

“十四五”国家重点研发计划“交通载运装备与智能交通技术”重点专项 2022 年度项目申报指南

(征求意见稿)

1. 交通载运装备共性技术

1.1 交通载运装备轻量化及高性能材料与结构技术（共性关键技术）

研究内容：研究交通载运装备多物理场耦合作用下材料与结构服役性能演变规律、核心部件材料与结构损伤、失效及疲劳破坏等机理；研究适用于载运装备的表征轻量化材料与结构关系的高通量多尺度材料模拟分析理论与方法；研究复杂载荷谱和环境作用下载运装备轻量化部件材料与结构全生命周期服役性能仿真/试验分析的理论、方法与衡准；研究交通载运装备适用的轻量化材料/结构优化设计技术及评估技术、满足载运装备轻量化要求的异种材料（包括金属、合金、非金属和复合材料等）复合结构焊接/热熔等成型技术，以及交通载运装备轻量化部件成型及其质量控制技术；研究交通载运装备传动系统、核心部件等的轻量化设计和可靠性验证技术，形成环境友好、高性能、宽温域、智能化、精细化、多功能化交通载运装备材料与结构设计理论和制备成型技术体系；研究交通载运装备轻量化核心部件在复杂服役环

境下性能演变的模拟分析、试验测试和全生命周期安全预测与评价技术，构建交通载运装备轻量化及高性能材料与结构标准质量技术体系。

考核指标：形成满足多场景要求的交通载运装备核心部件轻量化材料与结构设计理论体系，形成交通载运装备核心部件轻量、高性能材料的表征新理论、制备与成型新技术和新装备；建立满足交通载运装备安全服役要求的高性能轻量化材料/结构基因工程专用数据库 2 个；形成交通载运装备核心部件轻量化材料与结构设计行业技术标准规范 4 项、测试试验规范 4 项、材料准入准则 2 项和分析评价方法 2 项；交通载运装备核心部件轻量化材料与结构设计开发和评估软件工具 2 套，交通载运装备轻量化部件单元结构用例库 1 套；研制轨道交通列车新型轻量化车轮，重量减少 10% 以上，成本降低 15%；研制轨道交通车辆轻量化内置轴箱转向架，减重 1 吨以上；研制轨道交通轻量化牵引传动（包括牵引变流和传动装置）系统，功率密度提高 15%，节能 10%；采用异种材料焊接/热熔等联接成型技术，研制载运装备 3 种以上典型轻量化部件，减重 10%-30%；研制船舶额定转矩 ≥ 120 千牛米的轻量化传动部件，减重 $\geq 30\%$ ，疲劳寿命 ≥ 10000 小时；制修订船舶结构安全衡准 2 项，典型内河/近海船舶空船重量减重 $\geq 3\%$ 。

有关说明：本任务涵盖轨道交通和水运交通两个领域。

1.2 电功率兆瓦级新能源航空器关键技术（共性关键技术）

研究内容：研究兆瓦级新能源航空器高效气动布局技术；研究兆瓦级新能源航空器轻质高性能复合材料主承力构件结构优化技术及复杂环境下性能变化规律；开展兆瓦级电推进系统架构设计技术及高压供电体制研究；研究高效、高功率密度、高可靠性电动机及大容量功率变换器技术；研究兆瓦级新能源航空器能量管理、热管理技术；研究适用于通用航空装备的高效锂电池、氢燃料电池及储氢装置等新能源应用技术；研究兆瓦级新能源航空器地面集成验证技术，研制兆瓦级电功率新能源航空器地面验证平台及验证机。

考核指标：研制兆瓦级电功率新能源航空器缩比原理样机 1 架，验证机 1 架并应用示范，示范验证机有效载荷 ≥ 800 公斤，满载续航里程 ≥ 200 公里；研制兆瓦级电推进系统关键部件的地面集成验证平台；兆瓦级电功率新能源电推进系统功率总和 ≥ 1 兆瓦，电动机效率 $\geq 95\%$ ，功率变换器效率 $\geq 98\%$ ，电推进系统储能容量 ≥ 200 千瓦时；兆瓦级电功率新能源航空器无动力滑翔比 ≥ 16 ，定常爬升梯度 $\geq 5\%$ ；储能装置舱复合材料结构重量承载能力比 $\leq 10\%$ ，复杂环境下轻质复合材料主承力构件剩余强度 $\geq 90\%$ 。

