

铁路职工岗位培训统编教材

信号工

(信号工基础)

刘铁民 主编
李萍 主审
王金玉

中国铁道出版社

1997年·北京

定。

在编写过程中，参考引用了朱得天同志编写的《铁路信号基础》一书中的有关内容，有于洪新、刘成玉、刘海义同志提出了宝贵意见，同时得到了沈阳铁路成人中等专业学校领导和信号教研室以及瓦房店电务段的大力支持，在此一并表示感谢！

铁道部电务局
铁道部教育司

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是根据铁道部教育司、劳资司教职[1991]38号文件关于提高从业人员的工作能力和生产技能为目标进行定向培训的精神编写的,本书的主要内容包括:基础知识、专业基本知识、信号基础设备与防雷以及管理与安全基础知识。本书注重实用,训练技能,每章后均有复习思考题。读者对象:从事铁路信号设备维护的信号工及技术人员。

铁路职工岗位培训统编教材

信 号 工

(信号工基础)

刘铁民 主编

李 萍 主审

王金玉

*

中国铁道出版社出版、发行
(100054,宣武区右安门西街8号)

责任编辑 陈广存 封面设计 赵敏宇

中国铁道出版社印刷厂印刷

开本:787×1092毫米 1/16 印张:23 插页:1 字数:575千

1995年8月 第1版 1997年12月第2次印刷

印数:5001—8000册

ISBN7-113-02070-4/TP·215 定价:21.00元

前 言

“岗位培训是对从业人员按照岗位需要在一定政治、文化基础上进行的以提高政治思想水平,工作能力和生产技能为目标的定向培训”。

岗位培训的专业教材应具有针对性和实用性。针对性,就是要从岗位的实际需要出发,教材的内容应当包括岗位职责要求,技术装备现状和生产管理要求;实用性,就是从培训对象的实际出发,教材所给的知识含量是必备的,而且要体现以提高技能为中心。

为了给铁路运营系统主要工种的工人岗培提供一套适用性较好、可读性较强的教材,以进一步提高培训的质量和效益,更好地为铁路运输安全生产服务,根据铁道部教育司、劳资司教职[1991]38号文件精神,由铁道部各业务局和教育司共同牵头组织统编铁路运营系统工人岗位培训教材。

这套教材包括或覆盖铁路运输(车务、客运、货运、装卸)、机务、车辆、工务、电务部门的133个工种(职名),计划在“八五”期间基本完成。这次统编教材是以新颁《铁路工人技术标准》为依据,以专业知识为主要内容,本着针对性强、实用性好、并突出技能训练的原则组织编写的。它既可以作为工人新职、转岗、晋升的规范化岗位培训教材,适用于各级职工学校、站段教育室教学,也可以作为适应性岗位培训的选学之用,还可作为职工自学的课本,同时,每章后面列复习、思考、练习题,作为考工的参考题。总之,这套教材的出版力图促进培训、考工一体化的目标,得以逐步实现。

本套信号工岗培教材共分为八个分册。第一分册《信号工基础》、第二分册《车站信号与道口信号》、第三分册《区间信号》、第四分册《机车信号》、第五分册《驼峰信号》、第六分册《检修所信号工》、第七分册《修配所信号工》、第八分册《调度监督与调度集中》。全套书由沈阳铁路局统稿,铁道部电务局主审。

本教材可供铁路信号工人以及地方铁路相同工种的具有初中以上文化水平的设备维护人员自学使用,也可作为电务段进行职工岗位培训和考工晋级的参考用书。

本册为第一分册《信号工基础》,是从信号工人所需要的基本理论知识入手,比较全面系统地介绍了我国铁路信号设备的基础知识和基本原理,并利用一定篇幅编写了与信号工种相关的其它专业知识和信号工作管理知识以及安全作业知识。主要编制单位由沈阳铁路局承担。具体写作分工是:第一、二、三、五、十、十一、二十、二十一章由刘铁民编写;第九章由刘铁民、张祥合写;第四章由聂洪武编写;第六章由金祝福编写;第七、八、十二章由史宇光编写;第十三章由盛利编写;第十四、十五、十六、十七、十八、十九章由黄华编写;第二十二章由孙毅编写。全书刘铁民主编,由电务局李萍、王金玉主审。书稿完成后,经铁道部电务局、教育司审

