

基于 CAN 总线和 GPRS 的温室大棚监控系统设计

徐镇华¹, 马殷元^{1,2,3}

(1. 兰州交通大学 机电技术研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省物流及运输装备信息化工程技术研究中心, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省物流与信息技术研究院, 甘肃 兰州 730070)

摘要:针对大规模、大空间温室大棚的监控管理不便、采集数据不及时等问题,设计了一种可以多点采集数据,并可以远程监控的温室大棚监控系统。本系统主要由数据检测节点、CAN 总线和 GPRS 通信网络、上位机监控软件组成,数据检测节点用于检测温室大棚环境数据,环境数据通过 CAN 总线和 GPRS 通信网络上传给上位机;上位机监控软件用于数据的接收显示和管理,采用 Visual Basic 工具进行开发,并使用 Access2010 建立了数据库。本系统可以分布式采集多点环境数据,实现数据远程传送,并自动调节环境参数,适于专业大户、合作农场使用。

关键词:温室大棚;CAN 总线;GPRS;远程监控

中图分类号:TP212.6;S126 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-8829(2018)01-0078-04

Design of Greenhouse Monitoring System Based on CAN and GPRS

XU Zhen-hua¹, MA Yin-yuan^{1,2,3}

(1. Mechatronic T&R Institute, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China;

2. Gansu Engineering Technology Centre for Informatization of Logistics & Transport Equipment, Lanzhou 730070, China;

3. Gansu Institute of Logistics and Information Technology, Lanzhou 730070, China)

Abstract: In order to solve the problems such as inconvenience of monitoring and management and not timely data collection for large scale and large space greenhouse, a greenhouse monitoring system which can collect data through multiple nodes and can be monitored remotely is designed. This system is mainly composed of data monitoring terminal, CAN and GPRS communication network, host computer monitoring software. Data monitoring terminal detects greenhouse environment data, then monitored data will be uploaded to the host computer through the CAN and GPRS communication network, and be displayed and managed by computer monitoring software, that is developed by using Visual Basic tool and the database is established by using Access 2010. The system can collect multi-point environmental data, and realize remote data transmission, and automatically adjust the environment parameters, which is suitable for both professional big clients and cooperative farms.

Key words: greenhouse; CAN; GPRS; remote monitoring

随着人们生活水平的提高,对绿色蔬菜的需求量越来越大,在国家“菜篮子”工程和农业种植技术快速发展的背景下,温室大棚已经成为农业种植户种植蔬菜水果等农产品必不可少的农业设施。而且,在政府土地流转政策的推动下,温室大棚的规模越来越大,

一些种植大户往往有多达几个甚至十几个大棚,而一些合作农场和农业园区的大棚规模更是庞大。在对大棚的管理中,需要对棚内气体温度、湿度、浓度、照度等环境参数进行实时监控,以充分满足棚内作物生长的客观要求^[1]。如果只是人工对大棚环境进行检测,则工作量会十分庞大而且效率低下,所以利用先进的计算机技术、通信技术等设计一种温室大棚环境监控系统,实现温室环境的智能检测势在必行。

目前,在温室大棚环境测控系统研究领域已经有了一些科研成果。吴建伟、董湔鸣等提出以计算机和单片机为核心,以 RS485 总线为通信方式的温室环境

收稿日期:2017-03-30

基金项目:甘肃省自然科学基金项目(1508RJZA069);兰州交通大学优秀科研平台(团队)资助计划(201604)

作者简介:徐镇华(1993—),男,山东聊城人,硕士研究生,主要研究方向为机电装备控制;[通信作者]马殷元(1973—),男,甘肃民勤人,硕士,副教授,硕士生导师,主要研究方向为物流装备测控。

