

各国央行对区块链技术的应用试验

陆 烨¹

¹(中央财经大学 信息学院, 北京 100081)

通讯作者: 陆烨, E-mail: Cevaly@126.com

摘 要: 区块链及相关技术日益成熟, 已经引起了学术界和相关业界的关注。由于区块链技术具有公开透明、可追踪性等特点, 部分国家和地区的央行(或金融管理局)已经着手试验将区块链技术用以改善以致替代央行的支付结算系统等。本文首先对区块链技术、分布式账本技术以及国家发行数字货币的概念进行介绍与辨析, 然后详细描述了三个国家对法定数字货币的试验项目(加拿大的 Jasper, 新加坡的 Ubin, 欧洲与日本央行的 Stella), 包括项目的进展阶段、已有成果等。最后, 本文从项目目标、发展现状、未来方向三个方面对这三个项目进行了横向比较。从各国央行的试验项目来看, 区块链技术仍需要进行改良与提升, 才能在央行系统以至于发行法定数字货币方面付诸实践。

关键词: 区块链; 分布式账本技术; 国家法定数字货币; 中央银行

中图法分类号: TP399

Central Bank's application test of blockchain technology

LU Ye¹

¹(School of Information, Central University of Finance and Economics, Beijing 100081, China)

Abstract: The growing maturity of blockchains and related technologies has attracted the attention of academics and related industries. Due to the openness, traceability and other characteristics of blockchain technology, central banks (or the Monetary Authority) in some countries and regions have begun experimenting with the use of blockchain technology to improve the payment settlement system of the central bank. This paper first introduces and analyzes the concept of blockchain technology, distributed ledger technology and national digital currency issue, and then describes in detail the trial projects of legal digital currency in three countries (Jasper, Ubin and Stella), including the progress stage of the project and the results already achieved. Finally, this paper makes a horizontal comparison of these three projects from three aspects: project objectives, development status and future direction. Judging from the pilot projects of central banks, blockchain technology still needs to be improved and upgraded in order to put it into practice in the central bank system and in the issuance of legal digital currency.

Key words: blockchain; distributed ledger technology; national legal digital currency; central bank

1 绪 论

近年来, 比特币等数字货币逐步进入公众视野, 而作为支持比特币的底层区块链技术, 更是吸引了各界的广泛关注。区块链(Blockchain)从概念来说是一种分布式的数据库技术。在区块链系统中, 数据的产生和存储均以区块(block)为单位, 并依据时间顺序连成链式(chain)的结构。系统的数据验证、存储和维护由所有节

点共同参与。

区块链采用了多种技术作为支撑，包括共识算法、密码学等，这些技术使得区块链拥有数据不可篡改、信息公开透明、集体维护等特点。由于区块链区别于其他技术的优良性能，使其在世界范围内的应用相当普遍。投资区块链的金融服务公司逐年增长，在医疗健康^[1]、物联网^[2]、共享经济^[3]、社会管理^[4]等多个领域，区块链技术都逐渐开始崭露头角。

区块链技术在经济金融领域的一大应用便是催生了以比特币为代表的各类数字货币。这类数字货币往往将先进的技术和巧妙的数学模型作为基础，具备了不可“双花”、匿名性、不可伪造性、可追踪性等特性^[5]，满足了货币流通与发行的基本职能。依据发行者的区别，数字货币能够被分成央行发行的数字货币和私人发行的数字货币。因为央行发行货币的要求相当严格，目前流通的数字货币均为私人发行的数字货币。然而，比特币以及区块链技术凭借其独特的优势，已经受到了各国央行的关注。英国、加拿大、新加坡、欧洲等国家或地区的央行或金管局纷纷与区块链联盟、金融机构、互联网企业等展开合作，力图探索区块链技术在央行的支付结算、货币发行等方面的可行性与适用性。

