

文章编号: 2097-5899(2026)09-0058-06 中图分类号: U294.1; TP311.13 文献标识码: A

DOI: 10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202505160002

引用格式: 赵琳, 周宇宁, 唐伟忠, 等. 铁路货运营销服务系统的研究与应用[J]. 铁路物流, 2026, 44(9): 58-63, 88.

ZHAO Lin, ZHOU Yuning, TANG Weizhong, et al. Research and Application of Railway Freight Marketing Service System[J]. Railway Logistics, 2026, 44(9): 58-63, 88.

铁路货运营销服务系统的研究与应用

赵琳, 周宇宁, 唐伟忠, 樊睿, 刘海宁

(中国铁路兰州局集团有限公司 信息技术所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 针对铁路货运系统在数智化转型中面临的数据源相互独立、营销精准度不足及决策效率低下等问题, 研究提出基于数据驱动的铁路货运营销服务系统。通过构建多源异构数据融合体系, 整合实时运营数据、历史趋势及外部市场信息, 依托数据湖与ETL技术实现数据的深度治理与语义对齐; 创新开发可视化智能中台, 结合三维热力图、动态趋势线及地理信息交互技术, 支持多维度数据钻取与动态参数模拟, 实现运价弹性分析、运力配置优化等场景的敏捷决策。应用结果表明, 该系统显著缩短营销分析报告制作时间, 提升跨部门协同决策效率, 推动铁路货运从经验主导向数智驱动转型, 为优化货运资源配置、精准制定营销策略及提升客户体验提供有效技术支撑。

关键词: 铁路货运营销; 营销决策; 数据治理; ETL; 数智化

0 引言

作为现代运输体系核心, 铁路货运在“公转铁”下运量攀升, 但信息系统割裂、数据化不足与粗放营销导致协同困难, 客户触达单一且运输方案缺乏动态支撑, 难敌公路竞争; 同时, 制造企业对定制化方案、动态运价的迫切需求, 与现有服务体系迟缓响应间的矛盾日益突出^[1]。如何通过数字化转型重建铁路货运核心竞争力, 有效整合铁路货运数据、挖掘数字价值、赋能货运管理^[2], 逐渐成为行业研究热点。张建国等^[3]设计货运电子地图分析系统, 形成企业信息库并基于ECharts将企业信息通过电子地图的方式直观展示, 有利于营销人员开展网格化营销, 挖掘潜在客户。王娜娜等^[4]设计铁路货运营销大数据系统, 通过数据采集调度技术和基于机器学习的预测分析技术, 实现客户关系管理、一体化考核管理、分析决策管理和市场监测等功能。

鉴于此, 研究设计建设基于数据驱动的铁路货运营销服务系统, 利用新兴信息技术使铁路货运营销工

作开展更加贴近市场^[5]。系统遵循“多源数据融合-多维特征分析-精准决策输出”的技术路线, 整合货票、调度、统计及公路市场价格等多源异构数据, 构建集数据治理、可视化展示与智能预警于一体的营销服务中台。在此基础上, 系统重点实现运价弹性分析、客户价值分层画像及运力资源优化配置等核心功能模块, 并引入基于长短期记忆网络(LSTM)的预测模型与“抽取-转换-加载”(Extraction-Transformation-Loading, ETL)数据融合技术, 形成覆盖数据采集、特征提取与决策响应环节的闭环链路, 为铁路货运部门的营销分析、客户管理和运力调配提供系统化技术支撑, 推动传统营销模式向数据驱动的精准化方向演进。

1 系统设计

1.1 设计目标

(1) 建立数据驱动决策体系。通过建立数据驱动决策体系^[6], 利用多维度交互设计实现数据洞察与业务决策的无缝衔接。构建智能可视化中台, 集成数据湖中的实时运营数据、历史趋势数据及外部市场数据,

收稿日期: 2025-05-16 修订日期: 2026-08-18

基金项目: 中国铁路兰州局集团有限公司科研项目(202508)

通过动态渲染引擎将结构化、半结构化和非结构化数据转化为交互式图表,支持用户通过时间轴滑动、地理区域缩放、指标组合筛选等操作进行深度数据探索。数据驱动决策体系贯穿货运部门应用场景,为市场响应策略提供全景数据支撑。通过可视化交互,可在5 min内完成传统分析需要耗时2 h的信息整合与趋势判断,实现从数据感知到决策执行的敏捷转化。

