

区块链在我国资本市场领域核心场景应用研究

上海证券交易所课题组

(上海证券交易所, 上海 200120)

摘要: 在分析区块链金融行业应用价值及境外经验的基础上, 本文立足我国资本市场发展实际, 以问题和需求为导向, 思考利用区块链规划构建我国资本市场的核心场景应用, 包括面向泛金融资产交易的新型基础设施, 及以之为基础的统一债券交易平台、交易所场外交易平台、“云链一体化”新型证券信息服务平台、证券监管数据共享平台等。本文建议: 一是由金融监管部门统筹建设国家级区块链泛金融新型交易基础设施; 二是鼓励可行性较高的区块链应用场景以概念验证项目先行先试; 三是加强区块链金融科技投入和相关人才培养; 四是重视区块链交流合作和区块链知识产权。

关键词: 区块链; 分布式账册; 资本市场; 数字资产

Abstract: Based on the analysis of the practical value of blockchain in the financial industry and the application of blockchain in major overseas capital markets, this article focuses on the development of China's capital market and considers the use of blockchain in the core scenarios, which include new infrastructure for pan-financial asset trading, a unified bond trading platform, over-the-counter trading platforms, "cloud-chain-integration" securities information service platforms, and securities regulatory data-sharing platforms. This article suggests: Firstly, the construction of this new pan-financial blockchain infrastructure should be coordinated by financial regulatory departments; Secondly, feasible concept projects should be encouraged to test first; Thirdly, the investment in blockchain technology and the training of related talents should be strengthened; Lastly, the communication, cooperation and intellectual property right protection about blockchain should be valued.

Key words: blockchain, distributed ledger, capital market, digital assets

课题负责人: 徐广斌, 正高级研究员, 上海证券交易所资本市场研究所金融实验室负责人、所长助理。课题组成员: 丁逸俊、张志遵、牛壮, 均为上海证券交易所资本市场研究所研究员; 朱立, 上交所技术有限责任公司副总监级首席架构师, 高级工程师; 徐丹, 上交所技术有限责任公司研究员。

中图分类号: TP311.13 **文献标识码:** A

一、金融行业区块链的应用价值和应用发展

(一) 区块链的内涵及在金融行业的应用价值

区块链是建立在对等虚拟网络上的一种分布式账册技术, 能够安全存储简单的、有先后关系的、能在系统内验证的数据。区块链将数据区块以链条方式组合成分布式数据结构, 以密码学方式保证数据不可篡改和不可伪造, 并以分布式共识机制形成一种全网记账、共同公证的去中心化共享账册。从参与节点上, 区块链可以分为公共区块链、共同体区块链、私有区块

链。总体上看, 区块链的独特价值在于由技术手段保障的去中心化、透明、自治、安全、不可篡改及可追溯等特性, 创造了互联网上不依赖第三方信任的在线信息交换方式。

就金融领域而言, 区块链的核心价值则是提供了数字经济时代下一种全新、普适的信用机制和价值交换手段, 可以广泛应用于证券、金融和经济等各个领域。首先, 去中心化的根本特征意味着区块链不再依赖于中央处理节点, 就可实现信息的分布式记录、存储和更新, 这使大量通过中介进行的传统金融业务流程可以得到精

简；其次，区块链借助分布式以及协商一致的规范和协议，使得不同司法辖区、领域和业务的机构都可以较低代价加入到同一可信网络中，实现在相同“语境”下的互联互通，所有节点都能够方便、自动地交换信息，避免独立系统间两两的多头对接；再次，实时的业务处理能力和极大程度的无人值守处理能力，使得区块链的运营具有极佳的时间和空间弹性，可以支持实现全天候、不间断、全覆盖的服务，促进在不同地域、时区甚至全球范围内聚集流动性、盘活资产；最后，区块链不可篡改、可追溯等安全特性，在保障金融活动安全的同时，也为构建配套的有效科技监管和风险防范措施，提供了技术手段上的有效支撑。

（二）区块链在金融行业的应用发展

自2008年诞生至今，区块链在短短十年左右时间获得了长足发展，其应用范围已涵盖人类社会生活的方方面面。根据著名的Gartner公司在2019年的判断，区块链在未来一个时期内将进入与各行各业广泛融合发展的阶段(Gartner, 2019)^[2]。尤其是对于正处于新一轮数字化变革的金融行业，区块链将在接下来的五到十年内实现与金融的全面融合发展，并将有望对行业变革产生重大影响(马昂等, 2017)^[7]。实际上，为抢占先机，近年来境内外金融机构纷纷加大投入，积极探索利用区块链推动行业创新与发展。

1. 银行领域

区块链可应用于银行价值链的各个环节，改变甚至重塑现有体系中的发行、支付、交易及清结算等核心业务。在货币发行方面，基于区块链的数字货币迅猛发展，成为难以忽视的一类数字资产，而各国央行也在积极研究推出中央银行数字货币(CBDC)(姚前, 2020; 姚前, 2020)^{[9][10]}，避免在新一轮国际货币竞争中落后。在存款方面，区块链的去中心化与当前集中账户体系存在冲突，如何运用区块链技术更好服务于多中心化管理下的分布式运营，是未来重点探索的方向。在贷款方面，区块链的典型应用场景是供应链融资，区块链可以将核心企业及上下游业务联结为供应链，支持面向抵押资产的存证和信息披露，完善风控、保理、采购融资和库存融资等，为深层融资提供机会。在汇款方面，区块链将对跨境支付结算、跨境贸易带来重要影响。不论是利用

数字货币作为货币兑换的交易媒介达到不同币种间快速兑换，还是利用协同报文系统加速跨境支付，区块链技术为支付领域所带来的成本和效率优势将会彻底改变现有业务格局。在风控方面，针对传统风控征信体系面临的信息孤岛障碍问题，区块链借助分布式存储、防篡改、可追溯、非对称加密和零知识证明等特性，为建立广大范围的数字身份提供了解决方法，有效提高了征信的公信力，而区块链的多方安全计算可以在保障各方数据不泄露的情况下，进行安全联合模型训练。

