

维修家电 你也行

阳鸿钧 等编著



传统大家电，新潮小电器，尽在其中

应用有方，选择有法，安全我放心

图解分析，表格查对，维修你也行

维修家电你也行

阳鸿钧 等编著



机械工业出版社

为了使读者能够系统地学习与掌握家用电器的维修基础知识、基本技能、实战技巧以及维修即查,同时,为满足广大家用电器维修初级工、中级工、高级工、技师需要掌握的基础理论与实际操作,以及维修爱好者、自学者、动手一族的学习与维修指导需求,特编写了本书。

本书涵盖的家电包括电视机、洗衣机、电冰箱、空调器、计算机、显示器、手机、影碟机、功率放大器、麻将机、电子学习机、机顶盒、热水器、电磁炉、电压力锅、电热油汀、吸油烟机、电子式足浴盆等。本书内容丰富,维修全掌握。

本书可供从事家电维修的技术人员学习,也适合职业学校、培训学校师生,以及维修爱好者、维修动手一族参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

维修家电你也行/阳鸿钧等编著. —北京:机械工业出版社,2014.9
ISBN 978-7-111-47577-4

I. ①维… II. ①阳… III. ①日用电气器具—维修 IV. ①TM925.07

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第179988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:付承桂 责任编辑:付承桂 张沪光 版式设计:霍永明
责任校对:闫玥红 封面设计:马精明 责任印制:乔宇
北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014年10月第1版第1次印刷
184mm×260mm·19.5印张·1插页·470千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-47577-4

定价:59.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

为了使读者能够系统地学习与掌握家用电器的维修基础知识、基本技能、实战技巧以及维修即查，同时，为满足广大家用电器维修初级工、中级工、高级工、技师需要掌握的基础理论与实际操作，以及维修爱好者、自学者、动手一族的学习与维修指导需求，特编写了本书。

本书涵盖的家电包括电视机、洗衣机、电冰箱、空调器、电脑、显示器、手机、影碟机、功率放大器、麻将机、电子学习机、机顶盒、热水器、电磁炉、电压力锅、电热油汀、吸油烟机、电子式足浴盆等。

全书由14章组成，第1章介绍了维修的基础理论、基本技能与通用技能。第2章到第14章分别介绍了具体的家电，除常见的机种外，对于新型的机种也进行了介绍。对于电器的基本介绍要使学习者能够了解结构会拆卸，知道原理会维修，看到例子会旁通，维修当中有参谋，随查随看有资料。

总之，本书内容通俗易懂，丰富全面，一本在手，维修尽掌握。

本书中部分厂家电路中的图形符号为原厂电路图未作改动。

本书在编写中参考了相关人士的相关技术资料，因最初原始来源不详，故没有一一列出参考文献，在此特意说明以及表达谢意。

本书可供从事家电维修的技术人员学习，也适合职业学校、培训学校师生，以及维修爱好者、维修动手一族参考阅读或者用作教材。

本书由阳鸿钧、李敏、李德、阳红珍、许满菊、许应菊、唐中良、米芳、任亚俊、许小菊、阳梅开、任杰、毛采云、阳荀妹、陈永、侯平英、谢锋、王山、凌方、张小红、阳红艳、许秋菊、欧小宝、李娟、肖小娥、李力、扬留、蔡平、许四一、单冬梅等参与编写工作或支持编写。由于时间有限，书中不足之处，敬请批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 维修基础快速通 1

1.1 电子电工基础 1	
1.1.1 直流与交流 1	
1.1.2 模拟电路 1	
1.1.3 数字电路 1	
1.1.4 数制 2	
1.1.5 位与字节 3	
1.1.6 模拟信号的数字化 3	
1.2 电磁学原理 3	
1.2.1 磁路 3	
1.2.2 磁路与电路的区别 4	
1.2.3 自感电动势与互感电动势的特点 4	
1.3 元器件与电子电路 6	
1.3.1 电阻 6	
1.3.2 排阻 7	
1.3.3 电感 7	
1.3.4 电容 8	
1.3.5 二极管 9	
1.3.6 晶体管 10	
1.3.7 场效应管 12	
1.3.8 集成电路 13	
1.3.9 压缩机 20	
1.3.10 电动机 20	
1.3.11 电池 21	
1.3.12 其他元器件 22	
1.3.13 元器件的检测 22	
1.3.14 贴片元件的拆除与焊接 25	
1.4 螺钉作业方法与标准 25	
1.5 电器内部工艺布线 26	
1.6 电路 26	
1.6.1 直流电源的组成 26	
1.6.2 整流电路 27	
1.6.3 滤波电路 29	
1.6.4 稳压电路 29	
1.7 识图 31	

