

电子技术**与** 电子元器件 自学手册

蔡杏山 主编

轻松掌握电子技术
全面了解电子元器件

扫码看视频

思路更清晰

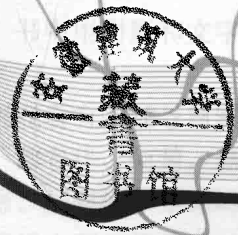
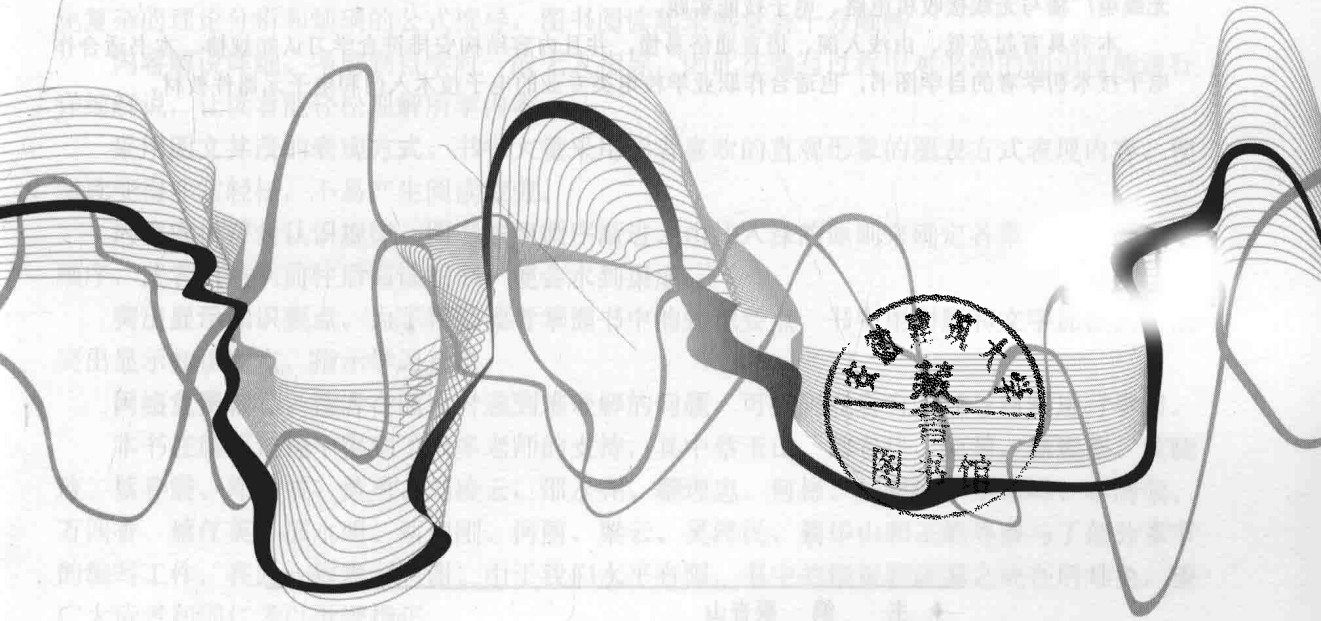
学习更便捷

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电子技术与 电子元器件 自学手册

蔡杏山 主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术与电子元器件自学手册 / 蔡杏山主编. --
北京: 人民邮电出版社, 2018. 8
ISBN 978-7-115-48667-7

I. ①电… II. ①蔡… III. ①电子技术—技术手册②
电子元器件—技术手册 IV. ①TN-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第144001号

内 容 提 要

本书是一本电子技术入门和介绍电子元器件的图书(配有视频),主要内容有电子技术基础、万用表的使用、电阻器、电感器、变压器、电容器、二极管、三极管、光电器件、电声器件、显示器件、晶闸管、场效应管、IGBT、继电器、干簧管、常用传感器、贴片元器件、集成电路、基础电子电路、无线电广播与无线接收机电路、电子技能实践。

本书具有起点低、由浅入深、语言通俗易懂,并且内容结构安排符合学习认知规律。本书适合作为电子技术初学者的自学图书,也适合作为职业学校电类专业的电子技术入门和电子元器件教材。

