

高职高专“十三五”规划教材

电工电子技术

DIANGONG DIANZI JISHU

杨 威 曲梅丽 主编
李 军 主审

DIANGONG
DIANZI JISHU



化学工业出版社

高职高专“十三五”规划教材

电工电子技术

杨 威 曲梅丽 主 编
陈晓莉 赵 辉 周伟伟 副主编
李 军 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书共分十一章,包括电路基础知识、直流电路分析、单相正弦交流电路、三相正弦交流电路、电工测量、模拟电路基础、数字电路基础、直流稳压电源、三相异步电动机、电动机控制电路、实验实训与技能训练。

本书结构合理、深入浅出、内容全面、注重实用、便于教学,并配有电子教案。

本书可作为高等职业教育、成人高等教育非电类专业的教材,也可供相关技术人员参考、自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术/杨威,曲梅丽主编. —北京:化学工业出版社, 2015. 11

高职高专“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-25447-4

I. ①电… II. ①杨… ②曲… III. ①电工技术-高等教育-教材②电子技术-高等教育-教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第250197号

责任编辑:高钰

文字编辑:陈喆

责任校对:边涛

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张14 字数340千字 2016年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

前言

根据高等职业教育的培养目标和教学模式,结合学生的实际情况,并根据多年的教学经验,我们组织编写了本书。本书具有以下特点。

1. 紧扣大纲,降低难度

本书从职业岗位群对人才的需求出发,本着“必需、够用”的原则,结合学生的实际情况,内容通俗易懂,方便教师教学和学生自学。

2. 结构合理,学用结合

本书加强了对基本概念、基本规律、基本方法的讲解和运用,本书配有“学习目标”“拓展与提高”“本章小结”和“复习题”,通过讲练结合加深学生对知识的理解和掌握。

3. 提高素质,培养能力

本书配有实验实训与技能训练,理论与实践相结合,带领学生去实践、探索,培养学生发现问题、分析问题、解决问题的能力以及创新能力。

4. 增加阅读材料,拓展学生知识面

本书增加了阅读内容,对教材内容做了拓展和提高,将理论知识和应用联系起来,有助于培养学生的学习兴趣。

5. 本书的内容已制作成用于多媒体教学的PPT课件,并将免费提供给采用本书作为教材的院校使用。如有需要,请发电子邮件至 cipedu@163.com 获取,或登陆 www.cipedu.com.cn 免费下载。

本书由杨威、曲梅丽主编,陈晓莉、赵辉、周伟伟任副主编,具体分工如下:杨威编写第一、四章,齐建春、吴居娟编写第二章,周伟伟编写第三、八章,杨威、曲梅丽、孙小燕编写第五、十一章,陈晓莉编写第六、七章,赵辉编写第九、十章。杨威对全书进行统稿。

本书由李军任主审,他对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

在本书的编写过程中,得到了有关院校师生的大力支持和帮助,在此一并表示敬意和谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2015年10月

目 录

第一章 电路基础知识.....	1	二、基尔霍夫电流定律 (KCL)	23
第一节 电路的基本结构.....	1	三、基尔霍夫电压定律 (KVL)	24
一、电路的组成.....	1	第三节 支路电流法	25
二、电路图.....	1	一、支路电流法的步骤	25
三、电路的状态.....	2	二、支路电流法的应用	25
第二节 电路的基本物理量.....	2	第四节 叠加定理	26
一、电流.....	2	一、线性电路的概念	26
二、电压.....	3	二、叠加定理的内容	26
三、电动势.....	3	三、叠加定理的应用	27
四、电能和电功率.....	3	拓展与提高	28
五、电压源和电流源.....	4	本章小结	30
第三节 电阻元件.....	5	复习题	31
一、电阻.....	5	第三章 单相正弦交流电路	33
二、电阻的连接.....	7	第一节 基本概念	33
第四节 电容元件.....	9	一、正弦交流电的概念	33
一、电容.....	9	二、正弦交流电的三要素	34
二、电容的连接.....	9	三、正弦交流电的表示方法	37
第五节 电感元件	11	第二节 纯电阻正弦电路	38
第六节 安全用电	12	一、电流与电压的关系	38
一、触电的种类和形式	12	二、电路的功率	38
二、影响触电程度的因素	12	第三节 纯电容正弦电路	39
三、触电急救	13	一、电流与电压的关系	39
四、安全保护措施	15	二、电路的功率	40
拓展与提高	16	第四节 纯电感正弦电路	42
本章小结	16	一、电流与电压的关系	42
复习题	18	二、电路的功率	43
第二章 直流电路分析	20	第五节 RL 串联电路.....	44
第一节 欧姆定律	20	一、RL 串联电路的电压关系.....	44
一、部分电路欧姆定律	21	二、RL 串联电路的阻抗.....	44
二、全电路欧姆定律	22	三、RL 串联电路的功率.....	45
第二节 基尔霍夫定律	22	拓展与提高	47
一、几个基本概念	23	本章小结	48

