



本章教学内容

- A/D、D/A转换器，包括主要技术指标和外部特性；
- A/D转换器与CPU接口的原理和方法，包括：A/D转换器与CPU的连接、A/D转换器的数据传输和A/D转换器接口控制程序中的在线数据处理；
- A/D转换器接口设计，包括A/D转换器接口设计方案的分析、A/D转换器接口的设计；
- D/A转换器与CPU接口的原理和方法，包括：D/A转换器与CPU的连接、D/A转换器接口的主要任务、D/A转换器接口设计方案的分析。

重点：AD和DA转换器与CPU的接口，查询和中断程序的编写



1

模拟量接口

2

A/D转换器

3

A/D转换器与CPU接口的原理和方法

4

A/D转换器接口设计

5

D/A转换器

6

D/A转换器与CPU接口的原理和方法

7

D/A转换器接口设计



12.1 模拟量接口

- **A/D转换器：模拟量→数字量的转换**

数据采集和过程控制是连续变化的物理量（温度等）而计算机处理的是离散的数字量，需要对连续变化的物理量进行采样、保持，将模拟量转换为数字量交给计算机处理、保存等。

- **D/A转换器：数字量→模拟量的转换**

计算机输出的数字量需要转换为模拟量去控制某些执行元件（如声卡播放音乐等）。



12.2 A/D转换器

- **A/D转换器（简称ADC）的功能是把模拟量转换成数字量。**数字量便于计算机的处理，是自动控制过程的重要步骤。
- 分类：**按分辨率**可分为4位/6位/8位/10位/14位/16位和BCD码的312位、512位等；**按照转换速度**可分为超高速、高速、中速及低速等；**按转换原理**可分为直接ADC（有逐次逼近型、并联比较型等）和间接ADC（有电压 / 时间转换型（积分型）、电压 / 频率转换型、电压 / 脉宽转换型等）



12.2.1 A/D转换器的主要技术指标

1、分辨率指ADC能够把模拟量转换成二进制的位数

例：用1个10位ADC转换一个满量程为5V的电压，则能分辨的最小电压为 $5000\text{mV}/2^{10} \approx 5\text{mV}$ 。若模拟输入值小于5mV，则ADC无反映，输出保持不变。

若用12位ADC转换，则能分辨的最小电压为 $5000\text{mV}/2^{12} \approx 1\text{mV}$

- ADC的数字量输出位数越多，其分辨率就越高。
- ADC的分辨率反映在它的输出数据线的宽度上，如ADC0809的分辨率是8位，它的数据线也是8根。当分辨率大于微机系统数据总线宽度时，每次转换都需要两次数据的传输。



2、转换时间

- 指从输入转换启动开始到转换结束，得到稳定的数字量输出为止所需要的时间。
- 转换时间的快慢将会影响ADC接口与CPU交换数据的方式。对于低中速的ADC一般采用查询或中断方式，对于高速的ADC应采用DMA方式。





12.2.2 A/D转换器的外部特性

由于A/D转换器内部**一般没有设置供用户访问的寄存器，也没有命令字**。它的转换操作是由其内部硬件逻辑电路完成的，而不是它执行内部的命令完成的，因此，它**不好用可编程特性的编程模型来表述**。在分析A/D转换器芯片时，**主要是看它的外部连接特性**，其中**转换启动信号是CPU对A/D转换器唯一的控制信号**。

从外部特性来看，无论是哪种ADC芯片，都必不可少地设置有**4种基本外部信号线**。这些信号线是实现A/D转换操作的条件，也是设计ADC接口硬件电路的依据。



1. 模拟信号输入线

来自被转换对象的模拟量输入线，有单通道输入与多通道输入之分。

2. 数字量输出线

ADC的数字量数据输出线。数据线的根数表示ADC的分辨率。

3. 转换启动线

外部控制信号，此信号一到，A/D转换才能开始，启动转换信号不到，ADC不会自动开始转换，并且是发一次启动信号只能转换一次，采集一个数据。

4. 转换结束线

转换完毕后由ADC发出A/D转换结束信号，利用它以查询或中断方式向微处理器报告转换已经完成。只有转换结束信号出现时，微处理器才可以开始读取数据。



12.3 A/D转换器与CPU接口的原理和方法

12.3.1 A/D转换器与CPU的连接

1. ADC转换的启动信号

1) ADC的转换启动方式有脉冲启动和电平启动之分。

若是脉冲启动，则只需接口电路提供1个宽度满足启动要求的脉冲信号即可。一般采用 $\overline{\text{IOW}}$ 或 $\overline{\text{IOR}}$ 的脉宽。

若是电平启动，则要求启动信号的电平在转换过程中保持不变。为此，就应增加附加电路（如D触发器/单稳电路）或采用可编程并行I/O接口芯片来锁存这个启动信号，使之在转换过程中维持不变。



2) ADC的转换启动信号有**单个信号启动**和**由多个信号组合起来的复合信号启动**之分。

若是由**单个信号**启动，如ADC0809的START，则只需接口电路提供1个START正脉冲信号。

若是由**复合信号**启动，如AD574A的 $\overline{CE} \cdot (R/\overline{C} = 0) \cdot \overline{CS}$ ，则 $\overline{CE}$ 、 $R/\overline{C} = 0$ 和 $\overline{CS}$ 三个信号要同时满足要求才能启动。

2. ADC模拟量输入的控制信号

ADC的模拟信号输入信号有**多通道**和**单通道**之分。若是**多通道**，则要求接口电路**提供通道地址线及通道地址锁存信号线**，以便选择与确定输入模拟量的通道号。若是**单通道**，则不需要处理。



3. ADC数字量输出的控制信号

1) ADC的数据输出是否是三态锁存器。若是，则ADC的输出数据线可直接挂在CPU的数据总线上；否则，必须在ADC的输出数据线与CPU的数据总线之间外加三态锁存器才能连接。

2) ADC的分辨率与系统数据总线宽度是否一致。若一致，则数据只需1次传输，数据线可直接连接；若不一致，则数据需分批传输，应增加附加电路（高低字节锁存器）。

4. ADC的转换结束信号

A/D转换结束后，用转换结束信号通知CPU，转换已经结束，请求读取数据。转换结束信号的逻辑定义，有的是高电平有效，有的是低电平有效。转换结束信号可用于查询方式、中断方式、DMA方式的申请信号。



12.3.2 A/D转换器数据传输

- A/D采集的速度取决于：

A/D转换器的转换时间 T

将数据存入内存所需要的数据传输时间 τ

则采集速率的上限为： $f_0 = 1/(T + \tau)$

- 数据的传送可采用查询、中断和DMA方式。不同的方式的电路组成和编程方法不同。上述几种方法采集数据的速度是：





12.3.3 A/D转换器接口控制程序中的在线数据处理

- A/D接口控制程序也就是数据采集程序，其基本结构是**循环程序**
- **采集的数据会进行一些处理**，包括生成数据文件、存盘、显示、打印、远距离传输等
- 其中**一些操作会放在A/D转换程序中**，如在屏幕上显示采集到的数据、将采集到的数据生成数据文件，再传输到上位机进行加工等



12.4 A/D转换器接口设计

12.4.1 分析与设计A/D转换器接口的方法

ADC
决定

- ① ADC的模拟量输入是否是多通道?
- ② ADC的分辨率是否大于系统数据总线宽度?
- ③ ADC芯片内部是否有三态输出锁存器?
- ④ ADC的启动方式是脉冲触发还是电平触发?

设计者
灵活
选用

- ⑤ A/D转换的数据采用哪种传输方式?
- ⑥ A/D转换的数据进行什么样的处理?
- ⑦ ADC接口电路采用什么元器件组成?



12.4 A/D转换器接口设计

12.4.1 A/D转换器接口设计方案的分析

① ADC的模拟量输入是否是多通道?

是, 则需选择通道号, 应提供通道选择线; 不是, 则不做处理。

② ADC的分辨率是否大于系统数据总线宽度?

是, 则要分两次传输, 故需增加锁存器, 并提供锁存器选通信号; 不是, 则不做处理。

③ ADC芯片内部是否有三态输出锁存器?

无, 则ADC的数据线不能与系统的数据线直接连接, 故需增加三态锁存器, 并提供锁存允许信号; 有, 则不做处理。

④ ADC的启动方式是脉冲触发还是电平触发?

是脉冲, 则提供脉冲信号; 是电平, 则提供电平信号, 并保持到转换结束。

A
D
C
决
定



12.4.1 A/D转换器接口设计方案的分析

设计者灵活选用

⑤ A/D转换的数据采用哪种传输方式?

有无条件传输、查询方式、中断方式和DMA方式等多种方式选择。传输的方式不同，接口的硬件组成和软件编程就不同。

⑥ A/D转换的数据进行什么样的处理?

有显示、打印、生成文件存盘、远距离传输等多种处理。

⑦ ADC接口电路采用什么元器件组成?

