

全球 Web3 技术产业生态 发展报告 (2022 年)

中国信息通信研究院

2022年12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

目前，新一代互联网框架 Web3 正在形成，世界主要国家均对其发展高度关注并开展积极探索，学术界围绕共识协议、加密通信、智能合约、去中心化信任网络、分布式应用等核心技术进行研究，产业界聚焦在新型基础设施建设以及自主数字身份管理和数字资产驱动下的金融、游戏、文化等领域应用创新。

Web3 不只是互联网应用层的简单创新，可能会带来是互联网体系架构整体性演进和系统性升级。万维网（Web）为用户查询和浏览网页提供了图形化、易于访问的界面，成为全球第一个爆款互联网应用。从狭义的角度看，Web1.0 阶段的用户只能被动浏览网页，Web2.0 阶段的用户依赖平台创造和传播信息，Web3 阶段的用户可以更加自主的管理数据并在互联网内容创造中获得价值。从广义的角度看，Web3 通过设计新的技术协议和建设新的基础设施，让互联网更加去中心化、更加安全，让用户掌握自己的数字身份和数字资产，是首次在数字世界中创造了真正可面向数据要素确权、流通、交易的经济体系，从而实现技术体系与经济体系协同创新，促进数字经济与实体经济的融合发展。

但我们必须认识到 Web3 仍处于发展初期。Web3 的本质内涵和概念范畴如何界定，Web3 的整体性技术框架与区块链等核心技术实现之间的关系如何协调，Web3 的业务需求和应用场景是否可实现规模性验证，Web3 创新生态是否对 Web2.0 平台经济和传统的中心化监

管治理体系带来较大冲击等，业界尚未形成统一的认识和明确的答案。

本白皮书将重点对 Web3 从技术、开发、部署、应用、产业等视角进行分析和阐述。在技术层面，提出“四层两化”基本框架，即 Web3 可包括设施、基础、扩展、应用在内的四层技术协议栈，同时在数字身份标识化和数字对象资产化相互作用下建立技术体系。在开发层面，梳理出 Web3 分布式应用开发框架应包括基础设施、组件工具、交互界面、用户入口、部署环境等五类核心工程要素。在部署层面，Web3 将构建数据驱动、自主管理、分布互联、安全可信的新一代互联网，并对计算、存储、通信等带来新的需求和新的动力。在应用层面，整理了 Web3 在金融科技、内容创作、游戏娱乐、文化创意、社交活动等不同领域的典型场景，并归纳出 Web3 由数据来驱动价值分配和价值流动的基本应用模式。在产业层面，全面梳理了国家政策、标准组织、资本市场、企业主体的最新动态。

最后，分析了 Web3 下一阶段的演进趋势和可能面临的主要挑战。我们相信 Web3 的持续发展必然对整个数字空间带来巨大的影响，一个新的数字时代可能来临。由于 Web3 技术和产业的迅速发展，我们对 Web3 的认识还有待进一步深化，白皮书中存在不足之处，敬请大家批评指正。

目 录

一、 Web3 基本认识	1
(一) Web3 的产生原因	1
(二) Web3 的典型特征	3
(三) Web3 的经济空间	4
(四) Web3 的意义	7
二、 技术视角: Web3 协议栈及其关键技术	9
(一) L1: 基础层	10
(二) L2: 扩展层	11
(三) 数字身份标识化	13
(四) 数字对象资产化	15
三、 开发视角: Web3 研发框架与核心要素	18
(一) 基础设施	19
(二) 组件工具	20
(三) 用户入口	21
(四) 交互界面	22
(五) 部署环境	23
四、 部署视角: Web3 对数字基础设施影响	24
(一) Web3 部署对计算的影响	25
(二) Web3 部署对存储的影响	27
(三) Web3 部署对通信的影响	27
五、 应用视角: Web3 应用模式与典型场景	29
(一) 金融科技方面: 建立多方信任, 提高资产流通	30
(二) 内容创作方面: 衍生创作经济, 重构价值分配	31
(三) 游戏娱乐方面: 建设交互世界, 变革游戏规则	32
(四) 文化创意方面: 实现数字确权, 激发藏品价值	33
(五) 社交模式方面: 重塑社交图谱, 促进信息互通	34
六、 Web3 产业发展	36

(一) 国家政策对 Web3 产业的支持	36
(二) 标准组织对 Web3 产业的引领	38
(三) 资本市场对 Web3 产业的推动	40
(四) 企业应用在 Web3 产业的探索	42
七、 Web3 演进趋势和挑战	44



图 目 录

图 1 Web1.0、Web2.0、Web3 实现程度雷达图	2
图 2 Web3 经济空间发展逻辑	5
图 3 Web3 经济空间价值逻辑	6
图 4 Web3 协议栈及关键技术	9
图 5 数字身份协议业务逻辑.....	15
图 6 数字资产业务逻辑.....	17
图 7 Web3 分布式应用开发框架图	18
图 8 Web2.0 部署架构与 Web3 部署架构对比	25
图 9 Web3 分布式应用模式的价值闭环	30
图 10 Web2.0 和 Web3 金融模式对比	31
图 11 Web2.0 和 Web3 内容创作模式对比	32
图 12 Web3 游戏与传统游戏模式对比	33
图 13 数字藏品业务模式.....	34
图 14 Web3 社交的业务模式	35
图 15 全球 Web3 投资金额和投资数量趋势	40
图 16 五大区块链投资机构不同领域投资数量趋势.....	41
图 17 五大区块链机构不同领域投资金额趋势.....	41

一、Web3 基本认识

Web3.0 最早由英国计算机科学家蒂姆·伯纳斯·李于 1998 年提出，用于描述让网络更加理解信息本身、更智能服务用户的语义网概念。2014 年，以太坊联合创始人加文·伍德提出 Web3 的新设想，希望以区块链、智能合约等为起点，开启新的数字经济浪潮¹。

本报告认为，Web3 不只是互联网应用层的简单创新，可能会带来互联网体系架构整体性演进和系统性升级。万维网（Web）为用户查询和浏览网页提供了图形化、易于访问的界面，成为全球第一个爆款互联网应用。从狭义的角度看，Web1.0 阶段用户只能被动浏览网页，Web2.0 阶段用户依赖平台创造和传播信息，Web3 阶段用户可更加自主的管理数据并在互联网内容创造中获得价值。从广义的角度看，Web3 通过设计新的技术协议和建设新的基础设施，让互联网更加去中心化、更加安全，让用户掌握自己的数字身份和数字资产，是首次在数字世界中创造了真正可面向数据要素确权、流通、交易的经济体系，从而实现技术体系与经济体系协同创新，有望促进数字经济与实体经济的融合发展。

（一）Web3 的产生原因

当前，以网络信息技术为代表的新一轮科技革命和产业变革加速孕育，主要国家的政产学研用等各界都在网络基础设施方面、网络体系技术创新与演进方面以及应用体系技术创新与生态方面积极推动

¹ Web3.0 是 Web 从 Web2.0 演进的下一步，语义网是演变的主要组成部分，而 Web3 是正在形成中的新一代互联网框架，强调让用户掌握自己的数字身份和数字资产。

新一代互联网的创新探索。无论从基础设施升级，还是从技术产业和应用生态创新来看，高速传输、网络确定性、云网融合/算网一体、安全可信、智能自治、泛在连接成为下一代互联网发展的重要方向。Web2.0 提供了用户与平台之间丰富的互动，并改变了商家与消费者的交易模式，有助于降低生产和交易成本；Web3 开始关注增强现实、虚拟现实等更多人-机-物交互技术和模式，在保障用户身份和数据自主管理权的前提下，通过共识算法、智能合约、加密通信等技术，在互联的效率和权益的公平之间取得平衡，并探索数据价值的发挥。



来源：中国信息通信研究院

图 1 Web1.0、Web2.0、Web3 实现程度雷达图

从技术演进看，Web3 通过丰富网络交互协议提供发展新动力。互联网作为全球化信息传递网络，依靠 TCP/IP 等基础协议确保信息传递通道的实现，但在设计之初缺乏对信任安全和数据价值考虑，导致身份无法自证、信息无法鉴定。互联网架构唯一“细腰”是 IP，但

随着区块链技术、数字身份和数字资产应用逐渐成熟，更多应用创新需要核心基础协议提供活力，Web3 通过“胖协议”结构来拓展协议层功能，实现新技术支撑。

从经济层面看，Web3 通过创造者经济模式促进数据价值流通。互联网围绕分享平台构建经济模型，数据价值服务通常被平台商以免费的方式提供给用户，无法有效获利，使得互联网内容的创造者经济动力不强，核心盈利性服务被互联网平台巨头控制，基础设施可选择性受限。Web3 对组织和业务都赋予了更加自由灵活的价值分配模型，让网络所有者、内容提供者和活动参与者更多地参与到价值分配中，提升数据要素的流通和市场化配置。

从治理方式看，Web3 通过算法和机器信任实现多方协同治理。互联网高度依赖于域名系统等特定基础设施，无法摆脱个别国家甚至个体控制，汇聚大量用户数据的互联网巨头极易成为单点攻击对象，无法形成数据安全治理。Web3 强调内在驱动，通过将用户数据存储于分布式网络而非依赖某个集中服务商或特定服务器，让用户独立地处理自身数据，实现数据自治管理新模式，为数字化治理提供新思路。

（二）Web3 的典型特征

（1）去中心化。区别于以内容提供者为中心，缺乏网络交互的 Web1.0；也不同于以共享平台为中心，提供集中式数据服务的 Web2.0；Web3 将是所有用户共建、共治、共享价值的新型网络，核心功能就是构建一个以用户为主体的分布式网络生态，帮助用户脱离平台机构完成网络交互。

（2）机器信任。传统互联网缺乏身份层设计，网络信任的机制主要依靠中心化机构搭建网络安全服务设施实现，这导致身份欺诈、数据窃取等问题时有发生。Web3 依托基于共识机制构建的区块链网络，借助技术背书实现全新的信用创造，形成经济社会运行的信任模型。Web3 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，结合分布式数字身份实现对传统互联网的基本权利进行再分配，在机器之间构建信任网络。

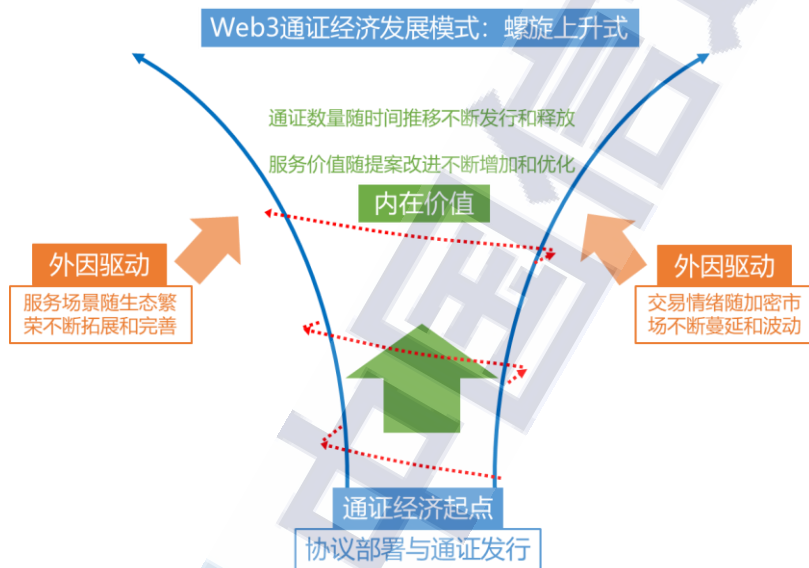
（3）创作经济。传统互联网允许创作者加入互联网并分享部分价值信息，但科技巨头通过为创作者提供基础平台，把控着绝大部分内容共享渠道，平台与创作者之间利益分配不均，创作热情和内容质量持续低迷，创作经济市场无法得到充分挖掘。Web3 通过构建平台、创作者和用户平衡协作机制，充分发挥各个利益方的作用，借助区块链激励机制和智能合约促使平台将价值和权利重新分配给创作者，极大刺激了创作经济发展。

