

区块链基础设施 研究报告 (2021 年)

中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所
2021 年 7 月



版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。
转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，
应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，
本院将追究其相关法律责任。



前 言

区块链通过运用基于共识的数学算法，在机器之间建立“信任”网络，通过技术背书来进行全新的信用创造，成为可支撑数字经济传递信任和管理价值的关键。区块链不仅仅适用于加密数字货币等场景，更大的应用空间必将是工业互联网、5G等与社会、经济密切相关的新兴领域，甚至可能对整个网络空间的核心架构带来变革。

世界各国政府都普遍高度重视区块链对技术和产业变革起到的战略作用。习近平总书记提出“要把区块链作为核心技术自主创新的重要突破口，明确主攻方向，加大投入力度，着力攻克一批关键核心技术，加快推动区块链技术和产业创新发展”。中央网信办、发改委、工信部等我国政府主管部门先后制定了一批促进区块链技术和产业发展的顶层设计和政策规范。

本次中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所组织编写《区块链基础设施研究报告（2021）》，重点对“区块链究竟是不是新型基础设施”、“区块链基础设施由哪些要素组成”、“区块链基础设施如何发展”、“区块链基础设施面临何种挑战”、“区块链基础设施将怎样演进”等关键问题进行了分析和阐述，希望能够有助于产业界和学术界凝聚共识，更好地发挥区块链作为基础设施的作用和功能，为技术和产业变革提供创新动力。



目 录

一、 区块链基础设施概述.....	1
(一) 区块链技术具备基础设施属性.....	2
(二) 区块链具有新型基础设施特点.....	3
(三) 区块链是信任管理的基础设施.....	5
二、 区块链基础设施组成要素.....	6
(一) 水平维度的区块链基础设施要素.....	7
(二) 垂直维度的区块链基础设施要素.....	8
三、 区块链基础设施发展路径.....	10
(一) 路径 1 开源社区，运营区块链开放生态.....	10
(二) 路径 2 区域平台，构筑区块链节点网络.....	14
(三) 路径 3 行业应用，打造区块链业务系统.....	16
(四) 路径 4 公共服务，建设区块链跨链平台.....	18
四、 区块链基础设施面临挑战.....	20
(一) 区块链基础设施建设挑战.....	20
(二) 区块链基础设施技术挑战.....	20
(三) 区块链基础设施应用挑战.....	21
(四) 区块链基础设施监管挑战.....	22
五、 区块链基础设施演进趋势.....	22
(一) 区块链基础设施呈现多维度发展态势.....	22
(二) 区块链基础设施逐渐向业务驱动演变.....	23
(三) 区块链基础设施与前沿技术不断融合.....	23
(四) 区块链基础设施网络规模更适配应用.....	24
(五) 区块链基础设施技术通用功能组件化.....	24
(六) 区块链基础设施监管与治理相辅相成.....	24



图目录

图 1 区块链基础设施呈现形态.....	6
图 2 区块链基础设施切入路径.....	10
图 3 以太坊.....	12
图 4 欧盟区块链基础设施 EBSI.....	15
图 5 Facebook 加密货币基础设施.....	17
图 6 波卡跨链生态网络.....	19

表目录

表 1 开源社区运行的区块链项目对比分析.....	13
---------------------------	----



一、区块链基础设施概述

当前互联网是信息传递的网络，存在信任缺失问题。尽力而为的 TCP/IP 协议栈为互联网的成功创造了巨大的活力，但同时互联网体系架构也始终面临安全信任框架的缺失。尽管学术界和产业界为增强互联网的可信性，在现有的基础上尝试了许多打补丁式的修正努力，但随着互联网的快速发展，特别是互联网技术对数字经济的重要影响，信任问题的解决已经刻不容缓。区块链的多中心块链式存储结构保证了存储在链上的数据难以被篡改、可以被追溯，有效解决社会经济活动开展所需的跨实体信任问题，区块链正成为未来发展数字经济不可或缺信任基础设施。

国家政策高度重视以区块链为代表的新型基础设施在新的技术革新和产业变革中的重要作用，积极推进区块链技术与产业创新、经济社会融合的高速发展。2020 年 4 月 20 日，国家发展改革委首次提出“新基建”范围，明确区块链属于新型基础设施中的新技术类基础设施。2021 年 3 月，区块链被写入《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，规划提出培育壮大区块链等新兴数字产业。2021 年 6 月，工信部、中央网信办发布《加快推动区块链技术应用和产业发展的指导意见》，意见提出构建基于标识解析的区块链基础设施，打造基于区块链技术的工业互联网新模式、新业态。



（一）区块链技术具备基础设施属性

区块链基础设施具备基础性、公共性、强外部性等三个新基建属性。区块链基础设施通过分布式的账本技术为社会经济活动提供了信任的基础属性，通过开放共享的机制，为个人、组织、企业等实体提供公共服务，同时可作为一种管理型技术与实体业务强关联，通过与其他技术的配合使用，优化业务流程，创新商业运行模式。

区块链基础设施为社会运转提供基础性的信任管理能力。在互联网时代，通过超级链接实现了信息的传递和互联，深刻变革了人们的生活习惯，使线上生活常态化。而区块链技术创建了一种基于技术的社会信任体系，通过账本描述了社会经济活动，为社会运转提供基础性的信任能力，提升了主体参与者之间的协作效率。

区块链基础设施面向公众提供公共普惠性的价值传递能力。区块链基础设施通过构建可信协作的分布式网络，可以面向社会提供大规模泛在直连交易服务，进而支持交易在社会化活动的任意环节随时触发，具有巨大的市场规模，受众范围广。区块链基础设施带来的这种无处不在的价值交换能力，将提升各类要素的市场化配置能力，使生产、消费更加畅通循环，加速经济运转。

