

融入基于自然的解决方案的社区韧性规划历程与实践——美国的经验与启示

Community Resilience Planning Process and Practice with Nature-based Solutions: Experience and Enlightenment from the United States

张钰佳 翟国方 鲁钰雯

ZHANG Yujia, ZHAI Guofang, LU Yuwen

摘要：在气候变化引发灾害频发的背景下，韧性城市建设成为应对风险的重要举措。社区作为基层治理的基本单元，其韧性体系建设尤为重要。基于自然的解决方案（NbS）作为实现社区韧性的重要路径，主要通过统筹工程性干预和系统性社会治理来有效提升社区的物质空间韧性和社会空间韧性，其在美国的应用于提升社区韧性方面取得了显著成效。本文首先通过探讨 NbS 在社区韧性建设中的作用机制，梳理美国社区韧性规划中融入 NbS 的历程；其次依据作用机制分类介绍典型实例；最后从理论、规划和治理三方面提出美国经验对我国韧性社区建设的启示，以期为我国相关实践提供参考。

Abstract: With the frequent disasters caused by climate change, the construction of resilient cities has become an important measure to deal with risks. As the fundamental unit of governance, community resilience system construction is particularly important. Nature-based solutions (NbS) is an important path to achieve community resilience, primarily through integrating engineering interventions and systematic social governance measures to effectively enhance both the material and social resilience of communities. The United States has made great achievements in applying NbS to improve community resilience. This paper explores the mechanisms of NbS in community resilience construction, reviews the process of integrating NbS into community resilience planning in the United States, and categorizes typical examples based on the mechanisms. Finally, this paper draws insights from the United States experiences from theoretical, planning, and governance perspectives, aiming to provide references for the development of resilient communities in China.

关键词：基于自然的解决方案；社区韧性；融入路径；规划历程；美国

Keywords: Nature-based Solutions (NbS); Community Resilience; Integration Path; Planning Process; The United States

日本学术振兴会基金（18K03022），中国博士后科学基金（2021M701649），江苏省自然科学基金（BK20220782）

作者：张钰佳，南京大学建筑与城市规划学院，博士研究生。

zhangyujia1104@163.com

翟国方，南京大学建筑与城市规划学院，教授，博士生导师。

guofang_zhai@nju.edu.cn

鲁钰雯，博士，南京大学建筑与城市规划学院，助理研究员。

luyw@nju.edu.cn

引言

气候变化导致灾害风险频发，给世界各国造成了巨大损失。韧性城市的构建成为世界各国面对气候变化风险的重要举措。城市韧性指城市面对变化时进行调整和适应的能力^[1,2]，包括应对社会经济压力和变化挑战，以及通常与自然灾害相关的突变或剧烈冲击^[3]。社区作为直接的城市治理单元，其韧性体系构建尤为重要^[4]。早在联合国颁布的《2030 可持续发展议程》中，“建设具有包容性、安全性、韧性和可持续性的城市社区”就已被列为 17 个可持续发展目标之一^[5]。我国在二十大报告中更是强调了要推动绿色发展，加强城市基础设施建设，打造宜居、韧性、智慧城市^[6]。

基于自然的解决方案（NbS: Nature-based Solutions）在 2008 年由世界银行面向社会首次提出，指有益利用自然提供独立的解决方案或与技术工程相结合的混合方法，以提升城市韧性和可持续性^[7,8]。已有研究通过案例解读证明 NbS 是响应气候变化的重要策略，相比传统工程化适应措施具有成本—效益优势^[9,11]。NbS 不仅可以通过增强生态系统抵御突发变化和自然灾害的能力，还可以通过提供绿色开放空间支持灾后身心健康和社会资本的复苏^[12-13]，增加灾害韧性^[14]；此外，NbS 可以缓解城市面临的持续压力，实现环境、经济效益的最大化，增加发展韧性^[15]。

作为实现社区韧性的重要驱动之一，NbS 在构建韧性社区中发挥的作用受到关注^[16-17]。我国已有研究探讨基于绿色基础设施的韧性社区构建，并从雨洪体系、绿地系统、空间要素、生态设施等物质景观方面提出了具体的社区韧性提升策略^[18-20]。然而，提供生态服务的绿色基础设施工程措施仅是 NbS 的一部分，NbS 还包括重

视社会合作与治理的非物质解决方案^[21]。可以说, NbS 使得社区韧性的提升路径更为全面, 不仅体现在工程设施、生态系统等硬实力的提升上, 还强调经济水平、社区参与等软实力^[22]。

当前, 尽管国际层面对 NbS 的实践探索已取得进展, 如一些欧洲国家(英国、瑞典、德国等)将 NbS 作为应对城市单一挑战或多挑战的重要途径^[23], 世界银行也将 NbS 作为系统性方法应用于提升城市韧性^[24], 但针对其在社区尺度系统化引用的研究仍显不足。值得注意的是, 美国率先在操作层面取得突破, 其发布的《融入 NbS 的社区韧性建设指南》(下称《指南》)^[25]创新性地构建了从规划编制到实施落地的全流程框架, 尤其强调社区本位的适应性治理。相较而言, 目前我国正处于建设生态韧性城市的初步阶段, 亟须借鉴此类可操作性强的实施范式。美国案例揭示了 NbS 在多元主体协同、在地化资源整合等治理维度的创新路径, 这与我国新型城镇化背景下社区治理转型的需求高度契合。

本文在明晰 NbS 与社区韧性相关概念以及二者内在逻辑的基础上, 梳理美国融入 NbS 的社区韧性规划历程, 并分类介绍具体实践案例, 最后从理论、规划、治理全周期三方面提出对我国韧性社区建设的启示。

1 NbS 与社区韧性的概念及其内在逻辑

1.1 NbS 的内涵与分类

近年来, NbS 作为应对气候变化、防灾减灾、经济与社会等诸多挑战的重要途径受到国内外广泛关注。NbS 自 2008 年由世界银行面向社会首次提出后, 经过 10 余年的发展已形成较为成熟的概念^[26-27]。而不同机构组织对 NbS 的定义略有不同: 世界自然保护联盟(IUCN: International Union for Conservation of Nature)于 2016 年首次在全球范围内定义了 NbS——“保护、可持续管理和恢复自然或改良生态系统的

