

核心课程+教学项目

机电一体化专业课程改革成果教材



电子电气图的 识读与电路安装

崔陵 主编
林如军 张红阳 副主编

高等教育出版社

机电一体化专业课程改革成果教材



机电一体化专业课程改革成果教材

电子电气图的识读与电路安装

DIANZI DIANQITU DE SHIDU YU DIANLU ANZHUANG

崔 陵 主 编

林如军 张红阳 副主编

丁海军 执行主编

高等教育出版社·北京

内容简介

本书是中等职业教育机电一体化专业（机电设备安装与维护方向）课程改革成果教材，根据浙江省中等职业学校机电一体化专业（机电设备安装与维护方向）教学指导方案与课程标准编写而成。

本书以培养技能型人才为出发点，以实用、够用为原则，根据实施项目教学法的具体要求展开。本书包括课程导入及 7 个项目：直流指示电路的安装与测试、机电设备照明电路的安装与测试、磨床电磁吸盘电源电路的安装与测试、机电信号放大电路的安装与测试、普通车床主轴电动机控制线路的安装与测试、摇臂钻床升降电动机控制线路的安装与测试、时间继电器自动控制 Y-Δ 降压起动控制线路的安装与测试。每个项目都由元器件的识别与检测、电路的安装与测试、电路原理的分析、拓展与思考四部分组成。

本书适合作为中等职业学校机电一体化、机电技术应用等专业教学用书，也可以作为岗位培训教材和自学用书。

图书在版编目（C I P）数据

电子电气图的识读与电路安装 / 崔陵主编. --北京：高等教育出版社，2017.4

ISBN 978-7-04-047319-3

I. ①电… II. ①崔… III. ①电子电路-电路图-识别-中等专业学校-教材②电子电路-安装-中等专业学校-教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 024807 号

策划编辑 唐笑慧	责任编辑 唐笑慧	封面设计 张 志	版式设计 马敬茹
插图绘制 杜晓丹	责任校对 李大鹏	责任印制 耿 轩	

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京市密东印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	9.25		
字 数	220 千字	版 次	2017 年 4 月第 1 版
购书热线	010-58581118	印 次	2017 年 4 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	19.20 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 47319-00

前言

本书是中等职业教育机电一体化专业（机电设备安装与维护方向）课程改革成果教材，根据浙江省中等职业学校机电一体化专业（机电设备安装与维护方向）教学指导方案与课程标准编写而成。

本书以培养技能型人才为出发点，以实用、够用为原则，根据实施项目教学法的具体要求展开。本书包括课程导入及 7 个项目，涵盖了电路基础、电子技术、电力拖动等内容，各项目分别为：直流指示电路的安装与测试、机电设备照明电路的安装与测试、磨床电磁吸盘电源电路的安装与测试、机电信号放大电路的安装与测试、普通车床主轴电动机控制线路的安装与测试、摇臂钻床升降电动机控制线路的安装与测试、时间继电器自动控制 Y-Δ 降压起动控制线路的安装与测试。每个项目都由元器件的识别与检测、电路的安装与测试、电路原理的分析、拓展与思考四部分组成。

本书以项目为载体，通过电路的制作与测试，将知识点与仪器仪表的操作渗透其中，实用性强。教材编排中突出对实践知识和理论知识的有效整合。

本书的参考学时数为 92 学时，学时分配建议如下。

项目	课程内容	学时数
项目一	直流指示电路的安装与测试	12
项目二	机电设备照明电路的安装与测试	12
项目三	磨床电磁吸盘电源电路的安装与测试	12
项目四	机电信号放大电路的安装与测试	14
项目五	普通车床主轴电动机控制线路的安装与测试	14
项目六	摇臂钻床升降电动机控制线路的安装与测试	14
项目七	时间继电器自动控制 Y-Δ 降压起动控制线路的安装与测试	14
总学时数		92

