

新 驰 观 察

2024 年第 17 期（总第 42 期）

2024 年 7 月 1 日

公路交通数据要素价值释放：机理路径、重点方向与发展建议

数据作为以数字形式表征的信息资源，已成为推动全球生产生活、经济发展及社会治理变革的关键因素。自 2019 年党的十九届四中全会将数据列为与土地、劳动力、资本、技术同等重要的生产要素以来，加强数据要素的供给流通，提升数据开发利用能力，已成为建设数字中国的重点领域。发挥我国在数据规模和应用场景方面的独特优势，激发数据要素潜能实现价值释放，对于赋能社会经济的高质量发展具有重要意义。

一、公路交通数据要素的内涵特征

1. 内涵特征

目前，全球关于数据要素的定义内涵尚未形成统一标准，但在数据的生产要素属性及其潜在的社会经济价值等方面达成了基本共识。根据公路交通行业特点，论文对公路交通数据要素进行了明确界定，即：由公路交通相关主体合法拥有或控制，覆盖公路交通全生命周期的各个业务环节，可计量交易并能产生社会经济价值的数据、算法及模型资源。公路交通数据要素不仅呈现

了一般数据要素的共性特征，如非竞争性、易复制性、低价值密度、边际成本递减、边际效益递增以及场景价值化等，还因公路交通固有的行业特征，展现出一系列独特属性：

（1）多源分散性

公路交通行业涵盖规划设计、建设施工、运营服务、养护管理以及综合执法等多个细分领域，涉及行业监管机构、设计咨询单位、建设施工企业、资产运营商、公路养护单位、原料及设备供应商、出行服务提供商、技术研发机构以及广大社会公众等参与主体。各主体根据特定业务需要独立开展数据采集与应用活动，导致了数据来源的广泛性以及数据要素权属的分散性。

（2）类别多样性

公路交通行业细分领域业务流程较为复杂，各业务环节均有较强的数据采集与应用需要，涉及的数据主题呈现出了显著的多样性。此外，卫星导航、遥感影像、高清视频监控、雷达探测、感应线圈、物联网设备、车载终端等技术的广泛应用，在拓展数据采集手段的同时，也促进了公路交通行业数据类型的多元化发展。

（3）跨界应用性

公路交通行业的数据资源不仅在行业内的规划、设计、建设、运营、养护和治理等关键环节发挥着基础性作用，在跨行业应用方面也展现出了巨大潜力。目前，交通事故及违规行为数据已在信贷和保险行业得到深入应用，车辆轨迹等反映车辆驾驶行为的

数据资源也为自动驾驶技术的研发提供了有力支撑。此外，公路运输数据亦在物流企业的供应链管理优化中得到了有效应用，助力物流管理降本增效。

(4) 时效广泛性

相较于商业、保险和金融等行业对数据要素的时效性要求，公路交通行业数据要素应用的时效范围更为宽泛。历年交通量、历史路面状况等低时效数据被广泛应用于交通需求分析和路面性能的中长期预测，为公路规划、养护方案设计提供决策依据。高时效数据，如车辆轨迹、视频监控等数据，反映交通运行的实时情况，在公路运行管理中发挥着重要作用。

2. 公路交通数据要素类别

根据公路交通全要素、全流程、全生命周期特点，以及当前公路交通数据采集应用现状，研究将公路交通行业数据划分为设施管理数据、基础要素数据、交通运行数据、运营保障数据等 4 大类 11 小类。



图 1 公路交通数据要素主要类别

二、公路数据要素价值释放机理与路径

1. 价值释放机理

数据蕴含了事物客观特征及事物间关联关系信息。数据要素的价值释放是在数据处理挖掘，促进数据碎片信息聚集化、知识化的基础上，通过数据要素的直接应用或与其他生产要素融合，实现公路交通全过程从经验流程主导向数据即时驱动转变的过程。数据的价值释放将有效提高生产效率和资源配置效率，进而形成社会效益和经济效益。根据公路交通数据要素应用成效看，数据要素价值释放机理可归纳为叠加、倍增和替代三大方面。

