



北京交通大学
BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY

2024年7-8月

科技

Monthly Report
on Science and Technology

工作月度简报

思源 / 交融 / 创新

School of
Traffic and Transportation
交通运输学院

SINCE — 1896



运输人物

● 林柏梁：三十余载磨一剑，铁路车流追梦人

林柏梁，交通运输学院二级教授、博士生导师。享受国务院特殊津贴专家，第十二届詹天佑铁道科学技术成就奖获得者。

锲而不舍——苦战铁路运输经典 NP 难题

林柏梁自 1991 年在西南交通大学师从我国铁路运输著名专家朱松年教授攻读博士学位以来，就对货物列车直达与中转（列车编组计划）问题结下了来不了情缘。编组计划不仅是铁路网技术站改编任务分工的战略部署，也是制定铁路网上站场合理布局规划的重要依据。虽然编组计划在铁路运输组织中有着重要的作用，但是从数学角度看，该问题却是一个 NP 难题。随着铁路上支点站数目的进一步增加，可能的编组计划方案数将很快达到天文数字的水平。我国铁路网上的货运站达数千个、技术站有数百个。每年产生的中转作业车辆数以亿计，物流的中转延误达数百亿吨小时，涉及到的各种品类货流达数十万股，其对应的直达列车编组集结与车流中转滞留的组合优化问题具有超指数的复杂度，是运输与物流领域一个亟待解决的科学难题。



面对这样的旷世难题，林柏梁抱定十年磨一剑的心态开始了在少有人问津的学术小径上攀登。他从理论到应用历经二十年探索，突破了一系列关键技术，建立了覆盖国家铁路网全部编组站的车流直达与中转组合优化理论及技术体系，取得了多项技术创新成果，包括：

建立了基于物流成本的装车地直达列车编组计划优化模型；运用分段连续函数技术解决了直达列车编组去向受调车线数量限制的非线性约束条件下的建模难题；修正了直达列车途经支点站均存在无调作业假设的缺陷，首次构建了适应机车长交路的列车编组计划的通用模型，实现了车流组织理论与铁路行车组织实践的完美对接。

首次把模拟退火方法运用于车流直达与中转模型的数值计算，解决了列车编组计划优化关键技术难题，对应于国家铁路网规模的问题，其 0-1 决策变量和约束条件数可达十余万个，优化范围可达 200 个支点站，40000 股车流的规模。满足了我国当前及中长期规划铁路网规模的车流组织和编组站布局优化需求。

知行合一——追求理论实践的完美结合

林柏梁早年曾经于四川大学学习理论物理，对数学的完美性情有独钟。因此，他在研究铁路车流组织优化模型时追求形式上的简洁和理论上的完美。他在理论研究的同时始终以铁路运输生产的实际为导向修正理论。从 1992 年我国的第一个自动化驼峰编组站——南翔站为起点，调研了大量不同规模的典型编组站的车流组织现状。包括，早期的昆明东、乔司、成都东、哈尔滨南、沈阳西、武昌南、株洲北、怀化南、

运输人物

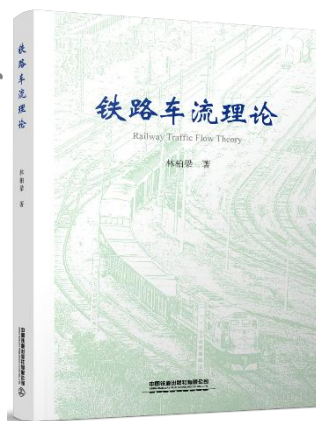
江村、襄樊北、安康东、郑州北、丰台西、南京东、济南西等；近年建设的贵阳南、新丰镇、武汉北等大型编组站。今年6月下旬，他还不顾年迈冒着酷暑带研究生团队调研了蓝村西编组站。



1999年7月林柏梁于哈尔滨南编组站指导99级运输学生实习讨论（左上）、2005年10月林柏梁于武昌东编组站调研（右上）、2013年11月林柏梁开展全国路网编组站新丰镇调研（左下）、2024年6月林柏梁于济南铁路局蓝村西编组站调研（右下）

林柏梁于2012年在 Transportation Research-PartB 发表了我国铁路车流领域的首篇学术论文。理论应用方面，他主持完成的代表性课题“编组计划大编组站作业分工和中远程直达的联合优术”通过了部级鉴定，被认为达到了“国际领先水平”，相关成果获得2011年度中国铁道学会科学技术奖一等奖。

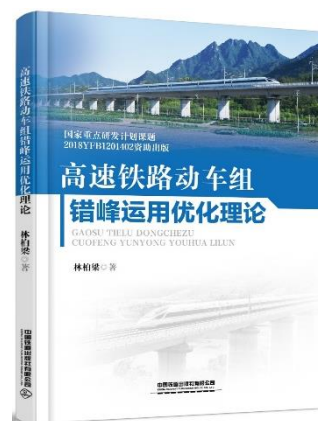
他根据三十年的理论研究及应用实践，于2022年完成了我国铁路车流领域的**第一部**框架性专著《铁路车流理论》，包括：第一篇：铁路车流理论原理部分、第二篇：铁路车流理论的进阶篇、第三篇：铁路车流理论实践篇。该专著从机车没有方向盘导出铁路车流径路属于系统优化的范畴；从铁路以列车形式组织运输的基本特征切入，展现了车流通过编组站的一次次分类与集结，把车流变为列流的过程；通过车流直达与中转的简单组合例子，窥视到车流组织方案的指数复杂度；通过列车编组计划与快递服务网络的类比，让我们知道铁路车流理论中的一些经典问题实际上与物流及交通运输各领域中的问题是相通的；通过模拟退火算法实现大规模列车编组计划问题的优化，看到了智能优化算法在铁路离散优化系统中的潜力与大规模计算的方向。