(2) 提供货运异构信息整合。在信息整合阶段,通过构建多维度数据采集体系,实现异构信息融合,整合铁路内部核心业务系统数据。构建营销信息交互平台,实现营销人员、外部客户多渠道数据统一采集。数据通过ETL工具进行处理,从而建立统一的数据模型。系统通过整合多源异构数据,构建起货运营营销数据湖,实现从需求预测到资源配置的数字化支撑。该数据湖支持动态运价调整、智能路径规划、客户分群管理等创新维度展示,为铁路货运向现代物流转型提供核心数据驱动力。

(3) 构建移动端赋能体系。构建多触点营销方式的移动服务生态,打破现有刻板的营销方式受空间时间的限制^[7],实现“三位一体”的移动服务门户。集成客户服务入口、数据采集终端、营销触达通道3种功能模块,提供以移动端为核心载体的客户服务入口,除基础的货运业务办理功能外,逐步扩展生产检修在线提报、行业动态追踪等高频服务模块,对写实工单提

交、情况反馈服务对接等功能加以延伸,形成覆盖营销流程的移动化操作平台,同时数据采集终端在服务过程中同步运行,形成“服务交互、数据沉淀、精准触达、体验优化”的闭环链条,最终实现客户服务效率提升与营销转化率增长的双重目标。

1.2 系统架构

铁路货运营营销服务系统基于浏览器/服务器模式(Browser/Server, B/S)架构设计,主要采用成熟、稳定、可靠的国产化软硬件产品和技术,确保高稳定性与安全性,铁路货运营营销服务系统层级架构如图1所示。

(1) 基础设施层。利用铁路局集团公司运行中心云平台提供的网络、存储、服务器等软硬件资源,构建系统基础运行环境。

(2) 数据层。负责存储和处理所有业务数据,采用国产分布式关系型数据库 GaussDB 存储采集到的货运营营销趋势、公路价格等数据。基于ETL等数据清洗分析深度整合铁路货运相关数据,如货票系统、18点统计系统、货运调度系统、货运精密统计系统数据等。

