

生态修复创新适用技术名录（第三批）

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|--------------------------|--------------|--|-----------------|-----------|--|
| 森林、草原、湿地、荒漠生态修复领域 | | | | | |
| 1 | 冀北沙地植被综合恢复技术 | <p>1. 针对冀北沙地的自然地理特征，通过长期探索与实践，科学构建立地条件评价体系，创建沙地植物配置支持系统，奠定了冀北沙地植被恢复基础。</p> <p>2. 筛选出适宜当地植被恢复的优异种质资源 752 份，育成强抗逆性品种 9 个，解决了冀北沙地植被恢复种质资源匮乏难题。</p> <p>3. 在系统阐明冀北沙地水分时空变化与主要树种根系垂直生长耦合机制的基础上，依据根系设计理念，研发了“八步法”超深栽造林等关键技术 13 项，在无灌溉条件下造林成活率达 92%，成林周期缩短 3~5 年，突破了沙地植被恢复的水资源瓶颈。</p> <p>4. 探明了导致防护林退化的水分、林龄等关键因子，建立了典型退化人工林评价标准与修复技术体系，集成了冀北沙地植被恢复综合技术体系。</p> | 干旱半干旱区沙地生态保护与修复 | 河北省林业和草原局 | 该技术聚焦“三北”工程国家重大战略，在河北张家口及内蒙古等地 16 个县示范推广 87.5 万亩，在无灌溉条件下造林成活率达 92%，3 年保存率达到 86%，植被物种丰富度明显提高，破解了冀北沙地生态修复面临的优异林木资源匮乏和林木难以存活两大核心瓶颈问题，生态、社会、经济效益显著。获授权专利 13 项，取得植物新品种登记 4 项、科技成果登记 6 项、河北省林木良种 5 种，获得河北省林业科技一等奖等等奖励 4 项。 |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|--------------------|--|------------------------|-------|--|
| 2 | 南方低山丘陵区低质低效人工林修复技术 | <p>针对南方低山丘陵区低质低效人工林系统性差、协调性弱等问题，创新形成多层次多功能协同提质增效技术体系。</p> <p>1. 研发了杉阔异龄复层混交自然改造技术、马尾松人工林群落结构优化与生态系统稳定性提升技术、低质低效毛竹林全生命周期固碳增产技术，杉木林分蓄积量提高 69.2%，马尾松林分总蓄积量提高 18.5% 以上。</p> <p>2. 人工干预与自然恢复相结合，研发了低质低效人工林下植被功能诱导恢复生态服务协同提升相关技术；结合木醋液与具有固氮解磷能力的芽孢杆菌研发生物炭基微生物肥料，形成了功能菌剂-生物炭协同调控杉木林土壤养分平衡技术，有效提升了低质低效人工林生产力和生态系统服务功能。</p> <p>3. 开发了智慧决策、基础数据、文献资料一体智慧决策平台，构建了低质低效人工林“三位一体”提质增效技术体系。</p> | 南方低山丘陵 区低质低效人工林生态修复 | 中国林学会 | <p>该技术已应用于红安老君山林场低质低效马尾松人工林修复，黄山国有林场毛竹林碳汇功能提升，长汀楼子坝国有林场等低质低效人工林林下植被恢复和水土流失生态防治，赣州安子崇林场土壤酸化与地力退化修复，南宁七坡林场、钦廉林场、大桂山林场等马尾松人工林生产下降、生态功能退化修复，示范面积 3 万余亩。开展低质低效人工林群落结构优化与固碳增产技术示范 6010 亩，低质低效人工林林下植被功能诱导恢复与生态服务协同提升技术示范 9195 亩，低质低效人工林土壤生境修复与功能提升技术示范 8604 亩，低质低效南方人工林乔木层-林下植被层-土壤层“三位一体”综合提升技术示范 6675 亩。有效改善了示范区域人工林质量和稳定性，优化人工林涵水保土、固碳增汇和生态多样性保育等生态功能。获自然资源科技进步二等奖和梁希林业科技进步二等奖等奖励。</p> |

| 序号 | 技术名称 | 主要内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|-------------------------|--|--|----------------------------|--|
| 3 | 木兰林区目标 树全林经营技 术体系 | <p>集成现状分析、目标确定、流域布局与分类经营于一体，建立包含森林经营全过程解决方案的技术体系。</p> <p>1. 针对人工林，构建以“目标树为构架的全林经营”和“均质经营”为核心的近自然全林全周期经营技术，通过量化目标树数量、干扰树处理及林下更新促进等措施，促进单层纯林向异龄复层混交林发展。</p> <p>2. 针对天然次生林，形成以“低质林转化、优质林均质”为路径的近自然提质增效经营技术，通过起源及树种调控、人工促进天然更新、优质种源引入等，实现矮林向中林和乔林转化。</p> <p>3. 采取“功能区划、流域布局、小班诊断、精准施策”的上下结合思路，创新森林经营方案编制方法，提高方案科学性和营林措施可操作性。</p> | <p>全国人工林、天然林 森林质量提 升和退化森 林生态修复</p> | <p>河北省 林业和 草原局</p> | <p>该技术体系应用于木兰林区实施的“三北”工程、重要生态系统保护和修复重大工程、京津冀风沙源治理、中央财政森林抚育、国家储备林基地建设、珍稀树种培育等项目，在福建、吉林等 12 省市推广应用 191 万亩。通过精准诊断林分、明确经营目标、针对性调整结构，解决了森林结构单一、生产力低下、生态功能弱、稳定性差等问题，公顷蓄积量由 2009 年的 57.1 立方米增加到 2022 年的 89 立方米，优质大径材蓄积生长量提高 30%，天然次生林乔木树种多样性提高 50%，实生个体比例增加 200%，蓄积生长量提高 10%，并解决林区群众就业 175 万人次。修复区森林质量得到明显提升，生态环境明显改善，经济效益和社会效益显著。获河北省林学会林业科学技术一等奖、河北省科学技术进步奖三等奖。</p> |
| 4 | 中条山林区全 周期森林经营 技术 | <p>1. 融合我国当前的森林资源二类调查和德国近自然森林经营调查技术，提出了新的森林经营单位级小班调查体系。</p> <p>2. 以森林发育阶段划分代替龄组法，建立划分标准，提出了与各阶段相适应的全周期典型林分经营技术。</p> | <p>森林可持续 经营</p> | <p>山西省 林业和 草原局</p> | <p>该技术应用于山西中条山、五台山、太行山等国营林场，建立了油松、栎类等森林类型示范林近 30 万亩、森林抚育 40 余万亩，较好解决了森林结构单一、稳定性差、单位蓄积量低等森林经营不可持续难题，技术应用后取得良好</p> |

