

学看家用电器电路图

左振川 编著



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry

URL: <http://www.phei.co.cn>

学看家用电器电路图

左振川 编著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

本书讲述了电磁学的基本概念和定律,家用电器元器件的构造及工作原理,看懂电路图的诀窍,并对照明、照相、电热、电动、电源及其它日用电子器具中具有代表性、先进性的电器电路图进行详细剖析。

本书深入浅出,通俗易懂,内容涉及各种家用电器,具有典型性、资料性、实用性。

本书适用于电气、电子爱好者和电器维修员阅读,亦可作为职业中学和电子与培训班教材,或作为大专电子、物理专业的辅修课教材和参考书。

书 名:学看家用电器电路图

编 者:左振川

责任编辑:陈鹏飞

印 刷 者:三河市华东印刷厂印刷

出版发行:电子工业出版社出版、发行 URL: <http://www.phei.co.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店经销

开 本:787×1092 毫米 1/16 印张:10.5 字数:250 千字

印 数:5000 册

版 次:1998 年 5 月第一版 1998 年 5 月第一次印刷

书 号: ISBN 7-4613-X
TN·1137

定 价:12.50 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

近年来,随着科学技术的发展和社会需求的增加,各式各样的家用电器潮水般进入了机关、学校、商店、歌舞厅、宾馆、饭店和千家万户。各种家用电器已经成为人们不可缺少的朋友。为了适应高节奏的生活,减轻劳作强度,就使用电饭煲、洗衣机;为了美化环境,渲染节日、庆典的欢乐气氛,则悬挂“流水”、“声控”、“闪烁”的各式彩灯;为了生活舒适、安逸,夏用电扇、空调,冬用电热褥、毯;为了卫生保健,按摩器、催眠器……应运而生;为了家庭安全,防盗报警器、漏电保安器……各显其能。可以想见,今后会有更多更好的家用电器来到我们身边。

这本书是为家用电器使用者、修理员、电气爱好者和产品开发人员写的,也可以作为职业高中有关专业的教学参考书。本书旨在探讨一条快速读懂家用电器电路,了解工作原理的捷径。

本书深入浅出、通俗易懂地介绍了最基本的电磁学概念和定律,即看懂电路图所必需的基础知识;又介绍了常用元器件的构造及看懂电路图的方法和诀窍;精选了上百种具有典型性、代表性的电路并对其作了较详尽的剖析。

书中介绍的家用电器电路有很强的实用性。读者了解和熟悉这些电路后,能很方便地对常见家用电器进行仿制、组装、改进和修理。从而提高自己的看图识图能力和维修水平。

本书的酝酿与编著,得到了陈鹏飞先生的帮助和指导。参与编写的还有何琪、张永军、张丽芳、门素云等同志,在此谨表衷心的感谢。

限于作者水平,书中错误不当之处有所难免,恳请读者不吝指正。

左振川

1997年8月于石家庄

目 录

第一章 电磁学基本概念和定律

第一节 电路和电路图	(1)
一、电路的组成	(1)
二、电路图	(2)
第二节 欧姆定律	(3)
一、电流、电压、电动势和电阻	(3)
二、欧姆定律	(4)
第三节 电流的热效应和电功率	(5)
一、电流的热效应	(5)
二、电功率	(5)
第四节 直流电和交流电	(6)
一、直流电	(6)
二、交流电	(6)
第五节 电磁感应	(7)
一、磁场与磁力线	(7)
二、电流的磁效应	(7)
三、磁场对通电导线的作用	(8)
四、电磁感应	(8)
第六节 光和电磁波	(10)
一、光和电磁波	(10)
二、电光源的发光原理	(11)
三、微波和红外线、紫外线	(11)

第二章 家用电器的常用元件

第一节 电阻、电容、电感和变压器	(12)
一、电阻	(12)
二、电容	(14)
三、电感	(17)
四、变压器	(18)
第二节 半导体器件	(19)
一、二极管	(19)
二、三极管	(20)
三、单结晶体管	(23)
四、可控硅	(23)
五、场效应晶体管	(25)