1.7.1 电路图形符号 31	
1.7.2 维修图的种类 31	
1.7.3 识图的方法与原则、要求 32	
1.7.4 怎样看集成电路图 33	
1.7.5 怎样看单元电路图 33	
1.7.6 怎样看系统电路 34	
1.7.7 怎样看板块电路 34	
1.7.8 常用的英中文对照 34	
1.8 维修方法与原则 35	
1.8.1 维修方法 35	
1.8.2 维修原则 38	
1.9 常见的修理工具与仪器 38	
1.9.1 橡皮擦 38	
1.9.2 IC 起拔器 38	
1.9.3 防静电工具 38	
1.9.4 小空盒 39	
1.9.5 小手电 39	
1.9.6 金属除锈剂 39	
1.9.7 电烙铁 39	
1.9.8 热风枪 41	
1.9.9 吸锡器 44	
1.9.10 镊子 44	
1.9.11 带灯放大镜 44	
1.9.12 不锈钢空心针 44	
1.9.13 编程器 45	
1.9.14 主板诊断卡 45	
1.9.15 插针 45	
1.9.16 螺丝刀(螺钉旋具) 46	
1.9.17 尖嘴钳 47	
1.9.18 试电笔 47	
1.9.19 钢丝钳 48	
1.9.20 剥线钳 49	
1.9.21 美工刀 49	
1.9.22 毛刷、皮吹 50	
1.10 常用检修仪表 50	
1.10.1 万用表 50	

1.10.2 钳形电流表	51	4.1 洗衣机概述	153
1.10.3 示波器	52	4.2 全自动滚筒洗衣机的结构	153
1.10.4 绝缘电阻表	54	4.3 洗衣机的拆卸	157
1.10.5 其他工具与仪器	55	4.4 洗衣机的故障维修	162
1.11 触电	59	4.5 洗衣机维修即查	164
第2章 彩色电视机	60	4.5.1 美的全自动滚筒洗衣机 XQG50-1089、 XQG50-1089S 故障代码	164
2.1 CRT 彩电	60	4.5.2 惠而浦 WI6086TS 洗衣机故障 代码	165
2.1.1 CRT 彩电概述	60	4.5.3 LG WD-N12240D. ACN 等洗衣机 故障代码	165
2.1.2 CRT 彩电元器件	60	4.5.4 海尔洗衣机故障代码的原因 速查	165
2.1.3 CRT 彩电的结构	61	4.5.5 松下 NA-711 型微电脑全自动 洗衣机电路	166
2.1.4 CRT 彩电的原理	63	第5章 空调器	167
2.1.5 CRT 彩电的故障检修	68	5.1 空调器概述	167
2.1.6 CPT 彩电的维修即查	70	5.2 空调器的结构与元器件	167
2.2 液晶彩电	79	5.3 空调器的原理	172
2.2.1 液晶彩电的结构与原理	79	5.3.1 窗式空调器	172
2.2.2 液晶彩电的故障维修	83	5.3.2 热泵型空调器	174
2.2.3 液晶彩电的维修即查	84	5.3.3 电热型空调器	175
2.3 等离子电视机	107	5.3.4 分体式空调器	176
2.3.1 等离子电视机的组成	107	5.3.5 嵌入式空调(天花板机)	180
2.3.2 等离子电视机板块的常见故障	108	5.3.6 变频空调器	181
2.3.3 等离子电视机的故障检修	108	5.4 空调器的维修方法	189
2.3.4 等离子电视机的维修即查	109	5.5 空调器的连接	190
2.4 3D 电视机	114	5.5.1 空调器排水管、制冷剂管的 连接	190
2.4.1 3D 电视机的结构	114	5.5.2 线路的连接	191
2.4.2 3D 电视机的原理	115	5.5.3 紧固件的安装	191
2.4.3 3D 电视机的故障维修	117	5.5.4 排空气	192
2.4.4 3D 电视机的维修即查	118	5.6 空调器制冷系统的清洗	192
第3章 电冰箱	120	5.7 空调器的故障维修	192
3.1 常用电冰箱	120	5.8 空调器的维修即查	194
3.1.1 电冰箱相关的部分名词、术语	120	5.8.1 海信科龙室内风扇电动机技术 参数	194
3.1.2 家用电冰箱的类型	121	5.8.2 海信科龙室外风扇电动机技术 参数	194
3.1.3 电冰箱的命名规则	121	5.8.3 海信科龙变压器技术参数	194
3.1.4 电冰箱的结构与组成	122	5.8.4 海信科龙传感器阻值特性	194
3.1.5 电冰箱的元器件及其特点	122	5.8.5 海信科龙 KFR-35GW/(D) 系列 传感器的阻值特性	195
3.1.6 电冰箱的工作原理	130		
3.1.7 电冰箱的维修技法	136		
3.1.8 电冰箱的检修	140		
3.1.9 电冰箱的维修即查	143		
3.2 泡菜电冰箱	151		
3.2.1 泡菜电冰箱的结构	151		
3.2.2 泡菜电冰箱的原理	151		
3.2.3 泡菜电冰箱的故障维修	152		
第4章 洗衣机	153		

