

基于CiteSpace的智能输液管理系统研究热点与趋势分析

林旭静^{*}, 应心怡, 施 鱼, 冉艳平, 吴 佳[#], 瑶亚亚

湖州学院生命健康学院, 浙江 湖州

收稿日期: 2025年11月3日; 录用日期: 2025年11月27日; 发布日期: 2025年12月4日

摘要

目的: 分析智能输液管理系统在国内外的临床应用热点与发展趋势, 为我国相关领域未来的研究方向及应用提供参考。方法: 本研究运用CiteSpace 6.3.1软件, 对建库至2025年10月间发表于中国知网、万方、维普与Web of Science数据库中与智能输液管理系统相关的临床应用文献进行可视化分析。结果: 共检索有效中文文献642篇, 有效英文文献63篇, 文献发文量总体呈上升趋势。该领域的研究热点围绕多科室广泛适配、护患协同受益及输液安全等方面。国内侧重智能输液管理系统的多场景应用与护患满意度提升, 国外则聚焦识别算法与设备精度优化, 两者呈互补态势。趋势分析显示, 互联网与智能化管理仍是后续核心方向。结论: 国内智能输液管理系统的临床应用发文量多, 关注度高, 研究热点演进路径清晰。中外互补热点可进一步促进和完善智能输液管理系统的研究与发展。

关键词

智能输液泵, 输液管理, 静脉输液, 可视化分析, CiteSpace软件

Research Hotspots and Trend Analysis of Intelligent Infusion Management Systems Based on CiteSpace

Xujing Lin*, Xinyi Ying, Yu Shi, Yanping Ran, Jia Wu#, Yaya Ju

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

Received: November 3, 2025; accepted: November 27, 2025; published: December 4, 2025

Abstract

Objective: To analyze clinical application hotspots and development trends of intelligent infusion

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 林旭静, 应心怡, 施鱼, 冉艳平, 吴佳, 瑶亚亚. 基于 CiteSpace 的智能输液管理系统研究热点与趋势分析[J]. 护理学, 2025, 14(12): 2321-2332. DOI: 10.12677/ns.2025.1412308

management systems both domestically and internationally, so as to provide references for future research directions and practical applications in related fields in China. Methods: This study used CiteSpace 6.3.1 software to conduct a visual analysis of clinical application literature related to intelligent infusion management systems published in CNKI, Wanfang, VIP, and Web of Science databases from their inception to October 2025. Results: A total of 642 valid Chinese articles and 63 valid English articles were retrieved, showing an overall upward trend in publication volume. Research hotspots in this field focus on broad adaptation across multiple departments, nurse-patient collaboration and mutual benefits, and infusion safety. Domestic studies emphasize multi-scenario applications of intelligent infusion management systems and improvements in nurse-patient satisfaction, while foreign studies focus on optimization of recognition algorithms and device accuracy, showing a complementary relationship between the two. Trend analysis indicates that the Internet and intelligent management remain the core directions for future development. Conclusion: The clinical application of intelligent infusion management systems in China has a high publication volume and strong attention, with a clear evolution path of research hotspots. The complementary hotspots between domestic and international studies can further promote and improve the research and development of intelligent infusion management systems.

Keywords

Intelligent Infusion Pump, Infusion Management, Intravenous Infusion, Visualization Analysis, CiteSpace Software

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

静脉输液作为临床最常见的治疗手段之一，相关操作占据了护士每日工作时间的 75%以上[1]。根据调查显示，我国各级医院的整体静脉输液使用率已高达 93.13%[2]。在如此庞大的工作量下，传统、非智能的输液报警装置普遍存在适用场景有限、误报率高、噪音干扰等缺点[3]，难以充分满足临床安全需求。针对这种情况，智能输液管理系统的研发与应用已成为国内外共同关注的热点[4]。智能输液管理系统能根据患者病情随时调节滴速，能针对输液过程中液体顺毕、管内气泡、针头阻塞或滑出血管等情况进行报警提示，便于护理人员及时处理各种输液异常情况[5]。这避免了输液过程中因人为失误而出现滴速异常、换液不及时等问题[6]。智能输液管理系统不仅大大减轻了护士的工作负担，提升了护理服务质量和输液的安全性，还提高了患者的满意度[7]。目前，随着医疗政策的完善与信息技术的革新，该系统在临床逐渐得到深入推广，成为推动精准医疗和智慧护理发展的重要环节[8]。为此，本研究运用 CiteSpace 软件，对国内外相关文献进行可视化分析，旨在系统梳理智能输液管理领域的研究热点及其演进路线，并通过对中外研究热点的异同，为促进智能输液系统在我国的临床应用提供参考。

2. 资料与方法

2.1. 文献来源和检索策略

本研究的数据来源于中国知网(CNKI)、万方、维普和 Web of Science (WOS)核心合集数据库，检索时间为建库到 2025 年 10 月 3 日。中文检索式为主题 = ((智能 OR 智慧化 OR 智能控制 OR 远程智能 OR 智能技术 OR 数据智能) AND 主题 = (输液报警装置 OR 输液报警器 OR 输液报警系统 OR 输液报警仪 OR 输液报警传呼装置 OR 输液泵 OR 输液泵系统 OR 输液管理系统 OR 输液检测仪 OR 输液检测器 OR

输液控制系统 OR 输液控制装置 OR 输液控制器 OR 输液监控 OR 输液监测 OR 输液监护 OR 智能输液 OR 智慧输液); 英文检索式为 $TS = ((\text{"smart infusion"}) \text{ OR } (\text{"intelligent infusion"}) \text{ OR } (\text{"automated infusion"})) \text{ NEAR/5} (\text{pump* OR system* OR monitor* OR control* OR device* OR apparatus})$)。

