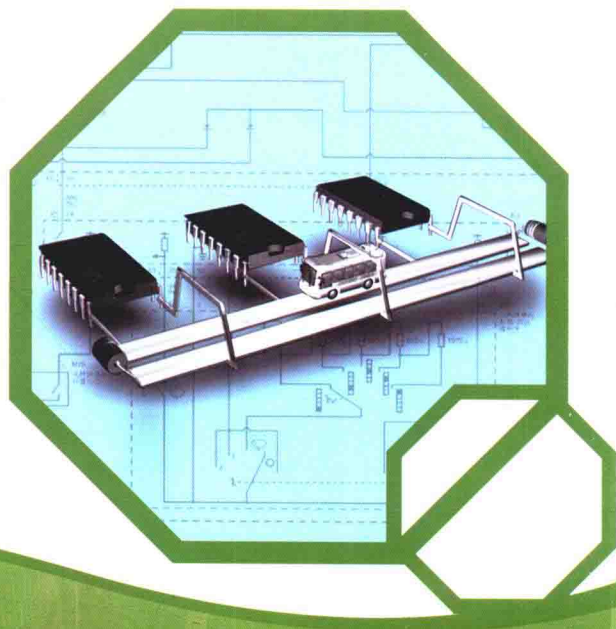


汽车电工电子基础

汽车运用与维修专业

刘建平 饶思红 主编



高等教育出版社

汽车运用与维修专业

汽车电工电子基础

Qiche Diangong Dianzi Jichu

刘建平 饶思红 主 编

高等教育出版社·北京

内容简介

本书依据教育部《中等职业学校汽车运用与维修专业教学标准》，并参照汽车维修企业培训内容和要求，学习借鉴 2010 年出版的国家规划新教材的有益做法，结合近几年中职学校教学实践编写而成。

本书共包括 17 个学习任务：电路的认知、电阻的识别和测量、电压和电流的分析与测量、欧姆定律的应用、负载的连接、电能和电功率的分析、电压降的分析、电路的检查、电容器及其特性的分析、磁现象的探究、电动机的认知、交流发电机的认知、自感与互感现象的分析、二极管及其应用的分析、三极管及其应用的分析、逻辑门电路的认知、印制电路板的焊接等。本书充分体现“做中学、做中教”，内容以够用为度，学习方法采用归纳总结概念和定律的方式为主。本书力求以学生为主体，着眼于学生职业生涯的发展，注重学生职业素养的培养。

本书配有学习卡资源，请登录 Abook 网站 <http://abook.hep.com.cn/svc> 获取相关资源。详细说明见本书“郑重声明”页。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业等专业教学用书，也可作为岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子基础/刘建平,饶思红主编.——北京:
高等教育出版社,2016.3

汽车运用与维修专业

ISBN 978-7-04-044908-2

I. ①汽… II. ①刘… ②饶… III. ①汽车-电工-中等专业学校-教材②汽车-电子技术-中等专业学校-教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 024740 号

策划编辑 王素霞

责任编辑 李宇峰

封面设计 李树龙

版式设计 王艳红

插图绘制 杜晓丹

责任校对 陈旭颖

责任印制 田甜

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 固安县铭成印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 12.25
字 数 300 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2016 年 3 月第 1 版
印 次 2016 年 3 月第 1 次印刷
定 价 23.60 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 44908-00

前 言

本书依据教育部《中等职业学校汽车运用与维修专业教学标准》，并参照汽车维修企业培训内容和要求，学习借鉴 2010 年出版的国家规划新教材的有益做法，结合近几年中职学校教学实践编写而成。

本书针对汽车维修从业人员应掌握的电工与电子技术方面的应知和应会内容，选取最为基本的概念、技能等内容。本课程主要培养学生对电工电子基本概念的掌握、使用基本的电工电子检测设备对简单的电路进行检测的能力。

