

日光温室作物产量监测系统设计*

李莉¹ 王海华¹ 袁洪波^{1,2} 王小红^{1,3}

(1. 中国农业大学现代精细农业系统集成研究教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 河北农业大学机电工程学院, 保定 071001;

3. 中国农业大学农业信息获取技术农业部重点实验室, 北京 100083)

摘要: 根据日光温室作物产量测量和监控的需要, 开发了日光温室作物产量监测系统。该系统由压力传感器终端、无线数据传输网络 and 上位机产量监测软件构成。通过无线数据传输网络的建立及节点间的通信, 实现无线网络与压力传感器终端和上位机产量监测软件的通信, 产量监测软件获取的产量相关信息保存到数据库中, 方便对数据进行统计分析, 从而及时调整温室环境及作物生长环境, 调整温室管理方式。同时, 对所测量的蔬菜添加 RFID 标签, 实现对蔬菜产地等信息的溯源。试验表明, 系统方案设计合理、操作简单、运行可靠, 能够提高日光温室作物产量测量的效率, 有效提升日光温室生产自动化程度, 有利于温室管理的调整。

关键词: 日光温室 产量 监测 WSN RFID 设计

中图分类号: S625.2; S165+.27 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2013)S2-0205-04

Development of Yield Monitoring System in Solar Greenhouse

Li Li¹ Wang Haihua¹ Yuan Hongbo^{1,2} Wang Xiaohong^{1,3}

(1. Key Laboratory of Modern Precision Agriculture System Integration Research, Ministry of Education, China Agricultural University, Beijing 100083, China

2. College of Mechanical and Electronic Engineering, Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, China

3. Key Laboratory of Agriculture Information Acquisition Technology, Ministry of Agriculture, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to measure and monitor the yield of solar greenhouse crops, a solar greenhouse yield monitoring system was developed. The system was consisted of three parts: a pressure sensor terminal, wireless data transmission network and software of monitoring yield. The wireless data transmission network was built and the communication among wireless network, pressure sensor output terminals and PC monitoring software was realized. The yield-related information was got and the data was stored in the database to facilitate statistical analysis. The results of the analysis could help to adjust the greenhouse environment, crop growth environment and the greenhouse management. Meanwhile, the RFID tags were added on the measured vegetables to achieve traceability of the vegetable origin and other information. Experimental results showed that the system design was reasonable, reliable, easy to operate and convenient to use. The system could improve the efficiency of the greenhouse yield measurement, and it was able to effectively enhance the degree of automation in greenhouse yield. Meanwhile, this system facilitated the adjustment of greenhouse management.

Key words: Solar greenhouse Yield Monitoring Wireless data transmission network RFID Design

引言

日光温室产业发展迅速且越来越成熟,但是某些方面仍然存在部分需要解决的问题^[1],如劳动生产率低、基础设施简陋、生产、控制和管理机械化程度比较低等。目前国外产量监测技术已经进入了初步应用时期,对产量监测系统的研究相对比较成熟,已有商品化产品出现^[2-3]。

中国对测产系统的研究起步较晚,且大多针对大田作物,对温室测产系统研究仍很少。研究一套满足日光温室生产实际需要的测产系统,及时调整温室管理方式,提高温室作物产量,实现农民增收,对日光温室产业发展有重要意义^[4]。该系统由产量测量装置、无线数据传输模块和相应的上位机产量监测软件构成,同时应用 RFID 技术对蔬菜添加电子标签,实现对蔬菜产地等相关信息的溯源。

1 日光温室产量监测系统总体设计

1.1 研究目标

本系统需要实现多个日光温室的作物产量监测,具体包括:每天对各个温室的作物分别装箱计量,并将所测量的产量信息通过布设在各个温室中的无线数据传输网络上传到本地上位机,并设计相应的上位机产量监测软件,将所测的质量信息、温室信息、测量人员信息、测量时间等产量相关信息实时显示并保存到上位机,通过保存的不同温室的产量信息来观察各个温室产量差异,通过数据统计分析研究影响产量的主要因素,从而综合分析最适合作物生长的温室环境,及时调整温室环境和温室管理方式。同时,给每个温室各箱作物贴上 RFID 溯源标签,实现对作物产地等信息的溯源。

1.2 系统总体设计

该系统要实现的主要功能包括3个部分:一是测量作物质量信息并通过 RS-232 串口将信息传到无线数据传输网络,二是无线数据传输网络的组建和网络节点间通信,三是无线数据传输网络节点与上位机产量监测软件通信,通过这3个部分实现温室作物产量测量并将产量相关信息实时上传至上位机保存。系统总体架构如图1所示。

2 系统硬件设计

传统的温室监控系统主要是基于有线通信方式^[5-7],有线通信系统在温室生产实践中存在诸如布线复杂、维护困难、传感器节点不能随作物变更而灵活部署等问题^[8]。近年来,随着无线传感器网络的发展,不少研究者将无线通信技术应用在温室环

