

第二节 模-数转换

- ❖ A/D转换器的基本原理
- ❖ 取样-保持电路
- ❖ 并联比较型A/D转换器
- ❖ 反馈比较型A/D转换器
- ❖ V - F 变换型A/D转换器
- ❖ A/D转换器的转换精度和转换速度



一、A/D转换器的基本原理

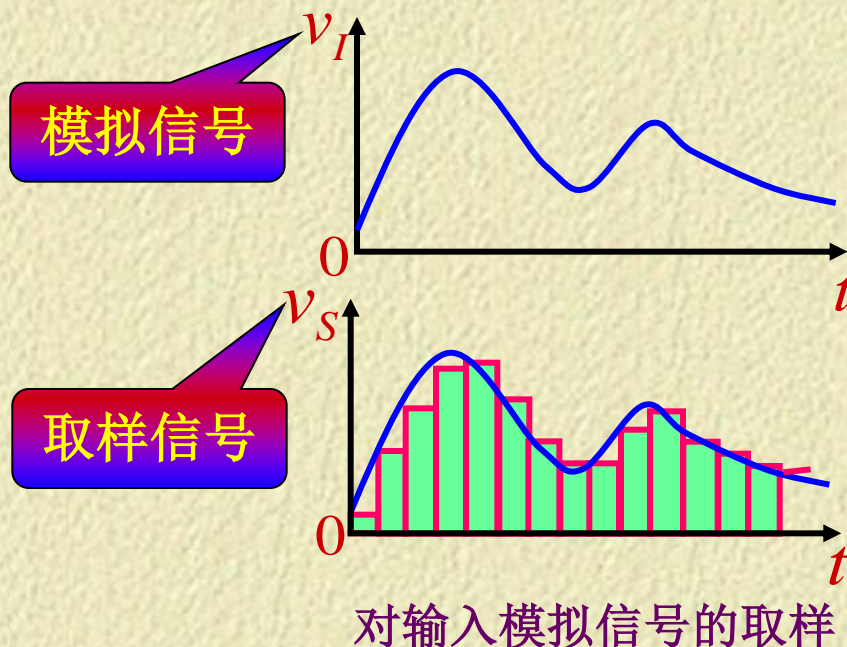
1. 取样定理

取样信号必须有足够高的频率

$$f_s \geq 2f_{i(\max)}$$

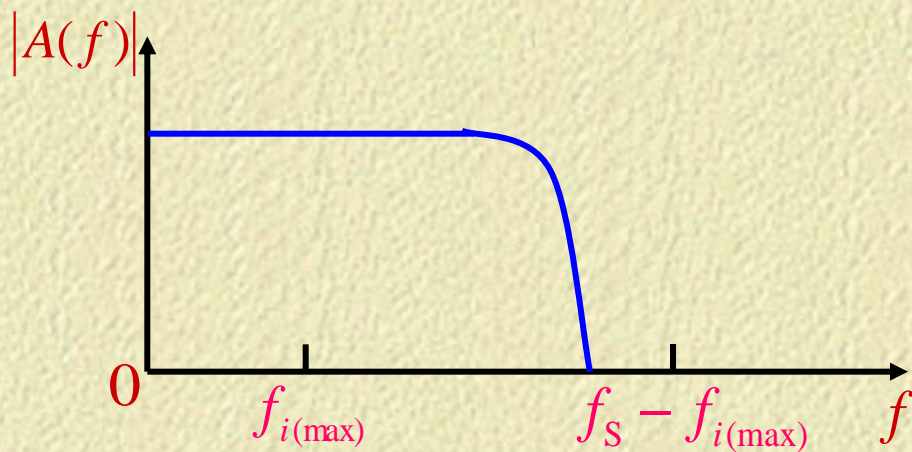
f_s 取样频率

$f_{i(\max)}$ v_I 最高频率





满足取样定理条件下，
