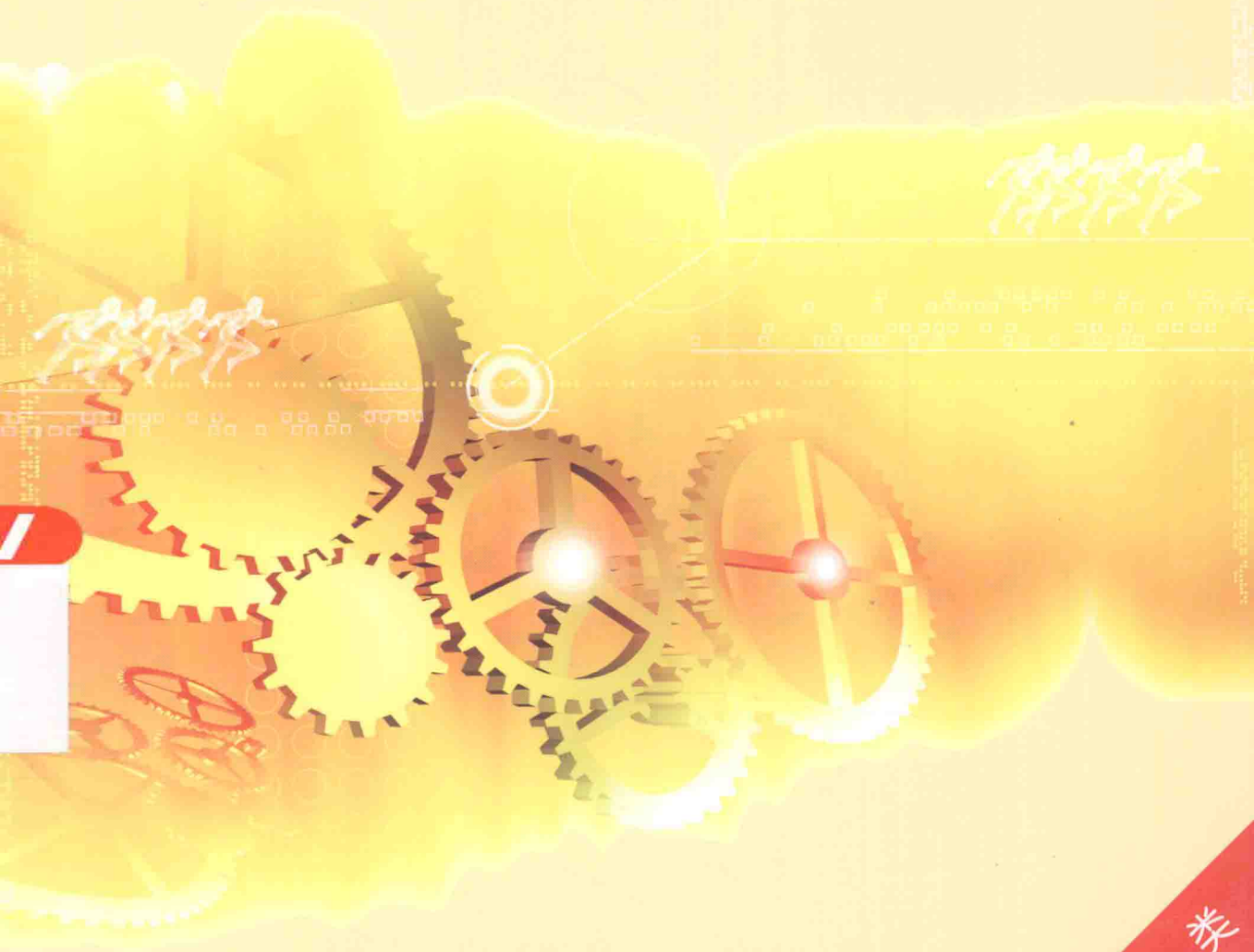




全国高等院校创新型“十二五”重点规划教材·机电类

电子技能训练

主编 殷志坚 刘玉莹 詹华群 罗 强



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

机电类



全国高等院校创新型“十二五”重点规划

本书由江西科技师范大学资助

电子技能训练

主编 殷志坚 刘玉莹 詹华群 罗 强



中南大学出版社

www.csupress.com.cn

机电类

图书在版编目(CIP)数据

电子技能训练/殷志坚,刘玉莹,詹华群,罗强主编.

