

基于 MSP430 单片机的智能喷灌控制系统

刘晓冬, 韩建海, 赵书尚, 王会良

(河南科技大学 机电工程学院, 河南 洛阳 471003)

摘要: 阐述了一个基于单片机的智能喷灌控制系统的方案设计、工作原理、硬件电路和软件设计。通过大量的实际控制试验, 验证了该系统设计的合理性和有效性。

关键词: 智能喷灌; 单片机; 电磁阀; 土壤湿度传感器

中图分类号: TP273 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000 - 0682(2009)03 - 0034 - 03

Intelligent control system of spraying irrigation based on MSP430 single chipmicrocomputer

LIU Xiaodong, HAN Jianhai, ZHAO Shushang, WANG Huiliang

(School of Mechatronics Engineering, Henan University of Science and Technology, Henan Luoyang 471003, China)

Abstract: In this paper, the design of scheme, operating principle of control system, hardware circuitry and control algorithm of one kind of intelligent control system of spraying irrigation based on single chipmicrocomputer are described. The validity and rationality of the system are confirmed through the performance experiments of the device.

Key words: intelligence spraying irrigation; single chipmicrocomputer; solenoid valve; soil humidity sensor

0 引言

在农业现代化生产中, 经常会遇到需要定时喷灌的问题, 这种喷灌是一种间歇性的工作。如规定每天早中晚 3 次, 每次喷灌数分钟, 每次各个阀门实现顺序喷灌, 如此反复; 有时还需要根据土壤湿度控制用水量。这些工作日复一日地进行, 如果采用传统的手工作业, 不仅费时费力, 且经常受人为因素干扰, 用水量不容易得到精确控制。这不仅造成大量水资源的浪费, 而且不能为农作物提供最佳的生长环境。该文介绍的智能喷灌控制系统, 以土壤湿度传感器采集到的土壤湿度数据为依据, 自动决定喷灌方案, 充分实现了智能化。

文中介绍一种基于单片机开发的智能喷灌系统, 该系统以德州仪器(TI)公司生产的超低功耗单片机 MSP430F123 作为主控芯片, 可以根据程序事先设定的时间, 轮灌顺序, 自动实现智能喷灌。并且能够依据土壤湿度的不同, 自动调整阀门的开关时间和轮灌顺序。该系统具有适应性强、扩展容易、成

本低廉、操作简单、人机交互方便等优点, 适合当前农业的需求现状, 对我国现代化农业的发展具有十分重要的意义。

1 系统方案设计

系统总体设计方案如图 1 所示, 智能喷灌控制系统结构主要由电源模块、单片机模块、数据采集模块、输入输出模块以及时钟模块 5 大部分组成。

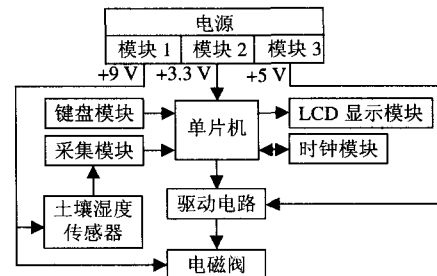


图 1 系统组成框图

电源模块由电源模块 1、电源模块 2 和电源模块 3 三部分组成。模块 1 输出 +9 V 的直流电压, 经稳压芯片 LM2940 和 AS1117 后, 转换成电源模块 3 的 +5 V 和电源模块 2 的 +3.3 V 的电压, 分别为电磁阀、土壤湿度传感器、驱动电路部分元件和单片

收稿日期: 2008 - 05 - 26

作者简介: 刘晓冬(1983), 女, 河南省长葛市人, 硕士生, 研究方向为机电系统的智能控制。

机提供 +9 V、+5 V 和 +3.3 V 的电压。单片机模块由 MSP430F123 单片机和相应的振荡、复位电路组成。输入输出模块主要由键盘、液晶显示和电磁阀的驱动部分组成。时钟模块采用 M41TOM6 串行实时时钟芯片为整个系统提供时钟。

整个系统的控制原理为：土壤湿度传感器将采集到的信息传送到单片机进行判断，当土壤湿度满足设定要求时，系统按程序事先设定的时间，轮灌顺序，自动控制四个电磁阀实现智能喷灌。同时，液晶显示屏显示万年历，轮灌程序的时间依据万年历来设定；并且系统可通过键盘手动设定单个阀门的开关，测试时间，实现人机对话等。当土壤湿度不满足设定要求时，系统可以依据采集到的土壤湿度的不同，自动调整喷灌时间及轮灌顺序；进而使土壤湿度处在适宜农作物生长需求的最佳状态。

