

基于农业墒情站的多路功耗采集系统

任莎,姚凯学,李路里,王凯鹏

(贵州大学 计算机科学与技术学院,贵州 贵阳 550025)

摘要:农业墒情站能够对农作物生长环境进行全方位的检测,为农业生产和农业环境调节提供科技保障,但农业墒情站采用太阳能系统进行供电,由于太阳能系统受天气影响较大,连续阴天会使得设备因供电不足而无法正常工作,因此研究农业墒情站功耗问题极为重要。文中提出了一款基于农业墒情站的多路功耗采集系统,主要由五部分组成:以STM32F103ZET6为核心的数据处理模块、电流电压检测模块、GPRS传输模块、光照传感器模块以及供电模块。系统通过STM32F103ZET6芯片对墒情站各模块的功耗数据(电流电压检测模块所检测到的电流电压数据)及光照强度数据进行采集,按照自定义的通信协议将数据进行帧封装,由GPRS模块上传至PC端进行显示。系统测试结果表明,该系统运行稳定,可以实时测量墒情站的功耗数据,为后续功耗优化实验提供基础。

关键词:STM32F103ZET6;农业墒情站;功耗测量;ACS712;SIM800C

中图分类号:TP274+.2

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2020)07-0140-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2020.07.030

Multi-channel Power Acquisition System Based on Agricultural Moisture Content Station

REN Sha, YAO Kai-xue, LI Lu-li, WANG Kai-peng

(School of Computer Science & Technology, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Agricultural soil moisture station can carry on the full range of testing environment for the growth of crops, and provide scientific and technological guarantee for agricultural production and agricultural environment regulation. It is crucial to study the power consumption of the soil moisture station because the solar system, which is used to supply power to the soil moisture station, is greatly affected by the weather, and the continuous cloudy days will make the equipment unable to work properly due to the lack of power supply. We propose a multi-channel power acquisition system based on agricultural moisture content stations, which is mainly composed of five parts: data processing module with STM32F103ZET6 as the core, current and voltage detection module, GPRS transmission module, lighting sensor module and power supply module. The system collects the power consumption data (current and voltage data detected by the current and voltage detection module) and illumination intensity data of various modules of moisture content station through the STM32F103ZET6 chip. The data are packaged in frame according to the custom communication protocol and uploaded by GPRS module to the PC terminal for display. The system test results show that the system is stable and can measure the power consumption data of moisture content stations in real time, which provides a basis for subsequent power optimization experiments.

Key words: STM32F103ZET6; agriculture moisture content station; power consumption measurement; ACS712; SIM800C

0 引言

在国家“四化同步”发展战略的背景下,积极推进农业物联网的应用发展,对促进农业信息化和农业现代化的融合具有重大意义^[1-2]。农业墒情站主要的功能是运用各种传感器设备对农业墒情数据进行采集,再通过GPRS无线通信技术将采集到的农业墒情数据传输到后台综合管理系统进行农业环境数据的统计与分析^[3-5]。它能够对农作物生长环境进行全方位的检

测,在农业生产和农业环境的调节中起到科技保障的作用,促进精准农业的发展^[6]。但是农业墒情站大多数用于田间野外,采用太阳能系统进行供电,由于太阳能供电系统^[7]受天气变化影响较大,连续阴天可能会造成设备供电不足,无法正常使用,特别是贵州地区的阴雨天气比较频繁,更易出现此类情况。

持久的阴雨天气会使得太阳能供电系统充电少于放电,导致农业墒情站因断电而无法工作,实验室农业

收稿日期:2019-09-19

修回日期:2020-01-20

基金项目:贵州省科技计划资助项目(黔科合LH字[2014]7638)

作者简介:任莎(1996-),女,硕士研究生,研究方向为嵌入式技术;姚凯学,教授,硕导,研究方向为计算机测控技术与嵌入式技术。

墒情站项目运行至今,已经在清镇茶园基地、贵州省水稻研究所等地方投入使用两年之久,均遇到过此类问题,因此研究农业墒情站的功耗问题显得尤为重要。文中提出了一款基于农业墒情站的多路功耗采集系统^[8-12],能够实时测量墒情站中各个模块的功耗,为后续研究农业墒情站的功耗优化问题打下基础。

1 系统总体设计

本系统是在实验室所研发的农业墒情站设备的基础上所设计的,要求满足以下条件:

(1)能够采集墒情站各个模块的功耗数据(电流、

电压数据)。

(2)能够实时传送所采集到的数据帧。

(3)由于功耗研究也包括了对墒情站中供电系统的研究,因此需要能够同时采集光照强度数据及电池电压数据。

(4)制定相应的通信协议,完成与 PC 端的通讯。

系统主要由五部分组成:以 STM32F103ZET6 为核心的数据处理模块、电流电压检测模块、GPRS 传输模块、光照传感器模块以及供电模块。系统的总体框图如图 1 所示。

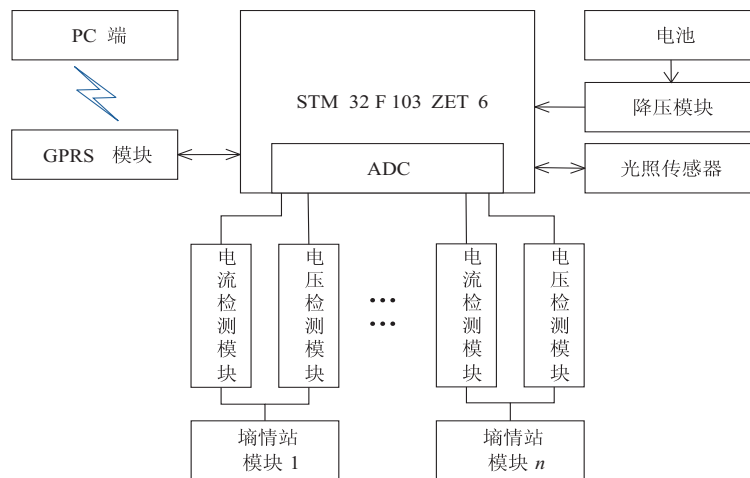


图 1 系统总体框图

系统的具体工作流程为:电流电压检测模块将检测到的多个墒情站模块的电流电压数据通过 STM32F103ZET6 芯片中的 ADC (analog-to-digital converter, 模数转换器) 进行采集,并将采集到的电流电压数据和光照数据按照通信协议进行帧封装,再通过 GPRS 模块将封装好的数据帧发送至 PC 端进行显示。由于光照传感器的供电电压为 12 V,因此,直接使用 12 V 电池为系统进行供电,采用降压模块将 12 V 电压转化为 5 V 电压为 STM32F103ZET6 芯片及电压检测模块提供电源。

传输到内存,再通过串口传输输出数据。光照强度数据是通过 485 串口通讯的方式进行传输。

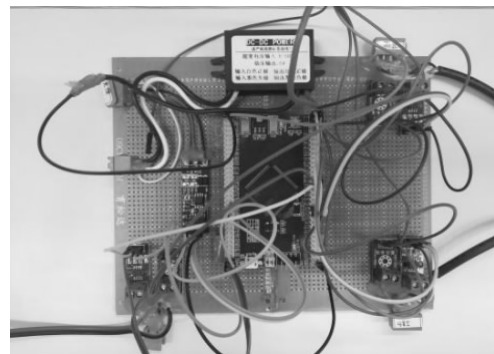


图 2 系统硬件实物图

2 硬件设计

系统的硬件设计主要分为数据处理模块、电流检测模块、电压检测模块、光照传感器模块、通信模块以及供电模块。系统硬件实物图如图 2 所示。

2.1 数据处理模块

数据处理模块采用 STM32F103ZET6 芯片作为主控 MCU,主要实现对数据的采集和发送。STM32F103ZET6 芯片中的 ADC 有 18 个通道,可以测量 16 个外部信号源和 2 个内部信号源。使能 ADC 的扫描模式和连续转换模式,通过 DMA (direct memory access, 直接存储器存取) 循环将每个通道测量的数据

2.2 电流检测模块

测量电流选用了基于霍尔感应原理的电流检测专用芯片——ACS712ELCTR-05B-T^[13],该芯片对应的量程为 ± 5 A。它是由 Allegro 公司推出的一种线性电流传感器,器件内置了精确的低偏置的线性霍尔传感器电路,能够输出与检测的交流或直流电流成正比的电压。此芯片有很高的输出灵敏度,响应时间也很快,性价比高,使用方便。ACS712ELCTR-05B-T 芯片采用小型的 SOIC8 封装,其引脚分布如图 3 所示,芯片需要 5 V 电源电压进行供电。各引脚的功能介绍如表

