

附件 7

“交通基础设施”重点专项 2021 年度 项目申报指南

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。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：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。专项实施周期为 5 年。

2021 年指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕交通基础设施绿色技术、智能技术、韧性技术、长寿命技术、交通与能源融合 5 个技术方向，按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用，拟启动 16 个项目，拟安排国拨经费 3.25 亿元。原则上共性关键技术类项目，配套经费与国拨经费比例不低于 2:1；示范应用类项目，配套经费与国拨经费比例不低于 3:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 交通基础设施绿色技术

1.1 生态敏感地区陆路交通基础设施环境保护与修复重建（共性关键技术）

研究内容：研究陆路交通基础设施与生态环境协调机制、生态环境影响跟踪监测及立体巡查技术；研究陆路交通基础设施自然融合设计、生态建造和无害化穿（跨）越技术；研究陆路交通走廊生态环境影响与效益提升评估技术，生态环境影响贡献率评估方法与标准体系；构建基于物质循环、生物群落演替平衡的全生态、全环境要素生态治理与恢复技术体系，研究生态敏感地区陆路交通廊道受损生态系统修复与生物群落结构重建技术。

考核指标：形成生态敏感地区陆路交通基础设施环境保护与修复重建和资源利用技术方法；研发陆路交通基础设施环境影响空天地立体评估与监测系统，技术就绪度不低于 7 级，监测精度不低于 90%，预测精度不低于 75%；在不少于 2 处的典型生态敏感地区开展工程技术验证，总长度不低于 300 公里，交通基础设施沿途生态环境修复率不低于 80%，生物群落恢复率不低于 95%；形成我国陆路交通基础设施环境低影响核心技术标准体系框架，编制技术标准规范 2 项以上。

1.2 绿色港口建设与生态安全保障技术（共性关键技术）

研究内容：面向“一带一路”重要节点港口，研发绿色港口环境智能监测与控制技术，开发港口典型污染物实时动态监测及全流程智能化控制系统；研究缺水地区港口雨污水、压载水等非常规水源综合利用技术，港口水资源高效循环利用保障技术体系；研发港口水环境与生态动力学精细化模拟技术，海陆交错敏感带港口建设与栖息地协同保护修复技术，疏浚土等资源循环利用与抛泥区伴生修复技术，港口海域敏感生物智能识别与损害防护技术；研发高度契合典型生物栖息需求的生态友好型港口防护结构和码头结构。

考核指标：建成港口环境监测与智能控制系统，技术就绪度 8 级，典型污染物控制率不低于 85%，周界外浓度低于《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）相应限值 15%；形成港口水资源高效循环利用保障技术体系，港口雨污水、压载水等非常规水源利用率不低于 90%；建成港口水环境与生态动力学精细化

模拟系统、港口海域典型敏感生物智能识别系统，技术就绪度 8 级，覆盖鱼类等典型敏感生物多行为过程模拟，平均精确度（mAP）达到 0.85 以上；形成不少于 2 种透水型生态码头结构，生态友好型港口防护结构适用的谱峰周期大于 16s，稳定系数 KD 值达到 24，生态防护结构临近水域典型生物种群数量提高 20% 以上；编制绿色港口建设相关技术指南不少于 2 部，在“一带一路”重要节点港口开展应用验证。

2. 交通基础设施智能技术

2.1 交通基础设施数字化软件技术研发（共性关键技术）

研究内容：研究交通基础设施数字化工业软件体系架构；研究共性/异性设施单元集与逻辑功能架构，多源异构数据的空间数据融合技术和空间单元全要素统一编码技术；研究交通基础设施数字化模型，研发全生命周期多源异构数据实时接入、处理和资源化分析技术；研究我国交通基础设施数字化核心技术标准体系；开发交通基础设施数字化基础性软件。

考核指标：开发具有全生命周期、数字信息交互和多模态运输基础设施互通能力的交通基础设施数字化工业软件，技术就绪度不低于 7 级，需求预测、规划评价、数字建模、信息索引、大场景真实渲染、多模式交互等数字化模型精度 $\geq 95\%$ ，3D GIS、影像、深度和点云等多场景多源数据快速分割错误率小于 2.5%；支持亿级以上智能物联点位流数据接入、存储和溯源分析计算，处理延迟时间小于 5 秒；具备各类型交通基础设施数据计算分析

