



零起步轻松学系列丛书

零起步

轻松学

电工技术

(第2版)

蔡杏山 ■ 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



零起步轻松学系列丛书

零起步

轻松学

电工技术

(第2版)

蔡杏山 ■ 主编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

零起步轻松学电工技术 / 蔡杏山主编. -- 2版. --
北京: 人民邮电出版社, 2011.6
(零起步轻松学系列丛书)
ISBN 978-7-115-25096-4

I. ①零… II. ①蔡… III. ①电工技术—基本知识
IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第042124号

内 容 提 要

本书是一本电工技术入门图书,共分9章,主要内容有电工基础、电工仪表、低压电器、电子元器件、变压器、电动机、电动机控制线路、室内配电线路的安装和安全用电。

为了让初学者通过阅读本书就能轻松快速地进入电工技术的大门,本书在每章首页列出了本章知识结构图,在内容安排上按照循序渐进的原则,在语言表达上通俗易懂,在书的重点和关键内容上采用了粗体处理,以便让读者能掌握并记住这些内容。

本书具有起点低、内容由浅入深、语言通俗易懂的特点,并且内容结构安排符合学习认知规律。本书适合作为电工技术的自学图书,也适合作为职业院校电类专业的电工技术教材。

零起步轻松学系列丛书

零起步轻松学电工技术(第2版)

- ◆ 主 编 蔡杏山
责任编辑 张 鹏
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
中国铁道出版社印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 21
字数: 417千字 2011年6月第2版
印数: 6001—10000册 2011年6月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-25096-4

定价: 38.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154
广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

每个电工技术初学者都希望能轻松快速地迈入电工技术大门并能达到一定的技术水平，这便是本书的任务所在。本书首先讲解学习电工技术必须掌握的基础知识，然后循序渐进地介绍了电工仪表、低压电器、电子元器件、变压器、电动机、电动机控制线路、室内配电线路的安装和安全用电等知识。

一、本书各章节内容

本书共分 9 章。

第 1 章 电工基础 在学习任何技术前，都需要掌握相关的基础知识。本章主要介绍了电路的基础知识、欧姆定律、电功、电功率、焦耳定律、电阻的连接方式、直流电、交流电和电磁现象及规律等内容。

第 2 章 电工仪表 电工仪表是用来检查与测量电工器件与电气线路的设备。本章主要介绍了指针万用表、数字万用表、电能表、钳形表、兆欧表和示波器的使用方法等内容。

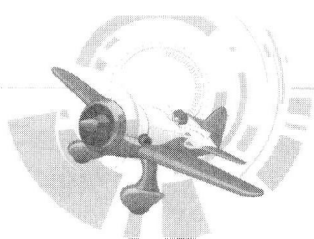
第 3 章 低压电器 低压电器是构成低压电气线路的基本元件。本章主要介绍了开关、熔断器、断路器、接触器和继电器的符号、结构、原理、选用和检测等内容。

第 4 章 电子元器件 现在的电气设备大量采用电子线路，电子元器件是构成电子线路的基本元器件，因此学习电工技术也需要掌握电子元器件知识。本章主要介绍了电阻器、电感器、电容器、二极管、三极管、光电耦合器、晶闸管、场效应管、IGBT 和集成电路等内容。

第 5 章 变压器 变压器是一种能改变交流电压和交流电流大小的电气设备。本章主要介绍了变压器基础知识、三相变压器、电力变压器和自耦变压器等内容。

第 6 章 电动机 电动机是一种将电能转换为机械能的电气设备，其应用越来越广泛。本章主要介绍了三相异步电动机、单相异步电动机、直流电动机、同步电动机、步进电动机、伺服电动机、无刷直流电动机、开关磁阻电动机和直线电动机的结构与工作原理等内容。

第 7 章 电动机控制线路 为了让电动机适合驱动各种机械设备，需要给电动机连接控制线路。本章主要介绍了正转控制线路、正反转控制线路、限位控制线路、自动往返控制线路、顺序控制线路、多地控制线路、降压启动控制线路、绕线式电动机启动控制线路、制动控制线路和多速异步电动机调速控制线路等内容。



第 8 章 室内配电线路的安装 安装室内配电线路是电工技术人员最常见的技术工作。本章主要介绍了照明光源、导线的选择与连接和室内配电布线等内容。

第 9 章 安全用电 电工操作接触的是强电，为了用电安全，不但要掌握必要的安全用电知识，还要对用电设备进行接地防护触电。本章主要介绍了人体触电的几种方式以及接地、接零和接地装置的安装等内容。

