

“十四五”国家重点研发计划“交通基础设施” 重点专项 2022 年度项目申报指南

(征求意见稿)

1. 交通基础设施绿色技术

1.1 时速200公里级高速公路设计技术体系（基础研究）

研究内容：针对面向载客车辆的高速公路分级、分类等社会经济发展迫切需求，研究时速 200km 级高速公路设计技术与法规体系、基础设施建设技术路径；研究适应于时速 160-200km 的高速公路几何线型设计、路表性能、车路协同交互、生态环境保护等技术指标，高速公路运行安全、结构安全、通信安全、无人化应急救援保障及安全防护技术，以及对生态环境的影响及优化改善方法。

考核指标：形成时速 160-200km 的高速公路设计方法与技术体系，涵盖分级标准、建设场景、服务对象、运营模式、通行能力、经济性等技术要素；研制不利自然环境下的适应性评估和决策系统，具备支撑时速 160-200km 高速公路选线、优化和生态环境保护等功能；构建时速 160-200km 的高速公路基本通行能力模型；形成在时速 160-200km 条件下高速公

路运行安全保障单元、关键设施等设计原型及其布设方法，具备车辆状态动态评估、多级安全保障等功能，其中信息传输、通信安全、实时控制等保障性技术不少于 5 项；形成支持智能汽车在平均车速 160km 下安全运行的高速公路协同和管控设备系统部署方案不少于 1 套；建立时速 160-200km 高速公路技术模拟验证系统；提出相关技术法规体系框架，编制相关设计技术标准建议稿不少于 1 项。

1.2 公路交通基础设施环境低影响建造关键技术（共性关键技术）

研究内容：针对降低公路建设与运营对路域环境负面影响的技术难题，研究公路交通基础设施绿色化程度分级、评价及监测技术；研究施工期低环境负荷和低交通干扰的新型工艺与技术，研究路域物质资源高效利用方法；研发降低运营期路域环境负面效应的新型材料与结构，研究多因素耦合条件下的路域环境影响测试方法；研究考虑时空域的公路路域环境低影响建造技术与标准体系；开展公路交通基础设施环境低影响设计与建造集成应用技术验证。

考核指标：构建公路交通基础设施环境低影响建造技术体系，编制环境负面效应清单，建立动、静态融合的绿色化程度评估方法与系统平台；形成低排放建造新工艺不少于 3 项，技术就绪度不低于 7 级，现场作业综合排放 CO₂ 当量降

低不少于 25%、作业效率相对现有工艺提升 30%以上；实现路域物质资源利用零废弃场景不少于 3 种；研发具备降低声、光、水、气等环境影响的新建造材料不少于 5 种和公路基础设施本体新结构不少于 3 种，典型运营场景下实现综合降噪 $\geq 12\text{dB}$ 、路面亮度系数提高 ≥ 0.02 、路表径流的代表性污染物去除率 $\geq 70\%$ 、有害气体浓度降低 25%；在实际工程中开展示范应用，验证场景不少于 5 处，总长度不低于 50km；形成公路基础设施环境低影响建造相关标准规范建议稿不少于 3 项。

1.3 机场飞行区绿色运行环境治理技术(共性关键技术)

研究内容：针对绿色机场建设中飞行区运行所面临的大气-声-水等环境治理重大技术瓶颈，开展机场飞行区绿色运行评价方法、运行模式的研究；研究飞机尾气对机场区域大气环境影响评价技术，研发飞机尾气排放非接触式监测技术与装备；研究机场噪声智能监测与溯源追踪技术，研究单次飞行事件噪声动态分析方法；研究降噪减排多目标约束下飞行程序协同优化方法；研究飞机除冰废水小型化高效分离提纯技术，研究道面除冰液水生生物安全性提升技术。

考核指标：形成民用机场飞行区绿色运行评价方法及指标体系 1 套；构建飞机尾气区域污染量化模型，时间分辨率优于 1 小时，空间分辨率优于 1km；构建机场多污染物实时

