

附件

京津冀环境综合治理国家科技重大专项 2027 年
度第一批项目申报指南（征求意见稿）

浙江大学 kyyhs

2026 年 7 月

目录

指南 1 京津冀生态环境卫星定标验证与高光谱立体协同遥感监测关键技术研究与应用	1
指南 2 京津冀海域海水水质无人移动平台智慧感知关键技术研究与应用	4
指南 3 京津冀地下水中多污染物的物理化学作用与数值模拟研究	8
指南 4 京津冀地区活性氮水-土-气跨介质耦合模拟技术	11
指南 5 京津冀模拟器气-水模型耦合联动和智能编排工程化运行技术研究	15
指南 6 京津冀区域土壤-地下水污染数值模拟及验证平台	18
指南 7 气候变化背景下大气环境过程与暴露响应全链条模拟关键技术及装备	22
指南 8 渤海湾复杂生态系统健康临界预警与分区动态管控关键技术研究	25
指南 9 生态环境管理长程复杂任务自主智能体关键技术研发与应用	28
指南 10 白洋淀流域淀城复合系统跨介质协同管控与综合应用	32
指南 11 库存尾矿回采利用和废弃矿山生态修复协同关键技术与集成示范	35
指南 12 超大城市生活垃圾智慧焚烧与超净排放关键技术研发与示范	38
指南 13 京津冀地区化工园区重特重大事故环境应急智能决策关键技术及应用 ..	42
指南 14 京津冀跨行业多工艺节点协同降碳-减污-增长关键技术研发与示范	46
指南 15 超大型城市火储联调的节煤降耗与碳污源头控制关键技术及工程示范 ..	50
指南 16 电镀园区重金属污染全链条全时刻防控与多介质资源回收及工程示范 ..	54
指南 17 退役锂电池多源协同资源化与全过程污染控制技术及其示范	58
指南 18 京津冀集成电路产业集聚区废水全过程减污降碳协同处理技术及其示范 ..	62
指南 19 京津冀钢铁工业典型固废分质利用与协同治理关键技术及其示范	66
指南 20 区域水系统重构理论体系构建与技术集成	69
指南 21 京津冀超大水源水库绿色流域建设与水质安全保障关键技术及其示范 ..	73
指南 22 京津冀城市绿-灰-蓝设施耦合及其汛期污染控制技术与示范	77
指南 23 首都典型滨水空间水质保障关键技术研发与示范	80

指南 24	海河天津城区段多源客水智慧调控与精准治污技术及示范	84
指南 25	京津冀典型小微水系统差异化治理与水质提升技术及示范	88
指南 26	超大城市人居环境多维智慧评估与精细调控关键技术研究及示范	91
指南 27	雄安新区生态宜居低碳自净社区营造与运维关键技术集成示范	94
指南 28	雄安新区美丽城市智慧决策与系统调控关键技术研究	98
指南 29	京津冀移动源燃料清洁化关键技术研发与示范	102
指南 30	超大型枢纽机场污碳协同及多元耦合调控关键技术研究及示范	105
指南 31	雄安及周边影响区地下水环境风险智慧识别与智能预警关键技术及示范	109
指南 32	雄安新区“热-电-碳”协同的新型清洁能源系统关键技术研究及工程示范	112
指南 33	京津冀滨海带海水入侵生态风险预警与协同修复关键技术及应用	116
指南 34	京津冀山原城海多介质生态环境增容与韧性提升关键技术及示范工程	119
指南 35	京津冀历史遗留渗坑水土污染探测评估与高效治理技术研发及示范	122
指南 36	京津冀退化耕地提质增效与减污固碳关键技术及示范	126
指南 37	京津冀重点行业减污降碳协同智能分析平台构建技术研究	129
指南 38	京津冀特征污染物跨介质风险协同防控关键技术及应用	133
指南 39	京津冀典型场景排放智慧监管技术研发与示范应用	136
指南 40	京津冀供需协同柔性资源聚合与火电替代减污降碳技术研发与示范	140
指南 41	京津冀多介质有机胺排放与治理技术研究	144
指南 42	京津冀大气氧化性界面调控技术研究	147
指南 43	京津冀化学-天气双向反馈过程全耦合精准模拟技术	149
指南 44	面向溢流污染与污泥中毒的厂网突发水质风险荧光原位监测技术及装备	151
指南 45	京津冀生态质量评价关键技术与智慧化装备研发及应用	153
指南 46	面向水治理的特征要素智慧化监管关键技术研发	155

指南 47 智能可穿戴空气污染监测系统开发.....	158
指南 48 京津冀餐饮源有机物排放监测监管技术.....	160
指南 49 大气碳氮污染物的表界面过程模拟与监测技术.....	162
指南 50 京津冀地下水中 DNAPL 与 LNAPL 复合污染精准探测技术与装备..	163
指南 51 京津冀美丽中国先行区智慧决策与集成管理技术及应用.....	165
指南 52 生态环境典型场景非现场执法关键技术与装备研究及应用.....	169
指南 53 海河流域突发污染绿色高效处置技术与装备研究及应用.....	173
指南 54 京津冀陆海统筹生态环境协同治理关键技术研究与应用.....	177
指南 55 京津冀工业污染源产排污表征与特征图谱构建关键技术研究及应用	181

浙江大学 kyyhs

指南 1 京津冀生态环境卫星定标验证与高光谱立体协同遥感监测关键技术研究与应用

研究内容

围绕我国在轨 8 颗生态环境卫星定量化监测准确度不足和基础数据产品质量控制体系缺失的核心技术瓶颈，针对生态环境卫星陆地探测载荷，发展自主像元尺度和月盘尺度月球辐射度模型和载荷对月定标技术，攻克月球-场地协同辐射定标和光谱定标技术，研究基于月球观测的载荷在轨评估与衰减监测技术，研究载荷月球-场地-星上综合定标和验证方法；针对大气探测载荷，研究温室气体探测载荷大动态范围地气均一标准源构建和辐射定标技术，研究高光谱污染气体探测载荷在轨光谱畸变识别校正和条带噪声校正技术，研究多星多载荷辐射一致性校正技术和无控制点几何一致性校正技术；研究可见红外载荷地形和大气耦合的非线性时变大气校正技术，研究复杂地表多角度特征获取技术，发展大气-地形-角度耦合的光学方向反射归一化技术，建立多星多载荷时空无缝分析就绪数据高精度处理技术体系，研究生态环境卫星跨载荷跨谱段协同辐射误差传递构建技术，研究全链路误差解耦与误差估计方法；攻克碳监测载荷数据产品掩日移动测量验证技术和点源烟羽多视角协同差分观测技术，研制星地协同碳监测载荷多模态产品移动验证硬件系统，发展地学环境相似性驱动的像元基准真值时空外延技术，研究时

空连续、逐像元的生态环境遥感监测产品验证技术，构建逐像元不确定度量化评估体系；研发生态环境卫星定标-验证-质量提升全流程智能耦合系统平台，开展京津冀美丽中国先行区建设遥感监测示范应用，优化生态环境卫星高光谱载荷基础数据产品，攻克基于极化合成孔径雷达（SAR）与高光谱双模态遥感关键技术，建立精准可靠光谱-水质-散射反演模型，发展融合国产 SAR 与高光谱影像的协同反演技术，建立断面浓度-流量-通量估算一体化技术体系。

考核指标

1. 场地定标与对月定标协同技术体系 1 套，自主像元尺度月球辐照度模型 1 个，不确定度 $\leq 2\%$ ，融合地基观测的月盘尺度辐照度模型 1 个，不确定度 $\leq 0.5\%$ ；对地观测光学载荷绝对辐射定标不确定度 $\leq 5\%$ ，在轨辐射响应衰变监测灵敏度 $\leq 0.5\%/年$ ，支持实时衰减补偿与系数自动更新，SAR 载荷绝对辐射定标误差 $\leq 1.5 \text{ dB}$ ，多星辐射定标频次从每年 1 次提升至每年 24 次。

2. 多星多载荷几何与辐射一致性处理技术 1 套，多星多载荷卫星波段间配准误差 ≤ 0.3 像元，多源影像配准误差 ≤ 0.5 像元，同类型多载荷波段间辐射一致性不确定度 $\leq 5\%$ ，跨传感器长期辐射稳定性不确定度 $\leq 5\%$ ，条带结构抑制改善优于 50%。

3. 高质量基础数据产品集 1 套，产品类型包括瞬时反射

率产品、BRDF产品、地形和角度归一化反射率产品，反射率产品数据结构应包括反射率数据层、逐像元观测几何信息层、逐像元不确定度信息层，空间分辨率16米；复杂地表条件下地形大气耦合校正地表反射率不确定度 $\leq 10\%$ ，复杂地表BRDF估算不确定度 $\leq 15\%$ ，地形和角度归一化的地表反射率不确定度 $\leq 10\%$ ，时空无缝产品比例 $\geq 90\%$ 。

4. 生态环境卫星遥感监测应用产品(生态参数,水体氮、磷, CO_2 、 CH_4) 真实性检验技术方法1套, 复杂地表逐像元真值不确定度 $\leq 5\%$, 实现逐像元不确定度量化评估。星地协同碳监测载荷多模态产品移动验证硬件系统1套, 具备高频次移动测量能力, 光谱测量范围700-2000 nm, 光谱分辨率 $\leq 0.5 \text{ cm}^{-1}$, 光谱定标精度 $\leq 0.05 \text{ cm}^{-1}$, 主要温室气体(CO_2 、 CH_4) 排放量精度 $\geq 80\%$ 。

5. 生态环境卫星在轨定标、验证及产品质量提升一体化系统1套, 支持不少于10颗国产卫星定标和验证; 国产卫星SAR与高光谱协同反演模型1套, 京津冀美丽中国先行区建设遥感监测示范应用报告 ≥ 10 份, 入海河流河口及近岸海域氮、磷等主要污染物浓度定量反演精度优于82%, 平原地区二级及以上河流断面宽度自动识别误差小于1个像元, 京津冀复杂地表条件下生态质量指数(EQI)估算相关叶面积指数、植被覆盖度卫星反演精度 $\geq 90\%$, 总初级生产力卫星反演精度 $\geq 85\%$, 星地协同重点排放源 CO_2 排放量监测精度

≥ 80%、CH₄ 排放量监测精度 ≥ 70%；遥感数据几何-光谱-辐射多维度体系化质量评价技术规范 1 项，在轨定标和高光谱立体协同监测相关技术规范 4 项，以上涉及的技术文件（技术规范和应用报告等）被京津冀区域内省部级及以上生态环境管理部门采纳。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 2 京津冀海域海水水质无人移动平台智慧感知关键技术研究与应用

研究内容

针对海洋生态环境监测受高海况高盐雾影响明显、海水采样和分析自动化程度低、船载走航分析能力覆盖不足、装备运控能力缺失、数据智能分析应用不够等问题，研究适航高海况、高耐波小型化海水智能“分层采样-预处理-保存”一体化装备，研发集成防泥沙与防生物附着滤网、具备自动反冲洗及自清洁功能的模块化取样装置，研制基于多传感器（倾角、加速度、压力）实时反馈的主动波浪补偿装置；研发《海水水质标准》（GB3097）全指标自动化智能分析装备，研究高浊度海水样品智能破乳技术、颗粒态+溶解态有机污染物自动预处理技术、海水阴离子表面活性剂高灵敏自动检

测技术、有机污染物“富集-洗脱-浓缩-分析”联动控制技术；研发高海况下基于无人移动平台的高灵敏走航分析装备，研究多谱析抗浊色干扰的准确滴定检测技术，构建适应复杂环境扰动的高稳定电感耦合等离子体质谱检测技术、石油类荧光检测技术；研究异构协同感知弹性组网技术，研制海洋无人采测物联网通讯协议，研发海水水质监测全流程的多智能体运控系统，构建多约束自适应智能任务生成与动态协同派发技术、端边云协同的动态重规划与智能调度技术；构建京津冀海域多介质融合高质量数据集，研究涵盖数据治理、自动审核、海水水质污染问题主动发现等技术的数据智能分析工具箱，在京津冀海域开展无人采测、智能分析示范应用，形成可复制、可推广的海洋生态环境数智化监测新模式。

考核指标

1. 海水“智能分层采样-预处理-保存”一体化装备 1 套，体积 $\leq 5 \text{ m}^3$ ，适航 4 级海况采样，整机工作功耗 $\leq 1 \text{ kW}$ ，单日连续免运维运行时间 $\geq 12 \text{ h}$ ；水深 0~50 m 内，采样层次自适应设置、样品采集、预处理及分装技术符合 HJ 442.3-2020 要求；单层采样+预处理时间 $\leq 18 \text{ min}$ ，覆盖 GB 3097 中全指标（感官指标、病原体和放射性核素除外），每日预处理样品量 ≥ 400 个；具备 0~4℃ 保存时长 $\geq 24 \text{ h}$ 、-18~-20℃ 时长 $\geq 72 \text{ h}$ ；过滤器单航次换膜 ≥ 30 个点位，国产化率 100%；4 级海况无人移动平台多传感器实时反馈主动波浪补偿装置

1 套，姿态抑制横摇 $\pm 15^\circ$ 、纵摇 $\pm 5^\circ$ 。数据存储 ≥ 1 TB/d。

2. 研发 GB 3097 全指标（水温、pH、溶解氧、感官指标、病原体和放射性核素除外）自动化分析装备 1 套，单日单指标分析样品通量 ≥ 100 个，国产化率 $\geq 98\%$ ，指标检出限：滴滴涕各单体均 ≤ 2 ng/L，苯并（a）芘 ≤ 1 ng/L，其余指标均低于 GB 3097 中第一类海水水质标准值的 1/10（粪大肠菌群、大肠菌群除外）。浊度 500 NTU 时，自动液液萃取破乳加标回收率 85%~115%；单样品颗粒态+溶解态有机污染物自动预处理时间 ≤ 2 h，加标回收率 80%~120%；阴离子表面活性剂荧光检测水样和有机溶剂用量较分光光度法减少 90%以上；有机污染物自动预处理与气相色谱-质谱仪联动时间 ≤ 30 s。

3. 基于无人移动平台的海水高灵敏走航自动监测装备 1 套，航速 10 节时，pH、溶解氧监测频率 1 次/min，化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、汞等采样和分析频率均为 1 次/5min，国产化率 $\geq 95\%$ ，横摇 $\pm 15^\circ$ 、纵摇 $\pm 5^\circ$ 、颠簸冲击加速度 1g 下连续海上无故障运行时间 ≥ 72 h；碱性高锰酸钾法化学需氧量检出限 ≤ 0.2 mg/L，盐度 5~35 时电感耦合等离子体质谱法铜、铅、镉等检出限均 ≤ 0.1 μ g/L，汞检出限 ≤ 0.01 μ g/L，荧光法石油类检出限 ≤ 0.001 mg/L；浊度 500 NTU 时，化学需氧量平行双样消耗硫代硫酸钠溶液体积偏差 ≤ 0.1 mL，石油类加标回收率

85%~115%。

4. 海洋异构协同感知弹性组网运控技术 1 套，依托国控网点位纳入 ≥ 3 种无人装备；自适应通讯协议 1 套，适配无人装备品牌 ≥ 12 个；研发多智能体运控系统 1 套，覆盖监测业务全流程，含点位布设、防篡改、突发污染识别等智能体 ≥ 10 个，意图识别与任务成功率 $\geq 95\%$ ，支持 ≥ 20 个装备协同，运行 ≥ 6 个月；多约束自适应智能任务生成派发技术 1 套，在续航、装载能力约束下任务准确率 $\geq 95\%$ ，批量派发 ≤ 8 s；端边云协同动态重规划调度技术 1 套，装备失效后重规划 ≤ 10 s，重调度成功率 $\geq 95\%$ ，相关成果被京津冀区域内省部级及以上生态环境管理部门采纳。

5. 海洋多介质融合数据集构建技术 1 套，实现规范性审核标注，京津冀海域 2010~2029 年海水、沉积物、生物等 ≥ 3 种介质数据，其中水质含 GB 3097 指标 ≥ 25 项，其他指标（现场水文气象、质控等） ≥ 15 项，实测数据 ≥ 1000 万个，融合海洋调查等数据，渤海入海排污口 ≥ 2.8 万个（含位置、名称、责任主体等）；数据智能分析工具箱 1 套，含治理、污染高值区识别等，自动审核准确率 $\geq 95\%$ ，问题识别响应 ≤ 1 h；海洋无人采测示范应用 1 项，与国家海洋生态环境监督管理系统对接，京津冀海域 ≥ 40 个国控点位验证，连续运行 ≥ 15 日/月，示范运行 ≥ 6 个月。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 3 京津冀地下水中多污染物的物理化学作用与数值模拟研究

研究内容

针对京津冀土壤-地下水系统多界面、多污染物复杂迁移转化过程高精度刻画和精准模拟需求，开展微观、中观、宏观场地多尺度单一类型污染物和典型复合多污染物（氨氮、硝酸盐-重金属，氨氮、硝酸盐-有机物，有机物-重金属）迁移转化的室内实验及野外监测，研发多同位素示踪和非靶向高通量识别耦合技术，发展交互作用网络的可解释方法，实现多污染物迁移转化网络与界面通量的定量表征、物理-化学耦合作用下的多污染物迁移转化主控因素识别和作用机制解析，建立京津冀土壤-地下水中典型多污染物迁移转化关键参数数据库；突破反常扩散下分数阶对流-弥散方程高效求解瓶颈，研发融合人工智能算法的非饱和-饱和跨界面对流-弥散连续耦合高效模拟技术，开发非饱和-饱和地下水跨界面溶质通量对流-弥散耦合模拟模块；发展复杂反应网络热力学参数库自适应更新技术，开发多污染物跨界面迁移转化的物理-化学耦合模拟模块；发展地质结构、对流-弥散与物理-化学模拟模块的耦合技术，构建多源数据管理、图形化建模与多情景预测预警的全链条软件集成体系，形成场地地下水流与

多污染物迁移转化一体化模拟软件，选择京津冀典型复合污染场地开展模拟验证。

考核指标

1. 基于分子网络与机器学习的智能结构注释的非靶向高通量筛查方法 1 套，实现 30 种以上有机污染物及转化产物的有效注释，且转化产物结构鉴定置信度达到 Level 2；多同位素示踪与高通量识别耦合技术体系 1 套，实现不少于 3 类复合多污染物迁移转化网络与界面通量的定量表征，多污染物在非饱和-饱和地下水等界面上通量反演的平均拟合优度 $R^2 \geq 0.75$ ；融合交互作用网络的可解释方法 1 项，实现物理-化学耦合作用下的多污染物迁移转化主控因素识别，建立京津冀地区地下水中 60 种以上污染物迁移转化主控参数数据库。

2. 融合 FADE-PINN 等人工智能算法的非饱和-饱和跨界面分数阶对流-弥散连续耦合高效数值求解技术 1 套，人工智能算法加速相比经典数值方法计算效率提升 ≥ 5 倍，对污染羽流“早期突破”和“拖尾效应”的浓度分布预测与室内/野外实测数据的误差 $\leq 15\%$ ；包气带-地下水跨界面溶质通量对流-弥散耦合模拟模块 1 套，实现对强非均质场地（渗透系数变异系数 ≥ 1.0 ）及动态水位波动（变幅 ≥ 2 m/年）条件下包气带-地下水界面污染物通量计算准确率 $> 70\%$ 。

3. 基于 HydroAdapt 的复杂反应网络热力学参数库自适应更新技术 1 套，参数标准化存储与元素/电荷守恒校验通过

率 100%，形成可被主流反应运移模拟程序和项目自主开发的一体化软件直接调用的标准化 PyAPI/RestAPI 接口；基于机器学习和自适应时间步长加速算法的多组分反应性溶质运移的物理-化学耦合模拟技术 1 套，相比传统顺序迭代耦合方法整体计算效率提升 ≥ 5 倍，支持基于监测数据同化的模型关键参数的自适应更新；多污染物跨界面迁移转化的物理-化学耦合模拟模块 1 套，支撑多介质多污染物迁移转化过程模拟，可进行 60 种以上多污染物的环境污染演化过程模拟调控、反应类型 ≥ 6 类（包括酸碱、络合、氧化还原、沉淀溶解、离子交换、表面络合），多参数、多反应模拟误差小于 10%。

4. 基于稀疏水文地质监测数据的含水层非均质岩性结构及渗透率空间分布高精度建模技术 1 套，开发场地非均质地质结构模拟模块 1 套；含水层非均质结构识别对数据量的需求降低 50% 以上，标志层识别的分辨率达到亚米级精度；“地质结构、对流-弥散与物理-化学”模块化集成与耦合接口技术 1 套，明确模块接口设计、输入输出规范，形成技术白皮书；面向京津冀场地地下水流和多污染物迁移转化一体化模拟软件 1 套，土壤与地下水中多污染物传输与转化过程模拟技术自主知识产权 90% 以上，可嵌入京津冀环境模拟器；软件提供基于地图底层的节点连线式图形化建模界面，支持不少于 60 种污染物和 6 类反应网络拖拽式创建，支持

批量运行情景模拟，满足参数反演、敏感性分析、预测预警等典型应用需求，发布软件用户手册或技术白皮书，提供≥5个典型污染场景（重金属、氨氮/硝酸盐、有机物及复合污染物）地下水多污染物反应运移过程的模拟算例，选择至少2个京津冀典型复合污染场地开展模拟验证，多污染物传输与转化模拟精度不低于90%。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于1:1，实施周期不超过3年。

指南4 京津冀地区活性氮水-土-气跨介质耦合模拟技术

研究内容

针对京津冀活性氮跨介质迁移转化过程刻画不足的问题，研发活性氮水-土-气跨介质耦合模拟技术。构建流域活性氮生物地球化学过程模型，刻画基于微生物和土壤化学的HONO产排过程，构建涵盖NH₃、NO、N₂O、HONO产排过程的协同模拟框架，刻画复杂地形下水力驱动的活性氮三维迁移转化过程，实现水-土-气界面的氮交换模拟，支撑活性氮跨介质模型构建和典型场景跨介质迁移转化过程的高精度模拟；发展陆面过程模型中的动态林龄、速生林生态特性、农田及草地管理等京津冀典型生态管理过程表征，建立

其通过影响植被生长及局地水热条件调控陆气界面活性氮通量的模型表达，发展陆气双向互馈及陆面模型与流域活性氮生物地球化学过程模型的动态耦合，提升陆气通量模拟精度，形成对活性氮通量的动态约束；研发基于 AI 的蒸散发、土壤水分与地表水迁移模块，制定 AI 模块集成规范，研发异构资源调度、同步/异步执行控制和在线数据交互技术，发展面向国产加速部件的优化技术，实现多卡并行推理计算，建立机理-AI 通用融合框架，高效支持机理模型与 AI 模块的高频混合计算，改进水循环模拟能力及对陆气界面活性氮通量的动态约束；设计通用耦合接口和耦合时序映射方法，研发运行时对模型耦合信息的自动感知技术，实现对分量模型的统一编译运行和运行时间统一控制，研发插值权重生成、耦合程序流程生成和并行优化技术，支持变量在不同分辨率模型间的有效映射和交换，集成机理-AI 通用融合框架，研发利用 AI 的插值精度优化技术，建立跨介质超智耦合器，研发基于耦合器的流域活性氮生物地球化学过程模型、陆面过程模型、空气质量模型和天气预报模型的耦合驱动程序，实现包含物理化学过程的并行双向耦合，构建活性氮水-土-气跨介质耦合模型，优化分量间的并行计算资源分配；集成社会经济、政策管理与氮输入响应模块，构建多尺度高分辨率模型驱动数据集，开展京津冀地区活性氮跨介质迁移转化模拟，模拟活性氮跨介质迁移转化的沉降、通量、土壤氮库

及水质等环境效应，评估活性氮跨介质环境效应对不同调控方案的响应机制。

考核指标

1. 流域活性氮生物地球化学过程模型 1 套，实现涵盖水、土、气三类介质相互交界面的活性氮水-土-气跨介质迁移转化过程模拟，支持公里级、3 小时活性氮模拟，土壤垂直分层 ≥ 10 层，可适配多介质耦合大模型，完成在白洋淀等京津冀典型场景的模拟验证，跨介质迁移转化过程的预测值与观测值误差 $< 50\%$ ，核心代码国产化率达到 100%；新增亚硝酸盐积累与非生物诱导释放的 HONO 产生路径，实现基于微生物和土壤化学过程的 NH_3 、 NO 、 N_2O 和 HONO 跨介质同步模拟，考虑 HONO 同步模拟后的气态活性氮模拟误差降低 10%；实现活性氮的水-土-气三维迁移转化模拟，土壤活性氮模拟误差与不考虑水平迁移相比降低 10%；构建活性氮跨介质模型，实现活性氮在水、气、土多介质维度的精准模拟，总体模拟精度误差 $< 20\%$ ，空间精度达到 3 km，覆盖 ≥ 5 种活性氮，可进行活性氮的环境污染演化过程模拟与调控。

2. 植被结构动态与生态管理过程模块 1 套，具备动态林龄演替、华北地区典型速生林过程、农田管理及草地管理等不少于 4 类子模块，支持公里级、亚小时级动态模拟，核心代码国产化率达 100%；通过耦合器实现植被动态约束的陆

气界面双向互馈，建立陆面过程模型与流域活性氮生物地球化学过程模型的动态耦合，耦合传递的碳氮循环和生物物理变量 ≥ 10 个，频率达亚小时级；实现局地水热变化与活性氮的动态耦合，关键陆气通量模拟误差较耦合前降低 20%。

3. 机理-AI 通用融合框架 1 套，兼容国产加速卡，实现 AI 模块与机理模型的实时融合，支持机理-AI 间同步/异步执行，千核或以上并行规模的数据交换速度不低于 10 GB/s，核心代码国产化率达到 100%；建立基于 AI 的蒸散发、土壤水分与地表水迁移模块，对比相应机理模块的水量模拟误差降低 10%，计算耗时降低 50%。

4. 超智耦合器 1 套，实现各分量模型统一编译和运行、运行时间统一控制、并行机制优化管理、各分量模式数据有效交换跨介质物理化学过程高效模拟 5 类核心功能，核心代码国产化率达到 100%；实现模型在百米级到十公里级不同分辨率网格下的一体化高效运行，实现 AI 插值优化并降低 10% 插值误差，兼容 CPU+加速卡异构架构，万次运行平均故障次数 < 1 次；基于耦合器，建立包含流域活性氮生物地球化学过程模型、陆面过程模型、空气质量模型和天气预报模型的活性氮水-土-气跨介质耦合模型，实现包含水、热和活性氮的实时并行双向耦合；当耦合模式使用 5000 核、耦合频率为 0.5 小时，耦合器在耦合模式并行运行过程中的开销不超过 10%，所有耦合启动操作耗时 ≤ 30 秒。

5. 多尺度高分辨率模型驱动数据 1 套, 包含京津冀地区工业企业、污水厂、交通路网、农田、林草地, 覆盖京津冀地区所有重点管理的工业企业和污水厂, 交通路网、农田、林草地数据空间分辨率 $\leq 1\text{ km}$, 时间分辨率 \leq 日, 参数包括活动水平、氮排放与投入、管理水平及跨介质输入; 调控情景模拟数据集 ≥ 10 套, 调控对象包括工业企业、道路移动源、农田管理、林草经营、污水处理和流域点源等, 空间分辨率 $\leq 1\text{ km}$, 时间分辨率 \leq 日, 模拟时段覆盖 2023~2035 年。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类, 其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1, 实施周期不超过 3 年。

指南 5 京津冀模拟器气-水模型耦合联动和智能编排工程化运行技术研究

研究内容

针对模拟器气-水环境模型联动耦合和工程化运行效率受限等问题, 研发基于依赖的任务调度引擎技术, 构建统一网格对象、时间管理器和标准组件接口, 实现多模型间的细粒度异步流水线并行, 提升模型的联动效率及各模型数据有效交换; 研究模拟器模型统一服务化接入方法, 突破模型异构计算与高效调度瓶颈, 提出模型替换过程中的科学约束机制, 研发模型服务的注册、发现与动态管理集成技术, 支持

气-水模型“可插拔式”替换的标准模块接口协议，实现多源异构生态环境模型的可扩展集成；设计气-水环境模型模块化对接与数据交互框架，构建大气与水环境模型全流程执行链路及与层级化系统，研发气-水模型标准化适配与语义映射技术，支持大气模块与水环境模块间的联动，研发气-水环境模块组件化配置技术，实现多应用场景下的快速适配、灵活组合与高效模拟；研究基于大语言模型的多尺度跨介质环境模拟集成分析技术，面向“预警-溯源-调控”等业务场景突破按需选模、动态组装和自适应调度机制的模型智能辅助编排技术，支撑模型服务的自定义调用和智能决策；设计模拟器工程化运行技术框架，研发基于国产化硬件的气-水等模型适配与高效异构并行技术，建立适配国产芯片架构的高性能容器化部署体系，建设多模型集成和多硬件环境适配的工程化协同推进平台。

考核指标

1. 实现模型智能调度与运行时间统一纳管、运行链路协同优化管理，任务平均完成时间缩短 20%， workflow 成功率 $\geq 90\%$ ，循环依赖检测准确率 $\geq 99\%$ 。模型耦合完成时空尺度转换、格式转换、单位映射等数据融合的平均效率大于 100 MB/s。大气、水模型集成数 ≥ 5 类，并行运行效率提升 30%。
2. 建立模型服务标准化接入和模块化可插拔替换机制，模型服务化接入效率提升 50%，模型服务接口平均响应延迟

≤ 300 ms；标准接口覆盖率 ≥ 90%。制定并形成标准化模块接口协议 1 套，支持化学机制、气溶胶方案等 ≥ 3 类核心功能模块插拔式替换。模型集成后环境模拟集成分析完成率 ≥ 90%，准确率 ≥ 90%；整体模拟集成分析比单独分析各环境模型的总体时间效率提高至少 50%。

3. 构建自主可控的气-水环境模型耦合底层框架 1 套；多模块内联调用连续稳定运行 6 个月以上，测试成功率达 90% 以上；可插拔模块组件 ≥ 5 类，支撑大气和水环境的预测-溯源-调控等应用场景的快速模拟，同等运行环境下较传统大气及水环境模型运行效率提升 ≥ 20%，指示污染物小时浓度模拟精度损失 ≤ 20%。

4. 模型智能辅助编排开发时间较传统模式降低 50%，减少人工干预频次 ≥ 60%。实现模型组合成功率 ≥ 70%。各环境模型在大模型底座中的集成/切换效率 ≤ 1 分钟/模型。覆盖预警、溯源、调控等生态环境典型复杂场景 ≥ 3 个，可适配气-水耦合模型。

5. 建立模拟器工程化协同研发推进平台 1 套，连续稳定运行 6 个月以上，核心软件和设备国产化率不低于 85%。模型并行技术适配国产化 ≥ 10 GPU 服务节点及 ≥ 2000 核心 CPU。模型自动化容器部署效率提升 50%。实现代码统一集中管理，代码智能审核准确率 ≥ 75%，漏洞扫描准确率 ≥ 85%。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 6 京津冀区域土壤-地下水污染数值模拟及验证平台

研究内容

面向京津冀区域土壤-地下水系统结构精准刻画、污染过程精细模拟及模型智能化验证的科技需求，集成全域多源异构空-天-地-井数据，应用智能反演识别技术，突破稀疏钻孔瓶颈，实现地层结构由离散点控制向连续场模拟的跨越；开展“地表-根系层-包气带-含水层”多界面系统跨尺度试验，解析典型污染物迁移转化机理，构建京津冀本土化高分辨率三维水力学参数、污染物反应运移参数空间矩阵。研发三维精细非饱和流与区域饱和非稳定流的高效耦合算法，采用离散网格动态自适应变形技术，捕捉非均质下水力梯度等要素的时空变异，实现跨尺度流场平滑模拟；融合异步迭代、分裂显式积分、异构并行与人工智能等技术，提升模拟的收敛性、稳定性和计算效率；研发表征京津冀关键驱动外源的源汇项高效动态匹配技术，完成水动力模型的校准与验证。构建区域-局部区域-污染热点区多尺度嵌套的对流-弥散-地球化学反应多过程耦合模拟架构，实现多尺度模型双向动态耦

合；研发非饱和-饱和界面反应动力学模型与高效智能算法，量化典型污染物对浅层地下水与地表水的污染负荷；构建兼具动态数据同化和反应运移功能的多尺度耦合模拟系统，实现区域宏观模拟与污染重点区精细刻画的有机融合。解析京津冀典型扰动情景的时变特征，建立极端水文事件、大气沉降、水源置换及开采管控等情景集；分析多扰动情景下地下水流场演变规律及区域水平衡重构特征，预测多因素耦合驱动下典型污染物的迁移转化趋势，实现高风险区位的精准快速识别与预警；建立“模拟-预测-评估-优化”技术体系，提出分区分类精准防控策略。搭建适配多场景的大型可控式土壤-地下水污染物反应迁移实体模拟装置；集成系统结构刻画、水动力过程演化、污染物反应运移、多场景仿真应用及实体物理装置功能模块，融合数据同化与三维可视化技术，研发土壤-地下水系统环境模型智能验证平台，形成集模型压力测试、机理偏差诊断、精度智能增强于一体的模型验证优化体系。

考核指标

1. 京津冀土壤-地下水系统多介质结构与参数精准刻画模型 1 套，重点区域水平空间分辨率优于 100 m，垂向空间分辨率达 0.5 m，模型需涵盖根系层、包气带、含水层，其中岩土类型 ≥ 5 种、含水层介质类型 ≥ 3 类，较以往水平-垂向地层结构刻画精度提升 $\geq 20\%$ ；京津冀本土化水文地质参

数场 1 套，独立验证点位相对误差 $\leq 20\%$ ；建立微观、中观与宏观 3 个尺度、3 个界面处典型污染物反应动力学过程及 ≥ 5 个关键反应过程的刻画参数库，验证误差 $\leq 15\%$ 。

2. 京津冀土壤-地下水系统三维水动力过程模拟模型 1 套，饱和带地下水模拟空间分辨率不低于 1 km，重点区域表层土壤模型空间分辨率不低于 100 m；研发的非饱和-饱和带三维流场跨尺度动态自适应耦合模拟技术，较传统模拟方法计算效率提升 $\geq 30\%$ ；模型校准采用平原区全覆盖的 ≥ 10 年地下水位长序列实测数据，重点区域地下水位验证点相对误差 $\leq 10\%$ ，重点区域水均衡误差 $\leq 5\%$ ，满足京津冀土壤-地下水水动力过程精准模拟需求。

3. 京津冀土壤-地下水系统非饱和-饱和带典型污染物多尺度嵌套反应运移模型 1 套，选用京津冀浅层地下水典型污染物（硝酸盐等），饱和带地下水模型空间分辨率不低于 1 km，重点区非饱和带模型空间分辨率不低于 100 m；形成区域-局部区域-污染热点区多尺度-多过程嵌套模拟能力，实现典型污染物多界面迁移转化过程和污染负荷的高效模拟，计算效率提升 $\geq 30\%$ ；模型校正与检验采用 ≥ 5 年地下水典型污染物浓度实测数据，污染热点区地下水水质验证点均方根误差 \leq 实测值的 15%。

