

★附现场教学VCD

彩色电视机 维修教程

及 光盘实例详解

刘博锡 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目(CIP)数据

彩色电视机维修教程及光盘实例详解/刘博锡编著.

—北京:人民邮电出版社,2005.4

ISBN 7-115-13080-9

I. 彩... II. 刘... III. 彩色电视—电视接收机—维修 IV. TN949.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 018451 号

内 容 提 要

本书分为三部分:基础知识篇、维修入门篇和维修提高篇。基础知识篇介绍了电子技术基础知识;维修入门篇介绍了 μ PC 三片集成电路黑白电视机的电路分析、安装、测试与检修;维修提高篇重点介绍了当前流行的三洋 P²C 总线控制的 LA76810A/LA76818A 单片彩色电视机的电路分析、测试、调整和检修方法。为了提高读者的动手能力,本书还配有 VCD 光盘,通过 VCD 光盘直观而形象的演示,能够使读者尽快地掌握彩色电视机的各种检修方法。

本书适合于广大家电维修人员和无线电爱好者阅读,也可以作为家用电器维修的职业培训教材。

彩色电视机维修教程及光盘实例详解

- ◆ 编 著 刘博锡
责任编辑 申 苹
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线:010-67129264
北京通州大中印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:18.75 插页:2
字数:464 千字 2005 年 4 月第 1 版
印数:1-5 000 册 2005 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13080-9 /TN·2431

定价:35.00 元(附光盘)

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

前 言

电子技术的应用已经深入到人们的生活之中,越来越多的人加入了家电维修人员行列。家电维修是一项技术性很强的工作,要求维修人员既有较高的理论知识水平,又有较强的动手能力。

本书作者长期从事家电维修理论教学和实习指导工作,在实践中总结出了一套彩色电视机维修培训新方法,强调理论与实践相结合,重点培养动手能力。为了帮助读者尽快地掌握彩色电视机维修技术。作者花费心力,将这套新方法整理编写成书,希望能对广大家电维修人员有所帮助。

本书分为三部分:基础知识篇、维修入门篇和维修提高篇。基础知识篇介绍了电子技术基础知识;维修入门篇介绍了 μ PC 三片集成电路黑白电视机的电路分析、安装、测试与检修;维修提高篇重点介绍了当前流行的三洋 I²C 总线控制的 LA76810A/LA76818A 单片彩色电视机的电路分析、测试、调整和检修方法。在介绍以上知识点时,作者突破传统的表达方式,采用大量的电路图,并在电路图中标注出电压测量点、电流测量点、在路电阻检测点、信号干扰点等,通过对这些关键点的检测,便可很快地找出故障原因,进而排除故障。

本书还有一个突出的特点,就是将元器件的焊接技术,彩色电视机常用检修方法,三洋 I²C 总线控制的 LA76810A/LA76818A 单片彩色电视机的测试、调整和检修方法摄制成 VCD 光盘。通过直观的 VCD 光盘演示,读者可以很快地掌握各种故障的检修思路,迅速提高动手能力,使自己的维修水平上升到一个新的高度。

本书内容丰富、通俗易懂,适合于广大家电维修人员和无线电爱好者阅读,也可以作为家用电器维修职业培训教材。

由于编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请同行和广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 基础知识篇

第 1 章 无线电基础知识	1
1.1 电 流	1
1.2 电压、电位和电功率	3
1.3 直流电、脉动电和交流电	4
1.4 电路和电路图	6
1.5 电磁波	8
1.6 无线电波的调制	9
第 2 章 电子元器件	11
2.1 电阻器	11
2.2 电容器	16
2.3 电感线圈	22
2.4 变压器	25
2.5 电声器件	28
2.6 电源及接线元件	29
2.7 半导体及 PN 结	33
2.8 晶体二极管	37
2.9 晶体三极管	40
2.10 场效应晶体管	44
2.11 可控硅	48
2.12 集成电路、厚膜电路	49
第 3 章 电子电路基础知识	51
3.1 时间常数、微分与积分电路	51
3.2 谐振电路、滤波器	52
3.3 晶体二极管应用电路	58
3.4 晶体三极管放大电路	62
3.5 放大器的三种组合	65
3.6 放大器的级间耦合及退耦电路	67
3.7 功率放大器的类别	70
3.8 振荡器	73

第二篇 维修入门篇

第 4 章 电视传像原理	77
4.1 电子扫描	77
4.2 全电视信号	79

4.3 广播电视图像信号与伴音信号的传送和接收	80
第5章 μPC 三片集成电路黑白电视机电路分析	84
5.1 公共通道	84
5.2 伴音通道	93
5.3 视频放大、显像管电路	96
5.4 同步分离、场扫描电路	102
5.5 行 AFC、行振荡电路	106
5.6 行激励级、行输出电路	111
5.7 电源电路	117
第6章 动手实习操作——μPC 三片集成电路黑白电视机的安装、测试与检修	120
6.1 元器件的安装、焊接和测量	120
6.2 常用检修方法	122
6.3 电子产品小制作	126
6.4 电视机安装、检修的注意事项	132
6.5 电源稳压电路检修	134
6.6 行扫描电路检修	137
6.7 视频放大、显像管电路检修	140
6.8 同步分离、场扫描电路检修	143
6.9 公共通道检修	146
6.10 伴音通道检修	149