比特币与区块链的发展在近两年重又呈现上升趋势，各国央行对于将区块链技术应用到日常结算管理系统中的研究也集中在近几年。其中，英国央行在 2015 年率先提出中央银行数字货币（Central Bank Issued Digital Currency，以下简称 CBDC）的理念和模型，并与相关人员合作开发了央行法定数字货币模型 RSCoin，且对其进行了初步的测试；2016 年，新加坡金管局与区块链联盟 R3 等合作开展 Ubin 项目，目标是使用区块链技术来支持银行间支付，进而探究法定数字货币的发行；欧洲央行与日本央行于 2016 年合作推出 Stella 项目，以探究当前的实时全额结算系统能否被分布式账本系统所取代……

本文选择了加拿大的 Jasper 项目、新加坡的 Ubin 项目、欧洲与日本央行的 Stella 项目进行分析，深入了解这些项目的目标、发展阶段、初步成果及未来趋势，并进行横向比较，明确区块链技术在各国央行系统中的可行性、适用范围等，为将来探索区块链在央行系统中的运用提供可行的建议。

2 相关概念

2.1 区块链与分布式账本技术

2.1.1 概念与特点

就本质而言，区块链作为一种高度可信的数据库技术，为在不可信网络中进行信息与价值交换提供了一种可信机制。区块链作为一个持续增长的分布式数据库，由多方共同维护，因而也被叫做分布式共享总账（Distributed Shared Ledger）。

区块链主要具备以下特点：第一，分布式的结构，即区块链以分布式网络为基础而构建，并不是所有账本都存放在某一个服务器或数据中心，从而每一个节点都拥有一个该账本的副本，所有副本能够实现同步更新，体现了去中心化的特点。第二，信任的建立，精密的数学原理和程序算法的使用，使得区块链系统的运行规则公开透明，有利于交易双方在不需要借助第三方权威机构（如央行等）信用背书下建立信任关系。第三，公开透明，区块链对能够上网的人来说是开放、透明的。区块链对于用户的加入没有限制，每个用户都能对区块链上的记录进行查询；每一个用户所看到的账本是相同的，且能看到该账本所发生和记录的所有交易。第四，时序且不可篡改，区块链技术通过密码学算法和共识机制保证了其不可篡改性；另外，区块链的可验证和可追溯性，能通过存储数据所采用的带时间戳的链式区块结构来予以保证。

随着技术的发展，部分学者认为，区块链正在被一种新技术所替代：分布式账本技术（Distributed Ledger Technology），简称 DLT。DLT 吸收了区块链的优势，同时摒弃了使得区块链在银行场景下不适用的设计选择^[6]。也有学者提出，DLT 在很多情境下都被用作区块链技术的同义词^[4]，略有区别的是，区块链描述了数据的存储形式，而 DLT 则侧重于账本的存储方式，两者本质是相同的。因此，在央行对区块链技术进行探索的过程中，很多项目是基于 DLT 进行试验的。

2.2 国家发行数字货币

各国央行利用区块链技术进行的项目试验，以提升央行的职能发挥为深层目标，以试验法定数字货币为浅层

表现。所以，本文将会对央行的主要职能进行介绍，以便于更好地理解这些项目的目标与进展。同时，对数字货币以及国家发行数字货币作简要介绍，明确央行试验项目的意义与重要性。

2.2.1 中央银行职能

中央银行是特殊的银行，代表国家垄断货币发行，维持币值稳定少波动，监督管理金融业发展，调控国民经济，在经济和金融运行中发挥着“发行的银行”、“银行的银行”、“政府的银行”职能。

发行的银行，顾名思义，是指中央银行垄断货币发行，即只有央行可以发行法定货币。同时，保证货币流通的正常运行，避免币值频繁大规模的波动。银行的银行，意为央行为银行及其他金融机构提供服务，并在金融机构与金融市场业务活动过程中起到监督的作用。政府的银行，则表明通过政府授权，中央银行能够对金融业进行监督与管理，对宏观经济发挥调控职能。

通过对中央银行职能的了解，结合区块链技术的特性，可以发现区块链对央行职能的促进作用主要集中在货币发行与流通、银行间支付结算这两个方面。相对应地，世界各国央行在制定项目的目标与阶段的过程中，主要围绕发行的银行、银行的银行这两个职能展开。

