



北京交通大学  
BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY

2023 年 12 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



## 本月成果

### ● 项目：

2023年12月共完成科研项目立项**60**项，上水平项目**7**项。

上水平项目中：国家重点研发计划课题**2**项，国家自然科学基金联合基金项目**2**项，国铁集团科技开发计划课题**1**项，其他部市省部级纵向项目**2**项。

### ● 专利：

2023年12月新提交专利申请**6**项，已获得授权专利**20**项。

### ● 软件著作权：

2023年12月新提交软件著作权申请**7**项，已获得授权软件著作权**1**项。

## 学术讲座

### ● 综合交通运输大数据应用技术交通运输行业重点实验室邀请美国辛辛那提大学魏恒教授开展学术讲座

2023年12月29日，综合交通运输大数据应用技术交通运输行业重点实验室（北京交通大学）邀请到美国辛辛那提大学土木工程学系交通工程与系统专业终身教授、土木工程学科部主任以及先导交通工程与系统研究室主任魏恒博士，开展以“人工智能与网联技术重塑交通工程的理念与方法”为主题的学术讲座。



### ● “交通系统时空建模方法与应用”研讨会

2023年12月7日，学院于红果园宾馆1号会议室召开“交通系统时空建模方法与应用”研讨会，美国亚利桑那州立大学周学松教授应邀参加本次会议并作了主题报告。

主题报告后，本次研讨会特邀阴佳腾、付豪、陈垚、杨立兴、张金雷、魏玉光等学者分别就“A multi-task deep reinforcement learning approach for the real-time management of railway trains”、“基于局站一体的铁路动态车流组织研究”等主题作报告。



## 成果分享——科研获奖

### ● 高速铁路快捷货物网络化运输组织优化

在国家自然科学基金“联合基金项目”（批准号：U2034208）资助下，北京交通大学交通运输学院**朱晓宁教授团队**针对高速铁路快捷货物网络化运输组织问题开展研究，提出了高速铁路快捷货物运输的运营网络设计、全程运输计划编制、节点作业计划编制等系列方法。**该成果“高速铁路快捷货物网络化运输组织优化研究项目”获2023年中国物流与采购联合会科学技术奖一等奖。**

该项目在网络化组织的视角下，针对高速铁路快捷货物的运输组织问题进行研究有针对性的设计算法，模块化开发部署各算法，解决高铁快运运输组织过程中涉及的运营网络设计、“车-货”动态匹配、全程运输计划编制、节点作业计划编制等难题，极大地提高高铁快运运输组织的效率。本项目所提出的运营网络设计、“车-货”动态匹配、运输和作业计划编制方法具有很高的适用性，可以应用于类似的物流网络规划、运输组织计划编制等领域，可帮助企业节约成本近百万元。

