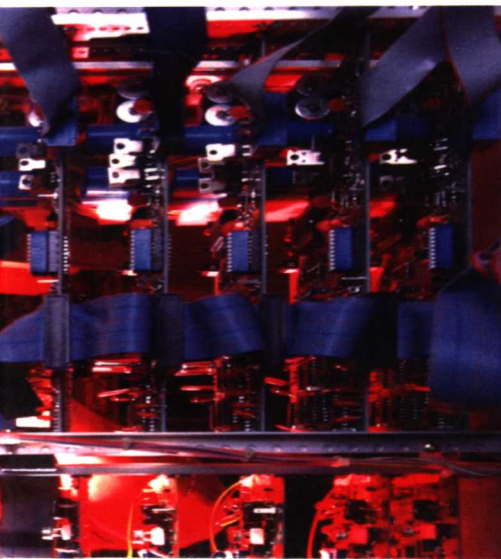


JIANZHU DIANQI

YU ANQUAN JISHU

建筑电气 与 安全技术

高庆敏 主编
梁德成



黄河水利出版社

建筑电气与安全技术

主 编 高庆敏 梁德成

副主编 张洪明 石 磊 张明明

高长进 刘兴华

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书向人们展示了建筑电气安全技术的形成背景、技术基础及发展趋势,并对建筑电气安全技术的构成、技术原理、安装、调试及安全预防方法做了全面详细的介绍和论述。全书共分 10 章,内容包括:常见的触电事故和设备事故的发生原因、分析方法及预防措施;接地接零保护及漏电保护原理和适用范围;雷电和静电的危害及其预防;家用电器的防雷问题;最后在叙述燃烧和爆炸理论的基础上,详细地论述了电气设备的防火问题和火灾爆炸危险场所的防火防爆问题。

本书取材新颖,并结合实际举出了一些典型的事故例子,列出了许多试验数据和国家安全规程规定的技术数据,可供高等学校有关专业作教材使用,也可供其他关心用电安全的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气与安全技术/高庆敏,梁德成主编.—郑州:
黄河水利出版社,2006.5

ISBN 7-80734-011-8

I.建… II.①高… ②梁… III.房屋建筑设备:
电气设备—安全技术—高等学校—教材 IV.TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 141010 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:yrp@public.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:20.5

字数:474 千字

印数:1—3 100

版次:2006 年 5 月第 1 版

印次:2006 年 5 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80734-011-8/TU·63

定价:36.00 元

前 言

随着我国国民经济建设的迅速发展,建筑业作为国民经济的支柱产业也同样得到了突飞猛进的发展,电力技术、自动控制技术和计算机应用技术在建筑领域得到了广泛的应用。电力电子技术在给人们带来前所未有的方便和利益的同时,也每时每刻威胁着人们的生命安全和财产安全。为了满足培养技术骨干力量的需要和广大建筑业大中专院校教学及在职建筑工程技术人员提高业务能力的需要,参照相关电气技术有关教学大纲,并根据多年从事建筑工程施工的经验,编写了这本综合教材。

本书的特点主要是文字简练、图文并茂、深入浅出、理论联系实际,系统地介绍了建筑电气的应用知识,注重电气安全的应用,安全特色突出。

本书由张思彬主审,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。同时,本书引用了大量的参考文献,并收集了有关单位的一些科研成果和技术总结,在此也对这些书刊、资料的作者表示衷心的感谢。

在编写过程中,我们力图在认真总结电气安全工作、教学和工程实践的同时,集理论与应用为一体,使其形成一个独立的学科体系,以便读者从中有所收获。但因建筑电气与安全技术所涉及学科领域较多,需要的知识面较广,再加上作者水平有限,经验不足,书中不妥或错误之处在所难免,敬请读者和同行给予批评指正。