2.2.2 数字货币与国家发行数字货币

央行相关人员曾在央行《中国金融》撰文指出：数字货币是电子货币和虚拟货币的总称。具体而言，代表一定财富的现金或者存款被数字化后就得到了电子货币，其本质是法币的电子化^[7]，如：存折、银行卡等。而虚拟货币是将非法币数字化得到的产物，如：Q 币、比特币等。有所不同的是，Q 币与法币存在固定比价，即兑换某一数量的 Q 币所需的现实货币一般是稳定的。而比特币等虚拟货币的价格因固定数量、市场调节等原因波动较大。

数字货币一般被分成两类：央行发行的数字货币和私人发行的数字货币，依据发行者的差异。由央行发行的数字货币也被叫做国家发行数字货币（CBDC），90 个国家和地区的央行派代表参加了 2016 年 6 月由美联储在华盛顿召开的会议，对各个国家法定数字货币的计划等展开讨论。加拿大、英国、欧洲等央行都对 CBDC 十分重视^[8]。

3 各国法定数字货币试验项目

3.1 加拿大央行：Jasper

2016 年，Jasper 项目由加拿大央行联合区块链联盟 R3 等机构开展，是一项针对将 DLT 应用于支付领域的项目，该研究世界上首次由中央银行同私人金融机构合作的 DLT 实验项目，对基于 DLT 的加拿大大额支付系统（large-value transfer system，以下简称 LVTS）进行概念验证，研究在金融市场基础设施中运用 DLT 的优劣。

第一阶段：

Jasper 项目为了进行概念验证，使用了由央行发行并控制的一项数字存托凭证（digital depository receipt，以下称 DDR）。为了考察 DDR 的应用状况，第一阶段依托以太坊平台构建了银行同业批发结算体系和概念验证系统。

首先，在以太坊平台上建立批量银行间结算，使参与机构能够在此平台上进行大规模结算，并以通过央行交换价值的形式，交换数字结算资产。

其次，测试交易记录效能。平台使用了传统的工作量证明模式作为协商一致机制，要求所有的 R3 成员均需对两个参与者提交的 DDR 交换进行验证，并以其作为该笔交易录入数据库的前提要求。

第二阶段：

为了进一步探索 DLT 在银行同业批发支付系统的实践路径，Jasper 第二阶段主要依托区块链联盟 R3 构建的开源分布式记账平台 Corda。第二阶段的试验重点为两方面，一是建立共识机制。通过创建三种类型的节点：参与者节点，公证节点（加拿大央行）和监督节点，在三个节点之间建立共识机制。该机制要求参与者双方验证数据属性的准确性，公证节点确认交易的唯一性，而监督节点则标记 DDR 交易。完成以上环节且得到三种节点的签名，交易才会被确认为有效。二是创新“原子交易”和“流动性节约机制”（LSM）结算方案。“原子交易”是指基础性的支付结算程序，参与者发出这类交易请求后，平台必须接收并使用相应方案处理。LSM 采用定期多边撮合排队机制，并让银行在即刻结算和排队轧差中进行选择，以达到节约成本的目的^[9]。

3.2 新加坡金管局：Ubin

Ubin 项目通过与业界合作，旨在探索使用 DLT 来清算和结算支付和证券，从而探究通过使用 DLT 来发行中央银行数字货币的可行性。DLT 显示出使金融交易及流程愈加透明、降低成本、具有弹性的潜力。该项目旨在帮助新加坡金管局（MAS）和行业更好地了解 DLT 及其可能通过实际试验带来的潜在好处。其理想目的是研发出更为有效且易用的替代品，以当今基于数字中央银行发行的代币为基础的系统。

第一阶段：使用中央银行发行的国内银行间支付等值新元

新加坡金管局于 2016 年 11 月 16 日宣布，它正在与区块链联盟 R3 及金融机构财团合作展开项目，从概念上验证使用区块链技术进行银行间支付的可行性及有效性。该联盟包括美银美林、香港上海汇丰银行有限公司、摩根大通、三菱 UFJ 金融集团、华侨银行等，并以 BCS 信息系统作为技术提供商。

