

高等学校电气类系列教材

工厂供电

黄明琪 李善奎 文方 主编



重庆大学出版社

工 厂 供 电

黄明琪 李善奎 文 方 编

重 庆 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书介绍了工厂供电系统的组成,电气负荷计算与短路电流计算的基本方法,工厂变配电所电气接线与设备结构原理,工厂电力线路的选择、计算,工厂供电系统的保护、防雷与接地,工厂实用节电技术等内容。每章后附有思考题和习题,可以帮助读者掌握书中基本内容。书后附有较丰富的技术资料,方便读者查阅。

本书可作为高等院校工业自动化、电气技术及有关专业专科的教材,也可供工矿企业中从事供配电工作的工程技术人员与管理人员学习参考。

工 厂 供 电

黄明琪 李善奎 文 方 编

责任编辑 黄开植

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆通信学院印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:12.5 字数:309千

1996年4月第1版 1998年4月第3次印刷

印数:12000—18000

ISBN 7-5624-1078-X/TM·45 定价:12.00元

序

近年来我国高等专科教育发展很快,各校招收专科生的人数呈逐年上升趋势,但是专科教材颇为匮乏,专科教材建设工作进展迟缓,在一定程度上制约了专科教育的发展。在重庆大学出版社的倡议下,中国西部地区14所院校(云南工学院、贵州工学院、宁夏工学院、新疆工学院、陕西工学院、广西大学、广西工学院、兰州工业高等专科学校、昆明工学院、攀枝花大学、四川工业学院、四川轻化工学院、渝州大学、重庆大学)联合起来,编写、出版机类和电类专科教材,开创了一条出版系列教材的新路。这是一项有远见的战略决策,得到国家教委的肯定与支持。

质量是这套教材的生命。围绕提高系列教材质量,采取了一系列重要举措:

第一,组织数十名教学专家反复研究机类、电类三年制专科的培养目标和教学计划,根据高等工程专科教育的培养目标——培养技术应用型人才,确定了专科学生应该具备的知识和能力结构,据此制订了教学计划,提出了50门课程的编写书目。

第二,通过主编会议审定了50门课程的编写大纲,不过分强调每门课程自身的系统性和完整性,从系列教材的整体优化原则出发,理顺了各门课程之间的关系,既保证了各门课程的基本内容,又避免了重复和交叉。

第三,规定了编写系列专科教材应该遵循的原则:

1. 教材应与专科学生的知识、能力结构相适应,不要不切实际地拔高;
2. 基础理论课的教学应以“必须、够用”为度,所谓“必须”是指专科人才培养规格之所需,所谓“够用”是指满足后续课程之需要。
3. 根据专科的人才培养规格和人才的主要去向,确定专业课教材的内容,加强针对性和实用性;
4. 减少不必要的数理论证和数学推导;
5. 注意培养学生解决实际问题的能力,强化学生的工程意识;
6. 教材中应配备习题、复习思考题、实验指示书等,以方便组织教学;
7. 教材应做到概念准确,数据正确,文字叙述简明扼要,文、图配合适当。

第四,由出版社聘请学术水平高、教学经验丰富、责任心强的专家担任主审,严格把住每门教材的学术质量关。

出版系列专科教材堪称一项“浩大的工程”。经过一年多的艰苦努力,系列专科教材陆续面市了。它汇集了中国西部地区14所院校专科教育的办学经验,是西

部地区广大教师长期教学经验的结晶。

纵观这套教材,具有如下的特色:它符合我国国情,符合专科教育的教学基本要求和教学规律;正确处理了与本科教材、中专教材的分工,具有很强的实用性;与出版单科教材不同,有计划地成套推出,实现了整体优化。

这套教材立足于我国西部地区,面向全国市场,它的出版必将对繁荣我国的专科教育发挥积极的作用。这套教材可以作为大学专科及成人高校的教材,也可作为大学本科非机类或非电类专业的教材,亦可供有关工程技术人员参考。因此我不揣冒昧向广大读者推荐这套系列教材,并希望通过教学实践后逐版修订,使之日臻完善。

