



电压比较器电路设计

汤雪娇 tangxuejiao@seu.edu.cn

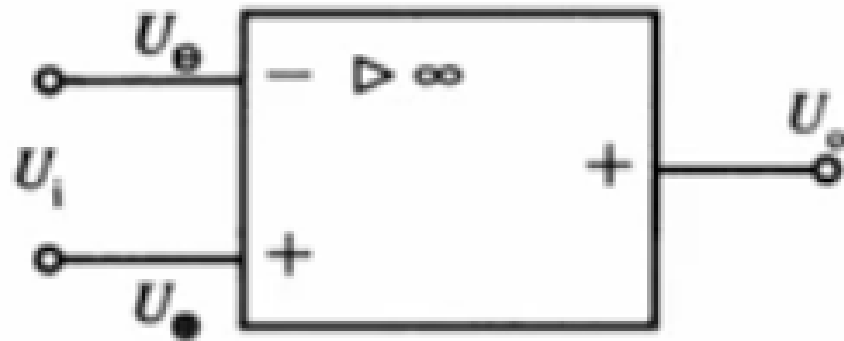
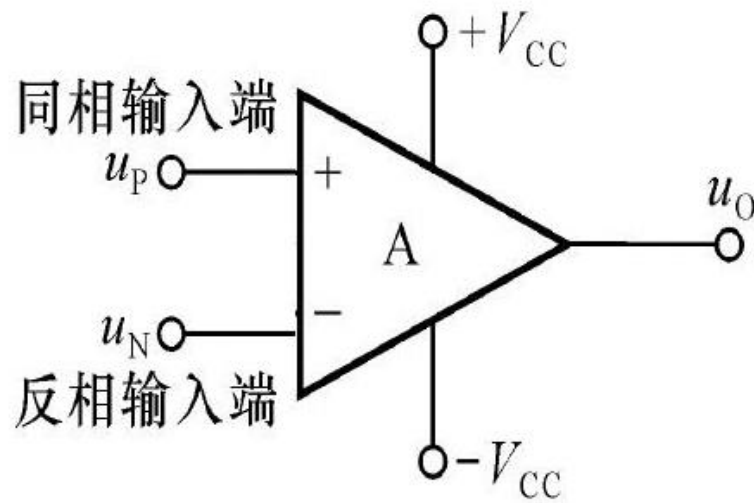
- ◀ **实验目的**
- ◀ **相关知识点**
- ◀ **实验内容**
- ◀ **预习要求**

- 1. 熟悉比较器的电路结构和工作原理
- 2. 掌握比较器的电路设计方法
- 3. 掌握比较器的电路特性及测量方法
- 4. 理解不同比较器的应用场合
- 相关内容： 滞回比较器（参见教材中实验十五）

- ◀ 实验目的
- ◀ 相关知识点
- ◀ 实验内容
- ◀ 预习要求

1. 运算放大器

- 运算放大器，简称运放，是模拟电子电路中应用很广泛的器件，如常用的 $\mu A741$ 单运放，LM324四运放等。
- 运放的电路符号在欧美等国用的是三角形的符号，我国的国标符号是一个方形，同相、反相输入端分别有+、-号。



