

DOI: 10.20103/j.stxb.202402240390

胡雄蛟, 林亦晴, 高晓龙, 徐卫华, 欧阳志云. 生物多样性价值内涵和评估方法研究进展. 生态学报, 2024, 44(20): 8957-8967.

Hu X J, Lin Y Q, Gao X L, Xu W H, Ouyang Z Y. Research progress on the connotation of biodiversity value and assessment methods. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(20): 8957-8967.

生物多样性价值内涵和评估方法研究进展

胡雄蛟^{1,2}, 林亦晴^{1,2}, 高晓龙³, 徐卫华^{1,*}, 欧阳志云¹

1 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

2 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049

3 北京市水务规划研究院, 北京 100048

摘要: 生物多样性价值评估是推动全球生物多样性保护, 可持续发展和主流化政策制定的基础, 现已成为国际生物多样性保护框架的重要组成部分。采用 CiteSpace 知识图谱工具, 系统梳理了国内外生物多样性价值相关研究的发文数量、研究热点、趋势和代表性成果, 阐明了生物多样性价值内涵和生物多样性经济价值分类体系。基于生态经济学研究成果, 分别介绍实际市场法、替代市场法和模拟市场法三类生物多样性价值评估方法的概念、特点和应用场景, 并依据总经济价值框架, 结合案例分别对直接使用价值、间接使用价值、选择价值、遗产价值和存在价值的评估思路、适用方法进行了比较和总结。针对价值评估研究存在的不足, 从厘清生物多样性价值内涵, 建立价值核算规范, 加强与国民经济核算体系关联三方面提出未来的研究建议, 以为生物多样性保护和生物多样性价值研究提供支撑。

关键词: 生物多样性; 价值; 内涵; 评估方法; 生态系统服务

Research progress on the connotation of biodiversity value and assessment methods

HU Xiongjiao^{1,2}, LIN Yiqing^{1,2}, GAO Xiaolong³, XU Weihua^{1,*}, OUYANG Zhiyun¹

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Beijing Institute of Water Planning, Beijing 100048, China

Abstract: Biodiversity valuation is the basis for effective global biodiversity conservation, natural resource sustainability as well as biodiversity mainstreaming policymaking. It is essential for quantifying nature's contribution to human well-being and promoting sustainable development. It has become an important component of several international biodiversity conservation frameworks. Firstly, the study systematically sorted the number of articles, research hotspots, trends, and representative results of biodiversity valuation studies in Web of Science Core Collection and CNKI databases by utilizing CiteSpace software. Research on biodiversity valuation theory began in the 1990s, recognizing that biodiversity has both instrumental and intrinsic value. The 1990s and 2000s were the foundational period of biodiversity valuation research, forming the far-reaching Total Economic Value framework. From the beginning of the 21st century to the present, research on biodiversity value has developed at a rapid pace, focusing on biodiversity in part of species richness, ecosystem services, functional diversity, climate change, sustainable development. In global ecological research, biodiversity value has become a hot topic. Secondly, based on the research status, the connotation of biodiversity value and the classification system of biodiversity economic value were briefly described. From the economic perspective, it is divided into use value and non-use value, and the secondary classification includes direct use value, indirect use value, option value, bequest value, and existence value.

基金项目: 国家重点研发计划“自然保护地保护成效与空间优化技术”项目(2022YFF130144)

收稿日期: 2024-02-24; **网络出版日期:** 2024-07-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xuweihua@rcees.ac.cn

From the perspective of ecosystem diversity value, it is divided into provision services value, regulating services value, and culture services value. Thirdly, the concept, characteristics, and application scenarios of the three types of biodiversity valuation methods, the actual market method, the alternative market method, and the hypothetical market method were explained based on the relationship between biodiversity goods and the trading market. According to the TEV framework, the valuation methods applicable to each type of value are compared and summarised. Combined with case studies, it introduces the application of the functional-value idea, the equivalent factor idea, the willingness-to-pay idea, bioprospecting agreements, and biodiversity credit in valuation practice. Finally, to address the shortcomings of value assessment research, future research proposals are made in the following three aspects: (1) Improve the methodological research on the connotation of biodiversity value and the value classification system. (2) Establish biodiversity value assessment norms and explore the construction of an integrated or sub-dimensional value assessment index system. (3) Strengthen the link between biodiversity value and the national economic accounting system to promote the mainstreaming of biodiversity. This paper can provide support for biodiversity conservation and biodiversity value research.

Key Words: biodiversity; value; connotation; assessment methods; ecosystem services

生物多样性是生态系统服务产生的基础,能直接或间接的被人类利用,提供食品、纤维、药品、工业原料等物质产品,支持水源涵养、土壤保持、洪水调蓄、气候调节等多种调节服务,为旅游康养、休闲游憩、科普研学等文化活动提供场地,同时具有经济效益、生态效益和社会效益^[1-2]。由于气候变化、人类活动和对自然资源破坏性的开发使用,生物多样性在全球范围快速丧失,过去的经济政策和科学研究未能准确评估生态环境及自然资源的价值,导致了生物多样性资源的“公地悲剧”,被认为是威胁生物多样性的根本原因之一^[3-4]。世界经济论坛发布的《2020 年全球风险报告》指出,全球超 50% 的 GDP 生产依赖于生物多样性及其提供的服务,量化生物多样性丧失对人类福祉的影响具有重要意义^[5]。

评估生物多样性价值是生物多样性有效保护和可持续利用的前提,现已成为国际生物多样性保护框架的重要组成部分。联合国《生物多样性公约》缔约方第十五次会议通过“昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架”(以下简称昆蒙框架),将“继续合作推动保护和可持续利用生物多样性纳入或主流化到决策之中,并将生物多样性的多元价值纳入到政策、法规、规划进程、减贫战略和经济核算中”列为行动目标之一^[6]。2021 年中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于进一步加强生物多样性保护的意見》,提出了完善生物多样性评估体系,“建立生态系统服务功能、物种资源经济价值等评估标准体系”的目标^[7]。将生态系统对社会经济系统的贡献转化为简单、可度量、可比较的货币指标,可以为决策者提供信息,有利于保护和恢复生态资产,维持并加强生态系统服务流,推动生物多样性保护转型变革,实现生物多样性在政府绩效考核、领导干部离任审计、生态保护补偿等政策中的主流化应用^[8]。

