



低频功率放大器的要求和分类

余姚市职成教中心学校

陈雅萍

什么是低频功率放大器？

本质上三极管放大器都是功率放大器

低频：相对于高频而言

功率放大器：特指供给**最终**负载**较大信号功率**的电路，以推行执行机构工作。
如扬声器发声、继电器动作等。

功放

以最小的失真、最高的效率向负载提供尽可能大的输出功率的放大器

三极管往往工作在线性应用的极限状态

与小信号电压放大电路有着明显的区别和不同的要求

低频功率放大器

——基本要求

功放电路工作在大信号状态



功放管往往接近极限工作状态

1. 尽可能大的输出功率——负载上尽可能获得最大交流功率

2. 尽可能高的效率

放大电路的效率是指负载获得的功率 P_o 与电源提供的功率 P_E 之比，用 η 表示，即

$$\eta = \frac{P_o}{P_E} \times 100\%$$

3. 较小的非线性失真

4. 较好的散热装置

低频功率放大器

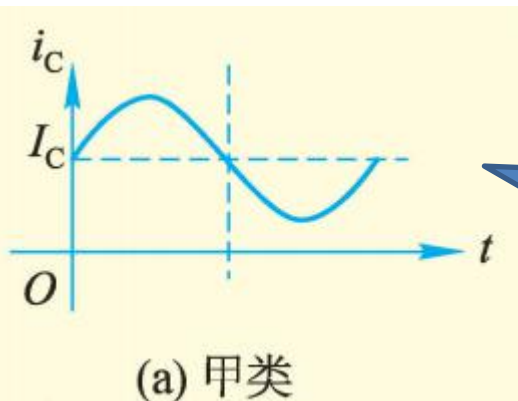
——类型

根据功放管静态工作点的不同



甲类、乙类、甲乙类

1. 功放管静态工作点选择在放大区内的称为甲类功放电路
在工作过程中功放管处于导通状态，输出波形无失真。



由于设置的静态
电流大，效率低，
只有50%

低频功率放大器

——类型

根据功放管静态工作点的不同

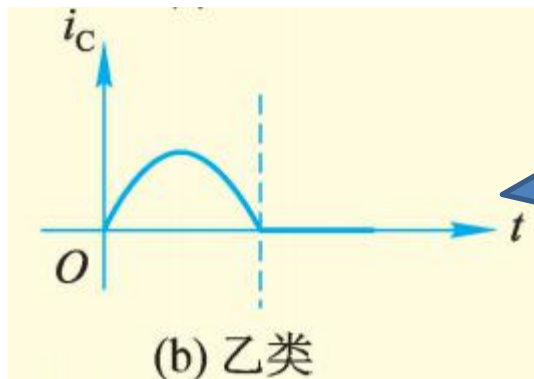


甲类、乙类、甲乙类

2. 功放管静态工作点设置在截止区边缘的称为乙类功放电路

在工作过程中，功放管仅在输入信号的正半周**导通**，**负半周截止**，只有半波输出。

在实际中，经常使用两个管子交替工作，可得完整信号。



由于几乎无静态
电流，效率提高，
最高可达78.5%

低频功率放大器

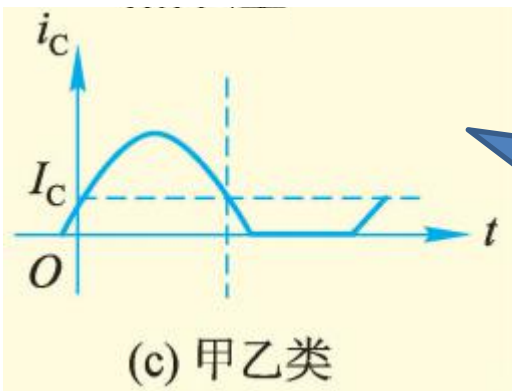
——类型

根据功放管静态工作点的不同



甲类、乙类、甲乙类

3. 功放管的静态工作点介于甲类和乙类之间的称为甲乙类功放电路
它的波形失真情况和效率介于上述两类之间。



是实用功放电路
经常采用的方式

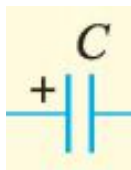
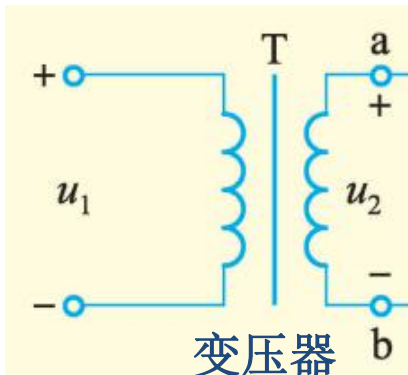
低频功率放大器

类型

按功放输出端特点的不同



1. 变压器耦合功率放大器
2. 无输出变压器功率放大器 (OTL)
3. 无输出电容功率放大器 (OCL)



低频功率放大器的要求和分类

1.基本要求

较大的输出功率、较高的效率、较小的非线性失真、较好的散热。

2.类型

(1) 根据功放管静态工作点的不同 ➡ 甲类、乙类、甲乙类

(2) 按功放输出端特点的不同

变压器耦合功率放大器
无输出变压器功率放大器 (OTL)
无输出电容功率放大器 (OCL)