有普通IC芯片、可编程并行口芯片、GAL器件等多种选择。





12.4.2 A/D转换器的接口设计

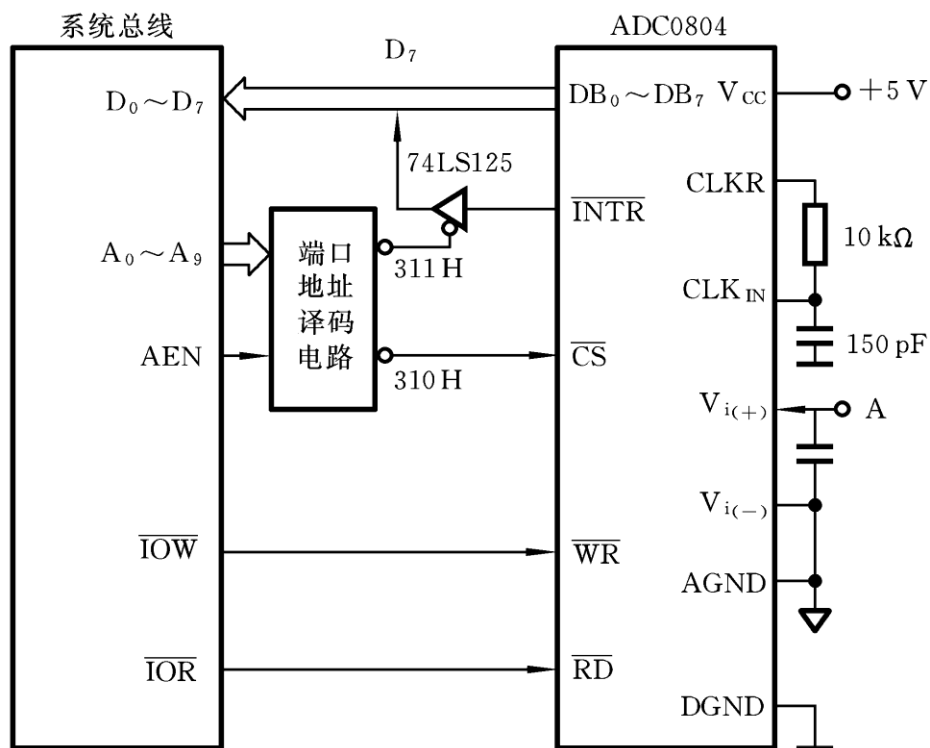
查询方式的ADC接口电路设计

要求: 利用ADC0804采集100个数据, 采集的数据以查询方式传输到内存BUFR区。接口电路采用普通IC芯片组成。

分析: ADC0804是单个模拟量输入, 不提供通道选择信号;
ADC0804的分辨率为8位, 并具有三态输出锁存器, 可以与系统数据总线直接连接;
ADC0804的启动方式为脉冲启动, (对/CS进行片选即可)
转换结束信号是 $\overline{\text{INTR}}$, $\overline{\text{INTR}} = 0$, 表明转换结束;
数据传输方式为查询方式, 需将 $\overline{\text{INTR}}$ 作为查询的对象。



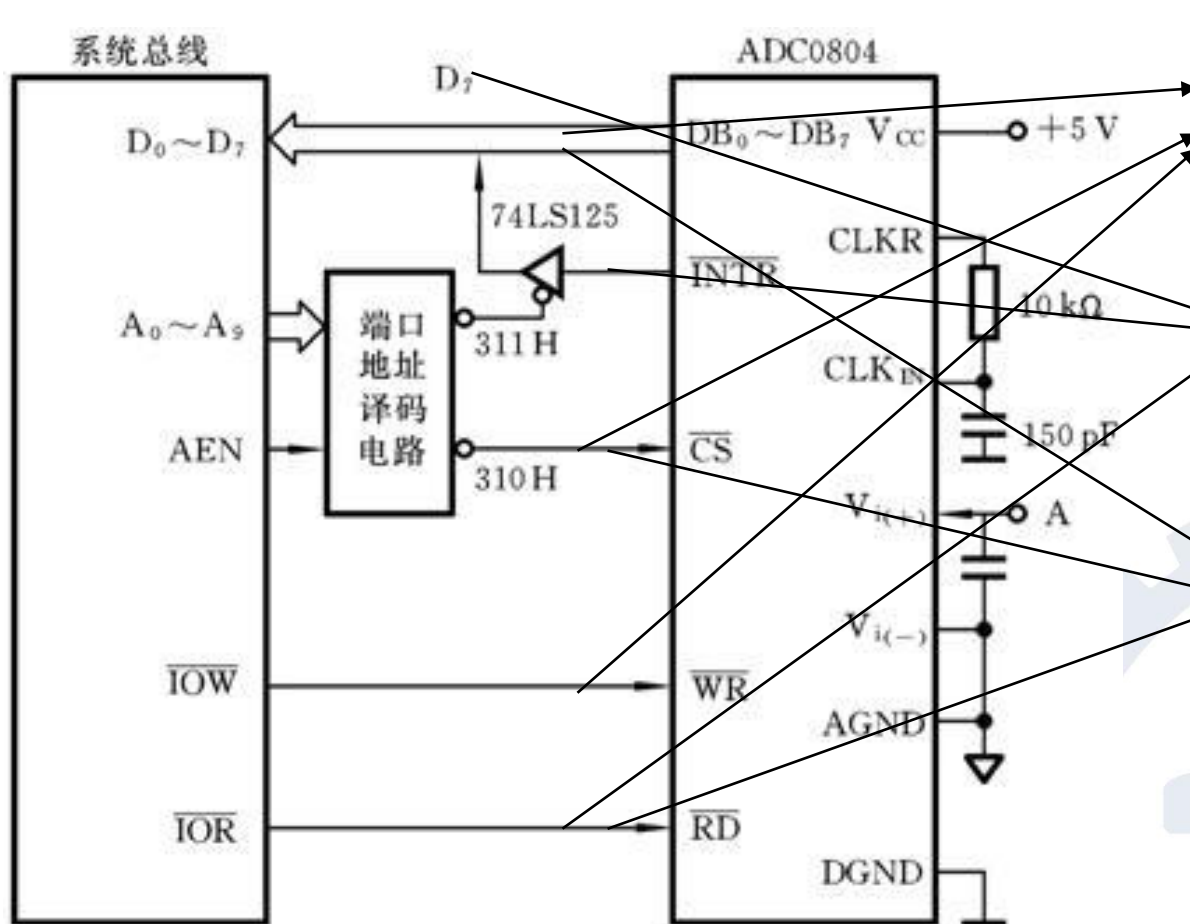
硬件电路



本接口电路的任务是提供转换启动信号和转换结束状态信号，以及输入8位数据的通路。为此，要设计端口地址译码电路，产生 $\overline{CS}$ ，并由 $\overline{CS}$ 和 $\overline{WR}$ 共同组成启动信号。同时，还要设置一个三态门，将转换结束信号 $\overline{INTR}$ 引到数据线的D7上，以便CPU读取状态。而转换器的8位数据线直接与系统数据线连接。



硬件电路:



第①步 out 310端口一个数据可启动ADC,此时CS收到一个脉冲启动信号;转换的结果被锁存;

第②步 查询转换结束信号/INTR, 如果未结束就读,结果就会有错。IN AL, 311H指令; 锁存能力使得本操作过程中/CS不是必须有效

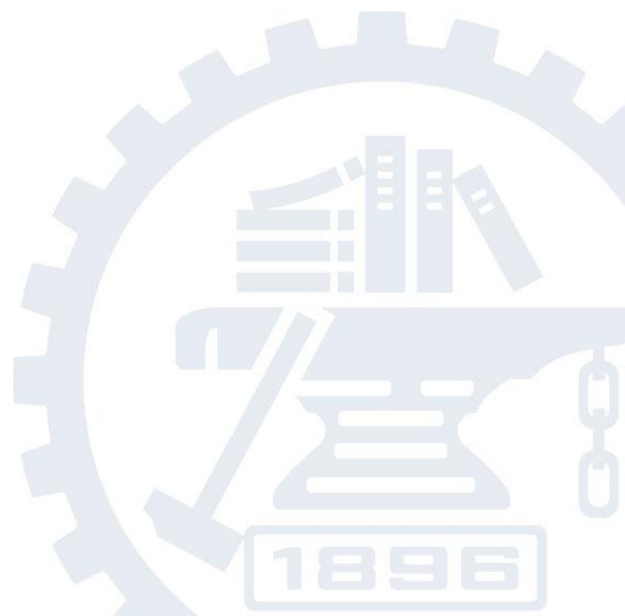
第③步 读取转换结果 IN 310端口8位数据

也可用8255实现接口电路



INTR连线设计问题

- ADC0804的INTR不带缓冲（因为是控制类信号），所以要连接到DB之前必须要加一个三态缓冲器。
- 为何INTR不接 D_8 - D_{12} ？答：节省DB，供其他接口使用。
- INTR可以通过并口连接到CPU吗？答：可以，但成本较高。
- INTR低电平有效；转换结束后自动拉低，表示可以再次进行AD转换。



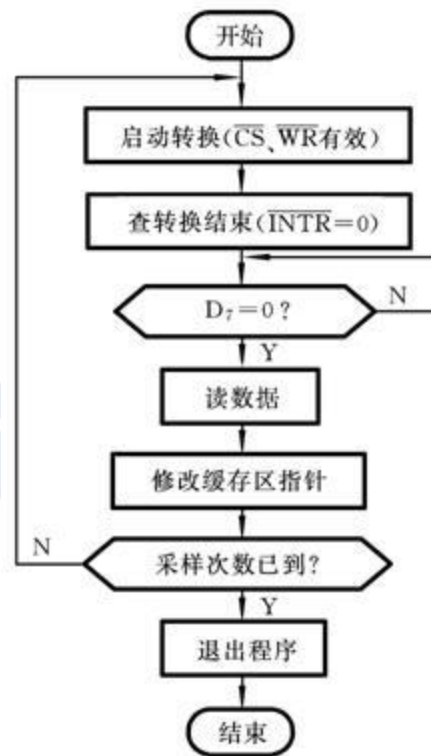


软件设计

ADC接口控制程序，也就是**数据采集程序**，其程序的基本结构是**循环程序**。因为数据采集往往要采样多个点的数据，而每一次启动，只能采集（转换）1个数据，所以，采集程序要循环执行多次，直至采样次数已到为止。

查询方式的数据采集程序框架（模块）

- ① 接口芯片初始化（当采用可编程并行接口芯片时）；
- ② 选择数据采集通道号（当采用多通道A/D转换芯片时）；
- ③ 启动A/D转换；
- ④ 查询转换结束状态；
- ⑤ 读取采集数据；
- ⑥ 将数据传输到存储器；
- ⑦ 在线进行数据处理（显示、打印、存盘等）；
- ⑧ 采集未完，继续启动下一次转换；
- ⑨ 转换完成，退出。





DATA SEGMENT

START_P EQU 310H

; 转换启动端口

STATE_P EQU 311H

; 状态端口

DATA_P EQU 310H

; 数据端口

BUFR DB 100 (0)

