



中国南方电网
CHINA SOUTHERN POWER GRID

新入企员工培训系列教材（广东电网）

电力基础知识

DIANLI JICHU
ZHISHI


广东电网公司©组编

**DIANLI JICHU
ZHISHI**

新入企员工培训系列教材（广东电网）

电力基础知识

广东电网公司©组编

 广东高等教育出版社
Guangdong Higher Education Press

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电力基础知识 / 广东电网公司组编. —广州: 广东高等教育出版社,
2008.7

(新入企员工培训系列教材(广东电网))

ISBN 978-7-5361-3652-6

I. 电… II. 广… III. 电力工业-技术培训-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 071140 号

广东高等教育出版社出版发行

地址: 广州市天河区林和西横路

邮编: 510500 营销电话: (020) 87557232

广州市岭美彩印有限公司印刷

787 毫米 × 1 092 毫米 16 开本 12.75 印张 222 千字

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

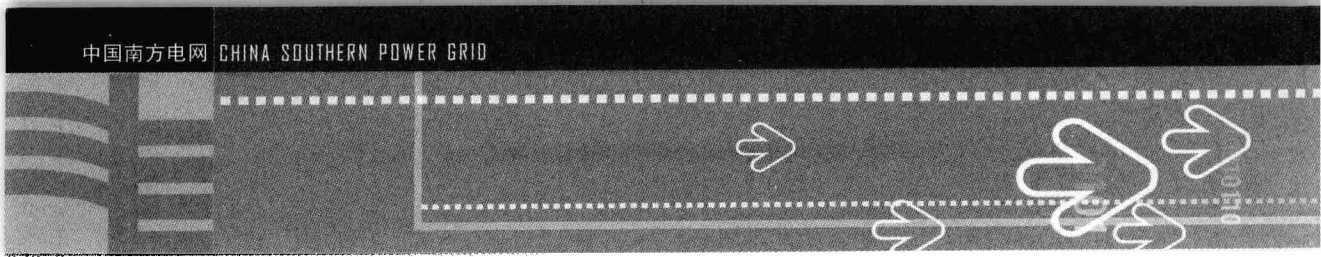
印数: 0 001 ~ 3 000 册

定价: 32.00 元

前 言

广东电网公司是中国南方电网有限公司的全资子公司，是广东省电网的管理、运营企业，肩负着为广东全省经济增长和社会发展提供电力服务的重任。随着广东电网的发展，每年都有一批新入企员工加入广东电网公司，充实到生产、营销、服务等各个工作岗位。这些新入企员工是公司的新生力量，担负着企业未来发展的希望。按照南方电网公司的要求，为使新入企业员工尽快了解南方电网公司方略，认同南方电网公司和广东电网公司企业文化理念，认识广东电网公司电网装备、技术和运营特点，了解企业发展前景，适应公司工作需要，新入企业员工都要进行新入企培训。

根据广东电网公司发展战略，公司人力资源部与公司教育培训中心在2007年重新制订了新入企员工培训方案，重点开发包括基本素质、基础业务知识和基本安全技能培训的新入企员工培训项目，让新入企员工一进入企业就接受“懂规矩、守纪律、技能高、负责任、忠诚敬业”电网人的培训。为此，公司人力资源部与公司教育培训中心组织编写了新入企员工培训系列教材。本系列教材共分四册，第一册是《广东电网发展概况与企业文化》，包括广东电网的历史、发展前景，以及公司企业文化等内容；第二册是《电力专业知识》，包括广东电网结构、技术装备、电网运营、电业安全等内容，适用于电力类专业毕业生使用；第三册是《电力基础知识》，包括电力生产常识、常用电气设备、用电管理和用电安全等内容，



适用于非电力类专业毕业生使用；第四册是《安全基本技能》，包括电气操作、电气作业的安全知识，安全工具和基本操作要领等内容。

《电力基础知识》是针对非电力类专业新入企业员工，按其专业知识和结构及就职岗位，根据新入企员工培训方案编写，主要介绍电力生产常识、包括发电厂类型和生产过程，电网中常用电气设备和用途，电力市场知识及用电营业规则，以及安全用电基本知识。全书分四个单元，“单元一 电力生产常识”由徐鹏、蓝小萌编写，“单元二 电力网及电气设备”由林龙凤编写，“单元三 电力营销”由何桂贤编写，“单元四 安全用电”由徐耀、蓝小萌编写。全书由蓝小萌、林龙凤统稿。

