

电工电子实训

张福阳 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

DIANGONG DIANZI SHIXUN

电工电子实训

张福阳 编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书着重训练学生的实际动手能力和创新思维能力,介绍了基本电子工艺、电工常识和电子产品装配技能等知识,并包含大量图表,体现其资料性、先进性和实用性。全书共分七章,其内容包括:实习安全、电工基础、电子元器件、印制电路板、焊接安装技术、实习作品组装和调试、表面安装技术。

本书是面向高等学校学生进行电工电子实训而编写的教材,亦可作为电子科技创新、课程设计、毕业实践等活动的指导书。

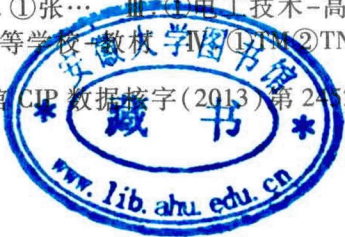
图书在版编目(CIP)数据

电工电子实训 / 张福阳编. --北京:高等教育出版社,2013.11

ISBN 978-7-04-038633-2

I. ①电… II. ①张… III. ①电工技术-高等学校-教材②电子技术-高等学校-教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第245287号



策划编辑 王勇莉	责任编辑 王勇莉	封面设计 李小璐	版式设计 杜微言
插图绘制 尹莉	责任校对 陈杨	责任印制 张福涛	

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街4号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	北京天来印务有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印 张	10.5	版 次	2013年11月第1版
字 数	256千字	印 次	2013年11月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	17.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 38633-00

前 言

随着新世纪的来临,知识经济迅猛发展,全球步入信息化时代,社会迫切需要既懂理论知识,又有实践能力的复合型人才。理论知识固然重要,但实践是认识的基础,是创新的根源,抓住实践能力的培养就是抓住了人才培养的根本。大力推行素质教育,开展实践教学,是高校教育工作的基本出发点。高校实践能力的培养有多种途径:结合各门理论课程开设的实验课、课程设计,校内外实习、实训,专业竞赛、兴趣小组,毕业设计,大学生创新计划项目,结合教师科研课题开展的各项研究活动等,都能达到锻炼学生实践能力的目的。

电子技术是当今信息时代的标志和关键,是培养高素质技术人才不可缺少的基础。为了普及电子技术知识,几乎所有高校都在理工科各专业一、二年级开设了“电工电子学”课程,同时开设了实验课。近年来,部分高校还先后开设了“电工电子实训”(或称电工电子实习)课题,通过学生制作电子作品,训练操作技能,加强学生对电和电子产品的认识。这既不同于培养学生劳动观念的公益劳动,又不同于让学生自由发挥的科技创新活动,而是将基本技能训练、基本工艺知识和创新启蒙有机结合起来,为培养学生的实践能力和创新精神构筑一个基础扎实而又充满活力的平台。

自2007年秋季以来,南昌大学在理工科类专业开设“电工电子实训”课程,经过多年的教学实践,已初步形成合理的教学模式。在坚持基本要求的同时不断创新,引进新技术、新工艺和新作品,开展实习实践教学活动。为了方便学生实习,编写了本教材,本书的出版得到了南昌大学教材出版项目的资助。

本书具有以下特点:(1)实用性强。本书突出实训教材的应用性特点,减少理论分析,突出工程意识,增强工程观念,便于学生在实习的过程中牢固掌握与灵活应用所学知识。(2)体现先进性。为满足高等教育教学要求,注重电子电路的设计和制作的具体内容,分析电子产品的基本原理,注重学生的创新能力和应用能力的培养,注重新器件、新技术、新方法的介绍。(3)操作性强。为培养学生分析问题和解决问题的能力,给出了几个具体电子作品的装配、调试和检测实例,供学生实训参考。具体教学安排以自学教材为主,讲授教材为辅,重在学生动手操作实践。

由于编者时间和水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正,联系邮箱:zfuyang@126.com。

