



中等职业教育规划教材

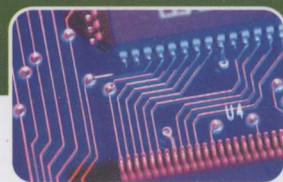
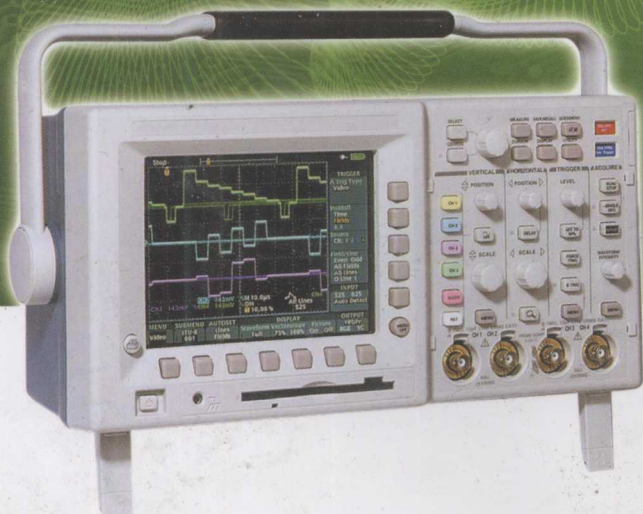
李溪冰 主编

张平 副主编

电工电子技术基础



免费提供
电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育规划教材

电工电子技术基础

主 编 李溪冰

副主编 张 平

主 审 王国玉



机械工业出版社

中等职业教育教材

本书是根据中等职业学校机电类专业课程的设置要求编写的。全书内容由电工、电子技术基础两部分组成。电工部分主要内容有：电路的基本概念和基本定律、直流电路、正弦交流电路、三相交流电路、变压器；电子技术基础部分主要内容有：常用半导体元器件、整流和稳压电路、各种放大电路、数字电路基本知识、组合逻辑电路和时序逻辑电路。

本书可作为中职学校三年制机电类各专业教学使用，也可作为培训教材使用（配有教学软件）。

李溪冰 主编
王 欣 主审
王 欣 主审

图书在版编目（CIP）数据

电工电子技术基础/李溪冰主编. —北京：机械工业出版社，2008.5
中等职业教育规划教材
ISBN 978-7-111-23817-1

I. 电… II. 李… III. ①电工技术—专业学校—教材②电子技术—专业学校—教材 IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 041794 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：赵丽欣 责任校对：王 欣

责任印制：李 妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 9.25 印张 · 226 千字

0 001—5 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-23817-1

定价：16.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：(010)68326294

购书热线电话：(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010)88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

