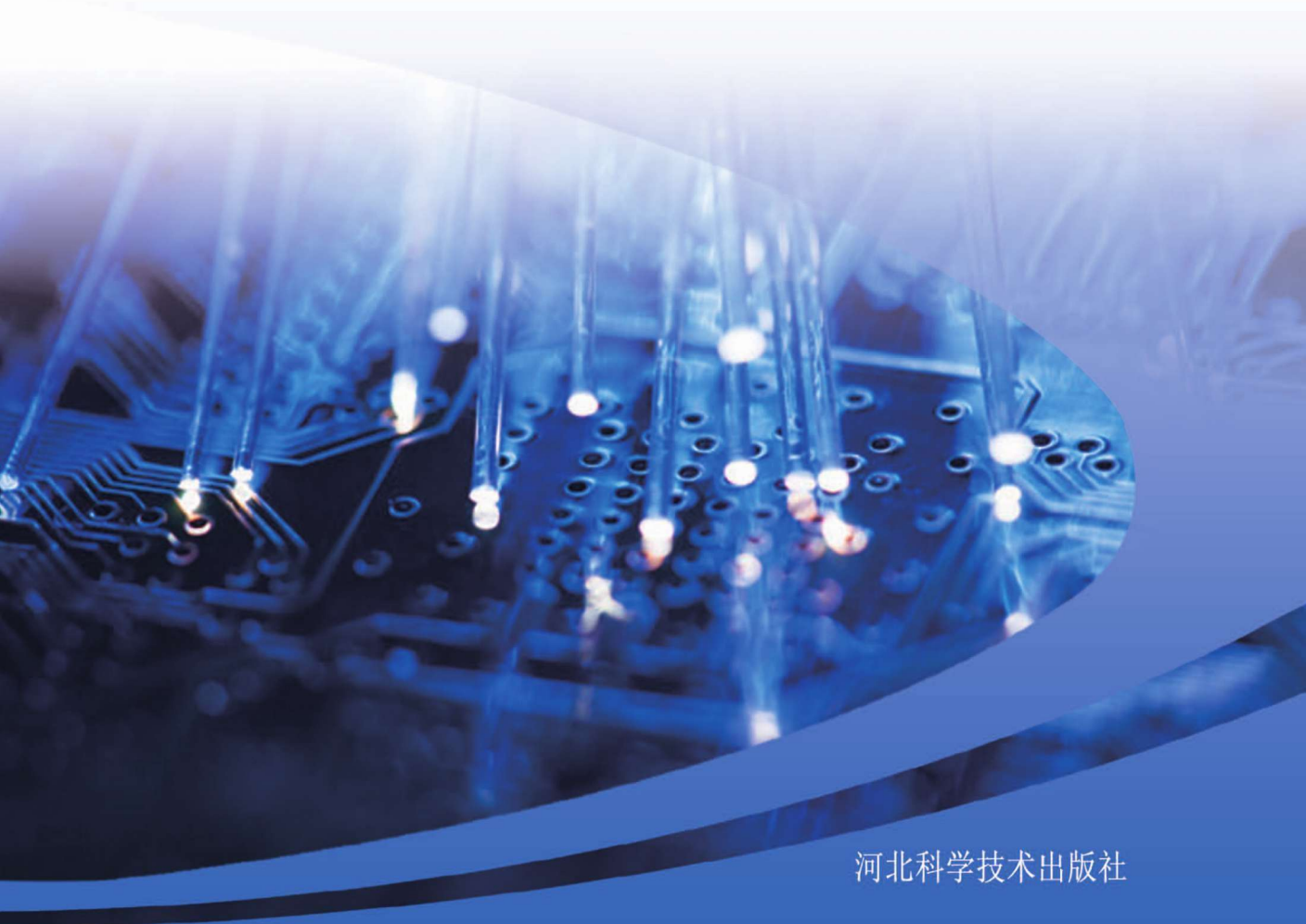


国家中等职业教育改革发展示范校建设系列教材

电工电子技术 与技能

◎ 刘秀冬 乔玉丰 主编



河北科学技术出版社

国家中等职业教育改革发展示范校建设系列教材

电工电子技术 与技能

◎ 刘秀冬 乔玉丰 主编

常州大学图书馆
藏书章

河北科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

