

张冰,余艳伟,鲁绍坤,等. 基于物联网的集散控制系统在温室群环境监测控制中的应用[J]. 江苏农业科学,2018,46(13):226-231.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.13.053

# 基于物联网的集散控制系统在温室群环境监测控制中的应用

张冰<sup>1</sup>,余艳伟<sup>2</sup>,鲁绍坤<sup>1</sup>,李正风<sup>3</sup>,张铭<sup>1</sup>,纪霖<sup>1</sup>,张天顺<sup>1</sup>

(1. 云南农业大学,云南昆明 650201; 2. 河南机电职业学院,河南郑州 451191; 3. 云南中烟工业责任有限公司,云南昆明 650231)

**摘要:**在现代化的种植中温室大棚数量越来越多,且种植对象朝着多样性、多变性的方向发展,为实现对温室群的便捷管理与种植对象的差异化控制,提出一种基于物联网的集散控制系统,该系统终端采用单片机多机通信技术搭建集散控制系统,实现对温室群的集中管理与差异化控制;同时借助通用分组无线服务(GPRS)技术、服务器技术搭建物联网监控系统,实现对温室环境数据的集中显示与远程控制,借助个人计算机端或手机端浏览器即可进行远程管理。该系统在实际运行过程中能够稳定、准确地对各温室进行监控,对实现温室智能化、信息化管理具有实际应用价值。

**关键词:**集散控制系统;多机通信;物联网;服务器;GPRS;HTTP

**中图分类号:** TP273;S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)13-0226-05

随着现代化种植朝着产业化、规模化方向的发展,现代化温室越来越多,而现阶段我国农业生产以家庭为主,且各温室控制系统相互独立,这就使得对各个温室的管理变得费时费力,并存在对温室监管不到位的问题,进而影响规模化种植;此外,种植对象朝着多样性、多变性的方向发展,实现对不同作物生长环境的差异化监测与控制对保证其产量与质量具有显著影响,为此提出一种基于物联网的集散控制系统<sup>[1-2]</sup>。

随着计算机技术、信息通信技术、电子技术的发展,集散控制系统以其控制分散、管理集中、系统规模可大可小、配置灵活、组态方便等优点在不同学科领域得到广泛的发展应用。在应用研究中,比较典型的有基于个人计算机(PC)的集散控制系统<sup>[3-5]</sup>、基于可编程逻辑控制器(PLC)的工业集散控制系统<sup>[6-7]</sup>、基于总线技术的集散控制系统<sup>[8-10]</sup>,而农业应用低成本、易操作的要求阻碍了上述系统在温室群中的广泛应用与推广;并且由于农业生产环境具有高温高湿且变化复杂的特点,这就要求所设计的系统要有很高的稳定性与可靠性<sup>[11-12]</sup>。鉴于普通的单机系统一旦出现故障整个系统都将瘫痪,而多机系统的数据采集与控制是由各个终端设备来完成的,1个终端设备出现故障,其余设备依旧能够正常工作,这是系统可靠性明显较高的原因,设计一种基于单片机的多机集散控制系统,利用单片机代替PC具有操作简单、经济高效的优点;采用多终端的硬件系统,构建任务分级控制系统,降低终端故障对系统总体的影响;同时借助物联网技术<sup>[13-14]</sup>,通过GPRS无线通信<sup>[15]</sup>方式搭建多级管理平台,实

现远程控制与管理,以提高温室的智能化、信息化管理水平。

## 1 系统设计

### 1.1 系统总体设计

系统总体由集散控制系统、GPRS无线数据通信系统、服务器系统3个部分组成。利用单片机多机通信技术<sup>[16]</sup>构建1主2从的集散控制系统,完成对各个温室环境的监测与控制并将采集到的数据传送到主机集中显示,方便主机对从机的控制与参数的设置,同时主机通过SIM900A模块建立GPRS无线数据通信,为保证数据传输的准确性与稳定性,通过TCP/IP协议建立与服务器的连接,利用HTTP文件传输协议<sup>[17]</sup>将数据传送到服务器,搭建1个物联网监控系统作为环境数据的终端展示平台。远程客户端可以通过PC或者手机端浏览器查看实时的环境数据信息并可实现远程控制。其系统总体设计如图1所示。

### 1.2 硬件设计

集散控制系统包括主机系统与从机等2个部分,其硬件系统如图2所示。其中,主机、从机的控制芯片采用宏晶科技生产的单时钟/机器周期单片机STC12C5A60S2,其片内数据存储区为1280字节,应用程序空间达到60kB,指令代码完全兼容传统8051,但速度快8~12倍,并且具有低功耗、超强抗干扰的优点,能够完成复杂系统开发的要求;传感器模块为DHT11数字式温湿度传感器,具有运行稳定可靠、功耗低、不受电源噪音及电压波动等干扰影响的优点;执行元器件通过单片机控制继电器模块来实现对风机水泵等的控制;由于RS485<sup>[18]</sup>总线具有抗干扰性强、通信距离远、安装操作方便的优点,能够实现各温室间的稳定通信,所以各系统之间通过RS485总线进行连接。