第三篇 维修提高篇

第7章 彩色电视基础知识	153
7.1 光与彩色	153
7.2 彩色电视信号的传送	156
7.3 NTSC 制	161
7.4 PAL 制	164
7.5 PAL 制彩色电视接收机	168
7.6 PAL 制解码器	169
第8章 三洋 LA76810A/LA76818A 单片彩色电视机电路分析	177
8.1 I ² C 总线控制的单片彩色电视机的特点	177
8.2 高频调谐器	179
8.3 公共通道	181
8.4 伴音通道	184
8.5 彩色显像管	186
8.6 亮度通道及显像管供电电路	188
8.7 色度通道	193
8.8 同步分离及场扫描电路	196
8.9 行扫描电路	198
8.10 开关稳压电源性能及工作原理	200

8.11 三洋 I ² C 总线控制彩色电视机开关稳压电源·····	206
第9章 I²C 总线微处理器 LC863528A 遥控系统 ·····	210
9.1 I ² C 总线微处理器遥控系统的组成 ·····	210
9.2 微处理器的工作原理 ·····	211
9.3 三洋新型 I ² C 总线控制微处理器应用电路 ·····	214
9.4 基本电路接口与按键输入、遥控输入接口·····	217
9.5 调谐存储接口 ·····	219
9.6 I ² C 总线控制接口 ·····	222
9.7 遥控开、关机及屏幕显示接口·····	225
第10章 动手实习操作——三洋 I²C 总线控制的 LA76810A/LA76818A 彩色电视机的测试、调整与检修 ·····	228
10.1 彩色电视机测试、检修注意事项 ·····	228
10.2 彩色电视机常用检修方法·····	229
10.3 利用方框图确定检修步骤及直观检查·····	235
10.4 行扫描电路检修·····	237
10.5 电源电路检修·····	242
10.6 微处理器遥控、I ² C 总线控制电路检修 ·····	246
10.7 I ² C 总线控制接口的总线进入方法、数据调试和检修 ·····	253
10.8 亮度通道及显像管电路检修·····	259
10.9 同步分离及场扫描电路检修·····	264
10.10 公共通道检修 ·····	267
10.11 色度通道检修 ·····	273
10.12 伴音通道检修 ·····	275
附录1 《彩色电视机维修教程及光盘实例详解》VCD 内容介绍 ·····	279
参考文献 ·····	289

第一篇 基础知识篇

第 1 章 无线电基础知识

随着社会发展和人们生活水平的提高,各种电器不断地进入我们的家庭。现代化的生活几乎离不开电,那么什么是电呢?下面我们就有关电的基础知识进行介绍。

1.1 电 流

一、电荷

一切物质都是由分子及原子组成。原子由一个原子核和若干个电子组成,而电子按照各自的轨迹围绕原子核做高速旋转运动。

通过试验我们了解到,原子核带正电,电子带负电。由于原子核所带正电量与核外电子所带的负电量总量相等,因此整个原子对外呈现中性,物质不显示带电。

当原子外层的电子挣脱原子核引力的束缚,成为可以自由移动的电子时,这类电子就称为自由电子。当整个原子失去电子后,因正负电量不相等而成为带正电的粒子,这种粒子称为正离子。反之,当一些物体的原子俘获电子时,就显示出带负电,这种带负电的粒子称为负离子。

带电的极小微粒称为电荷,物体上带了电,也就有了电荷。电荷分为两种,即正电荷与负电荷。例如摩擦生电,用丝绸摩擦玻璃棒时,玻璃棒上的一些电子转移到丝绸上,所以玻璃棒上带正电荷,而丝绸上获得了电子带负电荷,这样玻璃棒和丝绸同时带电,而且所带电荷的数量相等。

带电体所带电荷的多少叫做电量,电量的单位是库仑。由于单个电子的带电量最小,我们把电子的电荷称为基本电荷。 1 库仑电荷的电量等于电子电量的 6.25×10^{18} 倍。

二、电场

带电体的周围存在着特殊的物质,叫做电场。无论是在空间还是在物体内部,电场都可以存在。而且只要有电荷存在,它的周围就一定有电场存在。电荷和它周围的电场是一个统一的整体。

电荷间的相互作用力是通过电场来传递的,即一个电荷的电场对另一个电荷发生作用。

位于电场中的任何带电体都会受到电场力的影响。同性电荷的电场产生相互排斥的作用力，异性电荷的电场产生相互吸引的作用力，电场对电荷的作用力是有方向性的。电荷在电场力的作用下产生位移时，电场要做功，这表明电场具有能量。

带电体周围的电场是看不见的，可以用电力线来形象化地表示电场的分布情况。电力线是以线条来描绘电场的，电力线上各点的方向为电场对正电荷施力的方向，电力线的疏与密则代表该处电场的强与弱，如图 1-1 所示。

