

乔长君 李新宇 编著



图解

家装电工 快捷入门

TUJIE JIAZHUANG DIANGONG
KUAIJIE RUMEN



化学工业出版社

乔长君 李新宇 编著



图解

家装电工 快捷入门

TUJIE JIAZHUANG DIANGONG
KUAIJIE RUMEN



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解家装电工快捷入门/乔长君, 李新宇编著. —北京: 化学工业出版社, 2016. 10

ISBN 978-7-122-27870-8

I. ①图… II. ①乔… ②李… 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 (2016) 第 197558 号

责任编辑: 高墨荣

责任校对: 宋 夏

文字编辑: 陈 喆

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 7¼ 字数 209 千字

2016 年 11 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: 28.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着社会经济的不断发展,人民生活水平日益提高,从事家装工作的电气工作人员也在迅速增加,电工的工作任务决定了其以实践性为主的工作属性,电工初学者只有不断加强操作技能的学习与训练,才能在实践中练就过硬的本领,迅速提高自己的技能水平。怎样才能把书本上的知识应用于生产实践,把眼花缭乱的图形符号变为手中的一招一式,是每个初学者经常遇到的难题。为了满足家装电工人员的学习需求,我们特编写了本书。

本书以大量的实际操作图配合深入浅出的语言,介绍了家装电工基本技能,使读者一看就懂,一读就通。在编写过程中,重点突出图解的形式,图文并茂、文字简明,使广大读者在轻松的阅读中迅速掌握家装电工技术,提高技能水平。

本书分家装电工常用知识与技能、配电线路安装、照明安装、家庭用电设备与防盗保安系统安装、电气安全共5章,包括电工学基本知识、常用工具与仪表的使用、常用材料、家装电工识图知识、低压配电线路、室内配线、电气照明故障检查方法、照明安装、家电设备安装、防盗保安系统安装、电气安全共11个方面内容,涵盖了家装电工的方方面面。

本书列举的图形真实可靠,既体现实用性、典型性,又有新技术的融合,不仅可供家装电工人员阅读,也可用于职业院校学生学习参考,尤其适用于家装电工初学者入门。

本书由乔长君、李新宇编著,赵亮、郭建、双喜、刘海河、罗利伟、乔正阳、杨春林、孙泽剑、马军、朱家敏、于蕾、武振忠、杨滨宇等对本书的编写提供了帮助,在此一并表示感谢。

由于水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

目录

第1章 家装电工常用知识与技能	1
1.1 电工学基本知识	1
1.1.1 电的概念	1
1.1.2 磁的概念	2
1.1.3 电与磁	4
1.1.4 单相电路	6
1.1.5 单相交流电	9
1.1.6 三相对称正弦交流电路	10
1.2 常用工具与仪表的使用	12
1.2.1 常用工具的使用	12
1.2.2 常用仪表的使用	21
1.3 常用材料	25
1.3.1 常用塑料材料	25
1.3.2 常用金属件材料	35
1.3.3 照明开关及插座	38
1.3.4 常用其他材料	51
1.4 家装电工识图知识	59
1.4.1 电气图的标注方法	59
1.4.2 电气图的识读	62
1.4.3 常用照明电路	73
第2章 配电线路安装	76
2.1 家庭配电线路设计原则	76
2.1.1 家庭配电线路要遵循科学设计原则	76
2.1.2 家庭配电线路要遵循合理设计原则	77

2.1.3	家庭配电线路要遵循安全设计原则	79
2.2	电缆敷设	79
2.2.1	保护管敷设	79
2.2.2	直埋敷设	86
2.2.3	电缆头制作	89
2.3	绝缘子（瓷瓶）线路安装	93
2.3.1	绝缘子定位、划线、凿眼和埋设紧固件	93
2.3.2	绝缘子线路的安装	94
2.3.3	导线安装	94
2.4	电线管配线	98
2.4.1	钢管的加工	98
2.4.2	硬质塑料管加工	100
2.4.3	管子明装	105
2.4.4	塑料管暗配线	107
2.4.5	管内穿线	122
2.5	护套线配线	124
2.5.1	弹线定位	124
2.5.2	敷设导线	124
2.6	其他配线	128
2.6.1	钢索配线	128
2.6.2	塑料线槽的明配线	131
2.7	导线连接与绝缘恢复	138
2.7.1	导线的连接	138
2.7.2	导线绝缘恢复	146
2.7.3	家装改造实例	148
2.8	电气照明故障检查方法	153
2.8.1	照明线路短路故障	153
2.8.2	照明线路断路故障	155
2.8.3	照明线路漏电	158
2.8.4	照明线路绝缘电阻降低	160

