



电工彩虹桥



全彩速学

Full Color

家装电工

- ❖ 本书最大特点是“全彩”与“图解”的完美结合
- ❖ “全彩”将电工实际工作中的情景和状态“真实还原”
- ❖ “图解”使思路更清晰，学习更便捷

► 蔡杏山 蔡玉山 编著

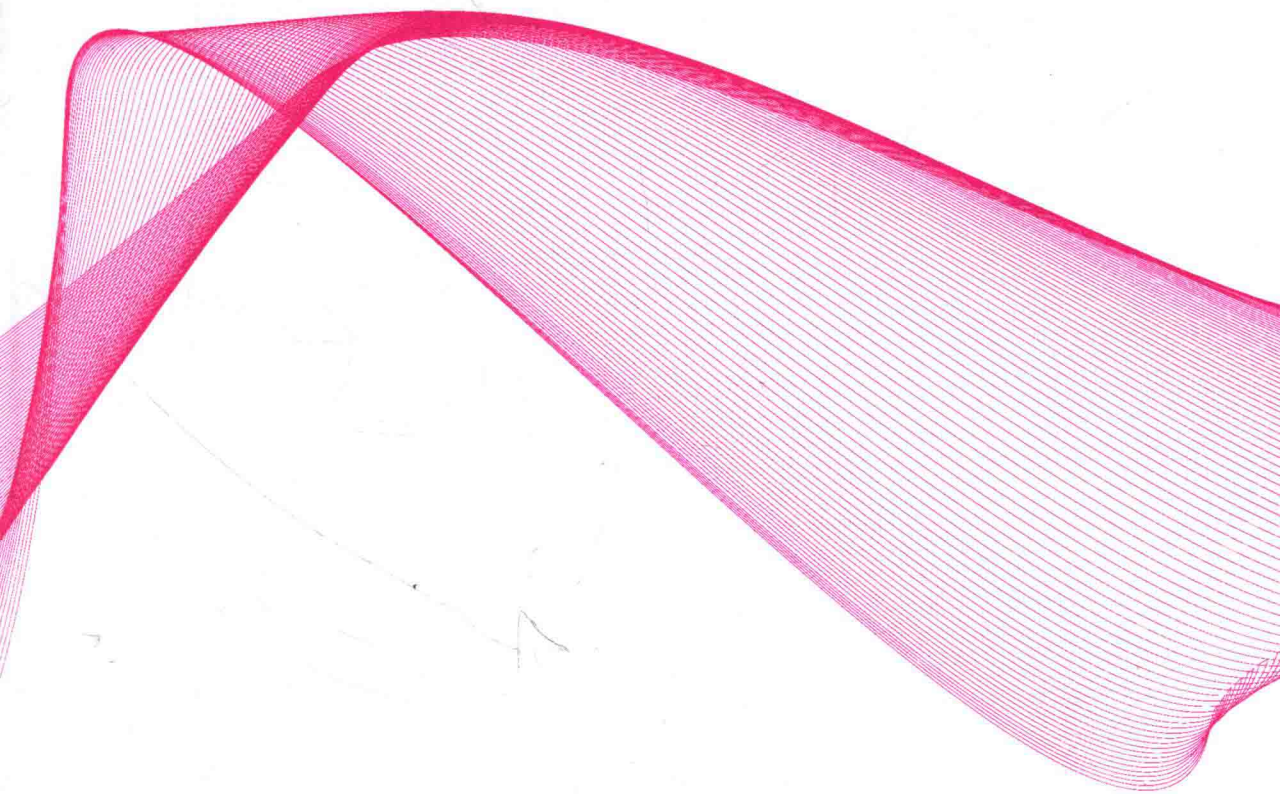


电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电工彩虹桥

全彩速学家装电工

蔡杏山 蔡玉山 编著



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是一本以全彩形式介绍家装电工操作技能的图书，主要内容包括家装电气基础，常用工具及使用，常用测量仪表及使用，住宅配电电器与电能表，住宅配电线路的规划设计，暗装布线，明装布线，开关和插座的接线与安装，灯具和浴霸的接线与安装，电视、网络、电话及门禁线路的接线与安装，住宅电气图的识读。

本书起点低，讲解由浅入深，语言通俗易懂，并且内容结构安排符合学习认知规律，适合作为家装电工技术从业人员的自学图书，也适合作为职业学校和社会培训机构的家装电工技能教材。对于一些住宅需要电气装修的非专业人士，本书是一本通俗易懂且实用的家庭电气装修快速入门图书。

