

附件 2:

# 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 2024 年项目申报指南

(征求意见稿)

为落实“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“交通载运装备与智能交通技术”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现就 2024 年度项目申报指南征求意见。

本重点专项总体目标是：最终实现交通载运装备技术“自主可控”，在安全、运力、能耗、排放、环境友好和服役可靠性等关键本构性能方面达到国际领先水平；恢复和保持我国在轨道交通装备领域的国际领先行列地位；填补我国交通载运装备适应性空白；突破自主式交通系统基础前沿共性关键技术，形成具有国际领先水平的各种交通方式智能系统；为我国交通载运装备支撑“双碳战略”“交通强国”“国家安全”等战略提供科技创新能力和技术装备体系保障。

## 1. 交通运载装备共性技术

### 1.1 载运装备本构安全与智能运维技术（共性关键技术类）

**研究内容：**开展载运装备本构安全要素构成与相互作用机理研究，以材料与结构的理化性能、力学性能、服役状态、

环境影响分析为基础，研究载运装备本构安全的性能演化机理、服役寿命预测方法及评估技术，形成本构安全设计、服役寿命预测模型，建立全生命周期本构安全性能分析与评估方法及主体结构服役寿命预测方法；研究典型关键结构再制造修复、延寿安全性能保持及增强技术，形成修复方法、寿命评估及标准规范，研制相关再制造装备，并开展试验验证；针对典型关键结构服役状态，研究智能运维与监测技术，研究智能运维算法，研制无人安全巡检与智能维护机器人，建立智能巡检维护和作业规范并开展运维示范。

**考核指标：**形成完善的交通载运装备设计、研发、运维、修复、延寿一体化的全生命周期本构安全分析方法与评估体系，制定交通载运装备设计、研发、运维、修复、延寿一体化相关的全生命周期本构安全评估规范与标准；载运装备服役故障率降低 10%；研制主体结构延寿和再制造装备，载运装备的主体结构修复后试验寿命可延长 15 年，再制造后试验寿命可延长 20 年；建立载运装备故障分析与预警模型，典型故障识别准确率不低于 90%；研制安全巡检与智能维护机器人装备，辅助或替代工作人员完成 70% 以上日常值班职责，建立自动化巡检维护和作业规范；实现轨道交通移动装备、船舶无人运维示范，运维效率提高 30% 以上。

**关键词：**本构安全，寿命预测，再制造，智能运维

## 2. 自主式交通系统共性技术

## 2.1 自主式交通系统评估与试验验证技术(共性关键技术类)

**研究内容:** 研究不同自主化水平下多维可演进自主式交通系统构建技术, 建立自主式交通系统、相关技术及其使能/赋能技术成熟度评估指标体系; 研究自主式交通系统全过程功能试验验证方法, 构建功能完备且可配置的自主式交通系统信息物理混合试验验证环境; 研究功能、性能、技术异质的自主式交通系统各个要素及其互操作关系匹配和耦合技术, 构建自主式交通系统功能模块自主重组与系统自主运行技术; 研究面向不同场景的自主式交通系统各功能模块、各系统参数自动化定制与动态环境下系统模块在线优化配置技术。

**考核指标:** 形成自主式交通系统设计、优化与融合演进理论方法, 建立自主式交通系统成熟度评价指标体系; 搭建专用的功能可配置的自主式交通信息物理混合试验验证环境, 支持不少于 4 种交通方式、不少于 20 种感知方式 (至少具备 1 种基于北斗的感知方式)、不少于 5 种通信制式、不少于 100 种功能测试, 支持“端-边-云”协同计算和决策模式, 以及功能与能力远程在线调整和配置; 建成响应需求和约束动态变化下的自主式交通系统模块在线优化配置能力, 支持 4 种交通方式、不少于 12 个自主式交通系统定制化场景, 支持不同场景的结构和参数可配置的要素模块不少于 60 个、互操作关系模块不少于 120 个, 支持不少于 30 个需求