-
- ◆ 主 编 蔡杏山
责任编辑 黄汉兵
责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17.75 2018年8月第1版
字数: 443千字 2018年8月河北第1次印刷
-

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

“电子技术无处不在”，小到收音机，大到“神舟飞船”，无一不蕴含着电子技术的身影。电子技术应用到社会的众多领域，根据电子技术的应用领域不同，可分为家庭消费电子技术（如电视机）、通信电子技术（如移动电话）、工业电子技术（如变频器）、机械电子技术（如智能机器人控制系统）、医疗电子技术（如B超机）、汽车电子技术（如汽车电气控制系统）、消费数码电子技术（如数码相机）、军事科技电子技术（如导弹制导系统）等。

本书主要有以下特点：

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烦琐的公式推导，图书阅读起来感觉会十分顺畅。

内容解说详细。考虑到自学时一般无人指导，因此在编写过程中对书中的知识技能进行详细解说，让读者能轻松理解所学内容。

采用图文并茂的表现方式。书中大量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。

内容安排符合认识规律。图书按照循序渐进、由浅入深的原则来确定各章节内容的先后顺序，读者只需从前往后阅读图书，便会水到渠成。

突出显示知识要点。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，可扫码观看有关辅导材料进行学习。

本书在编写过程中得到了很多老师的支持，其中蔡玉山、詹春华、何慧、蔡理杰、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、邵永亮、蔡理忠、何彬、刘海峰、蔡理峰、李清荣、万四香、蔡任英、邵永明、蔡理刚、何丽、梁云、吴泽民、蔡华山和王娟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，书中的错误和疏漏之处在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者

1.5 直流电与交流电	10
1.5.1 直流电	10
1.5.2 交流电	11
第2章 万用表的使用	14
2.1 指针万用表的使用	14
2.1.1 面板介绍	14
2.1.2 使用前的准备工作	16
2.1.3 测量直流电压	17

目 录

3.4	电阻	43
3.4.1	电阻外形	43
3.4.2	电阻符号	43
3.4.3	电阻的测量	43
3.4.4	用指针万用表检测电阻	43
3.4.5	用数字万用表检测电阻	43
第4章	变压器与电容器	45
4.1	变压器	45
4.1.1	变压器的原理	45
4.1.2	变压器的类型	45
4.1.3	变压器的符号	45
4.1.4	变压器的铭牌	45
4.1.5	变压器的使用	45
4.1.6	变压器的检修	45
4.2	电容器	45
4.2.1	电容器的原理	45
4.2.2	电容器的类型	45
4.2.3	电容器的符号	45
4.2.4	电容器的铭牌	45
4.2.5	电容器的使用	45
4.2.6	电容器的检修	45
第1章	电子技术基础	1
1.1	基本常识	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	电路的三种状态	4
1.1.5	接地与屏蔽	4
1.2	欧姆定律	5
1.2.1	部分电路欧姆定律	5
1.2.2	全电路欧姆定律	6
1.3	电功、电功率和焦耳定律	7
1.3.1	电功	7
1.3.2	电功率	8
1.3.3	焦耳定律	8
1.4	电阻的连接方式	8
1.4.1	电阻的串联	9
1.4.2	电阻的并联	9
1.4.3	电阻的混联	10
1.5	直流电与交流电	10
1.5.1	直流电	10
1.5.2	交流电	11
第2章	万用表的使用	14
2.1	指针万用表的使用	14
2.1.1	面板介绍	14
2.1.2	使用前的准备工作	16
2.1.3	测量直流电压	17

