

物联网课程改革实验教材

电子传感技术

主 编 陈辉先 黄惠玲

副主编 温沃滢 杜旭文 李如意 张美霞

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书将“电子技术基础”和“传感器基础”两门课程的内容有机结合,参照国家职业技能标准和行业职业技能鉴定规范中的有关要求,结合全国职业院校技能大赛中中组物联网技术应用与维护赛项的相关比赛要求进行编写,兼顾教学与备赛的需要。

本书内容包括认识常见的电子元器件、认识和分析基本电路、搭接简单的电子电路、焊接简单的电子电路、认识常见的敏感元器件、了解传感器套件和连接方法等与电子和传感技术相关的基础知识。本书是编者依据现行的模块化、项目化、任务化教学模式,紧紧围绕教育部最新颁布的课程大纲,在参阅了大量相关资料的基础上编写而成的。

本书可作为中等职业学校物联网相关专业的教材,还可供物联网等智能设备安装技术人员及爱好者学习与使用。

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

电子传感技术 / 陈辉先, 黄惠玲主编. —北京: 电子工业出版社, 2022.8

ISBN 978-7-121-44130-1

I. ①电… II. ①陈… ②黄… III. ①电子传感器 IV. ①TP212.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 147523 号

责任编辑: 张 凌

印 刷:

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: 880×1 230 1/16 印张: 11.25 字数: 273.8 千字

版 次: 2022 年 8 月第 1 版

印 次: 2022 年 8 月第 1 次印刷

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, 88258888。

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。

本书咨询联系方式: (010) 88254549, zhangpd@phei.com.cn。

前 言

本书是集合了多位中职一线教师的教改经验编写而成的,主要适用于物联网技术应用、计算机网络技术、网络安防系统安装与维护等专业的教学,参考学时数为 80~120。本书可作为其他相关专业的教材或参考书,还可供从事物联网等智能设备安装技术人员参考。

本书将“电子技术基础”和“传感器基础”两门课程的内容有机结合,以国家职业技能标准为指导,结合行业培训规范,依托典型案例,从初学者的角度出发,根据实际岗位的需求,强化专业基础、突出实践能力、注重素质培养。

本书各任务的设计符合中职学生的学习基础和教学环境,使教学实施与实际岗位需求的知识、技能相对接,在理解基本知识的基础上,更注重基础技能实践,强调“做中学,做中教”,重点培养学生的实际动手操作能力,有助于学生养成良好的职业素养。

本书通过从基础理论到实践操作、从简单到复杂的系统训练过程,循序渐进地提升学生的创新实践能力。书中包含九个项目,每个项目又分为若干任务,让学生通过理论学习逐步掌握常用电子元器件的功能、特点、分类、应用及检测方法,通过实训任务进一步理解、掌握和巩固所学知识与技能,在每个实训任务之后,还提供课后练习题,以帮助学生及时复习总结,查漏补缺。

本书由陈辉先、黄惠玲担任主编,温沃滢、杜旭文、李如意、张美霞担任副主编,其中陈辉先编写项目一~项目五并负责全书的统稿工作,黄惠玲编写项目八并负责全书的校稿工作,温沃滢编写项目七,杜旭文编写项目九,李如意编写项目六,张美霞编写课后练习题。本书在写作过程中得到了北京新大陆时代教育科技有限公司相关技术人员的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请使用本书的师生和广大读者批评指正。

编者

2022 年 8 月

目 录

项目一 学习万用表和电阻	1
任务一 认识万用表	1
一、万用表分类	1
二、认识指针万用表	1
三、认识数字万用表	3
任务二 认识电阻器	7
一、常见的电阻	7
二、电阻的参数	8
三、电阻的阻值表示法	8
任务三 认识电位器	11
一、常见的电位器	12
二、电位器的结构	12
三、用数字万用表测量电阻的步骤	13
任务四 认识敏感电阻	15
一、认识光敏电阻	15
二、认识热敏电阻	17
项目二 学习电容和电源	20
任务一 认识电容	20
一、电容的概念和分类	20
二、电容的符号	20
三、常见的电容	21
四、电容的参数	22
五、电容的容值表示法	22
六、万用表的测量方法	23
任务二 认识电源	26
一、交流电	26
二、直流电	26
三、电池	27

四、电路中电源的表示方法	30
任务三 用面包板搭接小电路	33
一、认识面包板	33
二、面包板使用注意事项	34
三、面包板搭接原则	35
四、面包板搭接过程	35
任务四 认识电路	38
一、相关概念	38
二、串/并联电路	39
三、使用万用表测量电流和电压	41
项目三 学习二极管	44
任务一 认识 PN 结	44
一、导体、半导体和绝缘体	44
二、杂质半导体	45
三、PN 结	46
四、PN 结特性	46
任务二 认识二极管	49
一、二极管的概念	49
二、二极管的伏安特性	50
三、二极管的测量	51
任务三 常见二极管介绍	52
一、PN 结的特性与二极管	52
二、常见的二极管	53
三、常见的二极管电路符号	55
任务四 认识发光二极管和光电二极管	57
一、发光二极管原理	57
二、LED 技术优点	58
三、常见的 LED 分类	58
四、LED 的应用领域	60
五、光电二极管	61
项目四 手工焊接技术	64
任务一 认识电烙铁	64
一、电烙铁	64
二、焊料与助焊剂	65
三、电烙铁的正确使用方法	65