编 者

2006年1月

目 录

第一章 建筑工程供电系统	(1)
第一节 供电系统的组成.....	(1)
第二节 供电系统的负荷计算.....	(9)
第三节 导线和电缆的选择计算.....	(17)
第四节 低压配电系统和电力系统中性点运行方式.....	(24)
第五节 供电系统一次设备.....	(28)
第六节 变电所母线的主接线类型.....	(34)
第七节 TT、TN 及 IT 供电系统.....	(40)
思考题.....	(44)
第二章 建筑照明设计	(46)
第一节 基本概念.....	(46)
第二节 常用照明设备.....	(53)
第三节 照明灯具分类及特性.....	(57)
第四节 照明的基本要求.....	(63)
第五节 照明光照设计.....	(72)
第六节 照明设计的原则与计算方法.....	(83)
第七节 照明设备安装.....	(94)
第八节 灯具电器安装常见缺陷.....	(96)
思考题.....	(98)
第三章 智能建筑的电气系统	(99)
第一节 智能建筑对电气系统的要求.....	(99)
第二节 CATV 系统.....	(101)
第三节 有线广播、扩声及同声传译系统.....	(103)
第四节 楼宇自动控制系统.....	(108)
第五节 智能保安系统.....	(110)
第六节 综合布线.....	(116)
第七节 办公自动化.....	(121)
第八节 电 梯.....	(123)
第九节 电话、通信系统.....	(126)
思考题.....	(131)
第四章 电气安全的分类及预防措施	(132)
第一节 电气事故的分析.....	(132)
第二节 电流对人体的作用.....	(134)

第三节	触电的方式	(136)
第四节	电气设备按危险程度分类	(140)
第五节	预防触电的主要措施	(141)
第六节	触电急救	(142)
思考题		(145)
第五章	接地与接零	(146)
第一节	概 述	(146)
第二节	保护接地	(146)
第三节	保护接零	(149)
第四节	接地体	(154)
第五节	接地电阻的测量	(157)
第六节	接地体周围电位分布的测定	(159)
思考题		(160)
第六章	电气设备安全技术	(161)
第一节	架空线路	(161)
第二节	电缆线路	(164)
第三节	变电所	(166)
第四节	屋内配线	(176)
第五节	照明装置	(178)
第六节	电动工具	(180)
第七节	动力装置	(182)
第八节	电焊工作的电气安全	(184)
第九节	低压熔断器	(186)
思考题		(188)
第七章	检测及保护装置	(190)
第一节	绝 缘	(190)
第二节	屏护和安全间距	(201)
第三节	漏电保护装置	(211)
思考题		(221)
第八章	电气安全工具	(222)
第一节	电气安全工具的用途	(222)
第二节	对电气安全工具的要求	(222)
第三节	安全标识牌和遮栏	(227)
第四节	防护电弧、燃烧产物的伤害及机械损伤的工具	(236)
第五节	高空作业工具	(236)
第六节	保安工具的保管、使用和试验	(238)
思考题		(240)

第九章 雷电保护	(241)
第一节 雷电的性质.....	(241)
第二节 雷电的分类及危害.....	(243)
第三节 防雷装置.....	(247)
第四节 防雷措施.....	(252)
思考题.....	(257)
第十章 电气火灾及预防	(258)
第一节 产生电气火灾的原因.....	(258)
第二节 燃 烧.....	(260)
第三节 爆 炸.....	(264)
第四节 静电产生的原因及危害.....	(270)
第五节 防止静电的措施.....	(274)
第六节 防爆电气设备的类型及其防爆性能.....	(279)
第七节 爆炸危险场所的电气设备.....	(282)
第八节 火灾危险场所的电气装置.....	(286)
第九节 火灾的自动检测和报警.....	(287)
第十节 电气火灾的扑救.....	(302)
思考题.....	(305)
附录一 电气安全相关国家标准	(306)
附录二 建筑物防雷分类	(308)
附录三 建筑物的防雷措施	(310)
附录四 发电厂(变电所)第一种工作票格式	(312)
附录五 发电厂(变电所)第二种工作票格式	(314)
附录六 电力线路第一种工作票格式	(315)
附录七 电力线路第二种工作票格式	(317)
附录八 发电厂(变电所)倒闸操作票格式	(318)
附录九 供电局(线路工区)倒闸操作票格式	(319)
参考文献	(320)

第一章 建筑工程供电系统

第一节 供电系统的组成

本书将贯彻一系列新的国家标准,即电气图形符号、文字符号、计量单位等,一律执行国际 IEC 标准。例如照度计算由使用多年的最低照度标准改为平均照度标准。对于低压电力系统,沿用数十年的三相四线制体系已经改为国际通用的 TT 系统、TN 系统、IT 系统等。本章将介绍工程供电系统的基础知识、负荷计算的方法、高压一次设备及保护设备等。

电能是应用非常广泛的二次能源,是现代工业生产的主要能源和动力。它既易于由其他形式的能量转换而来,也易于转换为其他形式的能量以供应用。电能的输送和分配既简单经济,又便于控制、调节和测量,有利于实现生产过程的自动化,而且现代社会的信息技术和其他高新技术无一不是建立在电能应用的基础之上的,因此电能在现代工业生产及国民经济生活中应用极为广泛。

