

冷链保温箱用温湿度云监测系统的设计与测试

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2018.01.007

朱宏 王冬梅

摘要: 根据食品药品冷链保温箱内温湿度数据的实时监测和国家食品药品监督管理总局下发的《药品经营质量管理规范》要求,开发了温湿度云监测系统。该系统包括温湿度云监测仪与冷链监测云平台。温湿度云监测仪实时采集保温箱内数据,通过GPRS网络传输数据至云端服务器。用户可通过冷链监测云平台查看实时温湿度数据、地理位置信息等。该系统采集的温湿度数据精度分别为 $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $\pm 3\%$,无线传输稳定可靠。该系统可以应用于食品药品冷链包装领域。

关键词: 冷链保温箱;温湿度云监测仪;冷链监测云平台

中图分类号: TN876.3

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2018)01-0042-04

0 引言

近年来,智能包装技术已快速应用于电子产品、食品、药品、生活用品等领域。智能包装技术的最大特点是信息化,它可以利用电子感应器件、二维码等将商品所属信息附在商品的包装上,以实现监测、识别等功能^[1]。在食品药品包装领域,国家食品药品监督管理总局下发的《药品经营质量管理规范》(Good Supplying Practice, GSP)^[2]明文规定了药品流通、存储等环节的温湿度要求,且每个环节需实时监测药品所处的温湿度数据。因此,智能冷链包装技术可以将温湿度云监测系统与食品药品包装相结合,通过无线传输技术实现对药品所处环境的实时监测。目前冷链药品多采用“保温箱+蓄冷剂”这种无源冷链包装形式,并在保温箱内配置温湿度记录仪。然而市场上的多数温湿度记录仪只有采集、存储数据功能,用户读取数据需要通过有线方式连接电脑,满足不了GSP关于温湿度数据实时上传读取的要求。有些不良企业甚至直接修改温湿度数据,导致一些重

大危害事件发生。

针对GSP关于冷链保温箱内温湿度数据实时监测的要求,本文研发了温湿度云监测系统,该系统包括温湿度云监测仪与冷链监测云平台两部分。温湿度云监测仪内置主处理器,将采集的信号经过分析处理,通过通用分组无线服务技术(general packet radio service, GPRS)将数据实时传输至后端服务器。用户可通过访问电脑端冷链监测云平台或移动端应用程序(application, APP),实时查看温湿度数据、地理位置等信息。该系统可以应用于食品药品冷链包装监测领域。

1 温湿度云监测系统框架

温湿度云监测系统主要由温湿度云监测仪和冷链监测云平台构成,如图1所示。温湿度云监测仪主要负责保温箱内部温湿度数据的采集与传输,同时具备利用全球定位系统(global positioning system, GPS)采集位置信息的功能。温湿度云监测仪作为智

收稿日期:2017-11-26

基金项目:深圳市科技创新基金资助项目(CKCY20170503090436347)

作者简介:朱宏(1987-),男,主要研究方向为冷链包装, E-mail: 826900635@qq.com

通信作者:王冬梅(1976-),女,主要从事运输包装及冷链包装方面的研究, E-mail: 394794521@qq.com

能硬件终端, 可以配置在不同型号的冷链保温箱上, 使用时直接放置在保温箱内部或者嵌入保温箱表面。云监测仪采集的温湿度、地理位置等数据通过 GPRS 技术实时传输至后端云平台, 冷链监测云平台通过数据处理等, 将温湿度数据、地理位置信息呈现出来^[3-4]。电脑端和移动端 (如智能手机) 与云平台互联, 实现同步查看数据功能。用户直接访问冷链监测云平台或者移动端 APP 即可监测冷链保温箱内温湿度数据、位置信息等; 同时可以实时查看保温箱内超温或低温报警情况, 并采用相关的处理措施。

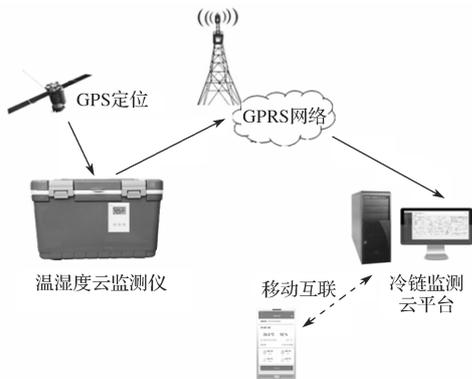


图 1 温湿度云监测系统架构图
Fig. 1 The wireless temperature and humidity monitoring system structure diagram

