



第22讲 AD\DA



内 容 提 要

9.1 单片机AD\DA概述

9.2 ADC0809简介

9.3 DAC0832简介





9.1 单片机AD\DA概述

◆ 模/数与数/模转换技术主要用于计算机控制和测量中。

1) 模拟输入通道：监测对象与微控制器的连接通道，也称为测量通道。

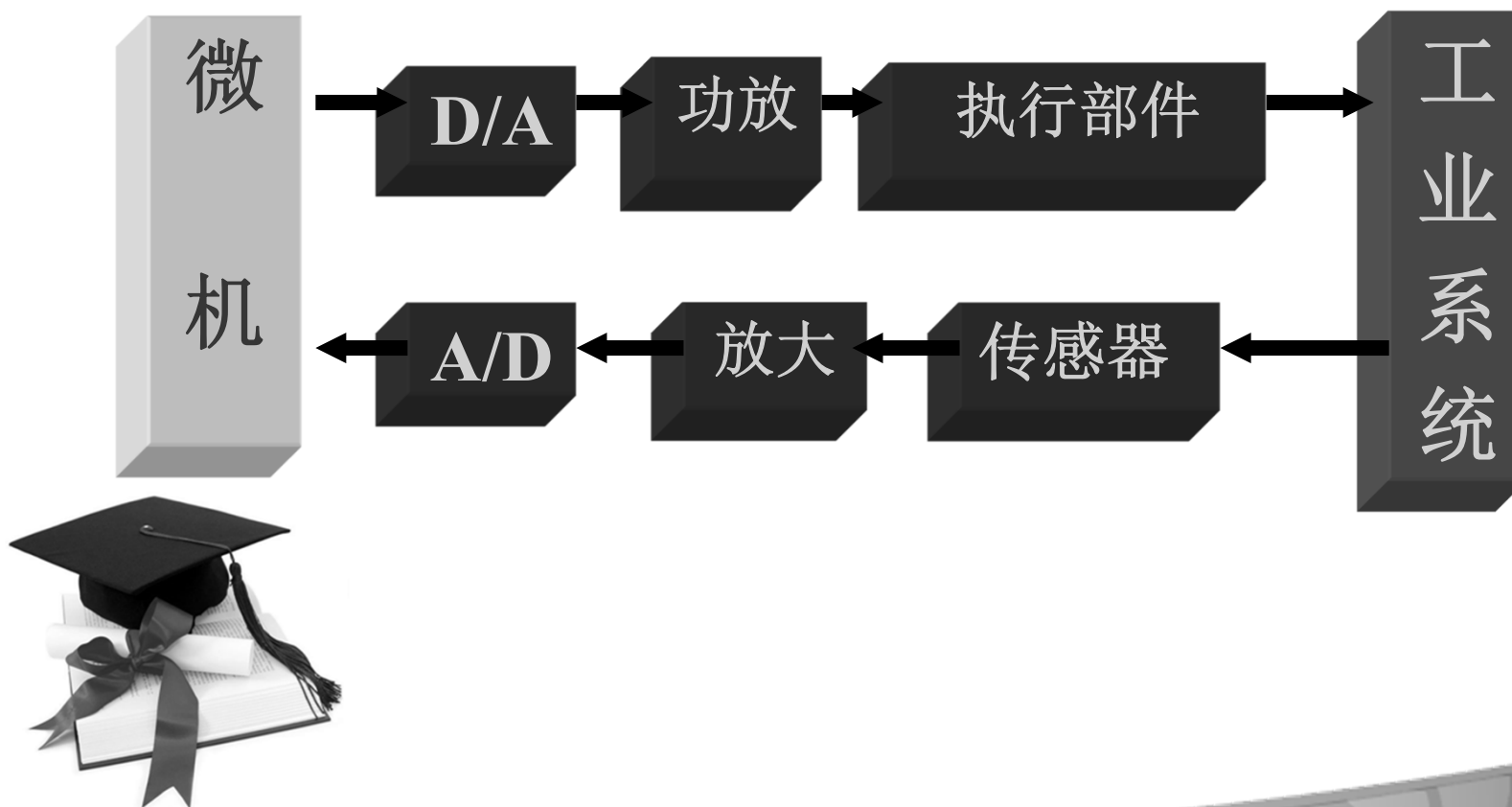
功能：将传感器输出的模拟信号转换成微控制器能够接收的数字信号。

2) 模拟输出通道：微控制器与控制对象的连接通道，也称为控制通道。

功能：将微控制器输出的数字信号转换成控制对象能接收的模拟信号。

9.1 单片机AD\DA概述

- ◆ 模/数与数/模转换技术主要用于计算机控制和测量中。



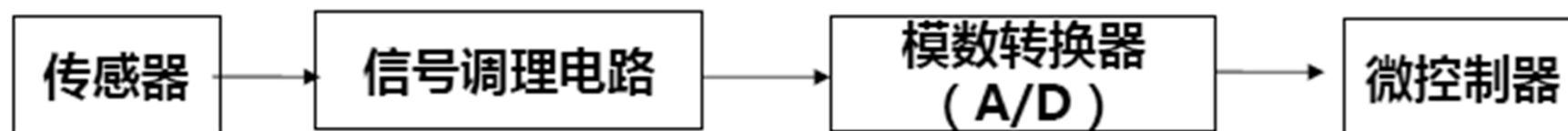
9.1 单片机AD\DA概述

◆ 模拟输入通道结构：

传感器：将需要监测参数的非电量（如温度、压力、流量、振动等），转换为电信号（电压、电流、电阻、电容等）。

