

基于 STM32 的农田节水灌溉系统的设计

巩师洋¹, 王福平²

(1. 北方民族大学 电气信息工程学院, 宁夏 银川 750021; 2. 北方民族大学 创新创业教育中心, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 农田湿度是农业中考量自然环境的重要因素, 为了保证农田湿度适合农作物良好生长, 设计了一套基于 STM32/AT89C51 单片机的农田精准灌溉智能监测及控制系统。系统主要功能: 结点湿度传感器检测土壤湿度并发送到单片机, 结点单片机将土壤湿度传感器检测到的土壤湿度模拟量传给主机单片机转换成数字量显示到 LED 显示器; 若需灌水, 则手动控制按下主机开启按钮通过 485 传输控制电磁阀进行滴灌或自动控制下湿度超过设定的最低下限进行倒计时定时灌水。现研究了一套基于 STM32 的农田节水灌溉系统, 以期达到实时掌握和控制农田湿度的效果。

关键词: 节水灌溉; 单片机; 智能监测

中图分类号: S 274.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2017)01-0200-04

宁夏位于西北高原, 气候干旱, 降水量较少, 且主要集中在夏季。之前农田灌溉主要是引进黄河水, 随着对黄河水保护工作的开展, 黄河水主要用来浇灌葡萄等经济农作物。由于水资源的紧缺和价格的攀升, 合理利用水资源已成为日益重要的问题。该研究针对宁夏黄羊滩地区设计了一套集监测、决策和控制为一体的精准灌溉远程智能监控系统。根据实际个体的种植面积采用不同数量的节点(该设计主要针对宁夏黄羊滩农场部分农田, 约 2 hm², 设置为 5 组, 每组 3 个传感器, 深度分别为 15、25、40 cm, 见图 1), 节点之间通过‘485’通讯组成一个信息采集网络, 以点带面了解并调节土壤的湿度, 从而实现滴灌的精准灌溉、节约用水成本、提高农作物产量^[1]。

1 系统总体方案设计

湿度检测系统是由电源、STM32 单片机、

AT89C51 单片机、湿度传感器、GPRS、继电器、串行接口通信模块等 7 个部分^[2](图 2)。用户通过上位机对现场数据进行检测并且进行实时有效的远程控制, 可以实现对农田的采集, 并且通过‘485’将数据传输至 STM32 单片机, 进行数据的处理及存储。处理后的数据经 GPRS 无线通信发送到远程监控中心, 并对接收到的数据结合气象信息进行分析, 与专家决策系统信息按照一定算法得出决策信息, 来控制电磁阀的开关, 以完成监控, 见图 3。



图 1 一组湿度传感器

2 系统硬件电路设计

该设计的核心部分硬件包括: 时钟电路、复位电路和数据采集(模数转换)电路。时钟信号用来提供单片机片内各种微操作的时间基准, 时钟信号通常用 2 种电路形式得到: 内部振荡和外部振荡^[3]。引脚 XTAL1 和 XTAL2 分别是此放大电路的输入端和

第一作者简介: 巩师洋(1989-), 男, 黑龙江齐齐哈尔人, 硕士研究生, 研究方向为信息检测与计算机控制技术。E-mail: 294213516@qq.com.

责任作者: 王福平(1963-), 男, 宁夏银川人, 硕士, 教授, 现主要从事信息检测与计算机控制技术等研究工作。E-mail: w_fuping@126.com.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61261045); 宁夏高校科研资助项目(NGY2014033)。

