

### 第六章 模拟量输入输出

题 6-1 模拟量输入通道通常由哪几部分组成？各部分在数据采集系统中起什么作用？

答：典型的模拟量输入通道由以下五部分组成：传感器、信号处理环节、多路转换开关、采样保持器和 A/D 转换器。

传感器：能够把生产过程的非电物理量转换成电量，有些研究部门和生产厂家已研究生产出各种变送器，将传感器输出的微弱电信号或电阻值等非电量转换成统一电流信号或电压信号。

信号处理环节：一方面，将传感器输出的信号放大或处理成与 A/D 转换器所要求的输入相适应的电压水平。另一方面，传感器与现场信号相连接，处于恶劣工作环境，其输出叠加有干扰信号，因此信号处理用于去除干扰信号。

多路转换开关：要监测或控制的模拟量往往不只一个，为了节约投资，可以用多路模拟开关，使多个模拟信号公用一个 A/D 转换器进行采样和转换。

采样保持器：在 A/D 进行转换期间，保持采样输入信号的大小不变。

A/D 转换器：将模拟输入量转换成数字量，以便由计算机读取，进行分析处理。

题 6-2 模拟量的输出通道通常由哪几部分组成？各部分的作用如何？

答：典型的模拟量输出通道由以下三部分组成：锁存器、D/A 转换器、放大驱动。

锁存器：计算机输出的数据在总线上稳定的时间很短，用锁存器保持数字量的稳定。

D/A 转换器：把计算机输出的数字量转换成模拟量。

放大驱动：提高驱动能力，用于驱动外设。

题 6-3 D/A 转换器的转换精度是指什么？若有一片 10 位 DAC 芯片，其最大输入电压为 5V，它能分辨出的最小输出电压是多少？

答：精度表明 D/A 转换的精确程度。它可分为绝对精度和相对精度。

绝对精度是指对应于给定的满刻度数字量，D/A 实际输出与理论值之间的误差。该误差是由于 D/A 的增益误差、零点误差和噪声等引起的。

相对精度是指在满刻度已校准的情况下，在整个刻度范围内对应于任一数码的模拟量输出与理论值之差。

能分辨出的最小输出电压为  $5/1024=4.9\text{ mv}$ 。

题 6-4 已知 DAC 0832 芯片的最大输出电压为 5V，

1、若其最小位变化一个二进制数位，对应的电压变化是多少？

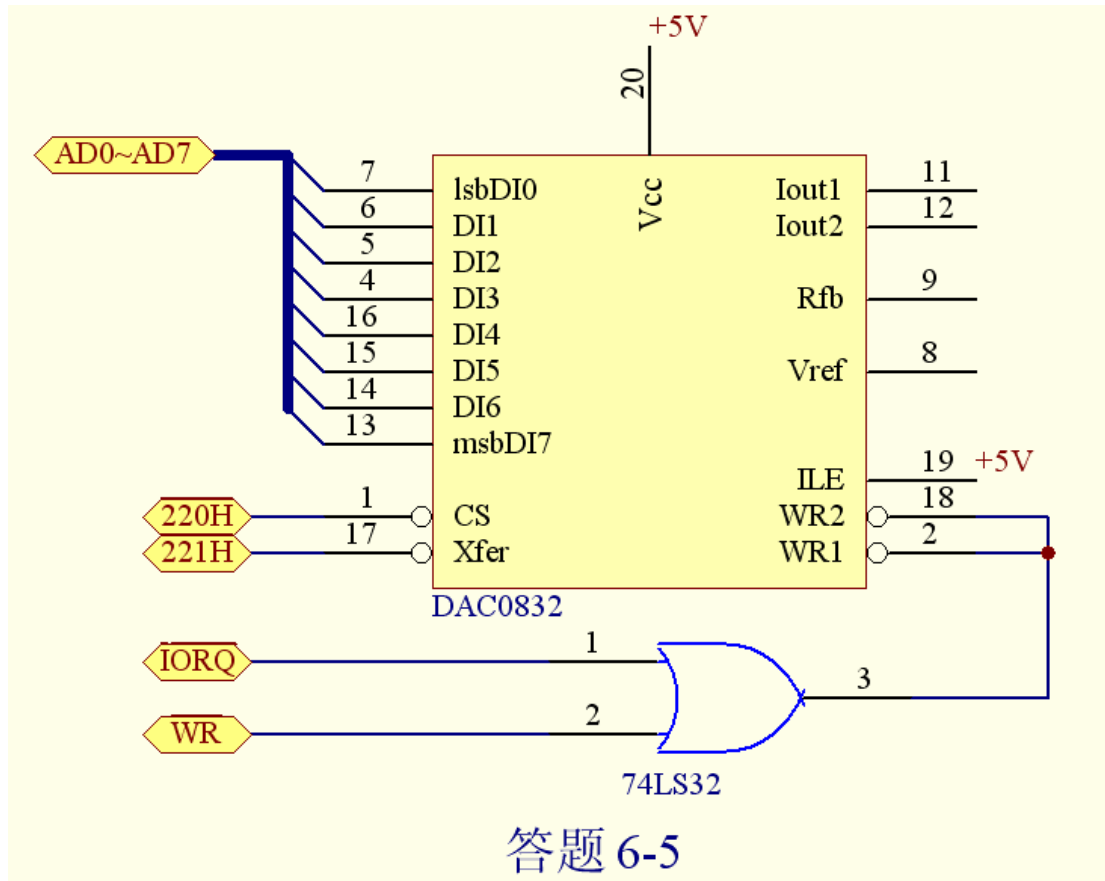
2、若已知输入的数据为 0B5H，试计算其输出电压应为多少？

答：1、DAC 0832 芯片为 8 位 D/A 转换器，则分辨率为 8 位，最小位变化一个二进制数位，对应的电压变化为  $5/255=19.61\text{ mv}$ 。