DATA ENDS

CODE SEGMENT

ASSUME CS:CODE,DS:DATA

BEGIN:MOV AX,DATA

MOV DS,AX

MOV SI,OFFSET BUFR

; 缓冲区指针

MOV CX,100

; 采样次数

START:MOV DX,START_P

; 启动转换

MOV AL,00H

; 问：可以是其它值吗？

OUT DX,AL

; 使/CS和/WR同时有效

转换启动信号由 $\overline{CS}$ 和 $\overline{WR}$ 共同组成，当系统完成对芯片的写操作时，也就产生了转换启动的脉冲信号，与写入的数据无关，这就意味着不论写什么数据都可差生转换启动脉冲信号。



DATA SEGMENT

```
START_P EQU 310H      ; 转换启动端口
STATE_P EQU 311H      ; 状态端口
DATA_P EQU 310H       ; 数据端口
BUFR DB 100 (0)
```

DATA ENDS

CODE SEGMENT

```
ASSUME CS:CODE,DS:DATA
```

```
BEGIN:MOV AX,DATA
```

```
MOV DS,AX
```

```
MOV SI,OFFSET BUFR
```

```
MOV CX,100
```

```
START:MOV DX,START_P
```

```
MOV AL,00H
```

```
OUT DX,AL
```

; 缓冲区指针

; 采样次数

; 启动转换

; 问：可以是其它值吗？

; 使 $\overline{CS}$ 和 $\overline{WR}$ 同时有效



```
WAIT1:MOV DX,STATE_P ; 查转换结束
      IN AL,DX
      AND AL,80H ; 查D7 = 0 (INTR=0? )
      JNZ WAIT1 ; 未结束, 等待
      MOV DX,DATA_P ; 已结束, 读数据
      IN AL,DX
      MOV [SI],AL ; 数据传输到BUFR区
      INC SI ; 缓冲区地址加1
      DEC CX ; 采样次数减1
      JNZ START ; 未完, 继续启动
      MOV AX,4C00H ; 已完, 退出
      INT 21H
CODE ENDS
END BEGIN
```



中断方式的ADC接口设计

要求：采用ADC0809，从**通道7**采集**100个**数据，采集的数据以**中断方式**传输到内存缓冲区，并将**转换结束信号EOC**连到**IRQ₄**上，请求中断。

分析：至少有3方面的问题需要考虑：

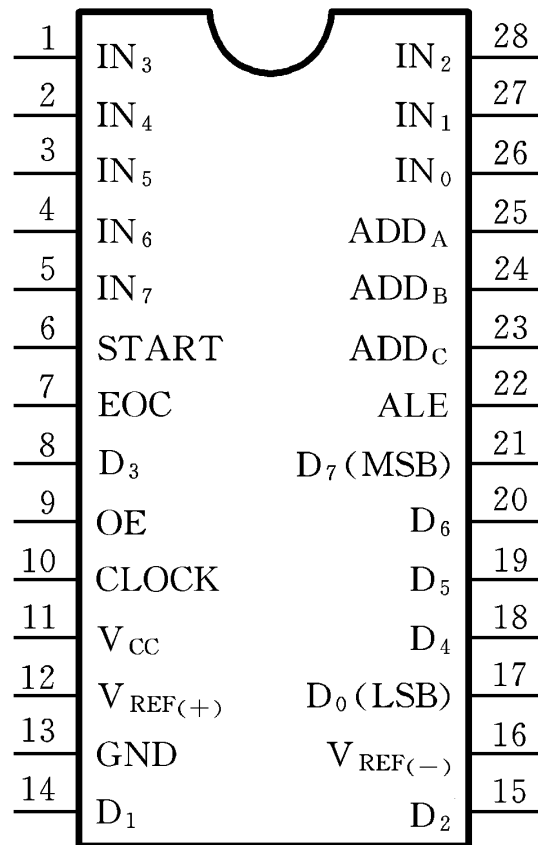
- ① 被控对象ADC0809的特性；
- ② 接口电路结构形式；
- ③ 中断处理。





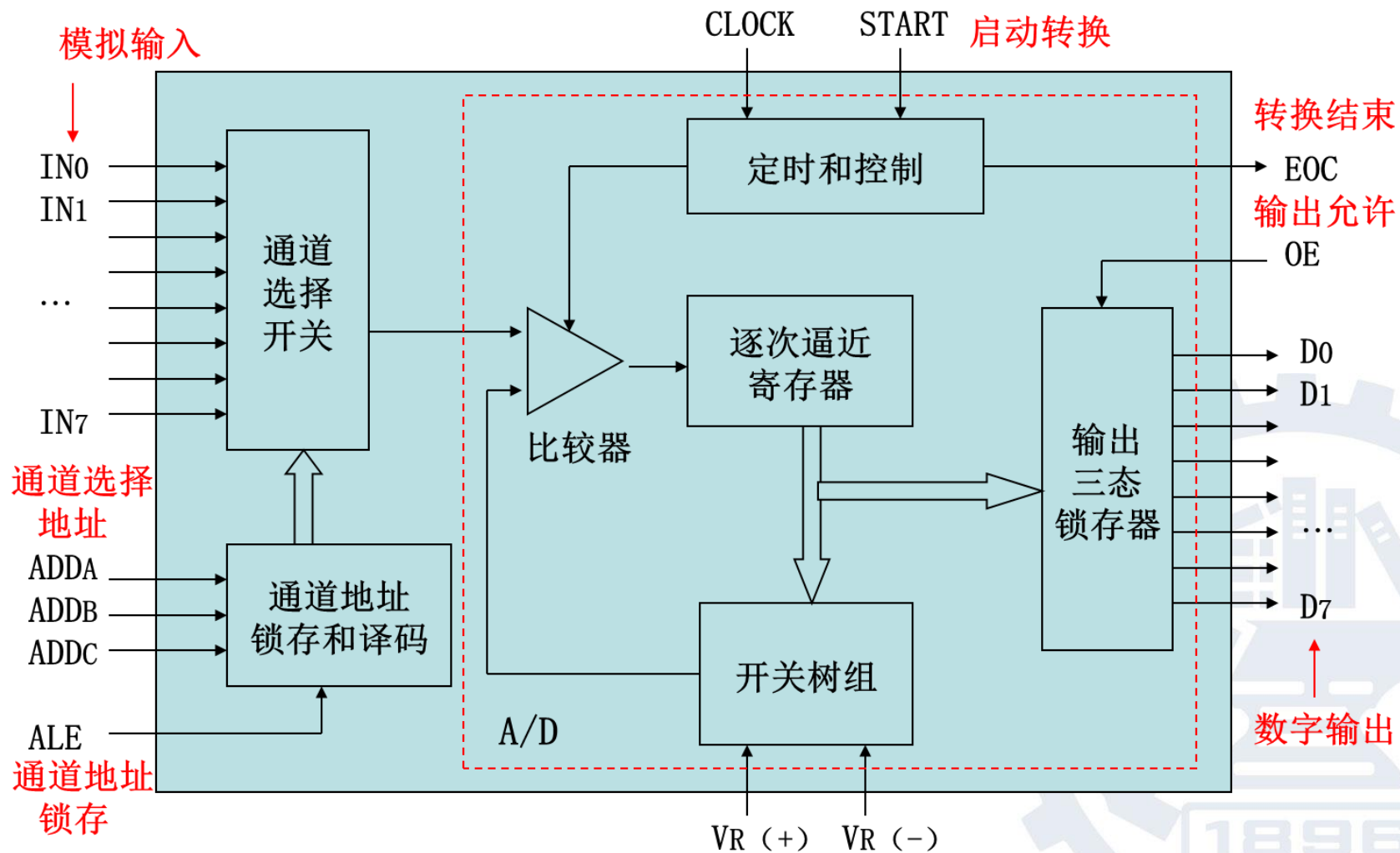
① ADC0809外部特性

- ADC0809多通道（8通道）片内带三态输出锁存器的A/D转换器
- 8位分辨率
- 转换时间：100 μ s；
- 供电：单5V电源供电；
- 封装：DIP24；
- 参考电压：外接0-5VDC；
- 时钟：外接不大于2MHz





ADC0809内部逻辑





- ADC0809有8个模拟量输入端 (IN0 ~ IN7) , 相应设置3根模拟量通道地址线 (ADDA ~ ADDC) , 用以编码来选择8个模拟量输入通道。并且还设置1根通道地址锁存允许信号ALE, 高电平有效。当选择通道地址时, 需使ALE变高, 锁存由ADDA ~ ADDC编码所选中的通道号, 将该通道的模拟量接入ADC。
- ADC0809的分辨为8, 有8根数字量输出线 (D7 ~ D0) , 带有三态输出锁存缓冲器。并设置了1根数据输出允许信号OE, 高电平有效。当读数据时, 要使OE置高, 打开三态输出缓冲器, 把转换的数字量送到数据线上。
- ADC0809的启动信号是START, 正脉冲 (下降沿) 。转换结束信号为EOC, 转换过程中为低电平, 转换完毕变为高电平, 可以利用EOC的上升沿申请中断, 或作查询用。