收稿日期: 2016-09-27

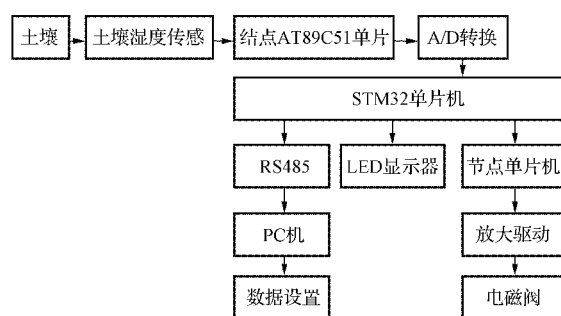


图2 系统总体设计

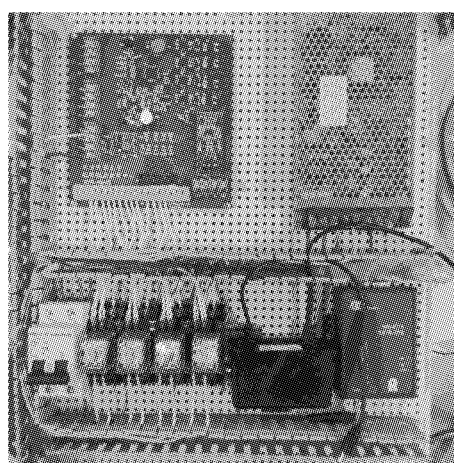


图3 系统实物

输出端,由于采用内部方式时,电路简单,所得的时钟信号比较稳定。复位是靠外电路来实现的,在正常运行情况下,只要 RST 引脚上出现 2 个机器周期以上的高电平,即可引起系统复位。但如果 RST 引脚上持续为高电平,单片机就处于循环复位状态。复位后系统将输入/输出(I/O)端口寄存器置为 FFH,堆栈指针 SP 置为 07H,SBUF 内置为不定值,其余的寄存器全部清 0,内部 RAM 的状态不受复位的影响,在系统上电时 RAM 的内容是不定的。复位操作有 2 种情况,即上电复位和手动(开关)复位。该系统采用上电复位方式。

2.1 控制器

单片机是面向工业的微处理器,它将 CPU、RAM、ROM、定时计数器、I/O 接口电路集成在一块芯片上,是一种单片计算机。单片机体积小,可以植入仪器仪表当中或设备中,被广泛作为嵌入式控制器使用,可使用汇编语言或高级语言编程。该设计采用了 ARM 公司推出的 STM32F103,其使用 ARM 32 位的 Cortex™-M3 CPU,工作频率为 72 MHz 512 K 的存储器容量和 64 K 的 RAM,7 个 16 位定时

器,2 个 ADC,9 个通信接口,80 个快速 I/O 接口。

该设计是用于土地湿度采集,对土地温度有一定要求,STM32F103V 适用于 $-40\sim 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围,电压范围为 $2.0\sim 3.6\text{ V}$,满足工作环境的需求。且 STM32F103 拥有 80 个快速 I/O 接口,刚好适合该设计的外设接口数量。

2.2 湿度传感器

土壤水分传感器是基于介电理论并运用频域测量技术研制开发的,能够精确测量土壤和其它多孔介质的体积含水量。可与温室环境监测、土壤墒情采集、自动灌溉控制等系统集成,实现水分的长期动态连续监测。

该设计采用的传感器为 NHSF48 土壤水分传感器,电压输出为 $0\sim 2\text{ V}$,电流输出为 $4\sim 20\text{ mA}$,RS485 接口,Modbus 协议。土壤含水率: $0\%\sim 53\%$ 范围内测量精度为 $\pm 3\%$; $53\%\sim 100\%$ 范围内测量精度为 $\pm 5\%$ 。工作电流约为 15 mA ,响应时间 $< 1\text{ s}$,工作温度范围为 $-40\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。稳定性较高,安装及拆卸简单,采用阻燃环氧树脂固化,可长期埋伏土壤中使用,不受腐蚀,且价格适中。

2.3 通信模块

系统通信包括上位机通信和下位机通信 2 个部分。通信模块设计需考虑波特率、通信协议、通信缓存区以及通信的过程。

上位机和下位机本身带有 RS-232C 接口,其最大传输距离为 30 m ,不能满足该要求,而 RS-485 串行数据通信标准可传送 2 000 m 以上,因此选用 '485' 串行通信。在硬件接口:上位机本身具有 RS-232C 接口,再配备一块 RS232-RS485 转换板 STD5630,实现 RS-232 电平到 RS-485 电平的转换。即采用 RS485 串行数据通信标准;下位机串行通信接口:下位机本身具有 RS-232C 接口,再配备一块 RS485-RS232 转换板 5P60,实现了 RS-485 电平到 RS-232 电平的转换。当波特率为 9 600 时,可传输 2 000 m ,若适当降低波特率,可传输更远距离。串口的波特率可以通过设置在 USART_BRR 寄存器的值来获得,基于 STM32 单片机可以通过库函数直接配置。采用 Modbus 的通信协议,通过单播或广播模式来完成主从机之间的相应。主机按格式发出请求后,单字节检测信息,并对收到数据进行解码以及校验数据是否准确,在 Modbus 串行链路中,采用帧校验的方式^[4]。

