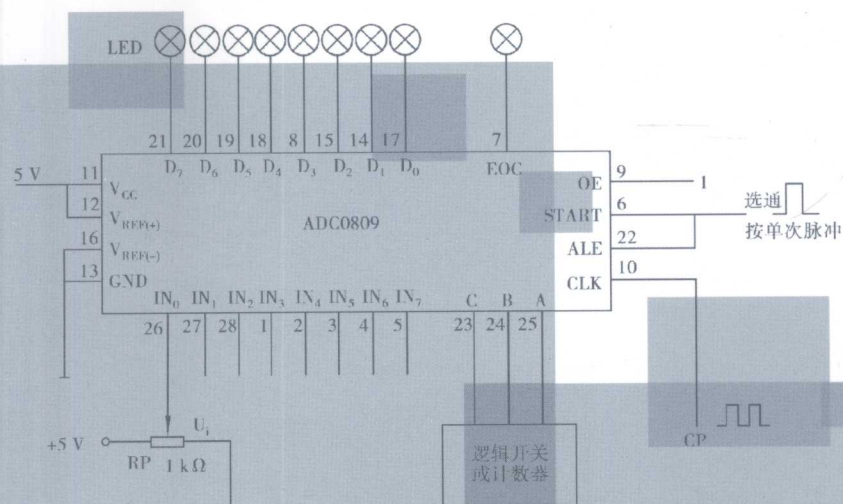


电工电子实验实训教程

Diangong Dianzi Shiyān Shìxùn Jiāochéng

主 编 付植桐
副主编 巴世光



内 容 简 介

本教材是高职高专院校机电类及相关专业学生学习《电工技术》、《电子技术》或《电工学》后必修的一门实验实训课程。本书以强化基础,突出能力培养,注重实用为原则,并且具有一定的深度。

本教材包括电气安全技术、常用电工电子仪器仪表的使用、电工电子工艺技术、电工电子实验实训技术基础、电路基础实验、模拟电子技术基础实验、数字电子技术基础实验、电工电子综合实训等内容。

本教材可作为高职高专院校实验实训教材,也可供自学者和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验实训教程/付植桐主编. —重庆:重庆大学出版社,2005.5

(高职高专电气类系列教材)

ISBN 7-5624-3360-7

I. 电... II. 付... III. ①电工技术—实验—高等学校:技术学校—教材
②电子技术—实验—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 020308 号

电工电子实验实训教程

付植桐 主 编

巴世光 副主编

责任编辑:谭 敏 版式设计:谭 敏

责任校对:李定群 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:381千

2005年5月第1版 2005年5月第1次印刷

印数:1—4 000

ISBN 7-5624-3360-7 定价:20.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究。

前言

本教材是为适应高等职业教育迅猛发展的需要,以培养应用型人才为目标,遵循强化基础,突出能力培养,注重实用的原则编写而成。教材本着在学生掌握基本知识的基础上,强化操作技能和综合能力的培养。通过学习和实验实训,使学生既有看懂电路图的能力,又有正确选择合适的电路元器件的能力,既有安装简单电路的能力,又具有查找电路故障和维修电路的能力。本教材是供高等职业院校机电类及相关专业学生学习《电工技术》、《电子技术》或《电工学》后,必修的一门实验实训课的指导教材。

本教材包括电气安全技术、常用电工电子仪器仪表的使用、电工电子工艺技术、电工电子实验实训技术、电路基础实验、模拟电子技术基础实验、数字电子技术基础实验、电工电子综合实训等内容。

本教材编写特色:

1. 考虑课程的基础性和应用性,教材重点放在电工电子实验实训的基本知识和基本技能训练上,同时强化技能,介绍一些基本控制电路及故障检修。

2. 教材内容以工程实践中常用的和推广应用的技术所需的理论基础为主,通过实验实训来了解实际应用。

3. 以最新的国家标准给出常用的电气图形符号,常用电气材料和器件的技术数据,便于学生学习时参考。

4. 以高职高专教育为主线,侧重于培养学生解决实际生产问题的能力,教材编写以应用为目的,以必需够用为度,精选内容,强调概念,突出能力培养,并保证全书有一定深度。

本教材由天津职业大学、天津工业大学教师共同编写,其中陈英伟编写第1、2、5章;巴世光编写第3、4章;尹艳编写第

6、7 章;付植桐编写第 8 章;并由付植桐负责全书的统稿工作。

全书由天津大学周定文教授主审,他对初稿提出了很多宝贵的意见和建议,并得到了重庆大学出版社的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间紧迫和编者水平所限,书中难免存在一些问题,衷心希望读者批评指正。

