



杨 圣 江 兵 编著

电子技术实践基础教程



清华大学出版社

TN
52

电子技术实践基础教程

杨 圣 江 兵 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

电子技术实践是一项专业性极强的工作,以传统的理论为主、验证性实验为辅的教学模式越来越难以满足电子技术领域的现实需求。

本书立足于电子技术领域的最新进展,力求为读者提供系统、新颖和实用的电子实践基础知识,内容包括电子实践常识、元器件筛选技术、印制电路板设计、板上组装技术、系统组装技术、测量与调试技术、可靠性技术、电子产品认证和 Protel 99 SE 等。

本书是专为电子创新实践类课程编写的,可作为理工类本科生教材,也可作为研究生和相关工程技术人员参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实践基础教程/杨圣,江兵编著. —北京:清华大学出版社,2006.7
ISBN 7-302-13165-1

I. 电… II. ①杨… ②江… III. 电子技术—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 059684 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:刘建龙

文稿编辑:李春明

排版人员:房书萍

印 刷 者:北京国马印刷厂

装 订 者:三河市化甲屯小学装订二厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:17.25 字数:408 千字

版 次:2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-13165-1/TN·330

印 数:1~4000

定 价:25.00 元

前 言

作为信息技术的一个重要基础和信息产业的一项核心技术，电子技术的应用正迅速扩展到人类生活的各个领域。电子技术实践能力不仅是高新技术领域科研工作者和工程技术人员的必备技能，而且与日常生活紧密相连，如家用电器和智能化住宅设施的使用和维护等。但是，电子技术实践又是一项专业性很强的工作，不经过系统的培训很难掌握，盲目地操作往往会失败，甚至会导致事故的发生。

由于电子技术仍处在迅速发展的阶段，各种新技术、新器件和新产品层出不穷，该领域知识更新的速度异常迅速。与此形成鲜明对照的是，国内高校在电子技术教学方面的改革远远滞后于电子技术自身的发展。首先，从教学方式上看，仍然是理论教学为主、实验为辅，忽视了电子技术实践性极强的特点；其次，从教学内容看，理论教学仍是以基本电路分析计算为重点，实验仅以验证理论教学为目的。这与精彩纷呈的新技术、新器件和新产品相比，给人一种恍如隔世之感。很多电子专业刚毕业的本科生，面对电子领域具体的专业性工作表现得一筹莫展，而用人单位又抱怨刚毕业的本科生动手能力太差，派不上用场。面对这一严峻的局面，近年来，一些高校率先开设了电子创新实践类课程。由于电子创新实践类课程是一个新事物，没有现成的经验可借鉴，多数人都是把传统电子工艺的教学内容简单地移植过来，这种做法其实是一种缺乏深入变革和创新的肤浅行为。传统电子工艺的教学内容还存在严重滞后的问题，并且很少涉及创新能力的培养。

编写本教材的目的是为了满足高校开设电子创新实践类课程的需求，具体内容的选择尽量避免重蹈传统教材的覆辙，重点放在对电子实践的现实需求和综合创新能力的培养上。当然，上述想法只能作为一个理想的目标，真正实现它并不是一件简单的事，存在的困难主要是作者自身水平的限制、资料收集不够全面和编写时间仓促。谨以此教材表示对电子创新实践教学改革的支持。

本教材共分9章，第1、2、9章由江兵编写，其余各章由杨圣编写。具体内容安排如下：第1章电子技术实践常识；第2章元器件筛选技术；第3章印制电路板设计；第4章板上组装技术；第5章系统组装技术；第6章测量与调试技术；第7章可靠性技术；第8章电子产品认证；第9章 Protel 99 SE。

