

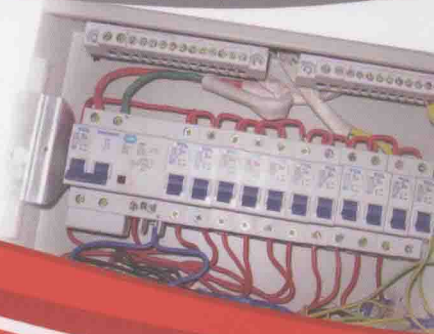
学技能超简单

学

家装电工

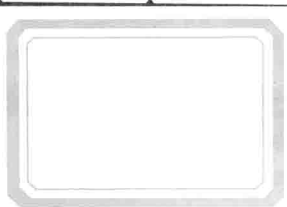
超简单

蔡杏山◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

学技能超简单

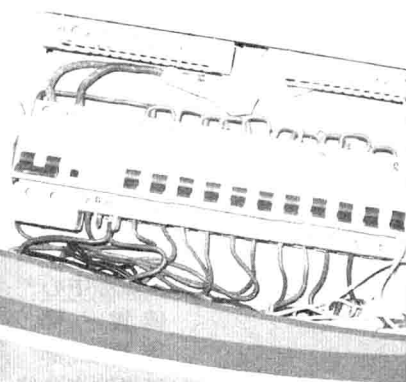


学

家装电工

超简单

蔡杏山◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是一本介绍家装电工技术的图书，主要内容有家装电气知识入门、常用工具的使用、常用测量仪表的使用、住宅配电电器与电能表、住宅配电线路的设计规划、暗装布线、明装布线、开关和插座的接线与安装、灯具和浴霸的接线与安装、弱电线路的接线与安装，以及住宅电气图的识读。

本书起点低、语言通俗易懂、内容图文并茂且循序渐进，读者只要有初中文化程度，就能通过阅读本书而轻松掌握家装电工技术。

本书适合作为家装电工技术的自学图书，也适合作为职业学校和社会培训机构的家装电工技能教材。对于一些住宅需要进行电气装修的非专业人士，本书是一本通俗易懂且实用的家庭电气装修快速入门图书。

图书在版编目(CIP)数据

学家装电工超简单/蔡杏山主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 11
(学技能超简单)
ISBN 978-7-111-44237-0

I. ①学… II. ①蔡… III. ①住宅-室内装修-电工-基本知识
IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 233940 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐明煜 责任编辑:徐明煜 王 琪

版式设计:霍永明 责任校对:陈立辉

责任印制:杨 曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 14.75 印张·338 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-44237-0

定价:39.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

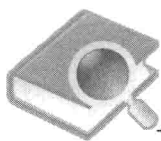
网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版



前言

电工、电子技术在现代社会中应用极为广泛，小到家庭的照明，大到神舟飞船的控制及通信系统，只要涉及用电的地方，就有电工、电子技术存在。电工技术属于强电技术，电子技术属于弱电技术，在以前，电工技术与电子技术的应用区分比较明显，而今越来越多的领域将电工与电子技术融合在一起，实现弱电对强电的控制，正因为如此，社会上对同时掌握电工与电子技术的复合型人才的需求越来越多。

“家有万贯，不如一技在身”，技术会伴随一生，源源不断地创造财富。很多人已认识到技术的重要性，也非常想学好一门技术，但苦于重返学校或培训机构学习的成本太高。为了让无一技之长的人能低成本轻松掌握电工或电子技术，让已掌握电工或电子技术的人轻松掌握另一门技术，我们推出了这套《学技能超简单》丛书，让读者通过阅读本套丛书就能轻松快速掌握电工和电子技术。

《学技能超简单》丛书主要有以下特点：

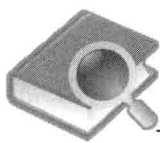
- ◆ **基础起点低。**读者只需具有初中文化程度即可阅读本套丛书。
- ◆ **语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语，遇到较难理解的内容用形象比喻说明，尽量避免复杂的理论分析和繁琐的公式推导，图书阅读起来感觉会十分顺畅。
- ◆ **采用图文并茂的方式表现内容。**书中大多采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得非常轻松，不易产生阅读疲劳。
- ◆ **内容安排符合人的认识规律。**在图书内容顺序安排上，按照循序渐进、由浅入深的原则进行，读者只需从前往后阅读图书，便会水到渠成。
- ◆ **突出显示书中知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，指示学习重点。
- ◆ **网络免费辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题，可登录易天教学网（www.eTV100.com），观看有关辅导材料或向老师提问进行学习，读者也可以在该网站了解本套丛书的新书信息。

本书由蔡杏山担任主编，在编写过程中得到了许多教师的支持，其中蔡玉山、詹春



华、黄勇、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、刘凌云、刘海峰、刘元能、邵永亮、蔡理峰、朱球辉、何彬、蔡任英和邵永明等参与了部分章节的编写工作。由于我们水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者



