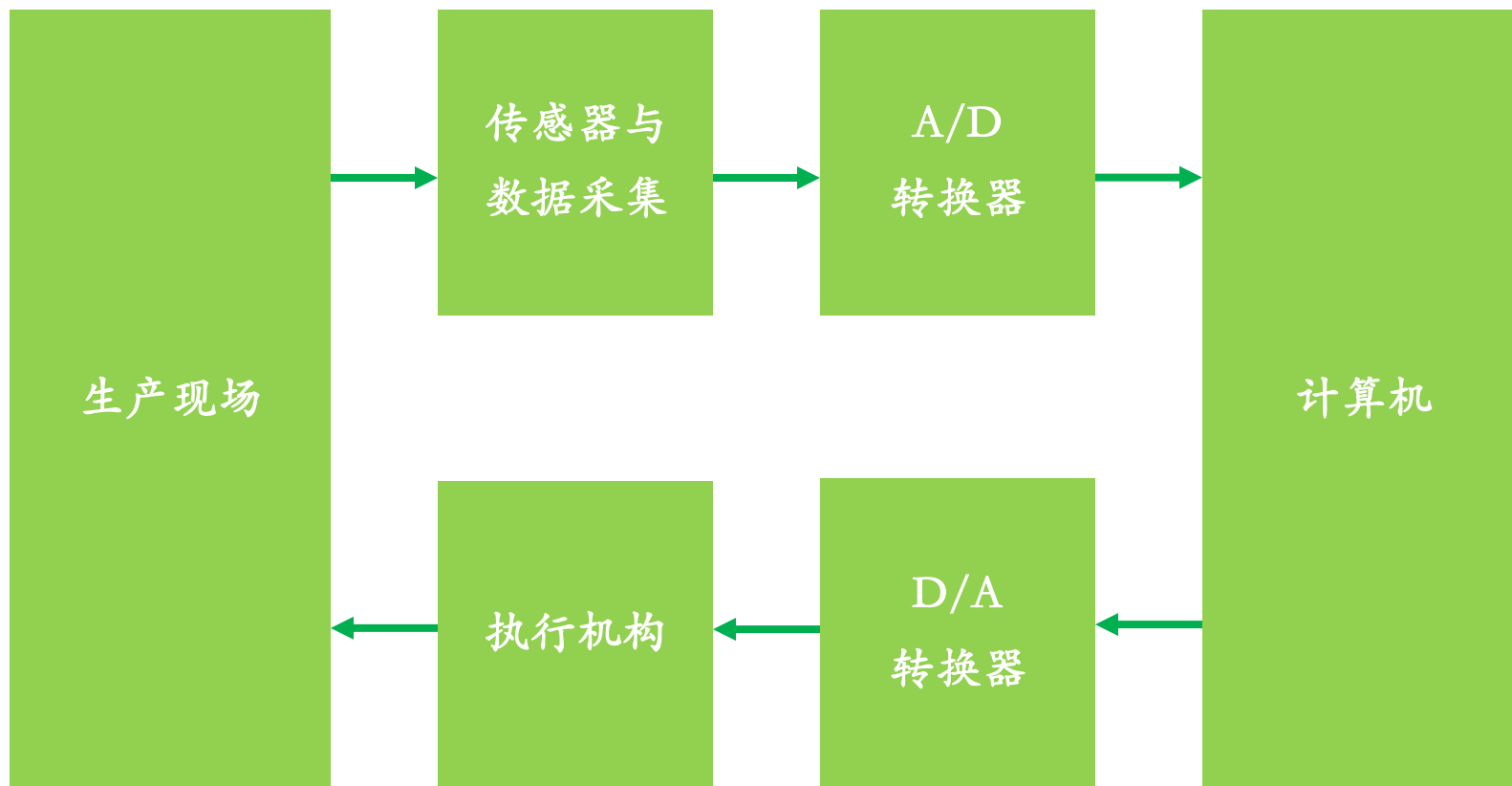


A/D与D/A转换器接口

A/D与D/A转换器接口

- A/D转换（模拟量 → 数字量转换）
 - 计算机用于数据采集和过程控制的时候，采集对象往往是连续变化的物理量（例如，温度、压力、声波等），但计算机处理的是离散的数字量，因此需要对连续变化的物理量（模拟量）进行采样、保持，再把模拟量转换为数字量交给计算机处理、保存
- D/A转换器完成（数字量 → 模拟量转换）
 - 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（力、热、声、光装置等），例如，声卡播放音乐



微机测控系统框图

10.1 D/A转换器的接口方法

一、D/A转换器主要参数

D/A转换器一般是根据自己的需要选择相应数据位宽度和速度的D/A转换芯片，在选择D/A转换器芯片时一般考虑如下指标

- **分辨率** D/A转换器能分辨的最小电压增量，或1个二进制增量所代表的模拟量大小，DAC能转换的二进制数的位数越多，分辨率越高
分辨率表示为： $\text{分辨率} = V_{\text{ref}} / 2^{\text{位数}}$ ，例如， $V_{\text{ref}} = 5\text{V}$ ，8位的D/A转换器分辨率为 $5/256 = 20\text{mV}$

10.1 D/A转换器的接口方法

- **转换时间** 数字量输入到模拟量输出达到稳定所需的时间
电流型：100ns~1μs；
电压型：运算放大器的响应时间（较慢）
- **精度** D/A转换器实际输出与理论值之间的误差，一般采用数字量的最低有效位作为衡量单位（1/2 LSB）
例如，8位D/A分辨率为20mV，则精度为±10mV
- **线性度** 当数字量变化时，输出模拟量按比例变化的程度
- **线性误差** 模拟输出偏离理想输出的最大值

10.1 D/A转换器的接口方法

二、D/A转换器的连接特性

DAC（数字/模拟转换集成电路）是系统或设备中的一个功能器件，当将它接入系统时，不同的应用场合对其输入输出有不同的要求

- **输入缓冲能力** DAC的输入缓冲能力是非常重要的，具有缓冲能力（数据寄存器）的DAC芯片可直接与CPU或系统总线相连，否则必须添加锁存器
- **输入数据的宽度（分辨率）** 8位，10位，12位，16位，当DAC的分辨率高于微机系统的数据总线的宽度时，需要分两次输入

10.1 D/A转换器的接口方法

- **输入数据码制** 对于单极性输出的DAC只能接收**二进制或BCD码**；双极性输出的DAC只能接收**偏移二进制码或补码**
- **输出模拟量的类型** DAC输出有**电流型**（电流大小位于几毫安到十几毫安）和**电压型**（电压大小一般位5~10V）两种，用户可根据需要选择，也可采用其它器件进行转换
- **输出模拟量的极性** DAC有单极性和双极性两种，如果要求输出有正负变化，则必须使用双极性DAC芯片

10.1 D/A转换器的接口方法

三、DAC典型连接

DAC芯片与CPU或系统总路线连接时，可从**数据总线宽度是否与DAC位数据匹配**和**DAC是否具有数据寄存器**两个方面来考虑

- 当DAC位数与数据总线宽度相同，并具有数据缓冲能力时，可直接与CPU连接
- 当DAC位数与数据总线宽度相同，DAC没有数据寄存器时，必须外加锁存器或I/O接口芯片（例如8255A等）才能与CPU连接
- 当DAC位数大于数据总线宽度，DAC无论有无数据寄存器时，都必须外加锁存器或I/O接口芯片才能与CPU相连接

10.2 D/A转换器的接口设计

一、片内无三态输入缓冲器的8位D/A

要求 用DAC0808构成一个直流数字电压表，端口地址位318H，319H

分析

- DAC0808，8位，无三态缓冲能力，需要外加数据锁存器
- 数字量由DAC0808转换成电压量，与输入电压（需要测量的电压）比较，若输入电压比n对应电压大，但比n+1对应电压小，则结果为n或n+1
- 硬件连接
- 软件编程：采用逐次逼近的方法寻找数字量结果，二分搜索法每次确定区间的中间值去试探

例 $V_i = 5V \times 7BH / 256$ ，结果应该=7BH

试探次数	试探值增量	试探值	V_n	V_i	试探结果	状态 D_0
1	80H	80H 0	$80H \times 5V / 256$	$7BH \times 5V / 256$	偏大	0
2	40H	40H	$40H \times 5V / 256$	$7BH \times 5V / 256$	偏小	1
3	20H	60H	$60H \times 5V / 256$	$7BH \times 5V / 256$	偏小	1
4	10H	70H	$70H \times 5V / 256$	$7BH \times 5V / 256$	偏小	1
5	08H	78H	$78H \times 5V / 256$	$7BH \times 5V / 256$	偏小	1
6	04H	7CH 78H	$7CH \times 5V / 256$	$7BH \times 5V / 256$	偏大	0
7	02H	7AH	$7AH \times 5V / 256$	$7BH \times 5V / 256$	偏小	1
8	01H	7BH	$7BH \times 5V / 256$	$7BH \times 5V / 256$	相等	1

```

MOV AX, 020H
MOV ES, AX
MOV BX, 00H
MOV CX, 80H ;赋初值, CH保存新试探值, CL保存试探值增量
NEXT: MOV AH, CH ;AH保存旧试探值 (试探后保留值)
      MOV AL, AH ;取老的试探值
      ADD AL, CL ;形成新的试探值
      MOV CH, AL ;新试探值放入CH中
      MOV DX, 318H ;送入273开始转换
      OUT DX, AL
      MOV DX, 319H
      IN AL, DX
      AND AL, 01H ;若结果为1, 保留
      JNZ OK
      MOV CH, AH ;若结果为0, 去掉
OK:   SHR CL, 1
      JNC NEXT ;比较次数达到? (未达到最小分辨率, 循环)
      MOV AL, CH
      MOV ES:[BX], AL
      HLT

```

10.2 D/A转换器的接口设计

二、片内有三态输入缓冲器的8位D/A

- 要求

产生任意波形，用DAC0832产生三角波、方波、锯齿波或梯形波等

- 分析

8位，具有两级缓冲寄存器（输入寄存器 & DAC寄存器）

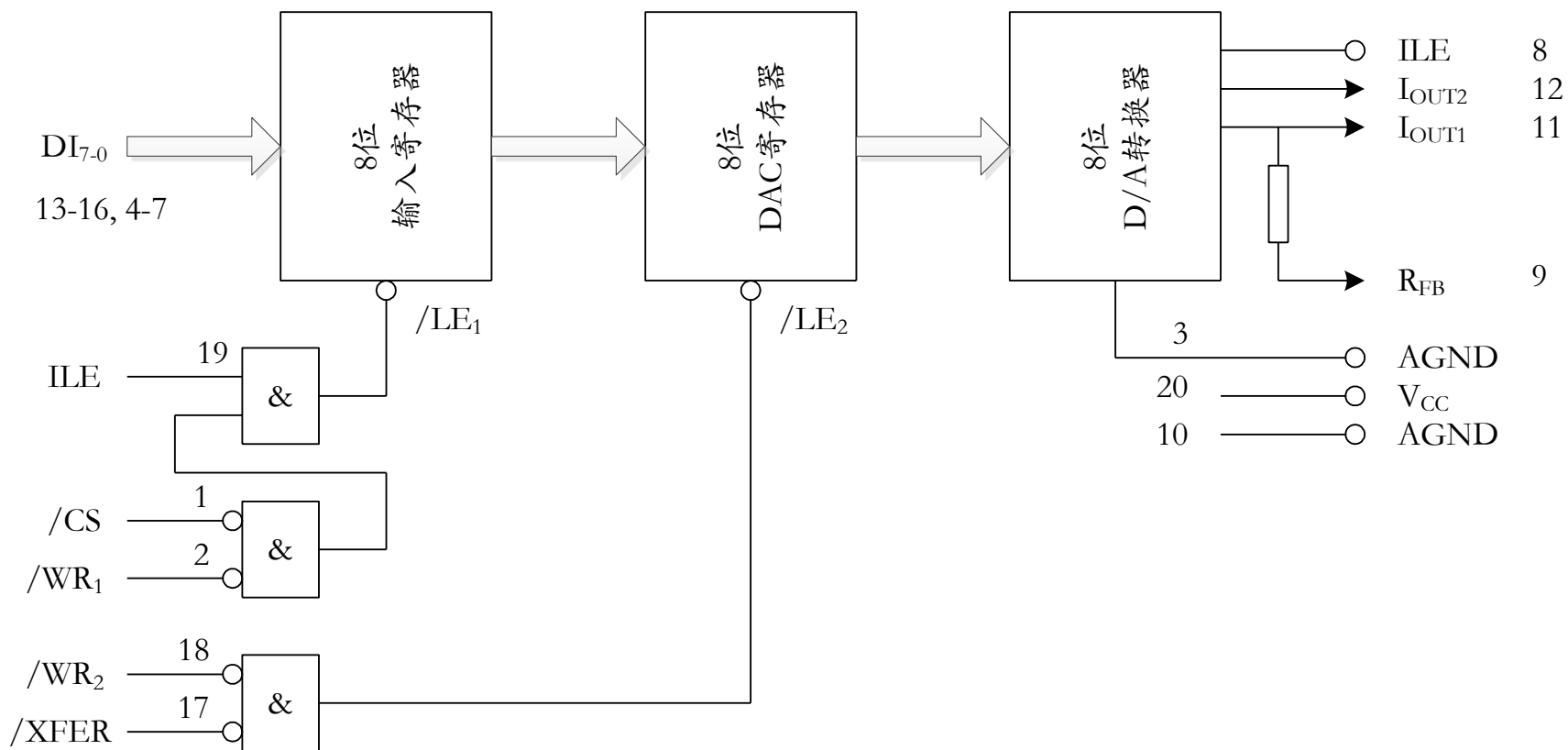
当 $\text{ILE}=1$ ， $\text{CS}\#=\text{WR1}\#=0$ ，写入第1级缓冲器；