2. 证券领域

区块链在证券领域业务流程优化、协同效率提升、可信体系建设、数据共享推进等方面的应用优势不断显现(陈树斌, 2017; 马昂等, 2017; 朱立等, 2019)^{[6][7][12]}。以2015年纳斯达克证券交易所推出基于区块链技术的私募市场产品Linq为主要标志，全球各大交易所纷纷推出各类区块链应用。国内证券行业机构也在加大投入，探索区块链与证券业务的深度融合和创新。对于交易前业务，应用区块链技术，参与方可以将产品发行、募集、申购、评级、监管全数据进行上链管理和共享，解决传统模式资产信息不透明、信用风险与流动性风险难以控制的问题，避免中间环节的造假舞弊。对于交易执行和交易后业务，区块链可以对现阶段借助中介完成的清算、结算、交割、存管、托管等一系列处理流程进行精简，减少中间环节；同时通过智能合约等进行程序化认证和执行，替代人为操作，降低错误风险。

3. 保险领域

保险行业的核心业务是构建一套完善的信任体系，对个人或机构日常面临的各类风险进行评估与管理，其中往往涉及到多个利益相关方之间的大量信息交换和协调，区块链去中心化的信任机制和分布式账册极好地满足了保险行业的这一特殊需求。区块链技术可以促进保险公司数据之间的整合共享，当所有的理赔信息都被存储在分布式账本中时，同一事件重复理赔的可能性就被极大降低。区块链还将补齐自动理赔、一站式结算和保险“脱媒”的最后一块拼图，大大促进保险业务效率的提升。当保险事件发生并满足赔付条件时，智能合约可以自动执行代码指令，将基于合同的规则将以一种透明且可靠的方式自动执行，实现自动理赔。

二、境外资本市场区块链应用实践及模式

(一)境外主要资本市场区块链应用实践

区块链在优化业务流程、促进数据共享、降低运营成本、提升协同效率、建设可信体系等方面具有显著优势。近五年，以交易所为代表的境外资本市场机构积极探索、推动区块链和证券业务深度融合，促进服务价值和模式创新(陈树斌，2017；徐广斌等，2020)^{[6][8]}。

1.美国资本市场

纳斯达克证券交易所非常重视区块链技术(Lennon and Folkinshteyn, 2017)^[3]，先后推出多个基于区块链技术的交易平台，并将区块链作为对外技术服务的重要板块。其中，纳斯达克在2015年推出的基于区块链技术的私募股权交易平台Linq，是首个对资产交易进行全数字化管理的区块链应用。随后几年，纳斯达克采用自主开发或合作开发的方式，陆续推出基于区块链的市场监测、证券抵押、结算、基金管理、数字资产交易以及跨境支付等多种相关产品或应用。

纽交所及其母公司洲际交易所在区块链领域主要集中于数字资产交易领域。纽交所在2015年投资了数字货币交易所Coinbase，并推出了全球首个由证券交易所发布的比特币指数NYXBT。2018年，洲际交易所与区块链创业企业合作推出实时加密数字货币市场数据追踪服务Cryptocurrency Data Feed，并于同年推出全球性的数字资产交易交易平台Bakkt。

美国存管信托和结算公司(DTCC)在2015年投资了区块链创业公司DAH，并在2016年发布白皮书倡议全行业开展协作，利用分布式账册技术改造传统金融体系；随后又在2020年启动两个新的验证项目，为资产数字化和代币化提供新的业务框架。

2.欧洲资本市场

德国证券交易所自2015年起探索区块链应用，是著名的超级账本项目的主要成员，之后又设立专门部门以推动区块链在证券行业应用。德交所联合德国央行基于超级账本项目开发了区块链原型产品，实现了电子证券、数字货币交割和债券回购等功能。2018年，德交所与HQLAx合作研发以区块链为基础的证券借贷解决方案，支持在全球范围内汇聚证券抵押品流动性。

伦敦证券交易所在区块链领域的探索不限于传统证券交易领域，还大力开展对数字证券和数字资产的发行与交易的探索。2015年，伦交所、伦敦清算所、法国兴业银行、芝加哥商品交易所、瑞银集团以及欧洲清算中心联合成立跨行业组织，探索将区块链技术应用用于交易后流程。2018年，伦交所投资了区块链公司Nivaura，与其合作开发用于发行证券类代币的去中心化平台，相关技术应用于数字货币交易所AAX的撮合引擎中。

3.其他主要资本市场

澳大利亚证券交易所在区块链上的探索主要在于交易后业务。2016年澳交所与DAH合作开发一个基于区块链技术的系统，用于替代澳交所现行的清算系统CHES，从而提高证券结算的效率、降低系统运营成本和投资者交易成本。

新加坡交易所在2016年参与了由新加坡金融管理局和新加坡银行业协会共同发起，由交易所、金融机构、学界和科技企业合作开展的金融科技项目Ubin(MAS, 2016)^[4]。该项目作为新加坡央行数字化货币应用的重要试点，旨在探索利用分布式账册技术变革证券和支付的清结算处理基础设施。2020年7月，新加坡金融管理局宣布该项目的全部五个阶段顺利完成，成功验证了区块链用于跨境结算支付处理的可行性。

港交所近年来也不断加速区块链布局，在其2018年发布的《金融科技的运用和监管框架》中对证券行业应用区块链进行分析，重点讨论了区块链在证券交易结算、私募股权和资产再抵押等三大业务上的应用。之后，港交所与澳交所开展合作，以借鉴其在区块链系统中结算交易的经验，将区块链应用于股票借贷和场外交易业务。2020年，为满足国际机构投资者日益增长的陆股通交易需求，港交所基于智能合约开发了北向交易结算加速系统Synapse。

(二)境外资本市场区块链应用模式

从境外经验来看，区块链在资本市场的实际应用主要集中于解决一些可行性较高的痛点难点问题和满足新的发展需求，并且大多从概念验证项目入手，以快速迭代的方式推进应用。这种类似敏捷开发的推进方式，大大降低了项目的试错成本和时间成本，同时又为后续进入正式开发打下基础。换个角度而言，区块链技术本身

