

区块链在金融监管科技（RegTech）中的应用

马金博

（赣南师范大学，江西 赣州 341000）

摘要：凭借去中心化架构、数据不可篡改性以及完整可追溯性等关键特性，区块链技术正引领金融监管科技领域进行范式创新，该技术借助分布式账本机制，极大地提高了金融市场透明度，让监管机构可对交易活动展开实时监测，迅速识别异常行为，在反洗钱、跨境支付结算以及证券市场监管等多个方面提升监管成效，降低合规成本。在技术实现方面，智能合约运用形式化验证等先进技术手段，保障合约逻辑的合规性，达成监管流程的自动化执行，链上数据分析技术为资金流向追踪提供了有效的工具，与实时监测和预警系统协同，可即时标记可疑交易，不过区块链技术存在的去中心化特性、匿名特征以及技术标准碎片化等问题，给金融监管实践给予了诸多挑战，比如现行法律框架适应性欠佳、跨境监管协作机制缺失等现实难题。尽管如此，从发展前景来讲，随着区块链技术不断演进以及配套解决方案逐步完善，其在金融监管科技领域的应用价值将释放，为维护金融市场稳定运行、促进合规发展提供强大的技术支持。

关键词：区块链；金融监管科技（RegTech）；分布式账本；智能合约；去中心化；不可篡改；反洗钱；跨境支付；自动化合规；风险预警；监管挑战

引言：

在数字化浪潮不断向前推进的过程中，传统金融监管体系正遭遇因金融科技迅速发展而产生的全新挑战，面对这种情况，监管科技作为一种创新的解决办法出现了，它的核心是运用先进的技术手段促使金融监管朝着科技化、自动化以及智能化的方向转变，提升监管效能，控制监管成本。

区块链作为一种创新型分布式账本技术，依靠其去中心化架构、数据不可篡改特性、完整可追溯特性以及高度透明特性，为金融监管科技领域开创了全新研究路径与技术范式，该技术应用提升了金融监管过程的安全程度与可信程度，为解决传统监管模式长期存在的效率低、信息不对称等痛点问题给出了有效办法。在这样的背景下，区块链技术和金融监管科技的协同创新成了当前金融学术研究与产业实践的关键发展方向。

1、区块链与金融监管科技概述

1.1 区块链技术原理

区块链技术的核心架构是基于分布式账本系统构建的，它和传统的集中式账本管理模式有着本质上的不同，传统集中式账本管理模式一般依靠单一的中心化机构来进行数据的存储和维护，在分布式账本的框架当中，数据存储呈现出多节点网络化分布的特点，这种去中心化的存储机制提升了系统的数据可靠性以及容错能力。设想一个有着 n 个节点的区块链网络拓扑结构，每个节点都拥有独立的账本数据存储功能，当网络里出现 m 个故障节点或者遭受恶意攻击的时候，剩余可正常运行的节点依然可以保证账本数据完整存储并且持续可用。

在区块链网络里，节点之间交易有效性的确认要依靠特定算法来达成协同认知，这类算法被统一称作共识机制，因为分布式网络环境中节点数量众多，还存在潜在的恶意行为者，

作者简介：马金博（2004-），男，本科，研究方向为人工智能、金融经济。

要构建一套可靠的协同机制,以此保证各个节点对账本状态形成统一的认定,当下主流的共识算法主要有基于工作量验证的 PoW 机制,以及基于权益验证的 PoS 机制等典型的实现方案。

智能合约是一种借助代码形式存储于区块链之上的自动化协议,在符合定条件的情况下,它可自行触发并完成预先设定好的操作流程。

加密算法作为区块链安全体系里的关键技术支持,有着不可或缺的作用,于区块链系统当中,非对称加密机制在数据加密以及数字签名领域得以广泛运用,此技术运用的是公钥和私钥相结合的密钥体系构造,其中公钥作为公开的信息用来处理数据加密,而私钥作为机密信息有着数据解密以及交易签名这两项功能。展开来说,交易发起方利用私钥达成数字签名操作,接收方凭借相应的公钥来验证签名的有效性,这种加密机制保障了交易数据的机密性与完整性,还达成了交易行为的不可否认性。

区块链作为一种分布式账本技术,其核心特性集中呈现于去中心化架构、数据不可篡改、完整可追溯以及运作透明等多个方面,在去中心化架构之中,区块链网络舍弃了传统的中心化管理方式,所有参与节点地位平等,共同肩负起网络维护与治理的责任,这样的架构设计,降低了系统对中介机构的依赖,提升了整体运行效率与系统可靠性。凭借这些独特的技术特性,区块链技术在金融监管科技领域有着广阔的应用前景。

