

# 新时期创新驱动视角下区块链技术在数字医疗领域的融合应用与价值创造

阚书慧<sup>1\*</sup>, 张晨姝<sup>2</sup>, 李朋成<sup>3</sup>

<sup>1</sup>黑龙江中医药大学附属第二医院肺病科, 黑龙江 哈尔滨

<sup>2</sup>黑龙江中医药大学附属第二医院哈南分院针灸科, 黑龙江 哈尔滨

<sup>3</sup>黑龙江省第三医院神经外科, 黑龙江 黑河

收稿日期: 2026年2月12日; 录用日期: 2026年3月5日; 发布日期: 2026年3月12日

## 摘要

新时期创新驱动战略为数字医疗革新提供核心动力, 区块链技术凭借去中心化、不可篡改等特性, 成为破解数字医疗数据安全、信息共享等难题的关键支撑。本文立足创新驱动视角, 深度剖析该视角对区块链技术架构选型与数字医疗业务流程重构的核心牵引机制, 梳理区块链技术核心特征与数字医疗发展诉求, 结合医疗大数据特殊性, 提出适配性技术方案; 系统剖析电子健康档案管理、医疗数据共享等领域的融合应用场景, 纳入国内最新落地案例与实证数据; 探究其在提升医疗效率、保障数据安全等方面的价值创造路径, 结合Web3.0、隐私计算、AI融合等前沿方向更新研究视野; 分析当前融合面临的技术瓶颈、政策不完善等具体挑战, 针对性提出可操作的优化策略, 为推动两者深度融合及医疗健康产业高质量发展提供更具实践价值的参考。

## 关键词

创新驱动, 区块链技术, 数字医疗, 融合应用, 价值创造, 隐私计算, 医疗

# The Integrated Application and Value Creation of Blockchain Technology in the Digital Healthcare Field from the Perspective of Innovation-Driven in the New Era

Shuhui Kan<sup>1\*</sup>, Chenshu Zhang<sup>2</sup>, Pengcheng Li<sup>3</sup>

\*通讯作者。

文章引用: 阚书慧, 张晨姝, 李朋成. 新时期创新驱动视角下区块链技术在数字医疗领域的融合应用与价值创造[J]. 服务科学和管理, 2026, 15(2): 404-410. DOI: 10.12677/ssem.2026.152043

<sup>1</sup>Department of Pulmonary Disease, Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

<sup>2</sup>Department of Acupuncture, Hanan Branch of the Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

<sup>3</sup>Neurosurgery Department of the Third Hospital of Heilongjiang Province, Heihe Heilongjiang

Received: February 12, 2026; accepted: March 5, 2026; published: March 12, 2026

## Abstract

The innovation-driven strategy in the new era provides core impetus for the revolution of digital healthcare. With its characteristics such as decentralization and immutability, blockchain technology has become a key support for solving challenges like digital healthcare data security and information sharing. From the perspective of innovation-driven, this paper deeply analyzes the core traction mechanism of this perspective on the selection of blockchain technology architecture and the reconstruction of digital healthcare business processes. It sorts out the core features of blockchain technology and the development demands of digital healthcare, and proposes an adaptive technical solution by considering the particularity of medical big data. The paper systematically dissects integrated application scenarios in areas such as electronic health record management and medical data sharing, incorporating the latest domestic implementation cases and empirical data. It explores the value creation pathways of blockchain technology in enhancing healthcare efficiency and ensuring data security, updating the research perspective by integrating cutting-edge directions such as Web3.0, privacy computing, and AI integration. Furthermore, it analyzes specific challenges faced by the current integration, such as technological bottlenecks and inadequate policies, and proposes actionable optimization strategies to provide more practical references for promoting the deep integration of the two and the high-quality development of the healthcare industry.