也具有一定的优劣性，并非万能灵药，通过概念验证项目可深入理解区块链在各类应用中的优势和局限，有利于深入、科学和系统地评估其应用于具体问题的可行性和有效性，以及运营成本效益等重要问题。

从应用范围看，则覆盖了从场内到场外、从境内到全球、从具体实现手段到金融基础设施、从传统证券到数字资产的不同层级和领域。在证券交易产业链上，区块链应用已经涵盖了证券交易前、交易执行、交易后三大环节。对于交易前业务，区块链主要用于上市和拟上市公司分析和风险管理。区块链使得获取真实可靠信息的效率更高、透明性更强，搜索成本更低。智能合约使得在发生特定风险事件时，可以自动采取相应的处置。对于交易中业务，区块链可以使得证券业务突破分业边界，促进形成跨行业、板块、机构的一体化交易基础设施，支持服务范围扩展至跨地域、跨境、跨时区，并使传统证券的服务时间延展至7×24小时×365天全天候不间断。对于交易后业务，区块链可促进市场机构间的互联互通，大大简化中间处理节点和流程，有效提高处理效率，以往需要数个交易日才能完成的结算可方便地转为逐笔实时进行且成本更低。同时，区块链较高的标准化水平和数字化能力也便利了风险控制和数字化管理的实现。总体来看，基于区块链技术当下发展水平和主要特点和优势，将区块链应用于交易后处理的优势更突出、局限更小、效用更好。因此，全球主要资本市场的区块链应用重点大多在于清算结算等交易后环节，并向交易前和交易中环节延伸(见表1)。

三、区块链在我国资本市场领域核心应用场景分析

本文参考境外资本市场经验，立足我国行业发展实际，以问题和需求为导向，重点思考利用区块链规划建设我国资本市场的数字化新生态。其中，系统分析了区

表1 区块链在资本市场的主要应用模式

	业务环节	主要局限	区块链的作用
交易前	公司研究分析；风险管理；存证	信息可获取性、传递效率及有效性	可追溯、穿透至底层资产，自动验证归属，信息可信、不可篡改、可追溯，条件触发自动处置
交易中	订单执行及撮合；监测	运营时间限制、处理结算	全天候、实时处理；跨机构、跨行业、跨境
交易后	清算交收；支付；数字货币；托管；资产管理	对手方风险、机会成本、融资成本；操作成本高；需要人工处理及确认	消除一对一风险降成本，高效、实时、无缝处理资产转移和变动；交易流不可篡改，无须第三方保管账目；自动执行合规，减少操作成本

块链在我国资本市场的核心应用场景，包括面向泛金融资产交易的新型基础设施，以及以之为基础的统一债券交易平台、交易所场外交易平台、“云链一体化”新型证券信息服务平台、证券监管数据共享平台等。

(一)基于区块链的泛金融资产交易新型基础设施

1.问题与需求

我国金融业采用分业监管，随着市场多元化发展，多头管理的弊端逐渐显现，尤其是统一金融基础设施的缺位，给投融资带来诸多弊端：各平台功能割裂、流动性分割，限制了聚集效应和规模化效应；互联互通性差，难以实施多元化投资和资产管理不便、效率低下；信息披露不充分不透明、标准化差；基础资产看穿性差、风险管理困难；交易结算链条长、中间环节多、处理成本高。

当前，以区块链、大数据、云计算、人工智能、5G等为代表的新一轮科技革命正在全面袭来，为构建以证券为核心的下一代泛金融交易新型基础设施的蓝图打开了想象空间(Swan, 2015)^[5]。参考境内外相关经验，可以借鉴当前电商普遍采用的“大中台”思路，利用区块链技术打造以证券交易产业链为核心功能的超级中台，形成面向数字时代的资本市场新型基础设施。依托该基础设施，可利用区块链网络联通相关金融机构，促进合作服务，产生协同效应，促进整体服务水平和竞争力的提升。

2.应用构想

基于区块链的泛金融资产交易新型基础设施可为资本市场核心业务提供各种交易相关的综合模块化服务，支持在上层灵活创建与各类泛金融交易相关的业务实体、机构或者相关的核心业务平台。其中，每个上层平

图1 基于区块链的泛金融资产交易新型基础设施应用架构



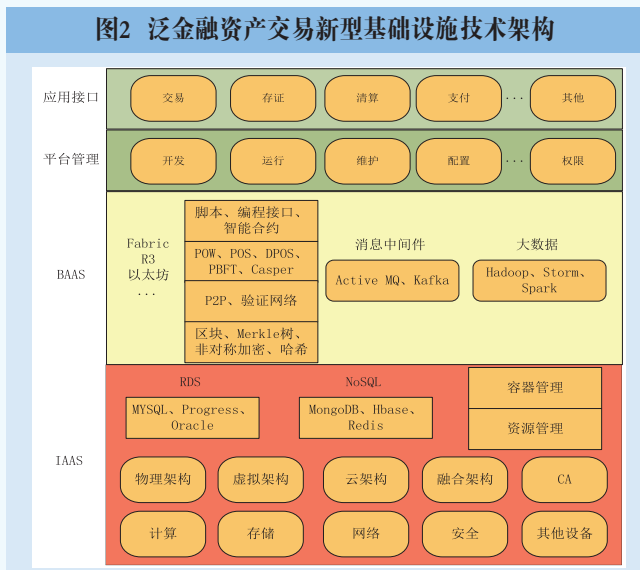
台都是由中台的模块化功能构件组成的虚拟运行实例，实现与具体物理基础设施的解绑定。

在该基础设施的应用架构(见图1)中，底层是各交易所、登记及清结算机构、支付机构等现存的泛金融行业各核心机构，以及数字货币、分布式账册结算等新兴的平台。这些在模式、功能和技术实现存在差异的独立系统或平台，在传统模式下互联互通存在各种局限，通过上链可以将其纳入到区块链这个统一的网络语境中来。在中间层，利用区块链技术良好的兼容性和可扩展性，可打造适配不同物理基础设施的大中台，对上层的综合性核心平台提供登记、发行、交易、结算、支付、风控等模块化功能。在实例层，基于该基础设施，可以灵活创建统一债券交易中心、数字资产交易中心、OTC市场在内的各类综合核心业务平台，其中每个平台都是由中间层模块化组建的运行实例。对于最上层的参与者来说，整个新型基础设施形成一个泛金融资产流动的汇集点，不论是境内还是境外投资者，不论是机构还是个人，不论是融资实体还是投资主体，都可以便捷地进行投融资、资产管理和风险管理。同时，对于监管者和市场组织者来说，不仅可以需求动态地进行平台的创建、调整和扩展，还可利用基础设施完全看穿优势，全面、深入和及时地对全系统中的风险进行基于大数据的监测、评估和处置。