测控系统^[2-3],但这种系统可靠性差,容易引起整个系统瘫痪;朱恒军等提出了以 CAN 总线作为网络基础的监控系统^[4],过彩虹、朱萍对基于无线传感网络的测控系统进行了研究^[5-6],这两种方案可以实现多节点采集数据,但是限于 CAN 总线和无线传感网络的通信距离,只能将监控中心设置在离大棚较近的位置,不能实现真正意义上的远程监控;向阳等设计了基于 GPRS 的温室监控系统^[7],GPRS 虽然可以实现数据的远程传输,但是多节点采集数据就会大大增加成本。本文设计了一种以 CAN 总线网络进行多点采集,以 GPRS 网络进行远程传送数据的温室大棚监控系统。

1 系统功能与总体结构设计

本系统采用由数据检测节点、CAN 总线和 GPRS 通信网络、上位机监控软件构成的三级网络架构。最底层是数据检测节点,分布在多个温室大棚或温室大棚的不同位置,检测节点由单片机最小系统、传感器、液晶显示模块和继电器模块组成。传感器有温湿度传感器、光强度传感器、二氧化碳传感器,负责检测温室大棚环境的各项数据(温湿度、光照、CO₂ 浓度),这些数据通过液晶显示模块进行显示,继电器模块由单片机通过三极管驱动。中间层是通信网络,由单片机最小系统和 CAN 总线、GPRS 模块构成,CAN 总线上连接有多个检测节点和一个通信节点,数据通过 CAN 总线传送给通信节点,再由 GPRS 通信模块把数据远程发送给上位机监控软件。上位机监控软件采用 VB 语言编写,设计出友好的人机交互界面,用于数据的显示与管理。系统的总体架构如图 1 所示。

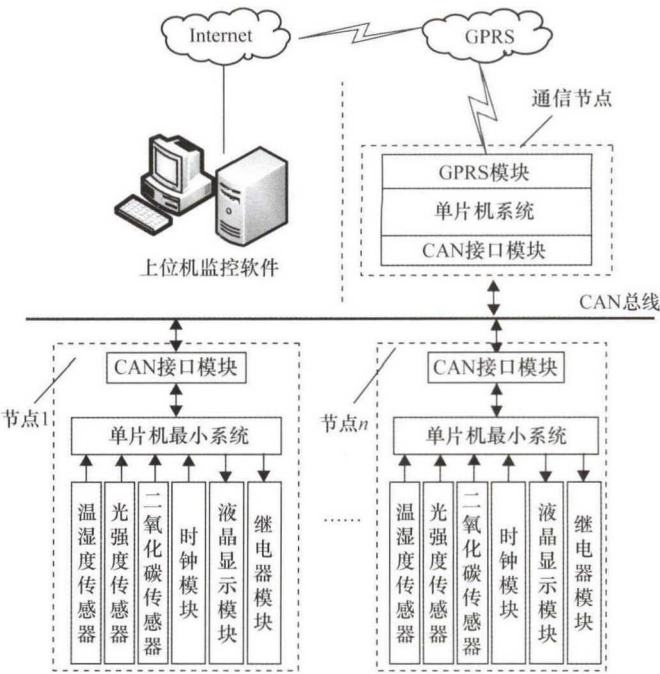
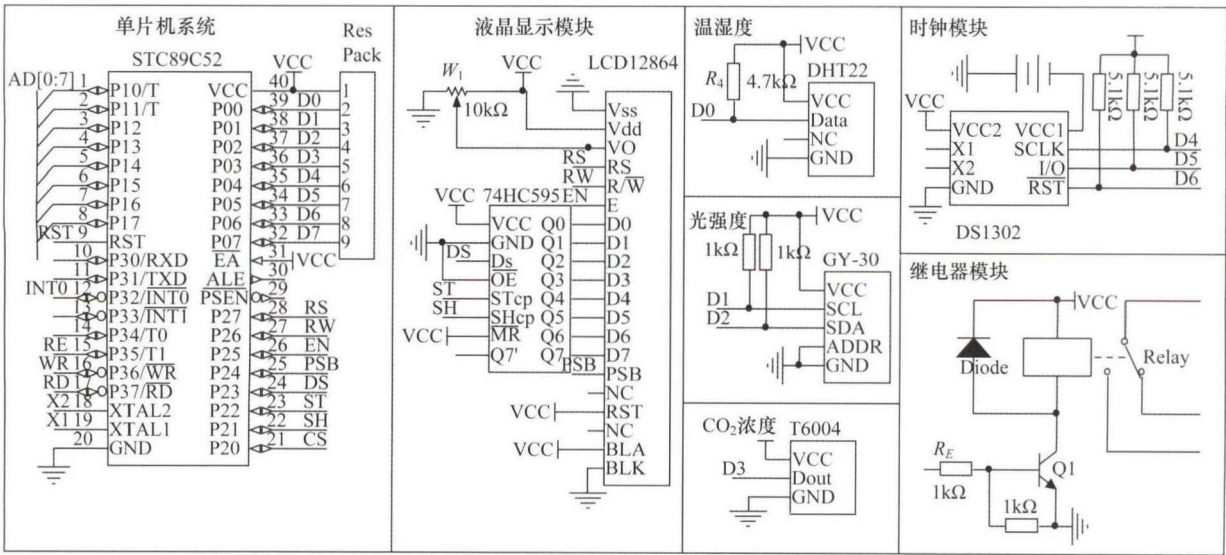


