

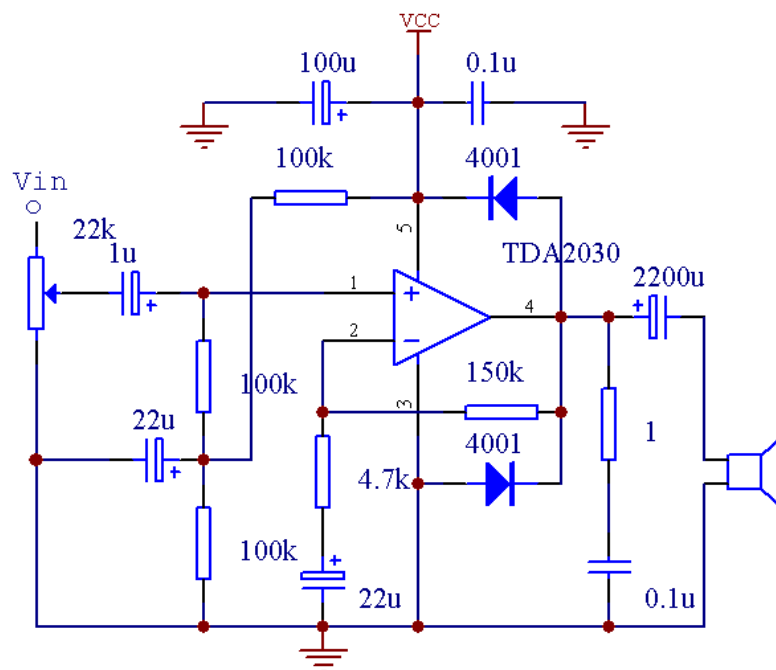
兴向荣电子元件

<http://shop58401356.taobao.com/>

### 一、TDA2030 简介:

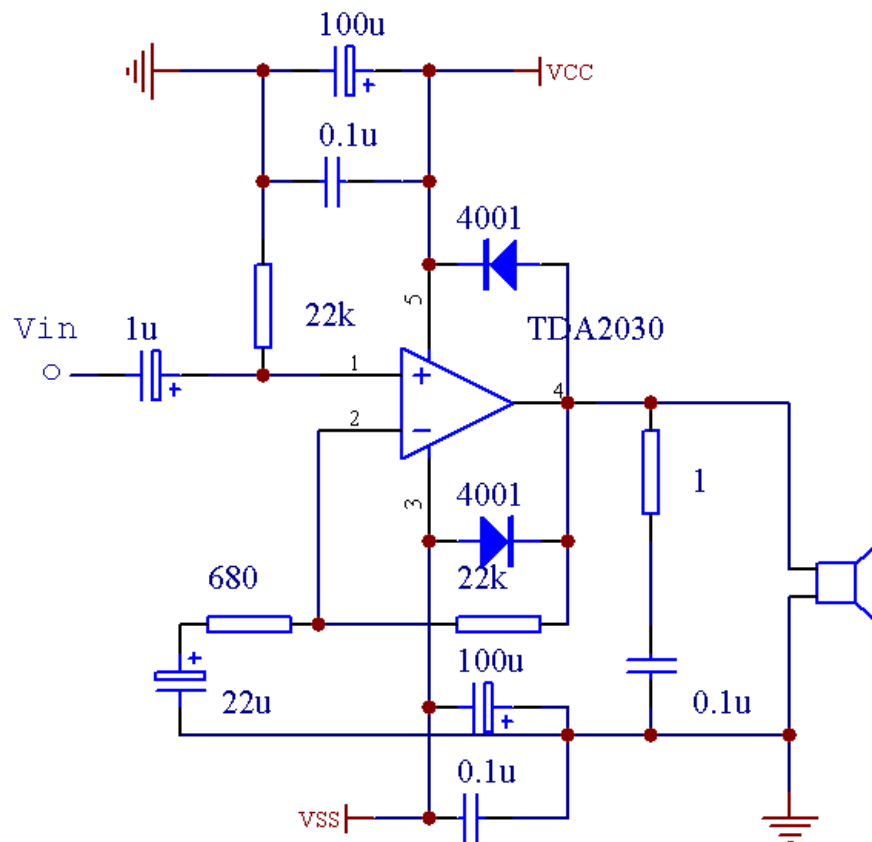
TDA2030 是许多音频功放产品所采用的 Hi-Fi 功放集成块。它接法简单，价格实惠，使用方便，在现有的各种功率集成电路中，它的管脚属于最少的一类，总共才 5 个引脚，外型如同塑封大功率管，给使用带来不少方便。