当 $\text{XFER}\#=\text{WR2}\#=0$ ，写入第2级缓冲器，并开始转换；

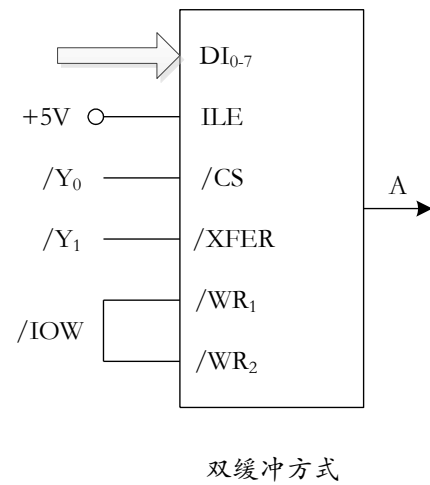
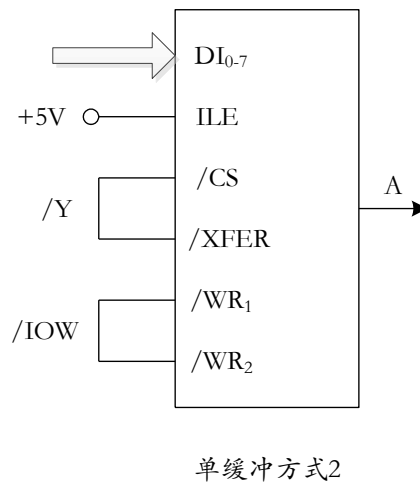
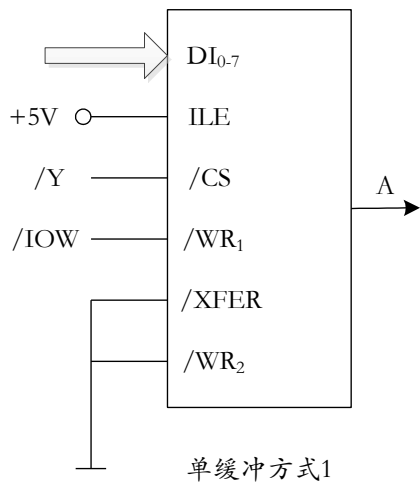
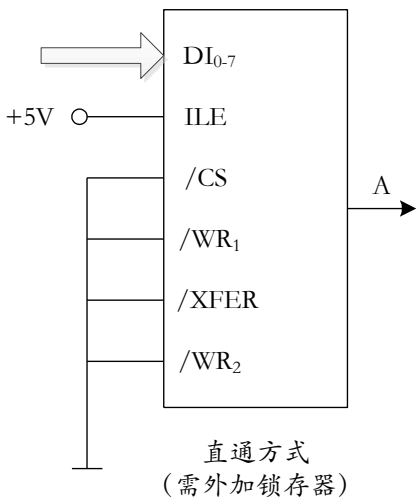
- 应用

适合要求多片DAC同时进行转换的系统

三种工作方式



0832 内部结构/引脚



0832 工作方式

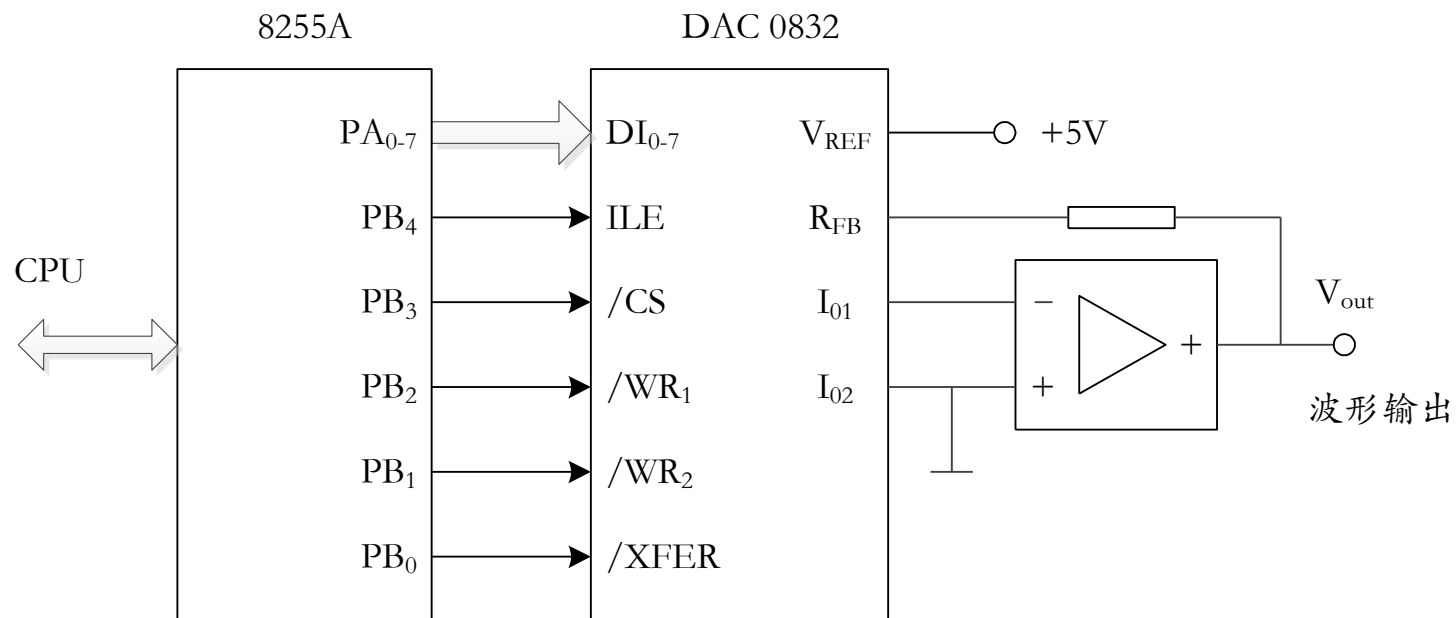
10.2 D/A转换器的接口设计

- 硬件连接

DAC实际连接中，要注意区分“模拟地”和“数字地”的连接：为了避免信号串扰，数字量部分只能连接到“数字地”，模拟量部分只能连接到“模拟地”

- 应用举例

用单缓冲方式实现函数发生器



函数发生器

10.2 D/A转换器的接口设计

— 软件设计

利用DAC可实现任意波形（如锯齿波、三角波、正弦波等）的输出，如输出三角波的程序段如下：

```
TRG:      MOV DX, 200H
          MOV AL, 0H
TN1:      OUT DX, AL
          INC AL
          JNZ TN1
          MOV AL, 0FFH
TN2:      OUT DX, AL
          DEC AL
          JNZ TN1
          .....
```

10.2 D/A转换器的接口设计

输出锯齿波程序段如下：

```
TRG:      MOV DX, 200H
          MOV AL, 0H
TN:       OUT DX, AL
          INC AL
          JMP TN
          .....
```

10.2 D/A转换器的接口设计

输出正弦波程序段如下：

（由于DAC0832是一个单极性输出DAC芯片，因此在正弦波输出中应将0V平移到128数值上）

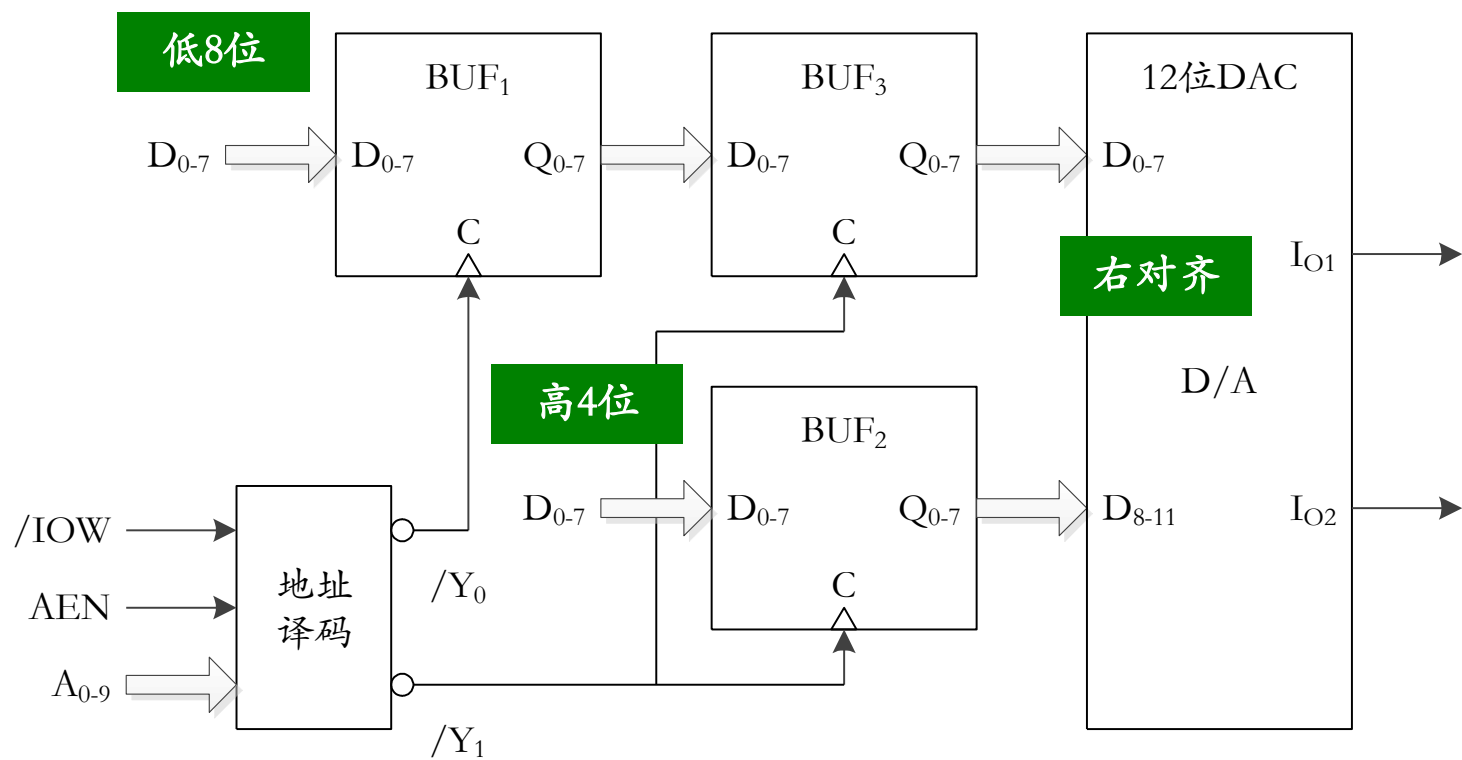
```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
main() {
    unsigned char v0 = 128, vout;
    int i;
next:
    i = 0;
    while( i <= 360 ) {
        vout = v0 + 128 * sin( 3.14159 * i/180 );
        outportb( 0x200, vout );
        i = i + 10;
    }
    while( !kbhit() ) {
        goto next
    }
}
```

