备的原理和结构、运行管理技术、现场操作技能等进行了全面细致的介绍,还适当增加了运行人员必备的高电压、调度运行与继电保护等专业知识,使其知识结构更为系统全面。

(4) 规范。本书教材大纲确立及内容编撰均以原国家劳动和社会保障部制定的电力职业技能鉴定规范、国家电网公司供电企业主要工种岗位说明书等为主要依据,规范性较强。在编写过程中,时刻注重与国家现行的方针政策、法规、规范、规程以及专业技术规定、工作标准、管理标准保持高度一致。

(5) 先进。本书以当前电网中广泛使用的设备、系统为主,努力反映现时代的技术水平,同时尽量收入业经鉴定的科技成果,适当选入介绍当前变电运行管理中正逐步推广的新技术、新设备。

(6) 指导。本书编写紧贴企业生产经营实际,把握当前及未来一定时期专业技术发展方

向，每章后均有学习重点，可作为传授变电运行岗位专业基础知识、基本技能与开展业务素质考评考核的主要依据。

参加本书编写与审定工作的人员均从事专业运行与管理多年，具备中高级以上专业技术资格或高级技师资格，其中多人还被聘为华北电力技术院技术、技能专家。

本书出版得到了山西省电力公司的大力支持，在此表示由衷感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，书中疏漏不足在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年11月

序

前言

第一章 电力系统基础及运行	1
第一节 电力系统基本概念	1
第二节 电力系统中性点的运行方式	10
第三节 电力网的参数及等效电路	12
第四节 电气主接线	20
第五节 电力系统有功和频率的管理	26
第六节 电力系统无功和电压的管理	28
第七节 电网调度管理	35
第八节 电力系统的运行方式	39
复习思考题	41
第二章 电气设备及其运行	43
第一节 断路器及其运行	43
第二节 隔离开关及其运行	52
第三节 互感器及其运行	55
第四节 过电压保护装置及其运行	61
第五节 电容器及其运行	63
第六节 电抗器及其运行	68
第七节 消弧线圈及其运行	71
第八节 耦合电容器及其运行	74
第九节 导线、金具、绝缘子及其运行	75
第十节 母线及其运行	80
第十一节 SF ₆ 全封闭式组合电器 (GIS) 及户外紧凑型 组合式开关设备 (PASS)	82
复习思考题	84
第三章 电力变压器及其运行	85
第一节 变压器的工作原理和结构	85
第二节 变压器的运行方式	88
第三节 变压器在运行中的巡视检查	91
第四节 变压器的正常运行与维护	94
第五节 变压器的异常运行及分析	96
第六节 变压器事故分析	100
第七节 变压器交接及检修后投运前的验收	104
复习思考题	105

第四章 继电保护及自动装置	106
第一节 继电保护基础知识	106
第二节 常用保护	109
第三节 微机保护	116
第四节 自动装置	119
第五节 通信通道	121
第六节 继电保护与自动装置的运行管理	122
第七节 二次回路	124
第八节 二次回路异常及故障分析处理	125
第九节 二次识图	132
复习思考题	136
第五章 交、直流系统的运行	137
第一节 变电站交流系统	137
第二节 变电站直流系统	139
复习思考题	141
第六章 变电站综合自动化系统	142
第一节 变电站综合自动化基础知识	142
第二节 变电站综合自动化运行与维护	144
第三节 常用变电站综合自动化系统的运行	145
第四节 故障录波器	146
复习思考题	147
第七章 变电站基础管理	149
第一节 安全管理	149
第二节 运行管理	157
第三节 设备管理	160
第四节 技术管理	165
第五节 日常管理	167
第六节 无人值班变电站管理	170
复习思考题	173
第八章 变电运行设备的异常及事故处理	174
第一节 概述	174
第二节 变压器的异常及事故处理	177
第三节 母线事故处理	182
第四节 输电线路跳闸的事故处理	186
第五节 电网异常及事故的分析处理	189
第六节 配电装置的异常及事故处理	191
第七节 越级跳闸后的事故处理	202
第八节 站用交、直流系统的异常及事故处理	204
复习思考题	208