1.运算放大器

◆理想运放的技术指标

理想运放就是将集成运放的各项技术指标理想化，理想运放的主要技术指标为：

开环差模增益 $A_{od} = \infty$ 实际上 $A_{od} \geq 80\text{dB}$

差模输入电阻 $r_{id} = \infty$ 实际上 r_{id} 比输入端外电路的电阻大2~3个量级

输出电阻 $r_o = 0$ 实际上 r_o 比输出端外电路的电阻小1~2个量级

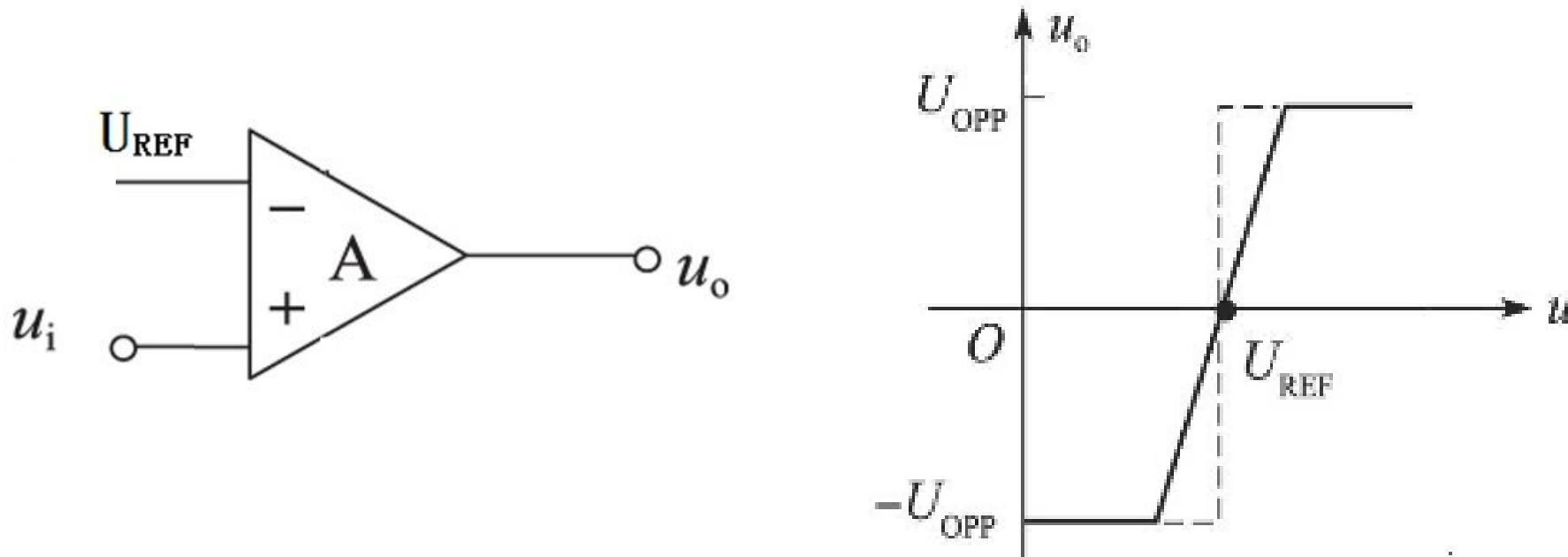
共模抑制比 $K_{CMR} = \infty$

在做一般原理性分析时，运算放大器都可以视为理想的

2. 比较器



- 比较器是运算放大器的非线性应用，功能是将一个模拟电压信号与一个参考电压相比较，输出电压表示比较的结果，只有高电平和低电平两种情况。

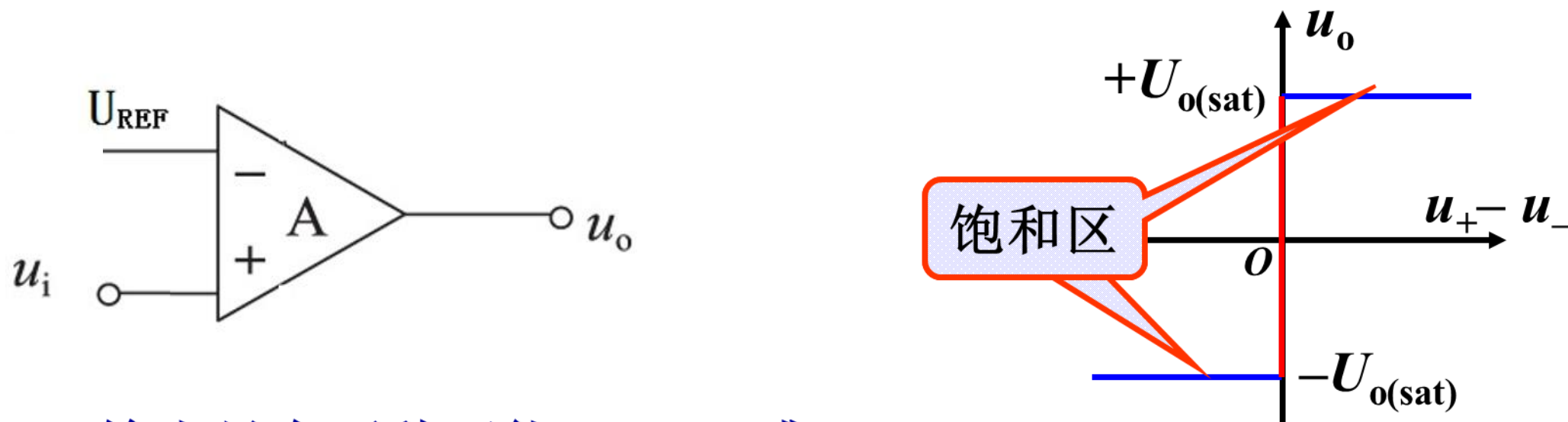


参考电压 U_{REF} ：使输出电压发生跳变时的输入电压(Threshold)
阈值电压或门限电压

2. 比较器



➤ 运放工作在开环状态或引入正反馈



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, $u_o = -U_{o(sat)}$

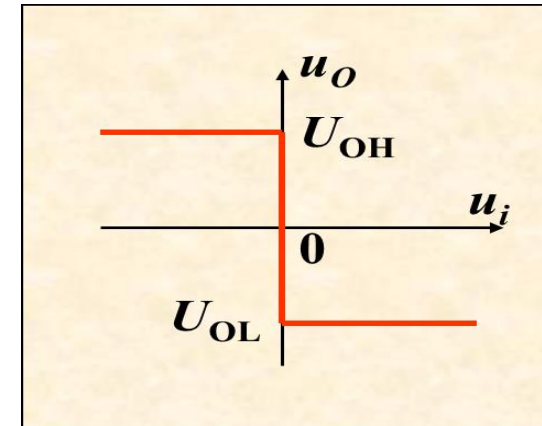
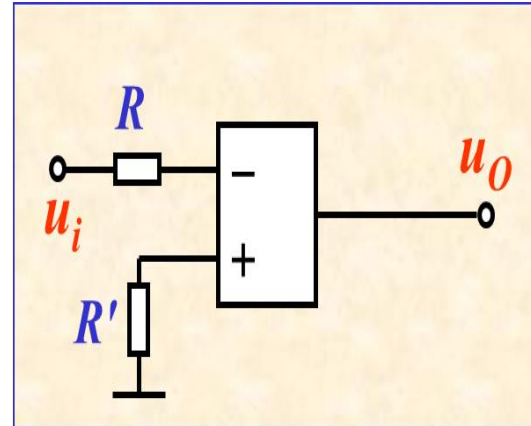
不存在“虚短”现象