| 序号 | 技术名称 | 主要内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|---------------------|--|----------------------------|-----------|--|
| | | <p>3. 结合近自然森林经营规划和我国森林经营规划技术，编制林场级森林经营方案，开发了森林可持续经营规划数据库。</p> <p>4. 从实施、质量和成效3个层面，制定了森林经营监测与评估体系。</p> | | | <p>生态、经济和社会效益，人工纯林逐步向复层异龄针阔混交林方向转变，珍稀动植物种群数量和分布面积明显增加，改善了林区生态环境，为当地多功能森林可持续经营提供了成功示范，为当地群众提供了更多就业机会。取得软件著作权5项。</p> |
| 5 | 退化典型草原“补-激-促-调”修复技术 | <p>1. 集成创新了基于野外调查与遥感监测的草地退化/恢复阶段精准划分技术，将退化/恢复草地划分为严重退化、中度退化、中度恢复和基本恢复四个阶段。</p> <p>2. 针对不同退化阶段，构建了“补-激-促-调”差异化恢复技术体系：严重退化阶段以“补”为核心，补播乡土草种，加强土壤肥力；中度退化阶段以“激”为核心，通过浅耕松土激活土壤种子库；中度恢复阶段以“促”为核心，通过优化放牧与营养调控促进优势植物生长；基本恢复阶段以“调”为核心，通过草畜平衡与生物多样性调控维持系统稳定。</p> <p>3. 根据不同区域特点采用“分区分类、草种配置、草畜配套”的修复模式。</p> | 北方农牧交错带典型草原区及山地草甸等退化草地生态修复 | 山西省林业和草原局 | <p>该技术已在山西、内蒙古、河北等典型草原区示范推广，针对典型草原表土流失、肥力下降、生态功能衰退等问题，近三年累计保护恢复与优化利用草原1630万亩，建设栽培草地327.3万亩，退化草地植被盖度在3年内提高20%~30%，土壤有机质含量提升10%~15%，优质牧草比例显著增加，经济效益达21.9亿元，生态屏障功能显著增强，为草牧业可持续发展提供了有效技术支撑，得到了当地政府认可。取得了发明专利3项，获2024年度山西省科学技术进步奖一等奖。</p> |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|---------------------|---|---|--------------|---|
| 6 | 渭北瘠薄立地生态修复与提质增效关键技术 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 土壤诊断：采用“m”字型采样法检测土壤 pH、有机质等指标，诊断不同土壤层次的养分。 2. 枝条制肥：自主研发腐熟剂，将粉碎枝条与尿素、糠粉等混合，调控碳氮比 25:1，翻堆发酵 3 至 4 次，55~65℃持续 7~10 天杀死病菌，100 天完成腐熟。 3. 配方改土：按 7:3 配制客土与枝条生物有机肥，6 个月内速效钾提高 2.6 倍。 4. 保水保墒：采用覆盖膜、覆草或石块覆盖等措施，结合滴灌系统，减少水分蒸发 30% 以上。 5. 植被群落构建：按“山顶灌草、山腰乔灌、山脚经济林”模式，差异化配置适生树种，并按照要求控制密度。 | <p>年均降水量 300 毫米、立地条件瘠薄的石质山地、历史遗留矿山等区域生态修复</p> | 陕西省自然资源厅 | <p>该技术应用于渭北“旱腰带”等困难立地区域，集中解决“少土、缺水、少肥、生态脆弱”核心难题，示范面积 1500 亩，造林成活率 98.2%，保存率 97.8%，植被覆盖率从不足 10% 提升至 55~60%，6 个月土壤有机质达 4.8%，节水率 40%，水土流失减少 85%。该技术成功解决了山体岩石裸露、植被恢复缓慢的难题，同时土壤含水量稳定维持在 15~22%，有效破解了干旱缺水地区植被恢复的关键瓶颈。形成地方标准 1 项，获授权实用新型专利 5 项，获 2023 年陕西省林业科技成果一等奖。</p> |
| 7 | 乡土草种“生态种子包”退化草地修复技术 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 依据未退化天然草原群落的优势种、建群种、主要伴生种作为“种子包”配置的主要物种，按原生植被中优势植物生物量、密度等占比，参照草种千粒重等指标确定配置植物种比例，创制适合于不同草原类型、不同退化程度、以乡土植物为主的“生态种子包”产品。 2. 研发种子包衣材料、微生物种衣剂及包衣技术，把配置的“种子包”进行包衣丸化。 3. 根据生态修复区域立地条件、种子生长养分需求， | <p>年降水量高于 200 毫米的退化、沙化和盐渍化草地生态修复</p> | 内蒙古自治区林业和草原局 | <p>该技术研发出适合我国新疆、四川、青海、内蒙古、东北等 11 个重点牧区的 16 个生态种子包，涉及温性草甸草原、温性典型草原、温性荒漠草原、高寒草原、低地草甸等多个草原类型。因地制宜在锡林郭勒“三北”工程区、科尔沁沙地开展综合治理示范应用 300 万亩，重点解决过牧草原植被被严重下降、优质牧草种类减少、产草量下降明显等退化问题，通过精准修复重度退化草原，草原植被盖度增加 10~</p> |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|-------------------|--|--------------------|-------|--|
| | | <p>配置有机肥、菌肥和微量元素。</p> <p>4. 配套应用创新研发的生态包作业机和复杂地形精量播种机等机械，形成不同草地类型应用“生态种子包”精准修复技术，解决了退化、沙化、盐渍化草原生态修复、结构优化和稳定恢复难题。</p> | | | <p>20%，产草量提升15~25%，草原植被种类大幅增加，优化了草原群落结构，遏制了土壤退化和沙化，牧场收获干草每亩每年收益150元。获得6项发明专利，发布行业标准2项，获得内蒙古自治区科学技术进步奖一等奖。</p> |
| 8 | 基于生态杠杆理论的退化湿地修复技术 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 识别修复机会窗口。依托生态监测与专项调查，综合水位过程、土壤性质及无人机/遥感反演的植被地貌变化，判定退化湿地水文条件稳定、扰动减弱且具备自然恢复潜力的阶段，明确修复机会窗口。 2. 精准建立恢复支点。机会窗口期内，选取水动力适中、连通性良好的典型盐沼植被退化区域，通过小尺度地形微调与基质改良构建目标群落适宜微生境，同步恢复本地优势种；经监测试验确定支点有效影响半径及最小稳定面积，为工程布点、规模与间距提供参数。 3. 激活生态自组织过程。支点稳定后，以种群自然扩散、种间促进及生物-地貌反馈等生态过程为杠杆，推动支点向周边扩展，实现湿地修复由工程主导向自然恢复主导转型，达成湿地结构与功能的持续恢复。 | 退化严重且自然恢复困难的湿地生态修复 | 中国林学会 | <p>该技术已应用于江苏盐城、广东海丰、内蒙古察汗淖尔湿地、辽宁辽河口、丹东鸭绿江口等退化湿地生态修复，取得显著成效。盐城修复区工程量减少50%，水质稳定在Ⅲ类水，碱蓬盖度增加10%，水鸟生境扩大20%、种类增加60%；海丰修复区成本较传统降低超90%，3年植被盖度达92.5%；察汗淖尔湿地修复区植被盖度显著提升，生物多样性大幅提升；辽河口修复区翅碱蓬新增6750亩，水鸟生境扩大25%，栖息鸟类和繁殖水鸟种类显著增加；丹东鸭绿江口修复区投资成本减半，盐地碱蓬增加10%，水鸟数量和种类均有明显提升。该技术获2024年度梁希林业科技进步一等奖，被评为2024年中国林草科技十大进展之一。</p> |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|-----------------|---------------------------|--|--------------------|------------|--|
| 海洋生态修复领域 | | | | | |
| 9 | 基于红树林种植-水产养殖生态耦合的滨海湿地修复技术 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 基于红树林种植修复与水产养殖产业协调发展理念, 构建池塘种植-养殖、林下养殖、潮沟养殖、滩涂养殖等主要耦合模式。 2. 建立了多参数本底调查-地形设计-水位协同-红树林种植-养殖适配-监测评估等全流程技术方法体系。 3. 研发了地形高程设计与水位协同调控技术, 解决了红树林植物周期性淹水需求与养殖动物常水位需求之间的矛盾, 建立了种间适配的生态养殖模式。 4. 建立了一套由养殖户-技术单位-主管部门三方组成的社区共管模式, 提升了红树林修复效果与沿海空间资源可持续利用水平, 实现了“养殖空间不减、种植面积增加”的生态和经济效益双提升。 | 红树林和水产养殖交叉分布区的生态修复 | 广东省自然资源厅 | 该技术应用于广东湛江等示范基地, 构建多种红树林+生态养殖模式, 红树林保存率超九成, 养殖效益良好, 显著提升滨海湿地生态系统功能。为湛江金牛岛等滨海地区实施的大规模红树林营造修复工程提供技术支持, 在保留原有水产养殖情况下新营造红树林超 2.4 万亩。获授权国家发明专利 6 项、实用新型专利 3 项, 发布地方/团体标准 5 项, 获广东省环境保护科学技术奖二等奖、南粤林业科学技术奖二等奖等奖励。 |
| 10 | 造礁石珊瑚苗圃培育技术及珊瑚礁生态修复应用示范 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 针对南海近岸和远海的珊瑚礁生态环境差异, 提出适配不同光环境与水文条件的造礁石珊瑚苗圃培育关键技术。 2. 框架形苗圃通过特定培植装置减少沉积物覆盖和冲刷影响, 可拼接型透水人工礁体通过模块化设计实现苗圃单元的灵活组合与快速布设, 提升珊瑚苗圃在近岸高沉积环境下的光照可获得性和存活率, | 珊瑚苗圃培育及珊瑚礁生态修复 | 中国海洋工程咨询协会 | 该技术应用于海南三亚、广东珠海以及西沙群岛的退化珊瑚礁生态修复工作, 解决了珊瑚苗圃培育困难的问题。研发针对不同环境的苗圃, 为珊瑚礁生态修复培育 2 万余株珊瑚种苗, 取得了良好的生态、经济和社会效益。获授权国家发明专利 3 项、实用新型专利 1 项; 相关成果获广东省科技进步一等奖、中国科学院杰 |

