

基于 Zigbee 的无线粮情监控网络中测量节点的设计

冯巧玲, 郑新华

(郑州轻工业学院 电气信息学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 针对传统有线粮情监控系统存在的缺陷, 提出“平面分离、上下贯通”的无线粮情监控网络的设计思路, 实现了设计目标的基本单元测量杆的功能结构, 规划了基于 Zigbee 的无线粮仓温湿度监控网络。根据节能需求将无线监控网络中的节点分为测量节点和路由节点, 完成了测量节点的接口电路和主程序设计, 并对测量节点中的关键技术进行了阐述。

关键词: 粮情监控; Zigbee 无线网络; 测量节点

中图分类号: TP212

文献标识码: A

Design of measuring node in wireless grain condition monitoring net based on Zigbee

FENG Qiao Ling, ZHENG Xin Hua

(College of Electrical Information Engineering, Zhengzhou University of Light Ind., Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to tackle the problems exist in the traditional wired grain condition monitoring system, an idea of separate in the same surface and pipe in the vertical line is put forward. The structure of measuring pole, which is the basic unit of design, is proposed. The frame of wireless monitoring system is laid out. The nodes in the wireless monitoring net are divided into two groups, measuring nodes and bypass nodes, according to the energy-saving needs. The interface circuit and main program of measuring nodes is finished. And the key technology is elaborated.

Key words: grain condition monitoring; Zigbee wireless network; measuring node

粮食储藏的温度和湿度是储粮质量的重要因素。特别是在现代粮食绿色保质保鲜储藏中, 由于粮食水分的提高, 粮堆湿度的准确检测将与粮堆温度检测同样重要, 因此粮堆各部位湿度检测的增设完善是必不可少的^[1]。

1 问题分析

传统的有线粮情监控系统存在如下问题: (1) 当传感器出现问题时, 更换、维修困难^[2]; (2) 传感器网络一旦铺设完毕, 不能随意增加传感器节点; (3) 有线电缆容易被挂断。要解决这些问题, 首先研究粮仓内测量点的分布情况, 粮仓中的检测点一般呈三维矩阵分布, 如图 1 所示。传统的有线检测系统中, 所有的沿高度方向分布的测量点之间由导线连接, 如果储粮期间测量点发生故障时, 因无法取出, 导致无法更换和维修。沿宽度方向分布的检测点之间由导线相连, 容易被挂断^[3]。由于传感器节点是预埋设, 并且系统的硬件资源所限, 因而增加传感器节点非常困难。

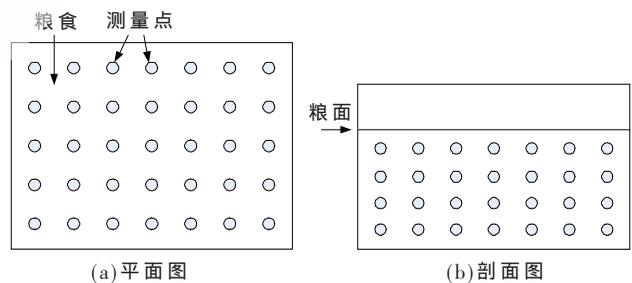


图 1 粮仓测量点的分布

2 解决问题的思路

使用无线通信方式可以很好地解决上述传统有线监控系统存在的问题, 并可消除测量点之间的电缆。为了在传感器发生故障时, 方便地进行检查、替换, 传感器必须具有良好的互换性, 便于进行故障检查。同时必须有合适的物理屏障保护测量点, 使其可以方便地插入并取出粮堆。因而设计思路制定为平面分离、上下贯通。即

技术与方法 Technique and Method

同一平面内分布的各测量点之间互相独立,互不相连。对于粮仓内沿高度方向分布的测量点可使用空心硬杆(称为测量杆),在测量点的高度位置开孔,放置传感器,检测导线从测量杆内穿过,汇聚到同一个控制器,该控制器可通过无线方式收发数据。在插入粮堆时,该控制器所在位置露出粮面上方,以实现无线数据的顺利收发。在确定某测量杆上某高度位置的传感器出现故障时,可以方便地将其抽出,用无故障测量杆将其取代,然后将故障测量杆打开检查、维修。