电工电子技术与技能 / 刘秀冬, 乔玉丰主编. -- 石家庄: 河北科学技术出版社, 2015. 2

ISBN 978 - 7 - 5375 - 7430 - 3

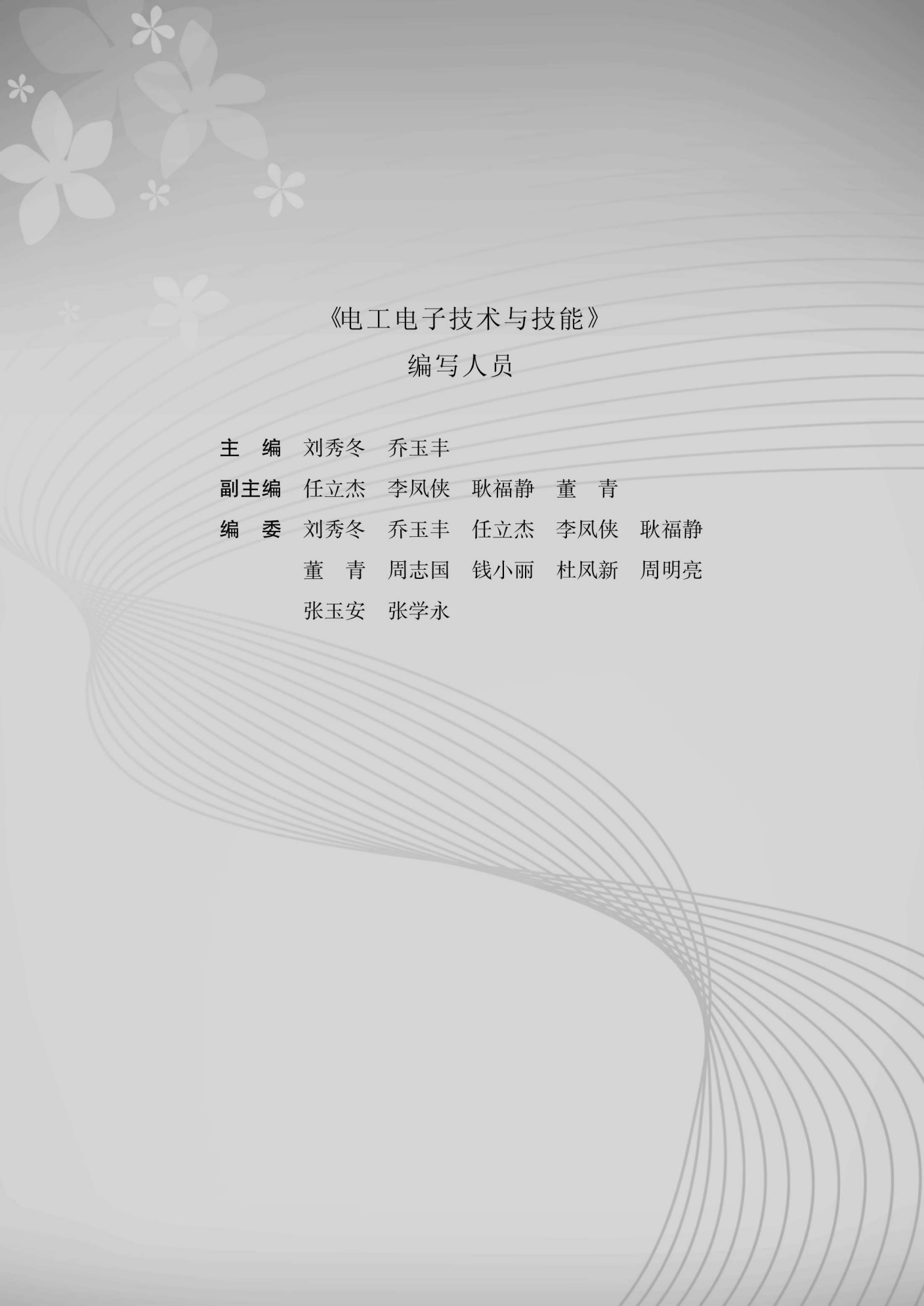
I. ①电… II. ①刘… ②乔… III. ①电工技术 - 中等专业学校 - 教材②电子技术 - 中等专业学校 - 教材
IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015) 第 030405 号

