

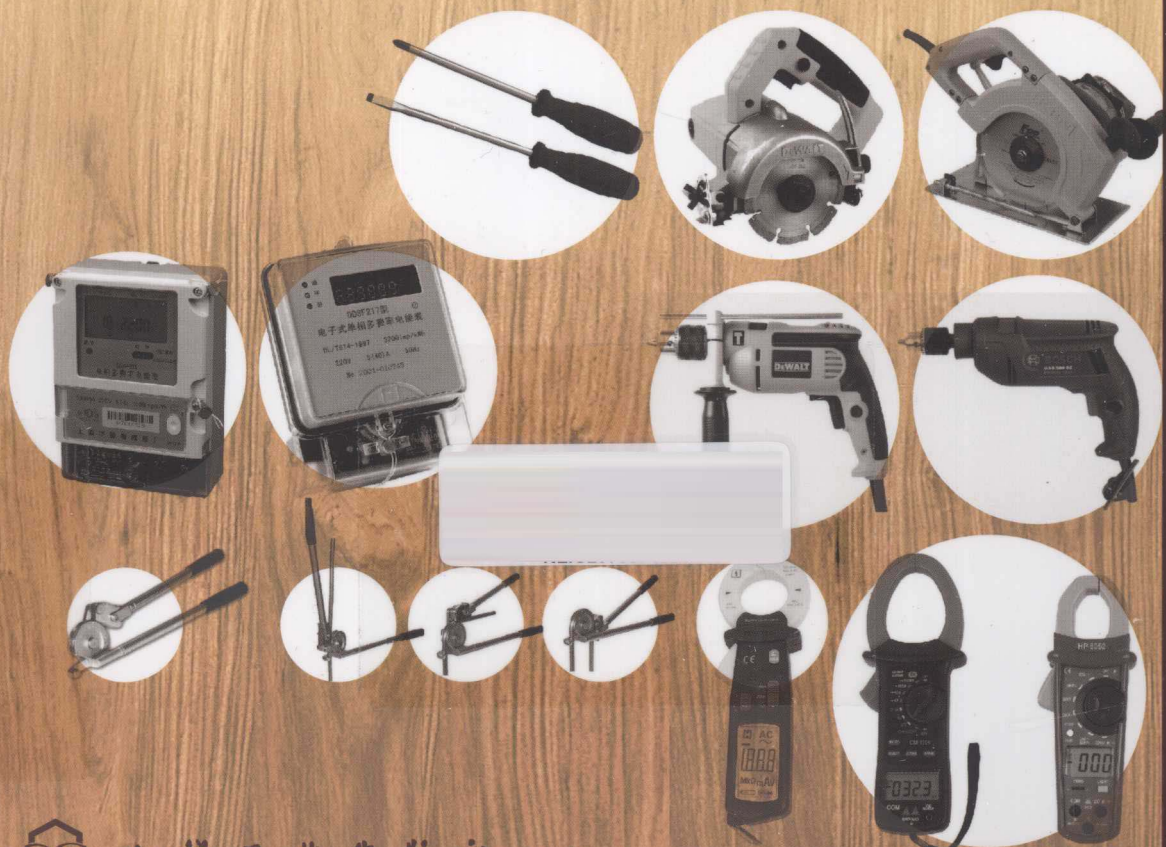
蔡杏山 主编

图解

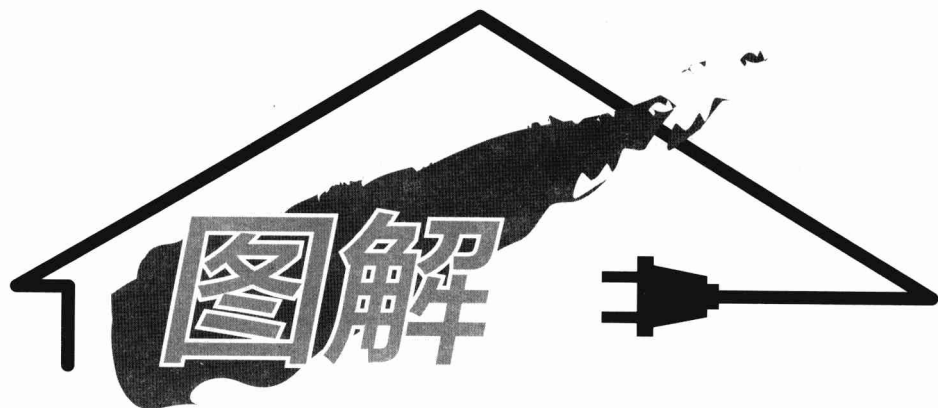


家装电工技能 完全掌握

家装电工基础与技能紧密结合



化学工业出版社



家装电工技能 完全掌握

蔡杏山 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书全面介绍了家装电工需要掌握的知识与操作技能,以图解的形式介绍了家装电工的电气基础、常用工具及使用、常用测量仪表及使用、配电电器与电能表、家装配电线路的规划、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、弱电线路的接线与安装等内容。本书基础起点低、内容由浅入深、语言通俗易懂,读者只需要具有初中文化程度,就能通过阅读本书而轻松掌握家装电工技术,快速迈入家装电工大门并提高至中高级水平。