4. 构建京津冀多场景多目标管控策略模型，支持 ≥ 5 种典型场景模拟；提出 ≥ 3 项可落地的精准管控建议，并被省

部级批示；跨介质环境质量实时响应仿真涵盖水、气、土介质，实时响应的空间分辨率为 1 km 网格，实时响应速度不超过 1 分钟，响应误差相较于机理模型控制在 10% 以内；多介质优化调控能够同时考虑污染物浓度、健康、气候、生态效益等 4 类以上环境目标，考虑水、气、土 3 类环境介质，实现 500 条以上调控措施的比选优化。

5. 京津冀土壤-地下水系统污染物运移模拟智能化验证平台 1 套，规模 $\geq 280 \text{ m}^2$ ，典型场景下污染羽预测精度较原始模型提升 $\geq 15\%$ ；建成土壤-地下水系统实体物理模拟装置 1 套，尺寸 $\geq 6 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ ，涵盖京津冀典型应用场景 ≥ 5 种，地下介质类型 ≥ 3 种，实现地下水动力场水平-垂向独立可控，模拟典型污染物 ≥ 5 种，污染物浓度智能感知空间分辨率优于 0.5 m，时间分辨率 ≤ 15 分钟，支撑数值模型参数标定、功能校验及精度研判等；验证平台可实现物理装置与数字模型的实时双向映射，形成物理实验数据驱动的模式自适应增强回路。

6. 项目产出的模型、软件、平台、数据库等具有自主知识产权，并部署到总承单位；提交源代码和用户手册；模型兼容国产化 x86/64 位架构 CPU、GPU。研发阶段规避开源、商业软件等版权问题。技术指标考核通过总承单位统一测试认证和书面认可。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 7 气候变化背景下大气环境过程与暴露响应全链条模拟关键技术及装备

研究内容

针对气候变化背景下极端天气频发、现有大气环境过程与暴露响应实验装备支撑不足等问题，围绕“物理传输-化学转化-生物响应”全链条耦合机制，研发集立体观测、源排放、介质与生命体过程及气候变化影响于一体的环境暴露响应与过程模拟装置关键技术体系。研制大型环境风洞核心调控技术，开发中性、稳定和不稳定层结条件下边界层结构的可控模拟方法，实现风场、温度及湍流特征的动态调控，实验再现高温等极端气象情景，改进中性、不稳定、稳定层结条件下湍流结构特征的表征方法，发展湍流扩散系数的测量和验证技术，建立湍流扩散系数数据库，发展面向空气质量模式的湍流扩散参数化技术方案；研发温、湿、压可控的环境暴露响应过程模拟装置，构建兼具大气烟雾箱与人体暴露舱功能的一体化平台，实现对极端天气条件下污染物源排放、气-粒-表面多介质转化、人体暴露响应的全过程模拟；研发环境暴露与健康响应实时观测平台，与模拟装置耦合集成，实现暴露端与效应端的实时动态观测与定量解析，重点研究

极端高温情景下大气污染化学转化过程的响应特征，揭示高温对于大气二次污染人体健康效应的修饰作用；突破极端环境气象事件对京津冀跨圈层跨介质环境影响的量化评估技术，耦合风洞与烟雾箱实验的物理化学机制，提升对气候变化背景下京津冀及外围传输通道地区大气复合污染过程的模拟能力，同时结合人体暴露与健康响应实验结果，构建基于健康风险的减排责任解析技术，支撑气候变化背景下区域空气质量改善与健康风险防控策略。

考核指标

1. 研发大型环境风洞物理模拟核心调控技术，风洞占地面积不少于 2000 m²，试验段截面积不少于 12 m²、长度不少于 26 m，边界层模拟技术的温度控制范围为 20~40℃（精度 ≤ ±1℃），垂直温度梯度调控范围 ≥ 10 K/m，风速 0~40 m/s，可稳定复现中性、稳定、不稳定三类典型层结条件；实现示踪物浓度场三维动态模拟，建立湍流扩散系数反演方法，获得不少于 10 组不同热力层结条件下的扩散系数分布，实现风洞实验与高精度直接数值模拟及大涡模拟的交叉验证。

2. 研发温湿压可控环境暴露与健康响应过程模拟装置，在内舱有效体积 ≥ 35 m³ 条件下，构建宽域、高稳定的温湿压与通风综合模拟环境，实现换气率控制范围 0.5~5 h⁻¹，温度控制范围 5~45℃（精度 ≤ ±1℃），相对湿度控制范围 20~80% RH（精度 ≤ ±5% RH），气压控制范围 75~101 kPa（精

度 $\leq\pm 1$ kPa); 装置具备颗粒物、臭氧等典型污染物浓度的稳定控制能力, 浓度波动系数 $\leq 10\%$; 实现污染物释放模拟、大气化学反应模拟和人体暴露模拟三种应用场景的切换功能, 提升多场景适用性; 形成高温热浪等极端条件下城市大气复合污染的过程模拟与暴露模拟技术方案, 支撑相关物理化学机制与健康效应机制研究。

3. 研发大气环境暴露与健康响应协同监测关键技术, 突破大气环境暴露组分高通量实时解析、多维健康响应协同监测的关键技术难点, 实现环境暴露特征组分高通量实时监测, 同步解析组分不少于 200 种, 时间分辨率 ≤ 10 min, 采用国际标准方法对不少于 20 种关键组分开展验证, 误差 $\leq 20\%$; 建立化学体系和人体健康响应协同监测技术体系, 其中氧化还原活性监测时间分辨率 ≤ 2 h, 人体在线监测覆盖自主神经功能和呼吸生理响应两类指标, 时间分辨率 ≤ 10 min, 离线检测炎症、氧化应激和代谢调控等生物标志物不少于 20 个; 完成不少于 60 人次高温热浪条件下空气污染健康响应特征的可控模拟验证, 形成暴露-健康响应参数数据库, 包含不少于 30 项关键参数。

4. 研发京津冀极端环境气象事件跨圈层跨介质影响量化评估技术, 实现高温干旱、静稳等不少于 2 类极端事件下陆面排放、大气沉降等污染物跨介质通量动态模拟, 通量模拟准确率较基准模型提升 $\geq 20\%$; 耦合湍流扩散、沉降和陆

面排放过程等不少于 3 类过程参数化方案，将颗粒物、臭氧关键污染物的模拟准确率较未耦合基准方案提升 $\geq 15\%$ ；空间分辨率 $\leq 3 \text{ km}$ ，时间分辨率 ≤ 1 小时；选择不少于 3 次典型污染过程开展验证，模拟准确率较基准模型提升 $\geq 10\%$ ；建立健康风险导向的减排责任解析技术 1 套，构建覆盖京津冀主要城市及不少于 5 类重点源的城市-行业-污染物贡献矩阵，量化颗粒物、臭氧暴露、超额健康风险及跨区域传输贡献，识别优先减排对象，提出差异化责任分担与协同防控方案；参数化方案接入京津冀环境模拟器，形成京津冀区域跨圈层大气环境影响及健康风险防控量化评估技术报告，主要成果被省级及以上政府管理部门采纳应用。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 8 渤海湾复杂生态系统健康临界预警与分区动态管控关键技术研究

研究内容

针对多压力叠加下渤海湾河口-海湾生态系统健康状况演化机理不清、临界风险空间传导路径难识别以及高强度开发活动下分区管控缺少动态校验等问题，面向“复杂生态系统健康评估-预测预警-分区动态管控”的业务需求，开展生

态系统健康临界预警与分区管控动态推演关键技术研究。基于历史调查和现有监测的水质波动、生境变化、生物响应和开发活动扰动等多源异构数据，开展数据标准化整编、质量控制和时空连续重建，系统刻画渤海湾水环境与水生态要素的长期变化特征，并结合营养盐大气沉降季度分辨率资料，重建渤海湾河口-海湾复杂生态系统时空演变格局；研发多模态因果表征与反事实检验耦合的方法，诊断生态系统健康关键驱动因子，量化水质波动、生境变化、生物响应等关键要素对生态系统健康变化的贡献，筛选面向最小观测成本的核心指标；构建可量化的生态系统健康临界阈值识别技术体系，解析单要素与多要素临界状态，建立面向河口-海湾的输入负荷-生态环境-生物响应耦合演化的压力传导图谱，揭示局地与区域不同层级生态系统的临界驱动机制；基于诊断的生态系统健康关键驱动因子，以临界边界为约束，构建自然过程与人类活动叠加驱动的生态系统健康风险评估模型，实现生物、化学等关键指标和复合生态事件的次季节-季节尺度生态系统健康风险分级、动态预警；面向港口运行、海上油气开采、海上风电建设等典型开发活动，优化分区规则和构建开发活动管控情景库，研发基于生态响应的动态分区推演模型并开展校验，在不同主导压力类型的河口-海湾开发场景开展适配验证。

考核指标

1. 建立多模态因果表征驱动的生态系统健康诊断技术，形成多模态因果表征与反事实检验耦合的健康诊断方法 1 套，对典型海区生态系统健康演变主要驱动因素识别准确率 $\geq 70\%$ ；实现水质波动、生境变化、生物响应等类型因子贡献度量化，关键驱动因子在 ≥ 2 个典型海区、时间跨度 ≥ 5 年的诊断有效性 $\geq 70\%$ ；形成面向业务化预警的包含生态格局、生态功能、生物多样性、生态胁迫在内的生态系统健康核心指标集 1 套，指标总数 ≤ 10 项，生物或生态过程指标占比 $\geq 50\%$ ，必要观测指标数量较常规体系减少 $\geq 30\%$ 。

2. 形成河口-海湾压力传导图谱驱动的生态系统健康临界阈值识别技术，构建不少于 3 类风险传播路径的传播图谱，重点识别输入负荷（包括河流、大气沉降、地下水输入）、湾内滞留、迁移转化和生物响应之间的定向传导关系；建立基于压力传导图谱的临界阈值识别模型 1 套，稳定量化不少于 3 项核心阈值指标，实现阈值-典型生态事件对应关系跨年份、跨区域验证准确率 $\geq 70\%$ 。

3. 构建自然-人类活动叠加驱动的生态系统健康风险评估模型 1 套，实现不低于 3 种复合场景的湾区生态风险分级分类预警，形成预警产品不少于 5 类，实现 7~15 天、1~3 个月、6 个月尺度的典型生态事件健康风险分级、动态预测（以水华、缺氧事件为主要验证案例），精度分别达到 90%、80%、70%以上。

4. 构建临界预警-开发活动-分区规则耦合动态推演与跨场景适配技术，建立动态分区推演模型 1 套，集成生态系统健康核心指标、临界阈值、预测预警结果和开发活动管控情景；可比较不少于 3 种典型开发管控情景，形成分区规则-生态响应-风险变化动态推演方法 1 套；提出分区规则优化建议 1 套，形成 1:5 万或更高精度生态分区管控图，划分管控分区不少于 4 类；在受港口运行、海上油气开采、海上风电建设等不同主导开发活动影响的河口-海湾场景中，选取不少于 2 类不同主导压力类型的场景开展适配验证，验证面积合计不小于 50 km²，连续运行不少于 6 个月，形成可嵌入地方业务平台的规则模块、应用指南或决策建议成果不少于 2 项，被省级及以上政府或行业主管部门采纳应用。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 2:1，实施周期不超过 3 年。

指南 9 生态环境管理长程复杂任务自主智能体关键技术研发与应用

研究内容

针对生态环境管理任务链条长、业务对象多、状态变化快、规则约束强，跨系统平台调用难和多源资料研判多依赖人工协调等问题，面向长程复杂任务受控自主执行需求，研

发生态环境管理自主智能体关键技术。研究生态环境业务规则约束下长程任务链建模与能力匹配技术，建立业务意图、任务层级、规则约束、任务依赖与原子能力的映射模型，形成层次化任务分解、任务链自动生成和知识、模型、工具、系统接口按需调用方法；研究多源任务态势感知与多智能体自适应协同调度优化技术，建立任务状态、优先级和执行依赖联合表征模型，形成面向多任务并发、状态变化和运行扰动的动态调度与在线重规划算法；研究长程任务执行链路可观测、异常归因与自恢复技术，建立任务节点状态持续追踪、异常检测、原因定位、中断恢复和策略优化机制，提升智能体长时序执行可靠性；研究运行事件感知与跨系统自主处置智能体集成技术，建立业务系统群运行状态、接口调用和事件关联统一感知方法，实现跨系统访问、处置指令智能路由、过程跟踪、可信访问和全过程审计；研究多源资料语义解析、对象关联与知识推理技术，建立资料要素抽取、跨源关联和约束关系推理方法，形成面向重复交叉、进展偏差、经费异常和约束冲突的智能研判模型，支撑协同治理任务资料批量分析与辅助决策。

考核指标

1. 生态环境业务规则约束下长程任务链建模与能力匹配技术 1 套，相关算法、模型、工具组件及代码全部开源。具备业务意图解析、层次化任务分解、规则约束建模、原子

能力注册、任务依赖建模和能力动态调用功能；复杂业务目标自主拆解准确率 $\geq 85\%$ ，从业务意图到可执行任务链自动转化准确率 $\geq 85\%$ ，任务-能力自动匹配准确率 $\geq 85\%$ ，支持在多层级任务嵌套、长链条节点依赖和规则约束耦合条件下，实现不少于4级任务分解、单链不少于30个节点的长程任务链自动构建，端到端任务链一次生成可执行率 $\geq 80\%$ 。

2. 多源任务态势感知与多智能体自适应协同调度优化算法1套。支持多源任务统一接入、态势感知、动态优先级评估、跨任务协同、多智能体自适应协同和调度策略优化；支持不少于5类业务系统跨任务接入，跨任务协同执行成功率 $\geq 90\%$ ，多任务并发调度时延压降率 $\geq 50\%$ ，动态优先级评估准确率 $\geq 85\%$ ，支持不少于10个智能体并发协同，运行扰动下在线重规划成功率 $\geq 85\%$ 。

3. 生态环境长程任务执行链路可观测、异常归因与自恢复技术1套，支持任务状态追踪、链路可观测、异常自检触发、高风险异常识别处置和运行策略持续优化；关键任务节点状态追踪覆盖率 $\geq 95\%$ ，异常自检触发准确率 $\geq 90\%$ ，高风险异常自主识别与处置成功率 $\geq 85\%$ ，典型异常处置时延压降率 $\geq 50\%$ ，运行策略自演进优化效率提升 $\geq 20\%$ 。

4. 生态环境业务系统群运行事件感知与跨系统自主处置智能体集成技术1套，并在生态环境云部署应用。面向生态环境业务网络环境，覆盖50个以上业务系统的网络、主

机、服务、接口、日志等运行对象，具备状态感知、接口自动访问、调用链路追踪、日志告警识别、事件关联、指令路由、过程跟踪和态势分析能力；实现京津冀 30 类以上多源异构生态环境数据可信流通，支持访问授权、调用留痕、路径追踪和审计核验，访问授权记录完整率 $\geq 95\%$ ，关键调用留痕覆盖率 $\geq 95\%$ ；支持不少于 5 类智能体任务执行事件接入，异常运行事件自动识别准确率 $\geq 85\%$ ，跨系统处置指令路由准确率 $\geq 85\%$ ，关键任务状态追踪覆盖率 $\geq 95\%$ 。

5. 京津冀协同创新任务资料语义解析、对象关联与知识推理技术 1 套，并在生态环境云相关国家级平台部署应用。支持项目、人员、经费、成果等不少于 8 类核心对象统一建模、自动解析与关联分析，多源数据自动采集与更新成功率 $\geq 85\%$ ，跨源关联准确率 $\geq 90\%$ ；支持不少于 6 类资料智能解析与要素抽取，核心要素抽取准确率 $\geq 85\%$ ；具备目标、任务、指标、进度、经费、成果等要素推理分析能力，重复交叉识别准确率 $\geq 85\%$ ，进展偏差识别准确率 $\geq 85\%$ ，经费异常识别准确率 $\geq 80\%$ ，关键约束冲突识别准确率 $\geq 85\%$ ；支持不少于 500 份真实资料批量分析处理，全流程辅助分析时长较人工缩短 $\geq 70\%$ 。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 2 年。

指南 10 白洋淀流域淀城复合系统跨介质协同管控与综合应用

研究内容

开展淀区与入淀河口关键区域水下地形高精度勘测及水文、水生态环境实时动态观测，采集氮磷碳输入、水动力边界条件、水生生物及生境等关键数据，攻克多源多时空数据同化校准技术，耦合联动形成淀区多尺度、多要素动态数据产品，支撑高精度动态立体化白洋淀数字系统构建；突破白洋淀“气-水”、“泥-水”等界面氮磷碳原位动态观测技术，揭示氮磷碳跨介质输移转化动力学过程机制，量化“气-水-泥”跨介质过程动力学参数及交换通量，研发“气-水-泥”动态交互过程模拟技术，研制跨介质输移数值模型；研制覆盖“自然过程、治理工程、湖泊水体”完整水文路径的多尺度、半自然模拟系统，开展氮磷碳流域全过程、多流场迁移转化路径追踪与模拟，揭示其输移累积等核心特征并构建理化、生态参数集，在白洋淀典型区域开展氮磷碳“输入-转化-响应-输出”全过程模型校验与迭代优化；突破多尺度模型嵌套、融合与标准化集成技术，耦合白洋淀流域、城市水系、淀区模型并嵌入氮磷碳跨介质输移过程模型，形成白洋淀数字孪生水环境大模型，开展气候变化、污染排放等典型场景下淀区水资源、水环境、水生态联动响应模拟，预测“自然

-人为”双重胁迫下白洋淀水生态环境多时空演化与发展趋势；突破机理模型、数据驱动模型与大语言模型的协同驱动技术，研制基于数字孪生的白洋淀即时智能响应系统，深度融合多情景仿真推演、自然语言需求解析、调控方案自动生成，实现极端水文等典型场景下总氮控制、水质稳定达标等多目标快速调控决策，形成虚实交互的数字孪生驾驶舱，支撑淀城协同管控向数智化跃升。

考核指标

1. 白洋淀淀区水下地形数字高程数据 1 套，覆盖面积 $\geq 95\%$ ，地面分辨率 ≤ 20 m；多类型藻类在线监测装备 1 套，藻类种类鉴别和藻密度统计的监测误差 $\leq 15\%$ ，单帧监测响应时间 < 30 s；水生植被覆盖度及关键种识别系统 1 套，挺水植物、沉水植物覆盖度估算误差分别 $\leq 10\%$ 、 $\leq 15\%$ ，主要挺水/浮叶植物种类识别精度 $\geq 80\%$ ；多源多时空数据同化校准技术 1 项，同化后关键要素相对偏差降低 $\geq 10\%$ ；高精度动态立体化白洋淀数字系统 1 套，覆盖水下地形、气象、水文、水质、藻类、水生植物等 ≥ 6 类数据类型。

2. 泥-水等界面跨介质原位动态观测设备 1 套，实现氮磷碳同步原位观测，跨界面同步观测准确率 $\geq 90\%$ ；氮磷碳跨介质输移转化关键过程动力学参数集 1 套，涵盖输入、迁移、转化等 3 类核心过程；“气-水-泥”跨介质动态交互过程模拟技术 1 项，构建淀区大气-地表水、沉积物-水等跨

介质输移模型，对氮磷碳等关键指标的通量模拟误差 $\leq 20\%$ 。

3. 氮磷碳多尺度、半自然的流域全过程迁移转化室内实体模拟系统 1 套，涵盖“自然过程、治理工程、湖泊水体”完整水文路径，可模拟降雨、光照、温度、负荷输入、处理工艺等典型情景 ≥ 5 种，模拟水量 $\geq 50 \text{ m}^3$ ；选择一个典型河淀区段（ $\geq 20 \text{ km}^2$ ）完成模拟验证，基于“输入-转化-响应-输出”全过程模型验证的数据有效率 $\geq 90\%$ ；氮磷碳“产-汇-流”全过程理化、生态参数集 1 套，包含氮磷碳输移累积、“泥-水”“气-水”界面通量等 ≥ 3 类核心特征参数。

4. 白洋淀数字孪生水环境大模型 1 套，耦合模型 ≥ 6 类（涵盖流域模型，淀区水动力、水质、水生态模型，城市水系模型，污染物跨介质模型），水文、水质、水生态关键指标模拟误差 $\leq 20\%$ ，实现 ≥ 5 大类场景模拟预测（气候变化、多水源补给、工程调控、总氮控制、汛期污染控制等）；模型参数自动率定技术 1 项，实现 ≥ 30 个关键参数的自动寻优。

5. 基于数字孪生的白洋淀即时智能响应系统 1 套，支持自然语言指令到调控策略生成的全流程自动化运行，决策响应时间 $\leq 40 \text{ min}$ ；数字孪生可视化驾驶舱 1 套，部署于河北省、雄安生态环境部门及京津冀模拟器平台，年正常

运行时间 $\geq 95\%$ ；AI 快速代理模型 1 套，单次情景推演响应时间 $\leq 20 \text{ min}$ ；面向总氮控制、生态流量保障、水质稳定达标、水华防控等场景提出智慧化调控决策方案 ≥ 6 套；主要成果被省级及以上政府（行业）管理部门采纳应用。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 11 库存尾矿回采利用和废弃矿山生态修复协同关键技术与集成示范

研究内容

针对京津冀尾矿库存量削减、环境风险源头防控、二次战略资源开发、废弃矿山协同修复等国家重大刚需，突破现有技术仅管控新排尾矿、无法根治历史库存尾矿污染的行业瓶颈，开展全域污染智能识别、尾矿数智回采、多固废协同消纳和矿山生态修复全链条技术攻关与集成示范。研发尾矿库重金属与伴生资源三维精准刻画技术，构建水土耦合污染预测模型与战略资源数字地质模型，厘清重金属“尾矿-土壤-水体”迁移转化规律，AI 识别污染优先管控区；开发库存尾矿低扰动下全过程力学稳控回采关键技术，揭示回采卸荷与渗流耦合作用下坝体裂隙演化和联动失稳机制，研发库底“尾矿-微生物-植被”仿自然修复集成技术，建成库存尾矿数智回采与污染防控示范工程；揭示堆存尾矿的矿物基因特

征，突破超低品位战略金属、非金属矿的流体动力学和界面调控协同强化的分选技术，开发吸附-催化耦合选矿废水深度净化工艺，研制集成式粗粒浮选装备，建立库存尾矿分选示范工程；开展赤泥碳酸化脱碱、气化渣低温活化改性研究，研发基于硅铝同构化与复盐效应的低碳低收缩混凝土核心技术，建立碳排放全生命周期核算标准，研究多固废协同尾矿整治矿山塌陷坑、表土农用改良和地下水污染防控技术体系，开发特细尾矿重构-胶凝抑尘排土场生态修复集成技术，开展塌陷坑、排土场生态治理示范；建立“回采-分选-消纳-修复”的全链条资源-环境-经济智能动态优化算法，开发库存尾矿回采利用和环境风险管控的监管信息子系统，编制尾矿库回采、尾矿消纳和全域环境风险协同管控的整体解决方案。

考核指标

1. 构建尾矿库中污染物三维预测模型 1 套，典型重金属含量预测相对误差控制在 $\pm 15\%$ 以内；建立尾矿库战略资源三维地质模型 1 套，典型金属含量预测相对误差控制在 $\pm 20\%$ 以内；建立尾矿库区砷、铅、镉、锑等不少于 4 种主要污染端元的同位素特征指纹库，矿山酸性排水重金属迁移路径示踪的识别准确率 $\geq 90\%$ ，建立库区尾矿底数库。

2. 突破低扰动下全过程力学稳控回采关键技术，形成尾矿库全过程安全回采动态设计模型 1 套，开展回采示范工程

1 项，回采总量 ≥ 150 万 m^3 ，回采扰动下坝体变形预测误差 $\leq 15\%$ ，高风险区识别准确率 $\geq 90\%$ ；库底污染场地修复后植被覆盖率 $\geq 95\%$ ，植被成活率 $\geq 90\%$ ，修复成本降低 20%，地下水重金属浓度满足《地下水质量标准》的 III 类标准；建立库存尾矿数智回采和污染防控技术规范(地方标准)1 项。

3. 建设库存尾矿铜、硫、钴、钨等资源的精细分选生产线 1 条，处理规模 ≥ 50 万吨/年；铜精矿中铜回收率 50%以上，铜品位 $\geq 15\%$ ，硫精矿回收率 50%以上，硫品位 $\geq 45\%$ ，硫精矿中钴品位 $\geq 0.2\%$ ，钨精矿中钨品位 ≥ 60 g/t；库存尾矿中石英和长石浮选提纯后，石英精矿 SiO_2 含量 $\geq 99\%$ ，长石精矿中 K_2O+Na_2O 含量 $\geq 11\%$ ；库存尾矿综合采选加工成本较相近类型有色金属矿山低 20%以上；开发集成式粗粒级浮选装备 1 套，浮选粒度上限 ≥ 2.5 mm；选矿废水处理成本降低 20%，出水 $COD_{Cr} \leq 100$ mg/L，总砷浓度 ≤ 0.5 mg/L，废水循环回用率达 100%。

4. 开发赤泥碳酸化脱碱提质技术，赤泥碱含量减少 60%以上，研发气化渣低温热解-粉磨激发技术，气化渣脱碳率 $\geq 85\%$ ，低碳低收缩混凝土中气化渣、赤泥的添加量 $\geq 30\%$ ，相对动弹性模量 $\geq 70\%$ ，28 天抗压强度不低于 45 MPa，总碳减排量 ≥ 110 kg CO_2 -eq/ m^3 ，成本降低 15%，建立全生命周期碳排放计算方法标准 1 项；开发多固废协同尾矿整治矿山塌陷坑集成技术，塌陷坑底部防渗层渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-8}$ cm/s，

气化渣等固废添加量 $\geq 7\%$ ，建立示范工程 1 项，整治塌陷坑容积 ≥ 2 万 m^3 ，编制技术规范 1 项(地方标准)；研发特细尾矿重构-胶凝抑尘排土场生态修复集成技术，建立示范工程 1 项，修复堆体 ≥ 3 万 m^3 ，扬尘与水土流失率降低 90%以上，重金属浸出浓度满足《地表水环境质量标准》III 类标准，斜坡植被覆盖率 $\geq 90\%$ ，植被成活率 $\geq 85\%$ 。

5. 构建“回采-分选-消纳-修复”全链条资源-环境-经济智能动态优化算法 1 套，回采潜力自动校核精度 $\geq 80\%$ ；在“全国固体废物和化学品管理信息系统”中建设库存尾矿回采利用和风险管控的智能监管子系统 1 个，风险预警准确率 $\geq 80\%$ ，获得省级行政主管部门采纳；编制尾矿库回采、尾矿消纳和全域环境风险协同管控的整体解决方案 1 套，形成政策建议 1 项，被省级行政主管部门采纳。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 4:1，实施周期不超过 3 年。

指南 12 超大城市生活垃圾智慧焚烧与超净排放关键技术研发与示范

研究内容

针对超大城市生活垃圾焚烧厂多源固废协同处置、稳定高效焚烧、污染物超净排放和全链条智能管控等方面需求，

开展生活垃圾智慧焚烧与超净排放关键技术研发与示范应用。研究超净排放概念内涵、评价边界，构建覆盖进料、垃圾存储、焚烧燃烧、余热利用、烟气净化场景的全流程指标体系，研发多源异构信息融合全流程智能感知技术，建立超净排放动态评估模型，开发超净排放实时智能诊断方法；研究垃圾池贮存过程中渗沥液产率、臭气释放强度及其组分动态演化规律，建立渗沥液-臭气协同处置与调控方法，研究烟气污染物宽温域广谱协同净化技术，研发多源低碳燃料耦合烟气碳污协同净化关键技术；研究生活垃圾焚烧过程生成式智能控制新方法，建立数据驱动的垃圾热值、焚烧状态、污染物生成与排放趋势智能预测模型，研制具备自学习、自优化、自适应能力的焚烧炉自主控制和烟气净化智能调控装备系统，实现垃圾稳定高效燃烧、炉内污染物和烟气排放精准控制；构建集工况识别、异常诊断、趋势预测、状态评估、风险预警和优化决策于一体的垂直行业大模型，建立云边端协同的智慧管控体系，开发生活垃圾焚烧厂全链条智慧管控系统，支撑焚烧厂稳定排放、绿色高效运行；研制数字孪生驱动的生活垃圾焚烧行业业务管理平台，实现协同配伍、生产排产、入炉调度、智慧焚烧、超净排放、设备运维、环境监管和运行评价等业务流程的在线化和规范化运行，在超大城市生活垃圾焚烧厂开展示范应用。

考核指标

1. 生活垃圾焚烧超净排放技术指标体系，包含协同排放、设施运行、智慧化监管、无组织控制和清洁运输等维度，覆盖进料、垃圾存储、焚烧燃烧、余热利用、烟气净化的全流程，主要成果得到国家或地方相关业务主管部门采纳应用；超净排放综合评估模型，影响指标 ≥ 5 类，评估准确率 $\geq 90\%$ ；生活垃圾焚烧行业超净排放智能诊断模型，异常线索智能识别率 $\geq 90\%$ 。

2. 垃圾池渗沥液-臭气协同处置与调控技术，对池内渗沥液产生量和主要组分浓度的调控准确率 $\geq 90\%$ ，渗沥液产量与化学需氧量（COD）浓度可调范围覆盖目标值的 $\pm 20\%$ ，臭气典型组分产生浓度降低 $\geq 20\%$ ；烟气污染物宽温域广谱协同净化技术，适用温度窗口 $160\sim 420^{\circ}\text{C}$ ，综合脱硝成本较现有水平降低 $\geq 15\%$ ；研究多源固废协同焚烧烟气净化技术，烟气排放氮氧化物（ NO_x ） $\leq 50 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ 、氯化氢（HCL） $\leq 8 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ 、氨（ NH_3 ）逃逸 $\leq 8 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ 、二氧化硫（ SO_2 ） $\leq 20 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ 、汞及其化合物 $\leq 0.02 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ 、二噁英类 $\leq 0.1 \text{ ng TEQ}/\text{Nm}^3$ 。

3. 焚烧炉智能自主控制装备，实现多源垃圾焚烧自适应调控，入炉垃圾热值及烟气含氧量预测模型的平均预测误差 $\leq 10\%$ 、关键工艺参数（炉膛温度、烟气含氧量、主蒸汽流量等）的控制精度 $\geq 95\%$ 、省煤器出口烟气含氧量稳定在 $3\%\sim 8\%$ 、波动工况下性能衰减率 $\leq 10\%$ ；烟气净化智能调控

系统，实现 NO_x、SO₂、HCl 等烟气污染物秒级预测，预测未来时长 ≥ 5 分钟、预测平均误差 ≤ 10%，脱酸脱硝环保物料投加与污染物预测结果联动控制 ≤ 1 秒，烟气净化调控系统纠偏自主学习更新计算时间 ≤ 2 秒，环保物料药剂投放量减少 ≥ 5%、主要污染物排放峰值波动平均降低 ≥ 10%。

4. 生活垃圾焚烧垂直行业大模型，工况识别准确率 ≥ 90%，关键生产指标未来预测时长 ≥ 5 分钟、预测准确率 ≥ 90%，风险提前预警时间 ≥ 5 分钟、预警精度 ≥ 90%；云边端协同的智慧管控系统，系统响应时间 ≤ 30 秒、智能决策建议采纳率 ≥ 85%，司炉班组人工工时降低 ≥ 40%，运行成本降低 ≥ 5%，综合资源利用率提升 ≥ 5%；形成生活垃圾焚烧厂全链条智慧管控体系被省级行业管理部门采纳。

5. 数字孪生驱动的生活垃圾焚烧业务管理平台，覆盖生产排产、入炉调度、智慧焚烧、超净排放、设备运维、智慧管控和运行评价等，在超大城市选择不少于 4 座生活垃圾焚烧厂开展示范应用，示范的生活垃圾焚烧厂总设计日处理能力占比不低于所在超大城市生活垃圾焚烧设施总设计处理能力的 50%、设计日处理能力 3000 吨及以上的 ≥ 2 座；至少 1 座生活垃圾焚烧厂开展超净排放、智慧焚烧、智慧管控的综合示范应用，大气主要污染物排放浓度比现行排放限值要求降低 30% 以上，渗滤液、炉渣和臭气综合厂内消纳率 ≥ 85%，发电效率提升 ≥ 2%，焚烧效率 ≥ 99%；至少 2 座生活

垃圾焚烧厂开展焚烧炉智能自主控制装备示范应用，自动投运率 $\geq 95\%$ ；形成超大城市生活垃圾焚烧厂多源固废协同处置、智慧焚烧应用及评价报告 1 份，智慧运维手册 1 套，相关成果被生活垃圾焚烧厂运营单位采纳应用，形成垃圾焚烧超净排放技术指南或地方标准 1 项。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 4:1，实施周期不超过 3 年。

指南 13 京津冀地区化工园区重特大事故环境应急智能决策关键技术及应用

研究内容

针对京津冀地区化工事故次生环境事件占比超 65%、事故反应演化与风险生成机制认识薄弱、复杂事故知识关联和推理能力不足造成的生产安全与环境应急脱节、决策低效等问题，开展化学品及生产工艺事故演化认知与智能协同决策关键技术研发与应用。研究高风险化合物关键物性参数、多组分体系非理想热力学行为及极端工况下物性演化规律，构建基于文献、实验、计算多源数据抽取的重点危险化学品多维风险属性数据库，建立统一数据标准和接口规范，形成支撑化工事故次生环境风险全过程推演和智能应对的数据底座；开展高温热解、燃烧等原位实验与理论模拟计算，研发

机理-数据融合的典型化学品高温转化产物和燃爆物性预测模型，构建覆盖高风险反应路径、重点转化产物及燃爆风险特征的关联图谱，提出反应路径传播与燃爆风险智能推演方法，形成事故前段反应演化预测能力；揭示典型工艺环节中工况参数与事故释放特征间关联规律，研发多工况参数驱动的事故释放源项动态预测技术，研究事故释放源项到环境风险等级的智能代理建模方法，突破基于实时工况、源项预测和代理模型推演的高环境风险工艺环节秒级识别技术，形成事故释放与环境风险动态预判能力；开展典型事故案例、技术规范等多源应急知识智能挖掘与关联规律提炼，建立事故释放物质-风险特征-污染控制技术关联知识图谱，研发知识驱动的复杂释放物质控制技术组合推理与智能匹配方法，形成复杂事故污染控制技术智能推理与适配能力；研究人群暴露、应急资源等多要素约束的智能决策技术，研发多主体协同响应与动态调度技术及面向人群健康风险防控的决策支持方法，构建平战结合的安全生产—环境应急跨部门智能管理业务化平台，通过典型园区示范运行和多主体动态情景注入式无脚本演练验证，形成适配化工园区场景、可复制推广的安环一体智能化应急业务模式。

考核指标

1. 构建重点危险化学品多维风险属性数据库 1 套，覆盖 ≥ 300 种石化行业典型化合物，实现高风险和大宗化学品覆

盖率 $\geq 90\%$ ，包含结构、热力学参数、反应特性、环境风险属性等不少于 9 类数据字段，实现多维风险属性结构化表达和智能模型直接调用；构建统一数据接口与标准体系 1 套，建立标准化元数据描述、数据编码规则和统一接口规范，支持多源异构数据共享交换与跨系统集成。

