

吴霞,王世荣,王长军,等. 温室定时轮流喷雾控制系统设计与应用[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):404-407.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.112

温室定时轮流喷雾控制系统设计与应用

吴霞,王世荣,王长军,罗昀

(宁夏农林科学院农业资源与环境研究所,宁夏银川 750002)

摘要:温室中的温度和湿度是决定农作物生长的关键因素之一,利用喷雾设备进行喷雾是目前进行温室降温和加湿的主要方式,目前温室喷雾大多采用人工控制的方式,不但精确度不高且浪费人力,最主要还会出现喷雾不及时导致作物减产的问题。针对温室固定式喷雾设备设计定时轮流自动喷雾控制系统,可实现温室分区域定时轮流自动喷雾,控制系统带有自主设定功能,用户可根据不同作物需求、不同季节调整喷雾用水量和休息间隔,达到精确控制温室温湿度的目的,实现温室作物增产增效的目的。

关键词:温室;定时轮流喷雾;控制系统;单片机

中图分类号: S24; TP273 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)03-0404-03

宁夏地处中国西北内陆干旱地区,属于重度缺水地区。随着宁夏经济持续快速发展,水资源供需矛盾日趋突出^[1-2]。2007 年,宁夏把发展设施农业和现代农业作为农业结构调整的主攻方向,目前宁夏设施农业总面积已超过 80 万 hm^2 。随着设施农业的迅猛发展,对温室智能化监控与自动化管理的要求日益迫切,研究开发并推广使用性能优越、运行可靠的温室智能控制系统将是温室生产走向产业化和高效化的必由之路^[3-5]。

设施温室中作物需水完全靠人工灌溉补给,可控性较强,因此智能化灌溉控制系统是目前研究的重点,温室喷雾就是其中一个研究方向,近些年已经涌现出很多研发成果。张俊雄等研发了温室内移动对靶喷雾系统,可实现对篱架型植物以 0.2 m × 0.2 m 区域为靶标的精准喷雾^[6]。石建业等研制了智能遥控拉移动式温室专用喷雾机,为温室生产者提供了一种无需人工背负、施药效率高、价格低廉、使用方便的农药喷雾工具^[7]。梁谦等研究表明,小型行走式喷雾系统对塑料大棚双孢菇土壤含水量、喷洒均匀度、双孢菇产量都有积极的影响^[8]。玄子玉等研发了基于单片机的变量喷雾控制器,可根据需要自动调节喷雾量^[9]。现有研究成果虽然能够满足温室温湿度控制精确度的需要,但是存在成本高、操作复杂、运行维护不便等问题,难以大量推广使用。

近几年,宁夏多个农业科技示范园区采用了自动化的温室控制设备和系统,包括温度、湿度、 CO_2 浓度、光照等数据采集设备、水肥一体化智能灌溉施肥系统等^[10-12],这些设备和系统的核心控制部件均由北京、上海、南京等发达地区研究和开发,部分尖端设备是从日本、美国等发达国家引进^[13-14]。引进设备和系统功能完善、性能优越、控制精度高,可准确监测和控制温室环境,提高温室作物产量与品质,但运行维护成

本较高,难以长期使用。而宁夏在设施温室环境监测和自动化控制方面的研究落后且进展缓慢,缺乏实用的研究成果和掌握核心技术的科技人员,制约了宁夏设施农业的现代化发展^[15-16]。

针对上述问题,本研究选择宁夏设施温室需求较大的温室喷雾控制设备为研究对象,设计了温室定时轮流喷雾控制系统,可实现对温室分区域定时轮流自动喷雾,提高温室温湿度控制精度。该控制系统功能简单、操作方便、成本低廉,可满足更多农户的需求。