本书供家装电工技术人员学习使用,也适合作职业院校或社会培训机构的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

图解家装电工技能完全掌握/蔡杏山主编. —北京:
化学工业出版社, 2013. 3

ISBN 978-7-122-16432-2

I. ①图… II. ①蔡… III. ①住宅-室内装修-电工-
图解 IV. ①TU85-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 018347 号

责任编辑: 李军亮 要利娜

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 陈 静

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 299 千字 2013 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

第 1 章

家装电工的电气基础



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/3
 - 1.1.5 电功、电功率和焦耳定律/4
- 1.2 直流电与交流电/5
 - 1.2.1 直流电/5
 - 1.2.2 单相交流电/6
 - 1.2.3 三相交流电/8
- 1.3 安全用电/10
 - 1.3.1 电流对人体的伤害/10
 - 1.3.2 人体触电的几种方式/11
 - 1.3.3 接地与接零/13
 - 1.3.4 触电的急救方法/15

第 2 章

家装电工常用工具及使用



16

- 2.1 常用电工工具及使用/16
 - 2.1.1 螺丝刀/16
 - 2.1.2 钢丝钳/17
 - 2.1.3 尖嘴钳/17
 - 2.1.4 斜口钳/18
 - 2.1.5 剥线钳/18
 - 2.1.6 电工刀/19
 - 2.1.7 电烙铁/19
- 2.2 常用电动工具及使用/22
 - 2.2.1 冲击电钻/22
 - 2.2.2 电锤/26
 - 2.2.3 云石切割机/29

2.3 常用测试工具及使用/31

2.3.1 氖管式测电笔/31

2.3.2 数显式测电笔/32

2.3.3 校验灯/33

第 3 章

家装电工常用测量仪表及使用 ▶▶▶

36

3.1 指针万用表的使用/36

3.1.1 面板介绍/36

3.1.2 使用前的准备工作/38

3.1.3 测量直流电压/38

3.1.4 测量交流电压/40

3.1.5 测量直流电流/41

3.1.6 测量电阻/41

3.1.7 万用表使用注意事项/43

3.2 数字万用表/43

3.2.1 面板介绍/43

3.2.2 测量直流电压/44

3.2.3 测量交流电压/45

3.2.4 测量电阻/45

3.3 钳形表/46

3.3.1 钳形表的结构与测量原理/46

3.3.2 指针式钳形表/46

3.3.3 数字式钳形表/49

3.4 兆欧表/49

3.4.1 摇表/50

3.4.2 指针式兆欧表/53

3.4.3 数字式兆欧表/55

第 4 章

配电电器与电能表 ▶▶▶

57

4.1 闸刀开关与熔断器/57

4.1.1 闸刀开关/57

4.1.2 熔断器/58

4.2 断路器/58

4.2.1 外形及标注含义/58

4.2.2 结构与工作原理/58

4.2.3 断路器的检测/59

- 4.3 漏电保护器/60
 - 4.3.1 外形与符号/60
 - 4.3.2 结构与工作原理/60
 - 4.3.3 在不同供电系统中的接线/60
 - 4.3.4 漏电保护器的检测与使用/61
- 4.4 电能表/62
 - 4.4.1 机械式电能表的结构与原理/62
 - 4.4.2 电能表的接线方式/64
 - 4.4.3 电子式电能表/64
 - 4.4.4 电能表型号与铭牌含义/66
 - 4.4.5 用电能表测量电器的功率/68

