

# 生态环境与生物多样性协同保护的关键技术体系研究

谢梦梦

江苏环保产业技术研究院股份公司, 中国·江苏 南京 210019

**摘要:** 生态环境保护与生物多样性维护已成为当前全球生态治理的重要方向, 二者在目标逻辑与系统结构上具有高度耦合性。为实现两者的协同增效, 需构建涵盖监测、修复、评估与管理的关键技术体系。论文围绕生态环境与生物多样性协同保护展开研究, 系统梳理其技术路径与实践需求, 提出多源信息融合的生物监测系统、栖息地优化与生境恢复方法、生态评估与风险预警机制以及生态空间治理与多元协同管理平台建设等核心支撑技术。通过系统集成与区域适配, 形成适应不同生态类型的保护模式, 为中国生态文明建设与绿色发展战略提供技术依据与实践指导, 推动生态系统稳定性与生物资源持续性协调提升。

**关键词:** 生态系统; 生物多样性; 协同保护; 技术体系; 生态治理

## Research on the Key Technical System for the Synergistic Protection of Ecological Environment and Biodiversity

Mengmeng Xie

Jiangsu Environmental Protection Industry Technology Research Institute Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210019, China

**Abstract:** The protection of the ecological environment and the maintenance of biodiversity have become important directions in global ecological governance. They are highly coupled in terms of goal logic and system structure. To achieve synergistic benefits, it is necessary to build a key technical system covering monitoring, restoration, assessment, and management. This paper focuses on the synergistic protection of the ecological environment and biodiversity, systematically sorts out its technical paths and practical needs, and proposes core supporting technologies such as a multi-source information fusion biological monitoring system, habitat optimization and habitat restoration methods, ecological assessment and risk early warning mechanisms, and the construction of an ecological space governance and multi-party collaborative management platform. Through system integration and regional adaptation, protection models suitable for different ecological types are formed, providing technical basis and practical guidance for China's ecological civilization construction and green development strategy, and promoting the coordinated improvement of ecosystem stability and the sustainability of biological resources.

**Keywords:** ecosystem; biodiversity; synergistic protection; technical system; ecological governance

## 0 前言

生态环境与生物多样性的关系紧密相连, 前者为后者提供适宜生境, 后者反过来通过生态功能维持系统稳定。当前, 面对气候变化、土地利用冲突、生境破碎化等复合干扰因素, 单一要素保护难以实现整体生态系统的稳定运行与自然资源的可持续利用, 协同保护已成为迫切需求。实现生态环境与生物多样性的协同保护, 关键在于构建系统化、集成化、智能化的技术支撑体系。国内外虽在监测评估、生态修复、政策治理等方面取得一定成果, 但在关键技术集成、数据联通机制及治理协同路径方面仍存在诸多空白。论文从技术逻辑出发, 系统梳理生态—生物协同保护的关键技术支撑路径, 提出具有可推广性与适应性的协同保护技术框架。

## 1 生态环境与生物多样性协同保护的内涵与目标定位

生态环境与生物多样性协同保护强调系统性、整体性和

多维度协调发展, 是实现自然资源有序利用与生态系统稳定维持的重要路径。生态系统通过水文调节、物质循环与气候调控等功能构建生物多样性的演替与延续基础, 生物多样性则通过种群行为、群落结构和生态服务对生态环境形成反馈调节。在当前环境胁迫加剧和区域生态脆弱性上升背景下, 推进生态环境与生物多样性的协同保护, 必须兼顾系统完整性与功能稳定性, 以生态过程为主线构建保护单元, 以关键物种、生境类型和自然系统要素为核心构建技术路径。协同保护目标应涵盖生态系统服务功能恢复、生物资源可持续利用与生态安全格局构建, 通过制定空间统筹、系统治理、动态响应的策略体系, 推动自然资本价值释放与生态治理能力跃升, 进而形成生态良性循环与高质量发展融合推进的格局。

## 2 生物多样性监测技术体系构建路径

### 2.1 多尺度遥感技术在物种分布动态监测中的应用

多尺度遥感技术在生物多样性监测中可实现从区域到

微观尺度的快速识别与变化评估。通过高分辨率卫星影像与航空无人平台获取的时序数据,能够动态捕捉植被覆盖变化、栖息地迁移、物种扩散路径等指标信息,提升对生态系统结构演替的观测精度。在森林、湿地、草原等典型生态系统中,遥感指数如 NDVI、EVI 与地形因子、温湿数据进行融合分析,可形成物种生境适宜性分布模型,支撑物种栖息地监测与保护区划调整。遥感监测还可通过多源信息与地面样地调查联动,建立基于机器学习算法的栖息地识别系统,实现高效、连续、非破坏性监测,构建空间—时间一体化的动态监测体系,提升生物多样性保护决策的科学性与响应能力。

