

# 实现温湿度检测及控制的单片机系统设计

戴 在 平

(电子工程系)

**摘要** 介绍一个可对环境温度、湿度进行多路巡回检测及控制的单片机系统。

**关键词** 传感器,多路通道,单片机,自动控制,巡回检测

## 0 前言

温度、湿度这两个参数在科研和生产中有着相当重要的地位,它直接关系到科学实验的成败和生产产品质量的优劣。目前,测量温度的仪表较多。但能以较高精度同时测量温度和湿度的仪表在国内还较少,而许多企业的车间(生产部门)和仓库等对温、湿度的控制、检测却有不同的要求。为此,我们研究设计了以 MCS-51 系列单片微型计算机为核心控制的智能化温湿度仪,以满足社会的需求。

## 1 问题提出

微机的出现尤其是通用型单片机的发展,使传统的仪器发生了巨大的变革。因此,操作方便、功能齐全的智能仪器孕育而生,单片机也因抗干扰能力强、稳定性好、价格低廉、体积小、易扩展、控制功能强等优点,在智能仪器领域得到广泛的应用。多路多参数巡回检测是智能仪器诸多特点之一。在多路的温度、湿度巡回检测中,传感应可远离主机且其输出信号能通过导线传输给单片机处理。如果信号是一电压模拟量,则随着导线长度的不同有不同的衰减且易受干扰;如果信号是频率量,则大大增强了抗干扰能力,同时表示频率量的数字电平(矩形波)也不必再经 A/D 转换,就可直接为单片机所接收。

本设计所选用的温敏元件是热敏电阻、而湿敏元件是湿敏陶瓷电容。传感器的调理电路利用 555 时基 IC 组成无稳态多谐振荡器,将电阻量和电容量转换成相应的矩形波频率信号。555 时基 IC 巧妙地将模拟电路和数字电路溶通在一起,如图1所示电路就构成了一个典型的无稳

本文1992-10-07收到。

态多谐振荡器,其输出波形如图2所示,图中  $f_0 = 0.722/C_0 R_1$ . 适当调整  $R_2$  与  $R_1$  的比值可得到占空比近似50%的矩形波输出信号. 而且由555时基 IC 组成的无稳态多谐振荡器,其精度与稳定度都很高. 一般输出频率在计算值的1%以内,电源波动影响为0.1%/V、湿漂0.005%/°C.

但在实际应用中还存在一些问题,如湿敏电容在相对湿度5%-97.5%(R. H. %)变化时,电容的变化范围是114-148pF. 如果用图3所示的调理电路框图[1],完全能实现对湿度值的检测,但电路显繁杂. 为了使  $f/v$  转换电路2917工作在线性段内,  $c/f$  转换电路就必须由电容放大器和555构成的多谐振荡器组成,使其输出信号的频率在2-6kHz范围. 为使  $f/v$  在 A/D 转换前的电压值合适,  $f/v$  转换又必须由2917IC 和差值放大器组成. 由于引入运算放大器,不但使元件数量增多而用增加了误差源和电源的组数. 其电路的工作过程: 电量( $c$ )→数字量( $f$ )→电压量( $v$ )→数字量(BCD码)→单片机接收,也显得有较大的冗余. 如果对频率量  $f$  就直接由单片机系统进行频率检测,而省去  $f/v$  转换和 A/D 转换显然是可行的. 但对于电容放大器后,使得555时基 IC 的输出频率在6~4.48kHz,总有一基值频率4kHz,使得直接测频计数的有效位减少. 再者电容放大器又存在温漂问题使得频率值有所波动. 造成测量误差而影响精度.