电力工业本身是工业,同时又是其他工业的“粮食”。在各种工业生产当中,电能在产品成本中所占的比重一般很小(除电化等工业外)。例如在机械工业中,电费的开支只占产品成本的 5% 左右,而如果缺了这个 5%,则对工业生产可能造成严重的后果,如生产产值的损失、质量的损失、安全事故的出现、设备的损坏等。

工厂供电,就是指工厂所需电能的供应和分配,亦称工厂配电。供电系统就是指接受电能和分配电能设备的总称。

一、负荷的分级及其对供电的要求

用户的各种用电设备因为事故而停电所产生的损失和影响是不同的。根据供电的可靠性及终止供电在政治、经济方面所造成的影响和损失的严重程度分为三个级别负荷。对于不同级别的负荷,分别采用相应的供电方式以达到提高经济效益、社会效益及环境效益的目的。

(一)一级负荷

- (1)中断供电将造成人身伤亡者。
- (2)中断供电将造成重大的政治影响者。
- (3)中断供电将造成重大的经济损失者。
- (4)中断供电将造成公共场所秩序严重混乱者。

一级负荷是特别重要的负荷,例如某些特别重要的交通枢纽、重要的通信枢纽、国宾馆、国家级大会堂、大型体育中心以及经常用于重要国际活动的大量人员集中的公共场所等。中断供电将影响计算机网络正常工作,甚至能引起爆炸事故、火灾以及严重中毒事

故。

一级负荷应由两个或两个以上独立电源供电,当其中一个电源发生故障时,另一个电源应能自动投入运行,不致同时受到损坏。同时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、供电网络中独立于正常电源的专门馈电线路、蓄电池、干电池等。

所谓的独立电源有以下几种:

(1)蓄电池静止型不间断供电装置系统、柴油机不间断供电装置系统,适用于允许中断供电时间为毫秒级的供电。

(2)带有自动投入装置的、独立于正常电源的专门馈电线路,用于允许中断时间为1.5s以上的供电。

(3)快速自启动柴油发电机组,适用于允许中断供电时间为15s以上的供电。

(二)二级负荷

(1)中断供电将造成较大的政治影响者。

(2)中断供电将造成较大的经济损失者。

(3)中断供电将造成公共场所秩序混乱者。

二级负荷要求供电系统应做到当发生电力变压器故障或线路常见故障时,不致中断供电(或中断后能迅速恢复),因而二级负荷应尽可能由两个独立的电源供电。在负荷比较小或地区供电条件困难时,二级负荷可以由一路6kV以上专用架空线供电。这是考虑架空线路发生故障时,比电缆线路发生故障时易于发现且易于检查和修复。当采用电缆线路时,必须采用两根电缆并列供电,每根电缆都能承受全部二级负荷。

(三)三级负荷

不属于一、二级电力负荷者是三级负荷。三级负荷对供电电源无特殊要求。

二、供电网络结构及其要求

(一)供电系统结构

建筑用电的来源主要有两种,一种是通过国家电力系统,如图1-1所示;另一种是自备发电机。前者为主要用电来源,其容量大、效率高、成本低。为了降低供电线路电能的损失,经常采用高压输电;而用户为了安全经常采用低压电。通常将1kV以下的电压称为低压。高压输电线路有放射式、树干式和环形等接线方式。

树干式供电系统和放射式供电系统是建筑工地常用的两种供电方式。高压树干式供电系统如图1-2所示,其特点是节省材料,但供电的可靠性较低。放射式供电系统的特点是供电可靠性好,但用材料多。图1-3是高压放射式供电系统。

建筑物内低压配电系统图中常用许多支路并列,各支路互不影响,也呈放射式。

(二)供电的质量及其对频率和电压的要求

电力工程供电质量主要是指以下四项:

(1)供电安全:指把人身触电事故和设备损坏事故降低到最低的限度。

(2)供电可靠:即供电的不间断性。

(3)优质供电:主要是指电压和电流偏差要在允许的范围之内。

(4)供电经济:是指供电系统要投资少,运行费用低,减少金属材料的消耗。

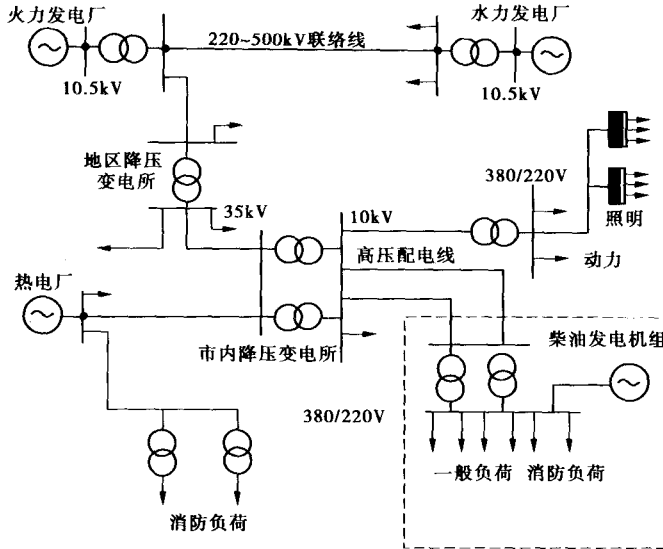


图 1-1 电力系统示意图

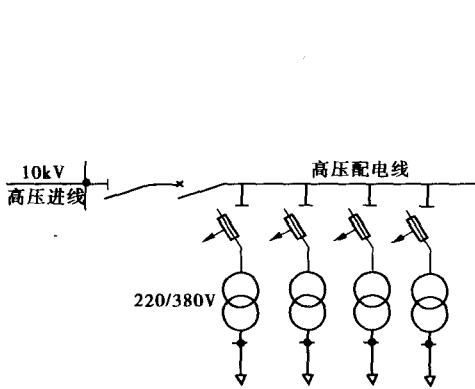


图 1-2 高压树干式供电系统

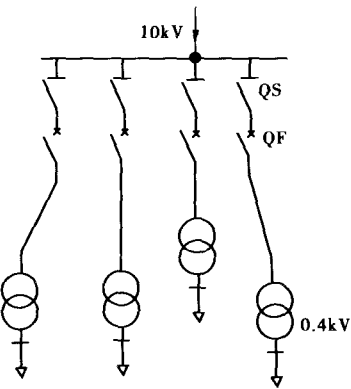


图 1-3 高压放射式供电系统

频率标准是工频 50Hz。根据《全国供用电规则》(1983),工频的偏差不得超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。若电力系统容量在 3 000MW 以上时,偏差不得超过 $\pm 0.2\text{Hz}$ 。电压的波动一般控制在额定电压的 $\pm 5\%$ 以内。电压的波动将对动力负荷及照明负荷都产生不利的影 响。例如对交流感应电动机的影响:电压波动过大则电动机的额定功率锐减,因为电动机 转矩 T 正比于电压 U 的平方,如电压下降了 10%,电动机的转矩只剩 81%,而负荷电流 将增大 5%~10%,温升将提高 10%~15%,绝缘老化将加速 1 倍以上,从而使电动机寿 命降低。对同步电动机的影响:其转矩也和电压的平方成正比,因此电压波动过大对转 矩、电流、温升、寿命等的影响同交流感应电动机。对电光源的影响:对白炽灯的影响最 大,如果电压下降 10%,则发光效率下降 30% 以上,寿命却可以延长 2~3 倍;如果电压升 高 10%,发光效率将提高 30%,而寿命却只有原来的 1/3。

三、额定电压及电压的调整

我国规定的额定电压等级划分及三相交流电网和电力设备的额定电压见表 1-1。其供电设备与受电设备额定电压值有一定的差值。

表 1-1 三相交流电网和电力设备的额定电压 (单位:kV)

分类	电网和用电设备额定电压	发电机额定电压	电力变压器额定电压	
			一次绕组	二次绕组
低压	0.22	0.23	0.22	0.23
	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	13.8, 15.75	—
	—	18, 20	18, 20	—
	35	—	35	38.5
	63	—	63	69
	110	—	110	121
	220	—	220	212
	330	—	330	363
500	—	500	550	
说明	受电小	发电大	受电小	输出大

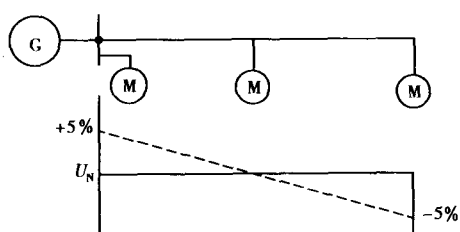


图 1-4 用电设备和发电机的额定电压示意图

(一) 电网的额定电压等级

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发展的水平,经过全面的技术经济分析研究后确定的。它是确定各类电气设备额定电压的基本依据。

(二) 用电设备的额定电压

图 1-4 为用电设备和发电机的额定电压示意图。

用电设备的额定电压是按供电线路的平均电压来制造的,设备的额定电压规定与同级线路的额定电压相同。

(三) 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,因此发电机或变压器的二次输出电压应该高出线路额定电压 5%。