概念化生物多样性与人类福祉之间的联系,提高科学和政策领域对生物多样性价值的认知水平,对于生态保护、恢复和可持续发展具有现实意义^[9]。近年来,生物多样性价值已成为保护生物学、生物多样性经济学等方向的研究重点和难点。本文基于 CiteSpace 知识图谱分析,梳理国内外生物多样性价值相关研究热点、趋势和最新研究成果,阐明生物多样性价值内涵和分类体系,总结评述价值评估的方法、思路和应用场景,并对未来的研究重点进行展望,希望能够为生物多样性价值理论研究和评估实践提供科学依据。

1 国内外生物多样性价值研究概况

生物多样性是动物、植物、微生物与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性是研究较多且意义重大的三个生物多样性层次^[10]。物种多样性是生物多样性的关键研究方向,遗传多样性决定了物种的进化潜能,生态系统多样性是物种多样性形成的基础条件,三者相互依存^[11-12]。

采用 CiteSpace 6.3.R1 工具,对国内外以“生物多样性价值”为研究主题的文献进行了计量分析,对生物多样性价值内涵、分类体系的发展脉络进行了溯源和总结。英文文献来源于 Web of science (WOS) 核心数据集,检索关键词为“biodiversity value”和“value of biodiversity”,选择文献类型为“Article”和“Review Article”,去除重复后共 698 篇有效文献。中文文献来源于中国知网 (CNKI) 数据集,检索关键词为“生物多样性价值”,为保证内容的可靠性,仅选择类型为“学术期刊”的文献,共 498 篇。所得文献的年度分布情况如图 1 所示。

相关英文文献最早发表于 1991 年,中文文献最早发表于 1992 年。2010 年前,中英文文献年度发表数量均呈现稳步增长趋势;在 2000 年后出现数量增长的小高峰,年度发文数量突破个位数,逐渐增长至 20 篇左右。2010 年后,英文文献数量增长幅度明显加快,中文文献数量则呈现波动的缓慢上升趋势,这可能与学者们倾向于发表英文文献有关。总体而言,自 1990 年后,“生物多样性价值”这一研究主题逐渐受到国内外学者的重视,近年来受关注程度越发提升。

1.1 国外研究进展

全球生物多样性的急剧丧失造成了巨大的外部影响,经济学家和生态学家开始认识到,为转变民众认知、激励生物多样性保护,证明生物多样性的正向经济效益具有必要性^[13-14]。生物多样性价值相关研究从兴起至今约 35 年历史,大致可以分为以下三个阶段:

20 世纪 90 年代初,是经济学尚未引入生物多样性研究的萌芽阶段,生态学家仅关注价值内涵,不重视如何计算经济价值。学者们首先在生物多样性具有实用价值方面达成共识,生物多样性能够提供满足人们生存发展必不可少的食品、原材料、药品和多种生态系统服务,具有直接和间接经济价值^[13];Randall^[15], Ehrlich P 和 Ehrlich A^[13], Oksanen^[16] 等从哲学、美学、伦理学等角度提出对生物多样性内在价值的思考。

20 世纪 90 年代到 21 世纪初,是生物多样性价值研究的奠基阶段,价值内涵日渐完善,价值分类体系基本形成。McNeely, Pearce, Moran, Turner 等学者是将经济学应用于生物多样性研究的先驱者^[17-19]。1990 年, Pearce 与 Turner 合作撰写的《自然资源与环境经济学》中提出了总经济价值 (TEV) 框架,并在 1994 年《生物多样性经济学》中将其应用于生物多样性价值评估。TEV 由使用价值和非使用价值组成,其中使用价值包括直接使用价值、间接使用价值和选择价值,非使用价值包括遗产价值和存在价值^[14, 20]。他们指出,评估“价值”实际是衡量生物多样性的增量对整体经济的影响,由此形成了首个生物多样性价值分类体系^[14]。1995 年,经济合作与发展组织 (OECD) 发布的《环境项目和政策的经济评价指南》中沿用了 Pearce 等的价值分类体系,仅将选择价值改为非使用价值类别^[21]。TEV 框架得到了广泛的认可,至今仍然是生物多样性价值分类的标准^[22-24],但选择价值归属于使用价值或是非使用价值,目前还没有定论。在此阶段,“支付意愿”是国际通用的生物多样性价值衡量指标。

21 世纪初至今,是生物多样性价值研究的高速发展阶段,价值评估关注的研究对象多元化,成为多个国际环境经济统计框架的重要组成部分。CiteSpace 关键词共现结果显示,价值评估研究由早期的多关注“物种丰富度”,逐渐发展为关注“生态系统服务”、“栖息地”、“功能多样性”、“气候变化”、“可持续发展”等^[25-27]。Nunes 和 van den Bergh^[28] 根据生物多样性、生态系统、物种和人类福祉之间的逻辑关系,将生物多样性价值分为遗传和物种多样性、自然栖息地和景观多样性、生态系统功能和生态系统服务流、不被利用的生物多样性四类价值,并对不同类别适用的价值评估方法做出了比较全面的总结。Naeem 等^[29], Morse-Jones 等^[30],