电工电子技术与技能

刘秀冬 乔玉丰 主编

出版发行 河北科学技术出版社
地 址 石家庄市友谊北大街 330 号 (邮编: 050061)
印 刷 石家庄燕赵创新印刷有限公司
开 本 787 × 1092 1/16
印 张 15.5
字 数 320000
版 次 2015 年 2 月第 1 版
2015 年 2 月第 1 次印刷
定 价 31.00 元



《电工电子技术与技能》

编写人员

主 编 刘秀冬 乔玉丰

副主编 任立杰 李凤侠 耿福静 董 青

编 委 刘秀冬 乔玉丰 任立杰 李凤侠 耿福静

董 青 周志国 钱小丽 杜凤新 周明亮

张玉安 张学永

前 言

QIANYAN

本书是依据教育部最新颁布的《电工电子技术与技能教学大纲》编写的，包括电工基础、电工技术、模拟电子和数字电子四个模块，可供电子信息类、自动化仪表类等专业的学生使用。

近年来，我国中等职业教育不断深入教育教学改革，各中等职业学校为培养学生的职业能力，迫切需要以实际应用为基础，以培养技能型人才为目标的理论实践一体化的通俗易懂的教材。基于这一需求，编者根据多年的实践教学经验和教改的成果编写了本书。本书在编写过程中力图体现如下特点：

1. 本书的编写从中等职业学校的学生特点出发，打破常规的章节模式，灵活地将知识分成了四大模块，又将模块中的知识点分成了不同的单元来完成。

2. 在内容的编排设计上，力图体现“以就业为导向，以学生为本位”的教学理念，体现能力本位的职教特色，注重学生实践技能的培养。

3. 编写过程中考虑了职教学生素质和教学实际，降低理论知识的难度和深度，内容简洁、精练、重点突出。

4. 体现以技能训练为主线，相关知识为支撑的编写思路，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，更有利于帮助学生掌握知识、提高能力。

5. 编写过程中，注意生活实例与知识点的链接，注重职业素养在专业教学中的渗透，为学生发展职业能力奠定良好的基础。

本教学时数为 180 学时（包括技能训练学时），各部分内容的学时分配建议如下表：

课时分配表

模块	内容		理论学时	实训学时	合计
模块一	电工基础	1. 直流电路	16	6	22
		2. 单相正弦交流电路	14	6	20
		3. 三相正弦交流电路	12	4	16
模块二	电工技术	4. 用电技术与常用低压电器	10	4	14
		5. 电动机及控制电路	6	4	10
模块三	模拟电子	6. 常用半导体器件	16	6	22
		7. 直流稳压电源	14	8	22
		8. 放大电路与集成运算放大器	16	8	24
模块四	数字电子	9. 组合逻辑电路	10	4	14
		10. 时序逻辑电路	12	4	16
总计			126	54	180

本书由刘秀冬、乔玉丰主编，负责全书的策划构思和统稿工作。任立杰、李凤侠、耿福静、董青担任副主编。模块一由李凤侠负责编写，模块二由耿福静负责编写，模块三由刘秀冬负责编写，模块四由董青负责编写，技能实训部分由乔玉丰和任立杰负责编写。钱小丽、周志国、张玉安、杜凤新、周明亮、张学永老师以及燕山钢铁公司张振山也参与了本教材的编写工作，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免会有错误和不妥之处，恳请各位读者给予批评指正。

