



电子技能**自学成才**系列

双色版

电子电路识图

十日通

蔡杏山 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电子技能**自学成才**系列 |

电子电路识图 十日通

蔡杏山 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是一本介绍电子电路识图的图书，主要内容有电子电路识图基础、基本电子元器件及电路的识读、半导体元器件及电路的识读、其他电子元器件及电路的识读、放大电路的识读、选频与振荡电路的识读、电源电路的识读、数字电路的识读和实用电子电路的识图实例。

本书具有语言通俗易懂、内容实用且图文并茂和章节篇幅合理等特点，读者只要初中文化程度，就能通过阅读本书而快速掌握电子电路识图。本书适合作学习电子电路识图的自学图书，也适合作职业院校电类专业的电子电路识图教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路识图十日通/蔡杏山主编. —北京: 中国电力出版社, 2015. 7

(电子技能自学成才系列)

ISBN 978-7-5123-7590-1

I. ①电… II. ①蔡… III. ①电子电路-电路图-识别
IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 078048 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http: //www. cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 7 月第一版 2015 年 7 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 20.25 印张 416 千字

印数 0001—3000 册 定价 45.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

随着电子技术日新月异的发展，小到收音机，大到“神舟飞船”，电子技术已无处不在，其应用遍布社会的各个领域。根据电子技术应用领域的不同，可将其分为家庭消费电子技术、通信电子技术、工业控制电子技术、机械电子技术、医疗电子技术、汽车电子技术、电脑及数码电子技术、军事科技电子技术等。在这些领域，需要电子技术的人才类型主要有研发人员、工程师、技术人员、修理工、技术工人和维修人员等。

为了让读者能够轻松、快速学好电子技能，我们推出了“电子技能自学成才系列”丛书，它们适合作自学图书，也适合作培训教材。本套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。**本书按照循序渐进、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。

◆**章节篇幅分配合理。**每本书都分为十章，各章内容篇幅力求相同，方便读者安排学习进度。

◆**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，可登录易天电学网：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。

《电子电路识图十日通》为本套丛书中的一种，本书内容包括电子电路识图基础、基本电子元器件及电路的识读、半导体元器件及电路的识读、其他电子元器件及电路

的识读、放大电路的识读、选频与振荡电路的识读、电源电路的识读、数字电路的识读和实用电子电路的识图实例。

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、邓艳姣、刘凌云、刘海峰、刘元能、蔡理峰、邵永亮、朱球辉、何彬、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，在此一致表示感谢。

由于编者水平有限，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日 电子电路识图基础

一 基本常识	1
(一) 电路与电路图	1
(二) 电流与电阻	1
(三) 电位、电压和电动势	3
(四) 电路的三种状态	4
(五) 接地与屏蔽	5
二 欧姆定律	6
(一) 部分电路欧姆定律	6
(二) 全电路欧姆定律	7
三 电功、电功率和焦耳定律	8
(一) 电功	8
(二) 电功率	9
(三) 焦耳定律	9
四 复杂电路的分析方法与规律	9
(一) 基本概念	9
(二) 基尔霍夫定律	10
(三) 叠加定理	13
(四) 戴维南定理	14
五 直流电与交流电	16
(一) 直流电	16
(二) 交流电	17
六 从 0~12V 可调电源了解电子电路类型与特点	20
(一) 框图	20
(二) 电路原理图	21

(三) 印制板电路图 (PCB 图)	21
--------------------	----

第2日	基本电子元件及电路的识读	24
------------	---------------------	-----------

一 电阻器及电路的识读	24
(一) 电阻器的外形与符号	24
(二) 电阻器的功能	24
(三) 电阻器的主要参数	25
(四) 电阻器的型号命名方法	28
(五) 电阻的三种电路连接形式	29
(六) 电位器及电路的识读	31
(七) 敏感电阻器及电路的识图	33
二 电容器及电路的识读	39
(一) 固定电容器的结构、外形与符号	39
(二) 电容器的主要参数	39
(三) 电容器的“充放电”和“隔直通交”性质	40
(四) 无极性电容器和有极性电容器	43
(五) 电容器的串联电路和并联电路	44
(六) 电容器的容量与误差标注方法	46
(七) 电容器的型号命名方法	47
(八) 可变电容器	48
三 电感器及电路的识读	50
(一) 电感器的外形与符号	50
(二) 电感器的主要参数与标注方法	50
(三) 电感器“通直阻交”和“阻碍变化电流”的性质	52
(四) 电感器的种类	54
(五) 电感器的串联电路和并联电路	55
四 变压器及电路的识读	56
(一) 变压器的外形与符号	56
(二) 变压器的结构、原理和功能	56
(三) 变压器的阻抗变换功能	58
(四) 特殊绕组变压器	60
(五) 变压器的种类	61
(六) 变压器的主要参数	63