2. $i_+ = i_- \approx 0$ 仍存在“虚断”现象

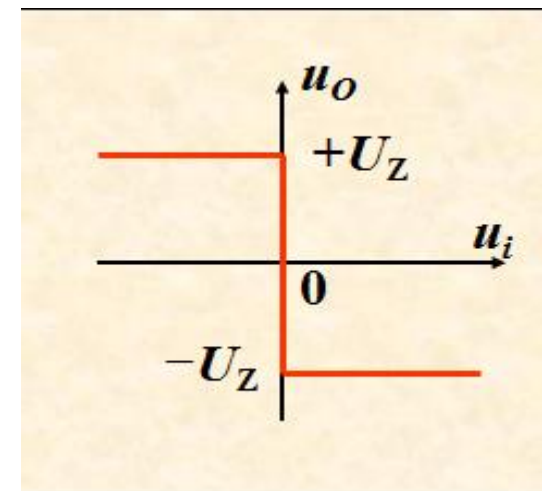
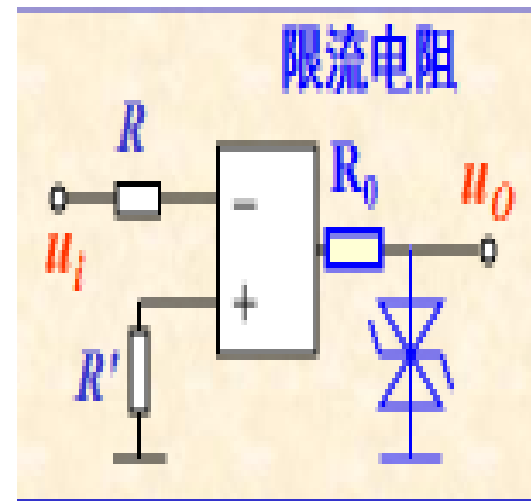
3.比较器的类型

(1) 简单比较器

无限幅的
反相过零比较器



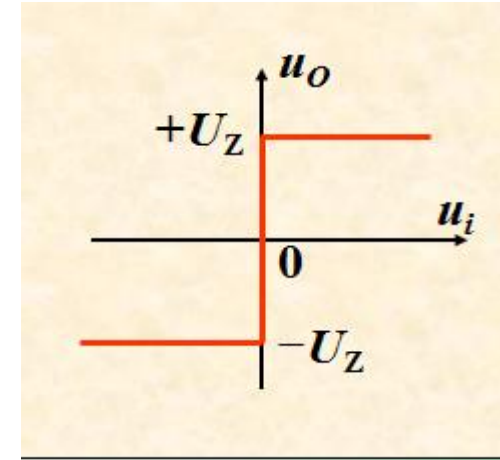
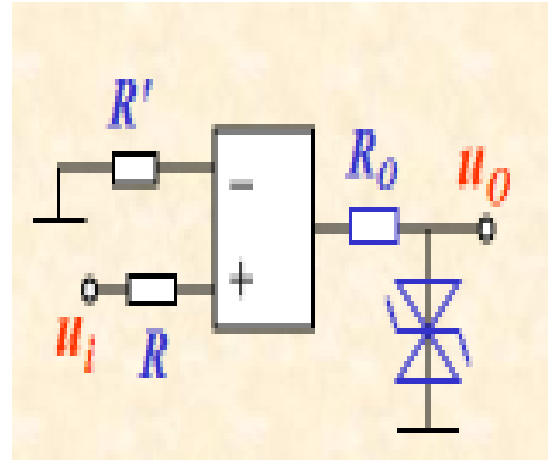
有限幅的
反相过零比较器



3.比较器的类型

(1) 简单比较器

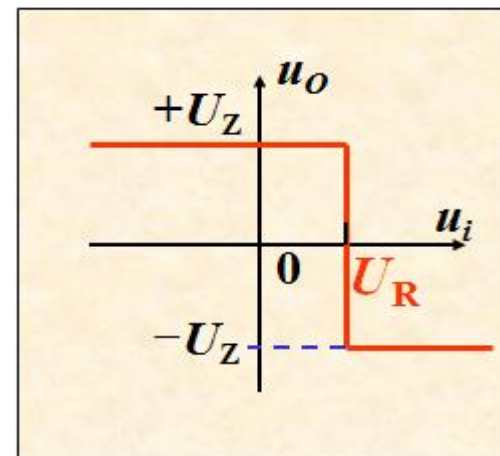
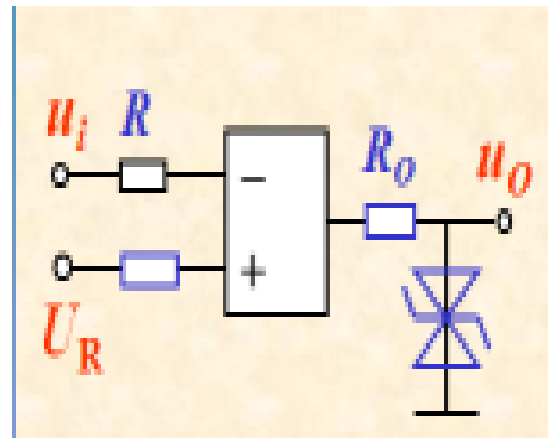
同相有限幅
过零比较器



