

交通运输部工程研究与技术创新中心 建设指南(第二批)

一、高原多年冻土地区道路建养技术

研究目标: 围绕高原多年冻土地区道路工程全寿命周期建养需求,针对冻土分布等精准探测、冻土保护与温控施工等难题,开展多年冻土精细化勘察与致灾风险评价、路基路面材料与结构耐久性设计等技术攻关,构建系列标准,实现关键材料、技术及装备的工程示范与产业化应用。

重点任务:

1. 多年冻土水热全要素勘察与致灾风险动态评价方法;
2. 路基路面材料与结构韧性协同适配设计技术;
3. “路面—路基—地基”少人化高品质建造技术及装备;
4. 高原恶劣环境低碳养护材料、装备及智慧养护技术。

建设目标: 2 年建设期内,形成不少于 3 项高原多年冻土水热全要素勘察技术、路基路面结构和融沉防控技术;构建 1 套多年冻土热融致灾风险评价方法;研制不少于 3 种高原恶劣环境路基路面养护材料、高原全天候快速抢修装备。

建设期满转入运行期 5 年内,建成高原多年冻土地区道路工程全寿命周期智能维养决策与管控数字化平台 1 个;构建覆盖高原多

年冻土地地区道路工程“勘察—设计—建造—维养”成套技术与系列标准 1 套,在不少于 3 个典型工程中应用示范。

二、寒区道路建养技术

研究目标:围绕寒区极端环境道路建养的耐久、安全等重大需求,针对极低温、大温差、频冻融等特殊寒区环境道路及附属结构损伤劣化及安全问题,开展寒区环境道路建养结构与材料、道路病害监(检)测与防控、冬季融冰化雪技术与装备、寒区道路主动安全防控等技术攻关,构建“性能评价—耐久提升—主动调控—智能养护”全流程建养成套技术与标准规范,实现典型路段示范,并推动系统化集成、工程化应用及产业化落地,支撑寒区道路服役性能与安全能力提升。

重点任务:

1. 寒区环境道路建养结构与材料;
2. 寒区道路病害监(检)测与防控技术;
3. 冬季融冰化雪技术与装备;
4. 寒区道路安全主动防控技术。

建设目标:2 年建设期内,形成不少于 3 种寒区道路及附属结构病害监(检)测与防控技术;提出不少于 3 种极端环境下耐久防滑道路结构与材料;研发不少于 2 种主被动协同融冰化雪技术与智能化除冰雪装备;提出不少于 2 项寒区道路主动安全防控技术。

建设期满转入运行期 5 年内,建立寒区道路主动安全预警与全流程建养技术平台 1 个,实现道路服役状态动态预警评估与全寿命

周期管理；构建“性能评价—耐久提升—主动调控—智能养护”成套技术与标准 1 套，在不少于 3 个典型寒区工程中实现系统集成与工程示范。

三、季冻区道路建养技术

研究目标：围绕季冻区特殊气候和地质条件下道路工程绿色智能长寿建养需求，针对多变温湿度场产生的道路结构损伤和建养材料难以适应的难题，开展适应季冻区服役环境的道路耐久结构与绿色材料、低影响建造技术与装备、道路服役状态智能感知与精准评估、快速养护技术与装备等技术攻关，构建集结构、材料、技术与装备一体的季冻区道路建养技术体系与标准体系，形成具有自主知识产权的材料、工法与装备，实现技术成果的工程示范应用，支撑季冻区道路建养数智化升级、绿色化转型。

重点任务：

1. 季冻区多变温湿度场适配性道路耐久结构与绿色材料；
2. 季冻区道路低影响建造技术与装备；
3. 季冻区道路服役状态智能感知与精准评估；
4. 不同季节的道路快速养护技术与装备。

建设目标：2 年建设期内，研发不少于 2 种适应季冻区特殊气候条件的道路绿色材料，提出不少于 2 种适应季冻区服役环境的耐久结构，形成不少于 2 种季冻区低影响建造与快速养护技术并应用验证，研制不少于 2 种建造与养护装备。

建设期满转入运行期 5 年内，建立季冻区道路服役状态智能感

知与精准评估平台 1 个,支撑建养技术的全寿命评估和智能养护决策;构建集材料、结构、技术与装备一体的季冻区道路建养技术及标准体系,在不少于 4 个工程中应用。

四、艰险山区道路建养技术

研究目标:围绕艰险山区道路高品质建造与高安全通行需求,针对建设条件约束、地质灾害频发、特殊环境病害突出、施工生态易扰动、养护保通难度大等问题,开展艰险山区道路路线适配性技术标准、高陡边坡稳定防控、特殊路基灾变控制、结构健康监测及风险预警等关键技术攻关,构建集设计、施工、养护、检测评估于一体的艰险山区道路建养技术体系,形成成套标准、工法与装备,实现关键成果在典型山区场景下的工程示范应用。

重点任务:

1. 艰险山区道路安全性与路线适配性技术及标准;
2. 高陡边坡稳定防控与生态防护技术;
3. 山区特殊路基稳定与灾变控制技术;
4. 山区道路路基路面健康检测监测与风险评估。

建设目标:2 年建设期内,形成 1 项艰险山区道路路线适配性技术标准、不少于 2 种典型高陡边坡稳定防控与生态防护技术;研发不少于 3 种特殊路基稳定与灾变控制关键技术及装备并开展应用验证。

建设期满转入运行期 5 年内,建成山区道路健康监测与灾变预警数字化平台 1 个,实现对山区道路灾害风险的智能预警与安全科

学评估；构建集设计、施工、养护、检测评估于一体的艰险山区道路建养技术体系，在不少于 3 个工程中应用示范。

五、黄土盐渍土地区道路建养技术

研究目标：围绕黄河流域高质量发展中道路工程重载交通、耐久安全和环境保护的建养技术需求，开展重载道路“路基—路面”协同耐久与一体化设计、特殊路基处治、盐胀溶蚀与结构腐蚀防控、绿色低碳化维养等核心技术攻关，构建黄土和盐渍土地区道路工程全寿命周期建养一体化技术体系与标准体系，实现关键材料、技术及装备的工程示范与产业化应用，全面提升黄河流域道路智能建养与绿色高质量发展水平。

重点任务：

1. 黄土地地区重载道路“路基—路面”协同耐久与一体化设计技术；
2. 重盐渍土、湿陷性黄土等区域特殊路基处治技术；
3. 盐渍土地区道路盐胀溶蚀、结构腐蚀防控和耐久性提升等建养一体化技术；
4. 道路材料集约化利用与环境低扰动维养技术及装备。

建设目标：2 年建设期内，形成不少于 3 项黄土盐渍土地区特殊路基处治与“路基—路面”协同耐久技术；研发不少于 2 项盐渍土地区道路腐蚀病害防控技术；构建 1 套重载道路“路基—路面”一体化设计方法，并提出相应的典型重载耐久路面结构；研制不少于 3 种绿色低碳维养材料与装备。

建设期满转入运行期 5 年内,建成黄土盐渍土地区道路建养智能决策与管理数字化平台 1 个,实现全寿命周期道路性状的数智化管理与运维决策;构建黄土盐渍土地区道路工程全寿命周期建养一体化技术体系与标准体系 1 套,在不少于 5 个重载道路或特殊路基工程应用示范。

六、干旱荒漠地区道路建养技术

研究目标:面向干旱荒漠地区大温差、强风沙、冰雪冻融等严酷环境下道路设施高品质建养需求,开展路基抗风沙稳定、冰雪灾害道路应急保通与耐久性设计、少水无水施工、智能建养与少人无人化施工作业等核心技术攻关,构建干旱荒漠地区道路建养全寿命周期技术体系与标准体系,实现适配荒漠地区筑路材料、少水无水施工技术及少人无人化作业装备的工程示范与产业化应用。

重点任务:

1. 干旱荒漠区路基稳定与路面耐久性设计与施工技术;
2. 干旱荒漠环境道路绿色建养与沙害防治技术;
3. 冰雪灾害易发路段道路安全保障与应急保通技术;
4. 干旱荒漠地区道路智能建养与少人无人化作业装备。

建设目标:2 年建设期内,形成不少于 5 项路基稳定与路面耐久性提升、沙害防治、冰雪灾害道路安全保障与应急保通技术;构建 1 套干旱荒漠地区道路耐久性设计方法;研制不少于 3 种少水无水化、绿色环保的道路修筑与靶向维护材料;研发 1 套少人无人化道路维养装备。

建设期满转入运行期 5 年内,建成干旱荒漠地区道路建养全寿命周期智能决策与管理平台 1 个,实现道路建养技术集成与数智化应用功能;构建干旱荒漠地区道路建养全链条技术体系与标准体系 1 套,在沙漠、大温差、冰雪冻融等 3 个以上典型场景应用示范。

七、南方湿热地区道路建养技术

研究目标:针对南方湿热地区高填路基占比大、特殊土质分布广、短时极端降雨频发容易导致道路灾变的问题,面向道路高品质建养需求,开展路基韧性提升与安全预警、路面耐久性与抗滑性能提升、高性能绿色建养材料与智能养护装备、道路病害诊断与维保智能化等技术攻关,构建南方湿热地区道路建养全链条技术体系与标准体系,实现关键材料、技术及装备的示范应用与产业化。

重点任务:

1. 南方湿热地区特殊路基韧性提升与安全预警技术;
2. 南方湿热地区路面耐久性与抗滑性能提升技术;
3. 南方湿热地区道路高性能建养材料与智慧养护装备;
4. 山区道路服役性状诊断与维保决策智能化技术。

建设目标:2 年建设期内,研发不少于 3 种特殊路基韧性提升技术;形成不少于 2 种山区道路设施安全预警技术;研制不少于 3 种高性能绿色建养材料和智慧养护装备;开发 1 种适配南方多雨地区的路表抗滑技术;形成不少于 3 种道路服役性状快速无损检测/监测技术。

建设期满转入运行期 5 年内,建成南方湿热地区道路建养数智化平台 1 个,实现道路建养成套技术集成及建养材料、装备产业化;构建南方湿热地区道路建养全链条技术体系与标准体系 1 套,在不少于 3 个工程中应用示范。

八、东南沿海地区道路建养技术

研究目标:围绕东南沿海地区特殊软土地基、高湿高盐、台风暴雨等恶劣环境下道路延寿与韧性建养需求,开展路基稳定、路面耐久、交通设施抗风抗腐蚀、性状监(检)测预警、病害快速修复等体系化技术攻关,构建适应区域气候、地质与重交通条件的道路设施“设计—建造—运维”全链条技术体系与标准体系,实现关键材料、技术及装备的工程示范与产业化应用。

重点任务:

1. 沿海恶劣环境道路安全韧性提升与延寿技术;
2. 道路抗水损抗腐蚀绿色建养材料及附属设施抗风技术;
3. 东南沿海道路设施智能监(检)测、预警技术与装备;
4. 沿海恶劣环境道路快速修复材料、装备及数智化运维技术。

建设目标:2 年建设期内,形成不少于 3 项沿海地区道路韧性提升、结构延寿和附属设施抗风技术;研制不少于 3 种道路抗水损抗腐蚀绿色建养材料和快速修复材料;研发不少于 3 种东南沿海道路病害/灾害快速检测/监测装备及智能预警技术。

建设期满转入运行期 5 年内,建成东南沿海地区道路工程全寿命周期建管养数智化平台 1 个,实现集性状检测监测、评估预警、养

护决策、应急调度等于一体的数智化管理与决策功能,构建东南沿海地区道路“设计—建造—运维”全链条技术体系与标准体系 1 套,在 5 个以上不同恶劣环境的道路建养工程中应用示范。

