



21世纪高等学校本科电子电气专业系列实用教材

# 电工电子技能 实训教程

◎曹海平 主编 ◎堵俊 顾菊平 盛苏英 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

21 世纪高等学校本科电子电气专业系列实用教材

# 电工电子技能实训教程

曹海平 主编

堵俊 顾菊平 盛苏英 副主编

电子工业出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是根据社会发展及教学改革的新形势, 基于培养适应社会需求的高素质应用型人才的目的, 依托高等工科院校本科电气信息类专业及机械工程专业相关课程(电工电子实践、电工电子实习)的基本要求而编写的实训教材。

本书分成三篇, 共 11 章, 这三篇分成三个层次, 既可以独立使用, 也可以合并使用。第一篇为电工电子认识实训指导(包括: 安全用电知识, 常用的电工工具、仪表及低压电器, 常用电子仪器的基本原理与使用, 常用电子元器件的识别与测试, 焊接技术, 印制电路板的设计与制作); 第二篇为电工电子装配实训指导(包括: 电工装配实训, 电子装配实训); 第三篇为现代电子线路设计技术指导(包括: Multisim 2001 仿真软件, MAX + plus II 仿真软件, Protel 99 SE 软件)。

本书可作为电气信息类专业及机械工程专业相关课程的实训教材, 也可作为非电类相关课程的实践教学参考书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有, 侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工电子技能实训教程/曹海平主编. —北京: 电子工业出版社, 2011. 1

21 世纪高等学校本科电子电气专业系列实用教材

ISBN 978-7-121-12603-1

I. ①电… II. ①曹… 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(2010)第 249776 号

策划编辑: 柴 燕

责任编辑: 韩玲玲

印 刷: 北京市铁成印刷厂  
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 22 字数: 563 千字

印 次: 2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

# 前 言

实践教学是培养学生实训能力的有效途径。实践教学的改革是当今高等学校教学改革的一项重要任务,对培养学生理论联系实际的能力具有重要作用。电工电子实践(实习)是电气信息类专业、机械工程专业必修的实训课程,其特点是应用性广、实践性强,在培养学生的学习能力、实践能力和创新能力等方面具有不可替代的作用。

本书是根据电工电子实践(电工电子实习)课程教学的基本要求,基于工程训练中心平台的基础而编写的电气信息类专业及机械工程专业的实践教学用书,能满足普通工科院校电气信息类专业及机械工程专业对“电工电子实践”(电工电子实习)课程的要求。本书力求做到内容系统化、层次化,适应性广,针对性强,便于教师和学生阅读和因材施教。

本书由南通大学曹海平主编,堵俊、顾菊平、盛苏英、周俊、姚娟、刘明、曾飞、郭汉清参编。在编写的过程中,东南大学王澄非老师给予了很大的关注和帮助,同时南通大学电工电子教研室的老师们提出了许多有益的意见和修改建议,王晓霞完成了部分文字的录入工作,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免有错误和欠妥之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

# 目 录

## 第一篇 电工电子认识实训指导

<b>第1章 安全用电知识</b> .....	1
1.1 人身安全 .....	1
1.1.1 安全电压 .....	1
1.1.2 触电危害 .....	1
1.1.3 触电形式 .....	3
1.1.4 防止触电 .....	4
1.2 设备安全 .....	5
1.2.1 设备接电前检查 .....	5
1.2.2 电气设备基本安全防护 .....	5
1.2.3 设备使用异常的处理 .....	6
1.3 电气火灾 .....	6
1.4 用电安全技术简介 .....	7
1.4.1 接地和接零保护 .....	7
1.4.2 漏电保护开关 .....	8
1.4.3 过限保护 .....	9
1.4.4 智能保护 .....	11
1.5 电子装接操作安全 .....	11
1.5.1 用电安全 .....	11
1.5.2 机械损伤 .....	12
1.5.3 防止烫伤 .....	12
1.6 触电急救与电气消防 .....	13
1.6.1 触电急救 .....	13
1.6.2 电气消防 .....	13
思考题 .....	14
<b>第2章 常用的电工工具、仪表及低压电器</b> .....	15
2.1 常用电工工具 .....	15
2.1.1 螺丝刀 .....	15
2.1.2 电工刀 .....	15
2.1.3 剥线钳 .....	16
2.1.4 钢丝钳 .....	16
2.1.5 尖嘴钳 .....	16
2.1.6 斜口钳 .....	17
2.1.7 验电笔 .....	17