1.2 金融监管科技(RegTech)的内涵与发展

金融监管科技作为监管机构用于金融监管领域,达成技术革新、流程自动化以及智能决策的关键工具,其发展背景来源于金融科技迅速发展引发的金融业态变革,在当下的金融市场中,出现了像移动支付、网络借贷以及数字货币等一系列创新型金融产品与服务,这些创新在提高金融服务效率的也给传统以人工审查和现场检查为主的监管模式给予了严峻挑战。传统监管方式主要依靠对纸质交易记录的核查,存在监管资源投入大、时效性不足等问题,还很难保证监管信息的准确性和完整性,为了应对这些挑战,监管机构逐渐引入信息技术手段,借助计算机系统的应用实现了监管流程的电子化转变和自动化升级。

在金融科技领域呈现出快速发展态势的大背景之下,像大数据、人工智能以及区块链这样有代表性的前沿技术,正在促使监管科技达成重大的突破,借助大数据技术,可实现海量金融数据的采集、存储以及分析工作,如此便为监管机构去识别潜在风险模式以及发现数据内在规律营造出了相应条件。区块链技术依靠自身所有的去中心化架构、数据不可篡改性以及完整可追溯性等特性,与金融监管的核心诉求达成了高度契合,为解决传统监管体系里存在的数据共享不足、透明度欠缺以及信任机制不完善等诸多问题,提供了创新性的技术途径。

1.3 区块链与金融监管科技的契合点

从技术特性与监管需求适配性这一角度来剖析,区块链技术拥有的去中心化特性和金融监管科技的发展要求存在着十分突出的契合情况,传统金融监管架构一般采用多层级的信息传递机制,这样的结构降低了监管效率,还可能致使信息在传输时出现偏差,与之不同的是,基于区块链技术的分布式账本系统借助建立点对点的网络连接,能让监管主体直接获取未经过中间环节处理的原始数据,提升监管效能。

区块链技术拥有数据不可篡改性以及交易可追溯性这些特性,为金融监管给予了关键的技术支持,让监管机构可达成对金融交易整个流程的实时监控,以此保障交易数据真实可信,凭借区块链的可追溯特性,监管者可从交易源头着手,对资金流转的每个关键节点展开完整追踪,一直到交易最终结束。这一技术优势提升了金融监管的效能,能有效预防潜在的欺诈行为与违规操作,在发现异常交易时,监管机构借助区块链记录可快速追溯完整的交易链条,精准识别问题根源以及相关责任主体。

区块链技术支撑的智能合约系统借助程序化执行机制提升了监管效能,其关键优势是监管精确度与时效性都有改善,在金融监管范畴,监管规则能以智能合约代码化形式做嵌入式部署,金融交易数据触发预设阈值时,系统会自动执行交易限制、风险预警等监管举措,这种自动化监管模式避免了传统人工监管的响应延迟和主观判断偏差问题,保证监管政策精准且高效落实。以信贷业务场景来讲,智能合约系统可以对借款人资质实时自动化评估,只有契合全部授信条件才执行放款操作,在业务流程源头控制信用违约风险。