第 5 章

家装配电线路的规划



70

- 5.1 住宅供配电系统/70
 - 5.1.1 电能的传输环节/70
 - 5.1.2 住宅供电方式/71
 - 5.1.3 用户配电系统/72
- 5.2 家庭常用配电方式及配电原则/73
 - 5.2.1 按家用电器的类型分配电源支路/73
 - 5.2.2 按区域分配电源支路/73
 - 5.2.3 混合型分配电源支路/74
 - 5.2.4 家庭配电的基本原则/74
- 5.3 电能表、开关容量和导线截面积的选择/75
 - 5.3.1 电能表、总开关的容量和入户导线截面积的选择/75
 - 5.3.2 分支开关的容量与分支导线截面积的选择/76
- 5.4 配电箱的安装与支路走线规划/78
 - 5.4.1 配电箱的外形与结构/78
 - 5.4.2 配电电器的安装与接线/78
 - 5.4.3 照明线路的走向及连接规划/80
 - 5.4.4 插座线路的规划/84

第 6 章

暗装布线



86

- 6.1 布线选材/86
 - 6.1.1 套管的选择/86
 - 6.1.2 导线的选择/87
 - 6.1.3 插座、开关、灯具安装盒的选择/89

- 6.2 布线定位与开槽/91
 - 6.2.1 确定灯具、开关、插座的安装位置/91
 - 6.2.2 确定线路（布线管）的走向/92
 - 6.2.3 画线定位/93
 - 6.2.4 开槽/94
- 6.3 线管的加工与敷设/96
 - 6.3.1 线管的加工/96
 - 6.3.2 线管的敷设/99
- 6.4 导线穿管和测试/102
 - 6.4.1 导线穿管的常用方法/103
 - 6.4.2 导线穿管注意事项/103
 - 6.4.3 套管内的导线通断和绝缘性能测试/104

第 7 章

明装布线



106

- 7.1 线槽布线/106
 - 7.1.1 布线定位/106
 - 7.1.2 线槽的安装/107
 - 7.1.3 用配件安装线槽/108
 - 7.1.4 线槽布线的配电方式/109
- 7.2 瓷夹板布线/112
 - 7.2.1 瓷夹板的安装/112
 - 7.2.2 瓷夹板布线要点/113
- 7.3 护套线布线/113
 - 7.3.1 护套线及线夹卡/113
 - 7.3.2 单钉夹安装护套线/114
 - 7.3.3 用铝片卡安装护套线/114
 - 7.3.4 护套线布线注意事项/115

第 8 章

开关和插座的接线与安装



117

- 8.1 导线的剥削、连接和绝缘恢复/117
 - 8.1.1 导线绝缘层的剥削/117
 - 8.1.2 导线与导线的连接/118
 - 8.1.3 导线与接线柱之间的连接/124
 - 8.1.4 导线绝缘层的恢复/125
- 8.2 开关的安装与接线/125
 - 8.2.1 开关的安装/125

- 8.2.2 单控开关的种类及接线/127
- 8.2.3 双控开关的种类及接线/128
- 8.2.4 中途开关的种类及接线/130
- 8.2.5 触摸延时和声光控开关的接线/132
- 8.2.6 调光和调速开关的接线/132
- 8.2.7 开关防水盒的安装/133
- 8.3 插座的安装与接线/134
 - 8.3.1 插座的种类/134
 - 8.3.2 插座的拆卸与安装/135
 - 8.3.3 插座安装接线的注意事项/136

第 9 章

灯具和浴霸的接线与安装



137

- 9.1 白炽灯的接线与安装/137
 - 9.1.1 结构与原理/137
 - 9.1.2 白炽灯的常用控制线路/137
 - 9.1.3 安装注意事项/138
 - 9.1.4 常见故障及处理方法/138
- 9.2 荧光灯的安装与接线/139
 - 9.2.1 普通荧光灯的安装与接线/139
 - 9.2.2 多管荧光灯的安装与接线/144
 - 9.2.3 环形(或方形)荧光灯的接线与吸顶安装/146
- 9.3 吊灯的安装/148
 - 9.3.1 外形/148
 - 9.3.2 安装/148
- 9.4 筒灯与 LED 灯带的安装/151
 - 9.4.1 筒灯的安装/151
 - 9.4.2 LED 灯带的电路结构与安装/152
- 9.5 浴霸的安装/154
 - 9.5.1 种类/154
 - 9.5.2 结构/155
 - 9.5.3 接线/156
 - 9.5.4 壁挂式浴霸的安装/158
 - 9.5.5 吊顶式浴霸的安装/158

