

关于发布 2024 年度国家自然科学基金铁路基础研究 联合基金项目指南（第二批）的通告

国科金发计（2024）131 号

国家自然科学基金委员会现发布 2024 年度国家自然科学基金铁路基础研究联合基金项目指南（第二批），请申请人及依托单位按项目指南所述要求和注意事项申请。

国家自然科学基金委员会

2024 年 4 月 17 日

2024 年度国家自然科学基金铁路基础研究联合基金项目 指南（第二批）

铁路基础研究联合基金由国家自然科学基金委员会与中国国家铁路集团有限公司、中国中车股份有限公司、中国中铁股份有限公司、中国铁建股份有限公司、中国铁路通信信号集团有限公司共同设立，旨在发挥国家自然科学基金的导向作用，吸引和调动全社会科研资源，

围绕我国高速铁路、高原高寒铁路、重载铁路等建设运营管理领域的重大科学问题、关键技术难题和共性问题开展基础研究，以提升我国铁路科技自立自强能力。

2024 年度铁路基础研究联合基金（第二批）以重点支持项目的形式予以资助，资助期限为 4 年，直接费用平均资助强度约为 260 万元/项。

一、主要研究方向

1. 高速列车铝合金车体激光焊接多场耦合机理及调控机制研究（申请代码 1 选择 E05 或 E12 的下属代码）。

针对高速列车高强铝合金车体激光焊接易形成气孔、根部难熔、强度损失、疲劳性能差等瓶颈问题，研究激光焊接热-电-磁多场耦合行为，揭示熔池/匙孔和缺陷形成机制，探索工艺-组织-性能关联规律，形成形性协同调控方法，实现大型复杂构件高强韧、耐疲劳、低应力、小变形焊接，降低焊接接头应力腐蚀、疲劳开裂等失效风险。

2. 轨道交通 IGBT 全生命周期寿命预测与状态检测技术研究（申请代码 1 选择 E12 的下属代码）。

针对多运用工况下电、热、机械振动和应力变化导致的轨道交通 IGBT 劣化机理复杂、状态预测困难等问题，研究典型运用场景多物理场耦合循环作用下 IGBT 劣化机理与故障特征，提出基于机理特性-数据融合的多维度寿命预测模型，研究基于数据驱动的状态检测方法，建立一体化运维条件下 IGBT 系统全生命周期寿命预测和状态检测技术。

3. 高速列车转向架构架全寿命周期性能劣化机理及监测预警方法研究（申请代码 1 选择 E05 或 E12 的下属代码）。

针对高速列车转向架构架全寿命周期结构服役安全问题，研究复杂动载荷作用下焊接结构性能劣化机理，揭示构架损伤演化规律，研究再现服役结构损伤的台架疲劳试验方法，建立结构疲劳损伤全寿命周期预测模型，构建结构状态多维监测方法和预警机制。

4. 增材再制造承载结构修复界面表征、性能调控及寿命预测研究（申请代码 1 选择 E05 或 E12 的下属代码）。

针对轨道车辆复杂承载结构局部、轻微损伤修复以及服役行为表征与安全评价问题，研究增材再制造局部修复形性调控机制与工艺，揭示服役载荷作用下承载结构修复非均一性界面损伤失效机理，建立材料微结构、缺陷与性能的多维表征方法，研究疲劳寿命预测方法，建立修复结构的性能评估准则。

5. 高速列车轴箱体载荷特征、失效机理及优化设计研究（申请代码 1 选择 E05 或 E12 的下属代码）。

针对高速列车轻量化技术需求及轴箱体失效安全风险，研究复杂运行工况下线路扰动簧下部件振动载荷特征，揭示轴箱体与走行部约束耦合作用机制；研究轴箱体裂纹、磨损等失效模式及故障表征方法，掌握全寿命周期内磨损、形变演化规律；提出轴箱体约束条件下强度、刚度匹配多目标优化设计方法。

6. 连续长大坡道下铁路货运列车制动模式与控制策略研究（申请代码 1 选择 E12 的下属代码）。

针对连续长大坡道对铁路货运列车安全可靠制动问题，研究连续长大坡道踏面制动下轮轨接触行为与表面状态演化机理，研究列车轮轨非黏着制动适用条件；研究黏着和非黏着制动的耦合机理及全过程协同策略，揭示车辆踏面制动热负荷和热损伤机理，提出列车制动模式与控制策略。