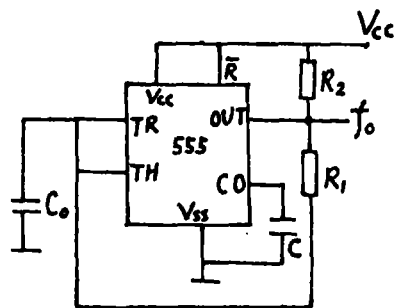


图1 典型无稳态多谐振荡电路

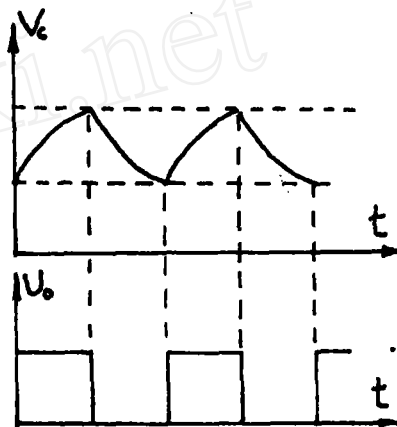


图2 多谐振荡器输出波形

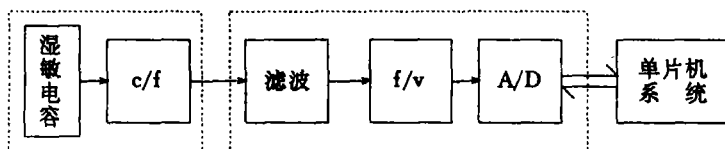


图3 传感器调理电路框图1

## 2 硬件原理

### 2.1 传感器电路

综上所述,直接利用555时基 IC 将湿敏电容转换成频率量. 根据  $R_1$  参数的选择,其频率量的对应变化范围为37.8-27.5kHz 为了提高有效数据位,选用556双时基 IC,引入基准电容

110pF ( $C_0$ ),再用 D 触发器实现数字差频,如图 4 所示。使  $C_x$  在 110-150pF 范围内变化时,输出频率  $f$  在 0~10.3kHz 之间变化。不难证明利用 D 触发器进行数字差频,只要满足  $0.5f_{CL} < f_D < f_{CL}$  的条件  $f_D$  的占空比近似 50% 时其差频稳定性就好。实验数据结果证明:误差频率在计算值的  $\pm 5\text{Hz}$  范围内,则对于测量湿度的有效范围内相对误差  $< 0.5\%$ ;另外由于 556 双时基 IC 内部两个时基电路的对称性,加之  $R_1 = R'_1$ 、 $R_2 = R'_2$ ,因此使得调理电路温漂引起的误差减少到最低限度。再者,对于温度的测量是用热敏电阻。温度在  $-55 \sim +70^\circ\text{C}$  变化时,电阻值为  $1 \sim 10\text{k}\Omega$ 。考虑到相对湿度问题,仅测量  $0 \sim 70^\circ\text{C}$  的温度范围,所以也选用与图 4 相类似的电路其输出频率也基本控制在  $10\text{kHz}$  以内。

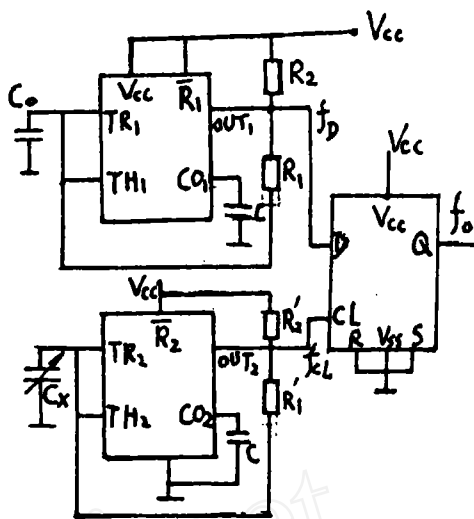


图4 传感器调理电路2

## 2.2 中央处理部分

以8031单片机为核心,包括地址锁存器、数据存贮器(RAM6116)和程序存贮器(EPROM2764)等组成。8031的P0口和P2口用于连接程序存贮器和数据存贮器。它的寻址范围分别是:0000<sub>H</sub>~1FFF<sub>H</sub>和0800~0FFF<sub>H</sub>。在PO口上还可扩展;一个可编程键盘/显示专用芯片8279,根据硬件电路设计,其控制口地址为F700<sub>H</sub>、数据口地址为F300<sub>H</sub>。8031的P<sub>1</sub>口主要用于控制多路开关以获得被测信号。同时在测量值超