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

全彩速学家装电工 / 蔡杏山, 蔡玉山编著. — 北京: 电子工业出版社, 2015.1

(电工彩虹桥)

ISBN 978-7-121-25067-5

I. ①全… II. ①①蔡… ②蔡… III. ①住宅—室内装修—电工—基本知识 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 286354 号

策划编辑: 柴 燕 (chaiy@phei.com.cn)

责任编辑: 康 霞

印 刷: 北京千鹤印刷有限公司

装 订: 北京千鹤印刷有限公司

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: 787×1 092 1/16 印张: 16.25 字数: 416 千字

版 次: 2015 年 1 月第 1 版

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 69.90 元

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。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

电工技术和电子技术都属于电类，两者的不同之处在于；电工技术是强电技术，其处理的电信号电压高、电流大；而电子技术属于弱电技术，主要处理电压低、电流小的电信号。电工技术和电子技术在以前区分还比较明显，但在现代社会两种技术融合越来越紧密，大量电气设备既含有电工技术，又含有电子技术。当今社会既需要电工技术人才和电子技术人才，更需要同时掌握电子、电工技术的复合型人才。

为了让读者能够轻松、快速掌握电工电子技术，我们推出“电工彩虹桥”丛书，主要有以下特点。

(1) 章节安排符合人的认知规律。读者只需从前往后逐章阅读本书，便会水到渠成掌握书中内容。

(2) 起点低，语言通俗易懂。读者只需有初中文化程度便可阅读本书，由于语言通俗易懂，阅读时会感觉很顺畅。

(3) 采用大量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法突出显示知识要点，指示学习重点。

(5) 免费网络答疑。读者在学习过程中遇到疑难问题，可以登录易天教学网（www.eTV100.com）进行提问，也可观看网站上与图书有关的辅导材料，读者还可以在该网站了解本套丛书的新书信息。

本书由蔡杏山、蔡玉山编著。在编写过程中得到许多教师的支持，其中詹春华、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、李清荣、蔡任英和邵永明等参与了资料收集和部分章节的编写工作，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中的错误和疏漏之处在所难免，望广大读者和同仁批评指正。

编 著 者

目录 Contents

第1章 家装电气基础	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 接地与屏蔽	3
1.1.4 电路的三种状态	4
1.1.5 电功、电功率和焦耳定律	5
1.2 直流电与交流电	7
1.2.1 直流电	7
1.2.2 单相交流电	7
1.2.3 三相交流电	10
1.3 安全用电	13
1.3.1 电流对人体的伤害	13
1.3.2 人体触电的几种方式	15
1.3.3 接地与接零	16
1.3.4 触电的急救方法	19
第2章 常用工具及使用	21
2.1 常用电工工具及使用	21
2.1.1 螺丝刀	21
2.1.2 钢丝钳	22
2.1.3 尖嘴钳	23
2.1.4 斜口钳	24
2.1.5 剥线钳	24
2.1.6 电工刀	24
2.1.7 电烙铁	25
2.2 常用电动工具及使用	29
2.2.1 冲击电钻	29
2.2.2 电锤	34
2.2.3 云石切割机	36
2.3 常用测试工具及使用	39
2.3.1 氖管式测电笔	39

目录



2.3.2 数显式测电笔	41
2.3.3 校验灯	42
第3章 常用测量仪表及使用	44
3.1 指针万用表的使用	44
3.1.1 面板介绍	44
3.1.2 使用前的准备工作	46
3.1.3 测量直流电压	47
3.1.4 测量交流电压	49
3.1.5 测量直流电流	49
3.1.6 测量电阻	50
3.1.7 万用表使用注意事项	51
3.2 数字万用表	53
3.2.1 面板介绍	53
3.2.2 测量直流电压	54
3.2.3 测量交流电压	54
3.2.4 测量直流电流	55
3.2.5 测量电阻	55
3.3 钳形表	57
3.3.1 钳形表的结构与测量原理	57
3.3.2 指针式钳形表	58
3.3.3 数字式钳形表	60
3.4 兆欧表	61
3.4.1 摇表	61
3.4.2 指针式兆欧表	65
3.4.3 数字式兆欧表	68
第4章 住宅配电电器与电能表	70
4.1 闸刀开关与熔断器	70
4.1.1 闸刀开关	70
4.1.2 熔断器	71
4.2 断路器	71
4.2.1 外形及标注含义	71