## 2.2 基于 DNA 条形码与环境基因的生物快速识别技术

DNA 条形码与环境基因技术为生物多样性精准识别提供了高通量、高敏感度的分子检测手段。通过提取特定基因区域,如 COI、*rbcL* 等序列片段,结合标准数据库比对,可以快速识别各类动植物及微生物种类。环境 DNA (eDNA) 则能从土壤、水体或空气中获取生物遗留的遗传信息,实现对隐匿种群、稀有物种及迁徙路径的非干扰式监测。该类技术在水生系统与地下生态系统中尤为优势,突破传统调查在物种辨识和采样效率上的局限。随着高通量测序平台与生物信息分析方法的优化,生物多样性基因监测已可实现物种组成分析、生态网结构解析与群落动态追踪,为构建实时预警与生态响应机制提供支撑,并为生物资源保护与生物入侵监控提供基础数据支撑。

## 2.3 构建综合多源数据融合的监测平台

建立综合多源数据融合的生物多样性监测平台,可实现地面观测、遥感监测与分子识别等多技术集成应用,提升生物多样性监测的广度、深度与精度。该平台须具备多源数据接入接口,支持遥感影像、实地调查、eDNA 检测、气象与水文信息等异构数据的标准化转换与集成建模。通过构建统一的分类编码体系与元数据规范,平台可实现数据的空间可视化、时间序列分析与动态趋势评估。平台应具备智能化预警算法模块,对物种丰度波动、生境变化与生态扰动进行实时分析,形成可供管理决策参考的预警指标集。数据平台的开放共享机制将促进科研机构、政府部门及公众的多方参与,增强生态治理数据的透明性与使用效益,为生态保护提供可持续的技术支撑。

# 3 生态环境综合修复与生境优化关键技术

## 3.1 生态廊道与斑块连接性重构技术路径

生态廊道与斑块连接性重构技术是缓解生境破碎化、恢复生态网络结构的重要手段。在城市扩展、交通基础设施穿插等影响下,物种迁移通道被割裂,导致基因交流中断与种群退化。通过生态廊道建设,可重构不同斑块间的空间连通性,实现物种迁移路径重建与生境整合。该技术路径包括廊道适宜性评价、连通度优化设计与植物群落配置模型构

建,辅以缓冲区规划与人类干扰调节策略。GIS 空间分析与景观生态建模可用于识别生态阻断点与潜在迁徙路径,提升规划科学性。实践中可在农田、防护林、道路绿带中嵌入生态通道,打造多尺度、多功能的生境走廊系统,实现区域生态功能恢复与生物多样性提升的协同目标。

## 3.2 退化生态系统的原位恢复与结构重建技术

退化生态系统的原位恢复是恢复区域生态功能与维持生物多样性的核心路径。在森林退化、湿地萎缩、草地沙化等场景中,应根据原始生态类型与演替特征,采取基于土壤改良、植被重建与水文调控的综合措施,实现生境结构与功能的协同修复。原位恢复技术强调地形重塑、种植群落配置优化与微环境调节,通过建立本地种源数据库与恢复物种库,提升植被群落的稳定性与抗逆性。以土壤微生物恢复、基质改良与生物栽培为依托的生态重建措施,可促进系统自我演替与功能再造。技术路径应结合遥感监测、无人机巡查与生态指标定量分析,形成持续评估与动态调整机制,保障生态恢复成效的长期稳定。

## 3.3 关键物种栖息地保护与适生环境重塑技术

关键物种栖息地保护是维持生态系统完整性与生态功能连续性的关键环节。对濒危、特有、旗舰物种的栖息地进行精细化识别与保护措施布设,可通过栖息地适宜性模型、行为生态分析与生境胁迫因子识别技术确定核心保护区域。适生环境重塑技术通过调节微气候、水文条件、植被结构与人为干扰强度,营造种群可持续栖息条件。建设人工栖息地、生态缓冲带与多样性友好型植被组合,有助于提升区域生态承载力。地理信息系统与地形模拟工具可辅助优化栖息地选址与格局设计,增强物种扩散能力与生境利用效率。该类技术应强调空间连续性、结构异质性与功能多样性,助力构建稳定、弹性强的生物多样性支撑系统。

# 4 协同保护中的生态评估与风险预警体系

## 4.1 生态系统完整性与多样性动态评价模型

生态系统完整性与多样性动态评价模型是支撑协同保护成效评估与调整的重要基础技术。完整性评价主要依据生态结构、功能和过程三维指标构建模型体系,涵盖物种丰度、功能多样性、系统连通性与能量流动效率等维度。通过多源数据采集,整合遥感指标、生物监测数据与生态服务量化结果,构建多变量综合评估模型,可实现对生态状态的定量刻画。多样性评价模型则聚焦于  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  多样性尺度的物种组成变化及其空间异质性,结合系统进化系谱与功能属性扩展评估维度。动态监测通过时序数据分析,实现生态演替趋势、物种替代速率及生态压力响应的预测判断。模型结构须具备时空耦合、动态更新与适应性修正能力,能够支持生态修复效果评价、保护优先级排序及生境干扰预警等多功能应用,推动保护策略的科学化和精准化,图 1 为生态系统多样性评价模型示意图。

