

人工智能驱动的病案管理系统设计与应用

罗斐斐¹ 陈援帅² 赵孙锋¹ 许乐¹ 张黎¹

(¹ 联勤保障部队第九〇三医院 杭州 310013 ² 浙江大学医学院附属第二医院 杭州 310009)

【摘要】 **目的/意义** 构建人工智能驱动的病案管理系统，提升医疗质量和服务效率。**方法/过程** 利用光学字符识别、自然语言处理和卷积神经网络等深度学习技术，通过数据采集与预处理、模型辅助分类、质控审核、归档安全以及智能应用等核心模块，实现病案流通借阅、统计查询、智能上报和辅助科研等功能。

结果/结论 该系统重构了病案管理模式，优化了业务流程，为提升医疗质量与服务效率提供了有力支撑。

【关键词】 人工智能；病案管理系统；自然语言处理；深度学习

【中图分类号】 R-058 **【文献标识码】** A **【DOI】** 10.3969/j.issn.1673-6036.2026.02.014

Design and Application of an Artificial Intelligence-driven Medical Record Management System

LUO Feifei¹, CHEN Yuanshuai², ZHAO Sunfeng¹, XU Le¹, ZHANG Li¹

¹The 903rd Hospital of the Joint Logistic Support Force, Hangzhou 310013, China; ²The Second Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310009, China

【Abstract】 **Purpose/Significance** To construct an artificial intelligence-driven medical record management system, and to enhance medical quality and service efficiency. **Method/Process** By leveraging deep learning technologies such as optical character recognition, natural language processing (NLP), and convolutional neural network, and through core modules including data collection and preprocessing, model-assisted classification, quality control and review, secure archiving, and intelligent applications, functions such as medical record borrowing and tracking, statistical queries, intelligent reporting, and research assistance are realized. **Result/Conclusion** The system restructures the medical record management model, optimizes operational processes, and provides robust support for improving medical quality and service efficiency.

【Keywords】 artificial intelligence (AI); medical record management system; natural language processing (NLP); deep learning

1 引言

近年来人工智能 (artificial intelligence, AI) 技术迅速发展并广泛应用，医疗信息化迈向深度智能化^[1-2]。国际上，以 GPT-4 为代表的通用大模型不仅为各类医疗应用提供了强大的技术基础^[3]，也推动了病历管理领域的变革，例如将非结构化临床记

录高效转化为结构化数据^[4]，显著提升了医疗信息的可利用性和诊疗效率。在国内，《卫生健康行业人工智能应用场景参考指引》^[5]明确鼓励“人工智能+”在医疗领域的融合应用。部分研究型医疗机构已开始探索基于多模态信息的智能化病历生成与质控^[6]。病历作为诊疗过程的核心记录与决策支持基础，其转化为病案的管理效能，直接影响诊疗质量、服务效率及数据价值^[7]。然而，传统病案管理

【修回日期】 2026-01-11

【作者简介】 罗斐斐，高级工程师，发表论文7篇；通信作者：张黎，工程师。

模式普遍面临流程复杂、归档滞后、质控效率低、管理成本高、数据利用不足等问题，大量病历难以高效转化为规范、可用的病案资源，从而无法有效满足临床决策、医院运营及科研等场景的智能化需求。构建人工智能驱动的病案管理系统，成为提升医疗核心业务信息化水平、落实国家战略的重要实践方向。本研究聚焦人工智能驱动病案管理系统的构建与效能评估，集成自然语言处理、深度学习技术等先进信息处理方法，探索其在医疗核心场景的建设路径与应用效果，打造病历与病案一体化管理新模式，推进核心业务数字化智能化转型。