—长沙:中南大学出版社,2013.11

ISBN 978-7-5487-1002-8

I. 电... II. ①殷... ②刘... ③詹... ④罗... III. 电子技术

IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 266487 号

电子技能训练

殷志坚 刘玉莹 詹华群 罗 强 主编

☐责任编辑 肖梓高

☐责任印制 易建国

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙市华中印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 25.5 ☐字数 632 千字

☐版 次 2013 年 11 月第 1 版 ☐2013 年 11 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-1002-8

☐定 价 46.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内容简介

本书是在多年实践教学的基础上，以电子工艺基础和电路设计为主，为提高电子技能训练而编写的。全书内容包括安全用电；常用电子元器件；焊接技术；常用传感器与芯片；典型电路分析；调试与检测技术；课外制作及竞赛题；电子仿真技术和常用仪表的使用等，共 12 章，系统地介绍了电子工艺和电路设计的基本常识。

本书内容充实，实用性强，通俗易懂，可帮助高校学生掌握电子制作和设计的基本技能，可作为培养技能性、实用性人才的操作用书。

本书可作为高等学校电子信息类、电气类等理工科学生的专业教材，也可作为职业教育、技术培训及有关技术人员的参考书。

前 言

电子技能训练是高等院校电类工科专业的一门非常重要的实践课程，是工程训练中重要的一环。特别是随着电子技术的快速发展，社会对人才的需求，尤其是对具有创新性、实践应用性人才的需求越来越高。这就迫使我们必须在工科学生的培养上加强实践环节的教学，提高学生的动手能力，注重加强学生的工程素质和创新能力的培养，为社会培养出合格的应用性人才。

本书是根据多年的实践教学经验，结合电子技能课程的教学特点而编写的，其主要内容包括电子工艺基础知识、电子训练实例和电子仿真技术方面的内容。本书的主演特点是：内容实用、基础知识清楚了，既包含了电子元器件、焊接技术、常用仪器使用、电子装配检测技术等传统知识章节，同时在书中又增加了电子电路设计、典型竞赛分析、电子仿真技术等知识，使学生掌握基本工艺的同时，也能利用计算机来设计电路、制作分析电路，提高学生运用计算机进行电子电路设计的能力。江西科技师范大学电工电子实验中心团队通过对学生的系列培训于2013年获得2项全国大学生电子设计竞赛一等奖。

本书由江西科技师范大学殷志坚、刘玉莹、詹华群、罗强担任主编。其中，第1、2、3、4、6章由殷志坚编写；第8、12章及附录由刘玉莹编写；第10、11章由詹华群编写；第5、7、9章由罗强编写。在编写过程中，得到了江西科技师范大学电工电子实验中心全体老师的大力支持。本书得到了江西科技师范大学资助，在此表示感谢。

本书将电子工艺的基础知识、电子制作与现代化的新技术手段结合起来，既可作为高等学校电子信息类、电气类等理工科学生的专业教材，也可作为职业教育、电子竞技培训及有关技术人员的参考书。在具体教学安排上，以学生自学为主，讲授为辅，重点加强实践的训练，可采用集中授课、上机仿真、实践制作相结合的教学模式；也可分段分节进行讲授、训练，教学方式可多样化。