（1）叠加效应

通过数据发布、数据共享、数据流通等手段，直接满足各类主体对数据和信息的需要，形成社会效益的价值释放模式。数据要素的叠加效应在公路交通领域较为常见，互联网地图、交通广播所提供的地图信息、交通拥堵信息等均属于公路数据要素的叠加效应范畴。随着我国数据要素流通政策的加速推进，公路交通数据流通明显加快，高速公路 ETC 通行数据、货车及危化品车辆轨迹数据等数据要素经加工后已成为信息产品实现交易流通，为数据权属主体创造经济价值。

（2）倍增效应

倍增效应涉及数据与其他要素的关联应用，通过多种要素融合形成的“化学反应”实现价值放大和倍增，在具体实现上，可进一步划分为“数数融合”和“数实融合”两种路径。“数数融

合”通过跨行业、多类别数据要素融合应用，实现数据驱动的科学决策，形成效益附加值。例如货运车辆轨迹数据和公路沿线闲置土地资源数据融合，有助于识别潜在物流仓储节点，支撑运输组织模式转变提高物流运营管理效率。“数实融合”则将数据挖掘所获取的知识信息嵌入到实体要素中，形成新产品、新工具，通过要素应用与流通提升生产效率及社会经济效益。如新一代交通事件监测和路面状况检测设施，通过物联网感知技术与先验知识算法融合，提高了交通及路况监测的准确度和时效性，实现公路运营管理降本增效。

（3）替代效应

与土地、劳动力等传统生产要素相比，数据要素具有典型的非实体特征，这也赋予了数据要素在特定场景下替代传统生产要素的可能性。在互联网、GIS/CAD/BIM、数字孪生、交通仿真等技术的推广应用下，公路数据要素在替代传统生产要素方面已展现出巨大潜力：GIS/CAD/BIM技术与公路地形环境数据的深度整合已实现公路设计无纸化，正推动公路规划设计从二维设计向三维正向设计转变。公路执法、巡查流程数据与移动终端技术的结合，促进了巡查执法全流程数字化、线上化。数字孪生和交通仿真技术的应用，为交通管控和自动驾驶技术提供了虚拟测试环境，在减少实际物理测试需求的同时，降低测试经济投入，规避交通安全风险。数据要素的替代效应将明显降传统生产要素、生产工具的依赖程度，从而推动行业跨越式变革。

2. 价值释放路径

公路数据要素的价值释放是在将数据资源处置为数据要素的基础上，通过要素加工、融合、应用，形成社会经济价值及效益的过程。具体涉及数据资源盘点、数据要素管理、要素价值发现、资产开发利用等主要环节。

（1）数据资源盘点

全面梳理数据、算法、模型等数据资源，以及以图纸、报告等以事物实体方式保存的信息资源，排摸数据的内容、结构、流转、保密级别和时效性等特征，明确数据基本属性及使用状况，推动实体数据数字化表达存储，建立数据资源目录，确保数据资源信息的完整性和准确性，为数据资源要素化提供支撑。

（2）数据要素管理

数据要素管理包含数据资源治理和数据要素运营两个方面。数据资源治理着重于对数据资源进行规范化处理，包括数据的规约、清洗、变换、标注、存储及可视化，旨在将隐性信息显性化、碎片信息聚集化，数据结构标准化，实现数据资源向数据要素转变。数据要素运营则聚焦于数据要素长效应用，通过制定数据开放规则、共享机制、脱敏方法及安全管理标准，促进数据的控制保护和流通运营，更好支撑要素数据价值释放。

（3）要素价值发现

是根据行业需求和市场动态，探索数据要素的应用潜力，制定价值实现路径的业务环节，包括应用潜力识别和价值释放实现

两个阶段。应用潜力识别通过行业市场研究、原理分析、数据应用试验等手段，评估数据要素解决行业问题的可能性。价值释放实现则重点研究数据要素的生产流程、技术方法、运营模式，通过经济效益评估测算最终确定数据开发利用方案，以确保数据要素规模化应用技术可行、经济可行。

