

附件 1

交通运输部重点实验室建设指南(第二批)

一、路基增韧与防灾抗灾

研究目标:重点研究路基工程韧性增强、防灾与抗灾理论、技术及方法体系。攻克复杂地质与不利气候条件下路基工程韧性演化规律和灾变多因素耦合与链式传递机理、韧性设计理论、性能感知原理等科学问题,突破路基工程增韧设计、灾害评估、防灾抗灾等关键核心技术,形成路基工程“韧性评价与增强—灾害感知与预警—性能恢复与评估”全链条理论、技术及标准体系,支撑实现路基工程高质量发展。

重点任务:

1. 复杂环境下路基工作性能演化规律与灾变机理;
2. 路基工程韧性设计理论方法与增韧技术;
3. 路基工程灾害智能感知、评价与预警方法;
4. 路基工程防灾抗灾设计原理与技术。

建设目标:2 年建设期内,构建路基工程不少于 3 类典型灾害的演变模型、增韧技术、感知预警方法;提出不同灾变条件下路基工程韧性提升与防控关键技术。

建设期满转入运行期 5 年内,构建路基工程不少于 6 类典型灾害的演变模型、增韧技术、感知预警方法,搭建典型灾害智能预警平

台；构建路基工程增韧与防灾抗灾技术体系；形成路基工程韧性评估与设计、灾害智能感知装备与预警平台、性能快速恢复材料及工艺的系列标准。

二、道路固废资源化利用

研究目标：重点开展多源工业固废低碳高值资源化利用理论、机理与方法研究。攻克固废品质波动大等难题，揭示复杂服役环境下多源固体废物相与理化特征演化规律、性能演化与劣化机理等科学问题，突破固废源头低碳化定向处理、有害物高效长期稳定等关键核心技术，建立评价标准和工艺工法体系，支撑道路基础设施绿色低碳转型与可持续发展。

重点任务：

1. 复杂环境下多源固废高值化再生机理及服役性能表征；
2. 多源固废跨尺度协同高值化改性设计理论与方法；
3. 多源固废道路应用全生命周期耐候与耐久调控方法；
4. 多源固废低碳高值无害化利用评价及标准体系。

建设目标：2 年建设期内，揭示不少于 3 种多源固废材料再生机理，建立其高值资源化利用关键控制指标，提出固废高值化利用低碳改性设计理论与方法；提出不少于 3 种多源固废跨尺度协同改性技术方案；开发不少于 3 种全寿命周期低碳长效的高性能固废基道路材料。

建设期满转入运行期 5 年内，构建 6 种以上长寿命道路多源固废资源化高值利用的技术体系；形成涵盖原材料性能评价、固废高

值化再生设计、施工技术方法与高值化利用标准规范不少于 6 项；提出风险管控与推广应用的技术政策。

三、桥梁工程地震灾变防控

研究目标:重点研究特殊地震动时空特征及地震链生灾害下桥梁灾变机理、复杂环境桥梁(群)抗震性能及风险评估、抗震韧性提升技术。攻克超长周期与近断层地震动时空特征、地震链生灾害下桥梁损伤演化机理等科学问题,突破特殊地震动模拟、桥梁群地震风险评估、震时调控与震后快速恢复等关键核心技术,形成桥梁工程地震灾变防控理论方法与技术体系,增强桥梁抗震安全与韧性。

重点任务:

1. 特殊地震动时空特征及地震链生灾害下桥梁灾变机理;
2. 复杂环境下桥梁时变抗震性能及桥梁群地震风险评估方法;
3. 桥梁震后韧性评估方法与韧性提升关键技术。

建设目标:2 年建设期内,提出特殊地震动模拟方法,地震动有效频段覆盖 0.05Hz 至 10Hz;明确复杂环境及地震链生灾害下桥梁抗震性能演化机理,包含地震引发的链生灾害场景不少于 2 种。

建设期满转入运行期 5 年内,建立桥梁结构震后状态智能感知与韧性评估方法;提出抗震韧性提升相关技术不少于 2 项,震后通行能力较现有技术水平下提升 20%以上,并完成 3 处以上示范应用;形成桥梁工程地震灾变防控相关标准不少于 2 项。

四、桥梁工程风致灾变防控

研究目标:重点研究桥梁风致灾变防控,攻克桥梁特异风特性

精细化建模、大跨桥梁特异风致灾机理与韧性评估、多模态风振控制理论、数物融合风效应预测与增韧关键技术等科学问题,突破“风—桥”耦合精细化计算、智能风振主被动控制、数物融合驱动风效应预测与韧性提升等关键核心技术,突破桥梁风致灾变防控关键技术,实现大跨桥梁风效应精准预测和主动防控,形成具有自主知识产权的桥梁风致灾变防控技术体系。

重点任务:

1. 桥梁特异风效应精细化分析及灾变机理;
2. 复杂风环境下桥梁抗风性能多维感知与风险评估;
3. 抗风韧性评估及基于主被动控制的韧性提升技术。

建设目标:2 年建设期内,建成覆盖山区、沿海等典型场景的特异风特性数据库,包含不少于 3 座代表性大跨桥梁的实测风场与结构响应数据;构建数据驱动的桥梁风效应智能预测模型,关键风振指标预测精度较现有方法提升 $\geq 20\%$ 。

建设期满转入运行期 5 年内,建立风振精细分析与韧性设计理论体系,发展融合在线监测的桥梁风环境/效应智能预测系统,风振预测准确率提高 $\geq 50\%$,实现核心智能控制装备自主知识产权率超过 70%,形成具有自主知识产权的桥梁风致灾变防控技术体系,并形成行业标准送审稿不少于 2 项。

五、桥梁工程水致灾变防控

研究目标:重点发展桥梁水致灾变智能计算、水下智能感知、抗水韧性提升的理论方法与关键技术。攻克桥梁水下智能计算与水

致灾变机理等科学问题；突破桥梁水下智能感知与数字底座构建等关键核心技术，构建桥梁抗水韧性分析评估与提升方法，研发桥梁水下修复材料与检修无人装备，提升桥梁水致灾变防控能力。

重点任务：

1. 桥梁水下智能计算与水致灾变机理；
2. 桥梁水下智能感知与数字底座构建；
3. 桥梁抗水韧性分析评估与提升方法；
4. 桥梁水下修复材料与检修无人装备。

建设目标：2 年建设期内，构建水致灾变高质量数据集，研发智能计算、水下智能感知、抗水韧性提升等关键技术，并完成 2 处以上示范应用。

建设期满转入运行期 5 年内，构建桥梁工程水致灾变防控完整理论方法与技术体系，建成桥梁水致灾变防控平台，研发水下修复材料与无人装备，水灾推演效率提升 100% 以上、水下感知精度提升 50% 以上，建立单桥与桥群韧性评估模型 2 套，形成桥梁工程水致灾变防控相关标准不少于 2 项。

六、桥梁工程智能建造

研究目标：重点发展桥梁智能设计、智能制造、智能施工三大方向的理论与方法。攻克数物融合驱动的多目标优化、预制构件生产与智慧梁场数智管控、装备自主作业与群智协同调控等科学问题。突破桥梁智能设计算法、构件智能制造及梁场数智管控、装备群协同调控关键核心技术，形成桥梁智能建造理论方法与工程技术体

系,推动行业数智化升级。

重点任务:

1. 基于数物驱动的桥梁多目标智能设计理论与优化方法;
2. 面向预制构件智能生产的智慧梁场数智管控技术;
3. 基于装备群自主协同控制的施工场景调控理论。

建设目标:2 年建设期内,构建桥梁智能设计、智能制造及智能施工核心理论框架,建成基于数物驱动设计、孪生智造与数智施工的基础模型。

建设期满转入运行期 5 年内,构建桥梁智能建造完整理论体系,提出桥梁构件智能制造、数智管控与装备协同控制核心技术;建立桥梁智能设计、智能制造及智能施工技术体系;形成桥梁工程智能建造系列标准。

七、在役桥梁安全风险评价与管控

研究目标:重点发展正常服役环境与运营荷载作用下桥梁服役状态信息挖掘、数字孪生、风险概率智评与主动管控理论方法,攻克多源异构数据融合、抗力/荷载时变建模、风险概率量化、数智预警与闭环决策科学问题,突破信息挖掘、孪生推演、时变可靠度评价、概率量化预警与闭环管控等关键核心技术,形成在役桥梁安全风险评价与管控技术体系,推动在役桥梁运维管控模式向智能主动运维转变。