复习题	49	三、晶体三极管的特性及主要参数	77
第四章 三相正弦交流电路	51	第三节 基本放大电路	80
第一节 三相交流电源简介	51	一、放大电路的基本概念	80
一、三相交流电源的产生	51	二、共射基本放大电路	83
二、三相交流电源的优点	52	三、放大电路的分析方法	84
三、三相交流电源的表示方法	52	四、微变等效电路法	91
第二节 三相电源的连接	53	第四节 放大电路中的负反馈	94
一、三相电源的星形连接	53	一、反馈的概念	94
二、三相电源的三角形连接	54	二、反馈类型及判别	94
第三节 三相负载的连接	55	三、负反馈放大电路的方框图	96
一、三相负载的星形(Y)连接	55	四、负反馈放大电路的一般表达式	97
二、三相负载的三角形(Δ)连接	55	五、负反馈对放大电路的影响	97
第四节 三相电路的功率	58	本章小结	99
拓展与提高	59	复习题	100
本章小结	60	第七章 数字电路基础	103
复习题	60	第一节 数字电路概述	103
第五章 电工测量	62	一、数字信号与数字电路	103
第一节 电流的测量	62	二、数字电路的特点和分类	103
一、直流电流的测量	62	三、常见的脉冲波形和参数	104
二、交流电流的测量	63	第二节 数制及数制之间的相互转换	105
三、钳形电流表	63	一、数制	105
第二节 电压的测量	64	二、各种进制之间的转换	106
一、直流电压的测量	64	第三节 编码	108
二、交流电压的测量	65	一、编码	108
第三节 电阻的测量	65	二、二十进制编码(BCD码)	108
第四节 万用表的使用	66	第四节 基本逻辑门	109
一、万用表的结构组成	66	一、与门	110
二、万用表的使用方法	66	二、或门	111
三、欧姆挡测量的注意事项	67	三、非门	112
拓展与提高	67	第五节 复合逻辑门	114
本章小结	67	一、与非门	114
复习题	68	二、或非门	115
第六章 模拟电路基础	69	三、异或门	115
第一节 二极管	69	四、同或门	117
一、半导体物理基础知识	69	五、逻辑函数及其表示方法	118
二、晶体二极管的符号、分类	71	第六节 逻辑代数的基本定律和基本 规则	119
三、二极管的主要特性及主要参数	72	一、逻辑代数的基本公式和定律	119
第二节 晶体三极管	75	二、逻辑代数的常用公式	120
一、晶体三极管的结构、分类	75	三、逻辑代数的三个重要规则	121
二、三极管的电流放大作用	75		