2 现存问题及需求分析

2.1 当前病案管理存在的问题

当前病案管理主要存在以下问题。一是流程烦琐、高度依赖人工操作，导致工作效率低下且差错率较高。二是纸质病案归档滞后、存储与调取效率低，既无法满足临床与管理对信息实时性的需求，也持续占用大量物理空间。三是在质量管控方面，传统人工质控范围有限、标准不统一且严重滞后，难以及时发现并纠正病历书写中的不规范问题。四是纸质病案在人力、物料、存储及安全管理等方面的长期投入，导致运营成本居高不下，并伴随明显的遗失、损毁及泄露风险。五是各系统模块相互独立、数据接口不畅，形成“信息孤岛”，使病案数据难以跨部门、跨系统共享与综合利用，限制了其在医院运营、医保结算及临床科研等方面的价值挖掘。

2.2 需求分析

为应对上述问题，亟待构建安全可靠、一体化与智能化的病案管理平台。具体需求包括：通过模块整合与流程再造，实现病案管理各环节的闭环与无缝衔接，减少对人工的依赖，提升工作效率；归档环节实现自动化，确保严格符合《病案质量管理与控制指标》的时效与完整性要求；引入基于人工智能的实时质控与在线审批流程，及时识别文书问题并确保所有修改的可追溯性，保障病历内容的真实与准确；依据《电子签名法》等法规要求，构建基于数字证书的可

靠电子签名体系，保障电子病历的法律效力，并全面推进无纸化，在降低运营成本的同时，确保病案信息的保密性、完整性与防篡改。此外，应通过生成标准化、结构化的数据，支持多维度检索与安全可控的脱敏共享，打破数据壁垒，充分释放病案数据在医院管理、绩效评价及科研创新等方面的应用潜力。

3 架构设计

3.1 总体架构

智慧病案管理系统采用 C#和 Java 语言开发，通过前后端分离方式实现。服务端采用分层微服务架构，实现软件分模块部署，通过 Web Service 和应用程序接口连接智能模型，依托 CA 认证保障安全。从安全性、实用性、先进性和扩展性 4 个维度出发，设计系统总体架构，包括基础层、数据层、技术栈和业务层，见图 1。基础层包含各类软硬件、网络基础设施及算力设备等。数据层面向院内异构信息系统，支持卫生信息交换标准 (health level seven, HL7)、快速医疗健康互操作性资源 (fast healthcare interoperability resources, FHIR) 等互操作标准及院内接口规范，通过接口引擎以及抽取、转换和加载 (extraction-transformation-loading, ETL) 工具完成数据抽取、转换与加载，并映射至统一的数据模型以便结构化存储。技术栈基于大语言模型、自然语言处理 (natural language processing, NLP)、知识库、规则引擎等技术实现上层的各项功能。业务层主要实现数据采集与处理、模型辅助分类、质控审核、安全管控以及其他扩展功能。

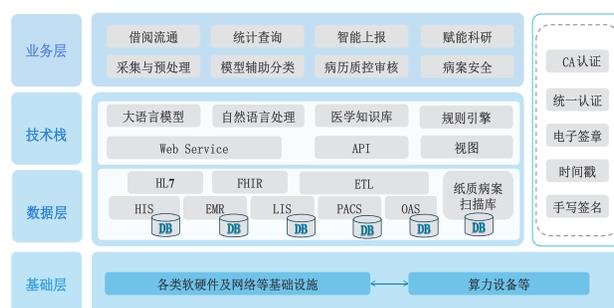


图 1 智慧病案管理系统总体架构

3.2 安全架构

系统在基础网络安全防护之上，实施严格的访问控制、CA 认证、数据库加密与数据脱敏等应用层防护措施，形成多层防御体系，全面保障系统及数据安全。通过多维度身份认证机制实现用户访问控制，见图 2。医护技人员可通过 USB Key、手机或生物识别方式登录，患者可使用手机、手写屏或签名板进行身份验证，确保访问行为的合法性与可追溯性。将 CA 服

务器与内网业务服务系统连接，提供签名生成与时间戳验签服务，实现对关键操作的身份鉴别与防篡改保障。在病案收、存、管、用流程中，采用数据库加密、有效版式文件、签名验签存储等方式，防止未授权访问与非法拷贝。文档在客户端安全解密后可供浏览，如需导出则保持加密状态，从而在兼顾使用便利的同时确保病案安全。针对科研等数据使用需求，采用智能隐私脱敏技术，在保证数据可用性的同时保护患者隐私。通过传输加密、存储加密、防篡改与行为监控等多重措施，实现数据文档的安全可信共享。

