

附件 2

“典型脆弱生态系统保护与修复”重点专项 2024 年度项目申报指南

为深入推动生态文明建设，践行绿水青山就是金山银山理念，推动“十四五”期间筑牢生态安全屏障、保护生物多样性，国家重点研发计划启动实施“典型脆弱生态系统保护与修复”重点专项（以下简称“重点专项”），统筹部署山水林田湖草沙系统治理科技创新。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2024 年度项目申报指南。

本重点专项紧密围绕“三区四带”生态安全屏障建设科技需求，通过基础理论研究、关键技术与装备研发、典型区域集成示范，支撑生态监测预警、荒漠化防治、水土流失治理、石漠化治理、退化生态系统（森林、草地、湿地等）修复、生物多样性保护、城市人居环境改善和重大工程生态安全保障，促进生态与生产功能协同提升，形成系统治理技术体系，并进行推广应用。

2024 年度指南拟在国家生态安全辨识预警和监管、重要生态区保护修复、城市生态功能提升与区域生态安全、生物多样性保护、重大工程生态修复与安全保障、生态保护修复的前沿

性和探索性方法与技术等 6 个版块部署 22 项研究任务，拟安排中央财政经费 3.4 亿元。其中，拟部署 11 个青年科学家项目，拟安排中央财政经费 3300 万元，每个项目 300 万元。

本专项指南（青年科学家项目除外）要求以项目为单元整体组织申报，须覆盖所申报指南方向二级标题（例如 1.1）下的所有研究内容和考核指标，项目实施周期为 3~4 年。除特殊说明外，每个指南方向拟支持项目数为 1 项。基础研究类项目，每个项目下设课题数不超过 4 个，参与单位总数不超过 6 家，其他项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

青年科学家项目不要求对指南内容全覆盖，项目实施周期为 3 年，不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，项目负责人要求男性应为 1986 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1984 年 1 月 1 日以后出生，原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

每个指南任务原则上支持 1 项，特殊情况下，在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可考虑支持 2 个项目。2 个项目将采取“赛马制”方式分两个阶段支持。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

项目研究任务开展过程中，如有水生生物监测保护等任务需在长江流域开展捕捞作业，须提前申请流域所在省级渔业管理部门的捕捞许可。

所有参加项目研究任务的单位和人员，须严格遵守《国务院办公厅关于印发科学数据管理办法的通知》（国办发〔2018〕17号）和有关文件要求，做好科研活动原始数据及其衍生数据的规范管理。

本专项 2024 年度项目申报指南如下。

1. 国家生态安全辨识、预警和监管技术

1.1 国土生态状况监测评估网络构建与生态安全风险预警技术研究（共性关键技术类）

研究内容：面向生态系统时空变化及其重大生态安全风险，针对生态状况定期评估存在的地面调查监测网络和技术手段单一、基于国产卫星的天空地一体化监测体系不完善等问题，研究满足国土生态状况定期评估和生态安全风险评估预警的典型生态系统多要素多尺度协同的地面生态监测网络空间布局方法和多手段融合的网络构建技术，提出典型区域国土生态安全重大风险识别预警的多尺度生态监测网络布局优化方案；研发基于地面、塔基、无人机、国产卫星等多源监测数据的时空谱角深度融合模型方法和主要生态参数反演模型；构建国产卫星遥感数据、多源地面观测数据驱动下的生态系统结构和服务功能

评估技术，实现生态状况定期评估；量化区域关键生态服务功能变化特征，研究气候变化和人类活动对生态状况变化影响的阈值识别技术；建立多尺度国土生态状况变化评估和风险预警技术体系，开展典型区域高时空分辨率国土生态安全风险分布与预警网格化制图，制定分区分类的典型区域国土生态安全风险应对预案。

考核指标：构建服务于国土生态状况定期评估和生态安全风险评估预警的生态监测网络方案 1 套，监测效率提升 30%，监测成本减少 20%；构建基于多源数据的时空谱角深度融合模型方法，识别类型不低于 15 类、精度不低于 85%；可服务于国产卫星遥感数据的长时序高分辨率生态参数反演模型方法 1 套，生态参数类型不少于 5 项、空间分辨率不低于 30 米，精度不低于 80%；构建生态状况评估技术，生成多尺度生态系统结构和功能产品数据集 1 套，国家尺度空间分辨率优于 16 米×16 米、重点区域优于 2 米×2 米；建立不少于 5 种类型生态功能影响的突变阈值识别技术；研发不同类型国土生态安全网格化模拟预警技术 1 套，精度不低于 85%，空间分辨率优于 1 千米；在不同气候和生态类型的典型区域开展草地生态系统退化、重要物种栖息地受损等 5 种以上国土生态安全风险分布与预警技术示范及网格化制图，时间分辨率不低于 90 天，空间分辨率不低于 1 千米×1 千米，示范区总面积不低于 100000 平方千米；编制分

区分类的典型区域国土生态安全风险防控应对预案 5 套以上，并在国家生态保护和修复监管部门得到应用。

关键词：监测网络，生态状况突变阈值，生态风险，国土生态安全，预测预警，国产卫星遥感数据

1.2 突发事件即时遥感探测及生态损害评估技术与示范应用（应用示范类）

研究内容：面向国家生态安全重大决策需求，针对日益加剧的国内及跨境突发事件对生态系统结构和功能所造成的损害，研究境内及跨境沙尘暴、火灾、洪涝及地质灾害等突发事件生态损害即时遥感探测方法和技术，构建突发事件生态损害的遥感探测响应特征知识库；研发基于星地互馈的突发事件生态损害的即时遥感识别与智能提取关键技术，形成突发事件生态损害即时遥感发现与诊断技术体系；构建突发事件生态影响多时空尺度评估技术，通过建立数理模型量化突发事件生态影响范围与强度；发展耦合火灾等突发生态损害事件的陆气协同评估系统，建立突发事件生态损害对我国生态安全影响的预报预警技术，提出响应对策和风险防范措施。

