

海洋可信数据空间建设进展及典型案例研究

田万林¹, 林梦笑¹, 史钊源^{1,2}, 罗莉娜¹, 李晓霞¹

[1. 深圳市海洋发展促进中心 深圳 518000; 2. 香港中文大学(深圳)人文社科学院 深圳 518172]

摘要: 随着数据要素成为数字时代的核心战略资源, 海洋数据的可信流通与高效利用已成为海洋事业发展的关键支撑。文章系统梳理了欧盟、美国、加拿大等海洋可信数据空间的建设进展, 分析了我国海洋云、中国全球海洋融合数据集 1.0, 以及青岛市、浙江省等实践案例, 并以深圳为例剖析了我国海洋数据要素释放面临的“不敢用、不够用、不好用、不会用”四大核心挑战, 并提出构建“制度—技术—渠道—生态”四维协同的海洋可信数据空间路径。

关键词: 海洋数据; 可信数据空间; 进展分析; 典型案例

中图分类号: P716; TP399 文献标志码: A 文章编号: 1005-9857 (2026) 02-0030-10

Progress and Typical Case Studies on the Construction of Marine Trusted Data Space

TIAN Wanlin¹, LIN Mengxiao¹, SHI Zhaoyuan^{1,2}, LUO Lina¹, LI Xiaoxia¹

[1. Shenzhen Ocean Development Promotion Center, Shenzhen 518000, China; 2. School of Humanities and Social Science, Chinese University of Hong Kong (Shenzhen), Shenzhen 518172, China]

Abstract: As data elements become core strategic resources in the digital era, trusted circulation and efficient utilization of marine data have become key supports for the development of marine affairs. This paper systematically reviews the construction progress of marine trusted data spaces in the EU, the United States, Canada, analyzes China's practice cases such as China's Marine Cloud, China Global Ocean Fusion Dataset 1.0, Zhejiang, Qingdao, etc., and takes Shenzhen as an example to analyze four core challenges China faces in releasing marine data elements: "dare not use, insufficient supply, difficult to use, and do not know how to use", and proposes a four-dimensional collaborative path for marine trusted data space construction involving "system-technology-channel-ecosystem".

Keywords: Marine data; Trusted data space; Progress analysis; Typical case

0 引言

数字经济时代, 全球海洋数据体量正以艾字节 (EB) 级存量、太字节 (TB) 级日增量高速增长

长, 如何破解数据“汇聚难、信任难、使用难”等瓶颈, 构建安全有序的可信海洋数据空间, 成为各国在海洋领域竞争与合作的焦点。2024年11月, 国家数据局印发《可信数据空间发展行动计划

收稿日期: 2025-11-12; 修订日期: 2026-01-22

作者简介: 田万林, 高级工程师, 研究方向为海洋资源管理、海洋数据治理和海洋空间规划

(2024—2028年)》,明确提出到2028年建成100个以上可信数据空间,形成广泛互联、资源集聚、治理有序的数据流通网络。海洋资源环境行业可信数据空间作为全国首批63个试点中唯一涉海项目,于2025年9月在第四届全球数字贸易博览会正式上线,标志着我国海洋数据治理进入规则引领、场景驱动的新阶段。因此,系统梳理欧盟、美国、加拿大等主要经济体可信数据空间建设的核心举措,分析我国发展现状与典型案例,对我国破解海洋数据治理瓶颈、实现该领域跨越式发展具有重要的现实意义。

1 海洋可信数据空间研究概况

国家数据局在《可信数据空间发展行动计划(2024—2028年)》中将可信数据空间定义为:基于共识规则,连接多方主体,实现数据资源共享共用的基础设施,也是支撑全国一体化数据市场的载体^[1]。随着“数字海洋”向“可信海洋”、“数据共享”向“数据可信”的演进,“海洋可信数据空间”这一概念精准凝练了海洋数据在互联流通环境中的可用性、完整性、可靠性、可追溯性等现实要求。

2020年之前为海洋可信数据空间的萌芽期。2016年,Cravens和Ardoin研究发现,数据可信度不仅取决于技术层面的准确性,更依赖于利益相关者的参与过程。他们提出,数据可信性是“社会协商的产物”,需通过透明化数据来源、开放审核机制、包容多元主体诉求来构建^[2]。Leadbetter A提出,可通过对数据全生命周期的规划与风险管控,保障数据在流转与使用中的可信度^[3]。这一时期学术研究尚处于概念验证阶段,研究焦点集中在“区块链+溯源”单点技术上,区块链被视为信任根,“可信”被等价于“可追溯+不可篡改”,尚未涉及隐私计算或价值分配^[4-5]。