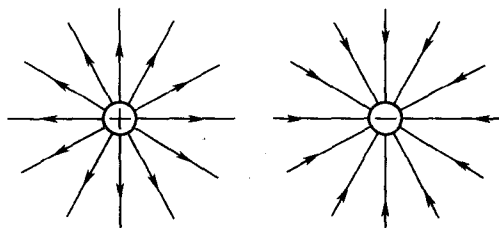


图 1-1 用电力线表示电场分布

三、电流

电荷有规则的运动，就形成了电流。由于金属导体内部原子核对外层电子吸引力小，电子很容易挣脱束缚成为自由电子。在电场力的作用下，金属导体内部自由电子会有规则地运动，从而形成电流。

电荷的移动虽然不能够直接被观察到，但通过电荷有规则运动时所发生的各种现象，可以间接观察到它的存在。例如，电动机的转动和灯泡发出光亮，都说明其内部有电流流动。

四、电流的方向

图 1-2 所示是一个手电筒灯泡发光的电路。图中，E 为电池，D 为灯泡，用导线将灯泡

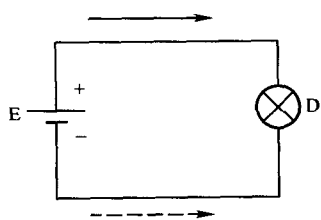


图 1-2 电流的方向

连接在电池的正、负极端，灯泡会发出光亮，说明电路中有电流流动。我们把正电荷定向移动的方向规定为电流的方向，用实线及箭头标示，即正电荷从电池的正极端经导线和灯泡定向移动到电池的负极端。但在实际中，导线中的电流是由带负电的电子定向流动所形成的，即负电荷从电池的负极端经导线和灯泡定向移动到电池的正极端，其效果与等量的正电荷反方向流动完全相同，图中虚线及箭头为自由电子流动的方向。就是说，图 1-2 中实线为规定的电流方向，虚线为自由电子流动

的方向。

五、电流强度

电流强度用来衡量导体中电流的大小。电流强度是单位时间内流过导体横截面的电荷量。电流强度也简称为电流，用字母 I 表示。

$$I = Q/t$$

式中： Q 是电荷量，单位为库仑； t 是时间，单位为秒； I 是电流强度。电流强度的单位是安培，简称“安”，用字母 A 表示。

若在 1 秒钟内通过导体截面的电荷量为 1 库仑，则电流强度为 1 安。

电流强度的辅助单位为毫安 (mA) 和微安 (μA)，它们和安培的换算关系为

$$1 \text{ 安培 (A)} = 1000 \text{ 毫安 (mA)}$$

$$1 \text{ 毫安 (mA)} = 1000 \text{ 微安 } (\mu A)$$

1.2 电压、电位和电功率

一、电压

电荷在电场力的作用下产生位移时，电场要做功，这表明电场具有能量。电压用来衡量电场力做功本领的大小，用字母 U 表示。如图 1-3 所示，电场中 a、b 两点间电压的大小等于电场力把单位正电荷从 a 点移动到 b 点所做的功。

电压的单位是伏特，简称“伏”，用字母 V 表示。如果电场力将 1 库仑的正电荷从 a 点移动到 b 点时，做了 1 焦耳的功，则电场中 a、b 两点间的电压为 1 伏。

$$1 \text{ 伏特} = 1 \text{ 焦耳} / 1 \text{ 库仑}$$

电压是表示电场力做功本领大小的一个物理量，电压越高，做功本领越大。

例如图 1-2 中的电池 E ，若电池将 1 库仑的正电荷从正极端经导线和灯泡定向移动到电池的负极端时，做了 1.5 焦耳的功，则电池正、负极两端的电压 U 为

$$U = 1.5 \text{ 焦耳} / 1 \text{ 库仑} = 1.5 \text{ 伏}$$

电压的辅助单位为千伏 (kV)、毫伏 (mV) 和微伏 (μV)，它们和伏特之间的换算关系为

$$1 \text{ 千伏 (kV)} = 1000 \text{ 伏 (V)}$$

$$1 \text{ 伏 (V)} = 1000 \text{ 毫伏 (mV)}$$

$$1 \text{ 毫伏 (mV)} = 1000 \text{ 微伏 } (\mu V)$$

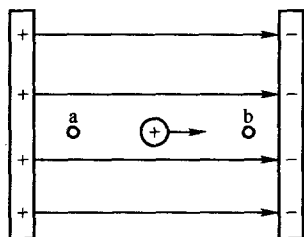


图 1-3 电场力做功

二、电位

电场中某点和参考点之间的电压，就是该点的电位。如图 1-4 所示，电场中有 a、b、p 点，为了比较单位正电荷从 a 点移动到 p 点和由 b 点移动到 p 点时电场力做功的大小，可选定 p 点作为参考点，a 点和参考点 p 点之间的电压，就是 a 点的电位；同样，b 点和参考点 p 点之间的电压，就是 b 点的电位。