3.技术实现

在技术架构上，该新型基础设施采用云计算、大数据、容器技术和区块链构建基于区块链“大中台”的BAAS分布式基础设施。图2给出该新型基础设施的技术

图2 泛金融资产交易新型基础设施技术架构



架构，从上至下分为多层结构。最上层为应用接口层，面向模块化的功能构件，使用这些标准化构件可以构建起服务上层的应用实例，灵活实现不同的业务功能。平台层向开发者和平台管理人员提供不同的操作能力，如资源编排、系统监控、数据分析、区块链调用、权限管理等。核心层提供区块链核心功能调用与开发测试环境和代码维护，包括智能合约开发测试调优、共识机制开发测试、区块链网络开发验证、区块数据开发等。除区块链本身外，该基础设施包括设备接入、访问控制、服务监控、容器管理等完整的技术解决方案，云计算的运行环境不仅给架构提供极佳的性能和容量弹性，还提供分布式能力和高鲁棒性。考虑到资本市场对于大数据处理的现实需要，还融合了大数据存储、管理和传输的功能部件。

在现实条件约束下，为提供充分的法律效力，智能合约的实现应以符合既有法律法规的要求和交易双方约定为前提，可参考澳交所采用的DAML的智能合约实现方式，以实现自动化处理为主，编程实现采用朴素方式。为兼容分业管理和多中心体系，共识机制的实现基于半中心化方式，可参考瑞波币系统中心化的货币发行机制以及网关(Gateway)(Benji and Sindhu)^[1]来设计，方便区块链网络管理，以及包容现有监管机构、金融机构以适当角色加入区块链网络，并方便与央行数字货币DC/EP对接。核心层的大数据分析处理模块则与区块链形成互补，为架构提供除元数据之外的海量数据存储和分析能力。下层IAAS层主要通过多种类型的驱动和代理组件来访问和管理各种物理资源。在具体技术实现上，可组织力量自主研发，或者可在已有的区块链技术体系上做二次开发，可选的系统包括IBM的Bluemix、微软的Azure、Hyper Chain、Hyper Ledger Fabric，以及境内的蚂蚁链、上证云链、BSN等。

4.实施推进

该新型基础设施的建设，建议由“一行两会”等金融监管部门、商贸部门、自贸区所属地方政府牵头组织，会同相关核心金融机构、FinTech头部企业，以“官办商运、务实创新、先行先试、重点突破、开放包容、小步快跑、互利共赢”为基本原则，按“一二三四”推进建设：“一”是指构建统一的基础设施，核心是一套基于区块链的大中台；“二”是指优先在实际需求靠

前、示范性强、壁垒低、后台改动小的两三个平台上实现应用，如统一债券交易平台和场外交易平台，时机合适再扩展到更多平台和应用；“三”是指功能实现按三步走，从简单到复杂、从前台到后台、从国内到国际；“四”是指技术实现务求突出系统化、标准化、模块化、国际化。

在推进顺序方面，可以首先建设统一债券交易市场，先实现新发国债或专项债的统一挂牌、发行和转托管，后期再逐步扩展到交易乃至结算等需要打通后台的业务。对于OTC业务，可以市场呼吁已久、功能较简单的证券借贷等业务为试点开展，后期逐步扩大业务范围。其次，对于金融资产交易，可以选择国债等流动性好且风险小的资产试行点对点交易。时机契合的话也可以对接央行数字货币，利用平台实现数字货币的转账、支付，后期再将其应用范围延伸至交易及后台业务。此外，根据基础设施建设成熟度和政策许可程度，可适时将新型基础设施扩展至跨境支付，应用在自贸区等对外资本市场业务上。最后，从业务驱动出发，由点及面扩展该基础设施上的新系统、新产品、新业务，伴随功能的丰富、更多支撑模块的开发以及与现有各类系统的不断联通和整合，基础设施可得到不断完善，向全面实现新型基础设施规划不断推进。

(二)基于区块链的统一债券交易中心

1.问题与需求

经过三十多年发展，我国债券市场已成为政府、金融机构和企业的重要融资渠道，在服务实体经济发展、

有效配置金融资源等方面发挥着越来越重要的作用。然而，由于历史原因，我国债券市场形成“两市场、三后台”的业务和监管格局(见图3)，银行间市场和交易所债券市场各自形成一套相对完整的监管、发行交易及登记托管体系，两市场的债券品种、参与主体、基础设施各成体系，这种分割带来诸多弊端：目前只有政府债券和企业债在银行间市场和交易所市场同时挂牌交易，但金融债、中期票据、短期融资券只在银行间市场交易，公司债只在交易所市场交易；银行间市场和交易所市场的登记结算后台分别为中央国债登记结算公司、上海清算所和中国证券登记结算公司，连接不畅，转托管效率不高；商业银行进入交易所债市存在多重限制，投资者相互进入市场面临各种困难；资产合理流动被限制，使得价格信号被扭曲，降低了资源配置的效率。

