

# 基于 WSN 的冷链物流监控系统设计\*

王绍卜

(浙江万里学院 现代物流学院, 浙江 宁波 315100)

**摘要:** 随着物联网技术的发展, WSN 和 RFID 得到了广泛的应用。构建一个冷链物流监控系统, 将冷链物流的生产、管理平台提升到一个新的水平, 可以使物流企业在进行对温度要求较高的物品运输的过程中, 发挥较好的监控作用。

**关键词:** 无线传感网; RFID; 冷链物流

中图分类号: TN92

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)08-0026-03

## Design of cold-chain logistics monitoring system based on WSN

Wang Shaobu

(Modern Logistics School of Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China)

**Abstract:** As the development of Internet of Things, the WSN and RFID have a wide range of applications. Using RFID and wireless transmission technology to construct a real-time monitoring system will make people's production and management platform ascend to a new level. This paper constructs a cold-chain logistics monitoring system, which can make the logistics enterprises play a better monitoring role in the transportation process of the objects with higher requirements for the temperature.

**Key words:** WSN; RFID; cold-chain logistics

经济全球化的浪潮已经把世界融为一体, 很多情况下某件产品从原材料的采购、加工、制造和组装到销售都分布在全球的各个角落, 社会分工的不同使各个国家在其中扮演不同的角色, 加速了物流业的发展。物流业在经济发展乃至整个国民经济中的地位与作用越来越重要, 是企业降低能耗、提高劳动生产率以外的第三利润来源。冷链物流是一种特殊的供应链系统, 主要用来运输对温度要求较苛刻的、容易变质的生鲜食品, 并且仓储和作业环境也必须限制在适宜的低温环境下, 即冷链物流对运送过程、时间掌控、运输形态有着特别的要求。

为了保证冷链物流的质量, 使用 ZigBee、RFID 和 GPRS 技术, 对冷藏车的运输进行全面的动态监控, 构建实时的监控和预警机制, 减少货物在流通及储存中的变质损耗, 方便信息追溯, 并有助于质量事故的责任认定; 同时可提高冷链食品的安全性, 增强消费者信心, 进而增加企业经济效益<sup>[1-2]</sup>。

### 1 系统总体结构

系统总体结构如图 1 所示。在运输物品包装箱上贴

上特制的 RFID 电子标签, 安装在运输车辆冷藏箱内的温度传感器实时采集温度数据; ZigBee 节点上的脚本程序将温度数据写入 RFID 电子标签, 同时传送到控制器进行处理; 处理好的数据通过 GPRS 上传到应用层上位机系统, 后端处理系统将生成温度变化图表, 完成对供应链的温度变化监管<sup>[3]</sup>。

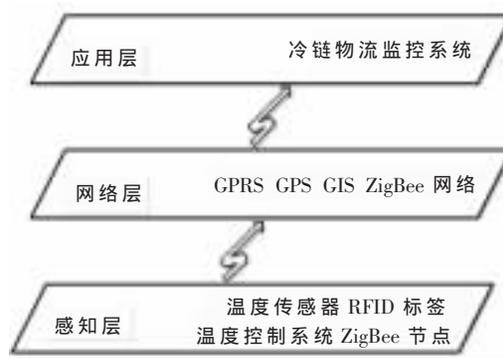


图 1 系统总体结构图

冷链物流监控一般有两种应用模式: (1) 在每个物流节点上传温度数据, 物流管理平台整合所有上传数据, 分环节监控物品质量; (2) 在运输车辆、船舶上安装无线欢迎网上投稿 [www.pcachina.com](http://www.pcachina.com) 27

\* 基金项目: 浙江省社科规划重点课题资助项目(12JDLG01Z); 浙江省临港现代服务业与创意文化研究中心重点研究基地资助

## 硬件纵横

Hardware Technique

通信传输设备(如 WSN、GPRS 等),物流管理平台对目标物品进行实时监测。这两种模式的唯一区别在于,后一种(即实时模式)能够起到抢救部分贵重物品的作用,而不仅仅是像前一种模式只能鉴定物品是否遭到损坏<sup>[4]</sup>。本设计在进行温度实时写入电子标签的同时,又通过网络进行了数据传输,能同时满足两种应用模式的需求。

