

全国交通



通用教材



DIANGONGYU DIANZIJISHU JICHU

# 电工与电子技术基础

汽车维修电工专业用

◎ 李万升 主编

◎ 党继农 主审



人民交通出版社

全国交通技工学校通用教材

Diangong Yu Dianzi Jishu Jichu

# 电工与电子技术基础

(汽车维修电工专业用)

李万升 主 编  
党继农 主 审

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书是全国交通技工学校通用教材。主要内容包括:直流电路、磁与电磁、正弦交流电路、三相异步电动机和变压器、晶体二极管及整流电路、晶体三极管及放大电路、晶闸管整流电路、脉冲数字电路等8章。

本书为全国交通技工学校汽车修理电工专业教学用书,也可供汽车维修工、汽车驾驶员阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术基础 / 李万升主编. —北京: 人民交通出版社, 2002. 4  
ISBN 7-114-04225-6

I. 电... II. 李... III. ①电工技术—技工学校—教材②电子技术—技工学校—教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 017717 号

### 全国交通技工学校通用教材

#### 电工与电子技术基础

(汽车维修电工专业用)

李万升 主 编

党继农 主 审

正文设计: 孙立宁 责任校对: 戴瑞萍 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12 字数: 283 千

2002 年 6 月 第 1 版

2002 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—6000 册 定价: 22.00 元

ISBN 7-114-04225-6

U · 03095

## 交通技工学校汽车专业教材编审委员会

主任：卢荣林

副主任：宣东升 郭庆德 李福来

委员：费建利 杨晓法 林为群 魏自荣 邹汉辉 胡大伟

张弟宁 束龙友 唐诗升 戴育红(兼秘书)

# 前 言

根据交通部原教育司[1993]185号文精神,成立了“交通技工学校汽车专业第二轮教材编审委员会”(以下简称教材编委会)。教材编委会组织制订了汽车钣金、汽车维修电工、汽车站务三个专业的教学计划和教学大纲,并组织编写了《汽车概论》、《汽车车身及附属设备》、《汽车钣金》、《钣金机械设备》、《汽车电工识图》、《汽车电气设备维修》、《汽车电气设备维修实习》、《汽车站务英语》、《交通地理》、《旅客心理学》、《汽车运输企业管理》、《汽车站务业务》以及配套的习题集、答案和实习教材。上述教材于1997年3月出版并投入使用,满足了全国交通技工学校和各类培训学校(班)的教学需求。

随着我国汽车工业的发展,以及国外各类车型进入我国市场,汽车新技术、新工艺、新材料更新加快,对维修行业的人才要求也相应提高。而上述教材已不适应目前教学的需要,原有的课程模式和教学模式也过于陈旧,所培养的学生已经不能适应目前维修行业对人才的需要。为此,教材编委会于2000年对汽车钣金、汽车维修电工两个专业的教学计划和教学大纲以及教材进行了修订,修订后的课程教材为《电工与电子技术基础》、《汽车电工材料》、《汽车电器构造与维修》、《现代汽车电子控制技术》、《汽车电路识图》、《汽车材料》、《汽车车身与附属设备》、《汽车钣金工艺》、《汽车喷涂与装饰工艺》、《焊接工艺》、《钳工基础》和《汽车概论》以及配套的习题集和答案。此次教材的特色是:

- 1.教材体现了理论和实践相结合的一体化教学模式,根据汽车钣金和汽车维修电工专业的需要,教材内容以技能训练为主,满足了维修行业对人才培养的需要。

- 2.拓宽了汽车钣金和汽车维修电工专业的知识面,更适应中、小维修企业的需要,如设置了《汽车喷涂与装饰工艺》等新课程,使学生掌握了一专多能的知识和技能。

- 3.教材内容突出汽车电控等技术,使学校教学能适应维修行业的实际要求。

本教材是根据“电工与电子技术基础”教学计划和教学大纲编写的,内容包括:直流电路、磁与电磁、正弦交流电路、三相异步电动机和变压器、晶体二极管及整流电路、晶体三极管及放大电路、晶闸管整流电路、脉冲数字电路8章。

本教材由山东省交通工程学校李万升担任主编(编写绪论、第四章、第七章、第八章),由新疆交通技工学校党继农担任主审。编写成员分工是:山东交通高级技工学校王松林编写第一章、第五章,山东省济南市交通局技工学校郭宝编写第二章、第三章,安徽省交通运输技工学校丁向荣编写第六章。全书插图由山东省交通工程学校张让莘用微机绘图。

