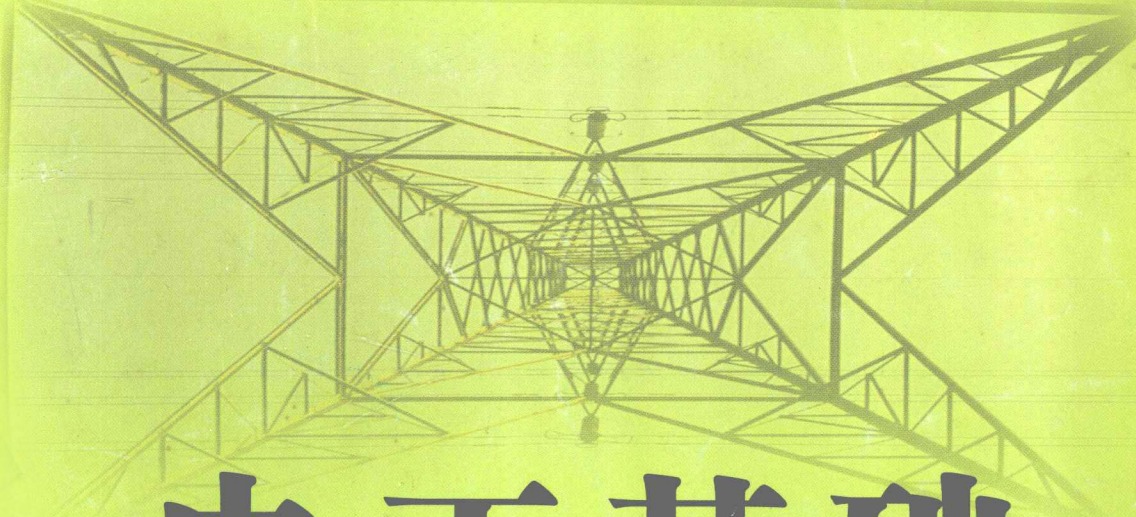


湖南省职业教育与成人教育规划教材



电工基础

DGJC

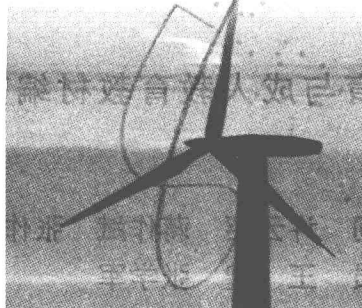
【中等职业教育与五年制高等教育通用】

湖南省职业教育与成人教育教材编审委员会 编审



 湖南科学技术出版社
Hunan science & technology press

湖南省职业教育与成人教育规划教材



电工基础

D G J C

湖南省职业教育与成人教育教材编审委员会 编审

主 编 杨利军

主 审 赵承荻

编写者 杨利军 凌利琴 贺令辉

龙 瑜 熊 异

江苏工业学院图书馆
藏书章



湖 南 科 学 技 术 出 版 社

H u n a n s c i e n c e & t e c h n o l o g y p r e s s

职教教材,版权所有,不得翻印、盗印。
发现盗版举报有奖。(举报电话:0731-4452367 4375827)

湖南省职业教育与成人教育规划教材
中等职业教育与五年制高等职业教育通用

电工基础

编 审:湖南省职业教育与成人教育教材编审委员会
责任编辑:陈澧晖

出版发行:湖南科学技术出版社

社 址:长沙市湘雅路 280 号

<http://www.hnstp.com>

印 刷:长沙科地印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址:长沙市岳麓区桐梓坡 96 号

邮 编:410013

出版日期:2003 年 7 月第 2 版 2003 年 7 月第 2 次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:9.75

书 号:ISBN7-5357-1348-3/TM·13(课)

定 价:10.80 元

(版权所有·翻版必究)

湖南省职业教育与成人教育教材编审委员会

顾	问	许云昭	蒋作斌	张作功
主	任	委	员	王 键
副	主	任	委	员
葛建中	唐国庆			
总	审	葛建中		
副	总	审	彭四龙	贺安溪
总	编	欧阳河		
副	总	编	梁炆松	成力争

内 容 简 介

本书是中职、五年制高职湖南省教育厅规划教材。

主要内容有：电路的基本概念和基本定律、直流电阻电路、电容、电感和互感、正弦交流电路、三相交流电路、非正弦周期信号、瞬态过程、磁路与铁心线圈、安全用电与节约用电、实验实训等。

