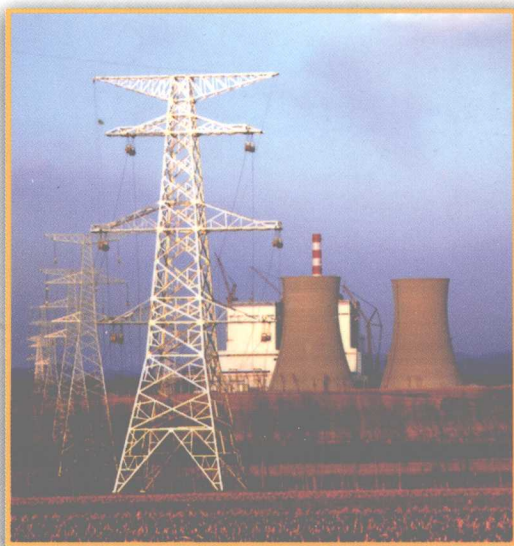


工厂供配电技术

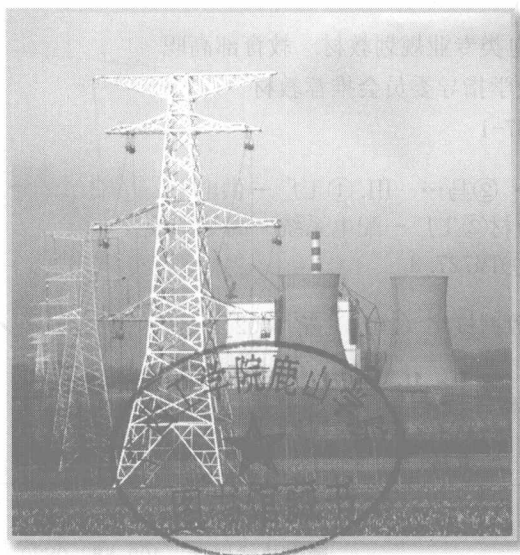
李高建 马 飞 主编
朱承功 胡晓玮 张德迪 副主编



GONGCHANG GONGPEIDIANJISHU

工厂供配电技术

李高建 马飞 主编
朱承功 胡晓玮 张德迪 副主编



GONGCHANG GONGPEIDIANJISHU

216639

广西工学院鹿山学院图书馆



d216639

内 容 简 介

本书讲述了工厂供电系统的技术知识。全书共分5个学习情境,14个学习任务,系统讲述了供电系统的概念、供电设备的运行与维护、供电线路的运行与维护、变压器的运行与维护、供电系统的保护5部分内容。

本书针对高职高专的教学要求,根据学生的特点,注重理论联系实际,对实用性不强的内容进行了删减,对复杂的计算及推导进行了简化,增加了具有实用价值的内容,对实践教学具有指导性和可操作性。每个学习情境后均有思考与练习题。

本书适合作为高职高专院校电气自动化、电力系统自动化、自动化等工科专业学生的教材,也可作为供电相关领域工程技术人员的自学和培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

工厂供电技术/李高建,马飞主编. —北京:
中国铁道出版社, 2010.9

全国高职高专院校机电类专业规划教材. 教育部高职
高专自动化技术类专业教学指导委员会推荐教材

ISBN 978-7-113-11467-1

I. ①工… II. ①李… ②马… 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. ①TM727.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第140215号

书 名: 工厂供电技术
作 者: 李高建 马 飞 主编

策划编辑: 秦绪好 祁 云

责任编辑: 秦绪好

读者热线电话: 400-668-0820

编辑助理: 王爱丽

封面设计: 付 巍

封面制作: 李 路

版式设计: 于 洋

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码: 100054)

印 刷: 河北省遵化市胶印厂

版 次: 2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 16 字数: 388千

书 号: ISBN 978-7-113-11467-1

定 价: 26.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社计算机图书批销部联系调换。

全国高职高专院校机电类专业规划教材

编审委员会

主 任: 吕景泉

副主任: 严晓舟 史丽萍

委 员: (按姓氏笔画排序)

