

景观生态学在环境污染研究之中的应用

车宗太

哈尔滨师范大学地理科学学院，黑龙江 哈尔滨

收稿日期：2025年9月17日；录用日期：2025年10月21日；发布日期：2025年11月7日

摘 要

景观生态学从诞生发展到现在，已经经历80余年，随着地球环境的逐渐恶化越来越多的污染物出现在我们生存的环境之中，景观生态学方法在环境污染上的应用也变得愈来愈重要，本文从景观生态学在环境污染研究的理论基础开始介绍了景观格局与生物多样性与环境的关系，并且列举了一些景观生态学方法在环境污染治理中的应用，包括植被的恢复作用，湿地与多年冻土对于环境的净化作用，以及景观规划对于环境治理上的使用。最后，从景观生态学在环境污染研究中的价值和意义，以及未来景观生态学在环境污染治理中的发展方向两个方面分析了景观生态学在环境污染研究领域未来发展的方向。

关键词

景观生态学，环境污染，生态环境，污染治理

The Application of Landscape Ecology in Environmental Pollution Research

Zongtai Che

School of Geographical Sciences, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: September 17, 2025; accepted: October 21, 2025; published: November 7, 2025

Abstract

Landscape ecology has gone through more than 80 years since its inception and development. With the gradual deterioration of the Earth's environment, more and more pollutants are appearing in our living environment. The application of landscape ecology methods in environmental pollution has become increasingly important. This article starts with the theoretical basis of landscape ecology in environmental pollution research, introduces the relationship between landscape pattern, biodiversity, and the environment, and lists some applications of landscape ecology methods in environmental pollution control, including the restoration of vegetation, the purification effect of

wetlands and permafrost on the environment, and the use of landscape planning in environmental governance. Finally, the future development direction of landscape ecology in the field of environmental pollution research was analyzed from two aspects: the value and significance of landscape ecology in environmental pollution research, and the future development direction of landscape ecology in environmental pollution control.

Keywords

Landscape Ecology, Environmental Pollution, Ecological Environment, Pollution Control

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

景观生态学(Landscape Ecology)是宏观生态学研究的一个新的领域[1] [2], 旨在研究自然和人类活动共同构成的景观对生态系统结构、功能和过程的影响。它关注人类活动与自然系统之间的相互作用, 探索如何实现人类与自然的和谐发展。景观生态学的发展历程可以分为以下几个阶段。概念形成阶段: 20 世纪 60 年代, 景观生态学的先驱者 John Ormsbee Simonds 出现是这一领域促成景观规划进一步发展的先驱者之一[3]。他们提出了景观这一概念, 并强调景观格局对生态过程的重要性。同时, 开始使用景观生态模型来描述和预测生态系统的变化。理论构建阶段: 20 世纪 70 年代至 80 年代, 景观生态学开始建立核心理论框架。在这一阶段, 学者们将景观生态学与生态学、地理学和环境科学等学科相结合, 形成了一个跨学科的研究领域。1982 年, 国际景观生态协会(IALE)在荷兰成立, 随之又在欧洲举行过若干国际学术讨论会[4]。方法应用阶段: 20 世纪 90 年代至今, 景观生态学进入应用阶段。随着遥感、地理信息系统等技术的发展, 研究者能够获取大范围、高精度的景观数据, 进一步深入研究景观格局与生态过程之间的关系, 随着越来越多的学科交叉景观生态学应用也更加广泛。纵观其发展, 景观生态学超越了传统生态学的范畴, 其最核心的贡献在于确立了“格局 - 过程 - 尺度”的范式[5]。这一范式强调, 空间格局(斑块 - 廊道 - 基质)并非生态过程的被动背景, 而是主动的调控者。这为我们理解与解决环境污染问题提供了全新的思路。

