

# 基于超声波雾化器的农作物温湿度智能控制系统

周国雄<sup>1</sup>, 朱俊杰<sup>1</sup>, 郑伟<sup>2</sup>

(1. 中南林业科技大学 电子与信息工程学院, 长沙 410004; 2. 株洲九方装备模具实业有限公司, 湖南 株洲 412001)

**摘要:** 设计了一种基于超声波雾化器的农作物温湿度智能调节系统。超声波雾化器为系统核心器件, 它将高温度的热水雾化为直径  $5\mu\text{m}$  左右的水颗粒, 实现室内空气迅速升温、增湿, 净化空气。实际运行情况表明, 将其应用于农作物室内环境中, 无需人工干预, 温湿度自动调节, 控制简便、快捷, 抗干扰能力强。

**关键词:** 超声波雾化器; 温度传感器; 自动控制; 智能调节系统

**中图分类号:** S122; TP212

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-188X(2008)10-0142-03

## 0 引言

在某些气候干燥的地区, 保持室内农作物温湿度是一个十分重要的问题。据统计, 不耐寒的植物通常适合生长在高温与高湿的环境下。然而很多情况下, 植物因为无法在这种种植环境下生长, 导致成活率降低。基于此问题, 采用超声波加湿器处理热水将会是一种填补现今技术空白的有效办法<sup>[1]</sup>。由于水的比热相当大, 而空气比热很小, 用较少的水与空气进行热交换就可以使较多的空气升温, 对调节气温起着巨大的作用。基于超声波的加湿器具有加湿强度大、加湿均匀、加湿效率高和节能省电等特点<sup>[2]</sup>。笔者设计了一种基于超声波雾化器的农作物温湿度智能控制系统, 该系统是在快速、节能的前提下实现室内环境快速加温、加湿, 保证农作物的正常生长。

## 1 系统设计要求及工作原理

为了实现系统的智能调节控制, 笔者所设计的系统要求如下: 一是实现快速、均匀升温; 二是实时显示加温空间当前的温度和湿度, 用户可以通过控制面板对温湿度进行设定, 系统需自动控制各执行器件, 将室内温湿参数保持在用户设定值; 三是温湿度达到预设值时可以进行声光提醒; 四是可以设定为单独加湿模式; 五是自动检测水箱, 实现水位自动进水和排水; 六是系统需具有相当高的能源利用效率。

根据系统的设计要求确定系统的工作原理, 即以

超声波雾化器为系统核心器件, 将一定温度的热水雾化为直径  $5\mu\text{m}$  左右的水颗粒, 实现空间迅速升温、增湿和净化空气等功能。当接通电源后, 整机工作; 两个温度传感器分别反馈室温和水箱水温信息; 湿度传感器接收空气湿度信号; 液位传感器则反馈水箱液位信号; 同时, 系统检测用户是否自行设定了温湿度值, 若没有设定, 则调用系统默认设置。控制板以这些信号为基准开始各项控制工作。首先, 判断室内温度, 若温度低于系统默认值  $25^\circ\text{C}$ , 则需要启动雾化器给室内空气升温。启动雾化器之前要检测水箱水温, 如果水温不够高, 则需给水加热。加热启动前检测水位, 若水位在电热器件之上, 则启动电热器件给水加热; 若水位在设定水位之下, 则启动进水阀往水箱加水, 到达启动电热器件水位再启动加热。水箱中的水温度达到雾化设定值时开始雾化, 至此系统自动完成了雾化前的一系列信号反查的准备工作。随着雾化器的启动, 室内温度和湿度都在增加, 当达到用户设定值或系统默认值时, 雾化器停止工作, 系统进入温湿度保持状态; 当温度下降时, 再次启动雾化器。如此循环, 来保持室内温湿度在用户设定值上。

## 2 硬件电路设计

本系统硬件电路主要包括单片机小系统<sup>[3]</sup>、超声波雾化器、温度测量系统、湿度测量系统、水位控制电路、按键显示电路、加热电路、指示部件和控制部件等 9 个电路模块。