编 者

2013年5月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第一章 实习安全	1	2.4.2 三相异步电动机的工作原理	26
1.1 防止触电事故	1	2.5 三相异步电动机、变压器的极性 判别	27
1.1.1 电流对人体的影响及安全 电压	1	2.5.1 三相交流电动机	27
1.1.2 触电的原因	2	2.5.2 变压器	29
1.1.3 几种触电类型	3	2.6 常用控制电器和保护电器	30
1.1.4 各种触电情况的物理分析	4	2.6.1 刀开关	30
1.2 安全用电	5	2.6.2 按钮	31
1.2.1 安全用电原则	5	2.6.3 熔断器	31
1.2.2 安全操作规程	6	2.6.4 热继电器	32
1.3 触电事故的急救	7	2.6.5 自动空气断路器	32
1.4 防止其他损害	9	2.6.6 接触器	33
1.4.1 防止机械损伤	9	2.7 笼型异步电动机的控制	33
1.4.2 防止烫伤	9	2.7.1 笼型异步电动机的直接起动 控制	33
1.4.3 电气防火、防爆、防雷的基本 知识	10	2.7.2 笼型异步电动机的正反转 控制	34
第二章 电工基础	11	第三章 电子元器件	37
2.1 电工常用工具	11	3.1 电子元件基本知识	37
2.1.1 电工刀	11	3.1.1 电子元件的分类	37
2.1.2 电工钳	12	3.1.2 电抗组件标称值与偏差	37
2.1.3 螺丝刀	14	3.1.3 电抗组件的单位与符号	38
2.1.4 活络扳手	15	3.1.4 电抗组件的标称值	38
2.1.5 验电笔	15	3.1.5 电阻器	39
2.1.6 电烙铁	16	3.1.6 电容器	43
2.1.7 手电钻和冲击钻	17	3.1.7 电感器	46
2.1.8 拆卸器	18	3.1.8 变压器	48
2.2 电工常用仪表	19	3.2 机电元件	49
2.2.1 万用表	19	3.2.1 开关	49
2.2.2 兆欧表	20	3.2.2 连接器	50
2.3 照明线路的安装	21	3.2.3 继电器	51
2.3.1 常用照明控制线路	21	3.3 半导体分立器件	52
2.3.2 电功计量装置	23	3.3.1 半导体器件资料的查询方法	52
2.4 三相异步电动机	25	3.3.2 晶体二极管	54
2.4.1 三相异步电动机的构造	25	3.3.3 晶体三极管	54

3.4 集成电路	55	5.1.3 焊接检验和缺陷修复	86
3.4.1 集成电路分类	56	5.2 焊接工具与材料	87
3.4.2 集成电路的替换	56	5.2.1 焊接工具	87
3.4.3 集成电路的封装形式	56	5.2.2 焊接材料	90
3.4.4 集成电路的引脚识别	58	5.3 手工焊接技术	90
3.4.5 拆卸集成电路	59	5.3.1 握持方法	90
3.4.6 集成电路常用的检测方法	60	5.3.2 焊接时注意事项	90
3.5 常用电子元器件检测方法	60	5.3.3 焊接操作的基本步骤	91
3.5.1 电阻器的检测方法	60	5.3.4 元件的安装与印刷电路板的 焊接	92
3.5.2 电容器的检测方法	63	5.3.5 焊点质量检查	92
3.5.3 电感器、变压器检测方法	64		
3.5.4 二极管检测	65		
3.5.5 开关及连接器检测	65		
3.5.6 三极管的检测	65		
第四章 印制电路板	69	第六章 实习作品组装与调试	94
4.1 印制电路板的基本概念	69	6.1 袖珍型超外差 6 管收音机	94
4.1.1 印制电路板	69	6.1.1 无线电与电磁波	94
4.1.2 多层板	69	6.1.2 超外差式收音机原理	95
4.1.3 过孔	69	6.1.3 组装和调试	98
4.1.4 铜膜导线	69	6.2 集成电路调频调幅收音机	102
4.1.5 焊盘	70	6.3 DT830B 数字万用表	106
4.2 印制板快速制作系统	70	6.3.1 DT830B 数字万用表简介	106
4.2.1 快速转印机	70	6.3.2 安装工艺	106
4.2.2 视频高速钻机	71	6.3.3 调试与总装	111
4.3 印制电路板的设计原则、工具与 流程	72	6.4 按键式电话机原理与电路分析	115
4.3.1 印制电路板布局设计的一般 原则	72	6.4.1 通话原理及电路分析	115
4.3.2 制板工具	73	6.4.2 振铃电路	115
4.3.3 快速制作 PCB 流程	75	6.4.3 极性保护电路	116
4.4 热转印法制作 PCB	78	6.4.4 双音多频 (DTMF) 拨号电路	117
4.4.1 热转印法简介	78	6.4.5 通话电路	119
4.4.2 热转印法流程	78	6.5 多用充电器	120
4.4.3 热转印法制作步骤	78	6.5.1 多用充电器工作原理	120
4.4.4 热转印法制作 PCB 原理与 工艺过程	79	6.5.2 多用充电器制作流程	121
		6.5.3 检测调试	128
第五章 焊接安装技术	82	第七章 表面安装技术	132
5.1 焊接技术	82	7.1 表面安装技术 (SMT) 简介	132
5.1.1 焊料和焊剂	82	7.1.1 表面安装技术概念	132
5.1.2 焊接工艺	83	7.1.2 SMT 元器件及设备	134
		7.2 SMT 表面贴装系统	138
		7.2.1 系统简介	138
		7.2.2 系统基本配置	139
		7.2.3 手动丝网印机	139
		7.2.4 真空吸笔	140

