



DOI: 10.20103/j.stxb.202401120116

吴晨, 王伟. 基于文献计量学的自然保护区保护成效研究. 生态学报, 2024, 44(17): 7923-7936.

基于文献计量学的自然保护区保护成效研究

吴 晨, 王 伟*

中国环境科学研究院生态研究所, 北京 100012

摘要:自然保护区保护成效是生物多样性保护领域的研究热点之一, 长期以来, 国内外围绕自然保护区保护成效研究取得了许多成果, 为更好地了解国内外自然保护区保护成效研究现状, 利用可视化工具 Vosviewer 和 Citespace 对检索的中英文文献发文数量、发文趋势和热点进行分析, 结果如下: 1) 中英文文献关于自然保护区保护成效的研究总体均呈现上升趋势, 都经历了 2005 年之前为起步阶段, 2005—2010 年为探索阶段, 2010 年至今是快速发展阶段; 2) 英文文献针对自然保护区保护成效研究热点可分为管理有效性、生物多样性、生态系统服务、影响因素(土地利用、气候变化、人类干扰等)以及可持续性; 中文文献针对自然保护区保护成效热点可分为生态系统与生物多样性、管理有效性、可持续发展以及影响因素; 3) 对比发现国内外文献在自然保护区保护成效研究的时间尺度与关注热点方面均存在一定差异, 主要表现在国外主要集中于国家公园以及森林生态系统保护成效研究, 国内以自然保护区以及湿地生态系统保护成效为主, 此外, 国内文献围绕自然保护区生态系统服务保护成效以及气候变化的影响等方面的研究不足。研究可为推动我国自然保护区保护成效研究领域的发展, 进而为提升我国自然保护区管理质量提供科学依据。

关键词:国家公园; 自然保护区; 文献计量分析; 昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架

生物多样性是人类社会赖以生存和可持续发展的重要保障。保护生物多样性不仅对维持地球生态系统的功能至关重要, 还是构成生态系统服务多样化的基础, 对人类福祉具有极其重要的意义^[1-2]。随着气候变化和生物多样性问题日益严重, 国际社会采取了一系列的措施, 自然保护区是生物多样性就地保护的重要举措^[3], 是在法律框架下由各级政府划定的特定陆域或海域, 用于长期保护重要的自然生态系统、自然遗迹、自然景观以及这些地区所包含的自然资源、生态功能和文化价值^[4]。根据联合国环境规划署世界保护监测中心(UNEP-WCMC)2023 年最新统计数据, 世界自然保护区数据库(World Database on Protected Areas, WDPA)共收录了 276854 个陆地自然保护区和 18720 个海洋保护区, 总覆盖面积分别占地球表面积总面积 16.05% 和 8.16%^[5]。截至 2020 年底, 我国的自然保护区总数已达 1.18 万个, 占国土陆域面积的 18% 以上, 其中包括 474 个国家级自然保护区^[6]。2021 年 10 月, 中国正式设立了三江源、东北虎豹、大熊猫、海南热带雨林、武夷山 5 处第一批国家公园, 总面积 23.3 万平方公里, 约占国土面积的 2.4%, 保护了大面积的热带雨林、亚热带常绿阔叶林、温带针阔混交林以及高寒草甸、高寒草原、高寒荒漠与冰川等典型自然生态系统, 以及近 30% 的全国陆域国家重点保护野生动植物物种^[7]。随着国内外政府的高度重视, 自然保护区在过去一段时间内数量和面积均呈现快速增长的趋势。2021 年, UNEP-WCWC 与世界自然保护联盟(IUCN)联合发布了《保护地球报告》, 提出全球在自然保护区和保留地的覆盖范围上取得了重大进展, 数量已达到全球的既定目标, 但其有效性和质量仍有待提高^[8]。

基金项目:国家自然科学基金(32171664)

收稿日期:2024-01-12; **网络出版日期:**2024-06-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wang.wei@craes.org.cn

自然保护区保护成效是指自然保护区对主要保护对象的保护效果,及其在维持生物多样性和保障生态系统服务等方面的综合成效^[9]。长期以来,国内外围绕自然保护区保护成效研究取得了许多成果,基于科技事实的文献计量学可通过对检索的文献进行研究方向和关键词等信息的可视化分析,从而梳理出相关学科的整体布局、发展方向和优势^[10]。基于此,本文利用文献计量学手段对自然保护区保护成效这一研究主题的发展趋势、历程和研究热点进行了系统的梳理,并进一步对国内外自然保护区保护成效研究上的时间尺度和关注热点进行了对比分析,以期后续自然保护区保护成效研究的发展提供参考,为推动我国自然保护区保护成效研究领域的发展,进而为提升我国自然保护区管理质量提供科学依据。

1 研究方法数据来源

1.1 研究方法

本文利用 Origin 2022 绘制自然保护区保护成效年发文量直方图,分析发文量整体情况,采用 Vosviewer (版本号 1.1.19) 和 Citespace (版本号 6.2.R6) 进行文献可视化分析,通过 Vosviewer 对关键词进行网络可视化和密度可视化,并导出关键词列表,以便针对国内外研究热点进行分析;通过 Citespace 制作国内外 1993—2023 年关键词时间线图 and 关键词突现图谱,对比国内外自然保护区保护成效研究,分析国内外在时间尺度上的热点和主要方向的区别。

1.2 数据来源

英文文献来源于 WOS 核心合集数据库,利用高级检索式:((TS = (protected area OR nature park OR nature reserve OR national park OR Forest Park OR Wetland Park OR Geopark OR Marine Park)) AND TS = (conservation effectiveness * OR outcome * OR impact * OR performance *))进行精确检索,时间跨度不限,文章类型选择“Article”和“Review Article”。中文文献来源于中国国家知识基础设施数据库(CNKI),利用高级检索式:SU%=('自然保护区'+ '自然保护区'+ '国家公园'+ '自然公园'+ '森林公园'+ '地质公园'+ '湿地公园'+ '海洋公园') * ('保护成效'+ '保护效果'+ '产出')进行检索,时间跨度不限,文章类型选择“学术期刊”、“学位论文”以及“会议”。经过筛选去重,共得到英文文献 4752 篇,中文文献 438 篇,作为本研究的数据分析样本。数据检索时间为 2023 年 12 月 4 日。

2 结果与分析

2.1 国际研究进展

基于 WOS 检索结果,通过对 4752 篇英文文献的可视化分析,可以看出国际最早针对自然保护区保护成效的文献发表于 1991 年,是由 Eid 等说明埃及为保护红海沿岸地区将亚喀巴湾沿岸划为旅游发展区、保护区和国家公园以保证这一独特地区旅游业发展的可持续性^[11]。英文文献发表数量整体呈现上升趋势,1991—2005 年国际自然保护区保护成效研究处于起步阶段,年发文量逐年增长,增长速度缓慢;2006—2010 年国际自然保护区保护成效研究处于增长阶段,年发文量呈现稳定的增长趋势;2010 年至今,随着 2010 年“爱知目标”的提出以及“昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架”的制定,国际自然保护区保护成效研究进入一个爆发阶段,发文量呈现快速增长(图 1)。基于 WOS 关键词网络图和 WOS 关键词热点分布图(图 2、图 3),结合关键词词频表,可以看出英文文献对于自然保护区保护成效的研究方向主要集中在以下五个方面。

