

文章编号: 1005-8451 (2021) 09-0016-06

面向铁路运输生产全过程的列车工作计划 协同编制方案研究

孔庆伟¹, 冯小芳¹, 韩宇², 牛金文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. 北京经纬信息技术有限公司, 北京 100081; 3. 东方瑞创达电子科技有限公司, 北京 100089)

摘要: 为解决目前列车工作计划编制时未充分考虑与其它调度计划的关联性、调度人员间信息沟通不畅、各层级计划调度员不能有效协同开展工作等问题, 结合铁路运输生产全过程, 对列车工作计划编制业务流程进行系统分析, 梳理了列车工作计划编制过程中涉及的信息交互, 提出构建列车工作计划协同管理平台的初步方案, 描述该平台支持下客运列车工作计划与货运列车工作计划的具体编制流程, 指出后续的平台详细设计和开发工作中需要深入研究的若干要点和关键技术。该平台可让计划调度员在充分共享和及时交换信息基础上高效协同工作, 实现列车工作计划编制过程的闭环管理, 对促进中国铁路智能综合调度系统的发展将起到积极作用。

关键词: 运输生产过程; 列车工作计划; 协同业务过程; 日班计划; 综合调度系统

中图分类号: U292.8 : TP39 **文献标识码:** A

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8451.2021.09.04

Research on collaborative compilation of train work plans oriented to whole railway transport production process

KONG Qingwei¹, FENG Xiaofang¹, HAN Yu², NIU Jinwei³

(1. Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China; 2. Beijing Jingwei Information Technologies Co. Ltd., Beijing 100081, China;
3. Dongfang Recanda Electronics Corporation Co. Ltd., Beijing 100089, China)

Abstract: To deal with insufficient consideration on their correlations in compiling the train work plans and other dispatching plans, poor communication of information between dispatchers, ineffective collaboration of train work plan dispatchers at different levels, a systemic analysis on train work planning business process is made and information interactions involved in the process of compiling the train work plans are sorted out in combination with the whole production process of railway transportation. On this basis, a preliminary scheme to build a collaborative management platform for compiling the train work plans is put forward and specific processes of compiling passenger train work plans and freight train work plans supported by this platform are described. In the end, several key points and key technologies that need to be further studied in the subsequent detailed design and development of the platform are pointed out. This platform can enable the dispatchers to work together efficiently on the basis of full sharing and timely exchange of information, and realize closed-loop management of the compilation process of train work plans, which will play a positive role in promoting the development of the Chinese railway intelligent integrated dispatching system.

Keywords: transport production process; train work plan; collaborative business process; daily and shift plan; integrated dispatching system

列车工作计划是铁路调度一日内的运输工作计划, 包含货运、普速旅客列车的到发运行计划、分界站列车交接计划等, 其编制过程涉及中国国家铁

路集团有限公司 (简称: 国铁集团)、铁路局集团公司、站段3级机构中多位调度人员相互协作与配合, 是一个典型的协同业务过程。列车工作计划是铁路运输调度计划编制的首要任务, 是铁路运输生产的重要环节, 直接关系到铁路生产效率和服务品质, 提升列车工作计划的编制质量是提升运输生产

收稿日期: 2021-04-07

基金项目: 北京经纬信息技术有限公司科研项目 (DZYF20-19)

作者简介: 孔庆伟, 助理研究员; 冯小芳, 高级工程师。

效率最为直接和有效的手段之一^[1]。

以往的列车工作计划采用手工编制方式，各工种调度人员在编制计划时，通过电话、电报进行沟通，合作完成计划编制。随着铁路信息化水平的提升，运输调度管理系统（TDMS 5.0）为计划调度员编制列车工作计划提供了信息化手段。但受到传统上手工分散编制列车工作计划的工作模式的影响，各工种调度人员缺乏协同作业意识，影响了列车工作计划编制效率和质量^[2]。另一方面，囿于**相关信息系统存在数据壁垒**，调度员不能及时、全面地掌握动态信息，所编制的列车工作计划与其它计划存在不少冲突，造成计划兑现率不高^[3]。在调度计划协同编制的研究领域，近年来，国内有研究人员在局站协同方面进行了一些探索，但主要针对高速铁路调度计划协同编制^[4]。对于以货运、普速客运为主的列车工作计划协同编制方案，尚未从面向铁路运输生产全过程的角度开展系统性研究。