（4）数字原生。产业数字化主要以传统经济与数字技术的深度融合为主，价值体系依附传统经济框架下的存量经济，但这也导致数字经济发展活力受限。Web3 为内嵌价值体系自循环的数字原生创造条件，将经济活动扩展至虚拟世界，衍生出以数字藏品为代表的数字原生应用场景。

（三）Web3 的经济空间

Web3 的经济空间是指以数字资产为媒介，以分布式应用为形式的用户自主身份和数据之间开展的多种经济活动的集合。Web3 经济

空间形成源于数字空间中的价值载体数字通证的发行和新型协议部署，以螺旋上升式的路径不断扩张和发展。通证数量随时间推移不断发行和流通，以及服务价值随提案升级不断增加和优化，构成 Web3 经济空间发展的内在价值；服务场景随生态繁荣不断拓展和完善，以及交易情绪随加密市场不断蔓延和波动，构成 Web3 经济体发展的外因驱动。

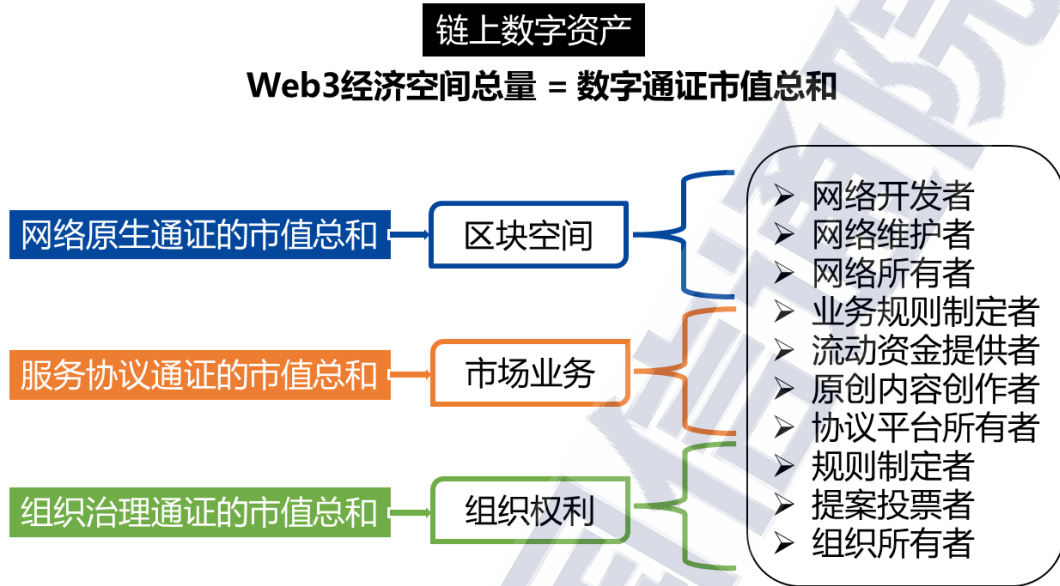


来源：中国信息通信研究院

图 2 Web3 经济空间发展逻辑

Web3 经济空间的总量体现于数字通证的市场价值总和，数字通证的消耗型实用价值、分红型经济价值和治理性权益价值支撑起 Web3 中的网络价值、服务价值和组织价值。Web3 网络价值来源于区块链网络提供的区块空间，分配给网络开发者、网络维护者和网络所有者等。Web3 服务价值来源于服务协议带来的市场业务，分配给业务规则制定者、流动资金提供者、原创内容创作者、协议平台所有者

等。Web3 组织价值来源于组织机构产生的治理权利，分配给规则制定者、提案投票者、组织所有者等。



来源：中国信息通信研究院

图 3 Web3 经济空间价值逻辑

数字资产支付服务商成为个人用户连接物理世界经济空间和 Web3 经济空间的通道。个人用户通过数字资产服务商将现实世界中的资产兑换成为 Web3 经济空间中的数字资产，并在 Web3 应用的新型协议中流通，成为 Web3 服务的使用者和贡献者。Web3 的经济空间中基于加密货币、数字藏品、虚拟土地等数字资产提供的去中心化金融服务，更是成为 Web3 经济空间中价值流通与价值兑现的催化剂。

Web3 经济呈现三个核心特征：一是创作者经济鼓励共建共享。Web3 应用的新型协议制定规则，让每个人都能基于公开透明的规则参与到应用场景中，让生态中任何参与和贡献行为得到确权并获得收益。二是分布式创新促进快速迭代。Web3 生态网络中数字资产和数

据的价值流通加速创新应用的快速迭代，Web3 经济空间在去中心化组织的开放协作模式下快速发展。三是开放经济圈加速价值流动。Web3 经济空间打破了网络世界的地理边界，打破了产业链上中下的协作边界，打破了组织架构的角色边界，通过可互通的数字身份和数字资产构成 Web3 开放经济系统，让不同经济体之间的用户、资产、数据相互流动，促进商业模式的不断创新，形成更大的市场规模和经济生态。

（四）Web3 的意义

Web3 加速数实融合，向更广范围更深层次推进。目前的经济形态因其多样性与全球化等特点，天然的与分布式网络架构契合，跨越传统行业边界、汇聚数据资源、构建透明可信供应链的需求日渐强烈。Web3 去中心化、机器信任等特点可为扩大产业数字化服务范围提供便利，提升实体经济价值，驱动企业数字化转型发展。Web3 数字原生、创作经济等特点助力虚拟系统实现内嵌价值体系自循环，以数据资源为主要生产要素，实现产品内容的重构，持续推动数字产业化市场规模扩大。

Web3 创新协作模式，助力自组织信任机制构建。Web3 依托智能合约和共识算法重构数字经济时代秩序、规则和信任机制，加速数字原生空间的到来，允许用户脱离权威机构或第三方完成决策。参与者联合构建去中心化自治的社区组织，组织内生产关系、组织治理方式、商业竞争方式以及价值捕获逻辑均被重构，共识协作的模式以用户为中心，专注构建人性化、透明化、安全化的网络架构，依托 Web3 技

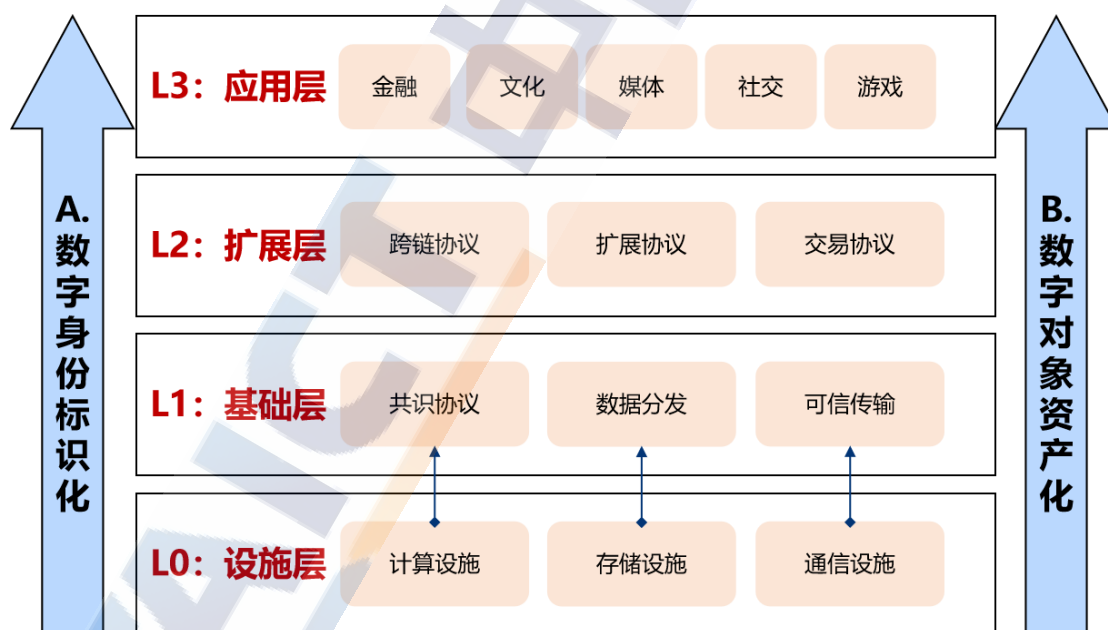
术创新应用构筑数字原生经济模型，帮助各行业更快、更好地迈向数字原生空间，让人们有机会以更加宏观、全局、透明的视角重新理解现实。

Web3 激发市场活力，开辟数字经济发展新局面。2022 年仅上半年 Web3 领域投资已超 10 亿美元，整体投资规模突破百亿美元。如此巨大的市场吸引着世界各国关注，也逐渐形成两种发展模式。一是市场主导型发展模式，强调以市场为导向大力发展 Web3 相关产业，抢占 Web3 竞争优势，积极借助 Web3 打造新的经济增长点，例如欧洲、非洲等国家希望通过发展 Web3 带动国家经济发展。该模式在大力促进 Web3 技术和产业发展同时，可能会因为缺乏相应的配套和监管措施引发一系列安全问题。二是政府主导型发展模式，更强调国家和政府机构在 Web3 发展中的作用，以强有力的计划和政策引导 Web3 合规发展，例如中国、美国等国家既重视 Web3 技术的创新和应用，也辅以监管措施规范 Web3 发展。

Web3 重塑数据价值，驱动共建共享的市场发展。互联网长期因数据孤岛等问题，用户行为数据被碎片化地掌握在不同应用中，无法实现平台复用和数据整合。Web3 将打破数据孤岛，提升数据互操作性，用户之间数据流转不再需要平台商提供信用背书或授权，传统的平台主导变成数据所有者主导。运营模式方面，Web3 将给予用户一定平台治理权限，搭建多方参与的共建共享市场，充分提升数据应用价值，为构建全新的价值互联网体系提供重要基础。

二、技术视角：Web3 协议栈及其关键技术

Web3 已初步形成“四层两化”的架构，包括设施层、基础层、扩展层、应用层，同时在数字身份标识化和数字对象资产化相互作用下，建立起支撑实体经济与数字经济融合发展的新体系。其中，设施层适配协议栈逻辑规则，重塑计算、存储和通信形态，推动网络架构朝着安全、灵活、可扩展方向演进，详见第四章部署视角。基础层构筑满足多方参与的网络信任规则，对下实现资源的灵活调度，对上提供无需信任的网络操作系统。扩展层以提高基础层运行性能、服务范围为核心，推动互联网信任及价值体系发展。应用层接入以数字钱包为入口，连接包括金融、社交、媒体、游戏等不同领域，持续创新应用模式，详见第五章应用视角。



来源：中国信息通信研究院

图 4 Web3 协议栈及关键技术

（一）L1：基础层

基础层包括共识、数据分发和可信传输协议，共识协议是数据分发和可信传输协议的基础，为多方参与者提供安全可信验证机制，三者相互作用形成可信协作网络。

共识协议逐步由工作量证明向权益证明转变，实现高效与安全的平衡发展。共识协议是指复杂网络环境中，可保证决策一致性的算法，为多方参与主体建立全新的协作关系。现有的共识协议基本趋于稳定，在工程实现上大多都选择采用了工作量证明（Proof of Work, POW）或权益证明（Proof of Stake, POS）。随着 POW 协议带来的能源消耗和造成的环境影响，兼顾高效与安全、环境友好度高的 POS 协议将成为更优化的选择。2022 年 9 月，以太坊从 POW 协议切换为 POS 协议，根据以太坊开发人员的估算，将使网络减少 99% 以上碳排放。