可用低通滤波器将取样信号还原为输入模拟信号。



还原取样信号所用滤波器的频率特性



2. 量化和编码

量化： 进行A/D转换时，

取样电压表示为数字信号所取的最小数量单位的整数倍，

所取最小数量叫做**量化单位**，用 Δ 表示。

数字信号最低有效位的**1**所代表的数量大小就等于 Δ 。

编码： 把量化的结果用代码表示出来，

这些代码是A/D转换的结果。

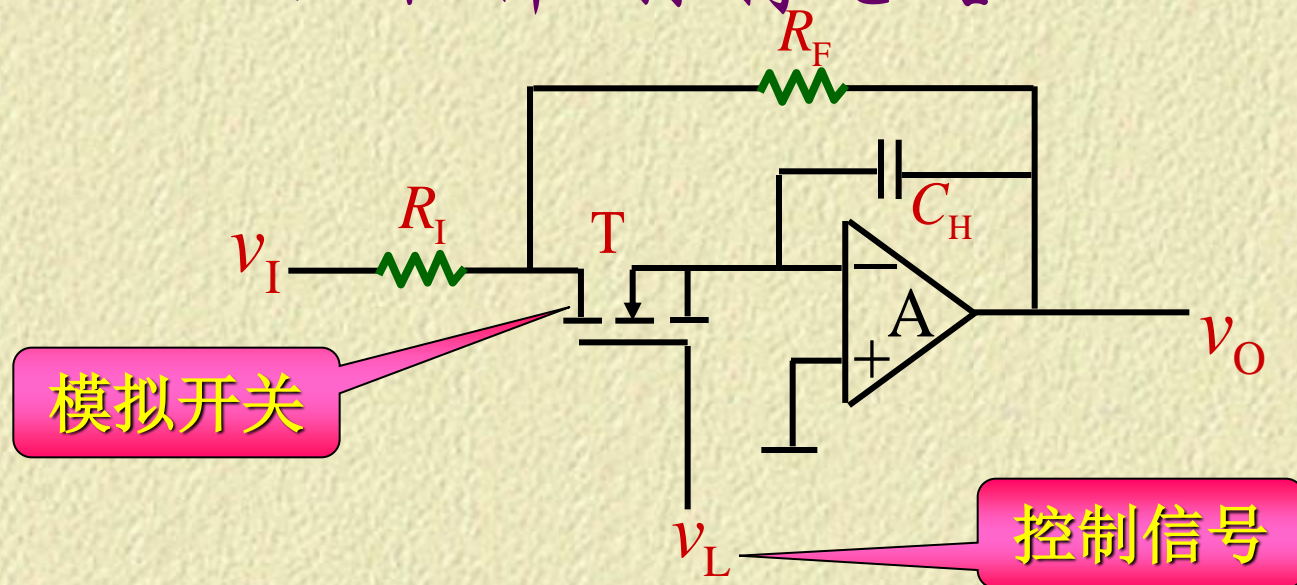
量化误差： 量化过程引入的误差。

当输入的模拟电压在正、负范围内变化时，

一般要求采用二进制**补码**的形式编码。



二、取样-保持电路

[动画](#)

