

中小温室土壤水分监控系统设计

钱稷¹, 周娟², 刘俊峰^{2*}, 陈其林²

(1. 河北农业大学园艺学院, 河北保定 071001; 2. 河北农业大学机电工程学院, 河北保定 071001)

摘要 针对中小型温室提出一种低成本、低功耗的实用型土壤湿度监控系统, 采用分布式检测控制方法, 借助无线数传技术搭建了主从单片机湿度监控系统, 设计了微控制器人机交互电路和程序, 实现了土壤水分的精确自动化监测和微灌控制。结果表明, 该系统低功耗, 宜配置, 工作稳定, 温室灌水利用率达到 0.65, 比漫灌节水 50% 以上。

关键词 温室; 土壤水分; 无线数传; 微灌控制

中图分类号 TP273 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611 (2009) 21 - 10242 - 03

Design on Greenhouse Soil Moisture Monitoring System

QIAN Ji et al (College of Horticulture, Agriculture University of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

Abstract With the development of modern science and technology, China's greenhouse automation would be improved at a certain degree. However, because of the complexity or cost of equipment and other issues, the majority of small and medium-sized greenhouse management was still manual. A low-power, low-cost and practical soil moisture monitoring system for small and medium-sized greenhouse was presented. The systems used the structure of master-slave microcontroller plus wireless data-transmission. It achieved a soil moisture monitoring and precision micro-irrigation. Greenhouse achieved the purpose of water-saving and raising-revenue.

Key words Greenhouse; Soil moisture; Wireless data transmission; Micro-irrigation control

土壤水分是温室环境中的一项重要指标, 湿度过高或过低都会影响植物的自身生长和病虫害的发生。随着节水农业技术特别是现代化农业灌溉自动控制技术的逐步推广, 土壤含水量数据作为指导灌溉方案的主要依据需要及时、准确的测定^[1]。在作物生长期准确及时地测量土壤湿度及温度, 能够保证其良好的生长环境, 对作物高产起到关键的作用, 同时使水资源得到最优的配置^[2]。我国现有温室土壤水分监测系统都面向大型温室自动化管理而设计, 中小温室多为人工操作, 更重要的是我国的灌溉用水利用率仅有 0.3 ~ 0.4, 与先进国家的 0.7 ~ 0.8 有很大差距^[3]。笔者针对中小温室土壤湿度监测和土壤水分控制开展研究和设计工作, 以期实现土壤湿度的自动化检测, 并由微控制器实现温室微灌自动控制, 优化温室作物的生长环境。

1 整体方案设计

湿度测控系统主要包括信号采集输入、信号的传输和处理及微灌控制输出等部分(图 1)。该系统采用湿度检测部分分组设计的方法, 即整个温室的湿度由几组相互独立的检测仪器完成湿度的检测、存储, 数据定时转发到主控制器。主单片机负责处理和显示数据以及湿度预置阈值的设定和报警。

此外, 主单片机还制定灌溉方案和控制微灌系统的干路电磁阀, 各分路电磁阀则由支路电磁阀控制器控制。信号的传输采用射频无线数据传输方式, 避免了有线通信方式的布线错综复杂及安装维护的不灵活。该方案占用空间小且安装移动方便, 满足了温室实际需要。

2 湿度测控系统设计

2.1 土壤湿度传感器的选择

对土壤水分测量的长期研究, 各种测量技术层出不穷。从长期定点测量和不破坏土壤结构的角, 该系统选择基于 FDR (Frequency domain reflec-

