



中国环境与发展国际合作委员会

**基于自然的解决方案价值评估专题政策
研究**

2022 年 6 月

专题政策研究项目组成员

中外组长*:

- 欧阳志云 中国科学院
- Bruno Oberle 世界自然保护联盟

中外成员*:

- 中方团队
徐卫华 中国科学院
逯 非 中国科学院
张 路 中国科学院
束承继 中国科学院
王浩琪 中国科学院
廖 慧 中国科学院
吴大维 中国科学院
刘 力 中国科学院
- 国际团队
Stewart Maginnis 世界自然保护联盟
Radhika Murti 世界自然保护联盟
Kristin Meyer 世界自然保护联盟
Juha Siikamäki 世界自然保护联盟
Matías Piaggio 世界自然保护联盟
Dindo Campilan 世界自然保护联盟

支持专家:

- 中方团队
曾 楠 自然资源保护协会
刘红晓 中国科学院华南植物园
赵 丹 北京城市规划与设计研究院
郑善文 北京工业大学建筑城规学院
蔡文博 华东师范大学
- 国际团队:

Liette Vasseur	布洛克大学/世界自然保护联盟生态系统管理委员会
Bettina Hedden-Dunkhorst	德国联邦自然保护局国际自然保护司
Harvey Locke	世界自然保护联盟爱知目标办公室
Alessandra Alfieri	联合国统计司环境经济核算司

协调员：

- 韩宝龙 中国科学院（中方团队协调员）
- Scott Perkin 世界自然保护联盟（国际团队协调员）

*** 本专题政策研究项目组联合组长、成员以其个人身份参加研究工作，不代表其所在单位，亦不代表国合会观点。**

执行摘要

2021 年 9 月，CCICED 发布了一份关于基于自然的解决方案（NbS）的特别政策报告，以回应生态环境部发布的指导意见，以及国际、国家和地方对整体 NbS 方法日益增长的兴趣。自报告发布以来，NbS 的关注度不断提高，NbS 应该是 CCICED 未来研究的一个主题，并且该研究应该与其他工作计划相协调。

该研究的三个研究目标是建立在早期 CCICED 关于基于自然的解决方案的 SPS 的结论基础上并加以扩展。这些研究目标是：为设计和实施与中国政策相适应的 NbS 制定一个框架；建立一个国家和国际 NbS 案例研究的原型数据库；以及提出一个纲要框架，使 NbS 成果的效益和社会贡献能够根据国际上采用的自然资本和国家会计原则得到一致和全面的衡量。所有的研究目标都采用了世界自然保护联盟的《基于自然的解决方案全球标准》作为一个统一的调查框架。在本报告的最后，我们提出了一些建议，希望通过这些建议的实施，促进 NbS 融入各部门的政策主流，建立自上而下的管理机制，建立多元化的资金筹措机制，加强从理论到实践，再从实践到政策的研究，加强能力保障和公众参与。

工作时间安排如下：2022 年 1 月上旬召开启动会，2022 年 2 月上旬安排性别咨询会，3 月 1 日前提交 NbS 类型学分报告，3 月 10 日前提交 NbS 数据库分报告，3 月 20 日前提交 NbS 成果测量框架分报告，3 月 30 日前起草最终报告，4 月上旬召开中外团队第二次会议，5 月上旬修改最终报告。

关键词：基于自然的解决方案，价值评估，GEP，SEEA-EA，政策研究

目录

执行摘要	4
引 言	8
一、中国生态修复中的基于自然解决方案：政策与实施框架	9
(一) 研究背景	9
(二) 中国生态系统修复概述	9
(三) 问题与挑战	9
1. 森林生态系统	9
2. 草地生态系统	9
3. 湿地生态系统	10
4. 农田生态系统	10
5. 城市生态系统	10
6. 海洋生态系统	10
(四) 政策	10
1. 森林生态系统	10
2. 草地生态系统	10
3. 湿地生态系统	10
4. 农田生态系统	11
5. 城市生态系统	11
6. 海洋生态系统	11
(五) 制定符合中国政策的 NbS 实施框架	11
(六) 总结	12
二、基于自然解决方案及其案例库范式	13

(一)	中国案例研究	14
1.	草原：甘肃甘加草原生态治理	15
2.	中国深圳市海绵城市建设	16
3.	广西北海陆海统筹生态修复	16
4.	“三北”防护林工程	17
5.	山东东营市湿地城市建设项目	17
(二)	国际案例研究	17
1.	危地马拉拉丘亚生态区农林混作可持续可可种植.....	17
2.	Medmerry 区域实现海岸重整	20
3.	湄公河三角洲上游洪泛平原的基于洪水的农业.....	21
4.	Maristanis 海岸和湿地综合管理	21
5.	桑给巴尔的可持续性水产养殖和创新性海藻养殖.....	21
(三)	总结	21
三、基于自然解决方案的价值化评估框架		22
(一)	生态系统生产总值和中国案例研究	22
1.	不同生态系统服务功能评价方法的比较	22
2.	方法	23
3.	海洋：深圳市福田红树林公园案例	24
4.	城市：深圳市交通绿化带的案例	27
5.	荒漠：蚂蚁森林造林项目案例	29
(二)	SEEA-EA 对 NbS 的结果和对国际案例研究的说明	31
1.	一个与 SEEA EA 一致的衡量 NbS 成果的框架.....	31
2.	SEEA 定义	31
3.	使用 SEEA EA 衡量 NbS 成果	31
4.	案例研究说明：危地马拉农林混作种植可可的 Lachuá 农场.....	32

(三)	SEEA-EA 与 GEP	33
四、中国女性积极参与 NbS 并从中获益		35
(一)	女性与 NbS 的物质供给	35
(二)	女性与 NbS 的文化服务	36
(三)	女性与 NbS 的调节服务	36
五、政策建议		36
(一)	拓展 NbS 应用使之主流化	37
(二)	建立协调互通的 NbS 管理机制	37
(三)	拓宽 NbS 的投融资渠道	37
(四)	加快 NbS 评估与实施过程的中国化	37
(五)	加大 NbS 的公众宣传力度	38
(六)	重视女性在 NbS 建设中的作用和回报	38

报告名称

引言

2021年9月，中国环境与发展国际合作委员会（以下简称国合会）发布了一份关于基于自然的解决方案（Nature-based Solutions, NbS）的专项报告。该报告是为了响应生态环境部在2021年初颁布的一则指导意见，并回应国际社会、各国以及各地方对整体性NbS的关切。整体性NbS方法包含农业生态食物系统、基于生态系统的气候变化适应与减缓等方案。该专项报告指出，NbS应该成为国合会未来工作的一项议题，并与国合会正在开展的相关工作，如绿色“一带一路”、绿色供应链、减缓和适应气候变化等研究课题相协同。此外，报告还特别就未来工作提出建议：（1）采用清晰、一致的NbS定义，明确推进NbS工作的目标和机遇；（2）识别NbS国际合作的机遇；（3）建立NbS案例研究数据库；（4）应用创新性NbS成效评估方法；（5）识别实施NbS所需的政策与伙伴关系。

自专项报告发布以来，NbS的关注度持续提升。最引人注目的是在格拉斯哥举行的《联合国气候变化框架公约》第26次缔约方大会（COP26）上，一些缔约方在发言中强烈赞成支持NbS，其他缔约方也表示对此感兴趣，但希望获得更多关于NbS运作方式的信息。与NbS相关的进展是环境经济核算体系——生态系统核算（SEEA-EA）被联合国统计委员会纳入国际标准，采用国民经济核算体系中核算方法，识别和评估“经济-自然”之间的关联。

由此，本次专题政策研究是在全球高度重视的背景下开展，试图回答两个主要问题：（1）NbS与中国当前的环境保护与可持续发展方案和框架的一致性如何？（2）如何指导和有效衡量NbS对绿色经济发展、生态系统管理、气候变化以及其他社会期待成效的贡献？

基于国合会此前的专项研究成果，本研究聚焦以下三个研究目标：

（1）制定一个与中国现有环境保护与可持续发展理念相适应的NbS设计与实施框架；（2）建立一个NbS案例研究数据库，并采用国内外一致的评估框架进行描述和记录；（3）根据国际上采用的自然资本和国民经济核算原则，提出一个能够全面一致地衡量NbS成果及其产生的社会贡献的框架。

一、中国生态修复中的基于自然解决方案：政策与实施框架

（一）研究背景

近年来，“基于自然的解决方案”(Nature-based Solutions, NbS)逐渐成为国际社会广泛认同的应对气候变化、防灾减灾、经济与社会发展等一系列社会挑战的重要途径。NbS 和中国的生态文明思想高度重合，是生态文明思想在可持续发展领域的具体应用。近年来，在习近平生态文明思想指导下，中国更加重视自然的力量，秉承尊重自然、顺应自然、保护自然的理念，相继出台了一系列应对气候变化和生物多样性保护相关的政策文件。同时，中国已开展诸多生态保护与气候减缓协同并举的实践，如“生态保护红线”制度等。但基于 NbS 国际标准，我国还缺少依照其标准框架体系实施的具体实践项目，以及适应本土的实践操作指导和针对不同生态系统修复的全面系统性的技术方法与分享平台。本研究按照中国生态系统修复的关键问题和政策要求，梳理各类问题的 NbS 实施要点。在总结我国生态环境保护和应对气候变化的政策与案例基础上，探索符合中国国情、具有指导价值和实践意义 NbS 实施框架。

（二）中国生态系统修复概述

我国地域辽阔，复杂多样的气候、地形、土壤条件为各类生态系统结构和功能的多样性提供了必备的基础，孕育了类型丰富的生态系统。近年来，在经济发展和城市扩张的背景下，我国生态系统格局已经发生了不容忽视的变化，如低质人工林替代原生自然林，导致森林碳汇功能的下降，进而影响气候特征；草地沙漠化与盐渍化，导致载畜量下降极大的影响了国内畜牧业的发展等一系列问题，极大的影响了城市内居民的居住体验和绿色空间获取。不同生态系统内部的生态问题均具有各自的典型性，且在生态系统修复与利用过程中，通常又涉及不同部门（如国土部门、生态环境部门、林草部门、住建部门等），在进行面向生态修复的问题研究和治理方案拟定时要整体统筹和分类讨论相结合，突出各类生态系统面临的典型问题和挑战，综合考虑各方利益和需求，制定具有可行性、经济性、适用性、包容性、可持续性的生态修复方案。

（三）问题与挑战

1. 森林生态系统

中国幅员辽阔森林类型极为丰富多样，全国森林面积 2.08 亿公顷，森林覆盖率 21.63%。森林生态系统仍然面临严峻的问题。（1）中国森林覆盖率远低于全球 31% 的平均水平，存在森林资源总量相对不足、质量不高、分布不均、森林生态建设质量还有待提高的状况。（2）随着城市化、工业化进程的加速，生态建设的空间将被进一步挤压，严守林业生态红线的压力日益加大。（3）中国林地生产力低，龄组结构不合理，加强森林经营，提高林地生产力、增加森林蓄积量、增强生态服务功能的潜力还很大。（4）森林有效供给与日益增长的社会需求的矛盾依然突出。

2. 草地生态系统

中国草地生态系统面积为 277.67 万 km²，占全国陆地面积的 28.92%。相较于其他几类生态系统，草地生态系统的环境更为脆弱和敏感。从上个世纪至今的几十年里，受气候变化、过度放牧、不合理利用、缺乏管理等因素的影响，草地生态系统遭受到了来自多方面的更为严重的压力，

面临着极大的威胁与挑战。这些问题和挑战主要表现在以下几个方面：（1）草地退化，生态系统受损。（2）生物多样性丧失，病虫害加剧。（3）社会、经济效益下降。

3. 湿地生态系统

湿地生态系统面积为 35.38 万平方公里,占全国陆地面积的 3.69%。目前湿地系统面临诸多问题,经济发展与人口增长两大因素已经成为了引起湿地丧失和退化的间接驱动力。另一方面,社会普遍存在对湿地重要性认识不足的情况,导致重利用,轻保护,湿地保护工作难以有效开展,也进一步造成了淡水资源短缺与生物多样性下降等与人类惠益息息相关问题。

4. 农田生态系统

农田生态系统面积 179.29 万 km², 占全国陆地面积的 18.68%。面临的问题与挑战主要包括：（1）农田退化、沙化、碱化,土地质量下降,造成作物减产。（2）旱灾、洪涝等气象灾害以及主要病虫害发生面积大、频率高,且缺乏高效治理手段。（3）废气、重金属等污染严重,同时威胁到农田生态系统的生产、生活、生态三方面。（4）经营方式不当,不少地区仍存在广种薄收、只顾用地、只顾产出等掠夺式的经营方式。（5）部分农田生态系统内部及周边的生物多样性遭到不同程度的破坏,且始终未得到恢复或改善。

