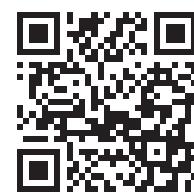


DOI: 10.61189/369590xvqobm

· 产学研融合 ·

元宇宙医学场景下医疗支付体系的结构性挑战与演化路径



高承实*

安徽栈谷科技有限公司, 池州 247100

[摘要] 随着医疗服务加速向虚实融合、持续交互与平台化形态演进,以元宇宙医学为代表的新型医疗范式,正对根植于传统线下诊疗逻辑的支付体系提出根本性质疑与结构性挑战。不同于早期数字医疗对支付渠道的简单线上化迁移,元宇宙医学通过重塑服务过程、价值创造与责任网络,暴露了现有支付体系在过程计量、实时协调与多主体分配上的深层局限。传统上将支付视为“中性结算基础设施”的理论预设,已难以解释和支持元宇宙医学的发展需求。本文突破“工具中性”视角,将支付体系重新定位为医疗治理的内生性制度安排。通过制度分析与比较制度分析,系统审视了现有支付工具(如 CBDC、稳定币)在应对虚实融合、过程化服务时的适配边界,并构建了以“制度合规性—技术灵活性—治理嵌入深度”为核心的三维分析框架。研究发现,元宇宙医学驱动支付体系发生三重根本性转变:功能上从事后结算工具转向过程协调机制;设计逻辑上从统一规则转向动态可编程协议;制度角色上从配套支撑转向核心治理基础设施。基于此,本文提出面向元宇宙医学的支付体系重构是一个跨层级的系统工程,需要在制度层确立其治理属性,在机制层发展按过程与效果付费的动态模型,在技术层审慎利用可编程与协议化能力作为支撑。研究结论表明,支付问题的解决是元宇宙医学可持续发展的先决条件,其演化路径并非单一技术替代,而是技术可能性、医疗价值理性与制度约束协同互构的复杂过程。这为理解数字时代医疗服务的组织变革与制度创新提供了新的理论视角。

[关键词] 元宇宙医学;医疗支付体系;可编程支付;支付协议;制度重构

[中图分类号] F 830.4 **[文献标志码]** A

Structural challenges and evolution paths of the medical payment system in the metaverse medical scenario

GAO Chengshi*

Anhui Stack Alley Technology Co., Ltd, Chizhou 247100, Anhui, China

[Abstract] The rapid evolution of healthcare services toward virtual – physical integration, continuous interaction, and platform-based organization is fundamentally challenging the premises of traditional healthcare payment systems, which are grounded in episodic, in-person care. Unlike the mere digitization of payment channels in early digital health, metaverse medicine reconstitutes service delivery, value creation, and accountability networks, thereby exposing deep-seated structural inadequacies of existing payment systems in process measurement, real-time coordination, and multi-actor value distribution. The conventional theoretical presumption of payments as a “neutral settlement infrastructure” has become insufficient to explain and support the development of metaverse medicine. Moving beyond the “tool-neutrality” perspective, this paper repositions the payment system as an endogenous institutional arrangement within healthcare governance. Employing institutional analysis and comparative institutional analysis, it systematically examines the applicability limits of current payment instruments (e.g., CBDCs, stablecoins) in virtual – physical, process-oriented service contexts. It constructs a three-dimensional analytical framework centered on “institutional compliance – technical flexibility – depth of governance embeddedness.” The study reveals that metaverse medicine drives three fundamental shifts in the payment system: in function, from an ex-post settlement tool to a process coordination mechanism; in design logic, from uniform rules to dynamic, programmable protocols; and institutionally, from a supporting ancillary to a core governance infrastructure. Consequently, this paper argues that restructuring the payment system for metaverse medicine constitutes a cross-layer, systemic endeavor. It requires, at the institutional level, affirming its governance role; at the mechanism level, developing dynamic models for payment based on process and outcomes; and at the technical level, prudently leveraging programmable and protocol-based capabilities as enablers. The conclusion underscores that resolving payment issues is a prerequisite for the sustainable development of metaverse medicine. Its evolution is not a matter of simple technological substitution but a complex process of co-construction among technological

[收稿日期] 2025-12-05

[接受日期] 2025-12-22

[作者简介] 高承实,博士,副教授。

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: 13838001036@163.com

possibilities, medical value rationality, and institutional constraints. This analysis provides a novel theoretical lens for understanding healthcare's organizational and institutional transformations in the digital age.

[Key Words] metaverse medicine; healthcare payment systems; programmable payments; payment protocols; institutional restructuring

随着医疗服务不断向数字化、网络化与平台化方向演进,支付体系作为医疗运行的基础性支撑,其适配性问题正逐步显现。长期以来,无论是在传统线下医疗,还是在以互联网医院、远程诊疗为代表的数字医学阶段,支付工具都被视为一种相对中性的结算手段,其主要功能在于完成医疗服务后的资金清算,而较少被纳入医疗制度与服务结构本身分析框架之中。这种“支付中性”的隐性前提,在医疗服务形态相对稳定、组织边界清晰的环境下尚能维持运转,但在医疗服务高度数字化、过程化与多主体协同的场景中,其局限性正在被不断放大^[1-3]。