数据分发协议通过细化数据传输颗粒度，支持并行与灵活的数据通信模式。数据分发协议是指数据在各个节点之间的信息查询和通信模式，关注如何实现灵活、高效、可扩展的去中心化信息分发机制。Web2.0 平台作为信息分发中心，可通过算法向不同人推送不同的内容，互联网行业巨头实际上牺牲了用户隐私数据的保证来换取利益增加。Web3 则利用分布式哈希表（Distributed Hash Table, DHT）与分布式对等网络传输技术（如基于 Kademlia 算法）从就近节点中快速筛查资源，实现数据块高速并行传输与验证。Web3 分布式存储项目“IPFS”的最大集群可拥有 8000 多万分发链路，支撑 855TB 数据量的分发。

可信传输协议重点关注通信传输中的来源可信性、身份真实性与数据私密性。可信传输协议是指在数据传输过程中，通信双方为保证通信连接安全可信及传输数据完整性需要遵守的身份认证、数据格式及交互响应等交互规则。现有的安全套接字协议（Secure Sockets Layer, SSL）、安全传输层协议（Transport Layer Security, TLS）等依赖于公钥基础设施和安全证书验证及管理，存在证书伪造及密钥窃取等技术漏洞和安全风险。由于 Web3 的通信交互内容由数据扩展到资产，为防止传输协议漏洞导致的大规模的经济损失，Web3 采用分布式公钥基础设施（Decentralized Public Key Infrastructure, DPKI）及面向数字对象的端到端加密通信，通过通信方身份的可信认证及传输内容的加密验证，保证通信过程的来源可信性、身份真实性及通信数据私密性。

（二）L2：扩展层

扩展层包括跨链、扩展和交易协议，通过解决共识协议规模化拓展瓶颈，扩展链下计算和存储能力，提高基础层服务范围和服务性能，并通过交易协议让更多参与者捕获价值，参与生态共建。

跨链协议可提高网络系统间的互操作性，中继技术成为主要选择。跨链协议是可以实现不同底层网络系统之间数据、资产、指令互操作的协议。现有跨链方案的主要技术手段包括公证人、中继、哈希时间锁定、分布式私钥控制等四类。其中中继技术利用中继器来支持所有网络分区之间的通信，可实现跨链互操作全流程的管控。同时，所有网络分区只需要与中继器网络链接，节省了两两互联所需的链接代价，具有更强的可扩展性。最早开展现网测试的 Web3 跨链项目“Cosmos”，

基于中继技术已经实现了 38 个网络分区的互联互通与互操作。谷歌公司联合美国伊利诺伊大学、加州大学联合打造安全的互操作性系统，为 Web3 分布式应用程序提供统一和可连接的互操作计算平台。

扩展协议通过零知识证明等技术提升网络大规模性的处理性能。扩展协议是提升 L1 层（即基础层）网络计算性能和容量空间的协议。随着应用生态持续发展，L1 层网络资源已逐渐饱和，出现网络拥堵、交易费用高等问题，用户体验差且制约了应用创新生态的快速发展。零知识证明（Zero Knowledge Proof, ZKP）将部分复杂的计算扩展至链下完成并生成证明，链上进行证明的校验并存储部分数据保证数据可用性，进而提高网络整体性能。例如以太坊明星项目“ZK Rollup”，使用基于零知识证明技术的扩展协议，可使 L1 层网络每秒事务处理量提升约 10 倍到 100 倍。

交易协议存在中心化与分布式两种实现方案，交易资产类型、交易匹配模式日益丰富。交易协议是为数字资产交换服务的技术协议，具有公开透明的交易机制，旨在提高资金效率和交易安全的情况下，构建更加开放的点对点交易市场。**在资产类型方面**，依托底层网络产生了原生资产和合约资产生成方式，根据属性不同又可分为用于锚定法币的稳定币、用于治理的通证以及满足多样化需求的合成资产等。**在交易所方面**，中心化交易所的交易深度和友好性更优，交易量远高于分布式交易所。但中心化安全风险使得分布式交易所规模逐渐攀升。**在交易方式方面**，自动做市商的模式正在成为分布式交易所关键技术，用于解决交易流动和公正性问题，提高资产配置效率。

（三）数字身份标识化

数字身份标识化驱动网络实体资源的身份从托管走向自主管理。数字身份是指将现实世界的用户身份与属性信息通过数字化方法编码为机器可读的信息，以使用户身份可在网络空间中被识别和查询。数字身份模式经历了“中心化”到“联邦化”再到“分布式”的演变。中心化及联邦化的数字身份在互操作性、可移植性、身份自主可控性、安全隐私性方面存在局限性。将数字身份标识化并借助分布式的网络进行管理，使网络实体资源身份注册、验证与授权不再依赖于中心化平台，就可以通过验证用户对身份标识的控制权，来保证身份标识的主体可在安全、可信的前提下实现数据使用权的传递。

数字身份标识化的本质是可追溯、可管控、细颗粒度的认证授权。数字身份在全网流通过程中各环节的交互行为，需要通过对用户持有的分布式身份标识进行验证。由于身份标识的生成具有全局唯一性，用户主体在数字世界的行为具备可追溯性。同时，每个用户主体可持有多个身份标识，以便于决定在不同的应用平台及场景下灵活地选择特定的身份角色。此外，分布式的数字身份标识技术还可让身份数据始终由终端用户控制，通过授权的方式实现可验证凭证在发行方、持有方和验证方之间可信流转，从而确保凭证的权威性和隐私保护性。

分布式数字标识 DID 成为事实性标准，但大规模应用尚未形成。在技术研究方面，万维网联盟（W3C）等多个标准化组织及开源社区都在积极开展数字身份标识相关技术的标准化研制工作。依照 W3C 推动的分布式标识符（Decentralized Identifier, DID）和可验证凭证

（Verifiable Credentials, VC）规范，全球各国的企业和研究机构已经注册提交了超过 103 种不同的技术实现方案。在产业推广方面，去中心化身份基金会（DIF）、重启可信网络工作组（RWOT）、结构化信息标准促进组织（OASIS）等产业联盟不断探索配套工具设施的实现方法，完善数字身份产业生态要素。在应用落地方面，无论是 Web2.0 时代的互联网平台型企业，还是 Web3 技术创新型企业都在积极探索分布式数字标识的软件开发与应用试验。然而，由于数字身份标识化仅仅是 Web3 技术架构的一个方面，并不能完全体现 Web3 的整体创新优势、支撑分布式应用的完整实现，所以尚未形成大规模应用。

数字身份标识化关键技术专栏

Web2.0 数字身份管理广泛采用中心化及联邦化的管理方法，由于互联网身份层的缺失，Web2.0 数字身份通常表现为网站及平台账户形式，平台机构或身份提供商集中掌控用户凭据及账户的行为数据。由于数据控制权高度集中在平台方带来的不平等性引发了数据滥用、隐私泄露等安全问题。

为了解决身份主权缺失的问题并为 Web3 用户建立丰富的应用场景，Web3 数字身份需要一系列关键技术的支撑。Web3 数字身份协议业务逻辑如图所示，自下而上，分别需要分布式标识技术支持用户身份的识别、区块链及分布式账本技术支持身份所有权的认证、凭证技术支持身份凭证的流转与验证。



图 5 数字身份协议业务逻辑

分布式标识是一种去中心化可验证数字标识符，用来代表人、机、物等物理实体或虚拟实体的数字身份，具备永久存在、可解析、可加密验证等技术特点，且无需中央注册机构即可实现全球唯一；可验证凭证是发证方使用自己的分布式标识给目标用户标识的某些属性做背书而签发的描述性凭证，提供一种规范来描述实体所具有的某些属性，实现基于证据的信任传递；分布式标识文档提供了对分布式标识文档（DID Document）与身份对应关系的锚定存储，通过区块链验证主体对标识的所有权，为身份及凭证提供可信来源。

（四）数字对象资产化

数字对象资产化是推动数据流通和数据要素市场化配置的基础。数字对象即以数字格式存在或表示的物体，数字资产是指数字对象的权益表征。数字资产指使用分布式账本或类似技术发行或表示的、可交易或转让的通行证。数字对象的资产化，就是指将数字对象转换为数

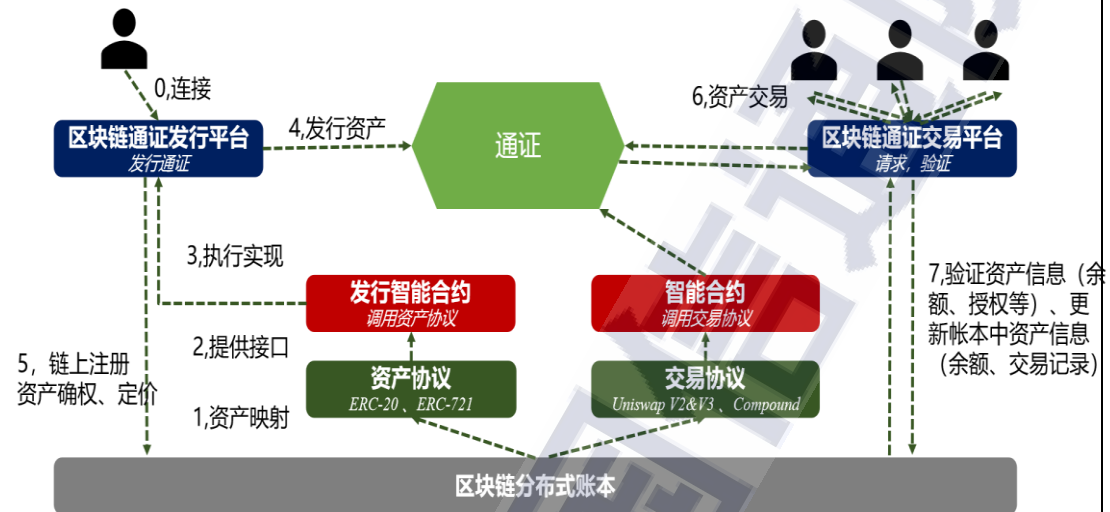
字资产的过程。当前主要呈现两种发展路径，一是将数字原生对象资产化，为网络空间注入新资产，例如利用分布式账本、密码学技术生成可分割可等值互换的同质化通证，以及基于智能合约发行的具有唯一标识不可分割的非同质通证；二是将物理资产表示为数字权益，提高资产流通性和资产配置效率，创新数字资产应用。

数字对象资产化的设施建设与产业探索十分丰富，标准尚未定型。在标准方面，据知名数字资产信息网站 CoinMarketCap 的数据统计，目前有超过 20255 种数字资产，其中部分遵守以太坊标准协议（如 ERC-20、ERC-721、ERC-1155），部分遵守自定义协议（如比特币、以太币等）。在产业方面，全球共有 498 个交易所开展数字资产交易，日平均交易额高达 770 亿美元。2022 年初，数字资产总市值已超过 2 万亿美元（约等于 0.8 个苹果公司或 4.8 个腾讯公司）。在监管方面，各国普遍加强数字资产市场的监管需求研究，如美国发布首个《负责任开发数字资产综合框架》，强调加强美国在金融领域的领导地位，探索建设面向全球的数字资产基础设施和服务。