为此，面向铁路运输生产全过程，研究列车工作计划编制的业务流程与约束条件，梳理出其编制过程中涉及的数据交互，使列车工作计划与客运、货运、机车等工作计划形成相互紧密衔接的有机整体；在此基础上，提出构建列车工作计划协同管理平台的技术方案，通过有效解决数据壁垒问题，确保计划调度员在编制列车工作计划的过程中，能够及时、准确地交换和共享相关数据，并使列车工作计划与其它相关计划建立严格的安全约束关系，支持各层级计划调度员高效、快捷、协同地完成高质量列车工作计划编制工作。

1 业务流程分析

分析列车工作计划在运输生产全过程中的地位和作用，**依据列车工作计划编制的业务流程**，完成**数据流分析**，并据此提出列车工作计划协同编制的技术方案。

1.1 铁路运输生产全过程概述

铁路运输生产过程包括客货运输需求、基本计划、调度指挥、站段作业等多个环节。从外部用户的角度，涉及旅客到达进站、乘车、到出站离开的全过程，以及货物装车、运输、卸车的全过程。从

企业内部生产组织的角度，涉及国铁集团、铁路局集团公司、站段3个层级；国铁集团负责全路运输生产的组织、协调和决策，铁路局集团公司负责各路局管内运输生产组织，站段负责具体生产任务的执行及反馈。

旅客和货主带来客运与货运需求，客、货运需求驱动国铁集团基本计划的制定。在基本计划的基础上，各级机构围绕运输计划的编制、调整、执行展开调度指挥工作。铁路运输计划以日、班为周期进行编制和执行，现行《铁路运输调度规则》^[5]规定：国铁集团负责编制每日（班）的分界口列车交接计划和货运工作计划；铁路局集团公司负责编制每日（班）的客货运工作计划、列车工作计划、机车工作计划等；站段在铁路局下达的日（班）计划的指导下，完成站段作业计划编制，按计划组织生产和安排作业，并将计划执行情况反馈给上级机构。铁路运输生产全过程如图1所示。

1.2 列车工作计划编制业务流程

列车工作计划包括列车到、发及运行计划、分界站列车交接计划、管内工作车输送计划、普速旅客列车临时加开、停运计划等内容。列车工作计划通过对次日客、货运输任务的合理安排，确保铁路日常客、货运输工作高效、有序开展^[6]。

总体上，列车工作计划的编制业务流程划分为信息采集、计划编制、计划下达3个阶段。

1.2.1 信息采集阶段

计划调度员从各相关系统，以及电报、文件中收集编制列车工作计划所需的数据，主要包括：基本运行图数据、基本编组计划、国铁集团下发的轮廓计划、调度命令、调度电报、邻局分界口交接计划、车站装卸作业情况、编组站集结情况、机车周转信息等。

1.2.2 计划编制阶段

在列车工作计划编制阶段，计划调度员与机车调度、施工调度、客运调度、货运调度沟通，确保列车工作计划与施工维修计划、机车交路计划、车站作业计划、客货运计划密切衔接，相互不冲突。具体过程如下：

