

21世纪中等职业教育系列教材

家用电器原理与维修

JIAYONGDIANQI YUANLI YU WEIXIU

(电子电器应用和维修专业用)

主编 任大宝

 安徽教育出版社

21 世纪中等职业教育系列教材

家用电器原理与维修

(电子电器应用和维修专业用)

主编 任大宝
编著 刘 云
张明星
朱远清

安徽教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

家用电器原理与维修 / 任大宝主编. —合肥: 安徽教育出版社, 2007. 7

(21世纪中等职业教育系列教材)

ISBN 978-7-5336-4606-6

I. 家… II. 任… III. ①日用电气器具—理论—专业学校—教材②日用电气器具—维修—专业学校—教材
IV. TM925

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第117954号

责任编辑: 吴 飞

特约编辑: 张 涛

装帧设计: 许海波

出版发行: 安徽教育出版社

地 址: 合肥市回龙桥路1号

邮 编: 230063

网 址: <http://www.ahep.com.cn>

经 销: 新华书店

排 版: 安徽飞腾彩色制版有限责任公司

印 刷: 合肥中德印刷培训中心印刷厂

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 27.25

字 数: 850 000

版 次: 2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

印 数: 2 000

定 价: 45.00元

发现印装质量问题, 影响阅读, 请与我社出版科联系调换

电 话: (0551)2823297 2846176

前 言

随着国家经济的迅速发展和人民生活水平的不断提高,家用电器的普及率也在逐年提高,家用电器的广泛使用给人们的生活带来了极大的便利。科学技术的快速发展,新知识、新技术、新材料和新产品的不断涌现,尤其是微电脑技术的广泛应用,使家用电器正向着节能化、自动化和智能化的方向发展。如何正确地使用、科学地保养和及时地维护家用电器,已成为每位家用电器用户关心的问题。因此,社会需要大量的家用电器维护专业技术人才。为适应新形势下中等职业学校人才培养的需要,依据电子电器应用与维修专业教学计划和部分专业课教学大纲,结合目前中等职业学校在校学生的知识现状,我们组织编写了本书。

本书内容包括基础知识、电热器具、电动器具和制冷器具四大部分。本书在介绍理论知识部分采用通俗易懂的语言,深入浅出地进行讲述,有利于读者掌握家用电器维修所必需的理论知识。本书着重介绍了典型故障的分析和检修方法,使读者通过系统的学习,能够掌握独立排除家用电器常见故障的技能。除此之外,为了培养学生的动手操作能力,还增加了技能训练的实习项目。本书不仅适合中等职业学校电子电器应用和维修专业教学使用,还可以作为中等职业学校机电专业选修教材,以及电子电器相近专业短期技能培训和下岗再就业的培训教材。

本书由中学高级教师任大宝担任主编,并编写了第三篇《电动器具》,刘云编写了第一篇《基础知识》,张明星编写了第二篇《电热器具》,朱远清编写了第四篇《制冷器具》。本书的编写工作得到了安徽省宣城市职业教育中心的大力支持,在此表示感谢。

由于时间仓促,加之编者水平和经验有限,书中的错误、遗漏和不当之处难以避免,恳请广大读者提出宝贵意见,以使本教材能够不断完善。

附各篇章参考课时:

篇 章	课时数	篇 章	课时数
绪 论	5	第三篇:电动器具	40
第一篇:基础知识	20	第四篇:制冷器具	40
第二篇:电热器具	30	第五篇:技能训练	25
总课时数	160		

本书编写组

绪 论

伴随着电的发现和科学技术的进步,各种家用电器陆续走入千家万户。家用电器是将电能转化为其他能源的器具,它们在日常家庭生活中起到了减轻家务劳动强度、缩短劳动时间、美化生活环境及提高人们生活水平等一系列作用。在现代生活中,家用电器已经成为人们生活中必不可少的日常用品。

一、家用电器的分类

家用电器发展至今,种类也越来越多。若按工作原理分类,可分为电热器具、电动器具、制冷器具、照明器具及声像器具等。

1. 电热器具

电热器具是将电能转化为热能的器具。电热与其他热源相比,具有清洁卫生、控制方便、安全可靠、热效率高等诸多优点。在家用电器中,电热器具占有很高的比例,如电熨斗、电饭锅、电磁炉、空间加热器及电热水器等。

