



国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业技术学院机械设计制造类专业任务驱动型教材

电工电子技术基础

DIANGONG DIANZI JISHU JICHU

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写



国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业技术学院机械设计制造类专业任务驱动型教材

电工电子技术基础

DIANGONG DIANZI JISHU JICHU

主 编 谢京军
副主编 王希波



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术基础/谢京军主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2010

高等职业技术学院机械设计制造类专业任务驱动型教材

ISBN 978-7-5045-8187-7

I. 电… II. 谢… III. ①电工技术-高等学校: 技术学校-教材②电子技术-高等学校: 技术学校-教材 IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 034006 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京市朝阳区展望印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.25 印张 279 千字

2010 年 3 月第 1 版 2011 年 8 月第 5 次印刷

定价: 23.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

为了贯彻落实全国职业教育工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业技术学院教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，人力资源和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家、在充分调研的基础上，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共 40 余种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、人力资源和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

人力资源和社会保障部教材办公室

2009 年 10 月

简 介

本书为国家级职业教育规划教材，由人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐。

本书根据高等职业技术学院教学计划与教学大纲，由人力资源和社会保障部教材办公室组织编写，主要包括：交流电路、供电与安全用电、室内电气线路、电动机基本控制线路、常用机床电气控制线路、简单电子线路。

本书为高等职业技术学院机械设计制造类专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的机械设计制造类专业教材，或作为自学用书。

本书由谢京军主编，王希波副主编，王勇、关开芹、欧生元参编。

目 录

《国家级职业教育规划教材》

CONTENTS

模块一 交流电路	1
课题一 认识及测量交流电	1
任务一 认识正弦交流电	2
任务二 用验电笔检测电源插座的火线和零线	5
任务三 用万用表测量交流电压	10
课题二 分析单相正弦交流电路	16
任务一 分析纯电阻电路	16
任务二 分析纯电感电路	18
任务三 分析纯电容电路	21
任务四 分析 RL 串联电路	24
课题三 分析三相正弦交流电路	29
任务一 认识三相交流电源	29
任务二 认识星形联结的三相负载	32
任务三 认识三角形联结的三相负载	35
模块二 供电与安全用电	38
课题一 工厂供电知识	38
任务一 认识工厂变配电站	38
任务二 识读车间配电线路图	43
课题二 电气安全防护知识	50
任务一 学习用电安全常识	50
任务二 触电急救	55
任务三 电气设备保护接地	60
模块三 室内电气线路	66

课题一 导线的选用与连接	66
任务一 选用导线	66
任务二 单股铜芯导线的连接	70
任务三 7 股铜芯导线的连接	76
课题二 安装常用照明线路	79
任务一 组装并检修白炽灯照明电路	79
任务二 组装并检修日光灯照明电路	86
任务三 进行室内塑料护套线配线	91
模块四 电动机基本控制线路	97
课题一 单相异步电动机	97
任务一 认识台扇中的单相异步电动机	97
任务二 单相异步电动机的反转、调速和检修	101
课题二 三相异步电动机	104
任务一 认识三相异步电动机的结构和铭牌	104
任务二 检查与安装三相异步电动机	108
任务三 三相异步电动机的维护和故障处理	113
课题三 三相异步电动机基本控制线路	116
任务一 分析手动正转控制线路	116
任务二 分析点动正转控制线路	125
任务三 分析接触器自锁正转控制电路	132
任务四 分析接触器联锁的正反转控制电路	135
任务五 分析双重联锁正反转控制电路	137
模块五 常用机床电气控制线路	140
课题一 CA6140 型车床电气控制线路	140
任务一 识读 CA6140 型车床电气控制线路图	140
任务二 CA6140 型车床简单电气故障检修	147
课题二 M7130 型平面磨床电气控制线路	151
任务一 识读 M7130 型平面磨床电气控制线路图	151
任务二 M7130 型平面磨床的简单电气故障检修	157
模块六 简单电子线路	160
课题一 常用电子元件	160
任务一 认识与检测电阻器、电容器、电感器	160
任务二 认识与检测半导体二极管、三极管	170
课题二 直流稳压电源	177
任务一 分析常见直流稳压电源电路	177
任务二 安装与调试直流稳压电源	181