六、集成电路.....	(25)
第三节 电光元件	(26)
一、白炽灯.....	(26)
二、荧光灯.....	(27)
三、闪光灯.....	(28)
四、氖气泡.....	(28)
五、启辉器.....	(28)
第四节 按钮继电器	(29)
一、按钮.....	(29)
二、电磁继电器.....	(29)
第五节 电热元件	(30)
一、电阻式电热元件.....	(30)
二、热敏式电热元件.....	(31)
三、远红外线电热元件.....	(32)
四、电热元件的主要参数.....	(32)
第六节 电声元件	(32)
一、扬声器.....	(32)
二、蜂鸣器.....	(33)
第七节 自动温度控制元件	(33)
一、感温磁铁温控器.....	(33)
二、感温囊恒温器.....	(34)
三、双金属片温控器.....	(34)
第八节 机械定时器	(36)
一、单触点定时器.....	(37)
二、多触点定时器.....	(37)
第九节 电动机	(38)
一、直流电动机.....	(38)
二、交流单相异步电动机.....	(40)

第三章 怎样看家用电器电路图

第一节 看电路图要注意的问题	(44)
一、熟悉电路图形符号.....	(44)
二、看电路图要注意的问题.....	(44)
第二节 常见的单元电路	(45)
一、整流电路.....	(45)
二、稳压电路.....	(47)
三、常用的放大电路.....	(49)
四、振荡电路.....	(53)
第三节 看家用电器电路图的诀窍	(55)

一、电路图与方框图对应.....	(56)
二、分析各单元电路和各元件的作用.....	(56)
三、了解关键检测点的电压值.....	(57)

第四章 家用灯具电路

第一节 普通白炽灯	(58)
一、一个开关控制一个灯.....	(58)
二、一个开关控制多个灯.....	(58)
三、多个开关控制一个灯.....	(59)
第二节 调光白炽灯	(59)
一、分挡调光电路.....	(59)
二、无级调光电路.....	(60)
三、自动调光电路.....	(61)
四、白炽灯延时电路.....	(62)
第三节 日光灯	(62)
一、交流日光灯.....	(62)
二、直流日光灯.....	(65)
三、交直流两用照明灯.....	(69)
第四节 彩色装饰灯	(72)
一、“满天星”彩灯.....	(72)
二、彩灯闪烁控制.....	(73)
三、音乐彩灯控制.....	(76)

第五章 电动器具电路

第一节 电风扇	(81)
一、单速电风扇.....	(81)
二、调速电风扇.....	(81)
三、带微风挡的电风扇.....	(83)
第二节 洗衣机	(83)
一、普通型洗衣机.....	(84)
二、半自动双筒洗衣机.....	(86)
三、全自动洗衣机.....	(87)
第三节 电吹风	(90)
一、专业用电吹风.....	(90)
二、家用电吹风.....	(90)
第四节 电动自行车电路	(92)
第五节 家用按摩器	(93)
一、电磁式按摩器.....	(93)
二、电动式按摩器.....	(94)

第六节 吸尘器	(95)
一、单速吸尘器	(95)
二、可调速吸尘器	(95)

第六章 电热器具电路

第一节 电热杯、电炉	(96)
第二节 电烙铁	(96)
一、双温电烙铁	(96)
二、低压电烙铁	(97)
三、感应式烙铁	(97)
四、恒温电烙铁	(97)
第三节 电热褥、垫	(97)
一、调温电热褥	(98)
二、恒温电热褥	(99)
第四节 电饭煲	(101)
第五节 电烤箱	(102)
第六节 电热水器	(103)
一、即热式热水器	(103)
二、预热式热水器	(103)
三、全自动淋浴器	(104)
第七节 空间加热器	(105)
第八节 微波炉	(106)

第七章 照相机电路

第一节 测光器	(108)
一、晶体管测光	(108)
二、集成电路测光	(109)
第二节 闪光灯	(111)
一、普通闪光灯	(111)
二、交流闪光灯	(112)
三、交直流两用闪光灯	(113)
四、自动控制闪光灯	(113)
第三节 照相机电路	(114)

