

方大千 方亚平 等编著

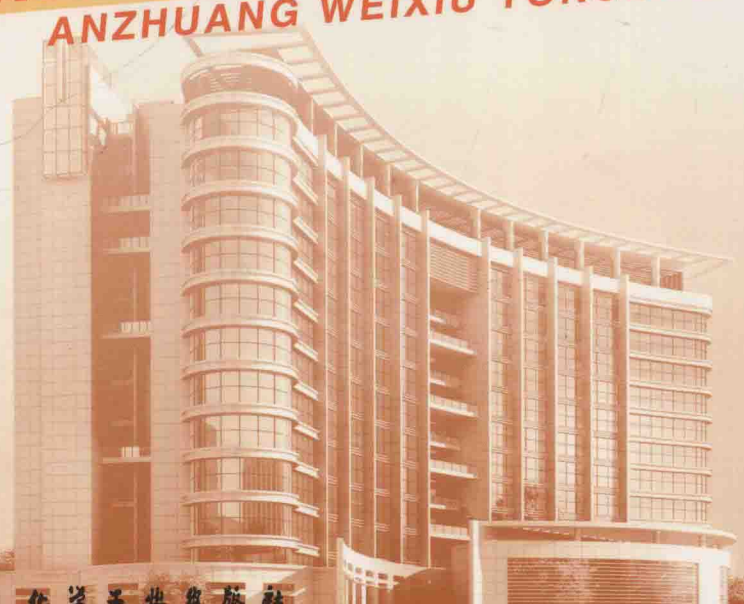
家庭电气

安装·维修·用电

JIATING DIANQI
ANZHUANG WEIXIU YONGDIAN



化学工业出版社



方大千 方亚平 等编著

家庭电气

安装·维修·用电

JIATING DIANQI
ANZHUANG WEIXIU YONGDIAN



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

家庭电气安装·维修·用电/方大千等编著. —北京:
化学工业出版社, 2015. 10
ISBN 978-7-122-24445-1

I. ①家… II. ①方… III. ①房屋建筑设备-电气设备-安装②房屋建筑设备-电气设备-维修③房屋建筑设备-电气设备-安全用电 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 141648 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 边 涛

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 刘丽华

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 刷: 北京云浩印刷有限责任公司
装 订: 三河市瞰发装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 10½ 字数 281 千字
2016 年 1 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。

定 价: 39.80 元

版权所有 违者必究

随着城乡居民生活水平的提高和居住条件的改善，对家庭电气装修和用电水平的要求也越来越高。如何确保家庭电气装修的安装质量，设计好安全、合理、美观的住宅电气方案，营造出美好、舒适的家庭氛围，是每个居民迫切关心的问题，也是装修装饰电工所追求的目标。另外，如何做好家庭安全用电，防范触电、电气火灾和雷击事故的发生，事关每个家庭的生命安全和财产安全，也是装修电工和居民很关心的问题。本书介绍的重点有以下三个方面：一是介绍了家庭装修中的电气安装工艺及相关材料、配件的选择；二是介绍了电气设备和家用电器的安全使用及常见故障的处理；三是介绍了触电、电气火灾、雷击事故及其防止措施。其中列举了许多典型电气事故案例，以便读者从中得到教益，并学会按正确规则和方法处理有关问题。

本书主要的读者对象是装修电工，但也适合城乡居民阅读。

本书主要由方大千、方亚平编写，参加本书编写工作的还有方亚敏、方成、方立、张正昌、张荣亮、郑鹏、朱丽宁、方欣、许纪秋、那宝奎、朱征涛、费珊珊、卢静等同志。全书由方大中高级工程师审校。

由于作者的水平有限，书中内容难免有不妥之处，欢迎读者批评指正。

编著者

第1章 基本知识

1

1.1 电的基本常识	1
1.1.1 静电和电流	1
1.1.2 电位和电压	3
1.1.3 电阻及欧姆定律	4
1.1.4 单相交流电和三相交流电	8
1.1.5 功率、电量及功率因数	10
1.1.6 电流的热效应	12
1.1.7 电流的电磁效应	14
1.1.8 相线(火线)、零线和保护接零线	14
1.1.9 交流电的有效值和最大值	16
1.1.10 导体、绝缘体和半导体	17
1.1.11 电气绝缘及其好坏的判断	18
1.1.12 短路和断路	20
1.2 电气基本元件	21
1.2.1 电阻及电阻串联、并联	21
1.2.2 电容及电容串联、并联	25
1.2.3 电容器的充电、放电现象	28
1.2.4 电感和变压器	29
1.3 常用电工工具与仪表	32
1.3.1 低压试电笔	32
1.3.2 电工钳和尖嘴钳	34
1.3.3 起子和电工刀	35
1.3.4 万用表	36