TDA2030 在电源电压  $\pm 14\text{V}$ ，负载电阻为  $4\Omega$  时输出 14 瓦功率（失真度  $\leq 0.5\%$ ）；在电源电压  $\pm 16\text{V}$ ，负载电阻为  $4\Omega$  时输出 18 瓦功率（失真度  $\leq 0.5\%$ ）。电源电压为  $\pm 6\sim\pm 18\text{V}$ 。输出电流大，谐波失真和交越失真小（ $\pm 14\text{V}/4\Omega$  欧姆， $\text{THD}=0.5\%$ ）。具有优良的短路和过热保护电路。其接法分单电源和双电源两种，如图 3-3-2 所示。



兴向荣电子元件

<http://shop58401356.taobao.com/>

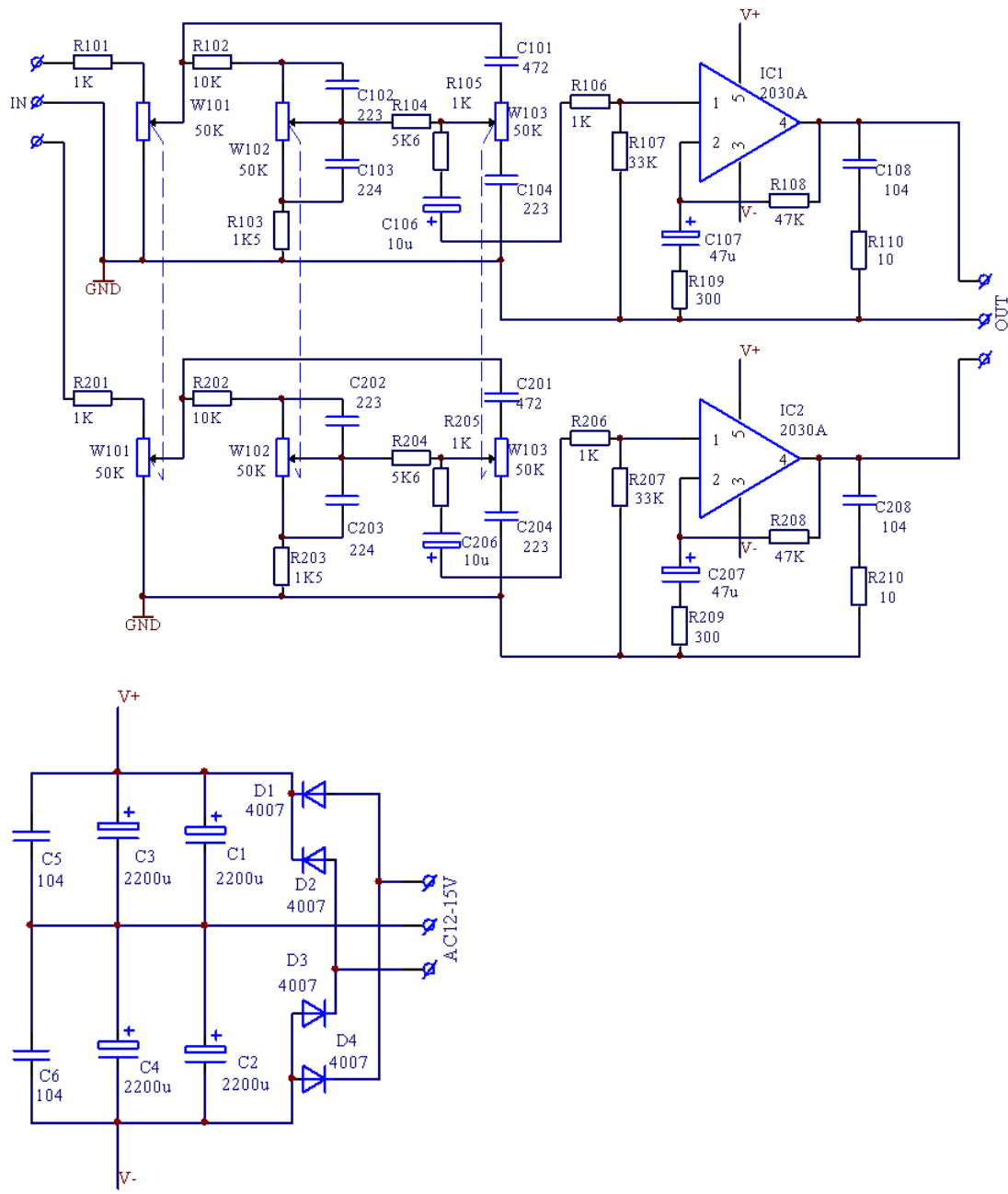


## 二、集成音频功率放大器组装

### (一) 电路组成与工作原理

电路原理如图 3-3-3，该电路由左右两个声道组成，其中 W101 为音量调节电位器，W102 低音调节电位器，W103 为高音调节电位器。输入的音频信号经音量和音调调节后由 C106、C206 送到 TDA2030 集成音频功率放大器进行功率放大。该电路工作于双电源（OCL）状态，音频信号由 TDA2030 的 1 脚（同向输入端）输入，经功率放大后的信号从 4 脚输出，其中 R108、C107、R109 组成负反馈电路，它可以让电路工作稳定，R108 和 R109 的比值决定了 TDA2030 的交流放大倍数，R110、C108 和 R210、C208 组成高频移相消振电路，以抑制可能出现的高频自激振荡。图 3-3-4 为电源电路，为功放电路提供 15-18V 的正负对称电源。

