

基于MI和SI的寒地水稻旱直播栽培田土壤墒情监测系统

王路路, 黄海鸥*, 程哲, 王纪禄, 许明旭, 逯柏轩
(吉林农业科技学院, 吉林 吉林 132101)

摘要: 为了实现对寒地水稻旱直播栽培田土壤墒情数据的准确监测, 本文利用系统集成和移动互联技术设计了一款多层次监测土壤温湿度、降水量等数据的土壤监测系统。系统可以获取即时的农业气象要素信息和不同深度层次的土壤状态信息, 并自动按照设定时间保存相关数据, 用户可以以表格的方式直观地查阅相关信息。经过进一步分析, 系统可以满足旱直播水稻灌溉对数据的需要。

关键词: MI; SI; 系统集成技术; 传感器

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)02-0121-04

Soil Moisture Detection System for Dry Direct Seeding Rice Field in Cold Region Based on MI and SI

WANG Lulu, HUANG Haiou*, CHENG Zhe, WANG Jilu, XU Mingxu, LU Baixuan
(Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin 132101, China)

Abstract: In order to realize the accurate monitoring of the soil moisture data of dry direct seeding rice cultivation field in the cold region, a multi-level soil monitoring system for monitoring soil temperature, humidity, precipitation and other data was designed by using system integration and mobile Internet technology. The system can obtain real-time agro-meteorological information and soil status information of different depth levels, and automatically save relevant data according to the set time. Users can view the relevant information intuitively in the form of table. After further analysis, the system can meet the needs of data for dry direct seedling rice irrigation.

Key words: MI; SI; System integration technology; Sensor

中国是全球经济中最大的大米生产国和消费国。与此同时, 水稻也是农业的主要用水户^[1]。2016年全国总用水量6 040.2亿立方米。其中, 农业用水的比重就达到了62.4%。由以上数据可以看出对稻田水分与降水量进行精确监测是十分必要的。近年来随着传感器技术和通讯技术的发展, 为设计精确监测稻田土壤水分和降水量奠定了坚实的物质基础和技术基础。

在我国传统农业建设上, 土壤墒情监测系统一直都处于劣势, 在近年研究的过程中, 所显示出来的缺点如下: 信息传输不准确, 交付方式不同; 传统的土壤墒情系统的功能不够全面。国外运用的土壤传感器是针式传感器, 而针式传感器安装时占用的面积大, 线路复杂, 会影响耕种面

积, 硬件安装并不美观。

结合国内外远程监测技术的最新发展和远程监测技术在水稻生产中的应用现状得出结论: 在水稻生长过程中除了需要实时监测田间水温水位信息外, 还需要实现对水温水位的调控^[2]。针对上述问题, 本文设计了一种基于MI和SI的寒地水稻旱直播栽培田土壤墒情监测系统, 并对现有传感器进行创新组建整合, 使用系统集成技术打造出更加创新实用的项目^[3]。

1 材料与方 法

1.1 试验对象和材料

1.1.1 试验对象

利用吉农大859在吉林省吉林市吉林农业科技学院九站校区试验田进行试验。

1.1.2 试验材料

(1) 材料介绍

本系统所使用的硬件有: 传感器(主要由四个

收稿日期: 2018-12-27

基金项目: 吉林省大学生创新创业训练计划平台(201811439029)

作者简介: 王路路(1997-), 女, 在读本科, 从事网络工程研究。

通讯作者: 黄海鸥, 女, 硕士, 副教授, E-mail: hho_jl@163.com

部分组成:PHQW 温度传感器、管状土壤水分传感器、雨量传感器、PHQS 空气湿度传感器)、电源、数据采集模块、通讯模块、防雷模块和支架等;软件由数据采集器、数据通讯器、服务器数据库、PC 端应用、移动端应用等组成。

无线数据采集器采用 RY-ADC 无线气象数据采集器集成信号和无数据通信于一体的高性能测控装置^[4]。土壤墒情基站通过无线及有线通信进行信息的传递,包括传感器之间的信号转换、数据收集等。土壤水分监测基站是土壤信息采集和气象监测的重要依据。空气温湿度传感器、信息采集器、电源、支撑管等通过一些现有的技术和设备进行整合,传输中的协议和设备都依照国家标准且具备正常运行的可行性。

(2) 土壤传感器材料

在硬件方面的设计选择使用管式土壤温湿度集成传感器。管式温湿度集成传感器埋入土壤时所占用的土壤面积甚小,安装方便,且无任何线路干扰,对周围的土壤适应时间短;无线超声波对作物的生长环境和生长无副作用,并且收集的数据准确。

