

基于自然的解决方案的发展历程

贾雨欣

云南师范大学地理学部, 云南省高原地理过程与环境变化重点实验室, 云南 昆明

收稿日期: 2022年11月25日; 录用日期: 2022年12月22日; 发布日期: 2022年12月29日

摘要

基于自然的解决方案(Nature-based Solution, NbS)是一项通过人工工程将自然本身调节功能放大, 促进人类和自然协调发展的一种全新的生态修复理念, 旨在恢复自然、保护生物多样性。该理念已广泛运用于湿地修复、城市生态建设、水安全评价等领域。本研究详细介绍了NbS的发展历程及其评估标准, 细化NbS的内容。该分类和标准有助于识别NbS类型以及合理预估需要的资金和人力。最后, 对NbS的发展进行了展望, 认为NbS在生态修复中具有很大的潜力, 可为今后在全国其他地区探索NbS提供参考借鉴。

关键词

基于自然的解决方案, 评估标准, 生态修复

Analysis of Nature-Based Solution Evaluation Criteria and Evaluation Frameworks

Yuxin Jia

Key Laboratory of Plateau Geographic Processes and Environment Change of Yunnan Province, Faculty of Geography, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

Received: Nov. 25th, 2022; accepted: Dec. 22nd, 2022; published: Dec. 29th, 2022

Abstract

Nature-based Solution (NbS) is a new ecological restoration concept that amplifies the regulatory function of nature itself through artificial engineering and promotes the coordinated development of human beings and nature, aiming to restore nature and protect biodiversity. This concept has been widely used in wetland restoration, urban ecological construction, water safety assessment

and other fields. This study introduces the development process of NbS and its evaluation criteria in detail, and refines the content of NbS. This classification and criteria help identify NbS types and reasonably estimate the financial and human resources required. Finally, the development of NbS is prospected, and it is believed that NbS has great potential in ecological restoration, which can provide a reference for exploring NbS in other parts of China in the future.

Keywords

Nature-Based Solutions, Evaluation Criteria, Ecological Restoration

Copyright © 2022 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

人类活动导致的气候变化、水资源短缺以及环境危机等,对人类社会的可持续发展造成巨大的威胁。为了拯救日益恶化的生态环境,人类提出了灰色基础措施、绿色基础措施。灰色基础设施(Grey Infrastructure)也就是传统意义上的市政基础设施,是单一功能的工程措施[1]。绿色基础设施(Green Infrastructure)是由河流、林地、绿色通道和森林组成的,是维系天然物种、保持自然生态过程的一种措施[2]。灰色措施存在工程量大、资金耗费多、生态破坏严重等缺点,难以解决上述的问题。而绿色措施在解决问题过程中,存在周期长、见效慢的问题。基于自然的解决方案(Nature-based Solution, NbS)通过了解和掌握自然规律,利用人工工程将自然本身调节功能放大,在节约成本的同时避免了对生态的破坏,在发挥作用的基础上提供额外的社会和生态效益[3],在很大程度上弥补了传统解决方式的缺陷。因此, NbS 以可持续的方式充分发挥生态系统服务功能,表现出多重效益的优势,成为了一种新型的生态治理模式。