取样—保持电路的基本形式

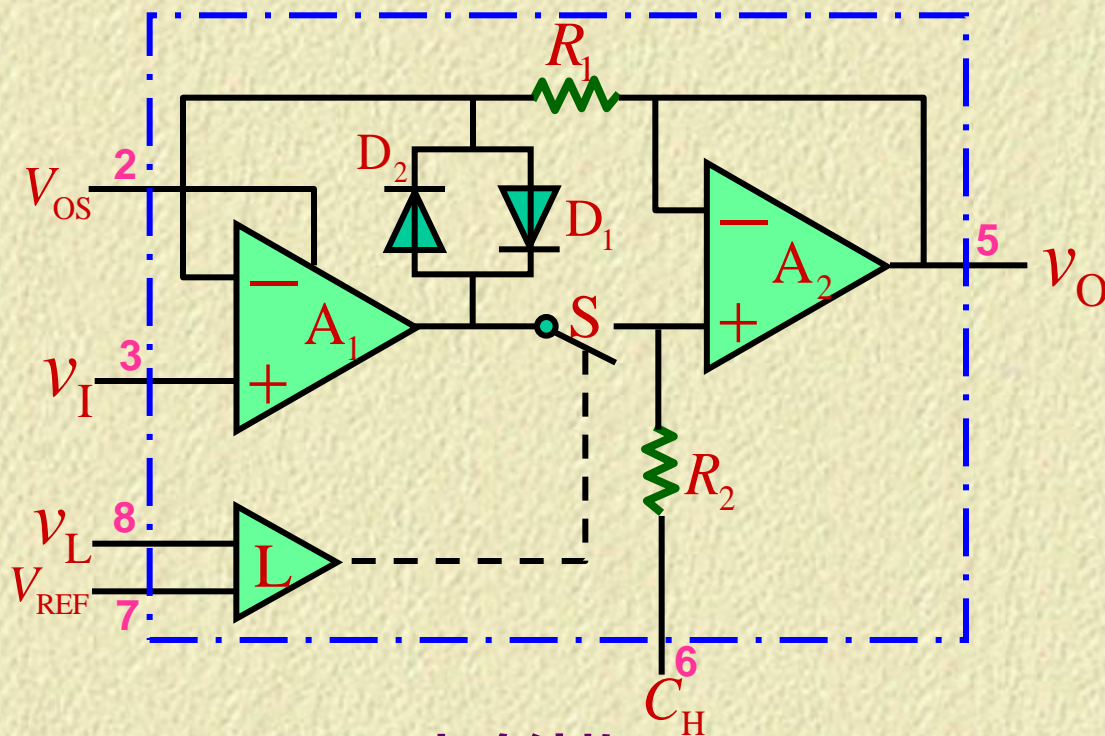
v_L 为高电平时 **T** 导通，取样。

v_L 返回低电平后 **T** 截止，保持。

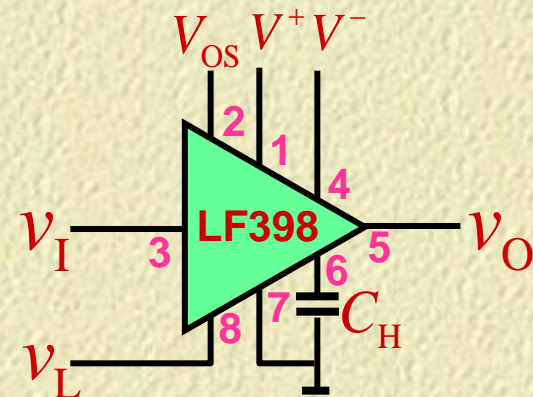