本教材编写过程中参考了大量文献，在此向所有作者表示衷心的感谢！

编 者

目 录

第1章 电子技术实践常识.....1	第2章 元器件筛选技术.....39
1.1 安全常识.....1	2.1 电阻的筛选.....39
1.1.1 安全电压.....1	2.1.1 电阻的识别.....39
1.1.2 保护接地与保护接零.....1	2.1.2 电阻的选用和质量判别.....43
1.1.3 接通电源前的检查.....3	2.2 电容器的筛选.....44
1.1.4 检修、调试电子设备的 注意事项.....4	2.2.1 电容器的识别.....44
1.1.5 装焊操作安全规则.....4	2.2.2 电容的选用和质量判别.....49
1.1.6 触电急救.....5	2.3 电感线圈的筛选.....51
1.2 常用工具.....5	2.3.1 电感线圈的识别.....51
1.2.1 验电笔.....5	2.3.2 电感的测量.....55
1.2.2 螺丝刀.....6	2.3.3 变压器.....60
1.2.3 钳子.....7	2.4 半导体器件的筛选.....63
1.2.4 电工刀.....7	2.4.1 半导体二极管的识别.....63
1.2.5 喷灯.....8	2.4.2 半导体二极管主要参数 和测试.....66
1.2.6 电烙铁.....8	2.4.3 半导体三极管的识别.....69
1.2.7 电锤.....9	2.4.4 半导体三极管的测试.....70
1.3 常用仪器和设备.....10	2.5 稳压电源.....74
1.3.1 万用表.....10	2.5.1 简述.....75
1.3.2 稳压电源.....13	2.5.2 直流线性稳压电源.....76
1.3.3 函数发生器.....15	2.5.3 开关稳压电源.....79
1.3.4 示波器.....16	参考文献.....80
1.3.5 其他常用仪器.....19	第3章 印制电路板设计.....82
1.4 读图技巧.....23	3.1 基材选择与基板设计.....82
1.4.1 常用元器件符号.....23	3.1.1 基材选择.....82
1.4.2 原理图、印刷电路板分析.....27	3.1.2 基板设计.....84
1.5 国家标准.....30	3.2 元器件布局与标注.....87
1.5.1 基本概念.....30	3.2.1 电路的分割和组合.....87
1.5.2 符号、术语和技术文件.....30	3.2.2 元器件布局.....88
1.5.3 电子元器件及电子设备的 可靠性、安全性.....32	3.2.3 印制电路板的标注.....91
1.5.4 结构、造型和包装.....37	3.3 布线、导通孔与焊盘设计.....91
参考文献.....38	3.3.1 布线.....91

3.3.2 焊盘与导通孔.....	93	5.3.3 热设计的基本方法	145
3.4 PCB 中的 EMC	97	5.4 电磁屏蔽材料.....	147
3.4.1 接地.....	97	5.4.1 铁磁材料	147
3.4.2 屏蔽.....	99	5.4.2 良导体材料	147
3.4.3 隔离.....	100	5.4.3 复合材料	149
3.4.4 滤波和去耦.....	101	5.4.4 小结	151
3.4.5 开关、接点干扰的抑制.....	103	5.5 高压静电防护.....	151
参考文献.....	104	5.5.1 放电管与高压保护	151
第 4 章 板上组装技术	105	5.5.2 静电及其抑制方法	154
4.1 焊点的质量要求.....	105	参考文献.....	156
4.1.1 焊点标准.....	105	第 6 章 测量与调试技术.....	157
4.1.2 焊点缺陷.....	107	6.1 电信号特征参量的测量.....	157
4.1.3 焊接质量检查.....	108	6.1.1 电压	157
4.2 手工锡焊基本操作.....	110	6.1.2 漏电流	159
4.2.1 焊接准备工作.....	111	6.1.3 频率	163
4.2.2 电烙铁的使用.....	114	6.2 网络特征参量的测量.....	165
4.2.3 表面器件焊接.....	117	6.2.1 输入与输出电阻	165
4.3 工业生产锡焊技术.....	119	6.2.2 共模抑制比	168
4.3.1 浸焊.....	119	6.2.3 频率特性	169
4.3.2 波峰焊.....	120	6.3 调试及故障排除.....	172
4.3.3 再流焊.....	121	6.3.1 电子产品的调试	173
4.4 清洗与三防.....	124	6.3.2 故障排除方法	175
4.4.1 清洗及其质量控制.....	124	6.3.3 特殊要求的检查	177
4.4.2 三防处理.....	126	参考文献.....	182
参考文献.....	127	第 7 章 可靠性技术	184
第 5 章 系统组装技术	128	7.1 可靠性基础知识.....	184
5.1 造型及结构设计.....	128	7.1.1 基本概念	184
5.1.1 造型设计.....	128	7.1.2 可靠性与质量	186
5.1.2 结构设计.....	135	7.2 可靠性设计技术.....	188
5.2 布线技术.....	139	7.2.1 元器件的可靠性选用	188
5.2.1 导线的种类.....	139	7.2.2 电子线路的可靠性设计	190
5.2.2 导线的选用.....	140	7.3 可靠性试验技术.....	192
5.2.3 布线技术.....	141	7.3.1 可靠性预筛选	192
5.2.4 接地线.....	143	7.3.2 环境适应性试验	194
5.3 热设计.....	143	7.3.3 环境应力筛选	196
5.3.1 散热的基本方式.....	144	7.3.4 可靠性强化试验	200
5.3.2 最常用的冷却方法.....	145	7.3.5 加速寿命试验	203