目 录

前言

第1章 直流电路 1

1.1 电路的基本结构 1

1.2 电路的基本物理量 2

1.2.1 电流 2

1.2.2 电压 2

1.2.3 电位 3

1.2.4 电阻 4

1.3 欧姆定律 6

1.4 电路的状态 8

1.4.1 电压源 8

1.4.2 通路 8

1.4.3 断路 8

1.4.4 短路 9

1.5 负载的连接 9

1.5.1 电阻的串联 9

1.5.2 电阻的并联 11

1.5.3 电阻的混联 14

1.6 基尔霍夫定律 15

1.6.1 基尔霍夫电流定律 15

1.6.2 基尔霍夫电压定律 16

1.6.3 电位的计算 16

1.7 功率 17

1.7.1 电功率 17

1.7.2 电功 18

1.7.3 效率 18

1.8 万用表的使用 18

1.8.1 万用表 18

1.8.2 电流的测量方法 19

1.8.3 电压的测量方法 19

1.8.4 电阻的测量方法 20

1.8.5 万用表的读数方法 20

1.9 实训课题 21

1.9.1 稳压电源和万用表的使用 ——电压的测量 21

1.9.2 万用表和电流表的使用

——电流的测量 22

1.9.3 万用表的使用——电阻的测量 23

1.10 习题与思考题 24

第2章 正弦交流电路 26

2.1 交流电 26

2.1.1 正弦交流电的基本概念 26

2.1.2 表征正弦交流电的物理量 27

2.2 正弦量的表示法 29

2.2.1 正弦交流电的波形图 29

2.2.2 正弦交流电的相量表示法 29

2.3 电阻性交流电路 31

2.3.1 电阻元件上电压与电流的关系 31

2.3.2 电阻元件上的功率 32

2.4 电感性交流电路 33

2.4.1 电感元件上电压与电流的关系 33

2.4.2 电感元件上的功率 34

2.5 电容性交流电路 35

2.5.1 电容元件上电压与电流的关系 35

2.5.2 电容元件上的功率 37

2.6 RLC 串联电路的分析 38

2.6.1 相量形式的基尔霍夫定律 38

2.6.2 RLC 串联电路电压与电流的 关系 38

2.6.3 RLC 串联电路的功率 39

2.7 交流电路物理量的测量 40

2.7.1 交流电压的测量方法 40

2.7.2 交流电流的测量方法 40

2.7.3 示波器及其使用方法 41

2.8 实训课题 43

2.8.1 万用表和电压表的使用 ——交流电压的测量 1 43

2.8.2 示波器的使用 ——交流电压的测量 2 44

2.9 习题与思考题 45

第3章 三相交流电路 47

3.1 对称三相交流电 47



3.2 三相电源的连接	47	5.4.2 晶体管的测试	73
3.2.1 星形联结	47	5.5 习题与思考题	74
3.2.2 三角形联结	48	第6章 整流与稳压电路	76
3.3 家庭用电电路	50	6.1 整流电路	76
3.4 实训课题		6.1.1 单相半波整流电路	76
——家庭用电电路组装	51	6.1.2 单相桥式全波整流电路	77
3.5 习题与思考题	51	6.2 滤波电路	78
第4章 变压器	53	6.3 稳压电路	80
4.1 变压器的基本结构及其工作		6.3.1 并联型稳压电路	80
原理	53	6.3.2 串联型稳压电路	80
4.1.1 变压器的基本结构	53	6.3.3 集成稳压器	81
4.1.2 变压器的工作原理	54	6.4 实训课题——集成稳压电路的	
4.2 变压器的作用	54	组装与测试	83
4.2.1 变压器的匝数比	54	6.5 习题与思考题	84
4.2.2 变压器的电压变换关系	55	第7章 放大电路	86
4.2.3 变压器的电流变换关系	55	7.1 基本放大电路	86
4.2.4 变压器的阻抗变换关系	55	7.1.1 放大电路的组成	87
4.3 变压器的种类与用途	57	7.1.2 基本放大电路的工作原理	88
4.4 变压器的同名端	58	7.1.3 静态工作点的选择	90
4.4.1 同名端	58	7.1.4 静态工作点的稳定	91
4.4.2 同名端的判别	58	7.2 多级放大器	91
4.4.3 同名端的应用	59	7.2.1 多级放大电路的组成	91
4.5 实训课题		7.2.2 级间耦合方式	92
——变压器同名端的测量	60	7.2.3 多级放大电路的电压放大倍数	92
4.6 习题与思考题	61	7.3 其他放大电路	93
第5章 常用半导体器件	63	7.3.1 差动放大电路	93
5.1 半导体二极管	63	7.3.2 射极输出器	94
5.1.1 PN结	63	7.4 集成运算放大器	94
5.1.2 二极管	64	7.4.1 理想运算放大器	95
5.1.3 特殊二极管	65	7.4.2 运算放大器的输入方式	95
5.2 晶体管	67	7.4.3 运算放大器的主要应用	96
5.2.1 晶体管的结构及特点	67	7.5 负反馈放大器	97
5.2.2 晶体管的电流放大作用	67	7.5.1 负反馈放大电路的类型	97
5.2.3 晶体管的特性曲线	68	7.5.2 负反馈对放大器性能的影响	98
5.2.4 晶体管的工作状态	69	7.6 实训课题	98
5.2.5 晶体管的主要参数	69	7.6.1 电压放大电路的调试	98
5.3 场效应管与晶闸管	70	7.6.2 集成运放的简易测试及线性	
5.3.1 场效应管	71	应用	100
5.3.2 晶闸管	71	7.7 习题与思考题	102
5.4 实训课题	72	第8章 数字电路基础	104
5.4.1 二极管的识别与检测	72	8.1 数字电路	104



8.1.1 数字信号	104
8.1.2 脉冲信号	105
8.1.3 数字电路的特点	105
8.2 数制与码制	105
8.2.1 数制	105
8.2.2 数制之间的相互转换	107
8.2.3 8421BCD 码	108
8.3 基本逻辑门电路	109
8.3.1 与门电路	109
8.3.2 或门电路	110
8.3.3 非门电路	111
8.3.4 与非门电路	112
8.3.5 或非门电路	112
8.4 逻辑代数	113
8.4.1 逻辑函数及其表示方法	113
8.4.2 逻辑代数的基本定律及规则	113
8.5 实训课题	
——门电路逻辑功能的测试	114
8.6 习题与思考题	116
第 9 章 组合逻辑电路	117
9.1 组合逻辑电路的分析方法	117
9.2 编码器	118
9.3 译码器	119
9.3.1 通用译码器	120

