

农业气象试验站温室土壤温度控制系统

马 丽¹⁾ 万长健²⁾ 简慰民²⁾

(1) 南京气象学院计算机与信息工程系; 2) 南京气象学院气象台, 南京 210044)

摘 要 采用 8031, 8279, 8255, A DC0809, 2864, 6264 等芯片组成一实用的温室土壤温度控制系统。由键盘输入温室土壤的上、下限温度, 通过 ADC0809 对温室土壤温度进行采样, 并实时显示土壤温度。当土壤温度超越上、下限时, 系统报警, 并进行自动处理。

关键词 温室, 土壤温度, 控制系统

分类号 TP273

在农业气象试验站的温室里, 人们需要对土壤温度加以控制, 使之保持在一定范围之内。采用单片机来对土壤温度进行控制, 不仅具有控制方便、简单、灵活性大等优点, 而且可以大幅度提高被控温度的技术指标, 从而能够大大提高产品的质量和数量。

1 主要功能

(1) 自动开启和关闭加热电源功能; (2) 同时检测和控制 8 路温度; (3) 通过键盘快速或慢速自动循环显示 1~8 路的瞬时温度, 并停留在显示任一检测点的瞬时温度值上, 且使用数字键能修改温度给定值, 能同时自动控制 8 路检测点的温度, 可查询温度给定值等; (4) 自动解脱软件故障; (5) 可报警并自动做开启和关闭热源的处理。

2 硬件部分介绍

系统主要由中央处理器(8031), 程序存储器(2864), 键盘和显示部分(8279), 数据采集部分(ADC0809)组成, 此外再加上一些必需的元件如 74LS373 锁存器, 74LS02 或非门, 74LS74 触发器, 74LS06 非门, 以及若干电阻、电容等(见图 1)。

2.1 中央处理器(CPU)部分

中央处理器(CPU)处理数据和产生控制信号, 是单片机的核心。我们采用内部不带 ROM 的 8031, 程序存储在外部的 E²PROM 中。因为采用外部程序存储器, 所以 8031 的 EA 脚接地。利用它的 P0 口与 P2 口作为扩展总线口。它的 RD 脚作为外部存储器的读信号, XTAL1 和 XTAL2 脚外接晶振电路, RST 接复位电路。利用 8031 的 P1.0 作为多路开关 CD4051 的片选信号, 利用 P1.7 连声光报警器。P3.0 接 M14538(双单稳态触发电路)用于解脱软件故障。

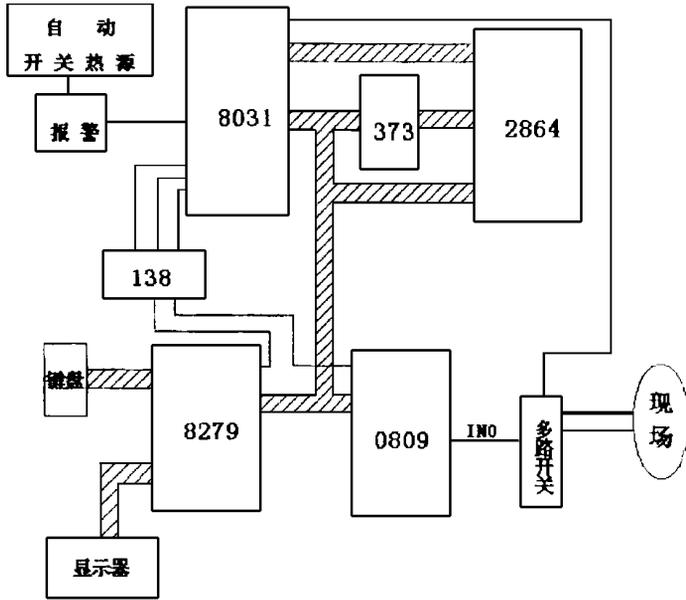


图 1 系统硬件框图

Fig. 1 A diagram for hardware of the system

2. 2 外部程序存储器部分

外部程序存储器采用 2864 E²PROM, 所有的程序和数据都固化在其中。它具有单独的控制信号和指令。其中的指令、数据读取用 RD 控制信号和 MOVX 指令控制。

