

# 第7章 模数转换及数模转换

**模拟量：**连续变化的物理量。“连续”包括两方面的含义：

- (1) 时间上，是随时间连续变化的；
- (2) 数值上，数值也是连续变化的。

**“数字”**也包含着两方面的意义：

- (1) 时间上，是某一物理量在某一时刻的瞬时值；
- (2) 数值上，数值是按某一最小单位的倍数变化的。

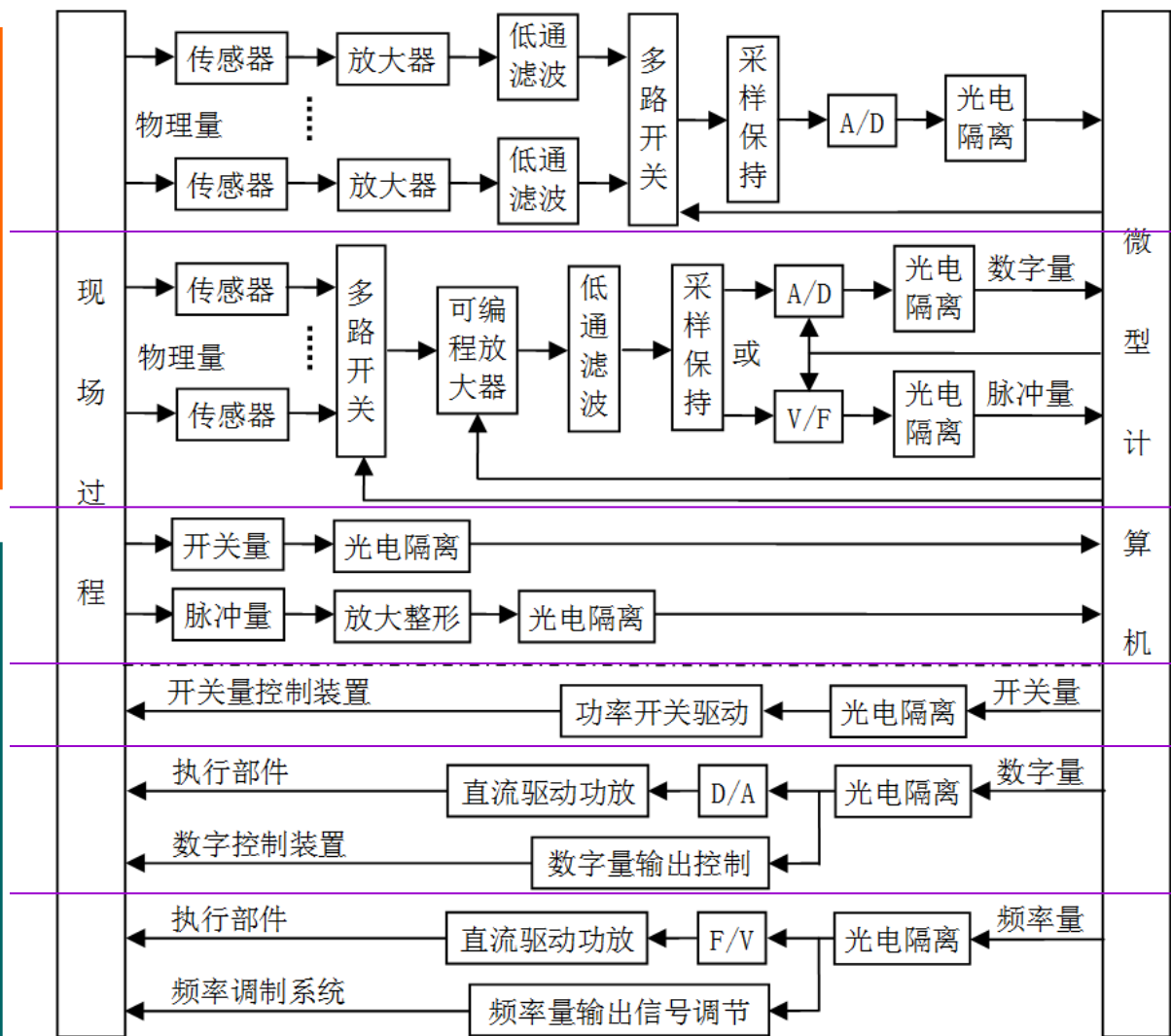


图 7.1.1 一个完整的微机闭环实时控制系统示意图

## 7.2 传感器

- **传感器：**一般是指能够进行非电量和电量之间转换的敏感元件。
- 传感器能够把非电量的模拟量（如温度、压力、流量等）转换成电压或电流信号。传感器的精度直接影响整个系统的精度。物理量的多样性使得传感器的种类繁多。
- **1. 温度传感器**
- **热电偶温度传感器：**利用热电势效应工作，热电偶的热电势-温度曲线一般是非线性的，需要采取非线性校正措施。
- **热敏电阻温度传感器：**一种半导体感温元件，温度升高时，电阻值减小。
- **2. 湿度传感器**
- 湿度传感器大多利用湿度变化引起其电阻值或电容量变化原理制成。
- **热敏电阻湿度传感器：**利用潮湿空气和干燥空气的热传导之差来测定湿度。
- **氯化锂湿度传感器：**利用氯化锂在吸收水分之后，其电阻值发生变化的原理来测量湿度。
- **高分子湿度传感器：**利用导电性高分子对水蒸汽的物理吸附作用引起电导率变化的特性来测量湿度。

## 7.2 传感器

### • 3. 气敏传感器

- 一种检测特定气体的传感器，将气体种类及其与浓度有关的信息转换成电信号。包括**半导体气敏传感器**（应用最多）、**接触燃烧式气敏传感器**、**电化学气敏传感器**等。
- 可用于家用液化气泄漏报警、煤气爆炸浓度以及CO中毒危险浓度报警等。有的敏感元件对酒精特别敏感，利用这种气敏元件可做酒后驾车报警。

### • 4. 压电式和压阻式传感器

- **压电式传感器**：某些电解质（如石英晶体、压电陶瓷），在沿一定方向上受到外力的作用而变形时，内部会产生极化现象，同时在其表面上产生电荷。当外力去掉后，又重新回到不带电的状态，从而可以将机械能转变成电能。
- **压阻式传感器**：固体受到作用力后，电阻率（或电阻）会发生变化，这种效应称压阻式效应，利用它可做成压阻式传感器。可测量压力（如内燃机气缸、油管、排气管、枪炮膛压等压力）、加速度、载荷等。

### • 5. 光纤传感器

- **光纤传感器**：利用光导纤维的传光特性，把被测的量转换为光特性(强度、相位、偏振态、频率、波长)改变的传感器。灵敏度高、电绝缘性能好、抗电磁干扰、耐腐蚀、耐高温，用于位移、速度、加速度、放射性射线等物理量的测量。

## 7.3 D/A转换

- 7.3.1 D/A转换原理
- D/A转换：把数字量信号转换成模拟量信号。
- D/A转换常用方法：加权电阻网，T型电阻网。
- 1. 加权电阻网D/A转换
- 加权电阻网D/A转换就是用一个二进制数字的每一位代码产生一个与其相应权成正比的电压（或电流），然后将这些电压（或电流）叠加起来，就可得到该二进制数所对应的模拟量电压（或电流）信号。

# T型电阻网D/A转换

- 2. T型电阻网D/A转换

- 组成:

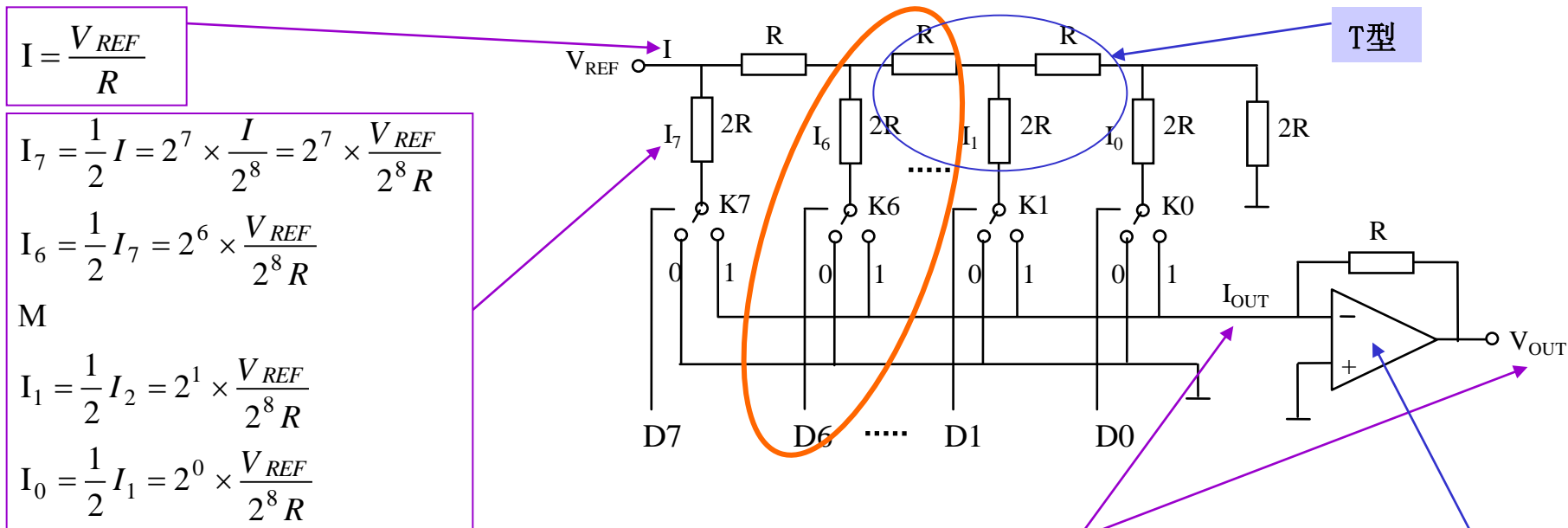
- (1) 输入数据控制的开关组;

- (2)  $R$ - $2R$ 电阻网络;

- (3) 由运算放大器构成的电流-电压转换电路。

- 这种转换方法与加权电阻网络法的主要区别在于电阻求和网络的形式不同，它采用分流原理来实现对相应数字位的转换。
- 电路中全部电阻是 $R$ 和两倍的 $R$ 两种，阻值通常在100欧姆到1000欧姆之间，整个电路是由相同的电路环节组成的。
- 每一节电路有两个电阻，一个开关，这一节电路就相当于二进制数的一个位，每一节电路的开关就由二进制数相应的代码来控制，因为电阻是按T型结构来连接的，所以称为T型电阻网。

# T型电阻网D/A转换原理



$$I_{OUT} = I_7 \times D_7 + I_6 \times D_6 + \dots + I_1 \times D_1 + I_0 \times D_0 = \frac{V_{REF}}{2^8 R} \times \sum_{i=0}^7 (2^i \times D_i)$$

$$V_{OUT} = -R \times I_{OUT} = -\frac{V_{REF}}{2^8} \times \sum_{i=0}^7 (2^i \times D_i) = -E_0 \times N$$

$$E_0 = \frac{V_{REF}}{2^8} = 0.0039 V_{REF}$$

$$N = \sum_{i=0}^7 (2^i \times D_i)$$

一般地  $\frac{V_{REF}}{2^n} = \frac{V_{OUT}}{N}$

假设  $n = 8, V_{REF} = 5V$

若  $N = 63H$ , 则  $V_{OUT} = \frac{V_{REF}}{2^8} \times N = \frac{5V}{2^8} \times 63H = 1.93V$

若  $V_{OUT} = 1.45V$  则  $N = \frac{2^8}{V_{REF}} \times V_{OUT} = \frac{2^8}{5V} \times 1.45V = 4AH$

## 7.3.2 D/A转换器的主要参数

- **分辨率**：当输入数字发生单位数码变化时，即LSB位产生一次变化时，所对应输出模拟量（电压或电流）的变化量。实际上，分辨率是反映了输出模拟量的最小变化量。
- **建立时间（转换时间）**：描述D/A转换速率快慢的一个重要参数，一般所指的建立时间是指输入数字量变化后，输出模拟量稳定到相应数值范围内（稳定值 $\pm \varepsilon$ ）所经历的时间。
- **线性度**：当数字量变化时，D/A转换器输出的模拟量按比例关系变化的程度。