（1）读取次日（班）即将到达分界站的列车确报信息，掌握分界站的车流到达情况；

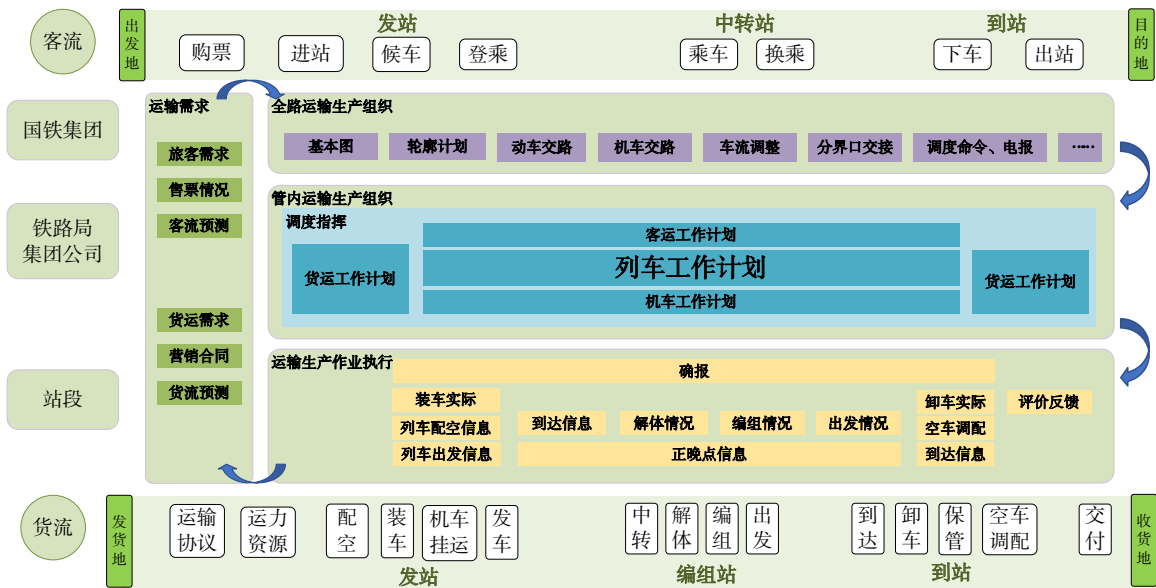


图1 铁路运输生产全过程示意

(2) 根据分界站的列车接入信息，编制本局的列车到达计划，包括列车车次、到站、到达时分、列车编组等；

(3) 结合列车到达计划与车站装车计划、排空计划、站存车信息、出发车流等内容，编制列车出发计划；编制过程中，同机车调度员确认机车周转方案，同施工调度确认施工重点事项，形成列车出发计划草案；

(4) 依据装卸车实绩、机车运用实绩信息等，优化调整列车工作计划。

1.2.3 计划下达阶段

列车工作计划编制完成后，需要核对并下达次日(班)的列车工作计划，主要内容包**括列车到发站、编组详情、运行时分**等。铁路局集团公司通过运输计划管理系统(TDMS 5.0)，将次日(班)工作计划传递至列车调度指挥系统(TDCS)/调度集中系统(CTC)，并通过TDCS/CTC下达给相关站段；站段接收次日(班)工作计划，按计划执行生产任务，并及时进行反馈。

列车工作计划编制业务流程，如图2所示。

2 技术方案

2.1 列车工作计划编制相关信息流

列车工作计划编制是一个复杂的协同过程^[7]，需

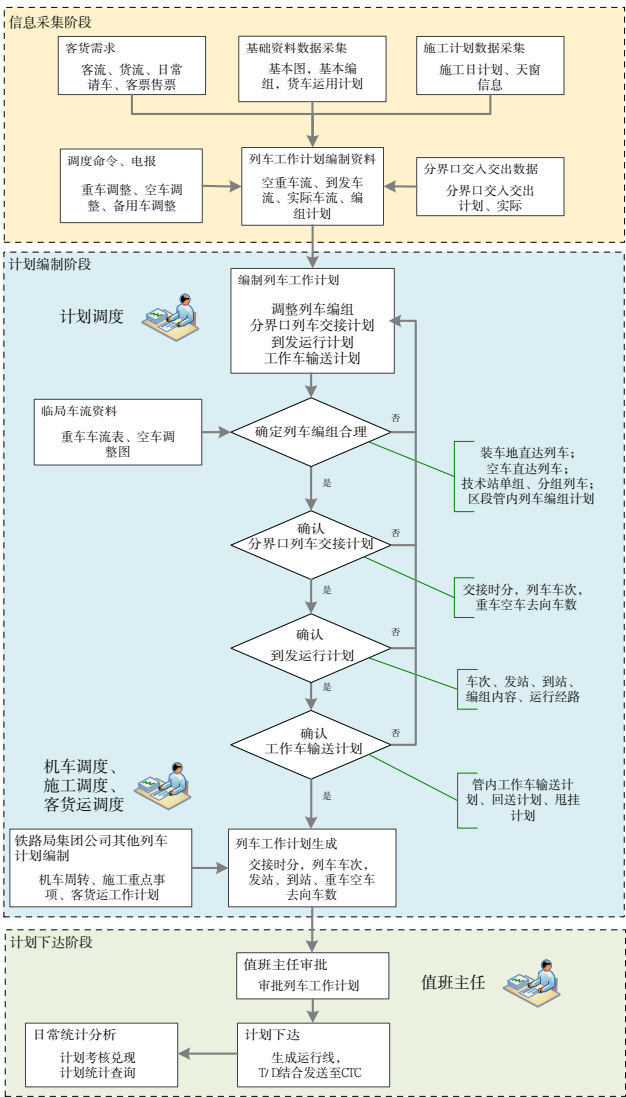


图2 列车工作计划编制业务流程

要满足编组计划、排空计划、装卸计划等约束条件；同时，列车工作计划所包含的货物列车出发/到达计划、旅客列车加开/停运计划之间也要求相互衔接、相互约束。在编制列车工作计划时，应保证各层级之间实时交互数据，并及时反馈。

