文章编号：2097-5899(2026)01-0038-06　　**中图分类号**：U294.1+2　　**文献标识码**：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202412130003
引用格式：周利萍，陈亚茹，张璐，等. 基于调度数据中台的货运调度系统设计与应用[J]. 铁路物流，2026，44(1)：38-43，56.
ZHOU Liping，CHEN Yaru，ZHANG Lu，et al. Design and Application of Freight Transportation and Dispatching System Based on Dispatching Data Middle Platform[J]. Railway Logistics，2026，44(1)：38-43，56.

基于调度数据中台的货运调度系统设计与应用

周利萍[1]，陈亚茹[1]，张　璐[2]，杜有鹏[3]

(1. 中国铁道科学研究院集团有限公司 电子计算技术研究所，北京　100081；2. 中国国家铁路集团有限公司 运输调度指挥中心，北京　100844；3. 中国铁路呼和浩特局集团有限公司 调度所，内蒙古 呼和浩特　010057)

摘　要：针对当前铁路货运调度指挥系统存在的信息共享不及时、辅助决策支撑不足、需求兑现分析不全面等问题，迫切需要提升货运调度指挥精益化水平。依托调度数据中台和业务中台，构建服务于货运生产管理全过程的新一代货运调度系统。系统面向国铁集团、铁路局集团公司和站段三级，覆盖货运生产组织过程中的相关作业流程和生产作业岗位，围绕货物运输全过程，提供货运生产运行监控、运力资源动态分布、货运日计划自动编制、货运装卸计划管理、预警辅助决策、运到时限管理以及货运需求兑现分析等功能，并在呼和浩特局集团公司结合具体的业务场景对系统的功能进行了验证，能够更好地支撑现有的货运调度指挥工作，有力推进调度现代化建设。

关键词：货运调度；数据中台；日计划；运到时限；需求兑现

0　引言

铁路货运调度系统，在辅助货运调度生产指挥方面发挥了重要作用，该系统目前实现了部分信息处理的自动化以及调度指挥过程的信息化[1]，但由于没有考虑货物运输生产全过程的数据流转，不能很好地支撑调度人员及时、准确、全面地获取运输生产全过程各环节的信息[2]，在货运日计划自动编制、装卸作业精细化管理以及中国国家铁路集团有限公司(以下简称“国铁集团”)、铁路局集团公司和站段三级作业信息共享等方面还存在不足，其中货运装车日计划的编制、计划执行、作业进度盯控、计划兑现评价缺乏闭环管理，导致市场需求与货运生产之间存在一定脱节，货运需求、车辆资源以及装车能力等无法实现一体化协调配置。

中国铁路运输调度指挥平台[3]是国铁集团运输调度指挥中心组织建设的新一代调度指挥系统。调度数据中台和业务中台的构建，实现了货物运输全过程数据的汇集，通过清洗、加工、关联、融合形成了货物运输在需、配、装、运、卸各环节的全息数据链，为构建新一代铁路货运调度系统提供了数据底座。

系统设计目标为：依托中国铁路运输调度指挥平台一体化的调度数据中台和业务中台[4]，建立服务于货运生产管理全过程的新一代货运调度系统，覆盖货运生产组织过程中的相关作业流程和生产作业岗位，实现货运生产需求监测、货运日计划自动编制、作业进度自动跟踪、计划兑现情况自动分析的全流程数据共享流转，为货运生产各环节建立紧密衔接和快速反应的服务保障机制。利用大数据分析、智能化技术，从宏观、中观、微观维度开展货运生产数据采集和分析，

收稿日期：2024-12-13　**修订日期**：2025-06-20
基金项目：中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划课题(K2023X024)

提供货运需求未兑现原因自动分析，以及运输组织调整优化建议方案。同时，提供车辆运到时限预警信息，便于调度员及时发现问题并采取调整措施。

1　系统需求分析

根据系统设计目标，基于调度数据中台的货运调度系统的设计应实现货运作业全流程的信息化，保证货运业务过程中信息及时、准确、高效传递，覆盖货运过程的需、配、装、运、卸等全流程业务，突破系统间壁垒，实现信息在运输组织各个环节及时共享[5]，辅助货运调度指挥决策，致力于提升铁路货运市场感知效率、提高运力资源效能发挥、科学合理地组织货运生产。