和约束下的自动化定制自主式交通系统，实现需求和约束动态变化下自主式交通系统模块在线最优配置方案生成时间 $\leq 1\text{min}$ ；制定自主式交通系统全过程设计与运行、试验验证环境构建与运行、技术成熟度评价和系统定制化等相关技术标准与规范体系。

**关键词：**自主式交通系统，成熟度评估，混合试验验证

## 2.2 轨道交通自主式交通系统评估与试验验证技术（共性关键技术类）

**研究内容：**研究不同自主化水平下自主式轨道交通系统代际特征及其演进方式；研究自主式轨道交通系统相关技术及其使能/赋能技术成熟度评价指标体系和评估技术；研究功能完备且可配置的自主式轨道交通系统信息物理混合试验验证环境构建技术，建立支持功能及能力远程在线动态配置的分布式虚拟现实联合仿真试验验证场景；研究功能模块自主重组与系统自主运行技术；研究功能、性能、技术异质的自主化轨道交通系统各个要素及其互操作关系匹配和耦合技术；研究自主化轨道交通系统参数可配置和模块自适应配置技术，研究自主式交通系统相关技术标准与规范构建技术。研发基于列车群组运行方式的自主式交通系统成套装备并进行现场验证。

**考核指标：**形成自主式轨道交通系统全过程设计与运行技术规范；形成自主式轨道交通系统测试验证场景构建与运

行标准规范；形成自主式轨道交通系统及其相关技术成熟度评价标准规范；自主式交通系统定制标准规范。建成具备循环测试和运能远程在线调整和配置能力，基于“端-边-云”协同计算和智能决策的自主式轨道交通信息物理混合试验验证环境，支持不少于4种轨道交通方式、20种感知方式、5种通信制式、100种功能的测试。建成支持不少于12个自主式轨道交通系统定制化场景，支持不同场景的结构和参数可配置的要素模块不少于60个，互操作关系模块不少于120个；建成支持不少于30个需求和约束下的自动化定制自主式轨道交通系统；形成支持需求和约束动态变化下的自主式轨道交通系统模块在线优化配置方案，最优方案生成时间 $\leq 1\text{min}$ 。

**关键词：**自主式轨道交通，自动化定制，混合试验验证

### 2.3 自主式交通系统技术集成应用（应用示范类）

**研究内容：**针对自主式交通系统集成应用需求，研发软硬一体、弹性适用的自主式交通系统集成技术，研制感-存-算-网-控成套设备及布局方法，突破存算网资源大规模调度管理技术；研究自主式交通系统业务场景集和标准化数据结构，提炼业务共性数据预处理需求，设计可插件式的数据总线，研制自主式交通系统的数据层核心处理组件；研究自主式交通系统感知、互操作、计算和数字孪生模块集成管理技术，构建自主式交通系统算法模型库，提供不同业务场景服

务接口；研究多应用并发的设备系统权限安全管理机制与技术，研发自主式交通系统管理服务平台；开展自主式交通系统典型场景集成示范。

**考核指标：**研制自主可控的自主式交通集成系统及体系化装备，事件驱动的端到端响应时间小于 1 秒，超大规模资源调度节点大于 2 万个；数据总线可接入不同类型、不同厂家设备>10 种，接口协议>20 种；自主式交通系统集成算法模型>20 个，提供不同场景二次开发服务接口>100 个；多应用并发的设备系统权限安全保障率达到 99.99%，形成具备服务国家级自主式交通运输系统管理平台的技术能力，具备全国自主式载运装备数据广泛接入能力，至少接入 1 类交通方式、5 个运营服务商、2 类应用服务场景、10 万规模以上载运装备数据；选择不少于 2 座城市开展自主式交通系统综合应用示范（至少包括公路自主式监测调度与智慧扩容场景等），业务场景规模化应用配套边端自主式操作系统不少于 1000 套，服务自主载运工具不少于 1000 个。