2. 自主式交通系统共性技术

2.1 自主式交通系统运行及环境状态全息感知技术（共性关键技术）

研究内容：研究不同交通方式、不同自主化水平下的交通载运装备运动状态、性能状态和服役状态自感知需求，建立载运装备全生命周期健康态势自评估与跟踪方法；研究不同自主化水平的载运装备运行环境状态自感知与驾驶人员状态感知机制，突破自主化载运装备驾驶接管条件辨识技术；研究不同交通方式对可视范围内其他载运装备、基础设施及其运行环境状态的感知与态势预测共性技术，研究不同交通方式路权时空可及性态势辨识与评估技术；研究交通系统中不同自主化水平主体协同感知与感知增强技术，构建自主式交通系统超视距状态全息化感知与态势评估、安全可信信息传输与共享技术体系，实现大范围、多粒度、多主体交通态势协同辨识与评估。

考核指标：构建支持多交通方式、具备载运装备侧自感知、环境感知及协同感知处理功能的自主式交通协同感知系统技术架构，研发支持包含公路、轨道及水运等不少于3种交通方式的自主式交通系统状态感知原型系统；实现载运装备运动姿态、服役性能态势、安全态势评估准确率 $\geq 90\%$ ；对可视范围内载运装备、基础设施、辅助设施、交通参与者、

路权/航道管控状态及微观自然环境感知精度 $\geq 95\%$ ；对超视距范围载运装备运行环境状态感知精度 $\geq 95\%$ 、超视距交通运行环境状态评估与辨识精度 $\geq 90\%$ ；支持不少于 20 个典型场景（超视距场景不少于 8 个）、不少于 800 个对象、不少于 20 种感知方式的自主式交通系统载运装备及其运行环境状态感知；形成自主式交通载运装备及其运行环境状态感知与态势评估技术体系与标准规范 1 部，形成自主式交通系统安全协同感知与感知增强技术体系与标准规范 1 部。

有关说明：可设立青年科学家课题 1 项。

2.2 自主式交通系统互操作技术（共性关键技术）

研究内容：研究多种交通方式下不同自主化水平的人-载运装备-基础设施-交通管控等多主体间的机械、电气、信息等互操作机制与需求体系，以及不同自主化水平交通主体间融合感知、通信、控制等功能的互操作机理；研究不同自主化水平下的交通状态表达、发布与路权指派技术，以及不同自主化水平下的状态感知、决策、控制与响应语义化表达、理解和执行技术，研究自主式交通系统安全可信互操作机制，不同自主化水平下交通系统的系统性能增强导向的互操作技术，以及基于互操作机制的多交通主体态势协同认知与自主化运行决策技术；研究支持自主式交通系统互操作功能的感知、通信、控制、决策技术和信息安全技术；研发适应

不少于 3 种交通方式的自主式交通系统构建的互操作技术架构，研制自主式交通系统互操作技术研发支持与验证环境平台。

考核指标：形成至少 3 种交通方式自主式交通系统的互操作和信息安全技术架构，申请不同自主化水平下的多交通主体间互操作协议和语义信息交互标准；研制支持不同自主化水平交通主体间感知-通信-控制一体化交互装置，信息互操作时延 ≤ 10 毫秒、可靠性 $\geq 99.999\%$ 、传输速率 >1000 兆 bps；研制自主式交通系统互操作技术测试验证和可支持基于互操作和信息安全架构的自主式交通系统运行仿真验证集成平台，支持不少于 2 种交通方式、4 类主体、5 种数据类型、3 类协议信息的共性互操作测试验证；实现交通通行效率提升 15%；虚假主体互操作识别率高于 90%。

有关说明：可设立青年科学家课题 1 项。

3. 轨道交通载运装备与自主化系统技术

3.1 轨道交通调度控制一体化与联程运输服务技术（共性关键技术）

研究内容：研究轨道交通系统列车、基础设施和环境状态全息化感知与互操作技术，基于全息感知和运行态势辨识的列车自主运行控制技术；研究多模式耦合需求的列车运行

图动态智能编制技术，复杂路网条件下基于多专业协同、运力动态配置的智能综合调度指挥技术；研究面向多场景多类别多模式旅客出行的运输需求分析和精准预测技术，面向联程化的票务出行服务及多主体精准智能清分技术，适应联程化一体化服务、以客流需求预测与出行服务支持为核心的城际轨道交通路网协同运营技术体系；研发区域轨道交通运营与服务大数据云脑平台，研究综合调度指挥系统与列车自主运行控制系统集成与一体化技术，区域轨道交通路网一体化检测监测与智能运维等技术；建立自主化轨道交通综合调度指挥与列车运行控制一体化技术体系，研制适应区域轨道交通一体化运行的综合调度与列车运行控制成套系统装备。