九、公路自然灾害监测预警技术

研究目标:围绕不利、突变和极端气候环境下公路设施滑坡、崩塌、沉陷、泥石流等多灾种灾害的隐患排查和监测预警需求,开展“空—天—地”多灾种灾害多源感知和监测、灾害智能预测和风险判别、灾害多级预警等技术攻关,建立覆盖公路自然灾害“排查—监测—判别—预警”全链条技术体系与标准体系,实现关键技术及装备的工程示范与产业化应用,支撑公路设施安全防控与应急保障。

重点任务:

1. 不同地域自然灾害分类、发生与分布特征;
2. 不同地域自然灾害的成灾机理与演变规律;
3. 不同地域、不同类型自然灾害的监测、评价、预警;
4. 不同地域、不同类型自然灾害的应急处治信息平台。

建设目标:2 年建设期内,形成不少于 4 种公路灾害监测与风险判别方法;研发不少于 2 项监测和预警技术装备,初步建设公路灾害监测预警信息平台。

建设期满转入运行期 5 年内,建成公路灾害监测预警与应急处理信息平台 1 个,构建覆盖公路灾害“排查—监测—判别—预警”全链条技术体系与标准体系 1 套,在不少于 3 个典型灾害风险区域开展工程示范应用。

十、道路材料高效再生利用技术

研究目标:围绕道路工程绿色低碳与资源循环利用重大需求,聚焦废旧道路材料高效再生与循环利用,开展废旧道路材料回收预处理、循环再生性能调控、高掺量全组分再生材料及装备等关键技术研究,构建废旧道路材料精细回收、多轮循环、全组分再生、智能低耗于一体的道路材料高效再生利用技术体系,形成成套技术、标准与装备系统,推动道路再生材料规模化、高质化、高值化应用,支撑道路固废资源化循环利用与绿色低碳养护高质量发展。

重点任务:

1. 废旧道路材料高效回收与精细化预处理关键技术;
2. 废旧道路材料多轮循环再生高质性能调控关键技术;
3. 高掺量全组分再生材料及绿色低碳智能化装备系统;
4. 高附加值再生利用技术标准体系及产业化应用示范。

建设目标:2 年建设期内,形成不少于 3 项废旧道路材料高效回收与精细化预处理技术;提出不少于 2 项废旧道路材料再生性能调控技术;研发不少于 2 种再生专用胶结料、改性材料及配套产品;研发不少于 1 项智能低耗再生装备或质控系统并完成工程验证。

建设期满转入运行期 5 年内,构建废旧道路材料精细回收、多轮循环、全组再生、智能低耗于一体的技术体系,形成高附加值再生利用技术标准规范;在 2 个以上典型工程中实现产业化示范应用。

十一、道路工程工业固废资源化循环利用技术

研究目标:围绕道路工程消纳多源工业固废的高值化、低碳化、

协同化目标,针对高值化开发、绿色化消纳废旧橡胶、各类工业废渣、各种工业尾矿、建筑废弃物及其他典型废旧资源的协同利用关键难题开展技术攻关,构建多源多类废旧资源变异性控制、废旧资源协同适配改性、长期性能有效保障的技术体系,形成针对典型应用场景的成套技术、装备和标准。

重点任务:

1. 陆路交通多源废旧资源精细分选与协同配伍技术;
2. 高品质环保化交通废旧资源再生循环利用材料;
3. 废旧资源数智化绿色低碳再生专用装备;
4. 陆路交通废旧资源循环协同利用管理平台及示范应用。

建设目标:2 年建设期内,形成不少于 3 种多源固废协同利用关键技术;研发不少于 2 套高值化利用专用装备;研制不少于 3 种固废资源品质化再生材料及配套施工工艺。

建设期满转入运行期 5 年内,建成陆路交通废旧资源循环协同利用管理平台 1 个,实现资源溯源、跨界调配与环保减碳等功能;构建基于典型应用场景的陆路交通废旧资源循环利用标准不少于 2 项;在不少于 2 个高等级公路中规模化示范,形成可复制的产业化推广模式。

十二、公路电气化技术

研究目标:围绕公路电动化运输系统低碳智慧升级与高效安全管控需求,聚焦电动重卡“车一站一网”高效匹配、换电站规划建设与智能运维等重大科学问题,选取典型极端复杂环境应用场景,瞄

准货车智能驾驶和编队运行等方向,突破“车一站一网”高效协同匹配、换电站可靠性提升与智能运维、车网融合系统稳定调控等核心技术。

重点任务:

1. 公路电动化运输系统的车网耦合系统稳定调控技术;
2. “车一站一网”高效协同匹配与换电技术及装备;
3. 电动重卡换电模式及电池全生命周期网络化管理与安全防护技术;
4. 公路电动化运输系统的标准化及工程应用。

建设目标:2 年建设期内,形成不少于 3 种面向公路电动化运输系统的车网耦合、能量转换、系统稳定调控等核心技术;研发“车一站一网”高效协同匹配与换电技术装备,车网耦合系统动态响应时间 $\leq 100\text{ms}$,弓网能量转换效率 $\geq 90\%$;换电全过程协同时间 ≤ 4 分钟,换电站设备综合可用度 $\geq 99\%$ 。

建设期满转入运行期 5 年内:建立公路电动化数智化综合管控平台 1 个,实现全息监测、智能调控、电动化运维一体化管控;建立公路电动化运输系统及换电技术标准体系;构建涵盖系统稳定调控、换电智能运维的电动化智慧运维管控技术体系,在至少 1 条主干公路开展工程应用示范。

十三、桥梁工程防撞抗撞技术

研究目标:围绕考虑复杂环境耦合作用影响的车、船、滚石、无人机等典型撞击下的桥梁安全防护需求,开展多场景桥梁撞击风险

评估、多源数据融合防撞预警、高耗能梯级防护、高能级冲击试验、多要素耦合数值模拟与撞后评估等共性关键技术攻关,形成覆盖“灾变评估—监测预警—耗能防撞”的全链条桥梁防撞抗撞技术体系,实现核心技术工程化示范应用,推动桥梁防撞抗撞技术智慧化发展,支撑国家桥梁防灾减灾能力提升。

重点任务:

1. 桥梁撞击风险评估与高精度数值模拟技术;
2. 多源数据融合的撞击灾害监测与预警技术;
3. 高耗能梯级防护材料/装备与冲击试验技术。

建设目标:2 年建设期内,研制高耗能梯级防护装备不少于 2 种,并开展工程示范应用;开发 1 套多源数据融合的桥梁防撞预警系统平台;研制大吨位高能级冲击试验装备,冲击能量 $\geq 8\text{MJ}$;建立车辆、船舶、滚石、无人机精细化数值模型库,每类模型不少于 3 种。

研制面向车、船、滚石、无人机撞击下的耗能防护装备,撞击力折减 $\geq 40\%$;开发覆盖库区、内河、沿海不同通航环境下的桥梁船撞预警系统,误报率 $< 5\%$;建立基于数物融合的船、车、滚石、无人机撞击桥梁 AI 预测模型;形成桥梁主被动综合防护技术体系,开展示范应用不少于 10 处。

十四、桥梁工程抗火抗爆技术

研究目标:围绕桥梁在火灾、爆炸极端荷载作用下的安全保障与韧性提升需求,开展桥梁火灾与爆炸灾变模拟及损伤演化、灾后

损伤快速识别与风险分级预警、抗火抗爆设计与防护等技术攻关，构建覆盖桥梁“灾变推演—评估预警—防护提升”全链条技术体系与标准体系，实现关键技术及防护装备的工程示范与推广应用，支撑交通基础设施安全防护与韧性提升。

重点任务：

1. 桥梁火灾与爆炸灾变模拟及结构损伤演化推演技术；
2. 桥梁灾后损伤快速识别评估与风险分级预警技术；
3. 桥梁关键构件抗火抗爆防护设计与防护材料装备。

建设目标：2 年建设期内，形成不少于 2 种桥梁火灾与爆炸损伤快速检测与评估技术；研发不少于 1 种抗火抗爆防护材料及配套防护装备并开展应用验证；初步建设桥梁火灾与爆炸风险评估及应急处置技术平台。

建设期满转入运行期 5 年内，建成桥梁抗火抗爆风险评估与应急处置技术平台 1 个，构建覆盖桥梁“灾变推演—评估预警—防护提升”全链条技术体系与标准体系 1 套，在不少于 2 个典型场景开展工程示范应用，显著提升桥梁极端荷载下的安全防护水平。

十五、桥梁应急抢修技术

研究目标：围绕极端灾害与突发事件下桥梁损伤或损毁后应急抢通、保通和抢修重大需求，开展结构损伤快速检测、损伤等级智能评估、轻度损伤快速修复、中度损伤应急加固、重度损伤更换重构等关键技术攻关，构建“结构—材料—器材—装备”一体化桥梁应急抢修技术体系，形成成套工法、新型材料、通用器材与特种装备，实现

关键成果在地震、洪水、交通事故等典型极端场景下的工程应用，全面提升我国桥梁应急处置与快速恢复能力。

重点任务：

1. 桥梁结构损伤快速检测与智能分级评估决策技术；
2. 桥梁多级损伤应急修复加固与快速更换重构技术；
3. 桥梁快速抢修新型材料与模块化通用器材；
4. 桥梁快速抢修高适配装备与智能协同作业系统。

建设目标：2 年建设期内，形成不少于 2 项桥梁结构损伤快速检测与智能分级评估决策技术；研发不少于 3 项覆盖多级损伤的桥梁应急修复加固与快速更换重构技术；研制不少于 3 种桥梁快速抢修材料、器材或装备；开展不少于 2 项工程应用验证或实战演练。

建设期满转入运行期 5 年内，构建成熟完善的“检测—评估—决策—处置”全链条桥梁应急抢修技术体系，抢修材料、器材及装备在典型极端场景中实现规模化示范应用或系统化实战演练，全面形成支撑区域重大灾害应急救援的实战能力。

十六、桥梁养护加固技术与装备

研究目标：围绕在役桥梁安全耐久与性能提升重大需求，研发桥梁养护加固高性能材料、预防性养护及巡检装备、靶向快速处治技术、智能化处治加固装备，形成安全可控的桥梁养护加固成套技术与装备体系，引领在役桥梁养护加固技术向数智化、长效化发展，支撑我国桥梁管养技术的转型升级。

重点任务：

1. 桥梁养护加固高性能材料及应用技术；
2. 桥梁预防性养护技术及巡检装备；
3. 桥梁靶向快速加固技术及装备。

建设目标：2 年建设期内，研发不少于 3 类的桥梁养护加固高性能材料、2 项快速加固技术、2 项以上的智能化养护加固装备。

建设期满转入运行期 5 年内，构建靶向快速加固技术体系，开发多工况智能养护加固装备，形成桥梁养护加固成套技术与装备体系，实现典型工况下养护作业无人化、少人化，在不少于 3 个工程中应用示范。

十七、桥梁工程施工安全管控技术

研究目标：重点围绕智能感知、智能预警、智能处治三大方向，攻关桥梁施工多要素融合感知、数物融合动态风险预警、施工安全隐患智能处治等关键核心技术，开发桥梁施工安全管控平台，形成“感知—预警—处治”成套安全管控技术体系，支撑桥梁施工安全管控由被动处治向事前动态预警升级。

重点任务：

1. 复杂场域桥梁施工安全多要素融合感知技术；
2. 数物融合驱动的桥梁施工风险动态预警技术；
3. 基于因果关联分析的桥梁施工安全隐患智能处治技术。

建设目标：2 年建设期内，构建复杂场域多要素融合感知方案，研发数物融合驱动的风险动态预警算法不少于 2 项，完成安全管控

平台架构设计与核心模块开发。

建设期满转入运行期 5 年内,形成“感知—预警—处治”成套安全管控技术体系及相关标准,实现产业化服务。

十八、桥梁工程新材料与新结构

研究目标:重点发展桥梁新材料研发、新结构体系创新、“新材料—新结构”一体化技术。攻克新材料多尺度设计与性能调控、新结构体系创新、“材料—结构”一体化智能优化等科学问题,突破高性能材料制备、新型结构优化设计、“材料—结构”一体化设计等关键技术,形成桥梁工程新材料与新结构核心技术、标准体系,支撑桥梁工程绿色化、高性能化、长寿命化高质量发展。