本教材在编写时,得到了很多交通技工学校的支持和帮助,并提出许多宝贵的修改意见,在此特致诚挚的谢意。由于时间仓促,加上编者水平所限,教材会有一些缺点和错误,诚望读者批评和指正。

交通技工学校汽车专业教材编审委员会

2002年5月

# 目 录

绪论	1
一、电能的应用及电气化的重要性	1
二、电子工业发展概况	1
三、课程的性质、任务和学习方法	2
第一章 直流电路	3
第一节 电路及其基本物理量	3
一、电路	3
二、电路的基本物理量	3
第二节 欧姆定律	6
一、部分电路欧姆定律	6
二、全电路欧姆定律	7
第三节 电路的几种状态	8
一、通路状态	8
二、断路状态	8
三、短路状态	9
第四节 电阻的串联与并联	9
一、电阻的串联	9
二、电阻的并联	10
第五节 基尔霍夫定律	12
一、复杂电路	12
二、基尔霍夫第一定律	12
三、基尔霍夫第二定律	13
四、支路电流法	13
第六节 戴维南定理	13
第七节 电功与电功率	15
一、电功	15
二、电功率	15
三、电流的热效应	16
四、额定值	16
第八节 电容器	17
一、电容器和电容量	17
二、电容器的串联和并联	17
三、电容器的充电和放电	19
实验一 欧姆定律的验证	20

实验二 基尔霍夫定律的验证 .....	21
<b>第二章 磁与电磁</b> .....	<b>23</b>
第一节 磁场的基本物理量 .....	23
一、磁场与磁感线 .....	23
二、磁通与磁感应强度 .....	23
三、磁导率与磁场强度 .....	24
第二节 电流的磁效应 .....	25
一、电流的磁场 .....	25
二、安培定则 .....	25
第三节 铁磁材料简介 .....	27
一、铁磁材料(铁磁物质) .....	27
二、铁磁材料的磁性能 .....	27
三、铁磁材料的分类和用途 .....	28
第四节 磁路欧姆定律 .....	29
一、磁路 .....	29
二、磁路欧姆定律 .....	29
第五节 直流电磁铁 .....	31
一、电磁铁的结构和工作原理 .....	31
二、直流电磁铁的特点、分类及应用 .....	32
第六节 磁场对电流的作用 .....	32
一、磁场对通电直导体的作用 .....	32
二、磁场对通电线圈的作用 .....	33
三、磁场对通电半导体的作用(霍尔效应) .....	34
第七节 电磁感应 .....	35
一、电磁感应现象及其产生的条件 .....	35
二、电磁感应定律 .....	35
三、自感现象 .....	37
四、互感现象与同名端 .....	38
实验 互感电路的测量及同名端的判定 .....	40
<b>第三章 正弦交流电路</b> .....	<b>43</b>
第一节 交流电的基本概念 .....	43
一、正弦交流电的产生 .....	43
二、正弦交流电的三要素 .....	44
三、正弦交流电的表示方法 .....	45
第二节 单相交流电路 .....	46
一、纯电阻电路 .....	46
二、纯电感电路 .....	47
三、纯电容电路 .....	48
第三节 三相交流电路 .....	49
一、三相交流电动势的产生及表示方法 .....	49

二、三相绕组的连接	50
三、三相负载的连接	51
第四节 常用电器照明电路	53
一、白炽灯照明电路	53
二、日光灯照明电路	54
第五节 涡流与趋肤效应	56
一、涡流及其利弊	56
二、趋肤效应及其利弊	56
第六节 安全用电常识	57
一、触电	57
二、安全用电措施	57
三、其它安全用电常识	59
实验 白炽灯电路及日光灯电路的连接	60
<b>第四章 三相异步电动机和变压器</b>	<b>62</b>
第一节 三相鼠笼式异步电动机	62
一、基本构造	62
二、工作原理	62
第二节 变压器	67
一、变压器的用途与种类	67
二、变压器的基本构造	68
三、变压器的工作原理	69
四、变压器的损耗与效率	71
五、变压器铭牌	71
<b>第五章 晶体二极管及整流电路</b>	<b>73</b>
第一节 半导体基本知识	73
一、本征半导体	73
二、掺杂半导体	74
三、PN结及其单向导电性	74
第二节 晶体二极管	76
一、晶体二极管的结构及分类	76
二、晶体二极管的伏安特性	77
三、晶体二极管的主要参数	78
四、晶体二极管的简单测试	78
第三节 整流电路	79
一、单相半波整流电路	79
二、单相桥式整流电路	80
第四节 滤波电路	82
一、电容滤波电路	82
二、电感滤波电路	83
三、复式滤波电路	83



