

# ZigBee 技术在粮库温度监控系统中的应用

董蕴华, 石新峰 (河南机电高等专科学校, 河南新乡 453002)

**摘要** 针对粮库温度监控系统的技术要求, 通过对 ZigBee 技术的分析, 设计了基于 ZigBee 无线网络的温度监控系统的结构和硬件电路, 并给出了软件流程。

**关键词** 温度监控; 无线网络; ZigBee

**中图分类号** S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2008)35 - 15744 - 02

## Application of ZigBee Technology in Grain Temperature Monitoring and Control System

DONG Yun-hua et al (Henan Mechanical and Electrical Engineering College, Xinxiang, Henan 453002)

**Abstract** According to the technical requirement of grain depot temperature monitoring system, the hardware and structure of the temperature monitoring system based on ZigBee wireless network were designed through analyzing ZigBee technology, software flow was also given.

**Key words** Temperature monitoring; Wireless network; ZigBee;

粮库是一个国家生存的根本, 为了防备战争、灾荒及其他突发性事件, 粮食的安全储藏具有重要意义。为防止粮食的腐烂变质, 保证粮库中储藏粮食的安全, 通常要求粮食储藏温度保持在 18 ~ 20 °C<sup>[1]</sup>, 因此必须定期对粮情进行监测, 而粮情监测的重点是对粮库温度的监测<sup>[2]</sup>。

随着科学技术的发展, 传统的人工定期定点查看粮库温度的方法已逐渐被电子监测温度设备所取代。笔者设计的粮库温度监控系统采用 ZigBee 技术的无线通信网络对仓库各点温度进行连续 24 h 的监控, 管理者可以在控制室随时了解粮库现场的信息。当温度超过设定值时立即进行声光报警, 并在 PC 机上显示出异常温度的地点, 工作人员可以马上采取措施, 从而使粮库管理实现自动化、智能化。

### 1 ZigBee 技术概况

ZigBee 是一组基于 IEEE802.15.4 无线标准开发的有关组网、安全和应用软件方面的技术标准。它是一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线通信技术, 主要适合于自动控制 and 远程控制领域, 可以嵌入各种设备中, 同时支持地理定位功能。在 ZigBee 技术中, 其体系结构通常由层来量化它的各个简化标准。每一层负责完成所规定的任务, 并且向上层提供服务。各层之间的接口通过所定义的逻辑链路来提供服务。ZigBee 技术的体系结构主要由物理(PHY)层、媒体接入控制(MAC)层、网络/安全层以及应用框架层组成, 其各层之间如图 1 所示。

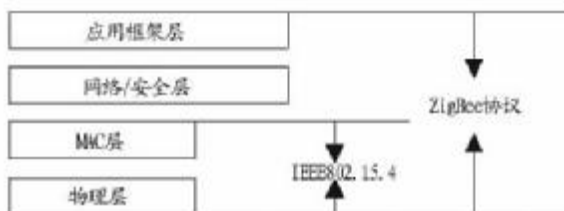


图 1 ZigBee 技术协议组成

Fig. 1 Protocol composition of ZigBee technology

PHY 层的特征是启动和关闭无线收发器、能量检测、链路质量、信道选择、清除信道评估, 以及通过物理媒体对数据包进行发送和接收。MAC 层的具体特征是信标管理、信道

接入、时隙管理、发送确认帧、发送连接及断开连接请求, 且为应用合适的安全机制提供方法。

ZigBee 技术具备强大的设备联网功能, 它支持星型结构、网状结构和簇状结构 3 种主要的自组织无线网络类型。特别是网状结构, 它具有很强的网络健壮性和系统可靠性<sup>[3]</sup>。根据测温点分散分布的特点, 选择如图 2 所示的网状拓扑结构<sup>[4]</sup>。网状结构通过自组织和无线路由功能可提供多个数据通信路径。当最优通信路径发生故障时, 网状网会在冗余的其他路径中选择最合适的路径供数据通信。因此, 网状结构有效缩短了信息传输延时, 并提高了网络通信的可靠性。

