



教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
中等职业学校机械专业教学用书

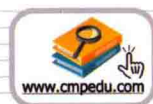
第2版

# 电工与电子 技术基础

DIANGONG YU DIANZI JISHU JICHU

中国机械工业教育协会  
全国职业培训教学工作指导委员会 组编  
机电专业委员会

覃斌 主编



www.cmpedu.com

赠电子课件

机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

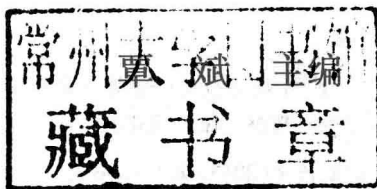


教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
中等职业学校机械专业教学用书

# 电工与电子 技术基础

第2版

中国机械工业教育协会  
全国职业培训教学工作指导委员会 组编  
机电专业委员会



机械工业出版社

本书是为适应中等职业教育教学改革需要而编写的。本书主要内容包  
括：直流电路、磁与电磁、正弦交流电路、工作机械的基本电气控制电  
路、二极管及整流电路、晶体管及放大电路、晶闸管及其应用电路等。

本书可供技工学校、中等职业技术学校机械类专业使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术基础/覃斌主编. —2版. —北京:机械工业出  
版社, 2013.7

教育部职业教育与成人教育司推荐教材. 中等职业学校机械专  
业教学用书

ISBN 978-7-111-43264-7

I. ①电… II. ①覃… III. ①电工技术—中等专业学校—教材  
②电子技术—中等专业学校—教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 156296 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:陈玉芝 责任编辑:陈玉芝 王振国

版式设计:常天培 责任校对:闫玥红

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2013年9月第2版第1次印刷

184mm×260mm·14印张·343千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-43264-7

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
中等职业学校机械专业教学用书  
编审委员会名单

主 任	郝广发				
副 主 任	周学奎	刘亚琴	李俊玲	何阳春	林爱平
	李长江	付 捷	单渭水	王兆山	张仲民
委 员	(按姓氏笔画排序)				
	于 平	王 珂	王 军	王洪琳	付元胜
	付志达	刘大力	刘家保	许炳鑫	孙国庆
	李木杰	李稳贤	李鸿仁	李 涛	何月秋
	杨柳青	杨耀双	杨君伟	张跃英	张敬柱
	林 青	周建惠	赵杰士	郝晶卉	荆宏智
	贾恒旦	黄国雄	董桂桥	曾立星	甄国令
本书主编	覃 斌				
参 编	巫时云	周素英	杨杰忠		

# 前 言

由中国机械工业教育协会、全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组编的“中等职业学校机械专业和电气维修专业教学用书”（共22种）自2003年出版以来，已多次重印，受到了教师和学生的广泛好评，并且有17种被教育部评为“教育部职业教育与成人教育司推荐教材”。

随着技术的进步和职业教育的发展，本套教材中涉及的一些技术规范、标准已经过时，同时，近年来各学校普遍进行了教学和课程的改革，使教学内容也有了一定的更新和调整。为了更好地服务教学，我们对本套教材进行了修订。

本次修订，充分继承了第1版教材的精华，在内容、编写模式上做了较多的更新和调整，配套资源更加丰富。第2版教材具有以下特点：

(1) 内容新而全 本套教材在修订过程中，主要是更新陈旧的技术规范、标准、工艺等，做到知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新，并根据教学需要，删除过时和不符合目前授课要求的内容，精简繁杂的理论，适当增加、更新相关图表和习题，重在使学生掌握必需的专业知识和技能。

(2) 编写模式灵活 为了适应教学改革的需要，部分专业课教材采用任务驱动模式编写。

(3) 配套资源丰富 本套教材全部配有电子课件，部分教材配有习题集或课后习题。

本套教材的编写工作得到了各相关学校领导的重视和支持，参加教材编审的人员均为各校的教学骨干，使本套教材的修订工作能够按计划有序地进行，并为编好教材提供了良好的保证，在此对各个学校的支持表示感谢。

