



全彩视频图解系列

全彩

# 视频图解

## 电工快速入门与提高

/ 蔡杏山 主编 /



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>



含DVD光盘1张

全彩视频图解系列

# 全彩视频图解 电工快速入门与提高

蔡杏山 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书以“全彩+图解+视频”方式介绍电工技术，主要内容有电工基础与安全用电知识、电工常用工具的使用与基本操作技能、电工常用测量仪表的使用、低压电器、电阻器、电感器、电容器、变压器、电动机、三相异步电动机常用控制线路分析与安装、室内配电与插座照明线路的安装、变频器的操作使用、PLC快速入门。

本书配套光盘中附有15个高清视频文件（总播放时间近6小时），建议读者在阅读本书前先观看这些视频，通过视频的学习，读者能在短时间内从理论和实际操作方面快速掌握电工技术。

本书起点低，内容由浅入深，语言通俗易懂，结构安排符合学习认知规律，适合作为初学者学习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。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有，侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

全彩视频图解电工快速入门与提高 / 蔡杏山主编. —北京: 电子工业出版社, 2017.3  
(全彩视频图解系列)

ISBN 978-7-121-31022-5

I. ①全… II. ①蔡… III. ①电工技术—图解 IV. ①TM-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第043447号

策划编辑: 王敬栋

责任编辑: 谭丽莎

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20 字数: 512千字

版 次: 2017年3月第1版

印 次: 2017年3月第1次印刷

印 数: 3000册 定价: 88.00元(含DVD光盘1张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 [zllts@phei.com.cn](mailto:zllts@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式: (010) 88254451。

在现代社会,众多领域的电气化程度越来越高,这使得电气及相关行业需要越来越多的电工技术人才。对于一些对电工技术一无所知或略有一点基础的人来说,要成为一名合格的电工技术人才,既可以在培训机构培训,也可以在职业学校系统学习,还可以自学成才,不管是哪种情况,都需要一些合适的学习图书,选择好的电工技术图书,不但可以让学习者轻松迈入电工技术大门,而且能让学习者的技术水平快速提高,很快成为电工技术领域的行家里手。

本书采用“全彩+图解+视频”方式编写,能让读者轻松快速掌握电工技术,适合作为自学图书,也适合作为培训教材。本书主要有以下特点。

1. **章节安排符合人的认识规律。**读者只需要从前往后逐章阅读本书,便会水到渠成地掌握书中内容。

2. **起点低,语言通俗易懂。**读者只需要具有初中文化便可阅读本书,再加上语言通俗易懂,阅读时会感觉很顺畅。

3. **采用大量的图像并用详细的文字进行说明。**

4. **知识要点用加粗文字重点标注。**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式突出显示知识要点,指示学习重点。

5. **图文采用全彩制作及印制。**这样除了让读者学习时有较强的临场感外,还会有很好的视觉体验,保持在愉快的心情下学习。

6. **配带视频光盘。**对于书中的一些难点和关键内容,由经验丰富的教师现场讲解并录制成视频文件,附在本书的配套光盘中,读者可随时观看学习。

7. **免费网络答疑。**读者在学习过程中遇到疑难问题,可以登录易天电学网([www.eTV100.com](http://www.eTV100.com))进行提问,也可以观看网站上与图书有关的辅导材料,还可以在该网站了解本书的最新信息。

本书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、刘凌云、刘海峰、刘元能、邵永亮、朱球辉、蔡华山、蔡理峰、万四香、蔡理刚、何丽、梁云、唐颖、王娟、戴艳花、邓艳姣、何彬、何宗昌、蔡理忠、黄芳、谢佳宏、李清荣、蔡任英和邵永明等参与了资料的收集和部分章节的编写工作,在此一并表示感谢。由于我们的水平有限,书中的错误和疏漏在所难免,望广大读者和同人予以批评指正。

第 1 章 电工基础与安全用电知识 .....	1
1.1 电路基础 .....	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 .....	5
1.1.5 接地与屏蔽 .....	5
1.2 欧姆定律 .....	7
1.2.1 部分电路欧姆定律 .....	7
1.2.2 全电路欧姆定律 .....	8
1.3 电功、电功率和焦耳定律 .....	9
1.3.1 电功 .....	9
1.3.2 电功率 .....	9
1.3.3 焦耳定律 .....	10
1.4 电阻的连接方式 .....	10
1.4.1 电阻的串联 .....	10
1.4.2 电阻的并联 .....	11
1.4.3 电阻的混联 .....	12
1.5 直流电与交流电 .....	12
1.5.1 直流电 .....	12
1.5.2 单相交流电 .....	13
1.5.3 三相交流电 .....	18
1.6 电磁现象及规律 .....	20
1.6.1 磁铁与磁性材料 .....	20
1.6.2 通电导体产生的磁场 .....	21
1.6.3 通电导体在磁场中的受力情况 .....	22
1.6.4 电磁感应 .....	22
1.6.5 自感与互感 .....	25
1.7 安全用电与急救 .....	26
1.7.1 电流对人体的伤害 .....	26
1.7.2 人体触电的几种方式 .....	27