本教材编写大纲和全稿经徐岩松、柏吉宽、彭海跃、于家河、杨险峰、凌毅、梁广审核，由徐岩松、彭海跃担任主审。

本教材在编写过程中得到广东电网公司人力资源部、安全监察部领导的关心和支持，也得到广东电网公司教育培训中心同事的大力协作和帮助，在此一并致谢。

由于编者水平所限，编写时间较匆促，如有错误或不足之处，敬请各位培训教师和学员批评指正。

《电力基础知识》编写小组

2008年6月

目 录

单元一 电力生产常识

课题一 概述	3
一、电力生产过程	3
二、主要电气设备	5
课题二 发电生产过程	7
一、发电厂类型	7
二、火电厂生产过程	13
三、水电厂生产过程	18
四、核电厂生产过程	19
五、风力发电过程	21
课题三 常见用电设备	23
一、用电设备类型	23
二、用电设备节能	26
课题四 电力系统运行特性及要求	33
一、电力系统的运行特性	33
二、电力系统运行要求	36

单元二 电力网及电气设备

课题一 电力网	45
一、电力网概述	45
二、广东电网简介	49
课题二 一次设备	51
一、电力变压器	51
二、断路器	58
三、隔离开关	63
四、互感器	65
五、熔断器	68
六、母线	70
七、避雷针与避雷器	72
八、电力线路	73
课题三 继电保护	90
一、继电保护的作用及对继电保护的要求	90
二、电网的电流保护	93
三、变压器保护	95
课题四 电力系统综合自动化	99
一、电力系统综合自动化概述	99
二、电力系统调度自动化的实现	103
三、变电所综合自动化	107
四、配电网自动化	111

单元三 电力营销

课题一 电力市场	119
一、电力市场机制及运营模式	119
二、我国电力市场建设	121
三、电力市场的供求关系及均衡	122
四、电力市场中的风险管理	124
五、电价	125
六、电力市场输电服务	129
七、电力市场技术支持系统	131
课题二 营业管理	140
一、业务扩充	140
二、电费管理	145
三、日常营业	150
课题三 电能计量	152
一、计量装置的分类	152
二、电能表	153
三、互感器	159
四、集抄系统	163
五、负荷控制系统	164
六、防治窃电	169

单元四 安全用电

课题一 安全用电法律法规	177
一、用电安全概述	177
二、安全用电法律法规的相关条文	179
课题二 安全用电技术	183
一、触电原因及伤害	183
二、防触电技术	187
三、防电气火灾技术	192
参考文献	195



CHINA
SOUTHERN POWER GRID

单元一

Danyuan Yi

电力生产常识

CHINA SOUTHERN POWER GRID

课题一 概 述

电能现代社会里已成为国民经济和人民群众生活必不可少的二次能源，由于它具有使用方便、清洁、容易控制和转换等优点，其运用的范围和规模有了突飞猛进的发展。无论是重工业、轻工业、交通运输、商业和服务行业，还是农业的排灌、农副产品加工、森林采伐和现代化养殖业等等，以及人民日常生活中的照明和各种家用电器，可以说处处离不开电。因此，电气化的水平标志着现代社会的现代化水平。

一、电力生产过程

生产和科学技术的进步，使得发电机单机容量不断增大，发电厂的规模不断扩大，同时要求输送的电能也相应地增多，输送距离增大，并且对可靠性提出了更高的要求。于是逐步地将一个个孤立发电厂、变电所连接起来，形成了电力系统。

使用电能的单位，通常称为电力客户。电力客户一般分为工业电力客户、农业电力客户、公用事业电力客户和居民用户等。农业电力客户一般用电分散，耗电量少，耗电量与农业生产季节有关，平时对供电可靠性要求较低；工业电力客户大多数用电集中，耗电量大，对供电可靠性要求较高；公用事业和居民用电客户面广，形式多种多样，而且与广大人民生活息息相关。随着人民群众生活水平的不断提高，公用事业和居民用电量也日益增加，对供电可靠性的要求也愈来愈高。

现代化大型火力发电厂，多数建设在能源产地（如煤炭、石油生产基地）和交通便利的地方，以便于燃料运输和减少运输费用；现代化大型水电厂，必须建设在水利资源丰富的山区。然而，电力客户一般集中在大城市、工业中心、矿山和农业发达地区。因此，发电厂与电力客户之间往往相距几百公里，甚至于上千公里。为向电力客户供电，就需要专门的电力线路传输和分配电能，电力线路又称为输配电线路。在输电过程中，为了满足不同电力客户对经济供电与安全供电的要求，就得采用多种电压等级的方式输送电能。电力系统中电压的升高与降低，是通过电力变压器完成的。安装电力变压器和控制设备以及保护设备等装置的整体称为变电所。

用于升高输送电能电压的变电所，称为升压变电所；反之，则称为降压变电所。

由变电所和不同电压等级输电线路组成的整体称为电力网。由各发电厂中的发电机、各种变电所、输电线路和电力客户组成的整体，称为电力系统。电力系统加上火力发电厂的热力部分、水力发电厂的水力部分以及热力管网和热力客户通常称为动力系统。