四、其他常用的焊接工具	67
五、常见的拆焊工具	67
任务二 万能板的焊接方法	69
一、万能板	69
二、元器件引线成形	69
三、电子元器件固定方法	71
四、五步焊接法	71
五、三步焊接法	72
任务三 认识开关	75
一、开关的概念	75
二、开关的分类	76
三、常见的开关	77
四、常见的焊点缺陷分析（补充）	79
任务四 搭接并焊接小电路	82
一、电路图	82
二、电子元器件表	83
三、电路分析	83
项目五 学习三极管	86
任务一 认识三极管	86
一、三极管的结构	86
二、三极管各电极电流的关系	87
三、常见的三极管	88
任务二 三极管的特性及测量	91
一、三极管的特性	91
二、确定三极管的类型和引脚	92
三、测量方法	94
任务三 三极管的放大电路	95
一、偏置电压	96
二、共发射极三极管放大电路	96
三、共集电极三极管放大电路	96
四、共基极三极管放大电路	97
任务四 搭接并焊接三极管的小电路	98
一、电路图	98
二、电子元器件表	99
三、电路分析	99

项目六 学习电源电路	102
任务一 认识整流电路	102
一、半波整流电路	102
二、全波整流电路	103
三、桥式整流电路	104
任务二 认识滤波电路	106
一、电感器	106
二、变压器	107
三、滤波电路	107
四、变压整流滤波电路	108
任务三 认识三端集成稳压电路	110
一、集成稳压器分类	110
二、三端集成稳压器	110
任务四 电源电路的焊接与调试	113
一、三端稳压电源电路的工作原理	113
二、三端稳压电源电路的元器件	114
三、可调电源电路的工作原理	115
四、可调电源电路的元器件	115
项目七 学习集成电路	117
任务一 认识集成电路	117
一、集成电路介绍	117
二、集成电路封装	118
三、集成电路引脚识别图解	120
四、集成电路的示意图	120
任务二 认识 555 集成芯片	122
一、认识 NE555 集成芯片	122
二、NE555 集成芯片的用途	123
三、可控硅	124
任务三 认识并焊接 NE555 叮咚门铃电路	126
一、NE555 叮咚门铃电路	127
二、电路元器件	128
项目八 学习开关电路	130
任务一 模拟信号与数字信号	130
一、电子电路的信号	130



二、常见的脉冲波形及其参数	131
三、相关概念	133
任务二 认识三极管开关电路	136
一、认识单片机	136
二、单片机的驱动能力	136
三、基本开关电路	137
四、三极管开关电路	138
任务三 认识继电器开关电路	140
一、继电器的种类	140
二、继电器的符号	141
三、电磁式继电器	141
四、常用的小功率继电器	142
五、继电器应用电路	142
任务四 认识并焊接 51/52 单片机电路	144
一、MCS-51 系列单片机	144
二、单片机电路	146
项目九 学习传感器套件	150
任务一 认识传感器	150
一、传感器的组成	150
二、传感器的分类	151
三、传感器检测系统的基本组成	151
四、常用传感器成品	153
任务二 传感器连接实训	156
一、风速传感器连接实训	157
二、温湿度传感器连接实训	159
三、光照度传感器连接实训	161
四、红外对射连接实训	163
任务三 认识传感器套件	166
一、传感器套件	167
二、传感器套件介绍	167

学习万用表和电阻

任务一 认识万用表

万用表是一种多功能、多量程的便携式电工电子仪表，是电类专业人员必备的一种工具。

一、万用表分类

一般的万用表可以测量直流电流、直流电压、交流电压和电阻等。有些万用表还可测量电容、电感、功率、晶体管的直流放大倍数 h_{FE} 等。万用表按显示方式一般可分为指针万用表和数字万用表两种，如图 1-1 所示。

指针万用表



数字万用表



图 1-1 万用表的分类

二、认识指针万用表

指针万用表的结构主要由表头、转换开关（又称选择开关）、测量线路 3 部分组成。表头是万用表测量结果的显示装置，表头实际上是一个灵敏电流计。通过指针的转动，

表头能够非常直观地体现被测量物的属性变化。指针万用表的表头如图 1-2 所示。



图 1-2 指针万用表的表头

转换开关可选择被测电量的种类和量程（或倍率）。指针万用表的转换开关如图 1-3 所示。

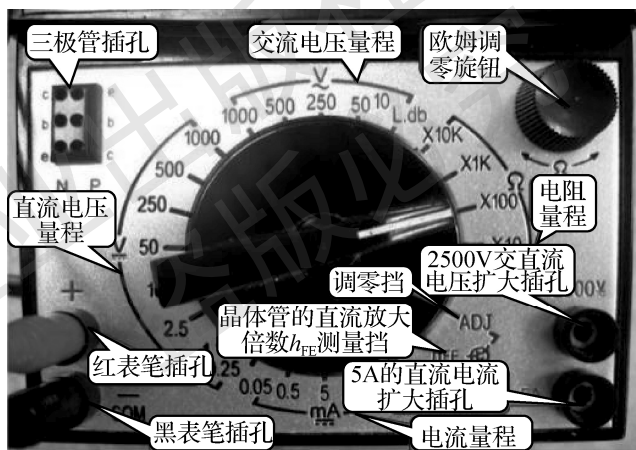


图 1-3 指针万用表的转换开关

测量线路可将不同性质和大小的被测电量转换为表头所能接受的直流电流。外部线路为红、黑表笔。



【实训任务一】

1. 学习欧姆挡调零

使用指针万用表的欧姆挡测量电阻之前，先选择合适的量程，再把两支表笔短接，调节欧姆调零旋钮，使指针指向“0Ω”。每当改变欧姆挡量程，由于欧姆表内阻发生了变化，因此在测量之前必须重复欧姆挡调零这项操作。

