

基于微服务 + 业务中台的医院医保支付系统研究*

孙雷¹ 闫春秒¹ 罗葳² 马玉环² 周伟² 张胜发²

(¹ 邯郸市中心医院 邯郸 056000 ² 中国医学科学院国家人口健康科学数据中心 北京 100730)

[摘要] **目的/意义** 实现医保支付服务一体化管理, 满足患者多样化医保支付需求, 提高支付效率。**方法/过程** 借助微服务 + 业务中台架构, 创建统一医保支付平台, 整合医保数据, 重新规划医院医保支付流程。采用虚拟化服务器部署方式, 通过标准接口与国家医保信息平台及院内业务系统对接。采取数据加密、访问控制和身份认证等措施保护数据安全。**结果/结论** 基于微服务 + 业务中台的医保支付系统实现了医保支付业务的整合与共享, 可以提高医院医保支付比例, 减少支付等待时间, 优化就医体验。

[关键词] 业务中台; 微服务; 医保系统; 医院信息系统

[中图分类号] R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2025.01.014

Study on Hospital Medical Insurance Payment System Based on Micro-service Business Platform

SUN Lei¹, YAN Chunmiao¹, LUO Wei², MA Yuhuan², ZHOU Wei², ZHANG Shengfa²

¹Handan Center Hospital, Handan 056000, China; ²National Population Health Data Center, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

[Abstract] **Purpose/Significance** To realize the integrated management of medical insurance payment services, to meet the diversified medical insurance payment needs of patients, and to improve payment efficiency. **Method/Process** With the help of micro-service business platform architecture, a unified medical insurance payment platform is built, medical insurance data are integrated, and the hospital medical insurance payment process is replanned. A virtualization server deployment method is adopted. Through the standard application programming interfaces, it can connect with the national medical insurance information platform and hospital business system. Data encryption, access control and identity authentication are adopted to protect data security. **Result/Conclusion** The medical insurance payment system based on micro-service business platform has achieved integration and sharing of medical insurance payment services, which can improve the proportion of hospital medical insurance payments, reduce payment waiting time, and optimize the medical experience.

[Keywords] business platform; micro-service; medical insurance system; hospital information system (HIS)

[修回日期] 2024-11-13

[作者简介] 孙雷, 高级工程师, 发表论文 3 篇; 通信作者: 张胜发, 博士, 副研究员。

[基金项目] 国家重点研发计划 (项目编号: 2023YFC2508801); 河北省卫生健康委医学科学研究课题计划项目 (项目编号: 20231948); 河北省医疗保障研究课题 (项目编号: JYB240422)。

1 引言

近年来,我国致力于构建全民覆盖、多层次的医疗保障体系^[1]。医院医保支付系统的便捷性、高效性和安全性直接影响医疗服务的质量和效率^[2]。医保业务系统发展迅速,已逐渐采用云计算、大数据等新兴技术,但仍存在医保支付过程不科学、支付方式单一、自助支付和线上支付方式不完善等问题,亟须通过医保服务优化和平台技术创新实现转型升级^[3]。本研究提出基于微服务+业务中台架构的医院医保支付系统,对医保支付流程进行全面规划和改造,统一医保支付平台,实现医院医保支付应用程序编程接口(application programming interface, API)集成,构建线上线下一体化的医保支付系统。该系统还能提供多样化的支付渠道,如自助机医保支付、移动医保支付、诊间医保支付等,以满足患者个性化、便捷化的支付需求,改善就医体验^[4]。

2 相关研究情况

“互联网+”医疗市场的快速发展推动了医保支付的进步。有学者^[5-9]在医保支付服务系统设计与优化方面进行探索研究与创新实践,提出规范过程管理、完善相关立法等措施,并采用了大数据、智慧医保等新技术;也有学者^[10-12]阐述移动医保支付系统的架构与流程接口设计,对比不同移动医保结算方式的优缺点等;此外还有研究^[13-16]聚焦于自助医保结算、电子医保凭证、微信公众号移动医保支付等方面。然而传统的集中式医保支付系统已难以满足医保支付服务需求,基于微服务架构+业务中台的新型医保支付系统,已成为可行且高效的解决方案。

