

蔡长青,侯首印,张 桢,等. 温室智能灌溉水肥一体化监控系统[J]. 江苏农业科学,2017,45(10):164-166.

doi:10.15889/j. issn. 1002-1302. 2017. 10. 046

# 温室智能灌溉水肥一体化监控系统

蔡长青<sup>1</sup>, 侯首印<sup>2</sup>, 张 桢<sup>3</sup>, 郑 萍<sup>3</sup>, 张继成<sup>3</sup>

(1. 长春工程学院电气与信息学院, 吉林长春 130012; 2. 东北农业大学工程学院, 黑龙江哈尔滨 150030;

3. 东北农业大学电气与信息学院, 黑龙江哈尔滨 150030)

**摘要:**水肥一体化是将灌溉与施肥相结合的一项综合技术,具有省肥、省水、省工、环保、高产、高效的突出优点,目前生产型日光温室的水肥一体化灌溉施肥和灌溉作业,多数依靠人工经验完成,灌溉的及时性、科学性及智能化程度不高。本研究应用 STM32 嵌入式系统,实时采集埋入土壤中的上、中、下 3 个深度的湿度传感器的数据,根据不同作物预定的施肥、灌溉策略,自动控制完成温室水肥一体化灌溉作业。该系统同时具有远程监控功能,采用全球移动通信(global system for mobile, GSM)模块给用户提远距短消息服务,用户不仅可以通过短信对温室灌溉、光照、通风的远程智能监测,同时可远程控制系统作业的启停,以此实现温室环境的自动化管理,达到远程施肥与节水灌溉的目的。

**关键词:**智能温室;水肥一体;STM32;远程监控;GSM

**中图分类号:** S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)10-0164-03

目前温室智能水肥一体化灌溉监控系统的发展主要侧重在监测、灌溉、节水及对温室信息的采集上,自动控制水平不高,采集的数据信息及控制状态也只能在系统嵌入的设备上统一显示,并不能在各节点进行数据采集及控制状态的显示,并且在数据的采集上,采集节点并不能达到经济、便利、自由的安置,对温室环境也不能实现远距离实时查询监控<sup>[1-4]</sup>。本研究所设计的温室水肥一体化智能监控系统装置,通过采集温室区域内多个点位、深度的土壤湿度数据,对比设定的土壤中上、中、下 3 个深度的湿度阈值,计算出当前温室的最佳灌溉量,通过自动启停水肥一体化灌溉装置,自行调控温室的灌溉时间和灌溉量。同时监控系统具有全球移动通信(global system for mobile, 简称 GSM)短消息服务功能,温室环境信息及控制过程通过定时发送给用户,用户可定时获取含温室环境信息的短消息,也可随时向主控系统发送查询、控制短消息,进行温室环境信息的实时查询及控制命令的下达,实现远距离实时温室环境信息监控,达到节水灌溉的目的<sup>[5-10]</sup>。

## 1 系统方案与试验设计

### 1.1 系统方案

本研究总体划分为智能调控系统与远程信息服务系统 2 个部分。智能调控系统有主控系统和监控终端 2 个模块构成:主控系统以 STM32 F4Discovery 为控制处理器,重点解决温室整体管控信息的管理、数据的收集存储、施控数据的计算及控制指令的下达、用户服务信息的处理;监控终端以单片机为控制处理器,负责温室环境传感器的实时数据获取,接收主控系统的指令,上传数据、启停执行装置,可视化查询节点状

态及监测数据;远程信息服务系统通过 GSM 的 Internet 接入功能实现,通过绑定手机卡,以手机短消息的方式实现温室实时调控状态及温室环境信息的发送。监控终端以 89C52 单片机为控制处理器,实现控制终端的信息采集和执行机构的启停操作。系统设计整体思路如图 1 所示。