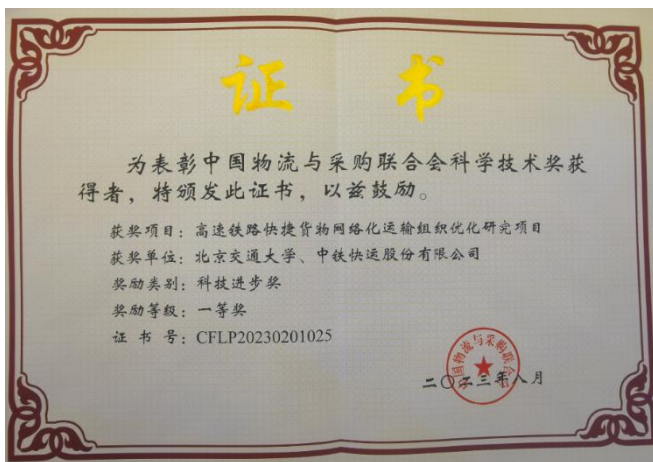


图1 获奖证书

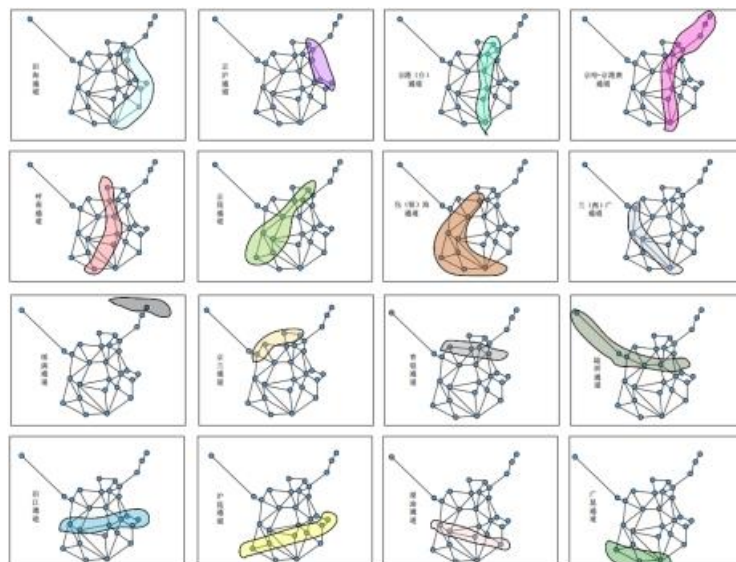


图2 “八纵八横”超网络简图

## 成果分享——科研项目

### ● 城市群综合交通枢纽布局与设计研究

在国家自然科学基金委员会创新研究群体项目“城市群综合交通协同组织与资源配置”（批准号：71621001）资助下，北京交通大学交通运输学院**邵春福教授团队**针对城市群综合交通枢纽的布局和设计问题开展研究，重点从客运综合交通枢纽的视角阐述了城市群与综合交通枢纽在交通需求、布局规划、功能设计、一体化开发等方面的理论方法。**该成果以《城市群综合交通枢纽布局规划与功能设计》为题出版专著，并被列入了“交通强国新时代城市综合交通智能化体系建设”系列丛书。**

以城市群一体化为代表的区域一体化发展的支撑和先导是区域交通一体化，而区域交通一体化的“核”在于综合交通枢纽，因此城市群综合交通枢纽的布局和设计至关重要。《城市群综合交通枢纽布局规划与功能设计》面向城市群的建设，从综合交通枢纽，重点是客运综合枢纽的视角进行研究，内容包括：城市、都市圈、城市群和交通枢纽的概念界定，城市群与交通枢纽交通需求分析，城市群综合交通枢纽的布局规划，城市群综合交通枢纽功能设计，城市群综合交通枢纽一体化开发，以及城市群综合交通枢纽发展等。

在布局规划方面，邵春福教授团队深入探讨了如何合理规划城市群综合交通枢纽，提出了多种规划方案和策略，旨在优化交通枢纽的布局，提高运输效率，减少交通拥堵。在功能设计方面，团队重点研究了多种功能设计的理念和方法，包括交通组织、人流疏导、物流配送等方面的设计，旨在提高交通枢纽的运行效率和便利性。