## 7.3.3 D/A转换器的输入输出特性

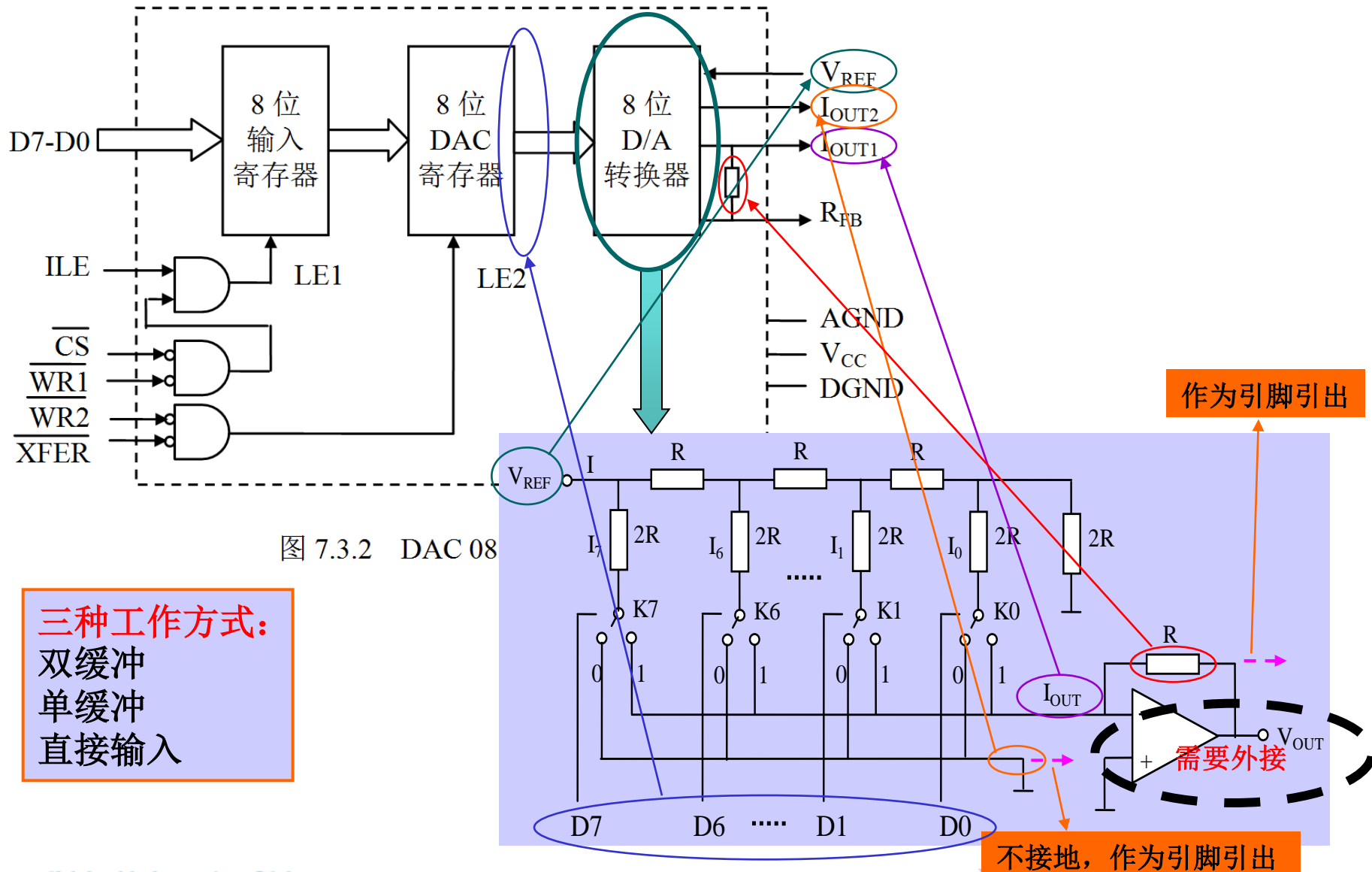
- **1. 输入缓冲能力**
  - DAC是否带有三态输入缓冲器或锁存器来保存输入数字量。
- **2. 输入数据的宽度**
  - DAC有8位、10位、12位、14位、16位之分。当DAC的位数高于微机系统数据总线的宽度时，需要两次分别输入数字量。
- **3. 电流型还是电压型**
  - DAC的输出是电流还是电压。对电流输出型，其电流在几mA到十几mA；对电压输出型，其电压一般在5V~10V之间。有些高电压型可达24V~30V；若需将电流输出转换成电压输出，则采用运放进行转换。
- **4. 单极性输出还是双极性输出**
  - 对一些需要正负电压控制的设备，就要使用双极性DAC，或在输出电路中采取措施，使输出电压有极性变化。
- **5. 输入码制**
  - DAC能接收哪些码制（如二进制码、BCD码等）的数字输入量。



## 7.3.4 DAC 0832转换器及应用

- DAC 0832是美国数据公司的8位D/A转换器，与微处理器完全兼容，是在8位D/A转换器中使用率最高的一种芯片。
- 
- DAC 0832主要特性:
- 8位分辨率
- 电流型输出
- 外接参考电压 $-10V \sim +10V$
- 可采用双缓冲、单缓冲或直接输入三种工作方式
- 单电源 $+5V \sim +15V$
- 电流建立时间 $1\mu s$
- R-2R T型解码网络
- 线性误差 $0.2\%FS$  (FS为满量程)
- 非线性误差 $0.4\%FS$
- 数字输入与TTL兼容

# DAC 0832内部结构



# D/A转换器的输出电路

DAC 0832为电流输出型的D/A转换器，要获得电压输出，需要外加转换电路。

$$V_{OUT} = -\left(\frac{V_A}{R_2} + \frac{V_{REF}}{R_1}\right) \times R_3 = -\left(\frac{R_3}{R_2} \times V_A + \frac{R_3}{R_1} \times V_{REF}\right) = -(2V_A + V_{REF})$$

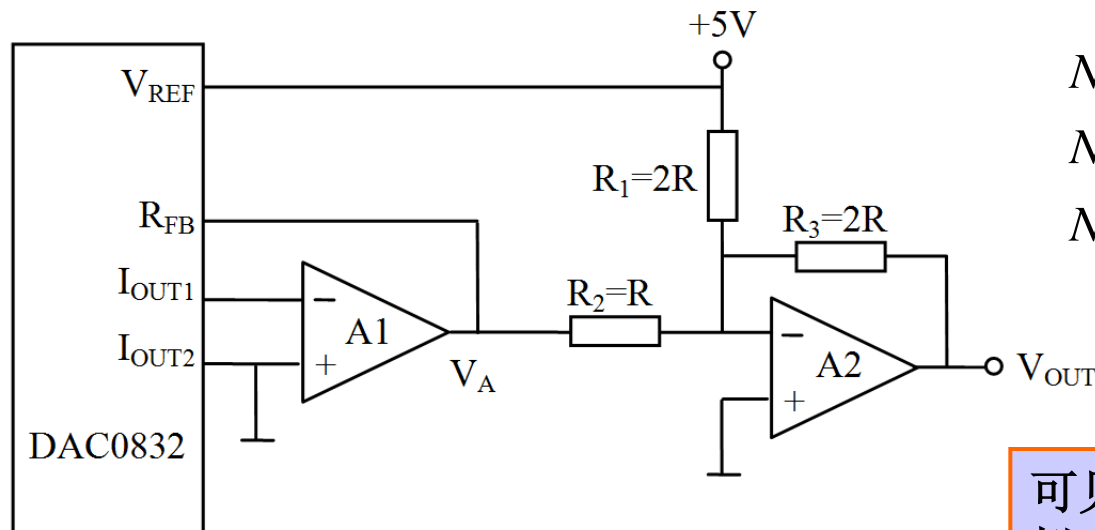
$$= -\left[2 \times \left(-\frac{V_{REF}}{2^8} N\right) + V_{REF}\right] = \frac{N}{128} \times V_{REF} - V_{REF} = \frac{N-128}{128} \times V_{REF}$$

$$V_{REF}=+5V, V_{OUT} = (N-128) \times 39(mV)$$

$$N = 00H, V_{OUT} = -5V$$

$$N = 80H, V_{OUT} = 0V$$

$$N = FFH, V_{OUT} = 4.96V \approx +5V$$



可见，从VOUT输出为双极性模拟电压。电压范围是-5V~+5V。

图 7.3.3 D/A 转换器的输出电路

# DAC 0832应用

- DAC 0832单缓冲方式应用很广泛，可对生产现场某执行机构进行控制，也可产生各种智能信号。
- 设定DAC 0832的地址为78H。当CPU送出00H~0FFH数据，经DAC 0832转换VOUT为0~+5V的模拟电压送至现场执行机构。
- VOUT输出模拟电压0V~+5V程序段：

```
MOV    AL, N          ; N为00H~0FFH间的任意数
OUT    78H, AL
```

# 方波发生器程序段

```
X1:  MOV    AL, 00H
      OUT    78H, AL
      CALL   DELAY
      MOV    AL, 0FFH
      OUT    78H, AL
      CALL   DELAY
      JMP    X1
```