1 所示。

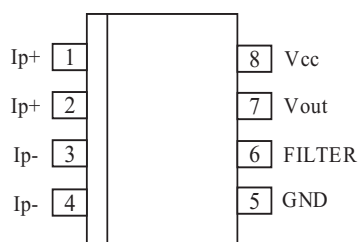


图 3 ACS712 引脚图

表 1 ACS712 引脚功能描述

引脚	名称	功能描述
1 和 2	Ip+	被测电流输入或输出
3 和 4	Ip-	被测电流输入或输出
5	GND	信号地
6	FILTER	外接电容
7	Vout	模拟电压输出
8	Vcc	电源电压

ACS712ELCTR-05B-T 芯片中含有一个缓冲放大器和一个电阻,能够通过芯片的引脚 6 外接简单的 RC 低通滤波电路降低输出噪声,也可以通过 RC 低通滤波电路来提高低电流的精确度。ACS712ELCTR-05B-T 芯片具体的工作原理是通过靠近芯片表面铜制电流路径施加的电流所生成的磁场,被芯片内的集成霍尔 IC 所感应并将其转化为成比例的电压,所测电流与电压之间的对应关系为线性,取电源电压 Vcc 为 5 V,则输出电压的计算公式为:

$$V_{out} = 2.5 + 0.185 * I_p$$

其中,Ip 是指被测电流,当 Ip 为 0 A 时,也就是没有输入被测电流的时候,对应的输出电压为电源电压的一半,即 2.5 V,其中的 0.185 为该对应关系的斜率,单位为 V/A。

将芯片引脚 5、引脚 7、引脚 8 与 STM32F103ZET6 最小系统板对应的引脚相连,根据农业墒情站各个模块的接口,设计了相应的接线模式,方便系统测量功耗数据。因 ACS712ELCTR-05B-T 芯片输出的数据为电压数据,所以具体的电流测量是通过 STM32F103ZET6 芯片的内部 ADC 进行采集,经过数据处理后将所采集到的电压数据转化为电流数据,再通过通讯协议进行封装,便于直观显示。

2.3 电压检测模块

系统使用 STM32F103ZET6 芯片的内部 ADC 进行电压采集,由于输入 ADC 的电压要小于 3.3 V,而系统需测量的电压远大于 3.3 V,因此选用了能够将输入电压值缩小 5 倍的电压检测芯片,它是基于电阻

分压原理设计的,其测量范围为 0 V ~ 25 V,能够满足系统的需求。在测量时,芯片的两个端子分别接被测电压的极性和负极,引脚“+”接 STM32 最小系统板的 3.3 V,引脚“-”接 GND,引脚“s”接 STM32F103ZET6 芯片的 AD 引脚,芯片将检测到的电压数据通过引脚“s”输出至 STM32F103ZET6 芯片的 ADC。

2.4 光照传感器模块

为了研究光照强度和电池充电之间的关系,系统对光照强度数据进行了采集。本系统选用的光照传感器为实验室自己研发的传感器,通过 485 串口通讯方式传输光照强度数据,因此,需要 RS485 转 TTL 芯片以实现光照传感器与 STM32F103ZET6 芯片之间的正常通信。

2.5 通信模块

为利于后期墒情站功耗优化的研究,所以采用 GPRS 模块来传输数据。本系统使用 SIM800C 作为通信模块^[14],SIM800C 是一款四频 GSM/GPRS 模块,其性能稳定、外观小巧、性价比高,通过 AT 命令控制可以低功耗实现数据信息的传输^[15]。SIM800C 模块突破了 WIFI 模块只能在固定无线网络范围内的距离局限,也打破了蓝牙模块短距离的传输瓶颈,只需要通过单片机连接 SIM800C 模块,在有移动网络信号覆盖的环境下就能与服务器端进行基于 TCP/IP 协议的点对点数据传输,实现不限距离的远程控制。SIM800C 使用 AT 指令进行 GPRS 建立 TCP 远程连接,AT 指令过程如表 2 所示。