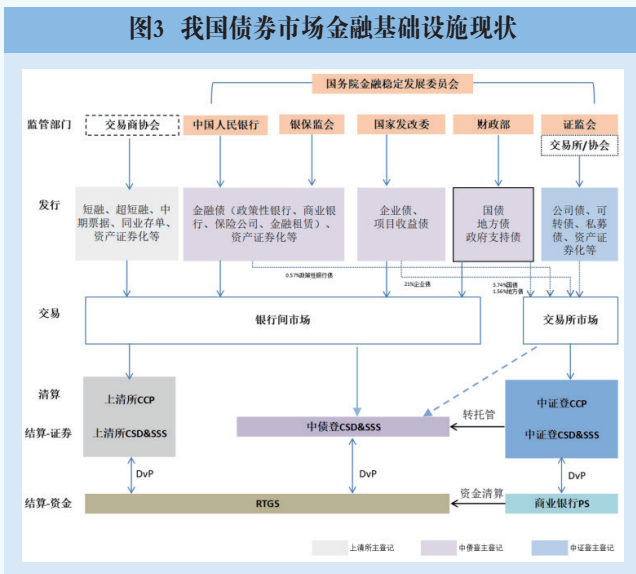
解决上述问题的一个重要途径是推进债券市场统一化。基于区块链构建统一债券交易中心，可以促进现有债券市场的互联互通，还有助于进一步形成统一的债券市场业务前台。第一，区块链网络有利于整合债券托管结算体系，促进形成统一登记结算后台作为各前台市场共用的金融基础设施；第二，统一的债券交易中心有利于汇集债券市场流动性，形成全国基准统一的收益率曲线，方便推动政策性金融债、中期票据、短期融资券、公司债券等债券品种在单一市场下发行；第三，统一的债券交易中心有利于形成债券市场统一的监管体系，强化对债券发行、交易的统一监管，保障债券市场公开、公平、公正；最后，统一的债券交易中心有利于建立统一债券风险监测体系，通过对债券市场全覆盖的数据收集、监测、预警，能够为前瞻性防范化解系统性金融风险提供有效手段，有利于维护金融稳定。

2.应用与实现

推进债券市场统一化首先是实现债券市场互联互通。借助新型基础设施可以方便地实现互联互通系统上链，方便兼容现有基础设施。特别是对于银行间市场后台与交易所市场后台通畅的跨市场转托管渠道，通过电子化连接可以实现跨市场实时转托管，提高债券跨市场转托管和结算效率。

债券市场互联互通的初期目标包括建立银行间与交易所债券市场基础设施连接，银行间投资者认购和交易

图3 我国债券市场金融基础设施现状



交易所挂牌债券，交易所投资者认购和交易银行间挂牌债券。其技术实现有以下要点：首先，由外汇交易中心分别和沪深证券交易所交易前台系统连接，投资者通过所在市场向对方市场发送交易要素，以“订单路由”方式达成互联互通债券交易；其次，中央结算、上清所各自与中国结算沪深分公司分别建立结算后台系统连接，各登记结算机构均在对方市场各登记结算机构开立名义持有人账户，并根据相应规则在对方市场开立专用资金交收账户；最后，一方市场投资者买入的对方市场债券，均应登记在所属登记结算机构在对方市场开立的名义持有人账户中，各登记结算机构代本方市场投资者名义持有债券并完成结算。双方市场登记结算机构联合为投资者提供债券认购、结算、转托管服务。

进一步地，在实现互联互通之后，伴随基础设施功能的完善和新业务、新产品发展的需要，可逐步将链扩展到交易乃至结算支付等需要打通后台的业务，一些新发债券业务可直接在链上开展，最终逐渐形成一个构筑在现有相互割裂的债券市场之上的、可完全兼容现有业务逻辑的统一的债券交易中心。

3.实施推进

交易所与外汇交易中心的连接模式将类似于沪港通的模式，这对于技术上的改造整体难度较小。在业务功能方面，可以涵盖债券转托管、债券认购、债券交易结算；交易结算方式方面，初期限定为成交申报，“一对一”形式达成交易，逐笔全额非担保模式结算；在投资者适当性方面，由外汇交易中心和交易所行使各自市场的投资者准入管理职责，主要面向机构投资者(含非法人产品)，不包括个人投资者；在标的品种方面，主要为银行间和交易所债券市场挂牌流通品种，具体标的品种将由监管部门明确后先行先试；此外，风险管理可覆盖发行前准备、项目建设管理、运营管理、资产管理、资金管理、信息披露等维度，方便实现定期公开债务限额、余额、债务率、偿债率、经济财政状况、预决算、债券发行、存续期管理信息，让市场、投资者能够全面详细地了解债券及相关项目全生命周期的信息，更好地研判债务风险，打造阳光债务、透明债务。

后期，在债券业务功能平台的基础上，再以向后兼容的方式对新业务新功能验证、迭代升级，区块链的灵

活性和兼容性可为该模式下的基础设施建设提供极佳的弹性，可以实现在既不影响现有业务模式、又不对现有技术系统做大改变的基础上推进建设。

(三)基于区块链的场外交易平台

1.问题与需求

目前我国场内交易所大多只能交易标准化的金融产品，场外交易在交易标的、交易方式、交易规则方面都具有较高的灵活性，与场内市场形成互补(见表2)，对多层次市场的发展具有不可或缺的作用。但场外市场产品交易长期呈现分散化发展的特征，缺乏完善的基础设施支持，这使得一方面缺乏完善的集中登记、中央对手方(CCP)、钱券对付(DVP)制度安排，合约的非标准化使得清算的难度更大；另一方面大量交易游离于有效监管之外，导致场外交易市场蕴含了较大风险。

2008年国际金融危机后，各国政府普遍意识到场外市场巨大的潜在风险，场外市场场内化成为一种重要趋势，部分国家甚至强制要求对场外交易进行集中登记和清算。近十年来，我国场外市场发展迅猛，市场规模快速扩大，品种类别不断丰富，满足了投资者多样化的产品需求，但一些风险事件也时有发生。为在保护投资者利益、维护金融稳定的前提下更好满足投资者多元化、定制化投融资需求，在交易所建设场外交易场所成为一种重要的现实选择。

2.应用与实现

为改善当前场外市场面临的诸多问题(郑爽, 2018)^[11]，可运用区块链技术构建交易所场外交易平台，将现有银行、证券登记结构、证券公司等支持的货币、金融产品的托管、结算功能集成在一起，使得平台成为场外交易服务的综合服务提供者。相应的应用架构如图4所示。

表2 场外市场与场内市场的主要区别

	场内市场	场外市场
产品	标准化、结构简单	定制化、结构复杂
交易方式	集中交易	协议、分散交易
担保机制	履约担保	信用担保、保证金担保
定价方式	集中竞价、做市商	协商定价、做市商
监管制度	严格	宽松
风险管理	完善	不完善
违约风险	低	高
市场流动性	好	差
透明度	高	低