### 2 感知层

#### 2.1 ZigBee 节点设计

ZigBee 节点是整个冷链物流监控系统的重要部件,采用微型嵌入式系统设计,负责在冷链物流活动过程中获取实时温度数据,并通过内置的传输功能实现节点间通信。

ZigBee 节点能否稳定、准确地运行决定了整个监控系统的性能。整个节点由内置温度传感器的温度采集模块、数据处理(MCU)模块、数据传输(ZigBee)模块和电源管理模块 4 部分组成,如图 2 所示。

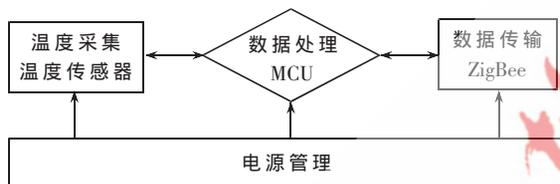


图 2 ZigBee 节点结构图

在节点的硬件开发过程中,选用 TI 公司的 CC2530 芯片。CC2530 结合了领先的 RF 收发器的优良性能,是一个优良的 SoC(片上系统)解决方案。CC2530 外围电路如图 3 所示。其主要完成的功能有:(1)通过 A/D 转换控制传感器模块完成实时温度采集;(2)通过芯片内置的 RF 功能模块进行数据收发;(3)通过节点的 I/O 口接收主机指令。

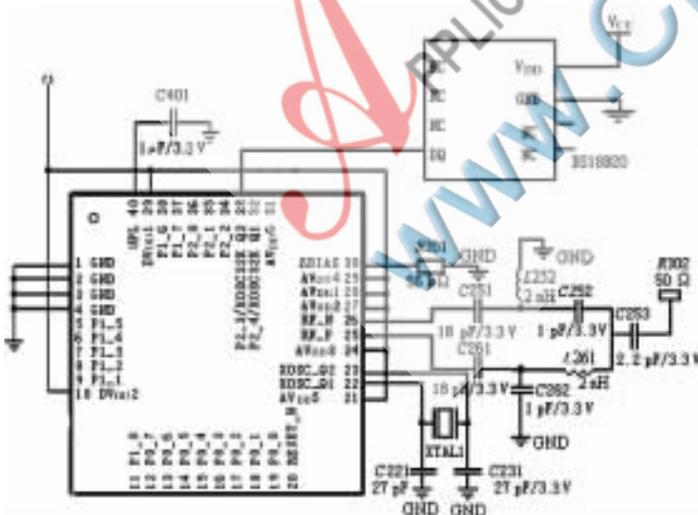


图 3 CC2530 外围电路图

传感器采集到数据后,由本地集成的微处理器进行处理,可使用串口通信方式完成节点与 PC 机的通信。

TI 的 CC2530 芯片内集成了许多特色功能模块,用

28

户只需进行简单的外部电路设计就能实现所需要的功能。采用 32 MHz 无源晶振作为主时钟晶振;无线 RF 模块外围电路采用无巴伦的阻抗匹配网络,使用 50 Ω 鞭状负极性天线,温度传感器采用 DS18B20<sup>[5]</sup>。

#### 2.2 电子标签设计

射频识别技术 (RFID) 是一种非接触的自动识别技术,其基本原理是利用射频信号及其空间耦合、传输特性,实现对静止的或移动中的待识别物体的自动识别。

一般的射频识别系统由两部分组成,即电子标签(Tag)和读头(Reader)。电子标签内可存放电子数据,作为待识别物品的标识性信息,其结构如图 4 所示。在实际应用时,电子标签安装在被识别物体上,当被识别物体通过读头的读取范围时,将会以无接触方式自动将电子标签中储存的信息读取出来,完成信息的自动识别和收集。



