



职业教育理实一体化规划教材

供配电技术与技能训练

沈柏民 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

职业教育理实一体化规划教材

供配电技术与技能训练

沈柏民 主 编
程 周 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共分九章, 主要内容包括工厂供配电系统认识、电力负荷和短路故障、工厂变配电所电气设备及运行维护、工厂供配电线路及运行维护、电力变压器及运行维护、工厂供配电系统过电流保护、工厂供配电系统防雷与接地、工厂供配电系统节能管理、工厂供配电系统运行管理与事故处理。本书还配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案、习题答案)。

本书是一本理实一体化教材, 其内容面向实际, 与职业岗位“接轨”, 将供配电技术与实用技能训练相结合。

本书可作为职业院校相关专业教学用书, 也可作为工厂变配电所值班电工职业技能培训与技能鉴定辅导用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

供配电技术与技能训练/沈柏民主编. —北京: 电子工业出版社, 2013. 3

职业教育理实一体化规划教材

ISBN 978-7-121-19241-8

I. ①供… II. ①沈… III. ①供电—中等专业学校—教材②配电系统—中等专业学校—教材 IV. ①TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 301484 号

策划编辑: 靳 平

责任编辑: 韩玉宏

印 刷: 北京季蜂印刷有限公司

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.25 字数: 365 千字

印 次: 2013 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 28.60 元

凡所购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

即将出版

职业教育理实一体化规划教材

编审委员会

主任：程 周

副主任：过幼南 李乃夫

委员：（按姓氏笔画多少排序）

王国玉 王秋菊 王晨炳

王增茂 刘海燕 纪青松

张 艳 张京林 李山兵

李中民 沈柏民 杨 俊

陈杰菁 陈恩平 周 烨

赵俊生 唐 莹 黄宗放

出版说明

为进一步贯彻教育部《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020）》的重要精神，确保职业教育教学改革顺利进行，全面提高教育教学质量，保证精品教材走进课堂，我们遵循职业教育的发展规律，本着“着力推进教育与产业、学校与企业、专业设置与职业岗位、课程教材与职业标准、教学过程与生产过程的深度对接”的出版理念，经过课程改革专家、行业企业专家、教研部门专家和教学一线骨干教师共同努力，开发了这套职业教育理实一体化规划教材。

本套教材采用理论与实践一体化的编写模式，突破以往理论与实践相脱节的现象，全程构建素质和技能培养框架，且具有如下鲜明的特色。

（1）理论与实践紧密结合

本套教材将基本理论的学习、操作技能的训练与生产实际相结合，注重在实践操作中加深对基本理论的理解，在技能训练过程中加深对专业知识、技能的应用。

（2）面向职业岗位，兼顾技能鉴定

本套教材以就业为导向，其内容面向实际、面向岗位，并紧密结合职业资格证书中的技能要求，培养学生的综合职业能力。

（3）遵循认知规律，知识贴近实际

本套教材充分考虑了专业技能要求和知识体系，从生活、生产实际引入相关知识，由浅入深、循序渐进地编排学习内容。

（4）形式生动，易于接受

本套教材充分利用实物照片、示意图、表格等代替枯燥的文字叙述，力求内容表达生动活泼、浅显易懂。丰富的栏目设计可加强理论知识与实际生活生产的联系，提高了学生学习的兴趣。

（5）强大的编写队伍

行业专家、职业教育专家、一线骨干教师，特别是“双师型”教师加入编写队伍，为教材的研发、编写奠定了坚实的基础，使本套教材符合职业教育的培养目标和特点，具有很高的权威性。

（6）配套丰富的立体化教学资源

为方便教学过程，根据每门课程的内容特点，对教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、教学网站支持等立体化教学资源。

职业教育肩负着服务社会经济和促进学生全面发展的重任。职业教育改革与发展的过程，也是课程不断改革与发展的历程。每一次课程改革都推动着职业教育的进一步发展，从而使职业教育培养的人才更适应和贴近社会需求。相信本套教材的出版对职业教育教学改革与发展会起到积极的推动作用，也欢迎各位职教专家和老师对我们的教材提出宝贵的建议，联系邮箱：jinpings@phei.com.cn。