2.2. 文献纳入与排除标准

文献的纳入标准: ① 与智能输液管理系统有关的文章; ② 文献来源为期刊论文与学位论文; ③ 语种限定为中文与英文。排除标准: ① 会议论文、报纸等非学术类报道及与本研究内容明显不符的其他学科报道; ② 文献信息不完整、同一研究内容重复发表及有明显错误的文献。

2.3. 文献筛选

初步检索得到中文文献 3163 篇, 英文文献 1212 篇。利用 EndNote 软件筛选并移除重复或题目相同的文献, 再由 2 名研究者分别独立阅读文献标题和摘要进行主题相关性筛选, 对于观点存在分歧的文献, 共同讨论决定是否纳入。最终得到中文文献 642 篇, 英文文献 63 篇。

2.4. 研究方法

运用 CiteSpace 6.3.1 软件进行可视化分析。将纳入的文献以 “.txt” 格式导出, 命名为 “download.txt” 并保存到 input 文件夹中, 软件自动转换格式为 “download_converted.txt” 并保存到 output 文件夹中。将数据导入 CiteSpace 中并设置相关参数: 时间跨度为建库至 2025 年 10 月, 时间切片设置为 1 年, 选择标准设置为 TOPN, 阈值为 25, 节点类型(node types)选择作者(author)、机构(institution)、关键词(keyword); 修剪选项(pruning)选择寻径网络(pathfinder)和修剪切片网络选项, 其余参数为默认设置。

3. 结果

3.1. 发文量

趋势分析表明, 国内外与智能输液管理系统有关的临床研究分别始于 1998 年(国内)与 2010 年(国外), 而发展轨迹和产出成果却不甚相同。国内文献数量增长迅速, 于 2018 年达到峰值, 总计 642 篇; 而国外研究虽亦呈上升趋势, 但增长较为缓慢, 直至 2021 年方达到峰值, 发文量总计 63 篇。详见图 1。

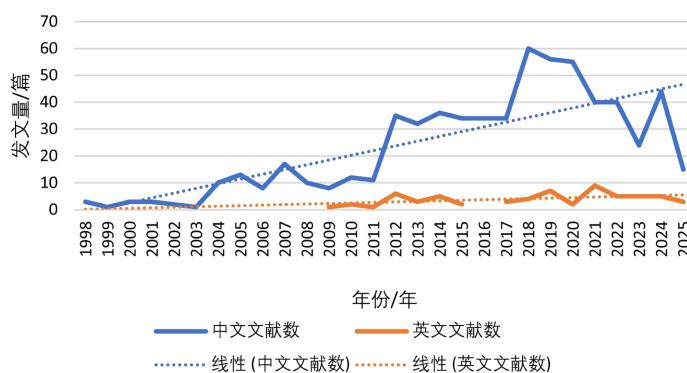


Figure 1. Trends in domestic and international literature publications on intelligent infusion management systems for 1998~2025

图 1. 1998~2025 年智能输液管理系统国内外文献发文量

3.2. 研究者

在国内智能输液管理系统的临床研究中, 发文量最多的前六位作者分别是凌瑛(3 篇)、黄中仙(3 篇)、

王小红(3篇)、钟岸佟(3篇)、莫焱(3篇)、应燕萍(3篇)。国内作者合作网络由242个节点和207条连线构成,密度为0.0071,作者和团队之间的合作较为松散。国外发文量最多的前四位作者分别是Lopez-herce, Jesus(4篇)、Manrique-rodriguez, Silvia(4篇)、Fernandez-llamazares, Cecilia M(4篇)、Carrillo-alvarez, Angel(4篇)。国外作者合作网络由103个节点和204条连线构成,密度为0.0388,作者和团队之间联系更加紧密,结构更加整合。

3.3. 合作机构

在国内，相关研究的代表机构包括佛山市顺德区乐从医院、天津医科大学第二医院等。国内机构合作网络中，节点数为 183 个，连线数为 71 条，密度为 0.0043，机构间的合作非常薄弱，呈现出极度碎片化的状态。国外实施相关研究的前两位机构，分别是 Complutense University Of Madrid (4 篇)、General University Gregorio Maranon Hospital (4 篇)。国外机构合作网络中，节点数为 67 个，连线数为 93 条，密度为 0.0421，各研究机构合作较为密切。

3.4. 关键词可视化分析

3.4.1. 关键词共现分析

为准确把握国内外智能输液管理系统的研究焦点，本研究分别对中英文文献的关键词进行了共现分析。在国内数据方面，在滤除“设计”、“单片机”等词汇后，生成了关键词共现网络图(见图2)。该网络由295个节点和589条连线构成，密度为0.013。一般而言，关键词出现的频次越高，在图谱中的字体就越大，从而反映了研究热点[9]。结果发现，当前国内研究主要围绕专科化应用、使用安全、满意度等方面展开。在国外研究方面，关键词共现网络(见图3)由142个节点和518条连线构成，密度为0.0517。归纳分析得出国外研究热点主要集中在药物安全、患者安全、临床应用等几个方向。