数字对象资产化关键技术专栏

分布式账本、智能合约、通证发行、交易平台、标准协议等构建了区块链通证的生态系统。分布式账本为通证发行、交易、流通提供安全可信的环境，各资产利益相关方均可在链上查询、验证资产信息。智能合约通过数字方式检查资产合约设定条件并在满足条件的情况下自动执行，极大提高数字资产在生态系统中的发行、交易、流通效率。发行和交易平台通过提供用户友好的交互界面，降

低技术门槛，让更多人参与数字资产相关活动并获得利益。标准协议通过规定通证的通用规则和基本结构，促进数字资产的发行及应用。



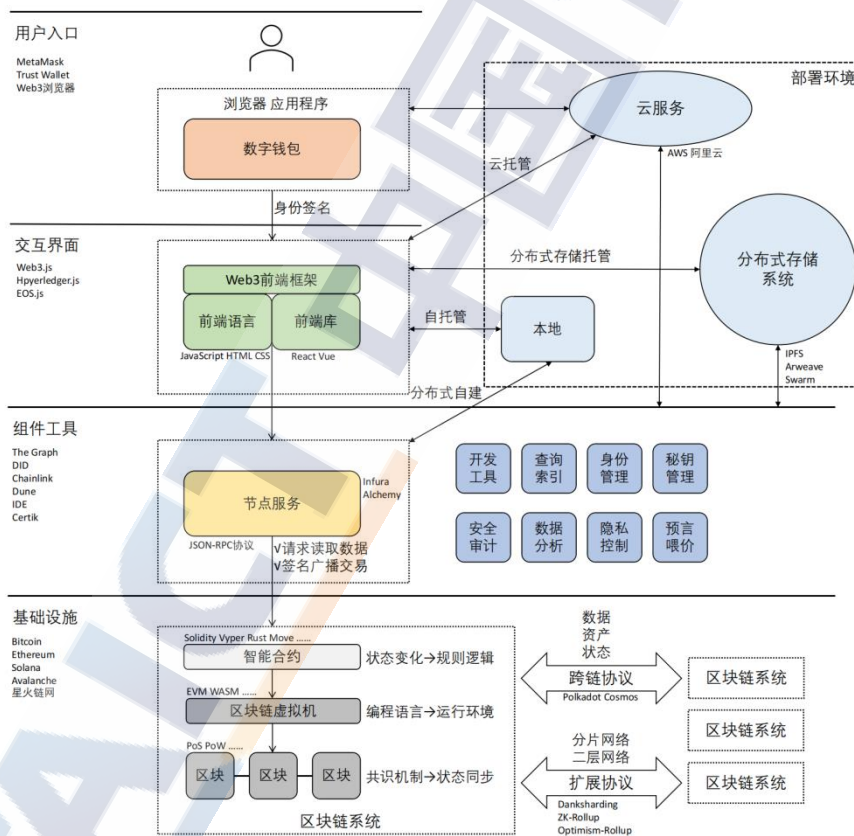
来源：中国信息通信研究院

图 6 数字资产业务逻辑

ERC-20 和 ERC-721 是以太坊应用最广泛的两类数字资产交易标准。其中 ERC20 是一套基于以太坊网络的同质化通证发行标准，规定了通证的基本结构，定义了通证传输、交易批准、通证总供应量以及通证数据访问，以实现其与钱包、交易所等应用之间互操作性。ERC-721 是一套基于以太坊网络的非同质化通证发行标准，规定了通证的基本结构，通过唯一标识在区块链上进行数字资产唯一性表示，提供通证互操作通用接口，从而实现了对每个资产的的确权和追踪。

三、开发视角：Web3 研发框架与核心要素

Web3 分布式应用开发框架主要包括五个核心要素，其中，**基础设施**是多个区块链系统组成的分布式底层网络；**组件工具**是上层应用与底层基础设施交互的桥梁；**交互界面**是 Web3 应用的呈现方式，通过前端框架实现；**用户入口**是进入 Web3 生态的起点，以互联网浏览器或应用程序形式，通过数字钱包进行身份签名认证，与 Web3 应用进行交互；**部署环境**是包括本地、云服务、分布式存储系统在内的代码托管和内容存储环境，用于用户入口、交互界面、组件工具的部署。



来源：中国信息通信研究院，参考加密货币对冲基金会、Web3 基金会技术栈

图 7 Web3 分布式应用开发框架图

（一）基础设施

基础设施是 Web3 协议栈设施层（L0）和基础层（L1）的工程化实践，旨在为 Web3 用户提供应用接入能力及公共服务能力等，对于开发者而言主要包括智能合约以及虚拟机。

智能合约实现业务逻辑自动执行，模块化结构增强功能可组合性。智能合约是运行在区块链上的逻辑规则代码，利用预先在链上设定的功能逻辑判断合约执行条件，并将产生的更改写入账本，任何一方都无法单独控制或停止程序的执行。智能合约是模块化的，可以分解成相互独立、可随意整理的功能块，并通过合约间相互组合、调用，实现多功能间组合，为灵活高效构建分布式应用提供便利。区块链保证了智能合约的不可篡改性和自动化执行，二者共同作用为构建可信、智能社会奠定了基础。智能合约分为系统运行类和应用开发类，累计数量已经超过 158380 个。

虚拟机提供链上代码运行环境，区块空间成为设施扩展性瓶颈。虚拟机是为智能合约等代码提供区块链可读可写的运行环境，区块空间是区块链上可以运行程序代码和存储数据的空间。随着 Web3 应用活跃度持续增长，链上数据存储和逻辑处理的需求越来越大，大部分区块链系统的区块空间资源紧张，出现交易费用高、交易不能及时确认等问题。使用扩展性方案对区块空间进行扩容是解决该瓶颈问题的主要解决方案。目前主流的扩展方案包括侧链、分片网络、以及二层网络方案 ZK-Rollup 和 Optimistic-Rollup。

（二）组件工具

组件工具是由基础设施发展而来的工具类产品，旨在协助开发者快速构建 Web3 应用基础功能，从而降低部署开销并提高开发效率，主要包括节点托管类工具、数据管理类工具及安全保障类工具。

节点托管类组件工具为上层应用开发简化底层复杂性，存在中心化控制风险。节点服务根据 Web3 前端页面的交互行为，通过远程过程调用传送协议（RPC，Remote Procedure Call）向区块链系统请求读取数据和签名广播交易。通过提供与底层区块链系统直接交互的开发工具套件、数据接口等服务，节点托管类组件工具使得上层应用开发者无需关注底层节点网络管理，利于便捷化开发过程。例如 Infura 项目就是一款为用户提供对以太坊区块链网络即时、可扩展应用接口的节点管理工具。但开发者过度的依赖 Infura，其偶发的服务不稳定导致了一系列 Web3 应用连锁宕机，引发社区对节点托管工具垄断分布式应用与区块链网络通信的担忧。

数据管理类组件工具为数据监测与分析提供辅助功能，同时服务开发与应用。数据管理类工具包括对链上数据的查询、内容数据检索和统计分析等。数据管理类工具在 Web3 应用开发和用户探索 Web3 生态中被广泛使用，多样化的数据监测与分析工具让开发者以多种方式了解并接入 Web3 基础设施，既能够满足开发者的个性化需求，也可以为终端用户提供更多可视化的数据信息呈现。The Graph 是一款常用的去中心化索引协议，不仅为开发者提供支持多种搜索条件的链上数据查询，还是终端用户查询 Web3 应用协议运行指标数据的利器。

安全保障类组件工具为身份和资产管理打造共性基础，保护资产与数据安全。安全保障类工具包括密钥管理、代码审计、隐私控制等。据统计，仅 2022 年上半年 Web3 领域发生安全事件 79 起，各类攻击造成的资产损失超过 19 亿美元，其中跨链网桥成为安全事故重灾区。安全保障类组件工具通过对代码逻辑检查、对关键内容加密，以及对控制权限的管理，能够有效减少合约漏洞、闪电贷、密钥钓鱼安全问题。智能合约代码安全审计已成为 Web3 分布式应用上线的必要条件。

（三）用户入口

用户入口是实现用户与 Web3 应用交互接口的电子设备、软件程序和在线服务等，旨在承载数字资产交易、数字身份的验证及管理，数字钱包是用户入口的主要表现形式。

数字钱包把控访问 Web3 的关键入口，接入形式呈现多样化发展。数字钱包逐渐从储存公钥和私钥实现加密资产管理的单一功能的数字钱包，向支持多链交互、管理用户身份和数据信息的多功能的统一接口的数字钱包发展。作为用户接入 Web3 的核心组件，数字钱包呈现浏览器扩展数字钱包插件和数字钱包应用内嵌浏览器等多样化发展模式。不同于传统互联网时代由应用控制用户的身份和数据信息，数字钱包是参与 Web3 时代的每个人、组织和事物的控制节点，能够生成、存储、管理和保护密钥，用户通过唯一私钥掌控自己的个人数据，实现从数据滥用到数据自主可控的转变。其中，以太坊 MetaMask 数字钱包通过集成 Web3 远程调用接口库，为全球超过三千万用户提供 Web3 应用服务。

数字钱包整合多类应用和数据资源，通用开源协议成发展关键。

伴随 Web3 浪潮引领下的去中心化、机器信任、创造经济和数字原生等未来经济形态逐渐形成，除资产管理外，数字钱包承担接入侧网络身份核验确权、数据加密通信、边缘计算设施及分布式应用部署设施等多样化任务。数字钱包地位持续提升，无论未来应用发展模式如何，都呈现出其在接入侧不可或缺的地位。为建立数字钱包和分布式应用开发者之间中立、跨链的安全连接，提高数字钱包的易用性和应用广泛性，给普通用户提供更加轻松、便利的体验感，数字钱包通用开源协议通过实现数字钱包端到端加密通信助力数字钱包产业生态构建。

（四）交互界面

交互界面是用户与 Web3 应用交互的可视化展示，旨在提升 Web3 应用交互能力，增强用户体验，对于开发者而言，交互界面开发的核心要素主要包括前端开发语言及前端库。

前端开发语言基本保持不变，前端框架更重视用户体验的通用性。前端开发是将应用抽象复杂的业务逻辑转化为直观视觉展示的过程，旨在为用户与应用间建立一个可沟通、交互的窗口。Web3 交互页面的主要表现形式与传统互联网应用基本相同，主要包括浏览器页面及移动客户端等。因此，大部分 Web3 分布式应用的前端开发语言以 JavaScript、HTML、CSS 为核心，沿用 React、Vue 等前端开发框架，以求保证 Web3 应用体验与 Web2.0 应用体验的一致性，减少用户习惯改变带来的教育成本。其中，由于 React 前端框架的生态友好性吸引了大批 Web3 开发组件，目前占据 Web3 前端开发框架的主导地位。

前端库增加底层链交互接口的封装，应用开发活跃推动其规模化增长。前端库是封装了界面适配、内容展示及前后端交互等功能的程序开发接口，旨在为前端开发者提供可直接调用的工具库。与传统互联网应用不同，Web3 前后端的数据交互不再通过超文本传输协议向服务器的 IP 地址发送请求的方式实现，而是按照应用业务需求直接与用户钱包、节点或智能合约的链上地址进行通信的方式实现数据交互。因此，Web3.js、Hyperledger.js 等封装了底层链交互接口的前端库在 Web3 前端开发中广泛使用。其中，得益于以太坊应用的活跃，Ether.js 及 Web3.js 凭借其强大的快速直接与以太坊链上数据进行通信交互的能力，下载量逐年递增，成为最活跃的 Web3 前端支持库。