1 温室定时轮流喷雾控制系统总体设计

温室喷雾由于喷雾面积过大水压不足的问题,经常影响喷雾效果^[17]。针对固定式喷雾系统水压不稳定的问题,设计了分区域定时轮流自动喷雾控制系统。首先根据温室大小和作物喷雾需求将温室划分为若干个不同区域,然后各区域分别安装喷雾管道和电磁阀,最后由主管道将各站连接在一起,并安装喷雾控制器、水量计数器、压力罐、水泵等,形成一个喷雾系统。整个喷雾系统由控制器自动控制,根据程序设定的喷雾时间和间隔,依次启动和关闭各站的电磁阀,实现整个温室定时轮流自动喷雾;同时通过水泵和压力罐保证喷雾水量和压力的持续稳定。温室定时轮流自动喷雾系统如图 1 所示。

1.1 分区域喷雾管道布设

为了保证温室喷雾水量及水压充足稳定,本控制系统采用了分区域轮流喷雾的方式,即将大型温室分为若干小区域,每个区域安装若干条喷雾管道,每条管道安装若干个喷头,形成喷雾管网;每个区域轮流进行喷雾,可保证每个区域有充足的水量和稳定的水压,提高喷雾效果。具体温室喷雾管道可根据实际情况进行布设,例如:1 个 8 m × 80 m 的温室可为 8 个区域,主管道用 20 mm 的铝塑管,支管道用 20 mm 的 PE 管,喷雾头密度 1.5 m × 2 m。

1.2 喷雾控制器设计

喷雾控制器是整个系统的核心,用于控制喷雾系统自动喷雾。为了达到简单易用、稳定可靠、低成本的需求,在满足

收稿日期:2015-02-28

基金项目:宁夏回族自治区自然科学基金(编号:NZ14202)。

作者简介:吴霞(1982—),女,宁夏吴忠人,硕士,助理研究员,主要从事农业信息化研究。E-mail:wuxia-xia@163.com。

通信作者:王世荣,研究员。E-mail:3.9713495@qq.com。

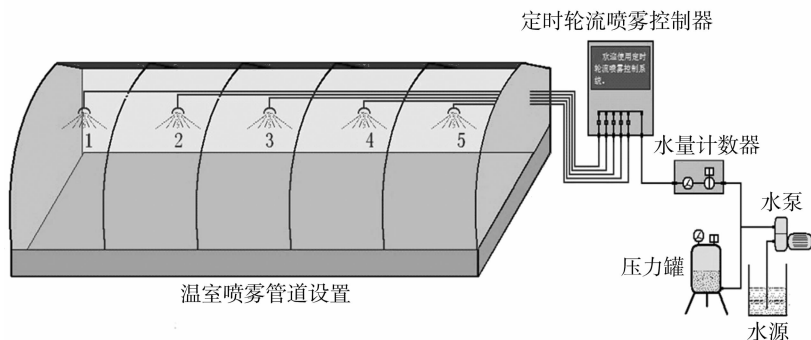


图1 温室定时轮流自动喷雾示意图

所需功能的基础上控制器尽可能采用较少的电子元件,主要包括核心单片机、LCD 显示屏、操作按钮、继电器输出等部件。控制器安装于主管道与与压力罐之间,控制器上的继电器与各站的电磁阀一一对应连接,控制器可通过继电器控制电磁阀的开关,实现自动轮流喷雾。

1.3 喷雾水压处理

喷雾水量及水压的持续稳定是保证喷雾效果的关键,该控制系统即通过分区域喷雾降低单次喷雾用水量及水压,同时也通过安装水泵和压力罐来稳定喷雾水压,起到平衡水量及压力的作用。正常情况下,水泵可在无人控制的情况下工作,并可根据用水量的变化,自行调整水泵开停次数与工作时间,保证向喷雾管道连续稳定供水。水泵和压力罐一般可根据温室具体情况选定。

2 温室定时轮流喷雾控制系统硬件设计

控制器是整个定时轮流喷雾控制系统的关键,而决定控制器性能和成本的关键就是微处理器,相对于工业级控制器相言,温室自动控制系统对微处理器速度要求不高,故选择一般的 8 位微处理器即可满足要求,而且可以节约控制器研发成本。本控制器核心微处理器选用 STC12C5A60S2 单片机,其他相关硬件构成有 12864LCD 显示电路、水量计数器控制电路、操作按钮电路、继电器输出 LED 指示灯电路、MAX232 串口通讯电路等,控制器硬件结构如图 2 所示。