2. 电动器具

电动器具是将电能转化为机械能的器具。无论电动器具外形如何,它们的核心部件都是一样的,那就是由电动机来实现电能向机械能的转化。在家用电器中,电动器具也占有很大比例,如电风扇、洗衣机、吸尘器、电动剃须刀等。

3. 制冷器具

制冷器具是指利用电能获得制冷效果的器具。生活中常用的制冷器具包括电冰箱、空调等。

4. 照明器具

照明器具是将电能转化为光能的器具。照明器具包括各类灯具,如荧光灯等。现代的照明器具已不仅仅用于照明,它们越来越强调装饰性与功能性的结合。

5. 声像器具

声像器具是将电能转化为声音与图像的器具。随着人类进入信息时代,声像器具日益成为人们获取、传递与处理信息的工具,如电视机、摄像机、音响设备和电子计算机等。

二、家用电器的使用常识

家用电器在日常生活中应用如此之广泛,伴随而来的就是其安全问题。下面我们就来介绍一些家用电器的安全使用常识。

1. 新购买的电器,要仔细查看产品说明书,了解其特性、特点、使用方法及注意事项。

2. 家用电器在安装时,尽可能不要安装在高温、潮湿、易燃及有腐蚀性气体的环境中。有金属外壳接地的家用电器,要使用有接地的三脚插头和三眼插座,并且要求接地装置良好或加装触电保护装置。

3. 在家用电器使用过程中,禁止用潮湿的手去接触家用电器的金属外壳。对于电烙铁、电吹风等常拿在手上使用的家用电器,不允许将电源导线缠绕在手臂上使用。在家用电器工作时,禁止用拖动电线的方法来移动电器。如需搬动,应切断电源后再行搬移。如果家用电器在使用过程中出现异常,应首先切断电源,找专业维修人员进行维修,切不可盲目拆卸或强行使用,以防电器故障进一步扩大或发生安全事故。

4. 家用电器使用结束后,要随手切断电源。如遇紧急情况需切断电线时,必须使用专用的工具。

5. 对使用频率高的家用电器,要定期进行绝缘检查,发现问题要及时修理。对于长时间不使用的电器,在重新使用时,也要做绝缘检查,绝缘良好方可使用。

三、家用电器的发展趋势

当今时代,家用电器正在向高效节能、快捷轻便、自动化和智能化等方向发展。

1. 高效节能

在满足使用要求的前提下,节能降耗是当今提高家电产品性能和效益的重要因素。这一点对于电冰箱、空调器等长时间运行的家用电器显得尤为重要。

2. 快捷轻便

在家电产品构成材料中大量应用新型塑料取代金属,这样既能减轻产品重量、降低成本,又能提高电器本身的绝缘性能和耐腐蚀性。同时,由于新科技时代集成电路的广泛应用,各类家电产品经济效益和使用性能都得到了前所未有的提高。

3. 自动化、智能化

如今,人们对家电产品的期望值越来越高,为了获得更大的市场份额,家用电器生产厂家全力开发新型的自动化、智能化的新产品来满足顾客需求。微型计算机技术的广泛运用,使未来的家用电器具备远程控制、学习性、自适应进化性等新型智能特征。

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 基础知识

第一章 电学	1
第一节 导体、绝缘体与半导体	1
第二节 电路	2
第三节 电流	3
第四节 电动势与电压	4
第五节 电能与电功率	5
第六节 电阻器	7
第七节 欧姆定律	10
第八节 串联电路与并联电路	11
第九节 电容器	13
第十节 半导体器件	15
思考题 1	22
第二章 电磁学	23
第一节 磁体与磁场	23
第二节 电流的磁场与电磁铁	24
第三节 磁场对电流的作用与电动机	25
第四节 电磁感应现象与变压器	27
思考题 2	28
第三章 常用检修工具的使用	30
第一节 一般工具的使用	30
第二节 万用表的使用	33
思考题 3	38