重点任务:

1. 在役桥梁正常服役环境与运营荷载多源信息融合算法;

2. 基于数物融合与时变可靠度的桥梁安全风险概率评估理论与方法；

3. 基于数智预警与闭环决策的桥梁安全风险主动管控方法。

建设目标:2 年建设期内,构建在役桥梁安全风险评价与管控理论框架,建立多源异构数据融合挖掘、数物融合建模、数字孪生动态更新和风险概率评价基础模型 4 套,研发桥梁风险评价与数字推演原型软件或模块 1 套,完成典型桥梁示范验证。

建设期满转入运行期 5 年内,形成在役桥梁安全风险评价与管控完整理论体系,建立在役桥梁安全风险评价、孪生推演与主动管控技术体系,形成系列标准、指南和应用平台。

八、隧道工程增韧延寿

研究目标:聚焦长寿命隧道结构及寿命延长需求,围绕隧道韧性技术、长期性能演化规律与服役寿命预测、高地应力、高地温、高水压、强腐蚀、冻融循环、地震等复杂服役环境下结构劣化机理与韧性提升等科学问题开展攻关,突破隧道高韧性长寿命结构体系与材料、结构状态多源感知与精准表征、韧性精准评估与快速延寿等关键核心技术,形成隧道工程增韧延寿理论、技术与标准体系,支撑隧道设施高质量建设与运营。

重点任务:

1. 多场耦合下长寿高韧隧道新材料与新结构设计理论与方法；
2. 隧道韧性评估理论与精准评估方法；
3. 融合多源智能感知与数字孪生的隧道工程全寿命性能演化

机理与寿命预测；

4. 隧道性能保持、韧性提升、寿命延长与灾损恢复技术、装备及标准体系。

建设目标:2 年建设期内,健全隧道韧性理论体系及设计方法,研发不少于 3 项高韧性长寿命新材料或新结构,核心构件韧性提升幅度不低于 20%、耐久性能提升不低于 30%;揭示隧道结构全寿命性能演化机理,开发不少于 3 项适配隧道复杂环境的多源感知体系及轻量化监测装备,监测精度满足行业规范要求,潮湿/腐蚀/高地温等极端环境下连续服役寿命不低于 10 年;建成极端环境下隧道结构长期性能演化模拟与试验验证平台,可模拟至少 4 种极端环境要素的耦合作用;攻克隧道性能保持、韧性提升和寿命延长的低扰技术,开发不少于 3 套快速增韧延寿的新型技术及维修专用装备,运营期施工扰动时间缩短不低于 40%。

建设期满转入运行期 5 年内,完善隧道韧性评价模型,评估要素覆盖率达 90%;隧道多源感知体系及轻量化监测装备的工程应用不少于 10 台套,实现关键监(检)测项目的自动化、无人化,形成国家标准或行业标准不少于 2 项;建立隧道增韧延寿建设、运营、养护全周期成套技术体系,支撑隧道使用寿命延长。

九、隧道工程智能化建养

研究目标:聚焦隧道工程智能建造与智慧运维中的基础理论瓶颈,围绕隧道“围岩—结构”系统多尺度耦合演化机制、施工过程异构数据实时推演与智能决策、在役隧道性能时变规律与韧性维持等

科学问题开展攻关,突破多源数据融合的隧道围岩智能分级与稳定性动态评价、施工全要素数字孪生建模与实时推演、在役隧道结构性能智能诊断与韧性评估等关键核心技术,形成涵盖“智能感知—数字孪生—协同管控—智慧建维”全链条的隧道工程智能化建养理论、技术与标准体系,支撑隧道工程建维的智能跨越。

重点任务:

1. 隧道“围岩—结构”耦合演化机理与智能感知理论;
2. 隧道全寿命周期数字孪生模型演化规律与精准映射方法;
3. 多源异构数据融合的服役性能诊断与保持理论;
4. 隧道建维全过程协同管控及智能决策方法。

建设目标:2 年建设期内,揭示隧道“围岩—结构”系统性能演化规律,提出不少于 2 种稳定性动态评估方法;构建适应复杂环境的隧道多源智能感知体系,提出不少于 4 类信息的时空融合方法;建立基于多源监测信息的数字孪生模型构建与结构寿命预测模型,寿命预测平均绝对百分比误差 $\leq 15\%$,研发不少于 3 套隧道建造和运维的智能检测装备/机器人,形成智能建造管控系统与智能运维管控平台框架各 1 套。

建设期满转入运行期 5 年内,构建覆盖隧道全生命周期的数据治理体系及标准化流程,形成包含不少于 15 种核心算法的标准化理论方法库;建成覆盖“智能感知—数字孪生—协同管控—智慧建维”全环节的智能化协同建养云平台,在不少于 5 项重大隧道工程中实现规模化应用,形成不少于 3 项的涵盖智能感知、数字孪生、智

能管控、智慧运维的国家标准或行业标准等。

十、隧道工程地震灾变防控

研究目标:重点研究高烈度地震区不良地质段隧道工程震害机理、性态感知、风险评估与震害防控技术与方法体系。攻克不良地质段隧道“围岩—衬砌”跨尺度力学表征与“劣化—损伤—破坏”灾变机理等问题,突破围岩应力与结构性态感知、地震灾变情景推演、震害风险智能评估与灾害防控等核心技术,形成高烈度地震区隧道工程震害“机理揭示—性态感知—智能评估—灾害防控”全链条理论、技术及标准体系,支撑高烈度地震区隧道工程全寿命周期内安全运维。

重点任务:

1. 强震区隧道工程动力响应性态感知与情景推演;
2. 强震区隧道工程动力灾变与演化机理;
3. 强震区隧道工程动力灾害风险评估方法;
4. 强震区隧道工程动力灾害防控与韧性提升。

建设目标:2 年建设期内,提出隧道“围岩—结构”性态跨尺度表征方法,揭示强震与断裂错动耦联下隧道动力灾变机理;建立隧道“围岩—衬砌”性态感知、地震灾变数字孪生情景推演技术;研发不少于 2 种隧道新型缓冲吸能材料与结构,材料压缩量不小于 60%,构建隧道工程高效减震抗错断韧性支护技术。

建设期满转入运行期 5 年内,提出强震区隧道工程震害风险智能评估方法,构建适配活动断裂错动与强震震动的隧道工程震害防控与韧性提升技术,最大适错量 $\geq 60\text{cm}$,制定隧道工程动力灾变性

态感知、风险评估和震害防控国家标准或行业标准,工程应用示范不少于 3 处。

十一、隧道工程火灾防控

研究目标:重点发展复杂隧道火灾及复合链生灾害演化机理与智能防控技术。攻克隧道中新能源汽车火灾动力学理论,隧道结构在高温与爆炸冲击耦合下的损伤机理,隧道火灾安全韧性评估等科学问题。突破隧道火灾“高效感知—快速推演—智能决策”关键技术,研发“控烟灭火—疏散引导—应急救援”技术及装备,形成隧道火灾防控技术体系与安全韧性提升标准。

重点任务:

1. 复杂隧道中新能源汽车火灾及链生灾害演化理论;
2. 高温与爆炸冲击耦合作用下隧道结构损伤机理;
3. 隧道火灾智能防控与安全韧性提升技术。

建设目标:2 年建设期内,构建隧道新能源汽车火灾及不少于 2 类链生灾害的机理模型与结构损伤模型;突破移动火源快速精准分米级定位技术,提出多类型火源热释放速率与灾变流场快速推演技术;形成隧道火灾安全韧性评估方法与不少于 3 项主动防控技术。

建设期满转入运行期 5 年内,形成隧道火灾“高效感知—快速推演—智能决策”技术体系及装备;构建复杂隧道火灾智能控烟与新能源汽车灭火技术体系;研发长寿命防火涂料与施工技术,构建超大断面隧道结构防火技术体系;形成隧道火灾防控、安全韧性评估及提升的国家标准或行业标准;应用示范不少于 3 处。

十二、港工建筑物智能建造

研究目标:重点发展港工建筑物高耐久性智能设计理论、新结构、新材料、数智新工艺与智能建造装备及全周期管控技术。攻克高耐久性智能设计核心科学问题,突破新结构研发、装配式构件工业化制造、高耐久性智能建造技术与装备开发等关键核心技术,形成安全可控的智能建造技术体系与标准规范,引领我国港工建设向智能建造跨越式发展,实现港工建筑物高耐久性与建造的智能化。