正弦波发生器

10.2 D/A转换器的接口设计

三、12位D/A转换器接口设计

1. 片内无三态输入缓冲器



12位片内无缓冲D/A

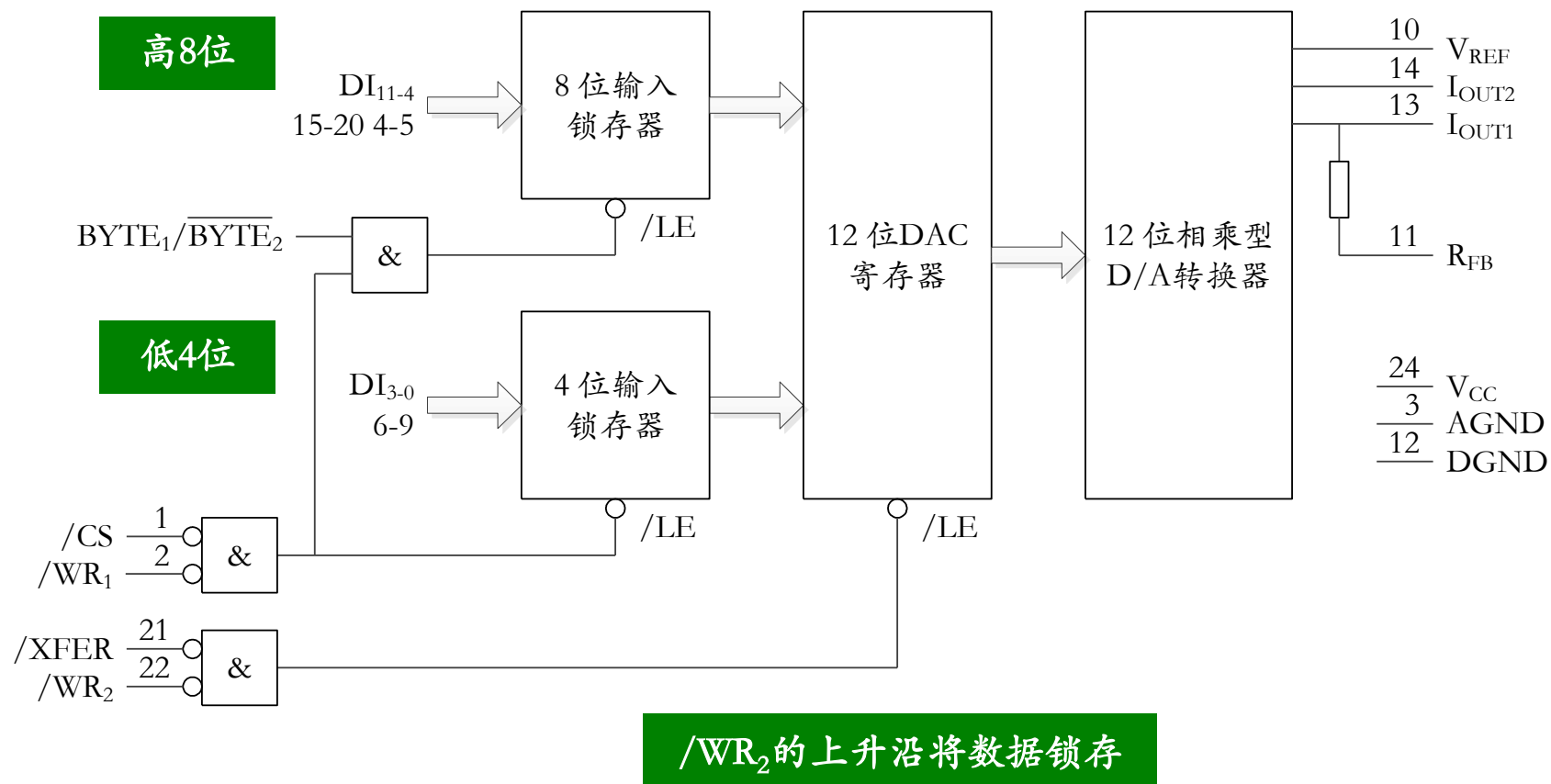
10.2 D/A转换器的接口设计

三、12位D/A转换器接口设计

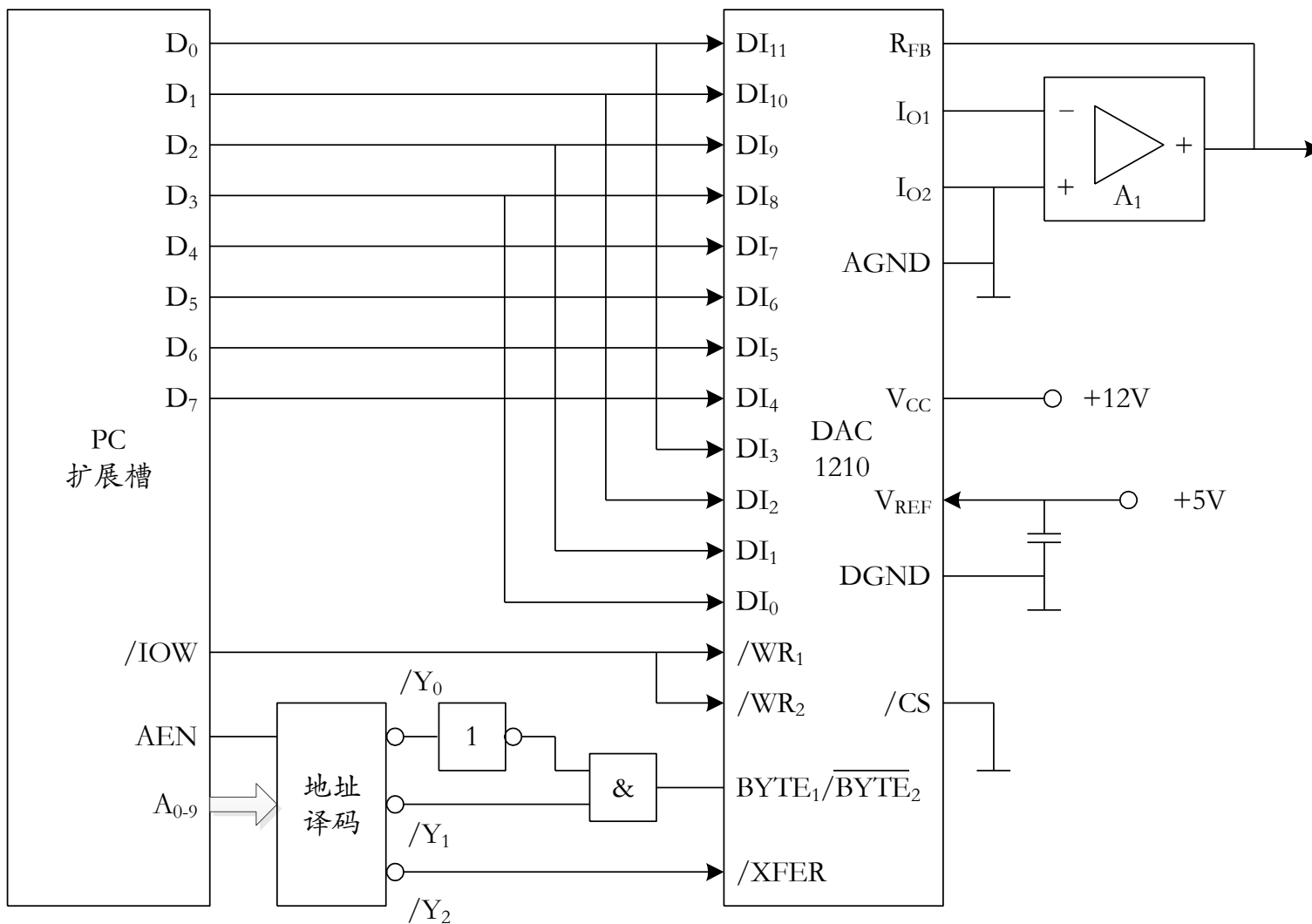
2. 片内有三态输入缓冲器的

由于微机的I/O指令一次只能输出8位数据，因此对于数据宽度大于8位DAC只能分两次输入数据，为此一般大于8位数据宽度的DAC内部均设计有两级数据缓冲，例如，12位DAC1210内部有两级数据缓冲

$\overline{\text{WR}}_1$ 的上升沿将数据锁存



DAC1210内部结构



DAC1210连接CPU

10.2 D/A转换器的接口设计

- 设译码器 Y_0 端口地址为340H，用该电路产生输出程序如下：

```
MOV DX, 340H
MOV AL, DATAH
OUT DX, AL      ;输出高8位数据
INC DX          ;端口地址341H
MOV AL, DATAL   ;低4位数据输出
OUT DX, AL
MOV DX, 342H
OUT DX, AL      ;输出12位数据
```

10.2 D/A转换器的接口设计

四、D/A转换器应用

1. 函数DAC可以产生任意波形、幅度和频率的信号，如三角波、方波、函数波等
2. 用DAC来构成ADC的应用

10.3 A/D转换接口基本原理与方法

一、A/D转换原理

- 在数据采集和过程控制中，被采集对象往往是连续变化的物理量（如温度、压力、声波等），由于计算机只能处理离散的数字量，需要将连续变化的物理量转换为数字量，这一操作过程就是A/D转换
- A/D转换的原理很多，常见的有双积分式、逐次逼近式、计数式等，输出码制有二进制、BCD码等，输出数据宽度有8位、12位、16位、20位等（二进制）和3+1/2位（最大为1999）、5+1/2位等（BCD码），该过程就是A/D转换

10.3 A/D转换接口基本原理与方法

二、A/D转换器特性

- **分辨率** 指A/D转换器可转换成数字量的最小电压（量化阶梯），例如，8位ADC满量程为5V，则分辨率为 $5000\text{mV}/256=20\text{mV}$ ，即当模拟电压小于20mV，ADC就不能转换了。分辨率一般表示式为：分辨率= $V_{\text{ref}}/2^{\text{位数}}$ （单极性）
- **转换时间** 指从输入启动转换信号到转换结束，得到稳定的数字量输出的时间，一般转换速度越快越好（特别是动态信号采集），常见有超高速（转换时间 $<1\text{ns}$ ）、高速（转换时间 $<1\mu\text{s}$ ）、中速（转换时间 $<1\text{ms}$ ）和低速（转换时间 $<1\text{s}$ ）等

10.3 A/D转换接口基本原理与方法

如果采集对象是动态连续信号，要求 $f_{\text{采}} \geq 2f_{\text{信}}$ ，也就是说必须在信号的一个周期内采集2个以上的数据，才能保证信号形态被还原，这就是“**最小采样**”原理，若 $f_{\text{信}} = 20\text{kHz}$ ，则 $f_{\text{采}} \geq 40\text{kHz}$ ，其转换时间要求 $\leq 25\mu\text{s}$

- **量化精度** 指A/D转换器实际输出与理论值之间的误差，一般采用数字量的最低有效位作为衡量单位（如 $1/2 \text{ LSB}$ ）
- **线性度** 当模拟量变化时，A/D转换器输出的数字量按比例变化的程度

10.3 A/D转换接口基本原理与方法

二、外部特征

- 模拟信号输入线（单通道/多通）
- 数字量输出线
- 启动输入线
- 转换结束线

几种A/D芯片的对照表

几种A/D转换芯片的引脚对照

芯片	转换启动	转换结束
ADC 0816/0809	START	EOC
AD 570/571	$B/\bar{C}=0$	\overline{DR}
ADC 0804	$\overline{WR} \cdot \overline{CS}$	\overline{INTR}
ADC 7570	START	$\overline{BUSY}=1$
ADC 1131J	CONVCMD	STATUS下降沿
ADC 1210	\overline{SC}	\overline{CC}
AD 574	$EC \cdot (R/\bar{C}=0) \cdot \overline{CS}$	STS=0