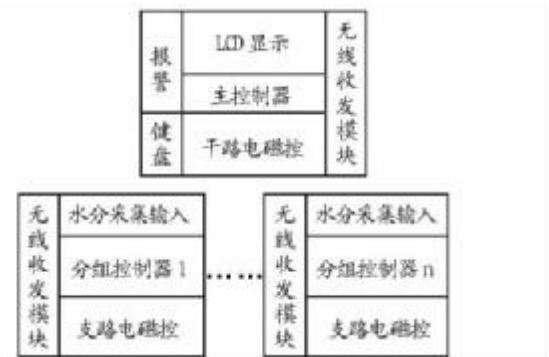


图1 湿度测控系统整体示意图

Fig. 1 The integration of humidity monitoring system

tometry) 频域反射法的湿度传感器。FDR 是利用电磁脉冲原理, 根据电磁波在介质中的传播频率来测量土壤的表观介电常数, 从而得到土壤的容积含水量^[4]。研究表明, FDR 具有简便安全、快速准确、定点连续自动化、宽量程、少标定等优点。FDR 不扰动土壤, 可在同一地点进行多次测量, 而且具有更广的工作频率范围, 测量水分的范围宽, 还可与自动记录系统和计算机连接, 被越来越多地用于自动湿度采集系统中。

2.2 主从微控制器的选择

温室是一个潮湿、温热的环境, 而且存在一些加热或电动设备, 选择一款抗干扰、驱动能力强的单片机显得尤为重要。宏晶科技的 STC 系列单片机与同类单片机相比有较强的抗干扰能力, STC 单片机在 SGS 电气实验室有过超强抗干扰测试 (过 4 000 V 快速脉冲干扰), 证明其在抗干扰方面优于其他单片机。在试验过程中, 这点也得到了证实。主控制器芯片作为数据的处理中心, 有微灌方案制定、数据的接收显示, 阈值的设定和各种报警等多重任务。所以主控制器的程序存储器容量和处理速度成为考虑的要点。该设计中选择 STC12LE5410, 其工作电压为 2.2 ~ 3.8 V; Flash 存储器为 10 K; SRAM 为 512 B; 6 个定时器可以满足上述要求。另外, 它自带看门狗电路、复位电路, 可以简化电路构建, 同时还可以实现在系统和在线编程, 方

作者简介 钱稷 (1983 -), 男, 河北保定人, 硕士, 助教, 从事温室智能控制与监测的教学与研究。* 通讯作者。

收稿日期 2009-03-31

便程序的更新升级^[5]。分组控制器主要是接收来自湿度传感器的模拟量,完成数值转换、数据暂存转发等任务。鉴于任务对控制器的要求不高,该设计选用 STC12LE2052AD,其特点是低功耗、带 8 路 8bit 的 AD 转换电路,电路设计简单,能提高稳定性及电池的使用期限。STC12LE 系列单片机是单时钟/机器周期(1T)的单片机,是高速/低功耗/超强抗干扰的新一代 8051 单片机,指令代码完全兼容传统 8051,速度增加了 8~12 倍,简化了熟悉 8051 系列开发者的应用。

2.3 无线通信模块 选择合适的无线通信模块,可以缩短无线传感网络温室测控系统硬件节点的开发周期,节约系统成本、降低节点工作能耗以提高网络系统寿命。常用的无线收发芯片主要有 XE1201A、CC400、nRF905、CC2420 和 nRF2401 等^[6]。nRF905 工作电源电压范围为 1.9~3.6 V,低工作电流 TX 在输出功率为 -10 dBm 时典型值为 11.0 mA,RX 典型值为 12.5 mA,与 XE1201A、CC400 比较具有较低的功耗,同时其外围元件数量少,且数据在内部进行曼切斯特编码、解码,微控制器不需要制定编解码规则,有利于实现节点的微型化和低成本;与 CC2420、nRF2401 比较虽然在传输速率上有一定不足,但在传输距离和成本上有一定优势。因此,该设计选用无线收发芯片 nRF905 作为无线通信模块的核心,以实现低成本、低功耗的温室测控系统硬件平台通信功能。nRF905 单片无线收发器工作在 433/868/915 Mhz 的 ISM 频段由 1 个完全集成的频率调制器、1 个带解调器的接收器、1 个功率放大器、1 个晶体振荡器和 1 个调节器组成,特点是自动产生前导码和 CRC 校验码很容易通过高速 SPI 接口进行编程配置。nRF905 的调制采用高斯频移键控调制调控在 100 kbps。主控制器 nRF905 分配的引脚资源见图 2。

