

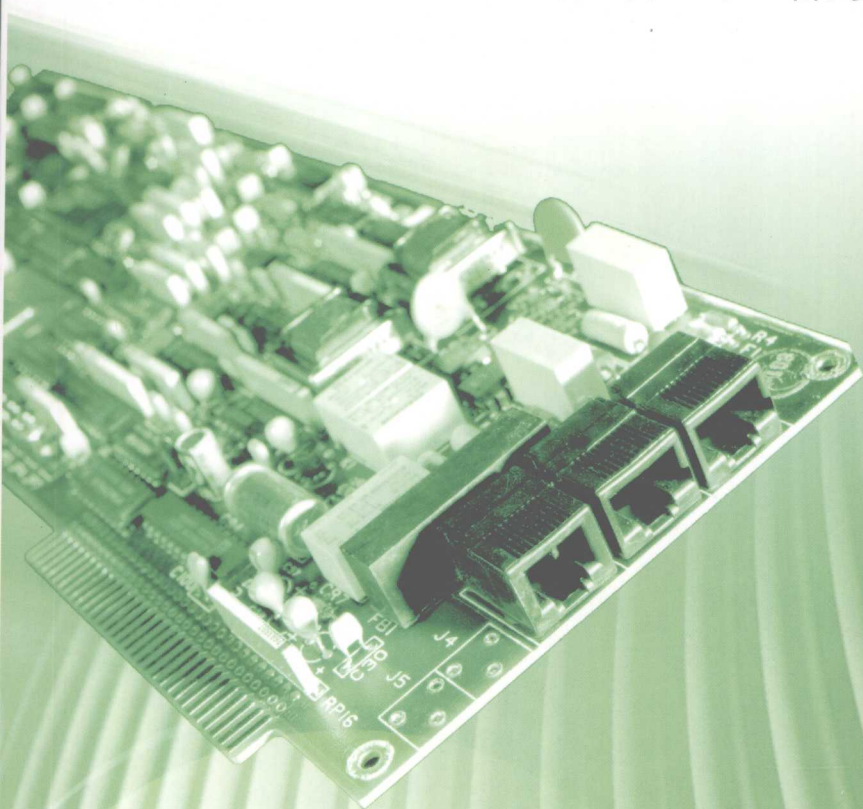


中等职业学校电类专业基础课系列教材
根据教育部最新教学指导方案编写

电工与电子技术

DIANGONG YU DIANZI JISHU

主编 陈 辛 曾鸿英



电子科技大学出版社

中等职业学校电类专业基础课系列教材

电工与电子技术

主 编 陈 辛 曾鸿英

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术/陈辛, 曾鸿英主编. —成都: 电子科技大学出版社, 2007.10

ISBN 978-7-81114-551-9

I. 电… II. ①陈…②曾… 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(2007)第 161577 号

内容提要

本教材是根据中等职业学校的培养目标, 以现代电工与电子技术的基础知识和基本技能为主线, 以培养学生的实际应用能力和综合素质为目的, 在保证科学性的前提下, 根据作者长期从事电工与电子技术的工程应用与教学工作经验, 删繁就简, 使教材重点突出、概念清晰、实用性强。全书由电路基础、电工技术、模拟电子技术和数字电子技术四个部分组成, 适合于中等职业学校电子类专业的教学使用, 也可作为企业培训、就业培训和自学的教材。

电工与电子技术

主 编 陈 辛 曾鸿英

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 罗 雅

责任编辑: 张 鹏

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川墨池印务有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 14.25 字数 362 千字

版 次: 2007 年 10 月第一版

印 次: 2007 年 10 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-81114-551-9

定 价: 20.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。
- ◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

前言

本课程是中等职业学校电气电子类专业通用的技术基础课程，是一门实践性较强的课程。

电子专业是中等职业技术教育的一个重要的专业，目前我国电子专业中职教育是以电子企业培养生产性技术人才为主要方向。因此，编写一本适合于这一需要的基本知识、技能教材，是我们教学的需要，也是我们的一个愿望。

