

基于 WSN RFID 技术的水泥样品 无线测控装置设计

贾岩¹, 邵雷², 冯波¹, 杨智灵¹, 程晓天¹, 王前¹

(1. 河南省产品质量监督检验院, 河南 郑州 450004;
2. 河南黄河水文科技有限公司, 河南 郑州 450004)

摘要: 为实现水泥样品的智能化管理, 采用 WSN RFID 技术, 以 MSP430F149 单片机为核心, 配以状态监控模块、无线通信模块、声光指示报警模块, 设计了水泥无线测控装置。该装置具有实时测控样品的状态、自动识别水泥样品、存储检验数据和超限报警的功能, 能实现水泥实验室样品管理的实时监控和可追溯。

关键词: 射频识别技术; 无线传感网; 水泥样品管理; 无线测控装置

中图分类号: TP393 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.2095-476X.2013.05.021

Design of cement sample wireless measurement and control device based on WSN RFID technology

JIA Yan¹, SHAO Lei², FENG Bo¹, YANG Zhi-ling¹, CHENG Xiao-tian¹, WANG Qian¹

(1. He'nan Institute of Product Quality Supervision and Inspection, Zhengzhou 450004, China;

2. He'nan the Yellow River Hydrological Science and Technology Co., Ltd., Zhengzhou 450004, China)

Abstract: In order to realize intelligent management of cement samples, cement wireless measurement and control device was designed using WSN RFID technology, with the MSP430F149 as the core equipped with state monitoring module, wireless communication module, sound-light alarm module. The system realized real-time monitoring of the status of samples, automatic recognition of cement samples, storage test data and overrun alarm, and traceability and real-time monitoring of cement laboratory sample were achieved.

Key words: radio frequency identification (RFID) technology; wireless sensor network (WSN); cement sample management; wireless measurement and control device

0 引言

国标《通用硅酸盐水泥》要求水泥封存样品密闭存储 90 d, 对密封状态、标示信息管理提出了严格要求。目前水泥样品管理多采用封样桶外贴样品信息封条的方式, 放入样品库货架后, 建立台账记录,

人工查找样品并做出库登记。这种方式存在查找样品困难、工作效率低、样品管理不规范、易出现样品遗失、变异、数据易被窃取和篡改等问题。

随着 RFID (radio frequency identification), WSN (wireless sensor network) 技术在智能信息技术领域应用的普及, 其功能日益向多样化、远程、智能化发

收稿日期: 2013 - 07 - 30

基金项目: 国家质检总局科技计划(质量技术监督领域)项目(2012QK135)

作者简介: 贾岩(1970—), 女, 北京市人, 河南省产品质量监督检验院高级工程师, 主要研究方向为电子技术应用。

展.目前,以单片机为核心的控制系统被广泛应用,但尚无开发水泥样品管理测控技术装置的报道.鉴于此,本文拟研制适合水泥样品管理要求、自动化程度高并具有创新性的无线测控装置,以实现水泥实验室样品管理的实时监控和可追溯.

1 总体结构设计

为完善水泥实验信息化管理,提高样品管理工作效率,防止样品遗失变异,实时监控样品的参数和状态,笔者将 WSN RFID 技术应用于水泥样品管理,研制出水泥样品无线测控装置,以取代传统的样品管理形式.

作为水泥样品控制系统的组成部分,水泥样品无线测控装置放置在封样桶内密封盖上,实时检测样品桶的状态(移动、触动、桶盖非法打开),然后上传信息至数据接收端并接受指令信息,通过接收端完成与站房计算机之间的通信.

水泥样品无线测控装置总体结构设计如图1所示.该装置能够按照事先设定的条件主动发射信号,包括将自身编码、密封状态、环境温湿度以及样品信息等,这些信息通过数据接收端读取,解码后上传计算机.当出现水泥样品桶失去联系、被人非法移动或桶盖被非法打开等情况时,可向计算机报警,以适当的方式告知用户.收到用户的查找样品指令后,相应的无线测控装置的LED灯按指定的频率闪烁并发出蜂鸣声,引导用户寻找该样品,并向上位机反馈结果,告知是否已被查找到.

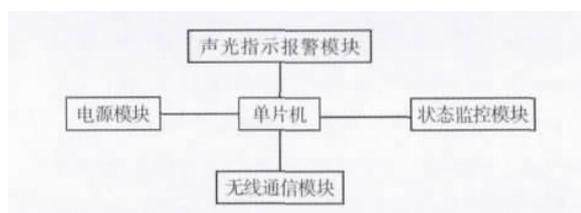


图1 总体结构设计图

2 硬件电路设计

本装置硬件电路设计以MSP430F149单片机为核心,由状态监控模块、无线通信模块、声光指示报警模块和电源模块组成.状态监控模块用于采集样品即时状态信息;无线通信模块用于状态监控模块与其他模块之间的信息传输;声光指示报警模块用于状态监控模块的状态显示以及状态监控模块监测信息超出设定值时实施报警.