2. 3 键盘和显示部分 (8279)

键盘和显示部分是人机对话的接口。显示部分采用集成电路 8279 芯片实现动态显示。8279 可以通过编程控制键盘和数码管显示, 能够自动消除键盘抖动和识别重键问题, 内部具有 16 个显示 RAM 和 8 个 FIFO 键盘缓冲器, 工作时钟频率约为 100 kHz, 可以由本身的控制命令字进行分频。8279 的 CLK 与 8031 的 ALE 相连, 故设置分频系数为 10, 即可得到 8279 需要的工作时钟。8279 的显示 RAM 与 SL0 ~ SL3 在工作时钟的作用下同时输出, 由 SL0 ~ SL3 经译码器译码之后, 作为数码管的位选信号, 以实现动态显示。8279 在编码方式下最多可显示 16 个字符, 在译码方式下最多可显示 8 个字符。本系统 8279 采用编码方式, 具有 16 个按键和 8 位显示。

(1) 键盘 使用 14 个键, 10 个数字键和 4 个功能键。0~9 键用于输入上、下限温度; “上限”键用于标识输入的是上限温度; “下限”键用于标识输入的是下限温度; “回车”键用于确认输入的上、下限温度。“上限”键、“下限”键可以用来随时修改上、下限温度, 以适应不同的需要; “检查”键用于随时查询设定的上、下限温度。8279 能够自动扫描键盘, 8 个字节的 FIFORAM 用来记住键盘的扫描码。在系统中, 8279 的 SL0 ~ SL2 经 74LS138 译码器译码之后作为键盘的列线输出, RL0, RL1, RL2 作为键盘的行线输入, 当要进行键盘扩展时, 可采用 RL3 ~ RL7 作为键盘的行线输入, 同时可用 8279 的 CNTL 和 SHIFT 引脚, 使得键盘具有双工功能。首先, 8279 对键盘进行扫描, 把行线和列线编码存放到 FIFORAM 中, 读取 8279 的 FIFORAM 可以得到键盘的扫描码, 程序根据扫描码可以知道哪个键被按下, 以进行相应的处理。

(2) 显示器 采用 8 个 LED 数码管作为显示器, 可同时显示路数和温度值。温度采用定点

输出。8 个数码管的阴极与 8279 的 SL0 ~ SL3 脚经 74LS138 译码器的输出相接,作为动态显示时数码管的位选信号。显示数据时,利用 8279 写显示 RAM 命令,把数据写入 8279 显示 RAM 中,只要控制数据在显示 RAM 中的位置,就可控制数据的显示位置。

2.4 数据采集部分(ADC0809)

在现场控制中,计算机对现场数据进行采集,转换成计算机所要的数据,这一部分由模数转换器来完成。在系统中,采用 ADC0809 对温度传感器进行采集,把温度导致电阻的变化用数字表示出来。

(1) 传感器的使用 温度传感器是常用的热电阻,它的原理是金属导体的电阻值随温度的变化而变化。根据这一原理,在热电阻上串联一适宜阻值的电阻 R ,并连接到电源上,如图 4 所示。由于传感器的电阻随温度而变化,因此,在一定温度下,传感器上对应一定的电压输出。根据公式 $V_0 = R_i / (R + R_i) \times 5$ (V) 可以把温度转化成电压。其中电阻 R 的选值根据不同的传感器而定,要在实验中来寻找其合适值,使传感器的输出电压有较大的变化范围,以利于提高 ADC0809 的采样区间。