7.2.5 再流焊机	141	7.4 FM 微型收音机	149
7.2.6 热风拔放台	142	7.4.1 FM 微型收音机简介	149
7.2.7 焊膏分配器	144	7.4.2 FM 微型收音机安装工艺	151
7.3 SMT 系统具体操作	147	参考文献	157
7.3.1 焊膏印刷	147		
7.3.2 贴片、检查、再流焊	148		

第一章 实习安全

1.1 防止触电事故

在现代生活中,电是必不可少的。为了完成电工电子实习任务,更是经常要用到电,为了保护实习者的人身安全和实习场所的财产安全,首先要介绍安全用电。

1.1.1 电流对人体的影响及安全电压

1. 电流对人体的影响

外部的电流经过人体,造成人体器官组织损伤,甚至死亡,称为触电。它有两种类型:电击和电伤。电击是指电流通过人体内部,对呼吸系统、心脏和神经系统造成破坏直至死亡。电伤是指在电弧作用下或熔断丝熔断时,对人体外部的伤害,指电流通过人体外部表皮造成局部伤害,如烧伤、金属溅伤等。在触电事故中,电击和电伤常会同时发生。

触电的伤害程度与通过人体电流的大小、通过的途径、持续的时间、电流的种类、交流电的频率及人体的健康状况等因素有关,其中以通过人体电流的大小对触电者的伤害程度起决定性作用。

人体是导体。当人体上加有电压时,就会有电流通过人体。当通过人体的电流很小时,人没有感知;当通过人体的电流稍大,人就会有“麻电”的感觉,当电流达到 8 ~ 10 mA 时,人就很难摆脱电压,形成危险的触电事故,当这电流达到 100 mA 时,在很短时间内就会使人窒息、心跳停止。所以,当加在人体上的电压达到一定数值时,就会发生触电事故。人体触电的危险性与通过体内的电流强弱、时间长短及电流的频率等有关,如表 1-1 所示。

表 1-1 人体触电时电流大小与生理反应表

电流范围	电流 (mA)	电流持续时间	生理反应
0	0 ~ 0.5	连续通电	没有感觉
A1	0.5 ~ 5	连续通电	开始有感觉,手指手腕等处有麻感,没有痉挛,可以摆脱带电体
A2	5 ~ 30	数分钟内	痉挛,不能摆脱带电体,呼吸困难,血压升高,是可以忍受的极限
A3	30 ~ 50	数秒至数分钟	心脏跳动不规则,昏迷,血压升高,强烈痉挛,时间过长即引起心室颤动
B1	50 ~ 数百	低于脉搏周期	受强烈刺激,但未发生心室颤动
		超过脉搏周期	昏迷,心室颤动,接触部位留有电流通过的痕迹
B2	超过数百	低于脉搏周期	在心脏搏动周期特定相位电击时,发生心室颤动,昏迷,接触部位留有电流通过的痕迹
		超过脉搏周期	心脏停止跳动,昏迷,可能致命的电灼伤

有资料表明,电击所引起的伤害程度与下列因素有关:

(1) 人体电阻的大小:人体电阻因人而异,通常为 $10 \sim 100 \text{ k}\Omega$ 。当角质外层破坏时,人体电阻会降到 $800 \sim 1\,000 \text{ }\Omega$ 。

(2) 电流通过时间的长短:电流通过人体的时间愈长,则伤害愈大。

(3) 电流的大小:人体允许的安全工频电流为 30 mA ,工频危险电流为 50 mA 。触电电压越高,通过人体的电流越大就越危险。因此,把 36 V 以下的电压定为安全电压。工厂进行设备检修使用的手灯及机床照明都采用安全电压。

(4) 电流频率:电流频率为 $40 \sim 60 \text{ Hz}$ 对人体的伤害最大。实践证明,直流电对血液有分解作用,而高频电流不仅没有危害还可以用于医疗保健等。电流的路径通过心脏会导致神经失常、心跳停止、血液循环中断,危险性最大。其中电流的流经从左手(或右手)到胸部的危险性最高。

2. 安全电压

由于触电对人体的危害性极大,为了保障人的生命安全,使触电者能够自行脱离电源,因此各国都规定了安全操作电压。安全电压是指人体不戴任何防护设备时,触及带电体而不受电击或电伤,这个带电体的电压就是安全电压。严格地讲,安全电压是因人而异的,与触碰带电体的时间长短、带电体接触的面积和压力等均有关系。国际电工委员会 IEC 规定的接触电压限值(相当于安全电压)为 50 V ,并规定 25 V 以下不需要考虑防止电击的安全措施。

我国规定的安全电压:对 $50 \sim 500 \text{ Hz}$ 的交流电压的安全额定值为 42 V 、 36 V 、 24 V 、 12 V 、 6 V 5 个等级,供不同场合选用。 42 V 用于有触电危险的场所使用的手持式电动工具等; 36 V 用于在矿井、多导电粉尘等场所使用的行灯等; 24 V 、 12 V 、 6 V 则可供某些具有人体可能偶然触及的带电人体的设备选用。规定在任何情况下安全电压不得超过 50 V 有效值。当电器设备采用大于 24 V 的安全电压时,必须有防止人体直接接触及带电体的保护措施。

通常情况下,不高于 36 V 的电压对人是安全的,称为安全电压。

照明用电的火线与零线之间的电压是 220 V ,绝不能同时接触火线与零线。零线通常是接地的,所以火线与大地之间的电压也是 220 V ,一定不能在与大地连通的情况下接触火线。

1.1.2 触电的原因

造成触电事故往往是由于操作人员麻痹大意,违反电气操作规程;或是电气设备绝缘损坏、接地不良;或是进入高压电路的接地短路点以及遭雷击等原因。不同的场合,引起触电的原因也不一样。根据日常用电的情况,将触电原因归纳为以下几类:

1. 违章操作

- (1) 违反“停电检修安全工作制度”,因误合闸造成维修人员触电。
- (2) 违反“带电检修安全操作规程”,使操作人员触及电器的带电部分。
- (3) 未切断电源,带电移动电器设备,如果电器漏电就会造成触电。
- (4) 用水冲洗或用湿布擦拭电气设备,引起绝缘性能降低,容易造成触电。
- (5) 违章救护触电者,造成救护者一起触电。
- (6) 对有高压电容的线路检修时未进行放电处理导致触电。

2. 施工不规范

- (1) 误将电源保护接地与零线相接,且插座火线、零线位置接反使机壳带电。

- (2) 插头接线不合理,造成电源线外露,导致触电。
- (3) 照明电路的中性线接触不良或安装保险,造成中性线断开,导致家电损坏。
- (4) 照明线路敷设不合规范,违反布线规程,在室内乱拉电线,造成搭接物带电。
- (5) 随意加大保险丝的规格,失去短路保护作用,导致电器损坏。
- (6) 施工中未对电气设备进行接地保护处理。
- (7) 使用不合格的安全工具进行操作,如用竹杆代替高压绝缘棒、用普通胶鞋代替绝缘靴等,也容易造成触电。

3. 产品质量不合格

- (1) 电气设备缺少保护设施,造成电器在正常情况下损坏和触电。
- (2) 带电作业时,使用不合理的工具或绝缘设施,造成维修人员触电。
- (3) 产品使用劣质材料,使绝缘等级、抗老化能力很低,容易造成触电。
- (4) 生产工艺粗制滥造。
- (5) 电热器具使用塑料电源线。