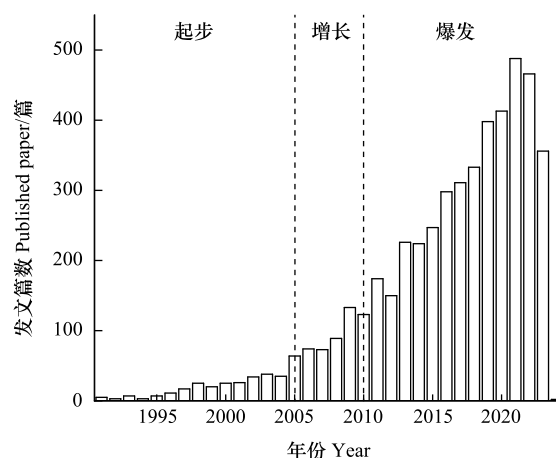


图 1 WOS 年发文量统计

Fig.1 Statistics on the number of articles published by WOS

之一。管理效能与生态代表性的不足会遏制自然保护地在减缓生物多样性损失中的潜在作用^[12],2004 年《生物多样性公约》第七次缔约方大会通过的“自然保护地工作方案”将管理有效性评估列为其中一项内容。Leverington 等发现世界上 13% 的自然保护地管理十分不足,并指出充足的设备和基础设施、社区关系、资源管理和计划等因素与总体有效性和良好的管理结果密切相关^[13]。海洋保护地的有效管理还可以通过溢出效应使相邻的渔业收益^[14],缓解气候和环境威胁^[15]以及提高当地旅游业的生计效益^[16–17]。自然保护地利益相关者所采取的治理模式对实现自然保护地有效保护有直接影响^[18],社区共管也是管理有效性评估关注的一项重要内容,最早出现在渔业领域,在 20 世纪七八十年代被引入到自然保护地管理中^[19]。推动当地社区参与自然保护地管理决策过程是一项有效的策略,让当地居民参与会让其产生所有权意识,使社区与自然保护地管理者合作,共同行动来保护自然保护地的生物多样性和促进当地生计,从而有助于加强对自然保护地政策的执行力度进而提升自然保护地保护成效^[20–21]。

2.1.2 生物多样性

自然保护地作为生物多样性就地保护最有效的手段之一,生物多样性保护效果一直以来都是自然保护地保护成效重点关注的内容。在如何维持或提升自然保护地生物多样性方面,国际上学者研究的核心主要集中在探索自然保护地空间布局、面积大小以及监测评估等领域。

优化自然保护地空间布局是整体提升自然保护地保护成效的前提与基础。设定保护目标是优化自然保护地空间布局的一个关键环节,有学者认为人类至少需要保护全球 6400km²的土地才能确保地球上各种物种及生态系统得到有效的保护^[22]。Mokany 等对全球数据进行了整合评估,发现大部分保留生物多样性的价值栖息地仍未得到有效保护^[23]。关于进行自然保护地空间布局优化的方法,Arponen 等提出需要考虑自然保护地中哪些物种更需要保护,并基于物种权重和利益函数的概念构建了一个新框架,以更好地考虑不同物种在保护中的重要性,并在芬兰南部的森林保护规划中进行了应用^[24];还有学者通过分析自然保护地之间的连通性来达到更好的保护效果,例如,Brennan 等绘制了全球陆地自然保护区的功能连接图,进而判断自然保护地的连通性对于哺乳动物的整体保护成效^[25]。

面积大小的划分对于自然保护地保护成效的作用,一直以来存在着不同的争论,有学者通过使用多级营养级的实验证明在给定总面积的情况下,相比于单一大型的自然保护地,多个小型的自然保护地具有更高的物种丰富度,灭绝的物种数量更少^[26];Riva 等认为尽管多个小型栖息地可能面临更高的灭绝风险,但在维护和促进生物多样性方面的效益远超预期^[27]。Wauchope 等基于前后对照的干预研究设计,分析了自然保护地在保护前后水鸟种群状况的保护成效,发现较大的自然保护地比较小的自然保护地更有利^[28]。

自然保护地生物多样性监测与评估是保护成效研究中密不可分的两个方面。自然保护地生物多样性的监测是通过研究并建立自然保护地内生态系统、物种、自然遗迹、环境要素、威胁因素等监测体系,为保护成效评估提供数据基础,因此世界各国纷纷在自然保护地内建立了大量生物多样性监测网络和野外台站^[29–30]。在此基础上,国际上的大量研究都关注于通过长期生态系统或物种的定量监测数据进行自然保护地生物多样性评估。在生态系统方面,国际上对森林生态系统关注度最高,例如 Yang 等研究了全球范围内自然保护地对减缓森林损失的成效,结果显示只有 30.5% 的自然保护地有效防止了森林丧失^[31];还有研究分析了厄瓜多尔安第斯热带雨林的天然保护地对森林砍伐的保护成效,结果表明保护措施减少了大约 6% 的受保护森林的砍伐^[32]。同样,大量研究也都基于物种变化来反映天然保护地的保护成效,例如,有研究表明 91% 的两栖动物和爬行动物分布在天然保护地内,未来即便面临气候变化,这一比例也将保持恒定,同时预计天然保护地内物种分布范围的减少将低于天然保护地外^[33];同时,对全球天然保护地陆地外来物种进行调查发现天然保护地对抵御生物入侵提供了重要的保护作用^[34]。

2.1.3 生态系统服务

生态系统服务是维系人类生存和可持续发展的关键资源和环境支撑,涵盖了人类直接或间接从自然系统中获得的各种产品和服务^[35–36]。天然保护地是提供生态系统服务的重要来源^[37],因此在国际上关于天然保

保护区保护成效的研究中,生态系统服务往往也是评估的重要方面。国际上针对自然保护区内生态系统服务变化,以及如何维系或提升生态系统服务开展了一系列研究,特别是基于千年生态系统评估系统的分类体系,关注自然保护区在供给、调节、文化和支持四大类服务方面的保护成效,其中尤其以调节服务方面的保护成效为主。

在供给服务研究方面,由于一般情况下自然保护区限制人类对自然资源的获取,因此往往供给服务不是保护成效关注的重点。在调节服务方面,有研究证明在森林建立自然保护区,会显著增加未来固碳量,从而帮助减缓气候变化^[38]。Manhães 等利用调节服务(水净化、固碳和防止侵蚀)作为确定严格保护的自然保护区区域的依据^[39]。在文化服务方面,Kalinauskas 等绘制和评估了维尔纽斯市生态系统文化服务的供应和需求情况,结果显示自然保护区主要提供自然娱乐,市中心主要提供文化娱乐^[40]。此外,由于支持服务通常是其他三种生态系统服务的基础,因此针对自然保护区支持服务保护成效的研究较少。