环境污染对生态系统的影响是一个重要的研究领域, 科学家们通过对环境污染对生态系统的监测和实验研究, 已经取得了一些重要的成果。环境污染对生态系统的影响其一就是生态系统多样性的丧失, 环境污染对生态系统的影响尤为突出特别是对生态系统多样性和复杂性的影响[6]。在基于全球变暖的背景之下越来越多的污染物包括多环芳烃、PM2.5、PM10 等污染物被研究证明将损害生态环境, 景观生态学的应用也变得越来越重要。当前, 环境污染已呈现从点源到面源、从局部到区域的复合型特征, 揭示了传统治理模式的局限。这要求我们必须从区域空间结构和生态过程的层面寻求系统性解决方案。在此背景下, 景观生态学的独特价值凸显: 它不仅能解释污染物的空间异质性分布, 更能通过主动规划与管理景观格局, 来引导、阻断或强化污染物的迁移、扩散和净化过程。

2. 景观生态学在环境污染研究中的理论基础

2.1. 景观格局与环境质量的关系

土地是城市的载体, 决定着城市发展的可持续性, 而土地利用的变化直接表现为城市景观格局变化,

进而影响生态环境质量景观格局与环境质量之间有着密切的关系[7]，其中景观格局指的是一个区域内不同空间要素如建筑、绿地、道路等的组织结构和布局方式。而环境质量则是指该区域的自然和人为环境对人类健康和生活质量的影响。下面是景观格局与环境质量之间的一些关系。包括自然生态系统保护，合理的景观格局设计可以促进自然生态系统的保护和恢复，提高空气质量、水质量和生物多样性，减轻生态环境的压力，改善环境质量。绿地覆盖率，合理配置绿地是良好景观格局的一部分，绿地的增加可以改善区域的空气质量、降低城市热岛效应，同时也提高居民的生活质量和幸福感。建筑密度与采光通风，合理的建筑布局和密度可以保障采光和通风，降低建筑能耗，改善室内环境质量，提高人们的生活质量。噪音与视觉污染：景观格局设计应考虑遮挡建筑物、绿化带等的设置，以减少噪音和视觉污染，创造更加宁静、舒适的居住环境。并且在此研究领域还有一些前沿的研究方法包括基于地理探测器模型探究沿海都市区景观格局与生态环境质量的关系，能够较为科学地表达景观格局对生态环境质量的影响[8]。

2.2. 生物多样性与环境污染的响应机制

景观生态学之中对于已有的关于生物多样性的研究主要集中于单个濒危物种的保护，侧重于物种的数量与结构，而忽视了对其生态过程的关注。为了提高生物多样性的保护成效，需要从景观生态学角度着手，提高保护的针对性和全面性[9]。而生物多样性与环境污染之间存在着一定的响应机制，生物多样性指的是地球上所有生物种类的丰富程度和多样性，而环境污染是指各种有害物质对自然环境的污染和破坏。有关生物多样性与环境污染响应机制包括生境破坏与种群减少，环境污染会破坏生物栖息地的完整性和稳定性，导致生态系统结构和功能的改变，使得某些物种无法生存或繁衍，从而导致生物多样性的降低；生物监测与环境质量评价，生物多样性的变化可以作为环境污染的指标之一，通过对生物多样性的监测可以评估环境质量的变化和恢复情况，为环境管理和保护提供科学依据。

2.3. 景观生态学方法在环境污染评价中的应用

随着国家对建设项目环境影响评价的日益重视，景观生态学方法将被越来越广泛地运用到环境影响评价当中。应根据建设项目的类型和特点采用不同的景观分析方法和手段，景观生态学方法必定会为环境影响评价领域带来新的思路，对项目建设造成的不良环境影响能起到重要的识别和预防效果[10]。在环境污染评价中，景观生态学方法同样能够发挥独特的作用。随着社会的不断发展，人们对于环境的要求也随之提高[11]。景观生态学方法能够系统地分析区域内不同生态系统的格局和特点，以及它们之间的相互作用。这有助于我们理解污染物在不同生态系统之间的迁移和转化过程，从而更准确地评估环境污染的影响范围和程度。景观生态学方法强调空间结构分析，通过识别和分析景观的斑块、基质和廊道等组成部分，可以揭示污染物在景观中的分布规律和扩散路径。这有助于我们识别出环境污染的关键区域和敏感点，为制定针对性的污染防治措施提供科学依据。景观生态学方法在环境污染评价中的应用需要与其他学科的方法和技术相结合，如环境监测技术、地理信息系统等。通过综合运用多种方法和技术手段，可以更加全面、准确地评估环境污染的状况和影响，为制定有效的环境保护和治理措施提供有力支持。

