

DOI: 10.5846/stxb202107262017

曾瑜哲, 钟林生, 虞虎, 周彬. 生态系统游憩服务功能维度及其形成——以三江源国家公园为例. 生态学报, 2022, 42(14): 5653-5664.

Zeng Y X, Zhong L S, Yu H, Zhou B. The structure of recreational ecosystem services: a case study of the Sanjiangyuan National Park. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(14): 5653-5664.

生态系统游憩服务功能维度及其形成 ——以三江源国家公园为例

曾瑜哲¹, 钟林生^{1,2}, 虞 虎^{1,*}, 周 彬³

1 中国科学院地理科学与资源研究所, 区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101

2 中国科学院大学, 北京 100049

3 宁波大学, 旅游系, 宁波 315211

摘要:已有研究主要从规模角度分析生态系统游憩服务,较少分析其结构。结合生态系统服务理论与旅游体验理论,基于旅游者的生态体验提出生态系统游憩服务功能维度的理论模型,并以三江源国家公园为案例区,采用问卷调查搜集数据,运用因子分析与结构方程模型分析数据、验证假设。研究表明,生态系统游憩服务包括美感体验、游憩机会与适宜环境 3 个功能维度,其形成受到地形、地表覆被、独特景观、景观格局、植被、保护地空间类型、天气与海拔等要素的影响。在不同区域,由于生态要素条件、旅游者对生态要素与各功能维度的感知和态度存在区别,生态系统游憩服务结构呈现出功能和结构差异性。研究解析了生态系统游憩服务的功能维度,深化了生态系统游憩服务研究,有助于完善生态系统游憩服务理论,优化生态要素管理方式。

关键词:生态系统游憩服务;功能;维度;三江源国家公园

The structure of recreational ecosystem services: a case study of the Sanjiangyuan National Park

ZENG Yuxi¹, ZHONG Linsheng^{1,2}, YU Hu^{1,*}, ZHOU Bin³

1 Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Tourism Department of Ningbo University, Ningbo 315211, China

Abstract: Previous studies focus on the scale of recreational ecosystem services (RES), but lacks considering structure. This research proposes a theoretical framework of RES structure based on ecosystem service theory and tourism experience theory, which further confirmed by using factor analysis and structural equations model in the Sanjiangyuan National Park. Results show that RES contains three dimensions: aesthetics, recreational opportunities, and suitable environment. These dimensions are affected by ecological attributes such as topography, land cover, unique landscape, landscape pattern, vegetation, zone of protected area, weather and altitude. The spatial variation in RES structure derived from the differences in ecological attributes and the perception of tourists towards the functions of ecological attributes and various dimensions. This research deepens the understanding of RES structure, helps improving the RES theory and optimizes the management of ecological attributes.

Key Words: recreational ecosystem services; structure; dimensions; the Sanjiangyuan National Park

基金项目:中国科学院-青海省人民政府三江源国家公园联合研究专项(YHXX-2020-07, LHXX-2020-05);第二次青藏高原综合科学考察研究(2019QZKK0401);中国博士后科学基金(2020M680659)

收稿日期:2021-07-26; 采用日期:2021-11-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yuhuashd@126.com

生态系统游憩服务 (Recreational Ecosystem Services, RES) 研究是在生态系统服务框架下兴起的。20 世纪 70 年代初,关键环境问题研究小组 (Study of Critical Environmental Problems, SCEP) 首次使用了生态系统的服务“Service”一词,尚未提及游憩服务^[1]。20 世纪 90 年代以后, Daily 和 Costanza 等的研究工作推动了游憩服务研究。Daily 将生态系统服务界定为生态系统及其生态过程所形成与所维持的人类赖以生存的环境条件和效用,包括提供美学、文化和休闲等 9 种类型^[2]; Costanza 等将生态系统服务定义为人类直接或间接从生态系统中获得的利益,包括游憩、文化等 17 种类型^[3]。之后,生态系统服务综合研究中开始关注游憩服务。2005 年,以 MEA (Millennium Ecosystem Assessment, MEA) 计划为转折点,包括游憩服务在内的生态系统文化服务 (Cultural Ecosystem Services, CES) 研究在学术界引发新的热潮并涌现出较多研究成果^[4]。MEA 计划将游憩服务归类为文化服务,指出文化服务是“人类通过精神满足、认知能力的发展、反思、娱乐以及审美体验等从生态系统中所获取的非物质收益,包括文化多样性、精神和宗教价值、娱乐和生态旅游、审美价值、知识系统、教育价值”^[5]。近些年,在吸收借鉴相关理论思想与方法的基础上,来自旅游学、地理学、景观学的学者为该领域注入了较大活力,将此前在分类体系中出现的“休闲、娱乐、生态旅游、审美等”并称为“生态系统游憩服务”,开展了专门针对游憩服务的研究^[6-9]。

不同于其他类型的生态系统服务,生态系统游憩服务的形成一定程度上有赖于人的主观因素,是生态系统要素与人类活动共同作用的结果^[9,10-12],但不同旅游者群体在偏好上仍然展现出一定的共性^[13-14]。例如, Paracchini 等根据 3 次大型的北欧旅游者调查,发现地表覆被、水体与保护地影响了生态系统游憩服务的形成,并开展了欧盟地区的生态系统游憩服务评估,识别出高值区集中分布在欧洲中部、北部斯堪的纳维亚半岛、南部伊比利亚半岛西部、黑海沿岸与阿尔卑斯山区等地^[15]。Weyland 和 Laterra 发现了地形、水文、植被与气候对生态系统游憩服务的作用,并指出地形影响了游憩活动的空间范围^[13]。此外,地形对审美体验也有影响,较大的地形起伏度通常能带来更高的美感^[16-17]。