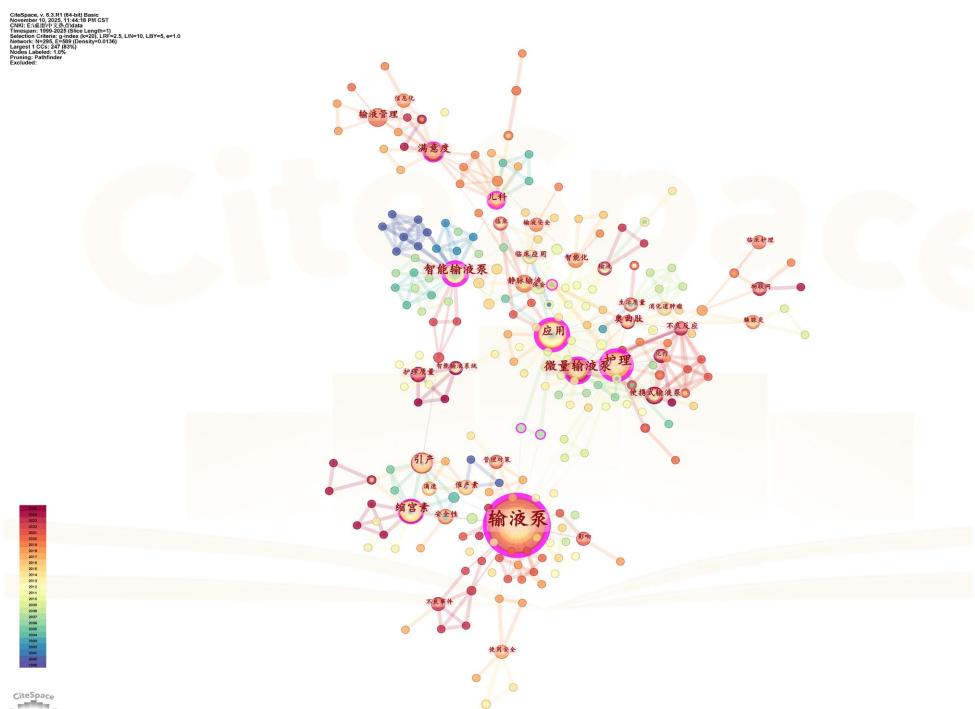


Figure 2. Keyword co-occurrence map of domestic intelligent infusion management systems
图 2. 国内智能输液管理系统关键词共现图谱

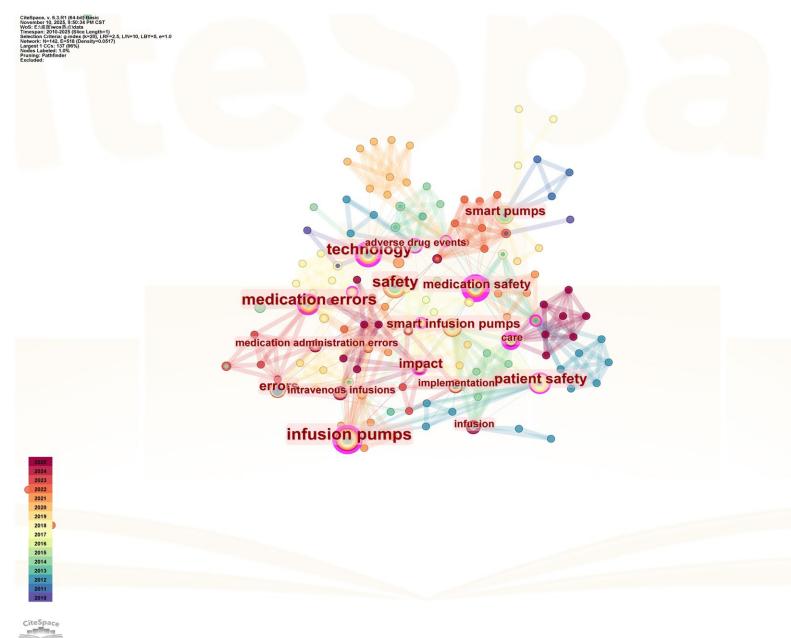


Figure 3. Keyword co-occurrence map of international intelligent infusion management systems
图 3. 国外智能输液管理系统关键词共现图谱

3.4.2. 关键词聚类分析

为了提高总结研究领域的精确度，借助 CiteSpace 的关键词聚类功能，分别得到国内、国外关键词聚类图谱(见图 4、图 5)。图 4 显示，国内关键词聚类 $Q = 0.8028$, $S = 0.9669$ ，其表明聚类结构显著($Q > 0.5$)，结果值得信服($S > 0.7$)。国外关键词频率排名前五位的关键词分别是：medication errors、infusion pumps、technology、safety、patient safety。图 5 显示，国外关键词聚类 $Q = 0.6491$, $S = 0.8897$ ，其表明聚类结构显著($Q > 0.5$)，结果值得信服($S > 0.7$)。

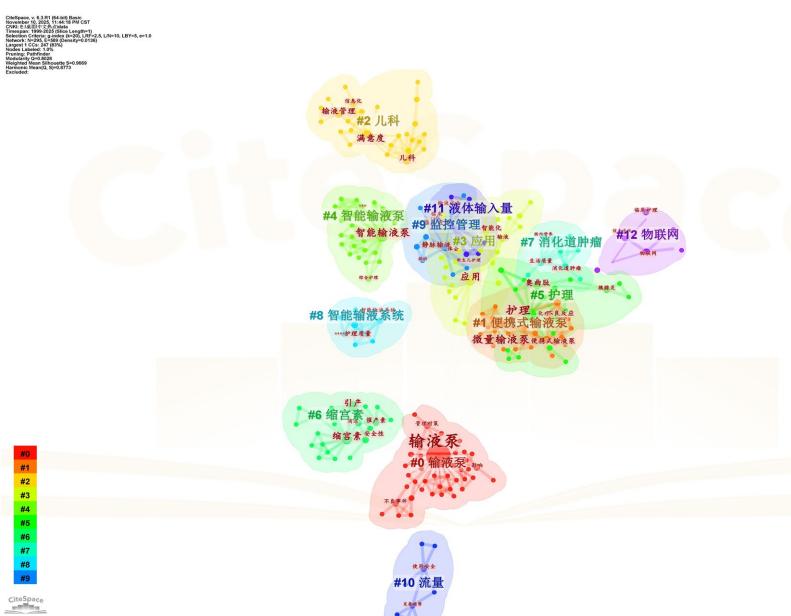


Figure 4. Keyword clustering map of domestic intelligent infusion management systems
图 4. 国内智能输液管理系统关键词聚类图谱

