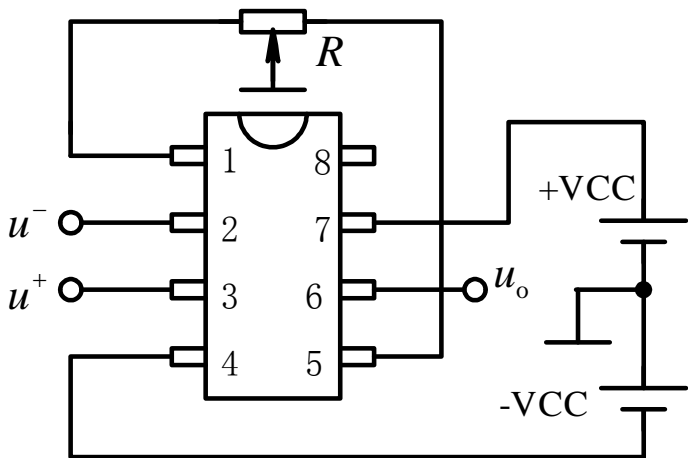
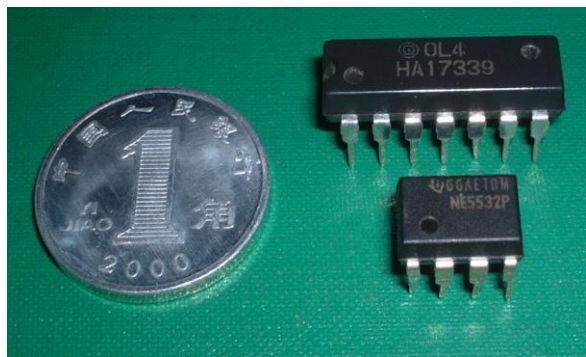