电子工业出版社



前 言

本教材是根据教育部颁布的相关专业教学指导方案及国家人力资源和社会保障部颁发的相关工种国家职业标准和职业技能鉴定规范编写的。

职业教育要以就业为导向，其质量主要体现在学生对专业技能、技巧掌握的熟练程度上。因此，专业课教学中的实践操作技能教学是职业技术教育不可或缺的一种教学形式。加强学生操作技能训练，在动手实践中锻炼过硬的本领，是提高职业教育水平的关键。

本书是一本理实一体化教材，其内容面向实际，面向岗位，与职业岗位“接轨”，将配电技术与实际工作岗位中的实用技能训练相结合，在突出培养学生分析问题、解决问题和实践操作技能的同时，注重培养学生的综合素质和职业能力，以适应行业发展带来的职业岗位变化，突出职业教育的特色和本色，为学生的可持续发展奠定基础。

本书各章有机地融入了工作岗位中的规程、规范，优化和精简了理论教学内容，对复杂的计算推导进行了简化，主要内容包括工厂供配电系统认识、电力负荷和短路故障、工厂变配电所电气设备及运行维护、工厂供配电线路及运行维护、电力变压器及运行维护、工厂供配电系统过电流保护、工厂供配电系统防雷与接地、工厂供配电系统节能管理、工厂供配电系统运行管理与事故处理。为方便学习理论和掌握操作技能，每章后面附有本章小结和复习思考题，同时安排了技能训练任务，以提高学生的实践操作技能，为今后从事工厂供配电系统运行与维护工作奠定基础。

本书由沈柏民主编，参与编写的还有吴国良、万亮斌、霍永红、朱峰峰、陆晓燕、童立立、宫斌、孔庆杰等。本书由程周教授担任主审，程周教授提出了许多宝贵意见。在本书编写过程中得到了杭州市电力局、杭州钢铁集团公司、杭州地铁集团有限公司等相关单位领导和技术人员的大力支持和帮助，在此一并致以诚挚的谢意。

为了方便教师教学，本书还配有电子教学参考资料包（包括教学指南、电子教案、习题答案），请有此需要的教师登录华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）下载。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请批评指正。

编 者

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市海淀区万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第一章 工厂供配电系统认识	1
第一节 电能的特点及对供电的基本要求.....	1
第二节 电力系统的组成与要求.....	2
第三节 电力系统的电压等级.....	5
第四节 电力系统中性点的运行方式.....	7
第五节 低压配电系统的接地形式	10
第六节 工厂供配电系统	13
技能训练一 参观工厂供配电系统	16
技能训练二 消弧线圈的巡视检查与维护.....	17
本章小结	19
复习思考题	19
第二章 电力负荷和短路故障	21
第一节 电力负荷与负荷曲线	21
第二节 短路的认识	25
技能训练三 工厂供配电系统单相接地故障的处置	28
本章小结	29
复习思考题	30
第三章 工厂变配电所电气设备及运行维护	31
第一节 高压熔断器	31
技能训练四 户外高压跌落式熔断器的操作	34
技能训练五 高压跌落式熔断器的巡视检查	35
第二节 高压隔离开关	36
技能训练六 隔离开关的巡视检查	39
技能训练七 隔离开关的维护	39
第三节 高压负荷开关	40
技能训练八 高压负荷开关的巡视检查	41
第四节 高压断路器	42
技能训练九 高压断路器的运行维护	46
技能训练十 高压断路器的巡视检查	47
技能训练十一 高压断路器的操作	49
第五节 成套电气装置	50
技能训练十二 GIS 设备的巡视检查与维护	54
第六节 母线	56

