

· 智慧医疗 ·

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.21.025

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20230921.1221.011\(2023-09-21\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20230921.1221.011(2023-09-21))重庆市血库智能化管理系统建设研究^{*}傅 奇, 骆展鹏[△]

(重庆市血液中心供血科, 重庆 400015)

[摘要] 血液库存管理是采供血链条中的后端关键环节。如何有效避免差错发生, 保证血液制剂安全, 保障区域内血液供应, 及时对血液调配作出反应, 实时反馈区域内的血液供应情况, 是血库工作不断深入研究和创新的重点。该文主要研究重庆市血库智能化管理系统, 建设内容包括全自动化设备、无线射频识别(RFID)技术应用、智能云平台及物联网先进技术应用, 整合自动化贴签包装、自动化分拣、温度实时监控系统等全自动化设备, 完善血液智能检索、自动批量出入库、自动盘存、数据动态实时交互与共享等功能。系统参考国内已实现血库智能化管理单位的经验, 进一步实现血库与血站内部各科室、血库与医院、血库与卫生行政部门之间的数据共享。此外, 通过智能云计算逐步建立重庆市血液保障体系大数据库, 实现卫生行政管理部门-血站-医院的全链条管理和信息共享, 打破“信息孤岛”, 提升重庆市血液管理和保障能力。

[关键词] 血库; 智能化; 自动化; 信息共享**[中图法分类号]** R457**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2023)21-3333-05Research on construction of blood bank intelligent management system in Chongqing City^{*}FU Qi, LUO Zhanpeng[△]

(Department of Blood Supply, Chongqing Municipal Blood Center, Chongqing 400015, China)

[Abstract] Blood inventory management is a rear-end key link in the chain of blood collection and supply. How to effectively avoid errors, ensure the safety of blood preparations, ensure the blood supply in the region, respond to blood allocation in time, and feedback the blood supply in the region in real time is the focus of continuous in-depth research and innovation in blood bank work. This article primarily studies the intelligent management system of Chongqing Municipal Blood Bank. Its construction contents includes the fully automated equipment, radio frequency identification (RFID) technology application, intelligent cloud platform and advanced technology application of the Internet of Things, integrating automatic labeling packaging, automatic sorting, real-time temperature monitoring system and other fully automated equipments, perfecting the functions such as the blood intelligent retrieval, automatic batch storage, automatic inventory, data dynamic real-time interaction and sharing. The system refers to the experience of domestic units that have realized the intelligent management of blood banks, and further realizes the data sharing between departments within blood banks and blood stations, blood banks and hospitals, blood banks and health administrative departments. In addition, a large database of Chongqing blood security system is gradually established through intelligent cloud computing to realize the whole-chain management and information sharing of health administrative departments-blood stations-hospitals, break the “information island”, and improve the blood management and security capabilities of Chongqing City.

[Key words] blood bank; intellectualization; automation; information sharing

采供血机构作为保障临床用血和应对紧急公共 事件的核心环节, 其采供血能力、血液质量和用血安

^{*} 基金项目: 重庆市科卫联合面上项目(2022MSXM134)。 作者简介: 傅奇(1981—), 副主任护师, 学士, 主要从事输血研究。 [△] 通信

作者, E-mail: 19741644@qq.com。

全等方面备受关注^[1-2]。血库作为采供血链条中的后端关键环节,承担着血液出入库管理、隔离放行、贴签包装、储存与发放等重要任务^[3]。血库工作过程中,发生任何质量事件都会直接威胁到用血者的生命安全。因此,如何有效避免差错发生,保证血液制剂安全,保障区域内血液供应,及时对血液调配作出反应,全面了解区域内血液供应情况,是血库工作不断深入研究和创新的重点^[4-5]。