区块链基础设施与其他信息技术配合为各行各业赋能增效。区块链基础设施通过预定义的共识协议将硬件资源抽象为信任的底座，通过智能合约定义业务参与方承诺执行的协议，重新构建数字经济时代秩序、规则和信任机制，同时辅以物联网、云计算、大数据、人工智



能等信息技术实现业务逻辑的闭环，正在改变诸多行业的运行规则，是未来发展数字经济不可或缺的设施。

（二）区块链具有新型基础设施特点

区块链具备新型基础设施范畴持续拓展延伸的特点。信息技术创新活跃，信息技术之间、信息技术与传统领域之间都在深度融合，越来越多的新兴信息技术正在演进形成新的基础设施形态。区块链起源于加密数字货币应用，但其价值不仅仅局限于该领域，其应用范围正在逐步拓展至金融业、制造业、服务业等，随着区块链技术与实体经济深度融合，区块链基础设施形态逐渐形成。

区块链具备新型基础设施技术迭代升级迅速的特点。新型基础设施技术性强，技术在不断升级，部分技术还不稳定，数字基础设施需迭代式的开发。区块链基础设施也不是一蹴而就的，区块链技术创新迭代不断以完善自身性能并满足瞬息万变的市场需求，截止 2021 年 4 月，以太坊代码总提交 12597 次并且还在不断更新。

区块链具备新型基础设施持续性投资需求大的特点。信息技术迭代快的特点决定了新型基础设施建设和运营需要大量的持续性投入，而不仅仅是一次性投资。区块链架构虽然基本形成，但是扩容、分布式存储、隐私保护等技术不断创新以满足业务发展的需求，区块链项目多引入基金会的模式对生态可持续发展提供资金支持，Web3 基金会给从事波卡开发或研究的项目进行资金方面的资助。



区块链具备新型基础设施互联互通需求更高的特点。在市场力量为主的建设模式下，统一的建设标准和建设规范更为重要。单独为政的区块链类似于局域网，难以大范围统一使用，规模影响力有限，而跨链互联的区块链类似于广域网，实现了服务范围的延伸，可以发挥基础设施规模化优势。所以，区块链基础设施互联互通需求明显，建设需要整合行业和区域需求，从顶层规划出发，一盘棋考虑，实现跨链协同。

区块链具备新型基础设施安全可靠要求更高的特点。新型基础设施实行联网运行，恶意攻击或者网络故障将给社会带来不可估量的损失。区块链构建了机器的信任，但代码的逻辑还是人构建的，如果出现漏洞或者被攻击将导致信任基础的全面瓦解，对新型基础设施代码的可信性检查和安全审计至关重要。2016 年 ETH/DAO 事件，攻击者发现软件存在递归调用漏洞问题，对其发起攻击并盗走 360 万以太币，最终导致以太坊硬分叉。

区块链具备新型基础设施对技能和创新人才需求大的特点。新型基础设施建设和运营对技术要求高，需要大量的技术型人才和融合型人才。尤其是区块链相对前沿，可借鉴经验少，拥有相关知识结构和工作经验的人才在现阶段极度稀缺。据国际权威咨询机构 Gartner 预测，未来 5 年中国区块链人才缺口将达 75 万以上。2021 年 2 月，人力资源社会保障部与工业和信息化部联合颁布了区块链工程技术人员国家职业技术技能标准，为人才需要构筑基础保障。



（三）区块链是信任管理的基础设施

以信息技术为基础的新基建迅速崛起导致基础设施内涵和范畴不断外延、扩展和丰富。传统基础设施主要是指铁路、公路、桥梁等看得见、摸得着、服务于物理世界的设施，为物理世界建立起了实际连接网络，有效提高了人类社会运行效率。而新型基础设施是以技术创新为驱动，以网络化或信息化形式服务于数字世界的基础设施，创新了经济运行模式。

狭义的区块链基础设施是分布式信任平台。区块链基础设施是由遵循一套预先定义好共识机制的节点构成的可信网络平台，每个节点自下而上由基础资源、区块链核心框架、服务系统组成，任何去中心化的应用都可以部署在上面。区块链基础设施提供的分布式可信管理模式，将创新金融服务模式、促进医疗数据开放共享、文化成果转化和实现制造业个性化定制，有助推动数字经济高速发展。

广义的区块链基础设施是大规模可信协作网络。区块链基础设施可以定义为是一种新的分布式治理理念，核心是变革现有的社会经济运行模式。区块链基础设施基于共识机制构建的智能计算网络，形成了经济社会运行的信任模型，通过智能合约定义业务参与方承诺执行的协议，将物理世界无序的业务规则化。两者结合形成的大规模的协作网络，将重新构建数字经济时代秩序、规则和信任机制，直接影响原有社会的组织方式、商业秩序，颠覆数字经济时代的生产关系，创新商业模式，实现市场智能化运作。



二、区块链基础设施组成要素

区块链通过运用基于共识的数学算法，在机器之间建立“信任”网络，通过技术背书来进行全新的信用创造，是支撑数字经济传递信任和管理价值的关键。

水平来看，区块链基础设施是由具有广泛接入能力、公共服务能力、可灵活部署的公共链网（包括公有链或面向非特定应用场景的联盟链），及连接这些区块链的跨链系统组成的网络服务设施。

垂直来看，区块链技术协议栈中的资源层、数据层、网络层、共识层是构成区块链基础设施节点的必备要素。

总体来看，区块链作为一种基础设施，也需要服从治理，做到链运行规则可控、节点网络可控、链上数据内容可控，以保障基础设施稳定运行，企业、用户权益得到有效保护。



数据来源：中国信息通信研究院

图 1 区块链基础设施呈现形态



（一）水平维度的区块链基础设施要素

水平来看，区块链基础设施与互联网网络呈现相同的发展路径，传统的互联网网络作为信息传递的载体由局域网逐渐发展成为广域网，而区块链基础设施作为信任传递的载体由一个个独立的链逐渐发展为跨链互联的形态。

