

基于RFID的医院冷链设备温度管理系统的设计与实现

王芳^{1*},李翔¹,李莎¹,卢旺¹,闫国伟¹,曹兵²(1.解放军总医院第一附属医院药剂药理科,北京100048;2.国药控股北京康辰医药有限公司,北京100085)

中图分类号 R95 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2015)13-1799-03

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2015.13.22

摘要 目的:设计符合信息化、智能化保障模式的医院冷链设备温度管理系统,有效实现冷藏药品温度的集中化、可视化管理。方法:基于无线射频识别技术(RFID)、数据库技术、信息处理和传输技术对院内冷链设备温度实行模块化、系统化和信息化管理,并结合实践案例评价该系统运行效果。结果:所设计的系统符合医疗机构对冷藏药品温度管理工作的要求,运行稳定可靠,可实现RFID标记的冷链设备内部不同标记点的实时温度查询,保证温度测量的准确性、连续性和实时性,并可设定超温预警功能从而能及时有效地对冷链设备进行温度调控。结论:该系统运用数据化、信息化、标准化的手段能使我院冷藏药品实现精细化管理,从而形成安全、高效、精确、可持续的运转模式,在医疗机构内具有可推广性。

关键词 无线射频识别技术;冷链设备;温度管理系统;标记;温度调控

Design and Implementation of Cold-chain Facilities Temperature Management System in Hospital Based on RFID

WANG Fang¹, LI Xiang¹, LI Sha¹, LU Wang¹, YAN Guo-wei¹, CAO Bing²(1.Dept. of Pharmacy and Pharmacology, the First Affiliated Hospital of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100048, China; 2.Sinopharm Group of Beijing Konruns Pharmaceutical Co. Ltd., Beijing 100085, China)

ABSTRACT **OBJECTIVE:** To design an informationized and smart mode of cold-chain facilities temperature management system to effectively realize the centralized and visualized management of cold storage drugs. **METHODS:** Based on radio frequency identification (RFID) technology, database technology, information processing and transmission technology, the modularized, systemized and informationized management was carried out for the cold-chain facilities temperature management. The operating results were evaluated combined with practice cases. **RESULTS:** The system was in line with the requirements of medical institutions for the management of cold storage drugs. It was stable, reliable and could realize the real-time information inquiry of different markers inside cold chain equipment with RFID marked. Besides, it guaranteed the accuracy, continuity and timeliness of the temperature measurement and setting over-temperature warning function to regulate the temperature of cold-chain facilities effectively and in time. **CONCLUSIONS:** This system achieves the efficient management of cold-chain facilities by the datamation, informationized and standardized ways to form a safe, efficient, accurate, sustainable operation mode. It has replicability in medical institutions.

KEYWORDS Radio frequency identification; Cold-chain facilities; Temperature management system; Mark; Temperature regulation

医疗机构内冷藏药品种类繁多,涉及多种系统用药,其中血液、抗肿瘤、内分泌、免疫四大系统用药所占比例较大,多为生物制品,且绝大多数剂型为注射剂,临床应用广泛^[1]。这类药物对储存温度要求较为严格,而冷链设备除集中于住院药房外,还分布在全院各科室病区,给院内冷藏药品温控管理带来不便。目前,我院住院药房使用的冰箱为医用冰箱,而病区普遍使用的是家用冰箱,后者存在硬件设备不专业及显示温度不准确的隐患;其次,现存的冷藏设备温度记录模式是人工间断地读取或回顾性记录,无法实现实时监测及连续记录;第三,在工作高峰期连续频繁开关冰箱的时间段内,冰箱内的温度可能会长时间地超出冷藏药品贮存要求(2~8℃),而工作人员无法察觉且不能及时处理。因此,在医疗机构冷链设

备管理中引入高效合理的温度管理技术,改善冷链设备温度传输技术条件,是医疗机构冷链设备温度管理系统的重要任务。目前无线射频识别(Radio frequency identification, RFID)技术已开始应用于医疗机构内的部分科室^[2-4]。本研究以医院冷链设备温度管理系统为研究对象,应用先进的RFID技术、信息处理及传输技术、数据库技术,有效改变了人工读取和记录温度的低效率工作模式,确保温度测量的准确性、连续性、实时性;并设定超温预警功能,使冷链设备在超出规定温度时能尽快得到纠正,减少由于温度因素所造成的药品及经济损失,对切实保障院内冷藏药品安全具有重要作用。