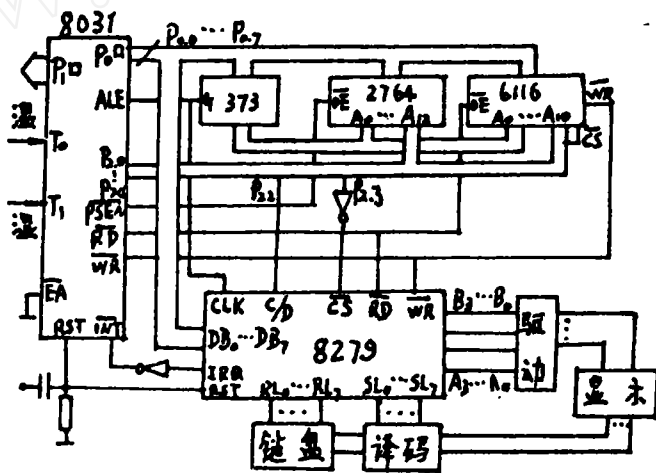


图5 中央处理部分与键盘/显示接口电路

限的情况下发出报警信号和控制信号,以实现越限自动控制。*P3*口则使用其第二功能,分别发出读、写信号和接收键盘中断信号、检测被测频率信号等。在此保留 *SIO* 口以便做为子系统顺利的连进主系统中,其电路原理图如图5所示。

### 2.3 接口电路部分

接口电路部分由键盘/显示部分、多路通道信号采集部分和报警控制电路部分组成。键盘/显示部分如图5所示是用户与仪器对话的主要途径。为了避免CPU过多的时间对键盘进行扫描和循环显示,选用了可编程键盘/显示专用接口芯片8279。它提供了键盘扫描、消除机械抖动、多键互锁、自动键译码、自动循环显示等功能。借助四——十六译码器提供键扫描信号和显

示器的选通信号. 仪器设置了十六个按键和十六个显示器, 其中十六个键包括0到9十个数字键和设置参数键 SET 键、多路迴/单路选择键 M/S 键、执行键 EXEC 键、打印键 PRINT 键、批处理键 BACTH 键和一个备用键. 这样可以便于用户在不同场合、不同条件功能键时, 有各种不同的提示, 以方便用户操作. 键值表如表2所示. 键盘中断请求接8031的INT1.

键名	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	SET	EXEC	M/S	PRNT	BATH
键值	20 <sub>H</sub>	21 <sub>H</sub>	22 <sub>H</sub>	23 <sub>H</sub>	24 <sub>H</sub>	25 <sub>H</sub>	26 <sub>H</sub>	27 <sub>H</sub>	28 <sub>H</sub>	29 <sub>H</sub>	2A <sub>H</sub>	2B <sub>H</sub>	2C <sub>H</sub>	2D <sub>H</sub>	2E <sub>H</sub>

十六个显示器两个一组, 分别显示当前温度、湿度值、通道号、采样周期, 以及用户设定的该通道温度上、下限和湿度上、下限. 通道选择和信号采集电路部分选用了两片十六选一模拟开关. 其中一片用于温度检测通路的选择, 一片用于湿度检测通路的选择. 它们的四个控制 A、B、C、D 分别由 P<sub>1.0</sub>~P<sub>1.3</sub> 控制, 其中一个输入为自校验通路, 其余十五路分别接各路传感器(温度或湿度). 而两片 IC 的输出端则分别为8031的 TO、T1 的输入信号端, 以便检测传感器送来的频率信号.