4. 偶然条件

- (1) 电力线突然断裂使行人触电。
- (2) 狂风吹断树枝将电线砸断。
- (3) 雨水进入家用电器使机壳漏电,家用电器绝缘损坏、漏电。
- (4) 开关、插座的外壳破损。
- (5) 相线绝缘老化、失去保护作用等偶然事件均会造成触电事故。

1.1.3 几种触电类型

1. 低压电路中的触电

即人接触了火线与零线或火线与大地。

(1) 人误与火线接触的原因:

- ① 火线的绝缘皮破坏,其裸露处直接接触了人体,或接触了其他导体,间接接触了人体。
- ② 潮湿的空气导电、不纯的水导电——湿手触开关触电。
- ③ 电器外壳未按要求接地,其内部火线外皮破坏接触了外壳。
- ④ 零线与前面接地部分断开以后,与电器连接的原零线部分通过电器与火线连通转化成了火线。

(2) 人自以为与大地绝缘却实际与地连通的原因:

- ① 人站在绝缘物体上,却用手扶墙或其他接地导体,或站在地上的人扶他。
- ② 人站在木桌、木椅上,而木桌、木椅却因潮湿等原因转化成为导体。

(3) 避免低压电路中触电的注意事项:

- ① 开关接在火线上,避免打开开关时使零线与接地点断开。
- ② 安装螺口灯的灯口时,火线接中心、零线接外皮。
- ③ 室内电线不要与其他金属导体接触,电线有老化与破损时,要及时修复。
- ④ 电器该接地的地方一定要按要求接地。
- ⑤ 不用湿手扳开关、换灯泡,插、拔插头。

⑥ 不站在潮湿的桌椅上接触火线。

⑦ 接触电线前,先把总电闸打开,在不得不带电操作时,要注意与地绝缘,先用测电笔检测接触处是否与火线连通,并尽可能单手操作。

2. 高压触电

高压带电体不但不能接触,而且不能靠近。高压触电有两种:

(1) 电弧触电:人与高压带电体距离到一定值时,高压带电体与人体之间会发生放电现象,导致触电。

(2) 跨步电压触电:高压电线落在地面上时,在距高压线不同距离的点之间存在电压。人的两脚间存在足够大的电压时,就会发生跨步电压触电。

高压触电的危险比 220 V 电压的触电更危险,所以看到“高压危险”的标志时,一定不能靠近它。室外天线必须远离高压线,不能在高压线附近放风筝、捉蜻蜓、爬电杆等。

1.1.4 各种触电情况的物理分析

1. 单相触电

人站在地上或其他接地体上,而人的某部位触及一相带电体,称为单相触电,如图 1-1 所示是人体单相触电的示意图。

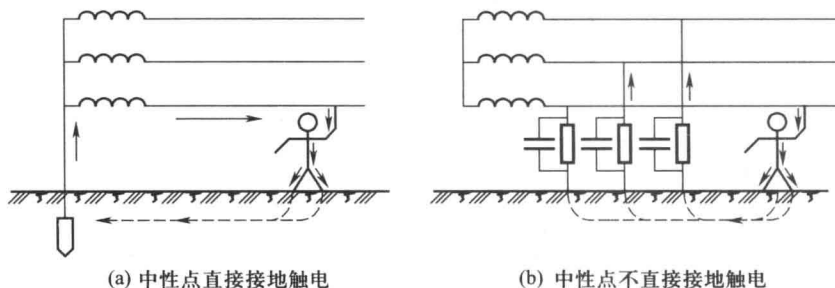


图 1-1 单相触电示意图

2. 两相触电

两相触电指人体两处同时触及两相带电体,称为两相触电,如图 1-2 所示是人体两相触电的示意图。两相触电加在人体上的电压为电源的线电压,所以两相触电的危险性最大。

3. 跨步电压触电

带电体着地时,电流流过周围土壤,产生电压降,人体接近着地点时,两脚之间形成跨步电压,跨步电压引起的触电事故,称为跨步电压触电。跨步电压的大小与人和接地点距离、两脚之间的跨距、接地电流大小等因素有关。一般在 20 m 之外,跨步电压就降为零。为了防止跨步电压触电,应远离接地体 20 m 之外。如果误入高压电线落地点附近,应双脚并拢或单脚跳出危险区。