2021年,海洋可信数据空间进入快速发展期。欧盟海事数据空间(Maritime Data Space)项目率先探索分布式治理模式,其基于国际数据空间协会(IDSA)架构,通过去中心化身份认证与智能合约,实现船舶数据在可信环境中的安全共享^[6]。“可信”由单一溯源扩展到“隐私保护+价值分配+

跨境合规”的综合信任,区块链退居“锚定层”,隐私计算等成为新热点^[7]。同时,欧盟、美国等主要经济体启动相关大型工程,海洋可信数据空间在海洋数据共享与交易、海事管理与自主船舶等领域得到了深入应用,形成了Gaia-X等一批具有代表性的应用平台,研究焦点转向“运维成本、碳排放、法律互认”等方面,并逐步展开标准主导权的竞争。

我国专门针对海洋可信数据空间的研究成果相对较少,研究多以单点技术突破为主,如成里京等发布的IAPv4数据集,通过4项技术创新显著提升了全球海洋温度与热含量估计的可信度^[8-9],该成果已被广泛引用。目前主要是山东、浙江等地在实践中不断深化对海洋可信数据空间的探索。

总体来看,海洋可信数据空间研究正经历着从概念验证到技术扩展再到标准落地的三级跳,但我国相关研究有待加强,特别是对国内外重点项目进展的跟进与系统梳理和比较、典型案例等方面,目前尚处于空白状态。

2 国际海洋可信数据空间建设模式

国际海洋可信数据空间的建设在技术架构、数据服务、治理机制等方面呈现出多元化的模式特征。欧盟以Gaia-X为代表,展现了去中心化的联邦架构模式;美国以综合海洋观测系统(IOOS)为核心,形成了中心化的数据服务体系;加拿大以海洋观测网络(ONC)为基础,探索了学研主导的数据管理路径。通过对比分析这3种典型模式,能够为我国海洋可信数据空间建设提供借鉴。

2.1 欧盟以Gaia-X为核心的去中心化架构

Gaia-X是欧盟主导的联邦数据基础设施项目,由德国和法国联合倡议,欧盟27国参与,核心目标是通过建立统一的规则与技术框架,解决当前数据生态中的信任缺失问题,从而释放跨行业数据共享的价值潜力^[10]。Gaia-X强调构建去中心化、保障数据主权的顶层架构,通过制定开放、公平的技术标准与治理规则,让不同的数据持有方(无论是政府、企业还是科研机构)在不丧失数据控制权的前提下,将数据资源“连接”成一个可信、可互操

作的生态系统。

Gaia-X 已成为欧盟海洋数据空间建设的核心技术参照,在实践中不断深化。2022年1月,德国海洋技术公司 TrueOcean 启动的 Marispace-X 项目,即直接采用 Gaia-X 的联邦服务框架^[11-12]。Marispace-X 通过连接器组件实现船舶交通数据、水文测量数据的跨机构共享;同时将 Gaia-X 的“数据主权”与“互操作性”原则转化为海事场景的具体规则,例如,船舶数据的访问权限划分、观测数据的标准化描述,并实现生态联动,借助 Gaia-X 的跨行业特性,Marispace-X 的数据可与港口物流、海洋环保等其他领域数据联动,实现“海事数据—产业数据”的价值闭环。

此外,“地平线 2020”计划资助的 Iliad 项目也是 Gaia-X 理念在海洋领域的直接体现,其目标就是建立一个可互操作、联邦化的“数字孪生海洋”,并探索数据市场的商业模式^[13]。项目依托高分辨率建模、实时传感、先进算法及语义丰富的数据融合技术,实现多源海洋数据的高效整合与分析。应用场景覆盖海洋环境评估、海上交通管理等关键领域,同时通过搭建专属市场,实现数据、服务及相关应用的规范化分发与价值释放。

2.2 美国以 NOAA 为主导的中心化数据服务

美国以国家海洋和大气管理局(NOAA)等联邦机构为主导,主要通过 IOOS 等平台进行高效的数据整合与分发^[14]。

IOOS 被称为美国的“海洋之眼”,由 11 个子系统组成,包含 5 个海洋模型实验站、8 个海洋技术研发站、5 个海洋生物观测网络、11 个有害藻华观测网络、635 个区域级和 766 个国家级岸基台站或海上平台、165 个高频地波雷达站。IOOS 采用中心化云仓库,通过国家数据浮标中心等数据装配中心,实现原始观测数据的实时汇聚、质量检查和统一发布,包括海面浮标、滑翔仪、雷达等多源数据的统一入口;在全国范围内建设“可信、认证”的区域数据中心,负责数据的存储和分发,并与区域/行业功能节点互联,以提升数据的可用性和互

操作性。

可见,IOOS 模式的优势在于“联邦式”的中心化服务,在标准化、长期稳定的公共服务、质量控制和溯源机制上,提供了另一种“可信性”逻辑,即依靠国家公信力和制度保障,以点扩面,提供可信来源的数据服务模式。