技能训练十三 母线的巡视检查	57
技能训练十四 母线常见故障的原因及处理	58
第七节 电力电容器	58
技能训练十五 电力电容器的巡视检查	60
第八节 互感器	61
技能训练十六 电压互感器的操作运行与巡视检查	68
技能训练十七 电流互感器的操作运行与巡视检查	69
本章小结	70
复习思考题	71
第四章 工厂供配电线路及运行维护	72
第一节 工厂变配电所的布置和结构	72
第二节 工厂变配电所电气主接线	80
技能训练十八 识读高压配电所主接线图	86
技能训练十九 识读车间变电所主接线图	89
第三节 电气安全用具的使用、触电急救和电气火灾处理	90
技能训练二十 验电、挂接地线	97
技能训练二十一 演练触电急救	98
第四节 电气作业的安全措施	100
第五节 工厂变配电所的倒闸操作	106
技能训练二十二 变配电所的典型倒闸操作	111
第六节 工厂电力线路及运行维护	120
技能训练二十三 三相线路的定相	135
技能训练二十四 工厂架空线路的巡视检查与维护	136
技能训练二十五 工厂电缆线路的巡视检查	137
技能训练二十六 车间配电线路的运行维护与巡视检查	138
技能训练二十七 测量 10kV 电缆线路的绝缘电阻	139
本章小结	140
复习思考题	140
第五章 电力变压器及运行维护	142
第一节 电力变压器的结构和联结组别	142
技能训练二十八 测量电力变压器的绝缘电阻	145
第二节 电力变压器的运行与维护	147
技能训练二十九 用钳形电流表测量电力变压器的负荷电流	150
技能训练三十 油浸式电力变压器切换分接开关的操作	151
技能训练三十一 检查变压器的运行状况	152
本章小结	154
复习思考题	154
第六章 工厂供配电系统过电流保护	155
第一节 过电流保护的基础知识	155

第二节 熔断器保护	156
第三节 低压断路器保护	158
第四节 常用保护继电器	160
技能训练三十二 检查与维护运行中的保护继电器	165
第五节 继电保护装置的接线方式	166
第六节 工厂供配电线路的继电保护	167
第七节 电力变压器的继电保护	170
本章小结	176
复习思考题	176
第七章 工厂供配电系统防雷与接地	178
第一节 过电压及雷电概述	178
第二节 工厂供配电系统的防雷设备	181
第三节 工厂供配电系统的防雷保护	185
技能训练三十三 防雷设备的检查与维护	187
第四节 工厂供配电系统的接地装置	189
技能训练三十四 识读接地装置平面布置图	195
本章小结	196
复习思考题	197
第八章 工厂供配电系统节能管理	198
第一节 工厂电能节约的一般措施	198
第二节 工厂供配电系统的功率因数及补偿	200
技能训练三十五 变配电所并联电容器组的投切操作	201
本章小结	204
复习思考题	205
第九章 工厂供配电系统运行管理与事故处理	206
第一节 工厂供配电系统运行管理	206
技能训练三十六 填写运行日志	210
技能训练三十七 完成变配电所的抄表工作	213
第二节 工厂供配电系统事故处理	214
本章小结	216
复习思考题	216
参考文献	217

第一章

工厂供配电系统认识

本章提要	本章主要介绍工厂供配电系统的基础知识，是学习本课程的预备知识。其主要内容有电能的特点及对供配电的基本要求、电力系统的组成与要求、电力系统的电压等级、电力系统中性点的运行方式、低压配电系统的接地形式和工厂供配电系统。学习本章时，应将重点放在对基本概念的认识和理解上。 通过参观工厂供配电系统等技能训练，对工厂供配电系统有一个初步的认识。
知识目标	• 掌握电能的特点及对供配电的基本要求。 • 了解工厂供配电系统的基础知识，掌握工厂供配电系统的组成与要求。 • 理解电力系统中性点的运行方式及特点，会分析低压配电系统的接地形式。 • 了解电力设备额定电压、工厂供配电电压的选择方法。
技能目标	• 能根据负荷大小、供电距离确定电气设备的供电电压。 • 会巡视检查消弧线圈。 • 能正确处理消弧线圈的异常运行及故障。



第一节 电能的特点及对供配电的基本要求

电能作为最基本的能源，是现代工业生产和人们生活的主要能源和动力。电能的合理、正确使用，关系到整个国民经济的发展。因此，搞好电能的生产和供应就显得特别重要。

一、电能的特点

电能的特点如表 1-1 所示。

表 1-1 电能的特点

序 号	特 点	说 明
1	易于能量转换	电能属于二次能源，它是由煤炭、石油、天然气、水力等一次能源转换而来的；而电能通过一定的设备或装置又能很方便地转换为其他形式的能，如将电能转换成光能、机械能等
2	易于远距离输送	通过输电、变电及配电设备，电能可以很方便地进行远距离输送。例如，我国规模较大的“西电东送”工程，就是将一次能源比较集中的西部发电厂发出的电能通过输电线路输送到东部发达地区

