

课题：立体声的基本原理

教学目的：通过讲解，使学生掌握声音的三要素及立体声的特点，了解了解人耳的听觉特性及对立体声的定位机理。

教学重点：声音的三要素及立体声的特点。

教学难点：人耳的听觉特性及对立体声的定位机理。

一、声音的三要素

描述声音特性的物理量有三个，即音量、音调及音色，常将它们称为声音的三要素。

1. 音量

音量又称响度，是指声音的大小，是人耳对声音强弱的主观感受。音量的大小由声波振幅的大小来决定。

2. 音调

音调又有音高之称，是人耳对声音调子高低的主观感受。音调的高低由声音的基波频率来决定。

3. 音色

音色是指人耳对声音特色的主观感受。音色是否丰富，主要取决于声音的频谱结构。

二、人耳的听觉特性

1. 听觉频率范围

频率范围为 20Hz ~ 20kHz。

听觉最敏感的区域是 1 ~ 4kHz 中频段。

2. 听觉阈值

人耳的听觉有一个最低值，叫听觉阈值，听觉阈值和声音的频率有关。

3. 听觉等响特性

不同频率的声音，要想引起人耳有相同的响度感觉，所需的声压级是不一样的，并可用等响度曲线来描述。

4. 听觉掩蔽特性

在聆听一个声音时，被另一个较强声音的掩盖而致使听不到该声音的现象称为掩蔽效应，有频域掩蔽和时域掩蔽两种现象。

三、立体声基本知识

1. 立体声的特点

立体声具有如下两个基本特点：

其一是立体声具有明显的方位感和层次感。其二是立体声具有较高的清晰度。

2. 声音的传播途径

声音以声波的形式向周围传播，其传播途径有三种即直达声、反射声、混响声，如图所示。

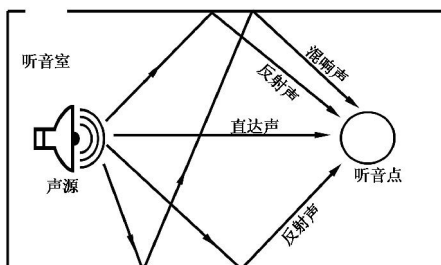


图 1-6 声音传播途径

3. 人耳对立体声的定位机理

人耳对立体声的定位是依赖双耳效应和耳壳效应来实现的。

双耳效应：

耳壳效应：

声像定位：在欣赏立体声时，人们能主观上想象出各种乐器所在的位置，产生了对现场声源的一种幻像，这种幻像称为声像，立体声重放系统就是要最大限度地再现各种声像的位置。

四、声音质量

1. 声音质量的主观评价

声音的质量虽然可以通过相应设备进行测评，但在生活中，一般只是借用一些词汇来描述。如清晰——模糊、浑浊；丰满——单薄、干瘪；圆润——粗糙；柔和——尖硬等。

2. 频谱与音质的关系

频谱一般分成高频段（7kHz 以上）、中频段（500Hz ~ 7kHz）和低频段（500Hz 以下）。

高频段：声音的高频成分多，表现出声音明亮、清晰、锐利。

中频段：声音的中频成分多，表示声音有力、活跃清晰、透亮。

低频段：声音低频成分多，声音有气势、厚实、有力、有温暖感、柔和、圆润、丰满。

3. 混响与音质的关系

语言节目，需要较小的混响；流行音乐，需要较强的混响；古典音乐，民族音乐，应少加混响。

4. 音量与音质的关系

在不同音量下声音各频率成分的响度关系会改变，从而使听音者感到音色的变化。

课题：音响系统的结构

教学目的：通过讲解，使学生掌握音响系统中的基本设备及辅助设备，理解音响系统的结构。

教学重点：音响系统中的基本设备及音响系统的结构。

教学难点：音响系统的结构。。

一、音响系统的基本设备

三大基本设备：信号源、AV 功放机、音箱。

1. 信号源

信号源的种类很多，如录放座、CD、VCD、DVD、DAT 等都属于信号源。

录放座能完成磁带录放音。

CD 是一种数字音频光碟播放机。

VCD 是一种数字音视频播放机。

DVD 也是一种数字音视频播放机，它兼容 VCD 和 CD。

DAT 是一种数字录放座。

2. AV 功放机

AV 功放机通常简称为功放机，它能将音频信号放大至足够功率，并推动音箱（扬声器）工作。

3. 音箱

音箱是音响系统中的最后一个环节，它是一个换能器，将电信号转换为声音。

二、音响系统的辅助设备

调音台：能将信号按声音质量和艺术要求进行调节、加工及处理。

频率均衡器：对信号频率响应曲线进行调节的设备。

分频器：将全频段（20Hz ~ 20kHz）音频信号分成高、低音两段或高、中、低音三段。

激励器：是一个对音频信号添加谐波成分以改善听感的声音处理设备。

反馈抑制器：是专门用于防止声音反馈的音频设备。

延时器：是用来对音频信号进行延时，以产生多种听觉效果的设备。

混响器：是用来模拟各种不同房间声音效果的声音处理设备。

效果器：主要用来产生某些特定的音响效果。

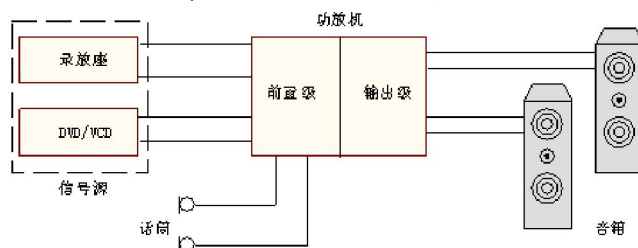
压限器：能把信号过大的动态范围压缩到音频设备允许的动态范围内。

三、音响系统的结构

一套完整的音响系统包含有数个音频设备，它们有机地连接在一起，能满足不同场合的要求。

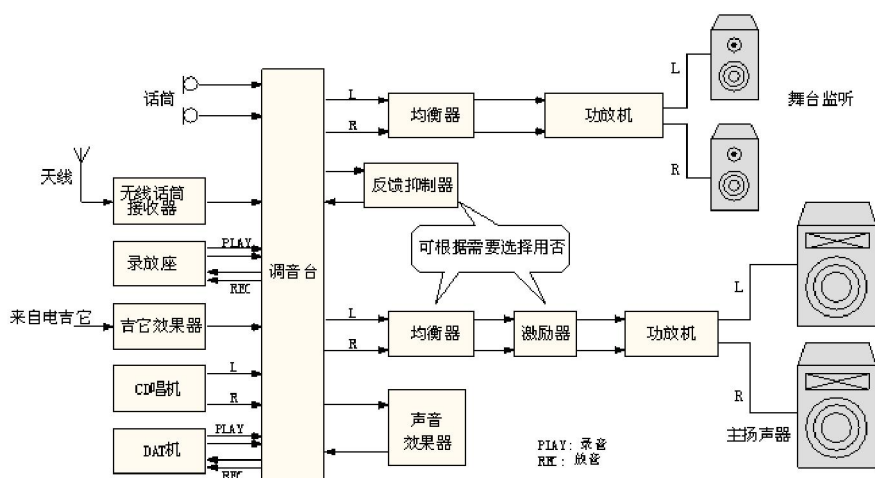
1. 家用音响系统

家用音响系统的结构比较简单，一般只包含信号源、功放机和音箱，如图所示。



2. 歌舞厅音响系统

歌舞厅音响系统的结构如图所示。



3. 音乐厅音响系统

音乐厅音响系统的结构见教材图 1-16 所示。

音乐厅音响系统中设有调音台，由调音员根据监听的结果来对声音进行调节，以取得最佳的音响效果。使用电子分频器来对信号进行分频，再由专业功放机进行放大，推动专业音箱工作。

课题：录放座的结构

教学目的：通过讲解，使学生掌握录放座的电路结构及磁头的功能和结构。

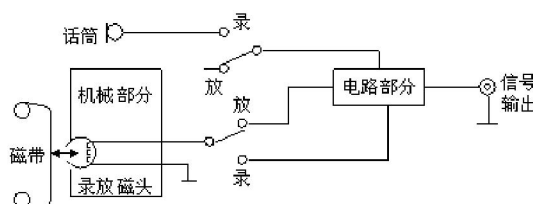
教学重点：录放座的电路结构。

教学难点：录放座的电路结构。

一、录放座是由录音机演变而来

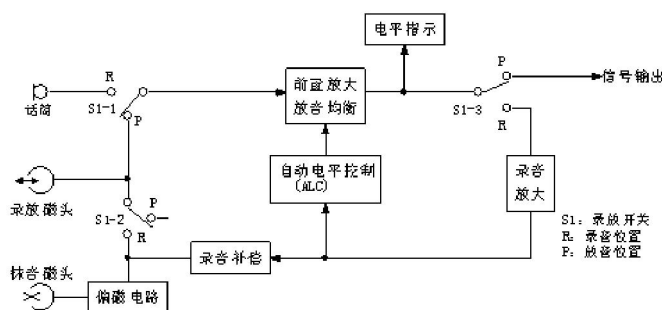
录放座是由录音机演变而来的，录放座不能独立放音，它只能为 AV 功放机提供信号源。录放座由机械部分和电路部分构成，如下图所示。

在放音或录音时，当磁带通过磁头时，磁带上的磁信号就被转换成了电信号，再经电路放大后，送出机外。



二、录放座的电路结构

录放座的电路结构框图如图 2-2 所示。



它由前置放大电路、放音均衡电路、录音放大电路、自动电平控制电路、录音补偿电路、偏磁电路、电平指示电路等组成。

电路的工作状态由 S1 来切换，在放音时，S1 置“P”位置，此时，信号流程为：录放磁头→S1-1→前置放大→S1-3→输出。

在录音时，S1 置“R”位置，此时，信号流程为：

话筒→S1-1→前置放大→S1-3→录音放大→录音补偿→S1-2→录放磁头。

在录音状态下，自动电平控制电路和偏磁电路均工作。

收录机的录放电路具有两大特点：

一是录放电路属于音频电路。

二是开关多。

三．磁头

1、功能

磁头是一种磁电转换器件。

2、磁头的结构

它由带缝隙的铁芯、绕在铁芯上的线圈及屏蔽罩构成。

见教材图所示

3、磁头分类

按功能分，磁头可分为：录音磁头、放音磁头、抹音磁头及录放磁头。

录音磁头：把音频信号通过电磁转换记录在磁带上。工作缝隙较宽，一般在 4～8 微米。
录音磁头的铁芯材料好，线圈匝数较少，阻抗低（小于 $1k\Omega$ ）。

放音磁头：将磁带上的磁信号通过磁电变换，还原成音频信号。工作缝隙宽度在 1～2 微米，且线圈匝数多，阻抗比录音磁头高（ $1k\Omega$ 左右）。

抹音磁头：产生抹音磁场，以将磁带上所记录的信号消去。工作缝隙极宽，约 30～60 微米，且线圈匝数少。

录放磁头：它既能作为录音磁头用，又能作为放音磁头用。工作缝隙多为 2～4 微米，磁头阻抗在 $1k\Omega$ 左右。。

4、磁头符号

见教材图

课题：录放座的结构

教学目的：通过讲解，使学生掌握录、放、抹音原理。

教学重点：录、放、抹音原理。

教学难点：录、放、抹音原理。

一．磁化曲线与磁滞回线

磁化现象：自然界中某些物质受到外磁场作用后，自身会带上磁性，这种现象叫磁化。

1、磁化曲线

描述磁性材料单向磁化过程的曲线。

见教材图

2、磁滞回线

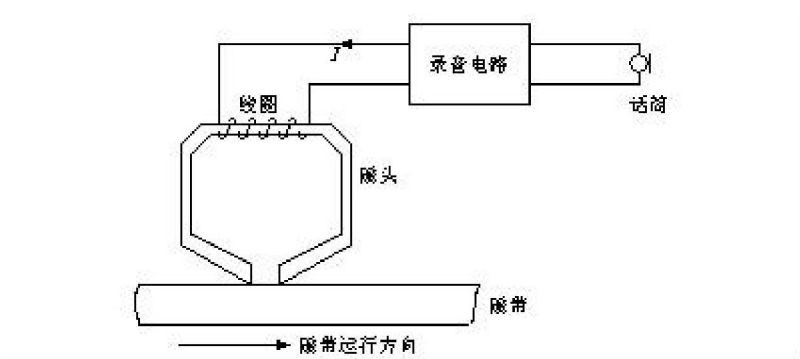
描述磁性材料反复磁化的曲线。

见教材图

二．录音原理

1、录音基本原理

用下图来说明。



2、偏磁录音

为了减小录音失真，收录机应采用偏磁录音。

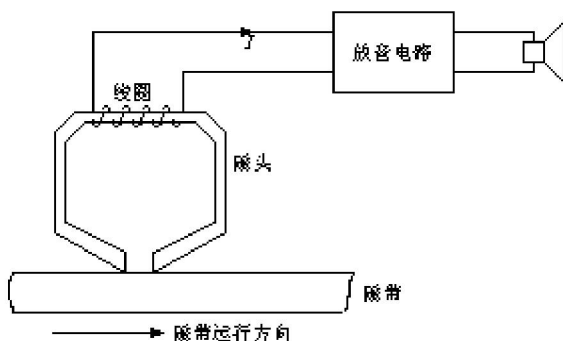
偏磁录音有两种方式：直流偏磁录音和交流偏磁录音。

3、录音频率补偿

在录音时，必须想方设法补偿高频。

三．放音原理

用下图来说明。



放音时必须想方设法补偿低频。

四．抹音原理

实现抹音的方法有两种，即直流抹音和交流抹音。

直流抹音：给抹音磁头通以较强的直流电流，使抹音磁头产生足够强度的磁场，将磁带上原来的信号抹去。

交流抹音：给抹音磁头通以超音频电流，使抹音磁头产生一个交变磁场，将磁带上原来的信号抹去。

交流抹音性能比直流抹音好。

课题：录放座的机芯

教学目的：通过讲解，使学生掌握录、放、抹音原理。

教学重点：录、放、抹音原理。

教学难点：录、放、抹音原理。

一.机芯的结构

1. 机芯的功能

共 5 点，见教材

2. 机芯的结构

见教材图

电机、主导轴、飞轮及压带轮是机芯的几个要部件。不管哪种机芯，都不能缺少这几个部件。

电机：机芯的动力源。

主导轴：驱动磁带恒速运行的关键部件，在录、放状态下，磁带的恒速运行是靠主导轴来保证的。

飞轮：安装在主导轴上，具有减速和稳速作用。

压带轮：是一个从动轮，在录、放状态下，主导轴与压带轮依靠旋转时的摩擦力牵引磁带恒速运行。

二. 走带动作

1、恒速走带过程

当按下放音键时，电机开关接通，电机转动，飞轮及主导轴也转动。同时磁头接触到磁带，压带轮将磁带牢牢压在主导轴上。匀速转动的主导轴和压带轮依靠摩擦力牵引磁带恒速运行。另一方面，张力下轮旋转，张力上轮也跟着旋转，收带小轴也同步旋转。通过过渡轮将力矩传给收带盘，驱动收带盘旋转，将主导轴和压带轮牵引过来的磁带卷绕起来。

2、快进过程

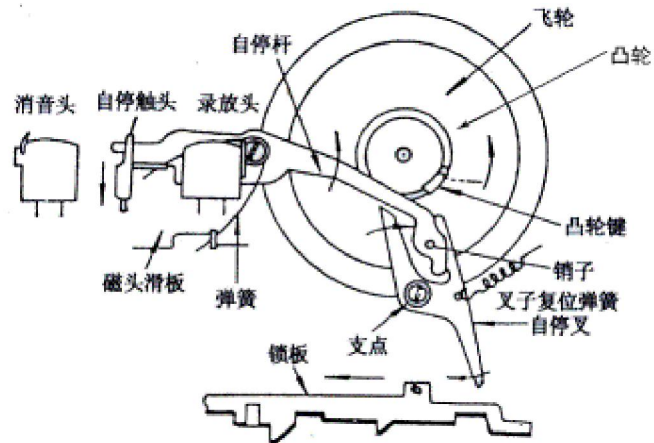
按下快进键，电机旋转，驱动飞轮和张力的下轮旋转，张力的上轮也跟着旋转。同时，张力的上轮靠向快进轮，通过快进轮驱动收带盘快速旋转，将磁带快速卷绕起来，实现快进走带动作。

3、倒带过程

按下倒带键，电机旋转，驱动飞轮和张力的下轮旋转，张力的上轮也跟着旋转。同时张力的上轮与供带盘接触，驱动供带盘旋转，将磁带快速卷绕起来，实现快速倒带过程。

4、自停动作

自停机构如图所示，它由自停触头、自停杆、自停叉、位于飞轮上的凸轮及锁板构成。



对上图的工作原理进行解释

课题：电机稳速电路及机芯故障检修

教学目的：通过讲解，使学生掌握电机稳速电路的工作原理及机芯故障的检修方法。

教学重点：电机稳速电路的工作原理及机芯故障的检修方法。

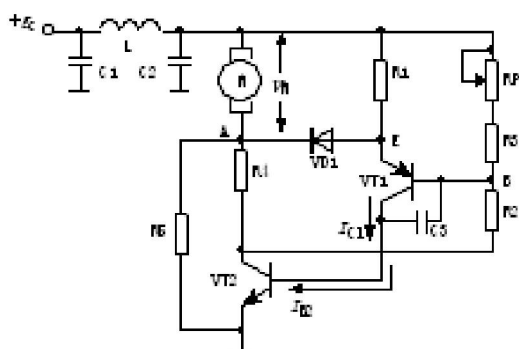
教学难点：电机稳速电路的工作原理。

一．电机稳速电路

稳速电路的作用：自动调整电机的工作电压，以达到稳定电机转速的目的。

1. 由三极管构成的稳速电路

参考下图。



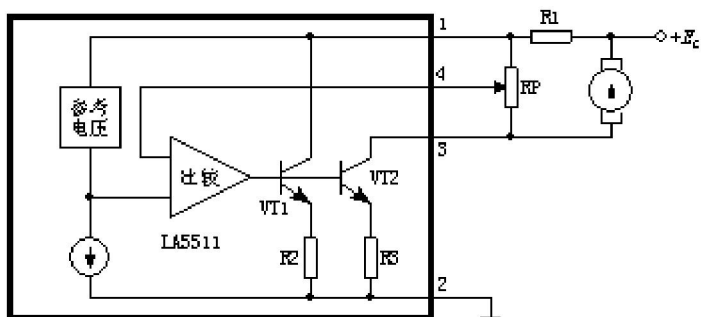
图中，M 是直流电机；RP、R3、R2 等组成取样电路；VT1 是放大管；VT2 是调整管。电机稳速过程可以表示为：

$N(\text{转速}) \uparrow \rightarrow V_A \downarrow \rightarrow V_E \downarrow \rightarrow I_{C1} \downarrow \rightarrow I_{B2} \downarrow \rightarrow r_{ce2} \uparrow \rightarrow V_M \downarrow \rightarrow N \downarrow。$

2. 由集成块构成的稳速电路

参考下图所。

当某种原因引起电机转速增大时，电机两端的反电动势会增加，加在 RP 两端的电压也随之上升，4 脚电压也上升，电压比较器输出电压下降，使 VT2 的基极电压下降，VT2 的内阻增大，VT2 上的压降增大，电机两端电压下降，从而使电机转速也下降，达到了稳速目的。



二．收录机机芯常见故障处理

1. 磁带完全不走动

- 1) 电机不旋转
- 2) 传动机构工作异常

2. 带速不稳

- 1) 带速变慢的原因
共 5 点，见教材
- 2) 带速变快的原因
共两点

3. 绞带

引起绞带的原因

共 6 点

4. 抖晃严重

共 5 点

课题：录放电路

教学目的：通过讲解，使学生掌握录放电路的工作原理及电路的分析方法。

教学重点：录放电路的工作原理及电路的分析方法。

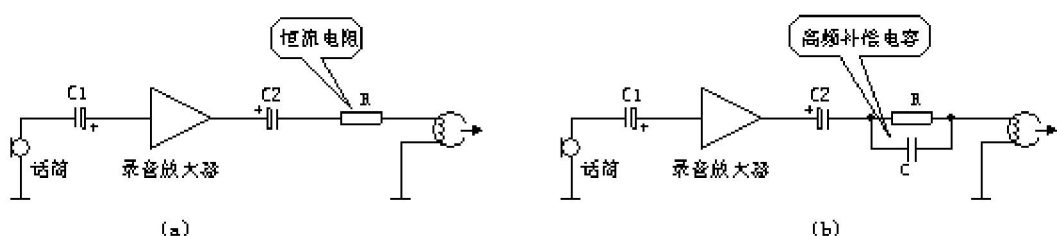
教学难点：电路的分析方法。

一．录音及放音频率补偿电路

在录音时，高频损耗较大，故应着重补偿高频。在放音时，低频损耗较大，应着重补偿低频。

1. 恒流录音及录音高频补偿电路

参考下图

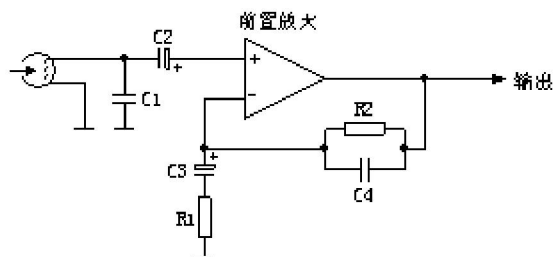


在录音放大器与录音磁头之间串一个阻值较大的电阻 R ，就构成了恒流录音电路。

如果在 R 上并联一个容量合适的电容 C ，则就构成了录音高频补偿电路。

2. 放音低频补偿电路

放音低频补偿电路一般设在前置放大器中，电路形式多为反馈式。下图所示的电路是一个典型的放音低频补偿电路， R_2 、 C_4 起低频补偿作用。



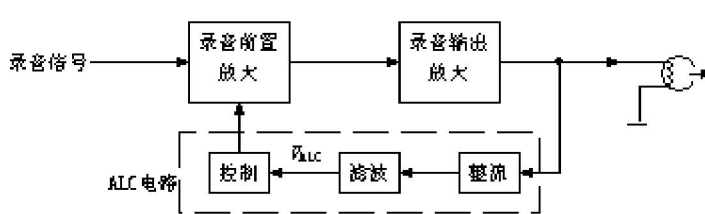
二. 自动电平控制电路

自动电平控制电路又称 ALC 电路，它仅在录音状态下起作用。

在录音时，为了在强信号时不至于引起录音失真现象，而在弱信号时，又有足够高的录音灵敏度，所以必须使用 ALC 电路。

1. ALC 电路的基本原理

用下图来说明



2. ALC 电路分析

1) 二极管分流式

参考教材图 3-20

当输入录音信号较强时， C_2 上获得一个较高的直流电压，并使 VT3 和 VD1 导通。VD1 导通后，VT1 输出的信号有一部分经 C_1 、VD1 到地，从而减小了 VT2 的输入信号，进而使录音输出放大器的输出电平也下降，达到了自动电平控制的目的。

2) 三极管分流式两种。

参考教材图

由学生自己分析

课题：录放前置放大器分析举例

教学目的：通过讲解，使学生掌握 TA7688 的内部构成及工作过程。

教学重点：TA7688 的内部构成及工作过程。

教学难点：TA7688 的内部构成及工作过程。

一. TA7668 介绍

TA7668 是日本东芝公司推出的双声道立体声录、放前置放大器，国产 D7668 与之相同。

它内含左右声道前置放大器（Pre）、左右声道录音放大器（Rec）、ALC 电路、静噪控制及稳压电源等电路。各脚功能及电压值见教材表所示。

二. 电路分析

参考教材图

以 L 声道为例进行分析

1、放音信号流程

在放音状态下，图中所有开关置“放”位置，L 声道音频信号经 S1-1、C2 送至 7 脚，由 7 脚内部前置放大器进行放大后从 5 脚输出，再经 C9、R8 送至功放电路，最终推动扬声器工作。

2、放音频率补偿

R6、C8 构成放音时的低频补偿电路。

电容 C1 对高音进行适当提升，提高高音信噪比。

在放音状态下，ALC 电路不起作用。

3、录音信号流程

录音时，图中所有开关置“录”位置，左声道话筒拾取的音频信号经 R1、S1-1、C2 送至 7 脚。经内部前置放大后，再送至录音放大器（Rec），然后从 4 脚输出。经 C11、R9、C12、S1-3 送入录放磁头，最终将信号记录在磁带上。