第五节 稳压管及稳压电路 .....	84
一、硅稳压管 .....	84
二、硅稳压管稳压电路 .....	85
第六章 晶体三极管及放大电路 .....	87
第一节 晶体三极管 .....	87
一、晶体三极管的结构和类型 .....	87
二、晶体三极管的电流分配和放大作用 .....	87
三、晶体三极管的特性曲线 .....	90
四、主要参数 .....	91
五、晶体三极管的简易判别 .....	91
第二节 交流信号放大电路 .....	92
一、单级低频小信号放大电路 .....	92
二、放大电路的直流分析 .....	93
三、放大器的交流分析 .....	95
第三节 静态工作点的选择与稳定 .....	99
一、静态工作点的选择 .....	99
二、稳定静点的偏置电路 .....	100
第四节 多级放大器的耦合方式 .....	102
一、阻容耦合放大器 .....	103
二、直接耦合放大电路 .....	103
三、变压器耦合放大电路 .....	103
第五节 功率放大电路 .....	105
一、单管甲类功率放大器 .....	105
二、乙类推挽功率放大器 .....	107
三、甲乙类推挽功率放大器 .....	108
第六节 直流放大电路 .....	109
一、直流放大器的两个特殊问题 .....	109
二、常用的耦合方式 .....	110
三、差动放大器 .....	110
第七节 反馈电路 .....	112
一、反馈的分类 .....	113
二、负反馈对放大电路性能的影响 .....	113
三、反馈的判断 .....	113
第八节 振荡电路 .....	115
一、振荡的基本知识 .....	115
二、LC 振荡器 .....	116
三、RC 振荡器 .....	118
第九节 场效应晶体管与光电晶体管 .....	119
一、场效应管 .....	119
二、光电晶体管 .....	120

实验一  晶体三极管的简易测试	122
实验二  单管低频放大器的波形测试及分析	123
<b>第七章  晶闸管整流电路</b>	<b>126</b>
第一节  晶闸管	126
一、工作原理	126
二、晶闸管的伏安特性	127
三、晶闸管的参数	128
四、晶闸管的型号	128
第二节  可控整流电路	129
一、单相半波可控整流电路	129
二、单相半控桥式整流电路	131
三、晶闸管的保护	132
第三节  单结晶体管触发电路	133
一、单结晶体管的结构与符号	133
二、单结晶体管的伏安特性	134
三、单结晶体管振荡电路	135
四、单结晶体管触发电路	135
第四节  典型晶闸管充电机电路	136
一、电路分析	137
二、充电机的使用	137
<b>第八章  脉冲数字电路</b>	<b>139</b>
第一节  脉冲信号和晶体管开关特性	139
一、脉冲电路与数字电路	139
二、脉冲信号的波形与参数	139
三、二极管的开关特性	140
四、限幅器和箝位器	141
五、三极管的开关特性	142
六、反相器	143
第二节  基本逻辑门电路	144
一、与门	144
二、或门	145
三、非门	146
四、复合逻辑门	147
第三节  集成逻辑门电路	148
一、TTL 与非门电路	148
二、三态门(TSL 门)	149
第四节  触发器	150
一、基本 RS 触发器	151
二、可控触发器	152
三、D 触发器	153

四、T 触发器 .....	154
五、JK 触发器 .....	156
第五节 基本数字部件 .....	157
一、编码器 .....	157
二、译码器 .....	159
三、计数器 .....	162
四、寄存器 .....	165
五、数字——模拟(D/A)转换器 .....	166
六、模拟——数字(A/D)转换器 .....	167
第六节 集成电路简介 .....	169
一、概述 .....	169
二、集成运算放大器 .....	170
三、集成逻辑门 .....	171
四、JK 触发器 .....	171
五、十进制计数器 .....	173
六、大规模集成电路 .....	174
实验 门电路的功能测试 .....	174
参考书目 .....	177