考核指标：建立突发事件生态损害遥感响应特征知识库，不少于可见光-近红外、热红外、几何纹理、后向散射等 4 类特征，可见光-近红外/几何纹理/SAR/几何/形变遥感响应特征空间分辨率不低于 10 米，热红外遥感响应特征空间分辨率不低于

100 米；面向境内及跨境 50~200 千米区域，构建突发生态损害事件即时遥感判别技术体系，具有单景影像探测、轻量化处理、在轨配置近实时推送等能力，适用于沙尘暴、火灾、洪涝及地质灾害等典型突发生态损害事件，遥感识别精度 85%~90%，遥感处理时间 ≤ 1 分钟；典型突发生态损害事件起源区、传播路径和影响范围辨识方法 1 套，辨识精度 $>80\%$ ；构建突发事件生态影响多尺度评估技术 1 套，境内境外突发事件的生态影响范围与强度，响应时间 ≤ 1 天，形成生态损害评估技术指南 1 份，构建生态系统结构功能影响辨识方法 1 套，辨识精度 $\geq 80\%$ ；构建突发生态损害事件风险预警技术 1 套，预警精度 $\geq 85\%$ ，预报时效达到 7 天，开展沙尘暴、火灾、洪涝及地质灾害等 8 种以上突发事件的生态损害评估应用示范。

关键词：突发生态损害事件，即时遥感，生态安全，风险预警

2. 重要生态区保护修复技术

2.1 北方风沙带水土协调与功能提升技术(共性关键技术类)

研究内容：针对北方风沙带生态脆弱、土壤风蚀强、生态风险大等问题，重点研究全量水资源（降水、地下水、地表水、土壤水等）和生态系统时空分布格局，揭示全量水资源在生态—生活—生产的循环机制，明确生态用水最低分配份额；阐明基于地理单元的防护植被（林草）体系防风固沙成效；研发不同

地理单元水土协调驱动的高效稳定防护植被体系的重建技术；建立功能—稳定性—天然更新协同提升的退化防护植被体系近自然生态修复技术；探索水土资源协调与高效利用的林草沙田等复合生态系统综合治理技术模式，并进行应用示范。

考核指标：研发“立地—全量水资源—根冠—耗水”四位一体的防护植被体系构建技术，示范区防护植被体系保存率由<50%提高到>70%；研发功能与稳定性协同靶向的退化防护植被体系结构优化技术，示范区土壤风蚀侵蚀模数每年降低 100~200 吨/平方千米；研发人工促进天然更新的退化防护植被体系近自然修复技术，示范区物种丰富度提高 2~4 种/公顷；研发基于水土资源承载力和植被协调的复合生态系统综合治理技术，示范区土壤风蚀侵蚀模数每年降低 200~300 吨/平方千米，高度和极易起沙尘的土地面积比例下降 2~3%；建立试验示范区 3~4 个，每个示范区面积不小于 1 万亩。

关键词：地理单元，全量水资源，生产—生活—生态水土协调，防护植被体系

2.2 干旱半干旱区典型退化湿地恢复与功能提升关键技术及应用（共性关键技术类）

研究内容：针对我国干旱半干旱区因缺水导致的湿地水文节律紊乱、盐渍化及污染加剧、湿地植被退化、水鸟栖息地质量差等问题，研究干旱半干旱区湿地演变过程、生态功能与环

境要素的耦合关系，揭示典型湿地退化的关键驱动机制与功能提升潜力；研发基于植物生命周期的湿地生态水文节律调控技术、降盐削碱基质改良与水环境综合治理技术；构建乡土植物筛选、定植与群落优化配置技术；建立遗鸥、丹顶鹤、白鹤等水鸟食源靶向增殖与生境优化技术；形成干旱半干旱区退化湿地多要素-多目标近自然恢复技术模式，并进行应用示范。

考核指标：构建基于植物生命周期的湿地生态水文节律调控、降盐削碱基质改良与水环境综合治理技术 2 项，湿地土壤碱化度较本底值下降 10%，含盐量下降 10%；筛选湿地适生植物 10 种以上，研发适配植物种群扩繁和湿地群落优化配置技术 5 项，湿地植被覆盖度较本底值增加 25%以上；研发基于遗鸥、丹顶鹤、白鹤等水鸟生境需求的食源靶向增殖与栖息地功能恢复技术 3 项，水鸟适宜生境面积较原有基础增加 30%；形成干旱半干旱区退化湿地多要素一多目标近自然恢复与功能提升新模式 3 套，并建立 3 个核心技术示范区，每个示范区面积不小于 1 万亩。

关键词：干旱半干旱区，退化湿地，近自然恢复，功能提升，技术模式

2.3 秦巴山区退化生态系统修复与稳定性提升技术及示范（应用示范类）

研究内容：围绕秦巴山区面临的生态功能受损、人类活动

扰动频繁、生态系统稳定性差、小流域面源污染风险大等问题，系统诊断区域水源涵养、生物多样性维护等生态功能退化的关键区域，辨识复合扰动因素与生态退化的互馈关系及生态修复潜力；研发适用于秦岭地区的生态保护修复成效评估技术；研发秦巴山区高陡边坡、破碎山体等类型区域的多尺度近自然修复关键技术和人工林近自然改造技术；以小流域为单元，研发与区域主导生态功能相适应的生态承载力评估技术，研究水源涵养与生物多样性保护协同增效的开发建设阈值和空间优化布局技术，农田、园地面源污染生态控制技术；构建秦巴山区退化生态系统修复与稳定性提升技术体系，并开展应用示范。