2. 研发化学品高温转化产物及燃爆物性预测模型 1 套，重点产物识别准确率 $\geq 80\%$ ，燃爆关键参数预测误差 $\leq 20\%$ ；构建化学品高温转化路径—燃爆风险关联图谱 1 套，包含芳烃、烯烃、含氧化合物、卤代烃等 ≥ 4 类石化行业典型化学品，温度覆盖 $200\sim 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，收录典型高温反应路径 ≥ 200 条，其中涉及燃烧、热解等高风险反应路径 ≥ 50 条；研发基于图谱的反应路径传播与燃爆风险智能推演方法 1 套，支持典型化学品高温反应路径自动推演，重点转化产物及燃爆风险预测时间 $\leq 10\text{ s}$ 。

3. 研发多工况参数驱动的事故释放源项动态预测技术 1 套，覆盖加氢裂化、催化裂化、高温精馏、高温储罐等 ≥ 4 类工艺单元，温度、压力、流量、液位等 ≥ 4 类工况参数，主要释放物质预测准确率 $\geq 70\%$ ，释放量预测误差 $\leq 20\%$ ；研发事故释放源项到环境风险等级的智能代理模型 1 套，覆盖典型释放模式及环境条件组合 ≥ 10 类，风险等级预测准确率 $\geq 90\%$ ，单次推演时间 $\leq 1\text{ s}$ ；研发基于实时工况、源项预测和代理模型推演的高环境风险工艺环节识别技术 1 套，覆

盖典型工艺单元 ≥ 4 类，可接入DCS/SCADA实时数据，高环境风险工艺环节秒级识别、准确率 $\geq 90\%$ 。

4. 基于化工园区重特大及敏感事件案例、技术规范和应急预案等 ≥ 3 类知识源，从 ≥ 20 个事故案例、 ≥ 10 项技术规范、 ≥ 2000 份应急预案中完成知识抽取；构建事故释放物质—风险特征—控制技术关联知识图谱1套，覆盖典型事故释放物质 ≥ 100 种，风险特征 ≥ 20 类，污染控制技术 ≥ 10 种，关联关系 ≥ 1000 条；研发知识驱动的复杂释放物质污染控制技术组合推理与智能匹配技术1套，支持混合化学品、燃烧副产物等体系，覆盖 ≥ 3 类化工园区典型事故，技术组合生成时间 ≤ 1 min，匹配准确率 $\geq 90\%$ 。

5. 研发化工园区事故响应智能决策技术1套，兼顾人群暴露、应急资源等 ≥ 5 类要素约束，决策时间 ≤ 10 min智能生成率 $\geq 70\%$ ；研发多主体协同响应技术1套，支持企业、园区、应急管理、生态环境等 ≥ 4 类主体协同， ≥ 3 级管理层级任务自动分解、动态授权和协同调度；研发面向人群健康风险的疏散范围近实时划定技术1套，支持学校、居民区等 ≥ 3 类敏感受体，疏散范围生成时间 ≤ 1 min；研发面向园区级应用的安全生产-环境应急跨部门协同决策业务化平台1套，集成多主体协同调度、疏散范围划定等 ≥ 8 项核心功能，与生态环境部环境应急指挥平台互联互通，在天津南港工业园区应用，平台连续稳定运行 ≥ 3 个月；开展情景注入

式跨部门无脚本综合演练 1 次，平台支撑演练科目 ≥ 6 个、目标达成率 $\geq 90\%$ ；形成化工园区事故环境应急响应技术指南，获省级以上生态环境主管部门采纳。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 14 京津冀跨行业多工艺节点协同降碳-减污-增长关键技术与示范

研究内容

面对京津冀高耗能行业单一企业、单一工艺、单一区域“点状”降碳减污路径边际效益低、全球供应链碳管理以及国内外碳市场调节压力大等战略需求，亟需突破跨地区、跨行业、跨工序降碳减污关键技术，开展可落地的技术链工程验证，支撑系统性治理范式跨越。研究跨地区、行业、企业、工序的拓扑性供应链依存机理，揭示跨链路协同减排传导规律，厘清西部绿电、绿色冶金、氢基炼钢、副产煤气等跨行业互供映射关系及管网、路网共享通道，研发基于工序的设施级多区域投入产出模型，开展分企业、分设施、分工艺、分产品的“能-碳-污”全产业链近实时核算；构建跨地区“原料-冶炼-精炼-产品”全工艺链条的协同减排技术谱系，面向跨行业降碳减污技术链路建立覆盖成熟度、经济成本、减排潜力、工程可达性的技术组合参数库，研究可工程部署的钢铁-石化

跨工序技术链路并突破跨工序链条节点上的关键技术；构建跨行业“技术部署-产业链重构-市场调节机制-减排增效”互馈量化模型，解析配额稀缺性、履约缺口、碳价变动对企业技术选择、产业链协同与区域资源配置的传导机制，研究氢基冶金、绿氢炼化、CCUS-EOR 等关键技术在不同技术链组合路径下的碳污减排贡献、企业成本收益和部署时序，反向推演技术规模化部署对碳价均衡、行业基准线、产业链结构的反馈影响，提出分规模、分类型、分阶段的跨产业链优化技术路径；研发跨企业、可联动响应的“能-碳-污-工艺-技术”智能管控平台，涵盖跨产业链协同减排技术筛选、跨工序流程优化、跨地区资源匹配、碳成本评估等模块，开展跨地区、跨行业、跨工艺协同技术链智能寻优，实现钢铁石化工序切换、产业链重构、碳污协同转型全过程仿真，寻优输出绿电-冶金-钢化联产-CCUS 等典型协同技术链组合，作为工程部署方案；以“西部风光绿电-零碳产业园-京津冀钢铁石化集群”为骨干通道，针对绿电生产硅锰与硅铁合金、高比例绿电氢基竖炉-电炉与 CCUS、钢铁-石化副产品联产、CCUS-EOR 等典型技术链开展工程验证。

考核指标

1.开发跨地区、跨行业、分企业、分设施、分产品的全产业链“能-碳-污”近实时核算技术，空间分辨率 ≤ 1 km，时间分辨率 \geq 逐月；构建跨工序协同减排拓扑性链路结构 1

套，涵盖钢铁碳捕集-石化 CCUS 等企业和工序间技术链路 ≥ 10 条；开发设施级跨行业耦合投入产出模型 1 套，覆盖钢铁厂 ≥ 55 家，氢基竖炉-电炉等生产流程 ≥ 4 类，高炉等设备 ≥ 10 种；石化综合体 ≥ 70 家，乙烯等产线 ≥ 200 条，加氢裂化等工艺 ≥ 20 种；构建可追溯、验证、核查的“能-碳-污”数据库 1 套，产业链节点 ≥ 100 个，工艺链路 ≥ 20 条，为工程验证提供排放底数。

2. 构建绿电绿氢等能源类、铁矿石—氢基竖炉还原等钢铁类、碳捕集—利用—封存—驱油（CCUS-EOR）等石化类碳污协同技术谱系 1 套，技术组合 ≥ 20 种、跨工序链路 ≥ 10 条，技术参数 ≥ 200 项；建立经济成本、减排潜力、工程可达性等本地化技术参数库 1 个，跨工艺链技术成本演化路径 ≥ 10 条。研究跨钢铁、石化制造工序的协同减排技术链路 ≥ 1 套，包含突破跨工序链路节点的关键工程工艺 ≥ 3 项：支撑西部绿电—京津冀钢铁石化用能协同的构网型变流器主动支撑及动态无功补偿多机协调技术，并网点电压波动 $\leq 2.5\%$ 、平均功率因数 ≥ 0.95 ；连接绿色 DRI 冶金与氢基竖炉—电炉跨工序协同的电炉“直接还原铁+废钢”高效低耗技术；贯通钢铁废气再利用—石化产品+油田驱油的低浓度 CO_2 高效吸收高品质利用关键技术，实现 CO_2 回收率 $\geq 90\%$ ，为工程验证提供候选技术组合清单。

3. 开发跨行业全工艺链成本传导、技术采纳、竞争力评

估与碳市场互馈耦合分析技术，识别氢基冶金、绿氢炼化、CCUS-EOR 等 ≥ 5 类关键技术投资临界点、采纳时序、规模化部署及其对碳价、行业基准线、产业链结构的影响，模拟情景 ≥ 30 种、时间分辨率 \geq 逐月、企业采纳时序预测准确率 $\geq 85\%$ ；构建钢铁、石化跨行业“技术部署-产业链重构-市场调节机制-减排增效”互馈量化模型 1 个，覆盖碳市场扩容、CBAM 等政策组合 ≥ 10 类，工序 ≥ 10 个、装置 ≥ 15 种、产品 ≥ 10 种、产业链节点 ≥ 4 级；提交政策建议 2 份，并获得省部级及以上应用证明，为工程验证提供技术与政策响应机制。

4. 开发钢铁-石化碳污协同技术链智能适配与路径寻优技术，单次生成时间 ≤ 5 min；构建跨企业“能-碳-污-工艺-技术”智能管控平台 1 个，在京津冀河钢集团、石化龙头企业等实现业务化运行，模拟场景 ≥ 100 种；编制钢铁、石化跨行业成本最优碳污协同转型路线图 ≥ 2 套，实现跨工艺链减排量较单一行业降低 $\geq 20\%$ ，典型企业绿色营收增长 $\geq 10\%$ ，为工程验证提供技术选择。

5. 开展“绿电-硅锰铁-氢冶金-钢化联产-CCUS-EOR”跨工艺链协同减排技术组合工程验证，为应对气候变化一揽子重大工程示范提供支撑。绿电：零碳园区风光装机 ≥ 500 MW，配套储能 ≥ 300 MWh。硅锰铁：低碳硅锰、硅铁合金生产规模均 ≥ 20 万吨，绿电占比 $\geq 65\%$ ，绿色产线较传统产

线碳减排 ≥ 40 万吨/年，电耗 ≤ 4050 kWh/t。氢冶金：在年产 ≥ 50 万吨氢基竖炉、 ≥ 100 万吨电炉开展示范，绿电占比 $\geq 40\%$ ，吨钢碳足迹 ≤ 0.8 吨， NO_x 、 SO_2 、VOCs等主要大气污染物相较于高炉-转炉降低 $\geq 65\%$ 。钢化联产：针对高炉转炉焦炉煤气、一氧化碳进行石化产品再开发，针对油田地热资源进行利用，地热水替代炼油蒸汽年节煤 ≥ 6000 吨标煤、年减排 $\text{CO}_2 \geq 1$ 万吨。CCUS-EOR：碳减排量 ≥ 15 万吨/年，驱油效率较常规注气提高 $\geq 15\%$ ，碳捕集纯度 $\geq 99.5\%$ ，累计埋存 $\text{CO}_2 \geq 50$ 万吨。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于6:1，实施周期不超过3年。

指南 15 超大型城市火储联调的节煤降耗与碳污源头控制关键技术及工程示范

研究内容

针对京津冀超大型城市冬季供暖、工业供汽下的热电运行冲突，以及煤电灵活运行导致的煤耗上升与碳污治理成本增加等问题，开展火储联调的节煤降耗与源头减排关键技术和智控装备研发及示范应用。研究调峰、调频等典型场景下煤电机组煤耗与碳污排放协同规律，构建宽负荷运行与变负荷过程的煤耗动态评估模型，提出附加碳污排放核算方法，研发瞬时排放达标约束下的火储运行可行方案动态识别技

术，形成灵活低碳清洁运行评价标准；研究变工况下火储系统能量传递及协调机制，研发面向热电解耦的供热抽汽-热网循环水-储能功率协同调节工艺，提出适应安全、煤耗与碳污排放动态约束的电-热-储协同调控及多模式无扰切换技术，研制可嵌入电厂分散控制系统的边缘智能控制器，实现灵活运行与深度减排协同；研究快速变负荷下煤粉燃烧对炉内 NO_x 等污染物生成的影响机理，开发高温外部烟气深度再循环的煤粉预热活化低氮助燃装置，以及基于多物理空间感知的分区空气-再循环烟气智能喷射调控装置与控制单元，研发炉内温度-氧量- NO_x 多点感知与污染物峰值在线估算技术、一次风/二次风/燃尽风/煤粉量/再循环烟气量分区调节控制技术，形成变工况低碳稳燃与低氮燃烧协同控制技术；解析启停、深调和变负荷下多污染物在锅炉-烟道-环保岛全过程中的迁移与转化机理，构建耦合烟气温湿度、盐雾气溶胶及可凝结颗粒物生成特性的机理与数据驱动的智慧环保岛数字孪生模型，开发SCR喷氨、空预器、除尘、脱硫及烟气温湿度边界协同调控单元，研发启停全过程全负荷脱硝、反应边界自适应调控技术以及 SO_3 、氨逃逸、可凝结颗粒物和铵盐类二次颗粒物协同抑制技术，提出变负荷下兼顾全厂碳污足迹与综合运行成本的环保岛设备群柔性调度方法，实现智慧环保岛状态感知、预测预警、自主决策与协同优化，降低环境治理成本；研究面向多类电力交易品种的火储系统量价

响应策略、容量优化配置与经济性评价方法，构建支撑多时间尺度交易的可调容量预测、电-热-储状态评估、能-碳-污协同寻优等边缘模型库，开发具备“态势认知-策略推演-自主决策-可信校核-人机协同-闭环优化”能力的火储系统市场决策智能体，将煤耗、主要污染物排放及环保设施运行成本纳入市场决策约束和经济性评价，实现市场收益与节煤降碳减污协同优化，提升火储系统市场响应能力与综合运营效益。依托京津冀超大型城市 300 MW 级及以上煤电机组，开展关键技术、装备与系统的集成工程示范。

考核指标

1. 宽负荷运行与变负荷过程煤耗动态评估及火储运行可行方案识别技术 1 套，覆盖深度调峰、调频响应、快速爬坡等新型电力系统典型场景不少于 4 个，各场景下全过程煤耗动态评估模型精度 $\geq 90\%$ ，识别出的可行方案须同时满足烟囱出口 NO_x 、 SO_2 、颗粒物 1 h 平均浓度分别不高于 30 mg/Nm^3 、20 mg/Nm^3 、5 mg/Nm^3 ，SCR 氨逃逸不高于 1.5 mg/Nm^3 ，方案识别准确率 $\geq 95\%$ ，火储系统并网等效可调节功率范围较基准方法提升 $\geq 15\%$ ，且瞬时排放超限次数不增加；形成煤电灵活低碳清洁运行评价技术规范或标准 1 项，并在燃煤发电企业开展应用验证，形成应用或采纳证明。

2. 供热抽汽-热网-储能功率协同调节技术 1 项，并在典型煤电企业（300 MW 级及以上）完成工程化应用验证，供

热机组火储联合等效最小技术出力 $\leq 15\%P_e$ ，稳定运行时长 $\geq 8h$ ；20%-30%深度调峰区间火储联合等效负荷变化率 $\geq 1\%P_e/\text{min}$ ，在标准频率阶跃扰动或常规调频工况下，AGC综合调节性能 $K_p \geq 4.0$ ，20%~30%额定负荷区间火储联合运行下主要污染物（如 NO_x 、氨逃逸）1 h 浓度均值波动幅度较改造前降低 $\geq 10\%$ ，火储联合等效供电煤耗较纯火电基准工况降低 $\geq 10 \text{ g/kWh}$ ；可嵌入电厂分散控制系统的边缘智能控制器 1 套，支持 AGC/储能 PCS 等系统数据交互，实现深度调峰、一次调频、AGC 调节等不少于 3 种运行模式无扰切换，不触发保护或报警，主要污染物 1 h 均值不超标。

3. 变工况燃烧稳定与源头低氮协同控制技术及其装备 1 套并进行中试验证，高灰分和高水分低热值煤等不少于 2 类难稳燃煤质，实现 20%额定负荷不投油连续稳燃运行 $\geq 8h$ ；在同煤种、同负荷、同氧量折算条件下，脱硝入口 NO_x 质量浓度较改造前降低 $\geq 20\%$ 。

4. 变负荷工况智慧环保岛协同控制技术及其系统 1 套，深调与变负荷下，主要污染物 1h 均值不超标，浓度波动幅度 $\leq 15\%$ ， NO_x 及氨逃逸峰值波动幅度较改造前降低 $\geq 20\%$ ；具备机组启停及低负荷全过程脱硝协同控制功能，启停阶段投入 SCR 实现 NO_x 排放浓度 $\leq 35 \text{ mg/Nm}^3$ ；高盐雾环境中典型煤电企业验证工况下，烟囱出口 $\text{NO}_x \leq 25 \text{ mg/Nm}^3$ 、 $\text{SO}_2 \leq 15 \text{ mg/Nm}^3$ 、颗粒物 $\leq 5 \text{ mg/Nm}^3$ ；SCR 氨逃逸 ≤ 1.5

mg/Nm³; 空气预热器烟气侧入口 SO₃ 浓度与烟囱出口可凝结颗粒物浓度较改造前降低 ≥ 20%; 形成变工况下环保岛设备群智慧柔性调度技术 1 套, 应用后环保岛综合电耗、主要物耗及单位污染治理成本降低 ≥ 5%。

5. 火储系统市场决策智能体及边缘模型库 1 套, 支撑不少于 3 类电力市场交易品种的火储系统市场响应能力; 在完成相同市场交易任务且满足碳污排放约束的条件下, 综合运营效益 (包括辅助服务收益、容量收益等) 较改造前提升 ≥ 10%, 碳排放强度降低 ≥ 5%; 实现经济性、环保性、能效及安全灵活运行等多目标优化策略可执行率 ≥ 95%; 智能体在 ≥ 4 类复杂情景 (如深度调峰、快速爬坡、AGC 调频) 中应用, 实现推理流程完整性和结果有效性 ≥ 85%。

申报说明

项目类型为应用示范研究类, 其他来源资金与中央财政经费比例不低于 4:1, 实施周期不超过 3 年。

指南 16 电镀园区重金属污染全链条全时刻防控与多介质资源回收及工程示范

研究内容

针对津冀电镀园区重金属多介质产污总量大、治理成本高、资源损失重的问题, 构建“区域问题诊断-源头调控减量-过程阻断回收-末端智能预警”全链条技术体系, 建成工程

示范，引领电镀园区绿色转型与高质量发展。开展区域多类型电镀园区物质流分析，研究水污代谢规律与关联机制，识别减污核心潜力及关键因素，建立电镀园区产排污现状评估技术体系，构建涵盖产污特征、环境容量、治理效能、经济适配性的电镀园区综合数据库与技术库，形成电镀园区重金属污染风险管控支撑平台，提出园区重金属管控技术优化方案；针对电解槽镀液，研究重金属原价态原形态原相态赋存光谱特性、强饱和光谱特征信号分离技术，研制液体流速动态变化、物种快速更迭场景下的核心光学结构与抗干扰光学元器件组件，探究浓度、电流、速度、温度等多物理场对电镀反应效率、金属赋存形态转化的调控机制，研发镀液重金属化学物种实时感知仪，研制基于主要物理场参数动态闭环控制的电镀过程化学操控机；解析主流镀种车间废水中的重金属离子、有机络合物在液相、固相等多介质中的迁移转化机理，开发基于不同废水来源重金属原始化学形态和浓度的分质分流技术，研究金属靶向破络功能药剂、重金属循环利用技术；针对需处理后外排的重金属废水研究弱光谱吸收重金属信号的信噪比调控规律及其关键影响因素，研制信噪比定向增强核心光学实现结构，开发叠加光谱特征提取和智能解混定量算法，研发电镀废水重金属原样智能光谱直测与超标风险预警及达标调控技术，实现低浓度重金属快速精准检测与物化处理出水超标风险控制；开发覆盖电镀生产、废水

收集输送、废水物化处理全链条的电镀微观化学过程 AI 智能管控系统，研发 AI 系统与现有体系适配衔接的关键技术与配套装备，建立工业园区废水梯级深度循环利用技术体系，开展镍铬铜等代表性镀种重金属污染“源头调控减量-过程阻断回收-末端智能保障”全链条集成工程示范，编制电镀园区重金属污染全链条全时刻防控与多介质资源回收技术规范。

考核指标

1. 完成津冀多类型电镀园区水污全链条代谢规律量化解析模型，关键工艺节点覆盖率 $\geq 80\%$ ，识别减污核心影响因素 ≥ 3 类；建成适配津冀区域的电镀园区产排污评估技术体系，覆盖津冀 100%规模化电镀园区、85%以上主流镀种、90%以上核心电镀工艺；建成津冀电镀园区综合数据库与技术库，涵盖数据类型 ≥ 5 种（区域产污特征、产排污系数、环境容量、治理技术、经济效益等）；在此基础上，集成构建重金属污染风险管控支撑平台，实现与京津冀生态环境模拟器数据互通对接，并在京津冀省级环境管理部门应用。

2. 完成镍铬铜等主流镀种金属原价态原形态原相态实时感知仪 3 台，每台仪器可实现 1~2 种不同重金属物种浓度的快速测定，最高直测浓度上限不低于 100 g/L，包含制样和检测时间在内的总分析时间 5~6 s/物种，相对误差较现行电镀液重金属检测国标误差限值降低 $\geq 15\%$ ；研制电镀过程化

学操控机，与企业现状相比实现镍铬铜等电镀液镀种金属离子浓度的日均波动幅度降低 $\geq 30\%$ ，单位电镀面积金属物料消耗量减少 $\geq 10\%$ 。

3. 研发电镀废水分质分流技术、重金属循环利用技术、靶向解离功能性药剂 ≥ 6 种：实现废水中主流镀种金属综合回收率 $\geq 90\%$ ，通过源头调控减量、过程阻断协同回收减少重金属进入废水综合处理厂形成的废渣 $\geq 50\%$ ，系统药耗、运维成本较示范园区现有废水处理系统药耗、运维成本均值分别降低15%、10%以上。

4. 研制镍铬铜等主流镀种废水重金属原价态原形态原相态智能光谱直测仪3台，每台仪器可实现1~2种不同重金属物种浓度的快速测定，包含制样和检测时间在内的总分析时间 ≤ 30 s/物种，相对误差不低于国家相关标准要求，与现有的检测频率相比，浓度监测频率提高100倍以上；完成重金属超标风险预警与达标调控一体机，对典型重金属物化处理单元出水口浓度实现60分钟以上超前预测，实现对超标风险的联动调控，保障出水重金属浓度达到GB 21900-2008要求，末端智能保障达标率100%。

5. 依托设计规模年表面处理能力550万 m^2 以上电镀园区，选择镍铬铜等主流镀种建成重金属污染“源头调控减量-过程阻断回收-末端智能保障”全链条技术及设备的工程示范，实现主流镀种镀液重金属总分析时间5~6 s/物种、低浓

度电镀废水重金属总分析时间 ≤ 30 s/物种，废水收集和传输过程的重金属回收率 $\geq 90\%$ ，重金属全链条去除率 $\geq 99\%$ ，重金属的出水口浓度达到 GB 21900-2008 要求，达标率 100%，应用后电镀生产过程中镀种金属成本节约 $\geq 10\%$ 。形成电镀园区重金属污染全链条全时刻防控与多介质资源回收技术规范，被省级及以上环境管理部门采纳。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 5:1，实施周期不超过 3 年。

指南 17 退役锂电池多源协同资源化与全过程污染控制技术示范

研究内容

聚焦退役三元锂电池与镍钴矿料协同处理全过程资源高效回收与伴生资源循环利用、污染精准防控需求，开展退役三元锂电池协同镍钴矿料资源化全过程污染物代谢规律与环境风险评估研究，研究多源废水、废气和固废的化学成分，形成协同资源化全过程污染物清单，建立特征污染物与镍钴锂关键元素跨介质迁移物质流模型和数据库，开展污染物定量归因分析，形成全过程生命周期评价模型，为后续物料配伍和污染控制提供经济和环境约束依据；开展退役三元锂电池与镍钴矿料协同资源化智能配伍技术研究，重点围绕

退役三元黑粉及镍钴矿料的来源分布、资源品位、批次波动和区域供需关系，建立多源物料特征数据库，构建以产线负荷率提升和资源高效回收为目标的多源物料配伍优化模型，开发智能调度与物流优化算法，构建协同资源化全过程追溯与动态管控平台；开展退役三元黑粉与镍钴矿料协同湿法提取技术研究，基于智能配伍决策驱动的多源物料波动特征，重点突破黑粉连续化焙烧预处理、焙烧活化中间体与镍钴矿料控电位协同浸出及复杂液系杂质定向净化等关键技术，揭示多源物料扰动条件下冶金反应路径重构机制，建立工艺窗口自适应优化方法，实现镍、钴、锂高效提取和电池级硫酸锰短流程制备；开展退役三元锂电池与镍钴矿料协同资源化全过程污染物控制技术研究，阐明多源协同资源化全过程中电解液、黏结剂等污染物在气-液-固多介质中的形态演变及迁移转化机制，研发全过程中 VOCs 及含氟含硫组分多污染物协同控制技术，开发湿法过程废水中有机物与重金属深度净化技术，构建废水循环回用与近零排放体系，开发铁铝渣源头减量与定向转化技术，提升全过程减污能力与固废资源化水平；开展退役三元锂电池与镍钴矿料协同资源化及园区污染控制集成示范研究，重点集成协同浸出、深度净化、废气治理、固废利用和废水回用等核心技术，形成退役三元锂电池多源协同资源化全过程污染物控制成套技术方案，建设工程示范并开展连续化运行验证与工程参数优化，制定污染

物全过程管控、废物分级分类管理、资源化利用及环境风险防控相关标准或技术规范。

考核指标

1. 形成退役三元锂电池与镍钴矿料协同资源化全过程污染物清单，建立特征污染物与镍钴锂关键元素跨介质迁移转化物质流模型和配套数据库各 1 套（样本量 ≥ 10 ，用于再生产品标签指标快速核算），实现不少于 5 类（VOCs、氟、镍、钴、锰、）特征污染物的迁移路径定量解析，完成碳排放、能耗、酸化潜势和毒性影响等不少于 4 类环境影响指标核算，形成全生命周期评价报告（通过国家级协会/学会的第三方评估/论证）

2. 形成退役三元黑粉与镍钴矿料物料特征数据库 1 套，涵盖退役三元黑粉、镍钴矿料及协同混合料等不少于 3 类物料，收集不少于 100 批次样本数据，记录来源分布、金属品位、杂质组成、粒径特征等不少于 4 类关键物料特征；建立多源物料配伍模型 1 套，配伍决策下协同处理产线负荷率较退役三元黑粉单独处理模式提升 $\geq 20\%$ ；开发智能调度与物流优化算法，单位物料运输时间降低 $\geq 10\%$ ；建成协同资源化智能管理平台 1 套，集成物料入厂识别、批次追溯、配伍方案推荐、物流调度、库存管理和过程预警等功能；形成物料评估、智能调度、协同配伍及园区管理技术规范或应用指南 2—3 项。

3. 开发黑粉精准预处理技术，黑粉回收率 $\geq 98\%$ ；焙烧活化中间体与镍钴矿料控电位协同浸出技术，锂回收率 $\geq 98\%$ 、镍和钴浸出率均 $\geq 99.5\%$ ，镍、钴、锂回收率受物料批次波动影响幅度 $\leq 5\%$ ；复杂液系杂质定向净化技术，硅杂质由 20 ppm 降低至 5 ppm，氟和磷杂质由 0.1 g/L 降低至 2 ppm；电池级硫酸锰、镍盐、钴盐及碳酸锂产品，关键指标达到相关电池级标准一级品要求；过程能耗与碳排放强度下降 10%以上。

4. 开发 VOCs 及含氟含硫组分多污染物全过程协同控制技术，污染物排放浓度比现行排放限值要求降低 30%以上，非常规污染物协同减排 70%以上，脱氟率 $\geq 90\%$ ；废水重金属深度净化技术，重金属浓度控制在 ≤ 5 mg/L；废水循环回用体系，利用回收水制备的再生纯水指标达到 TDS ≤ 10 、电阻率 ≥ 10 M Ω ·cm，工艺水重复利用率 $\geq 96\%$ ；铁铝渣产生量由 0.5 吨/吨镍钴降至 0.1 吨/吨镍钴以下，实现铁铝渣向冶金含镍固体料定向转化。

5. 在京津冀区域建成 5 万吨/年多源镍钴料协同处理工程示范（三元黑粉处理能力不低于 2 万吨/年、原生镍钴中间体矿料处理能力不低于 3 万吨/年），实现连续稳定运行 6 个月以上，镍钴综合回收率 $\geq 98.5\%$ ，吨镍钴料综合处理成本 ≤ 1.0 万元，协同处理综合资源化成本较独立成本下降 20%，VOCs 排放 ≤ 20 mg/m³，工艺产固废量 ≤ 0.1 吨/吨镍钴，废水

中 COD 由 2000 mg/L 降低至 500 mg/L 以下，工程示范水重复利用率 $\geq 95\%$ ，再生纯水指标满足高性能高镍三元前驱体制备要求；制定污染物全过程管控、废物分级分类管理、资源化利用及园区环境风险防控相关行业标准或地方标准征求意见稿 1-2 项。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 18 京津冀集成电路产业集聚区废水全过程减污降碳协同处理技术及示范

研究内容

针对京津冀集成电路等典型战略性新兴产业集聚区废水来源多、特征污染物复杂、水质水量波动大、生化处理系统稳定性差、处理过程能耗和碳排放高等问题，开展集成电路产业集聚区废水特征污染物识别与溯源研究，明晰废水全流程水质水量演变特征，建立集企业源头资源回收、集聚区混合废水协同处理、尾水综合利用为一体的集聚区废水全过程减污降碳协同处理路径与智慧调控策略，研制集成电路等战略性新兴产业集聚区废水减污降碳协同处理及评价标准；研发集成电路企业内部涉氟废水中氟离子、含氟废液等源头氟资源回收技术，开发企业端废酸、废碱、含氮废有机溶剂

及络合态重金属废水等分离除杂与源头资源回收利用技术，形成企业废水源头减污降碳与资源回收关键技术体系；开发集聚区混合废水季铵碱类有机污染物/含氮难降解有机物等特征污染物预处理技术，研发常规污染物与特征污染物同步深度去除新技术，形成集聚区混合废水扰动条件下处理系统韧性提升及混合废水处理系统智慧管控技术；研发尾水风险识别与评价方法，建立面向集聚区尾水排放接纳水体、城市杂用与企业回用等场景的工艺优化调控方案，研发尾水综合利用技术；形成集成电路产业集聚区废水全过程减污降碳协同处理成套工艺、关键装备与智慧管控系统，并在京津冀地区集成电路产业集聚区开展废水减污降碳协同处理工程示范。

考核指标

1. 集成电路产业集聚区特征污染物清单，含废水季铵碱类有机污染物、含氮难降解有机物、络合态重金属、氟离子、含氟有机物等特征污染物不少于 30 种；集聚区废水处理全过程碳排放核算与减污降碳协同评价方法，涵盖减污降碳路径和智慧调控策略，编制集成电路等典型战略性新兴产业集聚区废水全过程减污、降碳与资源化利用相关国家标准不少于 3 项。

2. 集聚区企业源头废水氟资源回收关键技术 1 项，氟离子源头资源回收率 $>90\%$ ；集聚区企业源头废水重金属资源

回收关键技术 1 项，重金属源头资源回收率 $\geq 98\%$ ；集聚区企业源头高浓度有机废水深度处理技术 1 项，高浓度有机废水厌氧生物处理 COD 去除率 $>90\%$ ；集聚区企业源头废酸/废碱/含氮废有机溶剂等资源回收关键技术 1 项，废酸、废碱、废有机溶剂、废水处理产生含氟污泥等综合利用率平均值 $\geq 50\%$ ；废水源头分质分类减污降碳关键技术 1 项，企业分类收集、分质处理率 $\geq 80\%$ ，配水能耗较立项前降低 $\geq 5\%$ ，单位产品废水处理综合能耗降低 15%以上，单位产品废水处理碳排放强度降低 15%以上；编制集成电路企业内部废水处理与资源化相关国家标准 1 项。

3. 集聚区混合废水中季铵碱类等含强拉电子基团特征污染物强化去除关键技术 1 项及处理装备 1 台（套），典型季铵碱类强拉电子基团特征污染物去除率 $\geq 95\%$ ；含氮难降解有机物等含强供电子基团特征污染物深度去除关键技术 1 项及处理装备 1 台（套），典型含氮强供电子基团污染物去除率 $\geq 95\%$ ；常规污染物与特征污染物同步深度去除关键技术 1 项，实现混合废水中重金属、氟离子去除率 $\geq 95\%$ ，常规污染物在外加碳源降低 50%的条件下稳定达标；集聚区混合废水扰动条件下处理系统韧性提升关键技术 1 项，在混合废水进水水量或污染负荷波动幅度 $\leq 30\%$ 时，常规污染物及特征污染物出水指标稳定达标；基于水质-工况耦合的扰动智慧感知、预警与管控系统 1 套，集聚区万吨级废水处理工程

异常水质波动识别准确率 $\geq 90\%$ ；集聚区混合废水处理系统减污降碳协同调控关键技术 1 项，实现曝气、回流、加药、污泥处理等关键单元优化调控，单位处理水量综合能耗较现有典型工艺降低 30%以上，单位处理水量碳排放强度降低 20%以上。

4. 尾水风险识别与评价方法 1 套，涵盖受纳水体、城市杂用与企业回用等 3 类场景，关键风险因子识别准确率 $\geq 90\%$ ；建立面向受纳水体、城市杂用与企业回用等 3 类场景的工艺优化调控方案；形成集聚区尾水综合利用技术，水资源重复利用率达到 96%。

5. 形成集成电路产业集聚区废水全过程减污降碳协同处理成套工艺、关键装备与智慧管控系统，在京津冀地区建设集成电路产业集聚区废水减污降碳协同处理工程示范 1 座，处理规模不低于 8 万吨/天，典型季铵碱类强拉电子基团特征污染物去除率 $\geq 95\%$ ，典型含氮强供电子基团污染物去除率 $\geq 95\%$ ；升级改造现有废水处理工程 1 座，处理规模不低于 1 万吨/天，相较改造前特征污染物去除率提升 30%以上，常规污染物在外加碳源降低 50%条件下稳定达标，单位处理水量碳排放强度降低 20%以上；工程示范集聚区应为京津冀地区的国家级开发区，示范工程稳定运行时间不少于 6 个月。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 6:1，实施周期不超过 3 年。

指南 19 京津冀钢铁工业典型固废分质利用与协同治理关键技术及示范

研究内容

针对京津冀钢铁工业典型固废体量大、类型多，高值利用不足，厂内闭路循环不畅，地下空间消纳与滨海场景工程化利用衔接不足等突出问题，围绕高温熔渣、复杂尘泥、钢渣和铁尾矿等典型固废，开展分质利用与多场景协同治理关键技术研究及示范。重点研究钢铁工业固废产生、消纳特征与资源环境属性及其响应规律，研究典型固废分质分级利用及多源固废协同等多尺度、多途径利用资源循环与环境污染转化规律，研究路径识别、评价与调控方法，形成钢铁行业固废源头减量、分质分级利用路径图；研发高温熔渣高效换热与矿相重构功能材料制备技术，形成熔体结构-物性关联、显热高效回收、矿相调控与环境功能材料定向制备等关键环节，形成高温炉渣热-质同步原位转化与短流程高值利用技术；研发高氯高盐复杂尘泥阻塞因子去除与安全回返利用技术，研究脱氯脱碱、风险组分安全分流、铁质组分重构与稳定回返等关键技术，并针对铊等痕量高毒性元素开展协同浸洗、定向富集及深度净化研究，形成复杂尘泥减害化与厂内闭路循环利用工艺；研发钢渣矿化固碳耦合多源固废胶结