微服务架构概念于 2014 年首次被提出,即使用微小服务进行开发并组合为单个微应用,不同的小服务各自运行在独立的进程中,并通过轻量级通信机制进行交互^[17]。业务中台概念于 2015 年首次被提出,指通过构建统一的中间层服务,实现业务

逻辑和技术能力的共享^[18]。微服务+业务中台架构是一种将业务逻辑和技术能力模块化的方法,利用业务中台架构将分散的微服务组件集中管理,并提供给前台应用,从而构建统一的中间层服务^[19-20]。

在医保支付系统中,业务中台可以整合医院内部的各种资源和服务,为微服务架构提供数据支持,优化业务逻辑。有研究^[20-22]在微服务架构、业务中台等方面开展探索,不仅推动了医院信息系统的技术进步,也为医院管理提供了新的视角和方法。然而,目前尚未见基于微服务+业务中台架构与技术开展医保支付系统设计的研究报道。

3 基于微服务+业务中台的医保支付系统设计

3.1 系统整体设计

以微服务为基础,业务中台为平台,构建全面整合的医院医保支付系统。该系统统一了收费窗口医保支付、自助系统医保支付、诊间医保支付和线上医保支付等多种支付渠道,实现了医保支付业务数据的整合和互联互通。

3.2 系统建设目标

一是服务集成与流程优化。将传统的分散医保服务转变为统一的服务平台,通过业务中台整合收费窗口、自助机、线上渠道以及诊间支付等多种支付方式,实现服务无缝对接和流程高效管理。二是提升患者体验。利用业务中台技术,简化患者支付流程,减少排队等候时间,提供线上线下一体化的支付体验。三是数据管理与安全。统一管理和整合医保支付数据,确保数据的完整性、准确性和一致性,强化数据安全措施,防止数据泄漏和滥用。四是系统灵活性与可扩展性。采用微服务架构,使系统能够快速适应医保政策的变化和患者需求的增长。

3.3 系统应用模块及流程设计

基于业务中台的医保支付系统,将医保支付场景改造为 4 种:窗口医保、自助机医保、诊间医保、移动医保。

3.3.1 窗口医保 患者持有效证件至窗口进行医保支付。在此过程中，收费系统提取患者个人信息和收费信息，并通过 API 传输至业务中台，业务中台通过 Nginx 服务器及医保专网，将相关数据传输给医保信息平台，医保信息平台将预结算结果经专网及 Nginx 反馈给窗口，窗口在确认后完成最终的医保结算。

3.3.2 自助机医保 患者使用电子医保凭证或就诊个人信息，从医保信息平台接口调取医保信息。基于业务中台的微服务理念，自助机读取患者身份信息，并通过业务中台的 API 与院内业务系统及医保信息平台进行实时数据交互。此过程会多次核实人员信息，以确保结算信息的准确性。

3.3.3 诊间医保 患者完成就诊后，个人就诊信息即被传输至医保信息平台，可在医生站办理结算业务。该支付方式实现后，患者不必在诊间往返于收费窗口，大大节省时间成本；医生也可快速完成诊疗过程，提高诊疗效率。

3.3.4 移动医保 区别于上述 3 种医保支付方式，移动医保支付将患者个人信息发布到互联网进行数据交互。该形式不依赖于医院与医保系统之间搭建的网络，而是采用运营商与医保信息平台之间的数据交互接口。患者在接收到支付信息后，将支付数据和个人信息交付给运营商，运营商再将数据传递给医保信息平台进行交互，完成医保支付。

