

# 区块链技术在个人所得税征管中的应用场景与挑战—— 以智能合约与去中心化身份认证为例

马琴

四川职业技术学院，四川遂宁，629000；

**摘要：**随着数字经济时代的到来，个人所得税征管面临收入形式多样化、税源隐蔽性强、征纳信息不对称等严峻挑战。区块链技术凭借其去中心化、不可篡改、可追溯等特性，为税务管理提供了创新解决方案。本文聚焦智能合约与去中心化身份认证两大核心技术，系统探讨其在个税征管中的具体应用场景，剖析技术落地的核心障碍，并提出“技术——制度——生态”三维优化框架。研究表明，智能合约可实现税款自动计算与划转，去中心化身份认证可增强纳税人信息安全性，但技术性能瓶颈、法律适配性不足、隐私保护争议等问题仍需解决。通过深圳“税务链”试点与爱沙尼亚“数字公民”系统的案例分析，为构建透明、高效、可信的现代税收治理体系提供理论与实践支撑。

**关键词：**区块链技术；个人所得税；智能合约；去中心化身份认证

**DOI：**10.69979/3041-0673.25.06.003

## 1 引言

### 1.1 研究背景与问题提出

数字经济下，个人所得税征管面临新挑战。收入形式多样化，如网络直播、虚拟货币等，导致高收入群体隐匿收入逃避税收。2022年，中国税务机关查处网络主播偷逃税案件，涉及金额超10亿元。同时，税务、银行、工商等部门数据未完全互通，信息孤岛化问题突出，高净值人群利用多地税务登记逃避累进税率。传统征管模式效率低下，2021年全国个税汇算清缴平均处理时长达7.3天，严重影响纳税人体验和税务机关运行效率。区块链技术为解决这些问题提供了新思路，其去中心化账本、智能合约和加密算法分别确保数据不可篡改、规则自动执行和隐私安全保障，天然适配税务征管场景。国际上，爱沙尼亚“数字公民”系统和新加坡“Project Ubin”项目已验证区块链在税务领域的可行性，为我国个税征管改革提供了借鉴<sup>[1]</sup>。

### 1.2 研究意义与创新点

本研究探索区块链技术在个人所得税征管中的应用与挑战，具有重要的理论和实践价值。理论方面，构建“技术赋能——制度重构——生态协同”的税务治理框架，揭示去中心化身份认证在破解信息不对称中的作用。实践方面，提供智能合约部署方案，推动征管自动化，提升效率，降低成本，并设计隐私保护机制，为税

务数字化转型提供技术与制度保障。

基于数字经济时代，个税征管面临的收入隐匿与信息孤岛化挑战，区块链技术的两大核心组件——智能合约与去中心化身份认证，分别通过规则自动化与可信身份构建，为解决上述问题提供了技术可行性，下文将系统分析其适配性。

## 2 区块链技术的核心组件及其税务适配性

### 2.1 智能合约：规则代码化的税务自动化引擎

智能合约是一种基于区块链技术的自执行协议，通过将税务规则转化为代码，实现税务流程的自动化和智能化。其技术原理主要基于以太坊Solidity或Hyperledger Chaincode编写，运行机制包括事件触发、条件验证和自动执行三个环节。例如，当工资入账时，智能合约会自动触发，判断收入是否达到起征点，并自动完成税款划转。这种机制不仅提高了税务处理的效率，还减少了人为错误和干预的可能性。

在税务场景中，智能合约能够有效适配多源收入聚合和动态税率调整的需求。通过预言机(Oracle，一种区块链数据中间件)接入银行和支付平台的数据流，智能合约可实时汇总纳税人收入信息，确保税务数据的准确性和完整性。同时，智能合约能够根据纳税人的家庭负担变化(如新生儿出生)自动更新专项附加扣除额度，构建税收政策的动态调整。深圳“税务链”智能合约试

点项目展示了其显著的应用效果。2023年，试点企业的个税申报错误率下降了72%，处理效率提升了58%。其技术架构基于FISCO BCOS联盟链和微众银行的WeIdentity身份认证系统，为税务自动化提供了强大的技术支持<sup>[1]</sup>。