第3章

照明安装

161

3.1	灯具选择与位置确定	161
3.1.1	照明灯具的选择	161

3.1.2	器具盒位置的确定	163
3.2	照明安装	172
3.2.1	低压配电箱的安装	172
3.2.2	开关和插座的安装	174
3.2.3	灯具吊装	179
3.2.4	壁灯的安装	181
3.2.5	灯具吸顶的安装	183
3.2.6	景观照明的安装	185

第4章

家电设备与防盗保安系统安装

189

4.1	家电设备安装	189
4.1.1	吊扇的安装	189
4.1.2	浴霸的安装	190
4.1.3	卫星电视的安装	192
4.1.4	排气扇的安装	193
4.1.5	排烟罩的安装	194
4.1.6	网线的安装	194
4.2	防盗保安系统安装	195
4.2.1	接触式探测器安装	195
4.2.2	非接触式探测器安装	199
4.2.3	门禁系统安装	202
4.2.4	巡更保安系统	208
4.2.5	闭路电视监控系统	210

第5章

电气安全

217

5.1	安全用电常识	217
5.1.1	用电注意事项	217
5.1.2	触电形式	219
5.1.3	脱离电源的方法和措施	221
5.2	触电救护方法	223
5.2.1	口对口（鼻）人工呼吸法步骤	223
5.2.2	胸外心脏按压法步骤	224

第1章

家装电工常用知识与技能

1.1 电工学基本知识

1.1.1 电的概念

(1) 电子与电荷

电荷是物质固有的一种特性。它既不能创生，也不能消灭，只能被转移，自然界不存在脱离物质而单独存在的电荷。目前发现自然界中只有两种电荷：正电荷与负电荷。正常情况下物体所带正电荷和负电荷的数量是相等的，对外界表现为不带电。只有由于某种原因，使得负电荷多于（或少于）正电荷时，这个物体才表现为带电。

两个带电荷的物体之间总存在相互的作用力，同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。用电量来衡量物体携带电荷的数量，用字母 Q 表示，单位可以用电子数目来表示，但实际使用时，这个单位太小，我们采用库仑（C）作为电量的单位，1 库仑等于 6.24×10^{18} 个电子电荷。

(2) 电流

导体内的自由电子或离子在电场力的作用下有规律的流动叫做电流。人们规定正电荷移动的方向为电流的正方向。

单位时间内通过导体截面积的电量即为电流强度，习惯上简称

为电流。用字母 I 表示, $I = \frac{Q}{t}$, 单位为安培 (A), 实际使用中还有 kA、mA、 μ A。

大小和方向都不随时间变化的电流叫恒定电流, 也叫直流电流, 又称直流电。大小和方向都随时间变化的电流叫交流电流, 也称交流电。

在单位横截面积上通过的电流大小, 称为电流密度。用 J 表示, $J = \frac{I}{S}$, 单位为安培/平方毫米 (A/mm^2)。

(3) 电位与电压

带电体周围存在着一种特殊的物理场叫电场。

电荷在电场中要受到电场力的作用而发生运动, 因此我们可以认为电荷在电场中具有电位能。单位正电荷在电场中某点所具有的电位能叫做这一点的电位, 单位是伏特 (V)。

在电场中任意选择一点作为参考点, 单位正电荷从某一点移动到参考点时, 电场力所做的功也就是电场中该点的电位, 而参考点本身的电位则为零。

电场中任意两点之间的电位之差叫做电位差, 也叫电压, 用字母 U 表示, 单位是伏特 (V)。

参考点的选择是任意的, 而参考点的选择对各点电位的大小是有影响的, 但却不影响电压的大小。在理论研究时, 通常取无穷远处作为电位的参考点, 在实际工作中, 通常取大地作为电位的参考点, 在电子设备中, 通常取设备外壳作为电位的参考点。

(4) 电动势

电动势等于电源力将单位正电荷从电源负极移动到电源正极所做的功。用字母 E 表示, 单位是伏特 (V)。

1.1.2 磁的概念

(1) 磁现象

凡具有吸引铁、镍、钴等物质的性质称为磁性, 而具有磁性的物质叫磁体。

在磁体的两端各有一个磁性最强的区域, 这个区域叫磁极。并且同一磁体的两个磁极有着不同的性质, 即磁南极 (S 极) 和磁北

极(N极)。在磁极之间具有“同性相斥、异性相吸”的特性。

(2) 磁场与磁力线

磁体之间相互吸引或排斥的力称为磁力。

把磁体周围存在磁力作用的区域称为磁场。

为了直观、形象地描述磁场的方向和强弱而引出磁力线的概念(图 1-1),并规定在磁体的外部,磁力线由 N 极指向 S 极;在磁体内部,磁力线由 S 极指向 N 极,使磁力线在磁体内外形成一条条闭合的曲线。在曲线上任何一点的切线方向就表示该点的磁力线方向,也就是小磁针在磁力作用下静止时 N 极所指的方向。通常用磁力线方向来表示磁场方向,用磁力线的疏密程度表示磁场的强弱。磁力线越密,磁场越强。磁力线越疏,磁场越弱。

