

微服务下“互联网+”医患随访管理平台设计与实现^{*}

刘国源¹ 蒙 华¹ 石昌荆² 王昕云² 梁露颖²

(¹ 广西医科大学第一附属医院信息中心 南宁 530021)

² 广西医科大学第一附属医院互联网医院运营部 南宁 530021)

〔摘要〕 目的/意义 构建智能、高效、便捷的医院随访管理平台，助力在诊后跟踪治疗阶段发现潜在可治愈性复发疾病。方法/过程 利用移动互联网、人工智能等技术，分析医患随访管理模式现状及问题。结合微服务架构高可用、低耦合、强容错特性，采用“多层+微服务”架构模式，构建“互联网+”医患随访管理平台。结果/结论 该平台可实现患者随访计划管理、智能提醒、多渠道沟通等功能，重点解决了医疗数据隐私保护、系统高扩展性和信创支持等关键技术问题，显著提升了工作效率。

〔关键词〕 随访；微服务架构；平台构建；“互联网+”

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2025.05.013

Design and Implementation of the “Internet +” Doctor – Patient Follow – up Management Platform under Microservices

LIU Guoyuan¹, MENG Hua¹, SHI Changjing², WANG Xinyun², LIANG Luying²

¹ Information Technology Center, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530021, China; ² Internet Hospital Operations Department, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530021, China

〔Abstract〕 **Purpose/Significance** To build an intelligent, efficient and convenient hospital follow – up management platform, so as to help identify potential curable recurrent diseases during the post – diagnosis follow – up treatment stage. **Method/Process** By using technologies such as mobile internet and artificial intelligence (AI), the current situation and problems of the doctor – patient follow – up management mode have been analyzed. Combining the characteristics of high availability, low coupling and strong fault tolerance of the microservice architecture, the “multi – layer + microservice” architecture mode is adopted to construct the “internet +” doctor – patient follow – up management platform. **Result/Conclusion** This platform can realize functions such as patient follow – up plan management, intelligent reminders, and multi – channel communication. It focuses on solving key technical issues such as medical data privacy protection, high scalability of the system, and support for information technology application innovation, significantly improving work efficiency.

〔Keywords〕 follow – up; microservice architecture; platform construction; “internet +”

〔修回日期〕 2025 – 04 – 22

〔作者简介〕 刘国源，高级工程师，发表论文 4 篇；通信作者：蒙华。

〔基金项目〕 广西壮族自治区卫生健康委员会自筹经费科研课题（项目编号：Z – A20230496）。

1 引言

随访是指患者经过治疗出院后，医护人员为掌握患者的康复情况或病情变化，通过电话随访、门诊随访和系统随访等方式开展的临床跟踪、访问活动。通过随访，可将医疗服务由院内拓展到院外，以进一步总结医疗经验，改进服务方式，提高患者生活质量和满意度，促进医院医疗服务水平不断改善。近年来，我国出台相关政策文件推动医疗机构随访工作的规范化发展^[1]。国内部分医院已建立随访系统^[2-3]，提出设计与应用方案^[4-9]。合理随访能在早期无症状阶段发现潜在可治愈性复发疾病，对协助医生在特定疾病领域制定进一步诊疗措施意义重大^[10]。目前医院患者随访研究多聚焦各专科病种患者的随访数据统计、分析和管理，但从医院层面整体把控随访流程及业务范围延伸的研究相对较少^[11-12]。“互联网+医患随访”作为互联网与医疗深度融合的新模式^[13-14]，参与主体多、涉及领域广、隐私安全要求高。目前该模式仍存在诸多问题，如缺乏统一随访机制、随访实效性低等。失访患者可能出现依从性降低、治疗积极性不高甚至中断、再次住院率增高等问题^[15]。患者对优质、高效、智能的随访平台需求迫切。构建“互联网+”医患随访管理平台应综合考量，兼顾便捷、有效、