由于编者水平和经验有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请各位读者批评指正。

编 者
2013年8月

目 录

第1章 安全用电	(1)
1.1 人身安全	(1)
1.1.1 触电及它对人体的危害	(1)
1.1.2 常见的触电事故	(3)
1.1.3 安全电压	(4)
1.2 设备安全	(5)
1.2.1 设备接电前检查	(5)
1.2.2 电器设备的基本安全防护	(6)
1.2.3 设备使用异常的处理	(7)
1.3 防止触电的安全技术	(7)
1.3.1 接地和接零保护	(7)
1.3.2 漏电保护开关	(9)
1.3.3 过限保护	(10)
1.3.4 智能保护	(11)
1.4 触电急救	(12)
第2章 常用电子元器件	(13)
2.1 电阻器	(13)
2.1.1 电阻器的分类与命名	(13)
2.1.2 电阻器的参数	(15)
2.1.3 常用电阻器介绍	(16)
2.1.4 电位器	(17)
2.1.5 特种电阻	(18)
2.1.6 固定电阻器、电位器和敏感电阻器阻值的测量	(19)
2.1.7 电阻器和电位器的选用	(19)
2.2 电容器	(20)
2.2.1 电容的分类与命名	(20)
2.2.2 电容器的主要参数	(22)
2.2.3 常用电容器	(23)
2.2.4 电容器的检测	(25)

2.3 电感器	(26)
2.3.1 电感器的电路符号及分类	(26)
2.3.2 电感器的主要参数	(27)
2.3.3 常用电感介绍	(27)
2.3.4 电感器的检测	(28)
2.4 变压器和继电器	(28)
2.4.1 变压器	(28)
2.4.2 继电器	(29)
2.4.3 变压器和继电器的检测	(30)
2.5 开关、连接器等元件	(30)
2.5.1 开关	(30)
2.5.2 连接器	(32)
2.6 半导体器件	(33)
2.6.1 半导体器件的命名	(33)
2.6.2 二极管	(37)
2.6.3 三极管	(40)
2.7 可控硅	(46)
2.7.1 单向可控硅	(46)
2.7.2 双向可控硅	(49)
2.7.3 二者比较	(52)
2.8 电声器件	(53)
2.8.1 扬声器	(53)
2.8.2 传声器	(54)
2.9 数码管	(55)
2.9.1 结构	(56)
2.9.2 驱动方式	(57)
2.9.3 主要参数	(58)
2.9.4 常见问题	(58)
第3章 焊接技术	(61)
3.1 电烙铁	(61)
3.1.1 电烙铁的分类	(61)
3.1.2 烙铁的正确选用和使用方法	(63)
3.2 焊料、助焊剂、阻焊剂	(64)
3.2.1 焊料	(64)
3.2.2 助焊剂	(67)
3.2.3 阻焊剂	(68)

3.3 手工焊接工艺	(68)
3.3.1 焊接的要求与步骤	(68)
3.3.2 焊接过程的几个问题	(71)
3.3.3 焊接质量的检查	(71)
3.3.4 拆焊	(73)
3.4 工业焊接	(75)
3.4.1 浸焊	(75)
3.4.2 波峰焊	(77)
3.4.3 再流焊	(79)
3.4.4 无锡焊接技术	(79)
3.4.5 电子焊接技术的发展	(82)
3.5 焊接要点	(83)
第4章 常用传感器的介绍	(84)
4.1 热敏电阻	(84)
4.1.1 负温度系数热敏电阻	(84)
4.1.2 正温度系数热敏电阻	(87)
4.2 光敏电阻	(88)
4.2.1 光敏电阻的参数特性	(88)
4.2.2 光敏电阻的应用电路	(89)
4.3 驻极体话筒	(90)
4.3.1 工作原理	(91)
4.3.2 主要参数	(91)
4.3.3 极性判别	(92)
4.3.4 驻极体的应用	(92)
4.4 压敏电阻	(93)
4.4.1 压敏电阻的工作原理	(94)
4.4.2 压敏电阻的工作指标	(94)
4.4.3 压敏电阻的检测方法	(95)
4.5 光敏二极管	(95)
4.5.1 工作原理	(96)
4.5.2 用万用表检测光敏二极管	(96)
4.6 光敏三极管	(96)
4.6.1 光敏三极管的工作特性	(97)
4.6.2 光电三极管的应用	(97)
4.7 红外发射管	(99)
4.8 红外接收管	(100)