第3日	半导体元件及电路的识读	64
------------	--------------------	-----------

一 二极管及电路的识读	64
(一) 半导体	64

(二) 二极管	65
(三) 二极管型号命名方法	68
(四) 稳压二极管及电路	69
(五) 变容二极管及电路	70
(六) 双向触发二极管及电路	73
(七) 肖特基二极管	74
(八) 快恢复二极管	75
(九) 瞬态电压抑制二极管及电路	76
二 三极管及电路的识读	77
(一) 三极管的外形与符号	77
(二) 三极管的结构	77
(三) 三极管的电流、电压规律	78
(四) 三极管的放大原理	81
(五) 三极管的放大、截止和饱和状态及电路说明	82
(六) 三极管的主要参数	86
(七) 三极管型号命名方法	87
(八) 带阻三极管和带阻尼三极管	88
(九) 达林顿三极管及电路	88
三 晶闸管及电路的识读	90
(一) 单向晶闸管的实物外形与符号	90
(二) 从电路了解单向晶闸管的工作原理	90
(三) 单向晶闸管的主要参数	91
(四) 晶闸管的型号命名方法	92
(五) 双向晶闸管的符号与结构	92
(六) 从电路了解双向晶闸管的工作原理	93
四 场效应管及电路的识读	93
(一) 结型场效应管的外形与结构	94
(二) 从电路了解结型场效应管的工作原理	94
(三) 场效应管的主要参数	96
(四) 场效应管型号命名方法	96
(五) 增强型绝缘栅型场效应管及电路	96
(六) 耗尽型绝缘栅型场效应管及电路	99
五 IGBT 及电路的识读	100
(一) IGBT 的外形、结构与符号	100
(二) 从电路了解 IGBT 的工作原理	100

一 光电器件及电路的识读	102
(一) 普通发光二极管及电路	102
(二) 双色发光二极管及电路	103
(三) 三基色发光二极管及电路	105
(四) 闪烁发光二极管及电路	107
(五) 发光二极管的型号命名方法	107
(六) 普通光敏二极管及电路	108
(七) 红外线发光二极管与红外线接收二极管	109
(八) 红外线接收组件	110
(九) 光敏三极管及电路	110
(十) 光电耦合器及电路	112
(十一) 光遮断器及电路	112
二 显示器件及电路的识读	114
(一) 一位 LED 数码管	114
(二) 多位 LED 数码管及电路	115
(三) LED 点阵显示器及电路	116
(四) 真空荧光显示器	119
(五) 液晶显示屏	121
三 电声器件	125
(一) 扬声器的外形与符号	125
(二) 扬声器的种类与工作原理	125
(三) 扬声器的主要参数	126
(四) 扬声器的型号命名方法	126
(五) 耳机的外形与图形符号	127
(六) 耳机的种类与工作原理	127
(七) 蜂鸣器的外形与符号	128
(八) 蜂鸣器的种类及结构原理	129
(九) 有源和无源蜂鸣器的区别	129
(十) 话筒的外形与符号	129
(十一) 话筒的工作原理	129
(十二) 话筒的主要参数	130
(十三) 话筒的种类	131
(十四) 电声器件的型号命名方法	131
四 继电器及电路的识读	132

(一) 继电器的外形与符号	132
(二) 从电路了解工作原理	132
(三) 继电器的主要参数	133
(四) 继电器型号命名方法	134
(五) 干簧管的外形与符号	134
(六) 干簧管的工作原理	134
(七) 干簧管继电器的外形与符号	135
(八) 干簧管继电器的工作原理	135
(九) 干簧管继电器的应用电路	135