四、逻辑函数表达式的形式	122	一、三相异步电动机的启动	165
五、逻辑函数的化简	122	二、三相异步电动机的调速	166
六、逻辑函数的公式化简法	123	三、三相异步电动机的反转	166
第七节 组合逻辑电路	124	四、三相异步电动机的制动	166
一、组合逻辑电路	124	拓展与提高	167
二、组合逻辑电路的方框图及特点	124	本章小结	169
三、组合逻辑电路逻辑功能的表示 方法	125	复习题	170
四、组合逻辑电路的分类	125	第十章 电动机控制电路	171
五、组合逻辑电路的分析方法	125	第一节 低压电器基本知识	171
六、组合逻辑电路的设计方法	126	一、电器的定义	171
七、加法器	127	二、电器的分类	171
八、编码器	129	三、常用低压电器	172
九、译码器	133	第二节 三相异步电动机的直接启动 控制电路	177
第八节 触发器及时序逻辑电路	138	一、三相异步电动机点动控制电路	177
一、触发器	138	二、三相异步电动机长动控制电路	177
二、触发器应用举例	141	第三节 三相异步电动机的正反转控制 电路	179
拓展与提高	142	一、三相异步电动机的正反转控制 电路	179
本章小结	142	二、接触器互锁的正反转控制电路	180
复习题	143	三、双重互锁正反转控制电路	181
第八章 直流稳压电源	146	第四节 三相异步电动机的降压启动控制 电路	181
第一节 变压器	146	拓展与提高	183
一、变压器简介	146	本章小结	183
二、变压器的变压原理	147	复习题	183
第二节 整流电路	147	第十一章 实验实训与技能训练	184
第三节 滤波电路	149	实验实训与技能训练 1 基尔霍夫定律的验证及 电位的测定	184
第四节 稳压电路	151	实验实训与技能训练 2 叠加原理的 验证	185
拓展与提高	155	实验实训与技能训练 3 日光灯电路的研究与 功率因数提高	187
本章小结	155	实验实训与技能训练 4 用三表法测量 电路	190
复习题	156	实验实训与技能训练 5 三相星形负载电路 研究	191
第九章 三相异步电动机	157	实验实训与技能训练 6 三相三角形负载电路 研究	193
第一节 三相异步电动机的工作原理和 结构	157		
一、三相异步电动机的工作原理	157		
二、三相异步电动机的结构	160		
三、三相异步电动机的铭牌和额定值	161		
第二节 三相异步电动机的运行特性	163		
一、电磁转矩	163		
二、机械特性曲线	164		
第三节 三相异步电动机的控制	165		

实验实训与技能训练 7	二极管、三极管的识别 与检测	195	转控制电路	207
实验实训与技能训练 8	集成门电路	198	实验实训与技能训练 13	三相异步电动机的 能耗制动控制 ...
实验实训与技能训练 9	加法器	200	实验实训与技能训练 14	三相异步电动机串 电阻降压启动控制 电路
实验实训与技能训练 10	直流稳压电源 ...	203	拓展与提高	212
实验实训与技能训练 11	三相异步电动机点动和 自锁控制电路	204	参考文献	213
实验实训与技能训练 12	三相异步电动机正反			

第一章 电路基础知识

学习目标：

1. 知道电路的基本组成及各部分在电路中的作用；
2. 知道电流、电压、电动势、电能和电功率等基本的物理量；
3. 了解电阻的标注方法和伏安特性，能够根据电阻定律进行计算；
4. 掌握电阻的串联、并联的特点，并能够进行电路的等效变换；
5. 了解电容元件的基本内容及其电容的连接；
6. 了解电感元件的基本内容；
7. 知道安全用电的基本知识，学会安全用电的安全保护措施及急救方法。

第一节 电路的基本结构

一、电路的组成

电流通过的路径称为电路。电路一般由电源、导线、开关和负载四部分组成，如图 1.1 所示。

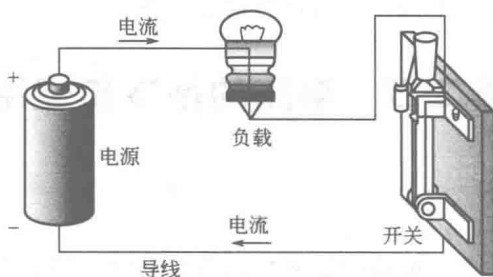


图 1.1 电路的组成

- (1) 电源：是提供电能的设备，它可以把非电能形式的能量转换成电能，例如发电机、电池等。
- (2) 负载：是将电能转换成非电能形式能量的用电设备，例如，电动机、照明灯、电炉等。
- (3) 导线：传送信号、传输电能。
- (4) 开关：接通或断开电路或保护电路，如刀开关、熔断器、漏电保护器等。

