



全国高职高专教育“十一五”规划教材

工厂供配电技术

周乐挺 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

全国高职高专教育“十一五”规划教材

工厂供配电技术

周乐挺 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书根据高职高专的教育特点,以就业为导向,以职业岗位能力为目标,以必需、够用为尺度,理论少而精,加强理论与实际的联系。精选教学内容,力求新颖、叙述简练、灵活应用,学用结合。

本书主要包括:电力系统概述、工厂的电力负荷、工厂变配电所电气设备、工厂电力线路、短路和供配电系统的保护、工厂供配电系统二次接线、安全用电和节约用电、工厂电气照明和电气设备的防雷与接地。重点介绍工厂供配电设备的结构和应用。

本书适用于高职高专电气自动化、计算机控制技术、自动化仪表和机电一体化等相关专业的教学。

图 书 在 版 编 目 (C I P) 数 据

工厂供配电技术/周乐挺主编. —北京:高等教育出版社, 2007. 6

ISBN 978 - 7 - 04 - 021501 - 4

I. 工… II. 周… III. ①工厂 - 供电 - 高等学校: 技术学校 - 教材②工厂 - 配电系统 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TM727. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 064276 号

策划编辑 孙 杰 责任编辑 曲文利 封面设计 王凌波 责任绘图 杜晓丹
版式设计 马静如 责任校对 杨雪莲 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 煤炭工业出版社印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 16
字 数 380 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 6 月第 1 版
印 次 2007 年 6 月第 1 次印刷
定 价 21.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21501 - 00

前 言

本书根据高职高专的教育特点,本着“理论知识够用为度,以就业为导向,以双证培养为目标”的高等职业教育指导思想,精选教学内容,理论知识叙述力求简练。主要的内容包括:电力系统概述、工厂的电力负荷、工厂变配电所电气设备、工厂电力线路、短路和供电系统的保护、工厂供电系统二次接线、安全用电和节约用电、工厂电气照明和电气设备的防雷与接地。重点介绍工厂供电设备的结构和应用。本书以应用为目的,以必需、够用为尺度,理论少而精,加强理论与实际的统一,且注重新技术、新成果的应用。

本书充分体现教学基本要求,具有如下特点:

(1) 精选教学内容,取材适宜,内容精练,主次分明,重点突出,知识面宽,应用性强,注重新技术、新成果的应用。

(2) 以应用为目的,以必需为尺度,以掌握概念、强化应用为重点,理论推导从简,做到理论少而精,加强理论知识和实际应用的统一。

(3) 结构新颖,层次分明,语言简练,通俗易懂,易于教学及自学。

本书适用于高职高专电气自动化、计算机控制技术、自动化仪表和机电一体化等相关专业的教学。本教材建议学时数为80学时。

本书由河北工业职业技术学院周乐挺任主编,姚晴洲、冯丽平、高南任副主编,苗立强、封一丁、张金红、李月朋参与了本书的编写。河北工业职业技术学院高南编写了第5章和第9章;上海第二工业大学冯丽平编写了第6~8章;浙江省湖州职业技术学院姚晴洲编写了第1~2章;石家庄供电公司苗立强编写了第3章;石家庄钢铁股份有限公司封一丁编写了第4章;周乐挺负责全书统稿。在本书的编写过程中,得到了高等教育出版社的大力支持和帮助,北京工商大学郭兴朴老师仔细审阅了全书;华北制药有限公司李文生、石家庄上安电厂郝玉龙对本书提出了宝贵意见和建议,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,书中难免有不妥之处,敬请各位专家和本书的使用者提出宝贵意见。