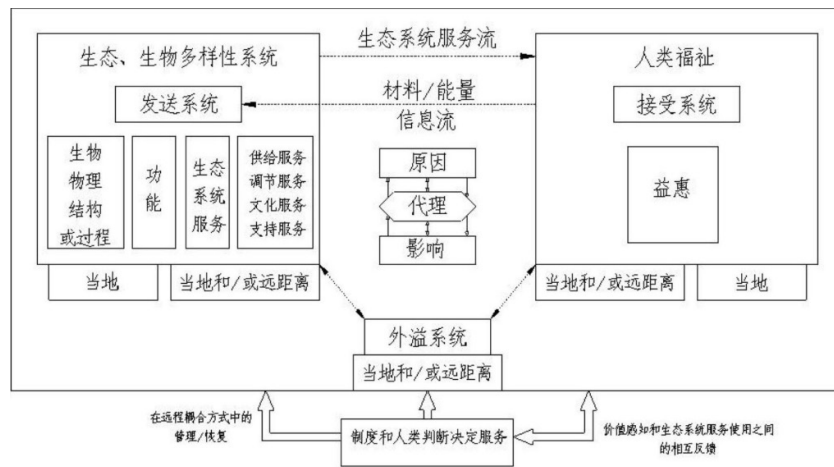


图 1 生态系统多样性评价模型示意图

#### 4.2 基于情景模拟的生态风险预测与应急响应机制

情景模拟技术可构建多种潜在干扰因子作用下的生态系统响应图景，为风险识别与应急管理提供量化支撑。模拟模型基于系统动力学、空间扩散算法与人工神经网络等方法，融合气候变化、土地利用演替、生物入侵等因素构建情境参数集合，预测其对物种分布、生境连通性与生态过程的影响幅度与演化方向。模型输出的空间化风险等级图与趋势分析曲线，为突发生态事件的响应时机与干预方式提供决策支持。机制建设需整合实时监测网络与地理信息平台，形成风险触发条件判定、响应等级划分与干预资源调度三位一体的联动体系。通过构建标准化应急流程，制定区域性生态预警预案，提升系统快速识别、预防与恢复能力，实现从静态保护向动态治理的转型，增强生态系统对外部干扰的整体抵御与自组织恢复能力。

#### 4.3 保护优先区识别与脆弱性预判技术

识别生态保护优先区是构建科学合理的空间管控格局与优化资源配置的重要前提。优先区识别技术基于生态系统服务重要性、生物多样性丰富度、物种濒危程度与生态连通性构建多因子综合评价指标体系，辅以空间叠加分析与聚类算法形成保护等级划分。脆弱性预判则聚焦于生态系统对环境变化与人为扰动的敏感性、恢复能力与暴露程度，运用耦合指数模型、熵权法与贝叶斯网络识别系统短板。基于地理加权回归与空间格局分析技术，可实现重点区域精细化识别，指导政策资源精准投放。预判技术还应整合社会经济变量、灾害风险因子与政策干预行为的动态数据，以模拟干扰情景下系统的结构稳定性与服务功能变化趋势，形成“现

状—潜力—风险”多维画像，为区域保护规划与分区分管控提供科学依据，推进生态安全格局落地实施。

### 5 结语

生态环境与生物多样性的协同保护已成为推动生态文明建设的重要内容，其技术体系建设对于提升生态系统稳定性与资源可持续利用水平具有深远意义。在全球生态格局持续演变与人类活动干扰日益加剧的背景下，亟须建立系统完整、逻辑清晰、数据驱动的关键技术支撑路径，涵盖动态监测、生态修复、风险评估与空间管控等多个维度。通过集成多源信息、融合多学科手段与优化技术流程，能够有效构建面向复杂生态系统的综合治理能力。未来保护工作需强化技术平台建设与区域协同机制，推动生态系统结构优化与功能重构，实现生态环境质量与生物资源多样性同步提升，助力国家生态安全屏障稳固与绿色发展战略深入实施。

#### 参考文献：

- [1] 郑进烜,王革.基于中国式现代化建设的生物多样性保护策略研究[J].西南林业大学学报(社会科学),2025,9(3):54-59+118.
- [2] 冯玉婧.保护生物多样性守住地球多样美[N].新华每日电讯,2025-05-23(004).
- [3] 曾昊,张勇,苏旭坤.普达措国家公园保护优先区识别与核心保护区效能评估[J].生态学报,2025(14).
- [4] 于彩芬,张帆,姜洋,等.黄河三角洲生物多样性保护对策研究[J].人民黄河,2023,45(S1):70-71.

作者简介: 谢梦梦(1990-),女,中国江苏新沂人,硕士,工程师,从事生态、生态环境、生物多样性等研究。