2.1 单片机系统

水泥样品无线测控装置设计采用的MSP430F149单片机在3.3V电压8MHz时钟条件下运行,RAM在节电模式下耗电为0.1 μ A,等待模式下耗电仅为0.7 μ A,具有功耗较低的特点,运算速度能满足需要,可在低消耗中更有效地完成大量数据的采集工作^[1].由于水泥样品封存时间为90d,置于样品桶中的RFID传感标签必须依靠电池供电,因此采用MSP430F149单片机是合适的.MSP430F149采用16位RISC结构,具有丰富的寻址方式,片内数据存储器数量较多,有较高的处理速度和运算能力(8M晶体驱动,其指令运行速度能够到达8MI/s)^[2],可满足水泥样品无线测控装置的设计要求.

2.2 无线通信模块

RFID系统应用比较普遍的几个频段,包括低频(135kHz以下)、高频(13.56MHz)、超高频UHF(860~960MHz)以及微波(2.4GHz以上),各个频段的识别距离、传输速度以及环境敏感度等特性都有区别^[3-4].无线通信模块电路使用ISM免许可的2.4GHz全球开发频段,最高工作速率2Mb/s,高效GFSK调制,采用126频道,可满足多点通信和跳频通信的需要.它的传输距离相对较远,设计距离为空旷地带(30m),且不受传输方的影响,支持双向通信^[5].模块内置CRC检错和点对多点通信地址控制,采用低功耗3.3V工作,PCB蛇形天线设计.

2.3 状态监控模块

状态监控模块电路如图2所示,状态监控模块包括3轴MEMS陀螺仪、3轴MEMS加速度计及一个可扩展的数字运动处理器DMP(digital motion processor);可用I2C接口连接一个第三方的数字传感器,扩展之后就可输出一个9轴的信号.3轴陀螺仪采集旋转载体在3个方向的旋转角速度,进行数字积分后转换为运动物体在某一瞬间相对某一基准的角位置数字信号^[6],可测范围设定为 $\pm 250/s$ (dps),加速度计可测灵敏度为 $\pm 2g$.当设备运动时,产生INT6560中断信号发给单片机系统.总线频率可达400kHz,能满足一般的数据传输需求,状态监控模块使用3.3V的直流电源,功耗较低.

2.4 电源模块

由于水泥样品封存时间为90d,置于样品桶中的无线测控装置必须依靠电池供电.低功耗单片机和包括锂电池的电源模块构成的卡片式采集系统,

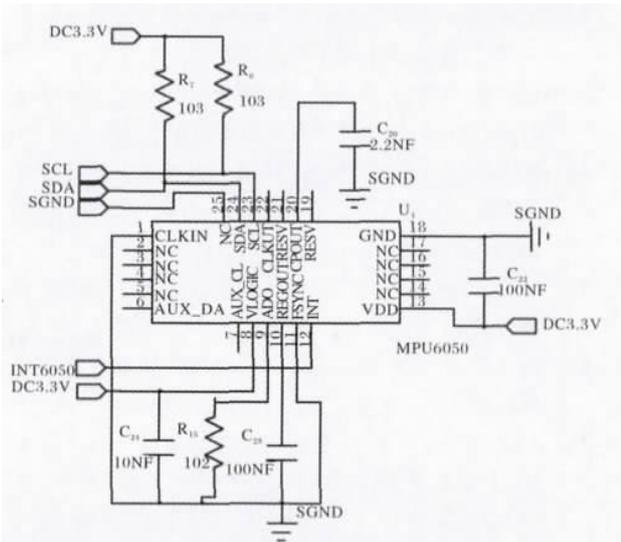


图 2 状态监控模块电路图

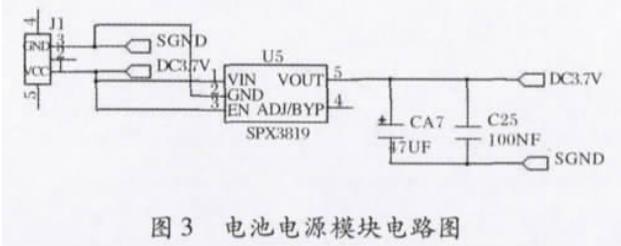


图 3 电池电源模块电路图

完成对水泥样品桶的信息采集. 电池电源模块电路如图 3 所示, 电源模块的电源部分使用 SPX3819 芯片. 贴片封装, 体积小, 压降小, 低噪声 LDO 电源, 电源模块可提供 3.3 V 的工作电源. 模块电池设计为可充电模式, 能反复使用, 解决了使用成本高的问题.