与时俱进 —— 动车组错峰运维创新篇章

步入新时代，林柏梁教授依然保持着对科研领域的敏锐和对教育事业的热爱。随着高铁的发展，投入运营的动车组数量也随之增加。他发现动车组错峰运维是又一个铁路运输领域的攻关所在。如何在保障运行安全的前提下提高动车组运用效率,降低高速铁路运营成本，这是载运工具运用、工业工程、铁路运输等领域中普遍关注的焦点问题。于是，他于2011年开始把熟悉的模拟退火优化方法及0-1规划构模思想运用于高速铁路动车组错峰运用优化。从2012年承担铁总（现在的国铁集团）的第一个科技研究开发计划课题“动车组维修技术深化研究——动车组检修基地检修工艺流程优化研究(2012J009-C)”开始，经过十余年的理论与实践，林柏梁教授于2023完成了专著《高速铁路动车组错峰运用优化理论》，本书的最终目的不仅仅在于将系统性的优化策略与理论方法传递给铁路运输管理及技术工程人员、专家学者以及相关专业师生等读者,同时对于能够拓宽以理论指导实践,进而在实践中反哺理论的学术应用途径寄予厚望。

总之，林柏梁教授以其渊博的专业知识和令人钦佩的敬业精神、高尚的职业操守、严谨的治学态度，培养出一批批中国铁路运输的优秀之才，成为了北京交通大学乃至全国交通运输领域板凳坐得十年冷的典范，是青年学者和学生借鉴的普通学者之缩影。



本月成果

● 项目：

2024 年 7-8 月共完成科研项目立项 **50** 项。

其中：北京高校卓越青年科学家计划 **1** 项，国家重点研发计划任务 **4** 项，省部级项目 **3** 项，国际合作项目 **1** 项，知识产权转让项目 **1** 项。

● 专利：

2024 年 7-8 月新提交专利申请 **9** 项，获得授权专利 **2** 项。

● 软件著作权：

2024 年 7-8 月新提交软件著作权申请 **9** 项，获得授权软件著作权 **12** 项。

学术活动

● “可持续航空燃料强制令对航司竞争的影响”专题学术报告成功召开

2024 年 7 月 5 日下午，应我院系统所（民航系）蒋永雷副教授邀请，香港理工大学物流与航运系终身副教授蒋昌敏博士来我院开展学术交流，并在学院 8415 会议室作了“可持续航空燃料强制令对航司竞争的影响”的专题学术报告。

报告提到，航空业希望在 2050 年实现净零碳排放目标，除现有市场机制外，使用可再生能源，特别是可持续航空燃料（SAF），可能是实现这一长期目标最有前途的手段之一。蒋昌敏博士的本项工作研究了政府的 SAF 强制令如何对同一市场中竞争的两类航空公司，即全服务航空公司（FSCs）和低成本航空公司（LCCs），产生异质影响，构建了一个博弈论经济模型，模型考虑了 FSC 和 LCC 之间不同的服务质量水平和成本结构（即燃油效率），分析结果表明 SAF 强制令可能为 LCC 在与 FSC 的竞争中提供竞争优势。该研究还考察了航空旅客的环保意识如何影响 SAF 强制令的实施效果，以及旅客在服务质量 and 价格敏感性方面的异质偏好。报告有关成果获得了世界航空运输学会（ATRS-WC）2024 年年会最佳论文奖，研究成果可为 SAF 政策实施影响评估以及我国参与全球 SAF 管理政策制定研究提供理论指导和参考依据。主报告结束后，与会师生同蒋博士开展了热烈友好、富具启发和成效的学术研讨交流。



学术活动

● 北京交通大学交通运输学院与义乌市国际陆港集团“多式联运与数字智慧物流”联合实验室揭牌成立

2024年8月19日下午,由北京交通大学交通运输学院与义乌市国际陆港集团共建的“多式联运与数字智慧物流”联合实验室揭牌仪式于浙江省义乌市举行,国际陆港集团党委副书记、副董事长、总经理丁宁主持揭牌仪式,北京交通大学交通运输学院党委书记聂磊与国际陆港集团党委书记、董事长王建伟共同为实验室揭牌,北京交通大学交通运输学院院长孟令云、副院长何世伟与国际陆港集团党委副书记、副总经理冯涛等相关领导参加揭牌仪式。



王建伟董事长代表国际陆港集团首先对北京交通大学交通运输学院相关领导的到来表示热烈欢迎,他表示,深化校企合作是落实党的二十届三中全会精神的具体举措,是教育、科技、人才“三位一体”统筹推进的重要一环。北京交通大学交通运输学院是我国现代交通运输教育的发祥地之一,拥有以铁路为特色、面向多种交通方式的高水平教学和研究团队,源源不断为物流、电子商务领域培养高层次人才,为经济社会发展提供重要支撑。当前,国际陆港集团正全面深入推进国际陆港枢纽建设,着力打造世界一流的陆海枢纽港、浙中航空货运中心的空港、中欧班列集结中心的铁路港、内联外畅的创新型公路港、智慧数字信息港,希望在双方的共同努力下,能够打造更多标志性合作成果,推动物流行业高质量发展。

