

快速培训电气技能丛书

快速 培训



电工技术基础

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

- 取材新颖实用，打破传统模式
- 重点难点点拨，夯实理论基础
- 剖析典型实例，提升



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

快速培训电气技能丛书

快速 培训



电气维修技能

| 吴鸣山 项绮明 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书对电工技术基础做了较全面的阐述与讲解,提出了快速培训电工人员的方法和措施。内容包括电路基础与电路元件,直流电路的计算与分析,正弦交流电路基础,三相交流电路基础,电工测量仪表和电工万用表的结构原理与测量方法,电工常用操作工具的结构与使用,电工开关类电器的结构特点与选用,电工保护类电器和电工继电器类电器的结构原理与选用,变配电系统的结构类型与选用,电力变压器和电气照明及交流电动机的结构原理与选用。

本书列目清晰、结构紧凑、论证严谨、例析精当,书中内容均是初接触电工人员在实际工作中经常碰到的问题,因此本书具有“拿来就用,一学就会”的特点。

本书既可作为电气电工企业在岗人员上岗培训教材,也可作为高、中等职业学校相关电工专业学科的辅导教材,还可供电工电气产品开发及生产技术人员阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

快速培训电工技术基础 / 孙余凯等编著. —北京: 电子工业出版社, 2012.10
(快速培训电气技能丛书)
ISBN 978-7-121-18518-2

I. ①快… II. ①孙… III. ①电工技术—技术培训—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 219889 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

出版发行: 电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16 字数: 389 千字

印 次: 2012 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

随着电气技术的高速发展，城乡建设步伐不断加快，各种电气设备也随之大量增加，电气技术已渗透到了社会的各个层面，为电气行业的从业人员提供了更为广阔的就业前景。

然而，面对电气行业的人才需求，摆在电气行业从业人员面前的首要问题就是如何掌握规范的操作技能，如何迅速提升安装、调试、检修能力，如何尽快掌握新的电气技术及对电气设备的安装、检测、维修技能，以适应行业发展的需要。为使电气行业的从业人员夯实电气基础知识，提升实际操作技能，在安装、调试、检修电气线路和电气设备中操作更加专业和规范，并能确保人身和设备的安全，我们特策划和组织编写了这套快速培训电气技能丛书。这是一套非常实用的在岗电气操作人员的技能培训教材及上岗应试的辅导教材。

本套丛书共 9 本，包括《快速培训电工技术基础》、《快速培训电气电路识图技巧》、《快速培训电气仪表使用与检测技能》、《快速培训电气接地·防雷·防爆安全技能》、《快速培训电气安装技能》、《快速培训电气维修技能》、《快速培训 PLC 控制系统应用技能》、《快速培训数控技术与数控机床维修技能》、《快速培训变频器应用与维修技能》。

《快速培训电工技术基础》是本套丛书之一。本书以电气行业的国家职业技术考核规范为标准，以市场岗位需求为导向，贴近实际，注重实践。精选了以电工基础知识与基本技能为实例的介绍和讲解，采用基础知识培训与检测技能培训相结合的快速培训的形式，全面系统地解读了电工人员必备的电气知识基础和技术技能。

本书具有以下特色。

1. 取材新颖实用，理论与实践融会贯通

本书在内容的选取上打破了传统模式，以讲解电工基础知识为切入点，重点突出对电工电气电路的结构原理与器件选用方法的讲解，特别是将重点放在应用各种不同测量方法，测量各种电气参数的技能实训上。全书在所贯通的典型测量实例中，融汇了作者多年积累的电工技术方面宝贵地电气测量、选择、安装经验。

2. 讲解精细，突出重点和难点

本书在对基础知识的讲解上突出了轻松学的特点，在讲解方法上，先简略介绍共性方面的知识，使读者初步入门；再通过选择和操作电工器件的过程，归纳出需重点掌握的知识，使读者夯实基础；最后在安装与测量实际电气电路和设备的培训中，再对知识和技能的难点进行点拨，达到对读者进行知识和技能的快速培训目的。