本书从中职、五年制高职学校和学生的实际情况出发，内容安排由浅入深，突出针对性、应用性。本书可作为中职、五年制高职电类专业电工基础课程教材，也可作为岗位培训教材。

前 言

本书根据2000年8月教育部颁发的中等职业学校电工基础教学大纲,同时参考了有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准,并结合湖南省中等职业教育和五年制高等职业教育教学改革和学生实际情况编写。供全省中等职业教育和五年制高等职业教育电类专业使用,还可作为岗位培训教材。

本教材主要特点有:

1. 采用模块式结构,适用不同学校、不同专业、不同学制的教学需要。教材整体分为必修模块和选修模块。必修模块,其教学要求对于不同学校、不同学制、不同专业基本一致。在此平台上,各校可根据专业需要予以拓宽和加深。从教材的结构来说,分为理论和实验实训两大模块。理论模块又分为理论必修和理论选修模块;实验实训模块也分为必修和选修模块。

2. 以能力为本位,体现职教特色,重视实际应用。理论方面:将理论分析、计算与实际应用结合起来;实验实训方面:减少理论验证,强调实际应用。充分调动学生的学习兴趣,培养学生的基本技能。

3. 以“必须、够用”为度,从学生的实际情况出发,降低理论难度。本教材根据对中等职业学校学生的培养要求和课程教学目标,删去了一些较难的知识点,突出定性分析,减少理论推导和定量计算。如删除“相量法”有关内容,教材各章节不出现复数运算。

4. 在每章前设计学习目标与要求,让学生在学习上有有的放矢。

本教材参考学时数见附表“学时分配建议表”,各校、各专业可根据自己的实际情况指定教学方案。

本套机电类专业课教材是在湖南省教育厅领导下,由湖南省职业教育与成人教育教材编审委员会组织编审的,湖南省教科院职教研究所陈拥贤为责任编审。本书由湖南铁道职业技术学院杨利军同志主编,湖南铁道职业技术学院赵承狄同志主审。具体分工为第5章、第8章、第9章、实验实训5、6、8、9、10、12、13由杨利军同志编写,第1章、第2章及实验实训1、2、3、4由湖南交通职业技术学院凌莉琴同志编写,第3章由湖南生物机电工程职业技术学院龙瑜同志编写,第4章及实验实训7、11由长沙电力学校

贺令辉同志编写,第6章、第7章由湖南铁道职业技术学院熊异同志编写。

学时分配建议表

模 块	内 容	课时分配	
		讲授/实践	习题课
理论必修模块	电路的基本概念和基本定律	8	2
	电路的分析方法	6	2
	电容、电感	6	2
	正弦交流电路	16	2
	三相交流电路	6	2
理论选修模块	互感	2	
	非正弦周期信号	4	
	瞬态过程	4	
	磁路与铁心线圈	4	
	安全用电与节约用电	4	
理论合计		70	
实践必修模块	认识实验	2	
	电阻、电源的电压与电流关系测试	2	
	基尔霍夫定律、叠加定理验证	4	
	戴维南定理的验证	2	
	正弦电路的认识实验	2	
	交流元件电压、电流关系的测试	2	
	日光灯电路的安装与功率因数的提高	4	
	单相交流电源板的制作	4	
	三相负载的星形联结	2	
	三相负载的三角形联结与功率测量	2	
实践选修模块	日光灯电路的故障处理	2	
	交流元件参数的测定	2	
	交流实用调压电路	2	
实践合计		32	
机动		6	
总计		108	