二、本书学习建议

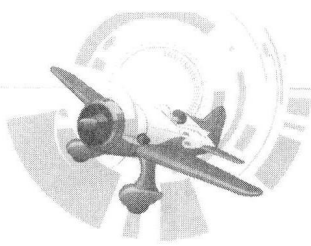
在学习本书内容时，建议读者注意以下几方面。

1. 从前往后逐章节阅读图书，每次不要阅读太多内容，重在理解和掌握；对书中粗体标注的内容要重点理解并记忆。

2. 由于电工技术是一门操作性很强的技术，如果条件允许，读者应在学习的同时进行相关的实践操作，若无操作条件，在阅读本书时应尽量理解所学内容，知其所以然才能印象深刻，以后才能灵活应用。

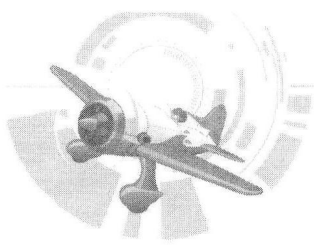
3. 如果阅读时遇到难题，可以登录易天教学网：www.eTV100.com，通过观看网站相关学习材料或向老师提问进行学习。

编 者

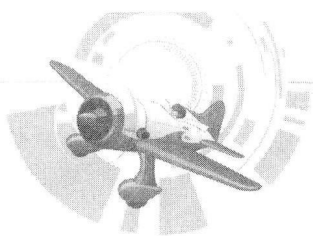


目 录

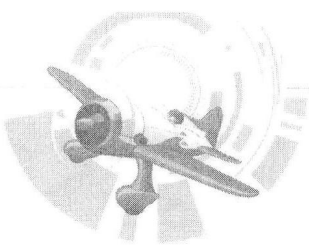
第 1 章 电工基础1	第 2 章 电工仪表29
1.1 电路的基础知识.....2	2.1 指针万用表.....30
1.1.1 电路与电路图.....2	2.1.1 面板介绍.....30
1.1.2 电流与电阻.....2	2.1.2 测量原理.....32
1.1.3 电位、电压和电动势.....4	2.1.3 使用前的准备工作.....34
1.1.4 电路的 3 种状态.....5	2.1.4 测量直流电压.....35
1.1.5 接地与屏蔽.....6	2.1.5 测量交流电压.....36
1.2 欧姆定律.....7	2.1.6 测量直流电流.....37
1.2.1 部分电路欧姆定律.....7	2.1.7 测量电阻.....38
1.2.2 全电路欧姆定律.....8	2.1.8 万用表使用注意事项.....40
1.3 电功、电功率和焦耳定律.....9	2.2 数字万用表.....40
1.3.1 电功.....9	2.2.1 面板介绍.....40
1.3.2 电功率.....10	2.2.2 测量直流电压.....41
1.3.3 焦耳定律.....10	2.2.3 测量交流电压.....42
1.4 电阻的连接方式.....11	2.2.4 测量电阻.....43
1.4.1 电阻的串联.....11	2.3 电能表.....43
1.4.2 电阻的并联.....12	2.3.1 电能表的结构与原理.....44
1.4.3 电阻的混联.....12	2.3.2 电能表的接线方式.....45
1.5 直流电与交流电.....13	2.3.3 用电能表测量电器的功率.....48
1.5.1 直流电.....13	2.3.4 电子式电能表.....48
1.5.2 单相交流电.....14	2.4 钳形表.....50
1.5.3 三相交流电.....18	2.4.1 钳形表的结构与测量原理.....50
1.6 电磁现象及规律.....21	2.4.2 指针式钳形表.....51
1.6.1 磁铁与磁性材料.....21	2.4.3 数字式钳形表.....53
1.6.2 通电导体产生的磁场.....22	2.5 兆欧表.....54
1.6.3 通电导体在磁场中的受力情况.....23	2.5.1 摇表.....54
1.6.4 电磁感应.....24	2.5.2 指针式兆欧表.....59
1.6.5 自感与互感.....26	