以上电路很不完善，取样速度受限制。



集成取样-保持电路LF398



电路结构



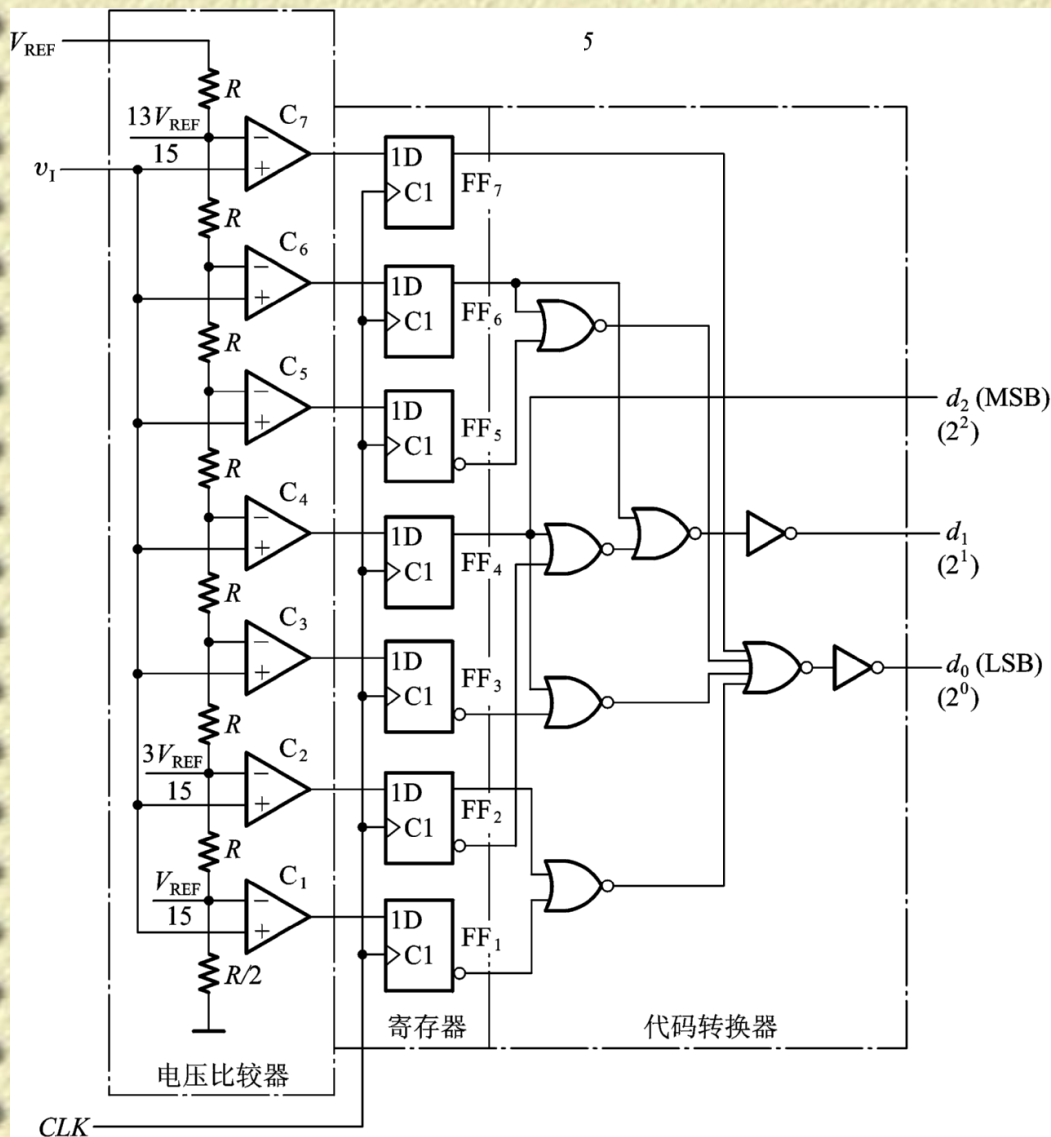
典型接法

v_L 为高电平时 **S** 闭合，电路处于取样工作状态。