在资产登记结算部分，场外服务平台可接入中证登、中金所、期交所、中债登等境内金融基础设施，还可以接入DTCC、港交所、中欧平台等境外金融基础设施。在场外交易合约执行后，平台可以依据对应登记结算机构的业务规则，代理交易者完成实际权益的转移，为境内机构投资者提供一站式交易服务。未来基于开放的信息协议，场外服务平台还可以容纳更多的资产类型。此外，还可以选取一家或若干家银行作为资金存管银行，依据相应的法律和规定，参与平台的资金结算业务，并可成为境内外各类登记结算机构的参与会员，向交易者提供一站式的登记结算服务。

除了金融机构外，实体经济中仓储、物流、不动产等权益登记机构也可以通过特定的信息协议与平台进行交互。在节点部署方面，应在服务平台运营方、监管机构、平台主要合作方部署相关节点。依据区块链的技术特性，这些节点的数据将同时更新，有利于业务开展与接受监管。

在技术实现上，利用基础设施功能支撑，前端可通过Web方式为用户提供权限管理、交易发起、协议签署、合约提交、数据浏览器和风险透视浏览器等功能，后端可通过标准化的接口对接应用操作及数据仓库。场外产品合约则基于智能合约实现，提供合约设计、合约管理、协议签署、合约执行、账户数据管理等功能。通过基础设施的底层功能，可为系统开发人员提供P2P网络、分布式账册、智能合约虚拟机、隐私加密等功能，并为监管提供图数据库、仿真模拟、人工智能、自然语言处理等模块，更好支持场外市场的科技监管。

3.实施推进

从目前的技术发展和业务实际来看，基于区块链构

建场外交易平台的基础条件正逐渐完备：一是国内外交易所和证券公司就区块链在场外交易的应用已经开展了不同层面的概念验证项目，大多数报告对区块链技术应用于场外市场具有肯定的结论；二是区块链的性能、隐私性、可控性等核心技术难点正逐个被攻破，以太坊、EOS等智能合约公链平台在近几年也整体运行平稳，为支持场外系统的开发提供了更坚实的技术基础。

基于区块链构建场外交易平台面临一些应用层面的困难：一是在监管合规方面，区块链相关产品在合约的法律效力、产品合规、客户身份管理等方面仍存一些法律或监管上的空白；二是在平台治理方面，构建有效的配套治理框架仍是建设场外交易平台的一个难点。这些问题都要随着应用建设的推进来逐步解决和克服。

(四)基于区块链的“云链一体化”新型证券信息服务

1.问题与需求

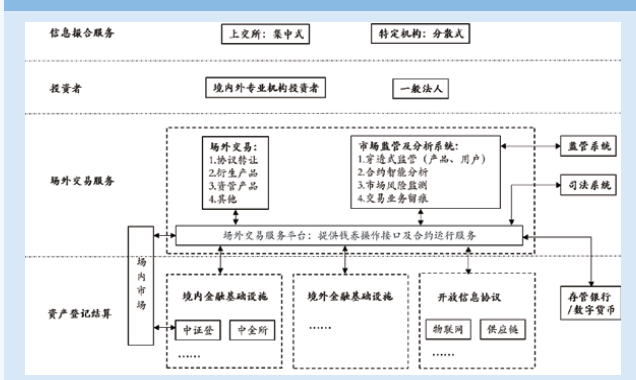
在数字化大趋势下，证券行业的数据量急剧增加，根据监管要求，券商每天都需要保存大量的日志，这些日志除了集中存储以外，需要进行异地存储，并且还需要保障其不可篡改，这对传统技术带来挑战，如果单独建设的话还会给券商的技术系统带来很大开销。同时，在符合严格的监管要求的前提下，券商要履行留痕举证要求也变得愈发困难。

区块链作为一种新型的数字化登记和交换技术，可以解决证券行业面临的上述一系列存证相关难题。采用区块链与分片存储技术结合的方案进行链上存证，在保证文件防篡改的同时，解决了异地备份大文件的压力。在需要还原文件时，类似于目前区块链司法存证应用场景，电子证据按需提取，为监管查证提供便捷有效的途径。将区块链部署于云计算基础设施，则不仅可为数据提供充足的存储空间，还可更灵活地支持业务的变更和扩展。

2.应用与实现

“云链一体化”是交易所层面探索区块链和云计算等新科技与资本市场融合的一个实际应用。它以上证云为基础，围绕云链一体化，采用底层基础设施和上层应用分开建设的策略构建“上证链”，打造证券行业专属区块链。“云链一体化”的应用生态(见图5)包含基础平台、解决方案、应用场景等三个层面的内容。区块链服务基础平台基于“上证云”基础设施，围绕上证区块链

图4 场外系统应用构架



底层，打造“云链一体化”的区块链服务平台BAAS，为证券行业用户提供一站式区块链服务，实现区块链网络的快速部署和业务模式的快速落地；区块链技术解决方案结合上证信息在证券业务领域的技术能力和资源积累，打造面向场景化的、产品化的“云+链”通用技术解决方案，包括分布式存储、数据存证、信息溯源和版权保护等；行业落地应用方案联合重要的合作伙伴与跨行业生态伙伴，共同为证券行业提供创新应用落地解决方案，覆盖日志存证、信息披露监管、证券发行登记、清算结算等领域。

“云链一体化”以区块链技术为支撑，与司法机构达成战略合作，为证券公司、监管机构等用户提供存证确权、在线取证、司法出证等一站式服务。适用场景包括但不限于交易委托日志的未篡改确认、用户电子协议防篡改存储、审计类文档的存储、开户视频的存储等。其中，“投行底稿直通科创板”应用场景是上证链存证服务的一个具体应用场景。利用区块链可溯源、不可篡改、公开透明、可验证等特性，将投行工作流程中不同项目、阶段、状态下的电子底稿文件，实时同步至上证链，以存证的形式固化在区块链分布式账本中，对接交易所业务系统，在线查看和校验底稿文件，并将审核结果同步至上证链，返回至各券商投行系统，实现全数字化的处理流程。