依据 1.2 节的列车工作计划编制的业务流程，梳理出列车工作计划编制过程中的信息流，如图 3 所示。

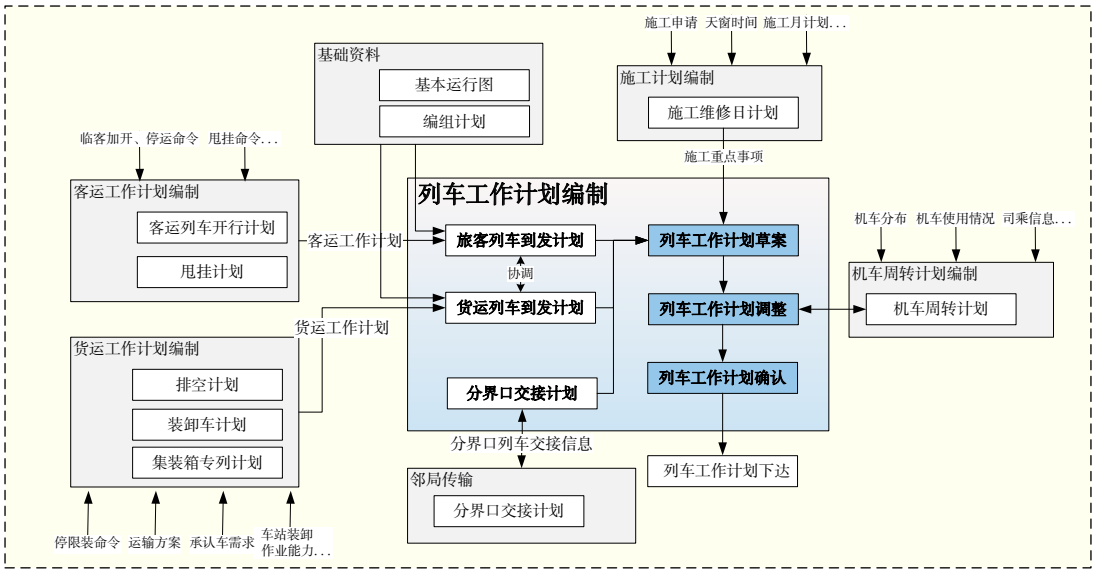


图3 列车工作计划编制相关信息流示意

2.2 列车工作计划协同管理平台构建

为了实时处理列车工作计划相关的各类数据，解决目前运输调度管理系统（TDMS 5.0）与客票、货票、现车、施工维修等系统间信息交互不畅的问题，提出构建计划协同管理平台（简称：平台）。该平台应具备动态信息采集、实时信息交互、信息冲突检测、信息流程卡控 4 项主要功能，为列车工作计划编制提供及时、完备的数据支持，辅助计划调度员做出合理决策，如图 4 所示。

（1）动态信息采集：平台基于自然语言处理（NLP）和知识图谱技术，建立统一的运输调度资源描述，整合计划编制、作业执行、计划评价等贯穿运输生产全过程的各业务域内的交互数据元和数据集，借助自然语言处理技术，自动发现各专业域数据元之间的关联关系，结合知识图谱技术构建起统一的、跨专业运输调度知识库，以支持横向跨业务工种、纵向跨业务部门的数据融合与共享。

（2）实时信息交互：平台使用可视化的数据处理服务和数据发布服务，实现跨业务领域的实时数据和历史数据的简单快捷共享，包括列车、机车、车辆运行状态信息、车站作业进度信息、施工维修信息、固定设施状态信息、环境信息等多源信息的实时共享，支持各业务领域综合协同、局段站一体化协同的机制。

（3）信息冲突检测：平台利用机器学习技术，建立冲突检测常用模型，自动发现可能产生冲突的场景，及时生成和推送提醒消息，协助计划调度员变更列车工作计划；当任意约束条件发生变更时，