1.7.3	接地与接零	29
1.7.4	接地装置的安装	32
1.7.5	触电的急救方法	35
<b>第2章 电工常用工具的使用与基本操作技能</b>		<b>37</b>
2.1	常用电工工具及使用	37
2.1.1	螺丝刀	37
2.1.2	钢丝钳	38
2.1.3	尖嘴钳	39
2.1.4	斜口钳	39
2.1.5	剥线钳	40
2.1.6	电工刀	40
2.1.7	活络扳手	41
2.2	常用测试工具及使用	42
2.2.1	氖管式测电笔	42
2.2.2	数显式测电笔	43
2.2.3	校验灯	45
2.3	电烙铁与焊接技能	46
2.3.1	电烙铁	46
2.3.2	焊料与助焊剂	48
2.3.3	印制电路板	49
2.3.4	元件的焊接与拆卸	51
2.4	导线的选择	53
2.4.1	绝缘导线的种类	53
2.4.2	绝缘导线的型号	55
2.4.3	绝缘导线的选择	55
2.5	导线的剥削、连接和绝缘恢复	58
2.5.1	导线绝缘层的剥削	58
2.5.2	导线与导线的连接	60
2.5.3	导线与接线柱之间的连接	64
2.5.4	导线绝缘层的恢复	65
<b>第3章 电工常用测量仪表的使用</b>		<b>66</b>
3.1	指针式万用表的使用	66
3.1.1	面板介绍	66
3.1.2	使用前的准备工作	68
3.1.3	测量直流电压	69
3.1.4	测量交流电压	70
3.1.5	测量直流电流	71
3.1.6	测量电阻	72

3.1.7	万用表使用注意事项	73
3.2	数字式万用表	74
3.2.1	面板介绍	74
3.2.2	测量直流电压	75
3.2.3	测量交流电压	76
3.2.4	测量直流电流	76
3.2.5	测量电阻	77
3.2.6	测量线路通断	79
3.3	电能表	79
3.3.1	电能表的结构与原理	79
3.3.2	电能表的接线方式	81
3.3.3	用电能表测量电器的功率	84
3.3.4	电子式电能表	84
3.3.5	电能表型号与铭牌含义	87
3.4	钳形表	88
3.4.1	钳形表的结构与测量原理	89
3.4.2	指针式钳形表的使用	89
3.4.3	数字式钳形表的使用	91
3.5	兆欧表	94
3.5.1	摇表工作原理与使用	94
3.5.2	数字式兆欧表的使用	98
3.6	交流电压表	100
3.6.1	外形	100
3.6.2	使用	101
3.7	交流电流表	102
3.7.1	外形	102
3.7.2	使用	102
<b>第4章</b>	<b>低压电器</b>	<b>104</b>
4.1	开关	104
4.1.1	照明开关	104
4.1.2	按钮开关	104
4.1.3	闸刀开关	106
4.1.4	铁壳开关	107
4.1.5	组合开关	108
4.1.6	倒顺开关	109
4.1.7	万能转换开关	109
4.1.8	行程开关	110
4.1.9	接近开关	111
4.1.10	开关的检测	112

4.2	熔断器	113
4.2.1	六种类的熔断器介绍	114
4.2.2	熔断器的检测	116
4.3	断路器	116
4.3.1	外形与符号	117
4.3.2	结构与工作原理	117
4.3.3	型号含义与种类	118
4.3.4	面板标注参数的识读	119
4.3.5	断路器的检测	120
4.4	漏电保护器	121
4.4.1	外形与符号	121
4.4.2	结构与工作原理	121
4.4.3	在不同供电系统中的接线	122
4.4.4	面板介绍及漏电模拟测试	123
4.4.5	检测	124
4.5	接触器	125
4.5.1	交流接触器	125
4.5.2	直流接触器	129
4.5.3	接触器的检测	130
4.5.4	接触器的选用	131
4.6	热继电器	132
4.6.1	结构与工作原理	132
4.6.2	外形与接线端	133
4.6.3	铭牌参数的识读	134
4.6.4	型号与参数	134
4.6.5	选用	135
4.6.6	检测	136
4.7	电磁继电器	137
4.7.1	电磁继电器的基本结构与原理	137
4.7.2	电流继电器	137
4.7.3	电压继电器	138
4.7.4	中间继电器	139
4.8	时间继电器	142
4.8.1	外形与符号	142
4.8.2	种类及特点	142
4.8.3	空气阻尼式时间继电器	143
4.8.4	电子式时间继电器	144
4.8.5	选用	144
4.8.6	检测	145