新一代货运调度系统应具备以下基本功能。

（1）感知市场需求变化[6]。系统必须进一步加强与铁路电子商务系统[7]等货运相关的外部系统的信息融合和数据交互，支撑对货运需求变化的实时掌握，并能及时给出有价值的预警提示。

（2）动态掌握运力资源。实时掌握全路所有货车运用状态及位置分布，包括分车种的空车，机车的运用状态及当前位置，货运装卸作业的实时进度，以及运输通道能力和车站装卸车能力占用情况等，以便精准掌握全路运力资源的动态变化。

（3）自动编制货运工作计划。根据实时采集的铁路货运需求、运力资源分布以及铁路货物运输生产实时信息，系统能自动编制满足国铁集团轮廓计划大纲的铁路局集团公司货运日班计划，并能自动下达车站并组织车站执行。

（4）支撑货运物流全流程信息贯通。掌握每笔货物的运输全流程，包括需求提报时间、运单受理时间、空车配送时间、预计装车时间、预计出发日期、目前所在位置、预计到达终点的时间，判断是提前或延迟于运到时限要求，以便快速做出计划调整的决策。

（5）辅助决策及预警能力。中国铁路货物运输组织的复杂性决定了系统并不能完全代替人工决策，首先需要由人设定系统参数，然后借助系统先进技术进行数据采集以及综合运算，最后形成初步的方案决策，为调度人员进行调度指挥和决策提供依据。另一方面，调度人员每天需要处理的信息量非常庞大，系统需要提供对异常变化的信息主动预警提示的功能，协助用户主动发现问题并进行处理，及时进行运输组织调整。

2　系统总体架构

系统采取集中部署方式，向国铁集团、铁路局集团公司、站段三级提供应用，采取基于微服务的云原生架构，充分利用调度数据中台与相关信息系统进行信息交换，实现数据的统一管理和充分共享。系统总体结构如图1所示。

为高效实现相关业务功能，系统的总体结构按照“中台＋应用”的设计原则，实现数据共享和应用治理。

（1）数据接入层：负责与相关信息系统进行数据共享与交换，主要通过数据库共享、Webservice接口、消息队列或文件共享的方式来实现应用所需的外部数据的接入。

（2）数据中台层：对接入层采集的数据进行清洗、融合、分类等操作，支撑日计划自动编制应用设置计划大纲、限制策略等，计划执行过程中盯控实际装卸进度，基于车站和区间能力等源数据，按照相应的质量标准校验检查数据，并最终以服务的方式将数据反馈至上层各应用。

（3）业务中台层：提供统一应用框架及共享服务，包括统一门户界面、身份鉴别与权限控制等应用框架服务，以及日志聚合、服务链路追踪、应用运行监控等微服务应用所需的监管服务，提供包括站名、专用线、路网示意图等统一基础数据共享服务。

（4）系统应用层：为用户提供各项应用功能的信息展示和操作界面，使用Java和Html5等语言开发，其中，生产运行监控、辅助决策预警以及需求兑现分析等功能采用铁路地理信息图和eCharts图表实现数据的可视化分析和展示。

3　系统功能设计

从货物运输全过程管理的角度，对货运调度系统功能进行设计，包含货运生产运行监控、运力资源动态分布、货运日计划自动编制、货运装卸计划管理、预警辅助决策、运到时限管理和货运需求兑现分析共7个功能模块。