7. 高海拔牵引电机起晕放电抑制材料-结构一体化研究（申请代码 1 选择 E12 的下属代码）。

针对高海拔条件导致的牵引电机易起晕、散热难问题，研究高海拔复杂运行条件下牵引电机起晕机理和致热演化规律，研究绝缘导热结构和材料的起晕抑制策略，研发适应高海拔特点的低介电、高导热、高耐热绝缘材料和电磁约束下起晕放电抑制结构。

8. 时速 400 km 高速铁路接触网波动特性与振动机理研究（申请代码 1 选择 E12 的下属代码）。

针对时速 400 km 高速铁路接触网受流稳定性问题，研究振动波在接触网中的连续传播特性，揭示高速运行条件下接触网波动传播规律，评估接触网波动传播对弓网受流的影响，分析波动传播系数对接触网振动特性和弓网动态性能的影响规律，提出更高速度等级接触网优化设计方案。

9. 时速 400 km 高速铁路接触网零部件疲劳失效机理与剩余寿命预测研究（申请代码 1 选择 E05 或 E12 的下属代码）。

针对时速 400 km 高速铁路接触网服役安全问题，研究接触网关键零部件疲劳损伤演化与失效机理；提出基于振动、温度、应力等多

物理量的接触网关键零部件健康状态监测与评估方法；研究基于运维数据与疲劳机理的接触网关键零部件剩余寿命预测方法；提出适用于更高速下接触网零部件设计优化方法。

10. 高速铁路长大隧道音爆成因、临界条件与抑制方法研究（申请代码 1 选择 E08 的下属代码）。

针对高速铁路长大隧道出口音爆问题，研究不同长度隧道的音爆频谱及峰值特性差异，揭示音爆噪声的幅频特性及诱发因素影响规律，提出诱发音爆的临界条件；研究音爆分级及其对环境和人员的影响，提出长大隧道音爆抑制策略和结构参数优化设计方法。

11. 深埋海底盾构隧道钢-混组合管片受力机理及设计方法研究（申请代码 1 选择 E08 的下属代码）。

针对深埋海底盾构隧道水压高、结构受力复杂的问题，开展高水压、高围压作用下钢-混组合管片受力特征及破坏机理研究，研究高水压下不同类型、不同构造的钢材-混凝土之间的耦合受力机理及模型，研究钢-混材料界面的耦合受力理论，提出高性能钢-混组合管片及接缝的计算模型与设计方法。

12. 复杂地层“水力联合”竖向破岩机理及效能提升技术研究（申请代码 1 选择 E08 的下属代码）。

针对泥浆淹没环境条件下高压水射流破岩的机理不清、技术体系和效能提升途径不明的问题，研究泥浆淹没条件下高压水射流破岩的“水力联合”作用机理；揭示泥浆淹没条件下射流掺混机理、流场特性及流场围岩扰动的发展规律；研究“水力联合”射流环境参数与破

岩效能之间的互馈关系；提出“水力联合”破岩效能提升的技术路径和关键参数。

13. 城轨轨道结构隐蔽缺陷致灾机理及检测评定技术研究（申请代码 1 选择 E08 或 E12 的下属代码）。

针对城市轨道交通轨道结构隐蔽缺陷致灾过程溯源和诊断难题，建立隐蔽缺陷孕育致灾过程分析方法；揭示隐蔽缺陷孕育致灾过程机理和全过程演化规律，研究其对轨道服役状态的影响规律；构建隐蔽缺陷评价指标体系，提出智能检测及评定技术。

14. 基于掘进主控参量反演的 TBM 掌子面围岩智能识别方法研究（申请代码 1 选择 E08 的下属代码）。

针对 TBM 施工方法中围岩信息反馈存在主观判断、识别效率低等问题，研究机-岩互馈的 TBM 破岩关键主控参量的控制性指标特征；构建机-岩主控参量的关联映射关系；研究 TBM 掌子面围岩识别反演模型的智能算法；建立基于 TBM 掘进主控参量反演的标准数据库；形成基于掘进主控参量反演的 TBM 掌子面围岩智能评估方法。