1 RFID技术及安全性

RFID技术通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据,识别工作无须人工干预,具有无线非接触式读取方式的特点,且读写速度快、使用寿命长、数据可加密、读取距离大、可

* 副主任药师。研究方向:医院药学。电话:010-66848403。E-mail:wangfang304@163.com

反复读写^[9]。RFID系统的基本工作原理是将RFID标签附着在被识别对象上(粘贴、插放、挂佩、植入等),当RFID标签进入读写器天线的识别范围内时,标签中的线圈产生感应电流,标签被激活并发送出存储于芯片的自身编码信息^[6-8]。读写器接收到来自标签的信号后进行解码,再发送给后台计算机进行处理,进而完成整个信息的处理过程。而且,由于RFID标签不怕灰尘、污渍和低温等,能够在特殊环境条件下保持正常工作。

RFID使用的发射功率为1 mW,而一般手机的发射功率在200~300 mW,手持式对讲机最高达5 W,因此RFID设备对人体无辐射性伤害,从安全性方面来看,RFID技术在医院病区中使用非常安全^[9]。

2 RFID技术在医院冷链设备温度管理系统中的应用

2.1 系统设计与组成

本系统主要由RFID固定温度标签、读写器和冷链管理系统3个部分组成,其中固定温度标签和读写器为硬件系统,冷链管理系统为软件系统,三者共同配合实现对医院冷链设备的温度管理。将射频卡贴于冷库及冰箱内部的侧面或底部,作为一种固定温度标签实现温度识别和完成标签数据读写,读写器作为读取数据装置,可无接触地读取电子标签的温度数据,经由传输网络实现信息传输,将数据上传至数据服务器,最终通过冷链设施监控管理系统进行整体运维管理,实现药品冷链设施温度的动态管理。系统总体设计框图如图1所示。

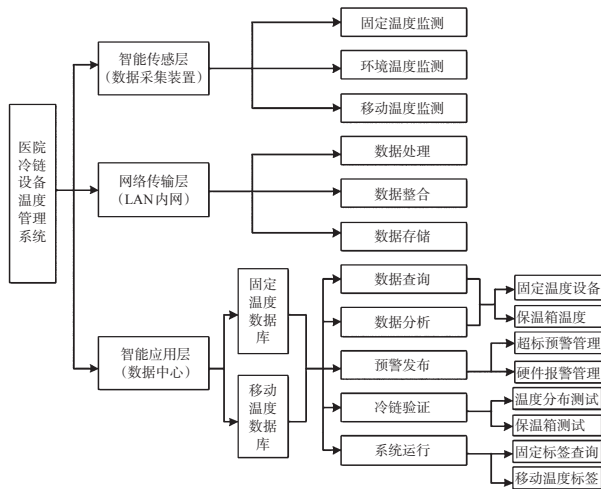


图1 医院冷链设备温度管理系统总体设计框图

Fig 1 General design diagram of cold-chain facilities temperature management system in hospital

2.2 硬件系统

系统的硬件体系主要由3个部分组成:固定温度标签、读写器、数据及管理服务器,其中固定温度标签及读写器安装于中心药房内,数据及管理服务器安装于医院计算机房。固定温度标签用来采集被标识冷库、冰箱及移动保温箱的温度信息,具有有源、使用寿命较长等特点;同时标签可以多种形式附着在冷链设备上,有较好的环境适应能力,抗干扰能力也较强,完全能够满足冷链系统温度的测量要求。读写器是读写固定温度标签的设备,通过内置的天线发射射频信号与固定温度标签实现通信。基于数据容量、读取速度、成本以及稳定

性等因素的考虑,我院药房及各病区均使用固定式读写器,经数据传输后,可通过冷库内安装的温度显示屏查看全院冷链设备的实时温度。

我院现使用的冷链系统温度管理系统首先解决了部分病区使用的家用冰箱存在显示温度不准确的隐患,通过RFID固定温度标签和读写器的数据传输,使冰箱温度可被准确显示;其次,新系统改变了以往人工间断读取或回顾性记录冷藏设备温度的记录模式,可实时读取并连续记录,以方便需要时查询;第三,在工作高峰连续频繁开关冰箱时,冰箱内的温度可能会长时间地超出冷藏药品贮存要求(2~8℃),此时,硬件报警管理系统会使仪器发出连续蜂鸣声音,提醒工作人员察觉并及时处理;第四,标签可记录移动保温箱出库单号,解决了被记录的所有批次出库药品温度的追溯问题。

