附件3

2023年度北京市自然科学基金-丰台轨道

交通前沿研究联合基金项目指南

重点研究专题项目

**一、面向轨道交通运营风险分析的多模态基础模型关键技术研究**

针对轨道交通风险模型要素覆盖不全、长期演化趋势预测精度不高、各专业风险模型关联性不强等问题，基于设备日志、处置预案、图像、雷达等构建风险数据集，结合专家知识建立轨道交通领域多模态基础模型；针对运营风险评估构建下游任务，提取风险因素建立关联关系并进行量化分析；设计精调训练机制，实现风险模型动态更新。模型需至少支持3个运营场景，风险预测的漏报率低于5%；模型支持的下游任务至少包括多轮对话、风险决策、多模检索；推理过程消耗的显卡资源低于2张A10同等算力条件，推理延迟低于15s。

**二、高速自主列车运行环境协同感知技术研究**

针对复杂运行环境下高速自主列车主动感知能力有限等问题，研究车-轨、车-车主动协同感知方法；研究车-轨协同感知的传感器布置策略及优化方法；研究高效的多源、多模态传感数据融合方法；研究通信带宽受限条件下的协同感知数据压缩编码算法；开展协同感知能力的有效性验证，在日常、恶劣天气及遮挡、背景相似等情况下实现目标感知，最少设备配比下车-轨协同感知距离≥1400米，车-轨协同的端到端感知延迟时间≤200ms，路侧感知定位误差小于0.5m。

**三、自主高速移动体及时安全管理方法研究**

针对自主高速移动体（如列车、汽车、飞行器等）编队运行模式中多智能体系统安全问题，研究基于参数化场景的风险致因辨识方法；研究多模态高维危险实时感知与风险态势动态预测方法；研究风险后果态势推理和及时风险控制方法，并面向轨道交通编队运行开展方法有效性验证，在不少于3个行车典型场景下满足对风险估计准确率不低于95%，运行策略风险规避率达到99.98%。

**四、轨道交通感知系统测试验证场景构建关键技术研究**

针对轨道交通列车运行自主感知测试与验证场景不完善等问题，建立覆盖典型轨道交通感知测试场景要素集；提出基于数据驱动的轨道交通运行环境感知系统测试场景（含正常和异常场景）的构建方法；研究激光雷达、工业相机和毫米波雷达等高真实度仿真数据生成技术；研究列车运行真实场景与感知仿真数据融合的场景动态模拟技术，适配不同列车型号（A型、B型、D型等）的结构外形与动力学模型、适配不同线路等工况，实现场景仿真的还原度不低于99%，并对感知系统功能、性能进行测试验证。

**五、基于计算机视觉的城轨区间内全断面设施设备智能巡检关键技术研究**

针对城轨线路区间内轨道、接触网、隧道及各类通信、机电等设施设备种类多样、结构特征复杂，难以自动化识别的问题，研究基于计算机视觉模型的城轨线路区间内全断面设施设备感知识别技术；建立基于预训练语言模型与视觉语义的设施设备表观缺陷学习模型，研究故障智能提取算法；建立基于计算机视觉的城市轨道交通设施设备表观状态自动巡检原型系统，并对典型场景进行验证。

**六、基于能量路由器的“源-网-车-站-储”协同供能系统技术研究**

围绕新能源发电、铁路牵引网、列车、铁路车站、储能系统形成的典型“源-网-车-站-储”协同供能系统，研究其协同供电配置方法、演变趋势及特征，建立基于能量路由器的协同供能系统架构；研究能量路由器能量自洽平衡机理及故障场景下协同控制保护策略，构建适用于典型场景和多种运行方式的多端口能量路由器拓扑方案；建立系统实时仿真模型，研究典型场景多源协同优化调度与运行策略，并进行验证。

前沿项目

**1.公共交通多源异构数据融合关键技术研究**

针对公共交通感知数据的多源异构、稀疏冗余和噪声大等问题，研究面向公交车、网约车、轨道交通等感知数据（监控视频、GPS、传感器等）的数据融合技术，并应用于交通状态识别和预测等场景。

**2.面向高安全应用的视频感知方法研究**

针对机器视觉广泛采用深度学习方法存在确定性差的问题，研究泛化的视频感知方法，实现符合轨道交通高安全完整性等级要求的视觉信息采集。

**3.基于BEV的列车运行前方异物检测方法研究**

基于不同焦距多摄像头、激光雷达的多模态感知，建立不依赖高精度地图的列车运行前方异物高精度检测方法，并进行评价。

**4.虚拟编组列车动力学关键参数辨识研究**

面向轨道交通虚拟编组高密度运行条件下的复杂工况，研究动力学模型的关键参数辨识与定量关联分析方法，通过参数精准辨识提升动力学模型的精准度。

**5.轨道交通基础设施智能运维领域的大语言模型研究**

围绕城市轨道交通运维决策面临的智能化、智慧化辅助决策需求，基于开源预训练语言模型，研究面向轨道交通基础设施智能运维领域的大语言模型。

**6.能源-经济-环境复杂系统耦合下轨道交通碳核查评估方法研究**

基于轨道交通双碳发展需求，探索能源-经济-环境复杂系统耦合下轨道交通全生命周期温室气体排放核算、监管方法，开展温室气体排放评估和短期预测，并开展轨道交通运营碳核查实证分析。

**7.城市轨道交通线路服役状态多维感知与在途诊断方法研究**

面向城市轨道交通线路的安全服役需求，研究服役状态多维感知的特征融合与提取方法，提出满足在途实时精准诊断的智能诊断算法。

**8.城市轨道交通全线路环境振动快速动态预测与控制方法研究**

面向城市轨道交通规划阶段全线路环境振动及结构二次声快速预测需求，在频率域-空间域-概率域内开展全链条振动响应预测数学模型研究，提出全链条频率规划及综合控制方法。

**9.多网融合下乘客一体化出行的综合交通枢纽应急能力提升关键技术研究**

面向列车故障、信号中断等突发事件对综合交通枢纽运营水平提升的需求，建立轨道交通应急决策框架，提出多网融合下乘客一体化出行的网络应急能力匹配和协同方法，提升枢纽的应急响应能力和服务水平。

**10.极端情况下城轨车网一体化建模及供电能力评估方法研究**

针对大客流导致上线列车数量增加或突发故障导致多个牵引所退出等极端情况，建立包括供电设备、列车以及运行组织等多要素的一体化模型，提出极端情况下系统动态推演及供电能力评估方法。

**11.基于车网协同的城轨列车群节能运行动态优化方法研究**

面向城轨绿色运营的重大需求，针对城轨牵引能量流动特点，构建数据和知识驱动的城轨列车节能运行一体化模型，提出基于车网协同的列车群多目标多尺度动态优化方法。