5.8.6	长虹空调遥控器对照	198	8.1	CRT 显示器	229
5.8.7	志高 285、325、388、418 挂壁式 空调的故障代码	199	8.1.1	CRT 显示器概述	229
5.8.8	志高 18NV/24NV 空调的故障 代码	199	8.1.2	CRT 显示器电路的结构	229
5.8.9	志高 2HP 柜式空调、华丽 VFD 柜机的故障代码	199	8.1.3	CRT 显示器的电路	229
5.8.10	志高 KFR51LW/BP 的故障 代码	199	8.1.4	显示器的故障维修	232
5.8.11	海信科龙 KFR-35GW/(D) 的 故障代码	200	8.1.5	显示器的维修即查	233
5.8.12	海信 KFR-60LW/26BP 交流变频 柜机室外机的故障代码	201	8.2	液晶显示器	234
5.8.13	海尔空调器的故障代码	201	8.2.1	液晶显示器概述	234
5.8.14	格力变频空调器运行状态的 故障代码	202	8.2.2	液晶显示器的结构	234
5.8.15	格力变频空调器室外机主板故障 指示灯的显示状态	203	8.2.3	液晶显示器的原理	235
5.8.16	海信科龙空调控制器电路	204	8.2.4	液晶显示器的故障维修	241
5.8.17	格力柜式空调主控板微电脑 控制电路	204	8.2.5	液晶显示器的维修即查	241
5.8.18	美的 KFR-23X2GW 空调电路	204	第 9 章 影碟机		245
第 6 章 手机		210	9.1	影碟机概述	245
6.1	手机的原理	210	9.2	DVD 影碟机的结构	246
6.2	手机的结构与维修	210	9.3	MPEG 数字压缩技术	248
6.3	手机电池的修复方法	211	9.4	DVD 影碟机读盘过程	248
6.4	手机显示屏的修复方法	212	9.5	影碟机的故障维修	249
6.5	手机的故障维修	212	9.6	影碟机的维修即查	250
6.6	手机的维修即查	214	9.6.1	影碟机常见集成块代换	250
6.6.1	诺基亚手机 N5310 主板	214	9.6.2	24C02 电可擦写可编程程序 存储器	251
6.6.2	诺基亚 X6 主板	214	9.6.3	CS4334 两声道音频数模转换	252
第 7 章 计算机		217	9.6.4	KA9259D 五通道伺服驱动放大 集成电路	252
7.1	台式计算机	217	9.6.5	KB9223 RF 处理集成电路	253
7.1.1	台式计算机的结构	217	第 10 章 功率放大器		255
7.1.2	台式计算机的故障维修	219	10.1	功放的结构	255
7.1.3	台式计算机的维修即查	220	10.2	功放的原理与电路	256
7.2	便携式计算机	220	10.3	功放的故障维修	259
7.2.1	便携式计算机的构架	220	10.4	功放的维修即查	260
7.2.2	便携式计算机零件	222	10.4.1	奇声 AV-388D 功放电路	260
7.2.3	LVDS 接口	225	10.4.2	奇声 AV-737DB 功放电路	260
7.2.4	便携式计算机维修技巧	226	10.4.3	步步高 AV-213 功放电路	261
7.2.5	便携式计算机故障维修	227	10.4.4	百灵 BL-30A 功放电路	261
第 8 章 显示器		229	10.4.5	绅士 E1080 功放电路	262
			10.4.6	天逸 AD-66 功放电路	262
			第 11 章 麻将机		263
			11.1	麻将机的结构	263
			11.2	麻将机的工作原理	264
			11.3	麻将机的故障维修	264
			11.4	麻将机的维修即查	266

11.4.1 自动麻将机电路	266	第 14 章 其他小家电	291
11.4.2 G30 麻将机电脑板接口	266	14.1 小家电的结构	291
11.4.3 麻将机主板兰科 B 板接口 (通用板)	266	14.2 小家电的故障代码	294
第 12 章 电子学习机	267	14.2.1 海尔燃气热水器 JSQ16-C (R)、 JSQ20-C (R) 故障代码	294
12.1 点读笔	267	14.2.2 海尔空气源热泵热水器故障 代码	294
12.1.1 点读笔的结构	267	14.2.3 美的燃气热水器故障代码	294
12.1.2 点读笔的故障维修	267	14.2.4 美的电热水壶 PF205C-50G 故障代码	294
12.2 点读机	268	14.2.5 松下电磁炉故障代码	295
12.2.1 点读机的工作原理	268	14.2.6 美力电磁炉故障代码	295
12.2.2 点读机的故障维修	268	14.2.7 海尔电烤箱故障代码	295
12.3 复读机	269	14.3 小家电的故障维修	295
12.3.1 复读机概述	269	14.3.1 微波炉的故障维修	295
12.3.2 复读机零部件的作用	270	14.3.2 电压力锅的故障维修	296
12.3.3 复读机的维修即查	270	14.3.3 银河燃气热水器的维修	297
12.4 电子辞典	273	14.4 小家电的维修参考电路	297
12.4.1 电子辞典概述与结构	273	14.4.1 油汀电暖气的电路	297
12.4.2 电子辞典的元器件	275	14.4.2 普通压力电饭锅的电路	298
12.4.3 电子辞典的维修	275	14.4.3 美的 MB-YC50A 电脑式电饭锅 电源加热电路	298
12.4.4 电子辞典的维修即查	276	14.4.4 美的电脑式自动电饭锅控制板 电路	298
第 13 章 机顶盒与数字电视模卡	278	14.4.5 希贵 GDY80-A 电脑式电饭锅 电源与控制电路	299
13.1 机顶盒	278	14.4.6 玉环牌 CDR-30A 微电脑电热水器 电路	300
13.1.1 机顶盒概述	278	14.4.7 樱花吸油烟机 CXW-130-80 电路	300
13.1.2 机顶盒的结构	278	14.4.8 电子式足浴盆电路	301
13.1.3 机顶盒的工作原理	278		
13.1.4 机顶盒的故障维修	282		
13.1.5 机顶盒的维修即查	286		
13.2 数字电视模卡	289		
13.2.1 数字电视模卡的结构	289		
13.2.2 模卡的故障维修	289		
13.2.3 模卡的 PCI 接口定义	290		