2.3 软件系统

软件系统包括标签读写子程序、服务器端数据处理软件、超温预警系统及医院冷链设备温度管理系统。

通过该软件系统首先可实现各冷藏设备内部不同标记点的实时温度查询,通过连续温度曲线,可读取时刻单点温度,也可进行历史温度数据查询,读取设备历史运行中的高、低温度。同时通过设置冷藏设备温度上、下限,实现超温历时0.5 h以上的智能报警。当工程师到达现场处理超温报警因素后,软件系统可记录该次故障因素,以备日后查询、总结超温问题及处理方式。

3 存在的主要问题

3.1 技术问题

在初期测试阶段,由于发射频段及冷藏设备内药品数量过多等因素影响,存在“丢点”问题,即接收装置不能全部接收固定温度标签发射出的信号,存在部分温度信息丢失的现象。经后期研究验证,该问题可采取具有良好抗干扰能力的跳频技术、多次接收等改进措施解决,这时即使有部分频段被干扰,仍能在其他未被干扰的频段上进行正常的通信,从而保证完整连续地记录冷藏设备的温度。

3.2 投入成本问题

目前RFID系统的标签成本还较高,约达到每枚几百元人民币,无线发射接收装置每个约人民币2 000元。对于医院内所有存储冷藏药品的冷库、冰箱、冰柜及移动冷藏箱等设备,全面使用射频标签及无线发射接收设备等,一次性投入资金量较大,会影响部分医疗机构的推广。

4 实践案例分析

4.1 固定冷藏设备温度记录

选取我院中心药房A冰箱为例。A冰箱为双开门医用冰柜,内部上下共6层,目前为止使用年限为5年,其中存储冷藏药品共30余种,主要涉及血液制品及单克隆抗体类。由于该类药品均为有特殊存储温度要求的贵重药品,若存储温度不当,将带来安全风险和经济损失。将RFID标签使用于该冰箱时,设置3个子标签分别捆绑式固定于第1、3、5个点,标签子ID从上至下分别为#0、#1、#2,读写温度前,均以冰箱自身显示屏显示温度为准,每日3次手工记录温度。经RFID标签标记后,首先对其冷藏温度进行常规测试,与经过认证的测温仪进行对比,确定冰柜准确温度,进一步选取某一天连续10 h内该冰箱内3个子标签连续10 h温度记录情况,观察该冰箱上、中、下3层的温差,结果如图2。

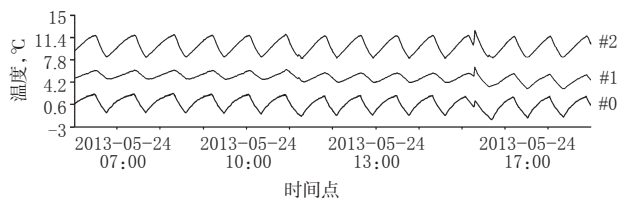


图2 A冰箱内子标签10 h温度采集情况

Fig 2 Temperature information of sublabels in 10 hours in refrigerator A

由图2可以看出,该冰箱上、中、下3层温度相差高达约11℃,说明该冰箱制冷效果不均匀,造成冰箱内上层温度持续维持在7.8~12.6℃,而下层温度持续维持在-1.8~2℃,即在此冰箱中存储的冷藏药品在使用中存在安全风险。因此,根据该图所示温度指导,对A冰箱进行检修调整后,再次观察工作时段该冰箱不同位置温度情况,如图3。

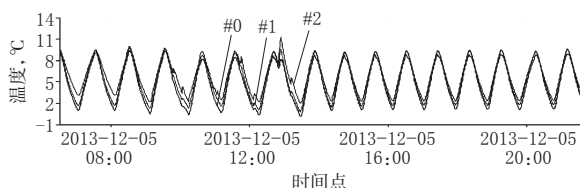


图3 调整后A冰箱内子标签10 h温度采集情况

Fig 3 Temperature information of sublabels in 10 hours in refrigerator A after adjustment

由图3可以看出,A冰箱在工作时间段内上、中、下3层温度差别不大,且在所设定的上、下限温度(2~8℃)之间波动,因此,其中的冷藏药品温度是符合其存储条件要求的。

4.2 移动冷藏设备温度记录

选取我院中心药房内移动冷藏箱B为例,该装置经RFID标签以粘贴的形式标记其内部侧面,其主要用途为运输药房至病区的冷藏药品。当目标科室的某一批次冷藏药品放置于移动保温箱后,记录B的出库单号、出库时间及返回时间,以便查询。例如,现选取2013年5月某日上午8:50至9:50该移动冷藏箱温度信息进行采集,结果如图4。

