

第三章 功率放大电路

3.1 功率放大电路概述

3.2 互补功率放大电路

3.1 功率放大电路概述

功率放大电路是一种能够向负载提供足够大的功率的放大电路。因此，要求同时输出较大的电压和电流。管子工作在接近极限状态。

一般直接驱动负载，带载能力要强。

1.功率放大电路的技术要求及主要特点

- (1) 要求其在允许的失真限度内有尽可能大的输出功率和获得高的效率。最大输出交流功率、转换效率
- (2) 为获得足够大的输出功率，要求功放管的电压、电流变化幅度足够大，管子常常工作在极限应用状态，要考虑管子的安全工作。
- (3) 由于信号幅度大，功放管的非线性不可忽略，对电路的分析宜采用图解法，电压放大电路的微变等效电路法已不再适用

- 主要技术指标

(1) 最大输出功率 P_{om} ：在电路参数确定的情况下负载可能获得的最大交流功率。

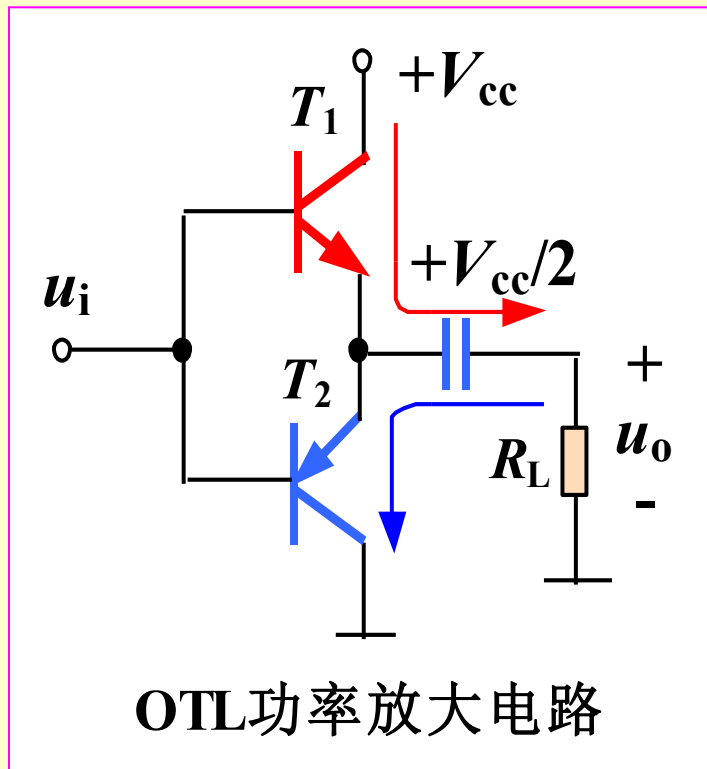
(2) 转换效率 η ：最大输出功率与电源提供的功率之比，
即
$$\eta = P_{om} / P_V$$