2.1.8	活络扳手	17
2.1.9	冲击钻	18
2.1.10	管子钳	18
2.2	常用电工仪表	19
2.2.1	电工仪表概述	19
2.2.2	电流表	20
2.2.3	电压表	20
2.2.4	钳形电流表	21
2.2.5	兆欧表	22
2.2.6	功率表	24
2.2.7	电度表	26
2.3	常用低压电器	28
2.3.1	常用低压电器的分类	29
2.3.2	刀开关	29
2.3.3	主令电器	32
2.3.4	熔断器	35
2.3.5	接触器	38
2.3.6	继电器	40
2.3.7	低压断路器	46
2.3.8	低压电器常见故障及维修	49
	思考题	52
<b>第3章</b>	<b>常用电子仪器的基本原理与使用</b>	54
3.1	示波器	54
3.1.1	示波器的组成及工作原理	54
3.1.2	DF4320型双踪示波器	56
3.1.3	示波器的主要技术特性	63
3.2	函数发生器	64
3.2.1	函数发生器的组成及工作原理	64
3.2.2	YB1638型函数发生器	64
3.3	电子电压表	67
3.3.1	电子电压表的组成及工作原理	67
3.3.2	SX2172型交流毫伏表	68
3.4	直流稳压电源	68
3.4.1	直流稳压电源的组成及工作原理	69
3.4.2	DF1731S型直流稳压、稳流电源	69
3.4.3	直流稳压电源的主要技术特性	71
3.5	万用表	72
3.5.1	模拟式万用表	72
3.5.2	数字式万用表	77
3.6	实训:常用电子仪器的使用	80

3.6.1	实训目的	80
3.6.2	实训内容	80
	思考题	82
<b>第4章</b>	<b>常用电子元件的识别与测试</b>	<b>83</b>
4.1	电阻器	83
4.1.1	电阻器的电路符号与电阻的单位	83
4.1.2	电阻器的分类	83
4.1.3	常用的电阻	84
4.1.4	电阻器型号的命名方法	85
4.1.5	电阻器的主要参数	85
4.1.6	电阻器的标注方法	86
4.1.7	电阻器的测试	88
4.2	电位器	88
4.2.1	电位器的电路符号	89
4.2.2	电位器的分类	89
4.2.3	电位器的主要参数	89
4.2.4	电位器的标注方法	90
4.2.5	电位器的测试	91
4.2.6	电位器的使用	91
4.3	电容器	92
4.3.1	电容器的电路符号与电容的单位	92
4.3.2	电容器的分类	92
4.3.3	常用的电容器	93
4.3.4	电容器的主要参数	94
4.3.5	电容器的标注方法	95
4.3.6	电容器的测试	96
4.3.7	电容器的使用	96
4.4	电感器	98
4.4.1	电感器的电路符号	98
4.4.2	电感器的分类	98
4.4.3	常用的电感器	98
4.4.4	电感器的主要参数	99
4.4.5	电感器的标注方法	100
4.4.6	电感器的测量	100
4.4.7	电感器的使用	101
4.5	半导体分立元件	101
4.5.1	半导体二极管	101
4.5.2	半导体三极管	104
4.5.3	场效应管	109
4.5.4	晶闸管(可控硅)	111

4.6	集成电路	113
4.6.1	集成电路的型号与命名	113
4.6.2	集成电路的分类	114
4.6.3	数字集成电路的特点与分类	115
4.6.4	模拟集成电路的特点与分类	117
4.6.5	集成电路的引脚排列识别	118
4.6.6	集成电路应用须知	119
4.6.7	集成电路的检测	120
	思考题	120
<b>第5章</b>	<b>焊接技术</b>	<b>122</b>
5.1	焊接的基本知识	122
5.1.1	焊接的分类	122
5.1.2	焊接的方法	122
5.2	焊装工具	123
5.2.1	电烙铁	123
5.2.2	其他的装配工具	126
5.3	焊接材料与焊接机理	126
5.3.1	焊料	126
5.3.2	焊剂	128
5.3.3	阻焊剂	129
5.3.4	锡焊机理	130
5.3.5	锡焊的条件及特点	131
5.4	手工焊接技术	132
5.4.1	焊接操作的手法与步骤	132
5.4.2	合格焊点及质量检查	135
5.4.3	拆焊	137
5.4.4	焊后清理	139
5.5	实用焊接技艺	140
5.5.1	焊前的准备	140
5.5.2	元器件的安装与焊接	141
5.5.3	集成电路的焊接	143
5.6	电子工业生产中的焊接简介	144
5.6.1	浸焊	144
5.6.2	波峰焊	144
5.6.3	再流焊	145
5.6.4	无锡焊接	146
5.6.5	电子焊接技术的发展	147
	思考题	147
<b>第6章</b>	<b>印制电路板的设计与制作</b>	<b>149</b>
6.1	印制电路板的设计	149