重点任务:

1. 基于多尺度设计的桥梁新材料研发与性能调控技术;
2. 桥梁新结构体系创新与优化设计方法;
3. “新材料—新结构”一体化设计与寿命提升理论方法。

建设目标:2 年建设期内,构建桥梁新材料、新结构、“材料—结构”一体化理论框架,形成多尺度材料设计、新结构体系创新、一体化设计的基础方法体系。

建设期满转入运行期 5 年内,构建桥梁工程新材料与新结构完整理论与技术体系,突破新型复合材料、超高性能混凝土、新型组合结构体系、预应力新型构件等核心技术,形成材料性能表征、结构创新设计、长寿命提升、绿色低碳可持续成套技术体系,并编制相关技术标准。

十九、长大山岭隧道建造技术

研究目标:围绕极端环境下长大山岭隧道建造关键共性技术难题,研究超长距离超前地质预报智能快速识别技术,研发超长隧道钻爆法智能建造技术和装备,研究不良地质 TBM 施工高效掘进技术与装备,开发长大山岭隧道建造技术全过程数智感知、控制技术与平台,形成安全可控的施工标准与产业化体系,实现关键技术和核心装备的突破,引领我国长大山岭隧道智能建造技术发展。

重点任务:

1. 超长距离超前地质预报智能快速识别技术;
2. 超长公路隧道钻爆法智能建造技术和装备;
3. 不良地质 TBM 高效掘进技术与装备;
4. 长大山岭隧道施工全过程数智感知与管控平台。

建设目标:2 年建设期内,形成超长距离超前地质预报智能识别技术,研发不良地质 TBM 高效掘进技术与装备,研制不少于 2 套智能建造及超前地质预报装备,研发不少于 3 套智能感知产品。

建设期满转入运行期 5 年内,形成超长山岭隧道成套智能建造技术与装备;构建长大山岭隧道智能建造完整技术体系,为极端复杂地质条件下超长大埋隧道工程安全、绿色、高效施工提供技术支撑。

二十、运营隧道智能巡检与维保技术

研究目标:围绕运营隧道智能巡检与维保相关技术及装备,开展多源感知数据融合算法与标准化构建、隧道病害高精度智能识别

与装备一体化集成、病害分级诊断与精准处治、多源异构数据协同管控等关键技术攻关,形成“感知—诊断—决策—处治”全流程智能运维技术体系、标准化技术方案及适配装备,支撑运营隧道维养提质增效、降本减险,推动隧道维养智能化、标准化水平整体提升。

重点任务:

1. 隧道结构病害多源融合感知机制与数据标准;
2. 隧道结构病害智能识别技术与智能巡检装备;
3. 隧道结构病害精准诊断决策与维养处治技术;
4. 多源异构数据融合隧道智能维养管控平台。

建设目标:2 年建设期内,突破建立 1 套隧道结构病害多源感知数据标准,研发不少于 2 套隧道智能巡检装备,形成隧道智能巡检与维养技术指南 1 项,建成 1 个隧道智能维养管控平台,完成 2 座长大隧道示范应用。

建设期满转入运行期 5 年内,建立运营隧道“感知、诊断、决策、处治”全链条智能维养核心技术与标准体系,形成巡检数据标准与预警指标体系相关国家标准或行业标准 2 项;隧道智能巡检装备单次巡检效率提升不低于 50%,隧道结构病害识别准确率不低于 95%;实现不少于 10 座长大隧道规模化应用。

二十一、超长隧道通风防火与运行安全

研究目标:围绕超长隧道长距离通风排烟、火灾等链生多灾害安全管控的关键共性技术难题,聚焦“灾害精准感知—灾害精确预警—灾害精细管控”全链条,重点研发超长隧道通风排烟、结构自主

抗火、灾害场感知预警与动态推演、多灾害主动管控等关键技术，系统考虑隧道结构、机电系统、灾害场景和人员的复杂耦合作用，提升超长隧道本质安全，引领隧道智慧防灾发展。

重点任务：

1. 超长隧道长距离通风排烟新技术与设计标准；
2. 超长隧道自主抗火新材料与新结构；
3. 超长隧道多灾害智能预警、灾害场动态推演技术与装备；
4. 超长隧道多灾害主动管控技术与平台。

建设目标：2 年建设期内，建立 10km 级超长隧道自适应通风排烟技术，研发适用于 50MW 隧道自主防火构造，提出火灾、洪灾、“火灾—爆炸”链式灾害等 3 类隧道典型运行灾害智能感知与预警技术，灾害预警响应时间 $\leq 30s$ ，人员动态疏散救援预案生成时间 $\leq 1min$ ，实现不少于 1 个超长隧道运行安全智能管控技术示范；

建设期满转入运行期 5 年内，建立高原、跨海等特殊极端环境下 20km 级超长隧道自主通风排烟技术体系及行业标准，形成 1 套超长隧道运营期多灾害智能感知与自主调控技术体系，构建极端环境超长隧道智慧防灾与安全运行新范式。

二十二、隧道工程应急抢修技术

研究目标：围绕隧道工程重大灾害应急抢修共性关键技术难题，聚焦隧道工程灾害的“调查—评估—决策—抢修”全链条，突破隧道灾变“快速调查、精准评估、科学决策、高效抢修”核心技术，研发适配不同灾变场景的专用技术、材料、装备与平台，形成安全可控

的隧道工程应急抢险技术、装备与标准体系,实现“安全操作、快速控灾、按时保通、长期稳固”目标,引领隧道工程应急抢修技术发展。

重点任务:

1. 隧道工程典型灾害快速调查关键技术及装备;
2. 隧道工程典型灾害灾情快速评估和抢修决策技术;
3. 隧道工程典型灾害应急抢修关键材料、技术及装备;
4. 隧道工程典型灾害抢修质量评估技术与智能管控平台。

建设目标:2 年建设期内,针对塌方、突涌、火灾、地震等典型隧道灾害,形成快速抢修的调查、评估和决策关键技术、装备和相关标准规范,并针对每一种隧道重大灾害:研制不少于 1 套灾害快速调查装备;建立快速评估和决策理论与方法。

建设期满转入运行期 5 年内,针对塌方、突涌、火灾、地震等典型隧道灾害,形成快速抢修的施工处置、质量检验关键材料、技术、装备和相关标准规范,并针对每一种隧道重大灾害:研发快速抢修材料、工艺及装备;研发抢修质量评估技术和智能管控平台,抢修管控平台纳入隧道运维平台体系。

二十三、隧道工程灾变监测与预警技术

研究目标:围绕运维隧道工程灾变监测与预警的关键共性技术难题,聚焦“感知—传输—融合—解译—预测—预警”全链条,重点突破多源信息智能获取与感知、多源异构信息融合解译、灾变演化预测预警、隧道群监测预警系统集成与示范应用等核心技术,研发

复杂环境下隧道灾变监测装备,构建监测预警系统与工程应用平台,形成安全可控的技术、装备和标准化成果,提升隧道灾变风险超前感知识别、动态评估、精准预警和应急抢修决策支撑能力。

重点任务:

1. 隧道工程灾变多源信息智能获取与感知技术;
2. 隧道工程灾变多源异构信息融合与大模型解译技术;
3. 基于人工智能的隧道工程灾变预测与预警技术;
4. 隧道工程灾变监测预警系统集成、装备研发与工程示范。

建设目标:2 年建设期内,针对衬砌结构垮塌掉块、突泥涌水、瓦斯爆炸、洞口边坡失稳等典型灾变,形成隧道灾变多源感知、融合解译、智能预测与预警关键技术;研发监测预警装备不少于 3 类,开发预警软件平台 1 套,构建典型灾变识别与预警模型,实现典型灾害识别准确率达到 85% 以上;在不少于 2 项隧道工程中开展示范应用。

建设期满转入运行期 5 年内,形成运维隧道灾变监测预警成套技术、装备和相关标准规范,实现典型灾变风险提前 24~72 小时预警,预警准确率稳定达到 90% 以上;推广应用于不少于 5 项复杂隧道工程,编制技术指南或行业标准不少于 2 项,形成系列化产品和示范应用体系。

二十四、高烈度地震区隧道抗震技术

研究目标:围绕高烈度地震区及活动断层带隧道安全建造的共性关键技术难题,揭示强震与复杂地质耦合作用下隧道结构损伤演

化规律与灾变机制,构建隧道地震灾害风险评估技术,突破抗震韧性设计理论与试验验证方法的核心技术瓶颈,研发高烈度地震区隧道抗震韧性结构体系,建立隧道地震灾害防御设计方法与技术标准,支撑我国高烈度地震区及活动断层带交通基础设施安全建设。

重点任务:

1. 高烈度区隧道地震灾害风险评估技术;
2. 高烈度区隧道抗震设计方法与技术标准;
3. 高烈度区隧道抗震模拟试验技术与装备;
4. 高烈度区隧道抗震韧性结构体系与标准。

建设目标:2 年建设期内,构建高烈度地震区及活动断层带隧道地震灾害风险评估方法与指标体系;研发隧道大比尺抗震物理模拟试验核心装备,形成标准化试验方法与操作规程;完成Ⅷ度(0.20g)、Ⅸ度(0.30~0.40g)、Ⅹ度(0.50g 以上)三个烈度等级下隧道抗震韧性结构体系研发;形成高烈度地震区隧道的抗震韧性设计指南和抗震设计技术行业标准各 1 项。

建设期满转入运行期 5 年内,建成覆盖高烈度活动断层带多种地质类型的隧道抗震技术研发共享平台;依托大比尺抗震物理模拟试验装备建成面向全行业开放的试验服务平台;推动抗震韧性结构体系在高烈度地震区重大隧道工程中实现不少于 2 项示范应用;主编或参编高烈度地震区隧道抗震技术行业标准不少于 3 项,形成高烈度地震区隧道工程抗震防灾的完整技术体系。

二十五、港口地基加固技术

研究目标:围绕复杂地质条件、极端工况下港口工程地基加固核心需求,重点研究软土地基“承载—变形—稳定”多场耦合演化机制,提出复杂地质港口地基加固新方法;研发港口软土地基绿色加固技术与装备,突破复杂地质条件下港口工程地基勘测精准化、加固绿色化和评估智能化技术瓶颈;研究港口“地基—结构”耦合作用机理与地基变形机制,突破港口软土地基变形控制与韧性提升技术;研发港口地基智能监测与施工精准管控技术,搭建港口地基智能监测平台,突破施工控制关键技术瓶颈,构建港口工程地基精细化施工与智能管控技术体系。

重点任务:

1. 复杂地质港口地基高精度勘测技术;
2. 港口软土地基绿色智能加固技术与装备;
3. 港口软土地基变形控制与韧性提升技术;
4. 港口地基处理智能监测与精准管控技术。

建设目标:2 年建设期内,研究软土地基承载与变形多场耦合演化机制和理论,形成复杂地质港口地基加固新技术与装备 5 套;研发基于复合固化、生物矿化的既有港口地基修复新技术 3 项;研发港口岩土性能关键指标智能原位勘测技术与设备 2 套。

建设期满转入运行期 5 年内,建立港口工程软土地基安全韧性评价标准体系;研发港口地基高精度原位勘测技术与设备 5 台套;全面提升港口工程软土地基加固核心技术,关键设备安全可控,制

修订相关行业标准。

二十六、水运工程水下监测技术

研究目标:围绕水运工程水下大型设施建设与运维技术需求,重点针对强潮流、高浑浊、强腐蚀、泥沙淤积等复杂水下工况,研发高精度、长效化、低成本水下监测关键技术;实现水下结构、河床冲淤、水动力环境、基础病害、水下自主巡检设备的实时感知与动态研判;开展水下监测装备研发与计量溯源,构建集远程智能测控、多源融合感知、水下实时可视、动态分析评估于一体的综合性系统应用平台。

