第三节　单片机在测量系统中的应用

一、单片机在温度测量系统中的应用

某冷库需对 8 个冷冻室进行温度巡回检测。要求设计一个单片机巡回测量系统，使其能对各冷冻室的温度巡回测量并加以处理。设被测温度范围为－30～5℃，温度测量精度要求

小于±1℃。

（一）硬件电路设计

系统的硬件电路如图 4-46 所示，选用单片机 8031 作为微处理器，扩展了 4KB 的外部程序存储器，设计 4 位数据显示电路，8 路温度采集信号分别接到 A/D 转换器的 8 个输入端。这里重点介绍 8031 与 A/D 转换器 ADC0809 的接口。

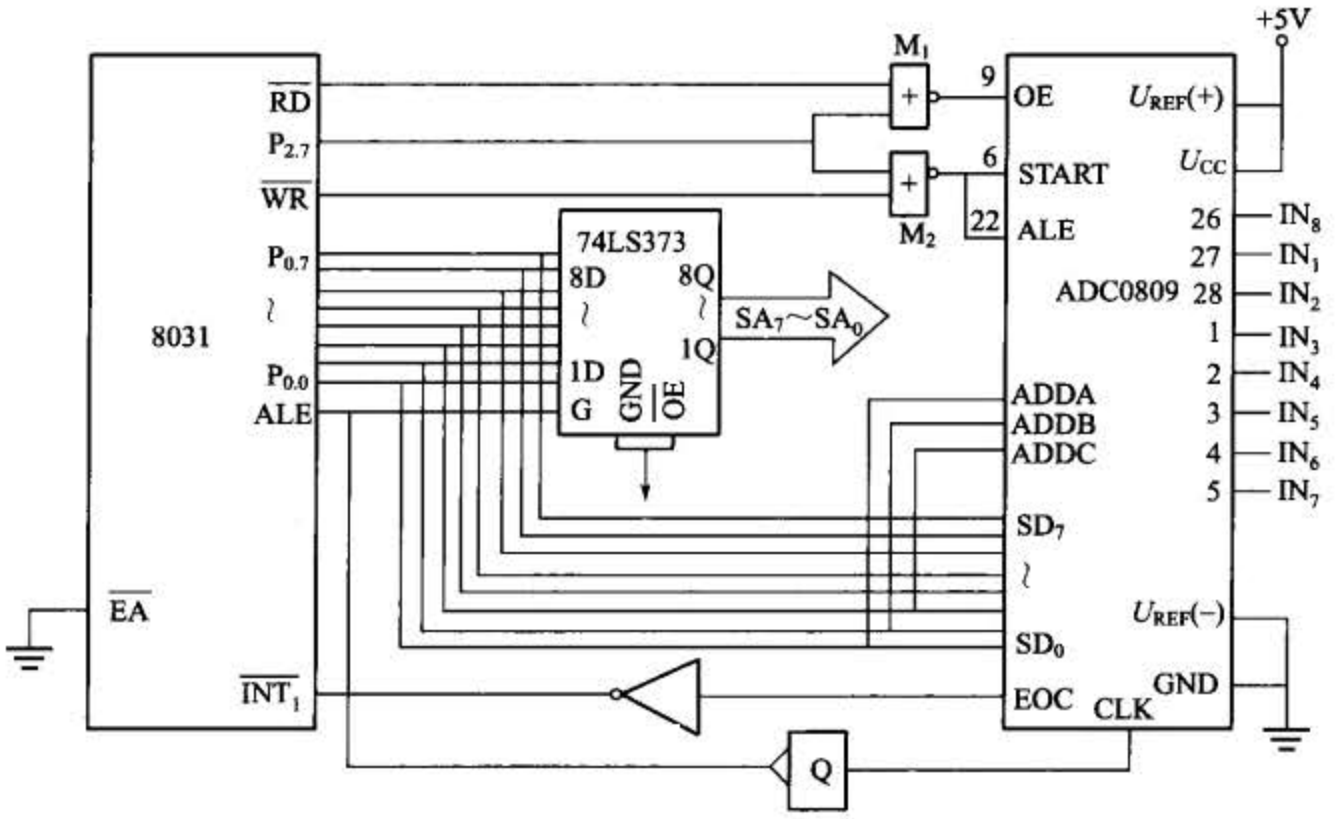

图 4-46　温度巡回测量系统硬件电路

① 温度/电压转换电路：温度传感器选用 AD590，放大电路选用 AD627，将被测温度转换并放大到 0～5V 范围，然后送到 A/D 转换器的输入端。

② 模/数转换电路与 8031 的接口：由于温度的变化比较缓慢，因而系统可以不用采样/保持器。模/数转换电路选用内部带有锁存器和 8 路模拟开关的 ADC0809，它的分辨率为 1/256，完全能满足分辨率为±1℃的要求。