电工与电子技术课程是电子专业学生必修的一门重要的技术基础课程。通过本课程的学习使学生获得电工与电子技术必要的基本理论、基本知识和基本技能，了解电工与电子技术的应用及发展概况，为学习后续课程以及从事与本专业有关的工程技术等工作打下一定的基础。

由于电子技术的飞速发展，新的技术和新的电路将层出不穷，作为一本中等职业学校的教材，不可能囊括电子技术的全部内容和完全反映出电子技术的最新进展。因此，学习本课程时一定要抓住基本概念和基本理论，并注意正确的学习方法，重在学会使用仪器，学会选用无线电元器件，学会分析判断电路的功能以及学会用所学的理论知识加强实验、实训等动手能力的培养。

教材的内容，是根据作者长期从事电工与电子技术的工程应用与教学工作经验，根据我们多年对电子生产企业的考查结果而确定的，目的是要使本教材能更接近实践应用以及顺应电子技术发展的需要。

本教材分为 15 章，其主要内容为：

第一部分 电路基本知识：电的基本概念、直流电路。

第二部分 电工技术基础：正弦交流电路、三相交流电路、电工安全常识、磁路和变压器、电动机、低压线路与控制电路。

第三部分 模拟电子线路基础：半导体器件、半导体三极管及放大电路、负反馈放大电路、集成运算放大器及应用。

第四部分 数字电子线路基础：数字电路基本知识、组合逻辑电路、触发器与时序逻辑电路。

教材的课时设计为 92 节课内教学和 38 节课外实训，其大致分配如下表所示，各校可根据具体情况加以调整。

章节	建议课时		章节	建议课时	
	课内	课外实训		课内	课外实训
1	4	2	9	4	2
2	10	4	10	10	4
3	8	2	11	4	2
4	6	2	12	4	2
5	4	2	13	6	2
6	6	2	14	8	4
7	4	2	15	8	4
8	6	2	—	—	—

在上表中,课外课时可采用布置课外实训作业的方式,要求学生在一定时间内完成。有条件的学校还可以进一步增加学生课外实训的时间,以加强技能的训练。

为了方便教师教学,我们免费为使用本套教材的师生提供电子教学参考资料包:

◆ PowerPoint 多媒体课件

◆ 习题参考答案

◆ 教材中的程序源代码

◆ 教材中涉及的实例制作的各类素材

在教材使用中有什么意见或建议也可以直接和我们联系,电子邮件地址:scqcmh@163.com。

本教材是由成都职业技术学院电子系陈辛讲师、曾鸿英讲师担任主编,刘洪涛副教授、杨清学副教授、周江高级工程师、谢力高级工程师、侯飞讲师等参加了编写工作。初稿完成后,四川师范大学电子工程学院的吴均教授对全书做了细致的审阅,提出了不少宝贵意见,特在此表示感谢。

由于本书编写时间仓促,编者水平有限,教材中难免有欠缺或错漏之处,恳请使用本书的师生和读者提出宝贵意见。

编 者

输入设备		符号	输出设备		符号
设备名称	内型		设备名称	内型	
鼠标	有线	M	显示器	液晶	D
键盘	有线	K	打印机	喷墨	P
扫描仪	有线	S	扫描仪	有线	S
摄像头	有线	C	摄像头	有线	C
麦克风	有线	M	麦克风	有线	M
耳机	有线	H	耳机	有线	H
手写板	有线	W	手写板	有线	W
触摸屏	有线	T	触摸屏	有线	T