1 重庆市血库智能化管理系统发展现状

重庆市辖区范围内共有 18 家采供血机构,其人员、技术、设备及管理水平参差不齐^[6]。通过调查研究发现,虽然各家血站均已采用血液信息化管理系统对采供血过程进行信息化管理,但功能较单一,血库管理系统模块仅局限于出入库管理,无法实现血库的智能化操作和管理。血液贴签包装、血液储存及分拣、医院订单核对及发放等过程以手工操作为主,长期存在过程无法追溯、工作效率低下等问题;血液出入库采用条形码扫描技术,仍处于基础水平,无法进行批量核对登记;辖区内各家血站血库数据相互独立,无法实现实时共享和交互,增加了区域内血液调配难度,会对重庆市范围内紧急公共事件应急响应能力造成影响。目前,国内发达地区血站充分应用全自动化设备、无线射频识别(radio frequency identification,RFID)技术、智能云平台、物联网等先进技术,逐步建立起血库与血站内各科室、血库与医院、血库与卫生行政管理部门相连接的全方位智能化血库管理系统^[7-9]。新系统处理任务速度更快,操作精确度更高^[10]。相比之下,重庆市采供血机构血库智能化管理水平较低下,设备较落后,已成为制约本市采供血事业发展的瓶颈。因此,迫切需要建立与重庆市采供血事业发展相适应的智能化血库管理系统,让血液制剂所经历的全过程均被识别记录,实现系统全程监控,实时追踪,让血液管理全程“智能化”^[11],进一步提升辖区范围内各级血站血液质量安全水平及区域内血液制剂协调保障能力。

2 重庆市血库智能化管理系统建设总体构想

2.1 总体架构

血库智能化管理系统分为硬件和软件两个部分,主体架构见图 1。硬件方面整合 RFID 电子标签、读写设备(RFID 电子标签续写设备)、温度实时监控设备,将其接入血站射频识别信息管理系统,实现关键数据自动采集。软件方面主要利用现有重庆市血液信息化联网平台、采供血业务系统,加入 RFID 技术、智能云平台、物联网等先进信息技术。通过硬件和软件相结合,完善血液智能检索、自动批量出入库、自动

盘存、数据动态实时交互与共享等功能,进一步实现血库与血站内部各科室、血库与医院、血库与卫生行政部门之间的数据共享。此外,通过智能云计算逐步建立重庆市血液保障体系大数据库。

2.2 建设目标及内容

2.2.1 血袋标识系统更新迭代

以 RFID 芯片作为血液制剂唯一标识,替代原有的条形码标识,满足血站技术操作规程中的标签要求,RFID 电子标签应根据使用需求制订操作距离和范围,具备标识和保存信息的功能,并兼顾稳定性和安全性。

2.2.2 整合自动化设备

全自动贴签包装系统负责完成血袋从隔离放行到贴签包装全自动化;全自动分拣储存系统完成血袋自动出入库,确保血液制剂按血型、有效期、规格、保存条件等要素,分类储存于相应冷藏库或冷冻库;全自动分拣发放系统则依据医院订单,结合“先进先出”原则,将血库中的血液制剂分类筛选,完成出库、打包,并通过自动化物流系统送至发血窗口;自动温控系统实时监测和记录血液制剂保存温度,当温度超限,立即启动声光报警。此外,所有操作过程均自动记录,确保过程的完整性和可追溯性^[12]。RFID 读写设备主要分为便携式和固定式,便携式读写设备灵活且方便携带,多用于移动场景,例如血站出库至医院,医院出库至使用科室;固定式读写设备实现自动感知,多用于固定场景,如血库和医院血液库存管理。

2.2.3 数据实时共享和交互

通过互联网,将智能化血库管理系统与各血站主营业务系统连接,满足血站内部对在库血液制品的统计管理和数据检索查询分析功能需求,从而指导采血和制备科室制订工作计划。血站主营业务系统再与医院输血科系统连接,满足临床用血医院网上预约,并实时掌握订单完成情况。与卫生行政管理部门系统连接,卫生行政管理部门可动态掌握全市各级血站、各类血液制剂库存情况,根据需要进行全市内血液调配^[13-14]。通过智能云计算分析血站历年血液供应数据和医院用血数据,为卫生行政管理部门提供采供血工作决策的数据支持,为临床医院制订精准的用血计划提供依据^[15-16]。