重点任务:

1. 港工建筑物高耐久性智能设计理论与方法;
2. 港工建筑物新结构、新材料与新工艺;
3. 高耐久性港工建筑物智能建造技术与装备;
4. 港工建筑物建造智能感知和管控技术。

建设目标:2 年建设期内,搭建高耐久性智能设计与建造基础理论框架,研发港工建筑物高强混凝土材料、新型高装配率结构不少于 2 类,研发港工建筑物高耐久性高品质智能建造技术与专用装备,搭建施工全过程智能感知与管控系统平台。

建设期满转入运行期 5 年内,形成港工建筑物高耐久性高品质全链条智能建造理论、技术和标准体系,引领我国港工建筑物建设从“传统建造”向“智能智造”跨越式发展。

十三、运河工程建造与运维

研究目标:围绕跨流域分水岭高等级运河、大型省水船闸等典型工程场景,重点研究运河工程设计理论与方法,突破关键技术瓶

颈;研究运河支流暴涨暴落条件下“通航—泥沙”响应规律,突破“通航—泥沙”协同防控技术;研究大型省水船闸高耐久性服役与智能建造技术;突破省水船闸结构“状态监测—健康诊断—时机决策—养护施工”的技术体系和高效率运行技术;研究运河工程多系统长期服役性能与灾变监测预警,突破智慧运维与安全保障技术,形成覆盖“设计—建造—维护—运营”全链条技术体系,全面提升现代运河工程建造和管养水平。

重点任务:

1. 运河工程设计理论和方法;
2. 运河汇合口“通航—泥沙”协同防控技术;
3. 省水船闸高耐久性服役和智能建造技术;
4. 运河工程绿色高效运行与智慧运维技术。

建设目标:2 年建设期内,构建运河工程全寿命建设运维分析理论框架,形成航道设计与高边坡长效稳定设计方法;建成省水船闸水力学和阀门快速启闭试验、“通航—泥沙”协同防控、智慧运维模拟等核心试验平台,编制相关行业标准,完成重大运河工程技术示范,形成可复制可推广的技术成果。

建设期满转入运行期 5 年内,构建国际先进、安全可控的运河工程智能建造、绿色高效与智慧运维理论及技术体系,建成完整的运河科学研究试验平台,核心技术达到国际领先水平。

十四、大型通航建筑物建造技术

研究目标:围绕大型通航建筑物建造核心需求,重点开展船闸

结构长期性能劣化机理与韧性演化机制研究,建立船闸结构长期性能劣化预测模型与韧性评估指标体系;开展大型船闸水工建筑物与闸阀门设计新理论与方法研究,突破流固耦合下建筑物与闸阀门一体化设计理论;研发大型通航建筑物关键构件工业化制造、自动化运输、智能化安装等核心技术与装备;研发空间受限条件下船闸改扩建技术;研发船闸结构性能智能监测与安全评估技术,形成具有行业引领性的船闸结构韧性与高耐久性一体化技术体系。

重点任务:

1. 船闸结构长期性能劣化机理与韧性演化机制;
2. 大型船闸水工建筑物与闸阀门设计新理论与方法;
3. 大型通航建筑物智能建造技术与装备;
4. 船闸结构性能智能监测与安全评估技术。

建设目标:2 年建设期内,构建大型船闸结构韧性演化、高耐久性设计与全生命周期安全管控理论框架,形成船闸水工建筑物与闸阀门设计新方法;建成复杂环境下大型船闸结构长期性能模拟平台。

建设期满转入运行期 5 年内,建立大型船闸结构韧性和高耐久性理论体系;研发通航建筑物成套智能建造技术与装备,核心指标达到国际领先水平,制修订 2 项行业标准。

十五、港口工程安全与防灾减灾

研究目标:围绕港口工程安全运维与防灾减灾重大需求,重点攻克复杂环境下港工结构与地基跨尺度模拟技术与灾害演变特性、

港工基础设施多灾害耦合致灾机理与韧性演化规律等科学问题,突破港口工程多场景跨尺度物理模型与高精度数学模拟、基础设施风险评估、主动防护与韧性增强技术等,建立安全智能预测预警平台,搭建适配码头、防波堤、围堤、堆场地基的港口工程“监测—模拟—评估—决策”一体化智能防灾系统,为港口基础设施长效安全、高韧性建设提供成套技术支撑。

重点任务:

1. 复杂环境下港口结构与地基跨尺度模拟与灾变特性;
2. 港口基础设施多灾害耦合致灾机理与韧性演化理论;
3. 港口工程安全预警与灾害智能评估技术;
4. 港工基础设施一体化主动防控与韧性提升技术。

建设目标:2 年建设期内,构建码头、防波堤等典型港口工程基础设施在风浪流、地震等极端荷载和复杂地质条件下的物理模型试验平台和数学仿真模拟平台,跨尺度灾害模拟精度较现有基准提升 10% 以上;厘清港工结构与地基跨尺度灾变特性,探明多灾害耦合致灾与韧性演化规律。构建港口地基安全评估智能体。提出 3 类典型灾害风险评估方法与韧性提升技术。

建设期满转入运行期 5 年内,建成风浪流“物理模型—土工离心模型—数值仿真模拟”等多型平台融合的港工基础设施灾害研究综合模拟平台,构建人工智能与物理机理混合模型,多灾害耦合模拟精度提升 20% 以上;构建包含码头、防波堤等主要基础设施的安全预警与评估智能体;建成港口灾害智能预测预警平台与“监测—

模拟—评估—决策”一体化智能防灾系统。构建 3 种以上适配复杂环境的港口工程主动防护与增韧技术。

十六、港口工程泥沙

研究目标:重点研究港口水沙运动基础理论,阐明泥沙输移规律,揭示港口水域突发性淤积触发机制与冲淤演变机理,构建“水—沙—生态”多场耦合及与结构相互作用的跨尺度模拟体系,攻克港口工程新型减淤防冲与智能监测预报关键技术,为现代港口工程建设与智慧运维提供科技支撑。

重点任务:

1. 港口水沙运动基础理论与泥沙输移规律;
2. 港口水域突发性淤积触发机制与冲淤演变机理;
3. “水—沙—生态”多场耦合机制及与结构相互作用的跨尺度模拟技术;
4. 港口工程新型减淤防冲与智能监测预报关键技术。

建设目标:2 年建设期内,阐明港口泥沙关键输移规律,揭示港口水域突发性淤积的触发机制,将极端事件下航道突发淤积预警时间提前至 24 小时;研发 1 套具有自主知识产权的港口工程水沙动力跨尺度数值模型;提出不少于 2 项生态友好型减淤防冲新技术或新材料。

建设期满转入运行期 5 年内,完善港口泥沙运动及冲淤演变理论体系,形成港口多场耦合及其与结构相互作用试验技术体系,攻克港口工程泥沙骤淤监测预报关键技术,研发 1 套港口工程泥沙高

精度智能监测预报系统,并实现业务化运行。

十七、航道工程安全与防灾减灾

研究目标:针对航道工程环境多变、通航条件变化难测、设施受灾风险高发等问题,重点研究航道多灾种耦合致灾机理与精细化模拟方法,攻克极端灾害链式推演、风险评估、智能预警等科学难题和技术瓶颈,构建覆盖“机理—模拟—评估—预警—决策”全链条的防灾减灾技术体系,支撑国家高等级航道网极端条件下的安全畅通。

重点任务:

1. 航道工程极端环境下多灾种耦合灾变理论;
2. 航道工程多灾种耦合致灾机理与精细化模拟方法;
3. 变化环境下航道网灾害演变机制与风险评估方法;
4. 极端环境下通航安全智能预警与决策处置技术。

建设目标:2年建设期内,揭示不少于3类极端环境下多灾种耦合致灾机理;发展跨尺度高精度数值模拟方法与理论,研发1套具有自主知识产权的数值模型;提出变化环境下航道网灾害演变机制与风险评估方法;研发极端环境下智能预警与决策处置关键技术。

建设期满转入运行期5年内,完善多灾害耦合精细化模拟理论体系和数值模型,覆盖灾种不少于3种;构建不少于3类典型航道工程的安全评估体系;形成智能预警与决策处置成套关键技术体系;建成覆盖内河及沿海航道的安全防灾数字化平台,支撑不少于3个重点航段的安全保障应用。