编 者

2007. 1. 28

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将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，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第1章 电力系统概述	1	第3章 工厂变配电所电气设备	25
1.1 电力系统的组成	1	3.1 电弧的产生及灭弧方法	25
1.1.1 发电厂	2	3.1.1 电弧的产生、危害及灭弧条件和方式	25
1.1.2 变配电所	3	3.1.2 灭弧方法	27
1.1.3 电力网	3	3.2 工厂变配电所常用的高、低压设备	29
1.1.4 电力系统的运行方式	3	3.2.1 工厂变配电所常用的高压电器	29
1.2 工厂供配电系统	4	3.2.2 电流互感器和电压互感器	34
1.2.1 工厂降压变电所	4	3.2.3 工厂变配电所常用的低压开关电器	39
1.2.2 车间变电所	5	3.2.4 避雷器	43
1.2.3 工厂配电线路	5	3.3 电力变压器	43
1.3 电能的质量指标	5	3.3.1 工厂变电所常用电力变压器的类型	43
1.3.1 额定电压的国家标准	5	3.3.2 工厂变电所中电力变压器的选择	44
1.3.2 工厂供配电电压的选择	6	3.3.3 电力变压器的运行维护和故障检修	47
1.3.3 电压	7	3.4 工厂变配电所的电气主接线	48
1.3.4 频率	7	3.4.1 对电气主接线的基本要求	48
1.3.5 可靠性	8	3.4.2 主接线的基本接线方式	49
本章小结	8	3.4.3 车间变电所的电气主接线	50
思考题与习题	9	3.4.4 怎样看电气系统接线图	54
第2章 工厂的电力负荷	10	3.5 配电装置	55
2.1 工厂的电力负荷和负荷曲线	10	3.5.1 配电装置分类与特点	55
2.1.1 工厂常用的用电设备	10	3.5.2 高压成套配电装置(高压开关柜)	56
2.1.2 工厂用电设备的工作制	12	3.5.3 低压成套配电装置	57
2.1.3 电气设备选择的一般原则	12	3.5.4 动力和照明配电箱	58
2.1.4 负荷曲线	13	本章小结	59
2.2 工厂计算负荷的确定	14	思考题与习题	60
2.2.1 概述	14	第4章 工厂电力线路	61
2.2.2 用电设备组计算负荷的确定	14	4.1 工厂电力线路的接线方式	61
2.2.3 全厂计算负荷的确定	16		
2.2.4 全厂的功率因数及无功补偿	17		
2.3 工厂变配电所的布置与结构	20		
2.3.1 工厂变配电所总体布置要求	20		
2.3.2 变配电所的布置与结构	20		
2.3.3 组合式变电所	22		
本章小结	22		
思考题与习题	23		

4.1.1 高压配电线路的接线方式	62	5.4.2 低压断路器保护	125
4.1.2 低压配电线路的接线方式	63	本章小结	126
4.2 工厂架空线路	65	思考题与习题	126
4.2.1 架空线路的结构	65	第6章 工厂供配电系统二次接线	129
4.2.2 架空线路的敷设、运行 管理和检修	69	6.1 二次接线的基本概念和 二次回路图	129
4.2.3 低压架空绝缘线路	71	6.1.1 二次接线的基本概念	129
4.3 工厂电缆线路	71	6.1.2 二次回路图	130
4.3.1 电缆的结构、型号及敷设	71	6.2 断路器控制回路信号系 统与测量仪表	135
4.3.2 电缆线路的运行维护	75	6.2.1 概述	135
4.3.3 电缆故障的确定	75	6.2.2 断路器的控制和信号回路	136
4.4 车间内配电线路	79	6.2.3 测量仪表	143
4.4.1 车间线路的结构和敷设	79	6.3 绝缘监察装置	147
4.4.2 车间动力电气平面布线图	80	6.4 备用电源自动投入装置及 自动重合闸装置	149
4.4.3 车间内照明供电方式	81	6.4.1 备用电源自动投入装置	149
4.4.4 车间配电线路的运行维护	81	6.4.2 自动重合闸装置	151
4.4.5 线路运行时突然停电的处理	82	本章小结	155
4.5 供电线路导线和电缆的选择	83	思考题与习题	156
4.5.1 导线和电缆型号的选择	83	第7章 安全用电和节约用电	157
4.5.2 导线和电缆截面的选择	84	7.1 安全用电	157
本章小结	87	7.1.1 电工安全用具	158
思考题与习题	87	7.1.2 变配电所的安全工作规程	165
第5章 短路和供配电系统的保护	89	7.2 节约用电	167
5.1 短路	89	7.2.1 节约用电的意义和措施	167
5.1.1 短路故障的原因和种类	89	7.2.2 提高自然功率因数的方法	171
5.1.2 短路的效应及危害	91	7.2.3 采用人工补偿装置提高功 率因数	174
5.1.3 短路参数和短路计算的 基本概念	93	本章小结	180
5.2 工厂高压线路继电器保护	102	思考题与习题	181
5.2.1 电流互感器与电流继电器的 接线方式	102	第8章 工厂电气照明	182
5.2.2 线路过电流保护	105	8.1 电气照明的基本概念	182
5.2.3 电流速断保护	109	8.2 电光源、照明器具	185
5.2.4 单相接地保护	113	8.3 照明器具的布置	194
5.3 电力变压器的保护	115	本章小结	203
5.3.1 电力变压器保护装置 的设置	115	思考题与习题	204
5.3.2 变压器的继电保护	116	第9章 电气设备的防雷与接地	205
5.3.3 变压器的单相接地保护	123	9.1 过电压与防雷设备	205
5.4 工厂低压供电系统的保护	124		
5.4.1 熔断器保护	124		