输出高、低电平，改变数值，实现调幅

; DELAY为延时子程序

调用不同的延时时间，实现调频

# 锯齿波发生器程序段

Y1:      MOV     AL, 00H  
          OUT     78H, AL

---

Y2:      INC      AL  
          OUT     78H, AL

---

          MOV     CX, n                      ; 延时  
Y3:      LOOP    Y3  
          JMP     Y2

---

延时不同的时间，实现调频

# 三角波发生器

**Z1:        MOV     AL, 00H**

---

**Z2:        OUT     78H, AL**

**CALL     DELAY                ; 调延时子程序**

**INC       AL**

**JNZ       Z2**

---

**DEC       AL                    ; 使AL=FFH**

**DEC       AL                    ; 使AL=FEH, 消除平顶**

---

**Z3:        OUT     78H, AL**

**CALL     DELAY                ; 调延时子程序**

**DEC       AL**

**JNZ       Z3**

---

**JMP       Z2**



# DAC 0832的典型连接

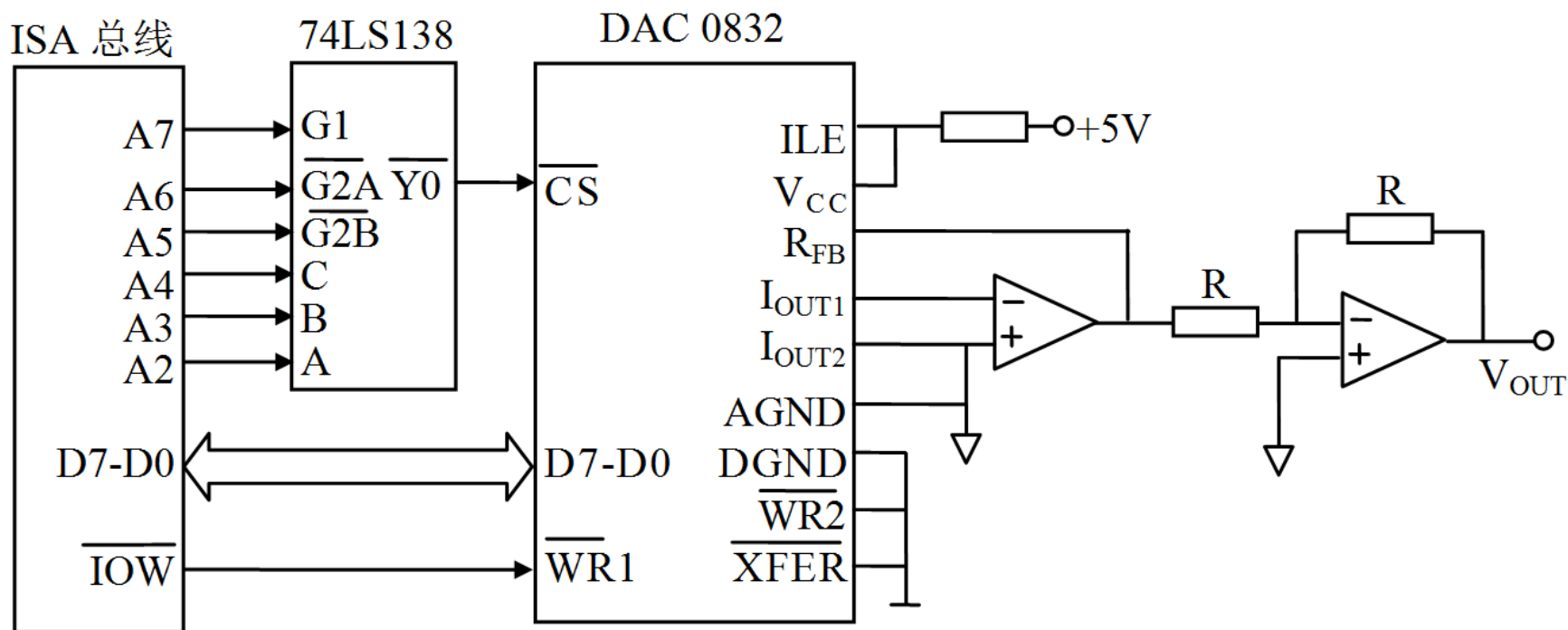


图 7.3.4 DAC 0832 单缓冲接口

## 例7.3.1 利用DAC 0832输出单极性模拟量电压

- 将从2000H开始的50个字节单元数据依次送到DAC 0832输出，每个数据输出间隔时间为1ms，可调用D1ms延时1ms子程序。

- 输出程序：

X1:	MOV	SI, 2000H
	MOV	CX, 50
<hr/>		
X2:	MOV	AL, [SI]
	INC	SI
	OUT	80H, AL
	CALL	D1ms
	LOOP	X2
<hr/>		
	HLT	

## 7.3.5 DAC 1210与CPU的接口

- 12位D/A转换器与8位CPU接口时，需把数据宽度分为两段，即用两个数据锁存器分别锁存低8位和高4位数据，计算机向D/A转换器送数据时分为二次操作，先把低8位送给低8位锁存器，紧接着把高4位送到高4位锁存器。
- 这种方法从接口原理上来说是可以的，但在实际上却存在问题，它会在模拟电压输出中出现本来没有“毛刺”现象，这种现象主要是由于两个锁存器的值不同时改变而造成的。
- 解决措施：**采用二重锁存的12位DAC接口。

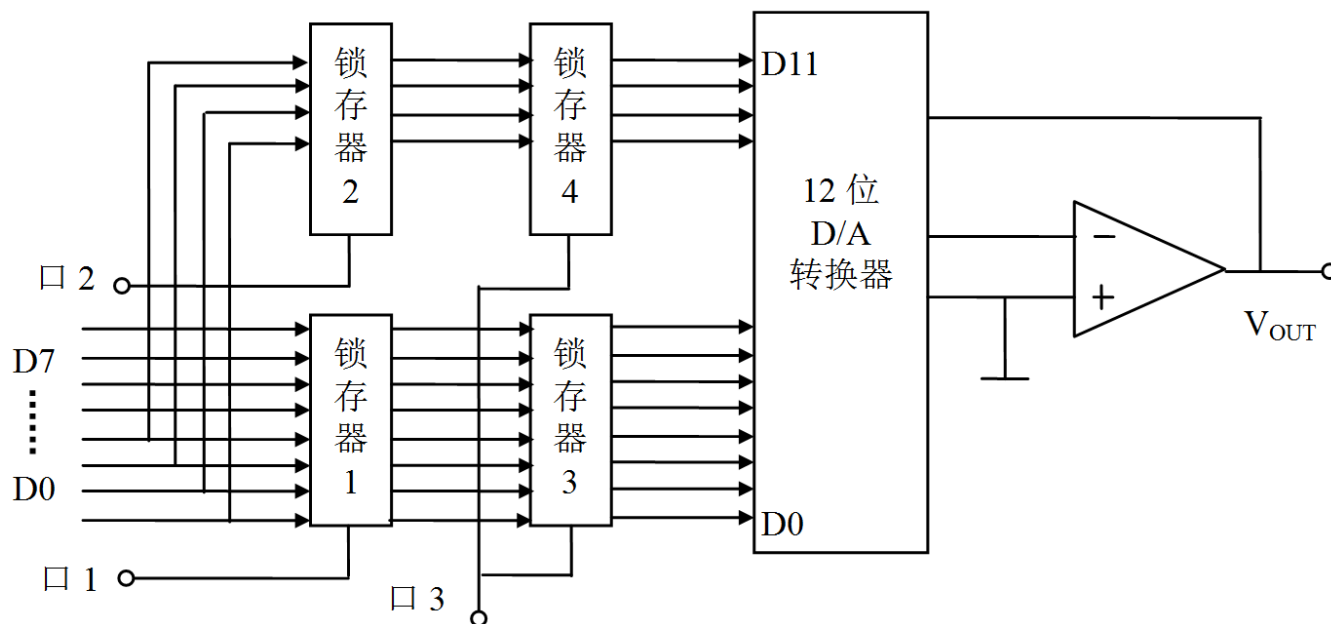


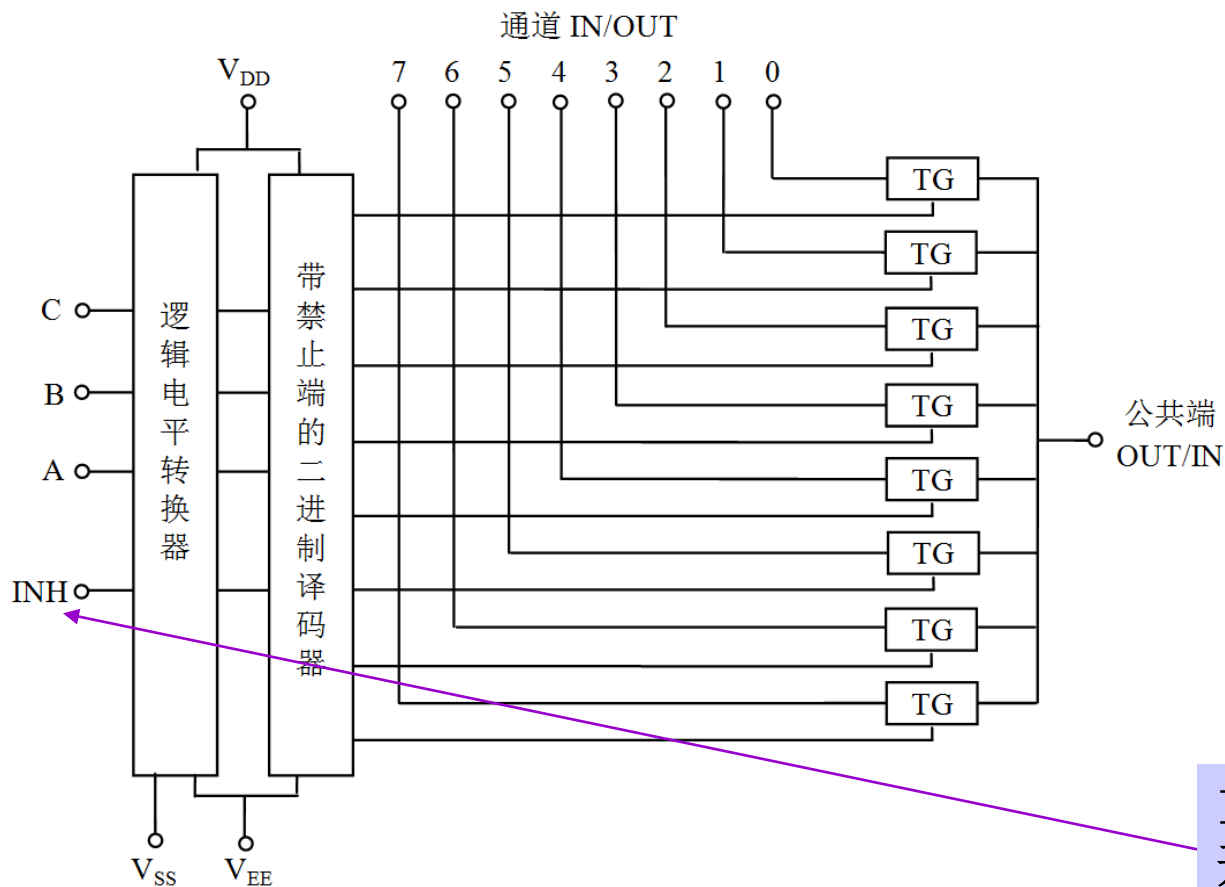
图 7.3.5 采用二重锁存的 12 位 DAC 接口

# DAC 1210主要特性

- 12位分辨率
- 电流型输出
- 外接参考电压 $-10V \sim +10V$
- 可采用双缓冲、单缓冲或直接输入三种工作方式
- 单电源 $+5V \sim +15V$
- 电流建立时间 $1\mu s$
- R-2R T型解码网络
- 线性误差 $0.05\%FS$  (FS为满量程)
- 数字输入与TTL兼容

# 7.4 A/D转换

- 7.4.1 多路开关
- 多路开关主要用途：多到一转换，或者一到多转换。
- 双向单端8通道多路开关CD4051



C	B	A	INH	选择通道
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	2
0	1	1	0	3
1	0	0	0	4
1	0	1	0	5
1	1	0	0	6
1	1	1	0	7
×	×	×	1	×

INH=1，所有通道均断开，禁止模拟量输入

图 7.4.1 CD4051 原理图

# 多路开关的扩展

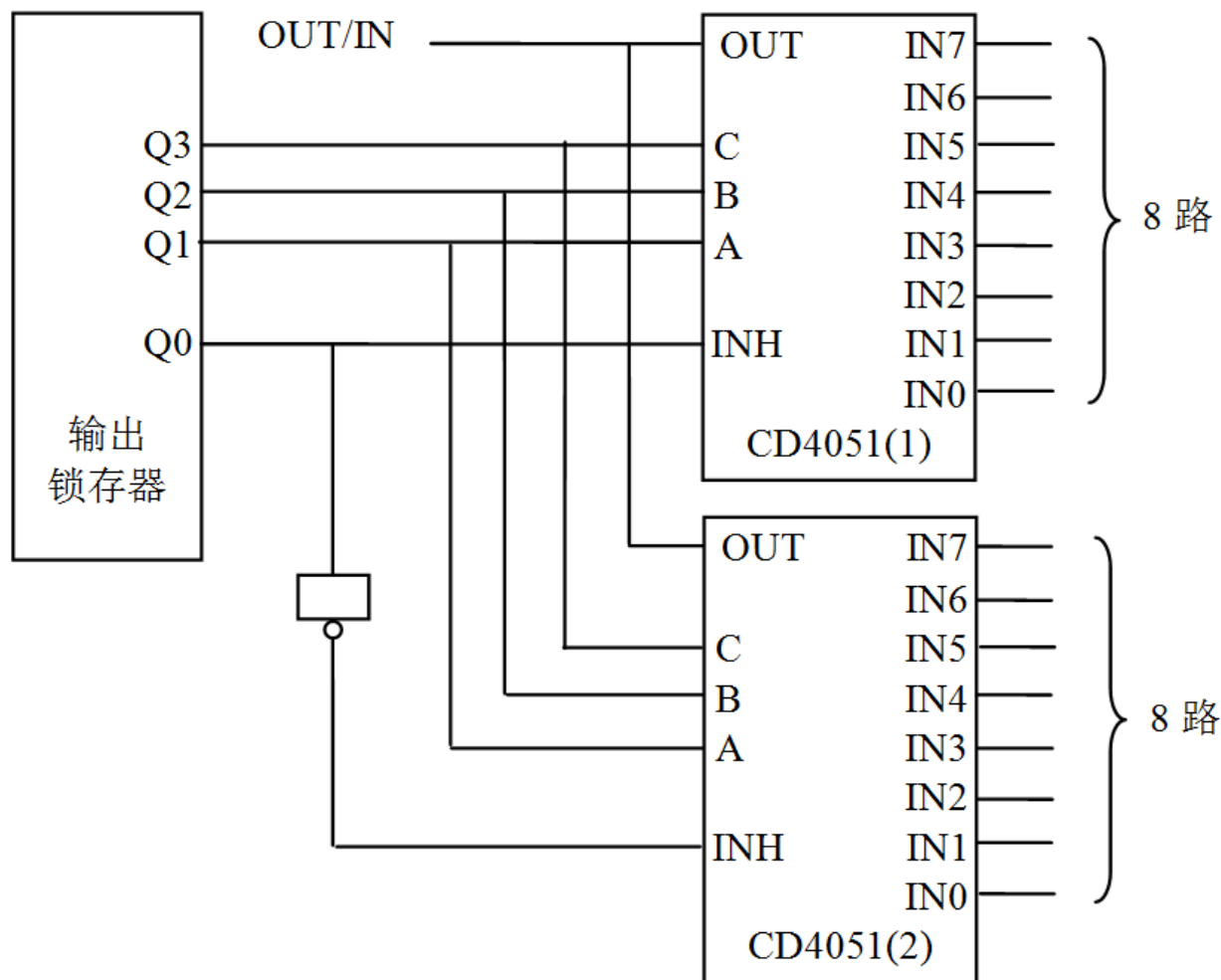


图 7.4.2 CD4051 的扩展电路

## 7.4.2 A/D转换原理

- **常用A/D转换方法：**计数式、逐次逼近式、双积分式。
- 计数式最简单，但转换速度很低。逐次逼近式A/D转换器的速度较高，比较简单，而且价格适中，可以说，各种指标比较适中，因此是微型机应用系统中最常用的外围接口电路。双积分式A/D转换器精度高，抗干扰能力强，但速度低，一般应用在要求精度高而速度不高的场合，例如仪器仪表等。
- **1. A/D转换的基本过程**
- **模拟量：**时间上和幅值上都连续的一种信号。
- **采样过程：**模拟量经过采样后得到的信号是时间上离散，幅值上连续的信号，即离散信号。
- **量化过程：**离散信号在幅值上进一步离散化。
- 量化后的信号是时间上和幅值上都离散的数字量。
- **采样与量化是A/D转换的基本过程。**采样是将模拟量变换为离散量，一般包括采样与保持两个步骤，量化是将离散量变换成数字量，一般包括量化与编码两个步骤。