3 血库智能化管理系统主要功能平台

血液发放管理功能需求可划分为智能设备控制平台、自动贴标包装系统,智能化血库系统,医院血库监管系统,智能云计算系统,容灾备份与恢复系统,冷链监控系统等,见图 2。

3.1 智能设备控制平台

智能设备控制平台主要包括监控屏幕和可视化配置,可实现对各硬件设备的管理,包括设备接入设

置、设备状态监控、库存统计分析、血液制剂出入库,记录并分析实时出入库情况。

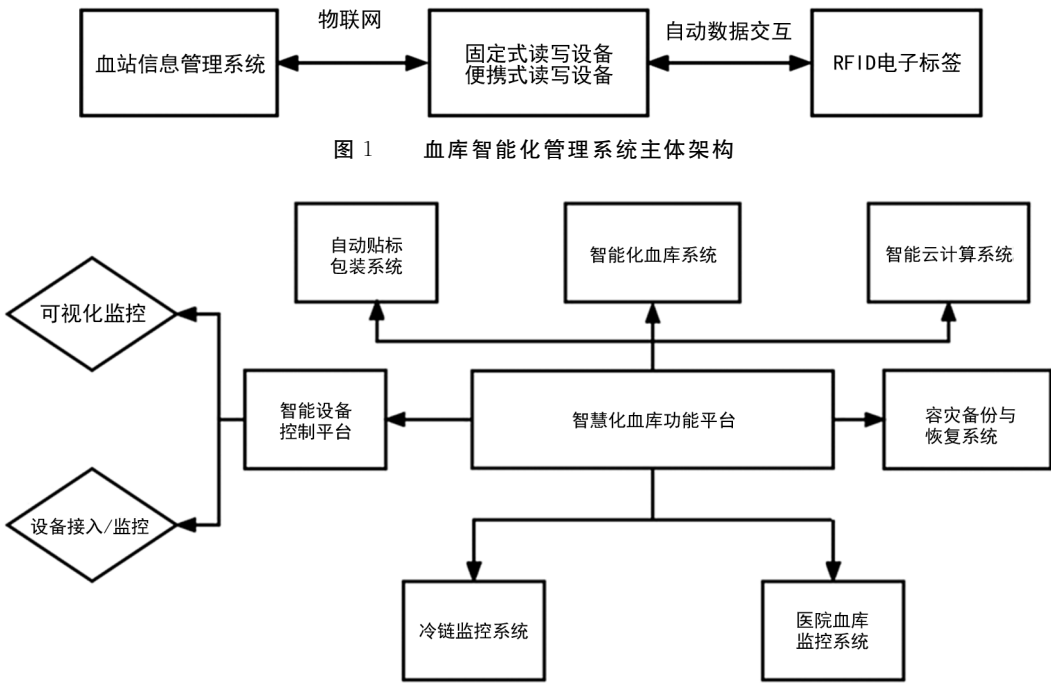


图1 血库智能化管理系统主体架构

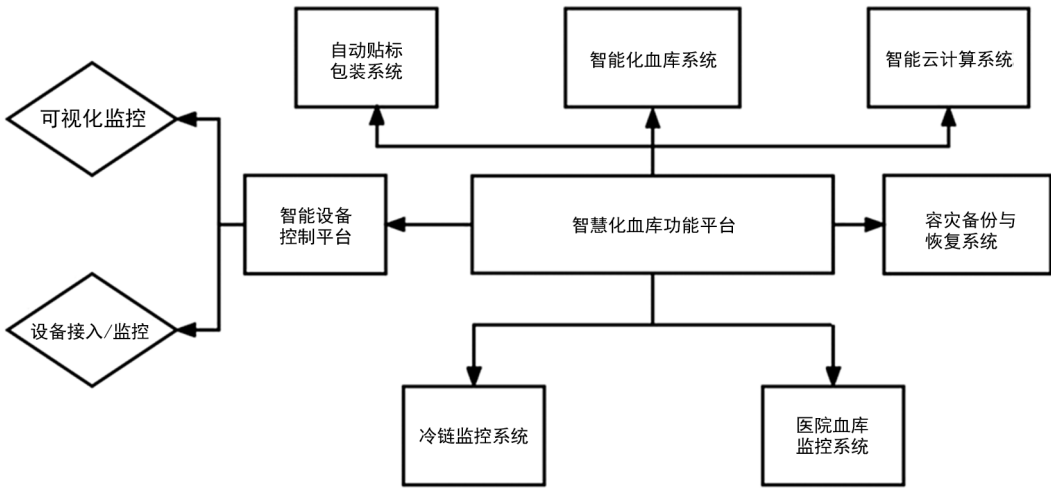


图2 智慧化血库功能平台结构图

3.2 自动贴标包装系统

自动贴标包装系统使用 RFID 智能芯片,实现对血液制品的贴标和包装流程全过程的控制和记录。RFID 电子标签是由天线、芯片封装组成,附着在目标物体上对目标对象进行信息标识,通过天线与电子标签进行无线通信,实现对电子标签内存储数据的读出或写入操作,以此来实现自动批量识别。

3.3 智能化血库系统

智能化血库系统主要实现血液制剂出、入指定库位和储存,与血站主业务系统联网,对血液储存状态进行跟踪,实时盘点血液库存,了解血液库存信息,做到血液制剂“先进先出”原则,对流向实时监管,实现高效服务和调度。在出、入库量相同的情况下,智能化血库无 RFID 芯片的出、入库时间高于手工操作和有 RFID 芯片($P<0.05$),这是由于无 RFID 芯片的设备智能化机械臂在接收指令后做出反应的速度和精细化程度低于人工手动操作和有 RFID 的设备。