（五）部署环境

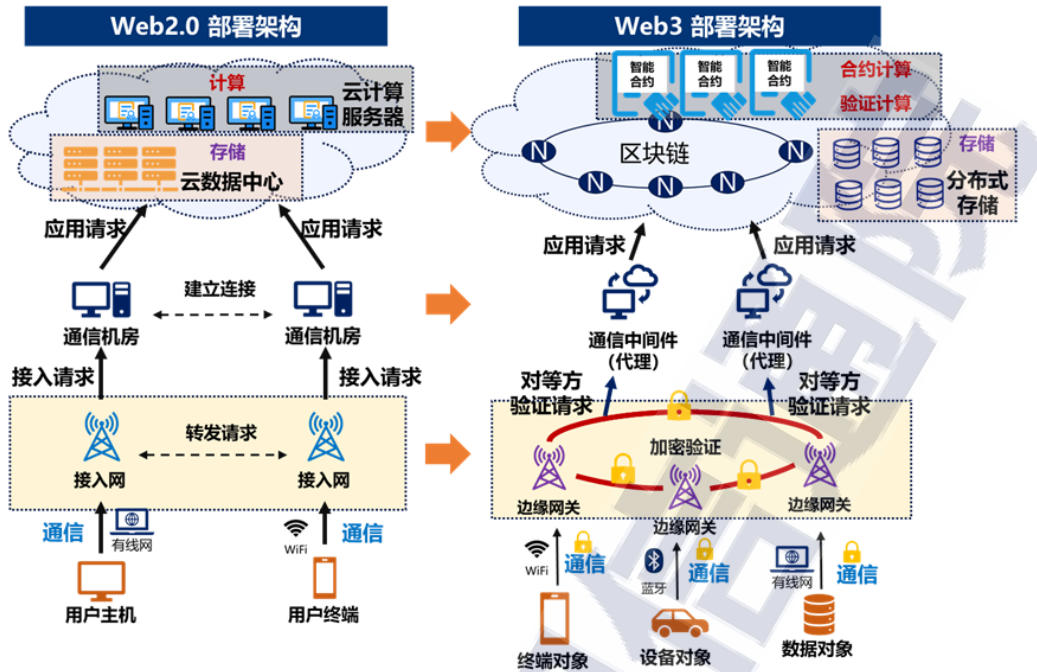
部署环境是满足 Web3 项目开发所需的处理器、内存、硬盘、操作系统等一系列软硬件环境，旨在保障前后端框架核心要素的正常运行，主要包括本地、云服务及分布式网络的部署环境。

本地或分布式网络有利于确保数据主权，但资源管理较为复杂。为增加应用可靠性和数据安全性，防止应用被中心化控制，交互界面和组件工具通常会采用分布式存储和自托管的模式。分布式存储通过构建点对点传输网络和激励机制，实现在不同所有方之间分布式存储数据，不仅打破中心化存储或者原有分布式存储所有权集中问题，且可以提高系统可靠性、可用性和可扩展性。但由于技术实现上较为复杂，分布式部署方案并未成为开发者首选。目前，全球 Web3 分布式存储项目包括 IPFS、Sia、Swarm、Arweave、SrorJ 等。

云平台托管方案仍是主流选择，云服务厂商积极布局提供支持。考虑到访问的便捷性，目前大多数 Web3 应用的用户入口、交互界面、和组件工具都会使用云服务来托管页面代码、存储数据内容。云服务厂商也在积极探索分布式服务，寻找 Web3 应用研发平台中便利性和安全性的平衡。例如谷歌部分应用开始支持数字资产支付，亚马逊的 AWS 云服务成为 Web3 应用部署的最常见选择。

四、部署视角：Web3 对数字基础设施影响

计算、存储和通信是互联网三大基础要素，三者深度协作形成支撑数字化发展的通信网络部署形态。Web2.0 时代，计算、存储和通信以平台为核心进行部署，互联网巨头控制计算和存储资源，运营商提供尽力而为的消息传递服务。由于缺少数据授权、确权、鉴权能力，数据价值无法有效体现。Web3 时代，计算、存储和通信资源部署将以促进数据高效流通为准则，依托可信的协作平面，提供高效的、通用的、全流程的数据交互能力。整体来看，Web3 将会构建依托区块链的信任基础设施、借助数字钱包的可信网络入口、基于数字身份的认证体系、面向数字资产的管理流通应用，从而形成“数据驱动、自主管理、分布互联、安全可信”的新一代通信网络。在自主管理方面，互联对象细颗粒度，支持点对点加密通信和可信传输；在分布互联方面，存储资源提供方和组合模式更多元化，既有能提供大量资源的电信运营商、云服务商，又有中小型资源提供方；在安全可信方面，基于区块链的可信验证带来更多算力需求和算力配合。目前还无法判断 Web3 部署的最终形态，但对计算、存储、通信已经产生了一定影响。



来源：中国信息通信研究院

图 8 Web2.0 部署架构与 Web3 部署架构对比

（一）Web3 部署对计算的影响

一是大规模存证带来更多算力需求。Web3 存证赋予用户自主身份控制权，不同于 Web2.0 时代的依托第三方平台完成存储验证，核心功能主要包括身份核验和数据确权两方面，用户频繁的存证请求对 Web3 应用系统提出更多算力需求。身份验证主要依托数字钱包完成，通过构建用户与应用交互接口，实现用户自主身份管理，数字钱包正向集成安全芯片的硬件钱包方向发展。数据确权依托区块链系统各节点分散控制权，满足多方数据上链和任意时间验证信息等方面都需要足够的算力保障。大规模的存证应用需要从芯片、终端、服务器、数据中心等多层级提升节点算力服务能力，根据 OKLink 数据显示，在

存证应用爆发性增长的 2021 年，仅以太坊算力较 2020 年就提升 126%。

二是智能合约带来更好的算力配合。智能合约不依赖特定硬件设备，区别于 Web2.0 时期依托平台服务器完成交易操作，Web3 借助智能合约在没有第三方的情况下进行可信交易，能够实现将区块链闲置节点作为计算资源供应商与客户完成智能匹配。智能合约运行于资源隔离环境，有效保障各节点不同配置环境的统一运行，汇聚大量分布式计算资源，有助于激励全球算力的投入并合理分配使用权，在实现共识互信基础上帮助分布式算力体系构建，推进算力资源调用接口走向统一，简化计算服务流程。以 EVM 为代表的智能合约计算引擎，正朝着更多的语言支持和丰富的系统程序运行保障的多方算力适配方面发展。

三是边缘智能带来多样化边缘算力需求。传统端侧设备普遍存在计算资源受限问题，终端算力向边端转移将是 Web3 应用低门槛、高体验的保障，运算与交互设备的分离已成趋势。端到云之间将部署更多边缘计算服务器作为区块链节点，去中心化服务商通过整合边缘算力资源提供多样化算力服务，智能边缘计算与区块链的融合成为 6G 网络潜在的关键使能技术，促进以网络为中心的云计算转变为以现场工作负载为中心的边缘智能计算，进一步降低传输时延，提升本地化多元算力形式应用。Web3 对去中心化分散式计算架构提出新需求，端侧数据处理逐渐从传统的云端处理的单一反馈路径向端、边、云协同的多路径反馈方式演变。本地分流实时计算、云边协同资源管理、泛在边缘智能计算等多元算力配置、管理和监测模式推动算力迁移。

（二）Web3 部署对存储的影响

一是激励措施助力分布式存储网络建设与运行。Web3 直接改变了传统存储系统的运行模式，相较于 Web2.0 时代的数据存储由数据中心负责运行与建设，Web3 的部署会利用区块链构建分布式的可信网络，采用存储池化技术，将边缘存储与数据云存储改造成巨大的分布式存储网络，并通过通证的激励与惩罚措施，吸引更多节点参与到存储网络建设，促使各个分布式节点为存储内容提供安全保障。现在活跃的 Filecoin，Swarm 以及 Arweave 都是具有经济激励机制的分布式网络存储，据统计，截至 2021 年底，全球分布式网络存储空间约为 16.7EB，预计 2025 年全球分布式网络存储空间将达到 325EB。

二是用户数据存储和应用控制存储相分离。用户数据的存控分离是实现自主管理的基础，相较于 Web2.0 时期的“用户创造、平台存储、平台占有”的现象，Web3 时代的存储系统需要支撑用户数据存储和应用控制存储的有效分离，通过文件切片、隐私计算与分布式管理等技术将数据内容所有权从存储控制者剥离，实现“用户创造、用户占有、用户受益”的新型数据权益格局。现阶段，“Dapp-智能合约-分布式存储”的存控分离运营模式已见雏形，在“以太坊宇宙”中，Dapp 通过用户授权，利用智能合约调用与检索 Swarm 与 IPFS 中存储的数据，实现存控分离的数据流动闭环。

（三）Web3 部署对通信的影响

一是网络架构扁平化驱动面向数字对象的细粒度通信。Web3 丰

富了网络标识对数字对象的映射范围，多种异构网络主体将以不同通信协议接入网络并进行端到端的交互。不同于传统 Web2.0 时代以接入网、承载网及接入网构建的层次化网络架构，Web3 网络架构将更偏重于对等方之间通信，扁平化的网络架构也驱动了面向用户主机通信到面向数字对象通信的演进，边缘网关等通信节点需兼容多种网络接入协议及异构通信协议，以支持数字对象的对等互联。例如，以太坊消息推送服务（Ethereum Push Notification Service，EPNS）通过兼容现有通信协议，为 Web3 应用账户、设备、虚拟实体等细粒度数字对象提供跨区域、跨平台甚至跨协议消息推送服务（2022 年 1 月主网上线以来，EPNS 已经通过 100 个通信向近 6 万名 Web3 用户发送了超过 1700 万条推送通知）。

二是数据要素价值化带动面向数字钱包的内生可加密通信。

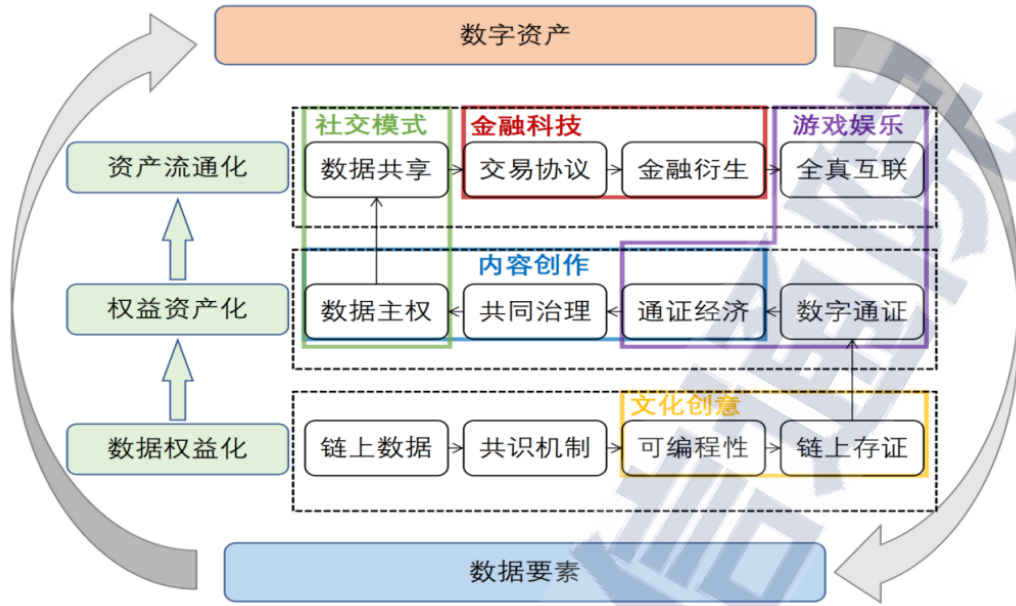
Web3 借助数字钱包作为可信网络入口，经由服务代理接入不同领域的应用，并与其他对等方的服务代理进行交互。相比于 Web2.0 时代由数据传输为导向的通信互联，Web3 时代将构建面向数字资产管理流通的价值互联。在此基础上，借助数字钱包建立面向数据要素、数字资产的内生加密通信将为 Web3 价值互联提供可靠的安全保障。数字钱包所在终端的应用部署需兼容多种数字资产协议及其交易功能，服务代理需内生加密安全验证协议及隐私保护算法以保证数字钱包加密交互。例如，XMTP 是一种 Web3 面向数字钱包的即时通信协议，旨在通过构建一个开放的、加密原生的通信协议连接社区、应用程序和用户，并以此防止垃圾邮件、过滤不可信消息来源及消除钓鱼链接