5. 城市生态系统

城市化进程使水体、林地、灌丛、草地等自然要素不断被城市化所带来的人工绿化、人工水体、建筑、道路等人工景观所侵占、割裂,导致原生自然生态空间被不断吞噬,从而引发一系列问题与挑战。主要包括热岛效应、城市内涝、空气污染等诸多城市生态环境问题,以及交通、住房、流行病、心理压力、资源浪费、能源短缺等一系列社会问题。

6. 海洋生态系统

海洋生态系统为人类提供了丰富的自然资源,然而,受大规模围填海工程、入海污染物大量排放、过度捕捞、近海油气矿产资源的开发与密集运输等人类活动影响,以及全球气候变化、自然灾害等自然因素的共同作用,海洋生态系统出现了诸如生境丧失、资源衰减、富营养化,以及水动力条件紊乱和生物多样性下降等一系列生态系统退化问题。

（四）政策

1. 森林生态系统

重点梳理我国森林生态系统保护政策中与 NbS 相关的内容,主要包括：（1）与森林生态系统相关的法律法规,如 2019 年修订的《森林法》。（2）应对气候变化、生态环境保护的战略规划、行动计划与方案。如 2009 年国家林业局发布《应对气候变化林业行动计划》、2016 年印发的《全国造林绿化规划纲要（2016—2020 年）》、2019 年中共中央办公厅、国务院办公厅印发《天然林保护修复制度方案》、2022 年国家林业和草原局、国家发展改革委、自然资源部、水利部联合印发《东北森林带生态保护和修复重大工程建设规划（2021-2035 年）》等。（3）森林碳汇交易指导意见,如 2014 年国家林业局出台《关于推进林业碳汇交易工作的指导意见》。

2. 草地生态系统

为了推动草地生态治理,国家相关部门先后出台了多项政策法规,主要包括《“十四五”林业草原保护发展规划纲要》、《加强草原保护修复的若干意见》、《全国草原保护建设利用“十三五”规划》等。这些政策文件概括起来主要包含如下内容：（1）加快推进草原生态修复。（2）完善草原生态补偿机制。（3）健全草原生态保护修复监管制度,强化草原生物灾害监测预警。

3. 湿地生态系统

目前，涉及湿地生态系统的政策文件主要包括《中华人民共和国湿地保护法》、《长江保护法》、《昆明市环滇池生态区湿地建设管理办法（试行）》等，在不同层面上，明确湿地生态治理及生态修复等问题，加强湿地保护，维护湿地生态功能及生物多样性。

4. 农田生态系统

2008 年，中共十七届三中全会提出“永久基本农田”的概念，体现了党中央、国务院对基本农田及其质量、数量、生态等的高度重视和全方面管护。国家还通过一系列其他政策提出对农田生态修复及治理的设想，包括《“十四五”全国农业绿色发展规划》、《耕地草原河湖休养生息规划（2016—2030 年）》、《农业资源与生态环境保护工程规划（2016—2020 年）》等总体规划方案，以及《受污染耕地治理与修复导则》等具体规定。

5. 城市生态系统

针对城市发展过程中出现的一系列问题，国务院办公厅 2015 年 10 月发布了《关于推进海绵城市建设的指导意见》，提出针对城市内涝问题要推进公园绿地建设和自然生态修复；住房城乡建设部 2017 年 3 月发布的《关于加强生态修复城市修补工作的指导意见》中提出，要尊重自然生态环境规律，落实海绵城市建设理念；中共中央办公厅、国务院 2021 年 10 月发布的《关于推动城乡建设绿色发展的意见》中提出，从空间规划、住房建设、生态空间建设、公共基础设施建设等方面入手，要促进区域和城市群绿色发展。

6. 海洋生态系统

2021 年 7 月发布的《海洋生态修复技术指南（试行）》立足我国海洋生态修复工作实际，着眼海洋生态系统类型及其自然特点，明确海洋生态修复的目的、原则、一般要求和技术流程。2017 年 3 月国家海洋局公布的《海岸线保护与利用管理办法》强化了海岸线保护的硬举措。2015 年 8 月国务院发布的《全国海洋主体功能区规划》以改善海洋环境质量、提升海洋生态服务功能为目标，实施分类管理。2020 年 8 月自然资源部、国家林业和草原局发布《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》对现有红树林实施全面保护，提升红树林生态系统质量和功能。

(五) 制定符合中国政策的 NbS 实施框架

积极应对气候变化是中国实现可持续发展的内在要求，生物多样性是人类生存和发展的基础，要加强应对气候变化与生态多样性保护相关工作统筹融合，NbS 成为应对气候变化与生物多样性保护协同增效的有效路径和重要纽带。中国地域辽阔，拥有丰富的生态系统类型。但不同生态系统内部的生态问题均具有各自的典型性，且在生态系统修复与利用过程中，通常又涉及不同部门（如国土部门、生态环境部门、林草部门、住建部门等）。因此，对中国相关政策进行梳理，针对各个生态系统的生态修复问题与治理方案进行整体统筹，综合考虑各方利益和需求，构建了如下与中国政策相一致的 NbS 设计与实施框架。特别需要说明的是，本研究所列的实施框架，仅仅覆盖有相关政策直接支持的 NbS，有很多 NbS 仍未被政策覆盖，并未列入下表。

准则 1: NbS 应有效应对社会挑战	双碳目标/气候变化 生物多样性丧失 粮食安全 风沙侵蚀、水土流失、城市内涝 土壤功能退化、海洋生态环境退化
准则 2: 应根据尺度来设计 NbS	政策引导（总体） 大规模植树造林、退耕还林、退耕还草（总体） 永久基本农田（总体） 城市绿地系统规划（总体）

	生物多样性保护区和生态廊道建设（生物多样性丧失） 碳汇交易市场（双碳目标） 城市海绵工程建设（城市内涝） 加强城乡融合交流（粮食供给安全）
准则 3：NbS 应带来生物多样性净增长和生态系统完整性	外来物种控制 廊道建设/联通孤立的斑块 控制治理手段和强度 构建生态链 提高城市绿地植被群落的多样性
准则 4：NbS 应具有经济可行性	生态补偿 碳汇交易 企业社会责任（蚂蚁森林） 特许经营模式、PPP 模式、EOD 模式
准则 5：NbS 应基于包容、透明和赋权的治理过程	考虑利益相关方进行生态补偿 开发项目规划期公示 农村生产经营合作社/村企合作 设立保护监督投诉电话，征求社会意见
准则 6：NbS 应在首要目标和其他多种效益间公正地权衡	退耕还林、还草与永久基本农田管理 生态影响可控的旅游开发 森林间伐防火带 轮作休耕、条耕
准则 7：NbS 应基于证据进行适应性管理	生态系统遥感监测/1 年 1 次 生态系统灾害监测/实时 污染物持续性动态监测/实时 土地利用现状调查/10 年 1 次 生态系统调查评估/5 年 1 次 分区建设导引/产业准入限制 定期的动植物调查/长期
准则 8：NbS 应具有可持续性并在适当的辖区内主流化	设定自然保护区/生态保护红线制度 划定永久基本农田 设定城市海绵城市建设制度、城市绿道建设制度 生态治理成效进入考核 森林公园、湿地公园建设

（六） 总结

中国高度重视生态系统的保护和可持续利用，近年来先后出台了一系列关于气候变化和生物多样性保护的政策文件。但是，以下几个方面仍需加强：

第一，中国已经制定并实施了不同生态系统的 NbS 相关政策和措施，但尚未形成以 NbS 为出发点的政策体系。

第二，NbS 的相关政策和措施分散在不同的部门，不同部门之间缺乏沟通和协调机制，难以形成一个高效的整体管理机制。

第三，针对准则 4 的可行政策较少。目前，资金的主要来源仍然是财政投入，没有形成多元化的资金投入机制。

二、基于自然解决方案及其案例库范式

人类的福祉和生计与自然紧密相连并依赖于自然。然而，为了实现经济、社会和环境可持续性，保护方法还没有充分融入其他相关部门（如农业、农村发展、城市规划、水、卫生等）¹。了解生态系统为不同受益者提供的多重利益，同时确保保护生态系统的完整性、功能和服务是基于自然的解决方案（NbS）的核心²。



图1 基于自然的解决方案，应对社会挑战（©IUCN）

在 NbS 背景下应用保护方法的主要目标是保障社会。这意味着人们积极主动地参与到保护、恢复和生态系统可持续管理中，以应对社会挑战，同时遵守保护规范和原则³。保护界正在进行的范式转变导致了《生物多样性公约》（CBD）中所载的生态系统方法的采用⁴。NbS 源于生态系统方法，将基于生态系统的方法（如森林景观恢复、可持续土地管理、综合水资源管理、综合沿海地区管理、生态恢复、自然基础设施、绿色基础设施、基于生态系统的适应、基于生态系统的灾害风险减少等）统一在一个总框架下（见图 1）⁵。最近，生物多样性和生态系统服务政府间科学政策平台（IPBES）和政府间气候变化专门委员会（IPCC）认识到 NbS 及其在气候变化缓解和适应、生物多样性保护和对人类的贡献方面的作用⁶。

案例研究可以成为一个有效的工具，以实际情况说明 NbS 的价值。此外，它们提供了一个学习的机会，因为它们体现了真正的 NbS 干预措施所具有的关键组成部分、方法和保障措施，并相应地防止了错误的标签。虽然每个案例都必须在其独特的背景下考虑，但有一些总体参数是项目和干预措施应该遵守的，以符合 NbS 的要求。这些参数确保社会挑战（见图 2）得到充分解决，并同时提供人类福祉和生物多样性利益。

1 See for instance Mace, G.M. (2014). Whose conservation? Science 345, 1558

2 IUCN defines Nature-based Solutions (NbS) as “actions to protect, sustainably manage, and restore natural or modified ecosystems, that address societal challenges effectively and adaptively, simultaneously providing human well-being and biodiversity benefits” (endorsed by IUCN’s 1,400 members at the 2016 World Conservation Congress in Resolution 069)

3 Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (2016). Nature-Based Solutions to address societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN.

4 CBD (Convention on Biological Diversity) (2004). The Ecosystem Approach (CBD Guidelines). Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

5 ibid Cohen-Shacham et al. (2016)

6 IPBES and IPCC (2021). IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change. Bonn, Germany: IPBES



图 2 2016 年 IUCN 世界自然保护大会上定义的基于自然的解决方案所应对的社会挑战（第 069 号决议）
(© IUCN)

世界自然保护联盟基于自然的解决方案全球标准™有 8 个标准（见图 3）和 28 个指标，特别适合于记录 NbS，因为它为 NbS 干预措施提供了明确的科学依据和广泛咨询的参数⁷。世界自然保护联盟基于自然的解决方案全球标准的一个重要特征是其八个标准的相互依存和非等级性。因此，只要有一个标准不完善，就意味着有关的干预措施不符合全球标准，因此不能被确认为 NbS。

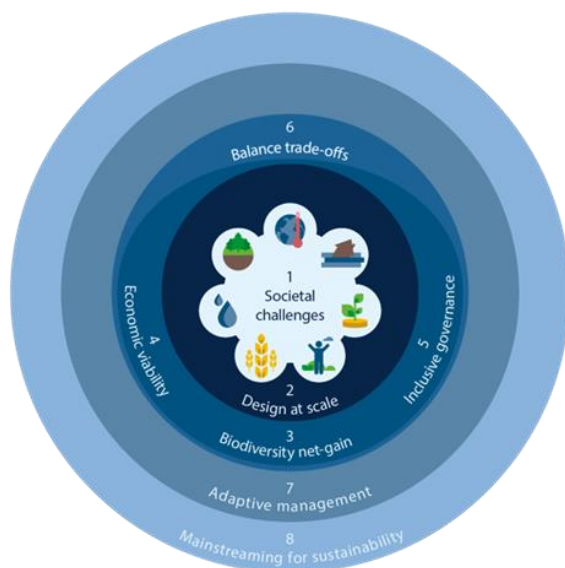


图 3 世界自然保护联盟基于自然的解决方案全球标准的 8 个标准™ (© IUCN)

这里介绍的 NbS 案例研究的原型数据库，是在中国生态保护政策背景下，努力吸取一系列国家和国际经验的结果。这些国家和国际案例研究有助于确定加强 NbS 的吸收、实施和融资的政策措施。

（一）中国案例研究

本部分介绍了在五个不同生态系统中实施的典型 NbS 中国案例。这些案例是：（1）甘肃省甘加草原生态治理；（2）广东省深圳海绵城市建设案例；（3）广西北海陆海统筹生态修复；（4）西北、华北、东北 "三北" 防护林工程；（5）山东省东营市湿地城市项目。所有这些案例都是按照上面提到的 IUCN 基于自然的解决方案全球标准™来描述的。

⁷ IUCN (2020a). Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.; IUCN (2020b). Guidance for using the IUCN Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of Nature-based Solutions. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.