十八、航道韧性与通航条件保障

研究目标:围绕内河航道韧性提升与通航条件保障需求,聚焦大型水库群运行、极端水文气象、滑坡崩岸、骤冲骤淤等复杂动力条件引起的航道韧性劣化问题,发展“水流—泥沙—船舶”耦合作用下的内河航道韧性演化理论,揭示航道基础设施与功能衰减及恢复机理,突破河流动力条件变化下航运优化调度、应急抢通与韧性提升等关键技术及装备,形成复杂水沙环境下航道“风险识别—通航保障—快速恢复—韧性提升”理论技术体系,支撑构建畅通高效、安全韧性的国家高等级航道网。

重点任务:

1. 不同风险源航道工程韧性劣化与延寿理论;
2. 航道韧性要素演变的高精度模拟与预报预警;
3. 极端条件下通航保障与韧性提升关键技术装备。

建设目标:2 年建设期内,揭示不同风险因素下内河航道韧性表征、评估方法及劣化机理;研发 1 套河流动力突变条件下航道韧性与通航条件、船舶运动耦合预报模型;初步建成河流动力突变条件下航道韧性物理模型试验平台,研发通航保障与韧性提升关键技术装备 1 套。

建设期满转入运行期 5 年内,建立多因素耦合作用下内河航道韧性动态演化与通航条件协同保障理论体系;建成完备的内河极端环境航道韧性与通航保障智能试验平台;攻克复杂水沙条件下航道风险预测预警与韧性提升关键技术,研发极端条件下航道应急保障

技术与装备不少于 3 种,并开展长江等重点航段安全保障应用。

十九、港口数智运营

研究目标:重点发展新一代港口数智运营理论与技术体系,以及港口全域协同智能与韧性调控理论。攻克复杂开放环境下港口多目标动态协同优化等科学问题,突破港区智能协同控制、智慧运行调度和决策管理等关键核心技术,研发港口数智运营行业智能体与智能决策等系统,形成港口数智运营标准体系,实现我国港口数智运营达到全球领先水平,引领港口运营从“自动化”向“全域智慧化”高质量发展。

重点任务:

1. 港口运营数字孪生及推演优化理论;
2. 港口全流程智慧作业协同管控与设施智能运维技术;
3. 港口数智运营行业智能体与决策技术;
4. 港口数智运营标准体系研究制定。

建设目标:2 年建设期内,构建港口数智运营模型基础框架,形成典型业务的决策智能体和智能调度算法各不少于 2 类,并在 2 类典型场景进行验证,在不少于 3 个港口企业开展试点验证;初步形成港口数智运营标准体系。

建设期满转入运行期 5 年内,构建港口数智运营全场景数字孪生与智能决策技术体系,建成港口企业智能运营平台,形成智慧作业全流程协同管控与运维决策体系,作业效率提升 10% 以上;形成可复制、可推广的港口数智化运营解决方案,推动全面引领港口数

智化高质量转型。

二十、水上交通智慧管控

研究目标:重点研究基于复杂系统的水上交通全要素耦合与交通态势动态演化建模理论,攻克数智化驱动的水上交通智慧管控服务新范式等科学问题;突破水上典型复杂交通海域异质要素精准感知、跨模态融合识别及交通态势智慧协同管控等关键核心技术,形成水上交通智慧协同管控技术体系和核心装备;支撑我国水上交通效率、应急响应和安全管理能力全面提升。

重点任务:

1. 典型复杂交通海域异质要素耦合与态势演化建模;
2. 水上小目标精准感知与跨模态融合识别技术;
3. 水上交通数据智能按需安全交换与传输技术;
4. 水上交通智慧协同管控服务核心装备与技术。

建设目标:2 年建设期内,建立不少于 3 种典型复杂水域交通感知、融合与态势演化模型,研制不少于 2 种新型核心装备;在 2 个以上典型复杂航道场景中,开展“目标精准感知—数据智能交换—异质目标共融—交通态势预警—管控智慧协同”技术链的闭环验证。

建设期满转入运行期 5 年内,建成全域水上交通数智化服务平台,研制不少于 10 项数智服务智能体,智能服务体系实现水上交通业务全覆盖,将我国水上交通智慧管控核心技术自主化率提升至 90% 以上。

二十一、海上溢油监测预警与应急处置

研究目标:重点研究复杂海况条件下溢油多源遥感响应机理与智能监测方法,攻克高海况下溢油动态遥感追踪与智能识别难题,突破海上溢油态势预测评估与溯源新技术,构建海上溢油监测预警、态势评估与溯源理论方法体系;研究高效应急处置及特殊环境适应性技术,研制高效应急处置装备;研究溢油应急处置装备原型测试实验方法,建立溢油应急装备原型测试技术验证平台,形成可操作可推广的应急处置技术方案,为海上交通环境安全和应急体系建设提供支撑。

重点任务:

1. 海上溢油智能监测与识别技术;
2. 海上溢油态势评估及溯源技术;
3. 高效应急处置技术与装备研发;
4. 溢油应急处置装备原型测试技术。

建设目标:2 年建设期内,建成海上溢油应急处置实验系统,建成 4 级海况下溢油应急装备原型测试平台,建立海上溢油多波段、多极化信息智能监测识别方法。

建设期满转入运行期 5 年内,构建海上溢油态势监测与溯源技术体系,研发恶劣海况下溢油探测追踪装备,研制不少于 5 套具有自主知识产权的智能化高效能和特殊自然条件下溢油应急处置装备,形成溢油应急处置技术及装备原型测试实验系列标准。

二十二、道路运输车辆运行安全与应急救援

研究目标:重点发展面向未来新型运输组织模式的道路运输车辆运行安全与应急救援技术体系。攻克道路运输车辆运行安全风险演化理论、全周期性能退化与故障演变机理等科学问题,突破多主体协同动态风险智能辨识干预、多层级性能劣化态势识别预测、多场景灾变应急智慧救援等关键核心技术,解决道路运输全链条安全感知不足、风险防控不精、应急救援不畅等行业共性难题。

重点任务:

- 1.道路运输车辆运营数智安全与监测技术;
- 2.道路运输车辆安全保障及应急处置技术;
- 3.道路运输事故挖掘与智慧救援技术。

建设目标:2年建设期内,攻克道路运输车辆运行安全风险演化理论、道路运输车辆性能退化与故障演变机理等科学问题;突破多主体协同动态风险智能辨识干预、多层级性能劣化态势识别预测等关键核心技术;研发道路运输安全生产智慧化监管系统;实现风险驾驶行为识别准确率 $\geq 95\%$;高压电、热失控、换电电池箱损伤等关键风险识别准确率达到90%以上。

建设期满转入运行期5年内,攻克自动驾驶系统功能边界与安全运行耦合映射机理、道路运输安全事故智能溯源与精准判责理论等科学问题;突破多场景灾变应急智慧救援技术;研发道路运输车辆智慧救援决策推演与评估系统;实现道路运输安全事故复盘分析效率提升50%以上;针对不同事故等级、不同场景的救援方案自动

生成、智能适配准确率 $\geq 93\%$ ，可自动优化救援路径、力量配置、处置流程。

二十三、车辆智能检测与运维

研究目标：重点发展车辆智能检测、全生命周期健康运维、安全预警技术及核心装备。研究车辆性能衰退机理、整车健康演化规律以及“人—车—路—环境”全要素行车风险演化与互馈激发机制；突破虚实融合的智能检测与预警、动态风险辨识、智能维保决策等关键技术。研制高精度检测装备、车路协同智能预警系统及智能运维服务平台，提升车辆关键系统故障诊断准确率、车路协同环境下行车风险预警准确率。

重点任务：

1. 车辆运行状态模拟检测、智能诊断与预警技术；
2. “人—车—路—环境”全要素耦合风险演化机理与车路协同智能预警系统；
3. 车辆全生命周期健康管理、多源融合智能维保与动态优化体系。

建设目标：建立车辆运行状态模拟检测、故障诊断与预警理论模型；突破动态风险辨识与毫秒级多端预警分发技术，研制车路协同智能预警闭环验证平台；搭建车辆全生命周期健康管理平台，实现故障诊断准确率 $\geq 90\%$ 、风险预警准确率 $\geq 85\%$ 。