二、电路图

用规定的图形符号表示电路连接情况的图称为电路图。电路图不考虑电气元件的实际安

装位置 and 实际连线情况, 只是把各元件按顺序用符号画在平面上, 用直线将各元件连接起来, 如图 1.2 所示。



图 1.2 电路图

几种常见的图形符号如图 1.3 所示。

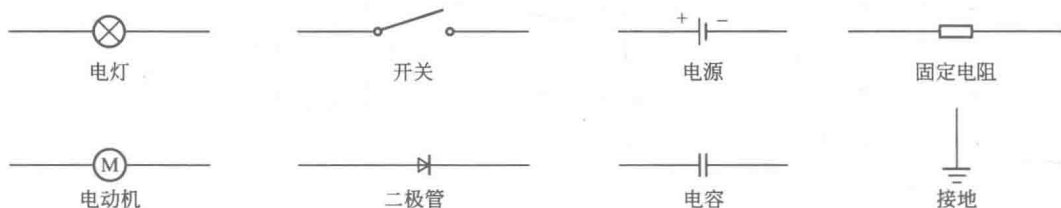


图 1.3 常见的图形符号

三、电路的状态

电路的状态一般有三种: 通路、开路和短路。

- (1) 通路: 电路中各元件连接成通路, 电路中有电流通过。
- (2) 开路: 电路断开, 电路中没有电流通过, 也称为断路。
- (3) 短路: 电源两端用导线直接相连时, 电路中的电流不经过负载, 而是直接回到电源。短路时电流很大, 会烧坏电源和负载, 所以不能短路。

第二节 电路的基本物理量

一、电流

通过以前的学习可以知道, 电荷的定向移动形成电流。当金属导体处于电场中时, 自由电子受电场力的作用做定向移动, 这就形成了电流。

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, 用公式表示为

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

式中 I ——电流, 基本单位是安培, 简称安, 符号为 A, 实际中常用毫安、微安等单位, 有 $1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$;

q ——电荷量, 单位是库仑, 用 C 表示;

t ——时间, 单位是秒, 用 s 表示。

电流的方向通常规定为正电荷定向移动的方向。在简单电路中, 电流的方向可以由电源的极性确定, 在复杂电路中, 电流方向一般很难确定, 为此引入了电流的参考方向这一概

念。参考方向是一种假定的方向,在进行计算时,任意选定某一方向作为电流的正方向,并以此进行计算,若计算结果为正值,说明电流的实际方向与选定的正方向相同;若计算结果为负值,说明电流的实际方向与选定的方向相反。如图 1.4 所示,假设流过电阻的实际电流方向从左往右,若选择如图 1.4(a) 所示的参考方向,则有 $I=2\text{A}$;若选择如图 1.4(b) 所示的参考方向,则有 $I=-2\text{A}$ 。

在分析电路时,必须在电路图中标明电流的参考方向,本书中如无特殊说明,电路图中标注的电流方向都是参考方向。



图 1.4 电流的参考方向

二、电压

电场力把单位正电荷从电场中的 A 点移到 B 点所做的功 W_{AB} 称为 A 、 B 间的电压,用 U_{AB} 表示。即

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} \quad (1.2)$$

在国际单位制 (SI) 中,电压的基本单位是伏特,符号为 V 。电场力把 $1C$ 的电量从电场中的 A 点移到 B 点所做的功为 $1J$,则 A 、 B 间的电压为 $1V$ 。常用的单位还有 kV 和 mV ,换算关系为: $1kV=10^3V$, $1mV=10^{-3}V$ 。

电压是相对于电路中的两点而言的,所以用双下标表示。前一个下标代表起点,后一个下标代表终点,电压的方向由起点指向终点。当电压的实际方向与参考方向相同时,电压为正值;当电压的实际方向与参考方向相反时,电压为负值。

三、电动势

为了使电路中有持续不断的电流,在电源内部存在一种力,把正电荷从电源的负极移到正极,这种克服电场力把单位正电荷由电源负极移到正极所做的功称为电动势。电动势用来表示电源把其他形式的能转换为电能的本领,用 E 表示,有

$$E = \frac{W_{AB}}{q} \quad (1.3)$$

电动势的单位也是伏特 (V),其只存在于电源内部,实际方向与电压的方向相反,也就是由电源的负极指向正极,这样电源内部就形成了由电源负极到正极的电流。

四、电能和电功率

1. 电能

一段导体两端存在电压,导体内部就会产生电场,在电场力作用下自由电荷会定向移动,如果这段导体两端的电压为 U ,在时间 t 内通过导体横截面的电量为 q ,根据公式 (1.2) 计算电场力所做的功为

$$W = qU = UI t \quad (1.4)$$

式中, W 为电能, 国际单位是焦耳, 符号为 J。实际中常用千瓦时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$) 表示, $1\text{kW} \cdot \text{h}$ 俗称 1 度电。换算关系为

