

家电坏了 自己修

JIADIAN HUAILE ZIJI XIU

王俊峰 等编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



家电坏了自己修

王俊峰 等编著



机械工业出版社

本书共 13 章, 内容包括维修前的预备知识、维修时常用的小工具、照明电路的维修、收录机的维修、彩色电视机的维修、电风扇的维修、空调器的维修、电冰箱的维修、洗衣机的维修、计算机的维修、微波炉的维修、电磁炉的维修和其他家用小电器的维修等。

本书适合家庭学习维修家电时使用, 也可作为家电培训学校、培养军地两用人才的教材, 还可供家电维修人员、售后服务人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

家电坏了自己修/王俊峰等编著. —北京: 机械工业出版社, 2008. 8
ISBN 978-7-111-24742-5

I. 家… II. 王… III. 日用电气器具—维修—基本知识
IV. TM925. 07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 118066 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 吉 玲 责任编辑: 吉 玲 林 桢 版式设计: 霍永明
责任校对: 魏俊云 封面设计: 马精明 责任印制: 邓 博
北京四季青印刷厂印刷 (三河市杨庄镇环伟装订厂装订)
2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
184mm × 260mm · 17.25 印张 · 417 千字
0 001—5 000 册
标准书号: ISBN 978-7-111-24742-5
定价: 30.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294
购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话: (010) 88379768
封面无防伪标均为盗版



本书通俗易懂地介绍了家用电器在使用过程中常见的故障现象、故障原因及其修理方法与技巧。

许多用户反映，家用电器在使用过程中，若出现一些小故障，会影响正常生活，给工作、学习带来不便。如果请售后服务的人员上门维修，还要付上门费、元件费、修理费等，但可能检查的结果是些小毛病，自己学学也会修理。

为了满足大家的需求，让读者学习如何判断故障部位、分析故障原因和修理的方法，做到一般问题自己解决，特编写了本书。

本书贴近生活、贴近实际，判断故障准确、分析故障有力、修理电器有方。

全书共 13 章，内容包括维修前的预备知识、维修时常用的小工具、照明电路的维修、收录机的维修、电视机的维修、电风扇的维修、空调器的维修、电冰箱的维修、洗衣机的维修、计算机的维修、微波炉的维修、电磁炉的维修、电饭锅的维修等。

本书介绍了 30 多种家用电器，涉及生活的方方面面，通过本书的学习，希望实现“家家出能人，户户出高手”。家电坏了自己修，无须花钱找别人，你的烦恼一定会抛至九霄云外。

全书贯穿对家电要“知结构、懂原理、会维修”的思路，以期达到：一本书在手，家电全都有；不管哪一个，学了就会修的目的。

本书适合家庭学习维修家电时使用，也可作为家电培训学校、培养军地两用人才的教材，还可供家电维修人员、售后服务人员参考。

本书由王俊峰主编，参加本书编写的还有王娟、薛素云、李传光、薛鸿德、吴慎山、吴东芳、陈军、薛迪强、李建军、薛迪胜、薛迪庆、马备战、薛斌、杨桂玲、陈建强等。

由于时间仓促，加上水平所限，书中难免有不足之处，欢迎读者提出宝贵意见。

作 者
2008 年 8 月



前言

第一章 预备知识	1
第一节 电路的基本形式	1
第二节 直流电路	2
第三节 串联与并联电路	6
第四节 三相交流电路与谐振电路	8
第五节 电路基本定律	11
第六节 家电维修故障寻迹电路	14
第七节 家电维修早知道	14
第八节 家电故障检修法	15
第九节 家电维修的安全注意事项	17
第十节 家电的拆卸与焊接技术	20
第十一节 元器件的测量方法	22
第十二节 电路识图知识	31
第二章 家电维修常用小工具	37
第一节 验电笔	37
第二节 电烙铁	38
第三节 钢丝钳、剪线钳、剥线钳、尖嘴钳和台钳	40
第四节 螺钉旋具和小剪刀	42
第五节 绕线机	43
第六节 电钻	43
第七节 活络扳手	45
第八节 其他工具	45
第九节 MF47 型指针式万用表	46
第十节 HT2008 型数字万用表	49

