

“典型脆弱生态系统保护与修复”重点专项

2023 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，科技部、教育部、自然资源部、生态环境部、水利部、中科院、气象局、林草局共同制定了国家重点研发计划“典型脆弱生态系统保护与修复”重点专项实施方案，统筹部署山水林田湖草沙系统治理科技创新。

本专项紧密围绕“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，形成整体和系统治理技术体系，并进行推广应用。

本专项执行期为 2022—2026 年，按照分步实施、重点突出原则，2023 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 个方面启动 24 项研究任务，其中青年科学家项目 5 项。

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，需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。企业作为项目牵头申报单位，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 2:1。指南各方向拟支持项目数原则为 1 项（有特殊说明的除外），若同一指南方向下采取不同技术路线，评审结果相近，可以择优同时支持 2 项，根据中期评估结果择优再继续支持。除特殊要求外，每个项目下设课题数不超过 5 个，参与单位数不超过 10 个。

青年科学家项目要求由青年科学家作为项目负责人领衔担纲，覆盖指南中 1 项内容即可，项目实施周期为 3 年，项目不下设课题，参加单元原则不超过 3 家，项目负责人年龄要求，男性应为 38 周岁以下（1985 年 1 月 1 日以后出生），女性应为 40 周岁以下（1983 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。

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，需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 2023 年公开发布项目申报指南如下。

1. 国家生态安全辨识、预警和监管技术

1.1 极端生态环境水循环关键参量监测设备与物联网监测系统研制和示范

研究内容：针对高寒和干旱极端生态环境水循环变化对国家生态安全的重要性，开展水循环关键参量监测设备与技术研发，重点围绕水循环关键参量野外原位/移动/非接触式、自动、稳定监测等技术难点，研制适合高寒环境（年平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ ）的冻土含冰量、冰川厚度、雪水当量等关键参量的高精度监测设备和技术；研制适合干旱环境（年降水量 $\leq 400\text{mm}$ ）的蒸散发、径流量、地下水位等关键参量的机载/移动式监测设备与技术；研建涵盖无通讯信号区、可进行全域大数据传输与管理的物联网监测系统，并开展示范应用。

考核指标：自主研发适合高寒、干旱环境的水循环关键参量监测设备 4~6 套，对冻土含冰量、冰川厚度、雪水当量、蒸散发、径流量和地下水位 6 个参数监测的绝对误差分别小于 $0.05 \text{ m}^3/\text{m}^3$ 、 0.5m 、 10mm 、 $0.4 \times 10^{-5} \text{ mm/s}$ 、 $5 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 20 cm ；用于高寒和干旱环境下地面监测时的无故障运行时间大于 720 小时，用于机载监测时的无故障运行时间大于 120 小时；物联网监测系统具备大数据自动采集、全域（涵盖无通讯信号区）实时传输、在线质控、智能分析与可视化展示以及设备远程调控等功能；研发的监测设备和物联网监测系统分别

在 2 个以上高寒地区和 2 个以上干旱地区开展示范应用，揭示示范区水循环关键参量的变化规律。

关键词：高寒环境、干旱环境、水循环、监测设备、物联网监测系统

1.2 生态系统结构与过程关键参数反演与三维实景重建技术

研究内容：围绕国家生态安全对生态系统精准快速监测的重大科技需求，以森林、草地和沼泽湿地为对象，研发基于样地—塔基—无人机—卫星一体化的多尺度生态系统结构和过程关键参数遥感反演技术。其中，综合运用多波段多模态激光雷达，研发可高精度遥感监测植被盖度、冠层高度、地上生物量、叶面积指数、聚集指数等参数的遥感反演技术，发展基于物理模型与深度学习算法的叶片光合色素高光谱反演技术；研制近地面激光诱导叶绿素荧光和树干自养呼吸等设备，实现对植被叶绿素荧光、树干自养呼吸速率等的高频次观测；综合运用智能化建模技术，实现监测样地的三维实景重建。选择 6 个以上示范点，开展生态系统结构与过程关键参数的观测应用示范。

考核指标：基于样地—塔基—无人机和卫星遥感的植被盖度、冠层高度、地上生物量反演精度达到 85~90%，叶面积指数反演误差 $\leq 1.0\text{m}^2/\text{m}^2$ ，聚集指数反演误差 ≤ 0.1 ；光合色素反演误差 $\leq 10\mu\text{g cm}^{-2}$ ；研制具有自主知识产权的叶绿素荧

光和树干自养呼吸设备 2~3 套，其中激光诱导叶绿素荧光观测设备光谱分辨率 $\leq 10\text{nm}$ 、频率 $\leq 1\text{min}$ 、探测距离 $\geq 30\text{m}$ ，树干自养呼吸设备测量范围达到 $0\sim 3000\mu\text{mol mol}^{-1}$ 、测量精度达到 $3\mu\text{mol mol}^{-1}$ ；监测样地的三维实景重建精度达到厘米级；在森林、草地、湿地等不少于 6 个典型生态系统台站开展应用示范。

