

# ch2.6运算放大器

---

杨旭强

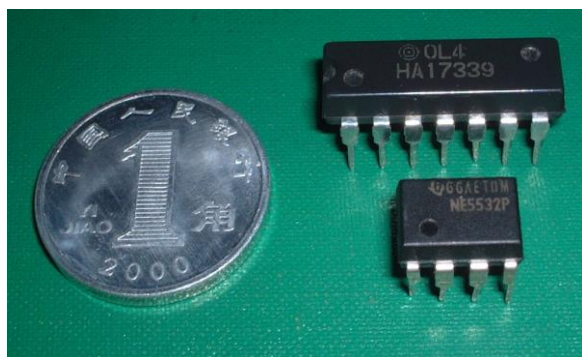
哈尔滨工业大学电气工程系



## 2.6 运算放大器

基本要求：掌握实际运算放大器结构和理想运算放大器的特性。

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。



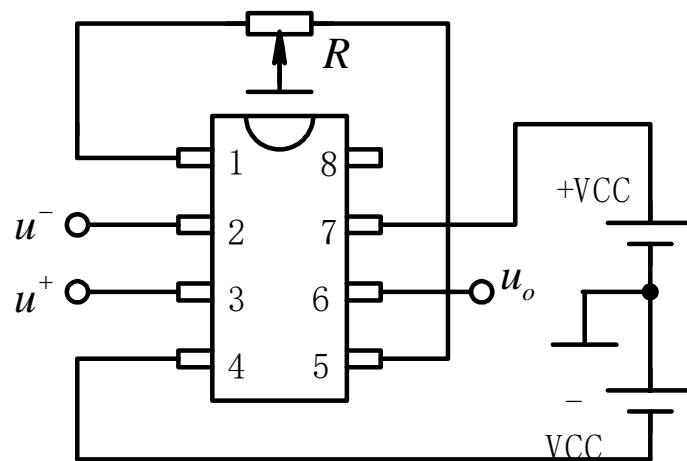
运放的封装图

运放管脚功能介绍

Pin1, Pin5: 调零端。

Pin2: 反相输入端。

Pin3: 同相输入端。



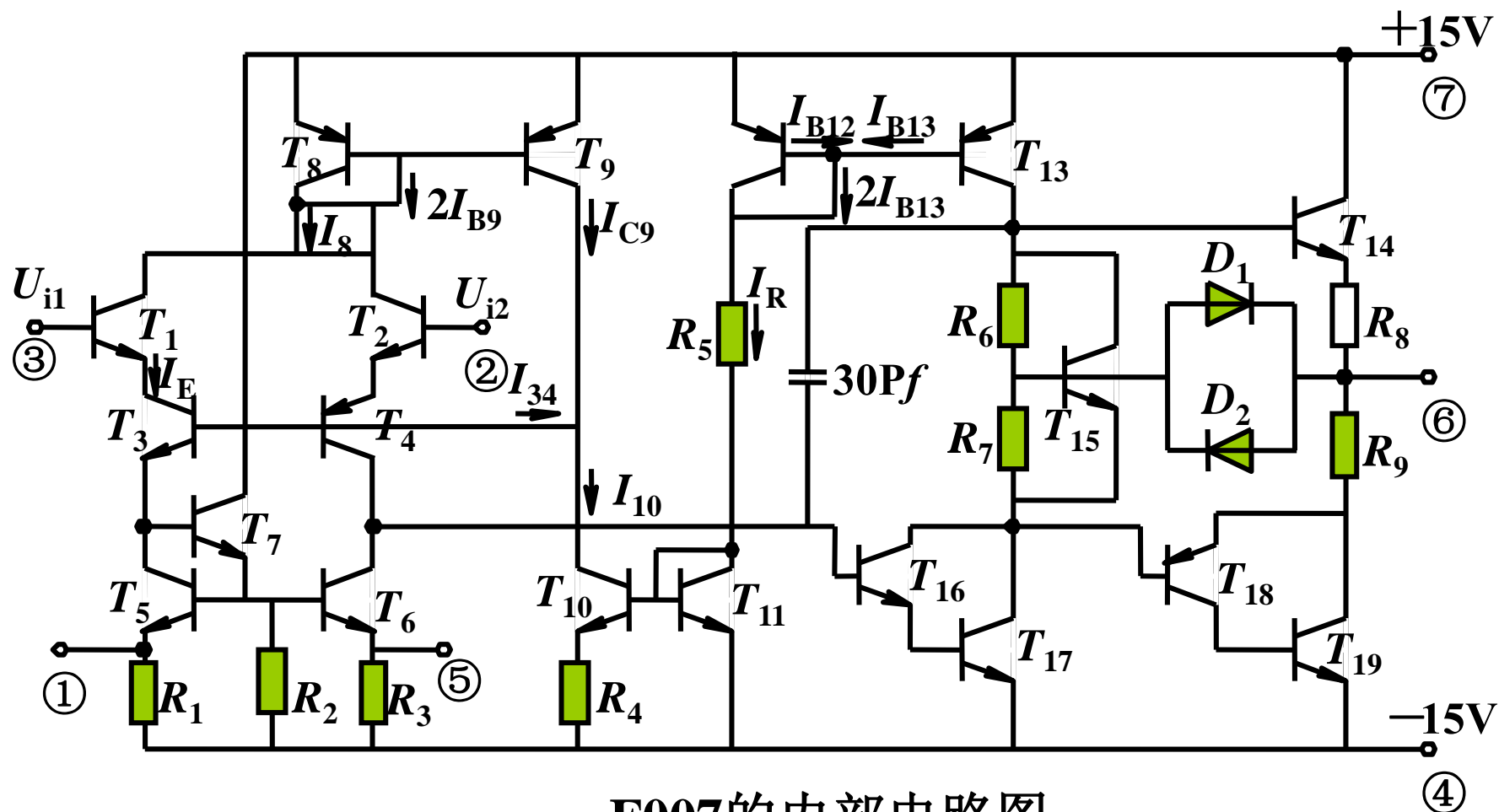
运放的外部接线图

Pin6: 电压输出端。 Pin8: 未用。

Pin4: 负电源接入端。

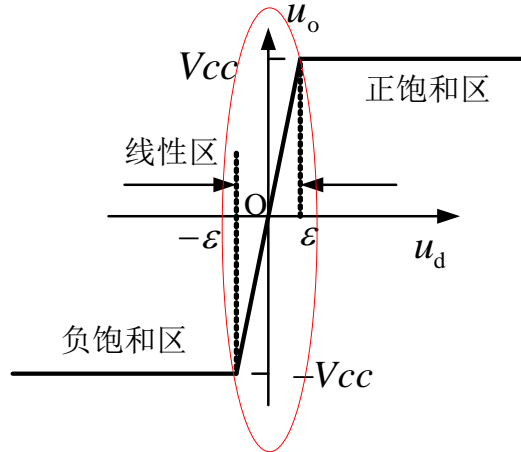
Pin7: 正电源接入端。

## 2.6 运算放大器

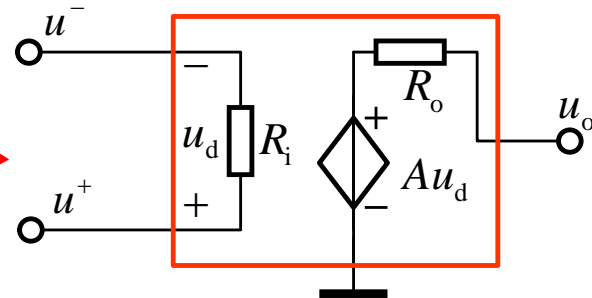


## 2.6 运算放大器

### 实际运放的输入输出特性:



运放的输入输出特性



工作在线性区时运放的电路模型

$$u_d = u^+ - u^- \text{ 差分输入电压}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} |u_d| \leq \varepsilon & \text{线性区} \\ |u_d| > \varepsilon & \text{非线性区} \end{array} \right. \quad u_o = Au_d \text{ 开环增益或}$$