1. 草原：甘肃甘加草原生态治理


位置：甘肃省甘南藏族自治州夏河县甘加镇

主要实施机构：当地部落村

NbS 干预措施的类型：类型 1 (更好地利用现有自然生态系统和受保护的生态系统的解决方案)

案例概述：甘加草原位于甘肃与青海两省的交界地带。近年来，大多已被承包或禁牧的草场仍然面临草场退化等严重的生态问题，甘加的牧民也开始借助外部政策探索有益于当地草原可持续利用的草场租用方法。目前，甘加草原的生态治理已取得一定成效，在生物多样性方面，当地已记录到多种濒危野生动物。同时，由于当地牧民主动探寻新的放牧或生计方式，不仅使牧民的收入有所提高，也在一定程度上改变了当地的社会观念，产生了更多社会经济效益。

基于 IUCN 的 NbS 全球标准准则的特征和收益

总体得分	严格遵守世界自然保护联盟（IUCN）基于自然的解决方案全球标准
干预现状	所有主要的 NbS 修复活动都已完成并受到监督反馈，现在的重点是实施区域的可持续管理。
准则 1：NbS 应有效应对社会挑战	 <p>气候变化始终是一个不容忽视的问题，由此造成草地退化及土壤沙化等环境问题，并带来巨大的经济损失。随后，由于生存环境受到损坏，当地的生物多样性也会存在一定程度的丧失。甘加草原治理建立起人、草、畜共生的耦合系统，与气候变化减缓与适应、经济与社会发展、生态环境退化与生物多样性丧失等社会挑战密切相关。</p>
准则 2：按规模来设计 NbS	甘加牧民选择共用草场和四季轮牧的治理方式，把村作为治理的基本单位，在决策中结合经济、社会、生态系统间的相互作用，决定不同时空下草场的使用与管理。在此过程中，不仅需要当地牧民的自发行动，也需要部落村的管理与协调，以探寻适合当地实际情况的方法。
准则 3：NbS 产生的生物多样性和生态系统完整性净收益	<p>甘加牧民的直观感受与科学的监测数据都表明，近年来野生动物的物种多样性正在回升。产生的主要生态效益：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 在 2018 年 7—8 月的牧草生长盛期，甘加草原的平均植被盖度仍然超过 70%。 • 2020 年，甘加草原平均干草产量为 1975.67 千克/公顷。 • 在生物多样性方面，已记录到雪豹、荒漠猫等濒危野生动物。
准则 4：NbS 的经济可行性	甘加牧民因地制宜地采取租用草场、调整畜群结构等多种放牧策略，在提高放牧收益的同时保证草场的可持续利用。甘加牧民因

	地制宜探索出的短期无畜策略，可以用空闲的草场来经营“藏家乐”，当地牧民也可以通过外出打工等其他生计方式获得更多收益。
准则 5: NbS 应基于包容、透明和赋权的治理过程	甘加的村已建立完整的决策过程与开放的协商平台，作为主要决策者的草场管理小组和执行者的巡护小组都由村集体选出，各村集体根据自身情况确定选举规则，各牧户都可派代表参与，很好地体现了对全体牧民的包容性及公平性。
准则 6: NbS 应在首要目标和其他多种效益间公正地权衡	甘加的村在草场治理中以集体和长远利益为首要目标，以少数服从多数的方式进行决策。共用草场和四季轮牧是甘加草原当前生态治理的基础和最主要特征，显然是出于共同集体利益的考虑，只有这样才保证绝大多数牧民的利益不受影响。
准则 7: NbS 应基于证据进行适应性管理	当地村集体自发组织的管理小组、巡护小组等，能够更快监测到实施过程中产生的各种问题，并及时解决。当面临自然、政策、市场等外部难以预计的变化时，当地牧民还相应调整，自发设计了租用草场、短期无畜等灵活的解决方案，同时也对当地 NbS 体系形成一定反馈。
准则 8: NbS 应具有可持续性并在适当的辖区内主流化	甘加牧民社区以长期互惠关系作为维持“村”这条对草原治理至关重要的集体纽带，有利于各项措施的可持续性。甘加草原在 NbS 实践中获得的经验，也可以在一定程度上将其纳入国家或地方战略，作为一项政策制度加以总结、规范，长期实施。

经验教训：

1) 生态治理方案的设计者应持开放的心态与当地牧民、政府等利益相关方交流和分享信息，更深入地了解当地的自然、社会、文化背景，进行因地制宜的设计。

2) 目前，大多数基于自然的解决方案都由企业、政府等推动，社区通常是在一定程度上被忽视的利益相关方，他们在治理中需要被赋予更大的参与空间。

3) 解决方案需要避免“一刀切”的弊端，在设计之初便赋予治理规则足够的灵活性，并在实施过程中对项目的影响进行长期监测，以更好地应对多尺度且复杂的社会挑战。

2. 中国深圳市海绵城市建设

深圳是中国南方的一个沿海城市，位于广东省南部的珠江口东岸，是粤港澳大湾区的四个核心城市之一。它属于受季风影响的亚热带气候，年降水量大，夏季易受台风影响。中国改革开放以来，受益于政策支持和地理优势，深圳在经济发展方面走在了前列。然而，经济发展、人口涌入和资源消耗也对当地的生态系统造成了严重破坏。城市扩张导致硬化地表的比例越来越高，城市绿地被严重分割。面对极端天气条件下的强降雨，其绿地难以有效地储存雨水，导致频繁的内涝。高度硬化的城市空间几乎不能满足居民对高质量绿色休闲空间的需求，降低了他们的生活质量。为了缓解内涝，增加绿地，深圳大力建设海绵城市。2016 年，它成为国家海绵城市计划（SCP）的试点城市。同年，《深圳市海绵城市建设实施方案》经审议通过。根据该计划，海绵城市建设应纳入深圳城市管理和治理的全过程和各方面，并将试点地区的经验推广到整个城市，实现整体效益最大化。2016 年，《深圳市海绵城市建设专项规划及实施方案（2016）》发布，为各区和重点区域制定海绵城市建设的下级规划提出了指导意见。目前，根据监测、模拟、评估结果的综合分析，深圳各试点地区的关键指标均达到了规划的目标，显示出海绵城市建设的重大进展。

3. 广西北海陆海统筹生态修复

北海市滨海国家湿地公园拥有中国南部沿海典型的水库、河流和沿海水域相结合的湿地生态系统。公园内有 9 种国家保护的紅树林，17 种濒危动植物，86 种中日联合保护的候鸟，38 种中澳联合保护的候鸟。然而，近年来北海的城市建设、沿海工业、水产养殖和旅游业的快速发展引

发了一系列问题。冯家江流域受到严重污染，银滩及其附近水域的环境质量下降；滨海湿地生态系统结构受损，功能降低，银滩水岸脱节，红树林不断减少，预示着生物多样性的丧失；城市内涝频发。2017 年，在及时部署“生态立市”战略后，北海启动了 NbS 项目，以整体的方式恢复其陆生和水生生态系统。修复项目涵盖三江渠、铁流渠、鲤鱼池水库和冯家江，总面积 445.91 公顷，其中陆地 300 公顷，水域 145.86 公顷。目前，约有 150 公顷的红树林得到了恢复，109 公顷的红树林得到了种植。在一些地区，种植的红树林的保存率已从不到 20% 提高到 50% 以上。

4. “三北”防护林工程

三北防护林工程是指在西北、华北和东北地区开展的大规模造林工程，防护林总面积 406.9 万平方公里，占中国土地面积的 42.4%。长期以来，三北地区风沙严重，水土流失严重，农业生产效率低下。该项目于 1978 年开始，计划于 2050 年完成。它分为三个阶段，由八个阶段组成，计划造林面积约为 216 万平方公里。到 2050 年，三个北方地区的森林覆盖率将从 1977 年的 5.05% 增加到 14.95%。致力于恢复清水和绿山的首要任务，该项目将大规模植树种草，持续恢复自然生态系统。四十年来，共种植防风固沙林 78820 平方公里，恢复沙化土地 33.6 万平方公里，恢复严重沙化、盐碱化的草原和牧场 10 万多平方公里。在三北地区，森林净增 21.56 万平方公里，森林覆盖率从 5.05% 提高到 13.57%，碳汇总量达到 23.1 亿吨，相当于 1980-2015 年中国工业部门二氧化碳排放总量的 5.23%。

5. 山东东营市湿地城市建设项目

东营是黄河三角洲的一个核心城市，位于山东省的东北部，毗邻渤海。河流和海洋赋予了这座城市丰富的湿地资源，总面积达 4581 平方公里，占全市面积的 41.58%。在这样的自然条件下，东营市定位为“湿地城市”，并在城市建设中发挥湿地资源的优势。然而，由于地形和管道基础设施的原因，东营市面临着严重的内涝和水资源短缺导致的湿地退化问题。为了解决内涝问题，有效应对水资源短缺、气候变化和其他社会挑战，东营市积极寻求将湿地保护和城市发展相结合的解决方案。经过多年的努力，该市的湿地比例明显提高，以供水、水产品、原材料和其他实物产品创造了巨大的经济价值，并通过排水系统和蓄洪工程的建设有效缓解了内涝问题。

(二) 国际案例研究

1. 危地马拉拉丘亚生态区农林混作可持续可可种植

地点：拉丘亚生态区，伊斯坎、基切和奇塞克市，危地马拉

主要实施机构：世界自然保护联盟（IUCN）

其他实施机构：拉丘亚湖基金会，危地马拉农业部



NbS 干预措施类型⁸：第二类（恢复和管理生态系统的可持续管理解决方案，包含创新的土地利用规划方案）

总结：预计 30%-40% 的危地马拉家庭全年收入来源于林产品。可可生产被认为是一种经济上可行的替代方案，可以创造就业机会和增加当地收入，突出了其经济、社会、环境和文化价值。可可作为该地区特有的品种，产量高、质量好，有很大潜力促进生产者和社区的经济社会发展。在拉丘亚生态区开展的 NbS 干预措施为 303 公顷内的 179 位可可生产者提供帮助，旨在基于可持续的农林混种管理方式增加可可产量。这不仅能提升当地生活水平，也可以通过修复森林景观进而增加环境保护和生物多样性成果。例如，在曾经的退化区中，包括土壤保水性、森林连通性、碳封存等在内的生态系统服务得到提升，这对于拉丘亚湖国家公园和拉姆萨尔湿地中的缓冲区有着特殊的意义。干预成功的关键原因之一是 IUCN 和其他机构（包括粮农组织和其他组织）的长期支持，从而在多个层面上实现本地社区的良好治理（如：设立二级机构、IUCN 成员——拉丘

⁸ 同前 Eggermont 等（2015 年）和 Cohen-Shacham 等（2016 年）

亚湖基金会）。此外，成功也离不开同公共项目和投资的紧密协调，以及依赖农业和制造业的良好实践，同时关注人力资本建设和能力培养，而非大量投入资金、基础设施、设备和物资。这些保证了长期的可持续发展。干预措施有利于减贫、提升本地社区（大多属于凯克其族群原住民）的生活水平，也极大推动了保护区外（生态区内）的退化地区修复，并减少了对拉丘亚湖国家公园的威胁。

基于 IUCN 的基于自然的解决方案全球标准™准则的特征和收益

总体得分	严格遵守世界自然保护联盟（IUCN）基于自然的解决方案全球标准™
干预现状	所有主要的 NbS 修复活动都已完成并受到监督反馈，现在的重点是实施区域的可持续管理。
准则 1：NbS 应有效应对社会挑战	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Economic and social development</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Environmental degradation and biodiversity loss</p> </div> </div> <p>在与本地社区和利益相关方商议后，确定了主要社会挑战和对人类福祉的影响。除此之外，IUCN 已在该地区展开工作 20 余年，非常了解当地面临的社会挑战。拉丘亚生态区最早为原住民（凯克其族群）社区居住地。贫穷是当地面临的主要挑战，改变土地利用方式影响了当地的生物多样性并且导致生态环境恶化。在对提供经济、社会和环境效益的生计选择的评估后，确定可可农林混作系统是最理想的选择，并且可可对凯克其玛雅人而言具有文化价值。可可被用作一种货币，也被用来制作食物和饮料。通过干预措施，可可农林混合系统的收入以及打通国际市场和价值链，对生产者的生活带来了积极影响。</p>
准则 2：按规模来设计 NbS	拉丘亚生态区实施的 NbS 干预重点在于改变了土地利用方式，实现了该区域可可农林混作系统中农业和制造业的良好实践。该项目非常重视开发覆盖整个价值链的战略。一条完整的价值链包括生产、加工、销售、当地农民和社群的组织能力、主要机构对技术援助的支持和投入、以及增加获得公共和私人筹资机制及投资的机会。除农业部门外，旅游部门和私营部门也全程参与到项目中，以推动良好实践纳入主流商业模式。本地层面采取因地制宜的措施，国家层面则采取有助于将整个区域的组织和技术能力主流化的措施。
准则 3：NbS 产生的生物多样性和生态系统完整性净收益	<p>因为 IUCN 入驻该地区时间已久，对生态系统现状的多种研究已经存在。这些可作为基线，用于研究 NbS 干预对生物多样性的积极影响。尤其是《森林景观恢复评估方法指南 (ROAM)》和 InVEST 工具过去是提供直接效益和协同效益证据的工具。除此之外，还编写了可可种植良好实践手册，以提高本地社区在可持续可可农林混作种植方面的能力。</p> <p>生物多样性主要成果⁹：</p>