续表

序 号	特 点	说 明
3	易于调整和控制, 利于实现生产自动化	电能通过一定的设备可以很容易地实现电压高低、交直流变换和信号转换, 以满足输送、配电的需要和实现生产过程的自动控制功能
4	耗费较低, 利于提高经济效益	电能在现代化生产中虽然占有很重要的地位, 但电能在产品生产成本中占有的比例却很小 (除电化工业外)。在一般机械产品生产中, 电费开支仅占产品成本的 5% 左右。电能的应用, 有利于增加产量, 提高产品质量, 提高劳动生产效率, 减轻工人劳动强度, 降低生产成本, 提高经济效益

可见, 电能作为基本能源之一, 具有很多优于其他能源的特点。

二、对工厂供配电的基本要求

工厂供配电工作要很好地为工业生产服务, 切实保障工厂生产和生活用电的需要, 并做好安全用电、节约用电和计划用电工作。因此, 对工厂供配电系统的设计和运行提出了如表 1-2 所示的基本要求。

表 1-2 对工厂供配电的基本要求

序 号	要 求	说 明
1	保证供电的安全可靠	保证安全、可靠地供电是工厂供配电工作的首要任务。工厂供电一旦中断将导致生产停顿、生活秩序混乱, 甚至会发生人身和设备安全事故, 造成严重的经济损失和政治影响 工厂供配电的可靠性应满足电能用户对供电可靠性即连续供电的要求。可靠性应与负荷的类别和性质相对应, 对于不同生产类别和性质的负荷, 其供配电可靠性要求不同, 应根据具体情况和要求, 保证必要的供配电可靠性要求。对于在供配电工作中的安全性, 应确保在工厂供配电工作中不发生任何人身和设备安全事故 保证工厂供配电的安全可靠, 除要求供电电源要可靠外, 还与供配电系统的设计、电气设备的选择和运行维护等因素有关
2	保证良好的电能质量	衡量工厂供电电能质量的指标是电压和频率。我国规定交流电的频率为 50Hz (工频), 允许偏差范围是 $\pm 0.2 \sim \pm 0.5\text{Hz}$; 各级额定电压允许偏差为 $\pm 5\% U_N$ 。保证良好的电能质量, 就是在工厂供电工作中, 保证电能的频率和电压相对比较稳定, 偏差范围在国家规定的允许范围之内, 保证工厂供配电系统中电气设备的使用寿命, 保证工厂供配电系统的运行安全和生产产品的质量
3	保证灵活的运行方式	保证工厂供配电系统灵活的运行方式, 主要是指供配电系统主接线的设计应力求简单, 且可根据负荷变化的需要, 能灵活、简便、迅速地由一种运行状态切换到另一种运行状态, 避免发生误操作。另外, 在不停电的情况下, 能保证设备的维护、检修工作安全、方便地进行
4	保证具有经济性	保证工厂供配电系统具有经济性, 主要是指在安全、可靠、优质供配电的前提下, 使工厂供配电系统的建设投资和年运行费用最低。由于工厂供配电系统建设和电费指标占企业产品成本的比例较小, 因此, 在工厂供配电系统设计和设备购置上, 应充分考虑工厂供配电系统运行的灵活性和保证主要电气设备的质量



第二节 电力系统的组成与要求

一、电力系统的组成

电能是发电厂供给的, 发电厂一般建在动力资源丰富的地方, 往往距离负荷比较集中的

大、中城市和企业较远。因此，电能必须通过输电线路和变电站输送。电能输送到城市和企业后，还需要进一步将电能分配到用户或车间。同时，为了提高供电的可靠性和实现经济运行，往往将许多发电厂和电力网连接在一起运行。由发电厂、电力网和用户组成的统一整体称为电力系统。这一系统使得电能的生产、输送、分配和使用保持严格的平衡。图 1-1 所示是大型电力系统的系统图。

图 1-1 所示的电力系统是通过各级电压的电力线路，将发电厂、变配电所和电力用户连接起来的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体。发电厂和电力用户之间的输电、变电和配电的整体，包括所有变配电所和各级电压的线路，称为电网。但习惯上，电网或系统往往是以电压等级来区分的，比如说 10kV 电网或 10kV 系统。这里所指的电网或系统，实际上是指某一电压等级的相互联系的整个电力线路。