7.4 应用实例.....	205	9.1.1 PROTEL 99 SE 的 主要功能	234
7.4.1 雷达制造中的可靠性技术.....	205	9.1.2 PROTEL 99 SE 的 工作环境	235
7.4.2 电子计价秤的老化工艺.....	206	9.2 原理图的绘制.....	237
7.4.3 教学仪器的环境试验.....	207	9.2.1 原理图的绘制	237
参考文献.....	208	9.2.2 生成原理图元件的 库文件	249
第 8 章 电子产品认证	210	9.2.3 原理图的后续处理	251
8.1 欧美的国际认证.....	210	9.3 PCB 图的绘制.....	255
8.1.1 欧盟 CE 认证	211	9.3.1 PCB 图的绘制	255
8.1.2 美国 FCC 认证	213	9.3.2 生成 PCB 图封装 元件的库文件	261
8.1.3 美国 UL 认证	215	9.3.3 PCB 图的后续处理	264
8.2 中国 3C 认证.....	218	参考文献.....	266
8.2.1 3C 认证制度	218		
8.2.2 3C 认证管理	223		
8.2.3 3C 认证标志管理	228		
8.2.4 3C 认证申请	232		
参考文献.....	233		
第 9 章 PROTEL 99 SE	234		
9.1 PROTEL 99 SE 的 功能与工作环境.....	234		

第1章 电子技术实践常识

我国高校电子技术教学中一直存在重理论、轻实践的问题，开设的实验课通常是验证性实验，学生缺乏对电子产品开发过程的整体性了解。本章通过介绍安全常识、常用工具、常用仪器和设备、读图技巧及电子电工领域的国家标准，使读者了解一些电子技术实践的基础性知识。

1.1 安全常识

电子技术实践涉及电子设备的使用，安全是首要问题。本节介绍安全电压、电子设备的保护接地和保护接零、电子设备接通电源前的检查和检修、调试电子设备的注意事项、手工装焊操作的安全规则以及发生触电事故的急救。

1.1.1 安全电压

触电是电流通过人体引起的生理反应。毫安级的电流就能在人体中引起反应。我国针对电子设备实施的最新安全强制性标准为 GB8898-2001《音频、视频及类似电子设备安全要求》。标准规定接触电流不应超过交流限值 0.7mA(峰值)和直流限值 2.0mA。

通过人体电流的大小，主要取决于施加于人体的电压及人体本身的电阻。人体电阻包括皮肤电阻和体内电阻。体内电阻存在较小的容性分量，大部分可认为是阻性的，与接触表面积关系不大，基本不受外界条件影响，其值约为 500Ω 。皮肤电阻容性分量较大，随外界条件不同有较大范围的变化，一般干燥的皮肤，电阻值可达 $100k\Omega$ 以上，但随着皮肤的湿度加大，电阻逐渐减小，可小到 $1k\Omega$ 以下。人体总电阻是体内阻抗与皮肤阻抗的向量和。倘若用湿手接触 36V 的安全电压，同样会受到电击，此时的安全电压也不安全了。安全电压通常是就人体皮肤干燥时而言的。我国规定的安全电压有 36V、24V 和 12V 等。在潮湿条件下的安全电压应为 24V 和 12V。

1.1.2 保护接地与保护接零

电子设备的任何部分与土壤做良好的电气连接，称为接地。与土壤直接接触的金属体称为接地体。用于连接接地体和电子设备的导线，称为接地线。保护接地是将电子设备外壳上的金属部分与接地体做良好的电气连接。在低压供电系统中，接地的中性线称为零线。保护接零是将正常情况下不带电的电子设备的金属外壳接到零线上。

对于采用保护接地的电子设备，在相线绝缘破损使设备金属外壳带电的情况下，人接触金属外壳的同时，短路电流从两条通路流走，一条是接地线，另一条是人体。接地线的电阻通常 $\leq 4\Omega$ ，而人体的电阻一般为 500Ω 左右，短路电流绝大部分从接地线流走，从而实现对人的保护。

对于采用保护接零的电子设备，在相线绝缘破损且接触到金属外壳时，在相线与零线

之间通过金属外壳形成碰壳短路。短路电流将故障相熔断或启动其他保护元件切断电源，实现保护功能。

在实际使用中，考虑不同的要求采用 TN、TT 和 IT 三种系统。

1. TN 系统

电源端有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分通过保护中性导体或保护导体连接到此接地点。TN 系统又分为以下三类。

(1) TN-C 系统

系统的中线 N 和保护接地线 PE 合二为一，称为 PEN 线。设备金属外壳与 PEN 线相连，形成保护接零，俗称三相四线制，如图 1-1 所示。这种系统成本较低，对接地故障灵敏度高。但当三相负载不平衡时，PEN 线上有电流通过，形成对地的电位，相应的与 PEN 线相连的设备金属外壳也出现同样电位，带来触电的危险。

(2) TN-S 系统

考虑到 TN-C 系统的情况，另设一条 PE 线，将 N 线和 PE 线分开，二者在中性点处共同接地，之后没有电气连接，这样形成了 TN-S 系统，俗称三相五线制或单相三线制，如图 1-2 所示。TN-S 系统的 PE 线接地良好，不会有电流出现，与之相连的设备金属外壳可实现安全接地。当然从经济的角度来说，单独的 PE 线增加了成本。