重点任务:

1. 复杂水域环境动态建模与误差补偿技术;
2. “声—光—惯导”多模态融合与数据实时处理技术;
3. 近底水沙长期在线监测技术与装备;
4. 水下监测可视化与自主巡检技术与装备。

建设目标:2年建设期内,实现离岸100km内水运工程实时动态监测平面精度 $\pm 5\text{cm}$;突破“声—光—惯导”融合的无塔水下对接定位技术,实现复杂环境下构筑物基础病害水下监测及水下结构物精准定位;突破浑浊水域的水下定点监测技术,研发剖面水沙冲淤监测装备,在含沙量不低于 $6\text{kg}/\text{m}^3$ 的高浓度条件下,测量精度不低于 $\pm 2\%$ 。

建设期满转入运行期5年内,突破水下服役设施的移动巡检技术,研制抗浪抗流能力强的声光一体监测装备,可在3级海况实现

精细化的自主地形地貌探测；实现剖面水沙冲淤监测装备产业化应用；搭建在监测数据管理与分析平台，构建定点监测和移动巡检综合性系统，实现水下感知与动态监测的产业化应用。

二十七、航运枢纽安全保障与韧性提升技术

研究目标：重点发展航运（航电）枢纽基础设施智能感知、检测、诊断与修复加固技术，攻克复杂环境下航运枢纽运行风险精准识别、健康智能诊断、绿色修复、韧性提升、数智化改造等技术难题，研发枢纽本质安全透彻感知技术与装备、知识数据混合驱动智能诊断算法、高性能修复加固材料与装备，构建航运枢纽“智慧感知—智能诊断—评估防控—修复加固”全链条检测、诊断、修复技术体系，研究既有枢纽数智升级技术，保障航运枢纽安全高效运行。

重点任务：

1. 航运枢纽隐患智能探测技术与装备；
2. 航运枢纽韧性提升技术、材料与装备；
3. 航运枢纽基础设施数智化改造技术与装备。

建设目标：2 年建设期内，构建航运（航电）枢纽多要素多场景协同巡检系统，突破雨水情、结构、地质、设施等海量数据标准化技术，形成多要素监测检测数据规范采集、智能清洗、精准标注成套技术，构建通航建筑物运行安全数据集，发展基础设施隐患智能化检测技术与装备，病害识别率达到 90% 以上，研发智能探测与结构内部透彻感知设备 2 套以上，制修订既有航运枢纽数智化改造技术标准。

建设期满转入运行期 5 年内,完善航运枢纽智能“监测—诊断—预警—维修”技术体系,研发航运枢纽运行维护新材料不少于 2 种,建成航运枢纽运行安全诊断智能体,在不少于 2 座工程中应用,形成航运枢纽诊断与修复技术标准。建成全国航运(航电)枢纽安全管理平台,实现 3 座以上老旧枢纽数智化升级改造。

二十八、港航工程极端环境监测预报与灾害预警技术

研究目标:围绕极端环境下港航工程安全运维与防灾减灾重大需求,攻克全场景全要素全天候高精度监测、多灾害链耦合灾变模拟、极端环境风险评估与快速预警等关键技术,研发适应极端环境的高精度长效实时监测装备与耦合灾变模拟技术,开发极端环境下港航工程风险评估技术与快速预警平台,形成适应极端环境的高精度长效实时监测装备与智能模拟预报系统,引领港航工程极端环境监测预报与灾害预警技术发展,支撑我国港航工程防灾减灾与安全保障体系建设。

重点任务:

1. 港航工程全要素全天候高精度环境监测技术与装备;
2. 港航工程极端环境多灾害链耦合灾变机理与模拟技术平台;
3. 港航工程极端环境风险评估技术;
4. 港航工程极端环境快速预警平台。

建设目标:2 年建设期内,构建全要素全天候高精度监测技术体系,研发适应极端环境的高精度长效实时监测装备不少于 1 套;突破多灾害链耦合模拟技术,形成港航工程极端环境多灾害耦合精

准数值仿真平台；构建涵盖港航工程全寿命周期的多灾害风险评估体系；搭建极端环境典型港航工程智能监测网络与灾害快速预警智能体，初步建成极端环境监测预报与灾害预警应急响应决策系统。

建设期满转入运行期 5 年内，研发适应极端环境的高精度长效实时监测装备不少于 3 套；极端环境多灾害耦合精准数值模拟方法在不少于 2 个重大港口航道工程项目中示范应用；形成成熟的极端环境监测预报与灾害预警应急响应决策系统平台，并在不少于 3 个工程项目中示范应用。

二十九、港口工程安全智慧感知与应急修复技术

研究目标：围绕港航口工程基础设施智慧“感知—评估—修复”一体化技术需求，攻关设施状态感知、多源异构数据融合与结构智能反演、数据驱动智能评估预警、超高韧性快速修补材料及智能化施工装备等关键共性技术，突破水下声光协同缺陷成像与原位修复等关键技术，形成“自主感知—智能预警—精准评价—快速抢修”的港口工程安全运维技术体系，开展关键装备研发、材料中试测试与工程化应用，推动感知装备和修复材料的产业化，支撑港口基础设施全寿命安全保障与应急抢险能力全面提升。

重点任务：

1. 港口工程结构安全状态智慧感知技术；
2. 港工结构状态精准反演分析与灾害评估技术；
3. 港口工程应急抢修新材料与快速修补技术；
4. 港口工程应急抢修智能化施工技术与装备。

建设目标:2 年建设期内,研发港口设施多源异构数据融合与结构状态智能反演模型,初步建立港口工程智能监测与评估平台,设备自主感知率 $\geq 70\%$ 、反演分析模型准确率 $\geq 85\%$;研制港口工程快速修补智能化施工成套装备 1 套并开展中试测试,研发水下不分散快速修补材料不少于 1 种,水陆强度比 $\geq 95\%$,研发智能修复装备样机不少于 1 台套,形成应急抢修快速修复技术不少于 2 种。

建设期满转入运行期 5 年内,完善港口设施安全智能“感知—评估—修复”一体化技术体系,建成数据驱动健康监测与风险评估成套软、硬件平台,设备自主感知率 $\geq 85\%$ 、反演分析模型准确率 $\geq 90\%$,实现跨系统协同应急抢修智能决策调度能力;研制水下声光协同缺陷成像与原位修复技术与装备、快速修补智能化施工装备 ≥ 2 台套;形成水下不分散快速修补材料配方体系 ≥ 3 种,并在不少于 3 个港口规模化应用;编制港口工程安全感知与水下应急修复相关技术标准与工法 2 项,支撑港口基础设施全寿命安全保障与应急抢险能力全面提升。

三十、内河航道滩险综合治理技术

研究目标:围绕水资源综合利用下的内河航道扩能升级需求,研发系列内河航道智能监测感知技术及设备,揭示复杂滩险航道演变机理与趋势,提出多目标协同的航道滩险治理方法,开发绿色高效的航道滩险治理结构、工艺与装备,形成可复制、可推广的航道综合治理技术体系,为内河航道高质量发展提供技术支撑。

重点任务:

1. 内河航道智能监测感知技术与设备；
2. 复杂滩险航道演变机理与趋势；
3. 航道滩险多目标协同治理方法；
4. 航道滩险绿色高效治理结构、工艺与装备。

建设目标:2 年建设期内,研发内河航道滩险治理技术 3 项、生态保护与修复结构 2 项;建设航道综合治理基础试验平台;完成内河航道滩险综合治理关键技术在 3 个典型航段的示范应用。

建设期满转入运行期 5 年内,研制水下高清实时三维成像监测系统和高分辨率水下扫测一体机各 1 套;构建绿色航道智慧监测与评价体系;研发 5 类典型滩险航道治理技术;提出 2 种生态敏感区航道生态修复与低扰动建设技术;建成 2 处绿色航道示范段;建立“监测—预测—预警—处置”一体化的典型滩险航道治理辅助决策系统。

三十一、离岸深水航道韧性提升技术

研究目标:围绕离岸深水航道韧性提升核心需求,破解极端海洋动力与气候变化叠加影响下航道工程综合检测、预报预警、应急响应、快速恢复方面的核心技术瓶颈与管理策略,构建从“数据感知—预测预警—综合评估—韧性设计—快速恢复”的全链条韧性提升技术体系,建立韧性提升、安全高效的航道勘测设计施工一体化关键技术体系与标准。

重点任务:

1. 离岸深水航道系统韧性演化与提升理论方法;

2. 离岸深水航道要素多维智能感知与安全风险预警技术；
3. 离岸深水航道系统韧性效能综合评估与增强关键技术；
4. 离岸深水航道生态运维与韧性设计技术体系。

建设目标：2 年建设期内，提出航道韧性量化评估指标体系与安全多维协同防控方法各 1 套；研制轻便型航道水下多要素监测原理样机 1 套；提出极端海况下航道骤淤与通过能力变化航道状态预测技术；建成航道韧性演化风险预警平台；提出 1 套航道乘潮效能提升的设计技术。

建设期满转入运行期 5 年内，构建离岸深水航道“感知—设计—预警—增韧—增效”成套技术体系；建成自主知识产权的航道全生命周期韧性运维管控平台；实现示范应用，支撑离岸深水航道通航安全、通航效能与恢复效率整体提升；编制行业标准不少于 3 项。

三十二、跨域异构港口协同运营管控技术

研究目标：围绕跨地域港口集装箱码头在作业规则环境、作业信息系统、装卸作业工艺等异构性问题，开展适配强动态需求的集装箱港口多源异构数据融合技术、设备集成智能调度与能效智能管控、单设备自主智能技术等核心技术研究，实现“人一港一航一机一货”跨域信息融合、港口数智化由“单点作业”迈向“全域协同”，形成跨域异构的规模协同效应，促进跨港口供应链韧性增强。

重点任务：

1. 跨域港口一体化数据融合及异质数据建模关键技术；

2. 跨域港口协同运营及复杂扰动环境自适应调度决策；

3. 港机设备跨域环境下自适应智能作业技术。

建设目标:2 年建设期内,建设集成不少于 3 个不同制式集装箱码头数据平台,研发跨域异构港口协同运营管控平台核心技术,实现接入不少于 2 个不同地域集装箱码头。

建设期满转入运行期 5 年内,跨域异构港口协同运营管控平台核心系统实现接入覆盖不少于 5 个地域集装箱码头;实现智能调度和管控计划编排效率提升 $\geq 20\%$,码头设备单机作业能力平均提升 5%,并实现广泛应用。

三十三、内河航道智能监管与调度技术

研究目标:围绕内河航道智能监管与调度行业需求,解决内河不同船型混航导致拥堵数据失真、调度滞后等难题,攻克航道智能感知与多源数据融合、IHO S-100 系列标准时空一体化内河电子航道图适配、航道行业 AI 智能体研发、航道监管调度等关键技术,构建“全息感知—数据融合—智能决策—协同调度”的技术体系,全面提升内河航道通航效率、安全保障水平和智慧化管控能力,支撑国家高等级航道网建设和水运体系联通工程。

重点任务:

1. 内河航道全息态势感知融合技术与装备;

2. IHO S-100 系列标准内河电子航道图生产服务技术;

3. 时空一体化的内河航道数字孪生底座构建技术;

4. 基于人工智能的航道智能监管与调度技术。

建设目标:2 年建设期内,初步完成内河航道智能感知融合关键技术研究,研发智能感知系统,实现锚地和航道饱和度实时感知;研发基于 IHO S - 100 的时空一体化内河电子航道图生产服务技术与核心渲染引擎;构建高精度、高时效的航道时空数据底座,航道智能监管相关高质量数据集,航运智能调度垂域模型,提出航道区分时封航及解封方案,在 2 个以上典型航道深入应用。