第 10 章

弱电线路的接线与安装



161

- 10.1 弱电线路的三种接入方式/161

- 10.1.1 有线电视+ ADSL 接入方式/162
- 10.1.2 有线电视+ 电话+ FTTB_ LAN 方式/163
- 10.1.3 有线电视宽带+ 电话方式/163
- 10.2 有线电视线路的安装/164
 - 10.2.1 同轴电缆/164
 - 10.2.2 电视信号分配器与分支器/164
 - 10.2.3 同轴电缆与接头的连接/165
 - 10.2.4 电视插座的接线与安装/168
- 10.3 电话线路的安装/169
 - 10.3.1 电话线与 RJ11 水晶头/169
 - 10.3.2 ADSL 语音分离器/171
 - 10.3.3 电话分线器/171
 - 10.3.4 电话插座的接线与安装/172
- 10.4 电脑网络线路的安装/174
 - 10.4.1 双绞线、网线和 RJ45 水晶头/174
 - 10.4.2 网线与 RJ45 水晶头的两种连接标准/175
 - 10.4.3 网线与水晶头的连接制作/176
 - 10.4.4 网线与水晶头连接的通断测试/178
 - 10.4.5 网线与电脑网络插座的接线与测试/180
- 10.5 弱电模块与弱电箱的安装/181
 - 10.5.1 电视模块/183
 - 10.5.2 电话模块/183
 - 10.5.3 网络模块/184
 - 10.5.4 电源模块/184
 - 10.5.5 弱电线路的安装要点/185
 - 10.5.6 弱电模块的安装与连接/186

第 1 章

家装电工的电气基础

1.1 基本常识

1.1.1 电路与电路图

如图 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。

如图 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) 所示的图形就是如图 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。

1.1.2 电流与电阻

(1) 电流

在如图 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。

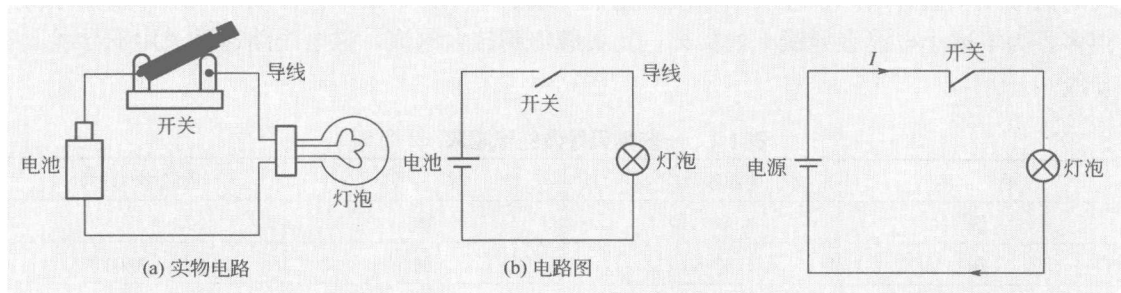


图 1-1 一个简单的电路

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。如图 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（ μA ），它们之间的关系为

$$1A=10^3mA=10^6\mu A$$

(2) 电阻

在如图 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。

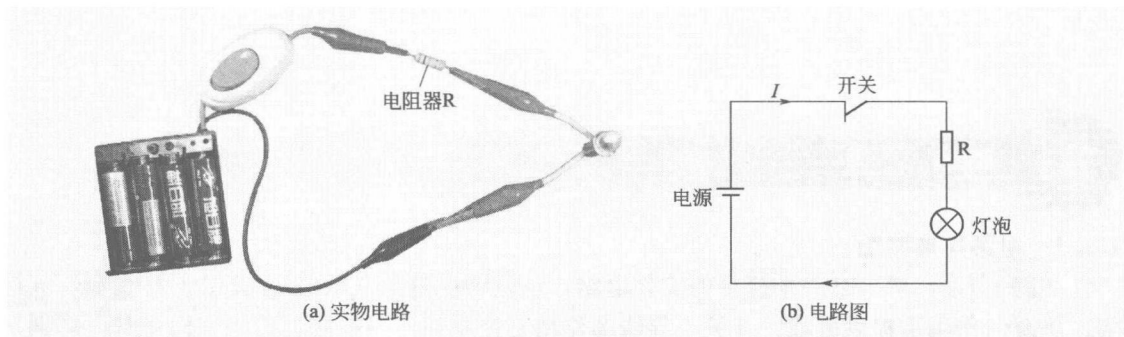


图 1-3 电阻说明图

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“ 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

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

式中， L 为导体的长度， 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或铝导线。

表 1-1 一些常见导体的电阻率（ $20^\circ C$ 时）

导 体	电阻率/ $\Omega \cdot m$	导 体	电阻率/ $\Omega \cdot m$
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。

(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 列出了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。