开环电压放大倍数

## 2.6 运算放大器

### 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 $10^{13} \Omega$	$\infty$
输出电阻 $R_o$	$10 \Omega$ 到 $100 \Omega$	0
工作电压 $V_{cc}$	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**反馈**。

引入反相输入端称为**负反馈**；

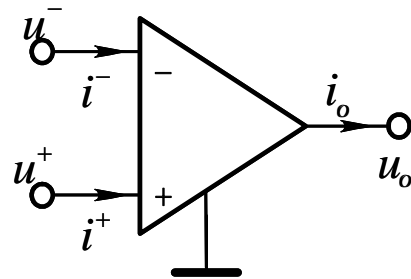
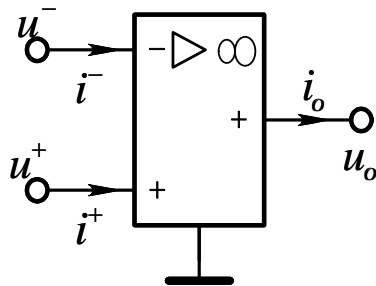
引入同相输入端称为**正反馈**。

## 2.6 运算放大器

### 理想运放的模型及特性

理想条件：开环增益及输入电阻无穷大、输出电阻为零。

理想运放的端口特性：



理想运放的电路符号 (a) 国标符号；(b) 国际通用符号

1、 因为输入电阻无穷大，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、 因为开环增益无穷大，所以输入电压

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

电压相等，相当于短路，所以此性质称为**虚短**。