**关键词：**自主式交通系统，数据总线，管理服务平台，集成示范

### 3. 轨道交通载运装备与自主化系统技术

#### 3.1 新型管轨运输系统（共性关键技术类）

**研究内容：**研究适合大宗散货和市郊物流接入运输的新型管轨适应性、运输模式及构成要素，研究管轨运输系统不

同类型运输节点功能及能力配置设计与布局技术，研究管轨运输系统空间网络拓扑设计技术，形成系统总体方案、运输节点功能和能力配置、布局以及空间网络拓扑等设计方法，建立新型管轨运输系统技术标准体系；研究新型管轨运输系统线网控制指挥集成模式，研究智能运输组织、服务一体化、无人化技术，研究自主控制、单车智能、自动装载、协同运行技术，研究实时监测预警与线网运能精准动态调整技术和应急响应模式，研究管轨运输系统牵引驱动、制动和供电技术，以及低成本磁悬浮支撑与导向技术，研制智能运输组织、牵引驱动、制动、供电、自动装卸装备，建设试验线并开展试验验证。

**考核指标：**新型管轨运输系统的原型技术试验线，最高速度不小于 100km/h，满足冷藏、生鲜、白货等不同货物运输的需求。低成本磁浮走行平台 3 台、集成化轻量化的集装设备 3 台。运输成本较现有城市货运物流系统降低 30%，运行能耗降低 30%，运输效率提升 30%，形成技术标准不少于 10 项，完成系统试验验证。

**关键词：**管轨运输系统，协同控制，动态调整

### **3.2 铁路客货协同运输装备关键技术研究（应用示范类）**

**研究内容：**研究客货协同（或客货混编）运输装备智能运输组织技术，研究运输物流组织与站场设施匹配技术，研究运输装备线桥适应性技术，研究轨道交通枢纽多模式货物

转运技术，研究运输装备智能配置与追踪技术，建立适用于高速、市域、城际铁路的客货协同运输技术体系，构建运输综合仿真系统；研究客货混编模式下车辆间动态载荷识别与运行状态评估技术；研究载荷不均衡条件下运输装备系统动力学、悬挂参数匹配、振动模态匹配及动态适应性技术；研发转向架轴重动态均衡自动调节系统，研究不同货物重量、外形与运输装备的物理空间、车载载荷自动均衡、智能装卸技术及装备，构建数字化、标准化实时物流信息管理和监测平台，研制智能客运、货运、客货协同运输装备，并开展试验验证。

**考核指标：**客货协同运输装备智能运输组织系统、悬挂参数自适应系统、车载载荷自动均衡系统、货物自动装卸系统样机各一套，实时物流信息管理和监测平台一套，运输综合仿真系统一套，智能客运、货运、客货协同运输装备一组，速度不小于 250km/h，中间车载货空间  $> 85\text{m}^3$ ，在既有动车组改造或新造车辆上试验验证。

**关键词：**运输装备，客货协同，载荷自动均衡

### 3.3 轨距自适应跨国联运重载货运设备关键技术（应用示范类）

**研究内容：**围绕“一带一路”国家不同铁路运营环境和标准要求，研究货运列车踏面与不同轨道断面、材料、载荷的接触性能匹配技术，研究超长交路轨距自适应货运列车动力

学及安全性保障技术，研究服役环境、运行速度、线路模态、运维体系对轨距自适应转向架关键部件可靠性的影响因素，研究转向架变距机构与地面驱动机构的作用关系，形成轨距自适应转向架设计规范；研究轨距自适应转向架各子系统互操作关系，研究转向架变距机构工作机理、结构强度、疲劳寿命、安全保障等技术，研究地面驱动机构关键技术；研究货运车辆轨距自适应转向架及地面驱动机构寿命评估技术，研制跨国货运装备的轨距自适应转向架及地面驱动机构样机，研制轨距自适应跨国货运装备样车并开展试验验证。