2.3 加拿大以 ONC 为基底的数据管理系统 Oceans 3.0

加拿大 ONC 由维多利亚大学于 2007 年设立,由 ONC 协会管理和运营,在加拿大东部、西部和北极海岸部署了世界领先的海洋观测设施,旨在通过采集数据来监测海洋变化。

2021 年,ONC 签署并实施 TRUST (Transparency, Reliability, User-focused, Sustainability, Technology) 原则,确保数据的透明度、可靠性和可持续性,旨在通过建立存储数据库的 TRUST 原则来实现数据支持 FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) 原则^[15]。ONC 的数据管理系统 Oceans 3.0 包括管理数据采集和存档、供终端用户发现、处理、可视化和下载数据等工具,它基于 10 个基础支柱,确保数据的质量、可访问性和互操作性等。Oceans 3.0 已通过全球科学数据仓储可信认证体系 CoreTrustSeal 的可信认证,成为世界数据系统(WDS)成员。CoreTrustSeal 认证基于组织基础架构、数字对象管理、技术能力三大维度的 16 项核心要求开展评估,包括工作使命界定、专业团队配置、数据质量控制、标准化工作流程、硬件设施保障及数据安全防护等关键环节,这些要求充分反映了可信数据空间的核心特征。同时,Oceans 3.0 遵循加拿大联邦政府开放数据政策,数据协议采用知识共享署名 4.0 国际许可协议 Creative Commons BY 4.0,所有结构化数据均可自由共享、再分发,鼓励商业与科研二次开发^[16]。

2.4 国际经验对比分析

对以上三者进行分析比较,其在数据管理模式、资金来源、监管框架、技术架构、数据主权、数据开放、数据质量、应用场景等维度存在明显差异(表 1)。

表 1 Gaia-X、IOOS 与 ONC 的主要差异

Table 1 Key differences among Gaia-X, IOOS and ONC

维度	Gaia-X (欧盟国家)	IOOS (美国)	ONC (加拿大)
数据管理模式	去中心化治理, 由基金会负责管理, 采用“股东参与”机制, 成员通过身份与信任框架实现自主管理	联邦集权管理, 由 NOAA 联邦机构主导, 公信力背书	高校主导, 技术中立, 形成高校—政府—产业三方协同的治理结构
资金来源	成员费、欧盟项目资助, 并通过服务费实现持续运营	主要由联邦预算 (NOAA 预算) 支撑, 亦接受科研项目资助	由大学经费、政府拨款、企业赞助组合支持
监管框架	遵循欧盟《通用数据保护条例》等	受美国《联邦信息管理条例》等约束	遵循加拿大的《个人信息保护和电子文件法》等
技术架构	控制平面与数据平面分离的联邦云架构, 采用 Trust Framework (信任框架) 模式实现跨域互操作	中心化云仓库, 所有观测数据统一存储与分发	边缘计算加 API (应用程序编程接口); 海底光纤把数据实时推送至边缘节点, 提供多种访问方式
数据主权	数据所有者保留完整控制权, 平台仅提供可信交换与合约	数据由 NOAA 持有, 公开后进入公共领域, 所有权归政府	数据由 ONC 协会拥有, 采用 FAIR 原则并保留原始所有权
数据开放	白名单与许可协议, 访问需经身份认证。数据可定价、可撤回、可跨境交易	公共领域免费 (采用 CC0/CC BY 许可), 任何人都可直接下载使用	CC BY 4.0 协议, Oceans 3.0 门户支持程序化检索, 数据免费, 也可商用
数据质量	Data Quality Service (数据质量服务) 与合规标签, 自动化校验, 不达标自动下架	采用 QARTOD 与 DMAC QA/QC 流程, 发布实时质量报告并执行标准化数据审查	自动校准加人工复核、硬件溯源
应用场景	跨域数据市场: 面向工业、金融、医疗等多行业的商业数据交易	防灾减灾、航运: 提供实时潮汐、海流、风暴预警等服务, 支撑国家安全与海上交通	气候变化、北极航道: 通过长期海底观测支撑气候监测、北极安全等

总体来说, Gaia-X 基于合约式的“可信”, 让数据基于生产生活需求实现跨域跨境流通, 尽可能地挖掘其价值。IOOS 用“政府免责+用户免费”的模式换取数据最大范围的公共使用, 其可信性来自法规的公信力, 而非技术本身。ONC 用“高校中立+硬件溯源”建立科研与产业混合信任, 使数据变成可信科研资产, 适合进行数据孵化。这三者可以说是分别代表了市场、国家、学术三种定位及价值实现, 也提供了海洋可信数据空间建设的重要范式。