全书贯彻行动导向的教学要求，充分体现学习过程的完整性，学生在“做中学、做中教”；教学内容充分体现岗位任务的职业能力需求，以适用于职业岗位工作为确定内容前提，有机嵌入职业标准与行业标准，注重基础性、科学性、实用性及典型性。教材结构以常用电工电子教学设备为载体，分解成 17 个学习任务，由浅入深，理论联系实际，逐步提高学生的专业技能和职业素养。教材实践内容的设计与教学环境相匹配，多采用图表格式，直观、明晰、便于教学操作。

本书建议教学学时数为 96 学时，建议分配如下：

| 序号 | 学习内容 | | 参考学时 |
|--------|-------------|--|------|
| 学习任务 1 | 电路的认知 | 电路的基本组成及电流的分析 | 2 |
| 学习任务 2 | 电阻的识别和测量 | (1) 电阻的识别 (2) 使用数字式和模拟式万用表测量电阻 (3) 了解力敏、热敏、光敏电阻 | 6 |
| 学习任务 3 | 电压和电流的分析与测量 | (1) 电压、电位、电动势的分析 (2) 使用数字式和模拟式万用表测电流、电压 (3) 使用钳形电流表测电流 | 8 |
| 学习任务 4 | 欧姆定律的应用 | (1) 部分电路欧姆定律 (2) 全电路欧姆定律 | 4 |
| 学习任务 5 | 负载的连接 | (1) 电阻的串联电路 (2) 电阻的并联电路 (3) 电阻的混联电路 | 10 |
| 学习任务 6 | 电能和电功率的分析 | (1) 电能和电功率的概念 (2) 电流和功率消耗的计算 (3) 串并联电路功率分配 (4) 焦耳定律 | 4 |

续表

| 序号 | 学习内容 | | 参考学时 |
|---------|------------|---|------|
| 学习任务 7 | 电压降的分析 | (1) 分析电压降产生的原因 (2) 电压降与电阻、电流的关系 (3) 电压降的应用 | 4 |
| 学习任务 8 | 电路的检查 | (1) 电路断路检查 (2) 电路接触不良检查 (3) 电路短路检查 | 6 |
| 学习任务 9 | 电容器及其特性的分析 | (1) 电容的基本知识 (2) 电容器的充电和放电特性分析 (3) 电容器的识别和检测 | 4 |
| 学习任务 10 | 磁现象的探究 | (1) 磁现象的观察 (2) 电流的磁效应 (3) 继电器 | 4 |
| 学习任务 11 | 电动机的认知 | (1) 磁场对电流作用的分析 (2) 直流电动机 (3) 三相异步电动机 | 6 |
| 学习任务 12 | 交流发电机的认知 | (1) 电磁感应现象的观察和分析 (2) 示波器及其使用方法的介绍 (3) 单相交流电、三相交流电的基本知识 (4) 汽车交流发电机 | 12 |
| 学习任务 13 | 自感与互感现象的分析 | (1) 自感现象的分析 (2) 互感现象的分析 (3) 点火线圈 | 4 |
| 学习任务 14 | 二极管及其应用的分析 | (1) 二极管的特性 (2) 二极管的检测 (3) 特殊二极管(发光二极管、稳压二极管) (4) 二极管的应用:单相半波整流、单相桥式全波整流、三相整流 | 8 |
| 学习任务 15 | 三极管及其应用的分析 | (1) 三极管特性的分析 (2) 三极管的应用 (3) 三极管三种工作状态的分析 | 4 |
| 学习任务 16 | 逻辑门电路的认知 | (1) 基本逻辑门:与门、或门、非门的认知 (2) 复合门:与非门、或非门的认知 | 4 |

续表

| 序号 | 学习内容 | | 参考学时 |
|-------------|----------|--|------|
| 学习 任务 17 | 印制电路板的焊接 | (1) 电烙铁的使用 (2) 元器件的插装与焊接 (3) 焊点质量的鉴别 | 6 |
| | 合计 | | 96 |

本书由广州市交通运输职业学校组织编写,刘建平和饶思红担任主编,参加编写的有刘建平(学习任务 1、4、6、7)、饶思红(学习任务 3、5、8、9、11、14、17)、林志伟(学习任务 2、15、16)、林鸿刚(学习任务 10、12、13)。湖南省双峰县职业中专学校喻西成参加了学习任务的收集与整理工作。