（4）数据开发利用

在要素价值发现基础上，通过数据要素的叠加效应、倍增效应和替代效应，构建系统化的数据要素开发和应用链路。这一环节的目标是实现数据要素的规模化、长效化利用，以持续释放公路交通数据要素价值，推动公路交通行业创新发展。



图 2 公路数据要素价值释放路径

三、公路数据要素应用重点方向

在公路交通数据要素流通交易的持续推进作用下，公路数据要素的开发应用将从单一业务环节应用，向全生命周期应用、跨行业延伸应用转变。在全生命周期应用领域，通过公路交通全流程全生命周期的数据流通，为规划设计、工程建设、运营管理、养护维护、出行服务、行业监管提供新的要素及技术手段。在跨行业延伸应用方面，能源、经济、物流、环境、保险、智能制造、

旅游、建材等与公路交通关联密切的产业方向，是未来公路交通数据价值释放的重点领域。

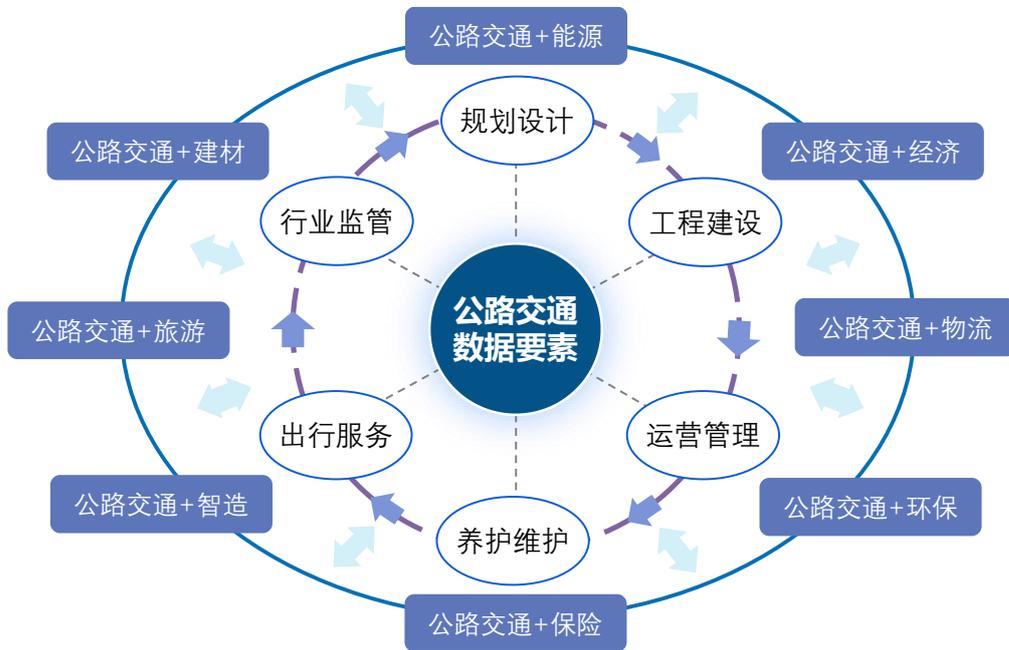


图 3 公路交通数据要素开发利用重点方向

1. 公路交通全寿命周期应用

公路交通仍是数据要素价值释放的核心领域，通过跨阶段数据要素流通，数据要素与人工智能、自动化控制等数字化技术深度融合，实现各业务环节的应用赋能和价值创造。

(1) 规划设计

公路环境数据、交通状态数据、收费运营数据已在公路规划设计领域实现深度应用，为公路运行评价、需求预测、路网规划、公路数字化设计提供了有力支撑。未来，加强公路交通与物流、供应链数据融合，支撑公路按需规划；推动环境、自然灾害数据与公路健康监测数据深度应用，支持公路选线、结构选型，从源头规避公路运行风险将是该领域的工作重点。