4、录音频率补偿

R9 和 C12 构成录音时的高频补偿电路。

R9 还是恒流录音电阻。

5、ALC 电路

录音时，8 脚不再接地，ALC 电路起作用，它根据录音信号的强弱自动调节前置放大器的增益。

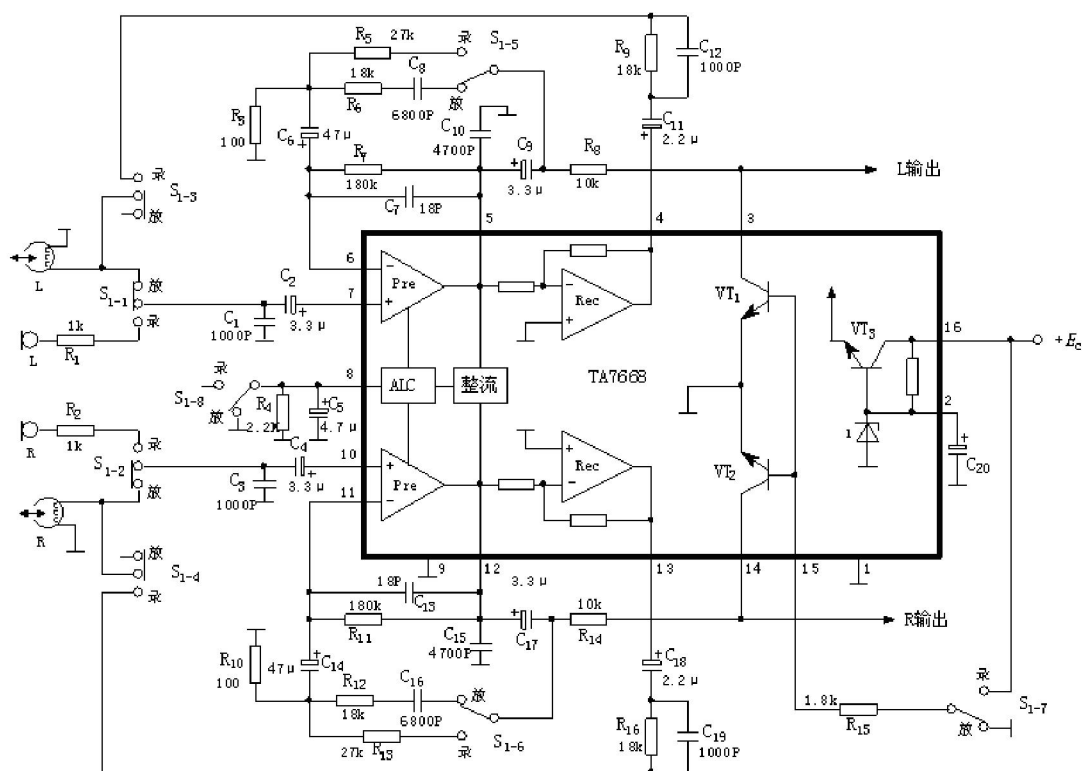
6、静噪电路

在录音时, VT1 和 VT2 深度饱和, 从而将送至功放电路的信号短路到地, 扬声器无声音发出, 故将 VT1 和 VT2 构成的电路称为静噪电路。

7、其它元件的作用

C10 用于滤除高频噪声

C7 和 R7 为防振网络, 能防止高频寄生振荡。



课题：偏磁及抹音电路

教学目的：通过讲解，使学生掌握偏磁和抹音电路的作用及电路形式。

教学重点：偏磁和抹音电路的作用及电路形式。

教学难点：偏磁和抹音电路的作用及电路形式。

一、作用

偏磁电路的作用：向录音磁头提供一个偏磁电流，以减小录音失真。

抹音电路的作用：向抹音磁头提供抹音电流，使抹音磁头产生抹音磁场，以消去磁带上原来的信号。

二、偏磁及抹音方式

分类：

直流偏磁直流抹音方式；

交流偏磁直流抹音方式；

直流偏磁交流抹音方式；

交流偏磁交流抹音方式。

1、直流偏磁直流抹音方式

参考教材图。

录音时，录音磁头所需的偏磁电流由电源 $+E_C$ 经 R_2 来提供，录音放大器输出的音频信号与偏磁电流叠加后，送入录音磁头。

抹音磁头所需的抹音电流由电源 $+E_C$ 经 R_1 来提供。

这种方式一般用于低档机中。

2、交流偏磁直流抹音方式

参考教材图

在录音时，录音磁头所需的偏磁电流由超音频振荡器来提供。

抹音磁头中通有直流电流，依靠直流电流产生的磁场来完成抹音。

采用这种方式时，录音特性很好，电路也比较简单，但抹音噪声较大，一般用于低档机中。

3、直流偏磁交流抹音

采用这种方式时录音所需的直流偏磁由电源来提供，抹音所需的交流抹音电流由超音频振荡器来提供。在实际收录机中，这种方式很少采用。

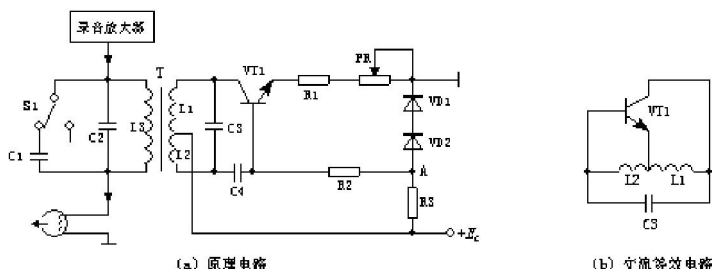
4、交流偏磁交流抹音

参考教材图。

它的抹音磁头所需的抹音电流和录音磁头所需的偏磁电流都由超音频振荡器来提供。这种方式录音时，效果最好。

三．超音频振荡器（偏磁振荡器）

1、单管振荡器



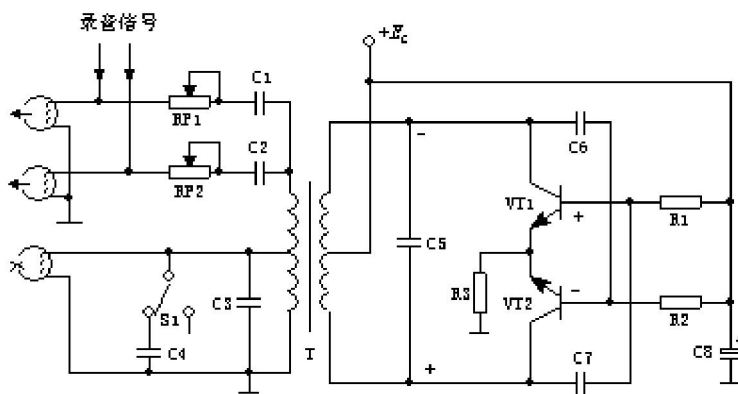
分析直流偏置、振荡过程及差拍开关

单管振荡器输出的功率较小，它一般只向录音磁头提供偏磁电流，不向抹音磁头提供交流抹音电流，抹音采用直流抹音方式。

2、双管推挽振荡器

用瞬间极性法分析振荡过程

双管推挽式振荡器的输出功率较大，它能同时满足交流偏磁和交流抹音的需要，高档收录机都采用双管推挽振荡器。



课题：电平指示、频谱显示及电源电路

教学目的：通过讲解，使学生掌握电平指示、频谱显示及电源电路的结构及工作原理。

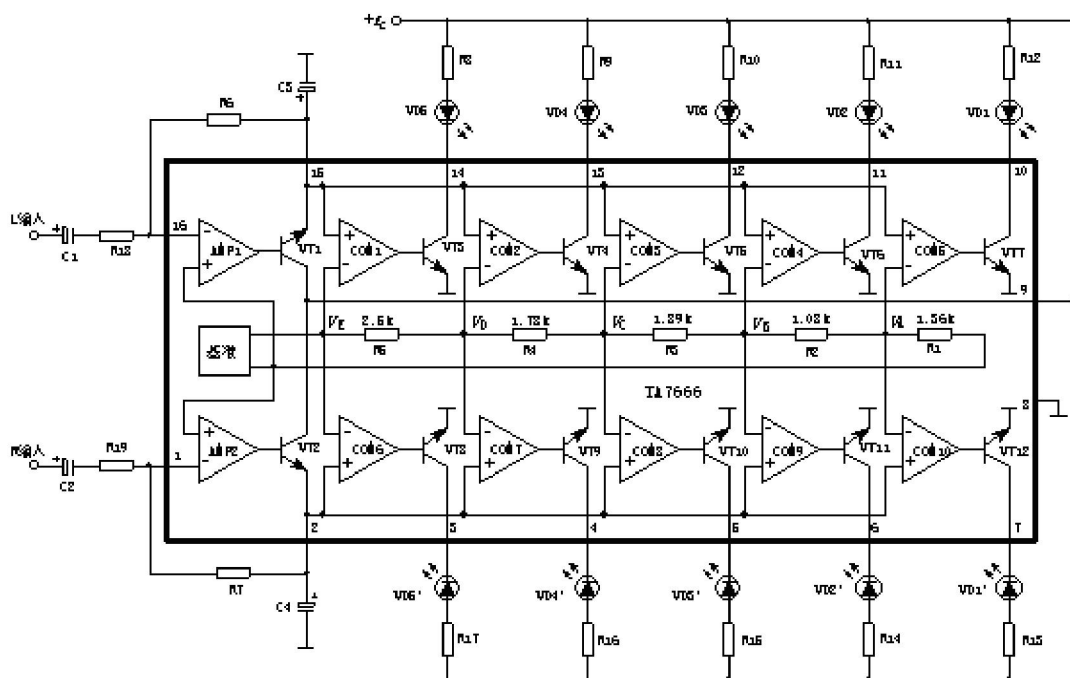
教学重点：电平指示、频谱显示及电源电路的结构及工作原理。

教学难点：电平指示、频谱显示的结构及工作原理。

一．电平指示电路

用于电平指示的集成块较多，如 LB1405、TA7666 等。

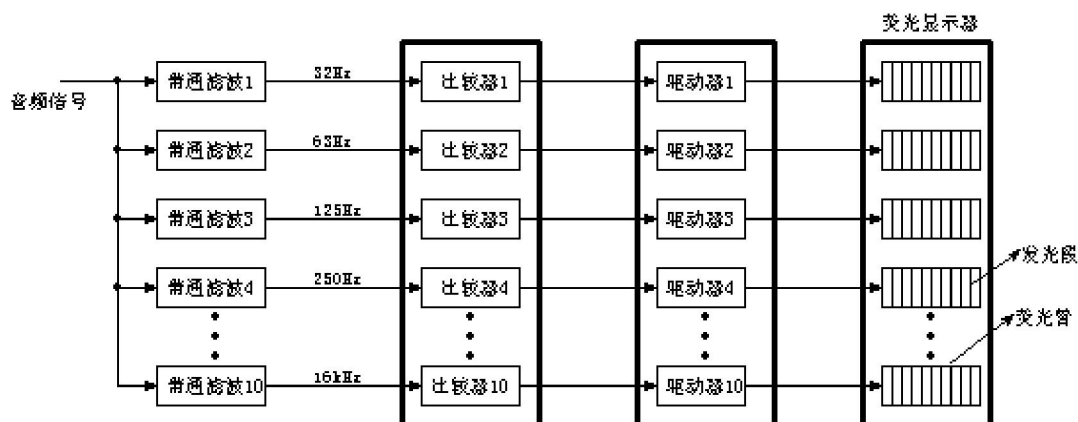
由 TA7666 构成的双声道电平指示电路见图所示。



L 信号从 16 脚输入，经放大后，对 C3 充电，在 C3 上获得一个反映输入信号大小的直流电压，该电压直接加至五个比较器的同相端。五个比较器的反相端分别加有逐步递减的基准电压。当输入信号由小增大时，五个比较器会相继点亮 VD1 ~ VD5，从而出现 VD1 ~ VD5 随着信号电平变化而闪烁的现象。

二．频谱显示器

近年来，频谱显示器在高档收录机及功放机上广泛使用。频谱显示器是一种能显示音频信号频率分布情况和电平变化情况的装置，它是通过将音频信号分成若干个频率段，再对各频率段的信号电平进行检测，最终驱动荧光显示器来达到频谱显示的目的。

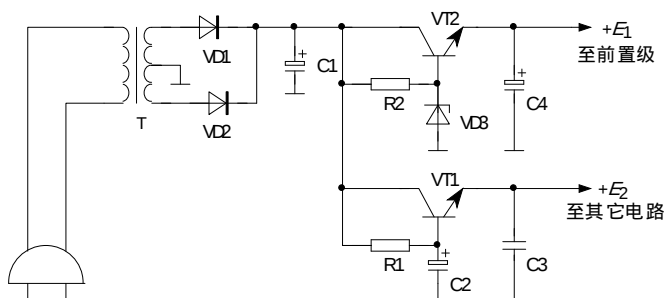


三. 供电电路

如下图所示，220V 交流电压经变压器 T 变压后，再经 VD1、VD2 全波整流和 C1 滤波，获得直流电压。

VT2 与 VD3 等元件构成一个稳压电路，用来给前置电路供电。

VT1 及周边元件构成有源滤波器，用来给其它电路供电。



课题：录放座的检修

教学目的：通过讲解，使学生掌握录放座的检修方法。

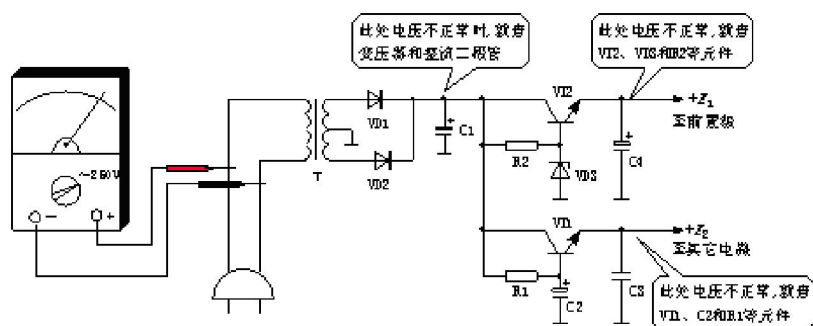
教学重点：录放座的检修方法。

教学难点：录放座的检修方法。

一、电源故障的判断与检修

1. 接通交流电源时，机器不工作

按图寻迹



2. 放音时，扬声器有严重的蜂音（嗡嗡声）出现

这种故障一般出在电源部分或布线不合理等方面，原因有如下几点：

见教材

二、放音故障分析与检修

1. 放音无声，但磁带运行正常

当出现放音无声故障时，应着重检查录放磁头及状态转换开关。

2. 放音音小

放音时，能出现声音，说明放音电路基本接通，故障主要出在录放磁头或状态开关上。

3. 放音时低频不足，声音较尖

这是放音低频补偿电路有故障造成的。

三、录音故障分析与检修

1. 录不上音

首先查录放转换开关是否接触良好。再查录音放大器的供电是否正常，录音放大器是否损坏。第三检查偏磁电路。

2. 不能抹音

这种现象体现为录音后，原来的节目仍然存在，产生这种现象的原因有三点：
见教材

四、磁头故障的处理

当磁头出现故障时，会引起放音无声，放音音小，放音噪声较大等现象。

1. 磁头的更换与调整

磁头损坏，应更换磁头。

更换磁头后，必须对方位角进行调整。

2. 磁头的清洗

用棉签蘸上无水酒精和四氧化碳，沿走带方向擦洗磁头工作面数次即可。

五、开关的清洗与更换

当状态开关出现接触噪声时，就得清洗。

当开关出现接触不良时，也可先清洗，若通过清洗后，仍不解决问题，就得更换。

课题：怎样学好视听设备维修技术

教学目的：通过讲解，使学生明白怎样学好视听设备维修技术。

教学重点：使学生明白怎样学好视听设备维修技术。

教学难点：使学生明白怎样学好视听设备维修技术。

一. 要转变思想观念

1. 分析信号流程时要转变思想观念

模拟信号的传输只存在平衡传输和不平衡传输两种情况。

数字信号的传输存在串行传输和并行传输两种方式。

2. 在分析某一电路工作原理时要转变思想观念

数字电路对信号的处理方式有：格式变换、存储、读出、纠错、压缩、解压缩、运算等等。在分析数字电路时，必须把握三点：

一是要弄清各单元电路的功能。

二是弄清信号流程。

三是把握好时钟信号。

二. 学会“庖丁解牛”

“庖丁解牛”技术的精髓在于能够化整为零，这种化整为零的技术也正是学习视听设备所需要的。

三. 要掌握元器件的防损及拆装技术

1. ESD 器件的防损

影碟机中的激光头、数字处理电路及解码电路都是 ESD 器件，维修时要注意防静电处理。具体做法如下：

共 6 点，见教材

2. 拆装片状集成块时应注意的事项

共 10 点

3. 片状电阻、电容及电感的拆装

1) 拆卸方法

2) 安装方法

4. 片状集成块的拆装

1) 拆卸方法

2) 安装方法

四．常用的维修工具

- 1．尖头烙铁
- 2．特殊的解焊尖头烙铁
- 3．吹风机（一般选择 4 号，温度等级为 7）
- 4．集成块拨离器
- 5．解锡线（或解锡带）
- 6．防静电烙铁
- 7．热风枪

课题：VCD 与 DVD 信号的记录过程

教学目的：通过讲解，使学生掌握 VCD 与 DVD 信号的记录过程。

教学重点：VCD 与 DVD 信号的记录过程。

教学难点：VCD 与 DVD 信号的记录过程。

一. VCD 与 DVD 光碟的结构

1. VCD 光碟

1) VCD 光碟的区域分布

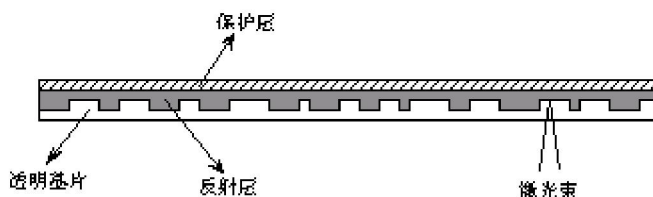
VCD 光碟的直径为 12cm，厚度为 1.2mm，其信息面示意图见教材图所示

2) VCD 光碟的结构

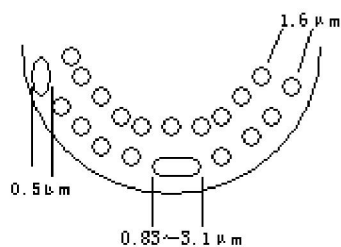
VCD 光碟共由三层材料制成。见图 a 所示。

第一层为透明基片，中间层为反射层（信息层），第三层为保护层。

数字信息通过光刻的工艺记录在反射层，形成一群一群的有序排列的凹凸坑点。见教材图 b 所示。



(a) VCD 光碟的内部结构



(b) VCD 光碟上的凹凸坑点

2. VCD 的软件版本

软件版本的英语名称是 Version，缩写为 Ver，它主要表现光碟在应用中的操作功能上，与计算机的系统操作软件版本有点类似。

VCD 的版本号已从 Ver1.0 经 Ver1.1 发展到 Ver2.0。

Ver2.0 版本：具有重放控制功能（即 PBC 功能）、简易的人机对话功能、多层菜单选择功能、可重放高清晰度的静止图像。

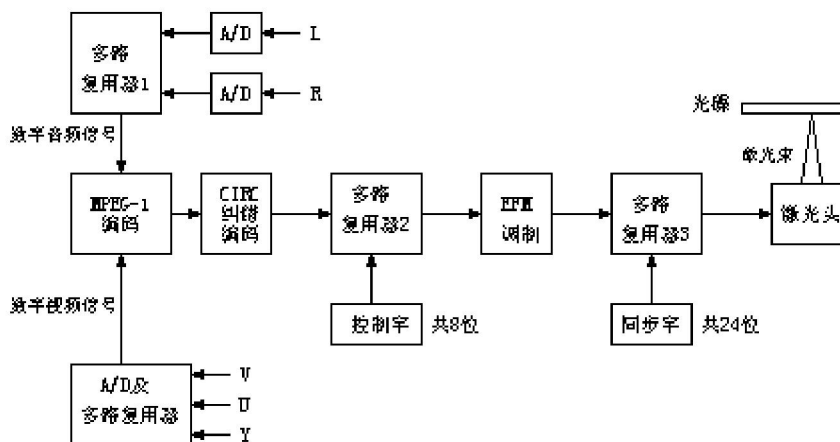
3. DVD 光碟

DVD 光碟的直径也为 12mm，但数据存储量比 VCD 光碟大得多，最高可达 17GB。DVD 光碟有四种类型，即单面单层、单面双层、双面单层、双面双层。

DVD 碟上的坑点比 VCD 碟的坑点小、密度高。DVD 激光头的激光波长比 VCD 短。

二. VCD 信号的记录过程

VCD 信号的记录过程如图所示。



在 A/D 变化过程中，音频信号的取样频率为 44.1kHz，Y 信号的取样频率为 6.75MHz，U 和 V 信号的取样频率为 3.375MHz。

MPEG-1 编码器负责对数字音、视频信号进行压缩编码处理，使音、视频信号的数据量大大减少。

CIRC 纠错编码电路的作用是在数字信号中加入校正码，以便重放时实现纠错处理。

控制字又称子码，它是 8 位附加数据字。控制字的作用是提供光碟所录制信号内容的一些相关信息，包含 TOC 信息。

EFM 调制是一种 8-14 位调制方式，EFM 是 Eight to Fourteen Modulation 的缩写，即 8 位扩展到 14 位的调制。

同步字有两方面作用：一是确定待处理数据的起始点，确保读出信号和录入信号同步；二是作为光碟转速控制电路的比较信号。

三. DVD 信号的记录过程

DVD 信号的记录过程与 VCD 大同小异，不同的地方主要体现在如下几个方面：

- 1) DVD 采用 MPEG-2 编码方式，其压缩比更大。
- 2) DVD 不再采用 CIRC 纠错技术，而采用 RS-PC 纠错技术。
- 3) DVD 不再采用 EFM 调制技术，而采用 EFM PLUS 调制技术（8-16 位调制），以提高效率。

课题：MPEG 数字压缩技术介绍

教学目的：通过讲解，使学生掌握 MPEG-1 信号编码解码原理。

教学重点：MPEG-1 信号编码解码原理。

教学难点：MPEG-1 信号编码解码原理。

一、MPEG 标准

MPEG 数字压缩技术是由国际动画专家组研究出来的。共有四种标准，见表所示。

表

技术标准	图、声质量	应用范围
MPEG-1	图像清晰度一般，伴音质量好	VCD
MPEG-2	图像清晰度较高，伴音质量好	DVD、CVD、SVCD
MPEG-3	图像清晰度最高，伴音质量好	高清数字电视
MPEG-4	图像清晰度最差，伴音质量差	动画、游戏等方面

二、MPEG-1 数字压缩技术的图像参数

见教材表所示

按 1.2Mbit/s 的传送速率来算，VCD 碟总播放时间为 1.2 小时左右。

由于 MPEG-1 标准是根据广播电视级标准降半制定的，其亮度信号带宽约 3.1MHz，水平清晰度约为 250 线。

三、MPEG-2 数字压缩技术的图像参数

该标准见教材表所示。

从表中可以看出，MPEG-2 标准的采样频率和每行亮度采样点数都是 MPEG-1 标准的两倍。

MPEG-2 标准的另一个特点是采用了 VBR 编码技术。

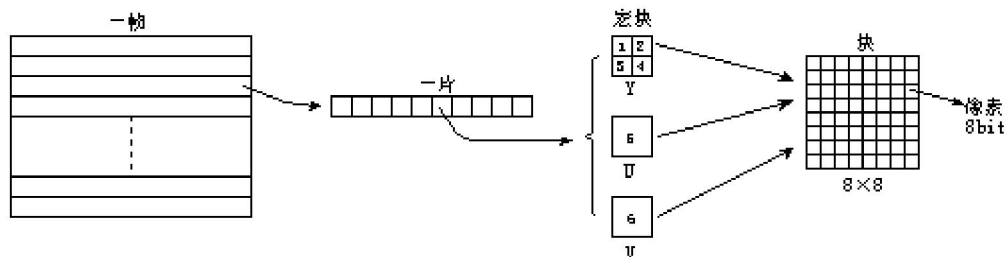
四、MPEG-1 编码及解码

1. MPEG-1 图像信号编码原理

1) 图像的分割细化

一帧图像 → 切成片 → 切成宏块 → 切成块 → 分割成最小单位，如图所示，就便于数字处理了。

每个采样点用 8 位二进制数来量化，每个像素的量化等级为 $2^8=256$ 级，足以高精度地表示亮度信号。



2) 三种帧的定义

为了实现图像的压缩编码，MPEG-1 将图像帧定义为 I、P 和 B 三种。

具体解释上述三种帧

I 帧不得压缩。P 帧只传送主体变化的差值，重放时，依靠帧存储器将 I 帧的主体部分和 P 帧的差值进行运算后得出新画面。B 帧信息量最少，它只传送反映在 I、P 帧间的运动主体变化情况，重放时，B 帧是通过参考前面的 I 帧和后面的 P 帧来获得的。