2、输入的数据为 0B5H=181，其输出电压为  $5*181/255=3.549\text{ v}$ 。

题 6-5 画出 DAC 0832 与 8088 双缓冲方式的接口逻辑框图(端口地址为 220H 和 221H),并写出产生锯齿波的程序。

答：1、

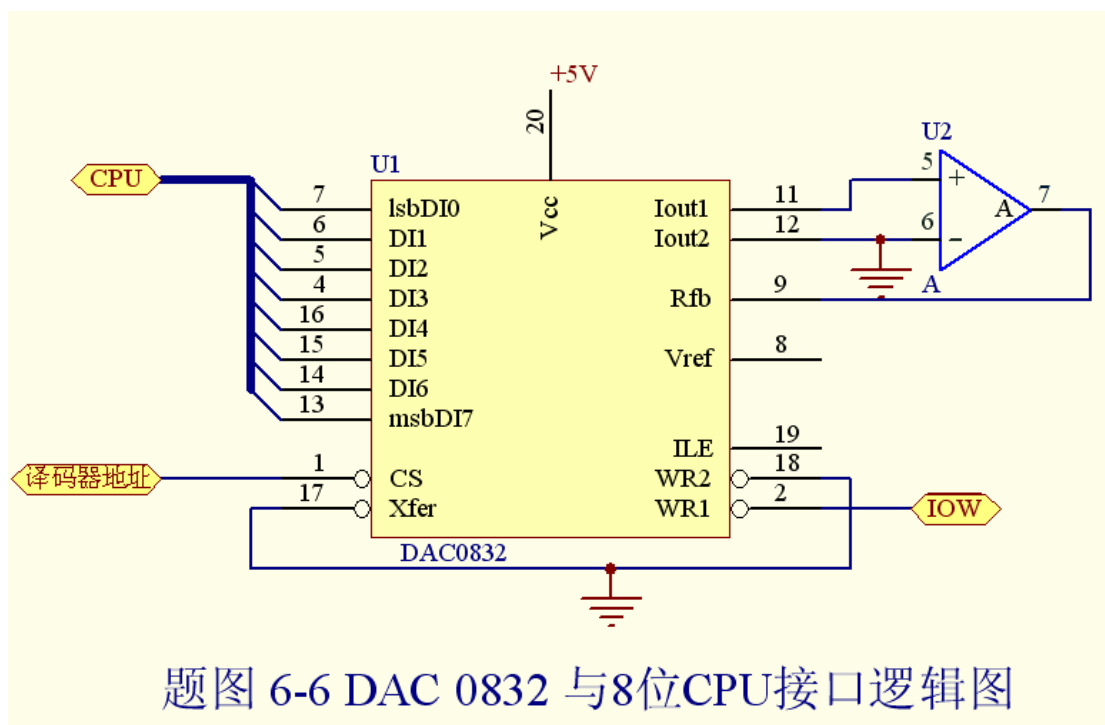


2、程序如下所写：

```

MOV     DX,220H
MOV     AL,0FFH
INC     AL
OUT     DX,AL
CALL    DELAY
K:      INC     DX
OUT     DX,AL
CALL    DELAY      ;调延时子程序
DEC     DX
JMP     K
DELAY:  MOV     CX,DATA      ;设时间常数
LOOP    DELAY
RET
    
```

题 6-6 DAC 0832 与 8 位 CPU 接口的连接逻辑图如题图 6-6 所示，试判断 DAC 0832 工作在何种方式？如果想要在示波器上显示锯齿波，请编写有关程序。



答：1、DAC 0832 工作在单缓冲工作方式。

2、程序如下所写：

```

MOV     DX,PORTA      ;设置端口地址
MOV     AL,0FFH       ;设初值
K:      INC           AL
OUT     DX,AL         ;往 DAC 0832 端口输入数据
