

基于实数融合的可信数据空间构建

李林^{1,2,5}, 任伏虎², 王宇奇³, 蔡华谦⁴, 黄毅³, 董锦华², 叶自燊^{1,5}

1. 闽都创新实验室, 福建 福州 350108;
2. 上海临港北京大学国际科技创新中心, 上海 201306;
3. 福建大数据一级开发有限公司, 福建 福州 350207;
4. 北京大学数据空间技术与系统研究中心, 北京 100871;
5. 福建省数智双碳创新研究院, 福建 福州 350026

摘要

面对数据要素规模化流通难题, 从系统论的角度, 提出“基于实数融合的可信数据空间”整体解决方案, 包括数据要素市场的制度规则设计、可信数据空间技术架构设计, 以及以运营为导向、央地协同的可信数据空间全国化体系构建路径。方案创新点主要体现为“1+1+3”, 即“一个(数据流通)可信管控方法论”“一个实数融合框架”及在此基础上的全国数据要素市场“一个可信数据空间”+“一个基础设施平台(多节点)”+“一个运营主体”。

关键词

可信数据空间; 实数融合; 数据流通; 数据市场; 数据基础设施; 数据要素

中图分类号: D920.1

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-0271.2026017

Construction of the trusted data space based on reality-data integration

Li Lin^{1,2,5}, Ren Fuhu², Wang Yuqi³, Cai Huaqian⁴, Huang Yi³, Dong Jinhua², Ye Zishen^{1,5}

1. Mindu Innovation Laboratory, Fuzhou 350108, China
2. International S&T Innovation Center at Lin-gang Special Area, Peking University, Shanghai 201306, China
3. Fujian Big Data Primary Development Co., Ltd, Fuzhou 350207, China
4. Research Center for Data Space Technology and Systems, Peking University, Beijing 100871, China
5. Fujian Digitalization & Carbon-Neutrality Innovation Institute, Fuzhou 350026, China

Abstract

Facing the challenges of large-scale circulation of data factors, from the perspective of systems theory, a comprehensive solution of “the trusted data space (TDS) based on reality-data integration” is introduced. This solution is comprised primarily of: the design of institutional rules for the data factors market, the design of the technical architecture of the TDS system, and an operation-oriented, central-local collaboratively constructed path for the nationwide TDS system. The innovation of the solution is summarized as a “1+1+3” framework, namely “one trusted governance methodology (for data factors circulation)” “one framework of reality-data integration” and building upon this, “one trusted data space” “one infrastructure platform (multi-node)” and “one operational entity” for the nationwide data factors market.

Key words

trusted data space, reality-data integration, data circulation, data market, data infrastructure, data factor

0 引言

2019年党的十九届四中全会提出将数据列为生产要素^[1]，距今已过去6年多。其间，“数据二十条”^[2]等多项重磅政策文件相继出台，作为数据领域主管机构的国家数据局挂牌成立，各地也纷纷开展相关实践探索，已先后设立数十家数据交易所。但整体而言，全社会层面数据要素的规模化流通并未如期而至。究其认识根源，“就数据论数据”（脱离实体经济）、“就技术论技术”（脱离商业逻辑），是核心问题所在。站在系统论的角度，本文提出“基于实数融合的可信数据空间”整体解决方案，为从根本上破解数据要素规模化流通难题提供创新思路。

1 底层逻辑：价值创造与数据要素流通

1.1 数据要素价值创造

从本质来看，数据要素的价值创造只能来源于实体经济。数据是对实体经济社会活动的记录和反映^①。对数据进行处理和加工，可分层次形成信息、知识和智慧（决策）。但只有基于数据的决策与现实行动相结合，形成生产力，价值才真正被创造出来。否则，数据的价值只能是待实现的潜在价值。

那么，深入实体经济里，数据要素的价值贡献究竟在哪？在现代社会里，生产者和消费者间存在巨大的“鸿沟”，商品的价值实现需要经历“惊险的一跃”。数据有助于架起生产和消费间的桥梁，降低生产

者寻找消费者的成本，甚至理想状态下可按需定产。这应当是数据赋能实体经济的最直接价值体现。进一步地，数据要素价值创造可扩展为消费者视角的“多好快省”——数据有助于实现更多商品、更好品质、更快送达、更省价格。这可被视为社会全局层面的数据要素价值创造源泉。

从全局视角看，国家之所以要大力发展数字经济，最根本的逻辑在于：数据作为特殊的生产要素，其具有无限复制性，不因被使用而消耗。这是数据要素不同于实体生产要素的最关键区别——不论是土地、劳动力还是资本，都会因被使用而消耗。理想情况下，数据在上游一处采集，在下游 N 处场景应用。这样，生产要素投入不增加，而社会总产出倍增。因此，数字经济的精髓就在于数据要素的规模化复用。可以认为，数据要素的复用度越高，数字经济越发达。

而从数据要素价值创造的个体事件看，价值总是在一个个具体时空场景中产生的，时空具象性越差的数据越难发挥产业化价值；同时，每次的数据价值创造都对应一条数据流通链条^[3]，下游应用场景的数据需求方将实体产业增值收益的一部分作为对数据贡献的付费，该付费就是整个流通链条的最终收益来源。在流通链条内部，数据作为特殊的商品，同样面临生产者到消费者的“鸿沟”跨越问题，需要从下游需求出发，串接上游的数据和算法等资源，串点成链——这一过程也就是内部的价值共创过程。

1.2 数据要素跨主体流通

数据要素的价值创造可概括为“实体—

^① 本文所讨论的数据主要针对经济运行范畴，暂不包括思想意识层面文化艺术作品等的电子形式。

数据—实体”过程。数据是在实体经济各行各业的具体场景中产生的，分属于不同的权益主体；来自不同权益主体的不同维度数据需要进行融合“碰撞”（即交互计算），才能形成决策认知；决策认知被应用于实体经济某一具体场景，最终完成价值创造。

为何要特别强调数据的融合交互？原因在于“大数据”的概念内在决定了：①任意单一主体所掌握的数据都是不完备的；②任意对象事物的数据都是多维度难以穷尽的。因此要实现数据在特定场景的应用，通常会用到不同主体不同维度的数据——这也是当前实践中单纯的公共数据（未能与社会数据融合）往往难以直接在产业侧发挥价值的原因所在。站在全局角度，这就要求数据要素跨主体流通成为常态。

在此，需要对传统所谓“原始数据不出域”进行重新诠释。如果只是强调对采集到的原始数据进行清洗、脱敏、标记等治理，治理后的数据资源才能进入数据要素市场流通，这是合理的；但从权益控制的角度来看，除了少数的查询验证等点对点单向的数据应用，主流的应用场景应该是数据实体内容的确需要从初始权益方流向某一受各方信任的环境^[4]，在此环境中进行必要的交互计算，这就意味着“数据实体内容需要流出初始权益域”。

进一步地，这正是目前数据要素未能规模化流通的最核心障碍之一。在单纯的技术逻辑维度，所有权益主体都无私地将数据共享开放，形成全局性信息，从全社会角度必然实现价值最大化；而在真实世界，数据的权益主体要么缺乏经济利益驱动“不愿”供给数据，要么缺乏安全保障或顾虑合规等潜在风险而“不敢”供给数据（这对公共数据掌握者尤为明显）。这就带来迫切的需求——在承认“数据出域”的前提下，如何实现数据权益保护与数据

跨主体流动的平衡？

1.3 数据要素规模化流通的内在要求

规模化流通是数据作为生产要素参与社会化大生产的必要条件。理想状态下，一个数据会被成千上万次复用，全社会的数据流通链条更是数不胜数。为了实现这一目标，需要从第一性原理角度对数据要素规模化流通的内在要求进行剖析总结。

首先，应创设统一数据要素市场来承载规模化流通活动。一方面，在全国一体化大市场推进的背景下，数据要素市场必须从一开始就要强调统一性，规避局部市场割裂的弊病，且数据要素流通较之实体经济生产要素流通有更高频的流通需求和更特别的技术属性，作为数据要素市场载体的数据流通基础设施更应强调社会全局层面的互联互通性和公共复用性；另一方面，数据要素市场要具备内生的持续运行能力，就必须兼顾商业逻辑和技术逻辑，要从制度规则、技术设施以及运营治理等多个维度作出系统性安排，使得作为细胞单元的每个市场主体都能具备商业化可持续闭环。

其次，应以“许可使用”作为数据要素流通的基本形式。数据可以被无限复制，而且副本与母本完全等同。这就不适用实体物品的所有权权利束安排，而可借鉴同属虚拟形态的知识产权的许可使用模式。如果将“数据二十条”提出的数据资源持有权视为类所有权的制度安排，则可形成“数据资源持有权+数据许可使用权”基本权利格局。数据资源持有权需要进行法定登记，确认数据初始权属；数据许可使用权根据各方达成的数据交易合同确立，一事一设立，事毕则失效。当然，特例情况下，也可进行数据资源持有权的转让，相当于一次性买断，需要相应进行权属变更登记。