目 录

第一篇 基础知识

第一章 直流电路	(3)
第一节 电路的基本概念.....	(3)
第二节 简单直流电路的分析与计算.....	(9)
第三节 复杂直流电路的分析与计算	(14)
复习思考题	(18)
第二章 电容器	(20)
第一节 电容器的一般概念	(20)
第二节 电容器的充电和放电	(21)
第三节 电容器的联接	(23)
第四节 电容器的选用	(24)
复习思考题	(25)
第三章 磁场和电磁感应	(27)
第一节 磁现象的基本知识	(27)
第二节 电流产生的磁场	(28)
第三节 磁场对载流导体的作用	(29)
第四节 电磁感应	(31)
复习思考题	(35)
第四章 交流电路	(36)
第一节 正弦交流电的基本概念	(36)
第二节 电阻、电容、电感元件在交流电路中的作用	(40)
第三节 三相交流电路	(46)
复习思考题	(48)
第五章 变压器与直流电动机	(50)
第一节 变压器的工作原理及应用	(50)
第二节 直流电动机的工作原理及应用	(58)
复习思考题	(63)
第六章 晶体管电路及集成电路	(64)
第一节 晶体二极管、三极管.....	(64)

第二节	晶闸管、双基极二极管	(70)
第三节	整流电路	(74)
第四节	放大电路	(79)
第五节	振荡电路	(83)
第六节	稳压电路	(88)
第七节	脉冲与开关电路	(91)
第八节	集成电路的应用	(95)
	复习思考题	(106)
第七章	微型计算机使用基础	(109)
第一节	微型机的构成	(109)
第二节	微机启动及键盘、软盘片的使用	(110)
第三节	常用的 DOS 命令	(114)
第四节	汉字输入方法	(115)
	复习思考题	(117)
第八章	常用仪表使用	(119)
第一节	电气测量指示仪表的一般知识	(119)
第二节	万用表	(122)
第三节	兆欧表	(128)
第四节	钳形电流表	(130)
第五节	接地电阻测试仪	(131)
	复习思考题	(133)
第九章	油工、钳工、瓦工知识及简单操作	(134)
第一节	油工知识及简单操作	(134)
第二节	钳工知识及简单操作	(144)
第三节	瓦工知识及简单操作	(158)
	复习思考题	(164)

第二篇 专业基本知识

第十章	铁路运输基础知识	(169)
第一节	铁路信号在运输中的作用	(169)
第二节	铁路运输组织过程	(169)
第三节	铁路运输基础设备	(170)
第四节	信号设备的平面布置	(180)
	复习思考题	(192)
第十一章	信号、联锁与闭塞	(194)
第一节	信号机的用途及分类	(194)

第二节	联锁的概念与类型·····	(199)
第三节	闭塞的概念与类型·····	(207)
第四节	故障—安全原则·····	(215)
	复习思考题·····	(218)
第十二章	信号电路故障的一般查找方法·····	(220)
第一节	断线故障的一般查找方法·····	(220)
第二节	混线故障的查找方法·····	(228)
第三节	电源接地故障的查找方法·····	(229)
	复习思考题·····	(231)
第十三章	常用图形符号及基本制图知识·····	(232)
第一节	常用图形符号·····	(232)
第二节	制图基本知识·····	(239)
	复习思考题·····	(248)
第三篇 信号基础设备与防雷		
第十四章	信号机·····	(251)
第一节	色灯信号机·····	(251)
第二节	臂板信号机·····	(255)
	复习思考题·····	(262)
第十五章	电动与电液转辙设备·····	(264)
第一节	转辙机的用途和分类·····	(264)
第二节	ZD6 型电动转辙机·····	(264)
第三节	ZY4 型电液转辙机·····	(277)
	复习思考题·····	(286)
第十六章	机械转辙设备·····	(287)
第一节	电锁器·····	(287)
第二节	机械道岔的转换和锁闭设备·····	(289)
第三节	导管装置·····	(295)
	复习思考题·····	(299)
第十七章	轨道电路·····	(301)
第一节	轨道电路的基本工作原理·····	(301)
第二节	轨道电路的分类·····	(302)
第三节	轨道电路的基本工作状态与基本参数·····	(305)
第四节	轨道电路绝缘的布置·····	(308)