3 无线监控网络的总体方案

在堆粮线 6 m 高的大平房仓库,如果将测量点间距设置 1.8 m,则每个测量杆上设置 4 个测量点就可满足要求,这是传感器节点电路设计的依据之一。

无线通信采用 Zigbee 无线网络,因为其具有方案简单、低功耗、低成本等特点。测量点阵列基本采用三维矩阵分布,为便于增设测量点,无线传感器应具有无线定位功能,该功能便于系统确定新增节点的位置。设计中选用 TI 公司的带定位引擎 CC2431 Zigbee 片上系统,该芯片具有丰富的片上资源、超强的性能。它采用了基于接收信号强度定位算法,无线定位分辨率高达 0.25 m,可构成最大区域为 64 m×64 m 的无线定位网^[4],并且芯片具有低功耗模式,便于系统节能。

温湿度传感器系统旨在对粮堆内的温度和湿度进行检测,而资料显示,粮食在粮仓内的储藏时间一般是 2 年左右,因而选择传感器时,其长期稳定性是必须要考虑的因素。另外,在无线传感器节点设计中,系统功耗也是必须考虑的重要因素。SHT11 是 Sensirion 公司的温湿度传感器,具有极低的静态功耗,测量状态功耗仅 3 mW,处于休眠状态时,其功耗仅为 2 μW(供电电压 3.3 V)^[5]。

3.1 节点的设计方案

测量杆内的 Zigbee 芯片具有无线通信功能,对应于无线网络中的一个节点(称为测量节点)。为使测量杆具有良好的移动性,则测量节点必须使用电池供电,因而必须考虑系统的节能。但所有的无线数据的顺利传送必须要有确定的路由,普通的测量节点不适合承担这样的任务。系统中的无线节点分为两类:(1)测量节点,只定时采集温湿度数据并向监控中心无线发送,不为其他的传感器节点提供路由,可最大限度节约能量。(2)路由节点,为传感器节点提供路由服务,并采集粮仓内环境的温湿度数据。根据路由节点的任务分配,该类节点必须一直处于工作状态,因而由统一的直流电源供电。

所有的路由节点在粮线以上沿粮仓长度方向安装,根据粮仓长度,路由节点数量可根据实际情况设置,并保持一定的冗余。所有的测量杆插入粮堆中,顶端露出粮面,测量节点与路由节点保持在大约同等高度。

3.2 系统整体构成方案

系统工作时,所有的测量节点可读取传感器数据,通过路由节点发送至协调器节点,协调器通过 RS-232 串口将数据送到 PC 机进行分析、处理和显示。各粮仓 PC 机收集的数据通过 CAN 总线汇总到监控主机,如图 2 所示。

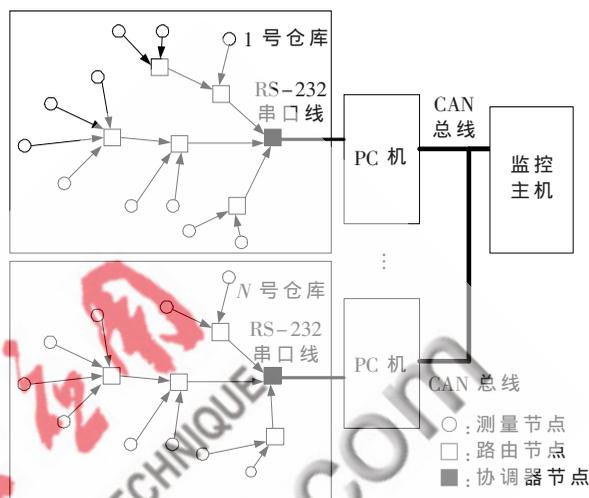


图2 监控系统的结构示意图

4 测量节点的设计

4.1 传感器接口设计

测量节点中控制器 CC2431 的供电电压范围为 2.0 V~3.6 V, 温湿度传感器 SHT11 的供电电压范围为 2.4 V~5.5 V, 建议供电电压为 3.3 V, 故 CC2431 和 SHT11 可统一采用 3.3 V 电源供电。传感器 SHT11 采用二线制数字接口, 其中 DATA 端为数据输入输出端口, SCK 为串行时钟输入端口。CC2431 与 SHT11 之间的接口电路如图 3 所示, 不同的传感器连接不同的接口, 从而可对传感器进行区分。在传感器出现故障时, 可以方便地对出现故障的传感器进行定位。