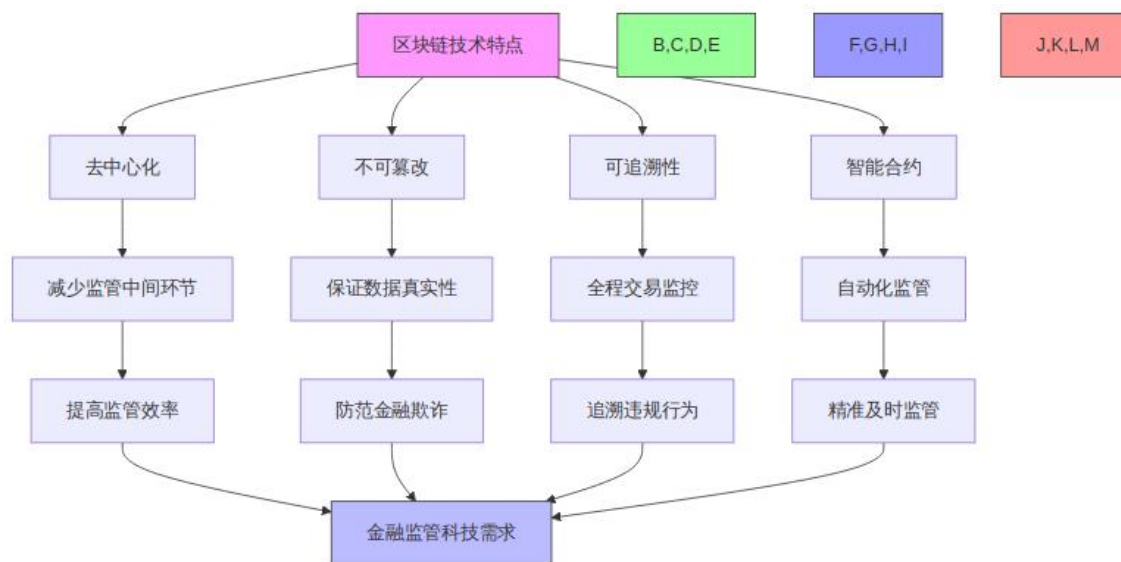


图1 区块链技术与金融监管科技的契合点

2、区块链在金融监管科技中的应用方式

2.1 基于区块链的金融数据共享与监管

区块链技术的分布式账本机制为金融数据共享给予了创新性的解决办法,这种机制借助多节点协同存储架构来保障数据的完整性和安全性,分布式账本作为区块链系统的关键组件,采用去中心化存储模式,让参与网络的每个节点都拥有完整的数据副本,在这样的架构里,各类金融机构和监管主体可在有高度可信度的技术环境中达成金融数据的有效共享以及协同处理。

从技术角度剖析,区块链系统借由密码学机制给予数据安全可靠的保障,具体情形如下:哈希算法的运用让数据在传输以及存储环节拥有防篡改的特性,在数据共享的场景当中,参与的主体要运用私钥开展数字签名,只有持有相应公钥的授权方才可达成数据解密以及访问,此种非对称加密机制切实维护了数据的隐私安全。

分布式账本技术在金融监管领域呈现出关键的应用价值,其数据共享机制有效提升了监管效能,借助区块链技术搭建的实时数据获取系统,监管机构可全面了解金融市场动态,涉及金融机构交易数据以及客户信息等关键指标,这种技术架构保障了数据的准确性与时效性,让监管者可及时识别并处理各类违规交易,为维护金融体系稳定提供了有力支持。

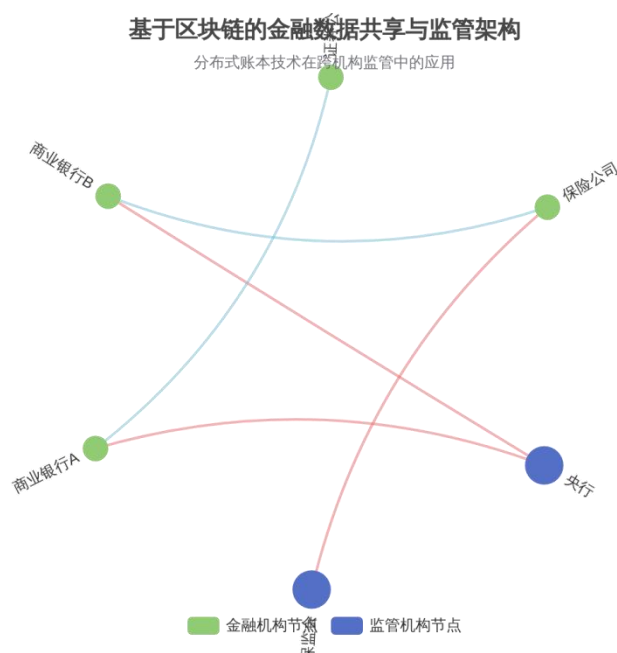


图2 基于区块链的金融数据共享与监管架构示意图

2.2 区块链智能合约在合规监管中的应用

智能合约是基于区块链技术的计算机程序，它有自动执行合约条款的功能，其运行机制依靠预先设定的规则和条件，系统检测到特定触发事件或者契合定条件时，就能自主完成相应操作流程，无需人工干预，这种高度自动化的执行特点，让智能合约技术在金融监管合规领域有应用潜力和价值。