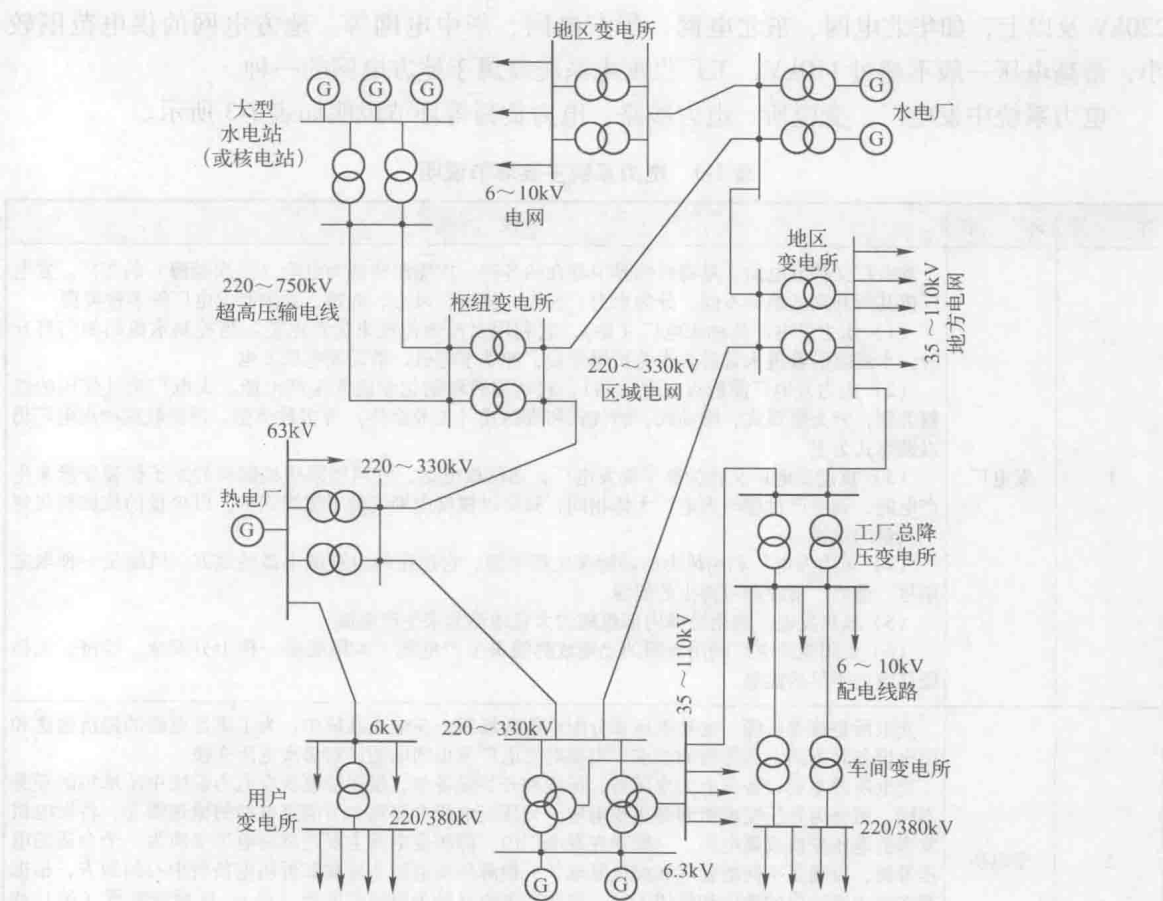


图 1-1 大型电力系统的系统图

由于电能和其他产品相比有着不能储存的特点，因而电能的生产（发电厂）和消耗（用户）是随时平衡的，即供电和用电是在同一瞬间实现的。电能的生产、输送、分配和使用的全过程如图 1-2 所示。

建立大型的电力系统，可以更经济合理地利用动力资源，减少电能损耗，降低发电成本，保证供电质量，并大大提高供电的可靠性，有利于整个国民经济的发展。我国电网按电压高低和供电范围大小分为区域电网和地方电网。区域电网的供电范围较大，电压一般在