第2章 住宅供电电路设计及室内布线

39

2.1 负荷电流的计算	39
2.1.1 分支负荷电流的计算	39
2.1.2 总负荷电流的计算	42
2.2 住宅供电电路设计	45
2.2.1 配电方式	45
2.2.2 住宅供电的基本要求	46
2.2.3 两室一厅住宅供电电路 (一)	47
2.2.4 两室一厅住宅供电电路 (二)	49
2.2.5 三室两厅住宅供电电路	49
2.2.6 四室两厅住宅供电电路	50
2.3 室内布线施工	51
2.3.1 布线要点及安全距离	51
2.3.2 塑料线槽布线	54
2.3.3 塑料护套线布线	56
2.3.4 PVC 阻燃管布线	61
2.3.5 在灰砂层内直埋专用电线	65
2.3.6 瓷瓶、瓷柱、瓷夹板布线	67

第3章 导线及电气设备的选择与安装

71

3.1 导线的选择与连接	71
3.1.1 导线型号的选择	71
3.1.2 导线颜色的选择	73
3.1.3 导线截面的选择	73
3.1.4 导线的连接方法	77
3.2 电气设备的选择	82
3.2.1 漏电保护器的选择	82
3.2.2 断路器的选择	87

3.2.3	隔离开关的选择	90
3.2.4	刀开关的选择	91
3.2.5	熔断器的选择	92
3.2.6	终端组合电器	93
3.3	电气设备的安装	95
3.3.1	漏电保护器的安装	95
3.3.2	断路器的安装	97
3.3.3	隔离开关的安装	97
3.3.4	刀开关的安装	98
3.3.5	熔断器的安装	98

第4章 住宅照明布置及灯具的选择与安装 100

4.1	住宅照明布置与安装	100
4.1.1	室内照明的要求	100
4.1.2	灯具的种类及选择	104
4.1.3	灯具安装的基本要求	115
4.1.4	白炽灯、LED灯和荧光灯的安装	116
4.1.5	灯具在空心楼板和墙上的固定方法	117
4.2	照明开关、插座、灯座的选择与安装	118
4.2.1	照明开关的选择与安装	118
4.2.2	插座的选择与安装	122
4.2.3	暗装电气装置件的选择	126
4.2.4	灯座的选择与安装	130

第5章 电气设备常见故障及检修 133

5.1	线路故障的检修	133
5.1.1	照明开关是否接在相线上的检查	133
5.1.2	用试电笔检查线路断路故障	134
5.1.3	插座接线是否正确的检查	136

5.2 照明灯和插头、插座的检修	137
5.2.1 白炽灯常见故障的检修	137
5.2.2 荧光灯常见故障的检修	137
5.2.3 LED 灯常见故障的检修	140
5.2.4 插头、插座故障的检修	140

第6章 家用电器安全使用与检修

142

6.1 家用电器的“漏电”现象及安全措施	142
6.1.1 家用电器的“漏电”及防止	142
6.1.2 家用电器的防潮	144
6.1.3 家用电器引起人身事故的一些规律	145
6.2 家用电器的安全使用与检修	146
6.2.1 彩色电视机	146
6.2.2 电冰箱	149
6.2.3 洗衣机	152
6.2.4 空调器	156
6.2.5 微波炉	159
6.2.6 电扇	163
6.2.7 电熨斗	166
6.2.8 电炒锅、电饭煲、电烤炉	168
6.2.9 电炉、电热杯、电水壶	172
6.2.10 电热水器	174
6.2.11 电吹风机、电热梳、电烫发钳	176
6.2.12 电暖器、电热水袋、电热毯	178
6.2.13 吸尘器	183
6.2.14 脱排油烟机	186
6.2.15 消毒柜	188
6.2.16 浴霸	189
6.2.17 电脑	190