ADC0809 片内带有三态输出锁存器，所以可直接与 8031 连接。8031 的 P_0 口一方面经锁存器 74LS373 与 P_2 口组成 16 位地址线，用来扩展存储器；另一方面 P_0 口作为数据口与 ADC0809 的 8 位数据线 SD_0～SD_7 相连，用来读取 A/D 转换后的数据。ADC0809 的通道选择控制端 ADDA、ADDB、ADDC 分别与 8031 的 $P_{0.0}$～$P_{0.2}$ 相连，用来选择 ADC0809 的输入通道。

ADC0809 与 8031 的连接采用中断方式。ADC0809 的时钟取自 8031 的 ALE 经分频后的信号（接 CLK 端）。这里将 ADC0809 作为一个外部扩展并行 I/O 口，采用线选法寻址。由 $P_{2.7}$ 和 $\overline{WR}$ 联合控制启动转换信号端 START 和 ALE 端，低三位地址线加到 ADC0809 的 ADDA、ADDB、ADDC 端，因此，选中 ADC0809 的 IN_0 通道的地址为 7FF8H。

启动 ADC0809 的工作过程是：先送通道号地址到 ADDA、ADDB、ADDC，由 ALE 信号锁存通道号地址，然后让 START 有效，启动 A/D 转换，即执行一条“MOVX @DPTR，A”指令产生 $\overline{WR}$ 信号，使 ALE、START 有效，锁存通道号并启动 A/D 转换。

A/D 转换完毕，EOC 端发出一正脉冲，申请中断。在中断服务程序中，“MOVX A，@DPTR”指令产生 $\overline{RD}$ 信号，使 OE 端有效，打开输出锁存器三态门，使用“MOVX A，

@DPTR”指令就可将8位数据读入CPU中。

（二）软件设计

系统软件主要包括主程序和中断服务子程序。系统的总流程图如图4-47所示。

主程序的功能：负责整个系统的初始化及管理工作，如对8031外部中断方式进行设置、建立数据指针、置通道初值、启动A/D转换、显示采集结果等。

中断服务程序的功能：读取A/D转换后的数据、更改通道号及数据存储器地址指针，并判断8个通道是否采集完毕，未完则继续启动下一个通道；若8个通道已转换完毕，则重新设置通道号初值，再次启动IN_0通道。