关键词：生态系统结构、生态系统过程、关键生态参数、监测技术、高精度观测

1.3 大尺度生态质量与生态服务评估大数据智能挖掘技术和关键参数网格化平台建设应用示范

研究内容：针对大尺度生态质量、生态服务和生态安全评估预测的关键参数获取效率低和精度不高等问题，研发具有多源数据（全国地面长期定位生态联网观测、遥感、传感网、文献等）自动获取和更新，算法自动匹配和优化等功能的大数据智能挖掘技术，可实现多源数据融合、尺度扩展、时空格局演化模式提取；研制覆盖全国不同生态系统类型的长时序、网格化、统一时空基准的生态质量和生态服务评估预测关键参数数据集，包括蒸散发、地表径流系数等气象参数和植被生物量、净初级生产力、比叶面积、生态系统呼吸、净生态系统生产力、土壤含水量、土壤碳密度、凋落物、叶/茎/根碳氮比、叶/茎/根寿命等生态功能评估参数；发展基于网格化数据的大尺度生态质量与生态服务精准评估技术、生

态安全格局辨识方法，研发气候变化与人类干扰驱动下的生态系统固碳、生态服务能力和关键植物生境变化预测技术、生态安全格局变化预警技术；建立服务全国生态质量、生态服务和生态安全评估的大数据未来情景智能推演系统，并开展全国生态质量和生态服务评估关键参数网格化示范应用。

考核指标：研发生态质量与生态服务评估预测关键参数数据融合、尺度扩展和时空格局演化模式提取等大数据智能挖掘算法和软件工具 3 个；研制长时序、网格化的全国生态质量和生态服务评估关键参数标准数据集 12 个，覆盖森林、灌丛、草地、荒漠、湿地等不同生态系统类型，国家尺度网格化分辨率不低于 $10\text{km}\times 10\text{km}$ ，典型示范区域网格化分辨率不低于 $1\text{km}\times 1\text{km}$ ；构建基于网格化数据的全国生态系统质量与生态服务精准评估模型和预测模型，模型精度提高到 85%；建成生态质量与生态服务大数据智能推演系统和关键参数网格化平台，实现多源数据自动获取、网格化数据自动处理和定期更新；基于长时序数据，揭示国家生态安全格局的变化规律，并在我国相关部门生态评估中得到示范应用。

关键词：生态质量，生态服务，尺度扩展，网格化参数产品，智能挖掘，评估预测

1.4 高时空分辨率植被物候监测技术与设备研发及应用示范

研究内容：围绕国家生态安全、粮食安全和工程项目安

全，针对植被物候急变过程中的高频、高敏、自动和稳定等监测技术难点，研制高时空分辨率和高灵敏度的多波段近地面物候监测传感器，实时在线监测常见物候期发生时间，利用冠层不同光谱反射率测定植被生长起始、衰老时间和生长速率，实现归一化植被指数等指标反演，取得通道间无时差、无视差及长期稳定高频监测效果；研制物候传感器的自清洁、自校正技术等，实现定时巡航和定点观测相结合的高效与高精度观测；按照统一技术标准研制多波段物候传感器自动观测和组网技术，实现实时物候监管和综合生态过程演示；发展长时序、高精度的植被物候与大气信息耦合模型与分离技术，构建物候参数提取的真实性检验测量技术，形成多源物候参数评估体系与技术规程；发展耦合植被、地形和大气等环境因子的物候信息反演建模和仿真技术，揭示物候影响脆弱生态系统功能的机理并进行预测。针对以上内容，从经向、纬向和垂直方向地理梯度分别在典型示范区开展长期、多尺度物候观测应用示范。

考核指标：开发出可对植被生长季开始期、峰值期和衰老期物候参量监测的传感器，性能指标达到：光谱通道 ≥ 6 ，带宽 $< 20\text{nm}$ ，具备通道间无时差、无视差、自动连续观测、自清洁、自校正与远程传输方式功能；建立可监测植被物候的全要素仿真模型软件及真实性检验应用支撑软件系统各 1 套；开发定时巡航和定点观测物候监测设备系统 2 种，物候

观测参数不少于 5 项，观测时间大于 3 年，验证时间不少于 1 年；定点观测时间分辨率不高于 10 分钟；建成经向、纬向和垂直方向 3 个地理梯度的物候监测示范区，示范区组网站点 ≥ 20 个，其中 1 处示范区为国家大型交通工程实施区域，以全面反映植被物候及气候等环境因素变化和人类活动对大型工程的影响。

关键词：物候，真实性检验，地基观测系统，地形、大气和地—空观测耦合模型，植被与大气信息分离技术

1.5 多源遥感协同森林地上生物量估测技术

研究内容：面向快速高精度森林生物量估测的需求，研究基于无人机、塔基和地基的激光雷达单木和样地地上生物量测算技术；协同应用陆地生态系统碳监测卫星（句芒号）和其他国内外星载激光雷达与多角度光学等遥感载荷，研究多源星载激光光斑数据集成构建方法，突破大光斑激光雷达地形影响校正和森林参数敏感波形指数提取、多角度光学影像森林 BRDF 特征重建技术；发展多源激光雷达光斑尺度森林地上生物量估测方法，建立光斑森林生物量与多角度光学影像协同的森林地上生物量无缝外推模型，实现主被动载荷联合的中高分辨率森林地上生物量的反演；研究多基线 P/L 波段干涉合成孔径雷达（SAR）高分辨率层析成像算法和森林平均高定量反演方法，提出基于极化、森林平均高、层析垂直剖面等特征的森林地上生物量估测方法；综合应用激光