2. 认识指针万用表的极性

红表笔与“+”极性插孔相连，黑表笔与“-”或“*”或“COM”极性插孔相连。测量直流量时，注意正、负极性，以免指针反转。测电流时，仪表应串联在被测电路中；测电压时，仪表应并联在被测电路两端。

注：只有指针万用表在测量电阻时，内部接线是黑表笔接电池的正极，红表笔接电池的负极。所以在测量二极管时，指针万用表的黑表笔应接二极管的正极，红表笔应接二极管的负极。

三、认识数字万用表

1. 数字万用表的结构

正面：与指针万用表类似，数字万用表也是由表头、转换开关及测量线路 3 部分组成的。数字万用表的基本结构如图 1-4 所示。



图 1-4 数字万用表的基本结构

(1) 表头：一般由 A/D（模拟/数字）转换芯片、外围元器件和液晶显示屏组成，测量值由液晶显示屏直接以数字形式显示。有些数字万用表除了能显示测量结果的数据，还能显示测量结果的单位等一些易读的信息；有些数字万用表则无单位显示，需要使用者根据量程来确定单位。

(2) 转换开关：用来选择各种不同的测量线路，选择被测电量的种类和量程（或倍率），以满足不同种类和不同量程的测量要求。

(3) 测量线路：用来将不同性质和大小的被测电量转换为表头所能接受的直流电流。测量线路由电阻、半导体元器件及电池组成。

背面：为方便我们使用，数字万用表背后设置表笔卡槽，可以方便我们收纳表笔；设置

挂孔，可以方便我们将数字万用表挂在高处测量；设置挡板，可以方便我们读取数据。

2. 常见的数字万用表的功能

指针万用表是一种平均值式仪表，具有直观、形象的读数指示。数字万用表是瞬时取样式仪表，每 0.3s 取一次样来显示测量结果，有时每次取样结果只是十分相近。一般数字万用表可以测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻等，有的还可以测量电容量、电感量及半导体的一些参数。

具体可以参看表 1-1 确定数字万用表所提供的功能。

表 1-1 万用表挡位图示表

图 示	说 明	图 示	说 明
V~	交流电压挡	V=	直流电压挡
A~	交流电流挡	A=	直流电流挡
Ω	电阻挡	$\text{--}\text{ }\text{--}$	电容挡（有些用 F 表示）
$\text{--}\text{ }\text{--}$	通断蜂鸣挡	$\text{--}\text{ }\text{--}$	二极管挡
$^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$	温度测量挡	hFE	三极管参数挡
FUNC	功能切换按钮	HOLD	数据保持按钮

3. 数字万用表的优点

数字万用表的优点很多，其主要特点是准确度高、分辨率高、测试功能完善、测量速度快、显示直观、过滤能力强、耗电少，便于携带。数字万用表是现在电子测量与维修工作的必备仪表，并正在逐步取代传统的指针（模拟式）万用表。相比指针万用表，数字万用表有以下几个优点。

- (1) 数字万用表测量电阻不需要调零。
- (2) 价格优惠。
- (3) 测量精度高。
- (4) 读数更直观。
- (5) 功能强大。

注：在测量电压、电流时，数字万用表的红表笔接正极，黑表笔接负极；在测量二极管等单向导通的元器件时，数字万用表的红表笔接正极，因为数字万用表的红、黑表笔分别接内部电池的正、负极。（和指针万用表正好相反。）



【实训任务二】

1. 学习表笔的插接方式

黑表笔：黑表笔统一插入 COM（公共端）插孔。

红表笔（以图 1-4 的数字万用表为例）：

- （1）测量大电流：插入 20A 插孔；
- （2）测量小电流：插入 mA 插孔；
- （3）其他测量：插入 $V\Omega$ 插孔。

看图 1-5 指出图中 3 种类型的数字万用表的表笔插孔的不同，并填入实验报告中。

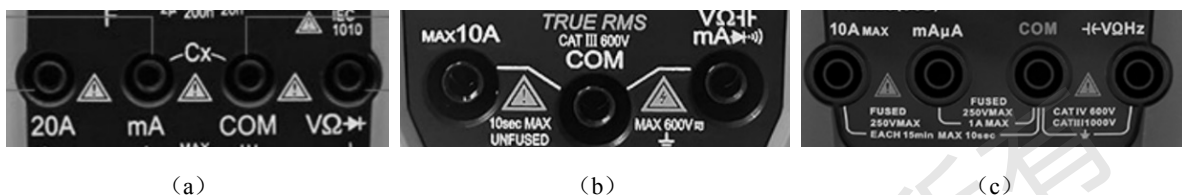


图 1-5 不同类型的数字万用表的表笔插孔

2. 用蜂鸣挡测通断

给出一个 4 脚轻触按键，如图 1-6 所示，通过数字万用表的蜂鸣挡来测量按键的通断，画出轻触按键的内部结构图，将结果填入实验报告中。

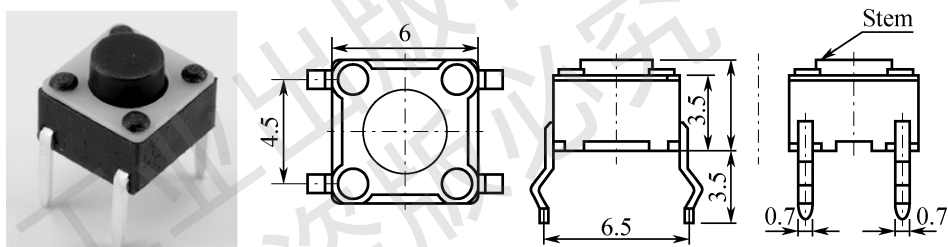


图 1-6 轻触按键及其构造示意图（单位为 mm）



知识扩展

断路：断开的电路。若干路断路，则整个电路无电流；若某支路断路，则该支路无电流。

通路：与断路含义正好相反。教材中通路的定义是“处处连通的电路”。在并联电路中，也有某支路是通路、某支路是断路的情况。

短路：电流不经过用电器，直接由电源正极流向负极。短路的直观表现就是有导线（不经过用电器）直接连在了电源正负极间。短路非常危险，会损坏电源或烧毁电线（所以家庭生活电路中都要安装短路保护器）。