第八章 电子器具电路

第一节 电子定时器	(116)
一、晶体三极管定时器	(116)
二、单结晶体管定时器	(119)
三、场效应管定时器	(121)

四、集成定时器	(122)
第二节 电器保护器	(124)
一、冰箱保护器	(124)
二、漏电保护器	(127)
三、接触保护器	(129)
第三节 报警器	(129)
一、简易报警器	(130)
二、发光报警器	(130)
三、强力声光报警器	(131)
四、触摸式报警器	(132)
五、感应式报警器	(132)
六、可燃气体报警器	(133)
七、燃气熄火报警器	(134)
八、降温报警器	(135)
第四节 电子点火器	(135)
一、简易点火器	(135)
二、低压点火器	(135)
三、可控硅点火器	(136)
四、直流点火器	(136)
第五节 医疗保健器	(138)
一、音乐电震器	(138)
二、电子催眠器	(139)
三、定时催眠电震器	(139)
四、假性近视矫正器	(140)
五、耳穴探测器	(141)
第六节 电子驱虫器	(141)
一、电灭蝇器	(142)
二、超声波驱虫器	(142)
三、高压捕鼠器	(143)
四、安全电子捕鼠器	(143)
第七节 电子门铃	(145)
一、叮咚门铃	(145)
二、三音门铃	(145)
三、触摸门铃	(146)
四、语音门铃	(146)
五、能记忆的门铃	(147)
六、可编程序的音乐门铃	(148)

第九章 家用电器的电源

第一节 交流稳压器.....	(150)
一、自动交流稳压器	(150)
二、磁饱和交流稳压器	(152)
三、集成交流稳压器	(153)
第二节 直流稳压器.....	(153)
一、低压降稳压器	(154)
二、输出电压可调稳压器	(154)
三、自动调压太阳能电源	(155)
四、集成稳压器	(156)
第三节 充电器.....	(157)
一、简单的充电器	(157)
二、自动控制充电器	(157)
三、无极性充电器	(158)
第四节 逆变器.....	(159)
一、工频可控硅逆变器	(159)
二、VMOS 管逆变器	(161)

第一章 电磁学基本概念和定律

从科学角度上讲,任何家用电器都是把电能转化为其它形式能量的装置。例如,电灯是把电能转变成光,用来照明;电炉是把电能变成热,用来烧饭、取暖;电动机把电能变成机械转动,为我们做各种事情……所以,从事家用电器的维修工作者,首先要能看懂电路图,能分析电路原理,了解电路是怎样工作的。要达到这个要求,我们应该具备一定的电磁学知识,掌握一些电磁学基本定律。

第一节 电路和电路图

一、电路的组成

水沿河道走,顺着水管流动才不会泛滥成灾;火车只有在铁轨上才能飞速行驶。河道、水管是“水的道路”;铁轨是“车的道路”。电,也不例外,我们只有为它“构筑”电路,才能约束它、使用它。

我们去商店买手电筒用的小灯泡时,为了检验它的好坏,售货员常会象图 1-1 画的那样,用一根电线,把电池和一个小灯泡连起来,灯泡要是发光,就证明电池有电,灯泡也是好的。这里,电池、灯泡、导线就构成了一个电路。把这个电路用电路符号画出来,如图 1-2。这个电路虽然简单,但是“麻雀虽小,五脏俱全”,却具备了电路的主要组成部分:电源、用电器、导线和开关。这里电池是电源;灯泡是用电器;电线是连通电路用的导线;而售货员的手操纵线路的通断,控制灯泡亮灭,正起到开关的作用。



图 1-1 手电筒电路实体图

任何电器,无论是简单的手电筒,还是最新式的洗衣机、微波炉,它们的电路都是由电源、用电器、控制元件(开关)和导线这四部分组成。复杂电路则是由多个简单电路组成的。

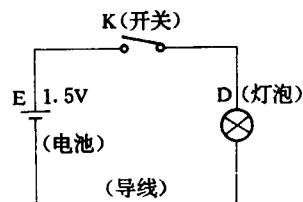


图 1-2 手电筒电路原理图

1. 电源

电源是为用电器提供能量的装置。电池、发电机都是电源。习惯上也常把墙上的交流电插座和“稳压器”叫做电源,因为它们能为用电器提供电能。

电源分直流电源和交流电源两种。干电池、蓄电池(电瓶)、直流稳压器等是直流电源,它们提供电流方向不变的直流电。交流发电机、城市供电电线路(家庭中的电插座)等是交流电源,它们提供电流强弱、方向变化的交流电。