9.1.1 雷电与过电压	205	9.3.2 接地电阻的测量与接地 装置的维护	222
9.1.2 防雷保护的措施	207	本章小结	225
9.2 接地与接地系统	215	思考题与习题	225
9.2.1 接地的概念和种类	215	附录	226
9.2.2 接地系统	217	参考文献	246
9.3 接地装置	220		
9.3.1 自然接地体与人工接地体	221		

第1章 电力系统概述



要求

了解电力系统的组成、电能的质量指标及电力负荷的等级。



知识点

- 电力系统的组成及运行方式。
- 工厂供配电系统。
- 额定电压的国家标准。
- 电压、频率、可靠性的技术标准。
- 工厂供配电系统的组成。



技能点

- 额定电压的国家标准。
- 电能的质量指标。



重点和难点

- 电力变压器额定电压的确定。
- 电力负荷的分级。

1.1 电力系统的组成

电力工业是国民经济的一个重要部门，它为工业、农业、商业、交通运输和社会生活提供能源。在今天，电能的利用已远远超出作为机器动力的使命。由于电能能够方便而经济地从其他形式的能量中转换而得，并且容易而经济地进行传输，并能简便地转换成其他形式的能量（如将电能变为机械能、光能、热能、化学能等），所以电能已广泛应用到社会生产的各个领域和社会生活的各个方面。国民经济的现代化没有电力工业的大发展是不可能的，电力工业已成为国民经济现代化的基础，并公认按人口平均的用电量，是反映一个国家现代化程度的主要指标之一。

在工业企业中有许多用电设备（又称为负载）。所有这些用电设备，统称为电能用户。用户所消费的电能是电力系统中发电厂生产供给的。发电厂多数是建造在燃料、水力资源丰富的地方，而电能用户是分散的，往往又远离发电厂，这样就出现了一个电能输送的问题（输电）；

为了实现电能的经济传输和满足用电设备对工作电压的要求,又出现了一个变换电压的问题(变电);将电能送到工矿企业之后,又存在对用户合理分配电能的问题(配电)。下面介绍电能的生产、输送、变换、分配各环节的基本概念。

1.1.1 发电厂

发电厂又称发电站,是将自然界蕴藏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,分为水力发电厂、火力发电厂、核能发电厂以及风力发电厂、地热发电厂、太阳能发电厂等类型。

水力发电厂,简称水电厂或水电站,它利用水流的位能来生产电能,其能量转换过程是:水流位能 \rightarrow 机械能 \rightarrow 电能。由于水电厂的发电容量与水电厂所在地点的上、下游水位差及流过水轮的水量(流量)的乘积成正比,所以建造水电厂时,必须用人工的办法来提高水位。最常用的办法,是在河流的上游建筑一个很高的堤坝,形成水库,提高上游水位,使堤坝的上、下游间形成尽可能大的落差,电厂就建在堤坝的后面。这类水电厂,称为坝后式水电厂。我国一些大型水电厂,包括三峡水电厂,都属于这种类型。另一种提高水位的办法,就是在具有相当坡度的弯曲河段上游筑一堤坝,拦住河水,然后利用沟渠或隧道,将上游水流直接引至建在河段末端的水电厂。这类水电厂,称为混合式水电厂。