最后，应遵循“母本+副本”分类施策的可信管控思路。数据流通的1个母本N个副本类似于孙悟空的一根毫毛瞬间分身万千，不加区别不加限定地追踪和监控各个副本的开销是难以承受的。从受控可信的角度，解决的出路在于应当紧紧抓住真身（母本），而将分身（副本）限定在受控环境中。具体而言，数据母本是长期存在且需要持续更新的；数据副本的存在总是短暂的，根据数据交易合同产生的每一次数据副本流动都被限定在一个在线受控的具体IT链路中，数据内容“用后即焚”，并不被下游需求方所获得——下游需求方的真实需求是对上游数据的加工分析结果，而并不是数据内容本身。

2 数据要素市场的制度规则设计

数据要素市场就是容纳海量数据流通事件活动的公共场域。市场的建立需要制度规则和技术系统两大支柱。本着“问题导向、目标导向”的思路，本节就市场参与主体以及数据要素的权益设定、可信流通、收益分配等实践焦点问题提出制度规则设计，强调在遵从技术逻辑的前提下，从商业逻辑出发打造各市场主体的商业模式闭环。

2.1 数据要素市场参与主体

（1）数据要素市场参与主体概览

如图1所示，数据要素市场的参与主体包括市场用户、市场运营方和市场监管方3类。其中，市场用户可细分为数据提供方、数据需求方和服务方3个子类^[5]。市场监管方不属于市场化（商业性）主体，其主要职能包括数据权益登记、市场秩序

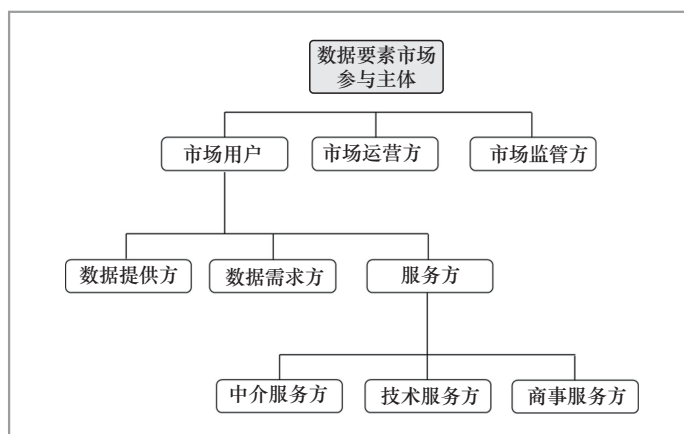


图1 数据要素市场参与主体

维持、数据产业发展等。

（2）市场运营方：持牌经营的基础设施平台主体

现有实践已证明，供需“点对点”式的数据流通方式不能从根本上解决信任问题，而且单纯依靠技术手段也不可能实现绝对的可信安全。因此，应当创设一个独立于数据提供方和数据需求方的中立第三方，该主体为供需双方提供可信流通服务，承担可信安全的第一位责任，且须明确限定其不得从数据内容中获得任何收益（单纯从技术上讲，不能完全杜绝其在流通过程中获取数据实体内容）。该主体必然需要接受政府的强监管，实质是通过政府公信力背书建立全局性信用^[3]。其所掌握的技术系统就是数据流通基础设施（进一步的分析详见第3.2节）。

（3）服务方的细分

现有政策文件中的数据服务方概念相对模糊。本文将服务方细分为中介服务方、技术服务方和商事服务方3类，具体概念定义如下。①中介服务方：为数据供需双方提供中介撮合类服务的市场主体，主要指数据经纪商（居间、代理）以及由此发展而来的数据流通综合解决方案服务商。

②技术服务方：为数据流通活动提供IT类服务的市场主体，往往会接触到数据交付主流程，主要包括算法服务商、数据治理服务商、隐私计算服务商、数据托管服务商、数据质量评估服务商等。可信身份服务商是其中特殊的一类，具有较强的技术属性，需要提供在线化服务，但不直接参与数据交付主流程。③商事服务方：为数据流通活动提供商事类服务的市场主体，往往不提供在线化服务，主要包括法律类服务商、财税类服务商、营销类服务商、培训类服务商等。

2.2 数据相关权益设定

“数据二十条”开创性地提出“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”。其底层逻辑是借鉴物权所有权的占有、使用、收益、处分4种权能中的前3种，在淡化所有权的前提下尽可能满足数据流通的实践要求。如前文第1.3节所述，数据流通应在“数据资源持有权+数据许可使用权”的权利框架下进行，需要在以下方面予以进一步明确或适当优化调整。

（1）数据资源权益划设

将数据资源持有权界定为某一主体因合法经营管理行为而采集到相关事物对象（包括自然人、法人等主体及其权属物）的数据进而获得对这些数据的持有权益。这些数据并不天然被视为被采集对象的附属权益。因此，如果这些数据在数据市场中产生收益，被采集对象无权要求分享收益。但同时，这些数据在流向数据市场前，必须遵从《中华人民共和国个人信息保护法》等法律法规要求进行数据脱敏等处理，特别是被采集对象的身份、住址、联系方式等隐私信息必须得到严格保护。这就相

当于被采集对象拥有“负向”的隐私保护权但不拥有“正向”的收益权。当然，涉及国家安全、公共利益的特殊敏感数据则完全不应流向数据市场。

数据资源持有人的收益兑现分为两种情形：一是“自用”，即在自身的经营管理活动中使用，价值体现为自身经营成果的增量，但一般很难单独列出；另一种是“它用”，即许可别的主体按合同使用数据并“用后即焚”，遵循一事一许可的原则，价值体现为别的主体的使用付费。因此，需要将“数据加工使用权”微调为“数据许可使用权”，其与数据资源收益权构成同一过程的两个侧面。特别地，实际被许可使用的主体并不仅限于付费方，还应包括过程中所需的数据加工处理服务商等。

（2）算法模型、数据治理等技术服务的权益划设

有别于数据资源的权益设定，算法模型、数据治理等和数据资源密切相关的技术服务应当界定为基于合同的一次性服务，由服务方享有相应的权益。原则上，同一数据资源可面向不同场景无限次复用。算法模型顶多能在同类场景部分复用，多数情况下都需要定制化开发^[3]。而数据治理如果是在流通过程中发生，则应当一次一付费，治理后的数据资源版本不被保留；但如果是在源头由数据提供方付费，所形成的新版本可由数据提供方保留并确权。

这还带来一个隐含的深层次问题：在一次数据流通过程中，分属不同主体的数据资源和算法模型交互生成新的数据产品或服务，该成果作为一种暂态的中间产品（随着本次流通的结束而被销毁）并不能被独立确权登记；当对此中间产品有新的需求时，应当穿透回溯到底层的权益主体，重新生成一条数据流通链条，由数据提供方和算法服务商共享收益。当然，市场成

熟运行后，可考虑不销毁复用性强的某些中间产品，由相关方共同指定的主体保存托管，其产生收益由相关各贡献方按事先约定分享。

(3) 数据与知识产权的区分

在实践中，出现了将数据与知识产权混为一谈的情形，甚至有将数据按照知识产权体系进行管理的观点^[6]。有必要对此予以明确区分：数据是对现实经济社会活动的如实记录，更接近资源的含义，不包含人类智慧创造；而知识产权强调人类智慧创造，如发明专利、影视作品、电子游戏等。在生产要素的范畴里，数据对应的是数据要素，知识产权对应的是技术要素。因此，对数据的权益设定与保护应当与知识产权遵循不同的逻辑、分属不同的体系。进一步地，从企业的商业逻辑出发，数据要素更有意愿对外流通，而技术要素则更强调保护；在数据要素范畴里，实地调研发现，对于研发试验数据等更趋近知识产权的，企业更不愿意对外流通，而对于物流运输、物料余缺等时空互济性强的数据，企业更有意愿流通。

此外，在数据范畴里需要厘清“数据资源、数据产品、数据资产”的概念。可将原始采集到的数据视为“矿藏”，经过治理后的数据资源就是“矿产”（初级产品）；数据初级产品结合算法模型生成次级甚至更高级产品。可见数据资源和数据产品并无绝对清晰的分界线。而数据资产更侧重从财务会计角度，强调权属主体和能够带来收益^[7]。为方便讨论，本文一般采用数据或数据资源的表述而将数据产品作为数据资源和算法服务的共同衍生物。

2.3 在线化流通：“源头确权登记+流通全量图谱”

