

21世纪高职高专规划教材

电子信息工学结合模式系列教材

工厂供配电技术

杨兴 编 著



清华大学出版社

21世纪高职高专规划教材

电子信息工学结合模式系列教材

工厂供配电技术

杨兴 编 著

常州大学图书馆
藏书章

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书讲述了供配电系统的基本理论、基本计算及其相关技能的训练。

全书共分6章,包括工厂供配电技术概论,工厂配电线路,工厂配电线路的施工,工厂变配电所,工厂变配电所安装调试、运行维护、检修试验,供配电系统的安全技术。

本书注重理论联系实际,特别注重实践技能的训练。实践内容以整章的形式出现,有较强的可操作性。

本书可作为高等职业院校电气工程、电气自动化技术等专业的职业技术课程教材,也可作为相关行业技术人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

工厂供配电技术/杨兴编著. —北京:清华大学出版社,2011.3

(21世纪高职高专规划教材·电子信息工学结合模式系列教材)

ISBN 978-7-302-24329-8

I. ①工… II. ①杨… III. ①供电—高等学校:技术学校—教材 ②配电系统—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TM72

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第255421号

责任编辑:刘青

责任校对:李梅

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17.5 字 数:399千字

版 次:2011年3月第1版 印 次:2011年3月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00元

本书按照“课程与岗位群对应”的原则编写。针对高等职业院校学生就业的特点,编写了相关实训、实习内容。第1章为工厂供配电技术概论;在“第2章工厂配电线路”的基础上,编入“第3章工厂配电线路的施工”;在“第4章工厂变配电所”之后,编排了“第5章工厂变配电所安装调试、运行维护、检修试验”;在第6章讲述防雷、接地理论知识的同时,编入小型接地装置的施工等实训内容。这些实训、实习,岗位针对性很强。通过训练,可以有效地提升学生的岗位适应能力。

本书突破传统《工厂供配电技术》教材的结构,按照就业岗位将“工厂供配电技术”整合为主要的两大模块,即工厂配电线路和工厂变配电所,使学习者更加明确了“工厂供配电技术”所对应的工作岗位。

本书尽最大可能贴近实践,不具备条件的学校,至少应以参观实习或模拟实习替代,以保证学习的效果。

本书可作为高等职业院校电气工程、电气自动化技术、机电一体化等相关专业的教材,也可作为相关专业技术人员的参考用书。

全书由张家口职业技术学院杨兴编著。在编写过程中,察右中旗电力有限责任公司尚永忠、晋城巴公化肥厂李富林高级工程师提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。另外,编写时查阅了不少资料,在此向原作(编)者表示谢意。

限于编者的水平,书中难免有不足之处,衷心希望广大读者给予批评指正。

编者

2010年10月

第 1 章 工厂供配电技术概论	1
1.1 电力系统概述	1
1.1.1 电力系统各组成部分简介	1
1.1.2 电力系统的电压和频率	6
1.1.3 电力系统的中性点运行方式	8
1.2 工厂供配电概述	9
1.2.1 工厂供配电的意义和要求	9
1.2.2 工厂供配电系统的组成及类型	9
1.2.3 工厂供配电技术课程内容及要求	12
习题	13
第 2 章 工厂配电线路	14
2.1 工厂配电线路概述	14
2.1.1 工厂配电线路的类型	14
2.1.2 工厂配电线路的接线方式	14
2.1.3 工厂配电线路的特点	18
2.2 室外配电线路	19
2.2.1 室外普通导线的架空线路	19
2.2.2 室外架空电力电缆线路	29
2.2.3 室外地下电力电缆线路	32
2.3 室内配电线路	34
2.3.1 室内普通导线的明敷线路	34
2.3.2 室内导线的暗敷线路	38
2.3.3 室内地下沟道式电力电缆线路	42
2.3.4 室内桥架式电力电缆线路	44
2.4 导体的选择	46
2.4.1 负荷计算	46
2.4.2 短路电流计算	50
2.4.3 导体选择的条件	55

