



浪潮云

数据空间关键技术研究报告



国家信息中心公共技术服务部
浪潮云信息技术股份公司
二〇二四年八月

前 言

近年来，随着全球数字经济加速发展，数据成为基础性战略资源和关键生产要素。世界各国纷纷抢抓机遇，在加强数据保护的同时，积极探索技术、制度和商业模式创新，促进数据流通利用，繁荣数据产业和数字经济。数据空间概念由国际数据空间协会（IDSA）提出，并得到欧盟采用。2020年《欧洲数据战略》提出“单一数据市场”愿景，并将欧洲共同数据空间作为实现该愿景的重要战略举措。数据空间旨在为数据创建一个互联的生态系统，使数据在不同组织和行业之间安全、透明地流动，同时尊重数据隐私和治理的要求。在欧盟的推动下，数据空间在全球的采用情况正在逐渐扩大。但总体上看，数据空间的建设仍处于探索发展阶段。

党的二十届三中全会审议通过的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》提出，“建设和运营国家数据基础设施，促进数据共享”。数据基础设施将在承载数据基础制度落地、构建全国一体化数据市场、提升数据安全治理能力等方面发挥重要作用。为进一步借鉴欧盟数据空间建设经验，深入理解数据空间的关键技术特征，助力我国数据基础设施建设，国家信息中心公共技术服务部联合浪潮云信息技术股份公司，在深入调研基础上共同编制《数据空间关键技术研究报告》。

报告梳理了数据空间概念提出过程、目标愿景、主要特征和建设进展，提出了数据空间的业务、功能和技术框架，分析了数据空间的信任体系、数据互操作、流通控制、分布式架构等关键

技术路线，总结了数据空间面临的主要挑战和未来发展建议，旨在凝聚广泛社会共识，为有关单位和行业提供建设参考。

主要编写人员：

徐春学、马英、李春光、郝文祥、刘运强、张鹏、王皓磊、司宏伟、张紫萱、许晓非、胡馨月、王世创、饶旻、高翔宇、丰宽、王雪瑛、吴福明、王伟兵、宋明明、陈令龙、时云智

目 录

一、 发展概述	1
(一) 概念提出	1
(二) 目标愿景	2
(三) 特征和定义	2
(四) 主要进展	4
二、 技术架构	5
(一) 业务框架	5
1. 主要参与者	5
2. 主要业务关系	6
(二) 功能框架	7
1. 主要功能	7
2. 交互关系	8
(三) 技术框架	9
1. 数据面和控制面分离	9
2. 控制面之间的交互	10
3. 数据面之间的交互	11
三、 关键技术	11
(一) 关键技术一：信任体系	11
1. 分布式数字身份	12
2. 可验证数字凭证	12

3. 动态信任管理	12
4. 应用要点	13
(二) 关键技术二：数据互操作	13
1. 语义互操作	13
2. 技术互操作	14
3. 应用要点	14
(三) 关键技术三：访问和使用控制	15
1. 数据访问控制	15
2. 数据使用控制	16
3. 应用要点	16
(四) 关键技术四：分布式架构	17
1. 多节点快速组网	17
2. 通信协议兼容	18
3. 应用要点	19
四、 挑战与建议	19
(一) 主要挑战	19
1. 产品技术供给不足	19
2. 标准规范难以统一	20
3. 商业模式尚未成熟	21
(二) 发展建议	22
1. 建立协同推进机制	22
2. 制定统一架构标准	22

3. 支持关键产品研发	23
4. 鼓励行业先行先试	23
参考文献	24

一、发展概述

(一) 概念提出

数据空间概念最早由德国弗劳恩霍夫协会（Fraunhofer）于2014年提出，旨在解决工业领域数据安全共享与互操作性的问题。2015年，弗劳恩霍夫协会联合多家德国企业和组织成立了“工业数据空间协会”，2016年该协会发展成为国际数据空间协会（IDSA, International Data Spaces Association）。由此，数据空间的概念得以扩展和推广，涵盖了更广泛的行业和应用领域。IDSA旨在通过建立一个标准化的框架，确保数据在不同组织和行业之间的安全共享，同时保持数据所有者对其数据的控制权。IDSA通过其“国际数据空间参考架构”（International Data Spaces Reference Architecture）推动了数据空间的理论创新和实践发展。

欧洲是数据空间概念发展的先锋，尤其是欧盟通过多项政策和计划推动了这一领域的发展。2020年，欧盟委员会发布了《欧洲数据战略》（European Data Strategy），其核心目标是通过促进数据的自由流动，推动欧盟成为全球领先的数据驱动经济体。该战略的主要内容包括创建一系列的欧洲共同数据空间（European Common Data Spaces），涵盖工业、能源、农业等9个行业 and 关键领域，后来拓展到媒体、文化遗产、研究与创新、语言、旅游等14个行业 and 关键领域。

在欧洲推动下，一些国家和跨国企业开始探索和实施数据空间的应用。比如，日本正在通过“Society 5.0”倡议推动数据空间的建设和应用，旨在通过数据共享促进社会的数字化转型。在日本，制