⁹ Herrarte, G.P. (2019 年). 依照提供服务的影响建模。IUCN 危地马拉 SAF 地区生态可可种植；项目结题报告

	<ul style="list-style-type: none"> ●高价值保护区内，303 公顷传统的单一作物耕地完成修复，改为可可农林混作系统； ●土地利用方式改为农林混作，减少了 9320 吨的二氧化碳当量温室气体排放（每年 1864 吨二氧化碳当量；树木和根系等陆地生物量储存的二氧化碳当量增加 80%，比如树和树根，土壤中增加 20%）；根据可可农林复合系统之前的土地利用情况，每公顷侵蚀减少 33.8 至 107.7 吨，每公顷沉积减少 0.03 至 4.6 吨； ●其他观察到的成果包括：森林连通性提升、植被覆盖增加、新发现的鸟类和传统作物（例如：玉米种植园、豆蔻种植园）共存、消除因使用工业化农肥而产生的化学污染。
准则 4：NbS 的经济可行性	<p>社区组织和拉丘亚湖基金会共同进行了一项金融经济分析，作为该项目的一部分，用于开发一个全面的可可种植商业模式。该分析为农业和制造业的良好实践、良好治理机制以及融资、创新和市场准入（包括国际市场）提供了框架。除此之外，它提供了生产什么、如何生产、生产实践、售卖方式以及如何为活动融资的指引。另外，就可可价值链以及其中的每个参与者的主要活动达成一致。该模式与美国、比利时、韩国等国家建立了 36 家企业签署商业合同，打开了危地马拉可可产品的国际市场。随着可可质量提升，可可的单价也从每千克 2.28 美元涨到 4.50 美元。</p> <p>主要经济效益¹⁰：</p> <ul style="list-style-type: none"> ●农作物产量增长 152%（293 千克/公顷每年）； ●出口优质产品销量从每年 0 吨上升到 47 吨； ●创造至少 315 个长期就业岗位（比 2015 年基线上涨 289%）； ●国家可可农业链战略将生产的可可豆定位为全球市场价值链的一部分； ●年均销售额超过 17 万美元； ●年均家庭收入为每年 1411 美元（日人均收入增长了 342%）； ●180 公顷可持续可可农林混作系统纳入国家奖励计划。
准则 5：NbS 应基于包容、透明和赋权的治理过程	<p>项目的整个过程中采取了协商和参与式的方案，并取得了自主、事先和知情的同意（FPIC）。尤其是在与正式组织机构（社区发展委员会）密切协调下，创立并加强了本地社区组织的地位。创建了新的就业岗位，尤其是为凯克其玛雅人群的青年和女性创造就业岗位，岗位覆盖整个生产链。设立国家级机构技术团队，负责根据国家可可价值链战略协调并促进行动。技术团队包括危地马拉政府、本地非营利组织和可可价值链上的参与者。898 位生产者和技术人员为实现可持续农业和制造业提升技术能力（其中 20%为女性）。¹¹特别是年轻的女性和男性在参与到技术、管理和行政事务时，可从</p>

¹⁰ 同前 项目结题报告

¹¹ 同前

	<p>中受益，成为受认可的领导者。作为干预的一部分，生产者协会负责收集、加工和运输可可，促进可可销售并为生产者提供技术援助。现有的种植管理系统加强了协会和生产者的组织和行政能力，为项目的成功做出了贡献。但不足之处在于缺乏申诉机制。</p> <p>2018 年，该倡议获得 IUCN 影响力奖之社会包容类奖项，以表彰女性和青年在战略中的参与。</p>
<p>准则 6: NbS 应在首要目标和其他多种效益间公正地权衡</p>	<p>NbS 干预能实行的关键条件是 20 世纪 90 年代的土地使用权正规化，拉丘亚生态区的本地可可生产者参与了正规化的过程。整个过程中分析了不同土地利用性质的环境和经济效益，得出农林混作的选项结论。当地凯克其族群原住民拥有的当地传统知识在达成权衡取舍方面极为重要。特别是，九个生产者协会、拉丘亚湖基金会和一些服务供应商就方案和预期收益达成一致。危地马拉北部可可种植农业耕作的发展增加了整个产业链的可信度和透明度。项目不仅提供了提升可可产品销量的商业计划，也支持人们寻找其他的收入来源，比如通过旅游业。</p>
<p>准则 7: NbS 应基于证据进行适应性管理</p>	<p>NbS 干预促进了 20 世纪 90 年代确定的战略重点，其中指明了贫困的主要驱动因素以及相关的自然因素。除此之外，确定可可可为替代解决方案。为 NbS 干预设立的监测评估框架已就位，它可以在整个项目干预周期内提供反馈循环，可以就此相应调整方案。在拉丘亚生态区开展的一项针对 31 户家庭的调查中询问了收入增加对他们生活的积极影响。大多数家庭认为他们的生活水平得到了提升。从拉丘亚生态区的经验中吸取的教训促成了一项后续项目，该项目在危地马拉的许多地点展开行动，共涉及超过 1000 名生产者，实现了 776 公顷的土地修复。除此之外，政府确定了新的国家目标，将有 15000 公顷土地专门用作可可农林混种。</p>
<p>准则 8: NbS 应具可持续性并在适当的辖区内主流化</p>	<p>从拉丘亚地区的 NbS 干预中吸取的教训，尤其是产生的金融、经济和环境效益，作为优先考虑国家层面景观恢复的关键标准，直接推动可可农林业纳入国家可可价值链战略的进程。基于可可农林混作系统的管理方案中明确的技术参数，危地马拉政府设立激励项目以资助投资，从而维持该系统。¹²拉丘亚生态区为可可种植而开发的商业模式保证了可持续性和干预的持久性，也确保该模式受到当地居民认可且包容女性。</p>

经验教训：

- 1) 长期参与。20 多年在该地区的工作中，收获的理解和信息对明确有关的社会挑战、了解对人类福祉的影响至关重要，也是在特定社会、经济和文化背景下提出可接受方案的关键。
- 2) 关注女性和青年的包容性治理。在提升生活水平和减贫方面，包容传统知识，并提升当地社区（尤其是女性和青年）的参与度，可以增进平等并有助于 NbS 干预成功实施。
- 3) 强有力的商业案例。与相关方合作发展一种强健的商业模式，不仅保证了干预的可持续性，也创造了打入国内和国际市场的新机遇。

2. Medmerry 区域实现海岸重整

Medmerry 过去是由一条狭窄的石堤保护，只能抵挡极小的沿海风暴。沿海地区洪水和过度冲刷次数增加到每年几次，加之受到海平面上升和气候变化的影响，现有的石堤不足以抵挡洪水。

¹² 同前

这可能会影响生命安全以及损坏财产和基础设施。除此之外，海岸挤迫也导致海岸栖息地减少。为此，英国环境部交付了一个价值 2700 万英镑的项目以重新调整内陆的防洪设施，以高度优化的防洪工事来防治洪水。此干预措施创造了 300 公顷的栖息地（其中 183 公顷为潮间带，包括泥滩、盐沼和过渡草原），保护了 300 多个房子、道路基础设施以及一处污水处理厂，推动了当地旅游业和娱乐业的繁荣发展，每年吸引 22000 名游客前来。Medmerry 区域实现海岸重整带来最主要的积极影响包括提升了洪水风险管理、创造野生动物栖息地、提升景观质量并提供娱乐设施。

3. 湄公河三角洲上游洪泛平原的基于洪水的农业

圩田种植单作三季稻一直是湄公河三角洲洪泛平原的主要农业活动，引发了三角洲季节性洪泛平原上的重大损失以及生态系统功能下降，包括土地肥力下降、抗洪能力下降和水生生境和生物多样性减少。洪水风险增加带来的负面影响也给越南和柬埔寨两国之间带来了跨境的挑战。根据记录的农民知识和经验，IUCN 在越南安江省、同塔省和隆安省推广并改进了本地实践的、基于洪水（湿地）的农业和生活模式。基于洪水的生活模式成为经济上可行、风险低的单作三季稻替代方案，从而增加经济和社会复原力，保护并修复湄公河三角洲淡水湿地/洪泛区的生物多样性。NbS 干预措施考虑了三个系统：浮稻系统、莲花养殖系统和水稻栽种系统。由于极端天气越来越多，还探索了混合解决方案（堤坝和洪泛区的组合），使得防洪和适宜的方法发挥作用，从而化解干旱风险并管理洪水的到来和退去。虽然 NbS 干预主要关注农民在开阔的洪水区（无堤坝）和防洪区（低堤坝）中增加额外的洪水作物，但也要考虑在封闭防洪区（高堤）中用高价值的洪水作物替代低价值的灌溉作物的效果。为了在洪水缓和时将生物多样性最大化并提升人类福祉，干预措施需要扩大到整个湄公河三角洲洪泛平原。为此，绿色气候基金 (GCF) 目前正在开发一个后续项目。

4. Maristanis 海岸和湿地综合管理

奥里斯塔诺湾拥有许多淡水和沿海湿地。过度开发、土地利用性质变化、水文变化、污染和人类活动引起的压力威胁生态系统健康、生物多样性，以及湿地生态系统带来的经济、社会和文化效益。奥里斯塔诺湾沿岸地区包括 18 个湿地和一个海洋保护区，分布在 200 公里的海岸线上，占地面积达 7700 公顷。该地区的主要经济活动包括手工渔业、农业和旅游业。案例中提出的 NbS 干预措施聚焦于创建一个综合管理模式，为奥里斯塔诺湾（一个新的地区公园）中的沿海湿地提供长期管理战略。该提议有助于平衡社会和环境需求，并为认识湿地的经济和文化潜力做好准备工作。因为仍在实施中，IUCN 基于自然的解决方案全球标准™自我评估被用于确定 NbS 干预的切入点。

5. 桑给巴尔的可持续性水产养殖和创新性海藻养殖

1990 年以来，桑给巴尔已成为非洲主要的海藻生产地区。海藻养殖活动通常规模小，并且主要在海洋保护区、红树林和珊瑚礁附近的潮间带进行。88% 的海藻养殖者是女性，这使其成为提升女性经济地位和社会角色的一项重要活动。天气变化，生产者协会的缺位，进入国际市场的困难以及沿海生态系统的保护不足，导致了高价值海藻产量的下降。尽管桑给巴尔采用的共同管理方法旨在保护沿海生态系统和栖息地，加强手工渔业和海水养殖，管理方面的缺陷依然存在。近几年出现了水产养殖和海洋保护的新方法（2014 年以来应用在具体项目上），桑给巴尔的案例是首次测试了海藻养殖对 IUCN 基于自然的解决方案全球标准™准则的遵守程度。

（三）总结

1) IUCN 基于自然的解决方案全球标准™为 NbS 干预措施的评估提供了坚实的标准和指标。详细的自我评估可以深入了解干预措施的优势、劣势、机会和挑战，从而确定具体的纠正措施和改进措施；

2) 利用当地和/或传统的知识, 加之土著人民、本地社区和传统上的少数群体(如女性和青年)的参与, 以此开展包容性治理, 应用开放、透明和参与性方法, 具有巨大优势。如危地马拉和桑给巴尔案例所示, 当设计考虑到女性的角色和固有的性别差距时, 对她们格外有益, 可以通过 NbS 获得的更多机会、更高的社会地位和收入;

3) 规模是成功的重要因素。小规模、有时限、试点和基于项目的干预措施通常无法解决社会挑战的全部复杂问题, 也很少能达到 NbS 预期的生物多样性和人类福祉的结果;

4) 有利的制度、法律和政策环境, 通过使自然成为应对社会挑战的盟友, 为 NbS 的实施和投资提供了支柱。支持、清晰和连贯的法律和政策框架可以进一步加强和促进相关部门和参与者之间的协调, 并保护直接或间接受益于干预措施的受影响和弱势社区的权利。

三、基于自然解决方案的价值化评估框架

基于自然的解决方案(NbS)越来越多地被采用, 以帮助支持生物多样性, 确保生态系统服务, 并在减缓进一步变暖的同时减轻气候变化的影响。为了了解 NbS 所带来的好处, 重要的是要在不同的规模和地点统一衡量其结果, 并遵循国际公认的标准和建议。然而, 衡量 NbS 结果的框架还没有被开发出来。

本章介绍了两个互补的框架来衡量 NbS 的结果, 包括(i)应用于中国案例研究的生态系统生产总值(GEP)¹³, 以及(ii)在联合国统计委员会最近通过的国际统计标准《环境经济核算-生态系统(SEEA EA)》基础上, 为评估国际案例研究而开发的新框架。

(一) 生态系统生产总值和中国案例研究

1. 不同生态系统服务功能评价方法的比较

目前国际学界对价值化评估自然对人类的贡献处于积极探索阶段, 1992 年联合国环境与发展大会通过的《21 世纪议程》明确提出开展自然资本和生态系统评估研究, 相关研究自此兴起。Costanza¹⁴和 Daily¹⁵相继提出了各自的研究范式, 并推动自然资本核算成为研究热点。欧阳志云等^{16,17}在中国开展的一系列生态系统服务价值化核算与应用, 并推动形成了中国, 乃至世界, 第一个生态系统服务价值化评估的官方制度体系。

通常, 将生态系统服务价值评估分为功能量核算和货币价值量核算两个阶段。归纳当前国内外学者在生态产品核算上采用的方法异同, 可以梳理为以下三种典型类型: 1) 基于生态系统类型价值系数方法(landcover coefficient method), 以 Costanza 和谢高地¹⁸为代表。2) 基于本地化参

¹³ Ouyang et al., 2020. Using gross ecosystem product (GEP) to value nature in decision making. Proceedings of the National Academy of Sciences, 201911439.