第 1 章 维修基础快速通

1.1 电子电工基础

1.1.1 直流与交流

电是通过化学或物理方法获得的一种能量，具有可以使灯发光等特点。电有直流电与交流电之分，其对应的电路有直流电路与交流电路。

直流就是方向、大小均恒定不变的电压、电流。交流就是方向、大小随时变化的电压、电流。大多数电子电路工作时都需要直流电源，因而直流电源是保证电子电路的工作状态与能源的提供者。照明电、音频信号等是交流。直流电路就是直流电流通过的途径。交流电路就是交流电流通过的途径。直流与交流图解如图 1-1 所示。

交流信号根据频率可以分为高频信号（如收音天线信号）与低频信号（如耳机的音频信号）。交流信号的单位为频率，其定义为单位时间内交流信号大小、方向变化的次数。频率的单位为赫兹，一般用字母 Hz 表示。另外，常用单位还有兆赫兹（MHz）、千赫兹（kHz）。它们之间的关系如下： $1\text{MHz} = 1000\text{kHz}$ 、 $1\text{kHz} = 1000\text{Hz}$ 。

电感、电容的交流阻抗特点如下：

1) 电感的电感量越大对低频信号的阻抗越大，而对高频信号的阻抗越小；电感量越小对低频信号的阻抗越小，而对高频信号的阻抗越大。

2) 电容的容量越大对低频信号的阻抗越小，而对高频信号的阻抗越大；电容的容量越小对低频信号的阻抗越大，而对高频信号的阻抗越小。

1.1.2 模拟电路

模拟也就是指电压或电流对于真实信号成比例的再现。模拟电路就是用来处理模拟信号的电路，它是相对数字电路而言的。模拟信号就是在时间、幅度上均是连续的信号，如图 1-2 所示。

1.1.3 数字电路

数字信号是指在幅度上的取值是离散的，幅值表示被限制在有限个数值内的信号，如图 1-3 所示。

用来传输、控制、变换数字信号的电路叫做数字电路。数字电路工作时一般只有两种状态，高电位（又称为高电平、1 状态）或低电位（又称低电平、0 状态）。

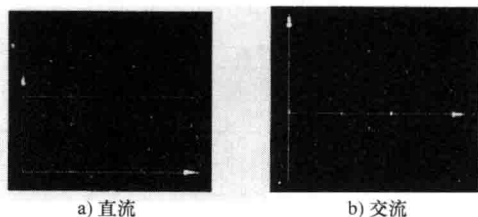


图 1-1 直流与交流



图 1-2 模拟信号

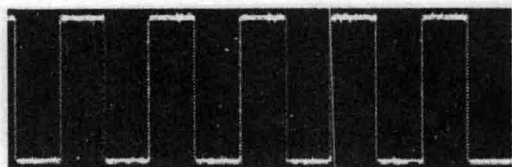


图 1-3 数字信号

数字电路基本逻辑电路为与门、或门、非门（反相器），它们的特点如下：

- 1) 与门——当输入端 A、B 同时都为逻辑 1 状态时，输出端 C 才是逻辑 1 状态。
- 2) 或门——输入端 A、B 只要有一个状态为 1 时，输出端 C 便是逻辑 1 状态。
- 3) 非门——只有一个输入端和一个输出端，并且其输出状态总是与输入状态相反的。

几种常见逻辑电路逻辑图与真值表如图 1-4 所示。

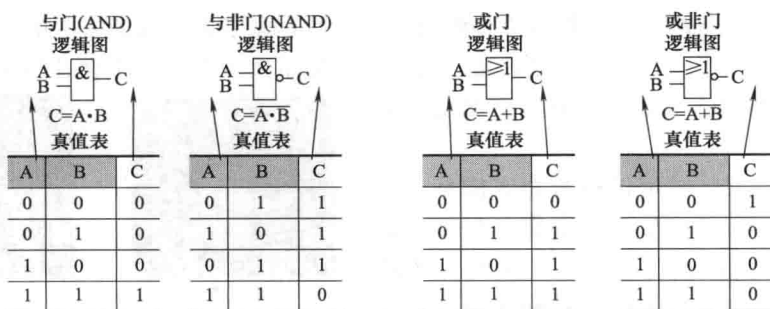


图 1-4 逻辑电路逻辑图与真值表

1.1.4 数制

数制就是用一组固定的数字与一套统一的规则来表示数目的一种方法。数码就是数制中表示基本数值大小的不同数字符号。例如，十进制有 10 个数码，分别为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。基数就是数制所使用数码的个数。例如，二进制的基数为 2、十进制的基数为 10。位权就是数制中某一位上的 1 所表示数值的大小。例如，十进制的 123 中，1 的位权是 100，2 的位权是 10，3 的位权是 1。

常见的数制符号为二进制 B (binary)、八进制 O (octal)、十进制 D (decimal)、十六进制 H (hexadecimal) 等。一些数制的特点见表 1-1。

表 1-1 常见数制的特点

数制	特 点
二进制	二进制就是只有 0、1 两个数码，其计数规则是逢二进一
十六进制	十六进制的数码有 0、1、…、9 与 A、B、…、F(或 a、b、…、f)16 个符号来描述，其计数规则是逢十六进一。二进制只有两个数字可以用，因此，常常需要用很多个数位才能够表达一个数目。为了方便表达二进制数目，常常用十六进制来表示，这是因为一个十六进制数对应四个二进制数
十进制	十进制是人们日常生活中最熟悉的一种进位计数制。十进制中的数码有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9，其计数规则是逢十进一