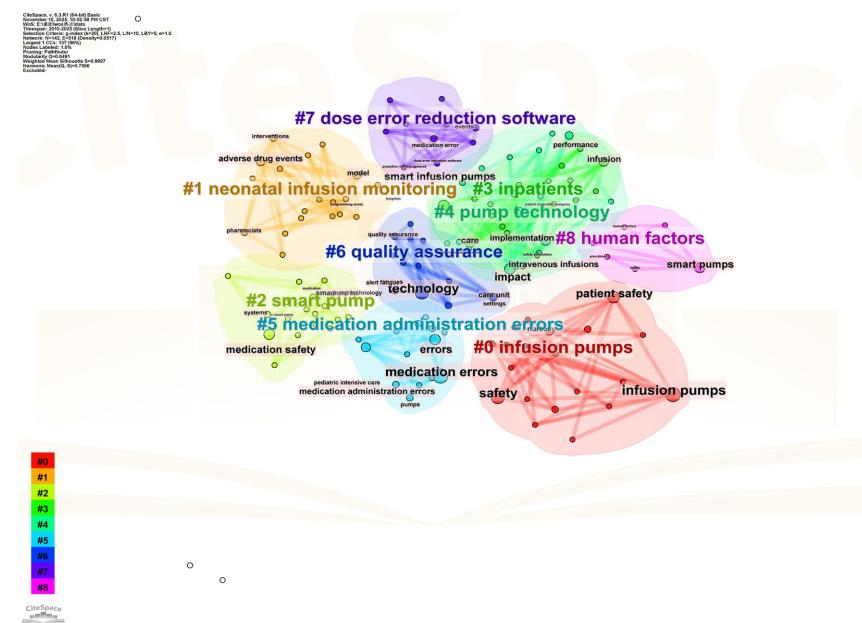


Figure 5. Keyword clustering map of international intelligent infusion management systems
图 5. 国外智能输液管理系统关键词聚类图谱

3.4.3. 关键词突现分析

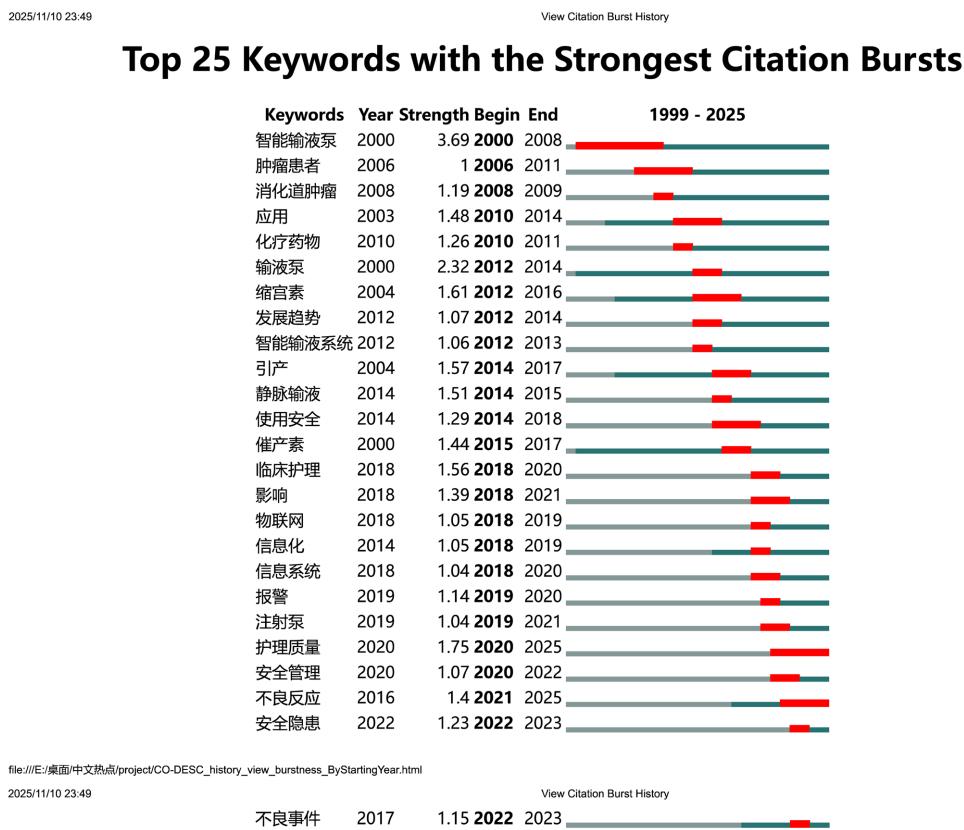
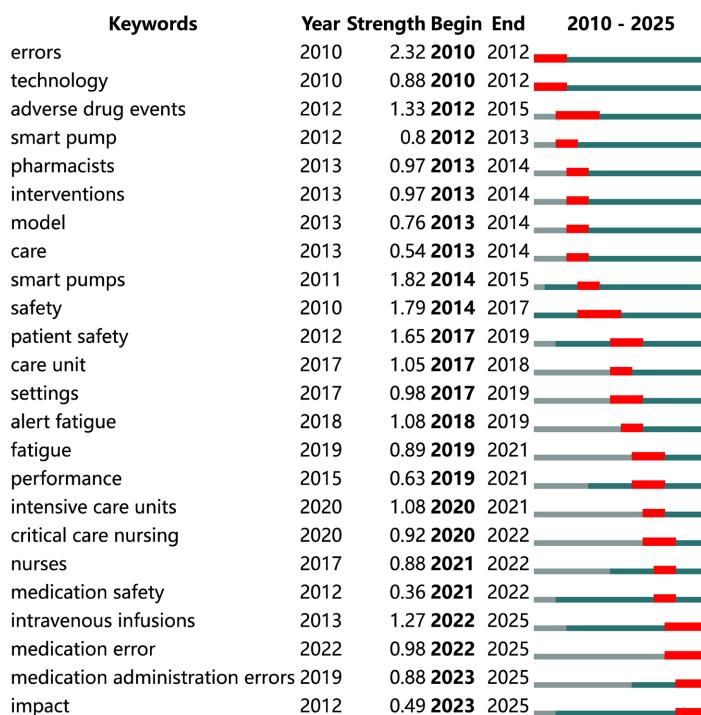