CALL    DELAY         ;调延时子程序
JMP     K
DELAY:  MOV     CX,DATA ;设时间常数
LOOP    DELAY
RET

```

题 6-7 关于 DAC1210 芯片的工作原理，请回答以下问题：

1、为什么 DAC1210 芯片内部有两级输入寄存器？这 3 组寄存器起什么作用？

2、为什么第一级输入寄存器要分为 8 位和 4 位两组，而它们的选通信号又都用同一个 LE1？把它们设计成一组 12 位的输入寄存器可以么？有何优缺点？

3、请设计一个 DAC1210 与 8088 CPU 接口的连接示意图(采用双缓冲方式)。

4、请设计一个 DAC1210 与 12 位 CPU 接口的连接示意图(采用单缓冲方式)。

答：1、（1）为了和 8 位微处理器机接口，一个 12 位的数据要分两次写入，那么 D/A 转换器就有一个中间值，这是不允许的。为了消除中间值，必须使 D/A 转换器的所有输入位同时接受信息。第二级的存在消除了中间值。

（2）先把低 8 位数字量送入 8 位暂存的锁存器，由于 4 位和 8 位的锁存器的地址相同，因此第二次送高 4 位数字量时，同时选通低 8 位的锁存器，从而 12 位的数字量同时送给 12 位 D/A 转换器。

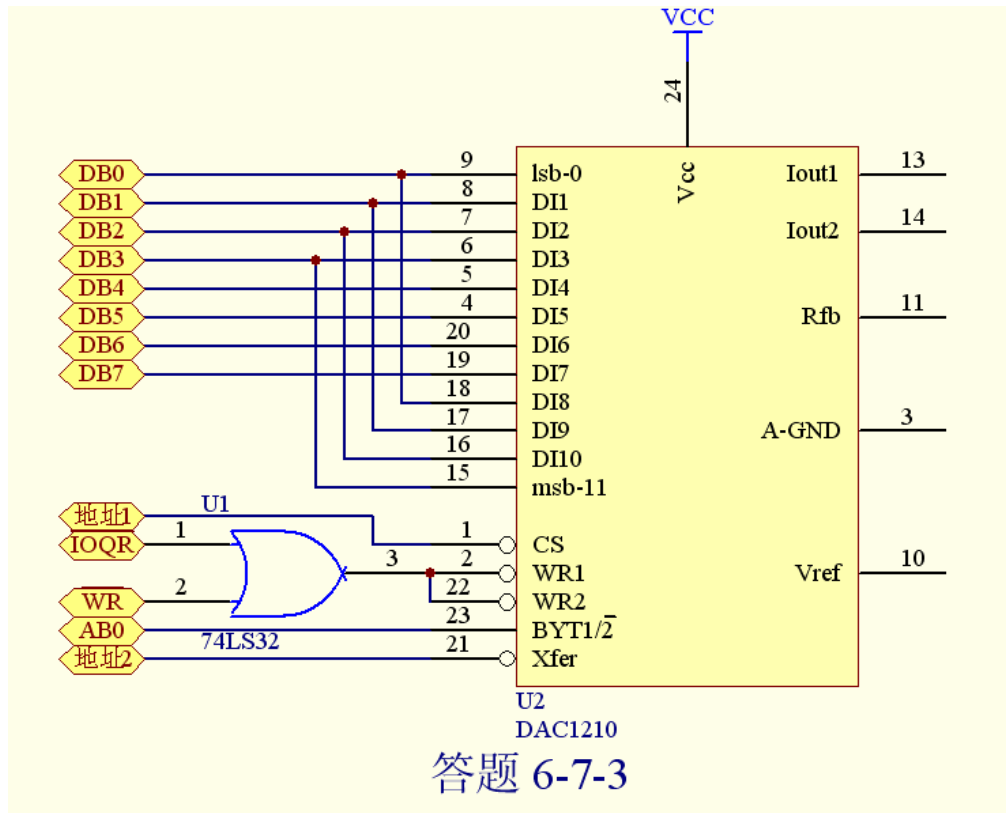
2、（1）第一级输入寄存器要分为 8 位和 4 位两组是为了和 8 位微处理器机接口，可

