

附件 1:

国家重点研发计划“交通基础设施”

重点专项 2024 年度项目指南

(征求意见稿)

为落实《交通强国建设纲要》《国家综合立体交通网规划纲要》和“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“交通基础设施”重点专项。根据本专项实施方案的部署，现就 2024 年度项目申报指南征求意见。

本专项总体目标是：着力破解材料、结构、信息、能源等技术融合的基础性、科学性难题，突破交通基础设施绿色化、智能化建设与运维等重大技术短板，攻克交通基础设施耐久性差和服役寿命短等核心技术瓶颈，创新交通能源自洽系统技术，大幅增强交通基础设施绿色、智能、安全建设能力和水平，全面支撑“一带一路”倡议、“交通强国”战略实施和“碳中和”愿景实现。

1.交通基础设施绿色技术

1.1 公路水路基础设施减碳技术方法（基础研究类）

研究内容：面向公路、水路基础设施，研究全生命周期碳排放映射关系，研究涵盖基础设施材料、建造与运维工艺及减碳技术等分层级多要素全过程的碳排放核算方法；研究

基础设施碳排放多尺度评估体系；研究基础设施设计、施工与运维的减碳技术路径和实现方法；研究基础设施多尺度跟踪监测技术方法；结合公路、水路典型工程，开展低碳减碳技术方法验证。

考核指标：形成公路、水路基础设施全生命周期碳排放演化模型，模型映射精度不低于 90%，构建包含实物与货币度量的全生命周期碳排放因子数据库，技术就绪度不低于 7 级；提出碳排放实测数据与核算相结合的系统验证方法，形成公路、水路碳排放标准验证数据集及碳排放核算指南；建立公路、水路基础设施低碳建造与运维水平评价指标体系，形成碳排放监测因子清单、典型工况碳排放图谱，构建覆盖基础设施设计、建造与运维全过程碳排放量化评估原型系统，具备动、静融合评估功能；提出涵盖工艺、材料、设备、能源的多维低碳设计理论方法，构建施工工艺、运维场景的低碳技术关系图谱，形成涵盖设计、施工与运维的减碳技术方案库，减碳技术覆盖率不低于 90%，编制公路、水路基础设施低碳设计、施工、运维技术指南；提出碳排放实测数据与核算相结合的系统验证方法，形成公路、水路基础设施碳排放多尺度跟踪监测技术方法标准，建立公路、水路碳排放标准验证数据集；在公路、水路基础设施场景开展技术方法验证，涵盖港、路、桥、隧等交通基础设施类型 ≥ 4 种。

关键词：公路、水路基础设施，碳排放，评估技术，减

碳技术

1.2 机场跑道桥梁设计理论与方法（基础研究类）

研究内容：研究机场跑道桥梁的飞机冲击、滑跑等动力作用特性和桥梁承载特性，研究机-桥耦合动力作用分析方法；研究飞机动载作用下跑道桥梁的结构与基础破坏失效模式；研究适用于海域、山区等复杂地形的机场跑道桥梁适宜结构体系和设计方法；研究强地震作用下超宽幅桥梁的灾损模式与性能恢复机理。

考核指标：建立国内飞机重着陆、超重着陆数据库，技术就绪度不低于 7 级；构建飞机着陆桥梁作用效应模拟验证系统，涵盖着陆质量、着陆姿态、接地速度、桥梁及道面类型等因素不少于 4 种；构建机-桥耦合动力作用的数值模拟计算模型，计算模型精度不低于 90%；建立跑道桥梁结构性能演变概率模型，模型精度不低于 90%，提出典型结构和基础的设计指标体系，总体失效概率不高于 5%，开发机场跑道桥梁融合机-桥耦合静力、动力作用的分析计算软件；提出跑道桥梁的新型结构体系，满足全寿命期内 E 类和 F 类飞机、1.7MPa 胎压的轮载作用；构建超宽幅桥强震作用下性能演化仿真模型，模型准确率不低于 90%，形成桥梁韧性复位耗能关键产品不少于 1 套，位移复位功能不低于 60%。