目

录

前言

第1章 家装电气知识入门 1

1.1 基本电气常识 1

1.1.1 电路与电路图 1

1.1.2 电流与电阻 1

1.1.3 电位、电压和电动势 3

1.1.4 电路的3种状态 4

1.1.5 接地与屏蔽 5

1.1.6 欧姆定律 6

1.1.7 电功、电功率和焦耳定律 7

1.1.8 电阻的串联、并联和混联 9

1.2 直流电、单相交流电和三相

交流电 10

1.2.1 直流电 10

1.2.2 单相交流电 11

1.2.3 三相交流电 13

1.3 安全用电知识 15

1.3.1 电流对人体的伤害 15

1.3.2 人体触电的几种方式 16

1.3.3 接地与接零 18

1.3.4 接地装置的安装 21

1.3.5 触电的急救方法 24

第2章 常用工具的使用 26

2.1 常用电工工具的使用 26

2.1.1 螺钉旋具 26

2.1.2 钢丝钳 27

2.1.3 尖嘴钳 28

2.1.4 斜嘴钳 28

2.1.5 剥线钳 29

2.1.6 电工刀 29

2.1.7 电烙铁 30

2.2 常用电动工具的使用 33

2.2.1 冲击电钻 33

2.2.2 电锤 38

2.2.3 云石切割机 40

2.3 常用测试工具的使用 43

2.3.1 氛管式测电笔 43

2.3.2 数显式测电笔 45

2.3.3 校验灯 46

第3章 常用测量仪表的使用 48

3.1 指针式万用表的使用 48

3.1.1 面板介绍 48

3.1.2 使用前的准备工作 50

3.1.3 测量直流电压 50

3.1.4 测量交流电压 52

3.1.5 测量直流电流 52

3.1.6 测量电阻阻值 53

3.1.7 万用表使用注意事项 55

3.2 数字式万用表的使用 55

3.2.1 面板介绍 55

3.2.2 测量直流电压 57

3.2.3 测量直流电流 58



3.2.4 测量交流电压	59	5.1 住宅供配电系统	87
3.2.5 测量交流电流	59	5.1.1 电能的传输环节	87
3.2.6 测量电阻阻值	61	5.1.2 TN-C 供电方式和 TN-S 供电 方式	88
3.2.7 检测区分市电的相线和 零线	62	5.1.3 用户配电系统	89
3.3 钳形电流表的使用	63	5.2 住宅常用配电方式与配电原则	89
3.3.1 钳形电流表的结构与测量 原理	63	5.2.1 按家用电器的类型分配电源 支路	89
3.3.2 指针式钳形电流表的使用	63	5.2.2 按区域分配电源支路	91
3.3.3 数字式钳形电流表的使用	65	5.2.3 混合型分配电源支路	91
3.4 绝缘电阻表的使用	66	5.2.4 住宅配电的基本原则	91
3.4.1 摇表的使用	66	5.3 电能表、开关的容量及导线 截面积的选择	92
3.4.2 指针式绝缘电阻表的使用	70	5.3.1 电能表、总开关的容量和 入户导线截面积的选择	92
3.4.3 数字式绝缘电阻表的使用	72	5.3.2 支路开关的容量与支路导线 截面积的选择	94
第4章 住宅配电电器与电能表	74	5.4 配电箱的安装	95
4.1 刀开关与熔断器	74	5.4.1 配电箱的外形与结构	95
4.1.1 刀开关	74	5.4.2 配电电器的安装与接线	96
4.1.2 熔断器	75	5.5 住宅配电线路的走线规划	98
4.2 断路器	75	5.5.1 照明线路的走顶与连接 规划	98
4.2.1 断路器的外形及标注含义	75	5.5.2 照明线路的走地与连接 规划	100
4.2.2 断路器的结构与工作原理	76	5.5.3 插座线路的走线与连接 规划	102
4.2.3 断路器的检测	76	第6章 暗装布线	105
4.3 漏电保护器	77	6.1 布线选材	105
4.3.1 漏电保护器的外形与符号	77	6.1.1 套管的选择	105
4.3.2 漏电保护器的结构与工作 原理	77	6.1.2 导线的选择	106
4.3.3 漏电保护器在不同供电系统 中的接线	78	6.1.3 插座、开关、灯具安装盒的 选择	109
4.3.4 漏电保护器的检测与使用	78	6.2 布线定位与开槽	110
4.4 电能表	79	6.2.1 确定灯具、开关、插座的安装 位置	111
4.4.1 机械式电能表的结构与 原理	79	6.2.2 确定线路(布线管)的	
4.4.2 电能表的接线方式	81		
4.4.3 电子式电能表	82		
4.4.4 电能表的型号与铭牌含义	84		
4.4.5 用电能表测量电器的功率	86		
第5章 住宅配电线路的设计规划	87		