目 录

第一部分 电路基本知识	1
第1章 电的基本概念	1
1.1 电荷和电场	1
1.2 电流、电压与电位	3
1.3 电源	6
1.4 电阻、导体和绝缘体	8
【本章小结】	10
【习题一】	10
第2章 直流电路	12
2.1 电路的组成	12
2.2 欧姆定律	13
2.2.1 部分电路欧姆定律	13
2.2.2 全电路欧姆定律	13
2.3 电路的功与功率	14
2.3.1 电功	14
2.3.2 电功率	15
2.4 电阻的串联与并联	16
2.4.1 电阻的串联	16
2.4.2 电阻的并联	19
【本章小结】	22
【习题二】	23
第二部分 电工基础	25
第3章 正弦交流电路	25
3.1 正弦交流电的基本概念	25
3.1.1 正弦交流电的产生	26
3.1.2 交流电的波形图	27
3.1.3 交流发电机	27
3.1.4 正弦量的三要素	28
3.1.5 相位差与相位关系	29
3.2 正弦量的有效值	29

3.2.1 有效值的引入	29
3.2.2 有效值的定义	30
3.2.3 正弦量的有效值	30
3.3 正弦量的相量表示法	30
3.3.1 相量法的引入	30
3.3.2 相量表示法——相量图	31
【本章小结】	31
【习题三】	32
第4章 三相交流电路	33
4.1 对称三相交流电源	33
4.1.1 三相电动势	33
4.1.2 三相对称电源	34
4.1.3 三相电源的星形连接	35
4.1.4 三相电源的三角形连接	36
4.2 三相负载的连接	36
4.2.1 三相对称负载星形	36
4.2.2 三相负载的三角形连接	38
4.3 对称三相电路	39
4.3.1 三相负载星形连接的对称三相电路	39
4.3.2 负载三角形连接的对称三相电路	39
【本章小结】	40
【习题四】	40
第5章 电工安全常识	41
5.1 触电对人体的危害	41
5.1.1 触电事故	41
5.1.2 触电的危害	41
5.1.3 安全电压	42
5.2 触电原因及预防措施	42
5.2.1 触电原因	42
5.2.2 触电形式	43
5.2.3 防止触电的措施	44
5.2.4 电工安全操作规程	46
5.3 触电现场抢救常识	47
5.3.1 迅速脱离电源	47
5.3.2 现场抢救措施	47
【本章小结】	49

【习题五】	49
第6章 磁路和变压器	50
6.1 变压器的基本结构和工作原理	50
6.1.1 变压器的基本结构	50
6.1.2 变压器的工作原理	52
6.1.3 变压器在实际工程中的应用	55
6.2 三相变压器	57
6.2.1 三相变压器的结构	57
6.2.2 三相变压器的接法	58
【本章小结】	59
【习题六】	59
第7章 电动机	60
7.1 三相异步电动机	60
7.1.1 三相异步电动机的基本结构和工作原理	60
7.1.2 三相异步电动机的机械特性	64
7.1.3 三相异步电动机的启动、调速与制动	66
7.1.4 三相异步电动机的铭牌	67
7.2 单相异步电动机	69
7.3 直流电动机	72
【本章小结】	76
【习题七】	77
第8章 低压线路与控制电路	78
8.1 低压开关及应用	78
8.2 主令电器	81
8.3 保护电路	84
8.4 交流接触器	90
8.5 继电器	93
【本章小结】	100
【习题八】	100
第三部分 模拟电子线路基础	101
第9章 半导体器件	101
9.1 二极管的基本结构与原理	101
9.2 特殊二极管	102
9.3 二极管的应用	103
【本章小结】	108

