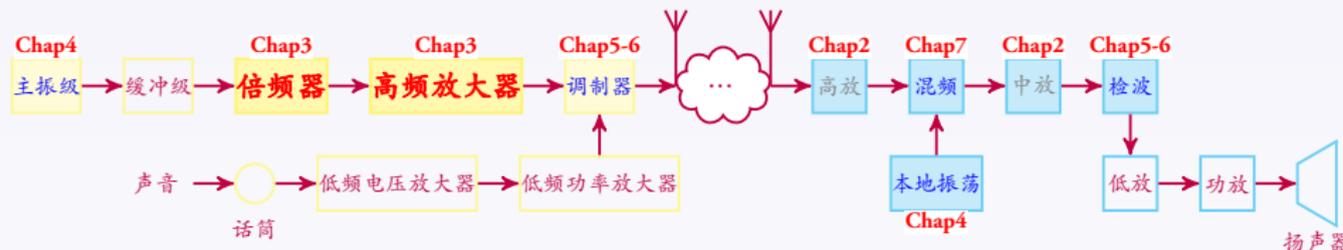


课程主要内容

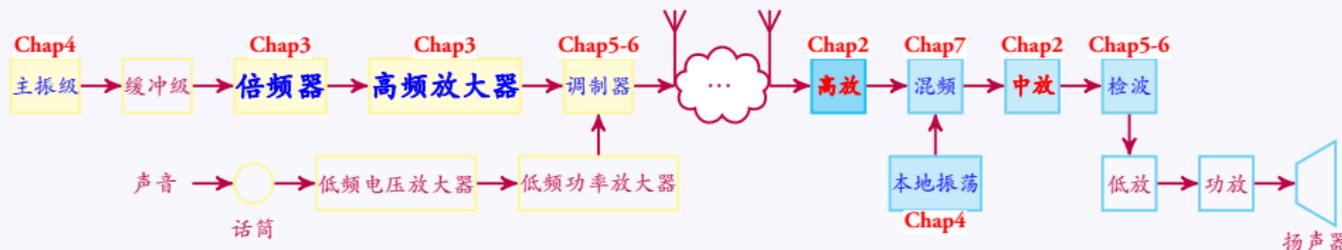


- ① Chap2 谐振回路 高频电路基础
- ② Chap2 小信号调谐放大器 放大选频
- ③ **Chap3 调谐功率放大器 功率效率 谐波抑制度**
- ④ **Chap3 倍频器**
- ⑤ Chap4 正弦波振荡器
- ⑥ Chap5 振幅调制与解调
- ⑦ Chap6 角度调制与解调
- ⑧ Chap7 变频器
- ⑨ Chap8 锁相环

- ① 电阻、电容、电感等无源线性元件
- ② 二极管、三极管等有源非线性器件
- ③ LC 谐振回路、基本放大电路、振荡器电路等

着重讨论发送设备和接收设备各单元的工作原理和组成，以及构成发送、接收设备的各种单元电路的工作原理、典型电路和分析方法。

高频调谐功率放大器 VS. 小信号调谐放大器



高频调谐功率放大器

输入信号电压

几百毫伏到几伏

晶体管工作

延伸到非线性区域（截止和饱和区）；丙类状态；发射机高放

功率和效率

输出功率大，以满足天线发射和其他负载的要求

主要指标要求

输出功率、效率和谐波抑制制度等

小信号调谐放大器

微伏至毫伏

线性范围（放大区）；甲类状态；接收机高放、中放

功率较小，但通过匹配阻抗可以获得很大的功率增益；效率较低有足够的增益，满足通频带和选择性要求，工作稳定等

高频调谐功率放大器

郑海永

选课号：0202004 课程号：071502101211

上课时间地点：周 1/34 节/7108 周 4/12 节/7108

中国海洋大学 电子工程系

2012 年 10 月



本章主要内容

- ① 调谐功率放大器的用途与特点
- ② 调谐功率放大器的工作原理
- ③ 功率和效率
- ④ 调谐功率放大器的工作状态分析
- ⑤ 调谐功率放大器的实用电路
- ⑥ 功率晶体管的高频效应
- ⑦ 倍频器