本书由覃斌主编，巫时云、周素英、杨杰忠参加编写。

尽管我们不遗余力，但书中仍难免存在不足之处，敬请读者批评指正。我们真诚地希望您携手，共同打造职业教育教材的精品。

中国机械工业教育协会  
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会

# 目 录

## 前言

## 绪论

<b>第一章 直流电路</b> .....	2
第一节 电路及基本物理量 .....	2
第二节 欧姆定律及其应用 .....	10
第三节 电阻的串联、并联及其应用 .....	13
第四节 电功与电功率 .....	17
第五节 基尔霍夫定律 .....	19
<b>第二章 磁与电磁</b> .....	28
第一节 电流的磁场 .....	28
第二节 磁场对电流的作用 .....	31
第三节 磁导率及铁磁材料 .....	33
第四节 电磁感应 .....	35
<b>第三章 正弦交流电路</b> .....	45
第一节 交流电的基本概念 .....	45
第二节 正弦交流电的三种表示法 .....	50
第三节 单相交流电路 .....	53
第四节 三相交流电路 .....	64
第五节 涡流与趋肤效应 .....	71
第六节 变压器 .....	73
第七节 居室照明电路 .....	76
第八节 安全用电 .....	81
<b>第四章 工作机械的基本电气控制电路</b> .....	92
第一节 三相笼型异步电动机 .....	92
第二节 常用低压电器 .....	98
第三节 电气控制原理图的有关知识 .....	107
第四节 三相笼型异步电动机的直接起动控制电路 .....	108
第五节 三相笼型异步电动机的正反转控制电路 .....	110
第六节 三相笼型异步电动机的制动控制电路 .....	113
<b>第五章 二极管及整流电路</b> .....	119
第一节 半导体基础知识 .....	119
第二节 二极管 .....	121
第三节 单相整流电路 .....	127
第四节 滤波电路 .....	131
第五节 硅稳压二极管及其稳压电路 .....	134
第六节 集成稳压器 .....	135
<b>第六章 晶体管及放大电路</b> .....	147



第一节	晶体管 .....	147
第二节	基本放大电路 .....	157
第三节	放大电路分析 .....	162
第四节	其他电路分析 .....	171
第五节	集成运算放大器 .....	176
<b>第七章</b>	<b>晶闸管及其应用电路 .....</b>	<b>190</b>
第一节	晶闸管 .....	190
第二节	晶闸管可控整流电路 .....	195
第三节	晶闸管触发电路 .....	198
<b>附录</b>	<b>.....</b>	<b>207</b>
附录 A	常用物理量及其计量单位 .....	207
附录 B	半导体分立器件型号命名方法 .....	208
附录 C	国外半导体器件型号命名方法 .....	208
附录 D	常用半导体二极管的主要参数 .....	210
附录 E	常用半导体晶体管的主要参数 .....	211
附录 F	硅整流管的主要参数 .....	211
附录 G	半导体集成电路型号命名方法 .....	212
附录 H	集成运放典型产品的主要技术指标 .....	213
附录 I	部分 KP 型晶闸管主要参数 .....	214
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>215</b>

# 绪 论

## 一、学习本课程的目的

通过本课程的学习,使学生获得电工及电子技术方面必要的理论知识,为学习专业技术打下良好的基础。

## 二、本课程的内容

本课程主要由以下七大部分组成。

(1) 直流电路 主要介绍直流电路的组成,电路中的几个物理量的表示方法,以及复杂的直流电路的计算方法。

(2) 磁与电磁 主要介绍电磁产生的原理,电磁感应定律及在工业上的应用。

(3) 正弦交流电路 主要介绍正弦交流电的产生及表示方法,单相交流电路组成及电流、电压、功率关系。照明电路中常见电路的安装和安全用电等相关知识。

(4) 工作机械的基本电气控制电路 主要介绍三相异步电动机的工作原理,常用低压电器结构及工作过程,典型控制电路的组成和工作原理。

(5) 二极管及整流电路 主要介绍二极管的结构、工作原理、特性和主要参数,以及整流电路、滤波电路、稳压电路的工作原理。

(6) 晶体管及放大电路 主要介绍晶体管的结构、工作原理、特性和主要参数,通过对基本典型电路的组成、工作原理及分析方法的论述,为进一步学习其他电子电路和相关专业技术奠定基础。