6.1.1	印制电路板的基本概念	149
6.1.2	印制电路板的设计准备	151
6.1.3	印制电路板的排版布局	154
6.1.4	印制电路的设计	157
6.1.5	印制电路板的抗干扰设计	161
6.1.6	印制电路板图的绘制	168
6.1.7	手工设计印制电路板实例	171
6.2	印制电路板的制作	172
6.2.1	印制电路的形成方式	172
6.2.2	印制电路板的工业制作	173
6.2.3	印制电路板的手工制作	174
6.2.4	印制导线的修复	178
	思考题	179

## 第二篇 电工电子装配实训指导

<b>第7章</b>	<b>电工装配实训</b>	181
7.1	常用导线的连接工艺	181
7.1.1	导线端头绝缘层的剥离	181
7.1.2	导线的电气连接工艺	183
7.1.3	导线端头的压接	186
7.1.4	导线的封端与绝缘层的恢复	187
7.2	常用照明灯具的安装	188
7.2.1	照明灯具安装工艺	188
7.2.2	白炽灯的安装	190
7.2.3	日光灯的安装	191
7.3	常用低压电器的拆装	192
7.3.1	组合开关的拆装	192
7.3.2	按钮开关的拆装	192
7.3.3	熔断器的拆装	193
7.3.4	交流接触器的拆装	193
7.3.5	热继电器的拆装	194
7.3.6	时间继电器的拆装	194
7.4	三相异步电动机及其控制线路的连接	194
7.4.1	三相异步电动机的基本结构及铭牌	194
7.4.2	三相异步电动机的基本测试	198
7.4.3	三相异步电动机控制线路的连接	200
	思考题	202
<b>第8章</b>	<b>电子装配实训</b>	203
8.1	DT830B 数字式万用表组装实训	203
8.1.1	DT830B 数字式万用表简介	203

8.1.2	DT830B 数字式万用表各单元电路原理 .....	204
8.1.3	DT830B 数字式万用表的组装 .....	208
8.1.4	DT830B 数字式万用表的调试 .....	212
8.2	HX118-2 超外差式收音机的组装实训 .....	213
8.2.1	超外差式收音机简介 .....	213
8.2.2	HX118-2 超外差式收音机的各单元电路 .....	216
8.2.3	HX118-2 超外差式收音机的装配 .....	219
8.2.4	HX118-2 超外差式收音机的调试 .....	222
8.2.5	HX118-2 超外差式收音机的故障分析与检修 .....	224
	思考题 .....	226

### 第三篇 现代电子线路设计技术指导

第9章	Multisim 2001 仿真软件 .....	227
9.1	Multisim 2001 概述 .....	227
9.2	Multisim 2001 的主窗口 .....	228
9.2.1	菜单栏 .....	228
9.2.2	工具栏 .....	230
9.2.3	元器件库栏 .....	231
9.2.4	仪表工具栏 .....	231
9.2.5	电路窗口 .....	232
9.2.6	快捷菜单 .....	232
9.3	Multisim 2001 的元器件库和仪器仪表库 .....	232
9.3.1	Multisim 2001 的元器件库 .....	232
9.3.2	Multisim 2001 的仪器仪表库 .....	239
9.4	Multisim 2001 的仿真分析方法 .....	252
9.4.1	基本仿真分析法 .....	252
9.4.2	扫描分析法 .....	256
9.4.3	统计分析法 .....	258
9.4.4	电路性能分析 .....	261
9.4.5	其他分析法 .....	264
9.4.6	后处理器 .....	266
9.5	Multisim 2001 在电子设计中的应用 .....	268
9.5.1	Multisim 2001 在电路分析中的应用 .....	268
9.5.2	Multisim 2001 在模拟电路分析中的应用 .....	269
9.5.3	Multisim 2001 在数字电路分析中的应用 .....	275
	思考题 .....	278
第10章	MAX + plus II 仿真软件 .....	280
10.1	MAX + plus II 概述 .....	280
10.2	MAX + plus II 主窗口 .....	281
10.2.1	菜单栏 .....	282

