

“交通基础设施” 重点专项

2021 年度项目申报指南建议

（征求意见稿）

国家重点研发计划启动实施“交通基础设施”重点专项。本重点专项总体目标是：在交通基础设施设计、建造、管理、运营、养护一体化和多模态化等技术取得全面突破，攻克安全、减排、环境友好、服役功能及周期寿命等关键技术瓶颈，形成完备自主的技术体系。全面支撑“一带一路”倡议、“制造强国”“交通强国”战略实施和“碳中和”愿景实现。

根据本重点专项工作部署，现提出 2021 年度项目申报指南建议。2021 年度指南拟在交通基础设施绿色化、交通基础设施智能化、交通基础设施韧性化、交通基础设施长寿命、交通与能源融合 5 个技术方向，启动 14 个指南任务中的 17 个子任务。

1. 交通基础设施绿色化

1.1 生态敏感地区交通基础设施环境低影响开发（共性关键技术）

研究内容：研究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，建立生态

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：形成生态敏感地区交通基础设施环境低影响开发技术方法；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，监测精度不低于 90%，生态环境管理效率提升 20%以上；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（送审稿）2 项，申请发明专利等自主知识产权不少于 5 项。

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，典型污染物控制率不低于 85%；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，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 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 2 部，申请国际发明专利 5 项，在“一带一路”重要节点港口开展应用验证。

2. 交通基础设施智能化

2.1 交通基础设施数字化软件研发（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式运输基础设施互通能力的交通基础设施数字化工业软件，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 $\geq 95\%$ ，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（送审稿）不少于 1 项，申请发明专利等自主知识产权不少于 10 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、选线等关键技术；研究陆路交通基础设施关键结构数字化建模方法，以及从设计到建造的交付关键技术及标准。

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、设计技术体系；实现空间定位精度较原有技术提高 20%以上，数据获取效率在现有基础上提高 30%以上；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、选线、设计全流程效率提高 10%以上；编制陆路交通基础设施智能化、数字化设计标准（送审稿）1 项，申请发明专利等自主知识产权 5 项以上。

2.3 高海拔极端复杂环境下机场智能化运行技术（共性关键技术）

研究内容：研究高海拔极端环境下机场低空风切变、低云低能见度、雷暴等危险天气的预警和短时临近天气预报技

术；研究高海拔机场机载飞行安全智能预警技术；研发低温低压条件下除冰防冰智能评估与决策技术；研发高海拔机场虚实结合的数字化智能管制技术、机场通信导航监视设施机动式装备与智能监控技术。

考核指标：实现低空风切变、低云低能见度、雷暴等 3 类以上危险天气的预警预报服务，危险天气预警准确率不低于 85%，更新间隔不高于 20 分钟，短时临近预报准确率不低于 80%；研制符合国际民航组织 DOC 9718 标准的地空协同机载飞行安全智能预警系统，飞行冲突预警时间不小于 4 分钟；研制除冰防冰液空气动力学评估系统、除防冰智能决策系统，防冰时间修正频率不低于 2 分钟/次；研制符合国际民航组织 DOC 9896、欧洲民航电子设备组织 ED-240A 标准的可视远程简易塔台、机动式应急指挥舱；在海拔高度 2500 米以上、旅客吞吐量 100 万人次以上的高高原机场进行综合应用验证；编制行业技术标准（送审稿）1 项；申请发明专利等自主知识产权 15 项。

3. 交通基础设施韧性化

3.1 交通基础设施韧性评估与风险防控基础理论与方法（基础研究）

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

准评估技术、交通系统功能重构和灾后恢复决策技术；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，建立覆盖道路、铁路、民航、码头和航道的基础设施系统韧性的评估指标体系；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%；研发交通基础设施韧性评估和风险防控系统，具备不小于 1000 公里交通网的分析能力，重大自然灾害影响分析准确率不低于 80%；编制相关技术标准（送审稿）不低于 2 项，申请发明专利等自主知识产权不少于 8 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技术与系统分析平台；研究融合北斗系统的“空-天-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，研制设施柔性运行与灾后快速恢复关键装备。

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系统分析平台，仿真精度不低于 95%；建立高精度空天地一体化监控系统，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，灾后恢复应急保障装备不少于 2 台（套）；编制相关技术标准（送审稿）2 项，申报发明专利等自主知识产权不少于 10 项。

3.3 沿海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，研发沿海水工建筑物损害部位快速诊测装备；建立沿海水工建筑物整体性安全评价方法和韧性分级标准；研发提升沿海水工建筑物韧性的新材料和新结构。

考核指标：开发波浪-结构物-地基耦合模拟软件 1 套，开展模型波高不小于 3m 的极端工况实验验证，波浪力模拟误差小于 10%；建立考虑地基大变形的沿海水工建筑物抗震耦合动力分析方法；形成沿海水工建筑物损害快速诊测技术，水下及隐蔽部位损伤识别率达到 80%；提出 3 种以上基于混凝土胶结、摩擦力增大和新型减隔震技术的韧性增强技术，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，新结构震害关键部位峰值加速度降低 30%以上；形成沿海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 3 项，申请发明专利等自主知识