近年来,随着虚实融合医疗、连续性健康管理以及平台化医疗服务的兴起,学界逐渐意识到,支付方式不仅影响医疗成本与效率分配,更深刻塑造着医疗服务的组织方式、价值衡量标准以及责任边界^[4-5]。在这一背景下,元宇宙医学作为一种高度数字化、持续交互且以虚拟空间为重要载体的医疗形态,对现有医疗支付体系提出了超出“工具升级”层面的结构性挑战。支付体系是否具备对复杂医疗过程进行计量、分配与协调的能力,将直接影响元宇宙医学能否实现规模化落地及其公共属性的边界划定。

基于此,本文不对元宇宙医学的概念与应用场景作一般性综述,而是以支付体系为切入点,系统分析现有医疗支付工具在新型医疗场景中的结构性局限,并进一步探讨支付机制在元宇宙医学语境下面临的演化方向与制度重构路径。

尽管近年来关于数字医疗、医疗支付改革以及金融基础设施演化的研究不断增多,但现有文献大多仍隐含一个前提假设,即医疗支付体系作为一种中性基础设施,其核心任务在于对既定医疗行为进行成本结算与资金清算,而非参与医疗价值的生成与治理过程。这一“支付中性”假设在以离散诊疗事件为核心的传统医疗体系中具有一定合理性,但在医疗服务高度过程化、交互化与多主体协同的元宇宙医学场景中,其理论充分性尚未得到系统检验。

因此,本文试图回应的并非单一的技术或政策问题,而是一个更为基础的理论缺口,即当医疗服

务形态从“事件型”转向“过程型”时,现有医疗支付理论是否仍具解释力?支付体系是否需要从结算工具转变为一种嵌入式制度协调机制?通过这一问题,本文旨在对医疗支付理论中长期被忽视的基础设施假设进行反思,并探索“过程型医疗支付”作为一种潜在理论范式的制度含义。

在研究方法上,本文并不采用经验检验或案例研究路径,而是一篇以规范性制度分析为主的概念性研究。具体而言,本文结合制度经济学与医疗治理研究的相关文献,采用制度分析与概念框架构建的方法,对医疗支付体系在元宇宙医学场景下面临的结构性张力进行理论推演。同时,本文通过比较制度分析(comparative institutional analysis),对不同支付载体与支付机制在治理角色、风险结构与制度后果上的差异进行系统比较。本文的研究目的并非对具体方案的绩效作出经验评估,而是在理论层面澄清支付体系在新型医疗服务形态中的制度定位与演化逻辑。

1 现有医疗支付体系的结构性局限

尽管医疗技术与服务模式不断更新,医疗支付体系在相当长时间内却保持着高度的路径依赖。要理解其在元宇宙医学场景中的适配性问题,首先需要回到医疗支付制度本身,审视其长期被默认接受的基本假设及由此形成的结构性约束。

1.1 医疗支付作为“基础设施”的隐性假设 在现代医疗体系中,支付工具通常被视为一种“看不见的基础设施”。无论是政府主导的医疗保障体系,还是市场化程度较高的商业医疗服务,其支付安排往往被嵌入既定的医疗组织结构之中,承担的是资源配置结果的确认与结算功能,而非医疗价值生成过程的一部分^[2, 6]。这种定位使支付体系在制度设计上更关注合规性、稳定性与可控性,而较少关注其对医疗行为本身的塑造作用。

从历史演进看,传统医疗支付体系形成于以线下诊疗为核心的医疗模式之中,其基本范式可以概括为“线下发生—集中结算—事后支付”。医疗服务在特定时间和地点完成,价值评估主要依赖于服务项目、时长或结果,支付行为发生在服务结束之后,并以医疗机构为主要收款主体^[1, 7]。在这一框

架下,支付工具与医疗服务之间保持着相对清晰的边界。

进入数字医学阶段后,虽然支付环节逐步实现了线上化与电子化,但其核心逻辑并未发生根本改变。线上支付更多是对原有结算流程的技术性迁移,而非对支付范式本身的重构。支付工具仍然服务于既定的医疗组织形式,其功能边界并未随医疗服务形态的变化而同步调整^[8, 9]。

1.2 现有数字支付工具在医疗场景中的共性局限 在医疗服务日益数字化的背景下,现有数字支付工具的结构性局限逐渐显现。首先,在价值计量层面,传统支付体系更适合对离散、标准化的医疗项目进行计价,而难以对连续交互、动态调整的医疗过程进行细粒度计量。这使得按疗效、过程质量或持续服务价值计费在制度与技术上均面临障碍^[4, 10]。

其次,现有支付体系普遍具有明显的结算滞后性。无论是医保支付还是商业支付,其核心逻辑仍以事后清算为主,难以支持基于条件触发或实时反馈的支付安排。这一特征在虚实融合、实时交互的医疗场景中尤为突出,限制了支付机制对医疗行为的即时激励与约束功能^[11-12]。

再次,在支付主体结构上,现有支付工具通常以医疗机构作为唯一或主要支付对象,而忽视了数字医疗环境中多主体协同创造价值的现实。算法服务、数据服务、平台运营以及患者自身参与等新型价值主体,难以在现有支付结构中获得直接、清晰的价值回报路径^[13-14]。

最后,支付规则往往外置于医疗服务逻辑之外,其计价方式、结算条件与责任界定由制度或合同预先设定,而非嵌入医疗服务过程本身。这种规则外置特征在医疗服务复杂度提升后,容易加剧支付逻辑与医疗目标之间的脱节^[5, 15]。