如前文所述，要破解数据要素可信流

通的难题，在技术逻辑上应当遵循流通过程“母本+副本”分而治之的思路，要求数据资源全程在线化受控流通。进一步的制度规则设计如下。

(1) 做好数据资源“源头”登记

数据不会凭空产生，数据资源的生产采集总是具有明确的时空客观证据。同时，数据资源也需要持续更新。在源头对数据资源进行确权不仅逻辑合理，且成本可控，还能促进形成数据持续更新的商业闭环^[3]。在实践中，针对同一实体对象的数据可能由多个主体采集，相互间的数据可能存在重叠，应遵照事实原则分别确权。甚至从市场竞争的角度，应鼓励相同数据由多个主体提供。再一个问题在于，原始采集方获得的数据可能过于少量零散，不便于直接登记。应鼓励在平等自愿的前提下由一个主体将多个采集方的数据资源聚合并进行资源登记，登记时注明数据的合法来源和各方权利让渡约定。要保证在流通链条上有且只有一个初始权益登记主体。

应当借鉴土地/房屋的法定登记流程，建立数据资源持有人的法定登记制度。由权益主体向注册所在地的数据登记机构提出登记申请。在操作流程上应无缝嵌入数据要素市场，实现登记申请一站式在线提交、数据登记作为前置条件无缝衔接数据资源上架等。登记类型包括初始登记、变更登记、更正登记、注销登记等。其中初始登记是最核心职能，申请方须提交权属来源、法律合规意见书等证明材料，登记机构进行实质性审核，对于确权通过的数据资源，颁发登记凭证及具备全生命周期唯一性的登记编码。而变更登记则适用于数据资源持有人一次性买断的特定情形。

(2) 制度法律：规定须从源头调用数据

从制度法律的维度，首先应明确规定：

数据流通各环节对数据的使用必须且只能从数据资源持有方调用；涉及数据使用的，必须要对数据来源合法合规性进行自我举证；在数据的使用过程中不得擅自留存复制，更不得对外传播。其次，为加快数据要素市场的培育，应规定入场交易基于勤勉尽责的合规豁免原则，消除各主体对于合规角度风险无限度的顾虑，特别是互联网公开数据缺乏明确登记主体、再加工极易引发争议纠纷等特殊情形。再次，应规定数据流通基础设施平台主体作为商业实体，承担数据可信流通的第一责任，当然其可进一步向相关责任方进行责任追索，还可建立责任保险制度等。最后，从公平的角度，应当允许数据场内交易和场外交易并存。但事实上由于场内交易更具有可信度，且同一数据资源在场内更容易实现成交，场内交易必然成为主流形态。

（3）技术系统：实现数据在线受控交付

在数据资源面向数据要素市场发布时，市场公域里可见的是数据ID、元数据等摘要信息，数据实体内容仍保留在数据提供方私域。当一个具体的数据交易合同达成时，其对应的技术操作流程包括：首先，数据流通基础设施平台根据合同动态分配数据沙箱^①，沙箱具备安全隔离和策略配置等功能；接着，数据提供方将数据注入数据实体内容，算法服务商向沙箱注入算法模型（注意：只能单向注入）；然后，在沙箱内完成交互计算，过程可能存在多次迭代；之后，数据计算分析结果经各方审核确认后，特别是确认未包含注入的上游数据和算法，由数据需求方从沙箱下载；最后，将注入数据、算法、过程产生数据及沙箱全部销毁。当然，如果这一数据交易重复性高，经各方同意可由平台对沙箱及沙箱内数据、算法予以一定时限的保留，

①考虑到实施性价比，本文所讨论的数据沙箱通常为软件形态；但如果遇到对可信安全要求特别高的需求，也可升级为可信执行环境（trusted execution environment, TEE）等软硬件结合形态。

以备后续复用。

（4）建立数据流通全量图谱

在每个数据流通事件中，数据流通基础设施平台须做好全过程存证记录，利用区块链等技术实现存证的不可篡改，在各环节实时向各参与方发送，保证流通过程相对于各参与方全程“透明可信”。在此基础上，平台应抽取每个流通事件的关键信息，如参与方、涉及数据与算法、订单生成与结束时间、订单金额区间、各方后评价等，为全社会的数据流通建立全量图谱。该图谱应向社会公开，利用大数据智能化技术，通过市场机制调动各方参与，一方面可有效筛查数据资源的违法违规使用行为；另一方面，也是更重要的，可通过真实成交信息进行推演分析，持续扩展上游数据资源的下游应用场景。

2.4 数据要素流通的收益分配

（1）单次数据流通事件的收益分配

首先，应在制度规则层面确立中介服务方的定位与价值，建立类似于房地产经纪的数据经纪制度。要通过制度安排，将解决方案服务商（单次数据流通交易的组织者）设定为数据流通链条形成的第一推动力；其次，在市场起步阶段，为加速流通链条的形成，应引导建立如下的收益分配模式——单次流通收益分配重点向服务方倾斜；数据提供方收益来自“单次低价×多次复用”^[3]。重点是引导数据提供方建立长期收益理念，让其在降低单次收益期望值的同时，关注数据的下游应用场景持续扩展，这就使其与中介服务方持续撮合成交的利益诉求保持高度一致。而低单价本身也有利于用户群体的扩大，更容易实现全局的多次复用。特别地，公共数据资源持有方应带头践行“单次低价、鼓

励复用”的定价方式。

（2）地方政府对于数据收益的分享

土地收益日益萎缩后，地方政府对于数据收益的诉求是难以回避的。一方面，从税收的角度来看，其可获得收益包括：①通过法定立法程序，设立专门的数据资源交易税，可采取固定税率（如1%），根据每次的数据流通交易金额向数据提供方征收；②数据产业各类企业正常按照增值税、所得税等规定缴税。这也就激励了地方政府持续做好数据资源登记和培育数据产业相关企业主体。另一方面，从公共数据资源持有者角度，地方政府掌握的公共数据资源可授权下属国资平台经营^[8]，对于公益事业、民生服务需求无偿提供数据，对于企业经营需求可通过数据要素市场有偿、低单价提供数据，从而形成政府“财政投入—数据采集—收益反哺”的良性循环。

3 可信数据空间技术架构设计

“可信数据空间是基于共识规则，连接多方主体，实现数据资源共享共用的一种数据流通利用基础设施，是数据要素价值共创的应用生态，是支撑构建全国一体化数据市场的重要载体”^[9]。可信数据空间是承载数据要素市场的技术系统，面对的是跨主体的数据要素流通问题——作为单一权益主体的所谓个人数据空间、企业数据空间概念是值得商榷的。在数据要素市场制度规则设计的基础上，本节进一步提出全国数据要素市场“一个数据空间”的技术架构体系设计。

3.1 实数融合：核心理念与技术实现

本文所提出的可信数据空间系统性解

决方案，其核心理念可概括为“实数融合”。实数融合（reality-data integration, RDI）是贯通实体世界与数字世界、实现数据要素价值创造以及数据要素可信流通的基础性框架。

针对数据要素价值创造，首先，在认知层面，实数融合框架强调数据要素价值来自实体经济，不能脱离实体经济，就数据论数据；应当在充分认识“数”（符合数据流通内在机理规律等）和“实”（尊重权益主体的利益诉求等）的基础上，进行系统性的融合体系构建。其次，在技术实现层面，其包括3个层次的内容：①数实映射，每条数据都源自现实世界的某个实体，可通过时空编码建立从实体到数据的映射，使每条数据都具备真实客观内容；②融合计算，通过时空关系实现海量对象数据的组织融合，在对象关键词关联的基础上发挥时空交互计算特性，实现计算分析结果时空具象化、指向精准化；③价值跃升，将决策成果落地应用于具体业务场景，在实体经济活动中实现新的价值创造。

针对数据要素可信流通，首先，在认知层面，实数融合框架将具体的数据流通过事件还原为一个具备时空客观性的物理流动过程，将可信数据空间视为容纳数据流通海量活动的“公共容器”，并强调要从商业逻辑层面促进各主体的商业化闭环形成。其次，在技术实现层面，其包括3个层次的内容：①一阶实体（化），将虚拟形态的数据作为一阶可见实体，不再从属依附于IT设备和网络，并为其赋予全生命周期不变的身份ID；②以实控数，通过状态相对稳定的实体，特别是从权益主体等角度，来控制应对状态变化不定的数据，以可追责存证记录实现可信的动态收敛；③时空可信，基于时空连续性、难作伪性等特性，以时空可信为基底串接多种可信安全技术

形成可信管控体系^[10]。同时，随着人工智能浪潮的持续高涨，数据内容的时空真实性也日益受到关注。

实数融合框架是在时空码和数联网这两大中国自主原创核心技术基础上面向数据要素领域的重要应用创新。时空融合编码（spatio-temporal integrated coding, STIC）技术是在地球空间剖分网格编码^[11]基础上发展出的一套大数据组织与计算技术体系。其基本内涵是遵循“基于时空、融合对象”思路，形成“时空位置+对象信息”的一体化融合编码与应用体系，涵盖编码标识、索引、表达、计算等功能^[12]；数联网（Internet of data, IoD）技术是基于数据语用原理，融合数字对象架构、智能合约、分布式账本等底层技术形成的数据空间基础设施解决方案^[13]，其主要包括如下关键技术：基于数字对象架构的一阶数据实体模型及交互技术、基于语用合约的一阶数据实体使用技术、基于关系链的一阶数据实体可信保障技术^[14]。