Figure 6. Keyword burst analysis of domestic intelligent infusion management systems
图 6. 国内智能输液系统关键词突现分析

2025/11/10 23:12

View Citation Burst History

Top 24 Keywords with the Strongest Citation Bursts



file:///E:/桌面/wos热点/project/CO-DESC_history_view_burstness_ByStartingYear.html

Figure 7. Keyword burst analysis of international intelligent infusion management systems**图 7.** 国外智能输液系统关键词突现分析

突现词是指在特定时间段内大量出现的关键词，其强度与持续时间可用于识别某一时期的研究前沿与趋势[10]。本研究运用 CiteSpace 软件对智能输液管理系統临床应用研究的关键词进行突现分析，提取国内 25 个、国外 24 个突现的高频关键词，见图 6、图 7。

3.4.4. 关键词共现时线图分析

基于国内关键词时间线图谱(见图 8)的分析结果显示，该网络结构的模块值(Q 值)为 0.8082，平均轮廓值(S 值)达 0.8773，表明聚类效果显著、结构清晰，结果可信度高。如图 8 所示，#0 输液泵是持续时间最长的聚类，时间跨度从 1999 年延续至 2025 年。该聚类下的护理、应用等关键词可反映出其长期聚焦于智能输液系统的临床应用。而#7 消化道肿瘤在近年来的研究热度有所下降，显示出领域内部热点的动态迁移。此外，根据关键词聚类图和关键词时间线图可以推测，输液安全、临床护理、智能(智能输液泵相关)是该领域中的最新研究前沿。基于国外的关键词时间线图(见图 9)，可按照时间线观察不同聚类的研究进展[11]。如图所示，#0 infusion pumps(输液泵)是持续时间较长的聚类，时间跨度从 2010 年延续至 2025 年，该聚类下的 patient safety(患者安全)、critical care nursing(重症护理)和 settings(滴速调节)等与智能输液管理相关的关键词#0 infusion pumps(输液泵)的关系密切，被广泛研究。而#8 human factors(人为因素)在近年来的研究热度有所下降；此外，根据关键词聚类图和时间线图可以推测，smart infusion pumps(智能输液泵)、pump technology(泵技术)和 medication administration errors(给药差错)是该领域中的最新研究前沿。

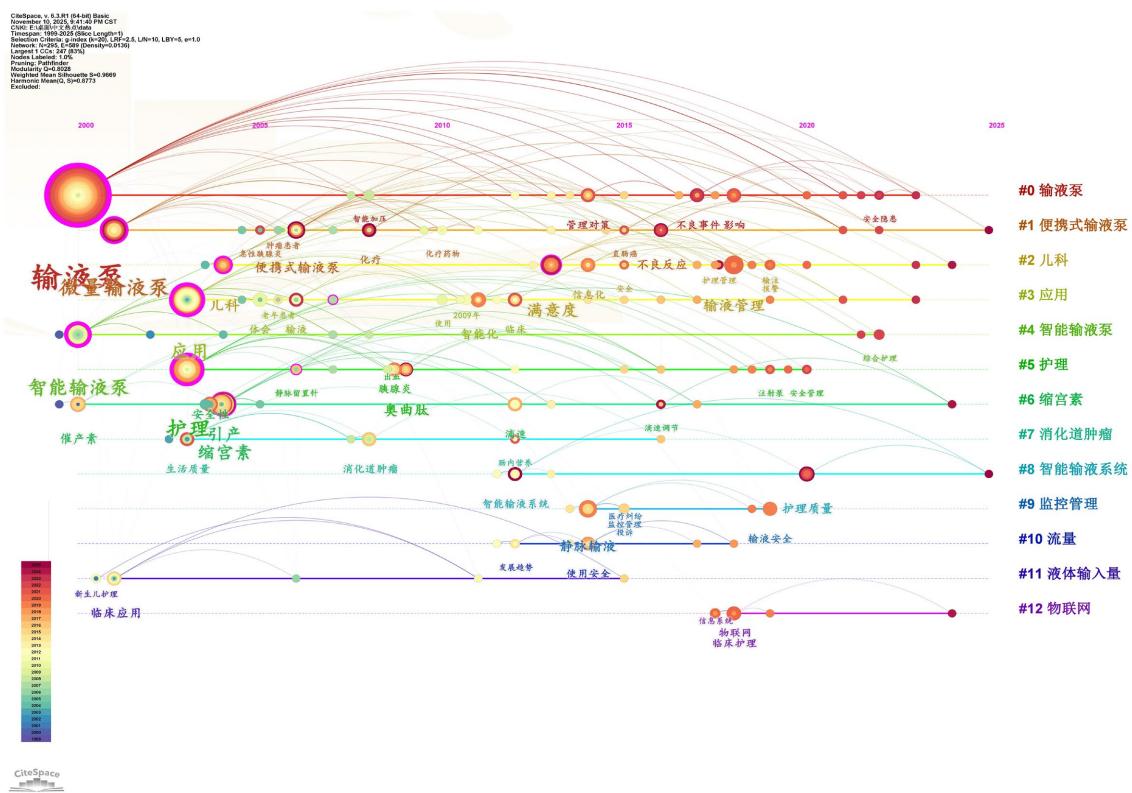


Figure 8. Keyword timeline knowledge map of domestic intelligent infusion management systems
图 8. 国内智能输液系统关键词时间线知识图谱

