

基于自然的解决方案提升城市生物多样性的路径研究¹

张娟，陆轶青，王也，关婧

摘要：城市生物多样性保护是“昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架”和《中国生物多样性保护战略与行动计划（2023—2030 年）》的重要目标和行动。基于自然的解决方案（NbS）可协同应对气候变化、生物多样性丧失和公共健康等复合挑战，但面向城市生态系统，NbS 系统提升生物多样性的路径仍待深化。本文以景观生态学“斑块—廊道—基质”理论和生态系统服务理论为基础，提出从规划、设计、实施到管理全过程构建蓝绿基础设施，增强城市生物多样性连通性。通过对比新加坡、鹿特丹、洛杉矶及北京、上海、武汉、广州、深圳、宁波、成都、重庆等城市 NbS 案例发现，国外经验主要体现在政策法规、跨部门协同、多元资金和公众参与保障，国内案例表现为政府主导、跨部门顶层设计、问题导向和投融资机制创新；共同不足包括生物多样性目标偏弱、系统整合与跨域协同缺口、长效运维资金压力、绿色公平不足和公众参与深度不够。据此提出生物多样性全流程刚性管控构建跨域协同、可监测学习的“斑块—廊道—基质”一体化城市生态网络、生态价值实现与跨域补偿、绿色资源精准投放和公众深度参与等建议。

关键词：基于自然的解决方案；城市；生物多样性

A Study on Pathways for Enhancing Urban Biodiversity through Nature-based Solutions

Abstract: Urban biodiversity conservation is an important objective and action under the Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework and China’s Biodiversity Conservation Strategy and Action Plan (2023–2030). Nature-based Solutions (NbS) can jointly address compound challenges such as climate change, biodiversity loss, and public health, but for urban ecosystems, the pathways through which NbS systematically enhance urban biodiversity remain insufficiently explored. Based on the “patch–corridor–matrix” theory of landscape ecology and ecosystem services theory, this study proposes building blue-green infrastructure throughout the entire process of planning, design, implementation, and management to enhance urban biodiversity connectivity. By comparing NbS

¹ 本研究由全球环境基金第七期（GEF7）“绿色与碳中和城市项目”——“城市生物多样性保护提升路径研究”（项目编号：P173316，赠款号：TF0B8386）支持。

cases in Singapore, Rotterdam, Los Angeles, and Beijing, Shanghai, Wuhan, Guangzhou, Shenzhen, Ningbo, Chengdu, and Chongqing, the study finds that international experience lies in policy and regulatory support, cross-sector collaboration, diversified funding, and public participation, while domestic cases are characterized by government leadership, cross-sector top-level design, problem-oriented approaches, and innovation in investment and financing mechanisms. Common shortcomings include weak biodiversity targets, funding pressure for long-term operation and maintenance, gaps in systemic integration and cross-regional coordination, insufficient green equity, and limited depth of public participation. Accordingly, the study proposes rigid control of biodiversity indicators throughout the whole process, construction of an integrated ecological network, upgrading NbS from engineering projects to resilient ecosystems, ecological value realization and cross-regional compensation, precise allocation of green resources, and deep public participation.

Keywords: Nature-based Solutions; cities; biodiversity

1 引言

城市生物多样性是维持城市生态系统健康、提升居民福祉和增强城市气候韧性的基础。截至 2025 年末，中国常住人口城镇化率达到 67.89%，城镇常住人口约 9.54 亿人，城市生态系统已成为人与自然交互的核心载体（国家统计局，2026）。然而，城市扩张带来的栖息地破碎化、环境污染、外来物种入侵和资源过度利用等问题，对城市生物多样性形成持续压力（李俊生等，2005）。“昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架”的目标 12 明确提出，要大幅提高城市和人口密集地区绿色和蓝色空间的面积、质量、连通性、可达性和惠益，确保城市规划涵盖生物多样性（CBD, 2022）。《中国生物多样性保护战略与行动计划（2023—2030 年）》在优先行动 18 中，明确将城市生物多样性列为优先事项，提出到 2030 年初步建立人与自然和谐共生的可持续城市发展模式。