考核指标：构建轨道交通系统运行及环境状态全息化感知与互操作验证平台，研制适应干线铁路列车自动驾驶水平达到 GoA3 级、适应城际铁路自动驾驶水平达到 GoA3 级（运营）和 GoA4 级（调车）的列车自主运行控制系统，完成不少于 100 公里的应用示范；研制运行图动态智能编制系统，区域路网综合调度系统；研制自主可控率为 100% 的调度指挥与列车运行控制一体化成套系统装备并完成面向区域轨道交通路网一体化运营的试验验证，实现追踪间隔缩短至 150 秒、线路通过能力提升 $\geq 10\%$ 、准点率提高约 3%、行车计划调整响应时间减少 20%、设备接口减少 20%；研发运输需求精准预测、一体化票务服务、多主体清分、智能客站服

务等核心系统，研发区域轨道交通智能化客运服务系统。

3.2 自主化轨道交通系统安全保障技术(共性关键技术)

研究内容：研究轨道交通自主化安全保障系统组分、功能及其互操作关系解、重构方法；研究面向载运工具的在线自供能、自学习的智能感知技术及设备，研究作业人员安全行为实时感知技术及设备，研究大范围超视距运行环境协同感知技术及装备；研究轨道交通系统安全全要素集数字对象规范表达、计算推演、载运工具安全运用研判、系统风险自主研判技术，研究突发事件场景数字孪生、动态评估与一体化应急响应技术；研制轨道交通系统自主化风险研判与应急调度指挥决策支持平台；研究轨道交通系统自主化安全保障虚拟/真实场景交互验证技术，构建虚拟/真实混合场景的轨道交通系统自主化安全保障测试认证平台；面向高速列车及高速铁路线路进行应用示范验证。

考核指标：建立我国轨道交通自主化运营安全保障与应急救援协同一体化技术体系和测试评估认证技术体系；形成轨道交通系统安全协同应对与保障一体化装备平台和虚拟/真实混合场景的轨道交通系统安全测试评估认证关键装备与平台；轨道交通人-机-环-管全要素风险综合辨识准确率大于 85%，平台响应周期小于 1 分钟；重大风险应对响应效率提升 50%；真实场景轨道交通系统安全测试评估认证平台功

能覆盖率大于70%;因技术原因导致的风险事故率降低30%。
面向高速列车及高速铁路线路进行应用示范验证。

4. 自主式道路交通系统技术

4.1 端网云一体化道路交通全要素智能控制技术（共性关键技术）

研究内容：针对自主式道路交通系统智能控制要求，研究面向不同自主化水平道路交通系统自适应控制需求、框架体系和控制机理；基于一体化场景的数据融合生态与标准化表达，构建自主式道路交通系统运行监测及全要素数据管理平台；研究网联车辆个体及群体通行反馈的道路交通智能控制方法体系，攻克行车交互博弈与随意驾驶防控技术；研发复杂场景下的人、车时空维度连续性关键要素自提取技术，研制新一代智能交互控制终端设备；建立面向不同自主化水平道路交通系统的多目标动态平衡响应规则和自适应融合联控策略集，开发端网云一体化交通全要素数字化交互响应控制平台并测试示范。

考核指标：行车交互博弈与随意驾驶防控类型不低于20种，自主式道路交通系统智慧控制多目标融合联控场景不少于5个；全要素数据管理平台数据模型工具不少于200个；信号控制交叉口平均延误时间减少 $\geq 20\%$ ，区域高峰时间车辆

平均行程速度提高 $\geq 25\%$ ；编制自主式道路交通信息感知和交通控制相关国家或行业标准（送审稿）不少于 2 项；在不少于 100 平方公里（涵盖高速公路和不同等级城市道路）的区域，进行不同自主化水平道路交通系统自适应智能控制测试示范。