| 序号 | 技术名称 | 主要内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|------------------------|---|--------------------|------------|---|
| | | 适用于近岸高沉积水体环境。 3. 绳-柳树苗圃和立体浮缆苗圃与新型锚固系统相结合的立体结构能缓冲风浪扰动，高效利用立体空间，促进珊瑚生长发育，并扩大苗种培育规模，适用于离岸高透明度强风浪环境。 | | | 出科技成就奖和中国水产学会范蠡科学技术奖。 |
| 11 | 基于自然的海岸带生态减灾修复技术 | 1. 研发了海岸带生态与减灾协同增效的修复技术体系，创建了多类型、多维度、多场景的修复方法，构建涵盖生态本底调查、问题诊断、适宜性评估、修复措施、跟踪监测、效果评估和适应性管理的链条技术。 2. 建立了堤前-堤身-堤后的全断面生态化建设方法，规范了设计、施工与评价的全流程海堤生态化技术。 3. 创建了红树林、盐沼、牡蛎礁等生态减灾成效评估体系。 | 海岸带生态减灾修复成效评估 | 中国海洋工程咨询协会 | 该技术广泛应用于海洋生态修复工程项目，涉及40%的沿海地级市，为海岸带生态修复提供了生态空间多维度、修复场景多样化的解决方案。其中，宁波市项目形成多样化滨海生态湿地斑块，完成海堤生态化改造12千米，空间多尺度盐沼植被修复4650亩。天津市项目湿地内部水体交换效率提升85%，盐沼植被覆盖率恢复至65%以上，潮间带生物种类与鸟类种群数量显著增加。获授权发明专利13项，立项行业标准7项。相关成果获国家科学技术进步二等奖、教育部技术发明二等奖、海洋工程科学技术一等奖等奖励。 |
| 12 | 综合减灾效能优化的海岸带自然措施空间配置技术 | 1. 聚焦淤泥质及河口海岸，融合牡蛎礁布拉格共振优化排列方法、红树林与滨岸植被“前高后低”梯度配置技术、多要素（礁体-植被-海堤）协同布局方法，针对不同水动力条件精准优化自然减灾要素空间排 | 淤泥海岸、河口区域及部分砂质海岸生态 | 中国海洋工程咨询协会 | 该技术应用于天津市、珠海市海洋生态保护修复项目。通过牡蛎礁布拉格共振优化排列，实现天津市渤海沿岸项目区域波高衰减率提升15%以上；珠海地区项目通过实施红树林“前高 |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|----------------------|--|---------------|------------|--|
| | | <p>布；通过波浪反射、摩擦耗散等机制逐级消减波能，实现自然措施与人工海堤协同减灾效能最大化。</p> <p>2. 通过物理模型与数值模拟结合，建立协同减灾经验公式，解决传统单一措施减灾效果有限及深水区牡蛎礁消浪效能低等难题，实现牡蛎礁的生态减灾与生态修复功能协同。</p> | 修复 | | <p>后低”梯度配置，降低堤顶设计高程 1.9 米，节省投资 3400 万元，总投资下降 25%。技术力量支撑了淤泥质海岸带生态-安全协同治理，生态效益、经济效益和社会效益显著。获授权国家发明专利 5 项，相关成果获国家科技进步二等奖、教育部科技进步一等奖、大禹水利科技进步二等奖，并入选 2024 年度水利领域重大科技进展。</p> |
| 13 | 河口三角洲滨海湿地水系连通和修复关键技术 | <ol style="list-style-type: none"> 研发了河道-沟渠-潮沟水系连通优化模拟技术，建立了水系连通评价指标体系。解析河口三角洲岸滩冲淤变化动力地貌过程，揭示了岸滩动力地貌过程对河道-沟渠-潮沟水系的影响机理，明确了人类活动、入海水沙减少等对湿地水系连通性、咸淡水交换的影响。 研发了咸淡水双向连通修复与调控技术，通过水系连通优化模拟、咸淡水双向连通修复调控、水文生态网络优化调控，形成了确定咸淡水交互区动边界范围、水系连通节点数量和分布的方法。 研发了水文生态网络优化调控技术，提出了复合网络的断裂点诊断指标体系和优化方法。 | 河口三角洲滨海湿地生态修复 | 中国海洋工程咨询协会 | <p>该技术应用于黄河三角洲国际重要湿地生物多样性保护，针对多泥沙弱潮三角洲滨海湿地普徒易淤水系特性，研发了水文连通修复模式，突破了韧性适应和景观优化修复模式的局限性，指导清淤河道 3.6 千米、潮沟 30 千米，修复盐沼湿地 1.78 万亩、碱蓬湿地 5.2 万亩，建设水文连通闸和双向排水闸，修复区水环境显著改善，水体交换率提升 40%，河道泄洪能力提高 12%，湿地植物种类增加 50%，植被覆盖率提高 54%，保护区鸟类和底栖动物种类显著增加。获授权国家发明专利 12 项，被评为首届联合国“海洋十年”海洋生态保护修复大赛“海洋生态保护修复技术创新技术赛道”“海洋十年”中</p> |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|----------------|---|---------------|------------|--|
| | | | | | 国行国际国际合作种子基金重点项目，获山东省海洋科技创新二等奖等奖励。 |
| 14 | 湖荡河口湿地生态修复关键技术 | <p>水(含河湖岸线)生态修复领域</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研发湿地工艺参数精准设计方法，结合污染物迁移机理与工程数据，开发配套工艺计算系统，实现不同进水条件下参数智能匹配与工艺快速优化。 2. 构建水动力-水生态耦合模型，模拟碳、氮、磷等元素转化循环过程，显著提升水力停留时间等关键参数的预测精度。 3. 形成“设计边界确认-生态过程模拟-参数动态优化-系统稳态调控”四阶段递进式设计调控体系，实现从设计到运行的全过程精准化管理。 4. 提出多级塘联控湿地工艺，分设预处理塘、兼性塘、曝气好氧塘、生态塘、水生植物塘，运用物理沉淀、化学吸附、植物吸收、微生物降解等综合手段提升湿地脱氮除磷效果，通过自然生态系统修复与人工干预强化措施并用，实现湖荡河口挺水植物、沉水植物、鸟类栖息地等面积增加、湿地生态功能修复。 | 河湖湿地水质净化、生态修复 | 中国海洋工程咨询协会 | 该技术应用于安徽合肥十八联圩湿地修复二期工程、十五里河下游湿地水质生态治理工程，应用面积9670亩，推广至太湖、巢湖、黄河等重点流域多项重大工程，累计建成多塘湿地9615亩，年处理水量约7.5亿立方米，显著提升了流域生态环境质量，取得了净化湿地水质、调蓄洪水和改善生态环境质量三重成效，强化了相关区域的生态屏障，带动生态农业与生态旅游等相关产业发展，形成生态、经济和社会效益多赢局面。获国家科技进步二等奖、大禹水利科技进步二等奖、授权发明专利5项。 |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|--------------------|---|---|-------------|---|
| 15 | 长三角缓流水体高韧性生态协同修复技术 | <p>为解决缓流水体水力弱、透明度低、易富营养化等难题，利用物质循环和能量流动原理构建高韧性水环境生态体系，建立了长三角缓流水体“监测-诊断-治理-管养”等全链条“水医生”式治理技术，形成了模块化高韧性生态修复成套集成技术与标准化运维模式。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 构建智能感知诊断模块。融合“天-空-地”立体监测与水生态健康阈值诊断模型，精准识别污染源、藻草态与生境短板等问题。 2. 创建模块化韧性治理技术。开展靶向施策，优化水体浅深比，保障沉水植物韧性覆盖率；布设模块化水下草皮，攻克硬质水底修复瓶颈；集成智能增氧、面源污染拦截技术，重构“草-溇-螺贝-鱼”群落，确保水质长期稳定Ⅲ类及以上，增强生态韧性。 3. 搭建智慧管养调控平台。依托水生态健康智慧管控平台，集成自动水草收割船、智能清捞船等装备集群，运维效率提升50%，确保能够自预警、快响应、稳运行。 | 长三角地区水流缓慢、自净能力弱、透明度低、生态韧性差及或富营养化的河湖库等水体修复 | 上海市规划和自然资源局 | <p>该技术应用于上海朱家角、陈行水源地生态修复水质提升，并在长三角地区推广，修复水域面积2.25万亩。实施后多数项目水质稳定达Ⅲ类，透明度1.5米以上，且在强降雨等扰动下3~7天可恢复，系统运维成本低于传统工艺40~50%。“上海之鱼”水系稳定运行14年，遭台风潮水倒灌后约5天即可恢复，体现良好生态韧性。应用示范营造了清水绿岸、人水和谐的亲水空间，形成了可持续、可复制推广的区域生态名片，得到相关地方政府和群众认可。入选上海市绿色低碳先进技术目录、高新技术成果转化项目百佳，获得上海市科技进步三等奖、中国人居环境范例奖、江苏人居环境范例奖等奖励。</p> |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|-----------------|------------------------|---|-----------------|----------|--|
| 矿山生态修复领域 | | | | | |
| 16 | 基于植物-微生物协同的陕北煤矿区生态修复技术 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过筛选分离本地耐旱耐寒、抗逆性强的优势微生物种群，提取和培养固沙促生土壤生物结皮，构建“灌草藻-微生物”复合群落，促进林下植被多样性，加速生态正向演替。 2. 针对煤矿区本土种植植物，对微生物菌剂进行组配，采用根部施加、叶片涂抹、飞播、喷撒方式进行微生物接种，优化植物群落配置，构建稳定复合菌群，增强植物抗逆性和存活率。 3. 通过“实地采样-无人机光谱”联合监测技术，持续跟踪生态修复效应监测，明晰生物修复调控土壤-植物-微生物菌群结构，提升碳汇在枯落物分解和叶-茎-根-土的转移效率和固存过程。 | 干旱半干旱煤矿区生态修复 | 陕西省自然资源厅 | 该技术已应用于陕北煤矿区生态修复，包括黄土区和风积沙区矿山治理，示范推广面积4.3万亩，解决了因气候干旱、风蚀强烈、土壤保水性差、盐碱化等因素引起的植被恢复缓慢、水土流失严重等难题，矿区植被覆盖率显著提升。获得国家科技进步二等奖2项、陕西省技术发明一等奖1项、中国煤炭工业科学技术特等奖和一等奖各1项、授权发明专利多项。 |
| 17 | 华北地区矿山石灰岩高陡边坡生态修复创新技术 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 创建了石灰岩高陡边坡地境再造的生态修复技术及工艺体系，在高陡边坡通过孔式、坑式及槽式等工程手段营造植物生长所需地境条件。 2. 运用裂隙岩体水汽运移理论，攻克植物水分供给难题，研发了“储水灌-干管-毛管-压力补偿-引流槽”的植被灌溉方法，植被成活率显著提高。 3. 研制了便携式自由调角孔式地境再造钻机及“进料端+传输通道+回填料端”一体化种植土回填设备，施工效率大幅提高，人力成本、施工成本显著降低。 | 露天矿山石灰岩高陡边坡生态修复 | 山东省自然资源厅 | 该技术应用于山东济南3处示范工程，较好解决了高陡边坡（高度>20米，坡度>70°）生态修复植被立地困难、基质易流失、长期修复效果差等难题，石灰岩高陡边坡复绿植被成活率90%以上，五年后植被覆盖率75%以上，实现了矿山边坡的长效复绿。技术推广应用到河南、安徽等地，得到了当地主管部门和群众的认可。获得自然资源科学技术二等奖、湖北省科技进步三等奖等奖励，取得授权发明专利5项。 |