反相单门限比较器

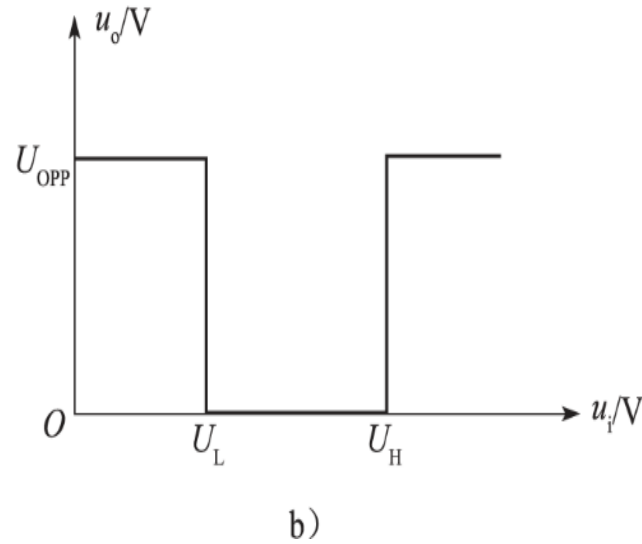
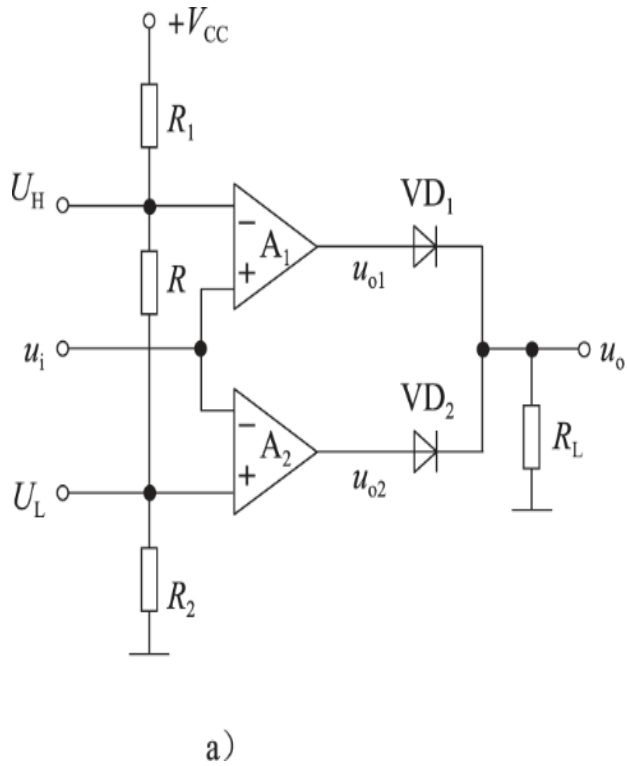
阈值电压:

$$U_{TH} = U_R$$



3.比较器的类型

(2) 窗口比较器



- 窗口比较器由2个运放构成，三个电阻串联分压，形成了两个参考电平 U_H 和 U_L
- 当输入电压大于 U_H 或是小于 U_L 时，输出为正
- 当输入电压在 U_L 和 U_H 之间时，输出为0，这样就形成了一个窗口比较器

$$\begin{cases} U_H = \frac{R + R_2}{R + R_1 + R_2} V_{CC} \\ U_L = \frac{R_2}{R + R_1 + R_2} V_{CC} \end{cases}$$