【习题九】	108
第 10 章 半导体三极管及放大电路	110
10.1 半导体三极管	110
10.1.1 三极管的结构和类型	110
10.1.2 三极管的放大作用	111
10.1.3 三极管的特性曲线	112
10.1.4 三极管的主要参数	113
10.2 三极管放大电路的组成和工作原理	114
10.2.1 共射基本放大电路的原理电路	114
10.2.2 放大原理	114
10.2.3 共射基本放大电路的实际电路	115
10.3 放大电路工作分析	116
10.3.1 静态情况	117
10.3.2 动态情况	117
10.4 三极管放大电路的性能指标	118
10.4.1 放大倍数	119
10.4.2 输入电阻 (input resistance) R_i	119
10.4.3 输出电阻 (output resistance) R_o	120
10.4.4 最大输出幅度 (maximum output amplitude)	120
10.4.5 非线性失真系数	121
10.5 工作点稳定的放大电路	121
10.5.1 静态工作点的稳定	121
10.5.2 分压式偏置电路的认识	122
10.5.3 稳定工作点的原理	122
10.5.4 静态工作点的分析	123
10.5.5 动态分析	123
【本章小结】	124
【习题十】	124
第 11 章 负反馈放大电路	126
11.1 负反馈的基本概念及作用	126
11.1.1 反馈的基本概念	126
11.1.2 反馈放大器组成方框图	126
11.1.3 负反馈对放大器性能的影响	127
11.2 常用负反馈电路	129
11.2.1 正负反馈及其判别	129
11.2.2 电压、电流反馈及其判别	131
11.2.3 串联、并联反馈及其判别	131

11.2.4 负反馈的四种组态及其判别	132
【本章小结】	134
【习题十一】	134
第 12 章 集成运算放大器及应用	135
12.1 集成运算放大器的基本特性	135
12.1.1 集成运算放大器的基本概念	135
12.1.2 集成运算放大器的外形和符号	136
12.1.3 集成运算放大器的理想化及基本特点	137
12.2 运算放大器的基本电路	138
12.2.1 反相输入比例运算电路	139
12.2.2 同相输入比例运算放大器	140
12.2.3 差动输入比例运算放大器	141
12.3 运算放大器的应用	142
12.3.1 反相器和电压跟随器	142
12.3.2 信号运算电路	142
【本章小结】	144
【习题十二】	145
第四部分 数字电子线路基础	146
第 13 章 数字电路基本知识	146
13.1 模拟信号与数字信号	146
13.1.1 模拟信号	146
13.1.2 数字信号	146
13.2 数制与码制	147
13.2.1 数制	147
13.2.2 码制	150
13.3 逻辑代数	150
13.3.1 逻辑代数基本知识	150
13.3.2 逻辑函数的化简	152
13.3.3 逻辑电路图、真值表与逻辑函数式之间的关系	154
13.4 逻辑门电路	158
13.4.1 与门电路	158
13.4.2 或门电路	159
13.4.3 非门电路	160
13.4.4 与非门	161
13.4.5 或非门	162
13.4.6 与或非门	162

13.4.7	异或门	163
【本章小结】		164
【习题十三】		164
第 14 章	组合逻辑电路	166
14.1	概述	166
14.1.1	组合逻辑电路的基本知识	166
14.1.2	组合逻辑电路的基本特点	166
14.1.3	组合逻辑电路的分析方法	166
14.1.4	组合逻辑电路的设计程序	167
14.2	加法器	169
14.2.1	半加器	169
14.2.2	全加器	170
14.3	编码器	171
14.3.1	二进制编码器	172
14.3.2	二—十进制编码器	172
14.4	译码器与七段数码显示器	174
14.4.1	译码器	174
14.4.2	显示器	177
【本章小结】		180
【习题十四】		181
第 15 章	触发器与时序逻辑电路	182
15.1	概述	182
15.2	RS 触发器	183
15.2.1	基本 RS 触发器	183
15.2.2	同步 RS 触发器	184
15.3	D 触发器	186
15.4	施密特触发器	186
15.4.1	集成与非门组成的施密特触发器	187
15.4.2	集成施密特触发器	188
15.5	计数器	189
15.5.1	二进制异步计数器	189
15.5.2	二进制同步计数器	191
15.5.3	集成二进制计数器简介	192
【本章小结】		194
【习题十五】		194
实 验		197

第一部分 电路基本知识

第 1 章 电的基本概念

【学习目标】

1. 了解电荷和电场、电力线的基本性质。
2. 理解电流、电压的基本概念、电位的概念、电压与电位的区别和联系。
3. 了解电源的工作原理、电源电动势的基本概念，理解电源的空载、有载、短路三种状态及其外特性。
4. 理解电阻的基本概念，了解物体导电性能的分类方法。