吴云鹏

1993年
仲夏

前 言

《工厂供电》课程涉及面宽,实用性强。本书从掌握工业企业供电系统基本知识、基本原理、基本计算及实际运行技术的需要出发,在内容及章节安排上与一般工厂供电书籍相比有较大的变动,增加了工厂实用节电新技术方面的介绍。全书共分六章,第一章介绍了工厂供电系统的组成、基本要求、质量指标、图纸资料及技术管理文件;第二章将工业企业正常的电力负荷计算、电气照明负荷计算以及故障时的短路电流计算合并在一起,着重介绍实用计算方法;第三章介绍工厂变配电所常用高、低压电气设备,电气主接线及其成套配电装置的构成以及运行知识;第四章介绍了工厂电力网及电力线路的选择与计算,电压调整措施及运行知识;第五章介绍工厂供电系统的保护,包括线路与设备的保护,防雷保护与接地以及二次回路;第六章介绍了工厂节电新技术,包括提高工厂功率因数和常用用电设备节电的新方法。全书注重实用性,做到内容精,取材新。电气图形符号、技术数据、技术资料采用最新国家标准,电气设备注意了最新产品的介绍。书中附录列入了较为丰富的技术参考资料,方便读者使用。每章后列出的思考题和习题,可以帮助读者复习与掌握基本内容。

全书共六章,第一、二、三、四章由贵州工学院黄明琪编写,第六章由重庆大学李善奎编写,第五章由贵州工学院文方编写。陕西工学院李生鹏在第三、五章前期编写中做了部分工作。全书由黄明琪教授主编。

本书由重庆大学叶一麟教授主审。他认真审阅了全书,并对初稿提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢!

由于编者业务水平有限,书中错误和不当之处难免,恳请广大师生和读者指正批评。

编者

1995年4月

目 录

第一章 工厂供电系统概述	1
§ 1-1 工厂供电的电源.....	1
§ 1-2 供电质量的主要指标.....	3
§ 1-3 工厂供配电系统及图纸.....	4
§ 1-4 工厂供用电技术管理	11
思考题	13
习题	13
第二章 工厂的电力负荷及短路电流计算	14
§ 2-1 工厂的电力负荷和负荷曲线	14
§ 2-2 工厂电力负荷的计算	18
§ 2-3 工厂计算负荷的确定	25
§ 2-4 工厂的电气照明负荷	28
§ 2-5 短路故障的原因、危害和种类.....	30
§ 2-6 短路回路的阻抗标么值计算	32
§ 2-7 无限大容量电力系统供电的三相短路电流计算	38
§ 2-8 两相短路电流的近似计算	41
§ 2-9 低压电力线路中短路电流的计算	42
§ 2-10 短路电流的力效应、热效应及力稳定、热稳定的校验方法.....	45
思考题	49
习题	50
第三章 工厂变配电所	52
§ 3-1 工厂变配电所的作用、类型和位置.....	52
§ 3-2 工厂变配电所常用高压电器类型及选择	53
§ 3-3 工厂变配电所常用低压电器类型及选择	61
§ 3-4 变配电所中变压器的选择	67
§ 3-5 工厂变配电所的电气主接线	69
§ 3-6 配电装置	73
§ 3-7 工厂变配电所的布置与结构	78
思考题	82
习题	82
第四章 工厂电力网路	84
§ 4-1 工厂电力网路的基本接线方式	84
§ 4-2 供电线路导线和电缆的选择	86
§ 4-3 工厂供电线路的线损计算与低压导线、电缆线规的选择.....	93
§ 4-4 工厂电力线路的结构、敷设和技术要求	96

§ 4-5 工厂电力网运行电压调整的基本知识	99
§ 4-6 工厂电力线路的运行维护	101
思考题	103
习题	103
第五章 工厂供电系统保护	105
§ 5-1 供电系统保护装置的作用和要求	105
§ 5-2 工厂供电系统单端供电网络的保护	106
§ 5-3 电力变压器保护	116
§ 5-4 工厂低压供电系统保护	119
§ 5-5 静电电容器无功补偿装置的保护	123
§ 5-6 工厂供电系统二次回路接线图	125
§ 5-7 工厂供电系统防雷与接地	128
思考题	138
习题	139
第六章 工厂节约用电技术	141
§ 6-1 节约用电的意义、方法和主要途径	141
§ 6-2 提高工厂功率因数的方法	144
§ 6-3 提高工厂负荷率的方法	147
§ 6-4 工厂经济运行电压的确立方法	147
§ 6-5 常用用电设备节电技术	149
§ 6-6 工厂供电系统经济运行管理方法	158
思考题	159
习题	160
附录	161
主要参考资料	191

第一章 工厂供电系统概述

任何一个现代化的工矿企业,工厂供电系统关系到能否正常、可靠、安全、经济地进行生产,所以工矿企业对工厂供电系统均十分重视。工业国家工矿企业用电量一般约占全国发电量的一半左右,工厂供电系统在电力系统中也占有重要的地位。因此,必须认真学习、研究工厂供电系统的有关问题。

§ 1-1 工厂供电的电源

工厂供电的电源绝大多数都来自国家电力系统,有的来自工厂自建的发电厂,现分述如下:

一、工厂由电力系统供电

发电厂是将煤炭、水力、石油、天然气及原子能等自然能(一次能源)转变为电能(二次能源)的工厂。早年发电厂建设在用户附近,规模小而且是孤立运行。随着生产的发展和用电量的增加,电厂容量不断增大,为了减少大量一次能源的远距离输送,要求发电厂尽可能建在动力资源所在地如矿区和河流落差大的山区。然而用户又大量集中在城市和工业中心,所以就必须建设升压变电所和架设高压输电线路,将电能送到用电中心,然后又经过降压变电所降压,通过配电线路,再送给各类用户。

由各种电压的电力线路,将发电厂、变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,称为电力系统。

电力系统中各级电压的电力线路及与其连接的变电所,叫做电力网,简称电网。电网按电压高低和供电范围大小可分为区域电网和地方电网。区域电网的供电范围大,电压一般在220kV及以上。地方电网的供电范围小,电压一般为35~110kV。电网或系统也往往按电压等级来称呼,如说10kV电网或10kV系统,它的意思是指相互连接的整个10kV电压的电力线路。根据供电地区的不同有时也将电网称为城市电网(简称城网)和农电网等。

电力系统的单线接线图,如图1-1所示。由图看出:大型水电厂由于容量大、输电距离远,把电压升高到500kV用超高压输电线送至枢纽变电所与区域电网相连。热电厂是装有供热式汽轮发电机组的发电厂,它除发电外,还兼向附近的工厂供热,这样做可以提高热能利用效率,所以一般热电厂常建在用户附近。从图1-1中还可看出工厂从电力系统得到供电的情况,它或者从系统中的变电所,或者从邻近的发电厂得到电源。

将各孤立运行的发电厂通过电力网联接起来形成并联运行的电力系统后,在技术经济上的好处是很明显的。如电厂可以不受地方负荷限制而安装大型机组(大机组效率高,运行经济);可以合理利用地方资源,灵活安排水火电厂负荷,提高运行经济性;可以减少系统备用容量;可以提高供电可靠性和电能质量等。当然,电网结构的合理与否对安全、可靠供电的影响是

很大的。供电部门对电源接入、受端系统、输电线路等均应有全面的考虑与规划。工厂如何从国家电力系统取得电源(接入地点、接线方式、运行方式、自动装置装设等)均应与供电部门协商,统筹考虑,合理解决。

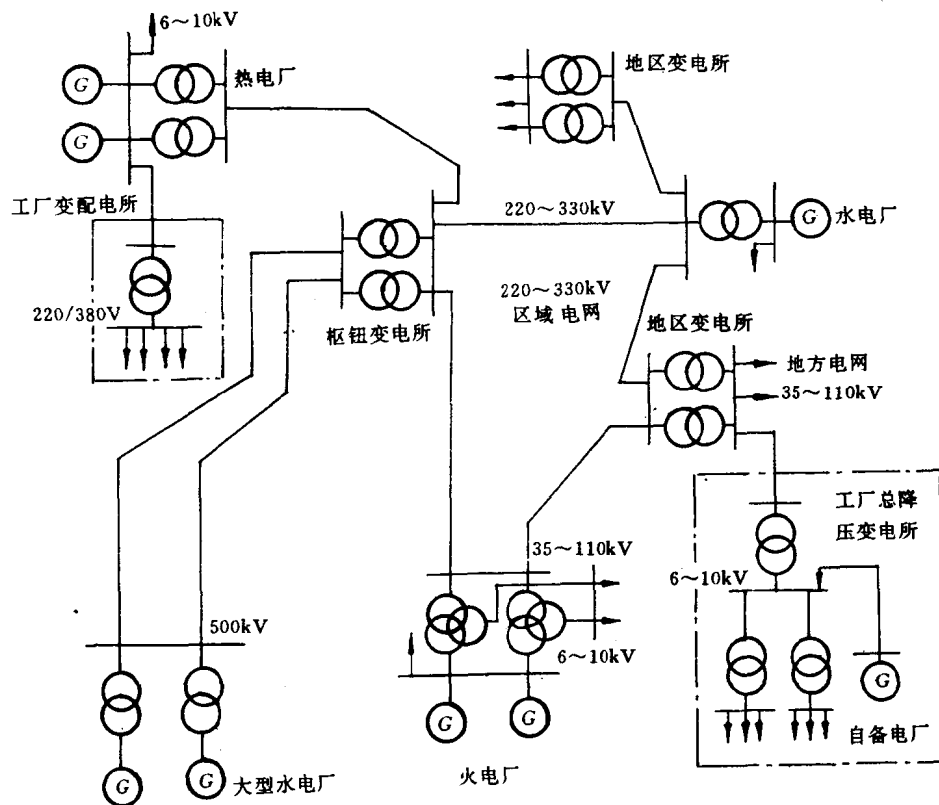


图 1-1 电力系统的单线接线图

二、工厂由自备发电厂供电

工厂的电源绝大多数来自国家电力系统,但下述情况,也可以建立工厂自用发电厂,常称自备电厂:

- (1) 距离系统太远,由系统供电有困难;
- (2) 本厂生产及生活需要大量热能,建立自备热电厂,既供电也供蒸汽和热水;
- (3) 本厂有大量重要负荷,需要独立的备用电源,而从系统取得又有困难;
- (4) 本厂或所在地区有可供利用的能源。

对于重要负荷不多的工厂,作为解决备用电源的措施,发电机可用柴油机或其他小型动力机械带动,这样比较简单。图 1-1 右下角点划线框中为工厂供电系统接入自用发电机的示意图。地方电网接入自备电厂(或供热电厂)中小型发电机时,一般宜以辐射方式直接接入高压电网的地区变电所,并划分供电范围、选择解列点,以保证系统发生故障时能可靠解列。

§ 1-2 供电质量的主要指标

对工厂用户而言,衡量供电质量的主要指标为:(1)交流电的电压及波形;(2)频率;(3)可靠性。它们对用户究竟有什么影响呢?

一、交流电的电压及波形

交流电的电压质量包括电压数值与波形两个方面。电压质量对各类用电设备的工作性能、使用寿命、安全及经济运行都有直接的影响。用电设备在其额定电压下工作既能保证设备运行正常,又能获得最佳的经济效果。

加在用电设备上的电压在数值上偏移额定值后,如对于感应电动机,其最大转矩与端电压的平方成正比,当电压降低时,电动机转矩显著减小,以致转差增大,从而使定子、转子电流都显著增大,引起温升增加,绝缘老化加速,甚至烧毁电动机。而且由于转矩减小,转速下降,既降低生产效率,减少产量,又影响产品质量。反之,当电压过高,对于电动机等具有激磁铁芯的电气设备,铁芯磁密增大甚至饱和,激磁电流与铁损都大大增加,引起电机等过热,效率降低。如对电热装置,这类设备的功率与电压平方成正比,所以电压过高将损伤设备,电压过低又达不到所需温度。电压偏移对白炽灯影响显著,白炽灯的端电压降低 10%,发光效率下降 30%以上,灯光明显变暗;端电压升高 10%时,发光效率将提高 1/3,但使用寿命将只有原来的 1/3。电压偏移对荧光灯等气体放电灯的影响不像白炽灯那么明显,但也会影响起燃,同样影响照度和寿命。

《全国供用电规则》(1983 年 8 月)规定用户处容许电压变化范围为:

- (1)由 35kV 及以上电压供电的用户为 $\pm 5\%$ 。
- (2)由 10kV 及以下的高压供电的用户和低压电力用户为 $\pm 7\%$ 。
- (3)低压照明用户为 $+5\%$ 、 -10% 。

当然,对于三相而言,三相电压与电流的不对称也影响电能质量。这种不对称运行对发电设备、用电设备、自动控制及保护系统、通信信号等均会产生不良影响。低压供电系统中因三相不对称造成的中性点偏移,可能危及人身及设备安全。

电力系统的供电电压(或电流)的波形畸变,使电能质量下降。高次谐波电流使电网电流有效值增加,电阻也因集肤效应的影响而增大,电网中产生附加能量损耗;高次谐波电流加大了旋转电机、变压器、电缆等电气元件中绝缘介质的电离过程,使其发热量增加,寿命降低;高频电流使静电电容器发热增加,加速绝缘老化。高次谐波电流还将影响电子设备的正常工作,使自动化、远动、通讯都受到干扰。为此,水利电力部在 1984 年 8 月 31 日以急件颁发了《电力系统谐波管理暂行规定》,要求全国电力部门严格管理电网谐波,保证电能质量。

二、频率

由国家电网供电的工厂,其频率是由电力系统决定的,频率偏离额定值同样将影响电力用户的工作并严重影响电力系统本身。如电网低频率运行,所有用户的交流电动机转速都将相应降低,如电网频率由 50Hz 降至 48Hz 时,电动机转速将降低 4%,这将不同程度地影响到工厂

产品的产量下降,有的质量也将降低,如纺织品出现断线、毛疵,纸张厚薄不匀等。对电力系统来说,有功电源不足的系统,当有功负荷增加,会造成系统频率下降,而频率降低将使发电厂中锅炉的给水泵和风机等离心机械出力急剧下降,迫使锅炉出力大大减少,这就势必减少系统电源的有功出力,导致系统频率进一步下降,如果系统频率急剧下降的趋势不能及时制止,那将造成恶性循环,导致整个电力系统崩溃。此外,在频率降低的情况下运行,汽轮机叶片将因振动加大而产生裂纹,甚至断裂。当然,频率的变化还将影响到电钟、计算机、自控装置等设备的准确工作。