第九章 倒闸操作及两票管理	209
第一节 变电站常用操作术语	209
第二节 操作票编写的技术原则	212
第三节 典型操作票	221
第四节 倒闸操作的执行顺序	242
第五节 两票的管理	244
复习思考题	246
第十章 常用工器具及仪表的使用	247
第一节 安全工器具的使用	247
第二节 消防器材的使用方法	257
第三节 仪器仪表的使用	260
复习思考题	261
第十一章 高电压技术	263
第一节 高电压技术基础	263
第二节 各类电力设备的高压试验	269
第三节 过电压及防护	283
复习思考题	292
附录 A 电工基础公式	293
附录 B 数学公式	297
附录 C 常用电子元器件图形符号	300
附录 D 常用电工计量单位换算	302
参考文献	303



电力系统基础及运行

随着我国电力工业的发展,我国的电力系统有了显著的发展。目前,我国火电机组单机容量达 600MW,水电机组单机容量达 700MW,大亚湾核电站单机容量达 900MW,全国 2 万 MW 以上电力系统总装机容量占全国总电力系统的 90%以上。跨省的电力系统有华北电力系统、华东电力系统、华中电力系统、东北电力系统、西北电力系统和南方互联系统。目前,国内分为两大电网公司:国家电网公司和南方电网公司。每个电力系统以 500kV 输电系统作为主网架,其中华东和华中系统以±500kV 直流输电系统连接成大区电力系统,西北电网已有 750kV 输电系统在运营,华北与华中正在建 1000kV 输电系统,三峡水电厂也将成为我国联合电力系统的中心,并发挥重要作用。

总之,我国已进入水、火、核并举,交直流混合,特(超)高压、远距离、大容量、高参数、高科技的现代化电力系统发展时期。

第一节 电力系统基本概念

一、动力系统、电力系统和电力网

动力系统、电力系统和电力网的示意图如图 1-1 所示。

1. 动力系统

动力系统是由锅炉、水库、核反应堆、汽轮机、水轮机、发电机、变压器、电力线路、用电设备所组成的统一整体,主要用来完成生产、输送、分配、消耗电能的任务。

在动力系统中,锅炉、汽轮机等动力部分(水电厂为水库、水轮机,核电厂为核反应堆)和发电机将一次能源转变为电能,然后由变压器、输电线路输送和分配出去,再由各用电设备转变为所需要的各种形式的能量。

2. 电力系统

电力系统是由发电机、变压器、电力线路、用电设备组成的发电、输电、变电、配电、用电的整体,即动力系统去除动力部分后剩余的为电力系统。

在图 1-1 所示的电力系统中,有水力发电厂、火力发电厂、核电厂以及 500kV 枢纽变电站、220kV 中间变电站、220kV 与 110kV 地区变电站和 10kV 终端变电站。各发电厂和变电站经高压输电线路连接,组成一个完整的电力系统。

3. 电力网

电力网是由变压器和电力线路组成的变换、输送、分配电能的整体,即电力系统中去除发电机和用电设备剩余的为电力网。近年来,我国把电力系统也往往简称为电力网。

电力网按其其在电力系统中的作用不同,分为输电网和配电网。输电网是以高电压、特(超)高压将发电厂、变电站或变电站之间连接起来的送电网络,所以又称为电力网中的主

网架。电力网中二次降压变电站低压侧直接或降压后将电能送到客户的电网称为配电网，它是发、变、送、配、用的最后一个环节。图 1-1 所示的电力网中，500kV 和 220kV 电网为主网架，110kV 和 35kV 电网为高压配电网，10kV 和 6kV 电网为中压配电网，380V 电网为低压配电网。