报警控制电路部分设计成一个独立模块. 用于对需要进行自动控制的场合. 对于三十路的温湿度超限分别提供一个触发信号, 如图6所示电路, 具体由四片4-16译码器和一片双2-4译码器组成. 4-16译码器的输入端 A、B、C、D 由 P<sub>1.0</sub>~P<sub>1.3</sub> 控制, 以指示出超界的通道号. 而它们的使能端 G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub> 则由 P<sub>1.4</sub> 温度/湿度和 P<sub>1.5</sub> 上界/下界这两个控制信号经2-4译码器译后控制. 2-4译码器的使能端则又由 P<sub>1.6</sub> 正常/超界这个控制信号控制, 表2给出了报警控制电路的真值表.

表2 报警控制真值表

P <sub>1.6</sub>	P <sub>1.5</sub>	P <sub>1.4</sub> -16译码器	功 能
1	×	×	无 效 各通道在正常范围
0	0	0	I 对应通道湿度低于下限
0	0	1	II 对应通道温度低于下限
0	1	0	III 对应通道湿度高于上限
0	1	1	IV 对应通道温度高于上限

另外 P<sub>1.6</sub> 还控制一发光二极管以起到光报警. P<sub>1.7</sub> 控制一蜂鸣器超界时发出声报警.

## 2.4 整机组成原理框图

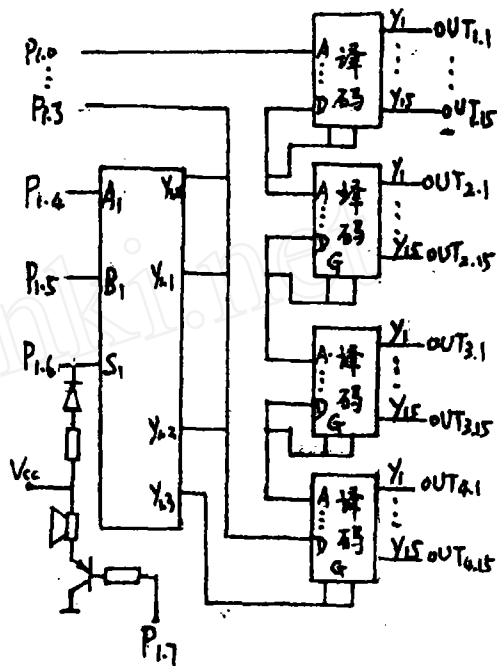


图6 报警控制电路

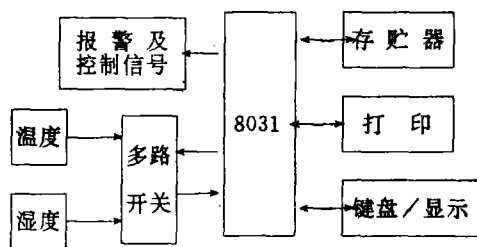


图7 整机原理框图

本仪器的工作过程为:中央处理部分初始化后,可由用户从键盘选择设定各通道的报警界限等各种状态,启动执行检测,则可按照用户设定的功能测量温度、湿度值,若测量值超出设定报警范围时,发出声、光报警,并且同时输出一相应的低电平控制信号,以触发执行器。

### 3 软件设计

软件是整台仪器的灵魂,它对完善和支持整个硬件系统起着重要的作用。只有将软件和硬件合理协调的调置,才能使仪器的整个工作过程提高到最佳状态。同时用户的操作也将是最简明的。本仪器的软件具有以下几种功能:(A)自检仪器,工作正常方提示操作,否则将自锁;(B)自动检仪器多路/单路通道的温度、湿度值(包括数字滤波);(C)对测量值进行分析、处理,并输出(显示、打印以及报警);(D)自动进行误差补偿等。