本书配有学习卡资源,请登录 Abook 网站 <http://abook.hep.com.cn/sve> 获取相关资源。详细说明见本书“郑重声明”页。

由于时间仓促及编者水平有限,书中错漏在所难免,敬请广大读者多提宝贵意见。请将意见反馈至邮箱 zz_dzyj@pub.hep.cn。

编 者

2015 年 10 月

目 录

| | | |
|---------|-------------------|-----|
| 学习任务 1 | 电路的认知 | 1 |
| 学习任务 2 | 电阻的识别和测量 | 6 |
| 学习任务 3 | 电压和电流的分析与测量 | 20 |
| 学习任务 4 | 欧姆定律的应用 | 36 |
| 学习任务 5 | 负载的连接 | 43 |
| 学习任务 6 | 电能和电功率的分析 | 55 |
| 学习任务 7 | 电压降的分析 | 62 |
| 学习任务 8 | 电路的检查 | 71 |
| 学习任务 9 | 电容器及其特性的分析 | 79 |
| 学习任务 10 | 磁现象的探究 | 89 |
| 学习任务 11 | 电动机的认知 | 99 |
| 学习任务 12 | 交流发电机的认知 | 115 |
| 学习任务 13 | 自感与互感现象的分析 | 135 |
| 学习任务 14 | 二极管及其应用的分析 | 150 |
| 学习任务 15 | 三极管及其应用的分析 | 164 |
| 学习任务 16 | 逻辑门电路的认知 | 172 |
| 学习任务 17 | 印制电路板的焊接 | 178 |
| 参考文献 | | 187 |

学习任务 1 电路的认知

任务目标



1. 能叙述电路的基本组成。
2. 能叙述电路各组成部分的作用。
3. 能对照简单电路图连接电路,运行并检查其功能。
4. 能正确理解单线制和搭铁。

建议学时



2 学时

任务引入



日常生活中,我们经常使用各种用电设备,有使用 220 V 交流电的电视机、洗衣机、电冰箱、电饭煲等,又有使用干电池直流电的手电筒。图 1-1 所示为金属外壳手电筒的构造图。

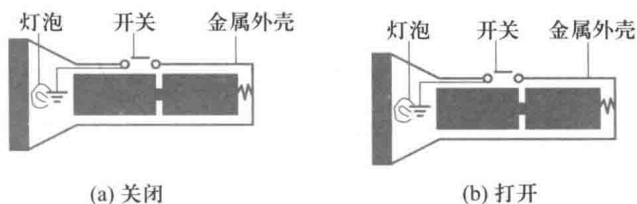


图 1-1 金属外壳手电筒构造

任务准备



一、电路的基本结构

电源、负载、开关等通过导线连接,并按照一定方式构成的闭合电流通路,即电流通过的路径称为电路,如图 1-2 所示。

负载:消耗电能的设备(灯、喇叭、电动机等)。它将电能转换成其他形式的能量。在电路中

所有的负载都被看作是电阻。

电源:供给电路电能的设备,它将化学能、光能、机械能等非电能转换为电能。如干电池、蓄电池、太阳能电池、发电机等。

导线:把电源和负载构成通路的连接导体,起着传送信号、传输电能的作用。

开关:控制电路接通与断开的各种控制电器。如闸刀开关、组合开关、继电器等。

实际应用中,电路除了电源、负载、开关和导线外,还必须有一些辅助设备,如起短路保护作用以保障安全用电的熔断器。

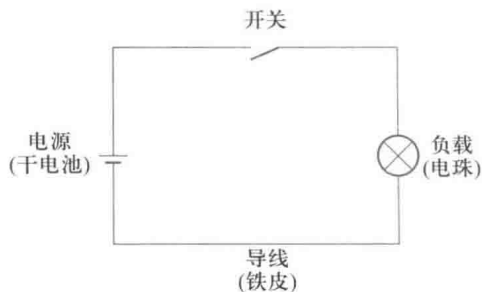


图 1-2 手电筒电路

二、电路的作用

实际生活中,有各种各样的电路,如电力电路、照明电路、通信电路、仪表电路、机床电路、计算机电路等。电路主要有两类功能:一类是传输、分配和转换电能,如前所述的手电筒电路和电动机电路;另一类是传递、处理电信号,如电视机电路、计算机电路。