监测平台，技术就绪度不低于 7 级，具备氮氧化物、二氧化硫、一氧化碳、臭氧、VOCs、颗粒物等实时监测功能；开发飞机尾气非接触式监测装备，技术就绪度不低于 7 级，监测距离>3km，视场角范围>13°×10°；构建机场综合噪声监测平台，技术就绪度不低于 8 级，航空噪声事件溯源识别率大于 95%，单次飞行事件噪声动态分析模型预测误差小于 ±2dB；形成终端区降噪减排飞行程序仿真优化软件 1 套；研制移动式飞机除冰液回收处理及再生利用装置，回收液有效成分再利用率>90%、浓缩后有效成分浓度>60%，处理后排放水 COD 小于 200mg/L，机场道面除冰液水生生物安全性 LC50 不低于 2500mg/L、COD 小于 2.0×10⁵mg/Kg；在干线以上机场开展示范应用。

2. 交通基础设施智能技术

2.1 城市交通基础设施数字孪生系统构建共性技术（共性关键技术）

研究内容：针对城市交通基础设施数字孪生的重大技术瓶颈，研究城市道路、桥梁、隧道、枢纽等基础设施全生命周期数字重构与互联技术体系；研究城市各类交通构筑物、附属设施性态的数字化数据结构，物理实体与性能状态数字信息的映射关系；研究城市交通基础设施数字孪生体的构

建、数据挖掘与仿真模拟融合技术，以及数字孪生体互联、异常性态诊断与演化趋势预测技术；研发城市交通基础设施建设运维数字孪生原型系统；在典型城市（或城区）开展应用验证系统建设。

考核指标：构建城市道路、桥梁、隧道、枢纽等交通基础设施数字化表征数据库，描述完整性不低于 95%，覆盖建设运维业务流程不小于 90%；研发涵盖城市道路、桥梁、隧道、枢纽和附属设施等结构物性状的精细化、全生命周期数字孪生模型，数字模型与实体工程的映射精度不低于 90%；建立城市交通基础设施数字孪生原型系统，具备与城市信息模型互联能力，技术就绪度不低于 7 级，可实现数字空间与物理空间协同运行，具备基于物联网等泛在感知设备数据汇聚、弹性扩展与互联能力、数据挖掘与仿真模拟融合能力，支撑服役状态异常诊断，典型特殊事件预警准确率不低于 90%，性态演化趋势预测准确率不低于 85%；在特大城市的重点地区建成数字孪生应用验证系统，系统覆盖规模不小于 4km²，交通基础设施覆盖率不低于 80%，并至少覆盖道路、桥梁、隧道、枢纽 4 种类型；编制城市交通基础设施数字孪生系统相关技术标准不少于 3 项。

2.2 铁路基础设施智能建造质量控制关键技术（共性关键技术）

研究内容：针对铁路建设智能化施工质量控制等重大技术瓶颈，研究基于建筑信息模型技术的全流程施工质量控制理论、数据与标准体系；研究预制装配式结构构件数字化设计和全工序自动化生产关键技术，研发铁路基础设施智能建造质量管理体系；研发基于现场检测监测数据的施工过程实时动态感知、控制及建造质量自动诊断技术；研究铁路基础设施智能化施工组织技术，研发铁路基础设施智能建造质量控制装备。

考核指标：形成铁路桥梁、路基、轨道等基础设施智能建造质量控制技术体系；构建铁路基础设施全生命周期数字化数据接口与信息模型标准；研制基于建筑信息模型技术的装配式结构和智能施工质量控制装备，首台（套）装备或系统不少于3项，技术就绪度不低于7级，装配式结构接口可靠性提升20%；研发铁路基础设施智能建造质量管理体系和施工组织智能化系统，技术就绪度不低于7级；在不少于1个施工工地进行示范应用验证，用工减少率大于20%；编制技术标准建议稿不少于2项。