然而,已有实证研究大多将生态系统游憩服务视为一个整体或单一维度,主要从“规模”的角度进行分析^[18],而“结构”分析相对较少,在一定程度上限制了生态系统游憩服务理论的解释和预测能力。实际上,已有研究注意到生态系统游憩服务内部的多维度特征。MEA 认为,生态系统游憩服务是生态系统为人类提供的美感体验、健康养生、增知益智等非物质利益,它主要通过自然游憩、户外游憩与生态旅游活动获得^[5],该定义强调游憩服务涉及美感体验等内涵。Daniel 等认为,游憩服务是指生态系统提供的审美体验以及促进游憩活动便利化的条件^[19]。该定义在美感体验的基础上提出“游憩活动依托的条件”,丰富了游憩服务的内涵。根据 Daily 的研究,生态系统游憩服务是指生态系统形成和所维持的人类游憩活动依托的资源与环境效用^[2]。虽然该定义并未提及具体的服务内涵,但明确了提供“非物质利益”的载体是生态系统的“资源与环境”,并强调了生态系统的“形成与维持”作用。这些生态系统游憩服务内部结构在不同区域的表现导致旅游发展模式和效率差异。例如,在美感服务提供较多的区域,可能游憩机会提供较少。此外,已有研究集中于生态系统提供的审美与游憩机会,对其他优化旅游者体验的效用则较少关注。旅游者的体验需求是多维度的。除了体验美感与开展休闲游憩活动之外,体验适宜的环境也是旅游者的重要出游动机^[20],而这种适宜性与生态系统条件 (如气候) 密切相关^[21-23]。因此,有必要从旅游者角度进一步明晰生态系统游憩服务的结构,了解生态要素在生态系统游憩服务形成中的作用,有助于根据生态系统游憩服务形成规律制定针对性的管理措施,优化生态系统服务供给管理方式。

本研究结合旅游体验理论与生态系统服务理论,提出生态系统游憩服务结构的理论框架与假设,采用因子分析与结构方程模型检验理论假设,针对三江源国家公园开展实证研究,完善生态系统游憩服务理论,为国家公园生态旅游发展与生态产品价值转化实践提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

三江源国家公园位于青海省三江源地区,包括 3 个园区 (长江源园区、黄河源园区、澜沧江源园区),总面

积 12.31 万 km^2 (图 1), 平均海拔 4500m 以上。该地区气候特征体现为: 多年平均气温在 $-5.6\text{—}7.8^\circ\text{C}$ 之间, 冷季长达 7 个月; 多年平均降水量自西北向东南 262.2—772.8mm; 全年 ≥ 8 级大风日数 3.9—110d; 年日照时数 2300—2900h。该地区土壤以高山草甸土为主, 冻土面积较大; 土层薄, 质地粗, 沙砾性强, 其组成以细沙、粗砂、岩屑、碎石和砾石为主^[24]。园区内主要的生态系统类型有高寒草甸和高寒草原生态系统、湿地生态系统、森林灌丛生态系统和荒漠生态系统, 孕育了多种类型的独特景观^[25]。

三江源国家公园在游憩利用和生态保护方面具有标杆意义, 其生态系统游憩服务利用具有重要的生态、社会与经济影响^[26]。自 2015 年开展三江源国家公园体制试点建设以来, 三江源国家公园的旅游搜索热度不断上升^[27]。尤其是 2021 年《生物多样性公约》第十五次缔约方大会领导人峰会宣布正式设立三江源国家公园, 极大提升了该地区的生态旅游关注度。在该区开展相关研究, 具有代表性和典型意义。

1.2 理论假设

生态系统游憩服务是多个生态要素共同作用于人类生态体验而形成的结果。由于生态体验具有多维度的结构特征, 生态系统游憩服务的结构也是多维的。生态体验包括对生态系统所提供的美感、游憩机会、环境适宜性等方面的体验^[28—30]。已有研究提出, 旅游者在开展生态体验活动时, 主要是为了欣赏自然美景和参与户外游憩活动^[31], 并希望这些活动的开展能够处在适宜的环境中^[21]; 旅游者在与生态系统的互动过程中, 普遍关注景观美感质量与游憩机会^[32—33]。因此, 游憩机会与审美价值是一个区域吸引旅游者的核心因素; 游憩环境条件虽然不是旅游体验的核心, 但却构成旅游体验的基础^[34—35]。生态系统要素通过满足人类生态体验的多方面需求, 影响生态体验, 构成生态系统游憩服务。由此, 本文提出 3 个功能维度理论模型 (图 2), 即生态系统游憩服务包括提供美感体验、游憩机会和适宜环境 3 个功能维度。通过 4 个研究假设将理论模型进行概念化与操作化, 具体如下:

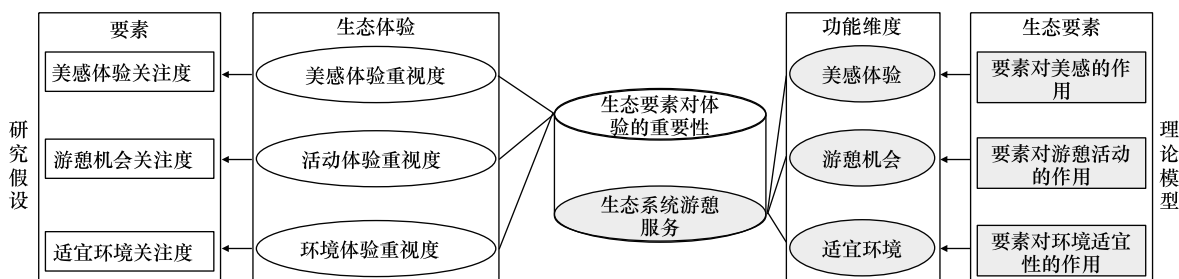


图 2 生态系统游憩服务结构理论模型

Fig.2 Theoretical model of ecosystem recreation service structure

假设 1: 对生态要素产生功能的关注度与整体生态体验中对生态要素的重视度呈正相关

旅游者在体验生态时, 会对生态要素的功能形成一定的感知, 包括对生态要素产生的美感、游憩机会、适宜环境等功能的感知, 从而在整体层面上形成对生态系统的美感、能够提供的游憩机会、环境的适宜程度等方面的感知与判断, 即对生态系统能够提供的游憩服务的感知与判断。例如, 旅游者对植被美感形成感知, 继而影响其整体生态体验中关于美感的判断^[36]。如果旅游者对于植被产生美感这一功能有较高的关注度, 则在整体生态体验中对植被的重视度也较高。例如, 在草原型旅游地, 植被返青状况很大程度上影响了旅游地美

感体验。由此提出假设,旅游者对生态要素产生功能的关注度越高,在整体生态体验中对生态要素的重视程度越高。

假设 2:对生态要素产生美感的关注度与整体生态体验中的美感重视度呈正相关

审美是生态体验的重要内容,是生态系统提供的游憩服务类型之一。自然美带来的愉悦感是生态体验质量的基础。通过体验的“桥梁”,审美与旅游天然的维系在一起。旅游过程中,旅游者所观所感,与旅游目的地环境息息相关^[37]。因此提出假设:旅游者对生态要素产生美感的关注度与整体生态体验中的美感重视度呈正相关。旅游者对生态要素产生的美感越关注,就越重视整体生态体验中美的感受,美感在生态系统游憩服务形成中的作用就越大。