(四) 电力变压器的额定电压

电力变压器一次绕组的额定电压:如果变压器和发电机直接相联时(如图 1-5 中的变

压器 T_1), 那么变压器和发电机的额定电压相等, 即高于同级电路额定电压 5%; 如果变压器不与发电机相联, 而是与供电线路相联, 如图 1-5 中的 T_2 , 这时变压器相当于用电设备, 其额定电压等于电路的额定电压。

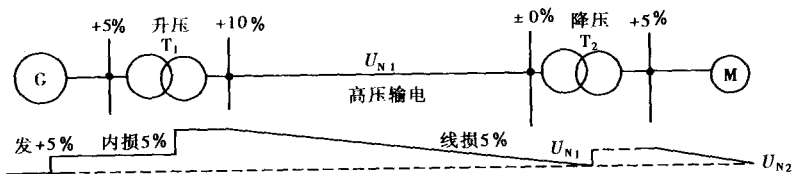


图 1-5 电力变压器的额定电压示意图

变压器二次绕组的额定电压: 若变压器二次侧供电线路较长, 其二次绕组的额定电压应比相联电网额定电压高 10%; 若二次侧供电线路不长, 则只需高于所联电网额定电压 5%。

(五) 电压的允许偏移

所谓电压的允许偏移是指偏离额定电压的百分数 ΔU 即

$$\Delta U = (U - U_N) \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 ΔU ——电压偏移的百分值;

U ——设备的端电压;

U_N ——设备的额定电压。

根据《工业与民用供配电系统设计规范》(GBJ52 修订本), 一般规定电动机的偏差为 $\pm 5\%$; 照明为 $\pm 5\%$, 要求比较高的场所为 $\pm 5\% \sim \pm 2.5\%$, 远离变电所的较小面积要求不高时为 $\pm 5\%$; 其他电气设备无特殊要求时为 $\pm 5\%$ 。

(六) 调整电压的措施

(1) 变压器的分接开关。图 1-6 是变压器分接开关接线图, 即高压绕组有抽头, 包括 I、II、III 三挡。这种调压一般在不带电的情况下调整。

其规律是: ①高进高出, 低进低出。如果高压进线电压为 10.5kV, 高进接 I 挡; 如果高压进线偏低(如 9.5kV), 分接开关应接 III 挡; ②如果进线是标准电压, 因为供电距离远等原因, 变压器输出电压偏低时, 接 III 挡输出电压最大; ③ I 挡匝数最多, II、III 挡匝数较少。

(2) 有载自动调压。高级旅馆、电视台等常常采用不断电的有载调压型变压器。

(3) 三相自耦调压器可以在有载情况下调压。此外, 调压的方式还有切掉相对比较次要的负荷; 改变工艺流程, 使用电的负荷曲线尽可能平坦些, 即所谓“削峰填谷”; 供电线路加粗导线, 或给某些设备加设一条供电线路, 缩短供电线路的距离。改善供电线路的功率因数; 检修线路中接触不良之处, 以降低线路电阻使线路电压降低。铝线改为铜线, 铜线电阻系数小, 线路电压减小。

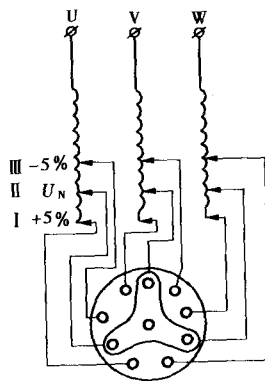


图 1-6 变压器的分接开关接线图

用电缆取代架空线:因为电缆系统的阻抗比较小,从而降低了线路上的电压损耗。尽量使三相负载平衡:这样中线上的电流减小,线路上的电流自然降低。当电压偏高时,可采用三相电力调压器或用分接开关调整。

四、电压波动及其抑制

(一)电压波动

电压波动是指电网电压有效值(均方根值)的连续快速变动。可表示为

$$\Delta U \% = \frac{U - U_N}{U_N} \times 100 \% \quad (1-2)$$

电压波动的产生主要是由于用电负荷急剧变化而引起线电压的波动。如电动机的满载启动等造成负荷电压急剧变化;电焊机的工作,尤其是大型轧钢机冲击性负荷的工作均能造成电网电压的波动。

电压波动的危害主要是使照明灯具发光闪烁,刺激人的眼睛,影响工作和学习;也能引起电动机启动困难,甚至无法启动;引起同步电动机转子的振动;引起电子设备尤其是计算机无法正常工作。