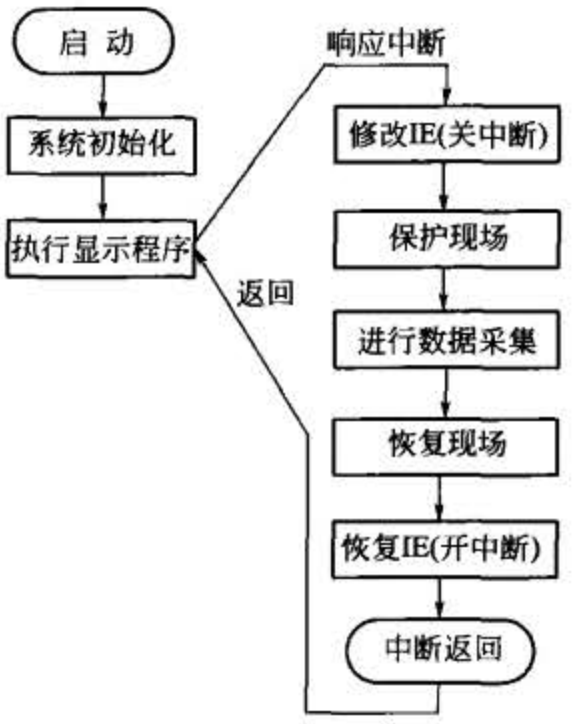

图4-47 系统总流程图

将采集数据依次存放在片内数据存储器A0H～A7H单元，主程序和中断服务程序编写如下。

1. 主程序

```
        ORG     0000H
        LJMP    MAIN
        ORG     0013H                ；外部中断INT1入口地址
        LJMP    BINT1                ；跳转到中断服务子程序
        ORG     0300H
MAIN:   MOV     R0，#A0H             ；数据暂存区首地址
        MOV     R2，#08H             ；8路计数初值
        SETB    IT1                  ；INT1为脉冲触发方式
        SETB    EA                   ；开中断
        SETB    EX1                  ；INT1允许中断
        MOV     DPTR，#7FF8H         ；指向ADC0809的IN0通道
        MOVX    @DPTR，A             ；启动A/D转换
        LCALL   DISPLAY              ；调显示子程序（略）
        …
```

2. 中断服务程序

```
BINT1:  MOVX    A，@DPTR             ；读A/D转换数据
        MOV     @R0，A               ；存数据
        INC     DPTR                 ；更新通道号
        INC     R0                   ；更新暂存单元
        DJNZ    R2，DONE
        CLR     EX1                  ；关中断
        RETI
DONE:   MOVX    @DPTR，A             ；启动A/D转换
        RETI
```

二、单片机在数据采集系统中的应用

数据采集系统的任务是把模拟信号转变成数字信号，送入单片机并进行加工处理，以便进行显示或控制。

在现代工业控制现场中，往往需要测量和控制几十个点甚至上百个点的参数。虽然这一任务也可以用常规的模拟仪表来完成，但由于检测点太多，所需测量仪表的数量也很大，使系统的可靠性下降。采用单片机构成的数据采集系统，只用一台单片机就可实现对几十个点的巡回检测和数据采集。