行动, 能有效和适应性地应对社会挑战, 同时提供福祉和生物多样性效益”^[14]; 欧盟委员会(European Commission)对 NbS 的定义为“旨在帮助社会以可持续的方式应对各种环境、社会和经济挑战, 是受自然启发, 支持或模仿自然的行动”^[28]。二者的共同点在于都表明了 NbS 是基于自然的行动, 需应对社会挑战, 且强调了利益相关方参与的重要性^[29]。

NbS 是一个综合概念, 指由自然推动或支持的解决方案。这些解决方案可以提供环境、经济和社会效益, 同时增加韧性。NbS 可根据不同尺度、性质、基础设施类型以及技术介入程度进行细分, 如表 1 所示, 其在社区中的应用也需因地制宜地制定适用于不同区域和社区类型的 NbS 方案集。例如: NbS 在城市社区的应用是通过资源的高效利用和系统性的干预, 将自然特征和自然过程融入城市社区建设, 以有效应对城市发展过程中面临的问题^[30], 主要运用基于物质空间的解决方案, 具体体现在蓝绿基础设施的生态效益上; 乡村社区则强调尊重自然规律, 以环境友好的方式统筹发挥生态系统功能, 主要运用非物质空间解决方案(如基于生态系统的管理)以及低技术介入程度解决方案。此外, NbS 的设计要考虑尺度性, 有时社区面对的问题并不源于社区本身, 而是需要对干预社区以外的区域进行风险识别和风险管理, 才能更好地应对社会挑战。

1.2 韧性社区与社区韧性规划

社区是人们生活和居住的功能性空间单元, 也是应对灾害风险的基层治理的基本单元。面对日益增加的风险不确定性, 传统的风险管理方法可能无法考虑复合冲击或压力造成的系统性风险, 也无法被应用于社区系统中, “韧性社区”由此产生。韧性社区是将韧性理念应用于社区规划建设的概念社区^[35-37]。韧性社区的要素涵盖社会、经济、制度、基础设施、社区资本和环境 6 个方面^[38], 通过整合 6 方面要素进

表 1 NbS 的细分类别

分类依据	细分类别	具体阐释
尺度 ^[24]	河流流域尺度	强调从城市范围之外的河流源头处入手, 通过流域综合治理, 在生态问题波及城市前进行预防性干预
	城市尺度	通过优化城市土地规划、完善基础设施布局, 系统性提升城市应对城市灾害风险的能力
	邻里尺度	聚焦社区层面的具体实施, 包括建筑改造、街道微更新等小规模工程, 强化局部空间韧性
性质 ^[30]	物质解决方案	可直接提供生态服务的基于物质空间的解决方案
	非物质解决方案	针对社会凝聚力、社会脆弱性、身心健康等社会挑战的非物质解决方案, 侧重合作治理
基础设施类型 ^[31-33]	蓝色基础设施	依托水循环系统构建的生态设施, 如人工湿地、雨水花园等, 用于雨洪调节和水质净化
	绿色基础设施	通过创建和管理多功能绿色空间, 如屋顶花园、开放绿地、公园等, 改善微气候并提升生物多样性
技术介入程度 ^[34]	“无技术”方案	最大限度保持原有自然面貌, 避免人工改造
	“低技术”方案	适用于高密度城区的简易生态技术, 如透水铺装、绿色屋顶等
	“高技术”方案	结合智能监测、垂直绿化等技术手段, 在有限空间内提升生态效能

资料来源: 作者根据参考文献[24,30-34]绘制

行系统性构建,从而提升社区应对、适应外部干扰以及恢复的能力^[39]。在规划实践中,社区韧性既包括提升经济水平、工程设施、生态系统等硬实力,也有完善经验学习、决策水平、社区参与等软实力^[22]。

社区韧性规划具有综合性,强调在物质系统和社会系统中通过能力建设和社会治理来增加社区韧性^[40]。社区韧性规划不仅是以提升社区韧性为目标导向的专项规划,还是以社区为基础并体现韧性构建机制的规划^[4],包括体现韧性思维的传统社区规划以及城市韧性规划中的社区层面内容。

1.3 NbS 在社区韧性中的融入路径

以社区为对象的韧性研究认为韧性社区包括硬性韧性(即物质空间韧性)和软性韧性(即社会空间韧性)^[41-42],NbS 在社区韧性中的融入路径可概括为通过工程措施提升硬性韧性和通过社会治理提升软性韧性两种路径。具体的硬性韧性有:(1)环境韧性^[43-46],其相关指标与环境质量有关,多为使用自然资源的效率,NbS 在社区中直接发挥其具有的生态多功能效益,反映为社区环境的恢复或保护程度;(2)基础设施韧性^[47-48],主要体现社区拥有的物质资本以提供疏散、紧急救助等其他应对灾害相关的能力,NbS 提供多样的开放空间作为灾害来临时的避难场所和灾害隔离系统。软性韧性包括:(1)社会韧性^[49],往往与社区居民的身体和精神健康有关,侧重合作治理的NbS 非物质解决方案,可以通过提供环境、服务支持促进社区居民身心健康,提升社区凝聚力;(2)经济韧性^[42,50],就业率和资金来源多样性是衡量社区经济韧性的重要指标,NbS 促进的经济模式转型可以增加资金来源和本地就业机会(图1)。

基于此,NbS 在韧性社区构建中的具体实践可分为“工程措施型”实践和“社会治理型”实践^[51]。其中,“工程措

施型”实践以提升社区硬性韧性为目标导向,核心是雨洪体系、绿地体系、公共空间和生态工程的构建,以及相关法律法规实施政策的建设;“社会治理型”实践是将NbS 的系统思想融入对社会生态系统的综合管理,从而为社区提供持续且增长的生态服务^[52]。

