



DOI: 10.5846/stxb201903070434

张香菊, 钟林生. 旅游生态学研究进展. 生态学报, 2019, 39(24): 9396-9407.

旅游生态学研究进展

张香菊^{1,2,3}, 钟林生^{1,2,*}

1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2 中国科学院大学, 北京 100049

3 贵州师范学院旅游文化学院, 贵阳 550018

摘要:作为生态学和旅游学相交叉的一门新兴分支学科, 旅游生态学关注旅游发展中的生态环境问题, 以生态学原理指导旅游生态系统管理, 是促进旅游业可持续发展的重要理论支撑。论文采用引文可视化分析软件 CiteSpace5.3 和文献阅读相结合的方法分析旅游生态学研究的国际进展。分析发现, 文献数量在进入 21 世纪后快速增长, 文献来源地集中在北美和欧洲国家, 研究方法呈现多学科综合性和最新科学技术成果应用及时等特点, 研究内容主要集中在旅游活动的生态环境影响、旅游生态系统管理和旅游可持续发展的测度及实现途径 3 个方面。基于国际进展的分析, 论文最后提出我国旅游生态学研究应在学科的基础理论、旅游影响的系统性和持续性、旅游生态修复、旅游开发活动的生态环境影响、生态环境变化对旅游业发展的影响和本土性旅游生态系统管理方法等方面加强。

关键词:旅游生态学; 生态环境; 影响; 国际进展; 启示

旅游生态学是研究旅游影响的来源、类型和程度以及这种影响与游览活动类型、游客及其行为之间关系的科学^[1], 它以旅游生态系统为研究对象, 用生态学原理指导旅游发展和旅游生态系统管理, 为促进旅游业可持续发展提供理论和实践支撑。作为生态学和旅游学相交叉的一门新兴分支学科, 旅游生态学属于应用生态学范畴, 同时也是旅游科学研究的重要领域^[2]。

旅游发展给目的地带来文化交融和经济繁荣的同时, 也会引起自然生态环境的变化, 甚至造成环境污染和生态破坏。20 世纪上半叶, 为应对旅游发展与生态环境之间的矛盾问题, 旅游生态学研究最早出现在旅游生态问题凸显的欧美地区。当前, 全球旅游活动达到前所未有的规模, 应用旅游生态学理论解决旅游生态环境问题的需求空前迫切。根据《世界旅游经济趋势报告(2018)》的统计, 2017 年全球旅游总人次达 119 亿, 是全球人口总规模的 1.6 倍, 全球旅游总收入超过 5 万亿美元, 相当于全球 GDP 的 6.7%。

经过 40 年的发展, 旅游业已成为我国的战略性支柱产业, 对国民经济发展和人民生活的影响显著, 同时也带来一定程度的生态环境影响。在生态文明建设和旅游产业蓬勃发展的大背景下, 促进旅游业可持续发展和发展方式的生态化转型已十分迫切。本文综述旅游生态学研究的国际进展, 以期为我国旅游生态学研究 and 旅游可持续发展实践提供借鉴。

1 文献概况

1.1 文献来源与分析方法

本研究以“recreation OR tourism OR tourist”和“recreation ecology OR tourism ecology”为主题词在 Web of

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671527); 国家重点研发计划(2017YFC0506401)

收稿日期: 2019-03-07; 修订日期: 2019-10-31

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhongls@igsnrr.ac.cn

Science 核心合集中进行检索,检索时间为 2018 年 12 月 31 日。同时,为避免遗漏,检索时间范围设置为 1900 年至 2018 年。通过人工筛选剔除书评、书籍的章节、会议摘要以及主题与本研究完全无关的其他文献后共得到期刊论文 987 篇,作为本研究的数据分析样本。为弥补分析工具无法深入阅读的缺陷,文章采用引文可视化分析软件 CiteSpace5.3 和文献阅读相结合的方式对文献进行分析和梳理。

1.2 文献的时间分布

如图 1 所示,样本文献的时间跨度为 1972 年到 2018 年,在 2003 年后文献数量呈现快速增长趋势。尽管学者在研究旅游生态学的起源时,追溯到了 1928 年 Meinecke 对美国加利福尼亚红木森林公园游憩影响的测度研究,但它作为一门学科得到认同却是在 20 世纪 70 年代初期^[3-4]。进入 21 世纪,人们的休闲时间和可自由支配收入增加极大激发了旅游需求,交通、住宿等基础设施的改善为旅游发展提供条件。旅游业迅速发展带来对生态环境的干扰,也引起更多学者关注如何调和旅游发展和生态保护之间的冲突,因此旅游生态学研究成果在新世纪迅速增多。这一趋势也与最近 20 年全球旅游业蓬勃发展的态势相对应,体现了旅游生态学研究的应用性特点。