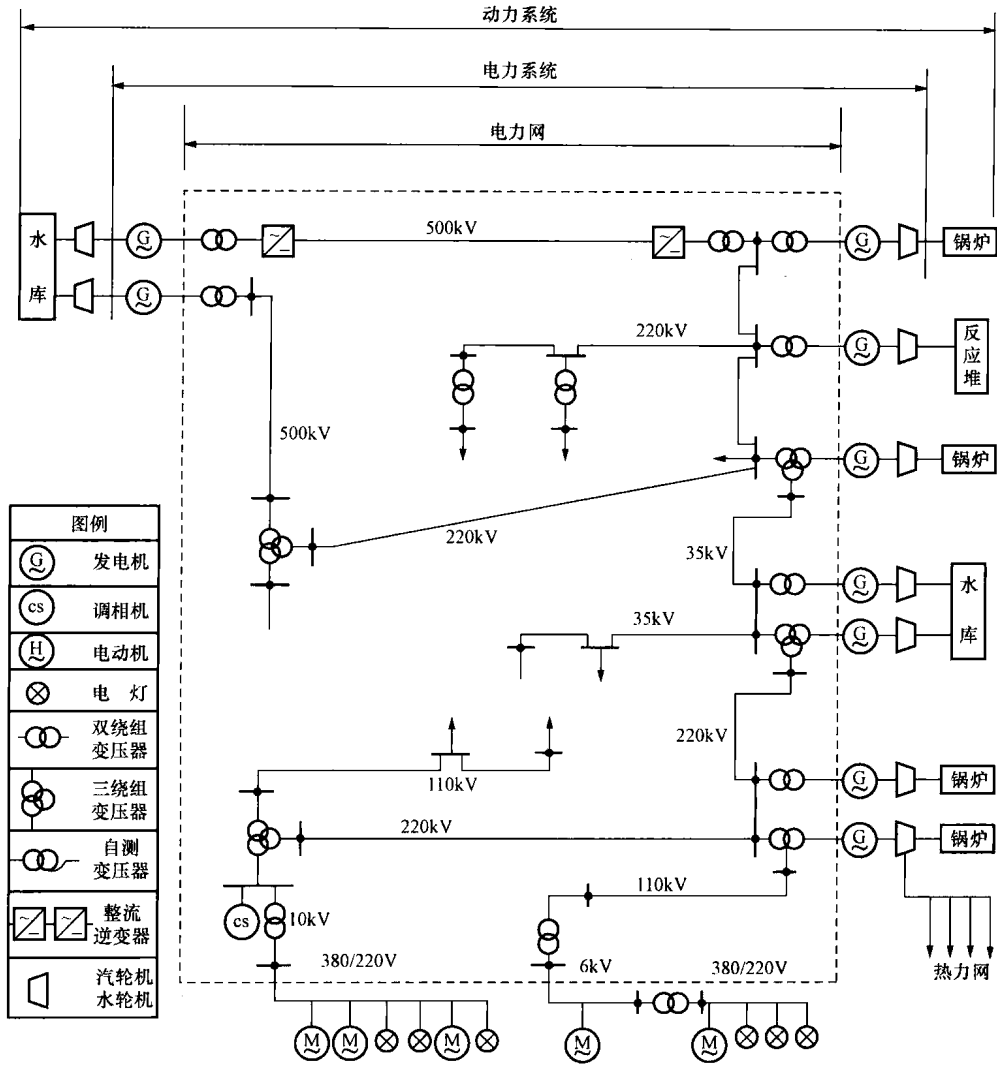


图 1-1 动力系统、电力系统和电力网示意图

二、电力系统的运行特点和基本要求

(一) 电力系统的运行特点

电能作为一种特殊的商品，其生产、输送、分配和消费有其明显的特殊性。

1. 电能与国民经济各部门间关系密切

由于电能具有与其他能量转换方便，且宜于大量生产、集中管理、远距离输送、自动控制的突出优点，因而广泛应用于国民经济各部门。特别是各行业生产的高度自动化，以及人们不断增长的物质和文明需要，电更是不可缺少的。一旦供电中断或减少，将会严重影响到

国民经济各部门。

2. 电能不能大量储存

目前，电能尚不能大量储存。电力系统中电能的生产、输送、分配和消费几乎是同时进行的，即发电设备任何时刻生产的电能等于该时刻用电设备消费的电能与输送时损耗的电能之和。

3. 暂态过程非常短暂

电能以电磁波的形式传输，传输速度为 30 万 km/s。电力系统从一种状态过渡到另一种状态的暂态过程非常短暂（一般以 $10^{-3} \sim 10^{-6}$ s 计），例如发电机、变压器、电力线路以及用电设备的投入和退出，与系统故障的发生及发展都在一瞬间完成。