第十一节	家用信号发生器	52
第十二节	家电维修常用材料	54
第三章	照明电器的故障维修	57
第一节	照明基础知识	57
第二节	白炽灯的安装	58
第三节	荧光灯的安装	61
第四节	白炽灯的故障维修	63
第五节	荧光灯的故障维修	64
第六节	霓虹灯的故障维修	66
第七节	碘钨灯的故障维修	68
第八节	高压汞灯的故障维修	69
第九节	高压钠灯的故障维修	72
第十节	声控灯的故障维修	74
第十一节	光控灯的故障维修	75
第十二节	触摸台灯的故障维修	76
第四章	收录机的故障维修	78
第一节	无线电波及其传播	78
第二节	收音机的波段划分	79
第三节	收音机的主要技术指标	80
第四节	超外差调幅式收音机	83
第五节	超外差收音机的安装与调试	87
第六节	超外差调频收音机的原理	89
第七节	集成调幅调频收音机电路	92
第八节	调幅收音机的故障维修	93
第九节	调幅调频收音机的故障维修	99
第十节	集成电路收音机的故障维修	104
第十一节	录音机的故障维修	107
第五章	彩色电视机的故障维修	111
第一节	彩色电视机的基本组成	111
第二节	彩色电视机的三基色原理	112
第三节	彩色电视机的保养与维护	114
第四节	彩色电视机维修的十大原则	115
第五节	彩色电视机的常见故障与维修方法	117

第六章 电风扇的故障维修	121
第一节 台扇、落地扇与转叶扇	121
第二节 吊扇	122
第三节 电风扇的调速电路	123
第四节 电风扇的常见故障与维修方法	124
第七章 空调器的故障维修	131
第一节 空调器的分类	131
第二节 空调器的结构原理	133
第三节 分体式空调器的移机	136
第四节 空调器的故障判断法	137
第五节 空调器的常见故障与维修方法	138
第八章 电冰箱的故障维修	142
第一节 电冰箱的分类	142
第二节 电冰箱的制冷原理	143
第三节 电冰箱电路举例	144
第四节 电冰箱的常见故障与维修方法	146
第九章 洗衣机的故障维修	151
第一节 洗衣机的类型	151
第二节 洗衣机的洗涤原理	152
第三节 洗衣机电路举例	154
第四节 洗衣机的常见故障与维修方法	156
第十章 家用电脑的故障维修	159
第一节 电脑的分类	159
第二节 电脑的硬件与软件	161
第三节 电脑的常见故障与维修方法	166
第四节 打印机的故障维修	177
第五节 扫描仪的故障维修	182
第十一章 微波炉的故障维修	190
第一节 微波炉的类型	190
第二节 微波炉的基本结构和工作原理	192
第三节 微波炉的常见故障与维修方法	195

第十二章 电磁炉的故障维修	198
第一节 电磁炉的类型	198
第二节 电磁炉的结构原理	199
第三节 电磁炉的电路	200
第四节 电磁炉的常见故障与维修方法	201
第十三章 其他小电器的故障维修	207
第一节 电饭锅的故障维修	207
第二节 电源插座的故障维修	210
第三节 电炒锅与电热水壶的故障维修	212
第四节 电烤炉的故障维修	215
第五节 电热淋浴器的故障维修	217
第六节 电动自行车的故障维修	219
第七节 电动剃须刀的故障维修	223
第八节 吸尘器的故障维修	225
第九节 电热毯的故障维修	226
第十节 电熨斗的故障维修	228
第十一节 电加热水机的故障维修	230
第十二节 影碟机的故障维修	233
第十三节 手机的故障维修	235
第十四节 数码相机的故障维修	239
第十五节 MP3/MP4 的故障维修	244
第十六节 电暖器的故障维修	248
第十七节 抽油烟机的故障维修	249
第十八节 电子消毒柜的故障维修	251
第十九节 电动按摩器的故障维修	254
第二十节 家用电子钟的故障维修	255
附录	257
附录 A 荧光灯管功率核算表	257
附录 B 电风扇电机的参数表	257
附录 C 洗衣机的性能参数表	257
附录 D 全自动洗衣机的参数表	258
附录 E 电冰箱参数表	258
附录 F 电动机参数表	258
附录 G 家庭用电量与配置设备参数表	258

