

基于联邦治理的分布式数据资产集成与应用研究*

余旺盛¹, 杨少波^{1,2}, 韩锦令^{1,2}

(1. 空军工程大学 信息与导航学院, 陕西 西安 710077;

2. 空军工程大学 研究生院, 陕西 西安 710057)

摘要: 随着数字化转型的快速发展, 数据已成为赋能科技创新与经济增长的战略资源。对物理分散的海量数据资源实施高效集成管理是有效开展数据赋能应用的重要前提。针对分布式数据资产管理中存在的数据集中治理不便、共享交换困难、赋能应用低效等问题, 提出了基于联邦治理的分布式数据资产集成管理框架, 设计了基于元数据知识图谱的集成技术方案, 探讨了基于分布式数据资产集成管理框架的典型应用。提出的数据集成管理框架和集成技术方案对于“去中心化”数据管理和受控共享交换具有重要参考意义。

关键词: 数据治理; 元数据; 知识图谱; 数据孤岛

中图分类号: TP311.13

文献标志码: A

DOI: 10.19358/j.issn.2097-1788.2026.06.006

中文引用格式: 余旺盛, 杨少波, 韩锦令. 基于联邦治理的分布式数据资产集成与应用研究[J]. 网络安全与数据治理, 2026, 45(6): 40-46.

英文引用格式: Yu Wangsheng, Yang Shaobo, Han Jinling. Research on the integration and application of distributed data assets based on federated governance[J]. Cyber Security and Data Governance, 2026, 45(6): 40-46.

Research on the integration and application of distributed data assets based on federated governance

Yu Wangsheng¹, Yang Shaobo^{1,2}, Han Jinling^{1,2}

(1. School of Information and Navigation, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China;

2. Graduate School, Air Force Engineering University, Xi'an 710057, China)

Abstract: With the rapid development of digital transformation, data has become a strategic resource that empowers technological innovation and economic growth. How to efficiently integrate and manage physically dispersed massive data resources is the key premise for data empowerment applications. Aiming at the problems of inconvenient centralized data governance, difficult sharing and exchange, and inefficient empowerment applications in distributed data asset management, a distributed data asset integration management framework based on federated governance is proposed. A technical implementation scheme based on metadata knowledge graph is designed, and typical applications of the distributed data asset integration management framework are explored. The proposed data integration management framework and technical implementation scheme have important reference significance for "decentralized" data management and secure sharing and exchange.

Key words: data governance; metadata; knowledge graph; data silo

0 引言

数据治理是释放数据价值的基础, 是将原始数据转化为可信战略资产的核心规程。它通过建立统一的标准、规范与流程, 确保数据在整个生命周期内的质量可控、安全可靠与合规有效, 进而实现数据的广泛共享和价值最大化^[1]。当前, 数据治理的主要难题是

“协同难”与“平衡难”。一方面, 数据散落于各部门形成“孤岛”, 权责不清导致协同成本高企; 另一方面, 严格的数据管控与场景业务对数据的敏捷应用需求间存在天然矛盾, 价值释放与安全合规难以兼顾。针对“数据孤岛”问题, 刘艺等人^[2]系统梳理了当前数据治理的主流框架, 分析了不同框架的优缺点与区别。詹玉峰等人^[3]研究了面相联邦学习的数据交易机制, 给出了可持续联邦学习解决方案。数据严格管控

* 基金项目: 陕西省自然科学基金基础研究计划项目 (2025JC-YBMS-255)

的根源是分布式存储背景下，数据的受控共享交换困难。解决这一难题的可行技术是联邦学习^[4-6]。陈璐等人^[7]提出了基于联邦学习的跨源数据错误检测方法，给出了分布式存储与管理场景下数据错误检测问题的解决方案。

