文章编号：2097-5899(2025)07-0027-07　**中图分类号**：U294.1　**文献标识码**：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202404270001
引用格式：刘萍. 基于北斗卫星定位的铁路港口物流可视化平台研究[J]. 铁路物流，2025，43(7)：27-33.
LIU Ping. Visualization Platform for Railway Port Logistics Based on Beidou Satellite Positioning[J]. Railway Logistics，2025，43(7)：27-33.

基于北斗卫星定位的铁路港口物流可视化平台研究

刘　萍

(中国铁路北京局集团有限公司　95306货运物流服务中心，北京　100860)

摘　要：在综合交通运输体系改革及“公转铁”实施背景下，为解决铁路运输企业在疏港货物运输中存在的数据信息协同及共享程度不高、货源数据分析在市场拓展中的效用不显著、信息化手段在降低营销成本方面的支撑度不足等问题，引入北斗卫星定位技术监测疏港货物公路数据，研究开发智能铁路港口物流可视化平台，设计数据收集、监测、处理、验证、分析、应用架构，最终实现港口、企业的公路、铁路运量及疏港货物运输可视化展示，为挖掘铁路现有客户货源增量、拓展潜在客户市场以及实现运输降本增效提供有力支撑。

关键词：铁路物流；“公转铁”；卫星定位；可视化平台；降本增效

0　引言

2025年全国交通运输工作会议强调加快建设交通强国，推动交通运输科技创新和产业创新融合发展，推进交通运输绿色低碳转型，深化交通物流降本提质增效。中国国家铁路集团有限公司提出包含铁路科技创新体系在内的“六个现代化”体系，加快推进铁路货运向现代物流转型发展，助力降低全社会物流成本。随着铁路货运改革不断深入，铁路运输企业持续优化运输结构，将港口大宗货物“公转铁”作为降低物流成本、发展绿色经济的重要途径。目前我国港口集疏运的主要方式仍以公路为主[1]，铁路增量空间较大，但铁路运输企业对疏港货物市场波动的响应尚不及时，对货源企业运输需求的掌握仍不到位，物流产品设计及营销策略的科学性还不充分。因此，如何在聚焦货运增长点的基础上，引入智能化技术监测重点港口及企业运量，精准发掘现有客户增量及潜在客户市场，成为亟待解决的关键问题。

1　现状及问题需求

1.1　现状分析

随着我国经济快速发展与对外贸易持续增长，港口货物吞吐量不断攀升。铁路疏港运输通过不断完善基础设施、优化运输组织、提升服务质量，运输规模持续扩大。然而，相比公路运输，铁路运输占比仍然较低，以2024年铝矾土运输为例，天津港疏港运量804万t，其中铁路运量152.6万t，仅占比18.9%；黄骅港疏港运量2 728.5万t，其中铁路运量337.5万t，仅占比12.4%。

当前阶段，铁路运输企业在拓展市场及实施营销策略方面，主要依赖于传统方法，企业竞争力不足，引入智能化技术则能够显著提高数据获取与分析效率，进而扩大铁路货运市场份额。梳理相关研究可以发现，将信息化手段与货运管理深度融合，是促进铁路货运高质量发展的关键举措。李杰等[2]认为，铁路货运向现代物流转型，需要打造95306货运服务平台和多式联运

收稿日期：2024-04-27　**修订日期**：2025-06-19
基金项目：中国铁路北京局集团有限公司科技研究开发计划课题(2025AH02)

数字化平台，整合港口、公路、海关等机构的数据通路，为客户提供更高效的运输服务；吴荣山等[3]认为，为提升作业效率、减少客户重复录入，有必要进一步优化货运管控平台。有研究者认为应使用界面设计[4]、元数据[5]、人机融合[6]、数据挖掘[7]等新型信息化工具，利用信息共享和数据应用为客户提供更有价值的服务。邓洪等[8]使用灰色模型进行货运需求预测；王旭等[9]使用聚类融合算法评估集装箱装卸站的特征；郑倩等[10]开发了一种基于深度学习的高速铁路货运站选址方法，显著提升了选址的精准度；尹彦博等[11]认为使用多智能体仿真技术可以有效提升编组站工作效率。目前，相关研究主要集中于运输过程及服务质效方面，对于如何利用新技术吸引潜在客户的研究较少，因此，利用智能化技术监测公路运输情况并搭建信息化平台处理公铁数据，对掌握疏港货物货源分布、高效制定营销策略、挖掘潜在客户等方面仍有较大探索空间。