聂磊书记肯定了此次共建“多式联运与数字智慧物流”联合实验室的重要性。她提出,北京交通大学交通运输学院与国际陆港集团有着很好的合作基础,此次实验室共建更是构筑了坚实的合作平台,未来北交大运输学院将充分发挥在基础前沿研究、学科交叉融合、创新物流人才汇聚等方面的优势,将学校的理论成果与国际陆港集团实际需求结合,推动双方在物流数智化与智慧化转型科学研究、定制化物流人才培养等方面深度合作,为国际陆港集团的发展提供智力支持与人才保障,在推物多式联运与数字智慧物流领域关键技术突破、重难点课题攻关、创新人才培养等方面实现新突破,加速科技成果转化,赋能新质生产力发展。

随后,双方聚焦“多式联运与数字智慧物流”主题,围绕“五港”协同、物流课题研究、物流指数编制、企业物流场景建设、人才培养输出等方面进行了深入交流,并就双方下一步科研合作方向进行深入研讨并达成共识。

学术活动

● 第十一届交通运输研究国际会议（ICTTS'2024）成功召开

2024年8月23日至8月25日，第十一届交通运输研究国际会议（ICTTS'2024）于甘肃兰州举行。本届会议由北京交通大学主办，兰州交通大学承办。

会议以“智慧创新和绿色共享”为主题，来自美国亚利桑那州立大学、德国维尔道应用技术大学、香港理工大学、港铁学院、日本东海大学、同济大学、中国中车股份有限公司、中国铁道科学院、北京地铁、北京交通大学、兰州交通大学等40家机构的200余名海内外专家学者集聚一堂，探讨智慧绿色背景下的轨道交通运营管理、城市交通管理、综合交通规划、交通基础设施运维、交通运输安全与物流管理等议题。



8月23日上午，大会举行开幕式。兰州交通大学副校长严浩文教授、北京交通大学交通运输学院党委书记聂磊教授分别致辞。

大会主旨报告环节邀请美国亚利桑那州立大学 Xuesong Zhou 教授、香港理工大学 Edward Chung 教授、德国维尔道应用技术大学 Christian Liebchen 教授、港铁学院 Tin Kin Mark Ho 教授分别作题为《具有可扩展数字孪生和深度 AI 集成的全球数据集、基于开放规范的交通系统建模生态系统》《人工智能在交通管理中的潜力》《两大热点的最新研究进展：绿波与 DRT 运营效率》《轨道交通研究——行业视角》的大会报告，围绕数字孪生技术、AI 在交通领域的革新应用、新兴共享交通模式的探索与轨道交通的未来发展等前沿议题，分享最新研究成果与深刻见解。

8月23日下午、8月24日，大会24个分论坛顺利召开。大会期间，来自国内外的147位报告人围绕“交通数据分析与应用”、“航空运输”、“铁路和地铁规划与运营”、“交通运输安全与应急响应”等12个议题进行了学术交流与分享。

8月25日，与会人员前往兰州北编组站进行技术参观，近距离接触、了解中国交通运输系统重要创新与实践发展成果。

交通运输研究国际会议（ICTTS）由北京交通大学发起，创办于1998年，分别在北京、桂林、昆明、大连、南宁、西安、长沙、绍兴、兰州等地举行，至今已举办十一届，累计吸引世界各地1700余名交通运输领域学者和专业人士前来开展学术交流与合作，已成为交通运输研究和实践发展领域的国际知名学术会议。

成果分享——科研获奖

● 基于大数据的路网运力资源统筹利用智能优化技术研究

在国铁集团重点课题“基于大数据的路网运力资源统筹利用智能优化技术研究”（批准号：2017X004-D）资助下，北京交通大学交通运输学院**何世伟教授团队**针对基于铁路大数据的路网运力资源统筹利用智能优化技术问题展开研究，提出了铁路运输组织创新产品设计方法、运输能力配置方法，建立了区域路网运力资源统筹利用技术体系。**该成果“基于大数据的路网运力资源统筹利用智能优化技术研究”获中国铁道学会科学技术奖铁道科技奖一等奖。**

项目基于大数据技术揭示了区域铁路运输市场特征，提出了经营市场化下的铁路运输组织模式，构建了经营市场化下的多样化运输产品设计方法，突破运输日常生产态势推演等关键技术，开发了基于实时大数据的铁路日常运输生产总体态势推演原型系统。研制了运输条件变化下运输能力瓶颈监控预警技术。建立了一整套基于策略的铁路运力资源智能调控优化新方法，研发了路网运力资源统筹优化利用辅助决策分析系统。发表 SCI、EI 检索论文 32 篇，获得软件著作权 7 项，相关成果已纳入国铁集团扩能改造相关文件，并在铁路“短平快”扩能项目和局站调度生产系统中实际应用。有力支撑了唐呼（包）、瓦日、浩吉、侯月、入川通道、疆煤外运等铁路通道及关联线路、枢纽设施改造决策、运力资源统筹利用及调度生产组织改进工作，对消除铁路运能利用瓶颈，提升铁路服务运输市场能力，提高运力资源利用效率起到了重要指导作用。为实现铁路货运增量目标和提升运力统筹利用水平发挥了重要作用，取得较显著社会效益。