随着数据的爆发式增长，数据的集中式存储与治理越来越困难，如何对现有分布式存储的数据进行集成管理是一个亟需解决的问题。数据集成管理是指将不同来源、格式和系统的数据组合在一起，提供统一视图和访问方式的过程。它是现代数据架构中的核心组成部分，是实现数据一致性、提高数据质量和支持数据分析的重要途径。联邦学习是实现分布式数据集中管理的一种方法，但其隐私保护问题^[8-10]仍面临较大挑战。郑清安等人^[11]提出一种支持隐私保护的分布式可信数据管理模型，通过同态加密和零知识证明算法协议保障用户的数据隐私。梁镜洪^[12]提出一种基于时空聚类的高校分布式多源异构数据集成方法，通过有序加权平均算子和模糊判决法进行分布式多源异构数据融合，采用密度聚类理论进行数据集成，达到了预期效果。黄荣等人^[13]采用区块链技术研究了工业数据的分布式治理问题，通过引入同态加密和多方计算等措施，确保了数据的隐私性和可计算性。当前，由于缺少跨层级的协同机制，分布式数据治理跨层级协同效率低下。同时，由于安全与性能失衡，分布式数据治理的隐私保护与数据效用难以兼顾。近年来，联邦治理^[14]理论为分布式数据的集成管理提供了新的解决思路。本文基于联邦治理提出一种分布式数据集成管理框架，并基于元数据知识图谱设计了集成技术方案。该方案在联邦学习的“数据不动模型动”基础上，实现了更全面的数据要素化流通与协同应用；相较于传统集中式治理，其无需物理集中数据，在保持数据分布存储的前提下，通过标准化接口与机制实现集中管控，兼顾了合规、安全与应用敏捷性。

1 分布式数据资产管理面临的困境

分布式数据资产管理面临的核心困境，本质上是“集中统一管控”的理想与“分布灵活自治”的现实之间的矛盾，具体表现在如下三个方面。

(1) “数据孤岛”与共享共建矛盾突出

由于数据的资产属性逐渐成为共识，加上数据所有权和隐私保护困难，“数据孤岛”现象越来越严重，其与数据的共享共用之间的矛盾冲突日益加剧。在数据的生产、流通与应用过程中，各部门通过建立技术与管理壁垒来保障自身业务和数据安全，形成“数字

围墙”，其与数据共建共享共用这一高阶目标之间的矛盾越来越突出。

(2) 集中管控与分散自治平衡困难

数据的集中管控追求全局最优，包括统一标准、制定规约、消除孤岛；而部门分散自治追求局部效率最优，包括灵活敏捷服务与快速响应业务。二者之间难以取得平衡，过度集中会扼杀创新活力，阻碍数据赋能增效和价值最大化；过度自治则必然导致数据孤岛、标准不一与重复建设。

(3) 用数需求与自我保护冲突加剧

人工智能与大模型时代，数据是驱动创新和提升生产力的重要因素之一。个人或部门内部的数据已经无法满足日益增长的用数需求。然而，出于安全、隐私和利益方面的考量，数据保护的壁垒日益固化，即使个人或部门有通过共享自身数据以换取数据使用权限的意愿，也难以逾越管理与技术层面的鸿沟。

综上分析，破解当前分布式数据资产管理困境的可行途径之一是兼取集中式管控与分布式治理二者之长，设计基于联邦治理理念的数据资产集成管理模式：在集团层面制定核心元数据、安全与质量等基础规范，同时将数据质量管理、数据应用开发等权力下放至部门，通过统一平台赋能，实现“管控下的敏捷”。

2 基于联邦治理的数据资产集成框架

数据集成管理平台的演进经历了从数据仓库、数据湖到云架构的过程，传统的单体式架构（Monolithic Architecture）已经无法适应当前需求，基于微服务的分布式架构（Distributed Architecture）正逐渐成为发展的新趋势。基于联邦治理的数据资产集成框架属于分布式数据管理架构的范畴。

2.1 联邦治理概念及核心原则

联邦治理，又称联邦数据治理，是一种融合集中式治理与分布式治理优势的数据管理新模式，旨在平衡全局统一管理和局部自主治理，兼顾灵活性与一致性，是有效适应复杂数据治理环境，破除“数据孤岛”的新路径。实施联邦治理的核心原则包括：