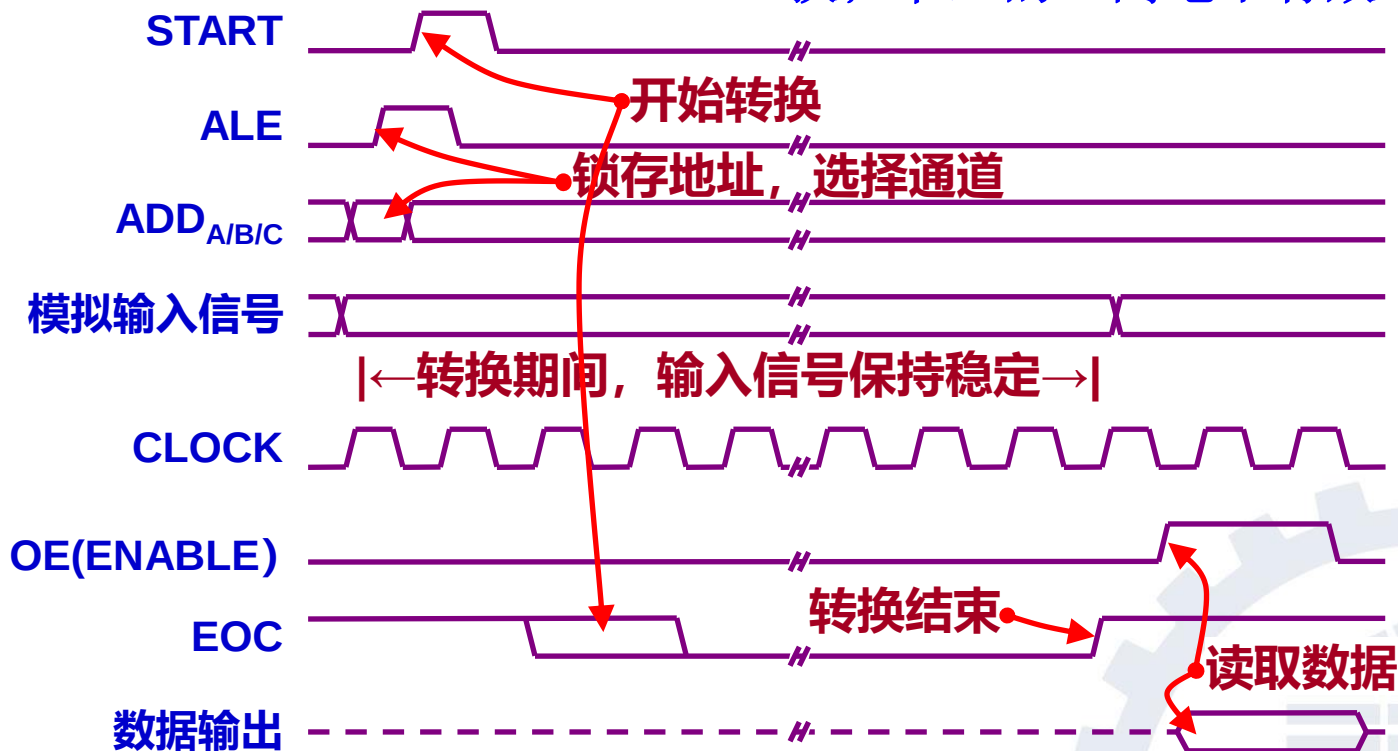
- ADC0809有8个模拟量输入端 (IN0 ~ IN7) , 通道地址线 (ADDA ~ ADDC) , 用以编码选择通道。并且还设置1根通道地址锁存允许信号。当选择通道地址时, 需使ALE变高, 锁存由A选中的通道号, 将该通道的模拟量接入ADC。
- ADC0809的分辨为8, 有8根数字量输出线 (D7 ~ D0) , 带有三态输出锁存缓冲器。并设置了1根数据输出允许信号OE, 高电平有效。当读数据时, 要使OE置高, 打开三态输出缓冲器, 把转换的数字量送到数据线上。
- ADC0809的启动信号是START, 正脉冲 (下降沿) 。转换结束信号为EOC, 转换过程中为低电平, 转换完毕变为高电平, 可以利用EOC的上升沿申请中断, 或作查询用。

C	B	A	被选择的通道
0	0	0	IN ₀
0	0	1	IN ₁
0	1	0	IN ₂
0	1	1	IN ₃
1	0	0	IN ₄
1	0	1	IN ₅
1	1	0	IN ₆
1	1	1	IN ₇



ADC0809的时序图

START: 正脉冲（下降沿）启动转换；书上的“高电平有效”有误。



- ✓ 要启动转换应该先通过ADD引脚选择通道号后，使ALE和START的引脚都为高电平；
- ✓ 要读取数据应该等待转换结束信号EOC变为高电平后，在OE引脚加高电平，才能从数据线上读取数据。



② 接口电路结构形式

采用可编程接口芯片82C55A，并把**转换结束信号EOC**连到**系统总线的IRQ4实现中断传送。**

③ 中断处理

本例题是利用系统的中断资源，故不需做中断系统的硬件连接和82C59A的初始化，**只需做两件事：**

- **中断向量的修改：**修改的对象是IRQ4的中断向量。
- **对82C59A两个命令的使用：**在主程序中用命令**OCW1屏蔽/开放IRQ4的中断请求**；在服务程序中返回主程序之前，用**OCW2发中断结束EOI**，清除IRQ4在中断控制器内部ISR寄存器中置1的位。



北京交通大学

BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY



硬件设计

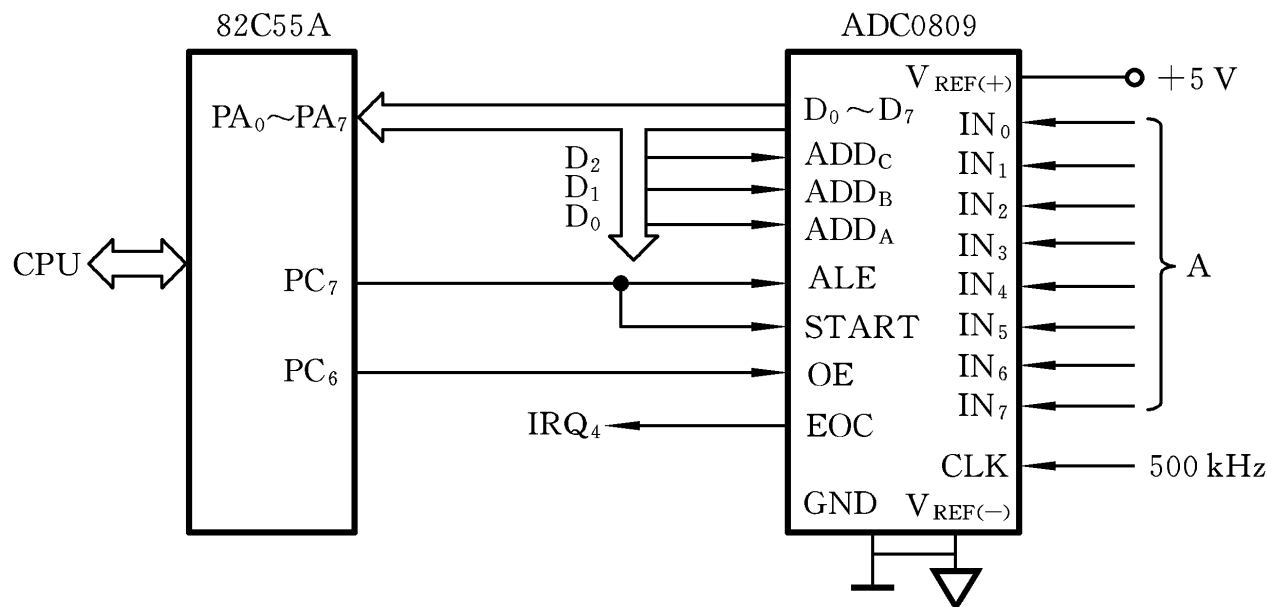
本接口电路应能提供如下信号:

- ADC0809模拟量通道号选择信号
- 启动转换信号
- 读数据允许信号
- EOC的中断请求: 直接连到系统总线的IRQ₄上

由82C55A接口芯片实现



中断方式的ADC接口电路原理



82C55A的4个端口地址：300H (A口)、301H (B口)、302H (C口)、303H (命令口)

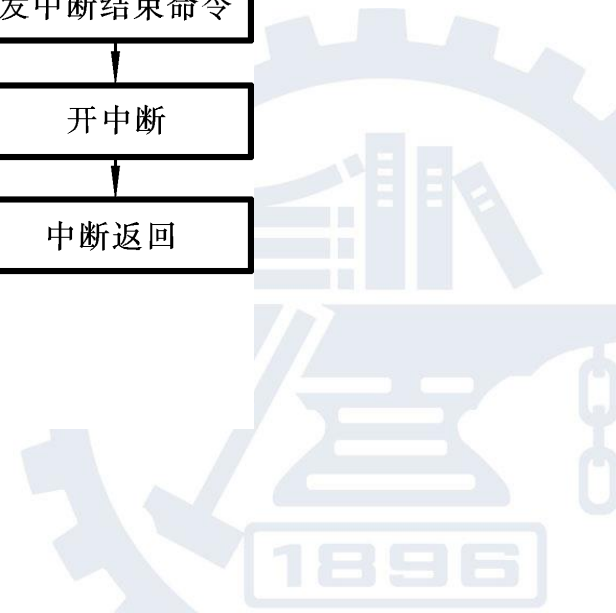
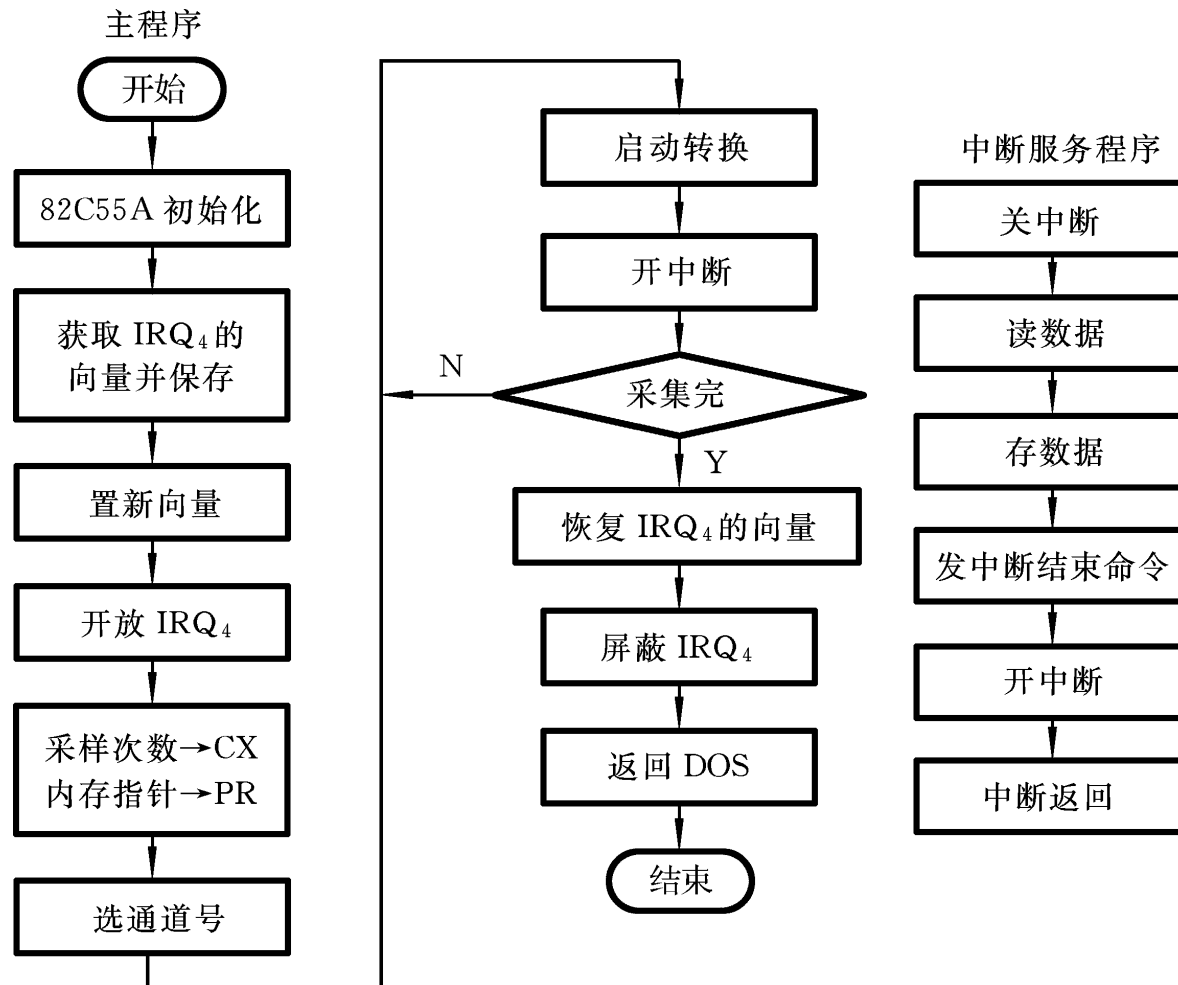
对于A口，涉及到写通道地址和读转换结束的数据，所以**A口的工作方式是输出输入交替工作**，8255需要被2次初始化