2 系统硬件电路设计

由 MSP430F123 单片机和相应的振荡、复位等外围电路构成的单片机模块是整个控制系统的核心。通过键盘手动设定阀门开启和关闭的时间，并且根据土壤湿度传感器传来的土壤湿度的不同按照一定的控制策略做出判断，输出继电器控制信号，及时调整电磁阀的开关时间，从而保证土壤湿度处在适宜农作物生长需求的最佳状态。

2.1 MSP430F123 单片机

MSP430 系列单片机是 TI 公司推出的功能强大的超低功耗 16 位混合信号处理器。该系列单片机以其极低的功耗、强大的处理能力、丰富的片上外围模块、方便高效的开发方式等特点，被广泛应用于便携式仪表、智能传感器、实用检测仪器、电机控制等领域。

系统设计中采用的是 TI 公司的 MSP430F123，它的特点是体积小，功耗低，从等待方式唤醒的时间仅为 6 μ s；16 位 RISC 结构，150 ns 指令周期；基本时钟模块配置；配合外部器件可构成单斜边 A/D 转换器；具有 3 个捕获/比较寄存器的 16 位定时器；串行通信接口可用于异步或同步 (UART/SPI)，而且 MSP430F123 的运行温度范围为 -40 ~ +85 $^{\circ}$ C，可以适应各种恶劣的环境。因此，非常适合于开发高度智能化、低功耗、小型化的智能控制系统。此外非常方便的进行状态监控和在线调试，可以完全满足系统控制和信号采集的精度要求。基于 MSP430F123 控制器的 I/O 资源分配如图 2 所示。

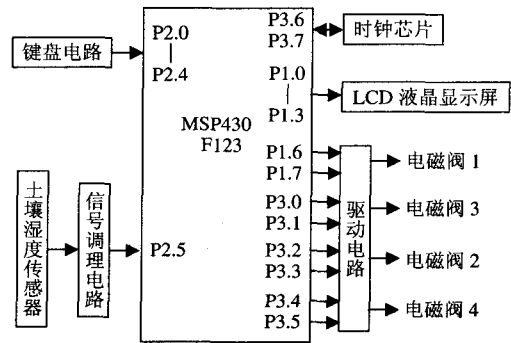
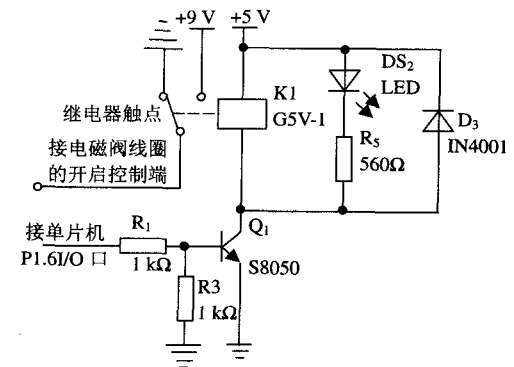


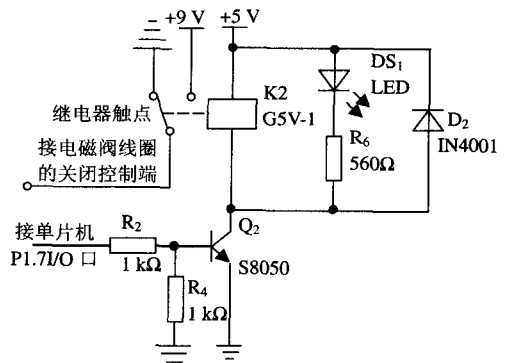
图 2 MSP430F123 单片机 I/O 口的资源分配

2.2 电磁阀驱动电路

系统采用的是以色列 BERMAD 公司生产的 S 系列电磁阀，是专门为农业灌溉系统而设计的，其压力范围为 0 ~ 1 MPa，电压范围为 6 ~ 40 V。为了减少电能的消耗，电磁阀采用两路脉冲信号来控制其开关动作，脉冲宽度要求为 20 ~ 100 ms。由于电磁阀带自锁功能，即使脉冲信号消失，电磁阀也能保持原来的状态。具体来讲，当向线圈一路控制端输入一个脉冲信号时，电磁阀开启；反之，当向另一路控制端输入一个脉冲信号时，电磁阀关闭。