形成涵盖车辆性能衰退、全要素风险演化及多源故障诊断的理论方法体系；构建覆盖车辆智能检测、车路协同风险防控、全生命周

期健康管理的标准体系；实现检测装备、预警系统及运维平台的产品化与规模化部署，建立“人—车—路—环境”协同的智能运维与安全防护能力，实现故障诊断准确率 $\geq 95\%$ 、风险预警准确率 $\geq 90\%$ 。

二十四、工程船舶装备与智能施工

研究目标：围绕交通基础设施建设养护、绿色智能、高效低耗、高维度海上施工作业等领域方向的核心工程船舶与施工装备，重点开展工程船舶装备与智能施工基础理论方法、工程船舶装备设计和全生命周期运维等关键技术研究与装备开发。实现工程船舶装备与智能施工软件产业化应用，提升我国工程船舶装备的技术水平。

重点任务：

1. 工程船舶装备与智能施工基础理论方法；
2. 绿色工程船舶装备设计开发；
3. 工程船舶装备高效施工与智能控制技术。

建设目标：2 年建设期内，构建典型先进工程船舶装备与智能施工理论体系框架；建立 2 种以上典型工程船舶智能施工基本理论分析模型；开发 1 个型号绿色大型工程船舶、3 种以上智能施工装备，形成先进工程船舶装备和智能施工技术能力。

建设期满转入运行期 5 年内，建立工程船舶装备和施工技术理论体系，形成先进工程船舶装备设计研发能力；建成典型工程船舶装备全生命周期智能运维和健康管理体系，施工安全高效；制定完善工程船舶装备和施工技术标准、规范，实现工程船舶和智能施工

装备安全可控。

二十五、船舶动力可靠性与智能运维

研究目标:重点研究船舶主推进及电站动力源的可靠性提升与运维理论,攻克船舶动力多物理场耦合失效机理、多参数融合感知方法、性能演化规律、可解释性故障诊断和运维策略优化等科学问题,突破船舶动力可靠性设计与评估、多元数据智能感知与融合、智能故障诊断与预警、视情维修与智能决策等核心技术,结合大数据、人工智能等,研发基于数字孪生的全生命周期运维保障平台,支撑船舶动力运行可靠性提升和数智化升级。

重点任务:

1. 船舶动力失效机理分析与可靠性提升技术;
2. 船舶动力故障诊断与健康状态评估方法;
3. 船舶动力全生命周期智能运维与验证方法。

建设目标:2 年建设期内,建立船舶动力多物理场耦合失效机理模型,形成船舶动力可靠性运维数据集 1 套,构建不少于 2 类新型船舶动力故障诊断与健康模型,搭建“船—岸—云”协同智能运维可视化平台。

建设期满转入运行期 5 年内,形成全生命周期的船舶动力可靠性与智能运维技术体系,构建适用于新型船舶动力可靠性“设计—感知—诊断—评估—预测”一体化、数字孪生系统下的船舶动力远程运维与安全管控平台,平台接入不少于 3 种典型新能源动力及 5 种船舶动力辅助设备。

二十六、交通排放监测与控制

研究目标:重点研究交通排放时空特征与环境影响精准模拟及大范围长周期动态推演技术,突破高精度、多组分交通排放监测技术,研发高集成度、安全可控的交通多污染物协同控制、碳捕集等关键技术与装备,形成“排放解析—智能监测—高效控制—数智决策”一体化的交通排放精准管控技术体系。

重点任务:

1. 交通排放时空特征及环境影响动态推演技术;
2. 交通排放智能监测技术与设备;
3. 交通排放高效控制技术装备及决策评估技术。

建设目标:2 年建设期内,研发形成交通碳污高时空分辨率排放表征与大范围长周期动态推演技术,在 2~3 个城市实现交通碳污排放公里、小时级更新解析。研发车船排放及交通环境智能监测设备样机,实现道路高排放车识别,一氧化氮测量误差不超过 $\pm 10\%FS$ 。研发新能源清洁能源车船多污染物同装备协同控制样机,甲醇动力船甲醇与氮氧化物协同减排率 $\geq 90\%$,氨动力船氨与氮氧化物协同减排率 $\geq 90\%$ 、氧化亚氮协同减排率 $\geq 70\%$;船舶碳捕集系统碳捕集效率 $\geq 85\%$ 。构建绿色燃料排放及费效评估模型,研发交通排放控制数智化决策平台并开展示范应用。

建设期满转入运行期 5 年内,突破交通排放对环境和人体健康影响的高分辨率解析与多尺度动态推演技术。攻关新一代高性能、低成本的智能监测传感技术,提升监测设备环境适应性与长期可靠

性。研发适应多种能源的交通排放控制关键技术与装备。建立交通碳足迹监测核算认证体系。研发基于人工智能算法与大数据驱动的交通排放控制决策与路径智能优化技术。

二十七、港口绿色智能装卸装备

研究目标:重点发展港口绿色智能装卸装备设计理论、制造方法、绿色驱动、智能作业及运维技术。攻克港口装卸装备多清洁能源绿色驱动机制与能效提升机理、多模态自进化预测性维护策略推演机制等科学问题,突破港口装卸装备减量化设计及制造、多清洁能源绿色驱动、智能自主诊断与预测维护、港口复杂工况作业运维机器人等关键核心技术,形成新一代港口绿色智能装卸装备设计、制造、运维理论及技术体系,研发系列港口绿色智能装卸装备。

重点任务:

1. 港口装卸装备数智及绿色化设计理论与制造技术;
2. 港口装卸装备多清洁能源绿色驱动技术;
3. 港口装卸装备智能监测、作业及运维技术。

建设目标:2 年建设期内,开发港口装卸装备数智设计软件工具,形成散货绿色高效率连续卸船装备的设计方法,研制卸船效率 $\geq 1500\text{t/h}$ 的散货连续卸船机,适用货类 ≥ 2 种;研发多清洁能源绿色驱动的港口装卸装备 1 套,驱动功率 $\geq 350\text{kW}$;研发智能监测终端装备,开发临界及超期服役港口装卸装备智能监测与风险动态量化评估系统,研制集装箱拆锁智能机器人或散货卸船清舱智能机器人装备。

建设期满转入运行期 5 年内,突破港口装卸装备减量化设计及制造技术瓶颈,实现典型装备自重降低 $\geq 10\%$;突破港口装备多动力源切换、高效驱动与能量回收等关键技术,形成港口多清洁能源绿色驱动技术标准;突破港口重载机器人构型设计、复杂环境感知、智能决策与控制等关键技术,实现关键零部件自主化,研发涵盖港口装卸作业、装备维护的多型智能机器人装备;突破港口装备知识图谱构建及运维推理关键技术,形成基于人工智能大模型的港口装备智能运维技术体系、技术标准。

二十八、交通运输装备设计优化与系统验证

研究目标:重点发展水路交通运输装备水动力学理论、节能及运动控制技术,攻克水动力性能、自主航行算法的优化与系统验证方法等科学问题,突破真实场景设计优化、AI 辅助智能化及系统验证关键技术,形成水路交通运输装备性能预报、整体优化和系统验证的方法体系。

重点任务:

1. 水路交通运输装备设计优化理论方法;
2. 水路交通运输装备设计优化 AI 辅助智能化技术;
3. 物模试验、数值仿真及系统验证技术。

建设目标:2 年建设期内,形成不少于 2 种应用场景下的水路交通运输装备设计优化技术;形成不少于 2 种典型场景下的水路交通运输装备系统验证技术;建成 1 套数字化设计优化与评估系统,其中深远海船舶数据不低于 300 艘。

建设期满转入运行期 5 年内,攻克水路交通运输装备高精度水动力性能评估技术和自主航行技术,形成设计优化系统及 AI 辅助智能体,建立系统验证体系,构建全链闭环设计优化一体化协同平台。

二十九、集装箱运输智能化

研究目标:重点发展“港—航—陆—场”全链条集装箱运输智能化协同理论与技术,攻克多元异构信息网络实时动态融合、多因素耦合运输组织优化与协同交互等科学问题,突破自主感知与可信融合、自组织进化协同、智能诊断与主动预警等关键核心技术,实现集装箱运输全链路智能感知、可信追踪、组织优化、集装箱全生命周期智能运维和运输系统智能化评测,构建可视、可信、可控、安全韧性的集装箱运输智能化技术体系,支撑集装箱运输行业安全、高效、智能化发展。