1.3 CBDC、稳定币等“新工具”的边界 近年来,随着数字货币与区块链技术的发展,CBDC与稳定币被视为可能改善支付效率的新型工具。然而,在医疗场景中,这类工具更多解决的是“如何支付得更快、更便宜”的问题,而非“支付应如何参与医疗价值的形成与分配”这一根本命题^[16-17]。

CBDC以其高度合规性与国家信用背书,在医疗支付中具备显著的制度优势,但其可编程能力与场景灵活性仍受到审慎监管框架的限制,难以承担复杂医疗过程中的动态协调功能^[16, 18]。稳定币虽然在跨境支付与效率方面具备优势,但在医疗领域,其合规性、责任归属与风险控制问题尤为突出,难

以直接嵌入现有医疗制度体系^[19-20]。

从本质上讲,这些新型支付工具仍然沿袭了“支付作为结算工具”的基本定位,其创新主要体现在技术载体层面,而非支付范式本身。因此,仅依靠工具升级,难以回应元宇宙医学对支付体系提出的结构性要求^[21-22]。

2 元宇宙医学支付场景的独特性

与传统医疗或早期数字医疗不同,元宇宙医学并非简单地将医疗服务迁移至虚拟空间,而是通过持续交互、虚实融合与平台化组织方式,重构医疗服务的发生方式与价值生成逻辑。这种结构性变化,使支付体系不再只是医疗行为完成后的结算工具,而逐步成为协调多方主体、引导医疗行为的重要机制。

2.1 元宇宙医学中典型支付场景的差异化结构 “元宇宙医学”是一个涵盖广泛的概念集合,其内部不同的服务形态在技术集成度、交互模式和临床目标上存在显著差异。这种差异性直接导致了支付需求的多元化和复杂性,而非单一的“数字化”支付解决方案所能应对。根据服务连续性与价值创造逻辑的不同,可辨识出三类具有代表性的支付场景,它们与现有支付体系摩擦的焦点也各有侧重。

(1) **虚拟诊疗**:线下支付逻辑的线上化延伸。虚拟诊疗,作为数字医疗最先普及的形态,其核心是诊疗服务在空间上的迁移而非临床范式的根本重构^[23-24]。大量实践表明,在此类场景中,医生的专业判断与法律责任主体地位并未改变,技术主要扮演通道与辅助角色^[24]。因此,其对支付体系提出的挑战,首要在于支付范围的合理拓界,即将传统的单次诊间费用,延伸至覆盖远程异步沟通、诊前评估、诊后随访与管理等衍生环节^[6]。这种需求本质上是要求支付体系对既有的“服务项目包”进行扩容与重新定义,可归结为“支付边界扩展型”挑战。其并未颠覆按服务项目(Fee-for-Service)或按人次付费的基本逻辑,但要求该逻辑能适应服务发生的虚拟离散化特征。

(2) **数字孪生治疗**:长周期、多环节的复合服务包支付。数字孪生技术在医疗中的应用,通过构建动态更新的个体化生理模型以模拟、预测和优化治疗,代表了更高阶的集成与交互^[25]。该场景的治疗价值产生于一个包含模型构建、数据持续注入、算法迭代仿真、临床决策支持等多个阶段的长周期、复合型过程^[26-27]。这与当前主流的、针对单一明确临床事件(如一次手术、一次住院)设计的支付单元

(如按病种付费DRG)产生了直接的结构性冲突。支付体系面临的挑战不再是项目增减,而是需要创造出能够刻画和衡量连续性过程价值的新计价单元与结算周期。这构成了“支付结构重构型”挑战的典型。

(3)长期健康管理:多主体参与下的绩效支付。以慢性病管理与健康促进为代表的长期健康管理,其核心价值在于通过持续干预降低远期健康风险与医疗成本,效果体现于跨周期的人群健康结果改善^[28-29]。世界卫生组织等机构多次指出,按项目付费的模式在此领域存在根本性激励扭曲,因其奖励“治疗”而非“健康”^[30]。此类服务通常涉及患者、社区健康工作者、专科医生、健康管理师乃至智能设备与平台等多方角色的持续协作。因此,其支付机制的关键在于,如何设计一种能够跨越时间、整合多主体贡献、并与最终健康结果挂钩的绩效支付方案。这要求支付体系从对“服务提供”的补偿,转向对“健康结果”的购买,从而演变为一个引导资源分配、协调各方行为的治理工具^[31]。

2.2 医疗服务形态从“事件”向“过程”转变 在传统医疗体系中,诊疗行为通常以明确的时间节点发生,支付对象、服务内容与责任边界相对清晰。支付体系因此能够围绕一次就诊、一项检查或一次手术等离散事件进行设计。然而,在元宇宙医学场景中,医疗服务逐渐演化为一种持续存在的过程,涵盖远程监测、虚拟交互、数字孪生模拟以及长期健康管理等多种形态^[8-9]。

这一转变使医疗价值不再集中于单一节点,而分布于整个服务周期之中。现有以项目或次数为核心的计价方式,难以准确反映服务过程中的边际贡献与实际效果,进而削弱支付机制对医疗行为的引导作用^[4,10]。在此背景下,支付体系若仍停留在事件导向的设计逻辑中,将难以适应过程化医疗的价值特征。

