

智能输液管理系统设计与应用的研究进展

应心怡*, 林旭静, 吴佳#, 王瑞, 史晓普

湖州学院生命健康学院, 浙江 湖州

收稿日期: 2025年9月16日; 录用日期: 2025年10月9日; 发布日期: 2025年10月22日

摘要

静脉输液是临床治疗与护理中最常见且技术要求较高的操作之一。传统的静脉输液模式难以实现精准化, 个性化管理。而智能输液管理系统的应用有助于优化流程、降低人为失误, 并提升输液的安全性。本文将对智能输液管理系统的设计与应用现状进行综述, 并探讨如何利用人工智能技术实现输液过程信息化管理, 以期提升临床护理工作效率与质量, 推动医疗技术智能化发展提供参考。

关键词

人工智能, 输液管理, 静脉输液, 综述, 护理

Research Progress on the Design and Application of Intelligent Infusion Management System

Xinyi Ying*, Xujing Lin, Jia Wu#, Rui Wang, Xiaopu Shi

School of Life and Health Sciences, Huzhou College, Huzhou Zhejiang

Received: September 16, 2025; accepted: October 9, 2025; published: October 22, 2025

Abstract

Intravenous infusion is one of the most common and technically demanding operations in clinical treatment and nursing care. The traditional intravenous infusion mode is difficult to achieve accurate and personalised management. This article will review the design and application status of the intelligent infusion management system, and discuss how to use artificial intelligence technology to realise the information management of the infusion process, in order to provide reference for

*第一作者。

#通讯作者。

improving the efficiency and quality of clinical nursing and promoting the intelligent development of medical technology.

Keywords

Artificial Intelligence, Infusion Management, Intravenous Infusion, Review, Nursing

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

静脉输液是临床医疗护理中的一种常见给药技术，因该方式能够实现药物快速入血、起效及时，并对局部组织刺激小，故在临床上应用较广泛，尤其在急危重症救治及长期疾病管理过程中，它发挥着不可替代的作用[1]。有研究数据表明，2019 年我国输液市场消费量已达约 105.6 亿瓶(袋) [2]。且随着老龄人口增多和慢性疾病负担加重，临床对静脉输液治疗的需求将持续增长。在此背景下，为了保证输液过程中的安全性，提高输液过程中的监测效率是非常必要的[2]。目前，传统的输液管理需要依靠医护人员和家属不断观察输液情况进行人工监测，以防发生静脉针头移位、空气栓塞等不良事件[3]。这不仅在较大程度上提高了护士的工作量，还容易因观察者的疲劳或疏忽导致医疗风险。此外，频繁的人工监测往往会干扰患者休息，且难以实现实时、精准的静脉输液管理。因此，智能输液管理系统的应用就显得十分有必要了。随着数字时代的到来，自动化监控和信息化管理系统在医疗及护理领域中的应用越来越普及，这为提高医护人员的工作效率，降低人为造成的医疗事故提供了重要支持[4]。本文将对智能输液管理系统开发与应用的现状进行综述，现介绍如下。

2. 智能输液管理系统的概述和优势

智能静脉输液管理系统是指利用智能监测器实时监测输液全程的数据，并将实时数据上传至服务器进行模拟、解析，并最终图表、语音等方式在客户端中呈现，以此实现对静脉输液全流程的实时智能管理[5]。相较于传统的静脉输液监管模式，智能输液管理系统则有以下三个突出优势。其一，智能输液管理系统更加安全有效。静脉输液常面临多组液体更换混乱、滴速控制不精确、患者体位变换导致静脉输液管道受压或针头脱落等问题，其中未及时更换液体是静脉输液的主要问题之一，占到了患者呼叫原因的 30% [6]。针对上述情况，智能输液管理系统可通过实时监控滴液速度和输液余量，并在输液快要完成时及时提醒护士拔针或更换液体，有效减少滴速控制不精确、未及时拔针及换药等问题。此外，在输液过程中若出现滴速改变，智能输液系统则会立即响起警报，便于提醒医护人员迅速采取对应措施，以降低因滴速改变导致的相关医疗风险[6]。其二，智能输液管理系统能够提高护理服务质量。临床上，在输液高峰期因工作量过大，容易导致人工监测出现延误、纰漏，这不仅易造成医患纠纷，还存在错误难以追踪、护理人员依赖心理增强等问题[7]。而智能输液系统则可实时将数据传送至护士站电脑或手机终端，若有异常自动报警，在输液的整个过程中，通过实时监控或反馈输液情况，使输液过程形成一个闭环链路，同时该模式支持全程追溯，这不仅有助于提高管理效率，还能以此提高护士服务质量[8]。其三，智能输液管理系统能提高医患双方满意度。一方面，该系统通过智能监控与实时反馈输液情况，能够有效减轻护士的工作负荷，同时提升护士的工作效率。另一方面，刘云龙等[9]的研究指出，智能输液系统的实时监控及反馈使患者及其家属能随时掌握输液进度，减轻人工监测带来的焦虑情绪，使其能够在输

