

# 基于单片机的人工气候箱控制系统\*

黄晓因<sup>1</sup>, 徐丽芬<sup>2</sup>

( 1. 云南农业大学基础与信息工程学院, 云南 昆明 650201;  
2. 云南农业大学农学与生物技术学院, 云南 昆明 650201 )

**摘要:** 基于目前人工气候箱控制系统结构复杂、功能不强的现状,设计了一种以单片机为核心的控制系统,文中阐述了控制策略和分阶段自动控制温、湿度的方法。给出了硬件电路组成图和中断服务程序流程图,使用结果表明:该系统操作简便、工作稳定、功能强,具有推广价值。

**关键词:** 单片机; 控制系统; 温度; 湿度

**中图分类号:** S 163    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1004-390X(2003)03-0225-03

## The Control System of Artificial Climate Box with the Core of Singlechip

HUANG Xiao-yin<sup>1</sup>, XU Li-fen<sup>2</sup>

( 1. College of Basic Science and Information Engineering, Y A U, Kunming 650201, China;  
2. College of Agronomy and Biotechnology, Y A U, Kunming 650201, China)

**Abstract:** Because the control system of the present artificial climate box has complex structures and weak functions, a new one with the core of singlechip is designed. This paper presents the control algorithm and the automatic control methods of temperatures and humidities at different stages. The hardware circuit diagram and the interrupt control routine flow diagram are provided as well. The test results indicate that the system will have the popularization value with the advantages of easy manipulation. Stable work state and strong functions.

**Key words:** singlechip; control system; temperature; humidity

人工气候箱是对光照、温度和湿度等环境因子进行调控的一种设备,它提供一个模拟的气候环境,广泛用于植物发芽、育苗,微生物的培养,昆虫和小动物的饲养中。目前使用的人工气候箱,其控制系统采用分立电子元件和专用功能器件(如湿度测量仪、定时器等)组合而成,结构复杂、功能不强(只能设置一个控制温度和一个控制湿度)。本文介绍了基于单片机的人工气候箱控制系统:温、湿度可实现分阶段控制,一昼夜(24 h)最多可以设定 12 个不同的控制温度和控制湿度,温度范围为 2~50 ℃,湿度范围为 50%~95%;光照功能,为适应不同的应用要求,光照分为手动和自动两种方式,

自动方式时,在 ROM 中存储了 8 个常用光照时间模式,使用时通过按键选择其中之一,这样就方便了操作;超温报警功能,当温度高于高温设定值 2 ℃或低于低温设定值 2 ℃时,相应报警灯点亮,控制电路切断输出。

### 1 温湿度控制原理与实现

系统运行时,首先从键盘输入各阶段时间、温度、湿度设定值,相邻放入一连续地址表列中,分时、温度值和湿度值各占一字节,表尾字节设置一结束标志(如可置数 FF)。系统通过一地址指针来查找定时时间和与之对应的温、湿度设定值,初

\* 收稿日期: 2002-10-28

作者简介: 黄晓因(1953-),男,南京市人,副教授,主要从事计算机教学与单片机研究。

始状态下,指针指向表列首址,对应于第一阶段。系统进入运行后,采样温、湿度值,并与当前阶段的温、湿度设定值比较后得到相应控制量,控制量作用于输出执行模块,从而实现温、湿度的调控。系统运行过程中,地址指针渐次向后移动,一旦检测到结束标志,指针又回到初始状态,开始新的循环周期。