走向	111	的接线	152
6.2.3 画线定位	112	8.2.6 调光开关和调速开关的 接线	153
6.2.4 开槽	114	8.2.7 开关、插座防水盒的安装	153
6.3 线管的加工与敷设	116	8.3 插座的安装与接线	154
6.3.1 线管的加工	116	8.3.1 插座的种类	154
6.3.2 线管的敷设	119	8.3.2 插座的拆卸与安装	154
6.4 导线穿管和测试	122	8.3.3 插座安装接线的注意事项	156
6.4.1 导线穿管的常用方法	122	第9章 灯具和浴霸的接线与安装	157
6.4.2 导线穿管的注意事项	123	9.1 白炽灯	157
6.4.3 套管内的导线通断和绝缘性能 测试	123	9.1.1 白炽灯的结构与原理	157
第7章 明装布线	125	9.1.2 白炽灯的常用控制线路	158
7.1 线槽布线	125	9.1.3 白炽灯的安装注意事项	158
7.1.1 布线定位	126	9.1.4 白炽灯的常见故障及处理 方法	158
7.1.2 线槽的安装	126	9.2 荧光灯	159
7.1.3 用配件安装线槽	127	9.2.1 普通荧光灯的接线与安装	159
7.1.4 线槽布线的配电方式	128	9.2.2 多管荧光灯的接线与安装	165
7.2 瓷夹板布线	131	9.2.3 环形(或方形)荧光灯的 接线与吸顶安装	167
7.2.1 瓷夹板的安装	131	9.3 吊灯	169
7.2.2 瓷夹板的布线要点	132	9.3.1 吊灯的外形	169
7.3 护套线布线	133	9.3.2 吊灯的安裝	169
7.3.1 护套线及线夹卡	133	9.4 筒灯与LED灯带	171
7.3.2 单钉夹安装护套线	133	9.4.1 筒灯的安装	171
7.3.3 用铝片卡安装护套线	133	9.4.2 LED灯带的电路结构与 安装	172
7.3.4 护套线布线注意事项	135	9.5 浴霸	175
第8章 开关和插座的接线与安装	137	9.5.1 浴霸的种类	175
8.1 导线的剥削、连接和绝缘恢复	137	9.5.2 浴霸的结构	175
8.1.1 导线绝缘层的剥削	137	9.5.3 浴霸的接线	176
8.1.2 导线与导线的连接	138	9.5.4 壁挂式浴霸的安装	178
8.1.3 导线与接线柱的连接	144	9.5.5 吊顶式浴霸的安装	179
8.1.4 导线绝缘层的恢复	145	第10章 弱电线路的接线与安装	182
8.2 开关的安装与接线	145	10.1 弱电线路的三种接入方式	182
8.2.1 开关的安装	145	10.1.1 有线电视+ADSL方式	182
8.2.2 单控开关的种类及接线	147	10.1.2 有线电视+电话+FTTB_LAN	
8.2.3 双控开关的种类及接线	148		
8.2.4 中途开关的种类及接线	150		
8.2.5 触摸延时开关和声光控开关			



方式	183	设置	208
10.1.3 有线电视宽带 + 电话方式 ..	184	10.5 弱电模块与弱电箱的安装	212
10.2 有线电视线路的安装	185	10.5.1 电视模块	213
10.2.1 同轴电缆	185	10.5.2 电话模块	214
10.2.2 电视信号分配器与分支器 ..	185	10.5.3 网络模块	215
10.2.3 同轴电缆与接头的连接	186	10.5.4 电源模块	215
10.2.4 电视插座的接线与安装	189	10.5.5 弱电线路的安装要点	217
10.3 电话线路的安装	190	10.5.6 弱电模块的安装与连接	217
10.3.1 电话线与 RJ11 水晶头	190	第 11 章 住宅电气图的识读	219
10.3.2 ADSL 语音分离器	192	11.1 电气识图基础	219
10.3.3 电话分线器	193	11.1.1 照明灯具在电气图中的标注	
10.3.4 电话插座的接线与安装	193	方法	219
10.4 计算机网络线路的安装	195	11.1.2 配电线路在电气图中的标注	
10.4.1 双绞线、网线和 RJ45		方法	220
水晶头	195	11.1.3 住宅电气图常用电气设备	
10.4.2 网线与 RJ45 水晶头的两种		符号	222
连接标准	196	11.2 住宅电气图的识读	223
10.4.3 网线与水晶头的连接制作 ..	197	11.2.1 整幢楼总电气系统图的	
10.4.4 网线与水晶头连接的通断		识读	223
测试	200	11.2.2 楼层配电箱电气系统图的	
10.4.5 网线与计算机网络插座的		识读	225
接线与测试	201	11.2.3 户内配电箱电气系统图的	
10.4.6 ADSL Modem 硬件连接及		识读	225
拨号	203	11.2.4 室内照明电气平面图的	
10.4.7 路由器的硬件连接	206	识读	226
10.4.8 路由器及其连接的计算机的			