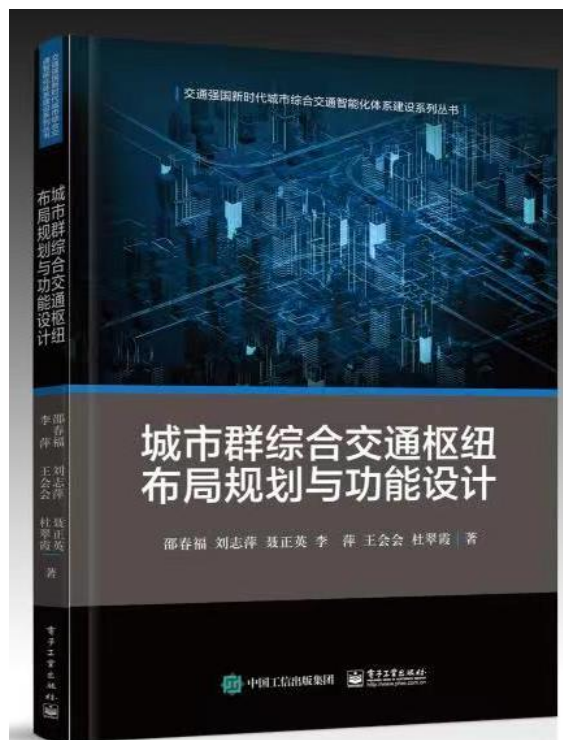


图1 《城市群综合交通枢纽布局规划与功能设计》专著

### ● 轨道扣件缺陷检测——2023 年 1-2 月 ESI 工程领域高被引

在国家“十三五”重点研发计划基金项目（批准号：2016YFB1200402）资助下，北京交通大学交通运输学院魏秀琨教授团队针对轨道扣件缺陷检测问题开展研究，提出了基于 Faster-RNN 的快速高精度扣件缺陷检测方法。该成果以“Railway track fastener defect detection based on image processing and deep learning techniques: A comparative study”为题（2023 年 1-2 月 ESI 工程领域高被引，被引次数 163），于 2019 年发表在《ENGINEERING APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE》期刊上（该期刊为人工智能，计算机科学，工程领域的顶级期刊，影响因子 8.0），论文链接：<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2019.01.008>。

扣件对轨道在压载床上的固定起着至关重要的作用。实现扣件缺陷检测的全自动化，对于保证轨道安全，降低维修成本具有重要意义。本文提出了利用图像处理技术和深度学习网络的创新和智能化方法。第一部分对传统的基于图像处理的扣件定位方法进行了重新研究。此外，本文还提出了一种新的基于密集特征的扣件缺陷检测与识别方法，该方法比现有的方法具有更好的性能。第二部分，对 VGG 16 进行扣件缺陷检测和识别的训练。结果表明，利用 CNN 对扣件进行缺陷检测是可行的。最后，采用快速 R-CNN 对扣件缺陷进行检测，提高了检测率和检测效率。扣件定位和识别可以同时进行。缺陷检测和分类的时间仅为上述其他方法的十分之一。

主要创新点：

- 1) Dense-SIFT，空间金字塔分解和 BOVW 技术被应用到分类，该方法实现了 99.26% 的分类准确率。
- 2) DCNN 方法只使用一个网络的扣件缺陷检测，并取得了良好的分类精度为 97.14%。
- 3) 基于快速 R-CNN 的方法同时实现了扣件的定位和分类，所花费的时间仅为其他方法的 10% 左右。