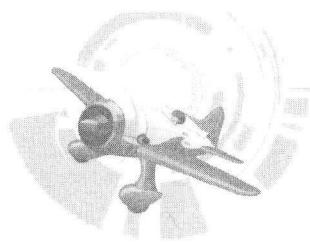
2.5.3 数字式兆欧表	61	3.4.2 漏电保护器的检测与使用	91
2.6 示波器	63	3.5 接触器	92
2.6.1 面板介绍	63	3.5.1 交流接触器	92
2.6.2 使用方法	68	3.5.2 直流接触器	94
第3章 低压电器	73	3.5.3 接触器的检测	95
3.1 开关	74	3.5.4 接触器的选用	96
3.1.1 照明开关	74	3.6 继电器	96
3.1.2 按钮开关	74	3.6.1 热继电器	97
3.1.3 闸刀开关	76	3.6.2 电磁继电器	100
3.1.4 铁壳开关	77	3.6.3 时间继电器	103
3.1.5 组合开关	78	3.6.4 继电器的检测	106
3.1.6 倒顺开关	79	3.6.5 速度继电器	107
3.1.7 万能转换开关	79	3.6.6 压力继电器	108
3.1.8 行程开关	80	第4章 电子元器件	109
3.1.9 接近开关	81	4.1 电阻器	110
3.1.10 开关的检测	82	4.1.1 固定电阻器	110
3.2 熔断器	83	4.1.2 电位器	116
3.2.1 RC 插入式熔断器	84	4.1.3 敏感电阻器	118
3.2.2 RL 螺旋式熔断器	84	4.2 电感器	123
3.2.3 RM 无填料封闭式熔断器	85	4.2.1 外形与图形符号	123
3.2.4 RS 有填料快速熔断器	85	4.2.2 主要参数与标注方法	123
3.2.5 RT 有填料封闭管式熔断器	86	4.2.3 性质	125
3.2.6 RZ 自复式熔断器	86	4.2.4 种类	127
3.2.7 熔断器的检测	86	4.2.5 检测	128
3.3 断路器	87	4.3 电容器	129
3.3.1 结构与工作原理	87	4.3.1 结构、外形与图形符号	129
3.3.2 断路器的种类	88	4.3.2 主要参数	129
3.3.3 断路器的检测	90	4.3.3 性质	130
3.4 漏电保护器	90	4.3.4 种类	133
3.4.1 工作原理	90	4.3.5 电容器的串联与并联	137



4.3.6 容量与误差的标注方法	138	5.2.2 三相变压器	181
4.3.7 常见故障及检测	140	5.2.3 三相变压器的工作接线方法	182
4.4 二极管	142	5.3 电力变压器	184
4.4.1 半导体	142	5.3.1 外形与结构	184
4.4.2 二极管	142	5.3.2 型号说明	185
4.4.3 发光二极管	148	5.3.3 与高、低压电网的连接方式	186
4.4.4 光电二极管	149	5.4 自耦变压器	187
4.4.5 稳压二极管	150	5.4.1 工作原理	187
4.5 三极管	151	5.4.2 实物外形	188
4.5.1 外形与图形符号	151	第6章 电动机	189
4.5.2 结构	152	6.1 三相异步电动机	190
4.5.3 电流、电压规律	153	6.1.1 工作原理	190
4.5.4 放大原理	155	6.1.2 外形与结构	192
4.5.5 3种状态说明	157	6.1.3 三相绕组的接线方式	194
4.5.6 主要参数	161	6.1.4 铭牌的识别	195
4.5.7 检测	162	6.2 单相异步电动机	197
4.5.8 三极管型号命名方法	166	6.2.1 分相式单相异步电动机	197
4.6 其他常用元器件	167	6.2.2 罩极式单相异步电动机	202
4.6.1 光电耦合器	167	6.2.3 单相异步电动机的控制线路	203
4.6.2 晶闸管	168	6.3 直流电动机	207
4.6.3 场效应管	169	6.3.1 工作原理	207
4.6.4 IGBT	171	6.3.2 外形与结构	208
4.6.5 集成电路	173	6.3.3 种类与特点	209
第5章 变压器	176	6.4 同步电动机	212
5.1 变压器的基础知识	177	6.4.1 外形	212
5.1.1 结构与工作原理	177	6.4.2 结构与工作原理	212
5.1.2 基本功能	178	6.4.3 同步电动机的启动	213
5.1.3 极性	179	6.5 步进电动机	215
5.2 三相变压器	181	6.5.1 外形	215
5.2.1 电能的传送	181	6.5.2 结构与工作原理	215