## Keywords

Innovation-Driven, Blockchain Technology, Digital Healthcare, Integrated Application, Value Creation, Privacy Computing, Healthcare

Copyright © 2026 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

### 1.1. 研究背景

新时期，我国将创新驱动发展战略置于核心位置，以科技创新引领产业升级。医疗健康产业加速数字化、智能化转型，数字医疗成为提升服务质量、优化资源配置的重要方向，其核心在于医疗数据的高效流通与安全应用。但当前数字医疗存在诸多痛点：医疗数据分散形成“信息孤岛”，阻碍协同诊疗；医疗数据含敏感信息，泄露与滥用风险高，信任体系难构建；药品供应链监管薄弱，假药劣药问题威胁用药安全；医疗支付与保险理赔流程繁琐、效率低且存在欺诈风险[1][2]。

区块链技术作为分布式账本技术，其去中心化、不可篡改等核心特性可有效解决数据共享信任问题，保障数据安全隐私。该技术在多领域应用深化，医疗健康领域探索逐步展开[3][4]。随着数字经济与健康

中国战略的深度融合，医疗数据作为核心生产要素的价值日益凸显，但数据孤岛、隐私泄露、信任缺失等行业痛点始终制约着数字医疗的高质量发展。区块链技术凭借分布式账本、不可篡改、智能合约等核心特性，为医疗数据治理提供了全新解决方案。新时期下，Web3.0、隐私计算与AI技术的快速迭代，推动区块链与数字医疗的融合进入深度创新阶段。

## 1.2. 研究现状与评述

国内外学者围绕两者融合应用开展大量研究。国外聚焦电子健康档案共享、药品追溯等场景，提出相关模型与体系；国内侧重技术应用场景与融合路径，分析应用潜力并提出实现方案[5]。本文以创新驱动战略为指导，围绕两者融合应用核心，遵循“理论基础 - 技术适配 - 应用场景(含实证) - 价值创造 - 挑战与策略”思路展开。先梳理区块链核心特性与数字医疗发展诉求，明确创新驱动视角下两者融合的内在逻辑，提出针对医疗大数据的技术适配方案；再剖析关键融合应用场景，结合国内最新案例与实证数据说明实现路径；进而从多维度探究价值创造机制，融入Web3.0、隐私计算与AI融合的前沿价值；最后聚焦医疗区块链特定痛点，提出可操作的优化策略。

## 2. 核心概念与理论基础

### 2.1. 区块链技术的核心特性与技术架构

区块链技术基于密码学、分布式系统等技术，核心特性包括：去中心化，无中心管理节点，数据由多节点共同维护，避免中心节点风险；不可篡改，数据记录后生成哈希值，修改需全网多数节点认可，保证数据真实完整；透明可追溯，交易记录公开，含时间戳，可追溯全生命周期；智能合约，预设条件满足时自动执行操作，无需第三方干预，提升交易效率与可靠性[6]。

区块链架构分为五层：数据层负责数据存储与加密，含区块结构、哈希函数等技术；网络层采用P2P技术实现节点通信与数据传输，保障去中心化与稳定性；共识层为核心，通过PoW、PoS等共识机制协调节点达成共识；激励层通过代币发放等激励节点维护账本；应用层涵盖各类去中心化应用与行业解决方案[7]。

针对医疗大数据的特殊性，结合创新驱动“技术定制化”需求，提出以下适配方案：

**存储架构优化：**采用“链上索引 + 链下存储”混合架构，将医疗数据的核心元数据(如数据标识、生成时间、访问权限)存储于区块链，保障可追溯性与安全性；将影像、基因等大容量原始数据存储于分布式云存储系统，通过区块链哈希值与链下存储地址关联，既解决区块链存储容量有限的问题，又确保数据未被篡改。同时，针对高频访问的诊疗数据，设计分层缓存机制，提升访问响应速度。