国际上在自然保护区生态系统服务的保护成效案例中,往往会选择多个指标进行综合评估。例如 Hugues 在评估刚果盆地自然保护区的生态系统服务时采用了提供产品、休闲游憩、水源涵养、固碳释氧和气候调节等指标^[41]。这样的多元评估揭示了生态系统服务在不同地区的复杂性,有研究通过结构化问卷比较了捷克和中国社会对森林生态系统服务的需求和感知,结果显示,文化和供给服务在两国之间存在差异,中国受访者更注重轻松和冥想活动,而捷克受访者更倾向于采摘蘑菇^[42]。

2.1.4 影响因素

国际上大量研究表明,自然保护区通常会受到土地利用变化、气候变化和人为干扰等影响因素的威胁,进而降低自然保护区的保护成效^[43-45]。

在土地利用方面,Rodríguez-Rodríguez 针对西班牙四个自然保护区土地利用变化及过程进行评估,发现自然保护区内部和周边的土地利用变化主要有森林演替、土地开发和新灌区三个方面^[46]。森林退化往往是土地利用变化中对于自然保护区保护成效最大的影响因素之一,研究表明科尔科瓦多国家公园的奥萨半岛由于过度砍伐引起的森林退化,使栖息地破坏严重,中美洲山地生物多样性保护面临着紧迫的挑战^[47]。

在气候变化方面,其对自然保护区的保护成效产生了较大的影响。Garden 等通过构建亚热带地区生物气候物种分布模型对森林内物种进行研究,结果表明气候变化可能导致受保护的适宜生境面积减小且物种数量大幅减少^[48]。Batllori 等研究发现,北美洲的气候变化可能导致自然保护区网络受到较高速度的气候位移威胁,尤其对约 80%的保护区可能引发物种丰度或分布的重要变化^[49]。Velazco 等在巴西塞拉多自然保护区通过预测发现,未来由于土地利用和气候变化的综合作用对植物会产生极大的负面影响,自然保护区也无法实现这些植物物种的有效保护^[50]。

在人为干扰方面,有研究表明,全球范围内有 32.8%的自然保护区土地承受着巨大的人类压力^[51],森林类型的自然保护区虽然能减轻人类压力,但是与同等条件未受保护的地区相比,自然保护区内人类压力综合指数没有降低^[52]。自然保护区边缘的人类活动造成的景观退化通过空间级联效应降低了核心区的恢复能力,损害了自然保护区的生态功能^[53]。

2.1.5 可持续性

自然保护区在保护生物多样性和维系重要生态系统服务的同时,还对所在区域的社会经济发展产生了正向或负向的作用,因此自然保护区的可持续性在国际上对于自然保护区保护成效研究的另一个热点领域。IUCN 从 PANORAMA 案例平台(<https://panorama.solutions/en>)中挑选了 106 个自然保护区相关案例,分析了自然保护区对达成 2030 年联合国可持续发展目标(SDG)的贡献,发现自然保护区为所有的 SDG 目标都做出了贡献,其中自然保护区对 SDG15(陆地生物)、13(气候行动)和 17(促进目标实现的伙伴关系)的贡献最大;除了与环境直接相关的目标外,自然保护区还为消除贫困(SDG1)以及促进就业和发展(SDG8)带来了极大助益^[54]。一些研究也表明在森林^[55]和海洋^[56]等自然保护区实施高水平的管理会产生一定的社会和经济效益,从而推动区域的可持续发展。例如 Castro-Arce 等通过研究哥斯达黎加的 Juan Castro Blanco 国家公园在

2.2.3 可持续发展

我国自然保护区保护成效研究也围绕可持续发展方面进行了一些探索,多关注于自然保护区在生态旅游以及社区共管等领域。2019年,中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于建立以国家公园为主体的自然保护区体系的指导意见》明确指出,“在保护的前提下,在自然保护区控制区内划定适当区域开展生态教育、自然体验、生态旅游等活动”。因此近年来如何推动自然保护区生态旅游高质量发展已成为许多学者关注的重点议题,并建议要构建完善的监测体系适时评估旅游开发带来的影响,以便将影响控制在合理的阈值内,达到生态保护和旅游效益之间的高效平衡^[77]。一些学者也提出生态旅游的管理是自然保护区管理的重要内容,不仅影响着自然保护区生态保护成效和生态系统功能的发挥,还关系到社区发展、公民游憩权保障等公共福利,并就构建符合我国国情的自然保护区旅游特许经营制度提出了相关对策^[78]。一些专家认为,国家公园由于更兼顾保护与可持续利用的平衡,有利于开展包括科普旅游、文化体验旅游、森林康养等多种生态旅游活动,并建议对包括生态旅游在内的特许经营活动进行监督评估^[79]。总体来看,将生态旅游的收益和影响纳入自然保护区保护成效研究,从而评估自然保护区的可持续发展情况,仍有待进一步探索。

由于自然保护区社区居民的可持续生计对于当地自然保护区可持续生态旅游的产业发展起到重要的作用^[80],因此社区共管也是自然保护区可持续发展的重点关注内容,是协调自然保护区生态保护和社区发展的有效手段^[81]。例如毋茜等指出为实现海南热带雨林国家公园尖峰岭片区生态旅游的可持续发展,需要以社区为基础,让居民参与国家公园生态旅游的监督管理^[82]。为应对目前我国国家公园社区共管存在的共管成效不显著等问题,有学者提出应构建社区参与能力与程度的评估指标体系,从而有效评估社区共管目标的达成度^[83];还有学者建议应健全国家公园生态补偿机制,通过建立评估考核与奖惩机制,根据社区保护成效评估结果来发放补偿资金^[84]。

2.2.4 影响因素

基于文献分析可以看出,国内关于自然保护区保护成效影响因素的研究主要关注于人为干扰的影响,并在全国尺度、区域尺度和单个自然保护区尺度开展了较多研究。在全国尺度,相关研究通过倾向评分配比法研究了中国680个自然保护区的保护成效,结果表明东北、华东和西南地区的自然保护区在缓解人类活动压力方面具有较为明显的成效,但西部地区由于基础设施建设如公路和铁路的大幅增加,使得自然保护区内的人类活动压力增加^[85]。在区域尺度,对北京市自然保护区的研究表明建设用地、人口密度、耕地和道路密度等人为干扰因素对北京市大多数自然保护区生态效益产生了负面影响^[86]。在单个自然保护区尺度,如陕西青木川国家级自然保护区的脊椎动物保护成效的研究结果表明,自然保护区外的旅游开发已成为对自然保护区内脊椎动物及其栖息地的主要干扰因素^[87]。

除人为干扰的影响以外,国内还有少量研究关注了气候因素对自然保护区保护成效的影响,例如研究发现秦岭区域19个国家级自然保护区水源涵养服务的保护成效主要受降水变化率的影响^[88],而基于NDVI变化分析的神农架国家级自然保护区保护成效的主要影响因素是光照和温度^[89]。

3 对比分析及展望

3.1 对比分析

从检索结果可以看出,中文文献关于自然保护区保护成效领域的起步较晚,发文数量明显低于国外。中英文文献针对自然保护区保护成效研究时间演进规律相同,都是经历了2005年之前为起步阶段,2005—2010年为探索阶段,2010年至今是快速发展阶段。从关键词时间线图(图7、图9)和关键词突现图谱(图8、图10)的对比分析可以看出,国内外在自然保护区保护成效研究的不同时间关注的重点存在较为明显的差异,主要表现在重点关注的自然保护区及自然生态系统类型方面的差异。

