



基于 STM32 和 $\mu C/OS-II$ 的离子源控制系统设计

赵丽萍, 黄云, 高翔, 董晓峰

(东华理工大学 江西省质谱科学与仪器重点实验室, 南昌, 330013)

摘要: 为了提高离子源系统的集成度和操作便捷性, 设计了一种基于嵌入式系统的电喷雾萃取电离源控制系统。在 Cortex-M4 内核的 STM32 平台上, 通过 TFTLCD 液晶屏进行人机交互, 实现对离子源空间位置参数调节、直流高压控制、加热控制、数据操作等功能。结果表明, 该控制系统具有集成度高和操作简便的特点, 对离子源的智能化发展具有重要参考价值。

关键词: STM32; $\mu C/OS-II$; 离子源; 控制系统

中图分类号: TP273

文献标识码: A

Design of Ionization Source Control System Based on STM32 and $\mu C/OS-II$

Zhao Liping, Huang Yun, Gao Xiang, Dong Xiaofeng

(East China University of Technology, Jiangxi Key Laboratory for Mass Spectrometry and Instrumentation, Nanchang, 330013, China)

Abstract: In order to improve the integration and operation convenience of ionization source system, an ionization source control system based on embedded system was designed based on the STM32 platform of Cortex-M4 core. The adjustment of the ionization source position parameter, heating control, DC high voltage control and data manipulation on the human-computer interaction interface are realized. The results show that the control system has the characteristics of high integration and easy operation, and it has important reference value for the intelligent development of ion source.

Keywords: STM32; $\mu C/OS-II$; ionization source; control system

0 引言

质谱离子源的智能化、小型化、便携式是当前的发展趋势^[1], 特别在是结合嵌入式系统设计、机械精密加工等多领域的技术后, 使离子源具有高能量进样、体积小、功能强的特点。电喷雾萃取电离(EESI)技术具有分析速度快、检测灵敏度高、基体影响小等优点, 现有的 EESI 源^[2] 存在手动调节不便、工作稳定性较低的问题。本文拟以 Cortex-M4 内核的 STM32 为平台^[3], 结合 $\mu C/OS-II$ 实时操作系统移植设计, 开发一种基于 STM32 和 $\mu C/OS-II$ 的电喷雾萃取电离源控制系统。

1 系统总体设计

电喷雾萃取电离源控制系统需要实现对离子源的直流高压、温度、以及离子源空间位置参数的精确调节。系统以 Cortex-M4 内核的 STM32F407ZGT6 为核心芯片, 以 LCD 液晶触摸屏为人机交互界面, 实现对离子源各项参数的控制。软件部分通过 $\mu C/OS-II$ 操作系统移植完成, 实现图形界面的设计; 硬件电路包括主控制模块、电机控制模块、直流高压控制模块、温度检测模块、加热控制模块和 LCD 显示模块。

2 系统硬件设计

2.1 电机控制模块

电机控制模块主要用以控制步进电机的转动方向、角度和速度, 通过带动丝杆转动实现对离子源空间位置参数的精确调节。STM32 控制器与 DM3622 电机驱动器的连接方式为共阳, 通过改

变 STM32 输出 PWM 的频率和脉冲数控制电机转动的速度及角度。

2.2 加热控制模块

通过 Pt100 温度传感器采集离子源温度, 经 STM32 处理后输出控制信号 H_PWM, 实时调整离子源的温度。电路中的场效应管 IRL3502S 起开关作用, 实现对加热电路的通 / 断控制。集成运放 OPA2727 中包含两路运算放大器, 分别起到隔离和硬件保护的作用。

3 系统软件设计

3.1 $\mu C/OS-II$ 操作系统移植

$\mu C/OS-II$ 实时操作系统^[4], 具有执行效率高、占用空间小、实时性能优良和可扩展性强等特点, 特别适合于微处理器和控制器。在 $\mu C/OS-II$ 移植过程中只修改 os_cpu.h、os_cpu_a.asm 和 os_cpu.c 三个文件。在 os_cpu.h 文件中定义与编译器有关的数据类型及原函数型; os_cpu.c 文件编写 6 个用户 HOOK 函数; 在 os_cpu_a.asm 文件主要是汇编语言编写 4 个与处理器有关的任务切换函数。

3.2 $\mu C/GUI$ 图形界面程序设计

$\mu C/GUI$ ^[5] 是一个源代码开放的图形用户接口, 源码由 Config 配置文件和 LIB 库函数文件组成, Config 配置目录中包括 3 个配置头文件: GUIConf.h、LCDConf.h、GUITouchConf.h, 用来配置 $\mu C/GUI$ 图形接口、LCD 驱动程序和触摸屏驱动程序。

(下转 20 页)

基金项目: 国家自然科学基金(21605017)、江西省科技计划项目(20152ACB21021)、江西省质谱科学与仪器重点实验室开放基金(JXMS201515)资助。