### 1.3 集散控制平台的设计

集散控制系统各模块单元的核心为单片机系统,通过多机通信技术利用2根数据线、1根地线即可将各个系统采集到的数据发送至主机,具有布线简单、费用低、维护方便的优

收稿日期:2016-12-12

基金项目:云南中烟工业责任有限公司“原料系统重大专项”[编号:滇烟工科(2013)494号];云南农业大学学生科技创新创业行动基金(编号:2016KFX010)。

作者简介:张冰(1991—),男,河南南阳人,硕士,从事农业生物环境控制技术研究。E-mail:1554472598@qq.com。

通信作者:张天顺,硕士,副教授,从事农业工程研究。E-mail:351997207@qq.com。

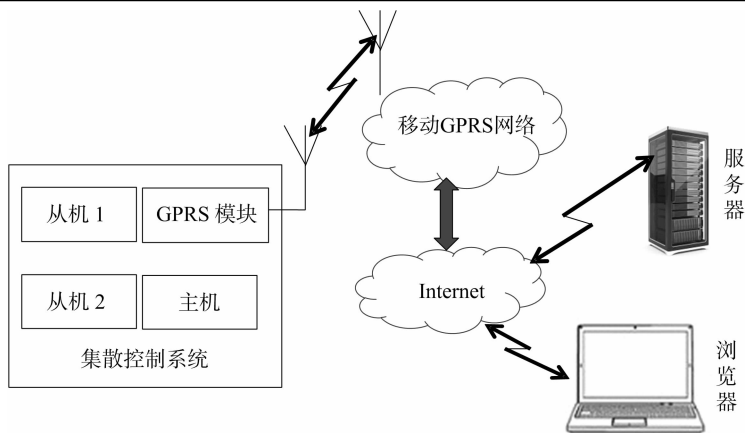


图1 系统总体设计

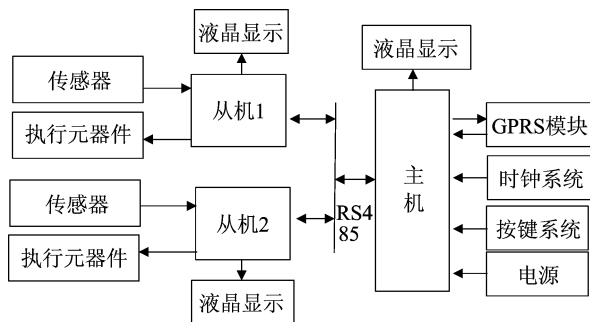


图2 硬件系统

点。本系统采用 1 主 2 从的模式,利用 STC12C5A60S2 单片机的串口 1 进行多机通信,主从机串行口操作模式均设置为模式 3,即 1 位起始位,1 位停止位,1 位校验位,8 位数据位,多机通信控制位 SM2 都为 1,允许接收位 REN 都为 1,串行口中断允许位、中断总允许位都为 1,波特率均设置为 9 600 B/s。主机、从机电路如图 3、图 4 所示。

运行时,主机通过读取时钟芯片 DS1302 的时间值,每隔

2 min 与从机建立 1 次通信。通信时主机串行控制寄存器 TB8 置位 1,将从机 1 的地址传送到串行数据缓冲器(SBUF),此时从机处于多机通信模式,且接收到的第 9 位数据 RB8 为 1,置位中断标志位 RI,这样每台从机都检查一下所接收到的地址是否与本机相符,若为本机地址则清除 SM2 位,而其余从机则保持 SM2 位为 1 的状态,接着主机清除 TB8 位并发送设定的参数给从机,由于各从机接收到的第 9 位数据 RB8 为 0,只有 SM2 位为 0 的从机即从机 1 才会置中断标志 RI 为 1,接收主机的数据。

当主机给从机 1 发送完数据之后,置位从机 1 的数据上传标志位(程序里定义),从机 1 在主函数中判断数据上传标志位是否为 1,一旦数据上传标志位为 1,则进行数据上传发送函数,从机 1 将发送的第 9 位数据 TB8 置为 1,将主机的地址送入 SBUF,由于主机接收到的第 9 位数据 RB8 为 1,且地址与本机相符,则主机清除 SM2 位,此时从机 1 清除 TB8 位并发送数据给主机,实现主机、从机之间数据的双向传递,数据发送完之后将主机、从机的 SM2 都置为 1,为下一次数据收