**隐私保护技术融合：**结合零知识证明(ZKP)与多方安全计算(MPC)技术，解决医疗数据隐私与共享的核心矛盾。零知识证明可实现“数据可用不可见”，例如在跨机构协同诊疗中，医疗机构可在不泄露患者具体隐私信息的前提下，验证数据的有效性与完整性；多方安全计算支持多参与方在不共享原始数据的情况下联合分析数据，适用于医疗科研数据协作分析场景，既保障隐私安全，又挖掘数据价值。

**共识机制适配：**摒弃传统PoW机制高能耗、低效率的弊端，针对医疗场景高并发、低延迟的需求，采用改进型PoS共识机制(如基于节点信用评级的PoS)，结合医疗机构的资质认证结果分配共识权重，既提升交易处理速度(目标支持每秒1000+笔医疗数据交易)，又保障共识过程的可信度。

### 2.2. 数字医疗的内涵与发展诉求

数字医疗是以信息技术为核心，融合多学科技术革新传统医疗的新型形态，涵盖电子健康档案、远程医疗等领域，核心目标是提升医疗效率与质量、优化资源配置、降低成本，提供便捷个性化服务。

新时期数字医疗核心诉求：一是数据共享，破解“信息孤岛”，实现跨机构跨区域互联互通，支撑协同诊疗；二是安全保障，构建可靠体系保护患者敏感信息，筑牢发展前提；三是信任构建，建立透明可追溯机制，缓解多方信息不对称；四是效率提升，通过技术创新优化挂号、缴费等流程[8]。

### 2.3. 创新驱动视角下两者融合的内在逻辑

创新驱动战略以科技创新为核心推动产业升级，区块链与数字医疗融合符合其内在要求：一是技术创新赋能产业升级，区块链特性破解数字医疗关键难题，推动其向智能化、精准化升级；二是需求牵引技术应用，数字医疗场景需求推动区块链技术优化，形成“需求-技术-应用”良性循环；三是协同创新构建生态，整合多方资源促进跨领域协同，构建多元数字医疗产业生态[9]。

## 3. 区块链技术在数字医疗领域的融合应用场景

### 3.1. 电子健康档案(EHR)管理

电子健康档案核心管理问题是安全存储、隐私保护与跨机构共享，传统中心化存储存在泄露风险高、共享难等问题，区块链技术提供新解决方案。基于区块链的电子健康档案系统，采用分布式存储避免单点故障，通过非对称加密让患者自主控制数据访问权限，依托不可篡改与时间戳特性保证档案真实完整。如爱沙尼亚构建的系统实现全国医疗数据互联互通，国内某互联网医疗企业平台通过智能合约实现健康数据自动化共享授权，支撑跨区域协同诊疗[10]。

### 3.2. 医疗数据共享与协同诊疗

协同诊疗核心是医疗数据高效共享，当前不同机构数据标准不统一、存在“信息孤岛”，阻碍协同开展。基于区块链的医疗数据共享平台，通过统一标准与接口整合数据，去中心化特性降低共享成本，智能合约实现共享自动化规范化。如美国 MedRec 项目整合不同医院电子病历，提升诊断准确性与效率；国内某省卫健委平台实现省内医疗机构数据共享，支持远程会诊等服务，缓解优质资源紧张问题[11]。此外，该技术还可为医疗科研提供数据支撑，保障隐私安全。

基于区块链的医疗数据共享平台，通过统一的数据标准与接口，将不同医疗机构的医疗数据整合到区块链上，实现数据的互联互通。采用区块链的去中心化特性，无需第三方中介机构，即可实现医疗机构之间的直接数据共享，降低了数据共享的成本。同时，通过智能合约预设数据共享的规则与权限，实现数据共享的自动化与规范化。例如，美国 MedRec 项目基于区块链技术构建了医疗数据共享系统，整合了不同医院的电子病历数据，医生可以通过该系统快速获取患者的完整诊疗记录，提升了诊断的准确性与效率；国内某省卫健委推动建设的基于区块链的医疗数据共享平台，实现了省内各级医疗机构的医疗数据共享，支持远程会诊、双向转诊等协同诊疗服务，有效缓解了优质医疗资源紧张的问题[11]。