雷达、长波长 SAR 与多角度光学等多源遥感数据，构建多星协同、天空地一体化的森林地上生物量监测系统。选择 2 个以上示范区，开展不同尺度森林地上生物量反演产品真实性检验与生产，提升大范围森林生物量快速估测的行业业务化应用技术水平。

考核指标：无人机、塔基和地基激光雷达遥感估测单株树木和样地地上森林生物量精度优于 90%；大光斑激光雷达数据集包括的卫星数量不少于 3 颗；星载激光雷达光斑森林地上生物量反演精度优于 85%，基于多基线 P/L 波段干涉 SAR 的县级森林地上生物量估测精度优于 75%；主被动载荷联合反演森林地上生物量无缝产品精度优于 80%，县/林场级尺度平均反演精度优于 85%；形成多星协同、天空地一体化的森林地上生物量监测系统，示范面积至少包括 2 个县或林场。

关键词：森林地上生物量，激光雷达，光学多角度，长波长 SAR，天空地一体化

2. 重要生态区保护修复技术

2.1 东北重度退化森林生态修复技术与示范

研究内容：针对东北森林频繁火烧及历史高强度采伐导致的区域森林严重退化、生物多样性和碳汇等生态功能低下以及自然恢复缓慢等问题，研发受干扰区森林退化类型、退化强度及退化过程的精准辨识技术；针对火烧干扰后重度退化的寒温带针叶林，研发林下关键植被萌蘖更新复壮的近自

然垂直结构调控、树种—立地—结构“三位一体”适配的特定功能树种补植等生物多样性提升恢复技术；针对高强度采伐后重度退化的中温带阔叶混交林，研发地带性树种和特定功能树种的林窗更新调控、森林光—热资源高效利用的林窗结构优化等碳汇增加定向恢复技术；研发东北重度退化森林景观过程与空间调控修复和生态恢复潜力定量预测技术，并开展应用示范。

考核指标：研发基于干扰特征、森林结构与功能的东北森林退化强度及过程的通用识别模型，识别精度达到 90%以上；针对火烧干扰后重度退化的寒温带针叶林，研发林下关键树种萌蘖更新复壮技术、垂直结构调控促进关键树种更新技术、树种—立地—结构“三位一体”适配的特定功能树种补植技术，物种多样性指数增加>40%，表征森林垂直分层结构的透光分层疏透度在最适范围（60~80%）；针对高强度采伐后重度退化的中温带阔叶混交林，研发地带性树种和特定功能（碳密度高）树种的林窗更新调控技术、森林光—热资源高效利用的林窗结构优化技术，提高树种更新能力>25%，森林光—热资源利用率提升>40%；研发基于森林景观过程的重度退化森林生态恢复潜力定量预测技术 2~3 项，预测精度达到 90%以上，提出相关技术标准或规程及得到省部级采纳的相关咨询建议 2~3 项，在大兴安岭、长白山—辽东山区等区域建立试验示范区 3~4 个，示范区总面积 10 万亩以上。

关键词：重度退化、近自然垂直结构调控、林窗更新调控、功能提升、生态修复

2.2 典型草原生态系统近自然修复与生态质量综合提升技术

研究内容：针对典型草原退化严重、生态系统脆弱、保护修复模式单一，亟需提高生物多样性、增强系统稳定性与可持续性等问题，筛选退化草原近自然修复用高抗逆性优质乡土草种，研发多草种配置与生物多样性提升技术；研制退化草原修复用高效功能微生物菌群接种剂，研发土壤微生物群落整体修复技术；研发放牧场和打草场近自然精准修复与生态系统稳定性提升技术；研发主要有毒有害植物绿色防控关键技术；建立典型草原区近自然修复模式与生态质量综合提升技术示范区。

考核指标：筛选生态修复用高抗逆性优质乡土草种 20~30 种，研发多草种配置与生物多样性提升技术，乡土优质草种丰富度增加 3~5 种；研制退化草原生态修复用高效功能微生物菌群接种剂 3~5 种，研发土壤微生物群落整体修复技术，有益微生物多样性达到未退化草原的 70~90%；研发退化放牧场和打草场近自然精准修复技术，草群高度提高 10~20cm，优质草种丰富度增加 3~6 种；研发有毒有害植物绿色精准防控技术，使毒害草占比从目前的 30~70%降低到 5%以下；建立典型草原区近自然修复模式与生态质量综合提

升技术示范区 3~5 个，示范面积不低于 3 万亩，示范区退化放牧场和打草场生产力提高 450~750 kg/hm²，植被综合覆盖度增加 5~10 个百分点，草地优质草种丰富度增加 3~5 种。

关键词：典型草原，近自然修复，高抗逆性优质乡土草种，土壤功能微生物菌群接种剂，有毒有害植物绿色防控

2.3 荒漠绿洲区水土生态安全提升与保障技术

研究内容：针对西北干旱荒漠绿洲区水资源短缺及空间配置不均衡、绿洲防护林退化威胁绿洲生态安全等问题，定量估算荒漠绿洲区防风固沙植被生态需水量，研发基于生态立体水网连通的水资源空间均衡优化配置模式；针对绿洲外围阻沙滞沙带，研发基于乡土植物种优化配置的固沙植被近自然修复技术；针对绿洲内部退化农田防护林，研发基于农艺节水措施和节水树种配置的绿洲农田防护林更新改造技术，研发适应现代农业发展需要的乡土树种配置合理以及走向、间距和宽度布局合理的农田防护林体系构建技术；建立荒漠绿洲水土生态安全提升与保障技术示范区。