本书由浙江省教育厅职成教教研室崔陵担任主编，宁波市职成教教研室林如军和浙江省慈溪市周巷职业高级中学张红阳担任副主编，浙江省慈溪市周巷职业高级中学丁海军担任执行主编，参与本书编写的还有浙江省慈溪市周巷职业高级中学吴利利、戴明霞，浙江省奉化市职教中心学校王启宏、叶伟花。

由于编写时间仓促、编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。读者意见反馈邮箱：zz_dzyj@pub.hep.com。

编 者
2016 年 12 月

目录

课程导入	1	任务 3 分析机电信号放大电路	86
任务 1 认识电工实验实训室	2	项目五 普通车床主轴电动机控制线路的	
任务 2 安全用电	4	安装与测试	92
项目一 直流指示电路的安装与测试	8	任务 1 识别与检测元器件	94
任务 1 识别与检测元器件	9	任务 2 安装与测试具有过载保护的	
任务 2 安装与测试直流指示电路	15	接触器自锁正转控制线路	97
任务 3 分析直流指示电路	19	任务 3 分析具有过载保护的接触器	
项目二 机电设备照明电路的		自锁正转控制线路	108
安装与测试	23	项目六 摇臂钻床升降电动机控制线路的	
任务 1 识别与检测元器件	24	安装与测试	114
任务 2 安装与测试机电设备照明电路	30	任务 1 识别与检测元器件	115
任务 3 分析机电设备照明电路	36	任务 2 安装与测试接触器联锁正反转	
项目三 磨床电磁吸盘电源电路的		控制线路	119
安装与测试	50	任务 3 分析接触器联锁正反转	
任务 1 识别与检测元器件	51	控制线路	129
任务 2 安装与测试磨床电磁		项目七 时间继电器自动控制 Y- Δ 降压	
吸盘电源电路	57	起动控制线路的安装与测试	131
任务 3 分析磨床电磁吸盘电源电路	60	任务 1 识别与检测元器件	132
项目四 机电信号放大电路的		任务 2 安装与测试时间继电器自动	
安装与测试	73	控制 Y- Δ 降压起动控制线路	134
任务 1 识别与检测元器件	74	任务 3 分析时间继电器自动控制 Y- Δ	
任务 2 安装与测试机电信号		降压起动控制线路	137
放大电路	79	参考文献	140



课程导入

项目目标

- 认识实验实训室中的交、直流电源。
- 了解电工基本仪器仪表和常用电工工具。
- 知道安全电压等级、人体触电的类型及常见原因。
- 明确电工实验实训室操作规程，树立规范操作职业意识。

项目概述

本项目将通过现场观察与讲解，认识和了解电工实验实训室以及安全用电的相关知识。使学生树立安全用电与规范操作的职业意识，初步形成对电工电子课程的感性认识，培养学生的学习兴趣。

任务 1 认识电工实验实训室

一、任务目标

- 认识实验实训室中的交、直流电源。
- 了解电工基本仪器仪表和常用电工工具。
- 明确电工实验实训室操作规程，树立规范操作的职业意识。

二、任务准备

1. 电工实验实训室电源配置

电源是为电路提供电能的装置，一般的电工实验实训室都配有多组电源，以满足不同的电工实验实训的需要，如图 0-1 所示。电源通常有直流电源和交流电源两大类，直流电源用字母“DC”或符号“-”表示；交流电源用字母“AC”或符号“~”表示。