2.4.4	常见导体选择与校验满足的条件及其步骤	56
2.4.5	导体选择举例	57
2.5	车间配电线路电气安装图	59
2.5.1	电气安装图上设备和线路的标注与文字符号	59
2.5.2	电气安装图的绘制	61
2.5.3	车间配电系统电气安装图示例	61
习题		63
第3章	工厂配电线路的施工	65
3.1	导线的连接与绑扎	65
3.2	电缆头的制作	74
3.3	室外架空线路的登高作业	85
3.4	金属管、线槽线路的施工	88
3.5	室内桥架电缆线路的施工	105
3.6	室内封闭插接母线线路的施工	109
习题		115
第4章	工厂变配电所	116
4.1	工厂变配电所概述	116
4.1.1	工厂变配电所的任务、类型及组成	116
4.1.2	工厂变配电所的所址、总体布置和结构	118
4.2	工厂变配电所常用电气设备	124
4.2.1	电力变压器	124
4.2.2	高压开关柜	128
4.2.3	低压配电屏	129
4.2.4	动力和照明配电箱	131
4.2.5	互感器	132
4.2.6	高压熔断器以及高压开关设备	138
4.2.7	低压熔断器以及低压开关设备	145
4.3	工厂变配电所的主接线	155
4.3.1	高压主接线方案	155
4.3.2	6~10kV 配电所主接线示例	162
4.3.3	车间变电所低压主接线方案	164
4.3.4	低压主接线示例	165
4.4	工厂变配电所的二次接线	166
4.4.1	工厂变配电所的操作电源	166
4.4.2	工厂供配电系统的继电保护	169
4.4.3	高压断路器的控制和信号回路	190

4.4.4	信号系统	194
4.4.5	测量回路	196
4.4.6	工厂变配电所的自动装置	197
习题	.....	200
第 5 章	工厂变配电所安装调试、运行维护、检修试验	202
5.1	常用高低压电器以及工厂变配电所认识	202
5.2	工厂变配电所的运行维护	211
5.3	微机保护装置的整定	216
5.4	工厂变配电所主要设备检修试验	225
习题	.....	236
第 6 章	供配电系统的安全技术	237
6.1	电气安全的一般知识	237
6.1.1	电气工作人员的职责及从业条件	237
6.1.2	电气安全的一般措施	238
6.1.3	触电及其急救	239
6.2	电气设备的接地	242
6.2.1	接地的有关概念	242
6.2.2	接地的类型	242
6.2.3	对接地体接地电阻的要求	243
6.2.4	保护接地的三种形式	243
6.2.5	接地装置的装设	245
6.2.6	小型接地装置的施工	248
6.3	雷电及雷电过电压防护	257
6.3.1	雷电的有关概念	257
6.3.2	防雷装置	257
6.3.3	工厂供配电系统的防雷措施	259
习题	.....	260
附录	常用电气设备的技术参数	261
部分习题参考答案	.....	270
参考文献	.....	271

工厂供配电技术概论

【学习目标】

- 了解电力系统各组成部分的作用及工作原理；
- 熟悉电力系统的电压和频率；
- 掌握 10~35kV 和 0.38kV 电力系统的中性点运行方式；
- 掌握工厂供配电的要求、组成及其类型。

1.1 电力系统概述

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，称为电力系统。

电力系统中的各级电压线路及其联系的变配电所，称为电力网，简称电网。电网通常按电压等级来区分，例如 35kV 电网、10kV 电网等。

1.1.1 电力系统各组成部分简介

发电厂、输配电线路、变配电所和电力用户作为一个有机的整体，组成了电力系统。下面对电力系统各组成部分作一简单介绍。

1. 发电厂

发电厂是将各种一次能源，如煤、石油、水能、核能、风能、太阳能等转变成电能的一种特殊工厂。根据利用的一次能源的不同，发电厂可分为火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂等。此外，还有风力发电、潮汐发电、地热发电、太阳能发电、垃圾发电、沼气发电等能源转换方式。下面对火力发电厂、水力发电厂和核能发电厂作一简单介绍。