火力发电厂,简称火电厂或火电站,它利用燃料的化学能来生产电能,我国的火电厂以燃煤为主。为了提高燃料的使用效率,现代火电厂将煤块粉碎成煤粉燃烧。煤粉在锅炉的炉膛内充分燃烧,将锅炉内的水烧成高温高压的蒸汽,推动汽轮机转动,使与汽轮机联轴的发电机旋转发电。其能量转换过程是:燃料的化学能 \rightarrow 热能 \rightarrow 机械能 \rightarrow 电能。现代火电厂一般都考虑了“三废”(废水、废气、废渣)的综合利用,不仅发电,而且供热。这类兼供热能的火电厂,称为热电厂或热电站。

核能发电厂通常称为核电站,曾称原子能发电厂。它主要是利用原子核的裂变能来生产电能。其生产过程与火电厂基本相同,只是用核反应堆(俗称原子锅炉)代替了燃煤锅炉,用少量的核燃料代替了大量的煤炭。其能量转换过程是:核裂变能 \rightarrow 热能 \rightarrow 机械能 \rightarrow 电能。由于核能是巨大的能源,而且核电站的建设具有重要的经济和科研价值,所以世界上很多国家都很重视核电站的建设,核能发电在整个发电网络发电量中所占的比例逐年增长,我国在20世纪80年代就确定要适当发展核电,并已兴建了几座大型核电站。

风力发电厂利用风力的动能来生产电能。它建在有丰富的风力资源的地方。

地热发电厂利用地球内部蕴藏的大量地热能来生产电能。它建在有足够的地热资源的地方。

太阳能发电厂利用太阳光能或太阳热能来生产电能。利用太阳光能发电,是通过光电转换元件,如光电池等,直接将太阳光能转换为电能,这已广泛应用于人造地球卫星和航天器上。利用太阳热能发电,可分直接转换和间接转换两种方式。温差发电、热离子发电和磁流体发电,均属于热电直接转换方式。而通过集热装置和热交换器,给水加热,使之变为蒸汽,推动汽轮机,从而带动发电机发电,与火电厂的发电原理相同,属于间接转换发电方式。太阳能发电厂建在常年日照时间长的地方。

1.1.2 变配电所

变电所是接受电能、变换电压和分配电能的中间环节。按其用途分为：升压和降压变电所、枢纽变电所(大容量、处于联系各部分的重要位置)、中间变电所(可以转送或引出一部分负荷)和终端变电所。按其供电范围分为：区域变电所和地区变电所。

对于不承担变换电压，而只用来接受和分配电能的场所，称为配电所。

用来将交流电转换为直流电，或进行相反转换的变电场所，称为变流所。

1.1.3 电力网

电力网是由各种不同电压等级的输电线路和变电所组成，是连接发电厂和用户的中间环节，起到输送、变换和分配电能的作用。

按照电力网的供电范围和电压等级的高低可分为：1 kV 及其以下的低电压网，3 ~ 330 kV 的高电压网，330 ~ 1 000 kV 的超高电压网等。

1.1.4 电力系统的运行方式

由发电厂、电力网及电能用户组成的系统，称为电力系统。它们之间的相互关系可以用图 1-1 表示。从发电厂发出的电能，除了供给附近用户(工业企业)直配用电之外，一般都是经过升压变电所将发电机发出的低压电能升高为高压电能，采用高电压进行电力传输。输电线路的电压愈高，则输送的距离愈远、输送的功率愈大。因为输送功率为一定时，提高输电电压就可相应地减小输电线路中的电流，因此可减少线路上的电能损失和电压损失，并可减小导线的