在可信数据空间技术架构中，实数融合框架的本质是构建起“时空+对象”两维度融合的底层技术支撑，形成一个统一的、可刻画可溯流的全局性“数据空间”，全社会海量数据对象在此空间内规模化可信流通；该数据空间与实体经济所处的实体空间通过时空融合编码体系实现贯通——从国民经济全局看，数据流通的可信乃至数据空间的可信都只是过程手段，实现实体经济的可信可持续才是终极目标。在下文的可信数据空间系统架构中，实数融合框架具体体现为“实数融合底座”以及“全局性可信监测”系统等。

3.2 系统思维：可信管控方法论创新

可信数据空间的核心关键是实现数据

规模化可信流通。在此，从系统性思维出发，提出一个具有创新性的数据流通可信管控方法论，主要包括以下3个层面。

（1）核心思想：基于系统运行的可信程度持续收敛

在社会全局的角度，信任体系总是在不断运行维持而没有终点。在任一时间截面上，信任体系都是不完美的；对于某一个体事件，信任初衷并不必然带来结果事实的可信。但是，人类社会实践已经证明，大量同类个体事件的存在，使得通过各参与方的重复博弈能够实现可信任度（即“结果/预期的偏离度”）持续动态收敛——这才是社会性信任体系构建的真谛。同时，严格而言，可信并不等同于安全，也不等同于可控；可信更多源于可证，即通过证据链的固定及可回溯形成相互间的信任。可类比的是，无法完全避免犯罪，但能够通过提高破案追责率减少犯罪发生。

因此，实现数据流通可信管控，不应过分追求单次数据流通事件的绝对可信，而应将重心放到整个信任体系的系统持续运行上，通过“事前数据预判—事中严格执行—事后审计评价/责任追溯”的机制设计，不断淘汰不可信行为，实现信任体系的持续净化。为此，应当将个体层面的每个数据流通事件“信任预判—结果验证”信息上升为全局性信息，让参与主体在全社会的层面形成重复博弈状态——这就是全国数据要素市场“一个数据空间”的根源所在。具体做法是要求每个数据流通事件各参与方的真实评价及流通过程关键信息须向全局公布，即建立数据流通全量图谱，并在此基础上建立信用评价体系，对各参与主体进行奖优罚劣。

（2）技术路线：以“时空可信+流通大模型”构建全局性系统

俗语云：“不能在所有的时间里欺骗所

有的人。”对于一个实体事物，在较大数量的时空大数据支撑下找出伪证是相对容易的。因此，应按照“以实控数”的技术思路，将过往单纯偏重数据本体的防护控制扩展到数据流通全要素全过程范畴的可信可证，在全局层面构建基于时空可信的数据流通领域大模型，通过参与主体的时空轨迹、数据使用习惯乃至利益动机等实体层面多维度关联信息，进行大数据/智能化筛查分析。同时，传统点对点数据交易（脱离平台）的交易记录碎片化，缺乏复用机制；以时空可信为支撑的在线化全局管控则实现了对交易记录的复用，有助于社会信任总成本最优。

当然，在数据流通个体事件层面，还应综合运用多种可信安全技术^[15]，主要包括：数据标识与使用控制、网络与数据安全防护、可信身份、存证日志，以及密码、区块链等底层技术等。但需要注意的是，任何技术都有相应的成本，应从系统整体角度进行组合裁剪，根据具体用户需求分层供给技术。在现有技术经济条件下，应优先实现存证的多方互信和数据的使用控制；而在数据使用控制上，应以数据沙箱作为普遍化的实现形式（所谓数字合约更多是一种概念提法，策略控制实现依赖于沙箱），成本高的多方安全计算、同态加密等隐私保护计算^[16]仅适用于特殊用户的少量特定场景。

（3）体系构成：从静态到动态，从个体到全局

数据流通的可信管控体系可划分为如下3层。①要素可信层，包括主体可信、数据（客体）可信和环境可信。主体可信指参与数据流通的主体身份可信；数据可信指用于流通的数据客体可信；环境可信指数据流通赖以实现的计算机网络相关软硬件可信。②事件可信层，针对每个数据

流通事件，保障各环节的过程动态可信。流通环节可按照数据交易（偏重商业维度）和数据交付（偏重技术维度）划分。③全局可信层，在对每个数据流通事件进行全链条存证的基础上，建立数据流通全量图谱乃至数据流通领域大模型，实现个体事件可信动态度和全局性可信流通监测——根据现有通用大模型的经验，采集足够多的关于数据流通的数据，训练出的流通大模型的可信度判断将达到理想水平。

需要特别指出的是，信任体系的基本要求是“身份真实、责任明确”，因此实体身份管理与认证是基础性核心能力之一，通常通过公钥基础设施（public key infrastructure, PKI）实现——其独立于可信数据空间，对社会相关行业领域提供可信身份服务。一方面，数据流通领域有其需求特殊性，不仅需要认证各类参与主体，还需要认证软硬件设备等环境要素，且在并发数、实时性等方面有更高的技术性要求；另一方面，现有PKI体系应用覆盖度不高，应用刚性度不够，仅有证书签发核验等上游环节，不具备身份真实性风险的兜底能力，缺乏与国家企业信用信息公示系统等其他信任基础设施的联动，自身也需要进行较大的转型升级。

嵌入社会信任基础设施的数据流通可信管控体系如图2所示。

3.3 可信数据空间系统架构

作为IT系统的可信数据空间（以下简称“数据空间”或“空间”）由可信数据空间平台（以下简称“平台”）和连接器构成，整体系统形态为海量终端接入的多节点网络状结构。平台和连接器之间的网络连接复用现有的互联网，必要时可架设具有独立物理形态的数据专线。平台由若干个节点构

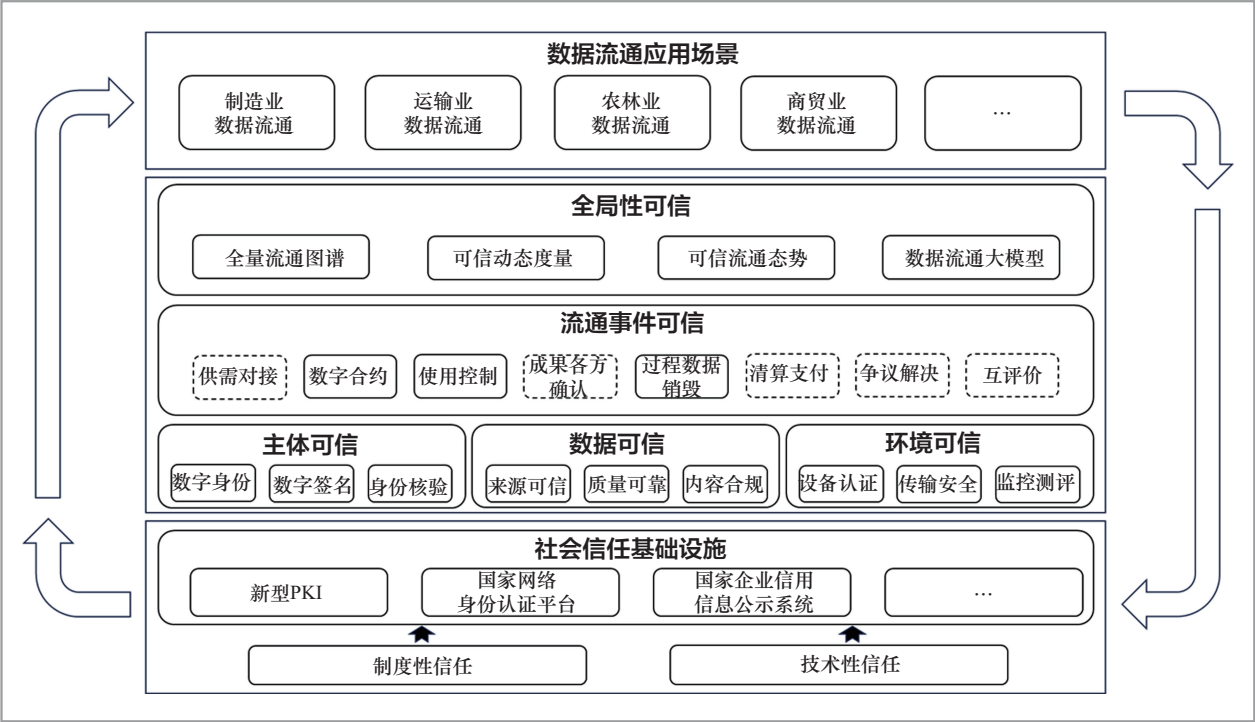


图2 数据流通可信管控体系示意

成，各节点遵循统一的技术架构并相互连接；连接器作为接入装置，分散部署于海量用户处。暂不考虑节点空间分布性的可信数据空间系统架构如图3所示。

平台由市场运营方（即空间运营方）掌握，连接器由市场用户（即空间用户）使用。平台为连接器分配唯一性标识，接收连接器的注册和接入申请。在每个具体的数据流通事件中，平台根据各方达成的数据流通交易合约，动态分配数据沙箱，基于沙箱完成数据的受控流通；而对于单纯的数据查询验证等特殊情形，可不生成数据沙箱。但全过程的动态多方存证、安全防护以及计费结算等基础功能仍须由平台统一提供。这就意味着，在空间内不存在脱离平台的数据流通活动。