2. 用电器

人不能“吃电”充饥;不能“喝电”解渴;不能“穿电”御寒,但可以用电饭锅把饭煮熟,把水烧开,供人饮食;可以用电炉取暖。我们几乎可以用电做任何想到的事情。电锅、电炉、冰箱、洗衣机……等,所有用电的东西,都是用电器。用电器是把电能转变为其它形式能量的装置。人

们日常生活中接触到的用电器数以百计,通常把它们按用途分为照明电器、厨房电器、娱乐电器、保健电器、取暖电器……等;也常按电气性能分为电热器具、电光器具、电动器具、制冷器具、电磁器具……等。每一类家用电器中,又有十几种乃至几十种电器。

在家电维修中,为了分析电路,了解电路,也常把电路中的元件,如电阻、电热丝、晶体管、电动机……等看作用电器。

3. 控制电路

随着生活水平的提高和生活节奏的加快,人们使用的电器不但品种多,而且要求自动化程度高,比如煮熟饭后能自动断电,还能长时间保温的电饭锅就大受欢迎。这种电饭锅当其里面的饭温度下降时,会自动将电源接通,使饭重新热起来,而在饭热以后,又能自动将电路切断,停止加热。这样锅里的饭就能保持适当的温度,随时可供食用。这种电饭锅的电路中,就不止是电热丝和开关,还要装上比较复杂的自动控制电路。

同类家用电器的档次高低和功能优劣,在很大程度上由它的控制电路决定。高档多功能电器常常配有复杂的控制电路。我们了解家用电器的工作原理,常要分析它们的控制电路。

二、电路图

把电器的全部或部分元器件,和它们的连接方式,用图示方法画出来,或者把整机各主要部分的作用和相互关系画出来,就是电路图。电路图的常用画法有实体图、方框图、原理图和线路板图。

1. 实体图

把电路中所用元件的真实形状和各元件之间的连线画出来,就是实体图。图 1-1 是手电筒电路的实体图。实体图形象直观,容易看懂,但对复杂的电路,不但元器件外形难画,而且连线纵横交错也难分辨,更不易进行电路分析。

2. 原理图

这是最常见的电路表示方式。它按一定的规则,用文字、符号、数字表示元器件的种类、型号、主要参数和各元器件之间的连接方式。图 1-2 就是手电筒电路的原理图。我们在图中各个元件符号旁边用括号注明了它所代表的元件名称,熟悉了元件符号之后,这是不必要的。

电路原理图简单明了,规范整齐,易于进行电路分析,是最常用的、较好的电路表示方式。我们通常说的“电路图”,如果没有特别注明,就是指原理图。厂家生产的电器出售时,都附有电路原理图,它是日后使用维修的必要资料,用户应妥善保存。

3. 方框图

这是把电器电路的主要部分分别用方框表示,框内注明电路功能。各方框之间的联系或信号流程,用连线或箭头表示。方框内一般不画出具体电路。尽管方框图不涉及具体电路,但它表示了电器的电路结构和工作原理,所以同类电器的电路设计可能千差万别,但其方框图却大体相似。

方框图对分析具体电路起指导作用,看懂了方框图就能大致了解电路整体。方框图越细,对整体电路的表达越深刻。电器修理员不能立即断定故障所在时,常要用到方框图,以根据电路结构,确定问题在那个“方框”内,缩小故障的查找范围。