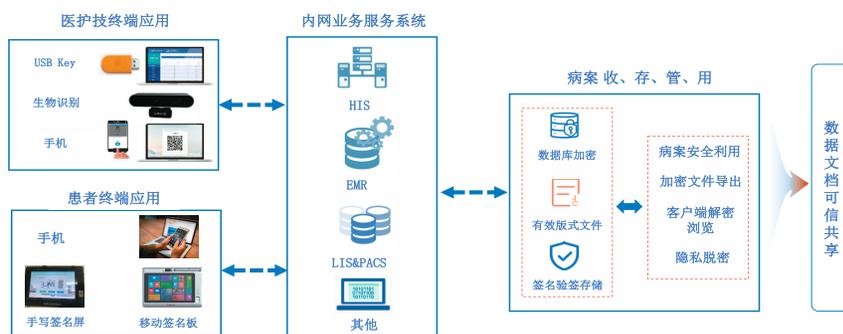


图 2 智慧病案管理系统安全架构

3.3 业务流程

系统整合来自纸质病历文书、历史数据档案以及医院信息系统（hospital information system, HIS）、电子病历系统（electronic medical record, EMR）、检验

信息系统（laboratory information system, LIS）、影像存储与传输系统（picture archiving and communication system, PACS）等核心业务系统数据，经数据采集和预处理、模型辅助分类和质控审核后，统一存储至医院数字化病案归档服务器。经安全防护模块处理保障数据安全，支撑各类应用服务。其业务流程，见图 3。

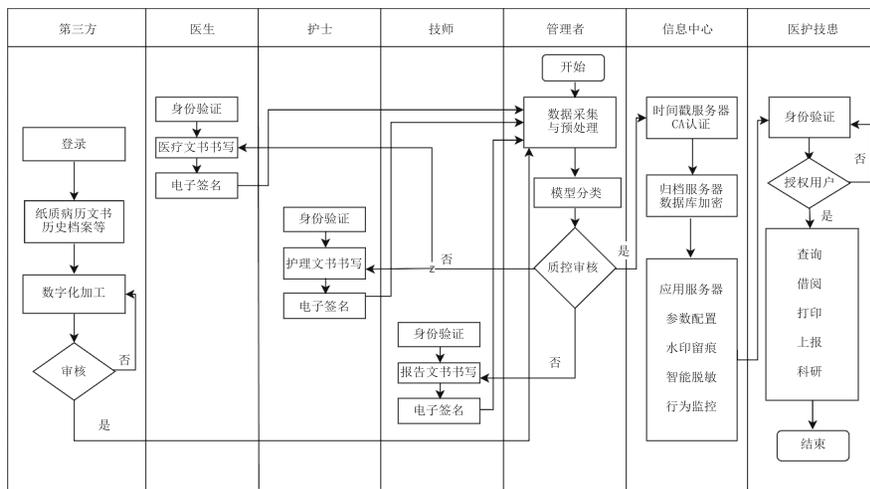


图 3 智慧病案管理系统业务流程

4 系统功能模块

4.1 数据采集和预处理

数据采集和预处理模块采用并行数据采集策略,实现对纸质病案、电子病历及单机报告的统一化、结构化处理,见图4。针对纸质病案,采用数字化翻拍和光学字符识别(optical character recognition, OCR)扫描技术进行文本识别,进而利用NLP技术提取病历文本中的关键信息,进行结构化存储^[8-9]。针对电子病历,基于HL7/FHIR统一标准协议,利用ETL工具从HIS、EMR、LIS、PACS等异构源系统抽取数据,随后对原始数据进行标准化处理与清洗^[10],消除冗余与错误,确保其符合目标存储模型的要求。针对单机报告,通过虚拟打印方式采集^[11]。