2.3 多主体协同下的价值创造与分配复杂化 元宇宙医学的另一显著特征在于价值创造主体的高度多元化。除传统医疗机构与医务人员外,算法提供方、数据服务商、平台运营者以及患者自身,均可能在医疗服务过程中持续创造价值^[13-14]。这种多主体协同模式,使医疗服务不再是单一机构内部完成的封闭过程,而是一个跨组织、跨角色的网络化系统。

在这一结构下,支付体系需要承担价值分配与激励协调的功能。然而,现有医疗支付体系通常仅支持向单一主体进行支付,难以将价值回报精细化地分配给不同参与者。这不仅影响新型医疗服务

主体的参与积极性,也在制度层面制约了元宇宙医学服务模式的创新空间^[5,15]。

2.4 虚实融合环境中的责任与风险重构 在元宇宙医学场景中,医疗行为往往同时发生于虚拟与现实空间之中,诊疗决策可能基于数字模型、算法推荐与远程交互完成。这种虚实融合特征,使医疗责任的界定与风险分担更加复杂^[14,32]。例如,诊疗结果究竟应归因于医生判断、算法模型还是系统设计,本身就构成新的制度性问题。

支付体系作为医疗制度的重要组成部分,不可避免地参与到责任与风险的分配之中。然而,现有支付工具通常假定责任主体清晰、风险结构稳定,其结算规则难以反映虚实融合环境下的复杂责任关系。这种不匹配进一步放大了支付体系在元宇宙医学场景中的制度张力^[5]。

2.5 支付从“结算工具”向“协调机制”的角色转变 综合来看,元宇宙医学并非单纯提出新的支付需求,而是通过重构医疗服务形态、价值创造方式与责任结构,迫使支付体系承担新的制度角色。支付不再只是医疗服务完成后的资金流转工具,而逐步演化为一种嵌入医疗过程之中的协调机制,用以引导行为、分配价值并界定责任^[4,33]。

这一角色转变意味着,支付体系的设计需要与医疗服务逻辑深度耦合,其规则应能够根据服务过程、交互结果与条件触发进行动态调整。否则,即便医疗技术不断进步,支付体系仍可能成为制约元宇宙医学发展的关键瓶颈。

3 支付载体与机制的演化路径比较

在元宇宙医学场景中,支付体系面临的挑战超越了载体效率层面,深层次关联于支付机制能否嵌入并协调复杂的医疗服务过程。因此,必须区分“支付载体的技术升级”与“支付机制的制度演化”。当前,中央银行数字货币(CBDC)、稳定币与协议化支付代表了三条主要的演化路径。它们并非简单的替代关系,而是在“制度合规性—技术灵活性—治理嵌入深度”构成的三维矩阵中,适配于不同医疗场景与制度环境的差异化工具,如见表1所示。本章将以此框架系统比较各路径的能力边界与制度逻辑。

3.1 制度约束下不同路径的能力边界剖析 基于上述框架,三条路径在医疗场景中的适配性与局限得以清晰显现。

(1)CBDC在高合规性路径下的有限可编程空间。CBDC是法币的数字化形式,其核心优势在于

表 1 元宇宙医学支付演化路径的三维比较矩阵

比较维度	CBDC(央行数字货币)	稳定币	协议化支付(如 x402 理念)
核心制度定位	主权信用的数字延伸,高合规性 结算基础设施。	效率导向的私营数字支付工具,“支付即协议”,将支付规则深度嵌入 侧重跨境与跨平台流通。	服务访问与交互逻辑。
制度合规性	极高。天然适配医保、公立医疗 等强监管体系,法律地位明确 ^[16] 。	低至中等。面临显著的监管不确 定性、责任界定与金融稳定性 质疑 ^[19,34] 。	极低(目前)。缺乏成熟的监管接口与 法律属性认定,处于概念验证期 ^[5] 。
技术灵活性	低。可编程能力受审慎监管严格 限制,主要服务于支付效率与资 金可控性 ^[17-18] 。	高。基于智能合约,易于实现复 杂、跨境的自动化支付逻辑 ^[21] 。	极高。在协议层实现支付与服务的原 生耦合,支持微支付、实时结 算等 ^[20,35] 。
治理嵌入深度	低。作为中性结算工具,难以直 接参与医疗服务过程的激励与 协调。	中等。可通过合约设计约束行 为,但治理权归于私营协议,与公 共医疗目标存在张力 ^[36] 。	理论潜力高。支付可成为服务过程的 内生变量,自动响应临床节点或健康 结果,实现深度协同 ^[37] 。
公共属性维护	强。由国家信用背书,隐私与金 融风险在既有框架内管理。	弱。存在支付金融化、数据商业 化及监管套利风险,可能冲击医 疗公共性 ^[38] 。	不确定。取决于规则透明性与治理权 配置,既可能强化公平访问,也可能导 致碎片化。
典型适配场景	公立元宇宙医院内的核心费用结 算、医保基金支付。	跨境联合诊疗、私营医疗平台内 的多主体价值分配实验。	数字孪生治疗中的按模型迭代付费、 健康管理中的按效果持续激励。

无条件的法偿性与国家信用背书,这使其在医疗支付这一高度敏感的公共领域具备天然的制度适配性^[16]。它能够无缝对接现有医疗保障和财政支付体系,保障资金安全与监管透明。