3.4 系统应用架构

本研究基于微服务和业务中台理念，构建一个高效、灵活且安全的医保支付系统。其核心在于利用微服务的高内聚、低耦合特性以及业务中台的集成能力，将医保数据的创造者和使用者进行关联，并与医院的信息化系统深度融合，实现了医保支付服务的统一调度。在整个医保支付过程中，医保信息平台对数据全程监管，以确保数据的安全性和支付信息的完整性。基于微服务 + 业务中台的医保支付系统应用架构，见图 1。医院信息系统 (hospital information system, HIS)、实验室信息系统 (laboratory information system, LIS)、影像存储与传输系统 (picture archiving and communication system,

PACS)、电子病历 (electronic medical record, EMR) 系统、放射科信息系统 (radiology information system, RIS) 等业务系统的相关费用数据，通过业务中台与聚合支付服务实现数据交互。当医保支付作为独立的微服务接到来自医保应用的支付请求后，会调取待支付数据，并借助聚合支付服务完成支付流程。其中，窗口医保、自助机医保、诊间医保的待支付订单数据交互均在内部网络中进行，并通过医保专线与医保信息平台通信；移动医保则将待支付数据上传至公网，通过移动支付的运营商与医保信息平台接口完成数据交互。业务中台的微服务受到服务注册、服务监控、服务熔断等一系列服务管理机制的监管，保障其安全性和可用性。

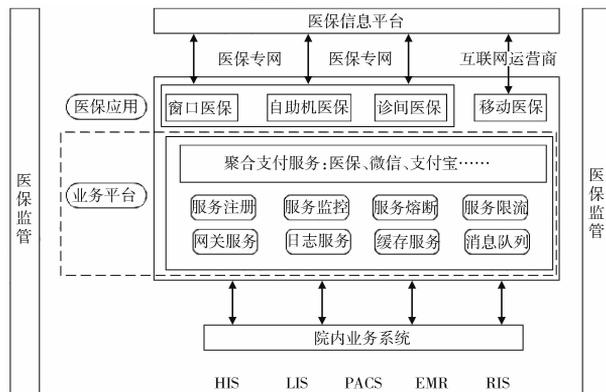


图 1 基于微服务 + 业务中台的医保支付系统应用架构

4 系统部署

4.1 应用服务器和数据库部署

采用虚拟化方式进行部署，划分为中台虚拟化服务器、前台应用虚拟化服务器、数据库虚拟化服务器。其中，中台服务器包括两个，一是 API 网关 + 中台服务器，二是支付插件转发服务器，前者部署微服务中台基础应用服务，后者则主要部署统一支付服务。前台应用服务器主要部署与用户相关的服务，如自助机应用、线上应用、窗口应用等。数据库服务器则主要部署相关数据库，采用 Oracle 数据库作为主要的管理系统。虚拟化部署的优势在于能够在物理服务器上创建多个虚拟服务器，每个服务器单独运行，节省硬件和运维成本，也能满足医

疗机构根据业务需求快速调整资源分配的需求，提供安全的数据存储策略，通过集群、备份和容灾等方式保护数据的安全性。

4.2 接口的标准化改造

采用 API 形式改造接口，定义应用程序或系统间进行数据交互的规范，使用标准的 HTTP 协议获取数据。由于要与多个院内系统交互，定义明确的接口规范与数据格式，包括接口功能、输入参数、输出参数、数据格式以及错误返回参数等，并制定了详尽的接口文档供接入方参考。对于请求参数和响应参数的数据传输，基于 JSON 格式进行规范化处理，统一采用 UTF-8 字符编码。数据通信采用 gRPC，信息编码遵循 ProtoBuf 协议。移动医保支付接口改造涉及公网数据传递，依赖微信、支付宝等第三方接口。在改造过程中，院内部分依然遵循 API 规范；在接收到移动医保支付响应参数后，开始公网部分的数据交互。业务中台会通过院外 API 节点和前置机访问第三方接口，对数据进行规范化处理，并调取其接口地址，将数据推送给第三方应用，确保支付准确完成。