安全、可快速移植等特性。本研究运用移动互联网、物联网及人工智能技术，在“互联网+医疗健康”模式下，设计基于微服务架构的“互联网+”医患随访管理平台，并基于该平台提供科研随访、出院康复、关怀性随访、健康宣教以及专科病种、慢病管理等不同应用场景的随访解决方案。医患诊后随访系统的微服务实践，可为后续与其他业务系统有效对接提供借鉴。

2 整体设计

平台总体目标是结合优质医疗知识图谱、智慧交互等技术，为慢性病、长期治疗疾病和住院手术患者等特殊或专病群体提供智能化健康管理工具。以微服务框架为核心实现业务系统高度复用，形成技术标准范式，提升医院信息化建设效率。

2.1 平台总体架构

参照领域模型设计思路，采用“多层+微服务”整体架构模式，见图1，继续使用互联网医院现有硬件资源并拓展其微服务体系架构^[16]。平台包含3大业务中心和5层系统架构，采用自动化运维部署方式 DevOps（一组促进开发和运维协作的过程、方法与系统的统称），有效满足开发和部署稳定性需求。

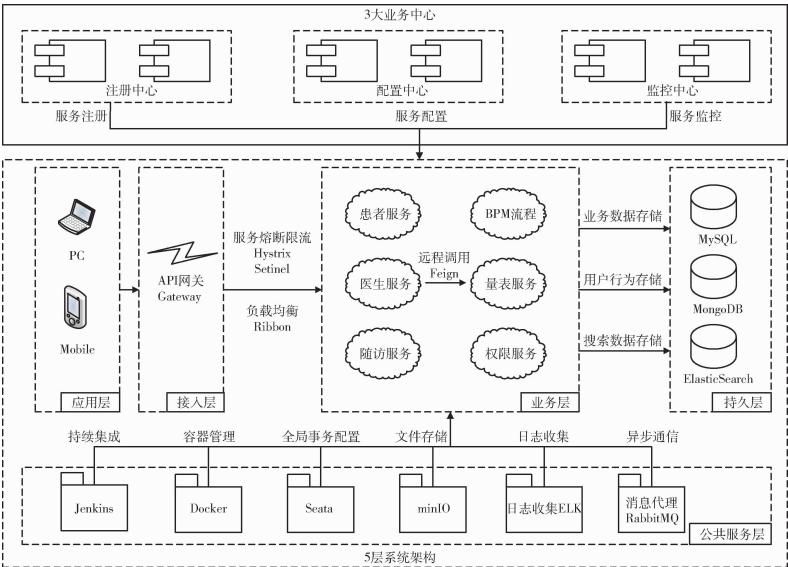


图1 基于微服务架构的“互联网+”医患随访管理平台总体架构

2.1.1 3 大业务中心 注册中心主要完成各类服务的注册与监管，通过 Nacos（一种支持服务注册发现与动态配置管理的开源平台）引擎，使微服务可被发现并相互通信^[16]。不同微服务对应独立业务体系，如完成一个随访流程，要调用患者服务、医生服务、量表服务和随访服务，这些服务通过注册中心联动，采用 Feign（一种常用微服务调用组件，用于简化微服务间通信）方式相互通信，操作更简便。配置中心管理全局应用的通用配置，修改后无须重启即可应用于各服务。主要通过设置随访任务调度时间、随访规则、危机值阈值等，使微服务读取统一配置，减少配置单独管理，避免重复计算和存储冗余。针对不同配置的实时性要求，配置中心提供冷、热配置方式。监控中心主要监控平台运行情况，如随访过程中发现体征检测超出正常范围或触发危机值告警，将通过监控中心收集日志，推送短信通知相关医生处理。

2.1.2 5 层系统架构 一是应用层，支持多种应用载体，包括移动端 App、PC 端和微信小程序。结合统一数据源，实现数据互联互通，减少用户重复登录和操作。采用 Taro 前端框架实现一次代码编译、多端代码运行，减少重复开发工作量。二是接入层，采用应用程序编程接口（application programming interface, API）网关接入方式，实现过滤器、鉴权器、限流控制、IP 黑白名单等逻辑控制，保证接口服务安全性。网关还支持负载服务，自动合理分配流量，实现负载均衡和超流熔断功能。三是业务层，遵循领域模型设计的分层原则，整合和封装业务模块，采用

