

中等职业教育汽车专业技能人才培养规划教材

ZHONGDENG ZHIYE JIAOYU QICHE ZHUANYE JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

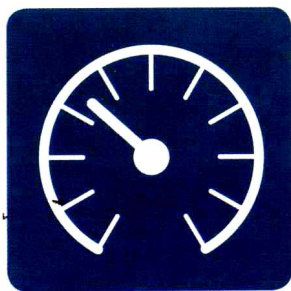
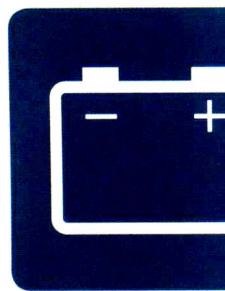
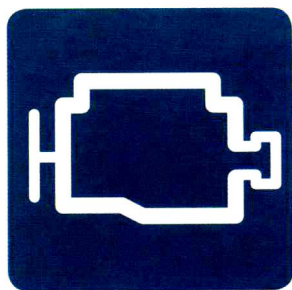


汽车电工电子 技术基础



■ 刘冰 潘玉红 主编

李文厚 徐波 杨健 副主编



人民邮电出版社

POSTS & TELECOM PRESS

中等职业教育汽车专业技能人才培养规划教材

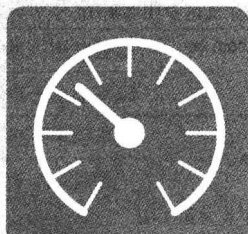
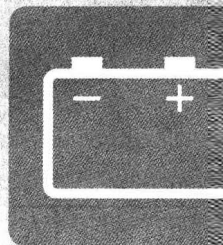
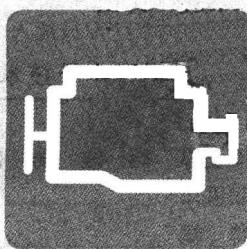
HONGDENG ZHIYE JIAOYU QICHE ZHUANYE JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI



汽车电工电子 技术基础

■ 刘冰 潘玉红 主编

李文厚 徐波 杨健 副主编



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子技术基础 / 刘冰, 潘玉红主编. -- 北京: 人民邮电出版社, 2010.4
中等职业教育汽车专业技能人才培养规划教材
ISBN 978-7-115-22246-6

I. ①汽… II. ①刘… ②潘… III. ①汽车—电工—专业学校—教材②汽车—电子技术—专业学校—教材
IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第026687号

内 容 提 要

本书以中等职业教育基本的电工电子知识与技能为基础, 结合汽车后市场相关行业的专业要求编写而成。

全书共8章, 主要内容包括: 直流电路、交流电路、电磁感应及电磁器件、电动机与电气控制、模拟电子电路基础、数字电子电路基础、传感器基本知识、手工焊接基础。

本书可作为中等职业学校、技工学校汽车专业教材, 也可供相关从业人员参考。

中等职业教育汽车专业技能人才培养规划教材

汽车电工电子技术基础

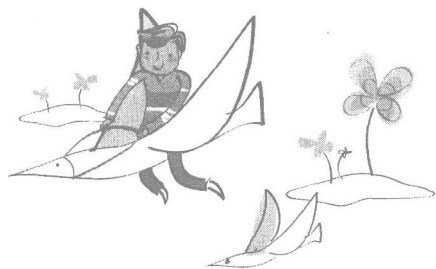
-
- ◆ 主 编 刘 冰 潘玉红
副 主 编 李文厚 徐 波 杨 健
责任编辑 张孟玮
执行编辑 曾 斌
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.25
字数: 362千字 2010年4月第1版
印数: 1—3 000册 2010年4月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-22246-6

定价: 24.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



前言

PREFACE

随着相关技术的飞速发展，汽车已成为多种高新技术有机融合的载体。汽车检测、维修等汽车后市场行业的一些传统岗位正在不断地变化。现代汽车维修工艺的规程化以及维修检测和诊断设备的智能化及、自动化，决定了中等职业学校汽车专业的学生必须扎实地掌握电工电子技术的基本知识和技能。

“汽车电工电子技术”作为汽车专业的一门主干课程，具有较强的针对性和实用性。通过本课程的学习，可以使学生掌握汽车维修技术人员必须具备的电工电子技术基本知识和基本技能，可以培养学生运用电工电子基本知识分析汽车电路及简单故障的能力，培养学生严肃认真、实事求是的科学作风，为后续专业课程的学习打下基础。

本书以中等职业教育基本的电工电子知识与技能为基础，结合汽车后市场相关行业的专业要求编写而成。介绍了汽车专业必须的电工电子技术基本知识。每个知识模块按照“基础知识+案例应用+作业测评”的模式来编排内容。在基础知识讲解后，通过案例对知识进行应用，巩固并加深学生对基础知识及理论的理解，并通过测评环节使学生可以自我检查对所学知识的掌握情况。