2.3 大型港口高风险作业设施智能运行关键技术（共性关键技术）

研究内容：针对大型港口高风险作业设施主动安全防控、智能运维与保障能力不足等问题，研发港口码头主动防

护技术与智能系泊装备；研究港口大型装卸设施抗台风及突发阵风安全智能保障技术；研发港口长距离高速带式输送系统智能运维技术；研究港口流动机械全局态势追踪与复杂作业区智能避碰技术；研发港口作业设施全过程安全运行智能感知及风险预警系统；开展示范应用验证。

考核指标：形成智能系泊装备 1 套，万吨级以上船舶允许作业波高比现有《海港总体设计规范》提高 20%，技术就绪度 8 级；研制港口大型装卸设施台风及突发阵风响应智能控制系统 1 套，风振响应降低 20%以上；港口长距离（ $\geq 5\text{km}$ ）带式输送系统高速运行状态（ $\geq 6\text{m/s}$ ）损伤识别准确率不低于 95%，技术就绪度 8 级；港口流动机械及周边人和物智能识别准确率不低于 95%，误差不超过 0.1m，技术就绪度 8 级；在不少于 2 个大型港口进行示范应用验证。

2.4 多模式机场群安全协同运行关键技术（共性关键技术）

研究内容：针对机场群协同管控难、运行风险高的重大技术瓶颈，研究多模式机场群跨域耦合运行模式与协同方法；研究机场群协同运行的空-时域资源建模与动态分配方法；研究机场群高密度异类航空器混合运行场景下的安全预警技术；研究突发事件影响下机场群交通流态势演化机理与快速恢复技术；研究机场群体系下终端区-场面一体化的多维

数据可视化智能管控技术。

考核指标：形成多模式机场群协同运行评价指标和方法体系；构建机场群数字化空-时域资源动态管理系统，实现走廊口点、进离场航线、等待航线、跑道等 4 种以上关键资源的动态配置，运行效率提高 15%；多模式机场群异类航空器空中运行冲突主动预警时间不小于 5 分钟，准确率大于 95%；构建机场群交通流推演与恢复决策系统，可实现战略、预战术和战术级别机场群交通流控制策略实时推演；构建机场群体系下终端区场面一体化多维数据可视化智能管控平台，技术就绪度 7 级，实现秒级机场群空地协同运行管控；在典型机场群开展示范应用验证；编制相关技术标准建议稿不少于 2 项。

3. 交通基础设施韧性技术

3.1 强震作用下长大桥梁性能恢复机理与建模（基础研究，青年科学家项目）

研究内容：针对提升长大桥梁抗震韧性的基础科学难题，基于野外实地勘察和大比例缩尺模型试验，探索多次强震作用下桥梁损伤破坏非线性特征、率效应行为和失效风险传递机制；研究长大桥梁的强震震源特征、动力作用机制和震害量化方法；研究多次强震后基于隐蔽和可见损伤快速诊

断的长大桥梁震害评级模型、性能恢复模型和功能重构机制；研究高韧性长大桥梁抗多次强震设防标准和性能目标。

考核指标：提出长大桥梁材料、构件和结构的多级强震动力试验和精细化模拟方法，建立破坏性试验和仿真数据库；形成可定量揭示长大桥梁多次强震致灾机制的波动探测理论；构建长大桥梁多次强震作用下性能演化力学仿真模型，模型准确率不低于 80%；形成不同设防水准的长大桥梁多参数抗震韧性设计理论体系。

3.2 交通基础设施材料高通量数字化表征与智能设计关键技术（共性关键技术）

研究内容：针对交通基础设施水泥基与沥青基材料研发范式变革的迫切需求，研究材料高精度图像处理与非结构化数据挖掘算法，材料多层次跨尺度高通量实验与表征方法；研究材料典型性能的基因单元与基因组成特性，构建交通基础设施材料基因数据库；研究材料基因组与其宏观性能的构效关系及跨尺度材料本构方法，研究高置信和协同式的跨尺度集成计算技术，建立交通基础设施材料高精度预测与智能化设计平台；研究材料性能调控技术，设计新型建养材料不少于三类，验证智能化设计方法的合理性与准确性。