王文义	刘建超	肖方晨	李向东	狄建雄
汪敏生	宋淑海	张 耀	明立军	陈铁牛
钟江生	胡学同	凌艺春	秦绪好	钱逸秋
梁荣新	常晓玲	程 周	谭有广	

王 立	王龙义	王建明	牛云陞	关 健
朱凤芝	牟志华	汤晓华	刘薇娥	李 文
李 军	张文明	张永花	陆建国	陈 丽
林 嵩	金卫国	宝爱群	姚 吉	姚永刚
祝瑞花	徐国林	秦益霖	韩 丽	曾照香

随着我国高等职业教育改革的不断深入,我国高等职业教育的发展进入了一个新的阶段。教育部下发的《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》教高[2006]16号文件,旨在阐述社会发展对高素质技能型人才的需求,以及如何推进高职人才培养模式改革,提高人才培养质量。

教材的出版工作是整个高等职业院校教育教学工作中的重要组成部分,教材是课程内容和课程体系的载体,对课程建设和改革具有推动作用,所以提高课程教学水平和教学质量的关键在于出版高水平、高质量的教材。

出版面向高等职业教育的“以就业为导向,以能力为本位”的优质教材一直是中国铁道出版社的一项重要工作。我社本着“依靠专家、研究先行、服务为本、打造精品”的出版理念,于2007年成立了“中国铁道出版社高职机电类课程建设研究组”,并经过三年的充分调查研究,策划编写、出版了本系列教材。

本系列教材主要涵盖高职高专机电类的公共课、专业基础课,以及电气自动化专业、机电一体化专业、生产过程自动化专业、数控技术专业、模具设计与制造专业、数控设备应用与维护专业等六个专业的专业课。本系列教材的作者包括高职高专自动化教指委委员、国家级教学名师、国家级和省级精品课负责人、知名专家教授、职教专家、一线骨干教师。他们针对相关专业的课程,结合多年教学中的实践经验,吸取了高等职业教育改革的最新成果,因此无论教学理念的导向、教学标准的开发、教学体系的确立、教材内容的筛选、教材结构的设计,还是教材素材的选择都极具特色和先进性。

本系列教材的特点归纳如下:

(1) 围绕培养学生的职业技能这条主线设计教材的结构,理论联系实际,从应用的角度组织编写内容,突出实用性,并同时注意将新技术、新成果纳入教材。

(2) 根据机电类课程的特点,对基本理论和方法的讲述力求简单、易于理解,以缓解繁多的知识内容与偏少的学时之间的矛盾。同时,增加了相关技术在实际生产、生活中的应用实例,从而激发学生的学习热情。

(3) 将“问题引导式”、“案例式”、“任务驱动式”、“项目驱动式”等多种教学方法引入教材体例的设计中,融入启发式的教学方法,力求好教、好学、爱学。

(4) 注重立体化教材的建设。本系列教材通过主教材、配套光盘、电子教案等教学资源的有机结合,来提高教学服务水平。

总之,本系列教材在策划出版过程中得到了教育部高职高专自动化技术专业教学指导委员会以及广大专家的指导和帮助,在此表示深深的感谢。希望本系列丛书的出版能为我国高等职业院校教育改革起到良好的推动作用,欢迎使用本系列教材的老师和同学们提出宝贵的意见和建议。书中如有不妥之处,敬请批评指正。

中国铁道出版社

2010年8月

本书是依据高职高专院校中对工厂供配电技术课程的教学要求,结合现阶段高职高专教育培养目标而编写的。在编写过程中,充分考虑到实际教学学时数少(仅60学时),而工厂供配电技术课程内容又丰富的实际情况,力求做到理论知识合理精炼,偏重培养学生解决实际问题的能力。

本书共分5个学习情境,14个学习任务,首先介绍供配电系统的概念,接着讲述供配电设备的运行与维护、供配电线路的运行与维护、变压器的运行与维护、供配电系统的保护。为了方便学习,更为直观地理解供配电系统相关设备,书中配有很多插图,每个学习情境都配有习题。

本书编写遵循的原则是:对实用性不大的内容进行了删减,对复杂的计算及推导进行了简化,增加了具有实用价值的内容,并结合工厂供配电技术的发展,对相关的前沿技术进行了介绍,拓展了读者的视野;注重加强理论知识和实践应用技术的联系,理论知识以够用为度,实践技能注重针对性和应用性;力求做到重点突出,取材新颖,教学模块化,各模块具备可组合性、可选择性;在知识点分布上,力求覆盖工厂供配电技术的全部重点内容,同时结合各行业工厂供配电技术系统运行与管理的实际,增加实践性较强的高新技术内容。读者通过对本书的学习可以掌握供配电系统的知识和理论,初具供配电系统的运行、管理和工程设计能力,能掌握基本技能并具备分析和解决问题的能力,还能了解和学习相关企业的新技术。