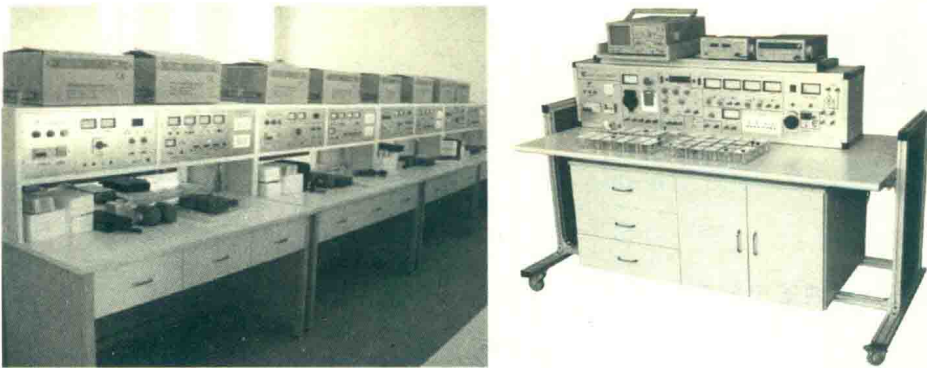


图 0-1 电工实验实训室操作台

电工实验实训室电源配置通常有以下几种，具体见表 0-1 和图 0-2。

表 0-1 电工实验实训室电源配置

电源类型	输出电压范围
双组直流可调稳压电源	0~24 V
3~24 V 多挡低压交流输出	3 V、6 V、9 V、12 V、15 V、18 V、24 V
单相交流电源	220 V、50 Hz
TTL 专用电源	直流 5 V
三相交流电源输出	提供三相交流线电压、相电压

2. 电工实验实训室操作规程

① 实验实训前必须做好准备工作，按规定的时间进入实验实训室，到达指定的工位，未

经同意，不得私自调换。

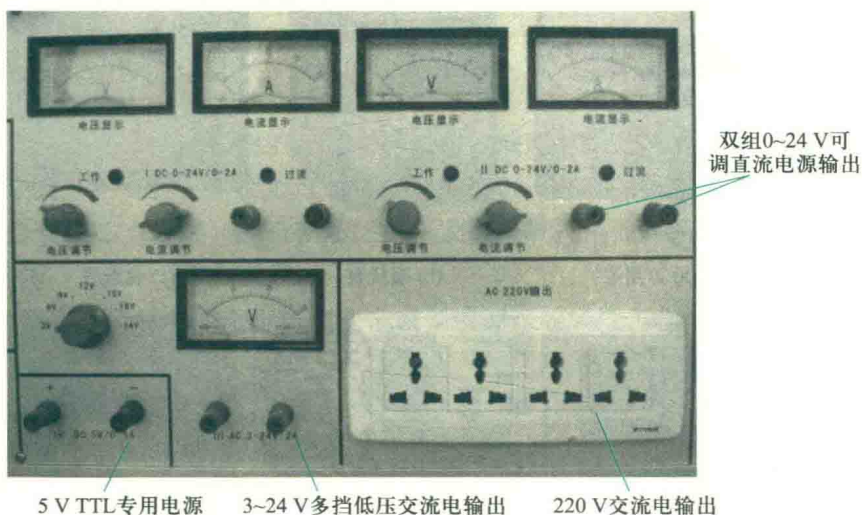


图 0-2 电工实验实训室电源配置

② 不得穿拖鞋进入实验实训室，不得携带食物进入实验实训室，不得让无关人员进入实验实训室，不得在室内喧哗、打闹、随意走动，不得乱摸乱动有关电气设备。

③ 任何电气设备内部若未经验明无电，一律视为有电，不准用手触及，任何接、拆线都必须切断电源后方可进行。

④ 实训前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好，如发现不安全情况，应立即报告教师，以便及时采取措施；电气设备安装检修后，须经检验后方可使用。

⑤ 实验操作时，精神要高度集中，操作内容必须符合教学内容，不准做任何与实验实训无关的事。

⑥ 要爱护实验实训工具、仪器仪表、电气设备和公共财物。

⑦ 凡因违反操作规程或擅自动用其他仪器设备造成损坏，事故人要做出书面检查，视情节轻重进行赔偿，并给予批评或处分。

⑧ 保持实验实训室整洁，每次实验实训后要清理工作场所，做好设备清洁和日常维护工作。经教师同意后方可离开。

三、任务实施

1. 常用电工仪器仪表

常用电工仪器仪表：电流表、电压表、万用表、示波器、毫伏表、频率计、兆欧表、钳形电流表、信号发生器、单相调压器等，如图 0-3 所示。

2. 常用电工工具

常用电工工具：老虎钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、螺丝刀、镊子、电工刀、验电笔等，如图 0-4 所示。