在电力系统中，由于各种电气设备大都是三相设备，它们的参数是对称的，所以可将三相电力系统用单线图来表示。图 1-1 所示是用单线图表示的动力系统、电力系统及电力网示意图。

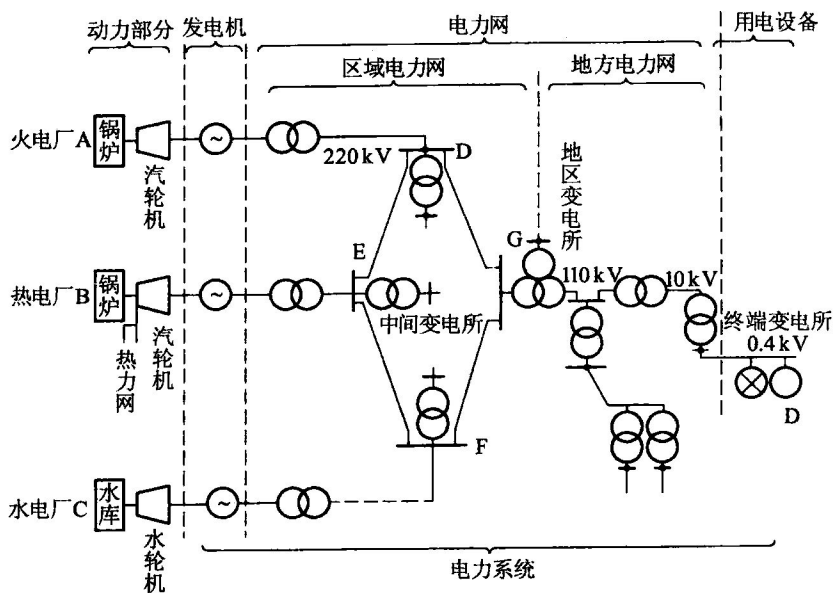


图 1-1 动力系统、电力系统及电力网示意图

火电厂 A 建立在能源基地，水电厂 C 建立在水力资源丰富的山区。电厂 A、C 生产的电能经输电线路送至变电所 D、F。热电厂 B 建立在距电力客户较近的地方，它生产的电能经变压器升压后，与变电所 E 联系，热电厂除发电外，还通过热力管网向热力客户供热。

变电所 D、E、F 和 G 之间的输电线路连成环形电网，这样，D、E、F、G 变电所中的任何一个变电所都可以从两个方面获得电能，从而提高

供电系统的可靠性。变电所 G 将 220 kV 电压降至 110 kV，向较小范围的小容量电力客户变电所供电。

从电力系统分析方面考虑，将电力网分为地方网、区域网和远距离输电网三类。一般额定电压在 110 kV 以下的电力网，多供给地方负荷，称为地方网；额定电压在 110 kV 以上的电力网，多供给区域性变电所，称为区域网；额定电压在 220 kV 以上，线路长度超过 300 km 的输电线路称为远距离输电网。

二、主要电气设备 ■ ■ ■

发电厂、变电所的主要任务是生产、变换、传输和分配电能。运行中应根据负荷变化的要求，调整发电机的出力和投退变压器；对电路进行必要的切换；不断监视主要设备的工作；周期性地检查和维护主要设备；定期检修设备以及快速消除故障等。为满足上述生产需要，在发电厂、变电所中安装有各种电气设备。

1. 一次设备

通常把直接生产和分配电能的设备称为一次设备，它们包括下列几类：

① 生产、变换电能的设备。如发电机、变压器、换流阀等，都是最主要的设备。

② 开关电器。如断路器、隔离开关、负荷开关、接触器、闸刀开关等。它们的作用是在正常运行时控制电路投退或隔离电源，在发生故障时断开电路，以满足生产运行和操作的要求。