2 温湿度云监测系统硬件与软件设计

2.1 温湿度云监测仪硬件设计

温湿度云监测仪的结构如图 2 所示。

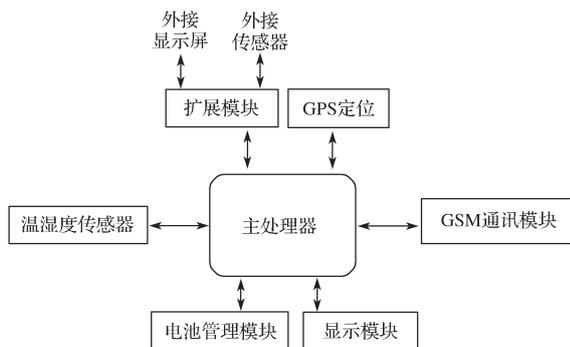


图 2 温湿度云监测仪结构图
Fig. 2 Structure diagram of wireless temperature and humidity monitor

温湿度云监测仪包括主处理器、温湿度传感器、电池管理模块、显示模块、全球移动通信系统 (global system for mobile communication, GSM) 通讯模块、GPS 定位与自定义扩展模块。主处理器 (单片机)

是整个硬件部分的核心模块, 其他模块分别与主处理器相连接, 其中自定义扩展模块可以外接显示屏或者其他传感器, 以满足冷链保温箱不同应用场景的需求。单片机由 I/O 口采集温湿度传感器的信号, 经过分析处理, 将其温湿度数据发送给 GSM 通讯模块, 再通过 GPRS 网络传输数据至后端云服务器。如果 GSM 通讯模块自测掉线, 温湿度数据会先缓存至本地存储单元, 待 GPRS 网络恢复连接成功后再重新发送数据, 以确保温湿度数据不会丢失。

2.1.1 温湿度传感器

温湿度传感器用于读取冷链保温箱内温湿度数据。该传感器具有体积小、抗干扰能力强、精度高的特点。传感器通过标定的数字信号即标准 I²C 格式进行输出, 通过与主处理器的连接实现温度和湿度的数字输出。

2.1.2 电池管理模块

温湿度云监测仪选用的锂电池充电管理芯片是一块 4~23 V 输入、2 A 输出的同步整流型单节锂电池充电管理芯片。其工作频率为 800 kHz, 内部集成了 25 V 低内阻金氧半场效应晶体管 (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, MOSFET), 具有高效率充电功能。该芯片还具有过压、过流及过温保护功能, 可以控制切断充电环路。

2.1.3 显示模块

温湿度云监测仪采用液晶显示模块。该模块可以显示时间、温湿度数据、网络信号及电池电量等信息。该模块采用 6 点钟方向下视角液晶显示, 具有低功耗、宽视域的特点。

2.1.4 GSM 通讯模块

温湿度云监测仪采用 GSM 通讯模块。该模块是一款四频段 GSM/GPRS。另外, 该模块内嵌 TCP/IP 协议栈, 支持多个 Socket 及 IP 地址。单片机通过发送指令与通讯模块进行通信, 以实现网络连接、数据传输功能。

2.1.5 GPS 定位

温湿度云监测仪采用 ST1097U 作为 GPS 定位模块。ST1097U 具有高灵敏度 (-160 dBm)、低功耗 (捕获 30 mA、追踪 22 mA) 的特点, 且支持辅助全球卫星定位系统 (assisted global positioning system, AGPS), 可以提高定位精度和定位速度。主处理器通过串口实现与 GPS 通信, 其协议为标准的 NMEA-0183。