区块链基础设施中的公共链网，主要由存储账本能力、共识协议和算力、接入能力、服务接口能力组成。存储账本负责存储事务的交易记录，相比于传统账本数据库具有可追溯、多方校验，难以篡改的特点，支持本地存储和云化存储两种模式。共识协议和算力通过引入外部成本来防止节点作恶，保证多个主体之间数据的一致性。接入能力负责链下业务与区块链公共链网之间的适配。服务接口能力为上层用户提供灵活的接入方式，提高应用便利程度。

区块链基础设施中的跨链系统，主要由价值跨链能力、数据跨链能力、业务跨链能力组成。区块链基础设施具备新型基础设施互联互通的特点，跨链系统是区块链基础设施的重要装置。跨链系统实现跨链信任的延伸，价值跨链实现不同数字资产之间的交易和兑换，数据跨链实现不同链之间数据互通和信息可信共享，业务跨链实现业务逻辑的互联、业务范围的互补。主流跨链方案有公证人、侧链\中继链、哈希时间锁定等，其中中继链技术占比最高，中继链即通过构建一条链和配套的策略的形式提供跨链信息传递和信息可信担保，跨链项目包括 Polkadot、Wecross、BitXHub 等。



（二）垂直维度的区块链基础设施要素

垂直来看，资源层、数据层、网络层、共识层是构成区块链基础设施节点的必备要素，是支持上层应用开发和运作的底层基础，为区块链运行提供所必须的核心技术。该部分主要由技术开源社区，联盟组织或初创公司驱动，聚焦区块链底层技术，通过不断创新提高区块链可扩展性、隐私性、安全性等，以更好的支撑上层应用。

资源层的核心要素是网络、存储、计算和电力，主要功能是为区块链基础设施稳定运行提供灵活可扩展的资源。该层主要由传统的基础设施和信息基础设施服务商提供服务。当前，传统的 ICT 企业正从区块链基础资源提供方切入，通过整合底层网络、存储和计算资源，以区块链服务平台的形式对外提供开箱即用的区块链服务，包括亚马逊、谷歌、微软、阿里云、腾讯云、华为云等。

数据层的核心要素是账户结构、块链结构和数据存储，主要功能是为数据真实性和有效性提供保障。账户结构用于描述事务发起者和相关方的数据结构，当前主要账户模型包括基于过程记录的 UTXO 模式、基于状态记录的 Account 模式、基于通证的 Token Base 模式以及用于存证领域的无账户模式等。块链结构是指按照时间顺序将数据区块以哈希嵌套的方式顺序相连组合成的一种数据结构，这种链式的数据结构是保证区块链数据难以篡改的关键，主要数据结构包括链式结构和 DAG 有向无环图结构。数据存储通常采用读写高效的 NoSQL 数据库，如 LevelDB、CouchDB、RocksDB 等。



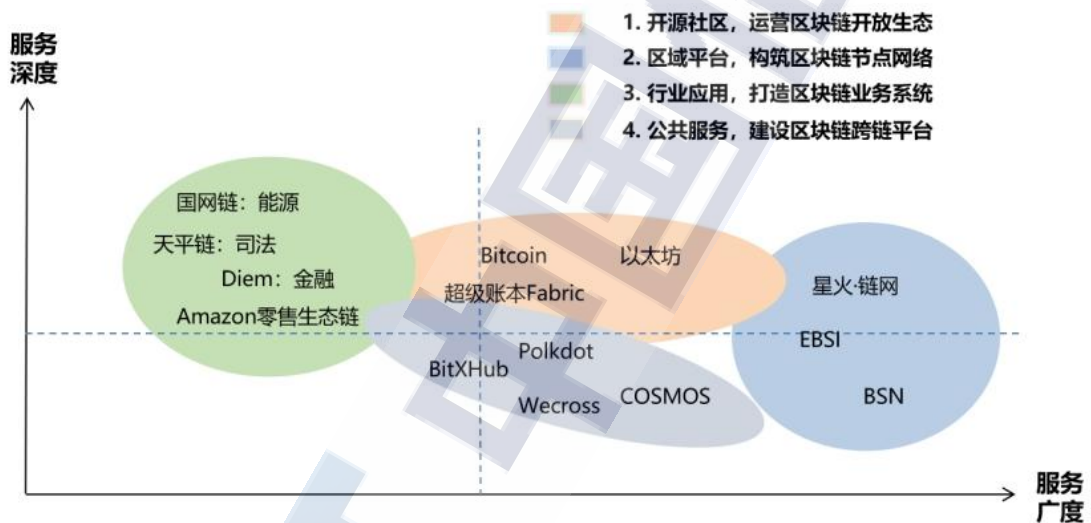
网络层的核心要素是节点发现、消息传播和验证机制，主要功能是维护区块链网络去中心化的特点。区块链网络拓扑结构可分为结构化、非结构化、半结构化，节点发现、消息传播和验证机制随着拓扑结构不同而相应调整。结构化网络去中心化程度低、传输效率高、节点易遭到攻击，例如以太坊；非结构化网络去中心化程度高、传输效率低、不易监管，例如比特币；半结构化网络兼顾通信效率、去中心化程度和监管要求，例如超级账本。目前看，结构化网络整体占优，但特定场景和需求下仍然存在较多非结构化的底层网络实施方案。