电压波动的抑制方法:对冲击电流大的大型设备可采用专线供电;设法增大供电容量,减少系统阻抗;在电压波动严重时,切断电源负载;大型电弧炉和炉用变压器的受电电压,应使用较高的电压;对大型冲击性的用电负荷,可以设置吸收冲击无功功率的静止型无功补偿装置(SVC),其中自饱和电抗器 SR 型性能最好。

(二)高次谐波及其抑制

根据数学分析可知:非正弦周期性函数用傅里叶级数能分解为一个直流分量、基波正弦量和一系列频率为基波整倍数的高次谐波正弦量之和。

1. 高次谐波的产生

电力系统中存在着许多非线性元件,所以用电线路中就有高次谐波电流或电压产生。如:荧光灯和高压汞灯等气体放电灯、交流电动机、电焊机、变压器以及感应电炉等都产生高次谐波。

2. 高次谐波的危害

它对电气设备的危害很大。高次谐波可使变压器的铁心损耗增大,由于过热而缩短变压器的使用寿命。高次谐波通过交流电动机不仅使电动机铁损增大,还使电动机的转子振荡,严重地影响产品的加工质量。它对电容器的影响更大,因为电容器对高次谐波的阻抗小,电容器会因过热而损坏。

另外,高次谐波会使供电线路上的电能损耗增大,使感应式仪表显示数值不准确;使电力系统发生电压谐振,从而在线路上引起过电压甚至击穿绝缘;使系统的继电保护和自动装置发生误动作;并且干扰附近的通信设备,产生信号干扰。

3. 高次谐波的抑制

1)用三相整流变压器Y连接,即d(YΔ)或y(ΔY)的接线方法

这种接线可以消除3的整数倍次的谐波,这样就使注入电网的谐波电流只有5、7、11…次谐波。与时间轴(横轴)对称的波形根本就不存在直流分量和双次谐波分量,所以

系统中所有非正弦的交流所含的谐波分量在消除 3 的整数倍次谐波之后,就只有 5、7、11…次谐波。这种分法效果良好,也是最基本的方法。

2)采用增加整流变压器二次侧的相数

二次侧的相数越多,则整流波形脉波数就越多,这时次数低的谐波被消去的也就越多。例如在有 6 相时,出现的 5 次谐波电流为基波电流的 18.5%;7 次谐波电流为基波电流的 12%。如果有 12 相时,则出现的 5 次谐波电流降为基波电流的 4.5%;7 次谐波电流降为基波电流的 3%。故降低谐波效果显著。

3)安装分流滤波器

这是用 R、L、C 等元件组成的串联谐振电路,通常采用 Y 连接法。在大型静止“谐波源”(如大容量的晶闸管变流设备等)与电网连接处并联装设分流滤波器,使滤波器的各组 R、L、C 电路分别对需要消除的 5、7、11…次的高次谐波进行调谐,使之发生串联谐振。因为串联谐振的阻抗很小,所以能使有关次谐波电流被滤波器滤去或吸收,而不会注入电网。图 1-7 所示为分流滤波器吸收高次谐波接线图。

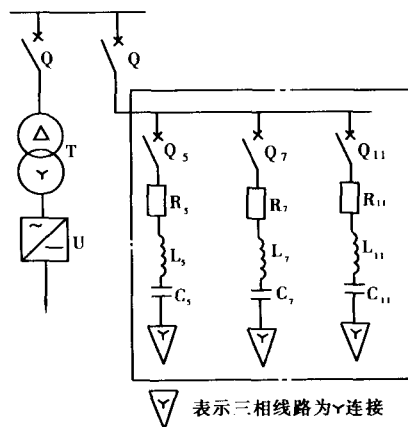


图 1-7 分流滤波器吸收高次谐波接线图

4)安装静止无功补偿装置(SVC)

针对大型电弧炉和晶闸管控制的轧钢机、卷扬机等非线性设备,因其负荷电流是冲击性的,而且是随机性的,适宜装设能吸收动态谐波电流的 SVC。此外,把能产生高次谐波源的设备与不能受干扰的负荷隔离开、限制电力系统接入变流设备及交流调压装置、提高对大容量非线性设备的供电电压等方法都能抑制或消除高次谐波的污染。

五、变配电所的形式和布置

变配电所的形式有独立式、附设式、杆上式、高台式和成套式等。附设式又分为内附式和外附式。

变配电设备中带可燃性油的高压开关柜宜装在单独的高压配电装置室内。当高压开关柜的数量在 5 台以下时,可和低压配电屏装设同一房间内。不带可燃性油的高、低压配电装置和非油浸的电力变压器及非可燃性油浸电容器可设同一房间内。