二进制与十进制、十六进制中的数目对照见表 1-2。

表 1-2 二进制与十进制、十六进制中的数目对照

十进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
二进制	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
十六进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f

1.1.5 位与字节

位、字节在一些处理器、微机控制与技术中是常见的专业用语。它们的含义与特点如下：

1. 位 (bit)

一个 0 或 1 称为一位，常用 bit 表示。计算机、单片机中的位一般是指二进制数的位。

2. 字节 (Byte)

单片机中的数据存储量，处理速度一般是以字节为单位的。字节也是计算机中可单独处理的最小单位。

计算机、单片机中规定连续的几位称为一个字节，常用 Byte 表示。

千字节是表示存储器容量的单位为 KB。1 千字节实质上是 1024 个字节。

位与字节的相关图例如图 1-5 所示。

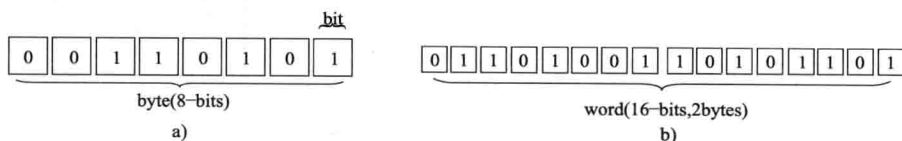


图 1-5 位与字节的相关图例

1.1.6 模拟信号的数字化

处理数字化信号中，编码过程是把模拟信号转变为数字信号，然后进一步加工处理。解码过程是把数字信号转变为模拟信号。解码是编码的逆过程。编码过程主要进行信号的采样、量化、数字编码等处理，相关解说见表 1-3。

表 1-3 数字化处理

名称	解 说
采样	采样是将模拟信号根据一时间间隔（也称为采样周期），取得脉冲性信号
量化	量化是将采样信号的电平（幅度）分级取整的过程
编码	经过量化处理的脉冲信号仍不是数码信号，因此，需要对各脉冲信号的电平值使用二进制数码表示，即用 0、1 或者高电平、低电平的数目来表示。该二值化数码信号才是数字信号

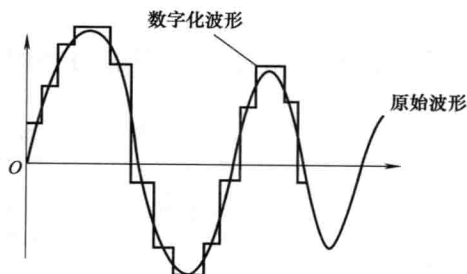


图 1-6 模拟信号的数字化图解

模拟信号的数字化图解如图 1-6 所示。

1.2 电磁学原理

1.2.1 磁路

有些物质放在磁场中会显示出磁性能，产生附加磁场，此现象称为物质的磁化。把这种

能够被磁化的物质，称为磁介质。磁介质具有不同的种类，按其性能可分为反磁性物质、顺磁性物质和铁磁性物质三大类。

线圈通入电流后，产生磁通，分主磁通与漏磁通。其中，磁路是指主磁通所经过的闭合路径。

磁路一般定义是磁通的闭合路径，如图 1-7 所示。

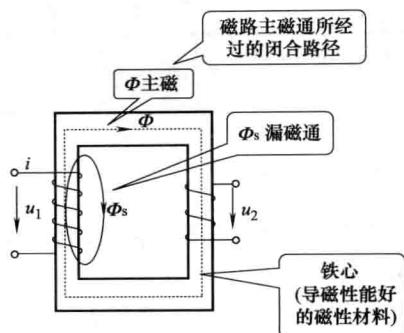


图 1-7 磁路

1.2.2 磁路与电路的区别 (见表 1-4)

表 1-4 磁路与电路的区别主要体现

电 路	磁 路
电流 I	磁通 Φ
电阻 $R = \rho l/S$	磁阻 $R_m = l/\mu s$
电阻率 ρ	磁导率 μ
电压 U	磁压 HL
电动势 E	磁动势 $E_m = IN$
电路欧姆定律 $I = E/R$	磁路欧姆定律 $\Phi = E_m/R_m$

- 注：1. 电路可以有开路的运行状态，电路开路时，电路中的电流都为零。另外，电路中如果没有电源电动势存在，电路中的电流一定等于零；反过来，只要电路中有电流存在，就说明电路中一定存在电源电动势。磁路没有开路的运行状态，并且当磁动势为零时，由于铁磁物质有剩磁存在，磁路中的磁通并不等于零。
2. 一般来说，电流是带电粒子的定向移动而形成的，电流通过电阻时要消耗功率，这个功率必须由电源提供，而磁通只是为了描述磁场的宏观分布而引入的一个物理量，在磁路内并不代表功率损失，因此就磁路本身而言，维持恒定的磁通并不需要消耗功率。

1.2.3 自感电动势与互感电动势的特点 (见表 1-5)