OCL电路

余姚市职成教中心学校
陈雅萍

什么是OCL电路？



无输出电容的功率放大器



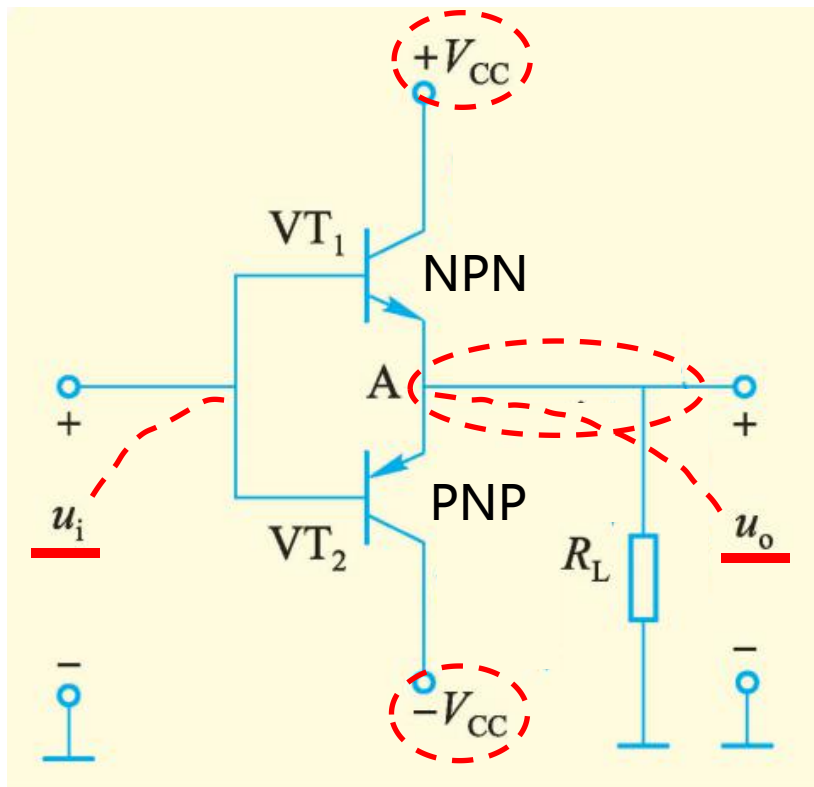
双电源互补对称功率放大器

OCL电路

——电路构成

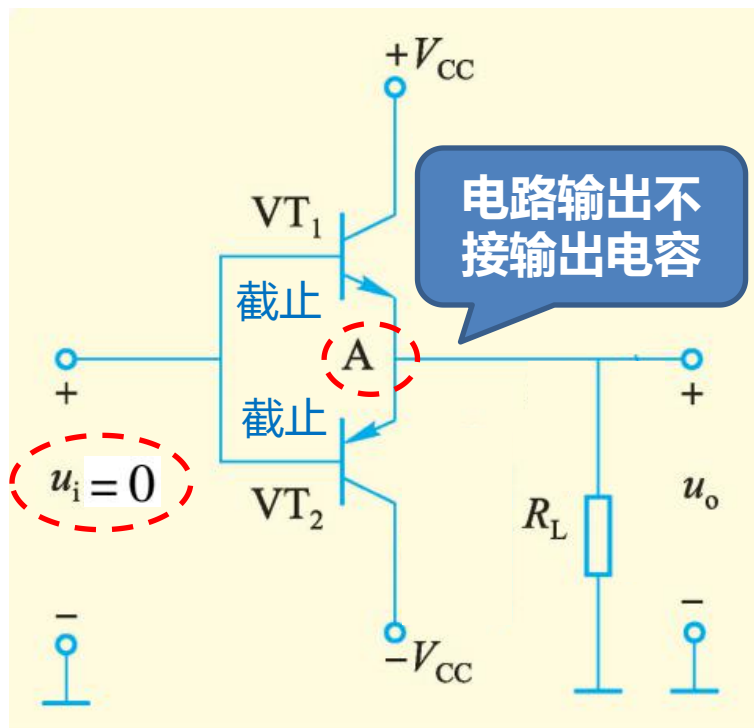
特点：

1. 双电源供电
2. 两管子特性完全对称 (NPN+PNP)
3. 两管子的基极相连后作为输入端
4. 两管子的发射极相连后作为输出端
5. 输出端与负载直接耦合