3.实施推进

目前，“云链一体化”已经实现落地。2020年，上证网络信息公司向市场正式推出“上证链”云链一体化基础技术设施。该项目集成区块链服务平台、区块链技术解决方案、行业落地应用方案为一体，通过引入监管机构和司法机构，并成立治理委员会等机制，实现了行业的可信联盟，为全行业提供可信的区块链基础设施。

图5 基于“云链一体化”的行业应用生态



从数据存证、共享入手，在“证券业可信联盟”的基础上，证券公司及参与主体之间可自由、自主和自组开展创新协作，催生新的创新业务，为行业提供可信的区块链环境。另外，由交易所统一提供区块链基础服务，集成可信存证、智能合约、身份认证、数据安全、技术培训等成熟解决方案及措施，可以逐步形成行业区块链生态社区。

基于区块链的“云链一体化”未来发展也存在着一些挑战：一是区块链技术是新生事物，仍处于快速发展阶段，对技术储备和更新能力要求较高；二是目前行业内成熟的区块链业务运作案例较少，一些业务场景创新可能需要现有规则的变更和支持；三是市场培育周期较长，这不仅依赖于链上链下数据协同的技术能力，更有赖于“生态环境”的运营管理能力，在组织、推广、标准建设方面的任务比较艰巨。

(五)区块链在我国资本市场其他核心场景的应用

1.基于区块链的自贸区跨境数字资产交易平台的

在自贸区搭建跨境数字资产交易平台的，可以充分依托自贸区金融制度创新和对外开放优势，在完全自主掌控双向开放路径的前提下，打造我国金融和数字资产双向开放总“关口”。对内形成服务全境、全联通的金融及数字资产流动大“枢纽”，对外形成跨境金融和数字资产双向开放总“关口”，促进在全行业甚至全球范围内聚集流动性、盘活资产。

利用自贸区特殊定位和试验区特色，可以在投资者范围、资金流向、产品创新方式、监管模式等方面参照国际成熟市场通行做法大胆创新，更好满足境内外投资需求，助力催生我国数字时代下的国际经济、金融和外贸新交易模式。同时，通过构建跨境、跨领域、全天候的金融和数字资产交易平台，可以吸引全球金融数字资产流动性汇聚，打造数字时代下全球核心要素的交易中心、定价中心、信息中心和资产配置中心，服务我国资本市场对外开放、人民币国际化和一带一路建设等重大国家战略部署。此外，利用区块链技术的分布式、自组织和去中介等特点，可建立灵活兼容各类平台运行的、统一的跨平台架构，有利于促进区内各类交易平台的融合，形成投融资更方便、风险管理更全面的全联通市场，充分聚集流动性以形成规模化效应参与国际竞争。

在防范金融风险和保护投资者方面，采用统一的基础设施，可以支持构筑在看穿式监管之上的资金和账目往来，及时、完整地收集资本跨境流动的规模、跨境流动的去向，从而准确判断跨境投融资活动是否存在异常、风险级别如何、是否需要采取措施以及采取何种措施等。可以通过全局看穿，对各类衍生金融资产及其底层资产进行合理估值，精准地对全局或局部的风险进行计量并加以管理，便于对系统性风险开展预警防范，切实提高金融风险识别、预警和处置能力。利用智能合约，还可以对风险做到早发现、早研判、早预警、早处置。同时，全数字化的处理模式便于监管者或市场组织者进行大数据采集收集，并可与外部数据源融合，全方位对参与者、标的、风险实体进行画像，方便风险管理、精准营销和适当性管理。

2. 基于区块链的证券监管数据平台

在当前的证券监管工作中，存在大量跨部门、跨机构的数据协同场景。但是，相关机构部门的数据孤岛现象仍比较严重，不仅在不同机构之间存在数据互通效率低、共享成本高、缺乏共享手段等问题，在同一机构的不同部门间也不同程度的存在同样的问题。监管数据协同效率较低的主要原因是多中心化的数据管理以及复杂的权限管理及隐私需求。在保证数据安全和维护数据隐私的同时，打破监管部门之间的数据壁垒，是亟待解决的问题。

建设基于区块链的证券监管数据平台，其基本设想是利用区块链构建监管数据联盟，在金融监管相关行业或机构如证券交易所、金融机构和电信、社保、工商、税务等监管节点之上，建立统一的金融监管元数据库。一方面提供金融监管的全面性和穿透性，在系统、完整的数据之上促进金融监管形成监测、预警、处置和评估的完整闭环；另一方面利用区块链不可篡改性和可追溯性，随时定位、追踪监管对象发展状况，对其进行全面画像分析。各机构部门仍然对具体监管数据拥有完整的知识产权，并可确保数据隐私保护与安全，但依托该平台，不同的管理机构 and 部门之间数据互通效率可得到大幅提高，信息搜索成本和共享成本则大大减低。同时，依托该平台可以支持分布式的联邦计算，风险计量模型范围可以更容易地跨过单位或组织的边界，更好支持金融审慎监管要求下的风险管理。

3. 基于区块链的投资者诚信数据平台

我国资本市场投资者基数庞大，保护投资者利益、落实投资者诚信管理和适当性管理的任务十分艰巨。在资本市场进入全面深化改革的新时期，需要加快诚信建设，发挥诚信记录在市场监管、服务、创新、运行和发展中的基础作用，建好对市场恶意为的事前事中事后应对机制。但证券行业至今仍然缺乏统一的诚信数据平台。区块链的两大核心优势——不可篡改性及可回溯性——为证券市场建立公共的新型诚信机制提供了可能。通过区块链重构证券市场的信任网络，实现无差别信任，能够构建全局的信任网络。

基于区块链的投资者诚信数据库，可以维护每一个投资者的个体信息、诚信记录和市场行为，更全面和精准地绘制投资者“诚信画像”，有效支持监管，降低执法成本，更好地维护市场“三公”。通过将投资者诚信数据上链，可以为监管和司法的实施提供保障，还可以保障投资者适当性管理切实有效地执行，从而更好地保障投资者合法权益。同时，实时追踪上链数据，还可以及时监控市场情绪和热度，应对投资者集中带来的系统性风险隐患。