(1) 制定标准规范：建立治理标准、共享机制、访问权限、隐私保护、安全保密等方面的统一标准；

(2) 编制业务术语表：提供对关键业务概念、术语及其相互关系的一致定义与理解；

(3) 提取元数据：描述数据对象的组织和结构，如表、事件、对象、属性及其类型、长度、索引和连接；

(4) 构建数据目录：数据目录作为元数据清单的

数据描述,为用户提供评估数据可访问性、健康状况和位置所需的信息,帮助用户定位相关数据并形成清晰的数据视图;

(5) 明确数据所有权:捕获数据关系和来源信息;

(6) 建立数据沿袭:支持分布式数据发现,实现包含上下游依赖关系映射的自动化表字段级数据沿袭。

2.2 基于联邦治理的集成框架

在参考现有分布式架构的基础上,本文基于联邦治理核心原则提出一种分布式数据资产集成框架,目的是在最大限度保留数据分布式存储现状的基础上,实现集约高效的集中管控与应用赋能。该集成框架自底向上由汇聚层、元数据层、处理层、服务层、应用层构成,如图1所示。

(1) 汇聚层。汇聚层由数据生产端侧和集成管理端侧构成,与传统数据治理框架中的数据汇聚层存在显著差异。数据生产端侧在约定或强制的标准规范下履行数据基础治理、元数据提报与更新等任务,按需响应集成管理端侧的数据访问需求;集成管理端侧收集分布式数据生产端侧提报的元数据,根据服务需要向数据生产端侧发起数据访问需求。

(2) 元数据层。对汇聚层收集的元数据进行统一集成管理,构建统一元数据库和数据目录,为汇聚层提供各类数据源(数据库、表、文本、图像、视频

等)的元数据采集工具算法,构建统一元数据中心,为上层数据管理与服务应用提供“数据地图”基础,解决“数据在哪儿”的可见性问题。

(3) 处理层

处理层位于元数据层与服务层之间,承担数据处理“中间件”的角色。提供对元数据与数据目录的稽查治理,基于数据目录构建数据知识图谱,支持数据关联关系分析与数据血缘分析;同时,基于可信机制和隐私保护机制完成对加密数据的各类分析处理,支撑服务层的元数据与主数据调用和处理需求。

(4) 服务层

服务层接受应用层的指令,提供可被API调用的具体服务能力,包括数据质量服务、数据安全服务、元数据服务、数据脱敏与加密服务、数据生命周期服务、数据隐私保护服务、数据审计与溯源服务等。服务层通过将这些关键能力封装成独立的、高内聚低耦合的微服务,使上层应用可以按需组合调用,从而赋能应用。