2017 年 3 月 9 日，项目第一阶段成功结束。德勤授权编制一份报告，涵盖了 DLT 适用于结算系统的各个方面，并详细说明项目原型所使用的设计原则。报告《Ubin 项目：分布式账本 SGD》对 DLT 进行了介绍，并对原型开发的开发理解提供了思路。值得一提的是，R3 在该领域相当活跃。Ubin 项目是新加坡金管局与区块链联盟 R3 合作的一部分，就在去年 11 月份，“R3 亚洲实验室”在新加坡正式成立。此后，为了达到对银行间的支结算进行改进的目的，新加坡金管局宣布了即将开发一个区块链概念证明试点项目的计划。

依据 MAS 的报告，2016 年 11 月到 2016 年 12 月末是这项实验的第一阶段，该阶段借鉴了加拿大央行 Jasper 项目的部分元素。如上一部分所介绍的，R3 同样参与了 Jasper 的搭建与验证。Ubin 项目基于一类私有以太坊网络而构建，该项目创建了相应的以太坊网络对 Ubin 进行了测试。同时，Ubin 还对由摩根大通研发的区块链实施了 Quorum，从而对相应的隐私管理工具进行评价。第一阶段完成后，由央行发行的银行间数字货币成为了新加坡金管局新的目标。具体来说，央行发行的数字代币允许流通后，参与的银行可以通过抵押现金等方式兑换一定数量的数字代币，然后该数字代币可以用来对银行之间的付款等交易进行结算。最后，这些数字货币可以由银行向央行进行兑换，获取相应的现金。整个试验的结果非常积极，另外，Ubin 还将银行间转账原型在私有以太坊网络上进行了部署，并取得了一定成效。

第二阶段

Ubin 第二阶段的目标在于与世界范围内的其他中央银行进行整合，将即时总额结算系统推进到位。依据早前的报告，Ubin 的第二阶段重点在于分析与探索新系统与旧系统的差异。包括摩根大通的 Quorum、Hyperledger Fabric 以及 R3 的 Corda，新加坡银行协会 ABS 和咨询公司埃森哲也涉及其中。

MAS 和 ABS 于 2017 年 10 月 5 日宣布，他们所领导的联盟成功开发了三种不同模式的软件原型，用于通过流动性储蓄机制进行分散的银行间支付和结算。该联盟包括 11 个金融机构和 5 个技术合作伙伴。参与的金融机构有美银美林、花旗银行、瑞士信贷银行、星展银行有限公司、汇丰银行有限公司等，埃森哲被任命对原型的管理和开发负责，ConsenSys、IBM、R3 利用它们分别开发与支持的平台对项目进行技术支持。

MAS 和 ABS 于 2017 年 11 月 14 日宣布，该报告已经发布，源代码和技术文档已经发布，可以在 2.0 版的 Apache 许可下公开访问。鼓励中央银行、金融机构等相关机构和学者利用开源代码来促进他们的实验、研究和创新。

未来阶段

有两个分拆项目将利用所开发原型的经验。新加坡交易所（SGX）推动的项目着力于通过分布式账本技术提高固定收益证券交易和结算周期的效率。第二个项目将结合央行法定数字货币，对银行间跨境支付的方式进行新的分析。

3.3 欧洲央行与日本央行：Stella

第一阶段：

2016 年 12 月，Stella 项目宣布成立。与其他央行的目标类似，该项目意图探索和验证欧洲及日本央行目前部署的实时全额结算系统能否被 DLT 支持的系统所取代。2017 年 9 月，日本央行和欧洲央行发布了对 DLT 的第一阶段评估报告，根据试验项目的结果，分布式账本技术还不足以取代欧洲和日本央行现有的结算系统。但是，这两个国家和地区的央行对 DLT 在央行系统的应用依然持乐观态度，认为现阶段的结果证明了 DLT 未来可以在央行的结构与系统中得到一定程度的运用。这两家央行发现，虽然基于 DLT 的实时结算系能够支持和满足大多数支付系统的性能需求，但由于区块链技术去中心化的特点及其共识机制，每一笔交易的达成都需要所有节点进行确认，