在多种生态要素中,对美感产生影响的要素主要包括独特的自然景观、地表覆被、地形地貌、植物与景观格局等。20 世纪 70 年代, Daniel 和 Boster 提出,景观美感与景观要素相关联,通过评价景观区域内所有与景观有关的要素,可以确定景观的审美质量^[38]。根据该理论,美国国土管理局在景观评价中,提出 7 个景观要素:地貌、植被、水体、色彩、邻近风景、奇特性、人文景观^[39]。20 世纪 80 年代, Kaplan 等提出,在风景审美过程中,风景既具有可识别性与可理解性/可解性,又具有神秘性和可探索性/可参与性^[40]。可解性在二维风景画面上受到一致性的影响,在三维风景空间内表现为风景空间的识别性。风景的自然性与可解性呈现正相关关系,还受到地物协调性的影响。风景空间内景观格局的多样性和地物之间的高度对比与风景空间的参与性同样表现为正相关关系。因此,风景空间的和谐性越强,风景空间的解性越强。可探索性在三维风景空间中表现为神秘性,具有两个特征:一是对某些新信息预示,二是某种信息预示着深入风景空间的可能性,反映了人对景观安全的需求和对未知领域探求的本性,风景质量的高低与其密切相关。Brown 等将上述风景信息审美模型译成适用于大面积国土景观美学质量评价的实用模型^[41—42]。其中,地形构成风景的骨架,坡度和坡向都对风景解性成正相关关系,一定空间内地形的丰富程度和内部地势的高度差值对风景的参与性有正相关作用。Daniel 和 Vining 提出,景观视觉环境评价需要从生物多样性、完整性、可持续性生态特性方面进行考虑^[43]。地形起伏度、景色中要素的数量和地表覆被形态对由于丰富度而引起的景色偏爱起着重要作用。Zube 提出的美国区域视觉价值的模型中,假设视觉价值是地形和地表覆被类型的多样性综合的结果^[44]。地形和地表覆被之间存在可变动关系,当地形在维度上从平面增加到大川小山时,作为视觉价值因素,地表覆被模式在重要性方面将会下降;当地形下降时,地表覆被的多样性将变得更加重要。因此,本研究主要探索旅游者对地表覆被、景观独特性、景观多样性、植被与地形产生美感的关注度。

假设 3:对生态要素产生游憩机会的关注度与整体生态体验中的游憩机会重视度呈正相关

游憩机会是生态体验的重要内容,是生态系统提供的游憩服务类型之一。早在 20 世纪 60 年代, Wagar 与 Shafer 在户外游憩管理领域已提及游憩需求的多样化,即游客需要不同环境来体验不同的游憩机会。70 年代后期,森林多种用途之间的冲突引起管理者的重视,为了协调利用森林的游憩、木材生产和环境保护等多种价值,美国林务局提出游憩机会谱系理念(Recreation Opportunity Spectrum, ROS),以有效界定森林的游憩价值,满足多样的游憩需求^[45—46]。ROS 认为,游憩体验质量依赖于多样的游憩机会与较高的游憩机会质量,即“人们选择一个偏好的游憩环境,参加某项活动,得到期望的游憩体验”。由此提出假设:旅游者对生态要素产生游憩机会的关注度与整体生态体验中的游憩机会重视度呈正相关。旅游者对生态要素产生的游憩机会越关注,就越重视整体生态体验中的游憩机会,游憩机会在生态系统游憩服务形成中的作用就越大。

根据游憩机会谱理论,可以将游憩机会视为人们选择一个偏好的游憩环境,去参加某项活动,得到期望的游憩体验的可能^[45]。游憩机会的类型、数量、质量等均受到游憩环境中自然要素的影响,包括特殊自然景观、地表覆被类型与多样性、植被、地形等^[45]。由于游憩机会的内涵广泛,很难将自然要素与游憩机会的关系进行量化描述,而相关性表述常见报道。例如,特殊自然景观能带来质量较高的游憩机会类型;地表覆被是开展游憩活动的主要依托,决定了游憩机会的基本类型;景观格局反映了地表覆被类型的多样性,影响游憩机会的数量与丰富程度;植物景观影响游憩机会类型与体验,如相对密集的灌丛或针叶林,较稀疏的常绿矮灌木能

提供更加优质的游憩体验^[47]。地形起伏度影响游憩活动的类型、数量与安全性。一般来说,地形起伏度较低的地区能提供更加广泛的游憩机会,中度的地形起伏对特定游憩机会及其游憩体验具有积极作用,如登山、攀岩等^[48—50]。此外,环境承载力也是影响游憩机会的重要因素,主要通过人们根据环境承载力评价所实施的游憩活动管治手段,如保护区内的核心往往是环境承载力最弱的地区,实施最严格的管制方式,禁止人类开展游憩活动。因此,本研究考察旅游者对地表覆被、保护地空间类型、景观多样性、植被与地形产生游憩机会的关注度。

假设 4:对生态要素的环境适宜性的关注度与整体生态体验中的环境适宜性重视度呈正相关

适宜环境能够提高生态体验的舒适性,是生态系统提供的游憩服务类型之一。适宜的环境是开展游憩活动的基础条件。这个环境不一定是非常舒适的(例如极地旅游环境),但至少是安全的、适宜的^[51—52]。由此提出假设:旅游者对生态要素的环境适宜性的关注度与整体生态体验中的环境适宜性重视度呈正相关。旅游者对生态要素的环境适宜性越关注,就越重视整体生态体验中的环境适宜性,环境适宜性在生态系统游憩服务形成中的作用就越大。由于本研究区位于高原,因此,本研究关注天气与海拔对环境适宜性的影响。天气是影响生态体验的重要因素^[53—54]。气温、降雨、风速、日照等都会影响旅游者对环境适宜性的判断^[55—57],尤其是在位于高寒地区的三江源国家公园,天气条件与其他地区的差异较大,天气多变,旅游者更加关注天气对生态体验的影响。此外,由于三江源国家公园地区平均海拔较高,海拔对旅游者生态体验有重要影响。随着海拔的上升,人们的不适感增强,很难在短时间内适应^[58]。所以,海拔是影响高原地区环境适宜性的重要因素^[59]。