OCL电路工作过程分析

——1.静态分析



$u_i = 0$ 时



无偏置电压, $I_B = 0$



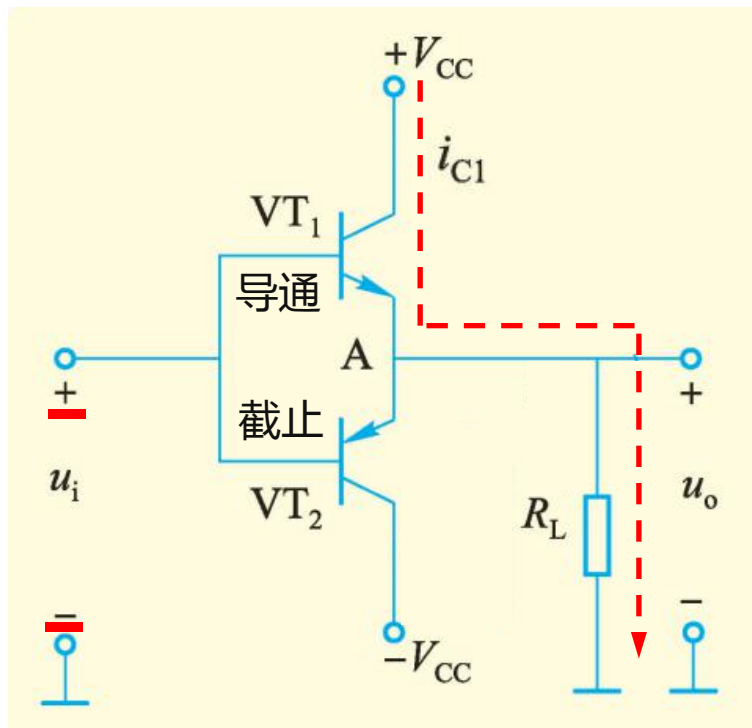
A 点的静态电位 $U_A = 0$



输出 U_o 为零

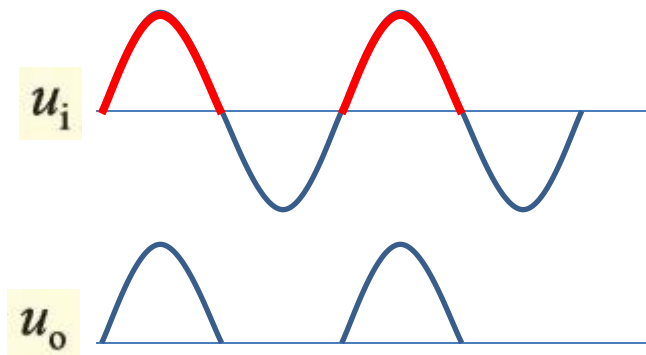
OCL电路工作过程分析

——2.动态分析



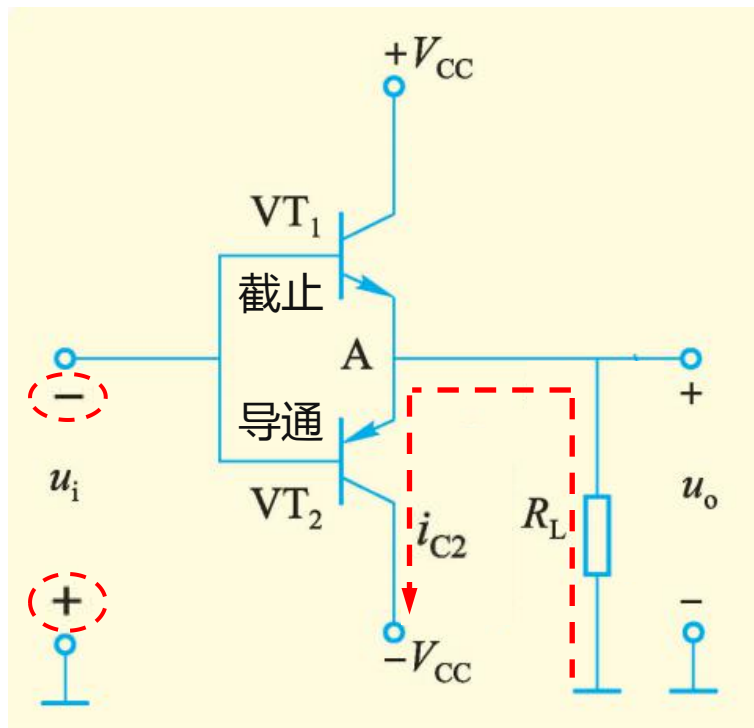
设输入信号 u_i 为正弦信号

(1) u_i 为正半周时, VT_1 导通, VT_2 截止



OCL电路工作过程分析

——2.动态分析

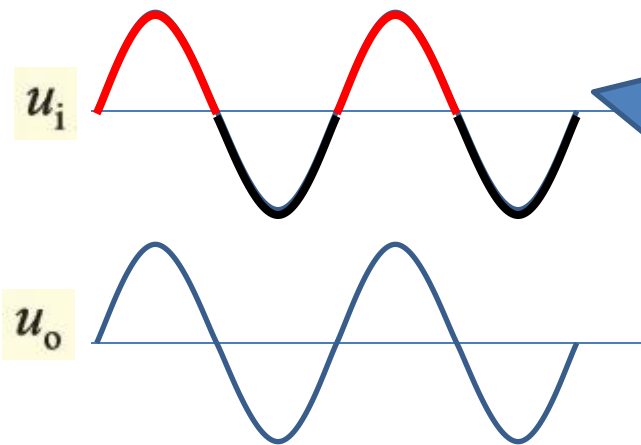


互补对称功率放大电路

设输入信号 u_i 为正弦信号

(1) u_i 为正半周时, VT_1 导通, VT_2 截止,

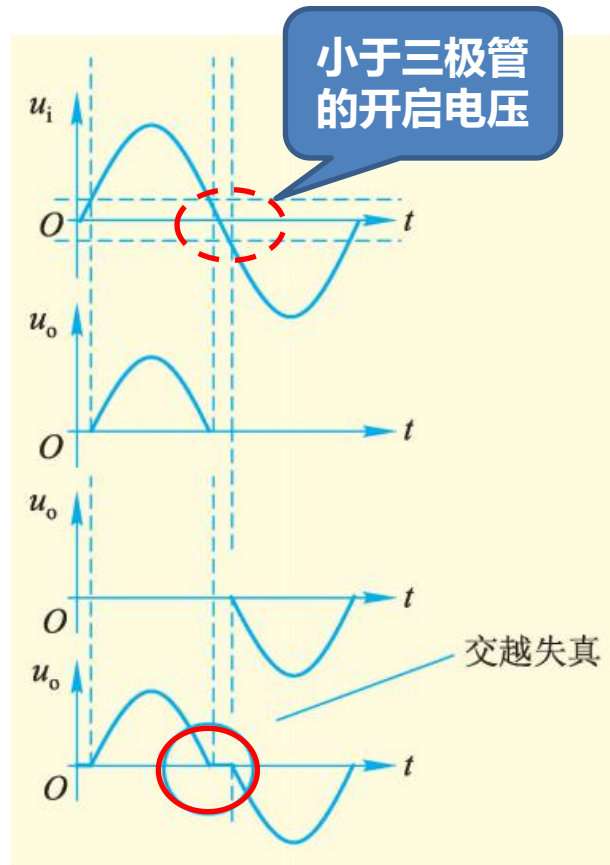
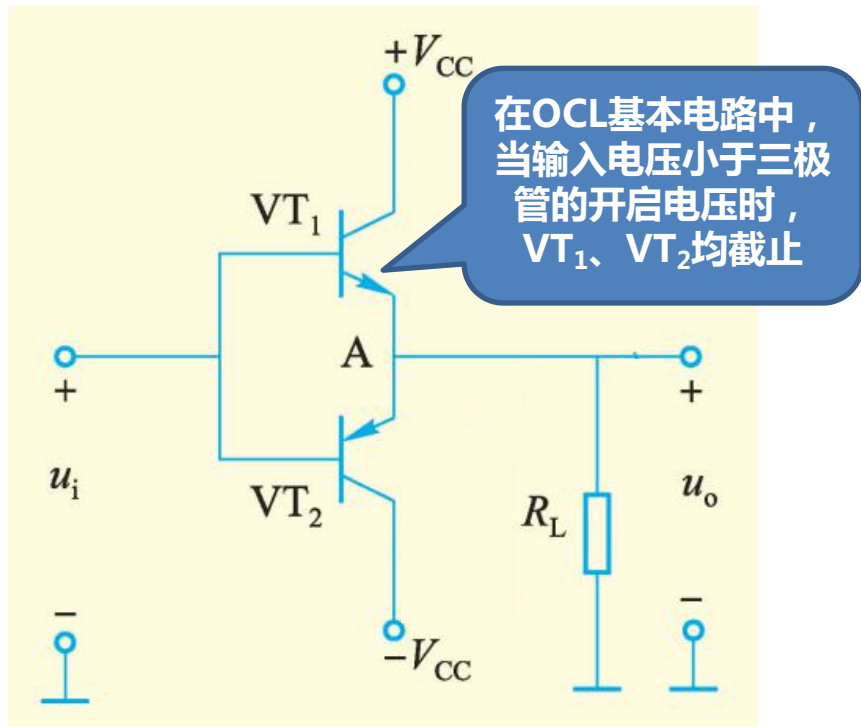
(2) u_i 为负半周时, VT_2 导通, VT_1 截止,



在 u_i 的整个周期内, VT_1 、 VT_2 交替工作, 互相补充, 向负载 R_L 提供了完整的输出信号

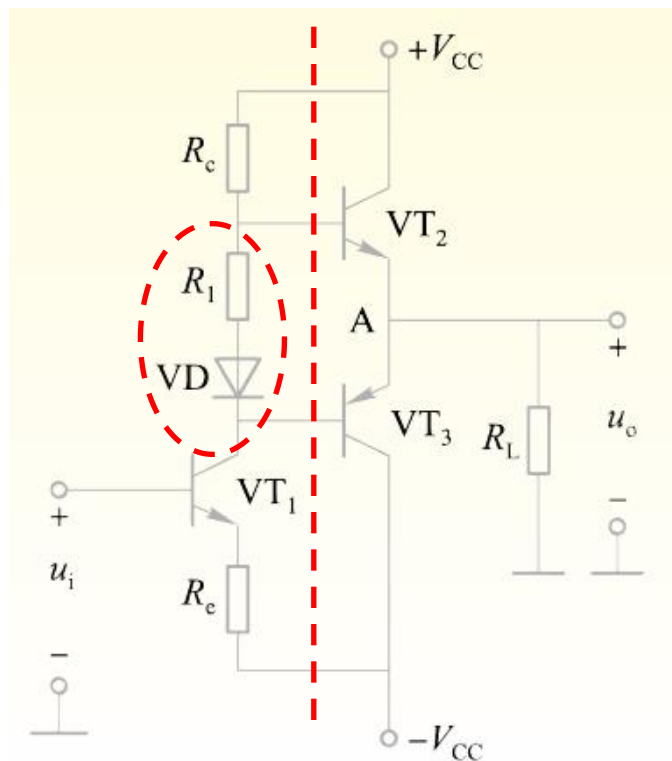
OCL电路工作过程分析

——交越失真



OCL电路工作过程分析

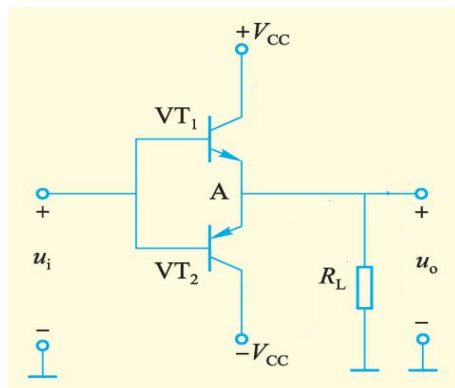
——加偏置的OCL电路



为了消除交越失真，**OCL**电路通常在两只功放管的**基极之间**串入**二极管和电阻**，为三极管 **VT_2** 、 **VT_3** 的发射结提供**正向偏置**电压，使电路在静态时处于**微导通**状态，从而**减小交越失真**。