2.1.4	测量交流电压	18
2.1.5	测量直流电流	18
2.1.6	测量电阻	19
2.1.7	万用表使用注意事项	21
2.2	数字万用表的使用	21
2.2.1	面板介绍	22
2.2.2	测量直流电压	22
2.2.3	测量交流电压	23
2.2.4	测量直流电流	24
2.2.5	测量电阻	24
2.2.6	测量线路通断	25
第3章	电阻器	27
3.1	固定电阻器	27
3.1.1	外形与符号	27
3.1.2	电阻器的降压、限流、分流和分压功能说明	27
3.1.3	阻值的标注方法	28
3.1.4	标称阻值系列	30
3.1.5	额定功率	31
3.1.6	选用	31
3.1.7	用指针万用表检测固定电阻器	32
3.1.8	用数字万用表检测固定电阻器	33
3.2	电位器	34
3.2.1	外形与符号	34
3.2.2	结构与原理	34
3.2.3	应用	34
3.2.4	种类	35
3.2.5	主要参数	36
3.2.6	用指针万用表检测电位器	37
3.2.7	用数字万用表检测电位器	38
3.2.8	选用	38
3.3	敏感电阻器	39
3.3.1	光敏电阻器	39
3.3.2	热敏电阻器	41
3.3.3	湿敏电阻器	43
3.3.4	压敏电阻器	45
3.3.5	力敏电阻器	46
3.3.6	敏感电阻器的型号命名方法	47

3.4	排阻	48
3.4.1	实物外形	48
3.4.2	命名方法	49
3.4.3	种类与结构	49
3.4.4	用指针万用表检测排阻	50
3.4.5	用数字万用表检测排阻	51
第4章	变压器与电感器	52
4.1	变压器	52
4.1.1	外形与符号	52
4.1.2	结构、原理和功能	52
4.1.3	特殊绕组变压器	54
4.1.4	种类	55
4.1.5	主要参数	56
4.1.6	用指针万用表检测变压器	57
4.1.7	用数字万用表检测变压器	58
4.1.8	选用	59
4.2	电感器	59
4.2.1	外形与符号	59
4.2.2	主要参数与标注方法	59
4.2.3	电感器的“通直阻交”和“阻碍变化的电流”性质说明	61
4.2.4	种类	62
4.2.5	用指针万用表检测电感器	63
4.2.6	用数字万用表检测电感器	64
4.2.7	选用	64
第5章	电容器	65
5.1	固定电容器	65
5.1.1	结构、外形与符号	65
5.1.2	主要参数	65
5.1.3	电容器的“充、放电”和“隔直通交”性质说明	66
5.1.4	极性	69
5.1.5	种类	70
5.1.6	串联与并联	71
5.1.7	容量与误差的标注方法	73
5.1.8	用指针万用表检测固定电容器	74
5.1.9	用数字万用表固定电容器	75
5.1.10	选用	75

5.1.11	电容器的型号命名方法	76
5.2	可变电容器	77
5.2.1	微调电容器	77
5.2.2	单联电容器	78
5.2.3	多联电容器	78
第6章	二极管	80
6.1	半导体与二极管	80
6.1.1	半导体	80
6.1.2	二极管	81
6.1.3	整流二极管与整流桥	85
6.1.4	开关二极管	87
6.2	稳压二极管	89
6.2.1	外形与符号	89
6.2.2	工作原理	89
6.2.3	应用	90
6.2.4	主要参数	90
6.2.5	用指针万用表检测稳压二极管	90
6.3	变容二极管	91
6.3.1	外形与符号	91
6.3.2	工作原理	91
6.3.3	容量变化规律	92
6.3.4	主要参数	93
6.3.5	用指针万用表检测变容二极管	93
6.4	双向触发二极管	93
6.4.1	外形与符号	93
6.4.2	性质	93
6.4.3	特性曲线	94
6.4.4	用指针万用表检测双向触发二极管	94
6.5	双基极二极管	95
6.5.1	外形、符号、结构和等效图	95
6.5.2	工作原理	95
6.5.3	用指针万用表检测双基极二极管	97
6.6	肖特基二极管	98
6.6.1	外形与图形符号	98
6.6.2	特点、应用和检测	98
6.7	快恢复二极管	98