1.3 数据获取与分析

1.3.1 数据获取

采用问卷调查法搜集数据。研究人员于 2017 年 6 月前往三江源国家公园进行了为期 7 天的预调研,并根据预调研效果对测量工具进行调整和修改。确定调研工具后,于 2017 年 8—10 月赴三江源国家公园的 13 个地点对旅游者进行正式现场调研和资料收集(包括扎陵湖、鄂陵湖等)。抽样方式采用方便抽样方法。正式问卷包含两个部分:①测量旅游者的人口统计特征,包括性别、年龄与受教育程度;②测量旅游者对生态要素的态度与感知,即对生态系统要素产生的美感体验、游憩机会、适宜环境功能的关注程度,共 13 个问项,所有问项均采用 LIKERT 5 尺度进行测量(最高级“5”为非常关注,最低级“1”为不关注)。本次调查共发放问卷 700 份,回收有效问卷 501 份,整体有效回收率为 72%,各地的有效回收率在 60%—82%之间。

1.3.2 数据分析

采用多项 Logistic 回归分析旅游者特征对其态度和感知的影响,采用探索性因子方法识别生态系统游憩服务的维度,采用结构方程模型分析生态系统游憩服务的结构合理性与内部构成。首先,采用主成分方法进行因子提取,采用具有 Kaiser 标准化的正交旋转法进行旋转,抽取特征值大于 1 的因子,识别生态系统游憩服务的维度;进而,采用 Cronbach α 系数与 Pearson 系数验证维度内部一致性与维度之间的区分效度。之后,采用结构方程模型方法,对比分析多个生态系统游憩服务结构的理论模型,识别出效果最优的理论模型,进一步分析各维度的形成及其在生态系统游憩服务形成过程中发挥的作用。

2 结果与分析

2.1 样本特征

本次调查样本的典型特征是男性、处于 50—59 岁年龄阶段、拥有高中或专科学历。在本次有效调查样本中,男性占比较大(52.7%);50—59 岁的受访者最多(27.9%),其次是 30—39 岁(23.8%),60 岁及以上的受访者占比最小(13.4%);受访者的受教育程度以高中或专科为主(36.1%),其次是本科(30.7%),硕士及以上占比最小(15.4%)。

图 3 显示,受访者在整体生态体验中对生态要素的重视度普遍很高(4.65),对各要素美感关注度、游憩机

会关注度、适宜环境关注度的均值分别为 4.06、3.47、4.25。就美感体验来看,最重视独特景观的美感(4.37),其次是土地覆被的美感(4.31),对地形产生美感的关注度最低(3.77)。就游憩机会功能的产生来看,旅游者最重视保护地空间管制类型的作用(3.67),其次是地形的作用(3.59),最不重视植被的作用(3.32)。旅游者对于气候和海拔产生环境适宜性的功能的关注度都较高,均值都在 4.23 以上,对天气的关注度更高(4.25)。

进一步分析旅游者特征对其生态要素关注度的影响。多项 Logistic 回归结果显示,除了年龄对海拔关注度的影响显著,其余影响关系均不显著。表 1 显示,与“非常关注”相比,59 岁以下的比 60 岁以上的更加容易产生“一般关注”,尤其是 18—29 岁,其产生“一般关注”的概率是 60 岁以上旅游者的 15 倍。普遍来看,年龄越大,越重视海拔对环境适宜性造成的影响,尤其是 60 岁以上的旅游者。这可能与年长者的生理和心理特征有关。研究表明,在旅游过程中,年长者比年幼者更能重视海拔对身体的影响^[60],因为年长者体质较弱,可能存在肺功能下降等不良状况。受访者人口特征对其他要素功能的影响不显著,一方面说明了旅游者对要素功能的主观认知在不同旅游者群体中呈现出一定的相似性,这与已有研究结论类似^[13]。然而,需要注意的是,本研究关注的旅游者特征是客观特征,而旅游者的动机、经历等主观特征可能会影响其关于生态要素功能的态度与认知^[61—62]。

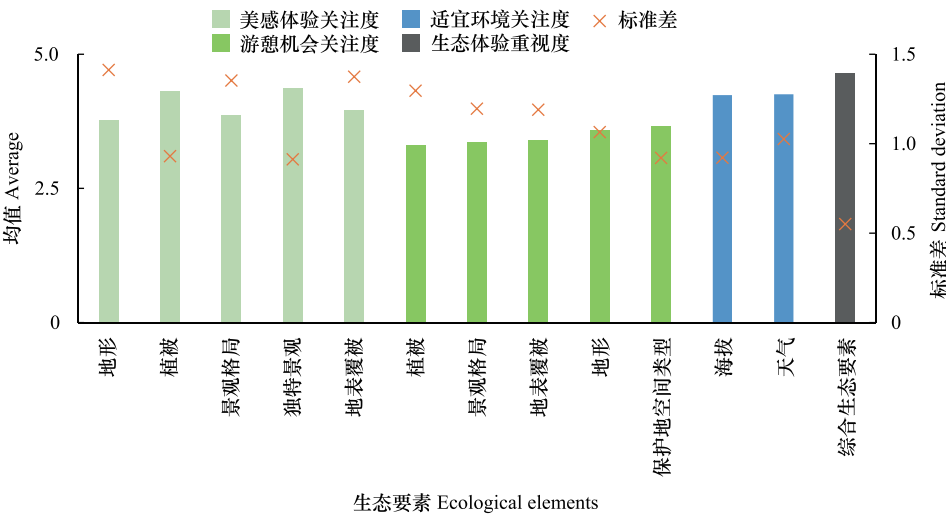


图 3 旅游者对生态要素功能的关注度
Fig.3 Tourists' attention to the function of ecological elements

表 1 年龄对海拔关注度的影响
Table 1 The effect of age on altitude attention

关注度 Notability	变量 Variables	P	Exp(B)	Exp(B) 的置信区间 95% Exp(B) 95% confidence intervals	
				下限 Lower bound	上限 Upper bound
一般 Medium	18—29 岁	0.000	15.138	4.24	53.972
	30—39 岁	0.033	4.138	1.118	15.312
	40—49 岁	0.006	6.577	1.736	24.915
	50—59 岁	0.001	7.634	2.189	26.621
	60 岁及以上	—	—	—	—
较关注 Attach greater importance	18—29 岁	0.122	2.002	0.831	4.822
	30—39 岁	0.034	2.295	1.064	4.951
	40—49 岁	0.000	4.679	2.137	10.245
	50—59 岁	0.004	2.967	1.416	6.218
	60 岁及以上	—	—	—	—