感器读取土壤湿度传给 AD 模块进行数模转换,并传输给单片机进行分析。若数据低于键盘预设值则启动控制模块进行相应的动作。系统软件流程图如图 3 所示。

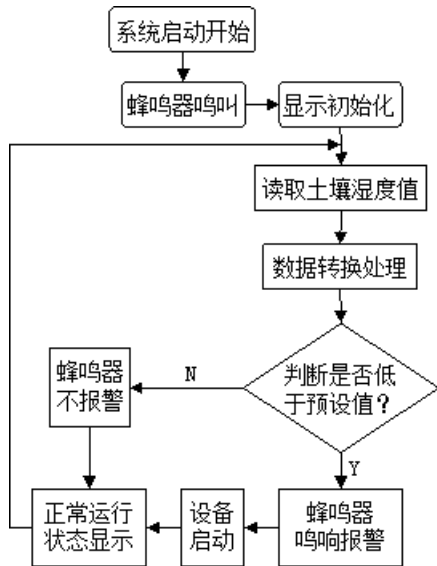


图 3 电磁阀电路

2.2 土壤湿度判断

通过对传感器输入的模拟信号进行转换、处理分析与预设参数限值进行比较,予以判断,满足一定条件则执行相应控制功能。系统上电,单片机处理数据并储存设定的上下限键值,当湿度低于或者未达到上限值时进行浇花动作,若高于设定的下限值且高于设定的上限值时停止浇花动作。

3 系统节水及经济效益分析

在我国以目前每年平均灌溉用水量总量为 3900 亿 m^3 ,如果按农业灌溉用水大约占全国总灌溉用水量的 60% 来计算,农业灌溉用水属于喷灌用水量大约占 2%,目前喷灌系统的喷灌均匀系数平均为 60%,引入智能化节水喷灌系统供水后,喷灌均匀系数可以增加至 80% 以上,保守的算法,假设不增加全国喷灌用水量以

提高水利效率,而仅将目前的所有智能化节水喷灌系统喷洒,则每年平均节约用水量可通过下面公式进行计算:

$$Q = 3900 \times 60\% \times 1\% = 23.4 \text{ 亿 } \text{m}^3$$

$$23.4 \times 70\% = x \times 80\%$$

$$N = Q - x = 23.4 - 20.475 = 2.925 \text{ 亿 } \text{m}^3$$

式中: Q —每年喷灌用水量; x —引入智能化节水节能喷灌系统需要用水量; N —节约用水量;从上式可以看出,在假设不增加全国喷灌用水量的情况下,本作品可以为国家平均每年节省 2.925 亿 m^3 灌溉用水,可很大限度的缓解水资源紧缺问题。

4 结语

所设计节水智能灌溉装置具有以下优点:

(1)提高劳动生产率,节省劳力和减轻繁重的灌水劳动,降低管理费用。

(2)根据作物的需要按时按量进行精确灌溉,对整个灌溉系统进行合理调度,节约用水。

(3)对作物全智能化的实时控制与监管,保证作物处于最佳的生长环境,利于农民增产增收。

(4)灌溉设备安装方便,易于操作,运行安全、可靠,使用寿命长;并能根据作物面积的扩大实时进行系统扩展,成本低。

参考文献

- [1] 汪恕诚. 资源水利—人与自然和谐相处 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003.
- [2] 何俊仕, 曹丽娜, 逢立辉, 刘琳琳, 李崇. 现代农业节水技术 [J]. 2005(4): 36-41.
- [3] 信松胜. 节水灌溉技术发展现状及趋势. 食品研究与开发 [J]. 2010, 31(12): 270-273.
- [4] 张忠玲, 马祝峰. 农业节水的重要性与措施 [J]. 现代农业科技, 2008(11): 306-307.

作者简介

胡玲艳(通讯作者)(1978-),女,河北沧州人,副教授,主要从事智能控制/先进工业过程控制系统设计工作。

(上接 18 页)

$\mu\text{C/GUI}$ 的移植内容主要分成 4 部分:编写 LCD 驱动程序、触摸屏驱动程序,配置 $\mu\text{C/GUI}$ 文件,以及修改相关接口函数。

4 系统测试

系统上电后,先对 FLASH、SRAM、SD 卡等硬件信息进行检测,系统正常启动后进入主控制界面,主菜单包含参数调节和功能选择两个子菜单。根据离子源的实验条件需求,实现电机启动/复位控制、加热控制、直流高压控制、离子源空间位置参数调节、数据操作等功能。

5 结论

本文以 STM32 为核心控制器设计的离子源控制系统,其良好的人机交互界面提高了操作便捷性。采用 $\mu\text{C/GUI}$ 图形用户界面设计使系统移植性强,易于扩展。该系统具有控制精度高、集成度高、功能全的特点,对基于 ARM 的智能化离子源开发具有一定参考价值。

参考文献

- [1] 张新荣. 质谱离子源的现状与发展 [J]. 现代科学仪器, 2013(04): 5-10.
- [2] 董晓峰, 刘林, 王姜, 等. 电喷雾萃取电离源的研制与表征 [J]. 质谱学报, 2014(03): 0226-0231.
- [3] 陈启军. 嵌入式系统及其应用: 基于 Cortex-M3 内核和 STM32F103 系列微控制器的系统设计与开发 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2011.
- [4] 李祁, 王凤芹, 张燕红. 嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C/OS-II}$ 在 STM32 开发板上的应用 [J]. 计算机与数字工程, 2014(01): 164-168.
- [5] 罗富文, 吴辉, 康伟, 等. STM32 平台的 $\mu\text{C/GUI}$ 移植与图形界面设计 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2012(08): 19-22.