接口扩展功能；形成我国交通基础设施数字化核心技术标准体系框架，编制相关技术标准不少于 5 项。

2.2 陆路交通基础设施智能化设计共性关键技术（共性关键技术）

研究内容：面向陆路交通基础设施智能设计，研究全天候、高精度的基础设施空天地定位技术，基于人工智能和空天地的基础设施空间地理与地质信息快速获取、多源数据融合及三维数字化表达技术；研究基于数据、智能和星基位置服务技术的交通基础设施勘察、测绘、选线、设计等关键技术；研究陆路交通基础设施关键结构数字化建模和集成设计智能技术，以及设计成果数字化交付技术及标准。

考核指标：形成基于人工智能和空天地一体化的陆路交通基础设施勘察、测绘、选线、设计技术系统，技术就绪度 8 级；建立陆路交通基础设施主要构造物数字化模型库，数字化建模准确率大于 90%；勘察、测绘空间定位精度达到厘米级，勘察、测绘、选线、设计全流程效率提高 10% 以上；形成交通基础设施勘察设计与交竣工验收成果数字化交付清单；编制陆路交通基础设施智能化、数字化设计标准不少于 2 项。

3. 交通基础设施韧性技术

3.1 交通基础设施韧性评估与风险防控基础理论方法（基础前沿技术）

研究内容：研究交通基础设施工程韧性提升方法，研究交通

基础设施复杂网络系统建模、智能仿真与系统韧性优化技术；研究局部设施失效对综合交通系统服务能力影响和系统失效机制，交通设施系统韧性分级标准和综合评估技术；研究自然灾害和突发事件下交通系统功能损失、交通迟滞精准评估、交通系统功能重构和灾后恢复决策等技术方法；研究交通基础设施韧性风险防控系统理论。

考核指标：形成交通基础设施韧性评估与风险防控理论方法，建立适用于道路、铁路、民航、码头和航道的基础设施系统韧性量化评估指标体系；形成交通基础设施系统连通可靠度、重要度和关联度的快速建模技术，模型精度不低于 90%；形成具备交通基础设施隐性风险甄别、灾变演化预测、防控措施遴选的决策支持技术方法；研发交通基础设施韧性评估和风险防控仿真系统，技术就绪度不低于 7 级，具备不小于 1000 公里交通网的分析能力，重大自然灾害影响下交通设施力学性能分析准确率不低于 80%；编制相关技术标准不少于 2 项。

3.2 陆路交通基础设施韧性提升共性关键技术(共性关键技术)

研究内容：研究自然灾害或突发事件作用下的陆路交通基础设施结构动力响应特性、损伤机理与失效模式；研发陆路交通基础设施全要素结构仿真分析与验证系统；研究融合北斗系统的“空一天一地”一体化智能监控及系统安全预警关键技术；研发陆路交通基础设施重点区段结构安全和抗灾韧性提升关键技术及装置，研究设施柔性运行与灾后快速恢复关键技术及装备。

考核指标：形成陆路交通基础设施韧性提升关键技术体系架构；研发 3 种以上重点区段结构抗灾韧性提升关键装置；建立陆路交通基础设施全要素结构仿真与验证系统，技术就绪度不低于 7 级，仿真验证精度不低于 95%；建立高精度空天地一体化设施安全性监控系统，重大自然灾害预警前置时间大于 48 小时，安全预警稳定性提升 25%；开发设施安全性能智能检测技术装置不少于 2 种，灾后快速恢复技术不少于 2 种，灾后恢复应急保障装备不少于 2 台（套）；编制相关技术标准不少于 2 项。

3.3 沿海交通水工建筑物韧性提升关键技术（共性关键技术）

研究内容：研究全球气候变化背景下强潮大浪时空分布规律，建立高分辨率的中国沿海海域时序海浪及长重现期要素数据库；研究超设计标准强浪条件下沿海防浪建筑物全时域脆性破坏机理及分析方法；研究强震作用下考虑地基液化弱化沿海交通水工建筑物结构动力灾变机理；研究沿海桩基结构海床冲刷演变及防护技术，研发沿海交通水工建筑物损害部位快速诊测装备；建立沿海交通水工建筑物整体性安全评价方法和韧性分级标准；研发提升沿海交通水工建筑物韧性的新材料及施工装备。