# 信号的采样和量化

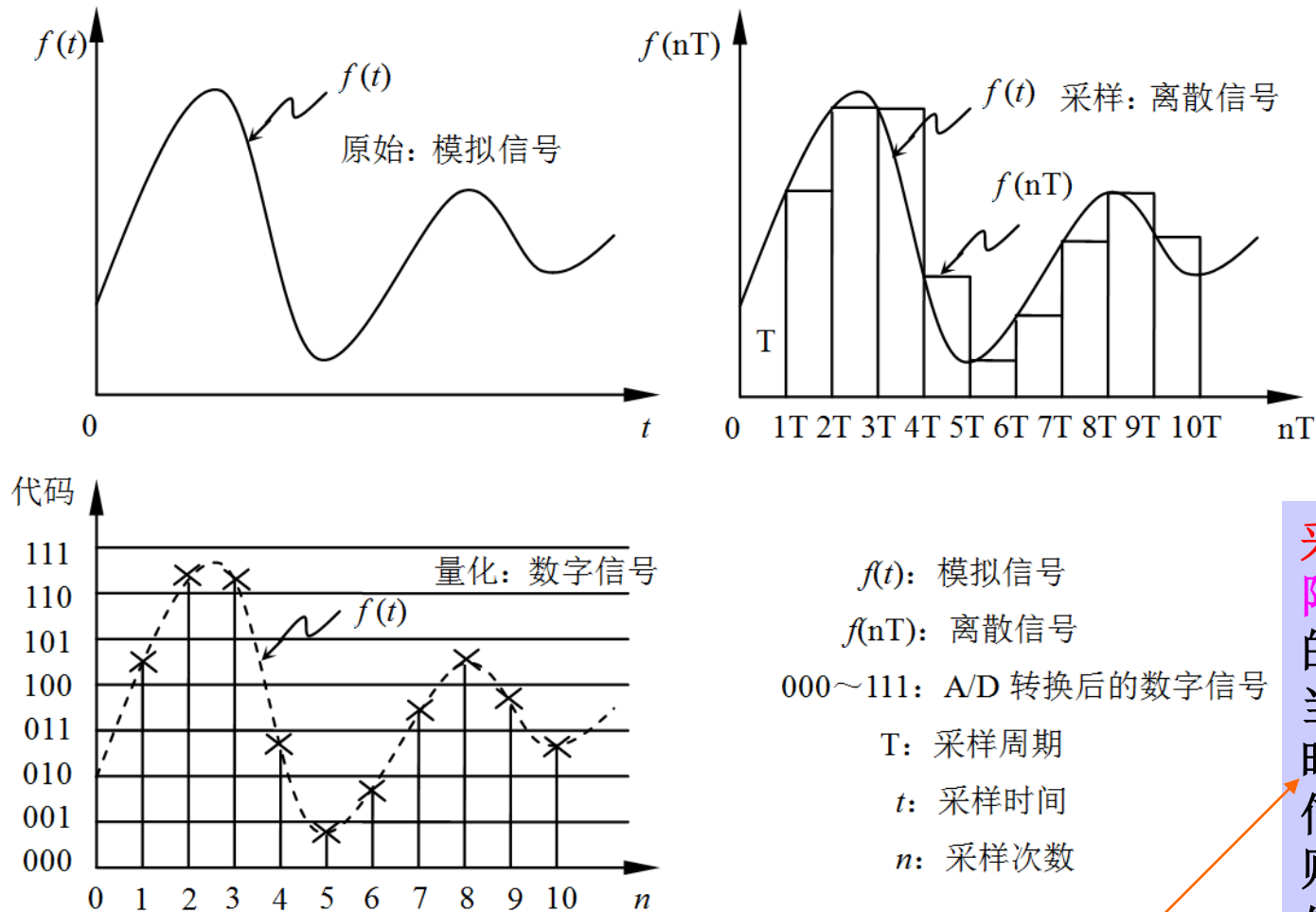


图 7.4.3 信号的采样和量化

条件

**采样定理:** 对于一个有  
限频谱 ( $\omega < +\omega_{\max}$ )  
的连续信号进行采样,  
当采样频率  $f \geq 2f_{\max}$   
时 ( $f_{\max}$  是输入模拟  
信号的最高频率),  
则采样输出信号能无  
失真地恢复到原来的  
连续信号。