(1) 火力发电厂

火力发电厂是利用煤、石油、天然气等作为燃料来生产电能的工厂。我国主要是以煤作为燃料来发电的。既发电又供热的火力发电厂称做热电厂。

按照轮机工作原理的不同，火力发电厂分为凝汽式火电厂（蒸汽轮机火电厂）和燃气轮机火电厂。

凝汽式火电厂的工作流程示意图如图 1-1 所示。将一定大卡热量的煤磨成煤粉后，喷入专用锅炉内燃烧，使锅炉壁管内的软化水加热成过热蒸汽，经饱和蒸汽管道送入汽

轮机,推动汽轮机带动联轴的发电机恒速旋转发电。做过功的蒸汽排入凝汽器(又叫冷却塔)内的管道后,被管外的冷水冷却,经水泵打压重新送回锅炉加热循环利用。如果将做过功的蒸汽经热交换器换热后的热水供给需热用户使用,即为热电厂流程。

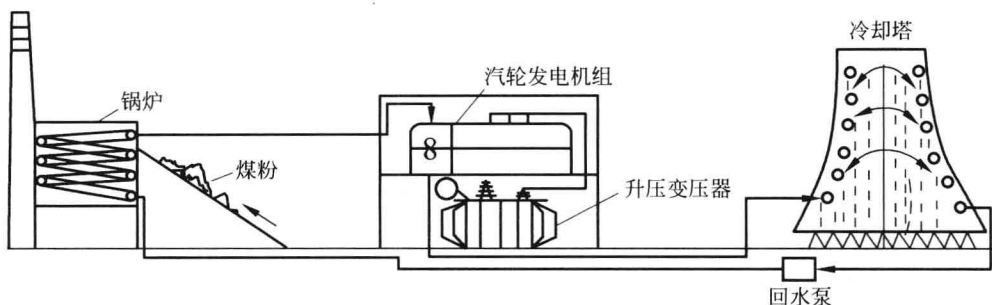


图 1-1 凝汽式火电厂工作流程示意图

燃气轮机发电厂中的燃气轮机与凝汽式火电厂的汽轮机工作原理相似,所不同的是燃气轮机的工质是高温高压的气体而不是蒸汽。这些作为工质的气体可以用清洁煤技术将煤炭转化成的清洁煤气,也可以是天然气等。图 1-2 所示是整体煤气化联合循环(Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC)工作流程示意图。在这里作为工质的气体是由煤经过清洁煤技术转化成的清洁煤气。煤气化的生产过程如下:煤在加压煤气炉中与氧和水蒸汽反应生成 CO 、 H_2 、 CH_2 (乙炔)等可以燃烧的气体,这个反应在高温下进行,因而需要一部分煤与 O_2 燃烧形成高温条件,以使煤气化能顺利进行。从加压煤气炉出来的煤气含有灰分等杂质,所以称为粗煤气,粗煤气进入煤气清洁系统经净化处理生成清洁煤气,清洁煤气进入燃气轮机的燃烧室中燃烧做功。

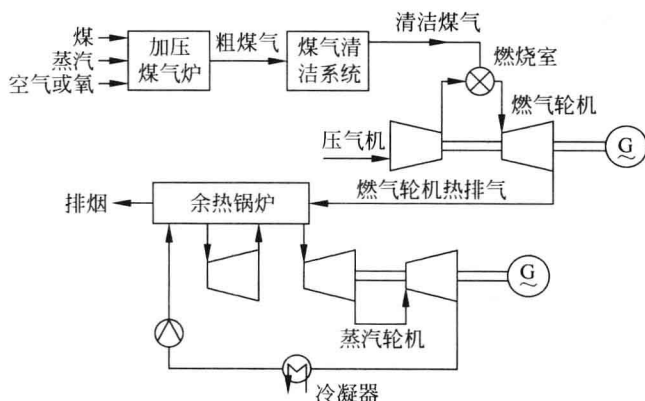


图 1-2 整体煤气化联合循环(IGCC)工作流程示意图

燃气轮机的工作过程是,空气被压气机连续地吸入和压缩,压力升高后流入燃烧室与清洁煤气混合成高温燃气,燃烧产生的高温高压气体进入燃气轮机中膨胀做功,燃气轮机再带动发电机发电。为提高效率,采用燃气-蒸汽联合循环系统,即燃气轮机的热排气进入余热锅炉,加热锅炉中的水产生高温高压蒸汽,送到蒸汽轮机中去做功,从而带动发电机再次发电。联合循环系统的热效率可达 $56\% \sim 85\%$ 。