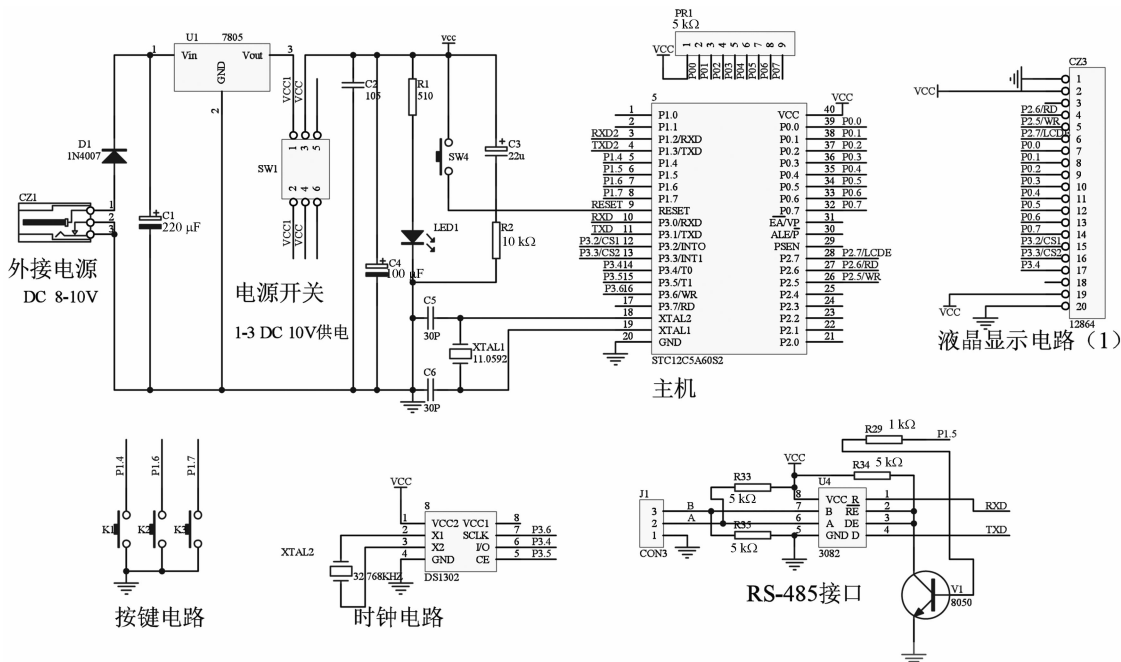


图3 主机电路

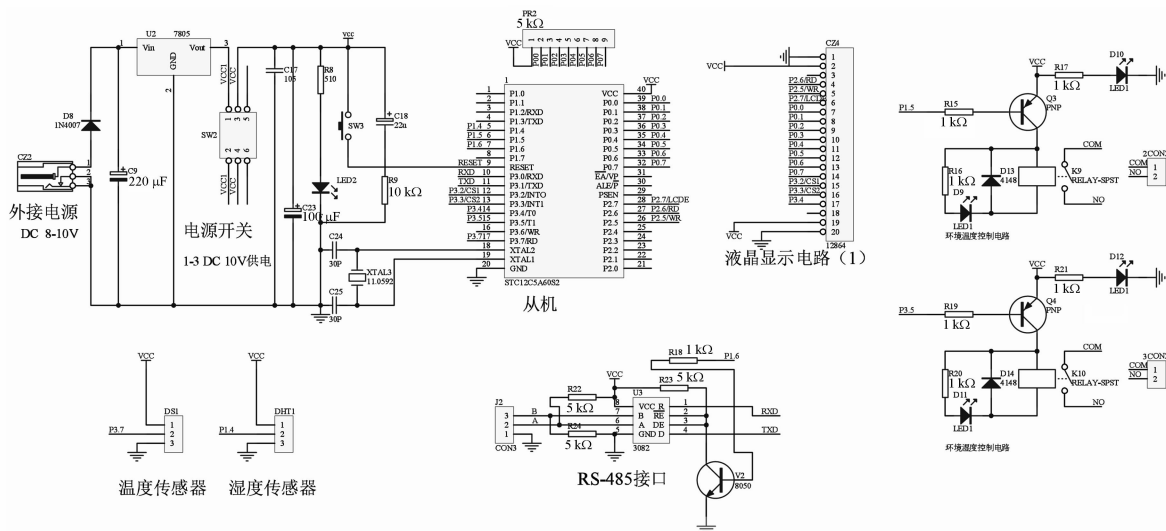


图4 从机电路

发作准备。主机与从机 2 的通信和主机与从机 1 的通信类似,区别在于从机 2 的地址与从机 1 不同。

#### 1.4 数据传输系统的设计

数据通过 GPRS 无线通信方式进行传输,其中 GPRS 模块采用 SIMCOM 公司的工业级双频 GPRS 模块 SIM900A<sup>[19]</sup>,工作双频频段为 900/1 800 MHz,内嵌 TCP/IP 协议栈,可以低功耗实现语音、手机短信服务以及数据和传真信息的传输,并且通过晶体管-晶体管逻辑电平(TTL)方式无需电平转换便可与 STC12C5A60S2 单片机的串口 2 进行通信。通信波特率设置为 9 600 B/s,8 位数据位,1 位起始位,1 位停止位。电路如图 5 所示。

**1.4.1 利用 TCP/IP 建立与服务器的连接** 传输控制协议(TCP)是一个面向连接的可靠协议,能够保证一台主机上的数据准确无误地传输到另一台主机上,通过 GPRS 模块调用 TCP/IP 协议建立与服务器的连接,必须按照特定的格式要求发送 AT 指令<sup>[20]</sup>。AT 指令必须以“AT”或“at”开头,以回车(<CR>)结尾。模块的响应通常紧随其后,格式为<回车><换行><响应内容><回车><换行>,如果发送给模块的指令执行成功,则会返回对应信息和“OK”,如果执行失败则指令无效并且会返回“ERROR”。

利用 GPRS 模块建立与服务器的连接,其过程步骤:

- (1)发送指令“AT+CPIN?”查询 SIM900A 模块是否正常工作;
- (2)发送指令“AT+CSQ”查询 SIM 卡信号质量;
- (3)发送分别表示请求承载、设置承载参数为因特网类型 GPRS 连接、设置接入点为中国移动 GPRS 网络、打开 GPRS 分组数据承载业务等的指令“AT+SAPBR=2,1”“AT+SAPBR=3,1”“Contype”“GPRS”“AT+SAPBR=3,1”“APN”“CMNET”“AT+SAPBR=1,1”;
- (4)发送指令“AT+CIPSTART=“mode”“IP address”“port””,其中“mode”设置为 TCP 连接,“IP address”为对应的服务器 IP 地址,“port”为服务器端口号,当与服务器连接成功后返回“connect ok”;