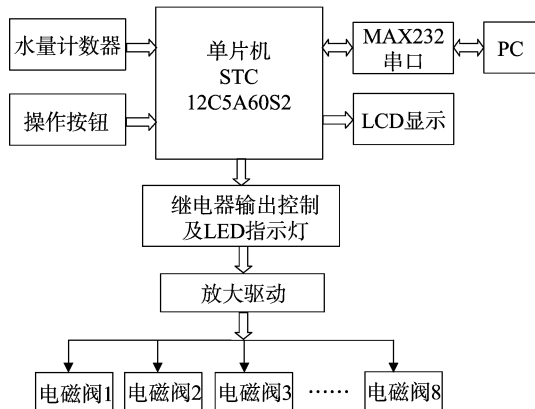


图2 温室定时轮流喷雾控制器硬件结构示意

2.1 核心处理器

本控制器采用 STC12C5A60S2 单片机,该单片机是高速、低功耗、超强抗干扰的新一代 8051 单片机,指令代码完全兼容传统 8051,但速度快 8 ~ 12 倍^[18]。该单片机有 4 组 8 位

I/O 口,3 个定时计数器,1 个全双工串行口,具有 6 个中断源,3 个定时计数器中断,2 个外部中断,1 个串口中断。内部带有 1 kb 静态非易失性 EEPROM 和看门狗,利用该芯片的 EEPROM 存储数据可防止掉电丢失^[19]。使用该芯片既可以满足喷雾系统处理速度要求,又具有简单的记忆存储功能,以免掉电数据丢失,避免重复设置的麻烦,而且价格低廉,满足控制器低成本要求。

2.2 水量计数器

本控制器的水量计数器采用霍尔流量传感器,主要由塑料阀体、水流转子组件和霍尔传感器组成。将它装在喷雾系统主管道上,当水通过水流转子组件时,磁性转子转动并且转速随着流量变化而变化,霍尔传感器输出相应脉冲信号,反馈给控制器,由控制器判断水流量的大小。它具有反映灵敏、寿命长、动作迅速、安全可靠、连接方便等优点。霍尔流量传感器输出的脉冲信号通过放大电路与单片机外部中断引脚相连接,通过对脉冲进行计数来计量喷雾用水量。

2.3 LCD 显示

本控制器采用 XY12864G LCD 显示屏,用于显示相关数据以及各操作过程和状态,操作简单,智能化程度高。该显示屏带有 1 个 16 × 16 的点阵液晶显示模块,可显示 4 行汉字,每行可显示 8 个汉字或 16 个英文字符或数字,也可显示图形,蓝底白字,清晰美观^[20]。LCD 显示屏采用并口工作方式与单片机相连,并连接 1 个 10 kΩ 电位器用于调节显示屏亮度,以便根据不同光照条件进行亮度调节,使显示更加清晰。

2.4 操作按钮电路

本控制器设计了 6 个操作按钮,包括 1 个复位按钮,1 个手动/自动工作模式转换按钮,4 个系统设置及加减操作按钮。

2.5 继电器输出及 LED 指示灯电路

本控制器设计了 8 个输出控制继电器,最多可支持 8 站轮流喷雾,每个继电器带有 1 个 LED 指示灯,用以指示继电器工作状态。每个继电器通过功率放大驱动与 1 个电磁阀连接,单片机通过控制继电器的闭合带动电磁阀的打开与关闭,实现对喷雾系统的自动控制。

2.6 MAX232 串口通讯电路

采用 MAX232CPE 芯片设计,主要作用是将单片机输出的 TTL 电平信号转换成 PC 机能接收的 RS232 电平信号或将 PC 机输出的 RS232 电平信号转换成单片机能接收的 TTL 电平信号,以此实现单片机与 PC 机的通讯。用于通过 PC 机向单片机写入程序和通过 PC 机(上位机)控制喷雾系统。