10.3 A/D转换接口基本原理与方法

三、接口方法

1. A/D转换器与CPU的连接

- A/D转换器的分辨率
- 是否有输出锁存器
- 启动信号（电平启动/脉冲启动）

2. 接口的主要的操作

- 进行通道选择
- 发转换启动信号
- 取回“转换结束”状态信号
- 读取转换的数据
- 发采样/保持（S/H）控制信号（高速A/D）

10.3 A/D转换接口基本原理与方法

3. A/D转换器数据的传送

- 对于查询方式
- 对于中断方式
- 对于DMA方式
- 对于超高速数据采集系统

10.3 A/D转换接口基本原理与方法

4. A/D转换电路的接口形式

- 与CPU直接相连

当ADC芯片内部带有数据输出锁存器和三态门时（例如AD574、ADC0809等），它们的数据输出可直接与CPU或数据总线相连

- 用三态锁存器与CPU相连

对于内部不带数据输出锁存器的ADC芯片（例如ADC1210、AD570等），需外接三态锁存器后才能与CPU或系统总线相连

- 通过I/O接口芯片与CPU相连

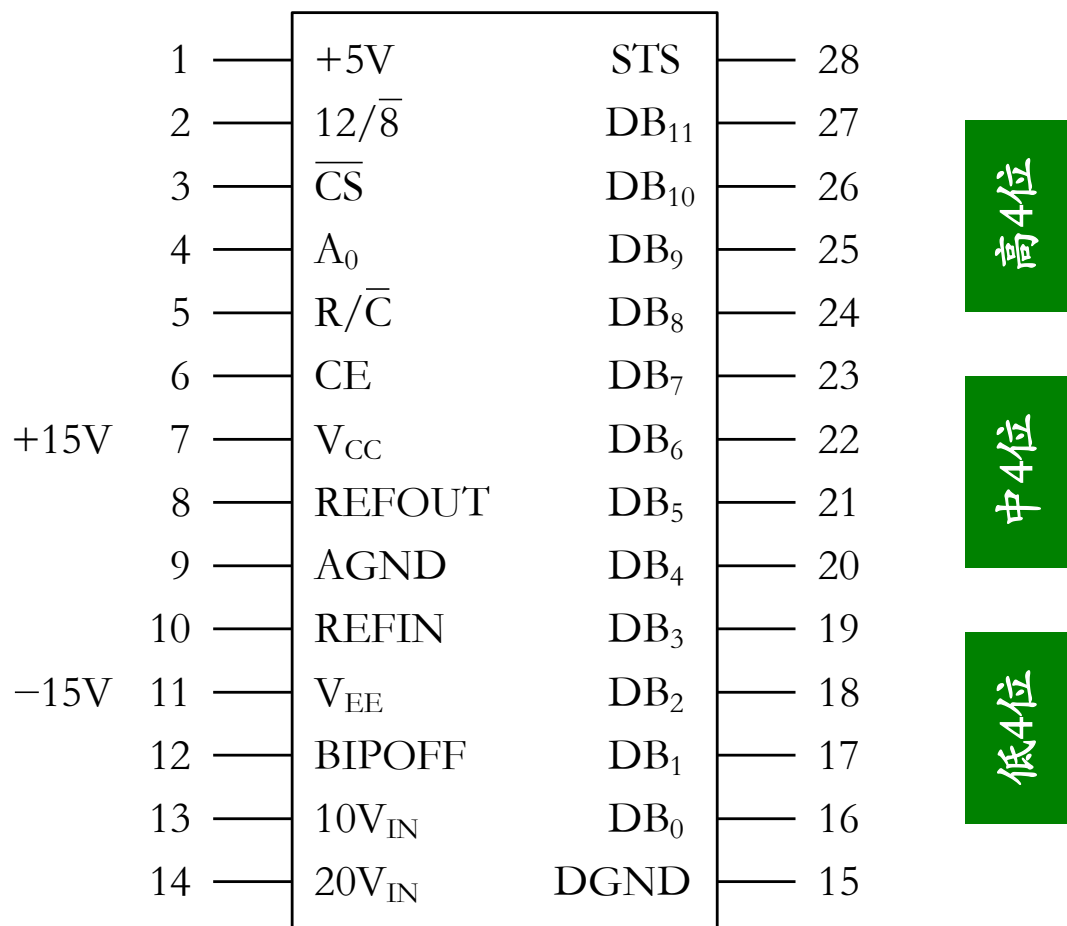
无论ADC内部有无数据锁存器，都可以通过I/O接口芯片（并行或串行）与CPU或系统总线相连的，这样可简化接口电路

10.4 查询方式的A/D转换接口电路设计

一、12位ADC连接与编程

- ADC574A是具有三态输出锁存器的12位逐次比较ADC芯片，转换速度快（25ms），是目前国内使用最广泛的ADC芯片之一
- ADC574A可并行输出12位数据，也可以分两次输出（高8位+低4位）数据；既可进行8位转换，也可进行12位A/D转换
- ADC574的控制信号
- ADC574的引脚定义
- ADC574的工作时序

AD574A



AD574外部引脚

AD574A控制信号的作用

CE	$\overline{\text{CS}}$	$\text{R}/\overline{\text{C}}$	$12/\overline{8}$	A_0	AD574A的功能操作
0	×	×	×	×	不允许转换
×	1	×	×	×	未接通芯片
1	0	0	×	0	启动1次12位转换（作12位转换器）
1	0	0	×	1	启动1次8位转换（作8位转换器）
1	0	1	高电平（+5V）	×	1次输出12位
1	0	1	低电平（数字地）	0	输出高位字节
1	0	1	低电平（数字地）	1	输出低位字节

10.4 查询方式的A/D转换接口电路设计

二、12位A/D转换器接口设计

1. 要求

进行12位转换，转换结果分两次输出，以左对齐方式存放在首址为400H的内存区，共采集64个数据，ADC与CPU之间采用查询方式交换数据，采用AD574A作为A/D转换器

2. 分析

AD574A是具有三态输出锁存器的A/D转换器，它可以作12位转换，也可作8位转换

3. 设计

- 硬件连接

10.4 查询方式的A/D转换接口电路设计

二、12位A/D转换器接口设计

3. 设计

- AD574内部有三态输出锁存器，数据输出线可直接与系统数据线相连，将AD574A的12条输出数据线的高8位接到系统总线的 $D_0 \sim D_7$ ，而把低4位接到数据总线的高4位，低4位补0，以实现左对齐
- 转换结束状态信号STS，通过三态门74LS125接到数据线 D_7 上；因为分两次传送，所以将12/8#接数字地；CE接 V_{CC} ，允许工作

10.4 查询方式的A/D转换接口电路设计

二、12位A/D转换器接口设计

3. 设计

- I/O端口地址译码 (A_{0-9}) 三个端口地址
 $Y_0=310H$, 状态口
 $Y_1=311H$, 控制口 (8位) / 数据口 (低4位)
 $Y_2=312H$, 控制口 (12位) / 数据口 (高8位)

4/8位输出

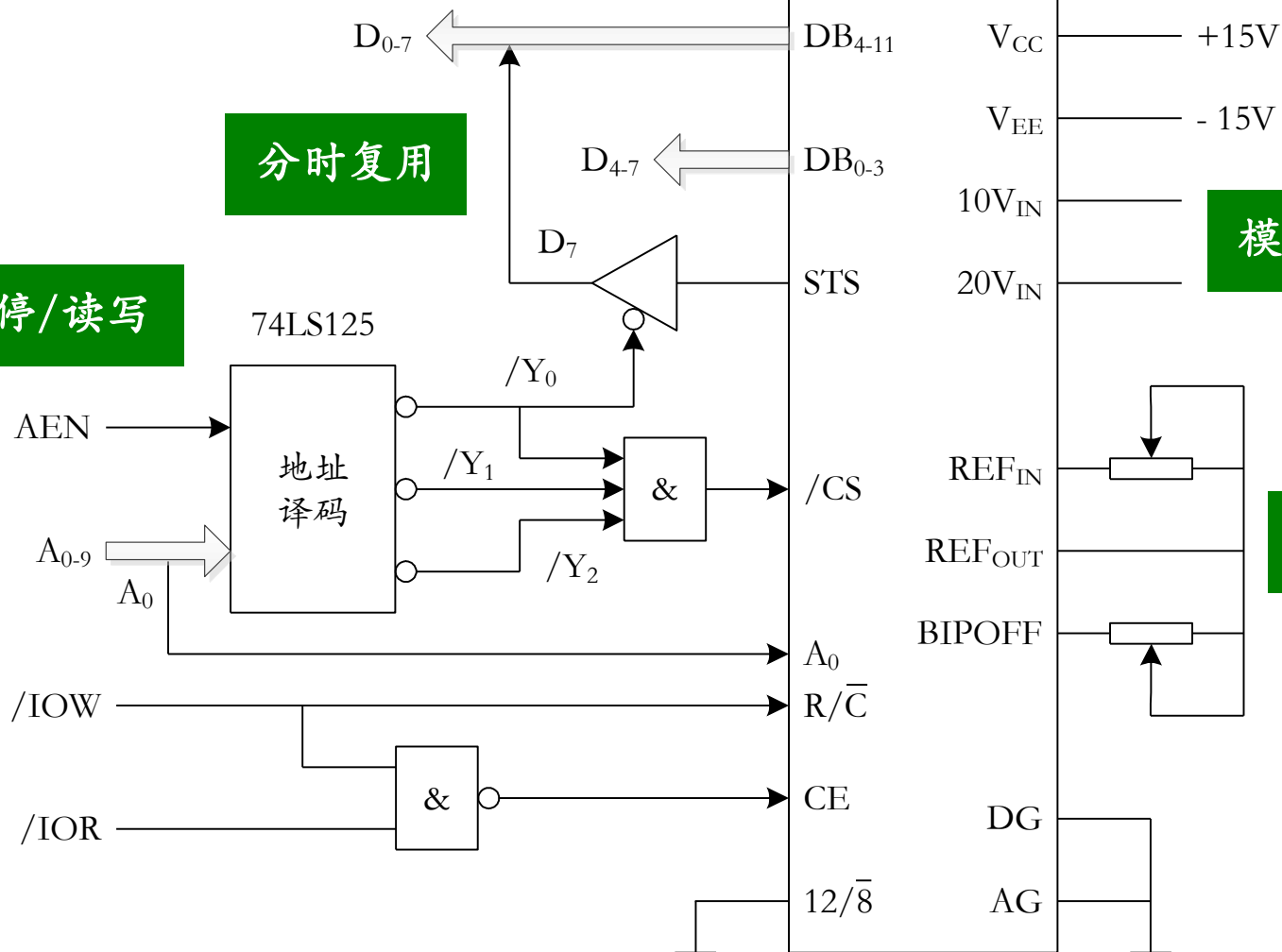
DAC 1210

分时复用

启停/读写

模拟输入

调零/满度



AD574A连接CPU

10.4 查询方式的A/D转换接口电路设计

— 软件编程

根据设计要求和信号的时序关系，其数据采集的程序段如下

```
        MOV CX, 40H           ; 采集次数
        MOV SI, 400H          ; 存放数据内存首址
START:  MOV DX, 312H          ; 12位转换 ( $A_0=0$ )
        MOV AL, 0H           ; 写入的数据可以取任意值
        OUT DX, AL            ; 转换启动 (CS, 及R/C均置0,
                                ; CE置1)
        MOV DX, 310H          ; 读状态,  $Y_0=0$ , 打开三态门
L:      IN AL, DX
        AND AL, 80H           ; 检查 $D_7=STS=0$ ?
        JNZ L                 ; 不为0, 转换未结束, 则等待
        MOV DX, 311H          ; 为0, 转换已结束, 先读低4位
                                ; ( $A_0=1$ )
```

10.4 查询方式的A/D转换接口电路设计

```
IN AL, DX
AND AL, 0F0H      ; 屏蔽低4位 (因为左对齐)
MOV [SI], AL      ; 送内存
INC SI            ; 内存地址加1
MOV DX, 312H      ; 再读高8位 ( $A_0=0$ )
IN AL, DX
MOV [SI], AL      ; 送内存
INC SI            ; 内存地址+1
DEC CX            ; 采集次数减1
JNZ START         ; 未完, 继续
MOV AX, 4C00H     ; 已完, 程序退出
INT 21H
```

```

#include <stdio.h>
#include <dos.h>
main() {
    unsigned int DATA[256];
    unsigned char status, datah, datal, id;
    id = 1;
    while ( !kbhit()) {          // key down
        // 12bit convert, CS#=0, A0=0, R/C#=0, CE=1
        outportb( 0x312, 0x00 );
        do {
            status = inportb( 0x310 );
            status = status & 0x80; // D7(STS)=1?
        } while( status != 0 );
        datah = inportb( 0x312 ); // higher 8 bit
        datal = inportb( 0x311 ); // lower 4 bit
        DATA[ id ] = 16 * datah + datal;
        id++;
    }
}