3 我国海洋可信数据空间典型案例

3.1 国家层面: 海洋云与中国全球海洋融合数据集 1.0

2024 年 6 月 8 日, 自然资源部发布首批《海洋数据开放共享目录》并上线全国首个国家海洋大数据服务平台——“海洋云”, 旨在破解海洋数据长期存在的“汇之难、治之困、用之阻”三大瓶颈, 通过整合覆盖“空—天—岸—海—潜”的全域观测数

据, 构建起国内最丰富的 PB 级海洋大数据资源体系, 以激活数据要素潜能, 赋能海洋经济高质量发展和海洋强国建设。该平台涵盖七大学科、83 类要素, 国内数据从 1942 年开始, 国际数据从 1662 年开始, 标志着我国海洋数据开放进入统一目录、统一门户的新阶段^[17]。海洋云以国家海洋大数据综合数据库和云计算平台为底座, 集成大数据、云计算、人工智能和区块链等先进技术, 形成了从数据汇聚到应用的全链条。同时, 平台通过了网络安全等级保护三级认证, 引入区块链、隐私计算等技术, 构建了涵盖采集、传输、存储到交换的全流程安全防护, 确保数据流通的可信与可控。

2025 年 6 月 9 日, 国家海洋信息中心联合清华大学等单位发布全球海洋融合数据集 1.0 (CGOF1.0), 数据总量逾 600 TB, 实现多项关键突破, 具体体现在以下 5 个方面。一是多源数据整合。CGOF1.0 几乎涵盖了国内外主流的海洋观测数据、海洋卫星遥

感数据、客观分析/再分析产品以及模式模拟数据,同时适度融入了我国自主观测数据。二是智能融合。建立了“多源数据处理—智能融合—迁移重构”的技术流程,广泛采用了深度学习等前沿人工智能技术。三是多要素覆盖。数据集涵盖了温度、盐度、海流、海面高、海浪、风、气温、气压、相对湿度、能见度 10 种关键海洋观测参数。四是长时序。数据时间累积长度超过 60 年,最长可达 72 年,为研究海洋长期变化规律提供了历史依据。五是高精度空间。CGOF1.0 的分辨率达到了 10 km,优于国际同类主流产品;各要素产品的平均融合精度相较于国际主流再分析产品均有显著提升,其中海面高度的提升幅度最大,高达 84.03%。

3.2 青岛:海洋数据交易与产业融合探索

2024 年 12 月,青岛启动全国首个海洋可信数据空间建设,以海洋大数据交易服务平台为核心载体,融合了区块链、隐私计算与 TLS 加密技术,实现数据全生命周期安全防护与可追溯管理,同时利用海洋可信数据空间接入连接器,实现了供需双方在保障数据主权前提下的安全交换和联合计算。海洋可信数据空间的建设,破解了传统海洋数据孤岛、流通壁垒和隐私安全难题,为海洋数据流通应用提供安全技术保障,极为有效地支撑海洋经济的数字化转型,同时为政府治理、产业发展和科研创新提供高质量的数据安全基础。

平台汇聚 292 类海洋数据资源,构建全球海洋训练数据集十大类 171 个,提供海洋地质等 13 类数据交易服务,累计交易额 3 110 万元,带动相关海洋产值超 3 亿元。平台与有关涉海科研院所、高校及青岛市相关涉海企业和机构展开广泛应用,旨在形成高精度、实时化的海上信息服务能力。

3.3 浙江:全国首个海洋资源环境行业可信数据空间

2025 年 9 月 25 日,浙江上线全国首个海洋资源环境行业可信数据空间,已汇聚 167 类、2 000 多个数据集,总量 1 PB,形成 30 余款场景化数据产品,其后衍生至 40 多个应用场景。平台由浙江省海洋经济发展厅、自然资源部第二海洋研究所、杭州高新科创集团等“政产学研用”单位联合建设,并吸引 50 余家数据单位入驻。

该平台一是提供场景化数据定制服务,上线两套场景化数据集。“复杂环境下港口航运保障数据集”整合了宁波舟山海域观测数据,实现未来 5 天风力、浪高等预报分辨率精确至 5 m,开创国内业务化米级海洋预报先河。“海上风电选址与施工保障数据集”为深远海风电开发提供多要素分析预报。目前,这两套数据集已在港口码头靠泊、海上风电运维等场景落地应用。二是构建合规准入体系。通过国家可信数据空间互联互通测试,发布 13 项规则,建立准入认证、合规管理、收益分配等制度,确保数据“可用不可见”。

3.4 国内外发展的对比分析

由上述分析可见,国内强调“国家—城市—行业”三级协同,可以理解为“海洋云”先定目录、青岛跟进定价、浙江整合产品,体现了“海洋可信数据空间”正经历着从概念验证到实践落地(由国家顶层设计指导,地方政府与核心机构联合推动,应用场景驱动)的新阶段。将国内外的情况进行比较,两者呈现出不同的特点(表 2)。