三、电流

电流:电流是物理学中的基本物理量之一,其单位 A 为 7 个基本量纲之一(另外 6 个为:长度 m、时间 s、质量 kg、热力学温度 K、发光强度 cd、物质的量 mol)。电流是电荷定向移动形成的。在金属导体中,能定向移动的电荷是带负电的自由电子;在导电液体中(如蓄电池中的电解液),能定向移动的电荷分别是带正电的正离子和带负电的负离子。习惯上把正电荷定向移动的方向规定为电流正方向。因此,自由电子和负离子移动的方向与电流方向相反。单位时间内通过导体横截面的电荷量,称为电流,通常用 I 代表电流。表达式:

$I = \frac{Q}{t}$;单位是安[培],简称安,符号为 A。每秒通过 1 库[仑](6.242×10^{18} 个电子)的电量称为 1 安[培]。电流表是专门测量电流的仪器。

根据电流方向有无变化可将电流分为直流电流和交流电流。方向不变的电流称为直流电流,简称直流(DC:Direct Current),用 I 表示;电流方向随时间周期性变化的称为周期交流电流,简称交流(AC:Alternating Current),用 i 表示。汽车电路中大部分模拟电路中为直流电流。

本任务需要准备的实训设备及数量见表 1-1。

表 1-1 实训设备及数量

| 设备 | 数量 |
|-----------------|----|
| 12 V 直流电源 | 1 |
| 开关 S1 | 1 |
| 灯 L1(12 V/10 W) | 1 |

续表

| 设备 | 数量 |
|------------|----|
| 熔断器 (10 A) | 1 |
| 连接导线 | 若干 |

任务实施



1. 列出图 1-2 中手电筒电流流经的主要部件名称。
2. 小组讨论:什么是电路?
3. 电路中常用的保护元件是什么? 在图 1-3 中指出该元件。
4. 如图 1-4 所示连接电路,然后合上开关。

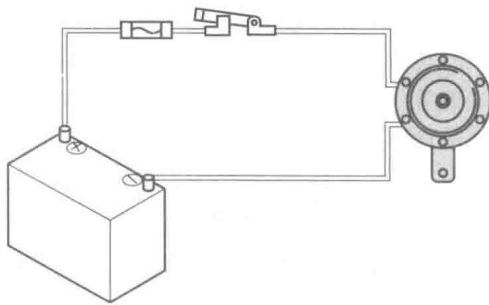


图 1-3 电路实物图

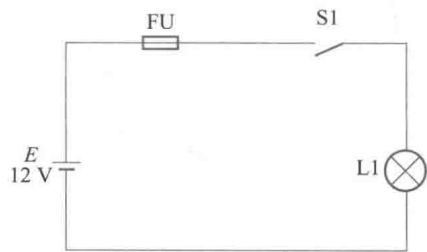


图 1-4 简单电路

5. 写出图 1-4 所示电路的电流路径。
6. 汽车电动车窗的基本控制电路如图 1-5 所示,试分别分析车窗升降时的电流路径。

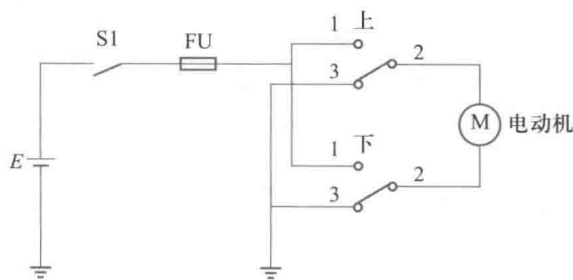


图 1-5 汽车电动车窗基本控制电路

知识拓展



汽车电路的单线制:在汽车上,为了节省导线和便于安装和维修,电源与用电设备之间通常只用一根导线连接,另一根导线用车身(金属)代替形成回路(类似图 1-1 金属手电筒外壳),这