(2) 测温的并行模数转换器 并行模数转换器接口是一种常用的计算机与外界联系方式。计算机所能处理的数据是数字形式,它通过模数转换器把现场连续的、模拟的信号数字化,再对数字信号进行处理,根据处理结果产生相应的命令。ADC0809 具有 8 路输入,可以同时对多路温度进行采样和转换,还可以通过前向通道模拟开关进行路数扩展。由于温室温度变化范围比较小,由温度变化引起的电压变化范围也比较小。为了提高系统的灵敏度和准确性,首先对传感器的输出电压进行适宜的放大,使放大后的电压尽可能在 0 ~ 5 V 之间变化,这样使得 ADC0809 的采样“带宽”变得较宽,ADC0809 的转换结果变化更大,能更好地把温室温度表现出来。

传感器的输出经过模拟开关 CD4051 后耦合到运算放大器中,进行适当放大,再接入到 ADC0809 的 IN0 脚。与此同时,引入了运算放大器之后,使系统电路具有信号保持功能,为 ADC0809 提供稳定的采样信号,从而提高系统的稳定性和准确性。系统由模拟开关 CD4051 来控制选通 8 路温度的任一路,可以同时 8 路温度进行采样和控制。由于 ADC0809 具有 8 个采样端,引入模拟开关之后,系统具有很强的扩展能力,使得系统具有应用的灵活性,例如:利用两个 CD4051 把 16 路风速仪接入到 ADC0809 的 IN1 上,可以同时记录和观察风速和风向,由 ADC0809 的 A、B、C 脚来控制采样端,CD4051 的 A、B、C 来控制模拟开关的通道。系统扩展方便,电路简单,可以根据实际进行扩展修改,以满足不同的需要。ADC0809 的输出为 8 位,表示大范围为 0 ~ 255。控制的温室温度在 0 ~ 25.5 之间,因此,系统的误差只有 $25.5 / 255 = 0.1$,可以应用于要求不太高的工作环境。

(3) ADC0809 与 8031 的连接 对 ALE 进行二分频,作为 ADC0809 的工作时钟频率。分频器采用 74LS74D 型触发器。由 8031 的 P2.4 和 RD、WR 经 74LS02 或非门提供 ADC0809 的控制信号。当系统开始采样时,由 8031 发出地址信号,使模拟开关 CD4051 的第一路导通,同时启动 ADC0809 转换器,对第一路温度进行采样,这时可用延时,查询,中断来传送 ADC0809 的数据。系统采用中断方式传送,由 ADC0809 的 EOC 脚经 74LS06 非门与 8031 的 INT1 脚连接,作为中断信号。ADC0809 采样转换结束后,EOC 脚变高,8031 接受到中断信号,自动转入到中断服务程序,把 ADC0809 的输出数据与上、下限温度进行比较,超出上、下限值时报警,并自动开启或切断温度加热电源,同时把温度的路数和温度值送到 8279 实时显示出来。程序处理完一路之后,修改 P0.0、P0.1、P0.2,使模拟开关 CD4051 导通下一路,同时

启动 ADC0809 进行采样和转换, 根据转换结果进行相同的处理, 直至 8 路轮流一遍, 这样就完成了对 8 路温度同时检测和控制(见图 2)。

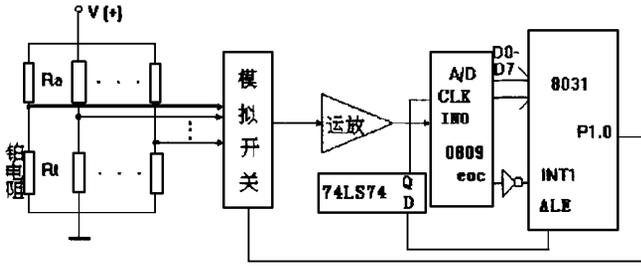


图 2 采样与模/数变换电路

Fig. 2 Circuit for sampling and analogue/digital signal transferring

2.5 自动解脱软件故障电路

M 14538 为双单稳态触发电路, 用于解脱软件故障。8031 的 P3.0 被置为 1, 14538 的 Q1 为低电平。因为采集部分是放在露天下作业, 可能遇到各种突发性的干扰, 检测范围一旦超出系统软件规定范围, 即系统受到干扰, 并出现部分程序故障时, 由程序检测到故障的特征后则清 P3.0 为零, Q₁ 由低电平变为高电平, 系统硬件复位。Q₁ 保持高电平的时间取决于 C_x 和 R_x 的值, 使它们满足以下关系 $T = R_x \times C_x > 10 \text{ ms}$, 硬件自动复位后 P3.0 仍被置为 1。