编 者

2004 年 10 月于天津

目 录

第1章 电气安全技术基础	1
1.1 用电安全概述	1
1.1.1 人身安全	1
1.1.2 设备安全	6
1.1.3 电气防火与防爆	8
1.2 安全用电预防措施	15
1.2.1 基本要求	15
1.2.2 保证安全的组织措施	16
1.2.3 保证安全的技术措施	17
1.3 接地与接零	18
1.3.1 基本概念	19
1.3.2 工作接地	20
1.3.3 保护接地	20
1.3.4 保护接零	21
第2章 常用电工电子仪器仪表的使用	23
2.1 常用电工工具及其使用	23
2.1.1 通用电工工具	23
2.1.2 专用电工工具	25
2.2 常用电工仪器仪表的使用	26
2.2.1 电工测量的一般知识	26
2.2.2 电压测量	30
2.2.3 电流测量	31
2.2.4 电阻测量	32
2.2.5 电功率测量	33
2.2.6 电能测量	34
2.3 常用电子仪器仪表的使用	36
2.3.1 YB4320 型双踪四迹示波器	36

2.3.2	晶体管特性图示仪	40
2.3.3	指针式万用表	43
2.3.4	UT51 型数字式万用表	44
2.3.5	功率表的使用	46
2.3.6	兆欧表的使用	48
第3章	电工电子工艺技术	50
3.1	导线的连接	50
3.1.1	导线线头绝缘层的剖削	50
3.1.2	导线的连接	52
3.1.3	导线的封端和绝缘层的恢复	59
3.2	室内布线技术	60
3.2.1	室内布线的技术要求	60
3.2.2	室内布线的工艺	61
3.3	焊接技术	64
3.3.1	焊接工具及材料	64
3.3.2	焊接方法	70
3.3.3	拆焊技术	74
3.4	装配技术	75
3.4.1	整机装配的准备	76
3.4.2	整机结构的布局原则	77
3.4.3	整机布线与接地	77
3.5	调试技术	78
3.5.1	一般调试技术	78
3.5.2	调试中注意事项	78
	复习思考题	79
第4章	电工电子实验实训技术基础	81
4.1	电工电子图分类与读图	81
4.1.1	电工电子图分类	81
4.1.2	电工电子图读图的一般方法	88
4.2	常用低压电器及低压电气配电路	89
4.2.1	常用低压电器的分类及型号	89
4.2.2	常用低压电器	91
4.2.3	低压电器配电路	117
4.3	低压电器控制线路安装及故障排除	126
4.3.1	低压电器基本控制线路安装及故障排除	126

4.3.2 电动机的保护	130
复习思考题	133
第5章 电路基础实验	134
5.1 电压与电位的关系	134
5.2 基尔霍夫定律的验证	135
5.3 叠加原理	137
5.4 戴维南定理	138
5.5 日光灯电路和功率因数的提高	139
5.6 三相交流电路的测试	141
5.7 一阶电路过渡过程实验	143
5.8 二阶电路过渡过程实验	145
5.9 RLC 串联谐振电路	146
第6章 模拟电子技术基础实验	149
6.1 常用电子元件识别和检测	149
6.2 单管放大电路的调试	154
6.3 研究负反馈放大器性能	158
6.4 功率放大电路的调试	161
6.5 基本运算放大电路的组装和调试	164
6.6 集成运算放大电路的应用	167
6.7 有源滤波器	170
6.8 正弦波振荡电路	175
6.9 集成直流稳压电源	177
6.10 单相桥式可控整流电路	180
6.11 电阻电容元件的识别和检测	182
第7章 数字电子技术基础实验	186
7.1 基本门电路	186
7.2 组合逻辑电路	190
7.3 编码器及其应用	192
7.4 译码器及其应用	194
7.5 比较器	197
7.6 全加器及其应用	198
7.7 触发器	200
7.8 计数器及其应用	203
7.9 移位寄存器	207
7.10 555 定时器	210

7.11	A/D 转换器	213
7.12	D/A 转换器	217
第 8 章	电工电子综合设计实训	221
8.1	三相异步电动机正反转控制电路的设计与装调 ...	222
8.2	三相异步电动机顺序控制	225
8.3	直流稳压电源的设计与装调	227
8.4	数字钟电路设计与调试	231
8.5	简易数字频率计的设计	232