国外对于 NbS 的研究相对较多,按照研究对象的不同分为以下两类: 1) 在城市景观修复方面,采用蓝绿色基础设施从生物体、土壤以及植物三个角度修复意大利米兰等城市生态景观,为今后扩大 NbS 的规模以及城市修复应用提供借鉴[4] [5]; 2) 在灾害防治方面, NbS 主要集中于洪水灾害和山体滑坡两个部分,即应对洪水灾害时采用情景发展模式以及扩大城市的绿色基础设施(UGI),如哥斯达黎加市验证表明扩大 UGI 可以减少地表径流、削减洪峰、减少区域洪灾的发生。应对山体滑坡时,测试不同高度的草本植物对径流和土壤侵蚀的影响,研究表明草本植被这种 NbS 方式对于山体滑坡的缓解作用[6] [7]。国外的研究大部分通过实践操作验证 NbS 措施的可行性,但在操作过程中没有考虑利益相关者,采取的措施不健全。相较国外而言,国内对 NbS 的研究相对较少,集中于理论探究阶段如陈梦芸等采用多案例研究法,总结了基于自然的解决方案需要克服的发展障碍,为今后的实践提供经验[8]。蒋阳利用 Citespace 软件分析 NbS 的发展趋势,并通过分析欧盟的典型案例为我国的生态建设提供借鉴经验[9]。杨崇曜等对 NbS 的内涵进行介绍,从 NbS 的角度对山水林田湖草生态修复方面提出了相关建议[10]。世界自然保护联盟(以下简称 IUCN)通过将专家知识与广泛的利益相关方的技术和经验汇集于 2020 年发布了八项标准(图 1)。目前关于评估框架,大部分研究仅提供了定性评估的方法,部分研究中选用了个别指标评估,导致研究结果不够全面[11] [12] [13]。因此,急需一个详细介绍 NbS 的文献,以提高 NbS 使用效益,降低 NbS 被滥用的风险。

本文在前人基础上,通过对基于自然的解决方案的发展历程的概述及其分类模式,为 NbS 归纳了统

一的分类方式与评估标准，以阐释基于自然的解决方案的发展历程及其分类情况，以期为科学指导 NbS 今后在全国其他地区的应用提供参考借鉴。

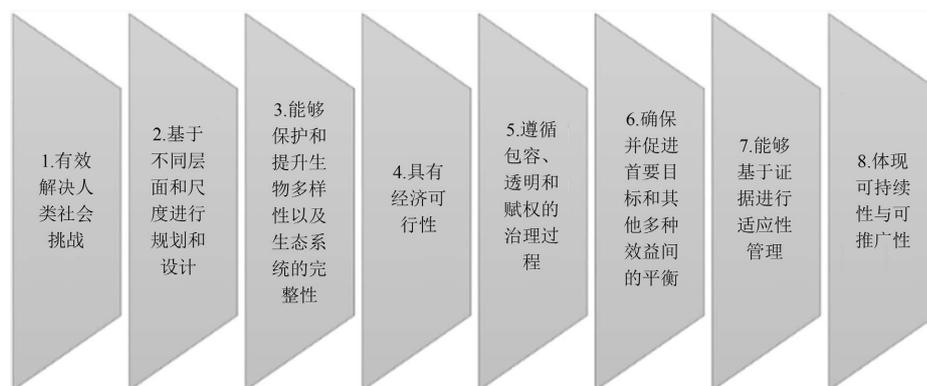


Figure 1. Eight principles of NbS [14]

图 1. NbS 的八大准则[14]

2. NbS 的发展历程

以“基于自然的解决办法”为主题关键词从 WOS 和 CNKI 数据库中检索 1997 年至今的相关文章，利用关键词共现分析功能对基于自然的解决方案的研究热点进行梳理。我们发现研究热点集中于对 NbS 定义的探索，根据定义探索程度的不同我们可以分为以下几个阶段：初期阶段(1997~2010)、中期阶段(2011~2019)、当前阶段(2020~至今)(图 2)。

初期阶段(1997~2010)：这个阶段对 NbS 的探索仅仅停留在理论层面，整体上发展较为缓慢，仅有部分领域对 NbS 开始探索，这个阶段的定义相对较宽泛，对于 NbS 的分类以及相关准则没有明确的规定。NbS 最早出现于 1997 年，Benyus 在其著作《仿生学：受自然启发的创新》中基于生物学理论提出 NbS 概念。随着时间的推移，NbS 逐渐从农业渗透到工业领域，许多学者开始了对 NbS 的多领域探索。直至 2008 年，世界银行为缓解和适应气候变化，保护生物多样性促进可持续发展，将 NbS 作为一种策略正式写入官方文件《生物多样性、气候变化和适应：世界银行基于自然的解决方案》。至此，NbS 开始逐渐被大众熟知[15]。2010 年，IUCN、世界银行、WWF 联合发布报告《自然方案报告：保护区促进应对气候变化》[16]。