OCL电路

1. 电路特点



双电源供电
互补对称
无输出电容

2. 工作过程分析

静态：A点静态电位为0。

动态：两功放管交替工作，向负载提供了完整的输出信号。

3. 交越失真

OCL电路存在交越失真。解决的方法：在两功放管的基极之间串入二极管和电阻。



OTL电路

余姚市职成教中心学校
陈雅萍

什么是OTL电路？



无输出变压器功率放大器



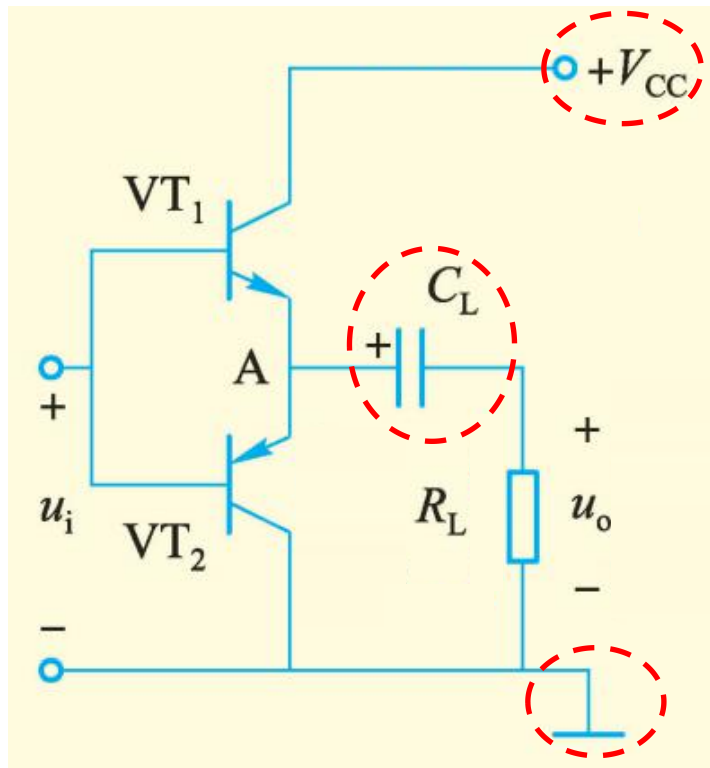
单电源互补对称功率放大器

OTL电路

——电路构成

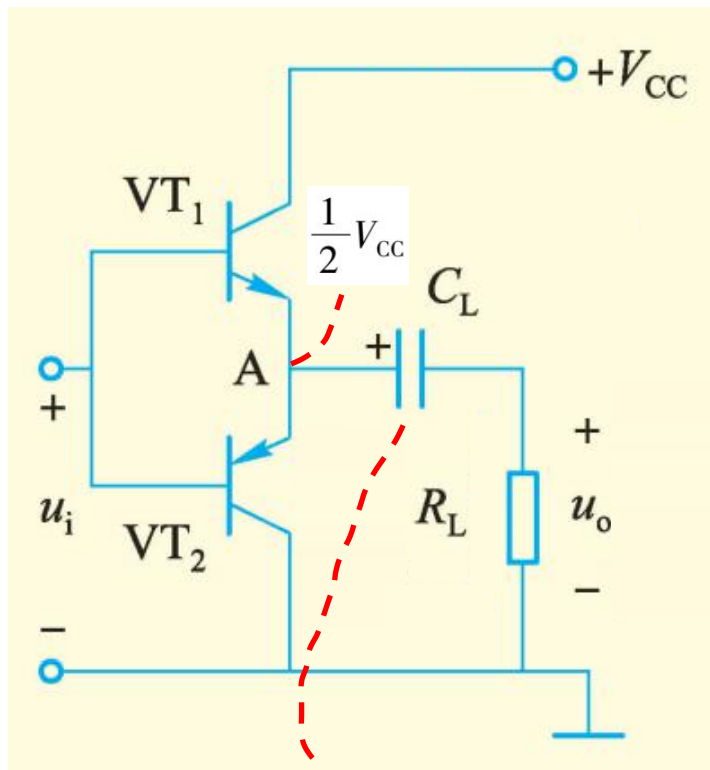
与OCL不同的是：

1. 单电源供电
2. 输出端经大电容 C_L 与负载 R_L 耦合



OTL电路工作过程分析

——1.静态分析



C_L 相当于一个电压为 $\frac{1}{2}V_{CC}$ 的直流电源

$u_i = 0$ 时



无偏置电压, $I_B = 0$



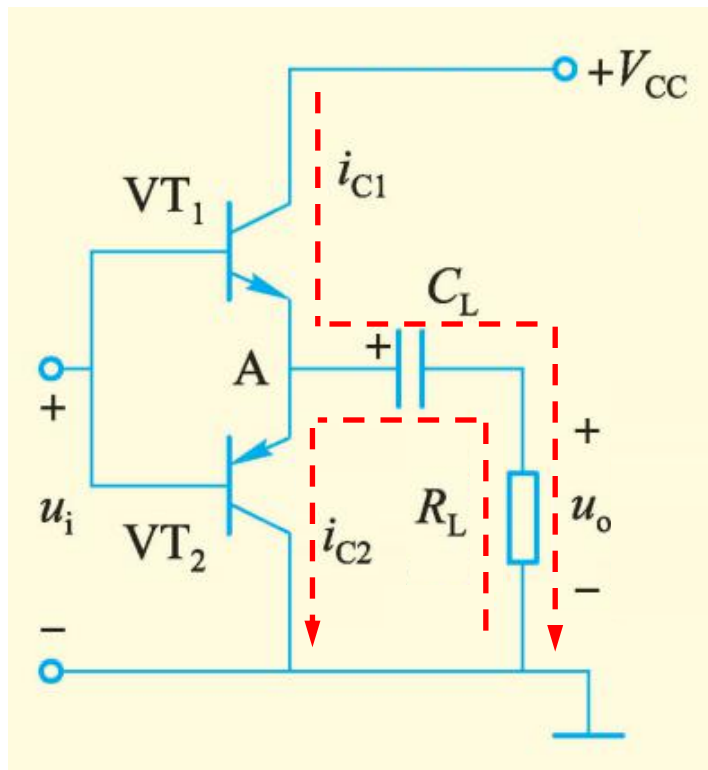
A 点的静态电位 $U_A = \frac{1}{2}V_{CC}$



输出 U_o 为零

OTL电路工作过程分析