共识层的核心要素是共识机制，主要功能是确保节点协作并维护全局数据一致性。共识机制主要分为概率型、确定型和混合型三种类型。概率型共识是指交易在区块链上埋的越深，该交易被撤销的可能性越低，例如工作量证明 POW、权益证明 POS、委托权益证明 DPOS。确定型共识是指一旦交易被添加到区块链上，该笔交易即被确定，例如拜占庭共识 BFT、消逝时间证明 POET、存储空间证明 POC。混合型共识将两种或多种共识机制运用到一条链上，弥补单一共识机制效率低、牺牲中心化程度的缺陷，混合共识有 PoW+PoS、PoW+BFT、PoS+BFT 和 BFT+VRF+POS 等种类，即先全民参与选取共识节点之后再由节点按照共识策略对交易进行共识。兼顾概率型和确定型特性的混合型共识机制在公共性和效率性上占有优势，更加匹配区块链基础设施规模性和效率性需求。



三、区块链基础设施发展路径

规模化的全球性区块链基础设施尚处于起步阶段，不同组织、机构、企业选择了不同切入点，发挥自身优势去构建规模性区块链基础设施，从服务深度和服务广度两个不同维度分析，区块链基础设施呈现出四种发展路径，即以社区驱动的区块链开放生态路径、分域建设的区块链节点网络路径，聚焦行业应用打造的区块链业务链路径以及从公共服务角度出发建设的区块链跨链平台路径。



数据来源：中国信息通信研究院

图 2 区块链基础设施切入路径

(一) 路径 1 开源社区，运营区块链开放生态

区块链最初发起于开源社区，以技术为驱动，全民参与的开放生态为理念，旨在构筑数字世界的可信账本。这种以技术理念为切入点建设的区块链基础设施公共服务平台，专门为大、中、小型生态网络提供公开、透明、可审计的底层运行逻辑，其生态组成包括区块链协议开发者，上层应用开发者、算力节点及用户。



通用技术与应用创新协同发展，工程化成为重点。从区块链开源社区发起的项目主要为规模和体量较大的比特币和以太坊，以及普及率最广的超级账本（Hyperledger fabric）联盟链。截止至 2021 年 6 月 25 日，比特币网络大约有 10267 个活跃节点，也是目前拥有节点个数最多的区块链基础设施。以太坊主网一共有 5900 个节点，排名第二，但其去中心化应用项目（Dapp）2812 个，是目前拥有去中心化应用最多的项目。为了提高区块链基础设施商用性能，工程化攻关成为当前区块链开源社区工作重点，主流项目通过升级主网向新版本过渡，通用技术与应用创新协同发展，聚焦构建开源工具集并不断丰富区块链基础设施生态。表 1 为开源社区运营的区块链项目对比分析。

路径 1 举例：以太坊（Ethereum）

以太坊于 2013 年由 Vitalik Buterin 发起的，是一个开源的有智能合约功能的公共区块链生态网络，旨在构筑下一代加密货币与去中心化应用平台。截止 2021 年 6 月，以太坊是规模和体量最大的区块链基础设施生态网络，总共 5900 个节点，0.56 亿个地址账户，节点遍布美国、德国、中国、法国和新加坡等地。

在生态运营方面，2014 年以太坊开发者团队在瑞士创建以太坊基金会负责资金管理、生态培育以及扩大全球开发者社区，随着链上开放透明治理需求的增强，以太坊基金会将逐渐退出生态治理，改由基金会成员参与。在技术发展方面，以太坊面临可扩展性不佳、隐私保护、通胀问题，包括解决以太坊扩展性问题的以太坊 2.0 分片、二



层扩容 Layer2，解决数据隐私安全的密码学和零知识证明，解决通胀问题的 EIP-1559 提案等备受业界关注。在应用方面，截止 2021 年 4 月，以太坊上运行有 2812 多个应用（Dapp），游戏、金融、社交占比较大。

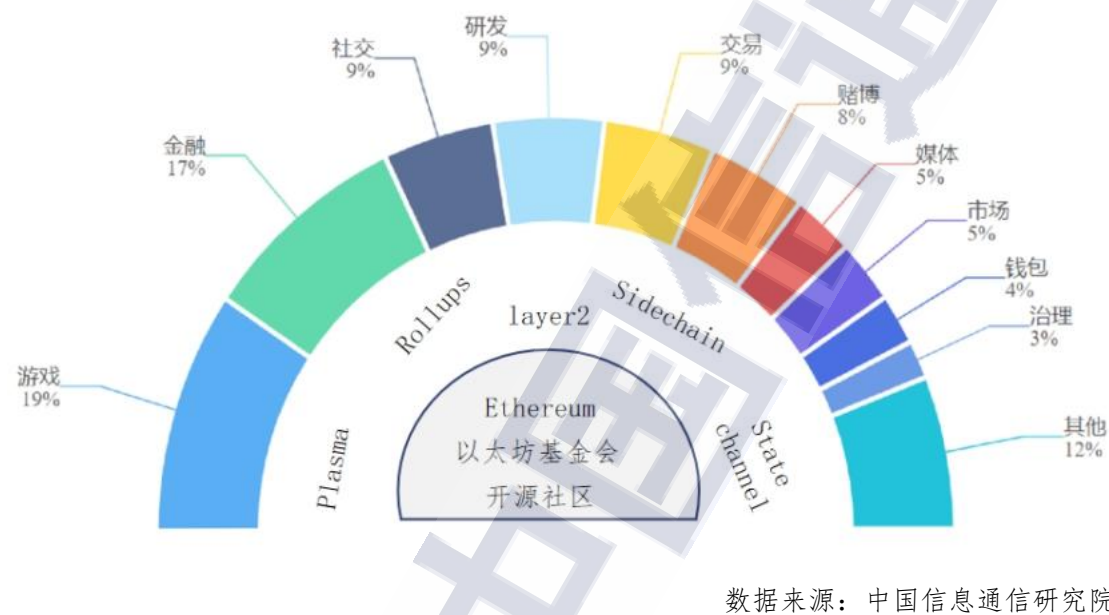


图 3 以太坊

区块链开源社区相对活跃，但决策效率低。区块链开源社区是一种由理念驱动的组织建设和运营模式，其走向和发展由社区成员通过协商决定，用户参与活跃度相对较高。但是这种组织模式缺少长效的运营机制，由于参与者之间没有较强的约束力，致使决策效率低，同时成员间由于理念冲突，也会引起整个社区的震荡，延缓区块链技术迭代速度。