(7) 晶闸管及其应用电路 主要介绍晶闸管的结构、工作原理、特性和主要参数,以及整流电路、触发电路的工作原理。

## 三、本课程的特点及学习方法

本课程虽然是理论基础课,但它具有很强的实践性,学习时一定要从实践出发,对基本概念、基本元器件及典型电路工作原理务必搞清楚。

要重视实验课,在实验中多提问题、多动手、多思考,激发学习兴趣,培养动手和创新能力,加深对理论知识的理解。



# 第一章

## 直流电路

### 知识目标

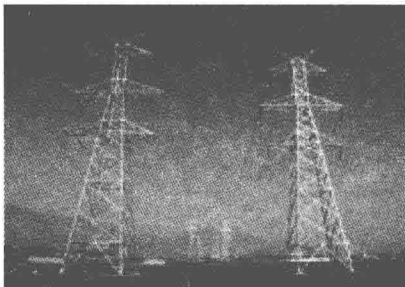
1. 了解电路的组成及其基本物理量的意义、单位和符号。
2. 掌握电压、电流的概念及其正方向的规定原则。
3. 掌握欧姆定律及简单电路的分析。
4. 掌握电阻的串、并联等效变换的特点及应用。
5. 掌握电能与电功率的计算方法。
6. 掌握基尔霍夫定律及其在支路电流法中的应用。
7. 掌握电压、电流、电阻元件的测量方法及其识别方法。

### 技能目标

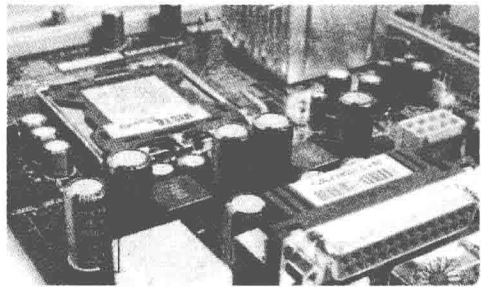
1. 学会用万用表测量电压、电流和电阻元件。
2. 根据电路图会正确接线。
3. 能应用电路定律对简单电路和典型复杂电路进行分析计算。
4. 能根据负载的额定值作电路的正确连接。

### 第一节 电路及基本物理量

电路是电流的通路，是为了某种需要由电工设备或电路元器件按一定方式组合而成。实际电路有交流电路和直流电路，而且它有大有小、有简单也有复杂，大到全国范围的电力供电网，小到一块 IC 电话卡上的集成电路；复杂到全球计算机网络的控制，简单到手电筒的电路。其作用是：首先，实现电能的传输、分配与转换；其次，实现信号的传递与处理。图 1-1 所示为电力供电网和计算机主板。



a)



b)

图 1-1 应用电路

a) 电力供电网 b) 计算机主板

本章从简单电路开始，重点介绍电路的基本概念、基本定律和基本的分析方法。

## 一、电路及电路图

### 1. 组成

电流经过的路径称为**电路**。最基本的电路由电源、负载、开关和连接导线组成，如图 1-2 所示。电路各部分的名称及作用见表 1-1。

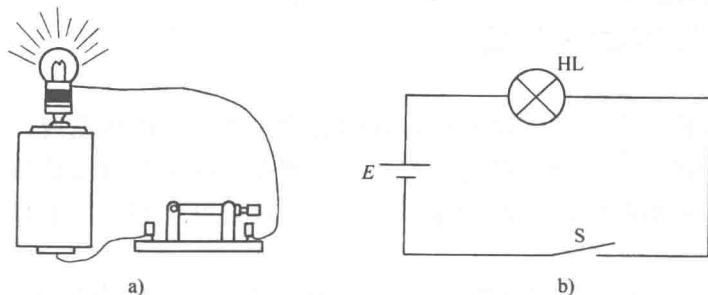


图 1-2 电路和电路图

a) 实物接线图 b) 电路图

表 1-1 电路各部分的名称及作用

名称	作用	实例	实例图
电源	将其他形式的能量转换为电能的装置	如发电机、干电池、蓄电池等	
负载	将电能转换成其他形式的能	如电灯、电扇、电动机等	
开关	用于控制电路的接通或断开	如电键开关、刀开关、低压断路器	
连接导线	将电源和负载连接起来，担负着电能的传输和分配	如各种规格的铜线、铝线等	