兴向荣电子元件  
<http://shop58401356.taobao.com/>



TDA2030 为功率元件，使用过程中将会产生大量热量，要求安装到足够大的散热片上。  
信号输入插座采用双孔莲花插座，功放输出插座和电源连接采用便于接线的接线端子。其余  
元件的选择可以参见表 3-3-2。

表 3-3-2 集成音频功放电路元件清单

| 元件代号  | 元件名称 | 规格型号   | 数量 | 备注 |
|-------|------|--------|----|----|
| D1~D4 | 二极管  | 1N4007 | 4  |    |

|                |             |                                 |   |       |
|----------------|-------------|---------------------------------|---|-------|
| R101、R201      | 电阻器         | RT1-0.25-1K $\Omega$ $\pm$ 5%   | 2 |       |
| R102、R202      | 电阻器         | RT1-0.25-10K $\Omega$ $\pm$ 5%  | 2 |       |
| R103、R203      | 电阻器         | RT1-0.25-1.5K $\Omega$ $\pm$ 5% | 2 |       |
| R104、R204      | 电阻器         | RT1-0.25-5.6K $\Omega$ $\pm$ 5% | 2 |       |
| R105、R205      | 电阻器         | RT1-0.25-1K $\Omega$ $\pm$ 5%   | 2 |       |
| R106、R206      | 电阻器         | RT1-0.25-1K $\Omega$ $\pm$ 5%   | 2 |       |
| R107、R207      | 电阻器         | RT1-0.25-33K $\Omega$ $\pm$ 5%  | 2 |       |
| R108、R208      | 电阻器         | RT1-0.25-47K $\Omega$ $\pm$ 5%  | 2 |       |
| R109、R209      | 电阻器         | RT1-0.25-300 $\Omega$ $\pm$ 5%  | 2 |       |
| R110、R210      | 电阻器         | RT1-0.5-10 $\Omega$ $\pm$ 5%    | 2 |       |
| W101、W102、W103 | 双联电位器       | 50K                             | 3 |       |
| C1-C4          | 电解电容器       | 2200 $\mu$ F/25V                | 4 |       |
| C5、C6          | 涤纶电容        | 0.1 $\mu$ F                     | 2 |       |
| C101、C201      | 瓷片电容器       | 4700pF                          | 2 |       |
| C102、C202      | 瓷片电容器       | 22nF                            | 2 |       |
| C103、C203      | 瓷片电容器       | 220nF                           | 2 |       |
| C104、C204      | 瓷片电容器       | 22nF                            | 2 |       |
| C106、C206      | 电解电容器       | 10 $\mu$ F                      | 2 |       |
| C107、C207      | 电解电容器       | 47 $\mu$ F                      | 2 |       |
| C108、C208      | 涤纶电容        | 0.1 $\mu$ F                     | 2 |       |
| AC12-15V       | 7.62mm 接线端子 | 3 位                             | 1 | 选配    |
| IN2            | 立式 AV 座     | 2 位                             | 1 | 请用力插紧 |
| OUT            | 7.62mm 接线端子 | 3 位                             | 1 | 选配    |
| IN             | 2.54mm 插件座  | 3 位                             | 1 | 选配    |
| 散热片            | 铝散热片        | 23.5*15*25mm                    | 2 |       |
| IC1、IC2        | 功放集成电路      | TDA2030A                        | 2 |       |

|       |         |         |   |             |
|-------|---------|---------|---|-------------|
| 螺丝钉   | IC 固定螺钉 | 3mm 螺丝  | 2 |             |
| PCB 板 | 电路板     | 98*85mm | 1 | 电源符号印<br>反了 |