信号调理电路：将传感器输出的电信号，通过转换、放大、滤波等调理电路，转换为符合A/D转换器的输入电压要求。

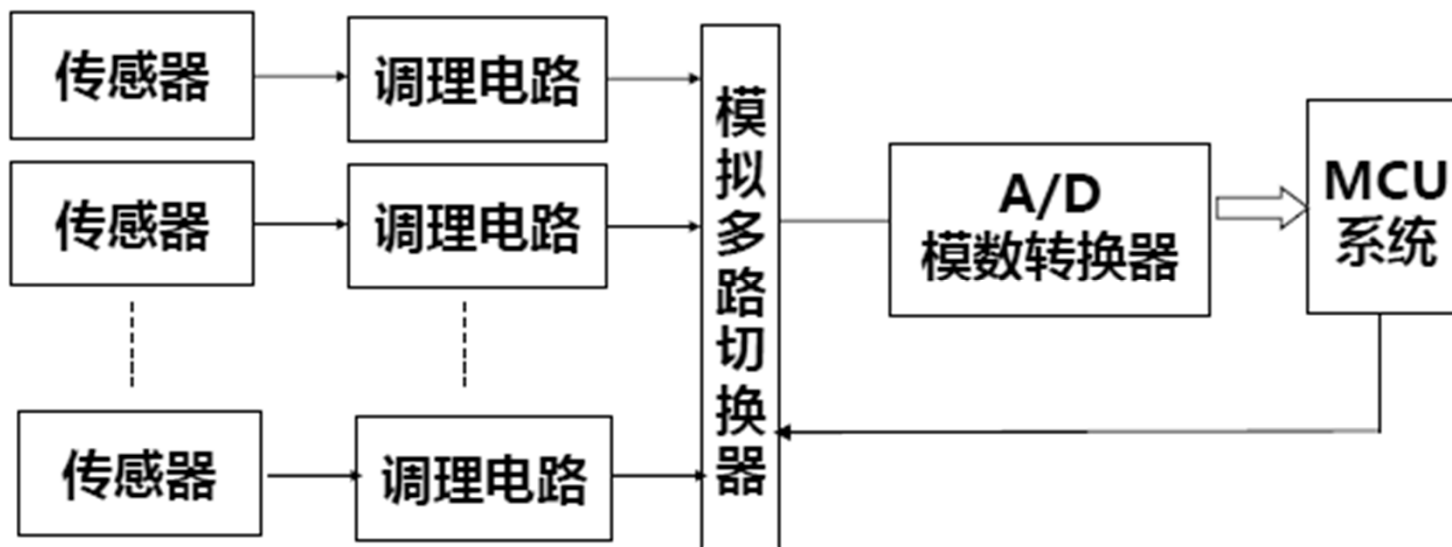
模数转换器：将模拟信号转换为数字信号，连接至微控制器。



9.1 单片机AD\DA概述

- ◆ 实际微机系统中的模拟输入通道可分为：分时采集型和同步采集型：

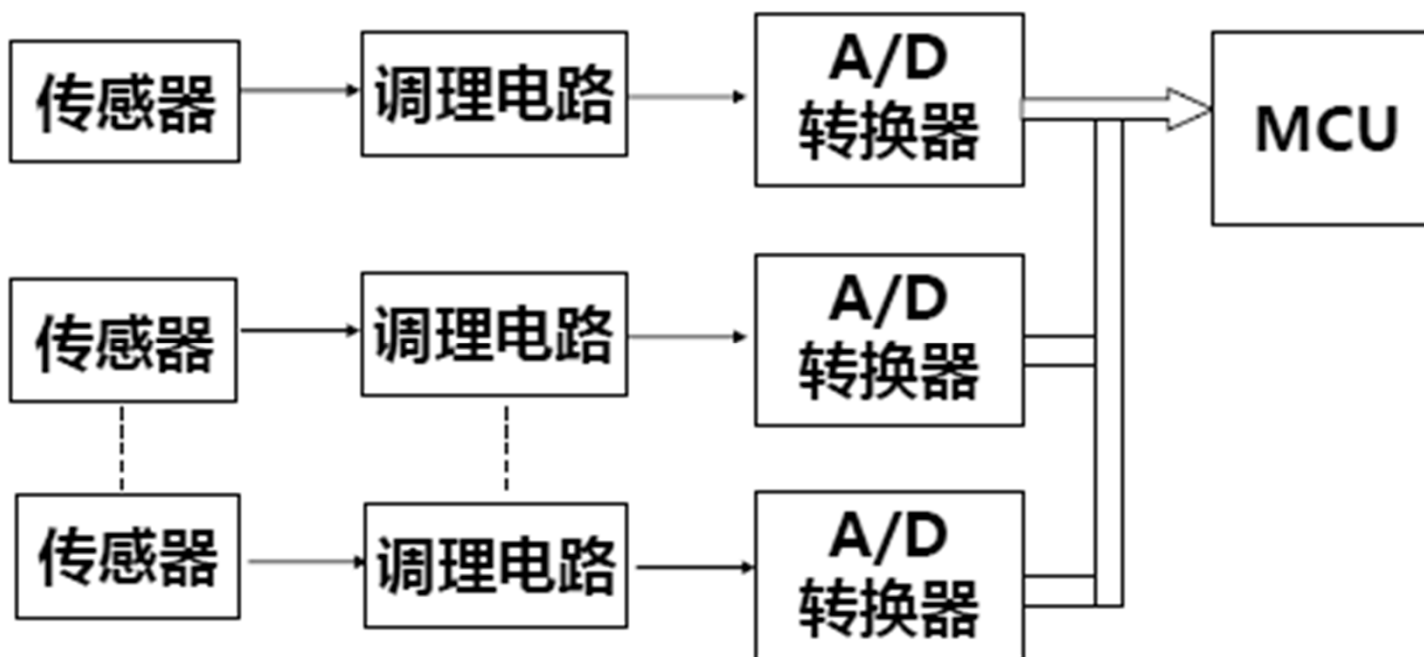
1. 分时采集型



9.1 单片机AD\DA概述

- ◆ 实际微机系统中的模拟输入通道可分为：分时采集型和同步采集型：

2. 同步采集型



9.1 单片机AD\DA概述

◆ AD转换的主要指标:

1、分辨率

ADC的分辨率是指使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。常用二进制的位数表示。例如12位ADC的分辨率就是12位，或者说分辨率为满刻度FS的 $1/2^{12}$ 。