3. 技能培训注重实践，把目标落实到能力的提升上

本书对电工工具和测量仪表的使用方法和安装技能的讲解，以典型选用、安装实例为题材，教会读者掌握电工工具和测量仪表的方法和将交流电路中各种元器件的应用方法，教会读者在工作过程中重点掌握的电工技术技能，进而教会读者从数据和资料的分析中判断电气设备和电气线路的故障，并准确找出故障部位，把正确使用电气仪表与电工工具对电气设备和电气线路的准确测量落到工作的实处，真正实现提升实践能力的目标。

4. 亮色标注，重点、要点、难点鲜明

本书充分采用双色印刷的功能，以鲜亮的颜色，在文和图中关键部位标出让读者应掌握的重点，要点及难点，起到点拨的作用，使读者收到轻松、愉悦的阅读效果。

本书由孙余凯、吴鸣山、项绮明统稿编著，参加编写的人员还有王华君、刘跃、项天任、陈帆、常乃英、王五春、吴永平、金宜全、王国珍、李维才、丁秀梅、项宏宇、周志平等。

本书在编写过程中，参考了大量的国内、外有关电气技术方面的期刊、图书和相关资料，在此表示感谢。由于作者水平有限，书中存在不足之处，诚请专家和读者指正。

编著者

2012年9月

目 录 CONTENTS

第 1 章 电路基础与电路元件	1
1.1 电路基础知识	1
1.2 电流与电流强度及电流热效应	2
1.3 电压与电动势及电位	4
1.4 电阻器与电路欧姆定律	7
1.5 电功与电功率	12
1.6 电容器与电容量	13
1.7 电感器与电磁元器件	19
第 2 章 直流电路的计算与分析	23
2.1 电池的串并联	23
2.2 电阻器的连接	24
2.3 电容器的连接	27
2.4 电感器的连接	29
2.5 电路计算常用定律和公式	31
第 3 章 正弦交流电路基础	39
3.1 单相交流电的基本概念	39
3.2 正弦交流电的矢量表示法	43
3.3 单一元件组成的正弦交流电路	44
3.4 多个元件组合的正弦交流电路	50
3.5 交流电路中的电功率	54
第 4 章 三相交流电路基础	57
4.1 三相交流电源	57

4.2	对称三相电路的功率	61
4.3	三相供电系统的保护接地和保护接零	63
4.4	低压配电电力系统的接地	65
第 5 章 电工测量仪表的结构原理与测量方法		69
5.1	电工测量仪表的类型和准确度	69
5.2	磁电式仪表的结构原理与特性	70
5.3	电磁式仪表的结构原理与特性	72
5.4	电动式仪表的结构原理与特性	73
5.5	电工仪表的选择方法	74
5.6	电流表的类型及测量方法	75
5.7	兆欧表的结构原理及测量方法	77
5.8	钳形电流表的结构原理及测量方法	80
5.9	电压表的类型及测量方法	84
5.10	电能表的结构原理及测量方法	86
5.11	功率表的结构原理及测量方法	92
第 6 章 电工万用表的结构原理与测量方法		95
6.1	指针式万用表的结构原理与测量方法	95
6.2	数字式万用表的结构原理与测量方法	107
第 7 章 电工常用操作工具的结构与使用		113
7.1	电烙铁的结构与使用	113
7.2	气焊设备的焊接程序与注意事项	118
7.3	测电笔的结构原理与使用方法	119
7.4	高压验电器的外形结构与使用方法	122
7.5	电钻的结构特点与使用方法	124
7.6	砂轮机的结构特点与注意事项	126
7.7	台式钻床的结构特点与注意事项	127
7.8	梯子的结构特点与注意事项	128
7.9	登杆踏板的结构特点与注意事项	129
7.10	脚扣的结构特点与注意事项	130
7.11	安全腰带的结构特点与注意事项	131