- (5)发送指令“AT+CIPSEND”进行数据发送请求;当数

据发送成功时,返回“send ok”;

(6)按照 HTTP 协议发送“POST”“GET”请求,数据输入完成后,输入十六进制的“0X1A”,启动发送数据,在数据发送完成后,模块返回“send ok”。

**1.4.2 利用 HTTP 协议传输数据** HTTP 协议是一种应用层协议,在可靠网络层协议——TCP/IP 的基础上提供客户端与服务器之间进行信息传输的一种机制,并规定了客户端与服务器之间交互的各种消息。通过 TCP/IP 协议建立客户机与服务器的连接后,发送 HTTP 请求给服务器,请求的内容包括请求方法、统一资源标识符、协议版本号、MIME 格式的信息等。其中,MIME 信息又包括请求修饰符、客户机信息和可能的内容等。服务器接到请求后,给予相应的响应信息,其格式为 1 个状态行和 MIME 格式信息。状态行包括信息的协议版本号、1 个成功或错误的代码;MIME 信息包括服务器信息、实体信息和可能的内容。

发送 POST 请求进行数据的传输过程:

- (1)请求行利用 POST 方法向指定的资源提交处理请求,指定请求的 HTTP 协议版本与服务器的域名和端口号;
- (2)发送“Accept: \*/\* \r\n”指定客户端能够接收的内容类型;
- (3)发送“U-ApiKey:xxxx-ffff-zzzz \r\n”提供数据操作的权限;
- (4)发送“Content-Length: size \r\n”指定请求的内容长度;
- (5)发送“Content-Type: application/x-www-form-urlencoded \r\n”请求与实体对应的 MIME 信息;
- (6)发送“Connection: close \r\n”指定是否须要持久连接;
- (7)发送 HTTP 内容。

由于终端设备采用单片机进行数据处理,请求头域“Accept”设置为“\*/\*”,只负责接收,不管文件格式。“Content-Type”设置为“application/x-www-form-urlencoded”,为标准的编码格式。“Content-length”以 Form 中数据经编码后的长度而定,HTTP 请求消息的头域必须携带 api-key 字段,服务器依据 api-key 字段判别该用户是否