3.1　货运生产运行监控

实时感知货运需求变化情况，从总体、去向别、品类别、主要客户等多维度监测客户订车、装车、卸车等变化趋势，便于从宏观层面掌握整体货物运输需求以及装卸情况。

（1）货运需求实时监测。对不同层级用户提供本

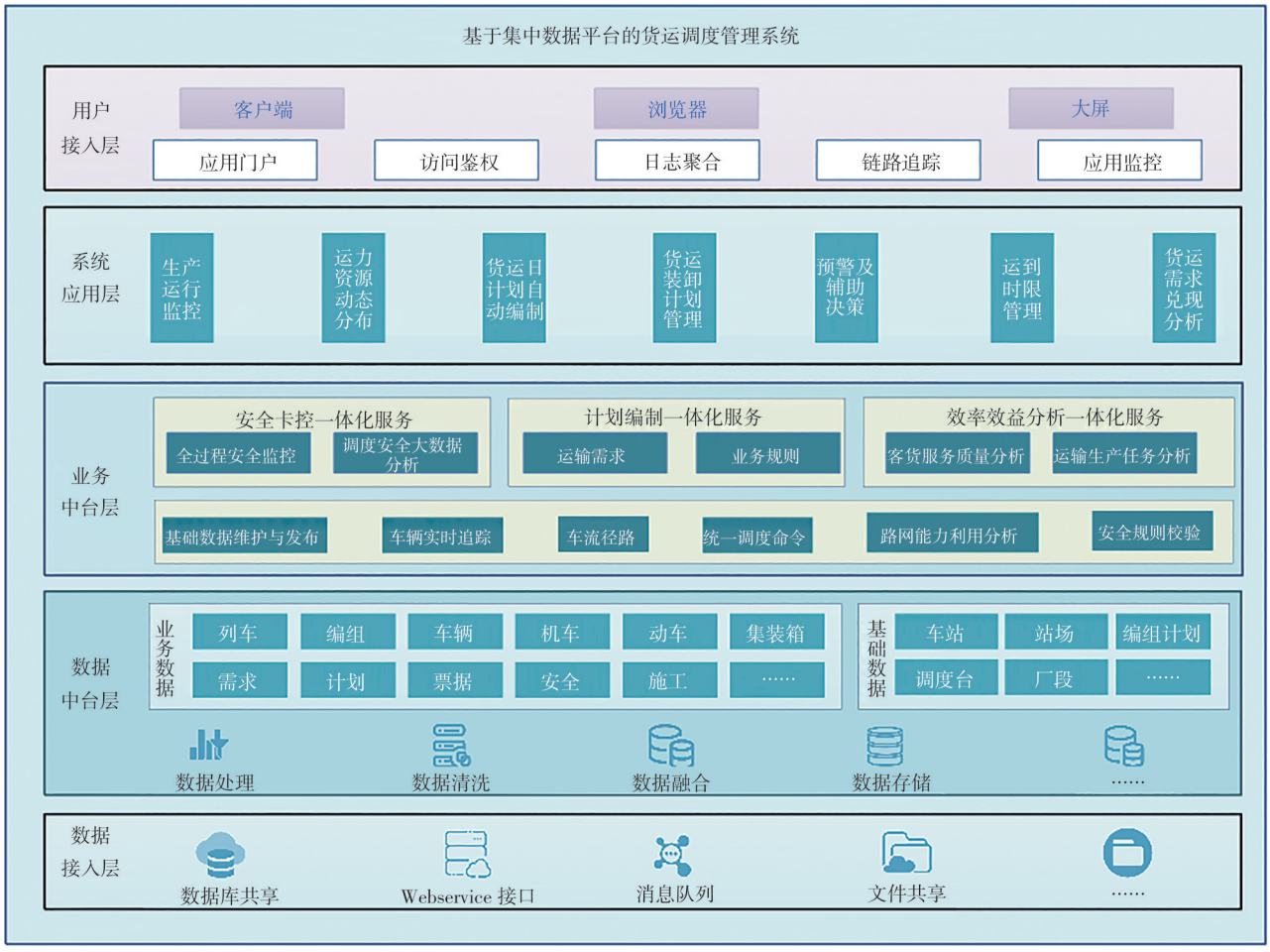


图1　系统总体结构

Fig.1　Overall system structure

级货运调度生产运行指标监控信息，便于及时发现生产过程中的问题，快速作出调整决策。通过地理信息图(GIS)的展示形式，直观地展示总体货运需求、去向别、车种别、品类别以及主要客户订车等情况，对比阶段时间内货运需求的变化情况，提供异常预警提示的功能。