就自然保护区类型而言,国际关注的焦点主要集中于国家公园保护成效研究,自2005年开始逐渐关注海洋自然保护区方面;相比之下,国内的关注点主要聚焦于自然保护区,而国内对海洋自然保护区的研究则相对

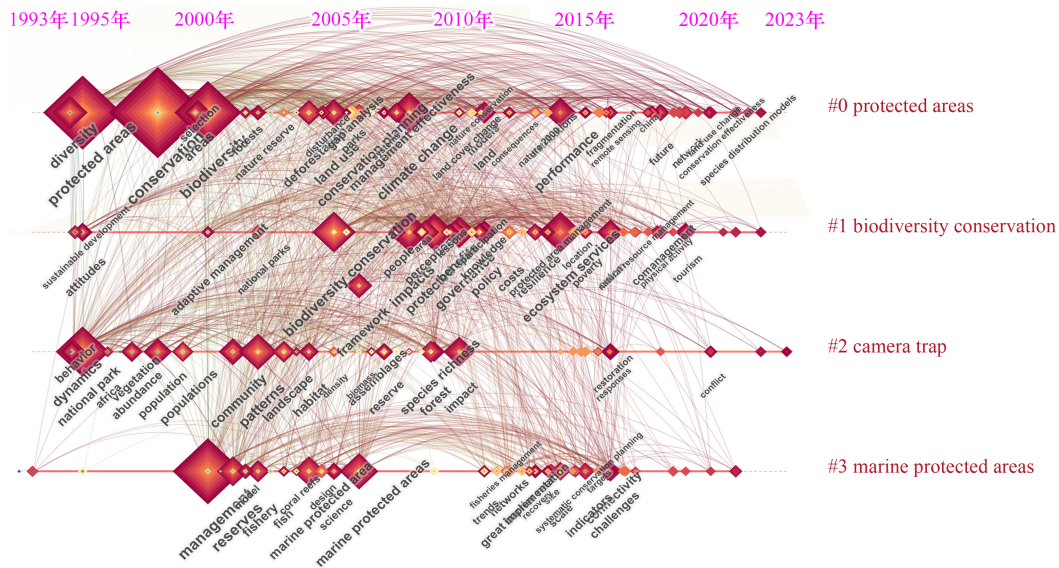


图 7 WOS 关键词时间线图
Fig.7 Timeline graph of WOS keywords

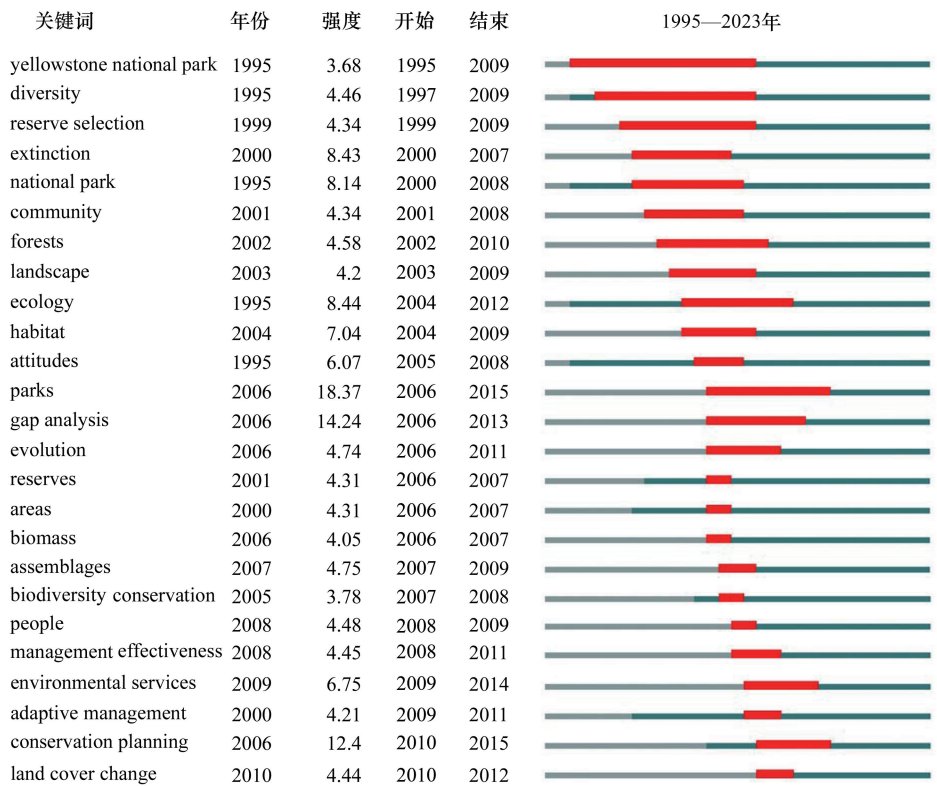


图 8 WOS 关键词突现图谱
Fig.8 Emergence map of WOS keywords

较少,仅在近几年开始有所涉及。这也与国内外自然保护区的建设历程有关,国际上最早建立的自然保护地是 1872 年世界上第一个国家公园——美国“黄石国家公园”,并逐渐发展成为包括严格的自然保护地、荒野保护地、国家公园、自然文化遗迹或地貌、栖息地/物种管理区、陆地景观/海洋景观自然保护地、自然资源可持续利用自然保护地等不同管理类型^[90],因此国家公园的保护成效一直是国际上关注的重点,并在此基础上总结了一系列关于自然保护区保护成效评估方案及技术指南,如世界自然保护联盟(IUCN)出版的《Evaluating