考核指标：建立交通基础设施水泥基、沥青基材料基因标准化数据库，包含材料细微观结构组成的多尺度数据量不

少于 10 万组；形成交通基础设施建养材料性能预测与高通量智能化设计平台，技术就绪度不低于 7 级，材料性能预测精度不低于 90%；形成基于基因库的交通基础设施新材料开发技术，材料设计方法可靠性不低于 85%，材料设计周期降低 70%；研制不少于 3 类交通基础设施建养新材料并进行工程应用验证，建设类材料疲劳寿命提升不少于 50%，养护类材料抗冲击韧性提升不小于 30%、浅层强度和抗松散性能保持不少于 5 年，冰雪雨特殊服役环境下实时路面动态摩擦系数不低于 0.4；编制交通基础设施材料标准化数据格式、交通基础设施材料高精度预测与智能化设计方法等技术标准建议稿及设计指南不少于 4 项。

4. 交通基础设施长寿命技术

4.1 在役特大跨桥梁寿命演化理论与建模（基础研究，青年科学家项目）

研究内容：面向在役特大跨桥梁服役性能长期保持的基础理论难题，研究荷载环境耦合作用下桥梁性能在线辨识理论、动态演化机制和关键影响因素，研究数据驱动的特大跨桥梁全生命周期服役性能-荷载作用耦合分析方法；研究冲击荷载、循环荷载、收缩徐变等多重作用下的特大跨桥梁灾变全过程模拟方法，以及性能突变和临界状态的理论预测模

型；研究多尺度数值仿真、大规模模型实验和实时化检测监测相结合的多龄期特大跨桥梁性能退化表征及诊断评估方法；研究复杂荷载和地质条件下特大跨桥梁性能推演预测、风险预警及靶向加固理论体系。

考核指标：建立特大跨桥梁长期服役性能变化数据库；构建特大跨桥梁的荷载与环境作用时空分布模型、服役性能精细化数值模型、疲劳损伤力学模型和声子晶体共振模型；提出数据驱动的特大跨桥梁性能推演预测预警方法，方法可靠性不低于 90%；形成靶向加固理论方法。

4.2 深大海峡水中悬浮隧道设计理论（基础研究）

研究内容：面向深大海峡隧道设计前沿技术，探索悬浮隧道水动力特性、系统承载特性、超长跨结构整体水弹性响应和涡激振动响应机理；研究极端浪流环境下结构体系失效模式；研究复杂水动力-车-隧-索耦合运动及其控制方法；研发悬浮隧道管体构型、复合式锚固系统、适用于不同海床的新型水下基础型式；研究沉船、撞击等异常荷载下悬浮隧道系统风险控制方法，提出悬浮隧道设计理论。

考核指标：构建模拟试验场景，模拟工况覆盖我国主要海峡的动力环境，水深不低于 90m、跨度不低于 3km；建立多向强潮大浪、海啸、内波等环境下悬浮隧道整体水弹性响应、涡激振动预报、车-隧-索耦合振动等分析方法，开发波

流-管体-索-基础单级或多级耦合模拟软件 ≥ 3 套，运动量预测偏差 $\leq 10\%$ ；开展完全水弹性主动式截断试验的验证测试，模拟多方向不规则波及波流耦合环境，模型长细比不低于 80，截断边界两端运动均达到 6 自由度；提出 2 种以上振动抑制和减阻方法，涡激振动减振不低于 90%，平均减阻不低于 50%，悬浮隧道整体运动幅度不大于跨长的 1/500；开展锚固系统超重力试验测试，提出 2 种以上新型管体及锚固系统，水下基础抓重比不小于 5。