目录

- 1 调谐功率放大器的工作状态分析
 - 晶体管的特性
 - 调谐功率放大器的动态特性
 - 调谐功率放大器的三种工作状态及其判别方法

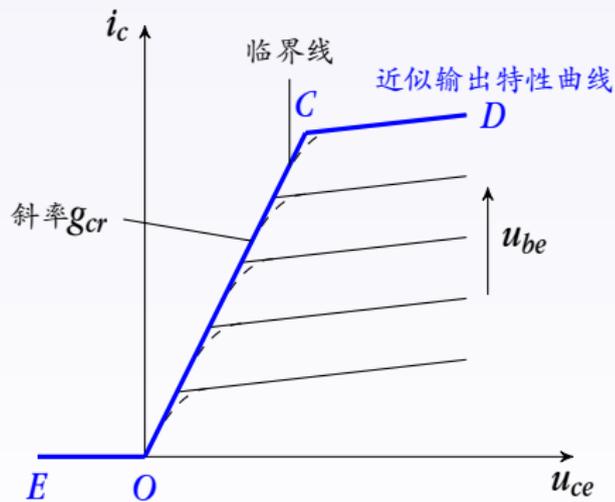
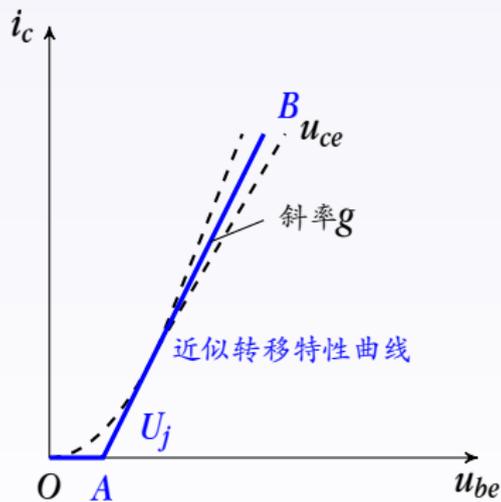
内容提要