6.7.1	外形与图形符号	98
6.7.2	特点、应用和检测	99
6.8	瞬态电压抑制二极管	99
6.8.1	外形与图形符号	99
6.8.2	性质	100
6.8.3	用指针万用表检测瞬态电压抑制二极管	100
第7章	三极管	101
7.1	三极管	101
7.1.1	外形与符号	101
7.1.2	结构	101
7.1.3	电流、电压规律	102
7.1.4	放大原理	104
7.1.5	三种状态说明	105
7.1.6	主要参数	108
7.1.7	用指针万用表检测三极管	109
7.1.8	用数字万用表检测三极管	112
7.1.9	三极管型号命名方法	113
7.2	特殊三极管	114
7.2.1	带阻三极管	114
7.2.2	带阻尼三极管	115
7.2.3	达林顿三极管	115
第8章	光电器件	117
8.1	发光二极管	117
8.1.1	普通发光二极管	117
8.1.2	双色发光二极管	119
8.1.3	三基色发光二极管	119
8.1.4	闪烁发光二极管	122
8.1.5	红外发光二极管	122
8.2	光敏二极管	123
8.2.1	普通光敏二极管	123
8.2.2	红外线接收二极管	125
8.2.3	红外线接收组件	125
8.3	光敏三极管	127
8.3.1	外形与符号	127
8.3.2	性质	127
8.3.3	用指针万用表检测光敏三极管	127

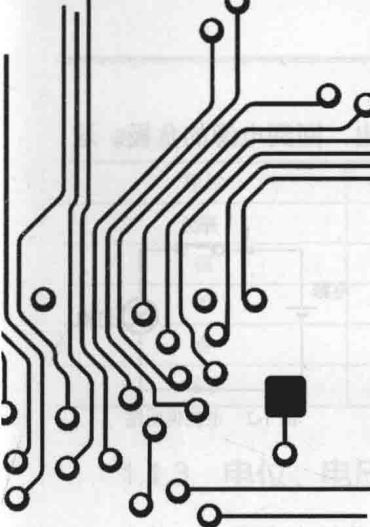
8.4	光电耦合器	128
8.4.1	外形与符号	128
8.4.2	工作原理	128
8.4.3	用指针万用表检测光电耦合器	129
8.4.4	用数字万用表检测光电耦合器	130
8.5	光遮断器	131
8.5.1	外形与符号	131
8.5.2	工作原理	131
8.5.3	检测	132
第9章	电声器件	133
9.1	扬声器	133
9.1.1	外形与符号	133
9.1.2	种类与工作原理	133
9.1.3	主要参数	134
9.1.4	用指针万用表检测扬声器	134
9.1.5	用数字万用表检测扬声器	135
9.1.6	扬声器的型号命名方法	136
9.2	耳机	137
9.2.1	外形与图形符号	137
9.2.2	种类与工作原理	137
9.2.3	用指针万用表检测耳机	138
9.2.4	用数字万用表检测耳机	138
9.3	蜂鸣器	139
9.3.1	外形与符号	139
9.3.2	种类及结构原理	139
9.3.3	类型判别	139
9.4	话筒	140
9.4.1	外形与符号	140
9.4.2	工作原理	140
9.4.3	主要参数	141
9.4.4	种类与选用	141
9.4.5	话筒的检测	142
第10章	显示器件	144
10.1	LED数码管与LED点阵显示器	144
10.1.1	一位LED数码管	144
10.1.2	多位LED数码管	146

10.1.3	LED 点阵显示器	148
10.2	真空荧光显示器	152
10.2.1	外形	152
10.2.2	结构与工作原理	153
10.2.3	检测	154
10.3	液晶显示屏	154
10.3.1	笔段式液晶显示屏	155
10.3.2	点阵式液晶显示屏	157
第 11 章 晶闸管、场效应管与 IGBT		159
11.1	单向晶闸管	159
11.1.1	实物外形与符号	159
11.1.2	结构原理	159
11.1.3	主要参数	161
11.1.4	用指针万用表检测单向晶闸管	161
11.1.5	用数字万用表检测单向晶闸管	162
11.1.6	种类	163
11.2	门极可关断晶闸管	163
11.2.1	外形、结构与符号	164
11.2.2	工作原理	164
11.2.3	检测	164
11.3	双向晶闸管	165
11.3.1	符号与结构	165
11.3.2	工作原理	165
11.3.3	用指针万用表检测双向晶闸管	166
11.4	结型场效应管 (JFET)	167
11.4.1	外形与符号	168
11.4.2	结构工作原理	168
11.4.3	主要参数	169
11.4.4	检测	170
11.4.5	场效应管型号命名方法	171
11.5	绝缘栅型场效应管 (MOS 管)	171
11.5.1	增强型 MOS 管	171
11.5.2	耗尽型 MOS 管	174
11.6	绝缘栅双极型晶体管 (IGBT)	175
11.6.1	外形、结构与符号	175
11.6.2	工作原理	176