等（XMTP 于 2021 年 9 月获得 A 轮 2000 万美元的融资，当前正处于开发阶段，上线后将为全球近 8100 万数字钱包用户提供数字资产管理、加密通信交互等功能）。

三是身份管理的自动化带动基于身份标识的可认证通信。 Web3 基于用户对分布式标识的控制实现了数据主权的回归，而网络实体间的可信连接依赖于对身份标识的认证。一方面，通过对交互内容的数字签名加密，能够保证消息的来源可靠性及可用性；另一方面，通过数字身份的认证能够有效为用户间的交互建立访问控制，保证通信连接的机密性。因此，网络路由及交换机等设备需要添加中间件与基于区块链的分布式密钥基础设施交互，通过身份标识验证及身份信息寻址实现网络实体间的可信互联。当前，为了保证多源数字身份协议间的可认证通信，去中心化身份基金会（DIF）正在推动 DIDComm 协议，通过验证 DID 身份标识持有者的公钥信息，为多方网络主体间建立一个面向消息的、与传输无关的对等方交互通信协议，以此保证对等方安全互联。

五、应用视角：Web3 应用模式与典型场景

Web3 分布式应用的核心理念是由数据驱动的价值分配和价值流动，其应用模式是由区块链技术支撑的分布式网络保障了数据的确权属性，由智能合约驱动的系统运行规则让应用生态系统中的所有数据贡献都能以数字资产的形式捕获价值，最终形成了从数据权益化、权益资产化到资产流通化的价值闭环。



来源：中国信息通信研究院

图 9 Web3 分布式应用模式的价值闭环

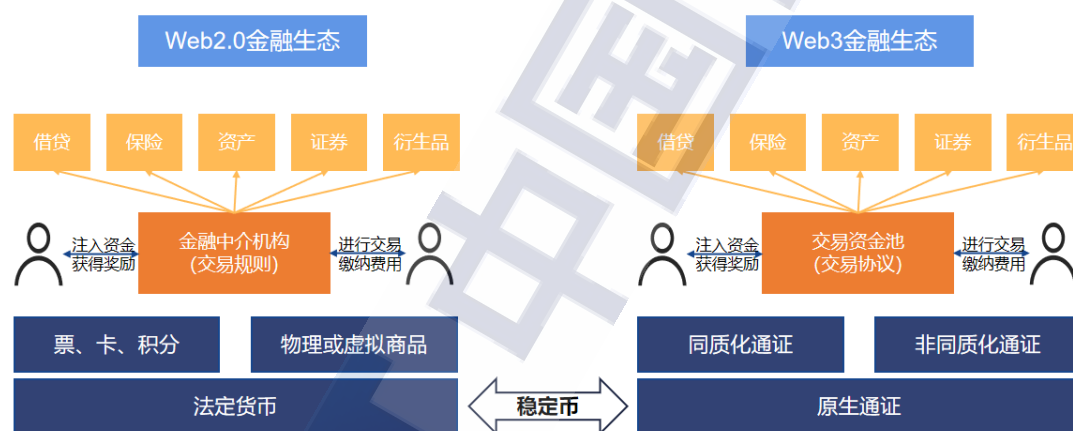
不同行业背景下具体的 Web3 应用场景模式侧重点不同，但均是由智能合约构建的基于分布式网络、分布式数据库、分布式存储、分布式计算、分布式账本、分布式治理的分布式应用程序，遵循开源开放的技术框架，透明共治的治理机制，共建共享的利益分配三个核心特点。

（一）金融科技方面：建立多方信任，提高资产流通

愿景：去中心化金融（Decentralized Finance, DeFi）利用智能合约和预言机打造一个基于 Web3 的开放金融系统，旨在无需依赖第三方中心机构的条件下，为用户提供各项金融服务，并支持一体化和标准化的经济体系。DeFi 可以实现点对点的金融交易，而不需要第三方中心机构，使得交易成本大幅下降，交易效率大幅提升。DeFi 中交易

直接发生在交易双方之间，可以支持更为详细、更为多样化的交易细节设计，充分满足人们的金融需求。DeFi 给金融市场提供了更大的创新空间，被认为是一场“新金融革命运动”。

业务模式：DeFi 是 Web3 在金融科技方面较为成熟的应用场景，主要包含去中心化交易和去中心化借贷两种金融应用模式。不同于中心化的金融模式，DeFi 中用户无需将资金托管至第三方交易平台，而是存放在智能合约创建的资金池中，按照协议约定的规则自动执行资产交换。当前 DeFi 市场总资产量为 780 亿美元，峰值时期超过 2500 亿美元。



来源：中国信息通信研究院

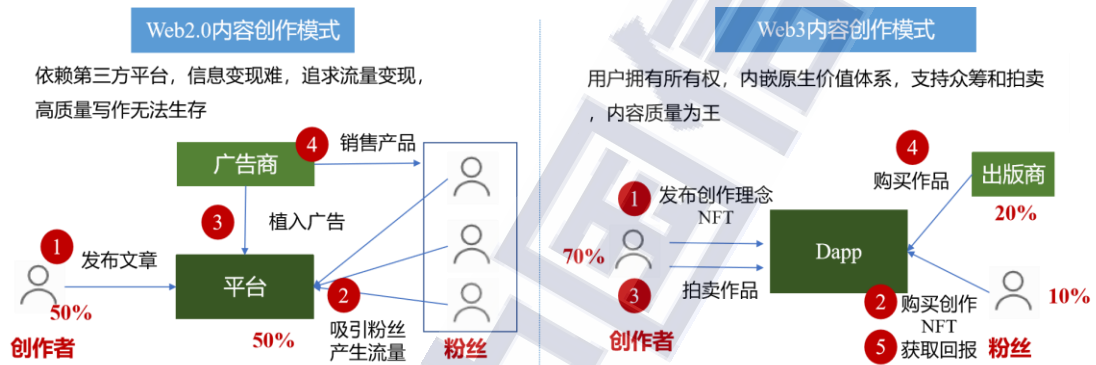
图 10 Web2.0 和 Web3 金融模式对比

（二）内容创作方面：衍生创作经济，重构价值分配

愿景：Web3 内容创作为用户提供了一个去中心化自治组织的快速创建方式。Web3 创作者拥有内容所有权，通过创作内容代币化发行，构建清晰所有权及利益分配模式，支撑高质量内容创作，并形成良性螺旋增长创作应用生态。Web3 重新定义了内容创作方式，对打

破传统内容创作中创作者对第三方平台的严重依赖、创造者收益有限、创作质量低下有重要意义，成为所有权经济最佳实践。

业务模式：常见的 Web3 内容创造分为创作者通过创作平台发布内容，创作者将内容铸造成 NFT 进行销售，创作者通过社交代币发行平台发布内容以获取代币奖赏三种业务模式。当前 Web3 内容创作市场总资产已达到 1042 亿美元，许多创作者单笔收入能够达到 2 万到 10 万。



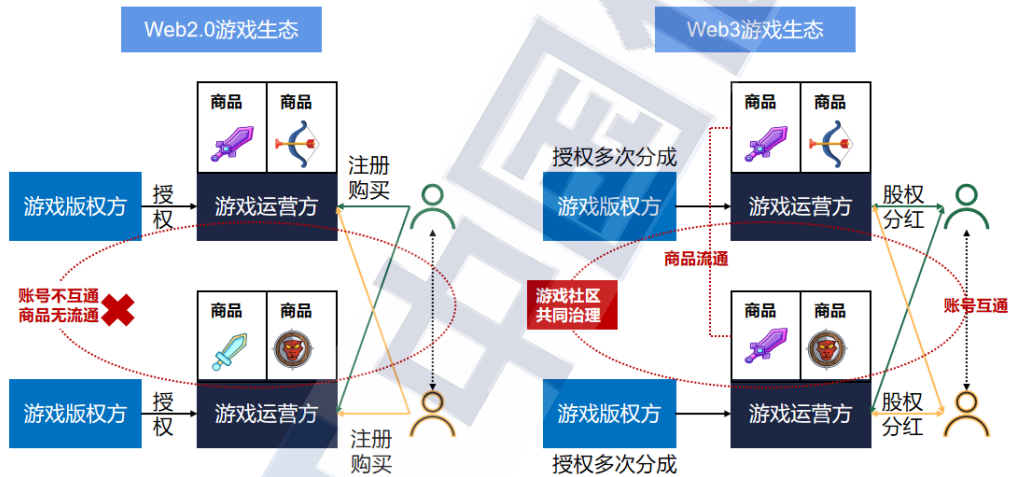
来源：中国信息通信研究院

图 11 Web2.0 和 Web3 内容创作模式对比

（三）游戏娱乐方面：建设交互世界，变革游戏规则

愿景：Web3 游戏是包含游戏交互体验和去中心化金融的基于区块链开发的游戏。Web3 游戏通过数字资产让游戏中的货币、道具、资源、游戏行为得到确权，赋予了开放经济系统下自由流通的属性，为游戏产业注入了活力。Web3 游戏使得游戏的资产权、创作权、治理权由玩家拥有，而不是被中心化游戏公司掌握，给游戏产业带来了更强的公平性和开放性。

业务模式：从传统游戏到 Web3 游戏，游戏发行方和玩家的关系从“企业与消费者”转变为“利益共同体”的关系。在传统游戏中，游戏发行方为玩家提供游戏娱乐体验从而获取收益。在 Web3 游戏中，资产增值带来的收益由玩家、游戏发行方与通证持有者共同所有。游戏发行方不再独享游戏收益，而是从游戏内经济活动的活跃性中获取税费。玩家作为游戏生态的重要参与者，在获取娱乐价值的同时拥有所持资产的潜在增值空间。当前 Web3 游戏的市场规模已突破 100 亿美元，与游戏资产相关的总交易量超过 2000 万美元。



来源：中国信息通信研究院

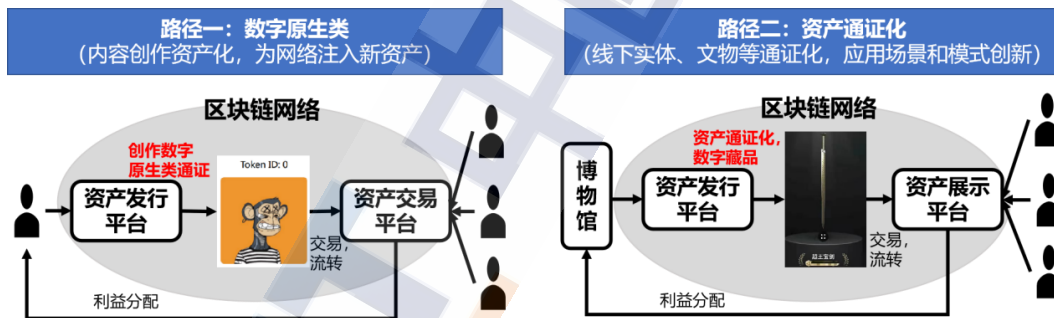
图 12 Web3 游戏与传统游戏模式对比

（四）文化创意方面：实现数字确权，激发藏品价值

愿景：NFT 是使用区块链技术对文创作品生成的唯一数字凭证，能够在保护其数字版权的基础上，实现真实可信的数字化发行、购买、收藏和使用，进而将文化创作转化为权利明确、可公开透明交易、利益公平合理分配的创新应用形态。Web3 通过将文创作品的权属信息