2 融入 NbS 的美国社区韧性规划历程

笔者以科学网(Web of Science)核心合集为数据库,分别对“①主题=‘nature-based solutions’”、“②主题=‘community resilience’ or ‘resilient community’”以及“① and ②”进行检索。整理检索后的文献发现,融入NbS 的理论研究历程大致可分为三个阶段:萌芽期(2007—2011年)、探索期(2012—2016年)和发展期(2017年至今)(图2)。在萌芽期,NbS 研究与社区韧性研究发文量均较少,相关理论研究尚处于起步阶段。在探索期,NbS 研究与社区韧性研究逐渐成为热点,建设绿色基础设施作为NbS 雏形,成为社区韧性提升策略之一。在发展期,NbS 与社区韧性的研究迅猛发展,融入NbS 的社区韧性研究引发关注,虽然其规划实践相较理论研究呈现一定的滞后性,但相关概念一经提出便在各地规划实践中得到了广泛运用。以美国为例,融入NbS 的社区韧性规划演变可大致分为两个阶段:探索期(2013—2020年)和发展期(2020年至今)(图3)。由于绿色基础设施具有生态效益,美国最早将其作为城市韧性建设的重要指导思想。随着社区韧性规划在实践层面的成熟发展以及NbS 概念的正式提出,整合绿色基础设施等相关概念的伞式术语“NbS”被系统纳入社区韧性规划。2021年6月,美国联邦应急管理局(FEMA: Federal Emergency Management Agency)颁布了具有统筹规划作用的《融入NbS 的社区韧性建设指南》,为NbS 在韧性社区构建中的应用提供了思路。

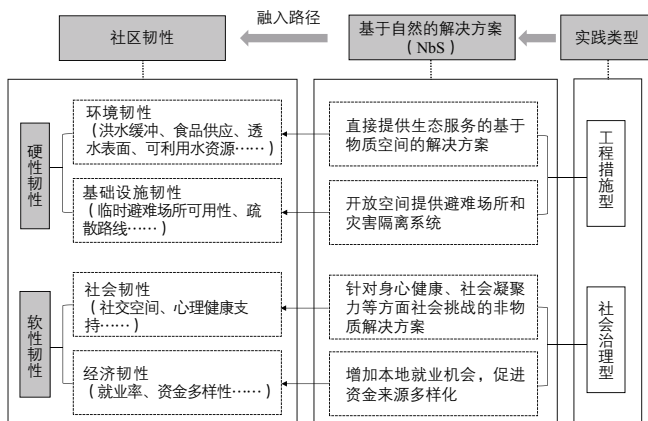


图1 NbS 在社区韧性规划中的融入路径

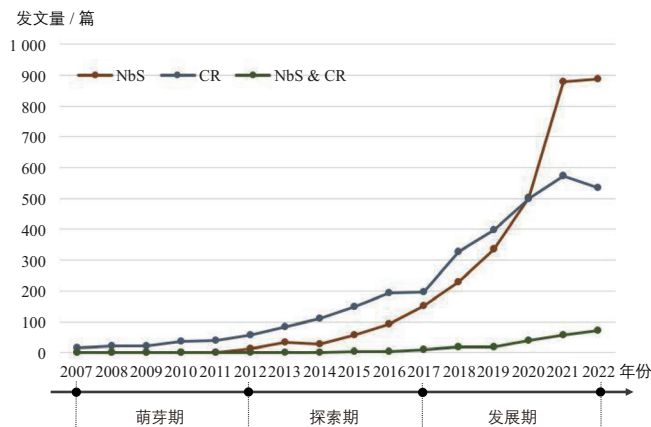


图2 融入 NbS 的社区韧性研究的三个发展阶段

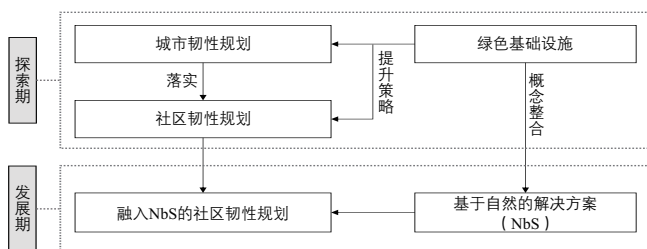


图3 融入NbS的美国社区韧性规划演变

2.1 探索期：绿色基础设施在社区韧性规划中作用凸显

在这一阶段，韧性社区构建作为目标被纳入韧性城市总体战略，绿色基础设施在韧性规划中发挥的作用逐渐凸显。

《一个更强大、更具韧性的纽约》(2013)、《诺福克韧性战略》(2015)、《韧性旧金山》(2016)、《伯克利：韧性战略》

(2016)、《韧性波士顿》(2017)均指出要在社区层面实施韧性战略，并强调社区参与的重要性^[53-57]。绿色基础设施作为NbS的重要组成部分，能够帮助城市应对气候变化风险，

在韧性规划中被置于优先位置，侧重于制定具体方法来解决生态风险和压力问题^[58]。对于社区韧性的构建，绿色基础设施发挥的作用在于其产生的生态效益，包括雨洪管理、

绿色空间可达性的提升、热岛效应缓解、景观连通性提升、空气质量提高、社会脆弱性减少6个方面^[18]。《一个更强大、更具韧性的纽约》提出改造公园体系，保护湿地等自然生态区域，

减少邻近社区受极端天气的影响^[53]。《伯克利：韧性战略》强调将绿色基础设施与传统灰色基础设施相融合，完善城市雨洪体系，创造更多的公园绿地^[56]。2017年《密歇根社区韧性规划》将公园与娱乐规划、流域管理计划纳入提升社区韧性的系统性方法^[59]，还制定了基于自然特征的

场地规划审查参考指南，以确保进行合理的场地选址，从而增强社区韧性，其影响因素包括低影响开发、绿色基础设施建设、水资源管理、树木保护等(图4)。2018年纽约制定《纽约气候韧性设计导则》，拟通过利用合理的蓝绿基础设施提升城市韧性^[60]。2019年《韧性芝加哥》将融入绿色基础设施从而减少洪水风险列为韧性目标，具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

2018年纽约制定《纽约气候韧性设计导则》，拟通过利用合理的蓝绿基础设施提升城市韧性^[60]。2019年《韧性芝加哥》将融入绿色基础设施从而减少洪水风险列为韧性目标，具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

2019年《韧性芝加哥》将融入绿色基础设施从而减少洪水风险列为韧性目标，具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