在此背景下，基于自然的解决方案（Nature-based Solutions, NbS）因其兼具生态保护、气候适应和社会福祉提升的多重效益，逐渐成为城市生物多样性保护的重要政策工具。目前，欧盟、IUCN 和 UNEA 均对 NbS 作出界定（EU, 2015; IUCN, 2016; 2020; UNEP, 2022），其中 UNEA 的定义最为全面，即“采取行动保护、养护、恢复、可持续利用和管理自然或经改造的陆地、淡水、沿海和海洋生态系统，以有效和适应性地应对社会、经济和环境挑战，同时对人类福祉、

生态系统服务、复原力和生物多样性产生惠益”。该定义将生物多样性惠益纳入 NbS 的核心目标，也意味着讨论 NbS 的城市应用时，需进一步明确其作用对象——城市生物多样性——的内涵与边界。

城市生物多样性指城市范围内生物（动物、植物、微生物）及其所处环境形成的生态复合体以及相关生态过程的总和（毛齐正等，2013）。其“城市范围”可从行政边界、生态边界和功能边界三个维度理解：行政边界是政策落地和数据统计的法定基础；生态边界强调城市与郊野、农田、水源地等城乡交错带的相互作用；功能边界则与国土空间规划中的城镇开发边界密切相关。城市生物多样性不仅包括珍稀物种保护，也包括绿地、树木、水体、土壤微生物等日常生态要素，是维持城市生态系统健康的基础（王海洋等，2023）。然而，既有城市生物多样性研究则多聚焦景观格局、绿色空间、城市化与生态系统等（明玥等，2025），包括建成区生物多样性的影响（陈璐露等，2026），NbS 实践以绿色空间为主要手段，围绕气候减缓和适应比如应对缓解城市热岛、城市内涝展开（周伟奇等，2022；穆松林等，2025），在城市尺度上的理论框架、实践路径仍缺乏系统梳理。

因此，本文拟在界定 NbS 与城市生物多样性内涵的基础上，梳理 NbS 与城市相关的理论框架和实践进展，进而为城市生物多样性保护中 NbS 的应用提供参考。

2 NbS 的理论框架与方法体系

NbS 的科学基础涵盖恢复生态学、景观生态学、生态系统服务理论、人地耦合系统理论以及自然地理学、气候变化科学和可持续发展科学等（傅伯杰和王军，2025）。城市 NbS 的理论框架可概括为在哲学层面强调人与自然共生和韧性城市理念；在学科层面依托景观生态学、城市生态学和生态系统服务理论；在执行层面通过将生物多样性融入法律、规划和政策，制定城市生物多样性专项规划，调查评估生物多样性相关资源和知识，开展常态化监测，利用蓝绿色基础设施和生态廊道，应对外来入侵物种和人兽疾病传播，在城市更新中融入生物多样性等路径，综合提升城市生物多样性（杨军等，2025）。

3 国内外城市实践与经验

3.1 国际经验

新加坡以“自然中的城市”为愿景，通过公园连道网络、生态连道和“活跃、美丽、洁净”水域计划，将绿色基础设施视为与灰色基础设施同等重要的城市核心资产。荷兰鹿特丹从“与水对抗”转向“与水共生”，通过“还地于河”国家战略、多层级安全策略、水广场和绿色屋

顶，将防洪安全与生态栖息、休闲功能复合。洛杉矶则围绕水资源短缺、极端高温和环境不公，推进洛杉矶河复兴、渗水公园、城市森林和绿色小巷计划，强调社区驱动和环境正义导向。三者的共同点在于完成从“对抗自然”到“与自然共生”的理念转变；构建多尺度、多功能的绿色基础设施网络；追求生态系统服务多重增效；建立政策法规、跨部门协同、多元资金和公众参与等保障机制。