附录 H	压缩机规格表	259
附录 I	压缩机与电冰箱的匹配表	259
附录 J	常用合金加热材料特性与用途表	259
附录 K	家用电器主要参数表	260
附录 L	家电维修常用文字图形符号	261
附录 M	常用的电气图形符号与文字符号表	263
附录 N	冰箱内各种食品冷存温度和存放日期	265
附录 O	数码相机单元模块所需电压值	266
附录 P	各种电风扇的规格	266
附录 Q	电饭锅的规格	267
参考文献		268

第一章 预备知识

学习家电维修之前，首先要了解预备知识。本章学习什么叫电路、交流电路、直流电路、串联电路与并联电路以及电路的基本定律。这些都是学习家电维修的基本理论。

第一节 电路的基本形式

1. 什么是电路

电路就是电流所流过的路径。

2. 电路的结构形式

电路是由电路元件按一定方式组合而成的。图 1-1 所示的电路是一个最简单的手电筒实物连接电路，它由电源（干电池）、负载（灯泡）和中间环节（包括连接导线和开关）三部分组成。在电路中随着电流的流动，进行着不同形式能量之间的转换。

电源是将非电能转换成电能的装置。例如干电池和蓄电池是将化学能转化成电能，而发电机是将热能、水能或原子能等能源转换成电能。所以电源是电路中的能量来源，是电流流动的源泉，在它的内部进行着由非电能到电能的转换。

负载是将电能转换成非电能的装置。例如灯泡将电能转换成光能，电炉将电能转换成热能，电动机将电能转换成机械能等。所以负载是电路中的受电器，是取用电能的装置，在它的内部进行着由电能到非电能的转换。

中间环节是把电源与负载连接起来的部分，具有传递和控制电能的作用。

3. 简单的电路

图 1-2 是最简单的电路图，电路元件有干电池 E 、灯泡 HL、开关 S 和导线。灯泡 HL

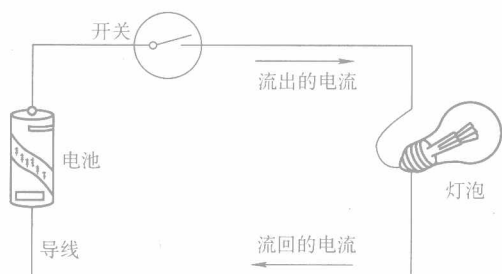


图 1-1 手电筒实物连接图

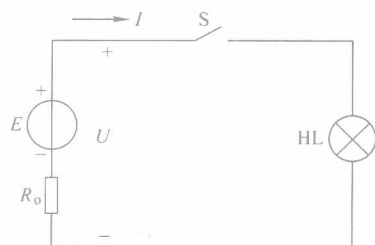


图 1-2 简单的电路图



是电阻元件 R ; E 是电源, 内电阻 R_0 ; 连接干电池与灯泡的中间环节开关 S 和导线, 如其电阻忽略不计, 则认为是一个无电阻的理想导体。

4. 电路的作用

(1) 传递和处理信号

电路的作用之一是传递和处理信号, 常见的例子如扩音机, 它先由传声器把语言或音乐 (通常称为信息) 转换为相应的电压和电流, 它们就是电信号, 而后通过电路传递到扬声器, 从而把电信号还原为语言或音乐。由于由传声器输出的电信号比较微弱, 不足以推动扬声器发音, 因此中间还要用放大器来放大。信号的这种转换和放大, 称为信号的处理。

(2) 传输和转换信号

供电系统中的电力电路起着实现电能的传输和转换的作用, 把发电厂发出的低压电经变压器转换成高压电, 通过高压线路传输到各地, 然后通过变压器把高压电转换成低压电。对于这一类电路, 一般要求在传输和转换过程中尽可能地减少能量损耗以提高效率。