在工程技术中，在对电场进行分析时，通常选择大地或机壳为零电位点，其他点对零电位点之间的电压，即为该点的电位。电位和电压单位相同，都是伏、毫伏、微伏。

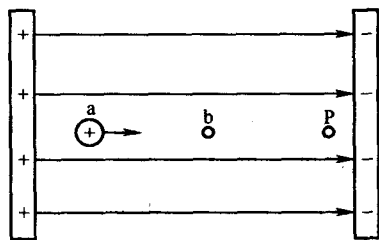


图 1-4 电场中某点和参考点之间的电位

三、电功率

在电场力的作用下电荷有规则的运动产生电流，当正电荷从电位较高的一端移向电位较低的一端时，电流所做的功也就是电场力所做的功，为了说明电流在不同电路中做功本领的大小，我们需要知道电流在单位时间 (1 秒钟) 能做多少功。

电流在单位时间内所做的功，称为电功率，用字母 P 表示，其计算公式为

$$P=UI$$

电功率等于电路两端的电压与流过电流的乘积，功率的单位为瓦特，简称“瓦”，用字母 W 表示。

$$1 \text{ 瓦特} = 1 \text{ 伏特} \times 1 \text{ 安培}$$

当电路两端的电压为 1 伏特、通过的电流为 1 安培时，则该电路的电功率为 1 瓦特。

电功率的辅助单位有千瓦 (kW) 和毫瓦 (mW)，它们和瓦特之间的换算关系为

$$1 \text{ 千瓦 (kW)} = 1000 \text{ 瓦 (W)}$$

$$1 \text{ 瓦 (W)} = 1000 \text{ 毫瓦 (mW)}$$

1.3 直流电、脉动电和交流电

在无线电工程中，我们经常接触的就是直流电、脉动电和交流电。这三种电可以相互转换，直流电通过电路可以转换成脉动电和交流电，脉动电和交流电通过电路可以转换成直流电，脉动电和交流电通过电路也可以相互转换。

一、直流电

如果电流的大小和方向均不随时间而变化，这种电流就叫做直流电，也称为稳恒电。例如用电池供给无线电接收机的电源即是直流电。电流强度与时间之间的函数关系常用直角坐标表示，用横坐标表示时间 t ，用纵坐标表示电流强度 I ，直流电的电流强度与时间的关系如图 1-5 (a) 所示。

二、脉动电

如果电流的大小随时间变化，但电流的方向不随时间变化，就叫做脉动电。脉动电的电流强度与时间之间的关系如图 1-5 (b) 所示，从图中可以看出，虽然电流的大小随时间变化，但电流的方向不随时间变化。

三、交流电

电流的大小及电流的方向均随时间而变化，就叫做交流电，交流电也称为交变电。市电网提供的 220V 的电压和电流就是一种交流电。交流电的电流强度与时间之间的关系如图 1-5 (c) 所示，交流电的电流大小随时间不断变化，而且正半周的电流方向与负半周的电流方向相反。

1. 交流电的周期

在电路中，常用波形图来表示交流电的大小和方向随时间的变化情况。在直角坐标系上，用横坐标表示时间 t ，用纵坐标表示电动势 e 、电压 u 或电流 i 的瞬时值。图 1-6 表示的是正弦波交流电流 i 的波形图，从图中我们可以看到，电流的大小和方向是随时间做周期性变化的。

交流电完成一个循环所需要的时间称为交流电的周期，用字母 T 表示，单位是秒 (s)。

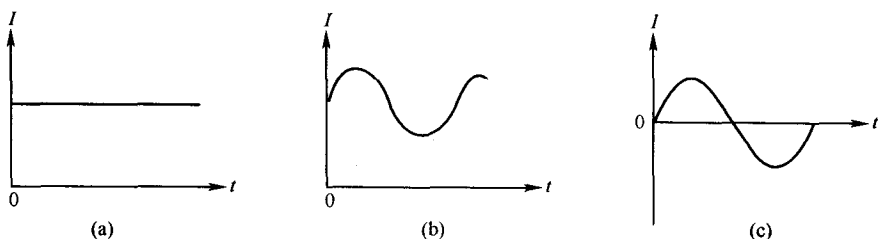


图 1-5 各种电的电流与时间关系波形图

周期很短时，常用毫秒 (ms)、微秒 (μs)、纳秒 (ns) 作单位。图 1-6 中从 0 点到 a 点是完成一个循环所需要的时间，即是交流电的一个周期。

2. 交流电的频率

如图 1-6 所示，交流电从 0 点到 a 点的变化称为一个循环 (周期)，每一秒钟内交流电变化的循环次数称为频率，用字母 f 表示，单位是“周期/秒”，称为赫兹，简称“赫”，用字母 Hz 表示。当频率很高时，常用千赫 (kHz)、兆赫 (MHz)、吉赫 (GHz) 作单位，它们和赫兹之间的换算关系为