充填与地下长期服役技术，揭示钢渣矿化对活性、安定性、胶凝性和环境安全性的调控机制，研究矿化钢渣与多源固废胶凝-集料协同、组分互补及颗粒级配对胶结材料性能的影响，探索纳米碳酸钙副产物可控制备及矿化残渣资源化利用，形成矿化产品制备-胶结材料构建-采空区充填利用协同路径；研发钢铁固废协同固化滨海流态化土与生态防护构筑技术，研究低碳固化材料构建、滨海环境耐久调控和承载型/防护型材料应用等关键技术，构建滨海流态化土资源化处置与生态防护协同治理模式。通过形成“分质利用-厂内闭路循环-地下安全消纳-滨海场景协同治理”的系统技术体系，形成钢铁行业“无废工厂”建设方案与多场景协同治理示范模式。

考核指标

1. 构建京津冀钢铁工业固废产生-消纳响应模型，模型精度 $\geq 95\%$ ，预测区间覆盖率 $\geq 95\%$ ；形成源头减量与多尺度、多途径利用技术库，固废种类覆盖率100%，技术种类覆盖率 $\geq 90\%$ ；形成京津冀钢铁工业固废利用路径评价与调控方法各1套；提出高炉渣、钢渣、复杂尘泥和铁尾矿4类固废分质利用推荐路径，并在钢铁企业、园区或矿区开展应用验证，利用率提升 $\geq 30\%$ 、单位固废处理碳排放强度降低 $\geq 10\%$ ；编制“无废工厂”建设方案1套；形成京津冀钢铁工业固废分质利用处置相关技术标准/规范/政策建议2项以

上，支撑钢铁行业《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》及《国家危险废物名录》修订。

2. 建立熔渣组分-结构-物性数据库 1 个，形成关键物性表征与关联分析方法；熔渣余热综合回收率 $\geq 50\%$ ，系统节水率 $\geq 90\%$ ；实现高性能环境吸附材料制备，比表面积 $\geq 500 \text{ m}^2/\text{g}$ ， CO_2 吸附容量 $\geq 100 \text{ mg/g}$ ；完成万吨级熔渣余热综合回收技术示范和高性能环境吸附材料制备应用验证。

3. 研发高氯高盐复杂尘泥阻塞因子去除与安全回返利用关键技术，复杂尘泥稳定回返利用比例 $\geq 70\%$ ，铁素综合回收率 $\geq 85\%$ ，氯脱除率 $\geq 80\%$ ，碱金属脱除率 $\geq 60\%$ ；形成 T1 等痕量毒害元素安全分流与稳定化处置路径，其中复杂尘泥中铊浸出率 $\geq 90\%$ ，有价金属与杂质选择性分离率 $\geq 90\%$ ，处理后废液中铊残余浓度 $\leq 2 \mu\text{g/L}$ ，形成关键分离净化装置 1 套，在连续 720 h 条件下，系统出水铊浓度达标率 $\geq 95\%$ 。

4. 构建钢渣矿化固碳耦合多源固废胶结充填与地下长期服役关键技术， CO_2 矿化固化效率 $\geq 140 \text{ kg CO}_2/\text{吨材料}$ ，胶结充填材料中工业副产物掺量 $\geq 70 \text{ wt}\%$ ，浆体初始扩展度 $\geq 180 \text{ mm}$ 、泌水率 $\leq 5\%$ ；充填体 7 d 与 28 d 抗压强度分别 $\geq 5 \text{ MPa}$ 和 $\geq 10 \text{ MPa}$ ；实现钢渣矿化过程中纳米碳酸钙副产物可控制备，产物粒径 50-200 nm、纯度 $\geq 90\%$ ；建立低碳建材全生命周期碳排放计算方法，总碳减排量 80~100 kg

CO₂-eq/m³，原料成本降低 8 元/吨，制定钢渣矿化固碳产品质量评价与工程应用技术标准 1 项；开展钢渣矿化产品制备及采空区胶结充填示范，充填材料制备与利用环节年消纳工业固废 ≥ 10 万吨。

5.形成钢铁固废协同固化滨海流态化土与生态防护构筑关键技术，形成适用于滨海流态化土处置、地基-地坪一体化应用及护岸护坡等场景的低碳固化材料体系。固化材料中工业固废掺量 ≥ 70 wt%；滨海流态化土地基（基层）固化材料 7 d 与 28 d 抗压强度分别 ≥ 1.0 MPa 和 ≥ 3.0 MPa；钢铁渣基地坪（面层）材料 28 d 抗压强度 ≥ 25 MPa，氯离子电通量 ≤ 200 C；生态防护构筑材料 28 d 抗压强度 ≥ 40 MPa，海水浸泡、盐蚀及干湿循环作用后强度保持率 ≥ 80%，抗冲刷质量损失率 ≤ 5%；在不少于 1000 亩示范区域开展滨海流态化土资源化处置与生态防护工程应用，资源化利用钢铁固废 ≥ 10 万吨，形成滨海流态化土资源化处置与生态防护多场景工程应用技术方案 1 套。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 20 区域水系统重构理论体系构建与技术集成 研究内容

面向京津冀水系统重构中长期部署、成果凝练和动态管控，开展水系统重构理论、技术图谱和标志性成果范式研究。面向社会经济发展、气候变化和治理条件演变，解析不同流域单元中水资源、水环境、水生态、水安全与水治理五类要素的耦合互馈关系，揭示空间重构、结构重构和功能重构对五水要素协同改善的作用机制，构建“流域类型-五水要素-重构路径-系统功能”理论模型，建立区域水系统重构理论体系和分析框架，综合考虑社会经济发展、气候变化和中长期来水情景，构建面向 2050 年的多情景组合与演化推演方法，模拟多情景五水关键指标的阶段性变化，形成京津冀水系统 2050 发展图景，识别目标差距、主导约束和阶段性优化方向；面向发展图景，梳理专项技术、装备、模型、平台和标准成果，开展技术单元本体化表达、接口关系识别、适用边界刻画和组合冲突判别，构建可衔接、可配套、可成套应用的水系统重构技术图谱，形成适配区域任务和约束条件的技术协同配置方法；面向“碳中和水厂”标志性成果形成需求，建立水厂低碳绩效、资源循环效益和区域贡献评价方法，识别污水处理厂在再生水替代、厂网河联动、水环境改善和碳减排协同中的节点作用，形成以水厂为关键节点的区域水系统重构工程技术范式；面向“有活力的河”标志性成果形成需求，建立河流活力状态判别、建设成效评价和措施贡献分解方法，评估生态流量保障、水质改善、水生态恢复、再生水

补给和洪涝调蓄等任务实施效果，凝练流域差异化有活力河流建设范式；面向专项实施管理、标志性成果展示和区域应用决策，明确智慧水地图与模拟器涉水模块之间的功能边界，建立数据、场景、指标和结果接口，研发水系统重构决策支撑与综合展示软件系统，统筹专项涉水项目相关理论、技术、工程和评估成果，实现水系统重构标志性成果的对象化组织、空间化表达、动态更新、可信追溯和综合调用。

考核指标

1. 京津冀水系统重构理论体系 1 套，覆盖水资源、水环境、水生态等 5 类要素，以及空间、结构、功能 3 条重构路径对“智慧水地图”“碳中和水厂”“有活力的河”标志性成果的驱动映射关系；区域水系统多要素耦合机制解析方法 1 项，经 ≥ 5 个典型区域或流域校核，关键指标变化方向判别准确率 $\geq 80\%$ ；京津冀水系统 2050 发展图景情景生成与演化推演方法 1 项，覆盖 ≥ 6 类发展情景，包含产业结构、来水条件、极端气候、生态保护需求等不少于 ≥ 10 项关键驱动因子，形成 2050 水系统演化推演结果 1 套，历史回测误差控制在 $\pm 20\%$ 以内；目标差距识别、约束强度判定与任务优先级排序方法 1 套，覆盖 2035、2050 节点，目标差距综合削减率 $\geq 30\%$ ， ≥ 3 类典型扰动情景下均不低于 20%；形成 2050 发展图景、专著等成果 ≥ 2 份。

2. 区域水系统重构立体技术图谱 1 套，汇聚 ≥ 80 项关

键技术单元，含 3 条重构路径、3 类标志性成果和 ≥ 5 类典型区域；技术单元图谱化表达方法 1 项，形成“目标-问题-区域-技术”映射关系图谱 1 套，核心字段完整率、映射覆盖率、查询有效答案率均不低于 90%，推荐组合中条件缺失和冲突率 $\leq 10\%$ ；技术适配与组合配置方法 1 项，形成技术清单 ≥ 15 套、配置模式 ≥ 10 类，在 ≥ 10 个京津冀典型场景模拟评估，目标和硬性约束满足率 $\geq 90\%$ ，综合支撑能力较经验方案提升 $\geq 15\%$ ；《京津冀水系统重构技术图谱与配置手册》1 部，被省部级相关部门采纳。

3. “碳中和水厂”技术和示范工程评估方法 1 套，覆盖污水绿色低碳处理、再生水分质分级利用、厂网河联动等重点任务，基础数据完整率 $\geq 90\%$ ；区域贡献分析方法 1 项，在 ≥ 5 个城市片区、产业园区或流域单元场景应用，识别节点功能、区域贡献、应用边界和优化方向；区域多水协同优化情景对关键目标差距综合削减率 $\geq 15\%$ ；“碳中和水厂”区域应用模式 ≥ 5 类、节点功能优化路径 ≥ 5 套，编制《碳中和水厂建设与区域应用技术指南》1 份，被省部级水行政主管部门采纳。

4. “有活力的河”技术和示范工程评估方法 1 套，覆盖生态流量保障、优良水体提升、水生态功能恢复等 ≥ 5 类重点任务，基础数据完整率 $\geq 90\%$ ；目标贡献分析方法 1 项，在 ≥ 5 个典型流域或重点河段应用，识别主要约束、关键技

术贡献和优化方向；优化情景对关键目标差距综合削减率 $\geq 15\%$ ；应用模式 ≥ 5 类、优化提升路径 ≥ 5 套，《有活力的河建设与评估技术指南》1份，被流域管理机构采纳。

5. 水系统重构多源成果对象化表达方法1项，构建“目标-技术-工程-区域-场景-成果”关联模型1套；水系统重构专题信息库1套，接入重点区域、流域、工程和场景 ≥ 20 个，空间化表达率、关键对象核心字段完整率均不低于90%，成果来源、适用对象、更新时间和版本信息可追溯率 $\geq 95\%$ ；成果接入和动态更新方法1项，形成 ≥ 5 类接口，成果与原始文件、数据来源和责任任务对应关系完整率 $\geq 95\%$ ，阶段性成果动态更新周期 ≤ 1 个月；京津冀水系统重构决策支撑与综合展示系统1项，具备 ≥ 5 类核心功能，测试通过率 $\geq 95\%$ ，连续运行可用性 $\geq 99\%$ ，空间叠加查询与展示响应时间 ≤ 5 秒。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于1:1，实施周期不超过3年。

指南 21 京津冀超大水源水库绿色流域建设与水质安全保障关键技术及示范

研究内容

开展密云水库上游潮河、白河流域多源污染精细调查，

系统解析碳氮磷、特征污染物及病原微生物的产排输移与入河规律，研发包含遗留氮等在内的多介质污染精准定量归因以及水库上游高分辨率污染排放入河清单技术，解析气候变化与人类活动耦合影响下的污染源结构与源强时空演变特征，揭示小流域碳氮磷流失、输移与库区消纳失衡机制，实现从源排放到入河入库的全链条问题诊断与贡献解析；研发基于嗜低温/耐低温脱氮功能菌群的高生物量城镇污水低温脱氮关键技术，突破汛期村镇径流污染阻控技术，研发农村重点污染源碳氮减排与循环利用关键技术与设备，解析村镇尺度的人口分布、水土资源时空配置与污染排放格局对流域尺度治污的影响机制及环境效应，构建适配不同尺度区位、经济与污染特征的村镇污染低碳治理技术体系；开发山区连片坡耕地汛期径流的“分流减量-汇集截蓄-净化利用”技术、河谷川地集中连片蔬菜种植区地表径流与侧向渗流协同阻控技术，研发临河农田污染物阻控及生态岸线与安全岸线的协同构建技术，构建种植区径流氮净化消纳技术体系并开展综合示范；研究高水位、大变幅对库滨带生境、库区水质及藻华风险的影响，研发耐淹植物筛选与配置技术，构建“外圈污染拦截-中圈韧性提升-内圈生态恢复”库滨带韧性提升模式，开发藻类生物基因芯片，融合水质、气象与芯片多源数据，解析藻华前驱阶段演化特征，识别关键干预窗口，实现多类型藻华智能预测与风险预警；筛选环境友好的低肥高

品质作物，突破高肥作物减量替代与绿色种植技术、“田块-片区-流域”多尺度种植结构与布局优化技术，研究种养结构和关系调整目标下高价值绿色农副业开发模式，构建流域“农-文-旅”融合的高质量发展模式，开发以流域水质改善为核心的生态产品价值核算技术，构建基于总氮指标的流域横向生态补偿核算办法，提出以水质目标为核心的流域总氮分级管控与绿色流域建设方案，保障超大水源水库水质安全。

考核指标

1. 水库上游流域水量水质一体化耦合模拟技术 1 项，基于不少于 30 年序列数据开展模型校验，其中验证时间不少于 5 年，水质浓度平均模拟误差 $\leq 20\%$ ，指标包括但不限于总氮、总磷等，识别重点污染源发生变化特征及其对入库污染通量的贡献；遗留氮、特征污染物、病原微生物等精准定量归因溯源技术 1 项，遗留氮 $\delta^{15}\text{N-NO}_3^-$ 和 $\delta^{18}\text{O-NO}_3^-$ 双同位素源解析误差 $\leq 10\%$ ，特征污染物不少于 5 种，病原微生物不少于 3 种，归因率 $\geq 85\%$ ；库区上游流域高分辨率氮等排放源清单 1 套，空间分辨率 $\leq 1\text{ km} \times 1\text{ km}$ ，主要研究成果被省级及以上政府或行业管理部门采纳应用。

2. 嗜低温/耐低温脱氮功能菌不少于 5 株， $8 \sim 12^\circ\text{C}$ 水温下反硝化效率较常规菌株提升 10%；城镇污水厂高生物量低温脱氮处理技术 1 项， $8 \sim 12^\circ\text{C}$ 水温下总氮排放浓度 ≤ 8

mg/L, 城镇污水厂技术示范不少于 2 处, 总规模不低于 20000 立方米/天; 村镇无序排放及面源污染径流阻控技术 1 项, 平均汛期污染强度较常规水文年降低 30%, 形成流域村镇污染低碳治理技术体系; 基于高效复合菌剂的畜禽粪污等农村重点源废弃物碳氮减排与循环利用关键技术与设备, 碳氮资源综合利用率提升 20%, 高效腐熟菌株不少于 5 种, 冀北地区堆肥周期小于 25 天, 散养密集区畜禽粪污的资源化利用率达到 95%以上。

3. 山区连片坡耕地汛期径流“分流减量-汇集截蓄-净化利用”技术 1 项, 在集中连片尺度上汛期径流污染总氮、总磷、悬浮物削减大于 30%; 河谷川地集中连片蔬菜种植区地表径流与侧向渗流协同阻控技术 1 项, 在集中连片尺度上汛期径流污染总氮、总磷、悬浮物削减大于 30%; 总示范面积不小于 2000 亩。

4. 耐淹植物筛选与配置技术 1 项, 在淹没深度 1~2 m、淹没时间不低于 1 个月条件下, 植被存活率达到 80%以上, 岸线技术示范不少于 1 km; 藻类生物基因芯片 1 种, 实现 ≥ 200 种/50 属的高通量精准识别与快速检测, 藻华智能预测预警技术 1 项, 识别藻华前驱阶段典型演化特征不少于 2 类, 实现藻华发生提前 5-7 天预警, 水华风险的预测准确率不低于 80%。

5. 高肥作物减量替代与绿色种植技术 1 项, 连片农田尺

度氮流失率减少 10%以上；多尺度嵌套农田种植结构与布局优化模式 1 套，应用规模不低于 5000 亩；种养一体畜禽养殖废弃物资源化利用模式应用不少于 2 处，消纳养殖规模大于 1000 头，资源化利用农田 ≥ 500 亩；基于总氮指标的流域横向生态补偿核算办法 1 种，流域生态产品价值核算模型的本地化参数覆盖率超过 80%；流域总氮分级管控与绿色流域建设方案 1 套，流域生态补偿政策建议 1 份，被省级及以上政府或行业管理部门采纳应用。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 22 京津冀城市绿-灰-蓝设施耦合及其汛期污染控制技术与示范

研究内容

针对京津冀地区早期地表与管网污染物持续蓄积、降雨冲刷高强度污染冲击，易引发雨后河湖水质恶化、水生态系统退化等突出问题，研究城区不同下垫面的污染物累积与地表径流特征，开发旱季沉积-降雨瞬时冲刷跨介质污染通量计算模型与传输过程模拟技术，研发适用于不同场景的汛期污染动态感知和重点污染区域精准识别技术及装备；构建绿灰耦合的汛期污染削减与设施优化配置技术，开发以污染负荷

控制为核心的绿色径流源头强化控制技术、平急两用雨水调蓄技术与装备、初期雨水精准截流调蓄与回用技术；研究城区排水管网污染物沉积特征、赋存形态演替规律及其与管网运行性状的响应关系，开发调蓄、泵阀联用的管网雨前精准疏通截流、雨中智能切换调度成套技术装备，研发应对水质水量高度波动工况的排口污染高效截蓄与快速净化技术装备；研究汛期污染负荷削减与河道水质恢复的协同机制，研发降雨稀释与水量提升叠加影响下的城区污水处理厂超量处理技术，研究适应主干管道汛期无机惰性颗粒物骤增工况的多级处理单元强化技术与装备，构建城市受限空间滨岸带生态拦截技术，研发生态补给与水文调控协同的汛期河道水质快速恢复技术；研究以污染负荷控制为核心目标的城市汛期“水质-流量-体积”协同管控技术，形成绿-灰-蓝设施耦合的汛期污染总量削减工程实施模式，提出应对气候变化和设施效率衰减的城市排水系统韧性提升评价方案，选择京津冀典型排水分区开展工程示范。

考核指标

1. 适用于不同降雨特征和区位特点的污染物跨介质迁移转化模拟模型 1 套，各监测点位关键污染指标（以 SS 或 COD 计）模拟精度相较经典方法提升 $\geq 15\%$ ；适合京津冀降雨径流特征的污染动态感知装备 1 套，降雨径流触发取样响应时间 ≤ 90 s，水量、水质监测设备覆盖率 80% 以上，面源

污染风险区雨水管网关键节点全部实现水质监测；完成不少于 3 类城市功能区累计不少于 10 个监测点位，不少于 5 场降雨情景的取样监测。

2. 绿灰耦合的汛期污染削减与设施优化配置技术 1 项，末端调蓄设施占地面积降低 20%，投资降低 15%，抗冲击负荷绿色源头减排、雨水调蓄、初雨净化技术 ≥ 3 项，雨天溢流控制阈值 ≥ 5 mm/h，汛期污染负荷削减率（以 SS 计） $\geq 70\%$ ，径流峰值流量削减 $\geq 50\%$ ；平急两用韧性开放空间设计软件 1 套，多级自流峰值调控装备 1 套，控制 2~100 年一遇重现期设计暴雨出流流量满足片区径流规划设计要求。

3. 排水管网污染物形态演替特征及液固相迁移耦合动态模拟模型 1 套，关键污染指标（以 SS 计）模拟值与实测值的偏差 $\leq 20\%$ ；研发集成自主蓄水、瞬时冲刷、断电排水保障等功能的管网雨前水力清洗精准清通截流、智能蓄水排水阀井产品，有效服务管网长度不小于管径的 500 倍，应用验证段沉积厚度不超过同等非验证段管网的 30% 或不超过管径的 1/5；漂浮物、颗粒物、污染物协同去除的城市排口快速净化一体化装备 1 套，关键污染物（SS 和 COD）峰值浓度降低 $\geq 80\%$ ，排口溢流污染负荷削减率 $\geq 70\%$ 。

4. 降雨稀释与水量提升叠加影响下的城区污水处理厂超量处理技术 1 项，惰性颗粒物与管道沉积物协同去除的多级处理单元强化技术与装备 1 套，峰值流量时的 SS 去除率

≥80%；城市受限空间河道岸滤生态拦截技术 1 项，同等占地面积下污染物（氮、磷）削减率提升 20%以上；生态水文协同调控的水体生境维持技术 1 项，中小雨（24 h 降雨量<25 mm）后 48 h 主要水质指标波动 ≤20%。

5. 选择京津冀地区不少于 2 个典型排水分区开展工程示范，示范区面积 ≥10 km²，基于汛期水量水质协同调控的“厂-网-池”联动调度系统 1 套，“绿-灰-蓝”设施耦合优化的城市排水体系 1 个，应对气候变化和设施效率衰减的城市排水系统韧性提升评价方案 1 套，雨季控制断面水质超标率降低 50%，平均汛期污染强度降低 30%，雨水径流控制率不小于 70%，支撑年径流总量控制率达 85%，支撑城市韧性提升 5%。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 23 首都典型滨水空间水质保障关键技术与示范

研究内容

针对首都典型区域水系统结构演变带来的功能错位与次生风险问题，围绕河湖水更美丽-再生水更高效-地下水更平衡-饮用水更安全的水系统重构目标，开展本地水、外调水

在地表和地下的多水统筹配置与安全利用研究，解析滨水空间建设格局下低坡度弱扰动平原缓流水系的网络结构和水动力水质演变特征，开展滨水空间水质健康风险评价，研发兼顾防洪排涝安全与滨水空间品质提升的城市平原水系精细调度技术，构建河湖水、再生水、地下水、雨洪水多水源调配和厂、口、闸、泵、井多工程调控的滨水空间多功能需求保障技术模式；揭示多源耦合驱动的潜水含水层组水量-水质-水化学多过程循环机理，研发潜水水位回升次生风险识别技术，开发盐渍土壤处理工艺，突破复杂非均质潜水含水层水质分级与水量分区利用技术，研发地下潜水特征污染物控制与面向农业、园林绿化灌溉及河湖生态补水的潜水含水层近自然净化与淤堵控制技术；研究再生水在生态缓冲区中的生态驯化规律，构建再生水生态利用、工业利用和杂用水质评价技术体系并识别最优技术途径，研发娱乐型再生水河道水质健康风险实时监测技术和针对再生水亲水景观健康风险的原位水质保障技术；研究供水格局重构背景下管网水力异常与风险点识别技术，开发针对地下水源水中铁、锰、硬度等特征无机物深度去除的短流程净化技术与装备，建立城郊农村供水高质量发展新模式，探究埋地金属管线内外腐蚀协同监测技术，建立城区安全供水能力提升技术；厘清典型区域供用水结构及不同水源的量质时空分布特征，研发面向多目标统筹和水系统重构的水资源优化配置技术，提出面

向资源-产业-生态统筹的区域水系统重构方案，开发区域水系统管理决策平台，并开展关键技术应用示范。

考核指标

1. 耦合“机理-数据-知识”的多水源、多工程、多目标优化调度模型 1 套，模型空间分辨率 ≤ 10 m，水动力水质耦合模拟误差 $\leq 15\%$ ，优化调度响应时间 ≤ 5 min；滨水空间多功能目标约束下城市平原缓流水系调度方案 1 套，并进行技术示范，示范区域包含不少于 20 km 河道，示范区域内河沟渠等水体更新周期较无补给调度时缩短 50%，平均流速提升 30%，溶解氧、COD 等水质指标维持在 III 类及以上。

2. 考虑人类活动-自然过程耦合驱动的地下水位-水量-水质时空演化预测模型 1 个，空间分辨率 ≤ 1 km，水位模拟相对误差 $\leq 15\%$ ，水质模拟相对误差 $\leq 20\%$ ；开发耦合循环淋洗与生物化学改良的盐渍土壤治理工艺 1 套，脱盐率较传统单一改良方法提升 15%；建立基于轻量化算法的复杂非均质潜水含水层组水质-水量分级分区协同评价技术 1 项，较传统评价模型计算提速 $\geq 50\%$ ，提出潜水层开发利用技术指南 1 项；提出化学-机械复合淤堵控制方法 1 套，单井出水量较传统管井提升 $\geq 30\%$ ；建设地表水-潜水循环利用示范区 ≥ 2 个（总面积 ≥ 80 km²），示范区内覆盖农业、园林绿化等场景，示范运行期内潜水多途径优化利用的水质综合达标率 $\geq 95\%$ ；开展潜水生态补给地表河湖的近自然净化技术示范，

实现补给水铁 $\leq 0.3 \text{ mg/L}$ 、锰 $\leq 0.1 \text{ mg/L}$ 、氟 $\leq 1.0 \text{ mg/L}$ 。

3. 再生水生态强化自净处理评价指标和方法 1 套，筛选出表征生态驯化效果的指标 ≥ 3 个；开发高效化学沉淀除磷技术 1 套，水质变化调控响应时间 $\leq 5 \text{ min}$ ，再生水出水磷 $\leq 0.1 \text{ mg/L}$ ，开展再生水厂应用示范，示范规模 $\geq 3 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ ；研制游离总细菌便携式快速检测设备样机 1 台，计数误差与人工计数相比不超过 10%，检测时间不超过 30 min；构建娱乐用再生水微纳气泡臭氧+砂滤的“景观原位”水质维持技术 1 套，完成涉水娱乐景观工程 1 处，景观面积不低于 900 m^2 ，无人涉入时循环出水粪大肠菌群不得检出，色度 ≤ 25 度，浊度 $\leq 5 \text{ NTU}$ ；编制再生水城镇利用国际标准（提案稿）或再生水景观环境利用国家标准化指导性技术文件 1 项（报批稿）。

4. 不少于 1 种对铁、锰、硬度等特征无机物去除率大于 70%且水通量不小于 $20 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 的中空纤维纳滤膜材料，不少于 1 套短流程、低维护核心装备和成套工艺，完成技术示范 2 项，示范规模不低于 $500 \text{ m}^3/\text{天}$ ，直接运行成本（药剂、电耗等）不高于 0.6 元/吨水；面向节能安全的村镇联调联供技术 1 套，单位供水能耗降低 5%以上，示范规模不小于 $3000 \text{ m}^3/\text{天}$ ，单位供水能耗降低 5%以上；基于瞬变流分析的供水管网水力异常与风险点识别技术，准确率不低于 80%；多源在线监测数据驱动的管网水质敏感区水质变化预测与控制

技术 1 项，可实现不少于 72 h 的风险预测，准确率不低于 80%，开展技术示范，示范区不小于 10 km²，末梢水质稳定达到 GB 5749 要求。

5. 首都典型区域水资源-经济-生态模拟模型 1 套，时间尺度达到月尺度，长序列模拟期 ≥ 10 年，空间分辨率 ≤ 1 km，涵盖区域面积不小于 500 km²，区域水系统重构方案 1 套并被区域相关管理部门采纳；区域水系统管理决策平台 1 套，具备区域水系统重构方案推演和典型次生风险评估功能，单次方案推演或风险评估耗时小于 5 min，被区域相关管理部门采纳，并实现稳定业务化运行 6 个月以上。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 24 海河天津城区段多源客水智慧调控与精准治污技术及示范

研究内容

针对多源客水交错引入生物种群入侵并异常增殖、污水管网旱季沉积降雨冲刷持续性入河、河湖存蓄底泥污染持续释放等海河天津城区段科学引水与工程治污决策难题，研究海河上游各类客水（引江水、引滦水、白洋淀下泄水等）的生物种群特征及其与海河本底污染物和生物群落的生态响

应关系，研发以生物多样性保护及生态安全保障为目标导向的多源水资源时空高分辨率优化配置与管控引流决策支持技术；研究耦合特征水质-液位联动-水量核算的城区段排水系统“污染源-排污管线-排口”的精准溯源协同诊断技术，研发排水管网智能检测、雨污通道智能控制与沉积管控技术装备；研究分区分级、多方位融合的河湖城区段精准治污综合解决方案，研发汛期重污染排口原位快速强化除污、敏感区智能导流与级联净化、轻污染区微生物激活与低成本生态修复技术；研发应对汛期生活污染持续性输入的河湖城区段汛后或雨后常态化清污清淤技术，研究河道底泥污染物分层特征及致污致浊物质赋存形态演替规律，研发不同赋存形态河湖底泥有机物机组分分离无机组分原位覆盖技术，以及清出物机械挤压高碳低氮磷压滤液提取技术；研究与海河天津城区段功能匹配的城市流域通量调控与精准治污决策关键技术及综合解决方案，研发天津城区“厂-网-河”智慧调度平台，并在海河天津城区段开展应用示范。

考核指标

1. 形成本地水体及不小于 2 种外源客水的生物特征图谱，包括浮游生物、底栖动物等关键生物类群 ≥ 8 种，时间跨度不小于 12 个月，样品数量不少于 1200 组；形成基于关键土著物种及敏感生态类群异常响应的客水补水量化管控与多源水资源时空高分辨率优化配置引流决策技术，融合流

速、溶解氧、水温、营养盐浓度等边界条件的调水补水管控决策响应时间 ≤ 60 min，在典型河道开展技术验证，验证区域生态补水效益较优化调度前提升 $\geq 10\%$ ；构建多目标生态补水综合效益评价方法 1 套，被省（直辖市）级水务部门采纳。

2. 城区段排水系统精准溯源协同诊断技术 1 项，实现雨污混接、管网淤积、积水等问题的综合识别，污染源定位精度 ≤ 50 m，诊断准确率 $\geq 80\%$ ，与传统方法相比，诊断用时缩短 20%，成本降低 50%；移动式排水管网智能检测平台 1 套（集成检测设备 ≥ 5 种），水质、结构等问题识别准确率 $\geq 85\%$ ；防堵雨污通道智能控制装备 1 套，控污准确率 $\geq 80\%$ ，免清淤运维周期 ≥ 6 个月。

3. 汛期重污染区高梯度磁絮凝氧化除污技术装备 1 套，研制高活性铁基复合磁种，比饱和磁化强度 ≥ 90 Am²/kg，单位质量活性 ≥ 0.03 L·g⁻¹·min⁻¹，单机处理能力 ≥ 1.0 万 t/d，SS 去除率 $\geq 90\%$ ，COD 去除率 $\geq 50\%$ ；生态敏感区边缘智能识别与旋流-吸滤级联净化技术装备 1 套，高浓度径流识别准确率 $\geq 90\%$ ，响应时间 ≤ 5 min，SS 去除率 $\geq 80\%$ ；轻污染区原位分散式生态多级处理技术 1 项，汛期雨污生态拦截去除率增加 20%（以 SS 计），COD、氨氮、总磷达到地表水 IV 类标准，达标率 $\geq 90\%$ ，河道面积 ≥ 10000 m²。

4. 微气泡原位浮选无机组分同步筛沉的城区河湖常态化清污清浊技术 1 项，清出物 200 μm 以下粒径占比不低于 70%，有机组分含量 $\geq 30\%$ ，无机覆盖层厚度 $\geq 5\text{ cm}$ ；河湖底泥清出物机械挤压高碳低氮磷营养物质提取技术 1 项，提取液 COD/TN ≥ 30 或 COD/TP ≥ 100 ，用于污水厂外碳源时反硝化速率不低于乙酸钠的 50%；致污致浊物质原位清出与清出物就地压滤碳源回收成套装备 1 项，处理规模 $\geq 30\text{ t/d}$ 或清污清浊面积 $\geq 1000\text{ m}^2/\text{d}$ 。

5. 涵盖多源客水智慧调控、复杂污染综合治理、河道生态修复（含水草、鱼类管控等）的整体技术方案 1 套，在海河天津城区段不同功能区形成差异化工程落地方案并开展技术集成与综合示范；天津中心城区排水系统精准溯源协同诊断技术示范工程 1 项，应用范围 $\geq 100\text{ km}^2$ ，覆盖 ≥ 50 个排水分区；城市河道绿色原位清淤与底泥资源化技术示范工程 1 项，河道长度 $\geq 1\text{ km}$ ；与天津城区“厂-网-河”智慧调度融合的城市流域通量调控与精准治污决策智慧平台（市级）1 项，服务面积 $\geq 300\text{ km}^2$ ，业务化运行 ≥ 6 个月，调度方案响应时间 $\leq 2\text{ h}$ ，重要管网节点高水位运行时长较未调度前缩短 10%。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 25 京津冀典型小微水系统差异化治理与水质提升 技术及示范

研究内容

解析典型小微水系统“水资源-水环境-水生态”多维要素演化规律、污染物“源-流-汇”过程及其对流域水质提升的贡献机制，突破小微水系统生态功能模拟评估技术，研发差异化保护目标制定技术，形成支撑流域上下游、干支流协同治理的小微水系统调控理论；研究生态涵养区小微水系统丰枯交替下地表径流产汇流机制，突破泥沙-氮磷复合污染分层阻控技术，研发水循环耦合模拟与多目标自适应优化调控技术，构建适配生态涵养区的小微水系统“涵水储流-控污减荷”技术体系；研究乡村生产生活区小微水系统“外源驱动-内源释放”互馈机制与调控原理，研发基于水系统自适应能力的外源污染生态拦截与净化技术，突破小微水系统原位底泥钝化与污染物靶向控释技术，开发“泥-水”协同高效生态治理技术产品，构建乡村小微水系统“内外源协同管控-水质改善”技术体系；研究城镇开发区多因素胁迫下小微水系统生态演变机制，突破汛期雨污水质-流量梯级控制技术，研发岸水生境耦合的多营养级生态稳定性维持技术和水生态修复成效评估方法，开发面向小微水系统水质保障的多水源动态优化联调技术，构建城镇小微水系统“多水源互济-自净能

力提升”技术体系；研究气候变化影响下京津冀典型小微水系统水质提升技术体系，研发小微水体水质-水量多参数在线监测设备，建立京津冀小微水系统智能管理系统，制定面向流域韧性提升的小微水系统水质水量协同调控策略。在北运河、子牙河等京津冀典型流域开展技术应用示范。

考核指标

1. 典型小微水系统生态功能模拟评估模型 1 套(至少涵盖水源涵养、水质净化、生物保育等)，COD、氨氮、总磷等通量模拟精度从年尺度 $\leq 50\%$ 提升到月尺度 $\geq 60\%$ ；分区分级分类的小微水系统保护目标指标体系 1 项，涵盖 COD、氨氮、总磷、水量（流量）等目标指标 ≥ 4 项，形成适配京津冀协同治理要求的管理政策文件或技术规范 ≥ 2 项，获得省级及以上管理部门采纳或印发。

2. 泥沙-氮磷复合污染分层阻控技术 1 项，悬浮物、COD、氨氮、总磷削减率 $\geq 30\%$ ；适配碎片化小微水系统的坡面汇流-塘堰调蓄水资源迁移耦合动力学模型 1 套，水位模拟误差 $\leq 15\%$ ，流量模拟误差 $\leq 20\%$ ；水质-水量-水生态优化调控技术 1 项，水源涵养量 ≥ 2500 立方米/公顷。