上述生产过程中,煤的气化过程需要空气和蒸汽,在联合循环中空气可以从燃气轮机的压气机中抽气供给,蒸汽可以从汽轮机或锅炉中抽气供给,这样就把煤的气化与联合循环的主要部件组成一个有机整体,故称为整体煤气化联合循环。这对提高发电厂的效率和环境保护,无疑意义是巨大的。

(2) 水力发电厂

水电站是将水的位能和动能转换成电能的工厂,也称水电站。根据水利枢纽布置的不同,水电站的类型可以分为堤坝式、引水式、混合式等。

由于水的位能和动能是与水流量及水的落差(也称为水头)成正比的,它直接影响到水电站的总装机容量。在水流量一定的情况下,要提高水电站的总装机容量必须提高水头。但是许多河流水位的落差沿河流是分散的,为提高落差就需要在河流的上游修建拦河坝,将水积蓄,提高水头,进行发电。这种水电站就叫做堤坝式水电站,通常这类水电站又细分为坝后式和河床式两种。图 1-3 所示为坝后式水电站示意图。

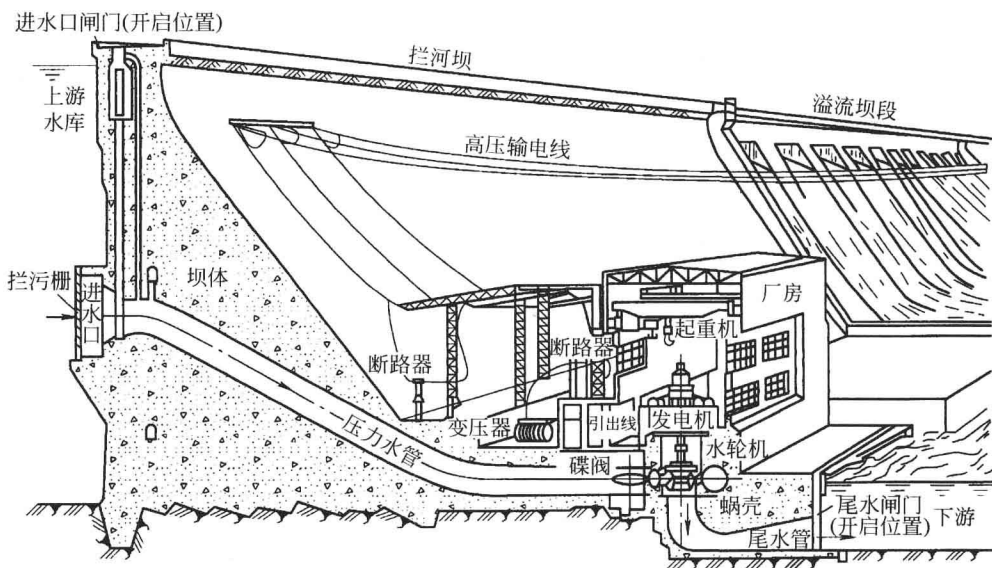


图 1-3 坝后式水电站示意图

(3) 核电厂

核电厂发电的原理与火电厂相似,都要有一个热源,将水加热成蒸汽,进而推动汽轮机旋转并带动发电机转动而发出电能。不同的是核电厂所用的热源不是煤或石油,它的热源是原子核的裂变能。

核反应堆中的核原料铀-235 的原子核,在低速中子的轰击下会产生裂变反应,即原子核发生分裂,并释放出可观的热能用于发电。而且由于铀-235 的原子核在裂变的同时还能放出中子,这些中子又使其他的铀-235 原子核发生裂变,这种能自发保持下去的链式裂变反应保证了核电厂的正常运转。由于一个原子核裂变过程中放出的中子多于两个,当反应堆维持在某一个功率水平运行时,裂变数也应该处于一个平衡值,此时每次裂变所产生的中子,只要有一个参与再裂变就可以,否则过多的中子将使反应堆里的能量

释放太快,若不加控制会产生像核爆炸那样的危险后果。因此,多余的中子必须用反应堆中的控制棒加以吸收,即实现可控核裂变链式反应。

另外,核裂变中刚产生的中子还不能立即被利用。这是因为这种中子的速度太快,使之与原子核发生反应的概率太低,为此必须将刚产生的快速中子的速度减慢。能够使中子有效减速的材料叫慢化剂,目前适合做慢化剂的材料有普通的纯净水、重水和石墨等介质。