1.2　问题分析

（1）货源数据信息协同及共享程度不高。疏港货物数据体量大，涵盖信息内容多，涉及港口、运输企业、货运代理公司等多个主体，数据体系独立、来源分散，导致铁路与外部数据的信息协同及共享程度不高，无法满足内外部数据对比分析等需求，进而影响了对市场波动的及时掌握。

（2）货源数据分析在市场拓展中的效用不显著。铁路95306等系统平台升级，实现了铁路单据电子化、收入统计便捷化、数据存储集中化，为内部生产作业、客户线上服务提供了数字化支撑平台。但在数据整理、分析、展示方面尚显不足，无法满足拓展货源市场的需求。

（3）信息化手段在降低营销成本方面的支撑度不足。铁路运输企业主要依赖线下推广和关系营销等传统方式，对货源市场研究不透彻，物流方案不具有针对性，价格政策制定周期较长影响客户体验，导致营销的人力、时间等成本较高。

2　关键技术

（1）北斗卫星定位。利用北斗卫星接收公路货运车辆(以下简称“车辆”)终端定位数据，实现对车辆标识、地理坐标、定位时间、行驶速度等信息的获取。

（2）电子围栏。利用GIS技术构建港口区域多边形作为电子围栏，并将其集成至R-tree空间索引结构中，配合快速检索、动态更新及查询优化等功能，为重载车辆大数据分析提供技术支持。

（3）停靠判定模型。建立基于时空阈值的停靠判定模型，采用三级判定逻辑：连续两点平均速度＜1 km/h判定为瞬时停靠状态；持续停时＞2 min判定为有效停靠行为；设置速度异常值过滤机制处理轨迹漂移问题。

（4）车辆运行画像。基于卫星定位和电子围栏数据，提取车辆轨迹、速度、停时等信息，通过停靠判定模型，构建重载车辆运行画像。

（5）停泊点聚类算法。根据车辆运行画像，提取车辆清单，并利用停靠判定模型计算出车辆停泊点，通过聚类算法对车辆停泊位置进行聚类分析，以确定车辆停泊聚类点。

（6）大数据分析。利用数据采集、存储、管理、分析及可视化技术，对铁路和公路货物运输全链条数据进行处理，实现对流量、流向及运价等关键信息的深度对比分析。

3　平台设计

3.1　平台框架构建

利用北斗卫星定位技术、大数据分析手段等，收集港口及企业基础数据，并对车辆进行动态监测，形成现有客户增量潜力分析和潜在客户基础分析，搭建铁路港口物流可视化平台，为不同层级的决策提供科学依据。平台框架主要包括数据收集、动态监测、数据处理、数据验证、数据分析、数据应用、数据可视化7个模块。铁路物流港口可视化平台架构示意图如图1所示。

3.2　功能设计

3.2.1　数据收集模块

采集、整合内外部数据，对比分析港口及企业的公路、铁路运量情况。其中内部数据为铁路货物运单数据，外部数据为港口、企业电子围栏数据及北斗卫星定位数据。本模块具体涉及以下4项数据。