中期阶段(2011~2019)：该阶段各个机构开始逐渐推广 NbS，对它的定义及分类进行了细化，并开始关注 NbS 的应用。2015 年欧盟(EU)将 NbS 定义为利用自然的力量和复杂性改善环境，将社会和经济挑战转化为创新机会，并提出地平线 2020 计划[17] [18]。此外，这个阶段开始对 NbS 的类型进行相对简单的划分。Eggermont 等[19]将 NbS 划分为以下三类：充分利用自然受保护的生态系统、修复和管理生态系统以及重构或构建新的生态系统。2016 年，IUCN 将 NbS 定义为“基于自然的解决方案是保护、可持续利用以及恢复自然或改良生态系统的行动，以有效和适应的方式应对社会挑战，为人类福祉和生物多样性提供惠益” [20]。

当前阶段(2020~至今)：随着 NbS 定义的逐渐完善，关于其应用也随之展开。2020 年，IUCN 发布 NbS 的全球标准。除此之外，清华大学等一系列机构对它进行了逐步的探索，成立了 C+NbS 的平台。2021 年，IUCN 发布了《IUCN 基于自然的解决方案全球标准》的中文版，为在昆明召开的 COP15 奠定基础。NbS 作为生物多样性保护与应对气候变化之间的重要连结，也成为了这次大会的重要议题。目前，各个部门机构都开始对 NbS 进行探索应用，它的定义更加广泛，分类也更加精细化。

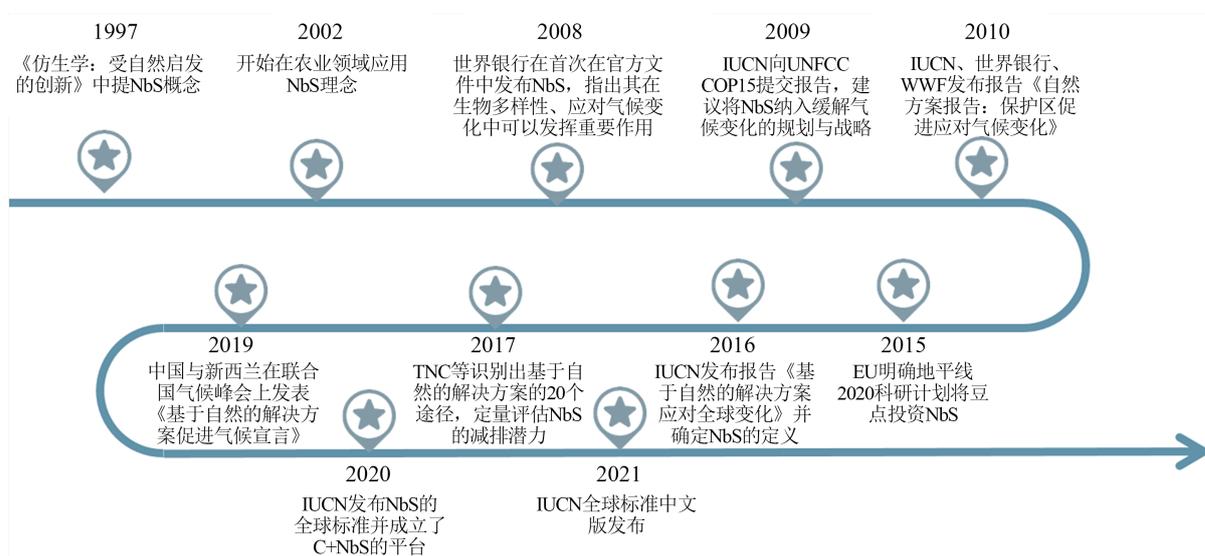


Figure 2. Development history of NbS

图 2. NbS 的发展历程

3. NbS 的实践案例

随着 NbS 理论背景的不断发展，NbS 的实践也逐步在全球的各个地方展开。基于目前 NbS 面临的七大挑战(气候变化、生物多样性、水安全、灾害风险、粮食安全、人类健康、经济与社会发展)出发[21]，将有关 NbS 的典型案例进行归纳(表 1)。在表 1 中每个案例列举了其存在的问题和采取的政策、经济、技术方面的措施，由此可见 NbS 的实施不只是单个因素，需要多个方面的因素加以配合。