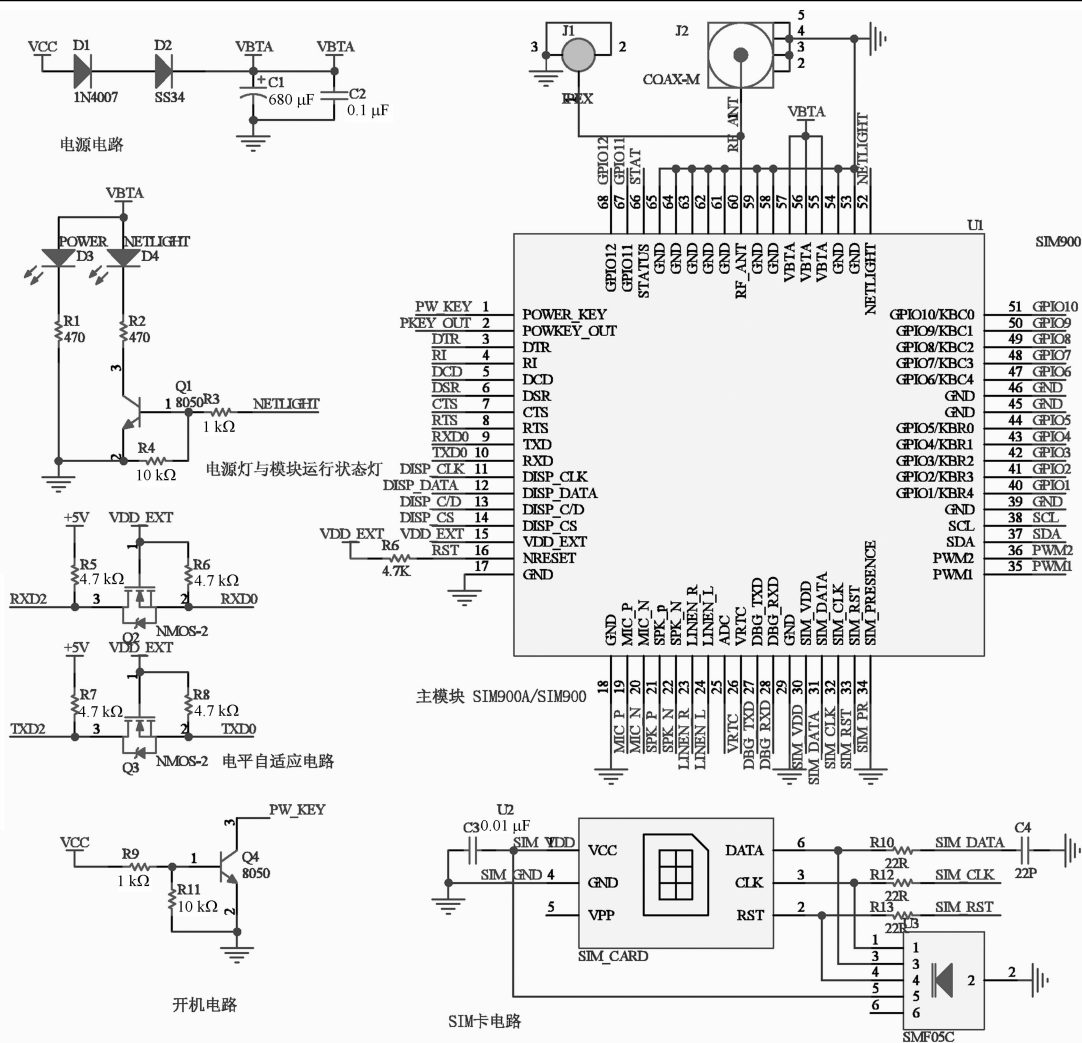


图5 GPRS 无线通信电路

具有对应操作权限。HTTP 内容中包含需要上传的数据,数据采用 Key - Value 格式,其中 Key 值由设备 id、数据流 id、时间等信息组成,Value 部分是 JSON<sup>[21]</sup> 类型数据。其中\r\n 是 2 个字符,表示 ASCII 码里面的回车换行,请求行和标题必须以回车换行作为结尾,空行内必须只有回车换行而无其他空格。当返回“HTTP/1.1 200 ok”,则表示数据上传成功。

### 1.5 远程控制系统的实现

通过页面实现远程控制,其过程与发送 POST 请求实现数据上传过程类似,先建立与服务器的连接,接着采用 GET 方法向指定的资源提交处理请求,实现页面的下载,利用 strstr(char \* s, char \* sub) 函数对页面数据进行自动抽取<sup>[22-23]</sup>,判断是否含有代表控制信息的字符串,如果含有则发送控制信息给从机,从机执行相应的控制动作。