根据所使用的慢化剂和冷却剂,核反应堆可以分为轻水堆、重水堆和石墨气冷堆及石墨沸水堆等几种。轻水堆是以普通的水(也叫做轻水)作为慢化剂和冷却剂。轻水堆又分为压水堆和沸水堆。它们分别以高压欠热轻水以及沸腾轻水作慢化剂和冷却剂。重水堆是以重水作慢化剂,重水或沸腾轻水作冷却剂。重水的分子式与普通水相同(H_2O),但是重水中的氢为重氢,其原子核中多含有一个中子,获得重水比较困难。石墨气冷堆及石墨沸水堆均以石墨作慢化剂,分别以二氧化碳(或氦气)及沸腾轻水作冷却剂。

目前,世界上的核电厂以轻水堆核电厂最多。

2. 变配电所

变配电所是联系发电厂和用户的中间环节之一,起着变换和分配电能的作用。变电所包括升压变电所和降压变电所。从发电厂送出的电能一般经过升压变电所升压远距离输送,再经过降压变电所多次降压后用户才能使用。根据变配电所在电力系统的地位与供电范围,可以将其分为以下几类。

(1) 枢纽变电所

枢纽变电所位于电力系统的枢纽点,汇集着电力系统中多个大电源和多回大容量的联络线,连接着电力系统的多个大电厂和大区域。这类变电所的电压一般为 330~500kV。枢纽变电所在系统中的地位非常重要,若发生全所停电事故,将引起系统解列,甚至系统崩溃的灾难局面。

(2) 中间变电所

中间变电所的电压等级多为 220~330kV,高压侧与枢纽变电所连接,以穿越功率为主,在系统中起交换功率的作用,或使高压长距离输电线路分段。它一般汇集 2~3 个电源,中压侧一般是 110~220kV,供给所在的多个地区用电并接入一些中、小型电厂。这样的变电所主要起中间环节作用,当全所停电时,将引起区域电网解列,影响面也比较大。

(3) 地区变电所

地区变电所主要任务是给某一地区的用户供电,它是一个地区或城市的主要变电所,电压等级一般为 110~220kV。全所停电只影响本地区或城市的用电。

(4) 终端变电所

终端变电所位于输电线路的末端,接近负荷点,高压侧电压多为 110kV 或者更低(如 35kV),经过变压器降压为 6~10kV 后直接向用户送电,其全所停电的影响只是所供电的用户,影响面较小。

(5) 用户变配电所

用户变配电所是直接供给用户负载电能的变配电所。它位于高低压配电线路上,高压为10kV(有的为35kV),低压为0.38kV或0.66kV。配电所只配不变。

3. 输配电线路

输配电线路是联系发电厂、变配电所和用户的中间环节,起着输送和分配电能的作用。按照作用的不同,分为输电线路和配电线路。

(1) 输电线路是输送电能的线路,它不进用户,电压一般为35~1000kV。

(2) 配电线路主要担负分配电能的任务,它直接进入用户,电压一般为0.38~10kV(或35kV),按照电压等级又分为高压配电线路和低压配电线路。高压配电线路通常有6kV和10kV;低压配电线路有0.38kV和0.66kV等。

输配电线路与其联系的变配电所一起组成电网。发电厂与电力用户之间是通过电网联系起来的。发电厂生产的电力先要送入电网,然后由电网送给电力用户。按供电范围、输送功率和电压等级的不同,电网可分为地方网、区域网和远距离网3类。电压为110kV及110kV以下的电网,其电压较低,输送功率小,线路距离短,主要供电给地方变电所,称为地方网;电压在110kV以上的电力网,其传输距离和传输功率比较大,一般供电给大型区域性变电所,称为区域网;供电距离在300km以上,电压在330kV及以上的电力网,称为远距离网。

4. 电力用户(电力负荷)

所有消耗电力电能的用户统称为电力用户或电力负荷。电力负荷根据其对供电可靠性的要求及中断供电在政治、经济上所造成损失或影响的程度,分为以下三级。

(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者。

② 中断供电将在政治、经济上造成重大损失者,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等。

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,例如重要交通枢纽、重要通信枢纽、重要宾馆、大型体育场馆、经常用于国际活动的大量人员集中的公共场所等用电单位中的重要电力负荷。