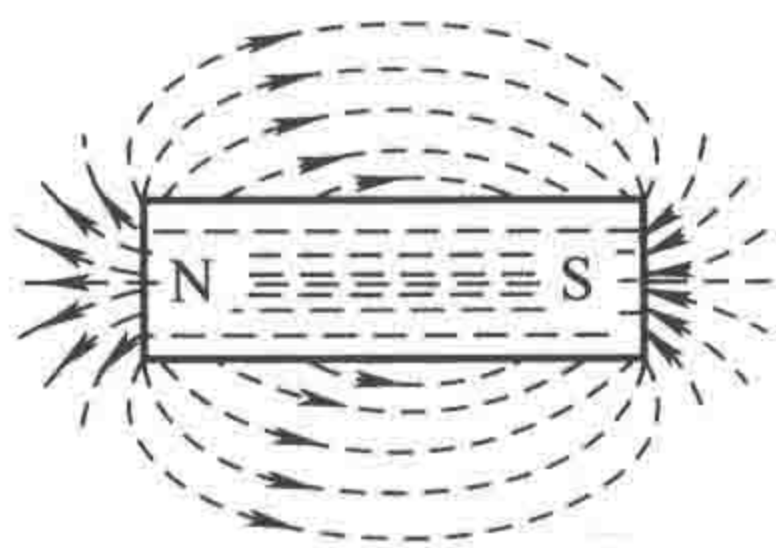


图 1-1 磁力线

(3) 磁通

垂直穿过磁场中某一截面的磁力线条数,反映了磁场中这一截面上磁场的强弱。把垂直穿过磁场中某一截面的磁力线条数叫磁通或磁通量。用字母 Φ 表示,单位是韦伯(Wb)。

(4) 磁感应强度

单位面积上垂直穿过的磁力线条数,称为磁通密度,也叫磁感应强度。用字母 B 表示, $B = \frac{\Phi}{S}$,单位是特斯拉(T)。

磁感应强度不仅有大小,而且有方向。磁感应强度的方向就是磁场的方向,也就是小磁针北极在该点的指向。

(5) 磁导率

磁导率是一个用来表示物质磁性的物理量,也就是用来衡量物质导磁能力的物理量,用字母 μ 表示,单位是亨利/米(H/m)。

真空的磁导率为 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ 。

任何一种物质的磁导率与真空的磁导率的比值,称为该物质的相对磁导率。用字母 μ_r 表示,没有单位。

(6) 磁场强度

磁场中磁感应强度的大小不仅与产生磁场的电流有关,还与磁

场中的介质有关,为了使计算简便,通常用磁场强度来表示磁场。

用字母 H 表示, $H = \frac{B}{\mu}$, 单位是安培/米 (A/m)。

磁场强度的大小与磁场中的介质无关,方向和所在点的磁感应强度方向一致。

1.1.3 电与磁

(1) 电流的磁场

在电流的周围存在着磁场,这种现象称为电流的磁效应。通电导体周围产生的磁场方向可以用安培定则来判断。

直导线周围磁场的方向由右手安培定则判定:用右手握住通电导体,让拇指指向电流方向,则弯曲四指的指向就是直导线周围的磁场方向,如图 1-2 所示。

螺旋管内部磁场的方向由右手螺旋定则判定:用右手握住通电线圈,让弯曲四指指向线圈电流方向,则拇指所指方向就是线圈内部的磁场方向,如图 1-3 所示。

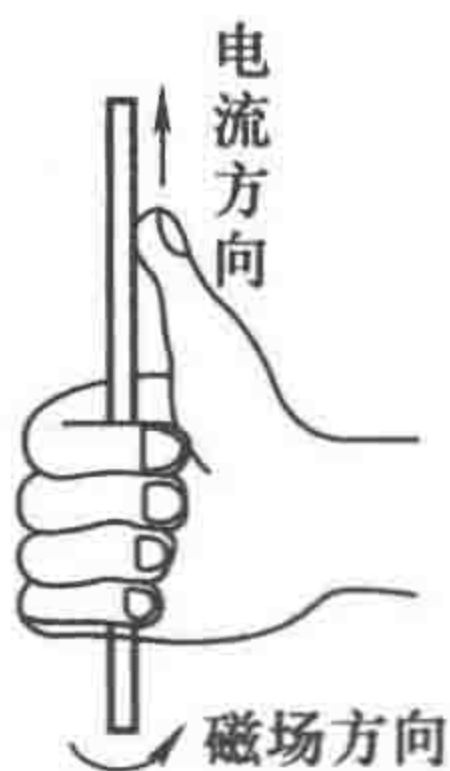


