

零起步轻松学系列丛书

零起步

轻松学

电子技术

(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

电子技术

(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

零起步轻松学电子技术 / 蔡杏山主编. -- 2版. --
北京: 人民邮电出版社, 2010.1
(零起步轻松学系列丛书)
ISBN 978-7-115-21611-3

I. ①零… II. ①蔡… III. ①电子技术—基本知识
IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第204454号

内 容 提 要

本书是一本电子技术入门读物,共分6章,主要介绍了电子技术基础知识、万用表的使用、常用电子元器件、基础电子电路、无线电广播与收音机、收音机的组装与检修等内容。

为了帮助初学者轻松掌握书中的内容,本书在每章的首页列出本章知识结构图,对书中重点内容采用黑体显示,同时在每一章后附习题,以帮助读者检验学习效果。

本书起点低、通俗易懂,内容结构安排符合学习认知规律,适合作电子技术初学者的自学读物,也适合作职业院校电类专业的教材和教学参考用书。

零起步轻松学系列丛书

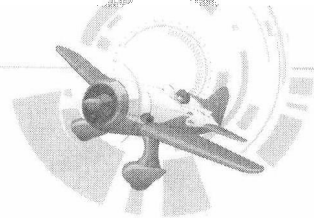
零起步轻松学电子技术(第2版)

-
- ◆ 主 编 蔡杏山
责任编辑 申 苹
 - ◆ 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 电子函件 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: 12.75
字数: 247千字 2010年1月第2版
印数: 24 001—29 000册 2010年1月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-21611-3

定价: 25.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



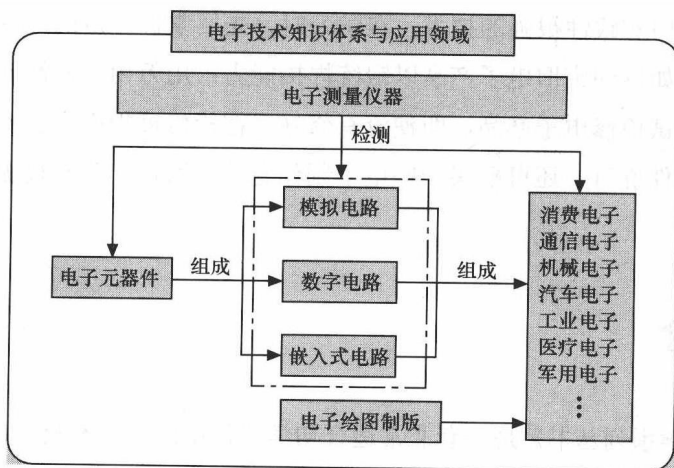
丛书前言

一、电子技术知识体系及应用领域

“电子技术无处不在”，小到各种家用消费电子产品，大到飞机导航、雷达通信和神舟飞船上天，无不用到电子技术。这些领域的设备从设计、生产、销售、维护到维修的各个环节都需要大量的电子技术人才。

电子技术虽然应用广泛，但各个应用领域内的电子技术基础都是一样的，读者只要掌握了电子技术基础，就可以根据自己的爱好和实际情况选择进入不同的电子技术应用领域。

电子技术知识体系和应用领域见下图。

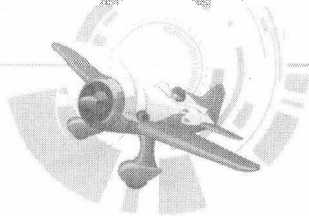


二、如何学好电子技术

电子技术是一门系统性很强、涉及面很广的技术，初学者在学习时常常会感到无从下手，困难重重。要想快速、轻松地迈进电子技术领域，需要掌握正确的学习方法。下面提供几条学习建议。