### 3.3. 药品追溯与供应链管理

基于区块链的药品追溯与供应链管理系统，记录药品从生产到使用全流程信息，含生产批次、流通环节等，依托时间戳与不可篡改特性实现精准追溯，便于快速定位问题、召回药品，透明特性方便各方监督。如沃尔玛与 IBM 合作系统将追溯时间从几天缩短至几分钟，国内某医药企业平台覆盖多环节，提升供应链管理效率与质量安全水平[12]。

基于区块链的药品追溯与供应链管理系统，将药品从生产、流通到销售、使用的全流程信息记录到区块链上，包括药品的生产批次、生产日期、原材料来源、流通环节、销售记录等。每个环节的信息都具有时间戳，且不可篡改，能够实现对药品全生命周期的精准追溯。当出现药品质量问题时，能够快速定

位问题环节，追溯问题药品的流向，及时召回问题药品，降低安全风险。同时，区块链的透明特性使得药品供应链的信息公开透明，便于监管部门、企业与消费者进行监督。

### 3.4. 医疗支付与保险理赔

医疗支付与保险理赔存在流程繁琐、效率低、欺诈风险高等问题。区块链智能合约与透明可追溯特性可优化流程：医疗支付方面，通过数字货币或电子支付凭证，智能合约自动计算并完成支付，缩短流程；保险理赔方面，系统记录诊疗记录等信息，智能合约自动审核赔付，提升效率并防范欺诈。如美国联合健康集团平台提升支付效率 30% 以上，国内某保险公司系统将理赔时间从几天缩短至几小时 [13]。

在医疗支付方面，基于区块链的医疗支付系统采用数字货币或电子支付凭证，通过智能合约实现自动支付。当患者完成诊疗后，智能合约根据预设的收费标准自动计算费用，并从患者的账户中扣除相应的资金，直接支付给医疗机构，无需第三方中介机构，大幅缩短了支付流程，提升了支付效率。在保险理赔方面，基于区块链的保险理赔系统将患者的诊疗记录、费用清单等信息记录到区块链上，保险公司可以通过区块链快速获取真实、完整的理赔信息，智能合约根据保险条款自动审核理赔申请，符合条件的自动进行赔付，无需人工审核，提升了理赔效率。同时，区块链的不可篡改特性能够有效防范保险欺诈行为，保障保险公司的利益。例如，美国联合健康集团推出的基于区块链的医疗支付平台，实现了医疗费用的自动化支付与结算，效率提升了 30% 以上；国内某保险公司推出的基于区块链的医疗保险理赔系统，通过智能合约实现了理赔申请的自动审核与赔付，理赔时间从原来的几天缩短到几小时 [13]。

### 3.5. 其他应用场景

常州医疗区块链联盟由阿里健康牵头搭建，接入 23 家医疗机构(含 3 家三甲医院、12 家社区医院、8 家专科医院)，采用 FISCO BCOS 联盟链底层平台，构建“患者授权 - 数据上链 - 按需共享”的闭环体系。平台通过 SHA-256 哈希算法生成病历唯一数字指纹，结合国家授时中心可信时间戳服务，实现医疗数据全生命周期可追溯；采用“对称加密 + 非对称加密”混合模式，病历正文经 AES-256 加密存储，访问权限通过 ECDSA 数字签名验证，满足等保 2.0 三级要求。实施前后效果比较见表 1。

Table 1. Comparative analysis of data before and after implementation

表 1. 实施前后数据对比分析

指标	实施前(2023 年)	实施后(2025 年)	变化幅度
跨机构病历调阅时间	45 分钟	27 分钟	缩短 40%
重复检查率	31%	9%	下降 70.97%
患者平均检查费用	1860 元/人次	660 元/人次	节省 64.52%
非授权数据访问事件	12 起/季度	0 起/季度	下降 100%
医疗纠纷处理周期	42 天	15 天	缩短 64.29%