这一过程比现有的中心化系统中更加耗时，因而从效率上来说并不具有优势。除了节点数量对系统效率的影响，研究人员还发现，验证节点之间的距离过大，也会导致性能有所下降。第一阶段结束，欧洲和日本央行重点指出了分布式账本技术等央行系统的运用方面仍然是不成熟的，而对于未来是否会采用区块链的关键问题，两家央行并未给出明确结论，还需要进一步的试验。

第二阶段：

Stella 项目第二阶段的联合报告指出，这一阶段的重点是将证券结算系统部署在分布式账本技术环境中，以观察其交付与支付的影响。从概念上来说，证券结算在单一交叉分类的交付与支付系统中具备可行性，但银行认为还缺乏具体的证据来支持这一观点。

分布式账本技术与证券交付

第二阶段的报告指出，在第一阶段对现金研究的基础上，该阶段深入探讨证券交付在分布式账本技术下的运作，以便与第一阶段进行比较。在证券结算的券款对付（Dvp）模式中，一类资产转移的生效建立在另一类资产转移的基础上，这一转移过程被证券结算的原子性。Stella 项目的原型以 Hyper ledger Fabric、Corda、Elements 平台为基础，试验的结果显示，在分布式账本系统环境下的单个账本或多个独立账本中，券款对付模式能够通过现金以及证券交易实现。

独立账本的跨境交付

根据之前在概念上的分析，跨境的券款对付模式从理论上应该可以在独立账本之间进行。但第二阶段报告指出，DLT 技术并不能支持这种模式的运行。交易双方的多次互动都会被牵涉到独立账本之间的券款对付交易中，不仅给实时结算带来了运作上的挑战，还会减缓交易的速度，进而对流通性带来一定的负面作用。

4 项目的分析与比较

4.1 项目目标

从各项目的推出目标来看，Jasper 项目的首要目标是建立概念验证模型（无意推广至生产级系统）^[9]，以研究将分布式账本技术运用在金融市场基础设施中的优势与缺陷；Ubin 项目旨在探索使用 DLT 来清算和结算支付与证券，开发更简单易用、更有效的替代品，以当今基于数字中央银行发行的代币为基础的系统；Stella 的建立意图探索和验证欧洲及日本央行目前部署的实时全额结算系统能否被 DLT 支持的系统所取代。

总体而言，这三个项目都是基于分布式账本技术，来探究将这一技术运用到实际操作中的可能性与可行性。具体而言，Jasper 作为首个央行与私人金融机构合作开展的项目，重在构建概念验证模型；Ubin 侧重于对支付与证券的清算，以开发更有效的系统；Stella 的重点在于探索分布式账本系统能否取代现有的实时全额结算系统。

4.2 项目发展现状

三个项目都是分阶段进行的，且都进行了两个阶段。Jasper 项目从第一阶段实现银行同业批发结算能力和测试交易记录的效率，到第二阶段提升 DLT 在银行间同业批发支付系统中的作用，主要成果在于提高支付结算运行效率、管理结算风险、权衡操作弹性与信息隐私的保护、推动国际金融市场协调^[9]。从 Ubin 项目的官方公布情况来看，该项目已完成两个阶段的探索与实践，并未将来的发展确定了两个方向。第一阶段试验意图在银行间支付领域运用区块链技术，推出新加坡元（SGD）的一种代币化形式。第二阶段重点关注与世界范围内的其他中央银行进行整合，将即时总额结算系统推进到位。未来计划利用所开发原型的经验探究两个分拆项目。Stella 项目目前经历了两个阶段，第一阶段评估分布式账本系统能否替代现有的实时结算系统，第二阶段将证券结算系统部署在分布式账本技术环境中，以观察其交付与支付的影响。

4.3 项目未来发展方向

就项目未来的展望而言，Ubin 提出了未来的发展方向：一个项目着力于通过分布式账本技术提高固定收益证券交易和结算周期的效率。第二个项目将结合央行法定数字货币，对银行间跨境支付的方式进行新的分析。Jasper 和 Stella 则未明确指出未来具体的研究项目。