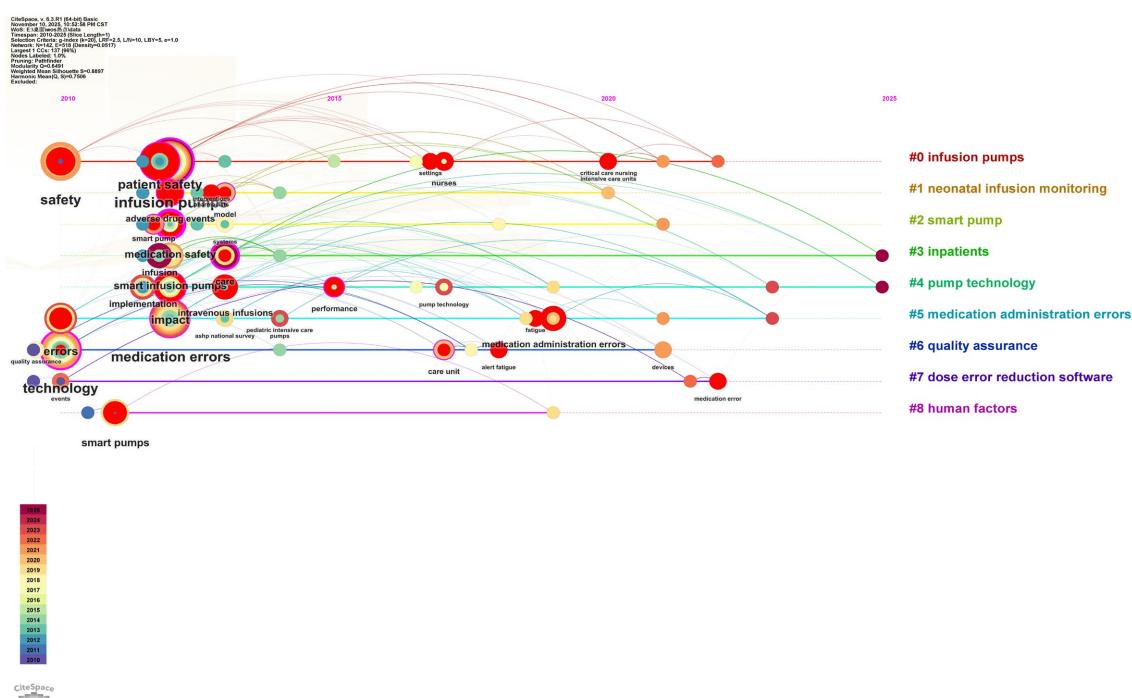


Figure 9. Keyword timeline knowledge map of international intelligent infusion management systems
图 9. 国外智能输液系统关键词时间线知识图谱

4. 讨论

4.1. 智能输液管理系统研究现状

近年来，智能输液管理系统的相关研究正逐渐成为国内外医疗领域的焦点。我国对于智能输液管理系统的临床应用起步较早，发文量较多，总体呈上升趋势，表明国内学者对智能输液管理系统的临床应用方面的关注度不断攀升。国内研究文献数量虽然庞大，但是相关作者和机构合作网络相对分散，跨地区合作不足，数据共享与标准不统一，没有形成系统的合作格局，学术影响力仍显薄弱[10]。相对而言，国外起步虽然相对较晚，整体发文量有限，然而作者之间的合作网络较为紧密，显示出较强的协同合作的研究趋势。因此，未来应加强智能输液系统在临床应用场景中的跨学科、跨区域协同合作，打破学科壁垒与地域限制，以推动其技术创新、临床验证与规范应用，促进安全输液的最大化实现。

4.2. 研究趋势和热点分析

4.2.1. 多科室广泛适配

本研究关键词共现、聚类和突现结果显示，智能输液管理系统的应用从最初的急诊、ICU 等高风险单元已延伸并融合于儿科[12]、肿瘤科[13]、产科[14]等科室。此外，智能输液管理系统的价值在于能灵活适配不同科室的独特需求。例如，张秀燕等[14]将其应用于催产素引产，结果显示，该系统能显著提升操作的安全性与成功率，并有效降低了子宫强直收缩和先兆子宫破裂等并发症的发生率。Joseph 等[15]将智能输液泵与电子病历结合应用于成年重症监护病房，对药物加量误差的报警率明显提高。如今，智能输液管理系统在儿科的应用次数较多。林婷等[12]选取 2023 年 7 月至 2024 年 12 月于医院行静脉输液的 100 例患儿为研究对象，按随机数字表法分为对照组与观察组，对照组采用传统静脉输液进行治疗，观察组采用智能化输液设备进行静脉输液治疗，结果表明，智能输液系统的应用能够降低静脉输液患儿的输液误差率，有效改善医疗纠纷。然而，这种技术扩散呈现出鲜明的双面性。边志卫[16]发现智能输液系统虽然能够给儿科带来很多益处，但在儿科输液应用中，仍需防范智能输液系统因报警失灵、滴速设定错误或设置后未成功启动等医疗隐患。Manrique-Rodríguez 等[17]将智能输液系统应用于儿科重症监护病房，实施智能泵技术减少编程错误，截获错误的潜在后果。近年来，智能输液管理系统在肿瘤科的应用规模仅次于儿科。包莉娜[13]借助智能输液泵在速度与容量控制上的高度稳定性，将静点善得定、硝酸甘油、5-FU 及紫杉醇等时间依赖性化疗药物持续精准输注，并用于休克、脱水患者的快速补液，显著降低血药浓度波动，减少毒副作用并提升抢救效率。由此可见，智能输液系统已在各类临床科室得到广泛推广与应用，精准输注与智能报警替代了反复人工巡检，单位护理效率大幅提高，契合我国医院就诊流量大、护理人力紧的现状。综上所述，在国内层面，医疗机构应与技术开发商建立临床反馈促进技术更新的良性循环，特别是在儿科等高风险科室开发专用模式；在国际层面，国内和国外应加强合作，共同制定技术标准，共享安全数据。

