

区块链技术下医疗电子票据可信流转模式创新研究*

林永民^①, 张鸿飞^①, 崔雨彤^①

摘要 “互联网+医疗健康”背景下, 医疗票据电子化逐步成为医疗改革的关键之一, 但现有的医疗电子票据还存在票据真假难辨、可信流转机制匮乏、重复报销、骗保风险高等难题。文章通过分析区块链与医疗电子票据管理在主要目标、体系构建以及监管需求的耦合性基础上, 构建了区块链技术下医疗电子票据可信流转模式的系统框架与运转流程, 并进一步提出从技术、标准、应用3个层面推动区块链技术赋能医疗电子票据规模化发展的建议。

关键词 区块链; 医疗电子票据管理; 可信流转模式

中图分类号 R1-9; F239 **文献标志码** B **文章编号** 1003-0743(2023)03-0087-04

Research on Innovation of Trusted Circulation Mode of Medical Electronic Bills Based on Blockchain/LIN Yong-min, ZHANG Hong-fei, CUI Yu-tong//Chinese Health Economics, 2023,42(3):87-90

Abstract Under the background of “Internet + medical health”, the electrification of medical bills has gradually become one of the keys of medical reform, but the existing medical electronic bills still have difficulties in distinguishing the authenticity of bills, lack of credible circulation mechanism, repeated reimbursement and high risk of insurance fraud. Based on the analysis of the coupling between blockchain and medical electronic bill management in the main objectives, system construction and regulatory requirements, it constructs the system framework and operation process of the block chain medical electronic bill circulation mode. It further put forward three aspects of technology, standard and application to promote the blockchain technology enabling the scale development of medical electronic notes.

Keywords blockchain; medical electronic bill management; credible circulation mode

First-author's address College of Management, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei, 062310, China

Corresponding author ZHANG Hong-fei, E-mail: 957252264@qq.com

区块链技术作为构建“智能化”生产关系的集合创新技术, 凭借其防篡改、可溯源、去中心化等技术优势, 为深化医疗电子票据改革提供了全新的技术解决思路^[1]。然而, 区块链技术赋能医疗电子票据破解痛点与难题的机理还有待从学理上进一步阐释, 实践成效有待检验^[2]。本研究尝试探讨如下3个方面内容: 第一, 区块链技术能够解决医疗电子票据发展过程中哪些痛点与难题; 第二, 分析区块链技术与医疗电子票据之间的耦合机理; 第三, 探究区块链技术下医疗电子票据系统的体系架构与运行机制。通过诠释上述3个方面的内容, 本研究有助于完善区块链技术在赋能电子票据改革领域的相关研究, 为进一步全面推进医疗电子票据改革提供借鉴。

1 医疗电子票据管理的痛点与难点

近年来, 我国各省份陆续全面推进医疗电子票据管理改革, 推动医疗收费电子票据的使用, 在破解纸质票据成本高、流转慢等难题方面取得了较大的成效。然而, 在推行医疗电子票据的使用过程中, 也面

临着克隆票据、骗保、信息孤岛等挑战。

1.1 医疗电子票据真伪难辨

与传统纸质发票相比较, 医疗电子票据往往以电子图片的形式保存, 失去了纸质发票的防伪标记, 通过PS软件或者伪造的开票系统进行简单地处理, 只需几个步骤就可以作出真假难辨的虚假医疗电子票据。此外, 医疗电子票据可由用户自行进行多次信息复制、传递, 部分报销人可能会对医疗电子票据的金额、日期等进行修改, 然后再打印出来多处报销。通过特殊软件处理的医疗电子票据, 财务工作人员一般很难进行真伪鉴别。正因为电子票据不具备物理唯一的防伪性能, 鉴别真伪只能通过财政部门的官网进行查验。但是, 这种鉴别方式, 一方面, 由于需要手动输入各种票面信息, 因此不适用于大批量的查验; 另一方面, 中心式存储模式下数据源服务压力大, 查验的效率低。因此, 真伪难辨成为医疗电子票据规模化发展必须要破解的难题。