图 1 获奖证书及相关成果

主要完成人：何世伟，宋瑞，谢海红，黎浩东，蒋健，姚宇峰，于洋

科研团队简介：团队承担了多项国家重点研发计划课题、国铁集团重大重点课题等。获得中国铁道学会铁道科技奖一等奖 4 项、二等奖 4 项等奖项。发表 SCI、EI 检索论文 100 余篇，形成了包括铁路运力资源及集疏运设备管理系统、铁路路网运能评测与分析系统、铁路枢纽规划方案评价辅助软件系统、铁路装卸机具信息配置管理系统等在内的一系列运力资源配置优化支持系统，对铁路通道资源科学配置、货运产品设计及集疏运组织具有重要的理论和应用价值，成果已在国铁集团等应用，取得良好社会效益。

成果分享——科研项目

● 高速铁路周期化列车运行图编制理论研究

在《大规模复杂路网条件下高速铁路周期化列车运行图编制理论与方法研究》基金项目（批准号：U1934216）资助下，北京交通大学交通运输学院**聂磊、周磊山、乐逸祥、付慧伶**教师团队与**中国铁道科学研究院集团有限公司、中南大学**合作，针对大规模高速铁路网络周期化列车运行组织方法等相关问题开展研究，结合我国高速铁路实际运营组织现状，研究了周期列车开行模式、单周期网络化列车运行图优化、周期非周期结合的列车运行图优化、列车运行图动态推演与评价等关键技术难点。**该成果在 TR-Part B/C、CACAIE、铁道学报等国内外顶级与权威期刊和会议发表了 54 篇学术论文，获专利授权 4 项，研发了国际上第一套真正基于云计算的列车运行图编制系统并在雅万高铁落地应用。**

该项目围绕我国大规模路网周期化列车开行方案设计、运行图编制、到发线与动车交路方案设计以及周期图评估反馈等关键要素进行研究，涵盖了周期化列车运营模式实现所需的各项关键技术：

(1) 适应复杂路网特征的列车开行周期模式：面向旅客出行可达性需求与服务频率要求，确定合理的线路周期长度及周期与非周期列车的开行结构比例，建立基于备选集的路网周期与非周期列车开行组合方案优化模型。

(2) 单周期网络列车运行图优化模型与算法：提出大规模路网条件下单周期网络列车运行图的求解方案，采用高效的数学分解算法简化求解难度，根据子问题特性设计专门算法，结合分布式计算提高模型求解效率；

(3) 周期与非周期结合的列车运行图优化模型与算法：通过“抽线+加线”相结合的手段，生成周期与非周期结合的一日列车运行图，考虑周期与非周期列车间的接续情况，构建可实现接续列车以及换乘地点动态调整的列车接续优化模型；

(4) 大规模路网列车运行图动态推演与智能调整：建立周期化列车运行图的动车运用计划与检修计划一体化编制模型以及周期与非周期相结合的到发线运用方案编制模型，全方位、高精度推演列车运行全过程的时空态势，给出周期化列车运行图的可行性判断后反馈调整建议方案；

(5) 高速铁路周期化列车运行图综合评估：结合旅客出行行为特征，模拟旅客对列车的选择，实现对周期化列车运行图适应性的精细化评估，验证车流匹配程度，并依据评估结果对周期化列车运行图进行反馈优化。

上述关键技术为国铁集团京沪高铁、京广高铁等繁忙干线列车运行图编制工作中为干线列车运行图编制问题提供了更科学合理的能力运用水平测算方法，为北京局集团公司在京沪高铁列车运行线与北京南高速场股道运用计划的初步周期化列车运行图方案的编制提供了依据。



图 1 Kereta Cepat Indonesia-China(KCIC) company 应用证明

● 多模式公交网络路径诱导研究

在北京市自然科学“轨道交通联合”项目（批准号：L211025）资助下，北京交通大学交通运输学院姚恩建教授团队针对多模式公交线网下乘客路径动态诱导问题开展研究，设计了结合图表示和深度强化学习的路径诱导算法。该成果以“Dynamic Passenger Route Guidance in the Multimodal Transit System With Graph Representation and Attention Based Deep Reinforcement Learning”为题，于2024年发表在交通领域智能交通系统顶级期刊《IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems》上（交通运输领域顶刊，影响因子7.9），论文链接：<https://doi.10.1109/TITS.2024.3390172>。

为缓解地铁过度拥挤、公交运力资源浪费的现状，充分利用地铁、公交运力资源并提高用户出行体验，本文面向地铁与公交组成的多模式公交线网的多样化运营场景，提出了一种强化学习算法生成多模式公交线网中的乘客路径诱导策略。首先，以存在接驳条件为基础，构建多模式公交线网作为强化学习算法的训练环境。随后，定义RL算法状态、动作、奖励、策略生成等核心部分。状态为多模式公交线网的断面满载率和车站等候人数；动作为每个站点的推荐指数，结合K短路径对每个OD对计算推荐指数最高的路径作为推荐路径；奖励值考虑加权网络负载均衡度、乘客出行体验和运营碳排放三部分；策略生成结合图表示学习、卷积神经网络和自注意力机制组成，其中图表示学习是捕捉乘客出行需求的时空分布，卷积神经网络和自注意力机制分别提取网络空间关联性和路段重要性。