第 1 章

电气安全技术基础

电是一种优质能源,它是工业的基础,农业现代化的重要物质条件,是改善人们物质和文化生活的决定因素。若用电不慎就可能造成电源中断,设备损坏,人身伤亡,将给生产和生活造成很大的影响。因此,为了使电能有效地为生产和生活服务,必须掌握安全用电的常识,做到安全合理地使用电能,避免用电事故的发生。

安全用电包括人身安全和设备安全,人身安全是指防止人身触及带电物体受到电击或电弧灼伤而导致生命危险,设备安全是指防止用电事故所引起的设备损坏和起火爆炸等。

1.1 用电安全概述

1.1.1 人身安全

(1) 触电对人体的伤害

触电对人体的伤害程度与通过人体的电流大小、通电时间、电流途径及电流性质有关,触电的电压越高、电流越大、时间越长、对人体的危害越严重。

通过人体的电流越大,人体的生理反应越强烈,对人体的危害也就越大。人体所能耐受的电流大小因人而异,对于一般人,当工频电流超过 50 mA 时,就会有致命危险。

通过人体电流的大小主要取决于施加在人体上的电压及人体本身的电阻。人身电阻包括体内电阻和皮肤电阻,其值约为 500 Ω 和 100 k Ω 左右。但是,皮肤电阻随外界条件不同有较大的变化,随着皮肤潮湿度加大,电阻逐渐减小,所以潮湿时触电的危险更大。

如果电流流经人体的脑、心脏、肺和中枢神经等重要部位,要比流经一般部位造成更严重的后果,容易导致死亡。

(2) 常见触电形式

人体触及带电体引起触电有 3 种不同情况:单相触电、两相触电和跨步电压触电。

① 单相触电

单相触电是指人站在地上或其他接地体上,人的某一部位触及一相带电体而引起的触电。如图 1.1 所示。另外,当人体距离高压带电体小于规定的安全距离时,将发生高压带电体对人

体放电,造成的触电事故,也称为单相触电。单相触电的危险程度与电网运行的方式有关,在中性点直接接地的系统中,当人体触及一相带电体时,该相电流经人体流入大地再回到中性点,如图 1.1(a)所示。由于人体电阻远大于中性点的接地电阻,电压几乎全部加在人体上;而在地性点不直接接地的系统中,正常情况下电气设备对地绝缘电阻很大,当人体触及一相带电体时,通过人体的电流较小,如图 1.1(b)所示。所以在一般情况下,中性点直接接地的电网的单相触电比中性点不直接接地的电网的危险性大。

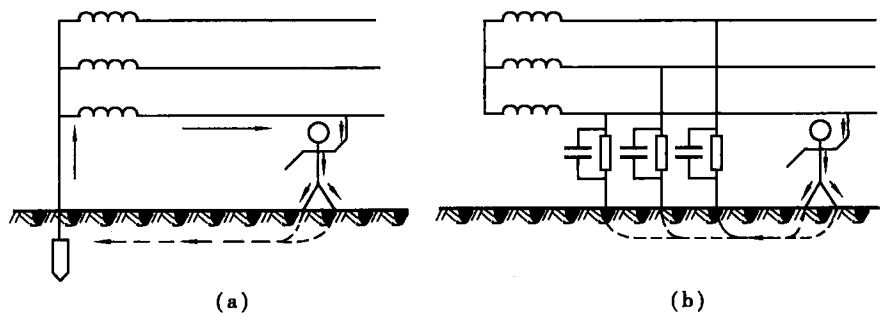


图 1.1 单相触电
(a)中性点直接接地 (b)中性点不直接接地

两相触电是指人体两处同时触及同一电源的两相带电体以及在高压系统中,人体距离高压带电体小于规定的安全距离而造成电弧放电时,电流从一相导体流入另一相导体的触电方式,如图 1.2 所示。两相触电加在人体上的电压为线电压,所以不论电网的中性点接地与否,其触电的危险性最大。

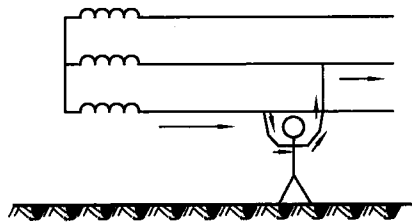


图 1.2 两相触电

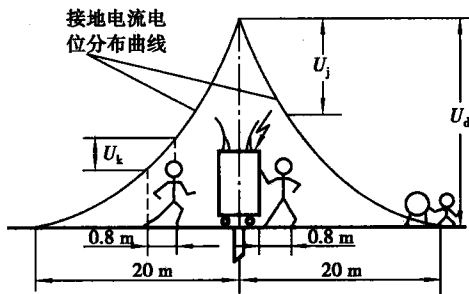


图 1.3 跨步电压和接触电压

②跨步电压触电

当带电体接地时,有电流向大地流散,在以接地点为圆心,半径为 20 m 的圆面积内形成分布电位,人站在接地点周围,两脚之间(以 0.8 m 计算)的电位差为跨步电压 U_k ,如图 1.3 所示。由此引起的触电事故称为跨步电压触电,由图 1.3 可知,跨步电压的大小取决于人体站立点与接地点的距离,距离越小其跨步电压越大,当距离超过 20 m,可认为跨步电压为零,不会发生触电的危险。