图 1-2 安培定则

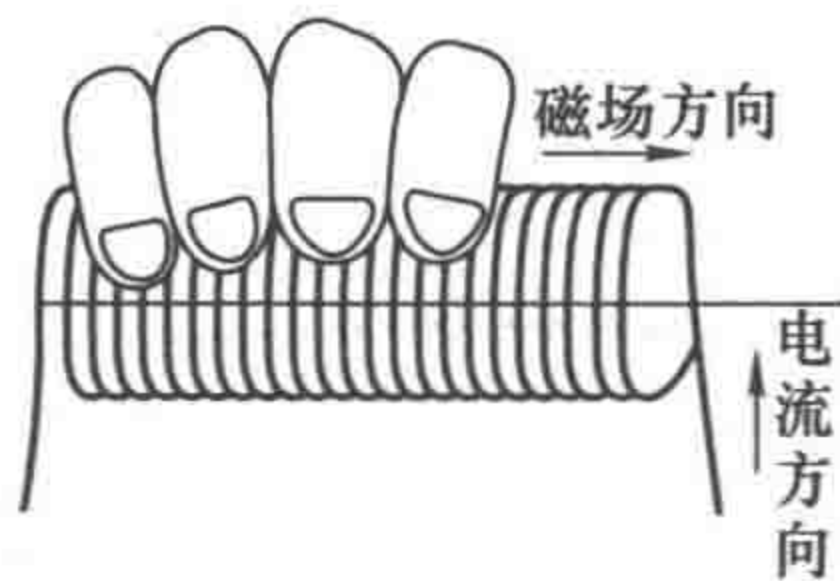


图 1-3 右手螺旋定则

应该注意的是:如果导线中流入的是直流电,那么导线周围的磁场方向是固定不变的,如果导线中流入的是交流电,则磁场大小和方向将随电流方向的变化而变化。

(2) 电磁感应

当穿过闭合回路所包围的面积中的磁通量发生变化时,回路中就会产生电流,这种现象叫电磁感应现象。回路中所产生的电流叫感应电流。另一种现象是:当闭合回路中的一段导线在磁场中运动,并切割磁力线时,导体中也会产生电流。

直线导体与磁场相对运动而产生的感应电动势 e 的大小与导体切割磁力线的速度 v 、导体的长度 L 和导体所处的磁感应强度 B 有关，若导体运动方向与磁力线之间的夹角为 α ，则感应电动势为 $e = BLv \sin \alpha$ 。

直线导体感应电动势的方向可用右手定则来判定：伸开右手，让拇指与其余四指垂直并在一个平面内，使磁力线穿过掌心，拇指指向切割磁力线的运动方向，四指的指向就是感应电动势的方向，如图 1-4 所示。

线圈中磁通变化而产生的感应电动势 e 的大小与穿过线圈的磁通变化率有关，若线圈的匝数为 N ，则感应电动势为

$$e = \left| N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$$

线圈中感应电动势的方向由楞次定律来判定：感应电流产生的磁通总是阻碍原磁通的变化。也就是说，当线圈中的磁通增大时，感应电流产生的磁通与原磁通方向相反。而当线圈中的磁通减少时，感应电流产生的磁通与原磁通方向相同。

(3) 磁场对电流的作用

处在磁场中的通电导体会受到力的作用，这种作用称为电磁力。用字母 F 表示， $F = BIL \sin \alpha$ 。

电磁力的方向由左手定则判定：伸开左手，让拇指与其余四指垂直并在同一平面内，让磁力线穿过手心，四指指向电流方向，拇指所指方向就是通电导体所受到的电磁力的方向，如图 1-5 所示。