复习思考题	(310)
第十八章 电源屏和控制台	(311)
第一节 电源屏	(311)
第二节 控制台	(314)
复习思考题	(317)
第十九章 继电器	(318)
第一节 继电器的用途与分类	(318)
第二节 继电器结构及工作原理	(319)
复习思考题	(328)
第二十章 雷电及防护	(329)
第一节 雷电对信号设备的侵害	(329)
第二节 信号防雷的基本原则和措施	(333)
第三节 防雷元件的选择及安装	(335)
复习思考题	(341)

第四篇 管理与安全基础知识

第二十一章 管理工作基础知识	(345)
第一节 电务管理工作的特点	(345)
第二节 信号工区的任务和职责	(345)
第三节 计划管理	(347)
第四节 质量管理	(347)
第五节 设备管理	(348)
第六节 技术管理	(348)
复习思考题	(349)
第二十二章 安全工作基本要求	(350)
第一节 安全生产的必要性和基本方针	(350)
第二节 作业的联系和登记	(350)
第三节 作业防护	(352)
第四节 作业故障的预防	(352)
第五节 故障处理	(354)
第六节 技术作业安全	(355)
复习思考题	(357)

第一篇 基础知识

第一章 直流电路

随着铁路现代化的建设,电气设备在铁路领域中的应用也越来越广泛。尤其是铁路信号部门利用电、电路及各种电路元件制造了各种复杂的电气设备,完成对列车运行的自动控制与远程控制。

本章重点介绍直流电的基础知识,为读者今后系统地学习信号专业理论打下基础。

第一节 电路的基本概念

一、电及电路

(一)物体的带电

世界上的物质千差万别,但都是由分子组成的。分子则是由更小的物质微粒——原子组成的。原子是由原子核以及核外的电子所构成的。不同的原子,其原子核外面的电子数目也不相同。原子核一般由质子和中子所组成。质子的数目总是等于核外的电子数。中子不带电,质子和电子都是带电的粒子。质子带正电荷,电子带负电荷。在同一原子中质子与电子所带的正、负电荷必定相等,因此就整个原子来说,正、负电荷的作用恰好完全抵消,所以物体平时对外界不显示出带电的现象。

如果两种不同的物质由于相互摩擦或其它原因,使一块物体上的电子转移到了另一块物体上,这样就使失去电子的这块物体带上了正电荷,而使获得了电子的那块物体带上了相同数量的负电荷。物体失去或获得的电子越多,那么这块物体所带的正电荷量或负电荷量也就越多。它们的能量就越大,这就是物体的带电。

(二)电路的构成

电路就是电流所流经的路径,如图 1-1 所示。它是由电源、负载(负荷)、连接导线和开关三个基本部分组成的。当开关合上时,灯泡就会发光,这表明在电路中通过了电流。

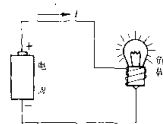


图 1-1 电路的构成

蓄电池是这个电路的电源,在它内部电源力的作用下,可以使电源的两极保持一定的电位差(电压),使得电路中的电流源源不断,蓄电池内部的电源来自蓄电池内部的化学能,这种化学能是蓄电池在充电时由电能转换而来的。当蓄电池的两极接上负载时,它就处于放电状态,又将化学能转换为电能输送给负载。