一级负荷属重要负荷,应由两个独立电源供电。一级负荷中特别重要的负荷,除由两个电源供电外,还应增设应急电源,并严禁将其他负荷接入应急供电系统。可作为应急电源的有:

① 独立于正常电源的发电机组。

② 供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路。

③ 蓄电池等。

(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、经济上造成较大损失者,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、重点企业大量减产等。

② 中断供电将影响重要用电单位的正常工作,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者。

二级负荷属比较重要的负荷,宜由同一电源的两个回线路供电。

(3) 三级负荷

所有不属于一级和二级负荷者,应为三级负荷。

三级负荷属不重要负荷,对供电电源无特殊要求。

工业和民用建筑部分重要电力负荷的级别,请参照 JBJ 6—1996《机械工厂电力设计规范》和 JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》。

1.1.2 电力系统的电压和频率

电力系统中,标志电能质量合格的两个基本参数,一个是电压;另一个是频率。

1. 电力系统的电压

(1) 三相交流电网的额定电压

按照 GB/T 156—2007《标准电压》,我国规定了三相交流电网的额定电压(额定线电压),如表 1-1 所示。表中的高压是指 1kV 以上的电压;低压是指 1kV 及以下的电压。入户电网电压为配电电压;仅输送而不入户的电网电压为输电电压。

表 1-1 我国三相交流电网的额定电压

分 类		电网额定电压/kV
低压配电电压		0.38
		0.66
高压	高压配电电压	3
		6
		10
	高压输电电压	35*
		66
		110
		220
		330
		500
		750
1000		

注: * 有时也作为高压配电电压使用。

(2) 用电设备的额定电压

用电设备接于电网,因此,用电设备的额定电压与所接电网的额定电压相同。例如,

接于 220/380V(额定相电压/额定线电压)低压配电网的电动机,其额定电压为 380V。

(3) 发电机的额定电压

由于电力线路一般允许的电压偏差为 $\pm 5\%$,即线路首端电压高于额定电压 5% ,尾端低于额定电压 5% ,首尾端总电压降为 10% 。由于发电机接于线路首端,因此,其额定电压应比电力线路额定电压高出 5% 。例如,接于 220/380V 低压配电网的自备发电机组,其额定电压为 400V(按照计算为 $380\text{V} + 380\text{V} \times 5\% = 399\text{V}$,为计量方便,定为 400V)。

(4) 电力变压器的额定电压

电力变压器一次绕组的额定电压分两种情况确定:

① 变压器一次绕组与发电机直接相连,其一次绕组额定电压应与发电机额定电压相同。

② 变压器一次绕组与电网直接相连,变压器可看做电网的用电设备,其额定电压应与电网额定电压相同。

变压器二次绕组的额定电压也分两种情况确定:

① 变压器二次侧的出线较长,例如高压输电线路,其额定电压应高于二次侧电网额定电压 10% 。

② 变压器二次侧的出线不长,例如二次侧为低压电网或者直接供电给高低压用电设备,则变压器二次绕组额定电压只需高于其二次侧电网额定电压 5% 。

例如高压侧与 10kV 电网相连,低压侧与 0.38kV 电网相连的电力变压器,其一次侧额定电压为 10kV,二次侧额定电压为 400V。

2. 电力系统的频率

我国电力系统采用的额定频率为 50Hz,俗称“工频”。

3. 电力系统允许的电压和频率偏差

(1) 电压偏差

电压偏差 ΔU 是指实际电压 U 偏离额定电压 U_N 的幅度,一般用百分数表示,即

$$\Delta U = \frac{U - U_N}{U_N} \times 100\%$$

根据 GB/T 12325—2008《电能质量·供电电压允许偏差》,不同等级的电压允许电压偏差如表 1-2 所示。

根据 GB 50052—1995《供配电设计规范》,用电设备端子电压允许偏差如表 1-3 所示。

表 1-2 供电电压允许偏差

线路额定电压	允许电压偏差
35kV 及其以上线路	$\pm 5\%$
0.38~10kV 线路	$\pm 7\%$
220V 线路	$+7\% \sim -10\%$