有 RFID 芯片出、入库时间低于和手工操作($P<0.05$),可见智能化储血设备加上 RFID 标签后,既可以实现批量读取数据,又能精准锁定血袋,操作时间短且稳定,能有效节约人力、物力及时间成本,见表 1。智能化血液管理系统实现血液制品储存和发放全过程的控制和记录。RFID 芯片扫码^[17-20],机械手臂等设备操控血液放入储血设备指定筐位,自动记录储筐

号和筐位,可实现血液制品出入库精准定位,精细化库存管理,全流程智能化。

表 1 智能化血库与手工操作各项目耗时比较比较
($\bar{x}\pm s, s, n=20$)

项目	智能化血库		手工操作
	无 RFID 芯片	有 RFID 芯片	
冻库门开启时间	7.0±1.2	7.0±1.2	6.5±1.1
出库时间	84.6±15.8 ^{ab}	8.7±2.1 ^a	22.2±5.1
入库时间	51.2±9.8 ^{ab}	10.2±2.1 ^a	25.5±6.4

^a: $P<0.05$,与手工操作比较;^b: $P<0.05$,与有 RFID 芯片比较。

3.4 医院血库监管系统

将 RFID 设备、血站目前信息管理系统和医院输血科管理系统对接,可实现血液制剂运输全过程追溯,库存信息实时分享查询,网上平台及时预约,保障急重症患者用血及时性,特殊病例用血精准性,在应对各种应急事件中能起到快速调剂作用^[21-22]。

3.5 智能云计算系统

智能云计算系统采集数据,并将采集到的结构化、非结构化和半结构化数据通过无线通信的方式输送到分布式存储平台。对分布式存储平台的数据进行初步分析处理,得到多个子数据。根据每个子数据请求分布式存储平台计算资源数据的活动触发事件,确定每个子数据触发事件集的大数据操作信息,接收大数据操作信息进行二次分析后可获得多个校核数