Table 1. Types of NbS practices

表 1. NbS 的实践类型

挑战类型	实验地区	问题与目标	NbS 措施		
			经济措施	技术措施	政策措施
气候变化	尼泊尔社区[22] 浙江千岛湖[23] 云南腾冲[22]	不合理的耕作方式导致土地退化	发展林产品等项目促进居民就业	进行土地整治、植树造林、进一步建立生态廊道	通过行政立法，加强生态监察力度
生物多样性	深圳湾红树林[22] 宁夏贺兰山[24]	城镇化的快速发展造成生态破坏	采用低山水源保育种植红树林等措施增加碳汇		政府开展教育，拆迁违规设施等活动保护树林
水安全	河北官厅库区[25] 云南抚仙湖[26] 内蒙古乌梁素海[27]	人类活动造成水土流失、水质下降造成生态破坏	政府设立专项产业基金进行资金补贴	采用网格水道，耕地休耕轮作和产业结构调整	政府使用专项债券进行拨款打造绿色农畜产品基地
灾害风险	美国城市内涝[28] 四川城市内涝[29]	城市化导致污水溢流引发城市内涝	政府投入大量的资金创造“绿色岗位”，增加就业	实施生物滞留池等蓝绿色基础设施	政府与专家参与修订了雨洪管理规定
粮食安全	印度土地[24] 东北地区黑土地[30] 苏丹达尔富尔北部[31]	传统的农业耕作，洪涝灾害使得土壤肥力下降、粮食歉收	给居民发放大米作为补偿	自上而下，推广秸秆覆盖模式等可再生农业措施	政府与研究机构合作开展生态减灾的试点项目，探索新的管理模式

Continued

人类健康	美国路易维尔[22] 墨尔本地表植被[26] 德国柏林[9]	空气污染、地表植被覆盖率下降, 威胁人体健康		建设绿色基础设施	政府召开相关会议, 征求居民意见, 制定战略
经济与社会发展	江西婺源[26] 重庆城市建设[26] 墨西哥珊瑚礁[22]	城镇化过程中, 人地矛盾尖锐	政府资金支持, 进行生态补偿	农业上采用休耕轮作	政府组织科学规划和管控, 成立海岸带管理信托等机构

4. NbS 的评估标准

NbS 的标准主要为实施 NbS 方案提供一个标准, 同时在一些重要案例研究区域进行验证, 应用覆盖范围较广。下文对评估标准进行详细的解读。

由于 NbS 涉及多种学科领域且利益参与者观点也有所不同, 导致对于 NbS 的实施范围界定十分模糊[32]。目前, 关于 NbS 实施标准主要来自 IUCN、政府机构和学者制定的 8 项全球标准(图 2)。除此之外, 欧共体在关于国家生物多样性战略的最新文件中提出五个问题来评估一项行动是否可以被界定为 NbS:

1) NbS 是否运用自然过程? 2) 是否改善社会福利? 3) 是否提高经济效益? 4) 是否改善了环境效益? 5) 是否改善了生物多样性? [33]。为了有效应对紧迫的社会和生态挑战, Barbara 等[34]认为 NbS 的标准还应该具备透明的治理模式同时兼顾经济效率。为此, 部分学者在前者的基础上将 NbS 标准的范围进行扩大, 增加了 4 个新标准: 1) 解决方案是否具有成本效益、经济可行性; 2) NbS 可以应对哪些社会挑战[35]; 3) NbS 是否基于包容、透明的治理进程; 4) 生态系统过程实施 NbS 的可行性。

总之, NbS 的评估标准应从自然、社会、经济、环境、生物多样性、可行性等方面开展, 应综合考量社会—经济—环境三者的统一性[36]。通过基于上述结论进行的总结归纳, 本研究认为 NbS 的标准需要满足以下条件: 是否在采用自然方式的同时结合相关群体的意见, 并兼顾社会效益、生态效益以及经济效益的统一。这一评估标准可为之后评估框架的搭建提供参考价值。