模块一

交流电路

课题一 认识及测量交流电

今天，人类已经离不开电了。我们周围有各种各样的发电厂（见图 1—1），如火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂、风力发电厂、太阳能发电厂等，它们是把各种不同形式的能转换成电能，供生产和生活使用。在生产及日常生活中，交流电的应用是最广泛的，如生活照明电路、电动机电路、生产车间的机床电路等。

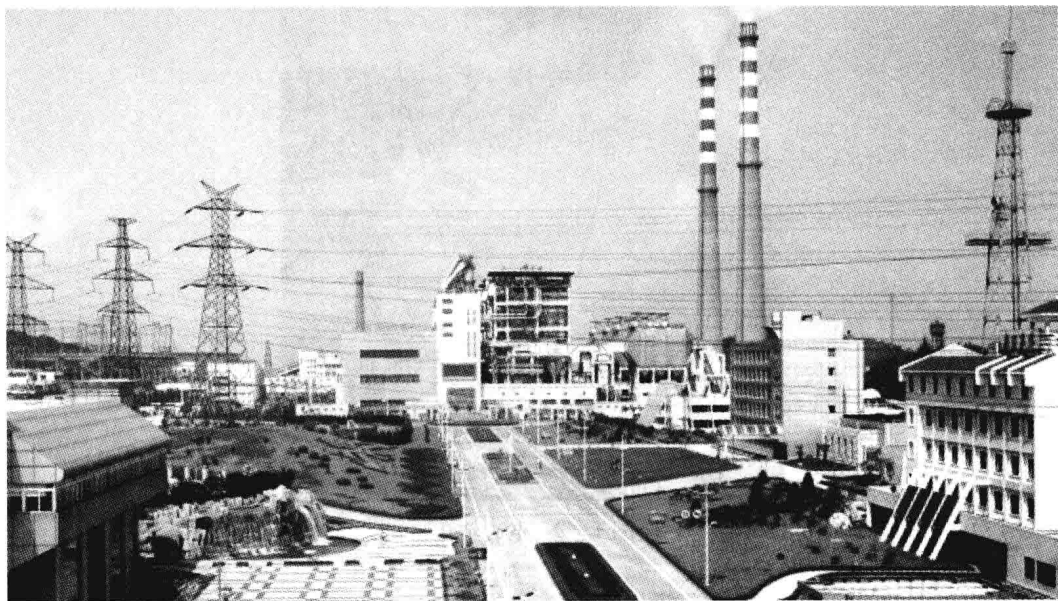


图 1—1 芜湖发电厂

任务一 认识正弦交流电

学习目标

- ✧ 了解电能的生产、变换与输送过程
- ✧ 掌握交流电的基本性质
- ✧ 了解交流电的主要参数



任务引入

公路旁、旷野上，坚挺的钢架托着、吊着粗大的金属导线（见图 1—2），这些由发电厂、变电站引出的输电线，将电能输送到城市、乡村，输送到千家万户。电能每时每刻都为人类作着巨大贡献。那么，电能是如何输送到每个用户的呢？在电饭煲、微波炉、计算机的使用要求中，对电源都提出了“额定电压：AC220 V，额定频率：50 Hz”的要求，它的含义是什么？



图 1—2 电力输送



相关知识

一、220 V 正弦交流电

干电池、蓄电池等提供的是恒定电流，即大小和方向都不随时间变化的电流，被称为直流电（DC）。而供电系统向用户提供的是交流电（AC）。交流电的大小和方向是随时间而变化的。若按正弦规律变化，称其为正弦交流电。如果不作特别说明，通常所说的交流电都是