(5) 应用层

应用层直接面向数据用户(也可能是数据生产者),通过服务注册与调用、智能服务编排、应用场景定制等方式,为不同角色提供敏捷数据应用支撑。依托处

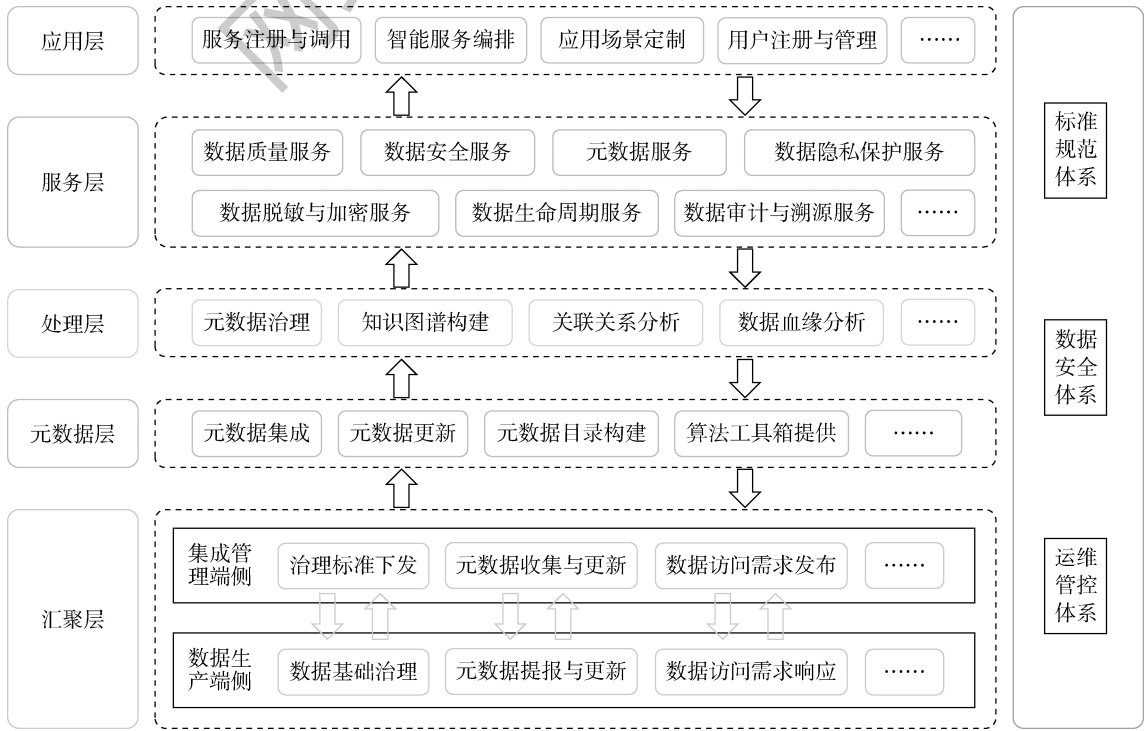


图1 基于联邦治理的分布式数据集成框架示意图

理层各类算法与工具以及服务层的支撑，应用层将用户数据需求拆解成服务单元进行注册和调用，并根据需要进行智能化编排，为不同应用场景下的数据用户提供敏捷快速的数据服务。

按照“逻辑集中、物理分散”的原则，基于联邦治理的分布式数据资产集成框架，实现了对物理空间高度分散的数据资产的高效集成管理，是破除“数据孤岛”问题的可行方案。

2.3 动态协同与跨层级交互

在上述提出的分布式集成框架中，构建以元数据层为协同中枢、连接“汇聚、元数据、处理、服务、应用”五层架构节点动态协同机制。该机制通过“注册—发现—订阅—驱动”的闭环流程，实现各层节点的有序协作与资源弹性调度。各层节点启动时向元数据层注册自身能力与状态，形成全局节点视图；当汇聚层接入匹配数据时，由元数据层自动触发任务执行，实现数据流与处理逻辑的解耦与按需连接。该机制内嵌了心跳保活、状态监控与弹性伸缩能力，节点失效可被自动感知与隔离，系统可根据负载动态调整无状态计算节点实例的数量。整体上，该机制通过中心化的元数据协调与分布式的节点自治相结合，在维持数据物理分散存储的同时，实现了逻辑统一、敏捷响应和集约管控的治理目标，为上层应用提供高效、可靠的数据供给服务。

在资源有限或网络拥塞时，设计了如表 1 所示的跨层级交互策略，确保高优先级的跨层交互（如关键数据的实时处理、管控指令等）能够优先获得资源，避免低优先级任务阻塞系统。

表 1 跨层级数据交互优先级策略设计

交互类型	源层→目标层	优先级	说明
管控指令	元数据→任意	7	如节点启停、策略更新、安全熔断
实时流控制	汇聚→处理	6	高吞吐实时数据管道（如 IoT 数据）
交互查询	应用→服务	5	用户在线查询、仪表盘刷新
批量同步	汇聚→处理	4	历史数据补全、T+1 ETL 任务
元数据同步	各层→元数据	3	元数据变更传播、血缘更新
健康检查	任意→任意	2	心跳、链路探测
后台任务	处理→处理	1	数据归档、统计计算

此外，为实现最小权限原则，采用基于角色的访问控制机制，为每层节点定义角色，并赋予相应的权限，如表 2 所示，确保各层节点只能访问其职责所需的资源，防止越权操作。

表 2 各层级不同节点的权限划分

节点类型	数据访问权	元数据操作权	系统管控权
汇聚层节点	读取授权数据源； 写入临时存储区	注册数据源元数据； 更新接入状态	无
元数据目录节点	无（仅访问 元数据库）	增删改查所有元 数据；审核变更请求	下发治理策略； 禁用违规节点
计算引擎节点	读取临时存储区； 写入服务存储区	查询任务相关元数据； 上报处理质量	申请资源 扩缩容
服务网关节点	读取服务存储区； 写入缓存	查询服务契约； 更新 API 状态	流控、限流、 熔断
应用代理节点	仅查询授权数据	查询数据目录； 申请数据权限	提交 SLA 需求