关键词：机场，跑道桥梁，耦合动力作用，失效模式，性能仿真，新型结构体系

1.3 面向多源固废材料高质量利用的低碳长寿道路建设关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研究工业废渣、旧路铣刨料等多源固废材料的高质量循环利用方法；研究固废沥青混合料的增韧作用机理；研发面向路面不同层位需求的高分子再生剂材料及制备工艺；构建固废材料沥青路面多层位结构性能评估体系与低碳长寿命设计理论；研发固废材料沥青路面绿色低碳施工工艺与专用装备；开展工程技术应用验证。

考核指标：构建工业废渣、旧路铣刨料等固废材料在沥青混合料中的性能影响理论模型，固废材料 100%在沥青混合料中利用，含工业废渣沥青混合料重金属浸出浓度满足地下水VI类标准要求；形成绿色低碳高分子再生剂材料，其力学指标需满足 23℃条件下拉伸强度 ≥ 3 MPa、断裂延伸率 $\geq 150\%$ ，-10℃条件下拉伸强度 ≥ 5 MPa、断裂延伸率 $\geq 50\%$ ；固废沥青混合料的力学性能高于标准值 20%以上，四点弯曲疲劳寿命满足 400 $\mu\epsilon$ 弯拉应变下 ≥ 500 万次；形成固废沥青混合料及路面多层位结构的长寿命设计方法，路面设计寿命超 20 年，建立路面结构性能评估模型，预测精度不低于 90%；研发多源固废沥青路面施工专用装备，形成固废沥青混合料施工工艺与设备优化方案不少于 2 套；在我国东部、中西部地区的新建高速公路或改扩建高速公路中进行技术应用验证不少于 2 项，每项工程不低于 5 km，其中至少 1 项应用于

上面层结构。

关键词：路面，固废材料，循环利用，沥青混合料，长寿命

2.交通基础设施智能技术

2.1 机场飞行区有人无人作业装备混合运行智能管控技术（示范应用类）

研究内容：研究机场飞行区有人无人混合作业协同策略、运行管理体系架构及安全作业效能评估模型；研究基于机场真实环境与业务流程的混合作业动态模拟技术方法；研究混合运行场景下的多任务协同与多目标动态优化方法，研究人为操作偏差扰动下多层次运行管控方法；研究机场室内外全场景下多品类复杂行李/货物自动装卸技术、自适应对接多形态上下游作业设备的行李/货物智能运输技术；研究机场全域多作业场景并发任务实时协同决策关键技术。

考核指标：构建飞行区混合运行场景下的无人作业装备效能评价指标和方法体系，完整覆盖航站楼、停机位、滑行道及跑道等区域的飞行器保障作业流程，评价指标维度不少于 10 个，形成安全作业效能评估、安全运行管理相关技术标准；研制有人无人装备混合运行与自主作业全流程仿真平台，具备 1 万个以上对象并行仿真能力，仿真精度不低于 90%；研发有人无人装备混合运行条件下的任务级、动作级协同规划与控制一体化模型，任务级规划决策时间小于 10

分钟，动作级管控决策时间小于 1 秒；开发 3 种以上行李/货物无人自动处理核心装备，覆盖航站楼离港装载、机坪运输、机下装载、到港卸载等 4 个关键场景，自动装卸效率不低于 200 件/时/套；建立有人无人作业装备混合运行智能管控系统，技术就绪度不低于 7 级，具备无人装备自动智能调度和远程运行管控能力，可并行支持 > 1000 个无人作业设备自主运行，无人作业任务准时完成率不低于 95%；在 3000 万以上客流量机场开展示范应用。

关键词：机场飞行区，无人装备，混合运行，行李自动装载，智能管控

2.2 冰雪灾害道路交通安全保障关键技术装备研发与应用（共性关键技术类）

研究内容：研究冰冻天气下交通基础设施网络运营韧性评估技术及多级预报方法；研发面向重凝冰条件的道路多功能破冰装备；研制面向中等凝冰条件的路面综合型除雪破冰装备；研究轻凝冰条件的路面热力融冰装备；研究冰冻天气下道路除冰雪装备运行时机与运行策略；开展典型冰雪灾害区域道路交通安全保障关键技术装备集成示范应用。

考核指标：形成冰冻天气下交通基础设施网络运营韧性评估指标体系；研发热力融雪装备、综合型除雪破冰装备、多功能破冰装备不少于 3 套；热力融冰类装备融冰厚度不小于 10mm，作业速度不小于 20km/h；综合除冰雪车作业速度