考核指标：选择 3~4 个典型荒漠绿洲区开展研究，研发水资源空间均衡优化配置技术，水资源利用效率提高 15%以上；研发绿洲外围固沙植被近自然修复技术，植被盖度提高 10~15 个百分点，土壤风蚀模数降低 2000~3000t/km²·年；研发绿洲农田防护林更新改造技术，防护林保存率由 70%提高

到 90%以上；研发适应现代农业发展需要的农田防护林体系构建技术，物种丰富度提高 2~4 种，土壤风蚀模数降低 500~1500t/km²·年；建立荒漠绿洲生态修复示范区 3~4 个，示范区总面积不低于 3 万亩。

关键词：荒漠绿洲区，生态需水量，水资源空间均衡优化配置，农田防护林更新改造，乡土树种合理配置

2.4 青藏高原自然保护区生态系统保护、恢复与多功能提升技术

研究内容：针对青藏高原草地类自然保护区高效保护技术需求，聚焦野生食草动物与家畜承载力、栖息地近自然恢复与资源空间优化配置关键技术瓶颈，开展基于野生食草动物和家畜种群数量动态变化的草地承载力研究；研发典型自然保护区保护优先条件下的退化生态系统近自然恢复、多功能协调与提升技术；建立野生食草动物—家畜共牧系统生产功能转移的草地资源时空优化配置技术体系；构建典型自然保护区生物多样性保育与生态系统多功能提升及可持续发展模式并示范。

考核指标：构建包括软硬件的有蹄类食草动物监测平台，实现对藏羚羊、野驴、野牦牛等种类识别、种群数量、迁徙的动态监测，量化自然保护区草地生态承载力的空间变化，识别精度达到地面调查的 90%以上；研发高生产力、高覆盖

度、固氮等多功能物种组配的高寒草甸、高寒草原植被近自然恢复关键技术 4 项，修复草地物种丰富度增加 3~6 种，净初级生产力提高 15%以上；研发野生食草动物—家畜供需平衡的共牧单元优化调控技术，技术应用至少 4 种野生食草动物栖息地，提升研究区草地产草量 15%以上；研发自然保护区低扰动的草地近自然修复、持续利用、合理封育等相关技术规程（标准）3 项以上、以及绿色发展模式 1~2 套。在三江源、祁连山及羌塘等典型自然保护区建立管理模式集成示范基地 3 个，总示范面积 4500 公顷以上。

关键词：青藏高原，自然保护区，草地承载力近自然修复，多功能提升，资源空间优化配置

2.5 南方低质低效人工林质量改善与生态服务提升技术

研究内容：针对大面积低质低效人工林导致我国南方低山丘陵区水土流失严重、生态服务低下的突出问题，研究杉木、马尾松、毛竹等典型人工林群落结构、土壤质量与生态服务之间的关联；研发基于固碳增汇和生产力提升的低效人工林林分群落结构优化技术；形成低效人工林水土保持能力、生物多样性保育的林下植被功能群人工诱导恢复技术；研发酸化土壤改良和养分利用率提升的生境修复技术；构建南方低山丘陵区低质低效人工林生产力和生态服务协同提升技术与模式并示范。

考核指标：明确南方低山丘陵区典型低质低效人工林生

态系统服务提升路径，研发以乡土植物为主的人工混交林改培定向调控技术、林下植被功能群恢复与增值定向调控技术，生物多样性增加 20%以上；研发低效人工林酸化土壤改良和养分均衡的土壤生境综合修复技术，土壤 pH 值提高 0.5~1.0 个单位，土壤养分提升 10%以上；构建南方低质低效人工林质量改善与生态服务协同提升技术体系，实现低效人工林生产力提升 10%~15%，水源涵养、土壤保持和固碳增汇能力分别提高 15%以上。建立示范区 3~5 个，示范总面积不少于 2000 公顷。

关键词：低质低效人工林，生态服务，全生命周期，林分结构优化，土壤质量改善

2.6 滨海湿地生态系统近自然修复关键技术研发及应用

研究内容：针对典型滨海湿地（非河口湿地）生物多样性下降及珍稀物种生境质量退化的生态环境问题，以及滨海湿地保护与修复实践从局域向景观和区域尺度发展的技术瓶颈，开展面向跨生境多目标保护的滨海湿地系统保护与生态连通性评估技术研究，研发区域滨海湿地保护网络构建和生态连通性提升技术；筛选原生湿地植物及沉积物微生物组，创新湿地植物与沉积物微生物的协同生境修复技术；集成以乡土生物群落配置、生境异质性增加、食物网结构优化为核心的珍稀水鸟生境提升技术；形成基于自然的景观尺度滨海湿地生态系统修复新模式，保障滨海湿地生态安全与可持续