## 2.2 去中心化身份认证：构建可信纳税人数字身份

去中心化身份认证是区块链技术在税务领域的重要应用之一，通过分布式标识符（DID, Decentralized Identifier）和可验证凭证（VC, Verifiable Credential）构建可信的纳税人数字身份。DID是由私钥控制的唯一身份凭证，支持跨平台互认，而VC则是由税务机关签发的加密收入证明，企业可通过验证凭证的真伪而无需获取纳税人的原始数据。这种机制不仅保障了纳税人的隐私，还提高了税务数据的可信度。

在税务场景中，去中心化身份认证通过零知识证明（Zero Knowledge Proof，以下简称ZKP）技术实现了隐私保护与税务合规的平衡。纳税人可以证明其收入超过起征点，而无需披露具体的收入金额。此外，基于W3C标准的DID网络还支持跨境税务协作，实现跨国收入信息的可信交换。爱沙尼亚的数字公民系统是这一技术的成功实践案例。该系统通过整合公民的数字身份，实现了纳税申报、医疗报销等公共服务的一键完成。其安全机制基于X-Road数据交换层和区块链存证，2022年成功抵御了98.6%的网络攻击，展示了去中心化身份认证在提升税务安全性和效率方面的巨大潜力<sup>[4]</sup>。

## 3 应用场景的深度解析

### 3.1 智能合约驱动的自动化征管流程

智能合约技术为个人所得税征管提供了高效、精准的自动化解决方案，尤其在工资薪金实时计税和年度汇算清缴智能化方面展现出显著优势。在工资薪金实时计税场景中，企业人力资源（HR）系统与区块链平台对接，工资发放时自动触发智能合约，系统根据预设的税率规则即时计算并划转税款至税务账户。这一过程实现了“T+0”实时处理，与传统模式下企业每月手动申报、税务机关逐项审核的繁琐流程相比，极大地提高了征管效率，减少了人为错误和时间成本。在年度汇算清缴智能化方面，纳税人通过授权分布式标识符（DID）身份，智能合约自动抓取其全年收入数据，生成预填报表。这一流程重构不仅简化了纳税人的申报流程，还通过区块链的

不可篡改特性，确保所有操作记录上链存证。在争议发生时，税务机关和纳税人可通过时间戳追溯数据源头，快速定位问题并解决争议，提升了征纳双方的信任度和税务处理的透明度<sup>[2]</sup>。

### 3.2 去中心化身份认证的隐私保护实践

去中心化身份认证（DID）在个人所得税征管中为隐私保护提供了创新解决方案，尤其在最小化信息披露和跨境税务协作网络方面具有重要意义。在最小化信息披露场景中，自由职业者在向平台提供收入合法性证明时，无需公开详细的银行流水信息。通过采用零知识证明（ZKP）技术，尤其是zk-SNARKs（简洁非交互式知识论证）算法，自由职业者可生成简洁证明，验证耗时不足0.1秒。这种技术路径不仅保护了纳税人的隐私，还满足了税务机关对收入合法性的监管要求。在跨境税务协作网络方面，基于Interledger协议（ILP）搭建的全球DID联盟链为跨国税务协作提供了技术支持。税务机关通过跨链网关验证境外收入信息，解决了跨境收入信息共享的可信度问题。例如，新加坡与瑞士试点的“区块链税务走廊”项目，成功解决了数字游民的重复征税问题，为跨境税务协作提供了新的模式和思路<sup>[3]</sup>。

### 3.3 智能合约与去中心化身份认证的协同效应

智能合约与去中心化身份认证在个人所得税征管中具有显著的协同效应，共同推动了税务征管的数字化转型。智能合约通过自动化处理税务流程，显著提升了征管效率和准确性。与此同时，去中心化身份认证为智能合约提供了可信的身份基础，在保障纳税人隐私和数据安全方面发挥了关键作用。在工资薪金实时计税中，去中心化身份认证为智能合约提供了准确的纳税人身份信息，确保税款的正确划转；在年度汇算清缴中，去中心化身份认证支持智能合约自动抓取全年收入数据，生成预填报表。这种协同不仅提升了税务处理的效率，还通过隐私保护和数据安全增强了纳税人的信任度。同时，智能合约的自动化执行机制也为去中心化身份认证提供了应用场景，进一步拓展了区块链技术在税务领域的应用范围。