参加本书编写的人员有淄博职业学院李高建(学习情境一)、马飞(学习情境二)、朱承功(学习情境三)、胡晓玮(学习情境四)、张德迪(学习情境五),最后由李高建和马飞统稿。在编写过程中,借鉴了一些兄弟院校教材的部分内容,在此表示由衷的感谢。

由于编者的水平有限,书中错漏不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2010年7月

目 录

CONTENTS

学习情境一 供配电系统的概念	1
任务一 电力系统的概念.....	1
子任务一 电力系统的组成概念.....	1
子任务二 电力系统的基本要求.....	4
任务二 工厂供配电系统的运行维护.....	8
子任务一 工厂供配电系统的运行方式.....	9
子任务二 工厂变配电所的主电路图认识.....	14
子任务三 变配电所的安装及运行.....	19
技能实训.....	26
思考与练习.....	26
学习情境二 供配电设备的运行与维护	28
任务一 高压开关设备的认识与选择.....	28
子任务一 开关设备的分类.....	29
子任务二 高压电气设备的选择方法.....	31
子任务三 高压断路器的认识与选择.....	34
子任务四 高压隔离开关的认识与选择.....	43
子任务五 高压负荷开关的认识与选择.....	47
子任务六 高压熔断器的认识与选择.....	50
子任务七 仪用互感器的认识与选择.....	55
任务二 高压配电装置的认识与安装.....	63
子任务一 配电装置的分类及要求.....	64
子任务二 高压配电装置的认识.....	65
子任务三 高压配电装置的安装.....	72
任务三 电气设备的运行维护.....	75
子任务一 设备安装及运行维护.....	75
子任务二 倒闸操作的认识.....	86
子任务三 倒闸操作的实施.....	87
子任务四 倒闸操作票的认识与使用.....	89
技能实训.....	94
思考与练习.....	95
学习情境三 供配电线路的运行与维护	96
任务一 供配电线路的认识与敷设.....	96

子任务一	架空线路的认识与敷设	97
子任务二	电力电缆的认识与敷设	103
子任务三	供配电导线和电缆的选择	107
任务二	供配电线路的运行与维护	108
子任务一	供配电线路的接线方式	109
子任务二	架空线路的运行和维护	112
子任务三	电缆线路的运行和维护	119
技能实训		123
思考与练习		124
学习情境四	变压器的运行与维护	125
任务一	变压器的认识	125
任务二	变压器的运行与检修	132
子任务一	变压器的运行	132
子任务二	变压器的检查与维护	142
技能实训		158
思考与练习		159
学习情境五	供配电系统的保护	161
任务一	继电保护的认知	161
子任务一	继电保护的原理及要求	162
子任务二	继电保护装置的组成及任务	165
任务二	电网的保护	171
子任务一	线路的继电保护	171
子任务二	电网的距离保护	185
任务三	电力变压器保护	187
子任务一	电力变压器的继电保护类型	188
子任务二	变压器的瓦斯保护	188
子任务三	变压器的过电流保护	190
子任务四	变压器的电流速断保护	191
子任务五	变压器的纵联差动保护	192
子任务六	变压器的过负荷保护	195
子任务七	变压器的零序电流保护	195
任务四	低压配电系统的保护	197
子任务一	熔断器保护	198
子任务二	低压断路器保护	200
任务五	安全用电与防雷保护	202
子任务一	安全用电	203
子任务二	防雷保护	207

技能实训.....	216
思考与练习.....	217
附录 A 变电站（发电厂）倒闸操作票格式.....	219
附录 B 变电站（发电厂）第一种工作票格式.....	220
附录 C 电力电缆第一种工作票格式.....	223
附录 D 变电站（发电厂）第二种工作票格式.....	226
附录 E 电力电缆第二种工作票格式.....	228
附录 F 变电站（发电厂）带电作业工作票格式.....	230
附录 G 变电站（发电厂）事故应急抢修单格式.....	232
附录 H 二次工作安全措施票格式.....	234
附录 I 标示牌式样.....	235
附录 J 绝缘安全工器具试验项目、周期和要求.....	236
附录 K 电力电缆的绝缘试验标准表.....	239
附录 L 登高工器具试验标准表.....	241
附录 M 高压电气设备绝缘的工频耐压试验电压标准.....	242
参考文献.....	243

学习情境一

供配电系统的概念

首先来学习一下电力系统的基本知识。



电力是怎么传输的?如何保证工业、农业及普通家庭的用电?