该系统与国家医保信息平台直接对接，数据交互完全遵循接口规范。接口规范分为线上医保接口规范和线下医保接口规范。线下接口在业务中台接收到医保支付请求后，数据经过前置机和专线，调用医保信息平台 API 进行交互。在预结算完成并核实信息后，即可完成医保支付。线上接口通过第三方接口授权，并访问医保信息平台的线上 API 进行预结算等医保支付操作。第三方授权是为了使手机应用（如微信、支付宝等）获取个人医保信息权限，只有完成授权，才可以调用医保接口。对于异地就医患者，若医保所在地已接入国家医保信息平台，即可顺利完成支付。

4.3 网络架构部署

基于微服务 + 业务中台的医保支付系统网络架构分为公网区、隔离区（demilitarized zone, DMZ）和内网区。在不同网络区域之间需开通相应的访问端口。公网区负责与第三方服务进行数据交互，DMZ 区作为内外网交互的缓冲区，内网区则包含医院内部的核心系统和数据，见图 2。

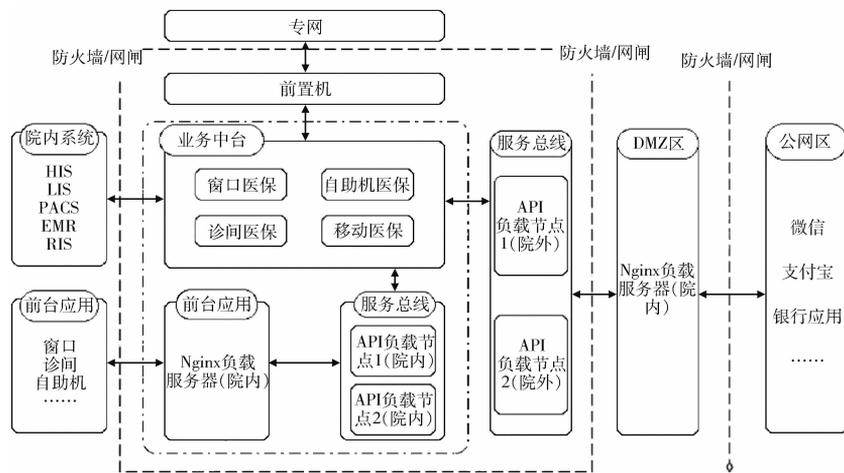


图 2 基于微服务 + 业务中台的医保支付系统网络架构

4.3.1 公网区 允许用户在不直接接触内网的情况下，安全地进行医保支付和查询操作。微信、支付宝等移动应用通过公网访问内部数据时，采取严格的安全措施，包括防火墙、网闸等，防止未经授权的访问和数据泄漏。

4.3.2 DMZ 区 DMZ 区部署 Nginx 负载均衡服务器，负责处理来自公网的请求，并根据预设的负载均衡算法将请求分发到内网中的不同服务器上。同时，开通多个集群监听端口以提高处理效率。Nginx 通过代理与院内 API 网关服务器进行数据交互，实

现负载的合理配置。此外, Nginx 采用异步非阻塞的 I/O 模型, 能够极大地提高并发处理能力, 支持一万个以上的连接数。

4.3.3 内网区 内网区包含医院的核心系统和敏感数据, 如 HIS、PACS、EMR 等, 与公网采用物理隔离的方式以确保安全。业务中台通过 API 与各院内系统进行数据交互, 获取详细的个人信息以及待支付订单。前台应用将获取的医保请求通过院内负载服务器反馈到业务中台, 并最终与国家医保信息平台进行数据交互。公网应用通过 API 院外负载访问业务中台, 并将返回的数据加密后与医保信息平台进行交互。在网络架构中, 部署院内 API 网关和院外 API 网关两部分服务总线, 以防止公网区向内网区发送超量的非法请求, 避免网络阻塞。