建设期满转入运行期 5 年内,构建内河航道全息态势感知与多源数据融合技术体系;完成具有自主知识产权的基于 IHO S - 100 系列标准的内河电子航道图生产与服务技术体系;建成集航道智能监管、水上交通组织、船舶过闸动态感知预警于一体的内河航道综合智能管控与调度平台,提升通航效率,并开展规模化示范应用。

三十四、航运枢纽绿色建设与生态评估技术

研究目标:围绕航运枢纽建设运营与生态环境保护协同的需求,重点研究“水—生态—航运”多系统耦合机制与协同调控、复杂水工环境下新型低碳材料耐久性演化规律与性能提升、面向特征物种保护的生态友好型建设技术、生态影响多尺度智能监测与多源数据融合评估等关键技术,构建从“绿色装备工艺—智能监测—评估预测—示范应用”的航运枢纽全链条绿色建设与生态运营技术体系,完善相关标准体系,服务重要内河航运工程实施。

重点任务:

- 1.“水—生态—航运”系统耦合机制与协同调控技术;
- 2.复杂水工环境下新型低碳材料及耐久性性能提升技术;

3. 面向特征物种保护的生态友好型建设技术；

4. 多尺度生态智能监测与动态评估技术。

建设目标:2 年建设期内,构建高精度场景化多系统耦合模型,形成“水—生态—航运”协同调控技术指南;实现低碳材料耐久性指标提升 2 项以上;形成面向 3 种以上重要生物保护的生态友好建设技术;建立生态智能监测方法体系,构建多源数据融合的生态影响评估模型。

建设期满转入运行期 5 年内,发布航运枢纽绿色建设技术指南、生态评估技术指南;建成数字孪生的协同调度系统;研发 2 种以上新型低碳耐久性材料;绿色建设与生态评估关键技术在重要水运体系联通工程中完成 2 项以上示范应用;形成从“绿色装备工艺—智能监测—评估预测—示范应用”的航运枢纽全链绿色建设与生态运营技术体系。

三十五、疏浚土资源化综合利用技术

研究目标:围绕大规模疏浚土资源化利用难点和高值化、绿色化与智能化发展需求,研发疏浚土多途径高值利用、高效减量、智能协同、规模化综合利用等关键技术,构建适用于沿海、内河等多场景的疏浚土资源化综合利用技术,推动疏浚土资源大规模综合利用的转型,支撑水运工程高质量可持续发展。

重点任务:

1. 疏浚土多途径高值利用技术;

2. 疏浚土高效绿色减量技术;

3. 疏浚土综合利用技术；

4. 疏浚土规模化利用技术与示范。

建设目标:2 年建设期内,开发疏浚土高效固化材料 2 种,高值利用产品 2 种及装备样机 1 套;形成疏浚土立体分层快速固结、高效脱水和无害化处理技术各 1 套;研制疏浚土处置过程追踪模型;研发耦合“自然驱动—工程效应—疏浚土补给”的生态基底塑造数学模型、疏浚土动态补给低扰动防扩散施工装备各 1 套。

建设期满转入运行期 5 年内,开发疏浚土高效固化、高值利用和无害化处理新技术不少于 3 种;形成高含水率疏浚土高效减量成套技术;研发基底塑造效果实时监测设备和评估技术;构建疏浚土资源化利用技术体系,开展生态综合利用应用示范。

三十六、运输车辆服役性能保持与风险防控技术

研究目标:围绕运输车辆服役性能自动感知、性能失效风险辨识与预测重大需求,攻克基于“端—云”融合架构的服役性能失效演化规律解析、服役性能大数据挖掘评估、失效风险主动防控等技术难题,研发基于人工智能的服役性能“自动感知—评估—修复建议”一体化技术,开发服役性能失效风险评估与主动干预防控平台。

重点任务:

1. 运输车辆服役性能失效演化规律解析技术;

2. 运输车辆服役性能大数据挖掘评估技术;

3. 服役性能“自动感知—评估—修复建议”一体化技术;

4. 运输车辆服役性能失效风险主动干预技术与防控平台。

建设目标:2 年建设期内,完成服役性能失效规律解析技术研发与测试验证,攻克运输车辆服役性能大数据挖掘评估技术,完成服役性能“自动感知—评估—修复建议”一体化技术研发,开发运输车辆服役性能失效风险主动干预技术与防控平台。实现 2 种典型运输车辆服役性能评估与风险主动干预技术的落地应用。实现典型服役性能分级评价准确率 $\geq 90\%$,典型服役性能失效风险评估与修复建议准确率 $\geq 90\%$ 。

建设期满转入运行期 5 年内,实现运输车辆服役性能评估与风险主动干预技术规模化示范应用,服役性能失效风险主动干预技术与防控平台投入应用,实现对 2~3 种典型服役性能失效风险的预测与主动干预。应用车辆规模不少于 1000 辆,平均无故障服役运营时间提升 15% 以上,运输车辆性能失效相关事故率降低 50% 以上,构建运输车辆服役性能保持与风险防控技术体系。

三十七、码头机械和装备自动化技术

研究目标:围绕码头机械和装备自动化技术与效能提升需求,开展多模态传感器融合感知、类神经网络端到端运动控制、高效能供电及传动、智能运维、装备集群智能协同等前沿引领与关键核心技术攻关,研发智能化抓斗卸船装备、自主清舱机械、件杂货自动化作业装备(含工属具)、船侧自动化技术等,形成多类型自动化码头示范应用与推广,推动码头机械全域智能化协同化升级。

重点任务:

1. 码头机械和装备智能感知与规控技术;

2. 码头装备高能效供电与传动技术；
3. 码头机械和装备智能运维技术；
4. 码头全域装备集群智能协同技术。

建设目标:2 年建设期内,构建码头装备多模态智能感知、类人化决策规划、高精度运动控制、高能效供电传动技术体系。研发高效永磁传动岸桥,核心部件自主知识产权率提升至 80%;研发多源融合直流供电堆场装卸设备,能耗降低 15%;研发类人智能抓斗卸船设备,作业效率达人工 90%;研发无人自主清舱机械,实现与自动化作业设备的一体化协同,作业效率达人工 85%;研发码头机械钢结构“裂纹形貌—扩展行为”关联数据分析技术;研发件杂货非标件标准化全流程自动化作业关键技术,全流程效率提升大于 20%。

建设期满转入运行期 5 年内,构建装备集群智能协同技术体系。多源融合直流供电港机规模化应用不少于 30 台;高效率自动化抓斗卸船设备实现“一人多机”,示范应用 5 台;无人自主清舱机械在 2 个及以上码头推广;纸浆、钢卷等非标件标准化全流程自动化作业技术在 1 个及以上码头推广;岸桥突破船侧自动化作业;码头机械高可靠性智能运维技术示范应用不少于 1 台;码头全域装备集群智能协同管控平台在干散货、件杂货、内河码头实现示范应用。

三十八、轮机健康监测与智能管理技术

研究目标:重点研究船舶轮机设备在复杂机舱环境下状态感知

不足、健康评估深度不够、多物理场耦合故障定位困难等工程技术难题,攻克轮机智能传感器、多源异构信息融合、数据驱动健康状态评估和寿命预测等关键技术,突破高精度宽温区传感、多模态融合诊断、早期预测预警等核心技术,构建轮机健康监测与智能管理技术装备和标准体系,支撑船舶轮机系统维护模式向视情维护和智能管理转型升级。

重点任务:

1. 面向轮机恶劣工况的智能原位感知技术与装备;
2. 基于轮机智能管理的多模态健康状态评估与寿命预测技术;
3. 轮机全生命周期智能管理平台研发与应用。

建设目标:2 年建设期内,研制轮机恶劣工况下原位感知设备不少于 3 种,实现主副机与轴系关键设备状态感知覆盖;开发基于“油液—振动—温度”等多源数据融合的健康状态评估模型,实现不少于 5 种异常工况的早期预测预警;构建轮机全生命周期健康管理平台原型,完成功能性验证。

建设期满转入运行期 5 年内,建成覆盖热力状态、摩擦磨损、振动噪声、油液监测等多参数的轮机系统全生命周期健康管理平台,制定轮机系统健康状态监测评估与智能管理技术标准,实现不少于 5 类场景典型应用。

三十九、船舶安全与监控技术

研究目标:针对船舶新技术应用过程中的安全风险防控需求,重点攻克船舶动态监测、安全评估、韧性增强、应急决策支持等关键

技术。构建涵盖深海极地、智能绿色等新域新质方向的船舶全生命周期安全防控体系，融合安全监控、试验验证、技术标准与 AI 赋能，实现对国际及国内航行船舶的安全监管，推动船舶安全治理模式向事前预防转型，提升水上交通安全整体水平。

重点任务：

1. 船舶安全状态、海上安全态势感知与预测技术；
2. 船舶智能监控、安全评估、韧性增强与应急决策技术；
3. 新域新质船舶安全与试验验证技术。

建设目标：2 年建设期内，突破船舶安全主被动态势感知、韧性增强、应急决策等关键技术不少于 3 项；建设智能绿色船舶安全试验验证系统，形成船舶的功能、性能、安全性与可靠性的测试验证能力；建成智能绿色船舶安全监测和管控系统，实现高风险场景风险预警覆盖率 $\geq 95\%$ ，核心软硬件安全可控，开展示范应用；制修订船舶安全领域技术标准不少于 3 项。

建设期满转入运行期 5 年内，构建一套完备的技术与标准体系；建成船舶安全技术与设备试验验证平台，具备船机电多专业耦合系统的测试验证能力；建成船舶安全智能监控与应急响应技术保障平台，实现核心安全领域应用全覆盖，服务海事监管、航运企业等不少于 20 家。

四十、应急救援与抢险打捞技术

研究目标：重点攻克深远海应急救援与抢险打捞装备与平台研制技术难题，突破大吨位打捞、水面水下联动作业、污染源应急处

置、深海饱和潜水作业等关键技术,研发新型救捞船型、饱和潜水系统、应急救捞装备等,形成我国深远海救助打捞技术体系。

重点任务:

1. 深远海救助打捞船型设计与大吨位沉船整体打捞技术;
2. 水面水下救捞装备联动与污染源除危协同作业技术;
3. 500 米水深以浅饱和潜水技术体系与工程化应用技术。

建设目标:2 年建设期内,形成深远海救助打捞船型概念设计、大吨位沉船整体打捞技术研发、饱和潜水系统研制一体化技术能力,完成新型救捞装备/系统研发不少于 2 项,实现 500 米饱和潜水实海载人试验、内陆饱和潜水作业保障深度不小于 200 米。

建设期满转入运行期 5 年内,突破深远海高性能救捞装备、作业平台研制关键技术,形成 100 米水深以浅整体打捞吨位不小于 10 万吨、深海饱和潜水作业保障深度不小于 500 米、水面水下无人除危装备协同作业深度不小于 3000 米的完整技术体系,提升我国深远海应急救助与抢险打捞综合保障水平。

四十一、新能源船舶燃料储运与加注技术

研究目标:重点攻克多燃料兼容储运、多模式智能加注、全链条安全管控等关键共性技术,研制多品类新能源燃料储运、多模式智能加注、加注安全监管与应急响应等核心装备与系统,在甲醇、氨、氢等新能源燃料领域形成应用基础,实现关键成果在典型港口端接收、存储及码头前沿转运等环节的工程示范应用。

重点任务:

1. 多品类新能源燃料港口安全协同储运技术；
2. 多模式新能源船舶燃料智能加注技术；
3. 新能源燃料加注安全监管与应急响应技术。

建设目标:2 年建设期内,形成常温和超低温多品类新能源船舶燃料安全协同储运技术,研制 60MPa 级超低温燃料储罐和 40 英尺罐式集装箱各 1 套以及 20 英尺常温燃料罐式集装箱 1 套;研发新能源船舶燃料智能“高效船—船加注”技术和装备 1 套;研发加注安全风险动态监测与应急响应系统 1 套,安全预警反应时间不超过 5 秒。