第二篇 电热器具

第一章 电热器具的基础知识	39
第一节 电热器具的分类和结构	39
第二节 电热元件的分类及特性	40
第三节 PTC 电热元件	45
第四节 电热器具的辅助元件	46
思考题 1	51
第二章 电熨斗	52

第一节	常见电熨斗的结构和工作原理	52
第二节	电熨斗常见故障的诊断和检修方法	56
思考题 2		61
第三章	电饭锅	62
第一节	电饭锅的种类与规格	62
第二节	电饭锅的结构和工作原理	63
第三节	自动保温型电饭锅常见故障的诊断和检修方法	67
思考题 3		70
第四章	电吹风	71
第一节	常用电吹风的结构及工作原理	71
第二节	电吹风常见故障的诊断和检修方法	73
思考题 4		75
第五章	远红外取暖器	76
第一节	常见远红外取暖器的结构及工作原理	76
第二节	远红外取暖器常见故障的诊断和检修方法	78
思考题 5		79
第六章	电磁灶	80
第一节	电磁灶的结构及工作原理	80
第二节	电磁灶常见故障的诊断和检修方法	84
思考题 6		86
第七章	微波炉	87
第一节	微波炉的结构和工作原理	95
第二节	普及型微波炉的拆装	95
第三节	微波炉常见故障的诊断和检修方法	96
思考题 7		99
第八章	电热器具的选购和使用	100
第一节	电热器具的选购	100
第二节	电热器具的正确使用	100
思考题 8		100

第三篇 电动器具

第一章	单相交流异步电动机	101
第一节	单相交流异步电动机的构造和工作原理	101
第二节	单相交流异步电动机的拆装	107
第三节	单相交流异步电动机常见故障的诊断和检修方法	108
思考题 1		112
第二章	电风扇	113
第一节	电风扇的分类和型号	113
第二节	电风扇的结构和工作原理	117

第三节	台式电风扇常见故障的诊断和检修方法	127
第四节	吊扇	139
第五节	鸿运扇	143
第六节	程控电风扇	146
思考题 2		152
第三章	洗衣机	153
第一节	洗衣机的分类和型号	153
第二节	普通双桶波轮式洗衣机	157
第三节	全自动波轮式洗衣机	184
第四节	滚筒式全自动洗衣机	212
思考题 3		227
第四章	电动器具的选购技巧和使用方法	229
第一节	电风扇的选购技巧和使用方法	229
第二节	洗衣机的选购技巧和使用方法	230
思考题 4		232

第四篇 制冷器具

第一章	制冷技术基础知识	233
第一节	压力和真空度	233
第二节	温度	236
第三节	物态变化	236
第四节	制冷剂与润滑油	238
第五节	制冷原理	241
思考题 1		244
第二章	家用电冰箱	245
第一节	电冰箱的种类与型号	245
第二节	电冰箱的箱体	248
第三节	压缩机	249
第四节	冷凝器	254
第五节	蒸发器	258
第六节	干燥过滤器和毛细管	260
第七节	其他设备	263
第八节	压缩式电冰箱的控制系统	266
思考题 2		281
第三章	家用电冰箱的维修	283
第一节	检修电冰箱的专用工具和材料	283
第二节	制冷系统的检修技能	286
第三节	电冰箱常见故障的诊断和检修方法	299
第四节	新型电冰箱	306

思考题 3	308
第四章 空调器	309
第一节 窗式空调器	310
第二节 分体式空调器	313
第三节 变频空调器	345
第四节 分体式空调器的安装	352
第五节 空调器常见故障的诊断和检修方法	357
思考题 4	374
第五章 制冷器具的选购技巧和使用方法	377
第一节 电冰箱的选购与使用	377
第二节 空调器的选购和使用	379
思考题 5	381