【课后练习题】

一、选择题

1. 万用表按（ ）分为指针万用表和数字万用表。
A. 使用方式 B. 维修方式 C. 测试方式 D. 显示方式
2. 数字万用表的黑表笔一般插入（ ）插孔。
A. COM B. VΩ C. 20A D. 不确定
3. 在测量电压（电流）时，数字万用表的红表笔接（ ），黑表笔接（ ）。
A. 正极，负极 B. 负极，正极 C. 随便接 D. 不确定
4. 在测量二极管等具有极性的元器件时，数字万用表的红表笔接的是内部电池的（ ），黑表笔接的是内部电池的（ ）。
A. 正极，负极 B. 负极，正极 C. 随便接 D. 不确定
5. 在测量二极管等具有极性的元器件时，指针万用表的红表笔接的是内部电池的（ ），黑表笔接的是内部电池的（ ）。
A. 正极，负极 B. 负极，正极 C. 随便接 D. 不确定

二、填空题

1. 万用表分为_____和_____。
2. 利用下图的数字万用表测量电容，黑表笔应该插入的插孔是_____，红表笔应该插入的插孔是_____。测量电阻，红表笔应该插入的插孔是_____。测量大电流，红表笔应该插入的插孔是_____。



3. 利用下图的数字万用表测量电容，黑表笔应该插入的插孔是_____，红表笔应该插入的插孔是_____。测量电阻，红表笔应该插入的插孔是_____。测量大电流，红表笔应该插入的插孔是_____。



三、画图题

画出轻触按键的内部结构图。

任务二 认识电阻器

电阻器（Resistance，通常用英文符号“R”表示，以下简称“电阻”），是电子产品中使用最多的电子元器件之一。电阻也是一个物理量，在物理学中表示导体对电流阻碍作用的大小。导体的电阻越大，表示导体对电流的阻碍作用越大。

一、常见的电阻

电阻按结构形式的不同，可分成固定电阻和可调电阻两大类。

1. 固定电阻

不能调节的电阻，称为定值电阻或固定电阻，它的阻值大小就是它的标称阻值。在电路图中，经常用图 1-7 的电路图形符号来代表电阻，图 1-8 所示为常用电阻的外形。



图 1-7 电阻的电路图形符号

符号解释如下。

- (1) 电路图形符号表示电阻有两根引脚。
- (2) 用字母 R 表示电阻。
- (3) R_1 中的 1 表示该电阻在电路图中的编号。
- (4) 10k 表示该电阻的阻值为 $10k\Omega$ 。

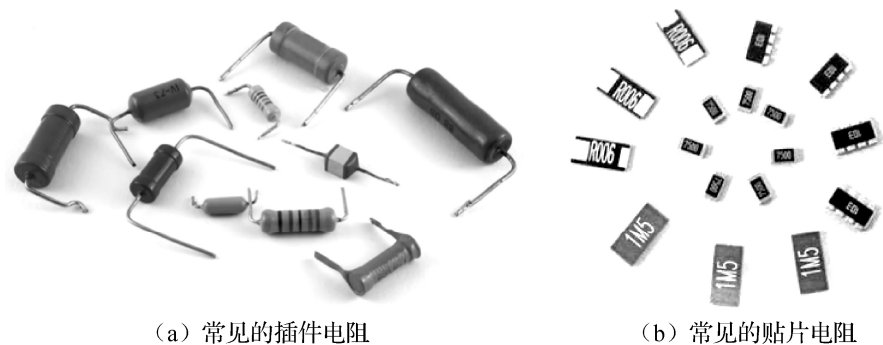


图 1-8 常用电阻的外形

2. 可调电阻

阻值可以调节的电阻，称为可调电阻，可调电阻的阻值可以在小于标称值的范围内变

化。常见的可调电阻有电位器。例如，教室吊扇风量调节的装置是一个圆形的电位器。

二、电阻的参数

1. 电阻阻值

电阻由导体两端的电压 U 与通过导体的电流 I 的比值来定义，即 $R=U/I$ 。所以，当导体两端的电压一定时，电阻越大，通过的电流越小；反之，电阻越小，通过的电流越大。

电阻的单位为欧姆 (Ω)，简称欧。常用的单位还有千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$)。

单位换算方法： $1k\Omega=10^3\Omega$ ， $1M\Omega=10^6\Omega$ 。

2. 电阻功率

电阻功率为在规定条件下，电阻长期工作时所允许承受的最大电功率。常用的电阻功率主要有 $1/8W$ 、 $1/4W$ 、 $1/2W$ 、 $1W$ 、 $2W$ 等，一般电阻功率越大，电阻体积越大。

电阻有其承受的功率大小，如果自身消耗的功率超过可承受的功率就会过热烧毁。因此不可使用低功率的电阻代替高功率的电阻。

3. 允许偏差

电阻的允许偏差是允许电阻阻值变动的范围，用 $\pm\%$ 表示。若一个电阻的标称阻值为 100Ω ，允许偏差为 $\pm 10\%$ ，则该电阻的阻值为 $90\sim 110\Omega$ 。