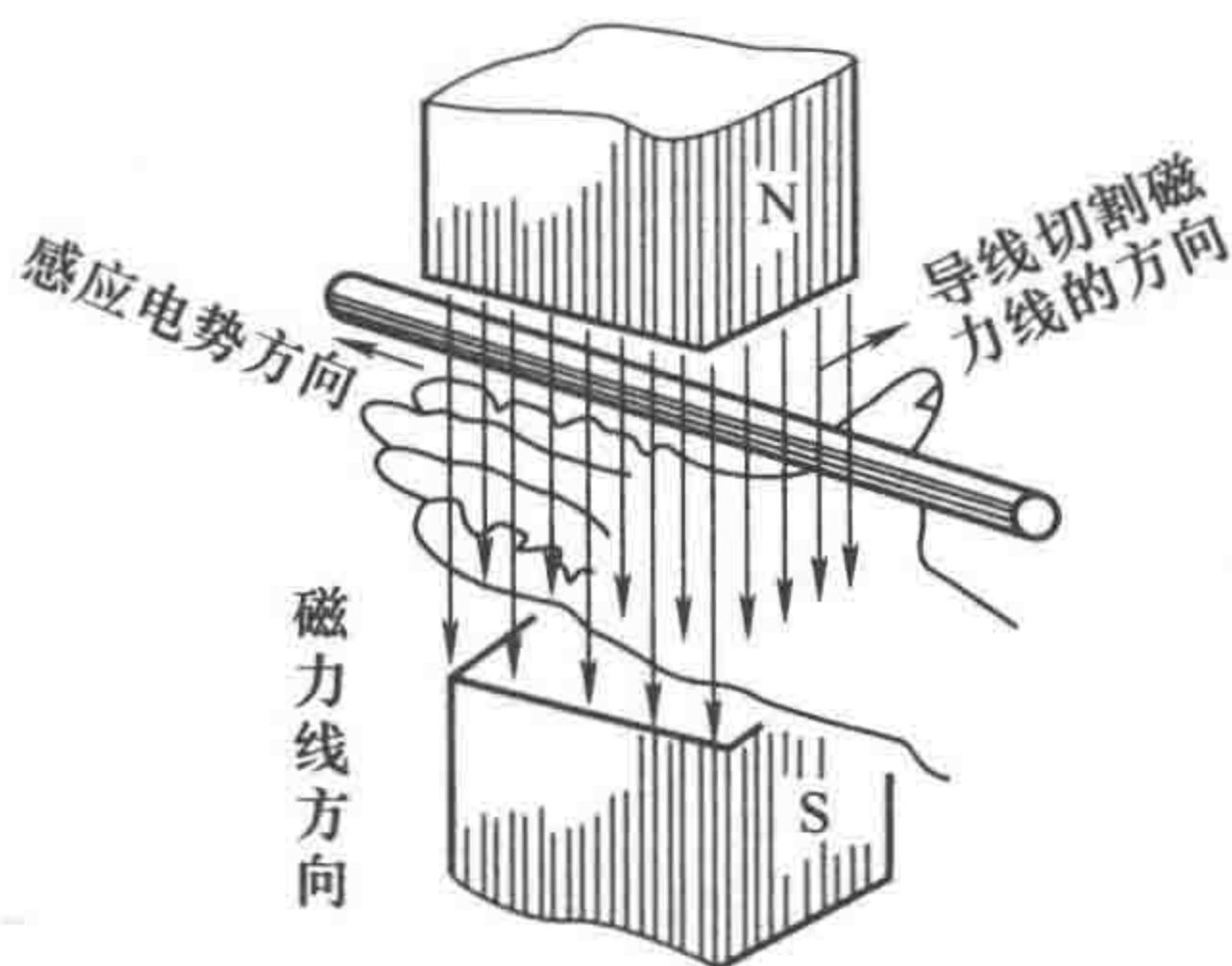


图 1-4 右手定则

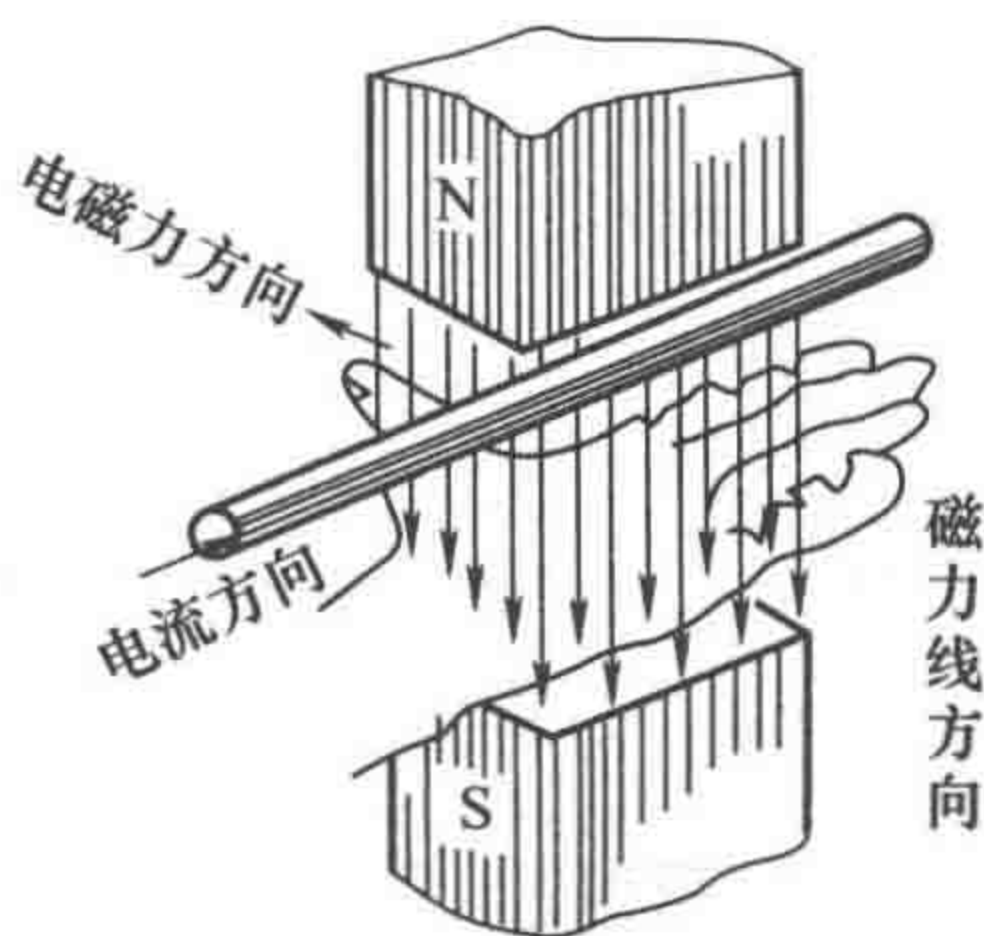


图 1-5 左手定则

1.1.4 单相电路

(1) 电路

电流通过的路径，称为电路。一个完整的电路由电源、负载、输电导线和控制设备组成。对电源来讲，负载、输电导线和控制设备等称为外电路。电源内部的一段称为内电路。

电路的工作状态分为通路、断（开）路和短路三种。

(2) 正方向

习惯上规定正电荷运动的方向（即负电荷运动的反向）为电流的方向，但在分析较为复杂的电路时，往往难以事先判断某支路中电流的实际方向，为此，常可任意假定一个方向作为电流的正方向，或者称为参考方向。当电流的实际方向与其正方向一致时，则电流为正值。当电流的实际方向与其正方向相反时，则电流为负值。

电流的正方向在电路图中，一般用箭头表示，箭头的方向就是电流的正方向。也可用双下标表示，例如 I_{ab} 表示电流的正方向由 a 点指向 b 点。

电压、电动势和电流一样，也同样具有方向，电压的方向规定为由高电位端指向低电位端，也就是电位降低的方向。电源电动势的方向规定为电源内部由低电位端指向高电位端，也就是电位升高的方向。在电路分析中，电压、电动势的正方向也是可以任意规定的，正方向的表示方法与电流的正方向表示方法完全相同。

(3) 电阻及其连接

导体能导电，同时对电流有阻力作用，这种阻碍电流通过的能力称为电阻，用字母 R 或 r 表示，单位为欧姆（ Ω ）。常用单位还有千欧（ $k\Omega$ ）、兆欧（ $M\Omega$ ）。

当温度一定时，导体的电阻不仅与它的长度和横截面积有关，而且与导体材料自身的电阻率有关，电阻率又称为电阻系数，是衡量物体导电性能好坏的一个物理量，用字母 ρ 表示，单位为欧姆·米（ $\Omega \cdot m$ ）。其数值是指导体的长度为 $1m$ 、截面积为 $1mm^2$ 的均匀导体在温度为 $20^\circ C$ 时所具有的电阻值，可见 $R = \rho \frac{L}{S}$ 。