一个10V满刻度的12位ADC能分辨输入电压变化最小值是

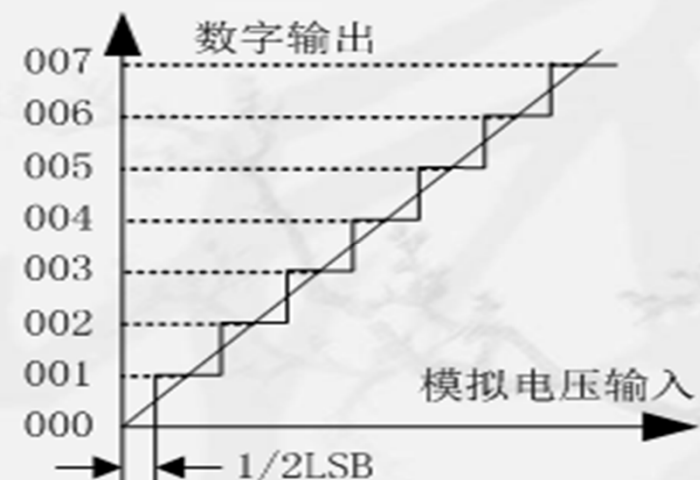
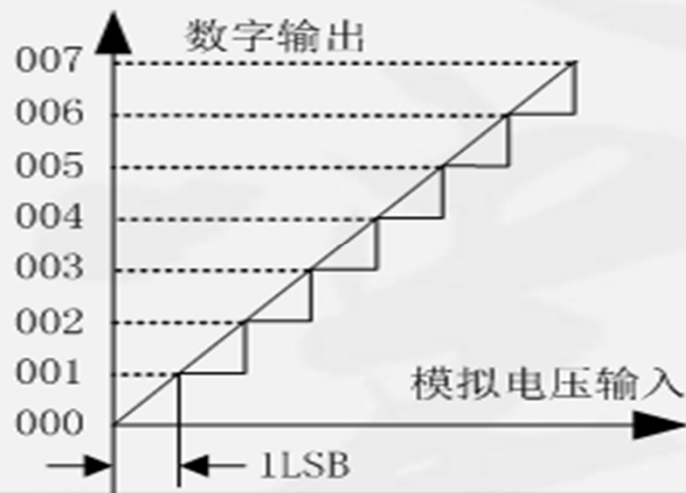
$10V \times 1/2^{12} = 2.4mV$ 。

9.1 单片机AD\DA概述

◆ AD转换的主要指标:

2、量化误差

ADC把模拟量变为数字量，用数字量近似表示模拟量，这个过程称为量化。量化误差是ADC的有限位数对模拟量进行量化而引起的误差。实际上，要准确表示模拟量，ADC的位数需很大甚至无穷大。一个分辨率有限的ADC的阶梯状转换特性曲线与具有无限分辨率的ADC转换特性曲线（直线）之间的最大偏差即是量化误差。





9.1 单片机AD\DA概述

◆ AD转换的主要指标:

3、偏移误差

偏移误差是指输入信号为零时，输出信号不为零的值，所以有时又称为零值误差。假定ADC没有非线性误差，则其转换特性曲线各阶梯中点的连线必定是直线，这条直线与横轴相交点所对应的输入电压值就是偏移误差。

4、满刻度误差

满刻度误差又称为增益误差。ADC的满刻度误差是指满刻度输出数码所对应的实际输入电压与理想输入电压之差。

9.1 单片机AD\DA概述

◆ AD转换的主要指标:

- 5、线性度——线性度有时又称为非线性度，它是指转换器实际的转换特性与理想直线的最大偏差。
- 6、绝对精度——在一个转换器中，任何数码所对应的实际模拟量输入与理论模拟输入之差的极大值，称为绝对精度。
- 7、转换速率——ADC的转换速率是能够重复进行数据转换的速度，即每秒转换的次数。而完成一次A/D转换所需的时间（包括稳定时间），则是转换速率的倒数。

1/3

请继续





9.1 单片机AD\DA概述

◆ DA转换器：

D/A转换器（DAC）是一种将数字信号转换成模拟信号的器件。

把数字信号转化为模拟信号，驱动相关控制对象，例如电动机、音响等。

输出的模拟信号有电压和电流等。



9.1 单片机AD\DA概述

◆ DA转换的主要指标:

- 1、分辨率——指输入数字量的最低有效位（LSB）发生变化时，所对应的输出模拟量（常为电压）的变化量。它反映了输出模拟量的最小变化值。采用8位的DAC时，分辨率为 $5V/256=19.5mV$ 。
- 2、线性度——线性度（也称非线性误差）是实际转换特性曲线与理想直线特性之间的最大偏差。

9.1 单片机AD\DA概述

◆ DA转换的主要指标:

3、绝对精度和相对精度

绝对精度（简称精度）——是指在整个刻度范围内，任一输入数码所对应的模拟量实际输出值与理论值之间的最大误差。绝对精度是由**DAC**的增益误差（当输入数码为全1时，实际输出值与理想输出值之差）、零点误差（数码输入为全0时，**DAC**的非零输出值）、非线性误差和噪声等引起的。绝对精度（即最大误差）应小于1个**LSB**。

相对精度——与绝对精度表示同一含义，用最大误差相对于满刻度的百分比表示。



9.1 单片机AD\DA概述

◆ DA转换的主要指标:

3、建立时间

- ❖ 建立时间是指输入的数字量发生满刻度变化时，输出模拟信号达到满刻度值的 $\pm 1/2\text{LSB}$ 所需的时间。是描述D/A转换速率的一个动态指标。根据建立时间的长短，可以将DAC分成超高速（ $<1\mu\text{S}$ ）、高速（ $10\sim 1\mu\text{S}$ ）、中速（ $100\sim 10\mu\text{S}$ ）、低速（ $\geq 100\mu\text{S}$ ）几档。