Contents

4.2.2 结构与工作原理	71
4.2.3 断路器的检测	73
4.3 漏电保护器	73
4.3.1 外形与符号	74
4.3.2 结构与工作原理	74
4.3.3 在不同供电系统中的接线	75
4.3.4 漏电保护器的检测与使用	75
4.4 电能表	76
4.4.1 机械式电能表的结构与原理	76
4.4.2 电能表的接线方式	77
4.4.3 电子式电能表	78
4.4.4 电能表的型号与铭牌含义	81
4.4.5 用电能表测量电器的功率	82
第5章 住宅配电线路的规划设计	84
5.1 住宅供配电系统	84
5.1.1 电能的传输环节	84
5.1.2 住宅供电方式	85
5.1.3 用户配电系统	86
5.2 家庭常用配电方式及配电原则	86
5.2.1 按家用电器的类型分配电源支路	87
5.2.2 按区域分配电源支路	87
5.2.3 混合型分配电源支路	88
5.2.4 家庭配电的基本原则	89
5.3 电能表、开关容量和导线截面积的选择	89
5.3.1 电能表、总开关的容量和入户导线截面积的选择	89
5.3.2 分支开关的容量与分支导线截面积的选择	92
5.4 配电箱的安装与支路走线规划	93
5.4.1 配电箱的外形与结构	93
5.4.2 配电电器的安装与接线	93
5.4.3 照明线路的走向及连接规划	94
5.4.4 插座线路的规划	100



第6章 暗装布线	103
6.1 布线选材	103
6.1.1 套管的选择	103
6.1.2 导线的选择	104
6.1.3 插座、开关、灯具安装盒的选择	106
6.2 布线定位与开槽	109
6.2.1 确定灯具、开关、插座的安装位置	109
6.2.2 确定线路(布线管)的走向	110
6.2.3 画线定位	111
6.2.4 开槽	113
6.3 线管的加工与敷设	114
6.3.1 线管的加工	114
6.3.2 线管的敷设	118
6.4 导线穿管和测试	120
6.4.1 导线穿管的常用方法	121
6.4.2 导线穿管注意事项	121
6.4.3 套管内的导线通断和绝缘性能测试	123
第7章 明装布线	125
7.1 线槽布线	125
7.1.1 布线定位	125
7.1.2 线槽的安装	126
7.1.3 用配件安装线槽	127
7.1.4 线槽布线的配电方式	128
7.2 瓷夹板布线	131
7.2.1 瓷夹板的安装	131
7.2.2 瓷夹板布线要点	133
7.3 护套线布线	134
7.3.1 护套线及线夹卡	134
7.3.2 单钉夹安装护套线	134
7.3.3 用铝片卡安装护套线	134
7.3.4 护套线布线注意事项	136

Contents

第 8 章 开关和插座的接线与安装	138
8.1 导线的剥削、连接和绝缘恢复	138
8.1.1 导线绝缘层的剥削	138
8.1.2 导线与导线的连接	140
8.1.3 导线与接线柱之间的连接	147
8.1.4 导线绝缘层的恢复	148
8.2 开关的安装与接线	148
8.2.1 开关的安装	148
8.2.2 单控开关的种类及接线	151
8.2.3 双控开关的种类及接线	152
8.2.4 中途开关的种类及接线	154
8.2.5 触摸延时和声光控开关的接线	156
8.2.6 调光和调速开关的接线	157
8.2.7 开关防水盒的安装	158
8.3 插座的安装与接线	158
8.3.1 插座的种类	158
8.3.2 插座的拆卸与安装	158
8.3.3 插座安装接线的注意事项	160
第 9 章 灯具和浴霸的接线与安装	162
9.1 白炽灯的接线与安装	162
9.1.1 结构与原理	162
9.1.2 白炽灯的常用控制线路	163
9.1.3 安装注意事项	163
9.1.4 常见故障及处理方法	163
9.2 荧光灯的安装与接线	164
9.2.1 普通荧光灯的安装与接线	164
9.2.2 多管荧光灯的安装与接线	170
9.2.3 环形（或方形）荧光灯的接线与吸顶安装	173
9.3 吊灯的安装	174
9.3.1 外形	174
9.3.2 安装	174
9.4 筒灯与 LED 灯带的安装	177