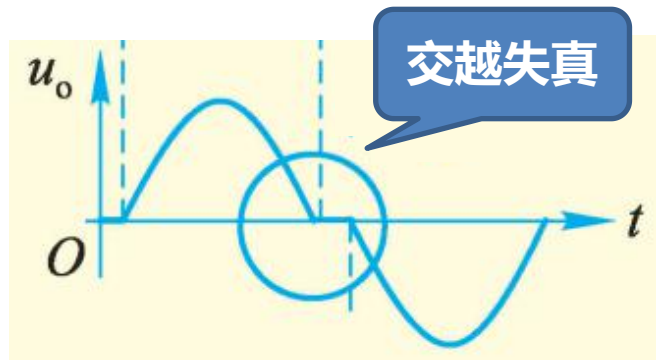
——2.动态分析



设输入信号 u_i 为正弦信号

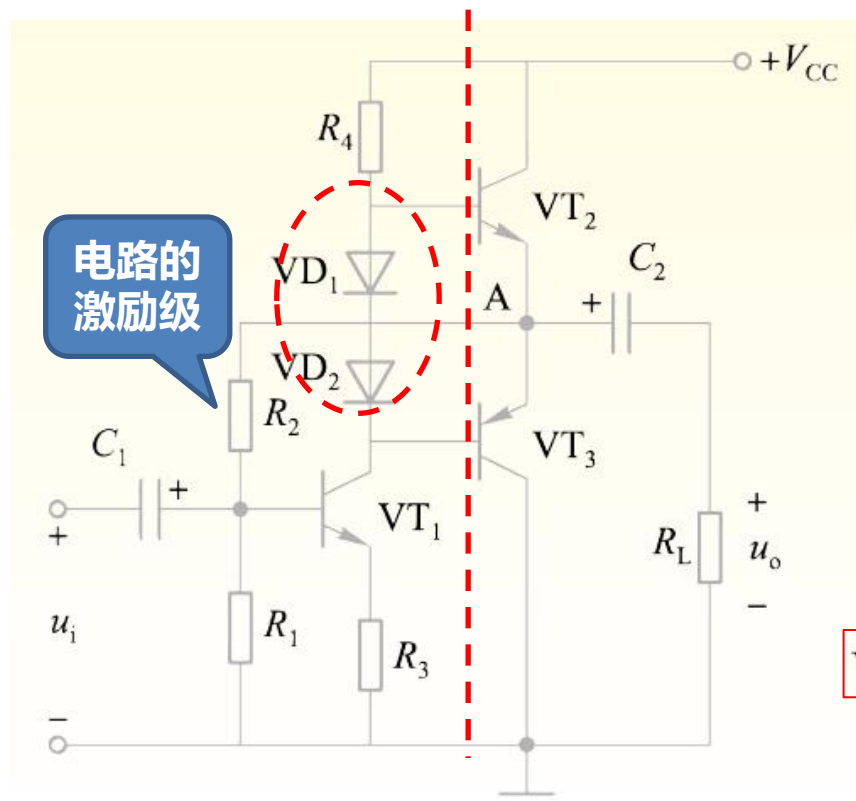
(1) u_i 为正半周时, VT_1 导通, VT_2 截止

(2) u_i 为负半周时, VT_2 导通, VT_1 截止



OTL电路工作过程分析

——加偏置的OTL电路



激励级



分压式偏置放大电路

A 点的 $\frac{1}{2}V_{CC}$ 电压



为三极管 VT_1 提供基极电压

R_4 是



VT_1 的集电极电阻

OCL电路与OTL电路各有何优缺点？

OCL电路：

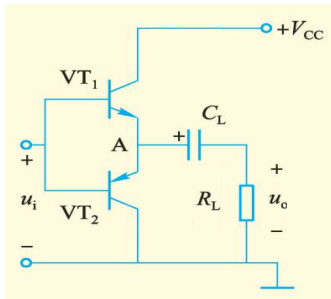
双电源供电，无输出电容，频率响应好，便于集成。

OTL电路：

单电源供电，有输出电容，频率响应差，不便于集成。

OTL电路

1.电路特点



单电源供电
互补对称
有输出电容

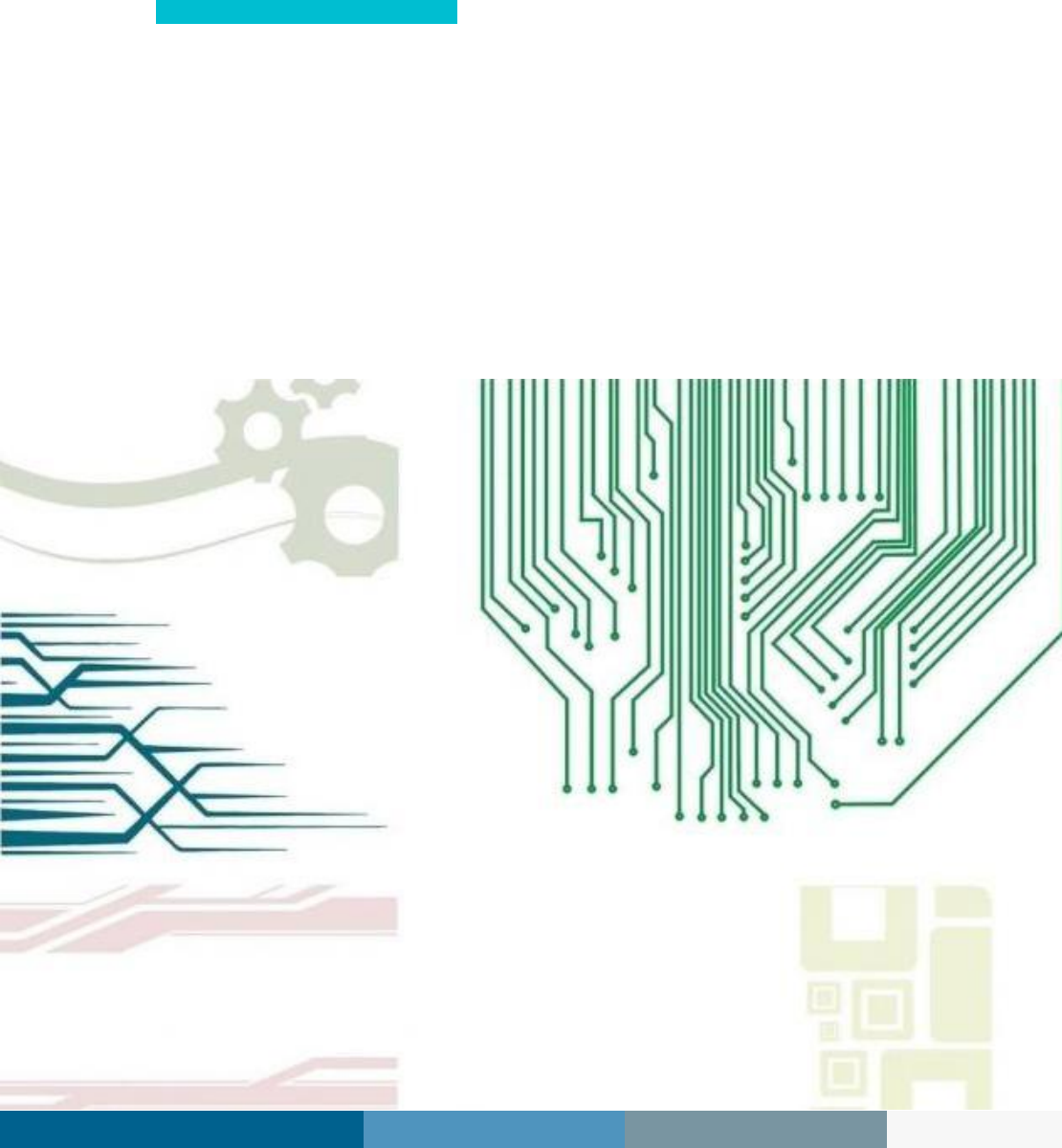
2.工作过程分析

静态：A点静态电位为 $\frac{1}{2}V_{CC}$ 。

