

DOI: 10.5846/stxb201804070780

赵明月, 彭建, 郑华, 王仰麟. 自然资本科学和决策实践: 宜居城市和可持续发展——2018 年自然资本项目年会述评. 生态学报, 2018, 38(13):

作者. 题目. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(13): - .

# 自然资本科学和决策实践: 宜居城市和可持续发展 ——2018 年自然资本项目年会述评

赵明月<sup>1</sup>, 彭建<sup>1</sup>, 郑华<sup>2</sup>, 王仰麟<sup>1,\*</sup>

1 北京大学, 城市与环境学院, 北京 100871

2 中国科学院生态环境研究中心, 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

**摘要:**2018 年自然资本项目年会(Natural Capital Project Symposium)于 3 月 19 日至 22 日在美国斯坦福大学举行。自然资本项目由美国斯坦福大学、世界自然基金会和大自然保护协会发起,旨在推进将科学和融入自然多元价值的实践纳入管理决策过程。本次会议正式邀请并宣布中国科学院生态环境研究中心为项目伙伴。会议吸引了来自 33 个国家 363 名政府工作人员、非政府组织成员、企业家和专家学者参加。本届年会的两大主题是宜居城市和可持续发展。会议包含 9 个大会主题报告和 3 个平行分会场,平行分会场归纳为宜居城市、可持续发展、淡水和流域管理、海岸带恢复力、投资标准化制定、模型培训和探索等六个方面;会议同时设有专题讨论和小组研讨、InVEST 模型培训和讨论、墙报展示等。会议推进了生态系统服务的科学发展和实践应用,将自然资本纳入科学决策体系,在全球范围内推动科学和决策的融合、促进可持续发展。

**关键词:**自然资本项目;生态系统服务;InVEST 模型;宜居城市;可持续发展

## 1 会议概要

以宜居城市和可持续发展为主题的自然资本项目年会(Natural Capital Project Symposium)于 3 月 19 日至 22 日在美国斯坦福大学进行。自然资本项目(Natural Capital Project)由美国斯坦福大学、世界自然基金会(World Wildlife Fund, WWF)和大自然保护协会(the Nature Conservancy, TNC)发起,本次会议正式邀请并宣布中国科学院生态环境研究中心(以下简称生态中心)为项目伙伴,至此,自然资本项目伙伴增至五个单位,分别是:斯坦福大学、明尼苏达大学、生态中心、WWF 和 TNC。自然资本项目通过整合不同领域的科学家和专家,以及软件工程师,以生态系统服务为基础,旨在将自然提供给社会的多元价值整合到决策管理过程中,并通过加强具有针对性的自然资本投资,从而最终提高全人类和自然的惠益。该项目希冀通过发掘和建立人类与自然的关系,揭示、刻画、提高和保障人类和自然的福祉。

自然资本项目与决策者一起,共同努力寻找解决问题的方法。在明确利益相关者及其需求的基础上,自然资本项目的科学研究成果和相关研究工具可以立即参与到决策的制定过程中。目前,自然资本项目已经开发了 InVEST(生态系统服务与权衡评估软件)、RIOS(资源投资优化软件)、ROOT(恢复机会优化工具)等开源的决策支持工具,在广泛的地区和部门开展了研究工作,针对多种问题开发基于自然的解决方案。例如,在伯利兹和美国墨西哥湾沿岸各州建立对气候和海岸灾害的恢复力;科学指导中国、不列颠哥伦比亚省、巴哈马和缅甸的发展规划;管理联合利华全球采购决策中的企业风险;促进哥伦比亚环境部的影响评估;帮助泛美开发银行在拉丁美洲作出明智的交通贷款决定;指导自然保护联盟(International Union for Conservation of Nature,

基金项目:国家自然科学基金重点项目(41330747)