本书力求与国家职业技能鉴定规范相结合。在编写体例上采用简练准确、图文并茂的表达形式，以求达到直观明了、易读易学的效果。

本书的建议学时数为 108 学时，各章的学时分配见下表。

课 程 内 容		学 时 数		
		合计	讲授	实验
电 工 技 术	直流电路	16	12	4
	交流电路	14	10	4
	电磁感应及电磁器件	10	8	2
	电动机与电气控制	18	14	4
电 子 技 术	模拟电子电路基础	26	22	4
	数字电子电路基础	14	12	2
	传感器基本知识	4	4	
技能训练	手工焊接基础	6	2	4
总 计		108	84	24

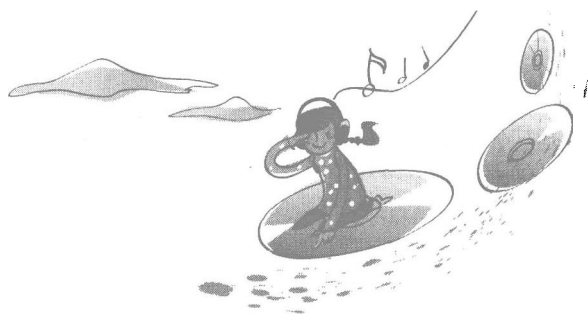
本书由刘冰、潘玉红担任主编，李文厚、徐波、杨健担任副主编。具体的编写分工如下：刘冰、于红编写第 1 章，李玉红编写第 2 章，鹿鸣春编写第 3 章，于红编写第 4 章，潘玉红、李文厚、王顺编写第 5 章，李勇利、李兆涵、瞿文颖、杨健编写第 6 章，徐波编写第 7 章，赵旭、陶

忠良编写第 8 章。本书的编写，得到了吉林航空工程学校汽车实训教研室主任朱福成老师的指导和帮助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