指正弦交流电，用符号“~”表示。

用示波器可以显示输送到用户的 220 V 交流电的电压波形（见图 1—3），由图可以看出，输送到用户的交流电的电压是按正弦规律变化的。

我们常见的电灯、电视机、计算机等使用的都是这种正弦交流电。

二、正弦交流电的三要素

图 1—4 所示为家庭照明电路中所使用的“220 V，50 Hz”交流电的波形图。其瞬时值表达式为：

$$u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t$$

从图上我们可以直观的看到：

- (1) 交流电每重复变化一次所需要的时间为 0.02 s；
- (2) 正弦波形最高点的电压数值为 $220\sqrt{2}$ V；
- (3) 在 $t=0$ 时刻，所对应的电压数值 $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t = 220\sqrt{2}\sin 0^\circ = 0$ V。

以上三个条件所包含的信息就是关于交流电的三要素问题，这是决定正弦交流电波形的关键因素。

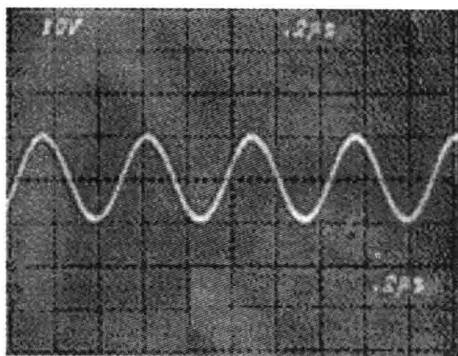


图 1—3 示波器显示的正弦交流电电压波形

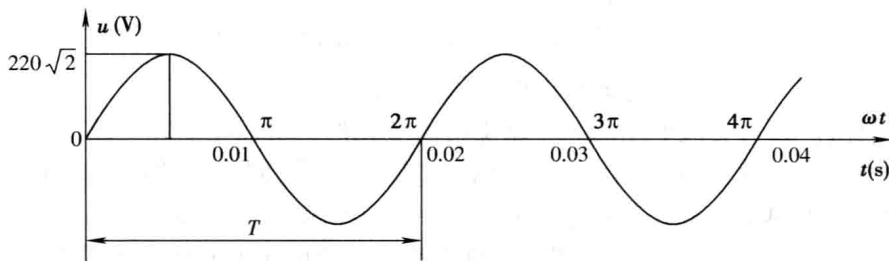


图 1—4 正弦交流电波形

1. 周期、频率、角频率

(1) 周期。交流电每重复变化一次所需的时间称为周期，用符号 T 表示，单位是秒 (s)。从图 1—4 中可以看出，输送到用户的单相正弦交流电的周期为 0.02 s。

(2) 频率。交流电在 1 s 内重复变化的次数称为频率，用符号 f 表示，单位是赫兹 (Hz)。根据定义可知，周期和频率互为倒数，即

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{或} \quad T = \frac{1}{f}$$

图 1—4 所示正弦交流电的频率为 $f = \frac{1}{0.02} = 50$ Hz。我国动力和照明用电的标准频率为 50 Hz（习惯上将其称为“工频”），在一些用电设备铭牌上常看到的“额定频率：50 Hz”就是用电设备对电源频率的要求。

(3) 角频率。正弦交流电随时间的变化关系也可以用一个在直角坐标系中绕原点沿逆时针方向旋转的相量表示，如图 1—5 所示。交流电每秒变化的角度（电角度）称为角频率，用符号 ω 表示，单位是 rad/s。

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

对于“220 V, 50 Hz”的交流电, 其角频率为

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.02} = 100\pi \text{ rad/s}$$