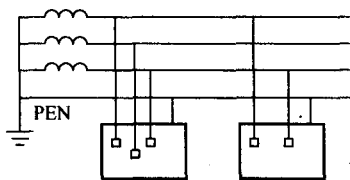


图 1-1 TN-C 系统

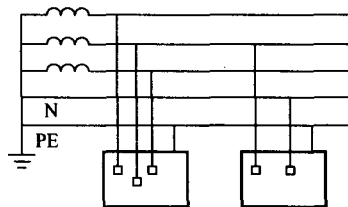


图 1-2 TN-S 系统

(3) TN-C-S 系统

TN-C-S 系统介于 TN-C 系统和 TN-S 系统之间。在电源附近，N 线与 PE 线是一条线，在接入用电设备之前的某点，引出 PE 线，之后 N 线与 PE 线无电气连接，如图 1-3 所示。这样可以降低成本，但接地状况不如 TN-S 系统，常用在一般的居民住宅和办公楼。考虑到 PE 线的电位稳定，还常常在 N 线与 PE 线分开点做重复接地。

2. TT 系统

电源端有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分直接接地，此接地点在电气上独立于电源端的接地点。

由于保护接地线 PE 单独接地，与中线 N 没有电气连接，这样可以避免各用户之间的中线电位串扰，如图 1-4 所示。但在这种情形下，若相电压为 220V，电源接地和保护接地电阻均为 4Ω ，则发生相线触壳故障时，常常由于短路电流低于保护装置阈值而使得设备金属外壳带 110V 电压。解决办法是降低 PE 线接地电阻或采用可靠的保护装置，代价较高。

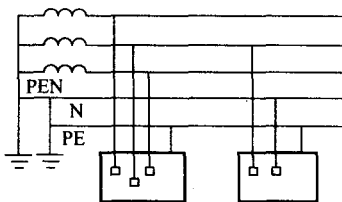


图 1-3 TN-C-S 系统

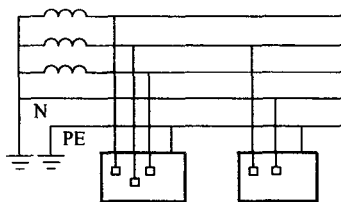


图 1-4 TT 系统

3. IT 系统

IT 系统区别于上面两种系统,采用中线不接地形式,或在中性点通过足够大电阻接地,如图 1-5 所示。在此系统中,各用电设备通过保护接地线自行接地。俗称三相三线制。由于不存在 N 线,所以只能接三相负载。发生故障时漏电电流小,不会产生电火花和电弧,适用于矿井等易燃易爆场所,民用较少。

我国目前在低压供电系统中普遍使用的是 TN 系统。TN 系统和 TT 系统是中线接地系统,在中线接地系统中,如果保护接地和保护接零同时使用(如图 1-6 所示),采用保护接地的设备发生相线触壳故障时,若故障设备容量较大,漏电电流不足以使保护元件发生动作,此电流产生的压降将使中线电位升高,这样,该系统中所有保护接零的设备金属外壳带有相同的电位,触电机会大增。所以,在中线接地系统中,禁止保护接地和保护接零同时使用。

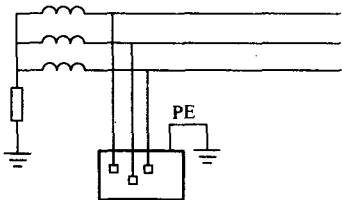


图 1-5 IT 系统

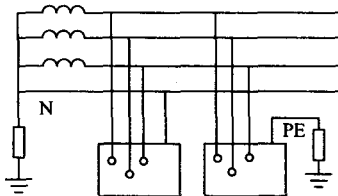


图 1-6 接地和接零同时使用

1.1.3 接通电源前的检查

电子设备在出厂前需经过各种测试,以保证使用安全,但不能排除偶然情况的出现。在使用及运输过程中,老化、磨损等也会影响电子设备的安全性。所以,任何新的或搬运过的以及自己不了解的用电设备,不要冒失拿起插头就往电源上插,要记住“四查而后插”。

其中四查为:

- 一查电源线有无破损。
- 二查插头有无外露金属或内部松动。
- 三查电源线插头两极有无短路,同外壳(如果设备是金属外壳)有无通路。
- 四查设备所需电压值是否与供电电压相符。

要确定外形完好的插头内部是否有短路现象,最简单的办法可使用万用表进行测量。

将万用表置于测电阻模式, 可用 1k 或 10k 档。在电源开关断开情况下, 对于二芯插头, 两个电极之间及它们与外壳之间的电阻均应为无穷大。电源开关闭合时, 两个电极与外壳电阻仍应为无穷大。对于三芯插头, 外壳只能同接地极连接。在电源开关断开情况下, 非接地极之间及非接地极与外壳之间电阻应为无穷大。