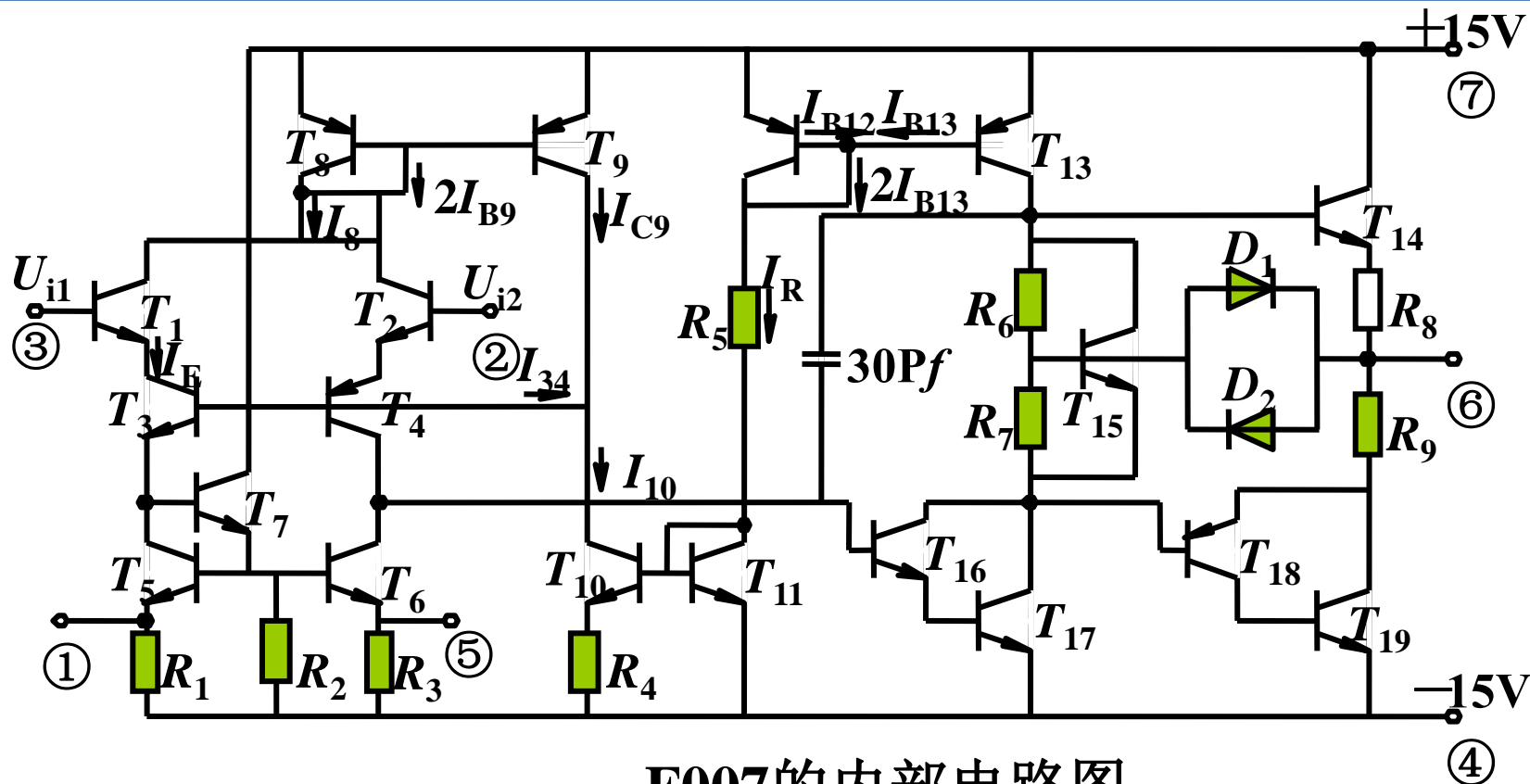
# 运算放大器

运算放大器简称运放是一种用集成电路工艺制成的多端元件。



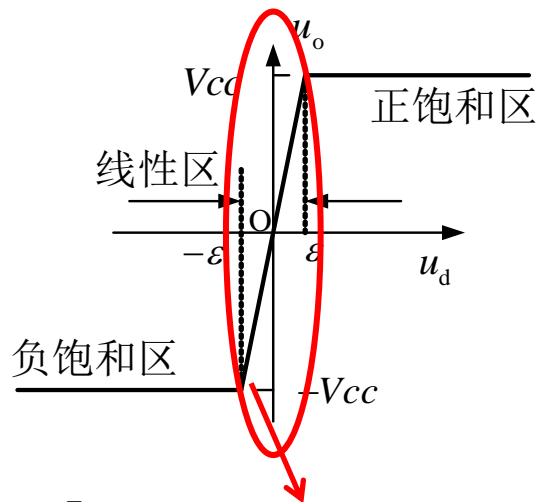
## 运放管脚功能介绍

**Pin1, Pin5:** 调零端。 **Pin6:** 电压输出端。 **Pin8:** 未用。  
**Pin2:** 反相输入端。 **Pin4:** 负电源接入端。  
**Pin3:** 同相输入端。 **Pin7:** 正电源接入端。



F007的内部电路图

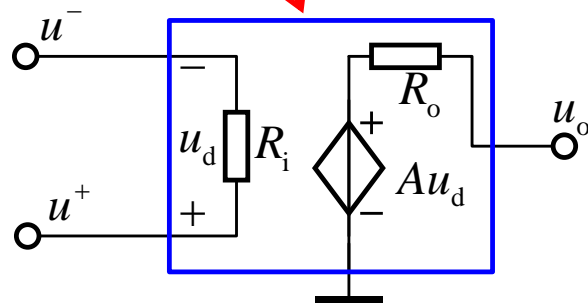
## 实际运放的输入输出特性:



差分输入电压

$$u_d = u^+ - u^-$$

$$\left\{ \begin{array}{l} |u_d| \leq \varepsilon \text{ 线性区} \\ |u_d| > \varepsilon \text{ 非线性区} \end{array} \right.$$



$u_o = A u_d$  开环增益  
开环电压放大倍数

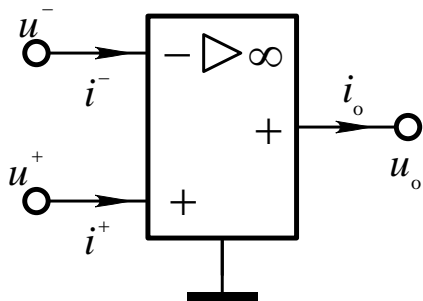
## 运算放大器电路模型中参数的典型取值范围

参数名称、符号	典型值	理想化值
开环电压增益 $A$	$10^5$ 到 $10^8$	$\infty$
输入电阻 $R_i$	$10^6 \Omega$ 到 $10^{12} \Omega$	$\infty$
输出电阻 $R_o$	$10 \Omega$ 到 $100 \Omega$	$0$
工作电压 $V_{\infty}$	$5V$ 到 $24V$	

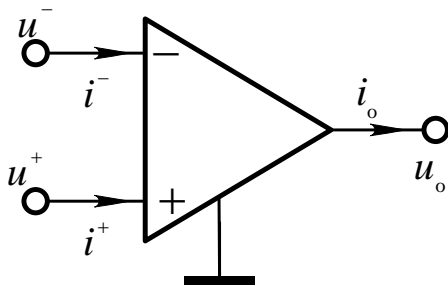
**注：**运放的开环增益非常大，一个微小的输入电压就足以使运放工作到饱和区。因此，为使运放工作在线性区，必须引入负反馈。

## 理想运放的模型及特性

理想化条件：无穷大的开环增益、  
无穷大的输入电阻和  
零输出电阻。



国标符号



国际通用符号

理想运放的电路符号

## 理想运放的端口特性：

1 因为输入电阻为无穷大，所以输入电流

$$i^- = i^+ = u_d / R_i = 0 \quad \text{即} \quad i^- = 0, \quad i^+ = 0$$

电流为零，相当于开路，所以此性质称为**虚断**。

2 因为开环增益为无穷大，所以输入电压

$$u_d = u^+ - u^- = \frac{u_o}{A} = 0 \quad \text{即} \quad u^+ = u^-$$

电压相等，相当于短路，所以此性质称为**虚短**。