



理想运算放大器及其分析依据

主讲教师：王香婷 教授





理想运算放大器及其分析依据

主要内容:

理想运算放大器的主要条件、电压传输特性；运算放大器工作在线性区以及非线性区的特点及分析方法。

重点难点:

运算放大器工作在线性区以及非线性区的特点及分析方法。





理想运算放大器及其分析依据

理想运算放大器

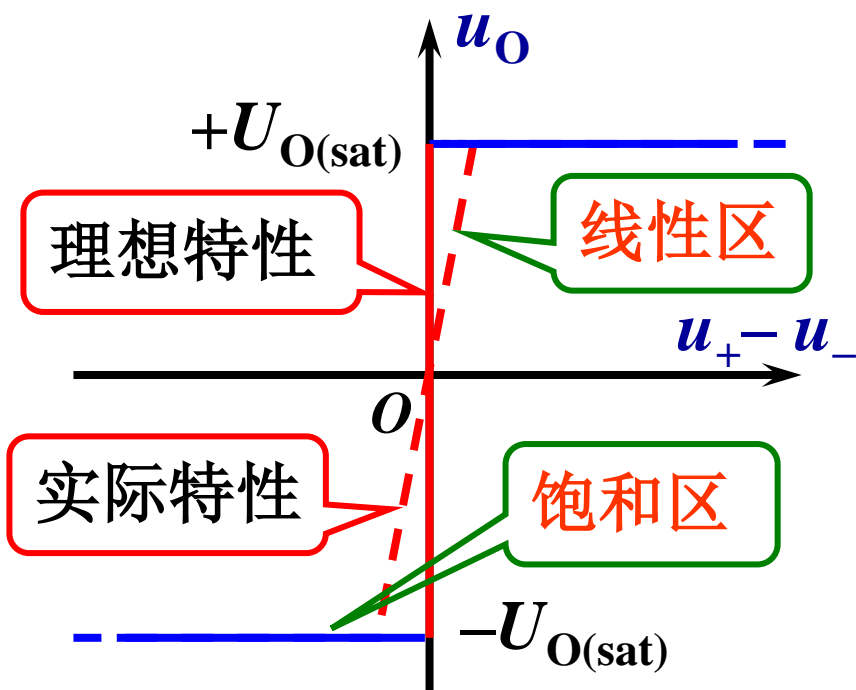
在分析运算放大器时，一般将它看成是理想的运算放大器。
理想化的主要条件：

- (1) 开环电压放大倍数 $A_{uo} \rightarrow \infty$
- (2) 差模输入电阻 $r_{id} \rightarrow \infty$
- (3) 开环输出电阻 $r_o \rightarrow 0$
- (4) 共模抑制比 $K_{CMRR} \rightarrow \infty$

由于实际运算放大器的技术指标接近理想化条件，用理想运算放大器分析电路可使问题大大简化。

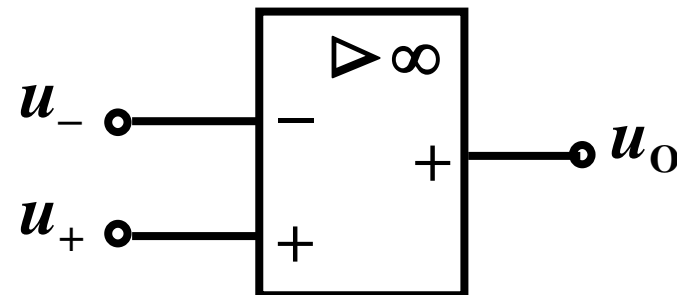


1. 电压传输特性 $u_O = f(u_i)$



线性区:

$$u_O = A_{uo}(u_+ - u_-)$$



理想运算放大器图形符号

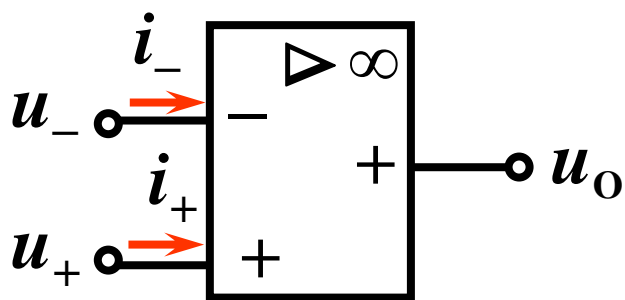
非线性区:

$$u_+ > u_- \text{ 时, } u_O = +U_{O(sat)}$$

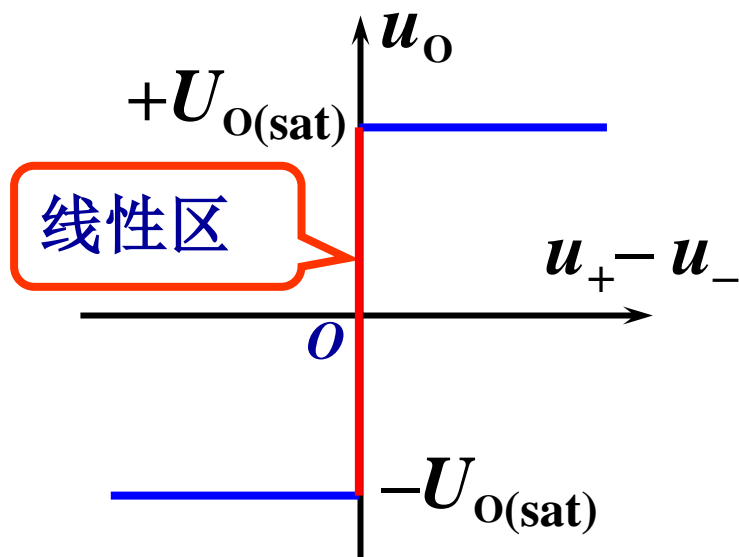
$$u_+ < u_- \text{ 时, } u_O = -U_{O(sat)}$$

$U_{O(sat)}$ 与运算放大器的电源电压有关, 一般较电源电压低1~2V。

2. 理想运算放大器工作在线性区的特点



电压传输特性



因为 $u_o = A_{uo}(u_+ - u_-)$

所以 (1) 差模输入电压约等于 0

即 $u_+ \approx u_-$ ，称“虚短”。

(2) 输入电流约等于 0

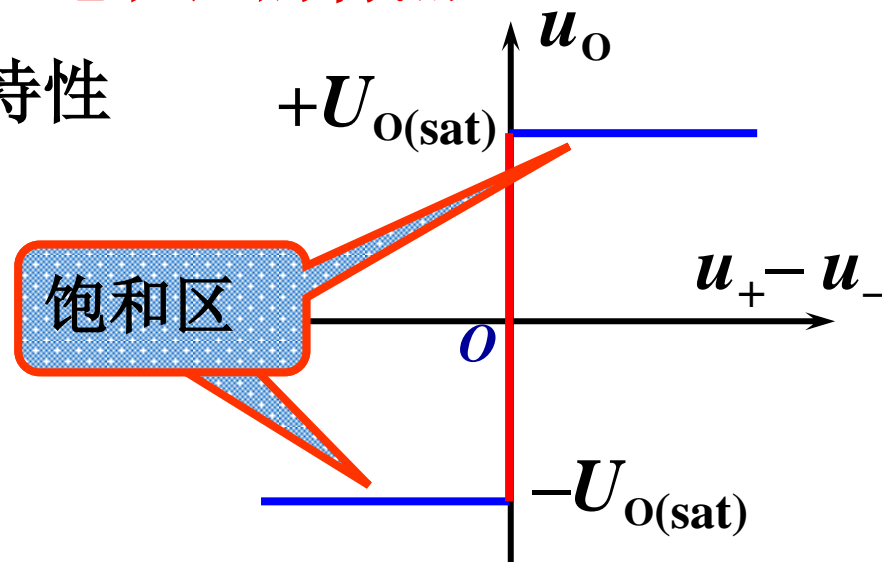
即 $i_+ = i_- \approx 0$ ，称“虚断”。

A_{uo} 越大，运算放大器的线性范围越小，必须加负反馈才能使其工作于线性区。



3. 理想运算放大器工作在饱和区的特点

电压传输特性



(1) 输出只有两种可能， $+U_{O(sat)}$ 或 $-U_{O(sat)}$ 。

当 $u_+ > u_-$ 时， $u_O = +U_{O(sat)}$

$u_+ < u_-$ 时， $u_O = -U_{O(sat)}$

不存在“虚短”现象。

(2) $i_+ = i_- \approx 0$ ，仍存在“虚断”现象。





小 结

1. 理解运算放大器的条件

$$A_{uo} \rightarrow \infty, r_{id} \rightarrow \infty, r_{od} \rightarrow 0, K_{CMRR} \rightarrow \infty$$

2. 运算放大器的分析依据

(1) 工作在线性区的特点

$$u_O = A_{uo}(u_+ - u_-)$$

“虚短”：即 $u_+ \approx u_-$
“虚断”： $i_+ = i_- \approx 0$ (必须加负反馈)

(2) 工作在非线性区的特点

输出只有两种可能， $+U_{O(sat)}$ 或 $-U_{O(sat)}$ ，不存在“虚短”现象。

$i_+ = i_- \approx 0$ ，仍存在“虚断”现象。