表 2 国内外海洋可信数据空间的差异

Table 2 Comparison between domestic and international marine trusted data spaces

维度	国内案例	国外案例
治理模式	政府主导	政府、科研部门、产业主导均有
技术架构	中心化集成架构	分布式联邦架构
法规层级	尚无国家上位法	有国家及以上层级的上位法
技术路线	重“一体化”与“高精度”	重“互操作”与“可撤回”
市场模式	公益免费,市场收费; 高附加值场景走场内交易; 主要是境内闭环	可商用交易(Gaia-X、 ONC),亦可免税免费 (IOOS);跨境交易可实现 “秒级结算+实时分账”

在治理模式上,目前我国的典型案例无论是国家层面,还是青岛、浙江,都是以政府相关部门或机构为主导、财政资金为支撑,政府始终掌握最终治理权。国外则存在不同的主导力量:去中心化的 Gaia-X 用“数据主权+合约”做跨境市场;IOOS

用“联邦法规”做公益产品;ONC用“高校中立”做学术自证。就技术架构而言,国外更强调联邦化互操作与跨域协同,例如,以连接器、信任框架组织多主体接入与多云互通,并提供相对明确的迁移与退出机制;国内以“海洋云”等集中式平台为主,强调统一目录、统一门户与一体化运维,强调全要素汇聚与云端统一调度。在法规层级上, Gaia-X 在《欧盟数据法》框架下运作, IOOS 以《综合沿海与海洋观测系统法》(33U.S.C. § 3601-3610)为法律依据;我国海洋数据交易尚无国家上位法,青岛、浙江依赖地方备忘录,跨域纠纷时执法依据不足。在技术路线上,国外重“互操作”与“可撤回”,譬如, Gaia-X 控制/数据平面分离,用户可在15分钟内把数据从云A撤到云B,还能实现多云互操作;我国“海洋云”等政府主导、国企运维的平台,注重“一体化”与“高精度”要求,区块链技术等指向“可用不可见”,多云互操作标准未落地,数据一旦接入难以快速“带号转网”或者灵活退出。在市场模式上,国内外都是公益免费与市场交易并存,但国外跨境信任更成熟,能实现“秒级结算+实时分账”;国内交易主要是境内闭环,现阶段高附加值场景如港口米级、风电施工等更是走场内交易。简而言之,国外从制度、技术基础设施等打造“可信”,国内从落地速度、场景精度上塑造“可信”,一旦法规制度层级等短板补齐后,中国模式有望在海洋大数据价值释放中发挥更加显著的效能。

4 挑战与对策建议:以深圳为样本

由国内外形势可见,可信数据空间已成为海洋数据要素化的“必答题”。目前,深圳既肩负国家赋予的建设“全球海洋中心城市”战略使命,又拥有数据交易所、超算中心、海洋院校和庞大涉海企业集群等多要素基础,兼顾制度弹性、数字基础与产研厚度,是构建海洋可信数据空间的“理想试验场”。深圳在海洋可信数据空间建设中已奠定坚实基础,政策层面如出台《深圳市加快打造人工智能先锋城市行动计划(2025—2026年)》,深圳市前海管理局还明确将海洋领域列为重点领域之一,鼓励企业申报高质量数据集和示范场景,为海洋可信

数据空间建设提供政策红利;技术核心进展集中在“透明海洋”数据底座构建、感知网络整合等方面。但深圳同时也存在着制度不明“不敢用”、数据不足“不够用”、流通不畅“不好用”、资源不活“不会用”等从制度到技术再到应用层面的问题。因此应以深圳为样本,探讨海洋可信数据空间“制度—技术—渠道—生态”四维协同的发展路径(图1),实现精准发力、靶向施策,让原本“沉睡”在各个角落的海洋数据“活”起来。

4.1 制度不明:“不敢用”——构建三大支点制度可信体系

“不敢用”的根源是数据权责边界模糊与安全焦虑。借鉴国外构建“可信”经验,深圳应从法规、治理及内嵌三大支点构建完整的制度可信体系。

一是法规健全,完善制度保障体系。深圳应出台《深圳市海洋数据管理条例》,明确“公共海洋数据默认开放、例外清单管理”“海洋数据跨境白名单”等核心条款,配套出台海洋数据授权运营管理办法、实施方案、资源登记规范、合规审查办法、收益分配细则等,填补制度空白。