Exp(B) 表示相应变量的优势比,即“在其他条件不变的情况下,自变量每改变 1 个单位,事件的发生比‘Odds’的变化率”;参考类别是“非常关注”

2.2 生态系统游憩服务功能维度

2.2.1 探索性因子分析

对问卷数据进行 Berlett 球形检验, 结果 $\chi^2 = 2124.278, P=0.000, KMO=0.725$, 显示数据适合做因子分析。因子分析结果显示, 第一个因子方差贡献率为 28.92%, 第二个因子方差贡献率为 16.34%, 第三个因子方差贡献率为 14.90%, 其后大部分因子方差贡献率均在 10% 以下且变化平缓, 大部分项目在第一因子上的负荷在 0.4 以上, 显示单因子模型的解释具有一定的合理性。但单因子模型方差解释率较低, 且不利于深入分析, 故采用具有 Kaiser 标准化的正交旋转法, 得到 3 维度模型, 各维度特征值均大于 1, 累计解释总方差达 60.16%, 比单因子模型有较大提升。各维度的信息载荷见图 4。

根据各因子载荷, 将成分 1、成分 2、成分 3 分别命名为“美感关注度”“游憩机会关注度”“适宜环境关注度”(表 2), 分别反映生态系统游憩服务的美感体验、游憩机会与适宜环境 3 个维度(图 4)。美感关注度的载荷因子包括旅游者对地形、地表覆被、植被、景观格局和独特景观产生的美感的关注度, 反映出旅游者对这些要素的美感功能比较关注, 即这些要素在生态系统美感服务功能的形成过程中产生作用; 游憩机会关注度的载荷因子包括旅游者对地形、地表覆被、植被、景观格局和保护地空间类型产生的游憩机会的关注度, 表明这些要素在生态系统游憩机会的形成过程中产生作用; 适宜环境关注度的载荷因子包括旅游者对天气与海拔产生的适宜环境的关注度, 表明这两类要素在生态系统产生适宜环境这个功能的形成过程中发挥作用。

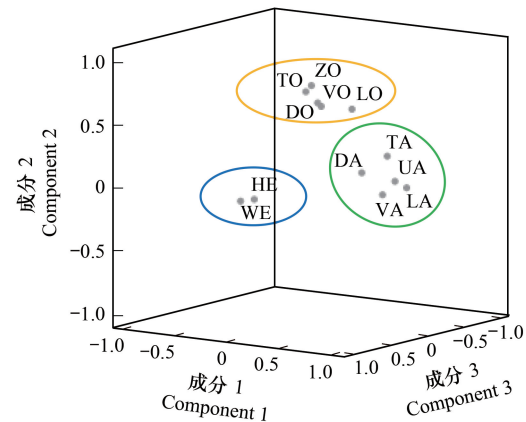


图 4 本文提取 3 个维度的信息载荷

Fig.4 Information loads of three dimensions are extracted in this paper

TA: 旅游者对地形对美感形成的作用的关注度 Terrain for aesthetic; VA: 旅游者对植被对美感形成的作用的关注度 Vegetation for aesthetic; DA: 旅游者对景观格局对美感形成的作用的关注度 Diversity for aesthetic; UA: 旅游者对独特景观对美感形成的作用的关注度 Unique landscape for aesthetic; LA: 旅游者对地表覆被对美感形成的作用的关注度 Land cover for aesthetic; VO: 旅游者对植被对游憩机会形成的作用的关注度 Vegetation for recreational opportunities; DO: 旅游者对景观格局对游憩机会形成的作用的关注度 Diversity for recreational opportunities; LO: 旅游者对地表覆被对游憩机会形成的作用的关注度 Land cover for recreational opportunities; TO: 旅游者对地形对游憩机会形成的作用的关注度 Terrain for recreational opportunities; ZO: 旅游者对保护地空间类型对游憩机会形成的作用的关注度 Zone for recreational opportunities

表 2 旋转成分矩阵

Table 2 Rotated component matrix						
	成分 1 Component 1	成分 2 Component 2	成分 3 Component 3		成分 1 Component 1	成分 2 Component 2
TA	0.67	0.26	-0.10	LO	0.03	0.63
LA	0.75	-0.01	0.08	DO	0.28	0.58
DA	0.63	0.17	0.19	UO	0.03	0.74
UA	0.89	0.11	0.11	VO	0.06	0.78
VA	0.83	0.02	-0.13	HE	0.12	0.01
TO	0.12	0.62	0.01	WE	-0.01	-0.02

TA: 旅游者对地形对美感形成的作用的关注度 Terrain for aesthetic; VA: 旅游者对植被对美感形成的作用的关注度 Vegetation for aesthetic; DA: 旅游者对景观格局对美感形成的作用的关注度 Diversity for aesthetic; UA: 旅游者对独特景观对美感形成的作用的关注度 Unique landscape for aesthetic; LA: 旅游者对地表覆被对美感形成的作用的关注度 Land cover for aesthetic; VO: 旅游者对植被对游憩机会形成的作用的关注度 Vegetation for recreational opportunities; DO: 旅游者对景观格局对游憩机会形成的作用的关注度 Diversity for recreational opportunities; LO: 旅游者对地表覆被对游憩机会形成的作用的关注度 Land cover for recreational opportunities; TO: 旅游者对地形对游憩机会形成的作用的关注度 Terrain for recreational opportunities; ZO: 旅游者对保护地空间类型对游憩机会形成的作用的关注度 Zone for recreational opportunities

2.2.2 结构合理性验证

采用 Cronbach α 系数与 Pearson 系数作为内部信度与区分效度检验指标。从表 3 中可见,3 个维度的 Cronbach α 系数都在 0.7 以上,说明各维度内部具有较高一致性;3 个维度的 Pearson 系数都接近于 0,说明各维度之间具有较好的区分效度。