第二节 直流电路

直流电路就是电压或电流的大小和方向不随时间变化而变化的电路。

一、基本概念

1. 电压

河水之所以能够流动, 是因为有水位差, 水总是从高水位流向低水位。电荷之所以能够流动, 是因为有电位差。电路中, 任意两点间的电位差称为两点间的电压, 电压是形成电流的主要条件。在电路中, 电压常用 U 表示。电压的单位是伏 (V), 大的计量单位可用千伏 (kV) 表示, 小的计量单位常用毫伏 (mV) 或者微伏 (μV) 表示。它们之间的关系为

$$1\text{kV} = 1\,000\text{V}$$

$$1\text{V} = 1\,000\text{mV}$$

$$1\text{mV} = 1\,000\mu\text{V}$$

我国规定的标准电压等级有很多, 如直流安全电压 12V、24V 和 36V, 工业用电直流电压 110V 和 220V 等; 民用市电电压为交流 220V, 工业动力用电电压为交流 380V; 高压配电电压 6kV、10kV; 高压输电电压 110kV; 远距离超高压输电电压 330kV 和 500kV。

电压可以用电压表测量。测量的时候, 把电压表并联在电路上, 要选择电压表指针接近满偏转的量程。如果电路上的电压大小估计不出来, 要先用大的量程粗略测量后再选用合适的量程, 这样可以防止由于电压过大而损坏电压表。

2. 电位

放在电场里某点的电荷的位能与它的电量之比就是该点的电位。如用 U 表示电位, A 表示电荷 q 的位能, 则

$$U = \frac{A}{q} \quad (1-1)$$

式中, U 的单位为 V, A 的单位为 J, q 的单位为 C。



在指明电路中某点电位时，必须首先确定参考点，设其电位为零，则电路中某点的电位在数值上就等于该点到参考点的电压。因此，电位的数值与参考点的选择有关。凡是电位的参考点都用接地符号（ $\perp$ ）表示，这样选择方便于计算，无须计算者自由选定参考点。

3. 电源

把其他形式的能转换成电能的装置叫做电源。如发电机能把机械能转换成电能，干电池能把化学能转换成电能。干电池、发电机等都叫做电源。

通过整流电路把交流电变成直流电的装置叫做整流电源，能提供信号的电子设备叫做信号源。晶体管能把输入的信号加以放大，又能把放大的信号传送到后面的电路中去，晶体管对后面的电路来说也可以看作是信号源。整流电源、信号源有时也叫做电源。

4. 电动势

电动势是反映电源把其他形式的能转换成电能的本领的物理量，电动势使电源两端产生电压。在电路中，电动势常用 E 来表示，电动势的单位是伏（V）。

5. 电位差

电位差就是两点之间的电位之差。如 a、b 两点的电位分别为 10V 和 5V，则两点之间的电位差为 $U_{ab} = 10V - 5V = 5V$ 。反之， $U_{ba} = 5V - 10V = -5V$ 。

6. 电流

电荷的定向移动叫做电流。在电路中，电流常用 I 表示。电流分直流和交流两种，电流的大小和方向不随时间变化的叫做直流；电流的大小和方向随时间变化的叫做交流。电流的单位是安（A），也常用千安（kA）、毫安（mA）或者微安（ μA ）做单位。它们之间的关系是

$$1kA = 1\,000A$$

$$1A = 1\,000mA$$

$$1mA = 1\,000\mu A$$

直流电流的方向是从电源的正极流到电源的负极。

电流可以用电流表测量。测量的时候，把电流表串联在电路中，要选择电流表指针接近满偏转的量程。如果电路中的电流大小估计不出来，则要先用大的量程，粗略测量后再用合适的量程，这样可以防止电流过大而损坏电流表。

7. 负载

把电能转换成其他形式的能的装置叫做负载。电动机能把电能转换成机械能，灯泡能把电能转换成热能和光能，扬声器能把电能转换成声能。电动机、电阻、灯泡、扬声器等都叫做负载。后级的晶体管对于前级来说，也可以看作负载。