在分布式数据治理框架中，针对不同交互类型设计了跨层通信协议，以实现高效协同，具体如下：

（1）管控指令（如策略下发、节点启停）采用 gRPC over HTTP/2 协议，基于 Protobuf 编码，提供可靠、低延迟的请求-响应通信，确保指令的准确传达与确认。

（2）数据流传输采用 Apache Arrow Flight 协议，利用 Arrow IPC 格式进行高效的列式数据交换，满足高吞吐、低延迟的流式或批处理需求。

（3）事件通知采用 MQTT 5.0 协议，基于 JSON 编码，其发布-订阅模型和 QoS 机制适合异步、一对多的轻量级事件广播。

（4）文件传输采用 SFTP 或 Aspera 等专用文件传输协议，确保大文件的可靠、高效传输。

（5）元数据同步采用基于 HTTP/3 的 REST 3.0 风格 API，使用 JSON-LD 编码，以利用 HTTP/3 的多路复用、低延迟特性，更好地支持元数据的最终一致性同步。

3 基于元数据知识图谱的集成技术方案

前文提出的基于联邦治理的分布式数据集成管理框架给出了宏观的体系架构，具体落地应用可以采用不同的技术方案实现。本节介绍一种基于元数据知识图谱的技术方案，并简要分析所涉及的关键技术。

3.1 技术方案流程

分布式数据集成管理框架的落地，核心是在保证数据隐私安全与受控共享交互的基础上，以最小化主数据流动为前提，通过元数据的共享实现最大化数据赋能应用。传统基于数据资源编目^[15]的方案在数据关联关系挖掘分析方面存在缺陷。本节结合知识图谱理论，提出一种基于元数据知识图谱的分布式数据集成

管理技术方案，以有效提升数据管理的智能化程度。方案的核心流程如下：

- (1) 采用元数据提取算法自动提取数据库、文本、图像、视频等数据的元数据；
- (2) 汇聚元数据库表，利用知识图谱自动生成算法构建元数据知识图谱；
- (3) 知识图谱动态更新与融合，基于冲突消解^[16]算法进行知识图谱净化；
- (4) 响应服务调用请求，基于算法库和工具箱进行知识图谱检索、查询、抽取、组合，形成面向任务的元数据包；
- (5) 基于可信机制与隐私保护原则，通过受控方式访问元数据包指向的数据源，完成任务数据的加密析取，支撑用户应用需求。

基于元数据知识图谱的技术方案流程如图 2 所示。

3.2 关键技术分析

基于元数据知识图谱的技术方案涉及自然语言处理、多模态大模型、联邦治理、隐私保护等关键技术，本节简要分析与方案实现直接相关的关键技术。

(1) 面向多模态数据的元数据提取技术

多模态数据元数据提取技术的核心思想是通过自动化手段，从不同模态的数据（如文本、图像、音频、视频）中抽取能够描述其内容、结构、上下文的标准信息标签，将非结构化的原始数据转化为机器可读、可管理的结构化描述，为后续的数据管理、检索、

分析与治理奠定基础。

该技术的实现依赖于多种基础人工智能与数据处理算法。首先是面向图像/视频模态元数据提取的计算机视觉技术，涉及目标检测（如 YOLO）、图像分类（如 ResNet）和语义分割等算法，用于提取物体、场景、活动等视觉元素。其次是面向文本/语音模态元数据提取的自然语言处理技术，运用命名实体识别、关键词抽取和语音识别等技术，提取人物、地点、主题、关键词等内容。再次是特征提取与表示学习，利用深度学习模型将不同模态的数据映射到统一的向量空间，捕获其深层语义特征，是实现跨模态检索与关联的基础。此外，还需采用多模态融合算法，通过早期、晚期或中间融合等策略，将来自不同模态提取的元数据有效关联与整合，生成全面、准确的元数据描述。