表 1 开源社区运行的区块链项目对比分析

地域	开源项目	类型	Dapp 数量	节点个数	共识机制	TPS	侧链数量/ 衍生项目	进展	运营主体
国外	Bitcoin	公链	/	10267	POW	3.8	闪电网络	引入分片	加密货币价值驱动
	Ethereum	公链	2812	5900	POW 转 POS	9.0	Quorum、以太经典	升级 2.0	以太坊基金会
	EOS	公链	676	21 超级节点	DPoS（委托权益证明）	3000+	/	升级主网，提高交易数量	Block.one 企业运作
	Ripple	公链	/	150	RPCA 算法	1500	/	专注于金融	Ripple Labs 企业运作
	Hyperledger Fabric	联盟链	/	/	Kafka 转 Raft	20000	/	提高可扩展性	Linux 基金会运作
国内	Nervos	公链	/	/	CKB（改进 POW）	13	/	Layer2	Nervos 基金会
	IRIS	公链	/	97 个验证节点	BPOS（Bonded Pos 通证质押）	/	/	专注于 IBC	IRIS 基金会
	NEO	公链	100+	7 个共识、11 个候选节点	dPBFT（委托拜占庭容错）	1000+	/	推进互操作协议	NEO 基金会

数据来源：中国信息通信研究院



（二）路径 2 区域平台，构筑区块链节点网络

以区域为切入点建设的区块链基础设施公共服务平台，旨在推动区域协同发展，以地理区域为划分，专门为某个县、市、国家或者欧盟等区域内提供特定的服务，主要服务包括政府数据管理、区域数字身份、票务管理、公共资源交易服务等。

区域建设全面覆盖，节点规模逐渐扩大。目前区域型区块链基础设施有欧洲区块链服务基础设施 EBSI，中国的区块链服务网络 BSN 以及星火·链网。2018 年由欧洲 29 国合作建立欧洲区块链服务基础设施 EBSI，旨在为欧盟各国提供跨境公共服务，包括可信安全的数字身份认证和金融交易服务，截止 2021 年 6 月已经有 25 个节点在运行。2019 年区块链服务网络正式提出，经过一年的筹备与运营，目前已有 100 余个城市节点部署，并支持多种主流公链。星火·链网于 2020 年正式投入建设，并部署超级节点、骨干节点，以及在智能合约、跨链和 DID 等方面进行基础设施的突破与创新。

路径 2 举例：欧洲区块链服务基础设施（EBSI）

欧洲区块链服务基础设施 EBSI，2018 年欧盟委员会发起，通过在成员国间构建国家节点推动区域协同发展，面向公共行政、企业商户和合法公民提供跨境数据服务。EBSI 是首个在公共部门的推动下，全面遵守欧洲价值观和法规的欧盟范围内的区块链基础设施，截止 2021 年 6 月，已有 25 个节点在运行，11 个节点在建设阶段。

在生态运营方面，已有 29 个国家（所有欧盟成员国，挪威和利希滕斯坦）和欧盟委员会共同组成了欧洲区块链伙伴关系（EBP）共



同推动 EBSI 发展，其中欧盟委员会在欧洲运营 EBSI 节点，EBP 政策小组授权的成员国主管部门在本国运营 EBSI 节点。在技术发展方面，EBSI 采用具有准入机制的权威证明（POA）共识算法，EBSI 节点由三层构成，即基础设施层提供提供底层资源，核心层提供底层链和存储服务，服务层提供符合 EBP 规则的统一接口。在应用方面，目前主要支持 4 中应用模式，即公证服务、学历管理、数字身份和可信数据共享。