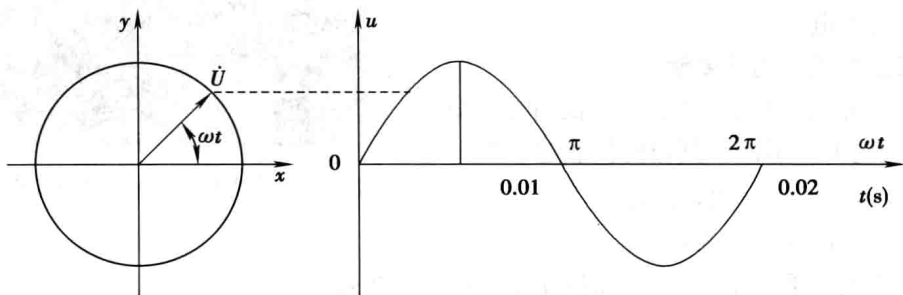


图 1—5 用旋转相量表示交流电

2. 瞬时值、最大值和有效值

(1) 瞬时值。交流电在某一时刻的值称为在这一时刻交流电的瞬时值。分析图 1—5 可知, $t=0.005 \text{ s}$ 时, $u=220\sqrt{2} \text{ V}$; $t=0.01 \text{ s}$ 时, $u=0 \text{ V}$ 。

(2) 最大值。交流电在一个周期所能达到的最大瞬时值称为正弦交流电的最大值, 用 U_m 表示。分析图 1—5 可知, 此交流电的最大值为 $220\sqrt{2} \text{ V}$ 。

(3) 有效值。因为交流电压的大小是随时间变化的, 所以在研究交流电时, 通常用有效值表示。有效值是这样规定的: 使交流电和直流电加在同样阻值的电阻上, 如果在相同的时间内产生的热量相等, 就把这一直流电的大小叫做相应交流电的有效值 (见图 1—6), 交流电压的有效值用 U 表示。理论计算表明, 交流电压的有效值和最大值 U_m 之间的关系为:

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} U_m$$

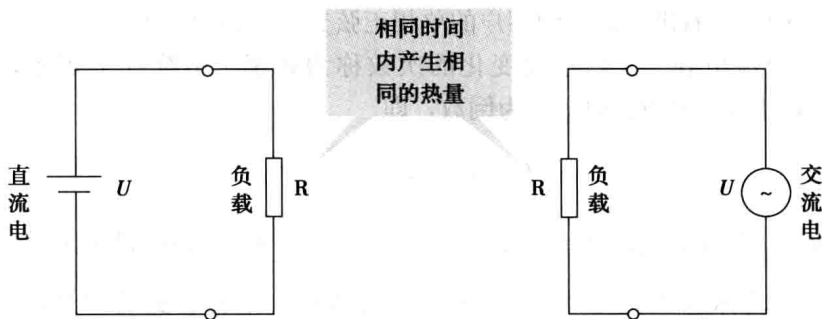


图 1—6 交流电的有效值

输送到用户的“220 V, 50 Hz”交流电压的有效值为: $U=220 \text{ V}$ 。

3. 相位

正弦交流电压在任意时刻的电角度称为相位角（或相位），数学表达式为 $u = 220\sin(100\pi t)$ V 的单相正弦交流电压的相位角为 $100\pi t$ 。

当 $t=0$ 时的相位称为初相位。很显然， $u = 220\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ V 的初相位为 0° ；如果某交流电的数学表达式为 $u = 220\sqrt{2}\sin(100\pi t + 120^\circ)$ V，则其初相位（用 φ 表示）为 120° 。其电压波形如图 1—7 所示。

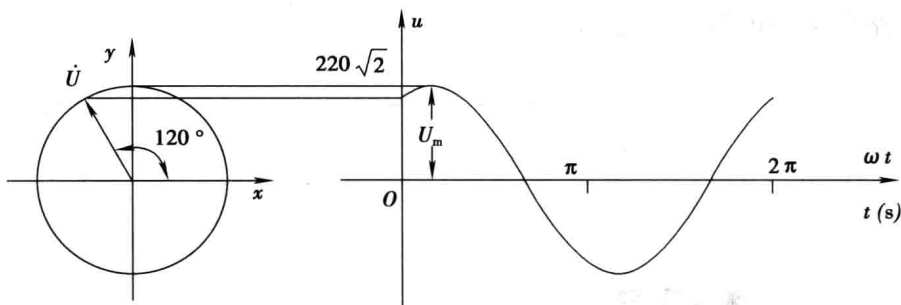


图 1—7 初相位为 120° 的电压波形

综上所述，一个正弦交流电可以表示为： $u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$ 。当它的周期、最大值和初相位确定后，这个正弦交流电的变化情况也就完全确定下来了。因此，周期、最大值和初相位称为正弦交流电的三要素。