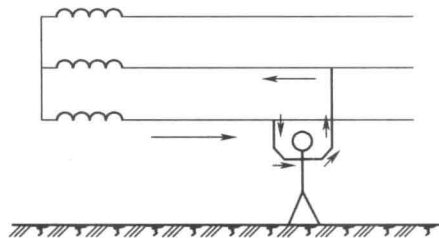


图 1-2 两相触电示意图

4. 接触电压触电

人体接触因绝缘损坏而发生接地故障的电气设备的外壳或与其连接的导体时所造成的触电称为接触电压触电。

5. 感应电压触电

因临近带电体或雷电(云),使电气设备感应而带电,若人体触及这些电气设备造成的触电称为感应电压触电。

6. 静电电压触电

在一些高分子材料生产厂,由于摩擦而产生的静电,当这些累积电荷使人触电受到伤害时称为静电电压触电。

7. 剩余电荷触电

在某些大容量的用电设备或输电线路停电后,因设备电荷未完全泄漏完毕,人体触及而造成的触电事故称为剩余电荷触电。

8. 低压触电时脱离电源的方法

- (1) 立即拉开开关或拔出插头,切断电源。
- (2) 用于木板等绝缘物插入触电者身下,隔断电源。
- (3) 拉开触电者或挑开电线,使触电者脱离电源。
- (4) 可用手抓住触电者的衣服,拉离电源。

9. 高压触电时脱离电源的方法

- (1) 立即通知有关部门停电。
- (2) 带上绝缘手套,穿上绝缘靴,用相应电压等级的绝缘工具拉开开关。
- (3) 抛掷裸金属线使线路短路接地,迫使保护装置动作,断开电源。抛掷金属线前,应注意先将金属线一端可靠接地,然后抛掷另一端。被抛掷的一端切不可触及触电者和其他人。

1.2 安全用电

1.2.1 安全用电原则

电器设备安装要符合技术要求:不接触高于 36 V 的带电体,不靠近高压带电体,不弄湿用电器,不损坏电器设备中的绝缘体。

尽管电子装接工作通常称为“弱电”工作,但实际工作中免不了接触“强电”。一般常用的电动工具(例如电烙铁、电钻、电热风机等)、仪器设备和制作装置大部分需要接市电才能工作,因此用电安全是电子装接工作的首要关注点。实践证明以下 3 点是安全用电的基本保证。

1. 安全用电观念

增强安全用电的观念是安全的根本保证。任何制度、任何措施都是由人来贯彻执行的,忽视安全是最危险的隐患。

2. 基本安全措施

工作场所的基本安全措施是保证安全的物质基础。

3. 养成安全操作习惯

习惯是一种下意识的、不经思索的行为方式,安全操作习惯可以经过培养逐步形成,并使操作者终身受益。安全操作的习惯有:

(1) 人体触及任何电气装置和设备时先断开电源。断开电源一般指真正脱离电源系统(例如拔下电源插头、断开刀闸开关或断开电源连接),而不仅是断开设备电源开关。

(2) 测试、装接电力线路采用单手操作。

(3) 触及电路的任何金属部分之前都应进行安全测试。

1.2.2 安全操作规程

人体若通过 50 Hz、25 mA 以上的交流电时会发生呼吸困难,100 mA 以上则会致死。因此,安全用电非常重要,为了保障人身、设备的安全,学生在实验室用电过程中必须严格遵守安全操作规程。