## 第六章 模拟量输入输出

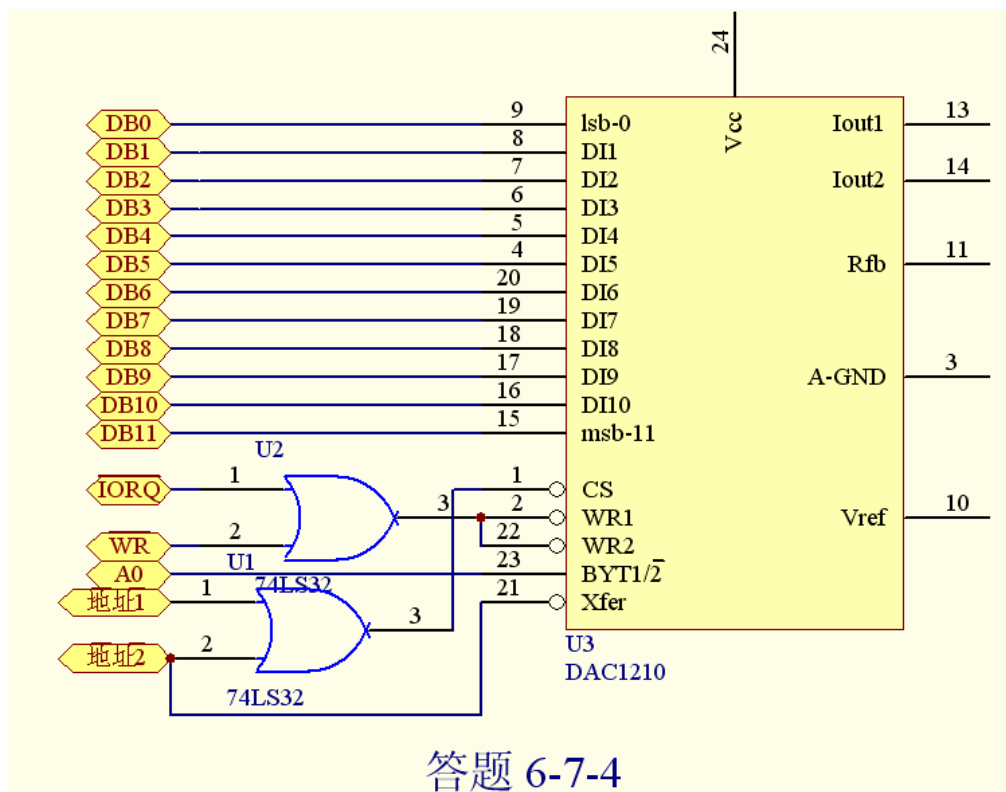
以用 8 位数据线传送数据,它们的选通信号相同,可以把 12 位数据同时送给 12 位的寄存器。