1.2 试验方法

1.2.1 试验相关数据测量方法

作物灌溉消耗了世界 70% 以上的水资源,因此,提高灌溉效率是维持粮食需求的决定性因素。为了满足日益增长的食品需求,对土壤水分的测量和监测将变得越来越重要。

按是否直接取土样测定分类,测定土壤含水量的方法可分为直接法和间接法^[5]。本文通过直接法测量土壤的水分和温湿度,通过测量土壤的介电常数,利用介电常数计算土壤中的水分含量^[6]。

1.2.2 移动互联技术与系统集成技术的应用

移动互联技术,也就是 Mobile Internet,本文简称为 MI。它是一种利用移动无线终端通过移动无线通信技术获得服务的新型业务,包括终端、软件和系统应用^[7]。

系统集成技术,也就是 System Integration,本文简称为 SI。系统集成技术就是将现有的传感器技术、计算机技术和客户端网络连接在一起的一种技术,能够达到信息的共享功能,实现采集-传输-分析-输出达到一体化,方便用户的管理。

本系统将 MI 和 SI 两种技术以软硬件相结合的方式,收集各种传感器并将其传输到数据库,以自动监测灌溉、施肥、喷洒、冷却和填充,确保作物具有良好和适宜的生长环境。

数据收集及传输的过程见图 1。其中空气温度、湿度、雨水总量和土壤在 5、10、20、30、40 cm 的温湿度数据信息会通过线缆传输到数据采集器,数据采集器可使用互联卡,并且可在互联卡的条件下通过无线传输方式将数据以数字信号的形式传输到服务器,为了考虑到信号屏蔽的情况,也可通过有线传输方式将数据传输到服务器。使用者通过 PC 端或移动设备端以有线或无线传输方式从服务器中查询所需要的数据。

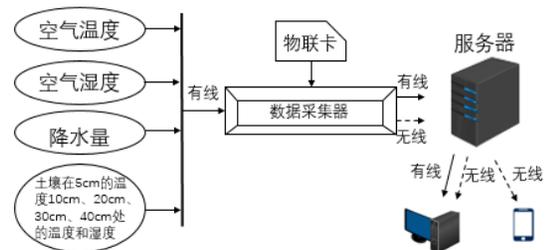


图 1 系统原理图

2 结果与分析

由于北方寒地有近半年的冻土期,耕层土壤水分处于冻结状态,现有的土壤水分传感器对冻结状态下水分不能进行准确测量,因此在系统硬件设计上要方便拆卸和安装;另外农田中没有市电供应,选择的电源是太阳能电池板和蓄电池;稻田灌溉不仅与土壤水分有关还与降水量、土壤温度、土壤湿度、空气温度、空气湿度有关,本系统硬件主要集成的传感器为:土壤湿度传感器、土壤温度传感器、降水量传感器、空气温度传感器、空气湿度传感器等,如图 2 所示。由于稻田耕层深度一般在 40 cm 左右,因此本系统主要由土壤离地深度 5、10、20、30、40 cm 的土壤温度传感器和离地 10 cm、10~20 cm、20~30 cm 和 30~40 cm 的土壤湿度传感器组成^[8]。

2.1 土壤墒情监测系统总体方案设计

(1) 系统的基本原理:土壤水分监测系统由信息采集器、数据传输器、电力系统和 GPRS 定位系统四部分组成。土壤墒情监测系统的工作原理如下:首先将每个点的数据进行数据采集,用信息模块将数据进行转换,通过串口连接发送到采集器上,数据采集器会与内置 SIM 卡进行连接,储存之后进行传输,把数据传送过去,GPRS DTU 将数据封装到网络协议中,然后通过 GPRS 网络内部 TCP/IP 协议无缝访问 Internet 网络到服务器。经过网关处理后,系统软件对信息进行监测。