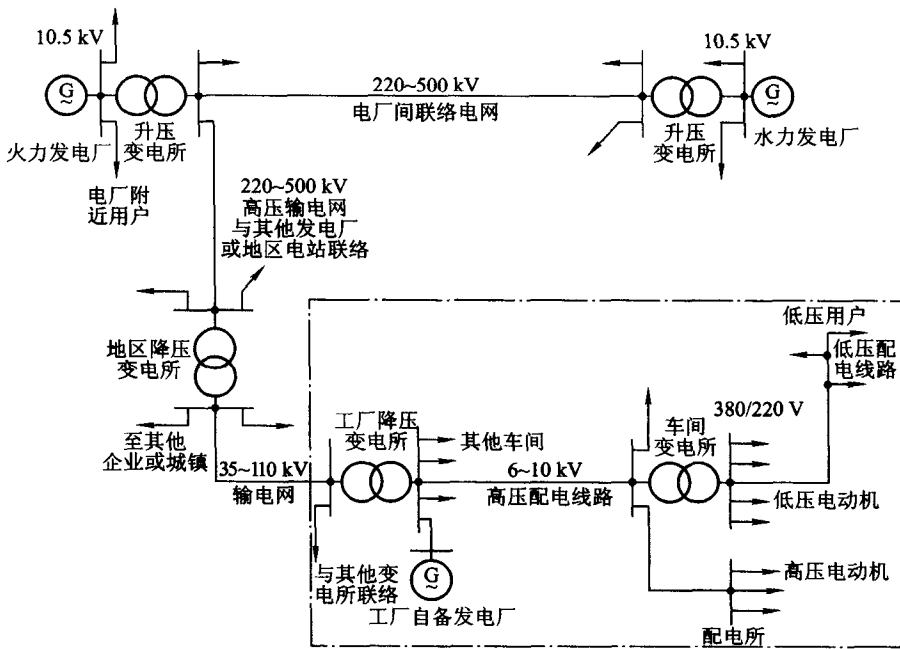


图 1-1 电力系统示意图

截面而节约有色金属。例如,在采用 120 mm^2 截面积的导线和标准杆型情况下,当输电电压为 10 kV 、输送距离为 10 km 时,输送功率约为 $2\ 000\text{ kW}$;当输电电压为 35 kV 、输送距离为 35 km 时,输送功率约为 $7\ 000\text{ kW}$ 。

用电设备的额定电压一般均在 10 kV 以下。例如在一般工厂中目前生产上所用的高压电动机,其额定电压多为 6 kV 或 3 kV ,有些设备可使用 10 kV 电压的高压电动机;而对于低压电动机,目前在工业企业中多用额定电压为 380 V 的电动机,在矿山中多用 660 V 的电动机。因此,在工业集中的地区,一般都建立地区降压变电所,将 $110\sim 220\text{ kV}$ 电压降为 $35\sim 60\text{ kV}$ 电压(如附近有工业企业,亦可将其中的一部分降为 $3\sim 10\text{ kV}$ 电压对工业企业供电),然后再将电能送到工业企业内的总降压变电所。

同时,电能生产与其他生产部门相比较,有其显著的运行特点:

第一,电能的生产—传输—消费的全过程,几乎是同时进行的。电能生产全过程中的各个环节,也都紧密联系,互相影响。由于电子具有很高的传输速度,发电机在某一时刻发出的电能,经过送电线路可立刻送给用电设备,而用电设备又可立刻转换成其他形式的能量,一瞬间就完成发电—供电—用电的全过程。而且,发电量随着用电量的变化而变化。生产量和消费量是严格平衡的。这就不难看出:电能用户如何用电、何时用电及用多少电,对于电能生产都具有极大的影响;电力系统中任一环节或任一用户的设计不当、保护不完善、操作失误、电气设备故障,都会给整个系统造成不良影响。

第二,电力系统中的瞬态过程是非常迅速的。如开关切换操作、电网短路等过程,都是在很短时刻(零点几秒)内完成的。为了维护电力系统的正常运行,就必须有一套非常迅速和灵敏的保护、监视和测量装置,一般人工操作是不能获得满意的效果的,因此必须采用自动装置。特别是近年来,已将电子计算机应用到电力网的控制管理系统。

1.2 工厂供配电系统

工业企业为了接受从电力系统送来的电能,经过降压再将电能分配到各用电车间和工段去,就需要有一个工业企业内部的供电系统。工业企业内部供电系统由高压及低压配电线路、变电所(包括供电所)和用电设备所组成,图1-1中点画线部分表示工业企业内部的供电系统。

1.2.1 工厂降压变电所

一般大、中型工业企业均设有总降压变电所,把 $35\sim 110\text{ kV}$ 电压降为 $6\sim 10\text{ kV}$ 电压,向车间变电所或高压电动机和其他高压用电设备供电,总降压变电所通常设有 $1\sim 2$ 台降压变压器。而小型工业企业设有一个简易变电所,由电力网以 $6\sim 10\text{ kV}$ 电压供电。