(2) 若将其设计为 12 位的输入寄存器, 与 8 位微处理器机接口时, 必须要外扩数据锁存器。

3、



4、



题 6-8 试比较积分型的 A/D 转换器与逐次逼近式的 A/D 转换器二者的优缺点。

答：1、积分型的 A/D 转换器的优点是对常态干扰（串模干扰）有很强的抑制作用，精度高；缺点是转换速度比较慢、转换时间不固定。

2、逐次逼近式 A/D 转换器的优点是转换速度较快，转换时间固定，不随输入信号的变化而变化；缺点是抗干扰能力相对积分型的差。

题 6-9 A/D 转换器的主要技术参数有哪几个？它们的物理意义各是什么？

答：1、分辨率：反映 A/D 转换器对输入微小变化响应的能力，通常用数字输出最低位（LSB）所对应的模拟输入的电平值表示。

2、精度：有绝对精度和相对精度两种表示方法。

（1）绝对精度：是指对应于给定的满刻度数字量，D/A 实际输出与理论值之间的误差。该误差是由于 D/A 的增益误差、零点误差和噪声等引起的。

（2）相对精度：是指在满刻度已校准的情况下，在整个刻度范围内对应于任一数码的模拟量输出与理论值之差。

3、转换时间：是指完成一次 A/D 转换所需的时间，即由发出启动转换命令信号到转换结束信号开始有效的时间间隔。

4、电源灵敏度：是指 A/D 转换芯片的供电电源的电压发生变化时，产生的转换误差。

5、量程：是指所能转换的模拟输入电压范围，分单极性、双极性两种类型。

6、输出逻辑电平：多数 A/D 转换器的输出电平与 TTL 电平兼容。在考虑数字量输出与微处理器的数据总线接口时，应注意是否要三态逻辑输出，是否要对数据进行锁存等。

7、工作温度范围：由于温度会对比较器、运算放大器、电阻网络等产生影响，故只在一定的温度范围内才能保证额定精度标准。

题 6-10 以 8 位逐次逼近式的 A/D 转换器为例，说明它的工作原理，并回答以下问题：

1、为什么逐次逼近式的 A/D 转换器比积分式的 A/D 转换器的转换时间短？A/D 转换器的转换时间的实际含义是什么？

2、A/D 转换器的分辨率用什么表示？其物理意义是什么？

答：1、逐次逼近式 A/D 转换器是利用比较器从高位到低位依次进行试探比较，速度比较快；积分式的 A/D 转换器把输入电压转换为与其平均值成正比的时间间隔，同时把此间隔转换为数字，需要时间比较长。

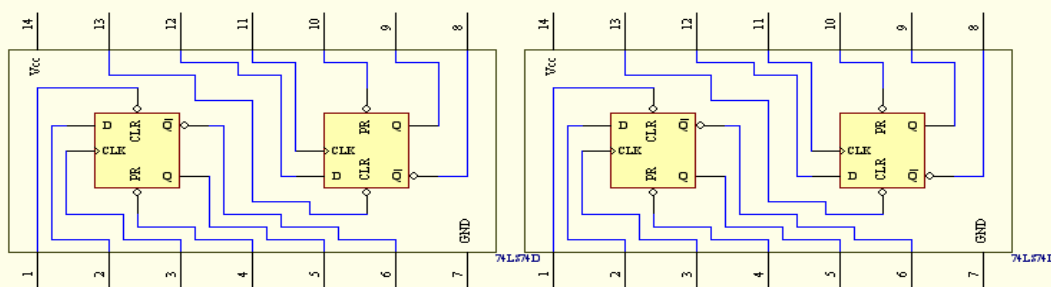
转换时间也表示 A/D 转换器的速度，它决定了可以采样信号的最高频率。

2、分辨率通常用数字输出最低位（LSB）所对应的模拟输入的电平值表示，它反映 A/D 转换器对输入微小变化响应的能力。

题 6-11 已知 ADC 0809 的时钟频率为 640kHz，为了简化电路，一般采用 500kHz，现有单片机与其接口，单片机的主频为 4MHz，现拟利用双 D 触发器 74LS74 将 4MHz 分频得到 ADC 0809 所需的 CLOCK 信号，试问：