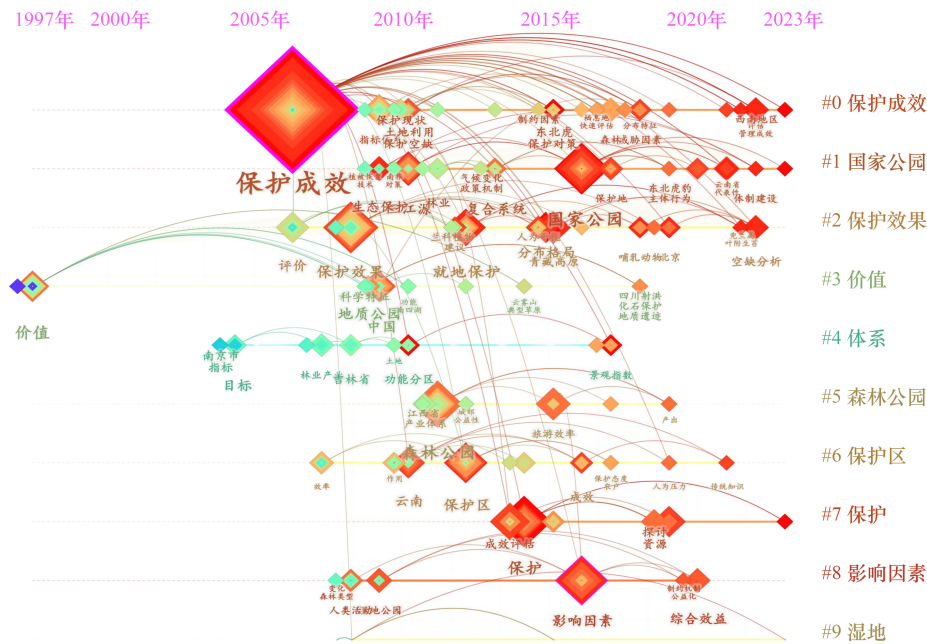


图 9 CNKI 关键词时间线图
Fig.9 Timeline graph of CNKI keywords

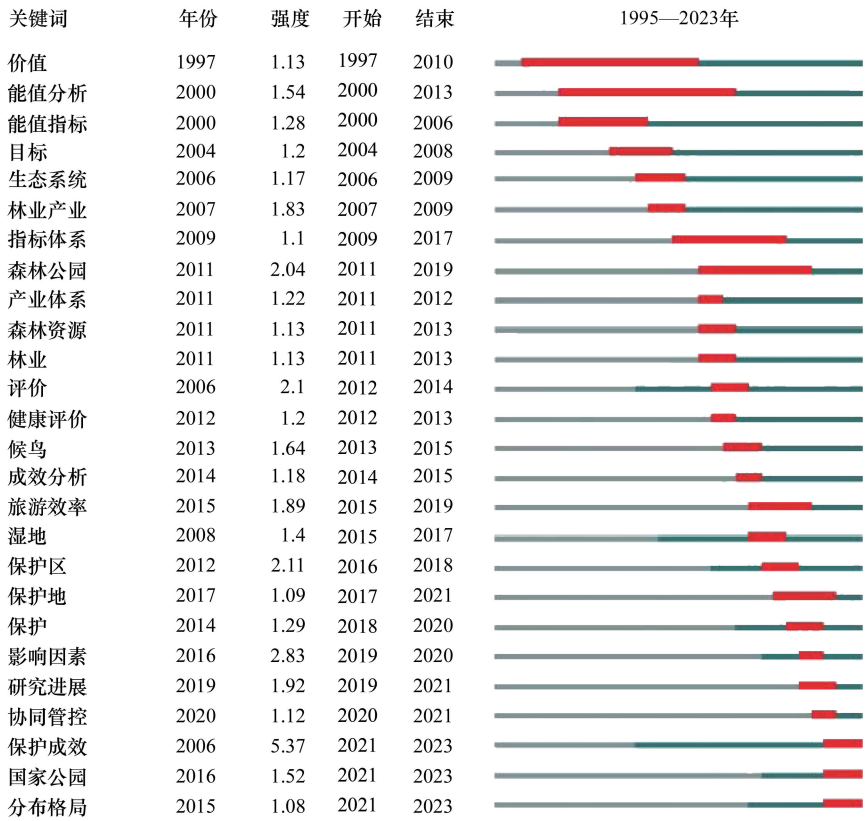


图 10 CNKI 关键词突现图谱
Fig.10 Emergence map of WOS keywords

effectiveness: a framework for assessing the management of protected areas》等。我国的第一个自然保护区是 1956 年成立的鼎湖山自然保护区,在随后的 60 年中,自然保护区无论从数量和面积上都在我国自然保护区中占据主要地位^[7],因此我国自然保护区保护成效研究一直以自然保护区为主。2013 年,我国首次提出了“建立国家公园体制”,从 2016 年开始陆续建立了 10 个国家公园体制试点,并在 2021 年正式设立第一批 5 个国家公园,但由于我国国家公园的建设管理时间较短,虽已有一些研究开始进行我国国家公园保护成效指标的研究^[91],但仍缺少较为系统的保护成效评估。

在自然保护区对自然生态系统保护成效研究方面,国际的研究较早,且主要集中于森林生态系统,随着时间的推移,对湿地生态系统的关注逐渐增加。而国内在开始进行自然保护区保护成效研究后,针对湿地生态系统的研究数量逐渐增多,成为国内学者们关注和探讨的重点;近年来的文献也较多关注自然保护区对森林生态系统保护成效的研究,并开始逐渐对荒漠、草原与草甸、海洋与海岸等生态系统类型的自然保护区进行探索。这些差异性反映了国际与国内在自然保护区对不同生态系统保护成效评估的不同研究优先级与发展趋势。

自然保护区对生物多样性的保护成效一直以来都是国际和国内共同关注的焦点话题,但国内文献涉及自然保护区生态系统服务的保护成效研究仍然不足。此外,虽然国内外均关注自然保护区保护成效的影响因素研究,但是国内的研究较少关注气候变化对自然保护区保护成效的影响。国外注重自然保护区的整体规划、跨界合作、社区参与等策略,强调可持续发展和与周边社区的协同;国内在自然保护区管理上更强调政府主导的保护模式,注重划定区域、限制开发,着力于生态补偿和生态文明建设。因此,需要更多关注和深入探讨自然保护区生态系统服务保护成效以及气候变化的影响,以实现更全面、可持续的自然保护区保护与管理策略。

3.2 展望

自然保护区保护成效研究为掌握自然保护区生物多样性与生态系统服务的状况和变化、识别与解决自然保护区的关键制约因素、提升自然保护区管理质量等关键问题提供了基础支撑。目前,我国正处于以国家公园为主体的自然保护区体系建设的关键时期,为此,综合自然保护区保护成效研究的演变趋势、研究热点以及国内外对比分析等方面,本研究对自然保护区保护成效研究提出以下展望。

3.2.1 完善自然保护区生物多样性与生态系统服务的基础研究

自然保护区保护成效研究的核心目的就是掌握自然保护区在保护生物多样性和保障生态系统服务方面的功能,这就有必要首先回答自然保护区“在哪里建设”以及“怎么建”等科学问题。目前我国已正式发布了《国家公园空间布局方案》,但在当前自然保护区体系整合优化的背景下,如何协同建设国家公园、自然保护区和自然公园,并以其他有效的基于区域的保护措施(other effective area-based conservation measures, OECMs)作为生态廊道、踏脚石等形成保护网络,以实现物种种群及其栖息地的保护与恢复以及保障和提升生态系统服务的目标,进而更好地整体实现保护成效等方面,仍有待进一步完善自然保护区空间布局、面积大小、功能分区等方面的科学研究。此外,国内文献中关于自然保护区生态系统服务方面的研究不足,而自然保护区内不同生态系统服务往往存在着协同与权衡的相互作用,这就需要对于不同区域的自然保护区识别其主要的生态系统服务,明确包括气候变化和人类干扰在内的关键影响因素并采取有效管理措施,以充分发挥自然保护区在提供生态系统服务、提升人类福祉等方面的贡献。

3.2.2 加强自然保护区监测与评估技术研究

自然保护区的保护成效研究离不开系统的监测数据的支撑,这就需要对自然保护区内生态系统、物种、自然遗迹、环境要素、威胁因素、管理状况等方面的数据进行快速获取与分析。近年来随着人工智能和大数据分析等工具的迅速发展,为更精准、全面地监测和理解自然保护区的动态变化,从而为更有效地实现保护成效提供了机遇。因此,在建立自然保护区监测体系的基础上,基于人工智能和大数据分析从而能更快速、准确地处理大量数据,挖掘其中的模式和趋势,为更准确评估自然保护区保护成效提供数据基础和模型算法,从而为保护行动和科学决策提供更有效的指导。