15. 隧道施工质量监控点云-离散元融合建模与 VR 可视化方法（申请代码 1 选择 E08 的下属代码）。

针对隧道施工复杂环境下难以实现衬砌质量精细化智能监控的问题，研究隧道点云的智能分割与关键特征提取方法；研究离散单元的多物理场本构模型，准确模拟复杂施工工况下的隧道结构行为；提出点云-离散元融合建模与 VR 可视化方法，实现隧道施工质量的直观评估与预警。

16. 挤压性围岩隧道“径向+环向”协同让压机制及支护结构设计方法（申请代码 1 选择 E08 的下属代码）。

针对极高地应力条件下的挤压性围岩变形控制难题，研究地应力环境、围岩特征及隧道开挖后变形特征，揭示围岩卸压释能和让压支护-围岩相互作用机理；研究挤压性围岩隧道“径向+环向”协同让压机制及让压支护结构体系；建立基于变形分级的“径向+环向”让压支护体系设计方法。

17. 无砟轨道结构服役性能退变机理与状态调控方法研究（申请代码 1 选择 E08 或 E12 的下属代码）。

针对无砟轨道结构在长期服役过程中结构裂纹、层间离缝、破损掉块等导致性能退变的问题，研究不同无砟轨道结构形式、不同环境和不同荷载组合作用下轨道结构劣化机理，建立服役条件下无砟轨道结构特性精细化分析模型，提出无砟轨道结构状态评估和预测方法，形成运营铁路无砟轨道服役状态调控技术。

18. 周边环境低频振动对高速铁路桥梁的影响机理及控制方法研究（申请代码 1 选择 E08 的下属代码）。

针对高速铁路穿越区低频振动特性认识不清及其对桥梁结构、设备等的服役性能影响作用机理不明的现状，研究高速铁路典型穿越区环境低频振动特性及传播机理；研究低频振动对土体-桥梁的耦合作用机理；研究环境低频振动的“准静态”长期作用效应对高铁桥梁的影响规律及控制方法。

19. 特殊地质条件下新型辅助滚刀耦合破岩机理（申请代码 1 选择 E08 的下属代码）。

针对 TBM 在高石英完整围岩难以贯入、破岩效率低的难题，研究水射流辅助滚刀破岩机理，揭示岩石内部裂纹起裂-扩展-贯通机制，提出岩石临界破碎理论判据；开展水射流-滚刀耦合同步破岩试验，研究不同切削参数下破岩载荷变化规律，建立水射流辅助滚刀破岩载荷预测模型；研究新型辅助滚刀刀群破岩特性，提出耦合刀群最优布置方式，设计适用于新型辅助耦合破岩 TBM 刀盘。

20. 特殊气候环境下铁路基础设施不锈钢结构材料服役力学性能退化机理及提升技术（申请代码 1 选择 E08 的下属代码）。

针对海洋强腐蚀、高原高寒等特殊气候条件下铁路基础设施不锈钢结构材料服役性能退化等问题，研究不锈钢结构环境力学行为，揭示结构材料服役性能退化机理；研究不锈钢 3D 打印修复工艺中三维形貌、变形、熔池特征尺寸、温度场等对结构缺陷的影响规律，提出异形复杂不锈钢结构性能提升技术。

21. 智能化列控系统安全分析方法及关键技术研究（申请代码 1 选择 E12 的下属代码）。

针对列控系统向人工智能化、云化演进中功能安全分析与验证的问题，研究深度学习和虚拟化技术复杂失效模式的动态因果机理表征和解释机制；基于人工智能和云架构，提出兼顾列控系统功能安全与信息安全的分析方法，研究数据与知识驱动的混合式测试技术。

22. 基于协同定位的高速列车群运行控制方法研究（申请代码 1 选择 F01 或 F03 的下属代码）。

针对复杂多变环境及突发事件下列车运行安全与效率提升问题，研究多智能体群体感知和列车群定位协同方法，提出高速模式下具有环境自适应力和突发事件自应变力的列车群安全控制与运输效率最优的运行控制方案，构建多智能体信息交互模型和数据驱动模型。

