

Technical Framework and Case Study of Biodiversity Damage Identification and Assessment

Xiaoxia Xue¹ Zhixin Hou¹ Nan Zhao² Junxia Xue³ Jiarui Zhang⁴

1. Inner Mongolia Menghuan Ecological Judicial Appraisal Center, Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

2. Inner Mongolia Menghuan Ecological Judicial Appraisal Center, Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

3. Inner Mongolia Mengzheng Engineering Consulting Service Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

4. Inner Mongolia Jiutai New Materials Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

Abstract

Biodiversity damage identification and assessment is a crucial aspect of ecological environmental protection, aiming to evaluate the loss of ecosystem services and its impact on biological communities and species diversity. With the intensification of environmental pollution, climate change, and human activities, biodiversity faces severe challenges. Timely and accurate damage identification and assessment are of significant scientific and practical value. This paper discusses the technical framework for biodiversity damage identification and assessment, including methods such as remote sensing monitoring, species diversity indices, and ecological risk models. It also analyzes both domestic and international assessment standards and key indicators. Through case study analysis, the paper reveals typical manifestations of biodiversity damage and evaluation pathways. Finally, it proposes future directions for technological innovation and interdisciplinary integration to promote the scientific, systematic, and efficient protection of biodiversity.

Keywords

biodiversity; damage identification; assessment technology; ecological monitoring; remote sensing technology

生物多样性损害鉴定评估的技术框架与案例实证

薛晓霞¹ 侯志新¹ 赵楠² 薛俊霞³ 张嘉瑞⁴

1. 内蒙古蒙环生态司法鉴定中心, 中国·内蒙古呼和浩特 010000

2. 内蒙古蒙环生态司法鉴定中心, 中国·内蒙古呼和浩特 010000

3. 内蒙古蒙正工程咨询服务有限责任公司, 中国·内蒙古呼和浩特 010000

4. 内蒙古久泰新材料有限公司, 中国·内蒙古呼和浩特 010000

摘要

生物多样性损害鉴定评估是生态环境保护中的重要环节,旨在评估生态系统服务功能的损失及其对生物群落和物种多样性的影响。随着环境污染、气候变化和人类活动的加剧,生物多样性面临严峻挑战,及时准确地进行损害鉴定和评估具有重要的科学意义和实践价值。本文探讨了生物多样性损害鉴定评估的技术框架,主要包括遥感监测、物种多样性指数法和生态风险模型等技术方法,同时分析了国内外的评估标准与关键指标。通过案例实证分析,揭示了生物多样性损害的典型表现与评估路径,最后提出了技术创新与多学科融合的未来发展方向,以推动生物多样性保护的科学化、系统化和高效化。

关键词

生物多样性; 损害鉴定; 评估技术; 生态监测; 遥感技术

1 引言

随着全球气候变化、环境污染以及土地开发的加速,生物多样性正面临前所未有的威胁。生物多样性不仅是维持生态平衡的基础,也是人类社会可持续发展的关键。然而,生物多样性面临的损害往往具有隐蔽性和长期性,导致其影响在短期内难以察觉,亟需建立有效的鉴定评估体系。生物多样性损害评估不仅需要准确识别损害类型与程度,还需要

通过量化分析提供可靠的数据支持,以制定切实可行的保护对策。本文将围绕生物多样性损害鉴定评估的技术框架展开讨论,介绍当前主流的技术方法与标准,并结合具体案例,探索评估实践中的难点与挑战。

2 生物多样性损害鉴定的基本概念与理论基础

2.1 生物多样性的定义与重要性

生物多样性指的是地球上各种生物的多样性,包括物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性。物种多样性反映了生物种类的丰富性和数量的分布,遗传多样性则是种群内

【作者简介】薛晓霞(1996-),女,中国内蒙古乌兰察布人,本科,从事生态环境类研究。

基因变异的差异,生态系统多样性描述了不同生态系统及其相互关系的复杂性。生物多样性是生态系统正常运作的基础,提供了食物、气候调节、空气净化等重要生态服务。人类的生存与发展离不开生物多样性的支撑。它不仅是生态系统稳定性的保障,也是人类健康和文化繁荣的源泉。在自然界中,生物种群与环境之间通过复杂的相互作用维持着生态平衡,因此保护生物多样性对于确保地球生态系统的可持续性至关重要。

2.2 生物多样性损害的类型与表现

生物多样性损害通常表现为物种灭绝、物种数量锐减或栖息地丧失等形式。这些损害可以由自然灾害或人类活动引起。人类活动,尤其是城市化进程、农业扩展、森林砍伐和污染排放,是导致生物多样性丧失的主要原因。随着栖息地的破坏,许多物种面临生存威胁,生态系统功能的丧失进一步加剧了这一过程。生物多样性损害的类型包括物种消失、物种数量下降、生态功能退化等。栖息地破坏与生物入侵也常常导致物种间相互竞争的加剧,进一步影响生态系统的稳定性。此外,气候变化的影响亦在改变物种分布和栖息地环境,增强了生物多样性损害的复杂性和长期性^[1]。