### 1.6 服务器系统

服务器系统采用浏览器/服务器(B/S)模式,支持通过 PC 端或者手机端浏览器进行数据查看;支持通过 POST、PUT、GET、DELETE 等方法发送 HTTP 请求,以实现数据点的创建、编辑、查询、删除等操作;采用统一资源定位符(URL)方式将不同传感器数据进行区分,数据以 JSON 的格式进行传输,支持 1 次发送多个数据流,也支持多传感器数据的上

传,并能够实现对各现场数据分类实时显示与可视化展示。

## 2 系统软件设计实现

下位机程序利用 C 语言进行编程,从机程序主要包括显示屏、串口的初始化,传感器数据的读取与执行元器件的控制,主从机之间的通信等,主函数不断读取传感器的数据并与设定的参数值进行对比判断,当现场环境值不在设定范围内时执行相应控制动作,其工作流程如图 6 所示。

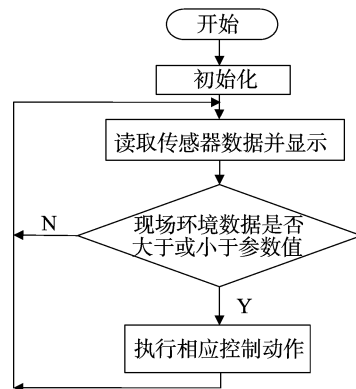


图6 从机程序流程

主机程序主要包括显示屏、时钟芯片、串口、从机参数的初始化、按键程序、GPRS 通信、主从机通信等,在主函数里不断扫描按键电路,当设置键按下时进入参数设置界面,若要对其中某个从机的参数进行修改,则须主机将修改过的参数通过串口 1 发送给从机,设置键被按下 4 次时退出参数设置界面;循环读取时钟芯片的时间值,进行判断,每隔 2 min 读取从机采集的数据<sup>[24-25]</sup>并上传到服务器。其程序流程如图 7 所示。

### 3 系统测试结果与应用

在温室群现场搭建 1 主 2 从集散控制系统,通过主机实现对 2 个温室的集中管理与分散控制,并将数据上传到服务器,从而实现对温室的远程监控与管理。远程监控系统如图 8 所示。

### 4 结论

农田环境的监控是实现农业高效可持续发展的重要基础性工作,而如何实现对农田的高效便捷管理制约着农业的产业化、规模化发展。本研究开发了一种基于物联网的集散控制系统,实现了对温室群的集中管理与差异化控制。与独立的温室控制系统相比,该系统降低了维护、管理温室系统的时间与劳动强度,增强了对温室环境的掌控与管理水平,对农田的信息化、智能化管理具有一定推广应用价值。