6.5.3 驱动电路	218	7.3.2 限位控制线路	243
6.6 伺服电动机	219	7.4 自动往返控制线路	244
6.6.1 交流伺服电动机	219	7.5 顺序控制线路	246
6.6.2 直流伺服电动机	220	7.6 多地控制线路	247
6.7 无刷直流电动机	221	7.7 降压启动控制线路	248
6.7.1 外形	221	7.7.1 定子绕组串接电阻降压启动控制 线路	248
6.7.2 结构与工作原理	222	7.7.2 自耦变压器降压启动控制线路	250
6.7.3 驱动电路	224	7.7.3 星形-三角形降压启动控制线路	252
6.8 开关磁阻电动机	226	7.8 绕线式电动机启动控制线路	255
6.8.1 外形	227	7.8.1 绕线式电动机的调速与启动方式	255
6.8.2 结构与工作原理	227	7.8.2 转子绕组串接电阻启动控制 线路	257
6.8.3 开关磁阻电动机与步进电动机的 区别	229	7.8.3 转子绕组串接频敏变阻器启动 控制线路	260
6.8.4 驱动电路	229	7.8.4 凸轮控制器启动、调速和正反转 控制线路	261
6.9 直线电动机	230	7.9 制动控制线路	264
6.9.1 外形	230	7.9.1 机械制动线路	264
6.9.2 结构与工作原理	230	7.9.2 电力制动线路	267
第7章 电动机控制线路	233	7.10 多速异步电动机调速控制 线路	273
7.1 正转控制线路	234	7.10.1 双速异步电动机调速控 制线路	274
7.1.1 简单的正转控制线路	234	7.10.2 三速异步电动机调速控 制线路	276
7.1.2 点动正转控制线路	234	第8章 室内配电线路的 安装	279
7.1.3 自锁正转控制线路	236	8.1 照明光源	280
7.1.4 带过载保护的自锁正转控制线路	237	8.1.1 白炽灯	280
7.1.5 连续与点动混合控制线路	238		
7.2 正反转控制线路	238		
7.2.1 倒顺开关正反转控制线路	239		
7.2.2 接触器连锁正反转控制线路	239		
7.2.3 按钮连锁正反转控制线路	241		
7.3 限位控制线路	242		
7.3.1 行程开关	243		



8.1.2 荧光灯	280
8.1.3 卤钨灯	283
8.1.4 高压汞灯	284
8.2 导线的选择与连接	286
8.2.1 导线的选择	286
8.2.2 导线的连接	291
8.3 室内配电布线	298
8.3.1 配电方案的设计	298
8.3.2 布线	299
8.3.3 插座和开关的安装	307
8.3.4 配电箱的安装	310

第9章 安全用电

9.1 人体触电的几种方式	314
9.1.1 电流对人体的伤害	314
9.1.2 人体触电的几种方式	315
9.2 接地与接零	317
9.2.1 接地	318
9.2.2 接零	318
9.2.3 重复接地	319
9.3 接地装置的安装	320
9.3.1 接地体的安装	320
9.3.2 接地线的安装	322

第 1 章

电工基础

本章知识结构

- 1.1 电路的
基础知识
 - 1.1.1 电路与电路图
 - 1.1.2 电流与电阻
 - 1.1.3 电位、电压和电动势
 - 1.1.4 电路的 3 种状态
 - 1.1.5 接地与屏蔽
- 1.2 欧姆定律
 - 1.2.1 部分电路欧姆定律
 - 1.2.2 全电路欧姆定律
- 1.3 电功、电
功率和焦耳
定律
 - 1.3.1 电功
 - 1.3.2 电功率
 - 1.3.3 焦耳定律
- 1.4 电阻的
连接方式
 - 1.4.1 电阻的串联
 - 1.4.2 电阻的并联
 - 1.4.3 电阻的混联
- 1.5 直流电与
交流电
 - 1.5.1 直流电
 - 1.5.2 单相交流电
 - 1.5.3 三相交流电
- 1.6 电磁现象
及规律
 - 1.6.1 磁铁与磁性材料
 - 1.6.2 通电导体产生的磁场
 - 1.6.3 通电导体在磁场中的受力情况
 - 1.6.4 电磁感应
 - 1.6.5 自感与互感

1.1 电路的基础知识

1.1.1 电路与电路图

图 1-1 (a) 所示是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。**

使用实物图来绘制电路很不方便，为此人们就采用一些简单的图形符号来代替实物的方法画电路，这样画出的图形就称为**电路图**。图 1-1 (b) 所示的图形就是图 1-1 (a) 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。