4.4 数据安全策略部署

医保支付系统与院内数据、公网数据都需要交互, 因此数据安全尤为重要。实施全面的数据安全策略, 包括数据加密、访问控制和身份认证等措施, 保障数据在传输、处理和存储过程中的安全性。数据加密方面, 采用先进的加密技术, 确保数据在传输过程中不被截获或篡改。访问控制方面, 部署限制策略, 只有得到授权的用户才能访问敏感数据。身份认证机制则用于验证用户身份的真实性, 防止身份冒用和非法访问。

5 应用成效

5.1 微服务架构提高系统灵活性

采用微服务架构后, 医院医保支付系统将不同业务功能分解成独立的服务单元, 每个服务单元负责特定的业务逻辑, 提高了系统的灵活性和可维护性, 能够快速响应医保政策的变化和患者需求的演进。例如, 自助机医保支付可以根据患者需求灵活修改, 快速增加或修改相关模块。

5.2 业务中台提升了数据对接和业务协同能力

业务中台作为医院信息系统的核心, 提供统一的服务接入点和数据处理平台。医保支付系统与多

个应用进行数据交互, 如自助机应用和窗口应用。采用微服务+业务中台的医保支付系统, 可以提供统一的接口规范, 保证系统入口和数据平台的唯一性。业务中台的集成能力使医院能够轻松地将医保支付系统与 HIS、LIS、PACS 等医疗信息系统进行集成, 实现数据的无缝对接和业务的协同运作。

5.3 提升支付效率, 优化患者就医体验

通过微服务架构和 API 网关优化支付流程, 丰富支付渠道。患者可以通过自助机、移动设备、诊间等多种方式进行医保支付, 减少了重复排队的时间, 大大提升了支付效率。统计 2022 年 1 月—2024 年 10 月门诊医保支付平均等待时间和门诊医保支付占总支付比例。门诊医保支付平均等待时间由 2023 年的 10.61 分钟下降到 2024 年的 9.75 分钟; 医保支付比例由 2023 年的 27.01% 上升到 2024 年的 33.59%, 支付效率明显提升。

6 面临的挑战 and 对策

6.1 技术整合的复杂性

医院现有的信息系统可能构建于不同的技术平台和架构之上, 将这些系统与基于业务中台的医保支付系统进行整合, 需克服技术差异和兼容性问题。本研究首先对业务中台涉及的系统进行梳理, 整理系统间接口, 随后对接口进行规范化和统一, 避免重复劳动。

6.2 系统稳定性与可靠性

作为医院运营的关键组成部分, 医保支付系统的稳定性和可靠性至关重要。微服务架构的分布式特性增加了对硬件设备的需求, 可能增加故障发生概率。本研究通过虚拟化服务器部署, 采用集群方式实现服务器虚拟化, 并对应用服务器和数据库服务器进行备份和容灾处理, 旨在提高响应速度, 确保业务连续性。

6.3 初期成本投入大

构建基于微服务与业务中台的医保支付系统要

承担较大的初期投资,包括硬件设备、软件开发、人员培训等。由于涉及整个业务流程的改造需求,平台应配备高性能的硬件设备以应对海量数据交互。因此需评估系统长期效益,以确保投资能够带来相应回报。医院还应考虑系统的运营和维护成本,以及未来可能因技术发展产生的升级和改造成本。

7 结语

基于微服务+业务中台的医保支付系统凭借其资源整合和共享能力,提高患者的支付效率;医保支付数据的统一,实现了对医疗机构医保支付数据的智能化管理,为医保管理提供了更加准确的数据支持,更好地服务于广大医保患者。该系统还拓展多种支付方式,优化患者就医体验,减少排队等待时间。然而,在基于微服务与业务中台的医院医保系统建设过程中,也面临着技术整合、数据安全、系统稳定性和成本投入等挑战。未来,医院应在确保数据安全的前提下,不断优化系统设计,提高稳定性和可靠性,合理评估与控制成本,确保系统的长期可持续发展。