3) MPEG-1 编码框图

见教材图所示

对编码过程稍微提一下，没有必要完全弄清

2. MPEG-1 图像信号的解码原理

见教材图所示

3. MPEG-1 的音频信号编码和解码

MPEG-1 对图像信号进行大幅度压缩的同时，对音频信号也进行大幅度压缩处理。对音频信号的压缩是根据人耳的听觉特性进行的。

课题：VCD 和 DVD 的结构框图

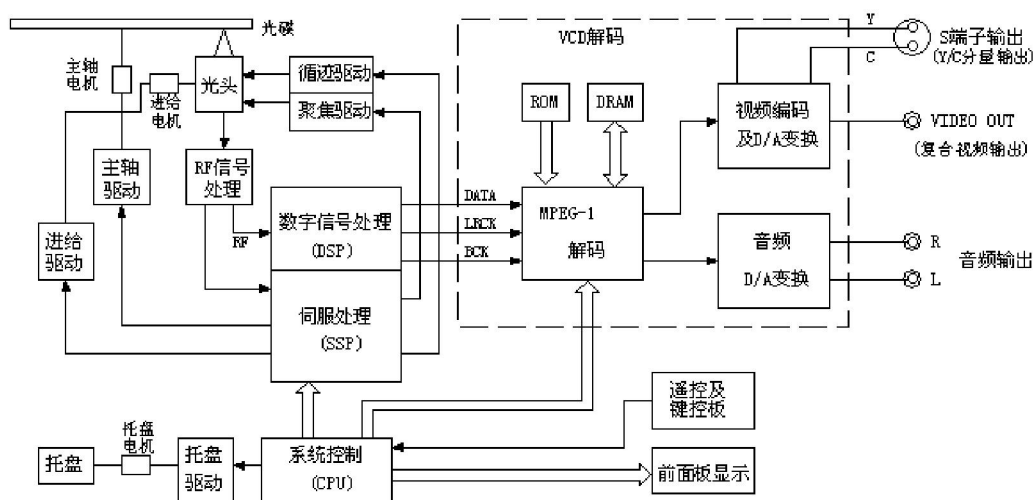
教学目的：通过讲解，使学生掌握 VCD 和 DVD 的结构框图。

教学重点：VCD 和 DVD 的结构框图。

教学难点：VCD 和 DVD 的结构框图。

一. VCD 的结构框图

VCD 的结构框图见下图所示



1、激光头

用来读取光碟上信息。

2、RF 信号处理

RF 信号处理器负责对激光头输出的信号进行运算和放大处理，产生 RF 信号。

3、数字信号处理器（DSP）

数字信号处理器又叫 DSP 电路，其主要作用是对 RF 信号进行 EFM 解调及 CIRC 纠错处理，输出 DATA、BCLK 及 LCLK 信号送到 MPEG-1 解码器。

4、伺服处理器（SSP）

它由聚焦伺服、循迹伺服、进给伺服及主轴伺服电路组成。其作用是确保读碟的准确性。

5、MPEG-1 解码器

该电路是 VCD 的核心，它负责对压缩的视频信号和音频信号进行解压缩处理。

6、视频编码及 D/A 变换

该电路的作用是将解压缩后的数字视频信号进行 PAL/NTSC 制编码，以形成 PAL/NTSC 制数字信号。再对数字信号进行 D/A 变换，输出模拟视频信号。

7、系统控制电路

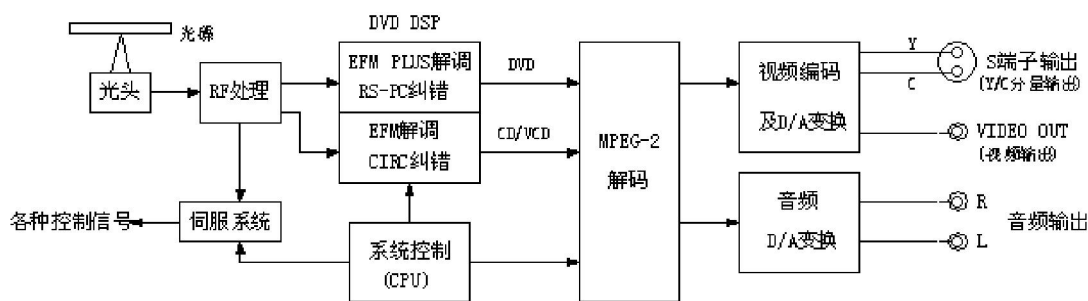
它由 CPU 构成，能处理遥控指令和键控指令，并根据遥控指令和键控指令指挥整机工作。

8、VCD 中的电机

VCD 中一般有三个电机，即托盘电机、主轴电机和进给电机。

二. DVD 的结构框图

DVD 的结构框图如下图所示，图中仅画出了信号处理部分，其余电路与 VCD 类似。



DVD 与 VCD 的主要区别有如下两点：

1) DVD 的 DSP 电路中包含两个通道，一个专门用来处理 DVD 信号，它能对信号进行 EFM PLUS 解调和 RS-PC 纠错处理；另一个专门用来处理 CD/VCD 信号，它能对信号进行 EFM 解调及 CIRC 纠错处理。

2) DVD 采用 MPEG-2 解码器，它兼容 MPEG-1 解码。

课题：激光头

教学目的：通过讲解，使学生掌握激光头的结构及分类。

教学重点：激光头的结构及分类。

教学难点：激光头的结构。

一、激光头的结构

激光头主要由激光管、光学系统、光敏接收器、聚焦线圈及循迹线圈等构成。

1、激光管

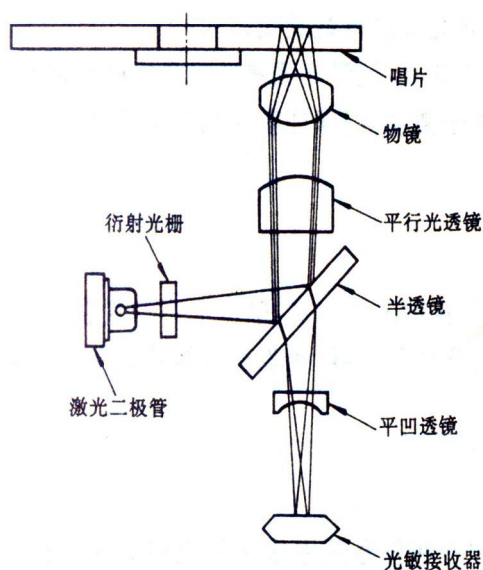
激光管是一个能产生激光的二极管。VCD 光头所用的激光管发射出来的激光波长为 780nm，而 DVD 为 635/650nm。

2、光学系统

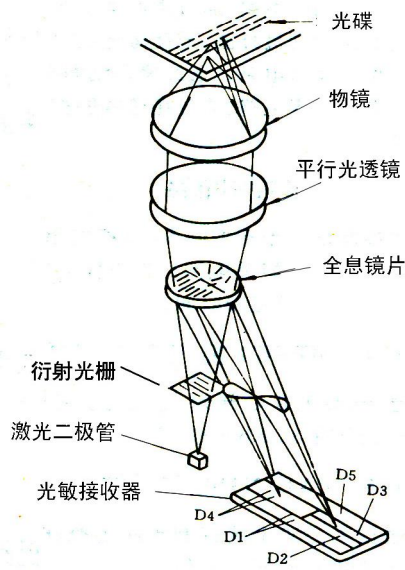
光学系统又称光路，它负责对激光管产生的激光进行加工处理，并将激光传送到光碟信息面；还对光碟的反射光进行加工处理，并传送到光敏接收器。

根据光学系统的结构来分，激光头可分为三光束激光头和全息激光头。

这两种激光头的光学系统见下图所示。



(a) 三光束光头光学系统



(b) 全息光头光学系统

3、光敏接收器

光敏接收器又叫光敏组件，其作用是将光碟反射回来的光转化为电信号。

三光束光头的光敏接收器由六只光敏二极管（A~F）组成；全息激光头的光敏组件由五只二极管 D1、D2、D3、D4、D5 组成。见教材图所示。

4、循迹线圈和聚焦线圈

在激光头上安装有循迹线圈和聚焦线圈。

当聚焦线圈中通以正、反向电流时，物镜会上、下移动，以确保焦点落在光碟的信息面上，这个过程称为聚焦控制。当循迹线圈中通以正、反向电流时，物镜会左、右摆动，以确保焦点落在信息纹上，这个过程称为循迹控制。

二．激光管供电电路

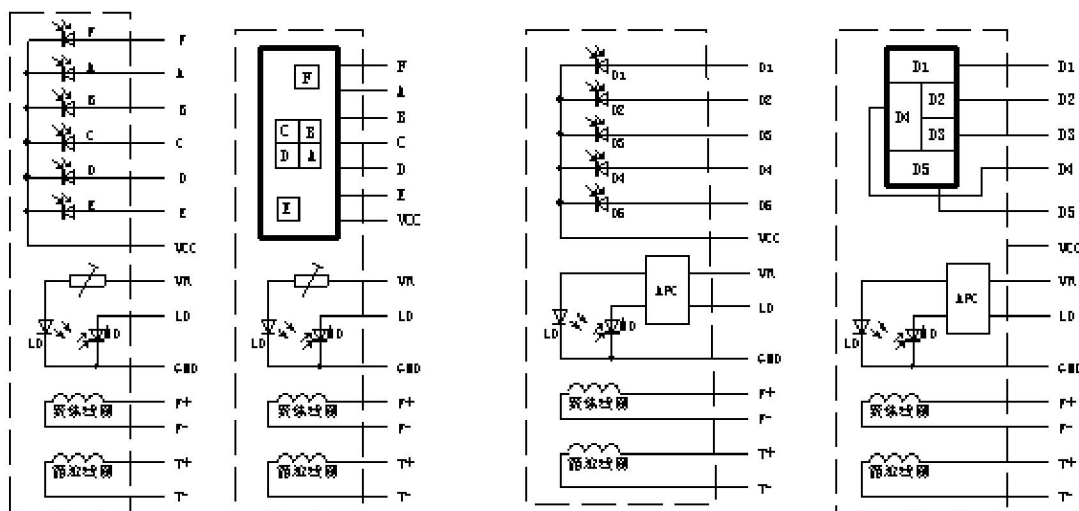
一般采用自动功率控制（APC）电路来给激光管供电。

参考教材图

这是由 IC 构成的 APC 电路，LD 为激光二极管，用来发射激光。PD 为激光功率检测管，用来检测 LD 发射激光的强弱，并将激光的强弱转化为电流送入 APC 电路，经运算放大后输出控制电压去控制 VT 的驱动电流，进而调节 LD 的发光强弱。

三．激光头电路图

见下图所示。



(a) 三光束激光头常见的两种电路图形式

(b) 全息激光头常见的两种电路图形式

课题：RF 处理及 DSP 处理

教学目的：通过讲解，使学生掌握 RF 处理器及 DSP 处理器的工作原理。

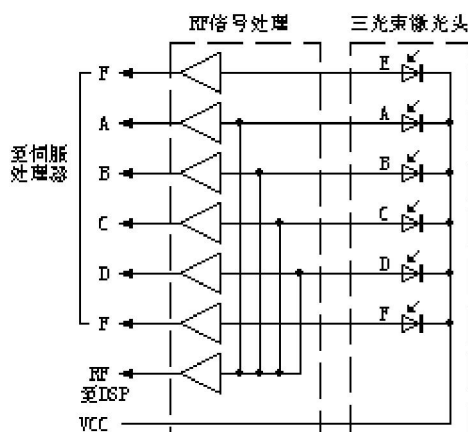
教学重点：RF 处理器及 DSP 处理器的工作原理。

教学难点：RF 处理器及 DSP 处理器的工作原理。

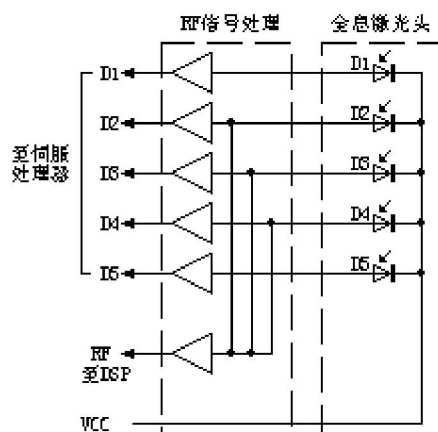
一. RF 信号处理电路

RF 信号处理电路的主要作用：产生和放大 RF 信号，同时还要对激光头各个光敏二极管输出的信号进行放大。

两种光头的 RF 放大器如图所示。



(a) 与三光束激光头相对应的 RF 放大器



(b) 与全息激光头相对应的 RF 放大器

图 a 是三光束激光头所对应的 RF 放大器，A、B、C、D 四只光敏二极管用来检测中间光束，故它们输出的信号经相加放大后就可形成 RF 信号。同时，A、B、C、D、E、F 六只光敏二极管输出的信号经放大后送至伺服处理器，以形成 FE 信号和 TE 信号。

图 b 是全息激光头所对应的 RF 放大器，因 D2、D3 和 D4 用来检测主光束，故它们输出的信号经相加放大后，就可形成 RF 信号。D1、D2、D3、D4、D5 五只光敏二极管输出的信号还要经放大后送至伺服处理器，以形成 FE 信号和 TE 信号。

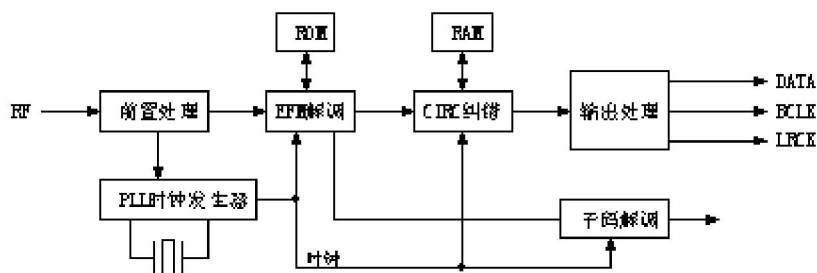
RF 信号的波形为眼图波形。

二. DSP 处理器

VCD 的 DSP 处理器负责对 RF 信号进行 EFM 解调及纠错处理 输出 DATA 信号、BCLK 信号及 LRCK 信号。

DSP 处理器的框图如下所示。

DVD 的 RF 处理器及 DSP 电路的工作原理与 VCD 基本相似，只是在 DSP 中增添了 EFM PLUS 解调方式和 RS-PC 纠错方式而已。



1、前置处理器

对信号进行均衡处理和非对称性校正处理

2、EFM 解调处理器

把 14 位数字信号还原成 8 位数字信号。

3、ROM

14 位数字信号与 8 位数字信号之间的关系是固定不变的一一对应关系，这种对应关系的数据存放在 ROM 中。

4、CIRC 纠错处理器

在 RAM（随机存储器）的配合下完成纠错处理。

5、输出处理器

将纠错后的 8 位数字信号处理成数据信号（DATA）、位时钟信号（BCLK）及左右时钟信号（LRCK），这三路信号将提供给 VCD 解码电路。

DATD 信号是压缩的视频及音频数据；BCLK（或 BCK）信号是反映每帧数据所在位置的时钟信号，用来控制重放码率，使其与录制时相同；LRCK 信号是反映左右声道数据所在位置的时钟信号，左右声道数据的分离须由 LRCK 信号控制。

6、子码解调器

将子码（控制字）解调出来。

7、PLL 时钟发生器

产生时钟信号，频率为 4.3218MHz

课题：伺服处理

教学目的：通过讲解，使学生掌握伺服处理器的工作原理。

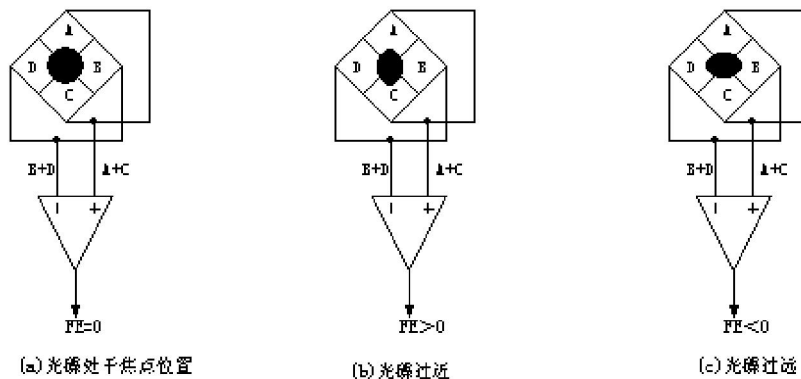
教学重点：伺服处理器的工作原理。

教学难点：伺服处理器的工作原理。

一. FE 和 TE 信号的产生

1、FE 信号的形成

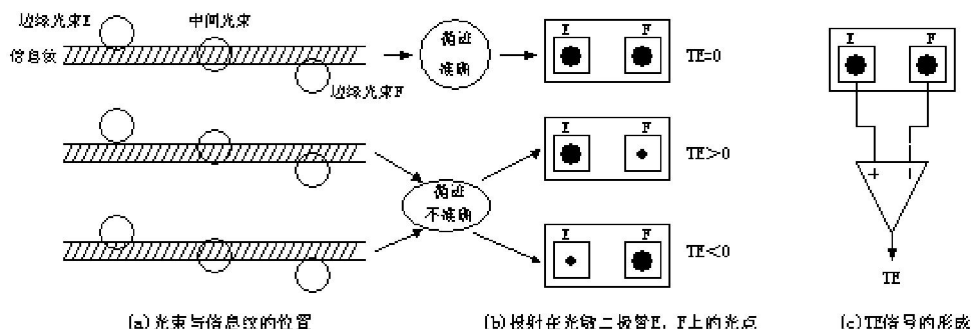
对于三光束光头来说，A、B、C、D 四个光敏二极管输出的信号经加减运算后，形成聚焦误差信号 FE，如图所示。



对于全息激光头来说，FE 信号是由 D2 和 D3 信号相减后形成的，即 $FE=D2-D3$ 。

2、TE 信号的形成

对于三光束光头来说，两个边缘光束用来拾取循迹误差信号。如图所示，循迹误差信号 $TE=E-F=0$ 。



对于全息激光头来说，TE 信号是由 D1 和 D5 相减后形成的，即： $TE=D1-D5$

二．聚焦伺服原理

聚焦伺服电路的功能是：确保激光束的焦点准确地落在碟面上。

聚焦伺服电路框图如图所示。



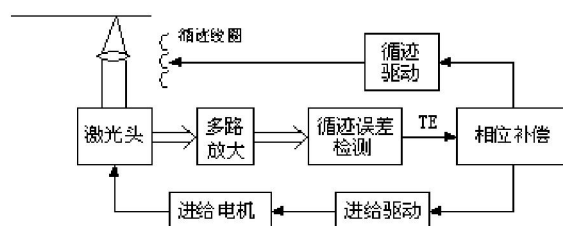
当焦点落在碟面上时，FE 等于 0，物镜不会上下移动。当焦点未落在碟面上时，FE 会大于 0 或等小于 0，物镜会向上或向下移动，直到焦点落在碟面上为止。

三．进给伺服与循迹伺服

进给伺服的作用是：控制进给电机的旋转速度，使进给电机带动激光头水平移动。在移动的过程中，激光焦点始终跟踪信息纹。进给伺服只能实现循迹的粗调。

循迹伺服的作用是：确保激光焦点准确地落在信息纹上。

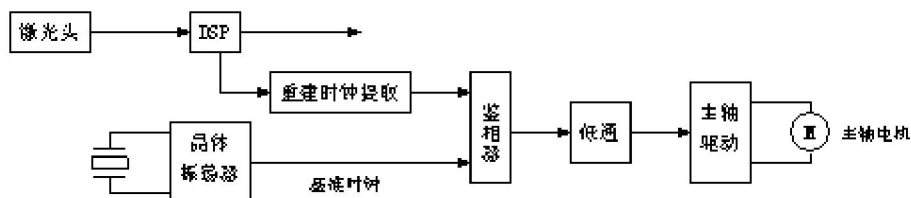
进给伺服和循迹伺服电路框图如图所示。进给电机在驱动电压的作用下，可以控制激光头水平移动；循迹线圈可以控制物镜左右摆动，使焦点精确地落在信息纹上。



四．主轴恒线速伺服

主轴恒线速伺服又叫 CLV 伺服。其作用是保证光碟的旋转与激光头的相对运动为恒线速。

主轴恒线速伺服电路框图如图所示。它通过比较重建时钟和基准时钟来获得误差信号，控制主轴电机的旋转速度。



课题：VCD 与 DVD 解码器

教学目的：通过讲解，使学生掌握 VCD 与 DVD 解码器的结构。

教学重点：VCD 与 DVD 解码器的结构。

教学难点：VCD 与 DVD 解码器的结构。

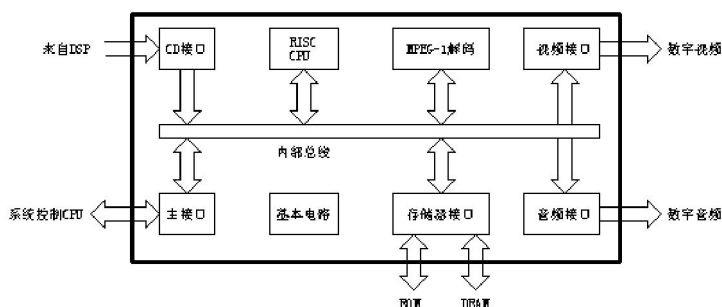
一. 解码器作用

解码电路又称解压缩电路，其作用是将压缩的数字视频信号和数字音频信号进行解压缩处理。

二. MPEG-1 解码器

MPEG-1 解码器是 VCD 的核心电路，常由一块超大规模集成块和 ROM、DRAM 构成。

MPEG-1 解码器的基本结构如图所示。它由一个精简指令微处理器（RISC CPU）、MPEG-1 解码器、基本电路及五大接口电路构成。



对各部分电路进行解释

MPEG-1 解码器有三大主要类型，即斯高柏解码器、依雅时解码器、华邦解码器。

三. MPEG-2 解码器

MPEG-2 解码器是 DVD 的核心电路，常由一块大规模集成块和闪存器（FLASH ROM）、DRAM 构成，其结构如图所示。

MPEG-2 解码器与 MPEG-1 解码器的最大区别有两点，一是采用 MPEG-2 解码方式，这种解码方式完全兼容 MPEG-1 解码方式；二是增添了扫描格式变换电路。

MPEG-2 解码芯片比较多，如：

依雅时公司推出的 ES4108、ES4308、ES4408、ES6008/6018/6028/6038；

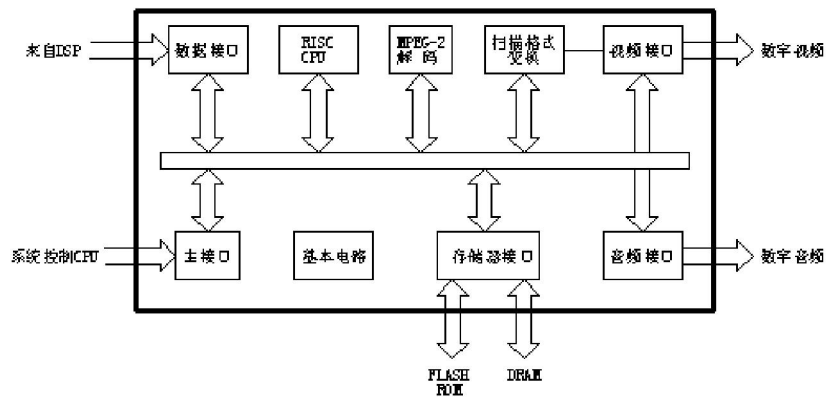
美国国家半导体公司推出的 NDV86XX 系列（飞腾二代）；

C-Cube 公司推出的 ZIVA-3、ZIVA4.1 等；

松下公司推出的 MN67740；

联发科技（MTK）公司推出的 MT1369E、MT1379、MT1389 等；

桑普拉斯公司推出的 SPHE8200A、SPHE8202D 等。



课题：机芯

教学目的：通过讲解，使学生掌握 VCD 与 DVD 解码器的结构。

教学重点：VCD 与 DVD 解码器的结构。

教学难点：VCD 与 DVD 解码器的结构。

应用最广泛的是索尼机芯、飞利浦机芯及 DVD 超薄机芯。

一. 索尼机芯

1. 机芯结构

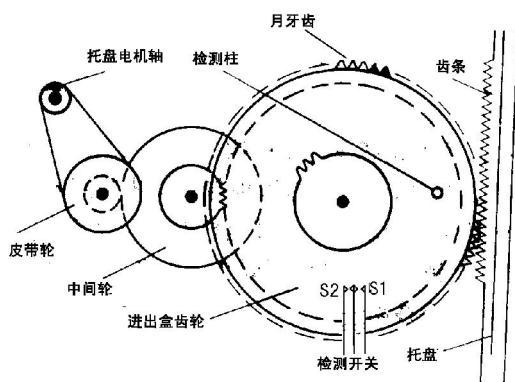
它主要由机芯架、激光头、主轴电机、进给电机、托盘电机、升降凸轮、托盘、进出盒齿轮等部件组成。

见教材图

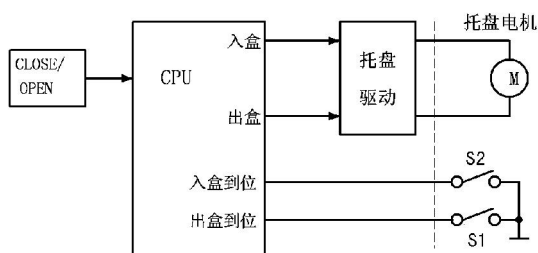
索尼机芯具有两大特点，一是采用铰链式与凸轮滑动式相结合的升降机构，来控制芯座升降动作；二是采用橡胶与弹簧相结合的平衡减振结构来抑制芯座振动。