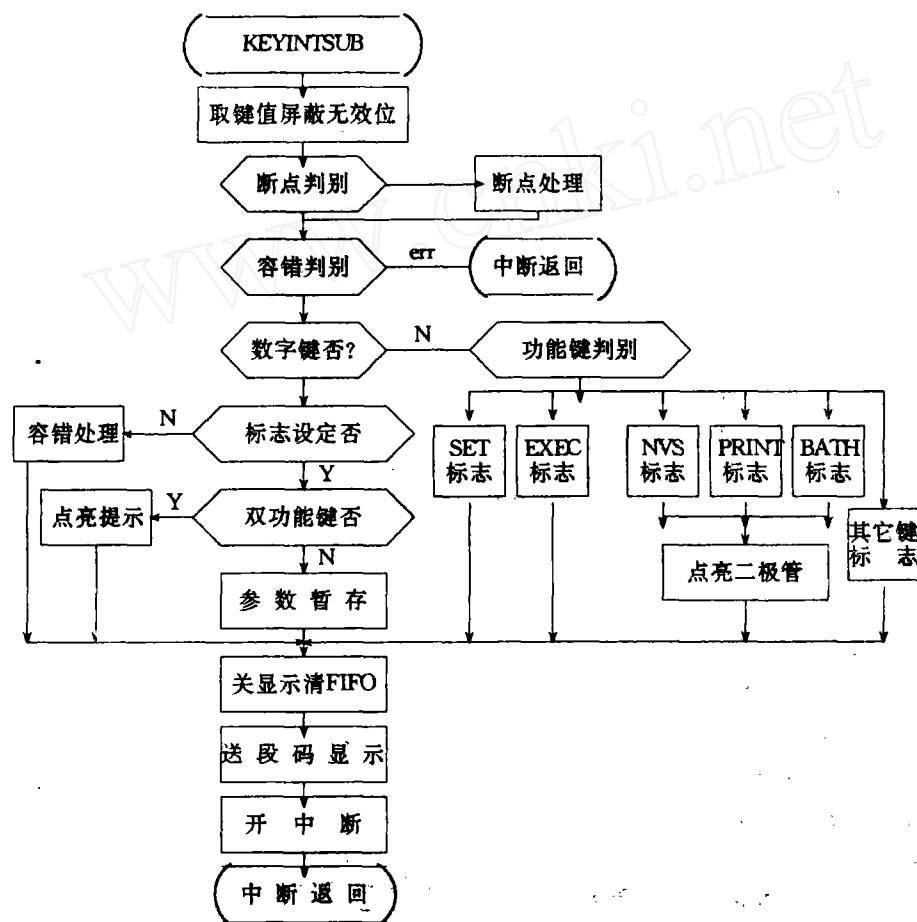


图8 键处理模块框图

为方便用户在各自的情况下设置不同的工作状态,以及操作的简明,软件设计分成以下几

个模块。

(1)初始化模块. 在上电或复位的情况下进行上电及复位延时保护, RAM、EPROM 内部自检, 键盘、打印机初始化等必要的参数预置. 校验多路通道并对数学模型进行一次校验. 若发现异常现象则报警自锁, 若正常则置各通道参数, 使得用户在不设置报警界限和采样周期及多路/单路通道检测的情况下, 进行多路巡回检测. 而且不报警、不打印. 最后显示提示符  $\mu\text{PEH-1}$  以提示用户, 系统正常, 可以操作执行.