1.2 可信流转机制匮乏

医疗电子票据同纸质票据具有同等的法律效力, 作为一种重要的原始凭证, 常用于跨部门医疗业务办理的信息共享。但是, 在实现数据分类分级访问, 权限自动校验, 避免非法授权, 实现数据确权和信息安全等方面, 医疗电子票据面临挑战。在应用流转过程中, 医疗电子票据涉及的主体多、环节多, 所以医疗

* 基金项目: 河北省自然科学基金资助项目(G2021209002)。

① 华北理工大学管理学院 河北 唐山 062310

作者简介: 林永民(1972—), 女, 博士学位, 副教授; 研究方向: 数字技术赋能、卫生经济管理; E-mail: lym386@126.com。

通信作者: 张鸿飞, E-mail: 957252264@qq.com。

电子票据应满足被多个主体进行引证、在各场景反复使用的实际需求。由于医疗电子票据真伪的查验效率低,并且各个不同的主体之间对于电子票据流转和共享的意愿低,很容易形成信息孤岛,进而导致重复打印、多次报销、虚假报销、医疗骗保等问题难以根除。因此,医疗电子票据应构建可信生态体系,从而保障医疗电子票据的信息真实、隐私保护、可信流转、使用留痕。

1.3 重复报销等骗保风险高

在网络技术迅猛发展的背景下,电子医疗收费票据的存储、传输的边际成本几乎接近于零,多次打印、重复报销给医保管理带来了极大的风险隐患。其一,参保人利用当前社保系统全国未联网,无法核实重复缴费身份,采取通过多地重复参保,使用医疗电子票据在异地将已经报销的发票进行重复报销,骗取医保基金。其二,参保人在已经由第三方责任赔偿或工伤赔付的情况下,重复打印电子医疗费用发票进行二次报销骗取医保基金。由于医疗电子票据在医疗收费电子票据管理系统中,处于不同的信息孤岛,数据共享不畅,难以及时发现重复报销等骗保行为。而且,医疗电子票据由于追溯取证困难,加大了执法成本,影响了相关部门对此类行为的惩治。该做法由于违法成本低,从而进一步导致了重复报销等骗保行为的屡禁不止。

2 区块链技术与医疗电子票据管理的耦合性分析

将区块链技术与医疗电子票据管理创造性结合,实现去中介的可信流转与隐私保护,可解决医疗电子票据管理中的诸多痛点。基于区块链的非对称加密算法,可验证医疗电子票据真伪;基于哈希算法,可实现医疗电子票据的不可篡改;基于数字签名技术,可确保医疗电子票据数据单元的完整性、不可伪造性和不可否认性。块链式存储技术可实现链上医疗电子票据的全程可追溯;环签名、同态加密、零知识证明和多方安全计算等功能可实现对医疗电子票据中个人隐私信息的保护,并且通过共识算法可以制定共识规则,实现数据的一致性和数据的同步性。跨链技术可实现区块链间的协同操作,打破区块链间的信息孤岛。

2.1 区块链技术与医疗电子票据降本增效目标的耦合

与传统纸质票据相比,医疗电子票据的主要目标是降本增效^[3-4]。通过区块链技术赋能,医疗电子票据可降低流通成本和管理成本,提高票据应用的整体效率,主要表现在3个方面。其一,去中心化的分布式存储,信息为所有节点共享,可规避中心化存储方式下中心化服务器压力过大导致的网络堵塞,提升查询效率。其二,在区块链网络中,医疗电子票据由财政部门统一验证、打上标记和上链。一方面,通过政府权威机构的背书保证了票源的可靠性和稳定性;另一方