任务目标

- 了解电力系统的基本概念、组成和作用。
- 了解电力系统中发电厂、电力网和用户之间的关系。
- 了解电力系统运行的基本要求。
- 了解供配电系统电压的选择要求。



任务一 电力系统的概念

所谓的电力系统,就是包括不同类型的发电机,配电装置,输、配电线路,升压及降压变电站和用户,它们组成一个整体,对电能进行不间断的生产、传输、分配和使用。

学习目标:

1. 掌握电力系统的基本组成。
2. 了解电力系统与供配电系统的联系和区别。
3. 了解电力系统的电压要求。
4. 掌握如何为工厂供配电系统选择配电电压的方法。

子任务一 电力系统的组成概念

子任务目标:

1. 了解电力系统的组成。
2. 了解电力系统的重要组成部分(如发电厂、电力网等)的主要任务及功能。

电力系统通常是由发电厂、高低压控制装置、电气线路、变配电所和电力负荷(用户)等部分组成。工厂供配电系统是指从电源线路进厂起到高低压用电设备进线端止的整个电路系统,是由工厂变配电所、配电线路和用电设备构成的整体,以实现工厂电能的接收、分配、变换、输送和使用。工厂供配电系统是电力系统的主要组成部分,也是电力系统的主要用户。

一、电力系统概述

图 1-1 所示为电力系统示意图,虚线框内即为工厂供配电系统。工厂供配电系统中,变电所担负着接收电能、变换电压和分配电能的任务;配电线路承担着输送和分配电能的任务;用电设备指的是消耗电能的电动机、照明设备等。

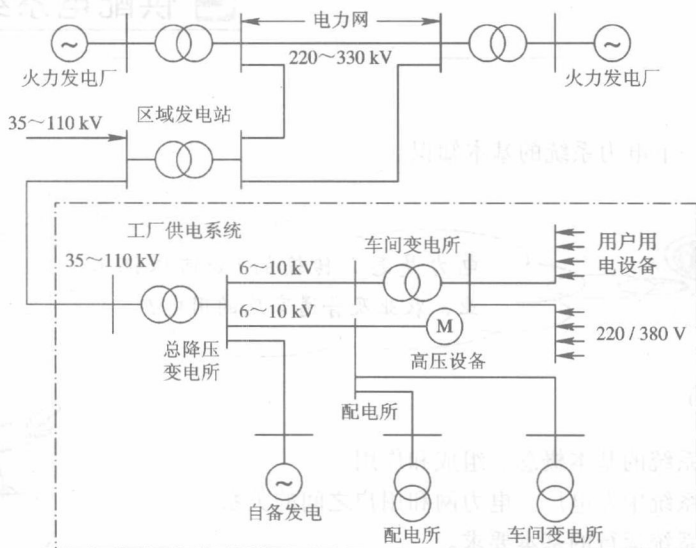


图 1-1 电力系统示意图

不同类型的工厂,其供电系统组成各不相同。

大型工厂及某些电源进线电压为 35 kV 及以上的中型工厂,一般经过两次降压,也就是电源进厂以后,先经总降压变电所,将 35 kV 及以上的电源电压降为 6~10 kV 的配电电压,然后通过高压配电线路将电能送到各个车间变电所,也有的经高压配电所再送到车间变电所,最后经配电变压器降为一般低压用电设备所需的电压等级。

一般中型工厂的电源进线电压是 6~10 kV。电能先经高压配电所集中,然后再由高压配电线路将电能分送到各车间变电所或由高压配电线路直接供给高压用电设备。车间变电所内装有电力变压器,将 6~10 kV 的高压降为一般低压用电设备所需的电压(如 220/380 V),然后由低压配电线路将电能分送给各用电设备使用。