由于编者水平有限,加上编写时间紧,书中错误及不妥之处在所难免,恳请广大教师批评指正。

目 录

第 1 章 电路的基本概念和基本定律	(1)
1.1 电路和电路模型	(1)
1.2 电路的基本物理量	(3)
1.3 欧姆定律	(7)
1.4 电能和电功率	(8)
1.5 电路的状态	(9)
1.6 电压源和电流源	(11)
思考题与习题	(14)
第 2 章 电路的分析方法	(16)
2.1 电路的等效变换	(16)
2.2 基尔霍夫定律	(21)
2.3 支路电流法	(23)
2.4 叠加定理	(23)
2.5 戴维南定理	(24)
思考题与习题	(25)
第 3 章 电容、电感和互感	(27)
3.1 电容元件	(27)
3.2 磁场的基本知识和电磁感应	(32)
3.3 电感元件	(36)
3.4 互感	(38)
思考题与习题	(40)
第 4 章 正弦交流电路	(42)
4.1 概述	(42)
4.2 正弦量的旋转矢量表示法	(48)
4.3 纯电阻正弦交流电路	(51)
4.4 纯电感正弦交流电路	(53)
4.5 纯电容正弦交流电路	(56)
4.6 RLC 串联正弦交流电路	(60)
4.7 并联交流电路	(68)
4.8 功率因数的提高	(72)
思考题与习题	(75)
第 5 章 三相交流电路	(78)
5.1 三相交流电的产生	(78)
5.2 三相电源与负载的连接	(80)
5.3 对称三相电路的计算	(85)
5.4 三相电路的功率	(87)
思考题与习题	(88)
第 6 章 非正弦周期信号	(90)
6.1 非正弦周期信号的概念及产生	(90)
6.2 非正弦周期信号的分解	(92)

6.3 非正弦周期信号的有效值和平均值	(94)
思考题与习题	(95)
* 第7章 瞬态过程	(96)
7.1 瞬态过程和换路定律	(96)
7.2 RC 串联电路的瞬态过程	(98)
7.3 RL 串联电路的瞬态过程	(100)
思考题与习题	(102)
* 第8章 磁路与铁心线圈	(103)
8.1 磁路及磁路基本定律	(103)
8.2 铁磁性物质的磁化	(106)
8.3 交流铁心线圈	(108)
思考题与习题	(110)
* 第9章 安全用电与节约用电	(111)
9.1 触电与急救	(111)
9.2 安全用电知识	(113)
9.3 节约用电知识	(115)
思考题与习题	(116)
实验实训 1 认识实验	(117)
实验实训 2 电阻、电源的电压与电流关系测试	(119)
实验实训 3 基尔霍夫定律及叠加定理的验证	(121)
实验实训 4 戴维南定理的验证	(123)
实验实训 5 正弦电路的认识实验	(125)
实验实训 6 交流元件电压、电流关系的测试	(127)
实验实训 7 日光灯电路的安装与功率因数的提高	(129)
实验实训 8 单相交流电源板的制作	(132)
实验实训 9 三相负载的星形联结	(134)
实验实训 10 三相负载的三角形联结与功率测量	(136)
* 实验实训 11 日光灯电路的故障处理	(138)
* 实验实训 12 交流元件参数的测定	(140)
* 实验实训 13 实用交流调压电路	(142)
参考书目	(144)

第1章 电路的基本概念和基本定律

学习目标与要求

- (1) 了解电路的组成及其基本物理量的意义、单位和符号；
- (2) 了解电路处于通路、断路及短路状态时的特点；
- (3) 了解负载额定值的意义；
- (4) 掌握电路、电路图、电压与电动势异同点及其正方向的规定；
- (5) 掌握电位、导体电阻的计算，欧姆定律在分析及计算电路参数中的应用；
- (6) 掌握电能与电功率的计算方法、电压源与电流源等效变换的原理。