据,见图 3。

3.6 容灾备份与恢复系统

为保证应用系统数据的安全,从利于管理备份和恢复的角度考虑,制订数据分组和存储介质对应策

略,将数据分门别类放在不同编号的存储介质上并建立存取权限。建立的介质包括数据库介质、文件介质、系统介质和备份介质,见图 4。

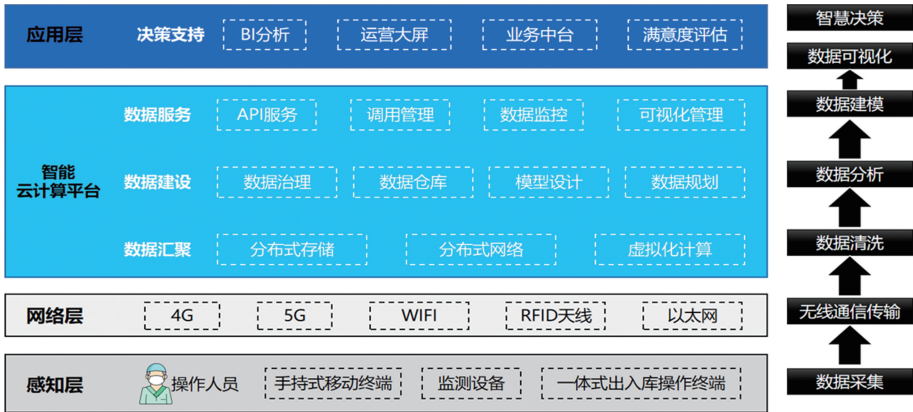


图 3 智能云计算平台

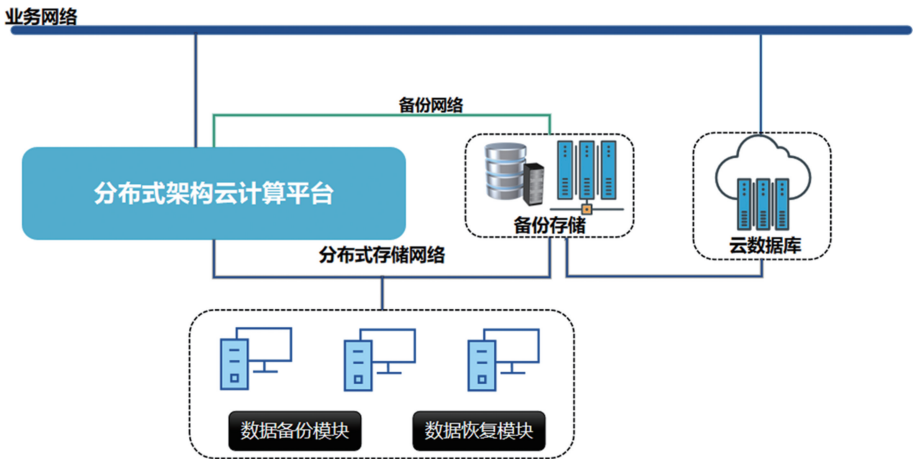


图 4 容灾备份与恢复系统

4 小结与展望

血库智能化管理系统综合应用自动化设备、信息化技术对血库进行管理,是血库提升管理能力、加强血液实时监测的重要保障。随着智能化管理系统的应用,采供血全过程运行稳定可控,全程可追溯。一方面,血库目前使用信息管理系统即可搭建智能化平台,节约开发成本。实施后可在运行过程中大幅度减少交接过程,节约工作时间,提高工作效率,节约人力成本,保障血液质量安全。另一方面,可实现血液制剂全流程扩展和全空间管理,信息系统可实现对血液采集、制备、校验、存储及运输全过程管理,与医院输血科库存管理系统对接,还能与设备资产管理系统、耗材物资管理系统对接,实现卫生行政管理部门-血站-医院的分级管理和信息共享,提升应急情况下血液保障能力,打破“信息孤岛”,提升血液管理和保障能力。

参考文献

[1] 安万新,孟庆丽,梁晓华.血站采供血能力的评估与探讨[J].中国输血杂志,2014,27(11):1088-1090.

[2] 邱艳,张评,高国静.安全输血保障的策略[J].中华医院感染学杂志,2005,15(8):921-923.

[3] 许井彦.浅谈血库管理在血站工作中的重要作用[J].中国卫生产业,2012,9(35):165-165.

[4] 贡中桥,吕运来,肖鲲,等.采供血机构容易发生的10种差错原因分析及对策[J].中国输血杂志,2009,22(7):587-588.

[5] 任明,仇丰武,杨茹,等.跨地域采供血联动在新型冠状病毒肺炎疫情期间血液保障的实践与探讨[J].中国输血杂志,2020,33(8):794-796.