1.1.1 研究的总体设计 首先,监控终端模块下的多点位温室环境采集单元实时采集土壤上、中、下 3 个深度的温湿度、叶面光照度等温室环境信息,并存储本地存储卡中,监控终端模块随时等待主控系统的唤醒,接收指令、上传阶段时间内采集的温室环境数据,并根据指令控制执行装置的启停作业;其次,主控系统按设定顺序,依次循环唤醒监控终端,接收监控终端上传的环境数据及状态数据、存储数据,信息汇总,根据接收到的监测终端节点的环境数据,结合设定的温室种植作物的生长阶段所需的水、肥信息,分析与处理生成执行机构启停控制指令,下传给监控终端,主控系统实时根据操控者需要进行各监控终端节点的工作状态、监测数据、指令下达记录等信息的查询服务;再次,主控系统根据设定时间,定时将采集到的监控终端的温室环境数据通过 RS232 接口与 GSM 透明数据传输终端相连,通过 GSM 模块将数据传输终端内置嵌入式处理器对数据进行处理、协议封装后通过 GSM 网络发送给用户,用户不受地域限制随时接收远程温室环境信息数据短信息服务,如发现异常状态可以通过短消息向主控系统下达温室水肥一体化终端发出启停指令,及时修正主控系统参数设定,实现温室灌溉及环境的实时远程控制。

1.1.2 智能调控系统设计 研究将智能调控系统划分为主控系统和监控终端 2 个功能模块。其中主控系统是温室水肥一体化实施的关键环节:对上,主控系统通过 GSM 模块,以短消息形式实现监控信息的远距离通讯;对下,主控系统根据温室内各传感器采集的数据进行运算分析生成控制指令;主控系统本身还要实现用户的各种参数的设定、信息的查询等服务。监控终端是温室水肥一体化的实际执行模块,负责环境数据采集、执行机构启停的具体操作。