建设期满转入运行期 5 年内,构建多品类新能源燃料协同储运与智能加注技术和系列化装备,并在典型港口开展工程化应用示范;形成新能源燃料协同储运、智能加注、风险识别、安全管控、应急保障全链条协同技术体系;制定新能源燃料储运与加注相关标准不少于 5 项,推动形成具有自主知识产权的技术标准体系。

四十二、水路交通绿色能源与装备应用技术

研究目标:重点研究水路交通应用绿色能源的关键共性技术,构建安全评估理论和验证技术,突破仿真、测试、灾害防控等技术,完善技术规范标准体系;攻关绿色水路交通装备监测、控制、驾驶和管理的软件开发、设备研制和系统集成,实现监控驾管系统中试测试、示范应用,并推动产业化;引领开发新型机电舾设备与系统,推动水路交通装备应用绿色能源动力。

重点任务:

1. 绿色能源应用于水路交通的评估、仿真、测试和安全技术；
2. 绿色能源动力水路交通装备的智能监控驾管技术；
3. 绿色能源动力水路交通装备的新型机电舾设备研制、应用和产业化。

建设目标:2 年建设期内,形成覆盖内河和海运水路交通绿色能源系统和绿色能源动力装备的应用技术研究格局,制定或升级新能源动力实施指南或指导文件不少于 2 项;实现智能监控驾管系统中试测试;研制新型机电舾设备系统 2 套以上,在 3 艘新能源动力船型以上示范应用。

建设期满转入运行期 5 年内,构建水路交通绿色能源系统和绿色能源动力装备的标准技术体系,推动 2 项水路交通新能源动力系统集成产业化;实现智能监控驾管系统示范应用,并推动形成产业化格局;实现 2 种新型机电舾设备系统产业化,应用在 2 型批量建造新能源动力船型。

四十三、多栖运载装备设计建造技术

研究目标:重点研究水陆、陆空、水空等多栖运载装备总体构型、系统架构、动力与推进系统、运行切换及安全保障等关键技术,攻克多栖装备“结构—动力—环境”耦合机理、跨域工况下机动稳定性等难题,形成多栖运载装备设计建造与试验验证成套技术体系,构建“设计—制造—测试”一体化工程验证平台,实现陆地、水域和低空等多场景连续通行能力提升,支撑特殊区域连续运输体系构建。

重点任务：

1. 多栖运载装备构型设计建造与试验验证技术；
2. 多模式动力与推进系统集成技术；
3. “陆—空”/“陆—水”切换运行与安全保障技术。

建设目标：2 年建设期内，建成多栖运载装备“设计—制造—测试”一体化工程验证平台；完成不少于水陆、陆空两栖车辆等多栖运载装备样机研制与试验验证，样机在陆地行驶、水域航行、水陆转换及空地模式转换等典型工况下任务通行完成率 $\geq 90\%$ ；形成性能评估方法与测试规范，典型工况下评估结论与实测结果一致率 $\geq 90\%$ ；建立多栖运行安全监测与应急处置系统，关键运行状态监测覆盖率 $\geq 90\%$ ，异常报警准确率 $\geq 90\%$ 。

建设期满转入运行期 5 年内，开展典型区域示范应用，连续通行效率提升 15%，运行可靠性 $\geq 95\%$ ；关键系统自主知识产权比例 $\geq 90\%$ ，形成全生命周期技术标准体系；推动不少于 2 项关键技术或装备实现工程化应用，并形成国家标准或行业标准 1 项；完善多栖运行安全保障与监管体系，异常预警准确率 $\geq 95\%$ 。

四十四、物流运作标准化技术

研究目标：围绕典型物流场景跨系统跨方式跨主体的动态交互、智能适配、高效协同等标准化技术需求，开展物流系统多元异构数据有序动态交互、物流作业设施设备智能化运行的标准验证和量化评估、跨模态复杂物流运输网络智能协同优化、跨境运输国际标准数字化转换与集成应用等关键技术攻关，形成基于模块化的物流

仿真测试系统以及跨模态物流运输协同决策与调度系统,推动标准化载运单元以及其与运输、装卸搬运、中转等物流作业设施设备智能适配的规模化应用。

重点任务:

1. 物流系统多元异构数据有序动态交互标准化技术研究;
2. 物流作业设施设备智能适配的标准验证技术及仿真测试系统;
3. 跨模态复杂物流运输网络协同优化技术研究与应用;
4. 跨境运输国际标准数字化转换技术研究及示范应用。

建设目标:2 年建设期内,研究提出多式联运全流程全要素全环节的数据交互解决方案和标准清单,支持 3 种以上标准化载运单元的智能化设施设备接口和协议标准,初步建成物流仿真测试系统,完成不少于 3 类多式联运场景及主要设施设备智能化运行的标准测试验证。

建设期满转入运行期 5 年内,建成跨模态复杂物流运输网络协同决策与调度系统,具备对国际国内标准的数字化即时转换能力,支持标准化载运单元与多式联运设施设备的智能适配和高效运输组织,并在不少于 3 类多式联运场景和 10 条以上国内多式联运线路、5 条以上跨境运输线路示范应用。

四十五、物流运输网络韧性技术

研究目标:围绕物流运输网络(含国际航运与物流场景)韧性提升需求,针对极端天气、自然灾害、突发事件等极端扰动,攻关大规

模动态网络风险识别与诊断、级联失效预测与自主恢复推演、应急替代多式联运网络实时动态规划、多智能体协同控制、数字孪生仿真决策引擎等关键共性技术,实现工程化验证,构建政策工具箱与高韧性资源调度平台,支撑我国供应链在多种极端场景下的持续运行与快速恢复。

重点任务:

1. 多模态可信数据感知与诊断技术(面向物流运输网络风险识别和预判);

2. 物流运输网络关键节点/路径级联失效预测与自主恢复模拟技术(含海上通道等场景);

3. 应急替代多式联运网络实时动态规划与多智能体协同控制技术;

4. 高韧性物流资源调度平台建设及数字孪生仿真决策引擎工程化推广。

建设目标:2 年建设期内,建成基于多模态可信数据的运输网络风险识别和诊断系统,关键风险识别准确率 $\geq 80\%$;建成覆盖关键节点和重要路径的级联失效与自主恢复仿真系统,级联失效预测准确率 $\geq 80\%$;建立应急物流资源调度方案 AI 辅助生成系统,方案生成时间 ≤ 15 分钟;完成具备数据接入、情景推演、资源调度、协同控制等功能的高韧性物流资源调度平台建设;搭建工程化验证环境,完成至少 3 类典型场景的示范应用。

建设期满转入运行期 5 年内,完善各系统功能,主要性能指标

显著提升；数字孪生仿真决策引擎等在不少于 5 家大型物流企业或行业龙头单位工程化推广；高韧性物流资源调度平台实现常态化运行，接入至少 3 家大型物流企业实时数据，支撑应急决策；形成 3 项以上国家标准或行业标准，核心算法与系统完全安全可控。

四十六、快递物流智能装备与技术

研究目标：围绕超大规模物流体系中的智能分拣配送装备、智慧决策系统与数智化安全管控体系，面向分拣运营效率、末端配送能力与核心部件自主化等行业共性瓶颈，突破高速智能分拣与核心零部件安全可控、物流网络数字孪生与全局资源调度、空地协同无人配送规模化运营、快递全链路智能安全监管等核心技术，推动具身智能机器人等前沿技术在物流场景落地应用，实现中试验证与示范推广，形成具有自主知识产权的核心装备与系统解决方案，引领快递物流智能装备技术进步与产业升级。

重点任务：

1. 构建超大规模物流网络智慧决策与调度系统；
2. 研发高速智能分拣装备与柔性作业系统；
3. 研发空地协同末端无人配送装备与系统；
4. 建设快递全链路数智化监管与安全体系。

建设目标：2 年建设期内，建成物流网络智慧决策平台，攻克分拣系统集成与核心零部件、具身智能机器人、寄递渠道数智化安全监管等关键技术，系统集成自主知识产权比例达 90% 以上，核心零部件(PLC、伺服系统等)自主知识产权比例达 70% 以上，建成中试

验证平台,完成3类以上核心装备测试认证。申请发明专利10项以上,培养工程技术人才50人以上,形成可持续发展的创新人才梯队。

建设期满转入运行期5年内,形成完整的智能物流装备技术体系与智慧决策系统,具身智能机器人实现规模化应用,寄递渠道数智化安全监管覆盖全链条,完成8类以上核心装备并开展示范应用。制定国家标准或行业标准5项以上、国际标准提案2项以上,核心技术行业推广,服务年快递业务量200亿件以上。

四十七、道路运输危险货物物流运行技术

研究目标:围绕危险货物道路运输智能化监管与物流安全运行技术需求,针对风险动态识别难、安全态势感知弱、跨境多式联运衔接不畅等难题,开展危险货物道路运输全链条风险评估与智能防护、多源态势感知与应急救援、跨境危险货物多式联运安全协同与网络优化等关键技术攻关,构建安全可控、具有国际推广价值的危险货物智慧物流技术与标准体系,提升我国危险货物物流运行韧性和安全保障水平。

重点任务:

1. 危险货物道路运输全链条风险量化评估与智能防护技术及装备;
2. 多模态数据融合的安全态势感知与应急救援技术;
3. 跨境危险货物多式联运安全协同与智能管控技术。

建设目标:2年建设期内,形成覆盖“托运—承运—装载—运

行一卸货”等环节的危险货物道路运输全链条风险分级评估技术；针对不少于2类典型危险货物(包括动力锂电池、有机过氧化物)，研制具有智能预警、隔热阻燃、泄压防爆等性能的运输安全防护装备并开展应用验证。

建设期满转入运行期5年内，建成危险货物运输应急救援平台1个，实现危险货物运输过程监测预警、应急资源调度、辅助决策支持等功能；建成跨境危险货物多式联运协同管控平台1个，实现全程可视化智能监控、数智化调度等功能；构建危险货物国际物流运行“风险评估、安全监测、应急救援”成套技术与系列标准1套，在不少于10个“一带一路”沿线国家跨境物流场景示范应用。

四十八、城市轨道交通灾病害防控与应急救援

研究目标：围绕城市轨道交通灾病害防控与应急处置等重大需求，攻克轨道交通病害渐进演化与突发灾害(火灾、内涝、地震等)链式“致灾—孕灾—成灾”动态耦合机理、网络化运营条件下系统韧性失效机制与风险级联传播特征等科学问题；突破轨道交通基础设施病害全天候智能感知与主动预警，结构韧性保持与快速修复，地下空间大规模人员高效疏散与智慧导引、线网应急辅助指挥调度、“病害—灾害”耦合风险动态评估等关键技术；形成城市轨道交通复杂环境下“机理明晰—智能感知—精准预警—主动防控—高效应急”全链条理论、技术及标准体系，支撑实现城市轨道交通系统安全韧性高质量发展。

重点任务：

1. 病害与灾害链演化机理及风险动态辨识；
2. 灾害多源智能感知与全域安全风险评估技术；
3. 重大灾害主动预警与协同防控技术；
4. 新型应急装备、智慧应急指挥与灾后快速修复技术。

建设目标：2 年建设期内，建立不少于 3 类的轨道交通病害与突发灾害的链式演化模型及耦合风险评估方法；研发多维度集成监测装备样机和智能预警平台，提出快速主动干预技术 2 项以上；构建数字孪生平台原型，实现突发事件下客流诱导方案自动生成；研发新型应急装备样机。