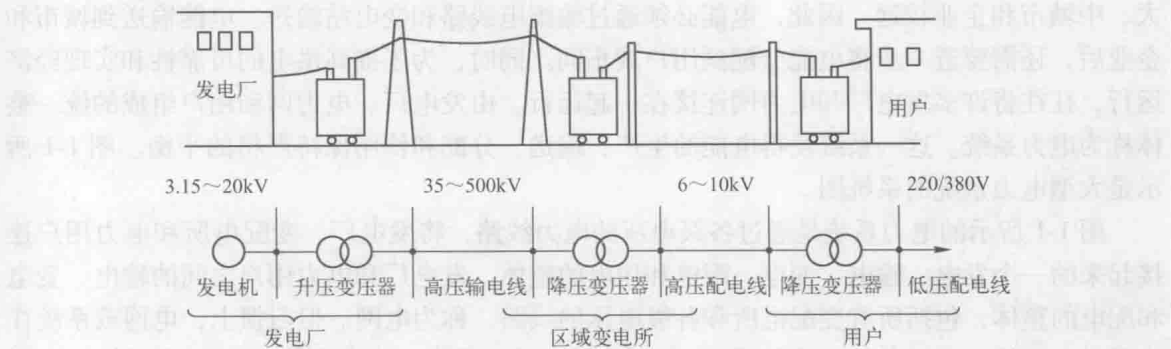


图 1-2 从发电厂到用户的输电过程示意图

220kV 及以上，如华北电网、东北电网、华东电网、华中电网等。地方电网的供电范围较小，最高电压一般不超过 110kV，工厂供配电系统就属于地方电网的一种。

电力系统中发电厂、变电所、电力线路、电力负荷等环节说明如表 1-3 所示。

表 1-3 电力系统主要环节说明

序 号	环 节	说 明
1	发电厂	发电厂又称发电站，是将自然界中存在的各种一次能源转换为电能（二次能源）的工厂。发电厂按其所利用的能源不同，分为水力、火力、核能、风力、地热、太阳能发电厂等多种类型 (1) 水力发电厂简称水电站（站），它利用水流的位能来生产电能。当控制水流的闸门打开时，水流就沿着进水管进入水轮机蜗壳室，冲动水轮机，带动发电机发电 (2) 火力发电厂简称火电厂（站），它利用燃料的化学能来生产电能。火电厂按其使用的燃料类别，分为燃煤式、燃油式、燃气式和废热式（工业余热）等多种类型，但是我国的火电厂仍以燃煤式为主 (3) 核能发电厂又称为原子能发电厂，通称核电站，它利用某些核燃料的原子核裂变能来生产电能，其生产过程与火电厂大体相同，只是以核反应堆代替了燃煤锅炉，以少量的核燃料代替了大量的煤炭 (4) 风力发电厂利用风力的动能来生产电能。它建在风力资源丰富的地方。风能是一种取之不尽、清洁、价廉和可再生的能源 (5) 地热发电厂利用地球内部蕴藏的大量地热能来生产电能 (6) 太阳能发电厂利用太阳的光能或热能来生产电能。太阳能是一种十分安全、经济、无污染且取之不尽的能源
2	变电所	变电所是接受电能、变换电压和分配电能的场所。在电力系统中，为了满足电能的经济输送和用电设备对不同电压等级的要求，需要对发电厂发出的电能进行多次电压变换 变电所的主要设备有电力变压器、母线和开关设备等。根据变电所在电力系统中所承担的任务不同，可分为升压变电所和降压变电所。升压变电所主要是为了满足电能的输送需要，将发电机发出的电压变换成高电压，一般建在发电厂内。降压变电所主要是将高电压变换为一个合适的电压等级，以满足不同的输电和配电要求。一般降压变电所多建在靠近用电负荷中心的地方，根据其在电力系统中的地位 and 作用不同，降压变电所又分为枢纽变电所（站）、区域变电所（站）和工业企业变电所等 为了满足配电的需要，在企业内还建有只用来接受和分配电能而不进行电压变换的配电所，在配电所内只有开关设备，而没有变压器
3	电力线路	电力线路是输送电能的通道。按电力线路在电力系统中所承担的任务不同，可分输电线路和配电线路。输电线路主要承担高电压远距离电能传输任务，它主要连接发电厂和区域变电所（通常将 35kV 及以上的电力线路称为输电线路）。配电线路主要承担电能的分配任务，它主要连接用户或设备（通常将 10kV 及以下的电力线路称为配电线路）
4	电力负荷	电力负荷一般指耗能的电气设备（即电能用户）。电力负荷是电力系统的一部分，也是其主要的服务对象。电气设备按其用途可分为动力设备和照明设备等，它们分别将电能转换为机械能、光能等，以适应不同形式的生产、生活和工作场所所需要的能量