（三）电路安装与调试

印板图如图 3-3-5，元件分布图如图 3-2-6，装配图如图 3-2-7。本电路按图安装一般可以一次成功

二、TDA2030 集成音频功放电路故障的维修

由于集成音频功放电路结构简单，元件数量较分立元件功放少了很多，其维修方法可以参考分立元件 OCL 功放电路进行。

维修中要求熟悉集成电路的相关引脚功能，可以通过在线测量各引脚的电阻和工作电压，对比正常时的相关参数进行检修。

知识拓展



一、常用集成音频功放电路简介

上个世纪 80 年代以前，输出功率仅几瓦的声频功率放大器都要采用分立元件来制作。进入 80 年代后，国内开始研制生产出一些小功率的功放 IC，但由于这些功放 IC 的性能指标不佳，尤其是可靠性比较差，很快就被国外生产的功放 IC 所取代。日本生产的 HA1392、TA7240 曾经是 80 年代用得非常普遍的功放 IC。HA1392 与 TA7240 的输出功率都只有 4W ~ 6W。HA1392 的工作频率上限较低，电源极性接反就即刻损坏。TA7240 的外围电路设计难度较大，静音控制易受外界干扰而产生误动作。意法 SGS 公司在 80 年代初开发生产的 TDA2030A 算是比较好的一款功放 IC，它的输出功率能够达到 12W 以上。尽管 SGS 公司在 TDA2030A 基础上又研制出 TDA2040、TDA2050 功放 IC，使输出功率能够达到 24W，但由于它们的电源适用范围只有  $\pm 22V$ ，如果使用未经稳压的整流滤波直流电供电，它们实际上都只能给  $4\Omega$  负载输出 12W 功率。美国 NS 公司在 80 年代开发生产的 LM1875 功放 IC，比 SGS 公司生产的 TDA2030A 功放 IC 输出功率高出一倍，原因就在于它的电源适用范围可以达到  $\pm 30V$ 。如果使用稳压直流电供电，TDA2030A 与 LM1875 实际上都能在  $\pm 18V$  供电条件下给  $4\Omega$  负载输出 24W 正弦波有效功率。而且提高供电电压，除了使 LM1875 在更低的输出功率下发生功耗过载保护动作外，并不能增大输出功率。作为早期开发的功放器件，

TDA2030A 与 LM1875 都没有静音控制功能，对电源纹波的抑制能力也不够强。荷兰飞利浦公司在意法 SGS 公司推出 TDA2030A 之后不久，也开发生产出一款性能指标类同的 TDA1521Q 双功放 IC。该款功放 IC 的电源适用范围也是 $\pm 22\text{V}$ ，能够同时给两个  $4\Omega$  负载分别输出 12W 功率。由于 TDA1521Q 已把决定放大倍率的负反馈电路做在 IC 内部，使用上相对比较简便。此后，荷兰飞利浦公司又推出一款型号为 TDA1514A 的高性能功放 IC，产品介绍资料上称它能够输出 40W 的功率。但是，实际的使用实验证明：在使用稳压直流电源供电的情况下，TDA1514A 能够可靠工作的电源电压只到 $\pm 18\text{V}$ ，给  $4\Omega$  负载输出的正弦波有效功率为 24W。如果将电源电压提高到 $\pm 20\text{V}$  以上电压，TDA1514A 将出现过载保护动作，而且所进行的过载保护动作表现为半波截止输出。这样，人们只能把 TDA1514A 的工作电压设计为与 LM1875 相同的工作电压。

在 90 年代以前，电子器件生产厂商提供的功放 IC 输出功率实际都在 30W 以下。在经过 10 多年的努力后，美国 NS 公司和意法 SGS 公司都在 90 年代期间相继开发生产出多款输出功率超过 30W 的功放 IC 芯片。其中，LM3876、LM3886 是美国 NS 公司的代表作，TDA7294、TDA7295、TDA7296 是意法 SGS 公司的代表作。这些功放 IC 芯片都具有很小的安装体积和多项安全保护功能，使用上很可靠。但同时也正因为功放 IC 芯片需要有很可靠的过热、过流、过压、过功耗等多项安全保护功能，生产厂家在设计 IC 芯片的内部保护电路时，可能会因为所采取的检测方式过于敏感或欠成熟，出现一些不够良好的问题。生产厂家没有在其产品介绍说明中将这些缺陷写出来，固然有可能是不希望自己的产品销售受到影响，但更多的原因是他们自己也未必发现了这些缺陷，而需要用户在使用过程中将发现的问题反馈给生产厂家，他们再去改进开发新的器件。譬如，美国 NS 公司的音响工程师曾给我推荐使用他们生产的功放 IC，其中有一款型号为 LM4701（样品型号为 LM4700），该款功放 IC 据说是替代 LM1875 的器件，它具有静音控制功能，输出功率比 LM1875 高。但实际的使用证明：LM4701 在推动  $4\Omega$  负载时能够正常工作，不出现误保护动作的电源电压不可以超过 $\pm 20\text{V}$ ，最大输出功率只有 20W。如果电源电压超过 $\pm 20\text{V}$ ，譬如为 $\pm 22\text{V}$  时，输出功率不但不会增大，100Hz 以下低声频段能够正常输出的功率会降低到只有 10W。虽然在 $\pm 26\text{V}$  稳压电源供电下，LM4701 可以给  $8\Omega$  负载输出 25W 功率，但因其电源实用范围只有 $\pm 32\text{V}$ ，在使用非稳压直流电源供电情况下，LM4701 可以给  $8\Omega$  负载输出的功率还达不到 20W。又譬如，意法 SGS 公司生产的 TDA7264 双功放 IC，产品介绍资料中标明它的最高工作电压为 $\pm 25\text{V}$ ，最大输出电流为 4A，比 TDA2030A 的性能指标（最高工作电压为 $\pm 22\text{V}$ ，最大输出电流为 3.5A）要高。但实际的使用证明：TDA7264 在推动  $4\Omega$  负载时，能够可靠工