软件设计

中断方式数据采集程序框架（模块）

- ① 接口芯片初始化（当采用可编程并行口芯片作ADC接口时）；
- ② 可屏蔽中断初始化，包括中断向量修改、中断申请的屏蔽等；
- ③ 选择数据采集通道号（当采用多通道A/D转换芯片时）；
- ④ 启动A/D转换；
- ⑤ 开中断，并等待中断；
- ⑥ 转换结束信号申请中断；
- ⑦ 进入中断服务程序，在服务程序中读取数据，并将采集数据传输到存储器以及进行在线数据处理；
- ⑧ 采集数据未完，继续启动下一次转换；
- ⑨ 采集完成，返回。





通道7的数据采集相关程序段:

MOV DX, 303H ; 82C55初始化

MOV AL, 80H ; 10000000B, 方式命令字, A口出, C口出
; 书上有误, A口在地址选择时为输出, 在获取采样数据时为
; 输入, 8255需要被两次初始化才行。

OUT DX, AL

MOV AL, 0EH ; 置PC₇=0, 使START和ALE无效

OUT DX, AL

MOV AL, 0CH ; 置PC₆=0, 使OE无效

OUT DX, AL

MOV AX, 350CH ; 获取IRQ₄的中断向量并保存

INT 21H

MOV OLD_OFF, BX

MOV BX, ES

MOV OLD_SEG, BX

CLI



```
MOV    AX, 250CH                ; 设置新中断向量
MOV    DX, SEG A_D
MOV    DS, DX
MOV    DX, OFFSET A_D
INT    21H
MOV    AX, DATA                ; 恢复数据段
MOV    DS, AX
IN     AL, 21H                  ; 开放IRQ4
AND    AL, 0EFH
OUT    21H, AL
STI                                ; 开放中断请求
MOV    CX, 100                  ; 设置采集字节数
MOV    AX, OFFSET BUFF         ; 设置内存指针
MOV    PRT, AX
MOV    DX, 300H                ; 82C55A的A端口
MOV    AL, 07H                 ; 选通道号
OUT    DX, AL
```





```
BEGIN:      MOV    DX, 303H      ; 启动转换
             MOV    AL, 0FH      ; 产生START启动脉冲信
号,置PC7=1
             OUT    DX, AL
             NOP                    ; 适当延时, 维持一定的脉宽
             NOP
             MOV    AL, 0EH      ; 置PC7=0
             OUT    DX, AL
             STI                    ; 开中断
             HLT                    ; 等待中断
             DEC    CX            ; 采样次数减1
             JNZ    BEGIN         ; 没完, 继续
```





北京交通大学

BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY



```
CLI                                ; 已完, 关中断
MOV  AX, 250CH                     ; 恢复IRQ4的原中断向量
MOV  DX, OLD_SEG
MOV  DS, DX
MOV  DX, OLD_OFF
INT  21H
MOV  AX, DATA                     ; 恢复数据段
MOV  DS, AX
STI                                ; 屏蔽中断请求
IN   AL, 21H
OR   AL, 10H                       ; 屏蔽IRQ4
OUT  21H, AL
MOV  AX, 4C00H                     ; 返回DOS
INT  21H
```





北京交通大学

BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY



```
A_D  PROC  FAR           ; 中断服务程序
      PUSH  AX           ; 保护现场，寄存器进栈
      PUSH  DX
      PUSH  DI
      CLI                ; 关中断
      MOV   DX, 303H     ;
```

书上无: **MOV AL, 90H ; 8255重新初始化, 0方式, A口入, C口出**

```
MOV DX, 303H ; 82C55A命令端口
```

```
MOV AL, 0DH ; 产生OE信号, 打开三态锁存器, 准备
```

```
输出 OUT DX, AL ; 置PC6=1
```

```
NOP ; 适当延时, 维持一定的脉宽
```

```
NOP
```

```
MOV AL, 0CH
```

```
OUT DX, AL ; 置PC6=0低
```





```
                MOV    DX, 300H           ; 82C55A的A端口
                IN     AL, DX             ; 从PA口读数据
                NOP
    MOV         DI, PRT
    MOV         [DI], AL                 ; 存取数据
    INC        DI                       ; 内存地址指针加1
    MOV         PRT, DI
    MOV         AL, 20H                 ; 发中断结束命令
    OUT         20H, AL
    POP        DI                       ; 恢复现场
    POP        DX
    POP        AX
    STI                          ; 开中断
    IRET                          ; 中断返回
A_D    ENDP
```





12.5 D/A转换器

12.5.1 D/A转换器的主要技术指标

1、**分辨率**指DAC能够把多少位二进制数转换成模拟量。

分辨率体现在DAC的数据输入线的宽度，因此，不同的分辨率将影响DAC与CPU的数据线连接。**当分辨率大于数据总线宽度时**，数据分几次传输，**需增加附加电路（缓冲寄存器）**。

例：DAC0832能够把8位二进制数转换成电流，所以DAC0832的分辨率是8位。AD390能够把12位二进制数转换成电流，所以AD390的分辨率是12位。

2、**转换时间**

从数字量输入到DAC完成转换所需要的时间。DAC的转换时间很快，一般为 μs 级和 ns 级。



12.5.2 D/A转换器的外部特性

DAC的外部信号线包括:

- ① 数字信号输入线;
- ② 模拟信号输出线;
- ③ $\overline{CS}$ 信号线和 $\overline{WR}$ (或 $\overline{WR}_1$, $\overline{WR}_2$) 信号线
(用于形成DAC的启动转换信号);
- ④ 数据输入锁存控制线;
- ⑤ 模拟量输出通道地址线。





前3种信号线是DAC的基本信号，后2种是附加信号线。
附加信号线有时也集成在DAC芯片内部。

当DAC芯片内部设置了三态输入锁存器，则在外部就有输入锁存允许信号线。有的芯片（如DAC0832）设置了两级输入锁存器，相应地在外部就有两级输入锁存允许信号线。如果有的芯片（如AD390）设置了输出模拟量开关，则在外部就有模拟量输出通道地址选择信号。

另外，在DAC的外部信号线中，没有像ADC那样专门的“转换启动”信号线，也没有“转换结束”信号线。



12.6 D/A转换器与微处理器的接口

12.6.1 D/A转换器与CPU的连接

- DAC与CPU的接口包括**硬件连接**和**软件编程**。
DAC与CPU之间的数据传输是**无条件传输**。
- DAC接口电路的结构形式也有下列几种：
 - 采用中小规模逻辑芯片；
 - 利用可编程并行I/O接口芯片；
 - 采用GAL器件。





12.6.2 D/A转换器接口的主要任务

DAC与ADC有很多不同之处，表现在：

- ① DAC一般不需要专门的控制信号去触发，只要CPU把数据送到它的输入端，就开始转换
- ② DAC不提供转换结束状态信号。
- ③ 有时需要增加锁存缓冲器，提供锁存控制信号

DAC主要解决的是：

- ① CPU与DAC之间的数据缓冲问题；
- ② 当D/A转换器的分辨率大于数据总线的宽度时，CPU必须分两次传送和同时选通这些锁存器。



12.6.3 D/A转换器接口设计方案的分析

- ① DAC的模拟量输出是否是多通道?
- ② DAC的分辨率是否大于系统数据总线的宽度?
- ③ DAC芯片内部是否有三态输入锁存器?
- ④ DAC的启动方式，只有脉冲触发一种。DAC不设专门的转换启动信号，是利用CS和IOW共同进行假写操作，来实现脉冲启动的。
- ⑤ DAC的数据传输方式，只有无条件传输一种。
- ⑥ DAC接口电路采用什么元器件组成?