液时安心休息, 输液安全性与舒适度的改善使患者在接受治疗时感受更佳, 进而提升了患者及家属的满意度。

3. 智能输液管理系统开发设计的研究现状

3.1. 国外对智能输液管理系统开发设计的研究现状

20 世纪 80 年代末, 输液泵产品的研发在日本、美国和欧洲取得突破性进展, 经过不断研究投入和技术创新, 目前已相当成熟[10]。故相对于国内, 国外智能输液管理系统的研发通常与成熟的医疗设备产业相结合。早在 1970s 年代, 美国就将“互联网+”理念融入于医院信息管理系统 HIS 的研发[11]。Alagundagi 等[12]利用光电传感器设计了一套输液滴速监测系统, 该系统通过检测液滴下落时引起的光束折射变化, 以实时监测输液状态。此外, 美国百特公司的便携式输液泵和弹性输液泵, 日本 JMS 株式会社的 OT 系列输液泵, 以色列凯撒公司的输液泵相继出世[1]。2023 年, 美国 Tajin MAS 等人[13]研究提出了一种基于无源 UHF RFID 标签的静脉输液液位监测传感器, 具备二进制和实时连续监测两种模式。传感器采用 910MHz 射频进行工作, 通过广义加性模型(GAM)和随机森林算法实现液位预测, 使模型误差范围缩小在 20%以内(GAM 准确率 72%~97%, 随机森林 62%~98%)。

3.2. 国内对智能输液管理系统开发设计的研究现状

目前国内的输液监控设备存在性能单一、稳定性差、技术落后等问题, 无法满足临床对输液监控的要求, 尚无法在临床进行大规模推广使用[14]。但国内的研究团队和院校在智能输液系统领域的研究展现出强烈的创新意识和解决临床实际问题的导向, 特别是在降低护士工作强度和提升输液安全方面做出了许多尝试。

首先, 机械自动化阶段需先解决“换液”这一最耗时环节。中原工学院朱继华等[15]率先推出可移动智能换液装置, 以液位传感器触发单片机控制电机, 实现“插拔-换瓶”一体化连续动作, 全部药液输注完毕后自动声光报警。其次, 无线组网阶段可破解“多床同时监控”难题。刘贺等[16]和钟震宇等[17]分别将蓝牙技术和 ZigBee 技术融入到医用智能输液监控系统中, ZigBee 低功耗组网能力和蓝牙高速 PDA 对接能力首次把“人跑”变成“数据跑”, 为后续云端集中监控奠定网络基础, 以最终实现远程闭环阶段“无人值守”的终极目标。陈棵[18]设计一种输液远程监控的系统, 实现滴速自动监控和异常情况报警的功能, 其设计的输液监控终端采用以 STM32 单片机为核心, 后台、移动端和服务端统一采用 Qt 框架开发, 创建简单易用的交互界面。郑雨等[19]通过对射式光电传感器感应原理, 设计了一种新的智能输液监控系统, 护士可实时监控患者输液情况及云端数据等。李双等[20]借助 Android 手机和 WiFi 路由器, 实现了远程监控, 并通过临床实践验证了智能输液系统从“能用”到“好用”的显著效果。此外, 国内一项关于智能输液管理系统的随机对照试验结果显示, 使用监控输液系统后, 患者输液疲惫感明显缓解, 医护工作压力得以减轻, 输液安全隐患也显著降低[21]。