- [6] 赵树铭,夏代全. 重庆地区输血医学现状与发展策略[J]. 重庆医学,2009,38(12):1417-1418.
- [7] 李大玮,陈委娜,刘鹏,等. 基于智慧城市概念模型的智慧血液网建设与应用[J]. 中国卫生质量管理,2023,30(1):80-83.
- [8] 罗伟,李珊珊,杨涛,等. 基于安卓系统的移动信息管理平台在输血科的应用[J]. 中国输血杂志,2015,28(1):88-90.
- [9] 陈芳,陈伟岳,杨亮,等. 基于物联网技术的血液运输温度实时监控全要素应用实践[J]. 中国输血杂志,2021,34(3):316-318.
- [10] 钞小静,沈路,廉园梅,等. 人工智能技术对制造业就业的产业关联溢出效应研究[J]. 天津财经大学学报,2022,12(18):5-22.
- [11] 王显科,肖莉丽,周乐明,等. 重庆市血液信息系统建设思路[J]. 国际检验医学杂志,2013,34(19):2630-2631.
- [12] 吴瑞聪. 人工智能技术在自动化控制中的应用[J]. 电子技术(上海),2022,51(12):338-339.
- [13] ERIC R,XIANGLONG W,SHU Z,et al. A fast and accurate RFID tag positioning method based on AoA hologram and hashtables[J]. Comput Commun,2023,202:135-144.
- [14] JOHN F,CANDICE M. A qualitative study of improving the operations strategy of logistics using radio frequency identification[J]. J Glob Operat Strateg Sourc,2023,16(1):1-15.
- [15] 章昊,邬旭群,叶贤林. 血站信息管理系统持续改进和创新的探讨[J]. 中国卫生标准管理,2020,11(12):4-7.
- [16] 张磊,王鹏,栾悦俊,等. 基于 Lora 技术的血站医疗设备管理系统研究[J]. 中国设备工程,2020,2(8):61-62.
- [17] 陈亮,赵涛. 基于 RFID 技术的建筑材料仓储管理系统的设计及其应用[J]. 四川水泥,2023,31(1):80-82.
- [18] 唐根顺. RFID 技术在博物馆金属藏品管理上的应用探索——以南京博物院金属库房为例[J]. 东南文化,2022,34(6):154-159.
- [19] 王国庆. RFID 技术在危险化学品管理中的应用[J]. 化工设计通讯,2022,48(12):150-152.
- [20] 李臣辉. RFID 多标签识别关键技术及在水果溯源系统中的应用研究[D]. 西安:西京学院,2022.
- [21] 樊繁. 智慧医院后勤智能化综合管理平台构建策略与应用前景[J]. 电脑知识与技术,2021,17(27):149-150.
- [22] 师雅雯. 医院药房药品管理智能化与调剂自动化实施的应用与效果分析[J]. 智慧健康,2020,6(10):41-42.

(收稿日期:2023-03-01 修回日期:2023-08-01)

(编辑:张芃捷)

(上接第 3332 页)

- [15] CLOTWORTHY A,KUSUMASTUTI S,WES TENDORP R G J. Reablement through time and space:a scoping review of how the concept of “reablement” for older people has been defined and operationalized[J]. BMC Geriatr,2021,21(1):61.
- [16] MURMANN M,SINDEN D,HSU A T,et al. The cost-effectiveness of a nursing home-based transitional care unit for increasing the potential for independent living in the community among hospitalized older adults[J]. J Med Econ,2023,26(1):61-69.
- [17] IMAGINARIO C,ROCHA M,MACHADO P,et al. Functional capacity and self-care profiles of older people in senior care homes[J]. Scand J Caring Sci,2020,34(1):69-77.
- [18] 吴芬,李雯洁,胡秀英. 失智症照护相关临床实践指南/共识的质量评价[J]. 护理研究,2022,36(21):3835-3844.
- [19] 王思婷,任洁娜,韦丽华. Orem 自护模式在养老机构冠心病老人护理实践中的应用[J]. 中国现代医生,2022,60(25):80-83.
- [20] 王二娇,白玺,肖树芹,等. 日本失能老年人恢复自立照护的介绍及启示[J]. 中华护理杂志,2023,58(3):380-384.

(收稿日期:2023-04-17 修回日期:2023-10-08)

(编辑:张芃捷)