9.3.2 数码显示器件及显示译码器	120
9.4 数据选择器和数据分配器	122
9.4.1 数据选择器	122
9.4.2 数据分配器	123
9.5 实训课题——组合逻辑电路的 应用与测试	123
9.6 习题与思考题	125

第 10 章 时序逻辑电路

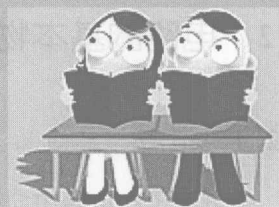
10.1 触发器	127
10.1.1 基本 RS 触发器	127
10.1.2 触发方式	129
10.1.3 常用触发器	129
10.2 寄存器	131
10.2.1 数码寄存器	132
10.2.2 移位寄存器	132
10.3 计数器	134
10.3.1 二进制计数器	135
10.3.2 十进制计数器	136
10.3.3 集成计数器	136
10.4 实训课题——时序逻辑电路 的应用与测试	137
10.5 习题与思考题	138

参考文献

第1章 直流电路

本章要点

- 了解电路的基本结构。
- 掌握电流、电压、电阻的表示符号及单位。
- 学会利用欧姆定律计算电压、电流、电阻。
- 掌握电路的三种状态及特点。
- 学会分析电路的串联、并联及各种连接形式的特点。
- 学会利用基尔霍夫定律列电压、电流方程。
- 了解匹配的概念，掌握电功率和电能的计算。
- 了解电路中各点电位的意义及简单计算。



1.1 电路的基本结构

生活中最简单、最常见的电路是手电筒电路。图 1-1 即手电筒的结构图。

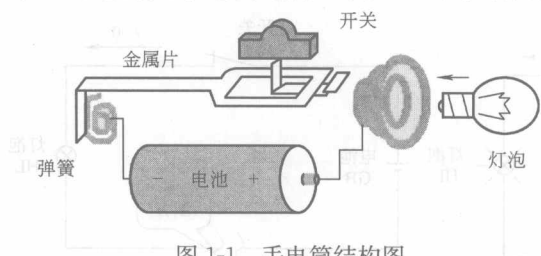


图 1-1 手电筒结构图

手电筒中各主要部件的功能如表 1-1 所示。

表 1-1 手电筒各部件功能

部 件	功 能
灯泡	通电后发光
电池	使灯泡发光的电源
金属片	用来连接灯泡和电池
开关	控制灯泡的亮、灭

手电筒的实物接线电路可以简单地画成图 1-2。

将图 1-2 中的实物用电路图形符号表示，可以画成图 1-3。

图 1-3 就是在分析电路时所用的电路图。从图中可以看出，所谓的“电路”就是为电流流通所提供的路径。一个基本的电路应该包括以下四部分：提供能量的电源（电池），将电



