

# 基于 C8051F80X 单片机及 PC 机的节水灌溉与施肥控制管理系统

杨金红<sup>1</sup>, 苏刚<sup>2</sup>, 林咏海<sup>3</sup>, 洪雪飞<sup>4</sup> (1. 淮安信息职业技术学院电子工程学院, 江苏淮安 223003; 2. 淮安信息职业技术学院传媒艺术系, 江苏淮安 223003; 3. 淮安信息职业技术学院电子工程学院, 江苏淮安 223003; 4. 淮安信息职业技术学院传媒艺术系, 江苏淮安 223003)

**摘要** 基于 PC 机及 C8051F80X 单片机的智能化滴灌及施肥管理系统能够监控不同土壤的湿度, 并根据农作物对土壤的不同湿度要求, 从而实现适量、适时灌溉的目的。在进行灌溉的同时, 把测土配方后的肥料通过输水管道输送到植物根部, 科学合理的进行水肥供给。单片机和 PC 机是智能化滴灌及控制施肥的核心部分, 对土壤灌水量与湿度的关系、智能滴灌技术、控制系统的硬软件等部分进行了探讨与研究, 同时根据不同的作物对各类肥料有不同的需求率和利用率, 对不同的植物采用不同的施肥方式, 提高肥料利用率。把灌溉和施肥结合起来, 可以完成对作物生长期各个阶段的肥料及水分需求进行统计, 形成农业专家数据库, 真正作到科技兴农。

**关键词** C8051F80X; 模糊控制

**中图分类号** S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)33-11948-03

## Water-saving Irrigation and Fertilization Control Management System Based on C8051F80XMCU and PC

YANG Jin-hong<sup>1</sup>, SU Gang<sup>2</sup>, LIN Yong-hai<sup>1</sup> et al (1. School of Electronic Engineering, Huaian College of Information Technology, Huaian, Jiangsu 223003; 2. School of Media Arts, Huaian College of Information Technology, Huaian, Jiangsu 223003)

**Abstract** PC and C8051F80X single chip computer intelligent drip irrigation and fertilization management system can monitor based on different soil humidity, and according to the requirements of different crops on the soil humidity, so as to achieve the purpose of appropriate, timely irrigation. In irrigated at the same time, the soil testing and fertilizer after delivery to the roots of the plant through the water pipe, the scientific and reasonable water and fertilizer supply. PC and MCU is the core part of intelligent drip irrigation and control fertilization, the relationship of soil irrigation quantity and humidity, intelligent drip irrigation technology, control system hardware were discussed and studied, at the same time, according to the different crops on various types of fertilizers have different needs and utilization rate, for different plants by different fertilization methods, the utilization rate of the fertilizer was improved. The irrigation and fertilization combination can finish statistics on fertilizer and water demand of crops in each growth period, and form agricultural expert database.

**Key words** C8051F80X; Fuzzy control

我国人均占有水资源非常贫乏。当前, 全国总缺水量超过 400 亿 m<sup>3</sup>, 其中农业是用水大户, 约占 70%, 而灌溉用水是农业用水的 90%。采用传统的灌溉模式, 全国平均用水量超过实际需要的 1~2 倍, 有些地方是 2 倍以上。当前, 我国灌溉水资源的浪费情况相当严重, 节水的潜力十分巨大。

当前制约我国农业发展的因素中, 除了水资源的贫乏, 还有肥料利用率偏低的问题。我国耕地面积占世界的 7%, 施肥量却占到了世界施肥总量的 30%。不能科学合理地施用化肥也使得农业种植成本增高, 造成资源浪费和经济损失, 更重要的是对生态环境造成污染, 所以必须提高肥料利用率。这样, 一方面能降低农业的产品投入, 另一方面能保护环境, 节约资源。