对于一般小型工厂,由于所需容量多数都不会大于 1000 kV·A,因而通常只设一个降压变电所,将 6~10 kV 电压降为低压用电设备所需的电压。当工厂所需容量不大于 160 kV·A 时,一般采用低压电源进线,因此工厂只需设一个低压配电间。

对工厂供配电系统的基本要求是安全、灵活、可靠、经济。

二、电力系统的组成

电力系统是电能的生产、输送、分配、变换和使用的统一整体。电力系统由发电厂、变电站、电力网和用户组成。图 1-2 为电力系统及动力系统示意图。



图 1-2 电力系统及动力系统示意图

下面分别介绍电力系统的各组成部分。

1. 发电厂

发电厂是生产电能的地方，其种类很多，一般根据所利用能源的不同分为火力发电厂、水力发电厂、原子能发电厂、地热发电厂、潮汐发电厂、风力发电厂、太阳能发电厂等。按发电厂的规模和供电范围又可以分为区域性发电厂、地方发电厂和自备专用发电厂等。

(1) 火力发电厂

火力发电厂是将燃料（如煤、石油、天然气、油页岩等）的化学能转换成电能的工厂。能量的转换过程是：燃料的化学能→热能→机械能→电能。通常将锅炉、汽轮机和发电机称为火力发电厂的三大主机，其中汽轮机又被称为原动机。火力发电厂可分为凝汽式火力发电厂（通常称火电厂）和供热式火力发电厂（通常称热电厂）。

(2) 水力发电厂

水力发电厂简称水电厂。水电厂就是把水的位能和动能转变成电能的工厂。

能量的转换过程是：水能→机械能→电能。

根据集中落差的方式分为堤坝式、引水式和混合式；按运行方式的不同又可分为有调节水电站、无调节水电站和抽水蓄能水电站。

① 堤坝式水电厂。在河流的适当位置上修建拦河水坝，利用坝的上下游水位形成的较大落差，引水发电。堤坝式水电厂可以分为坝后式（如刘家峡、丹江口水电厂）和河床式（如葛洲坝水电厂）两种。

② 引水式水电厂。水电厂建在水流湍急的河道上，或河床坡度较陡的地方，由引水管道引入厂房。

③ 抽水蓄能电厂。这种水电厂由高落差的上下两个水库和具备水轮机—发电机或电动机—水泵两种工作方式的可逆机组组成。抽水蓄能电厂一般作为调峰电厂运行。此外，抽水蓄能电厂还可以作系统的备用容量、调频、调相等用途。目前广州抽水蓄能电厂是世界上最大的抽水蓄能电厂。

(3) 核电厂

核电厂是利用核能发电的电厂，核电机组与普通火力发电机组不同的是以核反应堆和蒸汽发生器替代了锅炉设备，而汽轮机和发电机部分基本相同。

核电厂的建设费用虽然高于火电厂，但其燃料费用远低于火电厂，因此，核电厂的综合发电成本普遍比火电厂低，能取得较大的经济效益。1kg 铀-235 约等于 2700t 标准煤。以 1000MW

压水堆核电厂为例,它1年约需1t铀,而普通火电厂1年则需 3×10^6 t燃料。我国已建成发电的核电厂有大亚湾和秦山核电厂等。

(4) 其他类型发电厂

其他类型发电厂有风力发电厂、地热发电厂、太阳能发电厂、潮汐发电厂等。

2. 电力网

电力网由变配电所和各种不同电压等级的线路组成,它的任务是将发电厂生产的电能输送、变换和分配到电能用户。电力网按电压高低和供电范围的大小又分为区域网和地方网。区域网供电范围大,且电压一般在220 kV以上;地方网供电范围小,最高电压一般不超过110 kV。

3. 高低压控制装置

高、低控制装置主要用于配电的整个过程,主要是控制高压线路接到小区的环网柜,然后由环网柜到变压器,经变压器降压再到低压柜,最后由低压柜来连接各个用电的配电箱,完成配电任务。

4. 用户

用户是指将电能转换为所需要的其他形式能量的工厂或用电设备。

随着电力系统的发展,各国建立的电力系统,其容量及范围越来越大。建立大型电力系统可以经济合理地利用一次能源,降低发电成本,减少电能损耗,提高电能质量,实现电能的灵活调节和调度,大大提高供电可靠性。