电灯是这个电路的负载。负载是电路中消耗电能的设备。电灯就是把电能转换为光能(以及热能)的一种负载。

导线和开关是电源和负载之间必不可少的连接和控制部分,只有将开关合上把电路接通时,才能有电流通过负载。

(三)电路图

要说明一个工程的结构,用图纸来表示往往可以胜过千言万语。同样,电气工人可以根据电路图来了解电路的连接方法和电路中各元件的作用,以便进行安装、检修和调整。工程上用的图纸可分为原理接线图和装配图两种。原理接线图只表示线路的接法,并不反映电路的几何

尺寸和各元件的实际形状。装配图除了表示电路的实际接法外,还要画出有关部分的装置与结构。如图 1-2 所示,就是图 1-1 实际电路的原理接线图。

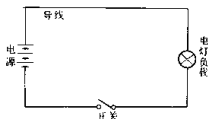


图 1-2 电路接线图

长期以来,人们规定以正电荷运动的方向作为电流的方向。在导线中,电流实际上是带负电的电子的流动所形成的,但其效果与等量正电荷反方向流动完全相同,因此其电流方向是与电子流的方向相反。如图 1-3 所示,表示有电流的一段导线,其中自由电子从 A 端流向 B 端,而电流 i 的方向则是从 B 到 A。



图 1-3 电流的方向

我们用每秒钟通过导线某一截面的电荷量的多少来衡量电流的强弱,叫做电流强度(简称电流),用符号 I 表示。电流的大小以安培为单位计量,简称安,用符号 A 表示。如果 1 秒钟有 1 库仑的电量通过导线的某一截面,这时的电流就是 1 安。常用的还有毫安(mA)、微安(μA),它们之间的关系是:

$$1 \text{ 毫安(mA)} = \frac{1}{1000} \text{ 安(A)} = 10^{-3} \text{ 安(A)}$$

$$1 \text{ 微安}(\mu\text{A}) = \frac{1}{1000} \text{ 毫安(mA)} = 10^{-3} \text{ 毫安(mA)} = 10^{-6} \text{ 安(A)}$$

$$1 \text{ 千安(kA)} = 1000 \text{ 安(A)} = 10^3 \text{ 安(A)}$$

(二) 直流电流与交流电流

1. 直流电流

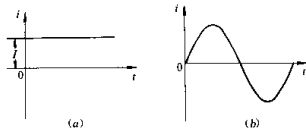


图 1-4 直流电流与交流电流

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,如图 1-4(a)所示。

2. 交流电流

如果电流的大小和方向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,则这种电流称为交流电流,如图 1-4(b)所示。

三、电 压

(一) 电源和电动势

电路中的电流需要靠电源来维持,而电流则是由电位差引起的。在各种不同的电路中,产生电位差的原因是不同的。但是都具有一个共同点,就是能把电源内部导体中所存在的正、负电荷分别向两极推动,使得一个极具有一定量的正电荷,另一个极具有一定量的负电荷,于是

在两极之间就形成了电场,出现了一定的电位差。这种能推动电源内部电荷移动的作用力即为电源力。

电源力即然能使电荷移动,就说明它做了功。电源力将单位正电荷从电源负极移到正极所做的功,叫做电源的电动势,用符号 E 来表示。单位是伏特,简称伏,用字母 V 表示。