2. 托盘进出原理

参考下图。



(a) 托盘进出机械传



(b) 托盘进出电路

当 CPU 收到 “CLOSE” 操作指令时，便发出入盒指令，使托盘电机反时针转动，使托盘由机外向机内移动。当托盘移至机内播放位置时，S2 闭合，微处理器便发出制动指令，使电机刹车而停转。

当微处理器收到 “OPEN” 操作指令时，便发出出盒指令，驱动托盘电机顺时针转动，使托盘从机内向机外移动。当托盘向外移至规定位置时，S1 闭合，微处理器便发出制动指令，使电机刹车而停转。

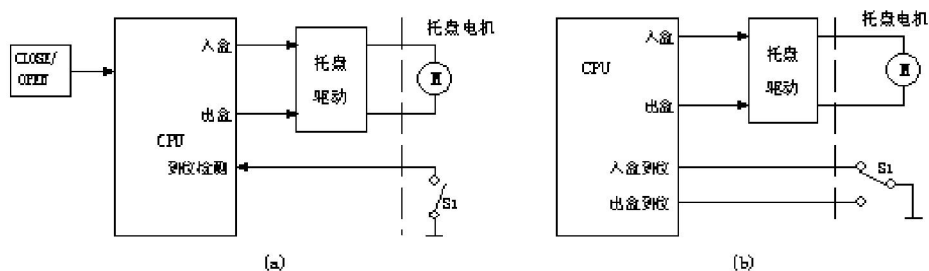
二. 飞利浦机芯

1. 机芯结构

参考教材图

2. 托盘进出原理

参考下图。



当微处理器收到“CLOSE”操作指令时，便向托盘电机发出入盒指令，托盘电机反时针旋转，驱动托盘向内水平运行。当托盘接近到位时，S1 闭合，当托盘完全到位时，S1 又断开。这样，由于 S1 经过了一个由断开到闭合又到断开的过程，就会形成一个脉冲，CPU 接收到此脉冲后，便发出制动指令，使托盘电机停止转动。

当 CPU 收到“OPEN”操作指令后，便向托盘电机发出出盒指令，托盘电机顺时针旋转，托盘载着光碟向外运行。当托盘向外运行到位后，S1 闭合，CPU 获得一个低电平，此时，CPU 输出制动指令，使托盘电机停止转动。

三. DVD 超薄型机芯

参考教材图。

它的主要特点是厚度很薄，不超过 3cm。

课题：创维 200A 型 VCD 电路分析

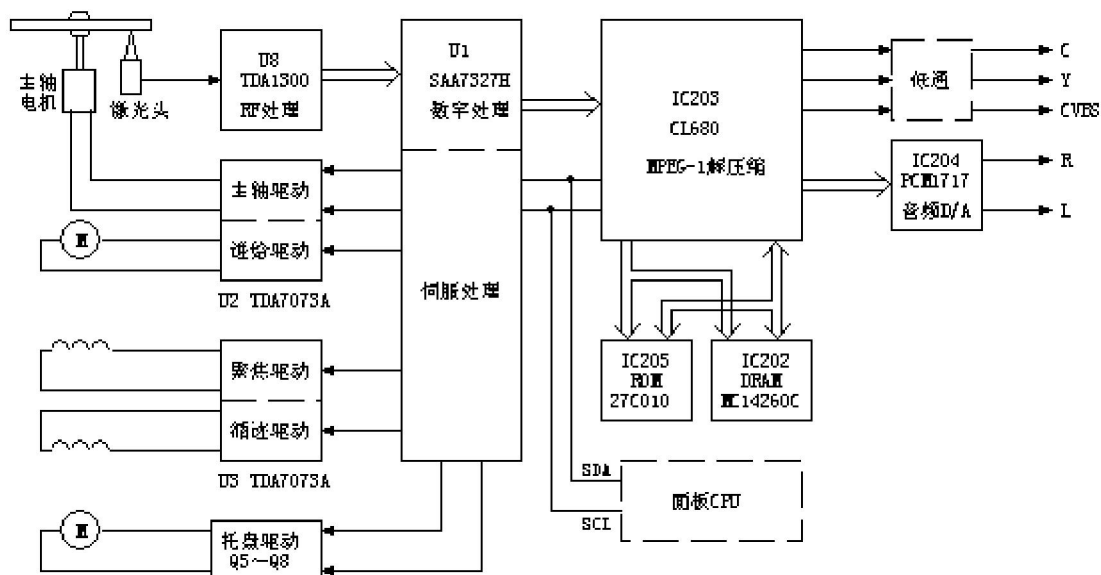
教学目的：通过讲解，使学生掌握创维 200A 型 VCD 结构框图及各集成块作用。

教学重点：结构框图及各集成块作用。

教学难点：结构框图及各集成块作用。

一. 整机框图

参考下图



重点讲清各部分之间的连接及主要 IC 的功能

二. 主要集成块介绍

在分析电路之前，先来了解一下该机主要集成块的功能及结构。

1、TDA1300T 介绍

TDA1300T 是飞利浦公司推出的 RF 处理器，它有三方面功能，一是产生和放大 RF 信号；二是放大光敏组件各光敏二极管送来的信号；三是控制激光的通/断。TDA1300T 各引脚功能及电压见教材表所示。

2、TDA7073A 介绍

TDA7073A 内含两个独立的 BTL 通道，其内部结构参考教材图所示，常用于主轴电机、进给电机、聚焦线圈、循迹线圈的伺服驱动。

3、SAA7327H 介绍

SAA7327H 是飞利浦公司推出的集 DSP 和 SSP 于一体的数字处理芯片。其内部结构见教材图 5-40 所示。

它具有超强的纠错功能、EFM 解调及全数字式伺服功能；内部还含有微处理器接口、多功能接口及音频 D/A 变换器等。

4、CL680 介绍

CL680 是斯高柏公司推出的第三代 MPEG-1 解码器，该芯片在 CL480/CL484 基础上增加了一些新的功能，如数字 NTSC/PAL 视频编码功能、视频 D/A 变换功能和音频卡拉 OK 处理功能等。

在视频处理方面，CL680 具有四大优点：

见教材

在音频处理方面，CL680 具有三大优点：

见教材

CL680 内部的微机接口具有灵活的通信方式，即可采用独立端子与主控 CPU 之间进行通信，也可采用 I²C 总线方式与主控 CPU 进行通信。

由于 CL680 内部未集成 ROM 和 DRAM，故它必须在外部的 ROM 和 DRAM 的配合下，才能完成 MPEG-1 解码任务。

课题：创维 200A 型 VCD 电路分析

教学目的：通过讲解，使学生掌握托盘控制及 RF 处理电路的工作过程。

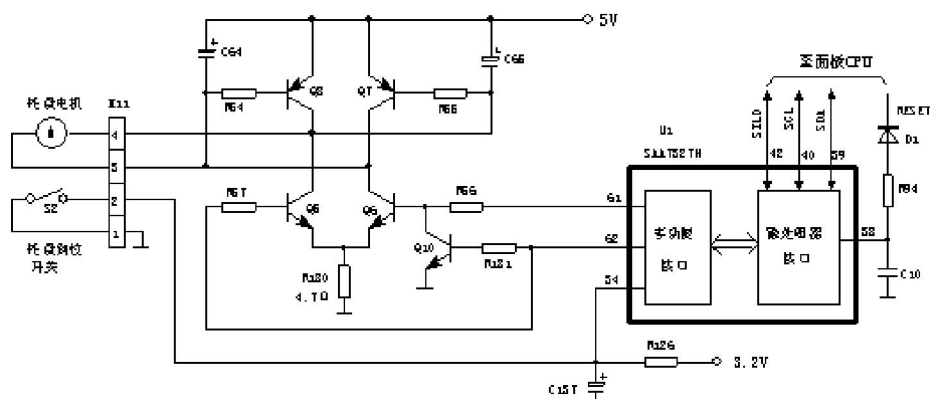
教学重点：托盘控制及 RF 处理电路的工作过程。

教学难点：托盘控制及 RF 处理电路的工作过程。

接上 1 课

三．托盘进/出控制电路

托盘进/出控制电路参考下图所示。



装入光碟或取出光碟时，只需按动面板上的“OPEN/CIOSE”键，面板 CPU 会通过 I²C 总线（SDA 和 SCL 线）将指令送至 U1 的 39 脚和 40 脚，此时，61 脚或 62 脚会输出控制电压，通过 Q5 ~ Q8 驱动托盘电机旋转，使托盘出盒或入盒。

S2 为托盘到位开关，当托盘到位后，S2 闭合，U1 的 34 脚变为低电平，61 脚和 62 脚皆输出低电平，Q5 ~ Q8 均截止，托盘电机因无电流流过而停止转动。

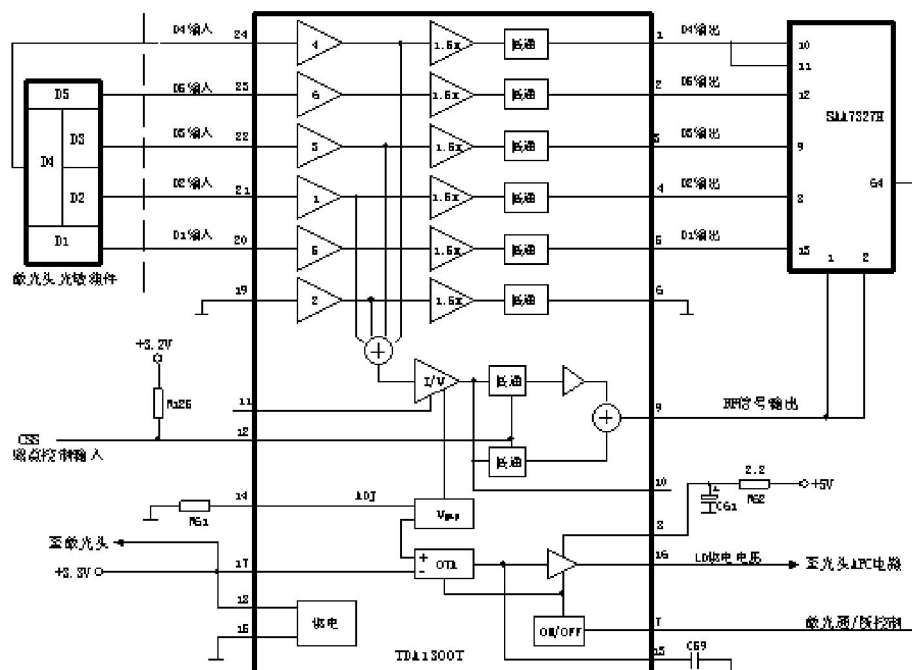
四．RF 处理器

RF 处理电路如下图所示，

五个光敏二极管产生的信号分别从 20 ~ 24 脚输入，分别经放大后，从 5 ~ 1 脚输出，送到 SAA7327H，以形成 FE 信号及 TE 信号。

在 TDA1300T 内部，D4、D3 及 D2 信号还经加法器运算后，产生 RF 信号，从 9 脚输出。

7 脚为激光通/断控制端，在正常播时，7 脚为高电平，16 脚输出 5V 电压至光头的 APC 电路，使激光开启。在其它状态下，7 脚为低电平，16 脚无电压输出，激光关闭。



课题：创维 200A 型 VCD 电路分析

教学目的：通过讲解，使学生掌握 DSP 及伺服电路的工作过程。

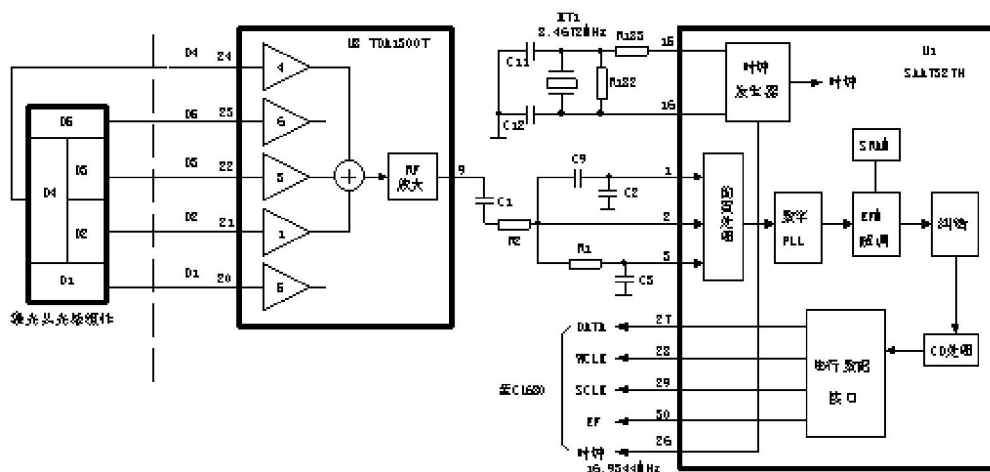
教学重点：DSP 及伺服电路的工作过程。

教学难点：DSP 及伺服电路的工作过程。

接上 1 课

五．数字信号处理器（DSP）

参考下图。



TDA1300 的 9 脚送来的 RF 信号从 SAA7327H 的 1 脚和 2 脚输入，在 SAA7327H 内部进行 EFM 解调及纠错处理，再送入 CD 处理器，处理成 DATA、WCLK 及 SCLK，分别从 27 脚、28 脚及 29 脚输出。同时还从 30 脚输出 C2P0 信号。

15 脚和 16 脚外接时钟振荡器，产生 8.4672MHz 的时钟信号，提供给内部电路。8.4672MHz 时钟还经倍频后，从 26 脚输出 16.9344MHz 的时钟信号，送至 CL680。

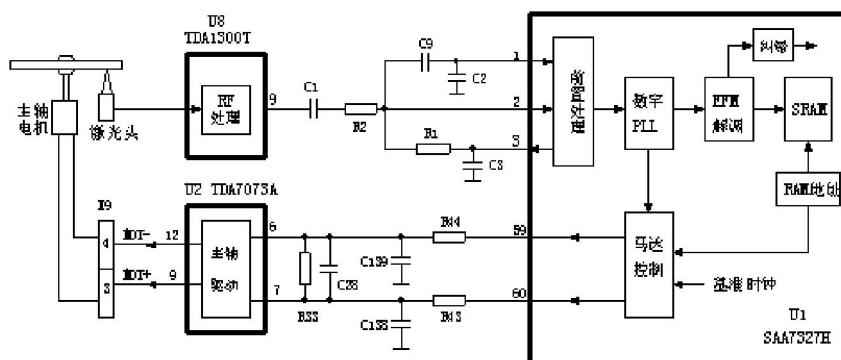
六．伺服系统

1、主轴恒线速伺服

参考下图。

RF 信号从 SAA7327H 的 1 脚和 2 脚输入，经内部电路处理后分离出重建时钟送到马达控制器。

马达控制器将重建时钟与基准时钟进行比较，获得误差电压，从 59 脚和 60 脚输出，送入 U2 的 6 脚和 7 脚，再由 U2 的 9 脚和 12 脚输出主轴电机驱动电压，控制主轴电机的旋转速度。



2、进给、循迹及聚焦伺服

参考教材图

光敏组件输出的 D1 ~ D5 经 U8 放大后，送到 U1 的 8 ~ 13 脚，由 SAA7327H 形成数字 FE 和数字 TE 信号。数字 FE 信号和 TE 信号送至伺服控制器，转成为 PWM 脉冲形式再从 54 脚、55 脚和 56 脚输出。

55 脚输出的聚焦误差信号送至 U3 的 2 脚，及时调节聚焦线圈中的电流大小和方向，进而驱动物镜上下运动，使激光焦点精确地落在碟面上。

56 脚输出的循迹误差信号送至 U2 的 2 脚，控制进给电机转动，使激光焦点落在光碟的信息纹上，实现循迹粗调。

54 脚输出的循迹误差信号送至 U3 的 6 脚，最终通过循迹线圈带动物镜左右摆动，使激光焦点精确地落在光碟的信息纹上，实现循迹细调。

S1 为激光头内限位开关，当激光头移到最里端时，S1 闭合，U1 的 63 脚变为低电平，56 脚输出高电平至 U2 的 2 脚，进给电机反转几圈，使光头稍微后退一点，S2 断开，63 脚又变为高电平，56 脚变为中电平，进给电机停转，光头复位动作完成。

(2) MPEG-1 解码器从 DRAM 中调出压缩的视频和音频数据, 并对其解码。解码后的视频和音频数据再存入到 DRAM 中。

(3) 根据实际播放顺序从 DRAM 中依次调出解码后的视频和音频数据。视频数据送至视频编码及 D/A 变换器。最终从 67 脚、69 脚和 75 脚分别输出模拟 CVBS 信号、模拟 Y 信号和模拟 C 信号。音频数据送至音频接口, 并分别从 108 脚、110 脚和 111 脚输出 LRCK、DATD 及 BCLK 信号, 这三路信号送至音频 D/A 变换器, 最终转化成 R、L 两路音频信号。

DRAM 的作用如下:

- (1) 用来存储视频和音频压缩数据帧, 等待解码处理。
- (2) 用来存储解码后的视频和音频数据帧, 供显示使用。
- (3) 存储未来的和已过去的参考图像帧, 供预测插补使用。
- (4) 暂存 CL680 的微码指令。

ROM 的作用是用来存储 CL680 的微码及厂标画面等。

课题：金正 N868 型 DVD 电路分析

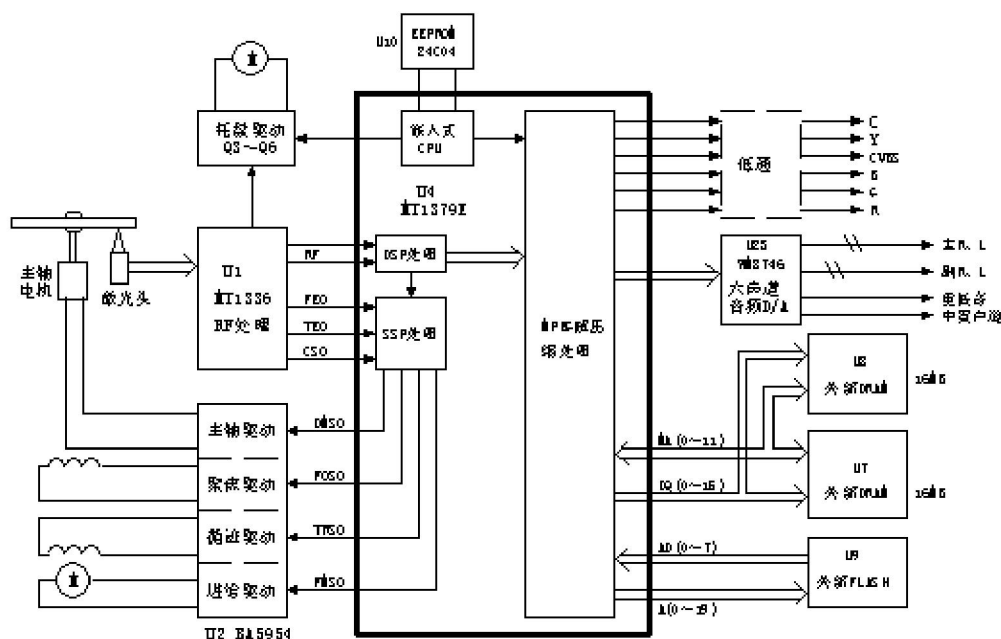
教学目的：通过讲解，使学生掌握整机结构及各 IC 作用。

教学重点：整机结构及各 IC 作用。

教学难点：整机结构及各 IC 作用。

一. 整机框图

金正 N868 型 DVD 影碟机由 MT1336E 和 MT1379 构成，属于 MTK 方案，整机结构框图如下。



MT1336E 用来完成 RF 放大；

MT1379 用来完成 DSP、SSP 及解码处理；

BA5954 用来完成伺服驱动；

WM8746 用来完成音频 D/A 变换。

二. 主要集成块介绍

1、MT1366E 介绍

MT1366E 是台湾联发科技公司推出的芯片，内部除了集成有 RF 处理器之外，还集成有聚焦误差处理器、循迹误差处理器及 APC 电路。

2、MT1379 介绍

MT1379 是 MTK 公司推出的新一代 DVD 解码器，它内部包含 DSP、SSP、MPEG 解码器、视频 D/A 变换、视频编码及一个嵌入式 CPU 等电路。

它支持 MPEG-1/MPEG-2/JPEG 视频解码；支持 MPEG-1/MPEG-2、AC-3 等多种格式的音频解码。

支持 PAL 制和 NTSC 制的隔行扫描及逐行扫描格式。

MT1379 内部的嵌入式 CPU 是整机的控制中心，它通过内部总线对 MT1379 内部各部分电路进行控制，通过三总线对 RF 处理器（MT1336E）进行控制。

3、WM8746 介绍

WM8746 是 WOLFSON 公司推出的 24bit 192kHz 六声道 D/A 变换器，它支持 16bit 和 32bit 的数字音频信号，适应对取样频率为 8kHz ~ 192kHz 的数字音频信号进行 D/A 变换。

它内含一个控制接口、一个数字音频接口、一个 D/A 通道控制器、六路音量控制电路、三路双通道数字滤波器、三路双通道 $\Delta \Sigma$ 调制器及三路双通道 D/A 变换器。

4、BA5954 介绍

BA5954 是 ROHM 公司推出的 CD-ROM/DVD 专用驱动集成块，它内含四个通道，各通道均由输入放大器和驱动器构成，驱动器采用 BTL 驱动方式。在 DVD 机中，使用一块 BA5954，就能完成主轴驱动、进给驱动、循迹驱动及聚焦驱动。

课题：金正 N868 型 DVD 电路分析

教学目的：通过讲解，使学生掌握托盘控制及 APC 电路工作过程。

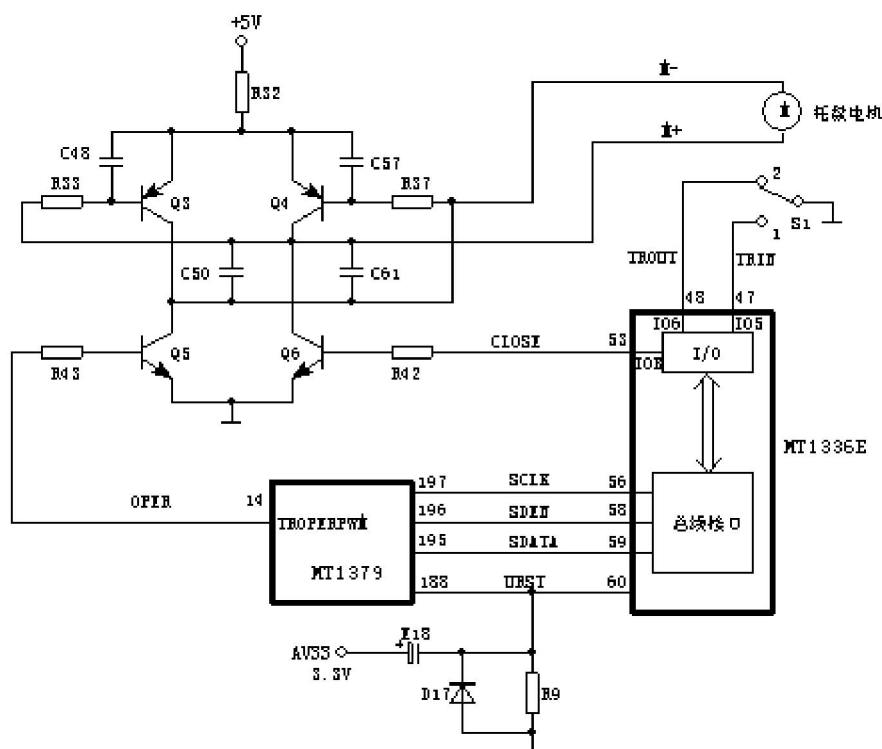
教学重点：托盘控制及 APC 电路工作过程。

教学难点：托盘控制及 APC 电路工作过程。

接上 1 课

三．托盘进出控制电路

参考下图。



当按动“OPEN”键时，MT1379 的 14 脚输出高电平，Q5、Q4 也导通，此时：

+5V→R32→Q4→托盘电机→Q5→地

电流自下而上流过电机，故电机正向旋转，将托盘送出机外。

当按“CLOSE”键时，MT1336E 的 53 脚输出高电平，Q6、Q3 导通，此时：

+5V→R32→Q3→托盘电机→Q6→地。

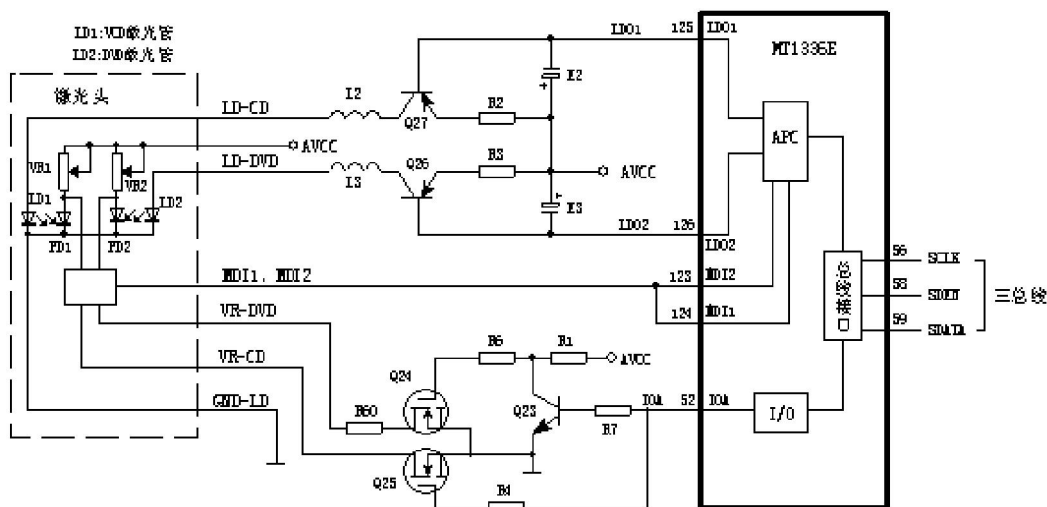
电流自上而下流过电机，故电机反向旋转，将托盘吸入机内。

S1 为托盘到位检测开关，当托盘入盒到位后，S1 置触点“1”，MT1336E 的 47 脚变为低电平，托盘电机停转。当托盘出盒到位后，S1 置触点“2”，MT1336E 的 48 脚变为低电