➤ 了解电子技术知识体系结构，明白需要学习的内容

学习汉语时，先要学习字、词，然后学习由字、词组成的各种句子，最后将字、词和句子组合起来就可以形成各种各样的文章。在电子技术知识体系中，电子元器件相当于汉



语中的字、词，模拟电路、数字电路和嵌入式电路（如单片机）就相当于各种句子，根据需要将电子元器件和电路按一定方式组合起来，就可以构成各种各样的电子设备，即汉语中的文章。

如果要检测电子元器件、电路和电子设备的有关参数及性能好坏，就要用到电子测量仪器。如果要在图纸上绘制电路图或者制作印制电路板，就要掌握电子绘图制版软件（如Protel99SE等）。

➤ 选用合适的教材

一本好教材就相当于一位好老师，好老师可以让你学习时少走弯路，并能让你轻松学到有用的知识，好教材也应该是如此。为了使学习的知识系统化，对于初学者，强烈建议选择成套的教材，因为好的成套教材，其知识体系比较系统全面，内容结构安排符合认知规律，分册图书之间的知识重叠少。

➤ 在学习理论的同时，尽量找机会动手实践

电子技术是一门实践性很强的技术，在学习时，先要掌握一定的理论知识，然后尽量找机会动手实践。如拆卸废旧电子产品以锻炼焊接能力；用万用表检测元器件以学习万用表的使用方法；尝试检修电子产品，即使没有修好，在检修过程中也会不知不觉地提高自己的水平。如果条件许可，还可购买一些电子制作套件，通过组装和检测电子套件来提高自己的动手能力。

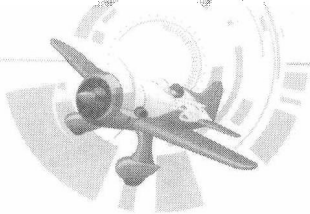
三、丛书简介

《零起步轻松学系列丛书》是一套非常适合初学者使用的入门教材，它分两个系列：电子技术系列和电工技术系列。这套丛书涉及电子、电工技术基础知识体系中的方方面面，各分册既紧密相关，又独立成册，具体内容如下。

电子技术系列图书：

➤ 《零起步轻松学电子技术（第2版）》 以很低的起点将读者引入电子技术领域，让读者初步全面了解电子技术，对其有一个整体的认识，并掌握一定的动手能力。内容涉及电子技术基础知识、电子元器件知识、电子测量仪器的使用、电子电路和电子设备的检修等。

➤ 《零起步轻松学电子电路（第2版）》 用通俗易懂的语言介绍电子电路（放大电路、谐振电路、滤波电路、正弦波振荡器电路、调制与解调电路、变频电路和电源电路等）



的分析方法,培养读者对模拟电路的识图能力。

➤ 《零起步轻松学数字电路(第2版)》从数字电路中最基本的门电路开始,介绍各种基础数字电路,培养读者对数字电路的识图能力。

➤ 《零起步轻松学电子元器件》全面地介绍了各种常用电子元器件(电阻器、电容器、电感器、变压器、二极管、三极管、光电器件、电声器件、晶闸管、场效应管、贴片元器件和集成模块等)的种类、性能、重要参数和检测方法等。

➤ 《零起步轻松学电子测量仪器》介绍各种电子测量仪器、仪表的使用方法,如万用表、信号发生器、示波器等,培养读者使用电子测量仪器及仪表检测电子元器件、电子电路和电子设备的能力。

➤ 《零起步轻松学 Protel 99 SE 电路设计》介绍如何使用 Protel 99 SE 软件设计电路原理图和印制电路板,使有一定电子技术基础的读者学会利用计算机绘图软件进行电路设计。

➤ 《零起步轻松学单片机技术》以 MCS-51 单片机为例,介绍了单片机的基础知识和各种实用技术。

电工技术系列图书:

➤ 《零起步轻松学电工技术》主要介绍电工基础知识、电工仪表、低压电器、电子元器件、变压器、电动机和室内配电布线以及安全用电等内容。

➤ 《零起步轻松学电工常用电子电路》主要介绍电路基础知识、模拟电子电路、数字电子电路、晶闸管电路和一些实用的电工电子电路。

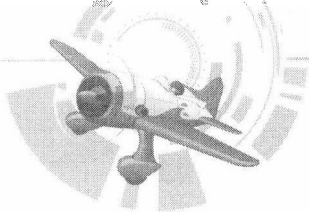
➤ 《零起步轻松学电动机及控制线路》主要介绍电气控制线路基础知识和直流电动机、三相异步电动机、单相异步电动机、各种特种电动机的工作原理及相关的控制线路。

➤ 《零起步轻松学变频技术》主要介绍变频常用电力电子器件、交-直-交变频技术、脉宽调制技术、交-交变频技术和变频技术的应用,另外还介绍变频器的安装、调试和维修。

➤ 《零起步轻松学 PLC 技术》主要介绍 PLC 基础知识、PLC 开发过程、PLC 编程和 PLC 应用系统开发实例等内容。

四、丛书的特点

➤ 结构安排符合人的认识规律。在图书内容编排上,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。



➤ **起点低，语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语，多用通俗易懂的语言，遇到较难理解的内容用比喻来说明，尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导，具有初中文化程度的读者即可阅读。

➤ **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，使阅读变得轻松。

➤ **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，向老师提问，在网络辅导下更快、更轻松地学习书中的知识。

五、丛书的读者对象

本套丛书起点低，只要具有初中文化程度且对电子、电工技术感兴趣的读者就可阅读，主要的读者对象有以下几类：

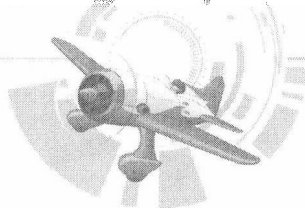
➤ **电子、电工技术爱好者。**对于这类读者来说，本丛书内容丰富、通俗易懂的特点可使读者，尤其是初学者快速掌握电子、电工技术知识，轻松迈入电子、电工技术大门。

➤ **电子、电工技术从业人员。**这包括准备或者正在从事电子、电工技术相关领域工作的人员。对于这类读者来说，本丛书是一套完整的电子、电工技术入门自学教材，学习本丛书可为以后的实践工作打下坚实的基础。

➤ **职业院校相关专业的学生。**这包括以电子、电工技术为主专业的学生，也包括不以电子、电工技术为主专业，但需要学习电子、电工技术知识的学生。对于这类读者来说，本丛书是一套非常好的课外辅导书，能让读者更容易理解教材的内容。

本书在编写过程中得到了易天教学网很多老师的支持，其中蔡玉山、詹春华、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、刘元能等参与了部分章节的编写工作，在此一致表示感谢。由于我们水平有限，书中存在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



前言

“万事开头难”，学习电子技术也不例外。本书的任务是将读者引入电子技术的殿堂，让读者初步对电子技术有个全面的了解，并能锻炼出一定的动手实践能力，为以后学习更深层次的电子技术知识打下扎实的基础。

一、本书章节内容

第1章 电子技术基础 电子技术是一门系统性很强的技术，掌握电子技术基础知识对以后的学习来说非常重要。本章主要介绍了电子技术基本概念与规律、电阻的连接方式、直流电和交流电等。

第2章 万用表的使用 万用表是使用最广泛的一种电子测量仪表，它主要用来测量电压、电流和电阻的大小。利用万用表不但可以检测电子元器件的好坏，还能判断电路是否工作正常。本章主要介绍了指针万用表和数字万用表的使用方法。

第3章 常用电子元器件 电子元器件是构成各种电子设备最基本的单元。要学好电子技术，了解各种电子设备的电路原理，应该先从了解电子元器件开始。本章主要介绍了电阻器、变压器、电感器、电容器、二极管、三极管和其他一些常用电子元器件的性质、参数、应用及检测方法等。