4.3 千米级以上跨度高速铁路桥梁线路平顺性长期保持及建养技术（共性关键技术）

研究内容：针对高速列车在千米级以上跨度桥梁限速运行的重大技术难题，研究温度、风及列车荷载等复杂环境下千米级以上跨度桥梁与无缝线路间空间变形映射关系、桥上多层结构体系的状态与性能演变规律；研究桥梁荷载组合及变形变位设计参数，研究桥梁和线路的纵断面设计与预拱度设置方案；研究适用于运营期间的桥梁线路平顺性调控方法；研究桥梁梁端伸缩构造设计参数，研发梁端伸缩装置；研发线桥结构平顺性检测与监测技术，形成养护维修管理体系。

考核指标：揭示千米级以上跨度桥梁与无缝线路间空间变形映射关系，构建梁-轨变位映射精细化分析模型，仿真精

度不低于 90%；制定适用于千米级铁路桥梁的整体线形和梁端变位限值标准；形成涵盖成桥线形评价指标、线路纵断面设计、线桥结构服役状态评估体系；提出桥梁建成后轨道高程与设计存在偏差的轨道精调方法、运营期间线路长期平顺性保持技术，桥上线路综合动力性能较类似桥梁提升 10%；研发 1 套梁端伸缩装置，技术就绪度不低于 7 级；搭建可实现千米级以上跨度线桥结构平顺性综合管理的检测监测平台，检测监测内容包含行车动态响应、轨道不平顺、轨道与桥梁等结构关键部件的受力变形等；开展工程应用示范验证，支撑高速列车不限速安全平稳通行；编制技术标准建议稿不少于 2 项。

4.4 提升服役寿命的沿海大型港口建设关键技术（共性关键技术）

研究内容：针对沿海港工建筑物服役环境恶劣、腐蚀严重、寿命短的重大难题，研究港工建筑物全寿命周期性能演变规律、灾害成因机制和承载力时变分析方法；研发严苛环境下水工钢结构腐蚀监测、评估、防护技术；研发高耐久、高强度、速凝等绿色新型混凝土建造材料和耐久性自愈合材料，研发港工建筑物新型结构型式；研究港工建筑物结构和地基耐久性定量设计技术，研发隐蔽和受限作业区智能施工装备；研发港工建筑物智能监测设备，开展港口基础设施长期性能观测网先期示范。

考核指标：建立沿海港工建筑物承载力时变分析模型，模型精度不低于 85%；钢结构免维修防护周期不低于 30 年；形成不少于 5 种新型长寿命建造及防护材料，沿海港工建筑物表面防护材料极限拉伸应变达到 0.03 以上，极限裂缝宽度小于 0.1mm，自修复材料实现小于 0.4mm 的裂缝自愈，20 年内有效率达到 80%以上；形成基于荷载-材料-结构耦合响应的港工建筑物耐久性定量设计技术，编制指南 2 部；形成港工建筑物耐久性智能监测设备 3 套，智能施工装备 2 套，技术就绪度不低于 7 级；建成中国沿海全域水工建筑物腐蚀环境数据库，腐蚀观测码头数量不少于 100 个；在不少于 5 个大型港口码头进行长期性能观测网先期示范应用。

5. 交通与能源融合

5.1 交通自洽多类能源技术效能评估方法研究（基础研究，青年科学家项目）

研究内容：面向公路、铁路、港口等交通场景与风、光、储等多类清洁能源自洽的技术路径和可行性，研究交通适应的多类型清洁能源可用性量化方法；研究交通自洽清洁能源多时间尺度供需耦合模型；研究交通自洽能源技术效能关键影响因素及其表征方法；研究交通自洽能源的技术效能评估方法。

考核指标：构建多类清洁能源与交通场景的匹配关系库，形成交通自洽多类能源的技术效能评级标准与评价方法；构建交通用能典型场景下供需耦合模型，模型精度不低于 95%；建立交通自洽多类能源效能评估的原型系统；形成符合交通用能特性的高可用性能源自洽方案集。