5. 结论

本研究介绍了 NbS 的发展历程及其案例分类, 并将 IUCN 及其他机构制定的 NbS 实施标准进行归纳总结, 填补了与 NbS 评估相关的现有知识库中的几个空白, 该框架有助于更好地促进 NbS 的实施。

6. 展望

目前全球有许多成功应用 NbS 的例子, 证明了该方案在解决生态问题方面拥有广阔的应用前景。因此, 制定 NbS 的评估标准是十分重要的, 有利于促进 NbS 的应用推广, 更好地发挥生态环境效益。未来的研究应着眼于将 NbS 评估标准进行细化, 为决策者提供一种简明易行的方式, 量化地表征政策的利弊关系, 让决策者了解优势和不足, 为 NbS 提供了更广阔的发展空间, 将 NbS 的解决方式提升为主流选择。

参考文献

- [1] 袁业飞. “绿”与“灰”的抉择海绵城市的理念探索[J]. 中华建设, 2016(12): 6-10.
- [2] 周伟奇, 朱家蓼. 城市内涝与基于自然的解决方案研究综述[J]. 生态学报, 2022, 42(13): 5137-5151.
- [3] Fargione, J.E., Bassett, S., Boucher, T., et al. (2018) Natural Climate Solutions for the United States. *Science Advances*, 4, eaat1869. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat1869>
- [4] Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., et al. (2016) Nature-Based Solutions to Climate Change Mitigation and