第 1 章

家装电气知识入门

1.1 基本电气常识

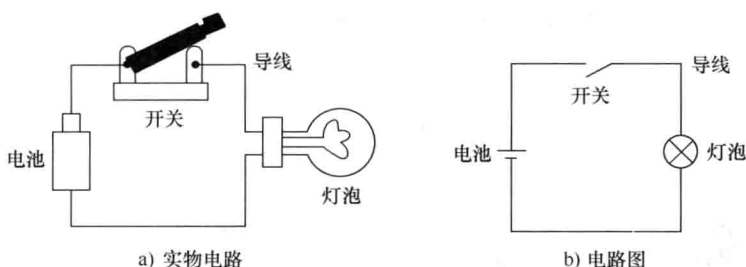


图 1-1 一个简单的电路

1.1.1 电路与电路图

图 1-1a 为一个简单的实物电路，该电路由电源（电池）、开关、导线和灯泡组成。电源的作用是提供电能；开关、导线的作用是控制和传递电能，称为中间环节；灯泡是消耗电能的用电器，它能将电能转变为光能，称为负载。因此，电路是由电源、中间环节和负载组成的。

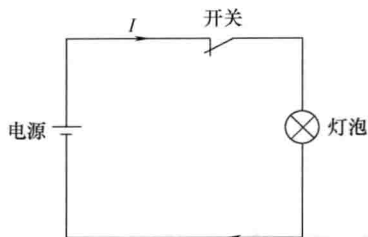
图 1-1a 为实物电路，用实物图的形式来绘制电路很不方便，因此人们就采用一些简单的图形符号代替实物的方法来画电路，这样画出的图形就称为电路图。图 1-1b 所示的图形就是图 1-1a 所示实物电路的电路图，不难看出，用电路图来表示实际的电路非常方便。

1.1.2 电流与电阻

1. 电流



电流说明



在左图电路中，将开关闭合，灯泡会发光，为什么会这样呢？原来当开关闭合时，带负电荷的电子源源不断地从电源负极经导线、灯泡、开关流向电源正极。这些电子在流经灯泡内的钨丝时，钨丝会发热，温度急剧上升而发光。

大量的电荷朝一个方向移动（也称定向移动）就形成了电流，这就像公路上有大量的汽车朝一个方向移动就形成“车流”一样。实际上，我们把电子运动的反方向作为电流方向，即把正电荷在电路中的移动方向规定为电流的方向。左图电路的电流方向是：电源正极→开关→灯泡→电源的负极。

电流用字母“ I ”表示，单位为安培（简称安），用“ A ”表示，比安培小的单位有毫安（ mA ）、微安（ μA ），它们之间的关系为

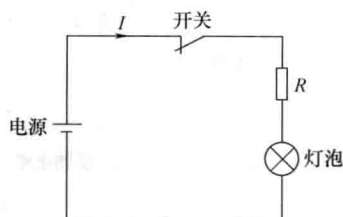
$$1A = 10^3 mA = 10^6 \mu A$$

2. 电阻

在图 1-2a 所示电路中，给电路增加一个元件——电阻器，发现灯光会变暗，该电路的电路图如图 1-2b 所示。为什么在电路中增加了电阻器后灯泡会变暗呢？原来电阻器对电流有一定的阻碍作用，从而使流过灯泡的电流减小，灯泡变暗。



a) 实物电路



b) 电路图

图 1-2 电阻说明图

导体对电流的阻碍称为该导体的电阻，电阻用字母“ R ”表示，电阻的单位为欧姆（简称欧），用“ Ω ”表示，比欧姆大的单位有千欧（ $k\Omega$ ）、兆欧（ $M\Omega$ ），它们之间关系为

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

导体的电阻计算公式为

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

式中， L 为导体的长度（ m ）； S 为导体的横截面积（ m^2 ）； ρ 为导体的电阻率（ $\Omega \cdot m$ ）。不同的导体， ρ 值一般不同。

表 1-1 列出了一些常见导体的电阻率（ $20^\circ C$ 时）。

在长度 L 和横截面积 S 相同的情况下。电阻率越大的导体其电阻越大。例如， L 、 S 相同的铁导线和铜导线，铁导线的电阻约是铜导线的 5.9 倍，由于铁导线的电阻率较铜导线大



很多，为了减小电能在导线上的损耗，让负载得到较大电流，供电线路通常采用铜导线。

表 1-1 一些常见导体的电阻率（20℃时）

导 体	电阻率/ $\Omega \cdot \text{m}$	导 体	电阻率/ $\Omega \cdot \text{m}$
银	1.62×10^{-8}	锡	11.4×10^{-8}
铜	1.69×10^{-8}	铁	10.0×10^{-8}
铝	2.83×10^{-8}	铅	21.9×10^{-8}
金	2.4×10^{-8}	汞	95.8×10^{-8}
钨	5.51×10^{-8}	碳	3500×10^{-8}