对于某些工业企业,考虑其生产对国民经济的重要性,需要自备发电厂作为备用电源,或企业有大量余热、废气可用来发电时,可建立工厂自备发电厂。一般,当工业企业要求供电可靠性较高时,可考虑从电力系统中引两个独立电源对其供电。

1.2.2 车间变电所

在一个生产车间内,根据生产规模、用电设备的布局和用电量的大小等情况,可设立一个或几个车间变电所(包括配电所)。也可以几个相邻且用电量不大的车间共用一个车间变电所。车间变电所一般设置1~2台变压器(最多不超过3台),其单台容量一般为1000 kV·A及以下(最大不超过1800 kV·A),将6~10 kV电压降为380/220 V电压,对低压用电设备供电。

变电所中的主要电气设备是降压变压器和受、配电设备及装置。用来接受和分配电能的电气装置称为配电装置,其中包括开关设备、母线、保护电器、测量仪表及其他电气设备等。对于10 kV及以下系统,为了安装和维护方便,现在均将受、配电设备及装置由制造厂组装成套的开关柜。

1.2.3 工厂配电线路

工业企业高压配电线路主要作为厂区内输送、分配电能之用。高压配电线路尽可能采用架空线路,因为架空线路建设投资少且便于检修维护。但在工业企业厂区内,由于对建筑物距离的要求及管线交叉、腐蚀性气体等因素的限制,不便于敷设架空线路时,可以敷设地下电缆线路。

工业企业低压配电线路的主要作用是向低压用电设备输送、分配电能。在户外敷设的低压配电线路尽可能采用架空线路。但在现代化的企业中,电缆线路得到越来越广泛的运用。在车间内部则应根据具体情况而定,采用明敷配电线路或采用暗敷配电线路。

在车间厂房内,由动力配电箱到电动机的配电线路一般采用绝缘导线穿管敷设。

在工厂内,照明线路与电力线路一般是分开的;但是,可采用380/220 V三相四线制,尽量由一台变压器供电。对事故照明来说,必须有可靠的独立电源来供电。

1.3 电能的质量指标

1.3.1 额定电压的国家标准

按照国家标准 GB 156—1993《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附表1所示。

1. 电网(线路)的额定电压

电网的额定电压等级是国家根据国民经济发展的需要和电力工业的水平,经全面经济分析后确定的。它是确定各类电力设备额定电压的基本依据。

2. 用电设备的额定电压

线路运行时要产生电压降,即电压损耗,所以线路上各点的电压都略有不同,如图1-2中的虚线所示。成批生产的用电设备,只能按线路的额定电压来制造,而不用考虑线路上的电压损耗。因此用电设备的额定电压的规定与同级电网的额定电压相同。

3. 发电机的额定电压

由于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，线路首端(电源端)的电压可较线路额定电压高5%，而线路末端的电压则可较线路额定电压低5%，如图1-2所示。所以发电机额定电压规定高于同级电网额定电压5%。

4. 电力变压器的额定电压

(1) 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1-3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，即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1-3中的T2，则可看作是线路的用电设备，因此其一次绕组额定电压应与电网的额定电压相同。

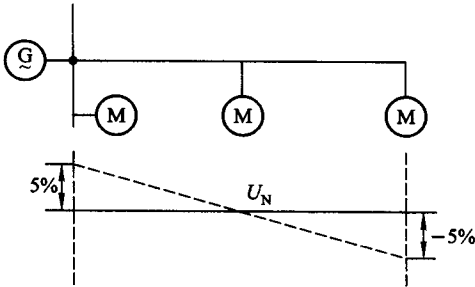


图 1-2 用电设备和发电机的额定电压

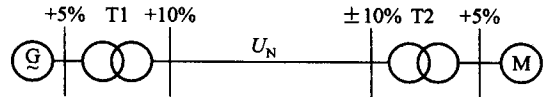


图 1-3 电力变压器的额定电压

(2) 电力变压器二次绕组的额定电压。分两种情况：

① 变压器二次侧供电线路较长(如较大的高压电网)时，如图1-3中的T1，其二次绕组额定电压应比相连电网额定电压高10%，其中5%用于补偿变压器满负荷运行时绕组内部约5%的电压损耗，这是因为变压器二次绕组的额定电压是指变压器一次绕组加上额定电压时二次绕组开路的电压，带负载运行时其内部必有电压损耗；此外变压器满负荷运行时输出的二次电压还要高于所连电网额定电压5%，以补偿线路上的电压降。