面,区块链上流转保证了票据状态的一致性,使票据和交易一一对应,可解决重复报销的问题,减轻企业和行政事业单位票据审核的工作量,降低管理成本。其三,区块链技术为多主体提供共识、共享平台,大幅减少不必要的排队、审核等环节,为缴费、报销等活动带来便利。因此,区块链技术与医疗电子票据降本增效的目标耦合。

2.2 区块链技术与医疗电子票据可信生态体系构建的耦合

为清除票据造假、重复报销、医疗骗保等顽疾,需要构建医疗电子票据的可信生态体系。首先,区块链技术在医疗电子票据全生命周期流转信息上链存证之后,还可通过智能合约对票据的应用过程进行自动监管,让假票、骗保无处遁形。第二,链上所有数据通过加密存储来保护,贯穿电子票据流转使用全过程的各个应用场景。只有授信者才能打开查看电子票据的信息,确保交款人的隐私保护安全。第三,区块链的分布式存储避免了信息孤岛,通过“一站式”服务方便群众少跑路,进而提升社会服务能力。第四,基于P2P对等网络,财政部门、税务部门、医保部门、收款单位、缴款人等多主体之间互联互通,实现医疗电子票据相关业务应用的数据流通与业务协同,重塑医疗电子票据应用的可信生态体系。可见,区块链技术与医疗电子票据可信生态体系之间存在耦合性。

2.3 区块链技术与医疗电子票据穿透式监管需求的耦合

电子票据流程复杂、参与主体众多,使监管难成为制约医疗电子票据良性运转的瓶颈。利用区块链技术不可篡改、历史可追溯的特性,可对医疗电子票据进行全流程的追溯和审计,实现实时穿透式监管。首先,监管部门作为节点加入到医疗电子票据区块链网络中,利用线下信任体系信息负责对其他节点身份准入的核验。其次,基于共识机制的记账方式,医疗电子票据的生成、传送、储存和使用各个环节的操作全部痕迹,监管方可进行实时地查看、追溯,迅速发现单一节点或者少数节点的作恶行为,并采取相应的惩罚措施。最后,将医疗电子票据的业务规则定义为智能合约,当条件满足时自动触发和执行,助力监管方自动监管和智能化分析。因此,区块链技术与医疗电子票据穿透式监管需求之间存在耦合性。

3 区块链技术赋能:医疗电子票据可信流转模式的构建

3.1 区块链技术下医疗电子票据系统架构

区块链技术根据节点进入的开放性可分为公有链、私有链和联盟链。公有链信息交换速度慢,私有链中心化程度较高,联盟链则介于二者之间,一方面可以保证信息交换速度,另一方面可以有效去中心化,兼顾公平与效率。针对医疗电子票据流转过程较

长，参与主体较多的特点，选择联盟链搭建医疗电子票据平台系统。以医疗机构、患者、财政部门、卫生健康部门和医保部门等为共识节点，建立联盟链，区块链技术下医疗电子票据（以下简称区块链医疗电子票据）系统架构如图1所示。此系统由区块链医疗电子票据支撑系统、区块链医疗电子票据业务系统和区块链医疗电子票据展示服务系统组成。

区块链医疗电子票据支撑系统主要包括网络节点层、基础技术层和数据层，主要提供医疗电子票据存储、归集和状态机维护等功能。网络节点层由财政部门、医保部门、医疗机构、患者等节点组成。节点应具有一定的存储空间，支持连接网络、具备可视化操作终端等。节点接收和响应医疗电子票据的操作交易，将交易数据封装并发布到链上进行存证，并对票据状态进行跟踪记录。同时，支持向需求方推送票据状态的通知消息。基础技术层包括共识机制、P2P协议、网络拓扑、块链式存储，提供管理能力保证数据的不可篡改。数据层包含状态机数据和医疗电子票据数据，提供数据存储功能。

区块链医疗电子票据业务系统包括智能合约层、安全层和业务层，提供医疗电子票据的合约执行、安全保护和业务运转等功能。智能合约层主要提供医疗票据的智能化管理，包括电子票据的合约存证、合约