4.9	速度继电器与压力继电器 .....	146
4.9.1	速度继电器 .....	146
4.9.2	压力继电器 .....	147
<b>第5章</b>	<b>电阻器、电感器和电容器 .....</b>	<b>148</b>
5.1	电阻器 .....	148
5.1.1	固定电阻器 .....	148
5.1.2	电位器 .....	154
5.2	电感器 .....	156
5.2.1	外形与图形符号 .....	156
5.2.2	主要参数与标注方法 .....	157
5.2.3	性质 .....	158
5.2.4	种类 .....	160
5.2.5	检测 .....	161
5.3	电容器 .....	162
5.3.1	结构、外形与图形符号 .....	162
5.3.2	主要参数 .....	162
5.3.3	性质 .....	163
5.3.4	种类 .....	166
5.3.5	电容器的串联与并联 .....	170
5.3.6	容量与误差的标注方法 .....	171
5.3.7	常见故障及检测 .....	172
<b>第6章</b>	<b>变压器 .....</b>	<b>175</b>
6.1	变压器的基础知识 .....	175
6.1.1	结构与工作原理 .....	175
6.1.2	电压、电流变换功能说明 .....	176
6.1.3	极性判别 .....	177
6.2	三相变压器 .....	179
6.2.1	电能的传送 .....	179
6.2.2	三相变压器 .....	180
6.2.3	三相变压器的工作接线方法 .....	181
6.3	电力变压器 .....	183
6.3.1	外形与结构 .....	183
6.3.2	型号说明 .....	184
6.3.3	连接方式 .....	185
6.3.4	常用故障及检修 .....	185
6.4	自耦变压器 .....	187
6.4.1	外形 .....	187
6.4.2	工作原理 .....	188

6.5	交流弧焊变压器	188
6.5.1	外形	188
6.5.2	结构及工作原理	189
6.5.3	使用注意事项	189

## 第7章 电动机 190

7.1	三相异步电动机	190
7.1.1	工作原理	190
7.1.2	外形与结构	192
7.1.3	三相线组的接线方式	194
7.1.4	铭牌的识别	195
7.1.5	判别三相绕组的首尾端	197
7.1.6	判断电动机的磁极对数和转速	199
7.1.7	测量绕组的绝缘电阻	200
7.1.8	常见故障及处理	200
7.2	单相异步电动机	201
7.2.1	分相式单相异步电动机的基本结构与原理	201
7.2.2	四种类型的分相式单相异步电动机的接线与特点	204
7.2.3	判别分相式单相异步电动机的启动绕组与主绕组	207
7.2.4	罩极式单相异步电动机的结构与原理	207
7.2.5	转向控制线路	209
7.2.6	调速控制线路	209
7.2.7	常见故障及处理方法	212
7.3	直流电动机	213
7.3.1	工作原理	213
7.3.2	外形与结构	214
7.3.3	五种类型直流电动机的接线及特点	215
7.4	同步电动机	218
7.4.1	外形	218
7.4.2	结构与工作原理	218
7.4.3	同步电动机的启动	219
7.5	步进电动机	221
7.5.1	外形	221
7.5.2	结构与工作原理	221
7.5.3	驱动电路	224
7.6	无刷直流电动机	225
7.6.1	外形	225
7.6.2	结构与工作原理	225
7.6.3	驱动电路	227