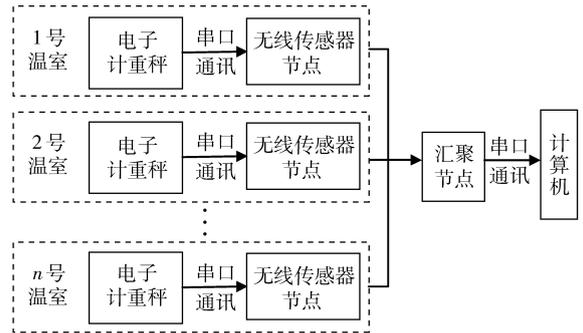


图1 系统总体结构图

Fig. 1 Structure of whole system

境监测中^[9]。本系统采用 433 MHz 无线数据收发模块进行组网,形成了一组低成本、低功耗、组网灵活的无线数据通信网络。

2.1 压力传感器终端

要对温室作物进行质量测量,需要设计压力传感器模块测量产量,压力传感器能感受压力并转化成可用输出信号,分为半导体压电阻型和静电容量型,应用比较广泛的是半导体压电阻型。根据压力传感器的原理设计电子秤测量温室作物产量,电子秤由承重系统、传力转换系统和示值系统组成。其工作原理如图2所示。

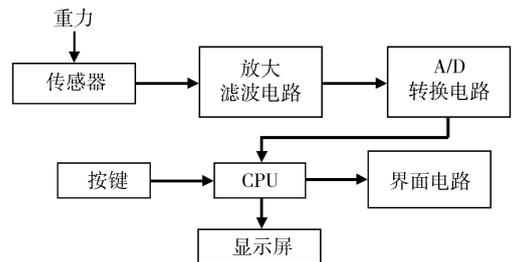


图2 电子秤工作原理

Fig. 2 Principle of electronic scale

根据实际生产需要,选择最大称量范围为 30 kg 的电子计重秤。高精度传感器,有 1/6 000 ~ 1/30 000 多种精度规格,为了称量结果的准确性,选用最高精度 1/30 000 的精度规格。电子计重秤采用标准 RS-232 接口,可以直接与无线数传模块连接,硬件操作简单方便。数据上传格式为每 17 个字符为一组进行连续上传。串口设置时,校验位无,数据位 8 位,停止位 1 位,波特率 9 600 b/s。

2.2 无线数据传输模块

(1) 无线模块选择

产量监测系统应用于多个日光温室时,因为日光温室面积较大且各个温室之间有墙阻隔,因此需要选用传输距离远且穿墙能力强的无线传输模块,经过市场调研并结合实际需要,选用 HM-TRP 无线数据收发模块。为方便与电子计重秤进行通信,选用 RS-232 接口的 HM-TRP-RS232 模块。

(2) 无线模块特点

HM-TRP 系列是一款低成本、高性能的 FSK 无线透明数据收发模块,可工作在 433、470、868、915 MHz ISM 频段,具有低成本、高性能、高可靠性、抗干扰能力强、尺寸小、功率大、灵敏度高、传输距离远、开阔地无干扰情况下可达 1 km 以上、通讯数率高、内部自动完成通讯协议转换和数据收发控制等特点。模块提供 UART 串行数据接口,只需提供串行数据即可轻松实现无线数据传输功能。用户还可以根据自己的需求灵活配置模块的串行速率、工作频率、发射功率、通讯数率、调制频偏、接收带宽等参数。

3 产量监测软件设计

3.1 总体结构

产量监测软件系统总体结构如图 3 所示。产量监测软件系统包括 3 个部分:参数设置部分、数据处理部分和信息服务部分。参数设置部分主要包括串口设置模块和无线通信模块;数据处理部分包括数据显示模块、数据存储模块、数据查询模块和统计分析模块;信息服务部分包括温室相关知识的介绍、软件使用方法说明书以及开发者和软件的相关信息。

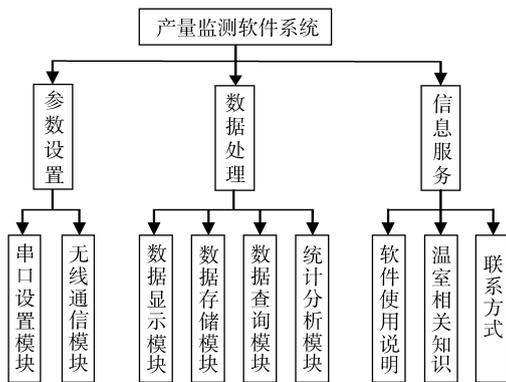


图 3 产量监测软件总体结构图

Fig. 3 Overall structure of yield monitoring software

3.2 各模块功能介绍

日光温室产量监测软件主界面如图 4 所示,包括操作区和数据显示区。数据显示区显示软件获取的产量相关信息。操作区包括 4 个部分,按下每个按钮都会弹出相应的设置或信息窗口,实现参数设置、数据处理或 RFID 溯源设置。

参数设置模块主要完成电子计重秤与上位机的连接,通过打开命令控制电子计重秤的称量程序。数据查询模块主要完成对历史数据的回调与显示。电子计重秤将每次测量的产量数据直接保存在 SQLServer 数据库中,每一次称量都形成一条新记录,每条记录包含温室编号、作物产量、测量时间和