(3) 应用层。利用数据管理层提供的数据库,主要功能涵盖营销信息统计查询、企业监测、预测预警、信息采集等业务应用。

(4) 展示层。基于JavaScript, VUE3, VUE2, FineBI, HTML5等技术框架,实现Web端应用和移

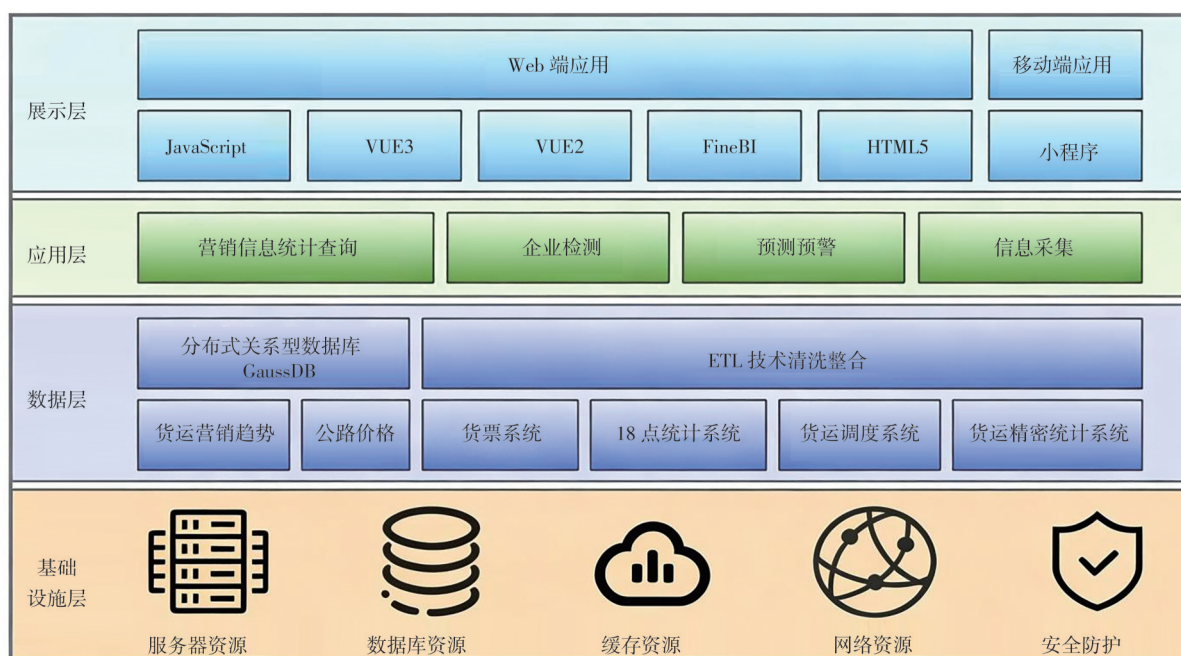


图1 铁路货运营营销服务系统层级架构

Fig.1 Hierarchical architecture of railway freight marketing service system

移动端应用，提供货运营销数据填报以及可视化数据查询，保证用户操作的便捷性和实时性。

2 系统功能设计

2.1 系统整体功能架构

系统整体功能架构以数据融合为基础，涵盖营销信息统计、企业监测、预警预测及货运信息采集四大核心模块，形成从数据采集、分析到决策输出的完整业务链路，为营销决策提供全流程数据化支撑。功能架构如图2所示。

2.2 营销信息统计

营销信息统计，主要是为提前研判货运生产态势、把控货物运输业务需求、合理调配生产资源、科学进行运输调整、及时掌握市场货源动态，对营销人员的营销信息进行数字化处理，包括管内企业的基本情况、物流需求、原材料到达、物流去向、发展规划、商品价格、敏感性需求、公铁对比等进行采集，并做分析处理，为挖掘潜在货源提供支撑。

2.2.1 货源分析

通过营销人员及各种信息的采集，通过分析整理，以图形式展示出来，包括年度计划产运销情况、铁路发送量、公路发送量、年度计划原材料到达情况、铁路到达量、公路到达量等。掌握各重点企业年度产量的变化和原材料到达的变化，通过整理，分析各品类铁路发送份额和原材料铁路到达份额，分析货源挖掘的潜力。

2.2.2 5日需求

该功能按时间区段、车站、企业、品类品名及去向等维度，统计并展示未来5 d的需求汇总与明细视

图。汇总视图呈现各品类日均车数，便于从宏观层面把握整体需求规模与品类结构；明细视图则逐笔列出物流中心名称、具体品类品名、货物去向站点及对应车数信息，同时提供车数汇总数据，形成完整的需求清单，支持用户按需进行逐项核查与深度分析。在可视化呈现方面，系统以多色折线图展示各品类近5 d需求变化趋势，横轴按日期刻度排列，纵轴反映车数变化，不同品类以不同颜色区分，帮助用户直观识别需求走势及品类间的关联波动。该数据同时支持营销人员在移动端进行灵活修正与更新，确保需求信息动态贴合企业实际业务变化，为运力资源调配和运输决策提供及时、准确的参考依据。

2.2.3 客户资源

根据客户在铁路95306平台的注册信息，展示客户地理位置分布图。默认情况下，展示的各省区客户数量分布，用逐级下探方式，可以得到所辖城市的客户分布，再逐级下探可得到所辖县区的客户分布。同时通过联动的方式，得到近1年客户的发到情况及具体客户清单。

2.3 企业监测

企业监测，主要是对客户信息系统化收集，建立完善的客户台账，对客户铁路运输交易信息进行随时记录和管理分析，根据客户的消费频次、最近消费间隔时间、消费金额(Recency Frequency Monetary, RFM)等信息完善客户的铁路物流过程，细化客户的需求点，为制定一企一策个性化物流方案提供支撑，从而提高客户的满意度和依存度，维护客户关系。