第5日 | 模拟电子电路的识读 (一) 137

一 单级放大电路的识读	137
(一) 固定偏置放大电路	137
(二) 分压式偏置放大电路	139
(三) 电压负反馈放大电路	140
(四) 单级交流放大电路	141
(五) 三种基本接法的放大电路	142
二 负反馈放大电路	145
(一) 反馈知识介绍	145
(二) 反馈类型的判别	146
(三) 负反馈放大电路	149
三 功率放大电路	150
(一) 功率放大电路的三种状态	150
(二) 变压器耦合功率放大电路	151
(三) OTL 功率放大电路	152
(四) OCL 功率放大电路	154
(五) BTL 功率放大电路	154
四 多级放大电路	157
(一) 阻容耦合放大电路	157
(二) 直接耦合放大电路	157
(三) 变压器耦合放大电路	158
五 差动放大器与集成运算放大器	158
(一) 差动放大器	159
(二) 集成运算放大器的基础知识	161
(三) 集成运算放大器的线性应用电路	163
(四) 集成运算放大器的非线性应用电路	167

(五) 集成运算放大器的供电电路与保护电路	170
-----------------------------	-----

第6日	模拟电子电路的识读 (二)	173
------------	----------------------	------------

一 LC 谐振电路的识读	173
(一) LC 串联谐振电路	173
(二) LC 并联谐振电路	174
二 滤波选频电路的识读	175
(一) 无源滤波器	175
(二) 有源滤波器	180
三 振荡器基础知识	182
(一) 振荡器的组成	182
(二) 振荡器的工作条件	183
四 RC 振荡器的识读	184
(一) RC 移相式振荡器	184
(二) RC 桥式振荡器	185
五 LC 振荡器的识读	187
(一) 变压器反馈式振荡器	187
(二) 电感三点式振荡器	188
(三) 电容三点式振荡器	189
(四) 改进型电容三点式振荡器	190
六 晶体振荡器的识读	192
(一) 石英晶体	192
(二) 晶体振荡器	193

第7日	模拟电子电路的识读 (三)	196
------------	----------------------	------------

一 整流电路的识读	196
(一) 半波整流电路	196
(二) 全波整流电路	198
(三) 桥式整流电路	200
(四) 倍压整流电路	202
二 滤波电路的识读	204
(一) 电容滤波电路	204
(二) 电感滤波电路	205
(三) 复合滤波电路	206
(四) 电子滤波电路	208
三 稳压电路的识读	209
(一) 简单的稳压电路	209

(二) 串联型稳压电路	210
(三) 集成稳压电路	212
四 开关电源的识读	215
(一) 开关电源基本工作原理	216
(二) 三种类型的开关电源工作原理分析	217
(三) 开关电源电路分析	219

第8日 | 数字电路的识读 (一) 223

一 数字电路基础	223
(一) 数字电路与模拟电路的比较	223
(二) 数制	225
(三) 数制的转换	227
二 门电路的识读	228
(一) 与门电路	228
(二) 或门电路	230
(三) 非门电路	232
(四) 与非门电路	232
(五) 或非门电路	234
(六) 与或非门电路	235
(七) 异或门电路	236
三 组合逻辑电路的识读	238
(一) 编码器	238
(二) 译码器	241
(三) 显示译码器	244
(四) 数据选择器	245
(五) 奇偶校验器	247

第9日 | 数字电路的识读 (二) 250

一 时序逻辑电路的识读	250
(一) 触发器	250
(二) 寄存器与移位寄存器	257
(三) 计数器	261
二 脉冲电路基础	264
(一) 脉冲信号	264
(二) RC 电路	265
三 多谐振荡器的识读	269
(一) 分立元件多谐振荡器	269

(二) 环形多谐振荡器	270
四 555 定时器芯片原理及电路的识读	272
(一) 结构与原理	272
(二) 由 555 构成的单稳态触发器	273
(三) 由 555 构成的多谐振荡器	276
(四) 由 555 构成的施密特触发器	277

第10日 | 实用电子电路的识图实例 280

一 电源与充电器的电路识图	280
(一) 单、倍压整流电源电路的识读	280
(二) 0~12V 可调电源电路的识读	280
(三) 采用集成稳压器的可调电源电路的识读	281
(四) USB 手机充电器电路的识读	282
二 荧光灯的电路识图	285
(一) 普通荧光灯及电路的识读	285
(二) 电子式荧光节能灯介绍	287
(三) 电子式荧光节能灯的电子镇流器电路	288
(四) 荧光节能灯的电子镇流器接线电路	290
三 LED 灯的电路识图	291
(一) LED 灯介绍	291
(二) 采用 220V 交流电源供电的 4 种 LED 灯电路的识读	291
(三) 采用直流电源供电的 3 种 LED 灯电路的识读	294
(四) LED 灯带的电路结构与安装	296
四 音频电路识图	298
(一) 可调音频信号发生器电路的识读	298
(二) 小功率集成立体声功放器电路的识读	299
(三) 2.1 声道多媒体有源音箱电路的识读	300
五 其他实用电路识图	303
(一) 两个开关控制一盏灯电路的识读	303
(二) 五个开关控制五层楼道灯电路的识读	303
(三) 简易防盗报警电路的识读	304
(四) 电子催眠器电路的识读	304
(五) 电子密码控制器电路的识读	306