公式

## 2. 8位计数式A/D转换原理

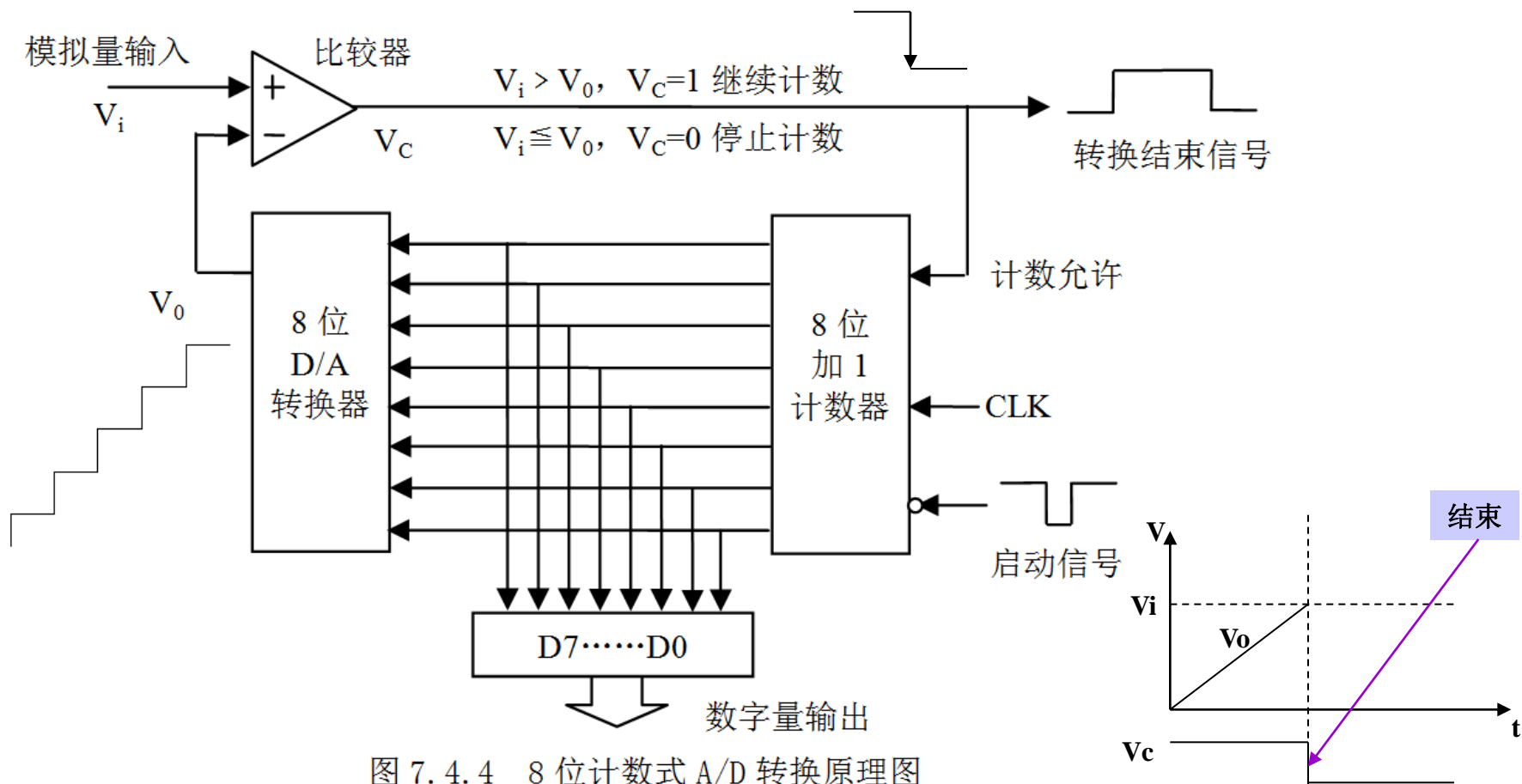


图 7.4.4 8 位计数式 A/D 转换原理图

**原理:** 被测电压和一个均匀增长的斜坡电压不断地作比较，直到二者相等时，比较过程结束，并输出一个代表被测电压值的二进制数值。

### 3. 8位逐次逼近式A/D转换

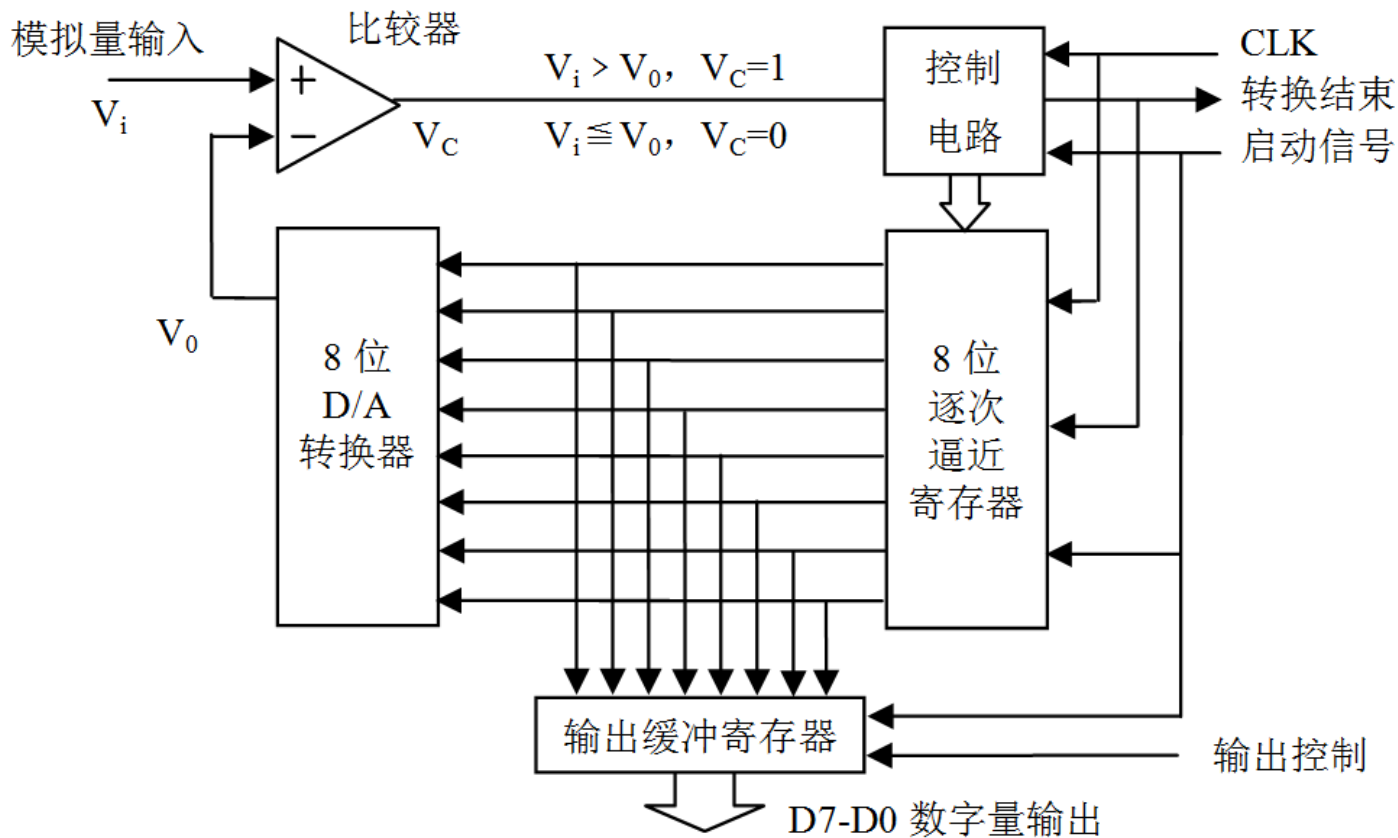


图 7.4.5 8 位逐次逼近式 A/D 转换原理图

**原理：**将被测电压和由D/A转换生成的电压进行比较，但这里D/A转换生成的电压不是线性增长去接近被测电压，而是用对分搜索的方法来逐次逼近被测电压。

## 4. 双积分式A/D转换

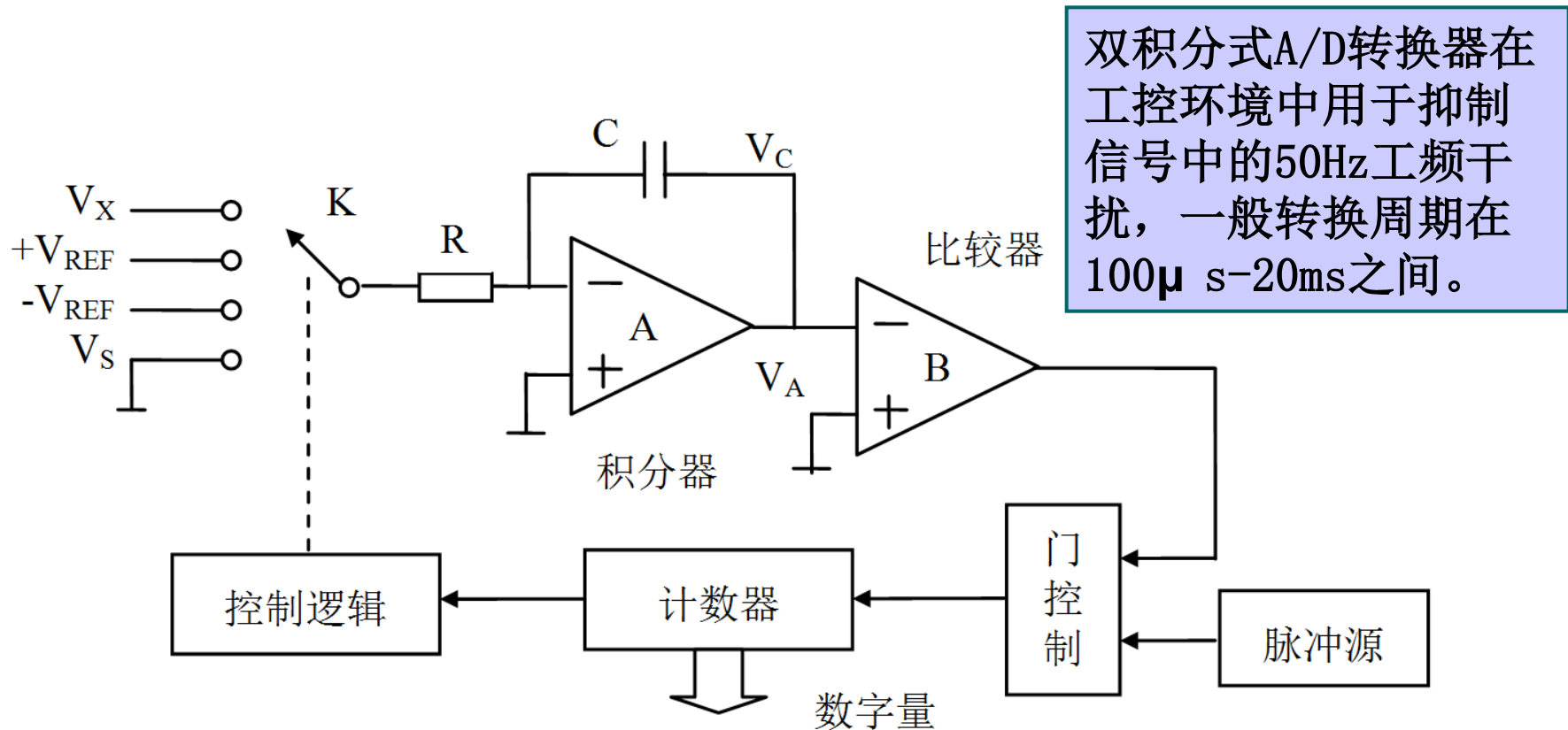


图 7.4.6 双积分式 A/D 转换原理图

**原理：**将一段时间内的模拟电压通过两次积分，转换成与模拟电压成正比的时间间隔，然后利用时钟脉冲和计数器测出此段时间间隔，所得到的计数结果就是输入电压对应的数字值。

## 7.4.3 A/D转换器的主要技术指标

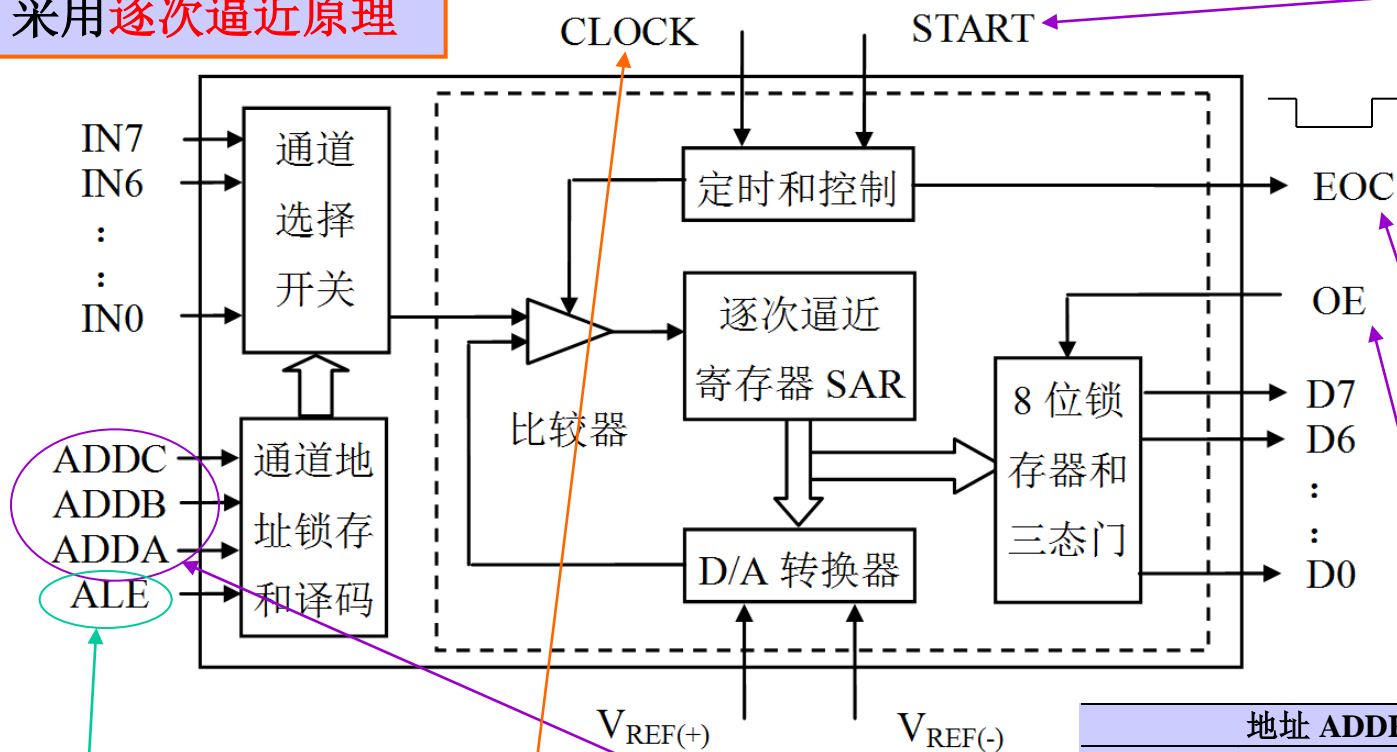
- **分辨率**：表明了能够分辨最小的量化信号的能力。它是输出数字量变化一个相邻数码所需输入模拟电压的变化量，即数字输出的最低有效位（LSB）所对应的模拟输入电平值。
- **精度**：指A/D转换器的实际变换函数与理想变换函数的接近程度。精度又分为绝对精度和相对精度。
- **转换时间**：指ADC完成一次转换所需的时间，即从启动信号开始到转换结束并得到稳定的数字输出量所需的时间。通常为微秒级。一般约定，转换时间大于1ms的为低速，1ms~1μs的为中速，小于1μs的为高速，小于1ns的为超高速。转换时间的倒数称为转换速率。例如ADC 0809的转换时间为100μs，则转换速率为每秒1万次。
- **量程**：指ADC所能转换的输入电压范围。

## 7.4.4 ADC 0809 八位A/D转换器及应用

- ADC 0809是美国NS公司生产的CMOS组件，8路输入单片A/D转换器，可直接与CPU总线连接，使用非常广泛。
- 1. ADC 0809主要特性
  - 8位分辨率
  - 电压输入0~+5V
  - 转换时间100 $\mu$ s（640KHz条件）
  - 时钟频率100KHz~1280KHz，标准时钟为640KHz
  - 无漏码
  - 单一电源+5V
  - 8路单端模拟量输入通道
  - 参考电压+5V
  - 总的不可调误差 $\pm 1$ LSB
  - 温度范围-40 $^{\circ}$ C~+85 $^{\circ}$ C，功耗低15mW
  - 不需进行零点调整和满量程调整
  - 可锁存的三态输出，输出与TTL电路兼容

## 2. ADC 0809内部结构

采用逐次逼近原理



START: 启动信号, 正脉冲有效

EOC: 转换结束信号, 输出。低电平时表明0809已准备开始转换, 或正在转换进行之中, 不能提供一个有效数据。

OE: 输出允许, 输入线。

ALE: 地址锁存允许, 在ALE的上升沿, ADDC、ADDB、ADDA三位地址信号被锁存到地址锁存器。

CLOCK: 时钟信号, 输入。频率范围是100KHz~1280KHz, 标准时钟640KHz, 此时转换时间为100μs。

地址 ADDR			模拟量 输入通道
ADDC	ADDB	ADDA	
0	0	0	IN0
0	0	1	IN1
0	1	0	IN2
0	1	1	IN3
1	0	0	IN4
1	0	1	IN5
1	1	0	IN6
1	1	1	IN7