能转换成其他形式能的负载（灯泡），将电源和负载连接起来的导线（金属片），以及用来控制电路通、断的开关。一个完整的电路搭建好后，闭合开关，在电路中就会有电流流过。

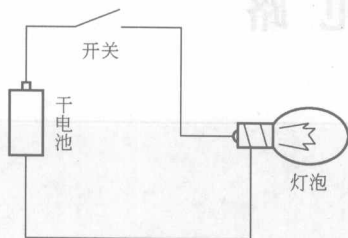


图 1-2 手电筒实物接线电路

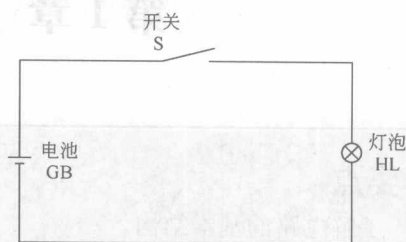


图 1-3 手电筒电路图

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

带电粒子在电路中向一个方向移动就形成了电流。想要保证电流在电路中流通就必须保证电路是一个闭合的环路，如图 1-4 所示。

在断开的电路中不可能有电流，如图 1-5 所示。

电流是一个既有大小又有方向的量，通常用箭头表示电流的方向，用 I 表示电流的大小，如图 1-6 所示。

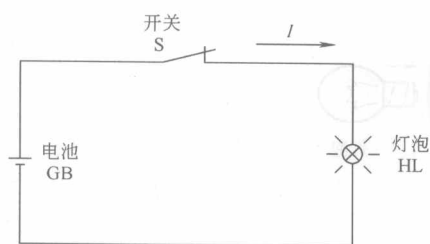


图 1-4 闭合环路中存在电流

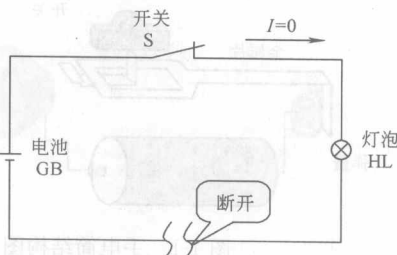


图 1-5 断开电路中没有电流

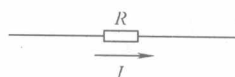


图 1-6 电流的表示方法

电流的单位为安培，用符号 A 表示。当表示较小的电流时可以用毫安（mA），表示更小的电流时用微安（ μA ），三者之间的关系是

$$1\text{A} = 1000\text{mA}$$

$$1\text{mA} = 1000\mu\text{A}$$

例 1-1 $320\mu\text{A}$ 的电流相当于多少 mA?

解： $320\mu\text{A} \times 10^{-3} = 0.32\text{mA}$

1.2.2 电压

为什么在完整的闭合电路中会有电流流动，是什么原因使电流在电路中流动呢？这是因为电路中有电压存在。



俗话说“水往低处流”，说明由于存在高度差使两点之间产生水压，而水压就使水流动起来了，如图 1-7 所示。电流的产生也是同样的道理，如图 1-8 所示。

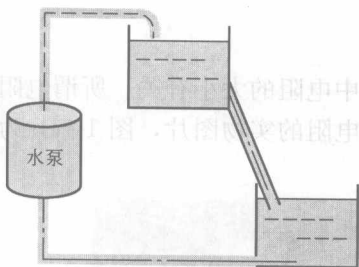


图 1-7 水的流动

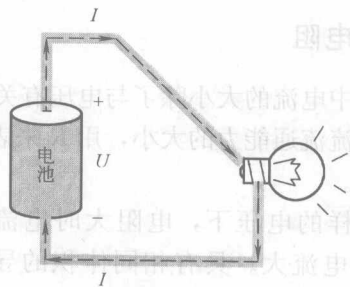


图 1-8 电流的产生

在电路中，电流之所以能够持续产生是因为有相当于水泵作用的干电池存在，电池具有持续产生电压的能力。电压在电路中的作用相当于图 1-7 中水压的作用，所以能保证电流的持续流通，不断地为负载提供能量，使电路正常工作。如果电路中没有电压，就好像水在一个水平面上，由于没有水压存在，水就不会流动一样，电路中也就不会有电流产生。

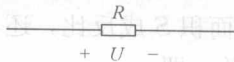


图 1-9 电压的表示方法

电压也是一个既有大小又有方向的量，电压的大小一般用 U 表示，通常用正负极性表示电压的方向，如图 1-9 所示。有时也用箭头表示电压的方向，箭头指向电压降方向。

电压的单位为伏特，用符号 V 表示。当表示小电压时可以用毫伏 (mV)，表示大电压时可用千伏 (kV)，三者之间的关系是

$$1V = 1000mV$$

$$1kV = 1000V$$

例 1-2 $0.56V$ 的电压相当于多少 mV ?

解: $0.56V \times 1000 = 560mV$

1.2.3 电位

水压是因为存在高度差产生的，而电压是因为在电路中存在电位差而形成的。电位是指电路中各点对基准点的电压，基准点是所设定的参考点，同时规定参考点的电位为 $0V$ ，如图 1-10 所示。

电位通常用 V 来表示，电位与电压的单位相同，都是伏特 (V)。电路中任意两点间的电压就是这两点的电位之差，即

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

电位的大小随参考点的改变而改变，电压的大小与参考点的选择无关。

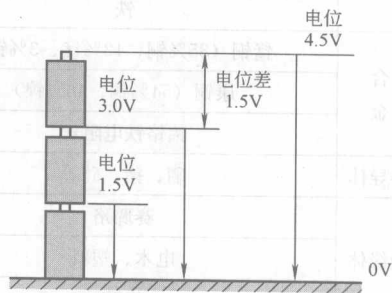


图 1-10 电位及电位差

例 1-3 已知电路中 A、B 两点的电位分别为 $4V$ 和



3V，那么 A、B 两点间的电压是多少？

解： $U_{AB}=V_A-V_B=4V-3V=1V$

1.2.4 电阻

电路中电流的大小除了与电压有关以外，还与电路中电阻的大小有关。所谓电阻是指物质阻碍电流流通能力的大小，用 R 来表示。图 1-11a 为电阻的实物图片，图 1-11b 为电阻的图形符号。

