

基于SimpliciTI协议的UPS蓄电池组 无线监控系统设计

马远伟¹, 陈艳峰², 廖慧²

¹ 华南理工大学电子与信息学院, 广州 510640

² 华南理工大学电力学院, 广州 510640

摘要: 为改善传统UPS蓄电池组有线监控系统布线繁琐, 维护困难等缺点, 提出了一种基于短距离无线通信技术的UPS蓄电池组无线监控系统, 并详细叙述了系统的硬件和软件设计。该系统能实现蓄电池的数据采集、无线传输以及在个人电脑上进行监控的功能。在数据传输部分采用短距离无线通信协议SimpliciTI协议, 该协议具有抗干扰能力强、低功耗、使用灵活等特点, 特别适用于环境恶劣的工业现场。

关键词: UPS蓄电池组, 无线监控, SimpliciTI

1 引言

在UPS系统中, 蓄电池组是重要的储能设备, 它可以保证通信设备及动力设备的不间断供电, 直接关系到整个系统的可靠运行。如果不能妥善地管理使用蓄电池组, 例如过充电、过放电及电池老化等现象都会导致电池损坏或电池容量急剧下降, 从而影响设备的正常供电。因为电池组一般是由电池单体串联组成, 因此即使只有一节电池性能恶化, 也会严重影响整组电池的性能。因此, 及时可靠的对电池组进行监控对于维护通信设备的正常运转具有十分重要的意义^[1]。

传统的电池监控系统^[2], 大多是采用有线连接的方式, 电池组通过连接线将电池状态信息传递给上位机。这种情况下, 当电池数量增多, 电池组数提高时, 就会令布线变得困难而杂乱, 提高火灾隐患。事实上, 已经发生过多次电池组着火事故^[3]。此外, 有线传输还导致检修电池组的时候需要先解开监控线路, 再取出单个电池进行更换和检修, 造成了维护时不必要的麻烦。因此本文提出了一种UPS蓄电池组无线监控系统, 提高了监控的灵活性, 避免了硬件布线的问题, 减少火灾隐患。

2 系统硬件设计

2.1 MCU芯片的选取

UPS蓄电池监控系统要求能够实时准确的监测电池组

中每个电池的电压、温度以及充放电电流等, 同时要求系统任一电池发生故障时, 能及时的报警, 这就对系统的可靠性和安全性提出了更高的要求。

德州仪器(TI)的MSP430微控制器(MCU)是基于RISC的16位混合信号处理器, 它一直以低功耗、高性能而著称, 广泛应用于替代电源、工业自动化控制、智能电网与能源、医疗保健与健康等领域。此外, MSP430微控制器中还集成了大量的模拟外设, 比如10/12位ADC、16位和24位Sigma-Delta转换器、12位DAC、运算放大器、集成PHY等。这些模拟外设都可以在各种功耗模式下运行, 从而可以实现高功效的系统解决方案。综合比较TI的MSP430各个系列的微控制器的相关性能, 结合本文所提出的系统的要求, 我们选择基于铁电存储器(FRAM)的超低功耗MSP430FRxx系列微处理器中的MSP430FR58671。与典型的微控制器应用中使用的闪存、EEPROM和SRAM技术相比, FRAM具有非易失性、快速写入、低功耗、高寿命、数据安全性等特点。该款MCU芯片的时钟频率高达16MHz, 具备优化的超低功率模式, 在低功耗模式4.5时电流甚至可以低到0.02uA, 功耗极低。此外, 该芯片还具有32位硬件乘法器(MPY)、通道内部直接存储器访问(DMA)、实时时钟(RTC)等智能数字外设, 以及高性能的16通道12位ADC模拟外设。可以满足系统实时采集蓄电池电压温度和电流信号的要求。

在通信方面,该款 MCU 芯片拥有增强型的 SCI、SPI、I2C 串行外设接口,可以满足系统无线收发数据的要求。

2.2 射频芯片的选取

为了实现 UPS 蓄电池组的无线监控,需要增加无线收发数据的电路模块。对于无线通信系统而言,除了主处理器 MCU 芯片的选取之外,合理的选择射频芯片也尤为重要。

由于主 MCU 芯片选择德州仪器的 MSP430FR58671,所以本系统中同样选择 TI 的射频芯片,方便进行连接。TI 现行的无线射频收发器主要有 CC10xx、CC11xx、CC12xx、CC25xx 几个系列,其中 CC25xx 系列专用于 2.4GHz 频段。结合本系统高性能、低功耗的需求,本文选择低功耗低成本的射频收发器 CC1101,工业频段选择 433MHz。CC1101 通过 SPI (Serial Peripheral Interface, 串行外设接口) 与 MCU 进行连接。SPI 同步,高速,全双工的通信方式保证了数据在 MCU 和射频收发器之间实时准确的传递。