考核指标：开发波浪—结构物—地基耦合模拟软件 1 套，开展模型比尺不小于 1:5 且覆盖中国海区的极端海况实验验证，波浪力模拟误差小于 10%；建立能够考虑土体动应变 0.2 以上的液化大变形沿海交通水工建筑物耦合分析方法，并开展水平—垂直双向地震同时作用的离心模型试验验证；形成沿海交通水工建筑

物损害快速诊测技术，水下及隐蔽部位损伤识别精度小于 0.5m；提出 3 种以上基于混凝土胶结、摩擦力增大的韧性增强材料及装备，混凝土水下胶结体强度达到 50MPa 以上，重力式结构与地基摩擦系数增大至 1.0 以上，形成的沿海交通水工建筑物韧性提升施工装备作业波高大于 2m，技术就绪度不低于 7 级；形成沿海交通水工建筑物整体性安全评估技术、韧性评价标准及设计指南等不少于 3 项；在典型港口和跨海工程开展应用验证。

3.4 海底隧道建造与韧性增强关键技术（共性关键技术）

研究内容：针对强侵蚀、多构造等复杂严酷海洋环境，研发钻爆法/机械法海底隧道建造高韧性、耐久性与智能感知型材料，开发隧道材料—结构—信息融合关键技术；揭示海底隧道断层、强风化槽等特殊不良地质段结构长期复杂荷载作用下劣化破坏机制，研究长寿命隧道结构增强设计方法；构建隧道运维人、机、流程、数据、实物结合的物理—信息互联感知系统，研发长距离、大断面海底隧道安全状态智慧感知与诊断技术；研发基于人一机—环境信息交互技术的海底隧道重大地质灾害预控技术，构建海底隧道灾害防控与决策云平台；研发适用于复杂海洋环境的隧道智能维养设备与快速修复方法。

考核指标：研发新型海底隧道建造材料 2~3 种，材料耐久性提升 $\geq 20\%$ ，结构韧性提升 $\geq 30\%$ ；研制海底隧道安全状态智慧识别设备 ≥ 1 套，感知裂缝、渗漏水等关键数据种类 ≥ 3 种，识别准确率 $\geq 90\%$ ；研制海底隧道病害维护智能设备 ≥ 1 套，作业

效率提升 $\geq 40\%$ ；研发海底隧道结构内外信息无人化巡检设备 ≥ 1 套，无线传输距离 $\geq 1\text{km}$ ，结构病害诊断与灾变预测预警平台响应延迟时间 15s ，裂缝病害识别精度达 0.2mm ，可识别最小渗漏水面积 5 平方厘米；编制海底隧道特殊不良地质段长寿命系统韧性增强设计标准 2 项，海底隧道建造中重大地质灾害预控技术指南 1 项；开展海底隧道工程应用验证不少于 2 处。

4. 交通基础设施长寿命技术

4.1 重大交通基础设施长寿命设计理论与方法(基础前沿技术)

研究内容：针对我国重大交通基础设施设计使用年限短问题，揭示极端环境、不稳定地质条件和大交通量荷载等多场耦合作用下的材料、构件、结构的性能演变规律和演变机理，建立性能追踪等模型；研究面向新建、扩建基础设施的长寿命设计理论，构建基于性能目标的全寿命、全概率设计方法体系；研究材料—结构—功能—环境协同的长寿命设计方法。

考核指标：构建适用于区域性环境差异的重大交通基础设施荷载与抗力演变概率模型，模型精度不低于 90% ；形成支撑沥青路面设计寿命 30 年、重载水泥路面设计寿命 50 年、无砟轨道设计寿命 100 年、桥梁隧道设计寿命 200 年、港口码头设计寿命 100 年、设有基床的内河航道整治工程设计寿命 25 年的重大交通基础设施长寿命设计理论与实验验证方法；编制相关技术标准不少于 3 项。

4.2 陆路交通基础设施耐久性提升关键技术(共性关键技术)