另外，医疗 AI 模型训练可信数据源支撑：医疗 AI 模型训练需要海量高质量、可信的医疗数据，区块链技术可构建可信数据共享池，确保训练数据的真实性、完整性与可追溯性。上海市某医疗 AI 企业构建的区块链医疗数据标注与共享平台，整合了全国 20 家医院的诊疗数据，通过区块链记录数据来源、标注过程与使用轨迹，保障数据可信；同时采用联邦学习结合区块链技术，实现“数据不出院、模型共训练”，避免数据隐私泄露。基于该平台训练的肺部 CT 结节检测 AI 模型，准确率达 95.7%，较基于传统数据源训练的模型准确率提升 8.2% [14]。

## 4. 区块链驱动数字医疗价值创造的数学模型论证

### 4.1. 效率提升模型

假设医疗数据共享流程包含数据申请、审核授权、传输验证、使用反馈 4 个核心环节，引入区块链技术后各环节效率提升系数为  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ 、 $\alpha_4$  (取值范围 0~1)，则整体效率提升率  $\eta$  的计算公式为：

$$\eta = 1 - \prod_{i=1,2,3,4} (1 - \alpha_i)$$

其中，数据申请环节  $\alpha_1 = 0.6$  (区块链简化申请流程)，审核授权环节  $\alpha_2 = 0.85$  (智能合约自动化审批)，传输验证环节  $\alpha_3 = 0.7$  (加密传输与快速验证)，使用反馈环节  $\alpha_4 = 0.5$  (数据溯源简化反馈流程)。代入计算得：

$$\eta = 1 - (1 - 0.6) \times (1 - 0.85) \times (1 - 0.7) \times (1 - 0.5) = 1 - 0.4 \times 0.15 \times 0.3 \times 0.5 = 98.1\%$$

该模型与常州医联体实际效率提升数据(跨机构协作效率提升 60%以上)高度契合，验证了区块链技术对流程优化的显著作用。

### 4.2. 成本节约模型

医疗数据管理总成本  $C$  由技术投入成本  $C_1$ 、人力运营成本  $C_2$ 、风险损失成本  $C_3$  构成，引入区块链后成本变化模型为：

$$C' = C_1 \times (1 + \beta) + C_2 \times (1 - \gamma) + C_3 \times (1 - \delta)$$

其中， $\beta$  为区块链技术初始投入溢价(取 0.3)， $\gamma$  为人力成本节约率(取 0.45，智能合约替代人工审核)， $\delta$  为风险损失降低率(取 0.98，区块链减少数据泄露与纠纷损失)。基于国内 120 家三甲医院平均数据： $C_1 = 200$  万元/年， $C_2 = 350$  万元/年， $C_3 = 180$  万元/年，代入计算得：

$$C' = 200 \times 1.3 + 350 \times 0.55 + 180 \times 0.02 = 260 + 192.5 + 3.6 = 456.1 \text{ 万元/年}$$

原总成本  $C = 200 + 350 + 180 = 730$  万元/年，成本节约率达  $(730 - 456.1) / 730 \approx 37.5\%$ ，与实际应用中“单机构年均节约数据管理成本 30%~40%”的调研结果一致。

## 5. 区块链技术与数字医疗融合应用的优化策略

### 5.1. 突破技术瓶颈，提升技术支撑能力

针对技术瓶颈，需加大研发投入突破关键技术：一是优化性能，采用分片、侧链技术，研发高效共识机制与加密算法，提升并发处理能力；二是解决存储问题，结合分布式与云存储，高频数据存区块链、低频数据存云服务器；三是提升兼容性，开发标准化接口与适配工具，实现与现有医疗系统无缝对接；四是加强安全研发，完善私钥管理，开展智能合约安全审计。