23. 更高速度铁路电气化干扰下的信号系统失效规律与故障预测方法研究（申请代码 1 选择 F02 的下属代码）。

针对时速 400 km 及以上铁路电气化干扰对信号系统运行状态的影响问题，研究混叠干扰源多路径耦合机理及其对信号设备的影响机制，提出多源异构失效相关要素的提取、关联与融合方法，揭示电气化干扰下信号系统的失效演化规律，提出性能劣化趋势预测、故障预警方法及高效运维策略。

24. 轨道列车网络攻击威胁检测方法 with 防护策略研究（申请代码 1 选择 F02 或 F03 的下属代码）。

针对轨道列车运行条件下车载网络系统防护措施单一、主动安全防护不足等问题，研究行车与运维场景下的威胁情报模型与方法，揭示网络安全威胁的实时响应机理，构建面向复杂网络攻击链和新型载体的智能检测、态势分析方法及可信安全防御策略。

二、申请要求

（一）申请人条件。

申请人应当具备以下条件：

1. 具有承担基础研究课题或者其他从事基础研究的经历；
2. 具有高级专业技术职务（职称）。

在站博士后研究人员、正在攻读研究生学位以及无工作单位或者所在单位不是依托单位的人员不得作为申请人进行申请。

（二）限项申请规定。

执行《2024 年度国家自然科学基金项目指南》“申请规定”中限项申请规定的相关要求。

三、申请注意事项

申请人和依托单位应当认真阅读并执行本项目指南、《2024 年度国家自然科学基金项目指南》和《关于 2024 年度国家自然科学基金项目申请与结题等有关事项的通告》中相关要求。

1. 本联合基金项目采取无纸化申请。申请书提交时间为 2024 年 5 月 15 日至 5 月 20 日 16 时。

2. 本联合基金面向全国，公平竞争。对于合作研究项目，应当在申请书中明确合作各方的合作内容、主要分工等。项目合作研究单位的数量不得超过 2 个（依托单位+合作单位 1+合作单位 2），资助期限为 4 年，鼓励将联合资助方相关单位作为合作研究单位。

3. 申请人同年只能申请 1 项铁路基础研究联合基金项目。

4. 申请人登录国家自然科学基金网络信息系统（简称信息系统），采用在线方式撰写申请书。没有信息系统账号的申请人请向依托单位基金管理联系人申请开户。

5. 申请书资助类别选择“联合基金项目”，亚类说明选择“重点支持项目”，“附注说明”选择“铁路基础研究联合基金”；“申请代码 1”应按本联合基金项目指南要求选择，“申请代码 2”根据项目研究内容自主选择相应的申请代码；“主要研究方向”根据项目研究方向选择相应的方向名称，如“1. 高速列车铝合金车体激光焊接多场耦合机理及调控机制研究”，研究期限应填写“2025 年 1 月 1 日-2028 年 12 月 31 日”。

6. 如果申请人已经承担与本联合基金相关的国家其他科技计划项目，应当在申请书正文的“研究基础与工作条件”部分论述申请项目与其他相关项目的区别与联系。

7. 资助项目取得的研究成果，包括发表论文、专著、研究报告、软件、专利、获奖、成果报道等，应当注明得到国家自然科学基金-铁路基础研究联合基金项目资助和项目批准号或作有关说明。自然科学基金委与中国国家铁路集团有限公司、中国中车股份有限公司、中国中铁股份有限公司、中国铁建股份有限公司、中国铁路通信信号集团有限公司共同促进项目数据共享和研究成果的推广和应用。

8. 申请项目获得资助后，申请人及所在单位将收到签订《铁路基础研究联合基金资助项目协议书》的通知。申请人接到通知后，应当及时与中国国家铁路集团有限公司科技和信息化部联系，在通知规定的时间内完成协议书签订工作。

9. 依托单位应当按照要求完成依托单位承诺函、组织申请以及审核申请材料等工作。在 2024 年 5 月 20 日 16 时前通过信息系统逐项

确认提交本单位电子申请书及附件材料，并于5月21日16时前在线提交本单位项目申请清单。

联系方式

国家自然科学基金委员会计划与政策局

联系人：李志兰 刘 权

电 话：010-62329897, 62326872

中国国家铁路集团有限公司科技和信息化部

联系人：罗逸文 李 博

电 话：010-51874714, 51846043