# 绪 论

汽车是现代社会非常重要的交通和运输工具,随着社会的不断发展,人们对汽车的舒适性、安全性、使用方便和防止污染等诸方面的要求也越来越高。为了满足人们的需要,在现代汽车上除了传统装用的照明灯具、信号灯具、起动机、发电机等传统电气设备以外,还将推广和普及电子控制的汽油喷射系统、防抱死系统、自动变速系统等电子设备。汽车维修电工,必须首先学习电工和电子技术基础知识,才能学习和掌握汽车上的电气设备和电子设备。《电工与电子技术基础》是《电工学》、《电子学(技术)》和《汽车电气设备》这三门专业课的基础教材。

## 一、电能的应用及电气化的重要性

电是现代化生产的基础,有着极其广泛的应用范围。电能以高效率、低污染、好控制、易输送等优点,已经成为现代工业、农业、国防、交通及科研等各部门的主要动力源。如在工农业生产中普遍使用的电灯照明、电动机,生活中常用的洗衣机、电冰箱、电视机等越来越多的电器设施都离不开电源。现代社会,是伟大的电力时代,电气化程度已成为衡量一个国家、一个地区是否发达、是否进入“小康”的主要标志之一。

## 二、电子工业发展概况

电子技术是 19 世纪末期从物理学中脱胎出来的一门新兴学科,现在已经深入人们工作和生活的各个方面。电子技术的发展过程,大致分为四个阶段。第一阶段大约从 20 世纪初期到 50 年代,主要是生产制造电子管产品。如用于检波和放大的真空三极管,用于雷达和超高频通信中的速调管、磁控管和行波管等,它们都属于第一代电子产品。第二阶段从 50 年代初期生产第二代电子产品——晶体管开始,主要有晶体二极管、三极管、场效应管等元件。第三阶段从 60 年代中期制造出第三代电子产品——中、小规模集成电路开始。第四阶段从 70 年代中期,制造出大规模和超大规模集成电路开始。现在的集成电路,已经不仅仅是几条电路或几个基本单元,而是一个功能齐全的数字系统。

电子技术的应用,主要在以下三个领域。

### 1. 通信

在广播、电视、电话、因特网等信息领域中,用来发送、传播、接收、放大各种信号和波形,使传播范围扩大,速度提高。目前,电子技术在此领域正迅猛发展。

### 2. 医学

电子技术在医学领域的应用主要是无损检测,像超声波扫描(B超),电子计算机断层扫描(CT),核磁共振(MRT)等检测技术,可以迅速、准确的查出人体内有无病变。现在,电子技术也用于临床治疗,如“ $\gamma$ ”刀等,可对病变进行无刀口切除。

### 3. 控制

控制主要是指工业生产过程中的自动控制、远距离遥控、电子测量及对各种信号进行放大、变换、处理等诸方面的问题。

需要指出的是:电子技术在各个领域中的应用不是各自独立的,而是相辅相成的。电子计算机功能的迅速扩大,使它成为电子技术在各领域中的核心和桥梁。从某种意义上说,电子时代就是计算机时代。

我国对电子技术的研究在“文革”以前是处于世界领先地位的,是最早提炼出单晶硅的国家。可是由于“文革”的冲击,使我国的研究中断,而这个时期正是国际上电子技术高速发展阶段,因而造成我国现在电子技术的落后。“文化大革命”结束以后,在改革开放政策的指导下,以北京大学、清华大学等高校为龙头,建立了如中关村、上地等高科技产业开发区,使我国与美国、日本等电子技术先进国家的差距逐步缩短。

### 三、课程的性质、任务和学习方法

电工与电子基础是电工学、电子技术和汽车电气设备三门课程的基础,因而应讲述其基本理论和基础知识,为今后学习专业课程奠定基础。

本教材由两部分组成。前四章为第一部分,主要讲述电工基础知识,它包括直流电路、电与电磁的基本物理量、基本定律及磁场方向的判定等内容;还讲述交流电的产生、电路连接和一些电气设备的构造与工作原理。后四章为第二部分,主要讲述晶体二极管、三极管、晶闸管的构造、特性、主要参数以及由它们构成的基本电路;还讲述脉冲数字电路中门电路、触发器等数字部件的构造、原理和工作情况。