编者

2010 年 1 月



目录

CONTENTS

第 1 章 直流电路..... 1

1.1 电路的组成及基本概念..... 2

1.1.1 电路的组成及电路图..... 2

1.1.2 电路的基本物理量..... 4

1.1.3 电路的基本元件..... 7

1.2 电路的基本定律..... 12

1.2.1 欧姆定律..... 12

1.2.2 基尔霍夫定律..... 15

1.3 电路的分析与计算..... 17

1.3.1 支路电流法..... 17

1.3.2 电路中各点电位的计算..... 19

*1.3.3 戴维南定理..... 20

1.4 常用电工仪表基本知识..... 22

1.4.1 常用电工仪表的分类..... 22

1.4.2 电工仪表的型号及标识..... 23

1.4.3 常用电工仪表的选择、使用及 保养..... 25

1.5 技能训练..... 27

1.5.1 万用表的使用..... 27

1.5.2 兆欧表的使用..... 30

1.5.3 验证基尔霍夫定律..... 32

本章小结..... 34

思考与练习..... 35

第 2 章 交流电路..... 37

2.1 交流电的基本知识..... 38

2.1.1 交流电的概念..... 38

2.1.2 正弦交流电的基本知识..... 40

2.1.3 同频率正弦交流电的相加和 相减..... 42

2.2 单相交流电路..... 43

2.2.1 单一参数的正弦交流电路..... 44

2.2.2 RL 串联电路..... 49

2.3 三相交流电路..... 54

2.3.1 三相交流电源..... 54

2.3.2 三相负载的联结..... 56

2.3.3 三相电功率..... 58

2.4 技能训练..... 59

2.4.1 三相负载的星形联结..... 59

2.4.2 三相负载的三角形联结..... 61

本章小结..... 62

思考与练习..... 63

第 3 章 电磁感应及电磁器件..... 65

3.1 磁现象及电磁感应..... 66

3.1.1 磁现象..... 66

3.1.2 电流的磁场及磁场对电流的 作用..... 68

3.1.3 电磁感应现象..... 70

3.2 电磁铁及磁路..... 72

3.2.1 电磁铁及铁磁材料..... 73

3.2.2 磁路及基本知识..... 74

3.3 常用电磁器件..... 75

3.3.1 变压器..... 75

3.3.2 自耦变压器..... 77

3.3.3 互感器..... 78

3.3.4 电磁继电器..... 80

3.4 技能训练..... 81

本章小结..... 83

思考与练习..... 84

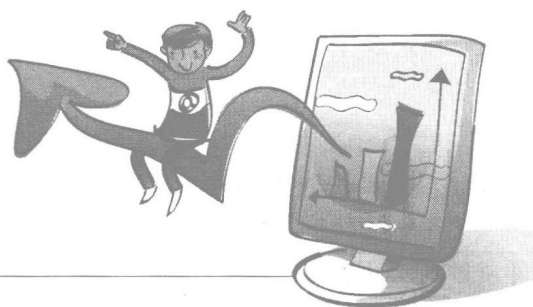
第 4 章 电动机与电气控制..... 85

4.1 交流电动机..... 86

4.1.1 三相交流异步电动机的结构及工作原理	86	5.2.1 晶体二极管的结构、符号和特性	129
4.1.2 三相交流异步电动机的启动和调速	92	5.2.2 二极管的应用电路	132
4.1.3 三相交流同步电动机的结构及工作原理	94	5.3 晶体三极管及应用	136
4.2 直流电动机	96	5.3.1 晶体三极管的结构、符号和特性	136
4.2.1 直流电动机的结构及工作原理	96	5.3.2 晶体三极管的工作状态及主要参数	138
4.2.2 直流电动机的启动和调速	98	5.3.3 三极管的应用——串联型稳压电路	141
4.3 控制电动机	100	5.4 晶体三极管基本放大电路	142
4.3.1 伺服电动机	100	5.4.1 共射极单管放大电路	142
4.3.2 步进电动机	100	5.4.2 分压式稳定工作点偏置电路	144
4.4 常用低压电器	101	5.4.3 多级放大器和负反馈放大器	145
4.5 三相异步电动机的控制	108	5.4.4 低频功率放大器	148
4.5.1 三相异步电动机的正、反转控制线路	108	5.5 直接耦合放大器和集成运算放大器	150
4.5.2 三相异步电动机的降压启动线路	111	5.5.1 直接耦合放大电路	150
4.6 发电机	113	5.5.2 差分放大电路	151
4.6.1 三相交流同步发电机的特点	113	5.5.3 集成运算放大器	152
4.6.2 三相交流发电机的结构及工作原理	114	*5.6 正弦波振荡器	155
4.7 技能训练	116	*5.7 晶闸管及应用	158
4.7.1 三相异步电动机的简单测试及运行实验	116	5.8 技能训练	159
4.7.2 三相异步电动机点动、连续运行控制实验	120	5.8.1 常用电子仪器的使用实训	159
4.7.3 三相异步电动机的正、反转控制实验	123	5.8.2 单相桥式整流电容滤波电路实验	163
本章小结	124	本章小结	165
思考与练习	125	思考与练习	166
第 5 章 模拟电子电路基础	126	第 6 章 数字电子电路基础	167
5.1 半导体基础知识	127	6.1 数字电路基本知识	168
5.1.1 半导体特性简介	127	6.1.1 数字信号和数字电路	168
5.1.2 PN 结的形成和特性	128	6.1.2 数字电路的分析方法	170
5.2 晶体二极管及应用	129	6.2 基本逻辑门电路	172
		6.2.1 “与”逻辑及“与”门电路	173

6.2.2 “或”逻辑及“或”门 电路	174
6.2.3 “非”逻辑及“非”门 电路	175
6.2.4 复合逻辑门电路	176
6.3 组合逻辑电路	177
6.3.1 编码器	177
6.3.2 译码器和显示器件	178
6.4 触发器与时序逻辑电路	180
6.4.1 触发器	180
6.4.2 计数器	184
6.4.3 寄存器	186
6.4.4 集成电路及其应用	187
6.5 技能训练	191
6.5.1 集成电路的检测	191
6.5.2 汽车照明顶灯调光器电路	194
6.5.3 汽车闪光讯响器电路	194
本章小结	196
思考与练习	196

第7章 传感器基本知识	198
7.1 传感器的组成和分类	199
7.2 车用传感器简介	201
7.2.1 电阻式传感器及应用	201
7.2.2 光敏组件及光电传感器	203
7.2.3 电势型传感器及应用	204
7.2.4 其它传感器简介	206
本章小结	207
思考与练习	208
第8章 手工焊接基础	209
8.1 手工焊接基本知识	210
8.1.1 手工焊接工具	210
8.1.2 手工焊接方法	212
8.2 技能训练	215
8.2.1 导线焊接	215
8.2.2 印制电路板的焊接	217
本章小结	219
思考与练习	219



直流电路

电流按其性质的不同可分为直流电和交流电。汽车电路中，蓄电池提供的即蓄电池是直流电，而经发电机产生的电流整流后得到的也是直流电，汽车基本电路如图 1.1 所示。本章主要介绍电路的基本知识和直流电路的基本规律。

知识目标

- ◎ 掌握电路的基本结构
- ◎ 掌握电流、电位、电压、电动势、电能和电功率等基本概念
- ◎ 熟悉电路的基本元件：电阻元件、电容元件、电感元件
- ◎ 掌握电路的基本规律：欧姆定律、基尔霍夫定律
- ◎ 了解电路中各点电位的意义及简单计算