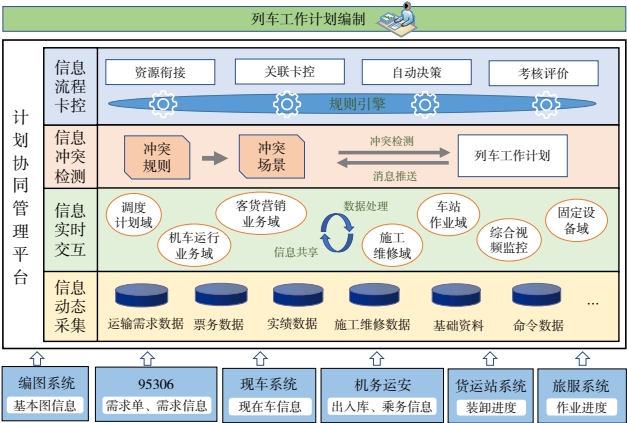


图4 平台功能架构

平台能够及时获取变化后的信息，并同步更新列车工作计划；当列车工作计划编制完毕后，平台将列车工作计划传递给各相关岗位，并接收各岗位的反馈信息，实现列车工作计划编制的闭环管理。

(4) 信息流程卡控：平台结合规则引擎技术，自动判定客货运方案、调度计划、车站作业、施工维修等业务流程的衔接顺序，按照规则自动执行；自动识别不合规则的信息，进行信息过滤，对过滤结果按照规则合集自动决策；实时监控正在执行的业务流程，对已经执行的业务流程，进行执行效果评价反馈。

2.3 列车工作计划协同编制方案

列车工作计划协同编制涉及大量基础数据及运输生产业务数据，计划协同管理平台可为列车工作计划一体化协同编制提供全面、实时、准确、高效的数据支持，在该平台的辅助下，计划调度员可以便捷、高效地完成列车工作计划编制工作。

鉴于客运列车工作计划与货运列车工作计划的具体编制流程差别较大，以下分别进行描述。

2.3.1 客运列车工作计划

客运列车工作计划在日常运输生产中较为固定，基本遵循“按图行车”模式。在运输计划协同管理平台的支撑下，其协同编制方案如图5所示。

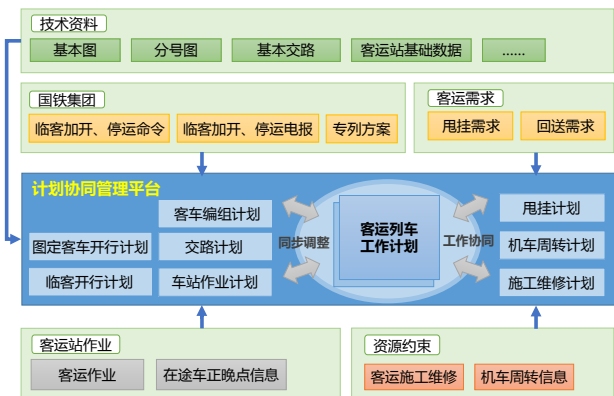


图5 客运列车工作计划编制方案

(1) 从计划协同管理平台获取基本图、分号图与基本交路数据，生成图定的客运列车开行方案。

(2) 结合国铁集团、铁路局集团公司下发的调度命令、电报文件等，对临时加开、停运客车进行安排。

(3) 图定客车开行方案和临时客车开行方案相结合，生成次日（班）客运列车工作计划初始方案。

(4) 结合客运甩挂需求、回送需求产生的甩挂、回送计划，客运站上报的车站作业计划，以及施工维修天窗时间和机车周转车辆资源的约束，生成次日（班）客运列车工作计划。

(5) 将编制好的客运列车工作计划交由路局值班班主任审核，审核通过后进行计划下达。

(6) 将客运列车工作计划通过平台传递至各级站段与相关系统，收集站段反馈信息，以进行下一阶段客运列车工作计划的编制。

2.3.2 货运列车工作计划

货运列车工作计划和客运“按图行车”的模式不同，采用“按需行车”的模式。货运列车基本图规定了列车的车次、途径站、运行时刻等，计划调度员根据货物运输需求，对基本图上铺画的列车运行线进行选线、抽线等操作，以确定货运列车工作计划。在运输计划协同管理平台支撑下，其协同编制方案如图6所示。