收稿日期:2018-04-07; 修订日期:2018-05-01

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: ylwang@urban.pku.edu.cn

IUCN) 和非洲国家政府针对森林恢复的投资。除了发展自然资本方法转化决策权力的案例外,自然资本项目还创建了软件平台(现已在 160 个国家/地区下载),通过学习和培训建立和提高评估能力,提高领导者在决策中的使用效率,并扩大影响。

此次会议包括三天的大会议程和一天的小组讨论,共计 9 个大会主题报告,3 个平行分会场,一个专题讨论,小组研讨会和模型培训,并设有墙报展示。来自 33 个国家的 363 名学者、政府工作人员、非政府组织成员和企业家等参加了本届会议。大会开幕式上,生态中心主任欧阳志云研究员做了题为“Mainstreaming Ecosystem Services in Policy Making in China”的报告,随后中国丽水市副市长王小荣、抚州市发展与改革委员会主任帅歌柳、深圳市人居环境委员会处长张亚立分别作了大会报告,介绍中国将自然资本纳入管理决策、践行“绿水青山就是金山银山”理念的经验和做法,受到与会代表的高度赞赏。在大会期间,Knights-Hennessy 项目主任,电子工程和计算机科学教授,斯坦福大学第十任校长 John Hennessy 教授;俄勒冈州立大学教授,前国家海洋和大气管理局(NOAA)主任 Jane Lubchenco 教授;WWF 全球科学团队经济和可持续性首席顾问 Emily McKenzie;自然资本项目的软件架构师 Rich Sharp;WWF 国际部主席 Pavan Sukhdev;TNC 的主席兼 CEO Mark Tercek;AME 云投资的创始人 Jerry Yang 等分别作了精彩的主题报告。同时,来自世界银行、非洲发展银行、莫桑比克政府、WWF、企业、高校的专家学者也分别围绕自然资本实践和可持续发展在全体会议上作了报告。

平行会议围绕影响途径、新前沿以及方法和途径三个主题展开。影响途径分会场通过展示不同组织在不同地区开展的决策实践案例,体现生态系统服务在决策中的影响作用。该会场探索了中国地区的绿色增长途径,举行了可持续发展的圆桌会议;同时,介绍了如何运用科学理论、模型工具和创新方法实现流域管理和淡水生态系统服务安全;此外,在构建水安全可持续和恢复力、城市无形资产和宜居城市、私营部门标准、海岸带的安全和可持续等方面也有观点分享和议题讨论。新前沿分会场聚焦自然资本科学前沿,特别是逐渐发挥影响力的实验和理论研究,重点讨论自然资本科学的新研究、经验、机遇和挑战。会议内容涉及生态系统服务的尺度评估、人类健康、宜居城市等;此外,多部分交叉的可持续发展实践及多模型整合等也是该分会场的主要内容。方法和途径分会场主要围绕模型的实践和应用,并在会议期间开展了相关模型的培训。该会场涉及的内容包括自然资本方法学习、未来的星球模拟和探索、情景模型、InVEST 模型分模块讨论等。

专题讨论又分为五个子专题,包括“自然保护”、“IPBES”、“气候变化”、“文化服务”和“生态系统服务的地表观测”等;小组讨论和模型培训共计 7 个分会场,包括水文分析、IPBES 利益相关方、生物多样性评估、SEALS 模型、ROOT 模型等。

## 2 自然资本科学与决策实践的主要领域

自然资本是提供人类所需物质和服务的自然资源或环境资产的总量,包括土地、水、大气、生态系统等,且不可被其他形式的资本所代替<sup>[1]</sup>。生态系统作为重要资本的理念已经渗透到政府、企业和社区等许多部门的工作中,将自然资本价值整合到发展决策中,有利于保护地球生命支持系统,提高决策效率,提高人类福祉<sup>[2]</sup>。学者和政策制者对于自然资本和生态系统服务的关注在过去数十年持续增长,人们越来越意识到自然资本存量和生态系统服务流对公共社会和个人重要性<sup>[1]</sup>。因此,自然资本和生态系统服务的研究在相对较短的时间内从纯科学研究转变为跨学科和跨区域的概念<sup>[3]</sup>。在联合国 2030 议程中的“可持续发展目标”(Sustainable Development Goals, SDGs)的框架下,自然资本科学和实践的结合具有深远意义。本届自然资本项目年会即在可持续发展目标需求和科学发展背景下,致力于建立科学与决策之间的桥梁,主要围绕“宜居城市”和“可持续发展”两大主题展开。综合来看,本届自然资本项目年会围绕生态系统服务的科学和决策实践的讨论可归纳为以下几个方面:

### 2.1 宜居城市

随着城市化的日益加剧,城市的增长和发展在为居民提供健康、安全、公平和可持续的生活环境等方面面临严峻挑战<sup>[4]</sup>。城市常常通过绿色基础设施提供关键生态系统服务,并提高城市的宜居性。基于自然的解

决方法(Nature-based Solutions),一般通过评估其投入和产出,综合利用科学认识和科研方法,为政府决策制定提供弹性的、可持续发展的、公平正义的城市规划。围绕宜居城市,本次会议展示了全球各地探索城市生态系统服务的研究成果,以及城市规划在提高城市应对全球变化适应性方面的作用。具体内容涉及以下方面:1)定量描述城市生态系统服务供给和价值的工具和方法研究,包括城市文化生态系统服务,水质和其他健康问题;2)基于自然解决方案管理的公平性分析;3)基于自然的解决方法在局地、区域和全球尺度的实施和应用。

## 2.2 可持续发展

整合自然资本和生态系统服务,对生态系统、景观管理进行科学决策,是保障区域可持续发展的有力支撑<sup>[5]</sup>。投资自然资本,增加自然资本的资源供给数量和质量,提高生态系统服务,促进生态的改善和社会发展,是区域可持续发展的重要内容。因此,研究气候变化、土地利用和社会经济因素的影响,厘清自然资本关系,正确评估生态系统服务供给和利益相关者的生态系统服务需求,有助于制定出适应区域生态系统与人类社会可持续发展的最优决策,从而维持和改进景观生态系统服务和人类福祉之间的关系<sup>[6]</sup>,实现提高特定区域人类福祉的最终目标。本次会议中可持续发展主题的讨论,旨在将自然的多元价值整合到发展决策中去。通过政府计划、公共和私营部门投资维持和加强生态系统服务,从而实现更可持续、更有弹性和更公平的发展。因此在可持续发展的讨论中,政府规划者、私营部门、民间社会组织和科研人员们一道,围绕3个议题展开:1)将自然资本纳入发展规划,空间规划和基础设施投资决策;2)设计和实行政策和融资机制,激励生态系统服务的保护;3)为自然资本与人类健康,生计以及其他相关发展决策目标提供科学理论和工具。

## 2.3 淡水安全和流域管理

流域是水生态系统和陆地生态系统结合的复杂复合系统,维持淡水生态系统服务稳定的措施会牵动流域尺度上多方要素。同时,研究表明,流域保护能够降低由水造成的灾害风险,增加流域内的服务受益者<sup>[7]</sup>。科学水平的提高和发展为水资源风险和流域管理提供方法。然而,将流域的科学认知纳入决策时常受制于基础数据不完整、影响途径和时间跨度的认识有限等。同时,切实可行的科学方法也需要考虑利益相关方和决策者的需求。围绕这一议题,会议重点梳理相关知识的差距,并讨论哪些科学方法和新数据对实现更好的流域管理具有最大的操作可行性;讨论实施流域保护的工具和案例研究,以便更好地连接科学与政策实施;并展示了很多长期以来保证淡水和其他生态系统服务安全的案例。