（2）工程建设

目前，公路工程建设管理智慧化，工程数据采集、监测、应用与可视化已基本实现。加强施工工艺工法、工程组织经验数字化模型化，提升工程建设智能化水平；推动工程建设成果标准化、数字化交付，实现公路施工、养护、运营数据模型链路贯通，是该细分领域的主要发展需求。

（3）运营管理

运营管理是公路交通行业数字化发展的成熟领域，公路基础设施健康监测、收费运营、交通运行管理等方面已实现了数据要素的深度应用。通过数据要素与人工智能、自动化控制等技术融合，实现基础设施风险动态管理、公路高效运营、交通精准管控将是数据要素价值释放的主要方向。

（4）养护维护

在智能化巡检技术快速发展及干线公路养护管理检查制度的共同推动下，我国已实现了路面状况信息采集及业务流程信息化，相关数据要素也在路面状况评估、路用性能预测等方面全面应用。未来仍需要加强公路养护数据与交通状态数据融合利用，提升路面性能及服役寿命预测精度，支撑养护方案科学决策。

（5）出行服务

出行服务是未来公路交通行业数据要素价值释放的重点发展领域，目前，用户画像分析、ETC增值服务、服务区出行需求分析及综合开发等方面的研究仍处于起步阶段。需要加强消费、

出行、服务数据关联分析与信息挖掘，推动出行服务按需、动态供应，提升出行服务能力及用户体验。

(6) 行业监管

目前，我国公路运政领域的数据标准及信息共享交换标准已相对健全，未来，需要加强有关数据要素跨区域、跨主体流通，构建数据驱动的资源动态调度优化方法，提升事件响应处置能力，为公路安全保通提供基础支撑。

2. 跨行业延伸应用

公路交通数据要素具备较好的衍生应用潜力：在能源领域，公路地形环境数据与电网、储能网数据的融合应用，能有效支撑风光储基础设施选址布局、无线充电道路等新型基础设施建设运营。在经济领域，公路交通数据与制造业、服务业产业数据的融合，有利于支撑经济发展形势的精准研判和政策制定。在物流领域，公路交通数据与物流供应链数据的融合，对于物流场站选址、运输组织优化、降本增效具有重要作用。在环保领域，路域生态防护与修复、公路碳汇、绿色公路设计等，是公路与环保产业融合的发展重点。在保险信贷领域，公路 ETC 门架数据、车辆轨迹数据蕴含了车辆性能及驾驶行为信息，将为车辆保险信贷产品精准设计提供支撑。在智能制造领域，交通环境数据、公路机电设备长期性能数据、车辆轨迹数据等数据要素具备较高的应用价值，能为设施设备研发、自动驾驶算法研发过程中的工况模拟、运行测试提供先验知识。在旅游领域，旅游与公路交通数据的融

合，在公路旅游功能提升及旅游产品设计等方面具有较好的应用潜力。在建材领域，结构及材料长期性能数据也有利于建材产品的迭代研发。

四、公路数据要素盘活的对策建议

（1）加强标准体系建设实施

在现有《交通信息基础数据元》《交通运输数据资源交换与共享》等标准规范基础上，进一步完善细分领域数据采样、数据编码及数据结构标准，制定数据分级分类管理要求，在安全可控的基础上支持数据交换与应用。加快制定人工智能、大模型、数字孪生等先进数字化技术行业应用指南规范，推动数据与数字技术深度融合，加速数据价值释放。加强相关标准宣贯实施，确保数据要素价值释放工作取得实质性进展。

（2）健全数据要素流通机制

根据公路交通数据要素相关主体及权属特征，明确数据要素的确权授权制度，加强数据要素权益保护。组织开展公路交通数据资源盘点及应用潜力分析，根据数据要素条件和潜在成效分析，研究制定公路交通数据要素交易规则、定价模式、安全保障及收益分配机制，规范公路交通数据交易市场，促进数据要素有效流通。充分立足公路交通的公共服务属性特征，探索社会价值与经济价值间的转化机制，提升公路交通公共服务品质。