（2）装车进度预警。对阶段时间完成装车进度进行实时监控，通过历史数据的分析，结合当前进度和能力预计是否能完成当日计划，对不能完成的车站进行预警提示。

（3）卸车进度预警。按主要卸车站、港口、口岸站等对该站的应卸车、卸空车、日均卸车完成量以及当前完成进度进行展示。对重车在车站异常停留进行预警提示。

3.2　运力资源动态分布

掌握全路运力资源的实时分布情况，包括车站装卸车能力、装卸完成进度、机车车辆状态及分布等，为货运日计划精细化编制及决策调整提供数据基础。

（1）发站装车能力分析。利用大数据分析模型，分析一段时间以来各铁路局集团公司装车站每一天每个货物品类的历史最大装车数及单位装车时间，推算未来一段时间(如10 d)装车站的适宜能力，构建装车能力数据库，记录车站及其相应的最大装车能力和适宜装车能力。

（2）到站卸车能力分析。利用大数据分析模型，对一段时间以来各铁路局集团公司卸车站每一天每个货物品类的历史最高卸车纪录及单位卸车时间分情形进行分析，推算未来一段时间(如10 d)卸车站的适宜能力，建立卸车能力数据库，记录车站最大卸车能力和适宜卸车能力。

（3）空车分布。根据铁路局集团公司管内重车的分布，分界口接入空车以及车站的卸车进度，自动计算主要车种别(以棚车、敞车为例)空车结存，根据在途实时车流、排空要求以及非运用车转出计划，预计次

日主要车种别的空车数量及分布。

（4）空车运用管理。对配空计划的执行过程进行记录和反馈，对每一辆空车从到达装车站、匹配日计划、开始装车、完成装车、重车出发、到达卸车站、卸空、空车出发等车辆运用全过程进行管理。

（5）机车运用管理。通过数据中台，实时获取机车的运行状态，包括当前速度、运行区段、前方信号灯显示、机车运行轨迹等信息，实时掌握机车的当前状态和位置。

3.3　货运日计划自动编制

实现货运装车计划和卸车计划的自动编制，辅助提升国铁集团与铁路局集团公司两级计划一体化编制水平以及安全卡控能力。

（1）装车日班计划自动编制。对铁路货运需求进行实时监测，根据国铁集团发布的轮廓计划、停限装命令，铁路局集团公司生产指标、运输方案、运输能力限制等限制条件，按白货与大宗需求2种类别根据事先定义好的限制策略及积分排队策略进行运力资源的动态配置[8]，包括货运需求动态监测、限制策略设置、命令自动配置、排队积分计算、计划自动生成等功能，并将计划编制结果实时反馈至货主、车站等相关岗位。

（2）卸车日班计划辅助编制。根据卸车站能力、在途重车、在站重车等信息辅助货运调度员编制卸车日班计划，包括在途重车流分析[9]、重车到达预测和卸车计划编制3个主要模块，其中，在途重车流分析实现对管内、管外当前的在途和在站的重车流分析，为卸车日班计划的编制提供在途车流数据源；重车到达预测，实现自动预报车站未来时间到达的卸车量情况；卸车计划编制根据卸车预计到达情况、车站的卸车能力、当前在站待卸车等信息推算出车站的次日卸车计划。

3.4　货运装卸计划管理

对车站装卸计划的执行情况进行盯控，对装卸完成结果进行统计分析，包括装卸动态管理、装卸效率分析等功能，帮助调度人员实时掌握装卸计划的执行情况。

（1）装卸动态管理。按最小时间单位(如小时)对车站的装车、卸车进度进行盯控，根据历史数据分析，对照装、卸车日计划，预判车站在剩余的时间能否按期完成当日装车和卸车任务。以装车为例，分小时装车情况分析系统截图如图2所示，对于卸车情况的动态管理同理。

（2）装卸效率分析[10]。按照车辆入线、开始作业、结束作业、出线等主要节点计算车辆在车站作业前的入线停留时间、站线作业时间和出线停留时间，并且与各个节点的标准用时进行比较，如有异常则进行预警提示。

3.5　预警辅助决策

利用大数据、超级计算以及可视化展示等技术，为不同层级的用户提供主动监控预警功能，为调度员及时做出正确决策提供数据依据。

（1）电厂存煤预警。通过可视化展示，对电厂的存煤库存、在途列车、电煤日耗量等信息进行综合监控，对可耗天数小于15 d的电厂进行预警提示，便于调度及时组织到该电厂的装车。