v_L 返回低电平后 **S** 断开，电路进入保持状态。



三、并联比较型A/D转换器



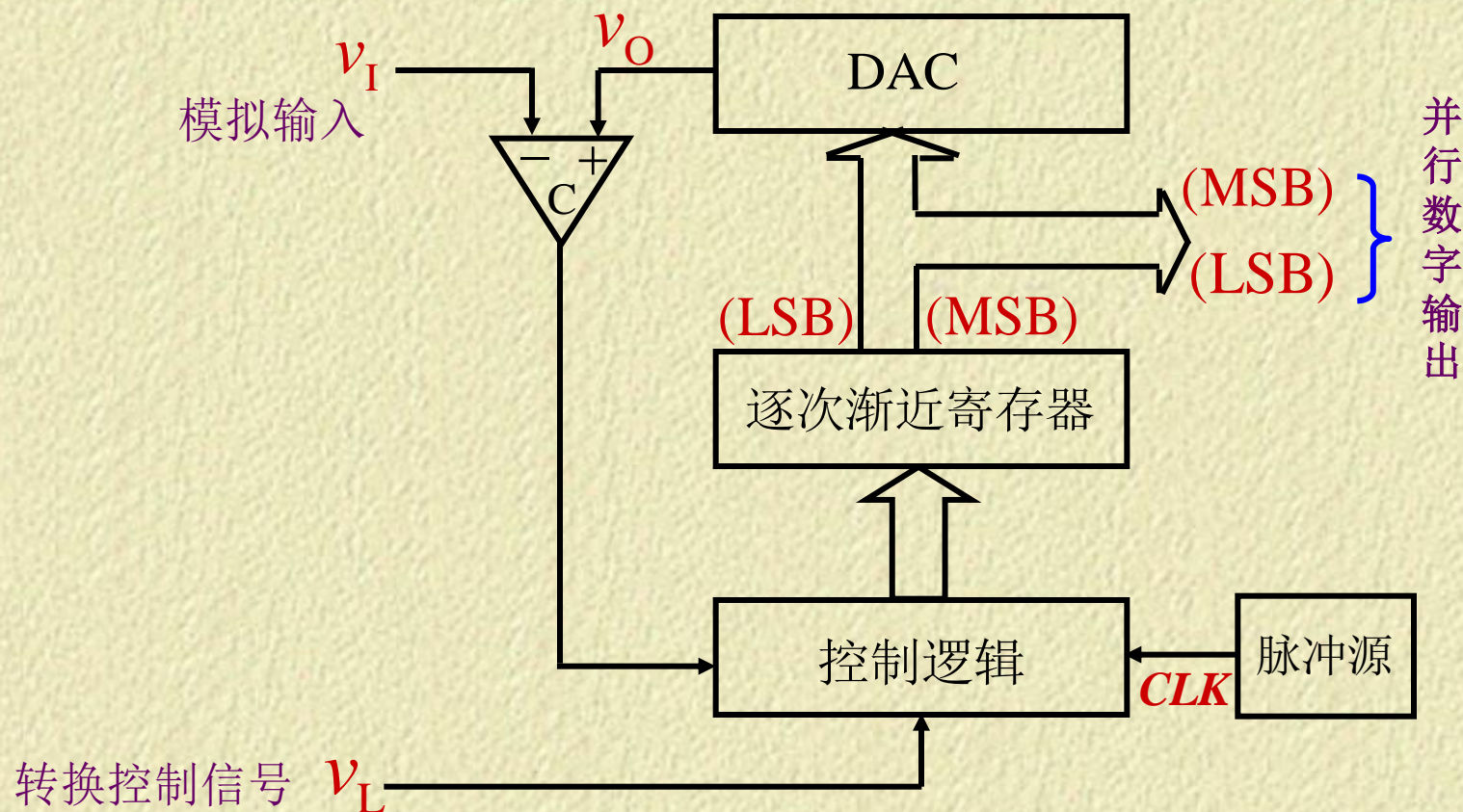
并联比较型A/D转换器属于直接A/D转换器，它能将输入的模拟电压直接转换为输出的数字量而不需要经过中间变量。