高内聚低耦合的设计模式，将单体应用逻辑重构为微服务形式，满足更新和迭代需求。平台分为用户、方案管理、量表、流程等多个业务架构中心，对常用业务架构实现多节点部署，满足高频访问需求。四是公共服务层单独部署服务，如业务加密服务、用户身份转化服务、数据备份服务等，满足各业务服务中心调用需求。支持版本一体化迭代升级，减少版本冲突问题。五是持久层，抽离数据库脚本逻辑，兼容常见主流数据库，更换适配模块即可切换数据库逻辑，满足不同部署需求。同时特殊兼容信创数据库，支持业务系统整体信创改造。

2.1.3 自动化运维部署 通过容器编排平台 Kubernetes（一个开源容器编排平台，用于自动部署和管理容器化应用程序）对服务进行运维管理，借助 Jenkins（一种实现软件自动化构建及自动化测试的软件）进行版本发布管理，实现全流程可视化版本发布并一键上线^[17]。Kubernetes 将不同业务模块封装成 Docker（一种用于构建、发布及运行应用程序的开源平台）镜像，有效解决不同发布环境的版本兼容问题，快速实现服务编排，优化部署方式。Kubernetes 支持多节点分布式部署，降低个别机器故障对全局的影响，提升服务的可用性。

2.2 平台功能设计

平台以“互联网 + 医疗健康”为功能建设指引，以方案管理为中心，以量表配置与提醒为功能核心，打造以多端应用为特色的综合性医疗随访管理平台。功能设计，见图 2。

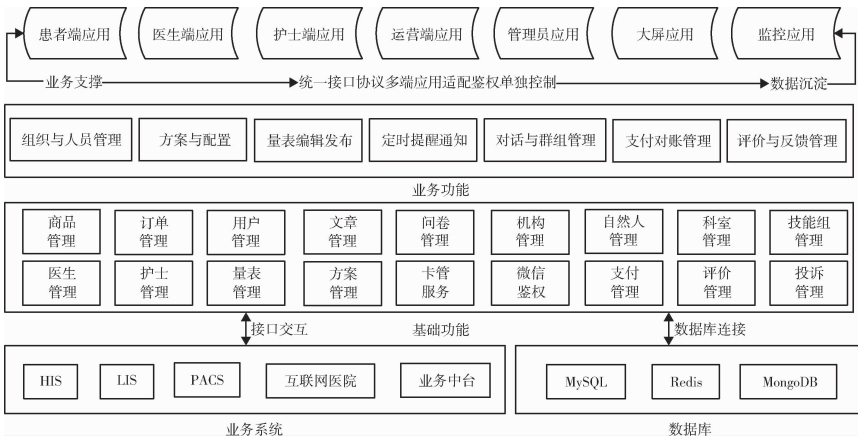


图 2 基于微服务架构的“互联网 + ”医患随访管理平台功能设计

业务功能中，组织与人员管理中心可灵活添加和修改科室架构和人员组成，以适应不同层次配置需求；方案与配置中心可为不同病种和科室定制专属随访路径，随访组可引用方案库中经过维护的方案进行患者随访跟踪；量表编辑发布中心支持通过拖拽等形式创建量表，并可进行编辑、删除、设计、发布、复制等操作；定时提醒通知中心多渠道、多维度为患者发送消息通知，确保患者及时完成随访；对话与群组管理中心可实现医患实时互动；支付对账管理中心实现患者线上支付及自动对账；评价与反馈管理中心可及时收集患者反馈意见，持续优化随访流程。

2.3 平台扩展与兼容

2.3.1 信创生态兼容方案 为契合医院新系统建设的信创化改造要求，在随访平台设计中，采用代码分层与逻辑抽象的方式，以满足对信创环境的兼容。数据层抽象实体逻辑以支撑不同类型数据库，可直接切换，无须更改上层逻辑。通过创建中间件代理抽象类，完成对不同中间件对接逻辑的封装。业务逻辑直接调用消息中间件封装好的抽象类接口，实现业务逻辑与中间件解耦。