造业和医疗领域的数据空间应用较为活跃。亚马逊、微软等跨国企业也开始为客户提供数据空间解决方案。

在中国,数据空间的发展也受到了政策和产业层面的高度重视和积极推进。2021年工信部印发《“十四五”大数据产业发展规划》,提出“率先在工业等领域建设安全可信的数据共享空间,形成供需精准对接、及时响应的数据共享机制,提升高效共享数据的能力”。2022年中国信通院发布《可信工业数据空间架构 1.0》,系统阐述了可信工业数据空间的概念内涵、行业需求、应用价值、实施路径等内容。

(二) 目标愿景

2020年,《欧洲数据战略》提出建立“单一欧洲数据空间”的愿景。该空间被描述为“一个真正的单一数据市场,对来自世界各地的数据开放。在这里,个人数据以及非个人数据,包括敏感的商业数据,都是安全的,企业可以轻松获取高质量的工业数据,促进增长并创造价值”。

欧盟官方网站将欧洲共同数据空间目标描述为,释放数据驱动创新的巨大潜力,推动欧盟数据驱动的产品和服务发展,形成一个互联互通、具有竞争力的欧洲数据经济核心结构。数据空间使来自整个欧盟的数据能够以可信和安全的方式进行共享和交换。欧盟的企业、公共管理机构和个人等数据持有者,可以在一个安全可靠的框架内共享他们生成和掌控的数据,促进创新应用。

(三) 特征和定义

欧盟委员会发布的第一份数据空间工作组文件 (the first

Staff Working Document, 2022) 指出, 欧洲共同数据空间的关键特征包括:

基础设施。一个安全和保护隐私的基础设施, 用于汇集、访问、共享、处理和使用数据。

治理机制。构建清晰实用的数据访问和使用机制, 确保数据的共享应用以公平、透明、适度和非歧视性的方式进行, 并建立可信赖的数据治理机制。

价值遵从。全面遵守欧洲的规则和价值观, 特别是个人数据保护、消费者保护相关法律和市场竞争法。

数据主权。数据持有者在数据空间中, 可向他人授予对其控制数据(个人或非个人数据)的访问或共享权限。

商业模式。提供数据可以获得补偿, 包括合理的收费, 或者免费进行数据再利用等。

开放参与。开放式的组织/个人参与。

欧盟官方的正式文件未对数据空间进行定义, 其资助的数据空间支持中心(Data Spaces Support Centre)对**数据空间**的定义是: 由治理框架定义的分布式系统, 可在参与者之间实现安全可信的数据交易(Data transactions), 同时支持信任和数据主权(Data sovereignty)。对**数据空间基础设施**的定义是: 一套技术、法律、程序和组织相关的组件与服务, 使得在一个或多个数据空间中进行数据交易成为可能。数据主权是欧盟数据空间的一个核心概念, DSSC对**数据主权**的定义是: 个人、组织和政府对其数据的控制能力, 以及在数据收集、存储、共享和他人使用方面行

使其权利的能力。

(四) 主要进展

据 IDSA 的 Data Spaces Radar 统计，目前已有 178 个数据空间项目案例，46.89% 的数据空间处于实施阶段，32.2% 处于筹备阶段，探索阶段的案例占比约 10.17%，大多数数据空间项目现处于方案设计和试点运行阶段，建设成熟的项目还十分有限。相关案例跟踪研究显示，目前 Catena-X、交通数据空间等案例均已具有实质应用。欧盟官方网站信息显示，其官方资助的 35 个共同数据空间项目大部分处于前期研究和概念验证阶段，尚无成熟落地的项目。

我国数据空间处于早期探索阶段。其中，工业数据空间是较早开展探索的领域，在供应链管理中的数据权益保护等领域方面开展了实践，如长虹控股通过跨域数据使用控制、流批一体数据安全沙盒，实现消费电子产品、新能源锂电池等生产全过程质量数据可信共享，支撑产业链上下游全过程实时柔性双向质量追溯。华为在企业内、企业间、生态链等场景中进行了探索应用，在保护数据主权的基础上，促进释放数据价值。

浪潮云借鉴数据空间数据面、控制面分离的模式，基于数据授权管理、数据访问和使用控制技术、支持济南公共数据授权运营建立数据服务专区，对接外部金融机构、社会企业等可信节点，在人才服务、群租房识别、综治帮扶、金融反欺诈、企业黑名单筛查等多种场景打造了典型应用。其中，金融专区已累计入驻百余家金融机构、350+ 企业，打造了 300+ 数据产品及服务，完成

100 亿+的授信、30 亿+的保险赔付，为市场化数商生态培育和公共数据赋能产业发展提供了有力支撑。

二、技术架构

围绕数据空间的目标愿景，相关行业组织（如 IDSA、GAIA-X、OPEN DEI）分别提出了数据空间参考架构，对数据空间的参与方、功能、系统等进行了设计，并处在不断完善的过程中。结合我国数据流通利用市场发展现状，本报告初步提出了更加符合中国实际需求的技术架构。