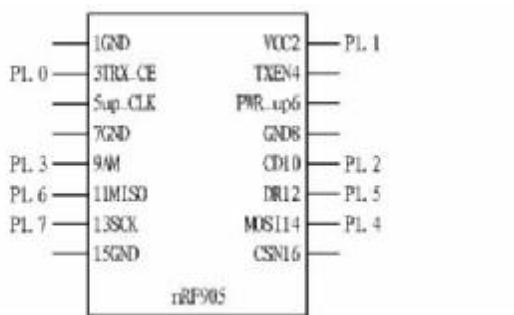


图 2 nRF905 与主控制器连线

Fig.2 The connecting of nRF905 and main controller

2.4 人机交互部分的电路组成 控制系统设计最终的落脚点是用户,显示器和键盘必不可少。这两部分集中设计在主控制器上来集中显示和设置各路采集数据的阈值。首先看显示器部分,为了兼顾用户友好界面和成本两方面,笔者选用 BD12232F 液晶显示模块。12232F 是一种内置汉字库和 ASCII 字符,可以显示 7.5×2.0 个汉字,它与外部 CPU 接口可采用并行或串行方式。模块要进入串行模式,就得把 PSB 脚低电位,即把模块背面 J2 处 3 个焊盘的下面 2 个连接。上边的焊盘为 VDD 端,下面的焊盘为 VSS 端。要注意的地方是 12232F 出厂时大多会默认成并行方式,所以 J2 处只能看到 2 个焊盘。要采用串行方式时,需拆掉原焊点才会看到 3 个焊盘,再重新按上述方法操作即可。从设计的结果

看,采用串行接口,只占用少量单片机资源就可完成显示任务,显示效果与并行方式没有不同。另外,相比图形点阵式液晶,字符型的 12232F 自带汉字库,避免了字模数据占用大量的程序空间。在没有对字体或特殊图形的要求时,12232F 是比较好的显示器件。键盘的作用主要是数据查看时翻页和方案数值的设定,所以采用订制 2×3 的矩阵式薄膜键盘。具体键值定义如图 3 所示。

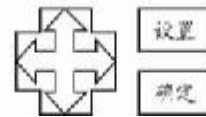


图 3 键盘示意

Fig.3 The keyboard

薄膜键盘定义了上下左右 4 个方向键和设置、确定 2 个功能键。在查看模式时,方向键仅有翻页和选定的作用。按下设置键值后进入设置模式,方向键具有数值加减的功能。设置完成后按确定键回到查看模式。

液晶模块串行方式、薄膜矩阵键盘与主控制器连线示意图如图 4 所示。

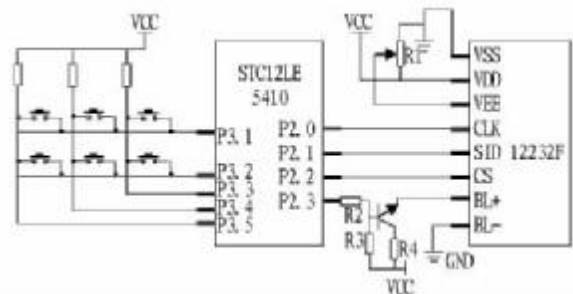


图 4 人机接口示意

Fig.4 The human-machine interface

液晶模块引脚 VSS、VDD 为模块电源地和电源正。引脚 VEE 是对比度调整端,通过调整可调电阻 R1 来调整显示的清晰度;引脚 CLK 为串行同步时钟,SID 为串行同步输入;引脚 CS 是模块的片选端,高电平有效;BL+、BL-为液晶模块的背景光引脚,这里用 P2.3 引脚来控制背景光的开启和关断,进一步降低液晶的功耗。

