

车载土壤样品信息快速采集装置*

朱洪涛, 张 凯, 龚振华

(南京信息工程大学 信息与控制学院, 江苏 南京 210044)

摘 要: 为服务于我国精准农业的发展, 解决现有车载土壤采样设备自动化程度低、安全可靠系数不高等问题, 研制了一种基于 MSP430 单片机的车载土壤样品信息采集装置, 完成对土壤采样车运行状态监控以及土壤样品信息快速采集并即时发送土壤样品信息至土壤研究所, 实验结果证明装置运行良好, 满足预期设计要求。

关键词: 精准农业; 土壤采样; MSP430; GPS/GSM

中图分类号: TP212.9

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)09-0082-03

Quick soil informations acquisition device on tractor

Zhu Hongtao, Zhang Kai, Gong Zhenhua

(College of Information and Control, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China)

Abstract: To serve the development of our precision agriculture(PA), solve the problems such as less of automation and safety of the existing sampling tractors, the paper developed a soil informations acquisition device on tractor which is based on MSP430 MCU, the device can monitor sampling tractor, obtain soil informations quickly and send the informations to soil reserch laboratory immediately.

Key words: precision agriculture(PA); soil sampling; MSP430; GPS/GSM

精准农业是指由信息技术支持的根据空间变异, 定位、定时、定量地实施一整套现代化农事操作技术与管理的系统。准确地讲, 精准农业是在遥感 RS (Remote Sensing)、地理信息系统 GIS (Geographical Information System)、全球定位系统 GPS (Global Positioning System)、通信网络等信息技术和先进制造技术支持下, 利用农学、地学、生态学模型, 对生产过程实施一套精确定位、定量管理集成技术的现代化农业, 以最少的或最节省的投入达到同等收入或更高的收入, 并改善环境, 高效地利用各类农业资源, 取得经济效益和环境效益^[1-2]。

精准农业是当今世界发展的新潮流, 是由信息技术支持实施的一整套现代化农事操作技术与管理的系统。欧美农业高度发达, 与精准农业的发展是离不开的。精准农业是现代化的技术装备, 土壤采样作为精准农业的重要组成部分, 但发展速度较为滞后, 国外数年前出现一些车载土壤采样机, 虽然在一定程度上解决了以往纯人工采样的一些弊端, 但是大部分的产品仍然是人工操

作的, 带 GPS 定位的土壤采样车较少^[3]。国内土壤采样器应用较多的仍然是沿用五、六十年代的技术, 需要大量的人工操作与记录, 可靠性不高, 效率低下, 虽然近年来出现了一些车载土壤采样器, 但是还是没有能够有效解决因人工操作带来的一些不良影响。随着对于土壤研究要求的日益提高, 为了满足不同土质的不同采样要求, 土壤采样车的设计也成为了近年国家“863”计划重点研究课题之一。其中, 张凯等人对于土壤采样车的机械开发研究为车载土壤采样设备奠定了基础^[4]; 郑长奇等人研究的采样头液压驱动回路的优化提高了土壤采样装置的机械工作效率^[5]。但是土壤采样车还缺乏必要的安全保障, 存在数据采集可靠性不高、自动化程度低等问题, 因此, 本文研制了一种土壤采样车车载土壤样品信息采集装置, 装置体积小、抗震性好, 为土壤采样装备提供信息化装备, 为精准农业发展提供一定的理论基础和实践经验。

1 装置总体结构

智能车载土壤样品信息采集装置主要有信息采集、

* 基金项目: 国家 863 项目 (2006AA10A309)

监控、信息处理和发送等功能。

信息采集功能主要包括对环境温湿度的采集以及采集地点位置信息的采集,通过对环境温湿度的采样分析可以得出该地区土壤状况受环境温湿度变化的影响,地点位置信息是土壤样品的采集位置坐标;监控功能是指对采样头工作状态的监控,通过对采样头动力驱动单元,即液压油路压力的监控可得到钻头工作状态;信息处理功能由微型控制器作为信息处理的核心,用以将采集到的数据进行整理并控制外围器件;信息发送功能是将土壤采样地点信息以及环境温湿度信息发送至研究所上位机数据管理平台,实现对土壤样品信息的快速自动获取。

本文所述的车载土壤样品信息采集装置采用模块化设计。主要由电源模块、复位电路模块、微控制器 MSP430 模块、GPS 数据接收模块、GSM 无线通信模块、环境传感器模块、压力传感器模块、存储模块和液晶显示模块组成,如图 1 所示。

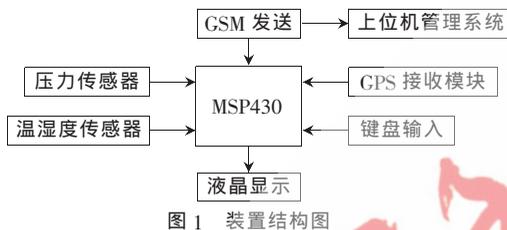


图 1 装置结构图

2 装置硬件电路设计

装置采用 TI 公司推出的低功耗单片机 MSP430F149 作为主控制芯片, MSP430 系列是一个 16 bit、具有精简指令集、超低功耗的混合型单片机,具有极低的功耗、丰富的片内外设和方便灵活的开发手段,以及 MSP430 单片机丰富的应用实践基础,为本装置提供了节能稳定且高效的控制方案^[6]。