子任务二 电力系统的基本要求

子任务目标:

1. 了解电力系统的电压要求。
2. 掌握工厂供配电系统配电电压的选择标准及要求。
3. 掌握工厂供配电系统对电压的质量要求。

根据受电设备和供电设备的额定电压,国家标准 GB/T 156—2007《标准电压》规定了交流电力网和电力设备的额定电压等级,国家标准的制定为在全国范围内形成一个标准统一、功能完美的综合电力系统网络奠定了基础。

一、电力系统的电压要求

1. 三相交流电网和电力设备的额定电压

(1) 电网(电力线路)的额定电压(rated voltage)

电网的额定电压是确定其他一切电力设备额定电压的基本依据,它是国家根据国民经济发展的需要以及电力工业的现有水平,经过全面的技术分析后确定的。三相交流电网和电力设备常用的额定电压如表1-1所示。

表 1-1 三相交流电网和电力设备常用的额定电压

分 类	电网和用电设备 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
低压	0.38	0.40	0.38	0.40
	0.66	0.69	0.66	0.69
高压	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
	—	13.8, 15.75, 18,20,22,24,26	13.8, 15.75, 18,20,22,24,26	—
	35		35	38.5
	66		66	72.6
	110		110	121
	220		220	242
	330		330	363
	500		500	550
	750		750	820

(2) 电力设备的额定电压

用电设备的额定电压规定与同级电网的额定电压相同。

发电机的额定电压规定高于同级电网额定电压的 5%，以补偿线路上的电压损失。

变压器的额定电压分为一次绕组额定电压和二次绕组额定电压。

① 变压器一次绕组额定电压分两种情况：当变压器直接与发电机相连时（见图 1-3 中的变压器 T_1 ），其额定电压与发电机额定电压相同，即高于同级电网额定电压的 5%；当变压器连接在线路上时（见图 1-3 中的变压器 T_2 ），成为电网上的一个负荷，其一次绕组额定电压与电网额定电压相同。

② 变压器的二次绕组额定电压也分两种情况：当变压器二次侧供电线路较长时（见图 1-3 中的变压器 T_1 ），其额定电压应高于同级电网额定电压的 10%，5% 用来补偿变压器二次绕组的内阻抗压降，5% 用来补偿线路上的电压损失；当变压器二次侧供电线路不太长时（见图 1-3 中的变压器 T_2 ），其额定电压只需高于电网额定电压的 5% 即可，用于补偿变压器内部的电压损耗。

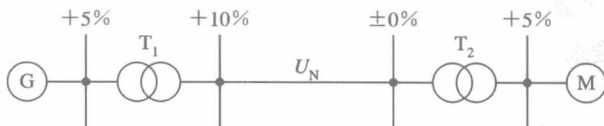


图 1-3 电力变压器的额定说明

2. 电压分类及高低电压的划分

按国标规定，额定电压分为三类：

第一类额定电压为 100 V 及以下，如 12 V、24 V、36 V 等，主要用于安全照明、潮湿工地建筑内部的局部照明及小容量负荷。

第二类额定电压为 100 V 以上、1000 V 以下，如 127 V、220 V、380 V、600 V 等，主要用做低压动力电源和照明电源。

第三类额定电压为 1 kV 以上,有 6 kV、10 kV、35 kV、110 kV、220 kV、330 kV、500 kV、750 kV 等,主要用于高压用电设备、发电及输电设备。

在电力系统中,通常把 1 kV 以下的电压称为低压,1 kV 以上的电压称为高压,220 kV 以上的电压称为超高压,1000 kV 以上的电压称为特高压。三相电力设备的额定电压不做特别说明时均指线电压。