重点任务:

1. 集装箱运输全域异构信息网络韧性动态演化机理与全链路数据安全技术;
2. 集装箱运输全链路智能感知与可信追踪技术;
3. 多场景集装箱运输组织优化与跨系统智能协同;
4. 集装箱全生命周期智能运维与运输系统智能化评测。

建设指标:2 年建设期内,基本建立集装箱运输智能化基础理论与方法体系,形成面向不少于 5 类典型场景的智能协同调度模型,开展不少于 3 类场景应用验证,配置不少于 5 种智能终端、智能

巡检设备及运维检测装备,建成运输组织集成调度系统原型和支持集装箱全生命周期管理的原型平台,集装箱运输智能识别准确率不低于 99.9%,建立集装箱运输系统智能化评测方法体系,形成实验室核心研发与原型验证能力。

建设期满转入运行期 5 年内,建成运输组织集成调度系统和集装箱全生命周期管理平台,形成集装箱运输系统智能化评测能力。开展不少于 10 项集装箱智能运输实验测试或技术验证,完成覆盖不少于 5 类典型场景的多式联运示范线路智能追踪与协同组织应用验证。形成不少于 10 项集装箱运输智能化领域相关标准、规范或技术指南,建成集技术攻关、测试验证、标准制定、场景应用于一体的高水平智能化实验室。

三十、多模式公交协同与智能化

研究目标:重点研究新技术、新业态带来的多模式公交网络一体化优化、数智化运营、协同化治理的理论技术体系。攻克多模式公交网络协同运行与韧性演化机理及多智能体协同决策等科学问题,突破海量个体出行链精准刻画、多模式公交网络与运力协同优化、安全风险智慧管控等关键技术,研发新型智能装备与智慧运营平台,形成多模式公交数智化协同运营服务与安全管控技术体系,支撑城市公共交通行业提质增效、自主创新与高质量发展。

重点任务:

1. 多模式公交网络与运力协同优化理论及技术;
2. 多模式公交“车一站一场一网”多端互联智能化装备研发;

3. 人工驾驶与自动驾驶公交协同运营与智能治理技术；

4. 多模式公交安全风险管控与一体化智慧运营技术。

建设指标:2 年建设期内,构建多模式公交协同优化理论框架;形成不少于 3 类典型场景协同优化、安全管控技术;研制多模式公交“车一站一场一网”多端互联智能装备不少于 4 套;建成多模式公交一体化运营调度与全链条安全风险管控实验平台,具备千万人次级公共交通个体出行链刻画能力,可支撑大规模公交线网(不少于 1000 条线路)自动化评价与优化决策。

建设期满转入运行期 5 年内,形成完善的多模式公交协同与智能化运营理论技术体系;研制多模式公交协同服务多场景智能体集群;研发公交自动驾驶域与运营管理域协同管控技术,实现车辆自主运行与运营调度一体化管控;并在超大城市、大城市或中等规模城市开展分类示范应用,建立标准体系,编制不少于 5 项行业标准。

三十一、远洋船舶气象导航

研究目标:重点发展远洋船舶气象导航关键技术与装备,攻克高可信船舶气象导航理论等科学问题,突破全球多源气象海洋数据融合及高影响天气海况预报、复杂海况下船舶性能高精度表征及航行风险精准评估、全球船舶智能航线航速优化等关键核心技术,形成虚实融合的实验验证平台,研发船载自主环境感知装备、基于 S100 的智能化气象导航终端等系统装备;引领远洋船舶气象导航完全安全可控、规模化发展。

重点任务：

1. 全球多源气象海洋数据融合与高精度预报技术；
2. 复杂海况下船舶性能表征与风险评估预警技术；
3. 远洋船舶智能航线航速优化技术。

建设指标：2 年建设期内，建成产业化虚实融合的实验验证平台，大气海洋业务化预报空间分辨率 $\leq 10\text{km}$ ；风险评估预警准确率 $\geq 90\%$ ；三级海况以上失速预报误差 $\leq 0.8\text{kn}$ 。研制自主环境感知装备及基于 S100 的智能化气象导航终端。

建设期满转入运行期 5 年内，制定应用服务及技术验证系列标准 ≥ 5 项，大气海洋业务化预报空间分辨率 $\leq 5\text{km}$ ，风险评估预警准确率 $\geq 92\%$ ，三级海况以上失速预报误差 $\leq 0.5\text{kn}$ ，气象导航全链条软硬件系统实现完全安全可控，远洋船舶气象导航技术水平达到国际领先。

三十二、交通系统人因工程与安全

研究目标：重点研究交通系统人因工程与安全基础理论，构建人机协同安全保障技术体系。攻克交通系统“人—机—环境”智能交互机理和智能辅助决策可信协同安全控制两大科学问题。突破面向智能运载工具的驾控人员适岗评估、人机交互功能协同设计与安全提升方法，攻克考虑人因工程的交通基础设施优化设计和交通系统人智协同决策与安全管控等关键技术，形成智能交通系统人因工程与安全技术体系。

重点任务：

1. 人因风险演化机理与行为安全性智能分析方法；
2. 智能运载驾控人员适岗状态安全性自主监测技术装备；
3. 交通基础设施优化设计与人智协同安全保障技术。

建设指标:2 年建设期内,突破交通系统人因风险评估技术,安全评估准确率不低于 80%;攻克智能运载工具驾控人员适岗状态评估与状态实时监测技术,准确性与可靠性均不低于 85%;初步建成覆盖至少两种典型运输方式的智能交通人因工程实验验证平台,完成不少于 100 人次的交通人因实验与分析。

运行期 5 年内,研发基础设施优化设计系统 1 套,交通装备人机功能分配技术 1 项,系统风险减低 30%;建成包括智能运载远程驾控、交通运输作业枢纽与综合交通安全应急处置等至少 3 个场景的人智协同安全保障技术验证平台。

三十三、公路网运行监测与风险防控

研究目标:揭示准全量数据下人工智能驱动的路网承载力与运行风险耦合演化规律,攻克面向复杂巨系统的有限时空资源供需动态平衡与全链条安全韧性提升等科学问题;突破新型混合交通流自组织演化与智能调控、路网阻断快速恢复与协同服务、超大规模路网风险仿真与主动防控等关键技术;构建高并发安全可信数智底座,形成全栈式路网运行监测与风险防控技术体系,推动路网服务保障从被动处置向主动预防跃升。

重点任务:

1. 大规模公路网运行智能解析与数智推演;

2. 大流量区域路网韧性提升与协同服务技术；

3. 恶劣气象条件下路网风险主动防控技术。

建设指标:2 年建设期内,初步形成公路网运行监测与风险防控理论框架;构建涵盖路网韧性提升、协同服务、风险防控的技术体系;形成覆盖全国路网业务数据与领域专识知识的行业高质量数据集,建立路网运行监测与风险防控仿真平台;研发多目标运筹优化的路网协同决策服务模型与智能体;构建支撑高速公路 PB 级多模态数据处理、安全可信弹性架构的路网数智底座。

建设期满转入运行期 5 年内,建立覆盖路网运行监测与风险防控理论体系;形成海量数据治理、知识动态更新与模型敏捷开发的多智能体协同管理能力,建成“平急两用”的全国路网运行协同决策求解器,形成面向科学研究的数据共享开放能力,成果支撑 80 万公里国省干线公路一张网安全高效运行服务。

三十四、城市群路网态势推演与韧性提升

研究目标:重点研究城市对外连接线、城市间路网交通流时空波动、拥堵演化、韧性退化机理等科学问题,突破交通状态动态映射、拥堵扰动推演、自主避险与动态疏散调控、韧性度量评价和协同提升等关键共性技术,构建“状态感知—态势推演—动态调控—韧性提升”的理论、方法和技术体系,提高城市群交通精准管控效能和城市群路网韧性能级。

重点任务:

1. 城市群路网交通拥堵级联演化与韧性退化机理;

2. 城市对外连接线交通拥堵态势推演技术；
3. 城市间路网大流量交通动态调控技术；
4. 城市群路网韧性度量与跨区域跨层级协同提升技术。

建设指标:2 年建设期内,形成城市群路网拥堵演化与韧性退化模型,拥堵扰动测算范围不少于 3 个路网节点;提出城市群公路网韧性评估指标体系,评估对象涵盖路网、通道、路段等 3 种场景;城市对外连接线交通拥堵态势推演、城市间大流量交通动态调控技术在京津冀地区有效应用。