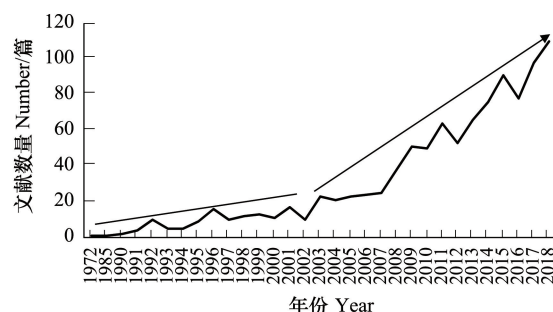
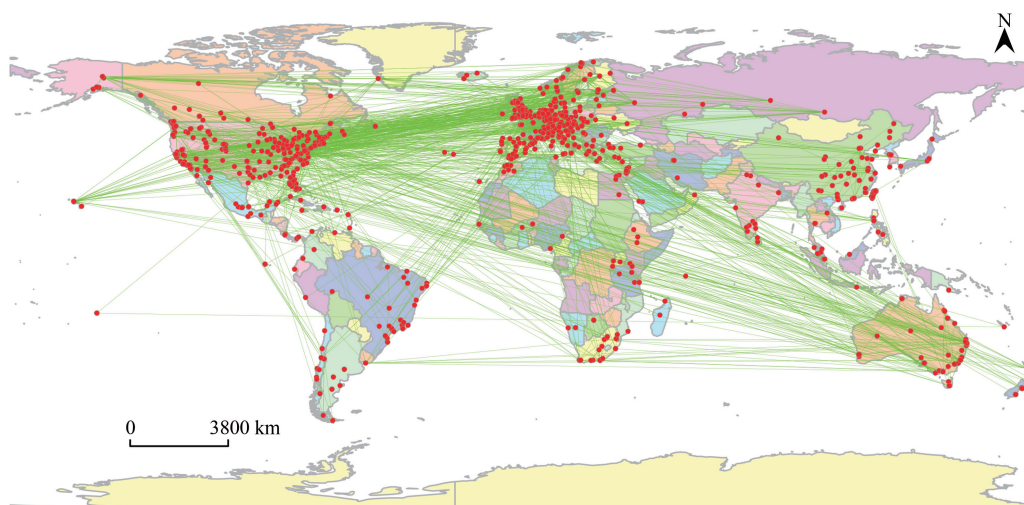


图 1 文献数量年度分布图

Fig.1 Annual number of literatures

1.3 文献的空间分布

结合 CiteSpace 的文献来源地分析结果和 Google Earth、ArcGIS 的地理可视化功能得到图 2。从图 2 中可以看出,旅游生态学研究已经得到全球各地学者的关注,文献在北美和欧洲呈现明显的集聚性,澳大利亚、新西兰和东亚地区次之。从单个国家来看,美国(324 篇)的文献数量占到全部的近三分之一,澳大利亚(110 篇)、英国(97 篇)次之。我国相关研究开始于 20 世纪 80 年代末期^[5-6],但在国际期刊上发表文献主要集中在近 10 年,与同属东亚的日本、韩国相比,我国属于研究起步较晚的国家^[7]。Monz 等(2013)^[3]、Leung (2012)^[7]和 Buckley(2005)^[8]的文章中也提到,旅游生态学研究多数集中在北美和欧洲,澳大利亚和东亚地区在近些年增长很快。可见,学者们的定性判断和样本文献的空间分析结果是一致的。文献的空间分布规律



图例 • 作者所在地 — 合作关系

图 2 文献的空间分布图

Fig.2 Spatial distribution of literatures

表 2 研究内容与代表性关键词

Table 2 Research contents and representative keywords

研究内容 Research contents	代表性关键词 Representative keywords
旅游的生态环境影响 Eco-environmental impact from tourism	群落 (community); 种群 (population); 植被 (vegetation) 生物多样性 (biodiversity); 气候变化 (climate change) 影响 (impact); 干扰 (disturbance)
旅游生态系统管理 Tourism ecosystem management	保护 (conservation); 管理 (management) 国家公园 (national park); 保护地 (protected area)
旅游可持续发展测度及其实现途径 Measure and realization of tourism sustainable development	可持续旅游 (sustainable tourism); 生态旅游 (ecotourism) 可持续性 (sustainability); 旅游影响 (tourism impact)

植被和土壤是旅游引起环境变化的重要指标,其中植被所受的旅游干扰最为明显,土壤次之^[26]。植被所受影响主要表现为植被外观的受损、植被覆盖率下降和生物多样性变化等。土壤所受影响包括土壤空隙度下降、容重增加等物理性质的变化和土壤有机质减少、PH 值改变等化学性质的变化。因为土壤状态和植被生长之间关系密切,所以不少文献是同时研究对二者的影响(详见表 3)。上述旅游影响结果的直接来源包括以徒步、骑马等为代表的游览活动和以露营地、道路等基础设施建设为代表的旅游开发活动,其中游览活动的影响是样本文献研究的主体。尽管旅游开发活动所占面积与整个旅游目的地相比是微不足道的,但会直接导致本地植被清除、外来景观植物引入、地面硬化等,造成的影响是永久性的,需要给予重视^[40]。除直接影响外,旅游者通过衣服、鞋底、车轮等带来的种子或者携带的病菌等会间接影响区域环境^[40]。目前已有学者意识到旅游间接影响给本土植物和土壤造成的危害,但此领域的研究成果较少,主要研究区域集中在澳大利亚^[8,41]。

表 3 旅游对植被和土壤的影响

Table 3 Impacts of tourism on vegetation and soil

旅游影响 Impacts of tourism\		旅游开发活动 Tourism development			游览活动 Sightseeing				
		露营地 Campsite	房屋 House	道路 Road	四轮驱动车 Four-wheel drive	骑马 Horse riding	徒步 Hiking	露营 Camping	自行车 Biking
旅游活动类型 Types of tourism activity									
直接影响	植被高度和覆盖度下降	[27]	[28]	[10,29-31]	[32-33]	[33,34,35-36]	[33, 37-39]	[27,33]	[24,33]
Direct impacts	植被物种多样性变化	[27]		[10,29-31]	[32-33]	[34,35-36]	[33,37-39]	[27]	[24]
	土壤物理性质变化	[27]	[28]	[10,29-31]	[32-33]	[21,34,35]	[21,33,37,39]	[27]	[28,24]
	土壤化学性质变化			[10,27,31]		[34]	[39]		[24]
	种子传播		[28]	[30]	[28,33]	[33,36]	[33]	[33]	[24,33]
Indirect impacts	病菌传播				[33]	[33]	[33]	[33]	[24,33]