```

查询方式A/D

10.4 查询方式的A/D转换接口电路设计

二、12位A/D转换器接口设计

4. 说明

- A/D转换采集程序一般采用**中断方式或线程方式**编写（多任务操作系统），用软件查询方式会降低CPU的效率

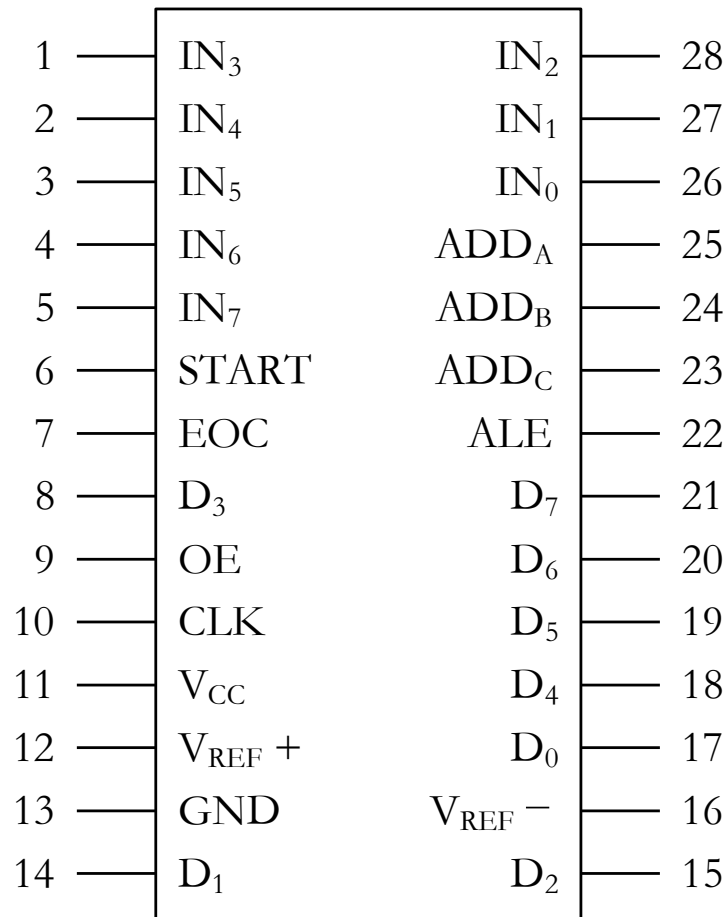
10.5 中断方式的A/D转换接口电路设计

一、PC机系统的中断方式数据采集系统设计

1. 8位ADC连接与编程

- 逐次逼近式8位ADC芯片ADC 0809

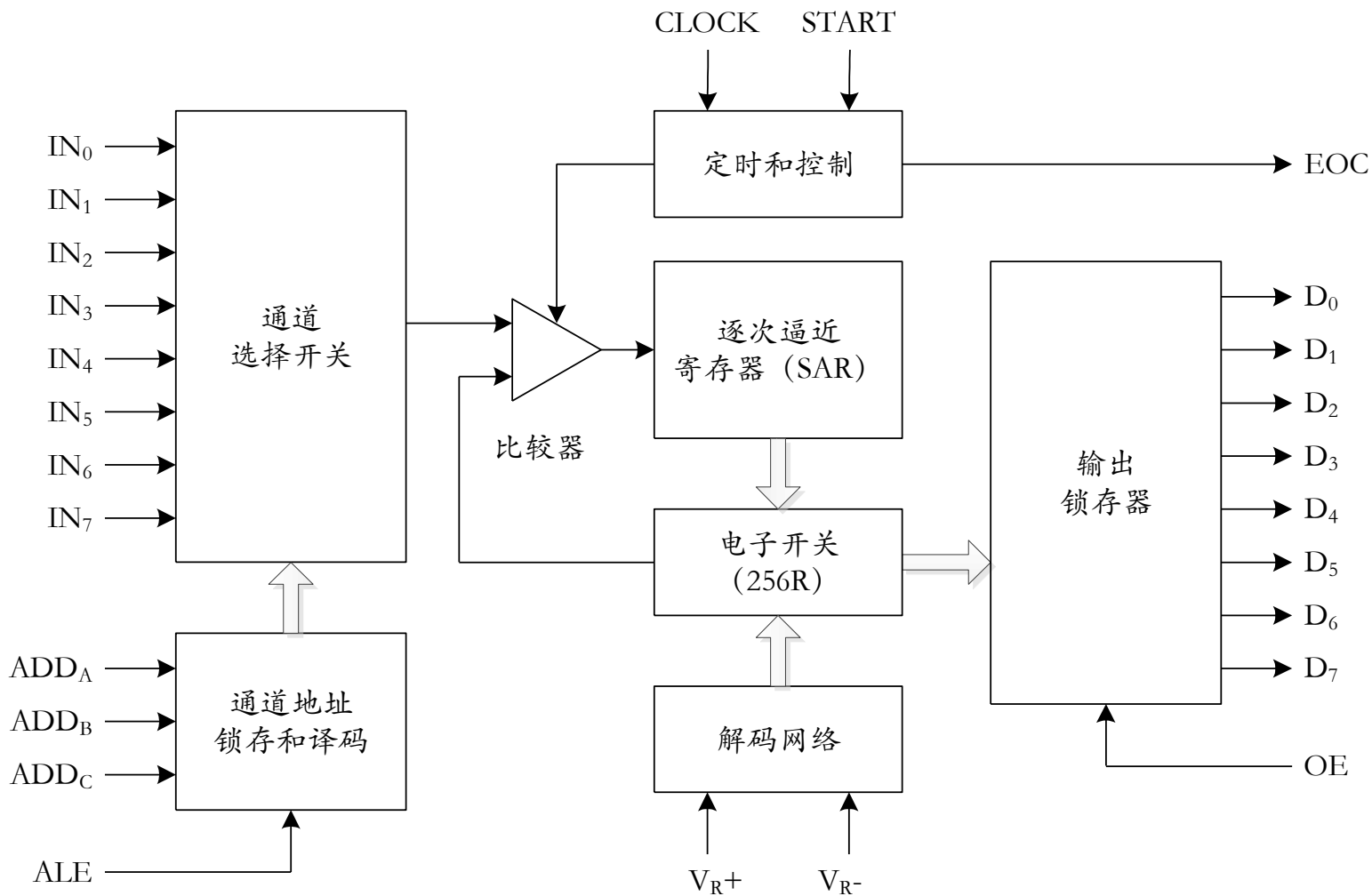
ADC 0808/0809



ADC0809外部引脚

模拟输入

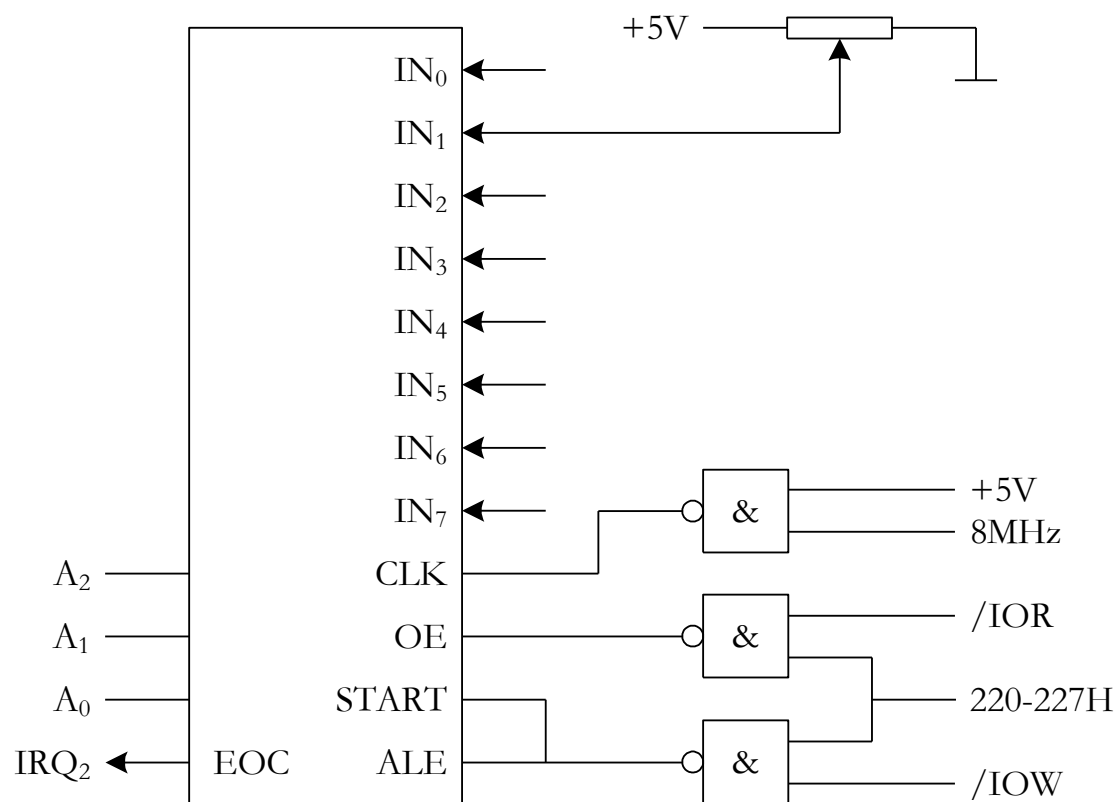
数字输出



ADC 0809内部逻辑

10.5 中断方式的A/D转换接口电路设计

- START是ADC0809的A/D转换启动信号，高电平时内部逐次逼近寄存器清0，由1 → 0变化时开始A/D转换，信号宽度>100ns，CLK为时钟信号，最大为600KHz
- 硬件连接电路如图
- 设地址译码/CS为220H至227H，采用中断方式的采集程序如下



通道选择

高位地址A₃₋₉

ADC 0809典型连接

```
#include <stdio.h>
#include <dos.h>
void interrupt far adc_proc();
main() {
    void (interrupt far*mode) ();
    disable();                // diable interrupt
    mode = getvect( 0x0a );    // get IRQ2 vector
    setvect( 0x0a, adc_proc ); // set IRQ2 vector
    enable();                  // enable interrupt
    outportb( 0x221, 00 );     // start ADC, IN1
    while( !kbhit() ) {}       // key hit
    setvect( 0x0a, mode );     // reset IRQ2 vector
}
```

模拟信号采样

```
// interrupt program
void interrupt far adc_proc() {
    unsigned char result;
    disable();                // disable interrupt
    result = inportb( 0x221 ); // ADC result
    printf( "DIGIAL = %d/n", result );
    outportb( 0x221, 00 );    // restart ADC IN1
    outportb( 0x20, 0x20 );   // 8259 EOI
    enable();                 // enable interrupt
}
```

10.5 中断方式的A/D转换接口电路设计

一、PC机系统的中断方式数据采集系统设计 (续)

2. 8位ADC连接与编程 (另一种连接方法)

- 逐次逼近式8位ADC芯片ADC 0809

p281-286/p192-198

10.5 中断方式的A/D转换接口电路设计

二、单板机系统的中断方式数据采集系统设计

1. 要求

2. 电路分析与设计

- 硬件 ADC0804, DAC0832, 8259 中断控制器;

p276

- 程序设计

p277

10.6 DMA方式的A/D转换接口电路设计

一、采用DMA方式的A/D转换器接口电路分析与设计

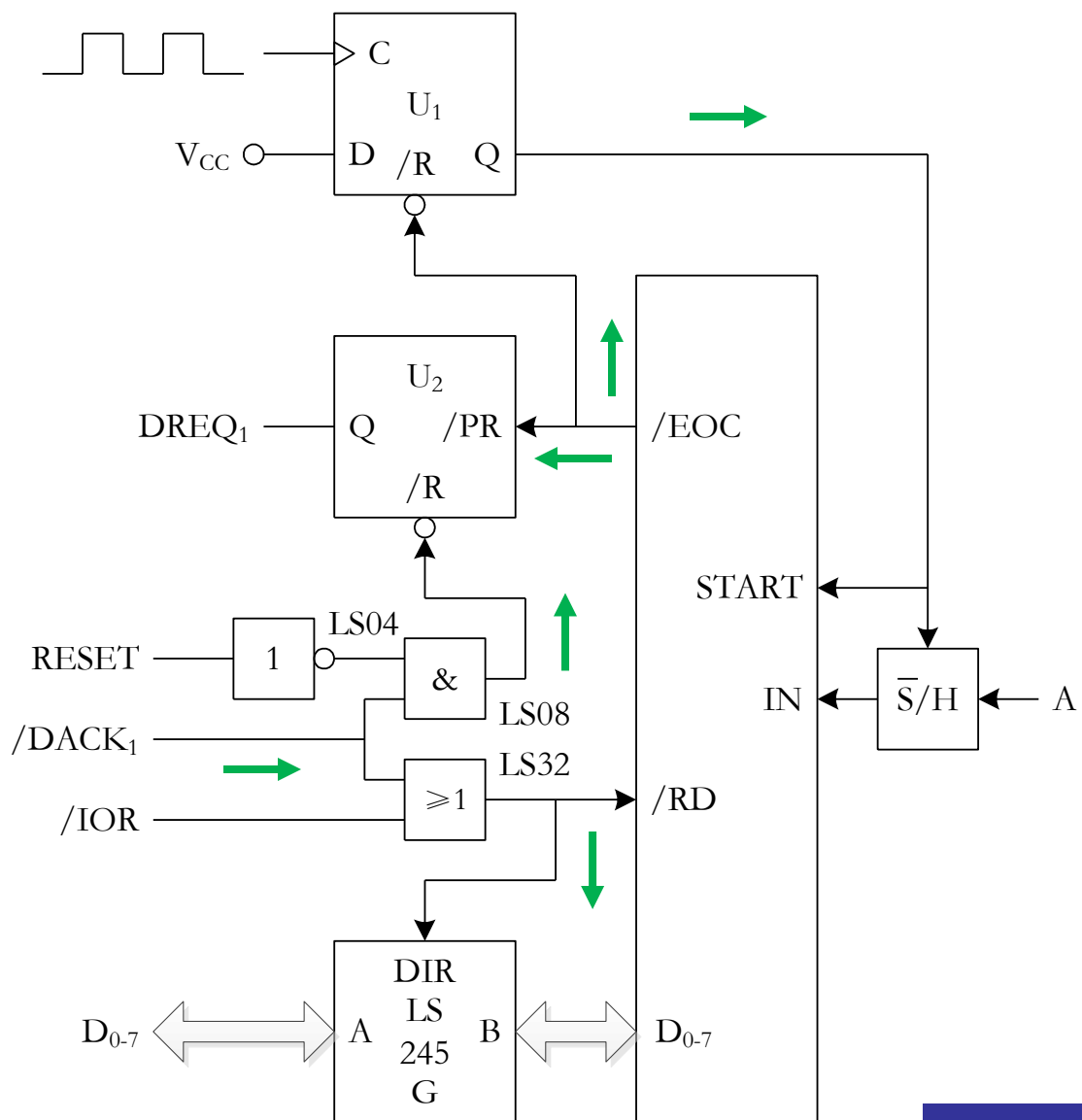
1. 要求

使用8位A/D转换器，共采集4K个字节数据，采集的数据用DMA方式，送到从30400H开始的内存保存，以待处理，内存地址以+1方式修改。使用DMAC8237A-5的通道1，单一传送方式。