此外，在服务方内部，大多数技术服务方参与数据交付主流程，需要通过连接器将自身拥有的算法模型、数据治理工具

等程序代码单向注入数据沙箱；而中介服务方、商事服务方不参与数据交付主流程，不与数据沙箱直接关联，只是通过连接器参与数据交易流程。再就是，市场监管方（即空间监管方）的数据资源登记职能须直接嵌入数据资源发布流程中，登记机构应通过特殊的接入程序接入可信数据空间，实现数据提供方一站式在线申请、登记机构登记成果在线反馈及随时核验等功能。

3.4 可信数据空间平台

可信数据空间平台是可信数据空间的能力基础和运行枢纽，其功能架构如图4所示，主要包括能力支撑层和应用服务层两部分。能力支撑层包括实数融合底座、资源服务管理、权益主体管理、可信环境管理、数据安全防护、存证日志管理6个系统，侧重从“静态”基础保障层面实现

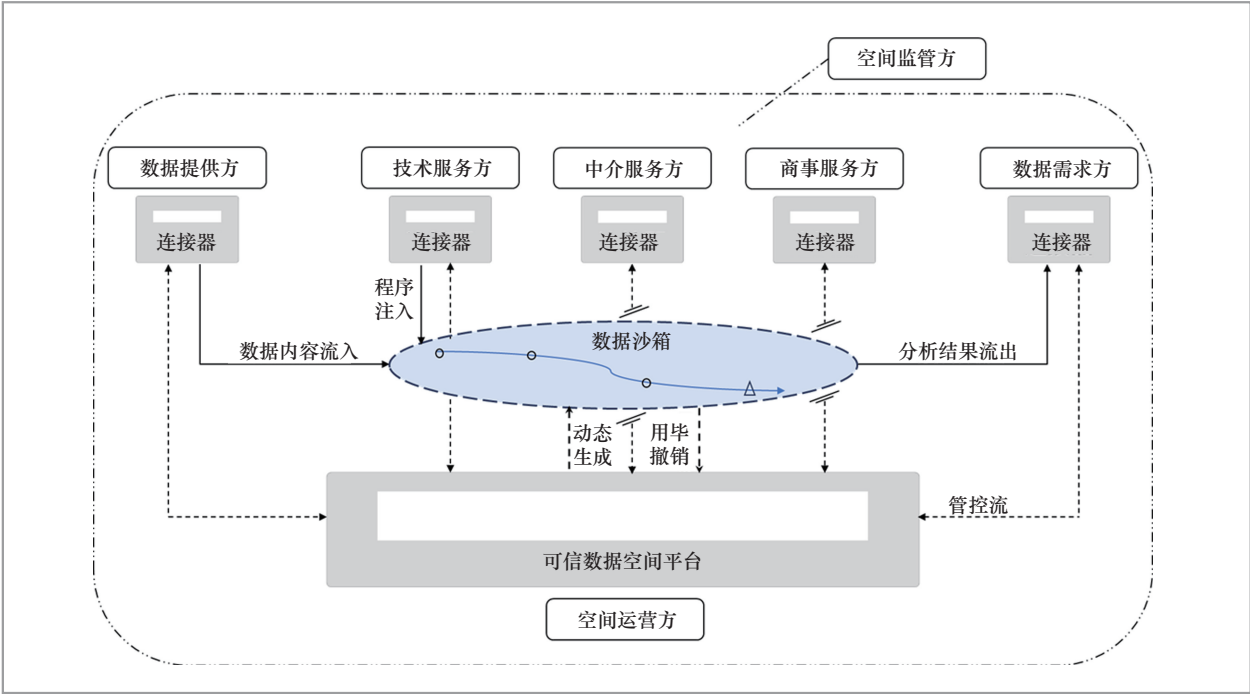


图3 可信数据空间系统架构

可信管控。应用服务层由两项内容构成：首先，按照数据流通全过程管理的逻辑，设置了11个模块，侧重从数据流通“动态”事件层面实现可信管控；其次，从全局可信监测的角度，创新性地构建了数据流通全量图谱、数据流通大模型和实时态势感知3个系统。

需要特别指出的是，能力支撑层是可信数据空间运营方对用户提供服务的基础能力，构建能力时可以对外采购，如采购安全防护、存证日志等功能模块或通过协议获得可信安全的网络传输服务等，但对用户提供服务时责任主体只能是空间运营方；而应用服务层中的数据流通全过程服务，除了计费结算、争议解决等基础性功能，绝大多数应用服务并不直接由空间运营方提供，而是交由各类服务方来提供，空间运营方为其提供必要的技术支撑——这也正是数据产业生态培育的体现。

3.5 连接器

连接器分为多个版本形态，适配不同的用户。

(1) Lvl 级（主要适用于数据需求方）：软件形态，软件即服务（software as a service, SaaS）化部署。不具备数据资源管理和数据交付功能，存证依赖于可信数据空间平台，具备作为数据需求方的接入认证、需求发布、供需对接、合约签订、交易付费、成果下载及后评价等完整交互功能。使用方便快捷是核心诉求。支持手机应用（application, App）等移动方式。

(2) Lv2 级（主要适用于非技术服务方和部分技术服务方）：软件形态，本地化部署。不具备数据资源管理和数据交付功能，有一定的存证本地化功能，具备作为服务方的接入认证、服务能力发布、参与流通交易、获得收益及后评价等完整交互