编者

2014年11月

目 录

MULU

模块一 电工基础	(1)
1 直流电路	(1)
1.1 电路的基本知识	(2)
1.2 电路中的基本物理量	(4)
1.3 电路中的理想元件——电阻、电容和电感	(6)
1.4 欧姆定律	(14)
1.5 电能和电功率	(16)
1.6 电阻串并联及其应用	(18)
1.7 基尔霍夫定律	(21)
技能性实训	(24)
万用表的认识与使用	(24)
直流电路的电压和电流的测量	(27)
电阻、电容和电感器的识读与检测	(29)
2 单相正弦交流电路	(37)
2.1 正弦交流电的认识	(37)
2.2 纯电阻电路	(41)
2.3 纯电感电路	(42)
2.4 纯电容电路	(44)
2.5 RL 串联电路	(46)
2.6 RLC 串联电路	(49)
2.7 串联谐振电路	(51)
技能性实训	(52)



荧光灯电路的安装	(52)
照明电路配电板的安装	(55)
3 三相正弦交流电路	(59)
3.1 三相交流电源	(59)
3.2 三相负载的联接	(62)
技能性实训	(67)
三相对称负载与不对称负载电路的安装与检测	(67)
模块二 电工技术	(72)
4 用电技术与常用低压电器	(72)
4.1 电力系统的基本知识	(73)
4.2 变压器	(75)
4.3 常用低压电器	(77)
技能性实训	(84)
常用低压电器的拆装及检修	(84)
5 电动机及控制电路	(90)
5.1 三相异步电动机的基本结构及工作原理	(91)
5.2 三相异步电动机的转差率及机械特性	(92)
5.3 三相异步电动机的正转控制线路	(93)
5.4 三相异步电动机的正反转控制线路	(97)
5.5 位置控制	(100)
技能性实训	(100)
点动正转控制线路的安装与检修	(100)
接触器联锁正反转控制线路的安装与检修	(106)
模块三 模拟电子	(113)
6 常用半导体器件	(113)
6.1 半导体二极管的认知	(114)
6.2 特殊二极管的认知	(118)
6.3 半导体三极管的认知	(121)
技能性实训	(126)
半导体器件的识读与检测	(126)
常用电子仪器的使用	(129)
7 直流稳压电源	(137)

7.1	直流稳压电源的组成	(138)
7.2	整流电路	(138)
7.3	滤波电路	(142)
7.4	稳压电路	(145)
	技能性实训	(150)
	焊接基本训练	(150)
	串联型晶体管稳压电源的安装与调试	(153)
8	放大电路与集成运算放大器	(162)
8.1	基本放大电路	(163)
8.2	多级放大电路	(170)
8.3	放大电路的负反馈	(172)
8.4	功率放大电路	(176)
8.5	集成运算放大器	(179)
	技能性实训	(183)
	单管共射极放大电路的安装与调试	(183)
	功率放大器的安装与调试	(186)
模块四	数字电子	(193)
9	组合逻辑电路	(193)
9.1	数字信号和数字电路	(194)
9.2	数制与数码	(194)
9.3	基本逻辑关系	(197)
9.4	组合逻辑电路	(203)
	技能性实训	(211)
	CD4511 八路数显抢答器	(211)
10	时序逻辑电路	(219)
10.1	触发器	(219)
10.2	时序逻辑电路	(225)
	技能性实训	(232)
	物料流量计数器的安装与调试	(232)