2.5 控制输出与微灌系统简介 该部分主要包括控制器灌溉控制输出电路和微灌系统结构。控制电路部分主要作用是驱动电磁阀,实现灌溉控制。驱动电路部分采用光电耦合隔离来提高系统的稳定性。控制电路由控制器预编灌溉方案控制,根据埋在田间的湿度传感器传回的有关土壤湿度信息,实现实时精确灌溉。控制部分的构成如图 5 所示。由

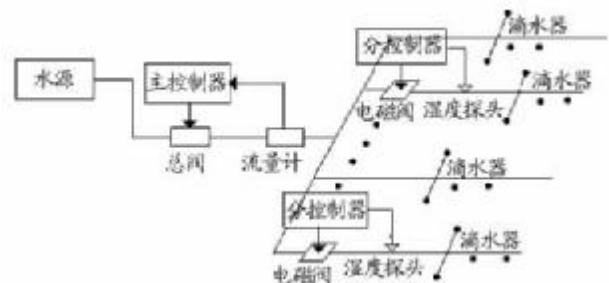


图 5 微灌控制结构

Fig.5 The micro-irrigation control structure

图 5 可见,灌溉系统为有很大发展空间的滴灌。滴灌属于局部灌溉法,指将一定低压的灌溉水,通过低压输、配管道,输送到滴头,以较小的流量均匀而准确地滴入作物根区附近土壤层中的灌水方法、灌水技术。相对于传统的灌溉方式(沟

灌、畦灌或漫灌等),采用滴灌方式的湿度变幅很小,土壤水分可保持在最佳水平,便于作物吸收水分和养分,减少作物体内能量消耗^[7]。

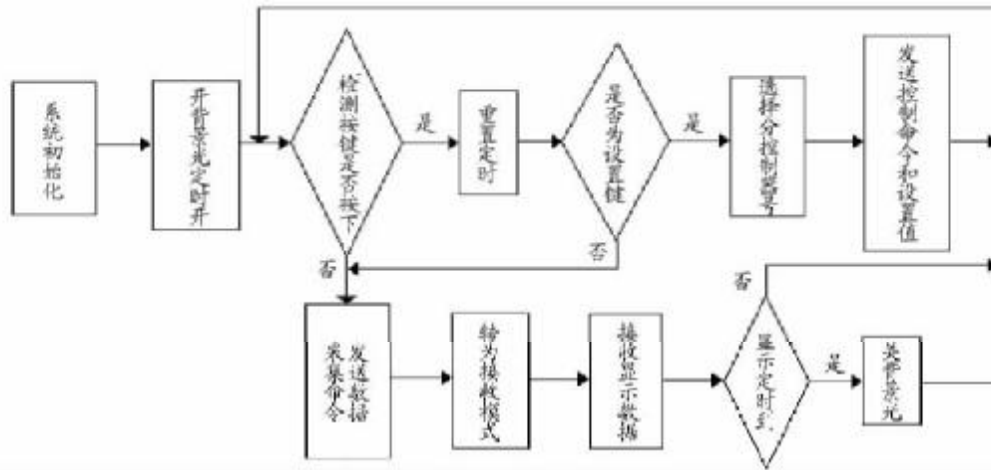


图 6 主流程

Fig. 6 The main process

3 软件的整体构建

系统功能的实现要通过软件来完成,整个软件系统采用模块化编程方式,不同子程序单元根据不同的标志位判断是否允许调用。

该软件主要包括执行软件部分,具有检测、计算、显示、输出控制、通讯等各种实质性的功能。分控制器的作用是在主控制器的监测命令下完成对土壤水分的定时采集、预处理、数据转发的任务。主流程如图 6 所示。

4 小结

该设计应用分布式检测控制思想,借助无线数传技术搭建了主从湿度监控系统,以达到节水灌溉的目的。该系统利用先进的湿度参数检测方法,整体设计配置灵活,低功耗,结构简单易于维护。监控系统在试验中工作稳定,水的有效利用明显提高,温室灌水利用率达到 0.65,比漫灌节水 50% 以