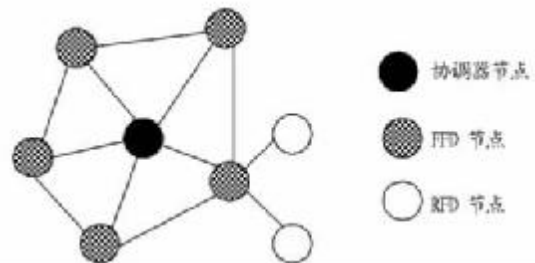


图 2 网状拓扑结构

Fig. 2 Topology structure of mesh network

ZigBee 网络中的设备分为 FFD(全功能设备)和 RFD(简化功能设备)2 种。FFD 是具有路由与中继功能的网络节点, 也可作为协调器使用。协调器是网络组织者负责网络组建和信息路由。一个 ZigBee 协调器创建一个新的网络, 为新加入的设备分配 16 位短地址。

### 2 粮库温度监控系统硬件设计

**2.1 ZigBee 芯片** CC2430 芯片为 Chipcon 公司生产的 2.4 GHz 射频系统单芯片, 是一款真正符合 IEEE802.15.4 标准的片上 ZigBee 产品。该芯片集成 ZigBee 射频(RF)前端、内存和微控制器。它使用一个 8 位 MCU(8051), 具有 128 kB 可编程闪存和 8 kB 的 RAM, 还包含 14 位 ADC、1 个常规的 16 位计时器和 2 个 8 位计时器、AES(高级加密标准)安全协处理器、看门狗定时器、32 KHz 晶振的休眠模式定时器、上电复位电路、掉电检测电路。CC2430 还有 21 个可编程的 I/O 引脚, P0、P1 口是完全的 8 位口, P2 口只有 5 个可使用的位。通过软件设定一组 SFR 寄存器的位和字节, 可使这些引脚作

**作者简介** 董蕴华(1975 -), 女, 河北高阳人, 讲师, 从事嵌入式系统设计与应用。

**收稿日期** 2008-10-13

为通常的 I/O 口或作为连接 ADC、计时器或 USART(通用异步同步收发器)部件的外围设备 I/O 口使用。CC2430 芯片采用 0.18  $\mu\text{m}$  CMOS 工艺生产,工作时的电流损耗为 27 mA;在接收和发射模式下,电流损耗分别低于 27 mA 或 25 mA。CC2430 的休眠模式和转换到主动模式的超短时间的特性,特别适合那些要求电池寿命非常长的应用。

**2.2 系统结构** 温度监测系统由网络协调器(接收端)和若干个 RFD 节点(发射端)组成,系统结构图如图 3 所示。网络协调器安装在中央监控室,负责建立网络和管理网络,并显示当前整个网络的状况,把收到的数据发送到计算机中。RFD 安装在各个粮库内需要测量温度的位置,负责采集温度值,然后定期或有中断时把数据发送给网络协调器。监控人员在控制室通过显示器就可以对粮库温度进行监视,无须到粮库现场。

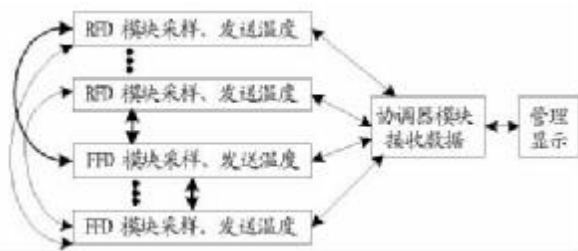


图 3 温度监控系统结构

Fig. 3 Structure of temperature monitoring system

为了保证整个系统的可靠性,发射端一部分是 RFD 节点,一部分是具有路由和中继功能的 FFD 节点。传感器的测温数据在 ZigBee RFD 或 FFD 模块中转化为 ZigBee 通信数据包,传给就近的 FFD 模块,以多跳通信的方式把数据包传给 ZigBee 协调器。ZigBee 协调器收到数据包后,一方面按原路径返回收到确认信息,以到达发送数据的 RFD 或 FFD 模块,实现握手信号,完成一次完整的 ZigBee 无线通信;另一方面,ZigBee 协调器收到的数据供显示与管理。