7.12	安全绝缘手套的检查与使用	131
7.13	绝缘靴(鞋)的检查与使用	132
7.14	绝缘垫(毯)的检查与耐压试验	133
7.15	绝缘站台的组成与耐压试验	135
7.16	绝缘隔板的安装与使用	135
第 8 章	电工开关类电器的结构特点与选用	137
8.1	电工开关的电路图形符号	137
8.2	高压类开关的结构特点与选用方法	138
8.3	低压类开关的结构类型与选用安装	141
第 9 章	电工保护类电器的结构原理与选用	151
9.1	低压熔断器的结构特点	151
9.2	高压熔断器的结构原理与选择	154
9.3	漏电保护器的结构原理与选择	156
第 10 章	电工继电器类电器的结构原理与选用	163
10.1	继电器的类型和用途与电路图形符号	163
10.2	电磁继电器的结构与选用	166
10.3	固态继电器的结构与选用	168
10.4	热继电器的结构与选用	171
10.5	干簧式继电器的结构与选用	176
10.6	时间继电器的结构与选用	178
10.7	接触器的结构与选用	181
第 11 章	变配电系统的结构类型与选用	187
11.1	架空配电线路的类型与电压等级	187
11.2	电压互感器及辅助零部件的选用	187
11.3	低压接户线和进户线的结构与选用	191
11.4	低压配电盘和配电箱的结构与安装	193
11.5	室内照明的进户配电箱电路	196
11.6	住宅配电系统电路	199

第 12 章 电力变压器的结构原理与选用 205

- 12.1 电力变压器的种类与电路图形符号..... 205
- 12.2 单相电力变压器的结构原理 206
- 12.3 三相电力变压器的结构原理 210
- 12.4 电力变压器铭牌的常用参数 213
- 12.5 电压互感器的结构与选用 215
- 12.6 电流互感器的结构与选用 218
- 12.7 控制变压器的结构与使用 221

第 13 章 电气照明的结构原理与选用 223

- 13.1 照明线路供电的选择方法 223
- 13.2 照明电光源的选择与安装 225
- 13.3 照明线路的安装方法 226
- 13.4 电子节能灯的结构原理 230
- 13.5 发光二极管 LED 照明灯具的组成特点与选择方法..... 231

第 14 章 交流电动机的结构原理与选用 233

- 14.1 交流电动机的电路图形符号与型号识别..... 233
- 14.2 电动机的主要性能参数 235
- 14.3 三相异步电动机的结构与选用 241
- 14.4 单相交流异步电动机的结构与选用..... 244

第 1 章 电路基础与电路元件

1.1 电路基础知识

电工经常和各种各样的电路打交道，故电路是电工人员必须要熟悉的基础知识。

1.1.1 电路与电路图

电路分为直流电路与交流电路，两者的组成基本相同。直流电路中流动的是直流电流，交流电路中流动的是交流电流。

1. 电路

为了便于说明，以直流电路为例，其电路的连接如图 1-1 (a) 所示，用导线把一个小电珠的两端与一节干电池的正、负两极分别连接起来，当闭合电源开关 SA 后，小电珠就会点亮。从图中可以看出，干电池、小电珠、开关及连接这几只元件的导线，就构成了一个最简单的电路。其中：干电池是电能的供出者，故被称为电路的电源，而小电珠则是消耗电能的，叫做电路的负载，SA 开关用于控制电源与负载间的通路，故称为控制器（开关），电能通过连接导线，从电源送往负载。

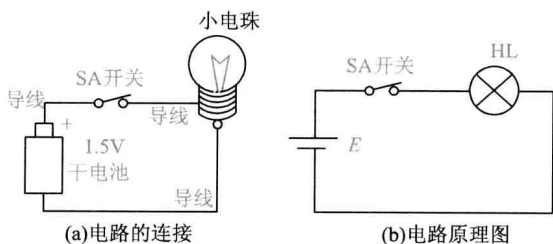


图 1-1 电路的连接图与电路原理图

电灯、电炉、继电器、电动机等都是电路的负载，它们分别将电源所传送给它们的电能转变成光、热或机械能，为我们所利用。在电力及一般用电系统中，电路就起着这种传输与转换电能的作用。