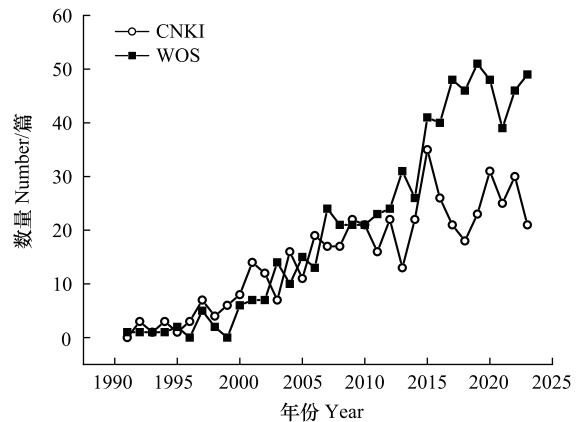


图 1 “生物多样性价值”文献数量年度分布图

Fig.1 Annual distribution of “biodiversity value” articles

Admiraal 等^[31]指出了 TEV 评估体系的不足,并探讨了如何将生态系统自身的恢复力和可持续性的概念纳入 TEV 评估,他们的研究促进了动态的可持续发展理论与经济评价方法的结合。2008 年,生态系统与生物多样性经济学(The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB)国际倡议启动,提请人们关注生物多样性与生态系统服务、全球经济效益之间的联系,为解决生物多样性价值评估面临的生态学、经济学和政策上的挑战提供了新的思路和方法^[32]。2012 年,生物多样性和生态系统服务政府间科学政策平台(Intergovernmental Science-Policy Platform for Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES)成立,旨在全球、区域等多尺度开展生物多样性价值评估,提出了自然对人类的贡献(Nature's Contributions to People, NCP)这一核心概念,并强调了“文化”在评估实践中发挥的关键性作用^[33]。2021 年,联合国通过“环境经济统计与生态统计体系(System of Environmental-Economic Accounting-Ecosystem Accounting, SEEA-EA)”全新统计框架,其中定义了生物多样性价值的内涵,“应当包括遗传、物种、生态系统多样性等各个维度的价值”,并要求各国核算自然资本的价值,建立遗传资源、物种、生态系统资产账户,可以为生物多样性价值核算提供基础数据,支持人与自然相互作用经济效益的研究^[34-35]。

1.2 国内研究进展

基于 CiteSpace 关键词共现分析,国内研究主要关注如何评估生物多样性价值,生物多样性保护价值,生态系统服务及其功能价值,森林、湿地生物多样性价值等研究方向^[36-39]。1997—2007 年、2013—2016 年,“价值”、“价值评估”先后成为高频突现关键词,这说明“如何评估生物多样性价值”这一研究方向受到学者们的极大重视。基于 CiteSpace 作者合作网络分析,截至 2024 年 5 月,国内学者的发文数量均在 5 篇及以下,发文频次较低,合作网络结构分散,尚未形成高产和高影响力的学者群体。

1992 年,宋荔发表第一篇论文,将生物多样性价值分为直接价值和间接价值,前者是自然产品的使用价值和商业价值,后者是用于科学研究和环境保护活动产生的价值^[40]。傅怀清^[41-42]、闵庆文^[43]先后翻译了 Ehrlich P 和 Ehrlich A, Oksanen 的论文,将生物多样性具有实用价值和内在价值的观念引入国内。1998 年,郭中伟和李典谟发表国内首篇阐述生物多样性经济价值的综述文章,将经济价值分为可利用价值和非利用价值,前者进一步分为直接利用价值、间接利用价值和可选择价值,后者主要是指存在价值^[44]。薛达元等认为选择价值介于使用和非使用价值之间,他们选择长白山自然保护区开展生物多样性间接使用价值、旅游价值、非使用价值的评估,构建了较为完善的自然保护区生物多样性价值评估方法体系,为国内的价值评估实践奠定了基础^[45-47]。吴火和等从生物多样性保护区域周围居民、投资者、消费者等利益相关方角度进行价值分类,与 NCP 方法中强调要建立一个更包容、更符合当地利益的价值评估框架有一定相通之处^[33, 48]。2003—2008 年,徐慧、杨金凤等多位学者发表了国内外生物多样性价值的综述文章,重点关注价值分类和评估方法,但相关综述性研究在 2010 年后基本处于停滞状态^[1, 49-51]。

2 生物多样性价值内涵及分类体系

基于生物多样性的概念,生物多样性价值应当定义为“生态复合体以及与此相关的各种生态过程”所提供的具有经济意义的价值,即包括遗传、物种、生态系统多样性等各个维度的价值。Pascual 等^[23]指出,从经济学角度对生物多样性价值进行分类,是一种以人类为中心的思想,强调生物多样性作为“实用工具”对人类福祉的贡献。“价值”的衡量标准是货币,一方面表征了保护修复生物多样性所需支付的成本,另一方面量化了生物多样性对人类社会的效用和福祉^[44]。

科学的分类体系是量化生物多样性价值的前提。截至目前,TEV 仍然是衡量生物多样性价值的主要框架。TEV 由使用价值和非使用价值组成,其中使用价值包括直接使用价值和间接使用价值,非使用价值包括遗产价值和存在价值。选择价值也是生物多样性价值的重要组成部分,Pearce 等^[18]的分类体系将其归类于使用价值,OECD^[21]的分类体系将其归类于非使用价值。

直接使用价值是遗传资源、物种或生态系统直接被利用产生的价值,例如为人类社会提供食物、药物、工

业原材料、林副产品、旅游地等;间接使用价值是生态系统的支撑功能及多种调节服务对人类福祉间接产生的经济影响,例如水源涵养、土壤保持、防风固沙价值等。选择价值是维持生物多样性资源应对当下或未来问题产生的效用,例如遗传多样性用于选育新品种产生的价值^[52]。遗产价值和存在价值分别是为后世保存完整的生物多样性资源和维持某种生物多样性资源存在产生的普遍价值^[24, 49, 53]。

在遗传、物种多样性维度,目前还没有形成完善的价值分类体系。但在生态系统多样性维度,常采用生态系统服务价值分类体系,分为物质供给、调节服务和文化服务价值。物质供给价值是农林牧渔业产品、水产品、生物质能等生态系统为人类提供并被使用的物质产品的价值;调节服务价值是水源涵养、土壤保持、防风固沙、洪水调蓄等生态系统为维持或改善人类生存环境提供的惠益的价值;文化服务价值是旅游康养、休闲游憩和景观增值等生态系统为提高人类生活质量提供的非物质惠益的价值^[54-55]。

3 生物多样性价值评估方法

3.1 评估方法

基于生态经济学、资源经济学、福利经济学等方向的研究成果,依据生物多样性产生的商品或生态系统服务与交易市场的关系,生物多样性价值评估方法可分为实际市场法、替代市场法和模拟市场法三类,表 1 对其概念进行了比较辨析^[51, 56-57]。

表 1 生物多样性价值评估方法概念辨析

Table 1 Conceptual analysis of biodiversity valuation methods

类别 Category	评估对象是否具有实际市场价值 Whether the assessment subject has actual market value	替代品是否具有实际市场价值 Whether the substitute has actual market value	是否构建模拟市场 Whether to build a hypothetical market
实际市场法 Actual market method	是	\	\
替代市场法 Alternative market method	否	是	\
模拟市场法 Hypothetical market method	否	否	是