收稿日期:2016-10-13

基金项目:吉林省教育厅科研计划(编号:2014322)。

作者简介:蔡长青(1970—),女,吉林长春人,博士,教授,研究方向为农业电气化与自动化。E-mail:100542@qq.com。

通信作者:张继成,博士,高级工程师,研究方向为农业电气化与自动化。E-mail:zhangjicheng@neau.edu.cn。

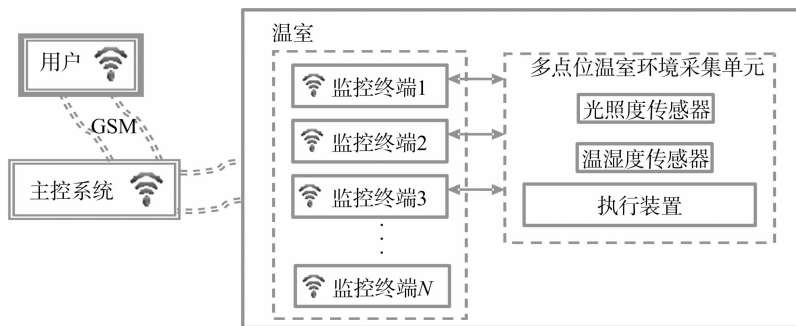


图1 智能调控系统设计整体思路

主控系统以数据查询、数据通信、指令生成、信息管理为主要功能,结构如图2所示。监控终端结构如图3所示。

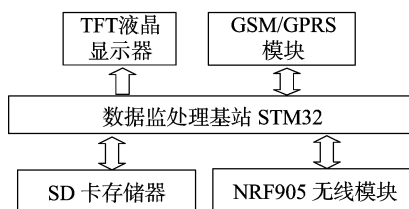


图2 STM32 主控系统的结构

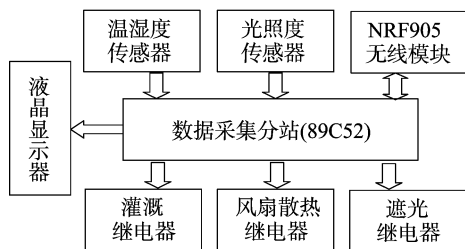


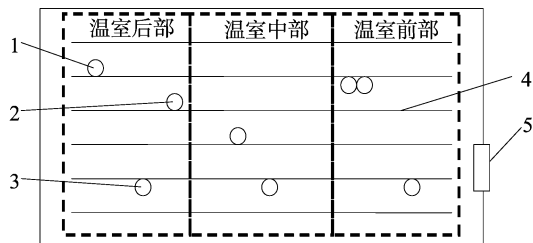
图3 监控终端的结构

## 1.2 试验设计

**1.2.1 试验** 本研究以番茄温室种植灌溉为系统试验对象,通过对同一时期内智能监控灌溉与传统灌溉2种灌溉模式下的灌溉用水量及产量进行对比试验。于2014年10月至2014年12月在长春市绿园区农业技术推广站温室进行试验。温室长70.0 m、宽6.0 m、高3.5 m,有补光、加温系统。采用地面起垄,垄上种植方式,每个温室起垄6行,每垄定植150株,每个温室共定植900株番茄,定植时间为10月2日。温室1中安装温室智能水肥一体化灌溉监控系统,进行温室灌溉智能化管理模式,温室2采用传统灌溉管理模式。试验期间,不定时通过手动或远程遥控方式进行温室1的监控装置进行灌溉操控试验。温室灌溉采用微喷方式,灌溉用肥是针对番茄作物调配的液态混合肥,存储于温室中的畜肥罐中,在灌溉过程中液态肥经文丘里施肥器按照设定水肥比例均匀混入灌溉用水中,实现水肥同时施入。供水管道直径5.0 cm,微喷管道直径1.6 cm,每垄沿垄沟平行铺设。灌溉用水量通过在主供水管道中加装斯普瑞喷雾系统(宁波)有限公司生产的801型流量计进行测量,监测数值传输到计算机进行存储。混合液态肥料施入通过在主供水管道中加装玉田县鸿源管业有限公司生产的文丘里施肥器实现。温室1(水肥一体化灌溉监控系统)灌溉执行机构通过安装在管道上的浙江省余姚市三叶阀门科技有限公司生产的2T型电磁阀完成,温室2灌溉通

过人工启停。研究从番茄定植开始进行灌溉及对比灌溉试验。

根据温室传感器布置长度将温室均匀分为温室前部、中部、后部3个区域,保证每个区域均有温湿度传感器;光照度传感器安装在温室的前部和后部2个区域,温室智能水肥一体化灌溉系统的试验区域各传感器设计如图4所示。



1—AM2301型温湿度传感器; 2—SMS-II-485型温湿度传感器;  
3—BH1750光照度传感器; 4—苗带; 5—温室大门

图4 温室内传感器的设计结构

## 2 结果与分析

从表1中可以看出:温室1中有2次人工远程控制灌溉过程,达到系统设定目标;温室1、2的灌溉量都呈波浪式变化,温室1的幅度大于温室2;温室1的灌溉次数明显多于温室2,且相对时间段的灌溉量少于温室2,总灌溉量温室1小于温室2;温室1(水肥一体化灌溉系统)11月26日第1次采

表1 2个温室灌溉量及灌溉时间表

灌溉次数	人工灌溉(温室2)				智能监测灌溉(温室1)			
	日期	灌溉量 (m <sup>3</sup> )	执行 方式		日期	灌溉量 (m <sup>3</sup> )	执行 方式	
1	2014-10-03	2.1	手动		2014-10-02	2.3	自动	
2	2014-10-10	4.5	手动		2014-10-07	5.5	远程控制	
3	2014-10-17	9.7	手动		2014-10-12	7.4	自动	
4	2014-10-24	11.0	手动		2014-10-19	8.7	自动	
5	2014-10-31	11.7	手动		2014-10-25	9.5	自动	
6	2014-11-07	10.3	手动		2014-11-01	8.8	自动	
7	2014-11-14	10.8	手动		2014-11-07	9.2	远程控制	
8	2014-11-21	10.6	手动		2014-11-12	8.9	自动	
9	2014-11-28	12.8	手动		2014-11-16	10.3	自动	
10	2014-12-05	12.1	手动		2014-11-22	9.1	自动	
11	2014-12-12	12.7	手动		2014-11-27	9.5	自动	
12	2014-12-19	11.3	手动		2014-12-03	8.3	自动	
13					2014-12-10	7.2	自动	
14					2014-12-17	7.5	自动	
合计		119.6				112.2		

