

Web 3.0 底层逻辑：智能生态网络 IEN-内容中心安全智能链网融合架构

导读：Web3.0 强调用户为中心，隐私数据保护，基于区块链技术构建去中心化的信息数字生态系统，从网络体系结构上看，技术关键基础是打造一个以数据内容为中心，用户与建设者、参与者、监管方多方共识细粒度鉴授权的内容中心安全智能链网融合架构。

一、数据分类分级确权授权的意义与内涵

二、智能生态网络 IEN 助力构建数据细粒度鉴授权体系

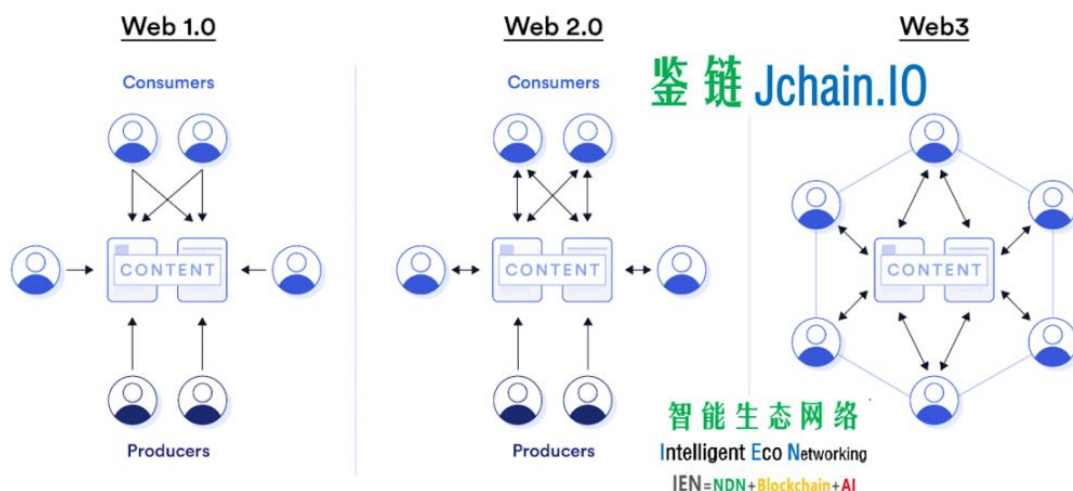
三、数算网融合原生架构（Content-Computing-Communication Hybrid Native Architecture）

四、内容中心安全智能链网融合架构

一、数据分类分级确权授权的意义与内涵

2022 年 6 月 22 日，中央全面深化改革委员会第二十六次会议，审议通过了《[关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见](#)》，指出：要建立数据产权制度，推进公共数据、企业数据、个人数据分类分级确权授权使用，建立数据资源持有权、数据加工使用权、数据产品经营权等分置的产权运行机制，健全数据要素权益保护制度。数周之前，《中共中央国务院关于加快建设全国统一大市场的意见》也提出要“加快培育统一的技术和数据市场”。构建数据要素统一大市场，势必依托统一协调的平台范式，打造多层次、多样化的[细粒度数据鉴授权](#)集成技术体系，促进不同类别、不同价值、不同维度、不同时空的数据语义化互联互通。[促进数据高效流通使用、赋能实体经济（人民网）](#)，面向 Web3.0 的新一代互联网新技术、新产业模式发展是数字经济数字产业化做强、做大的关键技术基础，也是推动产业数字化高质量发展的关键路径。

深入来看，数据还是一个相对通用、宽泛的表达方式，相对抽象、笼统。数据只是数字化信息的表现形式和载体，可以是符号、语音、图像、视频等。仅从概念化的数据角度并不能完全表达其内涵。**内容才是数据内在实质，数据内容才是数据要素的语义内涵**。无论从数据要素角度、信息语义角度，还是从采集、加工、使用、交易、治理等流通角度，确定数据内容的主体、属性、价值、规则，建立健全一套以内容为中心、知识驱动的价值互联网（[智能生态网络:知识驱动的未来价值互联网基础设施](#)）技术体系是实现统一数据大市场的一个核心[底层 Web3.0 网络架构](#)（知乎），砥砺“[东数西算](#)”。