导体的电阻除了与材料有关外，还受温度影响。一般情况下，导体温度越高电阻越大，例如常温下灯泡内部钨丝的电阻很小，通电后钨丝的温度上升到 1000℃ 以上，其电阻急剧增大；导体温度下降电阻减小，某些导电材料在温度下降到某一值时（如 -109℃），电阻会突然变为零，这种现象称为超导现象，具有这种性质的材料称为超导材料。

1.1.3 电位、电压和电动势

电位、电压和电动势对初学者来说较难理解，下面通过图 1-3 所示的水流示意图来说明这些术语。首先来分析图 1-3 中的水流过程。

水泵将河中的水抽到山顶的 A 处，水到达 A 处后再流到 B 处，水到 B 处后流往 C 处（河中），同时水泵又将河中的水抽到 A 处，这样使得水不断循环流动。水为什么能从 A 处流到 B 处，又从 B 处流到 C 处呢？这是因为 A 处水位较 B 处水位高，B 处水位较 C 处水位高。

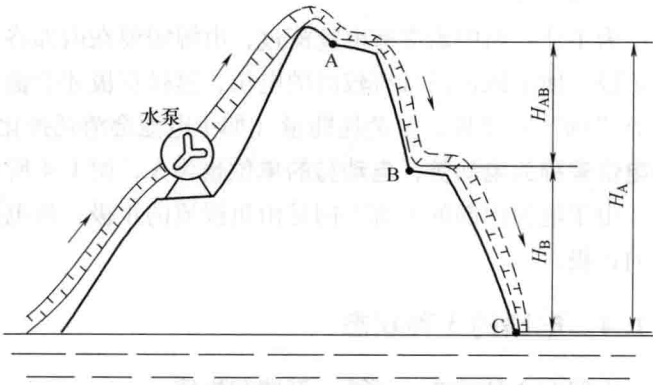


图 1-3 水流示意图

要测量 A 处和 B 处水位的高度，必须先要找一个基准点（零点），就像测量人的身高要选择脚底为基准点一样，这里以河的水面为基准（C 处）。AC 之间的垂直高度为 A 处水位的高度，用 H_A 表示，BC 之间的垂直高度为 B 处水位的高度，用 H_B 表示，由于 A 处和 B 处水位高度不一样，它们存在着水位差，该水位差用 H_{AB} 表示，它等于 A 处水位高度 H_A 与 B 处水位高度 H_B 之差，即 $H_{AB} = H_A - H_B$ 。为了让 A 处源源不断有水往 B、C 处流，需要水泵将低水位的河水抽到高处 A 点，这样做水泵是需要消耗能量的（如耗油）。

1. 电位

电路中的电位、电压和电动势与上述水流情况很相似。如图 1-4 所示，电源的正极输出电流，流到 A 点，再经 R_1 流到 B 点，然后通过 R_2 流到 C 点，最后流到电源的负极。



与图 1-3 所示水流示意图相似，图 1-4 所示电路中的 A、B 点也有高、低之分，只不过不是水位，而称为电位，A 点电位较 B 点电位高。为了计算电位的高低，也需要找一个基准点作为零点，为了表明某点为零基准点，通常在该点处画一个“⊥”符号，该符号称为接地符号，接地符号处的电位规定为 0V，电位单位不是米（m），而是伏特（简称伏），用 V 表示。在图 1-4 所示电路中，以 C 点为 0V（该点标有接地符号），A 点的电位为 3V，表示为 $U_A = 3V$ ，B 点电位为 1V，表示为 $U_B = 1V$ 。

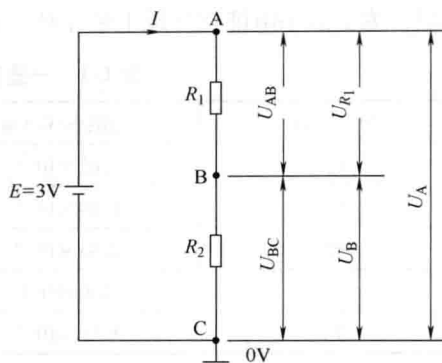


图 1-4 电位、电压和电动势说明图

2. 电压

图 1-4 电路中的 A 点和 B 点的电位是不同的，有一定的差距，这种电位之间的差距称为**电位差**，又称**电压**。A 点和 B 点之间的电位差用 U_{AB} 表示，它等于 A 点电位 U_A 与 B 点电位 U_B 的差，即 $U_{AB} = U_A - U_B = 3V - 1V = 2V$ 。因为 A 点和 B 点电位差实际上就是电阻器 R_1 两端的电位差（即电压）， R_1 两端的电压用 U_{R1} 表示，所以 $U_{AB} = U_{R1}$ 。