水是旅游目的地的重要环境要素,旅游活动除影响水体质量外^[42],还通过水环境使水体生物和水生态系统发生改变^[41, 43]。例如水边植物缓冲带的损坏导致水体的营养物质和沉淀物增多^[44],也会影响水体温度进而影响水体生物生长^[45]。Lorenz 等(2012)在德国 Krumme Spree 河段的实验研究表明,游船造成的波浪压力、水底沉积物分布变化等降低了贻贝的自净活性,进而影响水体的自净能力^[46]。Zhong 等(2015)的研究显示,中国 1200 处自然保护区中存在水污染问题的达到 23%,旅游活动的水环境影响问题较为普遍^[16]。

野生动物是旅游的重要吸引物^[47],但专门关注旅游活动对野生动物的影响研究直到 20 世纪 90 年代末期才日益增多^[1],近些年逐渐受到旅游生态学和野生动物领域专家的关注。野生动物既会因车辆撞击、游客惊扰等直接干扰导致死亡、惊飞,也会由于旅游活动引起的栖息环境改变出现栖息地、活动空间和繁殖率等的变化^[48-50]。除外显行为变化以外,动物受到旅游干扰后在心率、应激激素等方面的生理变化也受到学者们的重视^[50-51]。Selman 等(2013)的观测结果表明,在个体水平上,受干扰的海龟在同一地点晒太阳的时间明显短于对照组;在种群水平上,受旅游干扰的海龟晒太阳的百分比要小得多,且较大和较慢的船只对日光浴海龟的

干扰率明显高于较小和更快的船只;同时,受干扰区域捕获的海龟异嗜细胞与淋巴细胞数量的比值也明显较高^[52]。相比于植被、水、土壤等,不同的野生动物对各类旅游活动干扰的反应具有很大的差异性,研究更为复杂^[9,47]。例如,不同鸟类的警觉距离差异较大,雌性动物和雄性动物的抗干扰能力也不同^[9]。

旅游活动对大气环境的影响研究主要以大尺度的区域、国家或城市为主,碳排放与旅游产业的关系是目前研究的热点。Leon 等(2014)利用 1998 年至 2006 年期间的面板数据分析二氧化碳排放与旅游业之间的关系,结果表明旅游业对二氧化碳排放有很大贡献,对发达国家的贡献率大于欠发达国家^[53]。其中,交通尤其是航空和私家车是旅游业碳排放的主要来源^[54-55]。Farreny 等(2011)对南极旅游的研究表明,平均每名旅客二氧化碳排放量为 5.44 吨,这些排放物中约有 70%是由乘船造成的,30%是由飞行造成的^[55]。游客在目的地的旅行也会影响大气环境,例如 Saenz-de-Miera 和 Rossello(2014)在西班牙马略卡岛的研究发现,游客人数增加 1%与 PM10 水平增加 0.45%有关^[56]。综上可知,降低游客空间移动产生的能源消耗是减少旅游对大气环境影响的关键。

3.1.2 旅游对生态环境影响的主要因素

根据影响结果探寻影响规律对旅游生态环境管理具有重要指导意义。影响旅游对生态环境干扰程度的主要因素可以总结为 4 个方面^[25,57]:1)利用总量;2)利用活动类型;3)利用时间;4)生态特点。

通常认为游客人数越多,旅游生态环境影响越严重,这也是自然保护区管理以限制游客量为主要措施的重要原因。事实上,旅游利用总量与旅游生态环境影响程度之间存在直线关系、曲线关系甚至没有关系等多种情况^[1,3,58](图 6)。例如,多数研究支持旅游利用量与植被影响之间的关系是曲线关系(见图 6 中对植被的影响),在利用量达到阈值 x 之前减少游客量可以有效降低对植被的干扰,在 x 值以上调整利用量则收效甚微^[61-62]。

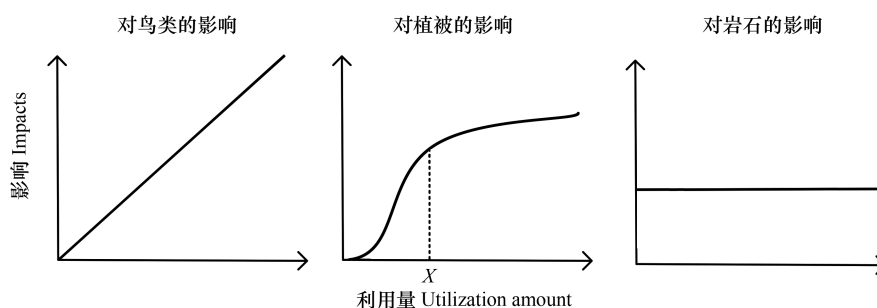


图 6 旅游利用与环境影响关系图^[47,59-60]

Fig.6 Relationship between tourism and environmental impact^[47,59-60]

同等条件下,四轮驱动车的影响最大,骑马比步行和自行车对土壤、植被等环境要素的影响更为严重,参与相同旅游活动的不同旅游者行为也会造成迥异的环境影响^[63-64]。在自驾游、房车游的热潮下,机动车旅游对生态环境的影响研究是偏少的^[25]。分析不同利用活动类型的生态环境影响规律对旅游地的项目设置具有重要指导作用。