表 2 建立 TCP 远程连接过程

指令	功能描述
AT+CGATT?	检查 GPRS 附着状态,返回“+CGATT:1”“OK”继续
AT + CIPMODE = 1	设置链接模式为透传模式,返回“OK”继续
AT + CSTT = “CMNET”	开始任务,设置 APN,返回“OK”继续
AT+CIICR	激活移动场景,建立无线链路,返回“OK”继续
AT+CIFSR	获取模块本地 IP 地址,返回本地 IP 地址
AT+CIPSTART= “TCP”, “IP 地址”, “端口号”	设置要链接的远端服务器类型,IP 地址或域名,端口号,返回“CONNECT”进入透传模式,便可收发数据

2.6 供电模块

为了保证光照传感器的正常工作,供电模块选用了可充电的 12 V 电源为光照传感器进行供电,再通过 12 V 转 5 V 的降压模块为系统的数据处理模块、电流检测模块以及通信模块提供 5 V 的电源电压。

3 软件设计

3.1 系统软件设计

系统软件由 C 语言进行编写,具体的软件设计流程是首先在系统上电后进行一系列的初始化,主要为初始化 GPIO 口、铁电、串口、定时器、中断、GPRS 等。初始化结束后,需要判断 GPRS 是否联网成功,如果没有联网成功,需重新配置 GPRS,建立 TCP 远程通信,如果 GPRS 联网成功,则进行下一步,判断铁电是否清零(在上电后,铁电所存的上一次数据可能会影响到下一次所采集到的数据,因此需要将铁电中的数据清零,准备接收数据,所以当铁电内还存有数据时,要将

铁电中的数据清零),当铁电中的数据已经清零后进行 ADC 多通道采集电压数据(因为所采集的电流数据转化为了电压数据进行采集,因此只需要采集电压数据,后期再计算回电流即可),然后通过串口 5 采集光照传感器数据,采集数据结束后将所采集到的电压以及光照强度数据按所制定的通讯协议进行存储,判断数据是否存储成功,若没有则报错,若存储成功则将数据帧从铁电中读出通过 GPRS 发送后台(PC 端)进行接收,判断数据是否上传(接收)成功,如果没有成功则发送报错指令。总体的软件设计流程如图 4 所示。

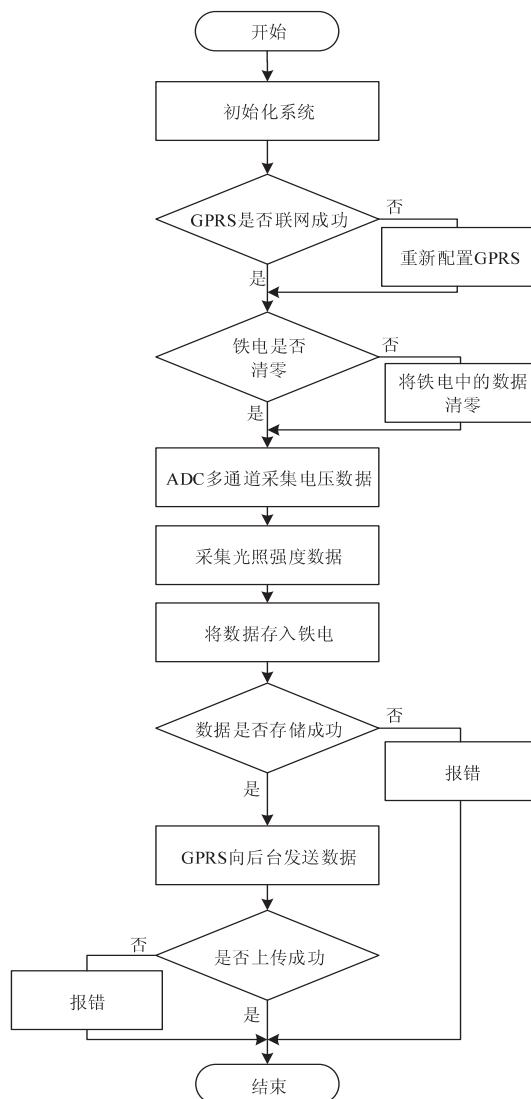


图4 系统软件流程

3.2 通信协议设计

系统采集到的数据,通过 GPRS 转发给上位机进行显示,为保证数据无误、可靠地传送,需要制定通信协议,使系统实现总体功能。通信协议的介绍如下:

数据采用串行传输的方式,因此需要一个特定的起始符来表示该串数据帧为系统上位机要接收的数据信息,具体的数据帧格式如表 3 所示。

表3 数据帧格式

START	LENGTH	DATA	CRC	END
1 Byte	2 Byte	n Byte	2 Byte	1 Byte

START 起始符标识一帧数据的开始,大小为一个字节,值固定为 E1H;DATA 数据域存放采集到的有效数据,根据数据来改变字节的大小,其中需定义传感器

类型,如 01H 为电流传感器 1,02H 为电压传感器 1,03H 为电流传感器 2 等等;LENGTH 为长度域,标识有效数据的总字节数;CRC 校验码采用 CRC-16 循环冗余校验,大小为 2 个字节,由 LENGTH 长度域到 DATA 数据域生成 CRC 校验码;END 结束符大小为一个字节,标识一帧数据的结束,值固定为 EFH。

4 系统测试

本系统测试主要为系统与花生壳及网络调试助手进行联调,系统上电后,GPRS 成功联网,将采集到的数据实时发送至服务器,用网络调试助手接收数据,具体的测试结果如图 5 所示。



图 5 测试结果

通过测试,系统能够稳定地传输采集数据,每条数据间隔为 0.5 秒,所测得的电压及电流值误差为 1.5% 左右,能够满足系统的需求。

5 结束语

介绍了多路功耗采集系统的设计与实现,基于墒情站的基础上设计测量模块的接口,通过 STM32F103ZET6 芯片中的 ADC 采集墒情站各模块的功耗数据(即电流电压检测模块所检测到的电流电压数据),按照自定义的通信协议将数据进行帧封装,再由 GPRS 模块上传至 PC 端进行显示。系统测试结果表明,该系统运行稳定,具有实时性好、响应时间短、结构简单、使用方便等优点,具有较好的使用价值。

参考文献:

- [1] DUAN Yunpeng, ZHAO Chunxi, TIAN Zhuo. Application of the internet of things technology in agriculture[J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 687-691: 2395-2398.
- [2] 刘伟丽. 农业物联网技术创新及应用策略探讨[J]. 电脑知识与技术, 2016, 12(7): 250-251.
- [3] ZHANG Zenglin, WU Pute, HAN Wenting, et al. Remote monitoring system for agricultural information based on wireless sensor network[J]. Journal of the Chinese Institute of Engineers, 2017, 40(1): 75-81.
- [4] HE Dongxian, BAI Youlu, YANG Po. Agricultural remote monitoring systems based on web-server-embedded technology and CDMA service[J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2007, 50(5): 1393-1397.
- [5] 张宇, 张厚武, 丁振磊, 等. 农业小气候数据监测站的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2016, 37(8): 2072-2076.
- [6] 李占成. 基于 GPRS 的土壤墒情远程监测系统研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2015.
- [7] 赵艳华, 张惠莉, 赵丽清, 等. 环境监测网络的太阳能供电系统设计[J]. 青岛农业大学学报: 自然科学版, 2018, 35(4): 303-307.
- [8] 杨阳. 基于微处理器的多点电流信号采集及优化设计[J]. 计算机测量与控制, 2016, 24(5): 223-225.
- [9] 李鹏, 邓于, 雷明东, 等. 低功耗嵌入式电子信息采集系统设计[J]. 现代电子技术, 2018, 41(15): 101-104.
- [10] LIN S, LI S, FENG Q. Research and implementation of a modern agricultural greenhouse cultivation system based on internet of things[J]. International Journal of Information Technology and Web Engineering, 2018, 13(1): 39-49.
- [11] 孙君起, 吕少峰, 田云芳. 高精度电压电流采集管理单元设计[J]. 电子产品世界, 2018, 25(1): 72-75.
- [12] 王磊. 高速多通道电流电压复用采集单元设计[J]. 铁道车辆, 2016, 54(5): 14-16.
- [13] 何小英. 基于 ACS712 的电流实时监测系统研究[J]. 电子世界, 2018(1): 115-116.
- [14] 韩进, 马双. 基于 SIM800C 的 GPRS 数据传输系统设计[J]. 电子产品世界, 2016, 23(11): 39-42.
- [15] SIM800Series AT command manual V1. 10. pdf[EB/OL]. 2018-11-28. <http://www.simcom.com/upload/file/1543384165.pdf>.