8. 电阻

电路中将电流通过有阻碍作用并且造成能量消耗的器件叫电阻。电阻常用 R 表示，电阻的单位是欧姆（ Ω ），也常用千欧（k Ω ）或者兆欧（M Ω ）做单位。它们之间的关系是

$$1k\Omega = 1\,000\Omega$$

$$1M\Omega = 1\,000\,000\Omega$$

导体的电阻由导体的材料、横截面积、长度和温度决定。一般导线的电阻可由以下公式求得：

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-2)$$

式中 L ——导线长度 (m);
 S ——导线的横截面积 (mm^2);
 ρ ——电阻率 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)。

电阻率 ρ 是电工计算中的一个重要物理常数, 不同材料物体的电阻率各不相同, 它的数值相当于用这种材料制成长为 1m、横截面积为 1mm^2 的导线, 在温度 $+20^\circ\text{C}$ 时的电阻值。电阻率直接反映着各种材料导电性能的好坏。材料的电阻率越大, 表示它的导电能力越差; 电阻率越小, 则表示导电性能越好。

电阻可以用万用表欧姆挡测量。测量时, 要选择万用表指针偏转量程一半的欧姆挡。如果被测电阻焊接在电路中, 则应将其断开一端后进行测量。人体不能与电阻引线接触。

常用金属的电阻率如表 1-1 所示。

表 1-1 常用金属的电阻率 (20°C)

材 料	电阻率 $\rho / (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	材 料	电阻率 $\rho / (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$
银	0.016 5	铸铁	0.5
铜	0.017 5	黄铜	0.065
钨	0.055 1	铝	0.028 3
铁	0.097 8	康铜	0.44
铅	0.222		

例 1: 100m 长的铜导线, 导线直径 D 为 1mm, 求它在 20°C 时的电阻 R 。

解: 首先计算导线的截面积:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 1^2}{4} \text{mm}^2 \approx 0.79 \text{mm}^2$$

查表 1-1 得导线的电阻率 $\rho = 0.017 5 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, 则导线电阻为

$$R = \rho \frac{L}{S} = 0.017 5 \times \frac{100}{0.79} \Omega \approx 2.22 \Omega$$

例 2: 一根直径 D 为 1mm 的康铜导线, 它的电阻 $R = 11.2 \Omega$, 求它的长度 L 。

解: 先求出截面积 S , 即

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 1^2}{4} \text{mm}^2 \approx 0.79 \text{mm}^2$$

查表 1-1 得导线的电阻率 $\rho = 0.44 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, 则

$$L = \frac{RS}{\rho} = \frac{11.2 \times 0.79}{0.44} \text{m} \approx 20.11 \text{m}$$

9. 电容

电容是衡量导体储存电荷能力的物理量。在两个相互绝缘的导体上, 加上一定的电压, 它们就会储存一定的电量。其中一个导体储存着正电荷, 另一个导体储存着大小相等的负电荷。加上的电压越大, 储存的电量就越多。储存的电量与加上的电压是成正比的, 它们的比值叫做电容。如果电压用 U 表示, 电量用 Q 表示, 电容用 C 表示, 那么



$$C = \frac{Q}{U} \quad (1-3)$$

电容的单位是法拉 (F)，也常用微法 (μF) 或者皮法 (pF) 做单位。它们的关系是

$$1\text{F} = 10^6 \mu\text{F}$$

$$1\text{F} = 10^{12} \text{pF}$$

电容可以用电容测试仪测量，也可以用万用电表欧姆挡粗略估测。

10. 电感

电感是衡量线圈产生电磁感应能力的物理量。给一个线圈通入电流，线圈周围就会产生磁场，线圈就有磁通通过。通入线圈的电流越大，磁场就越强，通过线圈的磁通就越大。实验证明，通过线圈的磁通量与通入的电流是成正比的，它们的比值叫作自感系数，也叫作电感。如果通过线圈的磁通量用 Φ 表示，电流用 I 表示，电感用 L 表示，那么