## 2.4 海岸带恢复力

随着人口增加和海洋活动的增强,人们对海洋和海岸带生态系统服务的需求日益增加,全球的海洋都面临栖息地退化的风险。为应对该挑战,科学家和政府共同努力,通过海洋规划,海岸带管理,基于生态系统服务的管理等措施,共同维护海岸带的可持续发展<sup>[8]</sup>。会议围绕沿海地区的可持续发展问题展开讨论,包括为沿海社区提高抵御风险能力提供基于自然方法的信息和科学;此外,多边发展银行、私营部门、基金会、社区和专家学者等分享了海岸带研究经验,讨论了目前沿海系统可持续发展面临的问题,并提出了私营部门对信息的需求等。

## 2.5 投资标准化制定

世界主要的私营组织具有超过政府的财政资源和影响力,其运营决策对实现全球环境可持续性和绿色增长至关重要。跨国公司和金融体系共同推动了整个生产部门的行为。越来越多的公司和金融投资者已经公开承诺投资可持续发展。这些承诺越来越多地围绕一套共同的标准来管理行为和决策。例如,在基础设施领域,制定可持续标准以支持公司融资、开发和设计基础设施项目。但是,要使这些投资具有意义,就需要建立在有关生态系统变化可靠的、公开透明的数据基础上。通过研究新方法或信息来评估私人 and 金融部门投资标准的影响作用,实现从生态系统服务目标指标的评估转向基于实时遥感数据和生态系统服务建模的问责制。

## 2.6 模型培训和探索

会议包含自然资本方法的应用模型和方法的讨论,分为对整合生态系统服务的模型的讨论,以及生态系

统服务研究的常用方法的讨论,比如情景模拟。单一生态系统服务模型有助于理解人类从自然获取单一服务类型要素。然而,真实的决策环境要求整合多个模型和数据支撑的工作流。会议分别探讨了将多个模型(通常包括 InVEST)进行比较或集成到为特定研究或决策目的而构建的工作流或工具包中。情景是关于社会-生态系统的未来如何展开的合理预判,情景规划已成为社会-生态发展的重要工具。通过情景模拟,考虑关键的不确定性和折衷方案,重新思考和认识我们与生物圈的关系。然而,大多数情景都深深扎根于过去,依赖于对以往经验和现在趋势的推断。为了充分预测人类世界的根本性变化,我们可能需要采取全新的方法来实现情景。在本次会议中,讨论了新的参与未来的方式,以及科学在指导当今集体选择中的作用,将人类社会的变革性和创造性潜力引向地球的积极未来。

### 3 会议启示

自然资本科学和实践的结合,致力于实现区域可持续发展。在自然和人类协调发展领域,我国在科学研究和政策制定方面均发挥了引领作用。不仅在科学基础方面做出了突出的成绩<sup>[9]</sup>,许多政策的目标、尺度和持续时间也体现了高度的创新性<sup>[10]</sup>。随着十三届全国人大一次会议将生态文明写入宪法,将生态文明建设融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程。我国步入了中国生态文明建设和发展的新阶段。加快构建人类命运共同体,推进地区生态文明体制改革,加大生态环境保护力度,推动经济社会高质量发展,提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的美好生活需要。针对中国快速发展中所面临的众多资源环境生态与可持续发展中的问题<sup>[11]</sup>,满足决策者的迫切需求,从事生态学、地理学的相关科研工作者面临前所未有的机遇和挑战。本次会议对于我国推进自然资本科学融入政策制定具有如下启示:

#### 3.1 深入理解自然资本过程和价值,为决策支持提供理论依据

推进自然资本科学的进一步发展,识别关键自然资本,定量评估生态系统服务,厘清生态系统服务供给和需求的时空分布和社会差异,并探究生态系统服务之间的权衡关系<sup>[12-13]</sup>。当前自然资本科学发展需要解决的问题包括以下3个方面:

(1) 量化生态系统服务的供给和恢复力。当前,先进的科学方法和模型使我们更容易理解生态系统服务的供给和人类所获得的惠益,预测未来土地利用和气候变化对生态系统的影响成为主流,但在理解生态系统的适应性方面仍然不足,对于复杂生态系统的适应性应当从自然和社会科学结合的方法,分析环境和社会如何影响生态系统服务,以及生态系统对外界变化的反应和适应<sup>[1]</sup>。