4.9 霍尔传感器	(100)
4.9.1 工作原理	(101)
4.9.2 霍尔传感器的分类	(102)
4.9.3 霍尔传感器的特性	(102)
4.9.4 霍尔传感器的应用	(102)
4.9.5 注意事项	(105)
4.10 位移传感器	(106)
4.11 颜色传感器	(107)
4.12 液位传感器	(108)
4.13 气敏传感器	(109)
第5章 常见芯片及其应用电路	(112)
5.1 NE555 定时器芯片	(112)
5.1.1 NE555 的结构组成及工作原理	(112)
5.1.2 NE555 电路的工作方式	(114)
5.1.3 NE555 定时器的应用电路	(118)
5.2 同步计数器 CD40192	(122)
5.3 十进制计数器/脉冲分配器 CD4017	(125)
5.4 计数芯片 CD4510	(126)
5.5 CD4511 芯片的应用	(128)
5.6 计数芯片 CD4518	(130)
5.7 十进制加减计数器 CD40110	(132)
5.8 运算放大器 LM386	(134)
5.9 双运放芯片 LM358	(135)
第6章 调试与检测技术	(138)
6.1 调试技术	(138)
6.1.1 调试工作的内容及特点	(138)
6.1.2 调试工艺过程	(139)
6.1.3 产品调试	(141)
6.2 检修技术	(144)
6.2.1 概述	(144)
6.2.2 常见检修方法	(146)
6.3 调频、调幅收音机的检修	(152)
6.3.1 电路组成及工作原理	(152)
6.3.2 常见故障及查找方法	(154)

第7章 单元电路分析	(159)
7.1 集成直流稳压电源的设计	(159)
7.2 精密整流电路	(168)
7.3 运放的基本应用电路	(170)
7.4 双音报警电路	(176)
7.5 声光控制电路	(176)
7.6 密码锁开锁电路	(177)
7.7 秒信号的产生电路	(178)
7.8 信号的整形	(180)
7.9 开机延时电路	(181)
第8章 常用电子测量仪器仪表	(183)
8.1 万用表	(183)
8.1.1 指针式万用表	(183)
8.1.2 数字万用表	(185)
8.2 数字存储示波器	(192)
8.2.1 主要技术指标	(192)
8.2.2 面板结构	(193)
8.2.3 基本使用方法及注意事项	(194)
8.2.4 快速操作方式	(196)
8.2.5 自动设定	(199)
8.3 数字函数信号发生器	(199)
8.3.1 主要特征	(200)
8.3.2 技术参数	(200)
8.3.3 工作原理	(202)
8.3.4 使用说明	(205)
8.3.5 用 EE1411 + 在示波器上演示李沙育图形的方法	(215)
8.4 数字频率特性测试仪	(217)
8.4.1 原理概述	(217)
8.4.2 使用说明	(218)
第9章 课外电子电路制作	(226)
9.1 DAC0832 数控恒压源	(226)
9.1.1 DAC0832 芯片应用原理	(226)
9.1.2 D/A 转换器的转换原理	(227)
9.1.3 D/A 转换器的性能参数	(228)

9.2	TL494 的应用	(229)
9.3	电力载波通信电路	(235)
9.4	蚊蝇拍电路的制作	(236)
9.5	调光台灯的制作	(237)
9.6	光电开关基本型的制作	(238)
9.7	TDA2030 芯片的应用	(239)
9.8	简易信号发生器的制作	(242)
9.9	简易恒流源的制作	(244)
9.10	利用 555 制作救护车声响报警器	(245)
9.11	半导体三极管 β 值测量仪设计与制作	(246)
9.12	四位数码管循环显示	(256)
9.13	传感器循环检测	(257)
9.14	语音、音乐集成电路	(259)
9.15	采用电容的软启动电路图	(260)
第 10 章	江西省个人竞赛历年赛题解析	(262)
10.1	八路抢答器的设计与制作(2002 年赛题)	(262)
10.2	路灯自动开关的模拟装置(2003 年赛题)	(266)
10.3	超温报警电路(2004 年赛题)	(268)
10.4	触摸开关的循环数显装置(2005 年赛题)	(276)
10.5	光控(自动、手动)数显式电风扇调速器(2006 年赛题)	(277)
10.6	易拉罐饮料计数自动化的模拟装置(2007 年赛题)	(279)
10.7	“奥运”纪念日显示装置(2008 年赛题)	(281)
10.8	声、光控自充电 LED 节能灯(2009 年赛题)	(283)
10.9	按时序追逐运行的跑马灯(2010 年赛题)	(288)
10.10	篮球赛 24 秒违例倒计时报警器(2011 年赛题)	(290)
10.11	红外计数器(2012 年赛题)	(294)
10.12	带有密码锁的八路信号电压自动巡测仪(2013 年赛题)	(296)
第 11 章	集成电路	(303)
11.1	集成电路的分类	(303)
11.2	型号的命名与识别	(303)
11.3	集成电路引脚的识别	(304)
11.4	集成电路的判别方法	(307)
11.5	常用电子器件管脚排列图	(307)
11.5.1	逻辑符号对照示例	(307)
11.5.2	集成电路的使用	(308)