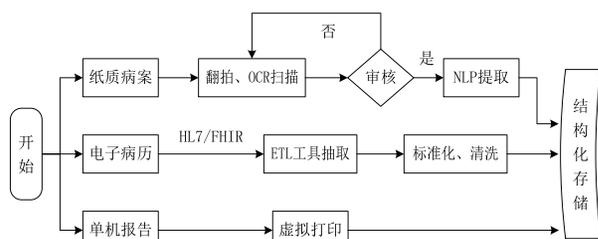


图4 病历数据采集和预处理流程

4.2 模型辅助分类

模型辅助分类模块利用已标注的病历数据,基于深度学习技术训练自动分类模型。该模块支持多维度分类方式,包括基于病历必备文档元素的要素分类,以及基于院区、出院科室、患者身份类型及保密等级等的元数据分类。以要素分类为例,可将病历数据按模态划分为文本与图像两类:文本数据包括病案首页、出院小结、知情同意书、护理记录单等;图像数据涵盖各类影像报告等^[12]。针对文本模态,采用卷积神经网络提取局部序列模式(如关键词、短语组合),生成局部语义特征图。针对图像模态,利用预训练卷积神经网络模型,通过其卷积层自动学习并提取图像的高层次抽象特征。训练

完的模型将在独立验证集与测试集上进行评估,确保其准确率、召回率等关键指标达到既定标准后,部署至生产环境。在推理阶段,新录入的病历数据(图像或文本)将由部署好的模型自动分类。设置分类置信度阈值,对高于阈值的病历自动归类;对低于阈值或未通过审核的病历,模型将其自动转至人工审核界面,由操作人员进行重新分类,确保分类结果的可靠性。

4.3 质控审核

质控审核模块是系统的核心,其深度融合NLP、临床知识库与规则引擎,实现对全量病历的多维度管控。模块可对纸质病案扫描件进行智能审核,通过OCR与智能解析技术,自动检测必需内容是否缺失,并校验图像信息与后台数据库记录的一致性,发现异常数据将触发退回追溯机制。在电子病历质控方面,模块可对电子病历进行语义解析,在事中即对完整性、时效性、合规性及一致性进行监控与预警。完整性方面,自动进行病案必含项校验、检查检验医嘱闭环管理、病案首页数据逻辑校验,确保结构齐全。时效性方面,与医院信息系统深度集成,对文书书写时限进行实时监控与主动预警,实现质控重心前移。合规性方面,通过集成可动态更新的临床指南和规则库,对诊疗记录的逻辑合理性及操作规范性进行自动审查,以确保其全面符合《卫生健康信息数据元目录》等行业标准。一致性方面,通过构建数据关联规则,对病历中前后矛盾、数据冲突等问题进行交叉校验。此外,构建线上协同 workflow,支持临床医生与病案室人员对质控结果进行高效的二次审核与反馈,形成质控管理闭环^[13]。

4.4 归档安全

归档安全模块集成数字水印与CA认证技术,结合版式文件实现病案防篡改与操作全流程可追溯。该模块支持参数化自动归档,在归档后的病案中嵌入隐形数字水印。该水印具备高抗伪性,肉眼不可见,难以伪造^[14],如果未经授权自行复印或篡改,水印将自动失效,有效保障了病案文件的真实性和法律效力,满足医疗纠纷举证与司法鉴定要

求。医务人员登录模块时,通过数字签名验证服务器调用个人数字证书完成身份认证^[15]。在书写或修改病历时,模块要求使用数字证书进行电子签名,并对签名内容的完整性与合法性进行验证,以确保操作者身份真实、签名后内容未被篡改。模块在病历流转各环节持续验证电子签名有效性,实现全流程完整性追溯。此外,病案统一以版式文件格式固化存储,导出时可设定查看时间与次数限制,即便修改系统日期亦无法越权访问,进一步保障文件的安全性与可控性。

4.5 智能应用

4.5.1 流通借阅 支持医生对无权限浏览的病历文书提出借阅申请,由病案管理部门审核后授权访问时限等。该流程中,模块提供完整的借阅流转日志,可全程追踪病案的申请、审核、授权、使用及归还状态,确保病案流转的安全与可追溯。