三、电阻的阻值表示法

1. 直标法

直标法指在电阻的表面直接用数字和单位符号标出电阻的标称阻值，其允许偏差直接用百分数表示，如图 1-9 所示。直标法的优点是直观，一目了然，但体积小的电阻不能采用这种标注法。

2. 数标法

数标法主要用于贴片电阻等小体积的电阻，如图 1-10 所示。

例如：473 表示 $47\times 10^3\Omega$ ($47k\Omega$)；103 则表示 $10\times 10^3\Omega$ ；5R60 则代表 5.6Ω ，R 所在位置即小数点所在位置。

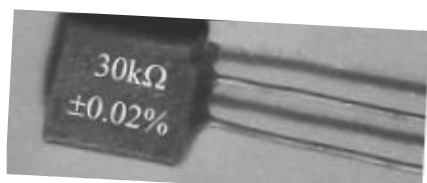


图 1-9 电阻的直标法



图 1-10 数标法标识的贴片电阻

3. 色标法

色标法指用不同色环标明阻值及允许偏差，其具有标志清晰并从各个角度都容易看清的优点。在一般色环电阻上印有四或五道色环来表示阻值，如图 1-11 所示。

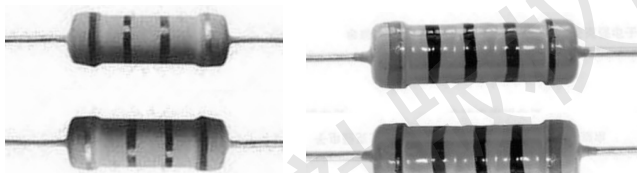


图 1-11 四色环电阻和五色环电阻

注：确定色环电阻读数方向的方法如下。

(1) 先确定最末一环。常用的表示电阻允许偏差的颜色是金、银、棕。尤其是金色环和银色环，不可能在第一环出现，所以在电阻上只要有金色环和银色环，就可以基本认定这是色环电阻的最末一环。

(2) 棕色环既可用作允许偏差环，又可用作有效数字环，且常常在第一环和最末一环中同时出现，使人很难识别谁是第一环。在实践中，可以按照色环之间的间隔加以判别。比如对于一个五道色环的电阻而言，第五环和第四环之间的间隔比第一环和第二环之间的间隔要宽一些，据此可判定色环的排列顺序。

对于四色环电阻，第一、二环表示两位有效数字，第三环表示倍乘数，第四环表示允许偏差，如图 1-12 (a) 所示。

对于五色环电阻，第一、二、三环表示三位有效数字，第四环表示倍乘数，第五环表示允许偏差，如图 1-12 (b) 所示。

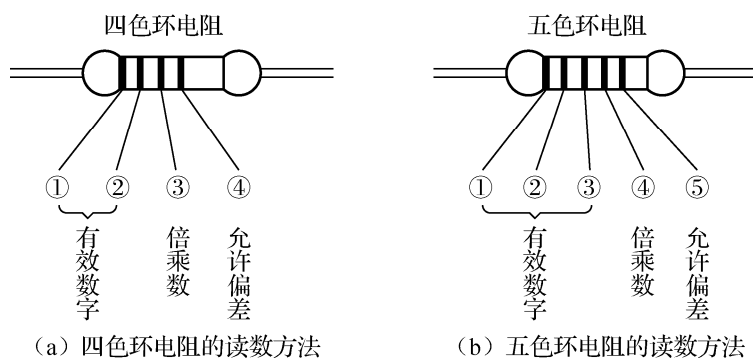


图 1-12 色环电阻的标识方法

确定好色环电阻读数方向后，通过查询表 1-2 可以读出色环电阻的阻值。

表 1-2 色环电阻颜色的意义

颜 色	有 效 数 字	倍 乘 数	允 许 偏 差
黑	0	$\times 10^0$	
棕	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
红	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	$\times 10^3$	
黄	4	$\times 10^4$	
绿	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$
紫	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	$\times 10^8$	
白	9	$\times 10^9$	
金		$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
银		$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$



【实训任务】

1. 读取四色环电阻的阻值

读取老师发放的 3 个四色环电阻的阻值，并填写表 1-3。

表 1-3 四色环电阻读数

序 号	颜 色	对 应 数 字	标 称 阻 值	允 许 偏 差
例	红，橙，黑，金	2，3，0， $\pm 5\%$	23Ω	
1				
2				
3				

2. 读取五色环电阻的阻值

读取老师发放的 3 个五色环电阻的阻值，并填写表 1-4。

表 1-4 五色环电阻读数

序 号	颜 色	对 应 数 字	标 称 阻 值	允 许 偏 差
1				
2				
3				



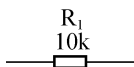
【课后练习题】

一、选择题

- 电阻器用英文符号（ ）表示。
A. R_L B. R_T C. R D. R_p
- 电阻由导体两端的电压 U 与通过导体的电流 I 的比值来定义，即（ ）。
A. $R=V/I$ B. $R=I/V$ C. $R=U/I$ D. $R=I/U$
- 下面电阻单位换算错误的是（ ）。
A. $1k\Omega=10^3\Omega$ B. $1M\Omega=10^6\Omega$ C. $1M\Omega=10^3\Omega$ D. $1M\Omega=10^3k\Omega$
- 用色环法读电阻的阻值，最后一环表示（ ）。
A. 允许偏差 B. 倍率 C. 有效数字 D. 无效数字
- 数标法 472 标识的电阻的阻值为（ ）。
A. 472Ω B. 47Ω C. $47k\Omega$ D. $4.7k\Omega$