3. 基于水系统自适应能力的外源污染生态拦截与净化技术 1 项，暴雨初期 COD、总磷、悬浮物等入水体峰值浓度削减率 $\geq 40\%$ ；小微水系统原位底泥钝化与污染物靶向控释技术产品 1 项，实现底泥氨氮释放通量 ≤ 10 毫克/平方米·天，

磷释放通量 ≤ 0.5 毫克/平方米·天；“泥-水”协同高效生态治理技术产品 1 项，底泥和水体协同治理成本 ≤ 12 万元/公顷，净化后水质达到地表水 V 类标准或以上。

4. 雨水源头强化控污与初期精准弃流技术及装备 1 套，入水污染物负荷削减率悬浮物 $\geq 85\%$ ，COD、氨氮、总磷 $\geq 60\%$ ；多营养级生境重构提质技术 1 项，旱涝剧变下水生态群落多样性指数恢复时间 ≤ 4 个月；水生态修复成效评估模型 1 项，涵盖水文、水质、生态、景观、经济等五类 20 项以上评估指标及阈值；雨水和再生水回用与水质保障协同小微水系统动态优化联调技术 1 项，多水源综合利用效率 $\geq 40\%$ 。

5. 小微水体轻量化、低成本水质-水量多参数监测设备 1 套，常规水质指标和流量监测误差 $\leq 20\%$ ，输出频次不低于 1 次/30 分钟，维护周期 ≥ 15 天，阴雨天续航（太阳能供电） ≥ 7 天；京津冀小微水系统智能管理系统 1 个，嵌入省级以上生态环境监管平台并在京津冀地区进行验证。京津冀典型小微水系统水质提升技术体系、治理模式和调控策略各 1 套，明确至少 3 类治理技术模式的关键技术参数要求及技术路线，编制技术规范、指南或标准 ≥ 2 项，提交政策建议 ≥ 3 份，被省级及以上相关管理部门采纳。

6. 在京津冀北运河、子牙河等流域选择生态涵养区、乡村生产生活区和城镇开发区 3 种典型小微水系统开展工程示

范，每种小微水系统至少包括 3 个小微水体，示范片区小微水系统汇水面积总和 ≥ 10 平方公里。其中，生态涵养区典型小微水系统，实现水源涵养系数 ≥ 0.75 ，非汛期小微水系统河道基流维持保障率 $\geq 85\%$ ；乡村生产生活区典型小微水系统，实现重点区域夏季天然水体 COD 降解能力 $0.6 \sim 1.5$ 克/平方米·天，氨氮 $0.02 \sim 0.04$ 克/平方米·天，示范片区水体水质优于地表水 V 类标准且满足使用功能的差异化水质要求，长效保持时间 ≥ 1 年；城镇开发区典型小微水系统，实现雨水径流控制率 $\geq 70\%$ ，水域植被覆盖率 $\geq 35\%$ 。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 26 超大城市人居环境多维智慧评估与精细调控关键技术与示范

研究内容

针对超大城市更新建设中生态宜居水平提升与人群健康惠益实现两大核心需求，构建从机制解析、智慧感知、模拟评估、精细调控到示范应用的全链条技术体系，支撑超大城市人居环境多维智慧评估与精细调控。研究卫星遥感与街景图像数值向量转化方法，构建多维环境数据参数化表征与健康关联解析技术，解析人居环境、生物多样性和

人群健康的作用机制，建立人居生态环境与人群健康的立体智能感知核心指标和关键路径；研究多源异构数据的时空匹配与异常识别方法，构建适配耦合分析的多源数据库，研发面向超大城市复杂场景的智慧感知具身智能体，建立覆盖人居生态环境与人群健康全方位动态感知的一体化监测技术体系；研发“人居生态环境-生物多样性-居民健康惠益”互动模型，创新超大城市人居生态环境多维智慧评估技术，研究端到端的智能评分算法引擎，实现从多源特征数据输入到健康风险分级与指数评分的快速动态模拟，建立服务于城市功能区的风险分类分级管控技术体系；突破城市生物多样性丰富度与本土化提升技术，研究多维视角下的生物多样性监管与行动机制，研发以居民健康惠益为导向的小微水体生态修复与滨水空间功能提升关键技术，构建多目标权衡协同下的城市更新情景推演与城市空间精细调控关键技术；在北京市开展城市更新过程中“更新前风险识别-更新中动态跟踪-更新后绩效评估”全生命周期的动态评估与空间规划调控技术示范应用，形成可复制推广的技术方案与政策建议，支撑城市生态空间修复与建设。

考核指标

1. 建立深度学习驱动的遥感与街景图像数值向量转化技术，覆盖卷积神经网络、语义分割及多模态模型等 ≥ 3 类方法；实现卫星遥感、街景影像、近地监测、居民感知与健

康响应等 ≥ 5 类数据的参数化表征，提取精度 $\geq 85\%$ ；解析污染暴露、气候胁迫、生物多样性、空间环境等 ≥ 4 条暴露路径，识别建成环境、通风条件、蓝绿空间等关键影响因子 ≥ 20 项。

2. 构建多源异构信息协同采集技术，涵盖卫星遥感、移动传感、近地监测等 ≥ 3 类手段；开发多源异构数据智能质控与自动入库算法，实现融合完整率 $\geq 95\%$ ，精确率 $\geq 85\%$ ，漏报率 $< 15\%$ ；建成适配耦合分析的数据库，数据量 ≥ 2 TB，包含环境、生态及健康等3类 ≥ 10 种数据源；开发人居生态环境复杂感知具身智能体，支持图像、视频和空间定位等 ≥ 3 类多模态数据接入，多源数据同步成功率 $\geq 85\%$ ，单次连续作业时间 ≥ 4 h，定位误差 ≤ 10 m；建立人居生态环境健康全方位动态感知一体化监测技术体系，形成 ≥ 1 套可推广的技术规范、平台接口标准或应用指南。

3. 构建超大城市“人居生态环境-生物多样性-居民健康惠益”互作模型，空间分辨率 ≤ 1 km，模拟精度 $\geq 85\%$ ；研发美丽城市指数的智能评分算法引擎与软件模块，单次智能评分响应时间 ≤ 30 s，健康风险识别精度 $\geq 85\%$ ；建立风险分类分级管控技术体系，基于队列数据（慢病患者、老年群体及易感易敏个体 ≥ 3 类人群）输出功能区风险分区图与重点对象风险识别图，空间分辨率 ≤ 200 m。

4. 构建以居民健康惠益为导向的城市生物多样性提升

和小微水体生态修复与滨水空间功能提升等绿色生态美丽城市建设关键技术 ≥ 4 套，制定多维视角下的生物多样性监管与行动机制，提交政策建议 ≥ 1 份，主要成果被省级及以上相关部门采纳应用；建立多目标权衡协同下的城市更新情景推演与城市空间精细调控关键技术，完成 ≥ 4 类情景推演，包括多介质环境污染改善、蓝绿空间优化、水岸经济活力提升、生物多样性提升等情景。

5. 集成超大城市人居环境多维智慧评估与精细调控关键技术，并在北京市选取建成区和更新片区开展技术示范，实现更新前-更新中-更新后的全过程动态评估，自动生成情景评估图、指标对比表和调控效果评估报告（响应时间 ≤ 30 s）；并在商业区、滨水区和居民区 ≥ 3 类功能区开展应用示范，形成示范区域不少于10个、总面积不低于500公顷，实现示范区生态空间服务功能提升10%以上、健康有益组分释放率提升 $\geq 15\%$ 和健康风险降低 $\geq 10\%$ ；形成可复制推广的技术方案，提交城市空间优化调控相关政策建议 ≥ 2 份，主要成果被省级及以上相关部门采纳应用。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于3:1，实施周期不超过3年。

指南 27 雄安新区生态宜居低碳自净社区营造与运维关

关键技术集成示范

研究内容

面向雄安新区美丽城市绿色低碳、环境优美、生态宜居、安全健康、智慧高效的建设需求，开展城市社区生态宜居、低碳自净与智慧运维关键技术研发与集成示范。构建社区生态宜居、低碳自净多维评价与人工智能模拟驱动协同优化规划技术方法，形成涵盖生态诊断、平衡规划、指标体系构建、技术标准集成与智慧平台支撑的一体化规划设计体系；研发雨水径流与景观水体污染物生态自净技术，构建多物理场耦合的社区降温技术，形成兼顾本土树种与新品种花卉的疗愈景感营造方法，实现社区蓝绿空间高品质营造技术示范应用；研发开放空间污染物原位削减功能材料及其耐久保持与场景适配技术，构建建筑表面降温与幕墙自清洁协同界面低碳增效技术，实现社区开放空间多界面协同调控、自净与低碳运行技术集成示范；研发建筑室内抗菌阻燃净污复合功能建材，开发适配暖通系统的低能耗空气净化组件与装备，发展基于人群健康效应的室内污染物净化效果评价方法，实现建筑室内健康环境营造技术示范应用；集成生态宜居、低碳自净社区多场景营造与运维关键技术，构建融合环境质量监测、可再生能源利用效率监测、碳排放核算、碳中和路径评估等功能的智慧高效运维平台，在雄安新区典型社区开展应用示范，形成可复制推广的城市生态宜居、低碳自净社区运

行模式。

考核指标

1. 构建社区生态宜居、低碳自净评价指标体系 1 套，涵盖空气、水、声、光、热、能耗、碳排放、生活垃圾等不少于 8 类指标；研发社区生态宜居、低碳自净协同优化规划技术方法 1 套，融合 AI 生成式空间优化、多要素协同评估与方案迭代优化，覆盖空间、环境、水、能源、建筑、交通、生活垃圾等要素，规划方案生成效率较人工提升 $\geq 50\%$ ；形成生态宜居低碳自净社区规划设计导则（征求意见稿）1 套，覆盖生态诊断、平衡规划、指标体系、技术标准、智慧平台一体化路径，被雄安新区相关管理部门采纳。

2. 社区景观水体人工强化生态维持技术，除暴雨及结冰期外，示范水体主要水质指标稳定达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV 类；蓝绿空间、建筑表面与通风廊道多物理场模拟与微气候营造技术，实现典型高温条件下公共空间体感温度降低 $\geq 1^{\circ}\text{C}$ ；社区蓝绿空间疗愈景感营造技术，本地驯化的新品种花卉配置数量 ≥ 3 种，基于生理应激指标（心率、皮电等）和主观幸福感量表的压力缓解等心理健康效益提升 $\geq 20\%$ ；完成 ≥ 0.9 万 m^2 的景观水体生态维持技术示范，运行成本较传统技术节省 $\geq 30\%$ ，完成 ≥ 1.5 万 m^2 疗愈景感营造技术示范，景、声、光多维指标参数化 $\geq 60\%$ 。

3. 研发适用于多气候条件的多污染物削减功能界面材料 ≥ 2 类，材料净化性能的年保持率 $\geq 85\%$ ；开发建筑外表面低温反射建材或涂层 ≥ 2 类，夏季建筑外立面温度较未处理对照降低 $\geq 3^{\circ}\text{C}$ ；开发建筑玻璃幕墙自清洁涂层 1 类，可见光透过率保持率 $\geq 90\%$ ，经冷热循环和雨水冲刷后，自清洁性能保持率 $\geq 85\%$ ；形成界面材料多场景适配与环境界面协同调控技术，开展开放空间污染削减与低碳界面材料集成示范面积 ≥ 10 万 m^2 ，人活动高度空间的主要空气污染物浓度较对照区降低 $\geq 6\%$ ， NO_2 和 O_3 对应空气质量分指数（IAQI）平均值降低 $\geq 5\%$ 。

4. 研发抗菌阻燃建材 ≥ 2 类，抗菌填料添加量 ≤ 0.5 wt.%，抗菌率 $\geq 99.9\%$ ，阻燃性能达到 A 级；研发净化甲醛、 O_3 的功能建筑材料 ≥ 2 类，对目标污染物净化效率 $\geq 85\%$ ；形成基于暖通系统的低能耗净化组件或装备 ≥ 2 类，累计净化量 ≥ 1500 mg，净化能效 ≥ 7 $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{W})$ ；构建室内空气净化的健康收益评估模型 1 套，预测准确率 $\geq 80\%$ ；完成 ≥ 10 万 m^2 建筑面积的室内健康环境营造关键技术应用示范，目标污染物浓度降低 30% 以上。

5. 构建社区环境智慧感知与高效运维平台 1 个，实现多源数据融合、环境状态识别、碳管理、预警与运维闭环管理，覆盖空气、水、声、光、热、能耗、碳排放、生活垃圾等关键要素，数据综合误差 $\leq 5\%$ ，异常识别准确率 $\geq 95\%$ ，系统

响应时间 ≤ 1 min，预警推送时间 ≤ 3 min；整合节能降碳技术，社区建筑运行能耗较国家标准降幅 $\geq 20\%$ ，可再生能源利用率 $\geq 15\%$ ，社区运行碳排放强度较基准社区运行水平降低 $\geq 20\%$ ；制定运维管理技术团标方案 1 套，包含组织管理、设施运维、环境治理监管、资源循环利用与居民参与等维度指标，在同类社区实现应用推广。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 28 雄安新区美丽城市智慧决策与系统调控关键技术研究

研究内容

针对雄安新区美丽城市建设中存在的复合系统跨圈层代谢与演化机制不清、生态环境数据孤岛、城市多场景协同智慧管控支撑技术缺失等问题，围绕绿色低碳、环境优美、生态宜居、安全健康、智慧高效五个维度，聚焦城市“能-碳-污”智慧决策与调控，开发城市物质流、能量流的全要素信息快速提取与智能解译技术以及可信数据传输技术，突破多源异构数据跨时空、多尺度关联分析技术以及多模态智能融合解译技术，构建雄安新区生态环境知识图谱与数字化底座；开展新区复合系统物质流与能量流的演变机理研究，厘

清跨圈层物质代谢规律，面向减污降碳协同调控，研发城市空间智能寻优与生态环境时空推演技术，形成基于雄安新区建设期和成熟期差异化代谢特征的生态环境时空推演模型库，支撑大气环境、水环境与生态响应等动态模拟与情景推演，研发雄安新区复合系统物质流与能量流的多场景与多情景综合模拟分析技术，构建现代城市“社会-经济-资源-能源-生态环境”系统耦合模拟技术体系；开发基于“能-碳-污”耦合的雄安新区资源环境安全阈值动态评估与多介质监测预警技术，形成覆盖土地、水、能源、生态环境等多维度阈值的综合评估技术体系，研发雄安新区生态环境演化预报预警技术和全景式生态环境趋势研判可视化系统，建立智慧应急体系以及突发与累积性环境风险识别评估体系，提出预警触发机制与响应策略；构建面向“政策-标准-安全”协同调控的美丽城市绿色低碳、环境优美、生态宜居、安全健康、智慧高效五维综合评估技术，建立以五维目标为导向的治理效能评价基准，研发全链条固废循环利用、绿色基础设施协同调控等多种政策情景下的生态环境治理效能评估技术，形成绿色生态宜居新城的“政策-标准-安全”递进型调控体系和可执行的动态优化调度方案；开展核心技术的系统集成，研发多模态人机交互系统与自主智能体，对接京津冀生态环境模拟器建设规范，构建面向城市管控的生态环境智慧管理与决策平台，开发保障平台各模式完整性、准确性、稳定性

和时效性的验证评估和性能优化技术，开展平台的业务化运行验证、调试评估与应用，支撑雄安新区生态环境智慧化管控水平达到国际领先水平。

考核指标

1. 形成面向雄安新区及典型应用场景的城市物质流与能量流全要素信息快速提取与智能解译技术以及多模态人工智能融合解译技术，城市空间感知分辨率优于 10 m，经由实地核查与相关业务台账融合构建的标准检验数据集核验，自动提取综合准确率 $\geq 92\%$ ；突破基于多源异构数据跨时空、多尺度、多粒度关联分析及可信数据传输技术，面向美丽城市五个维度（绿色低碳、环境优美、生态宜居、安全健康、智慧高效），建设雄安新区多维知识图谱与全景数字化底座，具备跨域深度推理与自动化动态更新能力，数据融合与更新响应时间达到分钟级。

2. 形成现代城市“社会-经济-资源-能源-生态环境”系统耦合模拟技术体系，实现以上五大领域核心指标的实时动态联动与传导映射，支持宏观的年/月级指标向微观的百米/分钟级生态环境状态变量的跨尺度映射；构建面向减污降碳协同调控的城市复合系统物质流与能量流代谢模拟分析技术系统，包含能源、碳排放、大气环境、水环境与生态等多维子模型 ≥ 5 个，支持自动生成多重约束下的多场景演化情景 ≥ 5 种；构建城市空间智能寻优时空推演算法，实现功能

网格百米级空间精度与分钟级时间分辨率的代谢轨迹精准模拟，与基期实测的代谢台账数据对比，整体相对误差 $\leq 10\%$ ，空间寻优算法的求解响应时间达到分钟级。

3. 开发“能-碳-污”耦合的资源环境安全阈值动态评估技术与核算模型，基于长序列数据校验的多要素关联分析准确率 $\geq 90\%$ ，形成覆盖土地、水、能源、环境等多介质阈值综合评估体系，评估指标 ≥ 20 个；建立智慧应急体系和突发与累积性环境风险识别体系，包括生态环境演化预警预报模型库以及全景式生态环境趋势研判可视化系统，关键指标实现短期（3-7天）预测预警，近1年趋势预测的准确率 $\geq 80\%$ ，实现百米级空间精度、分钟级时间精度的预测预警与快速响应，制定分级分类预警触发机制与应急策略方案，主要成果被雄安新区相关管理部门采纳应用。

4. 形成雄安新区的“政策-标准-安全”调控系统，构建统领治理效能评估的美丽城市“绿色低碳、环境优美、生态宜居、安全健康、智慧高效”五维综合指标体系，以五维指标提升为优化目标，研发典型政策情景下的生态环境治理效能评估技术；研发典型管理场景快速推演模块 ≥ 3 类，覆盖固废循环利用、绿色基建等重点领域的治理路径比选与决策支撑；开展协同治理路径优化与辅助决策验证，单次推演响应时间 ≤ 1 h，输出可执行优化调度方案周期 ≤ 3 个工作日，模拟方案对现有业务基准方案的优化率 $\geq 15\%$ ，编制相关地

方或行业技术指南不少于 1 项。

5. 构建面向城市管控的生态环境智慧管理平台与决策管理平台，实现“绿色智慧雄安”业务化运行以及百米级空间精度与分钟级时间精度的全景高仿真模拟；开发具备自主规划与工具调用能力的智能体，人机交互界面对用户自然语言、文字、视频等指令识别准确率 $\geq 90\%$ ，多模态交互平均响应时间达到十秒级；对接京津冀生态环境模拟器建设规范并实现系统级连通；完成平台各模式完整性、准确性、稳定性和时效性技术验证评估指标体系及性能优化技术方案，平台完成业务化运行验证与调试评估，稳定应用运行 ≥ 6 个月。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 29 京津冀移动源燃料清洁化关键技术研发与示范 研究内容

针对京津冀移动源污染贡献占比高，燃料清洁化水平偏低的突出问题，系统开展移动源燃料清洁化关键技术与路径研究，有效提升区域移动源清洁化水平。开展京津冀移动源燃料使用状况评估和排放关联影响研究，提出支撑未来区域移动源减排目标的燃料清洁化发展路线图，研发符合国家第七阶段机动车排放标准要求的燃料清洁化关键技术指标，支撑国家移动源燃料标准制修订；开展车用电子合成燃料制

备、储运和使用全过程关键技术研发，形成与现有储运加注体系兼容的低碳燃料方案，并对国家第七阶段机动车排放标准达标技术进行验证；自主研发京津冀区域全场景适配的汽、柴油清净剂，研发清净剂检测评价技术与装备，解决关键核心主剂国产化和产业化瓶颈问题；研发移动源燃料快速检测技术和装备，深度融合移动源排放监测大数据，构建排放-燃料协同调控的智慧监管平台；在雄安新区和区域内其他重点货运物流、施工工地、港口机场等典型场景开展规模化、长周期示范，同步开展环境效益全生命周期跟踪与量化评估。

考核指标

1. 建成京津冀移动源燃料与排放关联响应数据库 1 套，覆盖道路车辆、非道路机械、港口船舶、机场地勤等典型场景，包含不少于 10000 组排放实测数据；编制京津冀移动源燃料清洁化发展路线图 1 部；提出符合国家第七阶段机动车排放标准的燃料清洁化技术指标 1 套，主要成果被国家相关主管部门采纳。

2. 完成二氧化碳加氢制电子合成燃料催化合成技术 1 套，开展百吨级中试验证， CO_2 单程转化率 $\geq 35\%$ ，汽、柴油馏分收率 $\geq 75\%$ ，产品全生命周期碳减排率 $\geq 70\%$ ；完成 10%~50% 比例调合燃料优化，与传统燃料混合使用可实现碳减排 $\geq 35\%$ ；开展 ≥ 10 万公里发动机耐久试验，动力性能与

后处理系统兼容性达标率 $\geq 98\%$ ，符合国家第七阶段机动车排放标准要求；形成电子合成燃料质量控制规范和发动机适配技术指南各 1 项，主要成果被国家相关部门采纳。

3. 完成汽油和乙醇汽油双适配汽油清净剂 1 套，柴油车和非道路机械用柴油双适配柴油清净剂 1 套，核心主剂拥有自主知识产权；汽油清净剂进气阀沉积物抑制率 $\geq 90\%$ ，柴油清净剂须通过直喷和非直喷台架标准试验测试；汽油车颗粒物排放下降 $\geq 20\%$ 、氮氧化物下降 $\geq 10\%$ 、一氧化碳和碳氢化合物下降 $\geq 15\%$ ，柴油车及非道路机械氮氧化物下降 $\geq 15\%$ 、颗粒物下降 $\geq 20\%$ ，在用车综合节油率 $\geq 1\%$ ；研发汽、柴油清净剂快速检测装备各 1 套，满足清净剂相关产品标准监管要求，形成技术规范或标准建议稿 1 项，主要成果被国家相关部门采纳。

4. 建成京津冀移动源燃料智能监管平台 1 套，深度融合机动车与非道路机械监测大数据，覆盖区域内不少于 1500 座加油站和 100 万辆机动车和非道路移动机械，数据共享率 90% 以上，质量风险预警响应时间 ≤ 1 h；完成车载式油品快速鉴别设备 1 套，非标油识别准确率 $\geq 95\%$ 、误报率 $\leq 3\%$ 。

5. 在京津冀区域特别是雄安新区开展规模化示范应用，货运重型柴油车、非道路工程机械、机场港口柴油车辆等示范总量大于 6000 台，示范用含清净剂柴油大于 10000 吨，示范时长大于 6 个月；示范应用自主研发且工业化生产的清

净剂不少于 4 吨，电子合成调合燃料大于 100 吨；示范区域移动源污染物排放总量下降 5%以上，综合油耗下降 1%以上，形成环境效益全生命周期跟踪与量化评估报告 1 份，主要成果被省级及以上主管部门采纳推广。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 4:1，项目以企业牵头组织申报，实施周期不超过 3 年。

指南 30 超大型枢纽机场污碳协同及多元耦合调控关键技术研究与示范

研究内容

针对超大型枢纽机场污碳排放控制压力大，机场排放影响刻画不精细、减污降碳路径不明晰、多元调控机制不健全等问题，研发单架航空器尾气羽流遥测装备、便携式多组分温室气体高精度监测仪，形成支撑机场污-碳协同的多源异构数据字典库与数据融合协议规范，构建机场空间多圈层绿色建议指标与方法体系；研究建立机场区域多源高分辨率化学组分指纹谱库，提出空地一体-气象耦合的高分辨率多物种大气污染源动态排放清单核算方法，研发多模型融合驱动的机场排放环境影响多维动态模拟与精细化解析技术，阐明机场排放对不同时空维度区域大气环境影响和人群暴露浓度敏

感区域，构建空地协同多源综合减排与区域大气环境影响量化评估体系；研究机场油改电、绿电光伏/储能、可持续燃料替代等清洁化技术路径与分阶段实施策略集，构建降碳减污潜力模拟和经济性评价方法，研究进离场碳排放动态核算模型与减碳致污风险评估模型，研制机场“污-碳-能”智能化预测与调度数字智能体，实现多源数据协同预测、异常识别、单项措施贡献评估与调控建议生成能力；研究构建机场“运行-环境-经济-社会”多维复合系统标准化概念模型并量化识别关键变量集，开发高分辨率系统动力学仿真模型，模拟机场不同发展阶段的系统耦合演化规律，研究“运行-环境-经济-社会”耦合协调量化评价指标体系和等级划分判定标准，开发耦合协调度主导因素识别算法，构建适配机场全生命周期管理与平急双模态适配的软调控技术体系；研发面向机场系统全局统筹优化的一体化决策支持工具集 1 套，研究建成多模组联动的机场综合调控系统 1 套，开展绿色低碳机场示范，提出机场绿色低碳转型政策建议，在首都机场群采纳应用，形成可复制的发展范式。

考核指标

1. 单架航空器尾气羽流具身智能红外高光谱遥测装备 1 台套，实现 SO_2 、 NO_x 、 VOCs 同步监测，监测距离 $\geq 5 \text{ km}$ 、 NO_x 检出限 $\leq 15 \text{ ppm}\cdot\text{m}$ 、单帧采集时间 $\leq 10 \text{ s}$ ，同步监测反演 VOCs 组分 ≥ 7 种、检出限 $\leq 10 \text{ ppm}\cdot\text{m}$ ；便携式多组分温

室气体监测装备 1 台套，实现 CO₂、CH₄、N₂O 同步监测，监测误差 ≤ ± 15%；机场“污-碳-能”数据管理标准化字典库和一体化表征方法 1 套，覆盖环境、气象、排放、运行等 4 种类型数据；构建 1 套机场多圈层绿色评价体系，评价指标至少覆盖“污-碳-能”及“运行”4 个维度，评价参数 ≥ 50 项。

2. 机场天空地一体高分辨率多物种大气污染源动态排放清单核算方法 1 项，涵盖 ≥ 5 种关键源类、≥ 150 种有机组分，时间分辨率 ≤ 1 h、水平分辨率机场内 ≤ 0.1 km 和机场外 ≤ 1 km、垂直分辨率 ≥ 50 个高度层；多模型融合驱动的机场排放环境影响多维动态模拟与精细化解析技术 1 项，模拟时间分辨率 ≤ 1 h、空间分辨率机场内 ≤ 0.1 km 和机场外 ≤ 1 km，大气环境影响和人群暴露浓度敏感区域模拟结果涵盖 ≥ 3 种不同气象基准年、4 个季节、3 种天气型，来源解析源类 ≥ 5 类、时间分辨率 ≤ 1 h、空间分辨率 ≤ 1 km。

3. 清洁化调控技术路径库 1 套，覆盖 15 项以上清洁化调控技术；绿色转型决策支持模型 1 套，技术组合降碳减污潜力模拟 $R^2 \geq 0.85$ ，经济性分析误差 ≤ 10%；建立单航班全周期碳排放核算技术框架，单架次航空器进离场碳排放动态核算模型、减碳致污风险评估模型各 1 套，覆盖主流民航发动机 ≥ 10 类，覆盖机型 ≥ 10 种，地面排放溯源准确率 ≥ 90%，时间分辨率 ≤ 10 s；机场“能-碳-污”数字智能体 1 套，实现

航空业务、能源运行、碳核算、环境感知等多源数据融合，具备协同预测、异常识别和调控建议生成功能，机场能源负荷及碳排放预测精度 $\geq 90\%$ ，单项措施降碳减污贡献定量评估准确率 $\geq 90\%$ 。

4. 构建机场“运行-环境-经济-社会”复合系统动力学高精度仿真模型 1 套，覆盖系统运营运行、污碳环境管控、绿色经济投入、区域社会影响四个维度，包含 ≥ 30 个状态变量、 ≥ 10 条动态反馈回路，结果有效性检验与历史拟合检验误差 $\leq 10\%$ ；建立“运行-环境-经济-社会”耦合协调评价指标体系 1 套，包含 4 个一级指标、 ≥ 25 个三级指标的评价体系，指标体系的信度检验 ≥ 0.8 、效度检验 ≥ 0.7 ；建立体系化软调控技术工具箱 1 套，形成 ≥ 10 项调控技术的体系化成果。

5. 在超大型枢纽机场开展遥测设备布设，整合 5 类以上监测技术形成协同监测网络 1 套，连续监测时间不少于 6 个月；开发高分辨率多物种大气污染源动态排放清单业务化平台，集成多模组联动的机场“污-碳-能”综合调控原型系统 1 套，涵盖多源变量 ≥ 20 个，在超大型枢纽机场调控运行周期不少于一个航季；开展空间多圈层绿色低碳评价，至少在一个超大型枢纽机场开展绿色低碳示范，风-光-地源热泵综合绿色电力比例 $\geq 90\%$ 、场内机械及车辆新能源化率 $\geq 80\%$ ，周边临空经济区大宗物料移动源清洁运输比例提升 10% 以上，主要成果在首都机场群应用。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 4:1，实施周期不超过 3 年。

指南 31 雄安及周边影响区地下水环境风险智慧识别与智能预警关键技术与示范

研究内容

针对雄安新区地下水历史污染隐蔽，地下水环境风险精细化识别与预警难题，开展雄安新区地下水环境风险分区智慧识别与分级智能预警技术研发与示范应用。研发雄安及周边影响区地下水三维空间透视化表征技术方法，基于长时间、高频次监测数据，构建污染空间靶向识别技术，创建雄安新区地下水环境监测点位智慧布设技术方法；针对雄安及周边影响区地下水特征指标，开发一井多层、分层采测的地下水原位在线监测与传感技术，开发地下水低扰动、非抽采式原位在线监测装备，研发数据保真传输与水质智能评价技术；针对雄安及周边影响区地下水环境风险分区分级分层预警难的关键问题，研发白洋淀补给、农林区下渗、城镇区径流、极端气候影响等多情景融合的多源异构地下水风险智能识别技术，开发地下水污染跨时空、多尺度、多粒度关联分析技术，构建雄安及周边影响区地下水水质-水量耦合模拟预测技术；开发地下水单要素监测预警匹配雄安新区多要素时

空底座和数据对齐技术方法，研发融合地下水数据的雄安及周边影响区多源数据水质演变综合分析方法，构建基于异构数据源深度链接与特征对齐的地下水污染风险智能预警平台；开展雄安新区地下水污染透视化识别-智慧化监测-智能化预警技术示范，形成可复制推广的技术模式。

考核指标

1. 雄安新区地下水三维空间透视化模拟表征技术方法 1 项，重点区域刻画精度达米级；地下水污染空间靶向识别技术 1 项，中低风险区域识别精度达米级，高风险区域识别精度达分米级；基于敏感区识别、风险传播路径判别和监测信息增益优化的点位布设方法 1 项，在保障地下水位、水质及高风险区监测覆盖能力的前提下，使点位布设量较传统方法降低 20%以上。

2. 井内多层、分层采测的地下水原位在线监测与传感技术 1 项，实现单井分层止水、多层同步监测 ≥ 5 种重金属（锰、铁、铜、铬、铅等）、 ≥ 3 种有机污染物（挥发酚类、苯系物类、卤代烃类等）和 ≥ 2 种无机盐（硫酸盐、硝酸盐等）；地下水低扰动、非抽采式原位在线监测设备 1 套，设备不抽采地下水完成 ≥ 5 种重金属（锰、铁、铜、铬、铅等）、 ≥ 3 种有机污染物和 ≥ 2 种无机盐（硫酸盐、硝酸盐等）的原位在线监测，检出限具备智能预警、自适应校准等功能，设备国产化率为 100%，成本较国际同类产品降低 30%；数据保真

传输与水质智能评价技术 1 项，数据传输达分钟级，保真率 $\geq 95\%$ 以上，水质评价涵盖 ≥ 10 种重金属和 ≥ 5 种有机污染物指标。

3. 多情景融合的多源异构地下水污染风险智能识别技术 1 项，涵盖白洋淀补给、农林区下渗、城镇区径流、极端天气影响等情景；地下水污染跨时空、多尺度、多粒度关联分析技术 1 项，数据时间序列跨度 ≥ 5 年，区域精度不低于五级地下水资源分区，粒度关联分析涵盖土壤、地表水和地下水 3 种介质；构建雄安及周边影响区地下水水质-水量耦合模拟预测技术，预测误差低于 30%。

4. 地下水单要素监测预警匹配雄安新区多要素时空底座和数据对齐技术方法 1 项，实现地下水监测数据与智慧雄安数据标准化融合和按需组合，融合数据总条目数 ≥ 10 万条；多源数据融合的雄安及周边影响区地下水水质演变综合分析方法 1 项，包括大气环境质量、地表水环境质量、固废产生量和土壤重点监管单位地下水质量数据，时间序列跨度 ≥ 5 年；基于异构数据源深度链接与特征对齐的地下水污染风险智能预警平台 1 个，自主知识产权 100%，预警准确率达 85% 以上，获雄安新区相关管理部门应用；提出政策建议 3 项，获雄安新区相关管理部门采纳。

5. 雄安及周边影响区地下水污染透视化识别-智慧化监测-智能化预警技术系统 1 套，并在雄安及周边影响区开展技

术示范，包括白洋淀区域和城镇区等，水质监测频次 ≥ 6 次/月，误差低于30%，数据接入京津冀模拟器平台，稳定运行6个月以上。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于3:1，实施周期不超过3年。

指南 32 雄安新区“热-电-碳”协同的新型清洁能源系统 关键技术研究及工程示范

研究内容

针对雄安新区绿色低碳城市从“规划建设领先”向“运行效能提升”转型的重要窗口期，面临清洁能源高比例导入但时空消纳不均、长时储能调峰能力不足、极端气候下的能量保障韧性不足、地热和余热等资源全年综合利用率不高、多能源跨系统协同调控不佳等问题，开展“热-电-碳”协同的清洁能源系统关键技术研究及工程示范。研发雄安新区产城发展与“热-电”适配规律解析技术，研发考虑碳排放-热力学效率的多样性储能、余能与分布式供用能间实时协同优化技术，研究转型关键节点典型功能区域/单元及能源装备系统的多级碳排放核算与减碳效益评估方法，提出分阶段分区域协同降碳路径与适配政策机制；研究城市清洁供能端“热力电池-地热井群-复合储能-热网-电网-用户负荷”耦合的多

能流动态传递及多时间尺度匹配技术，研究可再生能源驱动的地热能提质技术，研发耦合热力电池的地热等中低温热源提质-储供装置，开发综合考虑能源利用效率、运行经济性、碳排放和供能安全的“热-电-碳”协同多目标优化与智能调控技术；研发适配余能高效利用的高密度智算设施“电-算-热”能流转化的小温差多流态余能集聚技术，研发全天候适配的冷热智能储供与跨场景回用技术，开发超低品位余能驱动的传质增强型复合工质多温位热冷变换装备，实现城市级算力设施与及其办公建筑等关联场景的余能互补流转与高质利用；研发终端绿色功能单元耦合热力电池产能的多品位能源低碳匹配方法与高精度源荷状态辨识技术，研发低负荷及阶跃增长等工况下冷热源系统“温-压-流”全环节设备耦合控制技术，研发适配低碳导向的低时延边缘控制架构及装置，构建“热-电-碳”系统协同的功能单元级调控技术；构建基于数据编织技术的“热-电-碳”雄安新区统一数据空间底座，研发大语言模型融合多智能体的多能源可信协同调控方法，开发多能异质灵活性资源一体化调控的智能增强平台，开展工程示范与业务化运行，形成绿色发展先行示范城市“热-电-碳”协同技术体系与建设范式，打造新型清洁能源协同高效利用典范。