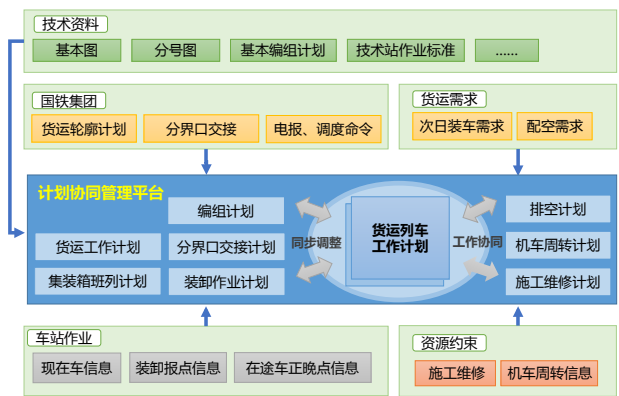


图6 货运列车工作计划编制方案

(1) 获取基本图、分号图和基本编组计划等基础技术资料，依据国铁集团下发的货运轮廓计划、分界口交接计划、电报、调度命令等，进行货运列车开行初始方案编制。

(2) 结合由路局货运调度员审批通过的次日装车需求与配空需求，依据货运列车开行初始方案进行车流推算，并预测明日空重车去向。

(3) 结合车站上报的现在车信息、装卸报点信

息、在途车正晚点信息等，确认货运列车开行初始方案中确定的列车车次、始发时刻、终到时刻。

(4) 在满足施工维修天窗时间与机车周转车辆资源的约束下，进一步对货运列车开行初始方案进行调整，完成货运列车开行计划的编制。

(5) 将货运列车开行计划下达至相关站段与相关系统，接收站段反馈信息，以进行下一阶段货运列车开行计划的编制。

3 结束语

列车工作计划协同编制是当前铁路运输调度信息化的重点研究方向^[8]。本文结合铁路运输生产全过程，对列车工作计划编制的业务流程及相关信息流进行系统性分析，梳理出各层级计划调度员及其它调度员相互配合完成计划编制的业务流程及信息交互，突破了现有信息系统应用方案中各岗位调度员独立编制计划的局限性；在此基础上，构建起可支持多岗位平行作业、多数据源融合的列车工作计划协同管理平台，可支持各岗位间实时完成信息交互，及时反馈和响应，自动检测操作合规性与各计划间冲突，同步执行调整。在列车工作计划协同管理平台辅助下，各层级调度员可以显著提升列车工作计划编制的效率与质量，减少手工编制列车工作计划时可能出现的差错，提升列车工作计划编制的一体化、精益化水平，对促进运输调度指挥的综合化、智能化发展具有积极意义。

本文提出的列车工作计划协同编制方案仅是一个概念框架，为完成平台的详细设计和开发，后续需要对各类典型场景下的数据融合、辅助决策方法进一步深入研究；针对复杂多样的客货列车调度业务，需要结合不同运输需求、车站作业、资源约束条件开展大量试验，不断验证和优化协同业务流程、信息交互机制和冲突消解策略。另外，利用知识图谱技术完善运输调度知识库，结合机器学习等技术手段，研究实现列车工作计划自动生成、冲突智能消解的算法，增强列车工作计划协同管理平台的自动化功能，提高全场景下列车工作计划编制效率。

参考文献

- [1] 周 勇. 铁路调度综合评价相关问题研究[D]. 成都：西南交通大学，2012.
- [2] 陈志亮. 关于提高列车工作计划编制质量的研究[J]. 科技创新导报，2019（11）：229-230.
- [3] 苗建瑞，于 勇，孟令云，等. 面向稳定性的高速铁路车站作业计划优化方法[J]. 交通运输系统工程与信息，2012（3）：115-121.
- [4] 陈 韬，王文宪，吕红霞，等. 高速铁路枢纽站技术作业计划与动车所调车作业计划协同编制研究[J]. 铁道学报，2020，42（4）：17-29.
- [5] 中国铁路总公司. 铁总运〔2017〕128号 铁路运输调度规则（普速铁路部分）[S]. 北京中国铁路总公司，2017.
- [6] 刘 哲. 列车工作计划全程“一列车一条线”实现方法研究[J]. 铁路通信信号工程技术，2019，16（7）：19-24.
- [7] 谢玉霞. 铁路局调度日计划协同编制过程建模研究[J]. 铁道运输与经济，2015，37（1）：22-28.
- [8] 郑金子，薛 蕊，吴艳华，等. 国外铁路大数据研究与应用现状[J]. 中国铁路，2018（2）：54-62.

责任编辑 桑苑秋