种连接方式称为单线制,电路中与车身连接称为搭铁,用符号 \perp 或 \perp 表示。

任务小结



1. 电路

电路一般由电源、负载、开关、导线等组成。各部分的作用是:电源将非电能转换成电能;负载将电能转换成非电能;开关控制电路的接通与断开;导线将上述各部分连接起来。电路的主要作用体现在两方面,其一是电力电路中传输和变换电能,其二是电子电路中传递和处理信号。

2. 电流

电荷的有规则运动形成电流,电流强度为单位时间内通过导体横截面的电荷量,电流正方向为正电荷运动方向。 $I = \frac{Q}{t}$;单位是安[培],简称安,符号为 A。实际方向由参考方向和计算结果决定。

评价与反馈



一、评价表

| 序号 | 评价项目 | 评价要点 | 评价主体 | 自我评价 ▲ | | | | 小组评价 ■ | | | | 教师评价 ● |
|------|--------|--|-------|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|
| | | | | 优 | 良 | 中 | 差 | 优 | 良 | 中 | 差 | |
| 1 | 知识理解 | (1) 叙述电路的基本组成 (2) 叙述电路的作用 (3) 叙述熔断器的作用 (4) 理解单线制和搭铁 | ▲ ■ ● | | | | | | | | | |
| 2 | 电路连接 | 能对照简单电路图连接电路,运行并检查其功能 | ● | | | | | | | | | |
| 3 | 团队合作 | 参与小组学习;与组内成员分享学习成果 | ● | | | | | | | | | |
| 4 | 安全文明操作 | (1) 器件摆放整齐 (2) 遵守安全文明操作规程 | ▲ ■ ● | | | | | | | | | |
| 学习反思 | | | | | | | | | | | | |

二、思考练习

(一) 单项选择题

1. 电流的单位是()。

A. 安[培]

B. 伏[特]

C. 欧[姆]

D. 千克

2. 以下选项中哪个不是物理学中的基本量纲? ()
- A. 长度 m B. 时间 s C. 质量 kg D. 热力学温度 K
- E. 发光强度 cd F. 物质的量 mol G. 电流 A H. 颜色
3. 电流强度的定义用()。
- A. 一定时间内通过导体横截面的电荷量多少来衡量,单位为 A
- B. 电流表来测量
- C. 也可用电压表来测量,然后换算
- D. 电流不是水流,人们没法看见电流流动,没法测量
4. 一般规定()移动的方向为电流的方向。
- A. 正电荷 B. 负电荷 C. 电荷 D. 正电荷或负电荷
5. 稳恒直流电流是指()。
- A. 方向不随时间变化的电流 B. 大小不随时间变化的电流
- C. 直流电就是一直流动的电流 D. 大小和方向都不随时间变化的电流

(二) 画图题

画出直流电动机为负载的简单电路图,并写出电流路径。

(三) 简答题

1. 什么是电路? 电路有哪几个组成部分? 各部分的作用是什么?
2. 若如图 1-4 所示连接电路,合上开关,但灯不亮,而蓄电池(电源)、开关、导线及连接确认良好,问题可能出在什么地方?

学习任务2 电阻的识别和测量

任务目标



1. 能叙述电阻的基本特性,根据色环读取电阻值。
2. 能使用万用表检测电阻和电位器。
3. 了解热敏电阻、光敏电阻、力敏电阻的检测方法。
4. 了解特殊电阻在汽车电路中的应用。

建议学时



6 学时

任务引入



电阻是汽车电路中最常使用的电子元件之一。在电路中,可以利用不同电阻值的电阻来控制电路的电流,进而控制元件的动作。如图 2-1 所示,在发动机散热风扇控制电路中,利用控制电流是否流经风扇串联的电阻,以及水温传感器电阻值随着发动机水温高低变化而变化,可以将风扇自动调节为高、低两种转速运转。因此,认识电阻并了解其特性是很有必要的。