2.6 报警、自动开启和关闭加热电源

系统具有报警功能, 通过连接已有的报警器, 当采集到的温度超出上、下限温度值时, 系统控制报警器报警, 并通过控制执行电路自动开启和关闭加热电源电路。

系统控制执行电路由检零、驱动、执行三部分组成。检零部分由二极管、555 时基电路组成, 由它产生的脉冲信号用作计算机的计数输入脉冲和触发双向可控硅导通的同步脉冲。

驱动电路由前置放大器和功率放大器组成, 用来放大触发脉冲信号, 增强对可控硅的触发能力, 功率放大器工作在开关状态, 没有触发脉冲输入时, 处于截止状态, 有触发脉冲输入时, 处于导通状态。双向可控硅的触发信号经放大由变压器耦合输出, 直接加到双向可控硅的控制栅极, 由它控制双向可控硅关断或导通, 以便切断或接通加热电源。

3 软件部分介绍

系统软件主程序由两个中断程序构成, 一个为定时中断程序, 一个为事件处理程序。

(1) 定时中断 系统每 5 min 对 8 路温度进行采样, 而定时器 1 在工作方式 1 下, 定时时间约 1 ms, 因此采用 R6、R7 作为软计数器, 定时器每中断一次, R6、R7 加 1, 并判断 R6、R7 是否等于 2400 次, 如果 R6、R7 累积次数为 2400 次, 则系统对 8 路温度轮流采样, 并通过显示器显示路数和温度值, 把温度值与上、下限温度比较, 超出限值报警, 并自动开启或切断加热电源。

(2) 事件处理 这一部分主要用来处理键盘命令, 采用中断 0, 由 8279 的 IRQ 脚经非门与 8031 的 INT0 脚相连。当有键被按下时, IRQ 变高, 产生中断, 中断程序中首先判断按键, 当按键是“上键”或“下键”时, 系统等待输入数字值, 作为上下限温度值, 系统的上下限温度值可以随时改变; 当按键为数字键时, 把它作为上下键值存储起来; 当按键为“查询”键时, 显示器显示上、下限温度值。“回车”键只有在“上键”或“下键”被按并且输入数字值之后才有效, 以确认输

入的温度值。

4 结束语

目前,国内使用的温室温度控制系统基本上属于大型的,本系统属小系统,能满足一般的温室温度控制的要求,在养鸡场、蔬菜生产基地得到了应用。根据现场的实际情况,在不断地完善它的功能。在制冷控制方面也做了一些工作。

参 考 文 献

- 1 何立民. 单片机应用系统设计. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1990
- 2 陈显祯, 任全积, 汪思伯. 单片机开发调试与实验技术. 成都: 四川大学出版社, 1992

A SOIL-TEMPERATURE CONTROL SYSTEM FOR GREENHOUSE

Ma Li

(Department of Computer&Information Engineering, NIM, Nanjing 210044)

Wan Changjian Jian Weimin

(Weather Forecasting Laboratory, NIM, Nanjing 210044)

Abstract A soil+temperature control system for greenhouse is composed of chips 8031, 8279, 8255, ADC0809, 2864 and 6264. Upper and lower temperature limits are inputted through keyboard and soil temperatures are sampled by ADC0809 with real-time display . The system would alarm and process it automatically while the temperature is overrunning the set limits.

Keywords greenhouse, soil temperature, control system