1.1 电路和电路模型

1.1.1 电路

电路是电流所通过的路径。

电路是由电路元件（电器设备）按一定方式连接起来的整体。

实际的电路结构形式繁多，但通常由电源（或信号源）、负载和中间环节等三部分组成，如图 1-1（a）所示。

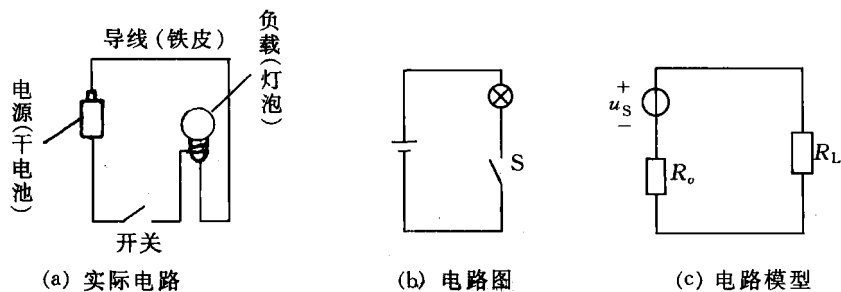


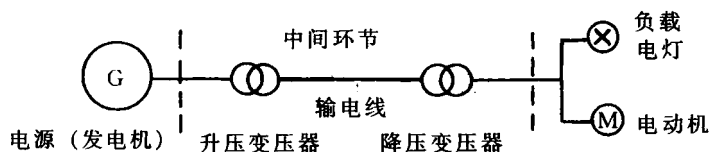
图 1-1 手电筒电路

电源是把非电能转换成电能，并向负载提供电能的装置，如发电机、蓄电池、太阳能电池、干电池等。

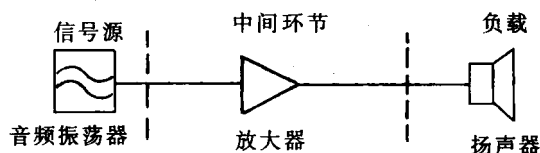
负载是取用电能的装置,通常也称为用电器,如电炉、电灯、电视机、电动机等。他们是将电能转变为其他形式的能量的元器件或设备。

中间环节是传输、分配、控制电能的部分,主要有:变压器、连接导线、放大器、开关、保护电器、测量仪表等。其作用是把电源和负载连接成可控制的闭合电路。

电路的作用可分为两大类:一是实现能量的转换、传输和分配,如电力系统电路(简称电力电路)等;二是实现电信号的处理与传递,如广播电视系统中的信号电路等。电路也称电网。如图 1-2 所示是两种典型的电路框图。



(a) 电力系统



(b) 扩音机

图 1-2 电路示意图

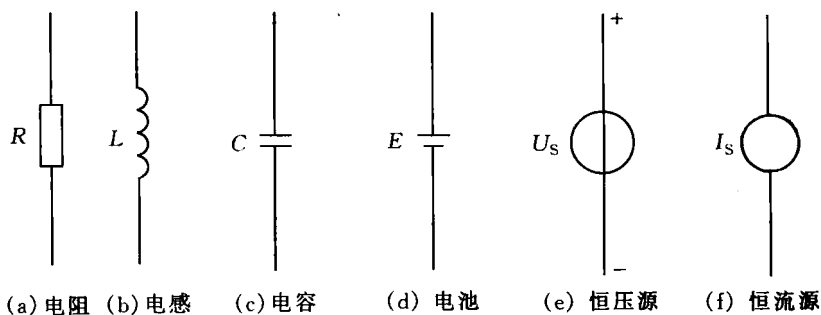


图 1-3 几种常见的电路元件符号

1.1.2 电路模型

电路图(或称电路原理图)是用国家统一规定的图形符号表示实际电路中的各器件连接关系的原理图,如图 1-1 (b) 为电路图,电筒开关用 S 表示。

电路模型是将实际的电路元件用理想电路元件替代,并用规定的图形符号表示电路。如图 1-1 (c) 所示。图 1-3 是几种常用的理想电路元件。在研究电路的一般规律时,通常用电路模型来简化电路,以便于对电路的分析与计算。

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流及参考方向

电流是一种物理现象，是带电粒子有规则地定向运动形成的。

电流的大小用电流 i 来衡量，其数值等于单位时间内通过导体某一横截面的电荷量，如图 1-4 所示。根据定义有

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (1.1)$$

式 (1.1) 中 i 为电流强度，简称为电流，它是时间的函数。

式 (1.1) 表明，在一般情况下， i 是随时间变化的，当 i 的大小与方向都随时间变化时称为交流或交变电流。如果 i 的大小和方向不随时间变化，即 $\Delta q / \Delta t = \text{常数}$ ，这种电流则称为恒定电流，简称直流。直流是不随时间变化的物理量，其大小用大写字母 I 表示。因此，式 (1.1) 可写成

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1.2)$$

在国际单位制 (SI) 制中，电荷量的单位是库仑 (C)，时间的单位是秒 (s)，电流的单位是安培 (A)，简称安。常用的单位还有千安 (kA)、毫安 (mA) 或微安 (μA)，他们之间的关系是：

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

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

电流的方向，习惯上规定为正电荷运动的方向（实际方向）。

电流的方向是客观存在的，但在电路分析中，为标出电流的实际方向，常引入电流的“参考方向”这一概念。电流的参考方向可以任意选定，在电路图中用箭头表示。当然，所选的参考方向不一定就是电流的实际方向。当参考方向与电流的实际方向一致时，电流为正值 ($I > 0$)；当参考方向与电流的实际方向相反时，电流为负值 ($I < 0$)。这样，在选定的参考方向下，根据电流的正负，就可以确定电流的实际方向，如图 1-5 所示。在分析电路时，先假定电流的参考方向，并以此去分析计算，最后用求得答案的正负值来确定电流的实际方向。