表 1-5 自感电动势与互感电动势的特点

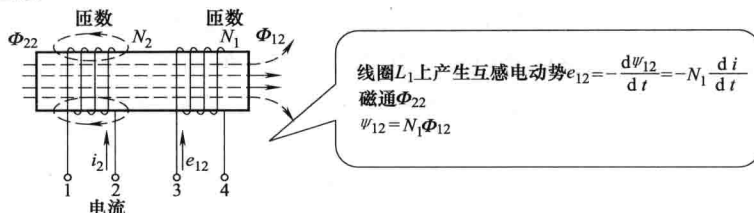
名称	图例与解说
自感电动势	<p>闭合线圈通以电流后会在其周围产生磁通，磁通的变化可使其周围的线圈产生感应电动势。当线圈中的电流发生变化时，由于线圈自身电流变化而使线圈自身产生的感应电动势，称为自感电动势，用 e_L 表示</p> <p>其中，磁链 Ψ 与电流 i 的比值，称为线圈的自感系数，简称自感，用 L 表示</p>

名称

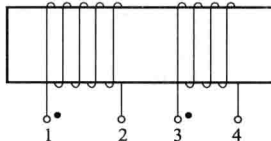
图例与解说

相邻的线圈(互感线圈),当其中一个线圈的电流变化时,必然使通过相邻线圈的磁通发生变化,从而在相邻的线圈内产生感应电动势,这个感应电动势被称为互感电动势

当线圈周围没有磁性物质时,互感磁链与产生这个磁链的电流的比值为—常数,把它称为互感系数,简称互感



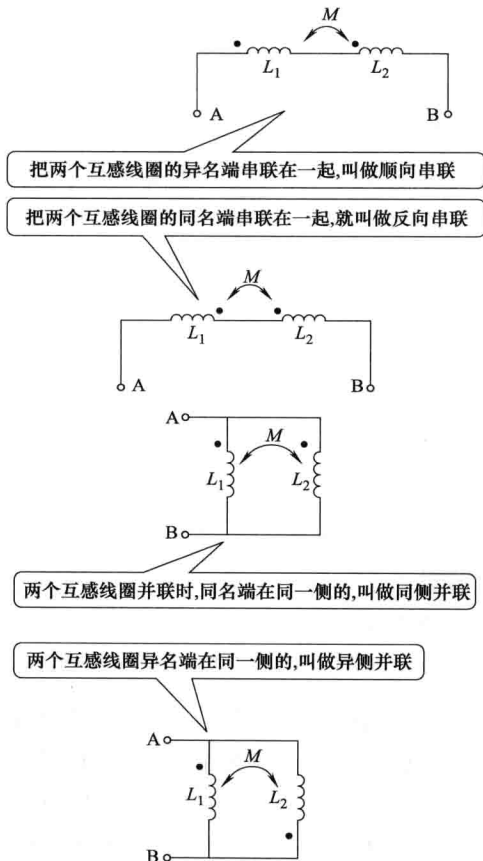
互感线圈具有同名端与异名端——在同一变化电流的作用下,感应电动势极性相反的一端叫异名端,感应电动势极性相同的一端叫同名端,同名端往往用点表示,如下图:



1,3;2,4 同名端。1,4;2,3 异名端。

互感线圈具有串联与并联方式,如下图所示表示:

互感电动势



把两个互感线圈的异名端串联在一起,叫做顺向串联

把两个互感线圈的同名端串联在一起,就叫做反向串联

两个互感线圈并联时,同名端在同一侧的,叫做同侧并联

两个互感线圈异名端在同一侧的,叫做异侧并联

1.3 元器件与电子电路

1.3.1 电阻

电阻在电路中的主要作用为分流、限流、分压、偏置、滤波（与电容组合使用）、阻抗匹配等作用。电阻在电路中常用 R 加数字来表示，例如 R_{18} 表示编号为 18 的电阻。各种电阻符号如图 1-8 所示。电阻常见的类型有碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻、保险电阻等。

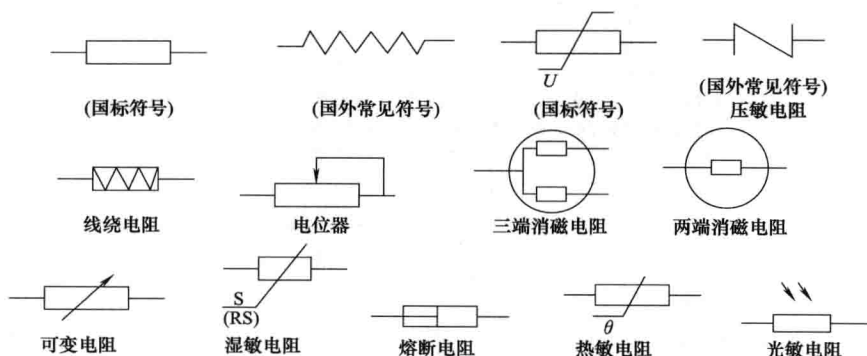


图 1-8 各种电阻符号

电阻的单位为欧姆 (Ω)，倍率单位有千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$) 等。换算方法为： $1M\Omega = 1000k\Omega = 1000000\Omega$ 。