具体措施包括增加绿地空间、改造主要河道等^[61]。

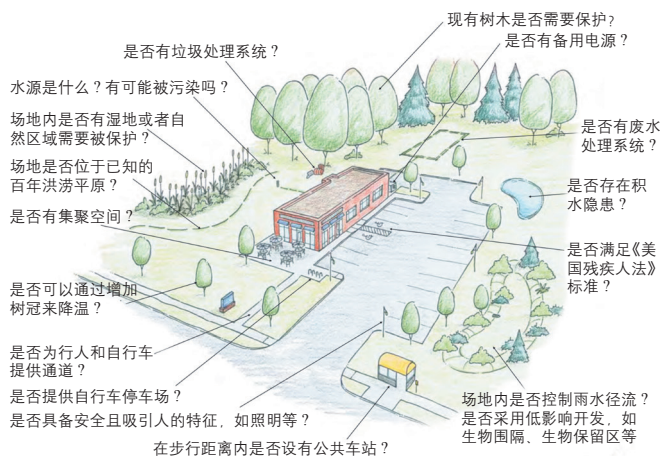


图4 基于自然特征的场地选址参考

资料来源：作者译自参考文献[59]

NbS实施路径多种多样，在社区韧性建设中选择合适的路径取决于预期目标、经济水平、已有规划等多种因素。此外，NbS需要跨机构和部门的综合方法，因此在提升社区韧性的规划应用实践中常遇阻碍。2021年颁布的《融入NbS的社区韧性建设指南》(下称《指南》)^[25]，提供了NbS融入传统社区规划流程和项目的全过程指导，如确定适用于提升社区韧性的基于自然的解决方案和所需要的人员资源，以及如何更新相关政策法规来推动这些方案。《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

《指南》的颁布有助于缩小NbS概念化与落地实施之间的差距。

人投资这种方式可以减轻社区在管理 NbS 政策和项目运行时的行政负担。

3 融入 NbS 的美国韧性社区实践案例

NbS 在社区韧性中的融入路径包括提升硬性韧性和软性韧性两个方面，对应的实践案例也可分为“工程措施型”实践和“社会治理型”实践。《融入 NbS 的社区韧性建设指南》（2021 年）和《基于自然的解决方案资源指南》（2022 年）^[63]中分别列出了美国各类成功的 NbS 实例，笔者从中选取上述两类典型实例进行介绍。

3.1 提升社区硬性韧性的“工程措施型”实践

（1）运用 NbS 改造基础设施

根据本地条件运用 NbS 对基础设施进行合理改造，可以增加社区基础设施等硬实力。以纽约州的斯塔滕岛社区为例，该社区以牡蛎养殖业为主导产业，但由于过度捕捞、河道淤积等原因，牡蛎礁面临崩溃。为了建设海岸韧性和恢复牡蛎礁，社区申请了灾难恢复基金，并将其用于建造 730 m 长的生物海岸线，包括近岸防波堤、部分淹没的石头和生

态增强型混凝土结构（图 5）。该方案不仅抑制波浪，减少侵蚀，保护现有牡蛎礁免受风暴潮的影响，还可以保护物种多样性，改善水质。此外，包括湿地、沼泽地和森林地区在内的近岸防波堤兼作洪水遏制区和公园，为居民提供了教育和娱乐的机会。目前，生物海岸线大部分项目由于建成时间较短暂无法进行长期客观的评价。虽然理论上生物海岸线具有改善海岸带生态环境、拉动当地经济社会发展的作用^[64]，但其性能、效益、成本尚存在争议，且后续需要长期适应性管理。因此，相较于传统硬质设施，生物海岸线的推广应用受到较大阻碍。

（2）通过绿地空间进行雨洪管理

整合社区闲置用地并将其改造为公园绿地，可以有效进行雨洪管理和提供生态服务，开放空间还能作为避难场所提升灾害韧性。路易斯安那州新奥尔良市的米拉波水上公园将生物滞留设施与天然植被结合起来，以捕获、过滤和储存雨水，进而减少洪水并防止地面沉降。其蓄水量超过 5 万 m³，可将两年一遇的洪水损失降低 50%~60%，将十年一遇的洪水损失降低 30%~40%，从而减轻当地灰色基础设施的防洪负担（图 6）。宾夕法尼亚州匹兹堡市住房管理局将 1 350 m² 未充分利用的土地改造成绿色公园，公园内包含完整的绿色基础设施系统，可以从公园及其周围的街道吸收 2 万 m³ 的水，降低雨洪风险。公园还为社区提供娱乐、健康和自然教育设施，增加了居民进行体力活动和社会交往的机会，从而降低社区脆弱性。

表 2 NbS 融入不同传统社区规划类型的更新指南

传统社区规划类型	更新原则
土地利用规划	(1) 建立河岸缓冲区，保护河流走廊； (2) 直接开发先前开发的区域和现存在基础设施的区域； (3) 促进用地紧凑型发展； (4) 改进景观设计要求
防灾减灾规划	(1) 通过设立长期目标将 NbS 整合到减灾计划中； (2) NbS 具体缓解行动包括 NbS 项目及其应用推广
雨水管理规划	(1) NbS 合法化，并优先融入私人项目的雨水径流管理； (2) 强调雨水管理部门、社区和开发商之间的合作，建设绿色街道； (3) 确保收集的雨水用于室外和非饮用用途； (4) 雨水管理需要有后续的有效监督、跟踪和维护
道路交通规划	(1) 行道树应成为公共资本改善项目的一部分； (2) 街道宽度不超过有效交通所需的宽度； (3) 将透水路面应用到交通量较小的路面，如街巷、人行道、停车场等； (4) 按区域差异化配置停车资源，如共享停车、场外停车等； (5) 使用交通管理等措施减少必要停车量； (6) 应用 NbS 强化交通设施抵御自然灾害的能力
开放空间规划	(1) 社区可通过 NbS 扩展公园和步道网络，并将 NbS 应用到公园设计中； (2) 保护自然资源区和重要生境； (3) 在湿地、河岸地区和洪涝区周边采取建立非开发保护区和其他保护措施； (4) 水源保护地限制开发和土地扰动

资料来源：作者根据参考文献 [25] 绘制

表 3 公共投资来源类型的优缺点

优缺点	普通基金	债权收益	税费收入
优点	财务灵活性	专项和持续的资金来源	专项和持续的资金来源
缺点	资金可以被重新分配； 受社区环境的影响 (政治环境等)	可能增加当地税费； 受信用评级的影响； 还款需要利息	缺乏财务灵活性； 可能增加当地税费