发展，并在典型滨海湿地开展技术示范。

考核指标：生态廊道识别与构建技术 1~2 项，基于该技术生态连通性提高 20%；植物—微生物联合修复、近自然序列植被快速恢复等技术 2~3 项，基于该技术乡土植被覆盖度增加 25%，微生物多样性恢复到原生的 80%；生境异质性提升与食物网结构优化技术 2~3 项，典型水鸟种类增加 2~3 种，珍稀或旗舰水鸟种群数量增加 20%；形成 1~2 个景观尺度的滨海湿地生态修复新模式，不少于 2 个技术示范区，总面积不小于 2000 公顷。

关键词：滨海湿地、近自然修复、植物—微生物联合修复、生境异质性、珍稀水鸟生境

3. 城市生态功能提升与区域生态安全协同技术

3.1 城市生物多样性提升技术与示范

研究内容：针对城市生物多样性贫乏、生物多样性和生态服务功能的协同提升技术缺乏等问题，研究不同类型城市绿地形状、面积、植物种类、群落结构、管护方式等对植物、鸟类和昆虫丰富度的影响，探明制约城市生物多样性的关键因素，建立不同绿地类型优先恢复目标物种的确定方法；研发以栖息地—食物—干扰控制为重点的近自然生境营造与修复技术；研究不同绿地类型生物多样性与关键生态系统服务的关系，研发城市生物多样性与碳汇、气候调节、污染控制等功能协同提升技术；研发城市动物声像智能监测关键技

术，建立城市生物多样性实时动态监控平台，选择典型城市开展综合应用示范。

考核指标：阐明不同城市绿地类型特征与生物多样性的定量关系，形成不同绿地类型优先恢复目标物种确定方法的技术规范；开发面向城市生物多样性和生态服务功能的协同提升的城市绿地设计、栖息地修复与管护等技术 6 项，植物、鸟类与昆虫物种丰富度提升 20%以上，碳汇、热环境调节、重金属污染净化等功能整体提升 15%以上。建立城市生物多样性智慧感知与动态监控平台，监测鸟类等指示性动物物种应覆盖本地种 70%以上，关键物种识别精度达 85%~90%，时间分辨率小于 1 小时；制定城市生物多样性保护与气候调节、碳汇、污染控制等生态功能协同提升技术规范 2~3 项，至少在 3 个城市开展综合示范。

关键词：城市生物多样性，物种丰富度、城市绿地，物种配置，物联网

3.2 西北水资源约束下城市生态建设与生态安全保障技术

研究内容：针对我国西北地区城市干旱少雨、生态系统本底脆弱、城市绿地建设及维护难度大等问题，研究气候变化、城镇化及产业化等因素影响下的水资源约束型城市生态安全保障机制；探讨城市发展对区域生态安全的影响以及城市生态空间需水量评估方法；评估筛选干旱区城市不同类型绿地适用植物，研发高效节水、再生水利用的城市生态空间

营造技术；开发干旱缺水退化生态空间的近自然生态修复技术，并在西北地区典型水资源约束型城市开展示范应用。

考核指标：开发城市发展对区域水资源胁迫及优化评估软件；城市生态空间需水量评估方法，评估精度不低于 85%；筛选出适宜于干旱区城市并具有地域景观特色的耐旱、耐寒与耐盐碱的绿地植物种不少于 10 种；开发城市水资源节约集约利用与绿地安全浇灌技术 1~2 项，城市绿地维护的新鲜水资源消耗量下降 80%以上，人工补水率低于 5%，再生水利用率不低于 25%；退化生态用地进行生态修复后，植被盖度增加 25%，物种丰富度提升 20%以上；选择 3 个以上西北城市开展示范应用，示范区域总面积不小于 800 公顷，示范区域生态质量指数（EQI）提高 30%；制定行业或地方标准 3 项。

关键词：水资源约束，生态需水，生态修复，生态安全，西北城市

4. 生物多样性保护技术

4.1 国家重点保护动物基因组多样性评估与遗传拯救技术

研究内容：面对国家生物多样性保护和国际公约履约需求，以我国重点保护野生脊椎动物代表类群：哺乳纲（食肉类、有蹄类）、鸟纲（雉类、猛禽类）、两栖纲（无尾类）、爬行纲（有鳞类）、鱼纲（鲤形目）等为对象，研发基因组多样性评估新方法，开展物种和种群基因组多样性评估、解

析种群遗传结构，掌握基因组多样性国家尺度空间分布格局；评估野生动物组织、细胞系、粪便、毛发等不同类型的遗传资源的特性，研发非损伤性样品 DNA 高效提取和富集方法；构建挖掘控制濒危动物近交衰退等重要性状的关键功能基因的技术体系；研发濒危动物遗传拯救技术。

考核指标：基于选择压力、有害变异、近交水平等要素的野生动物基因组多样性评估新方法，基因组多样性评估要素从 1 种提高到至少 3 种；评估 100 种国家重点保护野生脊椎动物的基因组多样性及其空间分布格局，识别基因组多样性贫乏物种及其致危因素，提出优先保护决策建议；野生动物粪便、毛发等非损伤性样品 DNA 提取富集率从 50% 提升至 80%，并成功应用于 10 项以上野生动物基因组多样性评估；建立“濒危动物近交衰退性状识别—多组学挖掘—功能重现”的重要性状遗传基础的挖掘技术体系，完成不少于 2 个重要性状关键功能基因的挖掘；建立濒危动物优质精子筛选遗传拯救技术，优质精子获得率从 50% 提高至 80%，成功应用于至少 5 种濒危动物；建立不少于 3 种组织类型的濒危动物细胞系构建遗传拯救技术，成功应用于至少 5 种濒危动物。