在一个闭合回路中,电源内部电流是从负极(低电位端)流向正极(高电位端),而在电源外部电流则是从正极(高电位端)通过负载流向负极(低电位端)。

(二) 电压

在一个已知的电场中,电场力把单位正电荷从高电位移至低电位所做的功,就是该两点间的电压,用符号 U 表示,单位也是伏特。如果搬移电荷量为 1 库仑所做功为 1 焦耳时,电压就为 1 伏。常用的还有毫伏(mV),微伏(μV)和千伏(kV)。它们之间的关系是:

$$1 \text{ 毫伏}(mV) = \frac{1}{1000} \text{ 伏}(V) = 10^{-3} \text{ 伏}(V)$$

$$1 \text{ 微伏}(\mu V) = \frac{1}{1000} \text{ 毫伏}(mV) = 10^{-3} \text{ 毫伏}(mV) = 10^{-6} \text{ 伏}(V)$$

$$1 \text{ 千伏}(kV) = 1000 \text{ 伏}(V) = 10^3 \text{ 伏}(V)$$

(三) 电位

电压又叫做电位差,它表示电场中两点间电位的差别。实践和数学公式推导都证明:电场力将单位正电荷从电场中的某点移到参考点(参考点的电位规定为零)所做的功,叫做该点的电位。也可以说,电场中的某点和参考点之间的电压,就是该点的电位。

在电场中,当选中的参考点不同时,各点的电位也会不同,但任意两点之间的电位差(电压)却保持不变。这一点要特别注意。

四、电阻

(一) 导体、绝缘体与半导体

1. 导体

在导体中,由于原子核的结构不同,存在着不少与原子核联系很松驰的电子,受核的束缚力很小。在原子之间自由运动。各种金属内部都不同程度上存在着大量的自由电子,它们在外电场的作用下按照同一的方向运动,就形成了电流,所以金属材料是良导体。例如各种导线和电机、变压器等电气设备的线圈,都是用导电性能很好的铜或铝材制造的。

2. 绝缘体

在绝缘体中,由于原子核对电子的束缚力很强,在一般条件下,不能产生大量的自由电子,因此不容易导电,可以用来做隔电材料。如橡皮、玻璃、云母、陶瓷、电木和干燥的空气都是绝缘体。导线、线圈、电缆的绝缘层和电木开关、电工工具的绝缘手柄等都是用这类材料制造的。但绝缘体并不是绝对不导电的,只是它的导电能力与导体相比相差得非常悬殊而已。

3. 半导体

在半导体中,它们的电子既不像导体那样容易挣脱原子核的束缚,又不像绝缘体那样被原子核束缚得很紧,导电性能介于导体与半导体之间。硅、锗、硒、氧化铜等都是半导体。半导体有很多特殊的性能,尤其是当在纯硅、纯锗中间掺入适量的其它杂质之后,其导电能力将会成百万倍地增加。例如当掺有象铝、镓或硼等这样的杂质之后就形成了 P 型半导体,而当掺了锑、磷或砷等杂质之后就即成了 N 型半导体。利用 P 型及 N 型半导体制成的各种晶体管,是电子设备的基本元件之一。

(二)电阻和电阻率

导体内的电荷在运动的过程中不断地相互碰撞,并且还和导体的分子相碰撞,因此,导体对于它所通过的电流呈现有一定的阻力,这个阻力就叫做电阻,用符号 R 表示。电阻的大小以欧姆为单位计量,简称欧,用字母 Ω 表示。常用的单位还有千欧($k\Omega$)、兆欧($M\Omega$),它们之间的关系是:

$$1 \text{ 千欧}(k\Omega) = 1000 \text{ 欧}(\Omega) = 10^3 \text{ 欧}(\Omega)$$

$$1 \text{ 兆欧}(M\Omega) = 1000 \text{ 千欧}(k\Omega) = 1000000 \text{ 欧}(\Omega) = 10^6 \text{ 欧}(\Omega)$$

导体的电阻不仅和导体的材料种类有关,而且还和导体的尺寸有关。实验证明,同一材料导体的电阻和导体的截面积成反比,而和导体的长度成正比。用公式表示为:

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

式中 l —— 导线长度,单位是米;

S —— 导线截面积,单位是平方毫米;