第7章 触电及其防止

193

7.1 触电的生理现象	193
7.1.1 电流通过人体的效应	193
7.1.2 人体电阻	196
7.1.3 作用于人体的电压和电流	197
7.2 触电方式和伤害类型	199
7.2.1 单相触电	199
7.2.2 两相触电	199
7.2.3 跨步电压触电	200
7.2.4 电击	201
7.2.5 电伤	202
7.3 家庭触电事故的规律和原因	203
7.3.1 家庭触电事故的规律	203
7.3.2 造成家庭触电事故的原因	204
7.4 防止家庭触电的措施	207
7.4.1 住宅房间的分类	208
7.4.2 防止家庭触电的三种办法——保护接零、 漏电保护器和电气隔离	209
7.4.3 安全用电要点	215
7.4.4 农村居民用电安全措施	219
7.5 触电救护	222
7.5.1 触电救护要点	222
7.5.2 人工呼吸和胸外心脏挤压	224

第8章 电气火灾及其防止

230

8.1 家庭发生电气火灾的规律和原因	230
8.1.1 家庭电气火灾的规律	230
8.1.2 引起家庭电气火灾的原因	232

8.2 防止家庭电气火灾的措施	240
8.2.1 防止布线引起的火灾	240
8.2.2 防止熔断器引起的火灾	241
8.2.3 防止开关、插头和插座引起的火灾	242
8.2.4 防止照明引起的火灾	243
8.2.5 防止电热器具及家用电器等引起的火灾	245
8.2.6 保护系统上的措施——过载保护	247
8.2.7 有爆炸、火灾危险场所的防火措施	249
8.3 电气火灾的扑救	254
8.3.1 防止扑救人员触电	254
8.3.2 切断电源时的注意事项	255
8.3.3 常用的灭火材料	255

第9章 雷电及其防止

259

9.1 雷电对家庭的危害	259
9.2 家庭防雷措施	262
9.2.1 直击雷、雷电感应和雷电波的防护	262
9.2.2 太阳能热水器的防雷措施	267
9.2.3 家庭防雷要点	268

第10章 触电、电气火灾、雷击事故典型案例 分析

272

10.1 触电事故	272
10.2 电气火灾事故	284
10.3 雷击事故	293

第11章 家庭节约用电

298

11.1 布线及照明节电措施	298
11.1.1 减少室内布线电耗的措施	298

11.1.2	照明节电措施	299
11.1.3	节能灯的节电效果	302
11.2	家用电器节电措施	304
11.2.1	电冰箱、空调器、洗衣机的节电措施	304
11.2.2	彩色电视机、收录机、电脑、手机的节电 措施	313
11.2.3	电扇、电热器具、吸尘器的节电措施	317

第1章

基本知识

1.1 电的基本常识

1.1.1 静电和电流

(1) 摩擦起电

人们在长期实践中发现：玻璃棒、橡胶棒等摩擦丝绸、毛皮后能吸引纸屑等轻微物体，这种能吸引纸屑的现象，就叫作带电，即有了电荷。带电荷的物体叫作带电体。带电体上的电荷可分为正电荷和负电荷两种，它们具有同性电荷相互排斥、异性电荷相互吸引的特性。另外，一个带电体靠近另一个不带电的物体时，能使不带电的物体呈现带电现象。这种现象称为静电感应。

(2) 电子

自然界中的一切物质都由极小的微粒——原子组成。原子又由带正电的原子核和带负电的电子组成。电子围绕着原子核不断地旋转，好像行星环绕太阳旋转一样。但是不论什么物质，原子核所带的正电荷，在数量上都等于全部电子所带负电荷的总和，

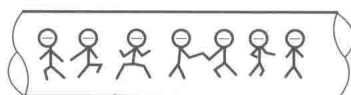
即正、负电荷相等，所以任何物体平时都显中性，没有带电现象。

如果设法（如上述的摩擦）使某一物体得到或失去电子，那么得到电子的物体就带负电，失去电子的物体就带正电。

(3) 静电和电流

不移动的电子叫作静电。

在金属导体内，有很多电子在原子之间作无规则的运动。如果在导体两端接上电源，导体中的电子就会有规则地按一定方向运动。电子有规则的定向运动叫作电流。电流总是从电子多的一边流向电子少的一边；从电势高的一边流向电势低的一边。电子流动的方向是从负端到正端，但习惯上认为电流的方向是从正端到负端（指直流电）。要使电子发生移动或长期的流动，必须使带电体或电源两端产生电动势或保持电位差，就像水流动，需要有压力差一样。电流的形成如图 1-1 所示。