（2）大点车预警。对在车站停留时间超过48 h的待卸、待挂车进行预警，提供可视化展示页面，能查询每一辆车的详细信息，包括到站时间、停留股道、装载的货物信息，便于及时掌握在站停留时间超长的车辆，重点协调组织。

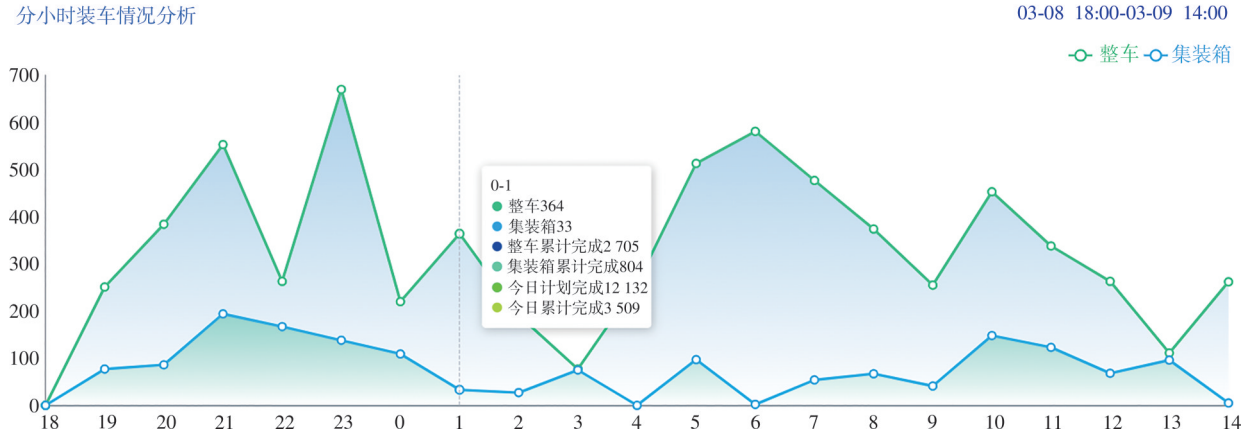


图2　分小时装车情况分析系统截图

Fig.2　Analysis of situation of loading cars per hour

3.6　运到时限管理

实现对车辆运到时限的实时盯控和预警提示，便于调度员根据提示信息及时采取措施，减少超时，为重点货物的及时送达提供保障。

（1）车辆运到时限预警。根据货物的运到时限[11]要求，结合车辆最新动态及车辆走行径路，对车辆在装车站或始发站、分界口、终点站等主要节点的运到时限进行计算，对车辆的运行状态进行盯控，对于超时限或预计超时限的车辆，系统给出预警提示。

（2）运到时限分析。对于运到时限已经超时的车辆，为调度员提供原因分析的功能，可选择预置的格式化原因进行填记，为后期日、旬、月分析做好基础工作。

（3）重车积压预警。预估主要卸车站到达重车情况并对可能积压的车站进行预警[12]，并根据预警级别提供相关分流分卸建议。车站重车积压预警界面如图3所示，展示的是主要卸车站的预计到达重车数量及积压预警情况，系统能根据预计到达的车流与卸车能力进行匹配，对超出能力的车站进行三级预警提醒。

3.7　货运需求兑现分析

根据多层次不同维度对全路货运需求兑现水平进行自动分析，对装车未兑现原因进行分类识别，按车站、客户、季节等维度分析历史需求兑现水平及影响因素，深入分析存在问题，给出相应的调整建议。