(二) 电力系统运行的基本要求

根据电能生产、输送、消耗的特殊性，对电力系统运行有以下 3 点基本要求：

1. 保证供电的可靠性

停电不仅使电力系统本身造成损失，而且会对国民经济各部门带来更加严重的损失，往往要比少发电能损失大几十倍，例如导致人身伤亡、设备损坏、产品报废、城市生活混乱等经济损失以及难以估量的政治影响等。所以电力系统运行首先要保证可靠、持续地供电。电力系统运行中因事故被迫中断供电的机会越少，影响范围越小，停电时间越短，电力系统运行可靠程度就越高。

2. 保证良好的电能质量

衡量电能质量的指标有电压质量、频率质量和正弦交流波波形质量。

(1) 电压质量。电压质量一般以电压偏离额定值的大小来衡量。电压偏移过大，会影响工农业生产产品质量和产量，减少设备使用寿命，损坏设备，甚至造成“电压崩溃”，出现大面积停电。我国标准规定，35kV 及以上供电和对电压质量有特殊要求的客户电压偏移不应超过 $\pm 5\%$ ，10kV 及以下高压供电和低压电力客户电压偏移不应超过 $\pm 7\%$ ，低压照明客户电压偏移不应超过 $+5\%$ 、 -10% 。

为保证电压质量，一般可采取的措施有：合理降低线路阻抗；合理分配电力的设备承载水平，尤其是配电网设备承载水平；正确选择变压器的分接头，提高电网的自然功率因数，合理进行无功补偿；根据电力系统潮流分布，及时调整运行方式；采用有载调压变压器。

由于电力系统冲击性负荷的作用，如大型电动机直接起停或加减负载，起重机提升起吊，电弧炉熔化期的工作短路等，都将使电网在某一时期内电压急剧变化而偏离额定值，从而引起电压波动。

国家标准规定的电压波动允许值见表 1-1。

(2) 频率质量。频率质量一般以系统频率偏离额定值的大小来衡量。频率偏移过大，不仅对客户造成损害，如产品质量下降、自动设备不能正常工作、通信、广播信号不稳定等，而且对电力系统本身也造成严重危害，如发电厂功率下降、厂用电动机转速下降、汽轮机叶片共振甚至断裂等，严重时会造成系统解列。国家标准规定，频率偏移不允许超过额定值的 $\pm(0.2 \sim 0.5)$ Hz。对于 6 个跨省电力系统，即华北、华东、

表 1-1 电压波动允许值

额定电压 (kV)	电压波动允许值 (%)
10 及以下	2.5
35~110	2
220 及以上	1.6

华中、东北、西北电力系统和南方互联系统，频率偏移不允许超过额定值的 $\pm 0.2\text{Hz}$ 。

(3) 波形质量。正弦交流电波形一般以波形畸变率衡量。所谓波形畸变率是指各次谐波有效值的平方和的方根值与基波有效值的百分比。波形畸变是由于电力系统中存在有大量非线性阻抗特性的供用电设备产生谐波而造成的。如可控硅整流设备、变频调速装置、感应炉、电弧炉、电抗器、变压器以及电视机、微波炉等，都是谐波源。

谐波源电气设备接入电网后，向电网注入谐波电流，在电气设备上产生谐波电压，引起设备损耗增加，造成局部过热；并使电动机机械振动增加，噪声增强；对电子元件及自动装置、测量元件产生干扰，引起工作失常；对电视和广播产生干扰，图像和通信质量下降。