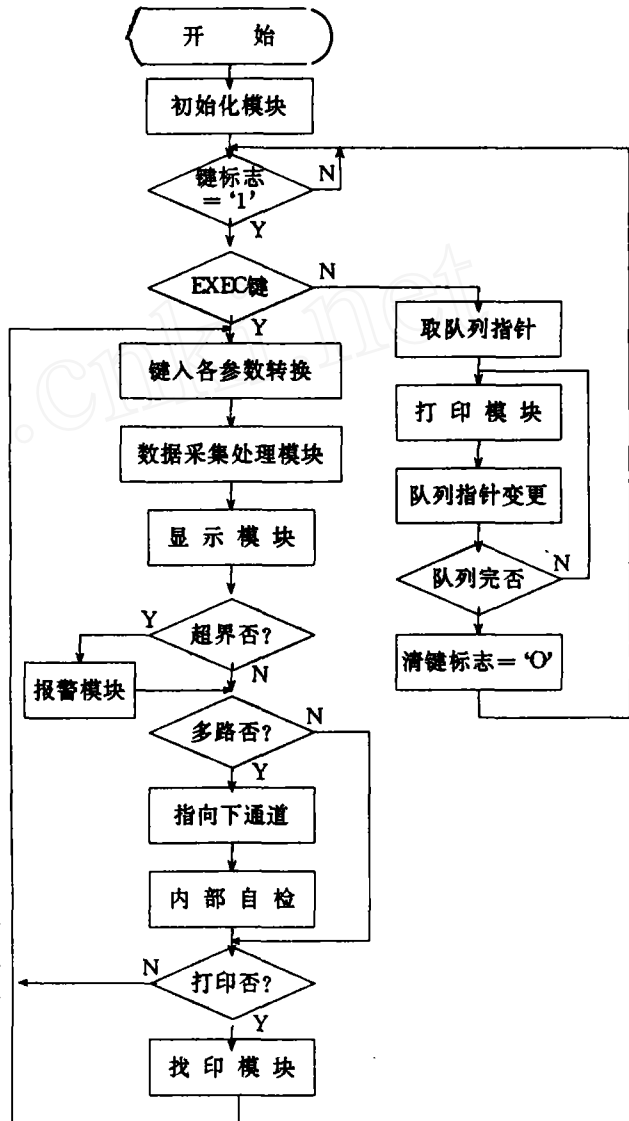
(2)键处理模块. 由于使用键盘/显示专用接口芯片8279, 所以采用中断方式管理键盘. 按 MCS-51系统的中断特性, 键处理模块主要有: 中断返回点处理、按键容错处理、设置功能键标志、双功能键分析、以及通过数码管和发光二极管显示各种提示, 帮助用户设置参数, 最后对于用户设定参数暂存于片内 RAM. 其流程框图如图8所示.

(3)数据采集处理模块. 该模块设置了8031的 TO、T1两定时/计数器的工作方式, 以接受传感器送来的数字频率信号. 还根据用户设定的工作方式, 从 P1口的低四位送出通道选择信号. 对于 TO、T1端采集到的温度、湿度值进行数字滤波和非线性校正、进行数制转换并提供显示. 同时将转换后的数据存入外部数据区供批处理打印和主系统共享.

(4)显示、报警模块. 显示出当前检测的通道号; 温度、湿度报警的上、下界限; 采样间隔周期以及现测的温度湿度值等八组数据. 当实测值超过用户设置的报警界限时, 发出声、光报警以及各种控制信号.

(5)打印模块. 根据用户所设置实时打印或批处理打印. 将每次测量结果实时打印出来; 或者, 按各通道进行“存档”在外部数据区的循环队列中的数据逐一根据队列指针及队列特性打印出来.

依上所述, 我们可以得到该仪器的软件主流程框图, 如图9所示.



## 4 结束语

在本文的各种讨论中,由于测量的是数字频率量,所以测量结果都有0.1秒的滞后.对于环境温度、湿度的测量当然是微不足道的,而且温度、湿度敏感元件的还原滞后时间也是较大的,所以本文不讨论实时测量的滞后问题。

## 参 考 文 献

- [1] 戴在平等,智能化湿度仪设计的探讨,自动化仪表,10(1989).
- [2] 施良驹,集成电路应用集锦,电子工业出版社,(1988).

## The Design of a Single Chip Microcomputer System for Detecting and Controlling Temperature and Humidity

Dai Zaiping

(*Department of Electronic Engineering*)

**Abstract** A single chip microcomputer system is designed by the author. It can be used to detect and to control the environmental temperature and humidity in multipath and go the rounds way.

**Key words** single chip microcomputer, system design, temperature and humidity detection, automatic control.