在电信系统中，可利用一定的电路来传输电话、网络信号或其他控制信息等。这里，电路主要是起着传输信息的作用。当然，在所传输的信息中，也需要包含有一定的能量。

2. 电路图

用统一规定的电气图用规定的图形符号来表示电路连接情况的图叫电路图。图 1-1 (b) 所示就是图 1-1 (a) 所示的电路原理图。有了电路原理图，我们就可以比较方便地了解电



路的结构和组成情况，为掌握电气设备的性能及查找故障提供了便利。

1.1.2 电路的 3 种状态

实际的电路是由电工设备和元器件组成的。但无论是何种电路，通常都有以下 3 种状态。

1. 通路

通路又称为闭合电路，简称闭路。此时电路有工作电流流动，负载可以正常工作。例如图 1-1 (a) 所示电路中的 SA 接通后，就形成了闭合电路，电流从电池 E 正极输出，通过接通的 SA 开关，小电珠 HL，回到干电池负极，使 HL 点亮发光。

2. 开路

开路指电路中某处断开，不成通路的电路。开路也称断路，如图 1-1 (a) 所示的开关 SA 断开，此时电路中无电流。

当电路处于开路状态时，相当于其负载电阻值为无穷大（通常用 ∞ 表示），电路中的电流等于零。

3. 短路

短路指电路（或电路中的一部分）被短接。例如负载或电源两端被导线连接在一起，就称为短路。此时，电源提供的电流将会比通路时提供的电流大很多倍，以致造成负载或电源的损坏。因此，一般是不允许短路情况存在的。

1.2 电流与电流强度及电流热效应

金属导体中含有大量的自由电子。当金属导体和电池连接为闭合回路时，导体中的自由电子（负电荷）就会受到电池负极的排斥与正极的吸引，驱使它们做有规则的运动。这种电荷有规则的运动，就称为电流。通常，将正电荷移动的方向确定为电流的方向，其与电子移动的方向相反。

1.2.1 电流强度

电流的大小取决于在一定的时间内通过导体截面的电荷量多少，称为电流强度，简称电流。电流强度的单位是安培，它是这样规定的：

在 1 s（秒）内通过导体横截面上的电荷量为 1 库（1 库相当于 6.24×10^{18} 个电子所带的电荷量），则电流强度即为 1 A，可用以下公式来表示

$$1 \text{ 安 (A)} = 1 \text{ 库/1 秒}$$

安培的单位较大，较小的单位毫安（mA）及微安（ μA ），它们之间的换算关系为

$$1 \text{ mA} = \frac{1}{1000} \text{ A} = 10^{-3} \text{ A}$$

$$1\ \mu\text{A} = \frac{1}{1000}\ \text{mA} = 10^{-3}\ \text{mA} = \frac{1}{1000000}\ \text{A} = 10^{-6}\ \text{A}$$

1.2.2 直流电流与交流电流

根据电路类型的不同，电流分为直流电流与交流电流两类。

1. 直流电流

如果电流的大小和方向都不随着时间变化，即在任何不同时刻，单位时间内通过导体横截面的电荷量均相同，其方向也始终不改变，则这种电流称为直流电流，通常用大写字母 I 表示。如图 1-2 (a) 所示。

2. 交流电流

电流的大小和方向如果随时间按一定的规律反复交替地变化，一会儿从小变到大，一会儿又从大变到小；一会儿电流是正的，一会儿却变成负的（电流正负的变化即代表其方向的变化），则这种电流称为交流电流。图 1-2 (b) 所示图形就是最常见的叫做正弦交变电流的变化规律。由电力电网提供的交流电，就是这样的电流。