12.6.3 D/A转换器接口设计方案的分析

1. DAC的分辨率是否大于系统数据总线的宽度？**是**，则要分两次传输，故**需增加锁存器**，并提供锁存选通信号；不是，则不做处理
2. DAC芯片内部是否有三态输入锁存器？**无**，则数据线不能与系统的DB直接连接，故**需增加三态输入锁存器**，并提供锁存允许信号；有，则不做处理。
3. DAC的模拟量输出是否是多通道？**是**，则需选择通道号，并**提供选择线**；不是，则不做处理。
4. DAC的启动方式，**只有脉冲触发一种**。DAC不设专门的转换启动信号，是**利用 $\overline{CS}$ 和 $\overline{IOW}$ 共同进行假写操作**，来实现脉冲启动的。
5. DAC的数据传输方式，**只有无条件传输一种**。
6. DAC接口电路采用什么元器件组成？有普通IC芯片、可编程并行口芯片、GAL器件等多种选择。



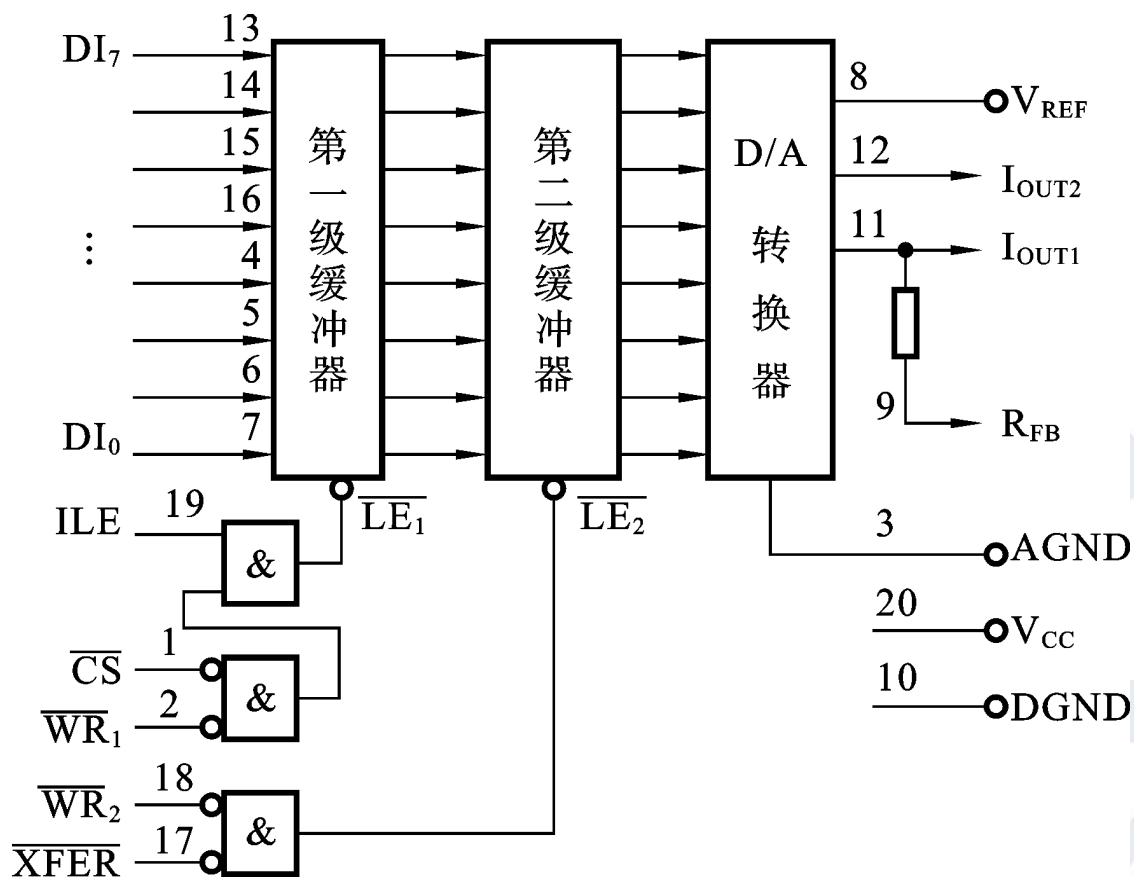
12.7 D/A转换器接口电路设计

DAC0832接口电路设计

- 1、要求：**通过DAC0832产生三角波和锯齿波，按任意键停止波形输出
- 2、分析：**
 - ① DAC0832是单通道模拟量输出，不需通道选择；
 - ② DAC0832有两级缓冲锁存器，它有3种工作方式：**双缓冲方式、单缓冲方式和直通方式。**



① DAC0832引脚及内部结构





DAC0832的工作原理

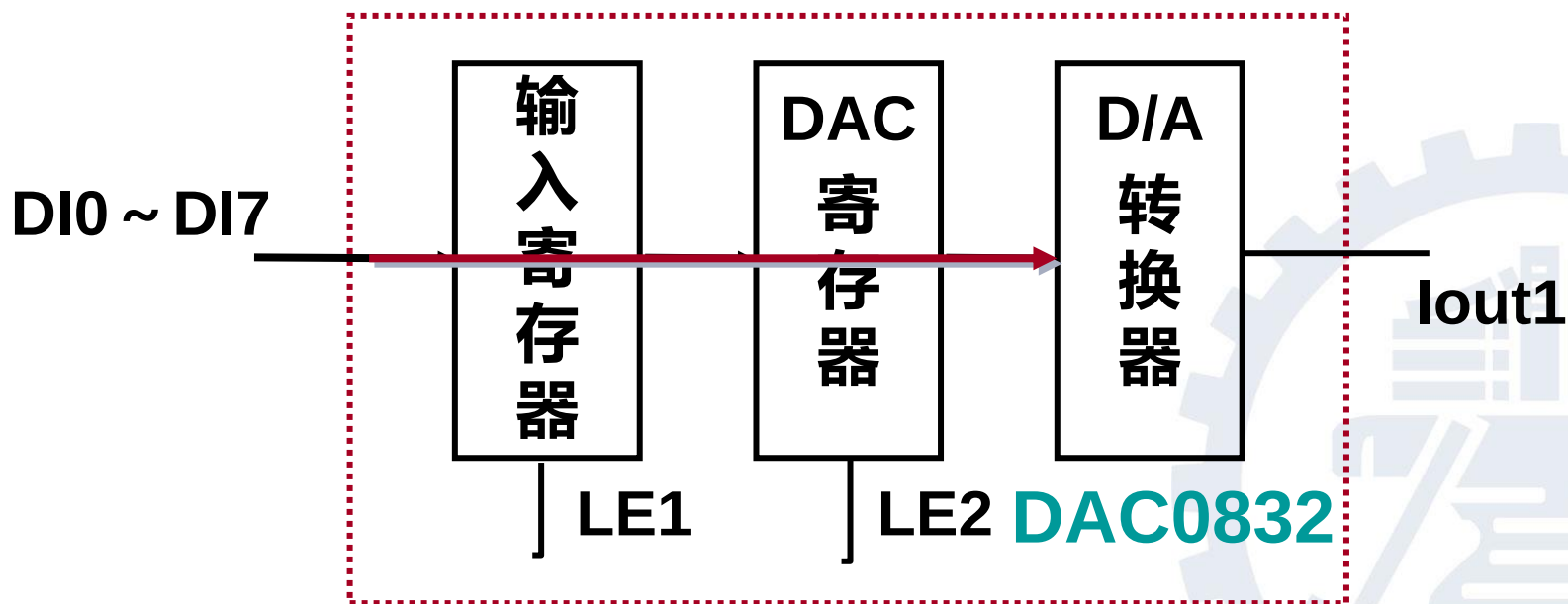
DAC0832有两个独立的缓冲器，要转换的数据先送到第一级缓冲器，但不进行转换，只有数据送到第二级缓冲器时才能开始转换，因而称为**双缓冲**。为此，**设置了5个信号控制这两个缓冲器进行数据的锁存**。其中，**ILE（输入锁存允许）、 $\overline{CS}$ （片选）和 $\overline{WR}_1$ （写信号1）组合控制第一级缓冲器的锁存**， **$\overline{WR}_2$ （写信号2）和 $\overline{XFER}$ （传递控制）两个信号组合控制第二级缓冲寄存器的锁存**。

对于锁存控制信号 LE_1 和 LE_2 ，当 LE_1 （ LE_2 ）=1时，**不锁存**；当 LE_1 （ LE_2 ）=0时，**进行锁存**。因此当ILE端为高电平，并且CPU执行OUT指令时，则 $\overline{CS}$ 与 $\overline{WR}_1$ 同时为低电平，使得 $\overline{LE}_1=1$ ，8位数据送到第一级缓冲器；只有当CPU写操作完毕， $\overline{CS}$ 与 $\overline{WR}_1$ 都变高电平时，才能使 $\overline{LE}_1=0$ ，对输入数据锁存，**实现第一级缓冲**。同理，当 $\overline{XFER}$ 与 $\overline{WR}_2$ 同时为低电平时，使得 $\overline{LE}_2=1$ ，第一级缓冲的数据送到第二级缓冲器；当 $\overline{XFER}$ 和 $\overline{WR}_2$ 上升沿使 $\overline{LE}_2=0$ 时，将这个数据锁存在第二级缓冲器中，**实现第二级缓冲**，并开始转换。