3.3. 数智化背景下 AI 辅助的输液智慧管理

目前, 输液信息化已把“感知-传输-监控”链路跑通, 但数据只是被采集报警, 尚未被学习, 预测与自主决策, 呈现低效低质的状态, 引入 AI 智能正好补上这一环节。如李东树等[22]利用“NLP+ 知识图谱”把非结构化医嘱变“药物-滴速-疗程”的具体任务单, 使护士更加直观便利地实施静脉输液医嘱。聂宇等[23]利用 AI 技术的强化学习功能, 给输液器装了个“滴速大脑”, 每秒钟测一次实际滴速, 误差超过 3 滴就微调电机, 最终将滴速误差稳定控制在每分钟 2 滴以内, 这显著提升了静脉输液的准确性。章泽恒等[24]采用的 LSTM 系统可实现预测输液剩余时间误差 ≤ 3 分钟, 并可在输液结束前提前 15

分钟发出派单提醒指令。通过以上三层 AI 能力,输液系统完成从“看得见”到“看得懂、管得好、学得优”的跃迁,真正把护理人员从高频低价值的静脉输液中解放出来,实现效率与质量的双提升。在数智化浪潮下, AI 辅助的输液智慧管理系统有助于进一步实现“医院-社区-家庭”全程同质化输液管理,并助力“健康中国 2030”目标落地[25]。

4. 智能输液管理系统临床应用现状

当前,智能输液管理系统在国内临床上已有了一定的应用,并取得了较好的效果。扬州大学附属医院的王静等[26],将智能化输液系统上线前与智能化输液系统上线稳定期作比较,研究表明,应用智能输液管理系统护理质量总缺陷发生率为 0.33%,较应用传统输液管理系统护理质量(总缺陷为 7.40%)有了显著改善。该研究说明,智能输液管理系统的应用使该医院显著降低了输液过程中护理质量缺陷的发生率,有效提升了护理服务质量。此外,南京医科大学康达学院第一附属医院曾将 300 例静脉输液患者作为研究对象,并将其分为智能监护组和人工监护组,结果显示患者对智能输液管理系统的满意度高于人工管理系统[27],该研究再次体现出了智能输液管理系统在服务质量方面的优势。而王卫鑫等[28]人的研究指出,利用智能输液管理系统能够有效控制和调节滴速,并研究证明该系统具有极大的可靠性和实用价值。还有研究[29]指出,使用智能输液管理系统,可以在很大程度上减轻了护士的工作量,且该系统在数据的采集与分析方面有很大优势,这又为护理管理提供了非常重要的支持。综上所述,智能输液管理系统的临床应用在降低护理缺陷、提升患者满意度及优化工作流程等方面具有明显优势。因此,我们应进一步推动该系统在临床上推广应用,以全面提升临床输液过程中的安全性与患者舒适度。

5. 小结

随着智慧医疗朝全面连接、高效智能、精准个性的方向发展,智能输液系统的发展也取得了显著成效。智慧输液系统通过实时监测、提前预警、调控滴速和预测余液等智慧功能,显著提升了临床护理工作效率与护理质量,并增加了患者及家属的满意度。然而,当前“AI+”智能输液系统仍面临许多挑战,如 AI 平台难以与部分医院的旧有信息系统对接,提高智能管理系统的实施难度,设备存在信号传输不稳定或数据延迟等问题,干扰医护对患者状态的实时掌握,延误护理决策[30]。未来,我们应把握智能化发展机遇,推动研究重点向低耗能、高精度的多模态传感融合技术倾斜,以实现对滴速、余量和外渗等多种状态同步监测,为建立更高效、安全的智能输液管理系统奠定技术基础。

基金项目

2023 年国家级大学生创新创业训练计划项目(项目编号: 202313287023); 2025 年校级大学生创新创业训练计划项目(项目编号: 2025CXCY093)。

参考文献

- [1] 郭雯. 医用智能输液监控系统的设计与开发[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京航空航天大学, 2013.
- [2] 吴绍聪. 人体输液智能监护系统的设计与开发[D]: [硕士学位论文]. 济南: 济南大学, 2021.
- [3] 刘贺. 输液监控智能系统的研制[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆理工大学, 2010.
- [4] 刘伟. 基于 LoRa 技术的智能输液监控系统研究[D]: [硕士学位论文]. 淮南: 安徽理工大学, 2018.
- [5] 刘桂霞, 张慧, 施艳群, 等. 智能输液管理对呼吸与危重症医学科患者及家属的影响[J]. 安徽医学学报, 2023, 22(1): 19-21, 27.
- [6] 周陶, 郑少芝, 雷静, 等. 智能输液监控系统在输液管理中的应用[J]. 循证护理, 2018, 4(10): 920-923.
- [7] 常光耀. 基于智能终端的门诊输液管理系统构建关键技术研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 南方医科大学, 2013.