**考核指标：**轴重 $\geq 23t$ ，运营速度 100km/h；适应轨距 1435 ~ 1520mm；列车变轨距速度不低于 5km/h，跨线工作效率提升 60% 以上；转向架变轨机构寿命不低于 20000 次，安装轨距自适应转向架车辆不少于 3 辆。

**关键词：**轨距自适应，部件可靠性，安全保障

### **3.4 列车运行黏着动态提升与接触网高效除冰技术与应用示范（应用示范类）**

**研究内容：**针对列车复杂服役环境，研究服役环境恶化与轨面、接触网表面状态劣化演进机理，构建轨面、接触网表面状态变化演进模型，研究在不同环境下（雨、雪、冰等）和运行速度下轮轨黏着系数动态变化规律，研究不同发车间隔对轮轨黏着系数动态变化影响趋势；研究列车运行时轮轨、弓网状态实时监测技术，研究基于人工智能算法的黏着

智能预测技术，研制黏着力预测系统；研究轮轨黏着韧性增强方法，研究基于黏着力预测系统的新型高效轮轨黏着状态复原技术，研究接触网除冰技术，研制相关装备，形成相关规范，提升列车在恶劣环境条件下黏着利用率和弓网接触性能。

**考核指标：**不同环境下（雨、雪、冰等），轨面、接触网表面状态演化模型各三套，黏着系数动态变化模型一套，不同发车间隔对轮轨黏着系数动态变化影响模型一套，模型准确率 90% 以上；构建黏着力在途实时智能预测模型，轮轨黏着状态预测精度 90% 以上；轮轨状态修复系统一套，轮轨黏着系数修复至正常状态 90% 以上；接触网快速除冰装备样机一套，接触网修复至正常状态 95% 以上；制定列车运行动态黏着计算指引 1 项，接触网除冰标准 1 项；在城市轨道交通或重载铁路或高速铁路等环境下开展应用验证。

**关键词：**列车服役环境，轮轨黏着，智能预测

## **4. 道路交通装备与自主化系统技术**

### **4.1 自主式道路交通系统自组织运行技术(共性关键技术类)**

**研究内容：**基于交通系统多主体协同感知和数字孪生共性技术，研发道路交通系统全要素数字化采集、更新及分发技术；构建人-车-路行为态势和环境状态高度融合的道路交通全要素数字化孪生系统；基于数字孪生系统研究大规模智能车辆在环的道路交通系统实时推演技术，研发自主式道路

交通实时在线推演平台；研制道路交通系统自组织运行的“端-边-云”系统装备，研究自主式道路交通系统自组织运行平台架构，建立自主式道路交通系统自组织运行平台；研究多因素约束下适配动态交通需求的供需撮合、行程规划和道路时空资源配置的自组织优化技术，研发基于空-天-地的高可靠、高可信道路交通系统自组织及智能调度一体化技术，并开展示范应用。

**考核指标：**构建人、车、路、环境信息全要素数字化模型库，形成道路交通数字化孪生原型系统 1 套，实现全要素数字化率不低于 90%，动态要素更新准确率大于 95%，要素采集位置精度小于 5 厘米；建立人、车、路行为模型不低于 100 种；研发基于数字孪生系统的大规模智能车辆在环道路交通实时推演平台，系统实时在线推演时间小于 5 秒，推演精度大于 85%；研制道路交通系统自组织运行的“端-边-云”的系统装备，实现不少于 50 种场景下交通运行规则和决策行为的自组织响应时间小于 1 秒；在典型城市道路和高速公路/城市快速路建成面向不同渗透率下的道路交通实时在线推演平台及自组织与智能调度运行系统，规模不少于 100 平方公里（城区），不少于 200 公里（高速），道路交通自组织运行场景超过 50 个，城区道路交通整体出行效率提升 30%，高速公路/城市快速路的通行能力提升 25%。形成道路交通系统人、车、路、环境、信息全要素、高精度、可计算数字化