(2) 元数据知识图谱构建与融合技术

元数据知识图谱构建与融合技术的核心思想是将来不同源、不同模态数据的离散元数据信息，通过语义关联整合成一个统一的、富含逻辑关系的网络化知识体系。其目标是将传统的“目录式”元数据管理升级为“语义网”模式，以支持智能搜索、血缘追溯、影响分析和数据发现。

该技术的实现主要涉及多种基础算法。首先是实体抽取与链接算法，利用命名实体识别从文本元数据中提取实体，并将其链接到知识库中的标准概念。其次是关系抽取算法，通过规则、机器学习或深度学习

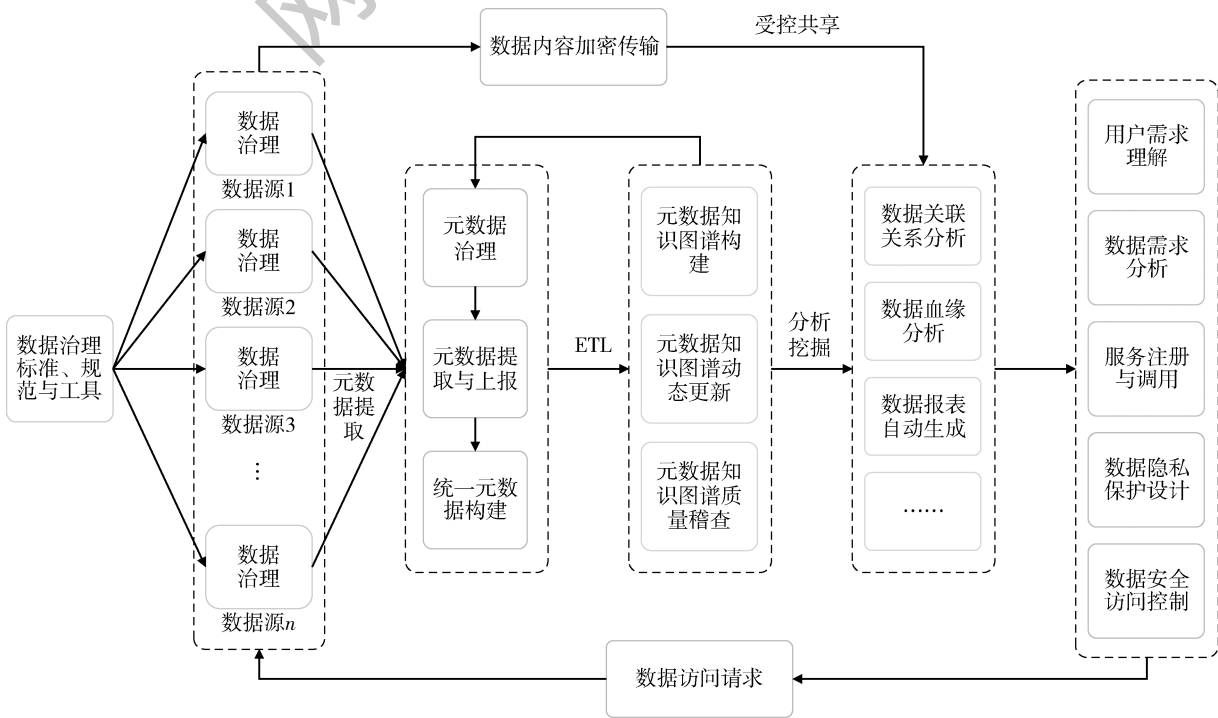


图 2 基于元数据知识图谱的分布式数据集成技术方案流程图

模型从数据血缘、Schema 等信息中提取实体间关系。再次是本体构建与对齐算法，建立或利用领域本体定义概念层次和关系，并通过相似度计算算法对齐不同来源的异构元数据模式。此外，利用图计算与存储技术实现图谱的高效存储和查询，并运用图嵌入、社区发现等算法进行深层知识挖掘。