现有景观生态学方法有待应用实践聚焦规划与修复。基于“景观安全格局”理论，构建“核心栖息地-生态廊道-缓冲区”网络，以上海长宁区生境花园为例，其通过小微绿地优化形成生态的“踏脚石”，已被证实能显著提升生物多样性，为多尺度生境网络构建提供实践范本。生态修复则针对受损景观，通过斑块质量提升、连通性修复等改善生态功能[12]。还有核心分析侧重过程模拟与功能评估。在景观动态模型中，CA-Markov 耦合模型能精准模拟城镇扩张等空间演变，该模型在伊犁河三角洲、白洋淀流域等

区域的景观格局预测中已得到有效应用；生态过程模拟则借助 MaxEnt 模型预测物种分布、SWAT 模型模拟水文循环，Circuit Theory 可识别生态廊道。前沿研究还发展了“剂量-响应-阈值”模型，实现健康效益分异量化[13]。

3. 景观生态学在环境污染修复中的应用

3.1. 植被恢复与环境污染治理

随着人类活动的不断扩展，环境污染问题日益严重，对生态系统造成了极大的破坏。为了保护 and 恢复生态系统的稳定与平衡，植被恢复与环境污染治理显得尤为重要。研究者围绕植被恢复措施、生态修复技术、抚育管理与保护、物种保护计划、污染治理与减排、土壤水体修复、垃圾处理与减排以及综合整治与监管等方面，深入探讨植被恢复与环境污染治理的关键环节与策略。包括植被恢复措施，生态修复技术等方法[14][15]。植被恢复与环境污染治理是一项长期而艰巨的任务，需要政府、企业和社会各界共同努力。通过采取科学有效的措施，加强综合整治与监管，我们可以逐步改善环境质量，保护和恢复生态系统的稳定与平衡，为人类的可持续发展创造更好的生态环境。

3.2. 冻土与湿地生态系统对环境污染的净化作用

湿地生态系统通过多种机制对环境污染进行净化。湿地可以通过生态拦截技术、植物净化技术、水生物净化技术等方式，有效去除水体中的悬浮物、营养物和有毒物质。例如，湿地植物的根系可以吸收有机物和氨氮等污染物，而填料上的微生物则可以进一步降解这些污染物。此外，湿地的蓄水和渗透功能还可以延缓降雨径流的速度，减少洪峰流量，从而降低洪涝风险。湿地被誉为“地球之肾”，因其在沉淀、排除、吸收和降解有毒物质方面的强大功能[16]。多年冻土区域也具有重要的环境污染净化作用。多年冻土区域是世界上氮素储量最大的区域之一，氮素的变化会对生态系统的结构和功能产生深远影响。冻土融化过程中，微生物活动增加，可能会导致温室气体排放的增加[17]。然而，冻土的存在和分布及其水热过程受到多种环境因子的控制和影响，植被的变化也会影响冻土的水热过程和空间分布。因此，冻土在调节气候、维持生物多样性等方面发挥着重要作用[18]。

3.3. 景观规划对环境污染防治的启示

生态景观规划能够长期运行与环境的保护是密不可分的。若环境造成了不同程度的污染，则生态景观规划同时会造成不同的损失[19]。景观规划在环境污染防治方面提供了多种有效的策略和方法，包括减少碳排放、改善空气质量、节能减排、生态修复、光污染控制、水资源管理和废物循环利用等，这些措施不仅有助于保护环境，还能提升城市的生态环境质量和居民的生活质量[20]。