上。对占消费水 80% 左右的农业用水的合理使用和最大效益的发挥具有非常重要的意义。

参考文献

[1] 张昱,陆文龙,宋治文. 遥控式土壤温湿度数据采集仪的研制[J]. 天津农业科学,2006,12(3):42-43.
 [2] 王刚. 温度无线采集的系统设计[J]. 科技信息,2008(11):65-66.
 [3] 张银霞. 单片机自动微灌控制器的研究、设计与应用[D]. 郑州:河南农业大学,2002.
 [4] 连承飞. 低成本低功耗的温室测控系统无线通信技术[D]. 镇江:江苏大学,2008.
 [5] IVANOVA T N, SAPUNOVA S M, KOSTOV P T, et al. Recent advances in the development of the SVET space greenhouse equipment [J]. Recent Advances in Space Technologies, 2005, 9/11: 722-727.
 [6] 陈家宙,陈明亮,何圆球,等. 各具特色的当代土壤水分测量技术[J]. 湖北农业科学,2001(3):25-28.
 [7] FERRE P A, RUDOLPH D L, KACHANOSKI R G. Spatial averaging of wa-ter content by time domain reflectometry: Implications for twin rod-probes with and without dielectric coatings[J]. Water Resources Research, 1996, 32(2): 271-279.

(上接第 10229 页)

意策划、特色旅游品牌开发培育、品牌形象的营销推广和旅游形象的推陈出新^[7]。如可与知名广告代理公司建立合作关系,结合青海实际,策划贴切生动的旅游形象口号、旅游形象电视宣传片,邀请知名导演、知名电视制作公司拍摄高品质的旅游形象广告,在形象构思、画面制作、声音效果等方面力求精美细致,深化公众对青海旅游的感知印象。

4.3 谋求省域内外旅游企业的合作与“双赢”

波特认为,单独的一个企业以至单独一个产业,都很难保持竞争优势,只有形成有效的“产业集群(Industrial Clusters)”,上下游产业之间形成良性互动,才能使产业竞争优势持久发展。甘、青、藏 3 个省地域相连,大部分地区处于青藏高原及青藏高原向黄土高原的过渡区。这里旅游资源丰富且各具特色、互补性强,并且有兰青铁路、兰青高速公路、青藏公路和青藏铁路路线相互贯通。青海省旅游经济发展要打破行政体制和区划的限制,省内省际间的旅游企业要依据契约整合和优化旅游要素的配置,提高旅游产品的整体质量,以获取最大综合

效益。

4.4 加大经济投入,提高旅游科学技术,培育旅游人才

旅游资金、人才和技术是区域旅游竞争力的内在决定性因素。旅游资源的深度开发,交通和旅游服务基础设施的建设都需要资金和技术的牵动和支持。青海省旅游资金投入偏低,旅游人才缺乏,旅游产品的技术含量偏低。因此,要多渠道筹集资金,培育高素质、高质量的旅游人才,提高旅游产品的科技含量。

参考文献

[1] 窦文章,杨开忠,杨新军. 区域旅游竞争研究进展[J]. 人文地理,2000, 23(3):27.
 [2] 陈建斌. 区域旅游竞争力分析[J]. 广东商学院学报,2001(3):15-17.
 [3] 张欣. 旅游产业区域竞争力的理论研究和实证分析[D]. 山东:青岛大学,2002:236-241.
 [4] 张忠孝. 青海地理[M]. 西宁:青海人民出版社,2004:44-55.
 [5] 李泰年. 青海文化地理单元[J]. 青海民族学院学报,1998(1):71-76.
 [6] 成伟光,李志刚,简王华. 论旅游产业核心竞争力[J]. 人文地理,2005, 81(1):55.
 [7] 李娟文. 论城市旅游形象塑造[J]. 人文地理,1999,11(3):17-20.