（1）铁路货物运输数据。根据95306系统货物运单，获取“日期、车站、托运人、收货人、运量”等数据。

（2）港口电子围栏数据。通过GIS技术和地图坐标拾取工具，获取港口区域的地理坐标数据。

（3）企业电子围栏数据。根据铁路客户运量、运输收入等维度划定目标企业，再通过GIS技术和地图坐标拾取工具，获取目标客户区域的地理坐标数据。

（4）北斗卫星定位数据。与全国道路货运车辆公共监管与服务平台合作，获取全国目标载质量车辆的

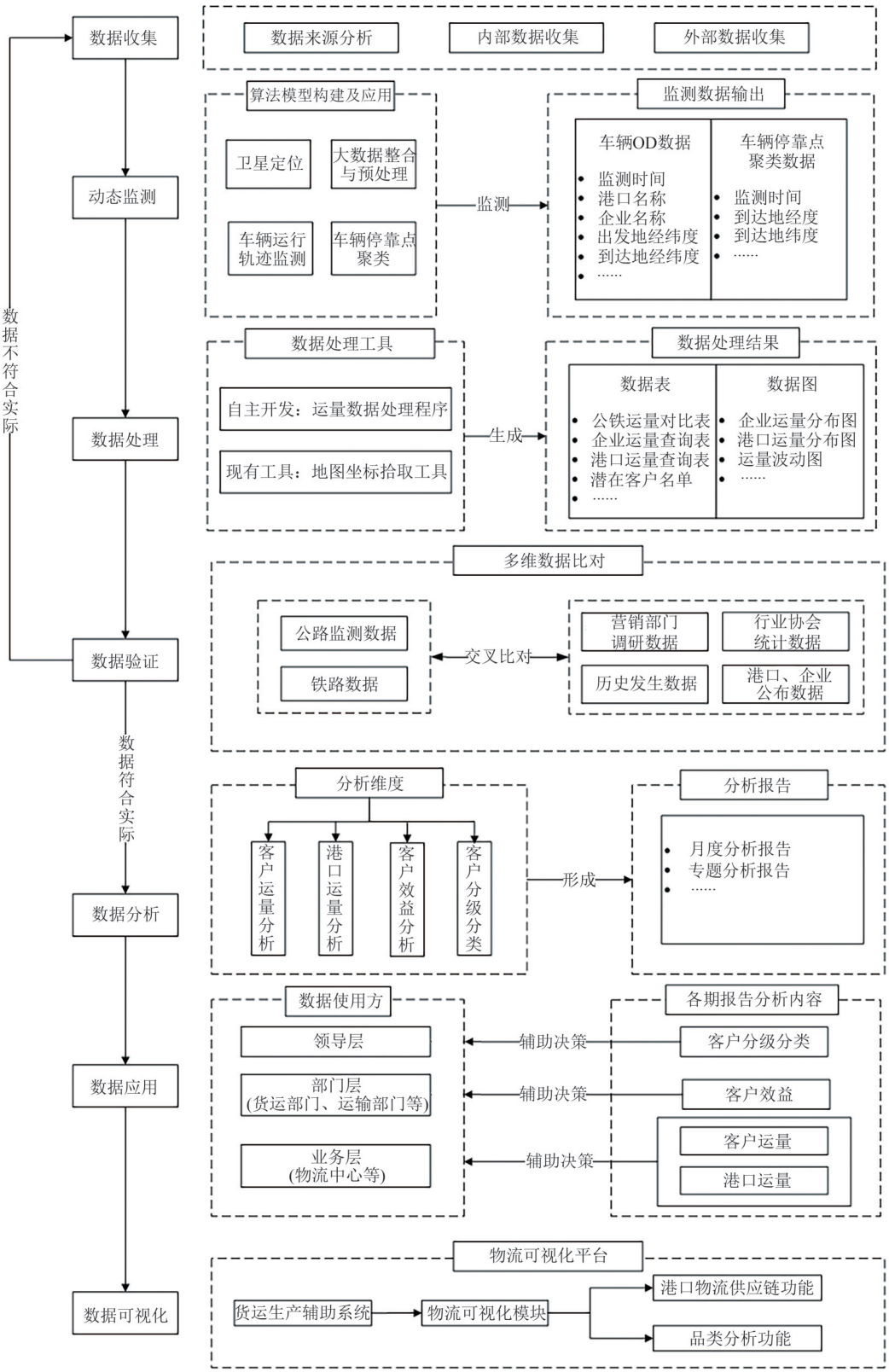


图1　铁路物流港口可视化平台架构示意图

Fig.1　Schematic diagram of the architecture of the railway logistics port visualization platform

北斗卫星定位数据，包括车牌、定位时间、地理坐标、速度等轨迹数据。

3.2.2　动态监测模块

将重载车辆运输轨迹数据与港口、企业电子围栏数据做关联，分析并监测其OD运行画像、停泊聚类点等关键信息。

（1）监测准备。汇总Doris数据库(实时分析型数据库)存储的北斗卫星定位数据及车辆运行轨迹数据，并通过轨迹漂移算法识别异常轨迹数据，剔除由定位装置误差、外部干扰、计算误差等因素导致的偏差信息，与港口、企业电子围栏数据一起集成到R-tree空间索引结构中，通过构建索引，实现数据的快速检索与动态更新。

（2）疏港重载车辆运行轨迹监测。根据时空阈值确定港口及企业围栏内的关键轨迹信息，并记录其进出围栏时间、位置，形成车辆进出围栏事件记录。将其与重载车辆车牌信息关联，筛出重载车辆运行轨迹事件记录。