《全国供用电规则》(1983年8月)规定供电局的供电额定频率为交流 50Hz,供电频率的允许偏差,电网容量在 300 万 kW 及以上者不得超过 0.2Hz;电网容量在 300 万 kW 以下者不得超过 0.5Hz。

三、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,有的把它列在质量指标的首位,衡量供电可靠性的指标,一般以全年平均供电时间占全年时间的百分数来表示,例如,全年时间为 8760 小时,用户全年平均停电时间为 87.6 小时,即停电时间占全年的 1%,则供电可靠性为 99%。

§ 1-3 工厂供配电系统及图纸

工厂供配电系统包括地方电网向工厂的供电系统及工厂内部的供配电系统两个方面。这里介绍有关它的一些知识。

一、对工厂供配电系统的基本要求

为了使工厂供电能很好地满足本厂生产和生活的需要,并能尽量节约能源,对工厂供配电系统有以下基本要求:

1. 供电可靠

不同的工厂,不同的用电设备,对供电可靠性的要求是不相同的。例如电解铝厂的电解槽突然停电 1~2min 虽不至引起严重后果,但有时会出现大量有害气体,造成再度电解时要多消耗大量电能,当然如突然停电超过 15min,电解槽将损伤甚至破坏;再如钢厂炼钢炉突然停电 30min,可能造成炼钢炉报废等。根据用电负荷的性质和突然停电造成的影响可将负荷分为三级,这些将在第二章中介绍。

所谓供电可靠,就是指工厂供电的电源,供配电系统的设计与运行等应保证满足全厂不同用电设备对供电可靠性的要求。

2. 保证电能质量

保证工厂供电的电能质量牵涉到各方面。频率是全网统一的,由系统进行控制和调度,由电力系统保证。牵涉到用户的是:当电力系统发生重大事故,为不使频率下降太多,装设有低周减载装置,电力系统按频率降低的范围,自动切除部分用户负荷。

电压质量与用户及电力系统均有密切关系,电力系统的电压质量具有分散性特点,所以一

般实行分级管理。为保持电压水平,在发电厂和变电所的母线以及部分用户变电所母线建立了电压监视点,当电压偏移超过所规定的范围时,电力系统的值班调度员应立即设法使电压恢复正常水平,供电局也定期对用户受电端的电压进行测定和调查,发现电压变动超过用户处容许电压变化范围时,供电局与用户都应积极采取措施予以改善。

按照《工业与民用供配电系统设计规范》(GBJ52 修订本)规定:正常运行情况下,用电设备端子处电压偏移的允许值为:

电动机 $\pm 5\%$;

照明灯 在一般工作场所 $\pm 5\%$;在视觉要求较高的屋内场所 $+5\%$ 、 -2.5% ;在远离变电所的小面积一般工作场所,难以满足上述要求时为 $+5\%$ 、 -10% ;

其他用电设备 无特殊规定时 $\pm 5\%$ 。

这里所说的电压偏移值是指设备的端电压与设备额定电压之差占设备额定电压的百分比。

为了满足用电设备对电压偏移的要求,工厂供配电系统应能采取一定的措施,以保证电压质量,如:

(1)正确选择无载调压型变压器的电压分接头或采用有载调压型变压器。

(2)合理选择变压级数,合理选择导线或电缆截面,以降低系统阻抗,减少电压损耗,缩小电压偏移范围。

(3)尽量使三相负荷平衡。在有中线的低压配电系统中,三相负荷不平衡将使负荷端的中性点偏移,造成有的相电压升高,加大了电压偏移。

(4)能灵活地改变系统的运行方式,如根据运行情况切投变压器,切换供电线路等。

(5)采用并联电容器、同步补偿机等无功补偿设备,改变供电系统无功功率的分布,减少线路电压损失,以提高用户端电压。

在抑制供电系统高次谐波方面,用户对所用的整流装置、非线性用电设备等,也应采取一定的技术措施,减少高次谐波电流大量注入电网,造成对供电网络的电磁“污染”。

3. 保证安全

工厂供配电系统的设计、安装、运行、维修中均必须充分考虑到人身安全与设备安全。符合安全供用电规定。

4. 结线方式力求简单清晰、操作检修方便、运行灵活

在满足安全、可靠的前提下,工厂供配电线路及变配电所结线应力求简单清晰;投入、切除操作方便;检修操作方便;能适应不同运行方式的变化,根据需要灵活地从不同方向得到供电。