1.1.4 检修、调试电子设备的注意事项

检修和调试是电子技术实践过程中不可缺少的环节, 且在大多情况下是带电作业, 人身安全和设备安全不能忽视。检修调试电子设备时应注意以下几点。

- 检修、调试之前, 一定要了解检修、调试对象的电气原理, 特别是电源系统。
- 不要以为断开电源开关就没有触电危险。只有拔下插头, 并对仪器内的高电压大容量电容器放电处理后, 才能认为是安全的。放电办法如图 1-7 所示。

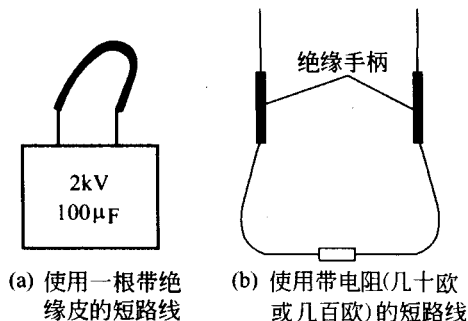


图 1-7 电容器放电示意图

- 不要随便改动仪器设备的电源线。
- 需要带电检查调试时, 要先用验电笔检查外壳、金属部件及裸露的导线是否带电, 使用万用表测电压时, 一定要测有关部分的对地电压。
- 洗手后或手出汗潮湿时, 不要带电作业。尽可能用单手操作, 另一只手放到背后或衣袋中。

1.1.5 装焊操作安全规则

使用手工锡焊工具电烙铁时, 不仅要注意防触电问题, 而且要防止烙铁头给操作人员造成烫伤。关于电烙铁的正确使用将在下面章节详细讲解, 这里请注意几条安全操作规则。

- 不要惊吓正在操作的人员。
- 烙铁头在没有确信脱离电源时, 不能用手触摸。
- 烙铁头上多余的锡不要乱甩, 特别是往身后甩危险更大。
- 易燃品远离电烙铁。
- 拆焊有弹性的元件时, 不要离焊点太近, 并使可能弹出焊锡的方向向外。
- 插拔电烙铁等电器的电源插头时, 要手拿插头, 不要抓电源线。
- 用螺丝刀拧紧螺钉时, 另一只手不要握在螺丝刀刀口方向。

- 用剪线钳剪断短小导线(例如印刷板元件焊好后, 去掉过长的引线)时, 要让导线飞出方向朝着工作台或空地, 绝不可向人或设备。
- 工作场所要讲究文明工作, 各种工具、设备摆放合理、整齐, 不要乱摆、乱放, 以免发生事故。

1.1.6 触电急救

发生触电事故, 千万不要惊慌失措, 必须用最快的速度使触电者脱离电源。要记住: 当触电者未脱离电源前本身就是带电体, 同样会使抢救者触电。

脱离电源最有效的措施是拉闸或拔出电源插头。在一时找不到或来不及找电源的情况下, 可用绝缘物(如带绝缘柄的工具、木棒、塑料管等)移开或切断电源线。关键是一要快, 二要不使自己触电, 一两秒的迟缓都可能造成无可挽救的后果。

脱离电源后如果病人呼吸、心跳尚存, 应尽快送医院抢救。若心跳停止, 应用人工心脏挤压法维持血液循环; 若呼吸停止, 应即刻施行口对口人工呼吸。若心跳、呼吸全停, 则应同时采用上述二法, 并向医院告急救。

1.2 常用工具

正确规范地使用常用工具可以避免不必要的人身、设备的损失。本节介绍验电笔、螺丝刀、钳子、电工刀、喷灯、电烙铁和电锤的正确使用方法。

1.2.1 验电笔

验电笔, 简称电笔, 如图 1-8 所示。验电笔是用来测量低压导体和金属外壳是否带电的一种常用工具。它具有体积小、重量轻、携带方便、测试简单等优点。验电笔常做成钢笔式结构, 有的也做成小型螺丝刀结构, 前端是金属探头, 后部塑料外壳内装配有氖泡、电阻和弹簧, 上部有金属端盖或钢笔型挂鼻, 使用时作为手触及的金属部分。

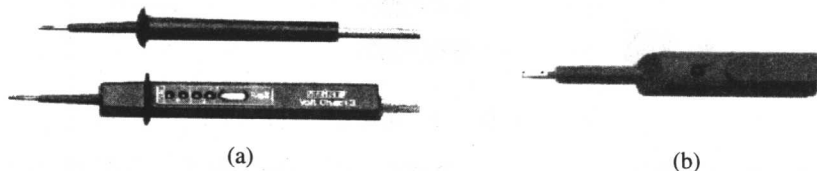


图 1-8 验电笔

普通低压验电笔的电压测量范围是 60~500V, 低于 60V 时验电笔的氖泡可能不会发光显示, 高于 500V 电压的则不能用普通验电笔来测量, 以免造成人身触电, 很不安全。所以切勿用普通验电笔测试超过 500V 的电压!