动态：两功放管交替工作，向负载提供了完整的输出信号。

3.交越失真

OTL电路存在交越失真。解决的方法：在两功放管的基极之间串入两个二极管。



集成功率放大器

余姚市职成教中心学校
陈雅萍

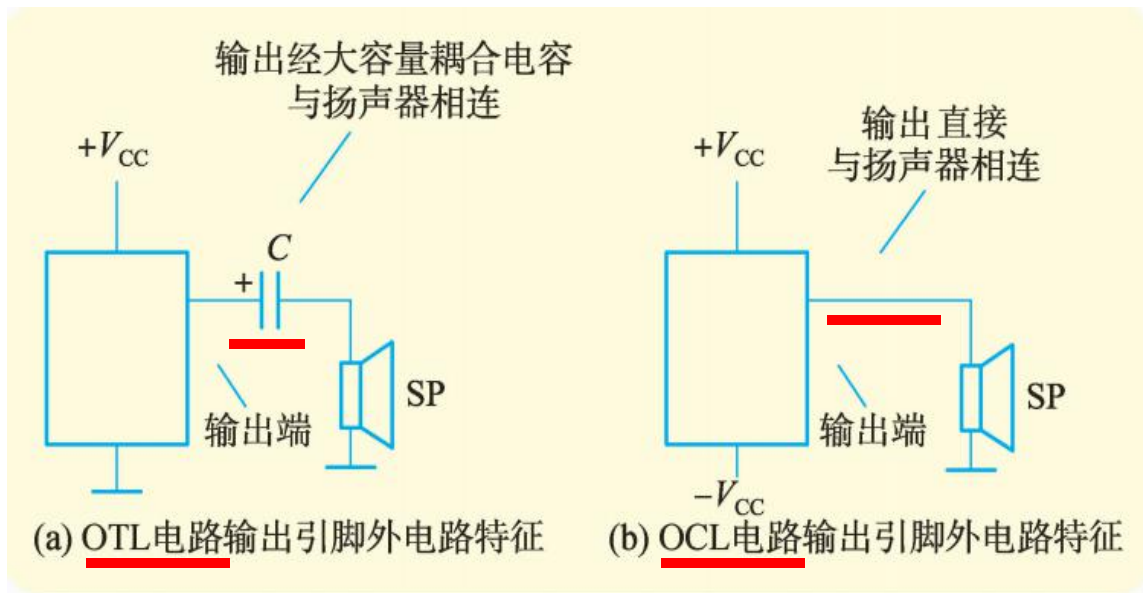
集成功率放大器有哪些优点？

1. 输出功率大。
2. 外围连接元件少。
3. 使用方便。



集成功率放大器

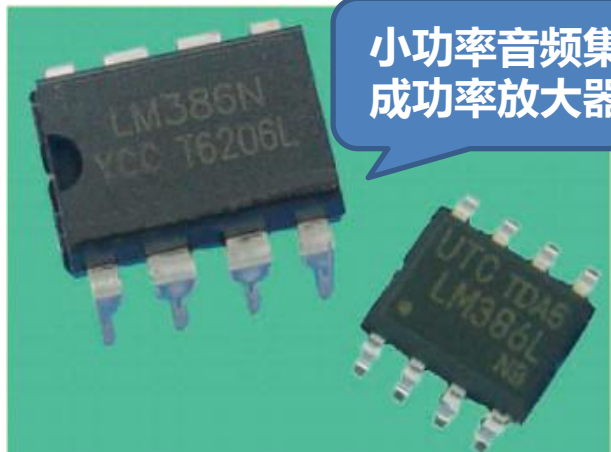
输出引脚外接电路特征



单声道集成功放输出引脚外电路特征

集成功率放大器

——LM386集成功放



小功率音频集
成功率放大器

(a) LM386实物外形



(b) LM386引脚功能

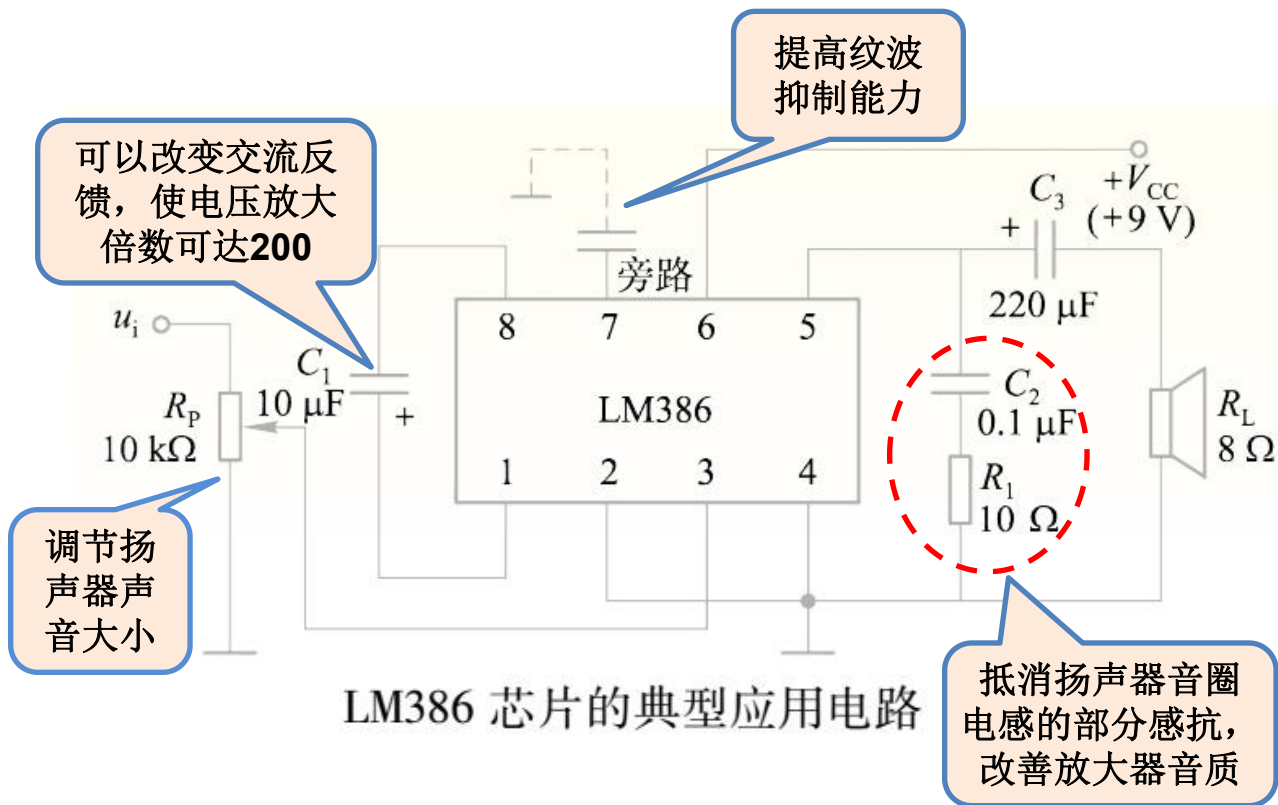
特点：

1. 芯片电源电压范围为4~12V。
2. 不工作时仅消耗4mA电流。
3. 通频带宽，外接元件少。
4. 放大倍数可调，最高可达200。

其内部为OTL电路

集成功率放大器

——LM386集成功放应用



集成功率放大器

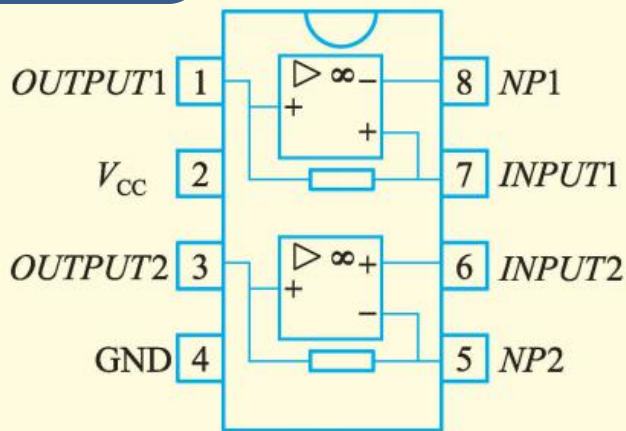
——TDA2822集成功放