不小于 30km/h, 多功能破冰装备最大除冰厚度不低于 30mm, 单次清除后路表露出率不少于 40%, 除冰设备可覆盖高速公路、城市道路等典型作业区域; 冰雪灾害应急响应效率提高 30%, 应急处置效率提高 30%; 在我国中部及南部地区开展示范应用典型场景不少于 4 个。

关键词: 公路, 冰雪灾害, 除冰雪装备, 应急处置, 公路保通

2.3 水运基础设施长期性能科学观测网建设关键技术与应用 (示范应用类)

研究内容: 依托港口航道长期性能野外科学观测研究基地和地方长期性能科学观测点, 在我国主要海区和高等级航道开展环境、荷载、水运基础设施结构响应及长期性能演化数据观测; 建立自然灾害和长期劣化作用下水运基础设施多尺度多层次科学观测指标体系和观测方法; 研究水运基础设施长期性能观测数据的海量传输、高效存储利用和智能提取算法, 搭建长期性能数据资源体系; 研发原观数据反演水运基础设施安全状态和长期性能的预测模型; 研发具备场景构建-力学感知-预测推演-决策控制四维一体的长期性能监测网系统平台, 并开展示范应用。

考核指标: 在我国主要海区和高等级航道采集长期性能观测点数据 1000 万条以上, 覆盖港口码头、防波堤、航道整治建筑物等典型结构类型; 形成水运基础设施长期性能观

测网关键表征指标体系，关键指标表征度 $\geq 90\%$ ；建成水运基础设施观测数据库，实现标准化数据采集、存储与汇交；构建基于数据反演的水运基础设施安全耐久分析模型，模型精度 $\geq 85\%$ ；搭建水运基础设施长期性能监测网共享平台，技术就绪度 ≥ 7 级，可实现实时监测数据的溯源和长期性能推演分析，在我国主要海区和长江、跨流域运河的水运基础设施等不少于3个工程中示范应用，并涵盖水运基础设施主要结构型式，在国家基础学科公共科学数据中心交通运输分中心业务化试运行半年以上；编制水运基础设施长期性能科学观测网建设技术行业标准。

关键词：水运基础设施，长期性能，观测网，数据采集，实时监测，数据库

2.4 基于生成式大模型的公路路基突发性灾害预警技术与方法（共性关键技术类）

研究内容：针对各地区沉陷、崩塌、滑坡、泥石流、水毁等多种地质灾害类型，建立公路路基、边坡等基础设施关键致灾因素监测指标集；研究公路路基、边坡突发性灾害生成式大模型构建理论与基础框架；研究公路路基、边坡服役功能与性能衰减时空分布特征监/检测装备；建立全寿命周期公路基础设施服役环境及服役性能特征参数分布特征与数据模型；建立突发性扰动下公路基础设施性能动态推演与可靠性评估方法；研发基于生成式大模型的突发性公路基础

设施自适应时序预警技术与系统。

考核指标：形成公路路基、边坡“孕灾-致灾-成灾”核心机理和演变机制，构建不同水文地质条件特性下的关键致灾因素监测指标集；形成公路基础设施突发性灾害生成式大模型构建理论，提出模型参数体系与框架；监测装备至少覆盖5种以上的关键性能参数，公路路基、边坡性能检测装备 ≥ 2 项；建立公路路域环境条件随机变化规律与典型极端气候概率分布特征数据集；建立基于公路状态感知数据的性能数值解析模型，动态扰动参数不少于4类；建立公路基础设施功能与性能衰减特征数据集，功能与性能参数覆盖率不低于80%；生成式大模型输入参数不少于5千万个，初步风险辨识时间不超过10s，基于生成式大模型的突发性公路路基、边坡地质灾害超前预警时间不低于6小时，突发性灾害预警响应时间不超过20s；形成相应技术指南建议稿1项。

关键词：公路路基，灾害预警，大模型，状况感知，服役性能

2.5 大型铁路交通客运枢纽智能运行技术（共性关键技术类）

研究内容：研究面向多网融合的铁路客运枢纽自主可控的智能运行、服务技术体系和应用架构；研发多网融合条件下大规模动态客流智能运输组织、旅客服务和应急协同关键技术及应用体系；研究大型铁路客运枢纽数字化维护关键技