### 3. ADC 0809工作时序

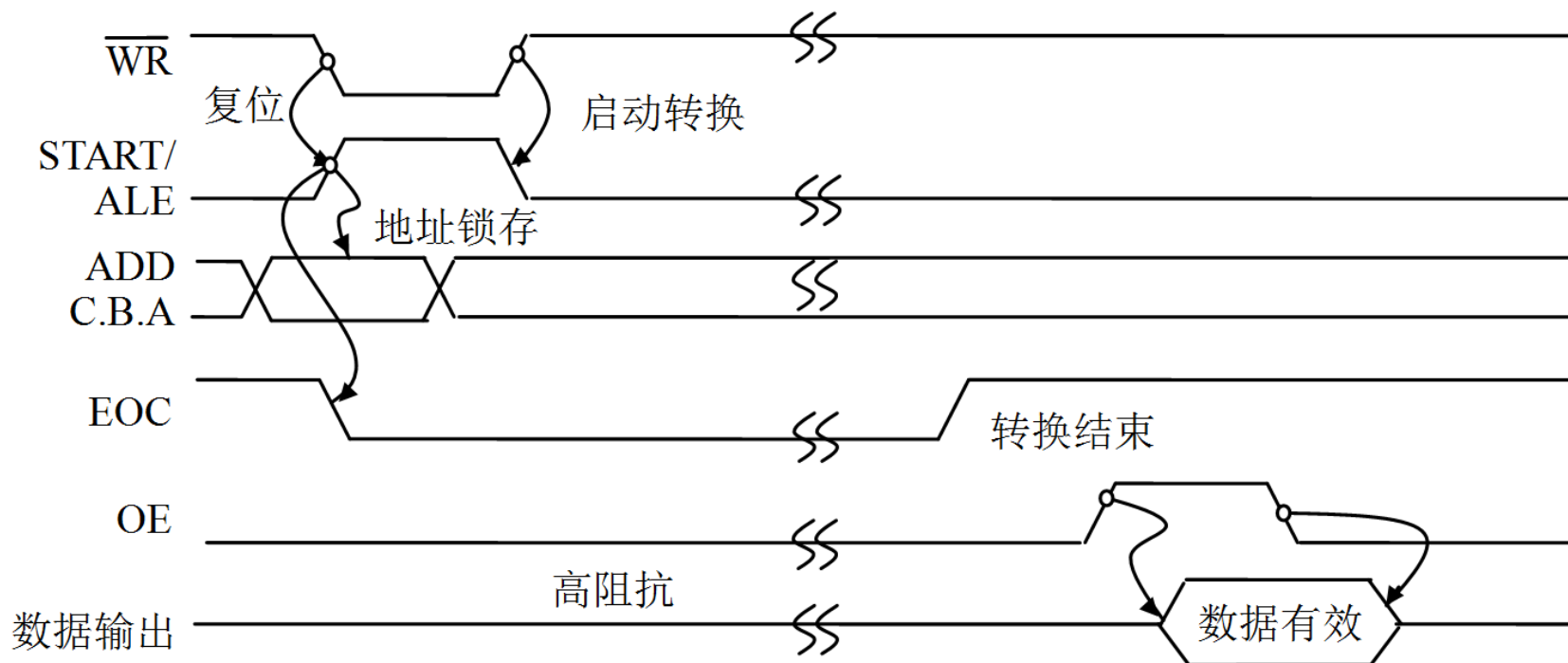


图 7.4.8 ADC 0809 工作时序

# ADC 0809常用的极性转换输入电路

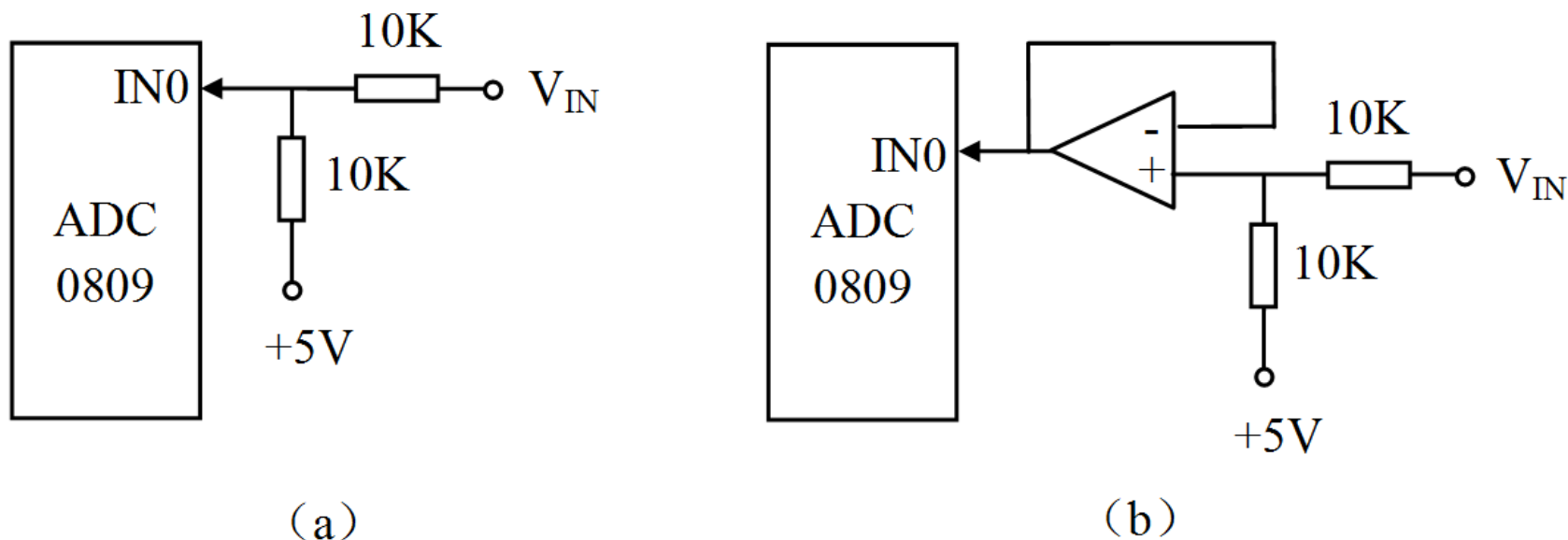


图 7.4.9 ADC 0809 常用的极性转换输入电路

## 4. ADC 0809与CPU的接口方法

- A/D转换器与CPU的数据传送控制方式通常有3种：  
等待方式，查询方式，中断方式
- 1. 等待方式：
- 等待方式是在向A/D转换器发出启动指令后，进行软件延时（等待），此延时时间取决于A/D转换器完成A/D转换所需要的时间（如ADC 0809在640KHz时为100 $\mu$ s），经过延时后才可读入A/D转换数据。
- 在这种方式中，有时为了确保转换完成，不得不把延时时间适当延长，因此，比查询方式转换速度慢，但对硬件接口要求较低，可视系统CPU紧张程度选用。

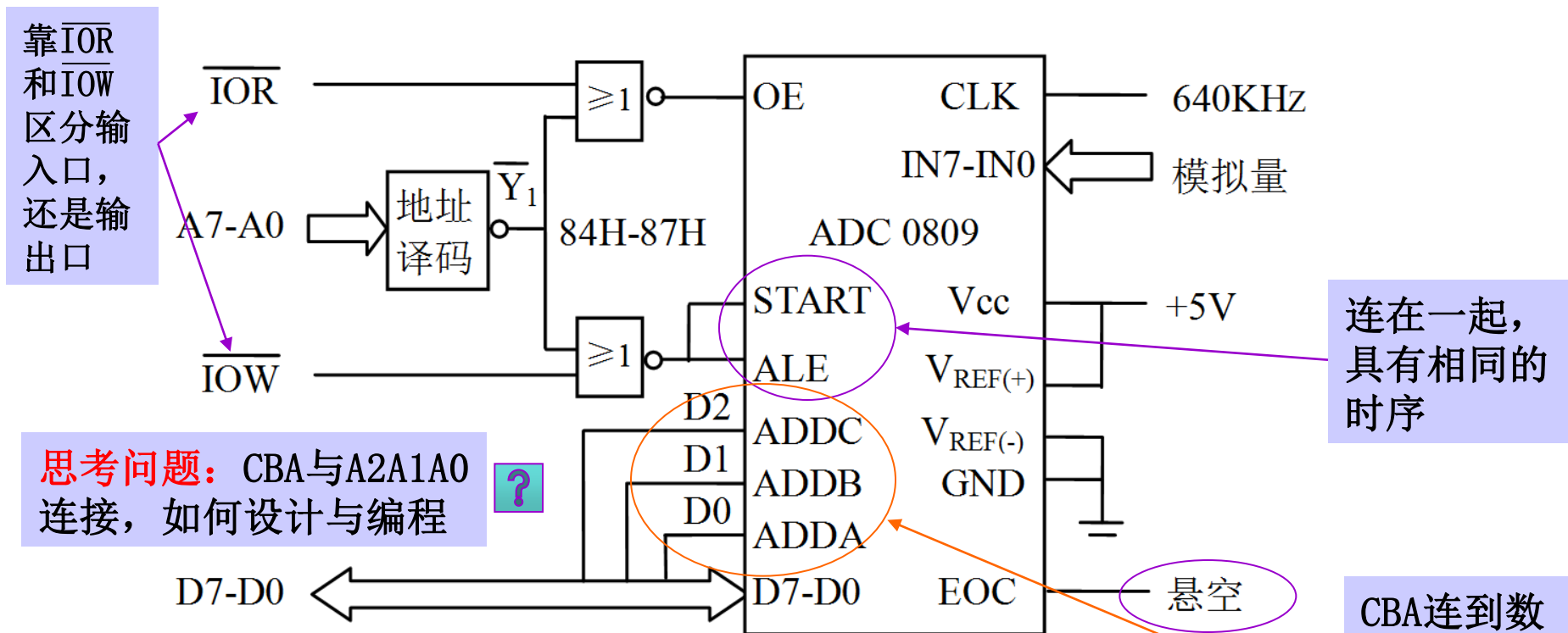
## 4. ADC 0809与CPU的接口方法

- A/D转换器与CPU的数据传送控制方式通常有3种：  
等待方式，查询方式，中断方式
- 2. 查询方式：
- 程序查询方式就是先选通模拟量输入通道，发出启动A/D转换的信号，然后用程序查看EOC状态，若EOC=1，则表示A/D转换已结束，可以读入数据；若EOC=0，则说明A/D转换器正在转换过程中，应继续查询，直到EOC=1为止。

## 4. ADC 0809与CPU的接口方法

- A/D转换器与CPU的数据传送控制方式通常有3种：  
等待方式，查询方式，中断方式
- 3. 中断方式：
  - 在这种方式中，CPU启动A/D转换后，即可转而处理其它事情。一旦A/D转换结束，则由A/D转换器发出转换结束信号。
  - 中断方式不需花费等待时间，但若中断后，保护现场、恢复现场等一系列操作过于繁锁，所占用的时间和A/D转换的时间相当，则中断方式就失去了它的优越性。

# 例7.4.1 ADC 0809等待方式接口设计



采集通道  
IN0的数据：

图 7.4.10 ADC 0809 与微处理器之间的等待方式连接

```
MOV    AL, 00H    ; 设置通道号0
OUT     84H, AL    ; 启动0通道进行A/D转换
CALL    DELAY100   ; 延时100μs，等待A/D转换结束
IN      AL, 84H     ; 转换结束，读入A/D转换结果
```