作，不出现误保护作的电源电压不可以超过 $\pm 15\text{V}$ ，相应的输出功率只有 $2\times 12\text{W}$ 。此外，TDA7264 工作时器件上的发热温度（测试点放在 IC 金属片上）应保持在 $70^{\circ}\text{C}$ 以下。否则，TDA7264 的内部过热保护电路会因为 IC 在较高的发热温度下工作产生累积效应，在连续工作 30 分钟后出现“软保护”而使其能够输出的功率降低到正常值的 1/4 以下。本来，理想的过热保护功能应该是在功放 IC 的发热温度达到最高允许值时关断输出，待其温度冷却至比最高允许值低若干度时重新恢复输出。TDA7264 工作之后，发热温度在短时间内达到 $110^{\circ}\text{C}$ 也没有出现过热保护，工作情况良好，人们会因此误认为 TDA7264 具有很好的温度特性而降低对它的散热要求。美国 NS 公司在 80 年代生产的 LM1875 功放 IC 虽然没有静音功能，但其内部设计的过热保护功能已接近理想要求，因此直到如今还继续被音响生产厂大量选用。但是美国 NS 公司在 90 年代生产的 LM3875、LM3886 大功率功放 IC，在过热保护功能方面的表现却很令人失望！尤其是采用陶瓷绝缘封装的功放 IC，因其导热状况不佳，LM3875 在推动 $4\Omega$ 负载时，连 $10\text{W}$ 以上的正弦波额定功率都不能连续输出。就是改成 $8\Omega$ 负载，陶瓷绝缘封装的 LM3875 能够正常输出 $30\text{W}$ 正弦波额定功率的时间也仅能维持几秒钟就开始出现杂波。同样，陶瓷绝缘封装的 LM3876，在推动 $4\Omega$ 负载时能够正常输出 $40\text{W}$ 正弦波额定功率的时间也只能维持几秒钟就开始出现杂波。必须使用金属片导热的封装器件，并保持功放 IC 金属片上的发热温度不超过 $85^{\circ}\text{C}$ ，LM3875（或 LM3876）、LM3886 才能分别给 $4\Omega$ 负载正常的长期输出 $30\text{W}$ 与 $50\text{W}$ 正弦波额定功率。因此，人们在使用 LM3875、LM3886 等功放 IC 器件时，一定要给它们配上足够大的散热器。同时，用于给功放 IC 金属片绝缘的导热片厚度应尽可能薄，不要超过 $0.3\text{mm}$ ，这样才能确保功放 IC 与散热器之间的温差只有几度。

## 二、前置放大器

在功率放大器之前，往往需要加入前置放大器，用于将各种音源送出的较微弱的电信号进行电压放大，对重放声音的音量、音调和立体声状态等进行调控。它通常由输入选择与均衡放大电路、等响音量控制电路、音调控制电路等组成，见图 3-3-6。

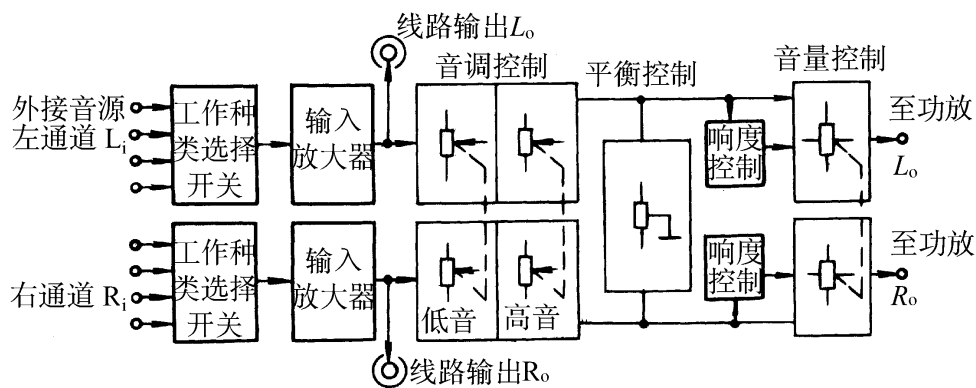


图 3-3-6 前置放大器组成方框图

前置放大器由于工作在功放电路的前端，它产生的声音失真将由功放电路放大，产生更大的失真。因此，对前置放大器要求信噪比要高、谐波失真度要小、输入阻抗要高、输出阻抗要低、立体声通道的一致性要好、声道的隔离度要高等。