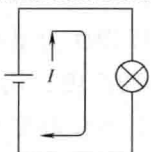
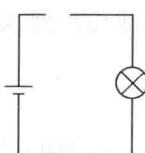
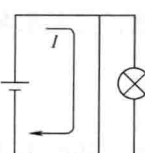
3. 电动势

为了让电路中始终有电流流过，电源需要在内部将流到负极的电流源源不断地“抽”到正极，使电源正极具有较高的电位，这样正极才会输出电流。当然，电源内部将负极的电流“抽”到正极需要消耗能量（如干电池会消耗掉化学能）。**电源消耗能量在两极建立**的电位差称为**电动势**，电动势的单位也为 V，图 1-4 所示电路中电源的电动势为 3V。

由于电源内部的电流方向是由负极流向正极，故电源的电动势方向规定为从电源负极指向正极。

1.1.4 电路的 3 种状态

电路有 3 种状态：通路、开路和短路。

通路、开路和短路说明	
 a) 通路  b) 开路  c) 短路	1. 通路 左图 a 所示电路处于通路状态。电路处于通路状态的特点有：电路畅通，有正常的电流流过负载，负载正常工作。 2. 开路 左图 b 所示电路处于开路状态。电路处于开路状态的特点有：电路断开，无电流流过负载，负载不工作。 3. 短路 左图 c 中的电路处于短路状态。电路处于短路状态的特点有：电路中有很大电流流过，但电流不流过负载，负载不工作。由于电流很大，很容易烧坏电源和导线。



1.1.5 接地与屏蔽

1. 接地

接地在电工电子技术中应用广泛,接地常用图 1-5 所示的符号表示。接地主要有以下的含义:

1) 在电路图中,接地符号处的电位规定为 $0V$ 。在图 1-6a 所示电路中,A 点标有接地符号,规定 A 点的电位为 $0V$ 。

2) 在电路图中,标有接地符号的地方都是相通的。图 1-6b 所示的两个电路图虽然从形式上看不一样,但实际的电路连接是一样的,故两个电路中的灯泡都会亮。

3) 在强电设备中,常常将设备的外壳与大地连接,当设备绝缘性能变差而使外壳带电时,可迅速通过接地线泄放到大地,从而避免人体触电,如图 1-7 所示。

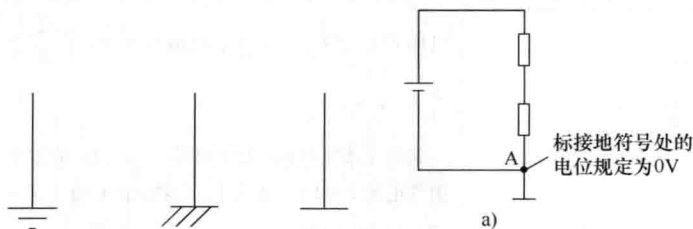


图 1-5 接地符号

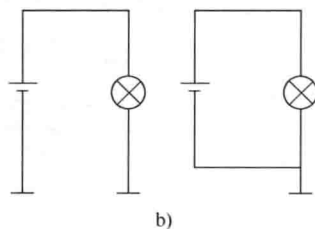


图 1-6 接地符号含义说明图

2. 屏蔽

在电气设备中,为了防止某些元器件和电路工作时受到干扰,或者为了防止某些元器件和电路在工作时产生干扰信号影响其他电路正常工作,通常对这些元器件和电路采取隔离措施,这种隔离称为屏蔽。屏蔽常用图 1-8 所示的符号表示。

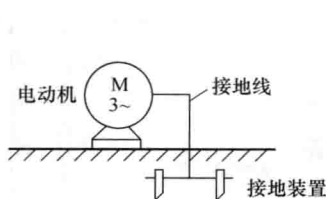


图 1-7 强电设备的接地

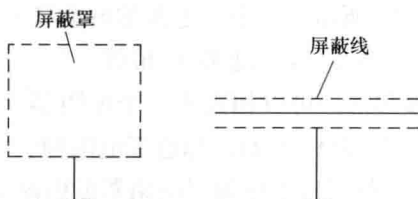


图 1-8 屏蔽符号

屏蔽的具体做法是用金属材料(称为屏蔽罩)将元器件或电路封闭起来,再将屏蔽罩接地(通常为电源的负极)。图 1-9 为带有屏蔽罩的元器件和导线,外界干扰信号无法穿过金属屏蔽罩干扰内部元器件和电路。