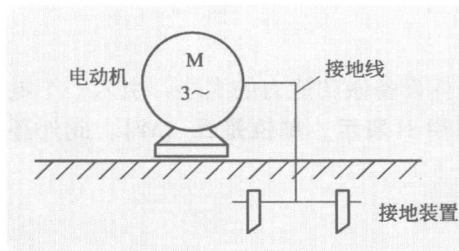


图 1-4 电气设备的接地

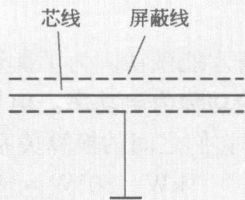


图 1-5 屏蔽符号

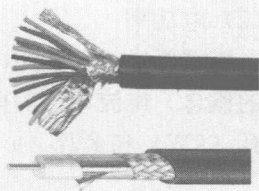


图 1-6 带屏蔽层的导线

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。

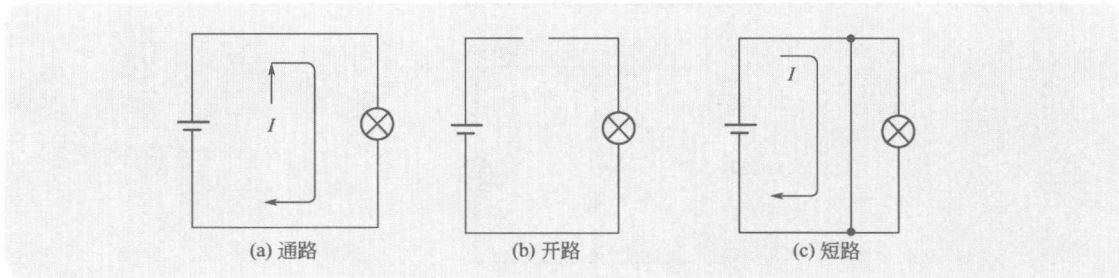


图 1-7 电路的三种状态

(1) 通路

如图 1-7(a) 所示电路处于通路状态。电路处于通路状态的特点：电路畅通，有正常的电流流过负载，负载正常工作。

(2) 开路

如图 1-7(b) 所示电路处于开路状态。电路处于开路状态的特点：电路断开，无电流流过负载，负载不工作。

(3) 短路

如图 1-7(c) 中的电路处于短路状态。电路处于短路状态的特点：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。

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,电动机运转。由此可以看出,电流流过一些用电设备时是会做功的,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,还与通电时间长短有关。电功可用下面的公式计算

$$W=UIt$$

式中, W 表示电功, J; U 表示电压, V; I 表示电流, A; t 表示时间, 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 ($\text{kW} \cdot \text{h}$), 也称度。 $1\text{kW} \cdot \text{h}=1$ 度。千瓦时与焦耳的换算关系是:

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

$1\text{kW} \cdot \text{h}$ 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 $1\text{kW} \cdot \text{h}$ (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。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是

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

电功率的计算公式是

$$P=UI$$

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。

下面以如图 1-8 所示电路来说明电功率的计算方法。

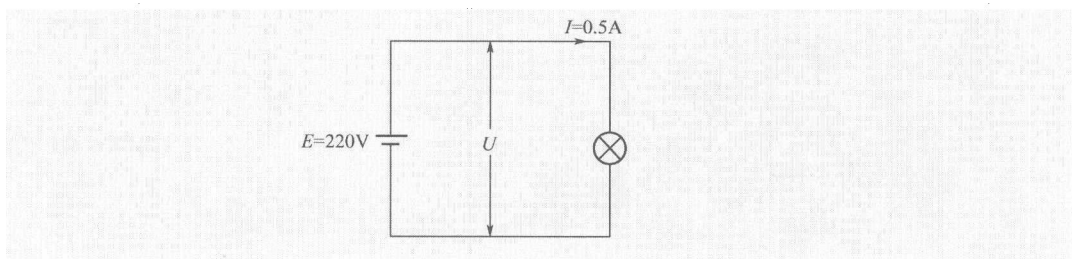


图 1-8 电功率的计算说明图

在如图 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

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

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

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

(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。

焦耳定律可用下面的公式表示

$$Q=I^2Rt$$

式中， Q 表示热量，J； R 表示电阻， Ω ； t 表示时间，s。

举例：某台电动机额定电压是 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

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

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

1.2 直流电与交流电

1.2.1 直流电

直流电是指方向始终固定不变的电压或电流。能产生直流电的电源称为直流电源。常见的干电池、蓄电池和直流发电机等都是直流电源，直流电源常用如图 1-9(a) 所示的图形符号表示。直流电的电流方向总是由电源正极流出，再通过电路流到负极。在如图 1-9(b) 所示的直流电路中，电流从直流电源正极流出，经电阻 R 和灯泡流到负极结束。