小功率双通道集
成功率放大器

内含两个独立的
功放模块



(a) 实物



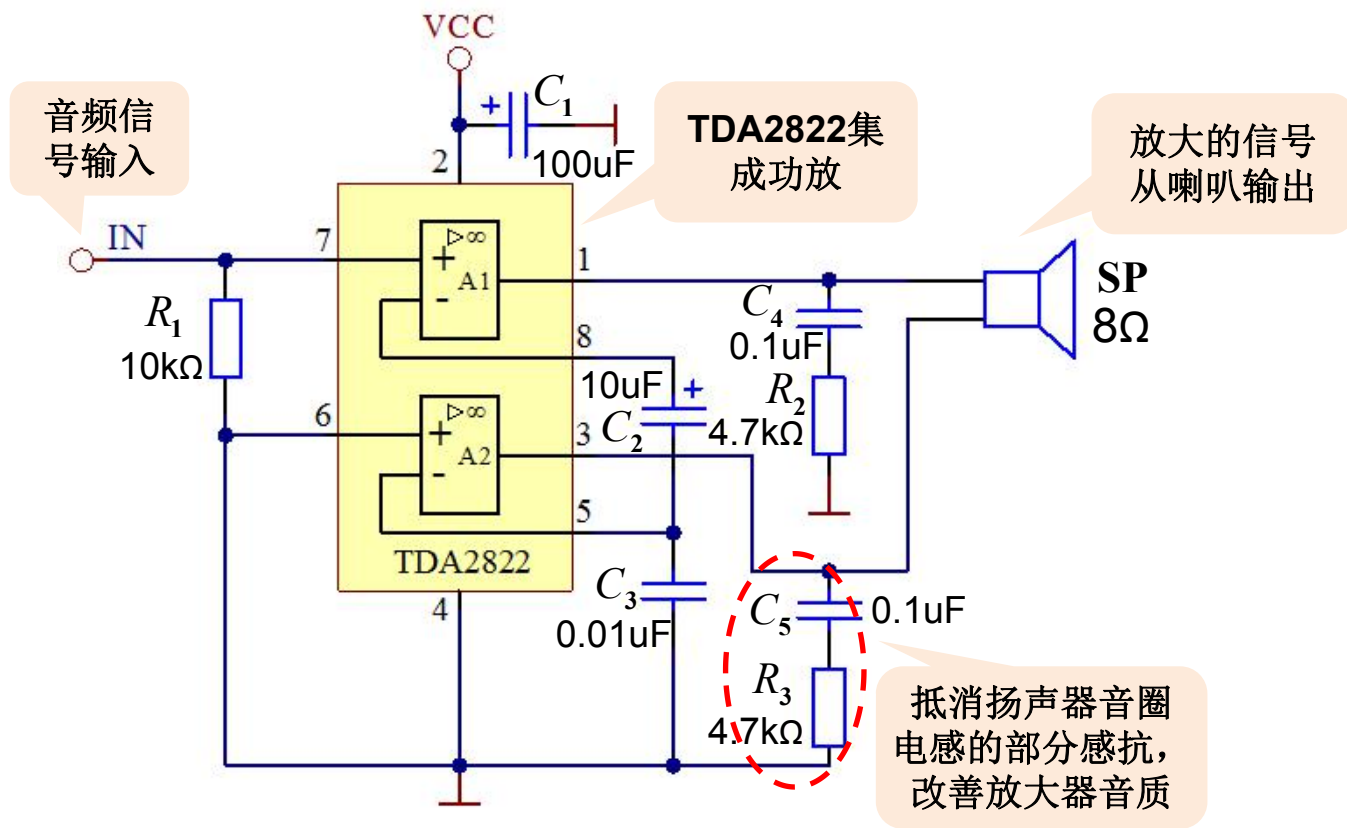
(b) 引脚排列

特点：

1. 芯片电源范围为3~15V。
2. 静态电流小，失真小。
3. 适用于便携式、微小型收录机。
4. 可组成双声道BTL电路。

集成功率放大器

——TDA2822集成功放应用



集成功率放大器

1.特点及输出引脚外接电路特征

OTL输出引脚要外接耦合电容，OCL输出引脚不需要接外接耦合电容。

2.LM386集成功放

单功放模块。其内部为OTL电路。

3.TDA2822集成功放

内含两个独立的功放模块。小功率双通道集成功率放大器。



手机

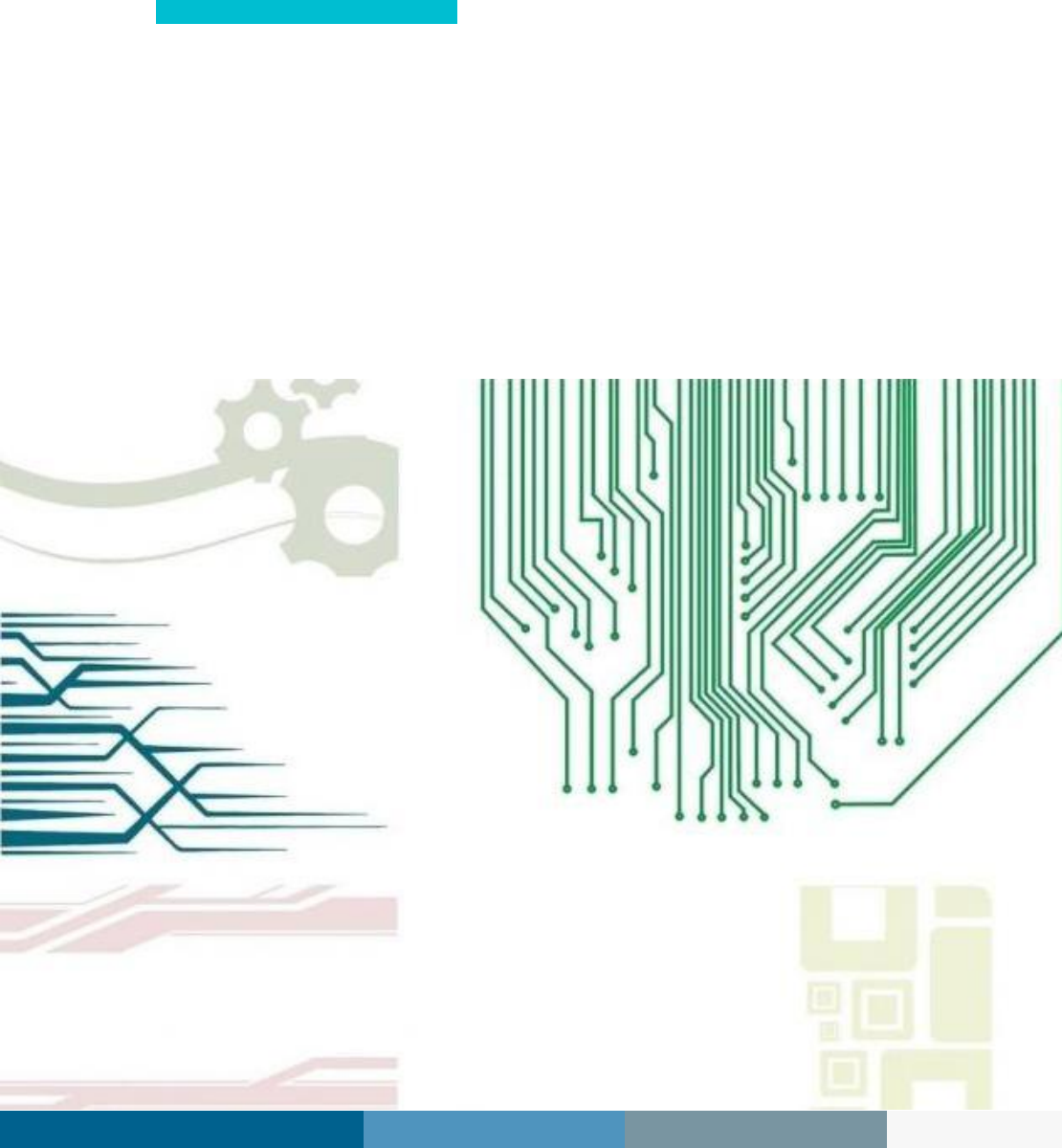


随声听

要带上耳机！

输出功率只有几十毫瓦

自己动手做一个
音频功率放大器！

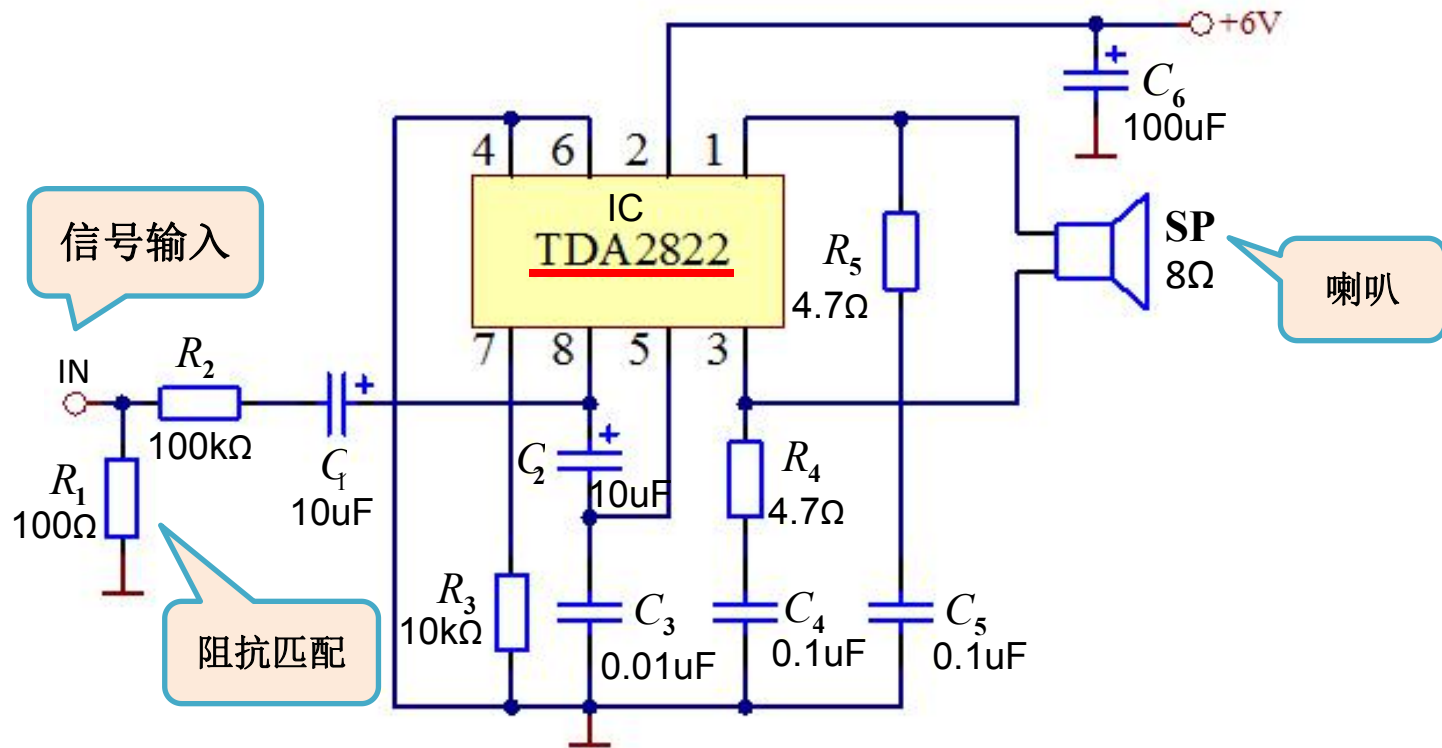


音频功放电路 的制作

余姚市职成教中心学校
陈雅萍

TDA2822音频功放电路

——电路组成



TDA2822音频功放电路

——元件清单

电子元器件清单