5.2 轨道交通基础设施振动能量捕获技术研究（基础研究，青年科学家项目）

研究内容：面向轨道交通振动能量利用的基础科学问题，研究轨道交通基础设施风致和车致等多源振动防护体系规划方法及系统架构；研究轨道交通基础设施多源振动能量的产生及能量场特征；研究基于运营安全约束条件下的轨道交通基础设施多源振动能量捕获机制及协同捕获方法；研究轨道交通基础设施服役性能自供电无线监测技术及安全防护方法。

考核指标：构建轨道交通基础设施多源振动能量捕捉分析理论与设计方法；提出突破传统动力学机理/材料的能量捕获新机制；形成符合轨道交通运行安全要求、满足基础设施自供电监测系统能量需求的多源振动能量捕捉技术方案；提出面向轨道交通基础设施服役性能无线监测传感网络能量自供给的并网技术，能耗损失低于总捕获能量的 20%，极端场景下可支撑无线监测传感网络运行 8 小时以上。

“十四五”国家重点研发计划“交通基础设施” 重点专项 2022 年度“揭榜挂帅”任务榜单

(征求意见稿一公开)

一、榜单任务

1. 铁路基础设施隐蔽缺陷精准辨识与智能诊治关键技术 (共性关键技术)

需求目标: 针对我国高速铁路基础设施网络覆盖广、行车密度大、隐蔽病害难以及时发现、维修窗口期短等重大现实问题,系统研究高速铁路基础设施隐蔽缺陷孕育与灾害演化机理,研发多维检/监测技术和智能诊断系统,研制绿色修复材料和快速智能化整治技术及装备,形成我国高速铁路基础设施安全保障技术体系,全面提升基础设施长期服役性能品质,延长使用寿命。具体需求目标如下:

(1) 列车、环境荷载等多因素耦合作用下高速铁路基础设施隐蔽病害孕育-致灾演化机理。形成轨道结构(有砟、无砟)、路基、桥隧结构全链条灾变还原与长期性能预测方法,开发基础设施全要素灾变演化规律与韧性提升技术验证平台不少于 1 套。

(2) 高速铁路轨道、路基等结构隐蔽缺陷精准检测、诊断技术与智能检测装备。有砟轨道典型病害检测速度不低于 80km/h, 实现翻浆冒泥、不均匀沉降等不少于 3 类病害的智能辨识; 无砟轨道典型病害检测速度不低于 40km/h, 实现离缝、上拱、脱空等不少于 4 类病害的智能辨识; 识别准确率不低于 90%。

(3) 高速铁路桥隧结构病害精准检测、诊断技术与智能检测装备。桥隧结构变形识别精度优于 1.0mm, 裂缝等病害识别精度优于 0.1mm; 实现混凝土桥(开裂等)、钢桥(焊缝损伤等)和 水下墩台基础(冲刷病害等)不少于 6 类病害的智能检测; 实现隧道衬砌脱空等内部缺陷智能辨识, 0.5m 深度范围内垂直、水平分辨率分别优于 0.1m、0.3m; 渗水和掉块等表观缺陷识别面积小于 1cm², 智能化巡检速度不低于 40km/h, 实现病害特征自动提取与智能识别, 识别准确率不低于 90%。

(4) 高速铁路基础设施绿色高性能修复材料与病害快速智能化整治装备。研发适应不同结构需求的高耐久性、高韧性、环境友好的修复材料不少于 4 类, 修复时间 1 小时内达到结构功能正常使用要求; 研制病害快速智能化整治装备不少于 2 台套, 建立病害靶向治理成套技术。

(5) 高速铁路基础设施病害综合智能诊治与服役性能

评估系统平台。研制多维综合车载智能诊断装备不少于 1 台套；研发重点结构和部位在线智能监测系统，监测内容不少于 4 项；建立服役状态评价指标体系，构建病害预测预警与服役性能评估平台。

(6)示范应用。开展示范应用验证总里程不少于 500km，编制相关技术标准（送审稿）不少于 2 项。

时间节点：研发时限为 3 年，立项 18 个月后开展“里程碑”考核。