（一）业务框架

1. 主要参与者

总体看，数据空间包括四大类角色。

数据供给方：合法合规对外提供数据产品的机构。

数据使用方：获取外部数据并进行利用的机构。

数据空间运营方：为数据空间提供运营管理服务的机构。

第三方服务商：为数据空间提供各类第三方专业服务，促成数据流通和价值交换的各类机构。

2. 主要业务关系

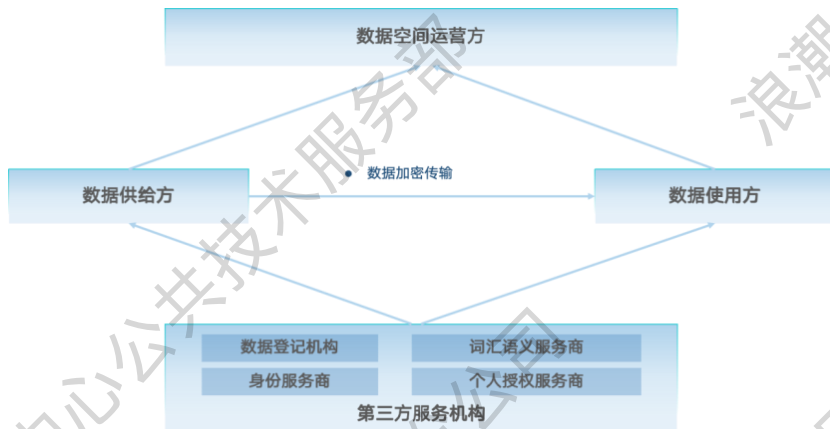


图 2-1 数据空间主要业务关系

数据供给方：其业务核心在于合规地对外供给数据产品。包括向数据空间运营方提供数据产品信息，并由后者向整个空间内各数据使用方提供数据目录查询服务，帮助各数据使用方快速检索到需要的数据产品。与数据使用方进行在线交易磋商、签订合同并交付数据。

数据使用方：其业务核心在于合规地获取和使用数据。包括使用数据空间运营方提供的数据目录查询数据产品信息；与数据供给方磋商、签订合同并获取数据。

数据空间运营方：其业务核心在于为进入空间的各类数据供给方、使用方提供公共管理服务。包括确认各参与方是否符合加入数据空间的资质要求；提供数据目录服务；为数据供给方、使用方提供数据交易、交付信息的存证，支持交易纠纷的解决；引入各类专业化第三方服务以促进数据流通交易等。

第三方服务机构：其业务核心在为数据流通交易提供标准化

的、独立运作的专业化服务。包括：由数据登记机构提供数据资产登记服务，确保进入空间的数据来源可靠、权属清晰；由专业机构提供词汇语义和数据模型查询服务，支持各方理解数据本身的准确含义，进而提升数据在不同机构之间流通利用的互操作水平；由身份服务机构向空间内的各方颁发数字身份，通过各方身份互认支持建立信任关系；由个人授权服务机构帮助数据供给方或使用方完成数据交付所必要的个人数据授权工作，以确保数据传输符合《个人信息保护法》等在个人数据授权方面的合规要求。

(二) 功能框架

数据空间主要包含数据空间运营管理平台、数据连接器，以及第三方服务平台三类设施，分别为数据空间参与方提供运营管理、数据传输，以及生态服务能力。

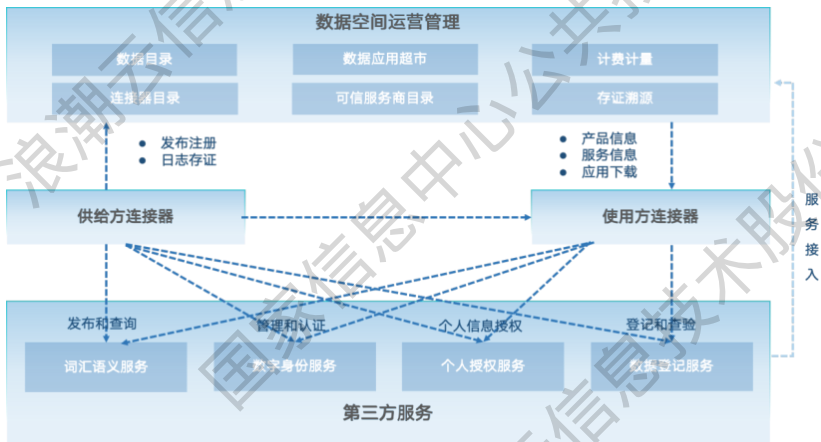


图 2-2 数据空间功能框架

1. 主要功能

运营管理：由数据空间运营管理平台面向数据供给方与数据

使用方提供一站式服务，包括数据目录、连接器目录、可信服务商目录、数据应用超市、计量计费，以及存证溯源等能力。数据目录是数据使用方发现数据的渠道，连接器目录与可信服务商目录旨在提供服务地址与信息的查询，数据应用超市支持用户注册、下载可信应用，计量计费以及存证溯源为用户提供数据流通记录留痕与数据追溯能力。

数据传输：由数据连接器实现，数据连接器是数据空间内数据准入、传输、利用的主要载体。用户可通过数据连接器接入数据空间体系，管理数据资源，开发交付多种类型的数据产品（API 查询、报告、数据订阅等），授权数据使用，并提供身份凭证、策略配置、日志监控等管理能力。

生态服务：由各类第三方服务平台提供支撑，对接数据连接器与数据空间运营管理平台，提供词汇语义服务、数字身份服务、个人授权服务，以及数据登记服务，以规范数据空间各类主体，促进数据生态良好发展。随着隐私计算不断成熟，第三方服务可以进一步扩展，比如第三方可信计算环境等。