执行。安全层提供基础账户和证书管理功能，包括密钥管理、账户管理、证书管理、授权管理。业务层提供电子票据的开具、查验、核销、冲红、报销入账、换开等功能。区块链医疗电子票据展示服务系统主要通过自助机、微信/支付宝、小程序、web浏览器等终端设备，提供结果查询、打印等功能。

3.2 区块链医疗电子票据业务流程

区块链医疗电子票据业务流程如图2所示。首先，患者在医院线上或者线下挂号，患者的挂号信息通过P2P网络存储至医院区块链节点，医生通过医院信息管理系统从数据库获取患者挂号信息为患者进行诊疗，诊疗结束后患者进行缴费结算，缴费即开票，患者可通过手机APP等终端设备查看票据信息。其次，医院收费，患者通过智能合约开具医疗收费电子票据，并上传至区块链节点供链上其他节点共享查看。再次，财政部门或审计部门实时获得医疗电子票据交易信息，进行核实比对获得非税收入情况。最后，患者提出报销请求，医保部门或保险公司快速上链查阅审核报销凭证，报销完成后将票据状态置为已报销，并全网可见，避免重复报销骗保行为的发生。

3.3 区块链技术下医疗电子票据可信流转模式的创新范畴

与传统医疗电子票据流转模式相比，区块链医疗

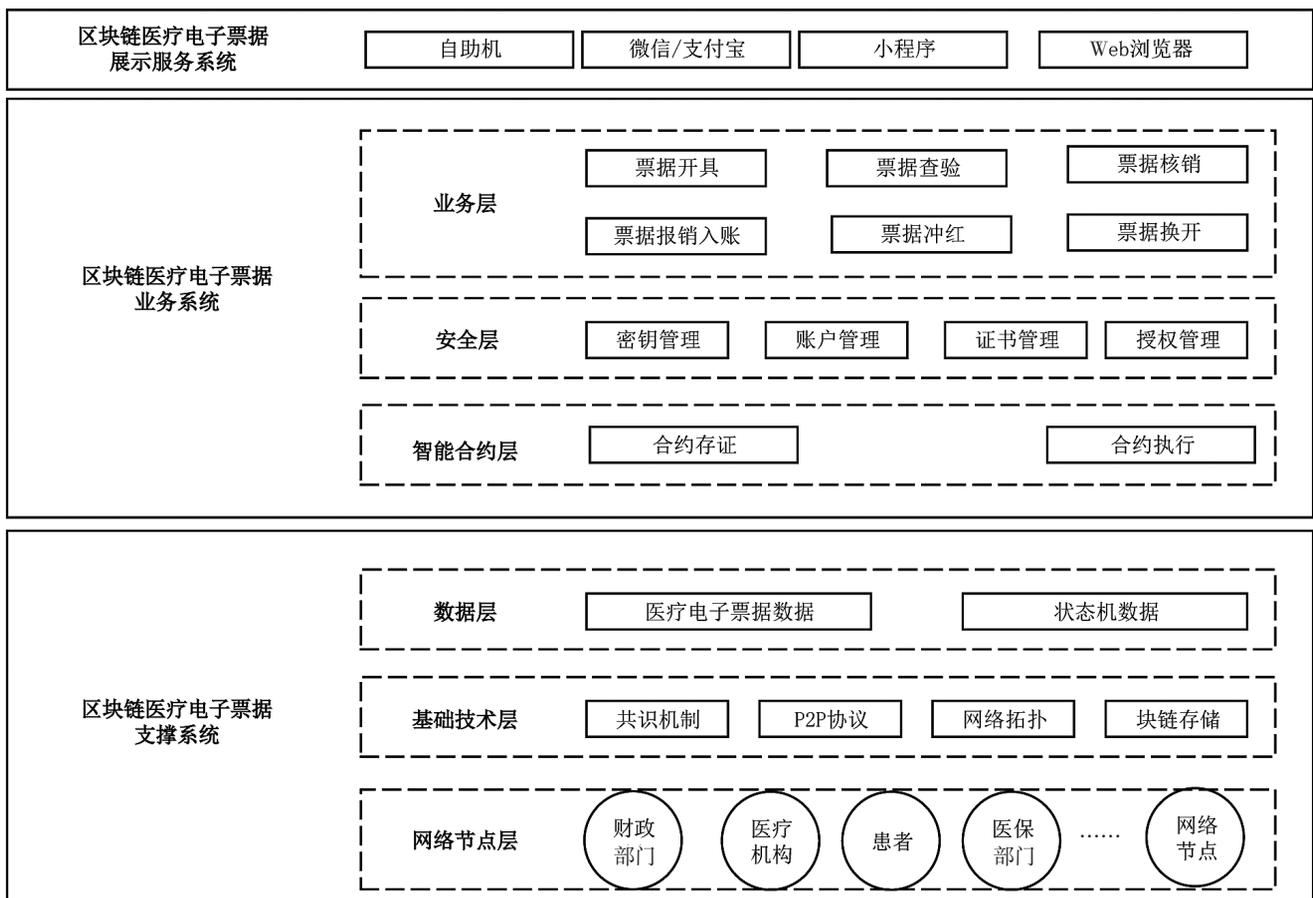


图1 区块链医疗电子票据系统架构

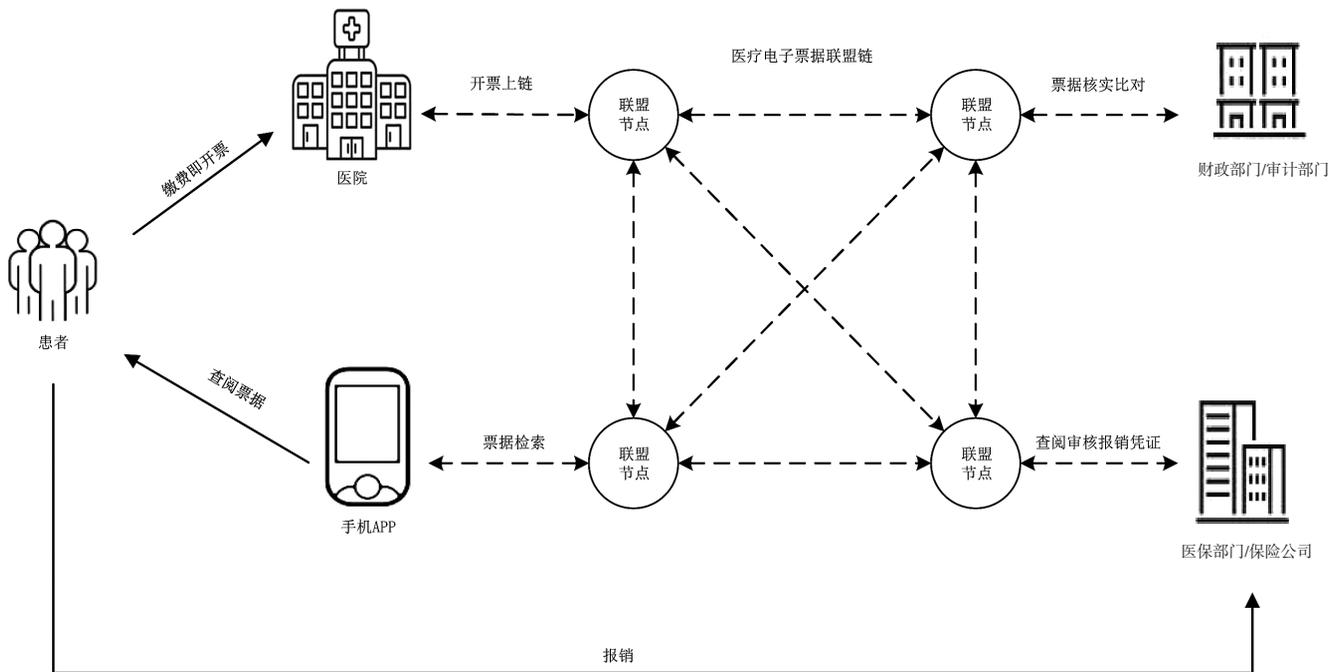


图2 区块链医疗电子票据业务流程