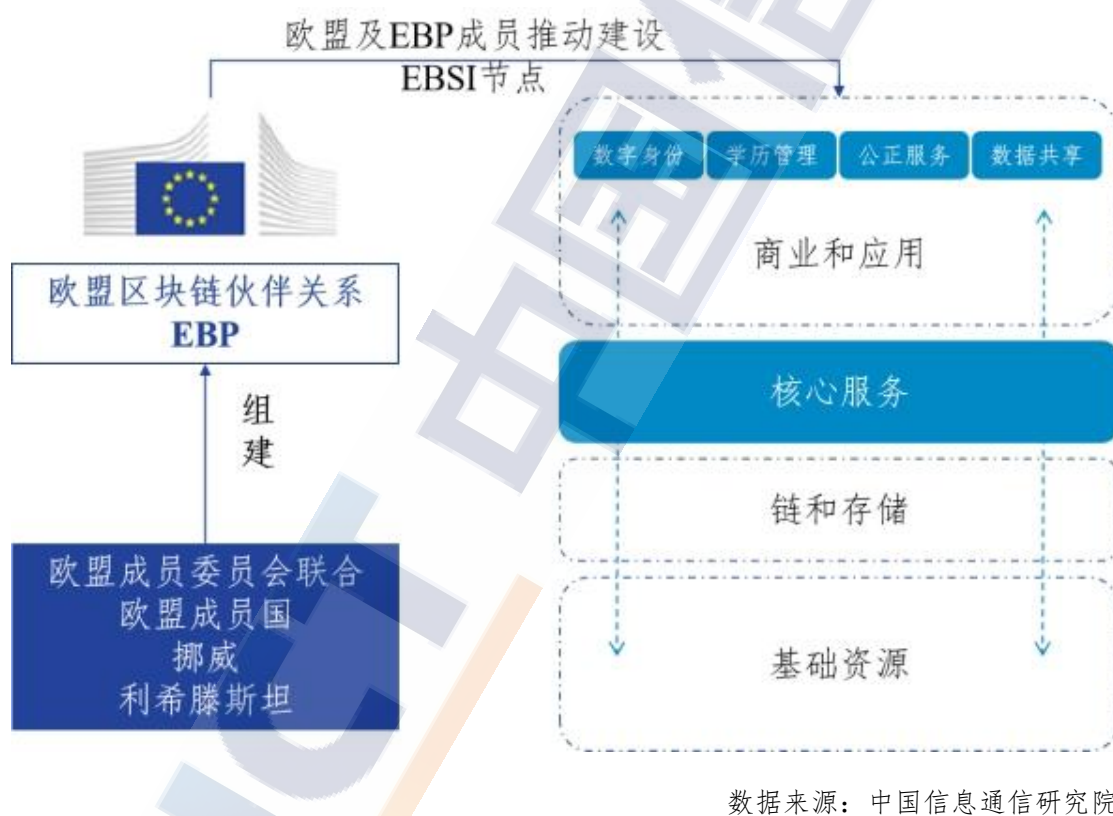


图 4 欧盟区块链基础设施 EBSI

区域建设便于管理，但域间互通难协同。区域型区块链基础设施的建设主体一般为政府机构，建设实力强、统筹能力强，对区域内的数据资源汇聚管理更方便，易于统筹和组织。但也存在一些挑战，区域范围内政府数据的对接统一，既要保证区域内数据统一，还应注重



跨区域的数据统一接口，如果区域之间数据难以互联互通，又会形成新的区域数据孤岛。

（三）路径 3 行业应用，打造区块链业务系统

区块链业务系统是从业务需求角度出发，通过构建一套行业治理范式，解决该领域长期存在的问题，一般为行业代表、企业代表、联盟代表合力建设，多聚焦于金融、供应链、政务等领域。

区块链赋能实体行业，垂直行业应用成落地首选。目前区块链基础设施平台已经形成多条行业链齐头并进驱动业务发展的局面，包括金融行业的 Facebook 数字货币链、电商行业的 Amazon 零售生态链、能源行业的国网链以及司法行业的天平链等。其中，在金融领域，Facebook 布局的加密数字货币 Diem，瞄准全球数字货币市场，建立无国界的全球支付系统，方便用户快捷、安全地实现跨境支付。在零售领域，电商龙头 Amazon 搭建的零售生态链以优化电子商务的支付流程和物流服务为目标，为用户提供个性化的消费体验。在能源行业，国网链实现电力数据上链，提供电力数字化服务，优化资源配置。在司法行业，北京市互联网法院联合司法机构和大型企业组建了天平链，实现了电子证据的可信存证，提升法官采信电子证据的效率。

路径 3 举例：Facebook 加密数字货币（Diem）网络

加密数字货币基础设施 Diem，2019 年由数字媒体巨头 Facebook 牵头，在合规的前提下构建开放的金融基础设施。截止到 2021 年 6 月，Diem 尚未发布成员构建节点的情况，也未发行加密数字货币。

在生态运营方面，成员组成 Diem 协会，负责基础设施生态网络



建设、运营、开发、治理和监管。Diem 协会包括协会执行团队、Diem 网络（DPN）执行团队、董事会、技术委员会和会员。在技术发展方面，Diem 网络具有准入机制，目前只有 Diem 协会成员有权进行 Diem 节点部署。Diem 开发人员通过 DIP 提案改进 DPN 网络功能。在应用方面，Diem 聚焦金融领域，旨在为全球数十亿公民提供支付网络基础设施，受到政策影响 Diem 由锚定一揽子货币转向锚定单一货币。