第五篇 技能训练

技能训练一 研究串、并联电路的特点	382
技能训练二 家用电器维修常用工具的使用	384
技能训练三 万用表的使用	385
技能训练四 调温器型电熨斗的拆装和元器件的辨认、检测	387
技能训练五 自动保温式电饭锅的拆装和元件的辨认、检测	389
技能训练六 电吹风的拆装和元器件的辨认、检测	391
技能训练七 远红外线取暖器的拆装和元器件的辨认、检测	393
技能训练八 电磁灶的拆装和元器件的辨认、检测	395
技能训练九 普及型微波炉的拆装和元器件的辨认、检测	397
技能训练十 台扇、吊扇、鸿运扇的拆装和元器件的辨认、检测	399
技能训练十一 普通型双桶波轮式洗衣机的拆装和元器件的辨认、检测	403
技能训练十二 全自动波轮式洗衣机的拆装和元器件的辨认、检测	406
技能训练十三 铜管的加工实习	408
技能训练十四 氧焊实习	411
技能训练十五 制冷系统的清洗与抽真空实习	413
技能训练十六 制冷系统的检漏与充注制冷剂的方法	416
技能训练十七 分体式空调器的安装实习	420
参考文献	424

第一篇 基础知识

第一章 电 学

第一节 导体、绝缘体与半导体

自然界中物质种类繁多,举不胜举。但根据其导电性能的不同,可以分为导体、绝缘体和半导体三大类。

一、导体

导体是导电能力很强的一类物质,如金属、石墨、人体、大地以及酸、碱、盐的水溶液等。其中金属、石墨、人体、大地称为第一类导体;酸、碱、盐的水溶液称为第二类导体。导体又称为导体材料。

二、绝缘体

绝缘体是导电能力很差的一类物质,如橡胶、玻璃、陶瓷、塑料、云母、绝缘漆等。绝缘体又称为绝缘材料。

在我们日常使用的各种电器产品中,导体材料和绝缘材料比比皆是。导体材料常被用来制作成能够顺利传输电流的导线(如铜、铝或它们的合金)。绝缘材料则用来隔开不同的带电导体,阻止电流在不允许的地方流通(如各种电工用具都安装有橡胶、木头等绝缘材料制作的外套和把柄)。除此之外,绝缘材料还能起到保护、支撑、散热等作用。

实际上,导体与绝缘体的划分是相对的,在某些特殊情况下,绝缘体可转化为导体。例如绝缘材料使用时间过长或使用不当导致绝缘材料老化或绝缘材料受潮,都可使其绝缘性能下降,当超过一定限度时,绝缘体就会完全失去绝缘作用而导电。

三、半导体

导电能力介于导体与绝缘体之间的另一类物质称为半导体。自然界的 100 多种元素里,只有硅、锗、碲等几种元素属于半导体,但大多数金属的氧化物和硫化物等都是半导体。半导体有很多奇特的性能。如有的半导体材料在通常情况下是绝缘体,但只要温度稍有升高,电阻会大大减小变为导体,这就是半导体的热敏性;有的半导体材料,只要照射光的强度稍有变化,它的导电性能会发生很大的变化,这就是半导体的光敏性;有的半导体材料,在所受的压力发生变化时,导电性能也会发生明显的变化,这就是半导体的压敏性。利用半导体材料的这些特性可以做成光敏、热敏和压敏等元件,已被广泛地应用在测温、传感等自动化控制系统中。

第二节 电 路

一、电路

由电源、用电器、辅助设备和连接导线等组成的电流回路,叫做电路。

(一)电源

电源是把其他形式的能量转化成电能的装置。常见的电源包括电池和发电机等。

(二)用电器

用电器是将电能转化成其他形式能量的装置,用电器通常也称为负载。如电灯、电饭锅、洗衣机等。

(三)辅助设备

辅助设备主要起控制电路的接通或断开及保护电路的作用。如开关、熔断器等。

(四)连接导线

连接导线是将电源、用电器与辅助设备连接起来的金属导线,它起着传输电能的作用。连接导线常用铜、铝等易于导电的材料制成。

二、电路的状态

电路的状态有以下三种情况:

(一)通路

电路连接成闭合回路,有电流及能量的传输。

(二)断路

电路中有某处断开,没有电流及能量的传输。

(三)短路

元件两端被导线直接短接,电流不再流过该元件,此种状态称为短路。一般情况下,短路元件若是电源,则很大的短路电流将损坏电源和导线,这种情况应尽量避免。

三、常见的电路符号

常见的电路符号如图 1.2.1 所示。

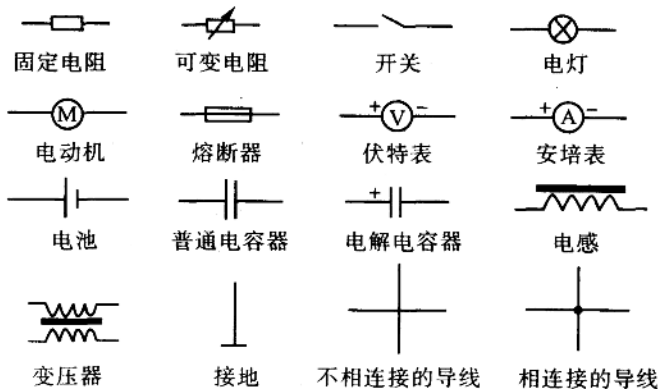


图 1.2.1 常见的电路符号

四、电路图

用规定的电路符号表示电路连接情况的图,称为电路图。如图 1.2.2 所示是一个最基本的电路图。

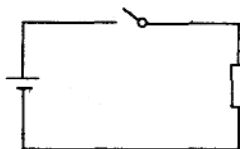


图 1.2.2 基本电路

第三节 电 流

在电源作用下,电路中电荷的定向移动就可形成电流。负电荷定向移动可形成电流,正电荷定向移动也可形成电流,甚至也有可能是两者兼有的定向移动形成电流。因此,有必要明确规定电流的方向,习惯上规定正电荷定向移动方向为电流的方向。在金属导体中电流的方向和自由电子的移动方向相反,在电解溶液中电流的方向和正离子移动方向相同,与负离子移动方向相反。

一、电流的大小

电流是一种物理现象,也是一种表示电荷定向移动强弱的物理量。我们把每单位时间内通过导体横截面的电荷量定义为电流强度,简称为电流,用来衡量电流的大小。若在时间 t 内通过导体横截面的电荷量为 q ,那么电流的大小为

$$I = \frac{q}{t}$$

上述公式中 q 表示流过导体横截面的电荷量,国际标准单位为库[仑](C); t 表示时间,国际标准单位为秒(s); I 表示电流的大小,国际标准单位为安[培](A)。若 1 秒内通过导体横截面的电荷量是 1C,则流过该导体的电流为 1A。常见的电流的单位还有 mA(毫安), μ A(微安)等。

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A} \quad 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

例 3.1 某根导线每小时通过其横截面的电荷量为 1800 库仑,则通过导线的电流为多少安培? 合多少毫安? 多少微安?

解:由于 $t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$, $q = 1800 \text{ C}$,则由题意可得

$$I = \frac{q}{t} = 1800/3600 \text{ A} = 0.5 \text{ A}$$

$$I = 0.5 \text{ A} = 0.5 \times 10^3 \text{ mA} = 5 \times 10^2 \text{ mA}$$

$$I = 0.5 \text{ A} = 0.5 \times 10^6 \mu\text{A} = 5 \times 10^5 \mu\text{A}$$

所以通过导线的电流为 0.5 A,合 $5 \times 10^2 \text{ mA}$, $5 \times 10^5 \mu\text{A}$ 。

为保证电气设备的使用寿命,保证用电设备安全、可靠的运行,各种电气设备对工作电流提出了限额。这个限额称为该电气设备的额定电流,即该电气设备长时间持续工作时,允许通过的最大电流。一般这个值都标示在该电气设备的铭牌上。

电流的方向与大小都随时间周期性变化的电流称为交流电。电流的方向和大小都不随时间改变的电流称为稳恒直流电,简称为直流电。

二、电流的测量

电路中电流的大小是可以测量的,常用电流表(安培表)测量电流的大小。电流的测量分两种情况:

(一) 直流电流的测量

直流电流的测量使用直流电流表,测量时电流表与所测电流支路串联(此点务必要注意,如果不慎将电流表与所测电路并联,会将电流表烧毁)。如图 1.3.1 所示。

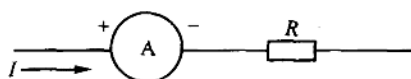


图 1.3.1 直流电流的测量

直流电流表使用时,应使电流从正接线端(“+”)流入,从负接线端(“-”)流出。如果接反,指针会反方向偏转,可能会损坏电流表。同时,电流表的量程选择应大于被测电流值,以防止电流表过载而损坏。当然量程的选择也不宜过大,那样不仅不便于读数,而且会使测量误差增大,一般以电流表的指针偏转为满刻度的 2/3 处为宜。