当满足： $R_1 = R_2 = R$

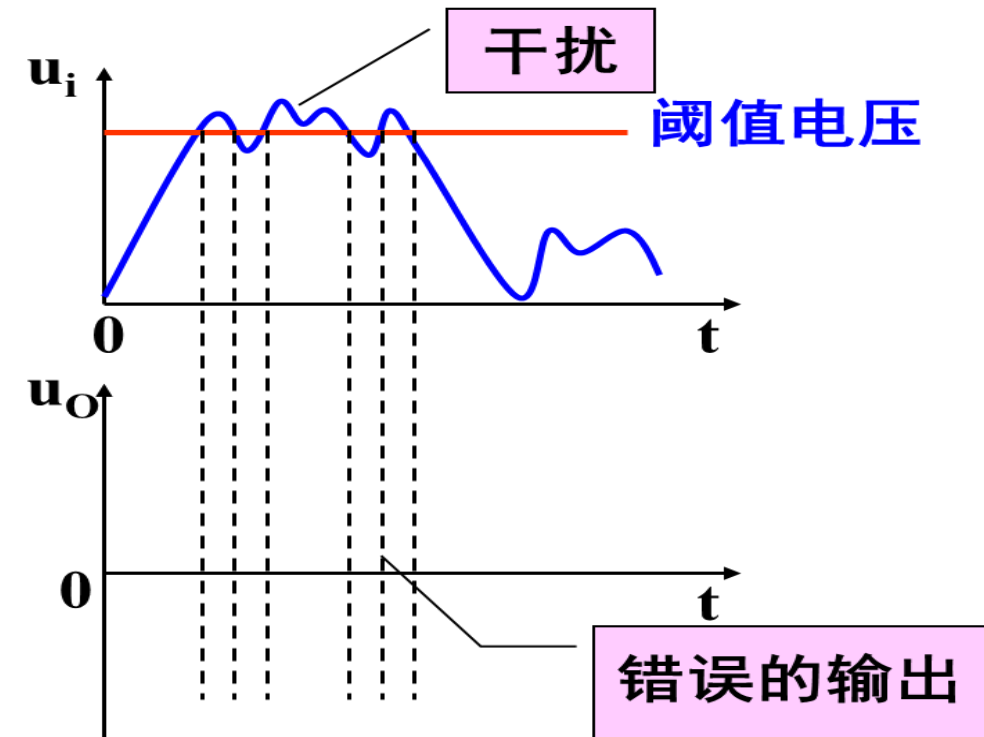
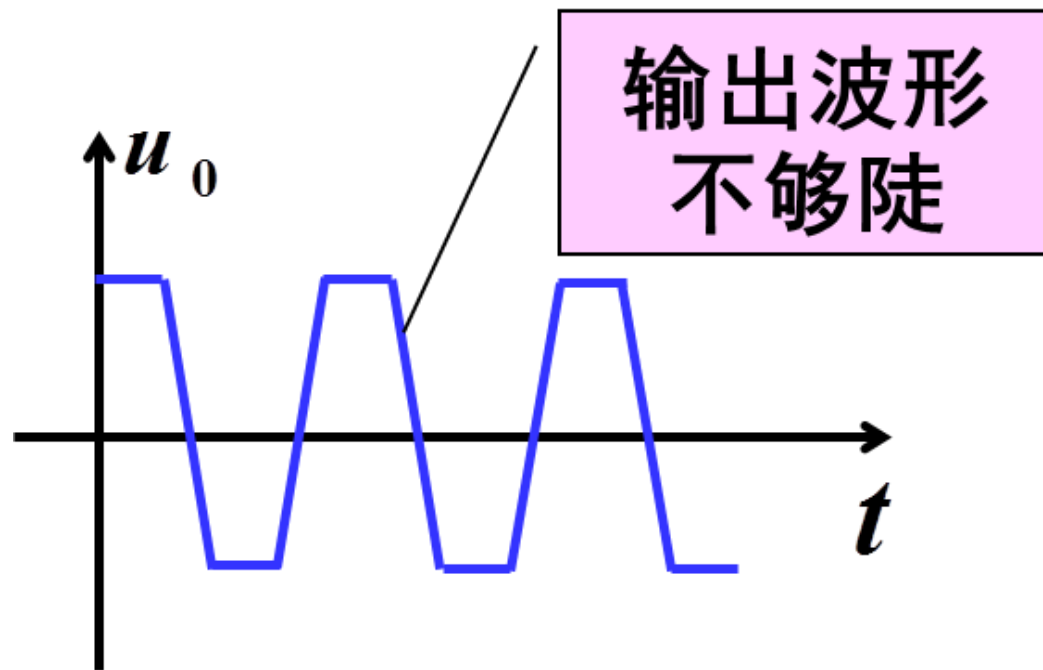


$$\begin{cases} U_H = \frac{2}{3} V_{CC} \\ U_L = \frac{1}{3} V_{CC} \end{cases}$$