考核指标：形成近 30 年秦巴山区退化生态系统数据集，对水源涵养、生物多样性维护等生态功能退化和生态修复潜力关键区域的识别精度优于 85%；建立适用于秦巴山区的生态保护修复综合成效评估技术 1 套；研发适用于秦巴山区高陡边坡、破碎山体等类型区域的多尺度近自然修复关键技术，土壤侵蚀模数下降 30%；研发人工林近自然改造技术 1 套，水土保持和水源涵养能力分别提升 20%和 15%；研发水源涵养与生物多样性保护协同的生态网络构建关键技术 1 套，定量估算不同区域与主导生态功能相适应的生态承载力，准确度不低于 85%，治理小流域水质不低于Ⅱ类；建立示范小流域不少于 3 个，每个示范小流域面积不小于 1 万亩。

关键词：秦巴山区，水源涵养，生物多样性，生态修复，开发建设阈值

2.4 南岭山地生态系统恢复与生态安全保障技术（共性关键技术类）

研究内容：针对南岭山地生态系统功能降低、生物多样性下降、生态安全保障能力不足等问题，开展南岭山地生物多样性历史数据收集和植物多样性调查，研究区域生态系统时空演变规律、生物多样性与生态系统服务退化的原因和驱动力，结合数理模型阐明全球变化背景下南岭山地生物多样性对生态系统功能和服务的影响；研发受损天然林、退化农林复合系统等生态系统功能与稳定性提升技术；提出重要保护物种的栖息地恢复与重建技术；构建山地区域生态安全诊断与评价技术、预测与预警方法，建立南岭山地生态安全保障技术体系；选择优先保护和重点管控的空间单元，建立南岭山地生态系统修复和生态安全保障模式并开展应用示范。

考核指标：提供南岭山地生态系统及物种多样性近 40 年的时空变化数据库 1 套；研发受损天然林人为促进更新和功能提升技术 2 个，更新率提高 20%；提出退化农林复合系统稳定性及生态产品供给提升关键技术 2 个，生态系统服务效益提高 10%；构建重要保护植物和动物栖息地修复技术各 1 个，物种种群数量提高 15%；形成南岭山地生态安全诊断评价技术体系和预测

预警方法体系各 1 套，精度达到 80%以上；建立山地生态保护修复和生态安全保障示范基地 3~5 个，每个不少于 100 公顷，总面积不少于 1000 公顷。

关键词：生态恢复技术，物种多样性，生态系统功能，生态安全保障，南岭山地

2.5 西南山地河谷生物资源持续利用与绿色产业协同提升技术体系（共性关键技术类）

研究内容：针对西南山地河谷生物多样性衰退、生态承载能力支撑产业发展弱、协调性差等问题，开展古老特有物种的高质量基因组测序、遗传多样性评估与重要性状的关键功能基因挖掘，研发基于网格化的河谷生物多样性精准评估并构建物种识别模型；研发分别针对极度退化、中度退化以及破碎化河谷生态系统的土壤修复技术、正向演替诱导技术、仿自然功能群配置技术以及关键物种的人工促繁回归技术；挖掘特有和特色生物资源，研发资源可持续利用、生态附加值提升以及绿色产业协同提升技术；构建具有区域特色的“生态—资源—产业—保护”可持续发展模式，并进行应用示范。

考核指标：研发网格化的河谷生态系统、特有物种以及入侵物种智能快速识别、评估和监测技术 3 项，物种识别精度达到 80%，属级水平达 90%以上；研发基于微生物菌剂和养分回补等的极度退化生态系统土壤修复技术 2 项，筛选微生物有益

菌 3~5 株，开发生物制剂 3~5 个，土壤生产力提高 30%；研发中度退化生态系统正向演替诱导和促进恢复技术 1 项，植物恢复和演替速度提升 30%；研发破碎化生态系统关键物种人工促繁回归技术 3 项，特有濒危物种保护和回归率达 80%；研发林下特色生物资源功能群配置生态产业发展技术 2~3 项，生态产值提升 30%以上；研发特色花卉选育和种质保护，地方珍稀名贵菌生态配置和促繁，特色资源植物挖掘及生态附加值提升技术 5 项，生态产值提升 20%~30%，农民收入增加 20%以上。在怒江、金沙江和澜沧江河谷等区域建立集成示范区 3~5 个，面积不少于 1 万亩。

关键词：西南山地河谷，生物多样性保护，绿色产业协同提升

2.6 典型海岸带生态修复与监测评估关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对海岸带生态保护修复从局部单一生态系统类型向区域多种生态系统转变的技术瓶颈，以及海岸带生态修复成效评估和预警能力建设需求，以南方和北方的典型海岸带生态系统及其连通性为关键修复对象，阐明生态系统和连通性的退化趋势及其稳态转换过程，揭示其主导驱动因素与退化机制；基于陆海统筹，识别全球变化影响下海岸带生态修复优先区和代表性生物类群的生态廊道，研发生物—化学—水文—底

质多要素协同的海岸带典型生态系统和生态廊道近自然修复技术；监测生态系统的结构功能和连通性对生态修复的响应，从陆海自然—社会系统互作角度构建海岸带生态修复成效的空间显式评估技术；针对人类活动和气候变化威胁因素，研发海岸带典型生态系统的生态安全监测预警关键技术；形成基于陆海统筹和近自然修复的典型海岸带生态系统和连通性修复新模式，并开展应用示范。

考核指标：形成南方和北方海岸带典型生态系统和生态廊道近自然修复技术 2 项，实现不少于 3 种典型海岸带生态系统和代表性生物类群生态廊道的系统修复，生态修复后生态系统稳定性达到保存较完整的现存本地生态系统的 75% 以上，生态连通性指数相较修复前提升 20%；基于自然—社会系统互作的典型海岸带区域生态修复成效空间显式评估技术 1 项，评估指标不少于 10 个，其中针对社会系统的评估指标不少于 3 个，空间评估分辨率不低于 30 米；典型海岸带生态安全监测预警关键技术 1 项，其中针对关键生态安全风险因子的敏感生物标志物不少于 10 个，临界预警值不少于 5 个；形成南方和北方典型海岸带生态系统和连通性陆海统筹修复示范区，每个示范区海岸带生态系统类型不少于 3 个，每个示范区面积不少于 1 万亩，以包含但不限于氮、磷营养盐等不少于 5 项要素为指标的水环境质量提升 10%；植物物种丰富度增加 3~5 种，植被覆盖度提