### 1. 音源选择电路

用于音源与前置放大器的选通。图 3-3-7 为飞利浦公司生产的 TDA1029 音源电子开关电路。该音源电子开关可以对输入的 4 组立体声信号进行选通。

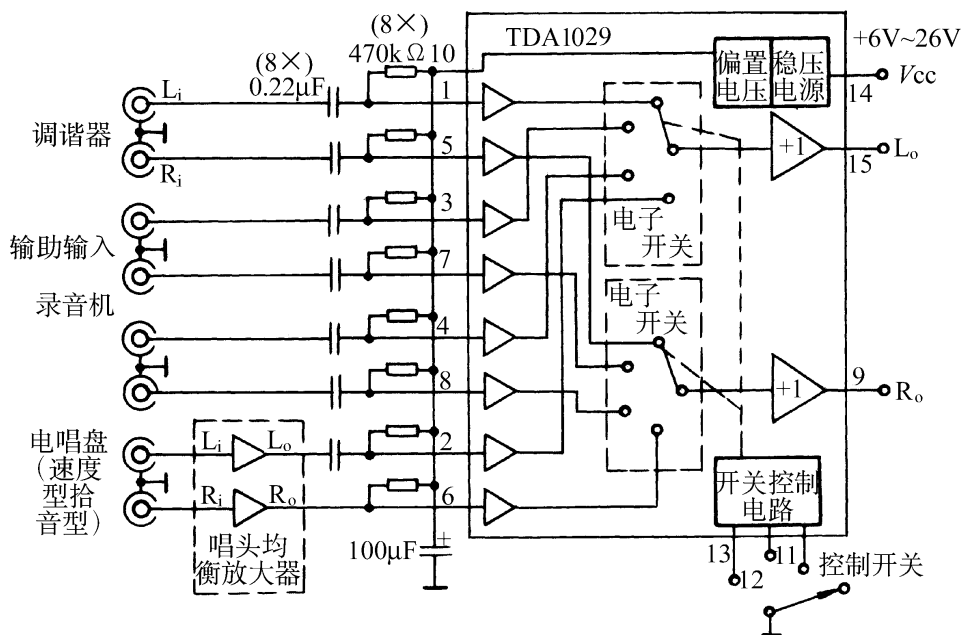


图 3-3-7 音源选择电路

### 2. 前置放大电路

通常由分立元件或集成电路构成，集成电路的特点是增益高，噪声小，含有补偿电路，双通道一致性好，电路简单，安装、调试方便，在实际产品中常常使用集成电路小信号音频电压放大电路，如 NE5532、TL082 等，见图 3-3-8。

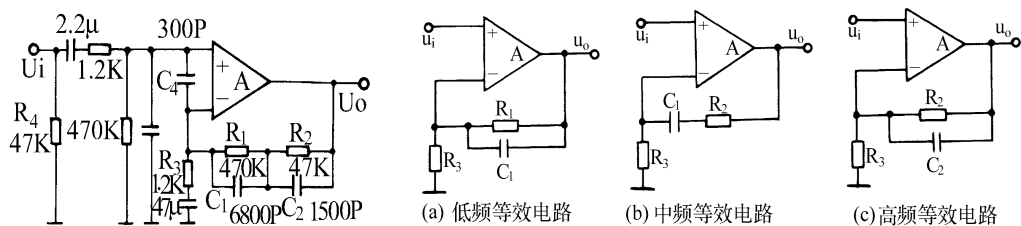


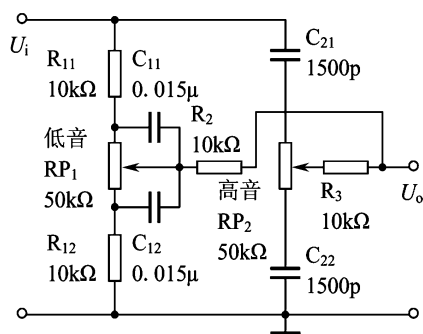
图 3-3-8 集成前置放大电路

### 3. 音调控制电路

主要用于对音频信号各频段内的信号进行提升或衰减控制。一般分为 RC 衰减式音调控制电路、RC 负反馈式音调控制电路两种形式。

(1) RC 衰减式音调控制电路，如图 3-3-9。

RP1 是低音控制电位器，调节 RP1 对中高音的影响不大，而对低频信号的影响较显著；RP2 是高音控制电位器，调节 RP2 对中低音的影响不大，而对高频信号的影响较显著。