在同样的电压下，电阻大时电流小，电阻小时电流大。具有相同体积的导体、半导体和绝缘体为什么导电能力相差很多呢？原因就在于各物质的电阻大小不同。当电阻大到一定程度时，电流就难以通过，此时的物质就相当于绝缘体。一般情况下，一段导体电阻的大小与长度 L 成正比，与横截面积 S 成反比，还与该物质的电阻率 ρ 有关。即

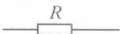
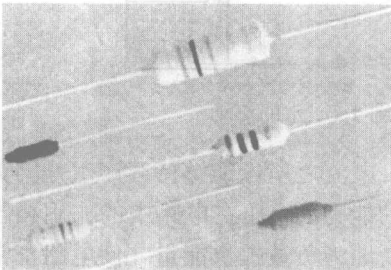


图 1-11 电阻

$$R=\rho \frac{L}{S} \tag{1-1}$$

电阻的单位为欧姆，用符号 Ω 表示。表示大电阻时可以用千欧（k Ω ），两者之间的关系是

$$1\text{k}\Omega=1000\Omega$$

表 1-2 列出了几种常见材料在 20℃时的电阻率及用途。

表 1-2 几种材料在 20℃时的电阻率及用途

材 料		电阻率/ $\Omega \cdot \text{m}$	主要用途
纯金属	银	1.6×10^{-8}	导线镀银
	铜	1.7×10^{-8}	各种导线
	铝	2.9×10^{-8}	各种导线
	钨	5.3×10^{-8}	电灯灯丝、电器触头
	铁	1.0×10^{-7}	电工材料
合金	锰铜（85%铜、12%锰、3%镍）	4.4×10^{-7}	标准电阻、滑线电阻
	康铜（54%铜、46%镍）	5.0×10^{-7}	标准电阻、滑线电阻
	铝铬铁电阻丝	1.2×10^{-6}	电炉丝
半导体	硒、锗、硅等	$10^{-4} \sim 10^7$	制造各种二极管、晶体管、晶闸管等
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

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



做导线。

例 1-4 截面积为 6mm^2 、长 100m 的铜线电阻为多少？

解： $S = 6\text{mm}^2 = 6 \times 10^{-6}\text{m}^2$

$$R = \rho \frac{L}{S} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{100}{6 \times 10^{-6}} \Omega = 28.33 \times 10^{-2} \Omega = 0.2833 \Omega$$

例 1-5 绕制 20Ω 的电阻需要直径为 1mm 的康铜丝多少米？

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

由 $R = \rho \frac{L}{S}$ 得

$$L = \frac{RS}{\rho} = \frac{20 \times 7.85 \times 10^{-7}}{5 \times 10^{-7}} \text{m} = 31.4 \text{m}$$

在实际应用中，常利用导体的电阻性能，制造成具有一定电阻值的实际元件（电阻器），用来控制电路中电流的大小和电压的高低。

同样的材料在不同的温度下电阻也不同，通常金属材料的电阻会随着温度的升高而增大，半导体材料和电解液的电阻会随着温度的升高而减小，而康铜、锰铜、镍铬合金的电阻几乎不随温度变化。



知识拓展

色环电阻

实际使用的电阻器表面要标注电阻值和允许误差。较大的电阻器用数字表示，较小的电阻器用颜色表示，用颜色表示电阻值和允许误差的电阻即常说的色环电阻。一般常用 4 个色环或 5 个色环的色标，如图 1-12 所示。色环电阻各色标的含义如表 1-3 所示。

色环电阻在读数时要从色标离引出线较近的一端读起。以四个色环的色环电阻为例（见图 1-12），若第一色标为黄色，第二色标为紫色，第三色标为红色，第四色标为金色，那么参照表 1-3，将第一和第二色标表示数并列写下来，再乘以第三色标表示的相应指数所对应的数即为电阻的阻值，最后一位表示的是允许误差。