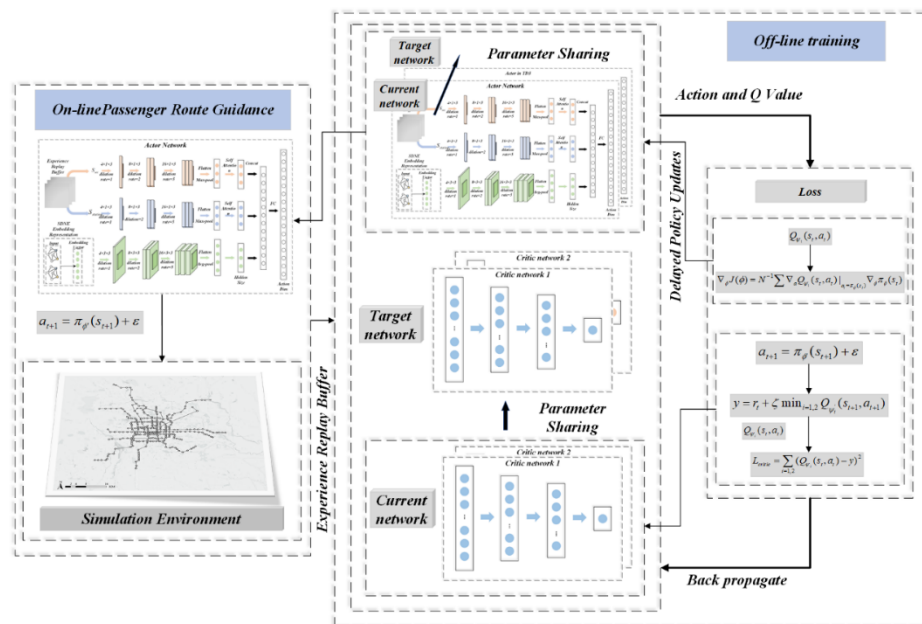


图1 训练算法整体框架

最终RL算法采用TD3框架进行训练，并在北京的大规模地铁与公交线网上进行验证。结果表明，提出的RL算法能够很好地感知网络状态并生成自适应路径诱导策略，从而降低路段负载率，改善全网乘客的出行体验，并减少二氧化碳排放。对诱导接受度的分析表明，即使在乘客不完全遵守路径诱导的情况下，算法仍然有效。

● 钢轨焊缝损伤与动静态载荷关系模型研究

在国家重点研发计划项目（批准号：2022YFB4301204）资助下，北京交通大学交通运输学院**蔡国强副教授团队**针对钢轨焊缝的损伤效应与动静态载荷的关系模型等问题开展研究，构建了一个损伤实时检测平台，使用 CHN60 型轨道进行实验室测试，压电传感器阵列传感器被安装在焊缝截面的不同部分，利用疲劳试验机对轨道施加静态和循环载荷，通过对比不同载荷条件下的超声导波信号，探讨了损伤引起的信号变化特征。**该成果以“Experimental Study of Static and Dynamic Loading Effects on Guided Wave-Based Intelligent Monitoring of Welded Rail Joints”为题，于 2024 年发表在《IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems》期刊上（交通运输领域顶刊，影响因子 7.9），论文链接：<https://doi.org/10.1109/TITS.2023.3332129>。**

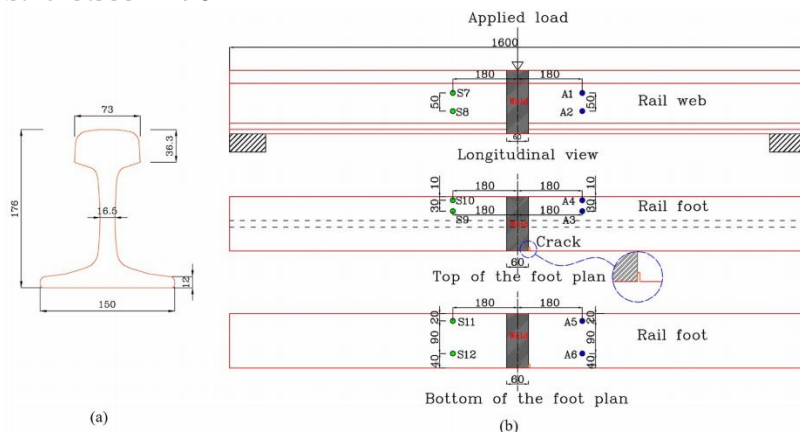


图 1 钢轨焊缝传感器阵列布设示意图

研究中，12 个压电换能器（PZTs）被安装在轨道截面的不同部分，包括轨道腹板和轨底，以生成或接收导波信号。通过信号处理分析载荷条件下信号的变化。实验结果显示，钢轨截面各部分的群速度在高于 300 kHz 的频率下几乎保持不变，对提取的短时间时序相干特征在区分结构损伤和各种载荷条件方面非常有效，有助于开发适用于服役线路的实时监测系统。