3.4. 城市空气污染扩散的景观调控策略

城市空气污染扩散的景观调控需通过多尺度协同干预局地微气候，核心围绕“宏观格局引导、中观要素优化、微观配置强化”展开。宏观层面需划定连通自然源的通风廊道(主廊道宽不低于 200~500 米)，结合主导风向优化功能分区，将高污染源外迁并设生态隔离带，控制建筑密度与高度差避免热岛效应。中观层面需构建网状绿地系统，优先采用与风向协同的带状、楔形绿地(宽度 30~40 米降尘效应显著)，依托水体“冷岛效应”引导气流，推广透水铺装降低硬化地表热积累。微观层面应选择疏冠型乔木(如悬铃木)与高净化植物(如银杏、女贞)，构建“上层通透、下层覆盖”的立体群落，规避过密配置导致的污染物滞留。该体系需纳入城市规划，结合微气候监测与公众参与落地，通过景观与微气候的协同实现污染扩散与降解双重目标[21]。

4. 总结与展望

4.1. 景观生态学在环境污染研究中的价值和意义

景观生态学在环境污染研究中的价值和意义体现在其综合性研究视角、生态系统服务评估、生态恢复与修复、生态系统健康评估以及政策制定与管理决策等方面,为解决环境污染问题提供了重要的科学支持。景观生态学能够从整体的角度研究环境污染对生态系统的影响,不仅考虑到单一因素的影响,还能分析环境污染对不同尺度的生态系统的影响,从而提供更全面的研究视角。景观生态学还可以帮助评估环境污染对生态系统提供的各种生态系统服务的影响,如水资源供应、空气净化、生物多样性维持等,有助于揭示环境污染对人类福祉的潜在威胁,并提供了在环境污染后进行生态恢复与修复的科学依据。通过对景观结构、功能和动态的研究,可以指导环境恢复工作的实施,促进受污染生态系统的修复和再生。在生态系统健康评估上景观生态学可以帮助评估生态系统的健康状况,包括生物多样性、生态稳定性、能量流动等指标,通过对环境污染对这些指标的影响进行研究,有助于及早发现生态系统受到的威胁。最后景观生态学研究成果可以为环境保护政策的制定和管理决策提供科学依据,帮助政府和相关部门更好地管理和控制环境污染问题,促进可持续发展。

4.2. 未来景观生态学在环境污染治理中的发展方向

未来景观生态学在环境污染治理中的发展方向将更加注重多学科整合、生态系统服务价值、景观规划与设计、生态修复技术和社会参与、治理等方面,以推动环境污染治理工作的科学化、综合化和可持续发展。未来景观生态学可能会进一步整合生态学、地理信息系统(GIS)、遥感技术、社会学、经济学等多学科方法[22]-[24]以更全面地理解环境污染对景观及生态系统的影响,为环境污染治理提供更科学的决策支持。在将来可能更加注重生态系统服务的价值评估,将环境污染对生态系统服务的影响纳入研究范畴,从经济和社会角度探讨环境污染治理的重要性,重视开发和应用新的生态修复技术,以加速受污染生态系统的恢复和修复进程,包括植被恢复、土壤修复、水体净化等技术的研究与应用。不但在研究中应用治理在社会中也应更加强调社会参与和治理机制在环境污染治理中的作用,促进公众参与环境保护,推动政府、企业和社会共同努力解决环境污染问题。