10.2.2	工具栏	287
10.2.3	编辑器	288
10.3	MAX + plus II 软件设计流程	291
10.4	MAX + plus II 操作示例	293
10.4.1	MAX + plus II 在数字组合逻辑电路设计中的应用	293
10.4.2	MAX + plus II 在数字时序逻辑电路设计中的应用	303
	思考题	308
<b>第 11 章</b>	<b>Protel 99 SE 软件</b>	<b>309</b>
11.1	Protel 99 SE 简介	309
11.1.1	Protel 99 SE 的三大技术	309
11.1.2	Protel 99 SE 的三大功能模块	309
11.1.3	Protel 99 SE 的常用命令及操作方法	310
11.2	Protel 99 SE 原理图设计	314
11.2.1	建立 Schematic 文档、设置图纸	315
11.2.2	放置元器件	316
11.2.3	原理图布线	321
11.2.4	常用工具软件的使用方法及原理图的输出	323
11.3	网络表生成软件	324
11.3.1	网络表中所包含的内容	324
11.3.2	由原理图生成网络表	324
11.3.3	元件列表生成	325
11.3.4	原理图输出	327
11.4	绘制印制电路板(PCB)	329
11.4.1	启动 PCB 设计系统与环境设置	329
11.4.2	制作印制电路板	333
	思考题	339
	参考文献	340

# 第一篇 电工电子认识实训指导

## 第1章 安全用电知识

安全是人类生存的基本需求之一，也是人类从事各种活动的基本保障。从家庭到办公室，从娱乐场所到工矿企业，从学校到公司，几乎没有不用电的场所。电是现代物质文明的基础，同时又是危害人类的肇事者之一，如同现代交通工具把速度和效率带给人类的同时，也让交通事故这个恶魔闯进现代文明一样，电气事故是现代社会不可忽视的灾害之一。

从使用电能开始，科技工作者就为减少、防止电气事故而不懈努力。长期实践中，人们总结积累了大量安全用电的经验。但是，人不可能事事都去实践，特别是对安全事故而言。我们应该汲取前人的经验教训，掌握必要的知识，防患于未然。

安全技术涉及广泛。本章安全用电的讨论只针对一般工作生活环境而言，对于特殊场合，如高压、矿井等的用电安全不在讨论之列。限于篇幅，即使是一般环境，也只能就最基本、最常见的用电安全问题进行讨论。

### 1.1 人身安全

#### 1.1.1 安全电压

安全电压是指在各种不同环境条件下，人体接触到带电体后各部分组织（如皮肤、心脏、呼吸器官和神经系统等）不发生任何损害的电压。安全电压一方面是相对于电压的高低而言，但更主要的是指对人体安全危害甚微或没有威胁的电压。我国的安全电压额定值的等级分为42V、36V、24V、12V和6V。通常情况下将36V以下的电压作为安全电压。但是，安全电压也与人体电阻有关，人体的电阻一般为 $100\text{k}\Omega$ ，皮肤潮湿时可降到 $1\text{k}\Omega$ 以下。因此，在潮湿的环境中，因人体电阻的降低，即便接触36V的电压也会有生命危险，所以要用12V安全电压。

#### 1.1.2 触电危害

触电对人体的危害主要有电伤和电击两种。

##### 1. 电伤

电伤是由于发生触电而导致的人体外表创伤，通常有以下三种。

(1) 灼伤。灼伤是由于电的热效应而对人体皮肤、皮下组织、肌肉甚至神经产生

的伤害,是最常见也是最严重的一种电伤。灼伤会引起皮肤发红、气泡、烧焦、坏死。

(2) 电烙伤。电烙伤是指由电流的化学效应和机械效应造成的人体触电部位的外部伤痕,触电部位的皮肤会变硬并形成肿块痕迹,如同烙印一般。

(3) 皮肤金属化。这种化学效应是由于带电体金属通过触电点蒸发进入人体造成的,使局部皮肤变得粗糙坚硬并呈青黑色或褐色。

## 2. 电击

所谓电击,是指电流通过人体时所造成的内部伤害,它会破坏人的心脏、呼吸系统及神经系统的正常工作,甚至会危及生命。低压系统通电电流不大且时间不长的情况下,电流会引起人的心室颤动,但通电电流时间较长时,会造成人窒息而死亡,这是电击致死的主要原因。绝大部分触电死亡事故都是由电击造成的。日常所说的触电事故基本上多指电击。