(2) 系统的主要功能:①能够实时监测土壤状

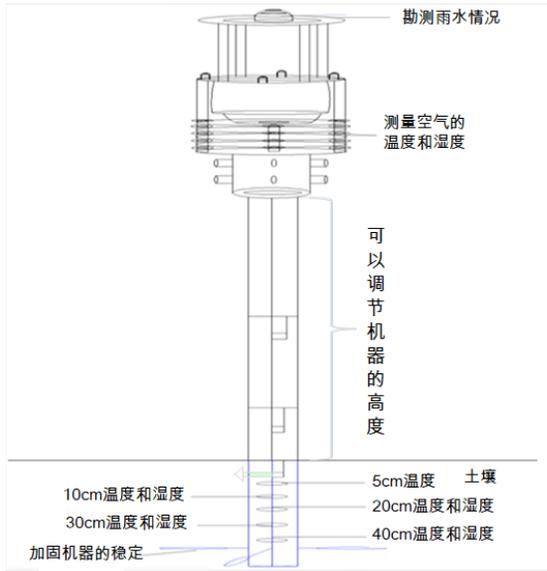


图2 系统整体结构图

态和天气变化;②对数据进行高效的采集,做到不遗失数据;③能够进行远程操作,通过无线的方式进行数据传输和查询,方便不固定式查询。

(3)系统特点:系统监测基站可以进行多点管理,即进行网格化管理,像网络一样覆盖,对数据进行实时监测。用现代的技术手段以及设备条件取代人工监测,并且所测量出的数据具有误差小,稳定性强的特点。

(4)系统施工方案:①采取的方法:利用CAD和CATIA及传感器尺寸,设计出设备的平面结构图以及立体图,进行运行与仿真,测试各个材料面以及连接部分的受力情况。②根据所选择传感器输出的信号类型及整体适用和美观设计的数据采集器来配套设计供电系统和外形。③对现有的数据传输系统软件进行改造,以适应数据传输及对设备的监控。

2.2 整体监测系统的实现

远程墒情监测系统由采集器、太阳能供电系统等组成^[9]。

本系统以土壤温湿度传感器、土壤EC传感器、土壤pH传感器、无线数据采集器、太阳能供电系统、网关、系统集成等技术为基础,按照分结构,集中管理的原则,通过土壤水分监测站网建设,建设自动监测土壤水分数据采集和管理平台,能实时监测土壤水分^[10]。

2.3 系统软件的实现

数据采集系统以Java EE语言+MySQL数据库为开发环境。

Java语言是一种面向对象的语言,它通过最

基本的方法来完成指定的任务。MySQL对于数据采集软件这种中小型系统是不错的选择,我们将数据库建立在远程服务器上,只需要利用网络便可以访问云服务器上的数据库,可在不同地点使用,大大减少了因电脑损坏或病毒导致本地数据库内容的丢失或损坏的可能性^[11]。

数据采集系统软件包括数据采集界面、数据日统计界面、数据月统计界面、月极值统计界面这4个部分。数据采集界面(图3)的主要功能是根据各个传感器监测的实时传入数据库的数据,在程序中以直观的数值显示出来,进而方便用户确定当前的墒情状况,及时调整灌溉策略(图3~图6为本系统监测到的部分数据)。图3以土壤湿度体积含水量为例,通过登陆界面进入系统,选择想要查询的选项,点击查询即可得到相关界面,界面所呈现的数据均来自本系统的实时监测硬件,在一定程度上保证了数据的准确性和实时性。

土壤湿度体积含水量 (FDR)

时间	0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm
00:00	97	98	99	100
00:30	97	98	99	100
01:00	96	97	99	99
01:30	96	97	98	99
02:00	96	97	97	99
02:30	96	96	97	98
03:00	96	96	97	98
03:30	95	96	97	98
04:00	95	96	97	98
04:30	95	96	97	98
05:00	95	96	97	98
05:30	95	96	97	98
06:00	94	95	96	98
06:30	94	95	96	98
07:00	94	95	96	98
07:30	93	95	96	98
08:00	93	94	95	96

图3 数据采集界面

空气温湿度/降水量

时间	150cm t (°C)	150cmRH (%)	降水量 (mm)	项目内容
20180801	26.38	71.85	0	日平均
20180801	30.1	85	0	日最高
20180801	23.3	58	0	日最低
20180801	26	71	0	日较差

图4 数据日统计界面

数据日统计界面(图4)的主要功能是根据各个传感器监测的实时传入数据库的数据,将每日的各项指标的最高值、最低值、平均值加以统计,以便展现每日的墒情水平。日统计界面主要包括空气温湿度和降水量等的数据展示,通过计算平均值得出每日平均数据,为全面了解监测点的信息提供直观的界面。