a 控制电磁阀开启信号



b 控制电磁阀关闭信号

图 3 电磁阀的驱动电路

图 3 为其中一个电磁阀的控制电路原理图，其中图 3a、图 3b 分别为控制电磁阀开启和关闭的电

路原理图。从单片机两个 I/O 口出来的两路信号通过继电器驱动电路放大后,分别接入电磁阀的两个控制端。进而通过控制 I/O 口电平的高低来控制电磁阀的开启和关闭。当管脚 P1.6 为高电平、P1.7 为低电平时,继电器 K1 吸合、K2 断开。此时,9 V 电压加到线圈的开启控制端,电磁阀开启。由于电磁阀的自锁功能,即使脉冲信号消失,电磁阀仍能保持在开启状态。但此时如果要想让电磁阀关闭,必须使管脚 P1.6 为低电平、P1.7 为高电,即继电器 K1 断开、K2 吸合,9 V 电压加到线圈的关闭控制端。从以上工作原理可知,电磁阀线圈仅在开启和关闭的瞬间才消耗电能,所以极大地降低了消耗在电磁阀上的电能。

2.3 土壤湿度传感器的选用

采用 SC0058 型土壤湿度传感器来测定土壤中的含水量,它的工作环境温度为 0 ~ 40 ℃;测量精度为 1%;湿度测量范围为 5% ~ 95% (相对湿度),供电电压为 9 VDC;可输出直流电压为 1 ~ 4 V;响应时间为 15 ms。根据需要可安装在不同深度或部位,随时监测土壤中水分含量分布状况。该传感器体积小、重量轻、性能稳定,能进行远距离测量。实践证明,它可以提供精确的土壤湿度值,满足智能灌溉控制系统的要求。

3 系统软件设计

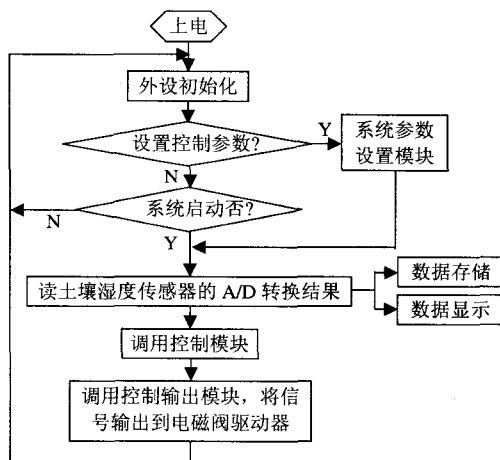


图 4 控制系统程序框图

整个系统的软件可分为外设初始化模块、系统参数设置模块、信号采集模块、数据存储模块和控制

模块五部分,软件流程图如图 4 所示。

外设初始化模块主要完成液晶显示屏、串行实时时钟芯片及其它外设的初始化。参数设置功能模块主要完成控制参数设置。数据存储模块完成土壤湿度传感器的 A/D 转换后的数据的存储。

单片机初始化完成以后,发出指令采集土壤湿度数据,经过信号调理电路转换后,将转换的电压值送入控制模块进行比较判断,比较时参照预先设定的湿度平衡位置的电压范围,电压值若处于平衡范围内,则单片机发出指令,系统按照原来的轮灌时间和轮灌顺序进行喷灌,如果超出这个范围,则判断偏离湿度平衡位置的方向,发出指令根据预先设定的参数值来调整轮灌时间和轮灌顺序。整个系统不停的采集、比较判断、调整,最终使土壤的湿度保持在希望的范围内。所有程序均在 IAR 编译环境下采用 C430 语言进行编写,各模块具有很好的独立性和可读性。

4 结论

该文用价廉的元器件,以 MSP430F123 单片机为控制器核心,制作出了低成本、低功耗的智能喷灌控制系统。该控制系统实现了设计要求的功能,能够对土壤湿度进行实时检测和动态处理,满足智能灌溉控制系统的性能要求,并且测量准确、结构简单、调试使用方便、性价比高,在现代化农业生产中具有很好的应用潜力。

系统除了可以应用于智能喷灌这种需要定时开启关闭阀门的场合外,还可以推广应用到户外定时照明控制、高温自动报警服务(更换合适的传感器)等场合,具有广阔的应用前景。不足之处在于采集模块只能采集单一的土壤湿度信号,如果再添加水位传感器、雨量传感器、空气温度传感器等可以做成多参数智能喷灌控制系统,可以更加有效的利用水资源,故硬件和软件的采集模块有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 任国兰. 现代农业灌溉技术的发展现状及发展前景[J]. 农业机械化与电气化, 2004, (2): 5 - 6.
- [2] 李文炜. MSP430 系列 C 语言环境下的软件设计实用技巧[J]. 化工自动化及仪表, 2004, 31(6): 36 - 38.
- [3] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.