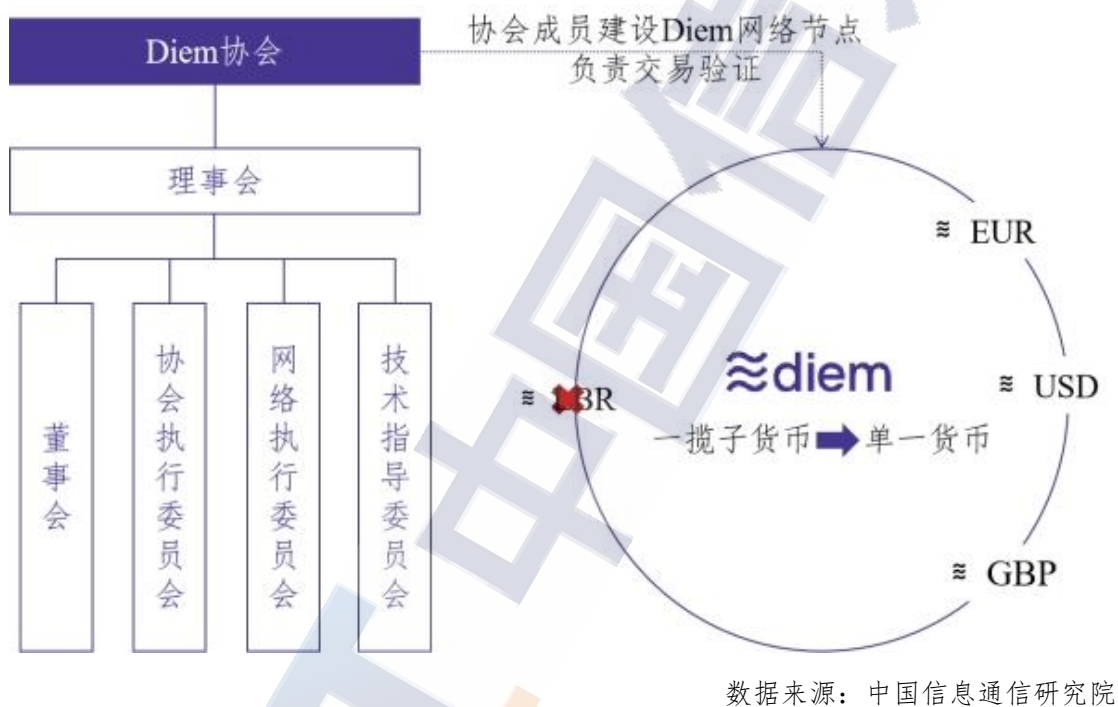


图 5 Facebook 加密货币基础设施

行业建设与实体经济深度融合，但链岛问题严重。区块链基础设施建设从构建行业链出发，在金融、能源、商务以及物流等行业之间建立联系，为各类数字化信息提供无障碍流通的价值网络，提高产业链协同效率。但是，相比其他模式而言该种建设模式存在的行业链孤岛问题，会在一定程度上阻碍行业间协同发展。



（四）路径 4 公共服务，建设区块链跨链平台

以跨链服务为目的切入的区块链基础设施公共服务平台，专注于不同区块链或者去中心化应用间的跨链信息传递服务，一般由区块链企业、大型解决方案供应商或者区块链开源社区建设，存在较高的技术门槛和技术限制，这类区块链公共服务平台当前还无正式落地，大多数项目处于开发状态中。

跨链平台项目全面爆发，生态构建成为重点。2013 年开始，大量以资产互换或转移为主，以开源社区或者技术领袖为组织形式的公有链跨链项目出现，例如 BTCrelay、Cosmos、Polkadot 和 Block Collider 等。但是，由于不同区块链的共识速度，数据结构等存在较大区别，多链互联的效率依然很低。2018 年开始，不少基于联盟链的跨链项目开始活跃，应用场景以数据共享和业务协同为主，组织形式多以区块链及解决方案供应商为中心，开发重心偏向于治理模式研究，例如蚂蚁链推出跨链数据连接服务(ODATS)，趣链公司推出跨链平台 BitXHub 和微众银行发布跨链平台 Wecross 等。无论是基于已有公有链还是联盟链，开发类似于互联网 TCP/IP 协议的区块链网络协议，实现多链的高效互操作发展是当前区块链市场的重要关注点，直接影响区块链生态规模。

路径 4 举例：波卡（Polkadot）跨链生态网络

波卡跨链生态网络，于 2015 年由 Gavin Wood 博士发起，旨在通过搭建跨链平台实现信任的跨链延伸，解决区块链的扩展性和伸缩性问题。截止到 2021 年 6 月，Polkadot 启动多条平行链插槽拍卖。



在生态运营方面，Web3 基金会向 Polkadot 提供资金支持，推进波卡生态建设，发展波卡生态社区，目前已委托五个团队和 100 多个开发人员来构建 Polkadot。在技术发展方面，波卡由具备跨链功能的中继链，其他功能的平行链和桥接（异构链）构成，截止到 2021 年 6 月，技术上具备接入 100 个平行链的能力。在项目方面，已有 300 多个项目基于波卡生态开展，包括开发框架类、工具类以及应用等。



数据来源：中国信息通信研究院整理

图 6 波卡跨链生态网络

建设目标及实施路径明确，但应用场景尚单一。跨链服务型区块链基础设施以实现跨链互联，打通链岛壁垒为建设目标，以跨链通信协议和主链建设为主要实施路径，建设主体技术开发实力强，建设进展较顺利。但跨链服务型区块链基础设施多以资产互换和数据查询为主，应用场景单一，跨链效率不高，商业模式不明晰。



四、区块链基础设施面临挑战

（一）区块链基础设施建设挑战

区块链基础设施建设牵扯利益主体多，商业模式难挖掘，标准规范难协商。一方面是成功的区块链应用案例较少，区块链基础设施商业模式难以寻找。区块链基础设施还处于广义为社会提供信任基石的概念阶段，其建设目的、建设主体、服务范围难以界定，尚未出现成功的商业模式，具体呈现方式和服务形式还有待探讨。另一方面，政府和民间资本等多方利益需要协调。不同于建设主体明确的传统基础设施，区块链基础设施是由不同的节点构成的协作网络，节点建设和运行者由利益不对等主体构成，传统的由政府出资建设和运营的模式不完全适用区块链基础设施，在一定程度上限制了区块链分布式自治的发展路径。

同时，基础设施建设标准仍存争议，系统工程化需推动。基础设施建设缺乏统一的行业和技术标准，国内外围绕公链和联盟链分别进行商业化探索与建设，哪种最终成为基础设施的底层还没有定论。同时，主流项目系统迭代升级一再推迟，从设计到系统落地道阻且长。

（二）区块链基础设施技术挑战

区块链基础设施服务范围广泛，需在分布式体系架构、商用性能瓶颈及核心技术方向实现突破，以满足商用需求。

首先是区块链系统架构的突破。受限于区块链的分布式架构特性，为了保证数据的完整性和准确性，区块链在数据写入上花费时间比传统技术长。同时，由于各节点不同的计算能力和网络状况，吞吐量和



交易速度难以提升。只有突破现有区块链系统架构，才能从根本上实现区块链安全与效率的量变，从而适用于未来的大规模商业需求。

其次，需要在区块链可扩展性、安全性、性能的“不可能三角”中寻找技术平衡点。目前区块链基础设施看似生态多样，但多基于比特币、以太坊、EOS 等公有链系统，Cosmos、Polkadot 等跨链项目以及 IBM 主导研发的超级账本 Fabric 等底层技术衍生而来，这些项目在开放式网络中难以突破区块链的“不可能三角”瓶颈，离大规模商业应用还具有一段距离。