2.3 系统整体硬件结构

如图 1 所示的系统整体硬件结构主要包括三个模块:终端节点模块、控制中心模块和上位机模块。终端节点模块由 32 个电池节点组成,由 MSP430+CC1101 组成的发送板通过 AD 采集蓄电池的电压、温度等信息,然后通过 433MHz 无线发送给控制中心;控制中心模块同样由 MSP430+CC1101 构成的接收板,负责接受终端节点发

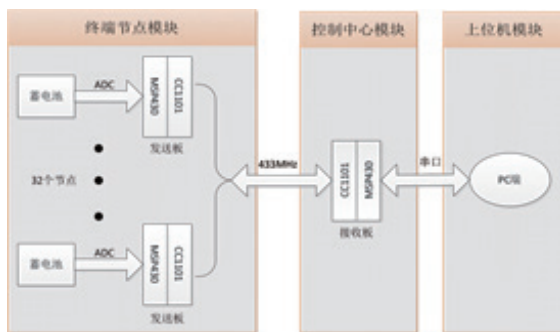


图 1 系统整体硬件结构

送来的数据,并通过串口传输给上位机进行处理;上位机模块负责把从控制中心传过来的数据提交给 PC 端进行分析、显示和保存。

3 系统软件设计

3.1 无线通信协议的选择

目前,无线通信技术种类繁多,针对各自不同的特点,在不同领域得到不同的应用。本系统无线通信距离根据实际应用要求都在十米到数十米之内,因此在这些技术中短距离无线通信技术则更适用于本系统。目前被广泛应用的短距离无线通信技术主要有 WiFi、Bluetooth、ZigBee 以及 UWB (UltraWideband) 等国际化标准和一些由芯片厂商推出的主要适用于其自主产品的专有协议,比如有代表性的 TI 公司的 SimpliciTI 协议^[4-5]。

对本系统而言,对无线通信的首要要求就是超低功耗,因为系统功耗决定了在电池供电的情况下其工作的持久性,是电池供电设备首要考虑的因素。表 1 中给出了几种协议的功耗比较数据。综合比较来看,SimpliciTI 协议的功耗相对较低。此外,SimpliciTI 协议还具有协议简单、可靠性强、硬件成本低、使用更为灵活等优势,符合本系统的应用要求,因此选择它作为无线通信协议。

3.2 各模块控制程序

3.2.1 终端节点程序设计

在发送模块中,需要从电池读入电压、温度数据(通过 ADC),而后将数据通过无线方式传输给接收模块。要求:

- (1) 传输给接收模块的数据不能存在误码,以免接收模块错误报警;
- (2) 在电池电压没有变化时应当让 MCU 芯片进入休眠状态,减少功耗;
- (3) 发送模块发出数据后,应当等待接收模块的确认信息,确保信息正常达。

表 1 几种无线通信技术的功耗比较比较

无线通信技术	WiFi	Bluetooth	ZigBee	UWB	SimpliciTI
芯片	CX53111	BlueCore2	CC2430	XS110	CC1110
电压	3.3V	1.8V	3.0V	3.3V	3.0V
发射电流	219mA	57mA	24.7mA	~227.3mA	16mA
接收电流	215mA	47mA	27mA	~227.3mA	18.9mA



图2 终端节点软件流程图

如图2所示终端节点的软件流程图。发送模块开机后，首先进行 SimpliTI 协议和 ADC 模块等的初始化，而后开始与控制中心进行组网并建立连接，成功连接上后会通过板上的 LED 灯的闪烁情况进行指示。紧接着开始采集电池的数据然后通过射频 IC 无线发送给控制中心。为了确保没有出现误码，发送模块在发送的数据帧中加入 CRC 校验码，可以有效检验出误码，如果接收端出现误码则丢弃数据，从而提高了数据传输的可靠性。

3.2.2 控制中心程序设计

在接收模块中，需要从电池组 32 个电池发送模块中，获取各个电池的电压、温度等数据，而后将整合好的数据发给上位机，要求：

- (1) 组建网络，让电池组内所有发送模块都能够连入网络，向其发送数据；
- (2) 验证发送模块发来的数据没有误码，避免误报警；
- (3) 收到每个发送模块的数据后，应当反馈确认信息，让发送模块知道；
- (4) 当存储区满后，将存储区内的数据通过串口传递给上位机。