术；研究城市大型铁路客运枢纽数据协同管理机制，研制适应多交通方式数据共享共用的客运枢纽智能运行大数据平台。

考核指标：融合高铁、城际、城市轨道、城市公交其他社会接驳车辆等至少 4 类交通方式的铁路枢纽设施智能运行系统平台运行示范应用 1 个；技术就绪度 8 级；旅客在站停留时间减少 10%-20%；大型结构检测智能机器人一套。形成智慧铁路客运枢纽运行相关技术标准。

关键词：铁路枢纽，旅客运输，运行与维护，数字化智能化

2.6 大型铁路交通货运枢纽智能运行技术（共性关键技术类）

研究内容：研究适应多主体共用、多元需求组合协作、多环节协调、多方式协同的铁路货运枢纽生产组织与服务关键技术；研究铁路货运枢纽数智化体系架构、整体解决方案；研究智能化设备改造、配置与物联应用关键技术；研发铁路货运枢纽动态智能运行服务及智能运维管理的一体化管控平台。

考核指标：在适应多主体共用、多元需求组合协作、多环节协调、多方式协同的铁路货运枢纽示范应用 1 个；实现设备协同调度指令响应小于 10 毫秒，关键设备智能识别率及报警准确率 $\geq 95\%$ ，设备装卸定位精度达到厘米级，集卡提/

还箱枢纽内平均停留时间 ≤ 1 小时，关键环节实现少人化无人化，劳动生产率提升15%以上。形成智慧铁路货运枢纽运行相关技术标准。

关键词：铁路枢纽，货物运输，运行与维护，数字化智能化

3.交通基础设施韧性技术

3.1 交通基础设施板式结构动力韧性与风险防控理论（基础研究类）

研究内容：针对路面、道面、轨道板、码头面板等板式结构在复杂气候环境及交通动载下的动力损伤累积和断板失效问题，研究交通基础设施板式结构全寿命周期动力损伤理论；研究典型气候环境下板式结构设施状态实时识别机制与逆向解析方法；研究板式结构设施全环境、全时空动力韧性风险预测分析方法与分级预警机制，以及多阶段应急与多层次韧性提升决策方法。

考核指标：构建动力韧性驱动的板式结构数字孪生分析模型，分析损伤类型 ≥ 3 种，模型精度 $\geq 90\%$ ；形成基于实时感知大数据的板式结构薄弱节点高频感知方法、基于交通动载激励与结构响应一体化的分析方法，逆向解析准确率 $\geq 90\%$ ；研制具有强嵌入、自唤醒、低功耗、长寿命的板式结构状态高频感知装置，数据冗余度降低95%，感知功能平均使用寿命 ≥ 15 年；提出基于95%可靠度条件下剩余寿命评估

分级预警机制，构建数据-模型-算法融合的设施韧性风险预测系统，预警准确率 $\geq 90\%$ ；提出基于动力韧性目标的板式结构交通基础设施高性能材料设计与多层级修复方案，极端环境下实际使用寿命不低于设计寿命。

关键词： 交通基础设施，板式结构，信息感知，韧性评估，风险预测

3.2 超大跨拱桥强韧设计与风险防控方法（共性关键技术类）

研究内容： 研究跨度大于 600 米的超大跨拱桥极限承载机理、非线性计算理论与自适应设计方法；研究超大跨拱桥基于“材料-构件-体系”一体化的抗灾增韧设计方法；研究超大跨拱桥环境自适应成拱理论；研究复杂气候环境下超大跨拱桥服役性能感知与风险智能防控技术；研究艰险复杂环境下超大跨拱桥少高危作业、少人化智能施工方法。

考核指标： 提出超大跨度拱桥极限承载力快速计算方法，开发拱桥自适应设计程序 1 套，实现拱桥强度-稳定联合优化设计；提出超大跨度拱桥抗灾增韧设计方法，研发拱桥抗灾增韧装置不少于 2 项，拱桥抗灾冗余度综合提升 25%；提出基于数字预拼的拱桥节段制造与安装控制方法，拱桥节段预拼时间 ≤ 2 天/节段，成拱后线形误差小于跨度的 1/10000；提出拱桥关键构件内部病害识别方法，拱桥关键构件失效风险辨识准确率优于 90%；拱桥制造与安装高空施工作业量减