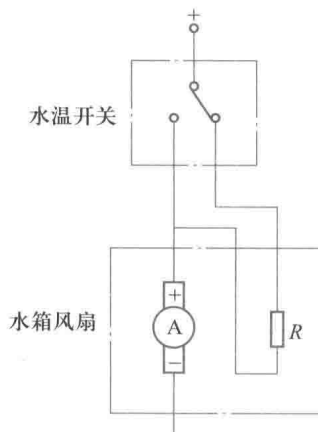


图 2-1 典型发动机散热器风扇控制电路

任务准备



一、电阻的概念和分类

自然界中各种物质的导电程度并不相同,能够让电流通过的物质称为导体,不能让电流通过的物质称为绝缘体。有些物质其特性介于导体与绝缘体之间,称为半导体。各种导体的导电程度也有分别,即导体对电的阻碍程度不同,该阻力称为电阻,用符号 R 表示,单位为欧、千欧、兆欧,分别用 Ω 、 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 表示,即

$$1 M\Omega = 1\,000 k\Omega = 1\,000\,000 \Omega; \quad 1 k\Omega = 1\,000 \Omega$$

电阻有贴片电阻、金属膜电阻、碳膜电阻、特殊电阻等,电阻的分类见表 2-1。

表 2-1 电阻的分类

| 电阻形式 | 符号 | 外形 | 额定功率 |
|-------|----------------------|----|---------------|
| 贴片电阻 | R、RN | 最小 | 最小 |
| 金属膜电阻 | RJ | 小 | 1/8 W、1/4 W |
| 碳膜电阻 | RT | 大 | 1/2 W、1 W、3 W |
| 特殊电阻 | 敏感电阻、可变电阻、保险电阻(熔断电阻) | | |

电阻的额定功率是除电阻值外一个重要的指标。在选用或更换电阻时,电阻的额定功率必须大于消耗功率,才不会烧毁电阻。

由实验得知,任何物质的电阻与其电阻率、电阻长度成正比,与其截面积成反比,即

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

式中: l 为导体的长度,单位为米(m);

A 为导体的截面积,单位为平方米(m^2);

ρ 为导体的电阻率,单位为欧·米($\Omega \cdot m$)。

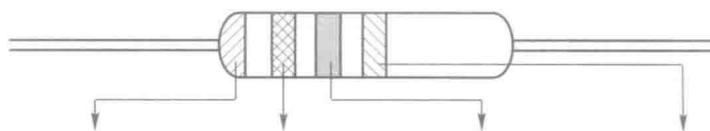
二、电阻的识别

固定电阻通常用颜色来表示电阻值,分为四色环(表示普通电阻)和五色环(表示精密电阻)两种表示法。

1. 四色环电阻值的读取方法如图 2-2 所示。

例 2.1 电阻色环如图 2-3 所示,请写出其电阻值。

$$\begin{aligned} R &= 20 \times 10^2 \Omega (\pm 5\%) \\ &= 2\,000 \Omega (\pm 5\%) \end{aligned}$$



| 颜色 | 第1位数 | 第2位数 | 乘数 | 允许误差 |
|----|------|------|-----------|------------|
| 黑 | 0 | 0 | 10^0 | $\pm 1\%$ |
| 棕 | 1 | 1 | 10^1 | $\pm 2\%$ |
| 红 | 2 | 2 | 10^2 | - |
| 橙 | 3 | 3 | 10^3 | - |
| 黄 | 4 | 4 | 10^4 | - |
| 绿 | 5 | 5 | 10^5 | - |
| 蓝 | 6 | 6 | 10^6 | - |
| 紫 | 7 | 7 | 10^7 | - |
| 灰 | 8 | 8 | 10^8 | - |
| 白 | 9 | 9 | 10^9 | - |
| 金 | - | - | 10^{-1} | $\pm 5\%$ |
| 银 | - | - | 10^{-2} | $\pm 10\%$ |
| 无 | - | - | - | $\pm 20\%$ |