### 2. 工作原理

图 1-2a 所示为由干电池、小电珠、开关和连接导线构成的一个简单直流电路。当开关闭合时，电路接通(通路)，干电池向外输出电流，电路中有电流流过，小电珠就发光。开关断开时，电路中没有电流过，小电珠不亮。



电路分为内电路和外电路。电源内部的电路称为内电路，电源以外的电路称为外电路。实际中电气设备安装和维修是依据电路原理图进行的，很少使用实物接线图，可将图 1-2a 所示实物接线图画成图 1-2b 所示电路原理图。电路原理图简称电路图。

**【想一想】**

电热、照明电路上安装的熔断器，其作用是什么？

**二、电路中几个基本物理量**

**1. 电流**

电路中，带电粒子在电源作用下做有规则的定向移动而形成电流。金属导体中的自由电子，电解液中的正、负离子都是带电粒子，因此，电流既可以是负电荷，也可以是正电荷，或者两者兼有的定向运动的结果。因此，自由电子和负离子移动方向跟电流方向相反。

不同的用电器通过的电流大小是不一样的，电流是单位时间内通过导体横截面的电荷量，用字母  $I$  表示。如果在  $t$  秒内流经导体横截面的电荷量为  $Q$ ，则电流的定义为

$$I = \frac{Q}{t} \tag{1-1}$$

式中  $I$ ——电流，单位是安[培](A)；

$Q$ ——在  $t$  秒内通过导体截面的电荷量，单位是库[仑](C)；

$t$ ——时间，单位是秒(s)。

如果在 1s 内通过导体横截面的电荷量为 1C，则导体中的电流就是 1A。实际中，除安培外，常用的电流单位还有千安(kA)、毫安(mA)和微安( $\mu$ A)。它们之间的换算关系如下：

$$1\text{kA} = 10^3\text{A}$$

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

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

电流不仅有大小，而且有方向。习惯上规定以正电荷移动的方向为电流的方向。

在分析电路时，常常要知道电流的方向，但有时对某段电路中电流的方向往往难以判断，此时可先任意假定电流的参考方向(也称为正方向)，然后列方程求解。当求出的电流为正值时，就认为电流的实际方向与参考方向一致，如图 1-3a 所示；反之，解出的电流为负值时，就认为电流的实际方向与参考方向相反，如图 1-3b 所示。

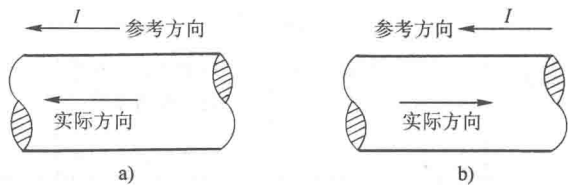


图 1-3 电流的正负规定

a)  $I > 0$  b)  $I < 0$

**2. 电流密度**

在实际工作中，有时需要选择导线的粗细(横截面积)，这就涉及电流密度这一概念。所谓电流密度是指当电流在导体的横截面上均匀分布时，该电流的大小与导体横截面积的比值。电流密度可用字母  $J$  表示，其数学表达式为

$$J = \frac{I}{S} \tag{1-2}$$

式中  $J$ ——电流密度, 单位是安培/平方毫米( $A/mm^2$ );

$I$ ——电流, 单位是安(A);

$S$ ——导体横截面积, 单位是平方毫米( $mm^2$ )。

选择合适的导体横截面积就是使导体的电流密度在允许的范围内, 保证用电量和用电安全。导体允许的电流密度随导体的横截面积的不同而不同。例如,  $1mm^2$ 及 $2.5mm^2$ 铜导线的 $J$ 取 $6A/mm^2$ , 而 $120mm^2$ 铜导线的 $J$ 取 $2.3/mm^2$ 。当导线中通过的电流超过允许值时, 导体将过热, 甚至着火发生事故。

### 【想一想】

相同横截面积的铜导线和铝导线, 它们的电流密度一样吗?