模块一 电工基础

1 直流电路

◆学习任务

了解电路的组成、三种工作状态；

掌握电路中基本物理量的定义、单位、公式及相关计算；

掌握电阻、电容和电感的种类、单位及串并联电路的计算；

掌握欧姆定律的内容、公式及应用；

掌握基尔霍夫定律的内容、表达式及应用。

◆技能任务

学会万用表的使用方法；

学会直流电压、电流的测量方法；

学会电阻、电容和电感器的识读与检测。

在生产、科研和日常生活中，我们几乎天天都在和电打交道。如照明用电、机械制造、航空设备、通信系统、家用电器等都离不开电的应用。电的应用已经渗透到各个领域，成为现代物质、文化生活中不可或缺的一部分。这一单元我们将首先学习直流电路的基本知识。



图 1-1 城市夜景照明

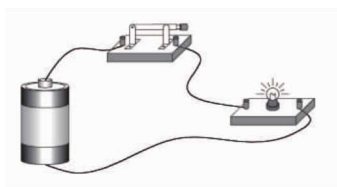
1.1 电路的基本知识

1.1.1 电路的组成

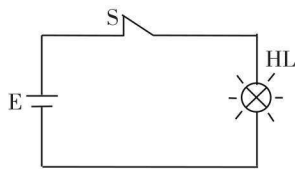
在实际电路中，为了实现某种应用目的，将各种电路元器件按照一定的方式连接起来，就构成一个电路。因为要达到的目的不同，所以电路的种类千差万别，但是任何一个完整的电路，无论结构多么复杂，一般都是由电源、负载、控制和保护装置以及导线组成的。

电路的组成及各部分作用：

- (1) 电源：向电路提供能量，把其他形式的能转换成电能。例如，发电机能将机械能转换成电能。
- (2) 负载：把电能转换成其他形式的能。例如，灯泡能将电能转换成光能。
- (3) 导线：用来连接电路，输送分配电能。
- (4) 控制、保护装置：控制电路的通断、保护电路等。



(a) 实物图



(b) 原理图








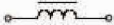












图 1-2 电路的组成

电路的作用可以归纳为实现电能的传输、分配与转换，实现信号的传递与处理。

1.1.2 电路的电气符号

用电气设备的实物图来表示实际电路虽然很直观，但是画起来很麻烦，为了简便起见通常用电路图来表示。在电路图中，组成电路的元器件和连接情况一般用国家统一规定的电气符号来表示，常见的电气符号见表 1-1。