平，托盘电机停转。

四．APC 电路

参考下图。



当播放 DVD 时，由 LD2 发射激光，当播放 VCD/CD/SVCD 时，由 LD1 发射激光。

当托盘到位后，126 脚输出低电平，而 125 脚输出高电平。Q26 导通，LD2 发光，LD1 不发光。此时由 LD2 读取光碟上的 TOC 信息，经 MT1366E 处理后，送至 MT1379，由 MT1379 进行识别。一旦识别出此时所播放的光碟是 DVD 光碟，则继续维持 126 脚为低电平，125 脚为高电平的状态，同时，52 脚输出低电平，Q24 导通，PD2 开始检测 LD2 的发光功率，并将检测的结果送回到 123 脚，以实现 APC 控制，稳定 LD2 的发光功率。

当识别出所播放的光碟不是 DVD 碟，而是其它光碟时，125 脚就会立即变为低电平，而 126 脚变为高电平。此时 Q27 导通，LD1 发光，而 LD2 停止工作。同时，52 脚输出高电平，Q25 导通，PD1 开始检测 LD1 的发光功率，并将检测的结果送回到 124 脚，以实现 APC 控制，稳定 LD1 的发光功率。VR1 用来调节 LD1 的起始发光功率。

课题：金正 N868 型 DVD 电路分析

教学目的：通过讲解，使学生掌握 RF 伺服及 DSP 电路工作过程。

教学重点：伺服及 DSP 电路工作过程。

教学难点：伺服及 DSP 电路工作过程。

接上 1 课

五. RF 处理及伺服电路

参考教材图

1、RF 信号放大

中间光束由 A、B、C、D 四个光敏二极管来检测，输出的信号分别送至 MT1336E 的 101 ~ 104 脚，由内部 RF 放大器进行求和放大，产生 RF 信号。RF 信号从 6 脚和 7 脚输出，送至 MT1379 的 216 脚和 215 脚。

2、聚焦伺服

由聚焦检测电路来形成 FE 信号（图中用 FEO 表示），从 18 脚输出，送至 MT1379 的 205 脚，经 MT1379 内部伺服系统处理后，从 12 脚输出聚焦伺服电压，再送入到 BA5954 的 1 脚，经聚焦线圈驱动电路处理后，从 13 脚和 14 脚输出聚焦驱动电流，送入聚焦线圈，以调整激光焦点的位置，使焦点落在碟面上。

3、循迹伺服

在播放 VCD 或 CD 光碟时，E、F 两路信号经循迹检测后得到 E-F 信号，作为进给误差信号从 20 脚输出；另一方面作为循迹误差信号（TEO）从 21 脚输出。在播放 DVD 光碟时，A、B、C、D 四路信号经相位检测和运算放大后，得到误差信号，再叠加在 E-F 信号上，从 21 脚输出。

MT1336T 的 20 脚和 21 脚输出的进给误差信号和循迹误差信号送至 MT1379，经同处理后，分别从 19 脚和 13 脚输出进给伺服电压和循迹伺服电压，送到 BA5954 的 23 脚和 26 脚，分别控制进给电机和循迹线圈工作。

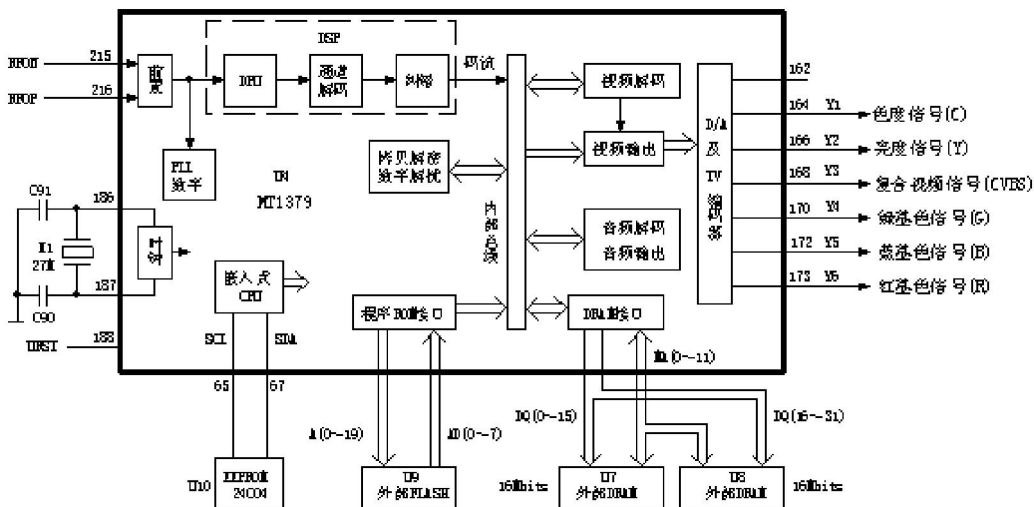
S2 为激光头内限位开关，当激光头移至最里端后，S2 闭合，此时，进给电机回转数圈，使激光头稍微后退一点，并停在光碟最内圈位置上，S2 断开。

4、主轴 CLV 伺服

MT1379 的 215 脚和 216 脚输入的 RF 信号经内部前置处理后，送入到数字 PLL 电路，提取重建时钟送入 CLV 伺服系统，在此与基准时钟比较，产生主轴伺服电压从 18 脚输出送入 BA5954 的 5 脚，控制主轴电机的转速。

六. DSP 及解码电路

参考教材下图。



1、DSP 处理

215 脚和 216 脚输入的 RF 信号经前置处理后，送至 DSP 电路。在 DSP 中进行：
VCD 格式和 DVD 格式信号的分离；
EFM 解调和 EFM-PLUS 解调；
CIRC 纠错处理和 RS-PC 纠错处理。

2、视频解码处理

视频解码和音频解码电路能根据播放的信号格式自动进入 MPEG-1 或 MPEG-2 解码方式。

视频解码产生的数字视频信号先存入到外部 DRAM 中，再根据实际播放顺序读出，经视频输出电路送至 D/A 变换器中，转换为模拟信号，再经 TV 编码器处理后，从 164 脚输出色度信号 C，从 166 脚输出亮度信号 Y，从 168 脚输出复合视频信号 CVBS，从 170 脚、172 脚及 173 脚分别输出 G、B、R 信号，这些信号经低通滤波后送出机外。

七. 音频信号处理

音频信号处理电路见教材图 3-54 所示。

压缩的数字音频信号经 MT1379 解码后，从 148 脚输出位时钟信号，从 149 脚输出左右时钟信号，从 154 脚、155 脚、156 脚、157 脚输出 4 路音频数据信号(ASDAT0 ~ ASDAT3)，送至六声道 D/A 变化器，经处理后输出左右两路主信号、左右两路副信号、重低音信号及中置信号，这 6 路信号皆为模拟信号，它们经低通滤波后送出机外。

课题：VCD 与 DVD 的检修

教学目的：通过讲解，使学生了解维修 VCD/DVD 的必备知识，掌握激光头故障的检修。

教学重点：维修 VCD/DVD 的必备知识，激光头故障的检修。

教学难点：激光头故障的检修。

一. 维修必备知识

1. 了解系统初始化与系统工作模式的建立

(1) 系统 CPU (包含面板 CPU) 复位，建立数据通讯。

(2) 对所有数字电路进行复位操作。

(3) 对激光头及托盘进行复位。

(4) 对光碟的有无进行判断，并建立系统工作模式。

1) 上电复位

接通电源，系统开始复位，复位完毕后，CPU 从 EPROM (或 FLASH) 中提取开机画面。

2) 激光头和托盘的复位

当上电复位完成后，系统自动检测激光头和托盘是否处于初始位置。如果检测到激光头不在初始位置上，就驱动进给电机旋转，使激光头强行运动到初始位置上。

3) 聚焦搜索及伺服的引入

在激光头和托盘复位后，开始进行聚焦搜索，检测光碟、引入伺服，以建立系统播放方式，并读出 TOC 信息。

2. VCD 和 DVD 的故障分类及特点

1) 激光头故障特点

只要激光头出故障，影碟机就不可能正常地播放光碟。故障不严重时能选曲，但图像声音不正常；故障严重时，可能导致机器不能识读所播放的光碟，显示“无碟 (NO DISC)”。

2) 机芯故障特点

(1) 托盘进出机构故障特点

进出盒缓慢、难以到位、播放光碟不转、激光头无进给聚焦搜索动作、有时停机保护。

(2) 光碟加载/卸载机构故障特点

当加载/卸载机构出现故障时，光碟的加载就难以到位，不能进行进一步的聚焦搜索，出现播放光碟不转等现象。

(3) 进给机构故障特点

进给机构最常见的故障是进给电机齿轮打滑，从而造成跳曲、画面中断闪烁或画面静止等现象，有时还会造成机器自动停机的现象。

3) 伺服系统故障特点

伺服系统出现故障时，一般体现为不读碟 (显示 NO DISC) 或选曲性能差。

4) 解码电路的故障特点

当解码电路出现故障时，一般会产生无图无声、有图无声、有声无图、杂音、马赛克等现象。

5) 控制电路

故障现象一般体现为面板失控、无遥控、无屏显等。

3. 值得注意的几点

在检修 VCD 或 DVD 时，应注意如下几点：

共 6 点，见教材

二. 激光头故障的检修

1. 激光头故障引起的现象

激光头最常见的故障现象有如下几种：

共 8 点，见教材

激光头故障可分为激光管老化、光路故障、机械故障等多种类型。

1) 激光管老化的初期现象及解决方法

激光管老化的初期现象主要表现为：

共 4 点，见教材

解决上述现象的主要方法是，调整激光发射功率，通过增大激光发射功率便可解决上述现象。

2) 激光头严重老化的现象及解决方法

激光头严重老化的现象主要表现为：

当激光头严重老化时，就得用同类型光头进行更换。

3) 光头完全损坏的现象及解决方法

光头完全损坏的现象主要表现为：

光头完全损坏后，就得用同类型光头进行更换。

4) 光路故障所引起的现象及解决方法

处理光路故障的方法：清洁。

5) 机械故障所引发的现象及解决的方法

当激光头出现机械故障时，就必须将其更换。

2. 激光头好坏的判别方法

1) 激光管好坏的判别

判断激光管好坏的方法有

观察法，测量法，红外检测法。

2) 聚焦线圈和循迹线圈好坏的判别

观察和测量

无论是循迹线圈还是聚焦线圈损坏，都得更换激光头。 .

课题：VCD 与 DVD 的检修

教学目的：通过讲解，使学生掌握伺服系统、DSP及解码电路的检修。

教学重点：伺服系统、DSP及解码电路的检修。

教学难点：伺服系统、DSP及解码电路的检修。

接上 1 课

三．伺服系统故障的检修

1. 伺服系统的故障现象

一般出现“无碟（NO DISC）”现象。

2. 伺服系统故障检修

1) 聚焦伺服电路故障检修

聚焦伺服电路的常见故障通常有两种：

一是光碟到位后不旋转，而且无聚焦搜索动作，显示“NO DISC”；

二是光碟到位后，能瞬时转动，而后自动停机，显示“NO DISC”。

对于第一种现象，应先查聚焦线圈是否良好，然后对驱动电路进行检查。

对于第二种现象来说，可先从激光头入手，若激光头正常，则应对电机驱动电路、伺服处理电路及 RF 放大器的供电电压进行检查。若供电也正常，可在开机后的瞬间用示波器观察 RF 信号及用于聚焦的各路信号的波形。若波形幅度偏小，应查 RF 放大器，若波形正常，应查伺服处理电路。

2) 进给伺服与循迹伺服电路故障检修

当机器出现搜索时间过长，且迟迟不出图像和伴音或偶能出现图声但质量差，以及不能编程、跳选和随机播放等现象时，就可初步判断故障在进给伺服和循迹伺服电路。

先观察激光头在接通电源的瞬间有无向内的滑动动作。若激光头能向内滑动，表明进给伺服是正常的，并有循迹误差信号 TE 产生，故障范围应在循迹驱动电路或循迹线圈等方面。

如果激光头没有向内滑动的现象，表明伺服系统很可能未输出循迹误差电压，或者进给驱动电路损坏。

3) 主轴伺服电路故障检修

主轴伺服电路的故障现象一般体现为主轴电机不转。

在检修主轴不转故障时，必须先对激光头的好坏、聚焦伺服和进给伺服电路先进行检查，再对主轴伺服电路进行检查。

四．DSP 处理电路故障的检修

当 DSP 电路出故障时，一般有两种常见的故障现象：

如果 DSP 电路不能对 RF 信号进行 EFM 解调，则会出现“NO DISC”现象；

如果能对 EFM 信号进行解调，但不能将解调后的信号处理成 DATA、LRCK 及 BCK

信号,则体现为无图无声现象,此时光碟旋转是正常的。DSP 电路的 DATA、LRCK 及 BCK 端子有信号输出时,直流电压均为 2.5V 左右,否则,会偏离 2.5V。可根据此电压来判断 DSP 的工作情况。

实践证明,DSP 电路出故障的机率很低。

DSP 电路的故障机率较低

检修方法见教材

五. 解码电路故障的检修

1. 检修解码电路的方法

1) 直接感知法

所谓直接感知法是指通过“看”、“摸”等手段来发现故障的方法,它又分如下几种。

直观检查法:

手感温度法:

观察开机画面法:

2) 工作条件检查法

数字电路工作需要三个条件,即供电要正常、时钟要正常、复位要正常。在检修解码电路时,必须将这三个条件放在首要位置上。

2. DRAM 引起的故障现象

解码电路中的 DRAM 损坏后,常会出现如下几种故障现象:

- (1) 无开机画面,全机不工作,按键失控。电视屏幕上为白色屏幕,且有网纹。
- (2) 每次通电后,电视屏幕上呈现随机变化的单色光。
- (3) 开机画面正常,但播放的活动图像异常,图像上布满马赛克,画面停顿频繁。
- (4) 有时开机画面正常,有时通电后无开机画面。

课题：AV 功放机的组成

教学目的：通过讲解，使学生掌握 AV功放机的基本组成。

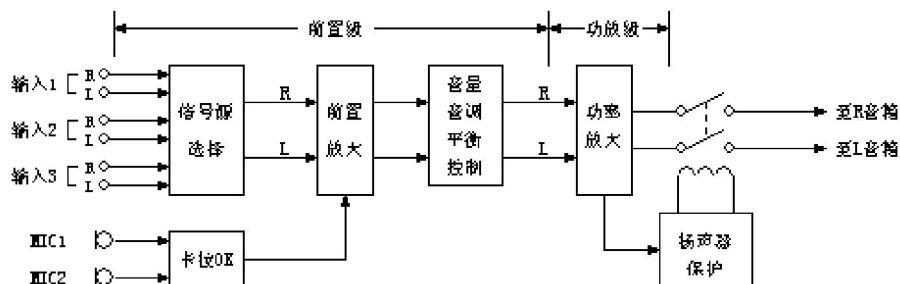
教学重点：AV功放机的基本组成。

教学难点：AV功放机的基本组成。

一. AV 功放机的结构

1. 双声道 AV 功放机结构框图

见下图。



由信号源选择、前置放大、音量/音调/平衡控制、功率放大、扬声器保护及卡拉 OK 电路组成。

信号源选择电路的作用：

前置放大电路的作用：

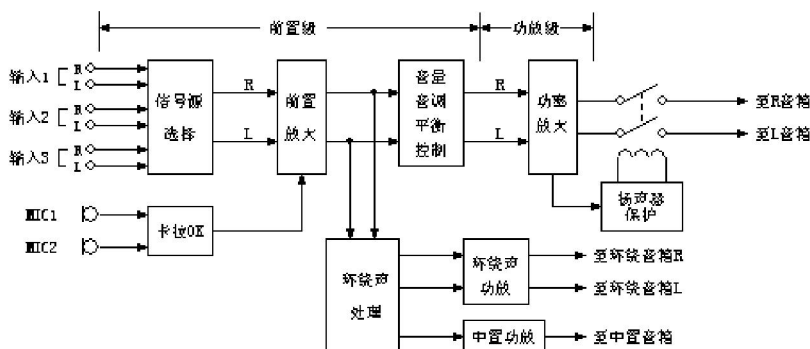
音量/音调/平衡控制的作用电路：

功率放大电路的作用：

卡拉 OK 电路的作用：

2. 五声道 AV 功放机框图

见下图



增添了环绕声处理电路，能输出两路环绕声信号和一路中置声道信号，分别推动环绕音箱和中置音箱工作。

二. AV 功放机的分类及性能指标

1. AV 功放机的分类

1) 按功放管所用的器件来分

- { 电子管式
- { 晶体管式
- { 场效应管式

电子管功放机的特点：

晶体管功放机的特点：

场效应管功放机的特点：

2) 按声道分

分为双声道功放机、3 声道功放机、5 声道功放机及 5.1 声道功放机等几种。

3) 按有无前置级来分

分为综合型功放机和纯后级功放机两种。

2. AV 功放机各声道的地位

L、R 主声道：

中置（C）声道：

环绕声道：

重低音声道：

3. AV 功放机的主要性能指标

AV 功放机具有如下一些性能指标。

1) 输出功率

2) 频率响应

3) 失真

4) 动态范围

5) 信噪比（S/N）

6) 输出阻抗

7) 阻尼系数（ D_F ）

三. AV 功放机的正确使用

1. AV 功放机的连接

2. AV 功放机面板上各控制钮的作用

课题：信号源选择及前置放大电路

教学目的 通过讲解,使学生掌握信号源选择电路及前置放大电路的作用及工作原理。

教学重点：信号源选择电路及前置放大电路的工作原理。

教学难点：等响度控制电路的工作原理。

一. 信号源选择电路

信号源选择电路有两种形式：

一种是使用机械开关来选择输入信号

另一种是使用电子开关来选择输入信号。

1. 机械开关信号源选择电路

参考教材图。

转轴每旋转一档，滑片位置就移动一档，信号源就切换一次。因此，在使用过程中，只需将开关旋转到相应位置就能选取相应的信号源。

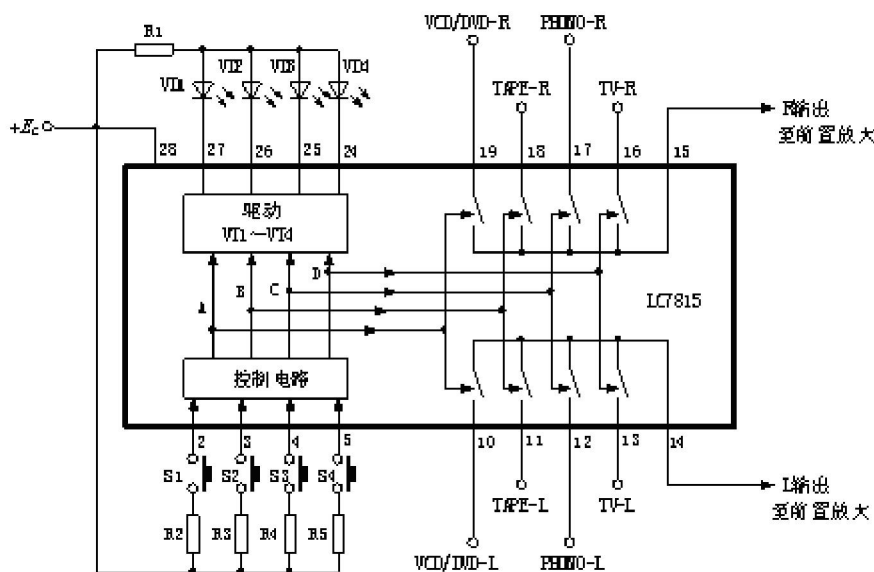
机械开关信号源选择电路具有结构简单，成本低等优点，但由于机械开关易磨损，易锈蚀，故使用寿命不长。

2. 电子开关信号源选择电路

1) LC7815 介绍

LC7815 是日本三洋公司推出的电子开关集成电路，能对四路双声道信号进行选择。

2) LC7815 构成的信号源选择电路



16 脚、17 脚、18 脚及 19 脚的信号经电子开关选择后，从 15 脚输出，送至前置放大器；

13 脚、12 脚、11 脚及 10 脚的信号经电子开关选择后，从 14 脚输出，送至前置放大器。

电子开关的工作情况受 2 ~ 5 脚电压的控制。

二. 前置放大器及等响度控制电路

1. 前置放大器

参考教材图

运放 1 构成一个负反馈放大器，具有良好的放大性能。运放 2 构成一个电压跟随器。运放 3 构成一个负反馈放大器。这三个运放器之间采用直耦方式，故低频特性很好，能满足音频信号的放大要求。

2. 等响度控制电路

作用：在小音量时，提升高音和低音。

等响度控制电路由 C2、C3、R7、S1 及 RP1 构成。

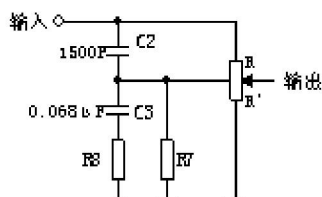
C2 的容量较小，C3 的容量较大。S1 为等响度控制开关，按下 S1 时，C2、C3 接入电路。

等响度控制电路等效图见图 a 所示。

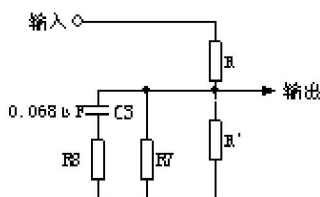
对于低音来说，等效电路如图 b 所示。信号频率越低，C3 对信号的衰减也就越小，相当于提升低音信号。