② 变压器二次侧供电线路不长(如低压电网或直接供电给高、低压用电设备)时，如图1-3中的T2，其二次绕组额定电压只需高于所连电网额定电压5%，仅考虑补偿变压器满负荷运行时绕组内部5%的电压损耗。

1.3.2 工厂供配电电压的选择

1. 工厂高压配电电压的选择

工厂供电系统的高压配电电压的选择，主要取决于当地供电电源电压及工厂高压用电设备的电压、容量和数量等因素。当工厂供电电源电压为35 kV以上时，工厂的高压配电电压一般采用10 kV。当6 kV用电设备的总容量较大，选用6 kV经济合理时，宜采用6 kV。如6 kV设备不多，则仍应选用10 kV作为工厂的高压配电电压，而对于6 kV设备通过专用的10/6.3 kV变压器单独供电。如果工厂有3 kV的用电设备，也可采用10/3.15 kV的变压器单独供电。3 kV作为高压配电电压的技术经济指标很差，不应作为高压配电电压。

2. 工厂低压配电电压的选择

工厂低压配电电压的选择主要取决于用电设备的电压。一般采用220/380 V，其中线电压

380 V 接三相动力设备及 380 V 单相设备, 而相电压 220 V 接 220 V 照明灯具及其他 220 V 的单相设备。但某些场合宜采用 660 V 甚至 1 140 V 作为低压配电电压, 例如矿井下。其原因是负荷离变电所较远, 为保证远端负荷的电压水平而采用 660 V 甚至 1 140 V 作为低压配电电压。采用较高的电压配电, 不仅可减少线路的电压消耗, 提高负荷端的电压水平, 而且能减少线路电能损耗, 降低设备成本, 增大供电半径, 减少变电点, 简化供配电系统, 有明显的经济效益, 在世界各国已成为发展趋势。我国也充分注意到了这一点, 在此领域做了一些开发研究工作, 不过目前 660 V 电压仅限于采矿、石油和化工等少数部门。

1.3.3 电压

电力系统中的所有电气设备, 都是在一定的电压和频率下工作的。能够使电气设备正常工作的电压就是它的额定电压, 各种电气设备在额定电压下运行时, 其技术性能和经济效果最佳。对工厂供电系统来说, 提高电能质量主要是提高电压质量, 电压质量是对电力系统电压的偏差、波动和波形的一种质量评估。

电压偏差是指电气设备的端电压与其额定电压之差, 通常以其对额定电压的百分比来表示。

电压波动是指电网电压的幅值(或有效值)的快速变动。电压波动值以用户公共供电点的相邻最大与最小电压均方根值之差对电网额定电压的百分比来表示; 电压波动的频率用单位时间内电压波动(变化)的次数来表示。

电压波形的好坏用谐波对正弦波形畸变的影响程度来衡量。

1.3.4 频率

我国的技术标准规定电力系统的额定频率为 50 Hz, 电力系统正常频率偏差允许值为 ± 0.2 Hz, 如果电力系统容量在 3 000 MW 以下时, 偏差值可以放宽到 ± 0.5 Hz。

频率的偏差同样将严重影响电力用户的正常工作。对电动机来说, 频率降低将使电动机的转速下降, 从而使生产效率降低, 并影响电动机寿命; 反之, 频率增高将使电动机的转速上升, 增加功率消耗, 使经济性降低。特别是某些对转速要求较严格的工艺流程(如纺织、造纸等), 频率的偏差将大大影响产品质量, 甚至产生废品。另外, 频率偏差对发电厂本身将造成更为严重的影响。例如, 锅炉的给水泵和风机之类的离心式机械, 当频率降低时其出力将急剧下降, 从而迫使锅炉的出力大大减小, 甚至紧急停炉, 这样就势必进一步减少系统电源的出力, 导致系统频率进一步下降。另外, 在频率降低的情况下运行时, 汽轮机叶片将因振动加大而产生裂纹, 以致缩短汽轮机的寿命。因此, 如果系统频率急剧下降的趋势不能及时制止, 势必造成恶性循环以致整个系统发生崩溃。