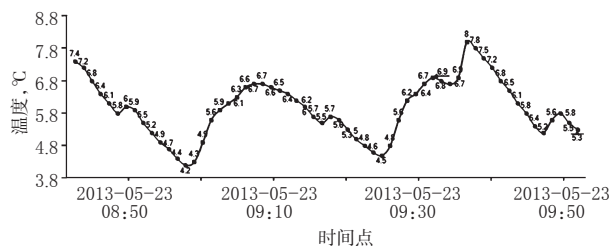


图4 移动冷藏箱B内标签正常工作时段1 h温度采集情况

Fig 4 Temperature information of sublabels in 1 hour in mobile freezer B in normal operation

由图4可以看出,移动冷藏箱B在工作时间段内(该批次药品出库时间为9:12,回收移动冷藏箱时间为9:50)始终处于2~8℃的温度范围内,符合冷藏药品的存储条件要求。其中温度波动情况各时刻都有所不同,分析其原因可能为:一是移动冷藏设备内部的温度调节;二是在装入冷藏药品并封箱后

(9:12),冷藏箱内外部温度隔绝,温度呈下降趋势,在6.7~4.5℃范围内波动;当到达病区开箱并取出药品时(9:25)温度有所回升,在4.5~7.2℃范围内波动,且在移动冷藏箱回收过程中温度又下降至4.5℃左右。该实践案例说明移动冷藏箱的使用解决了以往冷藏药品在药房发往病区过程中长时间暴露于室温的问题,进一步保障了冷藏药品的安全性;同时,目前的温度监测及记录方式可使冷藏药品在出现质量问题或临时发生不良反应时,提供连续准确的温度记录,从而规避了医院的管理风险。

5 结语

在医院冷藏药品温度管理中利用RFID技术,可使冷藏药品从采购入库到临床患者使用的温度情况均记录在冷链设施监控管理系统中,实行集中运行及维护管理。管理人员可通过对温度数据信息的分析汇总,实现过程监督和追踪以及分析与预测等功能,是全院内冷藏设施温控情况集中化、可视化、信息化管理的重要保证,同时实现冷库及病区冰箱(柜)储存温度的全程可控、可追溯。当显示的冷链设备温度超出储存温度要求时,管理人员可及时对设备进行检修或调整设备内装样数量,使其中冷藏药品始终处于其说明书要求的冷藏温度之中。

RFID技术在医院冷藏药品温度管理领域中的应用目前尚处于开发阶段,虽然存在着技术资金等难题,但其优越性是现存的数据采集技术不可比拟的。可以预见RFID技术在医院冷链设备的温度管理中具有较好的应用前景,并将在更多领域得到广泛发展。

参考文献

- [1] 肖芳,陈瑶,钱薪荣.我院采用PDCA管理法加强冷链药品管理实践[J].中国药房,2014,25(17):1580.
- [2] 刘娟,吴小明,申广浩,等.基于RFID的医疗器械库管信息系统的设计与实现[J].中国医学物理学杂志,2012,29(3):3390.
- [3] 李磊.基于RFID技术的医院消毒供应中心管理系统设计与实现[J].中国医疗器械杂志,2012,36(2):106.
- [4] 李明磊,周德珍,刘美秀.基于RFID技术的医院综合管理信息系统的研究[J].医疗装备,2009,22(10):18.
- [5] 曾炼成,傅卓军,沈岳.超高频RFID标签可重用仓储管理系统的设计[J].计算机技术与发展,2011,21(9):153.
- [6] Basel Alomair, Radha Poovendran, Basel Alomair. Privacy versus scalability in radio frequency identification systems[J]. *Computer Communications*, 2010, 33(18):2155.
- [7] LI Caihong. Radio frequency identification devices on chip technology[J]. *Modern Electronics Technique*, 2007, 250(11):56.
- [8] 应俊,王剑,李开元,等. RFID技术在数字化医院应用初探[J].解放军医院管理杂志,2008,15(4):361.
- [9] 陈平. RFID技术在医院新生儿管理的运用[J].医疗卫生装备,2006,27(5):35.

(收稿日期:2014-07-10 修回日期:2014-08-28)

(编辑:刘萍)