技能目标

- ◎ 掌握常用电工仪表的基本知识
- ◎ 了解万用表和兆欧表的结构，掌握其基本使用方法

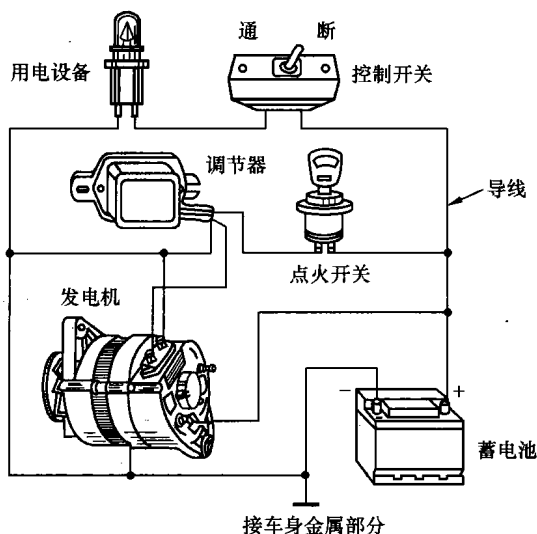


图 1.1 汽车基本电路示意图

1.1

电路的组成及基本概念

电路是由一些电气设备、电子元器件按一定方式连接起来，构成的电流的通路。电路广泛应用于日常生活、生产和科学研究工作中。可以说，用电的设备内部都含有电路，小到手电筒，大到计算机、通信系统和电力网络，都可以看到或简单或复杂的电路。了解电路的组成，掌握电路的有关知识是对电路进行分析、设计、计算的基础。

1.1.1 电路的组成及电路图

无论是简单的电路还是复杂的电路，在结构上都具有相同的规律。本小节主要介绍电路的组成及作用。

基础知识

电路是电流流通的路径，一个完整的电路一般应包括电源、负载、开关和连接导线 4 部分。图 1.2 所示为汽车的制动灯电路，电路由蓄电池、制动灯、连接导线和制动开关构成，是一个最基本的电路。汽车制动时，合上制动开关，蓄电池向外输出电流，电流流过制动灯，制动灯就会亮。

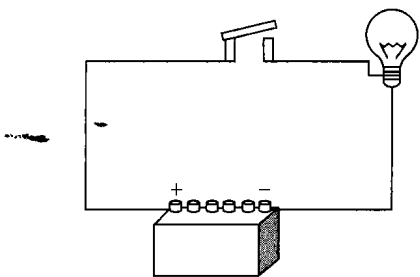


图 1.2 电路示意图

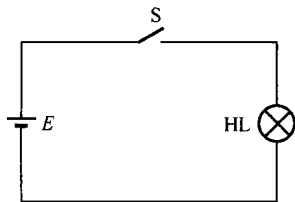


图 1.3 电路图

1. 电路的基本组成

分析图 1.2 中所示的电路, 可将电路的基本组成分为 4 部分, 印电源、负载、导线和开关。

(1) 电源。

电源是电路中提供电能的装置。电源可以把其他形式的能量转换成电能, 为整个电路提供能量。常用的电源有干电池、蓄电池、太阳能电池、发电机等。图 1.2 所示的电路中, 蓄电池就是电源。

(2) 负载。

负载是电路中取用电能的装置, 即电路中利用电能来工作的元器件, 也称为用电器, 是各种用电设备的总称。负载, 如电灯、电炉、电动机等可以把电能转换为其他形式的能量。图 1.2 所示的电路中, 制动灯就是负载。

(3) 导线。

导线用来连接电路中的各元器件, 起到传输电流的作用。

(4) 开关。

开关是电路中控制电路接通与断开的器件。

导线和开关将电源和负载连接起来, 也称为电路的中间环节。中间环节的作用是传送和分配电能, 控制电路的通断, 保护电路安全, 使其正常地运行。

2. 电路的功能

电路按功能可分为两类, 一类是实现能量的传输、分配与转换的电路, 如白炽灯将电能转换为光能, 电炉将电能转换为热能; 另一类是实现信号的传输和处理的电路, 如扩音器电路可将声音信号进行放大处理, 汽车发电机内部电路可将其产生的交流电变换为直流电供给汽车电器使用, 汽车电控发动机中的电子点火系统电路可将低压脉冲信号进行放大, 控制点火线圈产生高压电, 实现点火。

3. 电路图

图 1.2 采用的是画实物外形的方法来表示电路, 称为电路示意图。为使绘制电路方便快捷, 规定用一些简单的图形符号来表示电路中的各种元器件, 这样画出的电路图形称为电路原理图, 也称为电路图。图 1.3 为图 1.2 所示电路的电路图, 用电路图表示实际电路简单明了, 绘制方便。