2. 交互关系

数据空间内各类设施遵循统一标准规范，互联互通。

数据空间运营管理平台向下对接数据连接器与第三方服务平台，为数据连接器提供数据产品发布、日志存证、数据产品检索、数据应用下载等服务，为第三方服务平台提供生态服务的注册接入窗口。

第三方服务平台除对接数据空间运营管理平台外，还支撑数

据连接器，为其提供数据模型的发布与引用、数字身份的管理与认证、个人信息授权，以及数据资产登记与查验服务。

数据连接器作为数据服务的核心组件，对接各类运营与公共服务，联通对端数据连接器，点对点磋商交易合约，传输数据资源。

(三) 技术框架

在传统的流通模式下，数据从提供方传输到使用方，数据的实际控制权也随之转移，数据提供方失去了数据的控制能力。在数据空间模式下，连接器通过数据控制和数据传输解耦，通过构建独立于数据流动的控制能力，以支撑各数据提供方管控自己对外供给的数据。

1. 数据面和控制面分离

数据空间连接器的技术架构设计采用了数据面和控制面分离的理念。架构如图 2-3 所示。

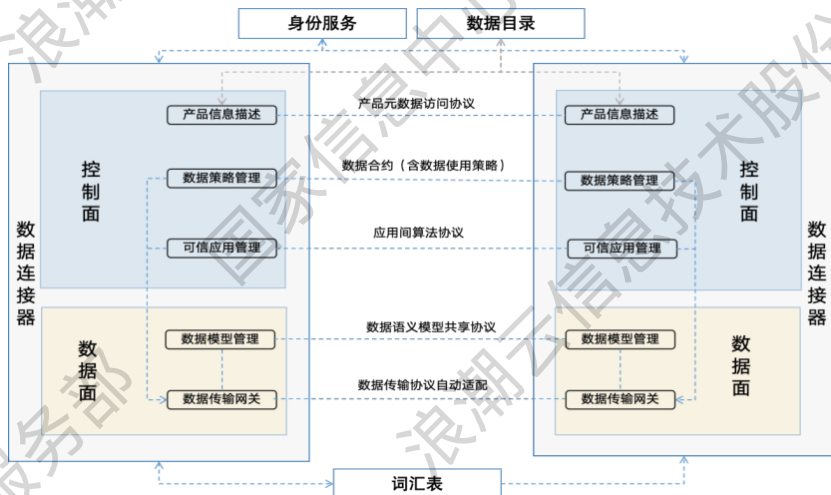


图 2-3 数据空间技术框架

数据面旨在实现数据互操作和高效安全传输,主要提供数据模型管理、数据传输能力。控制面重点是确保各类可信主体按照既定策略,合规的访问和使用数据,主要提供数据产品信息管理、数据流通控制策略管理能力,同时对连接器内的各类可信应用组件进行管理。

控制面实现两个方面的控制能力,一方面通过连接器控制面之间的交互,同步策略来实现跨连接器的数据使用控制;另一方面,通过与连接器自身数据面的交互,配置数据处理方式和传输方式来限定数据使用场景。

词汇表、数字身份、数据目录对于数据连接器的功能发挥有重要支持作用。其中,数据面可创建新的数据语义模型,并发布到词汇表中。控制面进行产品信息描述时,需引用词汇表内数据模型,以便使用方能够理解数据含义。控制面会描述并提供数据使用方身份信息,数据供给方连接器会根据不同的数据使用方身份生成并执行不同的数据策略。数据目录支持连接器在对外发布产品信息时附带产品元数据访问策略,满足数据供给方仅面向特定对象提供数据产品的要求。

2. 控制面之间的交互

连接器控制面之间的交互,实现各类数据访问规则的磋商,具体包括:数据产品元数据的访问策略、数据传输方式和使用规则(数据合约),以及不同的连接器之间进行可信应用通信协议(如双方隐私计算引擎交互所遵循的算法协议)。上述策略和协议的执行决定了哪些数据可以被传输,传输前应当进行哪些处理,

数据传输的方式等。

3. 数据面之间的交互

数据面之间的交互有两个方面：一方面是数据语义协商，通过数据语义模型共享，促进数据的互操作。另一方面是数据传输协议适配，数据连接器分布分散、各自数据传输协议不同，通过传输协议适配，确保各类数据能够高效稳定地传输。

三、关键技术

数据空间关键技术包括信任体系、数据互操作、访问和使用控制，以及分布式架构四个方面。为数据空间安全、合规、高效的运行提供了保障。

（一）关键技术一：信任体系

在开放的数据空间环境中，信任至关重要，数据空间中的参与机构、数据和环境都应当是可信的，且各方的交互应当符合规则要求。

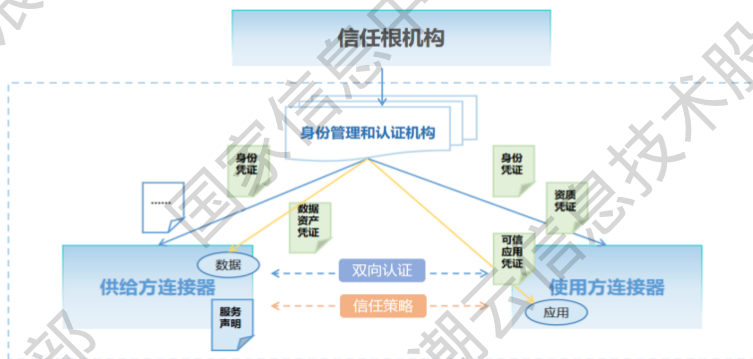


图 3-1 信任体系技术应用示例

1. 分布式数字身份

数据空间内的各类机构、连接器等软件首先应当具有数字身份。为了使各参与主体具备数字身份信息管理能力，可基于分布式数字身份技术（DID），支持各类主体管控自己的数字身份信息（如使用数字钱包），通过自签名方式授权他人访问自己的身份信息。