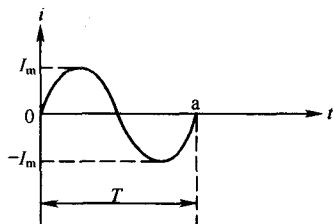


图 1-6 正弦波电流的波形

$$1 \text{ 千赫 (kHz)} = 1000 \text{ 赫 (Hz)}$$

$$1 \text{ 兆赫 (MHz)} = 1000 \text{ 千赫 (kHz)}$$

$$1 \text{ 吉赫 (GHz)} = 1000 \text{ 兆赫 (MHz)}$$

频率 f 和周期 T 都是反映交流电变化快慢的物理量，且频率与周期互为倒数，它们的关系如下

$$T = 1/f$$

$$f = 1/T$$

我国交流电网提供的 220V 的交流市电频率为 50Hz，其电流 1s 内变化 50 个周期，一个周期 T 的时间为 20ms。

3. 相位

由于交流电是随时间做周期变化的，所以在一个周期内每一个瞬间的电流值或电流方向都有所不同，相位可以准确地反映交流电在一个周期内每一个瞬间的状态。交流电在一个周期 T 中所经历的电角度是 2π 弧度，所以一个周期应为 360° ，交流电每一个瞬间都对应一个弧度，这个弧度就是交流电的相位。如图 1-7 所示， $1/4T$ 为 90° ， $1/2T$ 为 180° ， $3/4T$ 为 270° 。

4. 相位差

两个频率相同的交流电在变化进程中相位不同 (瞬间的状态不同)，它们之间相位相差的度数叫做相位差。相位差必须用绝对值小于 180° 的角表示。为了准确地计算出两个频率相同的交流电的相位差，可以用虚线画出它们与零值的交叉点，即计时起点的相位，叫做初相角，如图 1-8 所示； i_1 的初相角为 90° ， i_2 的初相角为 30° ， i_1 与 i_2 的相位差为 $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ 。

两个频率相同的交流电在变化过程中若第一个比第二个早到达零值 (或最大值)，那么第一个在相位上就“超前”于第二个，或者说第二个在相位上“滞后”于第一个。图 1-8 所示为两个频率相同的交流电，从图中可以看出 i_1 超前 i_2 60° ，或者说 i_2 滞后 i_1 60° 。

若两个频率相同的交流电相位差为零，则称为“同相”（或称为同步）；若相位差是 90° ，则称为“正交”；若相位差是 180° ，则称为“反相”。

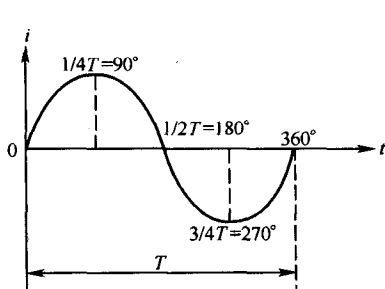


图 1-7 交流电的相位

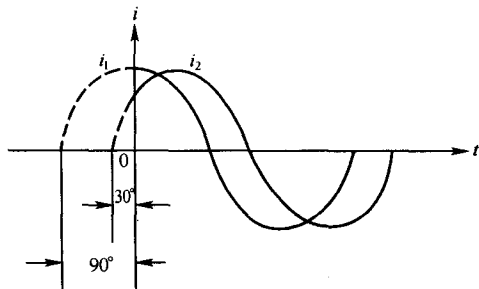


图 1-8 相位的超前与滞后

1.4 电路和电路图

我们学习无线电技术，最先接触的就是各种电路和电路图。电路图分为三种，即印制电路板图、电原理图、方框图。有了这些电路图，就可以研究电路是怎么组成的、各种元器件的作用、各种电流和信号是怎么流动和变化的。因此，要掌握无线电设备的工作原理，并学会维修无线电设备，首先要学会看电路图。

一、电路

电路是由电源，各种元件、器件等按要求用导线连接在一起构成的，它能够使各种电流按规定路径流通，从而完成我们所需要的功能。为了缩小体积，安装时通常采用印制电路，如图 1-9 所示，图中黑色粗线条为铜箔覆盖在绝缘板上制作而成的导线，各种元器件将按要求焊接在铜箔的焊接点上。

在印制电路的基础上，在焊接点之间标出所要焊接元器件的符号或元器件代号，就构成了印制电路板图。通过印制电路板图，可以准确地找到各种元器件的安装位置。图 1-9 所示为晶体管收音机印制电路板图。

二、电原理图

电原理图也称为电路图。图 1-10 所示为晶体管收音机电原理图，图中用图形符号表示各种元器件，用细线表示连接导线。

当用电原理图来表示晶体管收音机的整机电路时，整机电路就显得简单清楚，可以比较容易地了解电路的工作原理，并且可以从图中看出元器件的构成和数值，以及各级工作点的电压、电流值。电原理图是我们学习中的重点，要学好无线电技术，掌握和提高维修无线电设备的技能，就应该首先学会看电原理图，经常绘制各种电原理图以逐步提高识图能力。

图 1-11 所示为电原理图中导线相接和不相接的两种表示方法。(a) 图中，交叉点画上圆点表示相接，交叉点无圆点表示不相接。(b) 图中，交叉点不画弧线表示相接，交叉点处画上一条弧线表示不相接。以上两种画法在同一个电路图中不能混用，(a) 图中的画法为常用画法。