3.比较器的类型

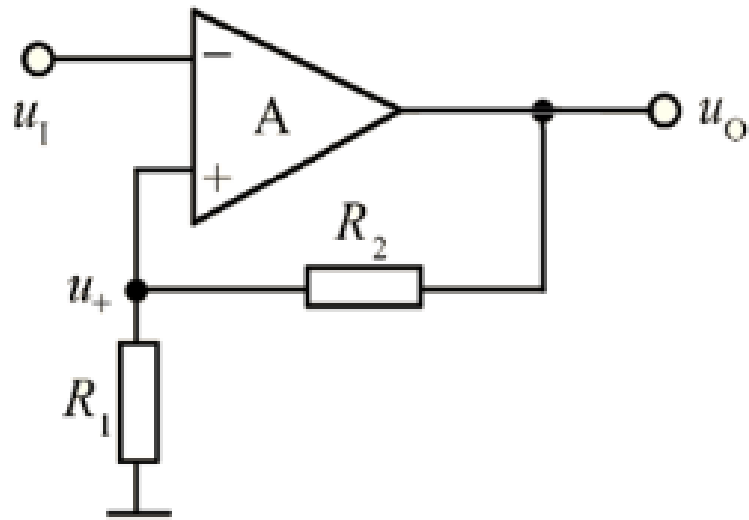
◀简单比较器和窗口比较器的缺点：

存在的主要问题是输出电压波形不够陡，抗干扰能力差



3.比较器的类型

(3) 滞回比较器又称迟滞比较器或施密特比较器



反相滞回比较器

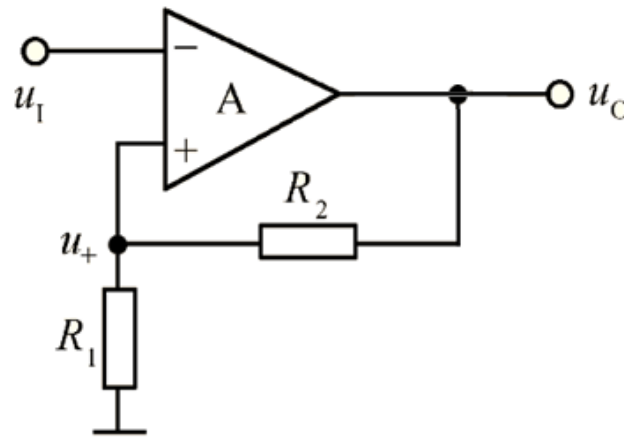
R_F 引入了正反馈，运放工作在非线性区

引入正反馈有两个作用：

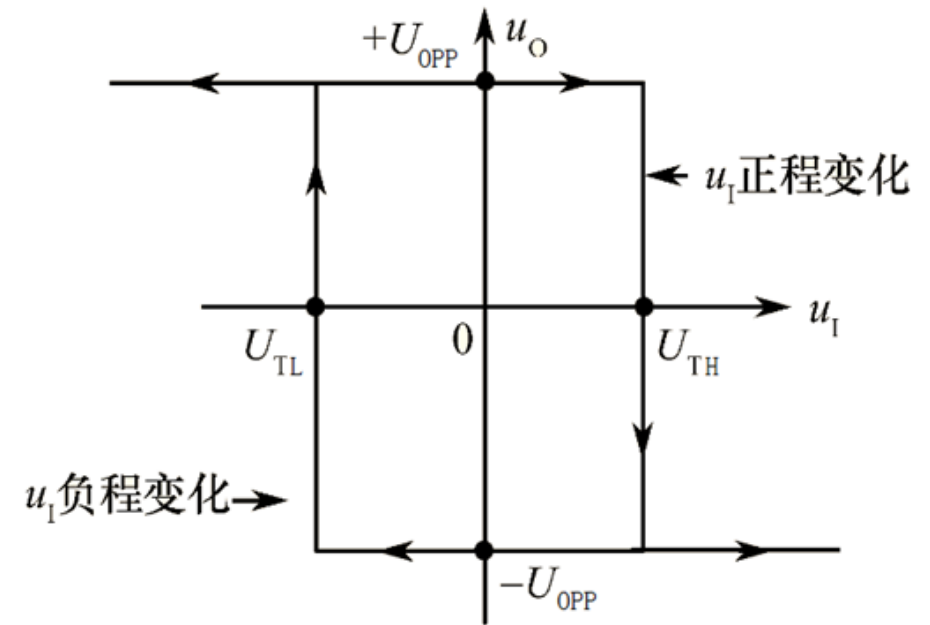
- ① 正反馈加快了 U_O 的转换速度，输出电压波形很陡；
- ② 电路有两个阈值电压。

3. 比较器的类型

● 反相滞回比较器



(a) 电路



(b) 电压传输特性

上下限阈值电压

$$\begin{cases} U_{TH} = +\frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{OPP} \\ U_{TL} = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{OPP} \end{cases}$$