1. 实验室安全操作规程

(1) 防止触电。

① 不能用潮湿的手接触电器。

② 所有电源的裸露部分都应有绝缘装置。

③ 已损坏的接头、插座、插头或绝缘不良的电线应及时更换。

④ 必须先接好线路再插上电源,实验结束时,必须先切断电源再拆线路。

⑤ 如遇人触电,应切断电源后再行处理。

(2) 防止着火。

① 保险丝型号与实验室允许的电流流量必须相配。

② 负荷大的电器应接较粗的电线。

③ 生锈的仪器或接触不良处,应及时处理,以免产生电火花。

④ 如遇电线走火,切勿用水或导电的酸碱泡沫灭火器灭火。应立即切断电源,用沙或二氧化碳灭火器灭火。

(3) 防止短路。

电路中各接点要牢固,电路元件二端接头不能直接接触,以免烧坏仪器或产生触电、着火等事故。

(4) 实验开始以前,应先由教师检查线路,经同意后,方可插上电源。

(5) 若仪器有漏电现象,则可将仪器外壳接上地线,仪器即可安全使用。但应注意,若仪器内部和外壳形成短路而造成严重漏电者(可以用万用电表测量仪器外壳的对地电压),应立即检查修理。此时如接上地线使用仪器,则会产生很大的电流而烧坏保险丝或出现更为严重的事故。

2. 电工安全操作规程

(1) 工作前必须检查工具、测量仪表防护用具是否完好。

(2) 任何电气设备内部未经验明无电时,一律视为有电,不准用手触及。

(3) 不准在运转中拆卸修理电气设备。必须在停车、切断设备电源、取下熔断器、挂上“禁止合闸,有人工作”的警示牌,并验明无电后,才可进行工作。

(4) 临时工作中断后或每班开始工作前,都必须重新检查电源确已断开,并验明无电。

(5) 每次维修结束时,必须清点所带工具、零件,以防遗失和留在设备内而造成事故。

(6) 在低压配电设备上进行工作时,必须要经过领导批准,并有专人监护。工作时要戴工作帽,穿长袖衣服,戴绝缘手套,使用绝缘的工具,并在绝缘物上进行操作,邻相带电部分和接地金属部分应用绝缘板隔开。

(7) 禁止带负载操作动力配电箱中的刀开关。

(8) 电气设备的金属外壳必须接地(接零),接地线要符合标准,不准断开带电设备的外壳接地线。正常情况下,将不带电的电气设备的金属外壳和构架通过接地装置与大地作良好的电气连接,称为保护接地。正常情况下,将不带电的电气设备金属外壳和构架与变压器中性点直接接地的零线相连接,称为保护接零。

(9) 安装灯头时,开关必须接在相线上,灯头(座)螺纹端必须接在零线上。

(10) 严禁将电动工具的外壳接地线和工作零线拧在一起插入插座。必须使用三孔两相插座。手电钻、手砂轮、电刨等手持电动工具,在使用前用电笔测试外壳是否带电,检查接地点接触是否良好。电设备的金属外壳应可靠地接地或接零。

(11) 使用梯子时,禁止两人同时上梯子,梯子与地面之间的角度以 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 为宜。在水泥地面上使用梯子时,要有防滑措施。对没有搭钩的梯子,在工作时要有人扶持。使用人字梯时拉绳必须牢固。不使用有空挡的梯子。

(12) 电气设备发生火灾时,要立刻切断电源,并使用 1211 灭火器或 CO_2 灭火器灭火,严禁用水或泡沫灭火器。

(13) 保证电气设备检修工作的安全技术措施:停电、验电、放电、悬挂标志牌。

(14) 正确使用个人防护用品和安全防护工具,进入施工现场必须戴好安全帽,穿好工作服和绝缘靴。在高空、悬崖和陡峭处施工时,必须系好安全带。

(15) 低压基本绝缘安全工具有:绝缘手套、装有绝缘杆的工具、低压验电器。低压基本辅助安全用具有:绝缘鞋、绝缘靴、绝缘台。

3. 对电工的基本要求

(1) 具有较高的思想觉悟,掌握较高的理论知识。

(2) 无癫痫,无恐高症、心脏病、色盲、四肢障碍、严重高血压、高度近视等。

(3) 基本掌握急救、互救知识。

(4) 应具备电工安全知识,并经考试合格,必须持电业局及有关单位发的合格证,并应在熟练工作人员指导下进行工作。

1.3 触电事故的急救

一旦发生触电事故,抢救者必须保持冷静,首先应使触电者脱离电源,然后进行急救。

1. 脱离电源

使触电者迅速脱离电源是极其重要的,触电时间越长,对触电者的伤害就越大。根据具体情况和采取不同的方法,如断开电源开关、拔去电源插头或熔断器插件等;用干燥的绝缘物拨开电源线或用干燥的衣服垫住,将触电者拉开等。在高空发生触电事故时,触电者有被摔下的危险,一定要采取紧急措施,使触电者不致被摔下而造成二次伤害。