在本书中电路图上所标的电流方向都是正方向。

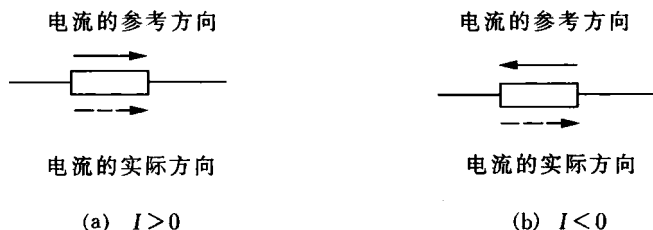


图 1-5 电流的正方向

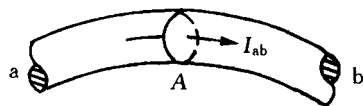


图 1-4 导体中的电流

电流的正方向可用箭头表示。

【例 1-1】如图 1-6 所示, 已知 $I_1 = -3 \text{ A}$, $I_2 = 8 \text{ A}$, 求 I_3 。

解 图中所示方向为电流的正方向, 根据题意得, I_1 的实际方向为流出节点的方向, 因此:

$$I_3 = I_2 - I_1 = 8 - 3\text{A} = 5\text{A}$$

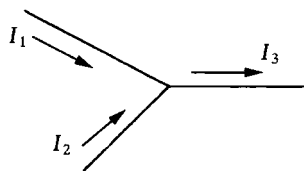


图 1-6

1.2.2 电压

在图 1-7 中的电源有两个极板, a 极板带正电, b 极板带负电, a、b 两极板间形成了电场, 其方向由 a 指向 b。如果用导体将 a、b 两极连接, 则在电场力的作用下, 自由电子从 b 运动到 a, 电场力对负电荷做功。电场力做功的能力用电压来衡量, 电压的方向规定为由高电位点指向低电位点, 并定义为: 单位正电荷在电场力作用下, 从 a 运动到 b 电场力所做的功, 称为电路中 a 到 b 间的电压, 即

$$u_{ab} = \frac{\Delta W_{ab}}{\Delta q} \quad (1.3)$$

式 (1.3) 中, u_{ab} 为 a 到 b 间的电压, 电压的单位为伏特 (V); ΔW_{ab} 为将 Δq 的正电荷从 a 运到 b 所做的功, 功的单位为焦耳 (J)。

在直流时, 式 (1.3) 可写成

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{Q} \quad (1.4)$$

电压与电流方向一致, 也是代数量, 不但有大小, 而且有方向。在电路分析时, 同样也要选取电压的参考方向, 当电压的参考方向与实际方向一致时, 电压为正 ($U > 0$); 相反时, 则电压为负 ($U < 0$)。电压的参考方向既可用箭头表示, 也可用正 (+)、负 (-) 极性表示, 如图 1-8 所示。

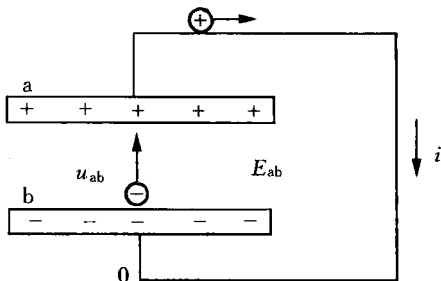


图 1-7 电压与电动势

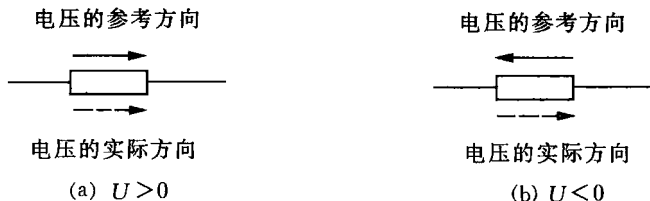


图 1-8 电压的正方向

1.2.3 电位

在水路中, 水位差是形成水流的原因。同理, 在电路中, 电位差是形成电流的原因。在电路中任选一参考点作为基准点, 该点称为零参考点, 用 “ $\perp$ ” 符号表示。而电路中某点 a 到零参考点的电压就称为 a 点的电位。根据定义, 电位实际上就是电压, 即