任务二 用验电笔检测电源插座的火线和零线

学习目标

- ✧ 掌握火线、零线和地线的概念
- ✧ 掌握墙壁插座的接线方法
- ✧ 学会用验电笔检测墙壁插座



任务引入

在住宅、宾馆、办公室、教室等场合都要安装墙壁插座（见图 1—8），用于连接电视、洗衣机、计算机、电风扇等各种电器。我们经常将台灯、计算机等家用电器的电源插头插到墙壁插座上。

那么，电源插座上各个插孔的电特性是什么？如何判断插座是否有电？本任务中，将了解墙壁插座的电特性，并以学习小组为单位，用验电笔检测教室和实验室中的墙壁插座，判断其是否带电。

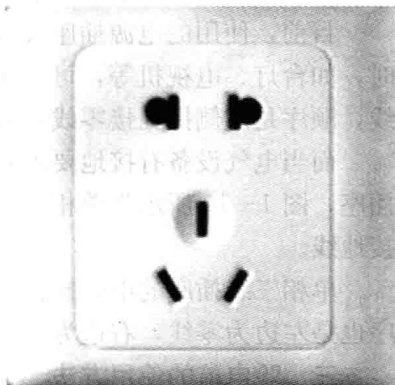


图 1—8 墙壁插座



相关知识

一、火线、零线和地线

进户的两条输电线中，有一根带电的导线称为火线（相线），另外一根不带电的导线称为零线，火线与零线共同组成供电回路，如图 1—9 所示。把这种由一根火线和一根零线组成的交流电路称为单相正弦交流电路。

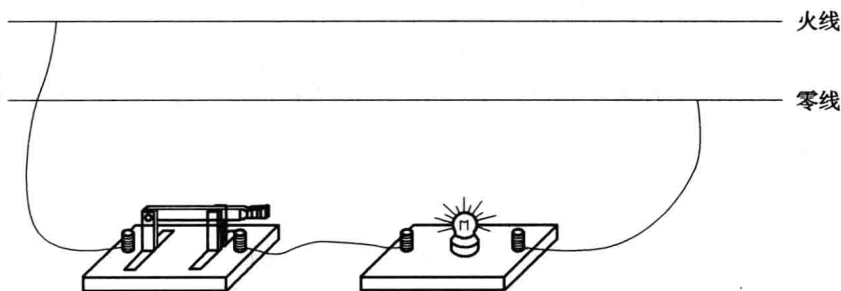


图 1—9 火线与零线

火线和零线的区别在于它们对地的电压不同：火线的对地电压为 220 V；零线的对地电压为 0（它本身跟大地相连接在一起）。所以当人体的一部分碰上了火线，而另一部分站在地上，人体这两个部分之间的电压就是 220 V，即有触电的危险。反之，由于零线的对地电压等于 0，站在地上的人即使用手去抓零线，人也没有触电的危险。

为了保证用电安全，防止触电事故的发生，常常用一根导线（地线）把设备或电器的外壳可靠地连接到大地上。地线的一端是在用户区附近用金属导体深埋于地下，另一端则与各用户的地线接点相连，起接地保护的作用。大多数家用电器都要求有接地线。

一般情况下，220 V 电源线的火线用红色或棕色导线，因为这两种颜色是暖色；零线用蓝色、绿色或黑色导线；接地线为黄绿相间的导线。

二、墙壁插座的接线要求

目前，使用的电源插座大多是单相二线插座或单相三线插座。当电气设备没有接地要求时，如台灯、电视机等，可用单相二线插座，单相二线插座的两个接线柱分别接火线和零线，顺序是左侧插孔接零线，右侧插孔接火线，即“左零右火”。