旅游利用时间不同,生态环境受到的影响也有很大差异:鸟类在繁殖季节对旅游影响更为敏感,如产卵量减少、雏鸟被遗弃等^[65-66];植被和土壤在潮湿条件下受到的损害更为严重,植被在经历长时间的干旱以后抵抗干扰的能力也会下降^[4]。旅游利用时间与生态环境影响之间关系的研究可为自然旅游区设置季节性游览开放区域和弹性最大游客承载力提供科学依据。

不同生态环境的本底条件决定了其抗旅游干扰的能力。例如,坡度较小、岩石较多或者土壤比较紧实的区域土壤抗侵蚀能力强;相比于灌木和乔木区,禾草本植物生长区更易受到践踏影响,进而形成非正规步道^[67]。因此,生态环境的本底条件是自然旅游地管理的重要参考因素。

3.2 旅游生态系统管理研究

旅游生态系统管理是针对旅游中的生态环境问题实施的系统管理,既包括对自然生态环境的管理,也包括对旅游者、社区居民的生态管理和生态约束。它是旅游目的地管理的重要组成部分^[68]。早期的旅游生态系统管理集中关注旅游承载力,限制游客数量是主要管理措施^[69],如早期的游客管理框架——游憩承载力(Recreation Carrying Capacity, RCC)、可接受改变的极限(Limits of Acceptable Change, LAC)等。然而,后续研究表明游客量与干扰程度之间的紧密关系只是在较低使用量时才成立,且旅游影响还受到游览方式等多种其他因素的影响^[1]。因此,引导旅游者行为、调整开放区域、改变游览区域的生态特点等多样化的旅游生态系统管理方式逐渐得到应用。根据管理对象的不同,旅游生态系统管理可以分为游客管理和场地管理两种类型,对应的常用管理措施见表4。

西方早期的游客管理是优先选择间接管理的,仅在间接管理无效时才采取直接管理措施^[1]。发源于美国的“无痕山林”(Leave No Trace)项目是典型的游客间接管理手段,试图通过增强游客环境伦理意识、传授户外技能等方式降低环境影响,并已有许多研究致力于探索有效的沟通和教育方式以实现该项目的初衷^[70-71]。设定禁止游览区域、禁止携带部分物品等直接管理方式的积极效果也在一定区域内得到了验证,但两种方式也均存在失灵的情况^[69,72-73]。

关闭生态环境受损严重的游览区、根据季节和区域环境现状轮流开放游览区是游览场地管理最直接的方式。此外,不同的植被类型、土壤条件和地貌特征的生态区域抗游憩干扰的能力和生态恢复力是不同的:坡度较小、土壤基底多岩石和砂砾的小径抗践踏能力强;干草片区露营后生态环境恢复较快^[20]。管理者不仅可以在划定露营区、选择徒步道时有意选择和设计,也可以根据生态特点在后期不断改善,例如徒步道两侧栽种植物或在路面增加碎石,以增强游览场所的抗干扰能力^[17]。

表 4 旅游生态系统管理措施
Table 4 Tourism ecosystem management measures

类别 Types	管理方式 Management style	管理措施 Management measures
游客管理 Tourist management	直接管理	限制游客数量;游客预定系统 限制使用工具,如火种,刀斧等 设置游览规定;设定游览区域
	间接管理	游客教育和培训;设置提醒标志 纸质材料、移动设备等游览推荐
场地管理 Site management	直接管理	关闭严重受干扰区域 将游憩区限制在一定片区,减少随意扩大 根据季节和天气开放相应露营区、徒步道等 根据动物、植被等生态系统的抗干扰和恢复能力选择游憩开放区
	间接管理	改变场地设计,约束游客行为,如徒步道两侧栽种植物或者放置岩石等 通过人为干扰,提高环境抵抗力,如在徒步路面增加碎石

3.3 旅游可持续发展的测度和实现途径研究

随着可持续发展理念在当今社会、经济、环境等领域的广泛应用,旅游业可持续发展受到业界与学界的持续关注,其既是旅游生态学研究的目标与归宿,也是旅游生态学研究体系的重要组成部分。根据文献来看,从旅游生态学视角对其研究的内容主要包括旅游业可持续发展的状况测度及其实现途径两个方面。

目前旅游业可持续发展状况的测度主要有旅游可持续性指标(Sustainable Tourism Indicators, STI)、旅游足迹、旅游环境承载力和旅游生态效率四个方面的研究。其中,STI法的研究主要还停留在指标体系的构建阶段,实施评估的相对较少^[74]。后三者分别从旅游活动的环境影响、旅游目的地环境容量和旅游单位经济产出的环境消耗反映旅游活动与生态环境之间的关系,在一定程度上反映了旅游可持续发展的状况^[75-76]。旅游足迹的研究又以旅游碳足迹、旅游水足迹和旅游生态足迹为主体,前两者分别反映了旅游碳排放和旅游

水消耗量大小,后者则是指旅游活动的综合生态占用^[77]。其中,碳排放是测度和反映旅游可持续水平的常用指标。从 2009 年到 2013 年,全球旅游业的碳足迹已从 3.9 增加到 4.5GtCO₂e,比先前估计的高出四倍,约占全球温室气体排放量的 8%^[78]。相似的,从 1995 年到 2014 年中国旅游碳排放量呈现出明显的增长趋势,从 136.84 亿 kg 增加到 1583.57 亿 kg,年均增长 13.77%^[79]。可见,旅游业当前状况与实现可持续发展还有一定差距^[80-81]。