实际市场法,对具有实际市场价值的评估对象,以市场价格衡量其经济价值,评估方法主要有市场价值法、费用支出法和生产函数法。市场价值法和费用支出法分别采用真实的市场价格或费用支出评估生态产品的经济价值,适用于农林牧渔等物质供给产品,固碳释氧、景观增值等生态系统服务^[57-58]。生产函数是指在一定时期技术水平不变的情况下,生产要素的数量与最大生产产量之间的关系,可用于评估生产特定商品或服务的环境投入(遗传资源、野生动植物等)的价值^[2]。

替代市场法,又称为显示性偏好法,通过估算与评估对象相似的替代品的市场价值衡量其经济价值,主要有替代成本法、旅行费用法、享乐价格法、机会成本法等。替代成本法,使用替代品市场价格估算等量实现生态产品提供的惠益所需要的成本,替代品可以是消费品、投入品或资本投入(如用空调耗电量替代气候调节服务,用高粱替代鲜草等饲料,用水库的建设成本替代洪水调蓄服务等),适用于水源涵养、土壤保持、洪水调蓄等多种生态系统调节服务价值评估^[58]。旅行费用法和享乐价值法通过调查旅客对旅行地点的偏好计算所需的旅行费用,或为享受优质的环境商品愿意支付的费用,计算旅游地的游憩价值,主要适用于旅游康养、休闲游憩类文化服务产品^[59-60]。机会成本法,以保护评估对象放弃原先用途所需要付出的最大机会成本来估算评估对象的价值,常用于衡量决策的后果^[58]。

模拟市场法,又称为陈述性偏好法,人为地构造模拟市场通过支付意愿来衡量评估对象的经济价值,包括条件价值法和选择实验法。条件价值法,通过询问人们对某种生态产品的支付意愿或忍受环境损失的受偿意愿来表征生物多样性价值^[61-62]。选择实验法,向受访者提供多种保护政策或措施的实验设计方案,询问他们

的支付意愿偏好,一般与条件价值法配合使用^[63-64]。模拟市场法是生物多样性非使用价值最重要的评估方法,应用范围从评估栖息地的狩猎、休憩、美学等价值,逐渐扩展到生态系统服务功能价值、自然生境价值、物种保护价值、旅游娱乐价值等多方面^[65]。

3.2 价值分类与评估思路

生物多样性价值评估方法种类繁多,结合 TEV 分类体系,下文分别叙述直接使用价值、间接使用价值、选择价值、遗产价值和存在价值的评估思路、评估方法及研究案例,表 2 对各生物多样性价值类别适用的评估方法进行了比较和总结。

表 2 生物多样性价值适用评估方法
Table 2 Applicable valuation methods of biodiversity value

类别 Category	生物多样性效益 Biodiversity benefits	适用方法 Application methods
直接使用价值 Direct use value	原材料(食品、纤维、燃料等)、副产品、自然生境(休闲、旅游场所)	+ : MV, EP, PF, TC, HP - : SC, OC, CV, CE
间接使用价值 Indirect use value	一定时空范围内生态系统提供的调节服务(水源涵养、土壤保持、固碳等)	+ : MV, EP, PF, SC, OC - : TC, HP, CV, CE
选择价值 Option value	生产过程的投入(农业、医药等领域)、应对未知危机	+ : CV, CE, BA - : MV, EP, PF, SC, OC, TC, HP
遗产和存在价值 Bequest and existence value	旗舰物种、生物多样性保护热点地区、自然遗产(美学、道德、伦理价值)	+ : CV, CE, BC - : MV, EP, PF, SC, OC, TC, HP

MV: 市场价值法 Market value; EP: 费用支出法 Expense payment; PF: 生产函数法 Production function; SC: 替代成本法 Substitute cost; TC: 旅行费用法 Travel cost; HP: 享乐价格法 Hedonic price; OC: 机会成本法 Opportunity cost; CV: 条件价值法 Contingent value; CE: 选择实验法 Choice experiment; BA: 生物资源挖掘协议 Bioprospecting agreements; BC: 生物多样性信用 Biodiversity credit; 符号+(-)代表该方法适用(不适用)于该生物多样性价值类别的评估,展现形式参考 Nunes 和 van den Bergh^[28]

3.2.1 直接使用价值

直接使用价值遵循功能量到价值量的评估思路。原材料及副产品拥有真实的市场价格,适用市场价格法、费用支出法、生产函数法等实际市场法;自然生境能够提供休闲游憩、旅游康养等文化服务,适用旅行费用法、享乐价格法等替代市场法。

在遗传和物种多样性维度,目前少有价值评估体系的探索,多数研究仅以某个物种或其种质资源为评估对象。丁广洲和王晓为^[66]初步建立了遗传资源价值评估体系,将功能量核算分为保存量、野生量和栽培量核算,野生种和栽培种具有市场交易价格,适用市场价格法或费用支出法核算价值量。王智等^[67]采用市场价格法评估 Bt 抗虫棉在提高棉花产量、增强抗虫性、减少农药使用方面的直接使用价值。部分研究通过生产函数法将物种种类或数量的变化与市场价值联系起来,例如 Hungate 等^[14]研究草地物种多样性增加与固碳服务价值的关系;Hanley 等^[68]评估传粉昆虫种类减少对授粉服务价值的影响等。

在生态系统多样性维度,可参照生态系统物质供给和文化服务价值的评估方法^[54]。例如,博文静等^[69]采用净现值法评估 2010 年中国森林生态系统的林木和林下产品价值;周金莺等^[70]采用旅行费用区间法评估衢州市一景区的生态旅游价值和人均游憩价值;时少华等^[71]采用个人旅行费用模型评估北京运河公园的游憩价值。

3.2.2 间接使用价值

间接使用价值与生态系统调节服务价值密切相关,目前主流的评估思路是功能量到价值量的思路和当量因子思路。固碳服务适用实际市场法,其余调节服务多适用替代成本法、机会成本法等替代市场法。

功能量到价值量的思路是基于单位服务功能价格的方法。根据确定的核算基准时间,通过统计调查、机理模型等选择符合核算区域特点的功能量核算方法和技术参数,先计算生态系统调节服务功能量,再依据功能量的市场价格或替代品的市场价格,通过生产方程计算价值量^[58]。功能量到价值量是生态产品总值(Gross Ecosystem Product, GEP)的核算思路,已在中国不同行政空间尺度完成了标准制定和试点应