$$1 \text{ 度} = 1\text{kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

电能用电能表来测量, 如图 1.5 所示。

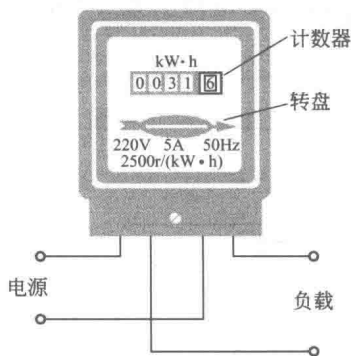


图 1.5 电能表及其接线

2. 电功率

电功率简称功率, 等于单位时间内电路产生或消耗的电能, 用 P 表示, 即

$$P = \frac{W}{t} = \frac{UI t}{t} = UI \quad (1.5)$$

电功率用来衡量电路转换能量的快慢, 其国际单位是瓦特, 符号为 W。常用单位有 kW 和 MW, 换算关系为 $1\text{MW} = 10^3 \text{kW} = 10^6 \text{W}$ 。

【例题 1.1】

一台电视机的额定功率是 100 W, 每度电的电费为 0.55 元, 每天工作 6h, 求每月应付电费为多少?

【解】

每月用电时间为

$$t = 6\text{h} \times 30 = 180\text{h}$$

每月消耗电能为

$$W = Pt = 0.1\text{kW} \times 180\text{h} = 18\text{kW} \cdot \text{h}$$

每月应付电费

$$0.55 \text{ 元/度} \times 18 \text{ 度} = 9.9 \text{ 元}$$

五、电压源和电流源

1. 电压源

直流发电机和铅蓄电池都是电源, 它们具有不变的电动势和较小的内阻, 称其为电压源, 如图 1.6(a) 所示。如果电源内阻 $R_0 \approx 0$, 则端电压不随电流变化而变化, 这是一种理想情况, 把具有不变电动势且内阻为 0 的电源称为理想电压源或恒压源, 如图 1.6(b) 所示。

理想电压源是一种理想模型, 对任意一个用电设备来讲, 在整个电力系统中, 该用电设备以外的部分, 可以近似看作是一个理想电压源。当电源电压稳定在一定范围内时, 该电源可以看作是一个恒压源。当电源的内电阻远远小于负载电阻时, 随着负载电阻的变化, 电源

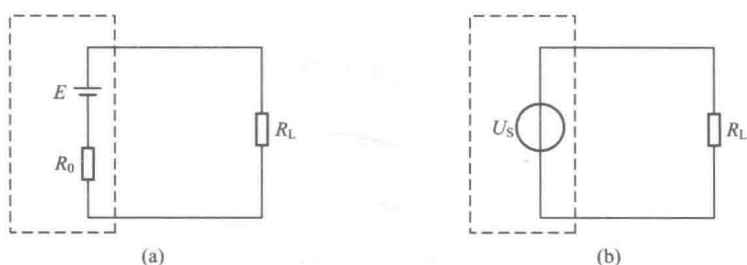


图 1.6 电压源

的端电压基本保持不变，此电源可以看作是恒压源。

2. 电流源

对于实际电源，可以建立另一种理想模型，叫电流源。如果电源输出电流的大小是恒定的，不会随负载的改变而变化，则这种电流源就叫理想电流源。理想电流源简称电流源或恒流源，如图 1.7 所示。

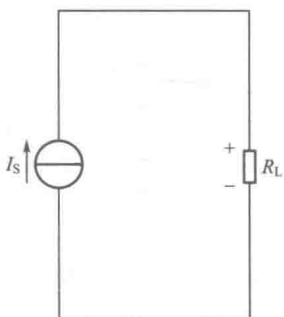


图 1.7 恒流源与负载连接

第三节 电阻元件

一、电阻

电流在导体中流动通常要受到阻碍作用，这种阻碍作用称为电阻。在电路图中，常用理想电阻元件来表示电阻对电流的这种阻碍作用。电阻用字母 R 来表示，国际单位是欧姆，符号为 Ω ，常用单位有 $k\Omega$ 和 $M\Omega$ ，换算关系有 $1M\Omega = 10^3 k\Omega = 10^6 \Omega$ 。

1. 电阻的分类

- (1) 按照阻值特性可分为固定电阻和可变电阻；
- (2) 按照制造材料可分为金属绕线式和膜式；
- (3) 按照特性可分为光敏、热敏和压敏；
- (4) 按照功能可分为负载电阻、采样电阻、分流电阻、保护电阻等。