在金融监管合规范畴，智能合约技术可凭借预先设定好的程序化规则达成监管要求的自动化执行，监管主体可把现行的法律法规以及监管政策转化成可编程的智能合约代码，然后将其毫无缝隙地集成到金融交易系统架构里面，当金融机构发起交易行为的时候，智能合约系统会自动施行合规性验证，对交易要素进行实时的校验。对于符合全部预设条件的合法交易，系统会自动完成交易确认以及结算流程，而针对违反监管规则的异常交易，系统则会自动终止交易进程并且触发监管预警机制，以反洗钱监管场景作为例子，智能合约系统可对交易数据流实施全流程的监控，这其中囊括了资金来源、交易规模以及频次等关键指标。当系统检测到像大额资金异动或者高频小额交易等可疑行为时，会立刻启动交易阻断机制，并且同步向监管主体推送风险预警信息以便于开展后续的调查。

2.3 基于区块链的加密货币监管

在加密货币的监管体系里面，对交易流向进行实时监测是监管的核心，监管主体可借助解析分布式账本数据达成资金流转路径的可视化查探，以此精准把控资金来源以及流向的完整轨迹，采用图论建模法子，加密货币交易网络能以形式化方式表示为有向图结构，里面顶点集代表参与交易的账户节点。边集体现着有交易金额，带有时间戳等关键特性的交易关系，凭借设计一套高效的图分析算法，监管机构可对上述图结构进行深度挖掘，完成交易流向的智能化监测及分析，在针对加密货币的监管体系里，防控底层技术风险占据核心位置，作为加密货币支撑性技术的区块链，它自身存在的某些内在缺陷是不容被忽视的，诸如智能合约

编程中存在的漏洞以及共识算法安全中存在的缺陷等，这些都可归为技术性的隐患情况，此类技术漏洞极易成为恶意攻击者下手的切入点，引发数字资产被抢夺或者市场呈现异常波动等一系列安全事故，监管主体须实施双重保障手段：一方面得强制加密货币项目把技术架构的详细情况进行披露，还要接受第三方所做的代码审计，另一方面需组建一个动态监测体系，采用实时风险识别及预警机制，保障技术风险显现之际可迅速开启应急处置预案。

2.4 区块链在金融机构风险监测与预警中的应用

区块链的分布式账本技术可达成对金融机构交易数据以及财务信息等核心数据的实时采集，为构建风险监测和预警系统给予技术支持。

依靠对采集到的数据展开挖掘，可借助机器学习以及数据分析这类先进的技术手段，对金融机构的风险状况开展科学评估，要是把金融机构的综合风险水平界定为变量 R ，同时把 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 设定为不良贷款率、资本充足率等关键风险评价指标，并且赋予各个指标相应的权重系数 $w_1, w_2, \dots, w_n$ ，那么该机构的综合风险水平可以借助如下线性加权模型进行量化表

$$\text{达: } R = \sum_{i=1}^n w_i x_i。$$

持续监测关键指标并进行动态评估，可有效识别金融机构运营中可能存在的风险因素，一旦监测数据突破预先设定的风险阈值，系统会立即触发预警机制，为金融监管部门提供决策参考，实证研究显示，部分区域金融监管机构借助部署区块链技术支持的风险监测平台，达成了对辖区内金融机构风险状况的全天候监控。该监测系统运行期间，成功捕捉到一些金融机构的流动性风险征兆，还及时向监管当局发出警示，在监管部门的专业指导下，相关金融机构实施针对性风险处置方案，有效规避了潜在的流动性风险事件，维护了区域金融体系的稳健运行。

3、区块链在金融监管科技中应用的优势与挑战

3.1 优势分析

区块链技术借助自动化、智能化特点，大幅降低了监管过程里人工介入的需求，智能合约可自行开展预先设定的监管规则执行，达成对交易行为的即时管控以及合规性自动核实，分布式账本构造的数据共享手段，能使金融机构与监管机构的信息同步实时达成，去除了传统监管模式里数据重复录入与传输产生的时间损耗，还借助对监管流程的优化，优化了整体监管的时效水平。将区块链技术运用到监管领域，促使监管效能实现提高，其主要优势为不可篡改性与可追溯性，按照分布式账本技术搭建的交易记录系统，可以把所有金融交易的历史数据完整保留，造就带有时间顺序特性的交易轨迹，监管主体依靠该技术平台可对交易全流程开展动态的监测工作，实时监测交易发起方、接收方以及资金流向等关键资讯，这种技术特征为监管工作给予了可靠的数据支撑，在识别异常交易模式、遏制金融违法行径等方面具有关键实践意义。