然而,这种高度的合规性是以牺牲技术灵活性与治理嵌入深度为代价的。主要经济体的 CBDC 设计均对“可编程性”持高度审慎态度,其功能聚焦于提升支付效率与可控性,而非支持复杂的过程激励^[17-18]。因此,CBDC 在元宇宙医学中更可能扮演可靠、高效的底层结算“管道”,难以承担对诊疗过程进行动态计量与协调的“治理”角色。

(2) 稳定币维持效率导向与监管张力的平衡。稳定币依托区块链与智能合约技术,在技术灵活性上优势显著,能够便捷地实现跨域、多主体间的自动清算与条件支付^[21]。这为元宇宙医学中跨机构协作、即时价值分配提供了潜在工具。

但其根本困境在于制度合规性的薄弱。金融稳定委员会(FSB)等国际机构多次警告,稳定币在公共服务领域应用的核心风险在于运营者责任模糊、治理框架私有化以及与主流金融监管的冲突^[19,34]。在责任界定严格的医疗场景,一旦发生纠纷或技术故障,稳定的“去中心化”特性反而成为厘清法律责任、确保患者权益的制度障碍。因此,其应用可能长期局限于监管包容性较强的私营或实验性医疗场景。

(3) 协议化支付面临高治理嵌入潜力与制度空

白的矛盾。协议化支付(如基于 HTTP 402 状态码或类似 I402 协议的理念)代表了一种更为激进的演化方向,其核心是将支付能力深度嵌入网络协议层,使支付成为获取服务或触发特定交互的默认前提^[35,37]。这为实现“按使用付费”、“按结果付费”等高度过程化的医疗支付模式提供了终极技术蓝图。

然而,这条路径目前面临最大的制度空白。它缺乏像 CBDC 那样的主权信用背书,也不像稳定币已有初步的金融监管讨论。其法律属性、数据隐私保护、纠纷解决机制均处于未定义状态^[5]。因此,协议化支付尽管在“治理嵌入深度”上想象空间最大,但在短期内更像一个启发性的制度实验,其成熟依赖于技术标准、法律框架与医疗伦理规范的同步构建。

3.2 从工具理性到制度理性协同重构的演进逻辑。综合比较表明,支付体系在元宇宙医学中的演化,是一个在三维约束下寻求突破的复杂过程,而非单一路径的线性替代。

一是工具升级的局限。CBDC 与稳定币的竞争,本质是“合规”与“灵活”的传统权衡。二者主要实现了支付载体的数字化升级,但无论效率多高,都未从根本上改变支付外在于服务流程、作为事后结算工具的范式。它们优化了“支付”本身,但未解决支付如何与“医疗过程”深度融合的问题。

二是机制变革的核心。协议化支付路径指向了支付机制的范式变革,即支付从“结算结果”转变

为“协调规则”。它触及了元宇宙医学支付困境的实质,即需要一种内生的、能实时响应医疗逻辑的协调机制。

三是协同重构的必然。从制度经济学视角看,这一演进并非技术选择问题,而是治理结构与激励机制的重组问题。未来的可行路径,很可能不是某一路径的完胜,而是分层适配与协同重构。例如,利用CBDC进行最终合规结算,在其上层通过可编程的协议层(可能受监管的稳定币或特定合约)来执行复杂的、过程性的支付规则,从而兼顾制度合规性与治理灵活性。这要求设计者超越单纯的工具理性,进行支付技术、医疗规则与制度设计的协同创新,使支付体系真正演进为支撑元宇宙医学发展的治理基础设施^[33]。

通过以上结构化比较与演进分析可以明确,选择何种支付路径,取决于特定医疗服务场景对“合规、灵活、治理”三个维度的具体权重分配。元宇宙医学支付的最终解决方案,必将是一个融合技术可行性与制度理性的、多层次、可适配的复合体系。

4 面向元宇宙医学的支付体系重构框架

前文分析表明,元宇宙医学并非简单提出新的支付工具需求,而是通过重塑医疗服务形态与价值创造结构,对支付体系提出了制度层面的重构要求。因此,有必要跳出单一工具或技术视角,从体系设计的角度,构建面向元宇宙医学的支付重构框架。

4.1 支付作为医疗治理结构的制度层组成部分 在传统医疗体系中,支付制度主要承担资源分配与成本控制功能,其设计逻辑与医疗治理结构保持相对松散的关联。然而,在元宇宙医学场景中,支付机制不可避免地参与到医疗服务的组织、激励与责任分配之中,成为医疗治理结构的内生组成部分^[5,15]。

这意味着,支付体系的制度设计需要与医疗服务的组织模式同步演进。例如,在多主体协同的医疗环境中,支付规则需要明确不同参与方的权利、义务与责任边界,而不能仅作为事后结算安排存在。否则,支付体系将难以支撑新型医疗服务形态的制度稳定性^[33,39]。

4.2 从统一结算到动态协调的机制层重构 在机制层面,面向元宇宙医学的支付体系应当从“统一结算机制”向“动态协调机制”转变。传统支付体系强调标准化与可控性,适合于结构稳定、服务边界清晰的医疗模式;而元宇宙医学所需的,是能够根据服务过程、交互结果与条件变化进行动态调整的支