4. 线路板图

线路板图也叫“印制电路板图”。这是因为大多数电器线路板采用印制方法制成的缘故。它

画出了线路板的形状,板上的铜箔导线用醒目的条块描出,并将各类元器件在线路板上的位置用电路符号标注出来。线路板图是电器修理时,查找故障元件的必备资料。

第二节 欧姆定律

一、电流、电压、电动势和电阻

电流、电压、电动势和电阻都是电学中最常用的基本量。

1. 电流

电荷在导体中定向移动,就形成电流。电流是有方向的,我们规定正电荷的运动方向为电流方向。

电流的大小叫做电流强度(I)。电流强度的基本单位是“安培”,简称“安”,常用字母 A 表示。电流强度的常用单位还有毫安(mA)、微安(μA)。它们之间的换算关系是:

$$1 \text{ 安培}(A) = 10^3 \text{ 毫安}(mA) = 10^6 \text{ 微安}(\mu A)$$

例如以市电为电源的 40 瓦电灯,通过的电流强度约为 $0.18A$;用两节干电池的电筒中,小灯泡通过的电流强度约为 $0.3A$ 。

2. 电压

在任何一段导线中,都有大量不断运动的电子,但它们并不能形成电流。因为这些电荷的运动是杂乱无章的,不是定向的移动。它们象水池里静止的水,尽管水分子在不断的运动,却不能形成“水流”。如果在水池里装上图 1-3 所示的装置,旋开开关 K ,水管中的水就会向下(定向)流动,形成水流。谁都知道,这时 A 池里的水会自动流到 B 池里,而 B 池里的水绝不会自动流到 A 池。这是因为 A 池中的水位高, B 池的水位低,两个水池存在“水位差”,也就是“水压”。水是在水压的作用下,才能由 A 池到 B 池定向流动,形成水流的。同样道理,在电路中电池正极的电位高,负极的电位低,正、负极间存在“电位差”,也就是“电压”。当导线把用电器连到电池的正、负极上时,在电压的作用下,正电荷由电池正极通过用电器流向负极,形成电流。

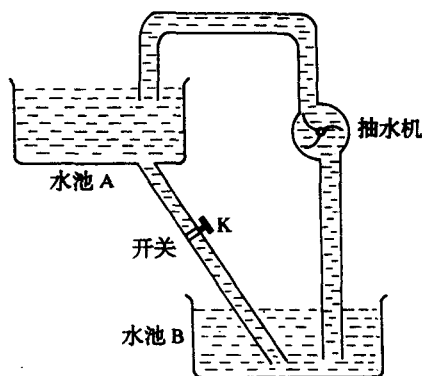


图 1-3 水压和水流

在水池中,若要保持 A 池的水位总是高于 B 池的水位,使水管中的水流源源不断,必须用抽水机把 B 池的水不断抽到 A 池。电源的作用就象抽水机,把流到负极的正电荷再从电池内部“抽”到正极,以保持正极的电位总是高于负极电位,这样才能使电路中的电流持续下去。

电压常用字母 U 表示。它的基本单位是“伏特”,简称“伏”,用字母 V 表示。电压的常用单位还有毫伏(mV)和千伏(kV)。它们之间的换算关系是:

$$1 \text{ 伏特}(V) = 10^3 \text{ 毫伏}(mV) = 10^{-3} \text{ 千伏}(kV)$$

干电池正负极间电压是 $1.5V$,市电电压是 $220V$ 。人体接触低于 $36V$ 电压时,不会发生伤亡事故,因此 $36V$ 以下的电压称为安全电压。

3. 电动势

手电筒电路(图 1-2)中,开关 K 闭合时,在电池电压的作用下,导线和灯泡中有电流。当开关 K 断开时,电路中的电流被切断,但电池的正负极间仍然存在电位差。电路不接通时,电源正负极间的电位差叫做电动势。电源电动势表征电源把正电荷从负极搬运到正极的能力。电动势常用字母 E 表示,电动势的单位和电压单位相同,都是伏特。

4. 电阻

世界上所有物质,不论是金属还是非金属,不论是固体、液体还是气体,都对电流有阻碍作用。我们将物质对电流的阻碍作用称为电阻。根据电阻的大小,自然界的物质可以分为三类:电阻很大,几乎不允许电流通过的称作绝缘体,如橡胶、玻璃、陶瓷等;电阻很小,电流容易通过的称作导体,如金属、碳棒等;电阻介于绝缘体和导体之间的物质称作半导体,如硅、锗等。