表示物质的电阻率随温度而变化的物理量，称为电阻的温度系

数。其数值等于温度每升高 1°C 时, 电阻率的变化量与原来的电阻率的比值, 用字母 d 表示, 单位为 $1/^{\circ}\text{C}$ 。

1) 电阻串联

将两个以上的电阻元件顺序地连接在一起, 构成一条无分支的电路, 称为串联电阻电路, 如图 1-6 所示。

串联电阻电路具有以下特点。

① 串联电阻电路中的等效电阻等于各个串联电阻之和, 即:

$$R = R_1 + R_2$$

② 串联电阻电路中流过每个电阻的电流都是相等的, 并且等于总电流, 即:

$$I = I_1 = I_2$$

③ 串联电阻电路的总电压等于各个串联电阻两端电压之和, 即:

$$U = U_1 + U_2$$

④ 串联电阻电路中的各个电阻上所分配的电压与各自的电阻值成正比, 即:

$$\frac{U}{R} = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

2) 电阻并联

将两个以上的电阻元件都连接在两个共同端点之间, 构成一条多分支的电路, 称为并联电阻电路, 如图 1-7 所示。

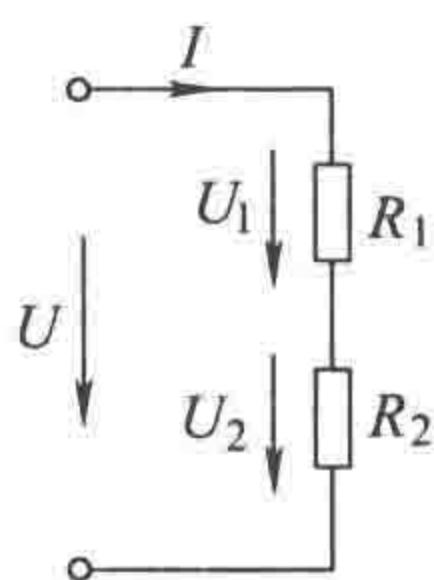


图 1-6 串联电阻电路

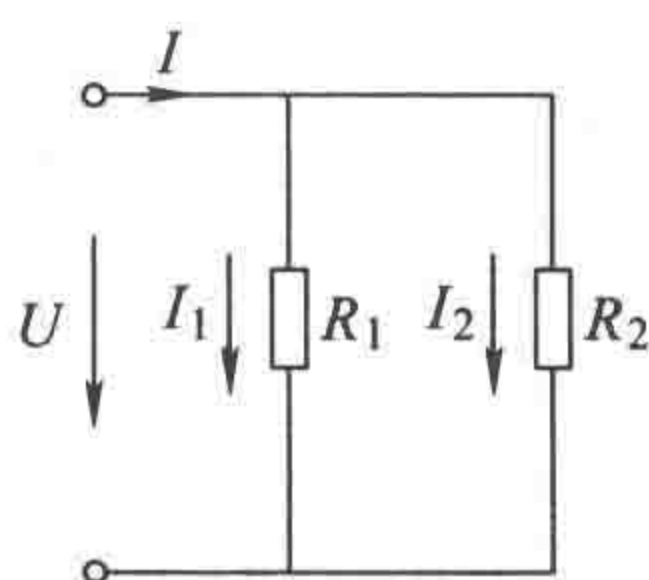


图 1-7 并联电阻电路

并联电阻电路具有以下特点。

① 并联电阻电路中各个电阻两端的电压都是相等的, 并且等于总电压, 即:

$$U = U_1 = U_2$$

② 并联电阻电路的总电流等于各个并联电阻两端电流之和，即：

$$I = I_1 + I_2$$

③ 并联电阻电路中的等效电阻的倒数等于各个并联电阻的倒数之和，即：

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_2}$$

④ 并联电阻电路中的各个电阻上所分配的电流与各自的电阻值成反比，即：

$$IR = I_1 R_1 = I_2 R_2$$

(4) 欧姆定律

在一段电路中，流过该段的电流与电路两端的电压成正比，与该段电路的电阻成反比，表示为 $I = \frac{U}{R}$ 。

欧姆定律是不含电源的电路情况，在实际工作中，电源 E 的内电阻 r_0 有时是不可忽略的，这时欧姆定律可以写为 $I = \frac{E}{R + r_0}$ 。

我们把上述这个公式称为全电路欧姆定律。

(5) 电感

当交流电流流过线圈时，交变的电流将在线圈中产生变化的磁场，这一变化的磁场同时又在线圈自身产生感应电动势，这一现象叫做自感现象。

穿过线圈的磁通与产生磁通的电流之间的比值叫做线圈的自感系数，简称自感。用字母 L 表示，单位为亨利（H）。

当两个线圈相互靠近，其中一个线圈的电流变化，引起穿过另一个线圈所包围的磁通量跟着变化，而在另一个线圈中产生感应电动势的现象叫做互感现象。由第一个线圈的电流所产生而与第二个线圈相关联的磁通，同该电流的比值，叫做第一个线圈对第二个线圈的互感系数，简称互感。用字母 M 表示，单位为亨利（H）。