DAC0832的工作方式：直通方式

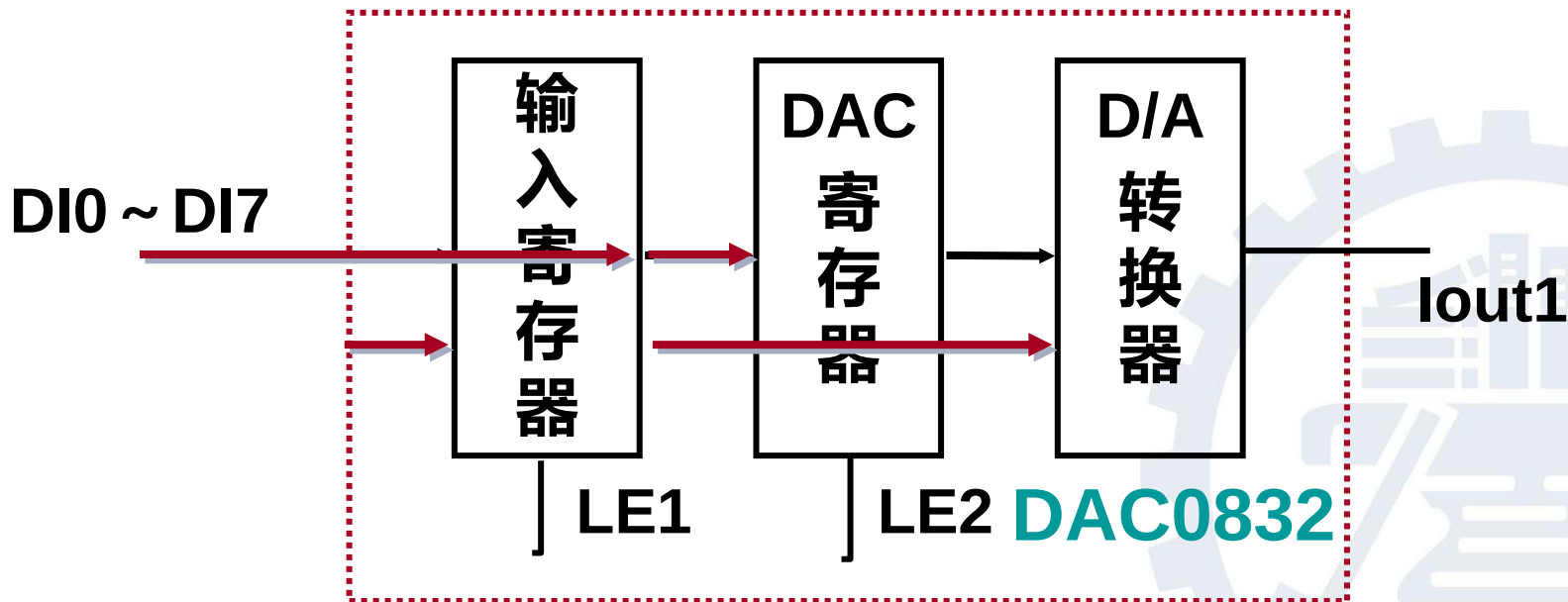
- $LE1 = LE2 = 1$
- 输入的数字数据直接进入D/A转换器





DAC0832的工作方式：单缓冲方式

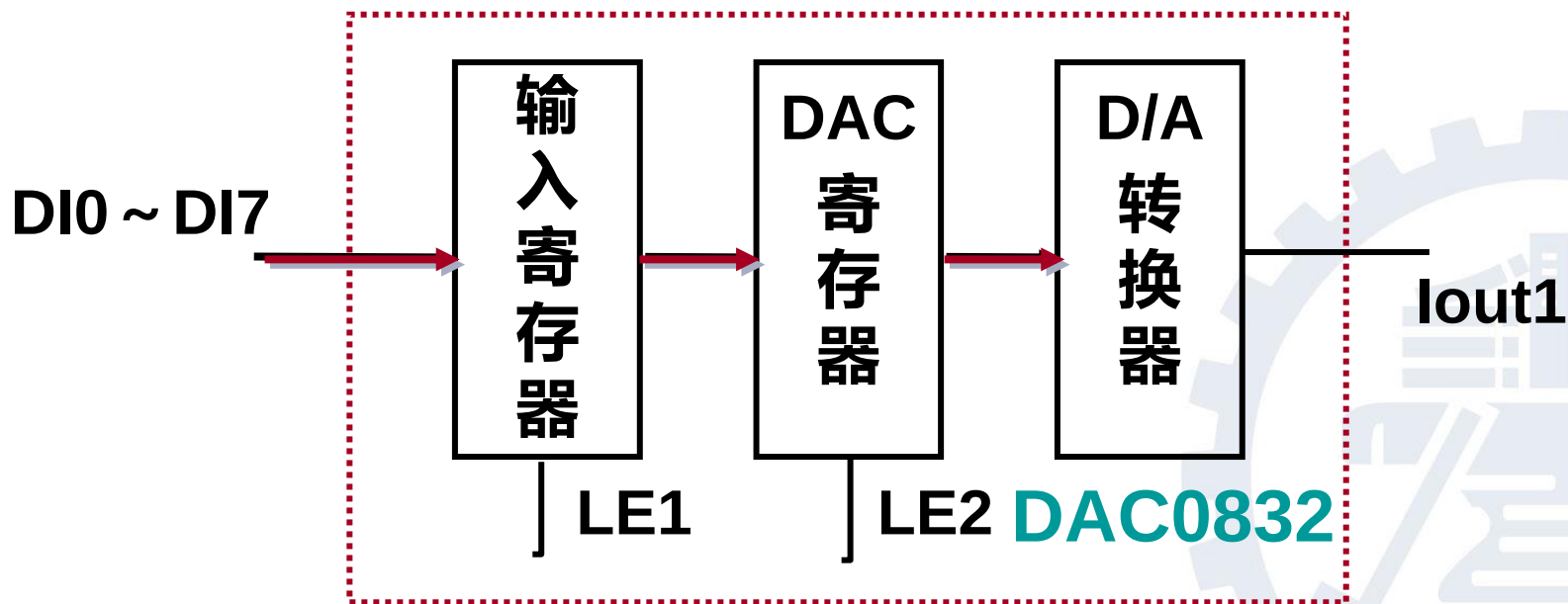
- $LE1 = 1$ ，或者 $LE2 = 1$
- 两个寄存器之一始终处于直通状态
- 另一个寄存器处于受控状态（缓冲状态）