4.2 自主式道路交通系统安全保障技术(共性关键技术)

研究内容：研究不同自主化水平道路交通系统运行风险源、车辆群体决策和交通事件演化机理，剖析车辆、道路基础设施等交通要素的协调失效机制；建立端网云一体化的自主式道路交通系统安全综合评价体系，攻克高精度时空同步的自主式道路交通系统安全态势感知与分层控制技术；研究不同自主化水平道路交通系统风险智能辨识、交通冲突消解、违法事故认定、自组织协同编队安全管控技术；研制融合不同交通要素运行安全态势的自主式道路交通系统安全保障、决策控制和主动干预技术及装备；研发面向不同自主化水平道路交通系统安全保障平台并测试示范。

考核指标：实现面向不同自主化水平道路交通系统的运行安全态势感知，态势感知准确率不低于 96%，其中危险和突发状态感知类型不少于 30 种，实现自动驾驶车辆与其他车辆、行人、非机动车的冲突，以及撞固定物、侧滑、侧翻等风险识别准确率不低于 97%、动态决策响应时间不超过 75

毫秒、主动式安全干预有效率不低于 95%，实现时空全过程交通信息实时交互预警研判；在典型城市的开放道路，实现不少于 100 平方公里（涵盖高速公路及不同等级城市道路）范围的不同自主化水平道路交通系统安全保障平台测试示范，在不少于 100 辆车上安装自主式道路交通系统主动干预技术装备。

5. 水运交通装备与自主化系统技术

5.1 船舶绿色动力系统构型与谱系化技术（共性关键技术）

研究内容：研究船用低碳/零碳燃料的雾化、燃烧和排放特性，低碳/零碳燃料物化改性和利用技术以及船舶适用性评估技术，船舶绿色动力系统谱系化技术；研究基于低碳/零碳燃料的船舶电力系统和多能联合推进技术，低碳/零碳燃料物化特性的船舶加注、储存、布置和安全管控技术；研究船舶低碳/零碳燃料动力系统数字化仿真、评估与设计优化技术，监控、故障诊断与运维支持技术；开展低碳/零碳燃料电力多能联合推进船舶和低碳/零碳燃料内燃机动力船舶应用示范。

考核指标：提出船舶低/零碳动力系统谱系，形成至少 3 种以上船舶低/零碳动力系统技术架构与发展路线图；开发 1 套适用于不同水域、不同船型、不同吨位的船舶绿色动力型

式适用性评估系统；开发 1 种典型船舶低/零碳燃料电力多能联合推进系统并完成装船应用示范，低/零碳燃料船舶发电功率 ≥ 800 千瓦，发电效率 $\geq 60\%$ （直流，以燃料低热值计），续航里程 ≥ 150 公里；开发 1 套船用低/零碳燃料内燃机性能优化设计软件，性能达到基于传统燃料同类主流软件的同等水平，软件仿真计算精度 $\geq 90\%$ ；研制 1 型低/零碳燃料船用中速内燃机样机（缸径 ≥ 200 毫米，功率 ≥ 1500 千瓦，热效率 $\geq 40\%$ ，燃料循环喷射量一致性不高于 $\pm 5\%$ ，NO_x 排放达到国际海事组织第三阶段排放限值标准，与传统柴油机相比 CO₂ 排放降低 $\geq 20\%$ ，PM 排放降低 $\geq 40\%$ ），形成 1 套低/零碳燃料内燃机驱动船舶设计方案，并完成装船应用示范；研发可支持低/零碳船舶电驱动/内燃机驱动的动力系统数字化仿真、监控与故障诊断平台，平台仿真误差 $\leq 3\%$ ，系统健康状态评估可信度 $\geq 80\%$ ，可设置非重复故障数 ≥ 200 个。

5.2 船舶运行能效提升与排放控制技术(共性关键技术)

研究内容：研究船舶运行多效应耦合机理与解耦机制，研究船舶高效减阻和动力系统高效润滑技术；研究船舶高效推进动力布局优化方法，研发船舶高效推进系统和辅助推进装置样机；研究船舶营运能效控制技术；研究船舶综合能效评估与验证技术；研究船舶温室气体排放监测、分析和评估验证技术，研究船舶温室气体排放控制与抑制技术。