图 1 温室大棚监控系统结构框图

2 系统硬件设计

2.1 数据检测节点电路设计

检测节点电路设计如图 2 所示。数据检测节点选用 STC89C52 单片机作为主控制器;温湿度传感器采用 DHT22 模块,内含一个电容式感湿元件和一个 NTC 测温元件,采用单总线串行接口,温度测量范围为 -40 ~ 80 ℃,测量精度达 0.5 ℃,湿度误差为 ±2% RH;光强度传感器采用 GY-30 模块,该模块带有单总线通信接口,支持较大范围的光强度变化范围的检测;二氧化碳传感器采用 T6004,它可以进行模拟量输出;继电器由单片机通过三极管进行控制;显示模块采用



LCD12864,为了节省单片机 I/O 口,增强系统的可扩展性,单片机与 LCD12864 之间选用 74HC595 串行输入转并行输出芯片进行连接。

2.2 通信模块电路设计

通信模块电路包括 CAN 总线电路、单片机和 GPRS 模块电路,CAN 总线把检测节点的数据传送给单片机,单片机完成 CAN 通信协议和 GPRS 通信协议的转化,最后数据由 GPRS 模块远程发送出去,该网络也可以完成上述通信的逆过程。

2.2.1 CAN 总线模块电路设计

CAN 总线控制器选用 SJA1000 芯片,其 8 位数据接口与单片机 P1 引脚并行连接;CAN 收发器选用 TJA1050T,TJA1050T 和 SJA1000 之间选用高速光耦

6N137 设计了隔离电路,可增强网络的可靠性;为了限制网络上的冲击电流,在 TJA1050T 与 CAN 总线之间串接有 $5\ \Omega$ 的电阻;为了滤出双绞线上的高频信号,还要在 TJA1050T 和地之间串接 $30\ \text{pF}$ 的滤波电容^[8]。CAN 通信模块电路设计如图 3 所示。

2.2.2 GPRS 通信模块

GPRS 模块用于将 CAN 总线网络上采集到的数据远程传送给上位机监控软件,本设计中选用 SIMCOM 公司开发的 SIM900A 无线通信模块,SIM900A 带有标准的 SIM 卡接口,支持 GPRS 数据传输,传输速率支持从 $1.2 \sim 115.2\ \text{Kbit/s}$,其外部接口使用 TTL 电平的串口通信方式,可以直接和单片机串口引脚连接^[9]。GPRS 模块与单片机电路连接如图 3 所示。