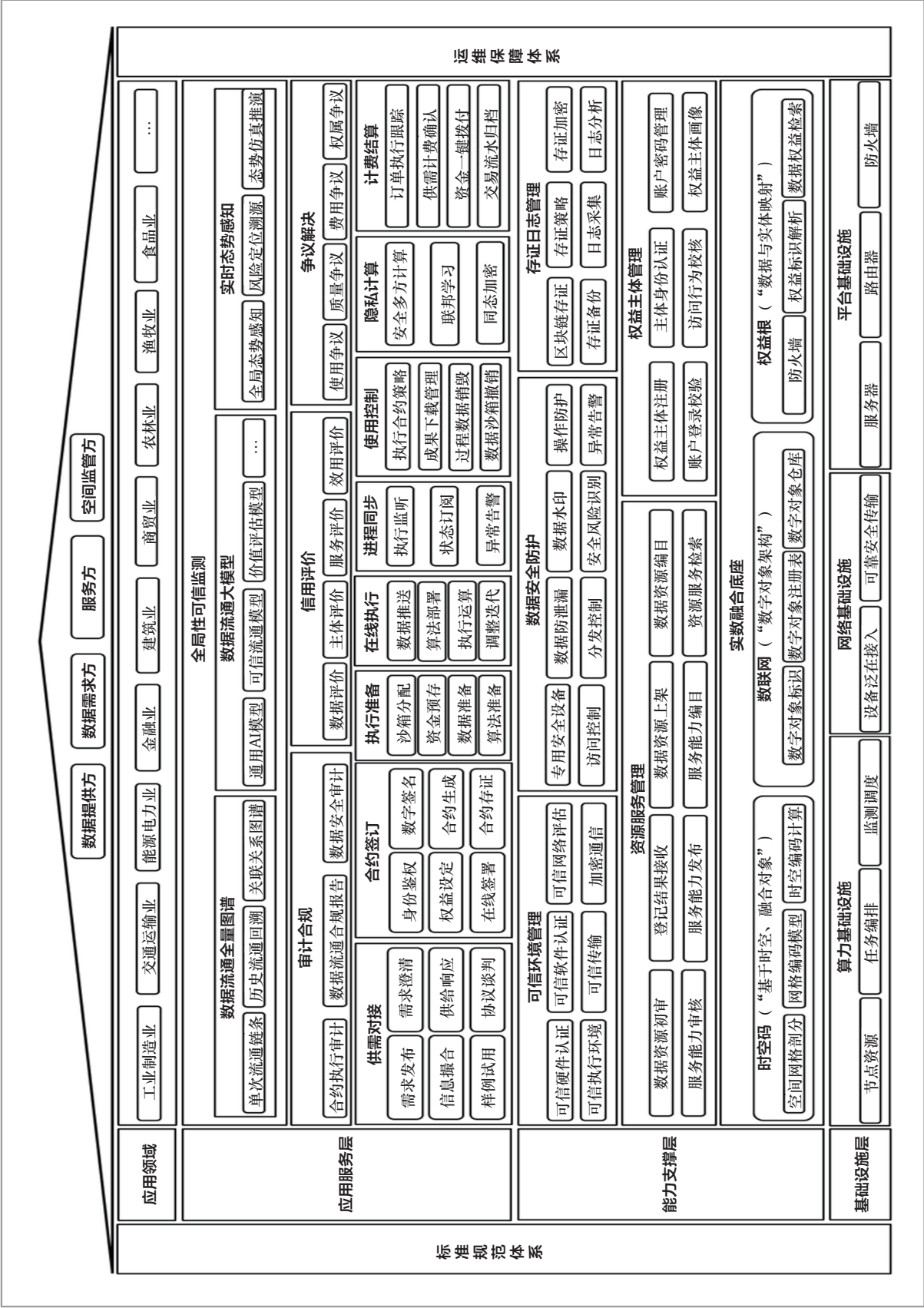


图 4 可信数据空间平台功能架构

功能。兼具Lv1级交互功能。

(3) Lv3级（主要适用于数据提供方一般用户和部分技术服务方）：软硬件一体化形态；有一定存储容量，具备数据资源管理和数据交付功能，存证本地化能力较强，数据安全防护能力强，数据流通或技术服务有较高频次；兼具Lv2级交互功能。

(4) Lv4级（主要适用于数据提供方高级用户）：软硬件一体化形态，硬件配置高；有较大存储容量，具备数据资源管理和数据交付功能，存证本地化功能强，数据安全防护能力强，数据资源量大、数据流通频次高；兼具Lv3级交互功能。

Lv3/Lv4级连接器功能架构如图5所示，主要包括2个维度、6个系统。①业务功能维度，包括数据资源管理和数据交易交付2个系统；②基础能力维度，包括安全防护、存证日志、连接管理、通用支撑4个系统。

3.6 业务视图:一次数据流通示例

(1) 各方准备阶段
空间用户通过连接器接入，主要包括

用户注册、连接器认证、用户登录等功能；数据提供方进行数据资源发布，数据需求方进行需求任务发布，服务方进行服务事项发布，各方发布结果在空间内公开可查看。

(2) 数据流通阶段
合同签订：供需双方可直接对接磋商，也可经由中介服务方撮合，直至数据需求方、数据提供方以及相关服务方达成数据交易合同；合同可以在平台线上或线下方式签订，线下合同也须提交空间运营方备案；在相关服务方的支撑下，根据数据交易合同生成可机器执行的数字合约（约定对数据的具体使用内容，可作为交易合同的附件）并由各方确认签署。

订单生成：空间运营方根据交易合同及数字合约创建业务订单，为订单分配数据沙箱，沙箱与各方连接器定向关联，沙箱根据数字合约进行策略配置；数据需求方在平台预存入交易金额款项；空间运营方根据订单生成资金支付方案，并由各方确认。

订单执行：数据提供方按合同要求向数据沙箱单向注入数据实体内容；技术服

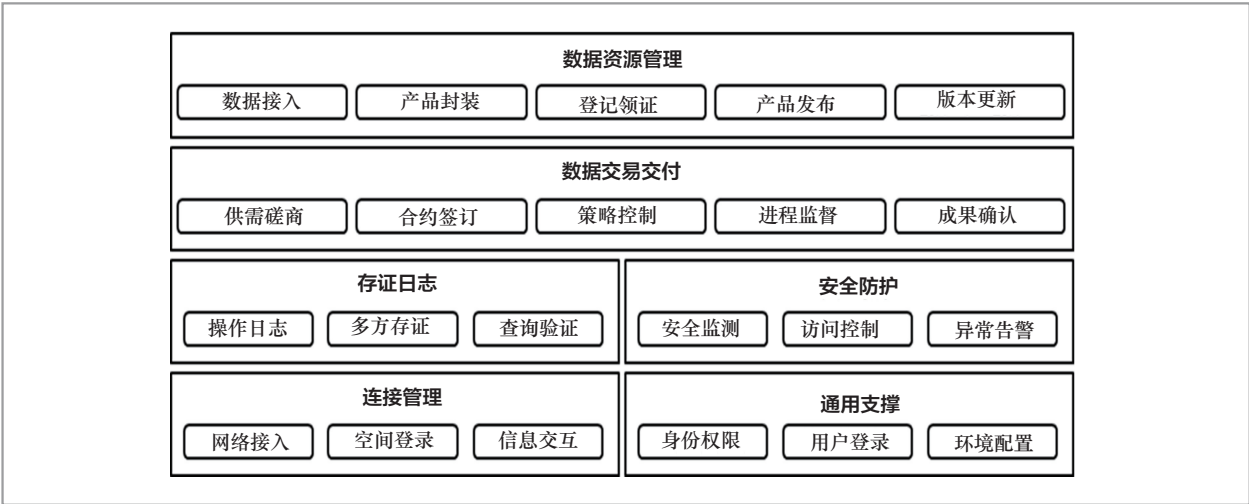


图5 Lv3/Lv4级连接器功能架构

务方按合同要求向数据沙箱单向注入算法模型、数据治理工具；在数据沙箱内完成交互计算，过程可能存在多次迭代（涉及隐私保护计算的，原则上由隐私保护计算服务商在沙箱内提供相应服务；特殊情况下，该服务可上移至连接器部署）；计算分析结果经由空间运营方、数据提供方分别确认未复制上游数据内容，并经由数据需求方确认符合需求后，由数据需求方从数据沙箱中下载；空间运营方将上游数据、上游算法模型、过程计算数据以及数据沙箱全部销毁。空间运营方在各环节实时生成存证日志并向相关方推送。

支付结算与合规审计：订单执行完成后，空间运营方按照各方事先确认的支付方案向相关方进行资金一键支付；根据需要，可由专业服务方提供本次流通合规审计专项报告。

争议处理与后评价：对应可能出现的争议问题，由空间运营方进行相应处置；相关方对处置结果不接受的，可向监管方提出复议或提请司法解决；合约相关各方进行全面评价，评价结果为主体信用评价体系的来源数据之一。

3.7 可信数据空间全国化节点体系

作为全国化数据要素市场的载体，可信数据空间具有分布式多节点形态。需要特别指出的是，节点主要应按空间地域而非按行业划设^[3]。考虑到在我国行政管理体系中，地级市是主要的财权和事权主体层级；且城市是经济社会活动的主要聚集地，城市节点将成为可信数据空间节点的主体类型，承担数据流通的绝大部分业务功能。而省级（区域）节点和国家节点更多作为后台支撑性角色存在，主要承担信息统计汇总、数据跨城市流通的资源调配与计费结算等功能，在部署时可与所在城市节点合并。

可信数据空间分布式多节点体系如图6所示，各地遵循如图3所示的统一架构。在一个城市行政区划内，连接器共同接入所在城市节点，节点为各个连接器分配唯一性标识。连接器间没有从属上下关系，均处于平等地位。同城的数据流通活动流程见第3.6节。对于跨城市的数据流通，则需要通过多个城市节点的协作来实现，订单生成后按照一定策略选定某一城市节

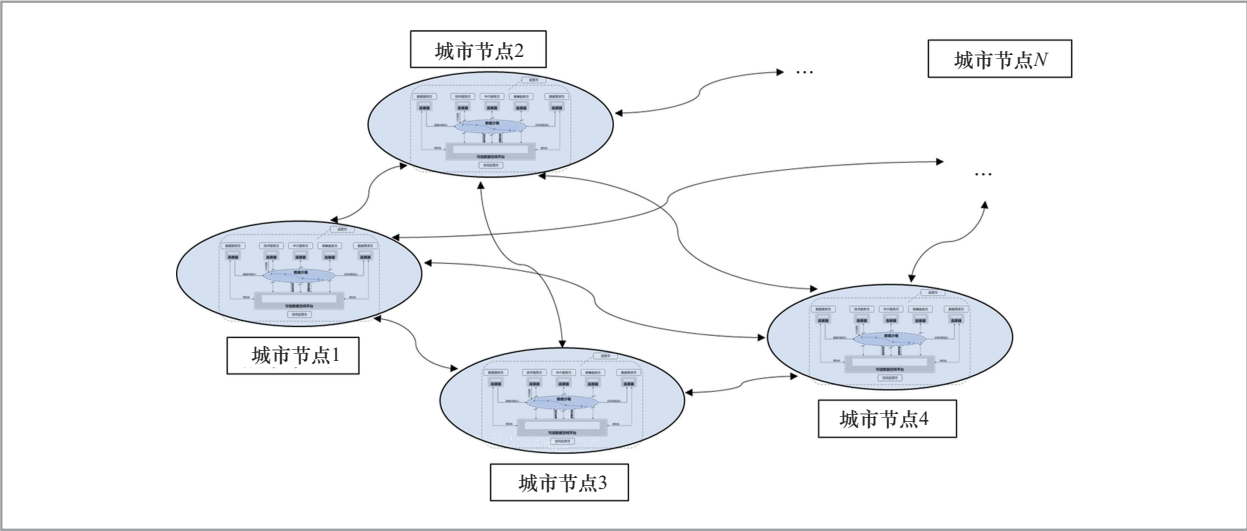


图6 可信数据空间分布式多节点体系

点负责创建数据沙箱，各方数据、算法在此沙箱中完成交互。这不仅涉及多个城市节点间的计费计量结算等复杂技术过程，也内在决定了各城市节点联通作为同一个商业实体的必要性，否则将出现市场的区域割裂，而数据要素流通活动经常会跨城市进行。