¹⁴ Costanza et al. 1998. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Ecological Economics, 25(1), 3 - 15.

¹⁵ Daily G C. 1997. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems.

¹⁶ 欧阳志云, 林亦晴, 宋昌素. 生态系统生产总值(GEP)核算研究——以浙江省丽水市为例[J]. 环境与可持续发展, 2020, 45(06):80-85.

¹⁷ 欧阳志云, 朱春全, 杨广斌, 徐卫华, 郑华, 张琰, 肖焱. 生态系统生产总值核算:概念、核算方法与案例研究[J]. 生态学报, 2013, 33(21):6747-6761.

¹⁸ 谢高地, 张钊铨, 鲁春霞, 郑度, 成升魁. 中国自然草地生态系统服务价值[J]. 自然资源学报, 2001(01):47-53.

数的生态系统服务生物物理过程方法（bio-physical modeling method），以 Daily 和欧阳志云为代表。3）基于非市场化货币的当量替代方法（Equivalent replacement method），以刘耕源¹⁹、刘世锦为代表。

表 1 典型生态系统服务评估方法的比较

	I. 基于生态系统类型价值 系数方法	II. 基于本地化参数的生态系统 服务过程方法	III. 基于非市场化货币的当 量替代方法
尺度（精度）	全国（一般）	本地化（高）	全国（一般）
功能量计算	简单（生态系统类型价值 系数表）	复杂（各类生态系统服务过程 模型）	与 I 型或 II 型方法相同
价值量计算	简单（替代工程成本）	简单（替代工程成本）	简单（当量替代系数表）
使用人群	广泛	生态环境领域	较少
管理实践	抓手少	抓手多	较难理解

2. 方法

实物量评估方法

表 2 生态系统服务的实物量评估方法概述

类别	核算指标	核算方法
物质供给	生物质供给	农林牧渔产品查阅当地统计年鉴或农业部门数据。水资源供给量查阅当地水资源公报或水务部门数据，或者计算总供水量中由当地自然资源供给的量。
调节服务	水源涵养	本地降雨量减去径流量，再减去蒸散发量。
	土壤保持	在产流降雨条件下，由通用土壤流失方程（RUSLE）计算得出土壤保持量，再乘以泥沙形成系数得到减少泥沙淤积量。土壤保持量乘以土壤中面源污染物含量得到面源污染削减量。
	防风固沙	利用修正风力侵蚀模型（RWEQ）计算研究区内的实际侵蚀量和潜在侵蚀量，相减得到生态系统的防风固沙量。
	海岸带防护	利用自然岸线法，计算区域内起到防护作用的自然岸线总长度。
	洪水调蓄	利用 SCS 模型计算植被削减径流量；以及利用监测数据计算湖泊、沼泽、水库的滞留水量。
	空气净化	根据本地大气污染物达标水平，选择污染物排放量或者净化量（每类生态系统单位面积净化量乘面积）为实物量。
	水质净化	根据本地水质达标水平，选择水体污染物排放量或者净化量（每类生态系统单位面积净化量乘面积）为实物量。
	固碳	根据净初级生产力数据和 NPP/NEP 转换系数计算二氧化碳固定量；或依据两年生物量之差和 C 转化为 CO ₂ 的系数计算固碳量；或利用不同生态系统的固碳速率乘以时间计算年固碳量。
	气候调节	在高于适宜温度时期，本地各类生态系统单位面积蒸散发消耗热量乘以面积，并加总。
文化服务	噪声消减	根据在不同路段的典型样地监测数据，评估道路绿化（两侧及内部）平均消减噪声量。
	旅游康养	根据抽样调查统计获取的自然风景旅游与休闲人数和平均滞留时间。

¹⁹ 刘耕源. 生态系统服务功能非货币量核算研究[J]. 生态学报, 2018, 38 (04) :1487-1499.

	休闲游憩	根据抽样调查的方法获取研究区内公共游憩绿地（公园、绿道、滨水空间等）上的休闲游憩总人时
	景观增值	根据抽样调查统计获取当年房屋交易中的景观溢价价值，以及酒店交易中的景观溢价价值。

价值量评估方法

表 3 生态系统服务的价值量评估方法概述

类别	核算指标	核算方法
物质供给	生物质供给	土地租金法、市场价值法、残值法
调节服务	水源涵养	替代成本法，将建设蓄水量与生态系统水源涵养量相当的水利设施所需要的成本，作为生态系统水源涵养价值。
	土壤保持	替代成本法，利用土方清运成本计算减少泥沙淤积价值，利用污染物治理成本计算减少面源污染价值。
	防风固沙	替代成本法，利用单位面积沙化土地治理费用或单位植被恢复成本，核算森林生态系统防风固沙功能的价值。
	海岸带防护	替代成本法，运用海浪防护工程的建设和维护成本评估滨海盐沼、红树林、珊瑚礁等生态系统防风护堤的价值。
	洪水调蓄	替代成本法，运用水库的建设和运营成本核算生态系统的洪水调蓄价值。
	空气净化	替代成本法，运用工业治理大气污染物成本核算生态系统空气净化价值，主要核算二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘等污染物净化价值。
	水质净化	替代成本法，采用工业治理水污染物成本评估生态系统水质净化价值。主要核算化学需氧量、总氮、总磷等污染物净化价值。
	固碳	市场价值法，运用市场碳交易价格，核算生态系统固碳价值。
	局部气候调节	替代成本法，运用人工调节温度和湿度所需要的耗电量核算生态系统局部气候调节价值。
	噪声消减	替代成本法，运用隔音墙的建设和维护成本评估生态系统噪声消减价值。
文化服务	旅游康养	运用旅行费用法，核算生态系统旅游康养服务价值。
	休闲游憩	运用替代成本法，核算生态系统休闲游憩服务价值。
	景观增值	运用特征价格法或市场价值法，评估生态系统为其周边地区人群提供美学体验、精神愉悦功能的价值。

3. 海洋：深圳市福田红树林公园案例

案例背景：

深圳市红树林生态公园位于深圳市福田区，占地面积约 38 公顷，是一家免费向公众开放的市政公园，同时又是一家兼顾生态保育与湿地教育的生态公园，承载着城市重要的生态、文化、康体及游乐功能。该公园由福田区政府委托红树林基金会（MCF）进行管理，是中国首个采用“政府+专业机构+社会公众参与”的社会治理模式的生态公园。地理位置上，公园西边毗邻全国唯一一个位于城市腹地、且面积最小的国家级保护区——福田红树林国家级自然保护区，南边紧挨着国际重要湿地——香港米埔自然保护区，福田红树林生态公园位于两保护区中间，是极其重要的缓冲带，和两个保护区共同组成孕育着珍贵原生红树以及其它湿地生物的深圳湾湿地，具有重要的生态价值和景观文化价值。



图 4 福田红树林公园区位图



图 5 福田红树林生态公园

本案例评估体系：

在深圳市红树林生态公园的 NbS 案例评估中，由于当地没有农业生产和水资源供给服务，遂将其对人类的惠益归纳为调节服务产品（8 子项）和文化服务产品（2 子项）两大类进行评估，详细指标体系见下表 4。

表 4 福田红树林生态公园生态系统服务指标体系

一级指标	二级指标	指标说明
调节服务	减少泥沙淤积	本地生态系统通过林冠层、枯落物、根系等各个层次保护土壤、消减降雨侵蚀力，增加土壤抗蚀性，减少泥沙阻塞河道。
	减少面源污染	由于本地生态系统减少了泥沙淤积使相关水系面源污染（氮、磷）减少。
	气候调节	本地陆域生态系统蒸腾、蒸发带走的热量。
	固碳	本地生态系统吸收大气中的二氧化碳合成有机质，将碳固定在植物或土壤中。
	洪水调蓄	本地生态系统吸纳的降水、蓄积的径流和过境水。
	水源涵养	由本地生态系统拦截滞蓄的降水，通过增强土壤下渗、蓄积，和补充地下水，净增加的本地水资源量。
	空气净化	本地生态系统吸收、过滤、阻隔和分解大气污染物，改善大气环境（二氧化硫、氮氧化物、工业粉尘）。
	水体净化	湖泊、河流、沼泽等水域湿地生态系统吸附、降解和转化水体污染物

		(COD、氨氮、总磷)。
文化服务	旅游休闲服务	本地生态系统提供的文娛休闲服务，有益于丰富知识、愉悦身心。
	自然景观溢价	由于本地生态系统的美丽自然景观使房产使用过程中发生了溢价。

案例评估结果：

核算结果显示，福田红树林生态公园不仅是深圳和香港现存的野生猫科动物豹猫和周边 300 余只黑脸琵鹭的重要生态廊道和栖息地，每年还涵养水源约 72.30 万立方米、减少降温能耗 3009 千瓦时，削减城市暴雨径流 14 万立方米。此外，公园在面源污染削减、吸收二氧化碳、空气净化、水体自净等方面也发挥了巨大的作用。这些调节类生态产品价值年均约 3107 万元/年。

此外，福田红树林生态公园还发挥着重要的文化服务功能，这里年均访问人次为 130 万人次，年举行科普教育获益人次 1.1 万人次，在半径 2 公里范围内为约 150 万平方米建筑空间提供各类型景观增值服务。这些文化类生态产品价值年均约 1.61 亿元/年。

福田红树林生态公园是深圳市重要的生态产品供给区域，单位面积调节类生态产品供给能力是全市均值的 2.28 倍，单位面积总生态产品供给能力是全市均值的 7.43 倍。

表 5 各生态系统服务核算结果

生态系统服务类别		功能量	单位	价值量	单位
减少泥沙淤积		613	立方米	7719	元
面源污染削减	总磷	3.24	吨	36288	元
	总氮	1.89	吨	6615	元
固碳		658	吨	28116	元
水源涵养		722901	立方米	4417433	元
洪涝削减		140753	立方米	4691294	元
气候调节		3009	万千瓦时	21577183	元
空气净化	二氧化硫	5	吨	8654	元
	氮氧化物	138	吨	262	元
	粉尘	615	吨	276812	元
水体自净	化学需氧量	6	吨	15777	元
	总氮	0.44	吨	1529	元
	总磷	0.44	吨	4892	元
文娛服务		130	万人次	10400	万元
景观溢价		150	万平方米	5783	万元
总计		——	——	19290	万元