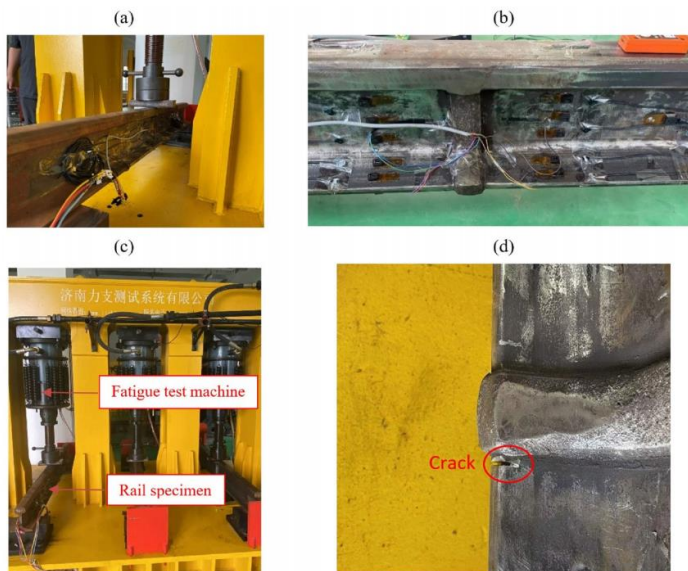


图 2 钢轨焊缝疲劳损伤超声导波监测技术

● 数据驱动的高速铁路列车晚点预测方法研究

在中央高校基本科研业务费专项资金(批准号: 2022JBZY022)资助下, 北京交通大学交通运输学院**许心越教授团队**针对大晚点场景下的高速铁路列车晚点预测问题开展研究, 设计了一种贝叶斯时空图卷积神经网络模型, 实现了列车晚点时间的精准预测, 揭示了列车间晚点动态传播因果关系对列车晚点演化的影响机制。该成果以“**Bayesian Spatio-temporal graph convolutional network for railway train delay prediction**”为题, 于2024年发表在《**IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**》期刊上(交通运输领域顶刊, 影响因子7.9), 论文链接: <https://doi.10.1109/TITS.2024.3409754>。

面向单一线路层面的大晚点场景, 针对既有研究对列车晚点动态传播关系考虑不足和因大晚点列车事件数据量相对较少导致难以学习有效晚点传播规律的问题, 提出了贝叶斯时空图卷积神经网络模型来预测高速铁路列车晚点时间。提出的模型识别了列车晚点模式, 以表征列车晚点数据在列车晚点时长、区间运行时间和停站时间等方面的综合晚点程度差异; 并将其作为预测模型的附加解释变量, 促使模型利用有限数据量相似样本间的相互影响来提高其预测性能, 降低了模型训练过程中忽略“低发生频率、大晚点”列车事件信息的风险。其次, 将经验知识与列车晚点数据相结合, 利用动态贝叶斯网络模型准确地刻画了列车晚点传播规律的动态时变特征, 揭示了列车间晚点传播隐藏的因果关系, 克服了既有研究仅依赖数据驱动或经验知识定义列车晚点传播关系的可解释性差或灵活性不足的局限。最后, 以武广高速铁路为例验证, 结果表明: 提出的方法能够有效提升对大晚点列车事件信息的学习能力, 预测精度随着预测范围变长优势愈突出, 且考虑列车晚点模式变量可使平均绝对误差降低19.76%。