11.6.3	用指针万用表检测 IGBT	176
11.6.4	用数字万用表检测 IGBT	177
第 12 章	继电器与干簧管	178
12.1	电磁继电器	178
12.1.1	外形与图形符号	178
12.1.2	结构与应用	179
12.1.3	主要参数	179
12.1.4	用指针万用表检测电磁继电器	180
12.1.5	用数字万用表检测电磁继电器	181
12.2	固态继电器	181
12.2.1	特点	181
12.2.2	直流固态继电器	182
12.2.3	交流固态继电器	183
12.3	干簧管与干簧继电器	185
12.3.1	干簧管	185
12.3.2	干簧继电器	186
第 13 章	常用传感器	187
13.1	气敏传感器	187
13.1.1	外形与符号	187
13.1.2	结构	188
13.1.3	应用	188
13.1.4	检测	189
13.1.5	常用气敏传感器的主要参数	189
13.1.6	应用举例	189
13.2	热释电人体红外线传感器	190
13.2.1	结构与工作原理	190
13.2.2	引脚识别	192
13.3	霍尔传感器	193
13.3.1	外形与符号	193
13.3.2	结构与工作原理	193
13.3.3	种类	193
13.3.4	型号命名与参数	194
13.3.5	引脚识别与检测	195
13.3.6	应用	195
13.4	热电偶	196
13.4.1	热电效应与热电偶测量原理	196

13.4.2	结构说明	198
13.4.3	利用热电偶配合数字万用表测量电烙铁的温度	199
13.4.4	好坏检测	199
13.4.5	多个热电偶连接的灵活使用	200
第14章 贴片元器件与集成电路		201
14.1	贴片元器件	201
14.1.1	贴片电阻器	201
14.1.2	贴片电容器	202
14.1.3	贴片电感器	204
14.1.4	贴片二极管	204
14.1.5	贴片三极管	205
14.2	集成电路	205
14.2.1	简介	205
14.2.2	特点	206
14.2.3	种类	207
14.2.4	封装形式	208
14.2.5	引脚识别	209
14.2.6	好坏检测	209
14.2.7	直插式集成电路的拆卸	213
14.2.8	贴片集成电路的拆卸与焊接	216
14.2.9	集成电路型号命名方法	216
第15章 基础电子电路		218
15.1	放大电路	218
15.1.1	固定偏置放大电路	218
15.1.2	电压负反馈放大电路	219
15.1.3	分压式电流负反馈放大电路	220
15.1.4	交流放大电路	221
15.2	谐振电路	222
15.2.1	串联谐振电路	222
15.2.2	并联谐振电路	224
15.3	振荡器	225
15.3.1	振荡器组成与原理	225
15.3.2	变压器反馈式振荡器	226
15.4	电源电路	226
15.4.1	电源电路的组成	227
15.4.2	整流电路	227

15.4.3	滤波电路	229
15.4.4	稳压电路	233
第 16 章 无线电广播与无线接收机电路		236
16.1	无线电波	236
16.1.1	水波与无线电波	236
16.1.2	无线电波的划分	237
16.1.3	无线电波的传播规律	237
16.2	无线电波的发送与接收	238
16.2.1	无线电波的发送	238
16.2.2	无线电波的接收	240
16.3	收音机的电路原理	241
16.3.1	调幅收音机的组成方框图	241
16.3.2	调幅收音机单元电路分析	242
16.3.3	收音机整机电路分析	249
第 17 章 电子技能实践		252
17.1	电子实践工具材料	252
17.1.1	电烙铁	252
17.1.2	焊料与助焊剂	254
17.1.3	印刷电路板	254
17.1.4	元件的焊接与拆卸	255
17.2	收音机的组装与调试	257
17.2.1	收音机套件介绍	257
17.2.2	收音机的组装	257
17.2.3	收音机的调试	260
17.3	电路的基本检修方法	261
17.3.1	直观法	261
17.3.2	电阻法	262
17.3.3	电压法	263
17.3.4	电流法	264
17.3.5	信号注入法	266
17.3.6	断开电路法	266
17.3.7	短路法	266
17.3.8	代替法	267
17.4	收音机的检修	267