（1）未兑现原因分类。对装车未兑现原因进行总体的识别、分类，创建数据字典，针对每一笔日计划未兑现的需求与未兑现原因进行匹配。

（2）重点分析。重点分析长期需求兑现水平低的重点车站或货主，从运输全流程的角度分析不同维度的兑现水平，识别运输能力短板。

（3）调整策略推荐。通过历史数据的分析，自动生成每日装车兑现情况报告，针对运输能力短板提出运输组织优化的辅助策略。

4　应用及效果分析

与既有的货运调度系统相比，基于调度数据平台的新一代货运调度系统在货运日计划自动编制、装卸作业精细化管理以及辅助决策功能等方面均有一定的提升，具体如下。

（1）日计划编制更加高效化。既有系统在日计划编制环节存在受理车种与卸车站办理车种不一致的情况，相比较之前，系统进一步增加了车种卡控条件的判定。当批准车种与客户订车车种不一致时，系统会自动判定并提示，提高货运装车日计划的可兑现性；另一方面，既有系统涉及货运停限装、特运停限装调度命令仍需要调度员手工配置，同时专用线信息无法匹配，相比较之前，系统进一步实现了调度临时停限装命令的格式化，停限装命令以及恢复装车命令自动配置，精准匹配到专用线和收货单位，极大地减轻了人员工作量。

（2）生产动态信息更加实时化。既有系统缺少对货运生产信息的动态监控，主要依赖电话获取车站装卸作业情况，新系统通过可视化图形展示代替了传统电话逐站沟通的作业方式，让调度员可以在短时间内准确获取全局装、卸车信息，作业效率更加高效。

（3）运到时限管理更加主动化。既有系统缺乏对

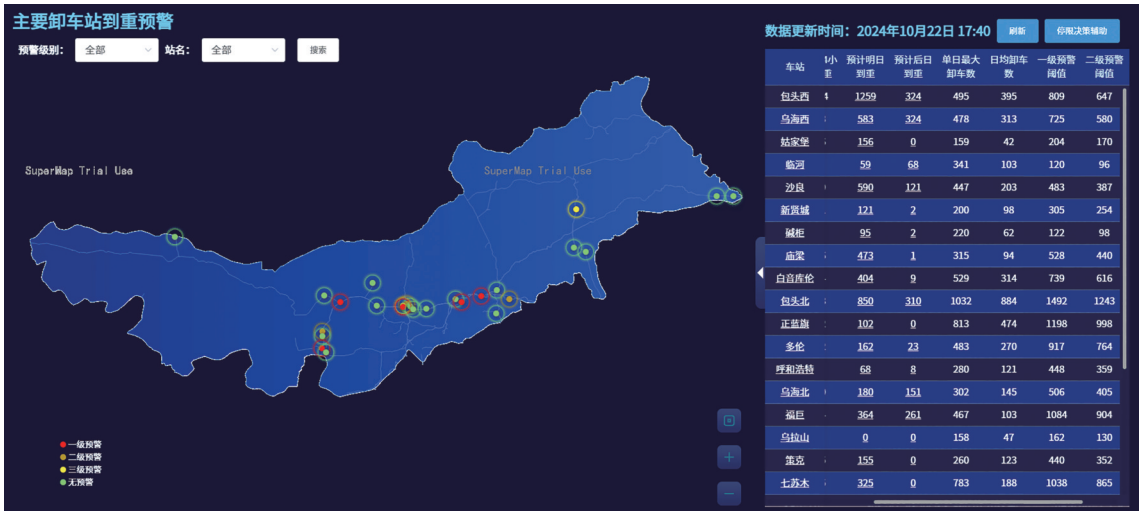


图3　重车积压预警界面

Fig.3　Overload warning interface for loaded vehicles

于车辆运到时限的实时监控，存在一定滞后性，严重影响货物运输组织效率及效益。新系统进一步实现对车辆运到时限前置化管理、主动化预警、格式化分析，不仅使得车辆运到时限管理可控，也使得运到时限考核减少，还提升了客户发运货物体验的满意度。

（4）辅助决策支撑更加全面化。系统使用之前，调度员了解主要电厂待卸、在途、站存、保留、库存、日耗等情况，大约用时1 h，既费时又费力，系统使用后，调度员可以通过预警显示，随时查看电厂、大点车的情况，同时可实时查看车站到达重车预警情况，辅助其调整车站装卸日计划。

5　结束语

新一代货运调度系统在既有系统功能的基础上进一步优化提升，同时增强了信息系统对于作业人员的辅助决策支撑能力。目前该系统已在国铁集团、铁路局集团公司和站段的货调岗位进行了充分应用，应用结果表明，其能够较好地支撑货运调度人员及时、全面、准确地获取货物运输生产全过程各环节的信息，助力铁路货运物流体系建设。下一步将基于货运生产运输全过程信息，对货运装车日计划、卸车日计划智能编制等场景进行深化研究，继续完善系统功能。

参考文献：

[1] 谈学军，张红斌，金福才. 基于局站一体的铁路货物运输调度仿真系统研究[J]. 中国物流与采购，2023(23)：40-42.