**2.3 系统硬件电路** 网络协调器由 CC2430、串口部分、天线、按键和显示模块组成。天线用的是非平衡天线,它与非平衡变压器连接,使天线性能更好。CC2430 模块通过天线接收到信号后,通过 SPI 口直接输出到液晶显示器上。串口部分用 UART 模块,UART 再外接一个 RS232 模块用于连接计算机,给计算机传输数据,将计算机外部来的串行数据转换为字节,供计算机内部使用并行数据的器件使用。所连接的计算机的作用是用来观察串口输出的数据。

RFD 节点由 CC2430、温度传感器和天线组成。节点通过温度传感器 TC77 检测所处环境的温度,然后通过天线发

送给网络协调器。温度传感器使用 TC77,它是 Microchip 公司生产的串联可访问数字温度传感器,特别适合于廉价小尺寸的应用。温度数据从内部温度敏感元件转换而来,随时都可以转化成 13 位数字。

为了减少对其他设备和系统的干扰和影响,在保证设备能够正常工作的条件下,每个设备的发射功率应尽可能地小。通常,ZigBee 的发射功率在 0 ~ +10 dBm,通信距离范围为 10 m,可扩大到约 300 m,其发射功率利用设置的相应服务原语进行控制。该设计中 RFD 节点的最小发射功率为 -3 dBm。在网络协调器端,为保证设备能正常接收到 RFD 节点发射的信号,其有用信号不能太大,否则将造成接收信息堵塞,不能正常地接收。通常接收端的有用信号的最大输入电平就是有用信号的最大功率值,该设计接收机的最大输入电平值为 -20 dBm。

### 3 粮库温度监控系统软件流程

该系统软件分主机和分机两部分,主机作为全功能系统,负责网络协调和人机对话;分机作为简单功能系统,等待主机命令,传输本机点数据。其系统流程如图 4 所示。

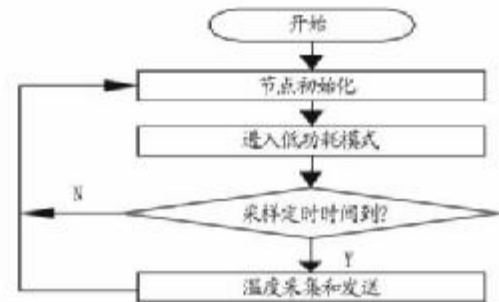


图 4 系统流程

Fig. 4 Program flow of system

### 4 结语

ZigBee 是一种新兴的短距离、低成本和低功耗的无线网络技术,将其应用于粮库温度监控系统中,能够实现对温度自动监测控制功能,具有组网简单、系统花费少、扩展网络容易、通讯稳定等优点,在实际中有很好的应用价值。

### 参考文献

- [1] 贾志成,王朋,李明利.基于短消息的粮库温度智能监控系统[J].农机化研究,2008(7):172-174.
- [2] 叶岑明,姚伯威.粮库多点温度监测系统设计和实现[J].中国测试技术,2005(5):63-64.
- [3] 顾瑞红,张宏科.基于 ZigBee 的无线网络技术及其应用[J].电子技术应用,2005(6):1-3.
- [4] 鲁照权,黄梅初,杜征,等.基于 ZigBee 无线网络的大棚种植温度监测系统[J].安徽农业科学,2008,36(13):5682-5684.

(上接第 15713 页)

### 参考文献

- [1] 高静美,郭劲光.企业网络中的信任机制及信任差异性分析[J].南开管理评论,2004(3):63-68.
- [2] DONEY P M, CANNON J P. An examination of the nature of trust in buyer seller relationships[J]. Journal of Marketing, 1997, 61: 35-51.
- [3] HUBERST SCHMITS. From ascribed to earned trust in exporting clusters[J]. Journal of International Economics, 1999, 48: 139-150.
- [4] ZHU G P, PAN W N. Trust and relationship commitment on cooperative

performance of supply chain[J]. Journal of Southeast University, 2007, 23: 64-70.

- [5] POWELL W W. Neither market nor hierarchy: Network forms of organization[J]. Research in Organization Behavior, 1990, 12: 241-269.
- [6] 万玉刚. 供应链中企业关系的博弈和信任分析[D]. 南京: 南京工业大学, 2005.
- [7] 刘刚. 供应链管理合作博弈分析[J]. 经济管理, 2003(16): 66-72.
- [8] 蔡升桂, 徐健. 供应链企业间信任及其提升机制研究[J]. 物流技术, 2007(5): 90-92.