2.3.1 RFM客户价值分析

RFM模型考察客户货物发送的沉默期、忠诚度、

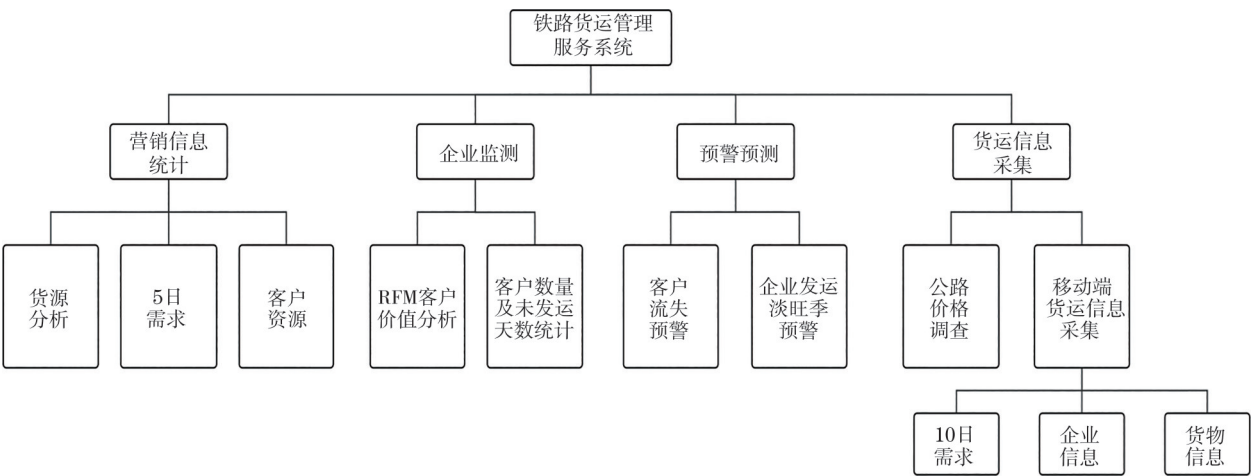


图2 功能架构

Fig.2 System functional architecture

消费能力。对3年内的客户进行分析,将客户分为重要价值客户(111)、重要发展客户(101)、重要保持客户(011)、一般价值客户(110)、一般发展客户(100)、一般保持客户(010)、一般挽留客户(000)等类型,为客户画像,便于决策者制定不同的营销策略,实现精准营销。RFM客户价值分析功能界面如图3所示。

2.3.2 客户数量及未发运天数统计

该功能主要用于分析特定时间段内企业客户的未发运情况,支持按车站、品类、到局、物流中心等维度进行统计,展示各维度的未发运天数、发运站数、发运客户数、发送品类数及去向局数等指标,便于用户从不同视角快速了解货源动态特征。同时,通过地图可视化展示主要维度货源的地理空间分布,辅助用

户直观掌握区域货源格局。

2.4 预警预测

2.4.1 客户流失预警

该功能通过追踪企业客户的历史发运轨迹,从车站、品类、到局、到站、物流中心及车务站段等维度统计企业未发运情况,并结合客户画像^[7]中的企业规模、行业属性、历史发运规律及合作时长等标签特征,精准识别流失风险客户及其行为特征,进而深入分析流失原因并制定针对性的回归营销方案。客户流失预警功能界面如图4所示。

2.4.2 企业发运淡旺季预警

该功能主要目的是提前掌握在未来的月度或季度发运指数较高,即发运旺季的企业,以便各级营销人



图3 RFM客户价值分析功能界面

Fig.3 Functional interface of RFM customer value analysis



图4 客户流失预警功能界面

Fig.4 Functional interface of customer loss early warning

员提前对接企业,提前做好营销方案。根据季度、月份、历史该季度最高发运、月度最大发运、企业名称统计查询季度发运淡旺季、月度发运淡旺季情况。还可通过单位进行切片,缩小范围。

2.5 货运信息采集

2.5.1 公路价格调查

该功能承担公路价格调查数据的采集与维护,具备Excel提报模板下载、数据文件上传、自动解析及入库等功能。公路价格调查数据,主要包括营业部、调查方式、数据来源、时间、所发省市、所发区域、所到省市、所到区域、线路里程、品名、品类、单吨运价、吨公里运价、企业、调查人,为全面掌握公路价格实时数据提供支持。

2.5.2 移动端货运信息采集

营销人员通过移动端实时收集企业需求,便于及时调整运力资源,提供多触点营销方式,包括收集10日需求、企业信息、货物信息查询等功能。

(1) 10日需求。该功能主要面向企业用户与营业部提供双向协作。企业用户可通过移动端提交未来10d内的运力需求,支持新增、编辑、删除及查询操作,每条需求记录包含发货人、品名品类、发站、到站、去向及车数等关键信息。营业部对本辖区企业提交的需求进行审核、整理与汇总,并上报至货运管理部门,为运力资源统筹配置提供数据参考。企业用户与营业部可对需求数据进行双向修改与实时同步,确保信息及时更新。数据访问权限受用户所属营业部及对应企业范围限制,保障数据隔离与安全。货运部门基于汇总后的需求数据,结合运力情况统筹安排运输资源,提升运力利用效率。