用^[54,72-73];联合国 SEEA EA 也将 GEP 核算纳入到试验账户^[74]。

当量因子思路是基于 Costanza 等的生态系统服务功能分类和价值评估方法基础上的改进^[75]。首先确定 1 个单位面积当量因子的价值,1 个标准单位生态系统服务价值当量因子是指 1 公顷全国平均产量的农田每年自然粮食产量的经济价值,以此为参照结合专家知识确定其他生态系统服务的当量因子,用生态系统面积乘以对应的当量因子计算价值量^[75-76]。当量因子思路在地方、区域或国家尺度的生态系统调节服务价值核算中得到广泛应用^[76-79]。

3.2.3 选择价值

选择价值的评估对象一般不具有交易市场,也很难找到替代品,具有外部性和公共性,因此通常采用支付意愿的评估思路,适用条件价值法和选择实验法等模拟市场法。此外,在生物制药、农业技术研发等领域,已签订的生物资源挖掘协议为获取支付意愿提供了真实可信的途径。

支付意愿思路是基于经济学的效用最大化原理,采用问卷调查的方法直接询问公众愿意为评估对象支付多少费用,以此来衡量公众的偏好。评估结果受实验方法设计和受访者主观意愿影响较大,代表性和可信度存疑,但仍然是“公共商品”价值评估的最重要的方法^[57, 80]。研究表明,评估对象的身份对其经济价值影响很大,公众对知名物种的选择价值具有更高的期待;相较而言,数量众多的不知名物种并不能显著提高公众的支付意愿^[81]。

生物资源挖掘协议的金额为揭示遗传多样性选择价值提供了重要依据,企业为获取具有商业价值的遗传资源愿意支付数百万美元^[82]。Simpson 等^[83]研究认为,保护某物种可获取的生物资源挖掘价值,等于发现某生物材料的概率乘以该生物材料成功市场化后的平均收益,基于此思路建立了以单个物种或整个区域为挖掘单位的模型评估遗传多样性选择价值^[83-84]。吴健和邱晓霞^[85]改进了 Simpson 等的模型,得出中国高等植物的潜在价值约为 11825 亿元。

3.2.4 遗产价值和存在价值

遗产价值和存在价值均属于非使用价值,与哲学、伦理学、美学等属性相关,其价值量化面临很大的挑战^[86]。绝大部分研究采用支付意愿思路,模拟市场法是非使用价值最重要的价值评估方法。研究对象多为受威胁的旗舰物种、珍稀鸟类、海洋哺乳动物、重要景观和生物多样性热点区域。例如,条件价值法和选择实验法被应用于大熊猫、西黑冠长臂猿、秦岭地区的存在价值评估^[87-89];在欧洲多地开展的访谈结果显示,人们愿意为森林、海洋等生态系统的生物多样性保护政策付费,因为该类政策能够维持生物多样性的遗产价值^[25, 90]。

生物多样性信用量化,是指个人或公共机构将保育、增强、恢复或新建物种栖息地等行为使当地生物多样性产生的净增值量储存在生物多样性银行,再通过信贷的方式出售给有生态补偿需求的购买方,实现生物多样性价值向经济价值的转化^[91-92]。随着生物多样性银行数量的增长,信用交易的方式为非使用价值评估提供了新的思路。Gamarra 和 Toombs^[93]研究表明美国约 70% 的生物多样性银行以栖息地面积为授信依据,采用一英亩(0.4 公顷)等于一个信用额度的折算方式;美国华盛顿州和佛罗里达州的湿地缓解银行采取栖息地质量变化为授信依据,评估生态系统服务功能的实际市场法和替代市场法在其中得到了应用^[92]。

4 研究展望

价值评估能够评判生物多样性丧失的经济损失,量化开展保护行动的成本和效益,为制定可持续发展政策提供了依据。现有研究形成了可借鉴的评估思路和方法,研究对象多样,实践案例丰富。但仍存在诸多问题,包括生物多样性价值的理论基础薄弱,不同维度的价值分类体系模糊;尚未建立一体化评估指标体系和核算规范;评估结果主观性较强,难以应用于主流化的政策制定。基于研究现状,建议未来重点开展以下三个方面的研究。

4.1 厘清生物多样性价值内涵

生物多样性价值的理论基础薄弱,1990 年提出的 TEV 框架沿用至今,已无法适配 SEEA-EA 和 IPBES 提

出的新要求。SEEA-EA 指出要核算遗传、物种、生态系统多样性等各个维度的价值,建立资产账户;NCP 强调生物多样性不只有正面价值,还有负面价值(如传播疾病、物种入侵等)^[33]。由于缺少分维度的价值分类体系,实践中常将遗传和物种多样性价值,物种和栖息地的生物多样性价值混为一谈,存在交叉、重复计算的情况;不同研究构建的评估方法体系相差很大,结果缺乏代表性和可比性。生物多样性价值内涵方法学、价值分类体系方法学是支撑价值评估的基础性工作,为构建一体化的价值核算体系,厘清生物多样性价值内涵是亟待解决的问题。

4.2 建立生物多样性价值核算规范

GEP、生态资产等核算技术规范,TEEB、SEEA-EA 等国际统计框架的发展,为揭示自然贡献、经济发展、人类福祉三者的关系,评估生物多样性价值并管理生物多样性资源提供了新的理论、方法和技术支撑^[32, 34]。依据昆蒙框架的指引,应当加强生物多样性价值核算规范研究,着重解决使用价值评估难定价,非使用价值评估难量化,核算参数本地化等问题。针对特定行政区域单元或地域单元,探索构建一体化的生物多样性价值评估指标体系;针对特定研究对象,探索构建分维度的价值评估指标体系。考虑时间尺度对区域生物多样性价值的影响,开展生物多样性价值的动态评估研究。关注价值供给与市场需求的关系,充分考虑政策制定者和其他利益相关方的意见确定核算指标,确保核算规范的科学性和实用性。