建设期满转入运行期 5 年内,形成城市对外连接线、城市间路网运行态势推演和跨区域跨层级韧性提升技术方法谱系,在京津冀、长三角、粤港澳大湾区等重点地区城市群推广应用,通行能力提升 10% 以上。

三十五、城市轨道交通运行安全与韧性

研究目标:重点研究城市轨道交通全域运行安全与系统韧性提升理论,攻克复杂场景下轨道“交通故障—安全运行”要素耦合机理及应急机制等科学问题,突破轨道交通复杂场景安全运行态势感知、韧性动态评估与推演、运行安全智能诊断、综合决策调度与应急处置等关键核心技术,建成面向极端天气和运行故障的轨道交通风险全息感知与安全评估技术,构建综合决策调度与应急处置体系,全方位提升我国城市轨道交通线网安全韧性与运行安全风险防控能力。

重点任务:

1. 城市轨道交通多因素耦合致灾机制与韧性提升理论；
2. 城市轨道交通线网运行安全评估与推演技术；
3. 复杂场景安全运行态势感知与主动预警技术；
4. 多系统协同决策、智能调度与风险管控技术。

建设目标:2 年建设期内,构建城市轨道交通运行安全与韧性提升基础理论,揭示多因素耦合致灾机制;提出线网安全评估与安全保障方法,形成不少于 3 项风险协同防控与韧性提升技术;研发面向极端天气和运行故障的轨道交通主动感知与智能决策技术与装备不少于 3 套,形成运行安全智慧决策与风险管控技术,形成相关技术标准不少于 2 项。

建设期满转入运行期 5 年内,形成完善的城市轨道交通运行安全与韧性提升理论体系,形成复杂环境及突发事件下城市轨道交通运行安全综合决策、协同调度与风险管控技术体系;研制运行风险智能感知、预警、调度装备 ≥ 5 套,研发完全自主化的城市轨道交通“宏观—微观”一体化风险推演平台,具备不低于千公里超大规模网络的安全与韧性评估能力。

三十六、陆域交通生态保护与环境治理

研究目标:重点围绕陆路交通生态修复和环境治理理论与技术,攻克交通基础设施网络与生态系统互馈机理、受损生态环境修复机制等核心科学问题,突破陆路交通基础设施低影响建造、受损生态环境近自然修复、新型污染综合防控与治理、极端环境下高适配性生态修复与环境治理材料及装备等关键技术,形成覆盖“保

护—修复—治理”全链条的陆域交通生态保护与环境治理技术体系,支撑我国陆域交通绿色化转型与生态韧性提升。

重点任务:

1. 陆域交通基础设施与生态环境互馈机理及扰损机制;
2. 陆路交通基础设施全寿命周期低环境影响建造技术;
3. 受损生态环境近自然修复与新型污染防治技术;
4. 极端环境条件长耐久、高适配路域生态修复材料(装备)研发。

建设指标:2 年建设期内,揭示陆域交通与生态系统互馈机理、扰损机制与主要污染物排放源强变化规律;研发极端环境条件适配生态修复与交通运输新型污染环境治理技术、材料、装备各 1 项。

建设期满转入运行期 5 年内,提出陆域交通生态保护与环境治理技术不少于 8 项;建成支撑技术研发与试验验证的专业实验平台;形成陆域交通生态修复和环境治理理论技术体系 1 套;成果在不少于 2 处典型交通工程示范应用。

三十七、复合交通廊道与枢纽噪声控制

研究目标:重点发展包含地面陆路交通和低空交通在内的复合交通廊道与枢纽多源噪声耦合传播理论和协同防控技术。攻克陆路交通与低空飞行器等多模式交通运载工具在复合廊道与枢纽场景下的多源噪声耦合传播机理、时空演化规律等科学问题,研究多源噪声感知、监测、溯源和评估技术方法,突破复合交通廊道和枢纽多源耦合减振降噪、智能调控等关键技术,形成覆盖陆空的全链条

综合立体交通噪声协同控制技术及有关标准规范,支撑绿色交通高质量发展与人居声环境持续改善。

重点任务:

1. 综合立体陆空多源交通噪声耦合传播机理与时空演化规律;
2. 复合廊道和枢纽陆空多源噪声感知、监测、溯源和评估技术方法;
3. 陆空多源交通噪声宽频低频高效减振降噪与智能调控技术;
4. 综合交通多措施协同降噪与多功能复合技术。

建设指标:2 年建设期内,揭示不少于 3 种典型廊道、2 类枢纽多源噪声耦合机理,构建考虑低空噪声的复合廊道和枢纽多源噪声耦合理论框架与预测模型,提出交通通道扩容等噪声预测评价方法和治理模式,形成多源交通噪声溯源与评价技术,制修订 2 项及以上交通噪声有关国家或行业标准。

建设期满转入运行期 5 年内,研发宽频低频高效减振降噪、智能控制等关键技术不少于 3 种并试点应用,形成涵盖陆空 3 种及以上复合交通场景的噪声防控方案,开发多功能复合降噪措施不少于 2 种,提出多措施协同降噪治理模式,构建覆盖陆空的“智能感知—精准溯源—动态评估—协同治理”的全链条噪声防控技术体系,制修订 5 项及以上交通噪声有关国家或行业标准。

三十八、绿色低碳物流技术

研究目标:重点研究绿色低碳理论技术及其降本增效路径方法。攻克物流“碳—能—效”耦合机理、物流运输动态碳感知、“路—

货一网”协同调度模型等科学问题，突破多式联运结构迭代优化、物流园区绿色仓储与运输组织保障、物流绿色节能仓储及低空物流智能管控、物流安全运行与能效提升等关键核心技术，形成覆盖“评估—调控—运行”全链条的绿色低碳物流技术体系，推动干线运输、多式联运、城市配送及低空物流等领域新型高效、绿色低碳物流技术规模化应用。

重点任务：

1. 基于“碳—能—效”耦合机理的多式联运物流运输结构优化调控技术；

2. 物流运输全过程数字化碳感知与“路—货—网”协同智能调度技术；

3. 物流园区绿色仓储与低空物流绿色运行技术；

4. 物流无人机系统与低空物流绿色运行技术。

建设指标：2 年建设期内，构建多方式物流运输网络“碳—能—效”耦合模型、基于碳减排感知的运输结构动态评估与优化模型；提出物流园区内绿色智慧仓储建设标准与运营模式，以及充换电等保障设施智能运营管理方案；研发不少于 3 类物流无人机及配套起降设施，建成低空物流智能调度与动态监控原型系统。

建设期满转入运行期 5 年内，支撑不少于 3 个物流枢纽运输结构优化应用，多式联运占比提升 $\geq 15\%$ ，综合运输成本降低 $\geq 10\%$ ，单位运输能耗降低 $\geq 10\%$ ；实现碳感知设备在不少于 2 家物流企业规模化部署，建成覆盖区域级物流网络的智能管控调度平台；完成

不少于 2 个物流园区的绿色智慧仓储改造或者建设,实现园区仓储单位面积能耗降低 $\geq 10\%$;低空物流运行系统具备支撑万架次/日级订单的智能处理与调度能力,实现单位运输能耗降低不低于 20%;制修订国家或行业标准不少于 3 项。

三十九、都市圈与城市绿色出行

研究目标:重点发展都市圈与城市多尺度多模式绿色出行减污降碳理论与技术。面向城市慢行与公共交通协同、城际出行衔接、都市圈一体化绿色出行等科学问题,突破都市圈与城市多尺度异质出行数据融合与全过程出行链需求辨识、移动源排放区域实时监测、慢行与公共交通协同优化、大规模新能源共享出行减污降碳调度、多模式绿色出行方案智能推荐与跨尺度协同管控等关键核心技术,构建“行为认知—绿色引导—低碳调度—协同管控”全链条绿色出行理论与技术体系,支撑都市圈与城市交通绿色转型发展。

重点任务:

1. 都市圈与城市绿色出行多源感知与移动源排放监测技术;
2. 城市出行环境约束下慢行与公共交通协同衔接优化技术;
3. 大规模新能源共享出行减污降碳调度与运营优化技术;
4. 都市圈与城市多模式绿色出行跨尺度协同管控与智能决策技术。