二、填空题

- 参照表 1-2，五色环电阻“红棕黑橙金”表示的阻值为_____，四色环电阻“红棕橙金”表示的阻值为_____。
- 当导体两端的电压一定时，电阻越大，通过的电流越_____；反之，电阻越小，通过的电流越_____。
- 如下图所示，电路中电阻的编号为_____，电阻的阻值为_____。



三、画图题

画出电阻的电路符号。

任务三 认识电位器

用于分压的可调电阻一般称为电位器（Potentiometer，在电路图中一般用英文符号 R_p 表示），通常由电阻体与转动或滑动系统组成，即靠一个动触点在电阻体上移动，获得部分电压输出。

一、常见的电位器

电位器是具有 3 个引出端子、阻值可按某种变化规律调节的电阻元件。电位器既可作为三端元件使用也可作为二端元件使用，后者可视为可调电阻。可调电阻和电位器的电路符号如图 1-13 所示。



图 1-13 可调电阻和电位器的电路符号

从形状上分，电位器有圆柱体、长方体等多种形状；从结构上分，电位器有直滑式、旋转式、带开关式、带紧锁装置式、多连式、多圈式、微调式和无接触式等多种形式。较常见的电位器有普通旋转式电位器、带开关电位器、超小型带开关电位器、直滑式电位器、多圈电位器、取调电位器、双联电位器等。常见的电位器的外形如图 1-14 所示。

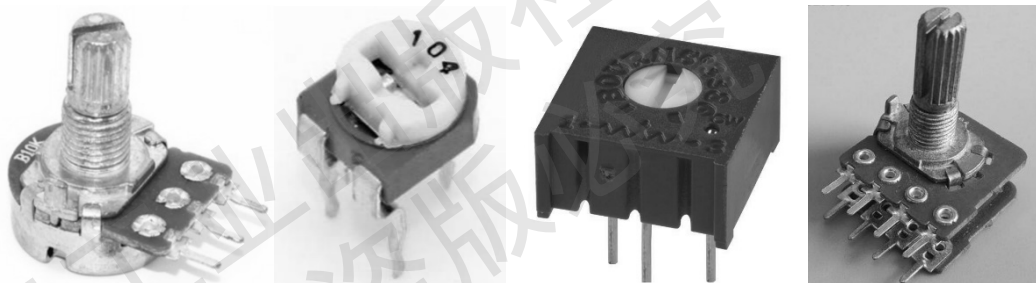


图 1-14 常见的电位器的外形

二、电位器的结构

电位器通常有 3 个引出端子，其中有 2 个为固定端子，固定端子之间的阻值最大，为电位器的标称值；另一端为活动端子，通过改变活动端子与固定端子间的位置，可以改变相应端子间的阻值。

电位器的结构如图 1-15 所示，由电阻体、滑动臂、转轴、外壳和簧片构成。电位器的 3 个引出端子中，AC 之间的阻值最大，AB、BC 之间的阻值可以通过与转轴相连的簧片位置的不同而加以改变。

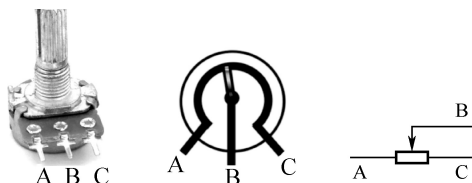


图 1-15 电位器的结构

三、用数字万用表测量电阻的步骤

1. 开机

将电源开关置于 ON 位置，打开万用表电源。

2. 插入表笔

红表笔插入 $V\Omega$ 插孔，黑表笔插入 COM 插孔。测量电阻时，红表笔为正极，黑表笔为负极，这与指针万用表正好相反。

3. 检查数字万用表

先短路两表笔，显示为 0 或零点几（因为数字万用表的表笔本身有阻值，如果挡位放在 200Ω 挡时会显示 0.4 或 0.5）。如果表笔正常，再测量。

4. 确定量程开关位置并测量电阻

将量程开关拨至 Ω 的合适量程，用表笔接触电阻两端，有效连接后，数字万用表会显示一个稳定的读数。

注：在测量电阻时，若数字万用表如图 1-16 所示，显示“1.”，则有两种可能：一是被测电阻的阻值超出所选择量程的最大值，这时应选择更高的量程；二是万用表没有有效连接电阻。



图 1-16 数字万用表显示“1.”的画面



【实训任务】

1. 读取并测量色环电阻的阻值

读取并测量老师发放的 3 个色环电阻的阻值，填写表 1-5。

表 1-5 色环电阻测量

序号	颜 色	对 应 数 字	标 称 阻 值	允 许 偏 差	测 量 阻 值	质 量 好 坏
例	红, 橙, 黑, 金	2, 3, 0, $\pm 5\%$	23Ω	$\pm 5\%$	26Ω	不合格
1						
2						
3						

2. 测量电位器的阻值变化

测量老师发放的 2 个电位器的阻值范围, 并填写表 1-6。

表 1-6 电位器测量

序号	电位器标识	AC 端阻值	AB 端阻值调节范围	BC 端阻值调节范围	是否有效调节
例	B10K	$9.98k\Omega$	$0\sim 9.98k\Omega$	$0\sim 9.98k\Omega$	正常
1					
2					
3					