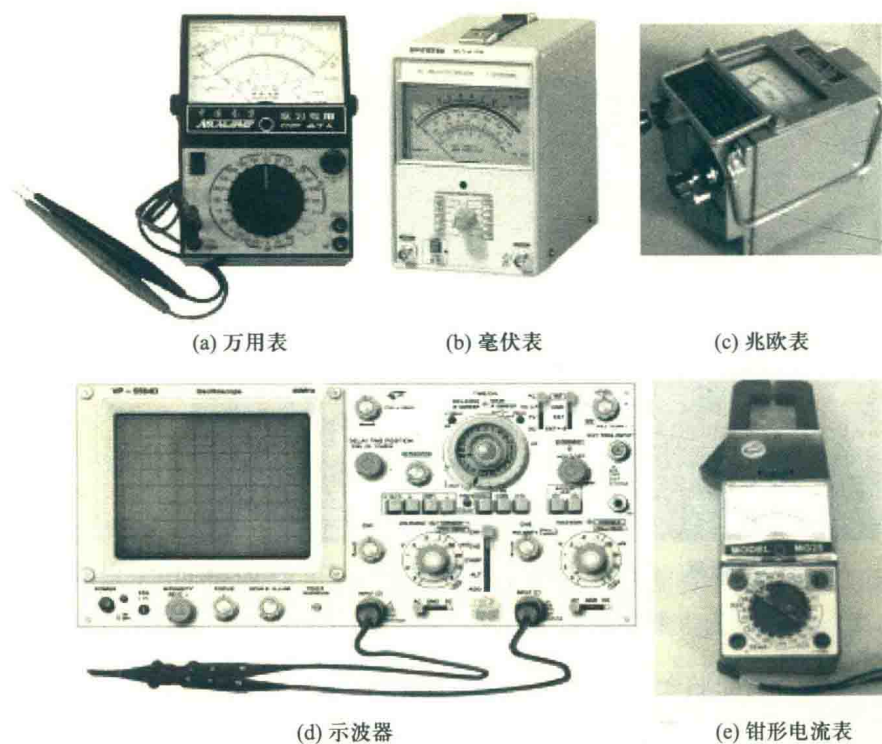


图 0-3 常用电工仪器仪表

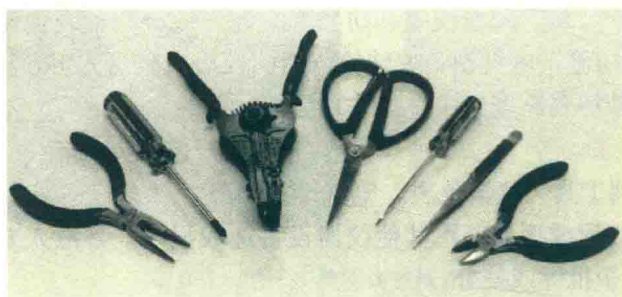


图 0-4 常用电工工具

任务 2 安全用电

一、任务目标

- 知道安全电压等级、人体触电的类型及常见原因。
- 了解防止触电的常用保护措施。
- 了解触电现场的正确处理方法及电气火灾的防范措施与扑救方法。

二、任务准备

1. 电流对人体的伤害

当人体的某一部位接触到带电的导体（裸导体、插座的铜片等）或触及绝缘损坏的用电设备时，人体便成为一个导体，电流通过人体会造成伤害，这就是触电。当通过人体的电流超过 50 mA 时，便会引起心力衰竭、血液循环终止、大脑缺氧，从而导致死亡。