目录



9.4.1 筒灯的安装	177
9.4.2 LED 灯带的电路结构与安装	178
9.5 浴霸的安装	181
9.5.1 种类	181
9.5.2 结构	182
9.5.3 接线	183
9.5.4 壁挂式浴霸的安装	185
9.5.5 吊顶式浴霸的安装	186
9.6 电气线路安装后的检测	187
9.6.1 用万用表检测电气线路有无短路及查找短路点	187
9.6.2 用兆欧表检测电气线路的绝缘性能及查找漏电点	188
9.6.3 用校验灯检查插座是否通电	189
9.6.4 用测电笔检测插座的极性	190
第 10 章 电视、网络、电话及门禁线路的接线与安装	191
10.1 弱电线路的三种接入方式	191
10.1.1 有线电视 + ADSL 方式	191
10.1.2 有线电视 + 电话 + FTTB_LAN 方式	192
10.1.3 有线电视宽带 + 电话方式	192
10.2 有线电视线路的安装	194
10.2.1 同轴电缆	194
10.2.2 电视信号分配器与分支器	194
10.2.3 同轴电缆与接头的连接	196
10.2.4 电视机插座的接线与安装	198
10.3 电话线路的安装	200
10.3.1 电话线与 RJ11 水晶头	200
10.3.2 ADSL 语音分离器	201
10.3.3 电话分线器	202
10.3.4 电话插座的接线与安装	202
10.4 计算机网络线路的安装	205
10.4.1 双绞线、网线和 RJ45 水晶头	205
10.4.2 网线与 RJ45 水晶头的两种连接标准	206
10.4.3 网线与水晶头的连接制作	207
10.4.4 网线与水晶头连接的通断测试	210

Contents

10.4.5	网线与计算机网络插座的接线与测试	211
10.4.6	ADSL MODEM 硬件连接及拨号	213
10.4.7	路由器的硬件连接	217
10.4.8	路由器的设置	217
10.5	弱电模块与弱电箱的安装	223
10.5.1	电视模块	223
10.5.2	电话模块	224
10.5.3	网络模块	224
10.5.4	电源模块	225
10.5.5	弱电线路的安装要点	226
10.5.6	弱电模块的安装与连接	228
10.6	可视对讲门禁系统的接线与安装	230
10.6.1	单对讲门禁系统介绍	230
10.6.2	可视对讲门禁系统介绍	231
10.6.3	可视对讲门禁系统室内机的安装与接线	233
10.6.4	紧急按钮开关的接线与安装	235
第 11 章	住宅电气图的识读	237
11.1	电气识图基础	237
11.1.1	照明灯具在电气图中的标注方法	237
11.1.2	配电线路在电气图中的标注方法	238
11.1.3	住宅电气图常用电气设备符号	240
11.2	住宅电气图的识读	241
11.2.1	整幢楼总电气系统图的识读	241
11.2.2	楼层配电箱电气系统图的识读	243
11.2.3	户内配电箱电气系统图的识读	243
11.2.4	室内照明电气平面图的识读	244