(2) 企业信息。实现营销人员对责任范围内企业信息的查询。中心人员在终端维护页面上传企业详细数据,小程序端通过调取中心人员维护的企业数据,营销人员可在移动端根据企业名称和企业标识进行筛选,查询内容包括企业名称、企业简介、企业性质、行业分类、企业地址、主要发送产品、企业联系人、企业联系电话、企业类型等。相关人员可随时查看企业信息,制定贴切的营销方案,提高营销效率。

(3) 货物信息。提供当前及历史的货物信息统计查询,包括行业趋势和价格指数,行业趋势主要展示各月份各行业产品的市场调研信息,价格指数主要展示各品类的价格变化情况。由中心人员在维护页面上上传相关数据信息,支持Pdf格式。营销人员通过移动端随时查看所需信息,根据政策变化及时调整营销手段。

3 关键技术研究

3.1 多模态数据融合技术

铁路货运数据具有类型复杂、产生场景分散且实时性与准确性要求极高等特性,传统系统因“数据割裂”导致信息流动迟滞,难以支撑全局决策。多模态数据融合技术通过构建跨系统的数据枢纽,依赖ETL^[8]体系实现全要素数据的深度治理,其核心在于将分散的异构数据转化为高质量决策信息资产,数据融合过程体现在抽取、转换与加载3个关键环节。

在数据抽取阶段,系统采用分层采集策略:针对结构化与半结构化数据实施增量实时捕获,针对货票影像等非结构化数据部署OCR识别与NLP语义解析的联合处理引擎,并内置铁路货运专用词库及业务规则模型以提升关键信息识别精度;同时引入基于大语言模型的多模态理解技术,结合图像识别与专业语义理解,对模糊、残缺或手写体单据进行上下文推断与补全,显著提升非结构化数据处理的准确性与适应性。在数据转换阶段,遵循“清洗-标准化-增强”^[9]3阶逻辑:过滤非法字符并标记异常值,依托铁路货运数据字典(涵盖货物分类编码、运输术语定义、车辆型号标识等)实现跨系统数据的语义对齐,消除数据歧义,再通过知识图谱补全算法对缺失属性(如运输时限)进行关联推理与补充,为智能调度提供完整数据支撑。在数据加载阶段,采用“双引擎+多层次”架构,实时数据通过Flink流处理引擎低延迟写入,批量数据由Spark框架并行加载,数据仓库按ODS, CDM, ADS三级构建,其中CDM层通过星型模型整合运输计划、车辆状态与货主需求等核心维度,优化铁路货运业务流程的关联查询与分析效率;配套的元数据管理系统记录每条数据的ETL全链路操作,确保数据可追溯。

3.2 基于LSTM动态预测

近年来,机器学习技术在铁路货运预测领域展现出显著的应用价值,尤其在提升运输资源调配效能和增强运营规划科学性方面取得突破。系统基于LSTM构建双维度预测体系^[10],通过深度挖掘时序数据的时空关联特征,实现对市场行情预测及企业发运预警。

(1) 市场行情动态预测模块通过时序特征提取层捕获市场行情的周期性与突发性变化规律。模型以小时粒度接收多维度输入,包括历史需求车数、货物类型分布、装卸作业效率等动态参数,结合滑动时间窗口机制实现7d预测序列的滚动输出。可视化界面采用双轴折线图同步呈现预测值与实际值的偏差分布,为

辅助决策提供数据支持。

(2) 企业发运预警通过注意力机制强化关键影响因素的特征提取能力。模型以30 d为预测周期,同步输出发送吨数、运营收入等核心指标。可视化模块不仅展示预测趋势曲线,还提供特征重要性排序图谱,辅助管理者识别关键影响因素。着重显示需要关注的企业信息,以便各级营销人员提前对接企业,提前做好营销方案。

3.3 可视化交互技术

采用FineBI实现深层数据钻取分析^[11],构建包含8大类32项指标的货运运行状态综合评价面板。通过建立层次化分析模型和交互式可视化机制,形成包含运输效率、成本控制、货运指标等业务维度,涵盖准时到达率、运输成本等核心指标的智能分析体系。用户可通过点击、拖拽、框选等6类交互动作激活分析路径。为实现深度钻取分析,在FineBI中采用维度分层技术构建分析树,设置“时间-空间-业务属性”3级钻取维度。时间维度支持从年度到小时的粒度切换,空间维度实现大区、省份、城市、网点的逐层递进分析,业务属性维度则包含运输方式、货物类型等关键分类。通过设置关联字段与参数传递机制,当用户在仪表盘点击特定数据点时,系统自动触发钻取动作并重构可视化组件,对关心的热点数据和业务维度进行展示。