图 4 产量监测软件主界面图

Fig. 4 Main interface of yield monitoring software

测量人员 4 个字段。统计分析模块主要实现对数据库中所有信息的统计分析和图形与数据化显示,例如当一个生长季结束后,可根据温室编号分别绘制出各个温室的总产和单产直方图,进而得到整个温室群的总产量和平均产量,用来计算生产管理者的经济效益;此外还可以根据历史数据分析出温室之间的差异,进而分析出不同温室在作物生长管理方面存在的差距,结合温室内外获取的小气候信息和作物水肥供给策略等参数变化情况,为提高温室集群管理水平和保障其较高的生产能力提供参考依据。

产量监测系统还能对每次称量的产品盒外粘贴 RFID 电子标签,写入品种、育种、定植、采收时间、生产基地、温室号等详细信息,然后可直接运往超市等对接销售地。RFID 电子标签所写入的信息全部通过 RFID 溯源模块实现,为农产品的产地溯源提供可靠保障^[10]。

信息服务模块给出了软件使用者较为关心的使用说明和使用过程中一些常见问题的解决方案,并提供系统开发者联系方式以便于后期对系统的维护。

所有上位机软件中的数据均可以通过串口通讯或者无线通讯两种方式实现,还可以通过 3G 网络实现数据的远程调用,既适合于单个温室的现场测量和统计分析,又适于温室集群的企业级管理模式。

4 结束语

本研究进行了日光温室产量监测系统软硬件的设计开发,完成了无线数据传输网络节点的设置及无线网络的组建和通信;根据生产实际需求及技术指标选取了合适的压力传感器终端并成功实现与网络节点的串口通讯、串口数据的读取及无线收发;同时实现了无线网络汇聚节点与上位机产量监测软件的串口通讯,产量监测软件能够读取串口数据并将

数据实时保存,并能同时保存测量时间、温室信息及温室产量监测的基本功能并符合实际生产的需求。测量人员信息等产量相关信息,初步实现了日光温

参 考 文 献

- 1 李天来. 我国日光温室产业发展现状与前景[J]. 沈阳农业大学学报,2005,36(2):131~138.
Li Tianlai. Current situation and prospects of green house industry development in China[J]. Journal of Shenyang Agricultural University,2005,36(2):131~138. (in Chinese)
- 2 Godwin R J, Wheeler P N. Yield mapping by mass accumulation rate[C]. ASAE Paper 971061, 1997.
- 3 Ruiz-Garcia L, Steinberger G, Rothmund M. A model and prototype implementation for tracking and tracing agricultural batch products along the food chain[J]. Food Control,2010,21(2):112~121.
- 4 赵春江, 屈利华, 陈明, 等. 基于 ZigBee 的温室环境监测图像传感器节点设计[J]. 农业机械学报,2012,43(11):192~196.
Zhao Chunjiang, Qu Lihua, Chen Ming, et al. Design of ZigBee-based greenhouse environmental monitoring image sensor node [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2012,43(11):192~196. (in Chinese)
- 5 张荣标, 谷国栋, 冯友兵, 等. 基于 IEEE 802.15.4 的温室无线监控系统的通信实现[J]. 农业机械学报,2008,39(8):119~122.
Zhang Rongbiao, Gu Guodong, Feng Youbing, et al. Realization of communication in wireless monitoring system in greenhouse based on IEEE 802.15.4[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2008,39(8):119~122. (in Chinese)
- 6 王风云, 赵一民, 张晓艳, 等. 基于分段控制策略的温室智能测控系统设计[J]. 农业机械学报,2009,40(5):178~181.
Wang Fengyun, Zhao Yimin, Zhang Xiaoyan, et al. Intelligent measure-control system design based on sectional-control strategy in greenhouse[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2009,40(5):178~181. (in Chinese)
- 7 何世钧, 韩宇辉, 张弛, 等. 基于 CAN 总线的设施农业嵌入式测控系统[J]. 农业机械学报,2004,35(4):106~109.
He Shijun, Han Yuhui, Zhang Chi, et al. Embedded measurement and control system of greenhouse based on CAN bus [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2004,35(4):106~109. (in Chinese)
- 8 李莉, 张彦娥, 汪懋华, 等. 现代通信技术在温室中的应用[J]. 农业机械学报,2007,38(2):195~200.
Li Li, Zhang Yan'e, Wang Maohua, et al. Communication technology for sustainable greenhouse production[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007,38(2):195~200. (in Chinese)
- 9 郭文川, 程寒杰, 李瑞明, 等. 基于无线传感器网络的温室环境信息监测系统[J]. 农业机械学报,2010,41(7):181~185.
Guo Wenchuan, Cheng Hanjie, Li Ruiming, et al. Greenhouse monitoring system based on wireless sensor networks [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010,41(7):181~185. (in Chinese)
- 10 刘东红, 周建伟, 莫凌飞. 物联网技术在食品及农产品中应用的研究进展[J]. 农业机械学报,2012,43(1):146~151.
Liu Donghong, Zhou Jianwei, Mo Lingfei. Greenhouse monitoring system based on wireless sensor networks[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012,43(1):146~151. (in Chinese)