2. 电路分析与设计

根据上述要求，采用下图所示的电路可以实现DMA方式的数据采集任务

§DMAC



DMA方式A/D接口

10.6 DMA方式的A/D转换接口电路设计

二、初始化编程

1. 分析

在PC机系列微机中，由于BIOS已对8237A-5进行了初始化，故用户程序并不需要对所有16个寄存器逐一编程，根据题意只涉及以下几个操作及对应的寄存器

- ① 选定传送通道及工作方式，使用工作方式及对应的寄存器
- ② 设置DMA屏蔽字，使用屏蔽寄存器，端口 = 0BH
- ③ 设定传输的总字节数，使用字节数寄存器，
端口 = 03H（通道1）
- ④ 设定传送的存储器地址，使用地址寄存器，
端口 = 02H（通道1）
- ⑤ 写清除先/后触发器，使用地址寄存器，端口 = 0CH

2. 编程

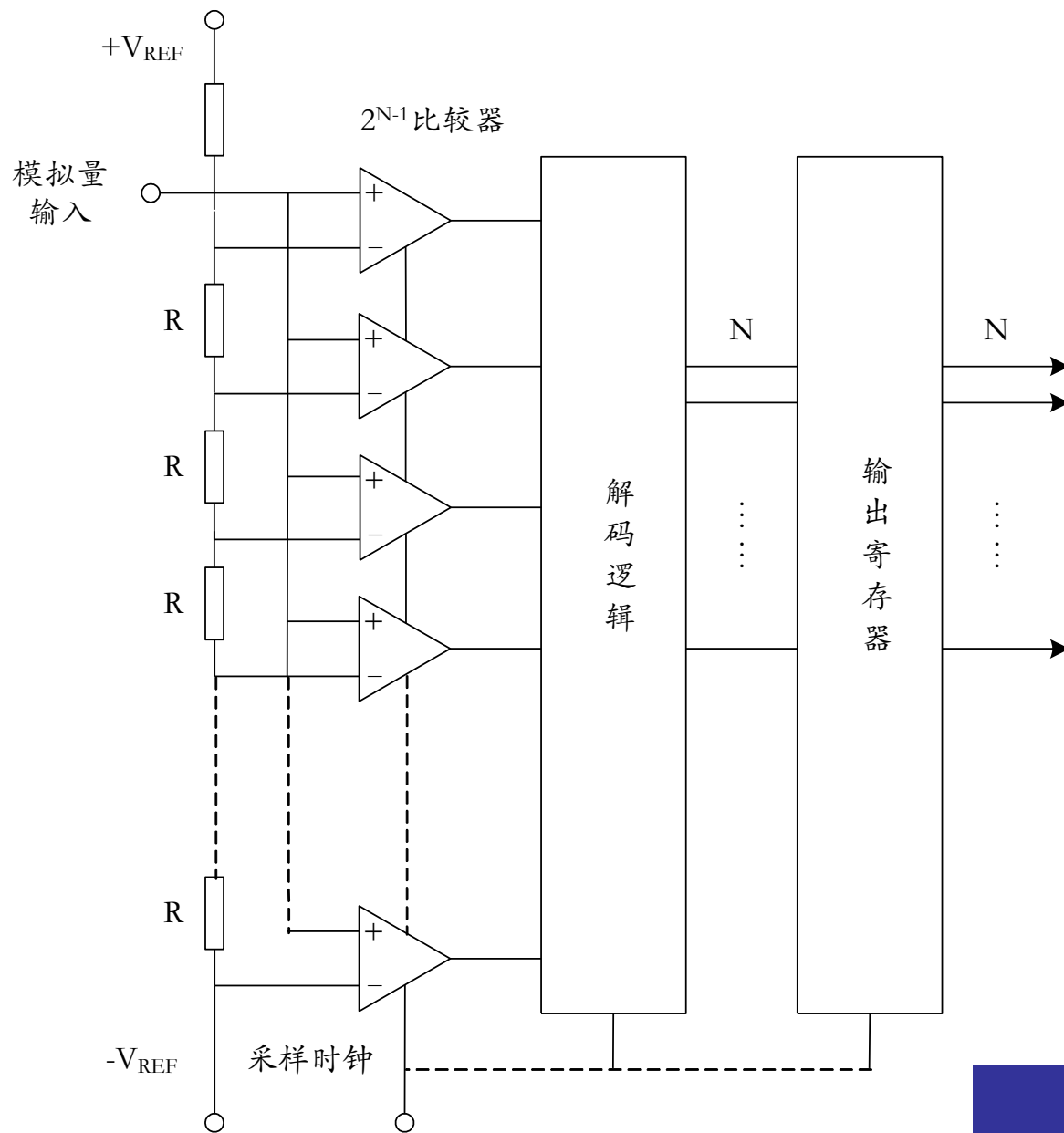
10.7 超高速数据采集系统

一、超高速视频闪烁A/D转换器

- VLSI技术的发展使得采用**全并行**直接转换方式的闪烁型ADC能达到较高分辨率，一般为4~10位，其采样速率高达1~800MSA/s，例如Analog Devices公司生产的AD9048，采样速率可达35MSA/s，分辨率为8位
- AD9048闪烁A/D转换器原理

在闪烁ADC中，模拟输入信号被同时加在 2^N-1 个可锁存的比较器上，这里N为ADC的分辨率位数

AD9048内部主要由3个功能块构成：**比较器阵列**、**解码逻辑**和**输出锁存器**，在比较器阵列内，模拟输入信号将与 2^N-1 个参电压进行比较，当模拟输入信号电压比参考电压高，比较器的输出为高（1），反之输出为低（0），输入到解码逻辑中并被换成二进制码



N位闪烁ADC内部

10.7 超高速数据采集系统

二、一个30MHz采样频率的数据采集系统的设计

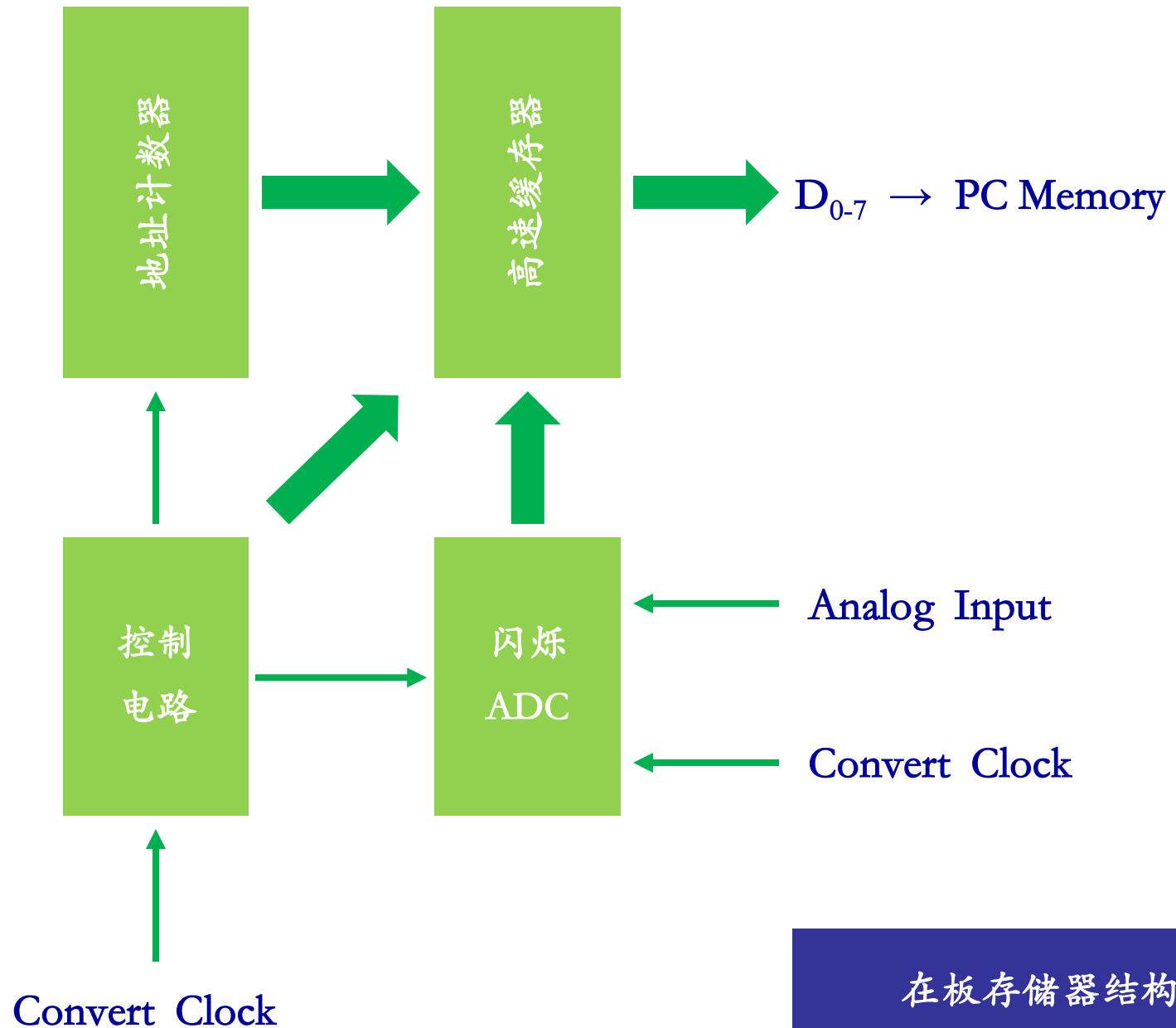
1. 在板存储器方式

虽然8237A-5 **DMAC**能够为存储器和I/O之间提供高达1.5MB/s的数据传输率，但对采用AD9048可达35MSA/s的数据采集系统还是不能满足实时传送的要求，一般采用**在板存储器**（on-board RAM）方式传送数据