1/3

请继续





9.2 ADC0809简介

◆主要性能为：

分辨率为8位；

精度：ADC0809小于 $\pm 1\text{LSB}$ （ADC0808小于 $\pm 1/2\text{LSB}$ ）；

单+5V供电，模拟输入电压范围为0~+5V；

具有锁存控制的8路输入模拟开关；

可锁存三态输出，输出与TTL电平兼容；

功耗为15mW；

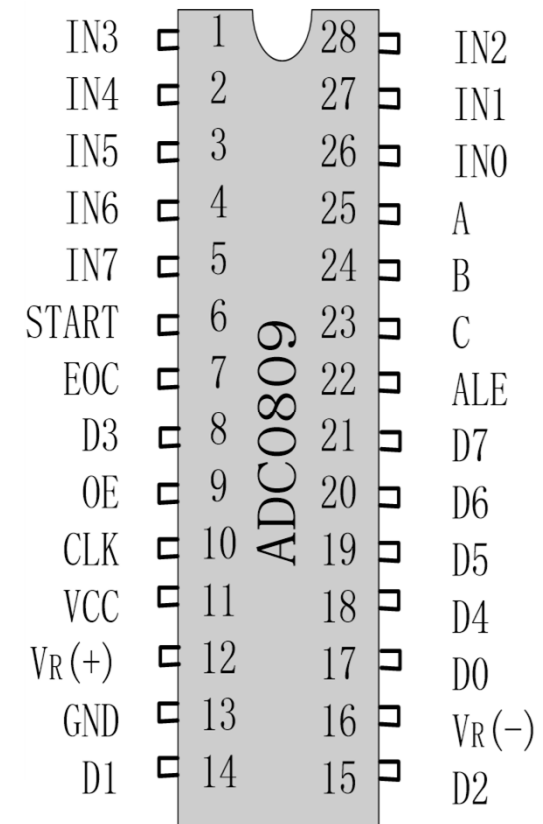
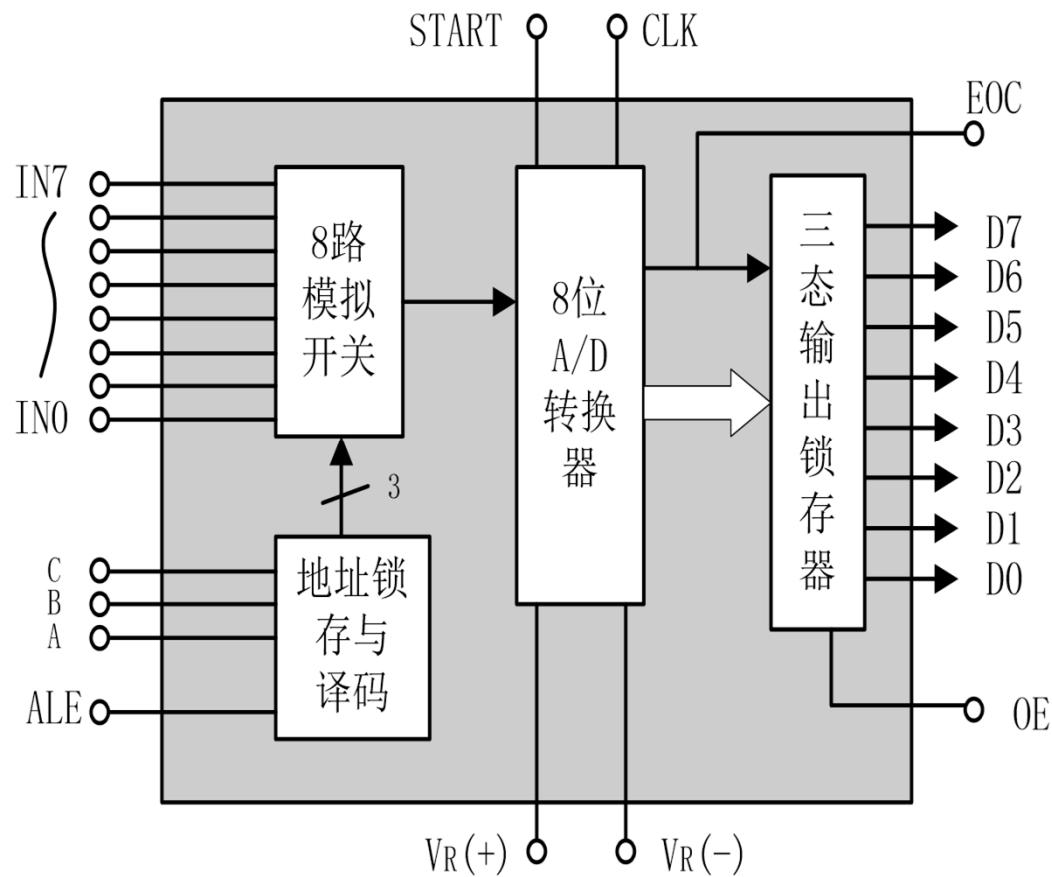
不必进行零点和满度调整；

转换速度取决于芯片外接的时钟频率。时钟频率范围：10~

1280KHz。典型值为时钟频率640KHz，转换时间约为100 μS 。

9.2 ADC0809简介

◆ ADC0809:





9.2 ADC0809简介

- 1、IN0~IN7，8路模拟量输入端。
- 2、D7~D0，8位数字量输出端。
- 3、ALE，地址锁存允许信号输入端。通常向此引脚输入一个正脉冲时，可将三位地址选择信号A、B、C锁存于地址寄存器内并进行译码，选通相应的模拟输入通道。
- 4、START，启动A/D转换控制信号输入端。一般向此引脚输入一个正脉冲，上升沿复位内部逐次逼近寄存器，下降沿后开始A/D转换。
- 5、CLK，时钟信号输入端。
- 6、EOC，转换结束信号输出端。A/D转换期间EOC为低电平，A/D转换结束后EOC为高电平。
- 7、OE，输出允许控制端，控制输出锁存器的三态门。当OE为高电平时，转换结果数据出现在D7~D0引脚。当OE为低电平时，D7~D0引脚对外呈高阻状态。
- 8、C、B、A，8路模拟开关的地址选通信号输入端，3个输入端的信号为000~111时，接通IN0~IN7对应通道。
- 9、VR（+）、VR（-）：分别为基准电源的正、负输入端。