针对我国施肥不合理和灌溉系统自动化水平较低的问题<sup>[1-5]</sup>, 研究了基于 PC 机及 C8051F80X 单片机的智能化滴灌及施肥管理系统, 该系统可监控不同土壤的湿度。根据农作物对土壤湿度的不同需要合理灌溉, 在进行灌溉的同时, 把测土配方后的肥料通过输水管道输送到植物根部, 科学合理的进行水肥供给。智能滴管及施肥系统的核心是单片机和 PC 机。为此, 笔者对土壤灌水量与湿度的关系、智能滴灌技术、控制系统的硬软件等部分进行了探讨与研究, 同时根据不同的作物对各类肥料有不同的需求率和利用率, 对不同的植物采用不同的施肥方式, 提高肥料利用率。把灌溉和施肥结合起来, 可以完成对作物生长期各个阶段的肥料及水分

需求进行统计, 形成农业专家数据库, 真正作到科技兴农。

## 1 系统的硬件系统设计

单片机控制由上位机部分和下位机部分组成。上位机同下位机的电平转换功能通过 MAX232 芯片实现, 下位机部分的硬件电路以 C8051F80X 单片机为核心, 外围的硬件电路由信号调理电路、土壤湿度检测电路、控制输出电路、数据显示电路、报警电路组成。采用汇编语言进行编程。上位机和下位机二者通过串行方式通信, 故能进行数据的双向传输, 通信软件选用具有友好的人机界面的 VC 编程。系统能够实现的功能有: ①土壤的湿度相关参数通过电脑上的人机对话界面来设置; ②土壤湿度传感器测到的土壤湿度模拟量可由单片机转换成数字量, LED 在显示器上显示湿度值, 湿度值通过单片机的串行通信电路传输到 PC 机上; ③所需的灌水量和灌水时间由 PC 机通过专用程序计算, 在界面上显示, 灌水信息通过串行口送给单片机, 有灌水需要, 鸣音报警由单片机系统启动, 经驱动放大设备启动电磁阀进行灌水, 否则不灌水。该项目还对土壤湿度与灌水量之间的关系进行了试验研究, 在对土壤湿度的分析和处理中用到了模糊控制理论, 起到了节水灌溉的目的。

“测土、配方、配肥、供应、施肥指导”是测土配方施肥技术的 5 个核心环节。该项目主要解决肥料供应的问题, 将配好的肥料溶解在灌溉水中, 灌水及施肥双管齐下, 实现高效农业。另外, 利用植物生长的周期较长的特点, 把植物生长的各阶段对应的水肥需求信息通过 PC 机记录, 用专门的软件分析计算, 得出不同作物生长过程的最佳水肥配比, 提高肥料利用率, 指导农业生产, 起到提高经济效益、节约资源、

**作者简介** 杨金红(1980-), 女, 江苏淮安人, 讲师, 硕士, 从事仪器仪表与电子测量研究。

**收稿日期** 2014-10-11

保护环境的作用。

### 1.1 滴灌系统

**1.1.1 滴头。**水流经过滴头的微小的孔隙,成水滴,滴灌进入土壤。

**1.1.2 水管系统。**水管系统包括毛细管、支管和主管。主管和支管的内径一般为 40 ~ 100 mm,毛细管的内径大约 10 mm,可以选择聚氯乙烯或高压的聚乙烯材料制成。旁通、四通、三通、二通、把毛细管、支管和主管连接上。

**1.1.3 前部。**前部由过滤器、水泵和化肥罐组成。通过抽水加压同时施入液体肥料(液体肥料灌的容积 100 ~ 150 L),通过过滤装置滤除杂质;最后水肥液被送进主管。

**1.2 单片机控制系统** 单片机监测、控制滴灌工程的主要设备并进行各种信息处理,系统结构简图如图 1 所示。单片

机控制系统如图 2 所示。

**1.2.1 单片机的选取。**该系统选用 ATMELE 标准型单片机 C8051F800 微控制器系列,该系列微控制器具有快速的电容接触响应功能。电容数字转换器(CDC)集成在 C8051F800 微控制器上,触摸响应功能可在终端产品中实现。由于高分辨率电容数字转换器获取时间为 40 s,中央处理器(CPU)是 25MIPS,触摸感应功能既精密又快速,滚轴、机械式按钮及滚轮足以被取代。生产阶段和原型的厚度落差和形状可以由 16 位分辨率由电容数字转换器和固件补偿,使 F800 微控制器可以通过设置 Threshold 值来免除误触,又可以实现高分辨率,终端产品的可靠性得到改善。CPU 资源很少被电容数字转换器占用,其他任务被微控制器执行,系统性能进一步提高。