| 序号 | 技术名称 | 主要内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|-------------------------|--|--------------------|-----------------|---|
| 18 | 南方地区高陡边坡植被重建技术 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 筛选适生性好的吸附类、缠绕类藤本植物物种，培育须根系发达的容器苗，适配落叶与常绿、速生与慢生藤本植物，以“上爬下垂”模式复绿，选择在春秋季移栽、按科学密度定植。 2. 在坡脚或马道平台构筑种植基槽，配制腐熟充分、有机质含量高、持效肥力专用基质土，设置攀爬网或牵引绳等攀爬结构，牵引藤本快速攀附生长。 3. 结合基材喷播，构建藤草稳定的植物群落，实现坡度 85°以内边坡快速复绿。 | 南方地区高陡边坡生态修复 | 中国地质灾害防治与生态修复协会 | 该技术应用于湖南衡阳、郴州、怀化等地实施的全国历史遗留废弃矿山生态修复示范工程等 20 余项生态修复项目。以藤本植物栽植技术体系为核心，解决坡度 70°以上高陡边坡复绿难、植被易退化等问题，修复总面积超过 1.5 万亩。植被覆盖度提高 30%，有效防止水土流失，改善了矿区及周边人居环境，优化了区域生态安全格局，形成“生态修复+旅游”可复制推广模式，促进当地经济发展。获专利授权 3 项、登记计算机软件著作权 4 项、湖南省地质学会科技进步一等奖等奖励 5 项。 |
| 19 | 北方地区高陡岩质边坡根系引导型复合生态修复技术 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 研制出高陡岩质边坡精细化勘查与立地分区技术，采用三维激光扫描精准识别坡体特征，划分裸露镜面、糙面岩质区、凹腔区、植被区 4 类立地类型，为差异化治理提供数据支撑。 2. 创新采用“根系引导孔+刻槽”增糙技术，孔内填充生基材形成“微型桩”结构，交错刻槽增糙抗滑，抗滑力大幅提升。 3. 集成“根系引导孔+土工格室+客土喷播+生态纤维”等工艺构建复合结构体系，改善了喷播厚度，提升了抗侵蚀能力。 4. 配置乡土植被乔灌木复合群落，加强长效养护。 | 北方干旱半干旱区高陡岩质边坡生态修复 | 中国地质灾害防治与生态修复协会 | 该技术应用于北京昌平、门头沟地区矿山生态修复工程，解决了北方矿山开采形成的裸露镜面岩体表面光滑、保水性差等生态修复难题。植被覆盖率从小于 5% 提高到 85%，水土流失量显著减少，经 2023 年“23.7”特大暴雨考验稳定性良好。改善了区域生态状况，推动京西“一线四矿”协调发展，助力区域生态旅游发展，并降低了北京冬奥会、世园会交通干线及京藏高速、永定河沿线安全隐患。获实用新型专利 2 项，北京昌平应用示范入选首届“新时代北京市国土空间生态修复典型案例”。 |