二、电力系统的基本要求

1. 保证供电的安全可靠性

衡量供电安全可靠性的指标，一般以全部用户平均供电时间占全年时间的百分数表示。电力系统的供电可靠性与发供电设备和电力线路的可靠性、电力系统的结构，以及发电厂与变配电所的主接线形式、备用容量、运行方式及防止事故连锁发展的能力有关。为此，提高供电的安全可靠性应采取以下措施。

(1) 采用高度可靠的发供电设备，做好维护保养工作，防止各种可能的误操作。

(2) 提高供电线路的可靠性，重要线路可采用双回路或双电源（两个不同的系统电源）供电。

(3) 选择合理的电力系统结构和主接线，在设计阶段就应保证有高度的可靠性，对重要用户应采用双电源供电。

(4) 保证适当的备用容量，使电力系统在发电设备定期检修、机组发生事故时均不会使用户停电。

(5) 制定合理的电力系统运行方式，必须满足系统稳定性和可靠性要求。

(6) 对高压输电线路采用自动重合闸装置，变配电所装设按频率自动减负荷装置等。

(7) 采用快速继电保护装置和以计算机为核心的自动安全监视和控制系统。

2. 保证良好的电能质量

电压和频率是衡量电能质量的主要指标。按《供电营业规则》规定，在电力系统正常状况下，用户受电端的供电电压允许偏差为：35kV 及以上供电电压偏差不得超过额定电压的 $\pm 10\%$ ，10kV 及以下三相供电电压允许偏差为 $\pm 7\%$ ，220V 单相供电电压允许偏差为 $+7\% \sim -10\%$ 。在电力系统非正常状况下，用户受电端的电压最大允许偏差不应超过额定电压的 $\pm 10\%$ 。

我国交流电力设备的额定频率为 50Hz（工频）。按《供电营业规则》规定，在电力系统正常状况下，工频的频率偏差一般不允许超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。如果电力系统容量达到 3 000MW 或以上时，频率偏差则不得超过 $\pm 0.2\text{Hz}$ 。在电力系统非正常状况下，频率偏差一般不允许超过 $\pm 1\text{Hz}$ 。

此外，三相系统中三相电压或三相电流是否平衡也是衡量电能质量的一个指标。



第三节 电力系统的电压等级

电力系统中的所有设备，都是在一定的电压和频率下工作的。电力系统的电压包括电力系统中各种供电设备、用电设备和电力线路的额定电压。按 GB 156—2003《标准电压》规定，我国三相交流电网和电力设备的额定电压如表 1-4 所示。表中变压器一、二次绕组的额定电压是依据我国电力变压器标准产品规格确定的。

表 1-4 我国三相交流电网和电力设备的额定电压

电网和用电设备 额定电压/kV	发电机额定电压/kV	电力变压器额定电压/kV	
		一次 绕组	二次 绕组
0.38	0.40	0.38	0.40
0.66	0.69	0.66	0.69
3	3.15	3、3.15 ^①	3.15、3.3 ^②
6	6.3	6、6.3 ^①	6.3、6.6 ^②
10	10.5	10、10.5 ^①	10.5、11 ^②
—	13.8、15.75、18、20、22、24、26	13.8、15.75、18、20、22、24、26	—
35	—	35	38.5
66	—	66	72.5
110	—	110	121
220	—	220	242
330	—	330	363
750	—	750	825