付机制^[4,10]。

具体而言,支付机制需要具备按过程、按效果与按参与度进行计量与分配的能力,从而在制度层面支持连续性医疗与精细化健康管理。这种机制转变并非意味着完全放弃集中管理,而是在可控前提下引入更高程度的灵活性与可编程性^[16,22]。

4.3 可编程支付与协议化能力的技术层支撑作用 在技术层面,可编程支付与协议化支付为支付机制的重构提供了重要工具基础。通过将支付规则嵌入代码与协议之中,技术手段可以在一定程度上降低复杂支付安排的执行成本,提高制度设计的可操作性^[21-22]。

然而,需要强调的是,技术层的创新本身并不能替代制度设计。可编程能力应当服务于明确的制度目标,其应用边界需与医疗监管、责任界定与风险控制要求保持一致。否则,技术创新反而可能引入新的制度不确定性^[5,16]。

4.4 技术创新、制度设计与医疗治理的协同耦合 综合制度层、机制层与技术层的分析可以发现,面向元宇宙医学的支付体系重构,本质上是一项跨层级的系统工程。其成功依赖于技术创新、制度设计与医疗治理之间的协同,而非任何单一层面的突破^[33,39]。

这一协同耦合过程并非在真空中进行,而必须嵌入特定的国家卫生体系发展与改革语境之中。例如,中国《“健康中国2030”规划纲要》强调要“创新医疗服务模式”,推动健康管理关口前移^[40]。这一定位在价值目标上与元宇宙医学所倡导的连续性、预防性服务高度契合。因此,支付体系的重构,在顶层设计上就需要与国家既定的卫生发展战略对齐,确保制度演进服务于提升全民健康水平的根本目标。

具体到中国语境,支付体系的重构可以在“制度—机制—技术”框架下与现行改革形成协同。在制度层,支付作为治理工具的定位,应与国家医疗保障局主导的“支付方式改革”方向一致,共同致力于建立“管用高效”的医保支付机制^[41]。在机制层,元宇宙医学所要求的“动态协调”与“按效果付费”,正是对当前按病种付费(DRG/DIP)等改革向更精细化、过程化方向演进的积极探索。在技术层,可编程与协议化支付等创新,则可以为上述复杂支付机制的落地提供高效、可信的技术执行方案。最终,一个成功的支付重构框架,必然是技术工具、医疗价值规律、国家监管要求与公共福利目标深度融合的产物。

在这一过程中,支付体系既不应被简化为中性的结算工具,也不应被过度技术化为自动执行系统。相反,其应被视为一种制度性基础设施,在确保医疗公共属性与安全底线的前提下,为医疗服务模式创新提供可持续的制度支撑。

5 支付体系重构与医疗制度演化的结论与展望

前文围绕医疗支付体系的结构性局限、元宇宙医学场景的独特性以及支付机制的演化路径展开分析,表明支付问题并非元宇宙医学中的技术附属议题,而是关乎医疗制度运行逻辑的重要基础性问题。在此基础上,有必要对全文的核心结论进行归纳,并对未来可能的演化方向作出审慎展望。

5.1 元宇宙医学中的支付问题是一项制度性命题
本文的核心结论在于,元宇宙医学语境下的医疗支付问题,本质上是一项制度性命题,而非单纯的技术或工具选择问题。随着医疗服务从离散事件向连续过程转变,支付体系不可避免地参与到医疗价值的生成、分配与治理之中,其制度设计将直接影响医疗服务模式的可持续性^[5,15]。

在这一背景下,若仍将支付体系视为中性的结算工具,仅通过技术升级提升效率,难以回应元宇宙医学对支付机制提出的结构性要求。相反,支付体系需要被重新定位为医疗治理结构的重要组成部分,在制度层面承担协调多主体、引导医疗行为与界定责任边界的功能^[33,39]。

5.2 支付体系重构的现实路径与约束 从演化路径看,面向元宇宙医学的支付体系重构不太可能通过一次性制度变革实现,而更可能呈现出渐进式调整的特征。在可预见的阶段内,现有医疗支付体系仍将发挥基础性作用,新型支付机制则以补充和试点形式逐步嵌入特定场景^[16-17]。

同时,支付体系的演化将受到医疗监管、公共财政约束以及社会风险偏好的多重制约。尤其是在涉及患者安全与公共利益的领域,支付机制的创新需要在效率提升与风险控制之间保持审慎平衡^[6,19]。这意味着,支付体系的制度创新不应以技术可行性作为唯一判断标准。

5.3 从支付创新到医疗制度演化 从更长远的视角看,元宇宙医学中的支付体系重构,其意义将超越支付本身。它可能成为一个关键的制度杠杆,撬动并推动医疗制度整体的演化进程。通过支付机制的调整,医疗服务的组织方式、激励结构与价值衡量标准均可能发生连锁变化,从而影响医疗体系的运行逻辑^[4-5]。

对未来研究而言,有必要进一步结合具体医疗场景,对不同支付机制的制度效果进行实证分析,并在比较不同国家与制度环境的基础上,探索支付体系与医疗治理协同演化的可行路径。唯有在制度、技术与医疗实践之间形成良性互动,元宇宙医学才能在保持公共属性的前提下实现可持续发展。