基于旅游生态环境影响的现实和旅游生态系统管理的需求,生态旅游、低碳旅游、绿色旅游、替代性旅游、负责任旅游等旅游形式作为实现旅游可持续发展的重要途径被提出^[82]。其中生态旅游是发展最快并被广泛应用的一种可持续旅游形式。生态旅游倡导生态保护、环境教育和社区发展,使其兼具生态保护和经济发展的作用,备受业界青睐,研究成果也相对较多^[83]。虽然可持续旅游形式有所不同,但它们基本是从旅游者、运营者和管理者等视角探讨提高旅游可持续水平的理论和实践路径。从需求的角度讲,旅游者希望供应商直接提供环境影响较低的产品,而非让他们在不同产品中选择^[84]。从供给的角度讲,业界希望通过生态认证等自我管理的方式发展可持续旅游,但社会、生态、经济的巨大压力决定了旅游业主动大幅度提升可持续水平不太乐观,仍需严格的管理约束和引导^[81]。事实上,在实现旅游业可持续发展过程中(尤其是在发展中国家)仍面临着能源消耗、废弃物处理、食品浪费、商业环境、人才、资金等诸多方面的挑战^[81,85],旅游对自然生态环境的影响依然不容忽视,实现可持续仍然任重道远^[86]。

4 结论与启示

4.1 研究结论

经过半个多世纪的发展,国际旅游生态学研究从地理学、统计学等其他学科和高新技术领域吸取营养,研究方法更加多样化和智能化;研究区域从欧美扩展至大洋洲、东亚等地区,覆盖范围更加广阔;研究内容不断深化,描述旅游带来的生态环境影响,分析主要影响因素,寻求调和旅游发展和生态保护冲突的方法,探寻实现旅游可持续发展的途径,形成了较为丰富的研究成果。但现有研究以应用基础研究为主,理论研究相对不足,学科的概念、研究内容等基本问题尚未得到清晰而一致的界定,学科发展处在初级阶段,学科体系亟待完善。而且生态环境变化对旅游产业发展的影响研究不足,未能全面反映生态环境和旅游之间的相互作用关系;对旅游开发的生态环境影响关注较少,与旅游影响来源的实际情况不相符,这些在一定程度上限制了旅游生态学研究成果的应用深度和广度。

4.2 对我国的启示

借鉴旅游生态学研究的国际经验,结合我国旅游产业发展与生态文明建设的实践需求,可从以下六个方面加强相关研究,以更好的促进学科发展,增强理论研究对我国旅游可持续发展的指导作用。

4.2.1 完善旅游生态学领域的研究体系

旅游生态学作为新兴学科领域,学者们对其学科内涵与研究范畴探讨较少,如对旅游生态学与生态旅游的关系尚没有明确而一致的界定。我国学者应当加强与国外旅游生态学研究者的沟通与交流,探讨旅游生态学的内涵、研究对象、研究内容、基础理论以及研究方法,建立适合中国国情的相对完善的研究体系,夯实旅游生态学的学科基础。

4.2.2 加强旅游影响的系统性和持续性研究

由于缺乏基础数据,我国侧重于对单个案例地中单个或几个要素旅游影响结果的揭示,对旅游影响的综合评估、关键因素识别和影响的演变规律研究不足。应当借鉴国际经验,建立系统性旅游生态环境影响监测体系,加强长期的持续跟踪调研,通过基于时间序列和空间对比的旅游影响研究,总结影响旅游生态环境干扰的关键因素,刻画旅游地生态系统与环境演变规律,揭示演变机理,预测演变趋势,为旅游地生态系统与环境科学管理提供支撑。

4.2.3 关注旅游生态修复理论与技术研究

生态修复是减缓或消除旅游开发建设与游览活动造成负面生态环境影响的重要措施之一。基于旅游影

响的演化规律、旅游生态系统的实验模拟和生态修复效果的监测评价,加强旅游生态修复的理论与技术研究,科学指导旅游地生态修复实践,应成为新时期旅游生态学研究的重要内容,以加强旅游地生态文明建设。

4.2.4 加强旅游开发建设的生态环境影响研究

已有研究偏重于游览活动的生态环境影响,对旅游开发建设活动带来的影响研究相对不足。事实上,旅游基础设施建设、旅游环境营造等旅游开发活动造成的生态环境影响涉及范围广、影响时间长,是不容忽视的。今后研究要加强游步道、游客服务中心、厕所、观景台等的建设过程中对植被、土壤、水以及野生动物的影响研究。另外,由于我国正在大力实施乡村振兴战略,乡村旅游迅速发展的同时极有可能带来负面环境影响,需要加强旅游开发活动对乡村生态环境的影响研究。

4.2.5 重视生态环境变化对旅游发展的影响研究

良好的生态环境是旅游业发展的基础,全球变暖、环境污染(如雾霾、水体质量下降)、生态破坏(如野生动物减少、植被覆盖度降低)均会在一定程度上影响旅游资源的吸引力。另一方面,在旅游开发过程中,原生态的自然环境受到现代审美的修饰,其荒野美和神秘性等特点也会发生改变。关注旅游地生态环境的改变如何影响旅游业发展,并提出适应或减缓影响的策略,对指导旅游地长远发展具有重要意义。

4.2.6 探索本土性旅游生态系统管理方法

以 LAC、VERP 为代表的旅游生态系统管理方法虽然在一些国家取得了较好的效果,但仍存在不同区域的适宜性问题。中国多数自然型景区有人类居住且自然地理和社会文化环境独特,在借鉴国外理论方法的基础上,应积极探讨符合中国国情的旅游生态系统管理方法,挖掘地方生态智慧、发动当地社区居民的积极性,探索构建基于社区的环境管理模式;根据我国生态系统特点和游客偏好积极探索除限制游客数量以外的旅游生态系统管理机制。