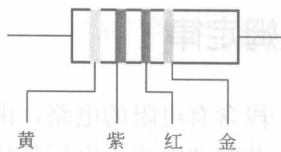


图 1-12 色环电阻的色标表示



表 1-3 色环电阻各色标含义

颜 色	第一色标 第一个数字	第二色标 第二个数字	第三色标 指数	第四色标 允许误差 (%)
黑	0	0	10^0	—
棕	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	10^3	—
黄	4	4	10^4	—
绿	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
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}	$\pm 10\%$
无色	—	—	—	$\pm 20\%$

根据规定图 1-12 中电阻的阻值为

黄 紫 红 金

$$4\ 7 \times 10^2 (1 \pm 5\%) \Omega = 4700(1 \pm 5\%) \Omega = 4.7(1 \pm 5\%) \text{ k}\Omega$$

试一试 试求图 1-13 所示色环电阻的阻值。

解： $12 \times 10^3 (1 \pm 5\%) \Omega = 12000(1 \pm 5\%) \Omega = 12(1 \pm 5\%) \text{ k}\Omega$

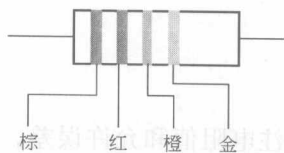


图 1-13 色环电阻

1.3 欧姆定律

对于一段含有电阻的电路，由于电压的存在会有电流流过电阻，如图 1-14 所示。

那么，此时的电流、电压是什么关系呢？图 1-15 为 $R=10\Omega$ 的电阻的伏安特性曲线。

从图 1-15 中可以看出，在电阻一定的情况下，通过电阻的电流与它两端的电压成正比。即电压、电流、电阻三者之间的关系可以写成

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-2)$$

这个关系式是德国物理学家欧姆于 1826 年发明的，被称为欧姆定律。欧姆定律在电学



理论中是最基本、最重要的公式。

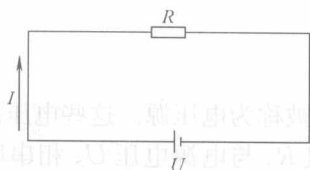


图 1-14 含有电阻的电路

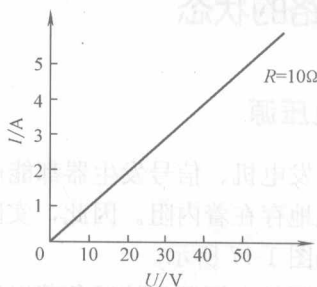


图 1-15 电阻的伏安特性曲线

公式 (1-2) 还可以写成

$$U = IR$$

$$R = \frac{U}{I}$$

因此,在电压、电流、电阻三个量中,如果有某一个量未知就可以利用上述三个公式中的一个来求解。

例 1-6 在 100Ω 电阻两端接 1.5V 干电池时,流过电阻的电流是多少毫安?

$$\text{解: } I = \frac{U}{R} = \frac{1.5}{100}\text{A} = 0.015\text{A} = 15\text{mA}$$

例 1-7 50mA 电流流过 200Ω 电阻将产生多大的电压降?

$$\text{解: } U = IR = 50 \times 10^{-3} \times 200\text{V} = 10\text{V}$$



知识拓展

欧姆定律的记忆方法

为了便于记忆欧姆定律,通常采取图 1-16 的方法,将一个圆分成上下两部分,上面写电压 U ,下面写电阻 R 和电流 I 。 R 与 I 是乘法关系, U 与 R 、 I 是除法关系。

想要求某个量的话,只要将这个量遮住,剩下的部分就是求取这个量的表达式。例如,求电流 I 时,将 I 遮住,看到的是 U/R ,那么就可以用这个表达式求电流了。

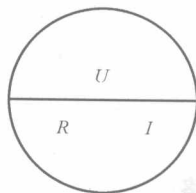


图 1-16 欧姆定律的记忆方法



1.4 电路的状态

1.4.1 电压源

电池、发电机、信号发生器都能产生一定的电压,常被称为电压源。这些电压源的内部都不可避免地存在着内阻。因此,实际电压源可以用内阻 R_S 与电源电压 U_S 相串联的形式来表示,如图 1-17 所示。

一个实际的电压源在接通负载以后，输出的端电压会随着负载电阻的变化而变化，如图1-18所示。这是因为当负载电阻变化时，回路中的电流会发生变化，导致内阻上的电压降发生改变，输出给负载的电压也就随之改变了。