【课后练习题】

一、选择题

- 电位器用英文符号 () 表示。
A. R_L B. R_T C. R_G D. R_P
- 如右图所示, 电位器有 3 个引出端子 A、B、C, 其中 () 为固定端子, () 为活动端子。
A. A、B、C B. A、B、C C. A、C、B D. B、C、A
- 电位器是具有 () 个引出端子、阻值可按某种 () 规律调节的电阻元件。
A. 2, 变化 B. 3, 不变 C. 2, 不变 D. 3, 变化
- 电位器通常有 3 个引出端子, 其中有 2 个为固定端子, 固定端子之间的阻值 (), 为电位器的标称值。
A. 最大 B. 最小 C. 中间 D. 会变化



二、填空题

- 数字万用表测量电阻时, 红表笔为____极, 黑表笔为____极, 这与指针万用表正好____ (相反/相同)。
- 数字万用表显示“1.”时, 有两种可能: 一是被测电阻的阻值超出所选择量程的最

_____值,这时应选择_____的量程;二是万用表没有有效连接电阻。

三、画图题

画出电位器的电路符号。

注:数字万用表使用注意事项如下。

(1) 测量前,必须明确被测量的量程挡。若无法预先估计被测电压或电流的大小,则应先拨至最高量程挡测量一次,再视情况逐渐把量程减小到合适位置。满量程时,仪表仅在最高位显示数字1,其他位均消失,这时应选择更高的量程。

(2) 测量完毕,应将量程开关拨到 OFF 挡,关闭万用表的电源。(部分万用表设置了开关按钮,需要先将量程开关拨到最高电压挡,再关闭电源。)

(3) 长期不用的万用表,应将电池取出,避免电池存放过久而变质,漏出的电解液会腐蚀零件。

(4) 测量电压时,应将万用表与被测电路并联。测量电流时,应将万用表与被测电路串联。测量交流量时不必考虑正、负极性。测量电阻时,需要切断电阻与电路的连接,同时避免用手触碰表笔的金属部分以免影响测量结果。

(5) 当误用交流电压挡测量直流电压,或者误用直流电压挡测量交流电压时,显示屏将显示“.000.”,或低位上的数字跳动。

(6) 禁止在测量高电压(220V 以上)或大电流(0.5A 以上)时换量程,以防止产生电弧,烧毁开关触点。

(7) 当显示“.BATT.”或“.LOWBAT.”时,表示电池电压低于工作电压。

任务四 认识敏感电阻

敏感电阻是一种对光照强度、压力、湿度等模拟量敏感的特殊电阻。选用时不仅要注意其额定功率、最大工作电压、标称阻值,还要注意最高工作温度和电阻温度系数等参数,以及阻值变化方向。

一、认识光敏电阻

1. 光敏电阻的概念

光敏电阻是利用半导体的光电效应制成的一种阻值随入射光的强弱而改变的电阻,一

般用于光的测量、照明开关控制和光电转换（将光的变化转换为电的变化）。用于制造光敏电阻的材料主要是硫化镉等半导体。光敏电阻用一般用英文符号 R_L 表示，图 1-17 所示为光敏电阻的外形和电路符号。

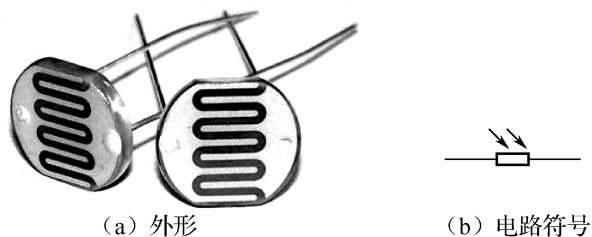


图 1-17 光敏电阻的外形和电路符号

2. 光敏电阻的特点

入射光增强，光敏电阻的阻值减小；入射光减弱，光敏电阻的阻值增大。

光敏电阻的阻值随入射光的强弱变化而变化。在黑暗条件下，它的阻值（暗电阻）可达 $1M\Omega \sim 10M\Omega$ ；在强光条件（ $>100\text{ lx}$ ）下，它的阻值（亮电阻）仅有几百至数千欧姆。光敏电阻对光的敏感性与人对可见光的响应很接近。

3. 光敏电阻的分类

我们肉眼可见到的光为可见光，是电磁波的一小段。图 1-18 所示为电磁波的光谱。根据光敏电阻的光谱特性，可将光敏电阻分为以下 3 种。

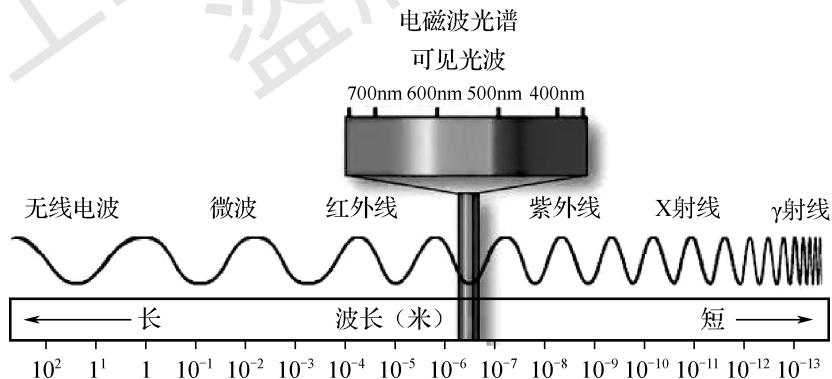


图 1-18 电磁波的光谱

(1) 紫外光敏电阻：用于探测紫外线。

(2) 红外光敏电阻：广泛用于导弹制导、天文探测、非接触测量、人体病变探测、红外通信等国防、科学研究和工农业生产中。

(3) 可见光光敏电阻：主要用于各种光电控制系统，如光电自动开关门、航标灯、路灯和其他照明系统的自动亮灭，机械上的自动保护装置和“位置检测器”，极薄零件的厚度检测器，照相机自动曝光装置，光电计数器，烟雾报警器，光电跟踪系统等方面。