如图3所示控制中心的软件流程图。开机后，同样要先初始化 SimpliTI 协议，以及串口 (UART) 外设，而后开始组建网络，设定准入机制，只允许本电池组的发送模块接入网络。网络组建完毕后，程序进入主循环，等待发送模块的组网请求。如果收到本组电池的组网请求则加入网络。组网成功后检测是否有发送数据的请求，如果收到本电池组发送模块传输数据的请求，则先通过数据中的 CRC16 校验码验证数据中是否存在误码。如果存在，则

丢弃该数据，等待发送模块下一次发送数据；如果不存在，则将数据存入 MCU 的 FRAM，并且反馈确认信息。等待 FRAM 中数据收集满了之后就通过串口传递给上位机进行处理。

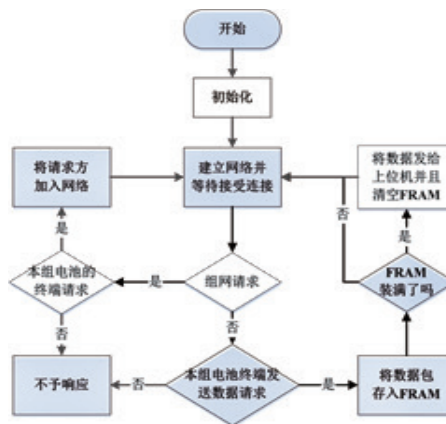


图3 控制中心软件流程图

3.2.3 上位机程序设计

上位机模块负责从控制中心接受数据，并在电脑端进行显示和保存，同时还要具备故障报警功能。其软件流程图如图4所示。



图4 上位机软件流程图

4 系统总体测试结果

图5所示发送模块和接收模块实物图，实际测试中获得了良好的效果，在没有障碍物的情况下稳定传输距离可以达到 20 米，数据传输效率也达到很高的水平。图6和图7分别显示上位机软件监控的画面图，上位机端可以实

现远程监控 UPS 蓄电池组各单体电池的运行状态和性能情况, 而且可以实现故障的设置和告警。



图 5 无线收发器实物图



图 6 上位机监控软件页面 1

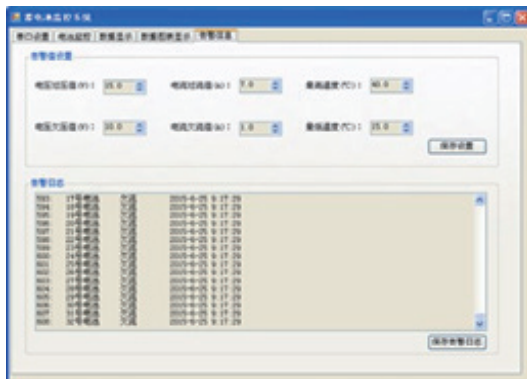


图 7 上位机监控软件页面 2

5 总结

本文研究了一种基于 SimpliCI 协议的 UPS 蓄电池组无线监控技术, 详细介绍了系统的硬件和软件设计, 然后通过上机测试验证了系统整体设计的合理性和正确性。不难发现, 本文所提出的无线监控系统与传统有线监控系统相比, 性能得到了很大的改善, 系统整体的效率也有所提高。总之, 该项技术在实习生产中拥有广泛的应用前景。

参考文献

- [1] 王力坚. UPS 蓄电池实时在线监测若干问题研究 [J]. 电气应用. 2010(14)
- [2] 刘丹. 单体阀控式铅酸蓄电池检测系统的研制 [D]. 华中科技大学, 2012.
- [3] 张文, 黎昌金. 电视发射机房 UPS 蓄电池远程在线监测管理系统 [J]. 计算机测量与控制. 2012(11)
- [4] 季力. 基于 SimpliCI 协议的无线传感器网络设计 [J]. 工矿自动化. 2012(01)
- [5] 戴强晟, 王少荣. SimpliCI 无线自组网在配电网智能监控系统中的应用 [J]. 电力系统自动化. 2014(07)

作者简介

马远伟 (1991), 男, 理学学士, 硕士研究生, 研究方向为电力电子技术, ma.yuanwei@mail.scut.edu.cn;

陈艳峰 (1970), 女, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为电力电子与非线性电路系统理论, eeyfchen@scut.edu.cn。