2. 可验证数字凭证

可验证数字凭证为信任管理提供了支撑。各类参与主体可以利用可验证数字凭证传递权威方的验证信息，促进建立市场信任。比如：数据资产登记机构向登记企业签发数据资产登记凭证，数据使用方可以通过该凭证，准确了解该数据产品的合规信息、质量信息和场景价值等，进而更快促成交易。

3. 动态信任管理

数据空间中各类主体部署环境差异大、数据使用的方式多样，需要动态信任管理来支撑。动态信任管理主要依托参与者信息服务（ParIS）和 DA 动态属性服务（DAPS）共同实现。其中，ParIS 提供数字身份（唯一 ID）查询，DAPS 提供与唯一 ID 关联的属性信息服务，两者结合实现动态管控，保障数据只有在应用程序、环境、实施主体等都满足条件的情况下使用。例如，在数据使用策略中规定了具有某个版本号的软件才能进行处理数据，如果该软件版本发生变动，数据供给方则可以自动暂停供给。

4. 应用要点

信任体系技术应用有几个关键：一是支撑构建全面的身份信息管理和服务体系，包括：所有加入数据空间的机构、软硬件、产品、数据等具备可信身份（或唯一标识）；二是建立可执行的动态信任规则，明确需动态管控的关键信息，例如数据使用环境、数据应用场景等；三是综合考虑治理成本、商业价值、用户需求等因素，制定不同的信任管控手段。

（二）关键技术二：数据互操作

互操作性指不同的平台应用、网络环境、操作系统等主体之间相互联通时，可自动化理解对方信息，实现高效协作。在数据空间中，互操作技术分为两方面，分别是语义互操作与技术互操作。

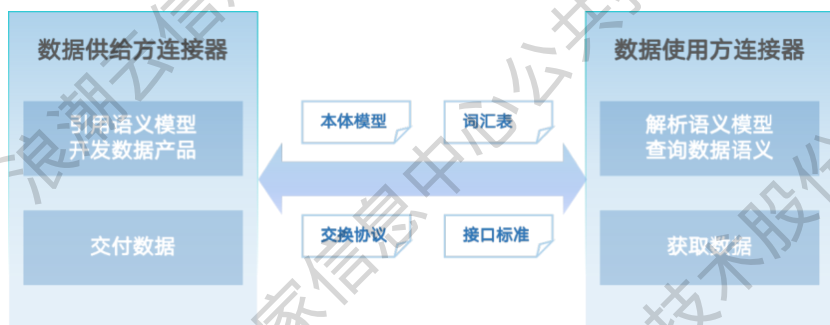


图 3-2 数据互操作示意

1. 语义互操作

语义互操作旨在解决数据层面的协作问题，通过对各行业领域的业务对象建模，抽象出多方共识的可表达数据语义模型，以约定传输中数据本体属性、关系的标准，便于数据使用方快速理

解数据的语义，提高数据的可用性。

数据空间中语义互操作主要依赖词汇语义服务实现，词汇语义服务通过词汇表归纳发布了各领域的数据模型，供数据连接器引用。

数据模型面向公众开放，各企业组织、机构、个人均可按照标准创建发布数据模型。发布后的数据模型支持有数据开发需求的用户下载，通过模型工具，集成至数据连接器内，将待传输数据按模型转换形态，交付于数据使用方。数据使用方可通过词汇表，解析数据模型，理解数据语义。

2. 技术互操作

技术互操作通过约定对接协议与交互模式，旨在解决通讯层面以及接口层面的协同问题。

数据空间中技术互操作通过标准化的通讯与传输协议实现。数据空间的治理机构出台了多项平台设施间互联互通的技术标准，约定了数据连接器的功能实现。未经认证许可的平台设施，不允许参与数据空间业务。技术层面上，数据空间为满足复杂的数据流式传输、批量传输、业务查询等需求，兼容支持多项协议，包括 TCP/IP、QUIC 和 WebSocket 等网络通信协议兼容，以及 OAS、NGSI-LD API、LDES、AsyncAPI 等 API 设计语言规范兼容，以满足多类应用场景的数据传输与业务协同。

3. 应用要点

互操作性实现的关键在于标准体系建立和数据模型治理。

成熟的标准体系是推动技术互操作的前提。标准应覆盖业务、

技术、管理、安全等多个方面，以明确互联互通业务流程、约定通讯往来策略、建立协同管理机制、制定数据安全要求，以拉齐数据空间内各设施的对话方式。

数据模型治理包含数据模型的创建、公示、发布、引用、修订。由于数据模型涉及领域繁多，各行各业标准各不相同，数据模型治理需要跨领域的专家合作，并可能随业务环境的变化而更新，因此需要科学的运营模式，例如开源社区、行业性的公共服务等。