4.2.2. 护患协同受益

多项实证结果[18]共同显示，智能输液系统的使用使护患双方协同受益，一方面显著减轻医护人员的操作负担，提升了工作效率；另一方面，随着输液过程更平稳、患者等待时间缩短，患者满意度呈上升趋势，医疗纠纷发生概率也随之降低。何淑华等[19]使用智能输液监控系统在基层医院 18 个病区进行随机分组对照研究发现，试验组病区外渗、回血、堵管等不良事件发生率，输液红灯率及医疗纠纷发生率也低于对照组病区，相对于对照组，试验组的患者满意度是它的两倍。另外，张颖等[20]通过问卷调查证实，智能化输液报警器的开发及临床应用不仅在一定程度上减轻了护士工作负荷，还让护士在输液护理中能够更便捷地监测患者病情动态，有效预防输液滴空、空气栓塞、回血凝固重新注射等不良事件的发

生，提升患者输液体验，减少护患纠纷。国外研究者 Joseph 等[15]将智能输液泵与电子病历整合后，药物加量误差报警率显著提升，ICU 药剂师凭借更准确的临床数据提高了决策速度与运营效率。由此可见，智能输液系统凭借精确输液速率、实时异常报警与数据自动回传，把来回巡检、手工调节和记录的时间还给护士，减轻其工作负担，提高了工作效率。同时，因智能输液管理系统滴速稳、报警快、等待短，而使患者输液体验显著改善，患者满意度自然提升。但误差报警率显著提升也凸显出技术依赖风险，系统越智能，人为应急能力越面临考验。因此，在推广智能输液系统的同时，国内应结合国内外智能输液系统的临床使用场景，聚焦系统对具体护理流程的改善，从而契合高负荷医疗场景需求。

4.2.3. 提高输液安全性

尽管目前输液管理系统已取得一定的发展与应用，但输液安全性仍需提高。例如基层医院住院输液的患者众多，护士人力不足，导致其工作超负荷运转，进而造成工作质量和输液安全性的下降[21]。韦妹爱等[22]系统阐述了新型智能化输液系统的运用流程与功能，通过对比分析系统应用前后两组患者在输液流程中的护理差错发生率及输液室护理质量，提出智能化静脉输液系统将信息技术和输液室管理深度融合，有效降低了护士在静脉输液各环节中的操作差错率，提升了护士满意度与护理综合质量，切实保障了患者的输液安全。国外则侧重于借助智能输液监控系统降低用药错误率。用药错误是药品在临床使用和管理过程中可以防范的用药疏失，涵盖处方、调配、给药和监测环节，可能导致患者伤害、延长住院时间甚至死亡，还会增加医疗成本[23][24]。同时，研究显示药物管理错误仍然是国外医疗保健系统中一个持续存在的问题，影响患者安全并导致结果恶化，包括死亡率增加[25]。Alqaraleh 等[26]研究 2013 至 2024 年相关英文文献，纳入了 12 项研究，发现智能输液泵将静脉用药错误减少了约 80%，显著提高了护理用药安全性。Mason 等[27]收集儿科护士对智能泵的看法，尽管护士认为智能泵的使用与减少医疗事故无明显关系，但是从数据中可以看出，其应用使相关错误减少了 65 次，提高了患者的安全性。Skog 等[28]在社区医疗保健系统进行了一项观察性研究，提出智能泵的互作性能使各种给药错误减少了 16%。由此可见，无论是国内还是国外，智能化输液系统的应用均在提升输液安全、减少护理差错方面展现出显著成效。未来应进一步推动此类系统的普及与优化，尤其在人力资源紧张的基层医疗机构，更需借助智能输液管理系统来缓解护士压力，保障患者安全。但智能输液系统的使用取决于其本身性能，也依赖于医护人员的认知与操作技能。国内应着力开发更适配基层医疗易操作的智能输液方案或加强医护人员的操作培训，将技术优势转化为切实的临床支撑；在国际合作层面，可联合建立用药数据库，共享智能系统拦截的错误类型与场景数据，为全球性的输液安全标准优化提供循证依据，共同迈向更安全、韧性的输液管理未来。

5. 结论与展望

本研究借助 CiteSpace 软件，通过系统分析国内外智能输液系统领域的文献发文量、关键词共现特征及聚类结果，系统梳理了智能输液管理系统领域的研究热点分布与技术发展演进脉络。研究显示，当前国内外核心研究热点高度聚焦于输液泵技术优化、临床应用场景拓展、护患满意度提升、输液安全等方面。本研究存在一定局限性，一方面，文献来源仅涵盖中英文数据库，可能遗漏其他语种(如日文、德文等)的重要研究成果，难以全面反映全球研究动态；另一方面，未充分纳入企业技术报告、专利文献等灰色文献，对行业技术研发进展、实际应用转化等信息的捕捉不足，或在一定程度上影响对智能输液系统技术全景的完整呈现。综上所述，当前该领域多集中于智能输液系统提升操作效率与保障患者安全等方面的研究，而对患者在输液过程中的心理体验以及系统与护士之间的人机交互的关注尚显不足。未来可聚焦人机交互界面的优化，从而真正实现以人为本的智能辅助。