资料来源：作者译自参考文献 [25]

表 4 私人投资的具体类型

私人投资类型	说明
公私合作	通过合作，社区与私营部门可以共同投资公共资产或服务项目
绿色认证激励措施	社区可以激励开发商将绿色认证纳入新的开发项目和再开发项目
返利和融资计划	社区可以通过返利、税收抵免和低息贷款鼓励个人或企业实施 NbS
赠款和费用分摊协议	社区通过直接资助个人或团体以促进 NbS
银行或信贷交易	开发商可以通过银行购买生态“信用”完成补偿要求从而获得开发许可
环境影响债券	社区通过银行为难以融资的环境项目获取前期资本

资料来源：作者译自参考文献 [25]

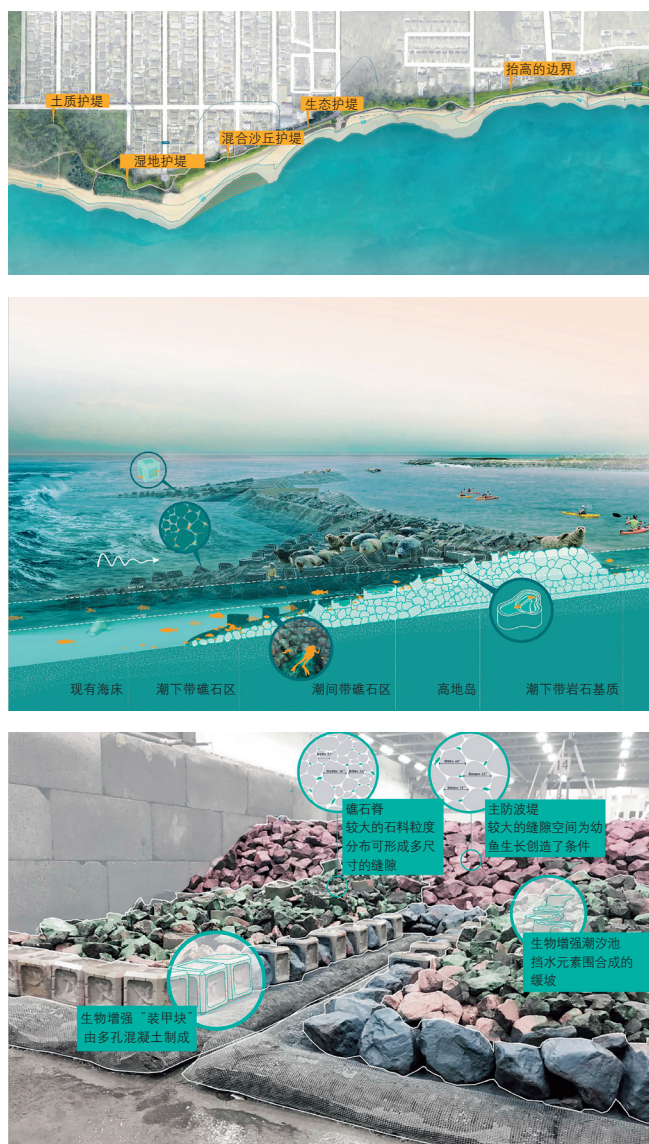


图5 斯塔滕岛社区的生物海岸线建造方案与防波堤结构示意

资料来源: https://dirt.asla.org/2022/10/12/nature-based-protections-against-storm-surges/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com

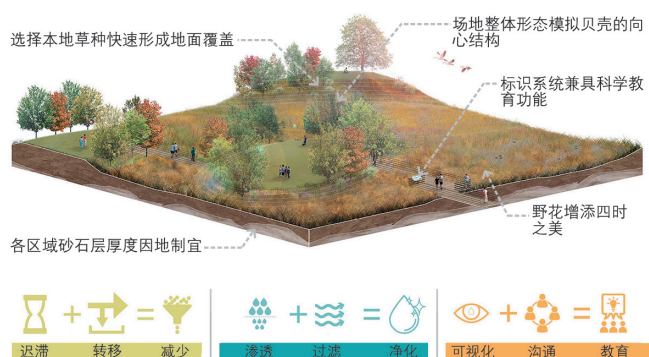


图6 米拉波水上公园

资料来源: <https://www.carbo-la.com/mirabeau-stormwater-garden>

3.2 提升社区软性韧性的“社会治理型”实践

(1) 基于自然的特征可以增加社区经济效益

NbS可以改善经济高增长和低增长社区的税基:在经济高增长社区,基于自然的特征可以转化为更高的税基;在经济低增长社区,NbS可以稳定高空置率社区房地产的价值。例如:宾夕法尼亚州费城批量空地附近的房地产价值大幅缩水,宾夕法尼亚园艺协会针对这一现象在2004年发起了对约7 000块空地绿化维护的项目。2022年有研究表明,绿化地块附近房屋销售价格在项目实施后第一年增长了4.3%,6年后增长了13%,在特定类型的社区中,如收入中位数高于平均水平、犯罪率低至平均水平的社区,绿地相邻的房产价值增幅更大^[65]。此外,通过实施NbS项目,能够带动景观设计、基础设施建设等环节的在地就业机会。以加利福尼亚州洛杉矶市为例,在2012—2014年,NbS相关工程累计增加了2 000多个工作岗位,为当地经济提供了推动力^[25]。

(2) 社区评级系统与韧性商数系统

美国联邦应急管理局的社区评级系统(CRS: Community Rating System)鼓励业主、租户和企业通过执行降低风险相关行动,从而获得国家洪水保险计划(NFIP: National Flood Insurance Program)保险费5%~45%的折扣。CRS认可的社区降低洪涝风险的措施包括:提供风险信息,绘制风险地图,监管、减少洪涝损失,以及防洪准备4个方面。应急管理局还提高了NbS在降低风险相关行动中的重要性,包括保护开放空间、恢复湿地和建设生物海岸线等。南卡罗来纳州的福利海滩将NbS纳入其CRS计划,并获得了30%的保费减免。弗吉尼亚州诺福克市创建了“韧性商数系统”(Resilience Quotient System),旨在通过量化评估标准,确保建筑开发项目从多维度提升社区韧性(图7)。新建或改建的建筑开发项目审批需要满足构建韧性社区的7项条件:(1)减少洪涝风险;(2)雨水管理;(3)促进能源韧性;(4)节约水资源;(5)支持多种出行方式;(6)提倡健康安全的生活方式;(7)提供包容性住宅单元。项目的申请、审核和实施均要满足以上条件,项目验收阶段依据具体项目类型以及积分标准对其进行打分,进而判断是否达到项目预期成果^[66]。但以上两种政策机制在实施过程中面临同样的阻碍,即运营管理需要大量的时间、专业知识和资金,这使得资源较少、行政能力较弱或预算有限的社区难以参与,其效率和公平性有待提高。