建模相关国家/行业标准 1 个，形成道路交通系统自组织“端-边-云”系统标准规范 1 个。

**关键词：**自主式道路交通系统，自组织运行，数字孪生，“端-边-云”系统

## 5. 水运交通装备与自主化系统技术

### 5.1 港口装备绿色动力与能效智能管控技术（共性关键技术类）

**研究内容：**研究港口装备集群清洁能源应用能效提升技术架构，研究适配港口规模与功能特性的集成多清洁能源“储-运-加-用”的动力装备总成、驱动、快速切换技术，研制相关装备；研究多清洁能源互补分布式微电网组网、容量配置、调峰、调频技术，形成微电网供电系统设计方案，研制港口多种清洁能源的微电网供电组网系统；研究频繁宽载荷工况港口装备集群高效能驱动及能量回收控制技术；研究港口多种清洁能源应用安全风险辨识、评估方法，研发基于数据驱动的风险在线评估系统，形成港口装卸、输送和搬运装备集群的绿色动力安全保障技术体系；研究港作船舶脱碳技术及装备；研究港口装备集群生产作业与能效提升的协同优化技术，研发集“采集-调度-控制-反馈-评估”全链条的港口装备集群智能管控系统并开展示范应用。

**考核指标：**形成能效提升技术标准体系，形成标准 $\geq 2$ 套；构建适配港口规模与功能特性的港口装备集群清洁能源综

合匹配技术方案，适用码头类型 $\geq 3$ 种；研发多能源动力总成与快速切换装备各1套，清洁能源 $\geq 3$ 种，总成动力系统功率 $\geq 350\text{kW}$ ，且再生能源回收效率 $\geq 60\%$ ；研发多清洁能源的微电网供电组网装备1套；研发港口装备集群用能安全监测与保障系统，覆盖不少于3种清洁能源动力系统，安全指标不少于15种类型，且故障检出率 $\geq 95\%$ ；研发支持至少5类不同生产作业要素的能效优化协同调度系统，装备与能源匹配延迟时间 $\leq 5$ 秒；港口装备集群运行能效智能管控系统在不少于3个不同类型的吞吐量超过5000万吨的大型码头进行示范，接入港口装备不少于100台，能源种类不少于5种（其中清洁能源不低于3种），实现港口单位吞吐量生产综合能耗下降10%、碳排放量下降15%。

**关键词：**绿色动力；港口装备集群；能效管控；能效优化；清洁能源

## 5.2 水上交通安全管控关键装备研发与示范应用（应用示范类）

**研究内容：**研究新一代水上交通安全管控技术体系；研究水上目标多维感知与识别技术，研制具有自主知识产权的适用于复杂水面航行场景识别的高性能、高可靠水面目标监测系统及关键装备；研究多人协同海图生产制图、质量控制及数据异常溯源技术，研发符合相关国际标准的海图生产制图软件系统；研究海量多模态水上交通大数据融合、挖掘与

智能化水上交通管控技术，研发面向典型交通场景的一体化水上交通安全智能管控平台并开展示范应用。

**考核指标：**形成水上交通安全智能管控平台建设、运行与操作指南，发布至少2项符合IMO要求的水上交通管控标准规范；通用测试条件下，雷达1m<sup>2</sup>RCS最大作用距离≥7.5海里，目标处理容量≥100000批，目标识别准确率≥96%；研发支持S57数据格式、S100系列标准海图生产制图软件系统，海图空间数据库支持PB级存量海图数据迁移，电子海图矢量数据量≤5Mb/幅，矢量数据符合性检查通过率≥99%，海图输出颜色精度 $\Delta E < 1$ ，支持数据保护和有效性验证；构建水上交通安全智能管控平台，平台网络安全达到三等保护等级，水上交通活动事件识别准确率≥99%，到港船舶压港率降低30%，平台运行环境并发量≥5000QPS，符合国际组织新一代水上交通安全管控系统相关标准，在海事管理、航海保障、航运企业、港口等4类以上场景中开展示范应用。