3 生物多样性损害鉴定的技术方法

3.1 遥感技术在生物多样性损害鉴定中的应用

遥感技术通过对地球表面的观测,利用卫星或飞行器获取地面物理信息,为生物多样性损害的鉴定提供了强有力的支持。遥感图像能够反映区域的植被覆盖、土地利用变化以及生态环境的整体状况。通过遥感数据分析,可以监测森林、湿地等生态系统的退化情况,分析物种栖息地的变化和破坏。利用多时相遥感图像,还可以追踪生物多样性变化的动态过程,评估栖息地的连通性和生态退化的趋势。遥感技术的优势在于其大范围、高效和非接触的监测能力,能够在广泛区域内提供持续性的数据支持,为生物多样性保护与恢复策略提供科学依据。

3.2 生态监测与生物多样性指数的计算方法

生态监测通过长期跟踪和评估生态系统及其组成生物种群的变化,能够揭示生物多样性损害的现状与趋势。通过采集样本、记录物种的种群变化和生境质量,生态监测为生物多样性损害的评估提供了直接的数据支持。生物多样性指数是衡量一个区域或生态系统生物多样性水平的重要工具,如物种丰富度指数、香农指数和 Simpson 指数等。这些指数能够定量描述生物种类的多样性及其分布的均匀性,并通过对比不同时间段或区域的数据,揭示生物多样性损害的程度和发展趋势。生物多样性指数的计算方法,通常结合物种调查、环境监测数据和统计学分析,为制定生态保护政策提供依据。

4 生物多样性损害评估的标准与指标体系

4.1 国内外生物多样性损害评估标准的对比

国内外生物多样性损害评估标准存在一定的差异。国

际上,生物多样性损害评估主要依赖《生物多样性公约》和《国际自然保护联盟》(IUCN)制定的标准体系。IUCN 红色名录是国际上最为权威的物种保护标准,通过评估物种的灭绝风险,分类出不同的物种保护等级。在生态保护方面,国际标准往往侧重于物种的保护和栖息地的修复,评估重点关注物种多样性和生态系统功能的完整性。相比之下,国内生物多样性损害评估标准在制定时,往往更加强调区域性和地方性特点。中国的《生物多样性保护国家行动计划》以及《生态红线划定与保护实施方案》等政策,均注重栖息地保护和生态功能恢复,依据各地具体的生态环境和物种特征进行评估。技术手段方面,国际标准普遍采用遥感技术、生态监测网络和生物多样性指数等工具,而国内则结合了更多的本地化监测方法和数据采集方式,特别是在水体、森林和湿地等特定生态系统中,使用地方性生态指数进行评估。通过对比国内外标准,可以看出,国际评估标准更侧重于全球性生态保护,而国内标准则更加注重具体区域内的生态环境保护与物种恢复。

4.2 生物多样性损害评估的关键指标与权重

生物多样性损害评估中的关键指标通常包括物种丰富度、物种多样性指数、栖息地质量、生态功能完整性以及栖息地连通性等。在评估过程中,物种丰富度和物种多样性指数是衡量生物多样性损害程度的基本指标。物种丰富度指的是一个地区内不同物种的数量,而多样性指数则通过数学公式定量描述物种分布的均匀程度。在一些地区,由于物种间竞争、入侵物种或栖息地破坏,物种丰富度和多样性指数出现下降,生物多样性受到严重损害。栖息地质量是另一项重要的评估指标,它通过土地利用变化、栖息地退化等因素来衡量栖息地的保护状况。生态功能完整性评估则从生态系统的服务功能角度出发,分析水源涵养、气候调节和生物多样性保护等生态功能的有效性。栖息地连通性评估则关注栖息地之间的连通性,强调生态走廊的保护和恢复。在实际评估中,根据不同生态系统的特点,这些指标的权重也有所不同。例如,森林生态系统的评估中,物种多样性和栖息地质量可能占据较高权重,而湿地生态系统则更侧重于水质和栖息地连通性。在评估模型中,这些权重根据地区生态特征和保护目标进行调整,以便全面反映生物多样性的损害情况。

4.3 评估模型与数据分析的技术路径

生物多样性损害评估通常通过建立综合性评估模型,结合各种生态学数据进行分析。在评估模型方面,生态风险模型和生物多样性指数模型是常见的技术路径。生态风险模型基于生态学原理,评估环境污染、气候变化及人类活动对生物多样性造成的风险。通过对污染源、生态敏感性和物种脆弱性的分析,该模型能够预测不同环境因素对物种和生态系统的影响。数据分析的技术路径通常包括数据预处理、模型构建和结果验证。数据预处理阶段,首先需要进行数据清洗和整理,去除数据中的异常值和缺失值,确保数据的准确