高 10%~15%；游泳动物和底栖动物物种丰富度增加 3~5 种，代表性物种种群数量增加 15%；制定海岸带生态修复与监测评估相关技术规范 2~3 项。

关键词：海岸带，生态修复，陆海统筹，临界预警，成效评估

2.7 黄河几字弯沙漠入河区系统治理与生态功能提升技术与示范（应用示范类）

研究内容：针对黄河沙漠入河区风沙入黄淤堵干流、人工生态系统不稳定、整体生态与生产功能弱等突出问题，研究河道高含沙场次洪水过程特征及诱发成因，揭示砒砂岩、风沙、黄土叠合区风沙—水沙—河道耦合作用机制，量化区域水资源束缚下林草植被恢复潜力；研发黄河控沙与沙漠锁边林带构建技术、防风固沙植被近自然多功能修复与固沙植被稳定维持技术、风沙入黄交汇口“沙坝堵河”防控技术；构建工程、植物、材料、耕作等一体化治理措施配置模式；发展基于植被复合经营的特色生态产业技术，形成沙漠入河区生态系统服务协同提升的系统解决方案，并开展应用示范。

考核指标：研发固沙群落优化配置及人为定向干预技术 2~3 项，提出沙漠边缘防风固沙林草带模式 2 项，筛选固沙适宜物种 8~10 种，阻沙适生植物群落 3~5 种；研发固沙保水和防渗增肥恢复重建植被技术 2~3 项、孔兑高含沙洪水“沙坝堵河”

防控技术 1 项，构建多位一体的近自然修复模式 1 项，示范区综合植被覆盖度提高 15%~25%，入黄泥沙量降低 20~30%；研发植被复合经营与特色生态产业技术 2 项、生态治理—果林经济协同发展技术 1 项，经济林果产量提高 10%以上；在 3~4 个试验示范区开展应用，总示范区面积不少于 3 万亩，示范区土壤保持功能提升 10%以上。

关键词：黄河几字弯，沙漠入河区，水土生协调，防风固沙

3. 城市生态功能提升与区域生态安全协同技术

3.1 城市生态风险预警防控与生态韧性提升关键技术及示范（共性关键技术类）

研究内容：针对城市生态基础设施效率低下、布局不合理、生态功能单一，应对内涝、高温等灾害预防韧性不足，生态风险预警和防控手段缺乏、应对滞后等问题，研究城市生态基础设施的时空格局与生物多样性和生态安全的动态耦合机制；研发提升雨洪调蓄韧性、雨污隔离消纳的“水—岸—陆”一体化绿地—湿地建设技术；研发应对高温的植被蒸散—遮荫降温生境营造技术、多功能分布式绿地网络构建等生态基础设施格局优化与功能提升关键技术；研发城市生态风险监测、智能感知、协同预警、分区分类精准管控技术；并开展关键技术应用示范和社会经济效益分析。

考核指标：城市生态基础设施生态效应动态模拟模型 1 个，模型准确度优于 80%；城市生态廊道设计与构建技术 1 项，示范区气候舒适度提升 20%，示范区内 α 生物多样性提升 30%、城市范围内不同示范区间 β 生物多样性提升 10%；应对高温的立体绿化技术 3 项，示范区植物死亡率降低 30%以上，热调节能力提升 20%；分布式绿地网络构建技术 1 项，示范区内涝、高温、面源污染等风险降低 30%以上；城市内涝生态缓冲技术 3 项，示范区径流峰值减少 30%；城市生态风险评价方法体系与预测模型 1 套，模型预测准确率高于 85%；在 3~4 个城市开展示范应用，总面积不小于 300 平方千米。

关键词：城市生态基础设施，生态韧性，生态风险，预警决策智能平台

3.2 老旧城区生态功能协同提升技术与示范（共性关键技术类）

研究内容：针对老旧城区普遍存在生态空间不足、生态功能低导致热浪风险高、生物多样性贫乏、人居生态环境差以及工业废弃场地生态风险大等问题，重点研究我国南北不同地域老旧城区 2D/3D 空间形态特征对热环境、碳排放以及生物多样性的影响、驱动机制及其协同效应；基于深度学习、数据挖掘等人工智能技术，研发旧城空间降温、减碳的多目标优化和多准则决策模型；建立面向不同供需场景的生态空间、建筑和新

型能源组合对风热调节、节能减排潜力的评估方法，研发老旧城区增强气候调节、生物多样性功能以及新型能源一体化利用的综合协同技术和空间优化配置方法；构建融合调节功能和游憩功能的城市绿地空间布局优化与全生命周期低碳化改造技术；选择粤港澳大湾区、东北城市群典型老旧城区开展降温控污减碳协同增效技术应用示范。

考核指标：开发城市更新社区水文调节、气候调节、控污降碳、生物多样性等生态功能协同提升技术与综合改造模式；建立老旧城区改造的生态功能综合评价指标体系与决策模型，编制城市更新生态专项设计技术导则 1 套；提出废弃工业厂区生态改造设计导则 1 套；构建降温控污减碳、休闲游憩以及新型能源协同利用的绿地景观提升技术 1 套，建立全生命周期的城市绿地低碳化改造与管护技术导则 1 项；建立试验示范区不少于 3 个，面积不小于 500 公顷，试验示范区物种丰富度提高 50%，新能源利用在总能耗中占比不少于 20%，碳排放总量降低不少于 30%，水文调节功能提高 30%以上，城市平均热岛强度降低不少于 0.5℃。