致谢:感谢张书颖和张生瑞在文献数据分析和图件制作中给予的帮助。

参考文献(References):

- [1] Marion J L, Leung Y F, Eagleston H, Burroughs K. A review and synthesis of recreation ecology research findings on visitor impacts to wilderness and protected natural Areas. *Journal of Forestry*, 2016, 114(3): 352-362.
- [2] 晋秀龙, 陆林. 旅游生态学研究体系. *生态学报*, 2009, 29(2): 898-909.
- [3] Monz C A, Pickering C M, Hadwen W L. Recent advances in recreation ecology and the implications of different relationships between recreation use and ecological impacts. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2013, 11(8): 441-446.
- [4] Liddle M J. *Recreation Ecology: The Ecological Impact of Outdoor Recreation and Ecotourism*. London: Chapman and Hall, 1997: 639.
- [5] 王献溥. 关于受威胁的保护区及其解除对策. *广西植物*, 1986, 6(1/2): 141-145.
- [6] 刘鸿雁. 旅游生态学——生态学应用的一个新领域. *生态学杂志*, 1994, 13(5): 35-38.
- [7] Leung Y F. Recreation ecology research in East Asia's protected areas: redefining impacts? *Journal for Nature Conservation*, 2012, 20(6): 349-356.
- [8] Buckley R. Recreation ecology research effort: an international comparison. *Tourism Recreation Research*, 2005, 30(1): 99-101.
- [9] Barros A, Monz C, Pickering C. Is tourism damaging ecosystems in the Andes? Current knowledge and an agenda for future research. *AMBIO*, 2015, 44(2): 82-98.
- [10] Ballantyne M, Pickering C M. The impacts of trail infrastructure on vegetation and soils: current literature and future directions. *Journal of Environmental Management*, 2015, 164: 53-64.
- [11] Cupul-Magaña A L, Rodríguez-Troncoso A P. Tourist carrying capacity at Islas Marietas National Park: an essential tool to protect the coral community. *Applied Geography*, 2017, 88: 15-23.
- [12] Vujko A, Plavša J, Petrović M D, Radovanović M, Gajić T. Modelling of carrying capacity in National Park - Fruška Gora (Serbia) case study. *Open Geosciences*, 2017, 9(1): 61-72.
- [13] Grooms B P, Urbanek R E. Exploring the effects of non-consumptive recreation, trail use, and environmental factors on state park avian biodiversity. *Journal of Environmental Management*, 2018, 227: 55-61.
- [14] Noe F P, Hammitt W E, Bixler R D. Park user perceptions of resource and use impacts under varied situations in three national parks. *Journal of*

- Environmental Management, 1997, 49(3): 323-336.
- [15] Cheung L T O. Improving visitor management approaches for the changing preferences and behaviours of country park visitors in Hong Kong. *Natural Resources Forum*, 2013, 37(4): 231-241.
- [16] Zhong L S, Buckley R C, Wardle C, Wang L G. Environmental and visitor management in a thousand protected areas in China. *Biological Conservation*, 2015, 181: 219-225.
- [17] Wimpey J F, Marion J L. The influence of use, environmental and managerial factors on the width of recreational trails. *Journal of Environmental Management*, 2010, 91(10): 2028-2037.
- [18] Hernández-Cordero A I, Hernández-Calvento L, Espino E P C. Vegetation changes as an indicator of impact from tourist development in an arid transgressive coastal dune field. *Land Use Policy*, 2017, 64: 479-491.
- [19] Morrison C, Simpkins C, Castley J G, Buckley R C. Tourism and the conservation of critically endangered frogs. *PLoS One*, 2012, 7(9): e43757.
- [20] Olive N D, Marion J L. The influence of use-related, environmental, and managerial factors on soil loss from recreational trails. *Journal of Environmental Management*, 2009, 90(3): 1483-1493.
- [21] Walden-Schreiner C, Rossi S D, Barros A, Pickering C, Leung Y F. Using crowd-sourced photos to assess seasonal patterns of visitor use in mountain-protected areas. *Ambio*, 2018, 47(7): 781-793.
- [22] Small H. The synthesis of specialty narratives from co-citation clusters. *Journal of the American Society for Information Science*, 1986, 37(3): 97-110.
- [23] Cole D N, Bayfield N G. Recreational trampling of vegetation: standard experimental procedures. *Biological Conservation*, 1993, 63(3): 209-215.
- [24] Pickering C M, Hill W, Newsome D, Leung Y F. Comparing hiking, mountain biking and horse riding impacts on vegetation and soils in Australia and the United States of America. *Journal of Environmental Management*, 2010, 91(3): 551-562.
- [25] Monz C A, Cole D N, Leung Y F, Marion J L. Sustaining visitor use in protected areas: future opportunities in recreation ecology research based on the USA experience. *Environmental Management*, 2010, 45(3): 551-562.
- [26] 巩劫, 陆林, 晋秀龙, 南伟, 邢慧敏. 黄山风景区旅游干扰对植物群落草本层的影响. *地理科学*, 2009, 29(04): 607-612.
- [27] Smith A, Newsome D, Enright N. Does provision of firewood reduce woody debris loss around campsites in south-west Australian forests? *Australasian Journal of Environmental Management*, 2012, 19(2): 108-121.
- [28] Buckley R C, Pickering C M, Warnken J. Environmental management for alpine tourism and resorts in Australia//Godde P M, Price M F, Zimmerman F M, eds. *Tourism and Development in Mountain Regions*. Oxon UK: CABI Publishing, 2000: 27-45.
- [29] Wolf I D, Croft D B. Impacts of tourism hotspots on vegetation communities show a higher potential for self-propagation along roads than hiking trails. *Journal of Environmental Management*, 2014, 143: 173-185.
- [30] Johnston F M, Johnston S W. Impacts of road disturbance on soil properties and on exotic plant occurrence in subalpine areas of the Australian Alps. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 2004, 36(2): 201-207.
- [31] Ballantyne M, Gudes O, Pickering C M. Recreational trails are an important cause of fragmentation in endangered urban forests: a case-study from Australia. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 130: 112-124.
- [32] Priskin J. Physical impacts of four-wheel drive related tourism and recreation in a semi-arid, natural coastal environment. *Ocean & Coastal Management*, 2003, 46(1/2): 127-155.
- [33] Turton S M. Managing environmental impacts of recreation and tourism in rainforests of the wet tropics of Queensland world heritage area. *Geographical Research*, 2005, 43(2): 140-151.
- [34] Newsome D, Smith A, Moore S A. Horse riding in protected areas: a critical review and implications for research and management. *Current Issues in Tourism*, 2008, 11(2): 144-166.
- [35] Whinam J, Comfort M. The impact of commercial horse riding on sub-alpine environments at Cradle Mountain, Tasmania, Australia. *Journal of Environmental Management*, 1996, 47(1): 61-70.
- [36] Whinam J, Cannell E J, Kirkpatrick J B, Comfort M. Studies on the potential impact of recreational horseriding on some alpine environments of the central plateau, Tasmania. *Journal of Environmental Management*, 1994, 40(2): 103-117.
- [37] Whinam J, Chilcott N. Impacts of trampling on alpine environments in central Tasmania. *Journal of Environmental Management*, 1999, 57(3): 205-220.
- [38] Hill R, Pickering C. Differences in resistance of three subtropical vegetation types to experimental trampling. *Journal of Environmental Management*, 2009, 90(2): 1305-1312.
- [39] Zhong L S, Deng J Y, Song Z W, Ding P Y. Research on environmental impacts of tourism in China: progress and prospect. *Journal of Environmental Management*, 2011, 92(11): 2972-2983.
- [40] Pickering C M, Hill W. Impacts of recreation and tourism on plant biodiversity and vegetation in protected areas in Australia. *Journal of*