5. 经济

供配电系统的投资要少,运行费用要低,总的经济效果为最好。

此外,在设计供配电系统时,根据工厂发展情况及周边条件,考虑有适当发展余地。

二、工厂供配电电压

工厂电网和电气设备的额定电压可以是不同的电压等级,但均应符合国家关于额定电压的规定。

1. 额定电压的国家标准

根据我国国民经济发展的需要和技术经济上的合理性,为使电气设备实现标准化和系列

化,根据 1981 年我国重新修订发布的额定电压等级,交流电网和电力设备常用额定电压如表 1-1 所示。

表 1-1 我国交流电网和电力设备的额定电压(kV)

电网和用电设备 额定电压	交流发电机 额定线电压	变压器额定线电压	
		一次线圈	二次线圈
0.22	0.23	0.22	0.23
0.38	0.40	0.38	0.40
3	3.15	3 及 3.15	3.15 及 3.3
6	6.3	6 及 6.3	6.3 及 6.6
10	10.5	10 及 10.5	10.5 及 11
—	15.75	15.75	—
35	—	35	38.5
60	—	60	66
110	—	110	121
154	—	154	169
220	—	220	242
330	—	330	363
500	—	500	525

从表 1-1 中,可以看出下列特点:

(1)用电设备的额定电压和电网的额定电压是一致的。实际上电力线路的额定电压是按照受电设备的额定电压来制定的。由于线路在运行时有电压损耗,所以一般线路首端电压高,末端电压低,如图 1-2 所示。

(2)发电机的额定电压较用电设备的电压应高出 5%,以补偿线路电压损失,表 1-1 反映了这一点。

(3)变压器的一次线圈(原线圈)是接受电能的,可以看成是用电设备,其额定电压一般与用电设备的额定电压相等。但直接与发电机相连接的升压变压器的一次侧(3、6、10kV 电压等级),其电压应与发电机电压相适应,即比电网额定电压高 5%。

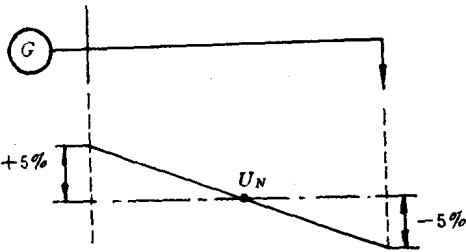


图 1-2 供电线路上的电压变化

(4)变压器的二次线圈(副线圈)相当于一个供电电源,它的空载额定电压要比电网额定电压高 10%(当变压器通过额定负荷电流时,变压器绕组的电压损失约为 5%)。但在 3、6、10kV 电压时,如采用短路电压小于 7.5%的配电变压器,则二次线圈的额定电压仅高出电网额定电压 5%。

2. 工厂供配电电压的选择

地区变电所向工厂的供电电压及工厂内部的供配电电压的选择与很多因素有关,但主要取决于地区电力网的电压,工厂用电设备的容量和输送距离等。提高送电电压能减少电能损耗,提高电压质量,节约有色金属,但却增加了线路及设备投资,所以对应一个电压等级有一个较合理

的输送容量与输送距离。常用各级电压的经济输送容量与输送距离的关系如表 1-2 所示。

表 1-2 常用各级电压的经济输送容量与输送距离

线路电压 kV	输送功率 kW	输送距离 km
0.38	100 以下	0.6
3	100~1000	1~3
6	100~1200	4~15
10	200~2000	6~20
35	2000~10000	20~50
110	10000~50000	50~150
220	100000~500000	100~300

对工厂供配电电压选择说明如下：

(1) 工厂供电电压的选择

工厂供电电压基本上只能选择地区原有电压，自己另选电压等级的可能性不大，具体选择时表 1-2 可供参考，即：

对于一般无高压用电设备的小型工厂，设备容量在 100kW 以下，输送距离在 600m 以内，可选用 380/220V 电压供电。

对于中小型工厂，设备容量在 100~2000kW，输送距离在 4~20km 以内的，可采用 6~10kV 电压供电。

对于中大型工厂，设备容量在 2000~50000kW，输送距离在 20~150km 以内的，可采用 35~110kV 电压供电。

(2) 工厂配电电压的选择

工厂高压配电电压一般选用 6~10kV；3kV 电压太低，作为配电电压不经济，早已不采用（如有 3kV 用电设备，可用 10/3.15kV 的变压器单独供电）。6kV 与 10kV 比较，变压器、开关设备投资差不多，传输相同功率情况下，10kV 线路可减少投资，节约有色金属，减少线路电能损耗与电压损耗，更适应发展，所以一般宜选用 10kV。但如果工厂供电电源的电压就是 6kV，或工厂使用的 6kV 电动机多而且分散（我国当前生产的电动机 10kV 最低额定功率为 2000kW，200kW 以上的电动机可选 6kV 及 3kV），采用 10kV 配电电压是否有利，需经过技术经济比较才能决定。