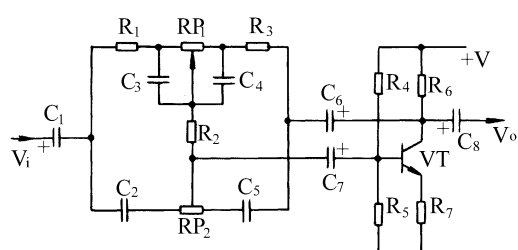
不同的电容量在低音、中音、高音时的容抗值：

| 音调 | 频率 $f$<br>(Hz) | $C_1=0.015\mu$<br>时的 $X_{C1}$ | $C_2=1500p$<br>时的 $X_{C2}$ |
|----|----------------|-------------------------------|----------------------------|
| 低音 | 100Hz          | 106k $\Omega$                 | 1.06M $\Omega$             |
| 中音 | 1kHz           | 10.6k $\Omega$                | 106k $\Omega$              |
| 高音 | 10kHz          | 1.06k $\Omega$                | 10.6k $\Omega$             |

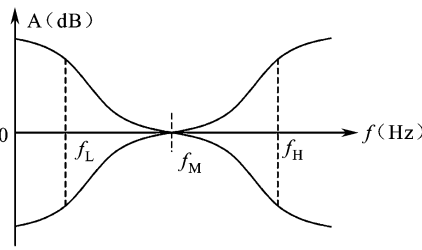
图 3-3-9 RC 衰减式音调控制电路

(2) RC 负反馈式音调控制电路，如图 3-3-10。

RP1 是低音控制电位器，当动片滑到最左端时，低音呈最大提升状态，当动片滑到最右端时，低音呈最大衰减状态。RP2 是高音控制电位器，当动片滑到最左端时,对高音呈最大提升状态，当动片滑到最右端时,对高音呈最大衰减状态。



(a) 电路结构



(b) 控制特性

图 3-3-10 RC 负反馈式音调控制电路

### 4. 音量控制电路

其作用是调节馈入功放的信号电平，以控制扬声器的输出音量。包括电位器音量控制和电子式音量控制电路两种形式，如图 3-3-11。电位器音量控制电路（左图）采用指数型电位器构成分压电路，直接控制信号电平。电子音量控制电路采用间接方式控制音量大小，可以克服电位器音量控制电路的缺点。偏流调节型音量控制电路如下图右图所示。

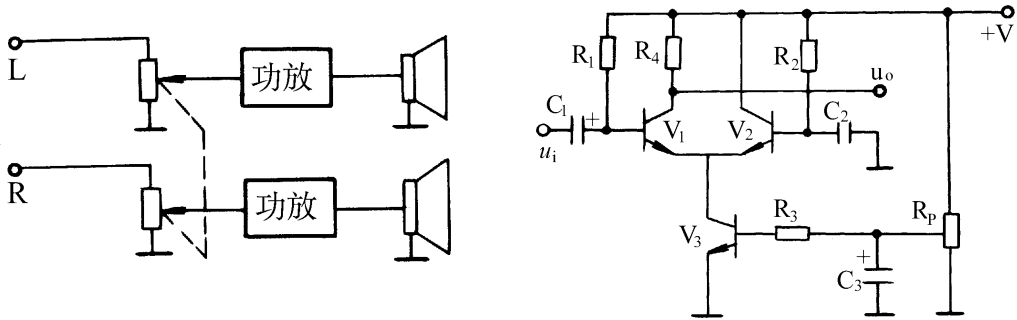


图 3-3-11 音量控制电路

### 5.等响控制电路

其作用是在小音量放送音乐时利用频率补偿网络适当提升低音和高音分量，以弥补人耳听觉缺陷，达到较好的听音效果，常有以下两种电路形式。

(1) 抽头电位器响度控制电路，如图 3-3-12 所示。

$R_1$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  和抽头电位器组成频率补偿网络，电位器滑动触点既能控制输出音量，又能实现响度控制。