3.2 中国城市实践

中国城市已形成多种 NbS 实践模式。北京以官厅水库流域治理为代表，突破行政边界，统筹山水林田湖草沙，建立跨区域生态补偿机制（罗明等，2023）；深圳在高密度城区通过“山海连城”计划、红树林—基围鱼塘修复和社区更新，实现“宏观修复”与“微观适应”并举（栾博等，2024）；宁波首创林地生物多样性保险，以市场化金融工具分担生态风险（邱馥琛等，2024）；重庆在山地城市更新中尊重地形本底，通过台地花园、垂直绿化和生态护坡织补自然（周妍等，2023）；成都以公园城市理念统筹全域生态格局，推进环城生态区、天府绿道和生态系统生产总值（GEP）核算；上海将工业棕地转化为城市绿肺，通过环境改善带动土地价值反哺生态建设；武汉将海绵城市从试点提升到流域综合治理；广州开展 GEP 核算试点，探索生态价值量化与决策赋能。中国城市的共同做法包括规划引领、问题导向、复合价值追求、政府主导跨部门协同和治理投融资创新。

3.3 NbS 的不足

国内外实践仍存在共性短板，包括生物多样性目标偏弱，部分项目停留在“绿色化”和景观园艺化层面；系统整合与跨域协同仍有缺口，点状示范较多，网络化不足；生态系统自我维持能力弱，长效运维面临资金压力；绿色与社会公平问题尚未充分解决；以及公众参与贯穿规划、建设、运维全周期的深度共治仍处起步阶段。

4 NbS 系统提升城市生物多样性建议

一是将生物多样性指标纳入国土空间规划建设全流程刚性管控。将本地物种指数、生境连通度、自然岸线保有率、枯落物层保留率等指标纳入控制性详细规划、土地出让条件和项目审批要求，推行“绿地置换”政策，确保生态用地零净损失乃至净增益，建立城市生物多样性指数评价年度体检制度。

二是构建跨域协同、可监测学习的“斑块—廊道—基质”一体化城市生态网络。针对系统整合与跨域协同不足、点状示范较多而网络化不足的问题，以流域或区域为单元、以水为脉

络，跨行政区识别并刚性划定生态廊道，通过河道绿廊、道路生态化改造和生态桥涵连接孤立公园、湿地和社区绿地；激活高架桥下、废弃铁路等灰色剩余空间，将其改造为微型生态踏脚石，使分散的 NbS 项目从“点状示范”转化为结构完整、功能连通的城市生态网络。在项目设计阶段同步明确以生态效能为导向的生物多样性目标，优先选用乡土植物群落，减少外部灌溉和维护依赖，在条件适宜区域探索“再野化”和自然演替。与此同时，建立覆盖“基线—过程—结果”的跨区域监测与适应性管理闭环：实施前完成基线生物多样性调查，区分“竣工合规指标”（如乡土植物比例、绿地面积）与“长期生态效能指标”（如乡土物种趋势、传粉昆虫多度、生境连通度变化、生态系统自维持能力），并将监测结果定期反馈到廊道布局优化、跨域协同规则调整和运维策略迭代中，使生态网络在持续学习与跨域协调中动态完善。

三是建立生态价值实现与跨域补偿制度。推广广州 GEP 核算、宁波林地生物多样性保险等经验，将 GEP 核算结果纳入政绩考核、生态补偿和投资决策；在京津冀、长三角、成渝等区域探索基于 GEP 的横向生态补偿，扩大绿色债券、生物多样性信用和湿地银行等市场化工具试点。

四是实施绿色资源精准投放。利用 GIS 绘制绿地可达性地图、热岛地图和生物多样性盲区地图，将 NbS 公共投资优先向生态服务供给不足的低收入社区倾斜；建立预警与社区保护机制，确保生态改善红利由全民共享。

五是培育公众深度参与的生态文化与社会治理基础，并将其纳入生物多样性指数评估中。将公众参与嵌入 NbS 项目全周期，推广“社区园丁”“公民科学家”和“市民园长”等模式，鼓励居民参与本土植物养护、鸟类与昆虫监测，将自然教育与学校教育和社区科普深度融合。