指针式直流电流表在每次使用之前,要观察指针是否指在零刻度位置,若不在零刻度位置,则应调节电流表的调零螺钉,让电流表的指针准确地指在零刻度位置上。

(二) 交流电流的测量

交流电流的测量使用交流电流表,若待测电流小于交流电流表量程,则将电流表与待测电路串联;若量程小于待测电流,则必须借助电流互感器配合测量。

电流对负载可产生各种不同的作用和效应。如电饭锅、电熨斗利用的是电流的热效应,电磁铁利用的是电流的磁效应。电流除热效应、磁效应外,在特定场合还有光效应、化学效应等。

第四节 电动势与电压

电流的产生需要两个条件:一是电路必须是闭合电路;二是电路中必须有电源。

电流的形成是电荷定向移动的结果,电荷在电路中流动,就必然有能量交换的发生。如电流流过电熨斗时,电荷将失去能量转换成电熨斗所产生的热能,电荷失去的能量由电源补充。因此,在电路存在着能量的交换:电源提供能量,有能量流出;负载消耗能量,有能量流入。

一、电动势与电压

为了研究问题的方便,我们画电路图 1.4.1,电路中 a 、 b 两点间有正电荷从 a 点移动到 b 点,在此过程中,正电荷有可能获得能量,也有可能失去能量。如果正电荷由 a 点移动到 b 点,获得能量,电源把其他形式能量转化为电能,此种情况一般发生在电源内部。为了表征电源把其他形式能量转化为电能本领的大小,引入物理量电动势,用字母 E 表示。

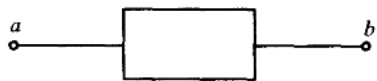


图 1.4.1

$$E = \frac{\Delta W}{\Delta q}$$

其中, Δq 为由 a 点移动到 b 点的电荷量,国际标准单位为库[仑](C); ΔW 为转移过程中,电荷 Δq 所获得的能量,国际标准单位为焦[耳](J); E 为电源电动势,国际标准单位为伏[特](V)。每个电源的电动势是由其本身决定的,如干电池的电动势为 1.5V,铅蓄电池的电动势为 2V。一个电源分别有正极(+)和负极(-),我们规定电动势的方向自负极经电源内部指向电源正极。

如果正电荷由 a 点移动到 b 点,失去能量,负载把电能转化为其他形式的能量,此种情况一般发生在电源外部。为表征这一物理现象,引入物理量电压,用字母 U 表示。

$$U = \frac{\Delta W}{\Delta q}$$

其中, Δq 为由 a 点移动到 b 点的电荷量, 国际标准单位为库[仑](C); ΔW 为转移过程中, 电荷 Δq 所失去的能量, 国际标准单位为焦[耳](J); U 为电压, 国际标准单位为伏[特](V)。我们规定电压的方向从电源的正极经电源外部指向电源的负极。

电路中每一点都有一定的电位, 这就如同空间的任意一点都有高度一样。我们都知道, 水会流动就是由于空间高度的差异引起, 电路中电流的产生也必须有一定的电位差异。在电源外部, 电流从高位点流向低位点(如图 1.4.1 电流由 a 点流向 b 点), 故这两点的电位之差与这两点之间的电压一样表征了电荷失去能量这一物理现象。因此, a, b 两点之间的电压与 a, b 两点之间的电位之差相等, 即 $U_{ab} = U_a - U_b$ (U_{ab} 是 a, b 两点之间的电压, U_a, U_b 分别是两点的电位)。今后, 我们把电压又称为电位差。

如同电气设备对电流提出限额值一样, 电器设备对电压也提出限额值, 这个限额值称为额定电压, 即电气设备在正常工作状态下, 设备在额定电流下运行时所施加的电压。额定电压通常也在电气设备的铭牌上标出。