3.2 挑战分析

金融监管科技引入区块链面临多方面挑战。

就技术实现这一角度而言，区块链系统面临扩展性维度的挑战，该挑战根源是金融业务规模始终在不断地扩张，而且伴随着海量数据的增多，这便要求区块链网络的交易处理能力和数据存储容量达到更高水平。现今法律监管体系应对区块链技术造成的挑战存在短板，在金融监管科技范畴，相关法律法规的缺失十分明显，缘于缺少一套系统的法律框架和清晰的制度要求，监管主体实施具体执法举措时遇到法律依据不足的情形，这在一定程度上减少了对违法行为的规制效力。在行业跟市场这两个维度方面同样有一些挑战，主要表现是金

融机构在新兴技术采纳意愿方面有差异化特性，一些机构因为对区块链技术的认识有局限，又顾虑潜在风险，对监管科技领域内的区块链应用呈现出相对审慎的态度，就市场推广这个层面而言，区块链技术的普及碰到了实际的阻碍，要达成成功部署的话，不仅要金融机构跟监管部门协同配合，还得顾及其他利益相关方的诉求，不过鉴于各参与主体的目标函数有分歧，构建协调机制面临较大挑战，多主体间的利益博弈客观上延缓了区块链技术在金融监管科技领域的市场化进程。

4、区块链在金融监管科技中应用的优化策略

4.1 技术优化策略

针对区块链技术碰到的各类挑战，可采用以下针对技术的优化策略，区块链系统存在对可扩展性以及性能提升的需求，应当对新型共识机制展开探索与实践应用，现今主流的工作量证明机制存在能源消耗大且效率低的状况，遇到了极大挑战，权益证明及其衍生机制，像委托权益证明这类创新方案具备优化潜力，说到 PoS 机制，它依据节点持有的代币数量和全网代币总量的比例，动态分配记账权的概率，这种基于经济权益的分配模式让计算资源需求下降，还增进了系统交易的吞吐功效。实施分层架构设计可提升区块链系统的运行效率，这种架构借助功能解耦把系统划分成若干逻辑层次，让各层能专注去做特定功能的优化与达成，实现模块化规划与并行化运作，典型的分层方案一般都含有数据存储层、网络通信层以及共识机制层等核心的组件部分，各层借助标准化接口协议开展高效协同，这般设计增加了系统的灵活性，还极大增强了整体架构的可扩展性。

4.2 法律与监管政策优化策略

要保障区块链技术在金融监管科技领域规范地运用，构建完整的法律法规体系意义不小，首先需借助立法赋予区块链技术在金融监管框架里的法律地位，清晰划定它在金融交易、数据共享以及智能合约等应用场景里的权利义务界限，其次得制定普遍适用的监管技术标准以及操作规范，这可消除各区域和不同机构间的监管差异，减少监管套利行为出现的机率。制定标准之际，需全面考量共识机制、分布式数据存储以及智能合约自动执行等核心技术内容，保障监管实践能公平一致开展，还应当构建有伸缩性的监管标准动态更新机制，及时响应区块链技术的升级换代和金融业务模式的不断革新诉求，要有效处理区块链技术造成的跨境监管难题，建立国际协同监管体系是必要的应对手段，区块链天然就有着全球化的属性，其金融交易和数据流转可摆脱地理界限的约束，让单一司法管辖区的监管举措难以全面掌控跨境风险，各国监管机构急需加大监管信息互通与经验交流的力度，共同推动跨境监管框架以及国际标准的制订工作，依靠设立完备的多边监管协调机制，可做到对跨国区块链金融业务的协同监管，更有效地阻止跨境金融违法犯罪举动，保障全球金融体系平稳地运行。