（三）区块链基础设施应用挑战

区块链技术的应用在金融领域率先起步，并逐渐拓展到实体经济领域，包括电子政务、数字身份、版权保护等，但是其应用价值存在诸多疑虑。

首先是服务种类过于单一，目前应用开展多为存取证类，业务同质化严重，创新模式乏力。其次是应用信息并未出现互联互通。由于缺乏顶层规划，导致不同应用之间底层异构，链间不互通，信息孤岛问题严重，区块链系统最大价值就是通过分布式的技术实现跨系统、跨地域、跨主体的业务协同，而链岛问题使区块链基础设施难以发挥其优势作用，旧有烟囱式壁垒还未打通，新的链岛问题又出现。

其次，基础商业化应用工具并不完善。智能合约、通证与交易、隐私保护、数字身份等工具并未构建完善，导致目前区块链上应用开发难度高，相比传统平台类开发并未降低。并且也无法发挥出区块链网络相比传统互联网的优越性。



（四）区块链基础设施监管挑战

区块链基础设施对监管的挑战主要体现在规则和手段两个方面。一方面，应用区块链技术或设施带来的服务形式变化对既有监管规则产生了挑战。例如多节点协作服务与服务主体责任要求，链上信息难以篡改删除与不良信息治理要求，基于跨境区块链形成服务和数据流动与国家司法管辖权，智能合约的执行与合同要件和效力要求等。为缓解这类区块链业态和监管规则的矛盾，应在可控的范围内推动区块链沙盒实践，实现认识、实践和规则的快速迭代、试错，推动业态和规则“相向而行”。另一方面，区块链应用发展在各环节中对监管要求的忽视，导致了区块链监管工具组件缺失以及监管抓手和角色分工不清晰等问题。对此，应积极推动构建具备监管功能，同时服务创新的国家级区块链公共基础设施体系，实现区块链发展中监管理念和手段嵌入，引导区块链技术应用发展与社会治理需求协调融合。

五、区块链基础设施演进趋势

区块链基础设施处于规模化部署阶段，但未来呈现形态还没有定型。区块链经过十年的发展技术和产品逐步成熟，各方势力纷纷布局构建区块链系统，导致存在互联互通和扩展应用范围的需要，整合各方需求的规模化部署呼声越来越高。于此同时，随着市场需求的瞬息万变，区块链基础设施需要迭代式开发，其未来呈现形态尚未定性，区块链基础设施还处于演进阶段。

（一）区块链基础设施呈现多维度发展态势

区块链基础设施将围绕多模式和多主体的多维度建设运营机制



快速发展。虽然区块链具有技术门槛和应用特征限制，但是并不影响区块链基础设施的全方位发展。在建设模式和建设主体方面，既有以开源社区为主体技术驱动为基础的公链软件架构模式，也有地方政府主导以区域级公共服务平台为核心的区域型建设模式，既有以业务及行业划分以快速落地为目的的业务型建设模式，也有以实现跨链互操作为目的的服务型建设模式。

（二）区块链基础设施逐渐向业务驱动演变

无论是规模和体量庞大的公链基础设施，还是更注重效率和规则的联盟链基础设施，都存在业务需求碎片化与基础设施通用化供给、业务性能要求差异化与基础设施系统工程化成本之间难以平衡问题。一切技术创新都要以赋能业务为目标，区块链基础设施软件系统不再单纯的追求性能优化，而是以业务需求为导向通过抽象共性业务功能和系统性能，并综合考虑成本问题后，推动区块链基础设施工程化建设。区块链基础设施建设逐渐由技术供给型向以业务需求驱动型演变。

（三）区块链基础设施与前沿技术不断融合

区块链基础设施的构建需要前沿技术作为支撑，同时区块链基础设施的发展对推动前沿技术产业发展具有重要的促进作用，二者相互赋能共同助力数字化转型。在硬件方面，随着存储器、内存、芯片等技术发展，推动区块链软件的安全性、隐私和性能持续提升。在通信技术方面，5G 等技术使区块链软件更好的与边缘计算融合，为区块链基础设施提供灵活、高效的资源供给调度。在智能计算方面，随着人工智能、大数据等技术与区块链的融合，加速群体智能时代的开启。



（四）区块链基础设施网络规模更适配应用

公有链在性能、隐私保护等方面存在不足，许可链存在服务覆盖范围小，数据割裂不互通的问题，区块链网络节点规模更加适配开放应用生态的许可公有链架构将成为主流发展趋势。公开和许可兼具的许可公有链上层应用开放共享，满足多方业务需求，节点分级分类管理，支持差异化监管功能，在服务深度和广度都满足基础设施的需求。

（五）区块链基础设施技术通用功能组件化

区块链基础设施功能架构逐渐清晰，各层级松耦合，技术通用化并形成工具集，以接口、组件形式供各单元调用。在应用层平台化趋势明显，终端钱包、浏览器、开放接口等工具集逐渐丰富，提升区块链基础设施易用性。在核心层智能合约、预言机、数字身份、隐私保护、跨链管理等通用技术逐渐模块化，提高区块链基础设施完备性。在底层，算力芯片、组网架构、链上链下存储、并行计算等组件逐渐形成，区块链基础设施性能不断被提升。

（六）区块链基础设施监管与治理相辅相成

区块链基础设施作为数字经济时代的基石，实体产业数字化和数字技术产业化是行业前进的方向，其合法合规运行问题不可避免。结合现有的开源社区主导的无信任区块链基础设施建设经验，探索在政府指导下企业和开源社区广泛参与的可信任区块链基础设施建设模式成为产学研各界关注的焦点，发展与监管框架相容的链上治理技术成为区块链基础设施发展的关键环节。