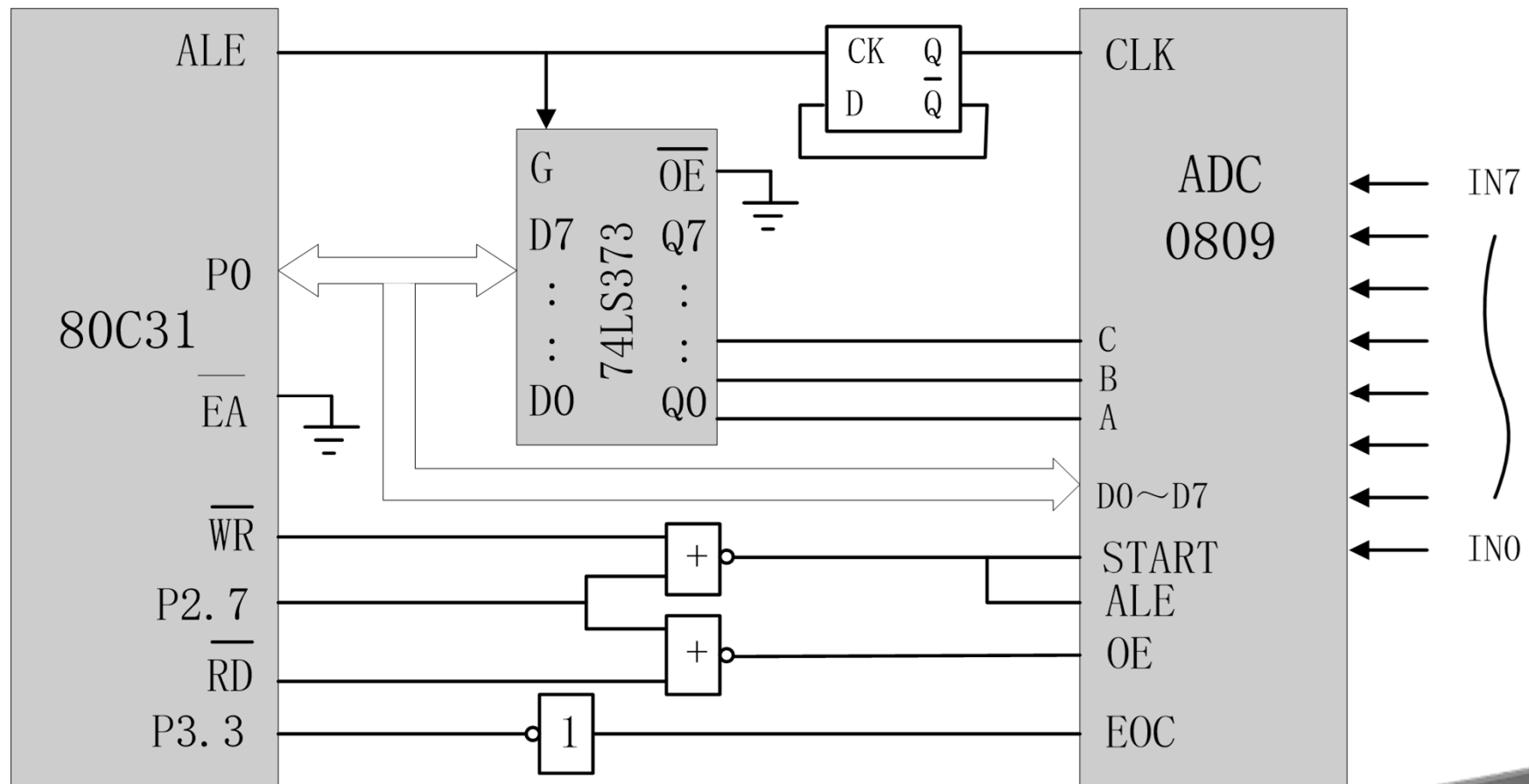
9.2 ADC0809简介

◆ ADC0809的工作过程:

首先输入3位地址，并使**ALE=1**，将地址存入地址锁存器中。此地址经译码选通8路模拟输入之一到比较器。**START**上升沿将逐次逼近寄存器复位。下降沿启动 **A / D**转换，之后**EOC**输出信号变低，指示转换正在进行。直到**A / D**转换完成，**EOC**变为高电平，指示**A / D**转换结束，结果数据已存入锁存器，这个信号可用作中断申请。当**OE**输入高电平时，输出三态门打开，转换结果的数字量输出到数据总线上。

9.2 ADC0809简介

◆ ADC0809与单片机的接口



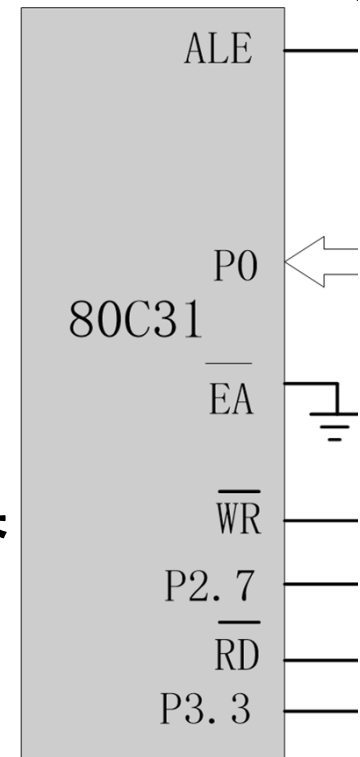


9.2 ADC0809简介

- ◆ 例：对8路模拟信号轮流采样一次，并依次把转换结果存储到片内RAM以DATA为起始地址的连续单元中。

1. 查询方式：

```
MAIN: MOV R1, #DATA      ; 置数据区首地址
      MOV DPTR, #7FF0H   ; 指向0通道
      MOV R7, #08H       ; 置通道数
LOOP: MOVX @DPTR, A       ; 启动A/D转换
HER:  JB P3.3, HER       ; 查询A/D转换结束
      MOVX A, @DPTR      ; 读取A/D转换结果
      MOV @R1, A         ; 存储数据
      INC DPTR           ; 指向下一个通道
      INC R1             ; 修改数据区指针
      DJNZ R7, LOOP      ; 8个通道转换完否？
```