鉴链(JChain) – 基于区块链分布式身份 DID 鉴权的知识数据安全传输与隐私保护方案

二、智能生态网络 IEN 助力构建数据细粒度鉴授权体系

信息语义内容加载于数据之上，对数据作具有含义的解释。数字经济已成为当前最具活力和创新力、辐射最广泛的经济新业态，也面临诸多挑战：包括数据的资产地位尚未确立，数据确权难题尚待破解，数据共享流通障碍重重，数据安全和隐私保护体系尚不健全等。（求是：[大数据与数字经济，梅宏院士](#)）。数据和信息内容是不可分离的，大数据带来大量价值内容的同时，也带来了大量冗余信息、甚至垃圾信息、病毒信息；Web2.0 大厂“一家独大”，也导致市场垄断、税收侵蚀、隐私安全等问题；作为数字新基建的“血液循环系统”，数据模型独立，数据难以关联共享；负载类型不同、冷热数据不同，难以自动化调度不同物理资源；以计算/位置为导向的数据处理范式，常常需要执行海量数据“迁徙”工作，导致网络性能瓶颈等区块链、元宇宙、Web 3.0 已成为当前新一代信息技术中最具创新力的国际网络分布式计算研究热点，跨学科（计算机、自动化、经济、管理、金融、法律）的复杂知识与技术融合集成也带了巨大的认知与科技创新的挑战。未来互联网内容知识化、知识价值化、价值网络化、网络生态化、生态智能化的发展趋势已经越来越显著。未来网络体系结构发展孕育着数字新基建发展之大变局，关键在于打造一个融合区块链、协调分布式人工智能、命名数据网络等先进技术的数字经济可信底座（[智能生态网络（IEN）2021 基于价值数据 NFT 的开放可信数字底座](#)）。更高级更复杂的大数据与人工智能应用需要先进的网络技术支持，全面采用知识驱动的人工智能，更注重智能模型的通用性、复用性、可扩展性、可解释性，由原始数据提炼知识，由模型实践积累经验，并融入人类的领域知识与记录，共同驱动网络智能化进程（[6G：立体泛在 智联天下-黄维院士](#)）。唐僧的四个徒弟中，大家千万不要忽略了白龙马，没有白龙马，有再先进的理念也走不到西天，《[块游记](#)》，2018。

三、数算网融合原生架构（Content-Computing-Communication Hybrid Native Architecture）

传统的 IP 互联网架构僵化、内容感知能力弱、多构架/多网络融合能力差，同时也面临着控制调度统筹兼顾灵活性低、内生信任维护机制的缺失等不足，从而导致网络基础能力对上层多类型应用（区块链、人工智能、大数据）的服务质量模式单一。Internet 50 多年辉煌的关键因素：“免费”、“开源”、“OSI(分层治理)”、“IP 瘦腰”简洁开放模式；随着互联网与社会、产业、经济结合越来越紧密，“过度免费”变相加重了资本的话语权，马太效应形成了平台垄断；“过度开放”面对安全挑战巨大，使得底层网络协议长期“封闭化”。上层应用不断繁荣和数字开放的大趋势使得传统网络架构自身饱受其累，打补丁、头痛医头、脚痛医脚已经难以为继，迫切需要体系化的集成优化与变革创新，释放网络内在的数字生产力，解决日益增长的产业规模化发展和不平衡不充分的资源有效利用之间的矛盾，实现技术创新引领的双碳发展新格局；

智能生态网络 IEN 改进了[信息中心网络与命名数据网络](#)架构，综合了分布式人工智能分析决策与区块链共识计算技术,统筹考量数据内容存储(Data Content Storage/Cache)、计算(Computing)与带宽网络资源(Communication)三方协作的整体成本/效益(Cost/Return)经济指标,构建层次化（专利 1、2）、智能化（专利 3、4）、语义化（专利 5、6、7）的新型智联网络构架（专利 8）。向后兼容 IP 协议，向前演进面向跨域、边缘重点场景的命名(或标识)与 IP 融合异质计算寻址的多模态网络协议（专利 9），叠加内容、身份鉴授权（专利 10）与多方可信激励机制（专利 11），增强网络资源分配模型（专利 12）和优化评价体系（专利 13）。通过内容语义检测（专利 14）与身份可信鉴授权（专利 15），坚持安全可控与开放包容并重，旨在形成一个高扩展（专利 16）、动态适应（专利 17）、多目标优化（专利 18）的网络基础设施，探索新一代产业化、经济化、生态化未来互联网技术路径，奠定开放与共享、协同互惠的智能生态网络技术基础。