图3 法律与监管政策优化策略框架

4.3 市场与行业推动策略

需促进区块链技术在金融监管科技领域大规模应用，构建多层次能力建设体系极为必要，

针对金融机构里面的从业人员与监管主体,要采用系统模式开展专业知识培训,进而提高他们对区块链技术的认知水平及应用技能,提议开办由金融机构、科技公司和监管机构共同参与的行业协作平台,采用产学研用协同机制促进技术标准化实现。此类联盟组织可对行业资源进行整合,开展联合的技术攻关及应用示范实践,同时制定含有技术实现、业务操作以及安全保障等要素的统一规范体系,切实保证区块链应用具备一致性与互联互通性,减少技术落地所产生的合规成本与潜在风险,为助力区块链技术在金融领域大规模应用,可采用政策激励跟市场引导相契合的手段构建良好发展生态,监管机关可制定专项扶持办法,给予参与区块链技术试点的金融机构税收减免、财政补贴之类的优惠,以此减少技术应用的成本及实施门槛,金融机构应充分发挥自身的主观积极性,着力探寻区块链在监管科技领域的创新应用情境,借助实施示范性项目积累实际操作经验,成功的试点项目能展现出区块链技术的核心价值及应用前景,同样可起到示范效果,吸引更多市场参与者融入区块链技术生态圈子,最终形成技术推广跟产业发展的良性循环。



图4 区块链在金融监管科技中的市场与行业推动策略框架图

结束语:

本研究透彻且全面地剖析了区块链技术在金融监管科技领域的创新使用以及实际达成的成效,从技术实现的具体环节而言,研究用心搭建起依托分布式账本架构的金融数据协同监管框架,此框架凭借构建起去中心化的信任机制,切实带动了各机构之间安全的数据共享,大幅提升了金融数据的可追溯性与透明度水平,还为监管机构实时掌握市场动态、识别系统性风险给予技术上的支持,相关实证研究的数据也佐证了该模式存在实践价值。在智能合约的应用范畴,研究探明将监管规则编码成可自动实施的智能合约,能显著提升监管流程的自动化水平,就加密货币监管这个特殊领域而言,研究全面阐述了区块链技术在交易溯源、风险预警等方面体现出的技术优势,并且对国际监管经验及现存困境开展了对比分析,本研究从理论跟实践两个方面证明了区块链技术在金融监管创新过程中的关键效用,为该领域后续的技术发展以及政策制定奠定关键研究基础。

参考文献:

- [1] 沈伟. 数字经济时代的区块链金融监管: 现状、风险与应对[J]. 人民论坛·学术前沿, 2022, (18): 52-69. DOI:10.16619/j.cnki.rmltxsqy.2022.18.006.
- [2] 傅忠. 区块链技术在金融科技中的革新应用与监管挑战[J]. 中国科技投资, 2024, (36): 7-9.
- [3] 巴曙松, 魏巍, 白海峰. 基于区块链的金融监管展望——从数据驱动走向嵌入式监管[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2020, (04): 161-173. DOI:10.19836/j.cnki.37-1100/c.2020.04.017.
- [4] 程雪军, 尹振涛, 李心荷. 金融科技创新与监管路径探寻: 基于监管科技的研究视角[J]. 电子政务, 2021, (01): 43-56. DOI:10.16582/j.cnki.dzzw.2021.01.005.
- [5] 张伟, 董伟, 张丰麒, 等. 德国区块链技术在金融科技领域中的应用、监管思路及对我国的启示[J]. 国际金融, 2019, (09): 76-80. DOI:10.16474/j.cnki.1673-8489.20190925.008.

Applications of Blockchain in Regulatory Technology (RegTech)

MA Jinbo

(Gannan Normal University, Ganzhou, Jiangxi 341000, China)

Abstract: Leveraging its decentralized architecture, data immutability, and full traceability, blockchain technology is catalyzing a paradigm shift in regulatory technology (RegTech) for finance. Through distributed ledger mechanisms, it significantly enhances market transparency, enabling regulators to monitor transactions in real time and rapidly detect anomalies, thereby improving supervisory effectiveness and lowering compliance costs across anti-money laundering (AML), cross-border payments and settlements, and securities market oversight. On the implementation side, smart contracts—supported by advanced techniques such as formal verification—help ensure the compliance of contractual logic and enable automated execution of supervisory workflows. In parallel, on-chain data analytics provide effective tools for tracing fund flows; when integrated with real-time monitoring and early-warning systems, they can promptly flag suspicious transactions. Nevertheless, blockchain’s decentralization, (pseudo)anonymity, and fragmented technical standards pose substantial challenges for financial supervision, including misalignment with existing legal frameworks and gaps in cross-border supervisory cooperation. Even so, as the technology evolves and complementary solutions mature, blockchain’s regulatory applications are poised to expand, offering robust technical support for maintaining financial market stability and advancing compliant development.

Keywords: blockchain; regulatory technology (RegTech); distributed ledger; smart contracts; decentralization; immutability; anti-money laundering; cross-border payments; automated compliance; risk early warning; supervisory challenges