有人值班的变配电所应设单独的值班室。当有低压配电装置室时,值班室可与低压配电室合并,值班人在经常工作的一面或一端。

独立变电所宜单层布置。当采用双层布置时,变压器应设在底层。设在二层的配电装置应有吊运设备的吊装孔或吊装平台。吊装平台门或吊装孔的尺寸,应能满足最大设备的需要,吊钩与吊装孔的垂直距离应满足吊装最高设备的需要。楼上楼下均为配电装置室时,位于楼上的配电装置室至少应设一个出口通向室外的平台或通道。控制室长度大于 8m 的配电装置室应设两个门;配电室长度大于 7m 设两个门,并应尽量布置在配电

装置室的两端。

六、变配电所对建筑的要求

(1)可燃油浸电力变压器室的耐火等级应为一级;非燃(或难燃)介质的电力变压器室、高压配电室和高压电容器室的耐火等级不应低于二级;低压配电装置和低压电容器室的耐火等级不应低于三级。

(2)有下列情况之一时,变压器室的门应为防火门:①变压器室附近堆有易燃物品或通向汽车库;②变压器室位于建筑物二层或更高层;③变压器位于地下室或下面有地下室;④变压器室通向配电装置室的门;⑤变压器室之间的门;⑥变压器室位于高层主体建筑物内的门。

(3)变压器室的通风窗应采用非燃烧材料。配电装置室及变压器室门的宽度宜按最大不可拆卸部件宽度加0.3m,高度宜按不可拆卸部件最大高度加0.3m。高压配电室和电容器室,宜设不能开启的自然采光窗。窗户下沿距室外地面高度不宜小于1.80m。各室临街的一面不宜开窗。

(4)变压器室、配电装置室、电容器室的门应向外开,并装有弹簧锁。装有电气设备的相邻房间之间有门时,此门应能双向开启或向低压方向开启。配变电所各房间经常开启的门窗,不应直通相邻的酸、碱、蒸气、粉尘和噪声严重的建筑。

(5)变配电室、电容器室等应有防止雨、雪和小动物从百叶窗、门、电缆沟进入屋内的措施。不间断电源装置室、整流器柜、逆变器柜、静态开关柜宜布置在下面有电缆沟或电缆夹层的楼板上,柜底部周围也应采取防止鼠、蛇类小动物进入柜内的措施。

(6)柴油发电机房的要求:柴油发电机房宜设有发电机间、控制及配电室、燃油准备及处理间、备品备件贮藏间等,可根据具体情况进行取舍、合并或增添。发电机间应有两个出入口,其中一个出入口大小应满足搬运机组的需要,否则应预留吊装孔。门应采取防火、隔音措施,并应向外开启,发电机间与控制及配电室之间的门和观察窗应采取防火、隔音措施,门开向发电机间。机房应有良好的采光和通风。在炎热地区,有条件时宜设天窗;在热带风暴地区其天窗应加挡风防雨板或设专用双层百叶窗。在北方及风沙较大的地区,应设有防风沙侵入的措施。贮油间与机房相连布置时,应在隔墙上设防火门,并向发电机间开启。

(7)蓄电池室的要求:蓄电池室门应向外开启。向阳窗户应装磨砂玻璃或在玻璃上涂漆。为避免风沙侵入或因保温需要,可采用双层玻璃窗。酸性蓄电池室的顶棚宜做成平顶。顶棚、墙壁、门窗、通风管道、台架及金属结构等均应涂耐酸油漆。但具有密封性能的酸性蓄电池,允许适当降低耐酸要求。碱性蓄电池可不考虑上述防腐措施。酸性蓄电池室的地面应采用耐酸材料并应有排水设施。

第二节 供电系统的负荷计算

一、工作制划分和暂载率的计算

(一)用电设备的工作制

(1)长期连续工作制,又称连续运行工作制或长期工作制。电气设备在运行工作中能够达到稳定的温升,能在规定环境温度下连续运行,设备任何部分的温度和温升均不超过允许值。例如通风机、水泵、电动发电机、空气压缩机、照明灯具、电热设备等负荷比较稳定,它们连续工作时间较长,温度稳定。

(2)断续周期工作制,即断续运行工作制或称反复短时工作制。设备以断续方式反复运行工作,工作时间 t_g 与停歇时间 t_T 相互交替重复,周期性地工作或是经常停,反复运行。一个周期一般不超过 10min,例如起重电动机。断续周期工作制的设备用暂载率(或负荷持续率)来表示其工作特性。