第 1 章 电子技术基础

1.1 基本常识

1.1.1 电路与电路图

图 1-1 (a) 是一个简单的实物电路，该电路由电源、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) 为电路实物图，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) 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。

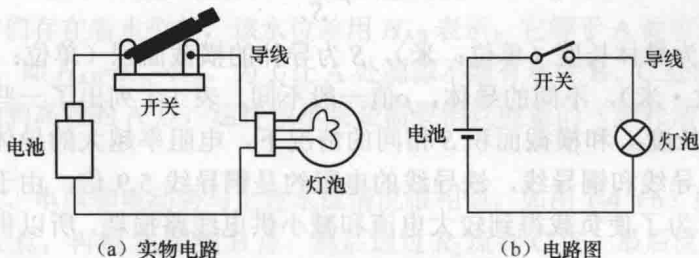


图 1-1 一个简单的电路

1.1.2 电流与电阻

1. 电流

在图 1-2 电路中，将开关闭合，灯泡会发光，为什么会这样呢？当开关闭合时，电源正

极会流出大量的电荷，它们经过导线、开关流进灯泡，再从灯泡流出，回到电源的负极，这些电荷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。一般把正电荷在电路中的移动方向规定为电流的方向。图 1-2 电路的电流方向是：电源正极→开关→灯泡→电源的负极。

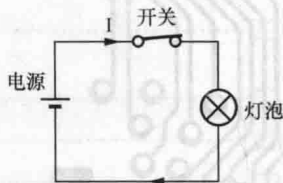


图 1-2 电流说明图

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： $1A=10^3mA=10^6\mu A$ 。

2. 电阻

在图 1-3 (a) 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，从而使流过灯泡的电流减少，灯泡就会变暗。



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（ $M\Omega$ ），它们之间关系是： $1M\Omega=10^3k\Omega=10^6\Omega$ 。

导体的电阻计算公式为：

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

在上式中， L 为导体长度（单位：米）， S 为导体的横截面积（单位：米²）， ρ 为导体的电阻率（单位：欧·米），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℃ 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 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，所以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，通电后钨丝的温度升到千度以上，其电阻急剧增大；导体温度下降，其电阻减小，某些金属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。

表 1-1 一些常见导体的电阻率 (20℃时)

导体	电阻率 (欧·米)	导体	电阻率 (欧·米)
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}

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 来说明这些术语。

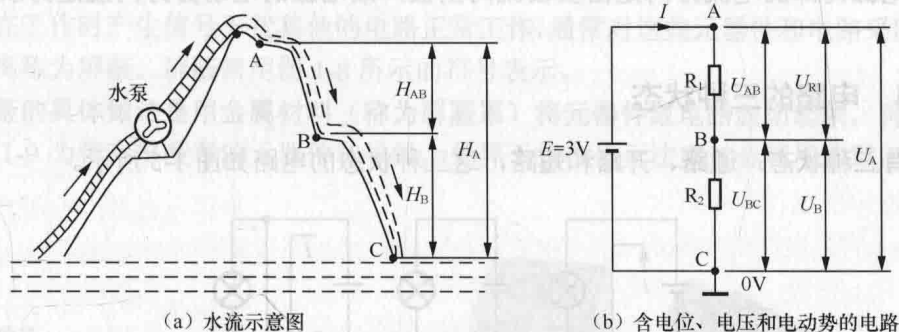


图 1-4 电位、电压和电动势说明图

在图 1-4 (a) 中,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 处水位比 B 处水位高, B 处水位比 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 为示,BC 之间的垂直高度为 B 处水位的高度,用 H_B 为表示,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中的水抽到高处 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 (b) 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 1-4 (a) 水流示意图相似,图 1-1 (b) 电路中的 A、B 点也有高低之分,只不过不是水位,而称作电位, 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(简称为伏),用 V 表示。在图 1-5 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 $U_B=1V$ 。