(a) 没有电场力作用下导体中的自由电子



(b) 在电场力作用下导体中的自由电子定向移动
图 1-1 电流的形成

习惯上人们把正电荷运动的方向定为电流的方向，它与电子移动的方向相反。

电流分直流和交流两种：方向和强度都不变的电流称为直流电（以 DC 表示）；方向和强度作周期性变化的电流称为交流电（以 AC 表示）。直流电又分稳定直流与脉动直流两种，如图 1-2 所示。交流电又分单相交流和多相交流两种，多相交流电中常用的是三相交流

电。交流电可以用二极管、晶闸管（旧名可控硅）等整流器及变流器变为直流电；直流电也可以用变流器等变为交流电。

实际工作中，需要知道电路中电流的大小。电流的大小可以用

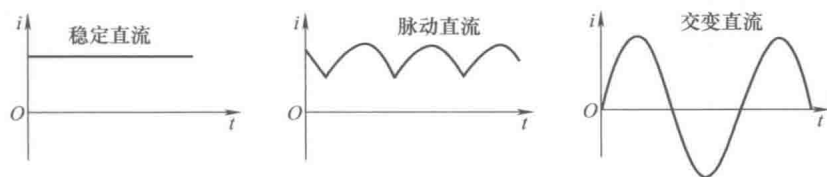


图 1-2 直流电和交流电

每单位时间 t 内通过导体任一横截面的电量 Q 来计量,称为电流强度,简称电流。电流用符号 I 表示,电流单位的名称是安培,简称为安,用符号 A 表示,更小的单位是毫安 (mA)、微安 (μA),更大的单位为千安 (kA)。它们的关系是:

$$1kA=1000A;1A=1000mA;1mA=1000\mu A$$

1 安培表示 1 秒钟 (s),内有 1 库仑 (C) 电量通过导体的横截面。

$$I(A)=\frac{Q(C)}{t(s)}$$

1.1.2 电位和电压

电荷在电场中受电场力的作用,要产生运动而做功,说明电荷在电场中具有能量。这种能量的大小和电荷在电场中的位置有关,故称为电位能。电位就是单位电量正电荷在电场中某一点所具有的电位能,又称电势。

所谓电压是这样定义的:电场中 a 、 b 两点间电压的大小等于电场力把单位正电荷从 a 点移到 b 点时所做的功。电压的方向规定为由高电位指向低电位。为了形象起见,不妨用水流作比喻,如图 1-3 (a) 所示。水箱 A 的位置高于水箱 B 的位置,故 A 箱中的水在位能的作用下,就顺着水槽流向 B 箱。与此相仿, A 物体带正电, B 物体带负电, A 物体的电位比 B 物体高,因此电流由高电位 A 向低电位 B 流动,如图 1-3 (b) 所示。高电位与低电位之间的电位差称为电压。

电压和电位的单位名称是伏特，简称为伏，用符号 V 表示，更小的单位是毫伏（mV）、微伏（ μV ），更大的单位是千伏（kV）。它们的关系是：

$$1\text{kV}=1000\text{V}; 1\text{V}=1000\text{mV}; 1\text{mV}=1000\mu\text{V}$$

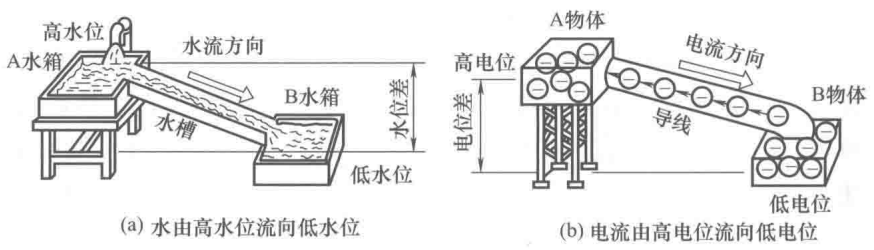


图 1-3 解释电压的比喻

电位与电压的区别：电位是指电路中某一点的势能，而电压是两点间的电位差。电位与所选取的参考点有关，是随参考点的改变而改变的（但是一个电路里只能有一个参考点），而两点间的电压是不会改变的，与参考点无关。图 1-4 为某收音机中放电路，三极管 VT 集电极 c 的电位相对地（d 点）而言是 -5.4V ，发射极 e 的电位相对地而言是 -0.35V ，而 e、c 两极间的电压为 5.05V 。