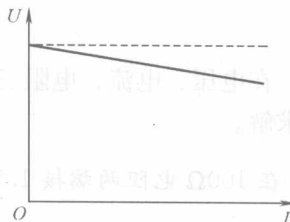
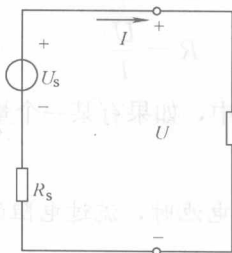
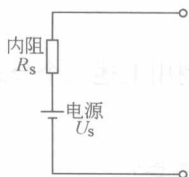


图 1-17 实际电压源

图 1-18 实际电压源外特性

对于一个电路来说，通常有通路、断路和短路三种工作状态。

1.4.2 通路

一个完整的电路, 闭合电键以后电流流过电阻, 此时电路处于正常的工作状态, 这种状态称为通路, 如图 1-19 所示。

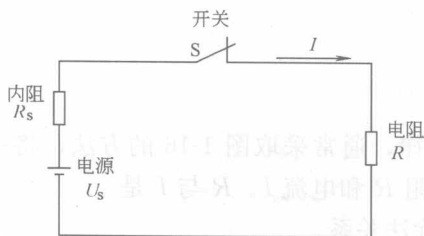


图 1-19 通路状态的电路

1.4.3 断路

电路的某一部分由于某种原因而断开,使电源和负载断开,电路中的电流为零,电路处于断路状态,如图 1-20 所示。

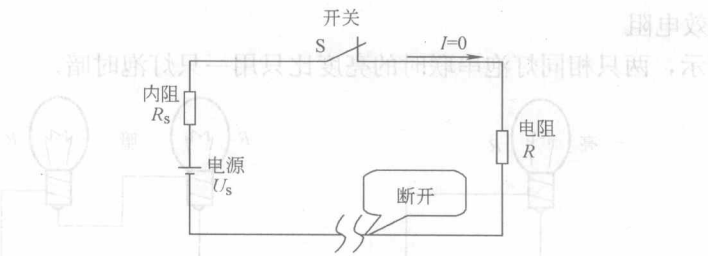


图 1-20 断路状态的电路

1.4.4 短路

电源的两端被电阻接近于零的导体接通时，电流不再流过负载。由于外电路的电阻接近于零，而电源的内电阻又很小，此时会有很大的电流通过电源，而电源两端的电压接近于零，电路的这种状态称为短路，如图 1-21 所示。

总之，电路在不同的状态下，体现出的特点也不同，这是不能忽视的，尤其是断路和短路这两种状态，不是电路的正常工作状态，容易引发事故，应该尽量避免。三种工作状态下的电路特点见表 1-4。

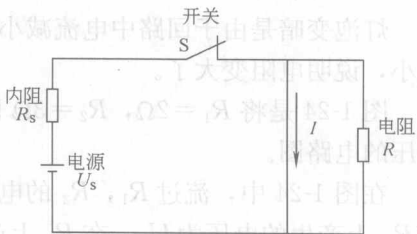


图 1-21 短路状态的电路

表 1-4 电路三种工作状态的电路特点

电路的工作状态	电路特点
通路	电路中的电压、电流遵循欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$
断路	电路中的电流 $I = 0$
短路	电路中的电流最大，被短路的电阻两端电压 $U_{短} = 0$

1.5 负载的连接

把两个电阻连接起来的方式有两种，一种是串联，另一种是并联，这两种连接方式是多个电阻进行连接的基础。

1.5.1 电阻的串联

1. 串联

将两个或两个以上的电阻顺次连接成一行的连接方式称为电阻的串联，如图 1-22 所示。



图 1-22 电阻的串联

串联时电流由一个电阻的出口流出后直接进入到另一个电阻的入口，所以，两个电阻中的电流相等。



2. 串联的等效电阻

如图 1-23 所示, 两只相同灯泡串联时的亮度比只用一只灯泡时暗。

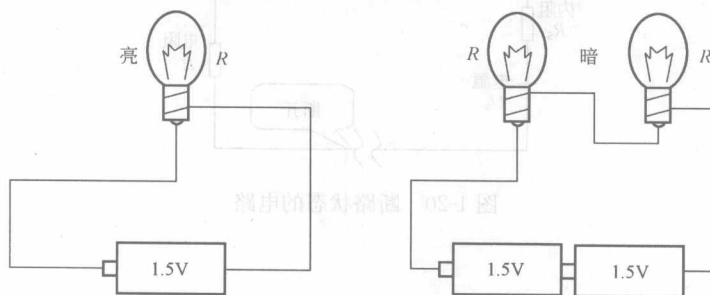


图 1-23 灯泡的串联

灯泡变暗是由于回路中电流减小造成的, 由欧姆定律可知, 电源电压相同时, 如果电流减小, 说明电阻变大了。

图 1-24 是将 $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$ 两电阻串联后外加 5V 电压的电路图。