(2) 推进生态系统服务权衡关系纳入决策。生态系统服务供给的权衡决策会改变服务的流向、流量,且在不同的人类与自然耦合系统之间,存在着复杂的传送、接受和外溢作用。生态系统服务权衡将生态系统服务的供给与需求有机地联系起来,成为生态系统服务补偿的决策依据<sup>[5]</sup>。因此,推进生态系统服务权衡关系纳入决策依据,有助于正确评估生态系统服务供给和利益相关者的生态系统服务需求,制定出适应区域生态系统与人类社会可持续发展的最优决策。

(3) 理解政策和管理对生态系统服务的影响。政策对自然资本的可持续利用和生态系统供给的影响有助于区域的适应性管理,尤其是生态系统服务付费<sup>[14-15]</sup>。同时,多方利益相关者的识别,跨尺度及区域的生态系统服务评估到相关政策的制定和实施,仍处在研究的初步阶段<sup>[16]</sup>。

#### 3.2 优化自然资本评价和参与决策方法,为决策支持提供途径

在深入理解自然资本和生态系统服务的基础上,创新生态系统服务评估方法,应用情景分析等手段,将自然资本科学应用到生态系统服务的集成管理与优化决策之中。会议讨论了生态系统服务测量的新模型和方法,例如应用定位照片和社交媒体评价景观娱乐服务,发展自下而上的方法评价自然和社会资本等。情景分析主要针对影响系统的关键要素,制定生态保护或社会经济发展优先或两者兼顾的未来情景,模拟未来的发展趋势,得到不同情景下生态系统服务的特征。

#### 3.3 关注自然资本研究前沿,满足社会发展新需求

在把握传统和主流自然资本科学发展的基础上,关注科学研究的新前沿问题,有助于解决社会发展面临

的新问题。其中, 自然资本和人类健康, 是一个值得关注的前沿问题。本次会议中, 汇集了来自医学、公共卫生和疾病生态学专家, 重点讨论了生态系统服务和流行病之间的关系。交流分享生态系统服务和流行病之间的科学知识, 探索如何通过提升生态系统服务降低人类流行病等。

### 3.4 加强学科融合和国际交流, 促进自然资本整合到政策和管理实践

从自然资本到决策实践, 需要生态学、地理学、经济学、社会学等多种科学助力。我国在推进资源环境生态和可持续发展过程中, 虽然取得了一些成果和经验, 但公众认知、非政府组织介入和决策评估等多方面仍有不足。因此, 在推动自然资本参与决策的发展过程中, 亟需加强多学科交流和国际合作。在实现生态文明和绿色发展的框架下, 对我国自然资本进行分区和评估<sup>[17]</sup>, 探究自然资本的变化规律和发展趋势, 建立符合我国国情的自然资本管理机构, 制定自然资本管理的途径、方法和目标, 以期实现可持续发展目标。