少 15%，大悬臂拼装成拱时间减少 10%。

关键词：拱桥，超大跨度，设计方法，增韧装置，病害识别，风险防控

3.3 长江水运大通道万吨级船闸建设关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对长江水运大通道万吨级船闸运行条件复杂的难题，揭示大型船闸超长输水非恒定压力激变与阀门结构破坏机理，研究复杂超长廊道船闸安全快速输水技术；研发万吨级大型衬砌式闸墙结构和浮式系船设施；解析引航道多源非恒定波动传播叠加机理，研究船闸群引航道协同取泄水与船舶闸首待闸技术；研究长距离、深开挖引航道多物理场耦合机制，研发巷道风场效应作用下的通航条件预警技术。

考核指标：形成 3000m 级超长输水廊道惯性水锤冲击下的船闸阀门减振抗蚀设计技术，输水流量 $> 650\text{m}^3/\text{s}$ ，关门速率 $< 2\text{min}$ ；形成万吨级船闸衬砌式闸墙结构设计方法，闸室浮式系船设施设计荷载 $> 550\text{kN}$ ，升降速度 $> 3.8\text{m}/\text{min}$ ；研发“抑波-高效”协同的超长引航道取泄水结构，输水流量 $1300\text{m}^3/\text{s}$ ，万吨级船舶闸首待闸受力 $< 90\text{KN}$ ，引航道水面比降 $< 1\text{‰}$ ，横向流速 $< 0.15\text{m}/\text{s}$ ；编制万吨级内河船闸及引航船舶泊稳标准 1 项；构建巷道风场多物理场景力学模型，模拟精度不低于 90%；形成狭谷超长引航道通航条件预警技术，预

报精度 $\geq 95\%$ ；在长江水运大通道工程进行技术应用验证。

关键词：内河船闸，深开挖引航道，取泄水结构，衬砌式闸墙，船闸阀门减振，浮式系船设施

3.4 巨型多汊河口航道韧性提升关键技术与应用（示范应用类）

研究内容：研究巨型多汊河口航道韧性的主要特征、影响因子及评估体系；研究河口航道通过能力韧性提升技术，研发航道水深快速恢复工艺及装备；研究河口航道整治建筑物韧性提升技术，研发高效建设养护工艺及装备；研究河口航道应急预警技术，研发建设养护及应急抗灾综合智慧管理平台；开展示范应用。

考核指标：构建复杂多汊河口航道韧性综合评估模型、航道通过能力量化评估模型、船流量预测模型等，模型误差 $\leq 15\%$ ；研制航道水深快速恢复工艺及疏浚机具，挖泥装舱浓度 $\geq 1.35\text{t}/\text{m}^3$ ，长江口长溢流条件下装舱效率 $\geq 4600\text{m}^3/\text{h}$ ；研制航道整治建筑物高效建设养护施工工艺及机具，混凝土联锁块软体排铺设效率 ≥ 1.15 万 $\text{m}^2/\text{天}$ ，袋装砂充灌效率 $\geq 3450\text{m}^3/\text{天}$ ；开发2种以上高服役能力生态型及抗软化整治建筑物结构形式，工程示范段 $\geq 2\text{km}$ ；构建航道骤淤预警模型，预警时间 ≤ 3 天；提出不同堵航断航场景下河口航道通过能力应急保障技术方案不少于3套；研发航道建设养护及应急抗灾综合智慧管理平台，技术就绪度 ≥ 7 级，具备现场感知、实时预

警、智能调度和辅助决策等功能；在长江口航道开展示范应用。

关键词：河口航道，韧性提升，航道整治，疏浚，应急预警，智能调度，辅助决策

3.5 海域机场设施性能保持与快速恢复技术（共性关键技术类）

研究内容：针对填海、围海、岛礁等海域机场设施在严酷环境、台风涌浪和冲击荷载下的韧性增强和功能恢复需求，研发机场场道设施性能的在线监测技术；研究机场场道设施性能主动诊断与预警方法；研究台风和特殊重大事件下机场场道设施性能的韧性增强技术，研发适应海域环境和飞机重载作用的机场场道设施性能快速恢复结构与材料；研发适配海域机场环境、结构、材料和修复时限要求的机场场道设施性能快速恢复装备。