而当电气设备有接地要求时，如计算机、洗衣机、电冰箱、电热水器等，可用单相三线插座，图 1—10 所示为单相三线插座墙内接线头，红色为火线，蓝色是零线，黄绿相间的为接地线。

单相三线插座的中间插孔为接地线，也作定位用，另外两端分别接火线和零线，接线顺序也是左边为零线，右边为火线，如图 1—11 所示。

三、验电笔的使用方法

如何通过工具来检测哪根是火线？哪根是零线呢？

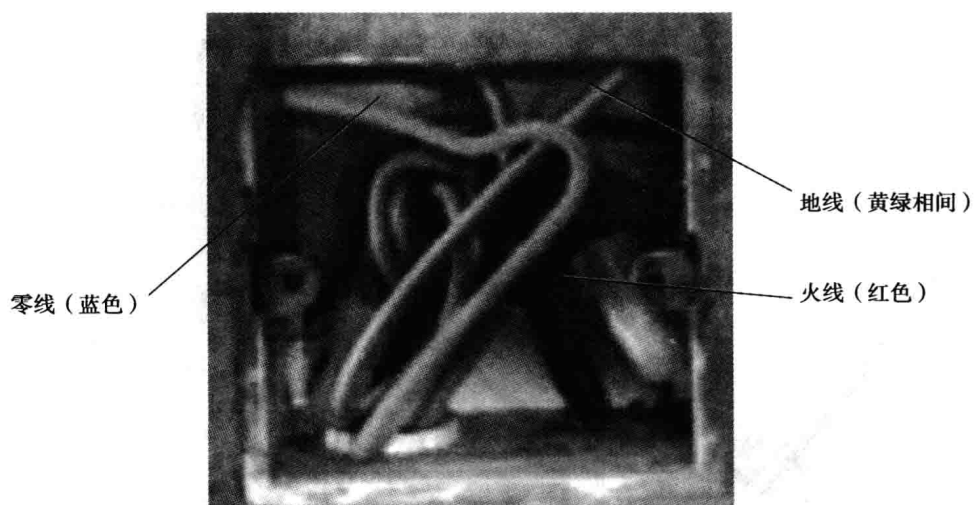


图 1—10 单相三线制墙内接线头

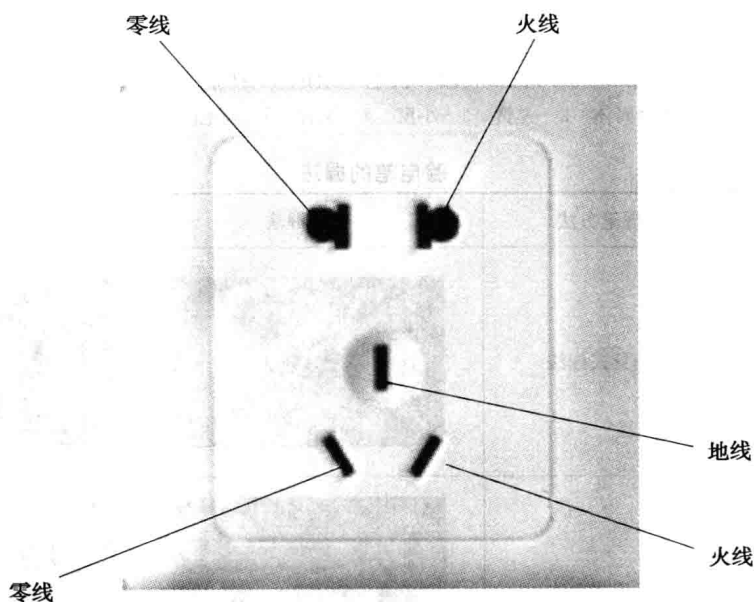


图 1—11 插座的电特性

在电工测量中，常使用验电笔（简称电笔）。它是电工在检修、安装电气设备时，经常使用的一种低压辅助工具，主要用于检测物体是否带电。

常用验电笔有笔式和旋具式两种，它由笔尖金属体（或旋具）、电阻、氖管、笔身、笔尾金属体、弹簧等组成（见图 1—12）。氖管中充有稀薄的氖气，当笔尖和笔尾间的电压达到一定值时，氖气就导电，电流从笔尖流向笔尾，氖气会发出红光。