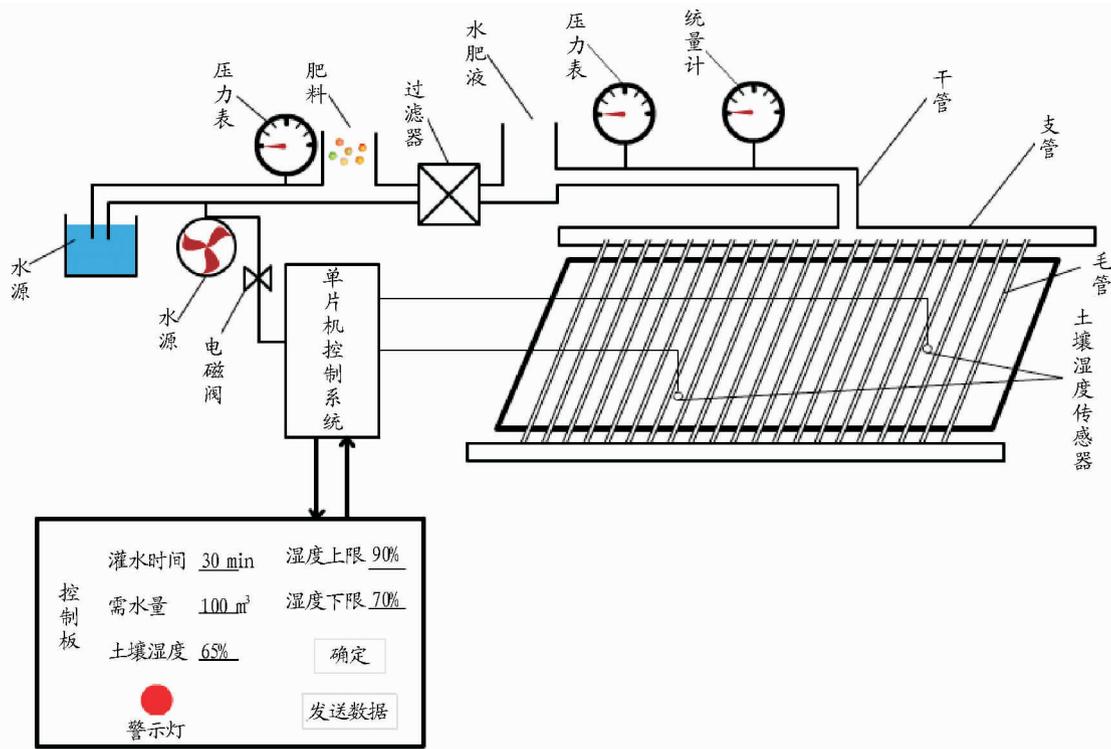


图 1 灌溉系统示意

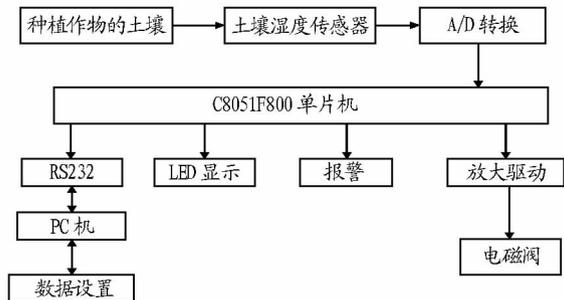


图 2 单片机控制系统示意

**1.2.2 土壤湿度传感器的选用。**作物生长受土壤水分多少的直接影 响,作物在合适的湿度环境下,生长状况好,所以就要选用可以使湿度控制在一定的范围内的土壤湿度传感器,这样农田土壤水分能够被准确、快速地测定,施肥、浇灌和排

水措施可以科学地进行。传感器所测土壤水分信息作为该系统的输入信号,因此要合理选择传感器。土壤湿度传感器的测量精度太低,很难精确控制土壤湿度,精度如果太高,会增加支出。综合考虑,以美国生产的 AQUA-TEL-TDR 便携土壤湿度分析仪作为湿度传感器。它便于携带,可长期放在地下,操作简单,能耗低,其技术参数如下:①测量土壤水分范围 0 ~ 100%;②重复性误差 < 1%;③温度范围 - 60 ~ 85 ℃,精度 ± 2 ℃;④电源 12DC ± 20%,电流 40 mA;⑤输出 0 ~ 1 mA,可选 4 ~ 20 mA 或 0 ~ 5 V;⑥预热时间 1 min;⑦标准电缆 30.48 m。

**1.2.3 下位机软件编程。**单片机是该系统下位机的核心,汇编语言作为编程语言。汇编语言采用符号地址、指令的助记符、标号等符号进行程序书写,它是单片机软件编程的重要工具。汇编语言能够在系实时控制、智能计算和实时处理

等领域中有着十分重要的地位。单片机的硬件功能可以通过汇编语言被充分实现,程序质量高,软件占用的内存空间小,程序的运算速度很快。而且它和具体单片机合为一体,属于非常通用的低级程序语言设计,使用汇编语言编写的程序,单片机内部的片内 RAM 单元和工作寄存器可以被用户直接访问,数据的处理过程有针对性。所以,即使如今已经开发很多集成可视化开发环境和高级语言,汇编语言仍然是十分有效的程序设计语言。