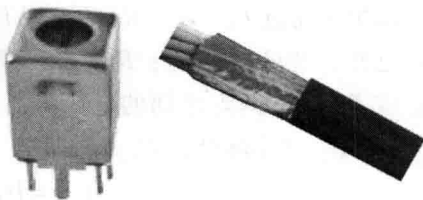


图 1-9 带有屏蔽罩的元器件和导线



1.1.6 欧姆定律

欧姆定律是电工电子技术中的一个最基本的定律，它反映了电路中电阻、电流和电压之间的关系。欧姆定律分为部分电路欧姆定律和全电路欧姆定律。

1. 部分电路欧姆定律

部分电路欧姆定律的内容是：在电路中，流过导体的电流 I 的大小与导体两端的电压 U 成正比，与导体的电阻 R 成反比，即

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

也可以表示为 $U = IR$ 或 $R = \frac{U}{I}$ 。

欧姆定律的三种应用形式	
a)	如左图 a 所示，已知电阻 $R = 10\Omega$，电阻两端电压 $U_{AB} = 5V$，那么流过电阻的电流 $I = \frac{U_{AB}}{R} = \frac{5}{10}A = 0.5A$。
b)	又如左图 b 所示，已知电阻 $R = 5\Omega$，流过电阻的电流 $I = 2A$，那么电阻两端的电压 $U_{AB} = IR = 2 \times 5V = 10V$。
c)	在左图 c 所示电路中，流过电阻的电流 $I = 2A$，电阻两端的电压 $U_{AB} = 12V$，那么电阻的大小 $R = \frac{U}{I} = \frac{12}{2}\Omega = 6\Omega$。

下面再来说明欧姆定律在实际电路中的应用，如图 1-10 所示。

在图 1-10 所示电路中，电源的电动势 $E = 12V$ ，A、D 之间的电压 U_{AD} 与电动势 E 相等，三个电阻器 R_1 、 R_2 、 R_3 串接起来，可以相当于一个电阻器 R ， $R = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 7 + 3\Omega = 12\Omega$ 。知道了电阻的大小和电阻器两端的电压，就可以求出流过电阻器的电流 I ：

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U_{AD}}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{12}{12}A = 1A$$

求出了流过 R_1 、 R_2 、 R_3 的电流 I ，并且它们的电阻大小已知，就可以求 R_1 、 R_2 、 R_3 两端的电压 U_{R_1} （ U_{R_1} 实际就是 A、B 两点之间的电压 U_{AB} ）、 U_{R_2} （实际就是 U_{BC} ）和 U_{R_3} （实际就是 U_{CD} ），即

$$U_{R_1} = U_{AB} = IR_1 = (1 \times 2)V = 2V$$

$$U_{R_2} = U_{BC} = IR_2 = (1 \times 7)V = 7V$$

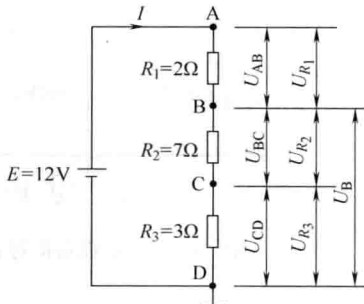


图 1-10 部分电路欧姆定律应用说明图



$$U_{R_3} = U_{CD} = IR_3 = (1 \times 3) \text{ V} = 3 \text{ V}$$

从上面可以看出 $U_{R_1} + U_{R_2} + U_{R_3} = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} = U_{AD} = 12 \text{ V}$ 。

在图 1-10 所示电路中如何求 B 点电压呢？首先要明白，求某点电压指的就是求该点与地之间的电压，所以 B 点电压 U_B 实际就是电压 U_{BD} 。求 U_B 有以下两种方法：

方法一：
$$U_B = U_{BD} = U_{BC} + U_{CD} = U_{R_2} + U_{R_3} = (7 + 3) \text{ V} = 10 \text{ V}$$

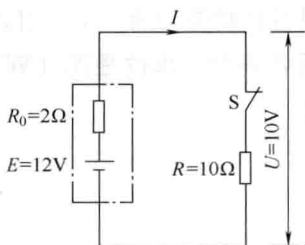
方法二：
$$U_B = U_{BD} = U_{AD} - U_{AB} = U_{AD} - U_{R_1} = (12 - 2) \text{ V} = 10 \text{ V}$$

2. 全电路欧姆定律

全电路是指含有电源和负载的闭合回路。全电路欧姆定律又称闭合电路欧姆定律，其内容是：闭合电路中的电流与电源的电动势成正比，与电路的内、外电阻之和成反比，即

$$I = \frac{E}{R + R_0}$$

全欧姆定律的应用



左图点画线框内为电源， R_0 表示电源的内阻， E 表示电源的电动势。当开关 S 闭合后，电路中有电流 I 流过，根据全电路欧姆定律可求得 $I = \frac{E}{R + R_0} = \frac{12}{10 + 2} \text{ A} = 1 \text{ A}$ 。电源输出电压（即电阻 R 两端的电压） $U = IR = 1 \times 10 \text{ V} = 10 \text{ V}$ ，内阻 R_0 两端的电压 $U_0 = IR_0 = 1 \times 2 \text{ V} = 2 \text{ V}$ 。如果将开关 S 断开，电路中的电流 $I = 0 \text{ A}$ ，那么内阻 R_0 上消耗的电压 $U_0 = 0 \text{ V}$ ，电源输出电压 U 与电源电动势相等，即 $U = E = 12 \text{ V}$ 。