从理论层面看,本文的分析对医疗支付理论、数字治理研究以及金融基础设施研究均具有一定启示意义。首先,本文通过元宇宙医学这一极端但具有前瞻性的场景,揭示了传统医疗支付理论中“基础设施中性假设”的适用边界,提示支付体系在高度过程化服务中可能具有内生的治理功能。其次,本文将医疗支付问题与数字治理和制度经济学中的协调机制问题相联系,拓展了支付体系研究的分析视角。

需要指出的是,本文仍存在若干未解决的问题,有待未来研究进一步展开。例如,不同医疗制度环境下,支付机制重构的可行路径是否存在显著差异?可编程与协议化支付在实际运行中如何平衡自动执行与专业判断?支付机制嵌入医疗过程后,其对医患关系与专业伦理的长期影响仍有待经验研究加以检验。这些问题构成了元宇宙医学支付研究未来的重要议程。

5.4 从医疗支付到制度性支付基础设施 承接上文对支付推动医疗制度演化的长远判断,需要进一步厘清的是,这种演化的根本方向为何不能是金融支付逻辑的简单复制。在既有研究中,支付问题往往被统一置于金融支付或货币体系的分析框架之下,但医疗支付在制度属性上与一般金融支付存在根本差异。金融支付的核心功能在于价值交换与风险定价,其制度目标主要围绕效率、流动性与市场稳定展开;而医疗支付则天然嵌入公共治理体系之中,不仅涉及价值转移,更直接关联医疗行为激励、责任分配与公共资源配置。因此,医疗支付本质上是一种制度性支付,其目标并非最大化交易效率,而是在效率、公平与公共风险控制之间维持动态平衡^[2]。这一差异决定了医疗支付无法完全遵循“中性工具”的假设。支付方式的设计会反向塑造医疗服务供给结构、医患行为选择以及技术应用方向。因此,医疗支付本质上是一种制度性支付,其目标并非最大化交易效率,而是在效率、公平与公共风险控制之间维持动态平衡。

去中心化金融(DeFi)通常被视为可编程支付与协议化结算的典型应用场景,但其前提是交易主体之间风险自担、责任清晰且可通过市场机制出清。

相比之下,元宇宙医学的制度环境截然不同。

首先,医疗服务具有不可完全市场化的公共属性,其风险后果往往外溢至社会整体。其次,医疗行为中的信息不对称、专业壁垒与不可逆后果,使得“代码即规则”的治理逻辑难以直接适用。再次,医疗支付不仅要结算服务,更要对行为进行约束、引导与问责。

因此,元宇宙医学并不适合简单移植 DeFi 的支付逻辑。相反,其更需要一种嵌入医疗治理逻辑的制度化支付体系,使支付规则与医疗规范、监管责任及公共价值目标形成内在一致。这也意味着,可编程性在医疗支付中必须服从于制度边界,而非替代制度本身。

从演化路径看,未来5~10年医疗支付体系的变革更可能呈现出阶段性推进与多路径并存的特征,而非一次性范式跃迁。

在短期(1~3年)内,支付变革主要体现为载体升级与局部可编程尝试,如CBDC在医保结算、公共医疗场景中的试点,以及有限条件触发的支付功能引入。

在中期(3~5年),随着数字孪生治疗和长期健康管理模式的发展,支付体系将面临更明显的制度压力,推动支付机制向过程嵌入与规则内生化方向演进。这一阶段可能出现多种制度实验,但仍以监管主导为特征。

在长期(5~10年),随着元宇宙医学服务形态的稳定,支付体系有望完成其根本性的角色蜕变,从附属的结算工具,演进为一种深度嵌入医疗过程、兼具金融属性与核心治理功能的基础设施。