电击可分为直接电击与间接电击两种。直接电击是指人体直接接触及正常运行的带电体所发生的电击;间接电击则是指电气设备发生故障后,人体触及该意外带电部分所发生的电击。直接电击多数发生在误触相线、刀闸或其他设备的带电部分;间接电击一般发生在设备绝缘损坏、相线触及设备外壳、电器短路、保护接零及保护接地损坏等情况。违反操作规程也是造成电击的最大隐患。

## 3. 影响触电危害程度的因素

(1) 电流的大小。人体是存在生物电流的,一定限度的电流不会对人体造成损伤。一些电疗仪器就是利用电流刺激穴位来达到治疗目的的。电流对人体的作用如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 电流对人体的作用

电流/mA	对人体的作用
<0.7	无感觉
1	有轻微感觉
1~3	有刺激感,一般电疗仪器取此电流
3~10	感觉痛苦,但可自行摆脱
10~30	引起肌肉痉挛,短时无危险,长时间有危险
30~50	强烈痉挛,时间超过 60s 即有生命危险
50~250	产生心脏纤颤,丧失知觉,严重危及生命
>250	短时间内(1s 以上)造成心脏骤停,体内造成电灼伤

(2) 电流的类型。电流的类型不同对人体的损伤也不同。直流电一般引起电伤,而交流电则电伤与电击同时发生,特别是 40~100Hz 交流电对人体最危险。不幸的是我们日常使用的工频市电(我国为 50Hz)正是在这个危险的频段。当交流电频率达到 20000Hz 时对人体危害很小,用于理疗的一些仪器采用的就是这个频段。

(3) 电流的作用时间。电流对人体的伤害与其作用时间密切相关。可以用电流与时间的乘积(也称电击强度)来表示电流对人体的危害。触电保护器的一个主要指标就是额定断开时间与电流乘积小于 30mA·s。实际产品可以小于 3mA·s,故可有效防止触电事故。

(4) 人体电阻。人体是一个不确定的电阻。如前所述,皮肤干燥时电阻可呈现  $100\text{k}\Omega$  以上,而一旦潮湿,电阻可降到  $1\text{k}\Omega$  以下。人体还是一个非线性电阻,随着电压升高,电阻值减小。表 1-1-2 给出了人体电阻值随电压的变化情况。

表 1-1-2 人体电阻值随电压的变化情况

电压/V	1.5	12	31	62	125	220	380	1000
电阻/ $\text{k}\Omega$	>100	16.5	11	6.24	3.5	2.2	1.47	0.64
电流/mA	忽略	0.8	2.8	10	35	100	268	1560

### 1.1.3 触电形式

触电是指当人体接触到电源(或带电体),电流就由接触点进入人体,然后由另一点(接触到的地面、墙壁或零线)而形成回路,造成深部肌肉、神经、血管等组织破坏。若电流经过心脏则会造成严重的心律不齐,甚至心跳暂停而死亡。同时两个接触点因电流的流过而产生热能并对肌肤造成损伤。触电的形式可分为单相触电、两相触电和跨步触电 3 种。

#### 1. 单相触电

单相触电是指人体在地面上或其他接地体上,人体的某一部分触及一相带电体的触电事故。单相触电时,加在人体的电压为电源电压的相电压。设备漏电造成的事故属于单相触电。绝大多数的触电事故属于这种形式,如图 1-1-1 所示。

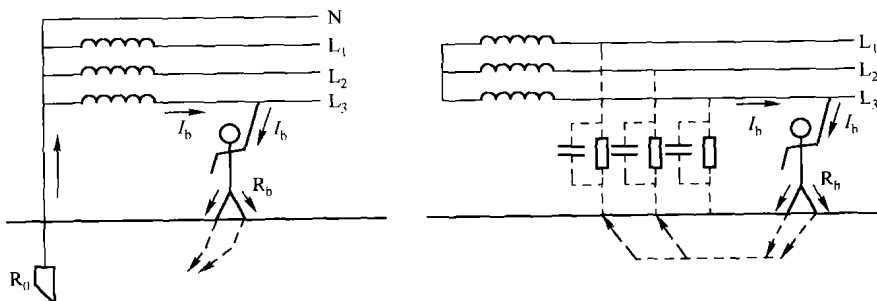


图 1-1-1 单相触电

#### 2. 两相触电

两相触电是指人体两处同时触及两相带电体而发生的触电事故。其加在人体的电压是电源的线电压。电流将从一相经人体流入另一相导线。因此,两相触电的危险性比单相触电大,如图 1-1-2 所示。