考核指标：构建海域机场场道性能在线监测系统，监测范围实现跑道轮迹带的 100%覆盖，能感知飞机 200km/h 及以上滑跑和降落冲击引起的结构响应，变形、抗滑、温湿度等监测准确率 $\geq 95\%$ ；构建飞机重载和海域环境耦合作用下场道设施性能劣变演化方程，提出数据和力学融合的性能诊断和预警方法，涵盖水侵沉降、盐蚀起砂、抗滑、温度-荷载开裂等 4 种以上性能，诊断和预警准确率 $\geq 95\%$ ；形成海域机场高保障防浪结构，台风工况下越浪量相对现有规范减小

30%；开发跑道高韧性结构和构造，道面冲击劲度模量 $\geq 1400\text{kN/mm}$ ；形成场道设施性能快速恢复结构不少于2种、高韧性修复材料不少于3种，局部性能恢复时间短于2小时，多板性能实现不停航恢复，功能恢复达到100%；研制机场设施性能快速修复装备3台(套)以上，技术就绪度 ≥ 7 级，破除设备的单板及局部破除时间 < 1 小时，材料施工设备具备浇筑一体化功能且浇筑能力 $\geq 30\text{m}^3/\text{h}$ ；在不少于3个典型环境的海域机场进行应用验证。

关键词：海域机场设施，性能监测，诊断预警，韧性增强，快速恢复

3.6 高原冰川区超长公路隧道建养增韧关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对高原冰川区超长公路隧道增韧技术瓶颈，研究面向建养两阶段的高原冰川区超长公路隧道韧性评估理论；研究基于地质空间精细化智能重构的隧道不良地质风险动态识别技术；研究面向病灾下功能快速恢复的钻爆隧道结构装配建造技术；研究面向冰川区链生孕灾的公路隧道冻-融多级设防技术；研究面向高原冰川敏感区保护的公路隧道风险监测及动态调控方法。

考核指标：建立高原冰川区超长公路隧道建养阶段韧性量化评估模型，灾种量化评估覆盖率 $\geq 80\%$ ；形成千米级超前地质风险识别技术，且其水平定向钻导向精度 $\geq 3\%$ ；形成钻

爆隧道结构装配化设计与施工技术，减少基底结构缺陷 $\geq 90\%$ ，恢复交通作业时效较传统工法提升不低于 2 倍；建立基于气、流、固耦合传热计算模型的公路隧道冻-融设防标准，适用场景 ≥ 6 种；建立“气象-地质-环境”融合的冰川区敏感状态要素跟踪监测系统，提出热隔绝与热交换相结合的冰川-隧道系统能量平衡动态调控方法；开展不少于高原、冰川和超长等 3 类条件、3 座典型公路隧道的成果应用验证。

关键词：高原冰川，公路，超长隧道，建设养护，地质风险识别，钻爆法施工

3.7 区域气候环境下铁路基础设施系统综合风险防控（共性关键技术类）

研究内容：开展冻融、台风、洪水、极端温度等区域恶劣气候环境下铁路基础设施试验模拟，提出风险预测方法；研究典型区域恶劣气候环境条件下全寿命周期铁路基础设施韧性评估和风险防控理论，重点开展冻融、台风、洪水、极端温度等典型区域气候环境下铁路基础设施系统快速检测、评价方法与韧性提升技术研究。构建灾前防范-灾中应急-灾后恢复综合风险防控技术体系，并开展相应示范应用。

考核指标：建立不少于 4 种典型气候环境下铁路基础设施分析模型，力学性能分析精度不低于 80%。研发冻融、气候变暖条件下季冻区高铁及高寒铁路基础设施韧性提升技术与装备不少于 2 项；研发不中断行车条件下靶向精准置换

技术与装备,施工变形控制精度不大于 5mm,冻胀消除 70%;研发高效、耐久、智能调控多年冻土制冷新技术与装置,实现多年冻土地基制冷段达到全季-15°C制冷能力。研发洪水条件下铁路桥梁、路基等防冲刷监测预警与防控技术不少于 2 项;提出台风作用下大跨度桥梁风险分级预警技术,预警误报率不超过 20%,形成台风条件下桥梁抗风及检修技术指南;提出极端温度下高铁无砟轨道突发上拱和破坏风险检测预报技术,预报误报率不超过 20%;研发极端低温下缆索与接触网覆冰、温度突变条件下钢轨伸缩调节器卡阻等防治技术不少于 3 项;技术就绪度不低于 7 级。建立冻融、台风、洪水、极端温度条件下铁路基础设施灾害数据库,涵盖案例不少于 1000 处。编制铁路基础设施检测评估与维护技术标准建议稿 5 项。