3.2.3 探索自然保护区可持续发展的量化研究

自然保护区的可持续发展不仅关乎生态保护,也需要在生态、经济和社会层面取得平衡,也就是在维持和提升自然保护区保护成效的同时,实现自然保护区内以及周边区域的可持续发展。目前我国国内围绕自然保护区可持续发展方面的文献主要是在生态旅游和社区共管两个方面,对于自然保护区保护成效与可持续发展的关系方面,还有待进一步探究全面的量化评估方法。此外,在当前海洋污染问题日益严峻的背景下,海洋自然保护区的可持续发展成为一个至关重要的议题,因此需要通过综合考虑生态、经济和社会因素,探索海洋自然保护区在限制海洋污染、促进渔业可持续经营、保护海洋物种多样性等方面的平衡。

3.2.4 以自然保护区保护成效研究实现有效管理

自然保护区的保护成效研究的最终目的是要推动实现自然保护区的有效管理,这就需要识别影响自然保护区保护成效的关键因素并通过有效的管理措施来实现保护成效的提升。在此基础上,可以进一步探索自然保护区多元化治理模式对提升自然保护区保护成效的作用,更好地实现政府、非政府组织(NGO)和当地社区等多方利益相关者之间的合作与协调,以提升关于自然保护区决策的多样性和综合性。此外,考虑到人类压力等威胁因素对自然保护区内生物多样性和生态系统的影响有可能是不可逆的,这就需要掌握自然保护区内生态系统的恢复力和适应性循环等自然规律,以科学指导自然保护区生态恢复等人工干预措施。

参考文献(References):

- [1] Mace G M, Norris K, Fitter A H. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in Ecology & Evolution*, 2012, 27(1): 19-26.
- [2] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387: 253-260.
- [3] Naughton-Treves L, Holland M B, Brandon K. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annual Review of Environment and Resources*, 2005, 30: 219-252.
- [4] Dudley N. Guidelines for applying protected area management categories. Switzerland: IUCN, 2008.
- [5] Discover the world's protected and conserved areas. [2023-12-21]. <https://www.protectedplanet.net/en/>
- [6] 王伟, 李俊生. 中国生物多样性就地保护成效与展望. *生物多样性*, 2021, 29(2): 133-149.
- [7] 欧阳志云, 唐小平, 杜傲, 臧振华, 徐卫华. 科学建设国家公园: 进展、挑战与机遇. *国家公园(中英文)*, 2023, 1(2): 67-74.
- [8] International Union for Conservation of Nature, United Nations Environment Programme, United Nations Environment Programme- World Conservation Monitoring Centre. *Protected Planet Report 2020*, Cambridge: IUCN, UNEP, UNEP-WCMC, 2021.
- [9] 王伟, 辛利娟, 杜金鸿, 陈冰, 刘方正, 张立博, 李俊生. 自然保护区保护成效评估: 进展与展望. *生物多样性*, 2016, 24(10): 1177-1188.
- [10] Cañas-Guerrero I, Mazarrón F R, Pou-Merina A, Calleja-Perucho C, Díaz-Rubio G. Bibliometric analysis of research activity in the "Agronomy" category from the Web of Science, 1997—2011. *European Journal of Agronomy*, 2013, 50: 19-28.
- [11] Eid E M E, Fawzi M A. Egyptian approach towards appropriate use of coastal zones on the Red Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 1991, 23: 331-337.
- [12] Maxwell S L, Cazalis V, Dudley N, Hoffmann M, Rodrigues A S L, Stolton S, Visconti P, Woodley S, Kingston N, Lewis E, Maron M, Strassburg B B N, Wenger A, Jonas H D, Venter O, Watson J E M. Area-based conservation in the twenty-first century. *Nature*, 2020, 586: 217-227.
- [13] Leverington F, Costa K L, Pavese H, Lisle A, Hockings M. A global analysis of protected area management effectiveness. *Environmental Management*, 2010, 46(5): 685-698.
- [14] Halpern B S, Lester S E, Kellner J B. Spillover from marine reserves and the replenishment of fished stocks. *Environmental Conservation*, 2010, 36(4): 268-276.
- [15] MacKinnon K, Dudley N, Sandwith T. Natural solutions: protected areas helping people to cope with climate change. *Oryx*, 2011, 45(4): 461-462.
- [16] Agardy M T. Accommodating ecotourism in multiple use planning of coastal and marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*, 1993, 20(3): 219-239.
- [17] Leisher C, Van Beukering P J H, Scherl L. Nature's investment bank. Marine protected areas contribute to poverty reduction. *The Nature Conservancy*, 2007.
- [18] Kisingo A, Rollins R, Murray G, Dearden P, Clarke M. Evaluating 'good governance': the development of a quantitative tool in the Greater Serengeti Ecosystem. *Journal of Environmental Management*, 2016, 181: 749-755.
- [19] 张引, 庄优波, 杨锐. 世界自然保护区社区共管典型模式研究. *风景园林*, 2020, 27(3): 18-23.
- [20] Andrade G S M, Rhodes J R. Protected areas and local communities: an inevitable partnership toward successful conservation strategies? *Ecology and Society*, 2012, 17(4): 599-606.
- [21] Horowitz L S. Integrating indigenous resource management with wildlife conservation: a case study of Batang ai National Park, Sarawak, Malaysia. *Human Ecology*, 1998, 26(3): 371-403.
- [22] Allan J R, Possingham H P, Atkinson S C, Waldron A, Di Marco M, Butchart S H M, Adams V M, Kissling W D, Worsdell T, Sandbrook C, Gibbon G, Kumar K, Mehta P, Maron M, Williams B A, Jones K R, Wintle B A, Reside A E, Watson J E M. The minimum land area requiring conservation attention to safeguard biodiversity. *Science*, 2022, 376(6597): 1094-1101.