谐波是电力系统的公害，随着电力电子技术的发展，电网的谐波污染日趋严重。我国对电压、电流正弦波形畸变率的极限值和允许值标准进行了规定。

消除谐波的措施有：受电变压器采用 Y/D 或 D/Y 接线；改进整流装置设计，增加相数为多相整流；加装滤波器；采用电容器吸收谐波电流；调整负荷使之三相平衡等。

3. 保证系统运行的经济性

衡量系统运行经济性的两个指标是煤耗率和网损率。

煤耗率是指生产 1kWh 电能所消耗的标准煤重，单位为 g/kWh 。由于电能生产规模大，电能生产消耗的一次能源占国民经济一次能源的 $1/3$ ，所以力求节约、降低煤耗率、减少成本在电能生产中有着非常大的意义。据统计，大型高效发电机组供电煤耗为 $290\sim 340\text{g/kWh}$ ，中小机组为 $380\sim 500\text{g/kWh}$ ，甚至更高，也就是说，发同样 1kWh 的电，中小机组比大型机组要多耗煤 $100\sim 200\text{g}$ 。据估算，全国现有的小火电机组如果被大机组完全替代，一年可以节约 9000 万 t 标准煤。为降低一次能源的损失，目前正在进行节能发电调度，安排水电等清洁能源全额上网发电，按能耗水平依序安排火电机组上网发电。安排高煤耗、高污染机组停运，部分煤耗高、排序靠后的火电机组全天按最低功率运行，排序在前的火电机组全天满发，使全网煤耗水平显著下降，逐步实现节能发电调度。我国火电机组供电标准煤耗为 366g/kWh ，日本为 299g/kWh ，韩国为 300g/kWh ，意大利为 303g/kWh ，英国为 341g/kWh 。由此可见，我国机组供电节能降耗的潜力巨大。随着我国节能减排的深入进行，大力开展“上大压小”，加快结构性调整，已经成为电力工业今后可持续发展的关键。

网损率是指电能电力网传送过程中损耗的总电能与向电力网络供应的全部电能的百分比。电能变换、输送、分配时的损耗也是相当可观的，从全国统计来讲，网损率一般为 8.5% ，地区电网一般为 6.0% ，对于一个售电量为 200 万 kWh 的企业，每年的网损电量近 13 万 kWh ，可见开展降损工作的意义重大。因此，合理发展电网，优化电网结构和运行方式，降低网损率有着极为重要的意义。

三、电力系统的接线方式和电压等级

(一) 电力网电气接线

电力网的接线往往比较复杂，但它们可分解为若干个简单接线的组合。分解后的简单电力网，大致可分为无备用接线和有备用接线两类。无备用接线方式如图 1-2 所示，有备用接线方式如图 1-3 所示。