伦理声明 本文是在AI的帮助下完成的,内容真实性由作者负责,特此声明。

利益冲突 作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 高承实:选题、撰写、修改论文。

参考文献

- [1] ARROW K J. Uncertainty and the welfare economics of medical care [M]//Uncertainty in Economics. Amsterdam: Elsevier, 1978: 345~375.
- [2] CUTLER D M, ZECKHAUSER R J. Chapter 11 The anatomy of health insurance [M]//Handbook of Health Economics. Amsterdam: Elsevier, 2000: 563~643.
- [3] 姚涵,刘远立. 医疗元宇宙在卫生健康体系中的技术变革与社会挑战[J]. 医学与社会, 2024, 37(2): 7~11.
- [4] PORTER M E. What is value in health care? [J]. N Engl J Med, 2010, 363(26): 2477~2481.
- [5] NORTH D C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance [M]. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1990.
- [6] OECD. Health at a Glance 2023: OECD Indicators [M]. OECD Publishing, 2023.
- [7] PAULY M V. The economics of moral hazard: comment [J]. Am Econ Rev, 1968, 58(3): 531~537.
- [8] TOPOL E. The Creative Destruction of Medicine: How the Digital Revolution Will Create Better Health Care [M]. New York: Basic Books, 2012.
- [9] DORSEY E R, TOPOL E J. State of telehealth [J]. N Engl J Med, 2016, 375(2): 154~161.
- [10] KAPLAN R S, PORTER M E. How to solve the cost crisis in health care [J]. Harv Bus Rev, 2011, 89(9): 46~52, 54, 56~61.
- [11] PORTER M E, Teisberg E O. Redefining Health Care: Creating Value-Based Competition on Results [M]. Boston: Harvard Business Review Press, 2006.
- [12] CENTERS FOR MEDICARE & MEDICAID SERVICES. Value-Based Programs [EB/OL]. (2023-07-01) [2024-12-15]. <https://www.cms.gov/medicare/quality/value-based-programs>
- [13] WORLD ECONOMIC FORUM. Blockchain in healthcare: trust, transparency and traceability [R]. Geneva: World Economic Forum, 2018. Insight Report, 2018.
- [14] KUO T T, KIM H E, OHNO-MACHADO L. Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications [J]. J Am Med Inform Assoc, 2017, 24(6): 1211~1220.
- [15] WILLIAMSON O E. Transaction cost economics [J]. J Econ Behav Organ, 1987, 8(4): 617~625.
- [16] GROUP OF CENTRAL BANKS. Central Bank Digital Currencies: Foundational Principles and Core Features [R]. Basel: Bank for International Settlements, 2020: Report No. 1, 2020. ISBN: 978-92-9259-427-5.
- [17] BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. CBDCs and the Future of Payments [R]. Basel: BIS, 2023: BIS Paper No. 136, 2023.
- [18] EUROPEAN CENTRAL BANK. Digital euro: policy considerations and perspectives for the design of a CBDC for the euro area [R]. Frankfurt: ECB, 2023: ECB Occasional Paper Series No 297, 2023.
- [19] FINANCIAL STABILITY BOARD. High-level recommendations for the regulation, supervision and oversight of global stablecoin arrangements: final report [R]. Basel: FSB, 2023.
- [20] BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS INNOVATION HUB. The future of programmable money [R]. Basel: BIS, 2023.
- [21] SZABO N. Smart contracts: building blocks for digital markets]. Extropy, 1996, 16: 1~8.
- [22] CONG L W, HE Z G. Blockchain disruption and smart contracts [J]. Rev Financ Stud, 2019, 32(5): 1754~1797.
- [23] WOOTTON R. Telemedicine: a cautious welcome [J]. BMJ, 2024, 373: 1~5.

- 1996, 313(7069): 1375–1377.
- [24] GREENHALGH T, WHERTON J, SHAW S, et al. Video consultations for covid-19[J]. *BMJ*, 2020, 368: m998.
- [25] RUDSARI H K, BARLOW J, et al. Digital twins in healthcare: a comprehensive review and perspectives [J]. *Frontiers in Digital Health*, 2023, 5: 1253050.
- [26] VALLÉE A. Digital twin for healthcare systems[J]. *Front Digit Health*, 2023, 5: 1253050.
- [27] KURIAKOSE S M, JOSEPH J, RAJIMOL A, et al. The rise of digital twins in healthcare: a mapping of the research landscape [J]. *Cureus*, 2024, 16(7): e65358.
- [28] WAGNER E H, AUSTIN B T, VON KORFF M. Organizing care for patients with chronic illness[J]. *Milbank Q*, 1996, 74 (4): 511–544.
- [29] BODENHEIMER T, WAGNER E H, GRUMBACH K. Improving primary care for patients with chronic illness [J]. *JAMA*, 2002, 288(14): 1775–1779.
- [30] WHO. Integrated care models: an overview [R]. Geneva: WHO, 2016.
- [31] AMELUNG V, CHEAH J. Is there an ideal payment model that enables integrated care: searching for the impossible? [J]. *Int J Integr Care*, 2024, 24(4): 10.
- [32] AZARIA A, EKBLAW A, VIEIRA T, et al. MedRec: using blockchain for medical data access and permission management [C]//2016 2nd International Conference on Open and Big Data (OBD). August 22–24, 2016, Vienna, Austria. IEEE, 2016: 25–30.
- [33] SHILLER R J. *Finance and the Good Society* [M]. Princeton, N. J: Princeton University Press, 2012.
- [34] IMF. *Global stablecoins: risks and regulation* [R]. IMF, 2020.
- [35] NARAYANAN A, BONNEAU J, et al. *Bitcoin and cryptocurrency technologies* [M]. Princeton: Princeton University Press, 2016.
- [36] FINANCIAL STABILITY BOARD. High-level recommendations for the regulation, supervision and oversight of crypto-asset activities and markets: final report [R/OL]. Basel: FSB, 2023-07-17.
- [37] FIELDING R, RESCHKE J. Hypertext transfer protocol (HTTP/1.1): Semantics and Content [R]. RFC 7231, IETF, 2014.
- [38] ADRIAN T, MANCINI-GRIFFOLI T. The rise of digital money [J]. *Annu Rev Financ Econ*, 2021, 13: 57–77.
- [39] ACEMOGLU D, ROBINSON J A. *Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty* [M]. New York: Crown Publishers, 2012.
- [40] 中共中央国务院.《“健康中国 2030”规划纲要》[Z]. 北京: 人民出版社, 2016.
- [41] 国家医疗保障局. 关于推进医疗保障支付方式改革的指导意见[Z]. 医保发[2021]48号, 2021.

引用本文

高承实. 元宇宙医学场景下医疗支付体系的结构性挑战与演化路径[J]. 元宇宙医学, 2025, 2(4):39–47.

GAO C S. Structural challenges and evolution paths of the medical payment system in the metaverse medical scenario [J]. *Metaverse Med*, 2025, 2(4):39–47.