考核指标

1. 研发雄安新区产城发展与“热-电”适配规律解析技

术，研发考虑碳排放-热力学效率的多样性储能、余能与分布式供用能间实时协同优化技术，实现热电匹配度提升 $\geq 30\%$ ，覆盖雄安城市计算中心等典型单元及热力电池等典型装备；提出多级多系统全生命周期碳排放核算与减污降碳协同评估方法，碳排放核算误差 $\leq 5\%$ ；提出短-中-长期分阶段实施的协同降碳路径 ≥ 3 套，输出双控配套政策建议 ≥ 3 份，主要成果被管理部门采纳应用，支撑示范区单位建筑面积供热碳排放强度下降 $\geq 12\%$ 。

2. 研究多能流动态传递及多时间尺度匹配技术，研发耦合热力电池的地热等中低温热源提质-储供装置，综合能效 $\geq 85\%$ ，实现极端恶劣工况下无故障连续运行时长 ≥ 72 h；研究“电-热/冷-储”全过程动态匹配与智能调控方法，设备集群响应时间 ≤ 5 s；完成绿电耦合地热的电-热-冷多能协同储供技术验证，在典型功能片区替代传统能源供热 $\geq 50\%$ ，地热能全年综合利用效率 $\geq 70\%$ 。

3. 研发高密度智算设施的小温差多流态余能集聚技术，模块结温与冷却工质温差 $\leq 15^\circ\text{C}$ ，余能集聚效率 $\geq 40\%$ ；研发算力设施余能驱动的多温位吸收式热冷变换技术与装备，超低温位余能驱动温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ ，多温位输出范围 $10\sim 60^\circ\text{C}$ ；实现雄安城市计算中心及其办公建筑余能冷热联供集成示范，算力设施运行冷却能耗降低 $\geq 40\%$ ，全天候运行电源使用效率（PUE） ≤ 1.15 ，运营成本降低 $\geq 10\%$ ，碳减排 $\geq 15\%$ 。

4. 研发耦合热力电池分布式产能的终端绿色功能单元多品位能源低碳匹配及源荷联合辨识技术, 辨识精度 $\geq 92\%$; 开发冷热源系统前馈式“温-压-流”耦合在线控制技术, 实现 30~40%低负荷率下能耗降低 $\geq 15\%$; 研发“感知-决策-执行”一体化低时延边缘控制装置, 实现毫秒级数据感知, 供能模式切换时间 $\leq 5 \text{ min}$, 在面积 400 亩以上的新能源生态城或社区落地示范, 构建一套供需自洽的清洁能源系统, 耦合热力电池、分布式光伏/浅层地热利用等技术实现典型功能单元 (1 万平方米以上建筑面积) 可再生能源比例 (供给率) $\geq 80\%$ 。

5. 研发基于数据编织技术的“热-电-碳”统一数据空间底座, 研发大语言模型融合多智能体协同调控技术, 支持自然语言输入指令并自动生成可解释调控策略, 策略生成周期分钟级响应, 建成雄安新区多能异质灵活性资源一体化智能增强调控平台 1 个, 实现跨场景 (热力电池场站、雄安城市计算中心和典型功能单元等) 协同调控, 依托平台调控与 3 个典型场景清洁能源技术集成, 实现示范区整体运营碳减排 $\geq 15\%$, 柔性可调节负荷占比提升至 12%, 平台被覆盖新区全域的能源运营主体采用, 实现稳定业务化运行 ≥ 6 个月; 编制能源跨系统协同相关标准或规范 ≥ 2 项, 主要成果被省级及以上管理部门采纳应用。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 4:1，实施周期不超过 3 年。

指南 33 京津冀滨海带海水入侵生态风险预警与协同修复关键技术及应用

研究内容

针对京津冀滨海带海水入侵过程及其生态环境效应跨介质、多要素协同监测方法缺失、生态响应过程耦合关系不清、趋势预测与风险预警技术能力不足、防控修复措施协同性不强等问题，研发融合卫星遥感、在线监测、地球物理探测和污染自动识别的海水入侵生态环境风险集成化、精细化、智能化监测识别技术；研究海水入侵驱动地下水咸化、污染物迁移转化、微生物群落演化、土壤-植被生态响应及滨海带景观格局演变机制，构建生态风险形成、传导与放大机理解析及关键阈值判定方法；构建耦合地下水开采、海平面变化等因素的海水入侵数值模型，建立复合生态风险评估与预警体系，识别扩张趋势、风险等级和关键防控区，研究地下水回灌、工程阻控与管理调控协同的多元综合阻控技术，形成预测预警-风险识别-分级防控联动模式；研发海水入侵背景下的滨海带生态保护修复与减污降碳一体化技术，集成底质改良、植被恢复、微生物调控等技术，构建生态修复成效评估方法；研究建立海水入侵风险预警-多元阻控-生态修

复-功能提升协同联动技术模式，在天津、河北典型海岸开展示范应用，形成可复制推广的系统解决方案。

考核指标

1. 研发基于多同位素联用的海水入侵通量原位监测技术体系 1 套，实现 δD 、 $\delta^{18}O$ 、 $\delta^{15}N-N_2O$ 、 ^{222}Rn 等多参数的实时监测，与传统检测相比，可实现水下原位监测，精度提升 1 倍（优于 1‰），入侵通量计算准确度 $\geq 80\%$ ；建立海水入侵扰动下氮、磷等污染物迁移转化的多端元识别技术体系和陆海源汇同位素数据库 1 套，研发基于长时序水文地球化学参数与同位素比值时序演变特征混合的深度学习精准识别技术，实现对海水入侵过程造成地下水污染的自动化、智能化识别，准确率 $\geq 80\%$ ；构建海水入侵多源立体监测技术方法 1 套，在线监测层位 ≥ 3 层，监测频率 ≥ 1 次/小时，研发海水入侵原位监测点源数据、物探线源数据和卫星遥感面源数据的同化技术体系 1 套。

2. 建立海水入侵水盐胁迫下地下水-土壤-植被生态效应联合识别方法 1 套，采用水化学/同位素示踪、微生物测序、碳通量测试和遥感验证等方法，覆盖不少于 4 类关键界面、5 类生态效应和 15 项关键指标；建立水盐胁迫-生态响应-景观格局变化定量关联模型 1 套，对景观格局变化的解释率 $R^2 \geq 0.80$ ；形成海水入侵驱动下生态风险形成、传导与放大机理及阈值判定方法 1 套，量化识别不少于 3 条风险传导路径

和 5 类驱动因子阈值，驱动因子对生态风险变化的解释率 $R^2 \geq 0.80$ 。

3. 研发适用于淤泥质海岸和砂质海岸的海水入侵预测模型各 1 套，模型预测范围误差 $\leq 15\%$ ，海水入侵锋面位置预测精度达到米级；构建海陆交互区生态环境风险动态识别、评估与分级预警系统 1 套；提出海水入侵多元综合阻控技术方案不少于 2 套，形成预测预警-风险识别-分级防控联动技术模式 1 套，建立覆盖低、中、高不同风险等级的阈值判识、防控目标设置、管控边界划定和措施响应规则，并开展模型模拟与现场监测联合验证。

4. 构建集生态修复、固碳增汇及污染治理于一体的技术体系 1 套，植被存活率 $\geq 80\%$ ，碳汇能力提升至 $0.5 \sim 1.5 \text{ kg/m}^2/\text{a}$ ，氮、磷净化能力分别提升至 $5 \sim 30 \text{ kg/hm}^2/\text{a}$ 和 $0.2 \sim 1.5 \text{ kg/hm}^2/\text{a}$ ，沉积物截留捕获效率提升 20%，沉积物碳库密度提升至 $20 \sim 30 \text{ t/hm}^2$ ，单位蓝碳封存成本降低 10%；构建生态保护修复成效评估技术 1 套，集成遥感、样方调查、在线监测和模型模拟，实现修复前后生态结构、功能和稳定性变化的定量评估。

5. 在京津冀典型滨海带开展应用示范，其中天津滨海新区湿地生态修复面积 $\geq 50 \text{ hm}^2$ ，复合生态风险指数降低 30% 以上，协同修复成效提高 20%；河北典型砂质海岸海水入侵风险防控长度 $\geq 5 \text{ km}$ ，防控区海水入侵范围或盐水楔长度较

无措施情景降低 20%以上；受破坏生态系统物种恢复至原有水平的 80%以上，重要生态系统碳汇功能提升 30%，形成海水入侵风险预警-多元阻控-生态修复-功能提升协同联动技术模式 1 套，被省级及以上相关部门采纳。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 34 京津冀山原城海多介质生态环境增容与韧性提升关键技术及示范工程

研究内容

针对京津冀协同发展过程多系统跨区域跨介质生态环境增容不足、应对极端气候生态系统韧性提升技术缺乏等问题，研究跨介质生态环境多要素耦合作用及其水沙过程变化规律，揭示极端降雨与强扰动叠加下水土流失阈值跃迁及生态退化机理，研发强扰动区地质灾害堆积体资源化利用与水源涵养功能提升及碳汇协同增效技术，构建山区-平原区过渡带生态环境增容技术体系；研究超大型城市极端高温条件不同下垫面结构热量传输及热岛效应放大机制，探明城市下垫面与景观结构协同、系统结构优化与空间拓展、湿地网络优化与海绵城市降温增效、生物多样性提升与碳汇扩增等原理，研发适用于不同构筑物界面的吸热降温、柔性截排、生物多

样性提升等城市立体绿化新技术，构建城市生态环境增容与韧性提升技术适配体系；研究滨海带土壤介质脱氮与甲烷排放抑制协同机理，研发多功能植物适配与碳吸收强化、沉积物碳埋藏与植物碳捕获调控、微生物固碳脱氮活性提升与碳泵强化等关键技术，建立基于碳氮多组分协同控制的滨海带土壤“碳减排-碳增汇”协同增效技术体系；研究构建山-原-城-海跨介质多场景生态环境增容调控技术体系，开发跨介质调控生态环境增容成效评估方法与智能决策模型，研究跨域大尺度碳汇核算技术；在京津冀典型区域建立山区-平原区水源涵养与固碳增汇、城市立体绿化与韧性提升、滨海带土壤“碳减排-碳增汇”协同增效示范区，形成跨域跨介质生态环境增容与韧性提升系统解决方案。

考核指标

1. 建立山区-平原区水源涵养与碳汇功能提升协同技术 1 套，其中，极端气候事件水沙模拟与风险阈值判识体系 ≥ 1 套，流域出口径流、泥沙模拟准确率 $\geq 80\%$ ；建立生态涵养区涵盖 3 种以上环境介质、6 种以上资源类型、4 种以上生态系统类型的复杂耦合协调评估与调控技术方法体系；强扰动场景资源化利用与水土保持生态工程协同技术、跨介质水源涵养功能提升与碳汇协同增效技术 2 项，拥有完全自主知识产权，水源涵养区受破坏生态系统物种恢复之前水平的 80% 以上，山地-平原区林草覆盖度提升至 92%，物种丰富度提高 3~6

种，香农-维纳多样性指数提高到 0.7~0.8，均匀度提高到 0.7~0.8，生态系统稳定性提升 10%，旱季单位面积产水量提升 8~15%，水源涵养量 $\geq 2250 \text{ m}^3/\text{hm}^2/\text{a}$ ，产水模数 $\geq 3.80 \text{ 万 m}^3/\text{km}^2$ ，单位面积碳汇效益提升 $\geq 25\%$ ，耕地主要粮食作物的单位化肥产量提升 8~12%。

2. 建立城市立体绿化与韧性提升技术体系 1 套，其中，构筑物界面储热缓释与集水降温生态修复新材料 ≥ 3 项，导热系数 $\leq 0.40 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ ，热稳定性 $-30^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ 稳定，降温幅度较普通混凝土低 10°C 以上，7 天内保水率 $\geq 85\%$ ，抗冲刷强度 $\geq 0.35 \text{ MPa}$ ；优选抗旱耐热型功能植物 ≥ 10 种，适用于建筑墙体、桥墩、硬质铺面等 3 种以上场景，夏季高温环境萎蔫系数 $\leq 4.5\%$ ；研发低空智能喷施装备 1 套，功效 $\geq 60 \text{ m}^2/\text{h}$ 、边界误差 $\leq 5 \text{ cm}$ ；城市地区景观格局优化与下垫面综合调控、系统结构优化与固碳增效、湿地网络构建与生物多样性提升技术 3 项，区域地表粗糙度提升 1.5，单位面积土壤含水量提升 $0.030 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ，物种丰富度提高 3~5 种，单位面积城市绿地绿量密度 $10 \sim 20 \text{ m}^3$ ，单位面积碳汇效益提升 $\geq 25\%$ ，植被冠层含水量提升 $500 \text{ g}/\text{m}^2$ ，湿地网络雨洪调蓄缓冲容量提升 $\geq 20\%$ 。

3. 建立滨海带土壤“碳减排-碳增汇”一体化增效技术体系 1 套，其中，滨海带土壤介质脱氮-甲烷排放抑制技术 1 项，土壤净化总氮效率提升 10%，土壤甲烷排放抑制效率提高

10%；植物适配与碳吸收强化技术 1 项，实施后滨海关键带植物总生物量提升 40%；微生物固碳脱氮活性提升与碳泵强化技术 1 项，实施后滨海关键带沉积物介质净化总氮效率提升 20%，单位面积碳汇效益提升 $\geq 25\%$ 。

4. 建立山-原-城-海跨介质多场景生态环境增容技术体系 1 套，涵盖山区、平原、城市、滨海等不同场景组合 4 种以上，以及环境介质 2 类以上，典型区夏季热岛等效容量平均折减系数由 0.76 提升至 ≥ 0.86 ，技术应用区植被覆盖度提升 10% 以上，碳汇能力提升至 $0.2 \sim 0.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ；开发跨介质调控生态环境增容成效评估方法与智能决策模型 1 套，成效评估准确率 $\geq 75\%$ ，模型精度 $\geq 80\%$ ；针对不同场景组合，提出跨域大尺度碳汇核算技术 3 项，核算误差 $\leq 20\%$ 。

5. 开展山-原-城-海多介质生态环境增容与韧性提升技术示范工程，面积 ≥ 10 万亩。其中，山区-平原区水源涵养与固碳增汇示范区 ≥ 1 处、面积 ≥ 5 万亩，城市立体绿化与韧性提升示范区 ≥ 1 处、面积 ≥ 1 万亩，滨海带土壤“碳减排-碳增汇”协同增效示范区 ≥ 1 处，面积 ≥ 4 万亩。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 4:1，实施周期不超过 3 年。

指南 35 京津冀历史遗留渗坑水土污染探测评估与高效

治理技术研发及示范

研究内容

针对京津冀区域历史染化企业多，隐蔽排污渗坑难发现、染化物质种类未知、降解产物难检测、快速毒性评估方法缺失、高色度混合有机污染物色度时空演变趋势难预测、大面积巨厚地下水污染治理难度大等问题，研发空-天-地-壤一体化高效精准探测装备与技术，建立污染源大数据与多时相多光谱遥感耦合筛查技术，研制基于气体垂向穿透原理的污染原位快速定性探测装置，融合物探技术构建渗坑三维边界微扰动圈定方法，集成“初筛-定性-定深-圈界”全链条技术体系；研发高分辨率质谱非靶向识别与现场快检评估技术装备，建立染化物质及其降解产物全谱系数数据库及指纹图谱库，研制多介质前处理与快筛联用装置，开发高盐高有机质干扰下快速定量技术、创建未知污染物生物毒性快速评估方法，形成“建库-快筛-定量-风评”全流程技术方法；研发历史渗坑染化污染运移反演与色度预测评估技术，解析高色度混合有机污染物释放、迁移、转化规律，建立参数率定方法，研发地面和井中物探与分层采样耦合的大面积巨厚污染羽精细刻画方法，构建多期多点渗坑污染源、多含水层、强开采与回补叠加的地下水污染动态模拟与色度预测评估模型，形成排污渗坑地下水污染羽精细刻画与扩散风险评估技术方法；研发历史渗坑高色度有毒污染削减与通量阻控技术，

研制高色度有毒有机污染物低成本脱色除毒材料，开发渗坑污染源高色度有毒污染物原位脱色与释放通量控制技术，研发地下水高浓度污染羽扩散通量原位阻控与强化削减技术，形成污染源和污染羽分区协同治理技术体系；集成历史染化企业渗坑探测与地下水污染治理技术，选取典型历史染化企业分布区域开展排污渗坑筛查，构建区域历史排污渗坑“一张图”，选择河北蠡县等典型历史染化企业渗坑地下水污染区开展治理修复示范，形成历史遗留地下水污染源精准排查、管控修复等技术指南。

考核指标

1. 建立隐蔽排污渗坑快速筛查技术，隐蔽填埋区识别时间 <24 h，污染溯源匹配度 $\geq 60\%$ ；突破渗坑污染壤中气快速定性技术，实测吻合率 $\geq 90\%$ ，研发壤中气采样与同步检测装置 1 套，采样和检测时间 ≤ 5 min，国产化率 $\geq 90\%$ ；结合地球物理探测，实现空天地壤一体化探测平面精度 <30 m、深度 ≥ 30 m。隐蔽排污渗坑初筛-定性-定深-圈界全链条技术体系 1 套，形成历史隐蔽排污渗坑探测技术规范（征求意见稿）1 份。

2. 构建染化行业未知有机污染物全谱系数据库及指纹图谱库 1 套，收录各类特征污染物 ≥ 100 种，其中未知降解转化产物占比 $\geq 60\%$ ；建立染化行业未知有机污染物非靶向识别技术体系，未知物筛查覆盖率 $\geq 90\%$ 、结构解析准确率

≥90%；构建覆盖土壤、地下水、渗坑底泥、废液、地表水 5 类介质的快速检测前处理装置，单样前处理时间 ≤4 h；研发紫外可见光与便携式气相色谱联用的现场快筛装备，12 h 内识别显色、异味类污染物；建立高盐高有机质干扰下的污染物快速定量方法，定量相对偏差 ≤15%、目标物回收率 ≥85%；建立染化污染物水土环境代谢产物毒性及健康风险快速评估方法，评估周期 ≤30 天，形成染化污染物生物毒性及健康风险评估技术规范（征求意见稿）1 份。

3. 高色度混合有机污染物迁移转化参数率定方法 1 套，覆盖不少于 4 类典型显色有机污染物及其转化产物，关键参数反演误差 ≤30%；地面和井中物探与分层采样耦合的大面积巨厚污染羽精细刻画方法 1 套，污染范围刻画误差 ≤10%；多期渗坑污染源、多含水层、强开采叠加的地下水污染动态模拟与色度预测评估模型 1 套，实现不少于 4 类典型污染物及显色物质浓度叠加色度协同模拟，模拟误差 ≤20%。形成污染羽刻画与扩散风险评估技术规范（征求意见稿）1 份。

4. 高色度有毒污染低成本脱色除毒材料 ≥3 种，材料成本降低 20%以上；渗坑污染源包气带高色度有毒污染物原位脱色与释放通量控制技术 1 套，实现源区包气带污染物淋溶释放色度物质速率降低 ≥80%；地下水高浓度污染羽扩散通量原位阻控与强化削减技术 1 套，实现地下水高浓度污染向下游输入通量降低 ≥80%；污染源和污染羽分类分区协同治

理技术体系 1 套。

5. 选择不少于 1 个典型区县完成全域历史排污渗坑筛查制图，形成区域排污渗坑“一张图”，筛查时间跨度不少于 30 年；选择不少于 2 个超过 30 年的历史染化企业渗坑污染区开展渗坑探测与污染治理全流程示范验证；示范区总面积大于 2 km²，含水层厚度>100 m；示范区高浓度污染羽面积降低 ≥ 20%，地下水色度和特征污染物平均浓度均下降 20%以上；区域地下水污染管控成本低至 10 元/m³ 以下；形成历史遗留渗坑地下水污染管控修复技术指南（征求意见稿）1 份，被相关部门采纳应用。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 36 京津冀退化耕地提质增效与减污固碳关键技术与示范

研究内容

针对京津冀城郊耕地土壤“盐渍-酸化-僵板-污染-贫瘠”复合退化问题，开展退化耕地提质增效与减污固碳关键技术与示范研究。研发基于便携式传感与智慧算法的退化耕地土壤快速诊断与分类分级评价技术，构建“结构-水盐-酸碱-肥力-生物”多要素耕地退化特征识别与土壤健康评价体系与阈

值标准；研究盐渍-酸化协同改良与土壤僵板结构重构关键技术，构建物理重构、化学调控、生物活化协同改良技术体系，研发节水抑盐、源头控酸、结构改良的复合绿色调理材料；研究污染（重金属等）-贫瘠退化耕地靶向阻控与提质增效技术，研发多因子污染修复协同的复合靶向消减技术，研制靶向复合调理/修复材料；研究农田系统碳氮耦合“减污固碳”协同增效与资源化利用技术，研发农田系统碳库稳定与增容协同调控、活性氮损失高精度评估与阻控等技术，揭示碳氮耦合固持机制，开发基于氮肥精准调控和功能微生物介导的氮损失阻控“减污固碳”调控产品和技术；研究农业农村碳氮污染管控与资源化利用一体化管理决策技术，集成土壤有机-无机碳库稳定解析模型、农田系统氮素多界面原位监测与区域污染风险评估模型等，构建基于 AI 与大数据融合的碳氮污染管控与资源化利用智慧决策平台，在京津冀城郊典型区域建立退化诊断、消障提质、减污固碳、智慧管控等技术综合示范区，开展“数据感知-过程模拟-智能决策-精准管控”全技术链条集成应用，构建可复制的区域技术范式。

考核指标

1. 构建京津冀城郊退化耕地土壤酸化-盐渍化-污染协同快速诊断与健康评价技术体系 1 套，包括原位多参数（基础理化性质、养分指标、污染指标等）同步监测系统、基于可见光-近红外（350~2500 nm）无人机+地面光谱等高光谱遥

感反演模型、盐渍/酸化/僵板/贫瘠/污染五级快速诊断技术各 1 项，相关零部件国产化率达 80%以上。

2. 研发盐渍-酸化-僵板复合退化土壤绿色协同改良技术 1 项以上，实现盐渍化土壤盐分降低 20%，碱化土壤 pH 降至 8.0 以下，酸化土壤 pH 提升至 6.0 以上，板结土壤容重降低 8%以上，其中，复合调理材料成本<3000 元/吨；多功能协同指数（实际效果/单效加和）>1.3。

3. 研发污染-贫瘠退化耕地复合污染靶向阻控与提质增效技术 1 项以上，实现土壤主要污染物生物有效性削减 15%以上，耕地养分库容提升 10%以上，农产品中污染物含量低于国家相关标准限值。其中，复合调理材料成本<3000 元/吨；多功能协同指数>1.3。

4. 研发区域农业生态系统碳氮污染管控“减污固碳”协同增效与资源化利用技术 1 项，通过优化调控碳氮比从提质期的 20~25:1 逐步稳定至 10~12:1，实现土壤碳库稳定性提升 1~5%，碳库容量提升 10%以上，土壤氮素损失减少 15%，氮素利用率提升 10%以上，碳资源利用后农业增产 20%。

5. 农业农村碳氮污染管控与资源化利用一体化管理决策技术 1 项，包括固碳减排协同调控的智能化决策平台 1 个，以及土壤有机-无机碳库稳定解析模型、土壤-大气界面与土壤-地下水界面一体化活性氮排放核算模型各 1 个，实现排放通量核算偏差小于 30%。

6. 构建退化耕地质量提升与减污固碳协同的技术集成模式 1 套，建立千亩级应用示范基地 3 个（河北 2 个，天津 1 个），累计推广 6000 亩以上，耕层土壤有机碳含量提升 10%，温室气体减排 10%以上，土壤质量提升 0.5 个等级。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 3:1，实施周期不超过 3 年。

指南 37 京津冀重点行业减污降碳协同智能分析平台构建技术研究

研究内容

京津冀工业集聚，过程污染与碳排放呈动态多介质新特征，传统减污降碳及协同性主要依赖经验或简单试算方法，易限于局部优化，缺乏高精度工具帮助解决复杂系统问题，寻求多介质污碳协同效应，提升研发效率、工业设计与政府管理水平。探索高/低温化学反应、微生物反应、萃取/精馏/结晶/吸附/分离/膜等典型单元的解构原则，剖析单元间物质流（含污染物流、碳排放流）、能量流、信息流耦合逻辑与传递规律，建立面向工业过程的本体组织理论，形成物质、单元、过程等典型实体对象属性、关系统一数据描述框架，建立数据质量评价与标准规范，形成覆盖数据采集、清洗、标注、融合的智能化工具链，支撑重点行业过程数据库

构建；针对钢铁电炉、锂电固废循环、焦炉气热/质回收、多元热解气化等典型过程，探索领域知识、科学机理与数据驱动方法协同的建模机制，建立微观污碳表征与数据关联新规律、污染物特征原位光谱感知与在线监测方法，揭示关键污染物的微观生成路径与速率控制步骤，建立机理-数据双驱动的工艺单元动态预测建模新方法，开发污染物特征光谱智能识别与超排预警算法，实现动态工况下多污染物和碳排放强度的精准预测；研究多单元耦合工业过程减污降碳协同增效的多目标集成优化方法，将数据资源、动态预测模型、优化算法进行系统集成，开发自主可控的典型工业过程减污降碳及协同优化的智能分析平台，实现多源数据管理、排放强度的动态更新、减污降碳协同潜力分析、路径智能推优与研判对比、超排预警等核心功能，同步打通与已建成的京津冀石化等典型园区高风险污染物溯源与排放地图平台的数据壁垒，并结合京津冀钢铁电炉冶金等重点示范工程进行平台验证与迭代，凝练可复制可推广的工业源多介质污碳协同防控数字化解决方案与科学模式。

考核指标

1. 建立工业过程数据统一描述框架，构建重点行业过程数据库 1 套，支撑京津冀重点行业工业流程的接入与管理；编写工业过程解构规范文档 1 份，支撑典型工业过程规范化解构；构建重点行业过程数据库元数据标准 ≥ 5 项，覆盖单

元、工艺过程、物质流等定义与数据项；制定数据类型格式、实体命名规则、关联映射规范、数据质量控制等 4 项标准，支持 XML/JSON/数据库多格式数据兼容转换，格式转换准确率 100%；完成 ≥ 2 套重点行业工业流程案例入库验证，形成完整示范应用测试报告。

2. 研发重点行业减污降碳多源数据智能加工工具 1 套，支持分子模拟、单元计算、文献报告、连续监测等至少 4 类典型数据源的智能采集，污碳排放领域关键字段提取准确率 $\geq 85\%$ ，非结构化及半结构化表格数据转换准确率 $\geq 80\%$ ，具备数据的清洗、对齐与特征提取功能；建成标准化、多源融合的重点行业减污降碳高质量数据集，涵盖钢铁、石化、制药、锂电固废循环等行业记录 ≥ 10 万条，形成数据集构建标准流程文档 1 套。

3. 面向钢铁电炉冶金、焦炉气热/质回收、多元热解气化等典型工艺过程，建立污染物特征智能识别系统 1 套，工艺要素-污染物-碳排放响应模型 1 套，热解温度等工艺关键要素 ≥ 5 个，VOCs 等关键污染物 ≥ 5 种，模型预测误差 $\leq 30\%$ ；形成与 DCS/PLC 联动的超排预警模块，实现污染物排放超标前预警时间 ≥ 5 分钟；构建机理-数据混合驱动的典型工艺污碳强度动态预测模型，具备基于实际边界的数据扩增能力，在动态工况下预测性能较纯机理模型提升 $\geq 20\%$ ；建成典型工业过程高质量数据集 ≥ 2 个，包含分子指纹、分子

描述符、相间分配系数、工艺参数、多介质排放因子等结构化字段，覆盖 ≥ 100 种行业复杂物料波动、新能源耦合等动态工况。

4. 建成典型工业过程减污降碳智能分析平台 1 个，研发多源数据采集管理、排放强度在线计算更新、减污降碳路径智能推优与研判对比、超排预警等 ≥ 4 项智能分析工具；编制工业产污强度动态更新数据接口技术规范（团体标准发布或建议稿）1 项；在化学化工或环境领域省部级或国家级数据中心完成平台部署并业务化运行，基于数据中台实现化合物指纹等底层数据与工业过程单元数据的实时调取与加工计算，打通与京津冀石化等典型园区高风险污染物溯源与排放地图平台的数据壁垒，支持污染排放和风险热力图的一键调阅，单点登录成功率 $\geq 95\%$ ；支撑钢铁电炉冶炼、锂电固废循环等 ≥ 2 类典型冶金化工过程动态产污强度的在线查询与减污降碳协同路径的优化研判，在成本增加不超过 5% 的条件下，实现主要污染物排放强度降低 $\geq 10\%$ ，碳排放强度降低 $\geq 5\%$ ，为环评和规划管理提供减污降碳技术路径的定量优选方案；形成可复制推广的单元过程-企业-园区-区域多层次工业过程减污降碳协同增效模式 1~2 项，提出面向区域工业源头多介质协同防控的政策建议，获国家、地方主管部门或生产企业采纳。

申报说明

项目类型为基础前沿类，实施周期不超过3年，其他来源资金与中央财政经费比例不低于0.5:1。

指南38 京津冀特征污染物跨介质风险协同防控关键技术及应用

研究内容

针对京津冀人口集聚区特征污染物（碳氮硫及重金属）跨介质迁移转化路径不清、人工调控响应特征不明、生态与气候风险认识不足等关键瓶颈，面向重点行业典型排放源，优化重金属质量衡算模型，建立特征污染物气、土、水多介质流向同步核算方法，构建涵盖活性氮硫、温室气体、关键重金属及典型有机污染物的长时序、高空间分辨率多介质流向清单数据库；基于多介质流向清单识别工农业重点部门关键污染控制系统，研发活性氮、重金属及典型有机污染物跨介质迁移靶向阻控和协同削减的人工调控新技术，利用同位素示踪等手段，明确污染控制系统内碳氮硫、重金属及典型有机污染物的跨介质迁移转化路径和通量；研发针对大气干湿沉降-地表再排放双向交换关键过程的动态通量观测技术，依托京津冀不同功能区的综合观测站点，开展特征污染物跨介质过程综合观测，重点解析温室气体的土-气、水-气界面双向交换通量特征，构建本地化碳氮硫汞等气体双向交换过程的参数化方案；融合多介质流向清单和跨介质迁移转

化关键过程参数化方案，构建物理-数据双驱动的人工智能模型框架，量化特征污染物气-土-水跨介质迁移转化特征及对人工调控的响应特征，以生态毒性减量化、温室气体总量控制、大气细颗粒物浓度降低为生态环境与气候风险综合防控目标，拓展多目标最优化模块，建立跨介质风险协同防控人工智能模型；基于站点通量观测与人工智能模型模拟，构建重点管控污染物的跨介质迁移转化特征以及对人工调控的响应特征数据库，建立特征污染物跨介质风险协同防控决策平台，选择典型区县级场景开展决策平台的综合应用，为京津冀区域跨介质污染风险协同防控的过程模拟与科学决策提供关键技术支撑。

考核指标

1. 构建京津冀人为源（包括向大气排放与向土壤、水体的释放）长时序高空间分辨率多介质流向清单数据库 1 套，覆盖活性氮硫物种（ NH_3 、 NO_x 、 HONO 、 SO_2 、 H_2S 等）、温室气体（ CO_2 、 CH_4 、 N_2O 等）、重金属（ Hg 、 Cd 、 As 、 Pb 、 Cr 、 Co 、 Ni 、 Cu 、 Zn 、 Mn 、 V 、 Se 等）以及典型有机污染物（多环芳烃等）。清单时间跨度覆盖 2010~2025 年，空间分辨率达到企业级，重点行业点源化率 $\geq 90\%$ ，多介质流向的核算不确定度 $\leq \pm 30\%$ 。

2. 研发针对京津冀人口聚集区典型行业活性氮（ NH_3 、 N_2O 、 NO 等）、重金属以及典型有机污染物的靶向阻控和协

同削减新技术 2 项，在相应污染控制系统内实现活性氮的跨介质迁移通量削减率 $\geq 30\%$ ，重金属生物有效态削减率 $\geq 40\%$ ，典型有机污染物削减率 $\geq 20\%$ 。明确不同污染控制系统（不少于 2 类）中 $> 95\%$ 碳氮硫元素跨介质迁移转化路径和通量。

3. 完成京津冀典型功能区跨介质迁移通量观测，覆盖人口集聚区（城区、工业区、农业区）和生态敏感区，站点数不少于 4 个，观测覆盖春夏秋冬典型季节。双向交换通量监测物种覆盖 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、 NH_3 、 NO 、 NO_2 、 HONO 、 SO_2 、 H_2S 、 Hg^0 等，时间分辨率达到 10 min 级，常量气体（除 Hg^0 外）通量观测精度达到 $5 \mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ， Hg^0 通量观测精度达到 $0.05 \text{ ng m}^{-2} \text{h}^{-1}$ 。建立本地化的碳氮硫汞气体双向交换过程参数化方案 1 套，揭示典型功能区 $> 90\%$ 碳氮硫汞元素跨介质迁移转化路径与通量。

4. 建立物理-数据双驱动的特征污染物气-土-水跨介质风险协同防控人工智能模型，量化特征污染物跨介质迁移转化特征，以及对人工调控的响应特征，准确率 $> 85\%$ ，模型推理速度较传统数值模型提升 ≥ 50 倍。

5. 建成重点管控污染物跨介质迁移转化特征及对人工调控的响应特征数据库（数据量 ≥ 1000 条），建立特征污染物跨介质风险协同防控决策平台，在不少于 2 类京津冀区县级典型场景开展应用，实现跨介质污染综合风险下降 10% 以

上，形成可复制、可推广的跨介质风险防控决策平台。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 39 京津冀典型场景排放智慧监管技术研发与示范应用

研究内容

针对京津冀排放源监管中异常排放行为隐蔽性强、移动源跨区域排放追踪难和面源排放监管困难等突出问题，面向固定源、道路移动源、工业园区、居民生活源排放典型场景，研发覆盖多种污染物的排放智慧监管技术并开展示范应用。基于排污许可、在线监测、环境处罚等多源异构信息，研发工业企业大气污染排放特征智能画像技术，实现企业排放行为连续动态精准识别，能够智能捕捉典型排放源启停机、低负荷运行等非正常工况的排放异常并输出可核验线索，构建规则约束与知识推理耦合的固定源排放行为监管智能体，实现污染来源快速推理，提升固定源智能化监管水平；基于重型车 OBD 海量数据，研发重型柴油车 NO_x 排放实时预测模型与风险分级预警技术，自动生成差异化、精准化管控建议，并结合定期检验、门禁视频等信息构建车辆全生命周期排放动态画像，识别违法排放和异常运行模式，实现违规车辆跨