物体电阻的大小不但与材料种类有关,而且与它的形状有关。同一种材料制成的导线,它的电阻与长度成正比,而与横截面积成反比。也就是说,同样材料的导线越长、越细,电阻越大;越短、越粗,电阻越小。长度和粗细相同的导线,铜线电阻小,铝线电阻大一些,铁线更大。用镍铬合金可以制成电阻很大的导线,被称作电阻丝或电热丝,常用来做电炉、烤箱、电褥子等电热器具。

电阻常用字母 R 表示,它的基本单位是“欧姆”,简称“欧”,用字母 Ω 表示。电阻常用达到单位还有千欧(k Ω)和兆欧(M Ω)。它们之间的换算关系为:

$$1 \text{ 兆欧(M}\Omega\text{)} = 10^3 \text{ 千欧(k}\Omega\text{)} = 10^6 \text{ 欧}(\Omega)$$

例如,家庭使用的 40 瓦电灯泡中的钨丝电阻为 1.2k Ω ;1 千瓦电炉丝的电阻大约是 50 Ω 。

电源既有把正电荷从负极转移到正极的能力,同时又对电流有阻碍作用,也就是说电源本身也有电阻。作为比喻,好象抽水机既能把水抽到高处,而抽水机的叶轮、管壁又会阻碍水的流动。电源的电阻称为电源内阻,常用字母 r 表示。新电池的内阻很小,随着电池的使用,它的内阻会逐渐增大。

二、欧姆定律

1. 支路欧姆定律

德国物理学家欧姆在 1927 年发现,电阻中通过电流的大小,与加在电阻两端的电压成正比,与电阻的大小成反比。这个电学规律称为欧姆定律。它的数学表达式是:

$$I = U/R$$

式中电压 U 的单位是伏特,电阻单位是欧姆时,那么电流单位为安培。

欧姆定律的表达式还可以写成 $U = IR$,或者 $R = U/I$ 。上面的式子没有考虑电源内阻对电路的影响,适合在不包括电源的某段电路中使用,所以也常称为支路欧姆定律。欧姆定律是电学最基本定律之一,熟悉欧姆定律是对每个电子爱好者和家电维修员的基本要求。

我们在分析电路,修理家用电器时,灵活运用欧姆定律能给工作带来很大方便。例如,要判断某一支路中的电流大小,常规做法是先断开这条电路,再把电流表串联在电路中,测量电路的电流强度,测量之后还要将电路再接通。这在实际操作中很不方便。我们往往测量串联在这支路中某个电阻上的电压,利用欧姆定律由电阻值和它两端的电压值算出电流值,就省去断、接电路的麻烦。

2. 全电路欧姆定律

把欧姆定律用于如图 1-4 所示的包括电源的闭合电路,就得到全电路欧姆定律。这里,电路的总电阻为用电器电阻 R 和电源内阻 r 的和,那么电路中的电流强度 I 就和电池电动势 E 的大小成正比。这个关系用数学式表示为:

$$I = E / (R + r)$$

就是全电路欧姆定律。它也可以写成

$$E = IR + Ir$$

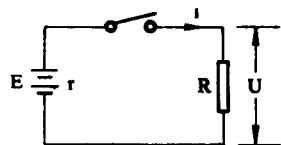


图 1-4 全电路欧姆定律

其中 IR 是加在电源负载电阻 R 上的电压 U , Ir 是电源内阻上的电压降。电源内阻增大,它工作时内部电压降也就变大,会使它负载上的电压降低。例如电筒中的电池用旧后,它的电动势变化并不大,内阻却大大增加。不用电时,测量它正负极两端电压,万用表读数并不太小(接近电动势),但是开关一接通,通过灯泡的电流却很小,灯泡两端的电压很低。

第三节 电流的热效应和电功率

一、电流的热效应

电流通过用电器时,用电器温度会升高,发热。电流通过灯泡中的钨丝,钨丝被加热到发出白光,电能转换成了热能和光能。电流通过电阻时,电阻温度会升高,是电学普遍现象。这叫电流的热效应。电热器具如电烙铁、电熨斗、电饭煲、电热毯等,都是利用电流热效应制成的。