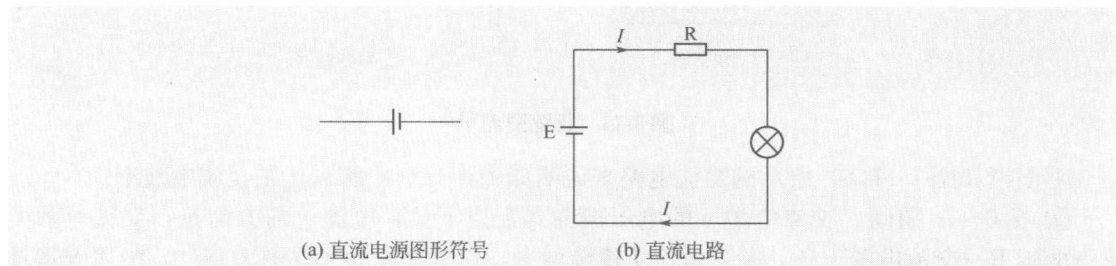


图 1-9 直流电源图形符号与直流电路

直流电又分为稳定直流电和脉动直流电。

(1) 稳定直流电

稳定直流电是指方向固定不变并且大小也不变的直流电。稳定直流电可用如图 1-10(a) 所示波形表示，稳定直流电的电流 I 的大小始终保持恒定（始终为 6mA），在图中用直线表示；直流电的电流方向保持不变，始终是从电源正极流向负极，图中的直线始终在 t 轴上方，表示电流的方向始终不变。

(2) 脉动直流电

脉动直流电是指方向固定不变，但大小随时间变化的直流电。脉动直流电可用如图 1-10(b) 所示的波形表示，从图 1-10(b) 中可以看出，脉动直流电的电流 I 的大小随时间作波动变化（如在 t_1 时刻电流为 6mA，在 t_2 时刻电流变为 4mA），电流大小波动变化在图中用曲线表示；脉动直流电的方向始终不变（电流始终从电源正极流向负极），图 1-10(b) 中的曲线始终在 t 轴上方，表示电流的方向始终不变。

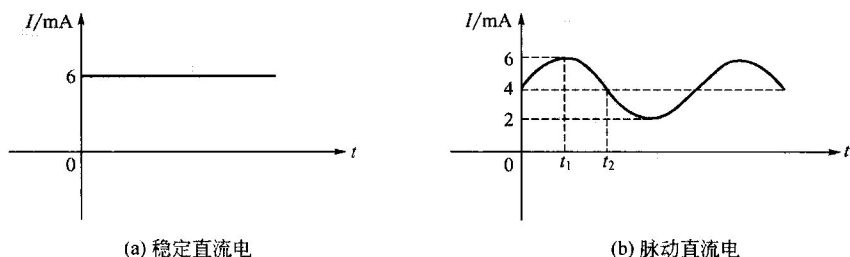


图 1-10 直流电

1.2.2 单相交流电

交流电是指方向和大小都随时间作周期性变化的电压或电流。交流电类型很多，其中最常见的是正弦交流电，因此这里就以正弦交流电为例来介绍交流电。

(1) 正弦交流电

正弦交流电的符号、电路和波形如图 1-11 所示。

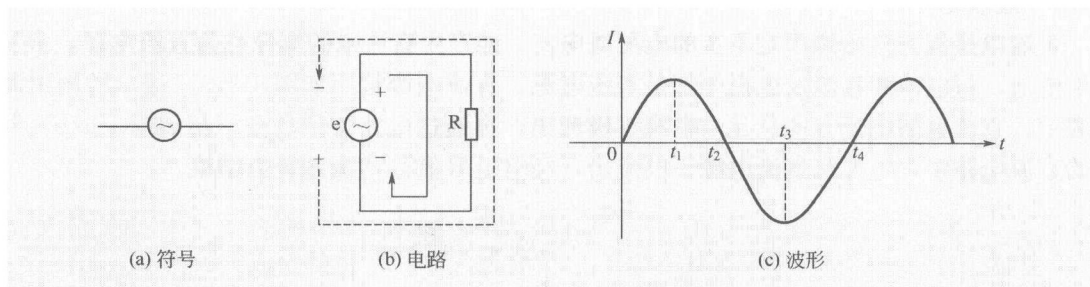


图 1-11 正弦交流电

下面以如图 1-11(b) 所示的交流电路来说明如图 1-11(c) 所示正弦交流电波形。

① 在 $0 \sim t_1$ 期间 交流电源 e 的电压极性是上正下负，电流 I 的方向是：交流电源上正 $\rightarrow$ 电阻 $R \rightarrow$ 交流电源下负，并且电流 I 逐渐增大，电流逐渐增大在图 1-11(c) 中用波形逐渐上升表示， t_1 时刻电流达到最大值。