参考文献

- [1] Forman, R.T.T. and Gordon, M. (1986) *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, 1-57.
- [2] 肖笃宁. 宏观生态学研究的特点与方法[J]. 应用生态学报, 1994, 5(1): 95-104.
- [3] 约翰·奥姆斯比·西蒙兹 John Ormsbee Simonds. 景观设计学: 场地规划与设计手册[M]. 朱强, 俞孔坚, 王志芳, 等, 译. 第4版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [4] 陈利顶, 李秀珍, 傅伯杰, 肖笃宁, 赵文武. 中国景观生态学发展历程与未来研究重点[J]. 生态学报, 2014, 34(12): 3129-3141.
- [5] Wu, J.G. and Hobbs, R. (2002) Key Issues and Research Priorities in Landscape Ecology: An Idiosyncratic Synthesis. *Landscape Ecology*, 17, 355-365. <https://doi.org/10.1023/A:1020561630963>
- [6] 方海东, 段昌群, 何璐, 等. 环境污染对生态系统多样性和复杂性的影响[J]. 三峡环境与生态, 2009, 2(3): 1-4, 8.
- [7] 刘轩. 基于景观格局分析的城市可持续发展能力评价[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2016.
- [8] 樊应凭, 金晓斌, 陈传钊, 等. 沿海都市区景观格局与生态环境质量的时空演变及关联性分析——以海口市秀英区为例[J]. 现代城市研究, 2023(3): 116-124, 132.
- [9] 王潇. 景观生态学与生物多样性保护策略分析[J]. 环境与发展, 2017, 29(8): 189, 191.
- [10] 王乃亮, 杜斌. 景观生态学方法在环境影响评价中运用的探讨[J]. 甘肃科技, 2014, 30(6): 84-85, 90.
- [11] 何芳, 刘瑞平, 徐友宁, 等. 基于遥感的木里煤矿区矿山地质环境监测及评价[J]. 地质通报, 2018, 37(12): 2251-

2259.

- [12] 苏荣菲, 陈睿山, 郭晓娜. 城市社区更新中生物多样性的保护策略: 以上海市长宁区生境花园为例[J]. 生物多样性, 2023, 31(7): 194-207.
- [13] 张晨星, 徐晶晶, 温静, 等. 基于 CA-Markov 模型和 MCE 约束的白洋淀流域景观动态研究[J]. 农业资源与环境学报, 2021, 38(4): 655-664.
- [14] 姜丽娜, 马洁, 刘建康, 等. 毛乌素沙地不同植被恢复措施下土壤理化性质空间分布特征[J]. 水土保持通报, 2022, 42(5): 1-7.
- [15] 付战勇, 马一丁, 罗明, 等. 生态保护与修复理论和技术国外研究进展[J]. 生态学报, 2019, 39(23): 9008-9021.
- [16] 赵欣胜, 崔丽娟, 李伟, 康晓明, 等. 吉林省湿地生态系统水质净化功能分析及其价值评价[J]. 水生态学杂志, 2016, 37(1): 31-38.
- [17] Jansson, J.K. and Tas, N. (2014) The Microbial Ecology of Permafrost. *Nature Reviews Microbiology*, **12**, 414-425.
- [18] 王根绪, 李元首. 青藏高原冻土区冻土与植被的关系及其对高寒生态系统的影响[J]. 中国科学·D 辑: 地球科学. 2006(8): 743-754.
- [19] 王晓锋, 刘红, 袁兴中, 等. 基于水敏性城市设计的城市水环境污染控制体系研究[J]. 生态学报, 2016, 36(1): 30-43.
- [20] 刘海龙, 李迪华, 韩西丽. 生态基础设施概念及其研究进展综述[J]. 城市规划, 2005(9): 70-75.
- [21] 孙伊湄, 朱春阳. 基于 LUR 模型的城市带状绿地冬季降减空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 效应研究[J]. 华中农业大学学报, 2024, 43(6): 150-160.
- [22] 阙泽胜, 李冠超, 胡颖, 等. 基于 GIS 的土壤环境放射性水平和风险评价[J]. 物探与化探, 2023, 47(5): 1336-1347.
- [23] 郑秀菊. 遥感技术在环境监测中的应用[J]. 科技资讯, 2022, 20(2): 95-97.
- [24] 邓荣荣, 张翔祥. 中国城市数字经济发展对环境污染的影响及机理研究[J]. 南方经济, 2022(2): 18-37.