表 1-3 用电设备允许电压偏差

设备	允许电压偏差
电动机	$\pm 5\%$
一般工作场所照明	$+5\% \sim -2.5\%$
较高要求场所照明	$\pm 5\%$

(2) 频率偏差

频率的允许偏差是根据电网的装机容量来确定的。一般情况下,300万千瓦以上的系统,允许频率偏差为 $\pm 0.2\text{Hz}$;300万千瓦及以下的系统,允许频率偏差为 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

1.1.3 电力系统的中性点运行方式

所谓电力系统中性点运行方式,是指电力系统中星形联结的三相设备,其中性点与大地的连接关系。除用电器外,电力系统中星形联结的三相设备主要为发电机和电力变压器。对于工厂供配电系统来讲,主要指三相电力变压器星形联结一侧的中性点与大地的连接关系。处理好电力变压器中性点运行方式,对于电力系统的可靠运行有着重要的意义。

我国电力系统中发电机和电力变压器星形联结时,其中性点有3种运行方式:一种是中性点不接地(悬空);一种是中性点经阻抗(消弧线圈)接地;再有一种是中性点直接接地。前两种称为小电流接地系统,后一种称为大电流接地系统。

电力系统的故障类型有很多,常见的故障为短路故障,而单相接地故障在短路故障中所占的比例最高。因此,需要知道中性点运行方式下电力系统发生单相接地故障时的特点。

1. 中性点不接地系统发生单相接地故障时的特点

由“电工学”相关知识不难导出中性点不接地系统发生单相接地故障时有以下3个特点。

(1) 接地相对地电压(相电压)变为0,未接地相相电压升高为线电压。

(2) 三相之间的线电压仍然保持不变。

(3) 接地电流不大,为系统正常时每相对地电容电流的3倍。

由特点(1)可知,对于存在大量单相设备的220/380V系统,如果有一相发生接地故障,其余两相的相电压将升高为线电压,即由220V升高为380V。这就意味着一旦发生单相接地故障,将使大量单相设备因电压升高而被击穿损毁。所以,中性点不接地不适合220/380V系统。

由特点(2)可知,中性点不接地适合三相设备。对于10/0.4kV,Y,yn0联结组别的变压器,其一次侧适合中性点不接地。

由于线路越长,对地电容电流就越大,所以,由特点(3)可知,当线路较长时,接地电流较大,不利于灭弧。为此,在中性点与地之间接一电感线圈(消弧线圈),即可有效消除因线路对地电容而产生的电容电流。

2. 中性点直接接地系统发生单相接地故障时的特点

由“电工学”相关知识还可以导出中性点直接接地系统发生单相接地故障时有以下3个特点。

(1) 接地相对地电压(相电压)变为0,未接地相相电压不变。

(2) 接地相与未接地相之间的线电压变为相电压,未接地两相之间的线电压仍然保持不变。

(3) 接地电流很大,为系统单相短路电流。

由特点(1)可知,中性点直接接地适合 220/380V 系统的单相设备,且对于 110kV 及以上的超高压系统,其绝缘可按相电压设计,具有很强的经济性。

由特点(2)可知,中性点直接接地不适合三相设备。对于 10/0.4kV, Y, yn0 联结组别的变压器,其一次侧不适合中性点不接地。

综上所述,我国 3~66kV 的电力系统,大多数采取中性点不接地的运行方式。只有当系统单相接地电流大于一定数值时(3~10kV,大于 30A 时;20kV 及以上,大于 10A 时)才采取中性点经消弧线圈接地。0.38kV 和 110kV 及以上的电力系统,则一般均采用中性点直接接地的运行方式。因此,工厂供配电系统中 10/0.4kV, Y, yn0 联结组别的变压器,其一次侧采用中性点不接地运行方式,二次侧采用中性点直接接地运行方式;10/0.4kV, D, yn11 联结组别的变压器,其二次侧采用中性点直接接地运行方式。

1.2 工厂供配电概述

1.2.1 工厂供配电的意义和要求

工厂供配电就是指工厂所需电能的供应和分配。电能是现代工业生产的最主要能源和动力。工业生产应用电能和实现电气化以后,能大大增加产量,提高产品质量,提高劳动生产率,降低生产成本,减轻工人的劳动强度,改善工人的劳动条件,有利于实现生产过程自动化。搞好工厂供电工作对保证工业生产的正常进行和实现工业现代化,具有十分重大的意义。