(3) 触电原因及安全用电措施

1) 造成触电事故的原因

发生触电事故的原因很多,主要有以下几个方面:

①电气设备的安装不合理:例如室内外配电装置的最小安全净距不够,室内配电装置各种通道的最小宽度小于规定值,架空线路的对地距离及交叉跨越的最小距离不合要求,电气设备的接地装置不符合规定,电气照明装置安装不当,如相线未接在开关上,灯头离地面太近,电动机安装不合格,导线穿墙无套管,电力线和广播线同杆架设,电杆梢径过小等。

②违反安全工作规程:例如非电气工作人员操作或维修电气设备,带电移动或维修电气设备,带电登杆或爬上变压器台作业,在线路带电情况下砍伐靠近线路的树木,在导线下面修建房屋、打井、堆柴、使用行灯和移动式电动工具不符合安全规定,在带电设备附近进行起重工作时安全距离不够,在全部停电和部分停电的电气设备上工作未完成组织措施和技术措施,申请送电后又进行工作,带负荷分合隔离开关或跌开式熔断器,带临时接地线合闸隔离开关和油断路器,带电将两路电源误并列等误操作,私自乱拉乱接临时电线,低压带电作业的工作位置、活动范围、使用工具及操作方法不正确等。

③运行维修不及时,例如架空线路被大风刮断或外力拉断造成断线接地或电话线、广播线搭连,电杆倾倒、木杆腐朽等没有及时修复,电气设备外壳损坏,导线绝缘老化破损致使金属导体外露等没有及时发现和修理。

④缺乏安全用电常识,例如家用电器不按使用说明书的要求接线,私设电网防盗和用电捕鱼,将湿衣服晒在电线上,用活树当电杆等。

2) 安全用电措施

安全用电的有效措施是:“安全用电,以防为主”,在日常生活、学习和工作中应自觉遵守安全用电规定,掌握安全用电常识。

①不准采用一线一地制。

②不准乱拉电线。

③不准在插座上接过多或功率过大的用电设备。

④不准使用绝缘层已损坏的电器。

⑤不准用铜丝做熔断器内的保险丝。

⑥不准直接拉电线。

⑦电器设备一定要有良好的接地保护。

⑧未切断电源不准对电气设备、线路进行打扫。

⑨在选用电气设备时必须考虑隔离、绝缘、防护接地、安全电压或防护切断等防范措施。

停电工作的安全常识:

①检查是否断开了所有的电源,在停电操作时为保证安全应断开电源,使电源至作业的设备或线路有两个以上的明显断开点,对于多回路的用电设备或线路还要注意从低压侧向被作业设备的倒送电。

②进行操作前的验电,操作前使用电压等级合适的验电器(笔)对被操作的电气设备或线路进出两侧分别验电,验电时手不得触及验电器(笔)的金属带电部分,确认无电后,方可进行工作。

③悬挂警告牌,在断开的开关或刀闸操作手柄上应悬挂“禁止合闸,有人工作”的警告牌,必要时加锁固定,对多回路的线路更要防止突然来电。

④挂接地线,在检修交流线路中的设备或部分线路时,对于可能送电的地方都要装设携带型临时接地线。装接接地线时,必须做到先接接地端,后接设备或线路导体端,接触必须良

好,拆卸接地线的程序与装接接地线的步骤相反,接地线必须采用多股软裸铜导线,其截面积不小于 25 mm^2 。

带电工作的安全常识:

- ①在用电设备或线路上带电工作时应由有经验的电工专人监护。
- ②电工工作时,应穿长袖工作服戴安全工作帽,防护手套和与工作内容相应的防护用品。
- ③使用绝缘安全用具操作,在移动带电设备的操作(接线)时,应先接负载后接电源,拆线时顺序相反。
- ④电工带电操作时间不宜过长,以免因疲劳过度,注意力分散而发生事故。