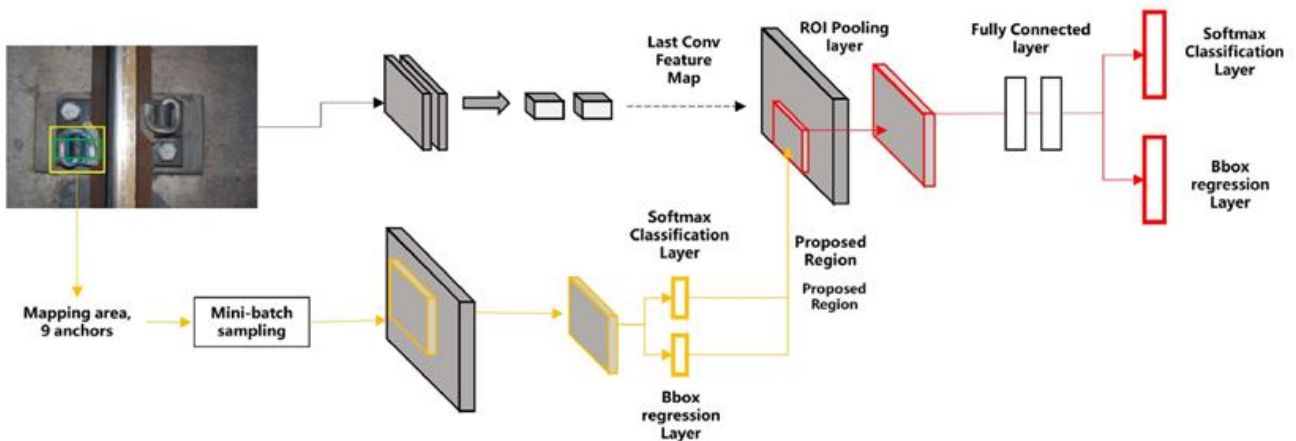


图 1 基于 Faster R-CNN 的扣件缺陷检测网络

## ● 高速列车牵引电机安全状态预测研究

在国家重点研发计划（批准号：2016YFB1200100）资助下，北京交通大学交通运输学院**董宏辉教授团队**针对高速列车牵引电机安全状态预测问题开展研究，设计了一种基于多传感器信号牵引电机温度在线预测框架。**该成果以“An Online Health Monitoring Framework for Traction Motors in High-Speed Trains Using Temperature Signals”为题，于 2023 年发表在《IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS》期刊上（计算机与自动化控制系统方向的国际顶尖期刊，影响因子 12.3），论文链接：<https://ieeexplore.ieee.org/document/9864077>。**

我国高速铁路发展迅速，目前已建成世界最大的高速铁路网。牵引电机作为高速列车动力单元的重要组成部分，将电能转化为机械能，输出动力供列车运行使用。因此，对牵引电机健康指标的监测和预测至关重要，可以预防事故的发生，提高列车的安全性。

电机温度作为牵引电机状态指标之一，可以有效反映牵引电机的状况。对电机温度的准确预测，将有利于发现牵引电机的早期异常状态。然而，传统的预测模型是离线训练的，对历史数据依赖性高，无法及时适应新的实时列车运行数据。因此，随着列车运行时间的推移，模型的精度会明显降低。针对这一问题，论文提出了一种基于多传感器信号的牵引电机温度在线预测框架，通过自适应的更新模型参数，保证模型的准确性。

首先，模型的离线训练阶段，利用多传感信息开发通用预测模型，从温度等相关信号中提取大量特征信息，训练通用预测模型的参数。其次，模型的在线调优阶段，系统在每个训练周期根据输入数据的复杂度动态估计模型的训练次数，根据监测到的数据样本实现个性化学习，自适应地实时更新模型参数。这样，模型通过在线学习可以不断地获得新的知识，并对真实数据具有更深入的理解。论文最后，通过高速列车的实际数据对所提框架进行了验证。与传统的多层感知器、门控循环单元和长短期记忆模型相比，预测结果的均方误差分别降低了 5%、12%和 11%，平均绝对误差分别降低了 10%、12%和 11%。结果表明，该在线学习框架可以捕获和适应新的流数据模式，具有较高的预测精度和良好的适应性。