（3）推进数字化技术推广应用

加强国产密码、区块链、隐私计算等技术在公路交通数据要素流通中的应用，确保数据要素流通安全合规。推动人工智能、大模型、数字孪生等先进技术在公路交通基础设施柔性管理、主动管控、应急指挥、数字化管养、车路协同等业务领域深度应用，实现数据要素赋能场景应用创新、业务流程再造。

（4）加强复合型人才培养

紧跟公路交通数字化发展需要，加强数字意识和计算思维培养，提升从业人员数字素养。加快构建“交通+数字化”复合型人才培养体系，做好公路工程、电子信息技术、数据开发利用及人工智能技术能力培育，促进公路交通从业人员知识结构及业务能力转型。

成诚, 李兴华, 周巍, 等. 公路交通数据要素价值释放: 机理路径、重点方向与发展建议[J]. 交通运输研究, 2024, 10(2): 33-42.

CHENG C, LI X, ZHOU W, et al. Value realization of highway transportation data elements: Mechanism path, key directions and development suggestions[J]. Transport Research, 2024, 10(2): 33-42.

DOI: 10.16503/j.cnki.2095-9931.2024.02.004

公路交通数据要素价值释放: 机理路径、重点方向与发展建议

成 诚^{*1,2}, 李兴华^{1,2}, 周 巍³, 胡潇柔³, 王兆建⁴, 王 洵^{1,2}

(1. 同济大学 中国交通研究院, 上海 200092; 2. 同济大学 综合交通运输理论交通运输行业重点实验室, 上海 201804; 3. 河北省高速公路京雄筹建处, 河北 保定 071799;
4. 中交综合规划设计院有限公司, 北京 100024)

摘要: 为促进公路交通数据要素深度应用, 赋能公路交通数字化转型和高质量发展, 对公路交通数据要素价值释放的机理路径、重点方向进行了探索。首先通过资料分析、理论凝练, 提出了公路交通数据要素的内涵和特征, 梳理并总结了公路交通数据要素的主要类型。然后介绍了数据要素叠加、倍增、替代效应等价值释放机理, 提出了数据资源盘点、数据要素管理、要素价值发现、数据开发利用的价值释放路径。再围绕公路交通全寿命周期应用及跨行业延伸应用两大领域, 提出了公路交通数据要素应用的重点方向。最后针对公路交通数据要素应用面临的挑战, 提出了加强标准体系建设实施、健全数据要素流通机制、推进数字化技术推广应用、加强复合型人才培养等发展建议, 以期为公路交通数据要素价值释放提供参考。

关键词: 公路交通; 数据要素; 价值释放; 数字化技术; 数据流通

中图分类号: U491.1 文献标识码: A 文章编号: 2095-9931(2024)02-0033-10

Value Realization of Highway Transportation Data Elements: Mechanism Path, Key Directions and Development Suggestions

CHENG Cheng^{1,2*}, LI Xinghua^{1,2}, ZHOU Wei³, HU Xiaorou³,
WANG Zhaojian⁴, WANG Wei^{1,2}

(1. China Transportation Institute at Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Key Laboratory of Transport Industry for Comprehensive Transport Theory Research, Tongji University, Shanghai 201804, China;
3. Hebei Province Expressway Jingxiong Preparatory Office, Baoding 071799, China;
4. CCCC Comprehensive Planning and Design Institute Co., Ltd., Beijing 100024, China)

收稿日期: 2024-04-18

基金项目: 浙江省交通运输厅 2023 年科技计划项目(2023001); 河北省交通运输厅科学技术计划项目(JX-202002)

*作者简介: 成诚(1989—), 男, 广西桂林人, 博士, 副研究员, 研究方向为交通数字化转型。
E-mail: Michael_cheng1989@126.com

报告执笔人:

成诚

编辑: 徐静怡

地址: 上海市杨浦区国康路 100 号