### 3. 电压

电压又称为**电位差**, 是衡量电场力做功本领大小的物理量。如图1-4所示, 在电场中若电场力将单位正电荷 $Q$ 从A点移动到B点, 所做的功为 $W_{AB}$ , 则功 $W_{AB}$ 与电荷 $Q$ 的比值就称为该两点之间的电压, 用带双下标的符号 $U_{AB}$ 表示, 其数学表达式为

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q} \quad (1-3)$$

式中  $W_{AB}$ ——电场力所做的功, 单位是焦[耳](J);

$Q$ ——被移动电荷的电荷量, 单位是库[仑](C);

$U_{AB}$ ——A点与B点间的电压差(电位差), 单位是伏[特](V)。

实际中, 除伏[特]外, 电工常用的电压单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)和微伏( $\mu V$ )。它们之间的换算关系如下:

$$1kV = 10^3 V$$

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

$$1\mu V = 10^{-3} mV = 10^{-6} V$$

电压和电流一样, 不仅有大小, 而且有方向, 即有正负。对于负载来说, 规定电流流进端为电压的正端, 电流流出端为电压的负端。电压的方向由正指向负。

电压的方向在电路图中有两种表示方法, 一种是用箭头, 如图1-5a所示; 另一种用极性符号表示, 如图1-5b所示。

在分析电路时, 往往难以确定电压的实际方向, 此时可先任意假设电压的参考方向, 再根据计算所得值的正、负来确定电压的实际方向。

对于电阻负载来说, 没有电流就没有电压, 有电压就一定有电流, 电阻两端的电压被称为**电压降**。

### 4. 电位

实际中, 人们为了分析和维修电路方便, 通常需要选定某一点作为参考点, 这样电路中某点与参考点之间的电压就称为该点的**电位**。参考点的电位通常规定为零, 所以又叫做**零电位点**。电位的文字符号用带单下标的字母 $V$ 表示, 如 $V_A$ , 即表示A点的电位。电位的单位

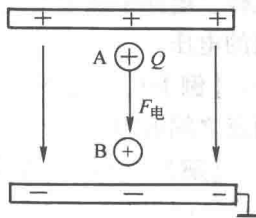


图1-4 电场力做功

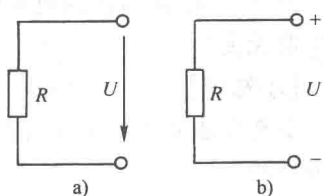


图1-5 电压的方向

a) 用箭头表示 b) 用极性符号表示



也是伏(V)。

零电位点可以任意选定,但为了统一,一般选大地为参考点,即视大地电位为零电位。在电子仪器和设备中常把金属外壳或电路的公共接点的电位作为零电位。零电位的符号有两种,图 1-6a 表示接地,图 1-6b 表示接公共点或接机壳。

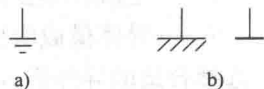


图 1-6 接地与接公共点  
a) 接地 b) 接公共点或接机壳

电位有正电位和负电位之分,当某点的电位大于零时,表示该电位高于参考点电位,称为正电位;当某点电位小于零时,表示该点电位低于参考点电位,称为负电位。

电路中零电位点规定之后,电路中任何一点与零电位点之间的电压,就是该点的电位。这样,电路中各点的电位就有了确定的数值。当各点电位已知后,就能求出任意两点(A,B)间的电压。

**【例 1-1】** 在图 1-7 所示电路中,分别以 A、B 为参考点计算 C 和 D 点的电位及 C 和 D 两点之间的电压。

**【解】** (1) 以 A 为参考点

$$I = \frac{10 + 5}{3 + 2} \text{A} = 3 \text{A}$$

$$V_C = 3 \times 3 \text{V} = 9 \text{V}$$

$$V_D = -3 \times 2 \text{V} = -6 \text{V}$$

$$U_{CD} = V_C - V_D = 15 \text{V}$$

(2) 以 B 为参考点

$$V_C = 10 \text{V} \quad V_D = -5 \text{V}$$

$$U_{CD} = V_C - V_D = 15 \text{V}$$

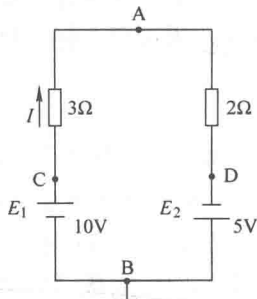


图 1-7

结论:

- 1) 电位值是相对的,参考点选取的不同,电路中各点的电位也将随之改变。
- 2) 电路中两点间的电压值是固定的,不会因参考点的不同而改变,即与零电位参考点的选取无关。

**【小知识】**

小鸟站在高压线上没有危险,是因为它可以站在一条导线上,两脚之间无电位差,所以是安全的。

### 5. 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。电动势的定义为:在电源内部外力将单位正电荷从电源的负极移到电源的正极所做的功,如图 1-8 所示。电动势用符号  $E$  表示,其数学表达式为

$$E = \frac{W}{Q} \quad (1-4)$$

式中  $W$ ——外力对电荷所做的功,单位是焦[耳](J);

$Q$ ——外力移动的电荷量,单位是库[仑](C);

$E$ ——电源的电动势,单位是伏[特](V)。

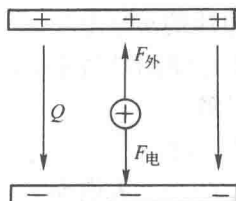


图 1-8 外力克服电场力做功

$W/Q$  为一定值, 与外电路无关。例如干电池的电动势为  $1.5\text{V}$ 。

电动势的方向规定是: 在电源内部由负极指向正极。图 1-9 表示直流电动势的图形符号和方向。

对于一个电源来说, 既有电动势, 又有端电压。电动势只存在于电源内部; 而端电压则是电源加在外电路两端的电压, 其方向由正极指向负极。一般情况下, 电源的端电压总是低于电源内部的电动势, 只有当电源开路时, 电源的端电压才与电源的电动势相等。

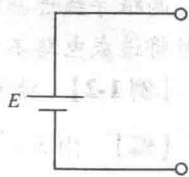


图 1-9 直流电动势的图形符号

## 6. 电阻

导体对电流的阻碍作用称为电阻, 用符号  $R$  表示。其基本单位为欧姆, 简称欧, 用符号  $\Omega$  表示。除欧姆外, 常用的电阻单位还有千欧 ( $\text{k}\Omega$ )、兆欧 ( $\text{M}\Omega$ ), 它们之间的换算关系如下:

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

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

导体的电阻是客观存在的, 即使没有外加电压, 导体仍然有电阻。在一定温度下, 一段均匀导体的电阻与导体的长度成正比, 与导体的横截面积成反比, 还与组成导体材料的性质有关。用公式表示为

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-5)$$

式中  $L$ ——导体长度, 单位是米 ( $\text{m}$ );

$S$ ——导体的横截面积, 单位是平方米 ( $\text{m}^2$ );

$\rho$ ——导体的电阻率, 单位是欧米 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )。

表 1-2 列出了几种材料在  $20^\circ\text{C}$  时的电阻率及主要用途。

由表 1-2 可知, 纯金属的电阻率很小, 绝缘体的电阻率很大。银是最好的导体, 但因价格昂贵, 一般很少使用, 目前电器设备中常用导电性能良好的铜、铝做导线。

表 1-2 几种材料在  $20^\circ\text{C}$  时的电阻率及主要用途

材料		电阻率/ $\Omega \cdot \text{m}$	主要用途
纯金属	银	$1.6 \times 10^{-8}$	导线镀银
	铜	$1.7 \times 10^{-8}$	各种导线
	铝	$2.9 \times 10^{-8}$	各种导线
	钨	$5.3 \times 10^{-8}$	白炽灯灯丝、电器触头
	铁	$1.0 \times 10^{-7}$	电工材料
合金	锰铜(85%铜、12%锰、3%镍)	$4.4 \times 10^{-7}$	标准电阻、滑线电阻
	康铜(54%铜、46%镍)	$5.0 \times 10^{-7}$	标准电阻、滑线电阻
	铝铬铁电阻丝	$1.2 \times 10^{-6}$	电炉丝
半导体	硒、锗、硅等	$10^{-4} \sim 10^7$	制造各种晶体管、晶闸管
绝缘体	赛璐珞	$10^8$	电器绝缘
	电木、塑料	$10^{10} \sim 10^{14}$	电器外壳、绝缘支架
	橡胶	$10^{13} \sim 10^{16}$	绝缘手套、鞋、垫