为增强分析自由度,系统嵌入了动态参数控件库。系统基于FineBI的即席计算引擎实时生成交叉分析矩阵,使用户可在仪表盘顶部的智能分析栏中,通过拖拽方式自主组合分析维度(如“运输方式+货物保质期”)。同时,在雷达图等复杂图表中设置了可调节的权重滑块,管理者可根据业务重点动态调整指标权重,仪表盘将立即重构健康度评分模型并同步刷新所有关联视图。测试数据显示,这种交互式权重调整功能使策略模拟效率提升40%。

4 结束语

通过构建数据驱动的铁路货运营销服务系统,验证了多源数据融合与可视化交互技术在货运决策中的实际效能,为铁路货运从经验主导转向数据驱动提供了可行的技术路径与实践范例。铁路货运数字化转型并非技术工具的简单堆叠,而是需要在数据治理、业务逻辑与用户交互之间建立有机衔接,才能真正释放数据要素的潜在价值。当前研究虽已覆盖营销决策的核心环节,但预测模型的场景适应性仍有提升空间,后续将进一步探索基于深度学习的动态需求预测方法,强化对突发性市场波动的响应能力。

参考文献:

- [1] 秦宝来,武建平.铁路物流场站发展分析与转型升级路径研究[J].铁道运输与经济,2025,47(4):1-9.
QIN Baolai, WU Jianping. Development Analysis and Transformation and Upgrading Pathways of Railway Logistics Yards[J]. Railway Transport and Economy, 2025, 47(4): 1-9.
- [2] 王娜娜,张建国.铁路货运营销大数据系统的设计与实现[J].铁路计算机应用,2024,33(5):36-39.
WANG Nana, ZHANG Jianguo. Railway Freight Marketing Big Data System[J]. Railway Computer Application, 2024, 33(5): 36-39.
- [3] 张建国,朱金山,王哲.铁路货运电子地图分析系统的设计与实现[J].铁路计算机应用,2023,32(2):64-67.
ZHANG Jianguo, ZHU Jinshan, WANG Zhe. Railway Freight Electronic Map Analysis System[J]. Railway Computer Application, 2023, 32(2): 64-67.
- [4] 肖兴元.基于货运组织改革背景下铁路货运市场经营策略探究[J].中国储运,2022(8):67-68.
- [5] 李静,康巍.基于微服务架构的国家能源集团铁路货运营销与调度系统研究[J].铁道运输与经济,2022,44(S1):176-182.
LI Jing, KANG Wei. Freight Transportation Marketing and Dispatching System for China Energy Railways Based on Micro-Service Architecture[J]. Railway Transport and Economy, 2022, 44(S1): 176-182.
- [6] 李斌.铁路货运大数据应用策略探讨[J].铁道货运,2020,38(5):28-32.
LI Bin. A Study on the Application Strategies of Railway Freight Big Data[J]. Railway Freight Transport, 2020, 38(5): 28-32.
- [7] 闫松,刘赫,郭赫臣,等.基于客户需求画像的铁路货运产品适配性评估[J].铁路物流,2025,43(12):5-12.
YAN Song, LIU He, GUO Hechen, et al. Assessment of Railway Freight Product Suitability Based on Customer Demand Profile[J]. Railway Logistics, 2025, 43(12): 5-12.
- [8] 宛标.国铁集团A局货运业务营销策略研究[D].成都:西南交通大学,2023.
- [9] 董隶鋈,卿粼波,冯田,等.基于Flink的智慧社区数据分析系统设计与实现[J].智能计算机与应用,2025,15(2):52-58.
DONG Lijun, QING Linbo, FENG Tian, et al. Design and Implementation of a Smart Community Data Analysis System Based on Flink[J]. Intelligent Computer and Applications, 2025, 15(2): 52-58.
- [10] 康芳玲,王建胜.数字化钻井ETL增量数据抽取与同步机制[J].信息系统工程,2024(10):84-87.
- [11] 顾俊杰,虞闯,陶耀东,等.基于LSTM的FINS协议模糊测试用例生成方法[J].科学技术创新,2025(7):44-47.
GU Junjie, YU Chuang, TAO Yaodong, et al. LSTM-Based Fuzzy Test Case Generation Method for FINS Protocol[J]. Scientific and Technological Innovation Information, 2025(7): 44-47.

(责任编辑:刘宁馨)

(下转第88页)