- Adaptation in Urban Areas: Perspectives on Indicators, Knowledge Gaps, Barriers, and Opportunities for Action. *Ecology and Society*, **21**, Article No. 39. <https://doi.org/10.5751/ES-08373-210239>
- [5] Bouzouidja, R., Béchet, B., Hanzlikova, J., *et al.* (2020) Simplified Performance Assessment Methodology for Addressing Soil Quality of Nature-Based Solutions. *Journal of Soils and Sediments*, **21**, 1909-1927. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02731-y>
- [6] Lupp, G. and Zingraff-Hamed, A. (2021) Nature-Based Solutions-Concept, Evaluation, and Governance. *Sustainability*, **13**, Article No. 3012. <https://doi.org/10.3390/su13063012>
- [7] Albert, C., Fürst, C., Ring, I., *et al.* (2020) Research Note: Spatial Planning in Europe and Central Asia—Enhancing the Consideration of Biodiversity and Ecosystem Services. *Landscape and Urban Planning*, **196**, Article ID: 103741. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103741>
- [8] 陈梦芸, 林广思. 推动基于自然的解决方案的实施: 多类型案例综合研究[C]//中国风景园林学会. 2018年会议论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018: 323-329.
- [9] 蒋阳. 基于自然的解决方案的欧盟经验及其对我国的启示[J]. 江苏建材, 2020(6): 52-55.
- [10] 杨崇曜, 周妍, 陈妍, 等. 基于 NbS 的山水林田湖草生态保护修复实践探索[J]. 地学前缘, 2021, 28(4): 25-34.
- [11] 王军, 杨崇曜. 关于基于自然解决方案的争议与思考[J]. 中国土地, 2022(2): 21-23.
- [12] Ramalho, A.P.B., Slobodan, D., *et al.* (2022) Understanding the NEEDS for ACTING: An Integrated Framework for Applying Nature-Based Solutions in Brazil. *Water Science & Technology*, **85**, 987-1010. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.513>
- [13] Nathalie, S., Alexandre, C., Pam, B., *et al.* (2020) Understanding the Value and Limits of Nature-Based Solutions to Climate Change and Other Global Challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, **375**, Article ID: 20190120. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>
- [14] Bosch, M.V.D. and Sang, Å.O. (2021) Urban Natural Environments as Nature-Based Solutions for Improved Public Health—A Systematic Review of Reviews. *Environmental Research*, **158**, 373-384. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.05.040>
- [15] 罗明, 应凌霄, 周妍. 基于自然解决方案的全球标准之准则透析与启示[J]. 中国土地, 2020, 4(4): 9-13.
- [16] 欧阳海龙, 董实忠, 高素娟. 以生态碳汇助推碳中和的武汉 NbS 实践路径[J]. 长江技术经济, 2021, 5(4): 38-44.
- [17] European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. (2015) Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/479582>
- [18] Joachim, M. and Sander, J. (2017) Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development. *Conservation Letters*, **5**, 121-124. <https://doi.org/10.1111/conl.12216>
- [19] Eggermont, H., Balian, E., José Manuel, N., *et al.* (2015) Nature-Based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. *GAIA Ecological Perspectives for Science and Society*, **24**, 243-247. <https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>
- [20] IUCN (2020) Global Standard for Nature-Based Solutions: A User-Friendly Framework for the Verification, Design and Scaling Up of NbS. IUCN, Gland.
- [21] 罗明, 杨崇曜, 周妍. NbS 自评估工具在国土空间生态保护修复中的应用路径[J]. 中国土地, 2021(11): 4-8.
- [22] 清华大学气候变化与可持续发展研究院. 应对气候变化的基于自然的解决方案全球案例报告[R]. 北京: 清华大学气候变化与可持续发展研究院, 2021.
- [23] 郑建南, 徐高福, 蒋健, 等. 浙江千岛湖库区消落带景观生态修复[J]. 中国城市林业, 2021, 19(4): 78-84.
- [24] 赵柳青, 房正荣, 徐志永. 生态修复助力生态系统服务价值提升——宁夏贺兰山生态环境整治修复实践[J]. 林业建设, 2022(1): 42-46.
- [25] 张帆, 郝培尧, 李胜, 等. 危机中的复生——官厅水库区域生态景观设计[J]. 四川建筑, 2007, 27(Z1): 42-45.
- [26] 大自然保护协会. 基于自然的解决方案研究与实践[M]. 北京: 中国环境出版集团, 2021: 109-113
- [27] 王新民, 温挨树, 王海军, 等. 自然与人工创造的奇迹乌梁素海流域生态治理启示录[J]. 人与生物圈, 2021(1): 49-53.
- [28] Liu, L., Fryd, O. and Zhang, S. (2019) Blue-Green Infrastructure for Sustainable Urban Stormwater Management—Lessons from Six Municipality-Led Pilot Projects in Beijing and Copenhagen. *Water*, **11**, Article No. 2024. <https://doi.org/10.3390/w11102024>
- [29] 林德萍, 孙超英, 赵芮. 海绵城市: 应对城市内涝的有效途径[J]. 成都行政学院学报, 2016(6): 33-35.

- [30] 张常仁, 杨雅丽, 程全国, 等. 不同耕作模式对东北黑土微生物群落结构和酶活性的影响[J]. 土壤与作物, 2020, 9(4): 335-347.
- [31] 王旭豪, 周佳, 王波. 自然解决方案的国际经验及其对我国生态文明建设的启示[J]. 中国环境管理, 2020, 12(5): 42-47.
- [32] 何璆. IUCN 制定首个基于自然的解决方案全球标准[J]. 中国林业产业, 2021(7): 72-73.
- [33] Raymond, C.M., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., *et al.* (2017) A Framework for Assessing and Implementing the Co-Benefits of Nature-Based Solutions in Urban Areas. *Environmental Science and Policy*, **77**, 15-24.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>
- [34] Barbara, S. and Joan, G. (2021) A New Evaluation Framework for Nature-Based Solutions (NBS) Projects Based on the Application of Performance Questions and Indicators Approach. *Science of the Total Environment*, **787**, 2-12.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147615>
- [35] Dumitru, A., Frantzeskaki, N. and Collier, M. (2020) Identifying Principles for the Design of Robust Impact Evaluation Frameworks for Nature-Based Solutions in Cities. *Environmental Science and Policy*, **112**, 107-116.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.05.024>
- [36] 陈梦芸, 林广思. 基于自然的解决方案: 一个容易被误解的新术语[J]. 南方建筑, 2019(3): 40-44.