4 对我国的启示

NbS作为构建韧性社区的整体性方法,已在美国得到积极探索与应用,相关实践案例也证明合理运用NbS会产生

一定效益。我国已有研究提出国土空间规划中社区韧性治理范式和创新路径,但尚未考虑其在规划中的实践应用。此外,韧性治理还涉及经济、生态、社会等方面,NbS的融入可以促进社区各系统要素整合,有助于实现韧性治理。尽管美国对“社区”的定义与我国存在差异,但两国在基层治理单元的韧性建设方面具有相近需求,美国的韧性社区建设进程以及相关规划的制定对我国运用NbS构建韧性社区具有一定的启示意义。

4.1 理论深化与规划协同：韧性整合的科学路径

将韧性理念融入国土空间规划并落实,需要以社区作为突破口,开展社区韧性实践探索。美国将提升社区韧性作为国家以及各大城市总体战略目标之一,并针对融入NbS的社区韧性规划展开了积极探索。我国对NbS理论研究的不足以及NbS能够发挥的效益尚未得到全面探索,是其发展的阻碍^[67],有关NbS融入社区韧性的全过程研究和作用机制研究还需深入探讨。笔者建议在引入国外经验的同时,政府及相关部门应结合我国灾害多样性和区域差异性,从国家战略层面推进社区韧性建设,同时推进政策支持、完善各层级规划编制、补齐治理短板。不仅可在工程措施方面融入NbS技术手段,还要在社会治理方面探索NbS提供的社会文化效益和经济效益,充分挖掘NbS在提升社区韧性中发挥的作用。

4.2 问题导向与空间适配：韧性提升的差异化逻辑

各个社区面临的韧性问题不尽相同,根据本地条件设计并确定合适的解决方案^[30,68]是韧性社区规划实践亟须解决的问题。美国融入NbS的社区韧性实践案例强调针对社区突出问题,制定具体有效的解决方案。我国在韧性社区建设实践中也要结合社区具体情况找寻韧性缺口,因地制宜地

制定韧性提升方案。对于洪涝灾害风险较高的社区,优先对其雨洪体系进行改造;用地资源紧张的社区可使用“中/高”技术解决方法,如使用绿色屋顶、透水路面等;用地资源充裕的社区可建设社区公园,减少雨水径流的同时还可以提供社交娱乐场所供社区居民使用;对于依靠自然资源发展的社区,应避免过度的人为干预,充分保护自然资源和重要生境;对于以破坏生态为代价的产业型社区,可引导社区向可持续经济发展模式转变,鼓励社区和居民采取基于自然的解决方案。

4.3 多元共治与长效运营：韧性治理的机制创新

韧性的概念经历了从工程韧性到生态韧性再到演进韧性的演化,其理论也从工程化思维向系统化思维转变^[69]。美国对于韧性社区的构建也不仅仅停留在工程措施层面,而是强调通过社会合作与治理提升社区系统的适应能力。目前我国针对NbS的规划实施未摆脱传统工程化思维,行政体制重视短期效益,在一定程度上忽视了项目的长期效益,致使项目缺少后续的监测维护。此外,现有行政体制效率较为低下,行政架构大多仍为自上而下式的政府主导,在社区韧性建设过程中缺少多部门协调、公众参与和社会治理等,而韧性理念下的社区规划强调发挥社区资本效能,突出多元主体能动性,体现自上而下和自下而上相结合的特点。因此,在NbS项目规划实践以及后续实施管理过程中,需要政府、社区、主要利益相关者、多领域专业人员共同参与,发挥主体身份作用,形成多元参与社区治理格局,实现韧性社区共建共治。此外,资金运营方面,要保证资金来源多样化,政府应给予适当的公共投资以维持相关运营,改变单一的拨款方式,为私人投资开辟投资渠道,形成“公私合作”的运营模式,减轻政府和社区在NbS项目运营管理上的负担。**UPI**