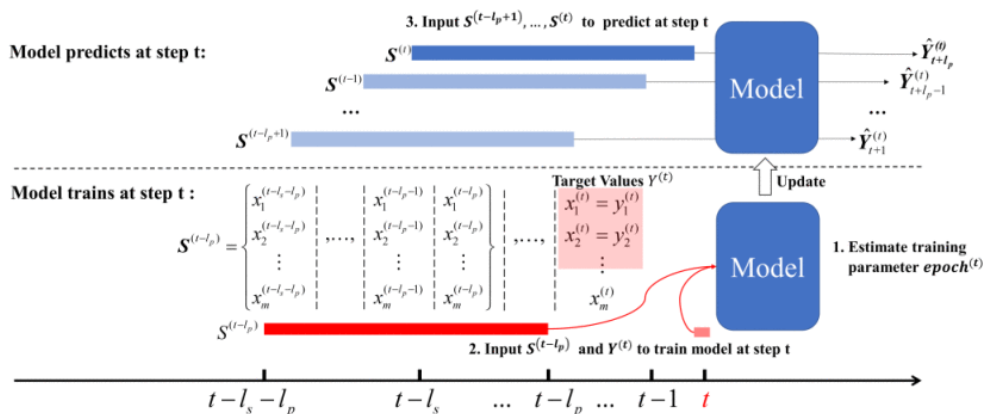


图 1 模型的在线学习和预测过程

## ● 城市轨道交通突发事件下应急接驳公交服务优化研究

在国家自然科学基金项目（批准号：71931003，71901021）资助下，北京交通大学交通运输学院**王云副教授团队**针对考虑客流分配的城市轨道交通突发事件下应急接驳公交服务优化问题开展研究，构建了整数线性规划模型(ILP)，并设计了基于列生成算法求解该问题。**该成果以“Integrated optimization of bus bridging service design and passenger assignment in response to urban rail transit disruptions”为题，于2023年发表在《Transportation Research Part C: Emerging Technologies》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.trc.2023.104098>。

由于自然灾害、设备故障、人为误操作等各种因素，城市轨道交通突发事件时有发生，造成乘客出行延误、安全隐患激增等严重后果。地面公交对于应对城市轨道交通突发事件有着极为重要的作用，能够有效疏散滞留乘客，规避二次风险，同时能够桥接中断网络，保障运输接续。本文针对城市轨道交通局部网络中断的情况，研究了应急接驳公交服务优化问题，旨在解决城市轨道交通与接驳公交协同网络下应急公交线路设计、应急车辆配置、客流网络分配等一系列决策问题。该问题以最小化应急接驳成本及乘客总出行成本为目标构建了 ILP 模型，并设计了一种基于列生成的求解算法框架，能够动态生成非直观的具有竞争力的应急接驳公交线路。基于香港地铁网络，对该方法的有效性和高效性进行了检验。结果表明，与仅考虑标准接驳和端点站往返接驳相比，所提出的方法可以大大减少乘客在车时间，并得到更优的目标值；穿越中断区域的直达路线具有竞争力，有利于减少乘客的出行时间、加快疏散进程；与 step-wise 方法相比，协同优化可以得到更优的应急方案；面向实际运营需求，可以在几分钟内快速实时响应，生成高质量解决方案。