二是治理可信,健全多元协调机制。成立市级海洋数据协调委员会,统筹数据归集、清洗、标注、质检全流程,建立多源数据质量追溯与动态评级机制。

三是内嵌可信,以技术嵌入实现制度落地。通过强制嵌入克服惰性和随意性,将法规、治理等相关规则融入系统对应环节,从而提升治理情境的可控性与可预测性。如引入欧盟 Gaia-X “控制平面+数据平面”架构,部署国产自主兼容节点,构建海洋数据分类分级体系,把公共数据、企业数据、个人数据的权利义务拆解到可执行颗粒度,出台负面清单、白名单和豁免清单。技术嵌入是权力上链的过程,形成的智能合约机制也重构了传统的监督纠错方法;技术嵌入也体现着价值倾向,既起到规制作用,也在扩散其价值取向。

4.2 数据不足:“不够用”——实施三个一工程技术体系

“不够用”的核心是有效供给不足与供需错配。智能生产力的核心是“算力、算法、数据”三位一



图 1 四维协同路径

Fig.1 Four-dimensional synergistic path

体的协同，算力是“动力”，算法是“方法”，数据是“原材料”。对标国际先进实践，深圳海洋可信数据空间可实施“一张网、一个中心、一组场景”工程，推动海洋可信数据空间从“试点探索”向“标杆引领”跃升。

一是完善深圳海洋立体观测网。升级海洋综合立体观测网，融合无人机、无人船、卫星、海底光缆等多种监测技术和设备，构建“空一天一地一海”一体化的协同监测体系，新建风暴潮淹没监测系统、海底观测系统（图 2），着力提升对海洋的实时感知能力。

二是建设市级海洋可信数据空间主节点，对接国家海洋云、粤港澳平台等，形成“市一省一国

家”三级数据枢纽。由市政务和数据局、市海洋发展局牵头，联合政府部门、涉海企业、科研机构等，锚定海洋领域数据要素市场化配置改革的攻坚方向，建设市级海洋可信数据空间，以点带面，由一个区域中心辐射扩展，为全国提供海洋数据赋能范式。

三是构建和开发海洋领域多维应用场景。应用是数据管理的关键驱动力，数据也呈现越用越有、越用越多的特征。通过深入分析政府机构、事业单位、涉海企业、科研院所的核心需求，精准识别数据资源的流通与共享模式，促进多元主体共同参与可信数据空间建设。譬如，可聚焦港口航运、海上风电、渔业资源、生态保护、金融保险等领域，首