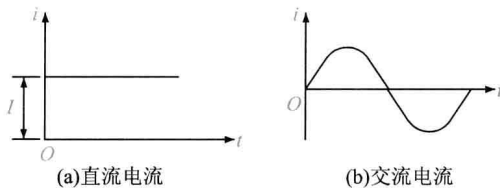


图 1-2 电流的波形

1.2.3 电流的热效应

当电流流过导体时，由于导体具有一定的电阻值。因此，电能就随着电流的流动不断地转变为热能，使导体温度升高，这种现象就叫电流的热效应。

1. 允许电流

在电路中，负载是通过导线与电源相连接的，电动机及变压器的线圈也是用导线绕制而成的，当电流通过时，导线电阻所消耗的电功率也要转变为热量，这是一种无用的损耗。如果热量太大，来不及向四周扩散，将使导线的温度升高，可能使导线之间的绝缘物因过热而损坏。所以导线中允许通过的电流不能超过一定的限度。

2. 过流保护

如果电源通向负载的两根导线不经过负载而相互直接接通，就发生了电源被短路的情况。这时电路中的电流可能增大到远超过上述导线的允许电流限度，以致烧坏设备或导线。因此，通常在电路中装上如图 1-3 所示图形符号中序号 3 的熔断器（图 1-3 中也画出了电工设备中常用的各种熔断器的图形符号），使电流通过熔断器中的熔丝。熔丝（一般由铅锡合金制成）的熔点很低，当通过过量的电流时，熔丝首先烧断，自动切断了电路，这样就可以避免事故的发生。因此，熔丝又称为保险丝。熔丝的粗细不同，其熔断电流也不同。



使用时，必须根据电路中电流的大小，正确选用，确保安全可靠。

序号	新符号		旧符号	
	名称	图形符号	名称	图形符号
1	熔断器式负荷开关		—	—
2	具有独立报警电路的熔断器		有信号的熔断器	
3	熔断器一般符号		熔断器	
4	供电端用粗线表示的熔断器		熔断器	
5	带机械连杆的熔断器 (撞击器式熔断器)		—	—
6	熔断器式开关		刀开关—熔断器	
7	熔断器式隔离开关		隔离开关—熔断器	

图 1-3 电工设备中常用的各种熔断器的图形符号

1.3 电压与电动势及电位

电路中的电流需要靠电源来维持，这好比用水泵来维持连续的水流一样。水泵能维持水流的原理是由于其能保持两处之间的水位差，使一处的水位总是高于另一处的水位。

1.3.1 电压

与水泵泵水相似，在电源两端具有不同的电位。电源正极的电位总是高于负极的电位，也就是电源能维持两点间的电位差，使在电源外部，电流从高电位的正极流向低电位的负极；而在电源内部，借助于电源本身的特殊本领，可使电流从低电位流向高电位。例如干电池或蓄电池，在其内部就是通过化学力将正电荷从低电位推至高电位去的。

电位差又称电压，单位为伏特，简称伏，用字母“V”表示。衡量电源维持电位差本领的物理量，称为电源电压。

1.3.2 电动势

电动势是衡量电源自身转换能量本领的物理量，用字母“ E ”表示，单位为伏特，用字母“ V ”表示。它表示电源内部非电场力所具有的使电流从负极流向高电位正极，建立并维持电位差的本领。由于电源存在着电动势，就能保持正极的电位高于负极的电位。

1.3.3 电位

1. 电位的概念

在分析电路时，有时需要比较电路中某两点的电性能，需引入电位的概念。电路中某点与参考点间的电压就称该点的电位。通常选大地为参考点，即将大地的电位规定为零电位。在电气仪器和设备中又常将金属机壳或电路的公共接点的电位规定为零电位。电位的单位与电压相同，也是伏特。

2. 零电位的图形符号

零电位点在电路中通常用各种接地符号来表示，各种接地及等电位图形符号如图 1-4 所示。

图号	图形符号	
	GB4026	GB4728
(a)		
(b)		
(c)		
(d)		
(e)		