表 1-1 电路图部分常见符号

名称	实物图	符号	名称	实物图	符号
电阻			电容		
电灯			电感		
开关			电流表		
电池			电压表		
接地			保险丝		

1.1.3 电路的三种状态

电路的三种状态分别是通路、断路（也叫开路）、短路。

1. 通路

通路是指闭合开关接通电路，电流流过用电器，使用电器进行工作的状态，如图 1-3a 所示。

2. 断路

断路是指电路被切断，电路中没有电流通过，用电器不工作的状态，如图 1-3b 所示。

3. 短路

短路是指电流不经过用电器而直接构成回路，如图 1-3c 所示。这时整个电路电阻很小，电流很大，电路强烈发热，会损坏电源甚至引起火灾。电源短路后，通过用电器

的电流几乎为零，用电器也不能工作。所以，短路是电路连接时应特别注意避免的一种不正常情况。

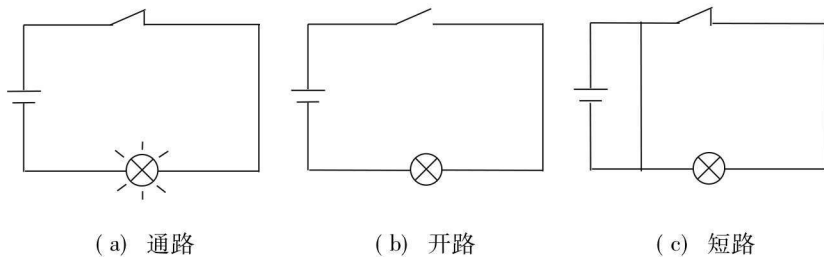


图 1-3 电路的三种状态

1.2 电路中的基本物理量

1.2.1 电流

1. 电流的定义

电荷的定向运动形成电流。电路中有持续电流的条件是：电路为闭合通路；电路两端存在电压。

2. 电流的大小

单位时间内通过导体横截面的电荷量的大小，即

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-1)$$

式中：

I ——电流，单位是安培，用符号 A 表示；

Q ——电荷量，单位是库，用符号 C 表示；

t ——时间，单位是秒，用符号 s 表示。

常用的电流单位还有毫安 (mA)、微安 (μA)、千安 (kA) 等，它们之间的换算关系是：

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

3. 电流的分类

电流不但有大小而且有方向，一般规定正电荷移动的方向或负电荷移动的反方向为电流的方向。

电流可分为直流和交流两种类型。大小和方向都不随时间变化的电流称为直流电流，简称直流，用 DC 表示；大小和方向都随时间变化的电流称为交流电流，简称交

流, 用 AC 表示。

1.2.2 电压、电位和电动势

1. 电压

为了衡量电场力做功能力的大小, 引入电压这个物理量, 电压在数值上等于电场力将单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功, 即

$$U_{ab} = \frac{W}{q} \quad (1-2)$$

式中:

U_{ab} —— a 、 b 两点间的电压, 单位是伏 (V);

W ——移动单位正电荷电场力所做的功, 单位是焦耳 (J);

q ——电荷量, 单位是库伦 (C)。

常用的电压单位有千伏 (kV)、毫伏 (mV)、微伏 (μV) 等, 它们之间的换算关系是:

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

规定电压的方向由高电位指向低电位。也可以用“+”表示高电位, 用“-”表示低电位。电压是对电路中的两点而言的, 用双下标表示, 即 U_{ab} 表示 a 、 b 两点间的电压。

2. 电位

电路中的电位是相对的, 它的大小与参考点的选择有关, 某点电位等于该点与参考点之间的电压, 所以要选择参考点。假定参考点的电位为零, 比参考点高的电位为正, 比参考点低的电位为负。

a 点电位用符号 V_a 表示, 在电路中 a 、 b 两点间的电压等于这两点间的电位之差。即

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad (1-3)$$

电压和电位二者既有联系又有区别, 电位是相对的, 它的大小与参考点的选择有关; 电压是绝对的, 它的大小与参考点的选择无关。电位的参考点可以任意选择, 但是一个电路中只能有一个参考点。

3. 电动势

电源将其他形式的能转换成电能的过程, 就是电源力反抗电场力做功, 不断的把正电荷从低电位移到高电位的过程。不同的电源, 电源力做功的性质和大小不同, 为此引入电动势这个物理量。

在电源的内部, 电源力将正电荷从低电位移到高电位所做的功与该电荷的电荷量的比, 叫做电源的电动势。即

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

式中:

E ——电源电动势, 单位是伏特 (V);

W ——电源力移动正电荷所做的功, 单位是焦耳 (J);

q ——电荷量, 单位是库仑 (C)。

电动势的方向规定由电源的负极指向正极, 或由低电位指向高电位。

应当指出, 电动势与电压的物理意义不同, 电动势存在于电源的内部, 是电源力做功; 电压既存在于电源的内部也存在于电源的外部, 是电场力做功。电动势的方向从负极指向正极, 即电位升的方向; 电压的方向是从正极指向负极, 即电位降的方向。

1.3 电路中的理想元件——电阻、电容和电感

1.3.1 电阻与电导

1. 电阻

导体对电流的阻碍作用叫电阻。用 R 表示, 单位是欧姆, 用符号 Ω 表示, 常用的还有千欧 ($k\Omega$), 兆欧 ($M\Omega$)。它们之间的换算关系是

$$1 k\Omega = 10^3 \Omega \quad 1 M\Omega = 10^6 \Omega$$

2. 电阻定律

电阻是导体固有的参数, 是一个定值。在一定的温度下, 导体的电阻与导体的长度成正比, 与电阻的横截面积成反比, 与导体材料性质有关, 这一规律称为电阻定律。用公式表示为:

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

式中:

L ——导体的长度, 单位为米 (m);

ρ ——电阻率, 单位为欧·米 (Ωm);

S ——导体的横截面积, 单位为平方米 (m^2);

R ——电阻, 单位为欧姆 (Ω)。

导体电阻的大小取决于导体本身的因素, 还与其他因素有关。实验证明: 导体的阻值随温度的变化而变化。一般金属材料的阻值, 随温度升高而增大, 随温度降低而减小。

3. 电导

电阻的倒数叫做电导。用符号 G 表示，单位为西门子 (S)，公式为：

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

由公式可知，电阻越小，电导越大，电阻的导电性能就越好。电阻和电导都反映物体的导电能力，只是表示方法不同。

4. 电阻器

电阻器是组成电路的基本元件之一，主要用来稳定和调节电流和电压，在电路中起分压、分流、限流等作用，主要应用在各种电子产品中。按结构不同电阻器可分为固定电阻器和可调电阻器；按材料的不同电阻器可分为碳膜电阻器、金属膜电阻器、玻璃釉膜电阻器和线绕电阻器等。常见的固定电阻器外形如图 1-4 所示。



图 1-4 常见电阻器外形图

1.3.2 电容元件

电容器是电路中的基本元件之一，在电子技术中常用于滤波、选频、移相等，在电力系统中，可用来提高电力系统的功率因数。

1. 电容器的结构及符号

任意两块导体中间用绝缘介质隔开就构成了电容器。这两块导体称为极板。平行板电容器的结构示意图及符号如图 1-5 所示。

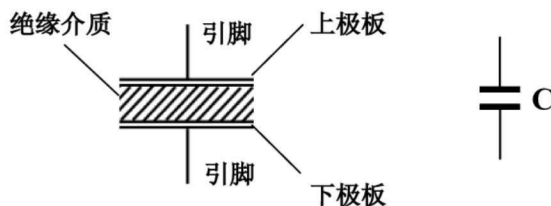


图 1-5 电容器的结构及符号图

2. 电容器的分类

按电容量是否可变，可分为固定电容器和可变电容器；按介质不同可分为空气、云母、陶瓷、纸质电容器等；按极板形状不同可分为平行板、球形、柱形电容器等。

常见的几种电容器的外形如图 1-6 所示。图形符号如图 1-7 所示。



图 1-6 几种常见的电容器



图 1-7 电容器的符号

3. 电容器的电容量

电容器最基本的特性是能够储存电荷。把电容器的两个极板分别接到电源的正、负极上，电容器的两个极板间便有电压 U ，任意极板所储存的电荷量 Q 与两极板间的电压 U 的比值，称为电容量，简称电容，用符号 C 来表示，即

$$C = \frac{Q}{U} \quad (1-7)$$

式中：

C ——电容，单位是法（拉），符号为 F；

Q ——一个极板上的电荷量，单位是库（仑），符号为 C；

U ——两极板间的电压，单位是伏特，符号为 V。

电容的国际单位是法拉，简称法（F）。法的单位太大，在实际应用中，常用较小的单位有微法（ μF ）和皮法（pF），它们之间的关系是：

$$1 \text{ F} = 10^6 \mu\text{F} \quad 1 \mu\text{F} = 10^6 \text{ pF}$$

电容还有毫法（mF）和纳法（nF）等单位，它们与法拉的关系是：

$$1 \text{ F} = 10^3 \text{ mF} \quad 1 \text{ F} = 10^9 \text{ nF}$$

设平行板的面积为 S ，两平行板间的距离为 d ，两板间的电解质的介电系数为 ε 。实验证明，平行板电容器的电容量与极板面积 S 及介电常数 ε 成正比，与两极板间的距离成反比。表达式为：

$$C = \frac{\varepsilon S}{d} \quad (1-8)$$