区域全景式精准追踪；研制适配无人机平台、自动充放电与全天候作业环境的轻量化超光谱成像载荷，开发基于无人机多角度交叉对扫的米级分辨率大气断层扫描算法，面向工业园区、居民区、农业区等区域面源，研发基于多无人机协同观测的面源排放热点筛选和异常排放识别技术，实现面源排放的无人化监管；研发人工智能驱动的多污染物多部门排放-浓度耦合反演推理引擎，基于多源感知大数据实现京津冀主要污染物分部门排放动态变化高效快速反演，并融合多源监管信息开发跨源时空图神经异常识别框架，智能识别排放异常变化和潜在问题源，形成排放动态变化分析报告和异常清单；研发融合固定源在线监测、重型柴油车 OBD 数据、无人机超光谱立体监测和多维感知数据反演的多污染物排放通量快速核算技术，研发具备源强动态感知能力的综合智慧监管系统，构建典型场景“排放感知-通量核算-来源识别”一体化智能决策技术体系，实现典型场景无人化监管、常态化巡查与智能决策响应。在京津冀地区开展排放源智慧监管技术的示范应用。

考核指标

1. 固定源排放行为监管智能体 1 套，具备工业企业排放智能画像和高值冒泡事件污染来源快速推理功能，包含京津冀标准化工业源环境管理数据库 1 套，至少涵盖 4 种核心工业源大气污染基础数据，数据至少覆盖京津冀范围内所有

重点管理及简化管理的工业企业，完整性 $\geq 90\%$ ，高频类数据更新延迟 ≤ 24 小时；工业企业大气污染排放特征智能画像覆盖物种包括颗粒物、 SO_2 、 NO_x ，结果与企业实际排放情况的吻合度 $\geq 80\%$ ，非正常工况识别准确率 $\geq 70\%$ ；空气质量高值冒泡事件污染源推理响应达到小时级别，准确率 $\geq 60\%$ ；智能体实现多源数据的语义统一和关联映射，智能溯源语义推理准确率 $\geq 75\%$ 。在至少1个省级和1个地市级部门开展示范应用。

2. 针对OBV远程数据的多数据质量评分模型与分级分类技术1套，建立多维度数据质量评价指标体系，实现京津冀范围内50%以上的重型柴油车OBV数据质量等级自动标注，标注更新频率 ≥ 1 次/小时；构建重型柴油车 NO_x 实时预测模型及分级预警技术1套，开发基于预警结果的管控辅助决策系统，自动生成差异化管控建议，可同时预测 ≥ 1 万辆车，响应时间 ≤ 6 小时；研发违法排放专项识别与跨区域违规车辆精准追踪算法1套，线索识别准确率 $\geq 70\%$ 。在至少1个省级和1个地市级部门开展示范应用。

3. 无人机轻量化超光谱成像载荷1套，载荷重量 ≤ 1.5 kg，光谱分辨率 ≤ 0.5 nm，光信号捕集效率 $\geq 90\%$ ；交叉对扫断层扫描算法1套，监测浓度空间分辨率 $\leq 5\text{m} \times 5\text{m}$ ，时间分辨率 ≤ 30 分钟，污染气体浓度检测限 $\leq 1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；面源排放无人机智慧监管系统1套，可智能识别排放突增、扩散异

常等风险特征，覆盖物种包括 PM_{2.5}、SO₂、NO₂、HONO、HCHO、CHOCHO、NH₃，监管系统巡查覆盖面源范围 ≥ 10 km × 10 km，智慧调度响应时间间隔 ≤ 2 小时，跨介质面源污染监测与负荷识别误差 ≤ 10%。在不少于 2 个典型面源地区实现示范应用。

4. 人工智能驱动多污染物排放-浓度耦合推理引擎 1 套，实现排放源动态逆向推演，形成业务化数据产品，结果覆盖京津冀地区，包含电力、工业、交通、民用、农业等主要排放部门，排放物种不少于 5 种，空间分辨率不低于 5 km × 5 km，时间分辨率为日，误差 ≤ 30%；基于多源数据的跨源时空图神经网络异常排放识别框架 1 个，至少涵盖 4 种不同来源的基础数据，排放异常行为识别准确率 ≥ 75%，形成排放动态变化分析报告与异常清单，更新频率 ≥ 1 次/日。在至少 1 个省级和 1 个地市级部门开展示范应用。

5. 典型场景排放综合智慧监管系统 1 套，融合固定源在线监测、重型柴油车 OBD、无人机超光谱立体监测和多维感知数据反演，面向企业偷排、异常工况、秸秆焚烧、重污染应急、重大活动保障等典型场景，实现污染物排放通量快速核算，响应时间 ≤ 2 小时，通量核算误差 ≤ 30%，空间覆盖范围 ≥ 10 km × 10 km；具备源强动态感知、异常排放识别和来源判别能力，异常识别准确率 ≥ 75%，来源识别准确率 ≥ 70%；形成无人化监管、常态化巡查与智能决策响应，在

京津冀不少于 5 类典型场景开展示范应用。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 40 京津冀供需协同柔性资源聚合与火电替代减污降碳技术研发与示范

研究内容

针对京津冀地区火电依赖程度高与新能源消纳受限并存、终端柔性资源替代火电过程中碳污协同减排成效不清的突出问题，开展京津冀供需协同柔性资源聚合与火电替代减污降碳技术研发与示范。研究柔性资源驱动火电边际出力调节的减污降碳协同路径与核算方法，解析火电替代过程中碳、氮、硫跨介质迁移转化路径及通量识别，揭示柔性资源替代火电过程中节能-降碳-减污的时间-空间-组织多尺度耦合机理及其对大气碳污浓度小时级消峰的量化响应关系，构建融合天空地一体化多元感知数据，耦合削峰填谷、需求响应等多类柔性调节场景与大气-水体-土壤跨介质过程的协同量化模型与标准化方法学体系；研究多空间层级能源系统环境效应协同的高性能仿真及优化技术，建立多源异构、监测数据动态校准的能-碳-环境-人居动态映射模型，研发具备百万节点并行计算能力的协同仿真软件平台，开发面向不同能

源结构、减污降碳路径及典型气象条件等多场景的跨区域、高时空分辨率多目标精准匹配与滚动优化仿真算法；研究火电替代的百万千瓦级海量柔性资源动态聚合优化控制技术，开发适用于工业园区、建筑群、污水处理厂等场景下分布式新能源电源、储能、热泵、空调、充电装置等多类柔性资源替代火电容量的减污降碳智能调控算法，研发多终端接入、实时感知、分层分时分区调控、云边协同的跨领域高适配性成套软硬件；研究自主研发架构下实时高频异构数据加密上链存证技术，开发日内交易复杂业务场景异步上链延迟压缩技术，构建多级索引的秒级溯源查询引擎，研究火电替代的电-碳-污协同治理与电碳市场交易服务支撑系统，实现柔性资源的碳污减排量溯源确权、精准核算与市场化激励；在京津冀地区开展柔性资源替代火电容量的减污降碳综合示范，构建多场景多维综合示范验证及效果评估体系，验证机理模型、仿真算法、调控装备、电碳交易系统综合应用成效，支撑区域跨介质物质流全过程管控，形成配套标准规范与规模化推广路径。

考核指标

1. 节能-降碳-减污多维度高精度核算与时空组织多尺度动态聚合的跨介质物质流表征模型 1 套。覆盖碳、氮、硫三大类关键元素在气-水-固跨介质界面的迁移通量与转化速率及转化路径，通量核算准确率 $\geq 90\%$ ，跨介质转化反应机

理识别率 $\geq 90\%$ ，路径识别覆盖率 $\geq 95\%$ ；模型应用覆盖不同火电碳污控制系统与多类柔性资源调节场景，“电-碳”链路核算误差 $\leq 5\%$ ，“电-污”跨介质链路核算误差 $\leq 10\%$ ，用能系统时间分辨率 ≤ 15 分钟；融合 CEMS 在线监测、电力调度 SCADA、大气环境质量监测、气象再分析等不少于 4 类多源异构数据，近实时数据流时空对齐与融合处理延迟 ≤ 5 分钟，数据有效利用率 $\geq 90\%$ ；经不少于 3 个典型园区或场站开展完整年度实证校验。

2. 多层级能源系统环境效应动态映射与高性能仿真优化模型 1 套，开发城市大空间尺度并行计算仿真平台，节点规模 ≥ 100 万，支持冷、热、电、温、碳等不少于 10 类数据融合处理能力，仿真时间分辨率提升至 5 分钟级；碳排放、污染物浓度及室内热环境指标仿真偏差均控制在 10% 以内，计算效率提升 20 倍；研发能-碳-环境-人居协同多目标优化技术，并形成面向不同可再生能源结构场景的差异化规划方法 ≥ 3 套，实现室内环境保障率不低于 95% 的前提下碳排放减少 10% 以上，开展覆盖不同地区、建筑类型、系统形式等不少于 200 个典型算例验证。

3. 火电替代的海量柔性资源动态聚合优化控制技术 & 云边控制装备 1 套，装备适用工业热能深度回收、建筑冷热供应、区域电网柔性调节、城市污水治理等场景不少于 5 种，支持多终端接入、实时感知、分层分时分区调控、云边协同，

兼容 10 种以上主流设备通信协议，接入柔性资源 ≥ 5 类，终端节点 ≥ 100 个，典型场景调控指令跟踪精度 $\geq 95\%$ ，单边节点本地优化决策时延 ≤ 500 ms，关键运行参数采集准确率 $\geq 99.9\%$ ；聚合调控算法支持柔性资源规模 ≥ 100 万 kW，柔性资源预测准确率 $> 95\%$ ，对边端聚合的负荷可调电量、等效碳污减排量的计量与调控周期小于 15 分钟，调控寻优效率提升 30%以上。

4. 火电替代的电-碳-污协同治理与电碳市场交易服务支撑系统 1 套，突破基于自主研发联盟链架构的多源异构数据存证技术，实时计量场景提升至秒级，日内交易场景上链延迟提升至分钟级，溯源查询响应速度提升至秒级；构建绿电-绿证-碳配额等效融合算法模型，实现柔性资源参与电网互动、降低碳排放、减少污染物的确权、核算、交易全流程覆盖，在京津冀形成千万级绿证交易支撑能力（ ≥ 1000 万张/年，等效标煤替代约 300 万吨）；参与市场交易的协同治理方案较基准情景 $\text{PM}_{2.5}$ 下降 5%以上、等效碳排放下降 10%以上。

5. 在京津冀典型工业园区、建筑群、污水处理厂等开展 4 项柔性资源替代火电的减污降碳示范应用，示范聚合容量 ≥ 50 MW，建筑示范面积 ≥ 150 万 m^2 ；示范项目碳排放较基准情景降低 $\geq 20\%$ ，柔性可调资源占尖峰负荷比例 $\geq 20\%$ ，柔性资源容量 ≥ 20 MW，柔性资源调控降碳贡献率 $\geq 10\%$ ，

电气化率 $\geq 80\%$ ，新能源消纳率达到 100%；形成终端柔性资源替代火电过程的跨介质物质流调控机制；编制国家或行业标准不少于 4 部。

申报说明

项目类型为应用示范研究类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 5:1，实施周期不超过 3 年。

指南 41 京津冀多介质有机胺排放与治理技术研究

研究内容

面向京津冀多介质有机胺“排放识别-影响评估-综合治理”的关键技术需求，研制碳捕集设施有机胺逃逸评估与控制中试装置，研究不同监测技术测量碳捕集烟气有机胺的适用性和不同控制技术对烟气有机胺的去除效率，开发碳捕集烟气、废水等多介质样品中有机胺和亚硝酸胺等副产物的检测方法，建立检测全流程质量保证体系；开展京津冀典型行业碳捕集设施烟气中有机胺测评，解析有机胺多介质排放过程及影响因素，研究有机胺排放对周边大气环境浓度的影响；研究机动车有机胺排放特征及影响因素，解析其对道路边大气有机胺浓度的影响；研究典型京津冀城市大气有机胺的特征及来源，探究有机胺在大气中的多相转化和清除规律，揭示有机胺协同生成二次组分的机制与贡献；结合影响研究，评估碳捕集设施有机胺逃逸的排放限值，编制有机胺排放监

测和管理的国际标准技术报告。

考核指标

1. 碳捕集设施有机胺逃逸评估与控制中试装置 1 套，涵盖燃煤烟气和燃气烟气两类，烟气处理能力 $\geq 500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ， CO_2 捕集能力 ≥ 2.5 吨/天，稳定运行时间累计不少于 1500 小时；碳捕集烟气有机胺逃逸监测及控制研究报告 1 份，涵盖在线和离线方法用于监测碳捕集烟气有机胺逃逸的适用性，以及水洗、湿式电除尘器等控制技术对碳捕集烟气有机胺的去除效率。

2. 多介质样品中有机胺及其副产物检测方法 1 套和亚硝酸胺检测方法 1 套，涵盖烟气、废水和机动车尾气等样品，目标组分不少于 4 种有机胺、4 种醛酮类有机胺副产物和 4 种亚硝酸胺，烟气和尾气样品中方法检出限达到 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 级别，水样品中方法检出限达到 $\mu\text{g}/\text{L}$ 级别，建立全流程质量保证体系，检测京津冀典型行业碳捕集设施烟气、废水以及机动车尾气中有机胺、亚硝酸胺及醛酮类副产物。

3. 碳捕集设施烟气有机胺排放数据集 1 套，覆盖不同 CO_2 负荷、贫胺液温度等关键运行工况条件及控制技术，测试烟气中不少于 4 种有机胺、4 种亚硝酸胺和醛酮类有机胺副产物，监测频次实现分钟级；厂区尺度大气有机胺扩散模型 1 套，涵盖有机胺的大气传输、转化、沉降等关键过程，预测有机胺的大气浓度场分布，解析碳捕集厂区及周边大气有

机胺浓度特征与变化规律。

4. 机动车尾气有机胺排放数据集 1 套，测试汽油车、混合动力车和柴油车等车型，涵盖国五和国六排放标准，测试车辆不少于 100 辆次，排放标准、运行工况和车辆负载等不同车用条件组合不少于 6 种，测试尾气中不少于 4 种有机胺和 4 种其他含氮有机物的排放浓度，监测频次实现分钟级；解析城市道路边大气有机胺浓度特征与变化规律，明晰机动车有机胺排放对道路边大气有机胺浓度的影响，支撑城市大气有机胺来源解析。

5. 大气有机胺多介质转化过程与协同生成二次组分模拟模型 1 套，融合有机胺浓度、气象及干湿沉降等典型京津冀大气环境参数，包含不少于 4 种有机胺的气相氧化和非均相界面反应过程，预测亚硝胺的产率，解析有机胺的大气寿命和区域传输尺度，量化不少于 4 种有机胺协同生成二次组分的潜力；解析工业、交通等典型排放源对城市大气有机胺的贡献，涵盖冬、夏 2 个季节，不少于 4 种典型有机胺；碳捕集设施烟气有机胺排放监测和管理技术报告 1 份，涵盖有机胺的采样检测、数据报告、影响评估及控制措施等内容，提出碳捕集设施有机胺逃逸的排放限值建议，由国际标准化组织发布。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央

财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 42 京津冀大气氧化性界面调控技术研究

研究内容

针对气溶胶界面活性组分转化机制及大气氧化性贡献关键信息缺乏的问题，选取京津冀典型大气气溶胶体系，开展界面活性组分转化机制及其大气氧化性效应研究。研发活性组分界面转化机器学习势能面高精度模拟技术，建立气溶胶界面-体相离子空间分布与活性组分富集吸附的关联图谱，形成典型离子界面吸附特性数据集；模拟界面反应路径，解析酸度、离子组成、界面电场对反应能垒与动力学的调控规律，建立多环境梯度基元反应速率常数数据集；开展大型烟雾箱验证实验，获取气粒两相产物高时间分辨演化特征与速率常数，解析环境因子对界面氧化性的调控机制，完成界面电子转移与中间物种演化表征，构建覆盖界面反应动力学、环境调控、电子转移特征、氧化性评估的全链条数据集，研发适配区域空气质量模型的界面反应动力学参数化方案，支撑区域大气氧化性的模拟与调控。

考核指标

1. 开发活性组分界面转化机器学习势能面模拟模型 1 套，集成不少于 3 个可独立训练与验证的子模型，支持含不

少于 600 个原子的气液界面体系模拟，覆盖 ≥ 4 种气溶胶典型离子的空间分布，并可实现 ≥ 3 种大气关键活性组分的界面转化动力学模拟。在同等密度泛函理论计算精度下，模型的计算效率较从头算分子动力学提升至少 2 个数量级，体系总能量预测的平均绝对误差 (MAE) $\leq 3 \times 10^{-2}$ eV/atom，界面反应能垒的 MAE ≤ 0.2 eV。

2. 构建气溶胶界面-体相离子分布及活性组分富集微观模拟数据集 1 套，包含 ≥ 4 种典型气溶胶离子，收录多组温度梯度、酸度梯度、离子浓度梯度下的界面-体相分布数据，集成 ≥ 3 种大气关键活性组分富集与吸附的电子尺度参数，涵盖离子反应位点、初始反应构型，覆盖不少于 100 组环境工况与反应体系，形成高精度专用数据集。

3. 构建大气活性组分界面转化微观动力学数据集 1 套，涵盖活性氧、活性氮、活性碳等 ≥ 3 种关键大气活性组分，单类收录 ≥ 15 条界面基元反应路径，包含氢键、卤键网络、前线轨道能隙等电子结构参数，覆盖多环境工况，形成不少于 100 组反应体系规模的标准化专用数据集。

4. 完成 ppb 浓度条件下气溶胶界面化学的大型烟雾箱验证实验 (烟雾箱体积 $\geq 30\text{m}^3$ 、颗粒物壁损失 $< 8 \times 10^{-4} \text{min}^{-1}$)，获取气粒两相产物的高时间分辨率 (< 1 分钟)、长时序 (> 3 小时) 演化数据，测定活性氧、活性氮、活性碳等 ≥ 3 种关键活性组分界面反应速率常数，明确 ≥ 3 种核心

环境因子对界面氧化性的调控机制。

5. 完成 3 种关键活性组分界面电子转移、瞬态物种演化及终产物分布的全链条表征，构建覆盖界面反应动力学、环境调控、电子转移特征、氧化性评估的全链条数据集 1 套；形成适配区域主流空气质量模型（如 CMAQ）的界面反应动力学参数化方案 1 套。

申报说明

项目类型为**基础前沿类**，以中央财政经费支持为主，实施周期不超过 3 年。

指南 43 京津冀化学-天气双向反馈过程全耦合精准模拟技术

研究内容

面向京津冀地区大气细颗粒物与能见度精准模拟需求，针对当前化学-天气反馈机制认识不清、空气质量模型中反馈机制不完整等问题，研发化学-天气双向反馈过程全耦合精准模拟技术。研发辐射雾多相物理化学过程立体观测技术，开展气溶胶吸湿活化与多粒径液滴化学组分外场观测，揭示辐射雾演化中多相化学过程与微物理过程的相互作用及耦合机制；研制气象-化学同框架、同步长、多变量在线耦合的化学-天气模拟内核，建立气溶胶-辐射相互作用与气溶胶-云相互作用的天气尺度定量化表征方法，实现化学过程与天气过

程的双向全耦合模拟；研发基于双向全耦合模拟的能见度与PM_{2.5}浓度高精度同步模拟技术，提升京津冀地区污染过程PM_{2.5}浓度与能见度协同模拟能力，揭示京津冀地区秋冬季辐射雾与PM_{2.5}污染协同演化过程与机制。

考核指标

1. 辐射雾多相物理化学过程立体观测技术 1 套，实现地面与 20 米以上双高度气溶胶吸湿活化及多粒径液滴化学组分同步观测，具备雾内液滴按 4 个粒径段开展化学组分、干燥状态粒径分布及吸湿性综合在线监测能力，时间分辨率优于 1 小时。在京津冀地区开展外场观测试验，设立监测点位 ≥ 1 个，观测周期 ≥ 2 个月，形成包含至少 4 个粒径段气溶胶粒径谱分布、气溶胶吸湿性参数、气溶胶化学组分质量浓度、气溶胶临界活化粒径、过饱和比、间隙气溶胶和雾滴含水量等关键参数的综合数据集 1 套。

2. 化学-天气双向反馈全耦合模拟模块 1 套，实现代码 100%国产化。涵盖气溶胶组分雾内沉降、气溶胶-辐射相互作用、气溶胶-云凝结核-暖云相互作用、气溶胶-冰核-冷云相互作用等主要机制 ≥ 4 类，实现耦合的气溶胶组分 ≥ 7 种、粒径分档 ≥ 10 档；京津冀地区污染过程 PM_{2.5}峰值模拟准确率与当前业务模型相比提升 10%以上。

3. 基于双向全耦合模拟的能见度与 PM_{2.5}浓度同步模拟模块 1 套，实现代码 100%国产化。消光系数计算涵盖气溶

胶组分 ≥ 7 种、气态污染物 ≥ 1 种、水凝物 ≥ 4 种；模拟变量 ≥ 25 种，包含PM_{2.5}浓度、气溶胶组分、能见度、辐射通量、云宏微观特征量等，空间分辨率 ≤ 3 km，时间分辨率 ≤ 1 h，开展不少于6个月实际模拟验证，京津冀地区污染过程能见度模拟准确率与当前业务模型相比提升10%以上。

申报说明

项目类型为**基础前沿类**，以中央财政经费支持为主，实施周期不超过3年。

指南 44 面向溢流污染与污泥中毒的厂网突发水质风险 荧光原位监测技术及装备

研究内容

针对排口水质实时监管的需求，开展排水系统雨季溢流污染与污水厂微生物急性中毒精准识别与预警技术装备研究。研究高浑浊环境下颗粒杂质、吸光组分对荧光监测的干扰效应及作用机制，建立基于光程优化与散射修正的荧光内滤干扰控制方法，开发前表面荧光探头、管式流通池等薄层荧光配件，研制低成本多波长微型荧光光度计及原位监测与远程数据传输系统。研发基于原位荧光监测的排水系统溢流污染快速识别及智能解析方法，揭示污水、雨水以及管道沉积物中特征荧光组分及其时空变化规律，构建雨季排口溢流污染负荷快速评估方法。研发基于原位荧光监测的功能微生

物胞外物质、NADH 和代谢产物快速识别技术，确定微生物死亡的特异性荧光评价指标与污泥中毒的界定阈值，构建污水厂活性污泥急性中毒预警技术。开发排水系统雨季溢流污染与污水厂微生物数量及活性的原位荧光监测装备，在京津冀地区开展应用验证，支撑排口水质实时监管与污水厂韧性提升。

考核指标

1. 研制具有自主知识产权的微型多波长微型荧光光度计，激发光波长范围 280-450 nm，信噪比不小于 100，设备重量小于 10 kg，设备体积小于 0.02 m³，具有连续监测、数据远程传输等功能，单价不超过 20000 元/台。

2. 建立高浑浊环境下荧光原位监测技术及干扰控制方法，无需过滤、稀释等样品预处理，最大允许 SS 达到 4000 mg/L，最大允许紫外吸光度（UV₂₅₄）达到 1.0 cm⁻¹。

3. 研发基于荧光原位监测的排水系统溢流有机污染快速识别技术及装备 1 套，单点检测时间 ≤ 5 min，与国标 COD_{Cr} 检测方法对比误差不超过 20%，完成雨季溢流污染监测应用验证，不少于 3 次强降雨，系统在线率超过 95%。

4. 研发基于荧光原位监测的污水处理微生物数量与活性快速识别技术及装备 1 套，单点检测时间不超过 5 min，对比国标检测方法（MLVSS 和 OUR）误差不超过 20%；完成污水厂活性污泥急性中毒预警模拟测试，突发污染类型

(极端 pH 或高毒性有机物) 不少于 5 种, 响应时间较末端水质监测和污泥上浮观察提前 2h 以上, 漏报/误报率不超过 20%。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类, 其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1, 实施周期不超过 3 年。

指南 45 京津冀生态质量评价关键技术与智慧化装备研发及应用

研究内容

针对京津冀区域生态质量评价中自然扰动与人为影响责任归因不清、预测预警能力不强、监管处置智能化不足等问题, 开展京津冀生态质量评价“机理解析-评价预警-装备研发”全链条关键技术研究。研发自然扰动和人为影响耦合作用下的生态质量变化归因机理模型, 构建京津冀区域生态系统与生物群落双重参照系, 建立自然参照状态、气候归一化基准与治理可达前沿协同约束的生态质量关键指标目标期望值测算方法; 研发面向非平稳生态过程的关键指标退化特征及风险阈值自适应识别方法, 滚动推演关键指标变化趋势、早期预警信号和影响范围, 研发演替驱动的恢复潜力预测模型, 建立融合规则推理、多目标优化与强化学习的生态质量风险溯因与治理措施优选决策框架; 研制中心端-移动终

端协同的生态质量评价考核智慧化装备，突破移动端现场核查与中心端协同反馈、人为活动合规性智能识别与风险判别等关键技术，在京津冀典型地区开展国家-省-市-县多级协同应用。

考核指标

1. 构建自然扰动和人为影响耦合作用下的生态质量变化归因机理模型 1 套，定量输出各类因子的贡献率和交互作用强度，在京津冀典型区域开展验证，自然扰动与人为影响主导类型归因判别准确率 $\geq 85\%$ ；构建京津冀区域生态系统和生物群落双重参照系，覆盖森林、荒漠、草原、湿地、海洋、城市等 6 类主要生态系统；建立生态质量关键指标目标期望值测算方法 1 套，明确基准期、目标期、变化幅度和不确定性范围；提出不少于 4 项生态质量关键指标在 2035 年和 2050 年的目标期望值，包括但不限于自然生态系统面积占比、生境连通度、生态系统质量维持度、城市建成区绿地率，采用历史数据开展回溯预测检验，关键指标目标期望值测算结果的平均相对误差 $\leq 15\%$ 。

2. 建立关键指标退化特征及风险阈值自适应识别方法 1 套，支持新增数据和扰动因子持续接入，实现生态质量退化风险逐期更新和动态校正，关键指标趋势方向预测准确率 $\geq 90\%$ ，指标预测准确率 $\geq 85\%$ ，风险等级判定一致率 $\geq 85\%$ ；形成生态质量风险识别-分级处置-修复提升一体化对策库 1

套，覆盖长期渐进性退化风险、极端气候突发灾害风险、人为活动干扰风险、自然-人为复合风险等不少于 4 类典型风险情景，构建“风险类型-风险等级-生态系统类型-主控因子-对策措施”匹配矩阵，形成分级处置和修复提升措施 ≥ 100 项；形成京津冀地区生态质量提升技术方案 1 份，得到省级及以上生态环境主管部门采纳。

3. 研制中心端-移动端协同的国家-省-市-县多级生态质量评价智慧化装备 1 套，中心端实现省级行政单元评价结果生成耗时 ≤ 1 h，区县行政单元靶向提升推荐方案生成耗时 ≤ 5 min；移动端支撑生态质量评价结果实地核查，自动关联问题图斑、空间管控要求、合规性判定结果和整改反馈等信息，证据链要素完整率 $\geq 95\%$ ；在项目实施周期内完成京津冀地区国家-省-市-县四级协同评价应用验证 ≥ 1 次，覆盖 ≥ 1 个省级行政单元、 ≥ 3 个地市级行政单元、 ≥ 6 个县级行政单元，应用效果获得省级及以上生态环境主管部门认可。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政资金比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 46 面向水治理的特征要素智慧化监管关键技术研发

研究内容

针对京津冀复杂河湖水体关键要素遥感光学响应机制不明、治理修复后监管智能化不足等问题，创新顾及邻近效应的多源高分辨率水体光学遥感信号偏差全自动精细校正算法，耦合水体理化特征的约束机制，研发复杂水环境下的水质-水生态关键参数遥感生产线无代码敏捷搭建与高精度反演技术；围绕水体黑臭样本稀缺、光谱特征时空漂移等现象，建立水体黑臭等异常表观特征与物理先验约束协同的水体异常特征体系，设计小样本学习策略，研发小样本数据场景下水体黑臭等异常状况快速判定技术；融合水质-水生态-水文多维参数，构建多层级贝叶斯时空分层定量归因技术，建立人为治理活动与气候演变因子对水生态关键指标的联合概率依赖关系，利用长时序遥感数据重构无干扰自然背景线，实现“人努力”治理成效的精准定量评估；嵌入领域专家经验决策规则与知识约束，研发基于多智能体协同的水治理特征要素评估和成因溯源人-机协作分析系统，建立水体黑臭等异常状况智能判定、水生态成效归因分析及智慧化决策响应的监管模式，支撑水生态保护修复成效监管从“经验判断”向“快精准、智能化”跃升。

考核指标

1. 研发水体高分辨率光学遥感信号偏差全自动精细校正技术 1 项，支持高分、资源、哨兵、北京等民商高分辨率光学遥感数据的全自动大气校正，无人工干预情况下米级分

分辨率水体离表反射率误差 $<10\%$ 。

2. 研发支持水质（透明度、溶解氧、氨氮等）-水生态（浮游植物、水生植物等）关键参数遥感产品生产线无代码敏捷搭建与高精度反演技术 1 项，光学活性水质参数反演精度 $\geq 85\%$ ，非光学活性水质参数估算精度 $\geq 65\%$ ，遥感产品生产线共性处理与关键参数反演敏捷算子 ≥ 50 个。

3. 提出小样本数据场景下（样本量通常几十至几百）水体黑臭等异常状况快速判定技术 1 项，研究区域内黑臭水体自动判定正确率 $\geq 85\%$ ，编制黑臭水体溯源技术工作指南 1 份，获省级及以上主管部门采纳。

4. 提出多层次贝叶斯时空分层定量归因技术 1 项，实现水生态治理成效中自然波动与人为干预的定量剥离，编制水生态保护修复成效评估技术指南/规范行业标准 1 项，获国家生态环境主管部门采纳。

5. 研制多智能体协同的水治理特征要素评估系统 1 套，数据汇聚智能体实现与国家级卫星遥感、检验数据平台的协议无关性对接，支持不少于 20 颗国产民用中高分辨率卫星 ≥ 3 种主流数据交换标准，智能体支持国家级监管业务数据平台，评估业务智能体规程可视化编排决策响应时间 ≤ 3 min，支持评估报告自动生成，获省级及以上主管部门采纳。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央

财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 47 智能可穿戴空气污染监测系统开发

研究内容

针对环境健康风险评估理论从群体平均化向个体精细化转变的问题，研发微纳米传感驱动的可穿戴空气污染多指标监测设备关键技术；开发便携式个体呼出气健康效应的监测设备，构建个体-群体-区域联动的环境健康数据库，研究不同区域或场所空气污染的人群暴露规律与健康效应特征及演变趋势，构建实时暴露响应的个体化预警系统；在京津冀区域典型城市开展应用示范，并实现多尺度联动的污染治理决策支持。

考核指标

1. 研发微纳米传感驱动的可穿戴空气污染多指标监测设备关键技术 1 套，微流控集成传感模块检测灵敏度 $PM_{2.5}$ 达到 $3 \mu g/m^3$ ，全量程非线性误差 $\leq 10.0\%$ ，动态响应时间 $\leq 8 s$ ；臭氧检测限达 20 ppb，动态响应时间 $\leq 60 s$ ；柔性电子系统单次检测持续工作时间 $\geq 72 h$ ，可弯曲半径 $\leq 10 mm$ ，环境供能效率 $\geq 82\%$ 。

2. 开发便捷式个体呼出气健康效应的监测设备 1 套，呼出气 NO 检测极限 1.0 ppb，检测范围 10-100 ppb；丙酮和异戊二烯检测极限 30 ppb，检测范围 1-20 ppm。

3. 构建PM_{2.5}氧化潜势监测数据集 1 套，时间分辨率不低于 2 小时，数据集时间长度不少于 3 个月；同步采集PM_{2.5}氧化潜势及呼出气肺部炎症指标数据集 1 套，时间分辨率不低于 1 天，数据集时间长度不少于 1 个月，样本量不小于 50 个。在此基础上，建立PM_{2.5}质量浓度-肺部炎症及PM_{2.5}氧化潜势-肺部炎症的暴露反应关系各 1 套，定量评估其风险度及置信区间。

4. 开发智能补偿算法与实时暴露响应的个体化预警系统各 1 套，高湿环境测量偏差 $\leq \pm 5\%$ ，多污染物交叉干扰抑制率 $\geq 90\%$ ，个体化预警系统响应延迟 $\leq 1s$ ，路径优化算法决策准确率 $\geq 95\%$ ，用户依从性提升 $\geq 40\%$ ，长期预警模型暴露-效应关联模型 $R^2 \geq 0.85$ ，疾病风险预警AUC值 ≥ 0.88 ，时序分析误差带 $\leq \pm 7\%$ 。

5. 决策支持系统实时接入设备 ≥ 50 台，京津冀地区部署应用城市 ≥ 2 个；微环境暴露监测数据库 1 套，涵盖交通出行、室内空间、户外运动以及典型工业区等不少于 4 种环境场景，实时接入用户最大容量 ≥ 500 位，总用户量 ≥ 2000 位，数据集时间长度不少于 1 个月。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 48 京津冀餐饮源有机物排放监测监管技术

研究内容

针对京津冀城市地区餐饮源烟气排放量大、缺乏有效管控的难点问题，构建餐饮源有机物排放监测监管技术。开展城市代表性餐饮源烟气排放全挥发性区间有机物监测，研究菜系类型、烹饪方式、气象条件以及减排措施对餐饮排放关键有机物组成与浓度的影响；开展实验室烟雾箱模拟，研究餐饮源烟气中高碳醛和脂肪酸等关键组分在昼、夜条件下气相和非均相反应生成二次有机气溶胶（SOA）的转化过程及影响因素，建立餐饮烟气 SOA 生成与关键组分之间的非线性响应关系，构建餐饮源烟气二次氧化产物特征红外光谱库，研发餐饮源异常排放的一次有机物和二次氧化产物示踪判别指标体系；开发宽光谱中红外红外光谱仪小型化集成化自动化技术，研究温度、水汽等对餐饮烟气捕集效率的影响，提升设备在现场恶劣环境中适用能力，优化分析参数，融合餐饮油烟特征有机物红外光谱库，研发一套可用于现场执法及溯源的快速便携式油烟监测设备及对应的分析测试方法，实现餐饮异常排放快速精准识别。

考核指标

1. 构建餐饮烟气有机物全组分数数据库 1 套，覆盖商业餐饮、食堂和家庭烹饪等 3 类餐饮源，其中，商业餐饮包含京菜、鲁菜、川菜、粤菜等不少于 6 种菜系；涵盖

VOCs-IVOCs-SVOCs-LVOCs 全挥发性区间的不少于 300 种有机物分子组成，物种测量不确定性 $<30\%$ 。

2. 烟雾箱模拟餐饮源烟气中至少 4 种关键前体物生成二次有机气溶胶的机制，获取醛类和脂肪酸等餐饮源关键前体物生成二次有机气溶胶的主要化学组成及其红外光谱等特征吸收峰，至少包含 O_3 和 NO_3 自由基两种氧化反应路径，每类反应路径包含 10 种及以上关键二次产物。