在日常生活中或生产实践中人们广泛地使用种类繁多的电路。例如，为了采光而使用照明电路；收音机和电视机中为了将微弱的信号进行放大使用放大电路；工厂企业中大量使用的各种控制电路等。电路就是电流流通的路径。掌握电路基本知识，将有助于掌握用电的规律。

1.1 电荷和电场

1. 电场

众所周知，电荷之间有相互作用力，异种电荷互相吸引，同种电荷互相排斥，电荷间的相互作用力，叫做静电力，也称库仑力，如图 1-1 所示。实验表明，两个带电小球之间的静电力，方向沿着它们的连线；静电力的方向，与两带电小球电荷量乘积的绝对值 $|q_1 q_2|$ 成正比，而与两小球的距离 r 的二次方成反比。

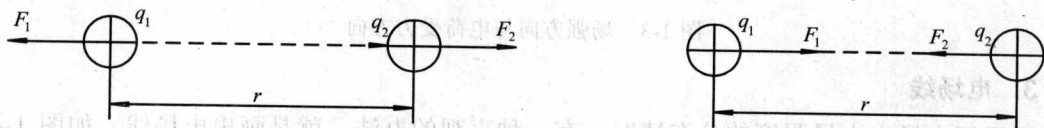


图 1-1 静电力的方向

力是物体间的相互作用力，真空中两个不接触的带电体，它们之间不需要任何由原子、分子组成的物质作媒介，依然存在静电力，这种力依靠什么来传递呢？研究发现，电荷周围存在一种叫做电场的特殊物质，电荷间的相互作用，是借助于它们自己的电场施加给对方的。

只要有电荷，它周围一定有电场。置于电场中的电荷，会受到电场的作用，这种作用叫

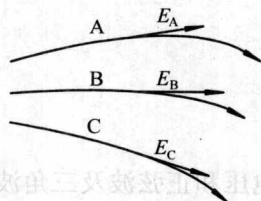


图 1-4 电场线示意图

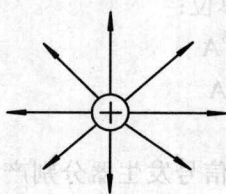


图 1-5 电场线

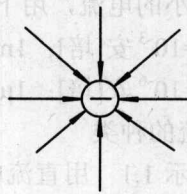


图 1-6 电场线

4. 匀强电场

如图 1-7 所示, 两块分别带上等量异种电荷的金属板, 彼此平行又靠得很近, 这两个金属极板间的电场强度大小处处相同, 方向处处一致。类似这样的区域叫做匀强电场, 它的电场线是互相平行、疏密均匀的同向直线。如果极板间的距离为 d , 电压 (电势差) 为 U , 那么这个电场的电场强度可用下式求得:

$$E=U/d \quad (1-3)$$

由此看出, 电场强度的单位还可取 V/m , 单位名称为伏特每米。

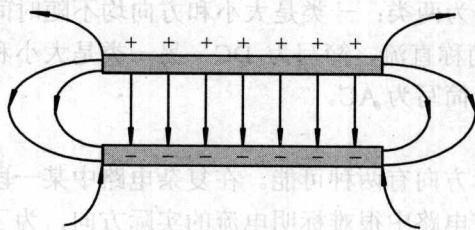


图 1-7 匀强电场

由上述分析可知, 电荷在电场中会受到电场力的作用, 而任何物体受力后即会产生运动, 那么大量的电荷受到电场力的作用就会产生运动的电子流——电流。

1.2 电流、电压与电位

各种物质按导电类型可分为导体和绝缘体两类。

在导体中, 一些电子摆脱了原子的束缚后, 就成为可以流动的自由电子。自由电子在整个物质中从一个原子流向另一个原子, 所以导体可以导电。

1. 电流

(1) 电流的概念: 电荷的定向移动就形成电流。

(2) 电流的大小: 电流的大小用电流强度 I 来量度, 简称电流。单位时间内流过导体横截面的电荷量。即每秒钟流经导体的电荷的数量。用公式表示为:

$$I=Q/t \quad (1-4)$$

(3) 电流的方向: 电流的实际方向习惯上指正电荷定向运动的方向。

(4) 电流的单位: 安[培] (A)