对于高音信号来说，等效电路如图 c 所示。信号频率越高，C2 对信号的衰减也就越小，相当于提升了高音。

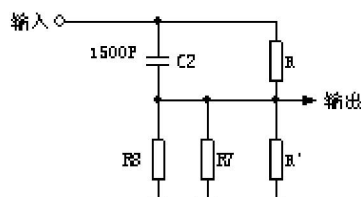
等响度抽头安排在电位器的 1/4 ~ 1/3 处（以地端为参考点）。



(a) 等响度控制电路



(b) 低音等效电路



(c) 高音等效电路

课题：音调控制电路

教学目的：通过讲解，使学生掌握音调控制电路作用、类型及工作原理。

教学重点：音调控制电路作用、类型及工作原理。。

教学难点：多段频率均衡电路。

一、作用

用来调节音频信号中各频率段的提升/衰减量，以获得悦耳的音质。

二、种类

衰减式；衰减/反馈式；多段频率均衡式。功放机常用后两种。

三.电路结构及工作原理

1. RC 衰减/反馈式音调控制电路

参考教材图

RP1 用来调节低音。

RP2 用来调节高音。

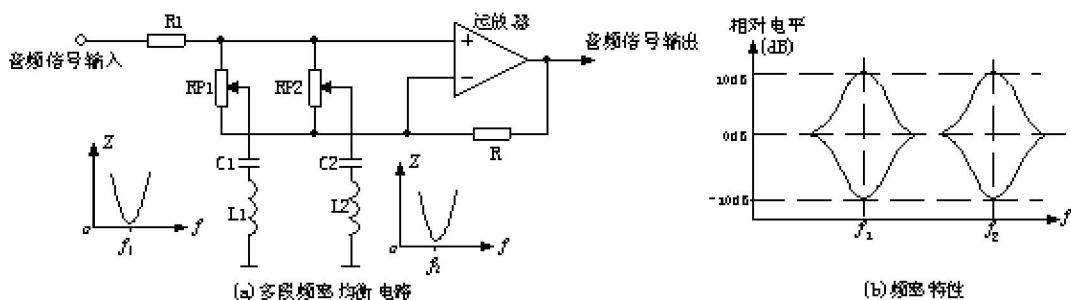
RP3 用来调节中音。

2. 多段频率均衡电路

将整个音频信号分成若干个频率段，再用单独的控制器来对各个频率段的信号进行提升或衰减，达到音调调节的目的。用得较多的频率均衡电路有五段、七段、十段等几种。

1) 基本原理

多段频率均衡电路一般是由电位器和 LC 谐振电路构成的，其基本工作原理可用下图）来解释。



2) 模拟电感

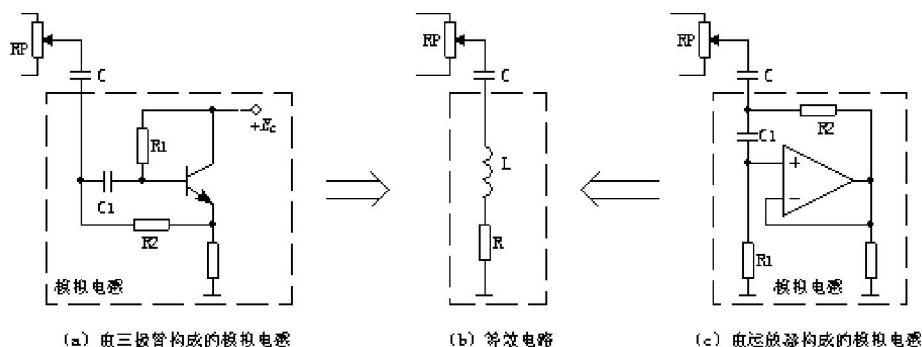
模拟电感常用三极管（或运放器）来构成，故又有电子电感之称，电路形式如下图所示

示。

$$R=R_2$$

$$L=R_1 \cdot R_2 \cdot C_1$$

通过改变 C_1 的容量，就能实现电感的调节，以适应不同谐振频率的需要。



3) 多段频率均衡电路分析

参考教材图

运放器的输入端接有 5 只音调调节电位器，可分别对 63Hz、250Hz、1kHz、4kHz 及 16kHz 的信号进行衰减/提升。VT1 及其周边元件构成一个模拟电感，它与 C_1 组成 63Hz 串联谐振电路。

同理，VT2、VT3、VT4、VT5 也分别与各自的周边元件构成模拟电感，这些模拟电感又分别与 C_3 、 C_5 、 C_7 及 C_9 构成 250Hz、1kHz、4kHz、16kHz 串联谐振电路。调节 $RP_2 \sim RP_5$ ，就可分别调节 250Hz、1kHz、4kHz 及 16kHz 的衰减/提升程度。

课题：卡拉 OK 电路

教学目的：通过讲解，使学生掌握卡拉 OK 电路的工作原理。

教学重点：卡拉 OK 电路的工作原理。

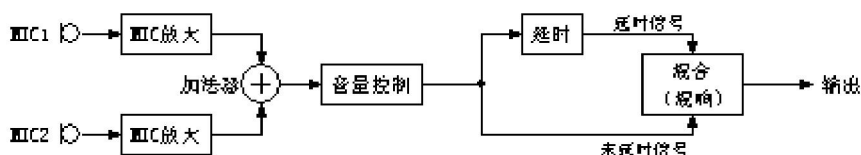
教学难点：卡拉 OK 电路的工作原理。

一. 卡拉 OK 电路的作用

自娱自乐

二. 卡拉 OK 电路的基本原理

下图是卡拉 OK 电路的结构框图，它由 MIC（话筒）放大器、加法器、音量控制、延时器及混合器（又称混响器）组成。



MIC 放大器：用来放大话筒送来的演唱声。

加法器：用来对各路话筒送来的演唱声进行混合。

音量控制器：用来调节演唱声的强弱。

延时器：对演唱声进行延时，增强声音的感染力。

混合器：将延时信号与未延时信号进行混合。

三. 延时与混响电路

延时与混响电路有两种类型，一种是模拟延时混响电路；另一种是数字延时混响电路。

1、模拟延时混响电路

模拟延时混响电路是用电荷耦合器件（BBD 器件）来完成音频信号延时的。

参考教材图

图中，VT1 ~ VTn 为场效应管，它们构成电子开关，利用时钟脉冲控制电子开关的通断，就可以使音频信号进行移动。经过 n 个时钟脉冲后，音频信号从输入端移到输出端。设时钟脉冲频率为 f ，延迟时间为：

$$t = \frac{n}{2f}$$

目前 BBD 延时电路的型号很多，如 HD3207（MN3207）、HD3208（MN3208）等。

模拟延时混响电路的工作原理可用教材图 4-19 来说明。

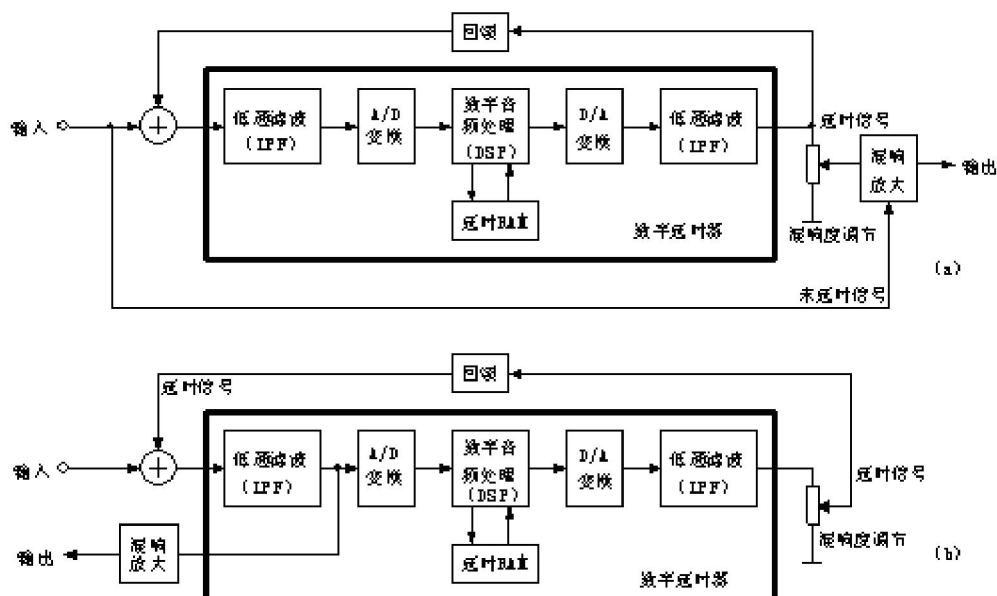
混响度调节电位器用来调节延时信号与未延时信号之间的比例关系，进而达到改变混

响深度，调节混响效果之目的。

2、数字延时混响电路

数字延时混响电路是借助数字存储技术来实现混响效果的。数字延时混响电路有两种常见的形式，参考下图所示。

这两种电路形式的总体结构基本相同，都是由低通滤波器、A/D 变换器、数字音频处理器（DSP）、延时 RAM、D/A 变换器及混响放大器组成。



课题：前置级分析举例

教学目的：通过讲解，使学生掌握力之霸功放机前置级的电路结构及电路分析。

教学重点：力之霸功放机前置级的电路结构及电路分析。

教学难点：力之霸功放机前置级的电路结构及电路分析。

以力之霸 LMB-838 功放机为例

一. ES56028 介绍

ES56028 是依雅时公司推出的卡拉 OK/环绕声音频处理器。

1、特点

见教材

2、内部结构

参考教材图

数字延时器是 ES56028 的核心电路，它先将模拟信号转换为数字信号，再写入到 20Kbit RAM 中，经过一定时间 t 后，又将数据从 20 Kbit RAM 中读出，这样一存一读使信号得到 t 时间的延迟。

ES56028 有两种工作模式，一种是卡拉 OK 混响模式，另一种是环绕声模式。模式控制由 10 脚来完成。

二. 前置级电路分析

1、信号源选择

四路输入信号由 S3 选择。

2、等响度控制及音量调节

C1、C2 起等响度控制作用，RP1 为音量调节电位器。

3、音调控制

是一个衰减/反馈式音调调节电路。

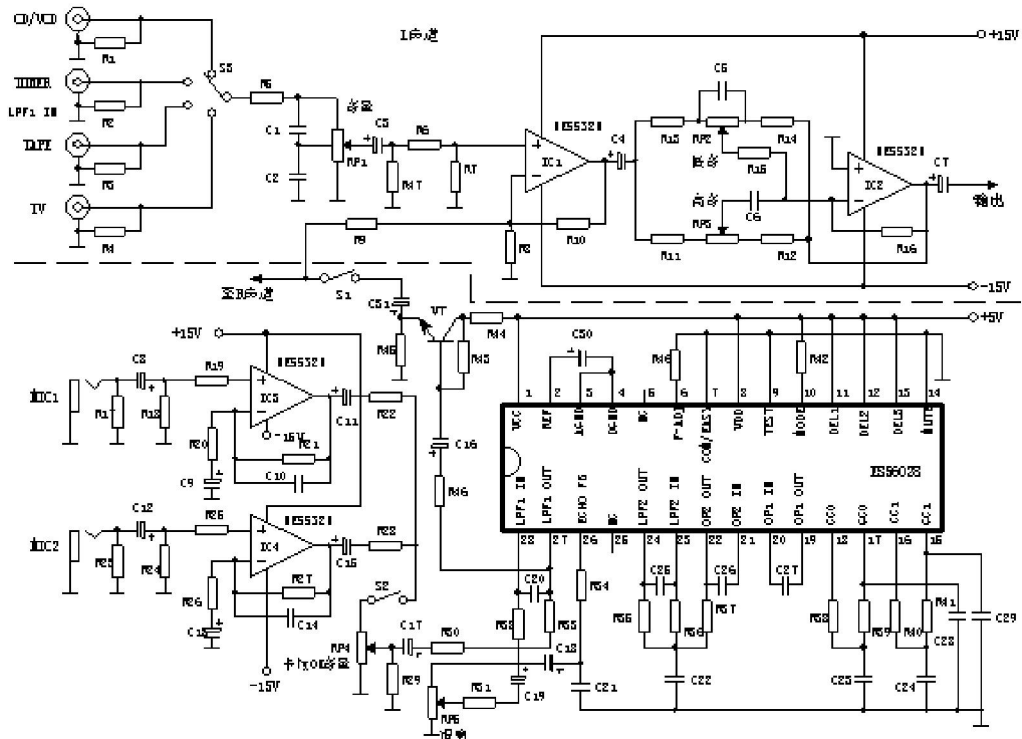
RP2 用来调节低音。

RP3 用来调节高音。

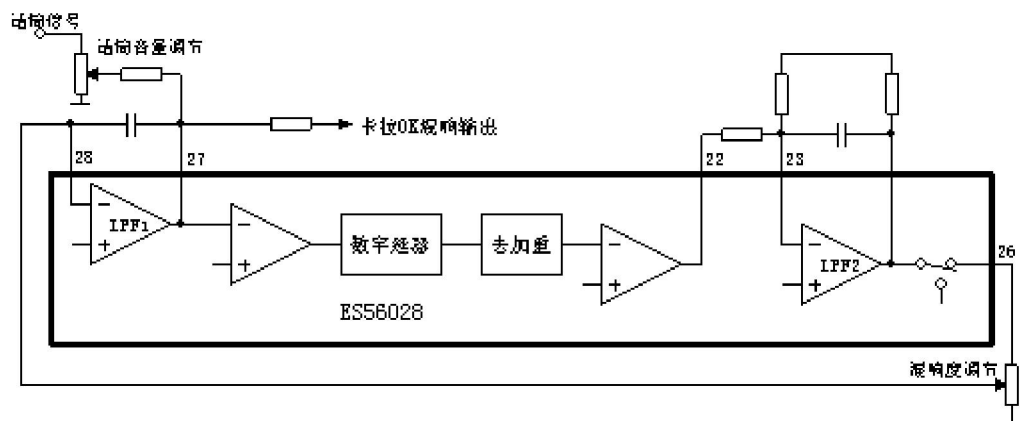
RP2 和 RP3 中心抽头取出的低音和高音信号送至 IC3 反相端，经放大后输出，送至功放级。

4、卡拉 OK 处理电路

IC3、IC4 及 ES56028 构成卡拉 OK 处理电路。话筒信号分别经 IC3、IC4 放大和 RP4 调节后，送入 ES56028 的 27 脚。



在卡拉 OK 状态下，ES56028 内部信号流程如图所示。



课题：环绕声及重低音处理电路

教学目的：通过讲解，使学生掌握环绕声及重低音处理电路的工作原理。

教学重点：环绕声及重低音处理电路的工作原理。

教学难点：环绕声处理电路的工作原理。

一．环绕声处理电路

环绕声是一种具有层次感，方位感，并伴有环绕感和扩展感的声音。

1.反射方式

这种方式是利用室内墙壁的反射音响来充当环绕声。

2.模拟相位方式

这种方式是指从左右两声道信号中，各取一部分进行相加或相减，以形成和信号或差信号。再经移相或延时处理，形成环绕声信号源。它又分模拟双声道环绕方式和模拟四声道环绕方式两种。

1) 模拟双声道环绕方式

这种方式仅使用 R、L 两个声道来再现环绕声，目前用得最多的双声道环绕系统是 SRS 系统。

参考教材图

2) 模拟四声道环绕方式

参考教材图

它有两个主声道和两个环绕声道。

环绕声处理器先将 R、L 两路信号进行反相混合，再经延时后，又反相叠加到原信号上去，从而形成环绕声。环绕声经功率放大后，推动环绕声音箱工作。

*3. 杜比环绕方式

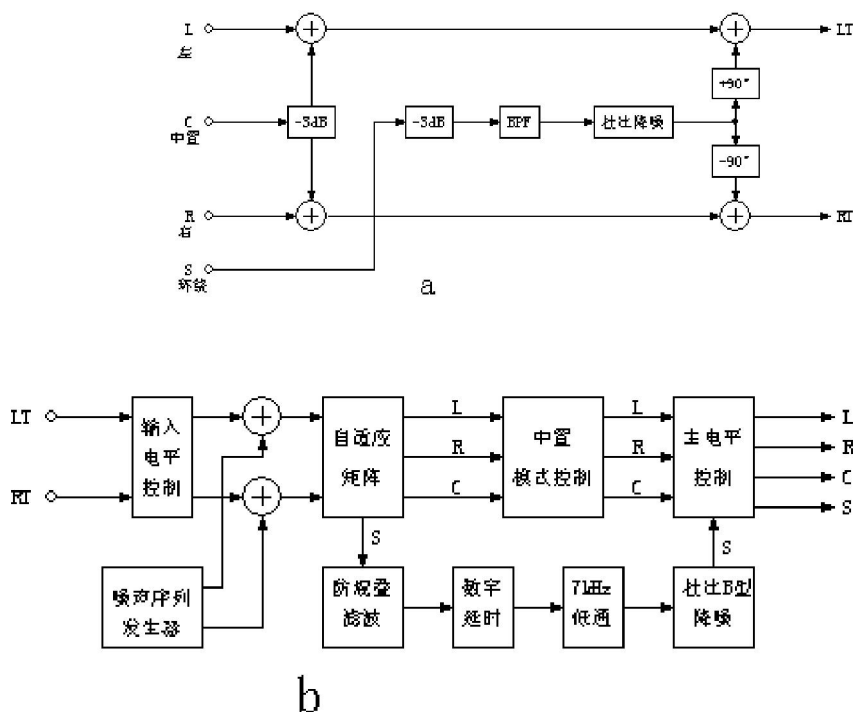
杜比环绕声方式又分为杜比定向逻辑方式和杜比 AC-3 方式。

1) 杜比定向逻辑方式

在录制声音时，采用杜比 MP 矩阵方式来对 R、L、C 及 S 信号进行编码，形成 RT 和 LT 信号，编码过程见图 a 所示。

杜比逻辑解码框图见 b 图所示。

中置声道工作模式主要有四种，即幻像(Phantom)模式、普通 (Normal)模式、宽带 (Wide)模式、中置声道关闭 (Center off)模式。



2) 杜比 AC-3 方式

是一种采用 5.1 声道来再现环绕声音场的方式。

杜比 AC-3 系统是一种数字音频系统，在编码时，先将 5.1 声道音频信号转换为一路线数字信号，再经过数字压缩处理形成 AC-3 数码流信号。在解码时，先对 AC-3 数码流信号进行解压缩处理，恢复成压缩前的数字信号，再对 5.1 声道数据进行分离，最后经 D/A 变换，还原成 5.1 声道模拟信号。

二．重低音处理电路

重低音信号的频率范围约为 20 ~ 150Hz。

1. 重低音电路结构

见教材图 4-29

2. 重低音形成电路

重低音形成电路实际上是一个低通滤波器，可以由 R、C 网络构成，也可由集成运算放大器构成。

课题：功率放大电路的结构及常用的恒流源

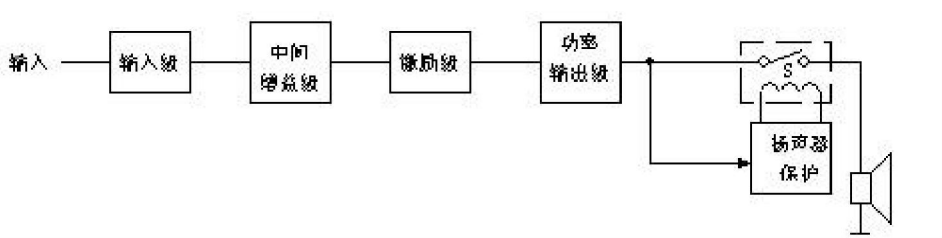
教学目的：通过讲解，使学生掌握功率放大电路的结构及常用的恒流源电路。

教学重点：功率放大电路的结构及常用的恒流源电路。

教学难点：常用的恒流源电路。

一、功率放大电路的结构

功率放大电路一般由分立元件来构成，电路形式为 OCL 式。功率放大电路由输入级、中间增益级、激励级及功率输出级组成。如图所示。



对各级电路的作用和要求进行分析

二、AV 功放机常用的恒流源电路

1. 电阻分压式恒流源电路

电路形式见图 4-33 (a) 所示。

R_1 和 R_2 为偏置电阻， V_T 为恒流管，其输出电流为 I_1 。

$$I_1 \approx I_E = \frac{V_A - V_{BE}}{R_3}$$

将恒流源接在差动放大管的发射极上，就能提高共模抑制比。若用恒流源来做放大器的负载，则放大器的电压放大倍数会显著提高。

2. 稳压管分压式恒流源

参考图 4-34。

$$I_1 \approx I_E = \frac{V - V_{BE}}{R_2}$$

3. 二极管分压式恒流源

参考图 4-35

$$I_1 \approx I_E = \frac{V_A - V_{BE}}{R_2}$$

4. 三极管式恒流源

参考图 4-36

VT 为偏置管，VT1 为恒流管，VT 和 VT1 型号相同。

$$I_1 = \frac{I \cdot R_2}{R_3} = \frac{R_2}{R_3} I$$

一只偏置管可以带多个恒流管，只要合理安排各管的射极电阻就可以获得不同的输出电流。

5. 场效应管恒流源

场效应管是一种电压控制器件，只要 V_{GS} 保持不变， I_D 也就不会变化。因此，将场效应管接成教材图 4-37 所示的形式，就成了一个恒流源。

课题：功率放大电路分析

教学目的：通过讲解，使学生掌握功率放大电路的各级结构及工作原理。

教学重点：功率放大电路的各级结构及工作原理。

教学难点：功率放大电路的各级结构及工作原理。

一. 功率放大电路之一

参考教材图 4-38

1、输入级

输入级共含 6 只三极管，即 VT1 ~ VT6，这 6 只三极管构成三组差动电路。

VT3、VT4 所组成的差动电路与 VT5、VT6 所组成的差动电路具有互补对称的特点。

VD1 ~ VD6 是为防止下一级差动电路产生交越失真而设置的。

2、中间增益级

VT7、VT8 构成中间增益级，用于电压放大。

3、激励级

VT9 和 VT10 构成激励级，两管接成射极输出器的形式，用于电流放大。

4、输出级

VT12 和 VT11 为功放对管，它们构成功率输出级，属 OCL 形式，两管工作于推挽状态。VT12 和 VT11 要求严格对称，才能确保中点电压为 0V。

RP1 为平衡调节电位器，能提高电路抑制零点漂移的能力。

R7、C7 构成负反馈电路，能改善放大器的性能，还能使 A 点静态电压稳定在 0V 上，A 点电压上升时，则电路具有如下自动调整过程：

$$T \uparrow \rightarrow V_A \uparrow \rightarrow V_B \uparrow \rightarrow V_C \downarrow \rightarrow V_E \uparrow \rightarrow V_F \downarrow \rightarrow V_A \downarrow$$

5、 V_{BE} 放大器

VT15、R17、RP2 及 R18 构成的电路称为“ V_{BE} ”放大器（又叫恒压偏置电路），其作用是让 G、F 两点之间建立起一个适当的静态电压。

$$V_{GF} = \frac{0.7}{R + R_{18}}(R_{17} + R + R_{18}) = 0.7 \left(1 + \frac{R_{17}}{R + R_{18}} \right)$$

调节 RP2，就能改变 R 的大小，进而改变 V_{GF} 的大小，当 V_{GF} 恰好使 VT9、VT10、VT12、VT11 处于临界导通状态时，功率输出级就不会产生交越失真。

因此，VT15 所构成的“ V_{BE} ”放大器是为消除交越失真而设置的。

二．功率放大电路之二

参考图 4-39

1、输入级

VT1 和 VT2 构成差动放大器，充当输入电路，VT3 和 VT4 构成恒流源，作为差动放大器的负载，能有效提高差动放大器的电压增益。

2、中间增益电路

VT5、VT6、VT7 及 VT8 构成中间增益电路。

VT5 和 VT6 组成共射-共基放大器，具有增益高、频带宽等优点。

VT8 与 VD1、VD2 构成恒流源，能提高共射-共基电路的增益。

VT7、R11 及 R10 构成 V_{BE} 放大器，能消除交越失真现象。

3、激励级

VT9、VT10、VT11、VT12 构成激励级，用来对信号电流进行放大。

4、输出级

VT13、VT15、VT14、VT16 组成功率输出级。VT13 与 VT15 并联，VT14 与 VT16 并联，因而能使输出电流提高一倍，输出功率也增大一倍。

R21 为负反馈电阻，可以稳定输出级中点的电压，同时还能改善电路的性能。

课题：功率放大电路分析

教学目的：通过讲解，使学生掌握功率放大电路的各级结构及工作原理。

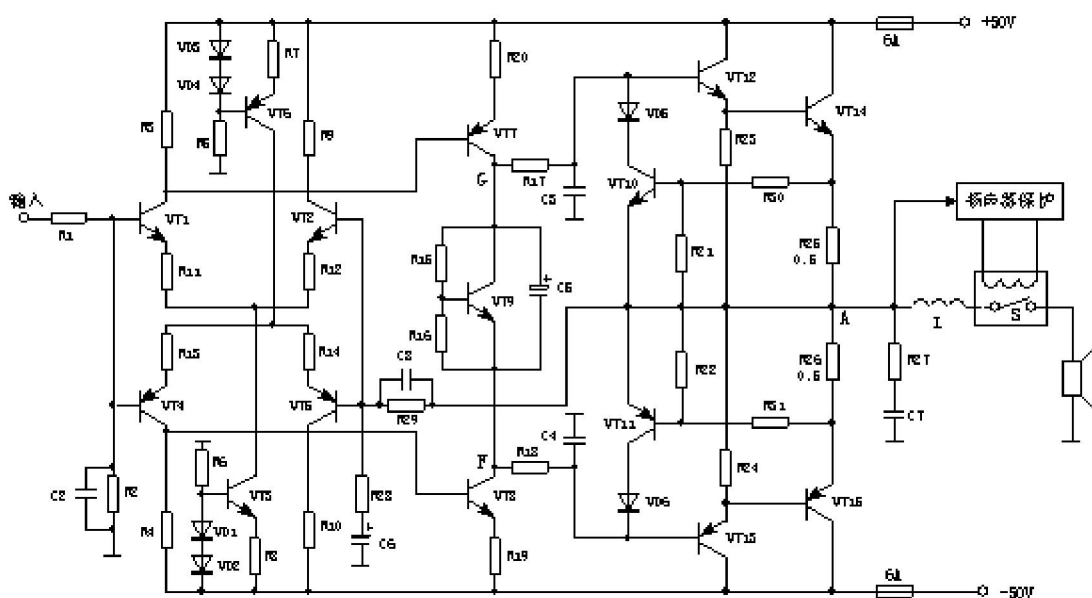
教学重点：功率放大电路的各级结构及工作原理。

教学难点：功率放大电路的各级结构及工作原理。

接上 1 课

三. 功率放大电路之三

参考下图。



1、输入级

由 VT1 ~ VT6 六只三极管组成，这六只管构成两个恒流源差动电路。

2、中间增益级

由 VT7 ~ VT9 三只晶体管组成。VT9 与 R15、R16 组成 V_{BE} 放大器，避免交越失真的产生。

3、激励级

由 VT12 和 VT13 组成，用于电流放大。

4、功率输出级

VT14 和 VT15 为功放管，组成功率输出级，是一个典型的 OCL 电路，具有工作稳定，

频响好等优点。

5、电路总特点

全互补对称形式，充分发挥了 NPN 管和 PNP 管互补工作的优点；
既能提高电路的稳定性，又能使信号从输入到输出都处于推挽放大之中；
电路具有较高的性能，还能使扬声器受功放管的冲击大大减弱。