3 系统软件设计

节水灌溉系统下位机在 $\mu\text{Vision4}$ 环境下开发,

使用 C 语言编程。程序流程见图 4。

节点通过 UART2 获取传感器数据,经过 CRC 校验,如果数据有效,则将数据交给 Modbus 协议栈。STM32 主机向节点获取数据时,STC51 节点 UART1 将通信协议栈的数据上传到‘485’总线上。

主机 STM32 的 USART1 通过 485 总线发送指令给节点、接收节点数据(包括按键状态)。USART2 发送数据给液晶屏并显示,同时接收液晶屏数据。USART3 发送数据给 GPRS,并接收来自

GPRS 的指令,这些数据和指令来自远程监控中心(LINUX 服务器通过 TCP/IP 协议发来的数据,即 Android/PC 用户上位机发来的数据指令)。STM32 的 IO 管脚部分按键的状态,以此来确定是自动还是手动控制。整个过程要对数据进行 CRC 校验,状态保存,数据比对^[6]。

面板按键在该系统中被当作节点控制,STC51 检测 IO 管脚链接的按键状态,处理后上传给 STM32 主机。

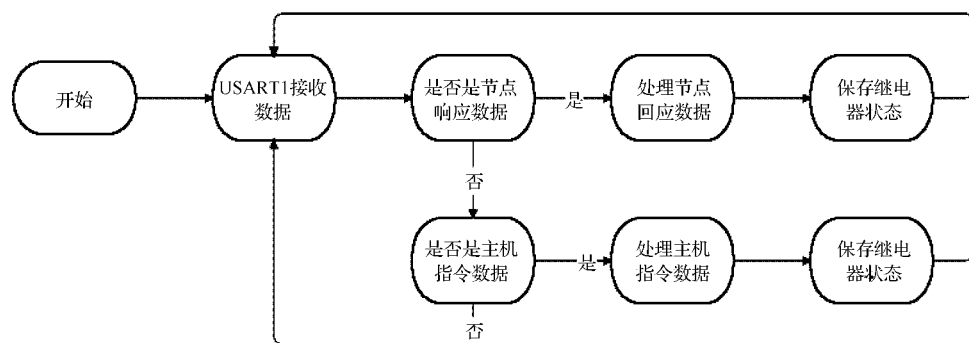


图 4 程序流程

4 结果与分析

利用该系统在宁夏黄羊滩小麦精准灌溉进行试验,实时获取湿度信息。在该系统的监测下,对马铃薯进行 24 h 监测(2016 年 03 月 12 日),由于数据每 5 min 上传一次,数据繁多,故选取部分测试数据如表 1 所示。该系统运行稳定,可对农田进行精准灌溉。从测得的数据来看,土壤 15、25 cm 湿度变化较大,土壤 40 cm 深时湿度基本保持在 55%。种植的不同时期应注意土壤不同深度的湿度,尤其是在

播种时应重点监控 15 cm 深度土壤的湿度,灌溉仅对 40 cm 以上深度土壤起作用,40 cm 深度以下基本无法控制。

5 结论

该研究设计了一种基于 STM32/AT89C51 单片机的智能检测控制系统,其融合了电子信息技术、计算机技术、物联网技术等,现已投入使用。该系统实现了实时监控功能,随时掌握土壤湿度并控制滴灌,但只进行 5 个测试点在 15、25、40 cm 深度测试湿度,如果进行多点测试精度会更高;湿度传感器使用寿命较短需找到解决问题的方法。