图 4 电子标签结构图

温度传感标签除具有识别与定位的功能外,感温电子标签还可通过感温装置获取实时的温度数据。在运输过程中,若温度发生改将会自动预警,并完成该过程中的温度值实时记录。当需要对冷链物流活动过程进行追溯时,通过分析电子标签内自动采集的温度数据(高性能电子标签还可采集地理信息)、时间信息,推算出事故的原因、时间,有助于责任认定<sup>[6]</sup>。

在硬件结构上,带有温度传感器的有源电子标签由天线、无线射频模块、电源模块、微控制器和传感器组成。

当电子标签处在工作状态时,首先初始化无线射频模块及传感器,对射频收发器的收发地址、无线传输速率、频率、发射功率、无线收发模式等信息完成初始设置;然后把传感器定时采集到的数据通过通信接口发送给射频芯片,射频芯片再通过发射模式发送出去。

### 3 网络层

在冷藏运输车的车厢空间里根据 ZigBee 网络的传输距离安装 ZigBee 节点,并在节点的空间中心安装网络协调器(或路由器)。系统运行后,根据系统的初始设置,节点上的程序定时读取温度传感标签上的温度数据,并通过 ZigBee 网络传送到驾驶室前台的终端控制器。冷藏运输车内的网络图如图 5 所示。

终端控制器接收到温度数据后,按如下步骤执行:

(1)将温度数据写入运输车上的 RFID 标签(或终端的 Flash)。

(2)通过网络(ZigBee、GPRS、WIFI)将温度数据传送到《微型机与应用》2013 年第 32 卷第 8 期

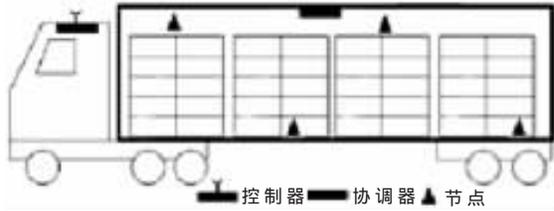


图5 冷藏运输车内网络图

系统控制中心,控制中心上位机的监控系统进行动态的分析、跟踪、决策。

(3)在未接到控制中心的指令前,终端控制器自动将采集的温度值与预设定的农产品保鲜温度进行比较,若超过设定的值差范围,可自动控制制冷设备,以构建恒定的冷藏环境<sup>[7]</sup>。若接收到控制中心的指令,则按需求启动控制程序。

本模块主要完成信息的采集、传输和显示终端的设计,通过嵌入式设计,将GPRS模块、RFID模块、显示接口模块、客户信息查询接口模块、温度控制器模块、电源管理模块集成于ARM处理器上,构建一个实时、高效、性价比高的终端控制器,安装于运输车辆的驾驶室中,系统结构图如图6所示。

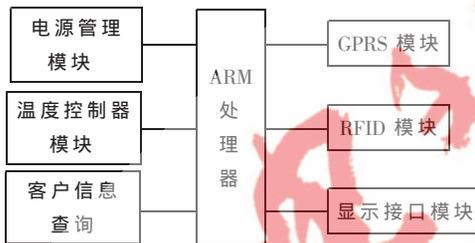


图6 信息采集、显示与控制结构图

在ARM处理器的控制下,RFID模块定时读取温度传感标签内存中动态的温度数据,并转存到处理器的专用存储中;GPRS模块负责将专用储存中的温度数据通过无线网络送回后台处理系统中;显示接口模块提供本地显示信息,可供司乘人员实时查看相关信息;客户信息查询模块可供客户动态查询所托运输物品的冷藏环境信息;温度控制模块能在管理人员的控制下,实时调整冷藏温度。

通过终端控制器,在运输车行驶过程中,包装箱上的RFID温度标签实时地记录车内温度的变化,同时通过GPRS网络将这些温度数据实时传送到信息管理系统中<sup>[8]</sup>。