7.7	开关磁阻电动机 .....	229
7.7.1	外形 .....	230
7.7.2	结构与工作原理 .....	230
7.7.3	开关磁阻电动机与步进电动机的区别 .....	231
7.7.4	驱动电路 .....	232
7.8	直线电动机 .....	232
7.8.1	外形 .....	232
7.8.2	结构与工作原理 .....	233
<b>第 8 章</b>	<b>三相异步电动机常用控制线路分析与安装 .....</b>	<b>235</b>
8.1	常用控制线路工作原理分析 .....	235
8.1.1	简单的正转控制线路 .....	235
8.1.2	自锁正转控制线路 .....	236
8.1.3	接触器连锁正反转控制线路 .....	237
8.1.4	限位控制线路 .....	238
8.1.5	自动往返控制线路 .....	240
8.1.6	顺序控制线路 .....	242
8.1.7	多地控制线路 .....	243
8.1.8	星形 - 三角形降压启动线路 .....	244
8.2	控制线路的安装 .....	246
8.2.1	画出待安装线路的电路原理图 .....	246
8.2.2	列出器材清单并选配器材 .....	247
8.2.3	在配电板上安装元件和导线 .....	247
8.2.4	检查线路 .....	249
8.2.5	通电试车 .....	250
8.2.6	注意事项 .....	250
<b>第 9 章</b>	<b>室内配电与插座照明线路的安装 .....</b>	<b>251</b>
9.1	照明光源 .....	251
9.1.1	白炽灯 .....	251
9.1.2	荧光灯 .....	252
9.1.3	卤钨灯 .....	255
9.1.4	高压汞灯 .....	256
9.2	室内配电布线 .....	258
9.2.1	了解整幢楼房的配电系统结构 .....	258
9.2.2	室内配电方式与配电原则 .....	258
9.2.3	配电布线 .....	260
9.3	开关、插座和配电箱的安装 .....	267
9.3.1	开关的安装 .....	267
9.3.2	插座的安装 .....	269

9.3.3 配电箱的安装	272
<b>第 10 章 变频器的操作使用</b>	<b>274</b>
10.1 变频器的基本组成与调速原理	274
10.1.1 异步电动机的调速方式	274
10.1.2 变频器的基本组成	274
10.2 变频器的结构与接线说明	276
10.2.1 外形、结构与拆卸	276
10.2.2 端子功能与接线	278
10.3 操作面板	281
10.3.1 操作面板介绍	281
10.3.2 操作面板的使用	282
10.4 变频器的使用	286
10.4.1 使用变频器的面板控制电动机正、反转	286
10.4.2 使用变频器外接的开关和电位器控制电动机正、反转和调速	287
10.4.3 变频器带保护电路控制电动机正、反转和调速	288
<b>第 11 章 PLC 快速入门</b>	<b>290</b>
11.1 认识 PLC	290
11.1.1 什么是 PLC	290
11.1.2 PLC 控制与继电器控制的比较	290
11.2 PLC 分类与特点	292
11.2.1 PLC 的分类	292
11.2.2 PLC 的特点	293
11.3 PLC 组成与工作原理	294
11.3.1 PLC 的组成方框图	294
11.3.2 PLC 各组成部分说明	294
11.3.3 PLC 的工作方式	298
11.3.4 用实例说明 PLC 程序的执行控制过程	298
11.4 PLC 编程软件的使用	299
11.4.1 软件的安装和启动	299
11.4.2 程序的编写	300
11.4.3 程序的转换与写入 PLC	303
11.5 PLC 控制系统开发实例	304
11.5.1 PLC 控制系统开发的一般流程	304
11.5.2 PLC 控制电动机正、反转系统的开发举例	304

# 电工基础与安全用电知识

## 1.1 电路基础

### 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 1-1 (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。

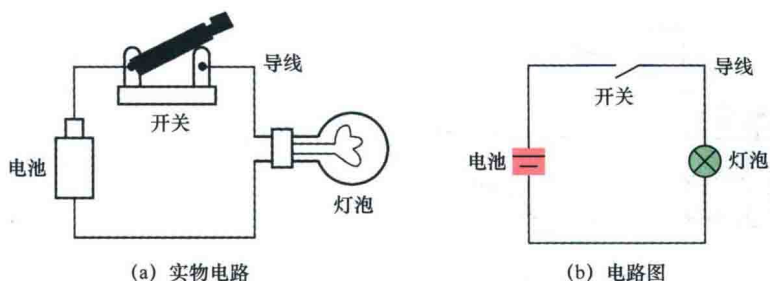


图 1-1 一个简单的电路

### 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。

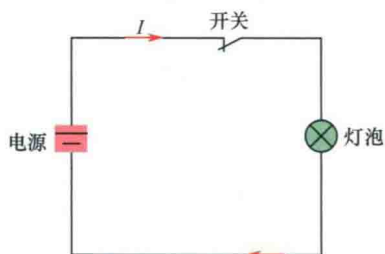


图 1-2 电流说明图

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（ $\mu A$ ），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。