二、电压的测量

电路中任意两点之间的电压都是可以测量的, 常用测量电压大小的仪器为电压表(伏特表), 电压的测量分为两种情况:

(一) 直流电压的测量

直流电压的测量使用直流电压表。测量时电压表与被测元件并联, 如图 1.4.2 所示。

直流电压表使用时, 电压表的正接线端(“+”)与被测元件的高电位端相连, 负接线端(“-”)与被测元件的低电位端相连。如果接反指针会反向偏转, 可能会损坏电压表。同时, 电压表的量程选择要大于待测电压值, 但量程也不宜过大, 否则会增大测量误差, 测量时一般使电压表指针指示值不低于满刻度的 $1/3$ 。

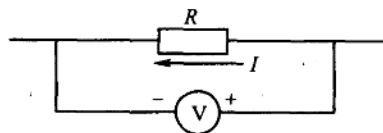


图 1.4.2 直流电压的测量

(二) 交流电压的测量

交流电压的测量使用交流电压表, 若待测电压小于交流电压表量程, 则将电压表与待测元件并联, 若量程小于待测电压, 则必须借助电压互感器配合测量。

第五节 电能与电功率

一、电能

由前面的学习我们知道, 在电源外部电路, 电荷在电压的作用下产生定向移动, 从而形成电流流过负载。在此过程之中, 电流做功, 电能转化成其他形式的能量。实践证明, 电流做功的大小遵循以下计算公式:

$$W = qU$$

即电流做功的大小等于负载两端电压与通过负载电荷量的乘积。又由于 $q = It$, 所以

$$W = UIt$$

其中 U 为负载两端电压, 国际标准单位为伏[特](V); I 为流过负载的电流, 国际标准单位为安[培](A); t 为电流流过负载的持续时间, 国际标准单位为秒(s); W 为电流所作的功, 国际标准单位为焦[耳](J)。在实际应用中常用千瓦·时(kW·h)(俗称度)作为 W 的单位。

$$1 \text{ 度} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

当电流流过负载时, 电流做功, 电流作了多少功, 就有多少电能转化为其他形式的能。电能可以利用电能表(俗称电度表)直接测量, 如图 1.5.1 所示。

电能表面板上方为记数显示器, 用来记录电能量。显示器可显示 5 位数字, 从左到右分别为千位、百位、十位、个位, 最后一位是小数。面板中部所标“220 V 5 A 50 Hz”分别为额定电压、额定电流、额定频率。面板下方所标“2500 r/kW·h”表示电能表的转盘每转过 2500 转, 用电器消耗的电能 1 kW·h。

电能表在使用过程中, 1、3 脚接电源输入线, 2、4 脚接电源输出线。

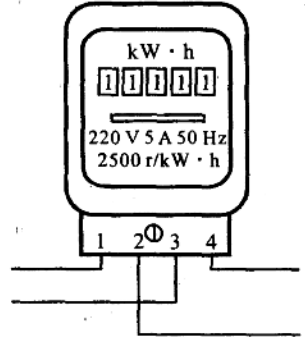


图 1.5.1 电能表

二、电功率

电流在单位时间内所做的功, 称为电功率。公式表示为

$$P = \frac{W}{t}$$

其中 W 为电流在 t 时间内所做的功, 国际标准单位是焦[耳](J); t 为电流做功时间, 国际标准单位是秒(s); P 为电功率, 国际标准单位是瓦[特](W)。又由于 $W = UIt$, 所以

$$P = UI$$

其中 U 为负载两端电压, 国际标准单位为伏[特](V); I 为流过负载的电流, 国际标准单位为安[培](A); P 为电功率, 国际标准单位为瓦[特](W)。

在电气设备的铭牌上, 除了标示额定电压外, 还标示额定功率。所谓额定功率是指电气设备在额定电压下工作时, 电气设备消耗的功率。

例 5.1 有一“220 V 1.1 kW”的电炉, 接在 220 V 的供电线路中, 求流过电炉的电流大小? 若该电炉平均每天使用 1 h(小时), 每度电的电费为 0.5 元, 则每月(以 30 天计)应交纳多少元电费?