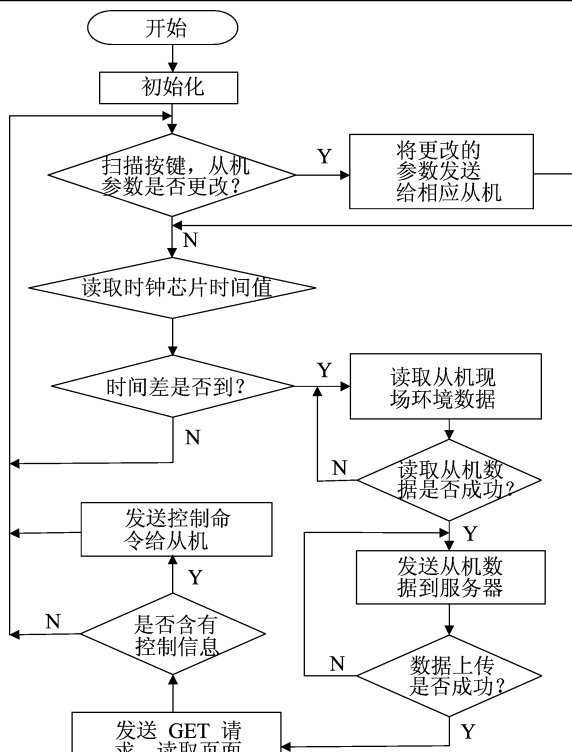


图7 主机程序流程

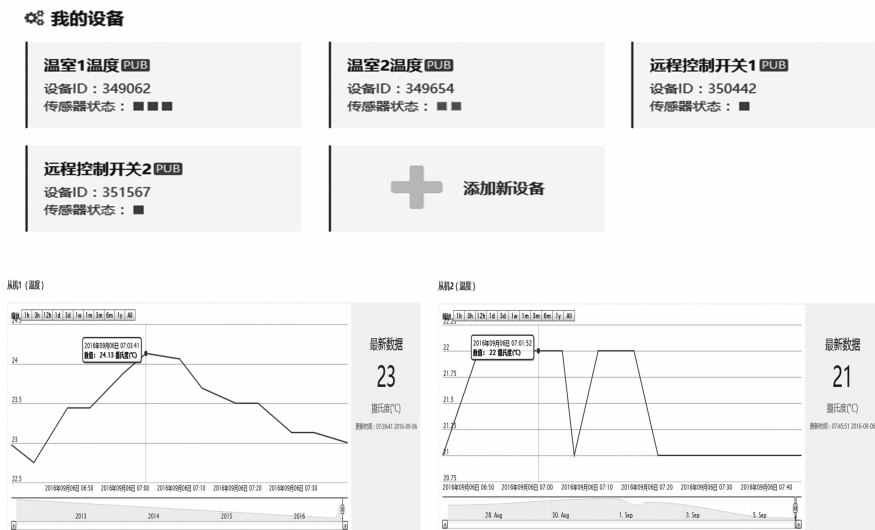


图8 远程监控系统

### 参考文献:

[1]潘世永,郑 萍,李 英. 集散控制系统(DCS)的发展及展望[J]. 自动化与仪器仪表,2003(4):6-8.  
[2]宋 威,周 伟. 集散控制系统应用现状及其发展[J]. 工业控制计算机,2004,17(11):1-2.  
[3]冯博琴,朱丹军. 基于PC的DCS操作站的研究与设计[J]. 西安交通大学学报,2001,35(4):351-354.  
[4]周 敏. 基于PC和回路控制器架构的温控集散控制系统[J]. 自动化应用,2011(10):54-55.  
[5]高 鹏. 计算机集散控制系统在煤矿水泵控制中的应用[J]. 煤矿机械,2013,34(5):264-265.  
[6]王志刚,许晓鸣,杜国平. PLC组网技术及其在集散控制系统中

的应用研究[J]. 测控技术,2001,20(6):29-31+33.  
[7]蒋方炎,徐海明. PLC在工业集散控制系统中的应用[J]. 机电工程,2000,17(3):88-91.  
[8]刘 桥,蒋梁中,谢存禧,等. 集散控制系统与现场总线控制系统[J]. 现代电子技术,2003(13):89-93.  
[9]魏 亨,杨盛泉,刘白林. 基于RS485总线的温室大棚集散控制系统的设计[J]. 西安工业大学学报,2013,33(9):706-711.  
[10]毕 翔,张建军,王跃飞. 基于CAN总线的PLC-PC控制系统研究[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2005,28(6):599-602.  
[11]张荣标,朱荣生. 集散控制系统可靠性设计探讨[J]. 排灌机械,2001,19(2):39-42.  
[12]卢凤山. DCS集散控制系统的故障原因及运行管理探析[J]. 中国石油和化工标准与质量,2012,32(3):208.

尤 佳,李景彬,黄 勇,等. 基于高光谱图像技术的脱绒棉种活力检测[J]. 江苏农业科学,2018,46(13):231-235.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.13.054

# 基于高光谱图像技术的脱绒棉种活力检测

尤 佳<sup>1</sup>,李景彬<sup>1</sup>,黄 勇<sup>1</sup>,黄蒂云<sup>1</sup>,彭顺正<sup>2</sup>

(1.石河子大学机械电气工程学院,新疆石河子 832000; 2.石河子大学信息科学与技术学院,新疆石河子 832000)

**摘要:**为了寻求一种快速无损检测脱绒棉种活力的方法,提出采用高光谱图像技术进行脱绒棉种活力检测。以新陆早 50、新陆早 57、新陆早 62 等 3 个不同老化程度下的脱绒棉种为研究对象,采集脱绒棉种在 450~1 013 nm 的高光谱图像,并以单粒脱绒棉种全区域作为感兴趣区,共提取 3 个品种 810 个感兴趣区;对提取的光谱平均反射率采用 Savitzky-Golay 平滑方法,结合多元散射校正(multiplicative signal correction, MSC)进行去噪处理;基于前 10 个主成分和特征波段分别建立距离判别分析、支持向量机(SVM)脱绒棉种活力预测模型。试验结果表明,采用基于特征波段的判别模型分类精度达到 96% 以上,检测结果可靠且效果良好的。本研究为脱绒棉种活力无损检测检测方法提供了一种新的方法和思路。

**关键词:**脱绒棉种;活力检测技术;高光谱;特征波段;判别分析;支持向量机

**中图分类号:** S274; TP751 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)13-0231-05

棉种是棉花生产的基础<sup>[1]</sup>,棉种质量直接影响棉花的产量和纤维品质。棉种质量是指种子净度、发芽率、活力和品种纯度等指标所表示的综合特性<sup>[2]</sup>。选用优良的棉种可以显著增产,研究表明,作物增产中优质良种所起的作用约占 1/3 以上,而棉种活力是保障棉花高产的关键因素<sup>[3]</sup>。高活力种子具有明显的生长优势,对其活力测定对农业生产具有重要意义,播种前须要对种子活力进行测定,选用高活力种子确保田间苗齐、壮,且活力较高的种子抗逆性强,贮藏价值大<sup>[4]</sup>。