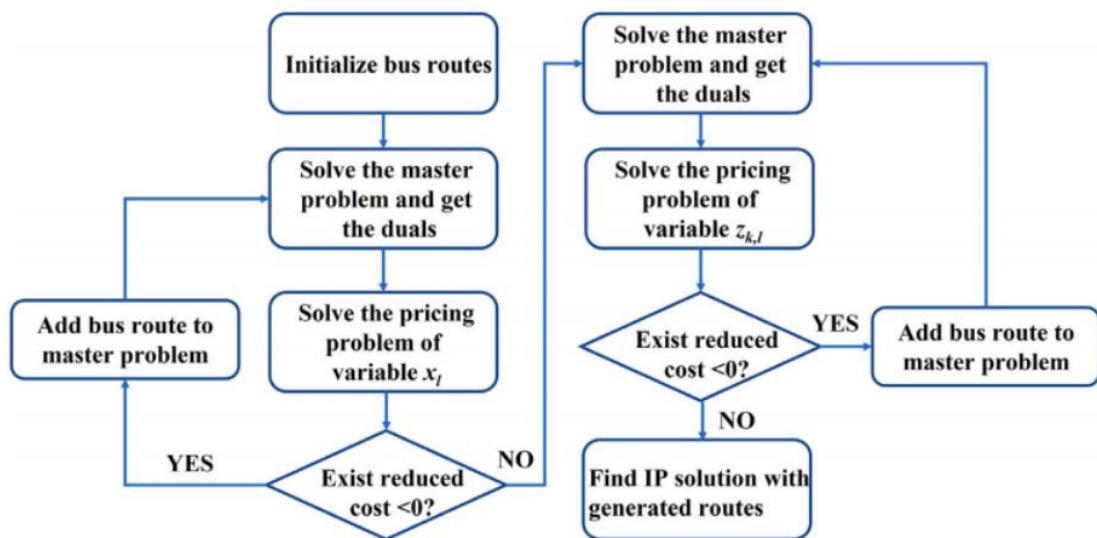


图 1 基于列生成的求解算法框架

## ● 应急设施选址优化及位置调整策略研究

在国家自然科学基金项目（批准号：72101021, 72242102, 72171129, 72188101 和 72250710683）资助下，北京交通大学交通运输学院刘康琳副教授团队针对多周期应急设施选址问题开展研究，设计了考虑交通网络拓扑时空演变的多周期临时应急设施选址及位置调整的优化策略。该成果以“Multi-period stochastic programming for relief delivery considering evolving transportation network and temporary facility relocation/closure”为题，于2023年12月发表在《Transportation Research Part E: Logistics and Transportation》期刊上（交通运输领域权威期刊，影响因子10.6），论文链接：<https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103357>。

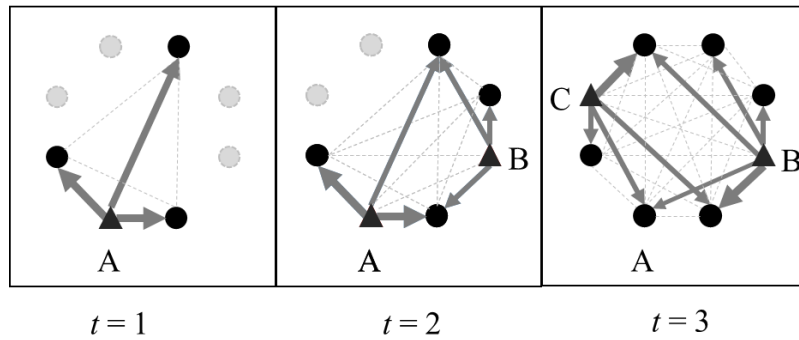


图1 三周期应急物资选址及分配问题示意图

在研究时，考虑需求和路况随时间演化的特征，优化应急设施的选址、开闭及应急物资的分配策略，采用随机规划应对需求不确定性和路况的时空变化，设计改进的 Benders 分解算法求解规划模型，结合北京市突发紧急事件发生时的实际数据，制定66个备选集合和333个需求点在50种可能场景下的多周期应急设施开闭及物资分配方案。主要创新点为：

- 基于灾害数据，刻画灾害情况下交通网络结构、救灾需求等时空动态特性
- 建立考虑多种时空特性的应急设施选址和应急物资配置的随机优化模型
- 设计改进 Benders 算法加速求解，并在北京市实证规模算例下进行验证