第 1 章 家装电气基础

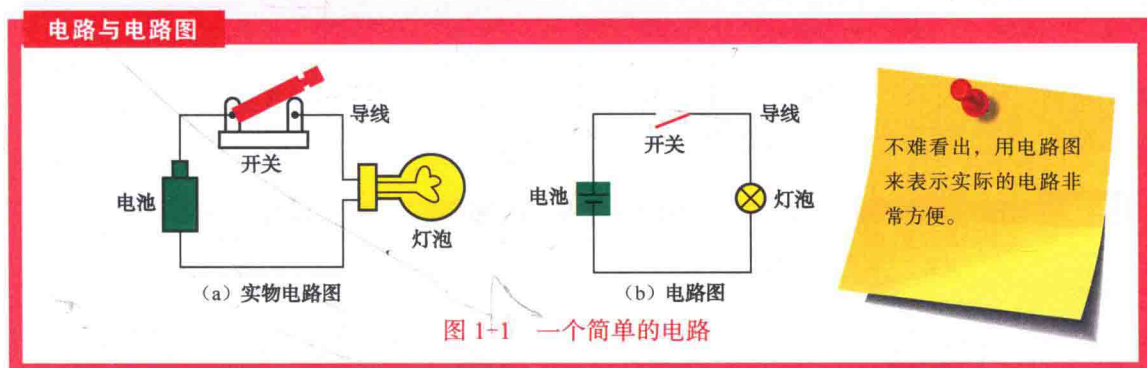
1.1

基本常识

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。**

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**, 如图 1-1 (b) 所示。



1.1.2 电流与电阻

1. 电流

在图 1-2 所示的电路中, 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。

电流

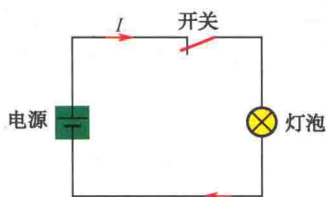


图 1-2 电流说明图

电路的电流方向是：
电源正极→开关→灯
泡→电源的负极。

大量电荷朝一个方向移动（也称定向移动）就形成电流，这就像公路上有大量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。



速学

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。

电阻

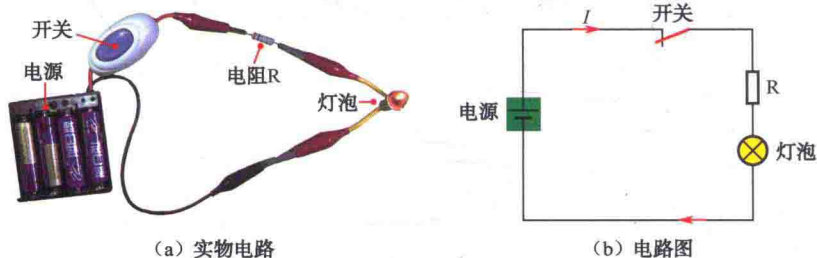


图 1-3 电阻说明图



速学

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（kΩ）、兆欧（MΩ），它们之间的关系为

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

导体的电阻计算公式为

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

上式中， L 为导体的长度（单位为m）； S 为导体的横截面积（单位为 m^2 ）， ρ 为导体的电阻率（单位为 $\Omega\cdot\text{m}$ ）。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℃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或铝导线。

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，导体的温度越高电阻越大，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°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 接地与屏蔽

1. 接地

在强电系统中，为了防止电气设备漏电而使外壳带电，常常将电气设备的外壳与大地连接，当设备的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1-4所示。



电气设备接地

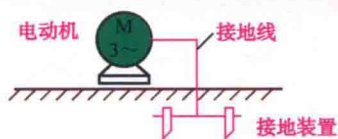


图 1-4 电气设备的接地

2. 屏蔽

在弱电系统中，由于线路中的电信号比较微弱，容易被外界电磁干扰，为此常常对弱电系统的线路采取防干扰措施，这种防干扰措施称为屏蔽。屏蔽常用的符号如图 1-5 所示。

屏蔽的具体做法是用金属材料（称为屏蔽罩）将线路或设备封闭起来，再将屏蔽罩接地。图 1-6 列出两种带屏蔽层的导线，外界电磁干扰信号很难穿过金属屏蔽层干扰内部芯线传输的信号。

屏蔽

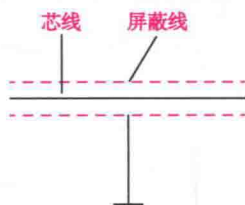


图 1-5 屏蔽符号

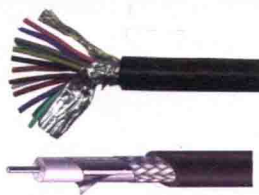


图 1-6 带屏蔽层的导线

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 1-7 所示。

电路状态

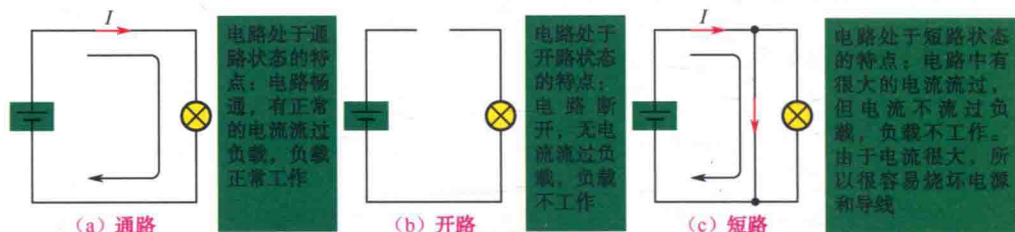


图 1-7 电路的三种状态



1.1.5 电功、电功率和焦耳定律

1. 电功

电流流过灯泡，灯泡会发光；电流流过电炉丝，电炉丝会发热；电流流过电动机，电动机会运转。



速学

电流流过一些用电设备时会做功的，电流做的功称为电功。用电设备做功的大小不但与加到用电设备两端的电压及流过的电流有关，还与通电时间的长短有关。电功可用下面的公式计算