关键词：老旧城区，生态功能，综合协同技术，热岛，绿地空间

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社

会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

4. 生物多样性保护技术

4.1 重点保护候鸟种群健康及其栖息地多维度监测评估与保护技术示范（应用示范类）

研究内容：在鄱阳湖、黄河口、长江口、盐城、扎龙湿地等珍稀候鸟迁飞通道的重要节点开展鹤类、鸕鹚类、雁鸭类等代表物种及其栖息地多维度智能化监测，研发重要候鸟鸟种和数量精准识别技术，探索其个体、种群与栖息地的时空耦合机理，在群落水平下揭示候鸟集群形成与维持机制；研发鸟类追踪及健康监测新型技术，评估食物、污染、疾病、肠道微生物等对其种群健康的影响，明确威胁候鸟种群的关键因素，解析候鸟种群健康对栖息地变化的响应和适应；研发基于水文、食物等关键因素的栖息地优化技术并示范，基于数理机理构建栖息地多维度质量监测、评估预警和管理为一体的保护网络体系，建立人鸟和谐的种群和栖息地保护新范式。

考核指标：建立候鸟及其栖息地监测数据库，并提供 2 年以上的监测数据，追踪不少于 30 种鸟类的 200 万个活动位点，研发基于传感器融合和人工智能的候鸟及栖息地监测和识别技术，其中国家重点保护候鸟（不少于 20 种）物种和数量识别准确率从 80%提高到 95%以上，揭示候鸟个体、种群和群落水平活动规律及其对环境变化的时空响应机制，构建候鸟迁飞通道

保护理论框架；研发 2~3 项国家重点保护候鸟种群健康诊断技术，基于 eDNA、粪便 DNA 和栖息地监测技术，明晰 8~10 种鸟类食物组成并构建鸟类觅食地分布预测模型，模型预测准确率达 80%以上；从景观结构、群落组成、食物丰富度、污染水平等多维度构建 3~5 种不同类型候鸟栖息地质量监测评估体系；建立候鸟种群健康智能化监测示范基地 3~4 个，总面积不少于 8000 公顷；示范区内重点保护候鸟物种数提升 2~4 种、种群数量增加 20%以上。

关键词：重点保护候鸟，智慧监测，栖息地质量评估，种群健康

4.2 国家公园旗舰动物智慧监测与管理关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对国家公园生物多样性智慧化管理与评估、濒危物种动态变化监测和保护关键技术的需求，研发虎、豹、雪豹、猓、川金丝猴、海南长臂猿、藏酋猴等濒危旗舰动物种群与行为智能识别技术，研究大型食肉类和灵长类动物种群变化和个体行为对环境变化的响应；研发生态智能感知设备，构建国家公园前端自动监测、中端智能分析、后端智慧管理的综合技术体系，实现监测物种动态追踪和智能感知；研发基于人工智能、大数据、物联网、云计算等前沿技术的国家公园生物多样性智慧管理平台，建立濒危旗舰动物及伞护物种、人类

干扰等监测数据自动采集与实时回传、物种 AI 识别和行为分析、评估指数一键输出的智能化监测体系；研发基于动物学原理的栖息地保护技术；集成已有重要物种的种群监测技术和数据，构建国家公园生物多样性智慧化监测、管理和评估指标并开展应用示范。

考核指标：基于图像、视频、声纹（音）等多模态数据，研发虎、豹、雪豹、猞猁、川金丝猴、海南长臂猿、藏酋猴等重要保护物种野外复杂场景下种群数量和个体行为识别技术 6 项及相应的 AI 识别软件，识别精度从 80%提升到 90%以上；揭示大型食肉类和灵长类动物种群动态变化规律和适应策略；研发适合动物生物学特征的低功耗、多传感器智能感知监测设备 3~5 套，性能指标达到探测距离 ≥ 25 米，响应时间小于 0.5 秒，具备多频段通信、自动定位、边缘计算、无线和双向传输方式功能；构建多模态数据实时采集和智能分析的国家公园生物多样性数字监管系统，并至少在 2 个国家公园应用；多源监测数据深度挖掘和集成分析技术 5~8 项，相关技术、设备示范面积大于 5000 平方千米；研发基于动物行为学和食物链重构的栖息地保护技术 2~4 项；集成已有重要物种的种群监测技术和数据，建立国家公园主要保护对象监测和成效评估技术体系 1 套。

关键词：国家公园，濒危旗舰动物，生态感知设备，人工智能，智慧管理平台

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:2。

4.3 国家植物园迁地保护与种质资源保存关键技术（共性关键技术类）

研究内容：面向国家植物园的迁地保护和专类园建设需求，尤其是对世界性大类群、珍稀特有植物、特殊生境植物、重要经济植物等的迁地保护和种质资源保存技术瓶颈，重点研究松柏类、蔷薇科、杜鹃花科、忍冬科、百合科、鸢尾科、小檗科、水鳖科等迁地保护栽培中土壤、气候、遗传等关键制约因素；研发高效扩繁、拟境露地栽培等迁地保护技术；利用基因组、转录组等高通量测序技术开发精准的产地溯源技术；研发壳斗科、木兰科、热带植物等顽拗性种子常温和液氮储藏及储藏后快速萌发技术；形成可推广的野生植物引种保育和迁地保护范式。

考核指标：评估松柏类、蔷薇科、杜鹃花科、忍冬科、百合科、鸢尾科、小檗科、水鳖科等高山和亚高山、特殊生境植物代表类群不少于 100 种的遗传多样性和适应对策，揭示植物引种的关键限制因素；研发高效扩繁和拟境露地栽培技术 8~10 项，繁育效率由 20%提高到 70%以上；开发鉴定准确率达 95% 以上的产地溯源技术体系 1 套，完成不少于 15 种代表性物种的精准溯源；研发壳斗科、木兰科、热带植物等顽拗性种子常温

和液氮储藏技术 3~5 项，种子快速萌发技术 3~5 项，储藏时间比自然寿命提高 10 倍以上，萌发率达到 80%；建立涵盖代表性类群大部分种群、不少于 5000 份的遗传资源平台；建立迁地保护基地 3 个，每个基地面积不少于 300 亩，将栽培新技术推广应用 200 种以上代表性迁地植物中，露地存活率达 70%以上；开发信息化、智能化驱动的植物采集引种、迁地保护及可视化决策系统 1 套。