[2] 孙中阳. 需求导向型铁路货运信息管理系统设计与开发[D]. 成都：西南交通大学，2015.

[3] 刘　俊. 中国铁路运输调度指挥平台总体架构研究[J]. 铁路计算机应用，2023，32(8)：52-56.
LIU Jun. Overall Architecture of China Railway Transportation Dispatching and Command Platform[J]. Railway Computer Application，2023，32(8)：52-56.

[4] 朱　涛，陈　栋，张　斌，等. 铁路运输调度业务中台的研究与实践[J]. 智慧轨道交通，2024，61(5)：91-94，104.
ZHU Tao，CHEN Dong，ZHANG Bin，et al. Study and Practice on the Railway Transport Dispatching Operation Middleground[J]. Intelligent Rail Transit，2024，61(5)：91-94，104.

[5] 刘　俊. 铁路运输调度高质量发展深化研究[J]. 铁道运输与经济，2022，44(1)：7-14.
LIU Jun. Research on High-Quality Development of Railway Traffic Control[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(1)：7-14.

[6] 李　军，赵世超，王　斌，等. 面向铁路运输生产全过程的智能综合调度系统方案研究[J]. 铁道运输与经济，2023，45(1)：23-29.
LI Jun，ZHAO Shichao，WANG Bin，et al. Research on Intelligent Integrated Dispatching System for Whole Process of Railway Transport Production[J]. Railway Transport and Economy，2023，45(1)：23-29.

[7] 刘　洋. 基于集中部署的铁路货运电子商务系统(95306)应用设计及关键技术研究[J]. 铁道运输与经济，2023，45(2)：68-75.
LIU Yang. Application Design and Key Technology of Railway Freight E-Business System(95306) Based on Centralized Deployment[J]. Railway Transport and Economy，2023，45(2)：68-75.

[8] 张永祥，李　想，郭仲薇，等. 新时代铁路货物运输柔性计划编制方法研究[J]. 武汉交通职业学院学报，2019，21(4)：1-6.
ZHANG Yongxiang，LI Xiang，GUO Zhongwei，et al. Critical Thinking on Compilation Method of the Flexible Planning of Railway Freight in the New Era[J]. Journal of Wuhan Technical College of Communications，2019，21(4)：1-6.

[9] 刘海涛，杨文浩，张　巍，等. 铁路货运车流径路调整决策支持系统构建技术研究[J]. 铁路物流，2025，43(5)：27-36，42.
LIU Haitao，YANG Wenhao，ZHANG Wei，et al. Construction Technology of Decision Support System for Adjustment of Railway Freight Car Flow Routing[J]. Railway Logistics，2025，43(5)：27-36，42.

[10] 丁永民，石平刚，刘文栋，等. 车站卸车组织信息系统设计研究[J]. 铁道货运，2021，39(6)：1-8.
DING Yongmin，SHI Pinggang，LIU Wendong，et al. Design and Research on Information System for Loading and Unloading Organization in Stations[J]. Railway Freight Transport，2021，39(6)：1-8.

[11] 张永祥，谷丽婷，郭经纬，等. 基于CNN-GRU模型的中欧班列运到时限预测[J]. 铁道科学与工程学报，2024，21(10)：3989-4001.
ZHANG Yongxiang，GU Liting，GUO Jingwei，et al. A CNN-GRU Hybrid Model for Travel Time Prediction of China-Europe Express Railway[J]. Journal of Railway Science and Engineering，2024，21(10)：3989-4001.

[12] 周利萍，张　璐，刘志新，等. 铁路重车到达预报与卸车预警系统研究与开发[J]. 铁路计算机应用，2022，31(3)：53-59.
ZHOU Liping，ZHANG Lu，LIU Zhixin，et al. Research and Development of Railway Loaded Car Arrival Prediction and Unloading Capacity Early Warning System[J]. Railway Computer Application，2022，31(3)：53-59.

（责任编辑：魏　然）

（下转第56页）