#### 3. 跨步触电

当带电体碰地有电流流入大地,或雷击电流经设备接地体入地时,在该接地体附近的大地表面具有不同数值的电位。人体进入上述范围后,两脚之间形成跨步电压而引起的触电事故叫跨步触电,如图 1-1-3 所示。

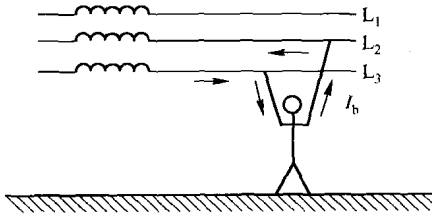


图 1-1-2 两相触电

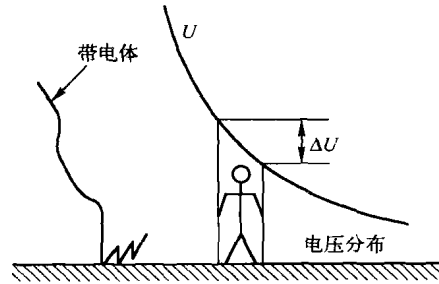


图 1-1-3 跨步触电

### 1.1.4 防止触电

防止触电是安全用电的核心。没有任何一种措施或一种保护器是万无一失的。最保险的钥匙掌握在自己手中，即安全意识和警惕性。以下几点是最基本、最有效的安全措施。

#### 1. 安全制度

工厂企业、科研院所、实验室等用电单位，几乎无一例外地制定了各种各样的安全用电制度。这些制度绝大多数都是在科学分析基础上制定的，也有很多条文是在实际中总结出的经验，可以说很多制度条文都是用惨痛的教训换来的。我们一定要记住：在你走进车间、实验室等一切用电场所时，千万不要忽略安全用电制度，不论这些制度粗看起来如何“不合理”，如何“妨碍”工作与学习。

#### 2. 安全措施

预防触电的措施很多，这里提出的几条措施都是最基本的安全保障。

- (1) 对正常情况下带电的部分，一定要加绝缘防护，并且置于人不容易碰到的地方，如输电线、配电盘、电源板等。
- (2) 所有金属外壳的用电器及配电装置都应该设保护接地或保护接零。对目前大多数工作生活用电系统而言是保护接零。
- (3) 在所有使用市电的场所装设漏电保护器。
- (4) 随时检查所用电器的插头、电线，发现破损老化应及时更换。
- (5) 手持电动工具尽量使用安全电压工作。我国规定常用安全电压为 36V，特别危险的场所使用 12V。

#### 3. 安全操作

- (1) 任何情况下检修电路和电器时都要确保断开电源，仅仅断开设备上的开关是不够的，还要拔下电源插头。
- (2) 不要湿手开/关、插拔电器。
- (3) 遇到不明情况的电线，先认为它是带电的。
- (4) 尽量养成单手操作电工作业的习惯。
- (5) 不在疲倦、带病等状态下从事电工作业。
- (6) 遇到较大体积的电容器时要先行放电，再进行检修。

## 1.2 设备安全

设备安全是一个庞大的题目。各行各业、各种不同的设备都有其安全使用问题。我们这里讨论的,仅限于一般范围的工作、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。有的数十万元的昂贵设备,接上电源一瞬间变成废物;有的设备本身若有故障就会引起整个供电网异常,造成难以挽回的损失。因此,建议设备接电前应进行“三查”。