考核指标：实现船舶高效减阻装置和动力系统高效润滑技术应用，降低船舶能耗 $\geq 3\%$ ；高效推进/助推装置样机单项装置提升船舶能效 $\geq 3\%$ ；研制多源协同调控的船舶营运能效优化平台并完成示范应用，船舶营运能效提升 $\geq 8\%$ ；开发 1 套船舶综合能效评估体系和验证系统；开发 1 套船舶动力装置温室气体排放在线监测、分析和评估验证系统（至少涵盖 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 三种温室气体，测量误差 $\leq 5\%$ ），研发船舶温室气体排放控制与抑制系统样机，并在典型动力装置的实船上示范应用。

有关说明：在船舶动力系统超润滑技术方向设置青年科学家课题 1 项，研究减摩、抗磨、抗极压和低灰分的船舶动力机械润滑新理论方法。实施周期不超过 3 年。

6. 绿色航空器与空中交通自主运行技术

6.1 有人与无人驾驶航空器融合运行关键技术（共性关键技术）

研究内容：针对大型无人驾驶航空器融入国家空域系统的迫切需求，重点开展有人与无人驾驶航空器的全空域融合运行关键技术研究。开展适用于融合运行的高容量、低延迟、高可靠性无人驾驶航空器指挥与控制链路系统关键技术研究；开展空地协同的无人驾驶航空器机载综合空域态势感知

与智能空中防撞技术研究；开展无人驾驶航空器自主安全间隔保持、运行风险评估、航路规划及安全监控关键技术研究；开展无人航空器监管规则体系研究；开展无人驾驶航空器多场景融合运行演示验证。

考核指标：无人驾驶航空器具备与有人驾驶航空器融合运行的能力，在终端区融合运行场景下空域利用率提高20%，符合 RTCA DO-362 标准（《指挥与控制链路最低运行性能标准》），支持无人驾驶航空器在航路、机场终端区运行的多模式指挥与控制通信系统；具备无人-无人、无人-有人冲突探测及解脱能力的无人驾驶航空器感知与防撞系统，对空监视 100 条航迹处理时间 ≤ 100 毫秒，空域监视能力 ≥ 50 公里，防撞决策计算时间 ≤ 50 毫秒，中高空管制空域防撞预警时间 ≥ 65 秒，机场终端区防撞预警时间 ≥ 55 秒；支持融合运行的无人驾驶航空器航路规划和安全风险评估系统；有人与无人驾驶航空器融合运行仿真、测试、验证平台；实现大型无人驾驶航空器典型航路航线、机场终端区的融合运行演示验证；形成有人与无人驾驶航空器融合运行的运行规则标准建议。

6.2 翼身融合民用飞机安全性和适航技术（基础研究）

研究内容：面向新一代航空器的绿色和安全发展需求，研究强耦合、强瞬变、强整体、强非线性特性下翼身融合民

用飞机的安全机理。研究非常规进气条件下背撑式发动机和分布式发动机失效机理及其关键影响因素，研究大侧风等特殊环境下风扇稳定性问题，建立涵道风扇安全边界预测方法和评估模型，研究相邻多转子非包容失效模式，建立相邻转子非包容安全性评估方法；研究非筒段多闭室翼身融合民机结构失效行为，建立复杂载荷下的典型结构强度及损伤容限评定技术，研究翼身融合民机客舱安全影响因素及致灾机理，建立复杂客舱环境下乘员疏散风险评估方法；研究翼身融合民机机体与推进系统集成气动设计技术、飞行安全评估方法、飞控系统安全性设计和评估方法，建立飞行性能、操稳特性和飞控系统适航评定平台；研究翼身融合民机适航审定标准架构和噪声评价指标体系，建立适航标准和符合性方法。

考核指标：建立边界层吸入效应风扇气动噪声一体化预测模型，涵道风扇安全边界预测误差 $\leq 15\%$ ，噪声峰值预测误差 ≤ 3 分贝；建立翼身融合民机结构坠撞安全仿真平台，机体触地载荷及地板导轨加速度峰值预测误差 $\leq 10\%$ ；形成翼身融合民机应急撤离分析模型和集成验证平台，乘员应急撤离预测误差 $\leq 10\%$ ；研制飞行安全评估缩比试验机，建立不少于20个场景的飞行安全评估模型库；形成翼身融合民机适航审定标准、噪声规定和咨询通告（建议稿），形成适航审定手册1套，行业标准4项（立项）。