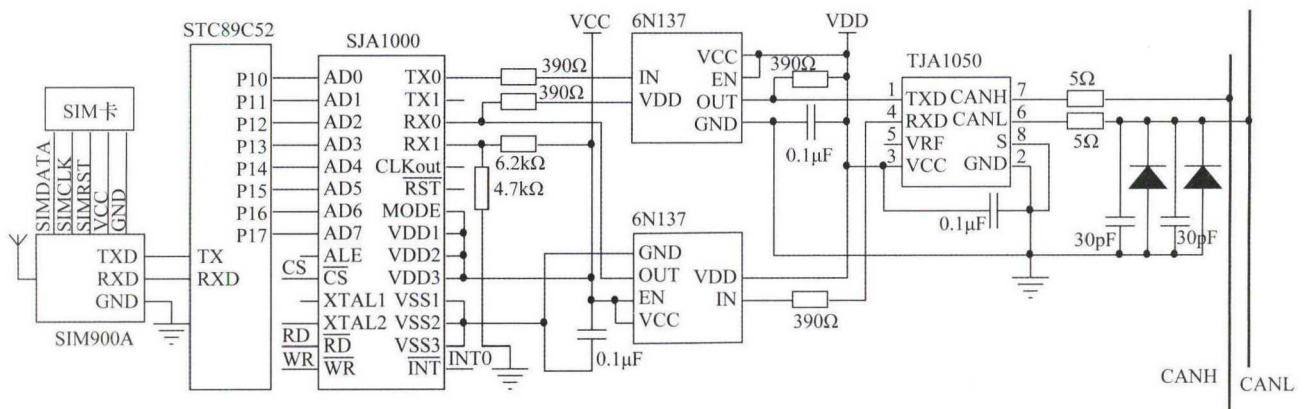


图3 通信模块电路图

3 系统软件设计

本系统在结构层次上分为底层的数据检测节点、中间层的 CAN 总线和 GPRS 通信网络以及顶层的上位机监控软件,所以系统软件主要针对这 3 个层次的设备功能进行设计,数据检测节点和通信网络的程序设计采用 C 语言开发,上位机监控软件采用 VB 语言开发。

3.1 数据检测节点软件设计

数据检测节点主要具备两个功能,一是通过温湿度传感器、光强度传感器、二氧化碳传感器检测温室环境数据,数据在液晶显示屏上实时显示并通过 CAN 接口模块发送到 CAN 总线上,二是根据检测到的数据和上位机下传的指令对继电器进行控制。其程序流程图如图 4 所示。

3.2 CAN 通信模块软件设计

CAN 通信协议采用拥有 13 个字节的 CAN2.0B 扩展帧,其中字节 2~字节 5 为报文标识码,用于区分不同的报文;后 8 个字节是帧数据,本系统中需要传送的数据有温度值、湿度值、光强度、 CO_2 浓度值共 4 个数据,数据为小数,长度为 2 个字节,依次占用数据帧

中第 6~13 个字节。

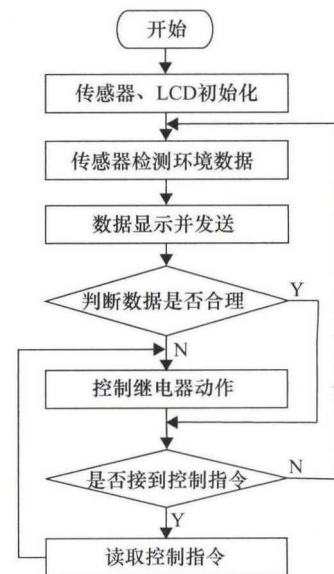


图4 检测节点流程图

CAN 总线通信程序主要包括 SJA1000 的初始化、报文发送和接收程序。CAN 通信程序运行时首先要进行 SJA1000 的初始化,也就是配置相关寄存器,设置通信波特率以及报文滤波方式。SJA1000 初始化配置