$$W=UIt$$

式中， W 表示电功，单位是焦(J)； U 表示电压，单位是伏(V)； I 表示电流，单位是安(A)； t 表示时间，单位是秒(s)。

电功的单位是焦耳(J)，在电学中还常用到另一个单位：千瓦时(kW·h)，也称度。1kW·h=1度。千瓦时与焦耳的换算关系是：

$$1\text{kW}\cdot\text{h}=1\times 10^3\text{W}\times(60\times 60)\text{s}=3.6\times 10^6\text{W}\cdot\text{s}=3.6\times 10^6\text{J}$$

1kW·h可以这样理解：一个电功率为100W的灯泡连续使用10h，消耗的电功为1kW·h(即消耗1度电)。

2. 电功率

电流需要通过一些用电设备才能做功。为了衡量这些设备做功能力的大小，引入一个电功率的概念。



速学

电流单位时间做的功称为电功率。电功率用 P 表示，单位是瓦(W)，此外还有千瓦(kW)和毫瓦(mW)，它们之间的换算关系为

$$1\text{kW}=10^3\text{W}=10^6\text{mW}$$

电功率的计算公式为

$$P=UI$$

根据欧姆定律可知 $U=IR$ ， $I=U/R$ ，所以电功率还可以用公式 $P=I^2R$ 和 $P=U^2/R$ 来求。

下面以图1-8所示电路来说明电功率的计算方法。

电功率的计算

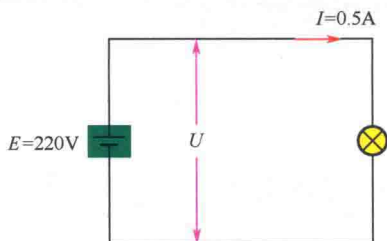


图 1-8 电功率的计算说明图

在图 1-8 所示电路中，白炽灯两端的电压为 220V（它与电源的电动势相等），流过白炽灯的电流为 0.5A，那么白炽灯的功率、电阻和白炽灯在 10s 所做的功分别为

$$\text{白炽灯的功率为 } P=UI=220\text{V} \times 0.5\text{A}=110\text{V} \cdot \text{A}=110\text{W}$$

$$\text{白炽灯的电阻为 } R=U/I=220\text{V}/0.5\text{A}=440\text{V}/\text{A}=440\Omega$$

$$\text{白炽灯在 10s 做的功为 } W=UIt=220\text{V} \times 0.5\text{A} \times 10\text{s}=1100\text{J}$$

3. 焦耳定律

电流流过导体时导体会发热，这种现象称为电流的热效应。电热锅、电饭煲和电热水器等都是利用电流的热效应来工作的。

英国物理学家焦耳通过实验发现：**电流流过导体，导体发出的热量与导体流过的电流、导体的电阻和通电的时间有关。**



焦耳

焦耳定律具体内容是：电流流过导体产生的热量，与电流的平方及导体的电阻成正比，与通电时间也成正比。由于这个定律除了由焦耳发现外，俄国科学家楞次也通过实验独立发现，故该定律又称焦耳-楞次定律。

焦耳定律也可用下面的公式表示：

$$Q=I^2Rt$$

式中， Q 表示热量，单位是焦耳（J）； R 表示电阻，单位是欧姆（ Ω ）； t 表示时间，单位是秒（s）。

举例：某台电动机的额定电压是 220V，线圈的电阻为 0.4Ω ，当电动机接 220V 的电压时，流过的电流是 3A，那么电动机的功率和线圈每秒发出的热量分别为

$$\text{电动机的功率为 } P=UI=220\text{V} \times 3\text{A}=660\text{W}$$

$$\text{电动机线圈每秒发出的热量为 } Q=I^2Rt=(3\text{A})^2 \times 0.4\Omega \times 1\text{s}=3.6\text{J}$$