（3）疏港重载车辆停靠点监测。利用停靠判定模型，分析重载车辆运行轨迹并提取车牌、定位时间、速度、地理坐标等信息，形成重载车辆停靠行为结果记录。

（4）疏港公路运输监测结果输出。基于对疏港车辆运行轨迹及停靠点的监测数据，按照预设时间间隔，生成包含“出发时间、到达时间、到达企业”等信息的“运输企业OD数据表”，以及包含“监测时间、到达地经度、到达地纬度”等信息的“车辆停靠点聚类数据表”等监测结果。

3.2.3　数据处理模块

（1）运输企业OD数据处理。借助VBA技术开发“运量数据处理程序”，嵌入数据处理模块。构建针对监测公路与铁路运输数据的数据库，并设置港口、客户、铁路车站等字典。程序按设定逻辑自动整理数据格式、调用字典、清洗分析数据库信息，并按企业、港口、公路、铁路分别统计运量，输出公铁运量对比表及分析图，为发掘铁路客户货源增量等提供数据支持。为保证数据准确性，设置程序校验规则，验证不通过时，需对程序或字典进行维护。数据处理模块设计逻辑及界面示意图如图2所示。

（2）车辆停泊点聚类数据处理。借助地图坐标拾取工具，分析相近地理位置数据，逆向生成结构化地址并标识关联企业或物流园区等信息，结合目标品类等信息挖掘潜在客户并形成监测清单，为营销提供方向。

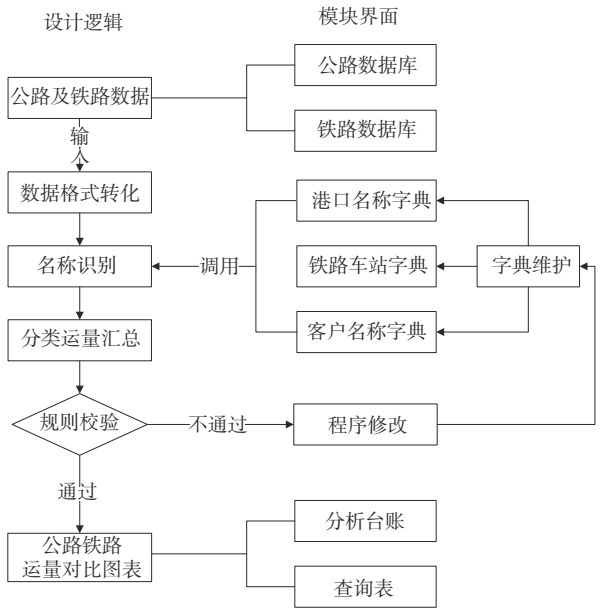


图2　数据处理模块设计逻辑及界面示意图

Fig.2　Design logic and interface schematic diagram of the data processing module

3.2.4　数据验证模块

通过现场调研、收集行业协会统计数据、分析铁路运单历史数据等方式，确定公路运输参考数据并与监测数据进行交叉比对，验证数据有效性。对有效数据进行分析，对无效数据通过修正电子围栏监测范围、车辆载质量等要素的方式提高其精准度。

3.2.5　数据分析模块

对验证无误的数据进行多维度分析，形成阶段性、专题性分析报告。

（1）客户运量分析功能。针对现有企业，展示企业概况、地理区位、主营业务、疏港货物发送量，铁路、公路运量及占比等信息，对客户受季节、市场影响的运量变化进行分析；针对潜在企业，展示港口至企业的公路运输数据、线路周边区域产业布局、运输特征等信息，形成包含运输品类、规模、路径、需求等信息的客户画像分析及物流趋势分析。

（2）港口运量分析功能。对各港口发运总量，同港口各监测企业的铁路、公路运量及占比情况进行统计分析。

（3）客户效益分析功能。根据监测客户运输数据，按照铁路运输规定测算运输收入及效益，对运输价值进行评估分析。

（4）客户分级分类功能。对铁路客户运输频次、运量、收入、黏性等要素设定分级标准，划分核心、

重要、一般3个等级；对潜在客户根据测算运量、收入等信息进行分类。为后续客户服务和精准营销提供依据。

3.2.6　数据应用模块

通过对各期分析报告的综合研究，深入挖掘数据价值，为不同层级数据使用者提供具有针对性的辅助决策依据。

（1）领导层。根据疏港运量、企业分级及运营状况分析，从宏观层面把握企业运营状况并制定战略，决定各项资源投入重点，为优化运力配置、建立合作机制、制定物流方案及运费优惠政策提供依据。