ρ —— 比例常数,叫做导体的电阻率,单位是 $\frac{\text{欧} \cdot \text{毫米}^2}{\text{米}}$ 。

电阻率 ρ 是指长 1 米,截面积为 1 平方毫米导体的电阻值。几种常用材料在 20°C 时的电阻率,见表 1-1 所列。

常用导电材料的电阻率

表 1-1

材料名称	20°C 时的电阻率 $\times 10^{-6}$ (欧米)	电阻温度系数 (1/°C)
银	0.016	0.00361
铜	0.0172	0.0041
金	0.022	0.00365
铂	0.029	0.00423
钨	0.0477	0.00479
钨	0.049	0.0044
钨	0.059	0.0039
钨	0.073	0.00621
铁	0.0978	0.00625
钨	0.105	0.00398
锡	0.114	0.00438
铝	0.206	0.0041
汞	0.958	0.0009
康铜(51%铜,16%镍)	0.50	0.00004
锰铜(84%铜,12%锰,2%镍)	0.43	0.00002

(三)电阻器

虽然导线的电阻给能量和信息的传输带来一定不利因素,但在很多场合下,人们利用导体的电阻制成了具有一定阻值的电阻器。这时电阻器就成了电路中的一种基本元件,用它接在电路中可以起到不少所需要的特殊作用。

目前常用的有碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻及线绕电阻等。如图 1-5 所示。

在每个电阻器成品上均标有额定功率、标称阻值及允许误差等额定值。电阻器在使用时所

消耗的功率不能超过额定功率,否则就会烧坏。

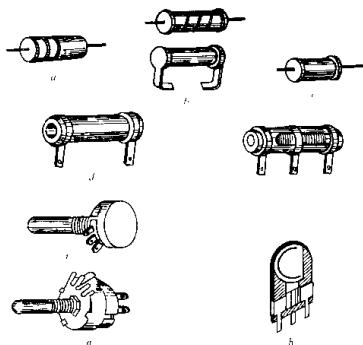


图 1-5 常用的电阻元件

a—实芯电阻 b—碳膜电阻 c—金属膜电阻 d—线绕电阻
e—滑线线绕电阻 f—电位器 g—带开关电位器 h—半可变电位器

电阻器的允许误差代表电阻器阻值的精密度,普通分为 $\pm 5\%$ (I级)、 $\pm 10\%$ (II级)及 $\pm 20\%$ (III级)等二级。有直接用百分数表示的,也有的是以误差等级来表示的。国产电阻器的代号意义,见表 1-2 所列。

国产电阻器的代号

表 1-2

顺 序	类 别	名 称	简 称	代 号
第 一 位	主 称	电阻器	阻	R
		电位器	位	W
第 二 位	导 体 质 料	碳膜	碳	T
		金属膜	金	J
		金属氧化膜	氧	Y
		线绕	线	X
第 三 位	形 状 性 能 等	大小	小	X
		精密	精	J
		测量	量	L
		高功率	高	G

五、欧姆定律

当电阻两端有电压时,电阻中就有电流流过。实验证明:流过电阻 R 上的电流 I 与电阻两端的电压 U 成正比,与电阻 R 成反比,这就是欧姆定律。它是电路中一条很重要的基本定律,反映了电路中电压、电流与电阻三者之间的相互关系。用公式表示为:

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

式中电压的单位用伏,电阻的单位用欧,则电流的单位是安。

欧姆定律还可以用三种不同的形式来表示:

1. 已知电压、电阻,求电流

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

2. 已知电流、电阻,求电压

$$U = IR$$

3. 已知电压、电流,求电阻

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

六、电功率

(一)电功率的计算

在分析或解决有关电路的实际问题中,有时需要考虑功率问题,就是根据已知的电压、电流或电阻值来计算一个电阻元件所消耗的电功率。

电功率的定义是单位时间内电场力搬运电荷所做的功。用公式表示为

$$P = \frac{A}{t}$$

式中 A ——电场力移动电荷所做的功,单位是焦耳(J);

t ——代表时间,单位是秒(s);