智能生态网络：知识驱动的未来价值互联网基础设施

雷 凯^{1,2}, 黄硕康¹, 方俊杰¹, 黄济乐¹, 谢英英¹, ■ ■ ■

1. 北京大学 信息工程学院 深圳市内容中心网络与区块链重点实验室, 深圳 518055

2. 北京大学 互联网研究院, 深圳 518055

摘 要: 未来互联网内容知识化、知识价值化、价值网络化、网络生态化、生态智能化的发展趋势已经越来越显著. 针对传统IP互联网架构僵化、内容感知能力弱、多构架/多网络融合能力差、控制调度灵活性低、内生安全与信任维护机制缺失、服务质量模式单一、评价指标及方

基于开放联盟区块链的 NFT 应用虽然存在风险, 但从积极面上来看, 这类应用开启价值互联网的承载价值数字要素的新思路. 但是否必须“上链”才能数字资产确权, 以及为了上链而付出的不确定代价 (Gas 费) 的模式并不能自圆其说, 上链的冷门数字藏品性价比显然“得不偿失”, 数字资产交易必须强依赖区块链?

智能生态网络 IEN 提出了基于命名寻址与 NFT 特性相结合的数算网一体新型网络体系结构, 具体给出了一个可共性支撑边缘物联网、算力网络、元宇宙、数字孪生等场景需求的开源开放许可型智能生态联盟链网 (许可型应用底链, 而不是金融虚拟化公链)。

NFT (非同质代币) 与命名寻址充分结合, 实现全网可携带、分类分级分主体的无绑定数字资产, 可扩展更丰富的语义场景. 基于区块链分布式账本的特性, 逆向思维, 也可以降低大规模网络数据多方之间分发网络的冗余状态, 提升整体网络通信系统容量 (逼近香农定理上限). 通过底层逻辑的演进升级, 扩大了多方、双边、价值数据内容分布式交易市场, 把交易相关的商业运营交由应用场景去拓展 (类似 Android 平台模式形态), “自底向上”解决异构联盟链的语义化、状态化互联互通难题, 让业务上层更专注应用市场生态的推动和发展, 打造 [Web 3.0 商业模式](#) 可信数字底座。

四、内容中心安全智能链网融合架构

新型网络基础设施夯实数字经济发展底座, 面向共建、共治、共享的社会治理格局, 推进治理现代化, 健全科技治理体系. 区块链技术生态的发展也必须与网络通信、云计算、大数据、人工智能协同进步, 融合发展. 2018 年在 [IEEE HotICN](#) 国际学术会议上, 由北京大学数字研究院深圳市内容中心网络与区块链重点实验室 (ICNLAB) 主任雷凯老师团队提出的智能生态网络 (IEN) 在 2022 年进一步完善了技术和理论方面的内容:

1. 从架构理论上进一步增强了确定性网络方面的技术融合、提升了端到端、多自治域互联互通的灵活拓扑适应、低时延、安全防护方面的能力 (专利 19);
2. 基于命名数据寻址的一对一关联的特性, 提出了基于无绑定型 NFT 的泛中心化新型网络自组织构建方案 (专利 20);
3. 提出了一种基于命名寻址的语义化高效开放网络数据压缩同步方法 (专利 21);
4. 提出了一种基于层次化信用聚类模型来优化共识轮次与传输开销的双通道高通量 HotStuff 类型的区块链共识机制 (专利 22);

从元宇宙底层技术需求来看, 区块链、物联网、全息技术等集成给创建未来网络价值交互带来可信管理、隐私保护、分布式信任等新技术路线. 所谓元宇宙八大要素其实也是一种对面