(3) 数据受控共享交换技术

数据受控共享交换技术的核心思想是在保障数据安全与隐私的前提下，实现跨域（部门或组织）的数据价值流动，其核心是“数据可用不可见，流通可控受保护”。该技术通过构建可信执行环境，将数据的使用规则（如脱敏、加密、计算范围、留存时间）封装为可自动执行的策略，从而实现数据在共享与流通过程中的安全可控。

该技术的实现依赖多项基础技术算法。首先是隐私计算技术，包括：联邦学习，支持各方在不交换原始数据的前提下联合建模；安全多方计算，基于密码学协议确保各方输入数据的机密性；可信执行环境，提供硬件级的安全隔离计算区域。其次是数据脱敏与加密技术，通过静态/动态数据脱敏、同态加密（允许对密文进行计算）等技术，在共享前后对数据进行保护。再次是访问控制与区块链技术，利用基于属性的访问控制模型实现精细化授权，并借助区块链技术记录数据使用日志，确保操作不可篡改、可追溯，实现安全审计。

4 典型应用分析

4.1 数据资源盘点

当前，受“数据孤岛”问题影响，许多行业或集团公司内部对自身数据底数的掌握仍存在不足。全面掌握数据资源底数、实时动态感知数据变动、确保数据鲜活性，是保证数据赋能应用价值的前提。在基于联邦治理的分布式数据集成管理模式，数据资源盘点变得更加方便快捷。当用户提交数据资源盘点的请求时，系统基于元数据知识图谱中的元数据信息进行分级分类统计，并按照不同维度、颗粒度进行可视化展示，让跨平台物理分散的数据资产态势以直观、清晰的方式呈现在用户面前。

4.2 基于数据的关联分析

基于分布式数据资产集成管理模式，以全局元数据知识图谱为基石，将关联分析转化为对图谱的语义查询与挖掘。具体而言，首先，通过集中管理平台汇聚的全域元数据（包括技术血缘、业务术语、数据血缘、生命周期信息）被自动构建成一个统一的知识图

谱，其中节点代表数据表、字段、报告、业务指标等对象，边代表它们之间的生成、使用、归属等关联关系。当进行关联分析时（例如分析某个核心数据的下游影响或追溯数据质量问题根源），系统将该分析请求转化为图谱查询任务，利用图数据库的高效遍历能力，实时发现多跳关联路径，并以可视化形式呈现完整的上下游影响网络或数据溯源链条。此外，可引入图算法（如社区发现、中心性分析）自动识别关键数据资产、脆弱链路或数据孤岛，从而实现从“被动查询”到“主动洞察”的升级。该方案的本质是将离散的资产关系网络化，使隐性、深度的数据关联得以显性化和可计算。

4.3 基于数据的辅助决策

基于分布式数据资产集中管理模式构建辅助决策应用，其技术实现的核心在于将分散的多源数据转化为统一、可信、可服务的决策因子，并通过可配置的模型进行智能化推荐。具体方案如下：首先，在数据层面，利用统一数据资产目录和元数据知识图谱，整合来自人力资源系统、项目管理工具、业务信息系统及日常办公平台的结构化与非结构化数据，形成涵盖员工能力、项目贡献、协作网络、业绩成果等多维度的基础数据湖，并通过数据服务质量确保信息的准确性与时效性。接着，在服务层，针对不同决策场景（如员工画像、业绩考评等）构建可复用的分析模型与算法库，例如利用图计算分析员工在协作网络中的中心性，使用自然语言处理技术解析工作汇报中的关键成果，或应用机器学习模型对业绩趋势进行预测。然后，通过低代码配置平台，业务专家可以通过“搭积木”的方式，灵活组合这些数据维度和分析模型，自定义生成个性化的决策看板或评分卡，无需深度技术介入。最后，依托严格的数据安全与隐私保护服务，确保所有决策数据的访问均遵循权限控制与脱敏规则，实现数据“可用不可见”，最终形成一个从数据整合、智能分析到安全交付的闭环决策支持体系。