③ 限制故障电流和防御过电压的电器。如限制短路电流的电抗器及防御过电压的避雷器等。

④ 接地装置。无论是电力系统中性点的工作接地或是各种安全保护接地，在变电所中，均采用金属接地体埋入地中并连接成接地网，组成接地装置。

⑤ 载流导体。如母线、电力电缆等。它们按设计要求，将有关电器设

备连接起来。

⑥ 用电设备。如电动机、电热器、电力电子设备、照明设备等用电设备。

2. 二次设备

变电所中还有一些辅助设备，它们的任务是对一次设备进行测量、控制、监视和保护等，这些设备称为二次设备。

① 仪用互感器。如电压互感器和电流互感器，它们将一次电路中的电压和电流降至较低的值，供给仪表和保护装置使用。

② 测量仪表。如电压表、电流表、功率表、功率因数表等，它们用于测量一次电路中的运行参数值。

③ 继电保护及自动装置。它们用以迅速反应电气故障或不正常运行情况，并根据要求进行切除故障或作相应的调节。

④ 直流设备。如直流发电机组、蓄电池、整流装置等，它们供给保护、操作、信号以及事故照明等。

⑤ 信号设备及控制电缆等。信号设备给出信号或显示运行状态标志，控制电缆用于连接二次设备。

课题二 发电生产过程

电能是二次能源，必须由其他形式的能量转化得到，常见的转化形式有火电、水电、核电等。同时，其他的新能源发电形式也受到了广泛的关注。我国能源发展采取以电力为中心、以煤炭为基础的方针。电力工业的发展，要大力发展水电，坚持优化火电结构，适当发展核电，因地制宜发展多种新能源发电。

一、发电厂类型

发电厂是将各种一次能源转变成电能的工厂。按一次能源的不同，发电厂可分为火力发电厂（以煤、石油和天然气为燃料）、水力发电厂（以水能为动力）、原子（核）能发电厂、风力发电厂、地热发电厂、太阳能发电厂以及潮汐发电厂等。目前我国发电厂以火力发电厂为主，其发电量占全国总发电量的70%以上，多处大型水力发电厂正在加紧建设中，核电厂的建设也已取得了很大成绩。

1. 火力发电厂

以煤、石油或天然气作为燃料的发电厂统称为火电厂，有如下分类：

① 按燃料分类，有燃煤发电厂、燃油发电厂（实际是提取汽油、煤油、柴油后的渣油）、燃气发电厂（天然气、煤气等可燃气体）、余热发电厂（工业企业的各种余热）；此外，还有利用生活垃圾及工业废料作燃料的发电厂。

② 按原动机分类，有凝汽式汽轮机发电厂、燃汽轮机发电厂、内燃机发电厂和蒸汽—燃汽轮机发电厂等。

③ 按供出能源分类，有凝汽式发电厂（只供应电能）、热电厂（同时向外供应电能和热能）。

④ 按发电厂总装机容量分类，有小容量发电厂（100 MW 以下）、中容量发电厂（100~250 MW）、大中容量发电厂（250~600 MW）、大容量发电厂（600~1000 MW）、特大容量发电厂（1000 MW 以上）。

⑤ 按蒸汽压力和温度分类，有中低压发电厂，其蒸汽压力为 3.92

MPa、温度为 450℃，单机功率小于 25 MW；高压发电厂，其蒸汽压力一般为 9.9 MPa、温度为 540℃，单机功率小于 100 MW；超高压发电厂，其蒸汽压力一般为 13.83 MPa、温度为 540℃，单机功率小于 20 MW；亚临界压力发电厂，其蒸汽压力一般为 16.77 MPa、温度为 540℃，单机功率为 300 ~ 1 000 MW 不等；超临界压力发电厂，其蒸汽压力大于 22.11 MPa、温度为 550℃，机组功率为 600 MW 及以上。

⑥ 按供电范围分类，有区域性发电厂，指在电网内运行，承担一定区域性供电的大型发电厂；地方发电厂，指在电网内运行，主要向地方负荷供电的中、小电厂；孤立发电厂，一般指不并入电网，单独运行的发电厂；自备发电厂，指由大型企业自己建造，主要供本单位用电的发电厂（一般也与电网相连）。

与水电厂和其他类型的电厂相比，火电厂有如下特点：

① 火电厂布局灵活，装机容量的大小可按需要决定。

② 火电厂建造工期短，一般为水电厂的一半甚至更短。一次性建造投资少，仅为水电厂的一半左右。

③ 火电厂耗煤量大，目前发电用煤约占全国煤炭总产量的 25% 左右，加上运煤费用和大量用水，其生产成本比水力发电要高出 3 ~ 4 倍。

④ 火电厂动力设备繁多，发电机组控制操作复杂，厂用电量和运行人员都多于水电厂，运行费用高。

⑤ 汽轮机开、停机过程时间长，耗费大，不宜作为调峰电源使用。

⑥ 火电厂对空气和环境的污染大。

2. 水力发电厂

水力发电厂是利用自然界的江河湖泊的水所蕴藏的能量（位能）转换成电能的发电厂。因为水的能量与其流量和落差（水头）成正比，所以利用水能发电的关键是集中大量的水和造成大的水位落差。我国是世界上水资源最丰富的国家，蕴藏量为 6.8 亿 kW。我国长江三峡水电站，位于葛洲坝水电站上游约 40 km 处，总库容为 393 亿 m³，设计装机容量为 26 × 70 万 kW = 1 820 万 kW，比目前世界上最大的依泰普水电站（位于南美洲巴西边界的巴拉那河中游，总库容为 290 亿 m³，装机容量为 18 × 70 万 kW =