和交易记录存储在去中心化的区块链网络上，让创作者、IP 所有者便捷地实现作品的确权，利用智能合约和密码技术保障 NFT 安全访问与传输，保障作品创作者、所有者享有作品在全生命周期中产生的收益，形成所有权经济新价值分配模式，构建起全新文化创意生态。

业务模式：NFT 具有中心化程度低，安全性高，流通成本低等特点。NFT 助力实现文化领域的应用落地主要基于两条路径。路径一是数字原生类，利用“数字艺术创作+非同质化通证”技术为网络注入新型数字原生资产，例如典型热门项目无聊猿游艇俱乐部（Bored Ape Yacht Club, BAYC）、加密朋克 CryptoPunks 等；路径二是实体资产通证化，利用非同质化通证技术将线下文化产品、文物等数字化，实现应用模式创新，例如博物馆推出的数字文物藏品。



来源：中国信息通信研究院

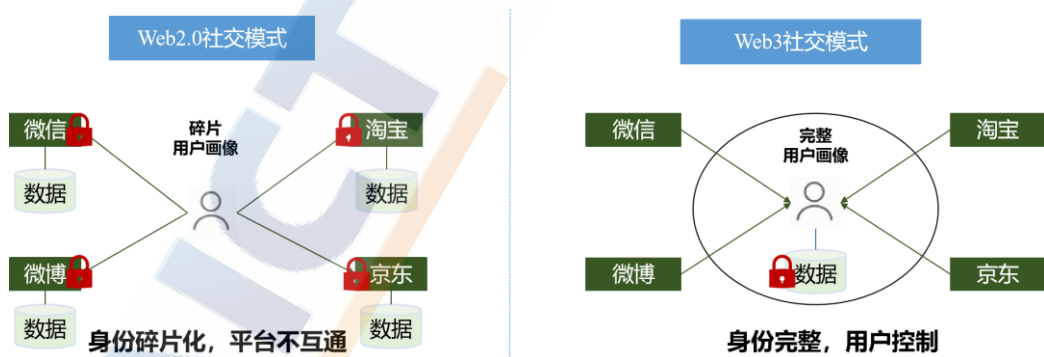
图 13 数字藏品业务模式

（五）社交模式方面：重塑社交图谱，促进信息互通

愿景：当前基于 Web2.0 的社交平台中，用户是平台产品的组成部分，中心化的社交平台将用户分割，并将用户创造出的内容据为己有，以此牟利，甚至侵犯用户隐私。为了应对在 Web2.0 的社交平台

中，用户个人信息被平台垄断，以及不同平台由于相对封闭集中化无法互通数据信息的问题。Web3 通过在网络架构中嵌入身份层，以此将社交图谱数据的所有权和实用性还给用户，为用户形成完整用户画像。Web3 还通过建立一个去中心化的社交图谱协议，以用户为中心，实现用户社交图谱数据的创建、更新、查询和验证。

业务模式：Web3 社交的核心是通过重构一个去中心化可验证的社交图谱，解决现在社交方式中平台不互通、用户信息被平台垄断的问题。一方面，Web3 社交建立了新的数据网络循环体系。用户可以拥有自己的数据，开发者也可以更流畅地将应用程序组合起来，促进了开发者之间的大规模合作，在用户和开发者之间形成一个全球性的数据网络循环效应。另一方面，用户真正拥有可携带的属于自己的社交图谱，让用户有权力在不丢失任何人际关系数据的情况下切换网络服务，这是 Web3 提供的核心公共服务之一，也是让社会服务良好运转的最佳方法。



来源：中国信息通信研究院

图 14 Web3 社交的业务模式

六、Web3 产业发展

全球 Web3 产业刚刚兴起，还未形成较大规模和成熟的商业模式，但我们仍看到了各方对 Web3 产业的探索和热情。从国家层面的政策支持，到组织机构的标准引领，从资本市场的投资推动，到各家企业的应用探索，都推动了 Web3 产业雏形的形成。

（一）国家政策对 Web3 产业的支持

互联网产业领军国家积极推动 Web3，意图保持国际领先地位。以美国和新加坡为代表的国家利用其在互联网行业和资本市场活跃度上的领先优势，引领全球 Web3 发展。在技术产业方面，美国产生了超过一半以上的 Web3 项目，政府对区块链的研发和政策支持已延伸到数字交易系统、海关贸易、运输管理、边境保护、网络安全保护等多个领域。新加坡被媒体誉为“全球 Web3 创业工厂”，在金融创新和科技创新方面采取了非常开放的态度，吸引大量技术人才和投资者到新加坡发展。在金融监管方面，美国和新加坡对区块链呈现积极态度。美国证券交易委员会（United States Securities and Exchange Commission, SEC）承担加密货币相关监管职责，各州颁布法案加快区块链应用研究力度，并寻求主导区块链标准研制，积极抢占 Web3 领域制高点。新加坡金融管理局为以区块链、元宇宙和 Web3 技术为核心的金融科技创新创业企业专门发放加密货币许可牌照，并提供“监管沙盒”政策，允许在新加坡进行金融创新试验。

互联网产业发达国家紧密跟进 Web3，试图抓住机遇占据优势。

以日本和欧盟为代表的国家在上二代互联网发展变革中并未占据主导地位，希望依托当前的互联网产业版图，抓住 Web3 新机遇，赢得行业领先地位。欧洲国家正在积极改变过去互联网发展中“小国”众多、难以形成共识的局面，寻求区域联合、协同发展的路径。欧洲于 2020 年开始建设区块链基础服务设施（EBSI），已获得 30 个欧洲国家支持，在欧洲范围内开发跨境区块链服务。2022 年欧洲数字计划继续推进关于 EBSI 服务创新、区块链标准和数字身份的三个区块链计划，持续推动 Web3 技术支撑。日本政府作为最早颁发加密数字货币交易所牌照的国家也对 Web3 展现出浓厚兴趣，有机会在游戏、动漫、动画等与日本文化密切相关的领域发展全球业务。2022 年日本首相岸田文雄在众议院发表声明，表示随着 Web3 时代的到来，整合了元宇宙和 NFT 等新的数字服务将为日本带来经济增长，并批准了《2022 年经济财政运营和改革的基本方针》，该政策提出日本将努力为实现去中心化的数字社会进行必要的环境改善。

互联网产业滞后国家积极拥抱 Web3，尝试利用改革扭转格局。

对于互联网和经济尚未得到充分发展的国家，转型成本较低，通过制定激进的加密货币策略，可绕过西方支配的中心化基础设施，重建经济基础设施。据统计，在过去一年，互联网产业相对滞后国家加密货币市值增长了 1200%，连续二年在去中心化金融交易量上世界领先。用户价值捕获和金融基础设施成为了互联网相对滞后等国家进入 Web3 的最佳切入点。去中心化内容聚合平台 Jambo 通过视频广告、媒体内容、游戏等服务让用户在使用过程中能够“赚钱”，赢得了海

量非洲用户。互联网产业相对滞后国家的金融基础设施让 Web3 金融应用在移动支付、资产管理、借贷、抵御通货膨胀等场景中发展迅速。

我国正在探索符合中国国情的 Web3 发展路线，力求在趋势和风险中取得平衡。我国针对区块链行业的监管持续发力，但也高度重视 Web3 在产业发展方面的积极作用，逐渐形成一条技术服务实体产业的融合化发展路径。从 2020 年开始，我国不仅将区块链写入“十四五”规划纲要，统筹布局，还从我国基本国情出发，积极出台相关政策，强调各领域与区块链技术的结合，加快推动区块链技术和产业创新发展。各部委以及多省市、直辖市、特别行政区持续加大区块链政策支持力度，全方位推动区块链技术赋能实体经济，形成 Web3 应用。同时，香港特区政府发布《有关香港虚拟资产发展的政策宣言》，政策宣言指出香港特区政府正与金融监管机构合作，创造一个便利的环境，以促进香港虚拟资产行业的可持续和负责任的发展。

（二）标准组织对 Web3 产业的引领

网络领域组织主导数字身份等核心标准，持续保持行业影响力。万维网联盟（W3C）是 Web 技术领域最具权威和影响力的国际技术标准机构。在 Web3 方面 W3C 主要聚焦数字身份 DID、可验证凭证 VC 等核心标准研制工作以持续保持行业影响力。2021 年 8 月，W3C 发布 DID v1.0 技术标准和实施指南，其中 DID 去中心化发行、DID 不依赖底层组织的持久性运营、DID 控制权及其关联信息的加密可验证性、DID 元数据的可解析性构成了 DID 规范的主要支柱。2022 年 7 月 19 日，DID v1.0 正式成为官方 Web 标准，预示着赋予个人和组

织对其数据拥有更好的控制权、安全性和隐私保护的时代即将到来。DID 与 VC 相结合正在多个需要数据真实性和识别的市场中使用，典型应用如美国、加拿大和欧盟正在探索基于用户 DID 的数据共享和访问机制。

工程领域机构聚焦 Web3 配套实现等标准，试图抓住产业新机遇。类似于，互联网不仅仅是 TCP/IP 技术，而基于 TCP/IP 协议构建的因特网成为了最主要的互联网实践，Web3 也不仅仅是区块链技术，但基于区块链构建的数字身份和数字资产很可能成为最主要的 Web3 实践。互联网工程任务组(The Internet Engineering Task Force, IETF)作为汇聚互联网架构设计、开发、运营者等在大型开放社区，专门成立去中心化互联网基础设施工作组研制 Web3 配套实现的相关标准，内容涉及交易协议、网关用例、区块链结构等。虽然标准均在草案阶段，但足以看出 IETF 在 Web3 领域探索的决心。

开源社区等新国际化平台探索 Web3 场景应用，已形成事实性标准。2021 年 Web3 开发人数和活跃度均达到历史之最，新增 34391 名 Web3 开发者，月均活跃达到 18416 名（占比 53.5%），对全球 Web3 产业发展贡献巨大。大多数 Web3 项目已逐步形成开源社区治理机制，可通过提案投票等形式推行改进方案，持续提升服务能力。如以太坊开源社区的改进提案（Ethereum Improvement Proposals, EIP）已评议超过四千多条标准提案，逐步演进形成以太坊应用标准，其中同质化通证标准（ERC20）和非同质化通证标准（ERC721）被很多开源社区广泛使用，成为事实性标准。

（三）资本市场对 Web3 产业的推动

Web3 投资规模持续扩大，产业投资成果初步显现。海外 Web3 项目投资投资火热，纵观全球投资数据，2021 年全球 Web3 投资迎来爆发式增长，比 2020 年上涨 713%，累计投资金额高达 658 亿美元。在投资数量方面，2020 年 Web3 投资数量共计 340 起，首次迎来较大增幅，2021 年超过 2020 年的 4 倍，2022 年仅用 5 个月时间就已经超过 2021 年投资数量的 70%。在投资金额方面，2021 年投资金额超过 314 亿美元，是 2020 年投资金额的 9 倍。2022 年 Web3 投资保持稳定增长趋势，仅用 5 个月时间已达到 250 亿美元，且增速超过投资数量，平均单笔投资金额有显著增长。预计 2022 年的 Web3 投资数据会全面超过 2021 年。