在生产生活实际中, 一般都根据电路图来对电路进行分析和计算, 因此, 必须熟悉电路元件的图形符号及电路图的画法。常用的图形符号见表 1.1。

表 1.1 常见电路元件的图形符号					
名 称	符 号	名 称	符 号	名 称	符 号
电池		电阻		连接导线	
开关		电位器		非连接导线	
电容		电流表		电灯	
线圈		电压表		接地	
铁芯线圈		二极管		接机壳	

续表

名 称	符 号	名 称	符 号	名 称	符 号
直流发电机		三极管		直流电动机	
交流发电机		熔断器		交流电动机	



想
=
想

举出实际生活中你所熟悉的电路，并描述电路的组成。

案例 1.1 连接简单电路。

在电工实验台上，取干电池、开关、白炽灯、导线连接一个简单电路，并仔细观察电路，理解各组成部分的作用。

操作步骤

- ① 画出所要连接的电路图。
- ② 根据需要找出干电池、白炽灯、开关及导线（带鳄鱼夹）。
- ③ 按画出的电路图，用导线连接电路。注意，连接时使开关处于断开状态。
- ④ 完成电路连接后，反复接通和断开开关，观察电路状态。

作业测评

指出图 1.1 所示汽车基本电路示意图中电路的各部分组成。

1.1.2 电路的基本物理量

认识了电路的组成后，还需要熟悉电路中的基本物理量，掌握电路的规律，才能对电路进行分析和计算。电路中的基本物理量包括电流、电位、电压、电动势、电能和电功率。

基础知识

1. 电流

在图 1.3 所示的电路中，当开关 S 闭合时，白炽灯发光，这是因为电路中有电流流过。即当开关闭合时，电源正极会流出大量的电荷（实际上是电源负极流出负电荷——自由电子），它们经过导线、开关流进白炽灯，再从白炽灯流出，回到电源负极，当电荷流过白炽灯内的钨丝时，钨丝因发热，温度急剧上升，从而发光。

大量的电荷往一个方向移动（或称定向移动）就形成了电流，如同大量的汽车向同一方向移动形成的“车流”一样。通常将正电荷在电路中的移动方向规定为电流的方向。图 1.3 所示电路的电流方向是：电源正极→开关→白炽灯→电源负极。

电流有强有弱，电流的强弱用电流强度来表示。电流强度简称为电流，通常用 I 表示，电流的国际单位是安培，简称安，符号为 A。常用的电流单位还有毫安（mA）、微安（ μA ），3 种单位之间的关系是：

$$1\text{A}=10^3\text{mA}=10^6\mu\text{A}$$

在电路中, 电流既有大小又有方向, 当电流的大小和方向都不随时间变化时, 这种电流称为恒定电流, 简称直流; 当电流的大小和方向都随时间作周期性变化时, 这种电流称为交流电流, 简称交流。图 1.4 所示为直流电流 (曲线 1) 和交流电流 (曲线 2) 的曲线。

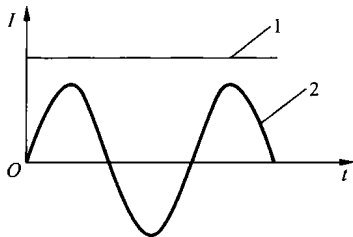


图 1.4 直流电与交流电

2. 电位、电压和电动势

水会从高水位处流向低水位处, 这是因为高水位与低水位之间存在一个水位差, 电流与水流类似, 也会从高电位点流向低电位点。

(1) 电位。

电位的国际单位是伏特, 简称伏, 符号是 V。为了计算电位的高低, 需要找一个基准点, 即参考点。通常基准点处用“ $\perp$ ” (接机壳) 或“ $\equiv$ ” (接地) 表示, 该符号处的电位规定为 0V, 因此, 参考点也称为零电位点。如 A 点电位为 3V, 则表示为 $V_A=3\text{V}$; B 点电位为 -3V, 则表示为 $V_B=-3\text{V}$ 。

(2) 电压。

电流经过某一点能够流向另一点是因为它们之间的电位不同, 存在一个电位差, 这个电位差称为这两点之间的电压, 电压的国际单位也是伏特。习惯上把高电位指向低电位的方向规定为电压的方向。如 A 点电位 $V_A=3\text{V}$, B 点电位 $V_B=1\text{V}$, 则 A、B 两点间的电压用 U_{AB} 表示, 且有

$$U_{AB}=V_A-V_B=2\text{V}$$

说明: 零电位参考点是可以任意选取的, 因此, 电位的高低是相对的, 与设定的零电位参考点有关, 但两点间的电压始终保持不变, 即电位与参考点有关, 而电压与参考点无关。