$$V_a = U_{a0} \quad (1.5)$$

电位的高低是相对的,它与所设零参考点有关。在电路中当某点的电位高于参考点时,其电压为正,反之则为负。在图 1-7 中,任选零参考点,则 a、b 两点的电位分别为 $V_a = U_{a0}$ 、 $V_b = U_{b0}$ 。按照做功的定义,电场力将单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功,等于将单位正电荷从 a 点移到 0 点,再移到 b 点所做的功的和,即

$$U_{ab} = U_{a0} + U_{0b} = U_a - U_{b0} = V_a - V_b$$

$$\text{或} \quad U_{ab} = V_a - V_b \quad (1.6)$$

式 (1.6) 表明,在电路中 a、b 两点间的电压等于 a、b 两点的电位差,因此,电压也叫做电位差。

【例 1-2】根据图 1-9 中给出的条件,分别求以 a 点或 b 点或 d 点为参考点时,其他三点的电位。

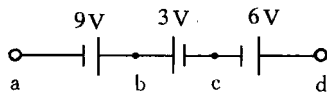


图 1-9

解 当以 a 点为参考点时:

$$V_a = 0, V_b = 9 \text{ V}$$

$$V_c = (-3 + 9) \text{ V} = 6 \text{ V}, V_d = (6 + 6) \text{ V} = 12 \text{ V}$$

当以 b 点为参考点时:

$$V_b = 0, V_a = -9 \text{ V}, V_c = -3 \text{ V}, V_d = (6 - 3) \text{ V} = 3 \text{ V}$$

当以 d 点为参考点时:

$$V_d = 0, V_c = -6 \text{ V}, V_b = (3 - 6) \text{ V} = -3 \text{ V}, V_a = [-9 - (+3)] \text{ V} = -12 \text{ V}$$

1.2.4 电动势

在图 1-7 所示的电路中,正电荷在电场力作用下不断从 a 极板通过连接导体流向 b 极板,如果没有其他外力作用,运动到 b 极板的正电荷将不断增多使其电位逐渐升高,而 a 极板的正电荷在不断减少的同时使其电位逐渐降低,这一过程促使 a、b 两极板之间的电位差就会越来越小,最后为零;连接导体中的电流也将逐渐减小,最后为零。为了维持导体中的电流,必须使 a、b 两极板间的电压保持一定。由于电场力的作用,电极上的正电荷不能逆电场而上,因此,要借助于外力克服电场力做功,使运动到 b 极板的正电荷再流向 a 极板。这种外力是非电场力,称为电源力。衡量电源力对电荷做功的能力的物理量称为电动势。电动势在数值上等于电源力将单位正电荷从低电位移到高电位所做的功。电动势用 E 表示。其方向规定为在电源内部由负极板指向正极板。

对于一个电源来说,既有电动势又有电压,而电动势只存在于电源内部。电源两端不接负载时的开路电压,等于电源电动势,但两者的方向相反,如图 1-7 所示。

在国际单位制中,电压、电位、电动势的单位都为伏 (V)。常用的单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV) 或微伏 (μV),他们之间的关系是:

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

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

1.2.5 电阻

实验证明,导体对电流有一定的阻碍作用。导体对电流的阻碍作用称为电阻,用字母 R 或 r 表示。其单位为欧 [姆] (Ω)。

当导体两端的电压为 1 V,通过的电流是 1 A 时,则导体的电阻是 1 Ω 。

常用的电阻单位有欧 (Ω)、千欧 ($\text{k}\Omega$) 和兆欧 ($\text{M}\Omega$)。

1 兆欧 ($M\Omega$) = 10^3 千欧 ($k\Omega$) = 10^6 欧 (Ω)

导体的电阻是客观存在的, 它与导体两端的电压变化无关, 但它与温度有关。当温度一定时, 导体的电阻与导体的长度 l 成正比, 与导体的横截面积 A 成反比, 并且还与导体的材料性质有关。金属导体的电阻值可由下式计算

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (1.7)$$

式(1.7)中的 ρ 称为电阻率或电阻系数, 它是与材料性质有关的物理量。电阻率的大小等于长度是 1 m、截面积是 1 mm^2 的导体, 在一定温度下的电阻值, 其单位为欧米 ($\Omega \cdot \text{m}$)。

表 1-1 列出了几种材料在 20°C 时的电阻率 ρ 及温度系数 α 。

表 1-1 金属材料的电阻率 ρ 和电阻温度系数 α (20°C)