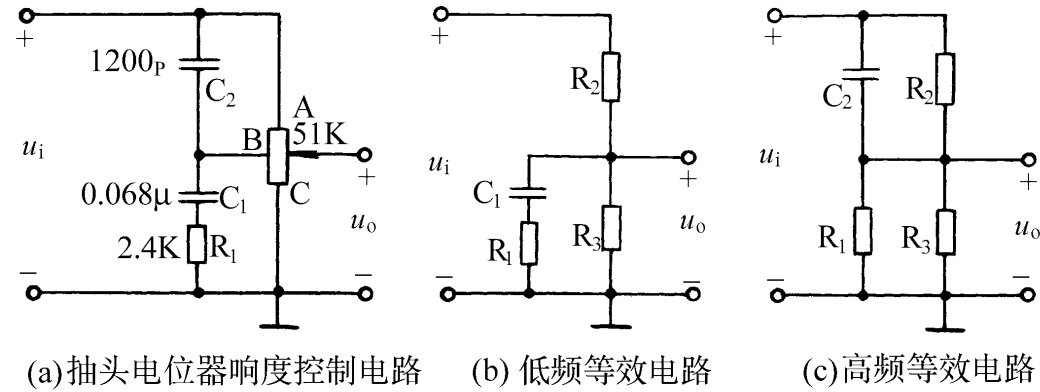


图 3-3-12 抽头电位器响度控制电路

(2) 独立响度控制电路，如图 3-3-13 所示。

独立于音量控制的响度控制电路，常应用于在音量遥控的音响系统中，电路中的响度控制开关（图中  $S_1$ ）由遥控电路控制。当  $S_1$  置于 ON 位置时，响度控制电路具有低音补偿作用，在不同音量的情况下具有相同的低音提升量；当  $S_1$  置于 OFF 位置时，电容  $C_1$  被短路，因而电路无响度频率补偿作用。

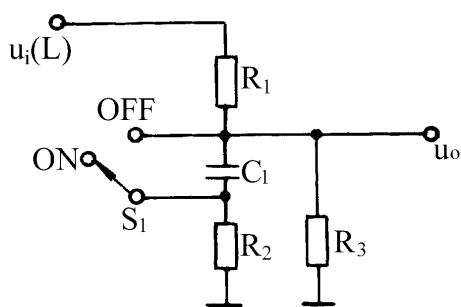


图 3-3-13 独立响度控制电路

## 6. 平衡控制电路

其作用是调整左、右声道增益，使两声道增益相等，即用来校正左右声道的音量差别，使左右扬声器声级平衡，电路非常简单，通常由一个同轴双联电位器便可完成。

7. 图示均衡器（Graphic Equalizer，缩写为 GEQ），也称为多段频率音调控制电路。它可以对整个音频范围内以若干个频率点为中心的频段分别进行提升或衰减的控制，从而实现对音质的精细调整。根据分段的多少可以分为 5 段、7 段、10 段、15 段、27 段、31 段等几种。各个频率点的分布可以根据 1/3 倍频、2/3 倍频、2 倍频或 3 倍频进行变化。如按照 3 倍频变化的 5 段频率图示均衡器的频率点为 100Hz、330Hz、1kHz、3.3kHz、10kHz。其电路结构如图 3-3-14，各 LC 串联谐振支路对其谐振频率  $f_0$  的信号呈现最小阻抗。中心频率  $f_0$  分别为 100 Hz、330Hz、1kHz、3.3kHz、10kHz。调节 RP1~RP5 可分别对各频率点信号的输出进行衰减或提升。

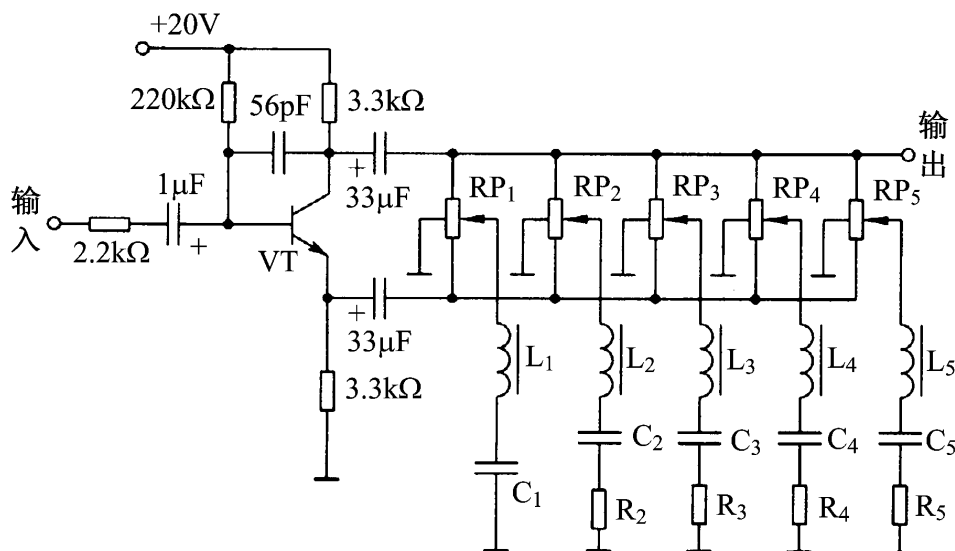


图 3-3-14 LC 串联谐振式图示均衡电路

## 【做一做】

根据你的理解和实际条件，制作一款集成音频功放电路，在它之前加入相关声音信号

处理电路，感受一下有什么变化，谈谈它有什么特性。