P ——电功率,单位是焦耳/秒(J/s),通常还叫做瓦特(简称瓦),用字母 W 表示。

常用的还有千瓦(kW)、毫瓦(mW),它们之间的关系是

$$1 \text{ 千瓦(kW)} = 1000 \text{ 瓦(W)} = 10^3 \text{ 瓦(W)}$$

$$1 \text{ 毫瓦(mW)} = \frac{1}{1000} \text{ 瓦(W)} = 10^{-3} \text{ 瓦(W)}$$

实验证明,电功率还可以用三种不同的形式来表示:

1. 电功率等于电压与电流的乘积

$$P = UI$$

2. 对于一定的电阻,其功率与电流平方成正比

$$P = I^2 R$$

3. 在一定电压下,功率与电阻成反比

$$P = \frac{U^2}{R}$$

(二)电流的热效应

在正常情况下,任何一种导体都具有一定的电阻。因此当电流流经导体时,电能就不断地随着电流的流动而转变为热能,使导体温度升高,这种现象就叫做电流的热效应。

人们经过长期的实践和实验,发现电流通过导体时所产生的热量和电流值的平方、导体本身的电阻值以及电流通过的时间成正比。用公式表示为:

$$Q = 0.24 I^2 R t$$

式中 Q ——电流在电阻上产生的热量,单位是卡(cal);

I —通过导体的电流,单位是安;

R —导体的电阻,单位是欧;

t —电流通过的时间,单位是秒;

0.24—热功当量,它相当于电阻为1欧姆的导体中通过1安培电流时,每秒钟产生的热量。

这个关系式又叫做楞茨—焦耳定律。

下面我们看一下熔丝(保险丝)在电路中的保护作用。

如果电源通向负载的两根导线由于某种原因不经过负载而相互接通,就发生了电源被短路的情况。这时电路中的电流根据欧姆定律计算,可能增大到远超过允许的电流限度,以致烧坏设备或导线。因此,在电路中通常在电源出口处装上熔断器(用符号— \square —表示),使电流通过熔断器的熔丝。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,熔丝首先切断,自动切断了电源,保护了供电设备,避免了火灾事故的发生。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。切不可用铜丝、铝丝或其它金属丝代替,确保安全可靠。

第二节 简单直流电路的分析与计算

一、电阻串联电路

(一)串联电阻的计算

如果把几个电阻首尾相接地连接起来,中间没有分岔,在这几个电阻中通过的电流是同一电流,这种连接方式叫做串联。如图1-6所示,两电阻 R_1 、 R_2 串联之后,接在电源电压 E 的两端就组成了电阻串联电路。通过它们的电流是同一电流 I 。

电流的方向可根据已知的电源电压的极性标出,电流通过外电路时,应该从高电位的正极流向低电位的负极,而在电源内部,电流则是从低电位流向高电位。图1-6表示的电路中,电流是按顺时针方向流动的。

每个电阻上的电压 U_1 、 U_2 的极性根据电流的流动方向也可以标出。

这样根据欧姆定律可知

$$U_1 = IR_1 \quad U_2 = IR_2$$

所以

$$U = U_1 + U_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2)$$

这样可以用一个电阻 R 来代替电路中原来的两个电阻,并保持电路中总的电压和电流都不变,于是又可写上式写成

$$U = IR$$

式中的电阻 R 就叫做串联电阻 R_1 与 R_2 的等效电阻(也可以叫做总电阻)。等效电阻的大小等于相串联的各电阻阻值之和,即

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

“等效”的意思就是电路的某一部分被替换之后,电路中其余部分的电压和电流并不发生变化。

(二)串联电阻间的电压分配

从图1-6中可以看出,电阻 R_1 与 R_2 上的电压降,都是总电压的一部分。那么总的电压是按照什么样的规律分配在两串联的电阻 R_1 与 R_2 两端的呢?根据欧姆定律可知,每个电阻上的

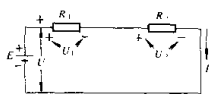


图1-6 电阻的串联