(4) 触电急救常识

一旦发生触电事故,抢救者必须保持冷静,立即组织人员抢救。急救时要做到沉着果断,动作迅速,方法正确。首先要尽快地使触电者脱离电源,然后根据触电者的具体情况,采取相应的急救措施。

1) 脱离电源

A. 脱离电源的方法

- ①拉闸断电或通知有关部门立即停电。
- ②出事地点附近有电源开关或插头时,应立即断开开关或拔掉插头,以切断电源。
- ③若电源开关远离出事地点时,可用绝缘钳或干燥木柄斧子切断电源。
- ④当电线搭落在触电者身上或被压在身下时,可用干燥的衣服、手套、绳索、木棒等绝缘物作救护工具,拉开触电者或挑开电线,使触电者脱离电源,或用干木板、干胶木板等绝缘物插入触电者身下,隔断电源。

⑤抛掷裸金属导线使线路短路接地迫使保护装置动作断开电源。

B. 脱离电源时的注意事项

- ①救护者不得直接用手或其他金属及潮湿的物件作为救护工具,最好采用单手操作,以防止自身触电。
- ②防止触电者摔伤,触电者脱离电源后肌肉不再受到电流刺激,会立即放松而摔倒造成外伤,特别是在高空更是危险。因此,在切断电源时须同时有相应的保护措施。
- ③如事故发生在夜间,应迅速准备照明用具。

2) 现场抢救

A. 人工呼吸法

人工呼吸的方法很多,其中以口对口吹气的人工呼吸法(如图 1.4)最为简便有效,也最易学会,且最易传授。

①首先把触电者移到空气流通的地方,最好放在平直的木板上,使其仰卧,头部尽量后仰,先把头侧向一边掰开嘴,清除口腔中的杂物等,如果舌根下陷应将其拉出使呼吸道畅通,同时解开衣领,松开上身衣服,使胸部可以自由扩张。

②抢救者位于触电者的一侧,用一只手捏紧触电者的鼻孔,另一只手掰开其口腔,深呼吸后口对口紧贴触电者嘴唇吹气,使其胸部膨胀。

③放松触电者的口鼻,使其胸部自然回复,让其自动呼气,时间约 3 s 。按照上述步骤反复进行, $4\sim 5\text{ s}$ 一个循环,每分钟约 12 次,如果触电者张口有困难,可用口对准其鼻孔吹气,其效果与上面方法相近。

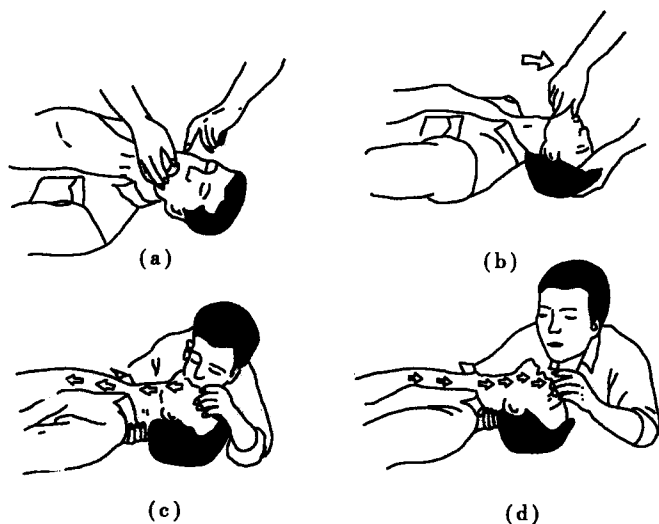


图 1.4 口对口人工呼吸法

B. 人工胸外心脏挤压法

凡心跳停止或不规则跳动时,应立即采取人工胸外心脏挤压法(如图 1.5)进行抢救,这种方法是用人工胸外挤压代替心脏的收缩作用,具体做法如下:

①使触电者仰卧,姿势与进行人工呼吸时相同,但后背着地应结实,抢救者跨在触电者的腰部。

②抢救者两手相叠,用掌根置于触电者胸部下端部位,即中指尖部置于其颈部凹陷的边缘,掌根所在的位置即为正确挤压区,然后自上而下直线均衡地用力挤压,使其胸部下陷 3 ~ 4 cm,以压迫心脏使其达到排血的作用。