| 序号 | 技术名称 | 主要内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|---------------------|--------------------|--|-------------------------------|---------------|--|
| 20 | 半湿润区露天矿边坡植被重建技术 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 针对高陡岩质边坡植被重建, 研发孔式、坑式、槽式精准成孔技术, 在岩石坡面科学布设种植孔, 有效汇聚降水与岩隙水汽, 改善植物根系生长条件。 2. 针对重金属污染风险的边坡以及渣坡植被重建, 构建挂网喷射防渗混凝土、植生袋与柔性防护网的复合技术, 实现有害物质物理阻隔与植物生境构建的同步完成。 3. 针对一般边坡生态治理, 集成坡面整形、修筑梯田、覆土绿化等一体化治理修复技术, 最大化增加土地使用面积。 | 半湿润区露天矿边坡生态修复 | 河南省自然资源厅 | 该技术已应用于河南洛阳、三门峡等地多个矿山生态修复及生态环境治理工程, 实施面积超950亩。解决了多种露天矿山及重金属矿边坡治理植被重建技术, 植物成活率显著提高, 绿化成本大幅降低, 工程末端的重金属含量大幅削减, 显著改善了当地地质环境恶化、地形地貌破坏的局面, 化解了地质灾害风险, 优化了人居环境, 增加了部分耕地, 得到当地政府和群众的认可, 获得授权发明专利2项, 形成地方标准1项。 |
| 退化土地生态修复治理领域 | | | | | |
| 21 | 苦咸水淡化协同盐碱地土壤修复关键技术 | <p>通过优化预处理和淡化技术、集成光伏和电网协同供电、处理装置模块化 and 撬装化, 建立多种循环除盐和能量回收回流模式。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过研究盐碱水预处理工艺及其运行参数对过滤性能的影响, 从过滤效能、膜污染控制等维度进行淡化技术优化, 提高淡化能力和脱盐率。 2. 创新性应用集成光伏-电网混合供能与能量回收技术, 通过智能切换机制实现光伏优先供电、能耗阶梯优化; 基于测试平台优化水膜特性, 改型透平 | 盐碱化地区淡水盐碱水资源化、水资源循环利用和盐碱地土壤修复 | 新疆生产建设兵团自然资源局 | 该技术在新疆阿拉尔和天津、山东等内陆干旱、滨海盐碱地区开展示范应用, 解决了农田盐碱排水淡化的膜污染、高能耗以及滨海盐碱水泥沙、悬浮物和微生物含量高问题, 实现了水与盐分资源双重利用, 降低了系统运行成本, 系统整体脱盐率达到97%, 产水量8立方米/天, 淡化水质符合农业灌溉要求, 综合运行成本控制在0.62元/立方米以内。系统具备低耗、高效、稳定等特点, 为治理内陆干旱灌区 |