性和可靠性。接下来,通过统计分析方法,如回归分析、聚类分析等,识别影响生物多样性损害的主要因素。最后,评估模型通过数据校准与验证,确保模型能够准确反映生物多样性损害的真实情况。GIS技术在数据分析中发挥着重要作用,它通过空间分析功能,帮助构建生态网络、评估栖息地连通性和空间分布情况。通过这一技术路径,评估结果可以为生态修复和保护政策提供科学依据^[2]。

5 生物多样性损害评估的案例分析

5.1 某地区水污染对生物多样性的影响评估

在某地区,水体污染严重影响了水生物种的多样性。通过对该地区主要河流的长期监测数据分析,发现水质指标如氨氮浓度为 10 mg/L,磷浓度达到 3 mg/L,明显超过了水生物种的生存阈值。与此相应,水域中的鱼类种类从原来的 20 种下降至 12 种,鱼类总数也减少了 50%。在水质污染严重的区域,水生植物的种类和覆盖率显著下降,原先丰富的水生植物群落几乎完全消失。通过生物多样性指数的评估,得出该区域的香农指数从原来的 2.8 下降至 1.2,表明水生生态系统的多样性已遭到严重破坏。污染对水生物种栖息地造成的损害不仅使得本地物种面临灭绝风险,也使得水体自净能力大大降低,导致生态系统服务功能下降。评估结果可为水污染治理和生态恢复措施的实施提供了数据支持和科学依据^[3]。

5.2 森林生态系统中生物多样性损害的鉴定

某森林生态系统长期遭受过度砍伐和森林火灾的双重影响,导致生物多样性大幅下降。通过对该区域的物种调查,发现原本存在的 80 种树木和灌木种类减少至 50 种,物种多样性指数下降了 40%。在森林退化严重的区域,植物覆盖率由 70% 降至 30%。由于栖息地的减少和破碎,部分动物种类的栖息地消失,导致其数量急剧下降,尤其是鸟类和哺乳动物的种群数量减少了 60%。森林火灾和非法采伐不仅加剧了森林的退化,还导致土壤质量下降,水源涵养功能减弱。利用遥感技术分析,该区域的森林面积从原来的 1200 平方公里减少至 800 平方公里,显示出栖息地严重退化。生态功能恢复的困难和生物多样性损害的加剧表明,急需采取有效的森林保护措施,限制砍伐并加强生态修复。

5.3 土地利用变化对生物多样性的长效影响评估

土地利用变化对生物多样性的影响在某地区表现得尤为明显。通过遥感技术和土地利用变化分析,评估发现该区域的耕地面积从 1980 年的 500 平方公里扩大至 2020 年的 1200 平方公里,增幅达到 140%。随之而来的是自然栖息地的大规模消失,特别是湿地和森林面积的急剧减少。在湿地原生态区域,物种丰富度下降了 30%,栖息地质量大幅下降,湿地鸟类的种类从 50 种下降至 30 种。森林生态系统也遭受严重破坏,树种数量和种群密度下降。土地利用变化导致的栖息地破碎化使得物种的栖息与繁衍受到极大影响,生态走廊的连通性明显下降,进一步加剧了物种灭绝的风险^[4]。评估结果表明,土地利用变化的长效影响已经对生物多样性造成了不可逆转的损害,提出应加强土地利用规划和生态修复措施,以减少对生物多样性的负面影响。

6 结语

生物多样性损害的评估是生态保护领域的重要工作,它为生态修复和资源管理提供了科学依据。通过对水污染、森林生态系统破坏和土地利用变化等典型案例的分析,我们可以清晰地看到人类活动对生物多样性造成的深远影响。这些损害不仅危及生态系统的稳定性,也削弱了其为人类提供的重要服务。为了有效保护生物多样性,必须加强各项保护措施,推动生态修复工作。政策层面应加强环境治理,采取更加精准的生态保护与恢复策略,实施可持续的土地利用规划。同时,持续的监测和数据分析也为未来的生态保护提供了重要参考,推动生态文明建设不断向前发展。生物多样性的保护需要全社会共同努力,只有采取有效的行动,才能实现人与自然的和谐共生。

参考文献

- [1] 臧国荣.海洋工程生态损害评估方法及应用研究[D].导师:张燕.大连海洋大学,2024.
- [2] 陈慧敏,赵宇,付晓,吴钢.草原生态系统损害量化评估与赔偿体系研究[J].生态经济,2023,39(04):179-189.
- [3] 张思佳.环境损害鉴定评估法律制度研究[D].导师:常丽霞.兰州理工大学,2021.
- [4] 郑嘉文.我国环境民事公益诉讼损害赔偿问题研究[D].导师:沈太霞.暨南大学,2020.