#### 4 应用层

应用层主要实现对运输车辆的行车路线、车内温度的监控,同时提供客户查询端口,能按要求动态控制车内的温度。应用层管理系统图如图7所示。

(1)系统初始化:能根据所承担运输的不同冷藏物品设置不同的环境温度,完成温度标签初始数据(物品信息、温度自动采样频率等)的设置。



图7 应用层管理系统图

(2)行车路线管理:能根据客户的运输要求,结合GIS系统完成最优行车路线的构建。在运输过程中,通过GPS实时定位行驶中的车辆,动态地进行管理。

(3)冷藏温度管理:通过GPRS传输的数据进入系统后,能根据设定的算法进行温度曲线的计算。若触发了临界温度开关,系统将自动报警,提醒管理人员或司机进行干预操作,进而实时调整冷藏温度。

(4)客户信息接口:能直接接收用户设置的所托物品的产品信息和必须的冷藏温度信息,同时也允许客户在物品运输过程中借助管理系统动态进行跟踪和监督<sup>[9]</sup>。

#### 5 监控系统性能实验测试

为了验证本冷链物流监控系统运行时的状态,构建了一个仿真测试实验。在一个冷藏运输车中安装了ZigBee节点、路由器、电子标签、终端控制器。ZigBee节点均匀地分布于车厢内,确保能够准确地监测温度分布的信息。

启动终端控制器上的初始化功能,预设车厢内环境温度。待系统运行一段时间后,物理检测车厢内的温度,预设值与物理检测值列表如表1所示。

表1 设定值与检查温度值对照表

设定值	检查值
2	2.3
5	4.8
8	7.8
11	11.2
14	13.6
17	17.2

分析检测结果可知,物理检查的温度与预设定的阈值相近。当然,本仿真实验是在理想状态(车辆静止、空厢状态)下进行测试,实际冷链物流活动过程中存在许多不确定的因素。因此,在应用过程中,可以通过适当降低温度阈值来保证冷链物流的环境要求<sup>[10]</sup>。

随着社会的发展、生活水平的提高,对冷冻食品的质量要求越来越高,冷链物流已在生鲜食品的仓储、运输过程中广泛应用。传统的温度控制系统通常采用有线传输信号的方式,布线费用较高并且维修不便。ZigBee作为一种新兴无线通信技术,具有短距离、低复杂度、低功耗、低成本的优势;GPRS是基于GSM系统一种新的分组数据承载业务,在间断的、突发性的或频繁的、少量的数据传输中有独特的优势。将ZigBee、GPRS和RFID引入温度控制系统中,既能实现温度的在线监控和智能控制,又能实时记录数据以便溯源。

#### 参考文献

- [1] 陆旭群. 浅析RFID技术在我国生鲜食品冷链物流管理中的应用[J]. 市场周刊, 2008(3): 132-133.
- [2] 刘爽. 基于RFID技术的供应链及现代物流管理系统的

- 方案设计[J]. 河北大学学报, 2009, 29(3): 333-336.
- [3] 陈子侠. 基于 GIS 物流配送线路优化与仿真[M]. 北京: 经济科学出版社, 2007.
- [4] 李泉溪, 银兵. 基于 RFID 的防伪物流管理系统研究[J]. 湖南工业大学学报, 2009, 23(5): 99-101.
- [5] 干华栋. 基于 RFID 技术的正逆向物流整合[J]. 物流技术, 2009, 28(2): 14-16.
- [6] 王南生, 蔡延光, 周英. 基于嵌入式 LINUX 物流 RFID 读写器的设计与实现[J]. 工业控制计算机, 2009, 22(6): 71-72.
- [7] 郎为民. 射频识别技术原理与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [8] 黄鹏飞. RFID 技术在港口物流中的应用[J]. 物流工程与管理, 2009, 31(11): 45-46.
- [9] 肖楠, 郑文岭, 马文丽, 等. 一种基于 RFID 的物流管理系统设计[J]. 微型电脑应用, 2008, 24(4): 24-26.
- [10] 王绍卜. 基于物联网技术的农产品冷链物流监控系统设计[J]. 中国物流与采购, 2012(8): 60-61.

(收稿日期: 2013-01-31)

作者简介:

王绍卜, 男, 1965 年生, 硕士, 副教授, 主要研究方向: 物流信息技术。