### 2.1 单片机系统

微控制器是整个系统的核心, 其选择比较重要。ATMEL 公司的低功耗和高性能的 CMOS 8 位单片机 AT89S52, 可构成真正的单片机最小应用系统, 具有缩小系统体积、增加系统可靠性和降低系统成本的特点, 能够满足设施农业环境智能控制系统的要求。

收稿日期: 2007-12-16

基金项目: 湖南省自然科学基金项目(02JJY203); 中南林业科技大学青年科学研究基金重点项目(07010A)

作者简介: 周国雄(1980-), 男, 湖南郴州人, 研究生, (E-mail) zhougx01@163.com。

## 2.2 超声波雾化器

超声波雾化器是本设计的一个核心器件,用于调节空气温湿度。它以水为介质,将电能经换能器转换成机械能,使水产生雾状微粒。一般采用分体式,即超声雾化头与电源和电路部分完全分离,便于携带,体积小,即插即用,设有自保功能,可靠性高,可全天工作。雾化器工作电路由振荡器、换能器和水位控制电路等组成。

### 2.2.1 振荡器和换能器

振荡器是一种由高频压电陶瓷片 TD(超声换能器)组成的工作振荡器,其振荡频率为 1.65MHz(决定于选定的 TD)。晶体三极管和电容器构成电容三点式振荡器电路。压电陶瓷片 TD 具有很大的等效电感,它除决定电路的工作频率外,同时又是雾化器的工作负载。若更换压电陶瓷片 TD,无需调整电路其他参数,其振荡器频率也能自动跟踪新的压电陶瓷片的频率而工作。

### 2.2.2 水位控制和偏置电路

电路中的超声换能器 TD(又称雾化头)和其上安装的两根水位控制触针均都是浸没在浅水水溶液中工作的。若长期雾化,一旦液面降低而使雾化头的水位控制触针露出水面时,振荡器会自动停止工作,从而避免了雾化头因发热而损坏。

## 2.3 温度测量系统

本系统有两个温度测量点:一个是室内温度测量,温度值直接显示到控制板的数码管上面,实时通知用户室内温度,用户可以通过感知已知的室内温度,在用户面板设定想要的室内温度值,达到最佳的加温效果;另一个是水温测量,当水的温度达到雾化器启动温度范围时,通知单片机可以启动超声波雾化器,否则雾化器停止工作并启动加热装置给水加热,实现热水雾化的自动控制,防止雾化冷水反而降低室内温度。

由于温度偏高,在系统设计时首先考虑的是用热电偶,但是其转换电路较为复杂,增加了电路的制作成本。在比较了大量测温方案之后,决定采用集成温度测量芯片 DS18B20。芯片 DS18B20 转换速度快,转换精度高,与微处理器的接口简单,给硬件设计工作带来了极大的方便,能有效地降低成本,缩短开发周期,而且系统利用 DS18B20 成功地实现了双温度单总线的测量,既简化了电路,又增加了系统的可靠性。

## 2.4 湿度测量系统

湿度测量系统包括湿度传感器和 A/D 模块两部分。为了保证室内湿度处于正常范围,系统设置了湿度检测电路。在加湿模式下,当湿度超过设定值时,

雾化器自动停止工作,而后随着空气的流动,湿度下降。当降到设定好的湿度下限值时,自动通知 CPU 启动雾化器,保持室内湿度。系统采用的湿度传感器是 CHTM-02/N 湿度传感器。由于该传感器输出为电压信号,为了形成单片机便于处理的数字信号,需要把湿度信号进行 A/D 转换。在本设计中,采用了美国 TI 公司生产的 10 位模数转换器 TLC1549。

## 2.5 水位控制电路

水箱水位采用三级水位监控,3 个探针分别位于水箱顶部、加热器件上方和水箱底部。顶部探针用于水箱溢出指示;中部探针用于检测水位是否在加热器件上方,以通知单片机能否启动电热器件;底部探针用于指示水箱是否有水,该功能为附加功能指示。当进水管电磁阀打开时,水箱开始进水,各探针检测各自水位,实现进水、排水、加热和雾化等自动控制。