2.1 温湿度传感器

温湿度传感器采用 SENSIRION 公司生产的 SHT11。SHT11 温湿度传感器将温湿度传感器、信号放大调理、A/D 转换无缝连接在一起,具有响应快、功耗低、抗干扰能力强、极高的性价比等优点。其测量温度和相对湿度的分辨率分别为 14 位、12 位,通过状态寄存器可调节至 12 位和 8 位。温度测量范围为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+123.8^{\circ}\text{C}$,测量精度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$;湿度测量范围为 $0\sim 100\% \text{RH}$,分辨率为 $\pm 3.5\% \text{RH}$,并且支持在测量过程中对相对湿度自动校准。因此完全可以满足本文所述装置对于温湿度精度的要求。SHT11 的供电电压为 $2.4\text{V}\sim 5.5\text{V}$,只需占用单片机 2 个 I/O 口分别作为数据线 DATA 和时钟线 SCLK, DATA 端接入 1 只上拉电阻,电源间增加一个 $0.1\ \mu\text{F}$ 的电容,用以去耦滤波。SHT11 采用 SMD(LCC)表面贴片封装形式,接口非常简单,其与 MSP430 连接电路图如图 2 所示。

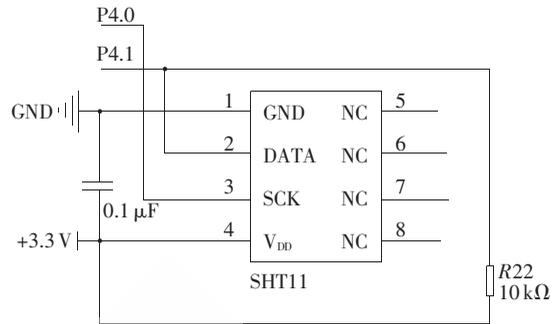


图 2 SHT11 连接电路图

2.2 压力传感器

土壤采样车采样头动力由液压驱动,因此,对于液压回路的监控不但可以提高土壤采样车作业的安全性和可靠性也可以保护采样头避免承受太大压力而过度磨损。土壤采样车液压回路采用美国 MEAS 公司的 MSP300 压力传感器,土壤采样装置车液压油缸内液压为 6MPa ^[5],因此选用量程为 $0\sim 100\text{bar}$ (合 10MPa)的压力传感器可以满足土壤采样车液压监控要求。由于压力传感器输出信号为电压信号,因此需要用 MSP430 自带的 12 bit A/D 转换模块将电压信号转化为数字信号。压力传感器的电气连接如图 3 所示。

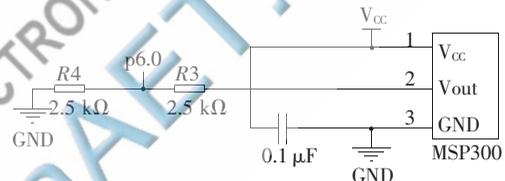


图 3 压力传感器连接电路图

由图看出,将液压传感器的输出信号经过电阻分压处理,将输出电压控制在 $0\sim 2.5\text{V}$,这是因为 MSP430F149 单片机内置了 2.5V 的参考电压,使用内部参考电压可以有效地简化电路设计,提高电压信号采样转化的准确性与稳定性。传感器电压信号接入 MSP430 的 P6.0 口进行数据采集,由于经过 MSP430 的 A/D 转换出的数字信号是 12 bit 的二进制数,满刻度为 FFFH(对应十进制 4 095),转为实际电压需要经过如下计算过程:

因为, $N_{\text{ADC}} = 4\ 095 \times \frac{V_{\text{in}} - V_{R-}}{V_{R+} - V_{R-}}$, 式中, N_{ADC} 为 A/D 转换后

所得实际数字信号值, V_{in} 为传感器输入电压的 $\frac{1}{2}$, V_{R-} 为 0 , V_{R+} 为 2.5V 的参考电压。所以, $V_{\text{in}} = 2 \times N_{\text{ADC}} \times V_{R+} / 4\ 095$, 则液压力值 $P = V_{\text{in}} / 5 \times 10 = 0.002\ 442 \times N_{\text{ADC}}$ (单位 MPa)。

进行多次转换后,取 32 次平均值以提高信号采集精度。

2.3 GPS

对于土壤采集位置的确定,GPS(全球定位系统)可以提供比较精确的数据。本装置采用现在普遍使用的基于 SIRF3 芯片组的 GS-92 模块,运行功耗仅 35mA ,定位精度在 10m 以内,上电启动后,可以迅速完成搜星定

态、采集土壤样品信息、发送土壤样品信息等多种功能,符合现代精准农业对于农业机械的信息技术要求。经实验室测试表明,该装置运行稳定、可靠性较高,可以实现设计功能。

参考文献

- [1] 陈立东,马淑英,李国防,等.谈我国精准农业装备技术的现状及发展方向[J].山东农机,2004(12):4-6.
- [2] 戎恺,杨星卫,段项锁.精准农业的研究应用现状和发展趋势[J].上海农业学报,2000,16(3):5-8.
- [3] WUEST, STEWART B. Small-Increment Electric Soil Sampler[J]. Soil Science Society of America Journal, 2008, 72(6):1554-1556.

[4] 张凯,刘成良.车载液压振动式土壤采集装置研究[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2010,2(4):297-301.

[5] 郑长奇,苗玉彬.农田土壤快速信息采集设备设计研究[D].上海:上海交通大学,2008.

[6] TI. MSP430x1xx family user's guide. 2006.

(收稿日期:2011-12-08)

作者简介:

朱洪涛,男,1987年生,硕士生,主要研究方向:信息与控制。

张凯,男,1965年生,教授,硕士生导师,主要研究方向:信息与控制。