- 1 调谐功率放大器的工作状态分析
 - 晶体管的特性
 - 调谐功率放大器的动态特性
 - 调谐功率放大器的三种工作状态及其判别方法

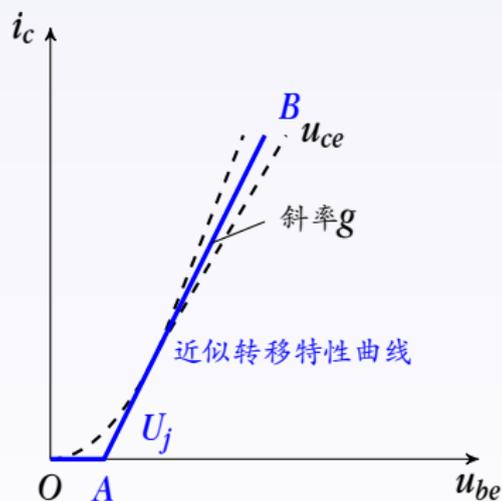
内容提要

- 1 调谐功率放大器的工作状态分析
 - 晶体管的特性
 - 调谐功率放大器的动态特性
 - 调谐功率放大器的三种工作状态及其判别方法

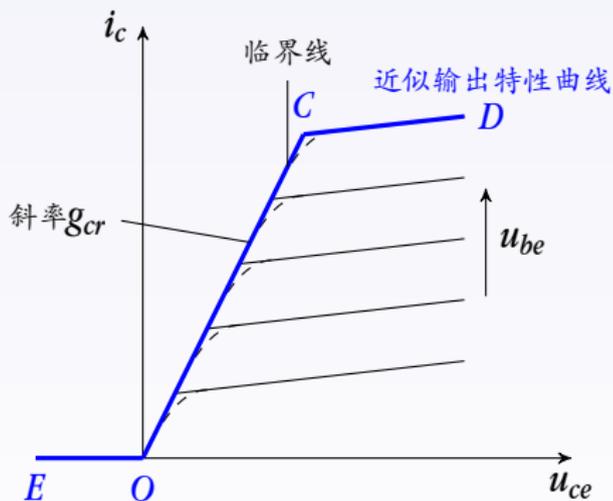
晶体管的特性曲线



晶体管的特性曲线



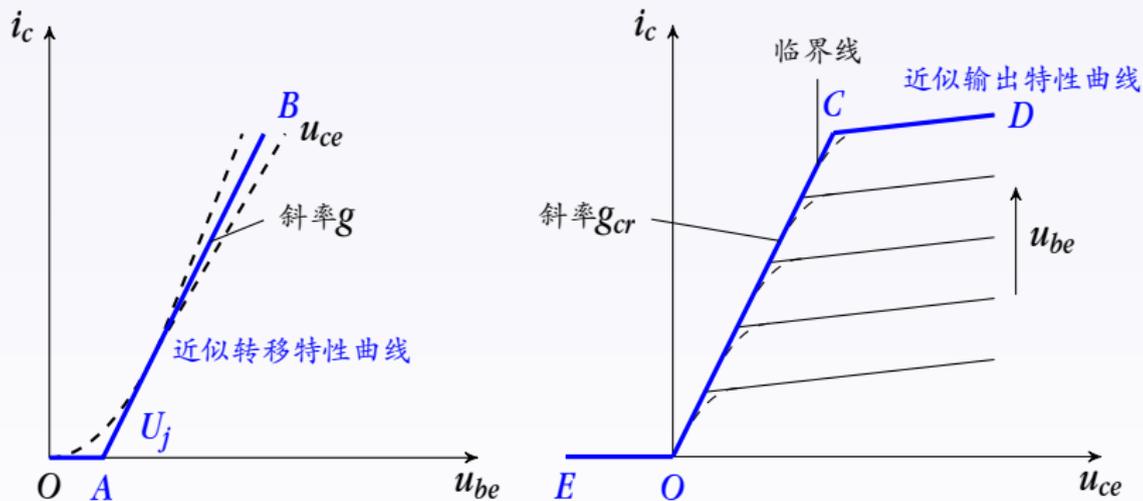
$$i_c = \begin{cases} g(u_{be} - U_j) & u_{be} > U_j \\ 0 & u_{be} \leq U_j \end{cases}$$