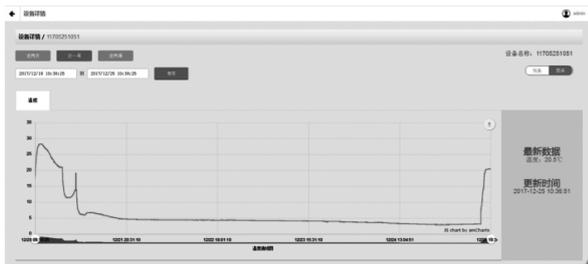
2.1.6 扩展模块

温湿度云监测仪具有自定义串行外设接口 (serial

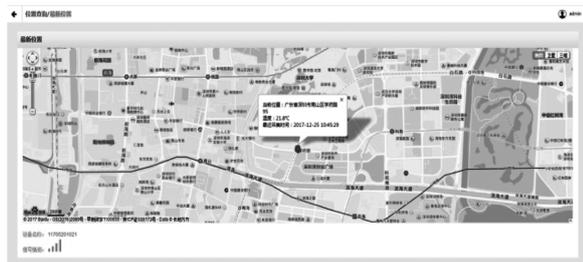
peripheral interface, SPI) 扩展模块, 可以外接显示屏或者其他传感器。为降低监测仪整体功耗, 设备在开机启动半小时内会检测是否有外接显示屏或其他传感器连接, 如果没有连接, 外置模块会关闭接口通讯芯片电源或停止给传感器供电。

2.2 冷链监测云平台软件设计

冷链监测云平台系统的开发, 采用超文本预处理器进行编程设计, 在云服务器外接一个 GPRS 无线接收端, 可接收数据采集终端的数据并传输至 PC 监控台, 在 PC 端呈现实时温湿度数据、温湿度数据曲线图表、地理位置轨迹显示等。在冷链监测云平台软件中建立数据库, 可随时调用和查看历史数据信息。图 3 为部分冷链监测云平台显示界面。



a) 温度数据曲线图



b) 地理位置显示界面

图 3 冷链监测云平台界面

Fig. 3 Interface of cold chain monitoring cloud platform

3 温湿度云监测系统测试

为了测试所设计的温湿度云监测系统监测数据的准确性和无线传输的稳定性, 将温湿度云监测仪放置在已校准的恒温恒湿箱内, 采集箱内温湿度数据, 云平台实时接收温湿度数据。通过长时间的稳定性测试, 云平台接收的数据保持稳定, 没有出现不良掉线或丢失数据情况。图 4 和图 5 分别为实际校准温湿度与平台测试温湿度的对比。测试结果表明: 接收温度数据误差为 $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, 接收湿度数据误差为 $\pm 3\%$, 完全符合温湿度传感器精度范围的要求, 且满足 GSP 对药品温湿度监测精度的要求^[2]。

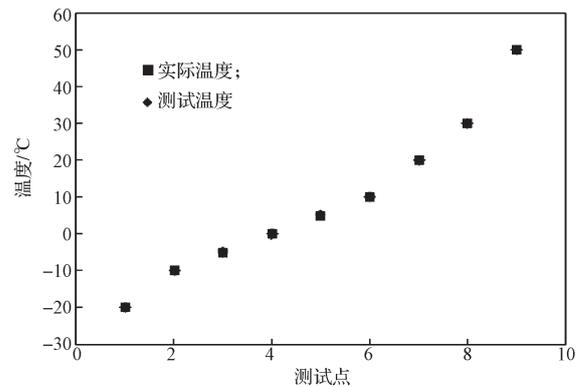


图 4 温度数据对比

Fig. 4 Temperature data contrast

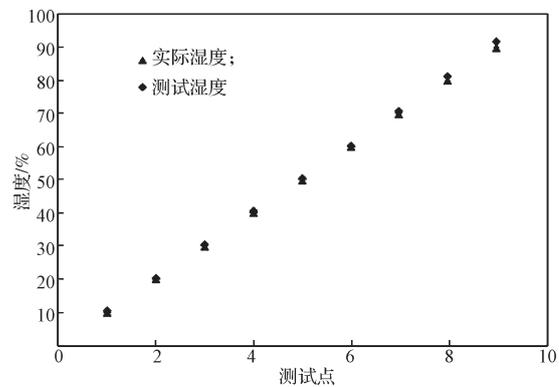


图 5 湿度数据对比

Fig. 5 Humidity data contrast

为了测试温湿度云监测仪在实际物流运输中数据传输的稳定性, 将云监测仪放在运输车辆中, 从深圳运至厦门, 通过云平台查看温湿度数据、网络信号与运动轨迹等。截取部分云平台测试数据后, 得到的实际物流运输运动轨迹和对应的温度变化曲线, 分别如图 6~7 所示。测试结果表明: 云监测仪在移动过程中数据传输稳定性良好, 即使在某些网络信号差的地区, 数据可以先存储至本地监测仪, 等信号恢复后数据补传至后端服务器, 没有出现数据丢失现象。