1 安[培]=1 库[仑]/秒

1A=1C/s

考方向相反, 即从 d 流到 c。

(c) 图不能确定, 因为没有给出电流的参考方向。

例 1-2 5 分钟内均匀通过某导体横截面的电荷量为 6C, 求导体中流过的电流是多少?

解: $I = q/t = 6/5 \times 60 = 0.02\text{A} = 20\text{ (mA)}$

2. 电压和电位

在电路中电荷之所以能定向移动, 是电场力作用的缘故。

在图 1-11 所示的外电路中, 正电荷受电场力作用由电源的“+”端通过负载向电源的“-”端移动, 正电荷所具有的电场能随之减小, 从而把电能转换为其他形式的能量。

(1) 电压的定义

如图 1-12 所示, 如果电场力 F 把正电荷从导体 A 端移到 B 端所做的功为 W_{AB} , 被移送的电荷量为 Q , 则它们的比值定义为 A, B 两端间的电压, 用 U_{AB} 表示, 即

$$U_{AB} = W_{AB} / Q. \quad (1-5)$$

即 A, B 两点间的电压, 在数值上就等于把单位正电荷从 A 端移到 B 端所做的功。在图 1-13 所示电路中任选一点 (如 O 点) 为参考点, 则某点 (如 A 点) 到参考点的电压就叫做这一点的电位 (相对于参考点)。用符号 U_A 表示, 可知 $U_A = U_{AO}$ 。

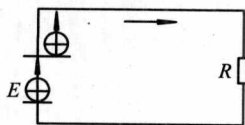


图 1-11 外电路

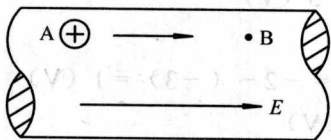


图 1-12 电压

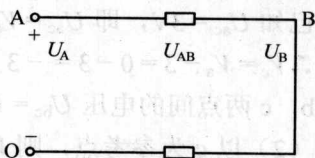


图 1-13 电位

如果 A, B 两点的电位分别记为 U_A , U_B , 则 $U_{AB} = U_A - U_B$ 。

因此, 两点间的电压就是这两点的电位之差。引入电位这一概念后, 我们可以说, 电压的实际方向是由高电位点指向低电位点。所以我们常将电压称为电压降。

(2) 电压和电位的区别和联系

电压是绝对的, 和参考点的选择无关; 电位是相对的, 和参考点的选择有关。电路中两点之间的电压即为该两点的电位的差。

(3) 电压的单位

在国际单位中, 电压的单位是伏特, 符号为 V, 有时还需要用千伏 (kV), 毫伏 (mV) 或微伏 (μV) 作单位。

(4) 电压的参考方向

和分析电流一样, 对元件或电路中两点间可以任意选定一个方向为电压的参考方向, 在电路图中一般用实线箭头表示, 实际方向用虚线箭头表示。当电压的实际方向与它的参考方向一致时, 电压值为正, 即 $U > 0$; 反之, 当电压的实际方向与它的参考方向相反时, 电压值为负, 即 $U < 0$, 如图 1-14 所示。有时电压用参考极性表示, 即在元件或电路两端用“+”和“-”号表示。“+”号表示高电位端, 叫正极;“-”号表示低电位端, 叫负极。由正极指向负极的方向就是电压的参考方向。

1. 有载状态

在图 1-18 (a) 所示电路中, 当开关 S 闭合后电源与负载接成闭合回路, 电源处于有载工作状态, 电路中有电流流过。

2. 短路状态

在图 1-18 (b) 所示电路中, 当 a, b 两点接通, 电源被短路, 此时电源的两个极性端直接相连。电源被短路往往会造成严重后果, 如导致电源因发热过甚而损坏, 或因电流过大而引起电气设备的机械损伤, 所以要绝对避免电源被短路。