汽车中的两个电源都是低压电源, 一般电压为 12 V 和 24 V。

(3) 电动势。

要使电路中始终有电流流过, 电源需要在内部将流到负极的电荷不断地“拉”到正极, 使电源正极具有较高的电位, 才能输出电流。电源内部将电荷“拉”到正极需要消耗能量 (如干电池会消耗掉化学能)。电源内部将其他形式的能量转换为电能, 并在电源两极间建立的电位差称为电动势, 电动势一般用 E 来表示, 国际单位也是伏特, 符号是 V。

在电源内部, 电流的方向是由负极流向正极, 因此, 电源的电动势方向规定为从负极指向正极, 即由低电位指向高电位。

(4) 电能和电功率。

电流在电路中流通时, 将电源的电能传给了负载 (用电设备), 负载将吸收的电能转换成其他形式的能量, 即电流做了功, 消耗了电能。负载在工作时间消耗的电能 (也称为电功) 用 W 表示。电能的国际单位是焦耳, 简称焦, 符号是 J。

$$W = UIt \quad (1.1)$$

电功率是指单位时间内, 某段电路传送或转换的电能, 用 P 表示。电功率的国际单位是瓦特, 简称瓦, 符号是 W。

$$P = \frac{W}{t} = UI \quad (1.2)$$

在实际应用中, 常用的功率单位有千瓦(kW), 电能单位有千瓦时(kW·h), 1 千瓦时即为平常所说的“1 度电”。

(5) 电气设备的额定值。

电气设备在给定的工作条件下, 正常运行时所规定的最大允许值称为额定值。实际工作时, 如果超过额定值, 会使电气设备使用寿命缩短或造成损坏; 如果小于额定值, 则会使电气设备的利用率降低, 甚至不能正常工作。电气设备的额定值包括额定电压、额定电流、额定功率, 分别用 U_N 、 I_N 、 P_N 表示。

案例 1.2 测量电流和电压。

了解电流表与电压表的使用方法, 并根据给定的条件选择合适的电流表与电压表, 测量电路中的电流及任意两点间的电压。

电流表与电压表的接线方法如图 1.5 所示。

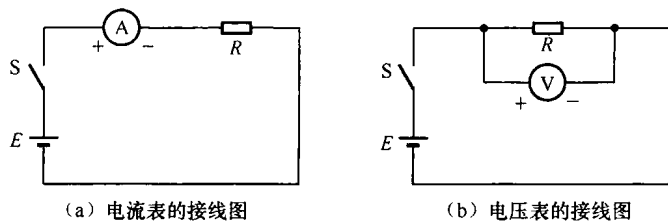


图 1.5 电流表与电压表的接线图

操作步骤

- (1) 在电工实验台上, 选择有关元件, 按照图 1.6 连接电路, 断开开关 S。
- (2) 断开 A 点, 将电流表串联接入电路, 再将电压表并联接在图中 B、C 两点间。
- (3) 合上开关 S, 对两表进行读数, 分别为 $I_A = \underline{\hspace{2cm}}$ A; $U_{BC} = \underline{\hspace{2cm}}$ V。
- (4) 断开 S, 将电压表并接在图中 D、O 两点间, 电流表串接在 F 点处, 合上开关 S, 对两表进行读数, 分别为 $I_F = \underline{\hspace{2cm}}$ A; $U_{DO} = \underline{\hspace{2cm}}$ V。

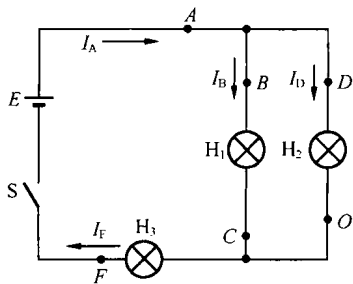


图 1.6 简单直流电路

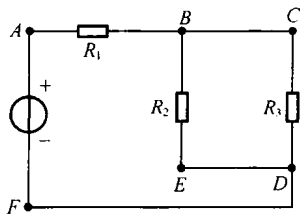


图 1.7 作业测评 4 题图

- (5) 断开 S, 将电压表并接在图中 O、F 两点间, 电流表串接在 B 点处, 合上开关 S, 对两表进行读数, 分别为 $I_B = \underline{\hspace{2cm}}$ A; $U_{OF} = \underline{\hspace{2cm}}$ V。

- (6) 断开 S, 将电压表并接在图中 A、F 两点间, 电流表串接在 D 点处, 合上开关 S, 对两表进行读数, 分别为 $I_D = \underline{\hspace{2cm}}$ A; $U_{AF} = \underline{\hspace{2cm}}$ V。

作业测评

1. 说明电位、电压和电动势的区别和联系。
2. 简述电流表和电压表的使用区别。

3. 简述电流方向的正负是如何规定的。

4. 如图 1.7 所示, 要测量 R_1 的电流, 电流表应串接在____和____之间; 要测量 R_2 的电流, 电流表应串接在____和____之间; 要测量 R_3 的电流, 电流表应串接在____和____之间。要测量 R_1 的电压, 电压表应并接在____和____之间; 要测量 R_2 的电压, 电压表应并接在____和____之间; 要测量 R_3 的电压, 电压表应并接在____和____之间。