2. 安全电压

规定 36 V 及以下电压为安全电压。在金属架或潮湿的场地工作，安全电压等级还要降低，应采用 24 V 或 12 V。

3. 触电类型

常见的触电类型有单相触电、两相触电和跨步电压触电。

(1) 单相触电

当人体的某一部位碰到相线或绝缘性能不好的电气设备外壳时，电流由相线经人体流入大地导致的触电称为单相触电，如图 0-5 所示。

(2) 两相触电

当人体的不同部位分别接触到同一电源的两根不同的相线，电流由一根相线经人体流到另一根相线导致的触电称为两相触电，亦称双相触电，如图 0-6 所示。两相触电要比单相触电严重得多。

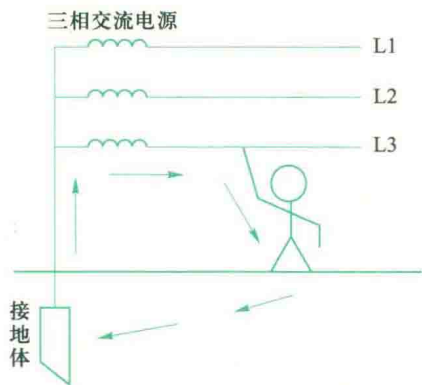


图 0-5 单相触电

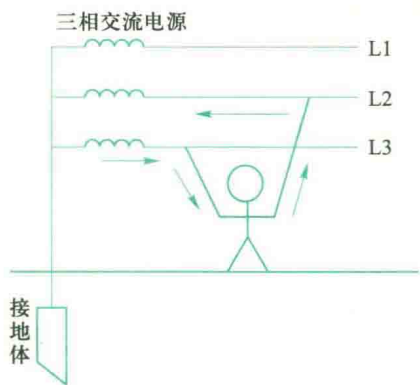


图 0-6 两相触电

(3) 跨步电压触电

当高压带电体直接接地或电气设备相线碰壳短路接地时，人体虽没有接触带电导线或带电设备外壳，但电流流入地下时，电流在接地点周围土壤中产生电压降，人跨步行走在电位分布曲线的范围内而造成的触电称为跨步电压触电，如图 0-7 所示。

常见的触电防范措施：正确安装用电设备；安装漏电保护装置；电气设备保护接地；电气设备保护接零。

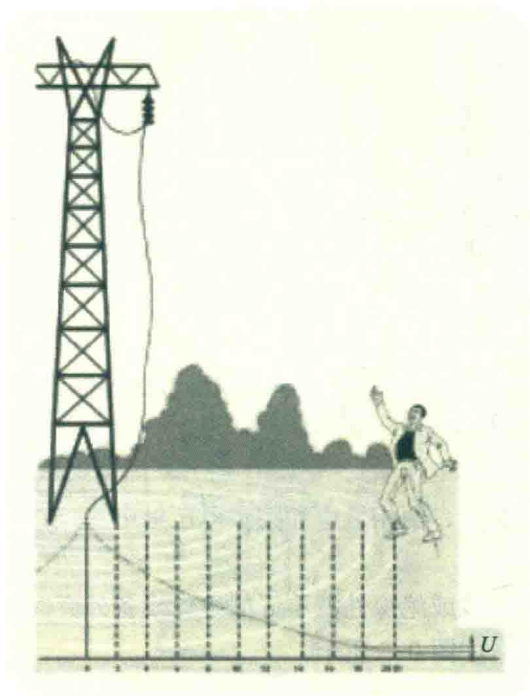


图 0-7 跨步电压触电

三、任务实施

1. 触电现场的处理与急救

触电处理的基本原则是动作迅速、救护得法，不惊慌失措和束手无策。

(1) 脱离电源

使触电者脱离电源的方法见表 0-2。

(2) 现场急救

① 口对口人工呼吸抢救法

适用于有心跳但无呼吸的触电者。救护方法是：触电者仰卧平地上，鼻孔朝天，颈后仰；首先清理口鼻腔，然后松扣解衣裳；捏鼻吹气要适量，排气应让口鼻畅；吹二秒来停三秒，五秒一次最恰当。