思考题：功率放大电路与前面介绍的电压放大电路有本质上的区别吗？

无本质的区别，都是能量的控制与转换。不同之处在于，各自追求的指标不同：电压放大电路追求不失真的电压放大倍数；功率放大电路追求尽可能大的不失真输出功率和转换效率。

3. 现在常用的两种互补对称功放基本电路形式

• OTL乙类互补对称功率放大电路

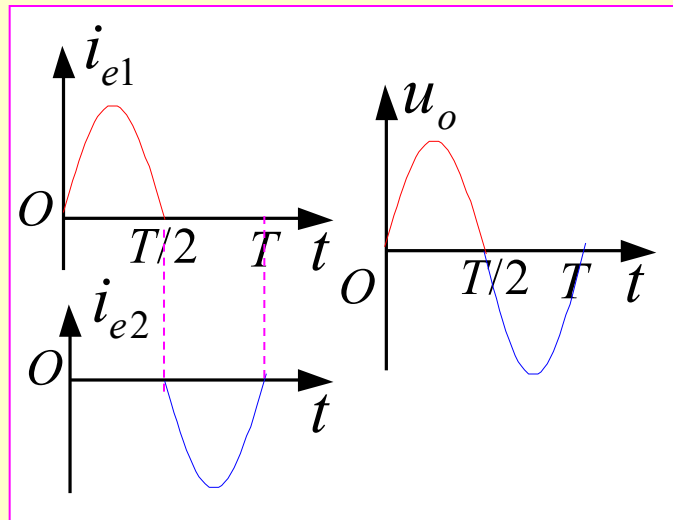
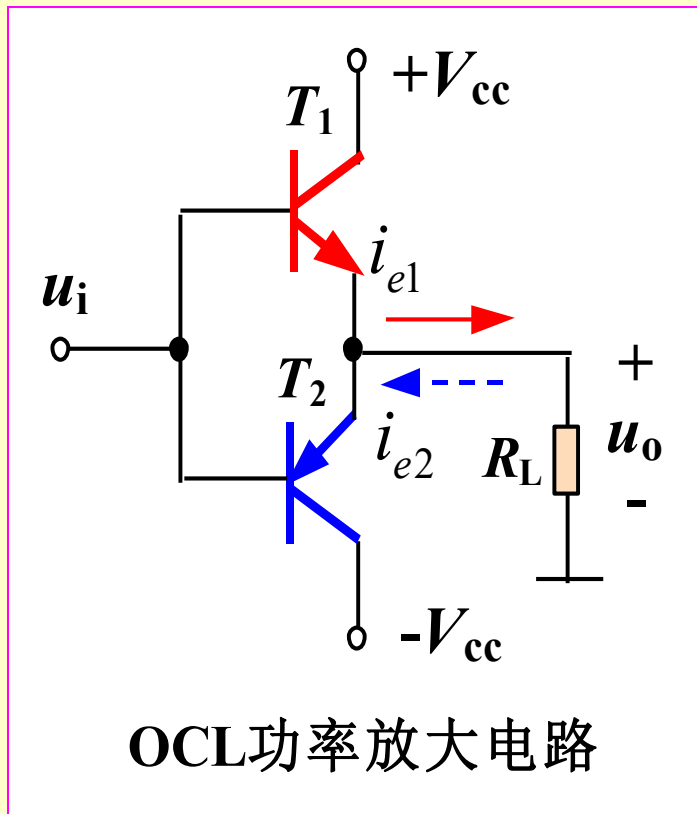


静态时：基极电位为 $V_{cc}/2$ ， T_1 、 T_2 管特性对称，发射结电位也为 $V_{cc}/2$ ， T_1 、 T_2 均截止，电容上的电压为 $V_{cc}/2$ 。电容 C 的容量足够大，对交流信号视为短路，且在输入信号的变化过程中，可假设电容上的电压不变。正半周 T_1 导通， T_2 截止，电流如红线所示， T_1 为射极输出形式；输入信号负半周， T_1 截止， T_2 导通，电容 C 上存储的电压 $V_{cc}/2$ 向 T_2 管供电，电流如兰线所示， T_2 为射极输出形式。

优点：效率高，单电源供电。

缺点：低频特性差。

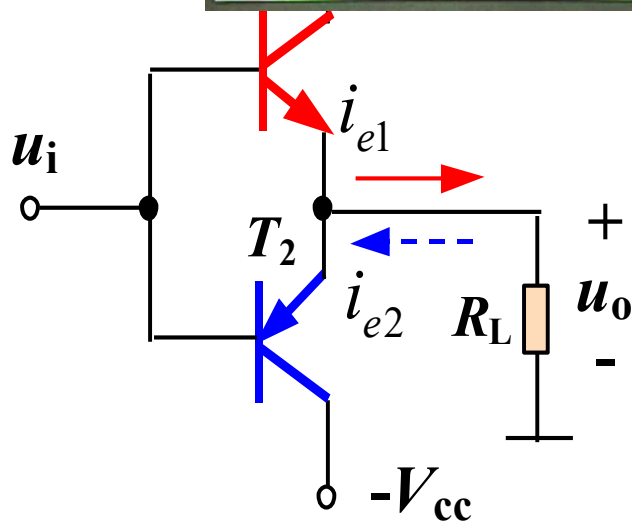
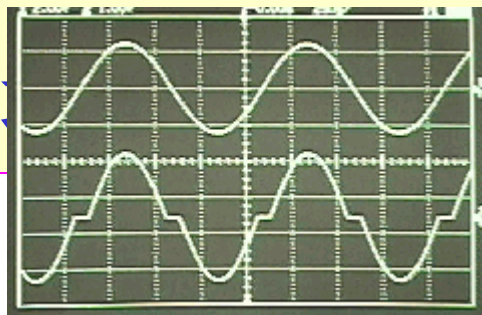
• OCL乙类互补对称功率放大电路