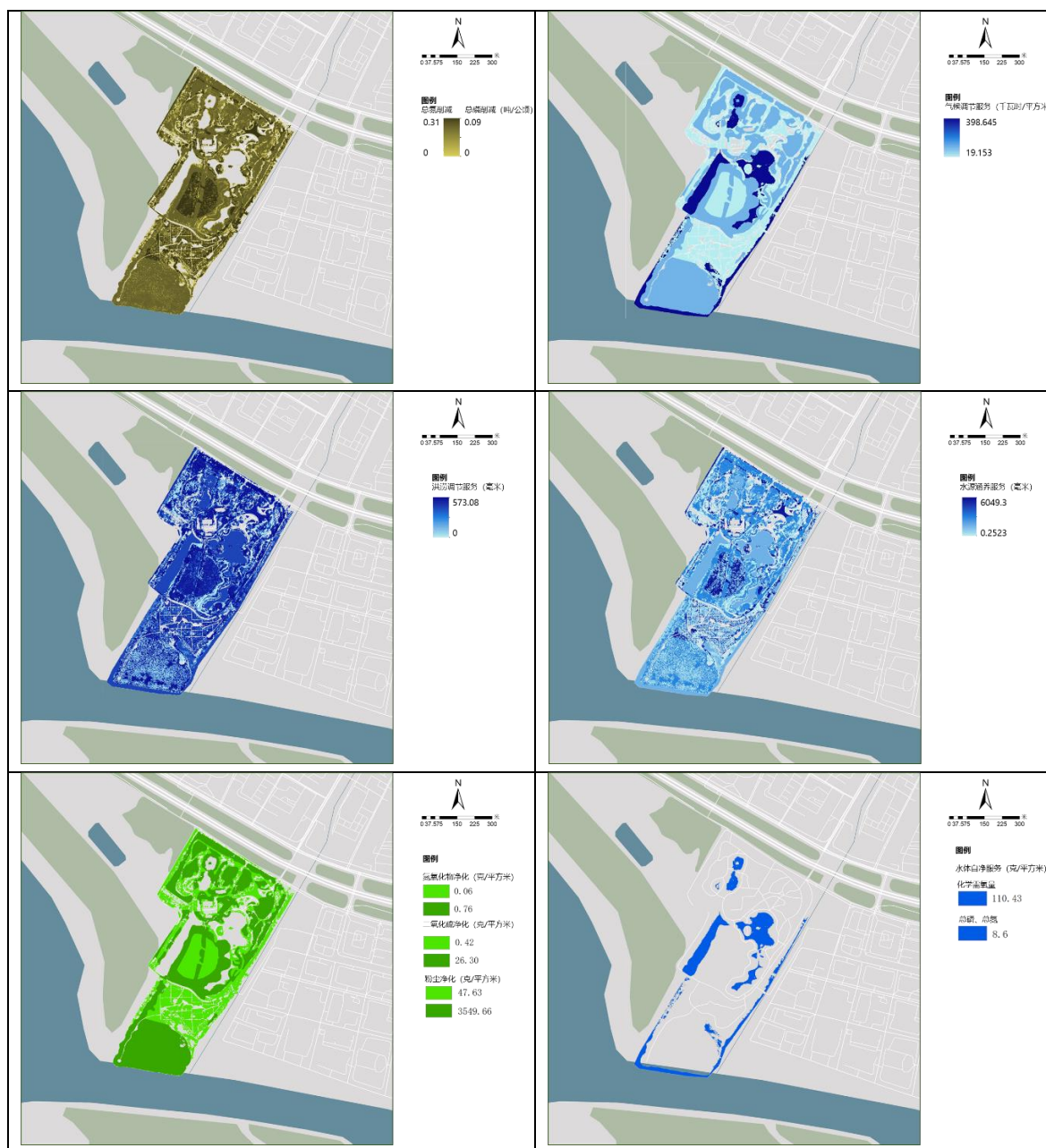


图 6 福田红树林生态空间生态系统服务

4. 城市：深圳市交通绿化带的案例

案例背景：

中国城市化发展迅速，经济的发展、人口的涌入、资源的消耗同样对当地的生态造成了严重的破坏，面积仅 1997.47km² 的深圳在支持当地产业经济发展的同时，还需容纳规模庞大的常住人口，城市的无序扩张导致城市硬化地表占比不断攀高，城市绿地破碎化严重，最终引起城市绿色基础设施生态系统服务供给能力的降低。本评估以深圳市交通绿化带为案例，评估超大城市道路绿色线性空间的生态系统服务供给能力。

本案例评估体系：

深圳市交通绿化带作为线性绿色空间，在诸如气候调节、固碳、土壤保持等服务类别上表现较其他绿地空间不突出，却可凭借路侧下沉式绿地设计和复杂群落结构设计发挥强大的洪水调蓄和噪声削减功能，遂将洪水调蓄、噪声削减两项服务作为深圳市交通绿化带的评估指标。

表 6 深圳市交通绿化带生态系统服务评估指标体系

一级指标	二级指标	指标说明
调节服务	洪水调蓄	本地生态系统吸纳的降水、蓄积的径流和过境水。
	噪声削减	本地道路两侧绿化带对噪声的削减。

案例评估结果:

通过样点监测发现,深圳市及各行政区的道路交通噪声污染超标问题比较严重。同时,基于模型分析对全市及各区的路侧绿化带噪声削减服务的功能量及价值量进行了评估,结果表明:深圳市路侧绿化带噪声削减服务的功能量为 154090.91 分贝·公里,价值量为 11.56 亿元。平均削减功能量为 9.87 分贝,平均削减价值量为 73.99 元/米。各级和各区路侧绿化带噪声削减服务功能量及价值量见表 7、表 8。

表 7 深圳市及各级道路路侧绿化带噪声削减服务功能量及价值量

道路等级	总噪声削减功能量 (分贝·公里)	平均噪声削减功能量 (分贝)	总噪声削减价值量 (万元)	平均噪声削减价值量 (元·米 ⁻¹)
一	16912.40	13.91	12684.30	104.33
二	15644.70	19.01	11733.53	142.58
三	2886.49	4.03	2164.87	30.24
四	118647.32	9.22	88985.49	69.17
全市	154090.91	9.87	115568.18	73.99

表 8 深圳市各区道路路侧绿化带噪声削减服务功能量及价值量

行政区名称	总噪声削减功能量 (分贝·公里)*	平均噪声削减功能量 (分贝)	总噪声削减价值量 (万元)*	平均噪声削减价值量 (元/米)
宝安区	33032.61	8.83	24774.46	66.19
大鹏新区	11300.90	20.50	8475.67	153.75
福田区	14833.20	11.47	11124.90	86.06
光明区	6833.76	6.87	5125.32	51.49
龙岗区	27964.81	8.17	20973.61	61.24
龙华区	10320.58	6.65	7740.44	49.87
罗湖区	9680.21	12.45	7260.16	93.34
南山区	22687.23	11.72	17015.42	87.89
坪山区	10062.61	11.19	7546.96	83.94
盐田区	7111.01	17.33	5333.25	129.99

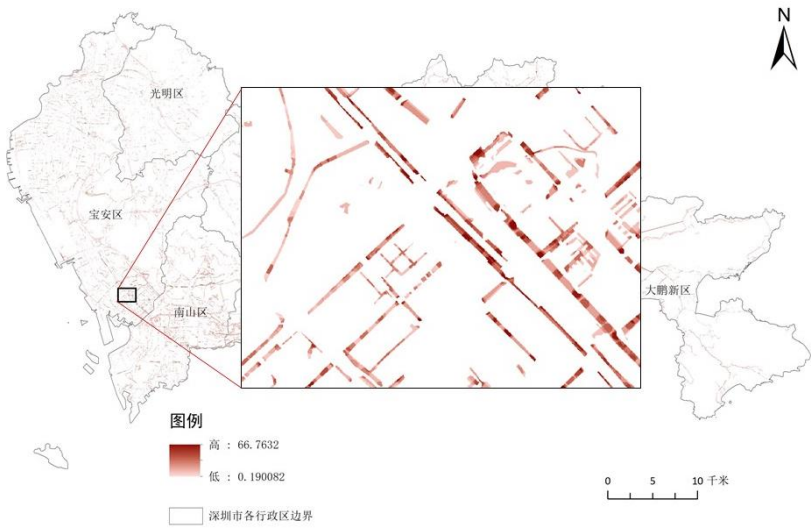


图 7 深圳市路侧绿化带降噪价值 (由 IUEMS 软件生成)

以深圳市光明区海绵城市试点区域的路侧下沉绿地为典型，研究其径流削减能力和暴雨径流削减能力，推算深圳全市路侧下沉绿地的径流削减潜力和暴雨径流削减潜力。结果表面深圳全市路侧条状下沉绿地及点状下沉绿地径流的年均削减效果分别为 2212mm 和 2966mm。若全部完成深圳市下沉绿地潜力建设，深圳市路侧下沉绿地全年径流削减潜力为 $214.65 \times 10^6 \text{m}^3$ ；全年暴雨径流削减潜力为 $7.10 \times 10^6 \text{m}^3$ 。

5. 荒漠：蚂蚁森林造林项目案例

案例背景：

据联合国资料，目前荒漠化已影响到世界 1/5 的人口和全球 1/3 的陆地，每年由此造成的直接经济损失多达 423 亿美元，严重影响人类的农业、牧业等生产经营活动。2016 年 8 月 27 日，支付宝在公益板块上线“蚂蚁森林”。用户步行替代开车、在线缴纳水电煤等行为节省的碳排放量，将被计算为虚拟的“绿色能量”，可以用来在手机里养大一棵虚拟树。虚拟树长成后，蚂蚁森林和公益合作伙伴就会在地球上种下一棵真树，或守护相应面积的保护地，以培养和激励用户的低碳环保行为。2016 年至今，蚂蚁森林累计种植真树超过 2.23 亿棵。蚂蚁集团和中国绿化基金会、阿拉善 SEE 基金会、亿利公益基金会、阿拉善生态基金会等公益合作伙伴一起种植及养护，种植总面积超过 306 万亩。通过在各地的生态环保项目，蚂蚁森林累计创造了种植、养护、巡护等 238 万人次的绿色就业机会，为当地群众带来劳动增收 3.5 亿元。

蚂蚁森林 2016-2020 年造林项目的地块主要分布于内蒙古阿拉善、鄂尔多斯和甘肃武威、酒泉等地区，青海、山西、河北、四川及云南也有少量分布。本次评估的案例涵盖内蒙古自治区、甘肃省、青海省、山西省、河北省的 56 个区县。种植地块所在区域生态系统类型主要为荒漠和稀疏林/稀疏灌丛/稀疏草地，大部分区域属于半干旱区及干旱区，土地沙化较为严重。

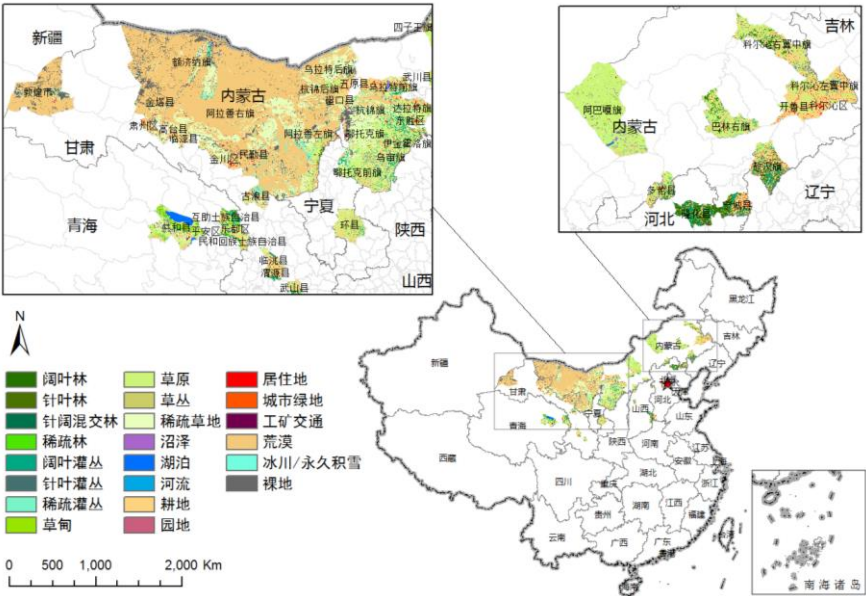


图 8 蚂蚁森林造林项目分布区域生态系统类型

本案例评估体系：

据蚂蚁森林种植地块的自然环境、生态系统特征及种植情况构建其生态系统服务评估指标体系。由于蚂蚁森林目前种植年份较短等限制，目前蚂蚁森林生态系统服务仅评估其生态系统调节服务价值和文化服务价值。

表 9 蚂蚁森林生态系统服务核算指标

服务类别	核算科目	指标说明
物质产品	林业产品	林木产品、林产品以及与森林资源相关的初级产品。如松茸、沙棘等。
调节服务	水源涵养	生态系统通过其结构和过程拦截滞蓄降水，增强土壤下渗，涵养土壤水分和补充地下水、调节河川流量，增加可利用水资源量的功能。
	土壤保持	生态系统通过其结构与过程保护土壤、降低雨水的侵蚀能力，减少土壤流失的功能。
	防风固沙	生态系统通过增加土壤抗风能力，降低风力侵蚀和风沙危害的功能。
	固碳	生态系统吸收二氧化碳合成有机物质，将碳固定在植物和土壤中，降低大气中二氧化碳浓度的功能。
	氧气生产	生态系统通过光合作用释放出氧气，维持大气氧气浓度稳定的功能。
	空气净化	生态系统吸收、阻滤大气中的污染物，如 SO ₂ 、NO _x 、粉尘等，降低空气污染浓度，改善空气环境的功能。
文化服务	气候调节	生态系统通过植被蒸腾作用、水面蒸发过程，调节气温，改善人居环境舒适程度的功能。
	休闲旅游	人类通过精神感受、知识获取、休闲娱乐和美学体验等旅游方式，从生态系统获得的非物质惠益。