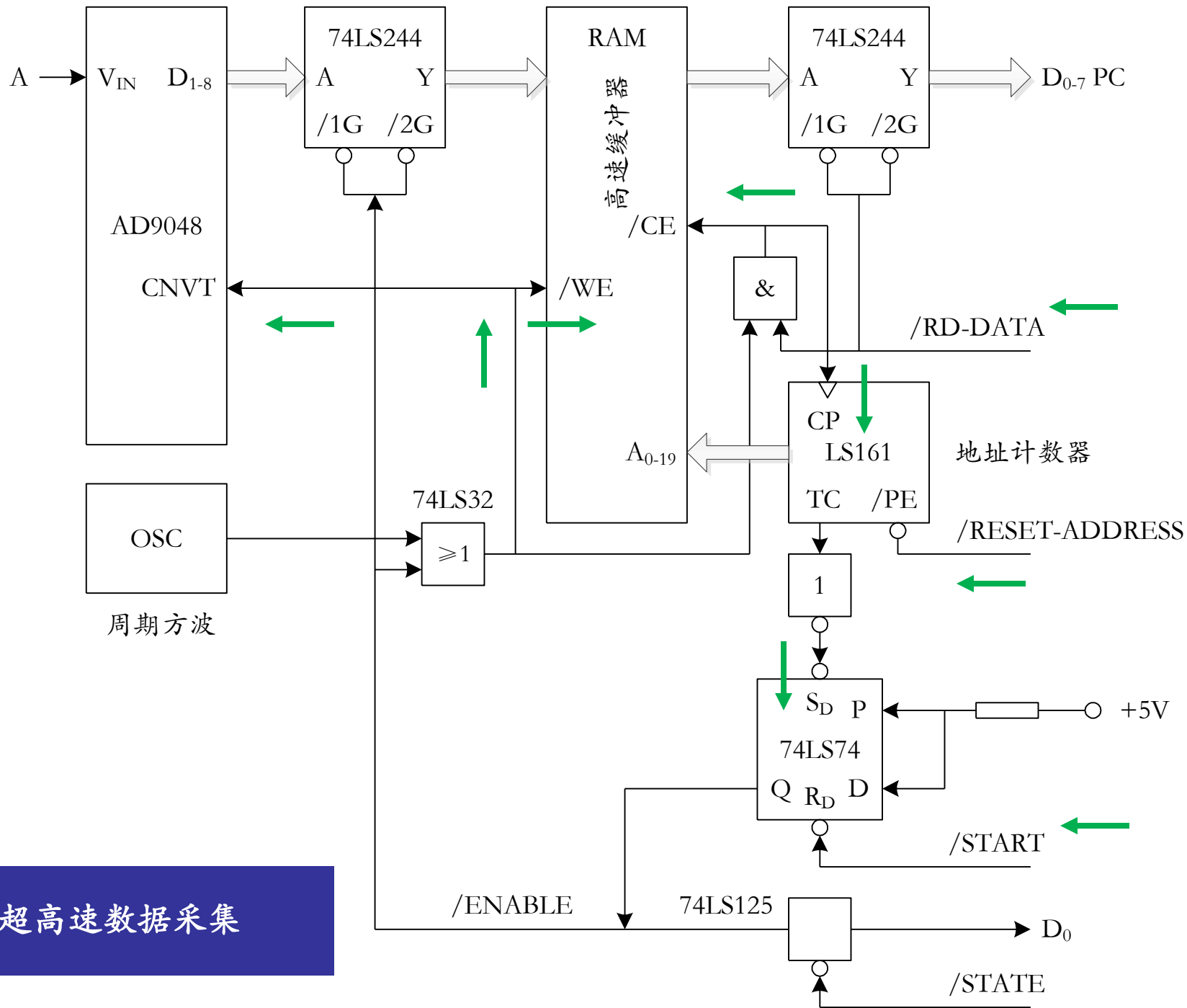
2. 硬件设计

30MHz超高速数据采集系统的接口电路原理图如下，包括闪烁A/D转换器AD9048，高速RAM，地址计数器和相应的控制逻辑

- 数据采集和在板存储操作
- 数据读取操作



在板存储器结构



超高速数据采集

10.7 超高速数据采集系统

3. 软件编程

设在板RAM的容量为8KB，要求将采集的数据存入内存从32000H开始的连续空间内，其程序段如下

； 写端口定义

RESET-ADDRESS EQU? ； 地址计数器清零端口

START EQU? ； 启动转换端口

； 读端口定义

STATE EQU? ； 状态端口

RD-DATA EQU? ； 读数据端口

SAMPLE-SIZE EQU 1FFFH ； 采样次数为8K

DATA CONVERION PROC

MOV DX, RESET-ADDRESS ； 对RESET-ADDRESS端口作

； 一次写作操

OUT DX, AL ； 使地址计数器清零

MOV DX, STATE ； 对START端口进行一次写作，启动AD转换

OUT DX, AL

MOV DX, STATE ； 读状态口检测转换是否完毕

10.7 超高速数据采集系统

```
RE-TEST: IN AL, DX
AND AL, 01          ; D0=1?
JZ RE-TEST          ; 未转换完毕, 继续转换
MOV ES, 3000H        ; 内存区首址的段地址
MOV DI, 2000H        ; 偏移地址
CLD                  ; 清DF (内存地址自动加1)
MOV CX, SAMPLE-SIZE ; 采样次数
MOV DX, RD-DATA      ; 读数据端口
READING: IN AL, DX    ; 读数据
.....
LOOP READING         ; 未读完, 继续
RET                  ; 已读完, 返回
DATA COVERSION ENDP
```

10.8 PC系统的A/D、D/A通道

一、模拟通道的电路组成

— 数据采集系统

- 传感器，信号前级处理（放大、滤波）
- A/D通道：CPU，模拟量输入接口，A/D转换器，采样保持器，多路模拟开关

— 控制系统

- 功率放大器，执行元件
- D/A通道：CPU，模拟量输出接口，D/A转换器，多路模拟开关，输出保持器（缓冲器）

10.8 PC系统的A/D、D/A通道

1. 多通道模拟开关

为了从多个模拟量中选取一个进行输入，通常采用模拟多路开关实现信号的分时切换，为了提高系统的精度和速度

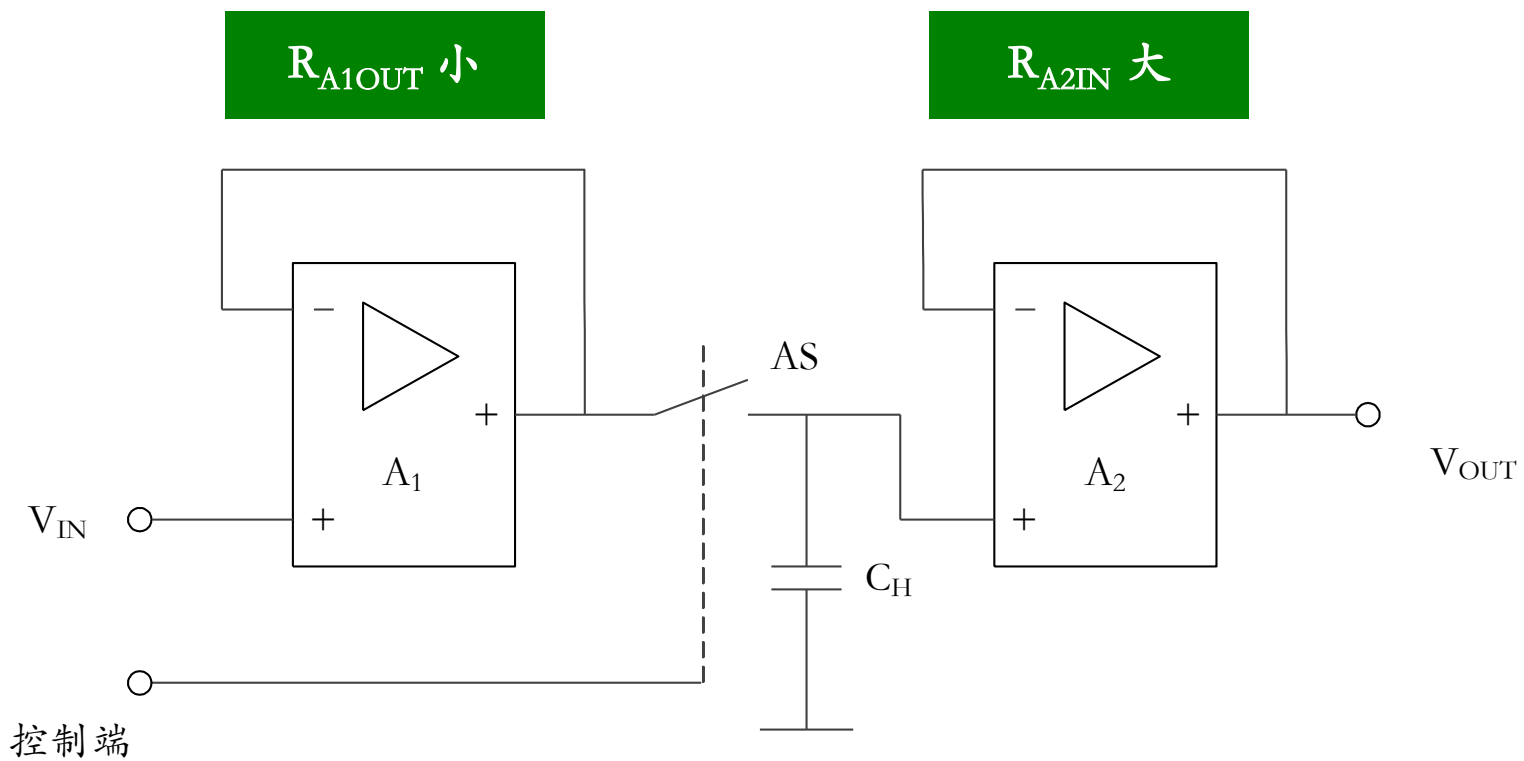
- 当切换开关接通时，希望它的**导通静态电阻**无穷小；
- 当切换开关断开时，希望它的**开路静态电阻**无穷大，即开关的地漏电流越小越好（ $0.5\sim 1\text{nA}$ ）；
- 切换速度越快越好（延迟时间一般为 $100\text{ns}\sim 0.8\mu\text{s}$ ），用户可根据需要进行选择
- Analog Devices公司AD7501（8/1）AD7506（16/1）

10.8 PC系统的A/D、D/A通道

2. 采样/保持器 (sample/hold)

从原理上讲，一个开关和一个电容器就可构成采样/保持电路

常用的采样/保持器，如廉价的LF398，通用型AD582、AD583，高速型THS-0060以及超高速型THS-0010



采样/保持器原理

10.8 PC系统的A/D、D/A通道

二、模拟通道的结构形式

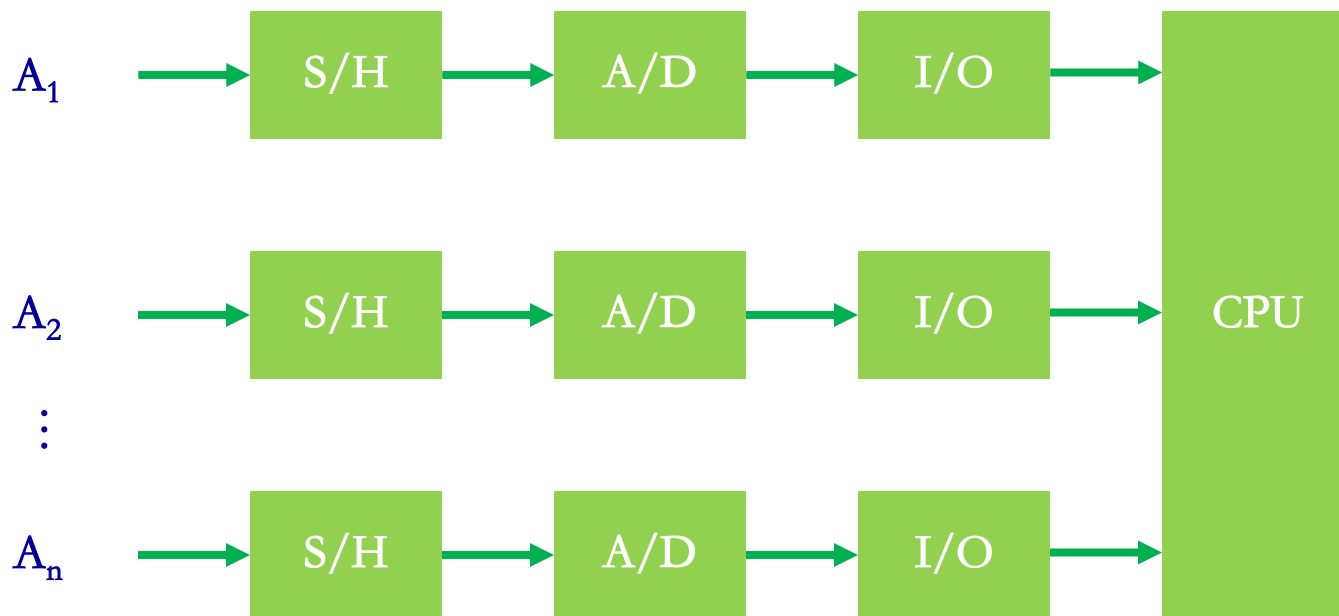
1. A/D通道的结构形成

— 单通道

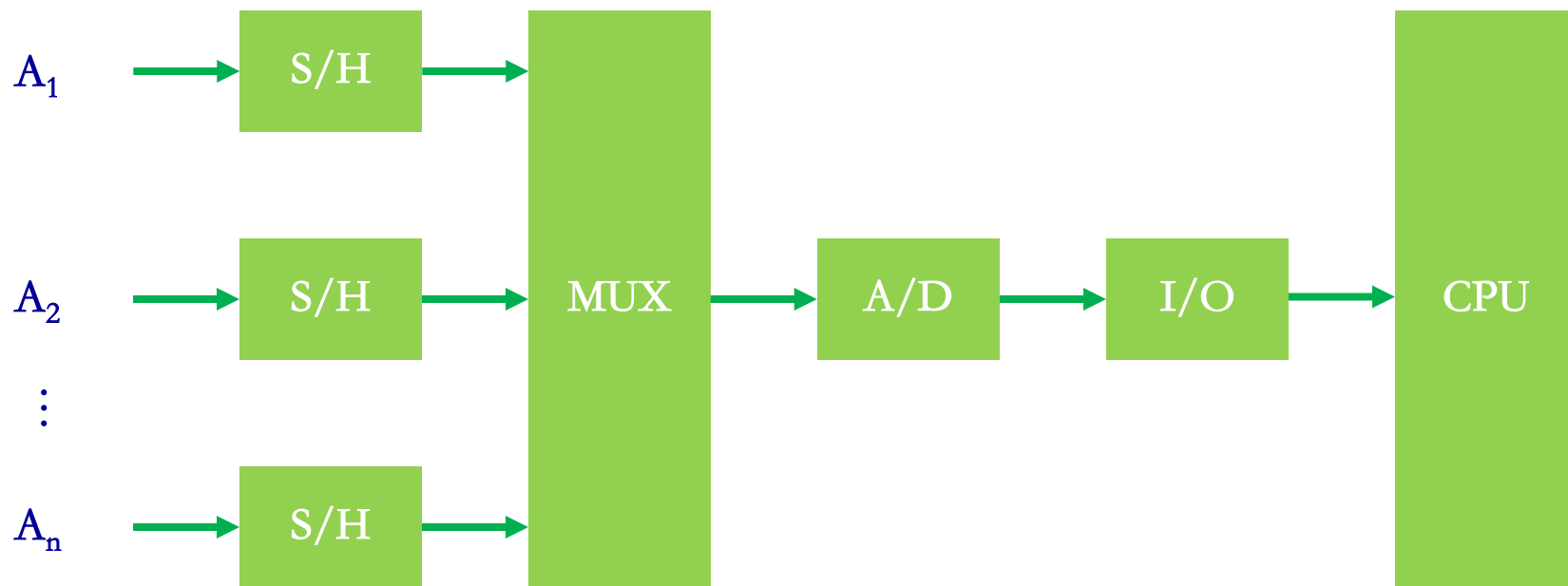
- ① 不带采样/保持器的单通道，用于直流或低频模拟信号的A/D转换；
- ② 带采样/保持器的单通道，用于高速模拟信号的A/D转换