为了验证生态系统游憩服务的结构效度,对问卷数据进行验证性因子分析,共提出 5 种理论模型。其中,模型 I 为 3 维度模型,模型 II 为单维度模型,用于检验将所有项目都归属于一个生态系统游憩服务因子的合理性。此外,由于生态系统游憩服务的 3 个维度之间存在着较密切的联系,提出 3 个 3 维度的竞争模型。模型 III 是将审美与游憩机会合并为一个维度,模型 IV 是将审美与环境适宜合并为一个维度,模型 V 是将游憩机会与环境适宜合并为一个维度。各模型的拟合指数见表。表 4 显示,模型 I 的 RMSEA 和 ECVI 最小,而 GFI、AGFI、CFI、IFI 最大,且都达到了良好拟合的标准。这说明,相对于其他模型,3 维度模型具有更好的解释力,表明采用单维度模型或其他维度模型进行生态系统游憩服务研究可能会模糊一些结构性问题,生态系统游憩服务不能仅考虑审美或提供游憩机会等,更应该考虑其内部的多维度和结构的复杂性。

表 3 各维度的内部一致性与维度之间的区分效度

Table 3 The internal consistency of each dimension and the discriminative validity between dimensions

	α 系数 Cronbach α	美感体验 Aesthetic	游憩机会 Recreational opportunities	适宜环境 Suitable environment
美感体验 Aesthetic	0.802	—	0.001	0.000
游憩机会 Recreational opportunities	0.701	—	—	0.000
适宜环境 Suitable environment	0.869	—	—	—

表 4 各模型的拟合指数

Table 4 The fit index of each model

拟合指数 Fit indexes	RMSEA	ECVI	GFI	AGFI	CFI	IFI
I	0.094	0.775	0.906	0.857	0.895	0.896
II	0.190	2.586	0.710	0.594	0.536	0.539
III	0.143	1.521	0.788	0.694	0.747	0.749
IV	0.160	1.847	0.800	0.711	0.683	0.685
V	0.161	1.879	0.798	0.709	0.676	0.678

RMSEA: 近似误差均方根 Root-mean-square error of approximation; ECVI: 期望复核指数 Expected cross-validation index; GFI: 拟合度指数 Goodness of fit index; AGFI: 调整后拟合度指数 Adjusted goodness of fit index; CFI: 比较拟合指数 Comparative fit index; IFI: 增值适配指数 Incremental fit index

2.2.3 各维度贡献率

采用结构方程模型探索 3 类主成分对生态体验重要性的影响,获得 3 个功能维度在总体生态系统游憩服务形成过程中发挥的作用及其自身形成过程中受到生态要素的作用。旅游者对于不同的生态系统、重视的生态体验类型不同,实际上反映了各功能维度对整体生态系统游憩服务的影响不同。结果显示(图 5),从旅游者感知的角度来看,在 3 个功能维度中,美感体验的重要性最大(0.57)。在美感体验这项功能的形成过程中,独特景观发挥了最大的作用(0.98)。此外,适宜环境的也较重要。适宜环境的形成主要受到天气与海拔的影响,海拔的作用更大。旅游者对于三江源国家公园的游憩机会的关注度相对较低。在游憩机会提供方面,保护地的空间类型起到重要作用。

3 讨论

3.1 生态要素与服务功能之间的关系与作用

已有研究表明,与土地覆被、景观多样性等属性相比,专家群体认为独特景观在游憩服务功能共形成中的作用最大^[30]。本研究从旅游者角度进一步验证了该观点,并揭示了独特景观通过作用于美感体验进而在生

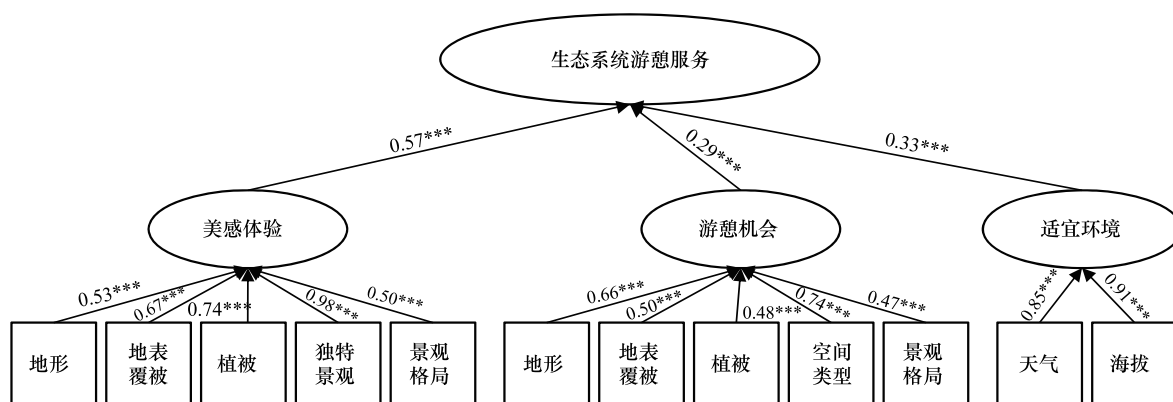


图5 生态系统游憩服务功能维度

Fig.5 The structure of recreational ecosystem services

数字为“贡献率”，***表示“在0.01的水平上显著”

态系统游憩服务功能形成中发挥作用。土地覆被在美感体验中的作用较大,针对西班牙西南部^[63]、阿尔卑斯山区^[32]的相关研究也得出了相似结论。通常,密集的农业用地或城市用地会导致生态系统的美感体验下降^[34],因而在制定土地利用政策时,要充分考虑其对生态系统游憩服务的影响。已有研究强调了地形对美感功能作用。然而,本研究表明,与其他要素相比,旅游者对地形产生美感功能的关注度较低。在本研究考虑的游憩机会功能形成的要素中,旅游者对地形的关注度较高。这说明,从旅游者群体来看,地形对于美感功能形成的作用相对较低、对游憩机会功能形成的作用相对较高。实际上,地形在游憩服务形成中的作用被探讨较多,在多个区域被证明有显著影响^[13,18]。一方面,地形起伏有助于提高景观异质性,造成视觉差异,从而提升美感^[16-17,64]。另一方面,有起伏的地形能够增加游憩活动的可能性,如徒步、爬山^[48-49]。

已有研究较少探讨不同空间管制类型对旅游者感知的影响。本研究表明,在三江源国家公园,旅游者非常关注空间管制对游憩机会的影响。三江源国家公园涉及多个自然保护区,内部不同分区的管制规则对游憩利用产生了重要影响,一些区域对游憩活动采取了严格限制甚至禁止的措施,导致旅游者对于空间类型对游憩机会的影响产生了较深刻的感知。