研究内容：揭示陆路交通基础设施运营效能演变和可靠性保

障机理，研究结构长寿命定量测度和定性分析评价技术，研究可靠性、耐久性、安全性提升保障技术体系；研发严酷环境下高性能混凝土桥隧构造物、高性能钢轨、高性能路面的延寿和修复技术；研发基于新材料的陆路交通基础设施一体化设计和建造关键技术；开发陆路交通关键大型构造物服役能力测试装备。

考核指标：构建陆路交通基础设施服役年限延长和性能提升技术体系；建立在役重大基础设施状态演变模型与足尺试验验证系统，仿真精度不低于 90%；建立基于新材料的陆路交通基础设施关键设计参数，形成寿命不低于 200 年的陆路交通桥隧构造物混凝土制备成套技术，技术就绪度不低于 7 级；开发强度 690MPa 及以上且具备良好低温韧性的铁路设施高强钢及配套制造工艺，寿命提升 50%以上；形成沥青路面服役寿命大于 30 年、水泥路面服役寿命大于 50 年的路面耐久性增强技术和工艺；开发陆路交通基础设施服役能力智能检测设备及平台不少于 2 套，检测工效提升不低于 20%；编制技术标准不少于 3 项。

4.3 沿海港口桩基码头泥沙淤积机理及其防治关键技术（共性关键技术）

研究内容：研究不同海域重大港口码头前、后方及下方泥沙回淤演变机理、预测理论与评估方法；研究水下淤积岸坡变形失稳灾变机制，以及水下淤积与清淤对港口水工结构物各类桩基服役性能的影响；研发港口码头后方及下方淤泥强度原位触探技术，研发可移动式码头后方导流技术和智能清淤作业技术；研发港口

码头水动力及回淤高精度预警预报、清淤效果实时监测与定量评估技术。

考核指标：建立沿海重大港口码头前、后方及下方泥沙淤积预测方法，预测与实测回淤量偏差不超过 20%；形成水动力及泥沙淤积实时监测预警技术，研制原位触探装备及回淤预警系统各 1 套，触探测量精度不低于 0.2kPa，淤积厚度监测分辨率不超过 1cm；研制可移动式码头后方导流装备 1 套，导流冲淤流速提高 50%；提出适用于码头后方及下方的灵巧型智能清淤作业技术，研制作业装备 1 套，技术就绪度不低于 7 级，清淤效率不低于 150m³/h；编制码头后方及下方清淤技术标准不少于 2 项；在沿海典型重大港口码头开展应用验证。

4.4 道面设施寿命增强与性能提升技术（共性关键技术）

研究内容：针对既有道面设施更新升级的重大技术需求，研究复杂条件下道面设施结构和功能的寿命演化机理与行为理论；研究不同类型道面设施结构寿命—功能寿命协同增强技术；研究结构—材料相统一的道面设施性能提升技术；研究不同应用场景下道面设施抗冲击、抗磨耗等安全性能提升与保持技术，以及低干扰条件下的道面装配式更新技术。

考核指标：形成机场道面设施、道路铺装更新升级技术方法和施工工艺，开发装配式道面施工技术和设备，技术就绪度不低于 7 级；既有机场道面设施经更新升级的结构设计使用寿命延长至 50 年，沥青道面结构使用寿命延长至 30 年以上；1.5MPa 以上

飞机胎压下道面抗着陆冲击、抗磨耗等功能性能保持不少于 10 年，抗除冰剂冻融损伤能力提升不少于 50%；装配式道面的单板装配时间小于 1 小时；形成相关技术标准不少于 3 项；在大型机场、国（省）公路等不同场景进行应用验证。

5. 交通与能源融合

5.1 交通自洽能源系统基础设施规划与设计技术（基础前沿技术）

研究内容：研究交通多态清洁能源的自洽系统构成，以及与交通智能化运行、绿色化运维之间的适配性；研究差异化地理区域下多态能源供给潜力评估与交通需求驱动的能源负荷预测技术；研究交通能源自洽基础设施的运行模态、方案及效能提升技术；研究交通需求驱动的自洽能源系统设计技术与系统关键特性的评估技术；研发交通需求驱动的自洽能源系统规划与设计软件系统。