11.6 常用集成电路引脚排列	(310)
11.7 常见芯片名称、功能	(317)
11.8 74 系列芯片	(321)
第 12 章 Proteus 入门教程	(330)
12.1 Proteus 仿真软件的页面介绍	(330)
12.2 选择元件	(330)
12.3 绘制电路图	(332)
12.4 Proteus 元件库中英文对照	(338)
附录 1 电子工程师的设计经验笔记	(346)
附录 2 江西省电子设计大赛现场制作赛知识点	(353)
附录 3 江西省大学生电子设计制作赛参赛规则与赛场纪律	(354)
附录 4 2011 年江西省电子设计大赛现场制作赛评分标准	(355)
附录 5 输入阻抗与输出阻抗	(357)
附录 6 RC 电路的应用	(360)
附录 7 电路中的上拉电阻与下拉电阻	(365)
附录 8 精密全波整流电路图	(367)
附录 9 电容降压原理	(370)
附录 10 NE555 的经典电路	(373)
附录 11 CMOS 电路与 TTL 电路的区别	(377)
附录 12 开关电源的布线规则	(380)
参考文献	(394)

第1章 安全用电

随着电力的广泛应用,电气设备在各行各业的运用已相当普遍。如果电气设备安装不恰当,使用不合理,维修不及时,尤其是电气工作人员如果缺乏必要的用电安全知识,不仅会造成电能浪费,而且会发生电气事故,危及人身安全,给国家与人民带来重大损失。事实上,在机械、化工、冶金等工矿事业中存在大量用电不安全现象,电气事故已成为引起人身伤亡、爆炸、火灾事故的重要原因。因此,电气安全已日益得到人们的关注和重视。

电气安全主要包括人身安全与设备安全两个方面。人身安全是指在从事工作和电气设备操作使用过程中人员的安全;设备安全是指电气设备及有关其他设备、建筑的安全。电气事故往往不是因单一原因引起的,为了搞好电气安全工作,必须采取包括技术和组织管理等多方面的措施。随着科技进步,各国都在积极研究并不断推出先进的电气安全技术,完善和修订电气安全技术标准和规程,这对于保护劳动者的安全与健康,保护电气设备的安全都是十分重要的。

1.1 人身安全

人体是导体,人体触及带电体时,有电流通过人体,这就是触电。

1.1.1 触电及它对人体的危害

当人体触及带电体,或者带电体与人体之间闪击放电,或者电弧触及人体时,电流通过人体进入大地或其他导体,形成导电回路,这种情况,就叫触电。触电时人体会受到某种程度的伤害,触电事故可分为电击和电伤两种。

1. 电伤与电击

(1) 电击

所谓电击是指电流流经人体内部,引起疼痛发麻,肌肉抽搐,严重的会引起强烈痉挛。心室颤动或呼吸停止,甚至由于因人体心脏,呼吸系统以及神经系统的致命伤害,造成死亡。绝大部分触电死亡事故是电击造成的。

(2) 电伤

电伤是指触电时,人体与带电体接触不良部分发生的电弧灼伤,或者是人体与带电体接触部分的电烙印,或者由于被电流熔化和蒸发的金属微粒等侵入人体皮肤引起的皮肤金属化。这些伤害会给人体留下伤痕,严重时也可能致人于死亡。电伤通常是由电流的热效应、化学效应或机械效应造成的。