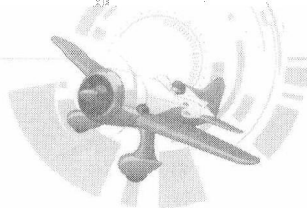
第4章 基础电子电路 电子元器件可以组成各种基础电子电路，掌握基础电子电路的工作原理和应用是分析各种电子设备工作原理的前提。本章主要介绍了放大电路、谐振电路、振荡电路和电源电路的工作原理和分析方法。

第5章 无线电广播与收音机 本章首先介绍无线电广播方面的知识，然后分析收音机各单元电路的工作原理，最后分析由各单元电路组成的收音机整机电路，这样能让读者了解单元电路如何组成复杂的电子设备，并初步掌握电子设备电路的分析方法。

第6章 收音机的组装与检修 本章通过介绍收音机的组装和检修，让读者掌握电烙铁的使用、元器件的装配焊接以及电子设备的调试、检修等方法。

二、本书学习建议

在学习本书内容时，建议读者：

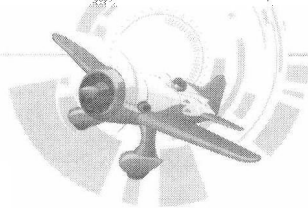


(1) 从前往后逐章节阅读图书，每次不要阅读太多内容，重在理解和掌握；对书中黑体显示的内容要重点理解并记忆；认真完成每章的习题，检验本章的学习效果。

(2) 电子技术是一门实践性很强的技术，除了要学好理论知识外，还要提高动手实践能力，建议读者购买万用表、电烙铁和收音机套件，一边学习理论知识，一边动手实践。

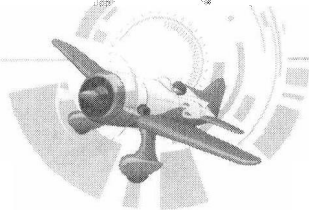
(3) 如果阅读时遇到难以理解的问题，可以登录易天教学网：www.eTV100.com，通过观看网站有关学习材料或向老师提问进行学习。

编 者



目 录

第 1 章 电子技术基础1	2.2 数字万用表的使用31
1.1 基本概念与规律.....2	2.2.1 面板介绍.....31
1.1.1 电路与电路图.....2	2.2.2 测量直流电压.....32
1.1.2 电流与电阻.....2	2.2.3 测量交流电压.....33
1.1.3 电位、电压和电动势.....4	2.2.4 测量电阻.....34
1.1.4 电路的三种状态.....6	习题 2.....35
1.1.5 接地与屏蔽.....6	
1.1.6 欧姆定律.....8	第 3 章 常用电子元器件36
1.1.7 电功、电功率和焦耳定律.....9	3.1 电阻器.....37
1.2 电阻的连接方式.....11	3.1.1 固定电阻器.....37
1.2.1 电阻的串联.....11	3.1.2 电位器.....43
1.2.2 电阻的并联.....12	3.1.3 敏感电阻器.....46
1.2.3 电阻的混联.....13	3.2 变压器.....51
1.3 直流电与交流电.....13	3.2.1 外形与图形符号.....51
1.3.1 直流电.....13	3.2.2 结构、工作原理和功能.....51
1.3.2 交流电.....14	3.2.3 特殊绕组变压器.....53
习题 1.....18	3.2.4 种类.....54
	3.2.5 主要参数.....56
第 2 章 万用表的使用20	3.2.6 检测.....57
2.1 指针万用表的使用.....21	3.3 电感器.....59
2.1.1 面板介绍.....21	3.3.1 外形与图形符号.....59
2.1.2 测量原理.....23	3.3.2 主要参数与标注方法.....59
2.1.3 使用前的准备工作.....25	3.3.3 性质.....61
2.1.4 测量直流电压.....26	3.3.4 种类.....63
2.1.5 测量交流电压.....27	3.3.5 检测.....65
2.1.6 测量直流电流.....28	3.4 电容器.....65
2.1.7 测量电阻.....29	3.4.1 结构、外形与图形符号.....65
2.1.8 万用表使用注意事项.....31	3.4.2 主要参数.....66