3 软件设计

该装置使用与 MSP430 系列单片机匹配的 EW430 - EV - web - 5402 开发环境, 有优越的程序编辑、编译、下载、调试环境. 软件程序采用模块化设计, 结构清晰. 设计程序模块有 NRF24L01 无线收发处理协议程序、MPU6050 运动处理协议程序、声光指示报警程序、数据存储查询程序等, 主程序流程见图 4 所示.

软件设计从用户实用的角度出发, 对设备人为操作的过程感应, 根据桶盖是否打开、是否授权移动判断、是否有非法操作, 进而判断是否向计算机报警. 准确分析样品的状态, 可以避免自然现象干扰引起的误报警, 也可以根据动作向用户提供所需

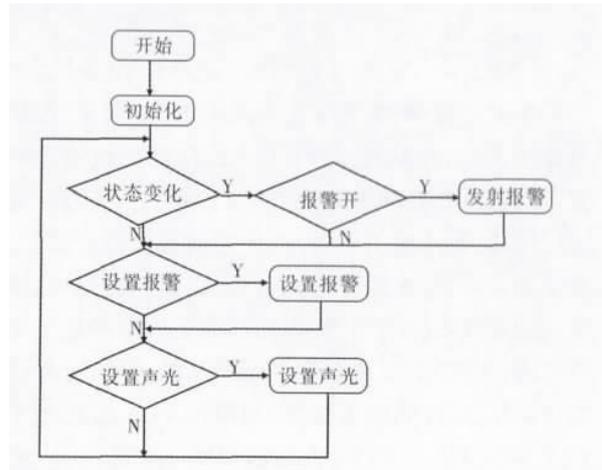


图 4 主程序工作流程图

的数据. 实时监控设备的运行参数, 及时提醒用户设备检测出的异常、低电、到期等信息; 随时响应用户的查询命令. 由于多装置(目标设计 400 个)共处同一个环境, 稳定可靠的通信协议是必须的. 笔者采用多通道多地址动态的请求数据发送方式, 避免多设备组网冲突, 设备发送完成后自动退出数据发送通道.

4 测试结果

目前水泥样品无线测控装置设计已实现, 通过产品测试软件测试了装置的工作情况. 无线测控装置测试软件界面的左半部分为封样信息表的输入修改界面. 右半部分为操作项: 写表项将封样信息表写入装置; 读表项为查询装置中的封样信息; 呼叫项为搜寻装置, 实现声光指示; 状态项查询装置状态信息, 如低电压报警, 非法移动或非法打开等情况.

与华中科技大学机械科学与工程学院开发的具有电压报警功能和低功耗设计的有源 RFID 标签^[7]、北方交通大学机电学院设计的 RFID 低功耗电子标签^[8]相比, 本文设计的水泥样品无线测控装置不仅具有电压报警功能和低功耗设计, 而且针对水泥样品管理实际情况, 以状态监控模块、无线通信模块、声光指示报警模块集成化设计, 实现了主动发射自身编码(地址)、密封状态和样品参数信息的信号, 监控水泥样品桶非法移动或非法打开等状态, 声光指示在非法状态或搜索时发出蜂鸣声并闪烁等功能.

5 结论

本文结合 WSN 无线传感技术、RFID 技术,遵循低成本、低功耗路线,设计了水泥样品无线测控装置。该装置以 MSP430F149 单片机为核心,配以状态监控模块、无线通信模块、声光指示报警模块,进行集成化设计,电源设计可充电模式,能反复使用,解决了使用成本高的问题。水泥样品无线测控装置能够迅速、全面、准确地获取水泥样品的状态,自动识别水泥样品,存储检验数据,超限报警,从而实现了水泥实验室样品管理的实时监控和可追溯。

参考文献:

- [1] 刘洪刚,陈永奇,张连凯. 基于 MSP430F149 的高精度压力数据采集系统的设计和实现[J]. 传感器世界, 2013, 14(4): 28.
- [2] 张洋. 基于无线传感器网络的电力变压器温度监测系统[D]. 南京: 南京理工大学, 2012.
- [3] 郑和喜,陈湘国,郭泽荣,等. WSN RFID 物联网原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [4] 熊卫东. 基于物联网的冷链食品安全监控系统的设计与实施[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2011, 26(3): 96.
- [5] 高飞,薛艳明,王爱华. 物联网核心技术——RFID 原理与应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011.
- [6] 赵文宏,徐乐俊,宋闻,等. 基于 MEMS 陀螺仪的轨迹球研究[J]. 传感器与微系统, 2012, 31(5): 79.
- [7] 王涛,段杰,史铁林. 带电压报警功能的低功耗有源 RFID 标签设计[J]. 工业控制计算机, 2013, 26(8): 121.
- [8] 戴欣,邓湘,刘浩. RFID 低功耗电子标签和手持阅读器开发[J]. 电子技术应用, 2013, 39(6): 21.

本刊数字网络传播声明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品、万方数据资源系统、维普网等中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。其相关著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我刊上述声明。