### 3.4 核心组件在个人所得税征管中面临的挑战

尽管智能合约和去中心化身份认证在个人所得税征管中展现了巨大的应用潜力，但其推广仍面临诸多挑战。技术层面，智能合约的代码漏洞和区块链系统的性

能瓶颈需要进一步解决，且与现有税务系统的兼容性问题增加了技术实施的复杂性；法律层面，区块链技术在税务领域的应用缺乏明确的法律依据和监管框架，导致其在税收征管中的应用缺乏法律依据，同时区块链的去中心化特性增加了监管难度，跨境应用还可能引发国际税收协调问题；社会层面，纳税人的技术接受度和税务人员的技术能力仍需提升。未来，应加强技术研发，完善法律法规，推动区块链技术与现有税务系统的深度融合。通过国际合作和跨部门协作，进一步优化区块链技术在个人所得税征管中的应用场景，为税务征管的数字化转型提供坚实的技术支撑和制度保障。

当前关于区块链税务应用的研究存在明显的区域差异。以中国深圳“税务链”为代表的国内试点，侧重于联盟链技术与部门数据协同<sup>[1]</sup>，而爱沙尼亚数字公民系统则通过 X-Road 架构实现了公私领域数据的无缝整合<sup>[4]</sup>。相比之下，新加坡“Project Ubin”更注重跨境支付与税务协作的兼容性<sup>[5]</sup>。这些差异反映出区块链技术在税务领域的应用需适配本土制度环境与技术生态。因此，突破技术瓶颈需结合区域实践特点，而非单一技术移植。

## 4 区块链技术落地的多维挑战与突破路径

### 4.1 技术瓶颈与优化策略

区块链技术在个人所得税征管中的应用面临诸多技术瓶颈，其中性能瓶颈尤为突出。例如，比特币网络的交易处理速度（TPS）仅为 7，难以支撑大规模个税数据处理。为解决这一问题，可采用分层架构（如以太坊 Rollups）或联盟链（如 Hyperledger Besu），将 TPS 提升至 2000+。此外，隐私保护也是技术落地的重要挑战，区块链的透明性与纳税人隐私权之间存在矛盾。为此，可引入同态加密（HE）技术，支持在密文状态下进行税款计算，如 IBM Fully Homomorphic Encryption Toolkit。这些技术优化策略不仅提升了区块链系统的性能，还为隐私保护提供了创新解决方案<sup>[5]</sup>。

### 4.2 制度障碍与政策创新

智能合约的法律地位模糊是区块链技术落地的重要制度障碍。目前，中国《民法典》尚未明确代码合约的民事效力，导致纠纷裁决缺乏依据。为突破这一瓶颈，

可参考美国亚利桑那州《HB2417 法案》，赋予智能合约与传统合同同等的法律地位。此外，跨境数据流动监管冲突也是技术落地的重要挑战。例如，欧盟 GDPR 要求数据本地化，与区块链的跨国特性相悖。为此，可建立“数据主权网关”，对跨境链上数据实施加密脱敏处理。这些政策创新为区块链技术在税务领域的应用提供了制度保障<sup>[5]</sup>。

### 4.3 生态协同建设

跨部门数据共享机制是区块链技术落地的重要基础。通过构建“税务——银行——工商”联盟链，利用 IPFS 存储加密数据并由智能合约控制访问权限，可实现部门间的数据互通。例如，广州“税链”项目已实现 18 个部门数据互通，减少证明材料提交 70%。此外，公众认知与接受度的提升也是生态协同建设的重要内容。可通过开发“区块链税务模拟器”，让学生通过游戏化操作理解技术原理。同时，对使用 DID 申报的纳税人给予积分奖励（如优先退税、信用加分），激励公众积极参与。这些措施不仅促进了区块链技术的推广，还提升了公众对新技术的认知和接受度。

### 参考文献

- [1] 国家税务总局. 《区块链技术在税收征管中的应用试点报告》[R]. 北京：国家税务总局，2023.
- [2] 张建华. 智能合约的法律效力及其在税务场景的适用性研究[J]. 法学研究, 2022(4): 45–58.
- [3] Buterin, V. Ethereum Whitepaper: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. 2014.
- [4] 爱沙尼亚数字政务中心. 《数字身份系统的安全架构与实践》[M]. 塔林：爱沙尼亚出版社，2021.
- [5] World Bank. Blockchain for Tax Administration: Opportunities and Challenges. Washington, DC: World Bank, 2022.

作者简介：马琴（1993—）女，汉族，云南昭通，单位：四川职业技术学院，硕士研究生，职称：会计师，研究方向（或者写专业）：会计。