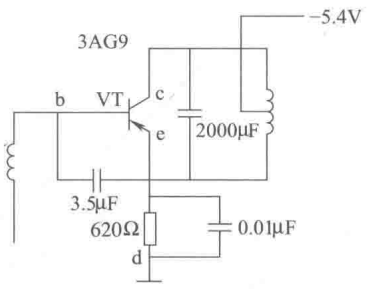


图 1-4 某收音机中放电路

1.1.3 电阻及欧姆定律

(1) 电阻

自由电子在导体中沿一定方向流动时，并不是完全自由的，它会与导体内的原子等不断地发生碰撞，从而表现出某种程度的阻力，即导体本身对电流的流动有反抗的作用（这与水在管道中流动

时受到的阻力相类似), 这种阻力就叫电阻。

电阻用符号 R 表示, 电阻单位的名称是欧姆, 简称为欧, 用符号 Ω 表示, 更小的单位有毫欧 ($\text{m}\Omega$)、微欧 ($\mu\Omega$), 更大的单位有千欧 ($\text{k}\Omega$)、兆欧 ($\text{M}\Omega$)。它们的关系是:

$$1\text{M}\Omega = 1000\text{k}\Omega; 1\text{k}\Omega = 1000\Omega; 1\Omega = 1000\text{m}\Omega; 1\text{m}\Omega = 1000\mu\Omega$$

决定导体电阻大小的因素有: ①导体长度, 长度越长, 电阻越大; ②导体截面积, 截面积越大, 电阻越小; ③导体电阻率, 即与导体材料有关; ④导体的温度, 一般物体随着温度升高, 电阻增大。这是因为物体温度升高后, 加剧了自由电子的热运动, 从而增加了自由电子与原子、离子碰撞的机会, 导致电阻的增大。但也有物体随温度升高, 电阻反而降低。有的物体则表现出电阻不随温度而变化。

导体电阻的计算公式为

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

式中 ρ ——导体材料的电阻率, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;

L ——导体的长度, m ;

S ——导体的截面积, mm^2 。

导体温度增加后的电阻计算公式为

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

式中 R_2 ——导体温度增加后的电阻, Ω ;

R_1 ——导体原电阻, Ω ;

t_2 ——增加后温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_1 ——导体原温度, $^{\circ}\text{C}$;

α ——电阻温度系数。

几种常用材料在温度为 20°C 时的电阻率如表 1-1 所列。

【例 1-1】 一根截面积为 2.5mm^2 的铜导线, 长度为 50m , 试计算该导线在 20°C 时的电阻。

表 1-1 材料的电阻率

材 料	电阻率/ $(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$
纯铜	0.0169
含有 0.1% 杂质的退火铜线芯	0.0175
铜线芯(含有 0.1% 杂质的硬拉铜)	≤ 0.0184
纯铝	0.0262
铝线芯(含有杂质约 0.7%)	≤ 0.0310
钨	0.0548
铁	0.098~0.30
钢	0.13~0.25
铅	0.222

解 查表 1-1, 得铜导线的电阻率 $\rho = 0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。

导线电阻为

$$R = \rho \frac{L}{S} = 0.0175 \times \frac{50}{2.5} = 0.35 (\Omega)$$

(2) 欧姆定律

电阻、电压和电流三者是互相联系和具有一定规律的。实验证明, 通过负载的电流与负载两端的电压成正比, 而与负载的电阻成反比, 这就是欧姆定律。用公式表示为

$$I = \frac{U}{R}$$

式中 I ——电流, A;

R ——电阻, Ω ;

U ——电压, V。

该公式还可以写成如下形式, 即

$$U = IR$$

$$R = \frac{U}{I}$$

【例 1-2】 一只灯泡与一节 1.5V 的干电池相连, 灯泡燃亮时的灯丝电阻为 3Ω , 试求流过灯泡的电流。

解 根据欧姆定律, 通过灯泡的电流为