工厂的低压配电电压，除因安全所规定的特殊电压外，一般采用 380/220V。380V 为三相配电电压，供电给三相用电设备及 380V 单相用电设备。220V 作为单相配电电压，供电给一般照明灯具及 220V 单相用电设备。对采矿、石油加工、化工等少数部门，因负荷中心离变电所较远等原因，为了减少线路电压损耗和电能损耗，提高负荷端的电压水平，也有采用 660V 配电电压的。

三、工厂供配电系统的图纸

工厂供配电系统的设计、施工与运行、维护管理均离不开有关的图纸、资料，在工厂供电系统设计中应当提供以下图纸资料：

(1) 工厂总降压变电所、车间变电所、配电所的设计说明书，设备材料清单及工程概(预)

算,主电路图、平剖面图、二次回路图及其它安装施工图与施工说明书。

(2)工厂厂区配电线路设计说明书、设备材料清单及工程概(预)算,厂区配电线路系统图和平剖面图、电杆总装图及其它安装施工图与施工说明书。

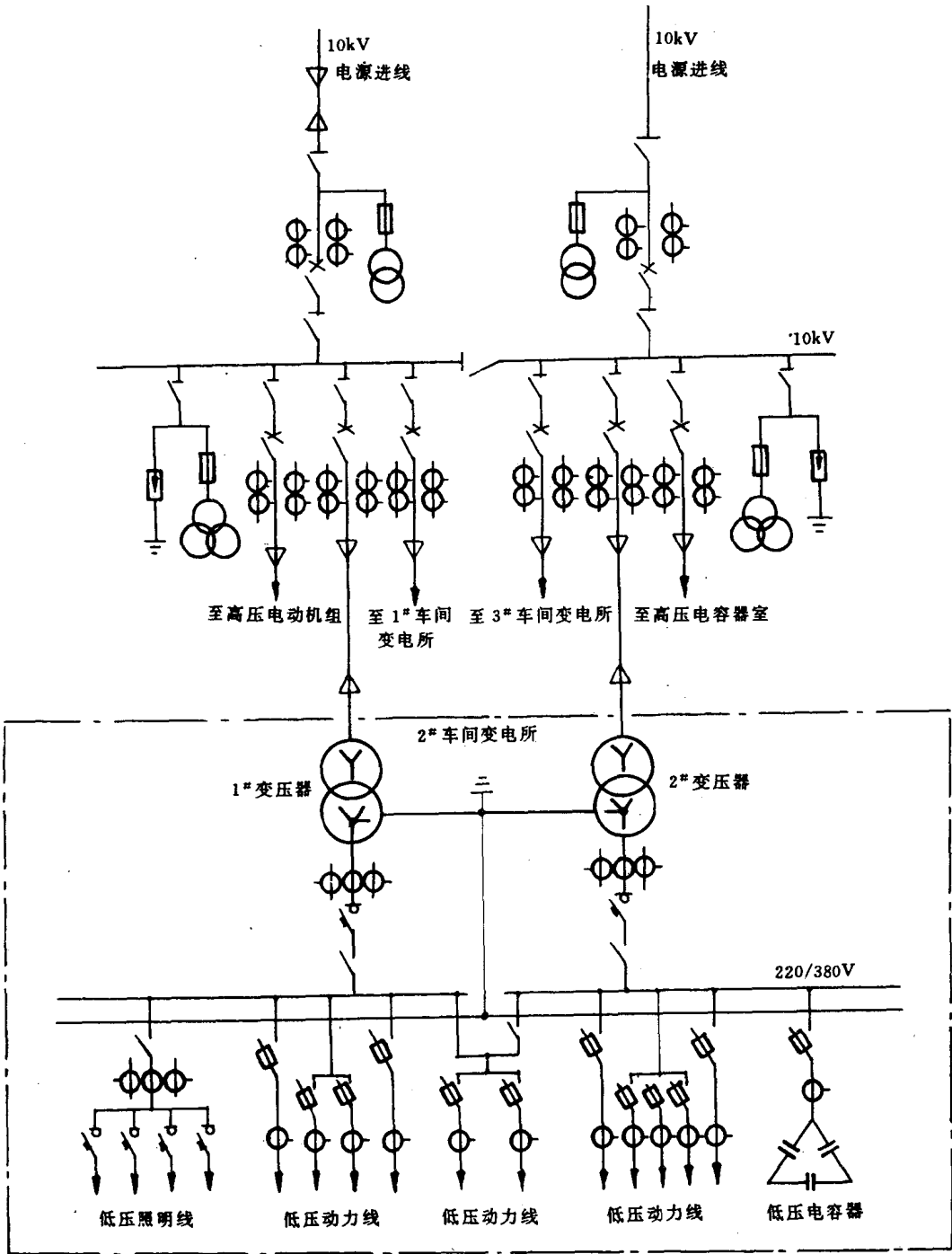


图 1-3 工厂供电系统图

(3)车间配电线路设计说明书、设备材料清单及工程概(预)算,车间配电线路系统图和平面图及其它安装施工图与施工说明书。

(4)厂区室外照明和车间(建筑)内照明的设计说明书,设备材料清单及工程概(预)算,照明系统图和平面图及其它安装施工图与施工说明书。

上述图纸资料有些在日常操作运行中也常用到。应当具有这方面的识图与绘图能力。绘制各种电气图均应按照国家标准《电气图用图形符号》(GB4728·1~13)和《电气制图》(GB6988·1~7)等的有关规定。并且所有电气元件均应按无电压、无外力作用时的正常状态绘出。

图 1-3 为工厂供电系统图,所谓供电系统图,实际上就是用电气图形符号按照供电系统的组成方式,表示出一次设备的连接次序和关系的图形,也常称为电气主接线图。为了使图形简单清晰,通常供电系统的系统图、平面布线图等均采用单线表示法,即两根或两根以上的导线只用一条线来表示。

工厂供电系统图能清晰地表明工厂供电的电源以及电能输送、分配、控制等一次设备之间的关系,是工厂电气运行人员进行倒闸操作的主要依据。它能帮助人们迅速准确地了解工厂供配电系统的全貌。