$$i_c = f(u_{ce})|_{i_b = \text{常数}} \Rightarrow u_{ce} = \text{常数}$$

对应 i_b 取不同定值时，改变 u_{ce} 并测量对应的 i_c ，可得到晶体管的输出特性曲线组。

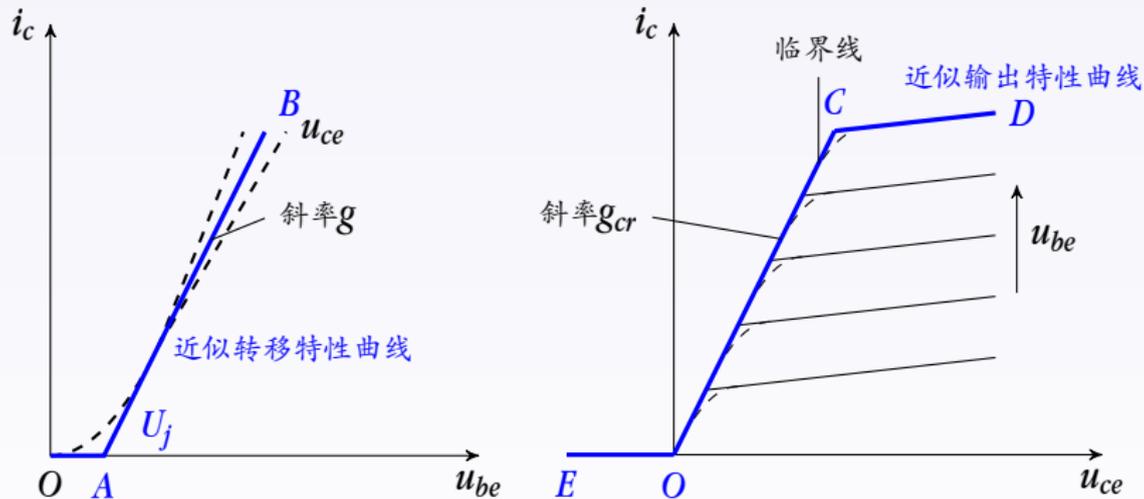
晶体管的特性曲线



放大区

i_b 的微小变化才会引起 i_c 有很大的变化； i_c 的变化基本上与 u_{ce} 无关，它只受 i_b 的控制。

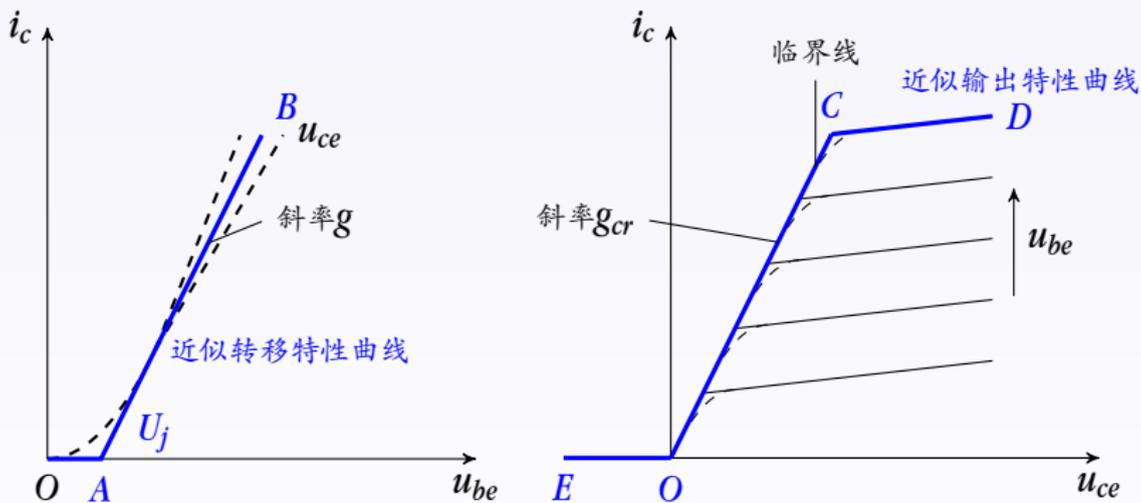
晶体管的特性曲线



饱和区

当 i_c 增大时，集电极电压 $u_{ce} = E_c - i_c R_L$ 必然下降；当 u_{ce} 下降到 u_{be} 以下时， i_b 再增大， i_c 基本上不再发生变化， i_c 达到饱和程度，此时晶体管失去电流放大能力。集电极和发射极之间相当于短接开关“通”。