4.3 加强生物多样性价值与国民经济核算体系关联

生物多样性具有公共商品的属性,人们的支付意愿很大程度上依赖于认知水平和生活环境,评估结果往往尺度单一、主观性强,与实际需求相距甚远。如何提高评估结果的适用性,将生物多样性价值评估纳入实际的经济模型是难题。2021 年《达斯古普塔报告》从生物多样性经济学角度探讨了生物多样性的价值,指出生物多样性作为对人类具有惠益性和稀缺性的自然资本,应当与生产性资本、人力资本一起纳入国民经济核算体系,共同构成国家综合性财富指标^[94]。SEEA-CF(Central Framework)、SEEA-EA 等国际环境经济核算体系指出,要把环境的负外部性纳入国民经济核算体系中,关注自然资本的盈余或亏损,以此衡量可持续发展情况。尽管近年涌现出大量的理论框架和核算体系,但大多还停留在倡议和试点层面,在实践层面的接受度和认可度较低,加强生物多样性价值与国民经济核算体系关联是推动生物多样性主流化发展必不可少的环节。

参考文献(References):

- [1] 杨金凤,王玉宽.生物多样性价值评估研究进展.安徽农业科学,2008,36(26):11491-11493.
- [2] Hanley N, Perrings C. The economic value of biodiversity. Annual Review of Resource Economics, 2019, 11: 355-375.
- [3] 马克平,钱迎倩.生物多样性保护及其研究进展[综述].应用与环境生物学报,1998,4(1):96-100.
- [4] 庄淑蓉,严祥,陈睿山.“公地悲剧”的研究进展及其对资源可持续治理的启示.自然资源学报,2023,38(6):1651-1666.
- [5] 中国生物多样性保护与绿色发展基金会.WEF 与 PwC 合作发布 NNE 最新报告,警示自然的经济风险正在上升.(2020-01-23)[2023-12-21]. <http://www.cbcdgf.org/NewsShow/4854/11093.html>.
- [6] 张龙江,李海东,马伟波,苏良湖,杜涵蓓.以生态文明示范建设推进生物多样性主流化.环境保护,2022,50(15):39-41.
- [7] 中华人民共和国中央人民政府.关于进一步加强生物多样性保护的意見.(2021-10-19)[2023-12-21]. https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/19/content_5643674.htm.
- [8] Ouyang Z Y, Song C S, Zheng H, Polasky S, Xiao Y, Bateman I J, Liu J G, Ruckelshaus M, Shi F Q, Xiao Y, Xu W H, Zou Z Y, Daily G C. Using gross ecosystem product (GEP) to value nature in decision making. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2020, 117(25):14593-14601.
- [9] Naem S, Chazdon R, Duffy J E, Prager C, Worm B. Biodiversity and human well-being: an essential link for sustainable development. Proceedings. Biological Sciences, 2016, 283(1844):20162091.
- [10] 马克平,钱迎倩,王晨.生物多样性研究的现状与发展趋势.科技导报,1995,13(1):27-30.
- [11] 马克平.试论生物多样性的概念.生物多样性,1993,1(1):20-22.
- [12] 夏铭.遗传多样性研究进展.生态学杂志,1999,18(3):60-66,82.
- [13] Ehrlich P R, Ehrlich A H. The value of biodiversity. Ambio, 1992, 21(3):219-226.
- [14] Simpson R D. David Pearce and the economic valuation of biodiversity. Environmental and Resource Economics, 2007, 37(1):91-109.