元件	名称	规格	数量
IC	集成块	TDA2822	1
R_1	电阻器	100Ω	1
R_2	电阻器	100kΩ	1
R_3	电阻器	10kΩ	1
R_4 、 R_5	电阻器	4.7Ω	2
C_1 、 C_2	电容器	10uF	2
C_3 、 C_5	电容器	0.1uF	2
C_4	电容器	0.01uF	1
C_6	电容器	100uF	1
SP	喇叭	8Ω	1

其他材料

名称	数量	备注
喇叭连接线	2	
音频信号连接线	1	
USB电源连接线	1	
亚克力板外壳	1	套

TDA2822音频功放电路

——制作过程

第一步：准备材料

TDA2822音频功放电路

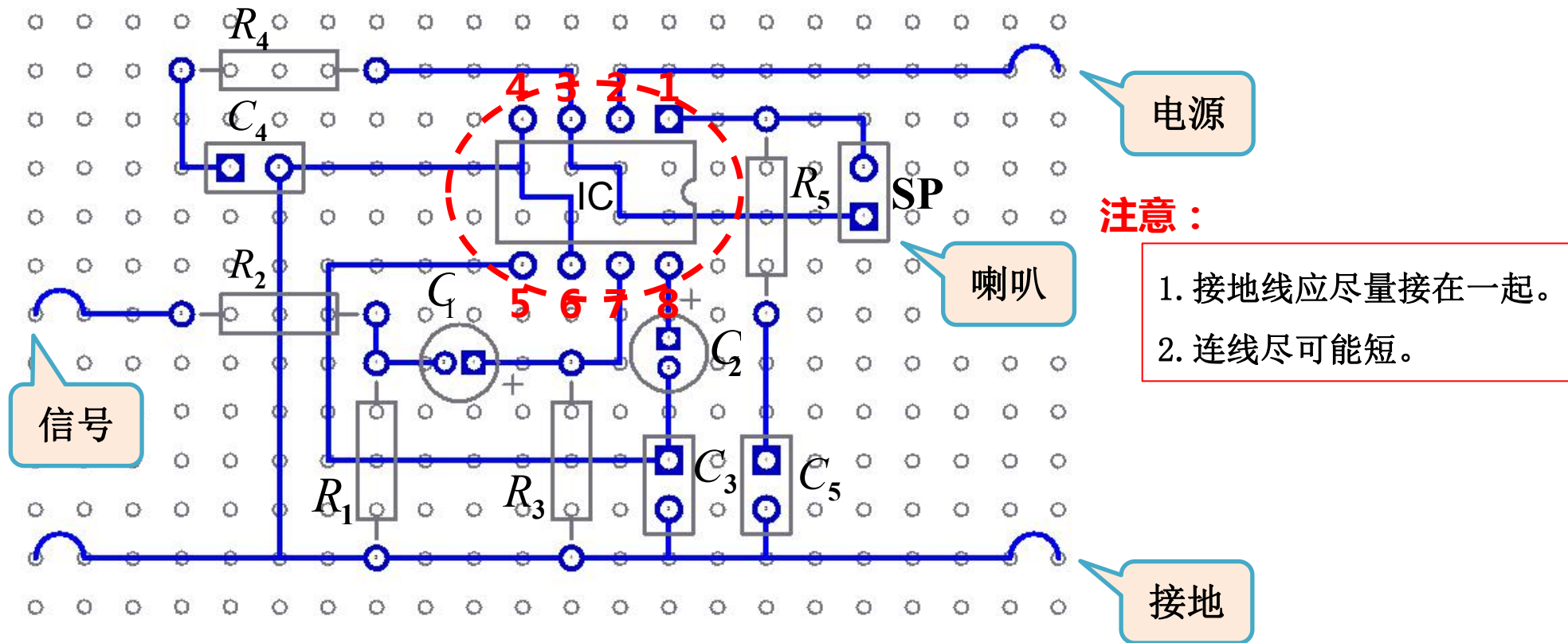
——制作过程

第二步：元器件识别与检测

第三步：在万能板上 进行合理布局

TDA2822音频功放电路

制作过程(布局参考图)



TDA2822音频功放电路

——制作过程

第四步：电路焊接

TDA2822音频功放电路

——制作过程

第五步：通电测试

TDA2822音频功放电路

——制作过程

第六步：安装外壳

TDA2822音频功放电路的制作

1.电路组成和元器件清单。

2.电路制作过程。分“六步”走：