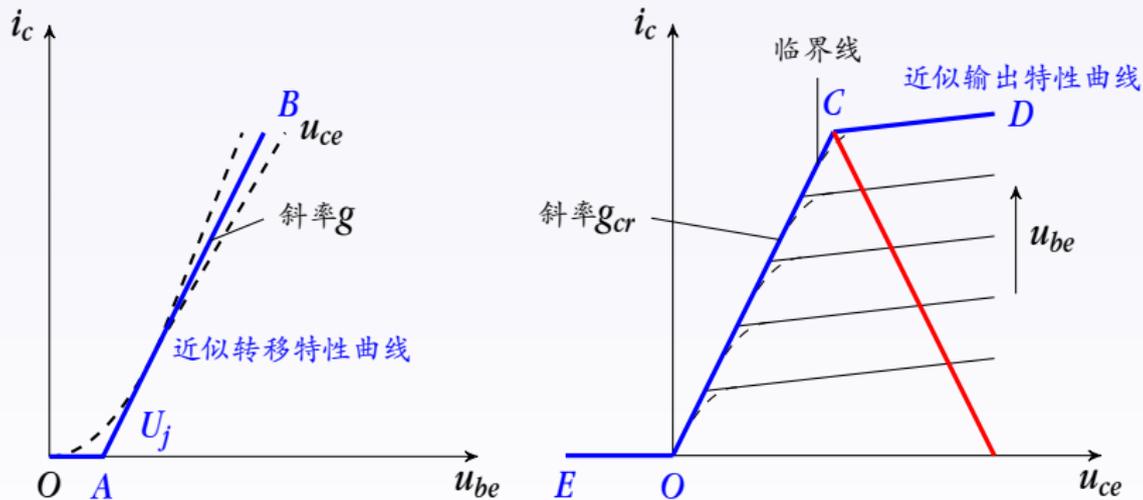
晶体管的特性曲线



截止区

发射结和集电结均反向偏置，集电极和发射极之间相当于断路开关“关”。

晶体管的特性曲线



静态负载线

$$i_c = \frac{E_c - u_{ce}}{R_L} = -\frac{1}{R_L} u_{ce} + \frac{E_c}{R_L}$$

内容提要

1 调谐功率放大器的工作状态分析

- 晶体管的特性
- 调谐功率放大器的动态特性
- 调谐功率放大器的三种工作状态及其判别方法

调谐功率放大器的动态特性

调谐功率放大器的动态特性是晶体管内部特性和外部特性结合起来的特性（即实际放大器的工作特性）。

晶体管内部特性 无载情况下晶体管的输出特性 ($i_c \sim u_{ce}$) 和转移特性 ($i_c \sim u_{be}$)

晶体管外部特性 有载情况下晶体管的输入、输出电压 (u_{be}, u_{ce}) 同时变化时 $i_c \sim u_{be}$ 和 $i_c \sim u_{ce}$ 特性

调谐功率放大器的动态特性

内部特性方程 $i_c = g(u_{be} - U_j)$

外部特性方程
$$\begin{cases} u_{be} = -E_b + U_{bm} \cos \omega t \\ u_{ce} = E_c - U_{cm} \cos \omega t \end{cases}$$

$$i_c = g(-E_b + U_{bm} \cos \omega t - U_j) = g\left(-E_b - U_j + U_{bm} \frac{E_c - u_{ce}}{U_{cm}}\right) = f(u_{ce})$$