四、政策建议

当前，我国资本市场正值全面深化改革的关键时期，在这一过程中，我国资本市场应抓住机遇，抢占金融科技先机，为实现新时期的跨越发展保驾护航。区块链以其独特的价值，为金融活动的各个方面提供了全新的信用机制和价值交换手段，尤其对于资本市场来说，区块链对于构建新型交易结算基础设施，推动核心应用场景数字化转型升级，乃至建设高效、透明、风险可控、投资者获得更好保护的现代化资本市场体系，都具有重要的实用价值和广泛的应用前景。

但也应看到，作为一种新兴技术，区块链也存在诸多不成熟的地方，需要不断自我完善升级；在实际应用的过程中，更要注意扬长避短、优势互补。在相关工作的推进中应保持稳妥的基调，优先聚焦新需求和可行性高的领域，使用尽量成熟、简单的技术解决方案。监管部门应加强对于证券领域区块链的监管，实施严格的证券区块链建设、开发和经营机构准入，建立证券区块链应用模式审核

和跟踪评价机制，确保区块链应用符合我国资本市场发展方向和监管要求，及时防范化解重大风险。

根据本文研究，对区块链在我国资本市场的应用提出以下建议。

(一)由金融监管部门统筹建设国家级区块链泛金融新型交易基础设施

区块链应用于金融基础设施有着天然的优势。面对金融混业和数字化发展兴起的趋势，构建一个国家级区块链泛金融新型交易基础设施，不仅可以为区块链新型金融服务机构提供宿主平台，更好满足投资者越发多元化的资产配置需求，还可以兼容、打通现有的基础设施，以新科技的助力提升我国金融业服务水平和参与国际合作与竞争的能力，促进现代化资本市场的建设。政府的统筹规划以及相关部门、机构、组织、企业的协同合作，是建设新型交易基础设施的根本保障。需要从顶层设计视角加强规划，切实打通各相关机构主体之间的壁垒，建议由“一行两会”等金融监管部门、商贸部门、所属地方政府牵头组织规划，并协调相关核心金融机构、金融科技企业实施建设，促进形成多元化金融的“大枢纽”、资源配置的“大平台”和金融创新的“试验田”。

(二)鼓励可行性较高的区块链应用场景以概念验证项目先行先试

区块链可以对证券行业的多个业务领域和环节产生影响，但在重要性、紧迫性和可行性方面又各有不同。建议鼓励行业研究机构就区块链的应用，开展业务与技术融合的大范围研讨，对重要性、紧迫性较高且具可行性的方案，优先启动概念验证项目。通过概念验证项目可深入理解区块链在各类应用中的优势和局限，有利于

深入、科学和系统地评估其应用于具体问题的可行性和有效性，以及运营成本效益等重要问题。概念验证后前景明晰的，可孵化为生产级别项目。同时，建议组织搭建行业区块链技术研发测试平台，鼓励市场参与者积极承接课题、开展研究、共享成果，引领行业在区块链上共同进步。

(三)加强区块链金融科技投入和相关人才培养

我国证券行业长期以来存在着重业务轻技术的现象。与国际先进同行相比，我国证券核心机构、经营机构对信息技术的投入显著落后，行业信息技术人才不仅与境外一流投行或BAT等大型IT公司相去甚远，与银行等其他金融机构也无法相比。证券行业是智力密集型行业，人才的质量和数量直接决定了金融服务的能力和水平。面临新一轮科技革命向金融领域全面融合的历史发展机遇，证券行业需要加强金融科技投入和相关人才培养，抓住机遇、迎接挑战，为实现新时代下证券行业的跨越式发展奠定基础。

(四)重视区块链交流合作和区块链知识产权

首先，鼓励行业机构积极参与区块链技术的业界交流，尤其是以各种方式积极参与全球交易所分布式账册变革进程，及时了解动态，在区块链相关监管政策、业务发展和行业规范等国际事务中主动积极发声。其次，加强与区块链相关技术组织、联盟、标准化组织和监管机构的交流互动，重视区块链专利权，在区块链应用与发展、标准和相关知识产权事宜中掌控更多话语权，为未来规模化应用以及对外合作与竞争铺路架桥。 ■

[基金项目：此文由中国证券业协会2020年度优秀课题“区块链在我国资本市场领域核心场景应用研究”(2020SACKT082)改编；国家科技部重点研发计划项目“金融风险的计量理论与方法”(编号：2018YFA0703900)]

参考文献：

[1] Benji M, Sindhu M. A study on the corda and ripple blockchain platforms[C]. Advances in Big Data and Cloud Computing, 2019.
[2] Gartner. Hype cycle for emerging technologies[R]. 2019.
[3] Lennon M, Folkinshteyn D. From bit valley to bitcoin: the NASDAQ odyssey[J]. Global Journal of Business Research, 2017, 11(1): 85-103.
[4] MAS. Project Ubin: central bank digital money using distributed ledger technology[R]. 2016.
[5] Swan M. Blockchain: blueprint for a new economy[M]. O'Reilly Media, Inc., 2015.
[6] 陈树斌. 区块链技术在金融领域的应用研究[D]. 东北财经大学, 2017.
[7] 马昂, 潘晓, 吴雷, 等. 区块链技术基础及应用研究综述[J]. 信

息安全研究, 2017, 3(11): 968-980.
[8] 徐广斌, 牛壮, 徐丹. 全球交易所区块链最新发展及相关思考[R]. 2020.
[9] 姚前. 国际支付体系改革与区块链技术[J]. 当代金融家, 2020, 175(1): 42-45.
[10] 姚前. 区块链与央行数字货币[J]. 清华金融评论, 2020, 76(3): 65-69.
[11] 郑爽. 区块链对信托产品交易流转的国际经验借鉴和影响研究[J]. 国际金融, 2018, 445(7): 73-80.
[12] 朱立, 俞欢, 詹士潇, 等. 高性能联盟区块链技术研究[J]. 软件学报, 2019, 30(6): 1577-1593.

(责任编辑：吴林祥)