有些基本电路的结构虽然简单,但其变化却是非常复杂,少许改变它们的工作条件,其工作特性将出现很大的变化。要彻底剖析这些变化的原因,需要较深的数学、物理等多方面的知识。因此,在讲述中,一般只叙述它们变化的现象及相关条件,不作过细的定量分析。

为学好本门课程,应该做到:全面理解各主要物理量的定义、符号、单位及基本公式;掌握各定律的内容、成立条件及适用范围;掌握各基本电路的构成、各元件的功用、工作状态、工作条件及变化特点,并逐步学会通过分析电路结构,掌握其工作原理的基本方法。在学习中,应重视实验,多做习题,以巩固和拓宽自己所学的知识;还要理论联系实际,逐步学会分析和解决实际问题的能力。

# 第一章 直流电路

[内容提要] 本章主要阐述直流电路中的一些基本物理量(电流、电压、电位、电动势、电功、电功率与电容量等)、电路的基本规律(欧姆定律、基尔霍夫定律等)和复杂电路的一般解法。电路的基本物理量和基本规律是分析计算电路的基础。

## 第一节 电路及其基本物理量

### 一、电路

电路是指电流通过的路径。电路由电源、负载、连接导线和控制装置四个基本部分组成。图 1-1a)为汽车照明电路,其电源为蓄电池,负载为灯泡。

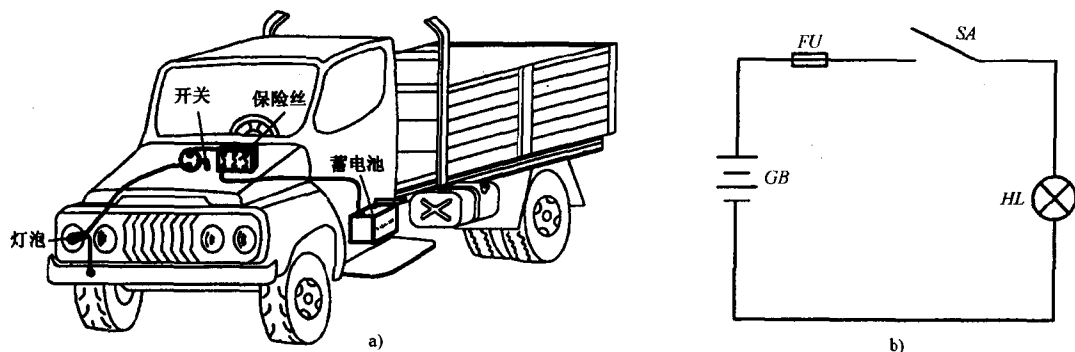


图 1-1 汽车照明电路

电路分内电路和外电路,电源内部的电路称为内电路,电源以外的电路称为外电路。

用特定的符号代表元件连接起来的图形叫电路图,如图 1-1b)就是图 a)的电路图。电路图中常用的图形符号见表 1-1。

电源是供给电能的装置,它把其它形式的能量转换为电能。例如:铅蓄电池把化学能转换为电能,发电机把机械能转换为电能。

负载又叫用电器,它是取用电能的装置,它把电能转换为其它形式的能量。例如:汽车起动机把电能转换为机械能,电灯把电能转换为光能和热能,电喇叭把电能转换为声能。

连接导线在电路中起着传输电能的作用,常用的导线有铜线和铝线等。汽车的车身与车架都是金属机件,可以作为各种电器设备的公用导线,在图 1-1 中,蓄电池的电流就是经车身或车架流回负极的,这种连接方式俗称搭铁。

控制装置用来控制电路的通断并保护电源与负载不受损坏。例如:开关、熔断器等。

### 二、电路的基本物理量

#### 1. 电流

电荷的定向移动即形成电流。例如：在金属导体中，电流是电子在电场力的作用下定向移动形成的；在某些液体或气体中，电流则是正、负离子在电场力作用下定向移动形成的。

电路图中常用的图形符号

表 1-1

图形符号	文字符号	名称	图形符号	文字符号	名称	图形符号	文字符号	名称
	S 或 SA	开关		R	电阻			接机壳
	GB	电池		RP	电位器			接地
	G	发电机		C	电容器			端子
	L	线圈		PA	电流表			连接导线 不连接导线
	L	铁心线圈		PV	电压表		FU	熔断器
	L	抽头线圈		V	二极管		HL	照明灯 指示灯