图示电路输入为 $0 \sim V_{REF}$ 间的模拟电压，输出为3位二进制数码 $d_2 d_1 d_0$ 。

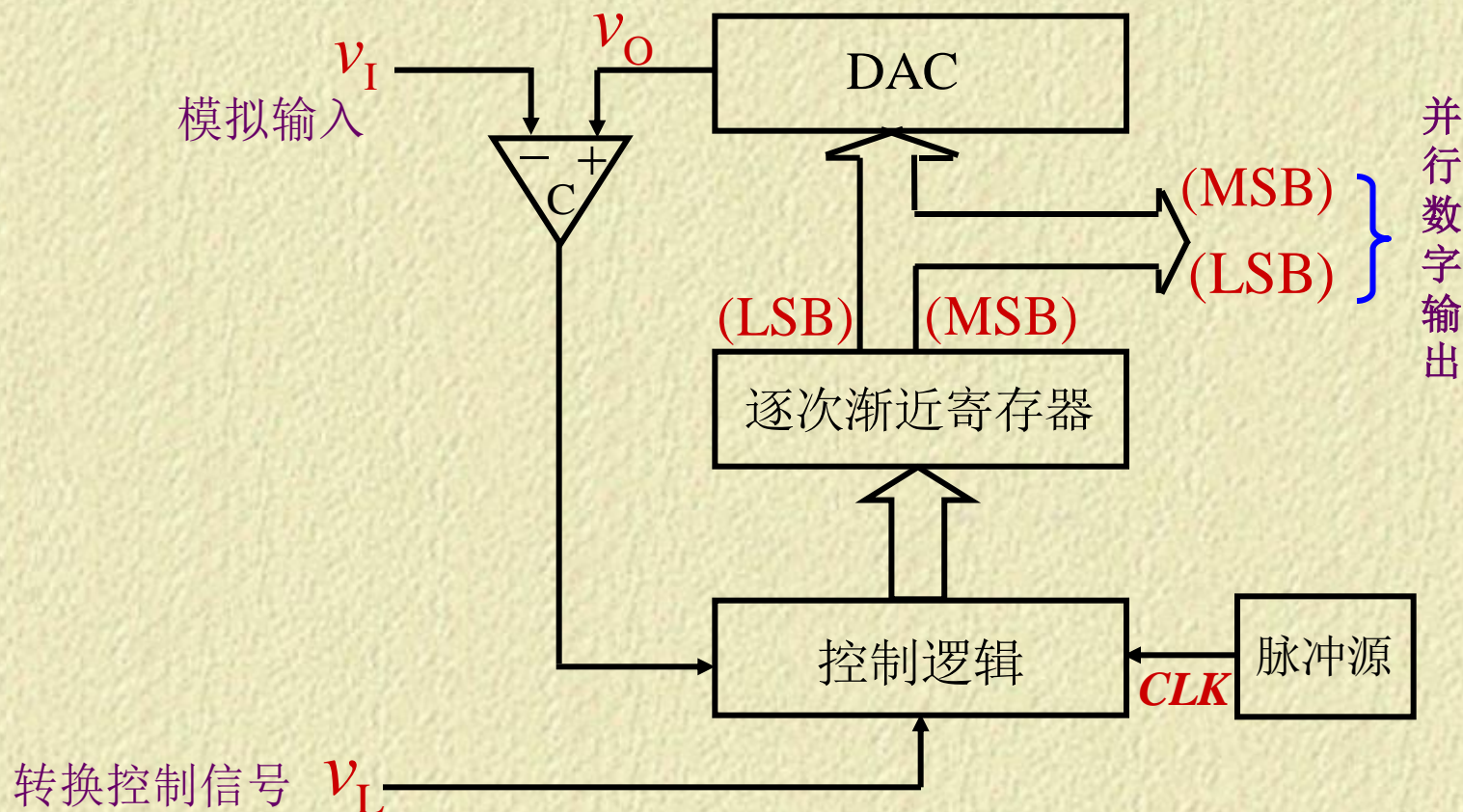


四、反馈比较型A/D转换器

逐次渐近型A/D转换器



转换开始前先将寄存器清零，所以加给D/A转换器的数字量也全是0。



转换控制信号 v_L 变为高电平时开始转换，时钟信号首先将寄存器的最高位置成1，使寄存器的输出为 $100\cdots00$ 。这个数字量被D/A转换器转换成相应的模拟电压 v_O ，并送到比较器与输入信号 v_I 进行比较。