电流的热效应不总是有用的,例如输电导线发热,白白消耗电能,并使绝缘材料老化,绝缘性能降低。家用电器中,非电热元器件发热,会影响电器稳定工作,甚至造成故障。

二、电功率

电器消耗电能,把它变成热能、光能、机械能……电器在单位时间内消耗的电能,叫做它的电功率。对电功率的一般理解,可以把它看成是电器做功的快慢,或是一定时间内耗电的多少。电功率常用字母 P 表示,它的单位是“瓦特”,简称“瓦”,用字母 W 表示。电功率常用单位还有千瓦(kW)。

电器的电功率(常称为功率)的大小与加在用电器上的电压高低成正比,与通过电器的电流大小也成正比。在只有电阻的电路里,电功率与电压、电流的关系为:

$$P = UI$$

这个式子与欧姆定律 $I = U/R$ 结合起来,还能写成:

$$P = U^2 / R \quad P = I^2 R$$

这几个式子在电路分析和计算中常会用到,使用中功率的单位用瓦特;电压用伏特;电流用安培;电阻用欧姆。

家用电器的铭牌或明显位置上都标有它的“标称功率”,这是电器主要参数之一。要注意的是,电器只有在“额定电压”下才能正常使用,例如常用的电灯泡上标有“~220V 40W”字样,是指这个灯泡在电源电压 220V 时使用,功率是 40W,能正常发光。要是电源电压太高,灯泡发光“贼亮”,但消耗功率太大,会很快被烧毁;电源电压太低时,灯泡实际消耗功率小,光色暗红,也不正常。

第四节 直流电和交流电

一、直流电

直流电流的大小和方向都不随时间变化。直流电压的正、负极性也不随时间变化。图 1-5

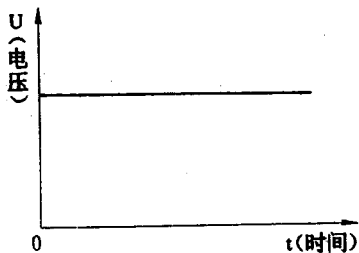


图 1-5 直流电的图象

中将直流电压(或电流)与时间的关系用图象表示:横坐标表示时间(t),纵坐标表示电压 U (或电流 I)的大小,直流电的图象是一条水平直线。直流电压的正、负极性,和直流电流的方向是不变的。

二、交流电

大小和方向随时间变化的电流是交流电。我国城市供电网输送的是 220V 的交流电。把电网上交流电压与

时间的关系画出来,如图 1-6 所示。它的图象是一条按数学中“正弦”规律变化的曲线。

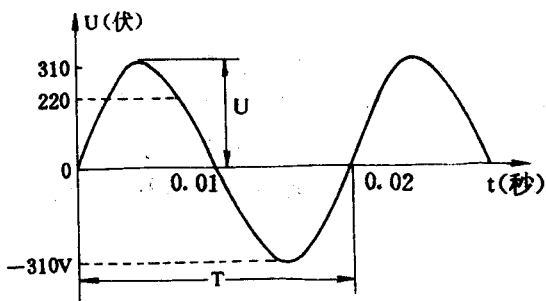


图 1-6 交流电的图象

从图中可以看出,如果把电压为 0V 的某点定为原点 0,并从这个时刻开始计时,那么起初一段时间里电压是逐渐增大的,并在 0.005 秒后达到最大值 310V 左右。此后,电压开始随时间减小,在 0.01 秒时电压为 0V。再往后电压开始向反方向(负向)增大,达到反向最大值 -310V 后,在 0.02 秒时又变为 0V。我们把交流电完成这一过程所需要的时间叫做一个“周