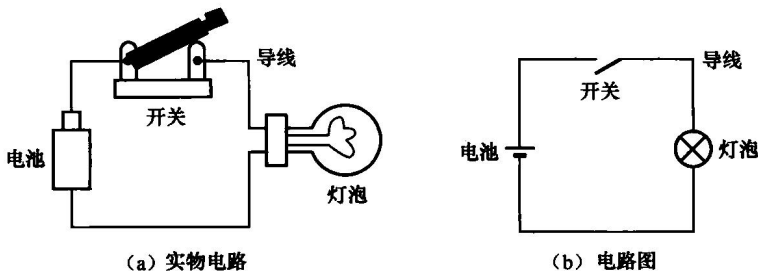


图 1-1 一个简单的电路

1.1.2 电流与电阻

1. 电流

在图 1-2 所示电路中，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**。图 1-2 所示电路的电流方向是：电源正极→开关→灯泡→电源负极。

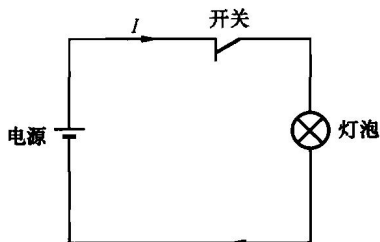


图 1-2 电流说明图



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

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

2. 电阻

在图 1-3 (a) 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 1-3 (b) 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。

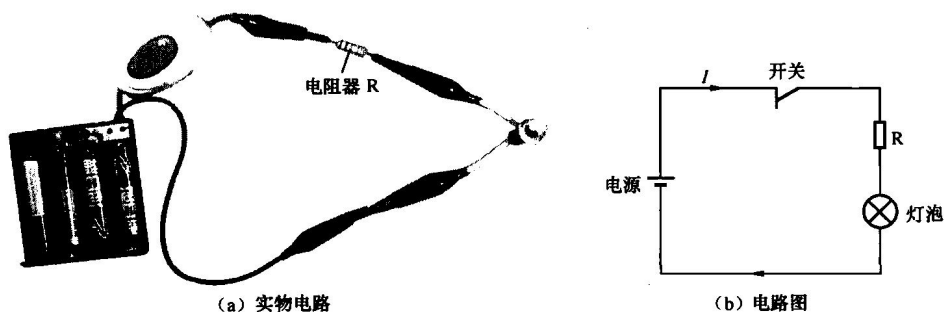


图 1-3 电阻说明图

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（ $M\Omega$ ），它们之间的关系为

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

导体的电阻计算公式为

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

在上式中， L 为导体的长度（单位： m ）， S 为导体的横截面积（单位： m^2 ）， ρ 为导体的电阻率（单位： $\Omega \cdot m$ ）。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）。

表 1-1 一些常见导体的电阻率（ $20^\circ C$ 时）

导体	电阻率/ $\Omega \cdot m$	导体	电阻率/ $\Omega \cdot m$
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	$3\ 500 \times 10^{-8}$

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。

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（白炽灯）内部钨丝的电阻很小，通电后钨丝的温度上升到 1000°C 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°C ），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较难理解，下面通过图 1-4 所示的水流示意图来说明这些术语。首先来分析图 1-4 中的水流过程。

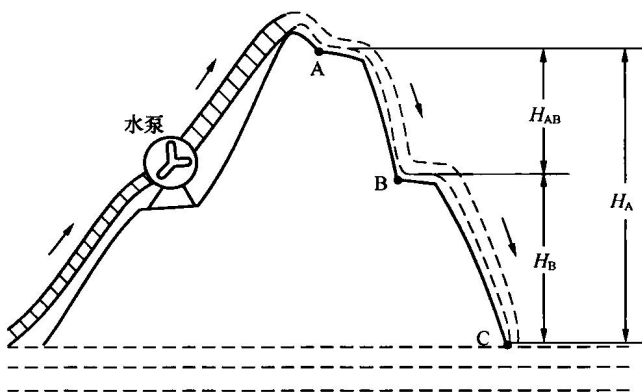


图 1-4 水流示意图

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。

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），就像测量人身高要选择脚底为基准点一样，这里以河的水面为基准点（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 处有水源不断地往 B、C 处流，需要水泵将低水位的河水抽到高处 A 点，此时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 1-5 所示，电源的正极输出电流，流到 A 点，再经 R1 流到 B 点，然后通过 R2 流到 C 点，最后流到电源的负极。