(3)短时工作制,是指运行时间短而停歇时间长,设备在工作时间内的攀热量不足以达到稳定温升,而在间歇时间内能够冷却到环境温度。例如车床上的进给电动机等,电动机在停车时温度能降回到环境温度。

(二)暂载率的定义

在反复短时工作制,用电设备以断续的方式反复进行周期性的工作,其工作时间 t_g 与停歇时间 t_T 相互交替,通常用暂载率来表示设备工作特性。用电设备在一个周期内工作时间与周期时间之比称为暂载率,用 $JC(\%)$ 表示,即

$$JC(\%) = \frac{\text{工作时间}}{\text{工作周期}} \times 100\% = \frac{t_g}{t_g + t_T} \times 100\% \quad (1-3)$$

工作时间加停歇时间称为工作周期。根据中国的技术标准规定:工作周期以 10min 为计算依据。吊车电动机的标准暂载率分为 15%、25%、40%、60% 四种;电焊设备的标准暂载率分为 50%、65%、75%、100% 四种。其中自动电焊机的暂载率通常按 100% 考虑。

二、利用系数法确定计算负荷

用电设备组的计算负荷是指用电设备组从供电系统中取用半小时的最大负荷 P_{30} 。用电设备组的设备容量 P_e 是指设备组内全部设备(不包括备用设备)的额定容量之和,即 $P_e = \sum P_N$ 。当设备的暂载率不足 100% 时,需要按折合以后的设备容量计算。设备的额定容量是指设备在额定条件下的最大输出功率。计算公式如下:

$$P_{30} = K_{\sum} K_L / (\eta_e \eta_{wl}) P_e \quad (1-4)$$

令

$$K_{\sum} K_L / (\eta_e \eta_{wl}) = K_x \quad (1-5)$$

则

$$K_x = P_{30}/P_e \quad (1-6)$$

因此有功计算负荷为

$$\left. \begin{array}{l} P_{30} = K_x P_e \\ \text{无功计算负荷为} \quad Q_{30} = P_{30} \tan \varphi \\ \text{视在计算负荷为} \quad S_{30} = P_{30} / \cos \varphi \\ \text{计算电流为} \quad I_{30} = \frac{P_N}{\sqrt{3} U_N \cos \varphi} = \frac{S_{30}}{\sqrt{3} U_N} \end{array} \right\} (1-7)$$

式中 K_x 、 $\cos \varphi$ 、 $\tan \varphi$ ——根据设备组分类的不同查表得到；

U_N ——用电设备额定电压。

【例 1-1】 某机修车间 380V 线路上，接有金属切削机床电动机 20 台共 50kW（其中较大容量电动机有 7.5kW 1 台，4kW 3 台，2.2kW 7 台），通风机 2 台共 3kW，电阻炉 1 台 2kW。试确定此线路上的计算负荷。

解：先求各组的计算负荷。

(1) 金属切削机床组。

查表 1-2，取 $K_x = 0.2$ ， $\cos \varphi = 0.5$ ， $\tan \varphi = 1.73$

故

$$P_{30(1)} = 0.2 \times 50 \text{kW} = 10 \text{kW}$$

$$Q_{30(1)} = 10 \text{kW} \times 1.73 = 17.3 \text{kvar}$$

(2) 通风机组。

查表 1-2，取 $K_x = 0.8$ ， $\cos \varphi = 0.8$ ， $\tan \varphi = 0.75$

故

$$P_{30(2)} = 0.8 \times 3 \text{kW} = 2.4 \text{kW}$$

$$Q_{30(2)} = 2.4 \times 0.75 = 1.8 \text{kvar}$$

(3) 电阻炉。

查表 1-2，取 $K_x = 0.7$ ， $\cos \varphi = 1$ ， $\tan \varphi = 0$

故

$$P_{30(3)} = 0.7 \times 2 \text{kW} = 1.4 \text{kW}$$

$$Q_{30(3)} = 0$$

因此，380V 线路上的总计算负荷为（取 $K_{\Sigma p} = 0.95$ ， $K_{\Sigma q} = 0.97$ ）

$$P_{30} = 0.95 \times (10 + 2.4 + 1.4) \text{kW} = 13.11 \text{kW}$$

$$Q_{30} = 0.97 \times (17.3 + 1.8) \text{kvar} = 18.527 \text{kvar}$$

$$S_{30} = 22.7 \text{kV} \cdot \text{A}$$

$$I_{30} = 34.5 \text{A}$$

在供电工程设计说明书中，为了使人一目了然，便于审核，常采用计算表格的形式，如表 1-2 所示。