电子电路识图基础

一 基本常识

(一) 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。

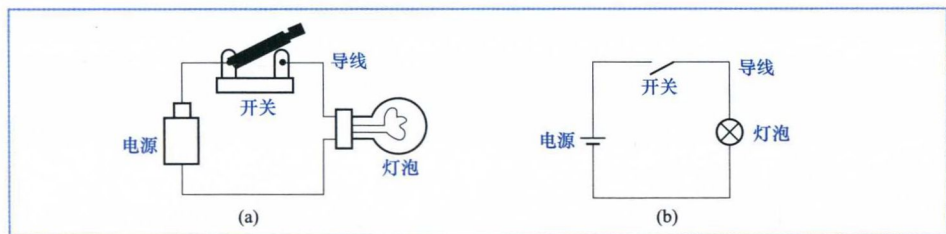


图 1-1 一个简单的电路

(a) 实物电路; (b) 电路图

(二) 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。

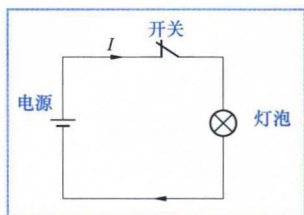


图 1-2 电流说明图

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。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。

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

(a) 实物电路；(b) 电路图

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

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

式中： L 为导体长度，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 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。

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 (白炽灯) 内部钨丝的电阻很小, 通电后钨丝的温度升到千摄氏度以上, 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°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。

(三) 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。

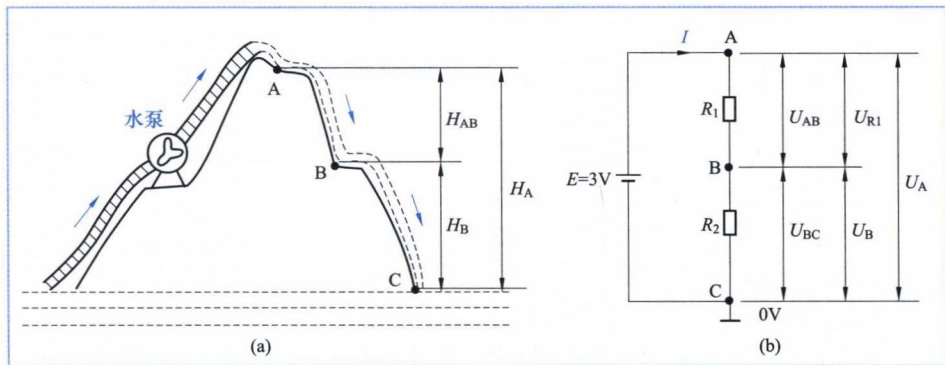


图 1-4 电位、电压和电动势说明图

(a) 水流示意图; (b) 含电位、电压和电动势的电路

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 1-4 (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 1-4 (b) 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 1-4 (b) 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“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，电动势的单位也为伏特，图 1-4 (b) 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负极指向正极。

(四) 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 1-5 所示。

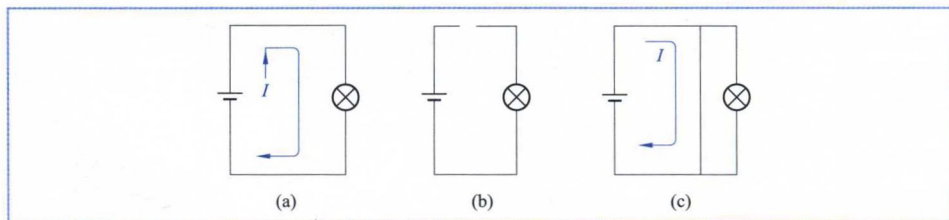


图 1-5 电路的三种状态

(a) 通路；(b) 开路；(c) 短路