4. 光敏电阻的检测

(1) 用一黑纸片将光敏电阻的透光窗口遮住，用数字万用表的电阻最高挡测量，显示阻值很大。若此值越大，则说明光敏电阻性能越好；若此值很小或接近于零，则说明光敏电阻损坏，不能使用。

(2) 将一光源对准光敏电阻的透光窗口，阻值明显减小，若此值越小，则说明光敏电阻性能越好。若此值无变化，还是非常大，则说明光敏电阻内部开路损坏，不能使用。

(3) 将光敏电阻的透光窗口对准入射光，用小黑纸片在光敏电阻的透光窗口上部晃动，使其间断受光，此时，数字万用表显示的阻值不断跳动。若此值不随纸片晃动而变化，则说明光敏电阻损坏。

5. 光敏电阻的应用

图 1-19 所示为光控开关电路，该光控开关电路可以用于楼道、路灯等公共场所。通过光敏电阻，光控开关电路在天黑时自动开灯，天亮时自动熄灭。电路中，VS 是晶闸管， R_L 是光敏电阻。

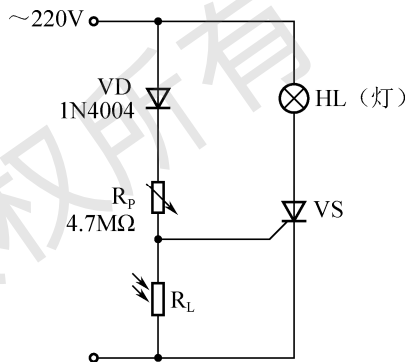


图 1-19 光控开关电路

二、认识热敏电阻

1. 热敏电阻的概念

热敏电阻是敏感元件的一类，热敏电阻的典型特点是对温度敏感，在不同的温度下表现出不同的阻值。它一般用英文符号 R_T 表示，图 1-20 所示为热敏电阻的常见外形和电路符号。



图 1-20 热敏电阻的常见外形和电路符号

2. 热敏电阻的分类

正温度系数热敏电阻（简称 PTC）随着温度的升高，其阻值明显增大。利用该特性，正温度系数热敏电阻多用于自动控制电路。

负温度系数热敏电阻（简称 NTC）随着温度的升高，其阻值明显减小。利用该特性，负温度系数热敏电阻在小家电中常用于软启动和自动检测及控制电路等。

3. 热敏电阻的特点

- (1) 灵敏度较高，其电阻温度系数要比金属大 10~100 倍，能检测出 10^{-6}℃ 的温度变化。
- (2) 工作温度范围宽，常温器件适用温度为 $-55\sim 315\text{℃}$ ，高温器件适用温度高于 315℃ （目前最高可达到 2000℃ ），低温器件适用温度为 $-273\sim -55\text{℃}$ 。
- (3) 体积小，能够测量其他温度计无法测量的空隙、腔体及生物体内血管的温度。



【实训任务】

1. 测量光敏电阻的阻值

利用老师发放的 3 个光敏电阻和 2 个鳄鱼夹，采用书本遮挡和手机闪光灯的方式，用万用表分别测量光敏电阻的亮电阻和暗电阻，并填写表 1-7。

表 1-7 光敏电阻阻值的测量

序 号	亮 电 阻	暗 电 阻	质 量 好 坏
1			
2			
3			

2. 测量热敏电阻的阻值

利用老师发放的 3 个热敏电阻、2 个鳄鱼夹和 1 个电烙铁（使用时注意安全），采用常温、体温、电烙铁加热 3 种方式，用万用表分别测量热敏电阻在不同温度时的阻值变化，并填写表 1-8。

表 1-8 热敏电阻阻值的测量

序 号	常 温 阻 值	体 温 阻 值	电烙铁加热阻值	质 量 好 坏
1				
2				
3				

注：注意事项如下。

- (1) 电烙铁加热后，温度急剧升高，使用时要注意安全。
- (2) 使用万用表测量时，如果不方便使用表笔，可以使用鳄鱼夹。



【课后练习题】

一、选择题

- 光敏电阻用英文符号 () 表示。
A. R_L B. R_T C. R_G D. R_P
- 热敏电阻用英文符号 () 表示。
A. R_L B. R_T C. R_G D. R_P
- 光敏电阻的特点是：入射光增强，阻值 ()；入射光减弱，阻值 ()。
A. 减小，增大 B. 增大，减小 C. 为零，无限大 D. 无限大，为零
- 正温度系数热敏电阻随着温度的升高，其阻值明显增大，简称 ()。
A. PTT B. PPT C. PTP D. PTC
- 负温度系数热敏电阻随着温度的升高，其阻值明显减小，简称 ()。
A. NTT B. NNT C. NTN D. NTC

二、填空题

- 根据光敏电阻的光谱特性，可分为 3 种光敏电阻：_____、红外光敏电阻、_____。
- 光敏电阻的阻值随入射光的强弱变化而变化。在黑暗条件下，一般称它的阻值为_____, 可达 $1\text{M}\Omega \sim 10\text{M}\Omega$ ；在强光条件 ($>100\text{ lx}$) 下，它的阻值称为_____, 仅有几百至数千欧姆。

三、画图题

- 画出光敏电阻的电路符号。
- 画出热敏电阻的电路符号。