向数据内容对象的智能化、知识化、安全化数字技术在虚实空间的大融合，从本质上来看也是对链网融合架构的形成了一个相对完整的概念化场景描绘。

总结来看，智能生态网络 IEN 是一个理念先进、技术演进、实际可行的 Web3.0 安全智能链网融合架构：

1. IEN 实现了应用层到传输层的跨层弹性映射机制，可以建立数字身份与物理终端之间的关联映射，提高元宇宙数字空间的真实性、可靠性，形成跨域可信的社交网络、社交游戏的数字底座；
2. IEN 算网融合、确定性的传输机制可降低人机交互的延迟冗余、提高带宽利用率，从而保障大规模虚拟现实应用的沉浸感；
3. IEN 内在的弹性泛在灵活适配机制可支撑多元化应用场景，集中式与分布式相结合的协调分布式资源调度分配控制模型，可更好地实现就近计算/按需计算、增强数据与计算状态的高复用性，更好地支持前瞻性[新型网络体系结构与技术\(ICENAT\)](#)；
4. IEN 基于价值数据内容为中心的传输松耦合、弱绑定机制，叠加区块链分布式账本技术，可以更合理、更科学地建立数据分类分级细粒度全流程价值生态经济系统，从而建立治理与应用相互促进、多方互惠的大尺度高公平性的分布式商业，逐步形成更健康、更开放的协同共治、高自治能力的数字生态文明。

参考引用：

1. 专利 CN 202011039260.1: 雷凯等,《一种分层协同决策的网内资源调度方法及系统、存储介质》;
2. 专利 CN 201911020020.4: 雷凯等,《一种数据处理方法及其装置》;
3. 专利 202010196872.5: 雷凯等,《一种网络控制方法、数据转发方法及软件定义网络》;
4. 专利 CN 201911043193.8: 雷凯等,《一种数据传输方法及相关设备》;
5. 美国专利 US 10, 334, 020 B2: 雷凯等,《向网络中发送和从网络中获取目标数据的方法》;
6. 美国专利 US10, 355, 986 B2: 雷凯等,《信息网络下基于概率树的兴趣包转发的方法》;
7. 专利 ZL 201710686348.4: 雷凯等,《一种 NDN 和 IP 融合网络的内容管控方法装置及存储介质》;
8. 专利 PCT/CN2020/106797: 雷凯等,《一种面向网内算力或资源服务的通信方法》;
9. 专利 PCT /CN2021/140331: 雷凯等,《一种多协议数据传输方法及装置、网络和存储介质》;
10. 专利 ZL 201810878557.3: 雷凯等,《一种 CCN 中基于区块链的密钥管理方法、装置及存储介质》;
11. 专利 ZL 201710132298.5: 雷凯等,《一种活动社交网络中节点可信度的计算方法及装置》;
12. 专利 ZL 202210040260.6: 雷凯等,《基于区块链的云原生任务分配系统、方法和装置》;
13. 专利 ZL 202010694425.2: 雷凯等,《一种网内资源的量纲测量方法、算力调度方法及存储介质》;
14. 专利 ZL 202111067094.0: 雷凯等,《数字货币交易中异常实体的检测方法、存储介质》;
15. 专利 ZL 201710686348.4: 雷凯等,《一种自组网络的分布式入侵检测方法和系统》;
16. 专利 ZL 201810122889.9: 雷凯等,《一种联盟区块链共识方法》;

17. 专利 202010257581.2: 雷凯等,《DTN 网络中的消息传输方法、节点和存储介质》;
18. 专利 202010773478.3: 雷凯等,《网络资源需求及其中算力需求的确定性转发方法》;
19. 专利 ZL 202010373377.7: 雷凯等,《一种网络中数据内容的鉴授权方法和计算机可读存储介质》;
20. 专利 ZL 202210040269.7: 雷凯等,《无绑定型非同质化代币的生成方法和解析方法和存储介质》;
21. 专利 ZL 202210040259.3: 雷凯等,《区块链数据同步的方法和计算机可读存储介质》;
22. 专利 ZL 202210040270.X: 雷凯等,《区块链的双通道共识系统和方法、计算机可读存储介质》