3.4.3 性质	67
3.4.4 种类	70
3.4.5 电容器的串联与并联	74
3.4.6 容量与误差的标注方法	75
3.4.7 常见故障及检测	78
3.5 二极管	79
3.5.1 半导体	79
3.5.2 二极管	80
3.5.3 发光二极管	85
3.5.4 光电二极管	86
3.5.5 稳压二极管	87
3.5.6 变容二极管	89
3.6 三极管	91
3.6.1 外形与图形符号	91
3.6.2 结构	91
3.6.3 电流、电压规律	92
3.6.4 放大原理	95
3.6.5 三种状态说明	96
3.6.6 主要参数	100
3.6.7 检测	102
3.6.8 三极管型号命名方法	106
3.7 其他常用元器件	107
3.7.1 天线	107
3.7.2 陶瓷滤波器	107
3.7.3 开关	108
3.7.4 熔断器	108
3.7.5 话筒	108
3.7.6 扬声器	110
3.7.7 晶闸管	111
3.7.8 光电耦合器	112
3.7.9 集成电路	113

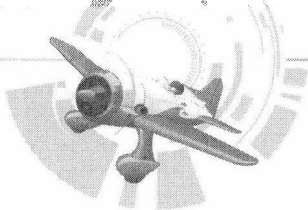
习题 3	115
------	-----

第 4 章 基础电子电路

4.1 放大电路	119
4.1.1 固定偏置放大电路	119
4.1.2 电压负反馈放大电路	120
4.1.3 分压式偏置放大电路	122
4.1.4 交流放大电路	123
4.2 谐振电路	125
4.2.1 串联谐振电路	125
4.2.2 并联谐振电路	127
4.3 振荡器	128
4.3.1 振荡器的组成与原理	129
4.3.2 变压器反馈式振荡器	129
4.4 电源电路	131
4.4.1 电源电路的组成	131
4.4.2 整流电路	131
4.4.3 滤波电路	134
4.4.4 稳压电路	138
习题 4	141

第 5 章 无线电广播 与收音机

5.1 无线电波	145
5.1.1 水波与无线电波	145
5.1.2 无线电波的划分	146
5.1.3 无线电波的传播规律	146
5.2 无线电波的发送与接收	148
5.2.1 无线电波的发送	148
5.2.2 无线电波的接收	150



5.3 收音机的电路原理	151
5.3.1 调幅收音机的组成方框图	151
5.3.2 调幅收音机单元电路分析	152
5.3.3 收音机整机电路分析	161
习题 5	165

第 6 章 收音机的组装 与检修

6.1 实践入门	167
6.1.1 电烙铁	167
6.1.2 焊料与助焊剂	169
6.1.3 印制电路板	170
6.1.4 元器件的焊接与拆卸	171
6.2 收音机的组装与调试	173

6.2.1 收音机套件介绍	173
6.2.2 收音机的组装	174
6.2.3 收音机的调试	177
6.3 电子设备的检修方法	179
6.3.1 直观法	179
6.3.2 电阻法	180
6.3.3 电压法	181
6.3.4 电流法	183
6.3.5 信号注入法	185
6.3.6 断开电路法	186
6.3.7 短路法	186
6.3.8 代替法	187
6.4 收音机的检修	188
习题 6	190

第

1

章

电子技术基础

本章知识结构

1.1 基本概念与规律

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 电路的三种状态

1.1.5 接地与屏蔽

1.1.6 欧姆定律

1.1.7 电功、电功率和焦耳定律

1.2 电阻的连接方式

1.2.1 电阻的串联

1.2.2 电阻的并联

1.2.3 电阻的混联

1.3 直流电与交流电

1.3.1 直流电

1.3.2 交流电

1.1 基本概念与规律

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。**

图 1-1 (a) 所示为实物电路图，使用实物图来绘制电路很不方便，为此人们就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 1-1 (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。