### 参考文献 (References):

- [ 1 ] Guerry A D, Polasky S, Lubchenco J, Chaplin-Kramer R, Daily G C, Griffin R, Ruckelshaus M, Bateman I J, Duraiappah A, Elmqvist T, Feldman M W, Folke C, Hoekstra J, Kareiva P M, Keeler B L, Li S Z, McKenzie E, Ouyang Z Y, Reyers B, Ricketts T H, Rockström J, Tallis H, Vira B. Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2015, 112(24): 7348-7355.
- [ 2 ] Daily G C, 欧阳志云, 郑华, 李树苗, 王玉宽, Feldman M, Kareiva P, Polasky S, Ruckelshaus M. 保障自然资本与人类福祉: 中国的创新与影响. *生态学报*, 2013, 33(3): 669-676.
- [ 3 ] Ruijs A, van Egmond P. Natural capital in practice: How to include its value in Dutch decision-making processes. *Ecosystem Services*, 2017, 25: 106-116.
- [ 4 ] Peng J, Tian L, Liu Y X, Zhao M Y, Hu Y N, Wu J S. Ecosystem services response to urbanization in metropolitan areas: thresholds identification. *Science of the Total Environment*, 2017, 607-608: 706-714.
- [ 5 ] 彭建, 胡晓旭, 赵明月, 刘焱序, 田璐. 生态系统服务权衡研究进展: 从认知到决策. *地理学报*, 2017, 72(6): 960-973.
- [ 6 ] Runtung R K, Bryan B A, Dee L E, Maseyk F J F, Mandle L, Hamel P, Wilson K A, Yetka K, Possingham H P, Rhodes J R. Incorporating climate change into ecosystem service assessments and decisions: a review. *Global Change Biology*, 2017, 23(1): 28-41.
- [ 7 ] Vogl A L, Goldstein J H, Daily G C, Vira B, Bremer L, McDonald R I, Shemie D, Tellman B, Cassin J. Mainstreaming investments in watershed services to enhance water security: Barriers and opportunities. *Environmental Science & Policy*, 2017, 75: 19-27.
- [ 8 ] Arkema K K, Verutes G M, Wood S A, Clarke-Samuels C, Rosado S, Canto M, Rosenthal A, Ruckelshaus M, Guannel G, Toft J, Faries J, Silver J M, Griffin R, Guerry A D. Embedding ecosystem services in coastal planning leads to better outcomes for people and nature. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2015, 112(24): 7390-7395.
- [ 9 ] Ouyang Z Y, Zheng H, Xiao Y, Polasky S, Liu J G, Xu W H, Wang Q, Zhang L, Xiao Y, Rao E M, Jiang L, Lu F, Wang X K, Yang G B, Gong S H, Wu B F, Zeng Y, Yang W, Daily G C. Improvements in ecosystem services from investments in natural capital. *Science*, 2016, 352(6292): 1455-1459.
- [ 10 ] Liu J G, Li S X, Ouyang Z Y, Tam C, Chen X D. Ecological and socioeconomic effects of China's policies for ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2008, 105(28): 9477-9482.
- [ 11 ] 傅伯杰. 地理学: 从知识、科学到决策. *地理学报*, 2017, 72(11): 1923-1932.
- [ 12 ] Goldstein J H, Caldarone G, Duarte T K, Ennaanay D, Hannahs N, Mendoza G, Polasky S, Wolny S, Daily G C. Integrating ecosystem-service tradeoffs into land-use decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, 109(19): 7565-7570.
- [ 13 ] Zheng H, Li Y F, Robinson B E, Liu G, Ma D C, Wang F C, Lu F, Ouyang Z Y, Daily G C. Using ecosystem service trade-offs to inform water conservation policies and management practices. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2016, 14(10): 527-532.
- [ 14 ] Ferraro P J, Hanauer M M, Miteva D A, Nelson J L, Pattanayak S K, Nolte C, Sims K R E. Estimating the impacts of conservation on ecosystem services and poverty by integrating modeling and evaluation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2015, 112(24): 7420-7425.
- [ 15 ] 欧阳志云, 郑华, 谢高地, 杨武, 刘桂环, 石英华, 杨多贵. 生态资产、生态补偿及生态文明科技贡献核算理论与技术. *生态学报*, 2016, 36(22): 7136-7139.
- [ 16 ] Li C, Zheng H, Li S Z, Chen X S, Li J, Zeng W H, Liang Y C, Polasky S, Feldman M W, Ruckelshaus M, Ouyang Z Y, Daily G C. Impacts of conservation and human development policy across stakeholders and scales. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2015, 112(24): 7396-7401.
- [ 17 ] Lü Y H, Zhang L W, Zeng Y, Fu B J, Whitham C, Liu S G, Wu B F. Representation of critical natural capital in China. *Conservation Biology*, 2017, 31(4): 894-902.