| 序号 | 技术名称 | 主要内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----------------------------|------------------|--|---------------|-----------|---|
| | | 核心部件。 3. 在盐渍化地区形成淡水淋洗-盐碱水淡化-淡化水回用的循环除盐模式。 | | | 次生盐化和滨海盐碱地盐渍化提供了可行方案。取得发明专利1项、实用新型专利2项，获新疆生产建设兵团科技进步一等奖。 |
| 外来入侵物种治理修复和有害生物防治领域 | | | | | |
| 22 | 啄木鸟人工招引及防治林业害虫技术 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 建立啄木鸟人工招引方法。研究啄木鸟生态习性，明确了人工招引时间、堵巢口时间、堵巢口方法、伐放带鸟巢树木及截取带鸟巢树段、放飞、招引注意事项等。 2. 提出适宜招引地筛选方法。结合立地条件、林木种类、林分结构、害虫种类发生情况、建设周期、管理措施等，科学筛选招引地，增强防护效果。 3. 明确招引地管理要求，包括枯立木保留、人工鸟巢加工和架设、水源配置、保护标识设立、护鸟宣传等。 4. 构建招引效果评估方法，包括啄木鸟种群数量增长情况、啄木鸟取食情况、天牛等害虫发生情况和防治效果等。 | 利用啄木鸟防治林业有害生物 | 甘肃省林业和草原局 | 该技术已在甘肃肃州开展应用，建立7个啄木鸟保护基地，面积4200亩，推广辐射周边天牛危害防护林带10500亩，形成了较好的生态防护效果，光肩星天牛新增入孔数量下降27.6%，成虫数量减少13.7%，平均虫口减退率增加3.1%，平均校正死亡率增加8.6%，有效控制了天牛灾害，基本实现了天牛有虫不成灾，增强了防护林生态安全。获授权发明专利1项。 |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|-----------------------|---|-------------------|----------------|--|
| 23 | 淤泥质海岸互花米草治理技术 | <p>1. 针对大面积互花米草“刈割+围淹”治理过程中，所需60厘米水深难以保证的难题，创新提出了“翻耕筑垄”干湿治理技术。通过原位剥离30~40厘米互花米草滩面，侧向倒扣并掩埋压实，形成围垄，使互花米草脱水、晾晒，干枯而亡；同时，由于剥离表层滩土，围堰内滩面高程降低，形成积水坑，有效抑制互花米草下部根系的呼吸作用，使其停止生长并腐烂。</p> <p>2. 通过微地貌整治形成平铺式“梯田”格局，使潮流畅通，维护了盐地碱蓬等本地盐沼植被生境，促进了本地植被生长，为生态修复奠定了良好基础。</p> <p>3. 首创了降水法治理技术，“井”型沟渠排水降低治理区水位，营造“高潮滩”，使互花米草处于缺水生境，脱水死亡，达到治理目的。</p> | 滩宽坡缓大面积分布的互花米草治理 | 江苏省林业厅 | 该技术针对江苏沿海滩宽坡缓、互花米草分布面积广、治理难度大成本高等问题，创新提出“翻耕筑垄”和“井”型降水治理方法，突破了大面积“刈割+围淹”水深难以保证的瓶颈，提高了治理成效，在大丰和东台示范应用近3.5万亩，成为2024年全国互花米草防治工作现场观摩地。“翻耕筑垄”示范治理成本节省39.27%，复发率由0.6%下降到0.08%；“井”型降水法示范成本节省21.29%，复发率由0.89%下降到0.11%。形成地方标准1项。 |
| 24 | 北方草原重大有害生物智能监测和精准防控技术 | <p>1. 建立草原有害生物监测调查技术体系，构建“昆虫雷达+高空灯+吸虫塔+智能测报灯”智能化、立体化重大草原虫害监测网络；自主研发了“卫星遥感+智能监测终端设备+信息系统平台”，构建多维度、一体化的草原鼠害综合监测网络。</p> <p>2. 整合包含生态因子的多源数据库，对不同草原类型、蝗虫种类科学划定四级易生区和风险预警区，</p> | 北方草原生态修复及生物安全风险防控 | 新疆维吾尔自治区林业和草原局 | 该技术应用于新疆全域14个地州草原尤其是中哈、中蒙边境草原，开展易生区和预警区划定，推广应用智能化监测及精准防控技术，实现“每年需全面监测7.8亿亩到每年只分级监测2.8亿亩易生区、重点监测4000万亩预警区”的技术跨越，终年监测面积减少5亿亩，监测预警准确率从60%提高到90%以上，新疆全区 |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|-----------------|--|-----------------------------|------------|--|
| | | <p>实现动态追踪和及时预警。</p> <p>3. 提出分级分区精准防控技术方法。科学划定轻、中、重度危害区，实施“预防、防控、应急防治”分级防控。轻度危害区重“防”，中度危害区重“控”，重度危害区及跨境跨区域入侵区重“灭”，综合使用人工招引天敌、生物制剂、纳米农药等，构建了技术标准体系，实现不同草原类型、重点区位的有害生物精准防控，促进草原生态恢复。</p> | | | 蝗虫危害面积由年均4000万亩下降到2000万亩，草原鼠害发生面积从年均4000万亩下降到1000万亩，促进了草原生态恢复，全草原鼠虫害绿色防控率90%以上，农药使用量减少50%以上，年均挽回牧草损失3.5亿吨，直接经济损失减少2.8亿元。获相关专利11项、标准规范10项、全国农牧渔业丰收奖3项、新疆维吾尔自治区科技进步奖2项。 |
| 25 | 大型水母灾害源头追溯和防控技术 | <p>1. 研发大型水母灾害源头追溯技术。通过聚焦碟状体和幼水母体阶段的调查监测以及海区在仅有微小水螅体生存的冬季环境DNA的分布特征，追溯查明水螅体栖息地，分析确定水母灾害发生来源。</p> <p>2. 建立大型水母灾害源头防控技术。运用潜水摄像监测水母灾害发生源头水螅体分布规律，对源区区域基岩表面高密度附着的水螅体，综合应用空化射流喷射技术高效清除，对不适合使用空化射流技术的基岩，可用刮铲等方式清除；对可移除的水螅体附着基岩则直接移除。</p> | 沿海典型工业设施、浴场及养殖区周边海域大型水母灾害防控 | 中国海洋工程咨询协会 | 该技术已应用于山东、辽宁等沿海典型工业设施安全保障，较好避免了大型致灾水母暴发对重点工业设施正常运行造成的巨额经济损失；应用于山东、河北等典型浴场和养殖区生态安全保障，清除水母水螅体超2.3亿只，有效降低相关区域灾害发生源头水母体丰度，成功避免了对当地旅游业和养殖业造成的严重损害。与韩国、俄罗斯等国家开展技术合作。获授权发明专利5项（含美国国际PCT发明专利1项），发布山东省地方标准1项。 |

| 序号 | 技术名称 | 主要内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|-----------------|---------------------------|---|-------------------------|------------|--|
| 古树名木保护领域 | | | | | |
| 26 | 古树名木树干内部缺陷检测设备研发及无损检测关键技术 | <p>1. 研制集声波信号采集、层析成像、缺陷检测于一体的树木内部缺陷快速无损检测成像仪，研发古树名木树干内部缺陷无损检测技术，实现了对古树名木内部缺陷三维形状、立体位置、体积的精准无损检测，解决了国外同类仪器应力波信号不均匀、测不准的难题。</p> <p>2. 发明树干液流全流速检测与全周期预测技术，实现了液流全流速范围的精准监测和树木健康状况精准诊断。</p> | 古树名木无损检测与健康评估 | 中国林学会 | 该技术已应用于浙江天目山国家级自然保护区天目铁木专项检测、开化县金星村千年古银杏抢救性保护等多个工程项目，解决了古树名木内部缺陷原位检测与健康诊断的难题，实现了古树名木无损检测的定量化和科学化，提高了检测速度和精度，并有效降低了设备成本，对打破国外技术垄断发挥了重要作用。专家鉴定相关技术成果总体达到了国际同类研究的先进水平，其中在缺陷应力波三维成像算法方面达到了国际同类研究的领先水平，并获浙江省科技进步奖二等奖、梁希林业科技进步二等奖、中国发明协会发明创业奖二等奖等奖励，国家发明专利 10 余项，软件著作权 11 项。 |
| 生态系统碳汇领域 | | | | | |
| 27 | 红树林生态系统碳汇提升与核算技术 | <p>聚焦红树林碳汇潜力，构建生态修复增汇-碳汇核算全链条技术体系，助力实现“双碳”目标，推动红树林碳汇纳入全国碳市场交易。</p> <p>1. 集成基于生态系统原理的全流程修复技术，构建从本底调查到适应性管理的闭环方案。</p> | 红树林生态系统碳汇能力巩固提升及碳汇监测与核算 | 中国海洋工程咨询协会 | 该技术应用于 10 多个红树林修复工程，基于复合植被构建的增汇技术应用在全国首批滨海湿地固碳示范区（厦门），红树林生态修复碳汇监测和核算方法应用于福建、广东等红树林生态修复碳汇成效评估。形成的标准和技术 |