关键词: 铁路基础设施,服役性能,风险防控,检测评估,维护整治

3.8 水路交通基础设施气候风险防控技术方法 (青年科学家项目)

研究内容: 面向港口设施、航道、船闸等水路交通基础设施,研究全球气候变化引起的海平面上升、内河径流与水文情势变化、极端天气事件增加等趋势对水路交通基础设施的影响机制;研究水路交通基础设施气候风险量化综合评估方法,量化气候变化对港口设施、航道、船闸等水路交通基

基础设施的影响；研究跨地区跨流域运河、大型船闸等重大水路基础设施典型运行场景气候风险预测与评估技术；研究基于使用性能、抗灾能力和灾后恢复的水路交通基础设施气候风险防控技术体系。

考核指标：构建综合“气候变化趋势-风险要素-影响程度”的多时空尺度水路交通基础设施气候风险非线性网链结构；形成涵盖沿海和内河港口设施、航道、船闸等水路交通基础设施气候风险量化综合评价技术方法指南；构建跨地区跨流域运河、大型船闸等重大水路交通基础设施气候变化风险预测与诊断模型，涵盖不少于 6 种风险影响指标，模型空间分辨率优于 10 米，建立典型跨地区跨流域运河、大型枢纽工程长时域气候风险数据库；构建水路交通基础设施“气候变化-风险评估与诊断-应对与适应途径”气候风险防控技术体系，涵盖至少包括港口码头、航道、船闸等 3 种主要水路交通基础设施类别。

关键词：水路交通基础设施，风险量化评估，风险长时预测，防控技术

4.交通与能源融合

4.1 交通枢纽多能流协同运行控制关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研究交通枢纽交通能源融合共有设施拓扑架构、运行机理和数智化集成设计技术；研究枢纽交通能源融

合共有设施的电/氢/热多能流交互影响特性分析方法；研究交通能源融合共有设施多能流互联互通优化运行调控技术；研究多点协同的交通枢纽多能流综合能量管理技术。

考核指标：形成枢纽交通能源高效融合共有设施拓扑设计方案，制定支撑枢纽交通能源高效融合的数据采集与传输标准，场景涵盖轨道交通、公路、港口等，交通能源融合共有设施包含充换电站、加氢站、牵引枢纽站、港口岸电等；建立枢纽交通能源融合共有设施的运行特性与交互影响机理分析模型，研发交通能源融合共有设施仿真模块，具备不少于 20 类设备以及线缆、管道的全工况稳态能源仿真能力，系统级仿真精度 > 95%，仿真节点数 > 5000 个；构建交通能源共有基础设施多能流优化运行系统，清洁能源接入类型不少于 2 种、单站容量 $\geq 5\text{MW}$ 、清洁能源综合利用率 $\geq 80\%$ ，系统优化运行调控策略的生成时间 $\leq 30\text{s}$ ；建立多点协同的交通枢纽多能流“云-边-端”协同能量管控平台，能源形式 ≥ 2 种，具备支持不少于 100 个终端的协同运行的能力，具备不少于 10MW 的分钟级功率调节响应能力。

关键词：交通枢纽，清洁能源，多能流，协同控制，系统优化，仿真

4.2 基于新能源驱动的公路基础设施运维及能源保障技术（示范应用类）

研究内容：研究基于新能源的公路基础设施运维系统设计

计与运行动态仿真技术；研究新能源驱动的公路基础设施电动化运维关键技术与装备；研究多态新能源集群与高比例电动车双向调配技术与装备；研究面向公路基础设施电动化运行的智能测试与评价技术；研发广域分布式公路自洽能源集群系统柔性调控技术；开展应用示范。

考核指标：构建基于新能源的公路基础设施电动化运维架构体系，开发包含源-网-荷-储全要素的公路电动化运维及电动车辆群运行动态仿真系统，形成基于新能源的公路基础设施运维技术及能源保障系统设计标准；研制具备“风-光-储-热-控”模块化配置的新能源公路电动化运维装备不少于 2 套，功率覆盖范围为 100-600W/m²；研制路域分布式能源“采-监-控-调”边端控制装置和长寿命高效率双向充电桩样机，具备并离网自动切换功能，可接纳充电电压 1000V 以上，实验室条件下全生命周期充放电循环不少于 50000 次；建立公路交通基础设施电动化运维技术测试工具链与平台，支持不少于 5 种数字孪生典型场景，测试精度≥90%，测试响应时间≤250ms；建成广域分布式公路自洽能源系统柔性调控平台，能源站点接入能力≥1000 个，调控策略响应时间≤250ms；形成冻雨、暴雪极端灾害场景下公路的新能源紧急调控策略及离网式公路基础设施电动化运维系统的新能源供能方案；基于新能源驱动的公路基础设施电动化运维技术与自洽能源系统应用示范总里程≥300 公里，系统接入新能源节点数≥100