图 1-4 各种接地及等电位图形符号

1.3.4 电动势与电压及电位三者关系

电工中常用到电动势、电压及电位这三者的定义、方向、功能、表达式、单位及测量仪表的连接方法，如表 1-1 所列。需要说明的是：

- ① 电动势和电压是绝对值，与零电位选择无关；而电位是相对值，与零电位的选择有关。
- ② 电压比较时的描述：应当说高电压和低电压。
- ③ 交流电压有瞬时值、最大值、平均值和有效值之分，常说的交流 220 V、380 V 是有效值。
- ④ 电压损失和电压降落的区别：在直流网络中是一致的；在交流网络中，由于电流、电压不同，相角及线路电抗的影响，而引起电压降落。
线路两端电压的几何差称为电压降落。



表 1-1 电动势、电压及电位三者之间的关系表

名称 特性		电动势	电压 (电势差)	电位 (电势)	备 注
定义		在内电路中衡量电动 力做功的物理量。它表明在 外力作用下电源两端产生 的电位差	在外电路中衡量电 场力做功的物理量。数 值上等于外电路两点 之间产生的电位差	描写电场的一个物理量。某 一点的电位,就是从无限远处电场 强度为零的地方,将单位正电 荷、逆着电场方向移到这一点所 做的功	电动势和电压是两个 不同概念,区别在本表 中列出
方向		由低电位指向高电位	从高电位指向低电 位	电位只有大小,没有方向,是 个标量	电压和电流方向是一 致的
功能		在电源内部将其他形式 的能转化为电能	在外电路将电能转 化为其他形式的能	只有做功的电势能是个纯量, 可加减	
表达式		$E=I(r+R)$ E —电动势; I —电流 r —内电阻; R —外电阻值	$U=IR$ U —电压; R —外电路 电阻值; I —电流	$V=\frac{Eg}{q}$ V —电位; q —电荷量; Eg —电荷具有的电势能	电动势体现全电路欧 姆定律,电压体现部分 电路欧姆定律
单 位	基 本 单 位	伏特 (V)	伏特 (V)	伏特 (V), 静电系中为伏	国际单位为伏特, 符 号为 V, 中文为伏
	辅 助 单 位	千伏 $1\text{ kV}=10^3\text{ (V)}$ 毫伏 $1\text{ mV}=10^{-3}\text{ (V)}$ 微伏 $1\text{ }\mu\text{V}=10^{-6}\text{ (V)}$	千伏 $1\text{ kV}=10^3\text{ (V)}$ 毫伏 $1\text{ mV}=10^{-3}\text{ (V)}$ 微伏 $1\text{ }\mu\text{V}=10^{-6}\text{ (V)}$	千伏 $1\text{ kV}=10^3\text{ (V)}$ 毫伏 $1\text{ mV}=10^{-3}\text{ (V)}$ 微伏 $1\text{ }\mu\text{V}=10^{-6}\text{ (V)}$	
测量仪表 及接法		伏特计 (电压表) 在内电路两端并联电压 表	伏特计 (电压表) 在外电路并联电压 表	伏特计 (电压表) 某电位点与参考点 (地球表 面) 之间并联电压表	测量时要注意极性、 量程、接法

1.3.5 电源及电源电压

任何一种直流电源都有两个电极,一个是正极,另一个是负极,其电池的图形符号如图 1-5 所示。图中的序号 1 为一节电池的电路图形符号,其中的长线段代表正极、短线段代表负极。

序号	新符号		旧符号	
	名称	图形符号	名称	图形符号
1	原电池或蓄电池		蓄电池或原电池 (允许不注极性 符号)	
2	蓄电池组或原电池组 (注明电压值时允许 的画法)		蓄电池组或原电池组 (注明电压值时允许 的画法)	

图 1-5 电池的图形符号

电源本身的电阻叫做电源内阻。如果一个电源只具有一定的电源电压而内阻为零,此电源称为理想电压源,图 1-5 中电源的符号表示的就是理想直流电压源。实际的电源只是在一定的条件下与理想电压源相近似,不可能完全等于理想电压源。实际电源两端的电压,由于内阻的影响,总是比电源电压低些。