$$L = \frac{\Phi}{I} \quad (1-4)$$

电感的单位是亨利 (H)，也常用毫亨 (mH) 或微亨 (μH) 做单位。它们的关系是

$$1\text{H} = 1\,000\text{mH}$$

$$1\text{mH} = 1\,000\mu\text{H}$$

11. 电能

当电流流过电路时，将发生能量转换。在电源内部，外力不断克服电场力驱使正负电荷分别向电源两极移动而做功，从而把其他形式的能转换为电能。通过外电路，电荷不断地被送到负载，从而把电能转换为其他形式的能。

负载消耗的电能等于端电压与电荷的乘积，电荷又等于电流与时间的乘积，即

$$A = UQ = IUt \quad (1-5)$$

式中 A ——电能 (J)；

U ——端电压 (V)；

Q ——电荷 (C)；

t ——时间 (s)。

12. 电功

电流做功等于电路消耗的电能，而电路里消耗的电能又等于使电荷在电路里移动所做的功。计算电功的公式为

$$A = \frac{U^2}{R}t \quad (1-6)$$

或

$$A = I^2 Rt \quad (1-7)$$

或

$$A = UIt$$

13. 电功率

在单位时间内电路产生或消耗电能称为电功率，简称功率，用 P 表示，单位为瓦 (W)。

$$P = A/t = IUt/t = IU \quad (1-8)$$

或



$$P = \frac{U^2}{R} \quad (1-9)$$

或

$$P = I^2 R \quad (1-10)$$

式中 P ——电功率 (W, $1\text{W} = 1\text{J/s}$);

t ——时间 (s)。

例3: 5A 的电流通过 4Ω 的电阻, 经过 10s 后, 计算电流在这段时间内所做的功 A 和功率 P 。

解:

$$A = I^2 R t = 5^2 \times 4 \times 10\text{J} = 1\,000\text{J}$$

$$P = I^2 R = 5^2 \times 4\text{W} = 100\text{W}$$

例4: 有一个 8W 、 400Ω 的线绕电阻, 求它的额定电流和最大耐压值各是多少。

解:

$$\text{额定电流} \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{8}{400}}\text{A} \approx 0.14\text{A}$$

$$\text{最大耐压值} \quad U = IR = 0.14 \times 400\text{V} = 56\text{V}$$

取 50V 。

二、电路的三种状态

1. 开路状态 (断路状态)

当电路的开关断开时, 称为开路, 其特征是电流为零, 电源端电压值就是电源两端的电动势。检修线路应在开路状态下进行。这种状态电路不工作也不产生热量。

2. 短路状态

当电路中有电压的两点被电阻为零的导体连接时, 称为短路, 其特征是电流很大。根据电流的热效应, 导体所消耗的电能为

$$A = IUt = I^2 R t \quad (1-11)$$

若电阻消耗的电能全部转换成热能 ($Q = I^2 R t$), 则会烧坏绝缘部分, 损坏设备。为了防止短路, 应在电路中接熔丝。有时利用短路电流产生的高温可进行金属焊接等。

3. 额定工作状态

用电设备一般都规定有额定电流。额定电流是指电气设备长时间工作所允许通过的最大电流, 用 I_N 表示。实际电路小于 I_N 时称为轻载; 等于 I_N 时称为满载, 满载就是额定工作状态; 大于 I_N 时称为过载, 过载是不允许的。有些设备不标出额定电流而标出额定电压, 即 U_N , 或标出额定功率 P_N 。

第三节 串联与并联电路

一、电阻串并联电路

在电路中, 元件按顺序首尾相接, 各元件通过同一电流, 把这种连接关系叫做元件的串联。串联分压, 回路中的电流处处相等, 如图 1-3 所示。若元件首-首和尾-尾相接, 且