**关键词：**水面目标监测，海图生产，水上交通管控

### 5.3 近海船舶远程驾控与自主航行技术及应用示范（应用示范类）

**研究内容：**远程驾控与自主航行顶层架构、功能需求、安全与可靠性技术；面向船舶远程值守的多源感知融合与环境目标识别技术；近海远程驾控以及复杂水域航线自主优化、自主航行控制技术；岸基沉浸式人机交互技术以及近海

弱通信条件下的高效互操作技术；船舶主推进系统一键启停技术；通航密集区、狭窄水道等复杂水域船舶远程驾控与自主航行高可信度测试技术；形成远程驾控与自主航行标准规范，并面向我国近海典型航线开展远程驾控与自主航行应用示范验证。

**考核指标：**研发远程驾控和自主航行系统，实现近海典型航线 1000 吨级以上近海船舶全航程示范应用。打造远程岸基驾控中心，远程驾控系统具有船舶态势孪生与实船场景切换功能，远程监控船舶数量 $\geq 100$  艘，可同时操控 $\geq 2$  艘，复杂水域远程值守感知目标识别准确率 $\geq 98\%$ ，船端响应指令平均时延 $\leq 200\text{ms}$ ，航迹控制精度小于一倍船宽；船载系统实现远程驾控和自主航行功能，自主避碰决策时间 $\leq 3\text{s}$ ，全航程航线优化时间 $< 20\text{s}$ ；自主航行船舶高效可靠互操作装备实现航行互操作、机电互操作场景各不小于 40 个，船舶机舱可远程操作的设备 $\geq 30$  个，可实现机电互操作的系统 $\geq 10$  个；研发远程驾控与自主航行全任务测试与评估系统与装备，性能测试可信度 $\geq 95\%$ ；发布远程驾控与自主航行技术标准规范 $\geq 3$  份。

**关键词：**近海船舶，远程驾控，岸基一键启停，高效互操作，高可信度测试

## 6. 绿色航空器与空中交通自主运行技术

### 6.2 空中交通管理智能化运行关键技术与验证（共性关键技

术类)

**研究内容：**面向复杂空域环境下空中交通安全高效运行的需求，研究构建基于多端协同的智能化空中交通管理技术体系；突破空管多模态信息智能处理、空中交通时空运行图动态构建与优化调度、空中交通管制指令智能生成与自主化间隔管理、多主体全阶段高效协同运行等关键技术；研发空中交通航迹智能规划与管理系统、智能管制指挥系统、多主体智能协同决策系统等系统装备；围绕繁忙空域高密度运行、恶劣天气下航班协同运行等场景，开展综合应用验证。

**考核指标：**构建智能化空中交通管理技术体系 1 套，至少覆盖能力、数据、业务、服务、系统等 5 个维度以上的要素组成；研发空中交通航迹智能规划与管理系统 1 套，具备全国空中交通时空运行图的动态构建与监视预警能力；研发空中交通智能管制指挥系统 1 套，具备空域运行监视、飞行冲突预警、间隔管理、管制指挥调配等能力，对管制员操作习惯模仿精准度超过 80%，预警准确率不低于 90%，单个扇区内可同时监视和引导 12 架以上航空器；研发多主体智能协同决策系统 1 套，支持空管、机场与航空公司的多主体协同决策能力，重大事件响应时间缩减 20%；开展繁忙空域高效管制、恶劣天气下航班协同运行等业务场景的应用验证，实现民航各级空管单位之间以及空管和航空公司之间的航班协同调度，空中交通运行效率提升 10%，形成空管系统智

能化运行规范（建议稿）2项，形成空管系统智能化运行规范或技术规范不少于2项（建议稿），内容至少包括运行概念、系统构架、技术要求、实施路线图等方面。

**关键词：**空中交通管理，航迹规划管理，智能管制，多主体协同决策

浙江大学 dongxianwei2023