解: 由题意可知:

$$\text{因为 } P = UI \text{ 所以 } I = \frac{P}{U} = \frac{1100}{220} \text{ A} = 5 \text{ A}$$

$$\text{每天消耗电能为 } W = Pt = 1.1 \times 1 \text{ 度} = 1.1 \text{ 度}$$

所以每月应交纳电费为

$$1.1 \times 0.5 \times 30 \text{ 元} = 16.5 \text{ 元}$$

答: 流过电炉的电流为 5 A, 每月应交纳电费 16.5 元。

电功率可以利用功率表进行测量, 电路中电功率与电压和电流的乘积有关, 因此功率表必须具有两个线圈:

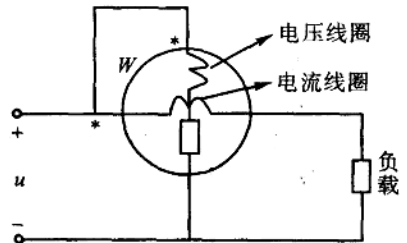


图 1.5.2 功率表测量电路

一个用来测量电压的电压线圈,它应与被测电路并联;另一个用来测量电流的电流线圈,它应与被测电路串联。如图 1.5.2 所示为其测量电路。

功率表使用时,电压线圈和电流线圈标有“±”或“*”的两端应连在电源的同一端。

第六节 电阻器

我们知道金属导体中的自由电子定向移动形成电流。自由电子在移动过程中跟金属正离子产生频繁的碰撞,这种碰撞阻碍了自由电子的定向移动,表示这种阻碍作用的物理量称为电阻。不仅金属导体有电阻,任何物体都有电阻。

一、电阻器电阻的大小

导体的电阻是它本身固有的一种属性,由它自身的物理条件决定。如金属导体的电阻是由它的长短、粗细、材料的性质和它所处的环境温度决定。在环境温度为 20℃ 的条件下,一根直导线的电阻的大小可用下列公式计算:

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

其中 L 为直导线的长度,国际标准单位为米(m); S 为直导线横截面积,国际标准单位为平方米(m^2); ρ 为电阻率,单位为欧·米($\Omega \cdot \text{m}$) (通过前面的学习,我们知道物质根据导电能力的强弱将物质分为导体、绝缘体和半导体。实际上不同的物质有不同的电阻率,电阻率的大小也反映了物质的导电能力。所以,通常我们规定 $\rho < 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 的物质为导体; $\rho > 10^7 \Omega \cdot \text{m}$ 的物质为绝缘体; $10^{-6} \Omega \cdot \text{m} < \rho < 10^7 \Omega \cdot \text{m}$ 的物质为半导体); R 表示直导线电阻,其国际标准单位为欧[姆](Ω)。除此之外,常用的电阻单位还有千欧(k Ω)、兆欧(M Ω)。

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

二、电阻器的种类

利用导体具有电阻这一特性,我们制成各种电阻器,用于控制电路中电压、电流的大小,或将电阻器与其他电路元件组合做成具有特殊作用的电路等。

常见电阻器的外形如图 1.6.1 所示。

为适应不同电路与不同工作情况的需要,电阻器的规格、品种多样。目前,在电饭锅、电熨斗、电冰箱等众多家电产品中除广泛应用一般功能电阻器外,还常用到热敏电阻、压敏电阻等新型电阻元件。

热敏电阻是电阻阻值随温度变化而显著变化的敏感元件。常见的有两大类,一类是负温度系数热敏电阻,用 NTC 表示。NTC 电阻的阻值具有随温度升高而急剧下降的特性,广泛应用于温度测量和温度调节,还可作为补偿电阻。另一类是正温度系数电阻,用 PTC 表示。PTC 电阻的阻值具有随温度升高而急剧增加的特性,可应用于过热保护、过载保护和延时开关。

压敏电阻是一种对电压十分敏感的电阻元件。当压敏电阻两端所加电压低于其标称值时,其对外呈高阻值状态;当压敏电阻两端所加电压高于其标称值时,其电阻阻值将急剧下降,对外呈低阻值状态。压敏电阻可用于洗衣机、电冰箱等家用电器的过压保护,使用时将其并联在被保护元件的两端。