9.2 ADC0809简介

- ◆ 例：读取IN0通道的模拟量转换结果，并送至片内RAM以DATA为首地址的连续单元中。

2. 中断方式：

```
ORG 0013H           ; 中断服务程序入口
AJMP PINT1
```

```
ORG 2000H
MAIN: MOV R1, #DATA      ; 置数据区首地址
      SETB IT1           ; 为边沿触发方式
      SETB EA            ; 开中断
      SETB EX1           ; 允许中断
      MOV DPTR, #7FF0H   ; 指向IN0通道
      MOVX @DPTR, A       ; 启动A/D转换
LOOP: NOP                ; 等待中断
      AJMP LOOP
```




9.2 ADC0809简介

```
ORG 2100H          ; 中断服务程序入口
PINT1: PUSH PSW      ; 保护现场
      PUSH ACC
      PUSH DPL
      PUSH DPH
      MOVX A, @DPTR  ; 读取转换后数据
      MOV @R1, A     ; 数据存入以DATA为首地址的
RAM中
      INC DPTR
      INC R1          ; 修改数据区指针
      MOVX @DPTR, A   ; 再次启动A/D转换
      POP DPH         ; 恢复现场
      POP DPL
      POP ACC
      POP PSW
      RETI           ; 中断返回
```



1/3

请继续



9.3 DAC0832简介

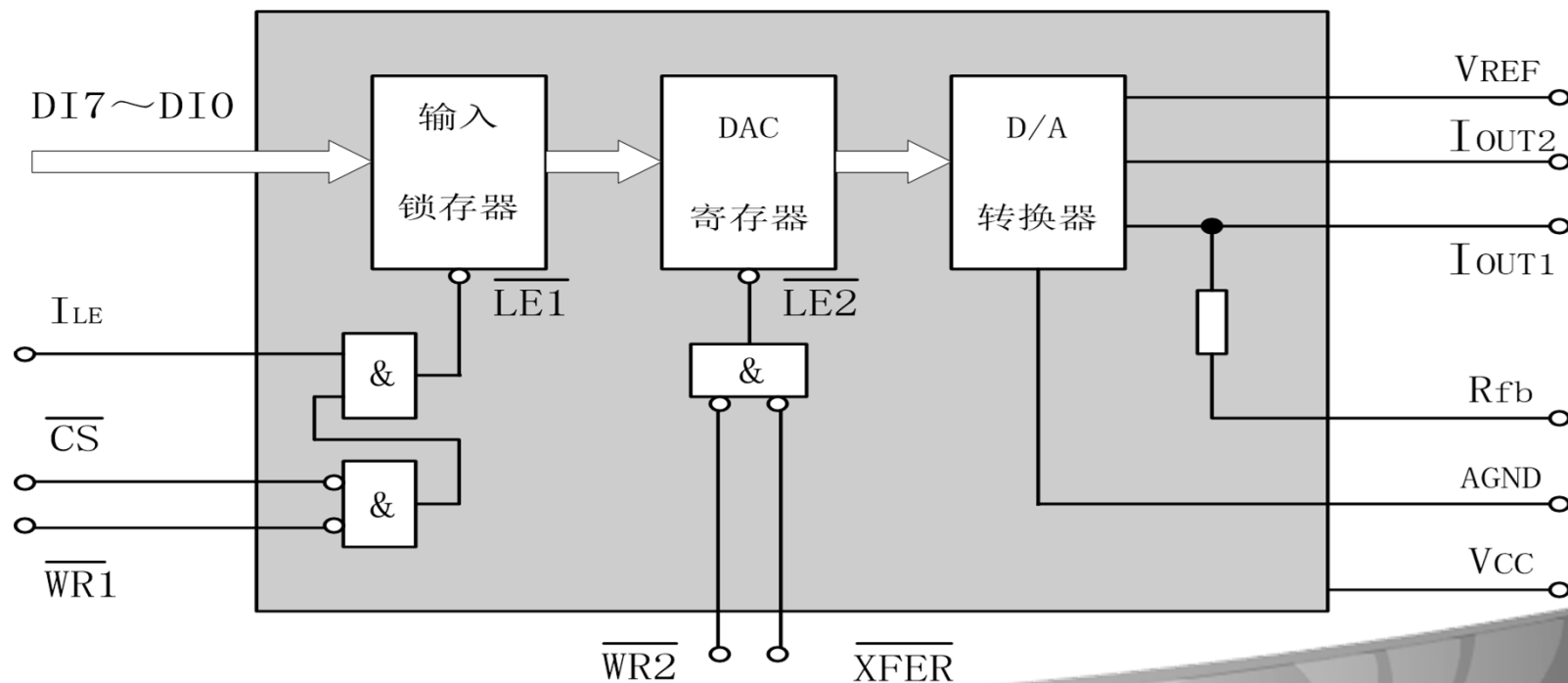
- ◆ **DAC0832是比较常用的8位并行D/A转换器：8位分辨率、电流建立时间为1 μ s、电流输出型，具有IOUT1、IOUT2两个电流输出端，通常IOUT2接地。**

采用CMOS工艺，低功耗20mW；参考电压Vref的工作范围为+10V~-10V；单电源，供电范围为+5V~+15V；

当数字量D=FFH时，输出电流最大 $\approx V_{ref}/R$ ，当数字量D=0时，输出电流为0。为得到电压输出，可通过外接运算放大器，内部Rfb为运放的反馈电阻，实现I/V转换得到电压输出。

9.3 ADC0832简介

- ◆ 由8位输入寄存器、8位DAC寄存器、8位D/A转换器、选通逻辑和输出反馈电阻等组成。输入寄存器和DAC寄存器构成的数字输入的两级缓冲结构，使得DAC0832具有单缓冲和双缓冲两种输入方式。