建设期满转入运行期 5 年内，建成“病害—灾害”全链条一体化防控技术体系，实现全域智能感知网络常态化运行；建成智能预警与快速干预平台，提升极端灾害抵御能力；建成多层级数字孪生应急指挥调度平台，实现跨线协同与智慧疏散常态化；实现新型应急装备工程化应用，形成快速修复能力；形成防灾及应急相关技术标准不少于 2 项，全面支撑轨道交通安全韧性高质量发展。

四十九、船货协同管控技术

研究目标：围绕大宗货物、重大件及海工装备等货运需求与海运船舶协同管控的工程技术难题，攻关船队运力全局智能调配、港机货物与船型协同匹配、船舶智能装卸与绑扎、船舶安全保障等关键技术，建设船货协同管控平台，形成覆盖多类型船舶全流程安全运输标准体系，提升我国大宗货物、重大件及海工装备等货运的保通保障能力。

重点任务：

1. 港口货物船舶智能调配与协同管控平台；
2. 船货协同配载与智能绑扎技术；
3. 海工设备安全运输技术及装备。

建设目标：2 年建设期内，建成面向大宗货物、重大件货运需求的港船货协同管控平台，实现 100 艘以上货船智能调配与协同管控；开发不少于 5 种船型、20 类货物的智能配载与绑扎技术，形成 6 万吨级配载绑扎方案用时不超过 15min；制定行业标准、技术指南 2 项以上。

建设期满转入运行期 5 年内，形成 1 套功能完备的海上货运全链路安全保障标准体系；平台实现 400 艘以上船舶智能调配与协同管控；形成不低于 4 万吨级海工设备的安全运输技术与装备；主导国家标准 3 项以上。

五十、船舶全生命周期数智运营技术

研究目标：围绕营运船舶和船队管理与运营技术需求，聚焦船舶设备信息、船员信息、服务信息，开展高质量数据集成、状态认知预测、运营优化决策及工程化验证等关键共性技术研究，形成数据基座、“机理—数据—知识”融合多智能体研发、面向真实场景的原型系统、中试测试平台和标准规范，支撑营运船舶设计、建造、交付、运营、维护全过程数智化管理，提升船队安全、绿色、高效和精益运营水平。

重点任务：

1. 船舶全生命周期多模态信息感知数据基座研究；
2. 基于航运对象模型的船舶数智运营优化与决策技术；
3. 船舶运营“机理—数据—知识”融合与多智能体构建技术；
4. 船舶全生命周期数智运营平台研发测试与示范应用。

建设目标：2 年建设期内，建成航运船舶和船队全生命周期数据基座 1 套，接入不少于 4 类核心数据资源，数据字段不少于 1600 个，准确率均不低于 95%，形成原型系统不少于 3 套，打通不少于 5 类关键业务数据链路，建成中试平台 1 套，完成不少于 10 艘船舶完整数据汇集，形成不少于 3 个典型场景的多智能体解决方案。

建设期满转入运行期 5 年内，建成船舶全生命周期数智运营平台服务，并在不少于 6 类智能体服务场景进行应用，形成较完善的技术、产品、验证和标准体系，形成相关标准规范不少于 10 项。

五十一、船舶智能驾控安全

研究目标：面向 IMO MASS Code 下智能船舶安全运行需求，围绕船舶智能驾控安全系统与装备研发，攻关船舶智能驾控失效模式识别、航行性能退化评估、混合航行风险态势解耦与推演、后备响应及网络安全等关键技术，提升智能驾控人员能力，构建覆盖船端、岸端、监管端的智能驾控安全体系，形成具备自主知识产权的安全管控系统、群船监控装备与系列标准规范，全面提升船舶智能驾控安全与协同监管能力。

重点任务：

1. 船岸协同安全态势监测与后备响应技术；

2. 智能船舶安全管控系统与群船监控装备；

3. 船舶智能驾控安全测试验证与标准规范。

建设目标:2 年建设期内,建成面向单船、编队的智能船舶安全管控系统及船岸协同检测平台,完成内河、沿海及远洋场景示范应用,实现船舶智能驾控系统失效模式识别率 $\geq 95\%$,系统功能退化分级诊断准确率 $\geq 95\%$,制定行业标准、测试规范及技术指南 5 项以上。

建设期满转入运行期 5 年内,建成国际领先的船舶智能驾控安全技术体系,支撑 100 艘以上智能船舶示范运行,主导或参与国际标准、国家标准 6 项以上,实现智能船舶安全管控系统与装备安全可控。

五十二、公路基础设施智能监测与维保技术

研究目标:围绕公路路面、边坡、桥梁、隧道等公路基础设施结构监测和运维养护数字化、智能化需求,攻克公路基础设施结构跨域全时高精度监测、病害演变规律分析与病害预测、灾害风险智能研判等关键技术;研制适配多类型公路基础设施结构状态监测专用装备,研发公路基础设施智能监测与运维数字底座及服务平台,支撑面向交通基础设施运维养护、汛期路网安全管控的数字底座建设和智能监测预警技术产业化。

重点任务:

1. 公路基础设施全域全时高精度监测技术;

2. 公路基础设施病害演变预判及灾害风险智能研判;

3. 公路基础设施智能监测与运维数字底座及服务平台。

建设目标:2 年建设期内,研发形成公路路面、桥梁、隧道、边坡结构智能监测与风险识别预警技术及系统不少于 1 套;实现公路重点基础设施结构位移、应变等核心监测指标毫米级全域高精度监测以及设施周边环境及灾变作用等精准观测;构建 AI 驱动的多模态融合基础设施演变和预测核心算法集或多智能体集群,病害短期预测准确率不低于 90%;研发各类基础设施结构专用智能监测设备不少于 5 套;形成覆盖公路基础设施“结构监测—数据分析—运维决策”全链条的成套技术方案。

建设期满转入运行期 5 年内,实现重点干线公路桥隧、高边坡关键结构点位监测规模化落地,建成面向不少于 5 类场景的基础设施智能监测与运维数字底座,实现数据秒级汇聚处理、分钟级智能预警;在不少于 50 处典型桥梁、边坡及相关场景实现应用示范。

五十三、车路云一体化技术及应用

研究目标:面向车路云协同增效、安全风险防控与规模化应用等行业需求,攻克车路云跨域多源数据融合感知、低延时安全预警、多层级协同决策与主动管控等关键技术,构建车路云一体化全域协同架构、数据互认共享机制和标准体系,面向城市交通、公路交通等典型场景开展集成应用与效能评估,形成安全高效、协同可信、可复制推广的车路云一体化智能交通技术体系。

重点任务:

1. 车路云跨域多源融合感知与低时延安全预警技术;

2. 车路云多层级协同智能决策与主动管控技术；

3. 典型场景车路云一体化系统集成与示范应用。

建设目标:2 年建设期内,构建车路云一体化全域协同总体架构和标准体系,研发形成车路云一体化系统与装备不少于 3 种,实现交通参与者的综合检出率 $\geq 99\%$ 、目标位置精度 $\leq 30\text{cm}$;完成不少于 1 类典型场景示范应用与效能评估,形成可落地、可复制、可推广的车路云一体化智能交通解决方案。

运行期 5 年内,形成车路云一体化系统与装备不少于 5 种,形成车路云一体化智能交通技术体系,面向不少于面向城市交通、公路交通、港口集疏运、物流园区等 4 类典型场景开展规模化应用和效能评估,制修订国家、行业标准不少于 5 项。

五十四、道路电子收费技术及衍生服务

研究目标:围绕既有收费公路网络提质增效、存量资源价值深挖与自由流收费落地应用的行业需求,攻克基于 ETC 收费网络的衍生服务、全车型全天候自由流收费、无终端用户无人化收费等关键技术;研究多类型电子收费环境下车辆稽核与信用体系构建及优化,研发自由流收费装备及服务平台,构建安全可控的新一代公路收费技术体系。

重点任务:

1. 基于 ETC 收费网络的衍生服务技术;

2. 全车型全天候自由流收费技术及平台;

3. 无终端用户无人化收费技术及原型系统装备。

建设目标:2 年建设期内,研发不少于 3 类 ETC 衍生服务技术产品;研发自由流收费原型系统及应用验证,原型系统支持接入不少于 3 种类别计费数据,计费准确率不低于 99.9%,开展规模化试点应用;研发覆盖特情及无终端用户的无人化补充技术及原型系统,并完成应用验证,编制国家或行业标准不少于 2 项。

建设期满转入运行期 5 年内,ETC 衍生服务落地不少于 10 省份,覆盖涉车支付、安全预警等至少 4 类场景;建成自由流收费服务平台,系统可用性不低于 99.99%,示范路段里程不少于 1000 公里;无终端用户无人化收费系统全面上线,形成完整的电子收费及衍生服务标准体系。

五十五、城市群一体化出行服务技术

研究目标:围绕互联互通、需求引导、供给优化,研究基于设备互联和数据互通的一体化出行服务基础设施多任务协作、基于态势推演的出行诱导服务和多维评价系统、面向服务提升的多模式协同调度和高地网络联动管控等关键技术,形成跨主体数据流通和协同出行服务系列标准和配套政策,实现关键技术、装备和系统的工程示范与产业化应用,引领安全可控的“数一算一模”解耦产业化体系和安全便捷高效的城市群出行服务新范式。

重点任务:

1. 面向一体化出行需求的基础设施互联互通技术与边缘计算装备;

2. 多模式交通需求引导服务与高地联动供给优化技术;

3. 跨城市出行服务可信数据空间与服务平台。

建设目标:2 年建设期内,研发基础设施互联互通边缘计算装备 1 套;修订跨域数据流通、协同调度与管控标准不少于 3 项;建成可信数据空间并接入重点城市群不少于 3 个城市的数据;高地联动供给优化技术提升城市群出行关键瓶颈点出行效率 20%。

建设期满转入运行期 5 年内,建立跨城市出行需求分析引导与综合供给优化决策服务平台 1 个;构建覆盖城市群一体化出行“基础互联—数据互通—供需联优—多维评测”的成套技术与系列标准 1 套;在京津冀、长三角、粤港澳大湾区等不少于 2 个代表性主要城市群开展推广应用。

五十六、智慧出行大数据技术

研究目标:围绕多模式出行一体化需求,重点解决我国公路网与铁路网、航空网信息融合欠缺、协同不够、决策量化不足等技术问题,研究一套普惠的技术与规则体系,研究跨模态交通数据的语义对齐与融合计算技术、多模式出行链的可计算建模与路径生成技术、开放中立的 MaaS 互操作与可审计技术,打造“出行即服务”基础能力与产品,赋能中小型运输企业,促进其与多种运输方式及互联网平台实现公平、高效对接,构建可持续发展的综合运输服务新生态。

重点任务:

1. 建设国家跨域全量出行高价值数据集,实现跨模态交通数据的语义对齐与融合;

2. 面向公铁运输、公空运输,研发多模式出行链的可计算建模与路径生成技术、公路网服务联动智能技术;

3. 研究 MaaS 互操作与可审计技术,建设开放中立的“出行即服务”基础能力底座;

4. 研发基于人工智能和大数据的综合交通技术产品、应用、验证体系。

建设目标:2 年建设期内,初步构建“出行即服务”基础底座,建成覆盖全国的多源高质量出行数据集,研发出行研判、跨方式协同、MaaS 互操作与可审计产品集群,研制国家综合交通出行指数,支撑多模式运输主体规模化协作。

建设期满转入运行期 5 年内,实现高质量出行数据集常态化高可用运行与版本化管理;“出行即服务”基础底座转化为可复制产品,支撑多主体稳定接入与公平协同;研发基于人工智能和大数据的综合交通技术产品、应用、验证体系,形成不少于 5 项标准规范。