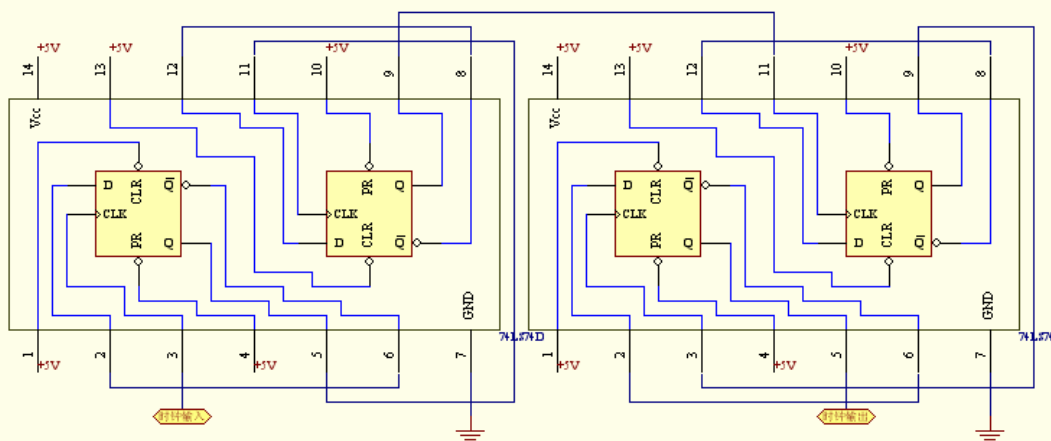
1、需要几片 74LS74？

2、74LS74 的逻辑引脚图如题图 6-11 所示，请画出其正确的分频电路，并将其输出注明至 CLOCK 信号。



题图 6-11 74LS74 双D触发器逻辑管脚图

答：1、由  $4M/500k=4$  知，需要八分频。需要 4 个 D 触发器，即需要两片 4LS74。



答题 6-11

题 6-12 若 ADC 0809 A/D 转换器与 Intel 8088 CPU 通过 Intel 8255 接口，设 8255 的 PB 为数据口，PA,PC 为控制口。将 8 路输入模拟量顺序从 IN0~IN7 转换成数字量，并顺序地放于内存中。

- 1、画出 ADC 0809 通过 Intel 8255 与 Intel 8088 CPU 接口的框图。
- 2、画出实现以上数据采集的流程图，并用汇编语言编写程序。