4 可信数据空间全国化体系构建

可信数据空间是数据要素市场的实体形态，在此意义上可将二者视为同义语。可信数据空间的构建，不仅需要从制度规则和技术系统思路角度解决“怎么干”的问题，更需要从实操落地的角度解决“由谁来干”的问题。本节提出了与“一个数据空间”相配套的“一个运营主体”设想，将数据空间运营方设定为数据要素市场建设运行的第一责任主体，并在此基础上提出可信数据空间全国化体系构建的实践操作路径。

4.1 可信数据空间运营：市场化与生态化

众所周知，可信数据空间“三分建设、七分运营”。运营职能主要由空间运营方承担，但运营成效的背后则是健康良好的数据产业生态。作为数据要素市场特殊而关键的主体，需要进一步厘清空间运营方的目标定位、商业模式、功能边界、运营思路等重要事项。

(1) 空间运营方：一类特殊的商业实体

在底层业务逻辑上，空间运营方定位为独立于数据供需双方的第三方主体，其为数据流通提供可信保障；其受政府强监管，通过政府公信力背书建立全局性信用。

空间运营方的战略目标是：通过生态体系构建的方式实现可信数据空间的可持续发展。空间运营方的运行受到多重条件约束：首先，也是最基本的，其须作为商业实体按照市场化方式运行，具备持续“造血”能力；其次，对其业绩考核的最核心指标是数据要素市场的交易流量，在一定程度上为了长期目标可以容忍短期的亏损；再次，空间运营方肩负着发展数据产业生态的任务，不能单纯追求自身利润最大化。综上，空间运营方的基本定位应为“数据流通领域带有公益属性的持牌经营商业化主体”。

(2) “平台经济”：空间运营方的商业模式

空间运营方的商业模式遵循“平台经济”逻辑，主要按照平台交易流量获得自身收益。从整体发展规模上看，按全国现有约130万亿元的国内生产总值（gross domestic product, GDP）规模和5%的数据赋能贡献率粗略估算，数据产业理论发展规模可达约6.5万亿元，该数值可被视为平台年度流量理论值。如按1%收费，平台可获得年收入650亿元，按照10倍P/S（市值收入比率）保守估算，平台市值超过6500亿元，这将是数字经济时代极为优质的底层资产。而从初始投资的角度，全国330多个地市级节点，按每个节点平均软硬件投资（含3年运营费用）2亿元估算，总投资约为660亿元。因此，在近10倍的投资回报驱动下，完全可通过整体性商业策划实现市场化融资，不仅能满足平台建设资金需求，还能预留出运营补贴费用实现初期“冷启动”。

(3) “有所为有所不为”的功能边界

数据产业生态培育是可信数据空间发展的内在要求^[17]。没有生机勃勃的产业生态，数据流通基础设施就无法良性运转。

因此，空间运营方必须“有所为有所不为”，其提供数据流通基本服务，如数据接入、全程存证、计费结算、争议处理等共性支撑功能，承担起流通可信的第一责任；而不得经营针对具体数据流通的增值服务，如交易撮合、算法模型、合规审计等——这些都须交由专门的服务商来提供。同时，空间运营方还应树立生态协同理念，为各类服务商的发展积极主动创造条件，特别是须开放数据流通全量图谱等关于数据交易的数据。在实践中，这些要求不能单纯依靠空间运营方的自律，还应当成为空间监管方的重点监管内容。

（4）“到位补位不越位”的运营思路

数据要素市场是人为创设的新兴事物，存在大量的空白地带需要通过实践来充实。一方面，空间运营方要充分尊重市场机制，尊重各参与方的自主意愿，不介入合约磋商、交易定价等微观具体环节，对于实践中的新问题新做法不预先设限；另一方面，也要主动作为，重点放在各类主体特别是服务商的商业化闭环打通上。特别地，在资金结算支付上，应建立类似支付宝的平台担保支付模式，合约履行后资金一键式在线拨付，避免线下付款层层截留延滞现象，以最大限度保障中小服务商的利益。此外，为提高市场活跃度，在起步期建立用户补贴引导机制是非常必要的。补贴的对象应当是真实成交事件且具有持续性的需求优先。更多具体措施可借鉴淘宝网等互联网平台的运营经验。

4.2 基于央地协同的全国化体系构建路径

从本质上看，作为类无形资产的数据，其流通交易场所可类比的是证券交易所或碳市场，全国范围内数量是极其有限的。应当按照全国一体化数据要素市场的目标，

建设“全国一盘棋”的可信数据空间体系，不仅在技术上实现统一架构，更应形成作为一个商业实体的空间运营方。如果各地分别建立区域性市场并作为商业实体运营，极易造成相互间无谓竞争、协作困难，且平台经济的模式效应将大大受限，数据要素市场建设在短期内依然难见成效。

这在深层次上需要对地区间以及“中央-地方”利益格局进行创新制度安排。按照“数据收益下沉地方，流通交易统一管住”的思路，一方面让地方政府从公共数据资源收益、数据流通交易税收等多个方面获益，并引导其将注意力放到数据赋能本地区实体经济上，将实体经济发展作为最大收益；另一方面，通过央地合资、混合所有制等方式建立一个全国性商业实体，承担可信数据空间全国化体系的投资建设及运营。在交易所角度，全国层面可保留一处数据交易所作为窗口，而实质上各城市节点都具备交易功能，任意城市接入后都可进行全国性交易。

至于单一平台垄断经营可能出现的负面影响问题，可在数据要素市场发展有一定水平后，再根据实践情况予以调整优化。在此，提出“三步走”的可信数据空间全国化体系落地操作路径。

（1）省市联动的数据要素市场综合试点

在已有地方数据交易所等基础上，尽快开展省市联动的数据要素市场试点，综合性是核心要求。虽然在技术架构层面，城市节点是主体形态。但对于数据权益设定等制度法律层面的突破创新，以及对垂直管理的各行业领域的统筹协调，城市层级仍力有不逮。而省域是全国的缩小版，同样涉及纵向多层级、横向多领域的复杂体系；省级具有地方立法权限，可确保试点工作在现有体制框架下平稳推进。对试

点省份的基本要求为：已设立数据交易机构、数据资源较为丰富、实体经济重点行业领域的数据需求明确等。试点的重点工作应包括制度规则设计、技术系统打造、典型应用场景验证等完整闭环。

(2) 国家数据基础设施集团组建

省市数据集团是各地公共数据资源的授权经营主体，在定位上属于“数据提供方”。而按照数据源头确权登记的思路，城市级数据集团较省级数据集团掌握更多的数据资源。按此推论，国家数据集团作为数据提供方的定位是值得商榷的。或许设立“国家数据基础设施集团”（暂定名），按照全国性的可信数据空间投资运营方定位，更有利于促进全国数据要素市场的系统性建设。该主体可由国务院国资委控股，有意愿的各省参股，还可引入数字化央企和民营头部企业。为更好地激励对各地实体经济的数据赋能，在对其考核评价时应将省级政府的评价赋予较高权重。此外为保障地区间利益平衡，可通过强制性持续降费等措施将其利润控制在合理区间。

(3) 各地节点快速部署组网运行

在试点成功经验基础上，以省为单位，国家数据基础设施集团快速推进可信数据空间各地节点的投资建设工作。在尊重各省意愿的同时，应遵照“集中部署、快速组网、功能闭环、持续迭代”的原则，力争在不超过1年的时间内首批联网运行省份不低于10个（两年内完成全国覆盖），保证数据流通基础设施从一开始就具备相当的流量门槛。在确保技术系统基本功能闭环的前提下，根据实践运行情况，持续进行各项功能的细化优化及扩展。在系统上线后，要迅速将工作重心转移到空间运营上来，充分发挥各地市场主体实践创新的积极性、主动性，及时总结提炼地方典型案例与先进经验进行全国化复制推广。