**【小知识】**

两根导线连接时，如果接触面积较小(接触不良)，会造成接头处的接触电阻增大，严重时将造成电路不能正常工作。

**【例1-2】** 绕制  $10\Omega$  的电阻，问需要直径为  $1\text{mm}$  的康铜丝多少？

**【解】** 由  $S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (1 \times 10^{-3})^2}{4} \text{m}^2 = 7.85 \times 10^{-7} \text{m}^2$

查表 1-2 可知， $20^\circ\text{C}$  时康铜的电阻率  $\rho = 5.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$

由  $R = \rho \frac{L}{S}$ ，得


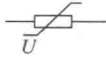

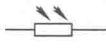

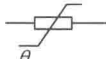
$$L = \frac{RS}{\rho} = \frac{10 \times 7.85 \times 10^{-7}}{5.0 \times 10^{-7}} \text{m} = 15.7 \text{m}$$

利用导体的电阻性能，可制造成具有一定阻值的实体元件(如电阻器)，用它来控制电路中电流的大小、电压的高低。电阻器也叫做电阻，是各种电路经常使用的基本元件之一。常用电阻元件的外形、符号、特点与应用见表 1-3。

表 1-3 常用电阻元件的外形、符号、特点与应用

名称	实物图	图形符号	文字符号	特点与应用
碳膜电阻			R	碳膜电阻稳定性较高，噪声也比较低。一般在无线电通信设备和仪表中做限流、阻尼、分流、分压、降压、负载和匹配等用途
金属膜电阻			R	金属膜和金属氧化膜电阻的用途和碳膜电阻一样，具有噪声低，耐高温，体积小，稳定性和精密度高等特点
实心碳质电阻			R	实心碳质电阻的用途和碳膜电阻一样，具有成本低，阻值范围广，容易制作等特点，但阻值稳定性差，噪声和温度系数大
绕线电阻			RP	绕线电阻有固定和可调式两种。特点是稳定、耐热性能好，噪声小、误差范围小。一般在功率和电流较大的低频交流和直流电路中做降压、分压、负载等用途。额定功率大都在 $1\text{W}$ 以上
电位器			RP	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 绕线电位器的阻值变化范围小，功率较大</li> <li>2) 碳膜电位器稳定性较高，噪声较小</li> <li>3) 推拉式带开关碳膜电位器使用寿命长，调节方便</li> <li>4) 直滑式碳膜电位器节省安装位置，调节方便</li> </ol>

(续)

名称	实物图	图形符号	文字符号	特点与应用
压敏电阻			RV	当加在它上面的电压低于它的阈值时, 流过它的电流极小, 相当于一只关死的阀门, 当电压超过 $U_N$ 时, 流过它的电流激增, 相当于阀门打开。它主要用作过电压保护和吸收浪涌电流
光敏电阻			RL 或 RG	灵敏度高, 反应速度快, 光谱特性及 $r$ 值一致性好, 在高温、多湿的恶劣环境下, 还能保持高度的稳定性和可靠性。广泛应用于光声控开关、路灯自动开关以及各种光控玩具、光控灯饰、灯具等控制领域
热敏电阻			Rt	热敏电阻器正温度系数和负温度系数两种, 阻值随温度变化的曲线呈非线性。主要用于温度补偿、温度测量和在各种电源中吸收浪涌电流作为电路保护元件

**【小知识】**

常用测量仪表如图 1-10 所示。

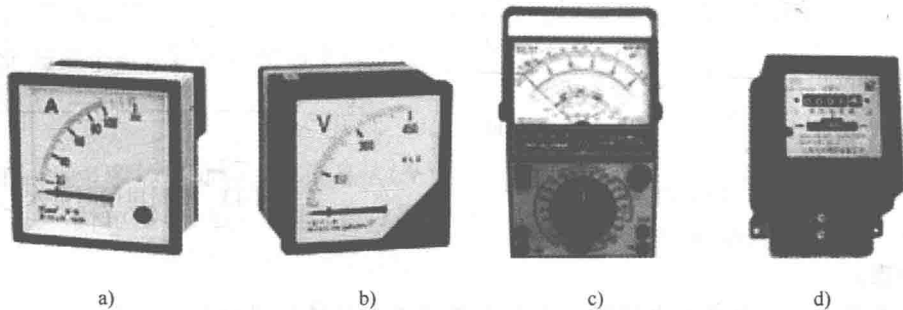


图 1-10 常用测量仪表

a) 电流表 b) 电压表 c) 万用表 d) 电能表

**三、电流、电压、电阻的测量****1. 电流的测量**

电路中电流的大小, 可以用电流表(见图 1-11)直接测量。测量时, 必须注意如下几点:

- 1) 对交、直流电流应分别使用交流电流表和直流电流表。
- 2) 电流表必须与被测电路串联。
- 3) 直流电流表表壳接线柱上标明的“+”、“-”记号, 应和电路的极性相一致, 不能接错, 否则指针要反转, 既影响正常测量, 也容易损坏电流表。
- 4) 使用前应根据被测电流的大小选择适当量程, 在无法估计电流范围时, 应选用较大的量程进行测量, 然后再逐渐减小量程进行测量。

**2. 电压的测量**





电路中任意两点之间的电压大小,可用电压表(伏特表)(见图 1-11)进行测量。测量时应注意如下几点:

- 1) 对交直流电压分别采用交流电压表和直流电压表。
- 2) 电压表必须与被测电路并联。
- 3) 直流电压表表壳接线柱上标明的“+”、“-”记号,应和被测两点的电位相一致,即“+”端接高电位,“-”端接低电位,不能接错,否则指针要反转,并会损坏电压表。

4) 使用前应根据被测电压的大小选择适当量程,在无法估计电压范围时,应选用较大的量程开始测量,然后再逐渐减小量程进行测量。

### 3. 电阻的测量

导体电阻的大小可用欧姆表进行测量如图 1-12 所示。测量时应注意以下几点:

- 1) 断开电路上的电源,如图 1-12a 所示。
- 2) 使被测电阻的一端断开,如图 1-12b 所示。
- 3) 避免把人体的电阻接入,如图 1-13 所示。

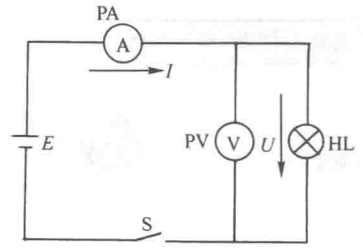


图 1-11 电流和电压的测量

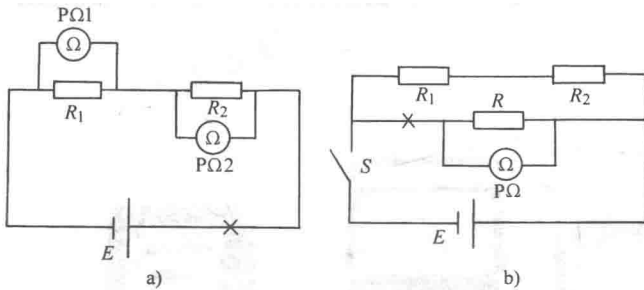


图 1-12 用欧姆表测量电阻

a) 断开电源 b) 断开电阻的一端

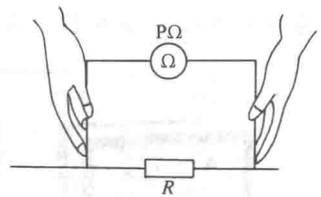


图 1-13 测量电阻时量入了人体电阻

### 【想一想】

- 1) 用万用表测量电压或电流时,为什么不能用手触摸表笔的金属部分?
- 2) 万用表测量完毕后,将转换开关置于什么挡?

## 第二节 欧姆定律及其应用

### 一、部分电路欧姆定律

部分电路欧姆定律的内容是:在不包含电源的电路(见图 1-14)中,导体通过的电流与这段导体两端电压成正比,与导体的电阻成反比,即

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-6)$$

式中  $I$ ——导体中的电流,单位是安(A);

$U$ ——导体两端的电压,单位是伏(V);

$R$ ——导体的电阻,单位是欧( $\Omega$ )。

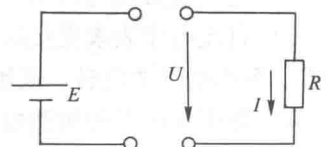


图 1-14 部分电路