## 2.6 按键显示电路

本设计采用了 8 个数码管,分别用于显示室温及温度设定值、室内湿度及湿度设定值。由于用单片机 I/O 口直接驱动无法实现,因此在设计时采用了动态扫描的方式。

## 2.7 加热电路

加热部件采用了电热方式,具有效率高、无污染、温度易控制、辅助设施少和操作简便等特点。用电阻炉加热,在理论上可获得 80% 以上的热利用率。本设计中,电热器的启动或停止完全由单片机自动控制,温度传感器反馈的水温如果达到了雾化器的启动温度,电热装置则待命;一旦温度下降,雾化器停止工作,随即启动电热装置给水加热;当达到程序设定的温度值时,自动停止加热。按照室温决定是否启动雾化,如此循环,保证整个系统有序工作。

## 2.8 指示部件

为了方便用户使用,系统设置了温湿度指示电路。当室内温度达到用户设定值或水箱无水时,单片机控制蜂鸣器发声,并点亮发光二极管,同时发出停止雾化器工作的指令,通知用户可以进入浴室淋浴。

## 2.9 控制部件

本设计的控制执行机构为系统的一大亮点。为了系统能够可靠地工作,大量采用了单片机控制的执行器件。如果室内温度传感器检测到室温偏低,随即通过单片机控制固态继电器启动雾化器进行升温。若水温传感器检测到水温偏低,还未到雾化器的启动温度,则启动电热装置对水进行加热。另外,加热、雾化还受制于水箱水位。若水箱水位没有超过电热装置,则启动进水阀给水箱注水。进出水由专门的电磁阀来完成,电磁阀通过固态继电器受控于单片机,单片

机控制进出水的信号来自于水位信号,严格地控制着系统的运行。

### 3 运行情况

经实际测试,在  $9\text{m}^3$  空间范围内,设为加温和加

湿模式时,从给水箱加水到启动雾化,温度上升  $100^\circ\text{C}$  需要 10min 的时间,完全达到了系统的设计要求。将本系统与现今流行的加热和加湿类产品列表对比如表 1 所示。

表 1 功能比较表

产品	功能	系统成本/元	平均功率/W	应用场合	可推广性
本产品	加热加湿,恒温恒湿,单独加湿	1 000 左右	200	农作物生长大棚	好
恒温恒湿空调机	加热,加湿,恒温,恒湿	10 000 以上	高	工厂,特殊场地	一般
普通空调	加温,恒温	1 500 左右	高	家庭	好

由表 1 的比较可以看出,超声波加热、加湿器相对于现有类似产品来说,具有更好的推广价值。它升温均匀、迅速,可对温度、湿度和水位等实现全自动检测控制,操作简单,实用性强,成本低,效率高,使用范围广,兼具普通空调和加湿器的功能,以加湿器的价格实现了昂贵的恒温和恒湿空调的功能,具有非常广泛的市场应用价值。

### 4 结束语

笔者设计的基于超声波的智能调节控制系统通过

超声波将热水雾化,实行了室内的快速升温以及加湿的作用,可广泛应用于蔬菜和花卉种植等设施农业的环境控制,具有十分广阔的市场前景。

### 参考文献:

- [1] 应崇福. 超声学[M]. 北京:科学出版社,1974.
- [2] 孙晓霞. 超声波雾化喷嘴的研究进展[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
- [3] 周国雄,许明情. 城市公交车自动报站系统设计及其应用[J]. 装备制造技术,2007(4):109-111.

## An Intelligent Crop Temperature and Humidity Control System Based on Ultrasonic Atomization

ZHOU Guo-xiong<sup>1</sup>, ZHU Jun-jie<sup>1</sup>, ZHENG Wei<sup>2</sup>

(1. School of Electron & Information Engineering, Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, China; 2. Zhuzhou Gofront Mold Equipment Co. Ltd, Zhuzhou 412001, China)

**Abstract:** An intelligent-conditioning system based on ultrasonic atomizing is presented. The Ultrasonic nebulizer device is core for the system, which can atomize the high-temperature hot water to 5 microns diameter water particles, and indoor air rapidly being warming, humidifying and purification can be achieved. Practical shows that the system can auto adjust without manual intervention. it control simple and efficient, and has strong interference capability. after it is applied to crops in the indoor environment.

**Key words:** ultrasonic atomizer; temperature sensors; automatic control; intelligent-conditioning