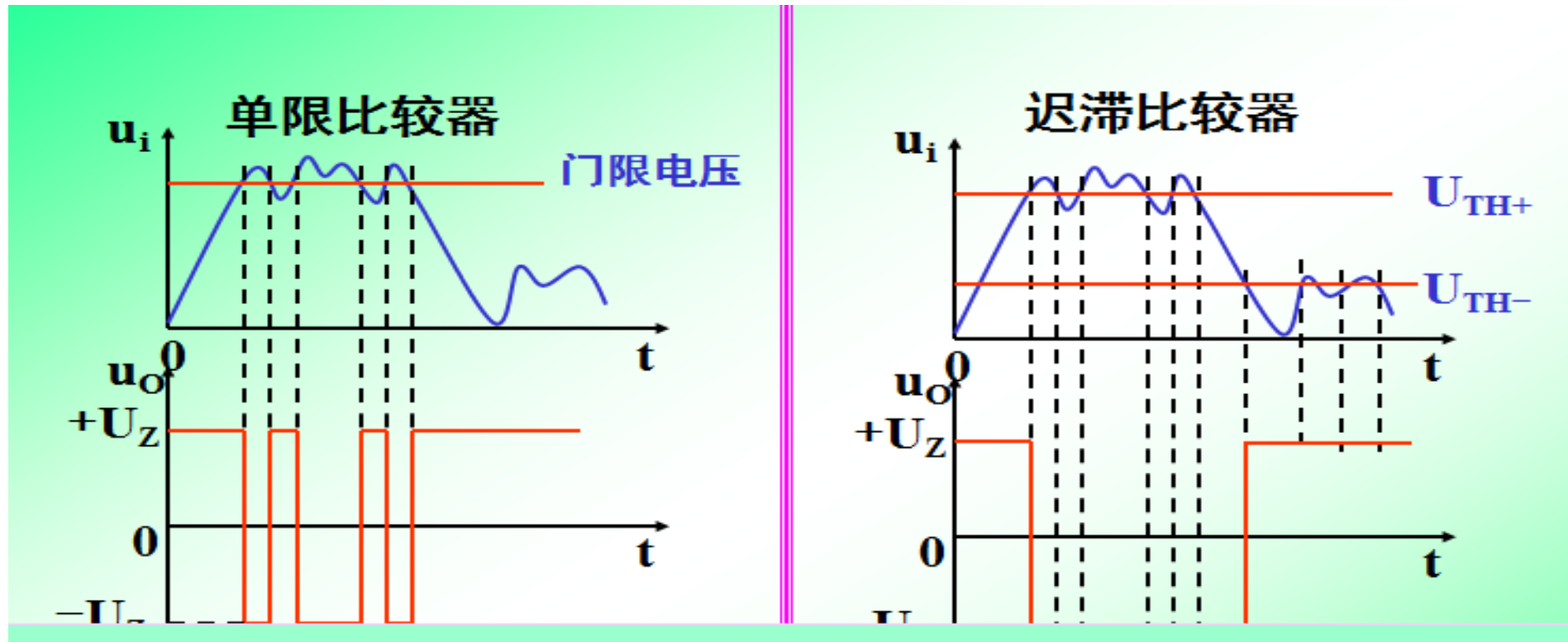
回差电压

$$\Delta U_T = U_{TH} - U_{TL} = \frac{2R_1}{R_1 + R_2} U_{OPP}$$

中心电压

$$U_{CTR} = \frac{U_{TH} + U_{TL}}{2} = 0$$

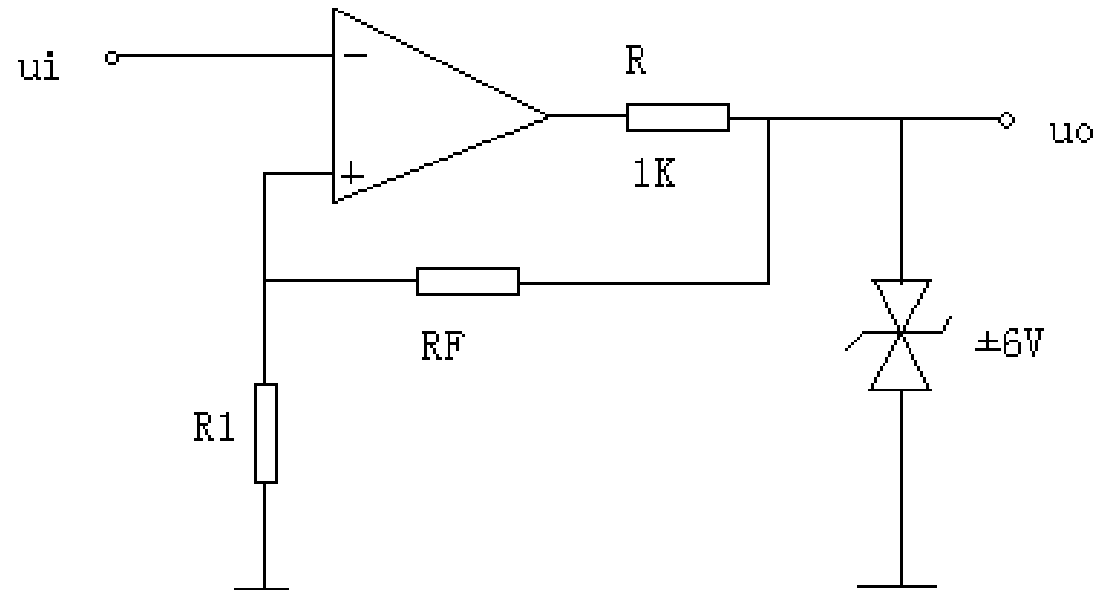
3.比较器的类型



滞回比较器用于控制系统时的主要优点是抗干扰能力强，但与单限比较器相比灵敏度下降了。

3.比较器的类型

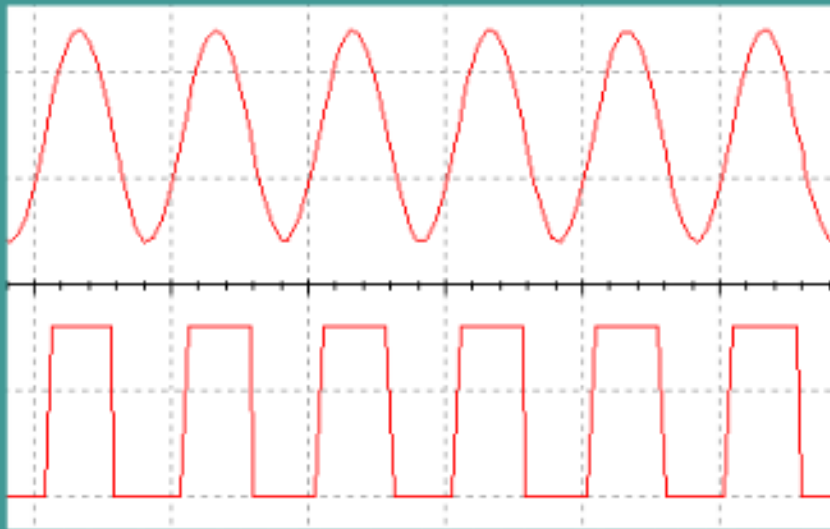
若为了使输出电压的幅度被限制在 $\pm U_Z$ ，可采用双向稳压管，如图R是稳压管的限流电阻；用两只稳压管接成双向稳压电路。输入信号应足够大，运放才能工作至限幅区。