案例评估结果：

2016-2020 年的蚂蚁森林造林项目 2020 年的生态系统生产总值为 20.88 亿元，其中防风固沙价值最高，为 10.66 亿元，占蚂蚁森林生态系统生产总值 51.05%；其次是气候调节价值，为 4.25 亿元，占比 4.25%，其他构成分别为：水源涵养价值（5.28%）、土壤保持价值（0.53%）、空气净化价值（0.64%）、固碳价值（13.70%）和氧气生产价值（8.48%）。

此外，本次评估对蚂蚁森林 2016-2020 造林项目的所有地块均达到所属区域植被成熟状态时的生态系统生产总值进行了预测。结果显示，经过多年生长，若管理维护到位，所有地块全部达到所属区域植被成熟状态时，基于 2020 年不变价计算的生态系统生产总值为 113.06 亿元。核算结果表明，蚂蚁森林通过将用户的低碳减排行为转化为荒漠植树固沙的形式，践行了中国“绿水青山就是金山银山”的理念，通过大规模种植，带来了巨大的生态效益。同时，因目前地块种植年份较短，物质产品价值与文化服务价值暂时无法核算，参考对后续工作的规划可以看出，核算蚂蚁森林的生态系统物质产品价值（开发沙棘产品等）与生态系统文化服务价值（开发蚂蚁森林用户探访活动等）均具备较高可行性。

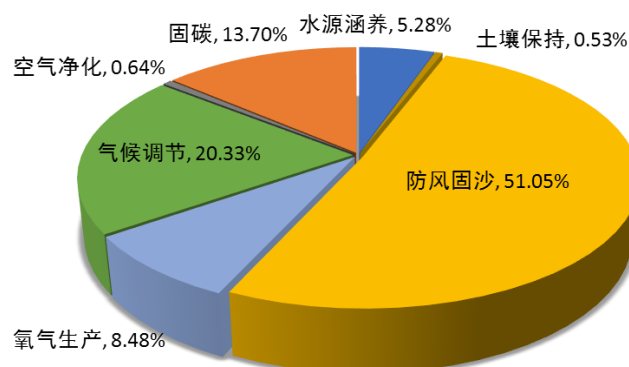


图 9 蚂蚁森林现有地块 2019 年生态系统生产总值构成

(二) SEEA-EA 对 NbS 的结果和对国际案例研究的说明

1. 一个与 SEEA EA 一致的衡量 NbS 成果的框架

NbS 能通过解决关键的社会挑战来帮助保护生态系统，以确保造福社会的生态系统服务持续流动。SEEA EA 使得用全面且一致的方式衡量和追踪 NbS 的效益成为可能。

SEEA EA 建立在五个相互关联的帐户上：

- 1) 生态系统范围账户（实物）；
- 2) 生态系统状况账户（实物）；
- 3) 生态系统服务流量账户（实物）；
- 4) 生态系统服务流量账户（货币）；
- 5) 生态系统资产货币账户。

这些账户的编制基于空间数据、生态系统资产功能及其产生的生态系统服务的相关信息。

以上五个账户组成了一个账户互相紧密关联的系统，并且以全面而连贯的视角审视生态系统。实物和货币账户作为一个系统，可以评估生态系统变化的协同作用和权衡，以及它们对人类的益处（见图 10）。而且还可以构建如生态系统生产总值这样的综合指标。

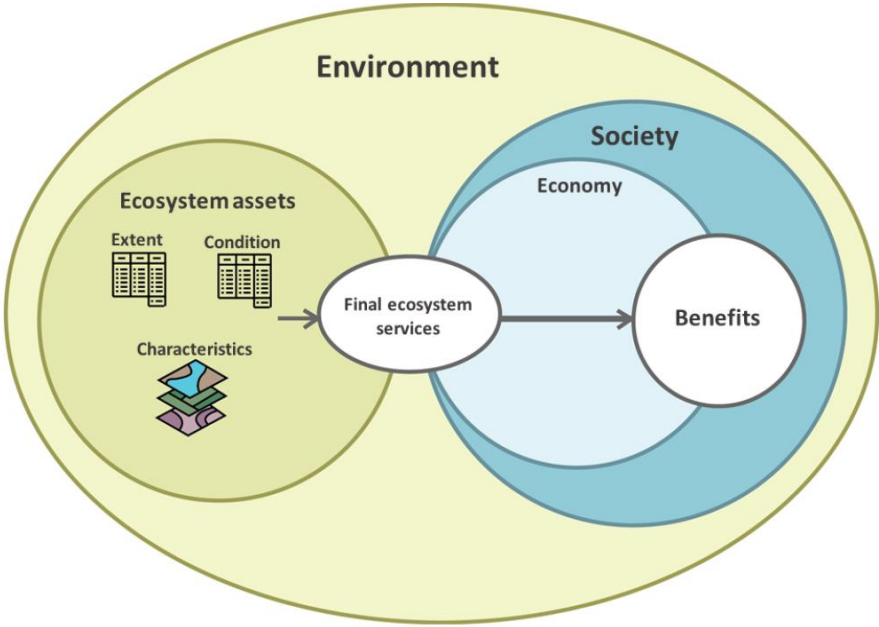


图 10 SEEA EA 生态系统核算框架

2. SEEA 定义

生态系统范围账户构建和整理在生态系统核算区内不同生态系统类型的物理范围或面积的数据。生态系统核算区是为其编制生态系统账户的地理区域；比如一个国家或由 NbS 干预的地区。生态系统范围账户可以计量和追踪 NbS 实施地区内不同的生态系统类型面积。

3. 使用 SEEA EA 衡量 NbS 成果

第一步是确定 NbS 干预的生态系统核算区域。比如，危地马拉可持续可可农林混作的案例是在农业地块中进行的。在这种情况下，相关的规模可能是农业地块和其所属的更广阔的景观。

不过如果 NbS 的目标是通过海岸重整来降低沿海灾害的风险——比如英国 Medmerry 区域的案例，那么重要的就是不仅要追踪实施防洪干预措施的地区，还要追踪其他受益地区，包括避免损毁的建筑。SEEA EA 详细讨论了对空间单元的划分。表 10 描述了案例中与每个 NbS 相关的生态系统核算领域。

第二步是计量 NbS 干预前后生态系统核算区内不同生态系统类型的范围。SEEA EA 采用 IUCN 全球生态系统类型学（GET）作为生态系统类型分类的参考系统。IUCN 全球生态系统类型学采用一种基于生态系统过程的方法，对全世界所有生态系统（包括陆地、地下、淡水、海洋和大气环境）进行分等级、多层次的生态系统分类。分类级别 1 和级别 2 分别描述领域和生物群落。分类级别 3 指生态系统功能群（EFGs）。它们构成了一个生物群落里总共 108 种功能独特的生态系统，其组成方式符合《生物多样性公约》（CBD）对生态系统的定义。

SEEA EA 建议使用第 3 级别(EFG)生态系统分类。表 10 列出了与每个 NbS 最相关的生物群落。在实践中测量 NbS 成果时，这些生物群落将被下分到第 3 级别。

表 10 计算生态系统范围帐户的主要项目

干预措施	生态系统核算区	主生物群系（2 级）（公顷数）
湄公河三角洲防洪友好型农业	水域	人工淡水（F3） 沼泽湿地（TF1） 集约化土地利用系统（T7）
危地马拉的可持续可可种植	农业用地	集约化土地利用系统（T7）
英格兰的 Medmerry 海岸线整治	洪水管理区	集约化土地利用系统（T7） 沼泽湿地（TF1） 半封闭过渡水域（FM1）
桑给巴尔的可持续水产养殖	海洋保护区（及其陆地影响区域）	人工淡水（F3） 海岸线系统（MT1） 中上层海水（M2）
意大利沿海和湿地综合管理	与沿海和湿地综合管理有关的沿海和陆地区域	海岸线系统（MT1） 中上层海水（M2）
有效管理摩洛哥胡塞马国家公园海洋保护区	莫罗科胡塞马国家公园海洋保护区的禁捕区和邻近缓冲区	海岸线系统（MT1） 中上层海水（M2）

4. 案例研究说明：危地马拉农林混作种植可可的 Lachuá 农场

就危地马拉 Lachuá 的可可农林业案例，我们会阐述如何构建一个生态系统范围帐户来衡量 NbS 成果（表 11）。在 NbS 实施之前，该地区主要用于农业活动（一年生农业，包括玉米、豆类和豆蔻），畜牧业的半天然牧场，以及休耕地（大多为豆蔻生产活动后的休耕地）。这些地块还包括小型城市区域（主要是农场地块中的建筑）和湿地。不同使用功能的土地范围首先重新分类以对应 IUCN 全球生态系统类型学（见附录 2），然后记录在表 11 第一行（起始范围）。

接下来，把结束范围记录为实施 NbS 后的生态系统范围。生态系统的范围可以每年记录一次，或在干预后果有关的时间段之后记录。

在 Lachuá，除城市和湿地地区外，所有的农林业干预地区都已转变为可可农林业。这被记录为对生态系统 T7.3 型人工林的管理下的扩展²⁰。生态系统核算区内，不同生态系统类型的生态系

²⁰ 人工林通常种植并维护长期轮作的多年生木本作物以生产各种食物和材料。收获产品包括木材、各种水果、茶叶、咖啡、棕榈油和其他食品添加剂，橡胶和装饰性材料（如鲜切花）等材料等。大多数种植园的植被至少包括两个垂直层（有管理的木本物种和杂草地面层）。但如果设法发展栖息地的特点，混合植被可能更复杂，并拥有相对多样化的动植物群。施用化肥、补充水，根据作物特点间隔性地收割。

统范围的减少也被记录下来。在本案例中，这相当于农业、牧场和休耕土地的总面积。表 3 的最后两行记录了生态系统类型的净变化和 NbS 实施后的结束范围。

表 11 危地马拉拉丘亚 农林业可可种植的生态系统范围帐户

		领域	陆地				陆地 - 淡水	总数
		生物群系	T7 集约化土地利用系统				TF1 沼泽湿地	
		选定的生态系统功能群 (EFG)	T7.1 一年生耕地	T7.3 种植园	T7.4 城市和工业生态系统	T7.5 衍生的半天然牧场和旧田	TF1.4 季节性洪泛平原沼泽	
		起始范围	164.6		0.4	139.5	0.9	305
		增加的范围	0	304.1	0	0	0	304
		管理性扩张						
		农林业		304.1				304
		非管理性扩张						
		缩减的范围	164.6	0	0	139.5	0	304
		管理性削减						
		其他类型的管理	164.6		0	139.5	0	304
		非管理性削减						
		范围的净变化	-164.6	304.1	0	-139.5	0	0
		结束范围	0	304.1	0.4	0	0.9	305

另外，我们还根据 NbS 干预的类型对生态系统类型的扩大或减少进行了分类。本案例只是农林混作。可以另外增加几行来描述农林地区、受保护地区或海岸保护干预区的增加/减少。视需求可根据管理类型列出开始和结束范围。这有关于理解不同干预措施产生的 NbS 成果，但与生态系统核算的标准做法不同，因为后者只记录不同生态系统类型的增加和减少，以及考量它们是否受到管理²¹。

(三) SEEA-EA 与 GEP

在国际上具有较大影响力的与生态系统服务价值化评估相关的文件是联合国与 2021 年 9 月发布的《环境经济核算-生态系统 (SEEA-EA)》该文件提出了对生态系统评估，应该从生态系统的数量 (ecosystem extend) 和质量 (ecosystem condition)，以及为人类提供的服务能力 (ecosystem service) 三个层面开展。其中，在生态系统服务中提出可以使用生态系统生产总值 (GEP) 对一定行政区内的生态系统服务进行价值化评估。并给出 GEP 的定义：一定时期一定范围内，生态系统为人类提供的最终生态系统服务的交换价值。

²¹ 生态系统管理区的变化直接受到人类在生态系统中的活动影响，包括这种活动的带来的非预期影响。生态系统非管理区的变化代表着一种生态系统面积的增加是因自然过程造成的，包括播种、发芽、长出根条或分层。不受管理的扩张可受到人类活动影响，比如因气候变化的影响、或因人类荒废土地而导致的沙漠扩大。

中国从 2000 年起就开始了 GEP 的探究和探索，并于 2020 年由中国生态环境部发布了第一个官方 GEP 核算技术规范，于 2020 年 9 月，由浙江省丽水市发布了第一个地方官方 GEP 核算技术标准，于 2021 年 3 月在深圳市建立了第一个政府层面的 GEP 核算平台，于 2021 年 11 月在深圳建立了第一个政府层面的 GEP 核算制度体系。