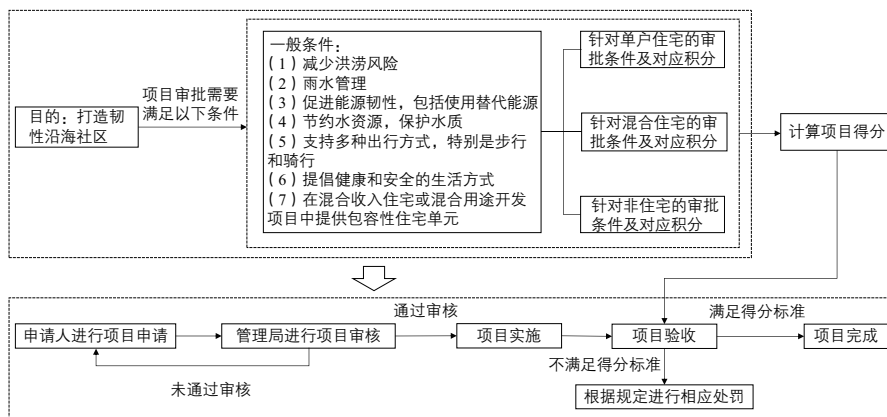


图7 韧性商数系统实践框架

资料来源：作者根据参考文献[66]绘制

参考文献

- [1] ALBERTI M, MARZLUFF J M. Ecological resilience in urban ecosystems: linking urban patterns to human and ecological functions[J]. *Urban ecosystems*, 2004, 7(3): 241-265.
- [2] PICKETT S T A, CADENASSO M L, GROVE J M. Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms[J]. *Landscape and urban planning*, 2003, 69(4): 369-384.
- [3] City of Melbourne. Resilient Melbourne strategy 2016[R/OL]. (2016-05) [2023-02-13]. <https://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/resilient-melbourne-strategy.pdf>.
- [4] 钟晓华. 纽约的韧性社区规划实践及若干讨论[J]. *国际城市规划*, 2021, 36(6): 32-39. DOI: 10.19830/j.upi.2021.515.
- [5] United Nations Sustainable Development Group. United Nations sustainable development cooperation framework[R/OL]. (2019-06) [2023-02-20]. <https://unsdg.un.org/resources/united-nations-sustainable-development-cooperation-framework-guidance>.
- [6] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[M]. 北京: 人民出版社, 2022.
- [7] FRANTZESKAKI N. Seven lessons for planning nature-based solutions in cities[J]. *Environmental science and policy*, 2019, 93: 101-111.
- [8] BUSH J, DOYON A. Building urban resilience with nature-based solutions: how can urban planning contribute?[J]. *Cities*, 2019, 95: 102483.
- [9] LAFORTEZZA R, CHEN J, BOSCH C K V D, et al. Nature-based solutions for resilient landscapes and cities[J]. *Environmental research*, 2018, 165: 431-441.
- [10] KABISCH N, FRANTZESKAKI N, PAULEIT S, et al. Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action[J]. *Ecology and society*, 2016, 21(2): 39.
- [11] TEMMERMAN S, MEIRE P, BOUMA T J, et al. Ecosystem-based coastal defence in the face of global change[J]. *Nature*, 2013, 504(7478): 79-83.
- [12] COUTTS C. Green infrastructure and public health[M]. Abingdon, UK; New York, NY: Routledge, 2016.
- [13] JENNINGS V, BAMKOLE O. The relationship between social cohesion and urban green space: an avenue for health promotion[J]. *International journal of environmental research and public health*, 2019, 16(3): 452.
- [14] COHEN-SHACHAM E, WALTERS G, JANZEN C, et al. Nature-based solutions to address global societal challenges[R]. Gland, Switzerland: IUCN, 2016: 5, 14.
- [15] 柴博, 丁戎, 王鑫, 等. 城市绿色基础设施韧性设计范式转型探索[J]. *景观设计学*, 2020, 8(6): 94-105.
- [16] GEORGE J. Community governance of green urban infrastructure: lessons from the Australian context[J]. *Urban policy and research*, 2022, 40(4): 335-350.
- [17] MEEROW S, PAJOUHESH P, MILLER T R. Social equity in urban resilience planning[J]. *Local environment*, 2019, 24(9): 793-808.
- [18] 刘峰, 刘源, 周翔宇. 基于韧性理论的社区绿色基础设施功能提升策略研究[J]. *园林*, 2019(7): 70-75.
- [19] 张泉, 彭筱雪, 白冬梅. 韧性理念下社区绿色基础设施功能提升策略研究[J]. *建筑经济*, 2020, 41(增刊 1): 262-265.
- [20] 王娇, 臧鑫宇, 夏成艳, 等. 基于韧性原则的社区步行景观设计策略——以天津梅江地区某社区规划为例[J]. *风景园林*, 2018, 25(11): 40-45.
- [21] IUCN. Global standard for nature-based solutions. a user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS[R]. Gland, Switzerland: IUCN, 2020.
- [22] 彭肿, 郭祖源, 彭仲仁. 国外社区韧性的理论与实践进展[J]. *国际城市规划*, 2017, 32(4): 60-66. DOI: 10.22217/upi.2016.127.
- [23] HADE D, ALEXANDER V D J, HELEN T, et al. What's behind the barriers? uncovering structural conditions working against urban nature-based solutions[J]. *Landscape and urban planning*, 2022, 220: 104335.
- [24] A catalogue of nature-based solutions for urban resilience[M]. Washington, D.C., USA: World Bank, 2021.
- [25] Federal Emergency Management Agency. Building community resilience with nature based solutions: a guide for local communities[R/OL]. (2021-06) [2023-02-23]. https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_nbs_community-resilience-strategies-success_102023.pdf.
- [26] Biodiversity, climate change and adaptation: nature-based solutions from the World Bank portfolio[R]. Washington, D.C., USA: World Bank, 2008.
- [27] IUCN. The IUCN Programme 2013-2016[R/OL]. (2012-09) [2023-02-20]. <https://www.iucn.org/sites/default/files/2022-05/wcc-5th-003.pdf>.
- [28] European Commission. Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for nature-based solutions & re-naturing cities[R]. Brussels: European Commission, 2015: 4.
- [29] HANSON H I, WICKENBERG B, OLSSON J A. Working on the boundaries—how do science use and interpret the nature-based solution concept?[J]. *Land use policy*, 2020, 90: 104302.
- [30] 李萌. 基于自然的解决方案理念及城市应用研究[J]. *城市*, 2020(7): 17-28.
- [31] ALMENAR J B, ELLIOT T, RUGANI B, et al. Nexus between nature-based solutions, ecosystem services and urban challenges[J]. *Land use policy*, 2021, 100: 104898.
- [32] BARBOSA A, MARTIN B, HERMOSO V, et al. Cost-effective restoration and conservation planning in green and blue infrastructure designs. a case study on the Intercontinental Biosphere Reserve of the Mediterranean: Andalusia (Spain) - Morocco[J]. *Science of the total environment*, 2019, 652: 1463-1473.
- [33] SUSSAMS L W, SHEATE W R, EALES R P. Green infrastructure as a climate change adaptation policy intervention: muddying the waters or clearing a path to a more secure future?[J]. *Journal of environmental management*, 2015, 147: 184-193.
- [34] SNEP R P H, VOETEN J, MOL G, et al. Nature based solutions for urban resilience: a distinction between no-tech, low-tech and high-tech solutions[J]. *Frontiers in environmental science*, 2020, 8: 599060.
- [35] NORRIS F H, STEVENS S P, PFEFFERBAUM B, et al. Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness[J]. *American journal of community psychology*, 2008, 41(1-2): 127-150.
- [36] PFEFFERBAUM B J, REISSMAN D B, PFEFFERBAUM R L, et al. Building resilience to mass trauma events[J]. *Handbook of injury and violence prevention*, 2007: 347-358.
- [37] MASTEN A S, BEST K M, GARMETZKY N. Resilience and development: contributions from the study of children who overcome adversity[J]. *Development and psychopathology*, 1990, 2(4): 425-444.
- [38] CUTTER S L, ASH K D, EMRICH C T. The geographies of community disaster resilience[J]. *Global environmental change*, 2014, 29(29): 65-77.
- [39] 朱华桂. 论风险社会中的社区抗逆力问题[J]. *南京大学学报(哲学·人文科学·社会科学)*, 2012, 49(5): 47-53, 159.
- [40] 蓝煜昕, 张雪. 社区韧性及其实现路径: 基于治理体系现代化的视角[J]. *行政管理改革*, 2020(7): 73-82.
- [41] 梁宏飞. 日本韧性社区营造经验及启示——以神户六甲道车站北地区灾后重建为例[J]. *规划师*, 2017, 33(8): 38-43.
- [42] 于洋, 吴草茸, 谭新, 等. 平疫结合的城市韧性社区建设与规划应对[J]. *规划师*, 2020, 36(6): 94-97.
- [43] BERARDI G, GREEN R, HAMMOND B. Stability, sustainability, and catastrophe: applying resilience thinking to U. S. agriculture[J]. *Human ecology review*, 2011, 18(2): 115-125.
- [44] BEATLEY T, NEWMAN P. Biophilic cities are sustainable, resilient cities[J]. *Sustainability*, 2013, 5(8): 3328-3345.
- [45] BRODY S, BLESSING R, SEBASTIAN A, et al. Examining the impact