温度升温采用电加热器,降温采用冷机;湿度加湿采用超声波电加湿器,去湿采用排湿风扇。

### 2 硬件系统组成

出于性价比和便于采购配件的考虑,单片机和 A/D 电路分别选用 8031 和 ADC 0809,硬件系统组成见图 1。

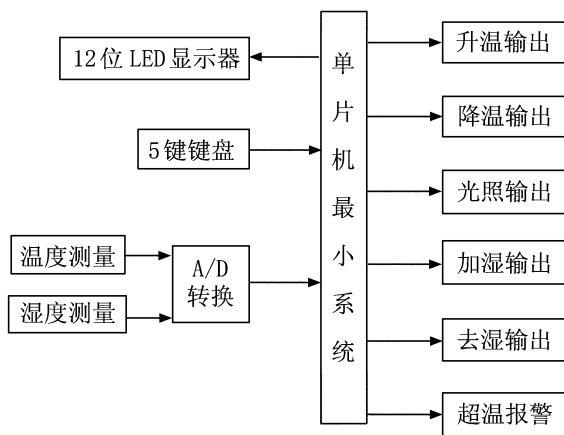


图 1 硬件系统组成

Fig. 1 Hardware system makeup

#### 2.1 温度测量和湿度测量

温度测量用传感器采用铂电阻,传感器经运放电路 LM324 进行温—电转换后,再通过 A/D 电路进入单片机。首先根据特性曲线,结合实际标定值,建立一个 A/D 转化值与温度值的对应表格,测量时,通过查表求出温度值。湿度测量采用干湿球法,所以其测量电路与温度测量电路相同,只是在得到干球温度和湿球温度后,还要通过计算才能得到相对湿度。求相对湿度的关键是计算饱和水汽压,通常由查表或公式法来计算水汽压,因表格占用太多内存,这里采用 LOWE 多项式近似式计算饱和水汽压<sup>[4]</sup>:

$$E = C_0 + C_1 T + C_2 T^2 + \dots + C_6 T^6$$

式中  $E$  为纯水平液面饱和水汽压(干球或湿

球);  $T$  为温度(干球或湿球);  $C_0 \sim C_6$  为常数。

相对湿度 =

$$\frac{\text{湿球饱和水汽压} - A(\text{干球温度} - \text{湿球温度})}{\text{干球饱和水汽压}} \times 100\%$$

式中  $A$ : 常数,与风速有关。

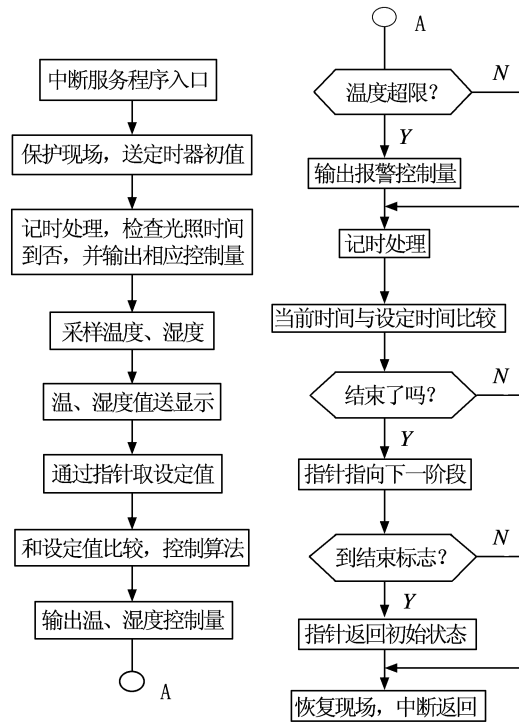


图 2 中断服务程序流程图

Fig. 2 Interrupt control routine block diagram

#### 2.2 功能键

系统共设置 5 个按键,分别为:光照选择键“L”,置数键“NUM”,模式转换键“MOD”,存储键“M”和启动键“R”。每按一次“MOD”键,循环进入以下状态:①设定时间分钟数→②设定时间小时数→③设定温度值→④设定湿度值。置数时,依次在每种状态下,用“NUM”键输入数据,然后用“M”键将其存入内存,接着再输入下一组数据。置数完毕后,按“R”键启动系统。

#### 2.3 输出执行模块

执行模块实现对气候箱各环境因子的控制,共 6 路,分别控制升温、降温设备,加湿、去湿设备,光照设备和报警设备。其中升温为连续控制,其余 5 路均为开关控制。升温控制策略采用 PID 算法,输出脉宽可调制型脉冲,用来控制电热器升温功率。由试验知,温度控制精度稳定在  $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ ,此结论与以前的研究和他人的研究结果<sup>[5]</sup>一致,由于升温控