③使挤压到位的手掌突然放松,但手掌不要离开胸壁依靠胸部的弹性自动回复原状,使心脏突然扩紧,大静脉中的血液就能回流到心脏中来。

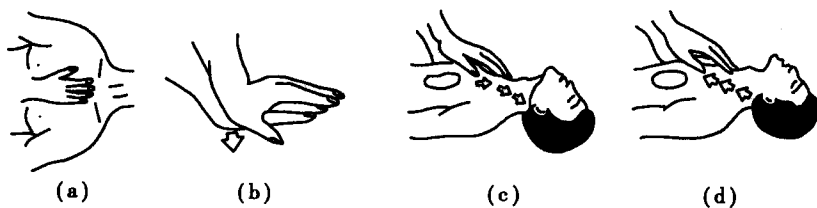


图 1.5 胸外心脏挤压法

(a)手掌位置 (b)左手掌压在右手背上 (c)掌根用力下压 (d)突然松开

按照上述步骤连续不断地进行,每分钟约 60 次,挤压时定位要准确,压力要适中,不要用力过猛,以免造成肋骨骨折、气胸、血胸等危险,但也不能用力过小,用力过小则达不到挤压的目的。

上述两种方法应对症使用,若触电者心跳和呼吸均已停止,则两种方法可同时使用如果现场只有一个人,则应先行吹气两次再挤压 15 次,如此反复进行。

经过一段时间的抢救以后,若触电者面色好转,口唇潮红,瞳孔缩小,进行观察,有时至此

触电者就可恢复。如果还不能维持正常的心跳和呼吸,必须在现场继续进行抢救,尽量不要搬动,抢救工作决不能中断,直到医务人员来接替抢救为止。

1.1.2 设备安全

设备安全主要是指电气设备的运行安全。电气设备是通过电力网来供电的,电气设备的故障不但要影响到自身,而且要影响到电力系统。因此,电气设备完好、安全运行是保证安全用电的基本条件。

(1) 电气设备的特点

1) 电气设备事故影响大

电力的生产、输送、分配以及转换为其他形式能量的过程是同时进行的,这一电力的生产、供电和用电在同一时间内完成的特点,决定了发电、供电、用电时刻都要保持连续性和平衡性。一台用电设备突然发生故障,会使电力网内一个区域的电压明显出现变化,甚至由此而延伸到其他设备,由于电压下降而被迫停止运行。在电力系统内如果供电设备发生事故,将影响到系统的正常运行,造成较大的损失。

2) 电气设备改变运行方式的时间短

电气设备投入运行或退出运行以及正常运行中突然出现事故的故障运行等任何一种运行方式的改变,大都在很短的过渡过程时间内完成。这就要求有高灵敏度,高速动作的自动化装置的正确动作,才能有效地切断电路,及时将故障设备脱离电源。

3) 电气设备发生故障时短路电流大

电气设备发生故障时,其短路电流可达到几百甚至几万安培,产生很大的电动力,并使通过短路电流的导体和电气设备的温度急剧上升造成极大的破坏。因此,电气设备必须有完善、可靠的保护,才能及时切断短路电流避免损坏设备。

(2) 电气设备安全的含义

1) 设备性能和质量满足连网要求

电气设备,特别是断路器等开关设备,判断其性能和质量的好坏,对短路电流的切断能力是很重要的一环,即分断能力。该设备的安装地点不同,短路电流值也不同,设备安全就要真正符合安装地点的要求和条件,例如:同样型号和技术参数的断路器,用于主母线时对断路器的遮断容量要求大,用于经电缆传送到车间变电所时,其遮断容量就小得多,所以不能孤立地判断。

2) 要有正确的保护整定值

继电保护装置,熔断器和热继电器等保护,都有自己的整定值原则要求。一般情况下,热继电器、熔断器的整定值是根据被保护设备本身参数来确定的。但是有些继电保护整定值随外界的接线而改变,保护整定值应定期进行检验。

3) 要保持电气设备的良好绝缘状态

电气设备的绝缘是电气设备最重要而直接的保护措施,保持良好的绝缘是电气设备安全的重要标志之一,应注意防止设备过负荷、运行温度过高、通风散热不良和环境潮湿等现象出现,这样会使绝缘不良或者加速其老化。

(3) 保持电气设备安全的条件

1) 电气设备的环境条件

电气设备的环境条件以及其他参数和变化都会影响电气设备的安全,应根据环境特征选

用适当形式的用电设备、电气设备的结构及所采取的安全措施应能防护所在环境中各种不安全因素的影响。一般情况下用电环境分为3类:即无较大危险的环境,有较大危险的环境和特别危险的环境。

正常情况下,有绝缘地板,没有接地导体,干燥无尘的环境,属于无较大危险的环境。或者说这些环境不具备有较大危险和特别危险环境的特征。普通住房、办公室、某些实验室、仪表装配车间等均属于无较大危险的环境。