考核指标：形成交通自洽能源系统规划设计理论与方法，构建绿色交通能源系统基础设施规划和设计技术体系；建立与环境相适应、与交通运输特性相匹配的具备多场景适配、架构优化、性能评估的交通自洽能源系统规划与设计软件系统，技术就绪度不低于 7 级，软件系统覆盖公路、水路、铁路 3 种交通方式以及建设、维养、管理等不少于 9 个交通自洽能源规划设计场景，并支持不少于 3 类非碳基清洁能源、不少于 3 类储能的集成设计，具备支持不少于 500 公里交通路网、不低于 100 个用能节点、不低于 50MW 清洁能源接入容量的交通自洽能源系统规划设计功

能；编制相关技术标准/设计规范不少于 3 项。

5.2 公路交通自洽能源系统的多能变换与控制技术（共性关键技术）

研究内容：研究保障公路交通运转运维的用能需求与环境低影响的系统构型；研究支持电、热、氢等多态能源间的变换与控制技术；研制具备多能变换功能的公路交通自洽能源系统的高可用性一体化关键装备；研究公路交通自洽能源变换装备全生命周期服役能力保持技术；研究适用于公路交通能源自洽及其运转运维装备在途补给的多能变换装备优化集成、综合效能评价以及场景适配的运行控制技术。

考核指标：形成公路交通自洽能源系统多能变换与控制技术架构；研制定配公路交通环境、具备发储配用一体化功能的多能变换关键装备，技术就绪度不低于 7 级，公路交通自洽能源变换装备平均功率密度在 $1.0\text{W}/\text{cm}^3$ 以上，平均无故障工作时间不低于 1000 小时，平均维修时间不超过 1 小时，装备可用性不低于 99.9%；装备可提供公路交通运转运维装备的在途补给能力，适用于冷热负荷、交/直流负荷、风电、太阳能发电、储电储热等多能转换场景，实现 5 种以上能源间的转换，装备供电规模不低于 3MW，交直流转换效率不低于 95%，综合能源利用效率不低于 90%。

5.3 轨道交通“网—源—储—车”协同供能技术（共性关键技术）

研究内容：研究与轨道交通场景相适配、“网—源—储—车”

相协同的多源供电系统体系架构；研究“网—源—储—车”协同的高效能与高弹性轨道交通能源自洽技术；研制适配于轨道交通场景的分布式可再生能源发电和储能接入的电力变换与互联装备；研究轨道交通自洽能源系统的能源管控与高效利用技术；开展轨道交通“网—源—储—车”协同供电系统工程示范验证。

考核指标：形成普适于我国轨道交通系统“网—源—储—车”协同供电的系统技术架构和解决方案集；建立“网—源—储—车”协同的轨道交通自洽供电技术体系；研制轨道交通供能场景可调制的高效储/供能装备，其中风电/光伏汇集变换器的单机容量不低于 5MW、效率大于 96%；研发轨道交通“网—源—储—车”协同供电的能量管理系统；完成不少于 300 公里的示范工程建设，新能源渗透率不低于 15%，可再生能源发电接入容量不低于 5MW，峰值负荷削减 30%以上，具备可保持不超过 4MW 的轨道交通重要负荷 15min 应急供电能力。

5.4 水运港—船多能源融合技术及集成应用（示范应用）

研究内容：研究我国港区“风、光、储、氢”等多能源融合系统网络构架；研究不同负荷及特征各异能源的捕获、变换与控制技术；研发与港—船多能源融合系统相适应的氢气注—储—供系统和能量管理系统等关键装备；研究港—船多能源融合系统与港区负荷的匹配与优化控制技术；研究港—船多能源融合系统技术集成应用及效益评估。

考核指标：形成与自然禀赋相适应的港区“风、光、储、氢”

等多能源融合系统网络规划理论与设计技术；研制水运港—船多能源融合系统的关键装备，实现港—船多能源融合系统的集成应用，港区多能源融合系统具有 3 种及以上供能模式，总容量不小于 2MW，可再生能源渗透率不低于 30%，用电自洽率不低于 20%，稳态下电能质量 THD 小于 2%，氢能发电系统容量不低于总容量的 8%；能量管理系统能实现至少 5 个子系统的协同互动，监测节点数不小于 200 个；在典型港口开展示范应用。