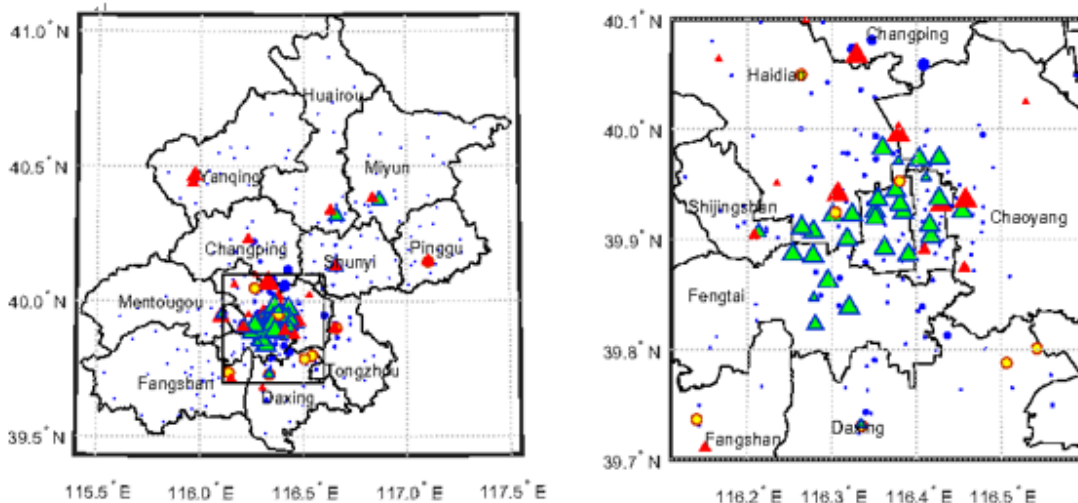


图2 北京市应急物资选址及分配结果示意图



## ● 复杂具体场景下的货运铁路事故致因分析

在中央高校基本科研业务费专项资金（项目编号：2022JBXT009）和先进轨道交通自主运行全国重点实验室（项目编号：RCS2022ZZ002）资助下，北京交通大学交通运输学院贾利民教授和马小平副教授团队针对复杂具体场景下货运铁路事故致因分布及风险评估开展了深入研究，该成果以“Causative analysis of freight railway accident in specific scenes using a data-driven Bayesian network”为题，于 2023 年发表在《Reliability Engineering and System Safety》期刊上（工程技术领域顶刊，影响因子 8.1），论文链接：<https://doi.org/10.1016/j.ress.2023.109781>。

货运铁路作为典型复杂大系统，其事故场景具有复杂性和多样性，不同场景下的事故致因分布存在显著差异性。研究提出了一种数据驱动的贝叶斯网络（DDBN），该网络以代表事故场景元素、事故原因和事故后果的随机变量为节点，以节点之间的条件依赖关系为边，用于辨识复杂多样的事故场景中最重要的事故致因。首先，考虑到数据的连续和离散状态，提出了一种无监督-监督的方法来定义 DDBN 中节点的状态；其次，设计了一种贪婪算法来挖掘节点间的因果关系序列，并据此确定 DDBN 中边的方向；然后，提出了一种 NB-K2-MLE 方法从数据中学习 DDBN 的网络结构和参数；最后，构建了基于 DDBN 的风险计算函数，用于计算各个具体场景下不同类型潜在事故致因的风险。

在基于真实的事故数据的实证分析中，DDBN 的推理正确率达到 87.92%。更重要的是，研究结果表明，事故致因的分布会随着场景的具体化而集中，宏观层面的主要事故致因并不能完全适用于具体场景下的事故预防。本研究所构建的 DDBN 可为在复杂多样的具体场景下确定主要事故原因和制定有针对性的事故预防策略提供数据支持。