9.3 ADC0832简介

(1) \overline{CS} : 片选信号, 输入低电平有效。与 I_{LE} 相配合, 可对写信号 $\overline{WR1}$ 是否有效起到控制作用。

(2) I_{LE} : 允许锁存信号, 输入高电平有效。输入锁存器的信号 $\overline{LE1}$ 由 I_{LE} 、 \overline{CS} 、 $\overline{WR1}$ 的逻辑组合产生。当 I_{LE} 为高电平, \overline{CS} 为低电平, $\overline{WR1}$ 输入负脉冲时, $\overline{LE1}$ 信号为正脉冲。 $\overline{LE1}$ 为高电平时, 输入锁存器的状态随着数据输入线的状态变化, $\overline{LE1}$ 的负跳变将数据线上的信息锁入输入锁存器。

(3) $\overline{WR1}$: 写信号 1, 输入低电平有效。当 $\overline{WR1}$ 、 \overline{CS} 、 I_{LE} 均为有效时, 可将数据写入输入锁存器。

(4) $\overline{WR2}$: 写信号 2, 输入低电平有效。当其有效时, 在传送控制信号 \overline{XFER} 的作用下, 可将锁存在输入锁存器的 8 位数据送到 DAC 寄存器。

(5) \overline{XFER} : 数据传送控制信号, 输入低电平有效。当 \overline{XFER} 为低电平, $\overline{WR2}$ 输入负脉冲时, 则在 $\overline{LE2}$ 产生正脉冲。 $\overline{LE2}$ 为高电平时, DAC 寄存器的输出和输入锁存器状态一致, $\overline{LE2}$ 的负跳变将输入锁存器的内容锁入 DAC 寄存器。

(6) V_{REF} : 基准电压输入端, 可在 $-10V \sim +10V$ 范围内调节。

(7) $DI7 \sim DI0$: 数字量数据输入端。

(8) I_{OUT1} 、 I_{OUT2} : 电流输出引脚。电流 I_{OUT1} 与 I_{OUT2} 的和为常数, I_{OUT1} 、 I_{OUT2} 随寄存器的内容线性变化。

(9) R_{fb} : DAC0832 芯片内部反馈电阻引脚。



9.3 ADC0832简介

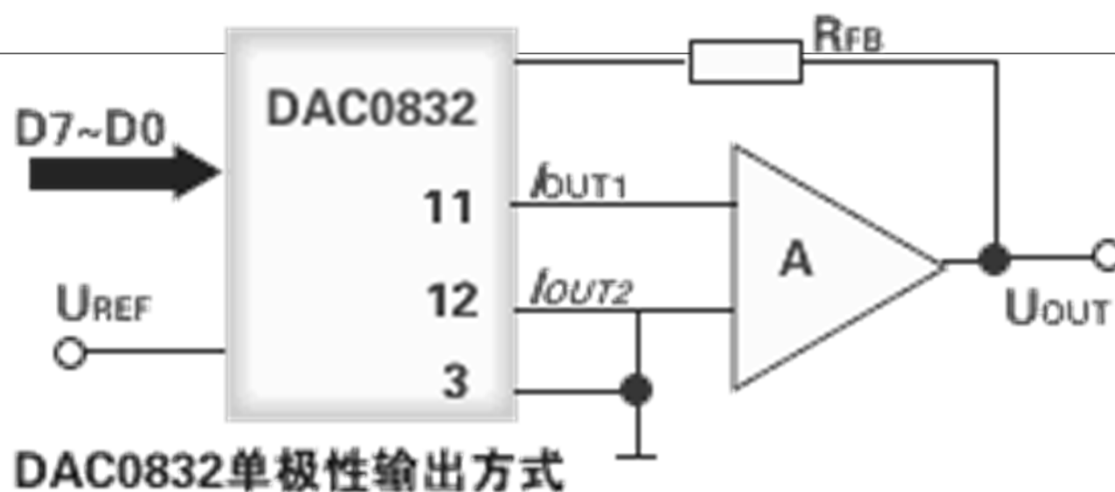
符号	名称	功能
$DI_7 \sim DI_0$	8位数据输入端	并行输入待转换数据
\overline{CS}	片选信号输入端	低电平有效
ILE	输入锁存允许信号, 输入	高电平有效
$\overline{WR_1}$	写信号1, 输入	低电平有效
\overline{CS} 、 $\overline{WR_1}$ 、ILE同时有效时, $DI_7 \sim DI_0$ 引脚上的数据锁存到输入寄存器中		
\overline{XFER}	传送控制信号	低电平有效
$\overline{WR_2}$	写信号2, 输入	低电平有效
\overline{XFER} 、 $\overline{WR_2}$ 同时有效时, 输入寄存器中的数据传送到DAC寄存器, 即启动了D/A转换。		
I_{OUT1}	DAC电流输出1	
I_{OUT2}	DAC电流输出2	
AGND	模拟地	
Rfb	反馈电阻 (15k Ω)	固化在芯片中
Vref	参考电压输入	范围: +10~—10V
Vcc、GND	电源、地	

9.3 ADC0832简介

◆ DAC0832的应用方式:

1、直通工作方式

当DAC0832芯片的片选信号、写信号、及传送控制信号的引脚全部接地，允许输入锁存信号ILE引脚接+5V时，DAC0832芯片就处于直通工作方式，数字量一旦输入，就直接进入DAC寄存器，进行D/A转换。