## 例7.4.2 ADC 0809查询方式接口设计

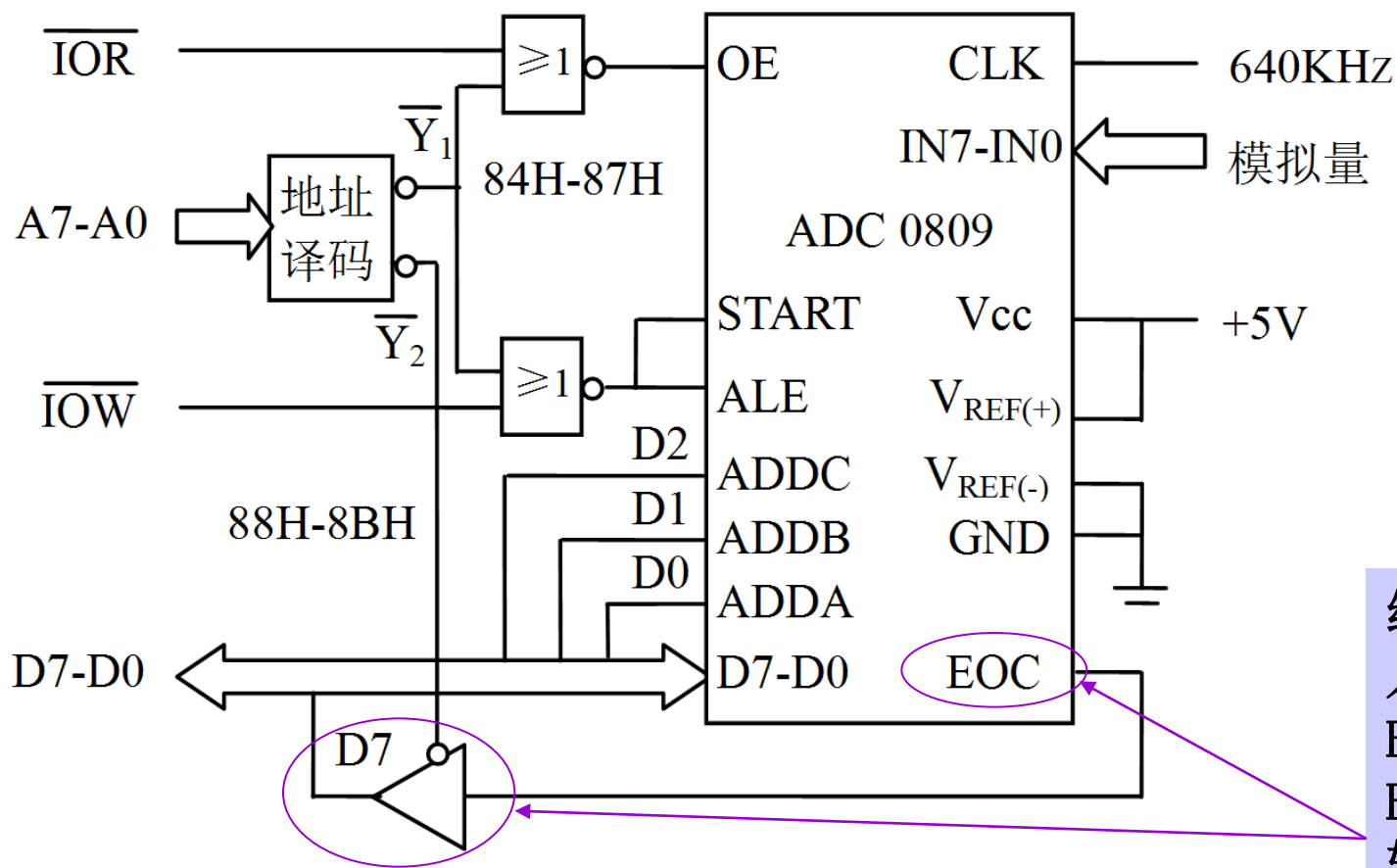


图 7.4.11 ADC 0809 与微处理器之间的查询方式连接

**编程要求：**采用查询方式，对现场8路模拟量输入信号循环采集一次，其数据存入数据缓冲区中。

缓冲器作为输入端口，查询EOC状态，EOC=0说明A/D转换器正在转换过程中，应继续查询，直到EOC=1为止。



# 程序设计

**DATA SEGMENT**

**COUNT DB 00H**

； 采样次数

**NUMBER DB 00H**

； 通道号

**ADCBUF DB 8 DUP(?)**

； 采样数据缓冲区

数据段定义

**DATA ENDS**

**ADCC EQU 84H**

； A/D控制口地址

**ADCS EQU 88H**

； A/D状态口地址

符号定义

**CODE SEGMENT**

**ASSUME CS:CODE, DS:DATA**

代码段定义  
赋值DS

**START: MOV AX, DATA**

**MOV DS, AX**

**MOV BX, OFFSET ADCBUF** ； 设置A/D缓冲区

**MOV CL, COUNT** ； 设置采样次数

设置循环参数

**MOV DL, NUMBER** ； 设置通道号

**X3: MOV AL, DL**

**OUT ADCC, AL**

； 启动ADC 0809相应通道

启动A/D

# 程序设计

<b>X1:</b>	<b>IN</b>	<b>AL, ADCS</b>	； 读取状态口	查询状态，等待
	<b>TEST</b>	<b>AL, 80H</b>	； 析取EOC	A/D转换的开始
	<b>JNZ</b>	<b>X1</b>	； EOC≠0， ADC 0809未开始转换，等待	
<b>X2:</b>	<b>IN</b>	<b>AL, ADCS</b>		查询状态，等待
	<b>TEST</b>	<b>AL, 80H</b>		A/D转换的结束
	<b>JZ</b>	<b>X2</b>	； EOC≠1， ADC 0809未转换完成，等待	
	<b>IN</b>	<b>AL, ADCC</b>	； 读数据	数据处理
	<b>MOV</b>	<b>[BX], AL</b>		
	<b>INC</b>	<b>BX</b>	； 指向下一个数据缓冲单元	
	<b>INC</b>	<b>DL</b>	； 指向下一个通道	
	<b>INC</b>	<b>CL</b>	； 采样次数加1	修改循环参数
	<b>CMP</b>	<b>CL, 08H</b>		
	<b>JNZ</b>	<b>X3</b>		
	<b>MOV</b>	<b>AX, 4C00H</b>		
	<b>INT</b>	<b>21H</b>		
<b>CODE</b>	<b>ENDS</b>			
	<b>END</b>	<b>START</b>		

## 7.4.5 12位A/D转换器AD574

- AD574型快速12位逐次逼近式A/D转换器是美国AD公司产品，是一种内部由双极型电路组成的28脚双列直插式标准封装的集成A/D转换器，该转换器集成度高，并因其功能完善和性能优异而被广泛采用。
- **AD574主要特性：**
- 12位分辨率
- 转换时间 $25\mu s$ （12位）、 $16\mu s$ （8位）
- 单通道模拟电压输入，无漏码
- 采用逐次逼近式原理
- 单极性电压输入 $0\sim 10V$ 、 $0\sim 20V$
- 双极性电压输入 $\pm 5V$ 、 $\pm 10V$
- 芯片内部具有稳定为 $10.00V \pm 0.1V$ （max）的参考电压，片内具有输出三态缓冲器

## 7.4.6 采样保持器

- 采样保持器在A/D转换接口中起着重要的模拟存贮器的作用。
- 在对模拟信号进行采集与处理时，尽管A/D转换电路的速度很快，但是进行一次转换总需要一定的时间，在这一段时间内，要求被测信号保持不变，这就需要对被测信号进行采样和保持工作。
- 当转换快速变化的模拟信号时，采样保持器能够有效地减小孔径误差。
- 1. 采样保持原理

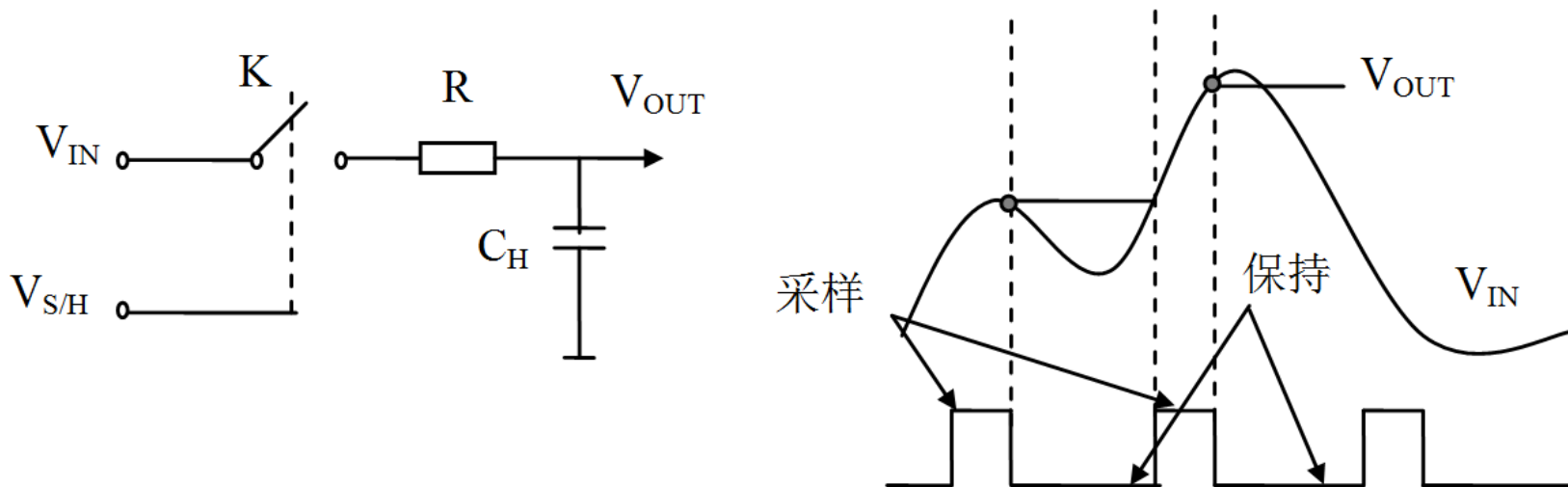


图 7.4.16 采样保持原理图及波形

## 2. 采样保持器的主要性能指标

- **采集时间**：从采样开始到输出稳定所需要的时间。一般以采样保持器输出跟踪一个跳变10V的输入模拟电压时，从采样开始到输出电压与输入电压相差0.01%所需要的时间定义为采集时间。
- **直流偏移**：采样保持器输入端接地时，输出端电压的大小。
- **转换速率**：输出电压变化的最大速率，以伏/秒为单位。
- **孔径时间**：保持命令发出后直到开关完全断开所需要的时间称孔径时间。即进入保持控制后，实际的保持点会滞后真正要求保持的点一段时间，一般是毫微秒级。
- **下跌率（衰减率）**：在保持阶段电容的放电速度，以伏/秒表示，这是由于开关的漏电流及保持电容的其它泄漏通路造成的。一般保持电容的选择应折衷地考虑采集时间和下跌率。

### 3. LF398采样保持器

当 $V_{S/H}=1$ 时, LF398处于**采样**阶段,  $V_{OUT}$ 跟随 $V_{IN}$ 的变化  
当 $V_{S/H}=0$ 时,  $V_{OUT}$ **保持** $V_{S/H}$ 变化时的 $V_{OUT}$ 状态

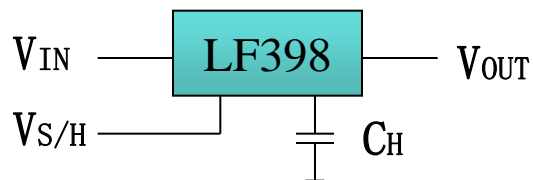
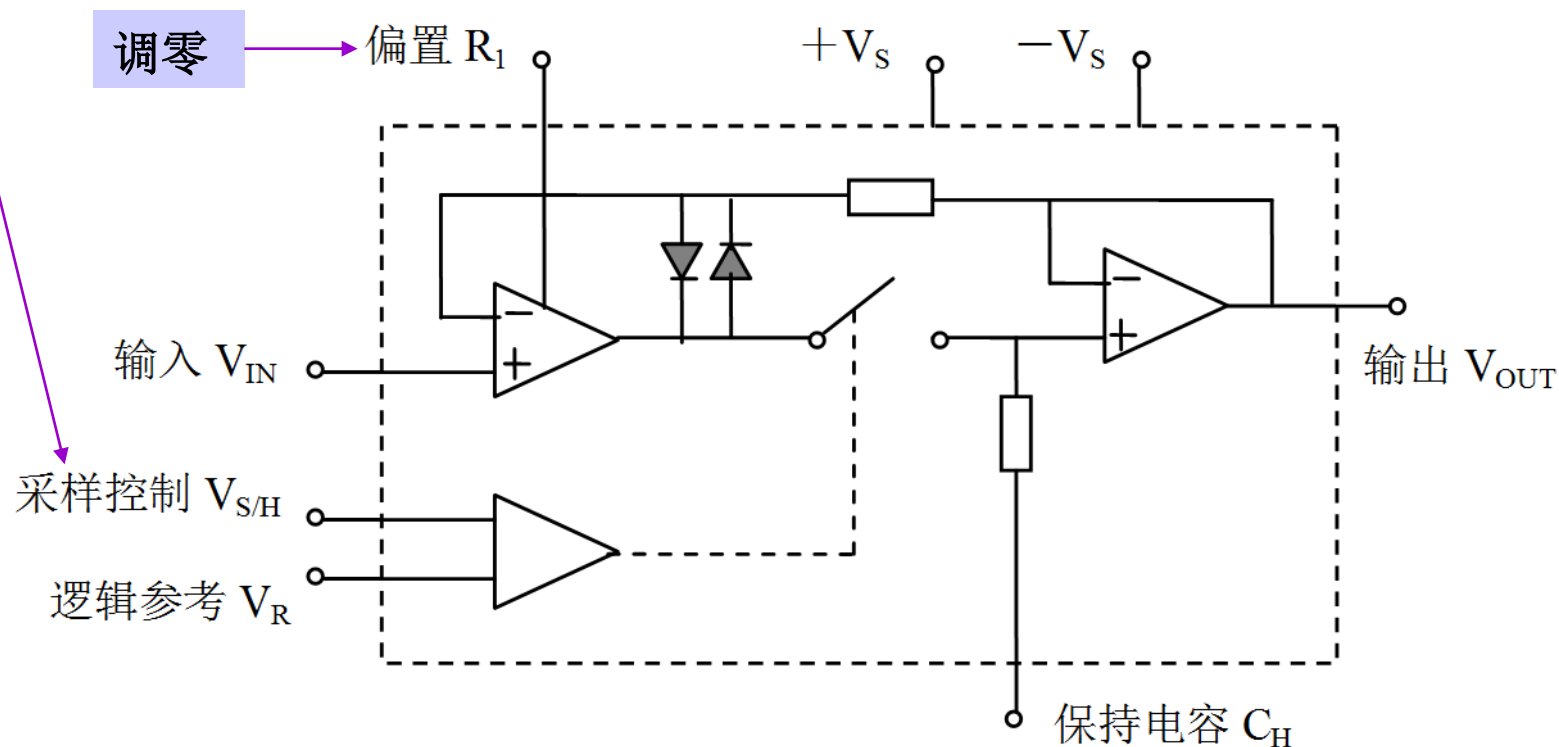