天气和海拔因素对旅游者体验十分重要。天气可以成为主要旅游吸引力,更是旅游环境适宜性的重要组成部分^[65]。三江源国家公园的旅游者对于天气非常关注。与其他旅游地(如海滩、山地)相比,三江源地区的气候舒适度不高。该地区属于青藏高原气候区,气温较低,天气多变,紫外线强烈^[66]。然而,仍然吸引着大量旅游者。这可能是因为旅游者对当地的气候条件有较低的预期,从而形成了较高的容忍度。海拔对游憩服务功能的影响在本文中受到重视。本研究表明,三江源国家公园的旅游者非常关注与海拔相关的环境适宜性。三江源国家公园所处的青藏高原是世界上海拔最高的高原,但是高原反应带来的身体反应会影响旅游者对景观游憩价值的积极判断。

3.2 生态系统游憩服务功能维度及其意义

在三江源国家公园生态系统游憩服务各功能维度中,美感体验的重要性最大(0.57),这与已有研究结果类似,即审美是旅游者生态体验的重要内容,体验自然美景是生态旅游者的重要动机^[67]。本研究发现,旅游者优先对审美体验的重视程度高于对游憩机会体验的重视程度,可能是因为本研究取样于三江源国家公园这一特殊区域。一方面,三江源国家公园是重要的生态保护区,空间管制对于游憩活动的开展有很大影响,在核心生态保育区,游憩活动被限制甚至禁止,旅游者关于空间管制对游憩机会的影响有较大的感知。另一方面,三江源国家公园地区平均海拔较高,影响游憩活动的开展。

在本研究关注的高海拔自然旅游地中,旅游者对美感体验的重视度最高,其次是适宜环境,对游憩机会的重视程度较低。但在低海拔自然旅游地中,旅游者可能更重视生态系统所能提供的游憩机会,对游憩活动参

与有更高的期待,例如,攀岩、登山徒步、骑行等。在一些以天气和气候条件为主要吸引力的旅游区,旅游者对适宜环境的重视程度可能更高,例如避暑旅游地^[68]。旅游者展现出的这种偏好的差异性,除了受到生态系统要素自身特征的影响以外,还受到旅游者特征的影响,如旅游动机、旅游经历等^[56,69]。

在实际旅游体验的过程中,旅游者很少单独考虑某个生态要素的功能,但生态要素的功能往往会对旅游者的整体生态体验产生影响。将单个生态要素对生态体验的功能从整体生态系统中剥离出来,有助于理解生态要素在生态体验中的具体作用方式,以便于优化生态要素管理。通过旅游者行为响应(陈述偏好或揭示偏好)可以观察生态要素对旅游者生态体验的影响。已有研究报道了相关成果,但主要着眼于单一维度或整体层面。例如,夏季温度每增加 2℃、降水减少 15%将导致从英国到希腊的旅游人次减少 1.3%,到西班牙的旅游人次增加 2.2%^[70];地形起伏度对阿根廷露营点密度的影响系数为 0.11^[13];坡度对 PUD(Photo User Day)的影响系数为 2.3^[71]。这些研究中用来反映生态要素作用的“旅游人次”“露营点密度”“PUD”等指标,都仅考虑了总体旅游体验,没有考虑旅游体验的多维度性,缺乏对生态要素作用机制的探讨。本研究表明,生态要素能够对一种或多种维度的生态体验产生影响,即具有多功能性。例如,植被不仅会影响美感,还会影响游憩机会。因此,对植被要素的管理可能会引起生态系统游憩服务的结构发生变化。如果仅从单一维度来考虑,可能导致对现实情况的解释不足或解释偏差。除了植被以外,其他生态要素的多功能性也需要引起重视,如地形。虽然管理者对地形的改变是有限的,但明晰地形对于不同生态体验的作用,能够有助于管理者了解:在特定地形条件下会形成怎样的生态系统游憩服务结构、如何通过其他生态要素来调整生态系统游憩服务能力,从而达到吸引特定旅游者群体或优化特定类型生态体验的目的。

该研究还存在一些局限。本研究仅分析了生态系统游憩服务的 3 个功能维度,还有一些维度没有涉及,如与科研教育、探险等特殊生态体验相关的功能维度,这些维度可能对小众旅游市场的生态体验具有重要意义,未来相关研究需要进一步分析生态系统游憩服务包含的其他维度;生态系统要素具有多种功能,例如天气的功能包括生态体验中的审美、热舒适度和身体便利性等方面^[72]。本研究仅探讨了要素的部分功能、同一时间界面的要素影响,在功能多样性和要素动态影响方面仍然需要生态系统游憩服务评估领域的研究。

4 结论

本研究以三江源国家公园为案例区,研究生态系统游憩服务内部不同功能维度对总体服务形成的贡献率以及具体生态要素在各功能维度形成过程中所发挥的作用。研究发现:生态系统游憩服务包括提供美感体验、游憩机会与适宜环境 3 个功能维度。美感对生态系统游憩服务的影响最大,其次是适宜环境与游憩机会。从 3 个维度的形成来看,生态系统的美感提供主要受到独特景观、植被、地表覆被、地形和景观格局的影响;游憩机会的提供主要受到保护地空间类型、地形、地表覆被、植被与景观格局的影响;适宜环境的提供主要受到天气与海拔的影响。

参考文献(References):

- [1] Massachusetts Institute of Technology. Man's Impact on the Global Environment. Cambridge: The MIT Press, 1970.
- [2] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington DC: Island Press, 1997.
- [3] 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(6630): 253-260.
- [4] 董连耕, 朱文博, 高阳, 李双成. 生态系统文化服务研究进展. 北京大学学报: 自然科学版, 2014, 50(6): 1155-1162.
- [5] Millennium Ecosystem Assessment (MEA). Ecosystems and Human Well-Being: Our Human Planet: Summary for Decision-Makers. Washington, DC: Island Press, 2005.
- [6] Cord A F, Roeßiger F, Schwarz N. Geocaching data as an indicator for recreational ecosystem services in urban areas: exploring spatial gradients, preferences and motivations. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 144: 151-162.
- [7] Richards D R, Warren P H, Moggridge H L, Maltby L. Spatial variation in the impact of dragonflies and debris on recreational ecosystem services in a floodplain wetland. *Ecosystem Services*, 2015, 15: 113-121.
- [8] Jaung W, Carrasco L R. Using mobile phone data to examine weather impacts on recreational ecosystem services in an urban protected area. *Scientific Reports*, 2021, 11(1): 5544.