3. 基于 AI 像素分析技术构建餐饮排放特征谱库一套，包含不少于 5 种菜系，每种菜系特征谱库覆盖 VOCs-IVOCs-SVOCs-LVOCs 以及烟气二次氧化产物不少于 200 种物种（包含氨基酸类、甾醇类、脂肪酸类及其二次氧化产物，其中 O_3 和 NO_3 氧化产物不少于 10 种）的化学组成及其红外光谱等特征吸收峰。

4. 研发 1 套现场快速便携式油烟监测设备，主机重量不大于 15 kg，红外波谱分辨率优于 1 cm^{-1} ，可检测物种不低于 50 种，设备测量结果与标准参比方法相对误差 $\leq 10\%$ ，采样分析时间 $\leq 2\text{ h}$ ；建立 1 套典型菜系的红外吸收光谱库及溯源模型，基于餐饮排放 VOCs-IVOCs-SVOCs 及其二次产物的特征谱库信息，提出 1 份基于便携式设备的分析测试和溯源方法，主要菜系餐饮异常排放识别准确率不低于 80%，并获得地方业务部门的监管应用证明。

申报说明

项目类型为基础前沿类，以中央财政经费支持为主，实施周期不超过3年。

指南 49 大气碳氮污染物的表界面过程模拟与监测技术

研究内容

针对关键大气碳氮污染物的表界面源汇过程和影响认识不足的问题，开展近真实大气条件下典型大气碳氮污染物表界面源汇过程的大体积烟雾箱可控模拟研究，解析其在京津冀典型下垫面和大气颗粒物表界面的吸附、转化和释放过程，发展典型大气表界面过程的计算流体力学（CFD）精细化模拟系统；在线监测表界面过程研究中气-固碳氮有机分子组成及同分异构体，实现表界面源汇过程中宽氧化态碳氮组分的实时高精度识别及定量；构建覆盖不同下垫面种类、多种表面以及多种环境条件的碳氮污染物吸附和释放速率数据集及参数化方案，开展街区尺度多情景数值模拟，明晰化学反应-物质传输多路径耦合的大气表界面过程对关键大气碳氮污染物转化的调控作用。

考核指标

1. 构建基于大体积室外烟雾箱的大气碳氮污染物表界面源汇过程模拟实验平台1套，具备不同表面曲率和组分大气颗粒物以及典型大气下垫面引入功能，其中颗粒物粒径范围覆盖3-600 nm，数浓度 $\geq 10^5 \text{ cm}^{-3}$ ，下垫面面积 $\geq 10 \text{ m}^2$ ；

开发典型大气表界面过程 CFD 精细化模拟系统 1 套,空间分辨率不低于 0.1 m, 代表性活性碳氮污染物 CFD 模拟结果和实验结果误差<10%。

2. 建立气态和颗粒态宽氧化范围碳氮有机分子及其同分异构体的在线分析方法, 在线检测半挥发性和高氧化性碳氮有机分子 ≥ 2000 种, 氧原子数覆盖 0-12, 在线检测气-固两相碳氮有机物同分异构体 ≥ 400 种, 准确定量碳氮有机物同分异构体 ≥ 100 种; 建立活性碳氮污染物界面反应产物的高分辨质谱和色谱-质谱数据库 1 套。

3. 构建典型活性碳氮污染物表界面源汇强度量化方案 1 套, 覆盖 ≥ 3 种下垫面、 ≥ 3 种化学组分颗粒物, 揭示含水率、表面曲率、表面电荷等参数的影响; 定量评估京津冀典型表界面 (≥ 3 种) 对硝基酚类、过氧酰基硝酸酯类、代表性初代氧化有机物、代表性多代氧化有机物等 4 类关键碳氮污染物 (≥ 20 种) 的源汇贡献, 源汇强度定量不确定性<30%。

申报说明

项目类型为基础前沿类, 以中央财政经费支持为主, 实施周期不超过 3 年。

指南 50 京津冀地下水中 DNAPL 与 LNAPL 复合污染精准探测技术与装备

研究内容

针对京津冀地区地下水中 DNAPL（重非水相液体）与 LNAPL（轻非水相液体）复合污染迁移转化机制复杂的问题，现有监测技术难以精准表征 LNAPL 相、DNAPL 相和溶解相污染物赋存状态，且洗井抽水检测结果失真率高，易形成“监测盲区”，导致污染边界不清、溯源不准、联控失效等问题，亟待开展 DNAPL 与 LNAPL 复合污染精准探测技术与装备研发。在识别含水层中 DNAPL/LNAPL 复合污染迁移规律基础上，研发普适性、参数化的 DNAPL/LNAPL 复合污染赋存状态定量表征方法；研发针对卤代烃、石油烃、苯系物的高特异性污染物富集-传感纳米材料合成技术；研发纳米功能材料增强的电化学/光谱联用传感单元及其国产化替代；研发适应京津冀水文地质条件的“原位采样-多组分同步检测-加密传输”一体化成套监测装备；研发含水层多相流-反应性溶质迁移耦合模拟技术，开发地下水 DNAPL/LNAPL 复合污染迁移智能预测模型；建立集“监测-刻画-溯源”污染识别技术体系，并在京津冀典型复合污染场地完成应用示范。

考核指标

1. 建立适用于京津冀复杂水文地质条件的含水层 DNAPL/LNAPL 复合污染多相赋存状态参数化定量表征方法，实现污染类型识别准确率 $\geq 80\%$ ，主要污染区域（贡献率 $> 20\%$ ）空间位置平均定位误差 \leq 场地特征长度的 10% ，单场地污染精细刻画周期 ≤ 30 天。

2. 研发高特异性污染物富集-传感纳米材料，对特征组分的特异性吸附容量 $\geq 300 \text{ mg/g}$ ，常见地下水共存离子干扰率 $\leq 15\%$ ，批量制备传感信号相对标准偏差 $\leq 10\%$ 。

3. 研发污染物多相态电化学/光谱联用传感单元 1 套，开发免试剂/少试剂检测模块；特征组分检出限 $\leq 0.8 \mu\text{g/L}$ ，检测响应时间 ≤ 10 分钟，连续稳定运行 ≥ 90 天，可区分 DNAPL/LNAPL 相，相态识别准确率 $\geq 80\%$ 。

4. 开发针对地下水中 DNAPL/LNAPL 多相运移与反应性溶质迁移的耦合模拟技术 1 套，NAPL 相饱和度反演平均相对误差 $\leq 15\%$ ；建立集“监测-刻画-溯源”污染识别技术体系；在京津冀地区完成典型工业污染场地应用示范。

5. 研制国产集成智能装备 1 套，国产化率 100%，适配 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 环境，同步监测 DNAPL、LNAPL、氨氮、浊度、氧化还原电位等指标 ≥ 5 项，数据传输延迟 ≤ 1 小时，人工维护频次 ≤ 1 次/月。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政资金比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 51 京津冀美丽中国先行区智慧决策与集成管理技术及应用

研究内容

面向京津冀美丽中国先行区生态环境高水平治理与区域经济高质量发展“双赢”的管理需求，聚焦区域生态环境效益最大化与社会经济成本最小化的动态平衡，开展京津冀美丽中国先行区智慧决策与集成管理技术的研究及应用。构建基于驾驭工程技术和智能体 workflow 技术相结合的、可控可解释的传统模型与智能模型融合算法体系，研发具有高时空分辨率特征的“社会经济成本-资源约束-生态环境改善”三维综合效益协同的多目标动态优化推演模型，精细揭示多战略与政策情景下先行区社会-经济-资源-环境的宏观动态变化与链式传导反馈机制；构建多层次多维度的先行区环境战略与政策知识图谱，开发基于“大数据+人工智能”的环境战略与政策自动化抽取和缺省赋值智能体，研究重大环境战略与政策实施背景下社会经济、资源消耗、环境质量演化的多情景智能模拟技术，形成针对大气应急管控、重大活动保障、空气质量标准提升等重大战略与政策实施对社会经济影响的标准化调控技术体系；研发基于自主智能体的企业级环境政策影响精准模拟、预测与智慧辅助决策技术，开发基于机器学习的企业级社会-经济-环境多维影响预测算法，刻画重点行业企业级污染物排放与社会经济活动动态响应机制，形成基于内生行为模式和外部社会经济环境影响的差异化适应性企业环境管理策略；研究外部干扰最小、整体成本最优、决策周期最短的社会、经济、环境、双碳等重大政策协

同性综合评估技术方法，形成面向先行区的区域政策协同决策机制与技术集成体系，支撑管理部门开展美丽先行区环境战略与政策决策优化；开发基于人工智能技术的京津冀美丽中国先行区智慧辅助决策与动态模拟调控平台，实现企业级和城市级环境效益与经济成本的动态预测、效果模拟、智能决策、优化调控等核心功能，基于大语言模型支撑的敏捷、安全、可信的决策方案智能生成，在京津冀重点领域、典型城市、样本区县（园区）等开展多层次模拟验证，与专项其他同类智慧模拟平台充分衔接。

考核指标

1. 构建 1 套具有自主知识产权的区域高时空分辨率的经济-环境-资源多目标动态优化推演模型，面向绿色低碳、环境优美、生态宜居、安全健康、智慧高效等多维目标的约束参数 ≥ 20 项，重点调控行业 ≥ 20 个，生成优化情景方案不少于 10 个。模型内部集成时空降尺度技术，政策实施推演结果的时间分辨率从年度到季度；空间上涵盖先行区中省和地市级，不少于 8 项核心环境经济指标降尺度到区县或园区。

2. 开发适用于京津冀区域的多层级环境政策措施知识图谱与数据库 1 套，包括政策领域、政策类型、政策工具、适用对象等维度环境治理细化措施 ≥ 300 条，每项措施内置经济成本、减排效益、碳排放等量化参数 ≥ 10 项。开发基于

“大数据+大模型”的环境政策数据库自动化抽取抓取和缺省赋值智能体 1 个，实现政策文本自动识别、政策措施自动抽取及结构化入库，政策抽取准确率 $\geq 80\%$ ，并支持人工校核与动态修正。相比传统人工整理抽取方式，政策信息收集整理效率提升 $\geq 70\%$ 。形成重大环境政策社会经济影响标准化评估技术指南一套（建议稿），形成美丽先行区重大战略与政策实施的技术支撑方案。主要成果被先行区省级及以上政府管理部门采纳应用。

3. 开发基于自主智能体的多源数据融合企业级污染物排放-经济活动数据库智能更新技术 1 套，在煤电、钢铁、化工等重点行业应用，企业级信息包含能源消耗、污染排放、经济效益、技术工艺等核心指标 ≥ 40 个。数据库涵盖典型重点工业城市中 95% 以上的重点监管企业，动态更新频率从年度提高到月度。开发基于机器学习的企业级环境经济预测技术，核心指标预测时间维度细化到季度和月度。形成不同行业、不同规模企业的适应性环境管理策略不少于 6 项。

4. 构建重大环境管理政策社会经济成本系统评估技术体系和管理制度，形成 5 项重大环境战略与政策评估与决策技术方案，相较于延续既有政策管理模式（BAU 情景），优化情景的重大环境管理政策社会经济成本整体下降 30% 以上，重大环境政策决策模拟耗时周期从数月缩短至数天-数周。形成面向京津冀美丽中国先行区目标的区域战略与政策

协同机制，主要成果被省级及以上政府管理部门采纳应用。

5. 构建经济代价和社会影响最小，兼顾资源能源约束的企业级环境政策精准模拟、筛选与优化调控平台 1 套，动态预测、效果模拟、智能决策、优化调控等核心模块不少于 5 个，重大环境政策模拟时长 ≤ 2 小时。系统内置多任务协作智能体 ≥ 3 个，在 ≥ 5 类典型政策场景应用。在京津冀重点领域、典型城市、样本区县（园区）等开展多层次模拟验证。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，实施周期不超过 3 年，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1。

指南 52 生态环境典型场景非现场执法关键技术与装备研究及应用

研究内容

针对非现场执法电子数据缺乏可信保障、排污许可“一证式”监管效能不足、现场执法缺少智能技术装备、典型执法场景取证手段缺失等问题，开展生态环境典型场景非现场执法关键技术与装备研究。聚焦程序性违法场景，从法律、制度、技术、数据、标准等维度研究构建全过程非现场执法体系，基于“技术-法律”协同框架，研发电子数据真实性、合法性、关联性“三性”智能校验引擎技术，融合联盟链、

时间戳、数字签名、隐私计算等技术，研发电子数据全链条存证溯源与安全防护链路，搭建一体化电子数据取证固证平台，实现证据防篡改、可追溯、安全可控；开展“监管-监测-执法”全链条业务数字映射与闭环处置技术研究，构建权责清晰、流程闭环、数据互通、协同高效的“三联动”技术体系，突破跨部门、跨层级数据壁垒，建设多模态、高质量、标准化数据集，研发多智能体协同推理引擎，搭建跨部门业务协同与数据共享平台，实现数据互通、线索流转、闭环管理的高效监管模式；研制轻量化 AR 智能执法眼镜，搭建“终端-云端”协同运行架构，围绕典型场景研发多模态影像数据解析技术、环境执法知识图谱增强大模型、智能体协同决策技术及证据链自动构建技术，实现违法识别、法规匹配、类案检索、文书辅助生成等智能辅助研判；研发轻量化、高波段机载多光谱传感硬件，开发巡航采样、影像重构和污染识别算法，实现流域大范围隐患排查与快速取证，突破生成式 AI、荧光指纹特征比对、溯源分析核心算法，研发水质荧光指纹配套证据链构建技术，搭建覆盖多行业污染源的水质荧光指纹特征数据库，形成“空-地”联动的智能监管模式；研发便携可佩戴式红外泄漏检测设备，研究语义分割、空间特征提取、深度卷积神经网络量化算法，实现复杂环境下泄漏云团识别、杂波抑制和 VOCs 泄漏速率实时测算、浓度分级提示，研发现场复核、盲区泄漏快速判别技术，实

现常规点位、不可达点位实时预警和快速取证，提升 VOCs 泄漏排查和 LDAR 合规核查效率与现场取证能力。

考核指标

1. 编制程序性违法全过程非现场执法建设方案 1 套；研发电子数据真实性、合法性、关联性“三性”智能校验技术 1 套，校验响应时间 $\leq 20s$ ；研发电子数据全生命周期可信存证溯源和隐私安全计算技术各 1 套，编制非现场执法的《电子数据取证固证技术规范》《电子数据交换标准》《电子数据质量评估指引》建议稿各 1 份；开发一体化电子数据取证固证平台 1 套，支持 ≥ 8 种数据接入与标准化治理，支持证据校验、线索研判、证据链构建、文书自动生成等功能。在京津冀至少 1 个地市级执法监管部门开展业务化应用。

2. 形成固定源排污许可监管“三联动”顶层技术体系 1 套，排污许可事项有效监管覆盖率从 50% 提升至 80%；建成固定污染源高质量数据集 1 套，支持 ≥ 8 种数据统一汇聚，单条数据处理时间 $\leq 5s$ ；研发多智能体协同推理引擎 1 套，单条线索可关联 ≥ 3 类业务数据源，输出完整推理链路；开发跨部门业务协同智能识别与线索智能推送系统（包含政府端和企业端）1 套，云桌面支持不少于 100 个用户同时在线使用。在京津冀至少 1 个地市级执法监管部门开展业务化应用，重点企业各类环保现场检查频次减少 50% 以上。

3. 研制典型场景环境执法 AR 智能眼镜装备 1 套，搭建

“终端-云端”协同运行体系，终端支持 DCS 数据、运行曲线、台账记录、排水颜色、固废标识等 ≥ 5 类现场影像数据的自动解析，整机重量 $\leq 100\text{g}$ ，单次续航时间 $\geq 5\text{h}$ ，国产成套设备普及率达到 100%，国产化相关监管执法设备使用率达到 100%；构建环境执法多模态基础模型、环境执法知识图谱、环境执法智能体和执法证据链自动构建技术各 1 套，现场辅助决策响应时间 $\leq 20\text{s}$ ，证据链自动构建时间 $\leq 5\text{min}$ 。在京津冀至少 1 个地市级执法监管部门开展业务化应用。

4. 研制国产自主可控核心组件多光谱传感硬件 1 套，重量 $\leq 850\text{g}$ 、光谱波段数 ≥ 100 个，适配主流无人机飞行平台标准；配套自适应巡航采样、高精度影像重构和水质污染特征识别定位取证算法，单平方公里水域监测耗时 $\leq 30\text{min}$ ，污染有效识别率 $\geq 80\%$ ，百米高度识别定位误差 $\leq 2\text{m}$ 。构建污染源行业水质荧光指纹数据库 1 个，包括废水和危险废物重点污染行业数量各不少于 8 个，研发水质荧光指纹执法证据链构建技术 1 套，构建时间 $\leq 5\text{min}$ ；水质荧光指纹执法溯源仪 1 台，溯源时长 $\leq 20\text{min}/\text{次}$ ，准确率 $\geq 90\%$ ，续航 ≥ 3 天。国产成套设备普及率达到 100%，国产化监管执法设备使用率达到 100%。在京津冀东部生态屏障区、北京生态涵养区等开展智能监管应用示范。

5. 研制可佩戴式红外气体泄漏快检装备 1 套，重量 $\leq 900\text{g}$ ，功耗 $\leq 10\text{W}$ ，热灵敏度 $\leq 15\text{mK}@30^\circ\text{C}$ ；研发语义分割、

空间特征提取、深度卷积神经网络量化算法，完成算法轻量化部署，气体泄漏检出率 $Pd \geq 90\%$ ，误报率 $Fa \leq 5\%$ ，交并比 $IoU \geq 0.75$ ，模型参数量 $\leq 5M$ ，端侧推理帧率 $\geq 25FPS$ ；研发现场复核、盲区泄漏快速判别技术 1 套，普通泄漏点 2000 ppmVOCs 气体(以正丁烷计, 2m)和不可达点 5000 ppmVOCs 气体(以正丁烷计, 2m)的取证时间 $\leq 2s$ 。国产成套设备普及率达到 100%，国产化监管执法设备使用率达到 100%。在京津冀至少 1 个地市级执法监管部门开展业务化应用。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，实施周期不超过 3 年，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1。

指南 53 海河流域突发污染绿色高效处置技术与装备研究与应用

研究内容

针对海河流域风险密度高、自净能力弱、响应压力大，而现有环境应急技术环境扰动大、次生风险高、原位应用效率低等问题，开展流域绿色高效环境应急处置技术与装备研发和流域尺度系统支撑研究。研发基于聚硅多元自缓冲体系的低色度和低 pH 扰动型锑/钼等重金属混凝药剂，开发低残余硫多硫-氧化复合除铊药剂与低成本钙基镉、铅应急材料，构建在线水质数据自适应的投加量动态优化模型，开发配套

智能溶投药装备与无人机精准投药系统，形成低环境扰动的特征重金属原位精准削减技术体系；突破超浸润界面构筑与纳米多孔结构调控、超微孔碳材料孔径精准调控与表面功能化构筑方法，分别研发面向难溶有机物的高效应急吸油材料与针对亲水小分子毒害有机物的选择性吸附材料，研发兼顾水力通透性与结构稳定性的模块化吸附单元，构建多类型有机物泄漏原位应急吸附材料体系；面向高浓度复合污染源头或旁路处置，构建快速反应磁捕获与高梯度磁分离协同方法，建立装备快速启动与工况自适应控制机制，开发快速部署智能磁分离重金属应急装备，突破脉冲非热等离子体强化活性氧生成和铁循环再生工艺，研发基于脉冲非热等离子体耦合芬顿技术的有机物高级氧化撬装式装备，形成移动式高效应急处置装备体系；研究水文条件-应急措施耦合作用下的应急效能演变规律，构建覆盖污染削减、次生风险和资源消耗的流域尺度应急效能评价与预测方法，形成基于效能预测的应急技术的适用性判别依据，建立多约束条件下的应急技术组合推荐方法，形成流域尺度优化决策方法体系；集成海河流域水文水系、应急设施等多源数据，构建统一标准的流域应用数据底座，开发集数据整合、智能研判、辅助决策于一体的海河流域环境应急支撑平台，形成响应实施的标准化业务流程与协同作业体系，在实际事件中应用验证，形成面向流域突发污染事件的综合环境应急处置解决方案。

考核指标

1. 开发聚硅多元自缓冲混凝药剂 1 种，对镉、钼等重金属去除率 $\geq 80\%$ ，河道原位应用后水体色度、pH 变化幅度较聚铁混凝剂下降 70%以上，或满足 pH 6~9；开发多硫-氧化复合药剂 1 种，对铊去除率 $\geq 80\%$ ，原位应用后游离硫离子 $\leq 0.1 \text{ mg/L}$ ， H_2S 释放量较硫化钠沉淀法降低 80%；开发低成本钙基应急材料 1 种，对镉、铅的去除率 $\geq 90\%$ ，成本不超过 850 元/吨，河道原位处置后水体 pH 7~9；开发河道原位溶投药装备 1 套，具备智能调控功能，与同等水平突发污染处置历史案例相比，药剂使用量降低 $\geq 30\%$ ；研发无人机精准投药系统，单机有效载药量 $\geq 30\text{L}$ ，投药精度 $\pm 5\%$ ，具备厘米级定位、路径规划、协同避障功能。

2. 开发超浸润纳米多孔吸油材料 1 种，对典型油品或有机物吸附容量较吸油棉提升 2 倍、吸附速率提高 1 倍；研发超微孔碳基吸附材料 1 种，对溶解性有机物的吸附量较活性炭提高 4 倍以上，基于发光细菌的生物毒性削减 90%以上；形成填料式模块化吸附单元 1 种，流速 0.1~0.5 m/s 无明显失效，连续使用 24 小时材料流失率 $\leq 0.1\%$ 。

3. 研制重金属污染高效智能磁分离一体化应急装备 1 套，去除率 $\geq 90\%$ 或出水满足地表水 V 类限值，装备启动时间 $\leq 8 \text{ min}$ ，水力停留时间 $\leq 6 \text{ min}$ ，磁介质回收率 $\geq 99\%$ ，吨水占地 $\leq 0.0075 \text{ m}^2$ ；研发基于脉冲非热等离子体耦合芬顿的

难降解有机物高效脱除撬装装备 1 套，规模 $\geq 5 \text{ m}^3/\text{h}$ ，对高浓度事故废水中苯系物、苯胺去除率 $\geq 95\%$ ，相较传统芬顿铁泥量降低 $\geq 30\%$ 、基于发光细菌的生物毒性削减率提高 $\geq 20\%$ 。

4. 研发流域尺度应急效能评价与预测方法 1 套，覆盖污染削减、次生风险控制、资源消耗等 ≥ 4 个指标维度，关键指标预测误差 $\leq 30\%$ ；研发基于应急效能预测的应急技术适用性判别方法 1 套，形成不同水文条件、污染类型及工程约束下水利调度、投药削污等 ≥ 4 类关键措施的适用边界；形成多约束条件下应急技术组合推荐方法 1 套，获省部级及以上政府采纳。

5. 建成海河流域统一标准的多源数据底座 1 个，集成水系矢量、风险源、风险受体、应急设施等不少于 10 类数据，形成数据共享规范；研发海河流域环境应急支撑平台，内置流域数据底座，具备智能研判、辅助决策等 ≥ 9 项核心功能，与部委环境应急指挥系统互联互通；制定响应实施的标准化业务流程与协同作业体系 1 套，覆盖信息流转、联合研判、协同调度与现场执行等 ≥ 4 个关键环节，实现平台支撑下应急响应全过程规范化运行，省级用户满意度 $\geq 90\%$ ；在海河流域或生态环境部调度的其他流域突发污染事件中实战应用 ≥ 1 次，药剂、材料或装备应用 ≥ 2 项，技术决策获生态环境部采纳；形成面向流域尺度突发污染事件的综合应急处置

解决方案 1 套，被省级及以上政府管理部门采纳。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，实施周期不超过 3 年，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1。

指南 54 京津冀陆海统筹生态环境协同治理关键技术研究与应用

研究内容

针对当前陆海统筹生态环境协同治理中存在的“区域-流域-海域”全过程耦合作用机制不清与多尺度系统评估技术不足等问题，聚焦陆海交错的河口和近岸海域，构建“空-天-地-海”多源数据融合的标准化技术框架，研发交汇区的环境指标梯度阈值确定技术、“静态分区+动态锋面”双层划界技术、不同盐度分区的差异化营养盐与生态健康适配基准识别技术，开发陆海嵌套的河口和近岸海域重要生态空间识别、分区判别与跨界水体空间管控分区划定技术，开展生态环境质量差异化评估；研发“区域-流域-海域”一体化水质耦合模拟技术、高分辨率的近岸海域污染源管控清单技术，明晰跨界入海入河污染通量的时空分异特征，开发陆海统筹的入海入河污染负荷削减与关键污染物排放总量动态分配技术，实现对重点减排措施削减效能及差异化贡献的多情景和不确定性评估；提出京津冀区域河口和近岸海域的协同治理技术

方案，研发成本评估技术、经济发展与多污染物减排目标协同的措施优化技术，设计成本有效的多措施协同优化配置方案，识别“区域-流域-海域”多尺度环境-经济合作博弈机制，评估区域协同治理的环境与经济社会效果；开发河口和近岸海域生态系统产品与服务功能量的精准和动态核算技术，构建河口和近岸海域生态价值评估技术体系，制定基于生态价值评估的“区域-流域-海域”一体化生态保护补偿标准，提出多因子协同的陆海生态保护补偿机制，形成京津冀区域陆海统筹的生态保护补偿方案；研发涉海管理部门权责清单智能甄别技术，研究“区域-流域-海域”一体化管理机构设计及运行机制，开展陆海一体化管理的立法方案研究，开发陆海统筹智慧决策技术，开展多尺度与长时序情景预测及跨区域跨部门协同决策的成效评估，选取京津冀典型沿海城市，开展陆海衔接空间分区划定、协同治理技术方案、陆海全过程耦合模拟、生态保护补偿机制、协同治理效果评估等一体化协同管理体系的技术应用示范。

考核指标

1. 生成 30 米空间分辨率、逐月时间分辨率的融合数据集，其中总氮、总磷、叶绿素 *a* 反演精度 $R^2 \geq 0.75$ ；建立不少于 3 个盐度分区的指标基准集，生态环境指标 ≥ 10 项，评估空间精度不低于 1 km；形成河口和近岸海域梯度阈值确定与双层动态划界技术，划分指标 ≥ 8 项、评估指标 ≥ 10 项，

典型区域内结果的生态合理性验证精度 $\geq 85\%$ ，阈值突变点识别的精度误差低于 $\pm 10\%$ ；生态指标与营养盐非线性关系模型的拟合优度不低于 0.85，制定河口和近岸海域生物学基准推导与环境质量评价技术规范 1 项；陆海嵌套跨界水体管控分区技术的空间分辨率不低于 1km，涵盖近岸海域、入海河口及跨界过渡带等 3 级，重要生态类型不少于 6 种；形成京津冀区域河口和近岸海域重要生态空间识别与分区技术方案；主要成果被省级及以上政府管理部门采纳应用。

2. 形成“区域-流域-海域”一体化水质耦合模拟技术，指标包括但不限于总氮、总磷、叶绿素 *a*，平均绝对百分比误差低于 15%；形成空间分辨率不低于 1km 的近岸海域污染源管控清单技术，指标包括但不限于总氮、总磷，污染源类型包括工业、生活、农业农村、大气沉降等；提出入海污染负荷动态分配方案，实现区域、流域和海域的污染负荷逐级分解与动态调配，指标包括但不限于总氮、总磷，时间精度达到日尺度，空间精度到乡镇；开展重点减排政策的京津冀近岸海域水环境质量改善效果评估，政策数量不少于 5 项，包括但不限于总量控制、污水处理提标改造、农业农村污染控制等，主要成果被省级及以上政府管理部门采纳应用。

3. 形成河口和近岸海域的系统治理技术方案以及减排措施的成本分析方法技术，措施类型不少于 8 项，包括但不限于产业结构调整、城镇与农业农村污染治理、生态拦截沟

渠等；形成区域总氮与总磷污染减排成本优化技术，实现典型示范区污染治理总成本较规划情景降低 20%以上；形成区域环境-经济系统合作博弈模型、区域协同治理评估技术，涵盖生态环境质量、污染治理、经济发展、社会公平等多个维度且不少于 20 项指标；主要成果被省级及以上政府管理部门采纳应用。

4. 形成京津冀河口和近岸海域生态价值评估技术，包括产品与服务功能不少于 10 项，评估单元的空间分辨率不低于 5km、时间分辨率不低于月；构建“区域-流域-海域”一体化生态保护补偿机制与标准体系 1 套，涵盖不少于 5 类生态补偿因子，设计不少于 3 种情景的生态补偿方案；主要成果被省级及以上生态环境主管部门采纳应用。

5. 构建京津冀跨区域跨流域一体化管理体系 1 套，主要包括陆海统筹生态环境协同治理立法建议、涉海管理部门权责清单及一体化管理机构设置方案、协同治理技术方案；在京津冀典型沿海城市开展示范，权责清单智能甄别技术的自动甄别错误率低于 10%，多尺度耦合模拟与决策支撑技术与平台可衔接“区域-流域-海域”生态环境监测系统，支持情景模拟 ≥ 30 组、响应时间 ≤ 24 小时、跨区域信息共享率 $\geq 80\%$ ，管理部门用户满意度达到 80%；区域协同水平显著提升，京津冀各管理部门协调频次下降 15%。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类，其他来源资金与中央财政经费比例不低于 1:1，实施周期不超过 3 年。

指南 55 京津冀工业污染源产排污表征与特征图谱构建关键技术研究及应用

研究内容

针对京津冀地区工业污染源产排量核算面临的行业众多、生产工况复杂、现有核算技术精准度不足、动态支撑污染源调查统计常态化业务能力偏弱等问题，开展京津冀工业污染源产排污表征与特征图谱构建关键技术研究及应用。建立工业生产多工况产排污场景分类与判定方法，开发工艺尺度数据-机理产污强度协同表征与治理端运行状态指示性因子动态演化模型，构建重点污染物多介质（水/气/固）排放贡献定量解析技术，突破工艺单元-企业-行业多尺度产排污量化误差传递与校正技术，构建具有行业普适性的高精度模块化产排污量化表征技术体系；揭示焦化、石油炼制、合成橡胶及制品等重点行业产排污水平演变规律，建立在用产排污系数适配性诊断方法，构建工艺单元产污强度关键影响因素显著性甄别与层级聚类模型，研发流程型复杂工艺多产品、多排放口、多介质的产排污量时序分配技术，构建工艺-工况-排污节点-污染物指标多要素关联的产排污量化体系；研发石油炼制、焦化等重点行业多源多组分 VOCs 排放特征

辨识与无组织排放精准溯源技术，揭示无组织排放对工况波动及装备技术变更的动态响应机制，攻克无组织排放收集效率多维参数率定与验证技术，构建源项-设备-工况-排污节点的无组织排放量化技术体系；研发污染物排放量非确定性区间预测技术，研发排放数据偏离测度和可信概率量化评估技术，开发产排污强度动态更新阈值触发技术，攻克低可信度排放数据校正与缺失数据泛化填补等数据提质技术，构建区间预测-可信评估-阈值触发-校正提升的排放数据质量分级分类管理技术体系；研发产生量预测-多介质分配-收集效率/运行状态率定-排放量校核全链条量化集成技术，构建模块化工艺单元-企业-行业多尺度核算模型，开发支撑业务化产排污精准量化的智能检索引擎，开发京津冀地区高精度时空动态污染源地图构建技术，建立多维产排污特征图谱数据库，支撑京津冀地区工业污染源普查/调查与统计等业务工作，并在重点行业实现关键技术应用。

考核指标

1. 建立工业生产多工况产排场景分类与判定方法，覆盖典型工况 ≥ 3 种；开发 ≥ 3 个重点行业工艺单元尺度数据-机理协同表征与治理端运行状态指示性因子动态演化模型，模拟误差较在用技术降低 $\geq 20\%$ ，适配京津冀地区 ≥ 5 类主流治理设施；开发重点污染物水-气-固多介质排放贡献定量解析技术，实现物质平衡闭合误差 $\leq 20\%$ ；研发工艺单元-企业

-行业多尺度产排污量化误差传递与修正模型,在 90%置信区间下误差降幅 $\geq 20\%$; 编制《工业污染源产排污量化技术通则(建议稿)》,获省部级生态环境主管部门采纳应用。

2. 研发重点行业在用产排污系数适配性诊断方法,筛选出 ≥ 3 类核算偏差 $\geq 50\%$ 的关键工艺单元;构建 ≥ 3 个重点行业工艺单元产污强度关键影响因素甄别与层级聚类模型,可实现产污强度分级表征;研发流程型行业多产品多排口跨介质污染物排放量时序分配模型,实现水、气、固污染物在生产/治理装置的小时量化分配;编制重点行业《产排污量化指导手册(建议稿)》 ≥ 3 份,覆盖 90%以上已识别排放场景与主要污染物指标,获省部级生态环境主管部门采纳应用。

3. 研发石油炼制、焦化等重点行业多源多组分 VOCs 排放特征辨识与无组织精准溯源技术,可识别 ≥ 20 种高活性组分,涵盖源项 ≥ 5 类,溯源精度达到设施级或工艺/工序级;构建 ≥ 3 种典型工况波动和 ≥ 5 种设备迭代双扰动的无组织排放动态响应模型;开发无组织排放收集效率多维参数率定模型,量化 ≥ 5 类治理设施收集效率,编制《无组织排放(VOCs)收集率率定技术要求(建议稿)》,获省部级生态环境主管部门采纳应用。

4. 研发污染物排放量非确定性区间预测、排放偏离测度及可信概率量化评估技术,在 $\geq 90\%$ 置信度下,理论排放预测区间对企业实际排放数据的覆盖率 $\geq 70\%$;开发产排污强

度动态更新阈值触发技术，形成 ≥ 3 个重点行业的阈值判定方案；开发低可信度数据校正与缺失数据泛化填补等数据提质技术，实现低可信排放数据识别、修正与校验，校正后数据与实际排放偏差 $\leq 20\%$ ；编制《工业污染源产排污量化数据质量控制技术规范（建议稿）》，获省部级生态环境主管部门采纳应用。

5. 形成集成产生量预测-多介质分配-收集效率/运行状态率定-排放量校核等关键节点的模块化产排污量化模型，支撑工业系统模拟精度为企业生产工艺过程单元，模型结果准确度总体达到80%以上；搭建业务化产排污精准量化智能检索引擎，检索响应时长 ≤ 5 秒，支撑污染源统计、精细化融合清单编制等常态化业务；研发高精度时空动态污染源地图构建技术，绘制区县级分辨率的京津冀工业污染源地图1套，覆盖 ≥ 3 个重点行业，实现污染源位置、工艺单元及治理设施、产排污特征等要素可视化；建成京津冀工业污染源多维特征图谱数据库1个，覆盖41个行业大类、产排污特征要素 ≥ 10 万条，特征场景 ≥ 600 种，可与京津冀生态环境模拟器及国家/省级污染源普查、融合清单编制等平台业务对接或数据交换；编制《工业污染源产排污特征图谱数据采集与质控技术要求（建议稿）》，获省部级生态环境主管部门或京津冀生态环境模拟器总承单位采纳。

申报说明

项目类型为重大共性关键技术类,实施周期不超过2年,
其他来源资金与中央财政资金比例不低于1:1。

浙江大学 kyyhs