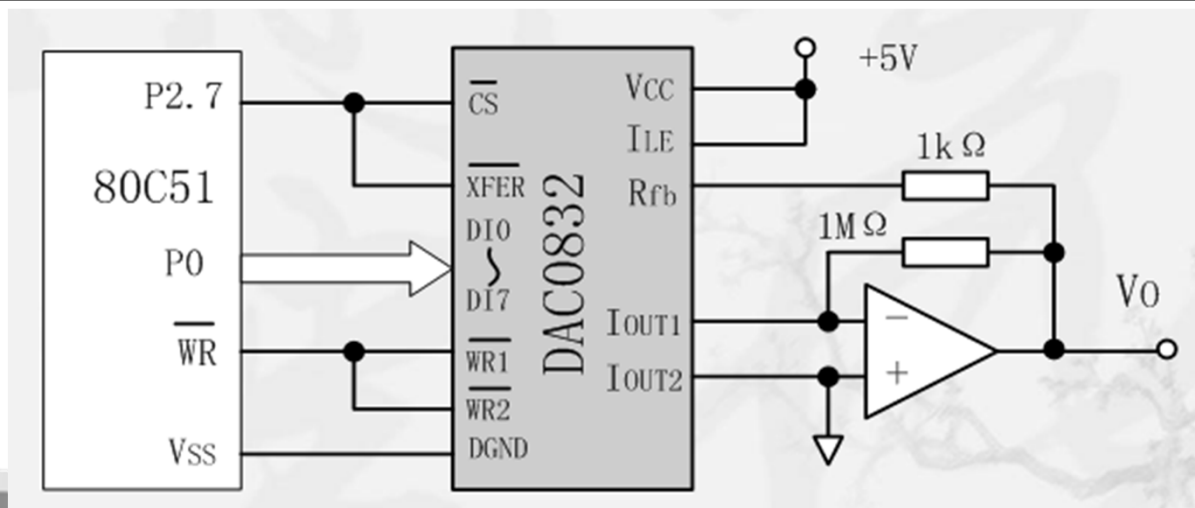


9.3 ADC0832简介

◆ DAC0832的应用方式:

2、单缓冲工作方式

使DAC0832内部的2个输入寄存器中的其中一个始终处于选通方式，另一个处于受控方式；通过对受控寄存器的操作将数字量传输到DAC转换器，执行一次输出操作就得到模拟量输出。此方式适用于只有一路模拟量输出，或有几路模拟量输出但并不要求同步的系统。

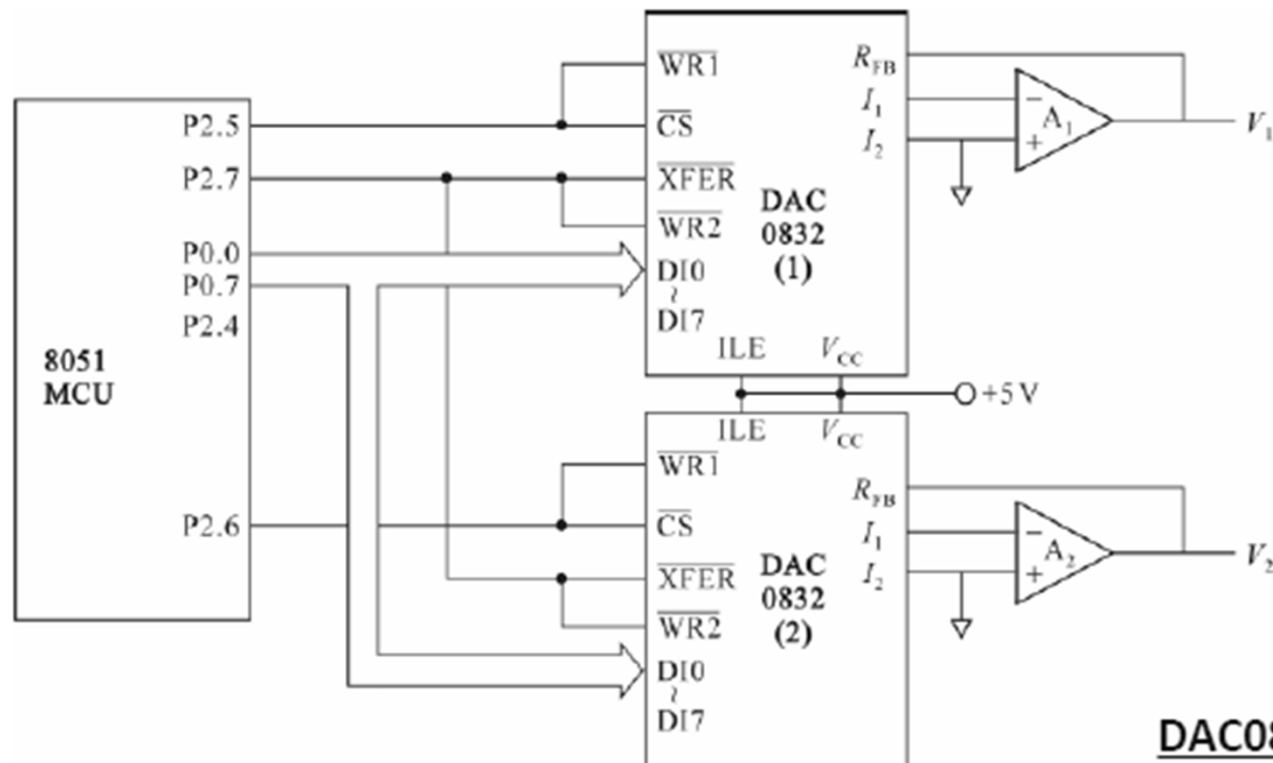


9.3 ADC0832简介

◆ DAC0832的应用方式:

3、双缓冲工作方式

多路D/A转换输出，如果要求同步进行，就应该采用双缓冲器同步方式。



DAC0832双缓冲工作方式



9.3 ADC0832简介

◆ DAC0832的应用方式:

3、双缓冲工作方式

完成两路D/A同步输出的程序如下:

MOV DPTR, #0DFFFH ; 指向0832 (1) 输入锁存器

MOV A, #data1

MOVX @DPTR, A ; data1送入0832 (1) 输入锁存器

MOV DPTR, #0BFFFH ; 指向DAC0832 (2) 输入锁存器

MOV A, #data2

MOVX @DPTR, A ; data2送入0832 (2) 输入锁存器

MOV DPTR, #7FFFH ; 同时启动0832 (1)、0832(2)

MOVX @DPTR, A ; 完成D/A转换输出

结 束

谢 谢！



1/3

请继续