关键词：国家植物园，产地溯源，迁地保护核心技术，种子储藏与萌发，资源挖掘

4.4 重大外来入侵动植物对自然生态系统的危害和防控技术（共性关键技术类）

研究内容：针对入侵物种对自然生态系统的危害，以豹纹翼甲鲶、红耳彩龟、麝鼠、三叶鬼针草、小蓬草等重大外来入侵脊椎动物和植物为对象，研究定殖、建群与扩散过程对本地物种的资源竞争、繁殖干扰和病原菌传播等对生态系统的危害及其调控机理；研发基于人类活动、气候、行为、生理、痕量宏基因组等多要素的外来入侵物种的监测与预警新技术；阐明多物种共入侵对本地生态系统群落结构和多功能性的影响机制，研发基于多营养级生物多样性恢复的入侵生态系统多功能性提升技术；构建我国重大外来入侵脊椎动物的环境友好型精准防控技术体系。

考核指标：阐明豹纹翼甲鲶、红耳彩龟、麝鼠、三叶鬼针草、小蓬草等 5~7 种重大外来脊椎动物和植物入侵对我国自然生态系统的危害及作用机制；基于痕量宏基因组开发入侵脊椎动物和植物精准识别技术 2~3 项，识别率达到 90%以上；开发基于机器学习方法的外来物种入侵风险预警系统 1 套，空间分布预测准确度达 80%以上，构建外来物种监测和评估技术规范，形成标准 1 项；揭示多种外来入侵物种共入侵影响生态系统功能的机理，研发 1~2 项基于扩散阻断和多营养级生物多样性恢复的本地植物群落和生态系统多功能性快速复建技术，入侵物种扩散阻断率达 80%，植物多样性提升 40%，并建立面积不小于 3 公顷的实验示范区 2~4 个，技术辐射区面积不小于 30 公顷；研发生物、声音、光诱捕技术和环境友好型靶向药物的入侵脊椎动物去除技术 3~4 项，示范应用于 5 个区县以上，捕获效率和去除率分别从 40%和 50%提升到 60%和 80%。

关键词：外来动植物，多物种入侵，生物多样性，监测预警，精准防控

4.5 面向“昆蒙框架”的生物多样性快速评估体系研究与国别实践（共性关键技术类）

研究内容：面向“昆蒙框架”目标执行与全球进展盘点需求，整合长时序生物多样性关键变量遥感监测与地面监测数据，研究建立可满足“昆蒙框架”生物多样性评估的多源多尺度监测数

据融合方法，并形成多源数据集；研究提出全球生物多样性热点区域生态系统保护和威胁状况遥感监测和评估方法，从保护对象和保护成效两个维度，从生态系统、物种和基因三个层次，研发面向“昆蒙框架”目标执行的生物多样性保护成效评估技术体系；基于多源多尺度融合数据集，建立全球一区域一国家不同尺度“昆蒙框架”目标进展盘点的快速评估技术方法；开展“昆蒙框架”全球进展评估与国别实践，完成一次以遥感监测数据为主的全球生物多样性进展盘点报告。

考核指标：对标“昆蒙框架”目标，开发一套多源多时空尺度遥感及地基数据融合算法模型；形成多维度多层次全球自然保护区生物多样性保护成效量化评估指标，生成具有自主知识产权的全球陆生脊椎动物和高等植物物种、遗传和系统发育多样性的生物多样性热点图，空间分辨率不低于 1.0°，完成全球生物多样性热点区域生态系统高精度制图，总体精度不低于 80%；建立一套“昆蒙框架”执行进展快速盘点评估技术方法；完成一次以遥感监测数据为主的全球生物多样性进展盘点报告，以及不少于 5 个代表性国家的“昆蒙框架”多目标进展评估报告；形成技术标准 2 项。

关键词：昆蒙框架，生物多样性评估，保护成效，遥感监测，多目标进展评估

5. 重大工程生态修复与安全保障技术示范

5.1 极端环境条件重大交通路网生态保护与修复技术研究 (共性关键技术类)

研究内容：针对脆弱区重大交通复杂路网生态问题快速识别技术缺乏、极端环境条件下生态保护与修复适配技术支撑不足等问题，研发大温差、强风蚀、强降雨极端环境下交通路网沿线裸露创面增加、水土流失加剧、生境破碎化等生态问题的快速识别与诊断技术，揭示重大交通工程路网长期生态影响叠加效应与扰损机制；研发高适配度、长耐久性的生态保护与修复新材料—工艺—装备；开展极端环境下交通路网典型生态影响区保护与修复技术集成示范，构建路网生态保护与修复成效评估技术体系。

考核指标：综合应用激光雷达、合成孔径雷达、光学等多源遥感数据，构建多星协同、天空地一体化的生态安全问题快速巡查与精确识别技术 1 项，识别频次不少于 4 次/月，诊断精度 $\geq 85\%$ ；抗冻融、抗风沙、抗水力侵蚀生态固土材料不少于 3 种，强吸附轻质固土材料可附着于坡度 $\geq 60^\circ$ 、高差大于 100 米的边坡，土壤水力侵蚀量降低 30%、风蚀量降低 50%；便携式施作一体化装备不少于 3 套，较当前市场施工效率提高 50%；生态保护与修复效益动态评估指标体系 3 套；交通路网生态保护与修复典型示范区 6 个，示范总面积不小于 1 万亩，其中修