电阻参数的标注方法有直标法、色标法和数标法。其中数标法主要用于贴片等小体积的电阻上。

电阻参数的识读方法如图 1-9 所示。

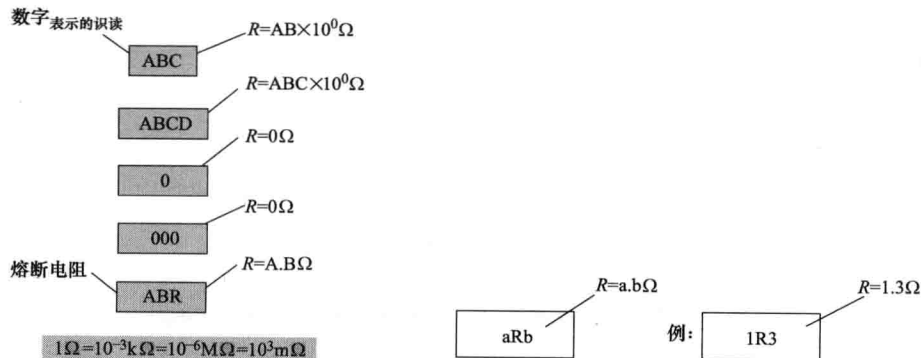


图 1-9 电阻参数的识读方法

例如：472 表示 $47 \times 10^2 \Omega$ （即 $4.7k\Omega$ ）；104 则表示 $100k\Omega$ 。

电阻损坏的特点：电阻损坏以开路为最常见，阻值变大比较少见，阻值变小也较少见。

碳膜电阻、金属膜电阻损坏的特点：低阻值（ 100Ω 以下电阻）与高阻值（ $100k\Omega$ 以上电阻）的损坏率较高，中间阻值（如几百欧到几十千欧的电阻）的电阻损坏较少。低阻值碳膜电阻、金属膜电阻损坏时表面呈烧焦发黑状；高阻值碳膜电阻、金属膜电阻损坏时很少

有痕迹。

线绕电阻一般用作大电流限流，阻值不大的情况。圆柱形线绕电阻烧坏时存在表面爆皮、发黑、裂纹等现象，当然有的线绕电阻损坏时没有异常痕迹。

水泥电阻烧坏时可能会出现断裂现象，当然有的损坏时没有异常痕迹。

熔断电阻烧坏时有的表面会炸掉一块皮，有的没有异常痕迹。保险电阻一般不存在烧焦发黑现象。

1.3.2 排阻

排阻有 4Pin、8Pin、16Pin 等不同类型。排阻可以分为并联排阻、串联排阻等，如图 1-10 所示。

排阻一般有一定的阻值，如果排阻阻值出现增大、无穷大等现象，则说明该排阻可能损坏了。排阻的检测方法如图 1-11 所示。

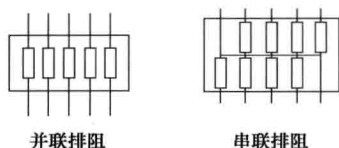


图 1-10 排阻

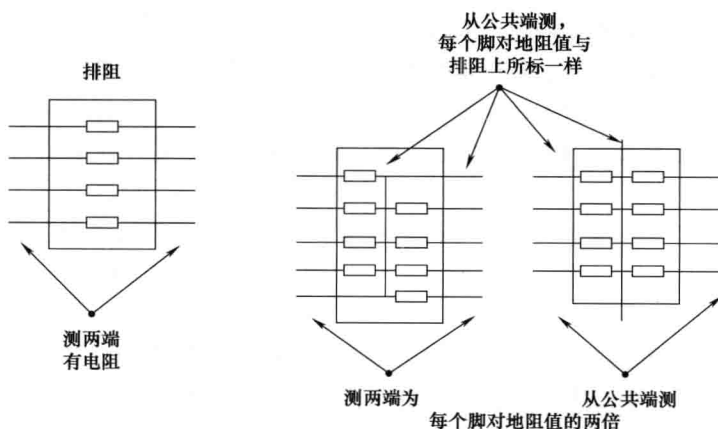


图 1-11 排阻的检测方法图例

1.3.3 电感

电感在电路中一般用 L 加数字表示，例如 L_9 表示编号为 9 的电感。电感线圈是将绝缘导线在绝缘骨架上绕一定的圈数而制成的，绝缘骨架可以是空心的，也可以包含铁心或磁粉心。

电感的基本单位为亨（亨利 H），另外还有毫亨利（mH）、微亨利（ μH ）等单位，它们之间的换算关系如下： $1\text{H} = 1000\text{mH} = 1000000\mu\text{H}$ 。