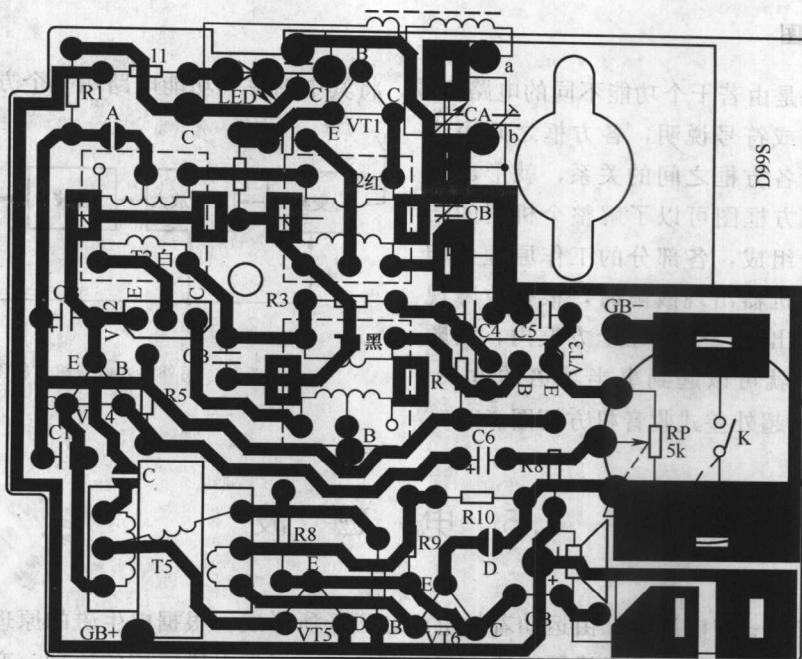


图 1-9 晶体管收音机印制电路板图

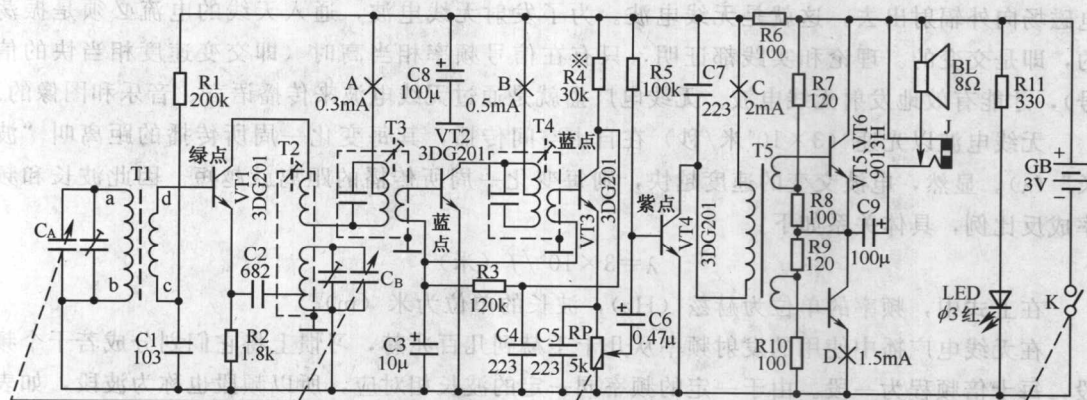


图 1-10 晶体管收音机电原理图

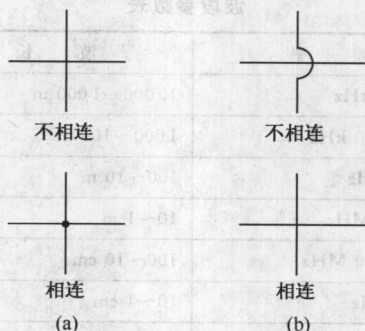


图 1-11 导线相接、不相接的两种表示方法

三、方框图

电器设备是由若干个功能不同的电路组成，将其中的每个功能电路用一个方框表示，方框中标有文字或符号说明，各方框之间用线条连起来表示各方框之间的关系，就形成了方框图。利用方框图可以了解整个机器的结构由哪些部分组成，各部分的工作原理及相互联系。例如机器出现故障时，根据故障现象，确定故障出在一个或几个方框内，按顺序进行检修，就可以起到事半功倍的效果。

图 1-12 所示为超外差式收音机方框图。

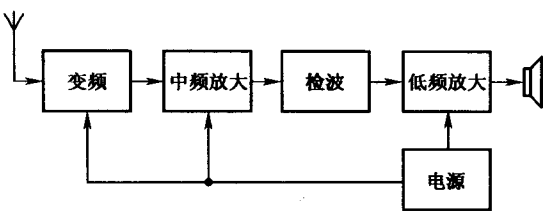


图 1-12 超外差式收音机方框图

1.5 电 磁 波

无线电波是一种电磁波，由运动着的电场和磁场所形成。根据电生磁的原理，当高频电流通过发射天线时，将会在天线周围建立起高频磁场，根据电磁感应的原理，变化着的高频磁场又会建立起感应电场，于是高频电场和高频磁场互相联系又互相转化，形成一个统一的电磁场向外辐射出去，这就是无线电波。为了发射无线电波，通入天线的电流必须是振荡的，即是交变的。理论和实践都证明，只有在信号频率相当高时（即交变速度相当快的信号），才能有效地发射无线电波。无线电广播就是通过无线电波来传播语言、音乐和图像的。