当用验电笔测试带电体时, 带电体上的电压经笔尖(金属体)、氖泡、电阻、弹簧、笔尾端的金属体、再经过人体接入大地, 形成回路。在回路中, 验电笔内电阻约 $2M\Omega$, 人体电阻在 $500\sim 105\Omega$ 范围内, 脚底的绝缘物或地面上的绝缘物电阻阻值相当大。人体与地之间形成电容, 因为火线与零线间加的是 200V 交流电压, 电容支路上交流电所受阻碍作用

很小, 电流经过电容就直接回到零线, 而经过人体电流很微小, 人无触电危险, 验电笔氖泡也能正常发光。带电体与大地之间的电压超过 60V 后, 氖泡便会发光, 指示被测带电体有电。

初学的电工, 在使用验电笔时要注意以下几个问题。

- 使用验电笔之前, 首先要检查验电笔有无安全电阻在里面, 再直观检查验电笔是否损坏, 有无受潮或进水, 检查合格后方可使用。
- 在使用验电笔正式测量电气设备是否带电之前, 先要将验电笔在有电源的部位检查一下氖泡是否能正常发光。如果验电笔氖泡能正常发光, 则可开始使用。
- 如果验电笔需在明亮的光线下或阳光下测试带电体时, 应当避光检测电气是否带电, 以防光线太强不易观察到氖泡是否发亮, 造成误判。
- 大多数验电笔前面的金属探头都制成一物两用的小螺丝刀, 在使用中特别注意验电笔当作螺丝刀使用时, 用力要轻, 扭动不可过大, 以防损坏。
- 验电笔在使用完毕后要保持清洁, 放置干燥处, 严防摔碰。

1.2.2 螺丝刀

螺丝刀, 又称“起子”, 其头部形状有一字形和十字形两种, 手柄制作成为木柄或塑料柄, 如图 1-9 所示。螺丝刀的大小尺寸和种类很多, 近年来, 还产生了多用组合式螺丝刀、电动螺丝刀、气动螺丝刀、可调扭力螺丝刀等。

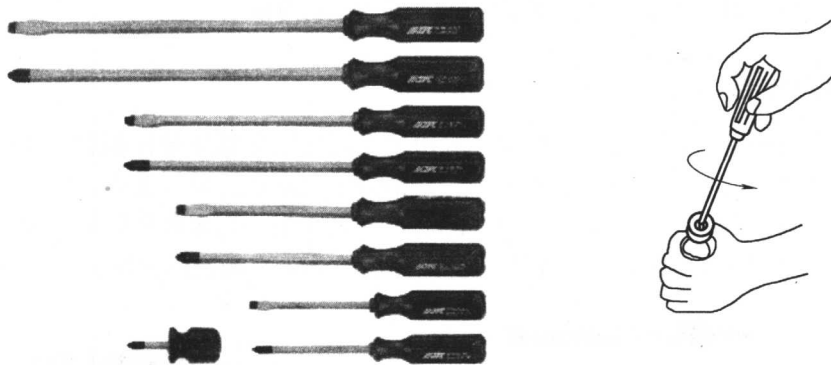


图 1-9 螺丝刀

螺丝刀的操作, 一般以右手的掌心顶紧螺丝刀柄, 利用拇指、食指和中指旋动螺丝刀柄, 刀刃准确插入螺丝头的凹槽中, 左手扶住螺丝或工作台面。拧螺丝时, 掌心必须顶紧螺丝刀柄, 否则可能使螺丝头的凹槽受伤而无法拧紧(或旋出)螺丝。

在使用中要注意以下几个问题。

- 螺丝刀手柄要保持干燥清洁, 以防带电操作中发生漏电。
- 在使用小头较尖的螺丝刀松螺钉时, 要特别注意用力均匀, 严防手滑触及其他带电体或者刺伤另一只手。
- 切勿将螺丝刀当作鑿子使用, 以免损坏螺丝刀手柄或刀刃。

1.2.3 钳子

钳子的用途是夹持或折断金属薄板以及切断金属丝,如图 1-10 所示。电气操作应选用带绝缘手柄的钳子。一般钢丝钳的绝缘护套耐压为 500V,所以只适合在低压带电设备上使用。尖嘴钳的头部尖细,适用于狭小的工作空间或带电操作低压电气设备。尖嘴钳还可用来剪断细小的金属丝、用于电气仪器仪表制作或维修用,也适合作家庭日常修理的工具,使用灵活方便。电工技术人员在选用尖嘴钳时,耐压应在 500V 以上。