使用验电笔时，握笔的方法见表 1—1，注意要用笔尖接触被测的导体，而手指千万不要碰到笔尖的金属部分。

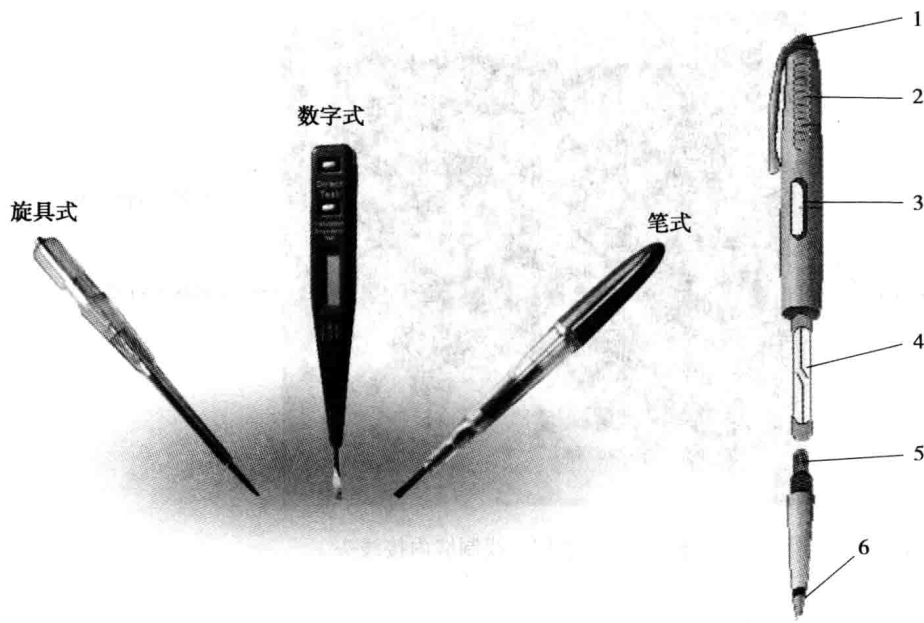
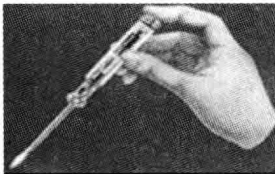
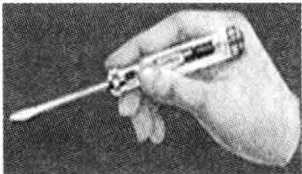
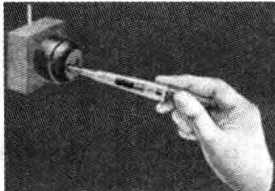
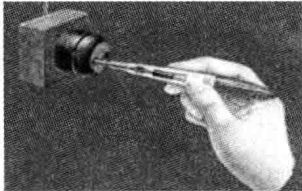


图 1—12 验电笔组成和结构

1—笔尾金属体 2—弹簧 3—小窗 4—氖管 5—高电阻 6—笔尖金属体

表 1—1

验电笔的握法

验电笔类型	握笔方法	正确握法	错误握法
旋具式	旋具式握法		
笔式	钢笔式握法		

使用验电笔时需要注意：

1. 电路中各部位在未验电前，一律视为有电。

2. 验电笔的测量范围为 60～500 V。

3. 在使用前先用验电笔试测某已知带电物体，看氖管能否发亮，以确保验电笔能正常使用。

4. 在光线明亮的场合使用验电笔时，要遮挡光线，以便看清氖管是否发亮，防止

误测。

5. 在测试过程中,不可用手或身体其他部位接触笔尖金属体,以防触电。



任务实施

用验电笔检测墙壁插座的步骤如下:

一、检查验电笔好坏

1. 外观检查

检查验电笔里有无安全电阻,电笔是否有损坏,有无受潮或进水,合格后才能使用。

2. 检查验电笔氖管能否正常发光,以防造成判断错误,引起触电事故。

找一个确已带电的地方,例如:正常提供电源的插座、运行中电气设备的电源开关等,根据验电笔的类型,正确握住笔身,注意手不得触及笔尖金属体,将笔尖逐渐靠近带电部位,同时观察氖管是否发光。若氖泡能正常发光,则验电笔能正常使用。

二、用验电笔对插座进行验电

1. 检验火线

正确握住笔身,将验电笔的笔尖插入墙壁插座的火线插孔(见图 1—13a),观察氖管是否发光,若氖管发光,则说明插座的火线带电。

2. 检验零线和地线

正确握住笔身,将验电笔的笔尖分别插入零线(见图 1—13b)和地线(见图 1—13c)插孔,正常情况下氖管不会发光,若氖管发光,则说明零线和地线带电,线路有故障,需要检修。

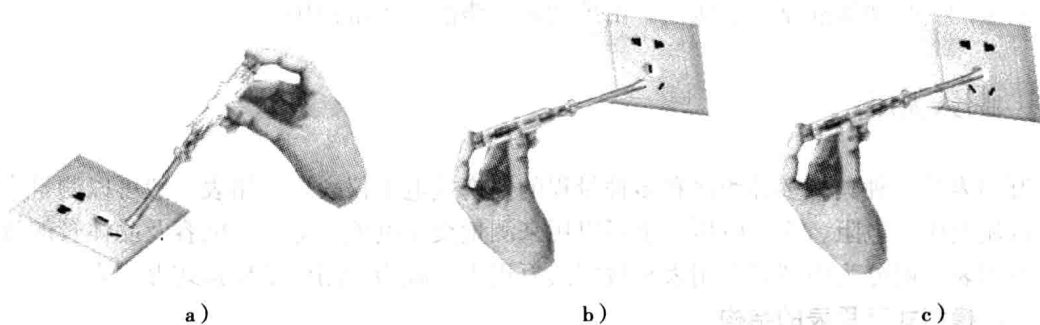


图 1—13 用验电笔对插座进行验电



技能训练

以学习小组为单位,用验电笔测量教室、宿舍、实验室内的 5 个墙壁插座,将测量到的结果填入表 1—2。

表 1—2 墙壁插座电性能测量

序号	插座位置	火线带电情况	零线带电情况	地线带电情况	插座能否使用
1					
2					
3					
4					
5					

任务三 用万用表测量交流电压

学习目标

- ✧ 掌握万用表的使用方法
- ✧ 学会用万用表测量交流电压



任务引入

验电笔只能用于检验物体是否带电，并不能检验出物体具体的电量值（如电流值、电压值等），且测量范围必须在低压状态下（60~500 V），所以局限性较大。一般情况下，电工常使用万用表来对电路进行检测。本任务要求使用模拟式万用表测量任务二技能训练中用验电笔测量的 5 个墙壁插座的电压值，由此判断插座能否正常使用。



相关知识

万用表是一种具有多种用途和多种量程的便携式电工仪表，万用表一般可以测量直流电流、直流电压、电阻、交流电压，也可以用来测量交流电流、电感、电容及晶体管的放大系数。万用表一般分为模拟式万用表和数字式万用表，较为常用的是模拟式万用表。

一、模拟式万用表的结构

模拟式万用表的结构如图 1—14 所示，其结构主要包括表头、转换开关、调零旋钮、插孔等。

1. 表头——万用表的表头在万用表的上部，主要用来指示测量结果。
2. 转换开关——主要用于不同用途的测量。
3. 调零旋钮——万用表的调零旋钮主要用于在测量前使万用表指针指在零位置上。包括机械调零旋钮和专门用于欧姆挡调零的欧姆调零旋钮。
4. 插孔与测试表笔——万用表的插孔主要用来插测试表笔。测试表笔有红、黑两支，