在同一电压作用之下, 把这种连接关系叫做元件的并联, 如图 1-4 所示。

下面介绍电阻、电容串并联的参数计算。

1. 电阻串联的参数计算

电阻 R_1 、 R_2 串联, 其总电阻 R 的计算公式为

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n \quad (1-12)$$

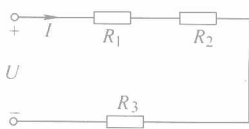


图 1-3 电阻串联

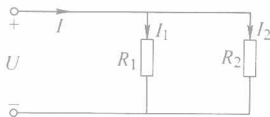


图 1-4 电阻并联

例 5: 如图 1-3 所示, $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 15\Omega$, 求总电阻 R 。

解:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = (10 + 20 + 15)\Omega = 45\Omega$$

结论: 电阻串联, 串联的越多阻值越大。串联电阻分压。

2. 电阻并联的参数计算

电阻 R_1 、 R_2 并联, 其总电阻的计算公式为

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n} \quad (1-13)$$

或

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

每条支路上电流的计算公式为

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

例 6: 如图 1-4 所示, $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 40\Omega$, 求并联后的总电阻 R 。

解: $R = 1 / (1/R_1 + 1/R_2) = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 20 \times 40 / (20 + 40) = 800 / 60 \Omega \approx 13\Omega$

结论: 电阻并联, 并联的越多阻值越小。

并联电路的特点是并联电路有分流的作用, 每条支路上的电压处处相等。

3. 混联电路的计算

可按元件布局或先串(并)后并(串)的方法进行计算。

二、电容串并联电路

电容串并联的连接形式和电阻串并联的连接形式一样, 只是计算公式不同。

1. 电容并联的参数计算

如图 1-5 所示, 电容 C_1 、 C_2 并联时, 其总电容 C 为

$$C = C_1 + C_2 \quad (1-14)$$

例 7: 如图 1-5 所示, $C_1 = 51\mu\text{F}$, $C_2 = 47\mu\text{F}$, 求并联后的总电容 C 。

解: $C = C_1 + C_2 = (51 + 47) \mu\text{F} = 98 \mu\text{F}$

结论: 电容并联, 并联的越多总电容越大。这一点和电阻并联相反。

2. 电容的串联

如图 1-6 所示, 电容 C_1 、 C_2 串联时, 电容的总电容 C 为

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad (1-15)$$

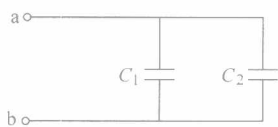


图 1-5 电容并联

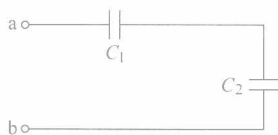


图 1-6 电容串联

例 8: 如图 1-6 所示, $C_1 = 2 \mu\text{F}$, $C_2 = 3 \mu\text{F}$, 求串联后的总电容 C 。

解:

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2 \times 3}{2 + 3} \mu\text{F} = \frac{6}{5} \mu\text{F} = 1.2 \mu\text{F}$$

结论: 电容串联, 串联的越多总电容越小。这一点和电阻串联相反。

第四节 三相交流电路与谐振电路

交流电路就是电压或电流的大小和方向随着时间的变化而变化的电路。三相交流电路是在单相电路的基础上发展起来的, 多用于动力用电。

一、三相交流电路

1. 对称三相电动势瞬时值表达式

$$\begin{aligned} e_U &= E_m \sin \omega t \\ e_V &= E_m \sin(\omega t - 120^\circ) \\ e_W &= E_m \sin(\omega t + 120^\circ) \\ e_U + e_V + e_W &= 0 \end{aligned} \quad (1-16)$$

2. 相量表达式

$$\begin{aligned} \dot{E}_U &= E e^{j0} = E \angle 0^\circ = E \\ \dot{E}_V &= E e^{-j120^\circ} = E \angle -120^\circ \\ \dot{E}_W &= E e^{j120^\circ} = E \angle 120^\circ \\ \dot{E}_U + \dot{E}_V + \dot{E}_W &= 0 \end{aligned} \quad (1-17)$$

由上可见, 对称三相电动势的特点是幅值相等、频率相同和相位互差 120° , 如图 1-7 所示, 其波形如图 1-8 所示。