4.5.2 统计查询 支持多维度组合查询与统计,经授权的用户可对特定时间段的出院患者病案进行统计分析,并可对统计结果逐层钻取。同时,系统严格依据用户角色与权限,支持在全院、科室、医疗组及个人等不同层级展示统计结果,确保数据安全。

4.5.3 智能上报 从已归档的病案中智能提取住院期间死亡或以“非医嘱离院”方式出院的全套归档病案,自动抽取、整合所需数据项,按照核心制度相关指标自动统计,实现特定类型病案的自动识别与上报。

4.5.4 赋能科研 模块内置专业数据脱敏引擎,依据预设的隐私保护规则,对患者的敏感信息进行脱敏处理,形成可供科研使用的安全数据集。此外,模块支持多方在线协作讨论,为医疗协同与管理决策提供高质量的数据支撑和协作环境。

5 应用效果

智慧病案管理系统自 2025 年 5 月上线运行以来,围绕病案无纸化建设,将“病案脱纸率”作为核心考量指标,同时结合质控覆盖率、3 日归档率以及人力和耗材支出等运营数据,对系统应用前后

的变化进行持续跟踪和描述性分析。相关数据主要来源于病案管理系统、信息系统运行日志及医院财务统计。一是业务流程优化,归档率提升。病案归档流程涉及的记录打印、整理分类、签名确认、归档校对等环节由系统提供完整性校验和预警提醒,病案 3 日归档率由 72.6% 提升至 96.9%,见图 5,调阅病案的平均等待时间同步缩短。二是质控模式革新与效率提升。质控模式由先前的事后抽查、人工被动审核,转变为系统规则驱动的主动、全覆盖智能质控,病历自动核查覆盖率由约 50% 提升至 100%,医务人员及病案室工作人员对质控的及时性和便利性主观评价均优于系统上线前。三是运营成本逐步下降。随着业务流程优化和打印量下降,病案相关专职人力投入及纸张、硒鼓等耗材支出呈下降趋势,按年度测算每年可节省费用约 50 万元(含打印机硒鼓、纸张、病案包装袋、密集柜、人工成本等),一定程度上缓解了库房扩建和设备更新的压力。四是病案脱纸率显著提高。多数病案实现以电子文档为主的存储和调用,明显减轻了库房空间占用,提升了病案在医保审核、科研利用等场景的可及性和响应速度。

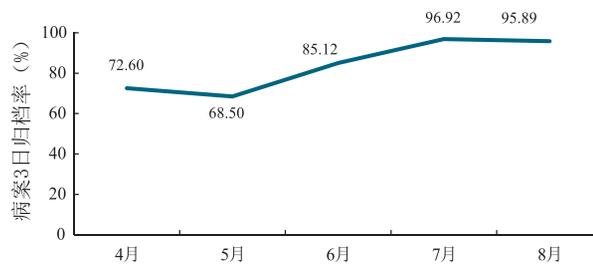


图5 系统上线前后病案3日归档率变化

6 结语

本研究构建并落地了人工智能驱动的病案管理系统,实现了病历采集、分类、质控、归档、应用的全流程优化,关键运营指标(如3日归档率、质控覆盖率等)在上线后得到改善。本研究仍存在以下不足:一是研究为单中心管理实践,评价指标以描述性比较为主,尚未开展多因素校正、显著性检验或长期随访评估;二是脱纸率受患者端签名流程

与部分单机系统遗留问题影响,系统应用效果在不同科室与场景间可能存在差异;三是 AI 辅助分类与质控规则有待持续迭代,并进一步开展跨系统的泛化验证^[16]。未来研究将围绕数据标准化落地、门急诊场景扩展、智能编码与 AI 辅助书写的人机协同机制、以及“幻觉”风险治理与评估体系建设等方向持续优化^[17]。