下列环境均属于有较大危险的环境:

- ①空气相对湿度经常超过75%的潮湿环境。
- ②环境温度经常或昼夜间周期性地超过35℃的炎热环境。
- ③含导电性粉尘,即生产过程中排出工艺性导电粉尘且得以沉积在导线上或透入机器、仪器内的环境。
- ④有金属、泥土、钢筋混凝土、砖等导电性地板或地面的环境。
- ⑤工作人员可能同时一方面接触接地的金属构架、金属结构、工艺装备,另一方面接触电气设备的金属壳体的环境。

下列环境均属于特别危险的环境:

- ①室内天花板、墙壁、地板等各种物体都潮湿,空气相对湿度接近100%的特别潮湿的环境。
- ②室内经常或长时间存在对电气设备的绝缘或导电部分产生破坏作用的腐蚀性蒸气、气体、液体等化学活性介质或有机介质的环境。
- ③具有两种及两种以上有较大危险场所特征的环境,例如:有导电性地板的潮湿环境,有导电性粉尘的炎热环境等。

应当指出各种环境在不同程度上受到季节、天气等外界因素的影响,任何环境都不可能是一成不变的,潮气、粉尘高温、腐蚀性气体和蒸汽等都会损伤电气设备的绝缘,增加触电的危险性,是必须认真对待的不安全因素。

2) 电气设备安全的途径

① 状态监测

电气设备采取状态监测是比较方便的,电气参数的测量、比较等,许多都是比较成熟而且简便易行的,利用简单的检测计、器,如绝缘电阻表、万用表、转速表、点温计、便携式振动计、声级计、超声波探伤仪等,在现场对设备进行检测,以发现设备运行状态是否正常,随着新技术的发展,电气设备的监测手段越来越先进,如:离线状态监测、在线状态监测、连续状态监测等。

② 计划检修

虽然计划检修会出现“过剩维护”的可能,但是,由于电气设备自身特点和在企业中的作用,在当前阶段坚持电气设备的计划检修仍然是保证安全的一条重要途径。

所谓计划检修是以预防为主,根据零件磨损和使用寿命的规律,按照检修规程规定的周期、内容和要求,对设备进行有计划的检修。同时还可以结合检修有计划地对设备进行改造强化。实行计划检修有如下好处:

- a. 可以预防设备过早地磨损和突然损坏,保持良好的技术状态。
- b. 可以及时发现设备缺陷和隐患,采取技术措施,避免设备事故的发生,延长设备整体使用寿命。

c. 可以有较充分的时间做好检修前的各项准备工作,有利于缩短检修时间及提高检修质量。

d. 可以妥善安排检修时间,做好检修和生产的衔接和平衡,保证检修和生产两不误。

检修类别:电气设备的计划检修,一般可分为小修和大修两类。

a. 小修。根据事先安排好的计划进行的工作量较小,时间较短的一种检修。小修工作范围包括:拆开设备个别部件,更换部分磨损零件,清洗换油,系统调整等。

b. 大修。根据事先安排好的大修计划进行,以恢复设备的工作性能。检修时需要将设备全部拆卸解体,更换和修复磨损超差有缺陷的零部件,全面清除设备缺陷,恢复设备原有的精度和性能。另外常常利用大修时机,对设备进行改造更新及实施某些技术措施工程。

③季节性维护

电气绝缘受季节影响很大,潮湿、高温、雨、雪、雾都会使绝缘性能下降。特别是户外设备,大风可使设备受到机械性的损伤和破坏。因此,季节性维护很有必要。季节性维护是有针对性的维护,不同季节,不同的气候环境对设备的维护重点也应不相同。

④预防性试验

定期进行电力设备预防性试验,其目的在于通过试验检查判断设备能否继续投入运行,预防设备突然损坏,确保安全稳定运行,电气工业部发布的《电力设备预防性试验规程》中的各项规定是检查设备的基本要求,应认真贯彻执行。

1.1.3 电气防火与防爆

(1) 电气防火基础

1) 产生电气火灾的原因

可燃物质达到了它的着火点就能引起燃烧,电气设备过热、电火花、电弧甚至静电都能引起火灾。

A. 电气设备的过渡发热

电流的热效应公式用 $Q = I^2 R t$ 表示,电流 I 越大,放出的热量 Q 越多,电流通路的电阻 R 越大,时间 t 越长,热量 Q 也就越多。一旦温度达到可燃物的着火点便能引燃,引起电气设备过热的不正常运行有以下几种情况:

①短路。发生短路时,线路或电气设备中的电流急剧增大,引起过热造成短路的原因是:

a. 电气设备的绝缘老化、变质,或受到高温、潮湿、腐蚀等作用,致使绝缘能力下降,引起短路。

b. 绝缘导线直接缠绕在铁钉或铁丝上,或导线穿过墙壁时未采用瓷管保护,长时间以后,由于磨损和腐蚀,使绝缘破坏引起短路。

c. 电气线路敷设不合规范,设备安装不当或工作疏忽,使绝缘受到机械损伤而造成短路。

d. 设备的额定电压过低,不能满足工作电压的耐压要求,在过电压的作用下使绝缘击穿造成短路。

e. 不注意电气设备的有效寿命,长期使用使内部件绝缘老化而短路。

f. 维护不及时,导电粉尘或纤维进入电气设备内部,引起短路。

g. 安装和维修工作中接线或操作错误造成短路。

②过负载。电气设备和线路过负载是电气系统火灾的主要原因。造成过负载的原因主

要是:

a. 设计使用不合理,设计时未考虑适当的余量,使用时又临时增加设备;有些线路或设备连续工作时间过长,超过线路和设备的设计能力,由此造成过热。

b. 设备故障造成线路或设备过载,如三相异步电动机缺相运行,三相变压器不对称运行等。

c. 管理不严,乱拉乱接电气线路和设备,很容易造成线路或设备过负载运行。

③接触不良。衡量电气连接接头好坏的标准是接触电阻的大小,容量小的设备要小些,容量大的设备可大些,重要的母线和干线连接处必须符合规定标准,否则容易过热、打火、酿成火灾。造成接触不良使接触电阻增大的主要原因有:

a. 铜铝接头发生化学腐蚀,即在铜铝两种导体处形成原电池反应,使接头腐蚀加剧,形成接触电阻。

b. 可拆卸的接头连接不紧,受振动而松动,导致接头发热。

c. 不可拆卸的接头连接不牢,焊接不良或混有杂质,使接触电阻增加。

d. 活动接头没有足够的接触压力,或接触表面粗糙不平,导致触头过热。

④散热不良。有些设备配有一定的散热装置,如果散热装置故障或损坏将使设备散热不良而过热。

B. 电气设备的正常发热。

有些电气设备正常工作时要发出较多的热量,使温度升高,引燃可燃物造成火灾,可分为两种情况:

①电气设备外壳或表面具有很高温度,电炉、电熨斗、电褥子等电热器具和照明灯具的工作温度较高,例如:电炉电阻丝的温度高达 800°C 以上;电熨斗的工作温度高达 $500 \sim 600^{\circ}\text{C}$;白炽灯灯丝温度高达 $2\,000 \sim 3\,000^{\circ}\text{C}$;灯泡表面温度 40 W 约 $50 \sim 60^{\circ}\text{C}$, 100 W 者约 $170 \sim 220^{\circ}\text{C}$, 200 W 者约 $170 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 。如果这些发热元件紧贴在可燃物上或离可燃物太近,极易引燃成灾。

②电火花和电弧。电气设备工作时产生的电火花或电弧,其温度可达 $5\,000^{\circ}\text{C}$ 以上,完全能引起可燃物燃烧。例如:刀开关、断路器、接触器、控制器在接通和断开线路时会产生电火花;切断感应电路时,断口处将产生比较强烈的电火花或电弧;直流电机的电刷与换向器的滑动接触处和绕线转子异步电动机的电刷与集电环的滑动接触也会产生电火花;电气设备或电气线路的绝缘发生过电压击穿、短路、故障接地、导线断开或接头松动时,均可能产生事故电火花或电弧;熔断器的熔体熔断时,也会产生危险的电火花或电弧。

③静电引起火灾及爆炸

静电电压很高,容易发生放电,对有爆炸危险环境是一个十分危险的因素。

④漏电及接地故障引起火灾

当单相接地故障以弧光短路的形式出现或线路绝缘损坏。将导致供电线路漏电,低压电路的泄漏电流随电路的绝缘电阻对地静电电容、温度、湿度等内在因素的影响而变化,同一电路在不同季节测得数据也不相同,但一般额定电流为 25 A 的用电设备,正常时泄漏电流在 0.1 mA 以下, 3 A 电度表用户的泄漏电流约为 1 mA 左右, 25 A 电度表用户的泄漏电流约为 6 mA 左右。由于泄漏电流不大,保护装置不能动作。因此,在漏电处热量积蓄到一定值时可能酿成火灾。