图 6 温湿度云监测仪实际物流运动轨迹

Fig. 6 The actual logistics trajectory of temperature and humidity monitor

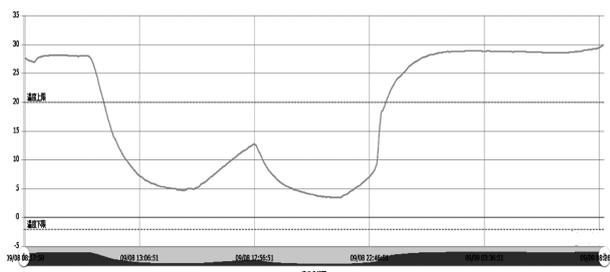


图7 实际物流运输中温度变化曲线

Fig. 7 The temperature change curve of actual logistics transportation

4 结语

根据食品药品冷链保温箱内温湿度数据的实时监测及 GSP 规范要求, 本文开发的温湿度云监测系统包括温湿度云监测仪与冷链监测云平台两部分。温湿度云监测仪作为数据采集终端, 可以实时采集保温箱内温湿度数据、地理位置等信息, 通过 GPRS 网络传输数据至后端云平台。冷链监测云平台作为后端监测平台, 可以为用户呈现实时温湿度数据、地理位置等信息。测试结果表明: 该温湿度云监测系统实时监测的温湿度数据精度优良, 无线传输数据稳定可靠, 没有出现数据丢失现象。该温湿度云监测系统可以应用于食品药品冷链包装领域, 能实现食品药品流通、存储等环节的智能化与可视化管理。

参考文献:

- [1] 崇 岚, 潘军辉, 熊鹏文. 智能包装技术的应用现状和发展前景 [J]. 包装工程, 2017, 38(15): 149-154.
CHONG Lan, PAN Junhui, XIONG Pengwen. Development and Applications of Intelligent Packaging Technology[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(15): 149-154.
- [2] 国家食品药品监督管理总局. 药品经营质量管理规范 [S/OL]. (2015-05-18). [2017-07-01]. <http://www.sda.gov.cn/WS01/CL0053/123040.html>.
China Food and Drug Administration. Good Supplying Practice[S/OL]. (2015-05-18). [2017-07-01]. <http://www.sda.gov.cn/WS01/CL0053/123040.html>.
- [3] 王晓玲, 马满增. 基于 GPRS 的冷链物流实时监控系统设计及实现 [J]. 现代电子技术, 2017, 40(17): 109-112.
WANG Xiaoling, MA Manzeng. Design and Implementation of GPRS-Based Real-Time Monitoring System for Cold Chain Logistics[J]. Modern Electronics Technique, 2017, 40(17): 109-112.
- [4] 张露露, 姚 骏, 李霄玉, 等. 基于 GPRS 技术的车载冷库远程监控系统的设计 [J]. 工业控制计算机, 2017, 30(4): 19-23.
ZHANG Lulu, YAO Jun, LI Xiaoyu, et al. Remote Monitoring System of Truck Refrigerator Based on GPRS[J]. Industrial Control Computer, 2017, 30(4): 19-23.

Design and Test of Wireless Temperature and Humidity Monitoring System for Cold Chain Incubator

ZHU Hong, WANG Dongmei

Abstract: In view of real-time monitoring of temperature and humidity data of cold chain incubator and the requirements of *Good Supplying Practice* issued by China Food and Drug Administration, the wireless temperature and humidity monitoring system composed of wireless temperature and humidity monitor and cold chain monitoring cloud platform was developed. The wireless temperature and humidity monitor could collect real-time data of cold chain incubator, and transmit data to the cloud server through the GPRS network. The users could view real-time temperature and humidity data and geography information through cold chain monitoring cloud platform. The accuracy of temperature and humidity data collected by the system was $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $\pm 3\%$ respectively, and the stability of wireless transmission was reliable. The system could be used in the cold chain packaging field of food and drug.

Keywords: cold chain incubator; wireless temperature and humidity monitor; cold chain monitoring cloud platform