2.3.2 多场景扩展复用 医院不同信息系统功能模型的需求具有相似性，如慢病管理系统、专病库管理系统等均需量表编辑模块。微服务架构采用代码分层及高度封装机制，在开发后续业务时，微服务可复用到新项目。

2.3.3 隐私保护技术实现 微服务架构有利于保护数据安全。不同微服务关联相关数据库表，权限隔离更简便，且可在微服务内部对数据专属加密，满足不同安全级别数据要求。同时，微服务使工程师更专注本业务逻辑开发，无须担心代码修改与其他模块深度耦合。

3 关键技术

3.1 软硬件基础

使用 Java 作为主体开发语言，配合 Spring Cloud 和 Spring Boot 框架，为随访系统提供微服务

架构解决方案。采用容器运维部署方式实现自动化部署，基于 MySQL 5.7 存储结构化数据。服务器配备：集群应用服务器 5 台、数据库服务器 3 台、缓存服务器 1 台、中间件服务器 3 台、外网服务器 1 台。服务器配置均为 16 核 32G，操作系统均为 CentOS 7.9。服务器间采用万兆带宽网络连接，通过外网服务器搭载的反向代理服务提供对外接口。

3.2 架构分层

平台采用的微服务架构模式，见图 3。通过拆解、划分服务形成通用化微服务子系统，注册中心集中化管理微服务子系统，保障其正常运作。平台采用 Nacos 实现微服务注册中心的可视化和可配置化。Druid（高效数据查询系统，解决大量基于时序数据的聚合查询）可动态分配数据库连接。

随访业务是多功能联动场景，多场景共用统一数据或业务，服务复用程度高，需用户中心统一维护和管理医生、护士、患者等主体数据。健康方案管理、量表维护、即时聊天工具等服务相对独立，对应不同业务场景。平台进行层次封装，形成服务接入层、业务处理层、数据模型层、数据持久层 4 层业务架构。业务接入层主要进行前端接口鉴权、字段整理、协议转换等操作；业务处理层主要进行业务深度逻辑处理及第三方接口调用，是主要业务逻辑的执行者；数据模型层对数据主体抽象化建模，维护数据业务关系；数据持久层对数据库操作业务进行转换，并将 Java 程序逻辑转换成 SQL 业务进行存储。系统分层可避免项目后期代码臃肿难以维护，分层后的代码可实现数据模型和业务逻辑有效解耦。

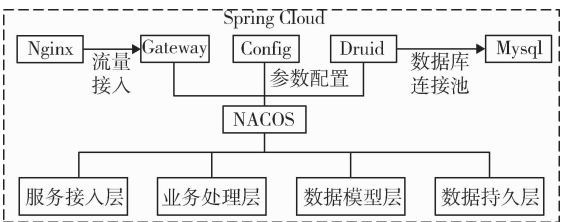


图 3 基于微服务架构的“互联网+”
医患随访管理平台微服务架构模式

3.3 技术特点

3.3.1 智能化筛选入组 患者分组管理是随访管理的难点之一。平台采用接口化方式，对接医院各类系统，如门急诊信息系统、互联网医院等，对照数据平台患者主数据，自动获取患者诊疗数据源，加工构建患者标签体系，与随访方案进行关联度匹配，筛选出关联度达到阈值的患者，并自动入组管理。智能筛选入组方式可有效区分不同健康方案目标患者群体，受众面广且匹配度高。

3.3.2 多端统一账户体系 平台可实现不同终端数据互联互通，解决用户在不同设备和应用场景（如 PC 端、App、微信小程序、H5 页面等）的数据共享问题。实现方式，见图 4。平台通过终端兼容性改造，实现多终端运行同一套代码，保证功能一致，避免重复开发和终端差异问题。通过自然人