二、工厂供配电系统配电电压的选择

1. 高压配电电压的选择

工厂供配电系统的高压配电电压主要取决于当地供电电源电压以及工厂高压用电设备的电压、容量和数量等因素。中、小型工厂采用的高压配电电压通常为 6~10 kV,从技术经济指标来看,最好采用 10 kV 配电电压。由于同样的输送功率和输送距离条件下,配电电压越高,线路电流越小,线路所采用的导线或电缆截面越小,因而采用 10 kV 配电电压可以减少线路的初投资和金属消耗量,还可以减少线路的电能损耗和电压损耗。从设备的选型及将来的发展来说,10 kV 更优于 6 kV。对于一些厂区面积大、负荷大且集中的大型厂矿,如厂区的环境条件允许,可采用 35~220 kV 架空线直接深入工厂负荷中心配电,这样可以分散建立总降压变电所,简化供电环节,节约有色金属,降低功率损耗和电压损失。

2. 低压配电电压的选择

工厂供配电系统的低压配电电压一般采用 220/380 V 的标准电压等级,但在某些特殊的场合如矿井,因负荷中心远离变电所,为保证负荷端的电压水平故采用 660 V 电压作为配电电压,这样不仅可以减少线路的电压损耗,降低线路有色金属消耗量,而且能够增加配电半径,提高供电能力,简化供配电系统。另外,在某些场合,由于安全的原因,可以采用特殊的安全低电压配电。

三、工厂供配电系统的质量要求

为了使工办企业供配电工作很好地为生产服务,切实保证工矿企业生产和群众生活用电的需要,并节约能源,工厂供配电系统必须保证做到以下几点质量要求:

1. 安全性

切实保证工矿企业生产和群众生活用电的需要,在电能的供应、分配和使用过程中,不应发生人身事故和设备事故。

2. 电压的质量要求

(1) 电压标准

国家标准 GB 12325—2008《电能质量 供电电压允许偏差》规定了不同电压等级的允许电压偏差:

35 kV 及以上供电电压,正、负偏差的绝对值之和不超过额定电压的 10%;10 kV 及以下三相供电电压允许偏差为 $\pm 7\%$;220 V 单相供电电压允许偏差为 $+7\%$ 、 -10% 。

(2) 电压不稳定所造成的危害

电压偏差过大的不稳定运行状态会带来很多危害,原因主要是当电流通过线路和变压器等电气设备时,都要产生电压降,使用户的受端电压低于送端电压,同时供电系统负荷的变化也

会使供电系统的电压损失产生变化。负荷最大时,系统电压损失增大,用户端电压降低;负荷减小时,系统电压损失减小,用户端电压升高。当系统电压偏移超过允许值时,使用电气设备运行特性恶化。在一般情况下,离电源越远、负荷越大,则用户电压越低。如果加在用电设备上的电压与用电设备的额定电压差值较大时,用电设备将不能正常工作,甚至造成危害。例如加在白炽灯两端的电压低于额定电压 5% 时,发光效率约降低 18%; 低于额定电压 10% 时,发光效率降低 35%。当电压降低时,电动机转矩急剧减小,转速下降,可能会导致工厂的产品报废,甚至会造成重大事故。电压降低还会使电动机本身启动困难,使它在运行中温度升高,加速了绝缘老化,甚至烧坏电动机。当电压降低而输送功率不变时,则线路中电流增大,电功率和电能损失增加,加大工厂生产成本。当加在电气设备上的电压高于它的额定电压时,同样会对电气设备造成过电压危害,使其使用寿命缩短,并使其有功功率损失,无功消耗增大。

(3) 保证电压质量的方法

为了保证较好的电压质量,满足用电设备对电压偏移的要求,可采用下列方法调整电压:

正确选择变压器的变压比和分接头,使变压器的二次线圈输出电压高于用电设备的额定电压,高出的电压可以补偿线路的电压损失,使电压偏移不超出允许范围。

调压方式可分为无载调压和有载调压两种,当供给变压器的电压不符合一次线圈的额定电压时,通过调整一次线圈上的分接头,均能使二次线圈的电压接近额定电压。

① 无载调压。此种调压只适于具有停电条件的供给季节性用户的变配电所或多台变压器并列运行,且容许经常切换操作的变配电所。

② 有载调压。为了保证连续供电和达到自动调压的目的,有条件的大中型工矿企业的总降压变配电所可安装有载调压变压器,以自动调整电压。

③ 合理选择导线截面积,减小系统阻抗。以减小线路电压损失。

④ 尽量使三相负荷平衡。三相负荷分布不平衡,将产生不平衡电压。

3. 频率的要求

我国工业上规定的标准额定电压频率(简称工频)为 50 Hz,大容量系统允许的频率偏差为 ± 0.2 Hz,中、小容量系统允许的频率偏差为 ± 0.5 Hz。

在有功功率电源不足或缺乏备用容量的电力系统中,当有功负荷增加时,会造成频率下降,使电气设备在低频率下运行。低频率运行除会对发电厂的安全运行造成较大危害外,还会使所有用户的电动机转速相应降低。例如,若电流频率由 50 Hz 降到 48 Hz,电动机转速将降低 4%,致使冶金、化工、机械、纺织、造纸等工业的产量和质量都会受到影响。