建设指标:2 年建设期内,构建覆盖不少于 2 个多元复合都市圈、融合不少于 4 种出行方式的多模式绿色出行基础数据集;研发支持不少于 4 种出行方式协同仿真、具备“行为认知—绿色引导—

低碳调度—协同管控”全功能模块的多模式绿色出行仿真验证平台；突破都市圈移动源尾气排放大区域实时监测关键技术，研发监测原型装备与系统，监测要素不少于5项，日均监测覆盖道路里程不低于1万公里；构建人工智能低碳智慧出行模型，形成低碳出行方案自动生成与智慧推荐系统。

建设期满转入运行期5年内，形成都市圈与城市绿色出行“行为认知—绿色引导—低碳调度—协同管控”理论体系；研发多模式绿色出行协同管控平台1套，在不少于2个都市圈、覆盖都市圈内与跨都市圈场景开展示范应用，完成不少于6类典型绿色出行场景示范应用验证，都市圈内绿色出行比例核算覆盖率 $\geq 90\%$ ，跨都市圈核算覆盖率 $\geq 70\%$ ；出版学术专著不少于2部；建成国内有影响力的多元复合都市圈绿色出行研究基地。

四十、综合交通数字化规划决策

研究目标：重点研究基于多源数据融合的综合交通运输规划与优化决策理论方法。攻克综合交通运输统筹规划理论、综合交通多目标协同决策理论、基于多源数据融合的需求特征提取与演化规律分析、多模态交通运输规划决策数字化系统研发等科学技术问题。突破综合交通运输规划复杂方案时空配置全局优化、基于人工智能的多方式网络协同方案自动化生成、多模式交通运输系统综合效益量化评估、传统交通规划决策模型的智能化迭代升级等关键核心技术，研发具有自主知识产权的大数据与人工智能驱动的综合交通规划智能体或规划软件。

重点任务：

1. 基于多源数据融合的综合交通数字化规划决策理论；
2. 复杂时空场景综合交通规划决策模型与方案全局优化技术；
3. 人工智能驱动的综合交通规划智能体或规划软件研发。

建设指标：2 年建设期内，形成综合交通数字化规划决策理论体系，并突破 3 项以上核心关键技术；初步建成人工智能驱动的综合交通规划决策智能体或软件系统，具备需求特征提取与可视化动态交互分析能力，关键模型技术应用于国家综合立体交通网主骨架、5 个以上省、10 个以上主要城市。

建设期满转入运行期 5 年内，构建完善的综合交通规划理论与决策模型体系；突破 5 项以上核心关键技术方法；关键模型技术应用于国家综合立体交通网、10 个以上省、20 个以上主要城市；全面建成人工智能驱动的综合交通规划决策智能体或软件系统。

四十一、综合交通协同运行与管控

研究目标：重点研究公铁水航多方式交通时空演化机理，突破联程出行智能服务、综合枢纽协同调度、非常态联动应急处置核心技术，打造多方式协同运行与管控技术体系，支撑综合交通网络与重要枢纽节点高效韧性运行。

重点任务：

1. 多方式交通流时空演化仿真推演方法；
2. 多方式联程出行个性化智能服务技术；
3. 综合交通枢纽跨方式自适应调度技术；

4. 非常态下多方式联动应急管控技术。

建设指标:2 年建设期内,搭建自主产权的城市群综合交通态势感知与仿真推演原型平台,网络节点不少于 10 万个,仿真时间小于 1 分钟;研发多方式联程出行服务智能体,建立客货两类枢纽协同调度算法;选取 2 座大型综合交通枢纽开展测试验证,典型场景应急协同响应时长缩短 10%。

建设期满转入运行期 5 年内,研制综合交通“感知—仿真—推演”高效能计算装备,超大规模网络仿真时间小于 30 秒,面向国家级、区域大型综合枢纽研发智能运行与应急协同管控平台和核心装备,实现不少于 10 座枢纽一体化调度与服务技术升级,主编综合交通协同运行相关行业标准 4 项以上。

四十二、综合交通运输大数据应用

研究目标:重点发展综合交通大数据融合、治理和应用的基础理论和方法体系。攻克综合交通运输系统多模态数据融合、可信流通治理、一体化数字表征、多方式运力资源的协同组织优化等科学问题,突破跨模态数据时空对齐与知识表达、运行态势感知与分析、跨方式出行链生成、一体化运输组织与服务等关键核心技术,形成基于空天地立体化感知网络的综合交通多模态数据融合与治理的技术标准体系,以及系统态势感知与分析、多方式客货运输组织与服务等综合交通大数据技术应用体系,推动交通运输新质生产力培育与数智化转型升级,服务国家大数据战略。

重点任务:

1. 综合交通运输系统多模态数据采集与融合；
2. 综合交通运输系统数据可信流通和治理；
3. 综合交通运输系统态势感知及分析一体化数字平台构建；
4. 数智驱动的综合交通运输协同组织与服务。

建设指标:2 年建设期内,提出不少于 3 种多模态数据时空对齐与质量清洗方法,建设公铁水航遥感等交通运输行业高质量数据集 4 套以上;完成面向交通运输场景的数据确权、授权运营与收益分配机制设计,应用于不少于 5 个供数场景;构建不少于 3 类典型场景的态势推演模型。

建设期满转入运行期 5 年内,提出跨运输方式的数据资源目录动态生成与分类分级方法,发布不少于 2 项国家或行业标准;建成综合交通大数据应用可信数据空间,连接不少于 5 家重点企业数据资源;构建综合交通大数据采集、流通和应用技术成套体系;围绕综合交通大数据应用需求,形成不少于 10 个应用软件或系统平台。

四十三、综合交通运输时空信息感知及应用

研究目标:重点发展综合交通运输时空信息感知理论与应用技术体系。攻克交通运输要素特征设计与时空信息感知协同理论、空天地一体化多源感知信息可信融合等科学问题,突破低成本高可靠多模态时空感知、时空信息可信可控及复杂综合场景应用测试评估监测关键核心技术,研制时空感知成套装备,构建智能应用测试平台,形成安全可信、泛在连续的综合交通运输时空感知与智能应用技术体系,支撑综合交通运输数智转型。

重点任务：

1. 交通运输要素特征设计与时空信息感知协同理论；
2. 空天地一体化低成本高可靠数智交通时空感知关键技术；
3. 时空信息可信可控与复杂综合场景应用测试评估监测技术；
4. 综合交通时空感知智能应用技术体系与平台。

建设指标：2 年建设期内，提出时空信息感知与应用技术体系，牵头制定国家或行业标准 ≥ 3 项，出版专著 ≥ 4 部；针对不少于 3 类交通要素与不少于 3 类感知技术开展感知协同研究，不少于 4 类场景下感知准确率提升 30% 以上。

建设期满转入运行期 5 年内，建成复杂综合场景应用开放共享测试验证平台，覆盖 ≥ 10 类技术方向和复杂场景，测试能力 ≥ 30 项；研制时空感知成套装备，突破不少于 5 个典型场景低成本高可靠感知及可信可控应用关键技术，成本降低 30% 以上，系统可靠性提升 20% 以上；完成综合交通枢纽、路空协同等不少于 2 个综合运输场景技术集成与工程验证，覆盖 ≥ 3 类交通运输方式。

四十四、交通运输现代测量与计量

研究目标：重点研究公路水路现代测量与计量基础理论、技术及量传溯源方法体系。攻克公路水路复杂环境精密测量与原位校准关键技术，突破公路水路基础设施及感知装备等动态测量、原位计量、数字计量等关键核心技术，研发先进计量标准装置，形成多参量数字化计量体系，支撑交通运输质量基础设施建设。

重点任务：

1. 公路水路复杂现场环境下动态精密测量技术与理论；
2. 公路水路工程时序同步与原位校准技术；
3. 公路水路工程多参量感知分析与数智计量技术；
4. 高精度动态量值复现技术与先进计量标准装置。

建设指标:2 年建设期内,构建不少于 4 类典型场景下原位计量方法;形成原位校准及数字计量方法,形成数智计量标准装置,并得到应用。

建设期满转入运行期 5 年内,建立公路水路不同场景多参量数字化计量方法;研制先进专用计量标准装置、标准物质与样品和参考数据集等,形成公路水路系列计量技术规范,构建公路水路现代测量与计量体系。