DAC0832的工作方式：双缓冲方式

- 两个寄存器都处于受控（缓冲）状态
- 能够对一个数据进行D/A转换的同时输入另一个数据



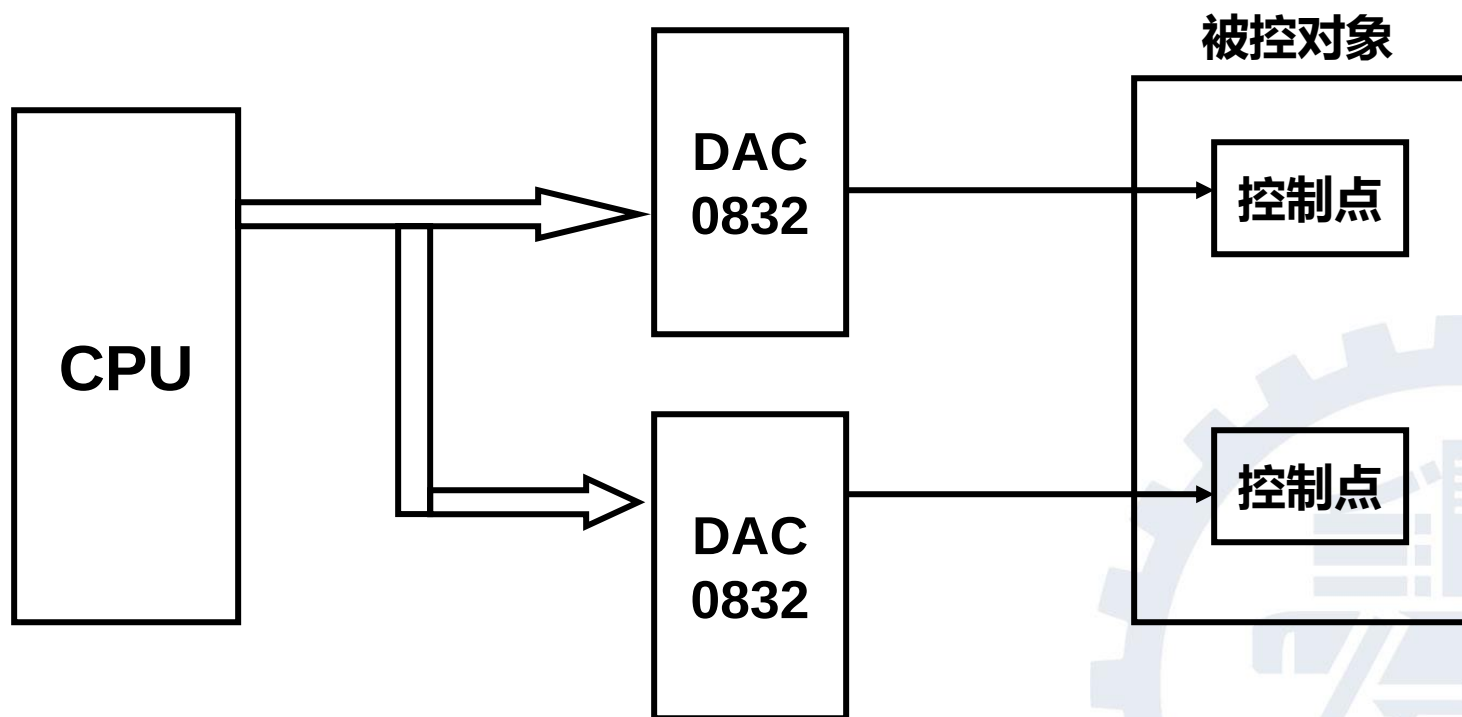


北京交通大学

BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY



DAC0832双缓冲方式的典型用法： 多目标的同时控制

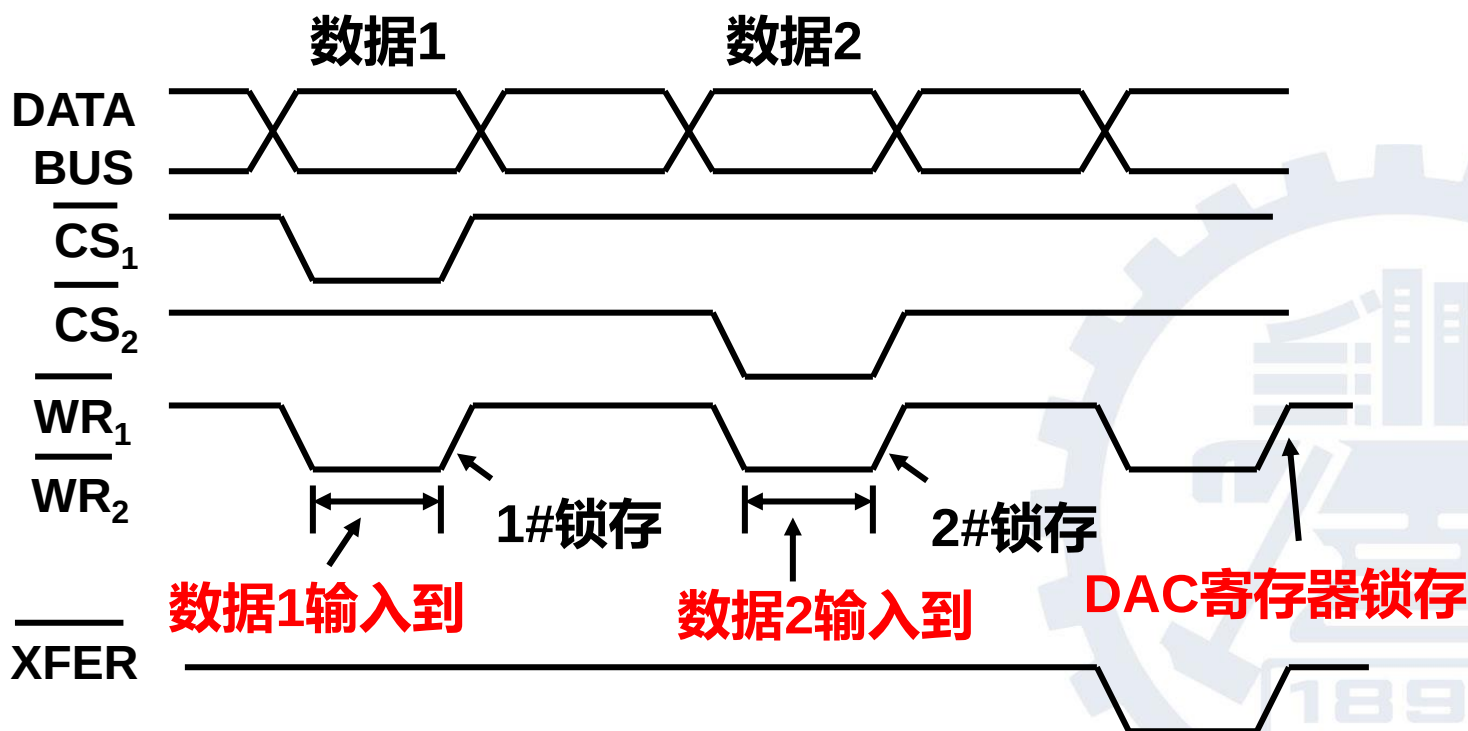


把各片的 $\overline{WR}_2$ 和 $\overline{XFER}$ 连在一起作为公共控制点。



用来进行同时多点的控制方法

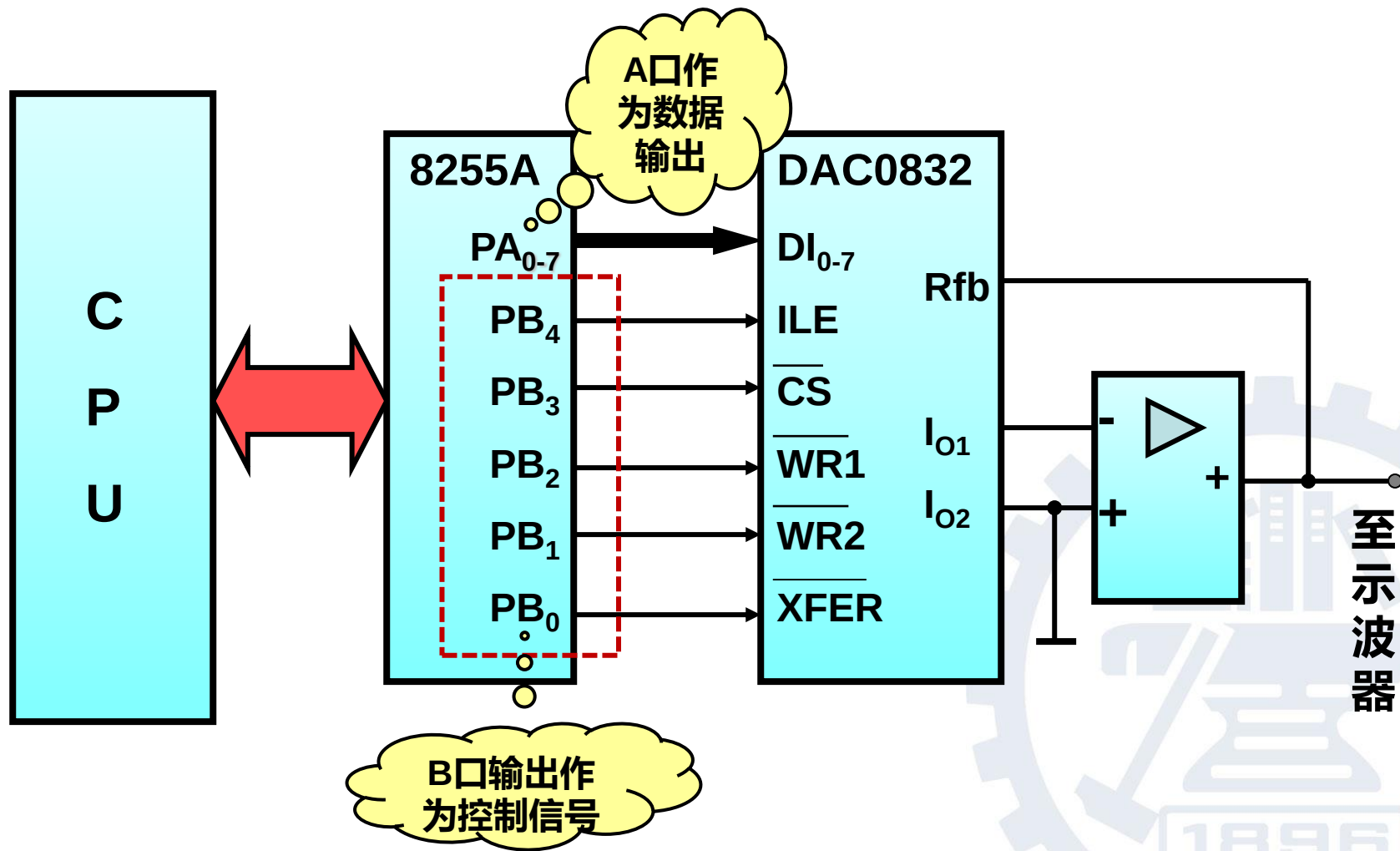
DAC0832最适合要求多片DAC同时转换的系统，下图的时序关系表示，两个数据分别用 $/CS_1$ 和 $/CS_2$ 锁存到两个DAC0832的输入寄存器中，最后用 $/XFER$ 信号的上升沿将它们同时锁存到各自的DAC寄存器中。 **第二级缓冲器用来实现多点并发控制**





3、硬件设计

硬件设计的方案很多，本例采用8255做CPU与DAC的接口，并DAC工作在直通方式





4、软件设计 以下程序是产生锯齿波的程序

; 8255初始化

MOV DX, 303H ; 8255的命令口

MOV AL, 10000000B ; 8255的方式字

OUT DX, AL

; 指定B口控制DAC的转换

MOV DX, 301H ; 8255A的B口地址

MOV AL, 00010000B ; 置DAC0832为直通工作方式

; ILE置为1, CS/WR1/WR2/XFER均置为0

OUT DX, AL



；生成锯齿波的循环

MOV AL, 0H ; 输出数据从0开始

LOP: MOV DX, 300H ; 8255A的A口地址

OUT DX, AL ; AL的值送DAC0832

MOV BL, AL ; 保存AL→BL

MOV AH, 0BH ; 检查是否有任意键按下

INT 21H

CMP AL, 0FFH

JE STOP ; 有，则停止输出波形

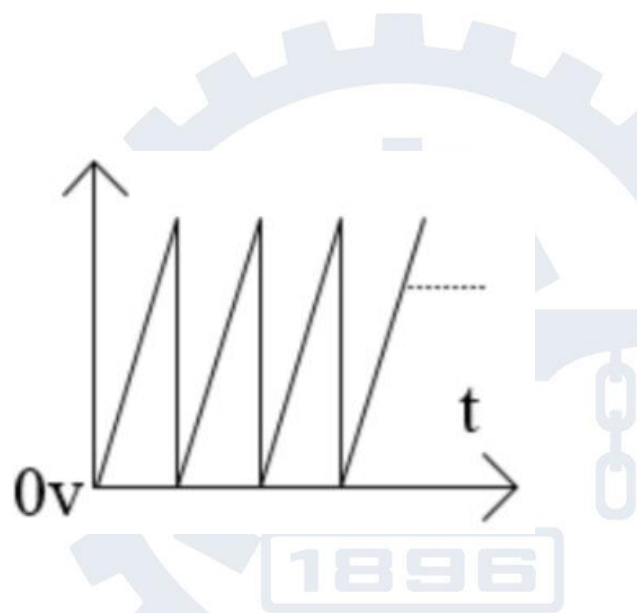
MOV AL, BL ; 无，恢复AL的值

INC AL ; 输出数据加1

JMP LOP ; 继续循环输出波形

STOP: MOV AX, 4C00H

INT 21H





以下程序是产生三角波的程序

； 生成三角波的循环

MOV DX, 300H ; 8255A的A口地址

MOV AL, 0H ; 输出数据从0开始

L1: OUT DX, AL

MOV BL, AL ; 保存AL→BL

MOV AH, 0BH ; 检查是否有任意键按下

INT 21H

CMP AL, 0FFH

JE STOP ; 有, 停止

MOV AL, BL ; 无, 恢复AL的值

INC AL ; AL加1

JNZ L1 ; AL是否加满? 未加满, 继续

MOV AL, 0FFH ; 已加满, AL全置1



L2: OUT DX, AL

MOV BL, AL ; 保存AL→BL

MOV AH, 0BH ; 检查是否有任意键按下

INT 21H

CMP AL, 0FFH

JE STOP ; 有, 则停止

MOV AL, BL ; 无, 则恢复AL的值

DEC AL ; 输出数据减1

JNZ L2 ; AL是否减到0? 不为0, 继续

JMP L1 ; 为0, AL加1