答：1、



答：1、V/F 转换器的主要特点：

(1) V/F 转换器的最大特点使单路脉冲输出：便于实现数字量的光电隔离，可用于强电磁干扰的应用场合。

(2) 线性度好、工作频率高。

(3) 对工频干扰有一定抑制作用。

(4) 灵活的输入配置：允许输入电压或电流有一个宽的变化范围。

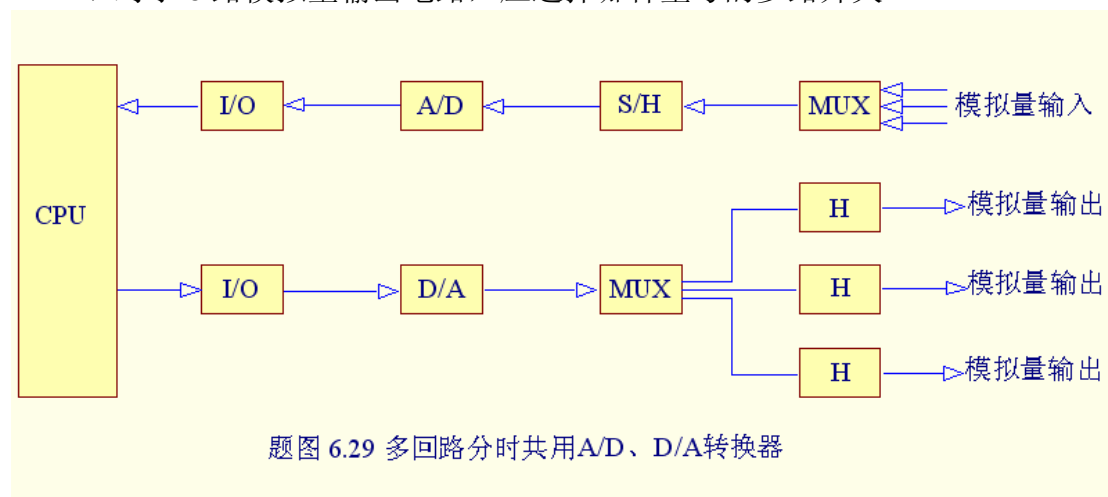
(5) 可选择单极性、双极性或差分 V/F 转换器转换器。

2、V/F 转换器本身就是一个积分过程，且用 V/F 转换器实现 A/D 转换，就是频率技术过程，相当于在计数时间内对频率信号进行积分，因而具有较强的抗干扰能力，另外可采用光电耦合连接 V/F 转换器与计算机之间的通道，实现光电隔离。所以可以用于电磁干扰严重的工作环境。

题 6-14 在图 6.29 所示的多路模拟量共享 A/D 转换器和 D/A 转换器的电路中，若模拟量输入和输出各有 8 路，今要选择模拟多路开关，请回答以下问题：

1、对于 8 路模拟量输入电路，选哪种多路开关合适？

2、对于 8 路模拟量输出电路，应选择哪种型号的多路开关？



答：1、应选择由多到一模拟多路开关，例如 AD7501,AD7503 即可。当然选择由多到一和由一到多的双向开关也可用。

2、必须选由一到多的模拟多路开关，例如：CD4015B。

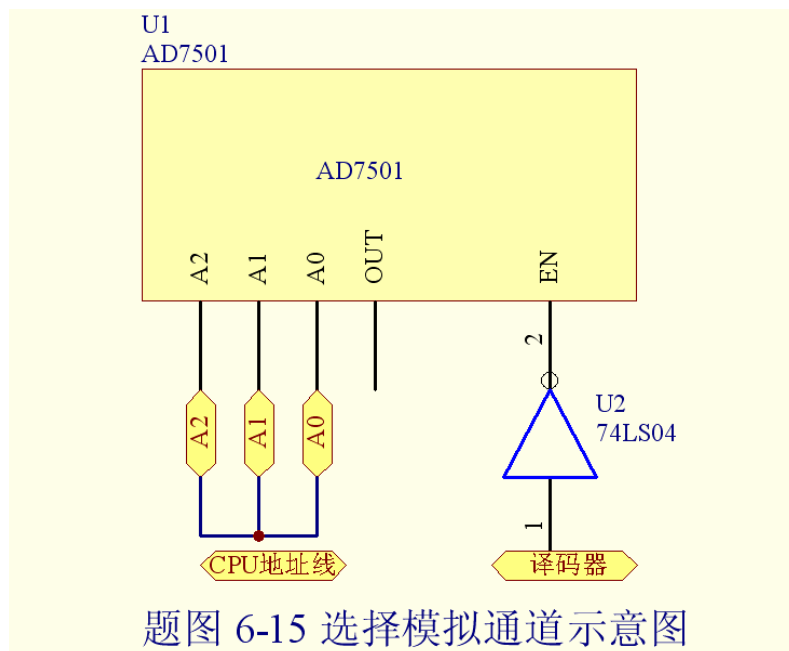
题 6-15 已知八选一模拟多路开关集成芯片 AD7501 的真值表如表 6.6 所示，若由 EN 和三条地址线 A0、A1、A2 的状态来依次选择 8 个模拟通道，如题图 6-15 所示，请编写相应的程序段。



A2	A1	A0	EN	ON'
0	0	0	1	1
0	0	1	1	2
0	1	0	1	3
0	1	1	1	4
1	0	0	1	5
1	0	1	1	6
1	1	0	1	7
1	1	1	1	8
X	X	X	0	无

AD 7501 真值表

表 6.6 真值表



题图 6-15 选择模拟通道示意图

```

答:   MAIN:   MOV     DX,200H
        MOV     CX,08H
        K:     MOV     DX,00H
        CALL    DELAY
        INC     DX
        LOOP    K
        SJMP    MAIN

```

题 6-16 采样保持器在数据采集系统中起什么作用？对于什么类型的模拟量，不需采样保持器？

答：1、A/D 转换器完成一次完整的转换过程是需要时间的，如果在转换过程中模拟信号有较大的变化将会引起转换误差，采样保持器的作用是在 A/D 进行转换期间，保持采样输入信号大小不变。