如果 $v_O > v_I$ ，说明数字过大了，则这个1应去掉；

如果 $v_O < v_I$ ，说明数字还不够大，这个1应保留。

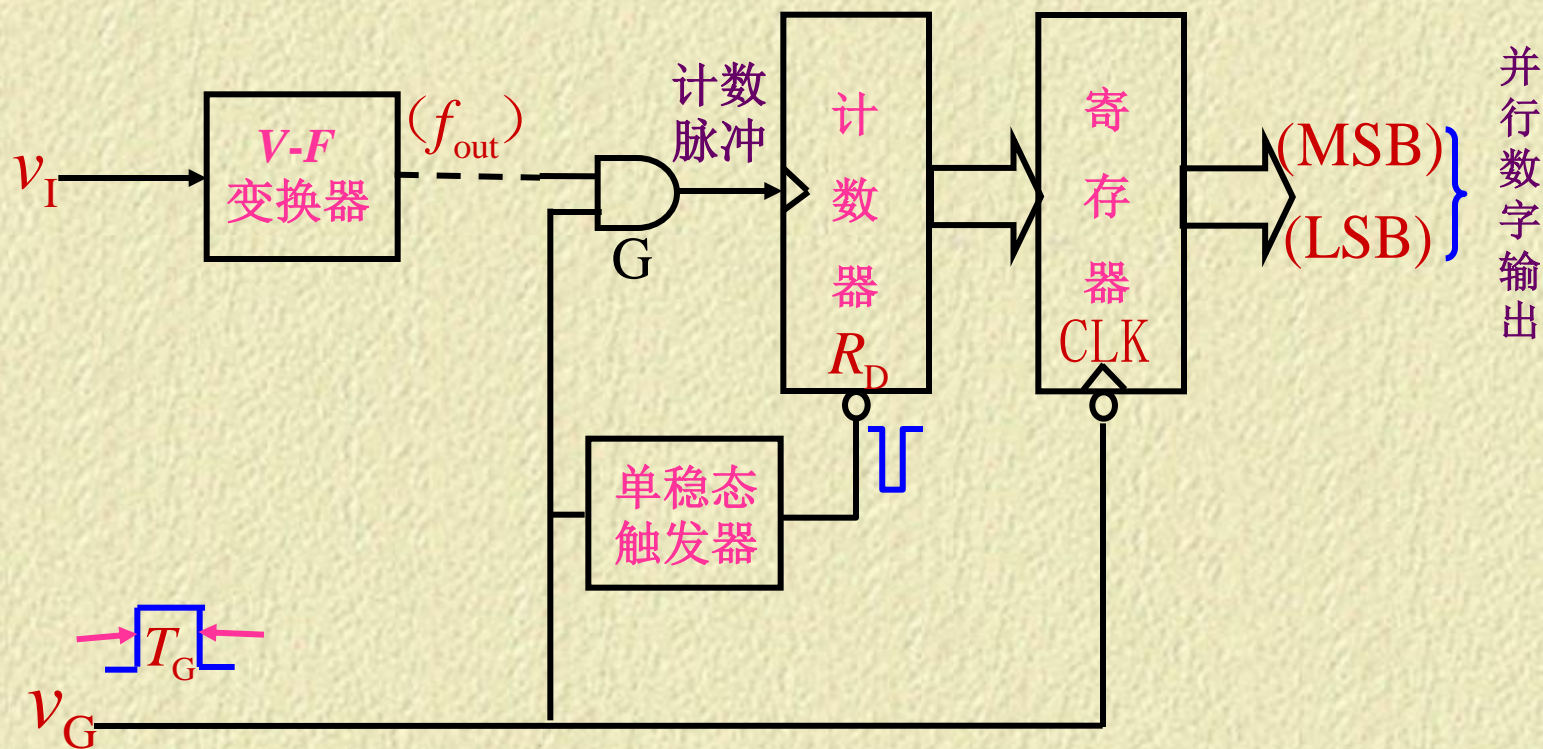
然后，再按同样的方法将次高位置1，并比较 v_O 与 v_I 的大小以确定这一位的1是否应当保留。

这样逐位比较下去，直到最低位比较完为止。这时寄存器里所存的数码就是所求的输出数字量。

逐次渐近型A/D转换器的转换速度比并联比较型A/D转换器低，但比计数型A/D转换器的转换速度要高得多。而且在输出位数较多时，逐次渐近型A/D转换器的电路规模要比并联比较型小得多。因此逐次渐近型A/D转换器是目前集成A/D转换器产品中用得最多的一种电路。



五、 $V-F$ 变换型A/D转换器



$V-F$ 变换型A/D转换器的电路结构框图



六、A/D转换器的转换精度与转换速度

1. A/D转换器的转换精度

单片集成的A/D转换器采用**分辨率**和**转换误差**来描述。

分辨率：以输出二进制或十进制的位数表示，

说明A/D转换器对输入信号的分辨能力。

转换误差：通常以输出误差最大值的形式给出，

表示实际输出的数字量

和理论上应有的输出数字量之间的差别。



2. A/D转换器的转换速度

A/D转换器的转换速度主要取决于转换电路的类型，不同类型的A/D转换器的转换速度相差悬殊。

并联比较型A/D转换器的转换速度最快。

逐次渐近型A/D转换器的转换速度次之。

间接A/D转换器的转换速度要低得多了。

高速A/D转换器应将取样-保持电路的获取时间计入转换时间之内。