用途	材料名称	电阻率 $\rho / (\Omega \cdot \text{m})$	电阻温度系数 $\alpha / ^\circ\text{C}$
导 电 材 料	银	0.0165×10^{-6}	0.0038
	铜	0.0175×10^{-6}	0.0040
	铝	0.0283×10^{-6}	0.0042
	低碳钢	0.12×10^{-6}	0.0060
	铁	$(0.13 \sim 0.3) \times 10^{-6}$	0.0060
电 阻 材 料	锰铜	0.42×10^{-6}	0.000005
	康铜	$(0.4 \sim 0.51) \times 10^{-6}$	0.000005
	镍铬合金	1.1×10^{-6}	0.00013
	铁铬铝合金	1.4×10^{-6}	0.00005

由表 1-1 看出, 金属的电阻都是随温度的升高而增大的。

如一个 220 V、40 W 白炽灯不通电时, 其灯丝电阻约为 100Ω , 而正常发光时的灯丝电阻则高达 1210Ω 。半导体与电解液的电阻, 通常是随温度的升高而下降。因此, 在电镀业中, 常用加热的方法来减小电镀液的电阻。在电子工业中, 通常用的热敏电阻就是用半导体制成的。除热敏电阻外, 利用导体的电阻可制成各种用途、不同阻值和不同形状的电容器。图 1-10 为各种常用的电阻器实物图。

【例 1-3】用直径为 1 mm 的康铜丝绕制 5Ω 的电阻, 问需要多长康铜丝?

解 由式 (1.7) 得

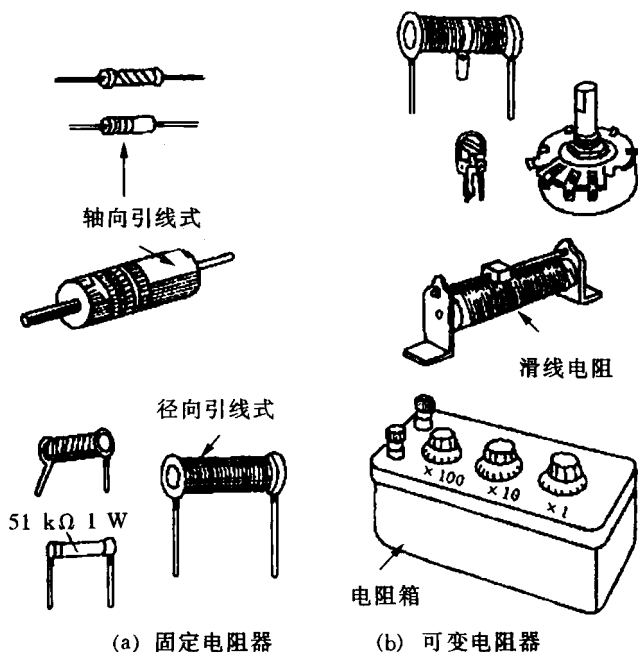


图 1-10 常用电阻器的实物图

$$l = \frac{RA}{\rho}, \text{ 而 } A = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ 康铜的 } \rho = 5 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$$

则需康铜丝的长度为

$$l = \frac{5}{5 \times 10^{-7}} \times \frac{3.14 \times (10^{-3})^2}{4} \text{ m} = 7.85 \text{ m}$$

1.3 欧姆定律

1.3.1 欧姆定律

通常流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比，这就是欧姆定律。

欧姆定律是电路分析中最基本的定律之一。欧姆定律有两种形式。

1. 一段电阻电路的欧姆定律

如图 1-11 所示，为一闭合电路中的一部分，在这一段上不含电动势，仅有电阻，故称为一段电路。设图 1-11 中的 U 与 I 正方向一致，则欧姆定律可用下式表示：

$$I = \frac{U}{R} \quad (1.8)$$

在式 (1.8) 中， I 的单位为 A， U 的单位为 V， R 的单位为 Ω 。如果 U 与 I 正方向相反，则 I 为负数。

在电路中，把电阻的倒数定义为电导，用 G 来表示，即 $G = 1/R$ 。电导的单位是西门子 (S)。也可用电导来表示欧姆定律，即

$$I = GU \quad (1.9)$$

2. 全电路的欧姆定律

图 1-12 是由电源和负载构成的闭合电路，称为全电路，全电路的欧姆定律可表示为：

$$I = \frac{E}{R_L + R_0} \quad (1.10)$$

【例 1-4】在图 1-13 中，已知 $I = 1 \text{ A}$ ， $R = 4 \Omega$ ， $E = 6 \text{ V}$ ，试计算 U_{ab} 。