目前常规测定棉种活力主要方法有发芽试验<sup>[3]</sup>、高温焖种法<sup>[5]</sup>、四唑染色法<sup>[6]</sup>、电导率测定法<sup>[7]</sup>、介电常数法<sup>[8]</sup>、机器视觉<sup>[9]</sup>等。这些方法应用于棉种活力检测,但存在对样品

造成损害、耗时、检测结果不准确、速度慢、使用的化学试剂易造成环境污染等缺点。因此研究出一种快速、准确、无损、高效的棉种活力检测方法是目前市场需求。

高光谱图像应用于农产品检测是近些年兴起的一项新技术,它在获取研究对象空间信息和光谱信息时,也可以更大范围获取样本的内外部信息,能够更加全面地对样本进行分析研究。高光谱图像技术已广泛应用于农畜产品检测<sup>[10-12]</sup>及水果品质检测<sup>[13-16]</sup>,基于高光谱图像技术检测种子品质、产地等近些年也开始新兴于国内外。Cogdill 等采用高光谱图像技术对玉米种子的含油率和含水率进行检测,得到了较好的成果<sup>[17]</sup>;Wallays 等基于高光谱图像技术建立了小麦、大麦、玉米杂质检测系统<sup>[18]</sup>;Singh 等利用近红外高光谱成像系统对小麦进行检测,对正常小麦与受损小麦进行了区分<sup>[19]</sup>;Nansen 等利用高光谱图像技术对澳大利亚本地树种萌发进行分类预测,其效果良好<sup>[20]</sup>。国内也有许多学者进行了相关研究,朱启兵等研究了快速识别种子纯度,把熵信息作为分类特征实现玉米种子的准确识别分类<sup>[21]</sup>;王国庆等提出了用高光谱图像技术对玉米种子年份和产地鉴别,其模型训练集和测试集精度分别为 99.11% 和 98.3%<sup>[22]</sup>;张初等采用高光谱

收稿日期:2017-10-03

基金项目:国家自然科学基金(编号:31260290);兵团博士资金专项(编号:2014BB03);中青年科技创新领军人才计划(编号:2016BC001)。

作者简介:尤 佳(1993—),女,江苏海安人,硕士研究生,主要从事农产品智能检测与分级研究。E-mail:xjyoujia@163.com。

通信作者:黄 勇,高级实验师,主要从事农业机械化研究。E-mail:ljb8095@163.com。

- [13]李道亮. 物联网与智慧农业[J]. 农业工程,2012,2(1):1-7.  
[14]黎贞发,王 铁,宫志宏,等. 基于物联网的日光温室低温灾害监测预警技术及应用[J]. 农业工程学报,2013(4):229-236.  
[15]王孝良,宋国振,安 毅. 基于 GPRS 的远程实时数据采集监控系统[J]. 仪器仪表与分析监测,2005(1):23-26,35.  
[16]王富东,邵光庆. 单片机多串口通讯技术及其应用[J]. 仪器仪表学报,2002,23(增刊1):262-264.  
[17]朱丽军,杨 鸣,刘高平. HTTP 协议的剖析及其在嵌入式监视系统中的应用[J]. 宁波大学学报(理工版),2008,21(2):164-168.  
[18]尹 红,唐 煜. 单片机 RS-485 多机通讯的实现[J]. 计算机应用,1999,19(1):54-56.  
[19]翟 顺,王卫红,张 衍,等. 基于 SIM900A 的物联网短信报警系统[J]. 现代电子技术,2012,35(5):86-89.

- [20]王 超. 基于混合 TCP-UDP 的 HTTP 协议实现方法[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2003(2):26-28.  
[21]权重民,彭昕昀. 利用 JSON 实现 Android 高效、安全访问远程数据库的一种方式[J]. 韶关学院学报,2011,32(12):16-20.  
[22]朱永生,王 军. 基于 Web 内容的一种数据自动抽取方法[J]. 计算机技术与发展,2012,22(5):87-89+93.  
[23]朱慧爽. XML 在 Web 文本抽取中的应用[J]. 科技信息(科研教学),2008(23):424,412.  
[24]张瑞端,赵春江,陈立平,等. 农田信息采集无线传感器网络节点设计[J]. 农业工程学报,2009,25(11):213-218.  
[25]孟志军,王 秀,赵春江,等. 基于嵌入式组件技术的精准农业农田信息采集系统的设计与实现[J]. 农业工程学报,2005,21(4):91-96.