2. 伏安特性

在温度一定的条件下，电阻两端的电压与通过电阻的电流之间的关系称为伏安特性。一般金属电阻在一定的温度下阻值是常数，这种电阻的特性是一条经过原点的直线，这种电阻称为线性电阻，如图 1.8 所示。

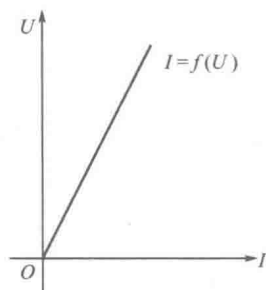


图 1.8 线性电阻的伏安特性

电阻的阻值随电压和电流的变化而变化,电压与电流的比值不是常数,这种电阻称为非线性电阻,例如半导体二极管,如图 1.9 所示。

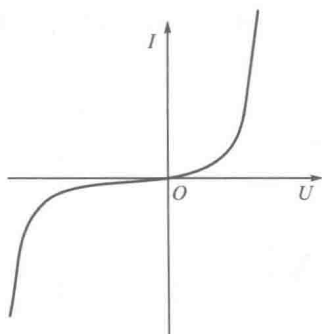


图 1.9 二极管的伏安特性

3. 电阻定律

线性电阻的阻值不仅与导体自身的材料有关,而且与导体的长度成正比,与导体的横截面积成反比,这个关系称为电阻定律。用公式表示为

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1.6)$$

式中 ρ ——导体的电阻率,反应材料导电性能的好坏,值越大,导电性能越差, $\Omega \cdot \text{m}$;

l ——导体的长度, m ;

S ——导体的横截面积, m^2 。

4. 电阻的标注方法

常用的电阻的标注方法主要有直标法和色标法。直标法是将电阻的主要参数直接标注在电阻表面上,色标法是将电阻的主要参数用颜色(色环)标注在电阻的表面上。

图 1.10 所示为电阻的色标法。电阻的色环通常为 4 道,其中 3 道距离较近,作为阻值

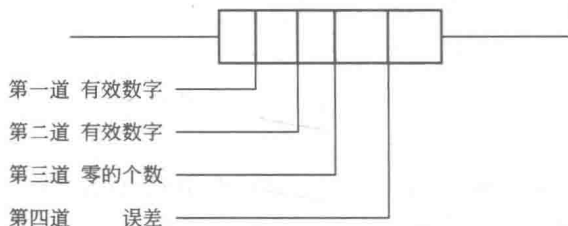


图 1.10 电阻的色标法

标注，另1道距离较远，作为误差标注。第一道、第二道各表示一位有效数字，第三道表示零的个数，第四道表示允许误差。

色环颜色与表示的数码对照如表 1.1 所示，色环颜色与误差对照如表 1.2 所示。

表 1.1 色环颜色与表示的数码对照

颜色	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑
数码	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

表 1.2 色环颜色与误差对照

颜色	金	银	无色
误差	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

例如，某色环电阻第一道为红色，第二道为蓝色，第三道为橙色，第四道为银色，则该电阻阻值为 $2.6 \times 10^4 \Omega$ ，允许误差为 $\pm 10\%$ 。