**1.3 测土配方施肥的研究** 以肥料的农田试验和土壤成分测试作为依据,依据土壤的供肥性能、肥料的效应和作物的需肥规律,以肥料合理施用为基础,研究磷、氮、钾和中、微量元素等肥料的配比、施肥方法和施肥阶段。解决和调节作物土壤施肥与土壤需肥之间的差异是测土配方施肥的核心技术。使作物所需的营养元素的补充更有针对性,根据农作物营养元素的缺失情况,有针对性地进行补充和调整,使农作物生长所需营养元素达到均衡供给,同时可以使肥料利用率提高,使肥料使用量降低,在使作物增产的同时,提升农作物的品质,实现节约劳力,增加农民收入的目的。

## 2 系统软件设计

**2.1 双机通信** C8051F800 单片机和 PC 机的双机通信软件包括 PC 机的串行通信软件和单片机的通信软件,PC 机的串行通信软件采用 VC 语言编程,单片机部分采用汇编语言编程。上位机串口通信及可视化界面编程采用 VC 高级语言编程。

系统工作界面包括土壤湿度下、上限、土壤湿润层深度等参数设置。当用户正确设定了上述参数值,得出需灌水量和灌水时间的数值,上位机将灌水所需时间和土壤湿度下限值通过串行通信口传给单片机。当系统工作正常时,如果土壤湿度值小于或等于土壤湿度下限值被检测到,系统上位机

和单片机都可以自动计算出灌溉水量和灌水时间,进行灌水。上位机则对每次灌溉水量和所需养分进行记录,为形成农业专家系统提供基本的数据来源。

**2.2 模糊控制灌水** 建立于人类思维的模糊性基础之上的模糊控制学与传统自动化控制学有着根本的区别,它可以高效地描述和模仿人的思维方式,反映和总结人的生活经验,能够对复杂系统和事物可进行模糊识别、模糊度量、模糊控制、模糊推理和模糊决策。