复区植被盖度提高 20%~40%、物种丰富度提升 20%以上。

关键词：重大交通路网，生态快速识别与诊断技术，生态保护与修复技术，效益监测评估，技术集成示范

5.2 西南诸河上游重大水电工程扰动区一体化边坡防护与生态修复技术（共性关键技术类）

研究内容：针对我国西南诸河上游重大水电工程立地环境复杂、生态要素信息获取与识别难，扰动区植被恢复、重建条件恶劣，生态修复技术缺乏等问题，构建重大水电工程区不同尺度生态要素“空一天一地一内”一体化监测体系，精准识别植被恢复、重建限制因子；选育面向重大水电工程扰动区植被恢复、重建的优良抗逆植物，配置适宜、稳定的植被群落；突破高寒干旱作用下工程扰动区边坡防护技术；开展重大水电工程扰动区一体化边坡防护与生态修复技术集成示范，建立生态修复效益评价指标和方法体系，优选并形成西南重大水电工程扰动区生态修复适配技术体系。

考核指标：构建生态要素多尺度“空一天一地一内”一体化监测体系与精细化分类体系 1 套，适用于西南高山峡谷区流域、库区、场地不同尺度环境多因子变化空间识别，识别精度达到亚米级；优选适宜于西南水电工程扰动区抗逆乔灌草植物 15 种以上；突破不同地质条件边坡一体化生态防护技术体系 1 套，适用于坡度大于 70°高陡边坡；创制抗冻融/耐干旱、水土保持

性能稳定的植生基质 2~3 项，能耐-30℃冻土环境，土壤集水保水较自然环境提高 30%以上、土壤保持量较自然环境提升 20%以上，建立多目标约束下的扰动区清单式生态修复技术体系 1 套；集成扰动区一体化边坡防护与生态修复技术，并进行至少 3 种场景的应用示范，总面积不少于 1 万亩。

关键词：西南诸河上游，重大水电工程，优良抗逆种质资源，一体化边坡防护与生态修复，技术集成与示范应用

5.3 基于分区分类的生态保护修复技术模式综合评估与应用（应用示范类）

研究内容：针对生态保护修复监管科技需求和提升生态系统多样性稳定性持续性目标，建立生态保护修复分区分类方法，系统梳理近 20 年我国生态保护修复主要技术与模式，形成对应不同类型区域、生态系统及退化程度的生态保护修复技术与模式数据库；从理论基础、保护修复成效、成本、适应性、可复制推广性等方面建立生态保护修复技术与模式综合评估技术体系，评估现有生态保护修复技术与模式，开展生态保护修复技术优化模式筛选研究；系统集成山水林田湖草沙多要素耦合共生的区域（流域）尺度生态保护修复模式体系，以及“微生境调控—乡土种优选—物种配置集成”的场地尺度生态保护修复技术体系，研制分区分类的我国生态保护修复技术与模式图谱；构建以“本底识别—问题诊断—技术筛选—模式集成—成效评估

—综合监管”为核心链条的区域生态保护修复智慧监管平台，选择典型退化草地、高寒沙地、滨海盐碱地等开展应用示范。

考核指标：构建基于分区分类的生态保护修复技术与模式数据库 1 套；编制生态保护修复技术与模式综合评估技术指南不少于 5 项，评估近 20 年生态保护修复技术 200 项、模式 100 项；形成适用于我国干旱、半干旱、高寒、岩溶、盐碱等不同类型脆弱区生态修复植物物种名录，植物种类不少于 500 种；构建基于大数据技术的分区分类生态保护修复技术与模式图谱 1 套，其中不同生态地理区退化生态系统场地尺度修复技术不少于 100 项，退化生态系统区域（流域）尺度保护修复模式不少于 70 项，以及山水林田湖草沙一体化治理模式不少于 40 项，在 5~8 个生态保护修复项目应用示范，每个示范面积不少于 1 万亩，生态产品价值提升 40%以上，管护成本减少 20%以上；建成区域生态保护修复智慧监管平台，并在不少于 5 个典型省份或区域开展业务化应用。

关键词：生态系统多样性、稳定性、持续性，生态保护修复技术模式，分区分类，生态保护修复监管

5.4 北方废弃煤矿集聚区生态风险防控与保护修复一体化技术（共性关键技术类）

研究内容：围绕北方废弃煤矿集聚区生态影响叠加效应不清、生态环境管控技术缺乏、生态修复效果耐久性差等问题，

构建废弃煤矿集聚区生态风险智能监测和问题诊断技术体系，揭示废弃煤矿集聚区缺土、侵蚀、干旱、自燃等胁迫因子交互下生态退化机制；研究生态风险与保护修复分区划定技术和管控方法；研发抗蚀隔氧型土壤重构、集水保水增效、植被与生物多样性重建等适配技术，研究退化植被生态保护保育技术；构建北方废弃煤矿集聚区韧性生态修复与耐久性提升技术体系，并开展一体化应用示范，支撑国土空间生态保护修复。

考核指标：构建废弃煤矿集聚区生态问题风险智能监测与诊断技术体系 1 套，建设多因子交互下生态风险识别与预警系统 1 个，支持“空一天一地一内”多元化一体化监测和“地一内”监测实时在线传输，土壤侵蚀监测误差小于 5%，实现生态风险智能识别；研究生态风险与保护修复分区划定技术和管控方法体系 1 套，形成北方脆弱区典型废弃煤矿集聚区生态分区管控图集 1 套；研发抗蚀隔氧型土壤重构技术 2 项、生态化类土材料 2~3 种，阻隔层空气渗流速度小于 4.4×10^{-5} 米/秒，土壤侵蚀量减少 20%；研发空气集水利用、保水增效适配技术 1 套，干旱胁迫下提高草本植物成活率、保存率 20% 以上，减少管护成本 50% 以上；研发植被与生物多样性重建适配技术 2~3 项，植被覆盖度不低于区域参照生态系统、物种多样性提升 20% 以上；研发北方脆弱区废弃煤矿集聚区韧性生态修复与耐久性提升技术体系 1 套，并开展至少三种情景下的生态保护修复一体化技术应