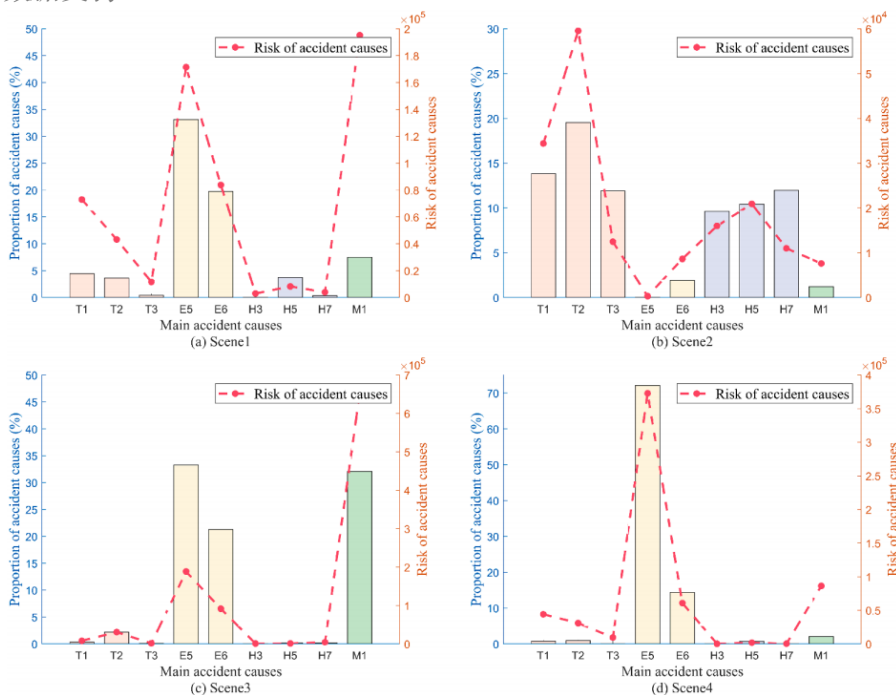


图 1 典型复杂场景下的事故致因分布及风险

## 成果分享——智库成果

### ● 发挥航空“双枢纽”作用，带动临空经济区产业发展的建议

在北京市社科重点项目《北京打造一流国际航空“双枢纽”的策略和政策保障研究》（批准号：22GCB032）资助下，北京交通大学交通运输学院**李艳华教授团队**针对北京两机场所运营的基地航空公司的航权、航线网络以及机场航空资源、国际竞争力问题展开研究，并基于国际比较设计了北京“双枢纽”协同发展定位模式，最后提出衍生带动各具特色的北京临空产业的发展建议。**该成果被市委办公厅《北京信息》（调研与参阅）第6期采用，并获得北京市领导的肯定性批示。**



图1 北京市社科重点项目《北京打造一流国际航空“双枢纽”的策略和政策保障研究》立项证书



图2 我院学者智库成果在市委办公厅《北京信息》（调研与参阅）第6期中有所体现

## 成果分享——行业标准

### ● 铁路超限超重货物运输标准

在国家铁路局和国铁集团的大力支持下，北京交通大学作为第一起草单位，交通运输学院韩梅教授团队联合其他起草单位共同制定了《铁路超限超重货物运输技术要求》标准（标准号：TB/T 30007-2022），2022年10月25日由国家铁路局发布，于2023年5月1日实施。

铁道行业标准《铁路超限超重货物运输技术要求》（TB/T 30007-2022）为首次制定，适用于标准轨距的铁路超限超重货物运输。主要包括：

1. 超限货物、超重货物、超限车的定义
2. 超限、超重货物等级划分标准
3. 一辆六轴及以下货车装载、普通平车跨装、六轴以上长大货物车装载的超限货物计算宽度计算方法
4. 各级超限限界轮廓图及尺寸表
5. 常用车型所装货物的超重等级表
6. 超限、超重货物托运要求以及超限货物测量要求
7. 铁路线路办理超限、超重货物运输应具备的条件
8. 铁路车站办理超限、超重货物运输应具备的条件
9. 超限车与邻线列车会车技术条件
10. 超限车经过沿线建筑物或设备的运行条件
11. 超限车电气化区段的运行条件

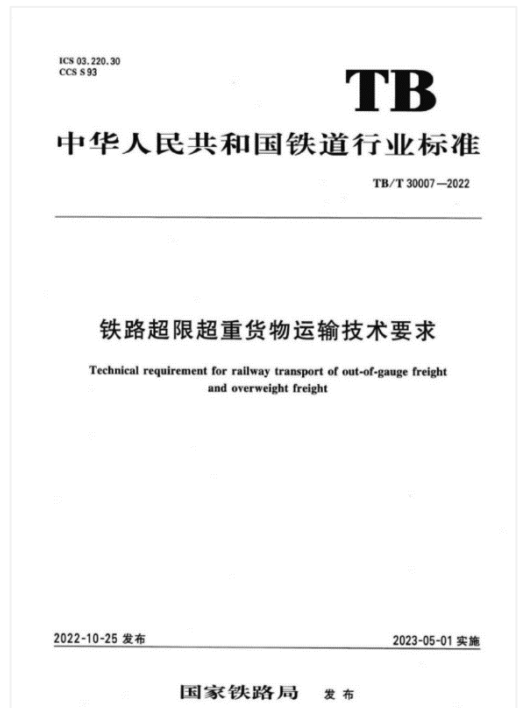


图1 《铁路超限超重货物运输技术要求》标准



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](mailto:huangmc@bjtu.edu.cn)

孙老师：010-51687075, [rjsun@bjtu.edu.cn](mailto:rjsun@bjtu.edu.cn)

学院官网：<http://trans.bjtu.edu.cn/cms/>