3 温室定时轮流喷雾控制系统软件设计

定时轮流喷雾系统的控制程序采用 C 语言编写,利用 Keil uVision4 进行编写并编译生成 Hex 文件,再烧录到单片机内。控制程序的工作过程为:当系统接通电源或按下复位按钮后,首先进行初始化工作,包括 I/O 口初始化、时钟初始化、LCD 显示屏初始化等;初始化完成后读取单片机 EEPROM 中存储的参数开始工作,控制器默认进入自动工作方式,首先启动第 1 站继电器开始喷雾,同时水量计数器进行计数,达到系统设定的喷雾水量后关闭继电器停止喷雾,紧接着启动第 2 站进行喷雾,依次类推,直至所有站点全部喷雾完成;然后系统进入停止阶段,直到设定的休息时间结束再次启动喷雾继电器进行轮流喷雾。在喷雾的同时程序每隔 100 ms 进行按键扫描,如有按键操作则停止喷雾,进入相关的参数设定程序。

另外,系统还设计了手动控制方式,可通过自动/手动按钮进行工作方式的切换。手动控制方式工作过程为:首先由操作人员按加減按钮选择要喷雾的站点,然后按下开始按钮进行喷雾,停止喷雾时按下停止按钮即可。在整个程序运行过程中,LCD 显示屏和 LED 指示灯实时显示各项操作过程和系统状态,方便用户清晰直观地了解喷雾系统运行状况。程序流程如图 3 所示。

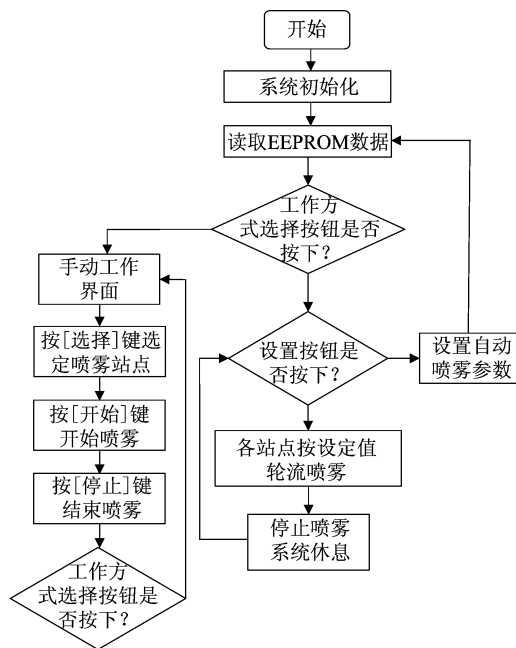


图3 定时轮流喷雾系统程序流程

部分 C 语言程序设计的代码如下:

```

init(); //系统初始化
while(welcome_sec > 0)
display_welcome();
while(1)
{
    keyscan(); //按键扫描
    if(status_control == 0)
    {

```

```

        if(set == 0)
        {
            display(); //LCD 显示
            auto(); //自动控制
        }
    }
    if(status_control == 1)
    {
        if(set == 0)
        {
            display(); //LCD 显示
            manual(); //手动控制
        }
    }
}