用示范，示范区面积不小于 1 万亩。

关键词：废弃煤矿集聚区，生态风险防控，生态环境分区管控，韧性生态修复，生态保护修复一体化

6. 生态保护修复的前沿性和探索性方法与技术

6.1 脆弱生态系统修复成效与稳定性监测评估新技术研发与示范（共性关键技术类）

研究内容：面向退化生态系统修复成效与稳定性监测评估的迫切需求，重点研究植物多样性与生态系统功能恢复及稳定性维持的互馈机理，解析植被结构与生态系统功能及其稳定性的耦合关系，建立森林和草地生态系统植被结构与功能地表实测值与遥感信息耦合的多尺度验证数据集；基于无人机为载体的高光谱、激光雷达以及高分卫星遥感等先进技术，研发单木尺度物种识别、物候动态、冠层结构与功能性状反演算法体系；研发森林和草地恢复进程中植物物种丰富度、生物量、植被冠层养分与水分等多维度生态系统特性的监测技术；构建区域生态系统多样性、稳定性及退化生态系统修复成效评估技术体系并应用示范。

考核指标：建立植物多样性及功能性状对生态系统生产力、碳储量、水土保持等生态功能及稳定性影响的定量分析模型；建立 1 套不少于 100 个群落类型的冠层优势物种的植物生化组成、功能性状、枝干精细构型性状、系统发育信息和光谱信息

耦合的数据集; 构建冠层结构复杂性和林下群落 3D 快速清查技术 1 套, 发展叶片碳氮磷含量、叶绿素含量、水分利用效率、最大羧化速率等森林关键生化特征和功能性状的反演算法 1 套, 在不少于 4 个森林类型、每个类型 20~25 公顷大样地开展技术验证, 实现物种识别和性状反演精度 75%以上; 研发区域尺度草地物种多样性、生物量、冠层含水量、氮含量、冠层结构复杂性监测技术, 在草甸草原、典型草原、荒漠草原、高寒草甸等的野外台站, 各 10 公顷监测样地进行技术验证, 监测精度达到 70%以上; 构建生态恢复过程中生态系统多样性、稳定性和恢复成效的综合评估体系, 并选择 2~3 个典型生态修复工程, 在县域尺度开展应用示范。

关键词: 退化生态系统修复, 结构与功能监测, 近地面遥感, 高时空分辨卫星遥感, 生态修复成效评估

6.2 干旱半干旱区生态修复与人工影响天气协同技术研发及效益评估 (应用示范类)

研究内容: 面向干旱半干旱区人工增雨与生态修复协同技术需求, 研究干旱半干旱区主要植被类型在不同生长阶段的蒸散量和生态需水量变化, 识别生态需水量的空间分布格局及其时间变化规律, 研发生态补水需求的空间分布识别技术; 研究干旱半干旱区空中云水资源时空分布特征和开发潜力, 构建人工增雨潜力预报和作业条件识别模型和指标体系; 研发适用于

干旱半干旱气候特征和补水需求的人工增雨催化作业技术；建立生态修复型增雨效果评价指标模型，研发人工增雨作业效果评估和生态效益评价方法体系；开发集生态补水需求监测、云水资源监测、人工增雨作业指挥和生态效益评价一体化的智能化软件系统，形成适用于干旱半干旱区人工增雨与生态修复的成套技术，并选择典型区域开展应用示范。

考核指标：建立主要植被类型的蒸散量、生态需水量在旬、月、季、年尺度上的空间分布及其变化的空间识别技术，空间精度不低于 0.25 千米；量化干旱半干旱区云水资源开发潜力，形成时间不少于 20 年、空间分辨率不低于 0.25°的逐日云水资源数据集 1 套；构建适用于干旱半干旱区人工增雨作业需求、潜力预报、条件识别的算法模型 1 套，实现人工增雨作业条件识别准确率由 60%提高至 75%；建立面向生态修复的人工增雨作业综合效益评价指标体系 1 套（不少于 10 项），评估指标包含生态效益、经济效益和社会效益 3 方面；研发智能化、一体化的作业指挥软件系统 1 套，并选择荒漠草原、典型草原等区域，开展人工增雨与生态修复协同技术应用示范，示范区面积不小于 2000 平方千米。

关键词：气候资源，人工增雨，生态气象，效果评估，生态修复

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社

会渠道资金等)与中央财政经费比例不低于 1:2。

7.典型脆弱生态系统保护与修复前沿技术(青年科学家项目) (基础研究类)

研究内容: 聚焦典型脆弱生态系统保护与修复理论创新和核心技术突破, 从濒危动物保护、植物群落监测和修复、脆弱生态系统多维度监测与评价、人类活动—生态耦合系统的评估与修复方面, 研究跨尺度保护和调控的核心科学问题, 突破高精监测评估和预警预测技术瓶颈, 探索脆弱生态系统保护与修复的新思路。每个研究方向拟资助 1 个项目, 共 11 个项目:

濒危动物保护技术: (1) 大熊猫主食竹类的大面积识别与结构测量技术; (2) 极度濒危动物种群复壮的遗传机制与保护技术; (3) 珍稀濒危动物的数字化模拟技术。

植物群落监测和修复技术: (4) 植物多样性监测轻小型装备研发; (5) 温带人工林光资源高效利用的林分结构优化定向恢复技术; (6) 草地灌丛化的大面积监测与防控修复技术。

脆弱生态系统多维度监测与评价技术: (7) 音视频和图像等多模态数据支持下的典型湖泊关键物种监测、识别与评价技术; (8) “土—草—畜”耦合过程高精度模拟及关键生态功能定量评价与预测技术; (9) 干扰因子数量增加背景下典型生态系统的响应过程及调控技术研究。

人类活动—生态耦合系统评估与修复技术: (10) 生态保

护红线区人类活动影响快速评估与风险诊断技术；（11）耦合生态水文—经济社会过程的干旱区国土空间生态修复模拟器。

考核指标：聚焦关键科学难题、实现技术突破，技术原理独特，突出自主原创性研发，在濒危动物保护、生物多样性监测和修复、生态系统多维度监测与评价、人类活动—生态耦合系统评估与修复技术前沿方面取得理论创新和技术突破。

关键词：生态监测新技术，生态保护新技术，生态修复新技术，社会生态系统