② 人工胸外按压抢救法

适用于有呼吸但无心跳的触电者。救护方法是：触电者仰卧硬地上，松开领口解衣裳；当胸放掌不鲁莽，中指应该对凹膛；掌跟用力向下按，压下一寸至半寸；压力轻重要适当，过分用力会压伤，慢慢压下突然放，一秒一次最恰当。

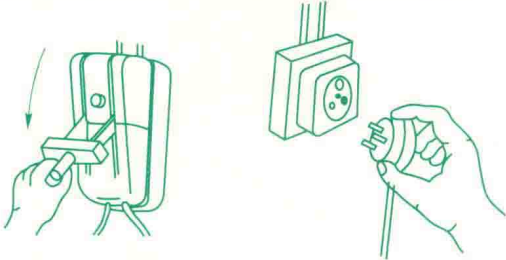
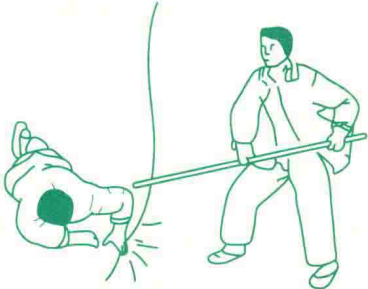
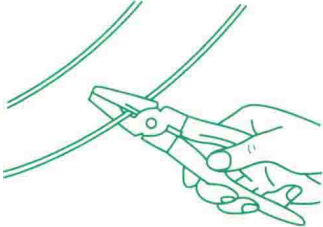
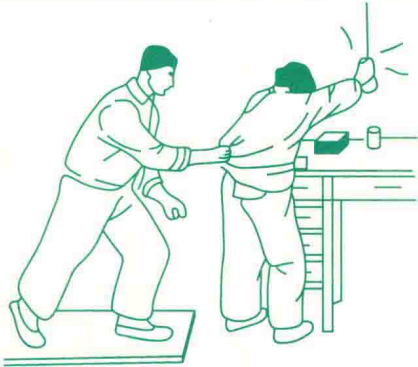
若触电者伤害严重，呼吸和心跳都停止，或瞳孔开始放大，应同时采用口对口人工呼吸和人工胸外按压抢救法。

2. 电气火灾的防范与扑救

电气火灾是由输配线路漏电、短路、设备过热、电气设备运行中产生明火、静电火花引燃

易燃物等而引起的火警。为了防范电气火灾的发生，在制造和安装电气设备、电气线路时，应减少易燃物，选用具有一定阻燃能力的材料。一定要按防火要求设计和选用电气产品，严格按照额定值规定条件使用电气产品，按防火要求提高电气安装和维修水平，主要从减少明火、降低温度、减少易燃物三个方面入手，另外还要配备灭火器具。

表 0-2 使触电者脱离电源的方法

序号	示意图	操作方法
1		拉：迅速拉开闸刀或拔去电源插头
2		挑：用绝缘棒挑开触电者身上的电线
3		切：用带有绝缘柄的利器切断电源回路
4		拽：用手拖拽触电者的干燥衣服，同时注意操作者自己的安全（如踩在干燥的木板上）

电气火灾一旦发生，首先要切断电源，再进行扑救，并及时报警。带电灭火时，切忌用水和泡沫灭火剂，应使用干黄砂、二氧化碳、1211（二氟一氯一溴甲烷）、四氯化碳或干粉等灭火器。

项目一



直流指示电路的安装与测试

项目目标

- 认识直流指示电路。
- 识别电阻器的外形和符号，识读电阻器的主要参数。
- 识别二极管的外形和符号，判断二极管的正负极。
- 会用万用表检测电阻器，判断电阻器的质量。
- 会用万用表检测二极管，判断二极管的质量。
- 会根据实际需要选用电阻器、二极管。