在数据采集系统中，当被测参数变化较快时，应在模拟量通道中加入采样/保持器，其连接方法可根据系统要求选择。

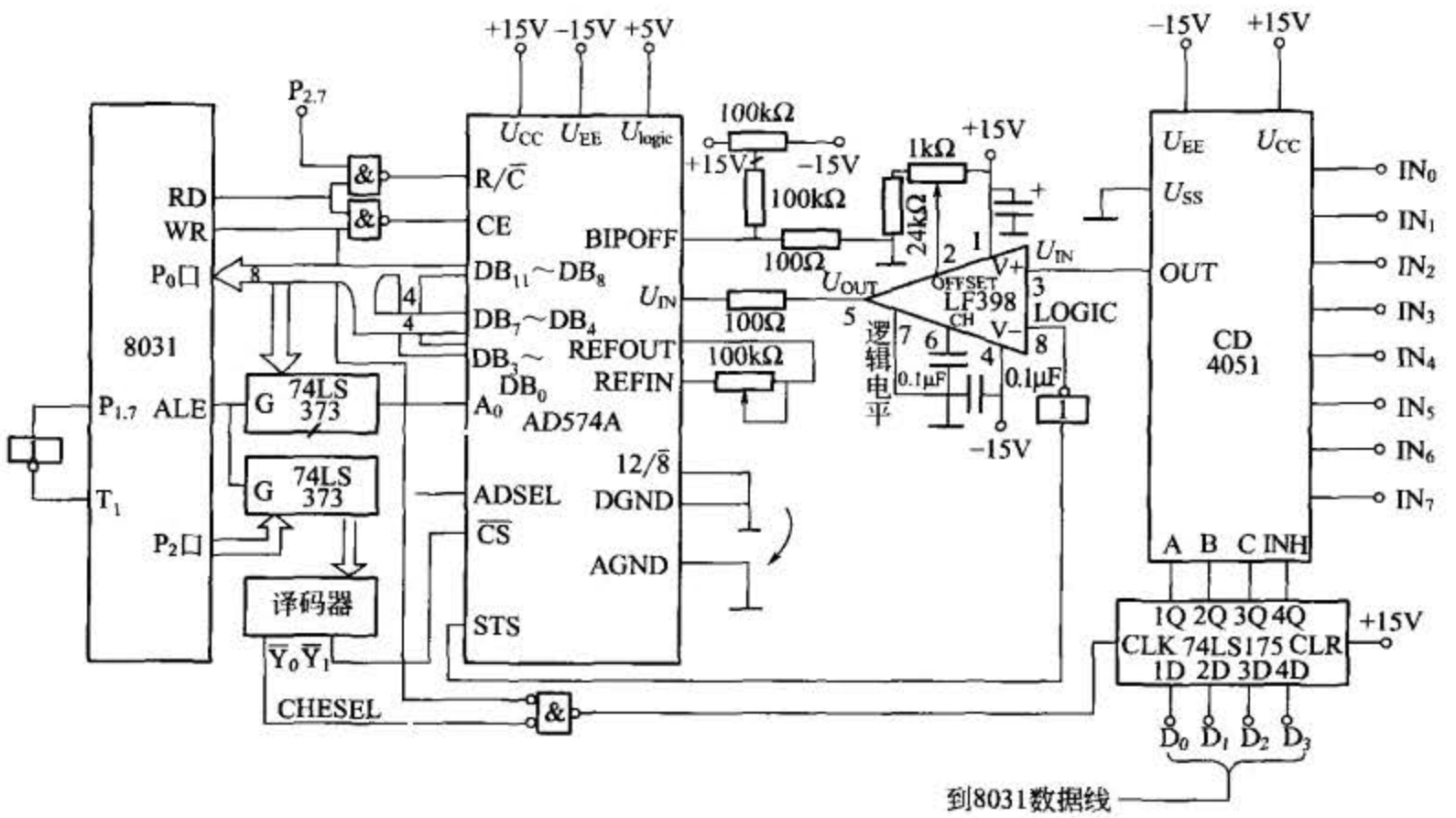

图 4-48　数据采集系统原理

（一）硬件电路设计

假设数据采集系统要对 8 路模拟信号进行巡回检测（当路数更多时，可扩展多路开关），每个通道连续采样 6 次，采样周期为 5s。模拟输入信号是传感器的输出值，即已经把物理量如压力、温度或速度等转换成了电压值。A/D 转换器选用 AD574A（12 位 A/D 转换器），采样/保持器选用 LF398，多路转换开关选用 CD4051，其与单片机组成的接口电路如图4-48所示。

图 4-48 中被测参量经多路转换开关 CD4051 选通后，送到采样/保持器的输入端。$IN_0 \sim IN_7$ 中的哪一路被选通，由多路开关的选择控制端 A、B、C 以及允许锁存端 INH 控制。采样/保持器的工作状态由 AD574A 的 STS 状态控制。当 A/D 转换正在进行（或未进行）时，转换结束标志 STS 输出为高电平，经反相后，变为低电平，送到采样/保持器的逻辑控制端（LOGIC），使采样/保持器处于保持状态，此时即可开始 A/D 转换。转换后的数字量经由单片机数据总线分两次读入 CPU。

当 AD574A 转换结束后，STS 由高电平变为低电平，反相后呈高电平，因而使采样/保持器变为采样状态。这种硬件连线方法不必通过单片机单独送采样/保持控制信号，所以能

加快系统响应速度。AD574A 接法为单极性输入方式。

（二）程序设计

该系统采用定时采样方式，每隔 5s 中断一次，在中断过程中完成数据的采集。

程序设计分为两部分：一部分为主程序，主要任务是初始化，完成定时器的设置和送中断控制字等；另一部分为中断服务程序，用来对每个通道分别采样 6 次，以便进行数字滤波。

由于系统采样周期定为 5s，这样长的定时时间只用一个定时器是不够的，所以可采用两个定时器串联的方法，即将 T0 设为定时方式，将 T1 设为计数方式。也可以采用软、硬件相结合的方式，即设 T0 为定时方式 1，然后用软件对其计数的方式。本系统采用前一种方法。