5 结论

本文将 NbS 理论、国内外案例的特点综合发现，NbS 为城市生物多样性保护提供了兼具生态、气候和社会效益的系统性工具。城市 NbS 系统提升城市生物多样性的关键，不在于单一工程建设和绿地数量扩张，而在于构建“目标管控—空间网络—韧性运维—价值实现—公平治理—社会参与”的完整路径，推动城市从简单绿化走向人与自然和谐共生的韧性生态系统。

参考文献

- [1] 傅伯杰, 王军. 2025. 基于自然的解决方案理论内涵与中国实践. 中国科学院院刊, 40(7): 1157-1167.
- [2] 国家统计局. 新型城镇化建设深入推进 城市高质量发展成效显著——“十四五”经济

社会发展成就系列报告之六[EB/OL]. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfbhjd/202606/20260603_1963868.html.

[3] 李俊生, 高吉喜, 张晓岚, 郑筱梅. 城市化对生物多样性的影响研究综述[J]. 生态学杂志, 2005, (8): 953-957.

[4] 栾博, 等. 2024. 基于自然的解决方案的高密度城市水鸟栖息地精细化生态修复模式探索——以深圳市福田红树林国家重要湿地为例. 景观设计学, 12(3).

(1) 罗明, 周旭, 周妍, 等. 2023. NbS 最佳实践|官厅库区山水林田湖草生态保护修复项目. 景观中国网. <http://www.landscape.cn/landscape/action/ShowInfo.php?classid=10&id=67988>.

(2) 毛齐正, 马克明, 郭建国, 等. 2013. 城市生物多样性分布格局研究进展. 生态学报, 33(4): 1054-1064.

(3) 明玥, 郝培尧, 谭铃千, 等. 2025. 基于城市绿色高质量发展理念的中国城市生物多样性保护与提升. 生物多样性, 33, 24524. doi: 10.17520/biods.2024524; cstr: 32101.14.biods.2024524.

(4) 陈璐露, 汤皓婷, 冷红, 袁青, 等. 2026. 城市街区建成环境对生物多样性的影响. 生物多样性, 34, 25286. doi: 10.17520/biods.2025286; cstr: 32101.14.biods.2025286.

(5) 杨军, 杨旭东, 刘心怡, 等. 2025. 面向《昆蒙框架》目标 12 的中国城市生物多样性研究展望. 生物多样性, 33, 25104. doi: 10.17520/biods.2025104; cstr: 32101.14.biods.2025104.

(6) 穆松林, 等. 2025. 基于自然的解决方案 (NbS) 在中国城市的应用及进展. 城市发展研究, 32(4).

(7) 邱馥琛, 李林峰, 李园. 2024. 全国首单! 龙观获赔林地生物多样性保险. 海曙新闻网. https://www.haishu.gov.cn/art/2024/3/8/art_1229100495_58993606.html.

(8) 栾博 等, 2024. 基于自然的解决方案的高密度城市水鸟栖息地精细化生态修复模式探索——以深圳市福田红树林国家重要湿地为例. 景观设计学, 12(3).

(9) 王海洋, 等. 2023. 国内外城市生物多样性评价与提升研究综述. 生态学报, 43(8): 2995-3006.

(10) 周伟奇, 朱家嵩. 2022. 城市内涝与基于自然的解决方案研究综述. 生态学报, 42(13): 5137-5151.

(11) 周妍, 翟紫含, 李满意, 等. 2023. NbS 最佳实践|重庆城市更新. 景观中国. <http://www.landscape.cn/article/67920.html>.

(12) CBD. 2022. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (Decision 15/4). Secretariat of the Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop->

[15/cop-15-dec-04-en.pdf](#)

- (13) International Union for Conservation of Nature. 2016. Nature—based solutions to address global societal challenges. Gland.
- (14) International Union for Conservation of Nature. 2020. Global standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. First edition. Gland.
- (15) European Commission. 2015. Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities - final report of the horizon 2020 expert group. Brussels.
- (16) UNEP. 2022. Resolution 5/5: Nature-based solutions for supporting sustainable development (UNEP/EA.5/Res.5). Nairobi.
- (17) IUCN. 2020. Global Standard for Nature-based Solutions: A User-Friendly Framework for the Verification, Design and Scaling up of NbS. Gland: IUCN.