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: 2025CXY093)。

参考文献

- [1] 钟细芳, 刘腊凤. 静脉输液风险的原因分析及护理对策[J]. 护理实践与研究, 2016, 13(22): 135-137.
- [2] 王辉, 谢欣苇, 刘正跃, 等. 156 所综合性医院住院患者静脉输液指标的综合分析[J]. 药学实践杂志, 2017, 35(6): 573-576.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 沈艳涛, 吴秋香. 智能输液泵在临床中的应用和体会[J]. 地方病通报, 2005(4): 111.
- [6] 徐海利, 潘红英, 黄晨, 等. 基于卷积神经网络视觉识别的智能输液系统的研发与初步应用[J]. 中国护理管理, 2025, 25(4): 625-629.
- [7] 贾月惠, 钮春香, 陈敏瑾. 智能化输液管理系统在儿科输液管理中的应用[J]. 中医药管理杂志, 2020, 28(5): 76-77.
- [8] 张宇航. 基于物联网技术的智能输液监护系统设计与实现[J]. 数字技术与应用, 2025, 43(7): 108-110.
- [9] 戴雅琴, 邵婷, 漏建芬, 等. 基于光电技术的智能输液管理系统的开发与应用[J]. 护理研究, 2024, 38(13): 2396-2399.
- [10] 颜逸霞, 谌永毅, 宋小花, 等. 预立医疗照护计划实施研究热点的可视化分析[J]. 护理学杂志, 2025, 40(7): 108-112.
- [11] 牛潇菲, 张畅, 李小江. 基于 CiteSpace 的中医药治疗癌痛科学知识图谱分析[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2022, 24(1): 265-276.
- [12] 林婷, 林君梅. 智能化输液设备在静脉输液患儿中的应用效果[J]. 医疗装备, 2025, 38(16): 142-144+147.
- [13] 包莉娜. 肿瘤病人治疗应用锁骨下静脉穿刺置管及智能输液泵[J]. 内蒙古医学杂志, 2005(4): 382.
- [14] 张秀燕, 戎绍奎. 80 例应用智能输液泵行催产素引产的效果观察[J]. 浙江临床医学, 2004(2): 91-93.
- [15] Joseph, R., Lee, S.W., Anderson, S.V. and Morrisette, M.J. (2020) Impact of Interoperability of Smart Infusion Pumps and an Electronic Medical Record in Critical Care. *American Journal of Health-System Pharmacy*, **77**, 1231-1236. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxa164>
- [16] 边志卫. 防范智能输液泵在儿科输液中的事故隐患[J]. 现代护理, 2004(5): 485.
- [17] Manrique-Rodríguez, S., Sánchez-Galindo, A.C., López-Herce, J., Calleja-Hernández, M.Á., Martínez-Martínez, F., Iglesias-Peinado, I., et al. (2013) Impact of Implementing Smart Infusion Pumps in a Pediatric Intensive Care Unit. *American Journal of Health-System Pharmacy*, **70**, 1897-1906. <https://doi.org/10.2146/ajhp120767>
- [18] 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.
- [19] 何淑华, 张婷婷. 智能输液监控系统在基层医院临床护理中的应用研究[J]. 中国实用医药, 2018, 13(29): 187-189.
- [20] 张颖, 孔维云, 赵丽萍, 等. 智能化输液报警器临床应用满意度调查[J]. 护理研究, 2013, 27(14): 1409.
- [21] 孔兴美, 史红霞, 于敏, 等. 基层医院静脉输液治疗现状调查分析[J]. 中国基层医药, 2016, 23(5): 798-800.
- [22] 韦妹爱, 余艳梅, 农爱妮, 等. 智能化静脉输液系统对改善静脉输液安全性的效果分析[J]. 中国现代医生, 2020, 58(30): 172-174+178.
- [23] Aronson, J.K. (2009) Medication Errors: Definitions and Classification. *British Journal of Clinical Pharmacology*, **67**, 599-604. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2009.03415.x>
- [24] 苏甦, 陆进, 谭玲, 等. 《用药错误管理标准》制订与解析[J]. 医药导报, 2025, 44(3): 392-395.
- [25] Borrelli, E., Lucaci, J., Wilson, N., Taneja, A., Weiss, M. and Beer, I. (2025) Evaluating the Impact of Smart Infusion Pump Interoperability on Reducing Medication Administration Errors: A Systematic Literature Review. *Medical Devices: Evidence and Research*, **18**, 247-260. <https://doi.org/10.2147/mder.s522534>

- [26] Alqaraleh, M., Almagharbeh, W.T. and Ahmad, M.W. (2025) Exploring the Impact of Artificial Intelligence Integration on Medication Error Reduction: A Nursing Perspective. *Nurse Education in Practice*, **86**, Article ID: 104438. <https://doi.org/10.1016/j.nep.2025.104438>
- [27] Mason, J.J., Roberts-Turner, R., Amendola, V., Sill, A.M. and Hinds, P.S. (2014) Patient Safety, Error Reduction, and Pediatric Nurses' Perceptions of Smart Pump Technology. *Journal of Pediatric Nursing*, **29**, 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2013.10.001>
- [28] Skog, J., Rafie, S., Schnock, K.O., Yoon, C., Lipsitz, S. and Lew, P. (2021) The Impact of Smart Pump Interoperability on Errors in Intravenous Infusion Administrations: A Multihospital before and after Study. *Journal of Patient Safety*, **18**, e666-e671. <https://doi.org/10.1097/pts.0000000000000905>