二、电阻的连接

1. 电阻的串联

把电阻一个一个地按首尾顺序连接起来的连接方式称为电阻的串联，如图 1.11 所示。

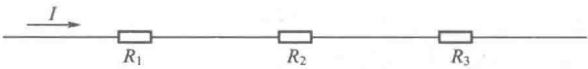


图 1.11 电阻的串联

电阻串联电路的主要特点如下。

(1) 流过各电阻的电流相等，即

$$I = I_1 = I_2 = I_3 \tag{1.7}$$

(2) 总电阻等于各电阻之和，即

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \tag{1.8}$$

(3) 总电压等于各电阻两端电压之和，即

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \tag{1.9}$$

(4) 串联电路具有分压作用，即

$$U_1 = \frac{R_1}{R}U; U_2 = \frac{R_2}{R}U; U_3 = \frac{R_3}{R}U \tag{1.10}$$

【例题 1.2】

某 220V/40W 的照明灯要接到 380V 的电源上使用，为了该照明灯能正常使用，应串联多大的电阻？

【解】

照明灯的电阻为

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{40} \Omega = 1210 \Omega$$

照明灯与电阻串联，其流过的电流相等，所以

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

串联电阻两端电压为 $U_2 = 380\text{V} - 220\text{V} = 160\text{V}$ ，所以

$$R_2 = \frac{U_2 R_1}{U_1} = \frac{160 \times 1210}{220} \Omega = 880 \Omega$$

2. 电阻的并联

把电阻并列地接在电路中两个共同端点之间的连接方式称为电阻的并联，如图 1.12 所示。

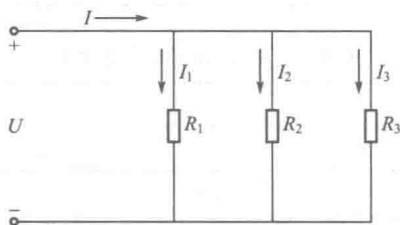


图 1.12 电阻的并联

电阻并联电路的主要特点如下。

(1) 各电阻两端的电压相等，即

$$U = U_1 = U_2 = U_3 \quad (1.11)$$

(2) 总电流等于流过各电阻的电流之和，即

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (1.12)$$

(3) 总电阻的倒数等于各电阻倒数之和，即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (1.13)$$

(4) 并联电路具有分流作用，即

$$I_1 = \frac{R}{R_1} I; I_2 = \frac{R}{R_2} I; I_3 = \frac{R}{R_3} I \quad (1.14)$$

【例题 1.3】

有两盏 $220\text{V}/40\text{W}$ 的照明灯并联接在 220V 电源上，求流过灯泡的电流、总电流和总电阻。

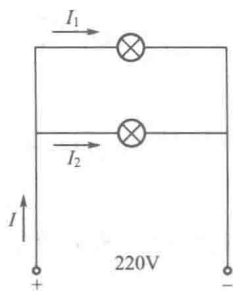


图 1.13 例题 1.3 图

【解】

流过照明灯的电流

$$I_1 = I_2 = \frac{P}{U} = \frac{40}{220} \text{A} \approx 0.18 \text{A}$$

两盏照明灯为并联，总电流为

$$I = I_1 + I_2 \approx 0.18\text{A} + 0.18\text{A} = 0.36\text{A}$$

照明灯的电阻为

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{40} \Omega = 1210\Omega$$

两盏照明灯并联的总电阻为

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{1210\Omega} + \frac{1}{1210\Omega} = \frac{1}{605}$$

即

$$R = 605\Omega$$

第四节 电 容 元 件

一、电容

在工程中,电容器的品种和规格有很多,但就其构成原理来说,都是由两块金属极板隔以不同的绝缘物质(如云母、绝缘纸、电解质等)所组成的。所以任何两个彼此靠近而且又相互绝缘的导体都可以构成电容器。这两个导体叫做电容器的极板,它们之间的绝缘物质叫做介质。

在电容器的两个极板间加上电源后,极板上分别积聚起等量的异性电荷,在介质中建立起电场,同时储存电场能量。电源移去后,电荷仍然聚集在极板上,电场继续存在。所以,电容器是一种能够储存电场能量的实际器件。电容元件就是实际电容器的理想化模型。

电容元件的图形符号如图 1.13 所示。图中 $+q$ 和 $-q$ 为该元件正、负极板上的电荷量。若规定其电压的参考方向由正极板指向负极板,则任何时刻正极板上的电荷量 q 与其两端的电压 U 都有以下关系:

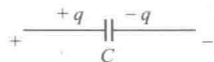


图 1.13 电容元件的图形符号

$$C = \frac{q}{U} \quad (1.15)$$

式中 C 称为电容元件的电容,它是用来衡量电容元件容纳电荷本领的一个物理量。 C 是一个与电荷 q 、电压 U 无关的正实数。

国际单位制中电容的单位为法拉,简称法,符号为 F ; $1\text{F} = 1\text{C}/1\text{V}$ 。实际上电容器的电容往往比 1F 小得多,因此通常采用微法 (μF) 和皮法 (pF) 作为其单位。其换算关系如下:

$$1\text{F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^{12} \text{pF}$$

为了叙述方便,把电容元件简称为电容。所以“电容”这个术语以及它的符号 C ,一方面表示一个电容元件;另一方面也表示这个元件的参数。

二、电容的连接

1. 电容的并联

图 1.14(a) 所示为三个电容器并联的电路。