无线电波以光速（ 3×10^8 米/秒）在自由空间传播，其每变化一周所传播的距离叫“波长”（ λ ）。显然，电波交变的速度越快，则每变化一周所传播的距离就越短。因此波长和频率成反比例，具体关系如下：

$$\lambda = 3 \times 10^8 / f \text{ (米)}$$

在上式中，频率的单位为赫兹（Hz），波长的单位为米（m）。

在无线电广播中使用的发射频率从几十千赫到几百兆赫，习惯上将它们划分成若干个频段，每十倍频段为一段。由于一定的频率同一定的波长相对应，所以频段也称为波段，如表 1-1 所示。

表 1-1 波段参数表

频段名称	频率	波长	波段名称
低频 (LF)	30~300 kHz	10 000~1 000 m	长波 (LW)
中频 (MF)	300~3 000 kHz	1 000~100 m	中波 (MW)
高频 (HF)	3~30 MHz	100~10 m	短波 (SW)
甚高频 (VHF)	30~300 MHz	10~1 m	超短波 (USW)
特高频 (UHF)	300~3 000 MHz	100~10 cm	分米波 (微波)
超高频 (SHF)	3~30 GHz	10~1 cm	厘米波 (微波)
极高频 (EHF)	30~300 GHz	10~1 mm	毫米波 (微波)
超极高频	300 GHz 以上	1 mm 以下	亚毫米波 (微波)

1.6 无线电波的调制

通常语言、音乐等信息的电信号其频率成分都是低频，而发射无线电波则需要高频，这是一个矛盾。为了解决这个矛盾，必须设法把低频信息记载到高频电波之中。记载的具体方法主要有两种，一种是“调幅”(AM)，另一种是“调频”(FM)。

一、调幅 (AM)

调幅是以高频电波的振幅变化来表达需要传送的信息，如图 1-13 所示。其中图 (a) 是待广播的声音信号，称为调制波；图 (b) 是准备用来记载信息的高频波，称为“载波”；图 (c) 是经调幅后记载了声音信号的调幅波。不妨认为，载波是一种为了便于发射而采用的运载工具，因此它本身并不包含我们要传播的信息。在实现调幅时，我们设法让高频载波的振幅随着待传送的信号而做相应的变化，成为记载了待传送信号的调幅波，从而使它携带着信息发射出去。其实，载波的作用不仅仅是为了便于发射，同时也是为了识别和区分不同的广播电台。所有的无线电广播电台都把自己的信号发射到空中，互相之间总要有识别的标记才便于区分。载波频率就是这种标记。不同的电台、电视台使用不同的载波频率，在接收时收音机、电视机即可根据电台、电视台使用的载波频率来进行选择，以选择出我们需要的电台、电视台节目。

二、调频 (FM)

调频是令高频电波的频率在载频（即载波频率）附近随着声音信号的变化而变化，以表达需要传送的信息，我们称这种调制方式为“调频”，如图 1-14 所示。其中图 (a) 是待广播

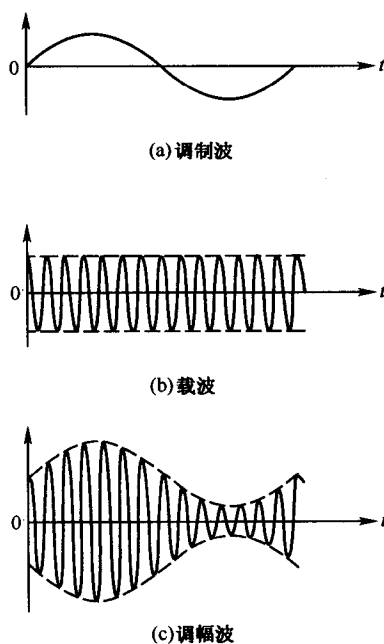


图 1-13 调幅

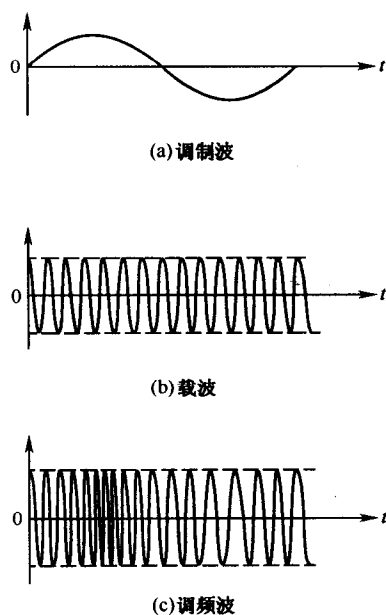


图 1-14 调频

的声音信号；图（b）是高频载波；图（c）是相应的调频波。由图可见，对应于声音的正半周，调频波的波形比较密集，就是说它的频率变高了；对应于声音信号的负半周，调频波的波形比较稀疏，就是说它的频率变低了。总之，调频波的频率是跟随着声音信号的瞬时值而变化的，但这种变化仍以载频为中心，就像调幅波幅度的变化以载波振幅为中心一样。