- Environmental Management, 2007, 85(4): 791-800.
- [41] Lonsdale W M, Lane A M. Tourist vehicles as vectors of weed seeds in Kakadu National Park, Northern Australia. Biological Conservation, 1994, 69(3): 277-283.
- [42] Siwek J P, Biernacki W. Effect of tourism-generated wastewater on biogenic ions concentrations in stream water in Tatra National Park (Poland). Eco mont-Journal on Protected Mountain Areas Research, 2016, 8(2): 43-52.
- [43] Venohr M, Langhans S D, Peters O, Hölker F, Arlinghaus R, Mitchell L, Wolter C. The underestimated dynamics and impacts of water-based recreational activities on freshwater ecosystems. Environmental Reviews, 2018, 26(2): 199-213.
- [44] Weissteiner C J, Bouraoui F, Aloe A. Reduction of nitrogen and phosphorus loads to European rivers by riparian buffer zones. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 2013, doi: 10.1051/kmae/2013044.
- [45] Sweeney B W, Newbold J D. Streamside forest buffer width needed to protect stream water quality, habitat, and organisms: a literature review. Journal of the American Water Resources Association, 2014, 50(3): 560-584.
- [46] Lorenz S, Gabel F, Dobra N, Pusch M T. Modelling the effects of recreational boating on self-purification activity provided by bivalve mollusks in a lowland river. Freshwater Science, 2013, 32(1): 82-93.
- [47] Steven R, Pickering C, Castley J G. A review of the impacts of nature based recreation on birds. Journal of Environmental Management, 2011, 92(10): 2287-2294.
- [48] Cole D N, Landres P B. Threats to wilderness ecosystems: Impacts and research needs. Ecological Applications, 1996, 6(1): 168-184.
- [49] Pomerantz G A, Decker D J, Goff G R, Purdy K G. Assessing impact of recreation on wildlife: a classification scheme. Wildlife Society Bulletin, 1988, 16(1): 58-62.
- [50] Müllner A, Linsenmair K E, Wikelski M. Exposure to ecotourism reduces survival and affects stress response in hoatzin chicks (*Opisthocomus hoazin*). Biological Conservation, 2004, 118(4): 549-558.
- [51] Thiel D, Jenni-Eiermann S, Braunisch V, Palme R, Jenni L. Ski tourism affects habitat use and evokes a physiological stress response in capercaillie *Tetrao urogallus*: a new methodological approach. Journal of Applied Ecology, 2008, 45(3): 845-853.
- [52] Selman W, Qualls C, Owen J C. Effects of human disturbance on the behavior and physiology of an imperiled freshwater turtle. Journal of Wildlife Management, 2013, 77(5): 877-885.
- [53] León C J, Arana J E, Hernández Alemán A. CO₂ emissions and tourism in developed and less developed countries. Applied Economics Letters, 2014, 21(16): 1169-1173.
- [54] Farreny R, Oliver-Solà J, Lamers M, Amelung B, Gabarrell X, Rieradevall J, Boada M, Benayas J. Carbon dioxide emissions of Antarctic tourism. Antarctic Science, 2011, 23(6): 556-566.
- [55] Unger R, Abegg B, Mailer M, Stampfl P. Energy consumption and greenhouse gas emissions resulting from tourism travel in an alpine setting. Mountain Research and Development, 2016, 36(4): 475-483.
- [56] Saenz-de-Miera O, Rosselló J. Modeling tourism impacts on air pollution: The case study of PM₁₀ in Mallorca. Tourism Management, 2014, 40: 273-281.
- [57] Pickering C M. Ten factors that affect the severity of environmental impacts of visitors in protected areas. AMBIO, 2010, 39(1): 70-77.
- [58] Schlacher T A, Thompson L. Beach recreation impacts benthic invertebrates on ocean-exposed sandy shores. Biological Conservation, 2012, 147(1): 123-132.
- [59] Cole D N, Monz C A. Spatial patterns of recreation impact on experimental campsites. Journal of Environmental Management, 2004, 70(1): 73-84.
- [60] Hill W, Pickering C M. Vegetation associated with different walking track types in the Kosciuszko alpine area, Australia. Journal of Environmental Management, 2006, 78(1): 24-34.
- [61] Cole D N. Experimental trampling of vegetation. I. Relationship between trampling intensity and vegetation response. Journal of Applied Ecology, 1995, 32(1): 203-214.
- [62] Cole D N. Experimental trampling of vegetation. II. Predictors of resistance and resilience. Journal of Applied Ecology, 1995, 32(1): 215-224.
- [63] Littlefair C, Buckley R. Interpretation reduces ecological impacts of visitors to world heritage site. AMBIO: A Journal of the Human Environment, 2008, 37(5): 338-341.
- [64] Rouphael A B, Inglis G J. Increased spatial and temporal variability in coral damage caused by recreational scuba diving. Ecological Applications, 2002, 12(2): 427-440.
- [65] Lambertucci S A, Speziale K L. Some possible anthropogenic threats to breeding Andean condors (*Vultur gryphus*). Journal of Raptor Research, 2009, 43(3): 245-249.
- [66] Herrmann T M, Costina M I, Costina A M A. Roost sites and communal behavior of Andean condors in Chile. Geographical Review, 2010, 100