电流可分为直流电流和交流电流两大类。凡大小和方向不随时间变化的电流称为直流电流(记作 DC)；凡大小和方向随时间变化的电流称为交流电流(记作 AC)。

电流的强弱用电流强度来表示。其定义为：单位时间内通过导体横截面的电量称为电流强度(简称电流)，用字母  $I$  表示。若在  $t$  秒钟内通过导体横截面的电量是  $Q$  [单位为库仑(C)]，那么电流的计算公式为：

$$I = \frac{Q}{t}$$

在国际单位制中，电流的单位是安培(A)。常用的电流强度单位还有毫安(mA)、微安( $\mu\text{A}$ )。

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

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

习惯上规定，正电荷运动的方向为电流的方向。在金属导体中电流的方向与自由电子运动的方向相反；在电解液中电流的方向与正离子运动的方向相同，与负离子运动的方向相反。

实际电路中的电流大小可以用电流表来测量。测量时必须把电流表串联在被测电路中，并使电流从表的正极流入，负极流出，如图 1-2 所示。

## 2. 电压与电位

电压是衡量电场做功本领大小的物理量。电场力把正电荷从 A 点移到 B 点所做的功  $W_{AB}$  与被移动电量  $Q$  的比值称为 A、B 两点间的电压，用  $U_{AB}$  表示。其数学式为

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$

电压的单位是伏特(V)，常用的还有千伏(kV)和毫伏(mV)。

$$1\text{kV} = 10^3\text{V}$$

$$1\text{mV} = 10^{-3}\text{V}$$

电压的方向规定为从正极指向负极。负载中电压的方向与电流方向一致。

直流电路中电压的大小,可以用直流电压表测量。使用直流电压表时,应把它并联在被测电路的两端,且电压表的正极接电源的正极端,电压表的负极接电源的负极端,如图 1-3 所示。

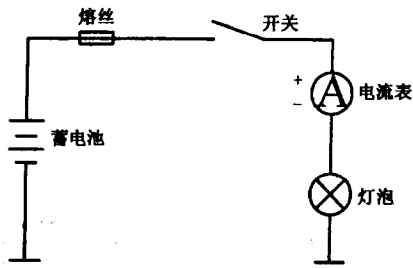


图 1-2 测量电流

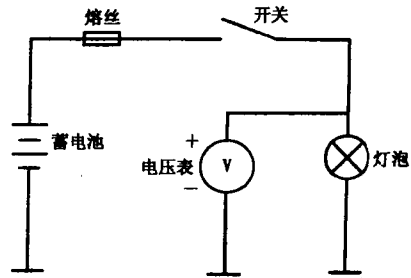


图 1-3 测量电压

在分析电路时,有时需研究电路中各点电位的高低。为了求出电路中各点的电位值,必须在电路中选择—个参考点,参考点的电位规定为零。在实际电路中常以机壳或大地作为公共参考点,即以机壳或大地作为零电位。零电位的符号用 $\perp$ 或 $\lrcorner$ 表示。

规定:电路中某点与参考点之间的电压就称为该点的电位,用  $U_A$  表示。

电位的单位与电压的单位相同。

电路中任意两点间的电压就是该两点电位之差。即

$$U_{AB} = U_A - U_B$$

电位是相对量,随参考点的改变而改变。电压是绝对量,与参考点的改变无关。

### 3. 电动势

电动势是衡量电源将非电能转换成电能本领的物理量。其定义是:在电源内部,外力把单位正电荷从电源负极移到电源正极所做的功,称为电源电动势,用  $E$  表示。若外力将电量  $Q$  从负极移到正极做的功是  $W_E$ ,则电动势的数学式为

$$E = \frac{W_E}{Q}$$

电动势的单位是伏特(V)。

电动势的方向规定为在电源内部由负极指向正极。

### 4. 电阻

电荷在导体中运动时,要受到分子和原子的碰撞和摩擦,即对电流呈现阻碍作用。物体对电流的阻碍作用称为该物体的电阻,用  $R$  表示,单位是欧姆( $\Omega$ ),常用的单位还有千欧(k $\Omega$ )和兆欧(M $\Omega$ )。

$$1\text{k}\Omega = 10^3\Omega$$

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

导体的电阻是客观存在的,与电压无关。实验证明,在一定温度下导体的电阻  $R$  与它的长度  $L$  成正比,与它的横截面积  $S$  成反比,且与导体的材料有关。这一规律叫做电阻定律。用数学式表示为