（2）部门层。根据客户效益及测算分析，有针对性地为客户做好运输资源调配、优化运输流程、降低物流成本，为研发物流产品和实施差异化服务策略提供依据。

（3）业务层。根据企业、港口运量分析，掌握货物流量及流向，从运输方案、运到时效、装卸仓储等角度为对接客户运输需求、开展“公转铁”货源营销、优化物流服务提供依据。

3.2.7　数据可视化模块

整合港口、企业的公路监测数据和铁路运输数据，结合地理信息和运杂费计费标准，利用动态数据、多样化图表以及多维分析等方式，为使用者提供立体、简洁的展示看板。数据可视化模块设计逻辑示意图如图3所示。

（1）港口物流供应链子模块。设置日期、港口、企业等自定义查询条件，分地图展示、港口运量、企业需求量、竞品对比、铁路场站运量区域，生成港口-企业物流供应链总览看板，实现各区域“图-表-文”同步筛选及展示。

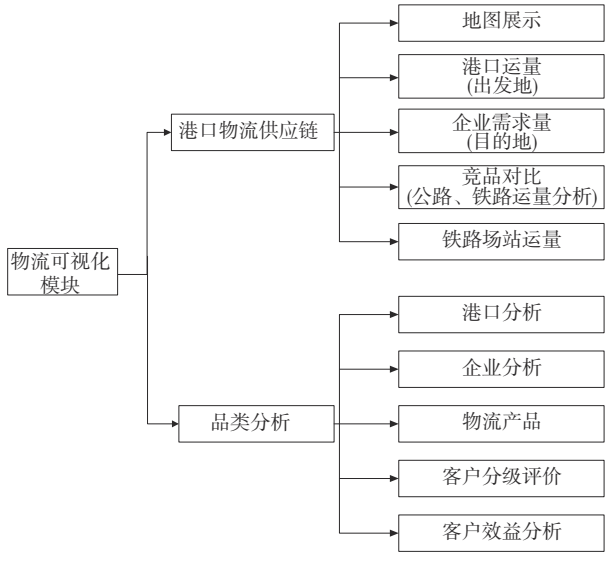


图3　数据可视化模块设计逻辑示意图

Fig.3　Schematic diagram of the design logic of the data visualization module

（2）品类分析子模块。设置时间、品类、企业、港口名称自定义查询条件，按港口分析、企业分析、物流产品、客户分级评价、客户效益分析功能，自动汇总、分析数据并生成可视化图表。

4　应用效果

以天津港和黄骅港为试点港口，铁路港口物流可视化平台的搭建与应用，有效促进了试点港口疏港货物运输“公转铁”的实施，显著降低各类成本、提升服务质效，推动了铁路运输企业增量创效及高质量发展，为铁路响应“降低全社会物流成本”及“交通运输绿色低碳转型”提供了有力支持。

4.1　降低成本

（1）降低营销成本。一方面通过平台监测疏港货物公路数据，精准定位潜在货源，实现营销方式由粗放型向靶向型的转变，将开发客户时间由平均22 d缩短至12 d；另一方面通过平台提供的疏港货物运输路径、铁路场站运量、客户分级分类等信息，迅速为客户呈现铁路运输路径安排，提供运输费用测算、优惠服务展示等，让价格谈判和合作协商更具科学性与说服力，现已通过平台优化6条价格政策，合同签订率提升36%，大幅减少营销成本。

（2）降低物流运输成本。通过平台分析货源定位，优化运输路径，在促进疏港货物运输“公转铁”的同时实现资源优化配置，有效降低单位运输成本及社会物流成本。将中铝山西铝业有限公司在日照港的货源吸引至黄骅港，为企业节约运输成本342万元，实现增量14万t。同时，“公转铁”运输可减少公路运输碳排放量和能源消耗，降低环境污染治理成本，助力交通运输结构优化及可持续发展。

4.2　提升质效

（1）提升客户挖潜效率。平台的公路运输监测功能，填补了疏港货源挖潜及运输路径监测的技术空白。实现了内外部数据协同共享，满足了铁路运输企业对数据处理速度的要求和对比分析需求，通过实时掌握各港口、企业的运量空间，精准识别现有客户及潜在客户运输需求，大幅提升挖潜效率。仅利用3个月的时间，实现追踪试点港口3个货物品类共28家客户公路运输数据，有效挖潜2家铁路客户“公转铁”运量，圈