设单片机的时钟频率选为 6MHz，T0 为工作方式 1，定时时间间隔为 100ms，根据公式 $T=(2^{16}-X)\times12\times1/f_{OSC}$，其中 f_{OSC}为晶振频率，可计算出 T0 应装入的时间常数为 $X=$3CB0H，分别装入 16 位计数器 TH_0 和 TL0。设 T1 选工作方式 2，计数值为 50。由于 8031 的各定时器之间不能直接串联，为了能对 T0 的定时中断次数进行计数，可以将 $P_{1.7}$引脚通过一个反相器接到 T1 引脚，当定时时间到时，$P_{1.7}$反相后，加到 T1 引脚作计数脉冲。这样需定时两次才能构成一个完整的计数脉冲。因此，T1 的计数值为 25，应将计数初值 230（E6H）同时装入 TH1 和 TL1。这里，定时器 0 和定时器 1 都允许中断，这样，当计数器 T1 计满后，即可产生中断申请。定时器的中断服务程序为数据采集程序，其任务是对 8 个模拟参量进行巡回检测。方法是先将 8 个通道各采样一次，然后再巡回采第二次、第三次，直到每个通道都采样 6 次为止。为简化线路，采样程序中使用软件延时方式等待转换的完成。

主程序及定时器 1 中断服务程序如下：

```
        ORG   0000H
        AJMP  MAIN
        ORG   000BH
        AJMP  INT0
        ORG   001BH
        AJMP  INT1
        ORG   0100H
MAIN:   MOV   TMOD, #61H        ; 设定时器工作方式
        SETB  P1.7
        MOV   TH1, #0E6H        ; 置定时器 1 的初值
        MOV   TL1, #0E6H
        SETB  TR1               ; 启动 T1
        MOV   TH0, #3CH         ; 置定时器 0 的初值
        MOV   TL0, #0B0H
        SETB  TR0               ; 启动 T0
        SETB  ET0               ; 允许定时器 0 中断
        SETB  ET1               ; 允许定时器 1 中断
        SETB  EA                ; 开中断
```

```
LOOP:   AJMP LOOP                ; 模拟主程序
        ORG  0140H               ; 定时器 0 中断服务程序
INT0:   CPL  P1.7
        MOV  TH0, #3CH           ; 重装定时器 0 的初值
        MOV  TL0, #0B0H
        RETI
        ORG  0150H               ; 定时器 1 中断服务程序
INT1:   CLR  TR0                 ; 关定时器 0
        MOV  R0, #DATA           ; 存放数据 RAM 的首地址送 R0
        MOV  COUNT, #06H         ; 设每个通道采样次数
ROUT0:  MOV  ADDR, #00H          ; 送各通道初始值
        MOV  BUFF, R0            ; 数据地址送缓冲单元
ROUT1:  MOV  A, ADDR             ; 取通道号
        MOV  DPTR, #CHSEL        ; 设通道号选择地址
        MOVX@DPTR, A             ; 送通道号
        INC  ADDR                ; 通道号加 1
        NOP                      ; 延时，使采样/保持器稳定
        NOP
ROUT2:  MOV  DPTR, #ADSEL        ; 送 A/D 转换器地址
        MOVX@DPTR, A             ; 启动 A/D，按 12 位转换
        ACALL DELY30             ; 延时 40μs
        MOVX A, @DPTR            ; 读入高 8 位
        MOVX@R0, A               ; 存放高 8 位
        INC  DPTR                ; 使 A0=1
        INC  R0                  ; 求低 4 位存放地址
        MOVX A, @DPTR            ; 读低 4 位
        MOVX@R0, A               ; 存放低 4 位
        MOV  A, R0               ; 求存放下一个通道数据地址
        ADD  A, #0BH
        MOV  R0, A
        MOV  A, ADDR
        CJNE A, #08, ROUT1       ; 判断 8 个通道是否各采样一次
        DJNZ COUNT, BRANCH       ; 判断是否采样 6 次
        MOV  TH0, #3CH           ; 重装定时器 0 的初值
        MOV  TL0, #0B0H
        SETB TR0                 ; 启动 T0
        RETI                     ; 从中断返回
BRANCH: MOV  R0, BUFF
        INC  R0
        INC  R0
        AJMP ROUTO
```

```
DELY30: …                                   ; 延时 40μs（子程序略）
        ⋮
        DATA   EQU   00H                    ; 外部 RAM 地址
        COUNT  EQU   20H                    ; 内部 RAM 地址
        ADDR   EQU   21H                    ; 内部 RAM 地址
        BUFF   EQU   22H                    ; 内部 RAM 地址
        CHSEL  EQU   8000H                  ; 通道选择地址
        ADSEL  EQU   8400H                  ; A/D 转换器地址
```