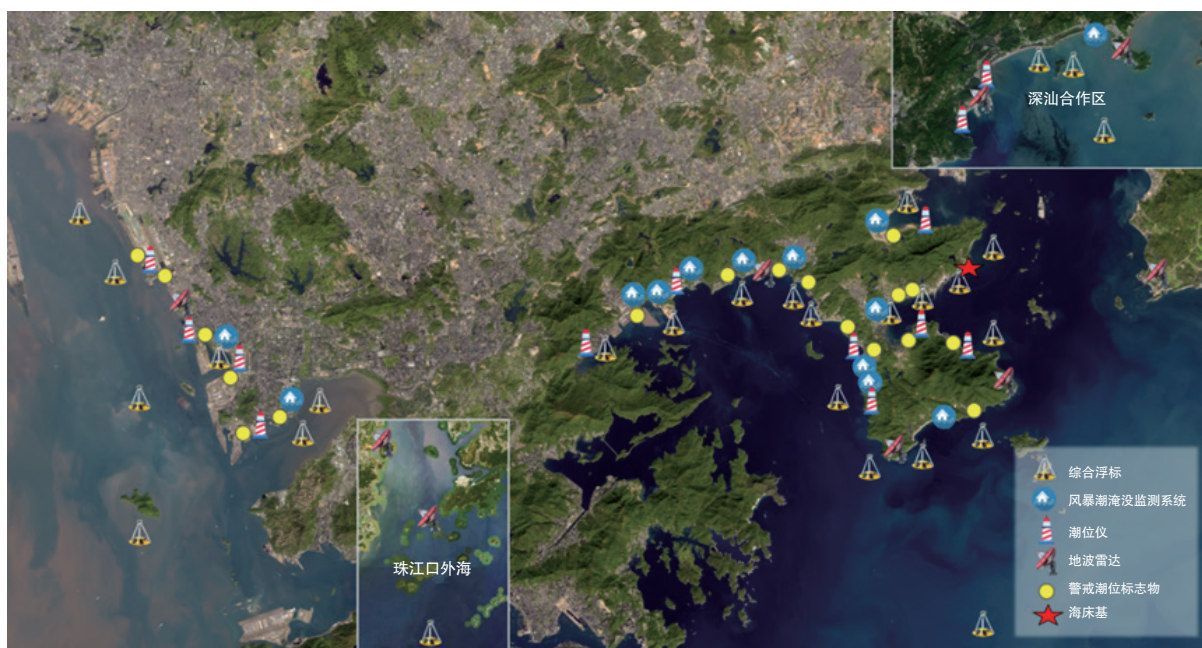


图 2 深圳市海洋立体观测网布局

Fig.2 Layout of the Shenzhen marine integrated observation network

批推出 20 个高价值数据集和 10 个算法模型, 实现“数据即产品”规模化供给。

4.3 流通不畅: “不好用” —— 铺设标准、安全的融合渠道

“不好用”的症结在于质量参差、标准不一、场景割裂, 甲系统的数据到不了乙系统, 大部分数据都“躺”在各自的数据库里, 互不连通。“数据孤岛”和“数据烟囱”已经成为数字经济发展的最大阻碍。可信数据空间正是破解这个难题的“钥匙”。深圳建设海洋可信数据空间可从标准(规则)和安全两大方面推动海洋数据的共建共享。

一是统一标准, 明确规则, 让数据“能对接”。参考 IOOS 统一质量控制与溯源规范, 建立一套完整的海洋数据标准规范, 如“海洋数据质量评价”等标准(与国际主流标准 ISO 19115 等兼容), 建立数据入湖“先质检后上架”机制, 对汇入的数据进行清洗、标注、融合与质量评估, 形成统一、规范的高质量数据资源, 提升数据的一致性与互操作性, 为跨部门、跨系统的数据无缝流转与高效利用奠定坚实基础。同时预设使用对象、期限、范围、收益分成等模板, 降低合规谈判成本, 并引入数据

保险与第三方仲裁, 快速处理纠纷。

二是安全防护, 受控可追溯, 让数据“不泄露”。建立贯穿数据采集、传输、存储、处理及销毁全生命周期的安全防护体系, 上线“海洋数据流通沙盒”, 在受控、可追溯、可销毁的隔离环境里, 让原始或敏感数据不被拿走却能被计算, 确保数据在授权范围内“可用不可见”, 从根源上保障核心海洋数据资产“不泄露”, 从而既释放价值又守住安全底线。

4.4 资源不活: “不会用” —— 打造“超级反应堆”产业生态

“不会用”关键在于操作门槛高, 未充分掌握其价值潜力和运营方式。建设深圳海洋可信数据空间要实现从“资源属性”到“工具效能”再到“资产价值”的跨越, 从而形成具有内在生命力、不断衍生增值的生态系统。

在工具效能上, 引入 ONC 边缘计算与长时序开放理念, 深圳可围绕“算法算力算料”三位一体, 建设海洋智能计算中心(100 PFLOPS AI 算力), 每年举办“深圳海洋 AI 挑战赛”, 开放百万级标注数据集, 孵化海洋数据创新企业。此外,

打造傻瓜式体验,如搭建“海洋数据要素操作系统”,实现跨主体、跨格式数据在线拼接、融合计算;推出“航运+气象”“渔业+市场”等低代码可视化开发工具,将数据用户从主要是政府、企业等组织,拓展到更小的单元,让个人也能轻松掌握,将数据要素从“账面数字”转化为“创新引擎”。

在资产运营上,建立数据资产化运营体系,构建数据资产登记、评估、定价、交易、结算的闭环链条,为数据要素建立“价值坐标系”;引入数据资产质押融资,设立亿级规模的“蓝色数据基金”,按市场评估价的70%给予授信等。

当数字资源从单一的点式应用转向生态化协同,从一次性使用升级为持续增值时,其价值释放呈现出类似树枝向外延伸的“树状增长”,数据如根系深扎,算法如主干拔节,场景如枝叶四散,像核裂变一样释放能量。在这种增长模式下,数字资源之间形成高度耦合、相互促进的网络,进而构建出一个自我驱动、自我强化、持续放大的“超级反应堆”产业生态。

5 结论

目前,国外海洋可信数据空间已形成“市场驱动、国家主导、学术引领”三大范式。欧盟 Gaia-X 以去中心化架构与数据主权保障为核心,构建跨境

跨境数据交易生态,代表市场驱动的“合约式可信”;美国 IOOS 依托联邦机构公信力与中心化云仓库,提供标准化公共数据服务,体现国家主导的“制度式可信”;加拿大 ONC 以高校中立性与技术溯源为基础,打造科研与产业融合体系,展现学术引领的“技术式可信”。三者虽路径不同,但均以“规则明确、技术适配、场景落地”为核心,为我国提供了多元参考。

我国海洋可信数据空间建设在国家顶层设计和青岛市、浙江省等地方试点层面均有突破,尤其重视数据精度、场景应用等。与国际相比,我国仍存在法规制度层级不足、技术互操作性弱、跨境交易缺失等短板,需通过制度补位与技术迭代不断缩小差距。