作者贡献: 罗斐斐负责研究设计、系统建设与实施、论文撰写与修订;陈援帅负责需求分析、关键技术方案论证、论文修订;赵孙锋负责系统测试与运行评估、数据整理与分析;许乐负责资料收集、质量控制规则设计与流程优化;张黎负责提供指导、论文审核、项目管理。

利益声明: 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- MENG X B, YAN X Y, ZHANG K, et al. The application of large language models in medicine: a scoping review [J]. *iScience*, 2024, 27(5): 109713.
- SINGHAL K, AZIZI S, TU T, et al. Large language models encode clinical knowledge [J]. *Nature*, 2023, 620(7972): 172-180.
- LI J, DADA A, PULADI B, et al. ChatGPT in healthcare: a taxonomy and systematic review [J]. *Computer methods and programs in biomedicine*, 2024, 245(1): 108013.
- TORAB-MIANDOAB A, SAMAD-SOLTANI T, JODATI A, et al. The impact of electronic medical records on clinical documentation: a case study [J]. *Journal of education and health promotion*, 2025, 14(4): 246.
- 卫生健康行业人工智能应用场景参考指引 [EB/OL]. [2024-12-15]. http://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/gongwen12/202411/647062ee76764323b29a1f012_4b64400.shtml.
- 杨郁青, 赵艳. 基于大模型的病历质量动态可视化与决策优化研究 [J]. *中国数字医学*, 2025, 20(8): 15-19.
- 曾红华, 许建华. 医院电子病历档案数字化建设探索 [J]. *中国医院管理*, 2023, 43(11): 66-68.
- 张亚男, 董亮, 何萍. 基于 NLP 构建病历后结构化专病数据库探索与实践 [J]. *医学信息学杂志*, 2024, 45(9): 82-86.
- LOZANO A, FLEMING S L, CHIANG C C, et al. Clinfoai: an open-source retrieval-augmented large language model system for answering medical questions using scientific literature [J]. *Pacific symposium on biocomputing*, 2024, 29: 8-23.
- 张振, 杨翠涓, 徐静, 等. 健康医疗大数据应用发展现状与数据治理 [J]. *医学信息学杂志*, 2022, 43(7): 2-8.
- 郑舒媛, 彭建明, 王蓓, 等. 三甲医院无纸化病案实施中单机设备问题的解决和探索 [J]. *中国数字医学*, 2023, 18(11): 56-59.
- 朱静, 赵艳. 大语言模型与知识图谱在体检报告解读中的应用 [J]. *中国卫生信息管理杂志*, 2025, 22(1): 32-88.
- 马傲, 马晴, 葛小玲. 住院病案首页全流程数据质量控制实践 [J]. *中国卫生信息管理杂志*, 2025, 22(1): 82-88.
- 侯鹏, 肖永平. 病案复印全流程管理系统的设计与应用 [J]. *中国数字医学*, 2024, 19(7): 36-40.
- 刘子煜, 王巍. 患者电子签名系统的构建与应用 [J]. *中国数字医学*, 2023, 18(9): 39-43.
- 郑琰莉, 韩福海, 李舒玉, 等. 人工智能大模型在医疗领域的应用现状与前景展望 [J]. *医学信息学杂志*, 2024, 45(6): 24-29.
- 李晓琰, 刘宇炀, 罗妍, 等. 医疗大语言模型幻觉问题剖析及缓解机制研究 [J]. *中国卫生信息管理杂志*, 2025, 22(1): 8-13.

关于《医学信息学杂志》启用 “科技期刊学术不端文献检测系统”的启事

为了提高编辑部对于学术不端文献的辨别能力,端正学风,维护作者权益,《医学信息学杂志》已正式启用“科技期刊学术不端文献检测系统”,对来稿进行逐篇检查。该系统以《中国学术文献网络出版总库》为全文比对数据库,可检测抄袭与剽窃、伪造、篡改、不当署名、一稿多投等学术不端文献。如查出作者所投稿件存在上述学术不端行为,本刊将立即做退稿处理并予以警告。希望广大作者在论文撰写中保持严谨、谨慎、端正的态度,自觉抵制任何有损学术声誉的行为。

《医学信息学杂志》编辑部