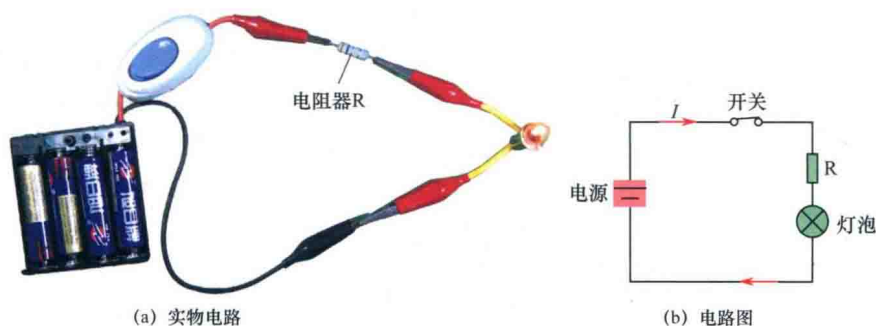


图 1-3 电阻说明图

导体对电流的阻碍称为该导体的电阻，电阻用字母“ $R$ ”表示，电阻的单位为欧姆（简称欧），用“ $\Omega$ ”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:  $\text{m}$ ),  $S$  为导体的横截面积 (单位:  $\text{m}^2$ ),  $\rho$  为导体的电阻率 (单位:  $\Omega \cdot \text{m}$ )。不同的导体,  $\rho$  值一般不同。表 1-1 列出了一些常见导体的电阻率 ( $20^\circ\text{C}$  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 ( $20^\circ\text{C}$  时)

导体	电阻率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )	导体	电阻率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )
银	$1.62 \times 10^{-8}$	锡	$11.4 \times 10^{-8}$
铜	$1.69 \times 10^{-8}$	铁	$10.0 \times 10^{-8}$
铝	$2.83 \times 10^{-8}$	铅	$21.9 \times 10^{-8}$
金	$2.4 \times 10^{-8}$	汞	$95.8 \times 10^{-8}$
钨	$5.51 \times 10^{-8}$	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, 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千度以上, 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  $-109^\circ\text{C}$ ), 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、电压和电动势对于初学者而言可能较难理解, 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。

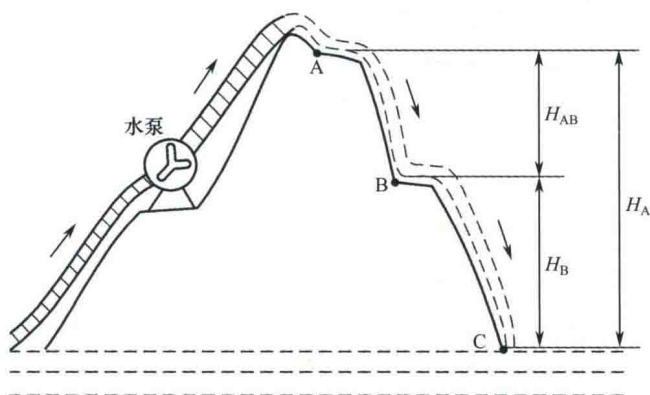


图 1-4 水流示意图

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,水到达 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(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的 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。

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  $U_B=1V$ 。

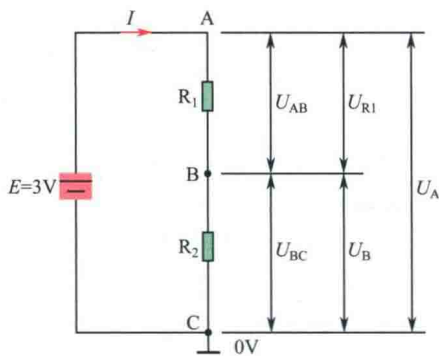


图 1-5 电位、电压和电动势说明图

### 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  $U_{AB}=U_{R1}$ 。

### 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 电路的三种状态

电路有三种状态:通路、开路和短路,这三种状态的电路如图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。

#### 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。

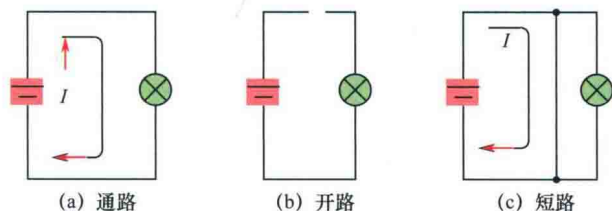


图1-6 电路的三种状态

### 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,因此两个电路中的灯泡都会亮。