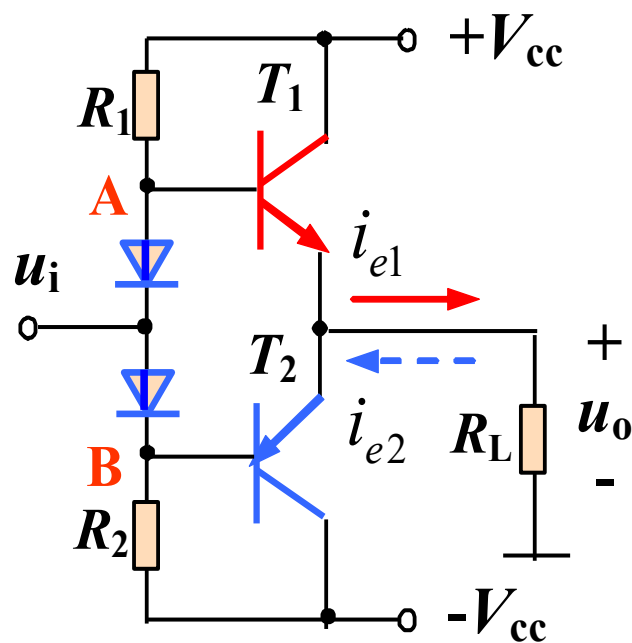
优点：效率高，直接耦合，频率特性好。

缺点：双电源供电。

1. OCL功率放大电路的交越失真及抑制



OCL功率放大电路



改进的OCL功率放大电路

因为在 u_i 为0时，晶体管已经处于微导通状态，其导通角大于 180° ，所以晶体管处于甲乙类工作状态。为避免降低效率，通常使静态时集电极电流值很小，所以对电路进行分析与估算时，可认为甲乙类与乙类互补电路的工作状态近似相同。

3.2 互补功率放大电路

2. OCL电路的输出功率和效率

- 最大输出功率 P_{om}

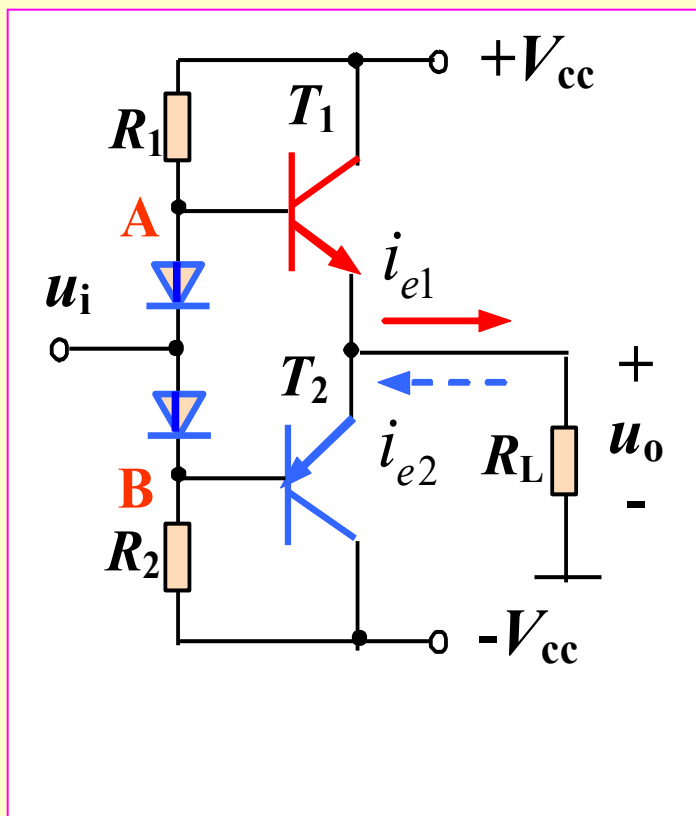
电路参数确定的情况下负载上可能获得的最大交流功率
用有效值进行计算

- 转换效率 η

$$\eta = \frac{\text{最大输出功率}}{\text{电源提供的功率}} = \frac{P_{om}}{P_V}$$

电源提供功率为直流功率，用平均值进行计算

●最大输出功率 P_{om}



$$P_{om} = \frac{U_{om}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{U_{om}}{\sqrt{2} \cdot R_L} = \frac{U_{om}^2}{2R_L}$$

$$= \frac{(V_{CC} - U_{CES})^2}{2R_L}$$

在饱和管压降可以忽略情况下

$$P_{om} = \frac{(V_{CC} - U_{CES})^2}{2R_L} \approx \frac{V_{CC}^2}{2R_L}$$

电源供给的功率 P_V

$$P_V = 2 \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_{CC} \bullet i_c d(\omega t)$$