项目概述

电源指示电路存在于各类电器中，它由电阻和二极管串联而成，是一个最简单的直流电路，原理图如图 1-1 所示。什么是电源指示电路，如何进行各类基本电量的测量，今天就让我们一起来学一学，做一做！

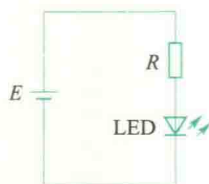


图 1-1 电源指示电路原理图

任务1 识别与检测元器件

一、任务目标

- 识别电阻器的外形和符号，识读电阻器的主要参数。
- 识别二极管的外形和符号，判断二极管的正负极性。
- 会用万用表检测电阻器和二极管，并能判断它们的质量好坏。

二、任务准备

1. 电阻器基本知识

电阻器是利用材料对电流起阻碍作用的特性制成的，简称电阻，用字母 R 表示，单位是 Ω （欧[姆]）。常用单位还有 $k\Omega$ （千欧）和 $M\Omega$ （兆欧）

$$1k\Omega=10^3\Omega \quad 1M\Omega=10^6\Omega$$

（1）电阻器的分类

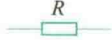
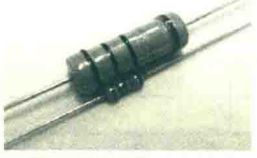
电阻器的种类较多，其分类如下：

- 按结构形式分：固定电阻器、可变电阻器（可调电阻器、电位器）
- 按制作材料分：碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器
- 按用途分：精密电阻器、高频电阻器、熔断电阻器、敏感电阻器

（2）常见固定电阻器的图形符号和实物

阻值不能改变的电阻器称为固定电阻器。常见固定电阻器的实物、图形符号及构成见表 1-1。

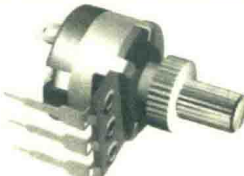
表 1-1 常见固定电阻器

序号	名称	实物图	符号	构成
1	碳膜电阻器			用碳膜作导电层，通过真空高温热分解出的结晶碳沉积在柱形或管形陶瓷骨架上制成
2	金属膜电阻器			用金属膜作导电层，用高真空加热蒸发等技术，将合金材料蒸镀在陶瓷骨架上制成
3	金属氧化膜电阻器			将铋和锡等金属盐溶液喷雾喷到炽热的陶瓷骨架表面上沉积后制成

（3）常见可变电阻器的图形符号和实物

阻值可变的电阻器称为可变电阻器或电位器。常见可变电阻器的实物、图形符号及用途见表 1-2。

表 1-2 常见可变电阻器（电位器）

序号	名称	实物图	符号	用 途
1	半可调电阻器			用做晶体管电路中的偏置电阻等
2	碳膜电位器			作音量控制、亮度调节等
3	开关电位器			在电视机、收音机中作为音量控制兼电源控制

（4）识读电阻器的电阻值

电阻器主要参数的标注方法有直标法、文字符号法、数码法和色标法，下面主要介绍色标法。

色标法是用不同颜色的环或点在电阻器表面标出标称阻值和允许误差。电阻器色环符号规定见表 1-3。色标法分为四色环和五色环两种。

表 1-3 电阻器色环符号对照表

颜色	有效数字	倍乘数	允许误差%	颜色	有效数字	倍乘数	允许误差%
黑	0	10^0	—	紫	7	10^7	± 0.1
棕	1	10^1	± 1	灰	8	10^8	—
红	2	10^2	± 2	白	9	10^9	—
橙	3	10^3	—	金	—	10^{-1}	± 5
黄	4	10^4	—	银	—	10^{-2}	± 10
绿	5	10^5	± 0.5	无色	—	—	± 20
蓝	6	10^6	± 0.25				

① 两位有效数字的色标法

普通电阻器用四色环表示，前三环表示电阻值，最后一环表示误差（通常为金色或银色）。四色环电阻阻值=第一、二色环数值组成的两位有效数 $\times$ 第三色环的倍率（ 10^n ）。图 1-2 所示为四色环电阻器，色环顺序为橙、白、棕、金，则其电阻值为 $39 \times 10^1 \Omega = 390 \Omega$ ，允许误差为 $\pm 5\%$ 。