关键词：国家重点保护动物，基因组多样性，非损伤性遗传资源，性状挖掘技术，遗传拯救技术

4.2 植物园迁地保护和植物资源利用核心技术研发

研究内容：面向国家植物园的迁地保护和专类园建设需

求，尤其是对世界性植物大类群、特殊生境植物、重要经济植物等的保护和资源利用技术瓶颈，重点研究高山和亚高山地区松柏类、蔷薇科、杜鹃花科、忍冬科、百合科、鸢尾科等低海拔迁地保护栽培中土壤、气候、遗传等制约因素和快速繁育技术；壳斗科、热带果树等顽拗性种子常温和液氮储藏及储藏后快速萌发技术；研发芍药科、唇形科等战略资源植物精准育种技术，并创制具有高产、多抗、优质等优异性状的新种质；利用基因编辑技术等，培育苦苣苔科等新型花卉，为国家植物园体系建设提供核心科技支撑。

考核指标：研发蔷薇科、百合科、鸢尾科等高山和亚高山植物快速繁育和露地栽培技术 3 项，繁育效率提升 50% 以上；壳斗科、热带果树等植物顽拗性种子常温和液氮储藏技术 2 项，种子快速萌发技术 5 项，储藏时间比自然寿命提高 10 倍以上，萌发率提高 20%；创新高 α -亚麻酸油用牡丹等战略性资源植物的精准育种技术 2~3 项，育种时间减少 40%，成本降低 70%；创制具有高产、多抗、优质等综合性状的优良新种质 30 份以上，新种质综合品质提升 20% 以上；培育含 α -亚麻酸 9% 以上的油用牡丹品种、芳香物质含量增加 10% 以上的园艺植物品种 1~2 个。栽培新技术推广应用到 500 种以上的松柏类、蔷薇科、百合科、杜鹃花科、鸢尾科等高山和亚高山植物上，其中露地栽培 200 种以上，露地存活率 80% 以上。

关键词：植物园，迁地保护，植物资源利用，种子储藏与萌发，战略性资源植物育种

4.3 产毒动物多样性及其功能评估与毒素资源发掘技术

研究内容：产毒动物占世界动物种类的 15%，在生态系统种群调节中发挥关键作用，有的也潜在危害人类生命健康。面向生物多样性保护与人民健康的国家需求，以具有重要生态和经济价值的代表性产毒脊椎动物（鱼纲、两栖纲和爬行纲）为对象，开展我国主要产毒动物及其毒素多样性研究；研究重要产毒动物的生态功能、对人类健康的风险及可持续利用，建立生态效益和人类健康风险评估体系；解析产毒动物的生态调控机制和毒理机制，挖掘有益生态调控和人类健康的关键毒素资源；研发毒素资源的高质利用前沿技术；发展针对产毒动物相关的人类健康风险预警和防控技术。

考核指标：研发产毒动物生态功能评估、毒液复杂混合物作用靶标的高通量识别技术体系；毒液中毒素分子识别率提升到 90%，可进行功能注释的毒液成分比例提高到 50%；解析 20 种以上具重要生态功能和对人类健康有风险的产毒动物毒素分子多样性，增加 300 种有益人类健康和生态防控的毒素分子资源，并完成 2~3 种产品的申报、备案或登记前研发；对以上产毒动物中的 50%进行生态或人类健康风险精确评估，针对 10 种常见有毒动物分布于环境中的痕量毒液，发展高灵敏性(<5 ng 粗毒/g 被附着物)、快速(<10 分钟)检测

技术，据此提出毒伤防控预警方案。

关键词：产毒动物，生态效益，人类健康风险，毒素分子资源，资源挖掘

4.4 野生动物迁移扩散机制与种群管控技术

研究内容：针对野生动物迁移扩散造成的保护管理、人与动物冲突日益严重的问题，开展亚洲象、东北虎、藏羚羊、濒危雉类、迁徙水鸟等代表性野生动物迁移扩散规律及其与人类冲突的关键驱动因素研究；结合人与野生动物冲突的表现形式，以及“肇事”动物的生物学特征和行为习性，研发综合预警和驱离技术；构建生态干预（栖息地修复与改造等）、种群管控等人与野生动物冲突的防控和缓解技术体系；建成野生动物损害评估、补偿新范式。

考核指标：揭示亚洲象、东北虎、藏羚、濒危雉类、迁徙水鸟等重要野生动物迁移扩散规律和冲突发生的行为规律；构建基于影像、声音等信息采集、传输和智能分析的预警系统 1 套，实现对亚洲象、东北虎等迁移扩散目标动物的精准识别，推广应用范围大于 5000 km²，示范区中成功预警 80% 以上的目标动物类群肇事事事件，并识别出 90% 以上的肇事个体；研发“味嗅觉厌恶”和声光电等动物肇事个体驱离技术和产品 4~6 套，在示范区成功驱离 90% 以上的肇事动物个体；构建生态干预（栖息地修复与改造等）、种群调控等野生动物管理技术体系 2 项；形成亚洲象等野生动物损害评估