定16家潜在价值客户。

（2）提升铁路货运量及运输效益。铁路运输企业借助平台客户分级评价、运输费用测算等功能，确定铁路客户增量空间及潜在客户名单，进行“一企一策”[12]差异化营销，在有效增加铁路货物运量同时实现运输效益同步提升。仅利用4个月的时间，实现试点港口4家客户“公转铁”，增加铁路运量48万t，增加运输收入2 649万元。

（3）提升客户服务质量。铁路运输企业一方面可通过平台分析疏港货物港口至企业的运输链条、运输规模及特征，结合铁路车站运量及运能，为客户制定个性化运输方案，实现“一站式”服务，在提升铁路运输资源利用效率的同时满足客户多样化需求，提升客户体验；另一方面可通过平台可视化展示既有运输服务，向客户讲解产品实施过程及效果，提高铁路运输和服务过程透明度，助力打造优质品牌形象。

5　结束语

引入北斗卫星定位技术，监测、对比疏港货物公路数据，实时掌握市场动态。研究开发铁路港口物流平台，通过数据处理、分析及可视化展示，有效提升了市场开发效率和客户服务体验，在降低营销成本的同时实现了铁路增量增收，为企业高质量发展提供了技术支持和解决方案，在其他港口也具有一定推广意义。随着物流行业的持续发展与技术的不断进步，铁路货运企业需继续探索和创新监测技术、完善应用策略，以适应市场需求的不断变化，进而提升铁路货运核心竞争力。未来将在技术应用优化、多源数据深度融合，以及扩大铁路货物运输品类等方面展开研究，为铁路货运的智能化、高效化发展提供更有效的理论和实践支持。

参考文献：

[1] 李安林，魏海蕊. 长江流域海铁联运模式下港口集疏运物流网络研究 [J]. 铁道运输与经济，2022，44(1)：52-58，66.
LI Anlin，WEI Hairui. Port Collection and Distribution Logistics Network under Sea-Rail Combined Transport Mode in Yangtze River Basin[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(1)：52-58，66.

[2] 李　杰，潘　贺. 铁路货运向现代化物流转型升级探讨[J]. 铁道货运，2024，42(10)：1-6.
LI Jie，PAN He. Discussion on Transformation and Upgrading of Railway Freight Transport to Modern Logistics[J]. Railway Freight Transport，2024，42(10)：1-6.

[3] 吴荣山，伍丽芳. 铁路货运生产作业与管控平台进货流程及界面优化方案研究[J]. 铁道货运，2024，42(9)：37-44.
WU Rongshan，WU Lifang. Purchase Process and Interface Optimization Scheme for Railway Freight Production Operation and Control Platform [J]. Railway Freight Transport，2024，42(9)：37-44.

[4] 吴　也. 基于Web的铁路货场集装箱箱区箱位管理可视化设计[J]. 铁道货运，2024，42(6)：45-51.
WU Ye. Visualization Design of Container Area and Location Management in Railway Freight Yards Based on Web[J]. Railway Freight Transport，2024，42(6)：45-51.

[5] 张志春，闫　龙，薛肖遥，等. 重载铁路元数据体系建立与管理研究[J]. 铁道货运，2024，42(11)：52-58.
ZHANG Zhichun，YAN Long，XUE Xiaoyao，et al. Establishment and Management of Metadata System for Heavy Haul Railways[J]. Railway Freight Transport，2024，42(11)：52-58.

[6] 刘　赫. 基于人机融合模式的铁路货运核算制单作业组织优化研究[J]. 铁道货运，2024，42(9)：45-49，55.
LIU He. Organization Optimization of Accounting and Document Making Operations in Railway Freight Based on Human-Machine Fusion Mode[J]. Railway Freight Transport，2024，42(9)：45-49，55.

[7] 张　璐，杨晓源，付玉红，等. 智慧物流技术在铁路货运系统中的研究现状及展望[J]. 铁道运输与经济，2025，47(3)：50-65，121.
ZHANG Lu，YANG Xiaoyuan，FU Yuhong，et al. Review and Prospect of Smart Logistics Technology in Railway Freight System[J]. Railway Transport and Economy，2025，47(3)：50-65，121.

[8] 邓　洪，胡文凤. 基于灰色模型的铁路货运需求预测[J]. 物流科技，2025(2)：89-94.
DENG Hong，HU Wenfeng. Forecast of Railway Freight Demand Based on Grey Model[J]. Logistics Sci-Tech，2025(2)：89-94.