体系主索引整合多平台业务数据，形成患者健康档案库，提供更全面的诊疗辅助功能。

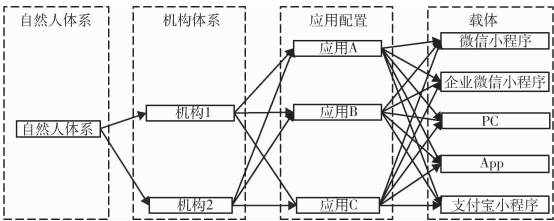


图 4 基于微服务架构的“互联网+”医患随访管理平台多端体系设计

3.3.3 低代码配置化框架 平台包含多种量表，通过代码方式改造会增加成本，且扩展性不足。通过引入低代码技术框架，结合前端组件化方式，实现自动化动态表单配置。管理员维护量表和方案，无须修改代码或发布新版本，即可实现动态配置更新。引入低代码技术可有效提升平台的适配性，降低改造成本，流程既相对固定又可灵活配置，实现方式，见图 5。

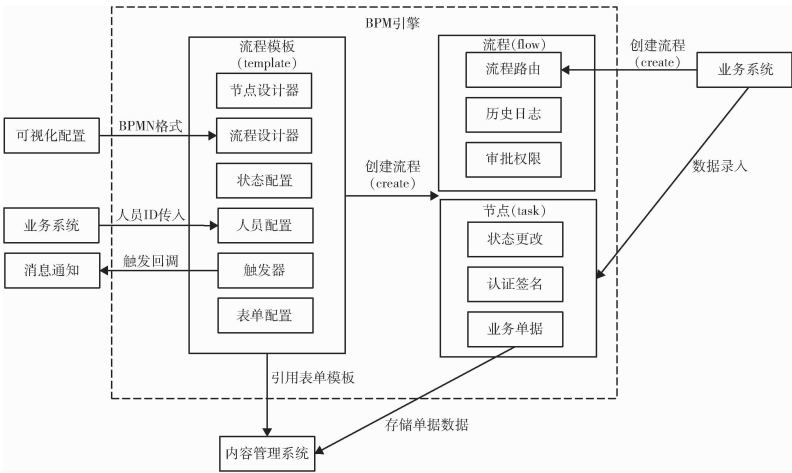


图 5 基于微服务架构的“互联网+”医患随访管理平台量表配置设计

4 实际应用成效

基于互联网医院现有硬件资源、微服务架构及患者诊疗资源，开发并拓展随访服务平台。平台具备规范、全面的鉴权访问控制体系，遵循微服务架构的最小分配原则，有效减少服务端资源消耗。平台微服务架构服务间低耦合，配备注册中心、服务容错处理机制等，解决了部署与运营管理体系中系

统容错性低、服务间通信成本高等问题。该平台上线前，院级统一随访平台仅针对出院患者进行关怀随访，2022 年随访量约 73 732 人次，无院级统一专科随访平台，通常为患者出院后平均 3 ~ 7 天启动随访，单次随访约需 18 分钟。2023 年 6 月院级随访平台启用，截至 2025 年 1 月，全院各病区已接入该平台并建立出院专病随访模块，累计随访专科患者 123 339 人次，患者出院后 24 小时内自动触发随访流程，漏访率降低 85%；依托结构化表单及智能

语音录入, 平均时长缩短至约 9 分钟。通过互联网医院平台推送量表 165 278 次, 涵盖 66 个病种, 随访满意度达 95.12%。平台显著提高了工作效率和规范化程度, 受到临床科室和患者的广泛关注。平台采用容器化部署, 微服务节点支持动态增减。如某节点出现问题, 可自动完成横向漂移。此外, 平台复用原有网络路由, 无须额外增加网络部署成本。

5 结语

依托广西医科大学第一附属医院优质医患资源和医疗体系建设的“互联网+”医患随访管理平台, 是医院线上线下一体化、全方位健康管理服务的落地典范。一方面, 平台助力医院实现高效的患者随访, 提高患者获取优质医疗资源的可及性; 另一方面, 平台能有效管理和监测各类疾病, 推进医院对患者疾病的闭环、精细化管理, 重塑医疗服务流程, 切实保障医院与患者利益。目前, 平台数据应用于医院科研的范围和深度不足; 在提升平台一体化内涵建设、跨医疗资源安全共享与服务协同、标准体系建设等关键技术方面, 尚待进一步探索^[18-19]。下一步, 平台将对接临床药学模块, 实现药师对专病患者的药学随访, 以加强临床药师对出院患者院外用药的管理与监护, 提升药学服务质量与创新能力。未来, 平台产生的随访资源将应用于科学研究, 助力医院高质量发展。