```

4 系统应用情况

本控制系统已经于 2014 年 5 月份在宁夏园林场枸杞育苗温室进行了初步试验,该温室宽 8 m、长 60 m,主要进行枸杞扦插育苗。根据枸杞育苗需要,按长度将温室划分为 6 个区域,即 6 站,每站长 9 m。首先沿温室长度方向布设喷雾主管道,然后各站中每隔 1.5 m 布设 1 条支管道,最后支管上每隔 1.5 m 安装 1 个喷雾头,即每站控制 30 个喷雾头。水泵和压力罐安装在温室靠近水源的地方,控制器安装在温室操作间,控制器通过信号线与水泵、各站电磁阀相连,形成一个整体喷雾系统。经过半年多的试验,定时轮流喷雾系统可以根据用户的设定准确进行喷雾,保证温室内的温度和湿度符合枸杞育苗需求,使得枸杞扦插育苗的成活率有较大提高,而且大大降低了人工成本。同时,在宁夏永宁县 2 座种植蘑菇的温室安装了定时轮流喷雾控制器。该温室已经有喷雾管道,而且已经按不同蘑菇生长状况进行了分区,平时主要靠人工操作,常常因控制不准确影响蘑菇的生长。安装了控制器以后,不但节省了人力且控制精度大大提高,受到用户的欢迎。另外,本系统操作简便、成本低廉,且易于安装维护,可满足一般温室喷雾需求。

参考文献:

- [1] 闫晓红,段汉明,吴 斐. 宁夏水资源现状、问题及对策[J]. 地下水,2011,33(1):117-118.
- [2] 王志良,杨 婷. 宁夏水资源可持续利用的理性思考[J]. 水土保持研究,2006,13(6):278-281.
- [3] 康 义. 宁夏设施农业发展现状及对策[J]. 宁夏农林科技,2012,53(5):56-57,67.
- [4] 张耀武. 宁夏设施农业产业化发展研究[J]. 农业科学研究,2011,32(4):54-59.
- [5] 温学萍,俞凤娟,张 翔,等. 农业物联网技术在宁夏设施农业中推广应用初探[J]. 宁夏农林科技,2014(5):13-14,28.
- [6] 张俊雄,曹峥勇,耿长兴,等. 温室精准对靶喷雾机器人研制[J]. 农业工程学报,2009,25(增刊2):70-73.
- [7] 石建业,任生兰,马彦霞,等. 智能遥控拉移动式温室专用喷雾机的研制[J]. 农业科技与装备,2014(7):26-27.
- [8] 梁 谦,贾生海,安进强. 塑料大棚双孢菇小型行走式喷雾系统

刘瑞歌,孟丽丽,宋 锋,等. 基于 AVR 的多功能种子筛选机的设计[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):407-409.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.113

基于 AVR 的多功能种子筛选机的设计

刘瑞歌¹, 孟丽丽², 宋 锋¹, 张恭民¹, 隋洪亮¹

(1. 滨州学院机电工程系, 山东滨州 256603; 2. 华北理工大学机械工程学院, 河北唐山 063009)

摘要:设计了 1 款基于 AVR 的多功能种子筛选机,并详细介绍了该种子筛选机的机械结构。电气控制部分由 AVR 单片机作为控制中枢,运用光电开关、压力传感器等传感器件,与电机、舵机和液晶显示屏完美配合,实现了人机交互、实时显示等不同功能。此外,详细说明了种子筛选机的筛选原理和理论基础。该设计能有效提高种子的筛选速度和筛选效果,能对筛选出来的种子进行拌药和称质量,节省人力物力,具有广阔的应用前景。

关键词:AVR;种子筛选;拌药;称质量

中图分类号:S226.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)03-0407-03

传统筛选种子的方法是依靠工人眼看手挑,这种手工作业的方式效率低,且效果不佳,为了适应农业的快速发展,市场上出现了种子筛选机。目前种子筛选机的筛网大多使用平面圆孔筛或方孔筛,在筛选过程中,当进料速度过快时,筛网上积攒的种子过多,甚至会阻塞网孔,直接影响种子的筛选速度和筛选效果。种子筛选出来后,在种子种植前有时需要对种子拌药,以防止病虫害的发生。然而,目前种子筛选机只能单纯地进行种子筛选,不能对筛选出来的种子进行拌药。因此,往往采用人工方式对种子拌药,由于农药易挥发,挥发出来的农药易对人体造成伤害,人工拌药时加药剂量难以控制,且存在搅拌不均匀的情况,拌药程度全靠人工掌握。此外,种子筛选出来后往往还需要量化封装,目前种子筛选机也不能对筛选出来的种子进行称质量,需要采取人工方式对筛选出来的种子进行称质量,不便于将种子量化封装^[1-2]。为了克服以上不足,提供一种多功能种子筛选机,不但能够有效提高种子的筛选速度和筛选效果,而且能够对筛选出来的种子进