在电力系统中, 任一瞬间全系统的频率值是一致的。在稳定运行情况下, 频率值决定于所有机组的转速。而机组的转速则主要决定于输出功率与输入功率的平衡情况。所以, 要保证频率的偏差不超过规定值, 首先应当维持电源与负荷间的有功功率平衡, 其次还要采取一定的调频措施, 即通过调节使有功功率恢复平衡来维持频率的偏差在规定范围之内。

1.3.5 可靠性

毫无疑问,供电的可靠性应当是衡量供电质量的一个重要指标,可将其列在质量指标的首位。一般以全年平均供电时间占全年时间的百分比来衡量供电可靠性的高低。例如,某电力用户全年平均停电48 h,即停电时间占全年时间的0.55%,则供电的可靠性为99.45%。

同时,根据电力用户的重要程度及对供电可靠性的要求,用电负荷可分为三级。

1. 一级负荷

符合下列情况之一时,应为一级负荷:

(1) 中断供电将造成人身伤亡时。

(2) 中断供电将在政治上、经济上造成重大损失时,例如重大设备损坏、大量产品报废、用重要原料生产的产品大量报废、国民经济中重点企业的连续生产过程被打乱需要长时间才能恢复时。

(3) 中断供电将影响有重大政治、经济意义的用电单位的正常工作时,例如重要交通枢纽、重要通信枢纽、重要宾馆、大型体育场馆等,以及经常用于经济活动的大量人员集中的公共场所,例如港口、车站、机场等用电单位中的重要电力负荷。

在一级负荷中,当中断供电时将发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷,以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷,应视为特别重要的负荷。

2. 二级负荷

符合下列情况之一时,应为二级负荷:

(1) 中断供电将在政治上、经济上造成较大损失时,例如主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复、重点企业大量减产时。

(2) 中断供电将影响重要用电单位的正常工作时,例如交通枢纽、通信枢纽等用电单位中的重要电力负荷,以及中断供电将造成大型影剧院、大型商场等较多人员集中的重要的公共场所秩序混乱时。

3. 三级负荷

不属于一级和二级负荷者应为三级负荷。

本章小结

电力系统是由发电厂、电力网及电能用户组成的系统。由发电厂生产出来的电能经电力网输送到各电能用户。电能从生产—传输—消费的全过程,几乎是同时进行的,不能储藏。

工业企业内部供电系统由高压及低压配电线路、变电所(包括供电所)和用电设备所组成。

按照国家标准,我国三相交流电网和用电设备的额定电压分为低压、高压两大类11个等级。整个电力线路允许的电压偏差一般为 $\pm 5\%$ 。

电力系统中的所有电气设备,都是在一定的电压和频率下工作的,各种电气设备在额定电压和额定频率下运行时,其技术性能和经济效果最佳。

根据电力用户的重要程度及对供电可靠性的要求,用电负荷可分为三级。

思考题与习题

- 1-1 水电厂、火电厂和核电站各利用哪种能源？各是如何转换为电能的？
- 1-2 什么是电力系统？什么是电力网？
- 1-3 为什么要采用高压输电的形式？
- 1-4 我国国家标准 GB 156—1993《标准电压》规定的三相交流电网额定电压等级有哪些？
- 1-5 我国规定的“工频”是多少？对频率偏差有何规定？
- 1-6 衡量电能质量的指标有哪些？
- 1-7 试确定图 1-4 所示供电系统中变压器 T1 和线路 WL1、WL2 的额定电压。

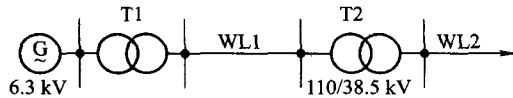


图 1-4

- 1-8 试确定图 1-5 所示供电系统中发电机和所有变压器一、二次侧的额定电压。

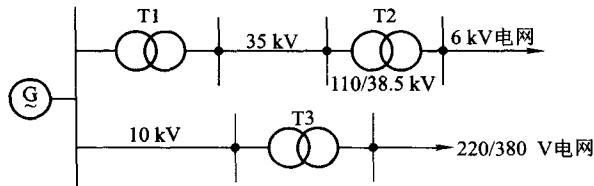


图 1-5