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中: $\rho$ ——导体的电阻率( $\Omega \cdot \text{m}$ )。

$\rho$  值与导体的几何形状无关,而与导体材料的性质和导体所处的条件(如环境温度)有关。在一定温度下对同一种材料  $\rho$  是一个常数,对不同材料  $\rho$  的数值不同。



导体的电阻与温度有关,通常用温度系数反映电阻随温度变化的情况。所谓温度系数是指温度升高1℃时,电阻的增量与原来电阻值的比。常用几种材料的温度系数见表1-2所示。

几种材料的电阻率和电阻温度系数

表 1-2

材料名称	电阻率 $\rho$ ( $\Omega \cdot m$ )	电阻温度系数 $\alpha$ ( $1/^\circ C$ )	材料名称	电阻率 $\rho$ ( $\Omega \cdot m$ )	电阻温度系数 $\alpha$ ( $1/^\circ C$ )
银	$1.6 \times 10^{-8}$	0.0036	铁	$10 \times 10^{-8}$	0.006
铜	$1.7 \times 10^{-8}$	0.004	碳	$35 \times 10^{-8}$	-0.0005
铝	$2.9 \times 10^{-8}$	0.004	锰铜	$44 \times 10^{-8}$	0.000005
钨	$5.3 \times 10^{-8}$	0.0028	康铜	$50 \times 10^{-8}$	0.000005

当  $\alpha > 0$  时,材料的电阻值随温度的升高而增加,这类导体称为正温度系数材料;当  $\alpha < 0$  时,材料的电阻值随温度的升高而下降,这类材料称为负温度系数材料。

用电阻率较大的材料(如碳或镍铬合金等)制成具有一定阻值的实体元件称为电阻器,简称电阻。它在电路中起着稳定或调节电流(电压)的作用。常见电阻器及符号如图1-4所示。

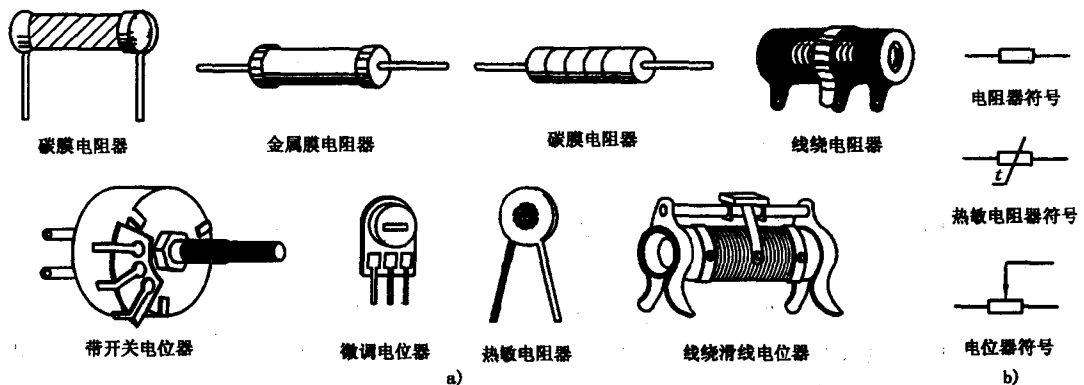


图 1-4 常见电阻器及符号

a)外形;b)符号

在电子工业中,利用半导体的温度系数能显著变化的特性,制造出随温度灵敏变化的热敏电阻。其阻值随着温度的变化而迅速变化。热敏电阻主要由钴、镍的氧化物烧结而成,用于测量温度、流体的流量和进行温度补偿。

## 本节要点

1)电路是由电源、负载、连接导线和控制装置组成的闭合回路,它有内电路和外电路两部分组成。电路图是用元件的代表符号连接而成的图形。

2)电流、电压、电位、电动势和电阻等是电路的最基本物理量,它们用来描述和度量电路。

### [做做看]

用蓄电池作直流电源,测量用电器上的电压和电流。

## 第二节 欧姆定律

### 一、部分电路欧姆定律

部分电路是指不含电源的一段电路,如图1-5所示。德国物理学家欧姆研究指出:通过一