- [23] Mokany K, Ferrier S, Harwood T D, Ware C, Di Marco M, Grantham H S, Venter O, Hoskins A J, Watson J E M. Reconciling global priorities for conserving biodiversity habitat. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2020, 117(18): 9906-9911.
- [24] Arponen A, Heikkinen R K, Thomas C D, Moilanen A. The value of biodiversity in reserve selection: representation, species weighting, and benefit functions. *Conservation Biology*, 2005, 19(6): 2009-2014.
- [25] Brennan A, Naidoo R, Greenstreet L, Mehrabi Z, Ramankutty N, Kremen C. Functional connectivity of the world's protected areas. *Science*, 2022, 376(6597): 1101-1104.
- [26] Hammill E, Clements C F. Imperfect detection alters the outcome of management strategies for protected areas. *Ecology Letters*, 2020, 23(4): 682-691.
- [27] Riva F, Fahrig L. The disproportionately high value of small patches for biodiversity conservation. *Conservation Letters*, 2022, 15(3): e12881.
- [28] Wauchope H S, Jones J P G, Geldmann J, Simmons B I, Amano T, Blanco D E, Fuller R A, Johnston A, Langendoen T, Mundkur T, Nagy S, Sutherland W J. Protected areas have a mixed impact on waterbirds, but management helps. *Nature*, 2022, 605: 103-107.
- [29] Marino D, Marucci A, Palmieri M, Gaglioppa P. Monitoring the Convention on Biological Diversity (CBD) framework using evaluation of effectiveness methods. The Italian case. *Ecological Indicators*, 2015, 55: 172-182.
- [30] Gross D, Dubois G, Pekel J F, Mayaux P, Holmgren M, Prins H H T, Rondinini C, Boitani L. Monitoring land cover changes in African protected areas in the 21st century. *Ecological Informatics*, 2013, 14: 31-37.
- [31] Yang H B, Viña A, Winkler J A, Chung M G, Huang Q Y, Dou Y, McShea W J, Songer M, Zhang J D, Liu J G. A global assessment of the impact of individual protected areas on preventing forest loss. *The Science of the Total Environment*, 2021, 777: 145995.
- [32] Cuenca P, Arriagada R, Echeverría C. How much deforestation do protected areas avoid in tropical Andean landscapes? *Environmental Science and Policy*, 2016, 56: 56-66.
- [33] Mi C R, Ma L, Yang M Y, Li X H, Shai M R, Roll U, Oskyrko O, Pincheira-Donoso D, Harvey L P, Jablonski D, Safaei-Mahroo B, Ghaffari H, Smid J, Jarvie S, Kimani R M, Masoor R, Kazemi S M, Nneji L M, Fokoua A M T, Tasse Taboue G C, Bauer A, Nogueira C, Meirte D, Chapple D G, Das I, Grismer L, Avila L J, Ribeiro Júnior M A, Tallwin O J S, Torres-Carvajal O, Wagner P, Ron S R, Wang Y Z, Itescu Y, Nagy Z T, Wilcove D S, Liu X, Du W G. Global Protected Areas as refuges for amphibians and reptiles under climate change. *Nature Communications*, 2023, 14: 1389.
- [34] Liu X, Blackburn T M, Song T J, Wang X Y, Huang C, Li Y M. Animal invaders threaten protected areas worldwide. *Nature Communications*, 2020, 11: 2892.
- [35] Costanza R, de Groot R, Braat L, Kubiszewski I, Fioramonti L, Sutton P, Farber S, Grasso M. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 2017, 28: 1-16.
- [36] Assessment M E. Ecosystems and human well-being: Scenarios. Washington Island Press, 2005.
- [37] Chen H J. Land use trade-offs associated with protected areas in China: current state, existing evaluation methods, and future application of ecosystem service valuation. *The Science of the Total Environment*, 2020, 711: 134688.
- [38] Law Beverly E, Moomaw William R, Hudiburg Tara W, Schlesinger William H, Stermann John D, Woodwell George M. Creating strategic reserves to protect forest carbon and reduce biodiversity losses in the United States. *Land*, 2022, 11(5): 721.
- [39] Manhães A P, Loyola R, Mazzochini G G, Ganade G, Oliveira-Filho A T, Carvalho A R. Low-cost strategies for protecting ecosystem services and biodiversity. *Biological Conservation*, 2018, 217: 187-194.
- [40] Kalinauskas M, Bogdzevič K, Gomes E, Inácio M, Barcelo D, Zhao W W, Pereira P. Mapping and assessment of recreational cultural ecosystem services supply and demand in Vilnius (Lithuania). *The Science of the Total Environment*, 2023, 855: 158590.
- [41] Hugues N J. The economic value of Congo Basin protected areas goods and services. *Journal of Sustainable Development*, 2011, 4(1): 130.
- [42] Hochmalová M, Purvestri R C, Jian Y F, Jarský V, Riedl M, Dian Y Y, Hájek M. Demand for forest ecosystem services: a comparison study in selected areas in the Czech Republic and China. *European Journal of Forest Research*, 2022, 141(5): 867-886.
- [43] Radeloff V C, Stewart S I, Hawbaker T J, Gimmi U, Pidgeon A M, Flather C H, Hammer R B, Helmers D P. Housing growth in and near United States protected areas limits their conservation value. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2010, 107(2): 940-945.
- [44] Martens C, Scheiter S, Midgley G F, Hickler T. Combined impacts of future climate-driven vegetation changes and socioeconomic pressures on protected areas in Africa. *Conservation Biology*, 2022, 36(6): e13968.
- [45] Faleiro F V, Machado R B, Loyola R D. Defining spatial conservation priorities in the face of land-use and climate change. *Biological Conservation*, 2013, 158: 248-257.
- [46] Rodríguez-Rodríguez D, Martínez-Vega J, Echavarría P. A twenty year GIS-based assessment of environmental sustainability of land use changes in and around protected areas of a fast developing country: Spain. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2019, 74: 169-179.
- [47] Sanchez-Azofeifa G A, Rivard B, Calvo J, Moorthy I. Dynamics of tropical deforestation around National Parks: remote sensing of forest change on the Osa peninsula of costa rica. *Mountain Research and Development*, 2002, 22(4): 352-358.
- [48] Garden J G, O'Donnell T, Catterall C P. Changing habitat areas and static reserves: challenges to species protection under climate change. *Landscape Ecology*, 2015, 30(10): 1959-1973.
- [49] Battlori E, Parisien M A, Parks S A, Moritz M A, Miller C. Potential relocation of climatic environments suggests high rates of climate displacement within the North American protection network. *Global Change Biology*, 2017, 23(8): 3219-3230.
- [50] Velazco S J E, Villalobos F, Galvão F, De Marco Júnior P. A dark scenario for Cerrado plant species: effects of future climate, land use and protected areas ineffectiveness. *Diversity and Distributions*, 2019, 25(4): 660-673.
- [51] Jones K R, Venter O, Fuller R A, Allan J R, Maxwell S L, Negret P J, Watson J E M. One-third of global protected land is under intense human pressure. *Science*, 2018, 360(6390): 788-791.
- [52] Geldmann J, Manica A, Burgess N D, Coad L, Balmford A. A global-level assessment of the effectiveness of protected areas at resisting anthropogenic pressures. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2019, 116(46): 23209-23215.
- [53] Veldhuis M P, Ritchie M E, Ogutu J O, Morrison T A, Beale C M, Estes A B, Mwakilema W, Ojwang G O, Parr C L, Probert J, Wargute P W, Olf H. Cross-boundary human impacts compromise the Serengeti-Mara ecosystem. *Science*, 2019, 363(6434): 1424-1428.