通常把自感和互感统称为电感。

当电感线圈两端加上交流电压时，就有交流电流通过，电感线圈中将产生自感电动势，从而阻碍电流的变化，所以电感线圈中交

流电流的变化总是滞后交流电压的变化。电感阻碍交流电流通过的这种作用称为感抗。用字母 X_L 表示, $X_L = 2\pi fL$, 单位为欧姆(Ω)。

交流负载中只有电感的交流电路称为纯电感电路。纯电感电路中, 加在电感上的交流电压超前流过电感的电流 90° 。并且它们之间的关系在数值上也满足欧姆定律。

(6) 电容器

电容器是存储电荷的容器。由用绝缘介质隔开而又相互邻近的两块金属板或金属片构成。电容器存储电荷的能力用电容量来表示, 简称电容。用字母 C 表示, 单位是法拉 (F), 实际应用中, 还有微法 (μF) 和皮法 (pF)。

电容阻碍交流电流通过的作用称为容抗。用字母 X_C 表示, $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$, 单位是欧姆 (Ω)。

交流负载中只有电容的交流电路称为纯电容电路。纯电容电路中, 加在电容上的交流电压滞后流过电容的电流 90° 。并且它们之间的关系在数值上也满足欧姆定律。

我们把感抗与容抗之和称为电抗。把电阻与电抗之和称为阻

抗。用字母 Z 表示, $Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2}$ 。

1.1.5 单相交流电

(1) 正弦交流电的概念

交流电的大小和方向都是随时间变化的, 我们把按正弦规律变化的交流电称为正弦交流电。通常所说的交流电都是指正弦交流电。

交流电流在 1s 内电流方向改变的次数称为频率, 用字母 f 表示, 单位为 Hz (赫兹)。我国工频交流电的频率为 50Hz。

如果某一交流电流 i 通过一个纯电阻 R , 在一个周期内, 所发出的热量与某一直流电流 I 在同一电阻内所发出的热量相等 (也就是两者发热效应等效), 则这个直流电流的数值就是该交流电流的有效值, 用大写字母表示。

电压、电流、电动势在一个周期内的最大瞬时值叫最大值或振

幅值。用大写字母表示，下标为 m 。最大值是有效值的 $\sqrt{2}$ 倍。

正弦交流电可以用正弦函数表示，例如电压 $u = U_m \sin(\omega t + \Psi)$ 。式中， ω 为圆频率， $\omega = 2\pi f$ ； Ψ 为初相角。

频率为基波频率倍数的一种正弦波叫谐波，非正弦波可以看做是一系列谐波之和。

(2) 单相电功与电功率

电流通过用电器所做的功叫电功。用 W 表示，单位是焦耳(J)。常用的单位还有千瓦时($\text{kW} \cdot \text{h}$)，也就是常说的度， $1\text{kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{J}$ 。

单位时间内电流通过用电器所做的功叫电功率。

单位时间内电流通过纯电阻负载所做的功叫有功功率。用字母 P 表示， $P = \frac{W}{t} = UI$ ，单位是千瓦(kW)。

交流电通过阻抗性负载时并不完全用来做有用功，我们把这时的电流与电压的乘积称为视在功率，用字母 S 表示， $S = UI$ 。这时的有功功率可以表示为 $P = UI \cos \varphi$ ，式中， φ 为电阻与电抗之间的夹角； $\cos \varphi$ 称为功率因数。而把 $UI \sin \varphi$ 称为无功功率，用 Q 表示，单位是乏(var)。

能量在转换或传递的过程中总要消耗一部分，即输出小于输入，输出能量与输入能量的比值叫做效率，用字母 η 表示。

1.1.6 三相对称正弦交流电路

(1) 三相对称正弦交流电的概念

由三个电压、频率相同而相位依次相差 120° 的电源组成的系统称为三相对称正弦交流电。如果把 L_1 相电压初相定义为零，则三相对称正弦电压的函数表达式为：

$$\begin{aligned} u_1 &= U_m \sin \omega t \\ u_2 &= U_m \sin(\omega t - 120^\circ) \\ u_3 &= U_m \sin(\omega t + 120^\circ) \end{aligned}$$

三个相电压达到最大值的次序称为相序。按 $L_1 \rightarrow L_2 \rightarrow L_3 \rightarrow L_1$ 的次序循环下去称为顺序(正序)；按 $L_1 \rightarrow L_3 \rightarrow L_2 \rightarrow L_1$ 的次序循环下去称为逆序(反序)，一般不加说明均认为采用顺序。

(2) 三相电路的连接