对比联合国《SEEA-EA》的 GEP 和中国的 GEP 评价指标体系，他们的指标关系如下表，共同点在于都强调最终服务的价值；差异在于 SEEA-EA 的指标归类和中国 GEP 有所不同。同时，SEEA-EA 中并没有给出具体指标的计算方式；而中国 GEP 的计算方法明确，且进行了实践。可以认为，中国 GEP 与联合国 SEEA-EA 理论逻辑一致，是 SEEA-EA 中 GEP 理念在中国的具体探索实践。在 NbS 的生态服务价值化评估工作中，可以采用这套生态系统服务价值化评估的方法体系。

表 12 中国 GEP 的价值核算指标与 SEEA EA 相关指标之间的关系

类别	核算指标	SEEA-EA 中对应的生态系统服务类型
物质供给	生物质供给	作物供给服务
		牧用生物质供给服务
		林业生物质供给服务
		野生水生生物质供给服务
		野生动植物和其他生物质供给服务
调节服务	水源涵养	水调节服务（水基流维护）
	土壤保持	土壤和沉积物保持服务、面源污染控制服务
	防风固沙	防风固沙服务
	海岸带防护	海岸保护服务
	洪水调蓄	河流防洪服务、洪峰消减（水文调节服务）
	空气净化	空气污染物吸收和过滤服务
	水质净化	水环境污染物降解净化服务
	固碳	全球气候调节服务
	局部气候调节	局部（微观和中观）气候调节服务
	噪声消减	噪声消减服务
文化服务	旅游康养	娱乐相关服务、视觉舒适服务

GEP accounting work commissioned by government or institutions

* National pilot regions

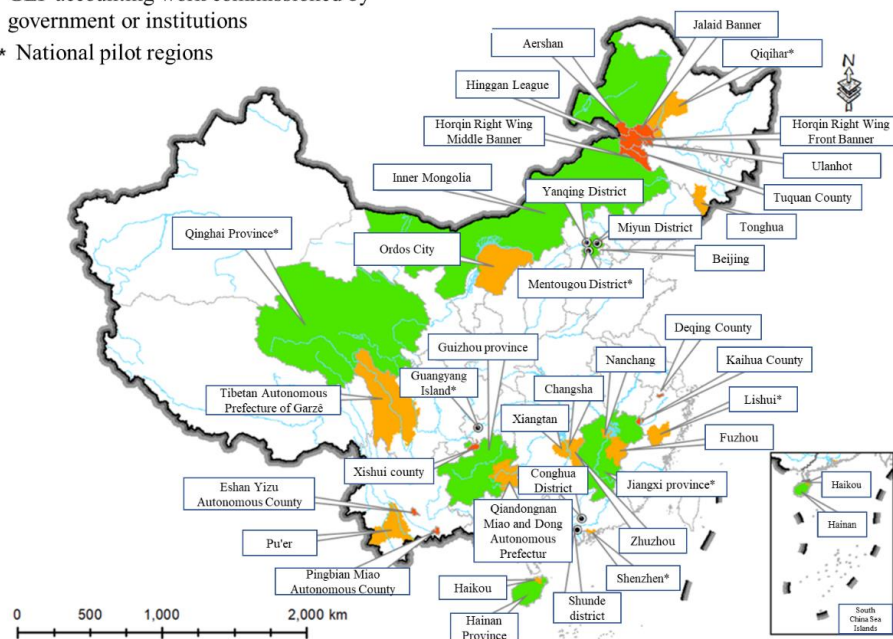


图 11 中国 GEP 核算工作现状

四、中国女性积极参与 NbS 并从中获益

在当前中国快速城市化的进程中，中国女性在 NbS 中的参与情况有着区别于男性的明显特征，同时，也从各类型的 NbS 中获取不同的回报。NbS 是生态系统服务的提供主体，但在一些 NbS 中女性是参与主体，也从生态系统服务中获取多种收益。本节将探讨 NbS 所创造的生态系统服务与女性角色之间的关系。

（一）女性与 NbS 的物质供给

随着改革开放和城市化进程的加快，中国人口的流动性不断提高，随着农村男性劳动力大规模外移，形成了农村“留守妇女”现象，进而导致了“农业女性化”，即农村妇女接替男性投入农业生产而男性进入非农领域实现更高经济价值的家庭性别分工现象。1982 年至 2010 年的全国人口普查数据显示，我国农业劳动力中女性比重分别为 46.24%、47.48%，48.57%，49.22%，今 30 年间上升了 2.98 个百分点²²。留守妇女正在逐步成为乡村农业生产的重要力量。在重庆市武隆区后坪镇的留守妇女们，就组织起来成立了“九个山嫂”品牌，大力发展蔬菜种植业。不仅实现了自身价值，还为生态系统的物质供给服务的维持做出贡献。

²² 蔡弘, 黄鹂. 何谓“农业女性化”: 讨论与反思[J]. 农林经济管理学报, 2017, 16(05): 652-659. DOI:10.16195/j.cnki.cn36-1328/f.2017.05.10.

(二) 女性与 NbS 的文化服务

湖南省湘西土家族苗族自治州地处亚热带,土地肥沃,盛产苧麻、蚕桑、棉花等。城市化进程的推进使得这里也存在大量留守妇女。在这里生活的苗族、土家族妇女自古以来便有织布、织锦的技艺。为了促使留守妇女有意识地挖掘自身技能。当地成立了苗绣合作社和苗绣研发公司,并发展苗绣文化创意产业,推动当地留守妇女的手工绣品成为艺术品,或服务于时尚服饰行业成为“高定”²³。从文化服务的角度来看,苗绣提供的较强美学价值,不仅具有生态产品价值,更推动了文化服务的价值增值。

此外,女性不仅积极参与 NbS 的文化供给,也是 NbS 文化服务的使用者。城市公园能够为人类带来休闲游憩价值。有学者在对南昌八一公园²⁴、广州人民公园²⁵和西安丰庆公园²⁶开展基于性别的游憩行为研究后发现,本地女性利用城市公园开展休闲娱乐活动的占比更高,如,在广州人民公园的调查中,男性受访者的本市户籍比例为 35.84%,而女性则为 46.25%;在西安丰庆公园的研究中,女性占比为 54.2%。从游玩频率的角度来看,55%的女性选择经常来休闲,而男性仅为 26%。同时,研究发现相较于男性,女性对城市游憩空间的需求趋于稳定、有规律。综上,城市公园建设能够为女性提供更多的收益价值,在开展城市公园规划设计时,应适应使用者的性别差异性,保障女性的游憩需求。

(三) 女性与 NbS 的调节服务

有调查表明,在国家生态环境部直属机构中从事环境科研、评价、规划、设计、监测女性比例高达 40.7%;而从事科学研究、技术服务和地质勘查行业的女性占比平均为 37.01%^{27, 28},说明女性在环境科研事业中的参与度显著高于其他科研事业。同时,2003 年中国综合社会调查(CGSS),日常环保行为中在垃圾分类、自带购物袋,对塑料袋反复利用等方面女性均高于男性;从参与性环保行为上看,为环保捐款的女性占 50.7%,积极参加民间环保团体举办的环保活动方面女性占 51.3%。女性在生态环境环保领域的参与行为,尤其是在环境科研方面的参与要显著高于男性。这说明女性对于维持和提升生态系统的稳定性及调节服务供给具有对更大的热情。

五、政策建议

积极应对气候变化与生态多样性保护是中国实现可持续发展的内在要求,我国高度重视生态系统保护和可持续利用,在六大生态系统均制定和实施了不同程度的与 NbS 有关的政策措施。NbS 能够在农业、森林和其他陆地生态系统、海岸带和沿海生态系统等领域依靠生态系统服务功

²³ 李维维. 留守妇女手工技艺的现代转型与遗产保护思考[J]. 牡丹江教育学院学报, 2021(10):112-115.

²⁴ 曹幸, 吴佳, 李坤钰, 廖婧茹, 宋豪宇, 唐春阳. 城市公园空间需求的性别差异研究——以南昌市八一公园为例[J]. 九江学院学报(自然科学版), 2017, 32(04):44-49. DOI:10.19717/j.cnki.jjun.2017.04.013.

²⁵ 邓昭华, 刘垚, 赵渺希, 吴建秋. 城市公园游憩行为的性别差异——以广州人民公园为例[J]. 地域研究与开发, 2014, 33(05):109-114.

²⁶ 李建伟, 熊鹏, 张竞予, 赵文成. 基于女性主义的城市公园游憩行为时空分异特征研究——以西安市丰庆公园为例[J]. 人文地理, 2011, 26(05):60-64. DOI:10.13959/j.issn.1003-2398.2011.05.008.

²⁷ 第六次全国人口普查汇总数据 <http://www.stats.gov.cn/tjsj/pcsj/rkpc/6rp/indexch.htm>

²⁸ 女性就业现状和就业性别差异 http://www.360doc.com/content/17/0219/12/17911488_630267169.shtml

能，不同程度增加碳汇，同时还能带来保护生物多样性、促进经济发展等多元协同效果，是应对气候变化与生物多样性保护协同增效的有效路径和重要纽带。然而 NbS 作为新生概念，中国尚未形成以基于自然的解决方案为切入点的政策和行动体系，具体表现为：（1）相关政策行动分散在不同职能部门，而不同部门间缺乏沟通协调机制，难以形成自上而下、高效统筹的管理机制；（2）资金来源较为单一，仍以财政投入为主，未形成社会各方广泛参与、多元化的资金投入机制；（3）对基于自然的解决方案的科学研究仍显不足，缺乏对成本效益的科学评估，难以为决策者和投资者提供有效的信息支持等。

我们提出如下建议，希望通过这些建议的实施，推动 NbS 纳入政策主流，构建自上而下的管理机制，建立多元化的资金投入机制，加强从理论到实践、从实践到政策的研究，提升能力保障和公众参与度。

（一）拓展 NbS 应用使之主流化

- 根据 UNEA 和 IUCN 提供的定义框架，正式采用 NbS 的定义。
- 将 NbS 全面纳入所有相关部门的政策制定和实施过程中，包括生态红线。
- 提出 NbS 的量化标准；加强监测和评估；促进 NbS 成为应对气候变化的主流方法。

（二）建立协调互通的 NbS 管理机制

- 建立协调互通的 NbS 管理机制，与既定的国际和国家标准及保障措施相一致。
- 加强部门间的沟通和协调，搭建 NbS 参与多领域协同治理平台，完善数据和信息共享机制，形成高效统筹、协调联动的工作机制。

（三）拓宽 NbS 的投融资渠道

- 拓宽 NbS 的融资渠道，建立多元化的资金投入机制。
- 开展激励政策、监管框架和机制的研究，评估现有补贴向 NbS 转移的可能性，充分发挥市场在资源配置中的作用，鼓励社会资本和公众积极参与投资，促进政府和社会资本的合作。
- 制定 NbS 领域的投融资政策，鼓励创新绿色金融模式，注重降低和有效应对 NbS 领域投资的潜在风险，激励和引导更多社会资本投资 NbS。

（四）加快 NbS 评估与实施过程的中国化

- 加快制定中国的 NbS 标准，发展监测和评估机制，并与 IUCN 基于自然的解决方案全球标准™建立适当的联系。
- 利用世界自然保护联盟（IUCN）的“基于自然的解决方案全球标准”作为基准，评估中国 NbS 项目的设计、实施和监测，促进中国与国际 NbS 干预措施的衔接和比较。
- 对 NbS 理论、路径和政策进行系统研究，制定 NbS 的中国标准，建立 NbS 的监测和评估机制，为政策制定提供系统解决方案和技术支持。
- 建立 NbS 监测和评估指标体系，包括监测和评估技术规范，加强 NbS 成本和效益的定量研究的路径，如对 NbS 在碳储存和生物多样性保护方面的定量评估。

（五）加大 NbS 的公众宣传力度

- 利用多种渠道加强决策者和公众对 NbS 及其益处的认识，并鼓励公众积极参与 NbS 相关行动。
- 发挥主流媒体的宣传教育作用，以世界环境日、世界森林日等主题宣传活动为契机，强化 NbS 的宣传力度。
- 向项目设计者、工程师、城市规划者、公共和私人机构、金融家等传播 NbS 案例研究的信息。
- 推动成立更多的环保民间自愿性组织，鼓励并帮助其将 NbS 纳入主要工作中，助力其成为 NbS 宣传和推动落地的有生力量。
- 在相关专业、企业、研究机构、社会组织和公众中加强设计和实施 NbS 的能力。

（六）重视女性在 NbS 建设中的作用和回报

- 将妇女的需求和观点纳入 NbS 的设计、实施和监测中，并确保公平和包容性的参与和治理过程。
- 更加努力在妇女比例较高的群体和其他边缘化群体中推广 NbS。