可以看到，央行的项目对于区块链技术的试验取得了一定进展，但仍有很大的提升空间。考虑将 DLT 替代原

有的支付结算系统的过程中，DLT 在运行处理效率、安全与隐私保护等方面需要进一步的提升与加强。而对于利用区块链发行法定数字货币的构想，需要将央行仍然充当的“中心”角色考虑到这个去中心化的结构中，对数字货币的价格控制也需要形成规范，央行的监管力度与监管范围也需更为明确。

5 结 论

本文在介绍了区块链以及法定数字货币等相关概念的基础上，对具有代表性的三个央行对区块链技术的应用试验项目进行了分析，并从项目目标、发展现状、未来方向三个角度对这些项目进行了横向比较。可以发现，尽管这三个项目的试验过程略有差异，但基本目标都是试验 DLT 在央行系统中的可行性，以及进一步提升 DLT 在其中发挥的作用。从项目的研究成果与结论来看，首先需要肯定 DLT 在安全性、可行性等方面的作用，但整体而言，这一技术在央行系统中的应用还不够成熟，无法在短时间内投入使用，仍需要经过更多的改进与试验。有一部分文献对各国央行的法定货币试验项目进行了探讨^[8-10]，但这些文献主要分析其中一个项目，缺乏从多个层面与其他项目的比较。这些文献得出的结论与本文类似，试验项目可以帮助我们加深对 DLT 在央行运行过程中所发挥作用的理解^[10]，但数字货币本身存在价格高波动性、政府无法控制其运行机制、交易处理速度过慢等缺陷^[7]，且 DLT 技术的应用也显示出了在运作效率与金融稳定性风险、透明度和隐私保护^[11]等方面的不足，因而区块链技术目前对央行而言是不适用的。但是，各大央行都承认了该技术未来的发展潜力。

由于个人知识积累与理解等方面的限制，本文仍然存在一定问题。在项目的选择方面，本文仅选择了三个有代表性的项目，但其他国家央行对区块链技术的试验项目，例如：英国的 RSCoin、香港的 Lionrock 等项目同样值得研究与比较。在对项目进行分析的过程中，由于部分项目透露的信息有限，分析不是很到位，没有深入到具体的技术实施层面。

就进一步开展研究而言，针对本文存在的缺陷，可以获取有关项目更为全面的信息，包括最新进展与成果、技术层面的细节等，展开深入分析。另外，可以结合我国央行的政策与现状，对我国进行法定货币试验项目提出建设性的建议。

参考文献

- [1] Xia Q, Sifah E, Smahi A, et al. BBDS: Blockchain-Based Data Sharing for Electronic Medical Records in Cloud Environments[J]. Information, 2017, 8(2):44.
- [2] Khan M, Salah K. IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges[J]. Future Generation Computer Systems, 2018, 5(82):395-411.
- [3] Hawlitschek F, Notheisen B, Teubner T. The limits of trust-free systems: A literature review on blockchain technology and trust in the sharing economy[J]. Electronic Commerce Research & Applications, 2018(29):50-63.
- [4] Ølnes S, Ubacht J, Janssen M. Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing[J]. Government Information Quarterly, 2017, 34(3):355-364.
- [5] 姚前, 汤莹玮. 关于央行法定数字货币的若干思考[J]. 金融研究, 2017(7):78-85.
- [6] Ametrano F M. Bitcoin, Blockchain, and Distributed Ledgers: Between Hype and Reality [EB/OL]. (2018-04-19) [2018-06-23]. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2832249>.
- [7] 姜疆. 货币消亡 基于区块链的国家数字货币[J]. 新经济导刊, 2017(8):60-66.
- [8] 蔡维德, 赵梓皓, 张弛等. 英国央行数字货币 RSCoin 探讨[J]. 金融电子化, 2016(10):78-81.
- [9] 李思琪. 探索金融支付领域新方向——简析加拿大央行开展基于分布式账本技术的 Jasper 项目[J]. 大庆社会科学, 2018(1):117-118.
- [10] Horlacher C. 'Centralized' Blockchain Projects Are Doomed to Failure[J]. American Banker, 2017(2).
- [11] 程驰光, 王超. 当前国际上主要央行对区块链技术的研究及启示[J]. 武汉金融, 2018(1):76-78.