注：① 变压器“一次绕组”栏内 3.15kV、6.3kV、10.5kV 的电压适用于和发电机端直接连接的变压器。

② 变压器“二次绕组”栏内 3.3kV、6.6kV、11kV 的电压适用于阻抗值在 7.5% 及以上的降压变压器。

一、电网（线路）的额定电压

电网的额定电压（标称电压）等级，是国家根据国民经济发展的需要和电力工业发展的水平，经全面的技术经济分析后确定的。它是确定各类电力设备额定电压的基本依据。

二、用电设备的额定电压

用电设备的额定电压一般规定与同级电网的额定电压相同。通常用线路首端和末端电压的算术平均值作为用电设备的额定电压，这个电压也是电网的额定电压。由于线路运行时要产生电压降，所以线路上各点的电压都略有不同，如图 1-3 所示。所以，用电设备的额定电压只能取首端和末端电压的平均电压。

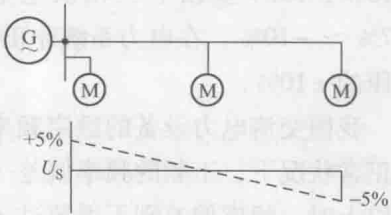


图 1-3 用电设备额定电压的规定

电力线路允许的电压偏差一般为 $\pm 5\%$ ，即整个线路允许有 10% 的电压损耗值。为了使线路的平均电压维持在额定值，线路首端（电源端）的电压宜较线路额定电压高 5%，而线路末端的电压则较线路额定电压低 5%，如图 1-3 所示。所以，发电机的额定电压规定高于同级电网额定电压 5%。

四、电力变压器的额定电压

电力变压器的一次绕组是接受电能的，相当于用电设备；其二次绕组是送出电能的，相当于发电机。因此，对其额定电压的规定有所不同。

1. 电力变压器一次绕组的额定电压

电力变压器一次绕组的额定电压分两种情况。

(1) 当变压器直接与发电机相连时,如图 1-4 中的变压器 T1,其一次绕组额定电压应与发电机额定电压相同,都高于同级电网额定电压 5%。

(2) 当变压器不与发电机相连而是连接在线路上时,如图 1-4 中的变压器 T2,则可看做是线路的用电设备,因此其一次绕组额定电压应与电网额定电压相同。

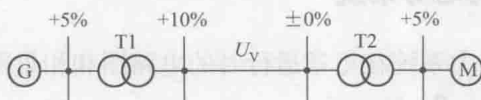


图 1-4 电力变压器一、二次侧额定电压说明图

2. 电力变压器二次绕组的额定电压

电力变压器二次绕组的额定电压也分两种情况。

(1) 变压器二次侧供电线路较长时,如图 1-4 中的变压器 T1,其二次绕组额定电压应比相连电网额定电压高 10%,其中有 5% 用于补偿变压器满载运行时绕组本身约 5% 的电压降,另 5% 用于补偿线路上的电压降。

(2) 变压器二次侧供电线路不长时,如图 1-4 中的变压器 T2,其二次绕组额定电压只需高于电网额定电压 5%,仅考虑补偿变压器满载运行时绕组本身的 5% 电压降。

五、各级电压等级的适用范围

在我国电力系统中,220kV 以上的电压等级主要用于大型电力系统的主干线;110kV 电压既用于中小型电力系统的主干线,也用于大型电力系统的二次网络;35kV 多用于中小城市或大型企业的内部供电网络,也广泛用于农村电网。

一般企业内部多采用 6 ~ 10kV 的高压配电电压,且 10kV 电压用得较多。当企业 6kV 设备数量较多时,才会考虑采用 6kV 作为配电电压。220/380V 电压等主要作为企业的低压配电电压。



第四节 电力系统中性点的运行方式

为保证电力系统安全、经济、可靠运行,必须正确选择电力系统中性点的运行方式,即中性点的接地方式。能否合理选择电力系统的中性点运行方式,将直接影响到电力网的绝缘水平、保护的配置、系统供电的可靠性和连续性、对通信线路的干扰及发电机和变压器的安全运行等。电力系统的中性点即发电机和变压器的中性点。

电力系统中性点运行方式分为两大类。一类是中性点直接接地或经低阻抗接地的大接地电流系统,也称中性点有效接地系统;另一类是中性点绝缘或经消弧线圈及其他高阻抗接地的小接地电流系统,也称中性点非有效接地系统。从运行的可靠性、安全性和人身与设备安全考虑,目前采用最广泛的有中性点直接接地、中性点经消弧线圈接地和中性点不接地三种