期”,简称“周”用字母 T 表示。这里 $T=0.02$ 秒。

为了分析电路和计算的方便,我们把交流电每秒钟变化的次数叫做“频率”,常用字母 f 表示。那么交流市电的频率是多少呢?它变化一周要用 $T=0.02$ 秒,自然 1 秒钟变化的次数

$$f=1/T=1/0.02=50(\text{周/秒})$$

频率的单位是“周/秒”,通常称为“赫兹”,用字母 Hz 表示。显然,频率和周期之间的关系是:

$$T=1/f \text{ 或 } f=1/T$$

交流电压和交流电流的大小是变化的,那么怎样表示交流电的大小呢?常用的是以它的有效值和最大值表示。交流电的有效值是这样定义的:在同一个电阻上分别加直流电压和交流电压,如果电阻产生的热量相同,所加直流电压的大小就是交流电压的有效值。对于按正弦规律变化的交流电,它的电压(或电流)最大值等于有效值的 $\sqrt{2}$ 倍。在一般计算中,可以按下面公式:

$$\text{最大值} = 1.41 \times \text{有效值}$$

我们通常说交流市电电压为 220V,指的是它的有效值。万用表测量正弦电压,表针所指读数也是有效值。很容易推算,交流市电的最大值大约是 310V,这与图 1-6 中看到的是一致的。

第五节 电磁感应

虽然在古代人们就发现磁石能够吸住铁钉、铁屑,具有磁性,在二百年前又发现了电,但只有在发现电磁感应现象后,把电和磁统一起来,才开辟了电能应用的广阔天地。

一、磁场与磁力线

天然的磁石和人造磁体都有能吸附铁质物体的特性,叫做磁性。任何有磁性的物体都有两个磁极,分别叫做N极和S极。能自由转动的磁针静止的时候,N极总是指向北方,S极则总指向南方。磁体的周围存在磁场。人们常用磁力线来描绘磁场,图1-7所画的是条形磁铁周围磁力线的示意图。磁力线是有方向的,在磁体外部由N极指向S极,而在磁体内部由S极指向N极,形成一圈圈闭合曲线。磁力线密集的地方(如磁极附近)磁场强;磁力线稀疏的地方(如磁体中部)磁场弱。要注意,磁力线是人们为了便于理解而假设想象的,实际上任何地方都没有“线的实体”。

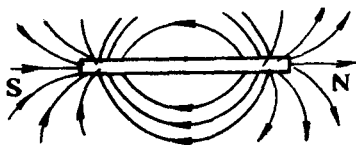


图1-7 条形磁铁周围的磁力线

二、电流的磁效应

1. 直线电流产生的磁场

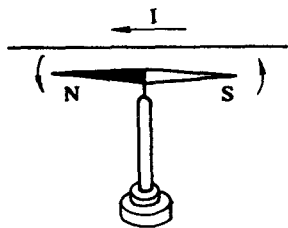


图1-8 电流和磁场

电流通过一条长直导线时,会在导线附近空间产生磁场。我们可以做一个简单的实验:如图1-8所示,在一条南北方向放置的直导线下面,放一个能自由转动的小磁针。磁针静止后,在导线中通过直流电流,这时小磁针会发生偏转。这种偏转是磁场对小磁针作用的结果。

进一步实验还能证明,电流强度越大,磁场强度也越大。当改变通过导线的电流方向时,磁场方向也会改变,导线下的磁针偏转方向也会改变。

2. 线圈中电流的磁场

把导线绕成螺旋状的线圈,并在线圈中通过直流电流,线圈内外就有磁场产生。磁场的形状与条形磁铁的磁场相似。我们可以用“右手法则”来判断线圈磁场的方向:象图1-9画的那样,用右手四指握住线圈,四指指向电流方向,那么大拇指所指的方向是线圈磁场的N极,线圈另一端是S极。要是通过线圈的电流方向改变了,我们自然能够判断,磁场的方向也就改变了。

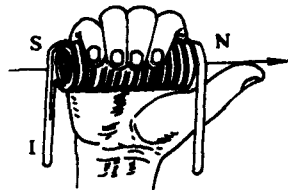


图1-9 右手法则

通电线圈产生的磁场强弱与线圈形状、匝数和线圈中电流强度有关,线圈匝数越多,电流越大,产生的磁场越强。线圈磁场的强弱还和它绕在什么物质上大有关系。如果在线圈里放入铁心,通电后磁场会大大增强,生产中常用这个办法做成电磁铁。反之,在线圈中放进铜心,磁场又会减弱。