忽略基极
回路电流

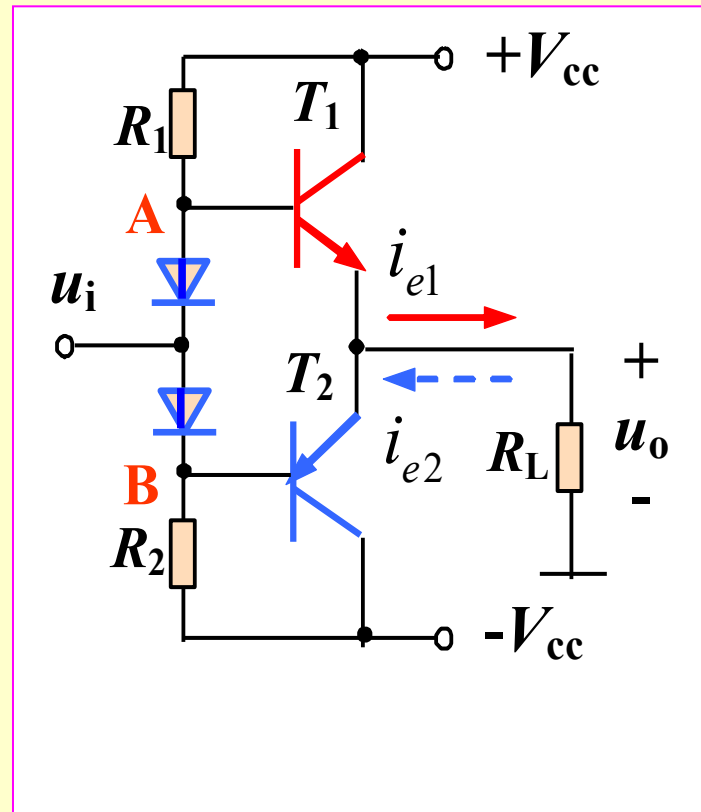
$$i_C = i_E = i_L = \frac{V_{CC} - U_{CES}}{R_L} \sin \omega t$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{\pi} \int_0^\pi V_{CC} \frac{V_{CC} - U_{CES}}{R_L} \sin \omega t d(\omega t) \\ &= \frac{2}{\pi} \bullet \frac{V_{CC} (V_{CC} - U_{CES})}{R_L} \end{aligned}$$

●效率 η

$$\eta = \frac{P_{om}}{P_V} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V_{CC} - U_{CES}}{V_{CC}}$$

在忽略饱和管压降情况下 $\eta \approx \frac{\pi}{4} = 78.5\%$



3.晶体管的选择

依据电路中晶体管所承受的**最大管压降**、**集电极最大电流**、**集电极最大功耗**来选择管子

➤最大管压降

$$U_{CE\max} = 2V_{CC} - U_{CES}$$

$$U_{CE\max} = 2V_{CC}$$

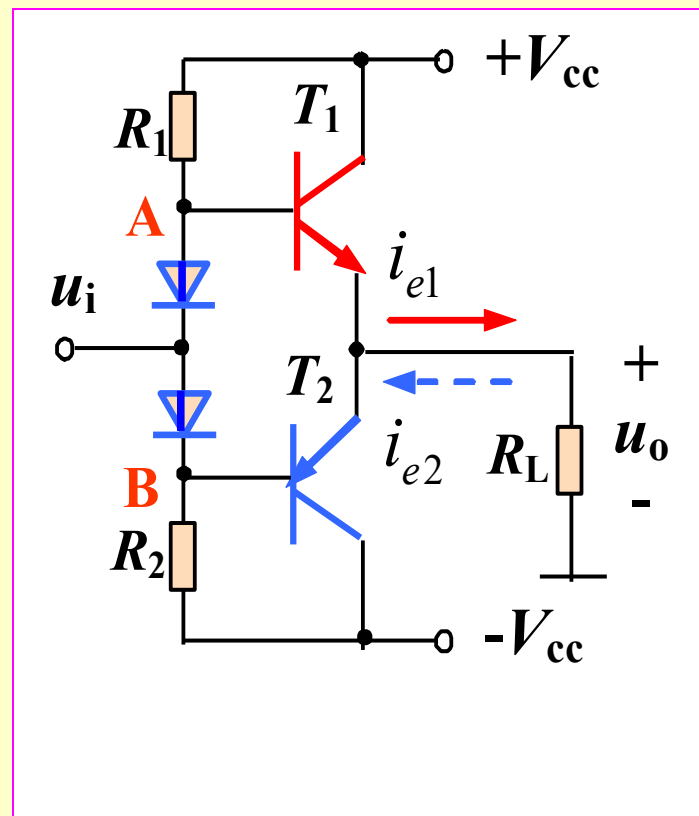
➤集电极最大电流

$$I_{C\max} \approx I_{E\max} = \frac{V_{CC} - U_{CES}}{R_L}$$

$$I_{C\max} = \frac{V_{CC}}{R_L}$$

➤集电极最大功耗

经分析在饱和管压降可忽略的情况下 $P_{T\max} = \frac{2}{\pi^2} P_{om} \approx 0.2 P_{om}$



选择晶体管时，使极限参数

集-射间反向击穿电压 $U_{CEO} > 2V_{CC}$

最大集电极电流 $I_{CM} > \frac{V_{CC}}{R_L}$

最大集电极耗散功率 $P_{CM} > 0.2P_{om}$

并且留有一定余量