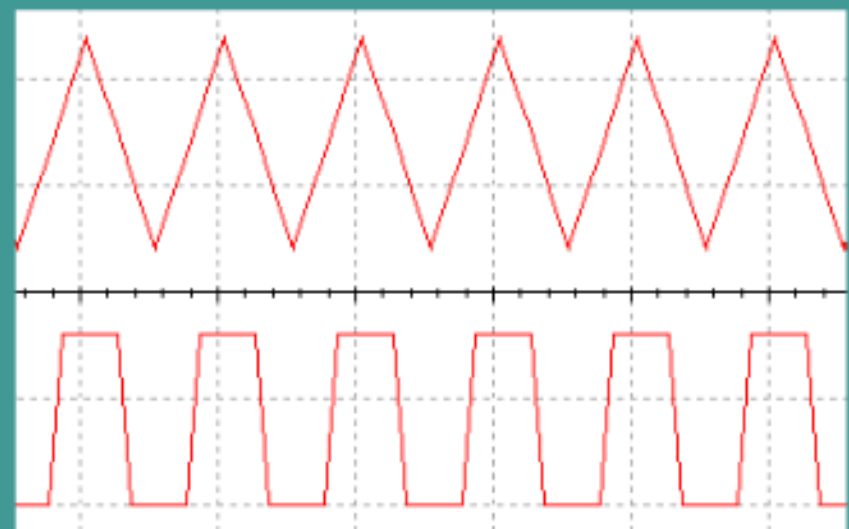
4.比较器的应用

(1) 波形的变换

正弦波变成方波



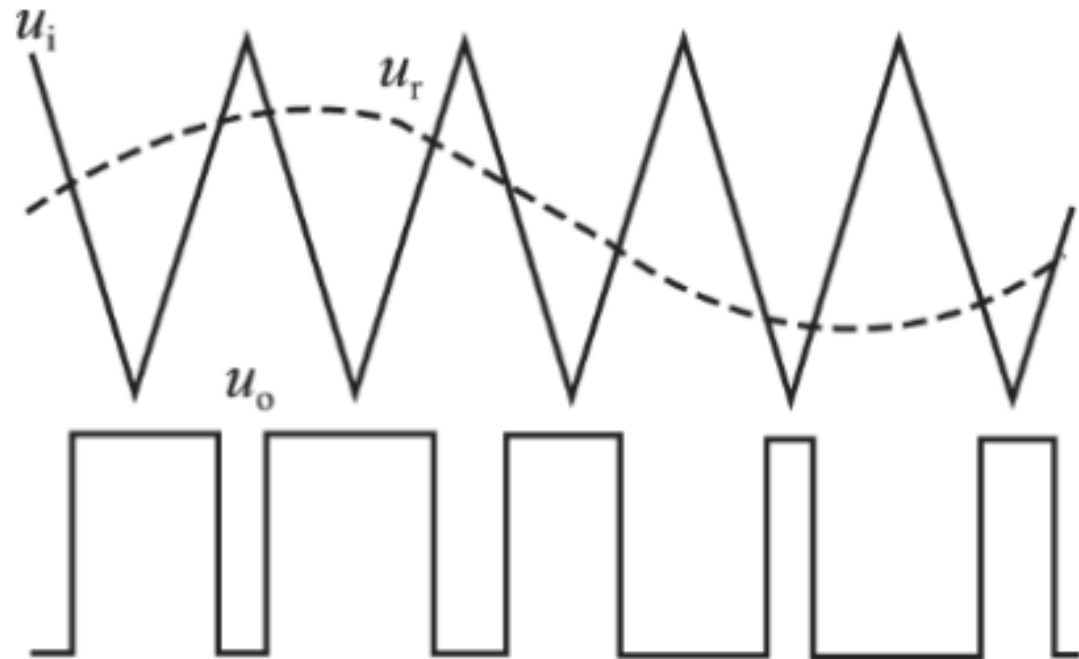
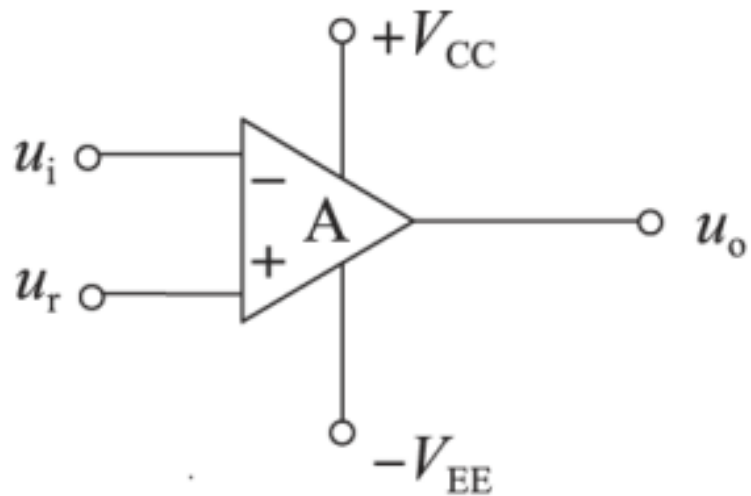
三角波变成方波



4.比较器的应用

(2) PWM

PWM波形产生电路



4.比较器的应用

(3) 整形——去干扰

利用滞回比较器的回差特性，去除信号中的干扰