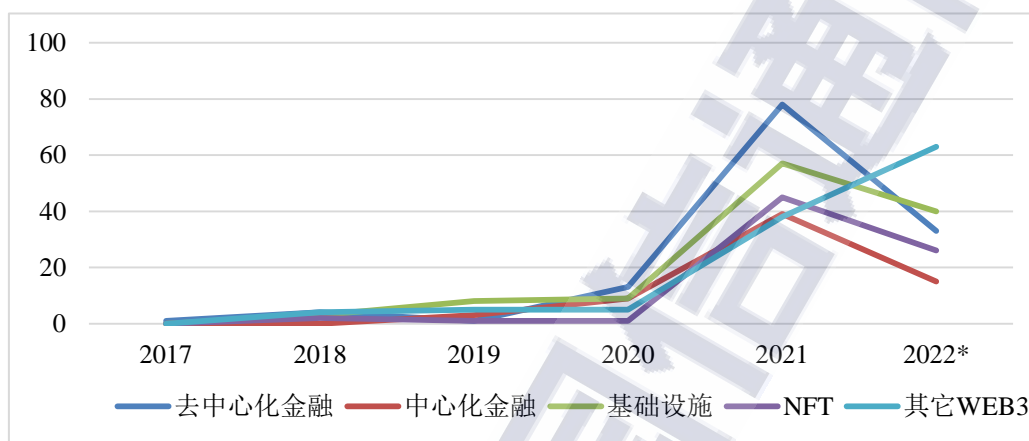


来源：中国信息通信研究院根据 Dove Metrics 数据整理

图 15 全球 Web3 投资金额和投资数量趋势

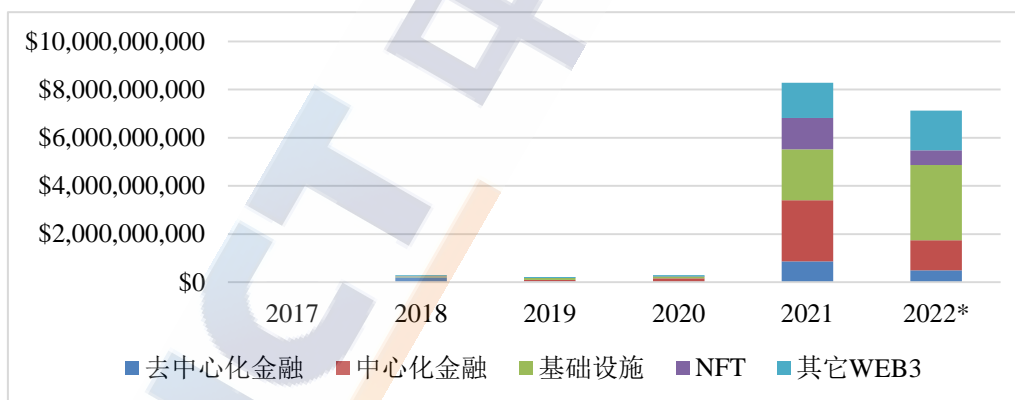
Web3 基础设施持续投入，投资标的追逐行业热点。2020 年起至今，不同领域中的各类 Web3 项目投资持续增长。在基础设施领域，Web3 基础设施作为投资的长青领域持续存在，2021 年和 2022 年投

资金额增长明显。在金融科技领域，Web3 去中心化金融投资从 2020 年开始爆发，多为初创型企业围绕数字资产和交易协议进行科技金融创新。在文化创意领域，数字藏品 NFT 项目成为了过去一年中最大的行业热点，自 2021 年异军突起以来，数字藏品从无到有发展迅速。



来源：中国信息通信研究院根据 Dove Metrics 数据整理

图 16 五大区块链投资机构不同领域投资数量趋势



来源：中国信息通信研究院根据 Dove Metrics 数据整理

图 17 五大区块链机构不同领域投资金额趋势

传统投资机构布局 Web3，新型投资形式不断涌现。一方面，专门成立针对 Web3 投资市场的加密货币基金，让整个行业的投资规模

水涨船高。随着 Web3 的火热和加密货币价格在近几年间的不断攀升，早期在加密货币投资领域试水的红杉和高盛等传统投资机构开始逐渐全面拥抱 Web3 投资，推出数亿美元加密基金。以 a16z 为代表的部分投资机构率先进入 Web3 投资领域，并获得了大量行业早期发展红利，迅速成为行业投资风向标。另一方面，去中心化融资为 Web3 投资带来了新模式。为了摆脱项目被中心化资本方的过度控制，尽可能实现分布式的投资过程和治理权利，以 SushiSwap MISO 为代表的首次去中心化交易发行（Initial DEX Offering, IDO）和以 Gitcoin 为代表的社区融资模式迅速走红，成为小型 Web3 创业项目的首选。这种新型融资模式让普通投资人和社区支持者能够参与 Web3 投资并以加密货币的形式获得回报，为项目发展构建了更加去中心化的资本格局。

（四）企业应用在 Web3 产业的探索

互联网龙头企业提前布局 Web3，抢占平台设施先机。以传统互联网技术服务巨头为代表的谷歌和亚马逊，正在积极布局成为 Web3 基础设施和区块链技术服务商。2022 年 5 月，谷歌宣布组建 Web3 团队，将目光瞄向了 Web3 世界的基础设施服务提供商，通过为 Web3 开发人员提供后端服务的方式，降低开发人员设计去中心化系统的门槛。亚马逊的 AWS 服务目前是 Web3 应用最为常见的云计算服务平台，通过全球化的基础设施、强大的网络算力、云中数据湖仓、AI/ML 工具等产品和服务，亚马逊为 Web3 开发者提供可满足新一代互联网业务所需的超低延迟、虚实结合、去中心化的 IT 架构等解决方案。

中小型初创公司转型进入 Web3，探索产品应用场景。随着 Web3

创业浪潮的到来，在资本市场推动下，Web3 领域涌现出独角兽级应用，带动了周边应用场景的快速发展。一方面，以提高数字资产流动性为目的形成多家数字资产交易平台，总市值高达数千亿美元。以 UniSwap 为代表的去中心化交易平台，因其创新性的交易协议，迅速成为加密货币市场主流的去中心化交易应用，进而促进去中心化金融的发展。另一方面，得益于 NFT 市场的快速发展，逐渐形成围绕“DID+NFT+DAO+行业”的组合应用模式和服务平台。以 Opensea 为代表的 NFT 交易平台，以及以 Yuga Labs 为代表的 NFT 发行平台，迅速成为最热门 NFT 项目。区块链游戏 Axie Infinity 以其独特的边玩边赚模式和开放经济系统成为范式级 Web3 项目。

跨行业组织机构积极参与 Web3，寻找新型产业机会。 Web3 不仅为互联网产业带来应用场景革新，还对现有产业带来了全新赋能机会，文化创意和游戏元宇宙成了最佳切入点。一方面，数字藏品业务在国内持续火热，包括阿里、腾讯等互联网企业纷纷推出自己的区块链和数字藏品平台，并联合文化创意领域发行方，发行多种多样的数字藏品。随着市场泡沫不断被挤出，数字藏品逐渐“脱虚向实”，创作者经济、数字商品凭证均有着广阔前景。另一方面，消费市场开启元宇宙布局，Meta 正积极研发区块链、NFT、加密货币支付、社交化金融 SocialFi，致力于构建去中心化的社交网络元宇宙；苹果、英伟达等消费电子巨头则在增强现实 AR 领域持续发力，在软硬件生态系统中不断完善 AR 技术和增强现实应用场景，为更多元宇宙概念的游戏、应用打造平台。

七、Web3 演进趋势和挑战

一是 Web3 发展理念将逐步清晰，避免概念过大或技术偏执。目前，Web3 仍处于发展初期，一部分发起者试图从去中心化基础设施、分布式数字身份等视角去解决现有互联网存在的问题，另一部分发起者则试图从数字资产、智能合约等视角去探索数字原生的新应用和新模式。同时，受区块链、人工智能、虚拟现实等新一代信息技术快速发展的影响，Web3 的概念范畴被放大到全真接入、数字孪生等很多宽泛的领域。但随着 Web3 技术和产业的不断成熟，从业者和参与者将会逐步聚焦，梳理出明确的发展理念和演进路径。

二是 Web3 技术协议栈仍在演进，统一标准和产品研发是重点。新一代互联网 Web3 初步形成了支撑实体经济与数字经济融合发展的四层架构，但在技术和应用实践的验证下，仍在不断丰富内容和厘清关系。就如同 Web 诞生之初的 HTTP 协议与 URI 标识等核心技术标准，以太坊等底层区块链基础设施在 Web3 构建分布式信任网络中已经发挥了巨大的作用，分布式标识符 DID 技术方案也已经接近于 Web3 数字身份的事实性标准，类似的统一标准和产品在 Web3 这样一个快速发展的体系中，将受到产业界和学术界高度的关注，吸引更多的研发人员和应用实践，并形成优势叠加。

三是 Web3 组件和系统部署迅速，对现有网络影响逐步显现。为了开发分布式应用，包括基础设施、组件工具、交互界面、用户入口、部署环境等在内的 Web3 开发核心要素正在大量建设和运行。随着部署规模的增加，组件和系统之间的连通性逐步增强，就会对现有网络

设施带来更加具体和深刻的影响，例如具有分布式特征的组件工具将加速数据中心向为分布式存储的演进，存证规模的扩展及智能合约的计算需求将加速驱动计算网络边缘化发展，面向数字身份认证将推动网络内生的安全通信。

四是 Web3 可释放数据要素潜力，数字原生应用更富有活力。

Web3 为数据要素流通提供了可信身份管理和资产化表达的能力，有助于实现数据确权、数据交易和数据流转，能够开辟更多的数字原生应用场景，促进实体经济与数字经济融合发展。一方面，Web3 应用可以是对我们所生活的物理世界和网络应用进行升级和改造，例如游戏、文化、社交等领域中，都在探索具有创新性特征的 Web3 应用场景。另一方面，在元宇宙、加密金融资产等领域中也不断涌现出以数据为生产要素，依托数据的流通和价值发挥所形成的新型应用模式和经济模型。

五是 Web3 产业生态需要新视角，多利益方将开展全面布局。

Web2.0 时代开始出现的互联网平台，提供了用户与平台之间丰富的互动，并改变了商家与消费者的交易模式，有助于降低生产和交易成本。Web3 的典型特征之一就是去中心化，这对以平台为中心的产业生态带来了巨大的冲击。但目前看，Web3 与 Web2.0 并不是绝对的矛盾关系，中心化平台其实也是去中心化应用、分布式存储的重要互补，两者必将在较长的时间内共存。同时，Web2.0 时代形成的大型互联网平台企业，例如谷歌、微软、阿里、腾讯等，均已经开始启动 Web3 技术研发、应用探索等全面性的战略布局。

六是 Web3 监管仍存在诸多挑战，技术抓手与法规保障同步。鉴于 Web3 的技术框架尚未稳定，Web3 发展理念的实现与开放的公有区块链、加密数字货币等核心技术的工程实现之间的关系也还存在许多不确定性，这也进一步导致国家政府主管部门等监管机构对底层链技术与节点设施、分布式数字身份和数字货币的注册与分配等关键问题缺少直接的管辖权。因此各国政府和国际化治理平台组织等纷纷开展前瞻性研究，寻找合理的治理机制和法规保障，也在通过建立试验区等方式探索构建全方位、多层次、立体化的新型监管治理体系和技术手段，来确保 Web3 技术与产业的健康发展。

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62301618

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