电压频率的调整主要由发电厂来完成,工厂电力系统的频率指标由电力系统给予保证。

4. 可靠性

电力系统的负荷就是系统中用电设备所消耗功率的总和,按照功率的性质,用电负荷可分为有功负荷和无功负荷两种。它们大致分为异步电动机、同步电动机、电热电炉、整流设备、照明设备等若干类,不同行业中,这些用电设备占的比重也不同。有功负荷是把电能转换为其他形式能量时,在用电设备中实际消耗的有功功率。无功负荷是指电力电路内、电动机、变压器内,电、磁场可交换的那部分无功功率。发电机既产生有功

功率,又产生无功功率。它的视在功率等于额定电压 U_N 和额定电流 I_N 的乘积。一般铭牌上的功率指有功功率。

安全、可靠,不仅是对工矿企业供电的基本要求,同时也是对电力系统的基本要求。电力系统中的各种动力设备以及发电厂、电力网和用户的电气设备都有发生故障或遇到异常情况(风、暴风雪等)的可能,从而影响电力系统或工矿企业供电系统的正常运行,造成用户供电中断,甚至造成重大或无法挽回的损失。电力系统在实际运行中对供电可靠性的要求根据不同的电能用户,特别是负荷等级不同的工矿企业有所差别。衡量供电可靠性的指标,一般是以全部平均供电时间占全年的百分数表示。例如全年时间为 8 760 h,用户平均停电时间为 8.76h,则停电时间占全年时间的 0.1%,即供电的可靠性为 99.9%。

根据用户和负荷的重要程度,及对供电可靠性的要求,把电力负荷分为以下三级:

(1) 一级负荷 (first order load)

一级负荷是指中断供电将造成人身伤亡危险,或造成重大设备损失且难以修复,或给国民经济带来重大损失,或在政治上造成重大影响的电力负荷。如火车站、大会堂、重要宾馆、通信交通枢纽、重要医院的手术室、炼钢炉、国家级重点文物保护场所等。

一级负荷要求由两个独立电源供电,当其中一个电源发生故障时,另一个电源应不致同时受到损坏。对一级负荷中特别重要的负荷,除上述两个电源外,还必须增设应急电源。常用的应急电源有:独立于正常电源的发电机组(如柴油发电机组)、专门的供电线路、蓄电池组、干电池等。

(2) 二级负荷 (second order load)

二级负荷是指中断供电将在政治、经济上造成较大损失的电力负荷,这种负荷若突然停电,将引起主要设备损坏,产生重点企业大量减产或产出大量废品,或导致复杂的生产过程出现长期混乱需较长时间才能恢复,或因处理不当而发生人身事故等,如纺织厂、抗菌素制造厂、水泥厂大窑和化工厂等。

二级负荷要求由双回路供电,供电变压器也应有两台(这两台变压器不一定在同一变电所),两个回路电源线应尽量引自不同的变压器或两段母线,当其中有一条回路或一台变压器发生常见故障时,二级负荷应不致中断供电,或中断供电后能迅速恢复供电。

(3) 三级负荷 (third order load)

三级负荷指不属于一级负荷和二级负荷的负荷,停电后造成的损失不大。例如工矿企业的附属车间,日常生活、一般的农业用电等。

三级负荷的电源则无特殊要求。在供电发生矛盾时,为了保证供电质量,应根据负荷的级别,采取适当措施,将部分不十分重要的用户或负荷切除。

任务二 工厂供电系统的运行维护

学习目标:

1. 掌握工厂供电系统的运行方式。
2. 了解工厂变配电所的主电路图认识。
3. 了解变配电所的分类及作用。
4. 掌握变配电所的安装及运行。