图 2-2 四色环电阻值的读取方法

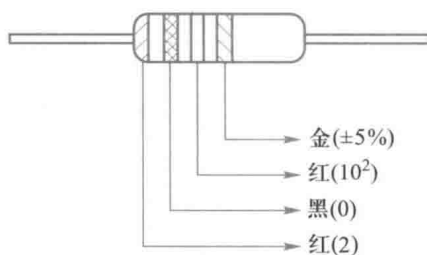


图 2-3 例 2.1 图

2. 五色环电阻值的表示方法如图 2-4 所示,其阻值的读取方法与四色环电阻基本相同,唯一区别在于普通电阻的数字码是 2 位数字而精密电阻是 3 位数字。

例 2.2 电阻色环如图 2-5 所示,请写出其电阻值。

$$\begin{aligned}
 R &= 450 \times 10^2 \Omega (\pm 10\%) \\
 &= 45\,000 \Omega (\pm 10\%)
 \end{aligned}$$

本任务需要准备的实训设备及数量见表 2-2。



图 2-4 五色环电阻值的表示方法

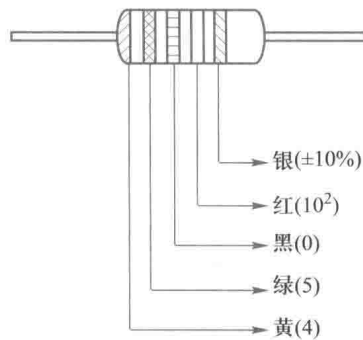


图 2-5 例 2.2 图

表 2-2 实训设备及数量

| 设备 | 数量 |
|------------------|----|
| 12 V 直流电源 | 1 |
| 开关 | 1 |
| 熔体 (10 A) | |
| 灯 L1 (12 V/10 W) | 1 |

续表

| 设备 | 数量 |
|--|-----|
| 电阻 R_1 (100 Ω /2 W)、 R_2 (200 Ω /1 W)、 R_3 (300 Ω /1 W)、 R_4 (100 k Ω /1/4 W)、 R_5 (300 k Ω /1/4 W) | 各 1 |
| 电位器 R_6 (50 k Ω 可调) | 1 |
| 热敏电阻 | 1 |
| 光敏电阻 | 1 |
| 力敏电阻 | 1 |
| 连接导线 | 若干 |
| 数字式万用表 | 1 |
| 模拟式万用表 | 1 |

任务实施



一、用数字式万用表测量电阻

1. 将功能/量程旋钮置于电阻挡。
2. 将红表笔插进“V- Ω ”端,黑表笔插入“COM”端。
3. 打开万用表电源开关。
4. 选择合适的量程。

5. 如图 2-6 所示,将两支表笔的测试端接到被测电阻 R 两端的导电部分,保持良好接触,被测电阻值将同时显示在显示屏上。

若显示屏显示“1”,则表示被测电阻值已经超过当前量程的最大测量值,请选择更高的量程来完成此次测量。

数字式万用表量程挡的位置和被测量的电阻值关系见表 2-3。

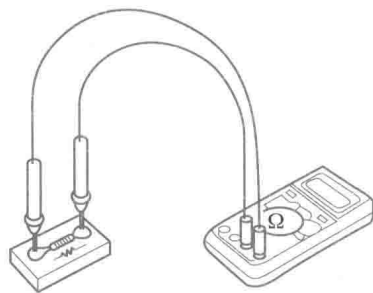


图 2-6 电阻的测量

表 2-3 数字式万用表量程挡的位置和被测量的电阻值关系

| 数字式万用表量程挡的位置 | 数字式万用表的显示值 | 被测量的电阻值/ Ω |
|--------------|------------|-------------------|
| 200 | 100.1 | 100.1 |
| 2 k | 0.471 | 0.471 k |
| 20 k | 10.01 | 10.01 k |
| 200 k | 100.01 | 100.01 k |
| 2 M | 1.012 | 1.012 M |