② 在 $t_1 \sim t_2$ 期间 交流电源 e 的电压极性仍是上正下负，电流 I 的方向仍是：交流电源上正 $\rightarrow$ 电阻 $R \rightarrow$ 交流电源下负，但电流 I 逐渐减小，电流逐渐减小在图 1-11(c) 中用波形逐渐下降表示， t_2 时刻电流为 0。

③ 在 $t_2 \sim t_3$ 期间 交流电源 e 的电压极性变为上负下正，电流 I 的方向也发生改变，图 1-11(c) 中的交流电波形由 t 轴上方转到下方表示电流方向发生改变，电流 I 的方向是：交流电源下正 $\rightarrow$ 电阻 $R \rightarrow$ 交流电源上负，电流反方向逐渐增大， t_3 时刻反方向的电流达到最大值。

④ 在 $t_3 \sim t_4$ 期间 交流电源 e 的电压极性仍为上负下正，电流仍是反方向，电流的方向是：交流电源下正 $\rightarrow$ 电阻 $R \rightarrow$ 交流电源上负，电流反方向逐渐减小， t_4 时刻电流减小到 0。

t_4 时刻以后，交流电源的电流大小和方向变化与 $0 \sim t_4$ 期间变化相同。实际上，交流电源不但电流大小和方向按正弦波变化，其电压大小和方向变化也像电流一样按正弦波变化。

(2) 周期和频率

周期和频率是交流电最常用的两个概念,下面以如图 1-12 所示的正弦交流电波形图来说明。

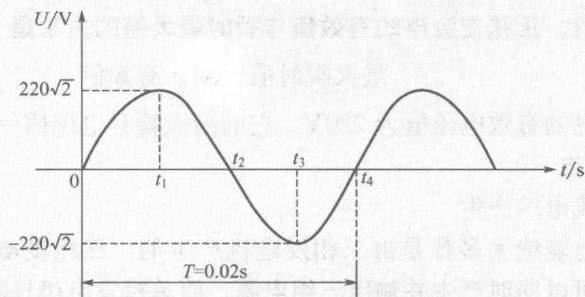


图 1-12 正弦交流电的周期、频率和瞬时值说明图

① 周期 从图 1-12 可以看出,交流电变化过程是不断重复的,交流电重复变化一次所需的时间称为周期,周期用 T 表示,单位是秒 (s)。如图 1-12 所示交流电的周期为 $T=0.02\text{s}$,说明该交流电每隔 0.02s 就会重复变化一次。

② 频率 交流电在每秒钟内重复变化的次数称为频率,频率用 f 表示,它是周期的倒数,即

$$f = \frac{1}{T}$$

频率的单位是赫兹 (Hz)。如图 1-12 所示交流电的周期 $T=0.02\text{s}$,那么它的频率 $f=1/T=1/0.02=50\text{Hz}$,该交流电的频率 $f=50\text{Hz}$,说明在 1s 内交流电能重复 $0\sim t_4$ 这个过程 50 次。交流电变化越快,变化一次所需要时间越短,周期就越短,频率就越高。

(3) 瞬时值和有效值

① 瞬时值 交流电的大小和方向是不断变化的,交流电在某一时刻的值称为交流电在该时刻的瞬时值。以如图 1-12 所示的交流电压为例,它在 t_1 时刻的瞬时值为 $220\sqrt{2}\text{V}$ (约为 311V),该值为最大瞬时值,在 t_2 时刻瞬时值为 0V ,该值为最小瞬时值。