四．功率放大器之四

参考教材图 4-41 。整个电路由 19 个管子构成，分输入级、中间级、推动级和输出级。

1、输入级

输入级由 VT1 ~ VT8 共 8 个管子构成。VT5 ~ VT8 这 4 个管子所构成的共源-共基电路用来放大信号的正半周。同理，VT 1~ VT4 构成成的共源-共基电路用来放大信号的负半周。

2、中间级

由 VT9 ~ VT12 共 5 只三极管构成。VT13 组成一个“ V_{be} ”放大器，其作用是确保 A、B 两点之间有一个固定的直流电压。

3、推动级

推动级由 VT14 和 VT15 构成，负责对音频信号进行电流放大，以驱动后级电路工作。VT14 和 VT15 属互补对称放大器。

4、输出级

输出级由 VT16 ~ VT19 四只大功率场效应管构成，负责对音频信号进行功率放大，具有噪声小、动态范围大和音色好等特点。在每一个场效应管的源极上接有一只 0.22Ω 的大功率电阻，能稳定工作点、展宽频带和减小失真。

ZD1 和 ZD2 构成过流保护电路，可防止输出级上臂产生过流的现象。ZD3 和 ZD4 也构成过流保护电路，以防止下臂产生过流现象。

课题：扬声器保护电路

教学目的：通过讲解，使学生掌握简易型和指示灯闪烁型扬声器保护电路的结构及工作原理。

教学重点：简易型和指示灯闪烁型扬声器保护电路的工作原理。

教学难点：指示灯闪烁型扬声器保护电路的工作原理。

一. 扬声器保护电路的功能

具有偏零保护功能，有的还具有过流保护功能及其他一些保护功能。

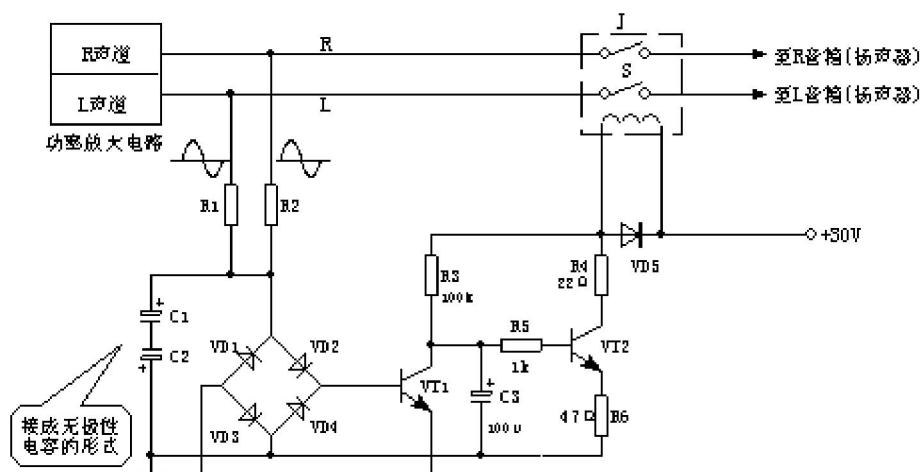
解释偏零保护和过流保护功能。

二. 扬声器保护电路的类型

四种常见的形式：简易型保护电路、指示灯闪烁型保护电路、CPU 参与型保护电路及集成式多功能型保护电路。

三、简易型保护电路

参考下图。



1、延时原理

开机后，+30V 电源经 R3 对 C3 充电，大约经过 2~3 秒时间后，C3 上的电压上升至一定程度，此时，VT2 导通，继电器吸合，音箱与功率放大电路连通。由于延时作用，可避免开机浪涌电流对扬声器的冲击。

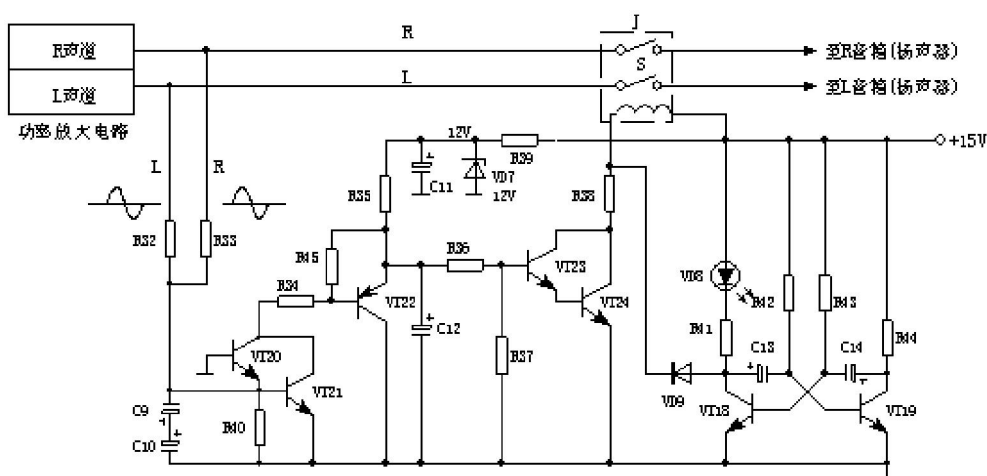
2、保护原理

R1、R2、C1 及 C2 构成低通滤波器，C1、C2 反向连接，相当于一个无极性电容，VD1~

VD4 构成全波整流电路，负责检测输出端的直流电压。当功率放大电路出现故障而引起输出端直流电压偏离 0V 时，保护电路就会实施保护。

四、指示灯闪烁型保护电路

参考下图。



1、延时原理

接通电源后，VT18 和 VT19 组成的多谐振荡器开始工作，发光二极管 VD8 不断闪烁。同时 12V 电源经 R35 对 C12 开始充电，大约 2~3S 后，C12 两端的电压上升到足够程度，使 VT23、VT24 饱和导通，继电器吸合，扬声器接入电路。此时，多谐振荡器被迫停振，VD8 不再闪烁，转为常亮状态。

2、保护原理为

当功率放大电路输出端的直流电压偏离 0V 时，VT21 或 VT20 导通，从而使 VT22 饱和导通，C12 迅速放电，VT23 及 VT24 截止，继电器释放，音箱与功率放大电路脱离，有效地保护了扬声器。保护电路动作后，多谐振荡器又开始工作，VD8 又不断闪烁。

课题：扬声器保护电路

教学目的：通过讲解，使学生掌握 CPU参与型和多功能型扬声器保护电路的结构及工作原理。

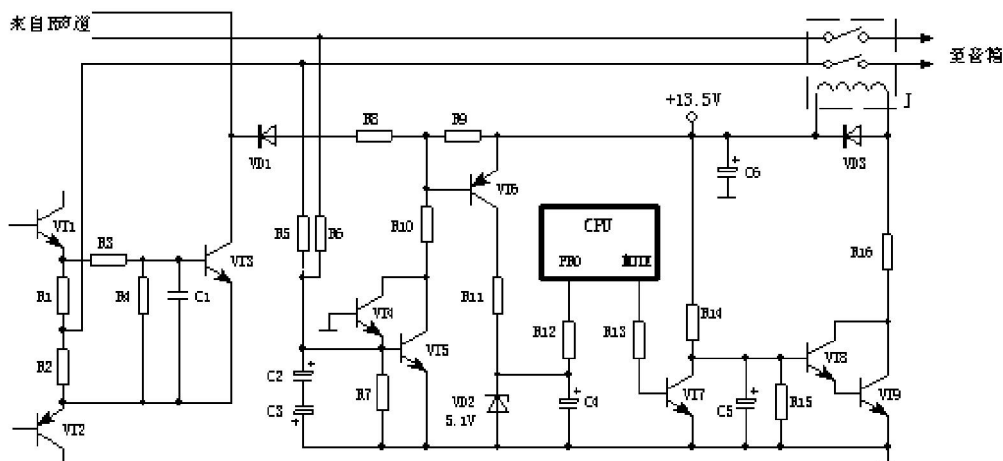
教学重点：CPU参与型和多功能型扬声器保护电路的工作原理。

教学难点：CPU参与型和多功能型扬声器保护电路的工作原理。

接上 1 课

五、CPU 参与型保护电路

参考下图。



1、延时原理

R14、C5、R15 组成开机延时电路，开机后，+13.5V 电压经 R14 对 C5 充电，经过 2~3S 时间，C5 两端电压上升到 1.4V，VT8、VT9 组成的复合管导通，继电器吸合，音箱与功率放大电路接通。

2、过流保护原理

功率放大电路正常工作时，R1 或 R2 的电压较小，不足以使 VT3 导通。当功率输出级出现过流时，功率输出管的发射极电流明显增大，使 R1 或 R2 两端电压升高，VT3 便导通，VT6 也导通，VT6 集电极输出高电平，送到 CPU 的 PRO 端口，CPU 从 MUTE 端口输出高电平，使 VT7 饱和，C5 迅速放电至 0V，VT8 与 VT9 组成的复合管截止，继电器释放，断开音箱，保护了扬声器和功率管。

3、偏零保护

一旦功率放大电路出现故障而导致中点的直流电压偏离 0V 时，C2、C3 两端便出现正

或负的直流电压，VT4 或 VT5 导通，VT6 也导通，CPU 的 PRO 端口获得高电平，使 CPU 采取保护措施。

六、集成式多功能型保护电路

1. μ PC1237 介绍

μ PC1237 是日电公司推出的扬声器专用保护集成块，它内含过载检测、直流检测、触发器、锁存/自动复位开关、关机检测、电源接通静音、继电器驱动等电路。它的各脚功能见教材。

参考教材图 4-46

2、延时原理

接通电源后，+45V 电压经 R552 向 8 脚供电，在 8 脚建立 3.4V 的电压，该电压经 R542 对 7 脚外部的 C464 充电，经过 2~3S 后，7 脚电压达到 2.06V，此时继电器驱动电路工作，继电器吸合。

3、过流保护

正常工作时，R420 或 R421 上的电压较低，不足以使 Q412 导通。当功率输出级出现过流时，Q412、Q470 导通，Q470 输出高电平送至 μ PC1237 的 1 脚，使 1 脚电压超过 0.67V， μ PC1237 进入保护状态，继电器 J1、J2 释放，音箱脱离电路。

4、过热保护

在常温下，Q471 截止，其集电极输出低电平。当散热器温度过高时，Q471 变为导通，输出高电平送至 μ PC1237 的 1 脚，使 1 脚电压超过 0.67V， μ PC1237 进入保护状态。

5、偏零保护

当六个声道中的任何一个出现故障而导致中点电压偏离 0V 时，2 脚电压就会高于 0.62V，或低于 -0.17V， μ PC1237 进入保护状态。

课题：AV 功放机电源电路

教学目的：通过讲解，使学生掌握 AV 功放机电源电路的特点及结构。

教学重点：电源电路的特点及结构。

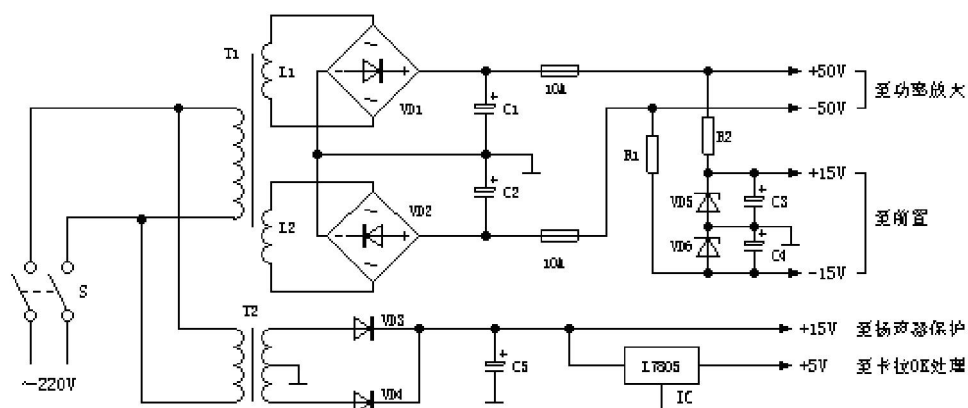
教学难点：电源电路的结构。

一. 电源电路的特点

1. 功率大
2. 对称性
3. 布线粗
4. 通风好

二. 电源电路

1. 最简单的电源电路



L1 上的交流电压经桥堆滤波后，获得+50V 直流电压。L2 上的交流电压经整流滤波后，获得-50V 直流电压，给功率放大电路供电。 $\pm 50V$ 直流电压经稳压后得 $\pm 15V$ 电压给前置级供电。

T2 次级上的交流电压经整流滤波后，得+15V 电压，送至扬声器的保护电路；另一方面，+15V 电压经 L7805 稳压后得到+5V 电压，给卡拉 OK 处理器供电。

2. 带串联稳压源的电源电路

参考图 4-59

LM317 和 LM337 是一对孪生互补三端稳压器，能输出大小相同，极性相反的直流电压。

电路工作过程由学生自己分析

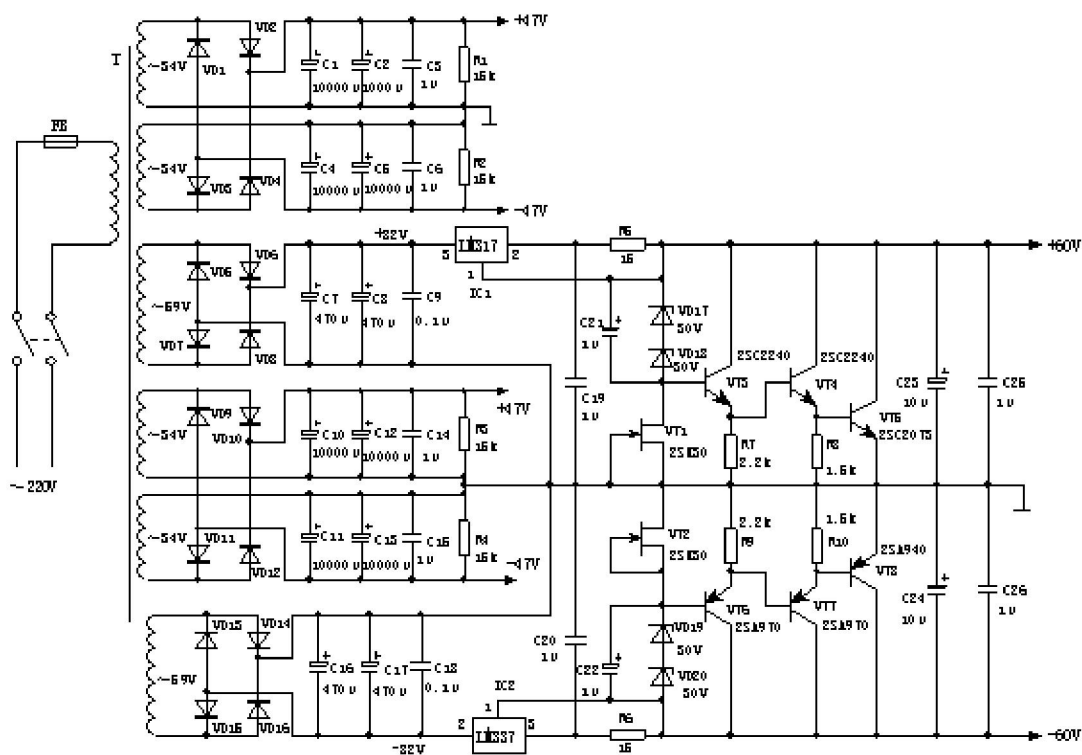
3. 带并联稳压源的电源电路

参考下图。

重点分析并联稳压过程

LM317 与 R5 组成一个恒流电路，VD17、VD18 及 VT1 构成电流取样电路，VT3 和 VT4 构成电流放大电路，VT5 为电流调整管。VT1 构成一个场效应管恒流源。当负载所需的电流增大时，流过 VD17 和 VD18 的电流必减小，而 VT1 的电流又恒定，这样就使流入到 VT3 基极的电流减小，VT3 射极电流也减小，VT4 基极和射极电流也减小，进而导致 VT5 的基极和集电极电流也减小。由于 VT5 及时减小了自己的电流，这样就能满足负载电流增大的要求。