解 (1) 图 1-8 (a) 中

$$U_{ab} = RI + E = (1 \times 4 + 6) \text{ V} = 10 \text{ V}$$

(2) 图 1-8 (b) 中

$$U_{ab} = -RI + E = (-1 \times 4 + 6) \text{ V} = 2 \text{ V}$$

注意：图 1-8 (b) 中电压与电流的参考方向相反。

【例 1-5】在图 1-14 中，已知 $R_1 = 3 \Omega$ ， $R_2 = 2 \Omega$ ， $R_3 = 4 \Omega$ ，试求开关 S 在断开和闭合两种状态下 b 点的电位。

解 (1) 断开时：

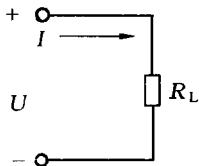


图 1-11 欧姆定律

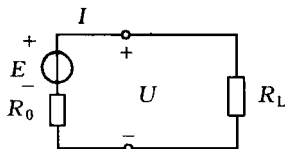


图 1-12 全电路欧姆定律

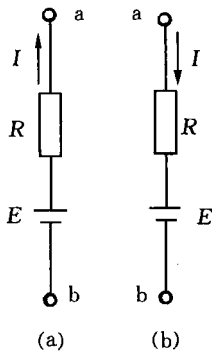


图 1-13

$$I = \frac{U_{ac}}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{6 - (-3)}{3 + 2 + 4} \text{ A} = 1 \text{ A}$$

$$V_B = V_c - IR_3 = (-3 - 1 \times 4) \text{ V} = -7 \text{ V}$$

(2) 闭合时, R_1 被短路, 则

$$I = \frac{U_{ac}}{R_2 + R_3} = \frac{3}{2 + 4} \text{ A} = 0.5 \text{ A}$$

$$V_B = V_A - IR_2 = (0 - 0.5 \times 2) \text{ V} = -1 \text{ V}$$

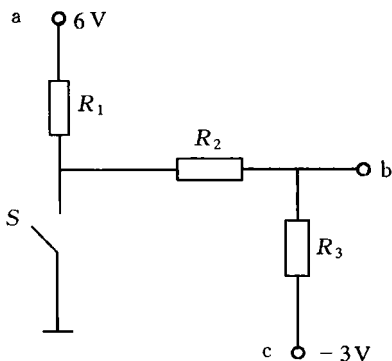


图 1-14

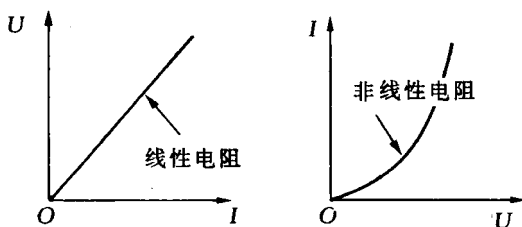


图 1-15 线性与非线性电阻的伏安特性

1.3.2 线性电阻与非线性电阻

电阻两端的电压与流过电阻的电流的关系称为电阻的伏安特性。图 1-15 为电阻的伏安特性曲线, 电阻的伏安特性是一条直线, 则电阻为线性电阻; 如果是一条曲线则为非线性电阻。

1.4 电能和电功率

1.4.1 电能和电功率

当电流通过电路时, 在电路的内部会发生能量的转换。在图 1-16 所示的直流电路中, a 、 b 两点的电压为 U , 电路中的电流为 I , 由电压定义可知, 在 t 时间内, 电场力所做的功为

$$W = UQ = UIt \quad (1.11)$$

式 (1.11) 也表示电阻元件 R 在 t 时间内所消耗 (或吸收) 的电能, 根据欧姆定律, 可将式 (1.11) 变换为

$$W = UIt = RI^2t = \frac{U^2}{R}t \quad (1.12)$$

在单位时间内负载所消耗的电能称为电功率 (简称功率), 即

$$P = \frac{W}{t} = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R} \quad (1.13)$$

在国际单位制中, 电能的单位是焦耳 (J); 功率的单位是瓦特 (W)。有时电能的单位用千瓦时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$) 表示, $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 就是指 1 kW 功率的设备, 使用 1 h 所消耗的电能。如

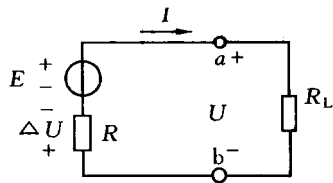


图 1-16 电能与电功率