五十七、公路网智慧运营与管控技术

研究目标:重点研究公路网交通事件精准辨识理解、路网运行态势智能研判、高速公路与普通公路协同管控等科学问题,突破交通事件分级预警、路网态势时空推演、公路“一张网”协同数智化联动管控、公路运营新型装备研发等共性关键技术,构建“事件预警—推演决策—智慧管控—装备增效”的成套关键技术体系和系统装备,全面提升城市群和都市圈公路网数智化精准管控能力与运行保障水平。

重点任务：

1. 公路交通事件智能精准感知与分级预警技术；
2. 公路“一张网”运行态势推演与协同管控智能体集群；
3. 公路网新型感知与智算设备、智能装备及软件。

建设目标：2 年建设期内，研发 1 套新型感知与智算设备；构建公路网运营管控领域的智能体建设标准，打造公路网交通事件分级预警、运行态势智能推演、突发事件协同管控智能体不少于 3 套，交通事件分级预警准确率 $\geq 95\%$ ；成果在京津冀、长三角、粤港澳大湾区不少于 2 个都市圈推广应用。

建设期满转入运行期 5 年内，研发 1 套智能运营装备并取得示范成效；构建覆盖操作系统、事件监测、车牌辨识、态势研判、协同管控、应急调度等不少于 8 类、15 个功能的标准化模块化基础工具软件，全面覆盖公路网全流程智慧管控业务场景；打造公路网运营与管控智能体集群，交通事件分级主动预警准确率 $\geq 98\%$ 、路网智能应急处置效率提升 30%；在京津冀、长三角、粤港澳大湾区等全国不少于 5 个都市圈、5000 公里以上区域公路网推广应用并常态化运行，在不进行物理扩容的前提下，示范路段通行效率提升 $\geq 20\%$

五十八、农村公路数智化技术

研究目标：围绕农村公路智慧化管养核心需求，针对数字化基础薄弱、感知覆盖不足、管养模式粗放等痛点问题，开展自动化检测技术、空天地一体化感知监测、多源数据融合与多维度智能分析决策等核心技术攻关，形成低成本、轻量化、易推广、易运维的成套技

术装备与工程化解决方案,实现核心技术成果规模化应用,推动农村公路向“全域感知—智能分析—科学决策—优质服务”的数智化管养模式转型。

重点任务:

1. 农村公路低成本全要素数字化与自动化检测技术提升;
2. 农村公路空天地一体化智能感知监测技术与装备研发;
3. 农村公路多源数据融合治理与智能分析决策。

建设目标:2 年建设期内,攻克农村公路低成本数字化、自动化检测、空天地协同感知监测、多源数据融合与智能分析等不少于 5 项关键技术,形成高质量数据集(标注准确率 $\geq 95\%$)和智能算法模型(识别准确率 $\geq 90\%$)各 3 套以上;研发低成本、轻量化、易推广、易运维的资产数字化、路况快速检测、桥梁与边坡轻量化监测等不少于 3 套低成本感知装备;开发集资产管理、路况评定、决策支持于一体的数字化分析平台 1 套;在平原、山区、丘陵等典型地貌农村公路累计完成不少于 3000 公里的技术成果示范验证。

建设期满转入运行期 5 年内,攻克农村公路多模态智能感知、数字孪生等关键核心技术 10 项以上,形成农村公路多模态智能感知监测技术装备成套体系,核心技术成果推广至全国不少于 500 个县级行政区,规模化应用里程达到 50 万公里以上,主导形成农村公路数智化标准不少于 3 项。

五十九、水运装备信息安全与数字化管控技术

研究目标:围绕内河、沿海、远洋全品类水运装备(运输船舶、工

程船舶、港口装卸装备、通航设备等)全生命周期数字化设计、智能制造、运维管控核心需求,破解水运装备多源异构数据互通难、工控系统网络攻击风险高、船岸跨域数据安全管控缺失、数字化建造工艺适配性不足、装备数字孪生体系不完善等瓶颈;攻克水运装备全流程数字建模、工控网络分级防护、船岸协同数据安全、模块化智能建造、数字孪生运维等关键理论与核心技术,构建覆盖“设计—制造—下水运营—退役拆解”全链条数字化体系与分级信息安全防护体系,形成安全可控水运装备数字化建造、信息安全成套技术、装备与标准体系,实现我国水运装备产业数智化转型,网络安全防控水平显著提升。

重点任务:

1. 水运装备全生命周期数字化建模与协同设计技术;
2. 水运装备制造工控系统分级信息安全防护技术;
3. 船岸跨域数据安全与水运装备数据全生命周期管控;
4. 水运装备模块化智能建造与数字孪生生产管控技术。

建设目标:2 年建设期内,攻克水运装备多专业协同数字建模、船厂工控系统安全防护、船岸跨域数据加密传输、模块化智能建造、数字孪生生产管控等不少于 5 项关键技术,形成水运装备数字模型库(模型复用率 $\geq 80\%$)、工控安全风险评估算法模型(异常识别准确率 $\geq 95\%$)各 3 套以上;研发船厂工业安全网关、船载数据加密终端、分段建造数字测量装备等不少于 3 套核心软硬件产品;开发集设计协同、生产管控、安全监测于一体的水运装备数字化建造平台

1套；在沿海/内河典型船舶制造企业、自动化码头完成不少于2型船舶、1类港机装备的技术成果示范验证。

建设期满转入运行期5年内，攻克水运装备全流程数字孪生、工控系统主动防御、船岸数据合规管控等关键核心技术10项以上，形成水运装备数字化建造与信息安全技术装备成套体系，核心技术成果推广至全国不少于30家船舶/港机制造企业，规模化应用船舶/港机装备建造数量达到1000台(艘)以上，主导形成水运装备数字化建造、信息安全防护相关行业标准/技术规范不少于3项。

六十、交通与旅游融合技术

研究目标：面向交通与旅游融合多场景应用需求，针对交旅融合网络规划与旅游需求脱节、功能产品适配困难、业态协同运营机制不健全、全链条平台缺失等难题，开展灵活设计、网络韧性优化、场景功能产品评估与适配、业态协同运营、全生命周期标准平台构建等关键技术攻关与系统研发，形成“可规划、可评估、可运营、可管理”的交旅融合成套技术、标准体系与智慧平台，实现技术成果工程化验证与规模化示范应用，支撑我国交旅融合高质量发展，助力社会经济提质增效。

重点任务：

1. 交旅空间规划设计与网络韧性优化技术；
2. 典型交旅融合场景功能产品评估与适配技术；
3. 面向多出行主体需求的交旅融合业态协同与运营机制；
4. 交通旅游评估标准体系与智慧服务协同治理平台构建。

建设目标:2 年建设期内,提出基于多源数据融合的规划设计技术,研发“交旅网络韧性仿真平台”原型 1 套,支持至少 2 种典型扰动场景(大客流、极端天气)的韧性优化仿真;建立交旅标准体系框架,制修订不少于 3 项技术标准。

建设期满转入运行期 5 年内,建成交旅融合智慧服务与协同治理平台;提出不少于 3 种创新运营模式并落地验证;实现相关技术成果的产业化推广,打造若干示范路段,应用至 3 个以上省份。

六十一、交通运输网络和数据安全技术及应用

研究目标:重点研究交通运输领域人工智能(AI)赋能网络和数据安全、AI 应用(大模型、智能体等)安全攻防机制理论、关键技术及防护装备。攻克安全零信任、AI 应用威胁量化模型、攻击效能评估及防护策略生成理论等科学问题。突破动态信任评估(包括 Skills)、多模态数据投毒、跨模态对抗攻击等关键核心技术,推动核心安全技术、软硬件及防护装备自主安全可控,形成相关标准和技术体系。

重点任务:

1. 基于 AI 的自动化漏洞挖掘与攻击向量生成关键技术;
2. 交通运输网络和数据安全的零信任关键技术;
3. 交通运输多模态 AI 对抗用例、智能推演与安全评估关键技术;
4. 交通运输 AI 应用行为信任与纵深安全防护关键装备,以及核心软硬件产业化适配与自主安全可控技术。

建设目标:2 年建设期内,构建基于 AI 的交通运输网络和数据安全攻防体系框架。形成不少于 3 项 AI 自动化漏洞挖掘与攻击向量生成技术;针对大于 5 类行业典型场景(港口、航运、城市轨道等)构建 1 套多模态 AI 对抗安全检测评估方法,推动核心安全软硬件和防护装备产业化适配。

建设期满转入运行期 5 年内,构建交通运输网络和数据、AI 应用攻防体系。突破多模态 AI 对抗用例与安全评估关键技术,建成 1 套交通运输态 AI 零信任与纵深防御防护装备 1 套,支持大于 10 类应用场景,防护准确率不低于 99%,核心安全软硬件及防护装备达到自主安全可控和 100%自主知识产权应用要求。

六十二、多模式运输全时空感知与控制技术

研究目标:针对货物多式联运全域态势感知、跨方式协同管控痛点,攻克多源异构交通目标融合感知、全域时空态势推演、跨运输方式协同调控、多场景应急联动控制等关键技术,构建多模式运输全时空感知一体化智能管控体系,提升综合运输网络通行与中转效率。

重点任务:

1. 多模式运输全域多源数据融合感知技术;
2. 综合运输全时空态势智能推演算法;
3. 跨方式运输协同调度控制技术;
4. 多式联运突发事件联动处置控制平台。

建设目标:2 年建设期内,研发安全可控的多源感知融合终端

不少于 3 套；搭建多模式运输协同调度原型系统，客货流态势推演精度 $\geq 92\%$ ；完成 2 处综合联运枢纽实景测试，形成多模式感知控制技术导则不少于 2 项。

建设期满转入运行期 5 年内，建成覆盖全国多式联运一体化感知管控平台，在京津冀、长三角、粤港澳大湾区等综合枢纽规模化应用；形成全时空感知、跨域协同成套技术体系，编制相关行业标准不少于 4 项，综合枢纽货物中转耗时降低 10% 以上。

六十三、交通可持续燃料认证认可

研究目标：重点发展绿电制氢、氨、甲醇等可持续燃料全生命周期碳足迹核算认证体系，针对多技术路径碳足迹动态量化、可持续指标构建、国际碳数据与认证结果互认、国际规则对接等难题，开展认证方法学、碳足迹核算模型、数字化平台研究，攻关燃料路径与减排技术耦合中涉及到的科学问题，突破绿电时空匹配、交通装备排放实测与全链条溯源、IMO 本土化默认值计算、碳足迹因子库及排放模型构建等核心技术，形成覆盖“原料—生产—储运—加注—使用”全过程标准体系与数字化平台，实现认证技术工程化产业化推广，支撑绿色能源低碳转型。

重点任务：

1. 交通可持续燃料认证基础理论与标准体系研究；
2. 全生命周期碳足迹核算模型；
3. 认证数字化平台与多源数据可信溯源技术；
4. 对接 IMO 减排规则的认证方法学及本土化默认值研究。

建设指标:2 年建设期内,完成适合我国国情的可持续燃料全生命周期碳足迹核算方法学、可持续性指标及认证标准体系框架搭建,新增标准 ≥ 2 项(含绿电制燃料),推动燃料—新能源车辆碳数据互通联动核算;构建 Well - to - Wake(油井到船舶尾流)碳足迹核算模型,理论值与实测相对误差 $\leq 5\%$;完成 ≥ 3 个典型可持续燃料(含绿电制燃料)或航运走廊项目的全流程认证技术验证,认证数字化平台原型上线;向 IMO 提交国家提案 ≥ 1 项。

建设期满转入运行期 5 年内,形成覆盖绿电制氢、氨、甲醇等主流路线的认证标准体系,发布标准不少于 4 项;构建船用可持续燃料碳足迹数据库,模型综合核算误差 $\leq 5\%$;认证数字化平台实现商业化运营,累计服务认证项目 ≥ 15 个;支撑 ≥ 5 个绿色航运走廊示范,实现与至少 1 个国际多边联盟或主流认证体系数据互信;提出不少于 1 项国际标准提案,推动创新中心通过 CNAS 认可。