如从图 1-3 可以看出,这个工厂有一个双回路电源进线的高压 10kV 配电所,一回是架空进线,一回是电缆进线,分别接于用分段隔离开关连接的两段母线上,正常供电时,分段隔离开关断开,两段母线分别向 1[#]、2[#]、3[#] 车间变电所供电,2[#] 车间变电所用双回路供电,可见它是重要负荷。在两段母线上都接有电压互感器和避雷器,用于计量和防雷保护。车间变电所设在靠近负荷中心处,2[#] 车间变电所低压侧也设有两段母线,低压母线分别配电给低压动力负荷和照明负荷。高、低压母线上均接有补偿无功功率的电容器,以提高工厂功率因数。

图 1-3 所示的工厂供电系统图并不完整,如 1[#]、3[#] 车间变电所的主接线图未绘出,2[#] 车间变电所的配电线也不全,但通过这些接线也不难推知其它接线。应当说明,一个完整的工厂供电系统图(变配电所主接线图)的内容要比图 1-3 所示更多,在每一个图形符号旁要标明电器的规格型号。如果要作现场的模拟图供运行操作之用,还要将每个开关电器(隔离开关、断路器等)按不同的电压等级和顺序给予编号,并标注在图形符号旁。

供配电系统平面图就是根据供配电系统图以一定的比例表示建筑物外部或内部的电源布置情况的图纸。

图 1-4 所示为厂区建筑物外配电线路总平面布置图。它是用于表示建筑物外接供电电源布置情况的图纸,主要表明变配电所与线路的平面布置情况。它能反映高压架空线路或电力电缆线路进线方向;变配电所的位置、型式;高低压配电线路的走向及负荷分配,各建筑物平面面积、主要平面尺寸及其负荷大小;架空线路的电杆型式、编号、电缆沟的规格;导线的型号、截面积及每回线的根数等。从图 1-4 可以看出,该厂电源进线为 10kV 架空线,工厂变配电所设在靠近大负荷的车间,引出三回 380/220V 低压线至各车间。供配电导线的型号、走向均示于图中。

图 1-5 为一个锅炉房的动力配电线路平面图。它是按建筑物不同标高的楼层分别画出的。它反映动力线路的敷设位置、敷设方式、导线穿线管种类、线管管径、导线截面及导线根数,同时还反映各种电气设备及用电设备的安装数量、型号及相对位置。在平面图上导线及设备通常采用图形符号表示,导线及设备间的垂直距离和空间位置一般不另用立面图表示,而是标注安装标高,以及附加必要的施工说明来表明。为了更明确地表示出设备的安装位置和安装方法,户内动力配电线路平面图一般都在简化了的土建平面图上绘出,电气部分用中粗线表示,土建部分用细实线表示。从图 1-5 的图形符号及标注符号可以看出,这个锅炉房安装了 7 台电动机和一个三相插