5 结束语

当前，我国宏观经济持续承压，部分行业发展空间明显遇阻，传统主要依赖政务信息化项目的数字化行业更面临模式性危机。挑战与机遇并存。从全球趋势看，人工智能浪潮正风起云涌，对高质量数据集的需求前所未有的迫切；全球战略博弈格局下，中国强化实体经济的基石性定位，明确要求发挥数据要素赋能实体经济作用。如果短期内能够有效破解数据要素规模化流通难题，一个有望达到万亿量级的数据产业将应运而生。受此时代命题的激发，本文大胆提出以可信数据空间建设数据要素市场的全景式系统性构想，但学识水平有限，文中观点必存诸多粗疏乃至谬误之处，恳请各位专家学者以及产业界实践者斧正。谨以此探索性研究抛砖引玉，期待引发更深入的探讨与实践。

参考文献：

[1] 中国共产党第十九届中央委员会第四次全体会议. 中共中央关于坚持和完善中国特色社会主义制度 推进国家治理体系和治理能力现代化若干重大问题的决定[EB]. (2019-11-05)[2025-09-01].
The Fourth Plenary Session of the 19th Central Committee of the Communist Party of China. Decision of the central committee of the CPC on several major issues concerning adhering to and improving the socialist system with Chinese characteristics, promoting the modernization of the national governance system and governance capacity[EB]. (2019-11-05)[2025-09-01].

- [2] 中共中央 国务院. 关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见[EB]. (2022-12-19)[2025-09-01].
The Central Committee of the Communist Party of China and the State Council. Opinions on building a data infrastructure system to better utilize the role of data elements[EB]. (2022-12-19) [2025-09-01].
- [3] 李林, 任伏虎, 蔡华谦, 等. 基于实数融合的全局化数据流通基础设施体系思考[J]. 信息技术与政策, 2025, 51(4): 15-27.
Li L, Ren F H, Cai H Q, et al. Thoughts on the system of national data circulation infrastructure based on the fusion of reality and data[J]. Information and Communication Technology and Policy, 2025, 51(4): 15-27.
- [4] 黄科满, 许多, 杜小勇. 数据社会化视角下的数据流通安全治理: 五位一体框架[J]. 大数据, 2024, 10(6): 5-15.
Huang Km, Xu D, Du X Y. Data circulation security governance from the perspective of data socialization: a five-sphere framework [J]. Big Data Research, 2024, 10(6): 5-15.
- [5] 杨云龙, 张亮, 杨旭蕾. 数据要素价值化发展路径与对策研究 [J]. 大数据, 2023, 9(6): 100-109.
Yang Y L, Zhang L, Yang X L. Research on the development path and counter-measures of data element value[J]. Big Data Research, 2023, 9(6): 100-109.
- [6] 金加和, 周志凯, 周文, 等. 基于数据知识产权体系的数据要素流通交易模式研究与实践[J]. 大数据, 2025, 11(4): 74-86.
Jin J H, Zhou Z K, Zhou W, et al. Study and practice of data element circulation and transaction mode based on data intellectual property rights[J]. Big Data Research, 2025, 11(4): 74-86.
- [7] 孙静, 王建冬. 多级市场体系下形成数据要素资源化、资产化、资本化政策闭环的总体设想[J]. 电子政务, 2024, 254(2): 12-20.
Sun J, Wang J D. The overall idea of forming a policy loop for data element resource utilization, assetization, and capitalization under a multi-level market system[J]. E-government, 2024, 254(2): 12-20.
- [8] 董思怡. 公共数据进场流通交易与价值释放: 基于“数据要素×”视角[J]. 大数据, 2025, 11(6): 18-27.
Dong S Y. Public data exchange and value release: based on the perspective of “Data Element × ” [J]. Big Data Research, 2025, 11(6): 18-27.
- [9] 国家数据局. 可信数据空间发展行动计划 (2024—2028 年) [EB]. (2024-11-23) [2025-09-01].
National Data Administration. Trusted data space development action plan (2024-2028) [EB]. (2024-11-23) [2025-09-01].
- [10] 李林, 任伏虎, 蔡华谦, 等. 基于时空码和数联网技术的新型“可信数据空间”体系构想[J]. 信息技术与政策, 2024, 50(6): 88-96.
Li L, Ren F H, Cai H Q, et al. Conception of new trusted data matrix system based on spatio-temporal coding and internet of data technology[J]. Information and Communication Technology and Policy, 2024, 50(6): 89-96.
- [11] 李林, 程承旗, 任伏虎. 北斗网格码: 数字孪生城市CIM时空网格框架[J]. 信息技术与政策, 2021, 47(11): 1-5.
Li L, Cheng C Q, Ren F H. Beidou grid code: cim spatio-temporal grid framework for digital twin cities[J]. Information and Communication Technology and Policy, 2021, 47(11): 1-5.
- [12] 北京大学时空编码与智能计算联合实验室. 时空编码与智能计算白皮书[R]. 2023.
Joint Laboratory of Spatio-temporal Coding and Intelligent Computing at Peking University. White paper on spatio-temporal encoding and intelligent computing[R]. 2023.

[13] 罗超然, 马郢, 景翔, 等. 数据空间基础设施的技术挑战及数联网解决方案[J]. 大数据, 2023, 9(2):110-121.
Luo C R, Ma Y, Jing X, et al. Technical challenges and digital networking solutions for data space infrastructure[J]. Big data, 2023, 9(2):110-121.

[14] 黄昱, 罗超然, 马郢, 等. 数据基础设施关键技术发展现状与挑战[J]. 科技纵览, 2023, 137(12): 2-5.
Huang G, Luo C R, Ma Y, et al. Development status and challenges of key technologies in data infrastructure [J]. Overview of Science and Technology, 2023, 137(12): 2-5.

[15] 罗海宁. 经济学视角下的数据要素市场可持续发展研究[J]. 大数据, 2024, 10(6): 107-120.
Luo H N. Research on the sustainable and safe development of data factor market from the perspective of economics[J]. Big Data Research, 2024, 10(6): 107-120.

[16] 李风华, 李晖, 牛犇, 等. 隐私计算——概念、计算框架及其未来发展趋势[J]. 工程, 2019, 5(6): 1179-1192, 1307-1322.
Li F H, Li H, Niu B, et al. Privacy computing——concepts, computing frameworks, and future development trends[J]. Engineering, 2019, 5(6): 1179-1192, 1307-1322.

[17] 夏义堃, 王雪, 冯海红. 试论可信数据空间运营体系的构建: 原则、模式与路径[J]. 电子政务, 2026, 2: 2-15.
Xia Y K, Wang X, Feng H H. On the construction of a trusted data space operation system: principles, models and paths[J]. E-Government, 2026, 2: 2-15.

作者简介



李林（1980-），男，博士，高级经济师/高级工程师，闽都创新实验室时空大数据中心负责人，福建省数智双碳创新研究院院长，上海临港北京大学国际科技创新中心研究员，主要研究方向为时空大数据与数字经济、数据要素与可信数据空间等。



任伏虎（1962-），男，博士，教授，上海临港北京大学国际科技创新中心地球与空间技术研究院院长，主要研究方向为遥感与地理信息系统、时空网格编码与时空大数据等。



王宇奇（1988-），男，博士，高级工程师，福建大数据一级开发有限公司总经理助理，主要研究方向为数据要素、数据挖掘、人工智能应用等。



蔡华谦（1990-），男，博士，北京大学数据空间技术与系统研究中心副研究员，主要研究方向为数据空间与数联网等。



黄毅（1995-），男，硕士，福建大数据一级开发有限公司部长助理，主要研究方向为数字经济、公共数据资源开发利用、数据要素创新应用等。



董锦华（1977-），男，高级工程师，上海临港北京大学国际科技创新中心地球与空间技术研究院常务副院长，主要研究方向为时空大数据与数字经济等。



叶自燊（1990-），男，福建省数智双碳创新研究院副研究员，闽都创新实验室时空大数据中心项目总监，主要研究方向为数据要素流通与数据安全技术等。

录用日期: 2025-11-25
通信作者: 任伏虎, renfh@pku.edu.cn
基金项目: 福建省技术创新重点攻关及产业化项目: 面向数据要素流通的数据资产可信管理系统关键技术研发及产业化(闽工信函软件[2025]587号); 2025年度福州市人工智能“揭榜挂帅”科技重大项目(No.2025-ZD-036)
Foundation Items: 2025 Fujian Provincial Software Industry Key Technology Innovation Breakthrough and Industrialization Project (Min Gong Xin Han Ruan Jian [2025] No.587), 2025 Fuzhou “Jiebang Guashuai” Major Science and Technology Project for Artificial Intelligence(No.2025-ZD-036)