静态工作点 Q $u_{ce} = E_c \Rightarrow i_c = g(-E_b - U_j) = -g(E_b + U_j)$

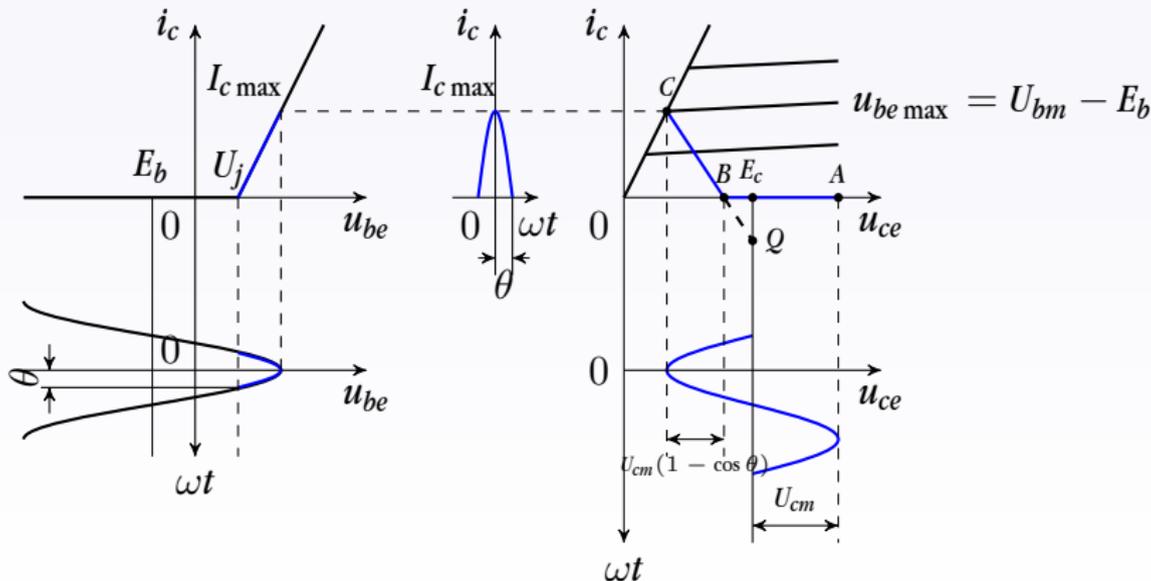
起始导通点 B $i_c = 0 \Rightarrow u_{ce} = E_c - U_{cm} \frac{U_j + E_b}{U_{bm}} = E_c - U_{cm} \cos \theta$

调谐功率放大器的动态特性

$$i_c = g(-E_b + U_{bm} \cos \omega t - U_j) = g\left(-E_b - U_j + U_{bm} \frac{E_c - u_{ce}}{U_{cm}}\right) = f(u_{ce})$$

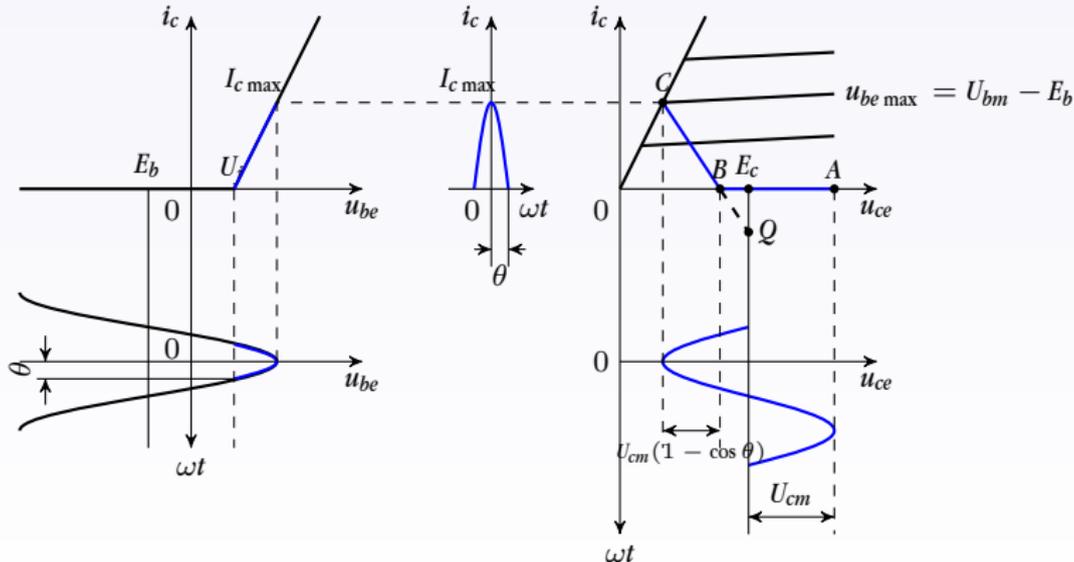
静态工作点 Q $u_{ce} = E_c \Rightarrow i_c = g(-E_b - U_j) = -g(E_b + U_j)$ $Q(E_c, -g(E_b + U_j))$