- (2): 246-262.
- [67] Barros A, Gonnet J, Pickering C. Impacts of informal trails on vegetation and soils in the highest protected area in the Southern Hemisphere. *Journal of Environmental Management*, 2013, 127: 50-60.
- [68] 晋秀龙, 陆林. 旅游生态学理论与实践. 北京: 科学出版社, 2017: 6.
- [69] Marion J L. A review and synthesis of recreation ecology research supporting carrying capacity and visitor use management decisionmaking. *Journal of Forestry*, 2016, 114(3): 339-351.
- [70] Heimlich J E, Ardoin N M. Understanding behavior to understand behavior change: a literature review. *Environmental Education Research*, 2008, 14(3): 215-237.
- [71] Vagias W M, Powell R B, Moore D D, Wright B A. Predicting behavioral intentions to comply with recommended leave no trace practices. *Leisure Sciences*, 2014, 36(5): 439-457.
- [72] Reid S E, Marion J L. Effectiveness of a confinement strategy for reducing campsite impacts in Shenandoah National Park. *Environmental Conservation*, 2004, 31(4): 274-282.
- [73] Reid S E, Marion J L. A comparison of campfire impacts and policies in seven protected areas. *Environmental Management*, 2005, 36(1): 48-58.
- [74] Asmelash A G, Kumar S. Assessing progress of tourism sustainability: Developing and validating sustainability indicators. *Tourism Management*, 2019, 71, 67-83.
- [75] Gössling S, Hansson C B, Hörstmeier O, Saggel S. Ecological footprint analysis as a tool to assess tourism sustainability. *Ecological Economics*, 2002, 43(2/3): 199-211.
- [76] Peng H S, Zhang J H, Lu L, Tang G R, Yan B J, Xiao X, Han Y. Eco-efficiency and its determinants at a tourism destination: a case study of Huangshan National Park, China. *Tourism Management*, 2017, 60: 201-211.
- [77] Wang S X, Hu Y Y, He H, Wang G X. Progress and prospects for tourism footprint research. *Sustainability*, 2017, 9(10): 1847.
- [78] Lenzen M, Sun Y Y, Faturay F, Ting Y P, Geschke A, Malik A. The carbon footprint of global tourism. *Nature Climate Change*, 2018, 8(6): 522-528.
- [79] Qiu X P, Fang Y P, Yang X T, Zhu F B. Tourism eco-efficiency measurement, characteristics, and its influence factors in China. *Sustainability*, 2017, 9(9): 1634.
- [80] Buckley R. Sustainable tourism: research and reality. *Annals of Tourism Research*, 2012, 39(2): 528-546.
- [81] Pan S Y, Gao M Y, Kim H, Shah K J, Pei S L, Chiang P C. Advances and challenges in sustainable tourism toward a green economy. *Science of the Total Environment*, 2018, 635: 452-469.
- [82] Aliani H, Kafaky S B, Monavari S M, Dourani K. Modeling and prediction of future ecotourism conditions applying system dynamics. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2018, 190(12): 729.
- [83] Weaver D. Can sustainable tourism survive climate change? *Journal of Sustainable Tourism*, 2011, 19(1): 5-15.
- [84] Mair J, Jago L. The development of a conceptual model of greening in the business events tourism sector. *Journal of Sustainable Tourism*, 2010, 18(1): 77-94.
- [85] Muangasame K, McKercher B. The challenge of implementing sustainable tourism policy: a 360-degree assessment of Thailand's "7 Greens sustainable tourism policy". *Journal of Sustainable Tourism*, 2015, 23(4): 497-516.
- [86] Brandt J S, Buckley R C. A global systematic review of empirical evidence of ecotourism impacts on forests in biodiversity hotspots. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2018, 32: 112-228.