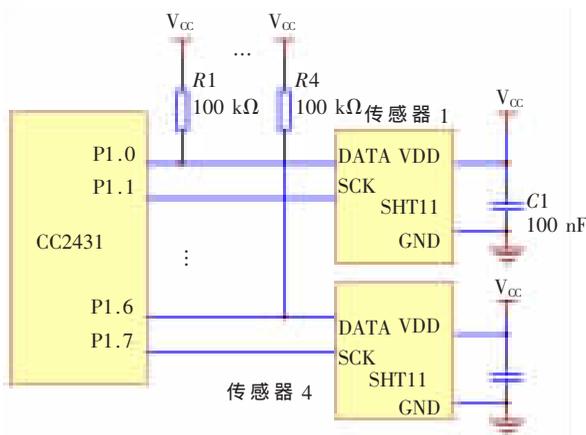


图3 CC2431与传感器SHT11的接口设计

4.2 主程序工作流程图

测量节点工作的主程序流程如图 4 所示。当测量节点上电后,首先完成系统的初始化,并检查无线网络是

技术与方法 Technique and Method

否存在,如果网络存在就进入正常的工作流程。当超过一定时间仍检查不到无线网络时,就进入节能模式,以最大限度地节约系统电能。只有当按键按下,给CPU提供外部中断,CPU才被唤醒,程序从断点开始重新检查无线网络是否准备好。当测量节点完成网络初始化,得到节点在网络中的编号之后,可进入正常的测量周期。由于粮堆内温湿度变化缓慢,不需要进行连续检测,因此测量完成之后,系统进入节能模式。只有当间隔时间到时,由内部时钟唤醒CPU,再进入下一轮的测量周期。



图4 检测节点主程序工作流程图

4.3 数据平滑处理

由于各种干扰因素的存在,可能会使单次检测数据出现误差。为了消除测量误差影响,在每个测量周期CPU要对传感器数据读取5次,按数值大小进行排序后,取中间的3个数据进行算术平均,并将其结果作为

最终的检测数据向监控计算机进行无线发送。

4.4 节点定位

CC2431采用了基于接收信号强度定位算法。其原理为:假设已知某节点位置信息 (X_i, Y_i) 和无线发射的信号强度 $RSSI_i$,则接收节点可以根据其接收到的该节点的信号强度 $RSSI_i$ 计算出信号的传播损耗,然后根据信号传播理论和信道经验模型计算出节点之间的距离。通过测量接收节点与3个已知节点之间的距离,可以利用三边测量法或者三角测量法计算出节点的位置。该节点定位算法需要多(3~16)个参考节点,参考节点越多,定位越准确。从CC2431的测量原理可以看出,对节点位置的描述只有2个变量 (X_i, Y_i) ,也就是说CC2431的定位方法基于一个前提条件,就是各无线节点全部处于同一平面内,当该前提条件不满足时,必定带来一定的测量误差,该测量误差在距离较近时,影响较大。因而,实际使用中各测量节点与路由节点应布置在同一平面内,以减小测量误差。

本设计主要对测量节点的电路功能进行了设计,使用中必须要结合实际对测量杆的外形进行合理设计,使得测量杆容易打开,以便发生故障时对其内部进行维修和元件更换。测量杆必须有足够的强度并且可以变形,以方便实现在粮堆上的插拔操作,实现对内部电路的保护。

参考文献

- [1] 李森,吴宪莉,陈彦海,等.加强对粮堆温度和湿度的检测控制推行绿色生态储粮[J].粮食加工,2005(5):52-54.
- [2] 李海煌,于丽伟.现代粮情检测技术简析与建议[J].哈尔滨市经济管理干部学院学报,2002(2):61-62.
- [3] 李宏伟,吴捍东,兰建军.浅谈矩阵布线在高大平房仓应用中存在的问题[J].仓储技术,2001(4):23-24.
- [4] Texas Instruments. CC2431 data sheet (Rev. 2.01) SWRS034B [EB/OL]. <http://www.ti.com>,2007,5.
- [5] Sensirion. Datasheet SHT1x[EB/OL]. <http://www.sensirion.com/>.2008,9.

(收稿日期:2009-09-06)

作者简介:

冯巧玲,女,1960年生,硕士,副教授,主要研究方向:自动控制和电力系统自动化。

郑新华,女,1976年生,硕士,讲师,主要研究方向:无线测控网络。