| 序号 | 技术名称 | 主要内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|-------------------|----------------------|---|-----------------------------|----------|--|
| | | <p>2. 提出基于复合植被构建的近自然碳汇提升技术, 显著提高红树林生态系统固碳效率。</p> <p>3. 创建分层-平行样根分离的精准碳汇调查方法, 提升红树林碳储量和碳汇调查精度。</p> <p>4. 建立多介质多界面红树林碳汇监测方法和红树林生态系统碳汇核算方法, 支撑《全国温室气体自愿减排方法学 红树林营造》编制。</p> | | | <p>手册被多项国家及地方规范性文件技术文件引用。形成的《温室气体自愿减排项目方法学 红树林营造》由相关部门发布, 填补了国家碳交易体系海洋碳汇的空白, 为实现全国温室气体自愿减排机制下红树林碳汇交易提供了依据, 并应用于福建霞浦、漳州、广东湛江等碳汇项目开发。获授权国内外专利 4 项 (含美国发明专利 1 项), 相关成果获厦门市科技进步二等奖。</p> |
| 自然生态监测评估领域 | | | | | |
| 28 | 陕北煤矿区生态修复智能监测与成效评估技术 | <p>1. 建立了集成多源遥感、GIS、物联网和分析测试多手段协同的煤矿区生态智能监测技术体系, 实现“天上看、地上查、网上管”的立体化监管。</p> <p>2. 基于多模态数据统计-动力融合模型, 采用改进的 DeepLab V3+深度学习框架, 实现露天采场、排矸场、植被和地类等要素自动提取。结合模型计算、人机交互式解译等方法, 形成了地质环境破坏、土地损毁、生态退化等煤矿区生态问题识别技术体系。</p> <p>3. 构建了地质稳定性、土壤质量、土壤保持、植被碳汇、植被长势和生物多样性等成效指标定量评估体系。</p> | 黄土高原煤矿区生态环境监测、问题识别与生态修复成效评估 | 陕西省自然资源厅 | <p>该技术已在陕北煤矿区实现规模化应用, 构建“空地”一体化智能监测体系和企业级监测预警平台, 形成了陕北煤矿区生态保护和绿色开发“监测-诊断-评估”全流程解决方案。服务于陕北煤矿区地质环境综合调查、采煤沉陷区治理等多项重点工程, 监测效率和精度显著提升。应用于陕北煤矿区地质环境保护和土地复垦, 综合成本大幅下降, 生态修复成效评估精度达 85% 以上。获得授权发明专利 2 项、中国煤炭工业科学技术三等奖。</p> |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|---------------------|---|--------------------------|-----------------|---|
| 29 | 高寒草地多消费者承载力监测评估技术 | <p>1. 研发了近地面多载荷典型食草动物监测与模拟技术。研建并集成多光谱、高光谱、中波热红外的直升机和系留气球多载荷搭载吊舱平台，实现了高寒区域多空间尺度牲畜与野生动物分布、种群数量监测及模拟。</p> <p>2. 研创了多消费者承载力计量技术。实现食草动物承载力及草地利用的精细监测，突破牧食承载力评估从单一家畜物种到食草动物及植食性昆虫多消费者的跨尺度升级。构建“天然草地本底+栽培草地潜力+牧民生计”多维度耦合模型，助力载畜量与草地生态保护策略优化。</p> | 青藏高原等高寒草地监测评估 | 青海省自然资源厅 | 该技术应用于三江源国家公园生态保护治理和草地生态畜牧业高质量发展。综合评价了三江源国家公园草地承载力现状，基本实现国家公园内草-野生食草动物-家畜平衡，实现生态保护和畜牧业协同发展，为三江源国家公园草畜资源合理配置和生态系统保护提供了基础数据和新路径。取得授权发明专利3项、登记软件著作权1项，获青海省科技进步一等奖2项、2022年保尔森可持续发展奖优胜奖。 |
| 30 | 基于声纹识别的野生动物生态智能监测技术 | <p>1. 建立声纹特征数据库。研发野生动物复杂声纹特征提取、解析技术，辨识野生动物鸣声高低（频率）、长短（音节）、强弱（能量）等特点，建立声学特征图谱，实现数据从采集、传输、处理、分类的全链条集成应用。</p> <p>2. 开发AI驱动的高精度识别模型。在传统利用卷积神经网络（CNN）提取不同动物鸣声频率、声强等关键细节特征的基础上，加入长短时记忆（LSTM）来捕捉动物鸣声节奏、音节等变化规律，构建CNN-LSTM联用的混合架构，实现物种间更高精确</p> | 国家公园、自然保护区、城市区域野生动物多样性监测 | 中国地质灾害防治与生态修复协会 | 该技术已应用于南岭国家公园候选区野生动物智慧声纹监测网络建设及北京、广州、无锡城市社区生物多样性与生态服务功能智慧监测等多个国家级、省部级项目，解决了传统生物多样性监测技术效率低、成本高、覆盖范围小、实时性差等问题，高效监测相关区域野生动物种类、数量、分布、生长和繁殖状况，揭示野生动物类别丰度、时空分布、活动节律，测定区域生态系统稳定性和恢复力，助力野生动物多样性保护。获得“2025 一带一路暨金砖 |