产权不少于 5 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-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病害维护智能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，材料耐久性提高 $\geq 20\%$ ，结构韧性提高 $\geq 30\%$ ；研制海底隧道安全状态智慧识别设备 ≥ 1 套，感知关键数据种类 ≥ 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 $\geq 1\text{km}$ ，结构裂缝、渗漏水等病害识别分辨率达亚毫米级，结构病害诊断与灾变预测预警平台响应延迟时间 $< 30\text{s}$ ；编制海底隧道特殊不良地质段长寿命结构增强设计标准、运维技术标准（送审稿）2 项，海底隧道建造中重大地质灾害预控技术指南 1 项，申请发明专利 15 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

4.1 重大交通基础设施长寿命设计理论与方法（基础研究）

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，揭示复杂环境、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，研制性能追踪模型；研究面向新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%；形成我国重大交通基础设施长寿命设计理论与方法，提升设计使用年限不少于 50%，重载道面设计寿命达到 30 年，桥梁隧道设计寿命达到 200 年，港口码头设计寿命达到 100 年；编制相关技术标准（送审稿）3 项，申请发明专利等自主知识产权不少于 8 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：研究陆路交通基础设施运营效能演变和可靠性保障机理，结构长寿命定量测度和定性分析评价指标，构建可靠性、耐久性保障体系框架；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，研发具有韧性的设施结构延寿及使用功能恢复新技术和新工艺；研究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；研究陆路交通关键桥隧大型构造物服役能力荷载测试装备。

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；建立重大基础设施状态演变模型，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；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；开发智能检测设备及平台，检测工效提升不低于 20%；编制技术标准（送审稿）3 项，申请发明专利等自主知识产权不少于 8 项。

4.3 港口枢纽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，及其对港口水工结构物各类桩基服役性能影响；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；研发港口码头回淤预警、清淤效果实时监测与定量评估技术。

考核指标：建立重大港口码头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，清淤效率不低于 150 m³/h；编制码头后方及下方清淤技术标准（送审稿）2 项，申请发明专利等自主知识产权不少于 5 项；在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：针对既有各类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：形成长寿命复合道面、装配式道面等的道面结构-功能行为理论、结构寿命-功能寿命协同增强方法；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，抗着陆冲击、抗磨耗等功能性能保持不少于 10 年，抗飞机除冰剂冻融损伤能力提升不少于 50%；道路铺面寿命延长至 30 年；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（送审稿）不少于 3 项，申请发明专利等自主知识产权不少于 10 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

研究)

研究内容: 研究交通多态清洁能源的自洽系统构成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的评估与交通运输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与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, 面向工程部署的交通能源系统基础设施规划和设计技术体系; 构建与环境相适应、与交通运输特性相匹配的具备多场景适配、架构优化、性能评估的可工程部署的交通自洽能源系统规划与设计软件系统, 系统覆盖公路、水路、铁路 3 交通方式、不少于 9 个交通自洽能源应用场景, 并支持不少于 3 类非碳基清洁能源、不少于 3 类储能的集成应用, 系统具备支持不少于 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(送审稿)不少于 3 项, 申请发明专利等自主知识产权不少于 5 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与适用性; 研究支持电、热、氢等形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关键装备；研究基于故障预测和健康管理的高速轨道交通自洽能源变换装备全生命周期服役能力保持技术；研究适用于高速轨道交通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与综合效能评价以及场景适配的运行控制技术。

考核指标：形成高速轨道交通自洽能源系统多能变换与控制技术架构；研制场景可调制、端口可配置、规模可扩展的高可用性多能变换关键装备，高速轨道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%；装备可提供高速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的体系架构；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；研制适配于牵引轨道交通分布式可再生能源发电和储能接入的电力变换装备；研究多源多态的非牵引绿色能源自洽技术及其变换互联装备；研究牵引/非牵引轨道交通自洽能源系统的能源运行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”协同供电的技术架构与系统解决方案集；建立“网-源-储-车”协同供电的牵引供电系统技术方法和“发-储-变-配”一体化多能互联功能的非牵引电力供配技术体系，完成关键装备研制，其中基于多端口电能路由器的贯通式同相供电装置容量不低于 20MVA，大功率风电/光伏中压直流变换器单机容量不低于 5MW、效率大于 97%，建立多源供电协同控制平台；在不少于 300 公里线路里程、3 个交通站点的两种应用场景（牵引供电和非牵引供电）开展工程验证；牵引供电场景新能源渗透率不低于 10%，可再生能源发电接入牵引变电所容量不低于 5MW，牵引变电所峰值负荷削减 10%以上，具备可保持不超过 4MW 的牵引负荷 15min 应急供电能力；非牵引配电场景可再生能源渗透率不低于 30%，具备非牵引重要负荷离网供电 2 小时能力，系统效率不低于 95%，供电可靠性不低于 99.99%。

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；研制船-港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%，系统总效率不低于 95%，稳态下电能质量 THD 小于 2%，储氢系统质量储氢密度达到 6%wt；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。