相关寄存器的部分代码示例如下:

```
SJA_CDR = CANMode_BIT|CLKOff_BIT;  
//Peli CAN 模式设置  
SJA_BTR0 = 0x03;  
SJA_BTR1 = 0x1c;  
//设置波特率为 125kbit/s  
SJA_IER = RIE_BIT;  
//接收中断使能  
SJA_OCR = NormalMode|Tx0PullDn  
|OCPOL1_BIT|Tx1PullUp;  
//配置输出控制寄存器  
SJA_CMR = RRB_BIT;  
//释放接收缓冲器
```

当 CAN 总线要发送数据时,只需要把报文识别码和数据写入对应的发送缓冲器中,SJA1000 就可以自动完成发送。CAN 报文的接收是在中断服务程序中完成的,当有数据传来时,数据会存放在接收缓冲器中,只需要用一个数组去读取接收缓冲区就可以得到数据。中断服务程序流程图如图 5 所示。

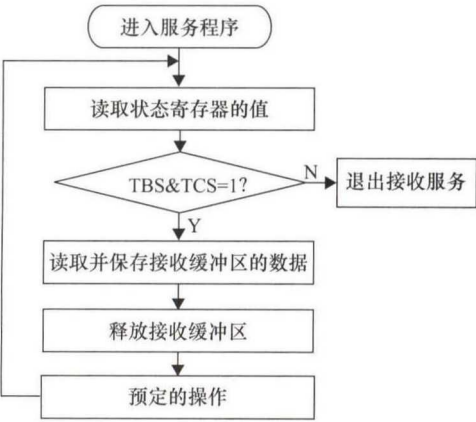


图 5 中断程序流程图

3.3 GPRS 模块软件设计

当通信节点收到 CAN 总线网络上传来的数据后,单片机读取数据通过串口传送给 GPRS 模块,GPRS 模块通过 GPRS 网络向上位机监控软件发送数据,传输协议采用 TCP 协议,发送的帧格式设计为:帧头 + 帧 ID + 帧长度 + 帧数据段 + LRC 校验 + 帧尾;其中帧头采用“:”;帧 ID 长度为 4 个字节,对应 CAN 总线报文的报文标识码;帧数据段长度是 8 个字节,分别是温度值、湿度值、光强度、CO₂ 浓度值 4 个数据;帧尾以 0DH 和 0AH 作为结束,为 2 个字节^[10]。

GPRS 模块 SIM900A 是通过 AT 指令与 TCP 建立通信连接的,需要调用的程序函数代码如下:

```
Send_AT_Cmd (uchar type, uchar str_at, uchar * str_code); //写 AT 指令  
Init_SIM900A (char * ptrl_at, char * ptrl_code); //初始化设置  
GPRS_Data_Trans (uchar * data_str);
```

```
//与 TCP 建立连接  
GPRS_Send (char * ptrl_at, char * ptrl_code); //数据发送函数
```

3.4 上位机监控软件设计

上位机监控软件主要负责数据的接收显示以及管理,使用 VB 语言进行设计,同时使用 Access2010 建立数据库用于存储接收到的数据,数据库和 VB 软件通过 ADO 建立连接。上位机监控界面如图 6 所示。

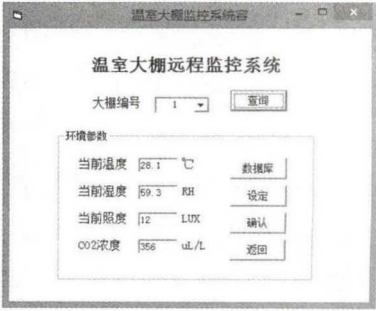


图 6 上位机监控界面

4 系统测试实验

4.1 实验条件与实施方法

为了测试系统的有效性,对设计的温室大棚控制系统进行了实验,实验环境为仿照农业大棚搭建的试验大棚。将上位机安装在实验室,搭建了两个规格相同的大棚,分布情况为 1[#]大棚距离实验室 1000 m,2[#]大棚距离实验室 500 m。为了方便测试,分别选取 8 个数据监测节点均匀地安装在每个大棚的不同位置。将大棚内温度设定为 24 ~ 30 ℃,湿度设定为 55% ~ 65%。