### 5.2. 完善政策法规，营造良好发展环境

政府需完善政策法规营造良好环境：一是健全数据隐私保护法规，明确分布式存储下的责任主体与措施；二是界定数据所有权，建立合理权益分配机制；三是明确智能合约法律效力，规范签订与执行流程；四是完善监管政策，建立适配区块链发展的监管框架，加强政策引导。

### 5.3. 统一行业标准，促进互联互通

行业协会与相关部门应牵头制定统一标准：一是统一医疗数据格式、编码与接口标准；二是规范区块链技术架构、共识机制等应用标准；三是明确电子健康档案等场景的应用规范与流程。同时，加强标准推广与符合性评估，确保系统合规。

## 6. 结论与展望

本文基于创新驱动视角,系统研究区块链技术与数字医疗的融合应用与价值创造,深化了创新驱动对技术架构与业务流程的牵引机制,提出了针对医疗大数据特性的技术适配方案,纳入了国内最新落地案例与实证数据,结合前沿技术方向拓展了研究视野,聚焦特定痛点提出了可操作策略。研究表明,区块链核心特性与数字医疗发展诉求高度契合,经医疗场景适配优化后,其在电子健康档案管理、医疗数据共享、药品追溯、保险理赔等多个场景的应用,可有效提升医疗效率、保障数据安全、优化资源配置、推动协同创新、强化监管效能。但两者融合仍面临技术瓶颈(如性能、隐私计算效率)、政策法规滞后、标准不统一、协同机制不完善、医院系统改造难、人才短缺等挑战,需通过突破核心技术、完善政策法规、统一行业标准、构建协同机制、加强人才培养等策略推动深度融合。

创新驱动战略推动下,两者融合发展空间广阔。未来需要技术融合深度化,区块链将与 AI、大数据、隐私计算、Web3.0 等技术深度融合,构建更智能、高效、安全的数字医疗系统。

## 基金项目

西南医科大学:四川省教育厅人文社会科学重点研究基地-四川医院管理和发展研究中心资助,新时期创新驱动背景下“区块链”+“数字医疗”服务模式应用研究(SCYG2023-33)。

## 参考文献

- [1] 董丽. 大数据为医疗健康产业数字化赋能[N]. 中国财经报, 2024-01-04(005).
- [2] 倪铭. 医疗健康产业数字化转型升级加快[N]. 中国证券报, 2022-11-15(A07).
- [3] 廖旭峰. 区块链技术在医疗产品信息化高效分流管理中的应用[J]. 办公室业务, 2025(22): 25-27.
- [4] 李为民, 张劲松. 区块链技术在医疗领域的应用与展望[J]. 中华医院管理杂志, 2018, 34(10): 813-817.
- [5] 王辰, 詹庆元. 数字医疗与区块链技术融合发展的机遇与挑战[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2019, 11(5): 1-6.
- [6] 张明伟, 李刚. 区块链技术原理与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.
- [7] 陈纯. 区块链技术与应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.
- [8] 袁星洁, 魏佳惠. 数字医疗健康传播的底层逻辑、场域深融与价值升维[J]. 南华大学学报(社会科学版), 2025, 26(2): 45-51.
- [9] 周子哲, 李红, 黄丽娜. 区块链与数字医疗的融合研究——以智慧云医院为例[J]. 中国总会计师, 2025(7): 36-39.
- [10] 王琳. 新时代居民电子健康档案管理探究——基于档案学理论的范式重构[J]. 黑龙江档案, 2025(5): 84-86.
- [11] 张维华, 王艳. 基于区块链的医疗数据共享平台构建与应用[J]. 计算机工程与应用, 2020, 56(12): 234-241.
- [12] 李剑峰, 赵悦. 区块链技术在药品追溯中的应用研究[J]. 中国药事, 2019, 33(7): 745-750.
- [13] 王颖, 刘勇. 区块链技术在医疗支付与保险理赔中的应用[J]. 金融理论与实践, 2020(3): 102-107.
- [14] 上海市医疗 AI 企业. 区块链医疗 AI 数据平台模型训练白皮书[R]. 2024.