- [54] Fischborn M, Sandwith T. Solutions for development challenges - insights from protected and conserved areas. Gland, Switzerland: IUCN, 2021.
- [55] Khosravi Mashizi A, Sharafatmandrad M. Dry forests conservation: a comprehensive approach linking ecosystem services to ecological drivers and sustainable management. *Global Ecology and Conservation*, 2023, 47: e02652.
- [56] Picone F, Buonocore E, Claudet J, Chemello R, Russo G F, Franzese P P. Marine protected areas overall success evaluation (MOSE): a novel integrated framework for assessing management performance and social-ecological benefits of MPAs. *Ocean & Coastal Management*, 2020, 198: 105370.
- [57] Castro-Arce K, Parra C, Vanclay F. Social innovation, sustainability and the governance of protected areas; revealing theory as it plays out in practice in *Costa Rica*. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2019, 62(13): 2255-2272.
- [58] Ghoddousi A, Loos J, Kuemmerle T. An outcome-oriented, social-ecological framework for assessing protected area effectiveness. *BioScience*, 2022, 72(2): 201-212.
- [59] 邵全琴, 刘纪远, 黄麟, 樊江文, 徐新良, 王军邦. 2005—2009 年三江源自然保护区生态保护和建设工程生态成效综合评估. *地理研究*, 2013, 32(9): 1645-1656.
- [60] 张明薇, 吕鸿达, 高世鑫, 郭涛, 石娟, 宗诚. 基于景观格局的扎龙国家级自然保护区湿地保护成效评估. *自然保护地*, 2023, 3(3): 67-76.
- [61] 靳勇超, 罗建武, 朱彦鹏, 辛利娟, 刁兆岩, 陈冰, 王伟. 内蒙古辉河国家级自然保护区湿地保护成效. *环境科学研究*, 2015, 28(9): 1424-1429.
- [62] 王翠玲, 臧振华, 邱月, 邓舒雨, 冯朝阳, 谢宗强, 徐文婷, 刘蕾, 陈全胜, 申国珍. 湖北神农架国家级自然保护区森林和川金丝猴栖息地的保护成效. *生物多样性*, 2017, 25(5): 504-512.
- [63] 陈冰, 刘方正, 张玉波, 杜金鸿, 王伟, 李俊生. 基于倾向评分分配比法评估苍山自然保护区的森林保护成效. *生物多样性*, 2017, 25(9): 999-1007.
- [64] 宋瑞玲, 王昊, 张迪, 吕植, 朱子云, 张璐, 刘炎林, 才文公保, 吴岚. 基于 MODIS-EVI 评估三江源高寒草地的保护成效. *生物多样性*, 2018, 26(2): 149-157.
- [65] 辛利娟, 靳勇超, 朱彦鹏, 罗建武, 王亮, 陈冰, 王伟. 中国荒漠类自然保护区保护成效评估指标及其应用. *中国沙漠*, 2015, 35(6): 1693-1699.
- [66] 宋瑞玲, 姚锦仙, 吴恺悦, 张晓川, 吕植, 朱争光, 殷丽洁. 海洋保护区管理与保护成效评估的方法与进展. *生物多样性*, 2018, 26(3): 286-294.
- [67] 的么罗英, 王晓, 张晋东. 卧龙自然保护区人类活动与大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 空间利用特征分析. *四川林业科技*, 2019, 40(5): 60-65.
- [68] 范志勇. 国家公园与伞物种(旗舰物种)景观尺度的栖息地破碎化治理——以大熊猫保护和长白山自然保护区为案例. *林业建设*, 2018(5): 140-147.
- [69] 冯晓东. 基于丹顶鹤保护的扎龙自然保护区保护成效研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2013.
- [70] 薛达元, 郑允文. 我国自然保护区有效管理评价指标研究. *农村生态环境*, 1994, 10(2): 6-9.
- [71] 权佳, 欧阳志云, 徐卫华, 苗鸿. 自然保护区管理有效性评价方法的比较与应用. *生物多样性*, 2010, 18(1): 90-99.
- [72] 王琪, 吴磊, 伦小文, 王桂君. 吉林省自然保护区的管理有效性研究. *吉林化工学院学报*, 2005, 22(1): 24-26.
- [73] 冯春婷, 罗建武, 刘方正, 周越, 张立博, 杜金鸿, 王伟. 长江经济带国家级自然保护区管理状况评价. *环境科学研究*, 2020, 33(3): 709-717.
- [74] 洪晓巧, 方秦华. 海洋保护区管理有效性评估体系研究进展. *海洋开发与管理*, 2016, 33(2): 95-100.
- [75] 孙心语. 我国国家级海洋保护区管理有效性评价研究——以三个国家级海洋保护区为例[D]. 上海: 上海海洋大学, 2018.
- [76] 林金兰, 刘昕明. 海洋保护区管理成效评估的研究现状及思考. *海洋湖沼通报*, 2019(3): 184-190.
- [77] 张圆刚, 文彤, 吕兴洋, 朱鹤, 刘军胜, 刘佳, 刘法建, 孙佼佼, 苏静, 余凤龙, 张国俊, 罗文斌, 徐菲菲, 靳诚. 自然保护地生态旅游高质量发展: 资源保护与创新发展. *自然保护地*, 2021, 1(2): 1-21.
- [78] 钟林生, 彭枝荣, 张晓瑶. 自然保护地旅游特许经营研究进展. *国家公园: 中英文*, 2023, 1(2): 75-86.
- [79] 刘道平, 欧阳志云, 张玉钧, 邹红菲, 钟林生, 徐基良, 曾江宁, 金崑, 钟永德, 吴江洲, 叶文, 杨宇明. 中国自然保护地建设: 机遇与挑战. *自然保护地*, 2021, 1(1): 1-12.
- [80] 贾利, 聂晶, 梁雪石, 魏延军, 郑福云, 张弘强, 郭文栋, 高玉慧. 黑龙江省自然保护地生态旅游可持续发展策略. *国土与自然资源研究*, 2019(6): 90-91.
- [81] 张引, 刘海龙, 杨锐. 社区共管与协调生态保护和可持续发展——基于秦巴山脉区域 5 个典型案例的分析. *中国工程科学*, 2020, 22(1): 111-119.
- [82] 毋茜, 傅国华. 生态旅游对当地居民的影响——以海南热带雨林国家公园尖峰岭自然保护地为例. *安徽农业科学*, 2021, 49(16): 97-102, 129.
- [83] 刘洋, 李锋. 国家公园社区共管研究进展与展望. *绿色科技*, 2023, 25(3): 276-280.
- [84] 张引, 杨锐. 中国国家公园社区共管机制构建框架研究. *中国园林*, 2021, 37(11): 98-103.
- [85] 张涵, 黎夏, 石洪, 刘晓娟. 基于倾向得分匹配方法的中国自然保护区缓解人类活动压力评估. *地理学报*, 2021, 76(3): 680-693.
- [86] 刘增力, 胡理乐, 闫伯前, 张鹏骞. 北京市自然保护地生态效益及其影响因素. *生态学报*, 2022, 42(24): 10060-10071.
- [87] 梁冬妮, 缪涛, 常江, 郭松凯, 蒋志刚, 吉晟男, 平晓鸽, 李春旺. 陕西青木川国家级自然保护区脊椎动物物种多样性现状和保护成效. *动物学杂志*, 2021, 56(6): 808-818.
- [88] 曹明. 秦岭区域国家级自然保护区保护成效及影响因素分析[D]. 北京: 中国环境科学研究院, 2021.
- [89] 李敏. 基于 NDVI 的神农架自然保护区保护成效分析. *测绘技术装备*, 2023, 25(1): 5-10.
- [90] Dudley N. Guidelines for protected area management categories. Gland, Switzerland: IUCN, 1994.
- [91] 付梦娣, 刘伟玮, 李博炎, 任月恒, 李爽, 白雪, 李俊生, 朱彦鹏. 国家公园生态环境保护成效评估指标体系构建与应用. *生态学杂志*, 2021, 40(12): 4109-4118.