（三）关键技术三：访问和使用控制

1. 数据访问控制

数据访问控制技术通过预先设定的规则给予用户特定的访问权限，常基于角色和属性来设置数据访问策略，各类第三方服务商、数据供给方均可利用该技术实现数据访问的内外部权限管理，以满足数据安全合规管理要求。

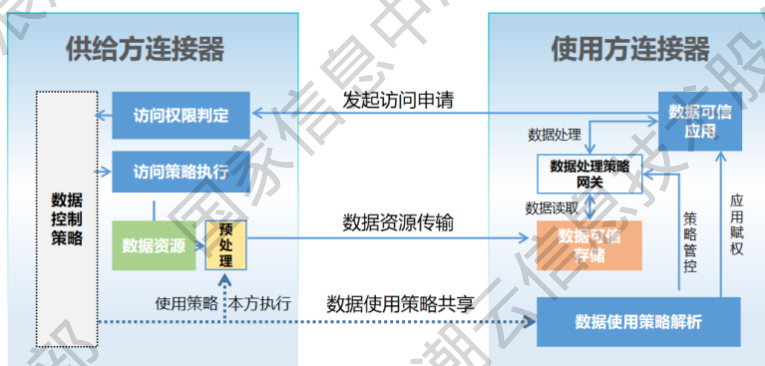


图 3-3 访问和使用控制示例

2. 数据使用控制

数据使用控制的关键是确保数据使用方不滥用数据,其包括两个关键技术:一是控制策略编排,二是控制策略实施。

控制策略编排的关键是生成可自动化实施的控制策略,数据供给方通过可视化配置,将数据访问主体、时间、部署环境、使用方式等生成可机读策略。在数据传输到使用方连接器后,使用方数据连接器会依据策略设置的数据使用权限,仅允许获得授权的用户、程序、组件对数据进行访问和处理。

控制策略实施主要通过将数据使用策略转变为可执行的代码程序,结合身份验证和授权机制来实现约束条件下的数据处理目标。在管控严格的场景下,上述能力可以结合动态属性服务(DAPS)来精细化控制。策略控制技术应用方式因数据使用控制的场景需求、工程化方式不同而有所不同。欧盟数据空间采用了三种数据使用控制技术路线,包括使用控制 APP、使用 LUCON 策略语言、数据应用嵌入使用控制策略。

3. 应用要点

数据流通控制技术落地有三方面要点:

一是精准定义语义互操作,数据使用控制涉及控制策略中的语义理解,只有对数据使用环境中的软件、数据对象属性有共同理解,才能实施基于角色和属性的使用策略编排和控制。

二是准确地进行策略编排。在这个过程中,要全盘考虑政策法规、合同限制等多方面的条件,确保策略的合理性和可行性。同时,还应全面构建“制度+技术”协同的机制,通过制度的规范

和约束，技术的支持和保障，使策略编排更加科学、精准，更好地适应各种复杂的情况。

三是策略标准化，采用相同策略实施方式、策略编排语言，便于在数据空间内部以及数据空间之间的控制面形成一致的使用控制能力。

（四）关键技术四：分布式架构

数据空间为数据要素流通提供了一个安全、开放和互操作的体系，以支持各行业的数据流通与协作。在这一体系中，分布式点对点技术发挥了重要的作用。分布式旨在打造各节点平行、权限平等的服务模式，通过去中心化的设计理念，节点之间直接相互通信，从而提高数据传输的效率与稳定性。这种架构使得每个参与者都可以同时充当数据提供者和消费者，形成去中心化的数据交换环境。

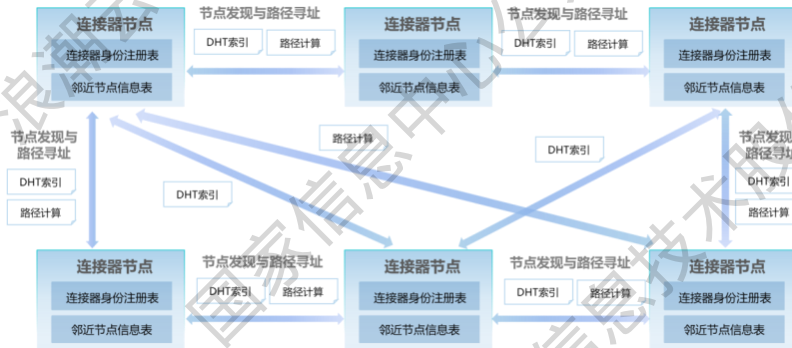


图 3-4 节点自动发现和智能互联

1. 多节点快速组网

数据空间中，各参与方通过连接器实现互联互通。连接器作为分布式节点，部署于参与方本地或云服务环境，通过连接器身

份注册、网络寻址与互联等，支撑多节点快速组网建立。首先，每个连接器都基于连接器身份注册表进行身份验证，确保只有经过认证的节点能够加入网络。其次，在建立连接器间的网络时，通过连接器身份注册表进行寻址，快速定位并连接到其他节点，实现高效的通信和数据交换。