5 结论

随着各行各业对数据的资产属性逐渐达成广泛共识，数据的可信共享与赋能应用已成为学术界研究的热点和难点问题，其中，如何对分散存储的海量数据实施高效集成管控是解决上述问题的关键之一。本文提出一种基于联邦治理的分布式数据集成管理框架，并探讨了基于元数据知识图谱的集成技术方案。联邦治理模式允许各个参与节点在不泄露原始数据的情况下共享元数据和相关信息，在确保数据隐私保护的同

时实现跨组织的数据协作与共享交互,极大提高了数据赋能应用的价值,为在高度分散存储环境下实现数据增值并支撑多元化服务开辟了可行路径。后续研究将以教学科研数据管理为应用场景,设计开发分布式数据治理系统,实现分布式数据集成管理架构和技术实现方案的落地应用。

参考文献

[1] 吴信东,董丙冰,堵新政,等. 数据治理技术[J]. 软件学报, 2019,30(9):2830-2856.

[2] 刘艺,曹建军,翁年凤,等. 数据治理及其发展研究综述[C]//第十二届中国指挥控制大会论文集(上册), 2024:170-176.

[3] 詹玉峰,王家盛,夏元清. 面向联邦学习的数据交易机制[J]. 指挥与控制学报,2022,8(2):122-132.

[4] Yang Qiang, Liu Yang, Chen Tianjian, et al. Federated machine learning: concept and applications[J]. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, 2019,10(2):1-19.

[5] 周传鑫,孙奕,汪德刚,等. 联邦学习研究综述[J]. 网络与信息安全学报,2021,7(5):77-92.

[6] 汤尧,刘健. 异构数据环境下的联邦学习综述[J]. 网络空间安全科学学报,2025,3(2):2-11.

[7] 陈璐,郭宇翔,葛丛丛,等. 基于联邦学习的跨源数据错误检测方法[J]. 软件学报,2023,34(3):1126-1147.

[8] 肖雄,唐卓,肖斌,等. 联邦学习的隐私保护与安全防御研究综述[J]. 计算机学报,2023,46(5):1019-1044.

[9] 汤凌韬,陈左宁,张鲁飞,等. 联邦学习中的隐私问题研究进

展[J]. 软件学报,2023,34(1):197-229.

[10] 许婧楠,王雷霞,孟小峰. 数据治理中的隐私审计[J]. 计算机研究与发展,2025,62(9):2259-2282.

[11] 郑清安,董建成,陈亮,等. 分布式可信数据管理与隐私保护技术研究[J]. 计算机工程,2024,50(7):174-186.

[12] 梁镜洪. 基于时空聚类的高校分布式多源异构数据集成方法[J]. 信息记录材料,2024,25(8):116-118.

[13] 黄荣,杨文琴,宋志刚. 基于区块链的可信分布式工业数据治理方案[J]. 浙江大学学报(工学版), 2025,59(2):269-277.

[14] 张宗翔,郑大庆,张成洪,等. 面向应用的联邦学习研究评述:基于“要素-过程”框架[J]. 管理工程学报,2024,38(1):14-30.

[15] 李燕,刘道芳. 数据资源编目研究及应用[J]. 数字技术与应用,2021,39(9):120-122.

[16] 吴信东,李娇,周鹏,等. 碎片化家谱数据的融合技术[J]. 软件学报,2021,32(9):2816-2836.

(收稿日期: 2026-01-19)

作者简介:

余旺盛(1985-),男,博士,副教授,硕士生导师,主要研究方向:指挥信息系统信息处理、数据服务与决策支持。

杨少波(1996-),男,硕士研究生,主要研究方向:数据服务与决策支持。

韩锦令(1983-),男,硕士研究生,主要研究方向:数据服务与决策支持。

版权声明

凡《网络安全与数据治理》录用的文章，如作者没有关于汇编权、翻译权、印刷权及电子版的复制权、信息网络传播权与发行权等版权的特殊声明，即视该文章署名作者同意将该文章的汇编权、翻译权、印刷权及电子版的复制权、信息网络传播权与发行权授予本刊，本刊有权授权本刊合作数据库、合作媒体等合作伙伴使用。同时，本刊支付稿酬已包含上述使用的费用，特此声明。

《网络安全与数据治理》编辑部