和补偿范式 2~3 个；提交得到省部级采纳的解决人与野生动物冲突政策咨询报告。

关键词：野生动物，迁移扩散，人与野生动物冲突，种群管控

5. 重大工程生态修复与安全保障技术示范

5.1 黄土高原小流域山水林田湖草综合治理与生态系统服务协同提升技术及示范

研究内容：针对黄土高原水土流失严重，水土保持措施缺乏系统布局、整体生态与生产功能弱的问题，以黄土丘陵沟壑区为对象，以小流域水源涵养、土壤保持、固碳和产品供给功能整体提升为目标，研发地块尺度经济林果适水改土地力提升技术；突破侵蚀沟生物与工程措施结合的水土流失精准控制技术以及坡面和沟道尺度林田坝草多目标（土壤容许流失量、水资源承载力）优化配置技术；发展小流域尺度生态与生产功能协调的生态系统管理与土地优化配置技术；形成小流域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：研发经济林土壤微生物培肥技术及绿肥技术 2 项，耕层土壤有机质和有效磷含量提高 15%以上，经济林果产量提高 10%以上；研发水土流失精准防控措施景观综合配置技术，水源涵养功能提高 10~15%，土壤侵蚀模数减少 25%。研发小流域多目标生态管理与服务功能协同提升的生

态设计技术，编制技术规程 3~5 项，在 3~4 个试验示范区小流域开展应用，示范区总面积不小于 4000 公顷；示范区生态系统服务（水源涵养、土壤保持、固碳和产品供给）整体提高 10%以上。

关键词：景观格局优化、水土流失精准控制、生态系统服务协同提升、系统治理

5.2 北方防沙带大型露天矿区生态保护与修复技术及示范

研究内容：针对我国北方防沙带大型露天矿生产过程中生态化技术缺失，导致生态影响范围大、表土缺失、漏水漏肥、修复系统难自维持等典型问题，揭示大型露天煤矿开采的生态减损机制，研发露天煤矿全生命周期生态化设计与节地保土技术；研发排土场抗侵蚀地貌重塑技术；研发大气水凝结与降雨蓄积利用技术；研发伴生矿物资源人工造土与矿山土改良剂制备技术；研发活土层精细重构与菌—藻—草联合修复技术；研制生产露天矿生态退化与动态修复监管系统，实现大型露天煤矿区生态系统的减损管控、科学修复和自我维持。

考核指标：研制大型露天煤矿区生态减损、生态监管与系统修复关键技术 10 项以上，露天开采对地下水的影响半径缩小 1km 以上，对地表生态环境的影响降低幅度 50%以上；研制抗侵蚀生物材料 2 种以上，地貌重塑区土壤侵蚀降低 30%以上，修复后临界起沙风速提高 2.5m/s，修复区雨露水

滞留率 75%以上，乔灌植物人工灌溉少于 2 年；筛选土壤固碳微生物 3 种以上，活土层有机质提高到 1.0%以上，土壤容重小于 1.35g/cm^3 ；植物多样性不低于参照生态系统，重建生态系统实现自维持，生态修复成本降低 25%；研制重构土壤剖面质量原位测定装备，开发生态退化与动态修复监管系统，监管频率优于 30 天；建立技术集成示范区，示范面积 200 公顷以上。

关键词：露天矿，土壤重构，生态修复，生态监管

5.3 三峡库区生态屏障区近自然生态修复与生态安全保障技术

研究内容：针对三峡库区生态屏障区（生态保护带、生态利用带、消落带）坡度陡、土层瘠薄、人工防护林结构简单、生态保护与利用矛盾突出导致的水土流失严重、生态安全风险高等问题，研发生态保护带基于水土保持功能提升的人工防护林群落结构优化技术，基于微生境调控的石质山地低质先锋植被密植混交快速恢复技术；研发生态利用带基于生产—生态功能协同提升的特色经济林生草覆盖—水肥融合可持续经营技术；研发消落带基于固土护岸与景观功能提升的不同海拔梯度植被缓冲带乡土植物近自然优化配置技术；建立三峡库区生态屏障区近自然生态修复与生态安全保障技术体系及模式，并开展示范应用。

考核指标：提出生态保护带人工防护林群落结构优化技

术，土壤侵蚀模数下降 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{年}$ ；提出石质山地低质先锋植被密植混交快速恢复技术，植被覆盖度提高 20%；提出生态利用带特色经济林生草覆盖—水肥融合可持续经营技术，单位面积产值提升 500 元/亩，0~20cm 土壤有机质含量由 1.5%提升到 2%以上；提出消落带不同海拔梯度植被缓冲带乡土植物近自然优化配置技术，乡土植物物种丰富度增加 3~5 种，植被覆盖度提高 20%，土壤侵蚀模数下降 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{年}$ ；建立示范区 3~5 个，面积不小于 10000 亩；提交得到省部级采纳的三峡库区生态屏障区近自然生态修复和生态安全保障咨询报告。

关键词：三峡库区生态屏障区；近自然修复；密植混交快速恢复；生草覆盖—水肥融合；乡土植物优化配置

5.4 京津风沙源工程区沙化土地近自然生态修复与生态安全提升技术

研究内容：针对京津风沙源工程区沙化土地面积大、危害严重、固沙植被大面积衰退、生态安全水平亟需进一步提升等问题，定量测算固沙植被水资源承载力和土壤风蚀防控效率；筛选适生抗旱乡土固沙植物；对于固定沙丘活化区，研发基于以水定绿、土壤风蚀防控和乡土固沙植物种优化配置的固沙技术；对于退化固沙植被区，研发基于乡土植物种密度调控和结构优化的退化固沙植被质量提升技术；系统评估京津风沙源治理工程的生态效益及对区域生态系统服务