制是人工气候箱实际使用中用得最多的控制,所以其精度稳定性极大地提高了整个系统的控制性能。

### 3 软件系统设计

软件部分包含有主程序、中断服务、测量、按键、显示、温度补偿和查表等功能模块,本文给出了中断服务子程序流程图(图 2),由于系统控制过程是由中断服务程序实现的,所以从中可以看到整个程序设计的思路和概貌。选定时器 0 作为定时时钟,取基本计时单位  $T = 0.1 \text{ s}$ ,则定时器时间常数设置值为:

$$X = 2^{16} - \frac{f_{\text{CLK}}}{12} T = 2^{16} - \frac{6 \times 10^6}{12} \times 0.1$$

$$= 15\ 536 \quad D = 3\ \text{CBOH}$$

(晶振频率  $f_{\text{CLK}} = 6 \text{ MHz}$ )

兼顾温、湿度的控制精度和波动,采样周期定为 10 s。

### 4 结束语

以上讨论的系统是 24 h 周期循环工作方式,

若在此基础上对有关程序作一些修改,则可实现不同的周期和非循环控制。这样,就能用于特殊要求的场合。

为配合研究项目“气象因子对烟叶生长过程的影响”的开展,我们研制了以上系统,在项目第一阶段的研究中发挥了很好的作用。使用结果表明:本系统操作简便、工作稳定、功能强,具有推广价值。

#### [参 考 文 献]

[1] 涂时亮,张友德,陈章龙. 单片微机软件设计方法[M]. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1989.

[2] 何立民. 单片机应用技术选编(7)[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1999.

[3] 张洪润. 实用自动控制[M]. 成都:四川科学技术出版社,1990.

[4] 李惠敏,郝新,苗淑敏. 交变温室测控系统设计[J]. 电子测量技术,2001,(3):12-13.

[5] 胥芳,张立彬,王俊. 全自动远红外烘干机微型控制系统的研究[J]. 农业工程学报,1997,(2):177-180.

=====

(上接第 224 页)

#### [参 考 文 献]

[1] 郭慧光,闫自中. 改变用肥战略,控制面源污染[J]. 云南环境科学,2000,19(2):1,15.

[2] 高柳青,晏维金. 富营养化对三湖水环境影响及防治探讨[J]. 资源科学,2002,24(3):19-25.

[3] 邓晴. 滇池流域生态环境现状及保护措施[J]. 云南环境科学,1998,17(3):32-34.

[4] 孟裕芳. 滇池外海氮、磷含量的发展趋势分析[J]. 云南环境科学,1999,18(4):32-33.

[5] 杨天蒙. 滇池富营养化现状、趋势及其综合防治对策[J]. 云南环境科学,2002,12(1):35-38.

[6] 杨文龙,杨树华. 滇池流域非点源污染控制区划研究[J]. 湖泊科学,1998,10(3):55-60.

[7] 张德威. 一优二高蔬菜栽培[M]. 上海:上海科学技术出版社,1993.

[8] 李酉开. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社,1983.

[9] 周顺利,张福锁,王兴仁. 冬小麦不同氮营养品种对氮反应吸收与土壤硝酸盐耗竭的研究[J]. 中国农业科学,2002,35(6):667-672.

[10] 徐小华,吾建祥. 水稻不同施肥方式对养分吸收和

肥料利用率的影响[J]. 安徽农业科学,2002,30(2):264-265.

[11] 彭少兵,黄见良,钟旭华,等. 提高中国稻田氮肥利用率的研究策略[J]. 中国农业科学,2002,35(9):1095-1103.

[12] 胡霭堂. 植物营养学(下)[M]. 北京:北京农业大学出版社,1995.

[13] ZHU Z L. Fate and management of fertilizer nitrogen in agro-ecosystems[A]. In: ZHU Z, WEN Q, FRENEY J R, et al. Nitrogen in Soils of China[C]. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 1997:239-279.

[14] 王艳,王景华,许福明. 锌肥对日光温室西芹硝酸盐及营养品质研究[J]. 生态学报,2001,21(4):681-683.

[15] 何天秀,王正银,何成辉. 钾氮营养平衡高产优质高效的关系[J]. 土壤通报,1999,30(5):227-229.

[16] 李俊良,崔德杰,孟祥霞,等. 山东寿光蔬菜保护地蔬菜施肥现状及问题的研究[J]. 土壤通报,2002,33(2):126-128.

[17] 鲁如坤. 土壤-植物营养学原理和施肥[M]. 北京:化学工业出版社,1998.

[18] 王敬国. 植物营养的土壤化学[M]. 北京:北京农业大学出版社,1995.