② 有效值 交流电的大小和方向是不断变化的,这给电路计算和测量带来不便,为此引入有效值的概念。下面以如图 1-13 所示电路来说明有效值的含义。

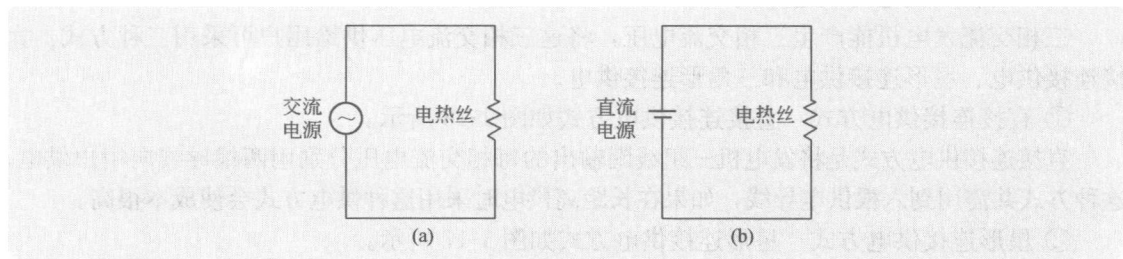


图 1-13 交流电有效值的说明图

如图 1-13 所示两个电路中的电热丝完全一样,现分别给电热丝通交流电和直流电,如果两电路通电时间相同,并且电热丝发出热量也相同,对电热丝来说,这里的交流电和直流

电是等效的,那么就将图 1-13(b) 中直流电的电压值或电流值称为图 1-13(a) 中交流电的有效电压值或有效电流值。

交流市电电压为 220V 指的就是有效值,其含义是虽然交流电压时刻变化,但它的效果与 220V 直流电是一样的。没特别说明,交流电的大小通常是指有效值,测量仪表的测量值一般也是指有效值。**正弦交流电的有效值与瞬时最大值的关系是**

$$\text{最大瞬时值} = \sqrt{2} \times \text{有效值}$$

例如交流市电的有效电压值为 220V,它的最大瞬时电压值 $= 220\sqrt{2} \approx 311\text{V}$ 。

1.2.3 三相交流电

(1) 三相交流电的产生

目前应用的电能绝大多数是由三相发电机产生的,三相发电机与单相发电机的区别在于:三相发电机可以同时产生并输出三组电源,而单相发电机只能输出一组电源,因此三相发电机效率较单相发电机更高。三相交流发电机的结构示意图如图 1-14 所示。

从图 1-14 中可以看出,三相发电机主要是由互成 120° 且固定不动的 U、V、W 三组线圈和一块旋转磁铁组成。当磁铁旋转时,磁铁产生的磁场切割这三组线圈,这样就会在 U、V、W 三组线圈中分别产生交流电动势,各线圈两端就分别输出交流电压 U_U 、 U_V 、 U_W ,这三组线圈输出的三组交流电压就称作三相交流电压。

不管磁铁旋转到哪个位置,穿过三组线圈的磁感线都会不同,所以三组线圈产生的交流电压波形也就不同。三相交流发电机产生的三相交流电波形如图 1-15 所示。

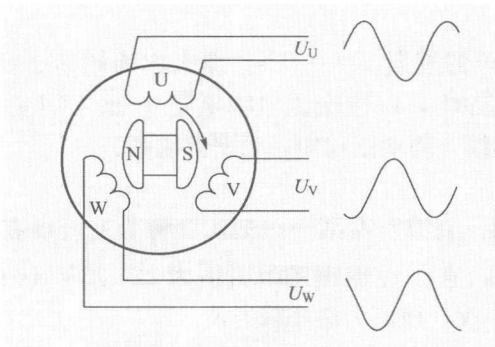


图 1-14 三相交流发电机的结构示意图

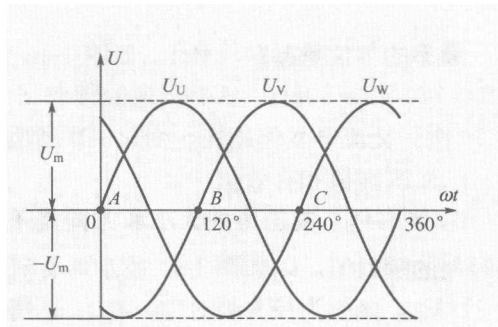


图 1-15 三相交流电的波形

(2) 三相交流电的供电方式

三相交流发电机能产生三相交流电压,将这三相交流电压供给用户可采用三种方式:直接连接供电、星形连接供电和三角形连接供电。

① 直接连接供电方式 直接连接供电方式如图 1-16 所示。

直接连接供电方式是将发电机三组线圈输出的每相交流电压分别用两根导线向用户供电,这种方式共需用到六根供电导线,如果在长距离供电时采用这种供电方式会使成本很高。

② 星形连接供电方式 星形连接供电方式如图 1-17 所示。

星形连接是将发电机的三组线圈末端都连接在一起,并接出一根线,称为中性线(N),三组线圈的首端各引出一根线,称为相线,这三根相线分别称作 U 相线(L1)、V 相线(L2)和 W 相线(L3)。三根相线分别连接到单独的用户,而中性线则在用户端一分为三,同时连接三个用户,这样发电机三组线圈上的电压就分别提供给各自的用户。在这种供电方