行拌药,准确控制加药剂量,使种子拌药均匀,避免人工拌药时农药对人体的伤害,还能够对筛选出来的种子进行称质量,便于对筛选出来的种子量化封装,节省人力、物力,具有推广应用价值。

1 种子筛选机的结构设计

多功能种子筛选机,包括移动车架,移动车架的内部固定有进料装置和筛选装置,筛选装置位于进料装置的下方,进料装置包括料槽,料槽包括进料口和出料口,筛选装置包括上框体、中框体和下框体,上框体通过中框体与下框体连接;上框体的底部为平面筛网,上框体的侧壁固定有用于导出杂质的第二导管,料槽的出料口位于平面筛网的正上方;中框体的底部为棱面筛网,中框体的侧壁固定有用于导出种子的第一导管;下框体的底部为托板,下框体的侧壁固定有用于导出种子和杂质的第三导管;系统整体结构框架由高强度方形管焊接而成,底部装有具有自锁功能的万向轮,方便移动,机械结构由进料模块、筛选分离模块、拌药模块和称质量模块等组成,各部分交互配合,简便实用(图 1)。

打开电源,称质量托盘右移及拌药桶底部的出料阀门闭合,完成机械装置的初始化;然后进料部分的出料口闭合,等待放料,待放料完成后,电机带动丝杆转动控制出料口的开闭

收稿日期:2015-03-30

基金项目:滨州学院国家级大学生创新训练计划(编号:201410449039)。

作者简介:刘瑞歌(1978—),女,河北唐县人,硕士,副教授,主要从事机械科学与技术、计算机测控技术的教学和研究。E-mail:lrq0903@163.com。

灌溉研究[J]. 山西农业科学,2011,39(8):869-871.

[9] 玄子玉,张玉峰,张玲玉. 基于 STC 单片机的变量喷雾控制器设计[J]. 林业机械与木工设备,2011(9):43-45.

[10] 郭正礼,张耀武,吴灵捷. 宁夏设施农业市场问题研究[J]. 宁夏社会科学,2008(6):62-66.

[11] 张卫东,刘书林,张伟亮,等. 西北地区日光温室环境调控技术[J]. 北方园艺,2012(20):34-35.

[12] 李萍萍,王纪章. 温室环境信息智能化管理研究进展[J]. 农业机械学报,2014,45(4):236-243.

[13] Qi R, Qin L L, Xue M S, et al. The design and application of a greenhouse control system based on CAN [J]. Industrial Instrumentation & Automation, 2005(3):17-20.

[14] Gomez - Melendez D, Lopez - Lambrano A, Herrera - Ruiz G, et al. Fuzzy irrigation greenhouse control system based on a field program-

mable gate array [J]. African Journal of Agricultural Research, 2011,6(11):2544-2557.

[15] 吴小伟,史志中,钟志堂,等. 国内温室环境在线控制系统的研究进展[J]. 农机化研究,2013(4):1-7,18.

[16] 杜尚丰,李迎霞,马承伟,等. 中国温室环境控制硬件系统研究进展[J]. 农业工程学报,2004,20(1):7-12.

[17] 赵德菱,高崇义,梁 建. 温室内高压喷雾系统降温效果初探[J]. 农业工程学报,2000,16(1):87-89.

[18] 王 鑫,崔忠林,刘 建. 基于 STC12C5A16S2 的温度采集系统的设计[J]. 微型机与应用,2012,31(20):24-26,29.

[19] 魏超全,孙长胜,陈家果,等. 基于 STC12C5 A60S2 的矿用多参数传感器硬件电路设计[J]. 煤矿机电,2014(2):34-38,41.

[20] 李金群. 基于 51 单片机的 12864 液晶图文显示研究[J]. 机电信息,2010(36):139-140.