个，新能源装机容量 $\geq 1\text{GW}$ ，清洁能源接入 ≥ 3 种，累计储能规模 $\geq 200\text{MW}/400\text{MWh}$ ，系统能源自洽率 $\geq 50\%$ 。

关键词：公路，新能源，电动化运维，能源自洽，仿真，应急供能

4.3 面向铁路的自洽氢能系统的一体化集成与运行技术 (共性关键技术类)

研究内容：面向铁路应用场景，研究氢能“制-储-运-加-用”一体化铁路自洽氢能系统氢-电-热系统交互机制、功能架构、运行模式和控制策略；研究氢能一体化系统与铁路系统的氢能自洽供配系统的建造、运维与服役能力保持技术，提出氢能自洽能源系统全寿命集成技术方案；研究面向铁路的高弹性、高效能绿氢“制-储-运-加”一体化自洽技术，以及非水可再生能源高效能电解水制氢技术；开发高效、安全、可靠的铁路沿线氢能储-运技术以及多路并联氢加注协同控制技术、高能能量管理技术；研究铁路基础设施高效能、高弹性服役状态下的自洽氢能系统安全预警与应急处置技术；研究铁路大容量储氢系统的应用技术；研究高功率、高能量密度比和高安全性的车载储能系统技术。

考核指标：绿电制氢量 $\geq 500\text{kg/d}$ 、绿电制氢能耗 $\leq 5\text{kWh}/\text{m}^3\text{H}_2$ ，绿色能源占系统总用能的比率 $\geq 85\%$ ，加氢流量 $\geq 200\text{kg/h}$ ，绿氢自洽利用率 $\geq 80\%$ ，用氢成本 ≤ 30 元/kg；建设 500kg/d 氢液化装置及其配套辅助设施，氢液化成套设备

能耗 $\leq 15\text{kWh/kgH}_2$ ；液氢转注泵流量达到 30kg/min ，液氢加注流量达到 10kg/min ，液氢增压气化加注流量达到 285kg/h ；氢能铁路机车总储氢量 $\geq 500\text{kg}$ ，系统额定点效率 $\geq 43\%$ 。建设应用场景示范。

关键词：铁路运输，可再生能源制氢，“制-储-注-用”一体化，轨道交通自治氢能

4.4 面向铁路的自治能源多能流运行控制技术（共性关键技术类）

研究内容：研究适用于铁路交通运输服务场景特性和自有自然资源禀赋的交通自治电-氢-热多能流综合能源系统架构与多能流运行机制；研究基于氢能“制-储-注-用”一体化的铁路运转运维装备的氢能多载体补给技术；研究离网、弱网等极端场景下铁路基础设施电力/氢能/热力综合利用的交通自治电-氢-热多能流综合能源系统的运行保持与主动支撑技术、高弹性与高能效控制技术；研究铁路基础设施及其载运装备的多态能源需求与电-氢-热多能流自治能源系统的匹配与平衡技术。

考核指标：面向铁路应用场景研究氢能“制-储-运-加-用”一体化交通自治电-氢-热多能流综合能源系统架构；研究基于氢能“制-储-注-用”一体化的铁路运转运维装备的氢能多载体补给站 1 套，产氢速率 $\geq 400\text{kg/d}$ ，供氢能力 $\geq 400\text{kg/d}$ ，加氢能力 $\geq 200\text{kg/h}$ ；研制适用于交通自治电-氢-热多能流综合

能源系统 1 套；技术就绪度 7 级。编制相关技术标准/设计规范不少于 2 项。极端天气或突发事件下交通能源保障能力下降不超过 30%。

关键词：铁路运输，自洽能源系统，电-氢-热多能流，“制-储-注-用”一体化

浙江大学 dongxianwei2023