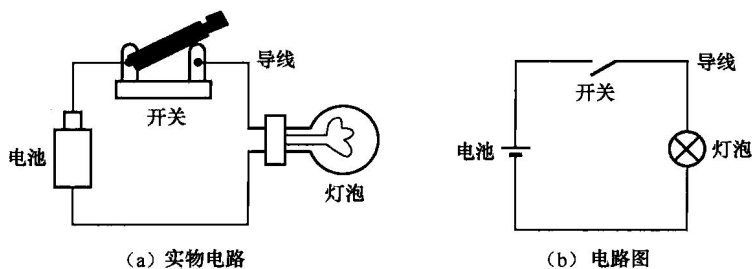


图 1-1 一个简单的电路

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？下面就来解释其中的原因。

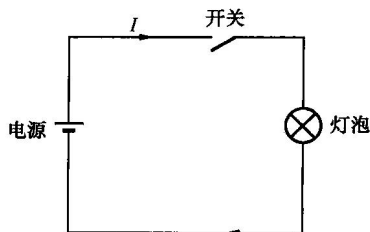


图 1-2 电流说明图



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→电源的负极。

电流通常用字母“ 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,给电路增加一个元器件——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。

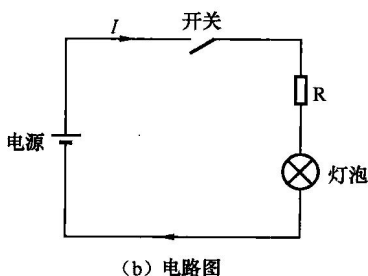


图 1-3 电阻说明图

导体对电流的阻碍称为该导体的电阻,电阻通常用字母“ R ”表示,电阻单位为欧姆(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

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

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)。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，为了使负载得到较大电流和减小供电线路损耗，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	$3\,500 \times 10^{-8}$

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（白炽灯）内部钨丝的电阻很小，通电后钨丝的温度升到千度以上，其电阻急剧增大；导体温度下降电阻减小，某些金属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。

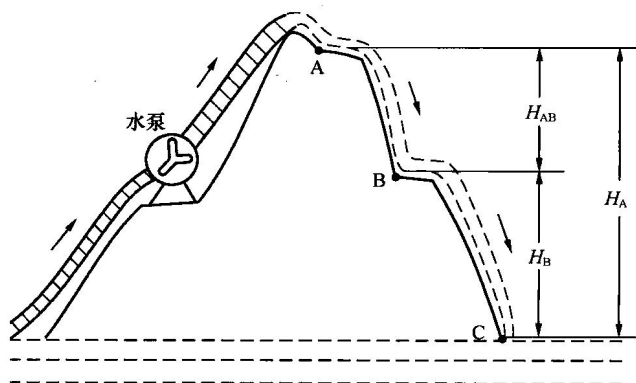


图 1-4 水流示意图

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），然后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 (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 1-5 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。

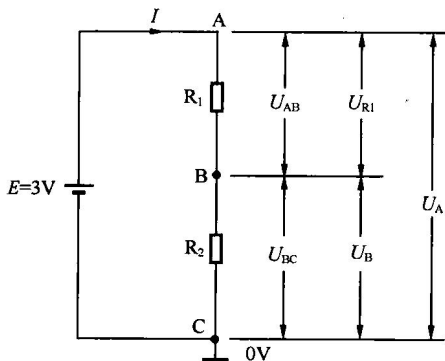


图 1-5 电位、电压和电动势说明图

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, 而是伏特 (简称伏), 用 V 表示。在图 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 $U_B=1V$ 。

2. 电压

图 1-5 所示电路中的 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 $U_{AB}=U_{R1}$ 。