| 序号 | 技术名称 | 主要内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|-----------------------|---|----------------------------------|-----------------|---|
| | | <p>度分类。</p> <p>3. 构建生态大数据分析方法。将动物鸣叫数据与其空间位置信息、生境特征等结合，分析物种分布与环境因子的关系，对监测区域的生物多样性进行评估，评估生境健康状况。</p> | | | <p>国家技能发展与技术创新大赛”一等奖、首届联合国“海洋十年”海洋生态保护修复大赛重点项目奖。</p> |
| 31 | 区域尺度空地协同生态修复全过程监测评估技术 | <p>1. 基于卫星遥感、无人机航测、地面监测网络和现场调查等多源异构数据，构建生态修复多源时空数据融合技术。</p> <p>2. 建立基于机器学习与过程模型的时间序列分析方法，实现水土流失、湿地萎缩、土地沙化等重大生态问题的精准识别。</p> <p>3. 建立多尺度多模型耦合成效评估方法，基于立地条件与动态监测数据，利用贝叶斯优化方法与专家经验实现模型参数智能调优，完成多尺度生态修复成效评估。</p> | 区域尺度生态问题识别、生态系统监测评价、重大生态保护修复工程评估 | 中国地质灾害防治与生态修复协会 | <p>该技术应用于青藏高原、黄河流域、内蒙古、新疆等多个典型生态脆弱区生态监测评估。通过查明关键生态要素的演变规律，实现了重要生态问题的精准识别和成因诊断，并提出了基于自然的修复建议，形成了一套可推广的生态修复成效监测评估服务模式，有效支撑国家和地方生态保护修复综合管理工作，得到相关主管部门和地方政府认可。获得授权发明专利3项，并获国家民委社会科学研究成果一等奖、中国遥感优秀成果二等奖。</p> |
| 32 | 露天矿山生态修复多源协同监测技术 | <p>1. 研发国产多载荷（可见光、高光谱、立体影像、雷达等）数据融合重构技术，突破多维要素映射的时空变化表达机理，实现坡度坡向、土石料方量、标高等快速精准提取。</p> <p>2. 构建广域多模态数据解译模型，实现植被覆盖度、植被固碳、水源涵养、地质灾害隐患消除率等指标</p> | 露天矿山生态修复工程监管与监测评估 | 山东省自然资源厅 | <p>该技术应用于黄渤海海岸带（烟台段）历史遗留废弃矿山生态修复示范工程、沂蒙山区山水林田湖草沙一体化保护和修复工程等14个国家级和省级生态修复项目监管和监测评估，有效解决了复杂场景下监测效率低、监测评估覆盖面窄等痛点，显著提升了生态修复工程实</p> |

| 序号 | 技术名称 | 主要内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|-----------------------|---|------------------------------------|--------------|---|
| | | <p>的自动、快速提取。</p> <p>3. 开发多源遥感监测平台，支撑生态修复工程实施过程可追溯、数据可分析、结果可验证。</p> | | | <p>施、成效评估的规范化与科学性。取得授权发明专利2项、实用新型专利1项、计算机软件著作权登记2项。</p> |
| 33 | 松材线虫病变色立木卫星遥感智能识别监测技术 | <p>引入与植被冠层色素、健康状况相关的 NDVI、NGRDI 等光谱指数特征量，排除了变色木识别中颜色相近的易混淆目标，深度解析了变色立木光谱与空间特征，研制了基于深度学习算法的智能识别模型，完成了混合像元连续数值化模拟，实现了冠幅≥5米变色木识别准确率80%以上。经多年实践，构建了松材线虫病变色立木“天空地”立体化智能精准监测技术体系，制定了卫星遥感智能识别输入影像标准和辐射校正技术流程，为全国松材线虫病疫情防控五年攻坚行动提供重要技术支撑。</p> | <p>全国松材线虫病易感松林区域冠幅≥5米的变色立木精准监测</p> | <p>中国林学会</p> | <p>该技术解决了松材线虫病疫情监测不及时、数据核实手段缺失行业难题，创建疫情监管新模式，并常态化应用于全国疫情监测和行业管理。2021年以来，累计监测国土面积80余万平方公里，发现28个新发疫区，指导地方及时准确开展监测和报告；完成8个县级疫情追溯，让疫情扩散成为“明白账”；服务指导200余个县疫情防控，让基层巡查实现“按图查”。“十四五”以来，全国新发县级疫情监测报告及时性大幅提升，平均发生面积和病死松树数量较“十三五”期间分别下降76%和91%。获梁希林业科技进步二等奖、国防科工局高分观测专项应用案例成果二等奖、中国遥感优秀成果二等奖、辽宁省林业科学技术一等奖。</p> |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|-------------|-----------------------------|---|--|-----------------|--|
| 其他领域 | | | | | |
| 34 | 面向资源价值一体化提升的工业废弃地生态修复综合治理技术 | 系统集成工业废弃地绿色腾退与工业遗留绿色处埋技术、“要素-胁迫-迁移”导向的精准诊断技术、土壤-地下水协同净化与景观复绿一体化的综合修复技术、“常态监测-智能预警-精准维护-效转化”智慧管护技术，建立了工业废弃地生态修复与综合治理全产业链条技术体系，形成了产业腾退支撑生态保护、生态修复反哺产业升级、生态补偿撬动产业绿色转型的良性循环技术路径，有效推动生态修复成果向空间资源价值转化，实现局部治理效益向区域生态优化延伸，为区域绿色转型与协调发展提供了系统性解决方案。 | 化工腾退区、工业废弃地和历史遗留污染区等绿色转型区生态修复治理 | 江苏省自然资源厅 | 该技术已应用于常州沿江片区和芳茂山片区生态修复，采用精准诊断技术评估生态问题，“绿色腾退”关停45家化工企业，完成土壤-地下水协同净化与景观复绿一体化技术修复土地，并依托智慧平台实现全周期智能管护。按照“宜林则林、宜草则草”原则重建植被，修复山体生态廊道。技术体系得到有效验证，实现了生态修复与空间资源价值转化，为破解长江中下游“化工围江”问题提供了系统性实践路径，得到当地政府的肯定，取得了授权发明专利2项，获2022年江苏省土地学会科学技术三等奖。 |
| 35 | 藏东南清洁能源基地工程创面生态恢复保障技术 | 1. 构建了多源遥感边坡生态监测技术体系，实现从修复前限制因子的精准识别到修复后群落结构动态演替规律的系统解析。 2. 筛选了33种适应高原高寒地区环境的自维持植物品种及4组优化配比方案。 3. 研发了土壤喷播机配套智能操控设备，优化集成喷播机、柔土基团反应设备和柔土发生装置一体化的智能操控设备。 | 中高海拔地区清洁能源基地建设形成的工程切坡、弃渣场、道路和采场边坡等生态修复 | 中国地质灾害防治与生态修复协会 | 该技术已应用于西藏、四川相关水电风电工程水土保持及植被恢复等生态修复工程，植被覆盖度较原生植被盖度提高10%以上，目标群丛种类和数量提高5%，水土流失率减少95%以上，表土使用量减少50%以上，优选33种适生高原环境的自维持乡土植物品种，成本比同类技术减少30%以上。该技术推广应用累计超过7500亩，取得良好的生态、社会和经济效 |

| 序号 | 技术名称 | 主要技术内容 | 适用条件 | 推荐单位 | 技术应用简要情况 |
|----|------|---|------|------|---|
| | | 4. 构建了适用于碎屑流边坡、土石漂卵边坡、场边坡、高陡溜渣边坡、框格梁边坡等典型扰动边坡场景的生态修复技术体系。 5. 搭建了适应藏东南高原边坡的智慧化灌溉系统。 | | | 益, 获得自然资源科技二等奖、中关村绿色矿山产业联盟绿色矿山科学技术二等奖等奖励。 |

备注：1. 本名录仅用于推介具备创新性、先进性、可靠性和应用性的生态修复技术，不作为行政管理、资质认定、评价排名、项目采购、职称评定、广告宣传等方面的依据和佐证材料。

2. 本名录主要内容、应用简要情况由申报单位提供。

3. 本名录排序不分先后。