2. 通信协议兼容

数据空间的连接器需要具备多种数据传输的能力，包括流数据、批数据、块数据等的传输，因此需要多协议兼容的技术来支持实现。例如：对于实时应用场景，使用 UDP 等协议，以降低延迟满足实时性要求；针对实时性要求高的流数据，要兼容 WebRTC 或 MQTT 等协议；对于定期采集、数据量大的批数据，兼容 HTTP/HTTPS、gRPC 等协议；对于文件的传输共享，兼容 FTP/SFTP/FTPS、SMB、NFS 等协议。还要建立错误检测与重传机制，一旦发现错误，协议自动触发重传机制，确保数据最终完整到达。

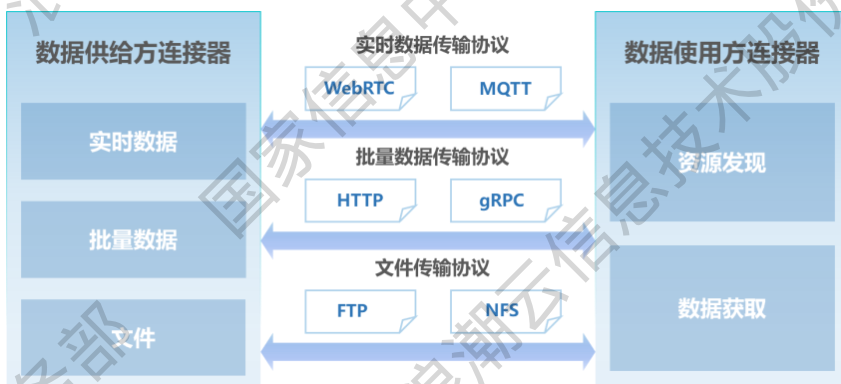


图 3-5 多协议兼容

3. 应用要点

数据空间的分布式架构的应用要点有两点：一是节点发现机制，既可以通过连接器注册表快速发现并互联，也能通过使用高效的节点发现算法，如 Kademlia 或 Chord 等 DHT（目录哈希表）技术，帮助节点在分布式网络中找到彼此，通过节点动态连接，发现附近节点上公开的数据资源。二是安全可靠的数据传输协议，实现流量控制、错误检测与纠正，确保数据包的传输顺序和准确送达。如 TCP/UDP 或自定义协议，来保证数据在节点间的完整性和高效传输。

四、挑战与建议

数据空间整体还处于起步阶段，面临产品技术供给不足、标准规范难以统一，商业模式尚未成熟等挑战，需要建立协同推进机制，制定统一架构标准，支持关键产品研发，鼓励行业先行先试，加快数据空间的成熟和广泛应用，促进数据驱动的经济和社会转型。

（一）主要挑战

1. 产品技术供给不足

连接器是数据空间的核心技术组件，目前面临三方面问题。

功能不统一。根据 IDSA 协会的数据连接器报告统计，目前欧盟数据空间有 5 类 30 余种连接器，分别是 Eclipse 连接器、IDC 连接器、TNO 安全网关（TSG）、TRUE 连接器，以及其他。各类连接器的功能差异较大，数据目录、策略管理、使用控制、身

份认证等功能并非所有的连接器都具备，且使用控制的方式也不相同。以身份认证技术路线为例，有 17 种支持 X.509，6 种支持 DiD:web，5 种支持 SSI，还有的支持其他身份认证机制或完全不支持。

成熟度不高。2022 年欧盟委员会对数据空间中间件市场解决方案进行了调研分析并形成报告。报告认为 Eclipse 连接器仍处于早期发展阶段，尽管 Eclipse 在数据空间和物联网项目方面有广泛的落地实践，但其中许多项目仍处于早期孵化阶段。后续，Eclipse 可能会为 SMP(Symmetric Multi-Processing, 对称多处理)能力提供有用的工具和解决方案。2024 年奥地利圣珀尔滕应用科技大学发表《数据空间连接器实现调查》，认为当前连接器技术就绪度/成熟度相对较低，进一步阻碍了连接器在行业中的采用。

技术集成复杂。数据空间往往需要集成多种不同的技术栈和系统，这包括传统的业务系统、云计算平台、物联网设备等。不同系统之间的兼容问题使得技术集成变得复杂且成本高昂。在数据空间中，实时数据处理和低延迟响应是关键需求，特别是在需要快速决策和响应的场景中。集成大量数据源时，如何保证系统的实时性和低延迟是一大挑战。使用控制技术需要适配复杂多样的生产端运行环境，部署复杂的同时，也对拉通业务场景形成制约。

2. 标准规范难以统一

技术标准方面。数据空间涵盖多个行业和应用场景，但各行

业在数据格式、接口协议、数据治理等方面缺乏统一的标准，这导致数据无法跨行业、跨平台顺利共享和使用。同时，数据空间涉及的技术领域广泛，利益相关者众多，标准化工作进展缓慢。标准的制定通常需要平衡各方利益，导致标准的推进速度滞后于技术的发展速度。

数据互操作标准方面。尽管目前有不少数据互操作的标准，但是因为存在专业领域多样性、组织多样性（国际标准化组织、行业联盟等）、技术多样性（数据互操作性标准支持多种技术框架和架构），造成标准多样化，很难通过制定统一的标准规范促进数据的互操作。为此，欧盟不断加大推动力度，通过《数据法》规定数据空间参与者应当向公众开放数据结构、数据格式和词汇表的描述，不断提高数据的互操作性。