3. 开路状态

在图 1-18 (c) 所示电路中, 当开关 S 断开或电路中某处断开, 被切断的电路中没有电流流过。开路又叫做断路。

1.4 电阻、导体和绝缘体

自然界中的各种物质, 按其导电性能可以分为导体、绝缘体、半导体三类。其中, 导电性能良好的物质叫导体, 导体内部有大量的自由电荷; 导电性能很差的物质称为绝缘体, 绝缘体中, 几乎没有自由电荷存在。导电性能介于导体和绝缘体之间的物质叫做半导体。

金属导体中的电流是自由电子定向移动形成的。自由电子在运动中要跟金属正离子频繁碰撞, 这种碰撞阻碍了自由电子的定向移动。用来表示这种导体对电流的阻碍作用的物理量叫做电阻。

任何物体都有电阻, 而导体的电阻是由它本身的性质决定的。它不随导体两端电压的大小而变化, 即使没有加上电压, 导体仍有电阻。导体的电阻是由它的长短、粗细、材料的性质和温度决定的。实验证明: 在一定温度下, 截面均匀的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, 还与导体的材料有关, 即:

$$R = P \cdot l / S \quad (1-7)$$

上式称为电阻定律。式中比例系数 P 叫做导体的电阻率, 单位是 $\Omega \cdot \text{m}$ (欧·米)。 P 与导体材料性质和所处的温度有关, 而与导体的几何尺寸无关。不同材料导体的电阻率是不相同的; 同一材料在不同温度下其电阻率也是不相同的。在一定温度下, 对同一材料, P 是常数。

表 1-1 列出了几种常用材料的电阻率。

表 1-1 几种常用材料的电阻率

材料名称		20℃时的电阻率 ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)	电阻温度系数 α (0℃~100℃) (1/℃)
导体	银	1.6×10^{-8}	3.6×10^{-3}
	铜	1.7×10^{-8}	4.1×10^{-3}
	铝	2.9×10^{-8}	4.2×10^{-3}
	钨	5.3×10^{-8}	5×10^{-3}

续表

材料名称		20℃时的电阻率 $\rho (\Omega \cdot \text{m})$	电阻温度系数 $\alpha (0^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C})$ ($1/^\circ\text{C}$)
导体	铁	9.78×10^{-8}	6.2×10^{-3}
	镍	7.3×10^{-8}	6.2×10^{-3}
	铂	1.0×10^{-7}	3.9×10^{-3}
	锡	1.14×10^{-7}	4.4×10^{-3}
	锰铜 (铜 86%、锰 12%、镍 2%)	4×10^{-7}	2×10^{-5}
	康铜 (铜 54%、镍 46%)	5×10^{-7}	4×10^{-5}
	镍铬 (镍 80%、铬 20%)	1.1×10^{-6}	7×10^{-5}
	铁铬铝	1.3×10^{-6}	5×10^{-5}
半导体	纯净碳	3.5×10^{-5}	
	纯净锗	0.60	
	纯净硅	2300	
绝缘体	橡胶	$10^{13} \sim 10^{16}$	
	塑料	$10^{15} \sim 10^{16}$	
	玻璃	$10^{10} \sim 10^{14}$	
	陶瓷	$10^{12} \sim 10^{13}$	
	云母	$10^{11} \sim 10^{15}$	
	琥珀	5×10^{14}	
	熔凝石英	75×10^{16}	

不同的物质有不同的电阻率，电阻率的大小反映了各种材料导电性能的好坏，电阻率越大，表示导电性能越差。通常将电阻率小于 $10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 的材料称为导体，如金属；电阻率大于 $10^7 \Omega \cdot \text{m}$ 的材料称为绝缘体，如石英、塑料等；电阻率的大小介于导体和绝缘体之间的材料称为半导体，如锗、硅等。导线的电阻要尽量小，各种导线都用铜、铝等电阻率小的纯金属制成。为了安全，电工用具上都安装有用橡胶、木头等电阻率很大的绝缘体制作的把、套。