电子票据流转模式的创新范畴主要包括 3 个方面：其一，报销理赔方式创新。应用区块链医疗电子票据，无须医院开具各种票据及相关证明材料，可实现医疗清单缴费、电子票据取票及医疗报销等“一站式”业务办理，一方面减轻了医院、医保部门、保险公司的压力，另一方面解决了群众“看病难、报销难、理赔难”的问题，提高了群众的满意度。其二，流转环节创新。实现了点对点交易，省去了传统模式下中心化系统的信息流转，确保了价值传递的去中心化。通过智能合约和区块链的可追溯性特点有效地避免了流程风险、系统风险和信用风险。其三，监管方式创新。公共账本机制，医疗电子票据的状态信息多主体实时共享，财政监管、医保监管、审计监督等不再花费大量的人工成本甄别票据真伪，大幅提升监管水平和效率。

4 结论与建议

医疗电子票据的发展虽然已初具规模，但在应用流转过程中还存在重复报销、监管难、缺乏可信机制等问题。为破解这一难题，在厘清区块链技术与医疗电子票据耦合机理的基础上构建了区块链技术下医疗电子票据可信流转模式，为医疗服务带来全新的数字化解决方案，助力实现数字医疗体系的建设。为进一步实现区块链技术在医疗电子票据领域的赋能效果，尚需从技术、标准、应用 3 个层面出组合拳，合力推动。

从技术层面，加强区块链前沿技术研究，探索多技术融合赋能模式。密切跟踪行业发展动态，洞悉区块链发展规律，保障财政部门、开票方、流转方、报销方等多方主体参与共同记账，优化区块链医疗电子票据流转模式；积极探索与物联网、人工智能等新型

技术融合发展，实现线下交易与线上数据的真实映射。

从标准层面，加快制定区块链电子医疗票据标准，建立区块链平台评价体系。区块链医疗电子票据流转涉及患者、医院、报销方等多主体参与，征求各主体意见后形成相关业务及技术标准，以此来促进业务互联互通的探索。此外，从系统核心技术架构、流转流程、风险系数等角度建立区块链平台评价体系，并针对暴露的问题采取差异化措施。

从监管层面，引入“沙盒监管”模式，建立科学规范新型监管体系。积极推广“区块链+医疗电子票据”的试点应用，完善“沙盒监管”模式，在风险可控的情况下，建立区块链医疗电子票据数据信息共享、一站式查询、真伪查验和报销入账的科学、规范、高效的医疗电子票据管理体系。同时，完善相关法律体系，保证医疗电子票据在流转的各个环节均有法律依据，使监管部门监督管理医疗电子票据流转时有章可循，有法可依。

参 考 文 献

- [1] 于戈, 聂铁铮, 李晓华, 等. 区块链系统中的分布式数据管理技术——挑战与展望[J]. 计算机学报, 2021,44(1):28-54.
- [2] 孙玥璠, 辛雪雯, 张成成. 基于区块链技术的数字票据应用[J]. 财务与会计, 2018(1):54-56.
- [3] KHATOON A. A blockchain-based smart contract system for healthcare management[J]. Electronic, 2020,9(1):1-11.
- [4] BHATTACHARYA S, SINGH A, HOSSAIN M M. Strengthening public health surveillance through blockchain technology[J]. AIMS Public Health, 2019,6(3):326-333.

[收稿日期: 2022-12-03] (编辑: 彭博)