同理，LM337 和 R6 也构成一个恒流电路，VD19、VD20、VT2、VT6、VT7 及 VT8 所构成的电路也是用来调整电流的。



课题：遥控电路

教学目的：通过讲解，使学生掌握 AV功放机遥控电路的特点及工作原理。

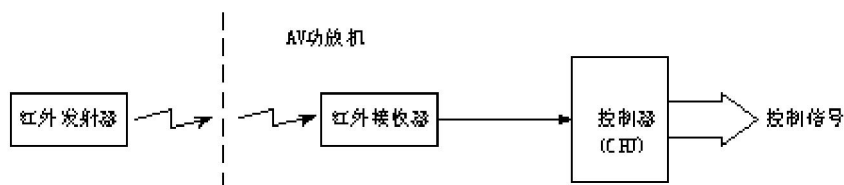
教学重点：AV功放机遥控电路的特点及工作原理。

教学难点：AV功放机遥控电路的工作原理。

一．遥控电路的基本原理

1. 遥控电路结构框图

遥控电路由红外发射器、红外接收器及控制器所组成，如图所示。



红外发射器的作用：

红外接收器的作用：

控制器的作用：

2. 红外发射器的工作原理

红外发射器又叫遥控发射器，简称遥控器。它由一块专用发射器、矩阵键盘、激励放大器及红外发射二极管组成。

简单解释一下即可

3. 红外接收器及控制器

红外接收器通常做成组件形式，通过三根线与电路板相连。它负责接收红外光，将红外光转化为电信号，再进行放大、检波处理，输出指令码给控制器。

控制器一般是一个微处理器（CPU），它负责对红外接收器送来的指令码进行翻译，并输出各种控制电压，控制相应电路工作。

二．遥控电路分析

1. 遥控发射电路

参考教材图 4-65

2. 遥控接收及控制电路

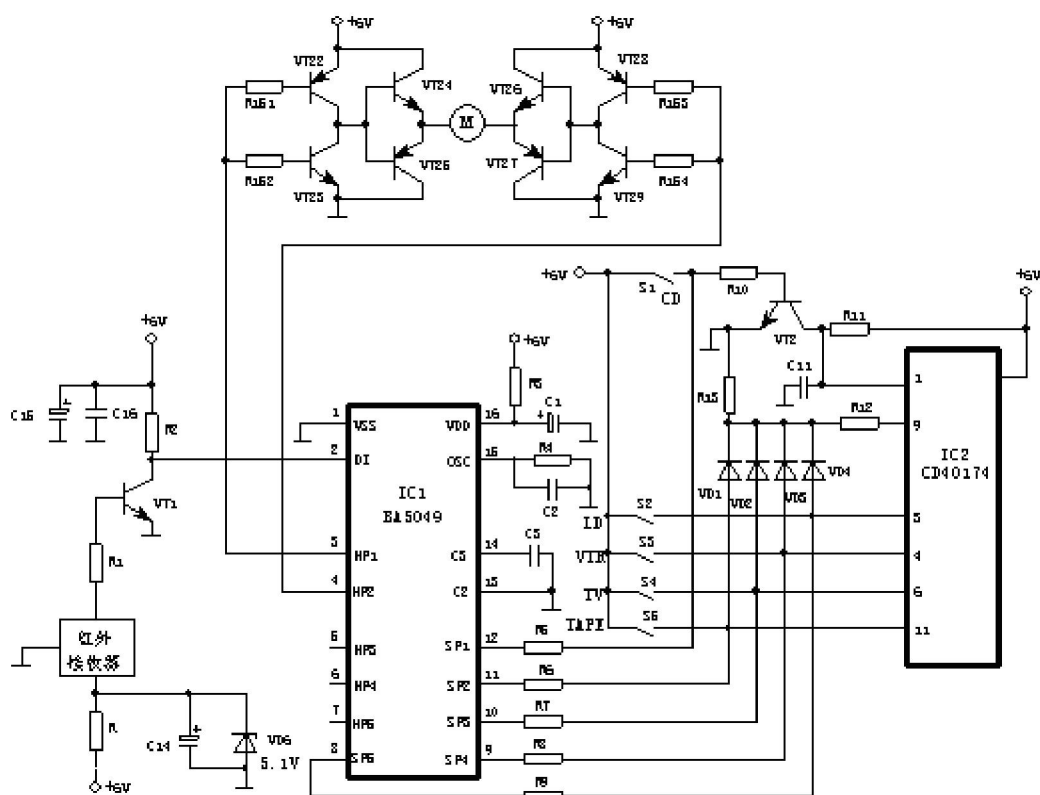
参考下图

红外接收器输出的指令码经 VT1 放大后送入 BA5049 的 2 脚。指令码经过 BA5049 译

码后，从 3、4 脚输出音量控制信号，从 8~12 脚输出信号源选择控制信号。

在调节音量时，3 脚和 4 脚就会输出音量控制电压，经 VT22 ~ VT29 驱动音量电位器上的电机缓慢旋转，带动音量电位器的转轴旋转，达到音量调节的目的。

信号源选择由 BA5049 的 8~12 脚控制 CD40174 来完成。



课题：故障检修

教学目的：通过讲解，使学生掌握 AV 功放机的基本检修方法。

教学重点：AV 功放机的基本检修方法。

教学难点：AV 功放机的基本检修方法。

一. 检修 AV 功放机的两大特殊方法

1. 对比检修法（简称对比法）

对比测量两声道的电压各电阻来寻找故障的方法。

适应范围：一个声道正常而另一个声道出现故障。

注意事项：要求了解电路的整体布局，分清元件所属的声道，并能找到两声道之间的对应元件。

2. 模糊检修法（简称模糊法）

在不甚了解电路结构和工作原理的情况下，直接在电路板上测量元件的阻值来找到故障所在。

注意事项：共三点，见教材

优点：很容易查出那些击穿程度较严重的半导体元件和电容，以及那些断路的半导体元件及电阻。

二. 充分利用保险管和继电器来判断故障范围

1. 保险管熔断所反映的实质

在检修功放机时，首先就得观察保险，如果直流保险熔断，就应立即意识到功放管，甚至激励管有击穿的现象。

若交流保险管烧断，说明变压器、整流二极管或主滤波电容有短路或击穿的现象。

2. 继电器不能吸合所反映的实质

继电器不能吸合的故障现象不一定是扬声器保护电路的问题，也可能是功率放大电路出了问题。

三. 功率放大电路的检修

1. 烧直流保险管

当直流保险管烧断时，说明功率放大电路存在故障。应先对功放管进行检查。检查完功放管之后，还应对激励管进行检查。

2. 保险管未烧，但通电后继电器未吸合

引起这种现象的原因有两种：

一是扬声器保护电路出故障导致继电器不能吸合；

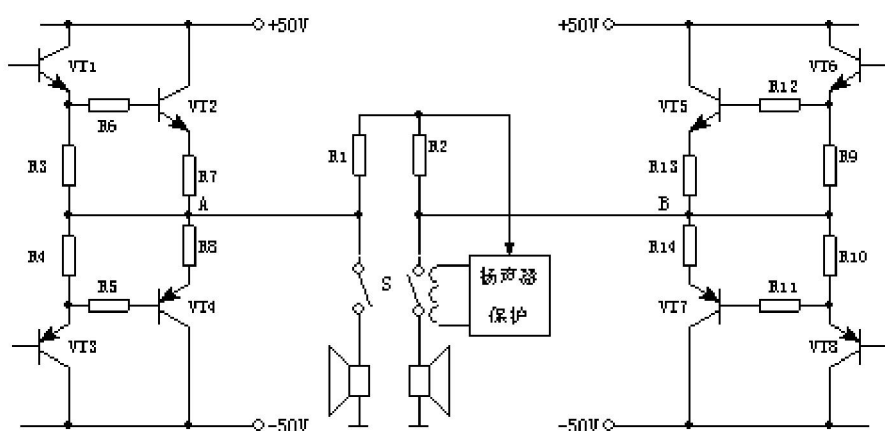
二是功率输出级中点（图中的 A 点或 B 点）对地电压偏离 0V。

可先测量功率输出级中点对地电压。

若中点电压为 0V，说明故障在扬声器保护电路。

若中点电压偏离 0V，说明故障在功率放大电路。

当碰到功放管射极电阻烧断时，千万不要一换了之，而应继续对相应的功放管进行检查，看功放管有无击穿。



课题：故障检修

教学目的：通过讲解，使学生掌握扬声器保护电路检修方法。

教学重点：扬声器保护电路检修方法。

教学难点：扬声器保护电路检修方法。

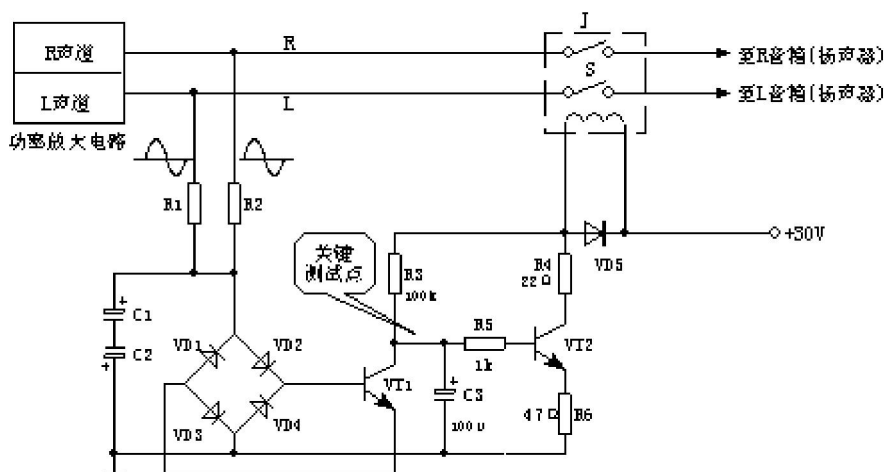
接上 1 课

四. 扬声器保护电路的检修

在检修扬声器保护电路故障时，寻找关键检测点极为重要，通过对关键检测点的电压进行检查，就能缩小故障范围，甚至立即发现问题所在。

1. 简易型保护电路的检修

参考下图。



关键检测点：C3 的正端。

通过测量 C3 正端电压，就能立即发现问题所在。

2. 指示灯闪烁型保护电路的检修

参考下图。

指示灯闪烁型保护电路有一个关键检测点、一个目击检测点和一个辅助检测点。

关键检测点：C12 正端。

目击检测点：指示灯 VD8。

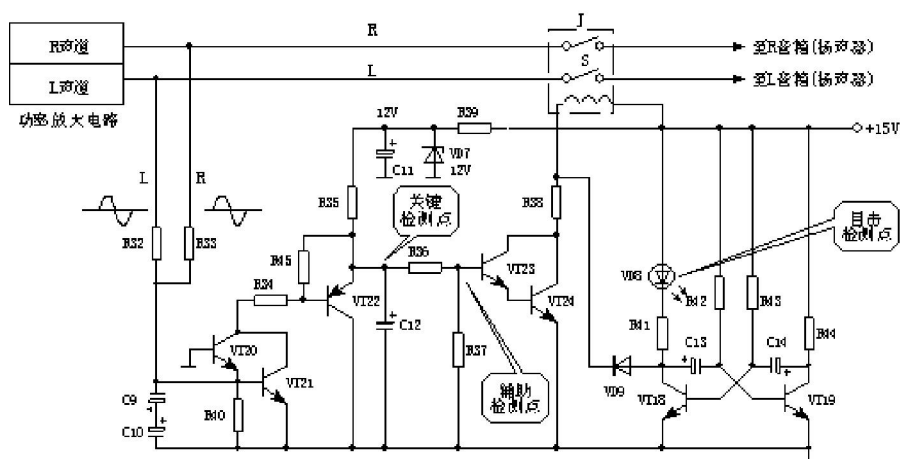
辅助检测点：VT23 基极。

1) 继电器未能吸合

若中点电压正常（0V），说明故障在扬声器保护电路中。

先目击指示灯，若开机后指示灯闪烁，约 2~3S 后，指示灯由闪烁变成常亮，但就是听不到继电器的吸合声，说明故障是因继电器自身损坏引起的，应更换继电器。

若开机后，指示灯总是闪烁，听不到继电器吸合声，说明驱动管 VT23、VT24 未能导通，或导通程度太小。



2) 失去保护作用，导致损坏扬声器

若开机后，立即听到继电器吸合声，说明 VT23、VT24 当中至少有一个击穿。

若开机后，指示灯闪烁，2~3S 后听到继电器吸合，应对 VT22、R34、VT20、VT21、R32、R33 等元件进行检查。

3) 保护太灵敏

主要原因是 C9、C10 当中有一个开路或容量大大下降。

在更换 C9 或 C10 时，一定要将它们接成无极性电容使用。

课题：故障检修

教学目的：通过讲解，使学生掌握扬声器保护电路检修方法。

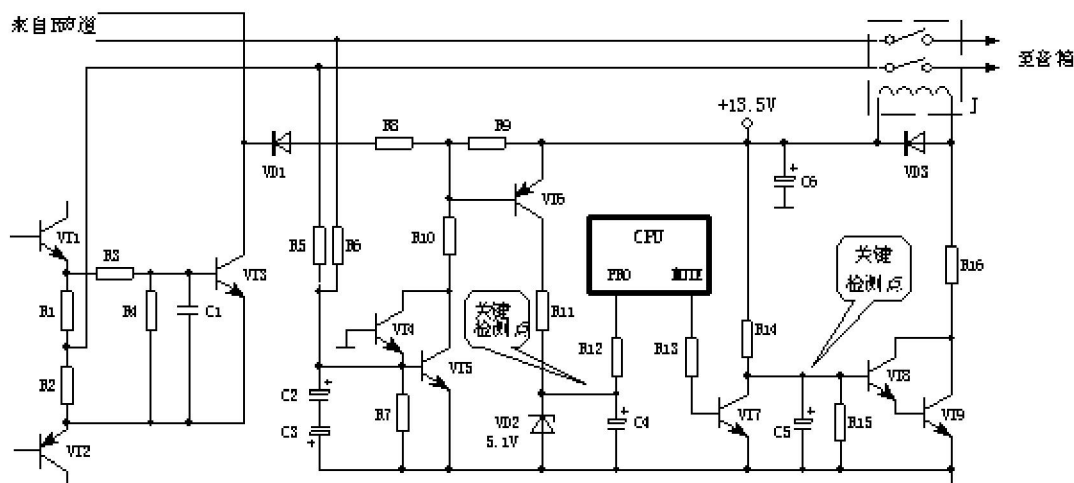
教学重点：扬声器保护电路检修方法。

教学难点：扬声器保护电路检修方法。

接上 1 课

3. CPU 参与型保护电路的检修

参考下图。



有两个关键检测点：

一个是 C4 正端，另一个是 C5 正端。

C4 正端电压是反映保护电路是否动作的关键，若该点电压为低电平，说明保护电路未动作，继电器应吸合；若该点电压为高电平，说明保护电路动作，此时继电器应释放。

C5 正端对地的电压是反映继电器能否吸合的关键，若该点电压为 1.4V，则继电器吸合，若该点电压低于 1.4V，继电器就会释放。

这种保护电路最常见的故障有两种，

1) 一是继电器未能吸合

先查中点电压，若为 0V，说明故障在扬声器保护电路中。此时，应测 C5 两端电压是否正常，若 C5 两端电压高于 1.4V，应查 VT8 和 VT9。若 C5 两端电压等于 1.4V，应查 R16 和 VD3 及继电器。

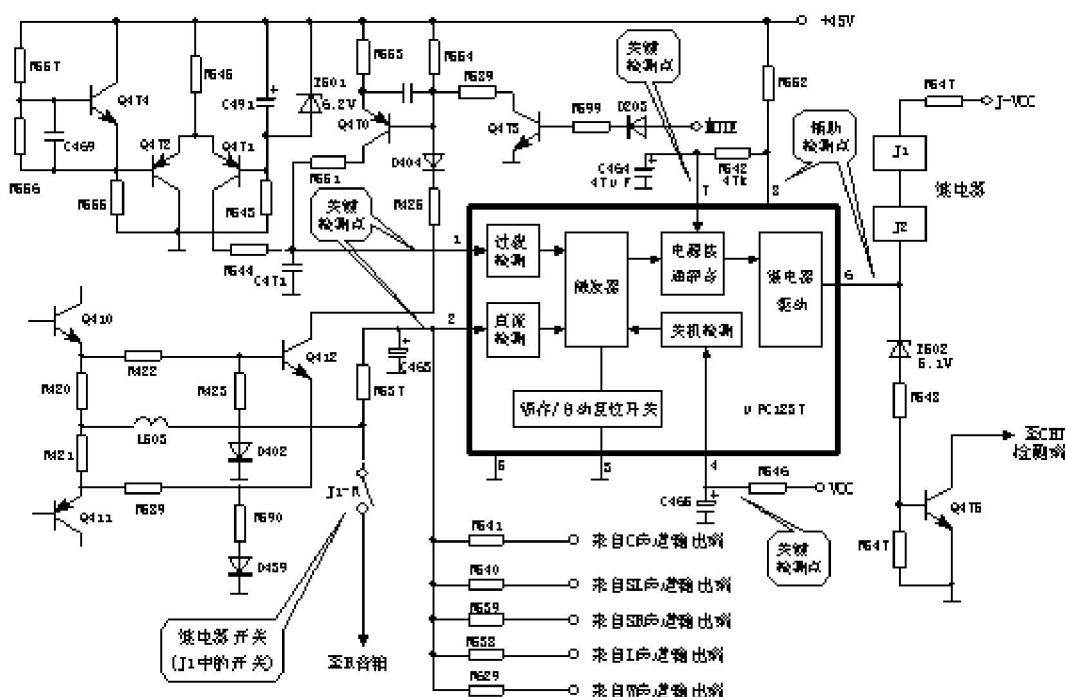
2) 是当音量调到一定程度时，继电器会出现反复释放、吸合的现象，此时声音时有时

无。

应重点检查过流保护电路，一般是因过流保护电路太灵敏引起的。

4. 集成式多功能型保护电路的检修

参考下图。



有四个关键检测点和两个辅助检测点：

四个关键检测点：μPC1237 的 1 脚、2 脚 4 脚和 7 脚。

两个辅助检测点： μ PC1237 的 8 脚和 6 脚。

1) 继电器能吸合, 但电路丧失部分或全部保护功能

若开机后,继电器立即吸合,说明6脚内部电路损坏,或7脚外部电容开路。若开机后,经过2S后继电器才吸合,说明 μ PC1237的延迟功能未丧失。

再用外接电压法来判断故障部位。

2) 继电器不吸合

对于这种现象，可依次检查 2 脚、1 脚、7 脚、8 脚 4 脚及 6 脚电压，便能找到故障所在。

课题：话筒

教学目的：通过讲解，使学生掌握话筒的结构、工作原理及检测。

教学重点：话筒的结构、工作原理及检测。

教学难点：话筒的工作原理及检测。

话筒又称传声器或麦克风，是一种声-电换能器，它能将声音转换为电信号。

一、话筒的分类

1. 按换能原理来分

按换能原理来分，可分为电动式、电容式、压电式、电磁式及半导体式。

电动式又可分为动圈式和带式两种，电容式又可分为普通电容式和驻极体电容式两种；压电式又可分为体式 and 陶瓷式两种。

2. 按指向性来分

按指向性来分，可分为全指向性话筒、单指向性话筒、双指向性话筒、超指向性话筒、可变指向性话筒。

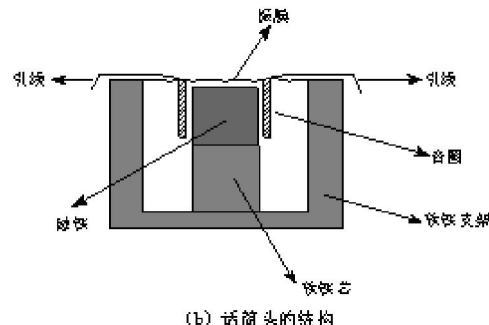
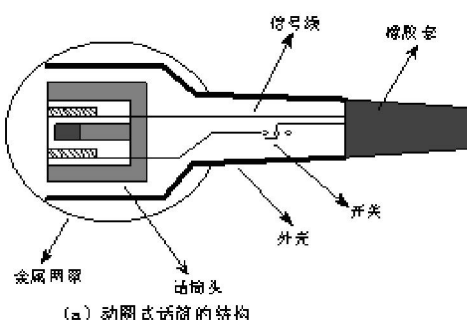
二、话筒的结构

1. 动圈式话筒

由金属网罩、话筒头、外壳等部分组成，见图 a 所示。

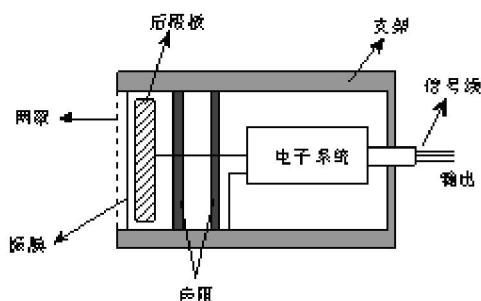
话筒头又称话筒芯，是话筒的核心部件，其结构如图 5-2 (b) 所示。

工作原理：当声波传到振膜上时，振膜会带动音圈作切割磁力线运行，从而使音圈产生感生电动势，感生电动势的变化规律与声波的变化规律相同，从而使声音转化成了电信号（即音频信号）。

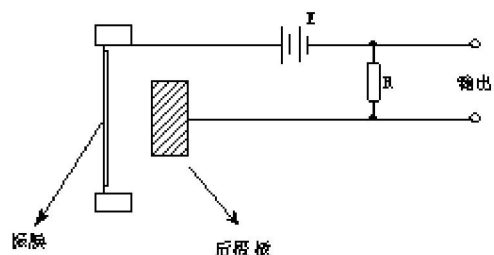


2. 普通电容式话筒

普通电容式话筒的结构如图 a 所示，它主要由网罩、金属振膜、后极板、声阻（阻声材料）、支架及电子系统构成。电容、直流电源和负载电阻构成了一个电流回路，其等效电路如图 b 所示。



(a) 普通电容式话筒的结构



(b) 等效电路

工作原理：当声波作用于金属振膜上时，振膜发生相应的机械振动，于是就改变了它与后极板之间的距离，从而使电容的容量发生变化，回路中就形成了充电、放电电流，电流经负载电阻 R 转化为电压，该电压便是音频信号。

三、话筒的技术指标

1. 灵敏度
2. 频率响应（频响）
3. 输出阻抗
4. 指向性

四、话筒的检测

话筒最常见的故障是不能拾音，或者音小、失真等。

对于动圈式话筒，可以使用万用表 $R \times 10\Omega$ 挡来判断话筒的好坏。

对于电容式话筒，可以通过观察引线是否断裂，电池是否良好、振膜是否破裂来判断话筒的好坏。

课题：扬声器

教学目的：通过讲解，使学生掌握动圈式扬声器的结构、工作原理及检测。

教学重点：动圈式扬声器的结构、工作原理及检测。

教学难点：动圈式扬声器的工作原理及检测。

一、扬声器的分类

见教材

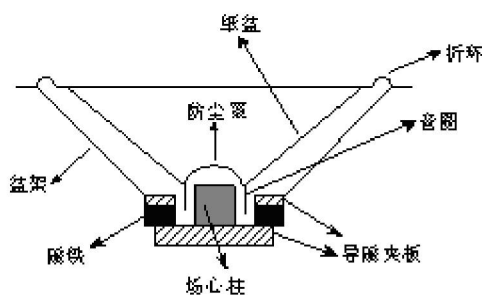
二、动圈式扬声器

动圈式扬声器又称电动式扬声器，它可分为普通纸盆扬声器、号筒式扬声器及球顶形高音扬声器等类型。

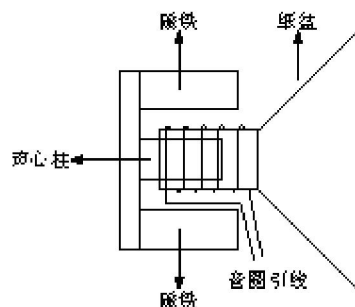
1. 普通纸盆扬声器

普通纸盆扬声器的结构如图 a 所示，它由场心柱、磁铁、导磁夹板、音圈、防尘罩、纸盆、盆架、折环等部件构成。

工作原理可由图 b 来说明，当音圈中有音频电流流过时，音圈就会在磁场中受力运动，从而带动纸盆振动，发出声音，声音通过空气向外传播。



(a) 扬声器结构



(b) 扬声器工作原理

2. 号筒式扬声器

号筒式扬声器俗称高音喇叭，其外形如图 a 所示，常用于有线广播系统中。它是由驱动头和号筒两部分组成的。驱动头内部有场心柱、磁铁、音圈、振膜等部件，如图 b 所示，其工作原理与纸盆扬声器类似。

专业用的大功率高频扬声器通常也为号筒式，如图 c 所示，具有高频音质好、高频响应好的特点，该种扬声器主要用于剧场、舞厅等要求较高的场合。

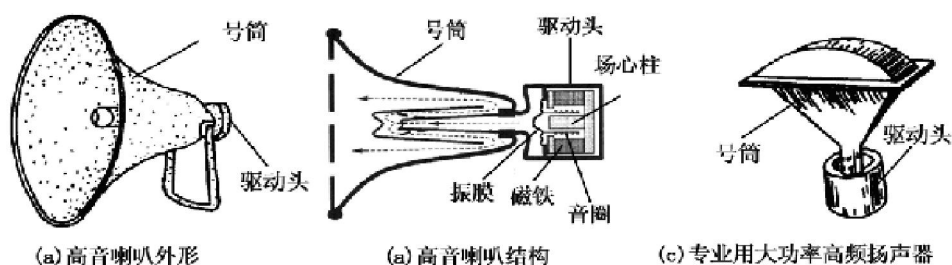
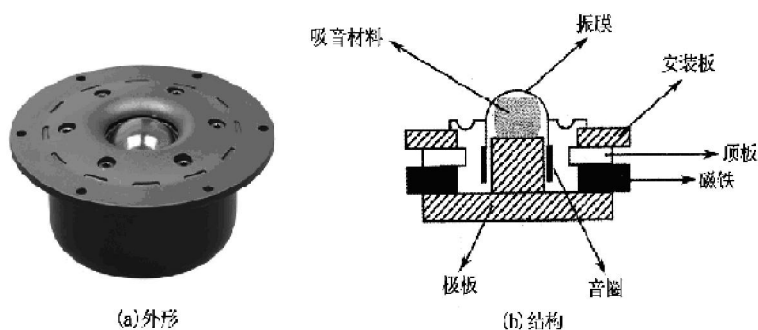


图 5-9 号筒式扬声器

3. 球顶形高音扬声器

球顶形高音扬声器的外形及结构如图 5-10 所示，它由音圈、极板、磁铁、顶板、安装板、振膜及吸音材料组成。发声频率为 $3 \sim 16\text{kHz}$ 。



三、扬声器好坏的判断

动圈式扬声器的音圈阻抗有 4Ω 、 8Ω 及 16Ω 等种类，用万用表的 $R \times 1\Omega$ 挡可检查音圈的好坏。

判断纸盆好坏的方法有两种，一种是观察法；另一种是推压法。观察法可以判断纸盆是否破损；推压法可以判断纸盆是否有弹性，及音圈是否与磁铁相碰等。

课题：音 箱

教学目的：通过讲解，使学生掌握音箱的结构、分频器的功能及结构。

教学重点：音箱的结构、分频器的功能及结构。

教学难点：音箱的结构、分频器的功能及结构。

一、音箱的结构

音箱是由箱体、扬声器、吸音材料（吸音棉）、分频器、面罩等部件构成的。

二、分频器

分频器可分为二分频器和三分频器两种。

1. 二分频器

二分频器能将整个音频信号分成低音段和高音段，分别送给低音和高音扬声器。

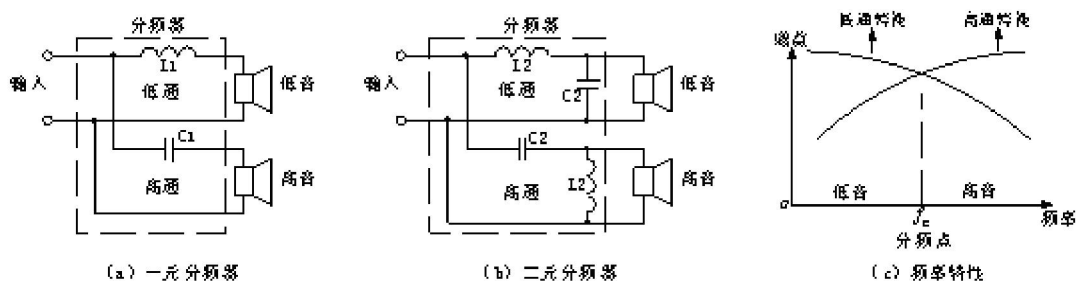


图 a 采用一个电感和一个电容构成，属一元分频器。电感起低通滤波作用，电容起高通滤波作用。这种分频器能以每倍频程 -6dB 的速度衰减信号。

图 b 采用两个电感和两个电容构成，属二元分频器，它能以每倍频程 -12dB 的速度衰减信号。

二分频器的频率特性如图 c 所示，它只有一个分频点，一般设在 1.5kHz 左右。

2. 三分频器

三分频器能将整个音频信号分成低音段、中音段及高音段三个频率段，分别送给低音、中音和高音扬声器。常用的三分频器如图所示。三分频器有两个分频点，一般设在 1kHz 和 5kHz 左右。

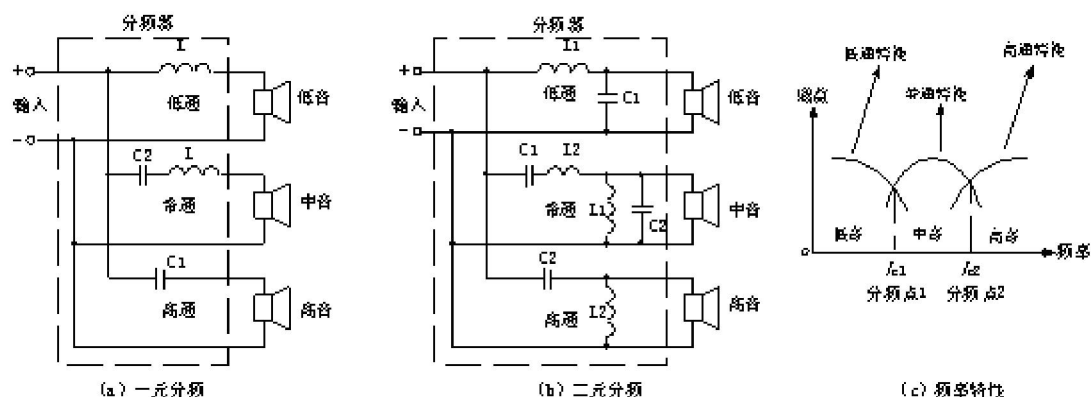


图 5-15 三分频器电路图及分频特性

三、音箱的分类

按有无放大器来分，音箱分有源音箱和无源音箱。

按摆放特点来分，可分为落地式音箱、台式音箱、书架式音箱、壁挂式音箱等。

按音箱的箱体结构来分，音箱可分为封闭式音箱、倒相式音箱、曲径式（速管式）音箱、号筒式音箱及组合式音箱等。

四．音箱的组装

步骤如图所示。



五．音箱与 AV 功放机之间的搭配

- 1、阻抗匹配
- 2、功率匹配
- 3、极性匹配

课题：音箱线材及音箱检修

教学目的：通过讲解，使学生了解音箱线材对音质的影响，掌握音箱的检修。

教学重点：音箱的检修。

教学难点：音箱的检修。

一、音箱的线材

音箱与功放机的连线、音箱内部的各种连线及音箱的接线柱统称为音箱的线材。

要取得理想的音响效果，除了应使用高质量的信号源、功放机、音箱外，还要使用高质量的线材。

1. 音响线

音响线分两类，一类是信号线；另一类是音箱线。

信号线考虑的重点是抗干扰问题，故信号线均为屏蔽线。

音箱线应使用发烧级导线。

2. 对音箱线的基本要求

- 1) 电阻值越小越好
- 2) 音箱线表面积越大越好
- 3) 传输线的分布参数越小、越稳定越好

3. 常用的音箱线

目前，最常用的音箱线是平行馈线型音箱线，两根铜质导线呈平行结构，外部均包有塑料外套，再由隔离带连成一体。

二、音箱的检修

1. 如何判断音箱是否损坏

用万用表 $R \times 1\Omega$ 挡测音箱两个接线柱，若音箱扬声器无“喀啦”声发出，说明音箱损坏。若某个扬声器无“喀啦”声发出，说明该扬声器或其分频电路出故障。

2. 何如检修音箱

首先将低音扬声器从安装孔中取出，仔细观察箱体内部各连线有无脱落现象。若有脱落现象，则应重新焊好。若无脱落现象，则查各扬声器的好坏。若扬声器均正常，说明分频器有故障。若扬声器损坏，则应更换或修复扬声器。

对于高档音箱来说，扬声器的价格往往很昂贵，如果直接更换，则维修成本太高，损失太大。可以通过更换音圈来修复。

3. 如何检修分频器

分频器电路板上的铜箔条断路（烧断或自然断裂），则可直接用焊锡连通。

分频器上的元件松脱，重新焊牢即可。

分频器上元件损坏，则用相同规格的电容（或电阻）进行更换；若是电感线圈损坏，可以更换或重绕。