选取兰州安宁区 3 月 1 ~ 7 日一周为实验时间,由于 3 月 3 日为晴朗天气,且温差为几天中最大的,因此选取 3 月 3 日 10 点到晚上 7 点的数据作为代表。表中数据为 8 个数据检测节点的平均值。

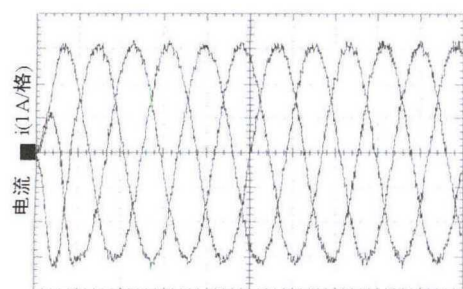
4.2 实验结果与分析

对 1[#]和 2[#]大棚进行测试,实验结果如表 1 所示。

表 1 1[#]和 2[#]大棚控制系统的测试结果

时刻	温度/℃			湿度/%			CO ₂ 浓度/ μL·L ⁻¹	
	1 [#] 棚	2 [#] 棚	棚外	1 [#] 棚	2 [#] 棚	棚外	1 [#] 棚	2 [#] 棚
10:00	9.0	8.6	4.7	28.9	32.4	30.2	940	910
11:00	24.6	25.2	8.3	56.7	57.3	28.4	712	723
12:00	27.3	26.9	10.2	61.4	60.8	25.9	463	437
13:00	28.1	27.8	13.5	59.3	58.6	23.6	356	361
14:00	27.9	28.4	15.0	62.8	61.9	20.7	283	295
15:00	26.8	27.3	12.1	61.5	60.8	22.5	293	292
16:00	27.5	28.1	8.9	62.9	62.0	24.1	280	287
17:00	27.9	27.7	6.4	60.0	60.4	26.3	295	301
18:00	28.9	28.5	4.9	58.6	59.1	27.8	483	492
19:00	28.4	27.9	4.0	58.3	58.2	29.6	671	711

(下转第 86 页)



(a) 实验中的电流波形

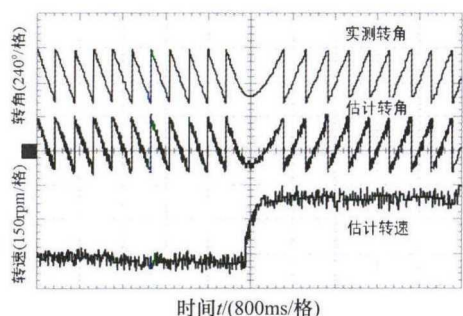
(b) 估计转角与转速($\pm 150\text{r/min}$)

图8 实验结果

6 结束语

本文提出了一种基于模型预测电流控制的无速度传感器 PMSM 非奇异终端滑模控制策略。将模型预测控制作为预测电流控制器,提高了系统的响应速度和电流的跟踪性能,根据非奇异快速终端滑模控制的基本原理,构造滑模速度控制器,提高了系统的稳定性。设计无速度传感器对电机运行转速进行在线辨识,实现对转速和位置的准确估计。仿真与实验结果

验证了该控制方法具有较好的控制性能。

参考文献:

- [1] 侯利民,王巍. 表面式永磁同步电机无源非奇异快速终端滑模控制[J]. 电工技术学报,2014,29(11):45-52.
- [2] 许叙遥,林辉. 基于动态滑模控制的永磁同步电机位置速度一体化设计[J]. 电工技术学报,2014,29(5):77-83.
- [3] 侯利民,王巍. 无速度传感器的表面式永磁同步电机无源控制策略[J]. 控制与决策,2013,28(10):1578-1582.
- [4] 符晓,戴鹏,伍小杰,等. 电励磁同步电动机模型预测控制[J]. 浙江大学学报(工学版),2011,45(5):815-817.
- [5] 符欲梅,戚晋,管昕武. 汽车电子燃油泵中无刷无位置传感器直流电机控制研究[J]. 传感器与微系统,2016,35(2):33-35.
- [6] 谭国俊,吴轩钦,李浩,等. Back-to-Back 双三电平电励磁同步电机矢量控制系统[J]. 电工技术学报,2011,26(3):36-43.
- [7] 王世平,何伯钧,忻兰苑,等. 无速度传感器电励磁同步电机的转速和转子位置估计[J]. 机车电传动,2014(6).
- [8] 杨圣蓉,王剑平,王思,等. 基于粒子群优化算法的无传感器调速系统研究[J]. 传感器与微系统,2015,34(7).
- [9] 赵新,金新民,李葛亮,等. 直驱型电励磁同步发电机新型磁链观测技术[J]. 电工技术学报,2013,28(10):75-82.
- [10] 何栋伟,彭侠夫,蒋学程. 永磁同步电机模型预测控制的电流控制策略[J]. 哈尔滨工程大学学报,2013,12(34):1556-1565.
- [11] 刘辉,张斌. 基于无源控制的无速度传感器异步电机调速控制[J]. 传感器与微系统,2016,35(6):45-47.
- [12] 郭凤仪,王洋,丁永峰. 基于无速度传感器观测器的转速辨识[J]. 传感器与微系统,2013,32(5):44-46.

□

(上接第81页)

5 结束语

传统的温室大棚监控系统往往会受限于单点检测,而且数据传输距离不够远,使得监控中心需要设在监测点附近的位置。本文充分利用了 CAN 总线网络特性设计了多个数据检测节点,可以实现区域内多个温室大棚的环境数据检测;检测到的数据汇总到通信节点上,再通过 GPRS 网络远程传送给监控系统,这样监控中心就不会再受到通信距离的限制。该系统可以帮助一些种植大户、合作农场把多个大棚环境数据进行采集并统一管理,有效地减少了人工劳动强度,大大地提高了对温室大棚的管理效率,有助于增产增收。

参考文献:

- [1] 祝敏. 基于 CAN 总线的大棚温湿度监控系统的设计[J]. 自动化与仪器仪表,2010(1):57-60.
- [2] 吴建伟,辛颖,王成,等. 智能化水稻催芽监控系统的设计[J]. 农机化研究,2013,35(11):168-170,175.
- [3] 董洪鸣,衣淑娟,赵斌,等. 寒地水稻育秧大棚智能控制系统设计——基于单片机[J]. 农机化研究,2015,37(12):26-29,48.
- [4] 朱恒军,于泓博,王发智. 基于 CAN 总线的大棚温度测控系统设计[J]. 微电子学与计算机,2012,29(5).
- [5] 过彩虹. 基于 ZigBee 无线传感器网络的温室大棚监控系统[D]. 南京:南京理工大学,2013.
- [6] 朱萍. 基于 ZigBee 技术的水稻催芽智能监控系统的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2013.
- [7] 向阳,曾超尘,熊瑛,等. 基于 GPRS 网络的育苗温室远程监控系统研究[J]. 农机化研究,2015,37(10):228-231.
- [8] 徐友坚. 基于 CAN 总线的体育馆智能照明控制系统设计[D]. 大连:大连理工大学,2013.
- [9] 王志强,陈平. 基于 GPRS 技术的粮库温湿度监测系统的设计[J]. 安徽农业科学,2010,38(14):7552-7553.
- [10] 刘海波,马思乐,刘海港. 基于 GPRS 远程抄表监控系统[J]. 可编程控制器与工厂自动化,2013(8):99-102.

□