电击和电伤也可能同时发生,这在高压触电事故中是常见的。

2. 决定触电者所受伤害程度的因素

人体触电所受伤害程度与通过人体的电流强度、通电持续的时间、电流的频率、电流流过人体的途径以及触电者的身体状况等多种因素有关。

(1) 流过身体的电流

人体对 0.5 mA 以下的工频电流一般是没有感觉的。实验资料表明,对不同的人引起感觉的最小电流是不一样的,成年男性平均约为 1.01 mA,成年女性约为 0.7 mA,这一数值称为感知电流。这时人体由于神经受刺激而感觉轻微刺痛。同样,对不同的人所能自主摆脱电源的最大电流也不一样,成年男性平均为 16 mA,成年女性为 10.5 mA,这个数值称为摆脱电流。一般情况下,8~10 mA 以下的工频电流,50 mA 以下的直流电流可以当作人体允许的安全电流,但这些电流长时间通过人体也是有危险的。在装有防止触电的保护装置的场合,人体允许的工频电流约 30 mA,在空中或可能因造成严重二次事故的场合,人体允许的工频电流应按不引起强烈痉挛的 5 mA 考虑。流过身体的电流越大,人体的生理反应越强烈,生命危险性就越大。

(2) 电流流经身体的途径

心脏、肺脏、中枢神经和脊髓等都是容易伤害的人体器官,因此,电流流经身体的途径,以胸部至手、手至脚最为危险,臀部或背部至手、手至手也很危险,脚至脚的危险性较小。此外,电流经过大脑也是相当危险的,会使人立即昏迷。

(3) 电流通过人体的持续时间

人体通电时间越长,人体电阻因出汗等而下降,导致电流增大,后果严重。另一方面,人的一个心脏搏动周期(约为 750 ms)中,有一个 100 ms 的易损伤期,这段时间与电伤期相重合会造成很大的危险。

(4) 电流频率

人体对不同频率电流的生理敏感性是不同的,因而不同种类的电流对人体的伤害程度也就有区别。工频电流对人体的伤害最为严重(男性平均摆脱电流为 10 mA);直流电流对人体的伤害则较轻(男性平均摆脱电流为 76 mA);高频电流对人体的伤害程度远不及工频交流电严重,但电压过高的高频电流仍会使人触电致死,冲击电流是作用时间极短的电流(如雷电放电电流和静电放电电流)。冲击电流对人体的伤害程度与冲击放电能量有关。由于冲击电流作用的时间极短,数十毫秒才能被人体感知。

(5) 人体电阻

当人体接触带电体时,人体就被当做一个电路元件接入回路。人体阻抗通常包括外部阻抗(与触电当时所穿衣服、鞋袜以及身体的潮湿情况有关,从几千欧至几十兆欧不等)和内部阻抗(与触电者的皮肤阻抗和体内阻抗有关)。人体阻抗不是纯电阻,主要由人体电阻决定。人体电阻也不是一个固定的数值,一般认为干燥的皮肤在低电压下具有相当高的电阻,大约为 100 k Ω 。当电压在 500~1000 V 时,这一电阻便下降为 1 k Ω 。表皮具有这样高的电阻是因为它没有毛细血管。手指某部位的皮肤还有角质层,角质层的电阻值更高,而不经常摩擦部位的皮肤的电阻值是最小的。皮肤电阻还同人体与带电体的接触面积及压力有关。当表皮受损暴露出真皮时,人体内因布满了输送盐溶液的血管而只有很低的电阻。一般认为,接触到真皮里,一只手臂或一条腿的电阻大约为 500 Ω 。因此,由一只手臂到另一只手臂或由一条腿到另一条腿的通路相当于一只 1 k Ω 的电阻。假定一个人用双手紧握带电体,双脚站在水坑里而形成导电回路,这时人体电阻基本上就是体内电阻约为 500 Ω 。一般情况下,人体电阻可按 1000~2000 Ω 考虑。