- [15] Randall A. The value of biodiversity. *Ambio*, 1991, 20(2): 64-68.
- [16] Oksanen M. The moral value of biodiversity. *Ambio*, 1997, 26(8): 541-545.
- [17] McNeely J A. Economics and biological diversity: developing and using economic incentives to conserve biological resources. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 1988.
- [18] Pearce D W, Turner R K. Economics of Natural Resources and the Environment. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1990.
- [19] Pearce D W, Moran D. Economic value of biodiversity. London: EarthScan, 1994.
- [20] Edwards P J, Abivardi C. The value of biodiversity: Where ecology and economy blend. *Biological Conservation*, 1998, 83(3): 239-246.
- [21] OECD. The economic appraisal of environmental projects and policies. A practical guide. Paris: OECD Publications and Information Center, 1995. 24-26.
- [22] Carrasco L R, Nghiem T P L, Sunderland T, Koh L P. Economic valuation of ecosystem services fails to capture biodiversity value of tropical forests. *Biological Conservation*, 2014, 178: 163-170.
- [23] Pascual U, Balvanera P, Díaz S, Pataki G, Roth E, Stenseke M, Watson R T, Başak Dessane E, Islar M, Kelemen E, Maris V, Quaas M, Subramanian S M, Wittmer H, Adlan A, Ahn S, Al-Hafedh Y S, Amankwah E, Asah S T, Berry P, Bilgin A, Breslow S J, Bullock C, Cáceres D, Daly-Hassen H, Figueroa E, Golden C D, Gómez-Baggethun E, González-Jiménez D, Houdet J, Keune H, Kumar R, Ma K P, May P H, Mead A, O'Farrell P, Pandit R, Pengue W, Pichis-Madruga R, Popa F, Preston S, Pacheco-Balanza D, Saarikoski H, Strassburg B B, van den Belt M, Verma M, Wickson F, Yagi N. Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2017, 26/27: 7-16.
- [24] Paul C, Hanley N, Meyer S T, Fürst C, Weisser W W, Knoke T. On the functional relationship between biodiversity and economic value. *Science Advances*, 2020, 6(5): eaax7712.
- [25] Czajkowski M, Buszko-Briggs M, Hanley N. Valuing changes in forest biodiversity. *Ecological Economics*, 2009, 68(12): 2910-2917.
- [26] Hungate B A, Barbier E B, Ando A W, Marks S P, Reich P B, van Gestel N, Tilman D, Knops J M H, Hooper D U, Butterfield B J, Cardinale B J. The economic value of grassland species for carbon storage. *Science Advances*, 2017, 3(4): e1601880.
- [27] Seddon N, Chausson A, Berry P, Girardin C A J, Smith A, Turner B. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 2020, 375(1794): 20190120.
- [28] Nunes P A L D, van den Bergh J C J M. Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense? *Ecological Economics*, 2001, 39(2): 203-222.
- [29] Naeem S, Bunker D E, Hector A, Loreau M, Perrings C. Biodiversity, Ecosystem Functioning, and Human Wellbeing: An Ecological and Economic Perspective. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- [30] Morse-Jones S, Luisetti T, Turner R K, Fisher B. Ecosystem valuation: some principles and a partial application. *Environmetrics*, 2011, 22(5): 675-685.
- [31] Admiraal J F, Wossink A, de Groot W T, de Snoo G R. More than total economic value: how to combine economic valuation of biodiversity with ecological resilience. *Ecological Economics*, 2013, 89: 115-122.
- [32] Ring I, Hansjürgens B, Elmqvist T, Wittmer H, Sukhdev P. Challenges in framing the economics of ecosystems and biodiversity: the TEEB initiative. *Current Opinion In Environmental Sustainability*, 2010, 2(1-2): 15-26.
- [33] Díaz S, Pascual U, Stenseke M, Martín-López B, Watson R T, Molnár Z, Hill R, Chan K M A, Baste I A, Brauman K A, Polasky S, Church A, Lonsdale M, Larigauderie A, Leadley P W, van Oudenhoven A P E, van der Plaats F, Schröter M, Lavorel S, Aumeeruddy-Thomas Y, Bukvareva E, Davies K, Demissew S, Erpul G, Failler P, Guerra C A, Hewitt C L, Keune H, Lindley S, Shirayama Y. Assessing nature's contributions to people. *Science*, 2018, 359(6373): 270-272.
- [34] United Nations. System of Environmental-Economic Accounting—Ecosystem Accounting (SEEA EA). White cover publication. (2021-09-29) [2023-12-21]. <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>.
- [35] Mattana E, Ulian T, Pritchard H W. Seeds as natural capital. *Trends in Plant Science*, 2022, 27(2): 139-146.
- [36] 成克武, 崔国发, 王建中, 李俊清. 北京喇叭沟门林区森林生物多样性经济价值评价. *北京林业大学学报*, 2000, 22(4): 66-71.
- [37] 张颖. 中国森林生物多样性价值核算研究. *林业经济*, 2001, 23(3): 37-42.
- [38] 严承高, 张明祥, 王建春. 湿地生物多样性价值评价指标及方法研究. *林业资源管理*, 2000(1): 41-46.
- [39] Wei F W, Costanza R, Dai Q, Stoeckl N, Gu X D, Farber S, Nie Y G, Kubiszewski I, Hu Y B, Swaisgood R, Yang X Y, Bruford M, Chen Y P, Voinov A, Qi D W, Owen M, Yan L, Kenny D C, Zhang Z J, Hou R, Jiang S W, Liu H B, Zhan X J, Zhang L, Yang B, Zhao L J, Zheng X G, Zhou W L, Wen Y L, Gao H R, Zhang W. The value of ecosystem services from giant *Panda* reserves. *Current Biology: CB*, 2018, 28(13): 2174-2180.e7.
- [40] 宋荔. 生物多样性的价值及其保护. *世界知识*, 1992(10): 30-31.
- [41] Ehrlich P R, Ehrlich A H, 傅怀清. 生物多样性的价值. *世界环境*, 1992, 4: 42-47.