① 查设备铭牌。按国家标准,设备都应在醒目处有该设备要求的电源电压、频率、容量的铭牌或标志。小型设备的说明也可能在说明书中。

② 查环境电源。检查电压、容量是否与设备吻合。

③ 查设备本身。检查电源线是否完好,外壳是否可能带电。一般用万用表欧姆挡进行如图1-2-1所示的简单检测即可。

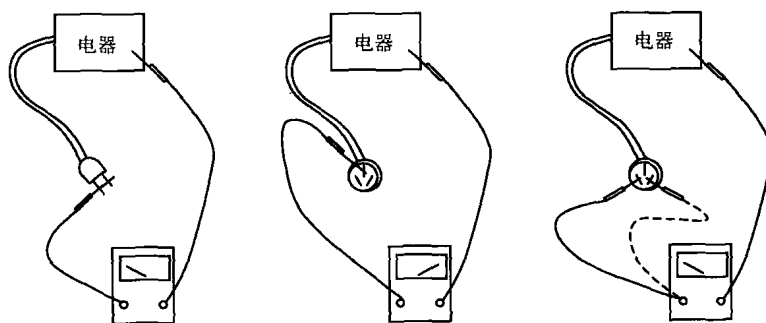


图1-2-1 用万用表检查用电设备

### 1.2.2 电气设备基本安全防护

所有使用交流电源的电气设备均存在因绝缘损坏而漏电的问题。按电工标准将电气设备分为四类,各类电气设备特征及基本安全防护见表1-2-1。

表1-2-1 各类电气设备特征及基本安全防护

类型	主要特征	基本安全防护	使用范围及说明
0型	一层绝缘,二线插头,金属外壳,且没有接地(零)线	用电环境为电气绝缘(绝缘电阻大于 $50\text{k}\Omega$ )或采用隔离变压器	0型为淘汰电器类型,但一部分旧电器仍在使用
I型	金属外壳接出一根线,采用三线插头	接零(地)保护三孔插座,保护零线可靠连接	较大型电气设备多为此类
II型	绝缘外壳形成双重绝缘,采用二线插头	防止电线破损	小型电气设备
III型	采用 $8\text{V}/36\text{V}$ 、 $24\text{V}/12\text{V}$ 低压电源的电器	使用符合电气绝缘要求的变压器	在恶劣环境中使用的电器及某些工具



### 1.2.3 设备使用异常的处理

#### 1. 用电设备在使用中的异常情况

- (1) 设备外壳或手持部位有麻电感觉。
- (2) 开机或使用中熔断器烧断。
- (3) 出现异常声音，如噪声加大、有内部放电声、电机转动声音异常等。
- (4) 异味中最常见的为塑料味、绝缘漆挥发出的气味，甚至烧焦的气味。
- (5) 机内打火，出现烟雾。
- (6) 仪表指示超范围。有些指示仪表数值突变，超出正常范围。

#### 2. 异常情况的处理办法

- (1) 凡遇上述异常情况之一，应尽快断开电源，拔下电源插头，对设备进行检修。
- (2) 对烧断熔断器的情况，决不允许换上大容量熔断器继续工作，一定要查清原因后再换上同规格熔断器。
- (3) 及时记录异常现象及部位，避免检修时再通电查找。

(4) 对有麻电感觉但未造成触电的现象不可忽视。这种情况往往是绝缘受损但未完全损坏，如图 1-2-2 所示，相当于电路中串联一个大电阻，暂时未造成严重后果，但随着时间推移，绝缘将会逐渐地被完全破坏，电阻  $R_0$  急剧减小，危险也会增大，因此必须及时检修。

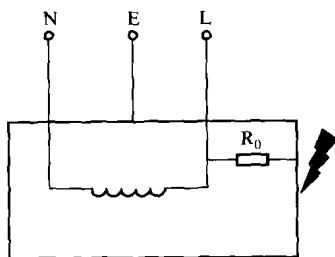


图 1-2-2 设备绝缘受损漏电示意图

## 1.3 电气火灾

随着现代电气化的日益发展，在火灾总数中，电气火灾所占比例不断上升，而且随着城市化进程，电气火灾损失的严重性也在加剧，研究电气火灾原因及其预防意义重大。表 1-3-1 所示是有关电气火灾的基本分析及预防。

表 1-3-1 电气火灾的基本分析及预防

原因	分析	预防
线路过载	输电线的绝缘材料大部分是可燃材料。过载则温度升高，引燃绝缘材料	(1) 使输电线路容量与负载相适应； (2) 不准超标更换熔断器； (3) 线路装过载自动保护装置
线路或电器火花、电弧	由于电线断裂或绝缘损坏引起放电，可燃本身绝缘材料及附近易燃材料、气体等	(1) 按标准接线，及时检修电路； (2) 加装自动保护
电热器具	电热器具使用不当，点燃附近可燃材料	正确使用，使用中有人监视
电器老化	电器超期服役，因绝缘材料老化，散热装置老化引起温度升高	停止使用超过安全期的产品
静电	在易燃、易爆场所，静电火花引起火灾	严格遵守易燃、易爆场所安全制度