1.1.2 常见的触电事故

触电事故是多样的,多数是由于人体直接接触带电体,或者是设备发生故障,或者是人体过于靠近带电体等引起的。触电的形式可分为单相触电、两相触电、跨步触电3种形式。

1. 单相触电

单相触电一般是人体直接接触带电体。当人体在地面或其他接地导体上,而人体的某一部分触及三相导线的任何一相而引起的触电事故称为单相触电。单相触电对人体的危害与电压高低、电网中性点接地方式等有关。人体发生单相触电的次数占总触电次数95%以上,如图1-1所示。

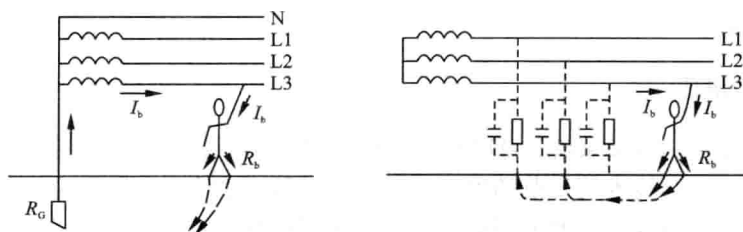


图1-1 单相触电

2. 两相触电

两相触电是指人体两处同时接触不同相的带电体而引起的触电事故,通常电流将从一相经人体流入另一相导线。两相触电作用于人体的电压高,危险性也比单相触电大,如图1-2所示。

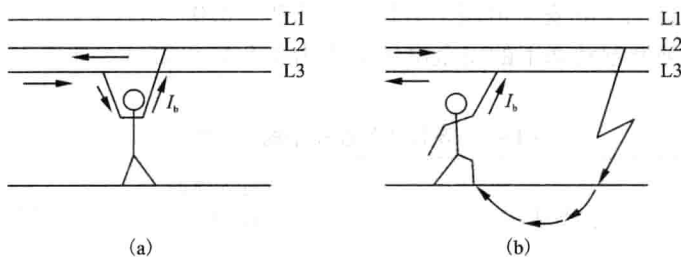


图1-2 两相触电

3. 跨步触电

跨步电压触电是指由于外力(如雷电、大风)的破坏等原因。电气设备、避雷针的接地点,或者断落电线断头着地点附近,将有大量的扩散电流向大地流入,而使周围地面上具有不同数值的电位。当人的脚与脚之间同时踩在不同电位的地表面两点时,会引起跨步电压触电,如图1-3所示。

几种触电情况为:

(1) 人体接触发生故障的电气设备

在正常情况下,电气设备的外壳是不带电的。但当线路故障或绝缘破损时,接触这些漏电或带电的设备外壳时,就会发生触电危险。触电情况和直接接触带电体一样,大部分触电事故属于这一类间接触电事故。

(2) 与带电体的距离过小

当人体与带电体的距离过小时,虽然未与带电体相接触,但由于空气的绝缘强度小于电场强度,空气击穿,可能发生触电事故。因此,电气安全规程中,对不同电压等级的电气设备,都规定了最小允许安全间距。

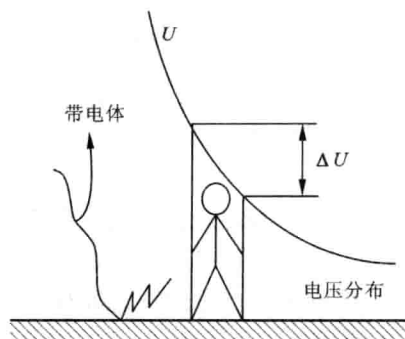


图 1-3 跨步触电

1.1.3 安全电压

从保护人身安全的意义来说,可以称人体持续接触而不会使人直接致死或致残的电压为安全电压。但电气安全技术所规范的安全电压具有其特定的含义,即安全电压是为防止触电事故而采用的由特定电源供电的电压系列。这一定义的内涵有三:一是采用安全电压可防止触电事故的发生;二是安全电压必须由特定的电源供电;三是安全电压有一系列的数值,各适用于一定的用电环境。根据不同的环境,正确选用相应额定值的安全电压作为供电电压,对于那些人们需要经常接触和操作的移动式或携带式用电器具(如行灯、手电钻等)来说,是一项防止触电伤亡事故的重要技术措施。