跨数据空间互联方面。按照欧盟设计的愿景，不同行业数据空间最终要进行互联互通，以支持欧盟单一数据市场。截至目前，欧盟尚未明确跨数据空间互联的时间表和路线图。由于各行业的独特性和复杂性，跨行业数据空间互联面临数据标准和格式不统一、数据治理和安全要求不同等诸多挑战。此外，还存在信任机制建立、跨空间治理体系建设等多方面难题。

3. 商业模式尚未成熟

盈利模式不清晰。许多企业在数据空间领域的探索中，尚未找到明确的盈利模式。数据空间涉及的数据共享和交换可能不直接带来收益，而是通过间接方式（如提升运营效率、创新商业模式）产生价值。如何量化这些收益并形成稳定的盈利模式，仍是

一个挑战。

市场需求不确定。数据空间的市场需求尚在发展阶段，许多企业和机构对数据空间的潜在价值认识不足，导致市场规模尚未形成。这使得数据空间的商业推广和落地面临一定的困难。

（二）发展建议

1. 建立协同推进机制

建立由政府、企业、研究机构 and 行业协会共同参与的合作平台，促进各方在数据空间发展中的沟通与协作。组织定期会议、研讨会和行业峰会，共同探讨数据空间的发展现状、技术进展、标准制定和面临的挑战。鼓励不同行业的企业和机构分享经验和最佳实践，推动跨行业的数据共享和互操作性。选择一批在数据空间领域具有领先地位的企业，作为行业的标杆和引领者。通过这些领军企业的成功经验，带动整个行业的技术进步和标准化进程。建立跨国合作机制，推动数据空间的全球化发展。通过国际交流合作，吸引和培养具备全球视野的技术人才，提升国内企业和研究机构的创新能力。

2. 制定统一架构标准

制定统一的数据空间参考架构，引导企业在统一架构下规划设计和建设数据空间，鼓励各研究机构和企业统一架构下推进技术研发和产品验证。制定数据空间统一标准规范，标准应涵盖数据格式、数据接口、隐私保护、安全协议等关键领域。在标准化过程中，采用分步实施方法，优先在成熟度较高、需求明确的

行业推行标准，如金融、医疗、制造业等。积极参与国际标准化组织，推动全球数据空间标准的制定和推广，提高国内技术标准在全球范围内的接受度和影响力。

3. 支持关键产品研发

通过研发补贴、税收优惠和专项资金等方式，鼓励企业与研究机构合作，加强对数据空间关键技术的研发投入。重点支持数据连接器、数据空间运营管理平台开发，在人工智能、隐私计算、数据加密等前沿技术领域，加速技术探索和应用。鼓励开发者和企业完善技术文档，包括详细的 API 文档、用户指南、示例代码和常见问题解答（FAQ）。建立公共的技术支持平台，集中提供技术问题解答和社区支持。

4. 鼓励行业先行先试

加强政策引导，选择具有代表性的行业（如金融、医疗、智能制造、公共服务等）率先探索数据空间的应用。通过示范项目、试点工程，积累经验并推广成功案例，以此带动其他行业的应用和发展。鼓励企业积极探索数据空间下的新型商业模式，如基于数据共享的增值服务、数据即服务（DaaS）等。通过引入风险投资、合作伙伴和公共资金支持，探索并验证商业模式的可行性。

参考文献

- [1] A European strategy for data. Shaping Europe's digital future. Available at:
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data>
- [2] Common European Data Spaces. Shaping Europe's digital future. Available at:
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/data-spaces>
- [3] Data Sovereignty and Trust standards and technologies landscape. Dssc.eu. Available at:
<https://dssc.eu/space/SE1/185794711/Data+Sovereignty+and+Trust+standards+and+technologies+landscape>
- [4] Data Spaces 101. Dssc.eu. Available at:
<https://dssc.eu/space/SK/32407574/1+Data+Spaces+101>
- [5] Data spaces radar. Dataspaces-radar.org. Available at:
<https://www.dataspaces-radar.org/radar/>
- [6] Gras, N. (2022) Eclipse Dataspace Components and IDSA: Let's build our data-driven future together!, International Data Spaces. International Data Spaces Association. Available at:
<https://internationaldataspaces.org/eclipse-dataspace-components-and-idsa-lets-build-our-data-driven-future-together/>
- [7] IDS knowledge base. Internationaldataspaces.org. Available at:
<https://docs.internationaldataspaces.org/ids-knowledgebase/v/>
- [8] Eitel, A. (2021) Usage Control in the International Data Spaces. Zenodo. doi: 10.5281/zenodo.5675884.
- [8] Schon, B. O. J. (2016). INDUSTRIAL DATA SPACE DIGITAL SOVEREIGNTY OVER DATA.
- [9] Dam, T., Klausner, L. D., Neumaier, S., & Priebe, T. (n.d.). A survey of dataspace connector implementations. Arxiv.org. Retrieved August 26, 2024, from <http://arxiv.org/abs/2309.11282>
- [10] A Survey of Dataspace Connector Implementations, 2024年1月9日, St. Pölten University of Applied Sciences, Austria[11] 中国工业和信息化部 (2021)“十四五”大数据产业发展规划.
- [12] 中国信息通信研究院 (2022) 可信工业数据空间架构 1.0.
- [12] 澎湃新闻.国内首个智能制造数据空间应用案例落地,2023年3月,
https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_22362514