模糊控制算法有多种实现形式,常用的方法有通过合成推理发展的合成推理的查表法、关系矩阵法、强度转移法和后件函数法、合成推理的解析公式法等。在对土壤湿度的分析和处理中用到了模糊控制理论,传感器采集到当前的土壤湿度值首先送给控制系统,控制系统对采集到的数据进行处理,系统根据处理后的数据,求出和所设定的土壤的湿度值的偏差  $E$  和偏差变化率  $EC$ 。按照模糊控制理论的要求,偏差  $E$  和偏差变化率  $EC$  被模糊化处理和规范化,查出模糊控制响应表,得出输出控制量,控制设备的开关。

土壤湿度的控制中引入模糊控制的思想,能够减少水资源的浪费,同时能够根据作物的实际需求合理灌溉,降低农业投入成本,增加农民收入。

## 参考文献

- [1] 刘秀珍,郑德聪,马骏,等. 精确灌溉与施肥自动化管理系统的研制与实现[J]. 水土保持学报,2006(5):197-200.
- [2] 严昶. 灌溉施肥自动化控制系统研究[D]. 武汉:华中农业大学,2008.
- [3] 邓君丽. 智能施肥灌溉决策系统的设计与实现[D]. 武汉:华中师范大学,2006.
- [4] 曹锋,丁军,王成芳. 计算机智能调度控制管理系统在节水灌溉中的研究与应用[J]. 江苏水利,2005(5):12-13.
- [5] 么丽丽. 基于 PLC 和 MB+ 的灌溉施肥模糊控制系统的设计[D]. 太原:太原理工大学,2012.
- [6] 仪表技术与传感器,2011(9):50-52.
- [18] PARK D H, KANG B J, CHOK R, et al. A study on greenhouse automatic control system based on wireless sensor network [J]. Wireless Personal Communications, 2011, 56(1): 117-130.
- [19] PARK D H, PARK J W. Wireless sensor network-based greenhouse environment monitoring and automatic control system for dew condensation prevention [J]. Sensors, 2011, 11(4): 3640-3651.
- [20] 张西良,孙优,李萍萍,等. 无线传感器网络 q 分类融合算法[J]. 江苏大学学报:自然科学版,2008,29(3):189-193.
- [21] 吴祎嫻,苏诚,陈明,等. 基于 Agent 的温室无线传感网络分族管理模型[J]. 广西师范大学学报:自然科学版,2011(2):40.
- [22] FUKATSU T, HIRAJI M, KIURA T. A distributed agent system for managing a web-based sensor network with field servers [C]//Proc. of 4th World Congress on Computers in Agriculture (WCCA). 2006:223-228.
- [23] 熊迎军,沈明霞,刘永华,等. 混合架构智能温室信息管理系统的设计[J]. 农业工程学报,2012,28(5):181-185.

(上接第 11947 页)

- [10] 李道亮. 物联网与智慧农业[J]. 农业工程,2012(1):3.
- [11] 阎晓军,王维瑞,梁建平. 北京市设施农业物联网应用模式构建[J]. 农业工程学报,2012,28(4):149-154.
- [12] 杨玮,李民赞,王秀. 农田信息传输方式现状及研究进展[J]. 农业工程学报,2008,24(5):297-301.
- [13] WANG N, ZHANG N Q, WANG M H. Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective[J]. Computer and Electronics in Agriculture, 2006, 50(1): 1-14.
- [14] 刘会忠,吴修文,冯晓霞,等. GPRS 技术在温室大棚环境监控中的应用[J]. 农业装备与车辆工程,2010(4):52-54.
- [15] 苗连强,胡会萍. 基于 Zigbee 技术的温室环境远程监测系统的设计[J]. 仪表技术与传感器,2010(10):108-110.
- [16] 郭文川,程寒杰,李瑞明,等. 基于无线传感器网络的温室环境信息监测系统[J]. 农业机械学报,2010,41(7):181-185.
- [17] 周建民,尹洪妍,徐冬冬. 基于 Zigbee 技术的温室环境监测系统[J].