1. 无备用接线

无备用接线的主要优点是简单、经济、运行方便，但其任一回线的故障或检修，都会造成一个或几个客户的停电，因此供电可靠性差。这种接线不适用于重要负荷占很大比重的场

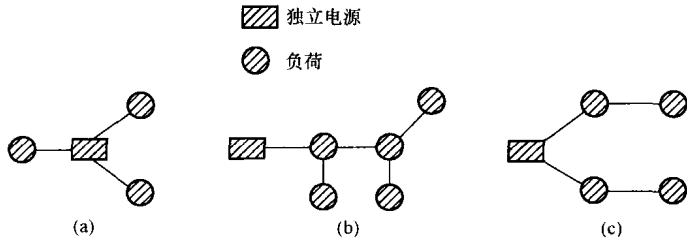


图 1-2 无备用接线方式

(a) 单回路放射式; (b) 干线式; (c) 链式

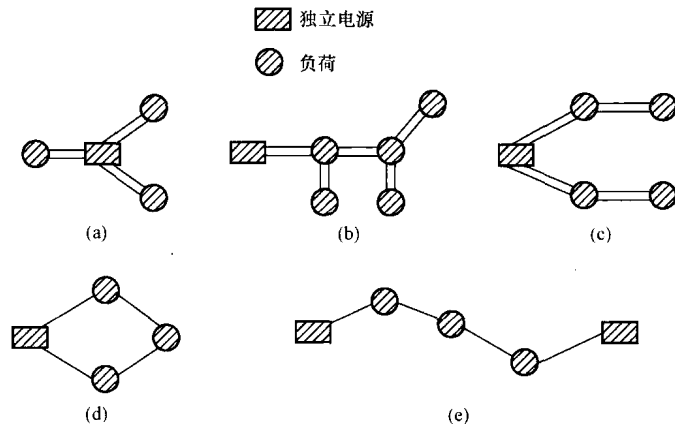


图 1-3 有备用接线方式

(a) 双回路放射式; (b) 干线式; (c) 链式; (d) 环式; (e) 两端供电

合。但在重要负荷占的比重不大，并可为这些重要负荷单独设置备用电源时，仍可采用这种接线。

2. 有备用接线

在有备用接线中，每一个负荷均可从两条或多于两条的线路上获得电源。其中双回路的放射式、干线式、链式网络供电可靠性和电压质量较单回路的网络要高，缺点是不够经济。这种接线使用的断路器等高压电器比单回路要多。对负荷的供电采用双回路，每回路分担的负荷不大，而在较高电压级网络中，往往为避免发生电晕，不得不选用大于这些负荷所需的导线截面积，以致造成浪费有色金属。有备用接线中的环式网有与上述接线方式有相同的供电可靠性，但比它们采用的设备要少，更经济。环式网接线的缺点是节点较多，运行调度复杂。当环解开时，可能使某些点的电压质量较差。有备用接线中的两端供电网络最为常见，采用此方式的先决条件是要有两个或两个以上的独立电源，它的合理性取决于各负荷点的相对位置。

凡是每个负荷都只能沿唯一的路径取得电能的网络，称为开式网络，例如无备用接线中的放射式、干线式、链式网络和有备用接线中的放射式、干线式、链式网络。

环式网络和两端供电网络中，每一个负荷点至少通过两条线路从不同的方向取得电能，具有这种接线特点的网络称为闭式网络。

电力网按职能的不同可分为输电网络和配电网络，它们对接线方式有着不同的要求。

输电网络的主要任务是，将大容量发电厂的电能可靠而经济地输送到负荷集中地区。输电网络通常由电力系统中电压等级最高的一级或两级电力线路组成。系统中的区域发电厂和枢纽变电站通过输电网络相互连接。对输电网络接线方式的要求主要是，应有足够的可靠性，要满足电力系统运行稳定性的要求，要有助于实现系统的经济调度，要具有对运行方式变更和系统发展的适应性等。用于连接远离负荷中心地区的大型发电厂的输电干线和向缺乏电源的负荷密集地区供电的输电干线，常采用双回路或多回路网络。位于负荷中心地区的大型发电厂和枢纽变电站一般通过环形网络连接。

配电网络的任务是分配电能。配电网络采用哪一类接线方式，主要取决于负荷的性质。无备用接线只适用于向供电安全等级要求比较低的负荷供电。对于供电安全等级要求比较高的负荷，应采用有备用接线方式供电。

在电力网的各种电气接线中，最基本、最常用的是开式辐射网和闭式环网，这两种网络的运行状态需通过潮流计算确定，如电网各节点（包括母线）的电压，各元件的输入、输出功率和功率损耗，进而对电力网的运行性能进行分析，提出必要的改进措施。潮流计算的主要目的可以概括为以下几点。

- (1) 检查各元件是否过负荷。
- (2) 检查各节点（包括母线）电压是否满足要求。
- (3) 为继电保护整定提供数据。
- (4) 电网运行是否经济、安全等。

(二) 电力系统电压等级

电力系统中的电气设备都是按照额定电压和额定频率设计的，当这些电气设备在额定电压和额定频率下运行时，具有最好的技术性能和经济指标。为了电气设备制造的标准化、系列化，也为了电力系统的发展，各国都会根据本国具体的技术经济条件，制定出自己的电压等级标准。

我国制定的标准电压等级分为三类。第一类为 100V 以下适用于蓄电池和安全照明用具等电气设备的额定电压；第二类为 500V 以下适用于一般工业和民用电气设备的额定电压；第三类为 1000V 以上高压电气设备的额定电压。表 1-2 为 3kV 及以上交流电力系统额定电压。

表 1-2 3kV 及以上交流电力系统额定电压 kV

电力系统电压等级	线路及用电设备 额定电压	交流发电机 额定电压	变压器额定电压	
			一次绕组	二次绕组
3	3	3.15	3、3.15	3.15、3.3
6	6	6.3	6、6.3	6.3、6.6
10	10	10.5	10、10.5	10.5、11.0
-	13.8	13.8	13.8	—
-	15.75	15.75	15.75	—
--	18	18	18	—
—	20	20	20	--
35	35		35	38.5