1.4 电阻器与电路欧姆定律

由于电流是电荷的有规律移动,所以当电流通过导体时,由于导体内各种微粒之间的碰撞,形成对电流的阻碍作用,这种阻碍作用即为电阻。

1.4.1 电阻率的表达方法

导体的电阻是客观存在的,通常不随导体两端电压的大小变化,即使没有电压,导体仍然有电阻。

导体电阻的大小,主要由两个因素来确定。一是导体材料的导电性能的好坏;二是与导体的尺寸大小有关。实验证明,同一材料的导体,其电阻值与导体的长度成正比,与导体的横截面积成反比。用公式表示为

$$R=\rho\frac{L}{S}$$

式中 R ——导体的电阻值,单位为 Ω ;

L ——导体的长度,单位为 m ;

S ——导体的横截面积,单位为 mm^2 ;

ρ ——导体材料的电阻率。

ρ 是由导体材料的导电性能所确定的常数,表 1-2 列出了一些常用导电材料的电阻率,其所用单位为

$$\text{欧}\cdot\frac{\text{毫米}^2}{\text{米}}\left(\frac{\Omega\cdot\text{mm}^2}{\text{m}}\right)$$

它表示用该材料制成长 1 米,横截面 1 毫米²的导线所具有的电阻值。

从表 1-2 中可看出,除了贵重金属银以外,铜、铝的电阻率比较小,所以是较好的导电材料。因此,广泛地用它们来制造导线。相反,绕制电阻器用的电阻丝就要采用锰铜丝或康铜丝等合金丝。

表 1-2 各种材料的电阻率

材料名称	20℃时的电阻率 ($\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$)	电阻温度系数 ($1/^\circ\text{C}$)
银	0.016	0.00361
铜	0.0172	0.0041
金	0.022	0.00365
铝	0.029	0.00423
钨	0.0477	0.00479
钨	0.049	0.0044
锌	0.059	0.0039



(续表)

材料名称	20℃时的电阻率 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	电阻温度系数 ($1/^\circ\text{C}$)
镍	0.073	0.00621
铁	0.0978	0.00625
铂	0.105	0.00398
锡	0.114	0.00438
铅	0.206	0.0041
汞	0.958	0.0009
康铜 (54%铜, 46%镍)	0.50	0.00004
锰铜 (86%铜, 12%锰, 2%镍)	0.43	0.00002

1.4.2 电阻器的种类与电路符号及单位识别

由上分析可见,导线由于其长度、截面积及导线本身的材料不同,就具有不同的电阻值。

电阻值小说明电流容易通过,反之,电阻值大电流就不易通过。绝缘体之所以能做隔电的材料,就是因为它有很大的电阻值,使电流很难在其中通过。利用导体的这种特性就可以制成具有一定电阻值的电阻器。电阻器是电路的一种基本元件,用它接在电路中可以起到所需要的特殊作用。

1. 电阻器的种类和电路符号

在电路中,各种电阻器的种类和电路符号见图 1-6 所示。各种电阻器都是在电阻器一般符号的基础上扩展起来的。

序号	新符号		旧符号	
	名称	图形符号	名称	图形符号
1	热敏电阻器 (θ 可以用 t 代替)		热敏电阻器	
2	滑线式变阻器		可断开电路的电阻器	
3	有固定抽头的电阻器		有抽头的固定电阻器	
4	带固定抽头的可变电阻器		带抽头的可变电阻器	
5	分流器		分流器	
6	滑动触点电位器		电位器的一般符号	
7	微调电位器		微调电位器	
8	电阻器的一般符号		电阻器的一般符号	
9	可变电阻器		变阻器	
10	压敏电阻器		压敏电阻器	
11	光敏电阻器		光敏电阻器	

图 1-6 电阻器的种类和电路符号