1.1.3 电路的基本元件

电路的负载中一般都包括电阻、电容、电感 3 个基本参数。电阻参数起主要作用的元件称为电阻元件, 如白炽灯、电炉等。电容参数起主要作用的元件称为电容元件, 如电容器等。电感参数起主要作用的元件称为电感元件, 如互感器等。电阻元件、电容元件及电感元件是电路中的基本元件。下面介绍这几种基本电路元件。

基础知识

1. 电阻元件

导体容易导电, 但对电流也有阻碍作用。在相同的电压作用下, 通过不同导体的电流大小不同, 说明不同导体对电流的阻碍作用也不同。电阻就是描述导体对电流阻碍作用的物理量, 符号用 R 表示。电阻的国际单位是欧姆, 简称欧, 用 Ω 表示。此外, 常用的电阻的单位还有千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$), 换算关系为

$$1k\Omega=1000\Omega=10^3\Omega$$

$$1M\Omega=1000k\Omega=10^6\Omega$$

电阻实际上是导体的一种基本性质, 与导体的尺寸、材料和温度有关。通常在电子产品中所说的电阻是指电阻器这种电阻元件。电阻器是电子电路中使用最多的元件之一, 在电路中常用来控制电流和调节电压。电阻元件中有电流流过时要消耗电能, 因此, 电阻元件是耗能元件。

(1) 电阻器的分类。

常用电阻器一般分为固定电阻器和可变电阻器两大类。固定电阻器是指电阻器的阻值固定不变, 可变电阻器的阻值可根据需要在一定范围内进行调节。

① 固定电阻器。固定电阻器简称电阻, 根据材料和工艺不同, 可分为碳膜电阻器 (RT)、金属膜电阻器 (RJ)、线绕电阻器 (RX)、热敏电阻器 (RR)、光敏电阻器 (RG) 等不同类型。各类电阻器的外形如图 1.8 所示。

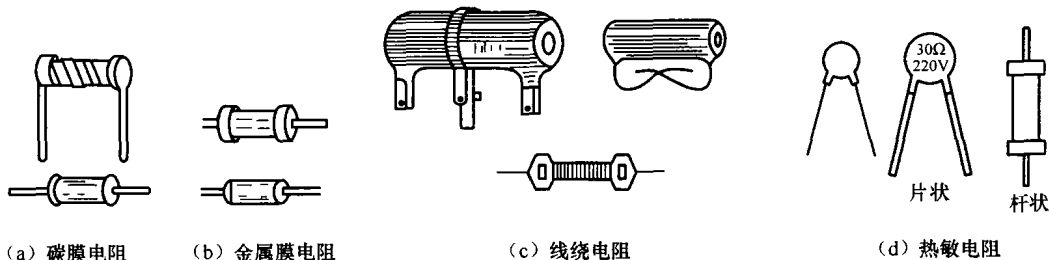


图 1.8 常用固定电阻器外形

② 可变电阻器。可变电阻器简称可变电阻, 其阻值可在规定的范围内任意调节。可变电阻器可分为半可调电阻器和电位器两类。常用的可变电阻器外形如图 1.9 所示。

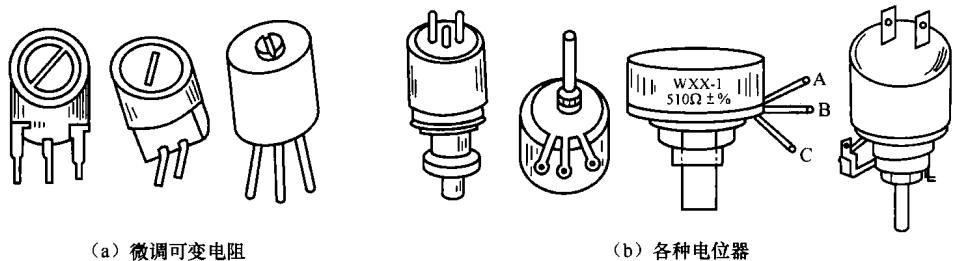


图 1.9 常用可变电阻器外形

电阻器的图形符号如图 1.10 所示。

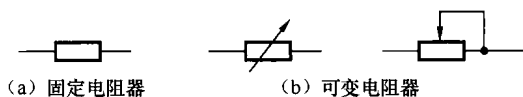


图 1.10 电阻器的图形符号

(2) 电阻元件的电流与电压关系。

将电阻两端电压与流过电阻的电流的关系用图形表示，称为该电阻的电流、电压关系特性曲线，也称为伏安特性曲线。当电阻为恒定值时，如图 1.11 (a) 所示，其电流与电压关系特性曲线为一条通过原点的直线，即电流与电压成线性关系，这种电阻称为线性电阻；当电阻的电流与电压关系不具备线性关系时，如图 1.11 (b) 所示，这种电阻称为非线性电阻。