作者贡献: 孙雷负责技术研究与应用、论文撰写;闫春秒、罗葳、马玉环负责资料整理、数据分析;周伟负责技术指导、论文修订;张胜发负责技术研究与应用、论文撰写。

利益声明: 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- 1 国务院办公厅关于印发“十四五”全民医疗保障规划的通知 [J]. 中华人民共和国国务院公报, 2021 (29): 53-66.
- 2 仇雨临. 医保与“三医”联动: 纽带、杠杆和调控阀 [J]. 探索, 2017 (5): 65-71.
- 3 徐鑫. 基于多院区统一支付平台的医院智慧财务管理体系的建设实践 [J]. 中国数字医学, 2024, 19 (8): 38-43.
- 4 董昊, 王辉. 医疗保障信息化基础设施建设解析 [J]. 中国医疗保险, 2021 (5): 21-24.

- 5 徐紫依. “互联网+”医疗背景下医保移动支付现状研究 [J]. 中国管理信息化, 2021, 24 (1): 125-127.
- 6 景玺, 秦靖沂. 大数据在医保管理中的应用与发展方向 [J]. 中国医疗保险, 2018 (7): 20-23.
- 7 何良泉, 聂良刚. 智慧医疗医保服务系统的研发应用——以“互联网+”智慧医疗医保服务支付系统为例 [J]. 网络安全技术与应用, 2020 (9): 117-119.
- 8 方卫青, 陈川, 王逸新, 等. 国家医保接口环境下门诊先诊疗后结算系统的改造及应用 [J]. 中国医疗设备, 2024, 39 (3): 86-91.
- 9 孙慧, 李玲. 现代信息技术在医院医保精细化管理中的应用 [J]. 数字技术与应用, 2024, 42 (5): 144-146.
- 10 周莉莉, 余洋. 基于门诊处方缴费的移动支付平台构建 [J]. 医学信息学杂志, 2023, 44 (8): 88-91, 96.
- 11 周常蓉, 朱海嘉. 大型医院移动支付平台的构建与应用 [J]. 医学与社会, 2016, 29 (10): 46-48.
- 12 陈建福. 我院门诊国家医保结算系统的设计与应用 [J]. 中国医疗设备, 2024, 39 (1): 92-96.
- 13 刘宝玉, 李耀斌. 门诊医保自助缴费的实践 [J]. 中国数字医学, 2019, 14 (10): 112-114.
- 14 石大义, 丁超东. 医保移动支付与服务平台的设计与应用 [J]. 现代医院, 2017, 17 (9): 1308-1311.
- 15 张柯, 段凯瑞, 宇应涛, 等. 互联网医院医保移动支付系统的设计与应用 [J]. 中国数字医学, 2021, 16 (11): 109-112.
- 16 公建伟. 医院医保电子凭证的设计与实现 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2024 (5): 41-44.
- 17 冯志勇, 徐砚伟, 薛霄, 等. 微服务技术发展的现状与展望 [J]. 计算机研究与发展, 2020, 57 (5): 1103-1122.
- 18 刘晓. 阿里巴巴: 数据技术驱动媒体深度融合转型 [J]. 国际品牌观察, 2021 (24): 44-49.
- 19 徐健. 基于微服务和中台技术架构的移动警务生态系统建设研究 [J]. 科技与创新, 2024 (7): 102-104.
- 20 孙雷, 闫春秒, 马玉环, 等. 基于分布式微服务业务中台的互联网医院架构研究 [J]. 医学信息学杂志, 2023, 44 (10): 74-80.
- 21 杨志玲, 陈长虹, 王超. 外联业务中台在医院医保惠民服务中的应用实践 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2022, 19 (4): 546-550.
- 22 王恺, 王巍. 医院外联业务中台的设计与应用 [J]. 中国数字医学, 2022, 17 (2): 34-37.