2. 急救

触电者脱离电源后,应根据其受到电流伤害的程度,采取不同的施救方法。若停止呼吸或心跳停止,决不可认为触电者已死亡而不去抢救,应立即争分夺秒的进行现场人工急救。

(1) 人工呼吸法

适用于触电者有心跳无呼吸的触电者,具体方法如下:

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,不可用枕头。然后把伤者的头侧向一边,掰开嘴,清除口中杂物,使呼吸道畅通,如图 1-3 所示。同时解开衣领,松开上身的紧身衣服,使其胸部可以自由扩张。

② 施救者位于触电者的一边,用一只手紧捏触电者的鼻孔,并用手掌的外缘部压住其额部,扶正头部使鼻孔朝天,另一只手托在触电者的颈部略向上抬,以便接受吹气。

③ 救者做深呼吸,然后紧贴触电者的口腔,对口吹气约 2 s。同时观察其胸部是否扩张,以决定吹气是否有效和是否合适,如图 1-4 所示。

开放气道 头后仰



图 1-3 保持呼吸道畅通示意图

贴嘴吹气 胸扩张



图 1-4 吹气示意图

④ 吹气完毕后,立即离开触电者的口腔,并放松其鼻孔,使触电者胸部自然恢复,时间约 3 s,以利其呼气,如图 1-5 所示。

按照上述步骤不断进行,每分钟约反复 12 次。如果触电者张口有困难,可用口对准其鼻孔吹气。

放开嘴鼻好换气



图 1-5 换气示意图

(2) 人工胸外心脏挤压法

人工胸外心脏挤压法适用于心跳停止或不规则颤动的触电者,具体方法如下:

① 使触电者仰卧,姿势与人工口对口呼吸法相同,但后背着地处应结实。

② 抢救者骑在触电者的腰部。

③ 抢救者两手相叠,用掌跟置于触电者胸骨下端部位,即中指指尖置于其颈部凹陷的边缘,“当胸一手掌”,掌跟所在的位置即为正确压区,如图 1-6 所示。然后自上而下直线均衡地用力向脊柱方向挤压,使其胸部下陷 3 ~ 4 cm,可以压迫心脏使其达到排血的作用,如图 1-7 所示。

④ 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恢复原状,使心脏自然扩张,大静脉中的血液就能回流到心脏中来。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,避免造成骨折气胸、血胸等危险。但也不能用力过小,达不到挤压目的。

双手交叠置于心脏上方

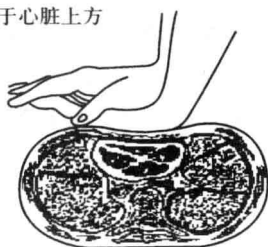


图 1-6 手掌按压的位置

向下按压 胸骨下陷3~4 cm



图 1-7 人工胸外心脏挤压法示意图

如果触电者心跳和呼吸均已停止,则两种方法可同时使用,如图 1-8 所示,直到触电者恢复正常,否则抢救工作决不能中断,直到医务人员来接替抢救为止。



图 1-8 人工胸外心脏挤压法与口对口呼吸法操作示意图

1.4 防止其他损害

1.4.1 防止机械损伤

电子实习工作中机械损伤比在机械加工中要少得多,但是如果放松警惕、违反安全规程仍然存在一定危险。例如,戴手套或者披散长发操作钻床是违反安全规程的,实践中曾发生手臂和头发被高速旋转的钻具卷入、造成严重伤害的事故;再如使用螺丝刀紧固螺钉可能打滑伤及自己的手;剪断印制板上元件引线时,线段飞射打伤眼睛等事故都曾发生。而这些事故只要严格遵守安全制度和操作规程,树立牢固的安全保护意识,是完全可以避免的。

1.4.2 防止烫伤

烫伤在电子装接工作中是频繁发生的一种安全事故,这种烫伤一般不会造成严重后果,但也会给操作者造成伤害。只要注意操作安全,烫伤是完全可以避免。造成烫伤的原因及防止措施如下:

(1) 接触过热固体,常见有下列造成烫伤的固体:电烙铁、电热风枪和电路中发热元器件,如