- [8] 黄莹, 徐立群, 潘晓东. 基于物联网技术的输液监控系统在病区输液闭环管理中的应用[J]. 解放军护理杂志, 2014, 31(22): 55-57.
- [9] 刘云龙, 王翠玉, 王子杰, 等. 一种智能输液监控管理系统的应用研究[J]. 科学技术创新, 2020(29): 78-79.
- [10] 叶梦圆, 贾勤, 戴雅琴, 等. "物联网+"背景下智能输液监控系统的临床研究与应用进展[J]. 中国乡村医药, 2024, 31(4): 71-73
- [11] Hammond, W.E. (1994) Hospital Information Systems: A Review in Perspective. *Yearbook of Medical Informatics*, **03**, 95-102. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1637998>
- [12] Alagundagi, S.S., Pasala, K. and Arora, M. (2018). Opto-electronic System for Intravenous Infusion Monitoring. 2018 10th International Conference on Communication Systems & Networks (COMSNETS), Bengaluru, India, 3-7 January 2018. <https://doi.org/10.1109/comsnets.2018.8328296>
- [13] Tajin, M.A.S., Hossain, M.S., Mongan, W.M. and Dandekar, K.R. (2024) Passive UHF Rfid-Based Real-Time Intravenous Fluid Level Sensor. *IEEE Sensors Journal*, **24**, 3863-3873. <https://doi.org/10.1109/jsen.2023.3342129>
- [14] 苗晓杰. 基于 ZigBee 的智能输液监控系统设计[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2016.
- [15] 朱继华, 徐景霞. 一种可移动智能换液输液装置的设计[J]. 中国新技术新产品, 2025(9): 35-37.
- [16] 刘贺, 余成波, 杨数强. 自动输液监护系统设计[J]. 中国测试, 2009, 35(4): 80-82.
- [17] 钟震宇, 钟俊, 钟泽宇. 基于 ZigBee 的医疗输液无线监控系统的设计[J]. 测试技术学报, 2007, 21(5): 455-459.
- [18] 陈棵. 智能输液监控系统设计[D]: [硕士学位论文]. 廊坊: 北华航天工业学院, 2021.
- [19] 郑雨, 罗涵潇, 陈红. 基于光电检测与无线传输的输液监控系统设计[J]. 电子技术与软件工程, 2019(6): 91.
- [20] 李双, 范梅花, 张浩鹏, 等. 基于 Android 和 WiFi 的远程静脉输液监控系统[J]. 高师理科学刊, 2021, 41(1): 27.
- [21] 包丽媛, 嵇晓娇, 任少楠. 静脉输液监控系统在临床中的应用[J]. 中华现代护理杂志, 2016, 22(22): 3245.
- [22] 李东树, 郭满, 刘昶甫, 等. 物联网智能输液系统的网络设计[J]. 电脑知识与技术, 2020, 16(13): 60-61, 72.
- [23] 聂宇, 段韦, 周清宇, 等. 智能输液监测系统[J]. 现代信息科技, 2018, 2(2): 186-188.
- [24] 章泽恒, 罗鑫, 王虹. 智能输液系统的设计实现与应用效果研究[J]. 中国医学工程, 2024, 32(5): 12-15.
- [25] 健康中国行动(2019-2030 年): 总体要求、重大行动及主要指标[J]. 中国循环杂志, 2019, 34(9): 846-858.
- [26] 王静, 徐慧文, 袁媛, 等. 新型智能化输液系统改进静脉输液质量管理效果观察[J]. 安徽医药, 2019, 23(9): 1859-1862.
- [27] 曾鑫, 梁希瑶, 周莹. 基于液位监测的智能输液报警系统设计与应用[J]. 医药高职教育与现代护理, 2022, 5(3): 262-266.
- [28] 王卫鑫, 卢志科, 王晓雪, 等. 可移动的智能自动输液系统设计[J]. 科技与创新, 2024(13): 51-53.
- [29] 戴舟尧, 郭鹤魁, 沈希龙, 等. 基于 IoT 的医院病区护理智能化监控管理系统[J]. 数字通信世界, 2022(5): 13-16, 19.
- [30] 吴欣娟. 智慧赋能人文守护——新时期护理服务提质增效的“双轮驱动”效应[J]. 护理管理杂志, 2025, 25(5): 369-372.