- of land use/land cover characteristics on flood losses[J]. Journal of environmental planning and management, 2014, 57(8): 1252-1265.
- [46] HAASE T W, WANG W J, ROSS A D. The six capacities of community resilience: evidence from three small Texas communities impacted by Hurricane Harvey[J]. Natural hazards, 2021, 109(1): 1097-1118.
- [47] FELIX D, BRANCO J M, FEIO A. Temporary housing after disasters: a state of the art survey[J]. Habitat international, 2013, 40: 136-141.
- [48] HARRALD J. The case for resilience: a comparative analysis[J]. International journal of critical infrastructures, 2012, 8(1): 3-21.
- [49] BEERY T. Exploring the role of outdoor recreation to contribute to urban climate resilience[J]. Sustainability, 2019, 11(22): 6268.
- [50] ROSE A, KRAUSMANN E. An economic framework for the development of a resilience index for business recovery[J]. International journal of disaster risk reduction, 2013, 5: 73-83.
- [51] 黄献明, 朱珊珊. 基于气候灾害影响下的韧性社区评价及建设研究进展[J]. 科技导报, 2020, 38(8): 40-50.
- [52] EGGERMONT H, BALIAN E, AZEVEDO J M N, et al. Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe[J]. GAIA-ecological perspectives for science and society, 2015, 24(4): 243-248.
- [53] City of New York. A stronger, more resilient New York[R/OL]. (2013-06-11)[2023-03-02]. <https://www.nyc.gov/site/sirr/report/report.page>.
- [54] City of Norfolk. Norfolk resilient strategy[R/OL]. (2015-10)[2023-03-02]. <https://www.norfolk.gov/DocumentCenter/View/27257>.
- [55] City and County of San Francisco. Resilient San Francisco[R/OL]. (2016-04-18)[2023-03-02]. <http://sfgsa.org/sites/default/files/Document/Resilient%20San%20Francisco.pdf>.
- [56] City of Berkeley. Berkeley resilience strategy[R/OL]. (2016-04-01)[2023-02-13]. https://berkeleyca.gov/sites/default/files/2022-03/Berkeley_Resilience_Strategy.pdf.
- [57] City of Boston. Resilient Boston[R/OL]. (2017-12)[2023-03-02]. https://www.boston.gov/sites/default/files/file/document_files/2017/07/resilient_boston.pdf.
- [58] 张翼飞, 李嘉蕊, 王艺蔚. 中国城市绿色基础设施绩效研究——基于自然的解决方案[J]. 生态经济, 2022, 38(11): 100-107.
- [59] Land Information Access Association. Planning for resilience in Michigan handbook[R/OL]. (2017-04)[2023-02-23]. http://www.resilientmichigan.org/downloads/michigan_resiliency_handbook_web.pdf.
- [60] City of New York. Climate resiliency design guidelines[EB/OL]. (2018-06-01)[2023-02-13]. <https://www.panynj.gov/content/dam/port-authority/business-opportunities/pdf/climate-resilience.pdf>.
- [61] City of Chicago. Resilient Chicago[R/OL]. (2019-02)[2023-03-02]. <https://resilient.chicago.gov/download/Resilient%20Chicago.pdf>.
- [62] City of Tampa. Resilient Tampa: transforming our city's tomorrow[R/OL]. (2021-05)[2023-02-19]. <https://www.tampa.gov/sites/default/files/document/2021/Resilient%20Tampa.pdf>.
- [63] The White House. Nature-based solutions resource guide[R/OL]. (2022-11)[2023-02-27]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/11/Nature-Based-Solutions-Resource-Guide-2022.pdf>.
- [64] 陈江艳, 殷利华. 应对海洋灾害的NbS活体海岸线全生命周期管理研究与实践述评[J]. 中国园林, 2023, 39(5): 139-144.
- [65] LIN D S, JENSEN S T, WACHTER S M. The price effects of greening vacant lots: how neighborhood attributes matter[J]. Real estate economics, 2023, 51(3): 573-610.
- [66] City of Norfolk. Building a better Norfolk: a zoning ordinance of the 21st Century[R/OL]. (2018-01)[2023-07-19]. <https://www.norfolk.gov/DocumentCenter/View/35581/Adopted-Zoning-Ordinance?bidId=>.
- [67] 周伟奇, 朱家嵩. 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.
- [68] 陈梦芸, 林广思. 基于自然的解决方案: 利用自然应对可持续发展挑战的综合途径[J]. 中国园林, 2019, 35(3): 81-85.
- [69] 鲁钰雯, 翟国方. 城市空间韧性理论及实践的研究进展与展望[J]. 上海城市规划, 2022(6): 1-7.

(本文编辑: 高淑敏)