当然，同种材料在不同温度下的电阻是不同的，通过实验研究发现，温度对导体电阻的影响可用以下近似关系来表示：

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)] \quad (1-8)$$

即：

$$\alpha = (R_2 - R_1) / R_2 (t_2 - t_1) \quad (1-9)$$

式中， R_1 和 R_2 分别是温度为 t_1 和 t_2 时导体的电阻； α 是电阻的温度系数，它等于温度升高 1°C 时，导体电阻所变动的阻值与原电阻值的比值，单位是 $1/^\circ\text{C}$ 。

通常情况下，绝大部分的金属材料的电阻率都随温度的升高而增大，即 $\alpha > 0$ (如表 1-1 所示)，当导体工作温度很高时，电阻的变化也是显著的，不容忽视。但有些材料 (如碳、石墨、电解液等) 在温度升高时，导体电阻反而减小，如多数热敏电阻元件就具有这种特性，这在一些电气设备中可以起到自动调节和补偿作用。某些合金材料如锰铜、康铜的电阻温度

系数很小,用它们制成的电阻不随温度变化,所以常用来制作标准电阻、电阻箱以及电工仪表中的分流电阻和附加电阻。

在极低温(接近绝对零度)状态下,有些金属(一些合金和金属化合物)电阻突然变为零,这种现象叫做超导现象。对超导现象的研究是现代物理学中很重要的课题,目前正致力于提高超导体的温度,以扩大它的应用范围。

例 1-4 欲制作一个小电炉,需炉丝电阻为 30Ω ,现选用直径为 0.5mm 的镍铬丝,试计算所需镍铬丝的长度。

解:查表得镍铬丝的电阻率 $\rho = 1.1 \times 10^{-6} (\Omega \cdot \text{m})$

根据公式

$$R = \rho l / S$$

得:

$$l = R \cdot S / \rho = R (\pi r^2) / P = 30 \times 3.14 \times (0.5 \div 100)^2 / 1.1 \times 10^{-6} = 2355 (\text{m})$$

即所需的镍铬丝的长度为 2355m 。

【本章小结】

1. 电荷之间存在着相互作用力,这种相互作用力是靠电荷周围存在的特殊物质——电场来传递的。电场强度是用来描述空间某点电场强弱的物理量。电场线是能形象地描述电场的分布的曲线。

2. 电荷在电场的作用下会产生定向移动,电荷的定向移动就形成了电流,电流的大小用电流强度来表示。电流是标量,但我们规定正电荷定向移动的方向为电流的方向。

3. 电压是衡量电场力移送单位电荷做功本领的物理量。电压是绝对的,和参考点的选择无关;电位是相对的,和参考点的选择有关。电路中两点之间的电位差即为这两点之间的电压。

4. 电源是一种能提供持续电流的装置,电动势是描述其把单位正电荷在电源内部从负极移到正极时非电场力所做的功。

5. 电路的状态有三种:有载、短路、开路。

6. 参考方向是事先选定的一个方向。如果选定电流(或电压)的参考方向与实际方向一致,则电流(或电压)为正;反之,为负。

7. 电阻是表示导体对电流的阻碍作用的物理量。在一定温度下,导体的电阻和它的长度成正比,和它的横截面积成反比,还与导体的材料有关。电阻率 ρ 是反映材料导电性能的物理量,按 ρ 值不同,自然界的物质可分为导体、绝缘体和半导体。

【习题一】

1. 判断下列说法是否正确:

(1) 电荷在电场中某点受到的电场力大,该点的电场强度就大。

(2) 电场强度的方向总跟电场力的方向一致。

(3) 负电荷受到的电场力的方向跟电场强度的方向相反。

2. 画出正电荷在图 1-19 所示电场中 A, B, C 三点的受力方向。