- [42] 傅怀清. 生物多样性的价值(续). 世界环境, 1993(1): 51-53.
- [43] Oksanen M, 闵庆文. 生物多样性的道德伦理价值. AMBIO-人类环境杂志, 1997, 26(8): 533-537.
- [44] 郭中伟, 李典谟. 生物多样性的经济价值. 生物多样性, 1998, 6(3): 20-25.
- [45] 薛达元, 包浩生, 李文华. 长白山自然保护区森林生态系统间接经济价值评估. 中国环境科学, 1999, 19(3): 247-252.
- [46] 薛达元, 包浩生, 李文华. 长白山自然保护区生物多样性旅游价值评估研究. 自然资源学报, 1999, 14(2): 140-145.
- [47] 薛达元. 长白山自然保护区生物多样性非使用价值评估. 中国环境科学, 2000, 20(2): 141-145.
- [48] 吴火和, 石德金, 余建辉. 生物多样性价值的评估角度及其分类的理论探讨. 福建农林大学学报: 哲学社会科学版, 2006, 9(1): 43-46.
- [49] 徐慧, 彭补拙. 国外生物多样性经济价值评估研究进展. 资源科学, 2003, 25(4): 102-109.
- [50] 靳珂珂. 生物多样性经济价值评估研究进展. 林业调查规划, 2005, 30(4): 84-89.
- [51] 周伟, 窦虹, 欧晓红. 生物多样性价值的评估方法. 云南农业大学学报, 2007, 22(1): 35-40.
- [52] Faith D P. Valuation and appreciation of biodiversity: the "maintenance of options" provided by the variety of life. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2021, 9: 635670.
- [53] 李琴. 全球生物多样性治理的意义与中国贡献. 金融博览, 2022(3): 34-37.
- [54] 国家发展和改革委员会 国家统计局. 生态产品总值核算规范. 北京: 人民出版社, 2022.
- [55] 高晓龙, 林亦晴, 徐卫华, 欧阳志云. 生态产品价值实现研究进展. 生态学报, 2020, 40(1): 24-33.
- [56] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635-640.
- [57] 刘尧, 张玉钧, 贾倩. 生态系统服务价值评估方法研究. 环境保护, 2017, 45(6): 64-68.
- [58] 欧阳志云, 肖赓, 朱春全, 郑华, 邹梓颖, 宋昌素, 博文静, 黄斌斌. 生态系统生产总值(GEP)核算理论与方法. 北京: 科学出版社, 2021. 25-36.
- [59] 谢贤政, 马中. 应用旅行费用法评估环境资源价值的研究进展. 合肥工业大学学报: 自然科学版, 2005, 28(7): 730-737.
- [60] Willis K G, Garrod G D. An individual travel-cost method of evaluating forest recreation. *Journal Of Agricultural Economics*, 1991, 42(1): 33-42.
- [61] Ciriacy-Wantrup S V. Capital returns from soil-conservation practices. *Journal of Farm Economics*, 1947, 29(4): 1181-1202.
- [62] 刘亚萍, 潘晓芳, 钟秋平, 金建湘. 生态旅游区自然环境的游憩价值——运用条件价值评价法和旅行费用法对武陵源风景区进行实证分析. 生态学报, 2006, 26(11): 3765-3774.
- [63] Laurila-Pant M, Lehtikoinen A, Uusitalo L, Venesjärvi R. How to value biodiversity in environmental management? *Ecological Indicators*, 2015, 55: 1-11.
- [64] Lundhede T H, Jacobsen J B, Hanley N, Fjeldså J, Rahbek C, Strange N, Thorsen B J. Public support for conserving bird species runs counter to climate change impacts on their distributions. *PLoS One*, 2014, 9(7): e101281.
- [65] 陈琳, 欧阳志云, 王效科, 苗鸿, 段晓男. 条件价值评估法在非市场价值评估中的应用. 生态学报, 2006, 26(2): 610-619.
- [66] 丁广洲, 王晓为. 作物种质资源的价值及其评估体系的初步构建. 植物遗传资源学报, 2008, 9(1): 90-95.
- [67] 王智, 蒋明康, 徐海根. 试论遗传资源经济价值评估——以Bt基因在Bt抗虫棉中的经济价值为例. 中国环境保护优秀论文集(2005)(上册). 2005: 766-771.
- [68] Hanley N, Breeze T D, Ellis C, Goulson D. Measuring the economic value of pollination services: Principles, evidence and knowledge gaps. *Ecosystem Services*, 2015, 14: 124-132.
- [69] 博文静, 王莉雁, 操建华, 王效科, 肖赓, 欧阳志云. 中国森林生态资产价值评估. 生态学报, 2017, 37(12): 4182-4190.
- [70] 周金莺, 童依霜, 丁倩, 张宇骁, 张建英, 杨武. 基于旅行费用法的衢州市柯城区“一村万树”工程生态旅游服务价值评估. 生态学报, 2021, 41(16): 6440-6450.
- [71] 时少华, 吴泰岳, 李享, 范怡然. 基于ITCM和CVM的运河公园游憩价值评估研究——以北京通州大运河森林公园为例. 干旱区资源与环境, 2022, 36(1): 201-208.
- [72] 张亚立, 韩宝龙, 孙芳芳. 生态系统生产总值(GEP)核算制度及管理应用研究——以深圳为例. 生态学报, 2023, 43(17): 7023-7034.
- [73] 黄馨, 韩玲, 马超群. 陕西省生态系统固碳量与固碳价值的测度及其时空格局演变. 资源与产业, 2024, 26(1): 141-153.
- [74] 高晓龙, 张英魁, 马东春, 徐卫华, 郑华, 欧阳志云. 生态产品价值实现关键问题解决路径. 生态学报, 2022, 42(20): 8184-8192.
- [75] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 肖玉, 陈操. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911-919.
- [76] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 陈文辉, 李士美. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243-1254.
- [77] 赵鸿雁, 陈英, 杨洁, 裴婷婷. 基于改进当量的甘肃省耕地生态系统服务价值及其与区域经济发展的空间关系研究. 干旱区地理, 2018, 41(4): 851-858.
- [78] 沈若兰, 肖桂荣. 武夷山国家公园生态系统服务价值评估. 生态科学, 2023, 42(2): 58-65.
- [79] 张莉金, 白羽萍, 胡业翠, 邓祥征, 刘伟. 不同SSP-RCP情景下中国生态系统服务价值评估. 生态学报, 2023, 43(2): 510-521.

- [80] 杜乐山, 李俊生, 刘高慧, 张凤春, 徐靖, 胡理乐. 生态系统与生物多样性经济学(TEEB)研究进展. 生物多样性, 2016, 24(6): 686-693.
- [81] Jacobsen J B, Boiesen J H, Thorsen B J, Strange N. What's in a Name? The use of quantitative measures versus 'Iconised' species when valuing biodiversity. *Environmental and Resource Economics*, 2008, 39(3): 247-263.
- [82] Gowdy J M. The value of biodiversity: markets, society, and ecosystems. *Land Economics*, 1997, 73(1): 25-41.
- [83] Simpson R D, Sedjo R A, Reid J W. Valuing biodiversity for use in pharmaceutical research. *Journal of Political Economy*, 1996, 104(1): 163-185.
- [84] Chichilnisky G, Heal G. Economic returns from the biosphere. *Nature*, 1998, 391(6668): 629-630.
- [85] 吴健, 邱晓霞. 基于生物勘探的遗传资源物种多样性价值评估. 资源科学, 2018, 40(4): 829-837.
- [86] Gascon C, Brooks T M, Contreras-MacBeath T, Heard N, Konstant W, Lamoreux J, Launay F, Maunder M, Mittermeier R A, Molur S, Al Mubarak R K, Parr M J, Rhodin A G J, Rylands A B, Soorae P, Sanderson J G, Vié J C. The importance and benefits of species. *Current Biology: CB*, 2015, 25(10): R431-R438.
- [87] 宗雪, 崔国发, 袁婧. 基于条件价值法的大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)存在价值评估. 生态学报, 2008, 28(5): 2090-2098.
- [88] 任文春, 刘海鸥, 黄俊桦, 车赛男, 杜乐山. 基于条件价值法(CVM)的西黑冠长臂猿非使用价值评估. 生态科学, 2023, 42(2): 84-91.
- [89] 李晓蔚, 邓陈宁, 黄小娱, 谢明辉. 以旗舰物种为视角的生物多样性价值评估初探. 环境工程技术学报, 2024, 14(3): 1077-1086.
- [90] Ressurreição A, Zarzycki T, Kaiser M, Edwards-Jones G, Dentinho T P, Santos R S, Gibbons J. Towards an ecosystem approach for understanding public values concerning marine biodiversity loss. *Marine Ecology Progress Series*, 2012, 467: 15-28.
- [91] 颜宁聿, 刘耕源, 范振林. 生态银行运行机制与本土化改造研究: 文献综述. 中国国土资源经济, 2020, 33(12): 10-24.
- [92] 李京梅, 张慧敏, 王娜. 生物多样性产品价值实现的路径与制度安排——国外生物多样性银行经验借鉴与启示. 生态学报, 2023, 43(1): 198-207.
- [93] Gamarra M J C, Toombs T P. Thirty years of species conservation banking in the US: comparing policy to practice. *Biological Conservation*, 2017, 214: 6-12.
- [94] Dasgupta P. *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review-Reactions*. London: HM Treasury, 2021.