电感的一些表示符号如图 1-12 所示。电感的标注方法有直标法、色标法等，色标法与电阻的标法类似。

电感线圈的主要特性参数如下：

(1) 电感量 L

电感量 L 表示线圈本身固有的特性，与电流大小没有关系。除了专门的电感线圈之外，电感量一般不专门标注在线圈上，而是以特定的名称来标注。

(2) 感抗 X_L

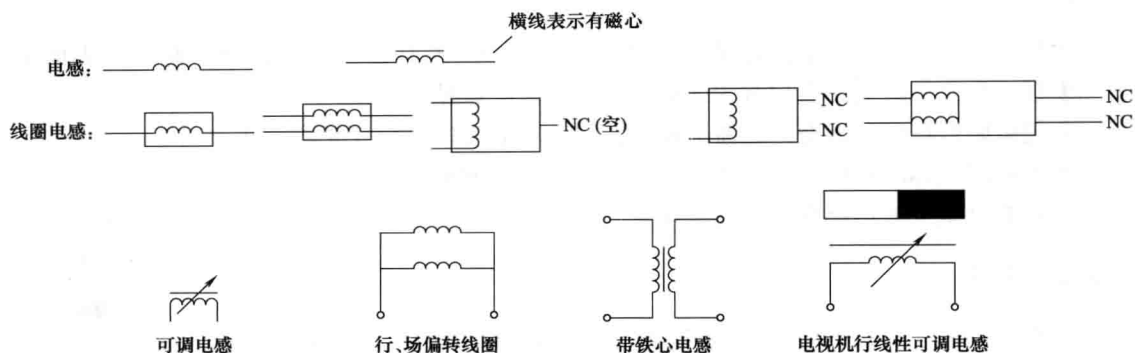


图 1-12 电感的一些表示符号

电感线圈对交流电流阻碍作用的大小称为感抗 X_L ，其单位为欧姆 (Ω)。感抗与电感量 L 、交流电频率 f 的关系为： $X_L = 2\pi fL$ 。

电感的常见作用为滤波、耦合、限流等。

直流可以通过线圈，直流电阻也就是导线本身的电阻，一般压降小。交流信号通过线圈时，线圈两端会产生自感电动势，并且自感电动势的方向与外加电压的方向是相反的，也就是常说的“阻碍交流通过”。因此，电感线圈具有通直流阻交流，频率越高线圈阻抗越大等特点。

电感在电路中可与电容组成振荡电路。电感常见的故障有阻值增大、断开、虚焊等。

1.3.4 电容

常见的电容是利用金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的一种元件。电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容、涤纶电容等。另外，电容根据是否有极性分为有极性电容和无极性电容。其中有极性电容有铝质电容、电解电容、钽质电容等。无极性电容有瓷片电容、云母电容等。

电容一般用 C 表示，常见的电容符号如图 1-13 所示。

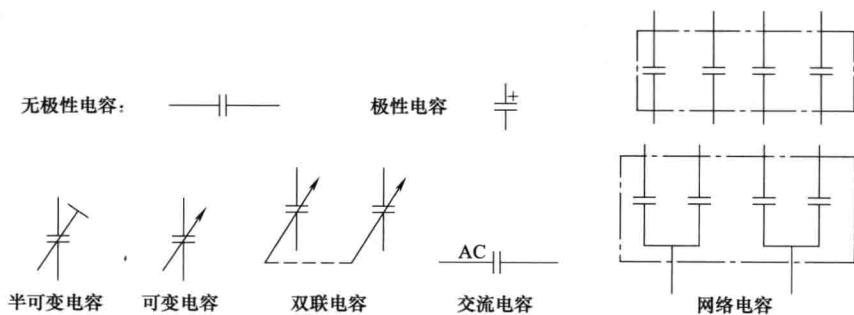


图 1-13 电容符号

电容容量是表示其能够贮存电能的大小。电容的基本单位用法拉 (F) 表示，其他单位还有毫法 (mF)、微法 (μF)、纳法 (nF)、皮法 (pF)，它们之间的关系如下： $1F = 1000mF = 1000000\mu F = 10^9 nF = 10^{12} pF$ 。

电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，也分为直标法、色标法和数标法。其中容量大的电容其容量值一般在电容上直接标明，也就是采用了直标法。容量小的电容其容量值有的在电容上用字母表示或数字表示：

字母表示法，例如： $1m = 1000\mu F$ 、 $1p2 = 1.2pF$ 、 $1n = 1000pF$ 。

数字表示法，例如：用三位数字表示容量大小，一般前两位表示有效数字，第三位数字表示倍率。

电容量误差常见的字母符号对应的允许误差如下：

F：±1%。

G：±2%。

J：±5%。

K：±10%。

L：±15%。

M：±20%。

电容的作用有滤波、耦合等。电容的特性主要是隔直流通交流。电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率、电容量有关。电容容抗的公式如下：

$$\text{电容容抗 } X_C = 1/2\pi fC$$

式中， f 表示交流信号的频率； C 表示电容容量。

电容的故障常见的表现如下：

- 1) 脱焊开路性故障；
- 2) 虚焊开路性故障；
- 3) 引脚腐蚀致断的开路性故障；
- 4) 漏电故障；
- 5) 击穿故障；
- 6) 漏液后造成容量小或开路性故障；
- 7) 完全失去容量。

电容代换时需要考虑耐压值、容量、体积、安装方式等。钽贴片电容代换时，一般需要的耐压值可大不可小，容量需要一样，尺寸能够安装即可。贴片无极性电容代换时，一般情况需要颜色相同，体积相等即可。大容量电解电容代换时，需要优先考虑耐压值，其次是容量。高耐压的电容可以代替低耐压的电容，有时大容量的电容可以代替小容量的电容。如果代换的电容耐压不足，则可以采用同容量同耐压的电容串联代换。如果代换的电容容量不足，则可以采用同耐压同容量或不同容量的电容并联代替。

1.3.5 二极管

1. 概述

晶体二极管简称二极管，二极管在电路中常用VD加数字表示，例如VD₃₉表示编号为39的二极管。二极管的一些符号如图1-14所示。

二极管的主要特性是单向导电性，即在正向电压的作用下，其导通电阻很小。在反向电压作用下，其导通电阻极大或为无穷大。二极管常用在整流、隔离、稳压、编码控制、极性保护、调频调制、静噪等电路中。