在借鉴国内外经验的基础上,深圳构建海洋可信数据空间需以“四维协同”破解现实瓶颈。制度维度通过出台专项法规、建立多元协调机制、推动规则技术内嵌,化解“不敢用”的安全焦虑;技术维度通过完善立体观测网、建设市级数据主节点、开发高价值场景,解决“不够用”的供给难题;渠道维度通过统一数据标准、搭建安全流通沙盒,打通“不好用”的流通壁垒;生态维度通过降低门槛孵化应用、建立资产化运营体系,激活“不会用”的价值潜力,最终形成数据要素高效配置的良性循环生态。

参考文献 (References):

- [1] 国家数据局. 可信数据空间发展行动计划(2024—2028年)[EB/OL]. (2024-11-21)[2025-11-10]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202411/content_6996363.htm.
National Data Administration. Action plan for the development of trusted data space(2024—2028)[EB/OL]. (2024-11-21)[2025-11-10]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202411/content_6996363.htm.
- [2] CRAVENS A E, ARDOIN N M. Negotiating credibility and legitimacy in the shadow of an authoritative data source[EB/OL]. (2016-11-18)[2025-11-10]. <https://www.semanticscholar.org/paper/Negotiating-credibility-and-legitimacy-in-the-of-an-Cravens-Ardoin/ff5fc2b7cb46f4dfc5e333acf0072a8dc916f977>.
- [3] LEADBETTER A, CARR R, FLYNN S, et al. Implementation of a data management quality management framework at the Marine Institute, Ireland[J]. *Earth Science Informatics*, 2020, 13(2): 509-521.
- [4] MÖLLER F, JUSSEN I, SPRINGER V, et al. Industrial data ecosystems and data spaces[J]. *Electronic Markets*, 2024, 34(1): 41.
- [5] GUO J, CHENG Y, WANG D, et al. Industrial dataspace for smart manufacturing: connotation, key technologies, and framework[J]. *International Journal of Production Research*, 2023, 61(12): 3868-3883.
- [6] International Data Spaces Association. Maritime data spaces provides trusted environment for industry data sharing[EB/OL].

- (2021-10-07)[2025-11-04]. <https://internationaldataspaces.org/maritime-data-spaces-provides-trusted-environment-for-industry-data-sharing/>.
- [7] GIEß A, SCHOORMANN T, MÖLLER F, et al. Discovering data spaces: a classification of design options[J]. *Computers in Industry*, 2025, 164: 104212.
- [8] 成里京, 谭哲韬, 潘玉莹, 等. IAP 全球海洋温度 1° 格点数据集第四版 (IAPv4) [DS/OL]. (2025-09-12)[2025-11-10]. <http://msdc.qdio.ac.cn>.
CHENG Lijing, TAN Zhetao, PAN Yuying, et al. IAP global ocean temperature 1° gridded dataset version 4 (IAPv4)[DS/OL]. (2025-09-12)[2025-11-10]. <http://msdc.qdio.ac.cn>.
- [9] CHENG L, PAN Y, TAN Z, et al. IAPv4 ocean temperature and ocean heat content gridded dataset[J]. *Earth System Science Data*, 2024, 16(8): 3517-3546.
- [10] Gaia-X. Gaia-X: a federated data infrastructure as a commons[R/OL]. [2025-11-06]. <https://www.gaia-x.eu/>.
- [11] Gaia-X Association for Data and Cloud. Marispace-X creates the data ecosystem for oceans[EB/OL]. (2022-06-03)[2025-11-06]. <https://gaia-x.eu/>.
- [12] North. IO. Marispace-X: secure maritime data ecosystem for innovation and sustainability[EB/OL]. [2025-11-06]. <https://north.io/en/projects/marispace-x>.
- [13] PARKINSON S K, GOODLAD J, PREECE C, et al. The Iliad digital twins of the ocean: opportunities for citizen science[J]. *ARPHA Proceedings*, 2024, 7: 117-132.
- [14] SNOWDEN J, SEIM H, HAINES S, et al. The U.S. Integrated ocean observing system: governance and partnerships[J]. *Frontiers in Marine Science*, 2019, 6: 242.
- [15] LIN D, CRABTREE J, DILLO I, et al. The TRUST principles for digital repositories[J]. *Scientific Data*, 2020, 7(1): 144.
- [16] OWENS D, BIFFARD B, DEWEY R, et al. The Oceans 2.0/3.0 data management and archival system[J]. *Frontiers in Marine Science*, 2022, 9(1): 806452.
- [17] 自然资源部. 海洋数据开放共享目录(第一批, 2024年6月)[EB/OL]. (2024-06-17)[2025-11-06]. https://m.mnr.gov.cn/tzggxcx/202406/t20240618_2848509.html.
Ministry of Natural Resources. Catalogue of marine data opening and sharing(first batch, June 2024)[EB/OL]. (2024-06-17)[2025-11-06]. https://m.mnr.gov.cn/tzggxcx/202406/t20240618_2848509.html.