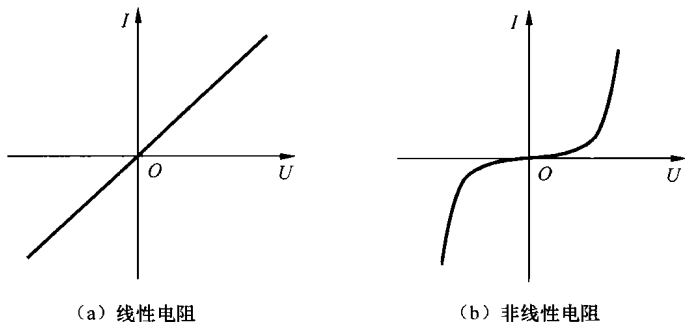


图 1.11 线性电阻和非线性电阻的电流与电压关系特性

① 线性电阻。常见的线性电阻有碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻等。电阻元件的参数如阻值等可用阿拉伯数字和符号直接标注在电阻上，或使用色环标注法。色环标注就是在电阻器上用不同颜色的环来表示电阻的规格。用色环标注法时，紧靠电阻元件一端的色环为第一环，另一端则为最后一环。

色环电阻的色彩标识有两种：4 环标注方式和 5 环标注方式。4 环电阻一般是碳膜电阻，用 3 个色环来表示阻值，用 1 个色环表示误差。5 环电阻一般是金属膜电阻，用 4 个色环表示阻值，另一个色环表示误差，具体读数方法如图 1.12 所示。

表 1.2 所示为各种色环代表的意义。

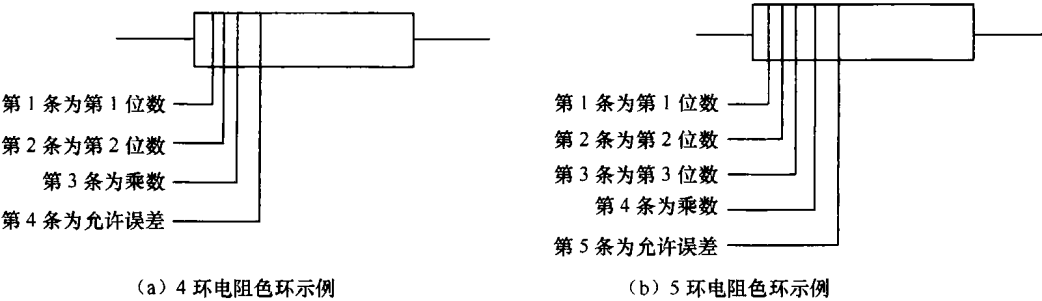


图 1.12 色环电阻表示

表 1.2 色标符号规定

颜 色	有 效 数 字	乘 数	允许偏差 (%)	工作电压/V
银色	—	10^{-2}	± 10	
金色	—	10^{-1}	± 5	
黑色	0	10^0		
棕色	1	10^1	± 1	4
红色	2	10^2	± 2	6.3
橙色	3	10^3	—	10
黄色	4	10^4	—	16
绿色	5	10^5	± 0.5	25
蓝色	6	10^6	± 0.2	32
紫色	7	10^7	± 0.1	40
灰色	8	10^8	—	50
白色	9	10^9	$+50/-20$	63
无色	—	—	± 20	

② 非线性电阻。热敏电阻和压敏电阻都属于非线性电阻。热敏电阻分为两类，一类称为负温度系数热敏电阻，简称 NTC 电阻，其电阻值随温度升高而急剧下降，多用于温度测量和温度调节，也用作补偿电阻；另一类称为正温度系数热敏电阻，简称 PTC 电阻，其电阻值随温度升高而急剧增大，用做过热保护和延时开关。

压敏电阻在低电压时具有较大的电阻，当电压较大时，电阻变小。当电压过高时，压敏电阻可起分流作用，因而常被用来进行过压保护。

2. 电容元件

电容器简称电容，用字母 C 表示。电容器也是电子电路中常用的电子元件之一，具有隔直流、通交流和储存电荷等特性。

(1) 结构与分类。

电容器由两块金属板中间隔一层绝缘物质构成，两片金属板称为极板，中间的绝缘物质叫做介质。电容器按结构可以分为固定电容器、可变电容器和半可变电容器。固定电容器的电容量是固定的，可变电容器是电容量在一定范围内可以调节的电容器。半可变电容器也称为微调电容器，在电路中用作补偿电容。