作者贡献: 刘国源负责技术架构设计、论文撰写; 蒙华负责研究设计、论文审核; 石昌荆负责研究设计; 王昕云负责文献调研; 梁露颖负责论文审核。

利益声明: 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- 1 国家卫生健康委员会. 关于印发《三级医院评审标准(2022 年版)》及其实施细则的通知 [EB/OL]. [2024-07-03]. <https://app.www.gov.cn/govdata/gov/202212/19/495412/article.html>.
- 2 朱梦婷, 李少品, 仰宗尧. 基于医院数据中心的肿瘤患者随访平台设计与应用 [J]. 现代医药卫生, 2024, 40 (11): 1968-1970.
- 3 陈凌宇, 卢燕妮, 覃金莲. 医院肿瘤患者随访信息系统

的设计与实现 [J]. 信息与电脑: 理论版, 2022, 34 (11): 69-71.

- 4 曾霞, 牟书娟, 刘娟. 综合医院“互联网+”随访信息系统的设计与实现 [J]. 中国医疗设备, 2020, 35 (8): 89-92.
- 5 刘亚宁. 面向医疗的随访系统的设计与实现 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2020.
- 6 叶晨, 金文忠. 基于临床科研一体化随访系统的设计与应用 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2021, 18 (3): 387-391.
- 7 陈洞天, 任宇飞. 基于 SPA 技术的网络随访系统的设计与实现 [J]. 中华医学图书情报杂志, 2019, 28 (7): 45-51.
- 8 叶建明, 许燊晖, 王继伟, 等. 基于与“军字一号”深度融合的云医疗与云随访系统研发 [J]. 中国数字医学, 2020, 15 (4): 62-64, 83.
- 9 邢鲁民, 李昕, 徐民. 慢性病随访系统在社区医疗体系中的应用研究 [J]. 中国医学装备, 2021, 18 (3): 129-133.
- 10 CHA E Y, CHU N H. Barriers and challenges to cervical cancer screening, follow-up, and prevention measures among Korean immigrant women in Hawaii [J]. Asia-pacific journal of oncology nursing, 2021, 8 (2): 132-138.
- 11 温俊, 潘玉霞, 王亚青, 等. 区域慢性病智能健康管理平台设计与实现 [J]. 医学信息学杂志, 2024, 45 (3): 70-76.
- 12 刘超. 医疗随访系统的设计与实现 [D]. 荆州: 长江大学, 2023.
- 13 魏明月, 王淑, 王淼, 等. 基于“互联网+”的跨区域医疗信息共享与服务协同平台设计 [J]. 中国卫生资源, 2021, 24 (5): 547-550.
- 14 薛洪范, 杨玥婕, 刘亭亭, 等. 互联网医院亟需“更进一步” [J]. 中国医院院长, 2024, 20 (7): 76-78.
- 15 张玲玲, 梁黎明, 孙华君, 等. 健康管理随访服务对高血压患者服药依从性影响 [J]. 中国公共卫生, 2021, 37 (2): 354-357.
- 16 蒙华, 刘国源, 石昌荆, 等. 微服务下某互联网医院鉴权体系的设计和实现 [J]. 中国数字医学, 2025, 20 (2): 102-108.
- 17 杨喆. 互联网医院系统的自动化运维技术关键技术研究 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2021.
- 18 王晓雨, 俞博, 姜皓, 等. 大型区域智能随访管理系统的探索与实践 [J]. 中国数字医学, 2023, 18 (9): 29-33.
- 19 李艾, 杜元太, 缪刚, 等. 基于智能引擎的甲状腺癌术后随访系统构建与实践 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2022, 19 (2): 272-275.