为了更好地为工业生产服务,切实保证工厂生产和生活用电的需要,工厂供电必须达到下列基本要求。

- (1) 安全。在电能的供应、分配和使用中,不应发生人身事故和设备事故。
- (2) 可靠。应满足电能用户对供电可靠性即连续供电的要求。
- (3) 优质。应满足电能用户对电压质量和频率质量等方面的要求。
- (4) 经济。应使供电系统的投资少,运行费用低,并尽可能地节约电能和减少有色金属消耗量。

此外,应做好“三电”工作,即做好安全用电、计划用电、节约用电工作。

1.2.2 工厂供配电系统的组成及类型

1. 工厂供配电系统的组成

工厂供配电系统的产权和技术范围,包括从与供电部门接头的电力线路始端到工厂所有用电设备入端为止的全部电路。

在工厂供配电系统的全部电路中,主要由两部分组成,一部分是各级电压的电力线路;另一部分就是连接各级电压电力线路的变配电所。

2. 工厂供配电系统的类型

工厂供配电系统有很多种类型,按照供配电系统电源入厂电压的高低,常见的有:具有一级或两级总降压变电所的供配电系统;高压深入负荷中心的供配电系统;具有高压配电所的供配电系统;只有一级降压变电所的供配电系统;低压进线的供配电系统。

(1) 具有一级或两级总降压变电所的供配电系统

某些电力负荷较大的大、中型工厂,一般采用具有总降压变电所的两级或三级降压供配电系统,图 1-4 所示为具有两级总降压变电所的供配电系统。这类供配电系统一般采用 35~110kV 电源进线,先经过工厂总降压变电所,将 35~110kV 的电源电压经一级或两级降压降至 6~10kV,然后经过高压配电线路将电能送到各车间变电所,再将 6~10kV 的电压降至 220/380V,供低压用电设备使用;高压用电设备则直接由总降压变电所的 6~10kV 母线供电。

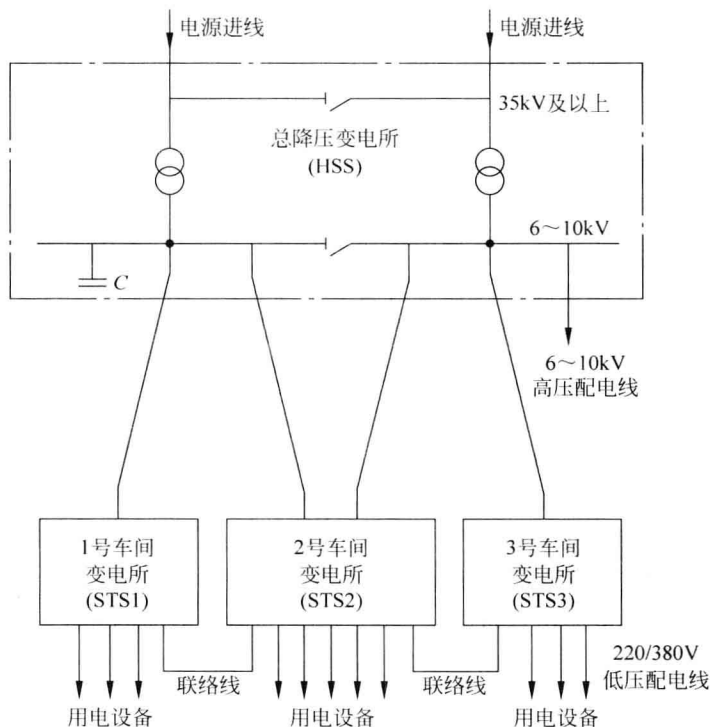


图 1-4 具有两级总降压变电所的供配电系统

(2) 高压深入负荷中心的供配电系统

某些中、小型工厂,如果当地的电源电压为 35kV,且工厂的各种条件允许时,可直接采用 35kV 作为配电电压,将 35kV 线路直接引入靠近负荷中心的工厂车间变电所,再由车间变电所一次变压为 380/220V,供低压用电设备使用。图 1-5 所示为高压深入负荷中心的一次降压供配电系统。这种供电方式可节省一级中间变压,从而简化了供配电系统,节约有色金属,降低电能损耗和电压损耗,提高了供电质量,而且有利于工厂电力负荷的发展。