参考文献

- [1] 李军. 数据采集系统整体设计与开发[M]. 北京:航空航天大学出版社,2014.
- [2] 刘火良,杨森. STM32 库开发实战指南[M]. 北京:机械工业出版社,2013.
- [3] 季力. 基于 STM32 芯片的电参数测量与数据传输[J]. 自动化与仪器仪表,2010(3):137-139.
- [4] 尹飞凰,高舸. 适宜马铃薯储藏的环境参数智能调节系统[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):374-376.
- [5] 张述杰. 现代无线电测控技术[M]. 沈阳:沈阳航空工业学院出版社,2008.

表 1 湿度测试数据

时刻	15 cm	25 cm	40 cm
00:00	62	58	53
02:00	62	58	53
04:00	62	58	53
06:00	62	58	53
08:00	62	58	53
10:00	73	69	56
12:00	76	71	56
14:00	73	68	55
16:00	69	65	55
18:00	68	64	55
20:00	68	66	55
22:00	68	64	54
24:00	65	65	56

基于 AHP-模糊综合评价法的桂林“两江四湖”旅游景区植物景观评价

金 彪, 孙明艳, 李海防

(桂林理工大学 旅游学院, 广西 桂林 541004)

摘 要:以桂林“两江四湖”6个旅游景区的植物景观为研究对象,采用层次分析法(AHP法)建立植物景观评价指标体系,运用模糊综合评价法对该研究区域的植物景观进行评价,同时划分出植物景观等级。结果表明:“两江四湖”6个旅游景区的植物景观差异较明显,其中杉湖、榕湖隶属于Ⅰ级,桂湖、木龙湖、漓江(市区段)隶属于Ⅱ级,桃花江(市区段)隶属于Ⅲ级。无Ⅳ、Ⅴ级,表明“两江四湖”植物景观总体较好。基于以上结果,对隶属于Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级旅游景区的植物景观提出相应提升与发展策略。研究结果对桂林“两江四湖”旅游景区的发展具有一定科学辅助意义。

关键词:AHP法;模糊综合评价法;旅游景区;植物景观评价

中图分类号:TU 983 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0203-05

国务院办公厅印发的《关于进一步促进旅游投资和消费的若干意见》指出:改善旅游生态环境,对

第一作者简介:金彪(1982-),男,硕士研究生,研究方向为风景名胜与游憩景观规划设计理论与方法。E-mail:6936070@qq.com.

责任作者:李海防(1974-),男,博士,教授,硕士生导师,现主要从事生态学及景观生态学教学与科研工作。E-mail:lihaifang@glute.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41261006);国家科技支撑计划课题资助项目(2012BAC16B04)。

收稿日期:2016-10-08

促进旅游业发展具有重大意义。而旅游生态环境改善关键在于植物景观的营造^[1],要想营造出合理的植物景观,就必须进行科学的植物景观评价。近年来,国内学者对植物景观评价大多从植物景观生态效应、植物景观美感等方面进行研究^[2-6],其评价方法也很多,主要有 AHP 法、SBE 法及灰色关联法^[7-11]。现运用 AHP-模糊综合评价法对“两江四湖”6个旅游景区进行植物景观评价,得出植物景观等级分类,并提出相应的提升与发展策略。以期推动植物景观评价研究,为旅游景区植物景观工程改造提供科学依据。

Water Saving Irrigation System Based on STM32

GONG Shiyang¹, WANG Fuping²

(1. Electrical and Information Engineering Academy, Beifang University of Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Creative Education Center, Beifang University of Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Farmland humidity is an important factor in the natural environment of agricultural. In order to ensure that the field moisture is suitable for the growth of crops, a precision irrigation system based on STM32/AT89C51 single chip microcomputer was designed. Main function: node humidity sensor to detect soil moisture and sent to the microcontroller, single chip digital display to LED display and mobile phone; irrigation if necessary; could controll it by auto-control or manual control through 485. In this study, a water-saving irrigation system based on STM32 was studied in order to achieve real-time control and control of the effect of farmland moisture.

Keywords: water saving irrigation; SCM; intelligent control