— 多通道

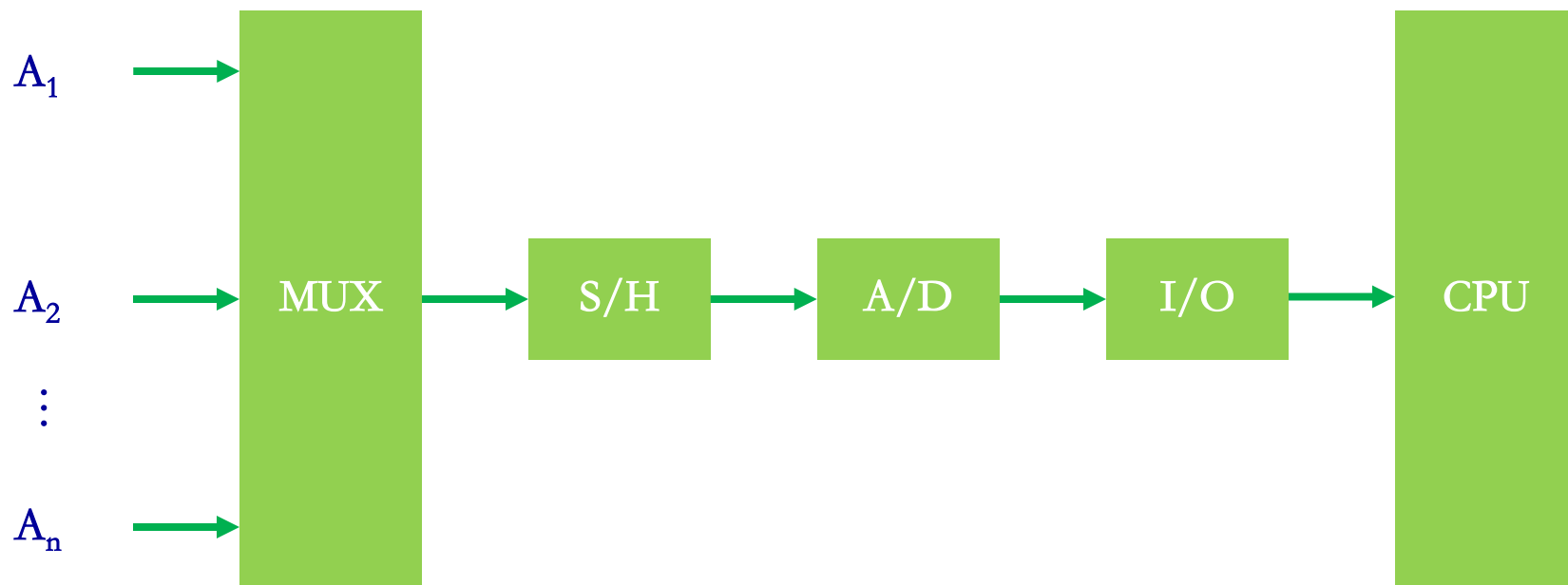
- ① 每个通道都带有采样/保持器和A/D转换器的并行多通道；
- ② 各通道带采样/保持器，但共享A/D的多通道；
- ③ 共享采样/保持器和A/D转换器的多通道



并行多通道A/D



多通道共享A/D

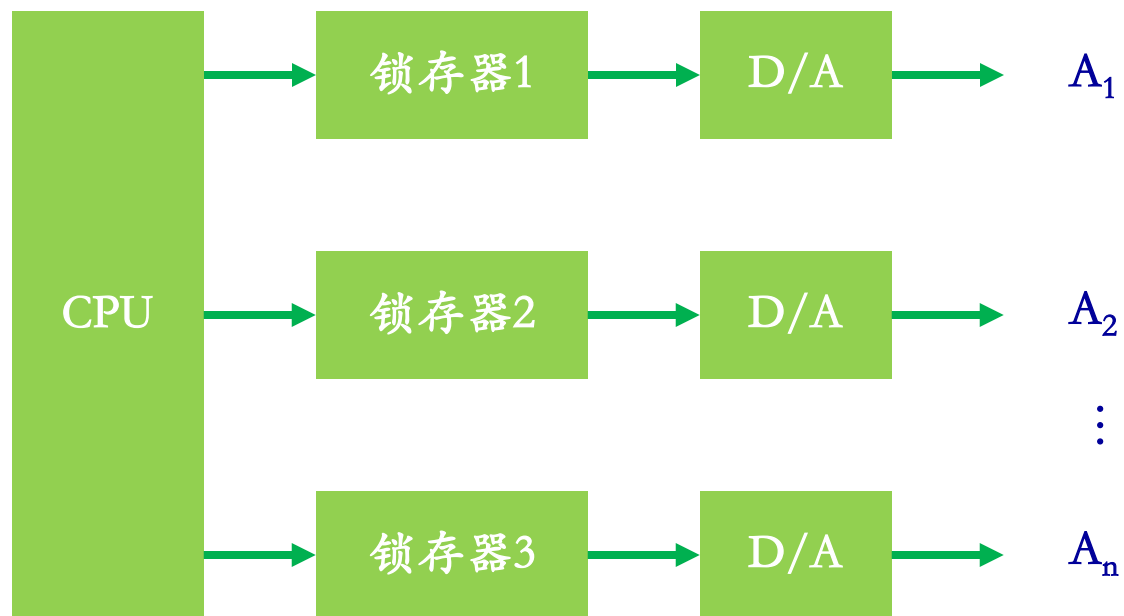


多通道共享S/H和A/D

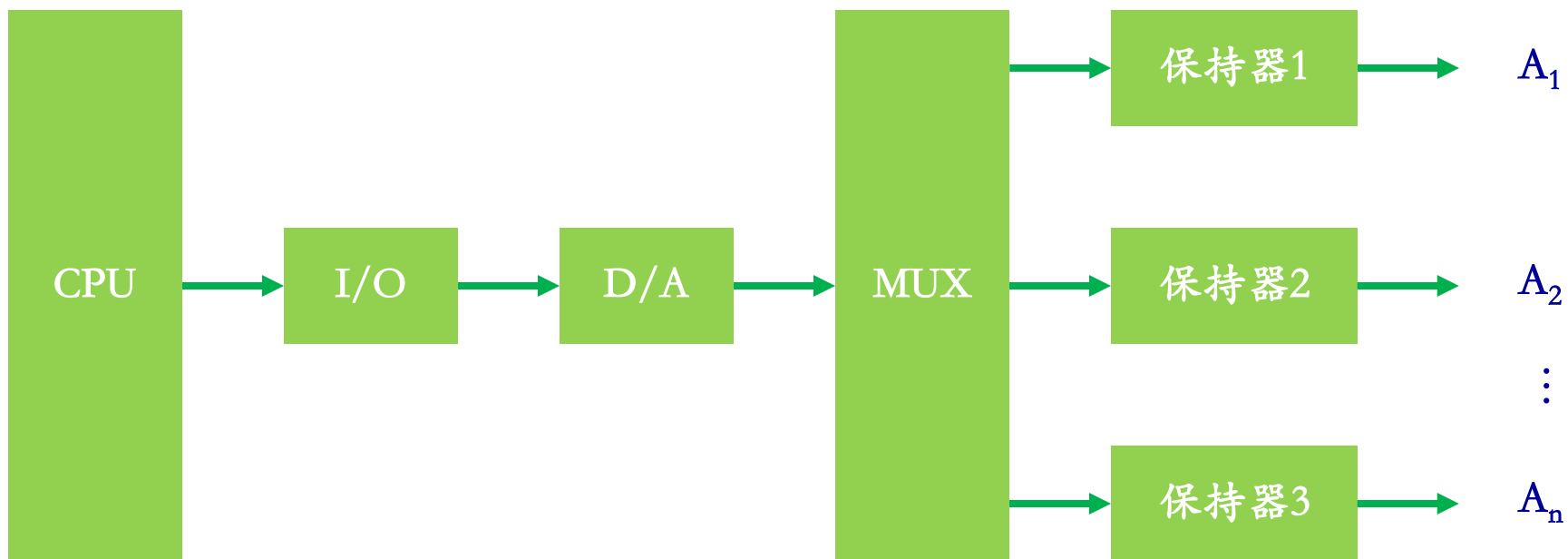
10.8 PC系统的A/D、D/A通道

2. D/A通道的结构形式

- ① 每个通道都带有锁存器及D/A转换器的并行多通道，它一般用于高速系统；
- ② 共享D/A转换器的多通道，由于共享D/A转换器串行工作，速度较慢，且输出端采用保持器，靠保持电容维持模拟信息，需要用软件刷新



并行多通道D/A



多通道共享D/A

10.9 虚拟仪器技术

目前虚拟仪器的应用越来越广，在基于计算机的测试、测量、数据采集、监控、控制等方面占有重要的地位

传统仪器

信号采集/控制

信号分析/处理

结果表达/输出

虚拟仪器

仪器物理硬件

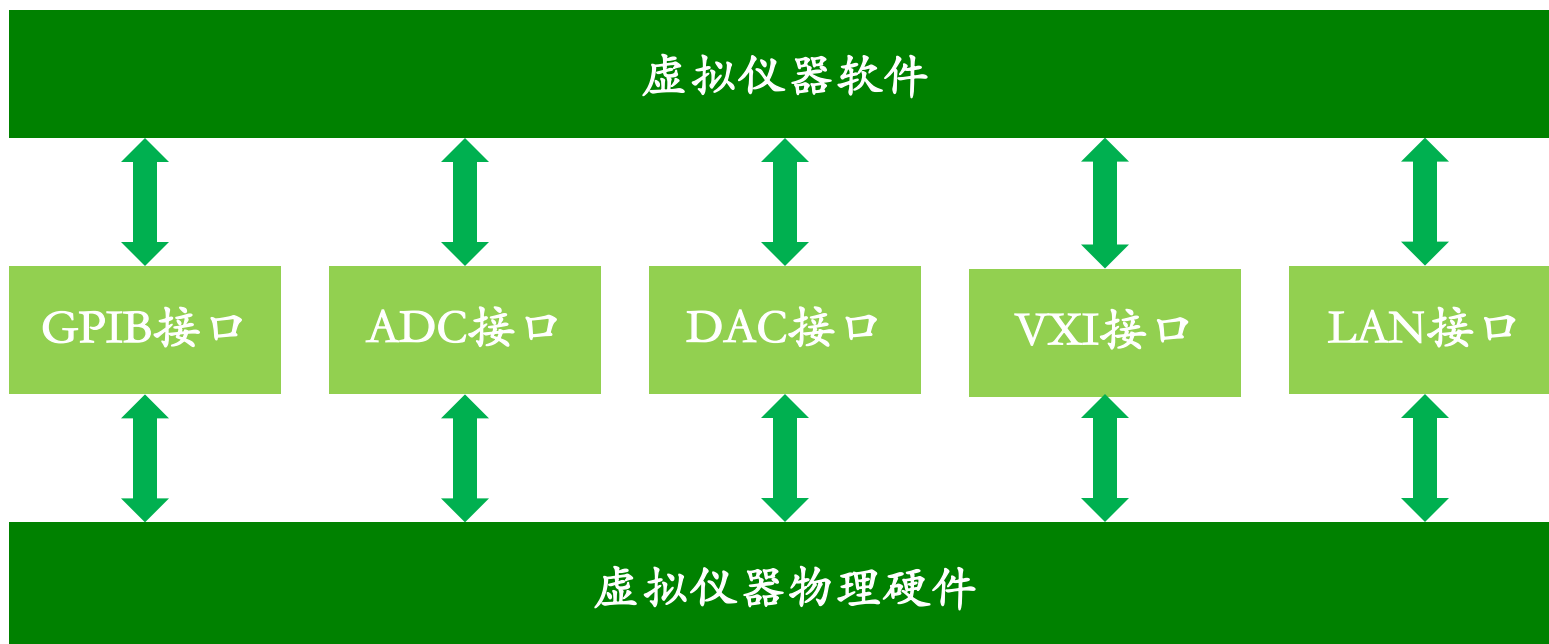
硬件接口

虚拟仪器软件

硬件驱动程序

控制软件

图形化用户接口



虚拟仪器构成