图 7.4.17 LF398 内部结构

## 7.5 功率开关器件及接口

- 在微机测量及控制系统中，被测参数经采样、量化、处理之后，为了达到自动控制的目的，还需要输出控制信息。由于输出设备通常需大电压（或电流）来控制，而微机系统输出的开关量都是通过微机的I/O口输出的。这些I/O口的驱动能力有限。
- 例如标准的TTL门电路在0电平时吸收电流的能力约为16mA，常常不足以驱动一些功率开关（如继电器、电磁开关等），因此，需要一些大功率开关接口电路。
- 常用的功率开关接口器件有功率开关驱动电路及功率型光电耦合器、集成驱动芯片及固体继电器等。

## 7.5.1 光电隔离器

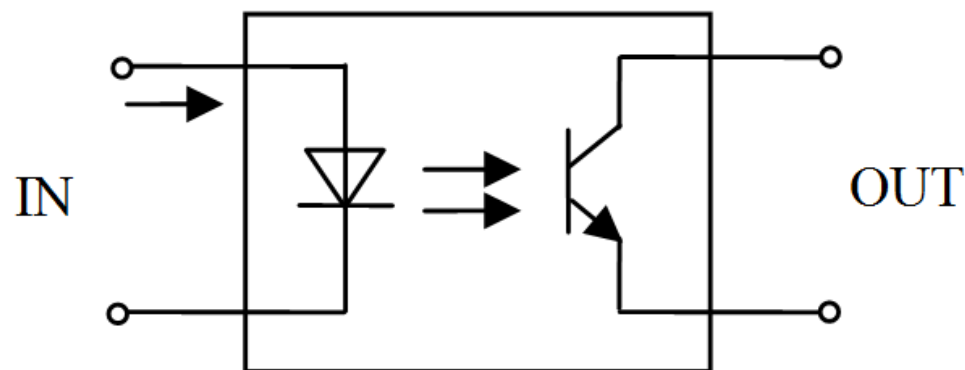


图 7.5.1 光电隔离器原理图

- (1) 当发光二极管有正向电流通过时，即产生红外光，光敏三极管接收光以后便导通。
- (2) 而当该电流撤去时，发光二极管熄灭，三极管截止。

输入、输出端两个电源必须单独供电



## 7.5.2 功率晶体管驱动电路

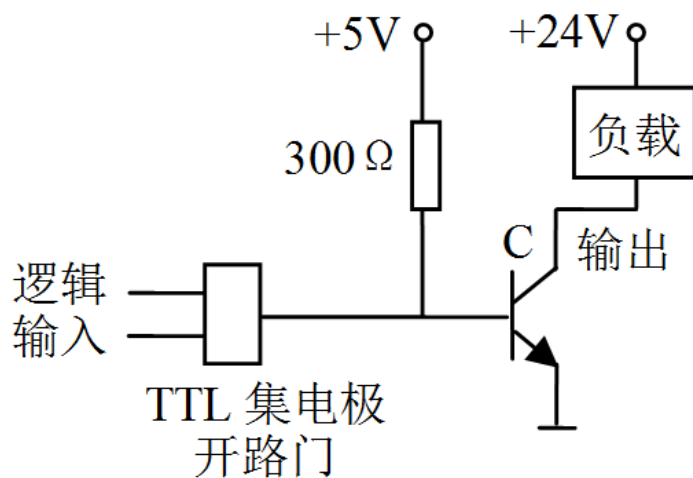


图 7.5.2 简单的晶体管驱动电路

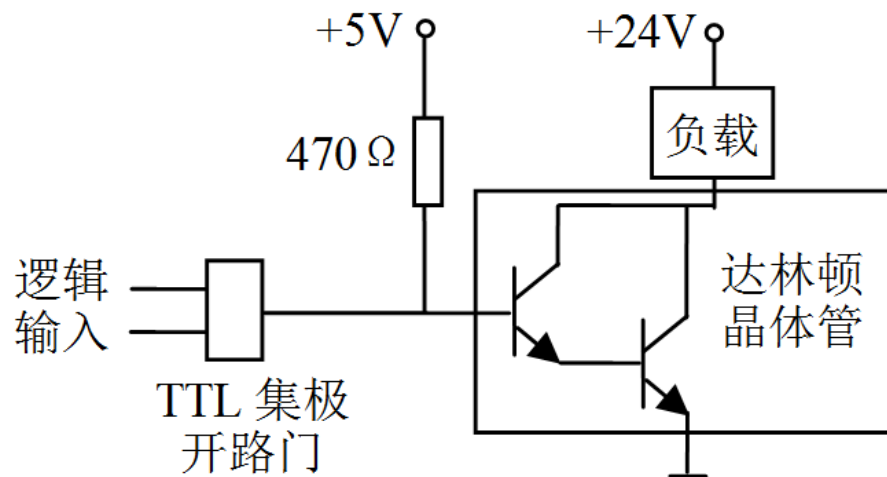


图 7.5.3 达林顿驱动电路

## 7.5.3 机械继电器及接口

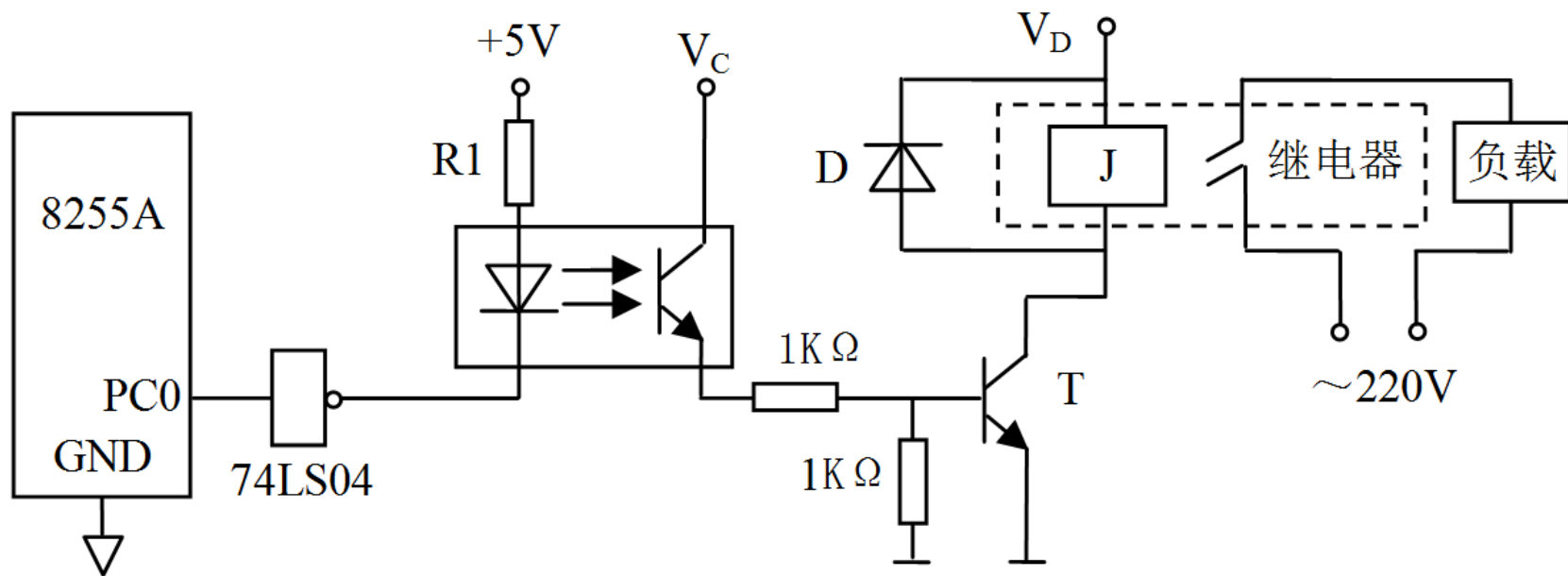


图 7.5.4 继电器接口电路

- (1) 当线圈通电时，由于磁场的作用，使开关触点闭合（或断开）
- (2) 当线圈不通电时，则开关触点断开（或闭合）。

## 7.5.4 固态继电器

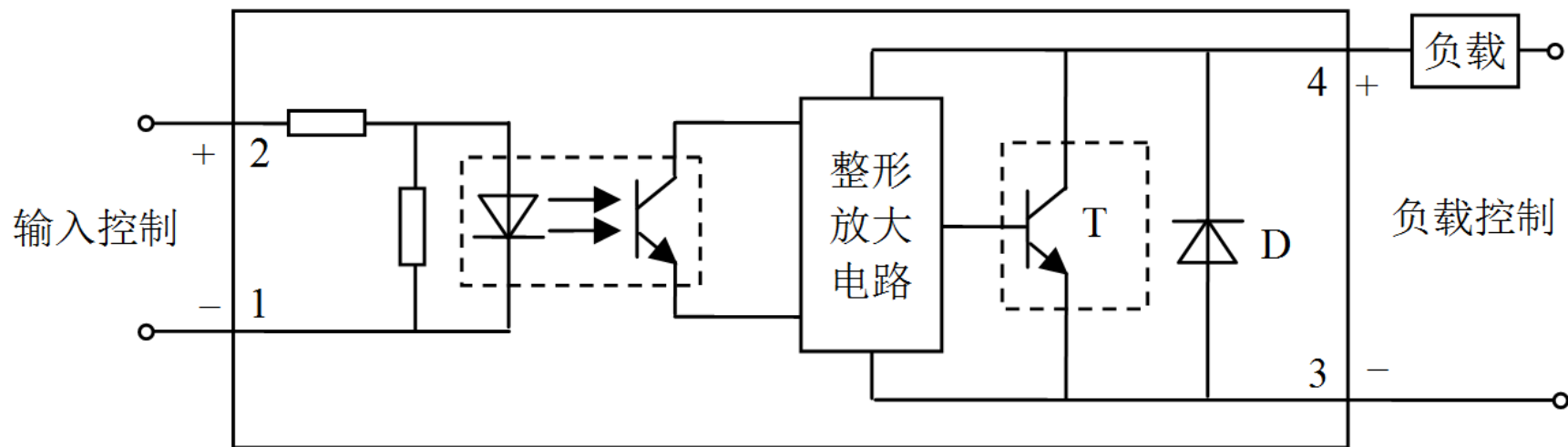


图 7.5.5 直流型 SSR 原理图

在机械继电器控制中，由于采用电磁吸合方式，在开关瞬间，触点容易产生火花，从而引起干扰。对于交流高压等场合，触点还容易氧化，因而影响系统的可靠性。

固态继电器（简称SSR）用晶体管或可控硅代替机械继电器的触点开关，在前级把光电隔离器融为一体，因此，固态继电器实际上是一种带光电隔离器的无触点开关。

由于固态继电器输入控制电流小，输出无触点，所以与机械式继电器相比，具有体积小、重量轻、无机械噪声、无抖动和回跳、开关速度快、工作可靠等优点。

# 第7章 结 束