根据全电路欧姆定律不难看出以下几点：

- 1) 在电源未接负载时，不管电源内阻多大，内阻消耗的电压始终为 0V，电源两端电压与电动势相等。
- 2) 当电源与负载构成闭合电路后，由于有电流流过内阻，内阻会消耗电压，从而使电源输出电压降低。内阻越大，内阻消耗的电压越大，电源输出电压越低。
- 3) 在电源内阻不变的情况下，外阻越小，电路中的电流越大，内阻消耗的电压也越大，电源输出电压也会降低。

由于正常电源的内阻很小，内阻消耗的电压很低，故一般情况下可认为电源的输出电压与电源电动势相等。

利用全电路欧姆定律可以解释很多现象。比如用仪表测得旧电池两端电压与正常电压相同，但将旧电池与电路连接后除了输出电流很小外，电池的输出电压也会急剧下降，这是因为旧电池内阻变大的缘故；又如将电源正、负极直接短路时，电源会发热甚至烧坏，这是因为短路时流过电源内阻的电流很大，内阻消耗的电压与电源电动势相等，大量的电能内阻上消耗并转换成热能，故电源会发热。

1.1.7 电功、电功率和焦耳定律

1. 电功

电流流过灯泡，灯泡会发光；电流流过电炉丝，电炉丝会发热；电流流过电动机，电



动机会运转。由此可以看出，**电流流过一些用电设备时是会做功的，电流做的功称为电功。**用电设备做功的大小不但与加到用电设备两端的电压及流过的电流有关，还与通电时间长短有关。电功可用下面的公式计算

$$W = UIt$$

式中， W 表示电功，单位是焦 (J)； U 表示电压，单位是伏 (V)； I 表示电流，单位是安 (A)； t 表示时间，单位是秒 (s)。

电功的单位是焦耳 (J)，在电学中还常用到另一个单位：千瓦时 (kW·h)，俗称度。1kW·h 即为 1 度。千瓦时与焦耳的换算关系是

$$1\text{kW} \cdot \text{h} = 1 \times 10^3 \text{W} \times (60 \times 60) \text{s} = 3.6 \times 10^6 \text{W} \cdot \text{s} = 3.6 \times 10^6 \text{J}$$

1kW·h 可以这样理解：一个电功率为 100W 的灯泡连续使用 10h，消耗的电功为 1kW·h (即消耗 1 度电)。

2. 电功率

电流需要通过一些用电设备才能做功。为了衡量这些设备做功能力的大小，引入一个电功率的概念。**电流单位时间做的功称为电功率。电功率用 P 表示，单位是瓦 (W)，**此外还有千瓦 (kW) 和毫瓦 (mW)，它们之间的换算关系是

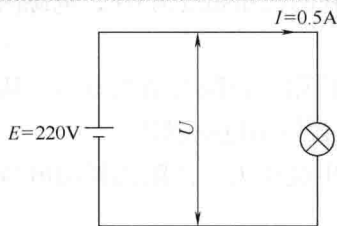
$$1\text{kW} = 10^3 \text{W} = 10^6 \text{mW}$$

电功率的计算公式是

$$P = UI$$

根据欧姆定律可知 $U = IR$ ， $I = U/R$ ，所以电功率还可以用公式 $P = I^2 R$ 和 $P = U^2/R$ 来求得。

电功率的计算举例



在左图电路中，白炽灯两端的电压为 220V (它与电源的电动势相等)，流过灯泡的电流为 0.5A，求灯泡的功率、电阻和灯泡在 10s 所做的功。

灯泡的功率 $P = UI = 220\text{V} \times 0.5\text{A} = 110\text{V} \times \text{A} = 110\text{W}$

灯泡的电阻 $R = U/I = 220\text{V}/0.5\text{A} = 440\text{V}/\text{A} = 440\Omega$

灯泡在 10s 做的功 $W = UIt = 220\text{V} \times 0.5\text{A} \times 10\text{s} = 1100\text{J}$

3. 焦耳定律

电流流过导体时导体会发热，这种现象称为电流的热效应。电热锅、电饭煲和电热水器等都是利用电流的热效应来工作的。

英国物理学家焦耳通过实验发现：电流流过导体，导体发出的热量与导体流过的电流、导体的电阻和通电的时间有关。**焦耳定律具体内容是：电流流过导体产生的热量，与电流的二次方及导体的电阻成正比，与通电时间也成正比。**由于这个定律除了由焦耳发现外，科学家楞次也通过实验独立发现，故该定律又称焦耳-楞次定律。

焦耳定律可用下面的公式表示：

$$Q = I^2 Rt$$

式中， Q 表示热量，单位是焦耳(J)； R 表示电阻，单位是欧(Ω)； t 表示时间，单位是秒(s)。