2、为了满足 A/D 转换精度的要求，希望在转换时间内，最大信号变化幅度应小于 A/D 转换器的量化误差。也可以说，对于变化较缓慢的模拟信号，可以不用采样保持器。

题 6-17 以 LF398 采样保持器为例，简述采样保持器的工作原理。选择保持电容器应考虑什么因素？

答：1、采样保持电路有两种工作模式：采样模式和保持模式。

当控制信号（8 脚）大于 1.4V 并且参考电压（7 脚）接地时，LF398 处于采样期间，模式控制开关闭合，通过开关对电容快速充电，采样保持器的输出随输入变化。

当控制信号（8 脚）和参考电压（7 脚）都接地时，LF398 处于保持期间，模式控制开关断开，由于输出运放的输入阻抗高，理想情况下，电容器将保持充电时的最高值，处于保持状态。

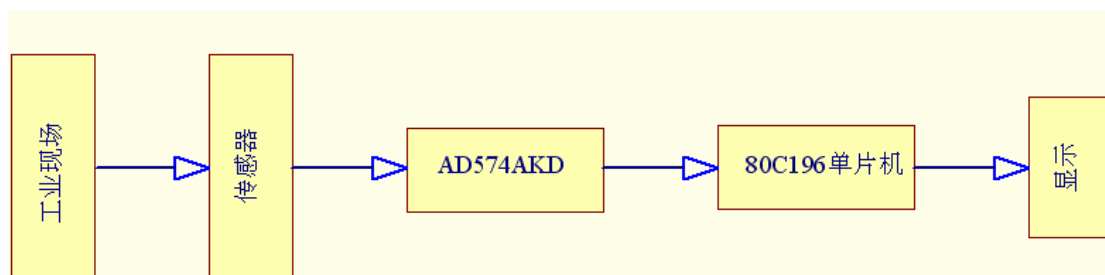
2、电容值的选择应综合考虑精度、采样频率、下降误差、采样/保持偏差等参数。

题 6-18 已知陶瓷封装的 12 位 A/D 转换芯片 AD574AKD，其线性误差如表 6.3 所示，转换时间  $T_e=25$  微秒，如果用它直接采集一个每秒正、负变化 20 次的交变模拟信号 AI 的波形，数据采集系统的组成框图如题图 6-18 所示，请回答如下问题：

1、图 6-18 的电路中，80C196 单片机能否正确采集 AI 的波形？

2、若要求以上电路转换结果的误差小于等于 A/D 转换器的线性误差，则模拟信号 AI 的变化频率必须限于多大的范围内？

3、若想要采集一路市电的交流电压信号，需对以上电路进行哪些改进？有几种途径可以满足正确采集市电的交流电压信号的要求？



题图 6-18 模拟量输入电路框图

答：1、可以正确采集 AI 的波形。A/D 转换芯片的频率是 40kHz，一个周期可以采样 2000 点。

2、要想误差小于 A/D 转换器的线性误差，模拟信号的变化频率要小于 0.77Hz

3、要想采集市电信号，要在 A/D 转换芯片和传感器之间，添加采样保持器。其他的途径比如选用速度更快的 A/D 转换芯片；将交流信号转化为直流信号，再对直流信号进行采样。

题 6-19 采样定理的内容是什么？有何重要意义？若被采样的信号为 50Hz 的正弦交流信号，含有高次谐波，今需利用傅氏变换分析该交流信号含有 1~32 次谐波的含量，试问：

1、每周波至少应采多少点，才能分析出 32 次谐波？

2、采样频率至少应为多少千赫？

答：采样定理的内容是：只要采样频率以高于两倍的信号最高频率进行采样，那么用采样所得的序列可以恢复原始信号。它的意义是：指明了在怎样的采样频率下，才能使采样后所得的序列包含原始信号的所有信息，为连续信号离散化提供了理论依据。

1、由采样定理得，采样频率至少为最高频率的两倍。每周波应采  $32 \times 2 = 64$  点。

2、采样频率为  $50 \times 64 = 3200\text{Hz}$ ，即为 3.2 千赫。