② 三位有效数字的色标法

精密电阻器用五色环表示，前四环表示电阻值，最后一环表示误差。

五色环电阻阻值=第一、二、三色环数值组成的三位有效数×第四色环的倍率（10ⁿ）。图1-3所示为五色环电阻器，色环顺序为红、黄、黑、黑、棕，则其电阻值为240×10⁰Ω=240Ω，允许误差为±1%。



图 1-2 四色环电阻器



图 1-3 五色环电阻器

2. 二极管基本知识

(1) 二极管特性

二极管具有单向导电性，即加正向电压导通，加反向电压截止。

(2) 二极管分类

常见的二极管有整流二极管、稳压二极管、发光二极管等，其图形符号和用途见表1-4。

表 1-4 常见二极管符号和用途

序号	名称	实物图	符号	用 途
1	整流二极管		 VD	将交流电转变为脉动直流电
2	稳压二极管		 VZ	用作稳压器或电压基准元件
3	发光二极管		 LED	在各种电子电路仪表设备中，作电源、电平指示

(3) 识别二极管极性

常见的二极管识别方法见表1-5。

表 1-5 常见的二极管识别方法

序号	名称	说明	实物图
1	国产二极管	电路符号印在管壳上，直接标示出引脚极性	

续表

序号	名称	说明	实物图
2	小型塑料二极管	在负极一端印上一道色环作为负极标记	无色环标志的一端为正极“+” 有色环标志的一端为负极“-”
3	发光二极管	从引脚长短来识别，长脚为正，短脚为负	长脚为正极“+” 短脚为负极“-”

三、任务实施

1. 用万用表检测电阻器

- ① 选择合适的量程。
- ② 将红黑表笔短接，调节电阻调零旋钮使指针指在 0Ω 位置上。
- ③ 将电阻器接入红黑表笔之间，根据指针位置读出刻度值，再乘以该挡位的倍率，即为该电阻的读数，如图 1-4 所示。

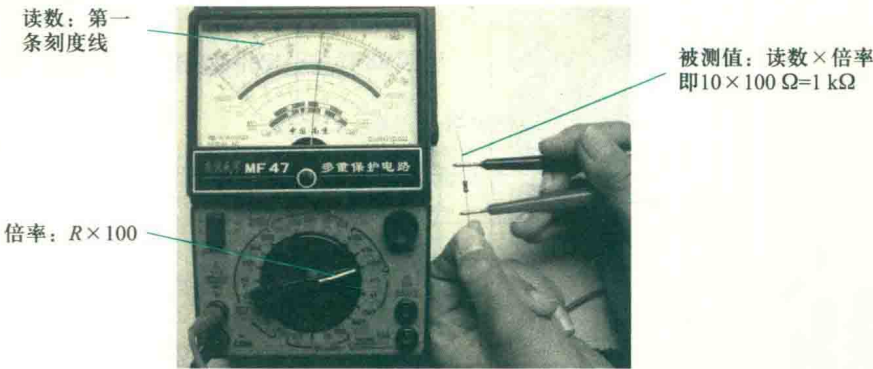


图 1-4 用万用表测电阻器阻值

2. 用万用表检测电位器

- 检测电位器时，首先要看转轴转动是否平滑，开关是否灵活。
- ① 根据电位器的标称阻值选择量程，并进行电阻调零。
 - ② 将表笔与电位器边上的两脚相连，其读数应为电位器的标称阻值，如图 1-5 所示。
 - ③ 将表笔分别与电位器边上的脚和中间脚相连，将电位器的转轴逆时针旋转，指针应平滑移动，阻值减小；若将转轴顺时针旋转，阻值应增大，直至接近电位器的标称值，如图 1-6 所示。