摘,温室 2(传统灌溉)11 月 29 日第 1 次采摘,截止到 12 月 30 日。从表 2 中可以看出,1 号温室番茄总产量为 1 057.2 kg,2 号温室番茄总产量为 910.9 kg,1 号温室番茄总产量高于 2 号温室;监控装置在整个试验期间运行稳定可靠,未出现故障,数据误差在允许范围之内。结果表明,温室 1 通过传感器启停灌溉,在灌溉的及时性及灌溉用水量上要优于温室 2,灌溉次数增多,次灌溉量略少;与传统灌溉模式相比,温室智能水肥一体化灌溉监控系统灌溉有利于番茄产量的增加;北方 10 月到 12 月是秋冬交换季节,不属于番茄的最佳生长期,温室的温度及光照度逐渐减少,温室内需要通过增温、增光、密封才能保证番茄的正常生长,所以番茄的产量总体偏低,且对番茄的需水量、结果期都有一定影响。监测灌溉系统数据监测记录及远程监测截图如图 5 至图 7 所示。

表 2 2 个温室每周番茄产量

周次	日期	温室 1 番茄产量(kg)	温室 2 番茄产量(kg)
1	11-26—12-02	204.0	83.0
2	12-03—12-09	162.0	233.0
3	12-10—12-16	375.0	330.0
4	12-17—12-23	126.0	139.5
5	12-24—12-30	190.2	125.4
合计	11-26—12-30	1 057.2	910.9

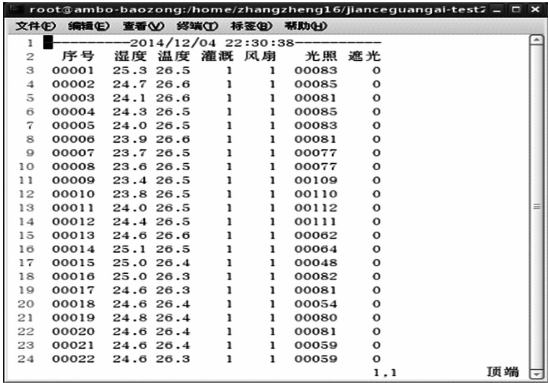


图5 监测灌溉系统数据监测记录结果



图6 智能监测灌溉系统监测界面



图7 远程手机短消息监测截图

3 结论

本研究研制的温室智能水肥一体化灌溉监控系统,可根据温室环境自动调控灌溉时间及灌溉量,可采集温室温湿度、光照度数据;通过 GSM/GPRS 模块实现温室环境的远距离信息查询和控制,使用户可以实时、方便、快捷地监控温室环境信息,实现精准灌溉管理;通过与传统灌溉模式对比,智能灌溉温室的用水量略有减少,番茄产量有所增加,可远程操控灌溉启停,有效降低工作人员的作业强度。本系统造价低廉、加装方便、经济实用,可在现有温室中加装改造,有利于我国传统温室向现代化农业温室大棚发展。

参考文献:

[1]汪慧华. 转型创新推动物联网在设施园艺产业领域应用的发展研究[R]. 朝阳:朝阳设施农业发展高峰论坛,2012.  
[2]张长利,李 佼,董守田. 基于 STM32 的灌溉远程监控系统的研

究[J]. 东北农业大学学报,2013,44(8):105-109.  
[3]蔡长青,张学敏. 全自动太阳能滴灌系统设计[J]. 农机化研究, 2015(5):109-112.  
[4]纪文义,张继成,郑 萍,等. 基于无线网络的农田灌溉智能监测系统[J]. 农机化研究,2013,35(10):171-173.  
[5]蔡义华,刘 刚,李 莉,等. 基于无线传感器网络的农田信息采集节点设计与试验[J]. 农业工程学报,2009,25(4):176-178.  
[6]袁洪波,程 曼,庞树杰,等. 日光温室水肥一体灌溉循环系统构建及性能试验[J]. 农业工程学报,2014,30(12):72-78.  
[7]高 峰,俞 立,张文安,等. 基于无线传感器网络的作物水分状况监测系统研究与设计[J]. 农业工程学报,2009,25(2):107-112.  
[8]杜尚丰,王一鸣,马承伟,等. 温室环境温度智能控制算法研究[J]. 计算机测量与控制,2003(11):850-852.  
[9]于舜章. 山东省设施黄瓜水肥一体化滴灌技术应用研究[J]. 水资源与水工程学报,2009,20(6):173-176.  
[10]李 铮,王晋民,王海景,等. 蔬菜日光温室问题调查与水肥一体化技术探讨[J]. 土壤,2006,38(2):223-227.