起始导通点 B $i_c = 0 \Rightarrow u_{ce} = E_c - U_{cm} \frac{U_j + E_b}{U_{bm}} = E_c - U_{cm} \cos \theta$ $B(E_c - U_{cm} \cos \theta, 0)$



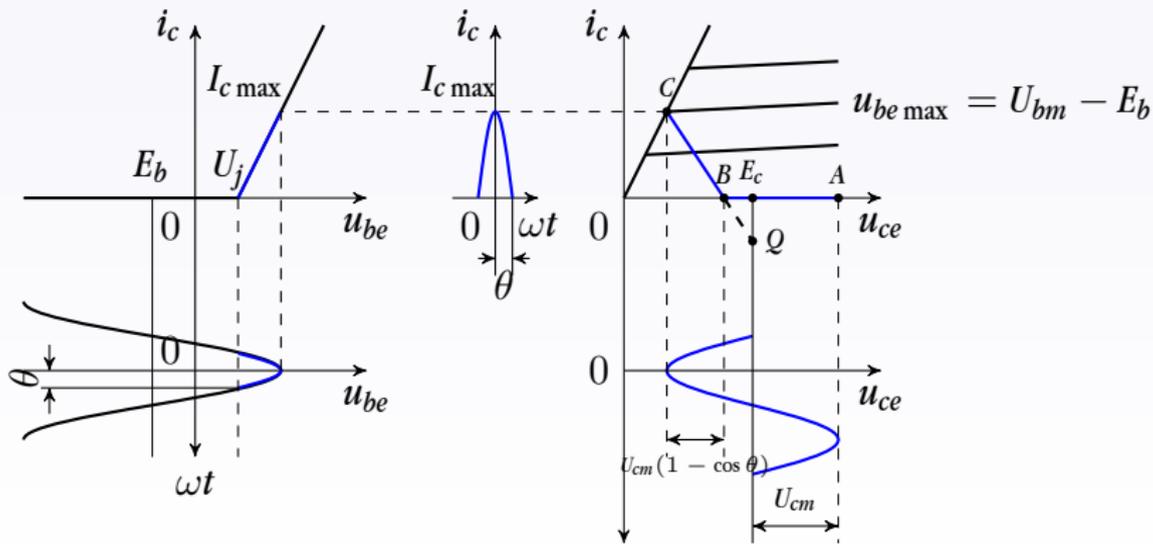
调谐功率放大器的动态特性

- AB 段是晶体管处于截止状态的动态线 $i_c = 0$ 。
- 当放大器工作在临界状态时, C 点刚好在饱和线与动态线的交点。
- 当放大器工作在过压状态时, C 点沿饱和线 CO 下滑; i_c 只受 u_{ce} 控制, 而不再随 u_{be} 变化。



调谐功率放大器的动态特性

- 丙类放大器的动态线 BC 不仅是负载的函数，还是导通角的函数。
- 动态线斜率的倒数即为调谐功率放大器的动态电阻 R'_c 。
- $$R'_c = \frac{U_{cm}(1 - \cos \theta)}{I_{c \max}} = \frac{I_{c1m}R_c(1 - \cos \theta)}{I_{c \max}} = \alpha_1(\theta)(1 - \cos \theta)R_c$$



内容提要

- 1 调谐功率放大器的工作状态分析
 - 晶体管的特性
 - 调谐功率放大器的动态特性
 - 调谐功率放大器的三种工作状态及其判别方法

调谐功率放大器的三种工作状态及其判别方法

欠压 在整个周期内，晶体管工作不进入饱和区； $u_{ce\min} > U_{ces}$ 。

临界 刚刚进入饱和区的边缘； $u_{ce\min} = U_{ces}$ 。

过压 晶体管工作时有部分时间进入饱和区； $u_{ce\min} < U_{ces}$ 。