与图 1-4 所示水流示意图相似，图 1-5 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，规定接地符号处的电位为 0V，电位的单位不是米，而是伏特（简称伏），用 V 表示。如图 1-5 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 $U_B=1V$ 。

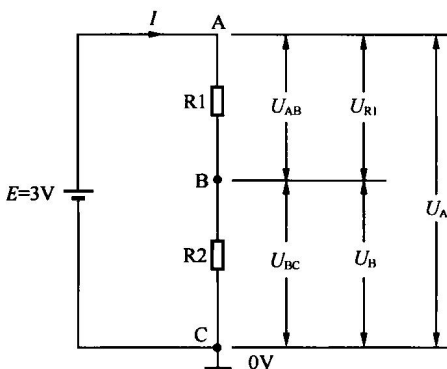


图 1-5 电位、电压和电动势说明图

2. 电压

图 1-5 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，又称为电压。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 R1 两端的电位差（即电压），R1 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”到正极也是需要消耗能量的（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，电动势的单位也为伏特，图 1-5 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，这 3 种状态的电路如图 1-6 所示。

1. 通路

图 1-6 (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。

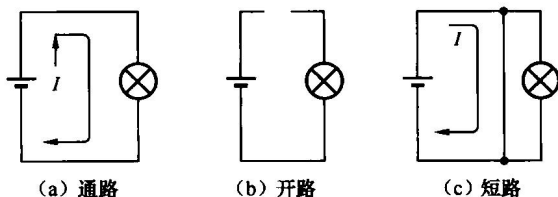


图 1-6 电路的 3 种状态

2. 开路

图 1-6 (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

图 1-6 (c) 所示电路处于短路状态。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 1-7 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 1-8 (a) 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，标有接地符号处的地方都是相通的。

图 1-8 (b) 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。

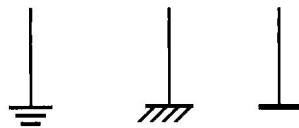


图 1-7 接地符号

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 1-9 所示。

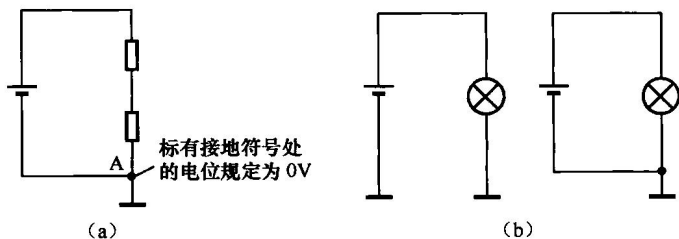


图 1-8 接地符号含义说明图

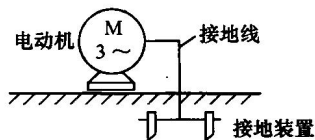


图 1-9 强电设备的接地

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 1-10 所示的符号表示。

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 1-11 所示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。

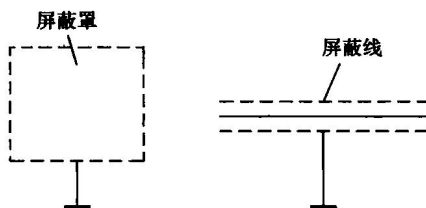


图 1-10 屏蔽符号

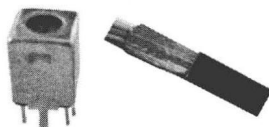


图 1-11 带有屏蔽罩的元器件和导线

1.2 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。

1.2.1 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 $R = \frac{U}{I}$ 。

为了让家更好地理解欧姆定律，下面以图 1-12 为例来说明。

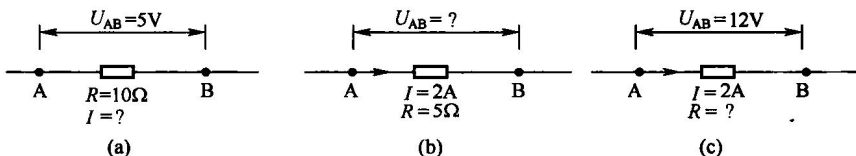


图 1-12 欧姆定律的几种形式

如图 1-12 (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 $I = \frac{U_{AB}}{R} = \frac{5}{10} A = 0.5A$ 。