在图 1-24 中, 流过 R_1 , R_2 的电流相等, 用 I 表示, I 在 R_1 上产生的电压为 U_1 , 在 R_2 上产生的电压为 U_2 , 则

$$U_1 = R_1 I$$

$$U_2 = R_2 I$$

$$U = U_1 + U_2 = R_1 I + R_2 I = (R_1 + R_2) I$$

所以

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2}$$

令电压与电流之比为 $\frac{U}{I} = R$, R 为串联电路的等效电阻。

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U}{\frac{U}{R_1 + R_2}} = R_1 + R_2 = (2 + 3)\Omega = 5\Omega$$

即一个 2Ω 电阻和一个 3Ω 的电阻串联后接在电路中所产生的电流与一个 5Ω 电阻接在电路中所产生的电流是相同的, 如图 1-25 所示。

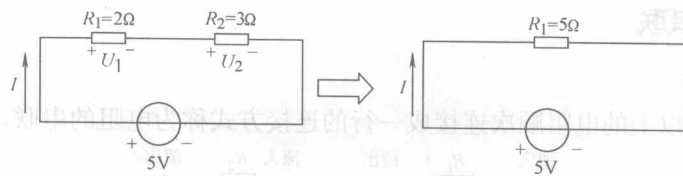


图 1-25 串联电路的等效电阻

所以串联电路的等效电阻

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (1-3)$$

3. 串联时的电压分配

串联时各电阻上的电压



$$U_1 = R_1 I$$

$$U_2 = R_2 I$$

所以

$$U_1 : U_2 = R_1 : R_2$$

即大电阻上电压大, 小电阻上电压小。由此可以导出:

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U$$

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U$$

(1-4)

这就是串联电路的分压公式, 可以用它来计算各串联电阻上的电压。

4. 串联电路的计算

在分析串联电路时, 通常先根据已知的各个电阻计算出总的等效电阻, 再用电源电压除以等效电阻得到回路电流, 最后根据电压等于电流与该电阻的乘积求出各电阻上的电压。

例 1-8 将电阻 $R_1 = 30\Omega$, $R_2 = 40\Omega$, $R_3 = 50\Omega$ 串联后外接 6V 电压, 如图 1-26 所示。计算等效电阻 R , 电路中电流 I 及各部分电压 U_1 , U_2 , U_3 。

解: $R = R_1 + R_2 + R_3 = (30 + 40 + 50)\Omega = 120\Omega$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{6}{120} \text{A} = 0.05 \text{A} = 50 \text{mA}$$

$$U_1 = IR_1 = 0.05 \times 30 \text{V} = 1.5 \text{V}$$

$$U_2 = IR_2 = 0.05 \times 40 \text{V} = 2 \text{V}$$

$$U_3 = IR_3 = 0.05 \times 50 \text{V} = 2.5 \text{V}$$

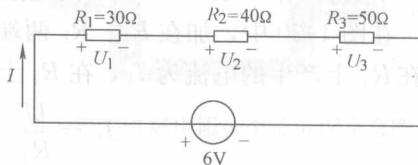


图 1-26 例 1-8 图

例 1-9 如图 1-27 所示, 想要用两个电阻串联将 10V 电压分成 7V 和 3V, 要求总的等效电阻为 200Ω , 那么两个电阻应各为多少?

$$\text{解: } I = \frac{U}{R} = \frac{10}{200} \text{A} = 0.05 \text{A}$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{7}{0.05} \Omega = 140 \Omega$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{3}{0.05} \Omega = 60 \Omega$$

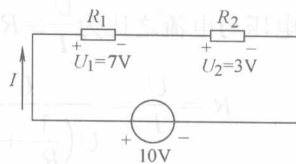


图 1-27 例 1-9 图

1.5.2 电阻的并联

1. 并联

将两个或两个以上的电阻并列连接的方式称为电阻的并联, 如图 1-28 所示。

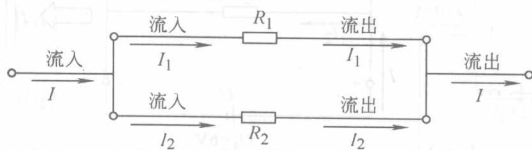


图 1-28 电阻的并联