三、调幅波的频带

高频载波经调制后的调幅波包含着频率不同的三个频率成分：载波成分、上边带成分、下边带成分，如图 1-15（a）所示。

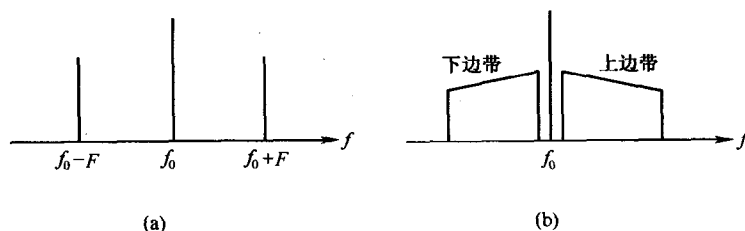


图 1-15 调幅波的频带

图中 f_0 为高频载波的频率， F 为音频频率。例如当载频为 1 000 kHz、音频频率为 1 kHz 时，则上边频为 1 001 kHz，下边频为 999 kHz。这个图表达了一个调幅信号的频率构成，叫做“频谱”图。谱线的高度表示该种频率成分的强度（振幅）。声音通常是由多个频率所组成的复音，而不是纯音。一般地说，声音的频率包含在 20 Hz 到 20 kHz 这个“声频带”之内，因此受声音调制的调幅波会有许多对边频，总共分为两个边频带——“上边带”和“下边带”，如图 1-15（b）所示。图中的每个边带都是由许多谱线组成的，该图只画出了它们的包络。在调幅波的频谱中，携带信息的是边带。

四、调幅波的频带宽度

高频载波的幅度被低频信号调制后，产生两个新的频带即上边带和下边带，上边带的最高频率减去下边带的最低频率即是频带宽度。

例如声音的频率是 20 Hz 到 20 kHz，对 1 000 kHz 高频载波进行调幅后，上边带最高频率为

$$1\,000 + 20 = 1\,020 \text{ (kHz)}$$

下边带最低频率为

$$1\,000 - 20 = 980 \text{ (kHz)}$$

这个调幅波的频带宽度为

$$1\,020 - 980 = 40 \text{ (kHz)}$$

40 kHz 即是这个调幅波的频带宽度，也可简称为“频带”。

第2章 电子元器件

打开电视机后盖，我们会看到电路板上安装的电阻器、电容器、线圈、变压器、晶体二极管、晶体三极管、集成电路等各种电子元器件。为什么安装这些元器件，它们在电路中起什么作用呢？下面就介绍这些电子元器件的结构、工作原理以及在电路中的作用和符号。

2.1 电 阻 器

一、电阻器的概念

在各种无线电设备中，电阻器的作用就是控制电路中电流的大小和电压的高低，或者使放大的电压或电流表现出它的工作效果，此时需要一种具有一定电阻数值的元件，这种元件我们就称为电阻器，通常叫“电阻”。电阻在电路图中用字母 R 或 r 来表示。各种电阻器的符号如图 2-1 所示。

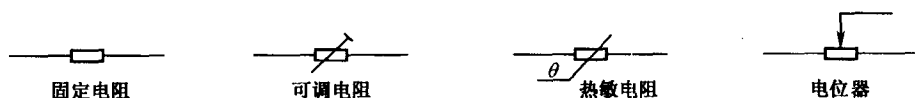


图 2-1 电阻器的符号

电阻器的基本单位是欧姆，简称“欧”，用符号 Ω 表示。如果在电阻两端加 1 伏的电压，能使电阻中流过的电流为 1 安培，那么，这个电阻的阻值就是 1 欧姆。欧姆的辅助单位为千欧 ($k\Omega$) 和兆欧 ($M\Omega$)，它们之间的换算关系如下

$$1 \text{ 千欧 (k}\Omega\text{)} = 1000 \text{ 欧 (}\Omega\text{)}$$

$$1 \text{ 兆欧 (M}\Omega\text{)} = 1000 \text{ 千欧 (k}\Omega\text{)}$$

电阻器用来控制电路中的电流大小和电压高低，其作用如图 2-2 所示， E 是直流电源，电压为 1.5V。

图 (a) 中电阻 R 的电阻值为 1.5Ω ，所以电流 $I = U/R = 1.5V/1.5\Omega = 1(A)$ ；

图 (b) 中电阻 R 的电阻值为 3Ω ，所以电流 $I = U/R = 1.5V/3\Omega = 0.5(A)$ 。

将以上电路进行比较可以看出，图 (a)、(b) 中通过接入不同阻值的电阻 R ，电路中的电流由 1A 变化为 0.5A，从而控制了电路中电流的大小。

图 (c) 中电阻 R_1 的电阻值为 10Ω ，电阻 R_2 的电阻值为 10Ω ，电阻 R_2 两端电压 U 为

$$I = U/R = 1.5V / (10 + 10) \Omega = 0.075(A)$$

$$U = IR = 0.075A \times 10\Omega = 0.75(V)$$

即电阻 R_2 两端电压 U 为 0.75V。

图 (d) 中电阻 R_1 的电阻值为 10Ω ，电阻 R_2 的电阻值为 5Ω ，电阻 R_2 两端电压 U 为

$$I = U/R = 1.5V / (10 + 5) \Omega = 0.1(A)$$

$$U = IR = 0.1A \times 5\Omega = 0.5(V)$$