数据月统计界面(图5)的主要功能是根据各个传感器监测的实时传入数据库的数据,将每月的各项指标的最高值、最低值、平均值加以统计,用来展现每月的墒情水平。

数据月极值统计界面(图6)的主要功能是根

时间	0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm	月份
12:00	71	77	84	25.9	1
12:00	71	77	84	26.1	2
12:00	72	79	85	25.3	3
12:00	72	78	85	25.5	4
12:00	74	80	85	25.2	5
12:00	71	77	84	26.5	6
12:00	76	82	87	25.0	7
12:00	80	88	90	25.1	8
12:00	82	88	90	24.9	9
12:00	75	77	84	26.8	10
12:00	88	92	93	24.8	11
12:00	84	90	92	24.9	12

图5 数据月统计界面

时间	0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm	项目
201801	0	0	0	0	上月合计
201801	0	0	0	0	上月平均
201801	0	0	0	0	中旬合计
201801	0	0	0	0	中旬平均
201801	0	0	0	0	下旬合计
201801	0	0	0	0	下旬平均
201801	0	0	0	0	月合计
201801	0	0	0	0	月平均
201801	0	0	0	0	月最高值
201801	0	0	0	0	月最低值
201801					出现日期

图6 数据月极值统计界面

据各个传感器监测的实时传入数据库的数据,将每月的各项指标进行上中下旬的分析,以展现当月墒情特殊状态的具体时间。

数据采集界面、数据日统计界面、数据月统计界面、月极值统计界面这4个部分的意义是为管理者提供数据支撑,通过数字信号将数据进行传输,再通过移动互联技术进行分析,以此直观地展示出土壤墒情监测成果。

3 结论

本文所设计的土壤墒情监测系统可以通过集合多种传感器设备对寒地水稻旱直播土壤墒情进行准确监测,可以保证水稻全生育期用水安全,也可以充分利用雨水而节约水资源,同时还可以减少稻田甲烷气体排放^[12],为稻田智能灌溉提供准确数据支持。

本系统利用MI和SI技术进行系统整体外观和功能设计,将多个传感器集合,利用数字信号进行传输输出,在外形上使之简洁实用,整体构造使之符合《农业气象观测规范》要求,适应旱直播稻田农事作业。与传统的只能够单一测量土壤

湿度的土壤墒情监测系统相比,本文设计的土壤墒情监测系统能够测量农田的空气温湿度、降雨量、风向风速、土壤的温度,这些数据的产生增加了对农业农田数据的精准测量,并且本系统利用系统集成技术将多个传感器集多为一,利用移动互联技术转换为数字信号传输并输出,真正做到高速有效的土壤墒情监测。

综上所述,本文所提出的土壤墒情监测系统能够从多方面进行数据采集,不仅可以实时采集有效数据,还可以及时反映一段时间的土壤墒情指标,从而为复杂条件下土壤的调控、农业现代化做出有力的数据支撑,为农业生产提供必要的参考^[13]。

参考文献:

- [1] 向 镜,徐早增,陈慧哲,等.磷肥用量对超级早稻生长、产量及磷吸收利用的影响[J].中国稻米,2016,22(1):35-38.
- [2] 郑徽平.移动墒情监测系统的结构、设计与应用[J].安徽农学通报,2009,15(17):128-129.
- [3] 杨绍辉,杨卫中,王一鸣.土壤墒情信息采集与远程监测系统[J].农业机械学报,2010,41(9):173-177.
- [4] 张润杰.GPRS在乌鲁木齐河供水信息传输中的应用[J].人民黄河,2010,32(3):64-65,68.
- [5] 吴文义,尉永平.瓶筒法快速测定土壤含水量[J].山西水利科技,2001(4):20-22.
- [6] 董晓晨.线区域尺度土壤水分传感系统的研究与开发[D].北京:北京林业大学,2015.
- [7] 罗 京.移动互联网背景下的星级酒店营销策略研究[D].天津:天津科技大学,2017.
- [8] 程婉莹.基于田间监视器的冬小麦晚霜冻害研究[D].北京:中国农业科学院,2016.
- [9] 杨 鑫,申长军,赵春江,等.低功耗远程墒情自动监测站设计[J].节水灌溉,2012(7):53-55,59.
- [10] 赵泽英,彭志良,王 虎,等.土壤墒情自动监测系统的开发与应用[J].贵州农业科学,2016,44(8):131-134.
- [11] 丁杨旻.基于WEB2.0的网络招聘管理系统开发与设计[D].南昌:南昌大学,2010.
- [12] 栾英颖,郑德春,张国君.吉林省黑土资源现状及治理对策[J].东北农业科学,2018,43(5):41-42.
- [13] 尚 丽.基于DEA模型的陕西省粮食生产效率评价及影响因素研究[J].东北农业科学,2018,43(5):47-54.

(责任编辑:刘洪霞)