的影响；建立京津风沙源工程区沙化土地近自然生态修复技术体系及示范推广模式，并开展应用示范。

考核指标：定量估算 4~5 种主要固沙植被类型的水资源承载力及土壤风蚀阈值；筛选乡土固沙植物 8~10 种，研发基于乡土固沙植物种优化配置的沙障促进活化沙丘快速固定技术，基于乡土植物种密度调控和结构优化的退化固沙植被质量提升技术，使植被盖度提高 10~15 个百分点，土壤风蚀模数降低 500~1000 t/km²·年，水资源利用效率提高 10%，生态系统固碳功能提升 900~1200 kg/hm²；提交得到省部级采纳的京津风沙源工程生态效益评估咨询报告；建立沙化土地修复试验示范区 3~5 个，示范区总面积不低于 3 万亩。

关键词：京津风沙源工程，乡土固沙植物，植被水分承载力，土壤风蚀防控，近自然修复

6. 生态保护修复的前沿性和探索性方法与技术

6.1 重要野生哺乳动物疫源疫病防控关键技术

研究内容：针对重要野生哺乳动物疫病防控的重大科技需求，以大熊猫、东北虎、藏羚等重点保护野生动物和旱獭等疫源野生动物为研究对象，解析新发、突发和未知病原体跨物种感染与传播机制及气候等生态因素对疫病暴发流行的影响规律；建立适用于野生动物的高通量病原微生物精准监测与快速敏感筛查技术；评价犬瘟热、细小病毒病、小反刍兽疫等疫病对野生动物种群的威胁和溢入溢出风险，构建

突发重大野生动物疫病早期预警与决策支撑技术体系；研制适用于野生动物的重组活载体、病毒样颗粒和口服候选疫苗与精制抗体。

考核指标：掌握 4 种野生哺乳动物的病原体多样性与遗传进化特征，建立大于 5000 条的病原体序列信息数据库；阐明 2~3 种重要与新发病原体感染、致病和传播机制；建立野生动物全病毒谱精准检测技术，提高病原体检测效率 50% 以上，制定行业标准；研发重要和潜在新发病原体快速、敏感、特异检测技术 3~4 种，在 2~3 个保护区或基地推广应用；构建野生动物疫病早期预警与决策技术体系，在国家野生动物疫病监测平台示范应用；研制大熊猫犬瘟热、细小病毒和野生偶蹄类口服小反刍兽疫候选疫苗 3 种，细小病毒精制抗体 1 种，完成效力与安全性评价，其中 1 种完成临床试验申报。

关键词：重要疫源；野生哺乳动物；病原生态学；疫病防控技术

6.2 基于鸟类迁徙行为的鸟击飞机风险预测预警技术

研究内容：以降低我国鸟击飞机风险为目标，利用大数据和机器学习，建立高危鸟击物种检/监测技术体系；基于分析我国典型鸟击事件发生原因及事故特征，揭示三条主要迁徙路线高危鸟击物种的迁徙规律和驱动机制；建立鸟类迁徙行为预测和鸟击预警的理论与方法，研发鸟类迁徙行为预测

和鸟击预警的理论与方法，提出并量化鸟击预警模型的核心参数；基于对鸟类感官系统的模拟，开发智能化的多功能驱鸟设备；解决鸟击预警系统建设的核心技术难题，建立我国鸟击风险预警系统，实现全空域三维精准预警。

考核指标：建立高危鸟击物种检/监测技术体系，包括物种快速鉴定、数量和分布监测、位置和行为遥测等技术；建立基于卫星遥测技术、具有自主知识产权的迁徙鸟类运动生态数据库，包括 100 种以上鸟击高危物种；提出量化鸟类迁徙行为时空分布的预测模型，预测精度 24 小时达到 80%、72 小时达到 70%；驱鸟设备的驱鸟成功率达到 70%以上；建立我国鸟击风险评估的标准和技术规范；在全国不同生物地理区域选择 6 个示范机场进行试点，建立“机场—区域—全国多尺度”的鸟击风险预测预警系统（全国尺度水平分辨率 10*10 km、高度 10 km 内的多层预警），选择 1 个机场布设新型智能鸟类干扰设备，鸟击事件发生率降低 30%。

关键词：鸟类迁徙行为；鸟击飞机；风险预测预警技术

7. 青年科学家项目

7.1 生态保护与监测新技术

研究内容：突破复杂地形下森林生态系统碳汇精准计量技术、退化森林生态系统濒死植物病理诊断技术；发展草地灌丛化大面积高精度识别与 3D 结构测量技术；研发红树林功能性状遥感监测技术与轻小型装备、沼泽植物种源补给与

种子萌发诱导技术。

考核指标：聚焦关键科学难题，实现技术突破，技术原理独特，突出自主可控，在森林生态系统保护与碳汇计量、退化森林和草地生态系统诊断与识别、湿地生态系统监测与修复技术等方面取得原创性成果。

拟资助项目数：不超过 5 项。

浙江大学 kjcgx