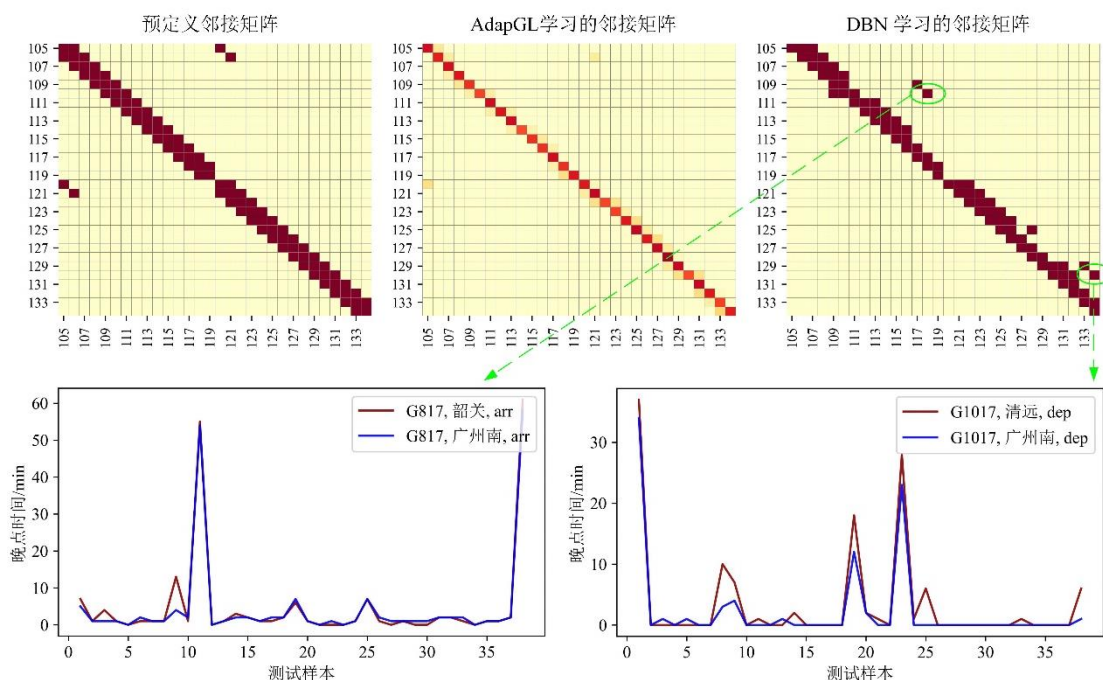


图1 列车晚点动态传播因果关系的影响

● 成品油二次配送优化模型与算法研究

在国家自然科学基金项目（批准号：61873040）资助下，北京交通大学交通运输学院**刘志硕副教授团队**针对主动配送模式下的成品油二次配送优化调度问题开展研究，设计了基于人工智能的元启发式算法求解。该成果以“Inventory Routing Problem With Split Delivery and Variable Time Windows for Customers With Small Capacity and Large Sales”为题，于 2024 年发表在《IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems》期刊上（交通运输领域顶刊，影响因子 7.9），论文链接：<https://doi.10.1109/TITS.2024.3357648>。

中石化采用主动配送模式对旗下加油站进行补货。在该模式下，由供方（油库）确定补货量并组织车队开展配送。供方根据加油站各种油品的库存、罐容、销量等信息制定配送计划，包括确定加油站各油品的配送量以及车辆的调度安排。更重要的是，一些加油站各油品的罐容较小而销量较大，在一个班次的销售量会高于罐容，甚至是罐容的数倍。对于这种客户，在一个班次内需要对其配送多次，送的次数以及每次配送量均为决策变量。

作者在理论上将这类问题称为带需求分割和可变时间窗的库存路径问题（SIRSC），这是一类新型的库存路径问题。其补货方案如图 1 所示。

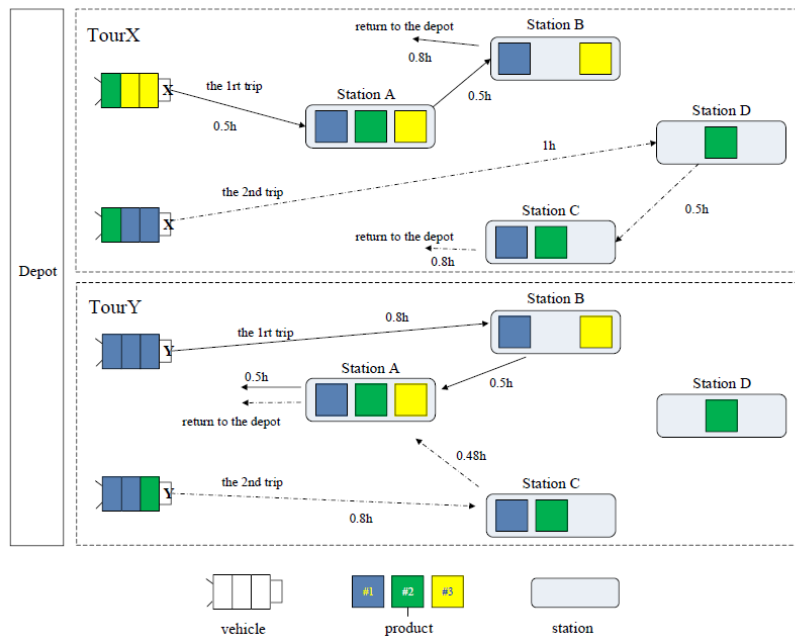


图 1 加油站补货配送方案图

论文建立了 SIRSC 问题的混合整数规划模型，针对 SIRSC 问题和蚁群算法的特点，将客户的配送量离散化，将离散后的各个配送量与客户以及配送次数相结合，共同重构配送网络节点，从而使蚁群能够在该固定网络中进行搜索。设计了变邻域搜索算子，并将其与蚁群算法相结合。大量算例和中石化实例的应用结果表明，所设计的算法能够高效地解决 SIRSC 问题，可应用于主动配送模式下的加油站或者加油站的配送优化调度。

成果分享——科研论文

● 城市轨道交通网络列车开行频率及乘客选择行为协同框架构建

在国家自然科学基金青年基金项目（批准号：72001020）资助下，北京交通大学交通运输学院**朱晓宁、商攀教授团队**针对过饱和条件下考虑乘客选择行为的城市轨道交通网络列车开行频率优化开展研究，设计了协同乘客流和列车流的乘客自适应路径选择行为框架。该成果以“**Behavior-Adaptive Sync-Flow Framework: Integrating Frequency Setting and Passenger Routing in Oversaturated Urban Rail Transit Networks**”为题，于2024年发表在《**Transportation Research Part E**》期刊上（**交通运输领域顶刊，影响因子8.3**），论文链接：<https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103659>。