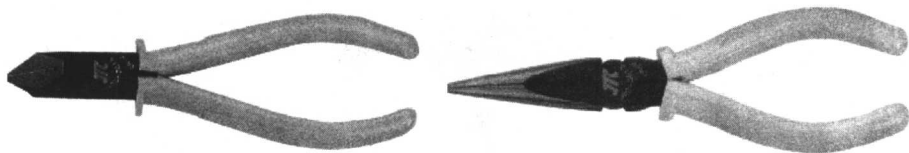


图 1-10 钳子

使用钳子一般用右手操作。将钳口朝内侧,便于控制钳切部位;用小指伸在两钳柄中间来抵住钳柄,张开钳头,这样可以灵活分开钳柄,如图 1-11 所示。钳子齿口可以用来紧固和拧松螺母,刀口除了可以用来剪切电线外,还可以用来剖切电线的橡皮或塑料绝缘层。



图 1-11 钳子的使用

使用钳子时应注意以下几个问题:

- 注意防潮,勿损坏柄套以防触电。钳轴要经常加油,防止生锈。
- 要保持钢丝钳清洁,带电操作时,手与钢丝钳的金属部分保持 2cm 以上的距离。

1.2.4 电工刀

电工刀适用于电工在装配维修工作中割削电线绝缘外皮,以及割削绳索、木桩等,如图 1-12 所示。电工刀的结构与普通小刀相似,可以折叠。有的电工刀既有刀片,又有锯片和锥针,不但可以削电线,还可以锯割电线槽板,锥钻底孔,使用起来非常方便。

使用电工刀削电线绝缘层时,可以把刀片倾斜,刀刃略翘起一些。切忌把刀刃垂直对着导线切割绝缘层,这样容易割伤导线线芯。

使用电工刀要注意以下几点:

- 使用时切勿用力过猛,以免不慎划伤手臂。

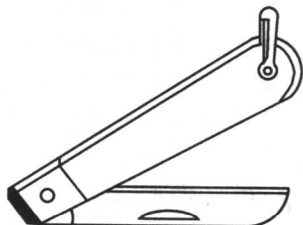


图 1-12 电工刀

- 一般电工刀的手柄是不绝缘的, 因此严禁用电工刀带电操作。

1.2.5 喷灯

喷灯是利用火焰对工件进行加热的一种工具, 火焰温度可达 900°C , 电工常用来锡焊、焊接电缆接地线等, 如图 1-13 所示。喷灯的燃料大多是可燃性的挥发物质, 所以在喷灯使用过程中, 操作人员必须经过培训, 严格遵守操作规范。

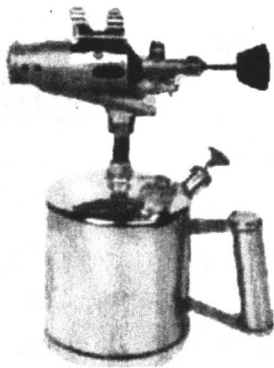


图 1-13 喷灯

喷灯作业的一般要求有下面几点:

- 喷灯加油时, 要选择安全地点, 并认真检查喷灯是否有漏油或渗油的地方。
- 喷灯加油时应将加油防爆盖旋开, 用漏斗灌入汽油。加油不能过满, 加到灯体容量的四分之三即可。
- 喷灯在使用过程中需要添油时, 应首先把喷灯的火焰熄灭, 然后慢慢地旋松加油防爆盖放气, 待放尽气和灯体冷却以后, 再添油。严禁带火加油。
- 喷灯点火先要预热喷嘴。预热喷嘴应利用喷灯上的储油杯, 不能图省事采取喷灯对喷灯的方法或用炉火烘烤的方法进行预热, 以防止造成灯内的油类蒸气膨胀, 使灯体爆破伤人或引起火灾。
- 喷灯作业时, 火焰与加工件应注意保持适当的距离, 防止高热反射造成灯内气体膨胀而发生事故。
- 喷灯连续使用时间不宜过长, 发现灯体发烫, 应停止使用, 以防止气体膨胀, 发生爆炸引起火灾。
- 煤油和汽油喷灯, 应有明显的标志。煤油灯严禁灌汽油代用。
- 使用后的喷灯, 必须冷却后, 并把余气放掉, 才能存放; 存放地点要注意安全, 不可与废棉纱、手套、绳子等可燃物混放在一起。

1.2.6 电烙铁

电烙铁是一种常用的电子电路焊接工具, 如图 1-14 所示。为适应各种锡焊的要求, 电烙铁具有许多品种和规格, 但按其发热方式来分, 目前基本上有电阻式和感应式两大类,

并由此派生出许多不同的品种,如图 1-15 所示。外热式烙铁是把铜头插入发热元件内加热,它的热损失比较大,效率较低。内热式烙铁的发热元件安置在烙铁头的内壁加热,热损失小,效率高。20W 的内热式烙铁与 45W 的外热式烙铁相当。但内热式烙铁头发热元件的热丝和瓷管较细,机械强度较差,容易烧断或损坏。感应式电烙铁,是利用电源变压器次级线圈短路时产生的大电流使烙铁头发热,几秒钟内即可达到熔化焊锡的热量,因此也称快热烙铁。这种烙铁适宜在间隙场合使用,但不如上述两种烙铁轻便。

