2025 年度天津市科学技术奖主持类项目

公示内容

一、项目名称：融合声振感知的地铁车辆轨道服役状态评价与控制关键技术及应用

二、提名奖项类别：科学技术进步奖

三、提名奖项等级：二等奖

四、提名单位：天津市科协

五、主要完成单位：1.中国铁路设计集团有限公司 2.北京九州一轨环境科技股份有限公司 3.北京东方维平轨道交通科技有限公司 4.北京交通大学 5.北京市科学技术研究院城市安全与环境科学研究所

六、主要完成人：1.姜博龙 2.丁德云 3.梁瑞华 4.谭新宇 5.张厚贵 6.王书卫 7.孙方遒 8.任州

七、项目简介：

本项目属于智慧城轨领域。

车辆轨道是地铁重要组成部分，关系地铁安全可靠运营。聚焦该领域长期存在的行业痛点问题，项目组联合攻关，形成基于声振监测的地铁车辆轨道服役状态提升关键技术创新成果：

提出融合多尺度深度学习的车、轨振动信号识别技术，通过分层卷积网络、自注意力机制捕捉信号中隐含的车轨多模态振动特征，建立了车载-定点-分布式多层级振动噪声监测系统，利用试验与监测数据率先揭示了地铁振源离散性机理。揭示了典型病害条件下轨道动力响应特性与力学行为，建立了可开展动态衰减和膨胀的学习率调节机制，并提出车辆状态、轨道病害智能识别和里程自主定位算法，构建了多维度病害判定指标和评价体系，解决了车、轨趋势性病害快速识别预警难题。提出了轨道结构声振联合控制技术以及考虑运维成本的车轮镟修和钢轨打磨策略等车辆-轨道服役性能协同提升关键技术，提升了轮轨安全和服役性能。

项目成果鉴定为国际领先，授权知识产权45项，发表论文40余篇，参编标准3项。核心技术、装备、平台已在全国20余个城市，经济和社会效益显著，有力推动了地铁运维模式从“定期检修”向“状态修+预测修”的智能化转型。

六、 主要技术支撑材料：

（一）代表性论文

[1]Ma M, Li M, Qu X, et al. Effect of passing metro trains on uncertainty of vibration source intensity: Monitoring tests[J]. Measurement, 2022, 193: 110992.

[2]马蒙, 李明航, 谭新宇,等. 地铁轮轨耦合不平顺激励对轨道振动影响分析[J]. 工程力学, 2021, 38(5): 191-198.

[3]Liang R, Liu W, Ma M, et al. An efficient model for predicting the train-induced ground-borne vibration and uncertainty quantification based on Bayesian neural network[J]. Journal of Sound and Vibration, 2020, 495:115908.

[4]Liu W, Liang R, Zhang H, et al. Deep learning based identification and uncertainty analysis of metro train induced ground-borne vibration[J]. Mechanical Systems and Signal Processing, 2023, 189: 110062.

[5]Liang R, Liu W, Fu Y, et al. Physics-informed deep learning for structural dynamics under moving load[J]. International Journal of Mechanical Sciences, 2024: 284.

[6]Liang R, Liu W, Li W, et al. A traffic noise source identification method for buildings adjacent to multiple transport infrastructures based on deep learning[J]. Building and environment, 2022, 211:108764.

[7]Liang R, Liu W, Xu L, et al. Solving elastodynamics via physics-informed neural network frequency domain method[J]. International Journal of Mechanical Sciences, 2023:258.

[8]刘潇,王少林,姜博龙等.城轨轨道结构病害室内试验模拟与识别方法研究[J].铁道科学与工程学报, 2025, 22(5): 2333-2345.

（二）主要知识产权

[1]姜博龙，胡叙洪，赵斗，李爱东，张舵，王然，杨涛，刘嘉一，周生喜，胡文林，陈江雪，谭新宇，王少林，刘冀钊，齐春雨，何宾，宋哲男，谭大正，刘志雄.负刚度结构、隔振与俘能一体化装置及浮置板轨道：发明专利，ZL202410850278.1. 2024-09-03.

[2]姜博龙;赵斗;胡叙洪;李爱东;张舵;王然;杨涛;郑钰胜；罗洪春;胡文林;谭新宇;陈江雪;何宾;王少林;宋哲男；刘冀钊;齐春雨;谭大正;刘志雄;叶少敏;刘鹏. 摩擦发电及俘能的动力吸振器及浮置板轨道:发明专利,ZL202410970043.6. 2024-11-12.

[3]王书卫，谭大正，刘道通，范晓圳，张春雷，程保青，韩朝霞，李建斌，刘鑫，霍新伟，梁栋，纪宇.一种梯形轨枕道床减振垫下部脱空病害整治方法:发明专利,ZL202411125378.4. 2024-12-20.

[4]闫宇智，丁德云，李腾，曾凡冲，乔昶，吴跃卿.一种基于位移数据的城市轨道交通减振道床动态质量评估方法及装置：发明专利，ZL202310096954.6. 2025-02-07.

[5]刘潇，闫宇智，丁德云，乔昶，李晓宝.一种基于轨旁噪声的城市轨道交通钢轨波磨评价方法：发明专利，ZL202410006827.7. 2024-10-22.

[6]黄宏斌，丁德云，闫宇智，乔昶，刘潇，李晓宝.一种基于在线监测数据的地铁车辆状态实时评估方法：发明专利，ZL202410006826.2. 2024-11-01.

[7]张厚贵，宋瑞祥，刘必灯，赵娜，刘强.一种地铁减振扣件系统可靠性评估方法及系统：发明专利，ZL202411976655.2. 2025-04-22.

[8]孙志强，闫宇智，丁德云，蒋朝哲，孙方遒，曾凡冲.一种适用于减振轨道的多重调谐质量阻尼装置：发明专利，ZL202210276875.9. 2024-06-14.

[9]于鑫，伍向阳，刘兰华，胡文林，李克飞，张厚贵，刘卫丰，姜博龙，张巍，宋智翔，石起龙，刘学刚，宋瑞祥，王茜，王文斌，张胜龙，李媛芳，凌晨，于晨，吕刚，朱彬，魏志恒，吴宗臻，李明航等.城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法：国家标准，GB/T14227-2024. 2025-04-01.

[10]北京东方维平轨道交通科技有限公司.钢轨波磨智能检测仪数据分析系统V1.0：软件著作权，2021SR1635662. 2021-11-04.