日本电气协会技术调查委员会、国际电工委员会(IEC)制定的标准以及我国颁布的《低压电路接地保护导则》都对安全电压系列的上限值作出同样的规定:即人体在状态正常、脚皮肤干燥的情况下,在接触电压后有较大危险性的场所,可取安全电流 $I_s = 30 \text{ mA}$, 人体电阻 $R_b = 1700 \Omega$, 相应的工频安全电压上限值 $U_s = I_s R_b = 0.03 \times 1700 \approx 50 \text{ V}$ 。该导则还给出了人体浸于水中和显著淋湿状态下的安全电压分别为 2.5 V 和 25 V , 如表 1-1。

表 1-1 不同接触状态下的安全电压值

类别	接触状态	通过人体的容许电流 (mA)	人体电阻 (Ω)	安全电压 (V)
第 1 种	人体大部分浸于水中的状态	5	500	2.5
第 2 种	人体显著淋湿状态; 人体一部分经常接触到电气装置金属外壳和构造物的状态	50	500	25
第 3 种	除一、二两种状态外的情况, 对人体如有接触电压后危险性高的状态	30	1700(接触电压为 50 V 的人体电阻)	50 以下
第 4 种	除一、二两种状态以外的情况, 对人体如有接触电压后危险性低或无危险的情况		不规定	无限制

各国对安全电压的规定不尽相同。我国制定颁发的安全电压国家标准(GB 3805—83)如表 1-2 所示。表中所列安全电压空载上限值是考虑到负荷变小或空载时安全变压器的电压

将升高,若变压器空载电压超过所规定的上限值,即使其额定电压符合规定,仍不能认为符合上述国家标准。

安全电压等级的选用必须考虑用电场所和用电器具对安全的影响。由于目前现场极少使用 42 V 和 36 V 这两个电压等级,所以,现场选用安全电压的依据是:凡高度不足 2.5 m 的照明装置、机床局部照明灯具、移动行灯、手持电动工具(如手电钻)以及潮湿场所的电气设备,其安全电压可采用 36 V。凡工作地点狭窄、工作人员活动困难、周围有大面积接地导体或金属结构(如在金属容器内),因而存在高度触电危险的环境以及特别潮湿的场所,则应采用 12 V 为安全电压。

表 1-2 安全电压等级及选用举例

安全电压(交流有效值)		选用举例
额定值(V)	空载上限值(V)	
42	50	在有触电危险的场所使用的手持式电动工具等 在矿井、多导电粉尘等场所的行灯等
36	43	
24	29	
12	15	可供某些具有人体可能偶然触及的带电体设备选用
6	8	

1.2 设备安全

安全电流又称安全流量或允许持续电流。

当电流通过导线或电缆时,阻抗的存在会造成电能的消耗,使导线或电缆发热,温度升高。通过导线或电缆的电流越大,导线或电缆的温度也越高。当温度上升到一定数值,可能使导线或电缆的绝缘损坏,接线氧化加剧,从而引起漏电、断线等,严重时可能引起火灾等事故。

为了保证电气线路的安全运行,所有线路的导线和电缆的截面都必须满足发热条件,即在任何环境温度下,当导线和电缆连续通过最大负载电流时,其线路温度都不大于最高允许温度(通常为 70℃ 左右),这时的负载电流称为安全电流。

导线和电缆的安全电流是由它们的种类、规格、环境温度和敷设方式等决定的,有专门表格可查考。

设备安全问题是一个非常重要的课题。各行各业、各种不同设备中都有其安全使用问题。我们这里主要讨论一般范围内工作、学习、生活场所的用电仪器、设备及家用电器的安全使用,即使是这些设备,这里涉及的也是最基本的安全常识。

1.2.1 设备接电前检查

将用电设备接入电源,这个问题似乎很简单,其实不然。有的数十万元昂贵设备,接上