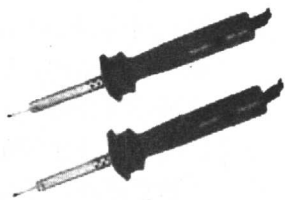


图 1-14 电烙铁

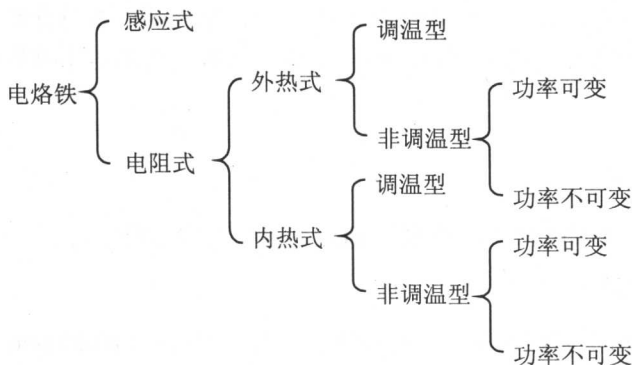


图 1-15 电烙铁的分类

电烙铁的品种虽然很多,但使用量、产量最多的仍以外热式、内热式和感应式中的非调温型为主,且大多数功率不可变。这些烙铁的基本结构也都很相似,主要是由烙铁头、外管、发热件和手柄四大件组成。电烙铁的电源线宜选用纤维编织花线或橡皮软线,这两种线不容易被烙铁头烫坏。在烙铁的手柄接线块上,一般有三个接线桩,其中一个连接金属罩壳,供接地线使用。配用二芯电源线接线时,切勿将任何一芯导线错接在接地线上,否则会发生触电事故。

1.2.7 电锤

电锤是以单相串激电机为动力的双重绝缘手持式电动工具,在建筑安装过程中,解决了在砖墙或混凝土上打孔及安装方面的难题,具有施工方便、使用灵活、安全可靠和减轻体力劳动等特点,是施工生产中很受欢迎的小型电动工具,如图 1-16 所示。在实际使用过程中,无论是国产或是进口电锤,在操作前都要认真阅读操作说明书和操作规范。使用时要注意以下事项:



图 1-16 电锤

- 使用前正确选用电源电压,检查电源线及插头;工作完毕后应立即切断电源。
- 作业时要戴护耳及护眼罩,要用双手拿稳电锤,钻头应垂直顶在工件上,不得在

钻孔中晃动、空打和顶死,以确保立足稳固。

- 钻孔时尽量避开混凝土中的钢筋,在运转过程中不得撒手,以防伤人。电源线要放在机身后面,远离钻头。
- 电锤不可弄湿,而且不得在雨雪天或潮湿的环境中操作。要经常保持电锤(含钻头)的清洁,并定期加油和换碳刷。一旦电锤出现了故障,应由授权的电动工具维修店负责修理,不要私自打开。

1.3 常用仪器和设备

正确使用常用仪器和设备,是电子技术人员应该掌握的。本节介绍几种电子实践过程中经常用到的电子设备,包括万用表、稳压电源、函数发生器、示波器以及接地电阻测试仪和兆欧表。

1.3.1 万用表

本小节主要介绍 UT52 数字万用表和 FLUKE 45 双显万用表。

1. UT52 数字万用表

UT52 是优利德电子有限公司生产的数字式万用表(Digital multimeter),如图 1-17 所示。表中电路以双积分 A/D 转换器为核心,并配以全功能过载保护,可用来测量直流和交流电压、电流、电阻、电容、二极管、三极管以及电路通断。

UT52 的 LCD 尺寸为 33mm×65mm,最大显示值为 1999(即三位半),提供全量程过载保护。

(1) UT52 的面板

LCD 在表的最上面;红色按钮是电源开关;Cx 标志下的两个孔是电容测试座;中间圆形旋钮是功能开关;在 NPN 和 PNP 标志右边的两排 8 个孔是晶体管测试座;最下方一排 4 个孔是输入插座。

(2) 仪表的使用

① 操作前的注意事项:将 POWER 开关按下,检查 9V 电池,如果电池电压不足,一个电池标志将显示在 LCD 上,这时则需要更换电池。测试笔插孔旁边的“!”符号,表示输入电压或电流不应超过示值,这是为了保护内部线路免受损伤。测试之前,功能开关应置于你所需要的量程。

② 直流电压的测量:将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V 插孔。将功能开关置于 V(直流)量程范围,并将测试表笔并接到待测电源或负载上,红表笔的极性将同时显示。

注意: 如果不知被测电压范围,将功能开关置于最大量程并逐渐下调。如果显示器只显示“1”,表示过量程,功能开关应置于更高量程。“!”表示不要输入高于 1000V 的电压,显示更高的电压值是可能的,但有损坏内部线路的危险。



图 1-17 UT52