为了促进过饱和条件下城市轨道交通大规模网络的供需匹配，在充分利用城市轨道交通车底资源的同时缓解网络拥堵，提升乘客出行满意度，本研究分别建立列车与乘客时空网络，以最小化乘客出行的广义成本为目标，考虑过饱和条件下时变的车内拥堵、换乘次数、留乘次数等因素对乘客行为的影响，以乘客流平衡、车底最大载客能力、可用车底资源、列车开行频率设置、乘客先到先服务原则、乘客路径选择行为等为约束，设计协同列车流及乘客流的乘客自适应行为框架并构建模型。为了对模型进行有效求解，设计了基于梯度下降的启发式迭代求解算法，针对所研究问题的特征，将问题分解成三个子问题，并提出了过饱和条件下时变路径成本的求解方法。最后，在小规模网络及简化的Sioux-Falls网络上对所提出的框架进行了验证及敏感度分析，对比了算法效率，结果表明，所提出的框架能有效均衡车底资源及乘客在路网上的分配，且求解效率较高。进一步，以北京地铁大规模网络为实验对象进行了实例测试，结果表明相较于不考虑乘客选择行为的列车频率设置方案，考虑乘客的自适应选择行为进行列车频率设置可以在一定程度上减少乘客的出行成本，缓解网络拥堵，促进供需匹配。

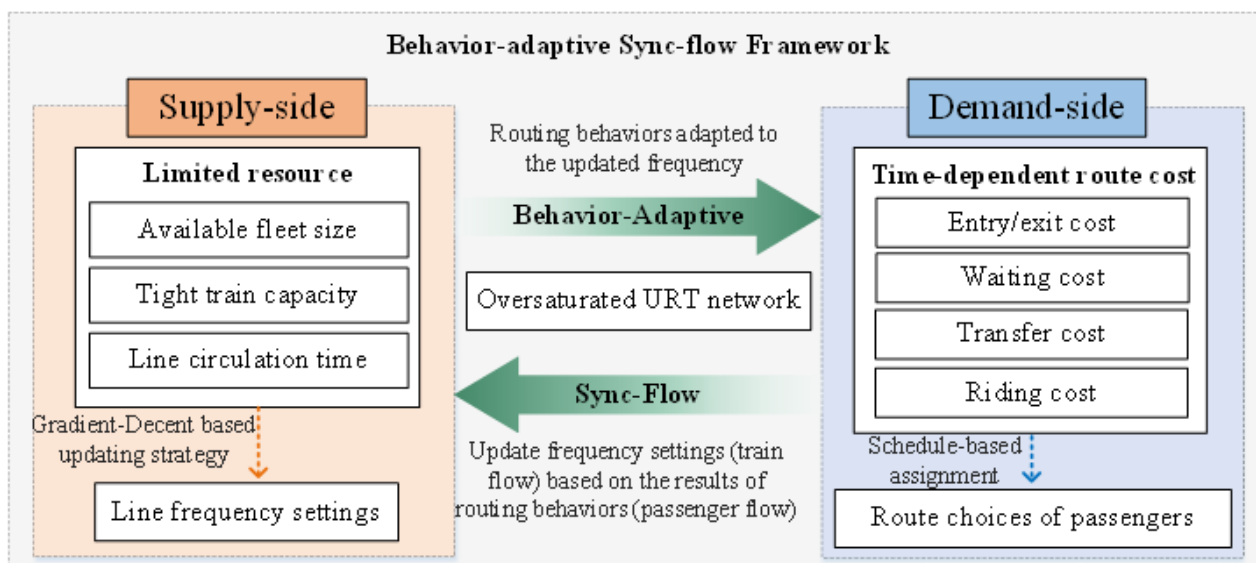


图1 自适应乘客行为协同流框架示意图

● 集装箱内货物装载研究

北京交通大学交通运输学院**张琦教授团队**针对中欧班列集装箱内不同品类货物装载方法问题开展研究,设计了多品类货物集装箱内装载方案系列指南。**该成果以“集装箱内货物装载方法图析”为题,于2024年出版专著。**



图1 《集装箱内货物装载方法图析》专著封面图

随着“一带一路”倡议的不断深入,作为共建“一带一路”的名片,中欧班列为推动区域经济发展、助力欧亚联通提供了强劲的动力支撑,其开行数量和运行品质也在稳步提升。运输安全是中欧班列高质量发展的前提,规范集装箱内货物装载方法是保证中欧班列运营安全、降低集装箱运输安全风险的重要手段之一。不同品类货物因其形状、尺寸、重量、数量等不同,在集装箱内的装载方法在遵循货物基本装载要求的基础上也有所不同。研究团队基于货物装运需求差异性,建设性地提出了不同品类货物在集装箱内的装载方法。相应地,作为系列研究项目的主要产出成果,本书分别针对板材类货物、卷筒状类货物、桶装油品类货物、散装/颗粒状类货物、吨袋类货物以及不规则类货物、机械类货物等多种类别货物在集装箱内的装载方法进行了解释和图析。结构上,全书按照货物品类不同分为六章,采用图例与说明相结合的方式分别介绍了上述类别类货物在集装箱内装载的技术方法,以提高集装箱内货物装载的稳定性,提高集装箱载重量和容积利用率。



欢迎扫码留下您的联系方式，期待与您的合作及交流



交通运输学院官网

联系我们：

黄老师：010-51687075，huangmc@bjtu.edu.cn

孙老师：010-51687075，rjsun@bjtu.edu.cn

学院官网：<http://trans.bjtu.edu.cn/cms/>

编辑 | 黄美晨 孙仁杰

校对 | 何世伟

审核 | 孟令云