[9] 王　旭，祝凌曦，李诗林. 基于集装箱运用数据的铁路集装箱装卸站聚类融合算法研究[J]. 铁道货运，2024，42(6)：33-44.
WANG Xu，ZHU Lingxi，LI Shilin. Clustering Algorithm for Railway Container Handling Stations Based on Container Operation Data[J].Railway Freight Transport，2024，42(6)：33-44.

[10] 郑　倩，甘　蜜，姚　竹，等. 面向高速铁路货运站选址的深度学习模型研究[J]. 铁道学报，2024，46(6)：36-45.
ZHENG Qian，GAN Mi，YAO Zhu，et al. Research on Deep Learning Model for Location of High Speed Railway Freight Stations[J]. Journal of the China Railway Society，2024，46(6)：36-45.

[11] 尹彦博，何必胜，陈　鹏，等. 基于多智能体的编组站工作组织仿真研究[J]. 铁道运输与经济，2025，47(1)：191-199，209.
YIN Yanbo，HE Bisheng，CHEN Peng，et al. Simulation Research on Railway Marshalling Yard Operation Organizations Based on Multi-Agent Technology[J]. Railway Transport and Economy，2025，47(1)：191-199，209.

[12] 庄　河. 铁路货运高质量发展策略研究[J]. 铁道运输与经济，2022，44(1)：1-6.
ZHUANG He. Research on High-Quality Development Strategy of Railway Freight Transportation[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(1)：1-6.

（责任编辑：吴文娟）

Visualization Platform for Railway Port Logistics Based on Beidou Satellite Positioning

LIU Ping

(95306 Freight and Logistics Service Center, China Railway Beijing Group Co., Ltd., Beijing 100860, China)

Abstract: Under the background of the reform of the comprehensive transportation system and implementation of China's policy of promoting railway transportation instead of road transportation, there are problems in goods transportation from ports by railway, such as low data information collaboration and sharing degrees, insignificant effect of freight source data analysis on market expansion, and insufficient support of information technology means in reducing marketing cost. To this end, this paper introduced Beidou satellite positioning technology to monitor the road transportation data of goods from ports. Meanwhile, it developed a smart visualization platform for railway port logistics and designed the architecture for data collection, monitoring, processing, verification, analysis, and application. Finally, the visualization display of the transportation chain of goods from ports, freight volume of roads and railways of ports and enterprises, and transportation of goods from ports was realized. As a result, strong support was provided for tapping the incremental freight sources of existing railway customers, expanding the market of potential customers, and achieving cost reduction and efficiency improvement in railway transportation.

Keywords: Railway Logistics; "Transferring Traffic from Road to Railway"; Satellite Positioning; Visualization Platform; Cost Reduction and Efficiency Improvement

(上接第26页)

Design and Research on Smart Logistics Cloud Platform of Xi'an International Port Station for "Belt and Road Initiative"

ZHU Lixuan[1], HUANG Baojing[2], ZHOU Lingyun[2], ZHANG Zhuo[2]

(1. Department of Science, Technology and Information Technology, China Railway Xi'an Group Co., Ltd., Xi'an 710054, Shaanxi, China; 2. Transportation & Economics Research Institute, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China)

Abstract: Xi'an International Port Station, as a regional assembly center and an important hub and key infrastructure for the dispatch of the China Railway Express, plays a significant role in promoting economic and trade exchanges and facilitating logistics between China and the countries related to the "Belt and Road Initiative". Building a smart logistics cloud platform is an important measure to further leverage the pivotal role of Xi'an International Port Station and enhance its international port service capabilities. This study focused on four dimensions of Xi'an International Port Station: market-oriented business operation, refined production command, intelligent safety management, and digital control of industrial parks. It constructed a smart logistics cloud platform that integrated functions such as cargo tracking, data analysis, intelligent scheduling, and online payment. Starting from the overall framework and functional structure, it proposed a design scheme for the smart logistics cloud platform architecture of Xi'an International Port Station and analyzed the two core technologies of dynamic integration of logistics resources and automatic generation of train operation solutions, providing technical support for the construction of smart stations in Xi'an International Port Station and related system development.

Keywords: "Belt and Road Initiative"; Xi'an International Port Station; Smart Logistics Cloud Platform; System and Architecture Design; Key Technology