- [9] Rice W L, Taff B D, Newman P, Zipp K Y, Pan B. Identifying recreational ecosystem service areas of concern in Grand Canyon National Park: a participatory mapping approach. *Applied Geography*, 2020, 125: 102353.
- [10] Shan X Z. The socio-demographic and spatial dynamics of green space use in Guangzhou, China. *Applied Geography*, 2014, 51: 26-34.
- [11] He J L, Yi H M, Liu J. Urban green space recreational service assessment and management: a conceptual model based on the service generation process. *Ecological Economics*, 2016, 124: 59-68.
- [12] Xiao Y, Wang Z, Li Z G, Tang Z L. An assessment of urban park access in Shanghai - implications for the social equity in urban China. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 157: 383-393.
- [13] Weyland F, Laterra P. Recreation potential assessment at large spatial scales: a method based in the ecosystem services approach and landscape metrics. *Ecological Indicators*, 2014, 39: 34-43.
- [14] Komossa F, van der Zanden E H, Schulp C J E, Verburg P H. Mapping landscape potential for outdoor recreation using different archetypical recreation user groups in the European Union. *Ecological Indicators*, 2018, 85: 105-116.
- [15] Paracchini M L, Zulian G, Kopperoinen L, Maes J, Schägner J P, Termansen M, Zandersen M, Perez-Soba M, Scholefield P A, Bidoglio G. Mapping cultural ecosystem services: a framework to assess the potential for outdoor recreation across the EU. *Ecological Indicators*, 2014, 45: 371-385.
- [16] Frank S, Fürst C, Koschke L, Witt A, Makeschin F. Assessment of landscape aesthetics——Validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. *Ecological Indicators*, 2013, 32: 222-231.
- [17] Norton L R, Inwood H, Crowe A, Baker A. Trialling a method to quantify the ‘cultural services’ of the English landscape using Countryside Survey data. *Land Use Policy*, 2012, 29(2): 449-455.
- [18] Schirpke U, Meisch C, Marsoner T, Tappeiner U. Revealing spatial and temporal patterns of outdoor recreation in the European Alps and their surroundings. *Ecosystem Services*, 2018, 31: 336-350.
- [19] Daniel T C, Muhar A, Arnberger A, Aznar O, Boyd J W, Chan K M A, Costanza R, Elmqvist T, Flint C G, Gobster P H, Grêt-Regamey A, Lave R, Muhar S, Penker M, Ribe R G, Schauppenlehner T, Sikor T, Soloviy I, Spierenburg M, Taczanowska K, Tam J, von der Dunk A. Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, 109(23): 8812-8819.
- [20] Ruttly M, Scott D. Thermal range of coastal tourism resort microclimates. *Tourism Geographies*, 2014, 16(3): 346-363.
- [21] Ayhan Ç K, Tasli T C, Özkök F, Tatli H. Land use suitability analysis of rural tourism activities: yenice, Turkey. *Tourism Management*, 2020, 76: 103949.
- [22] Zilio M I, Alfonso M B, Ferrelli F, Perillo G M E, Piccolo M C. Ecosystem services provision, tourism and climate variability in shallow lakes: the case of La Salada, Buenos Aires, Argentina. *Tourism Management*, 2017, 62: 208-217.
- [23] Ma X, Fukuda H, Zhou D, Wang M Y. Study on outdoor thermal comfort of the commercial pedestrian block in hot-summer and cold-winter region of southern China—a case study of The Taizhou Old Block. *Tourism Management*, 2019, 75: 186-205.
- [24] 中华人民共和国国家发展改革委员会. 发展改革委关于印发三江源国家公园总体规划的通知. (2018-01-17). http://www.gov.cn/xinwen/2018-01/17/content_5257568.htm.
- [25] 邵全琴, 樊江文, 刘纪远, 黄麟, 曹巍, 徐新良, 葛劲松, 吴丹, 李志强, 巩国丽, 聂学敏, 贺添, 王立亚, 祁龙飞, 李其江, 陈卓奇, 张更权, 张良侠, 杨永顺, 杨帆, 周万福, 刘璐璐, 祁永刚, 赵国松, 李愈哲. 三江源生态保护和建设一期工程生态成效评估. *地理学报*, 2016, 71(1): 3-20.
- [26] 曾瑜哲, 钟林生, 虞虎. 气候变化背景下青海省三江源地区游憩功能格局演变. *生态学报*, 2021, 41(3): 886-900.
- [27] 环球网资讯. 三江源国家公园要来了 旅游大数据热度上涨. (2020-06-08). <https://www.163.com/dy/article/FEJL61CU0514R90J.html>.
- [28] De Vos A, Cumming G S, Moore C A, Maciejewski K, Duckworth G. The relevance of spatial variation in ecotourism attributes for the economic sustainability of protected areas. *Ecosphere*, 2016, 7(2): e01207.
- [29] Lovell S T, Taylor J R. Supplying urban ecosystem services through multifunctional green infrastructure in the United States. *Landscape Ecology*, 2013, 28(8): 1447-1463.
- [30] Nahuelhual L, Carmona A, Lozada P, Jaramillo A, Aguayo M. Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: an application at the local level in Southern Chile. *Applied Geography*, 2013, 40: 71-82.
- [31] 李凯, 沈雯, 黄宗胜. 城市绿色空间生态系统文化服务绩效评价——以贵阳市黔灵山公园为例. *城市问题*, 2019, (3): 44-50.
- [32] Zoderer B M, Tasser E, Erb K H, Stanghellini P S L, Tappeiner U. Identifying and mapping the tourists’ perception of cultural ecosystem services: a case study from an Alpine region. *Land Use Policy*, 2016, 56: 251-261.
- [33] Brown G, Brabyn L. An analysis of the relationships between multiple values and physical landscapes at a regional scale using public participation GIS and landscape character classification. *Landscape and Urban Planning*, 2012, 107(3): 317-331.
- [34] van Berkel D B, Verburg P H. Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape. *Ecological Indicators*, 2014, 37: 163-174.
- [35] Scolozzi R, Schirpke U, Detassis C, Abdullah S, Gretter A. Mapping alpine landscape values and related threats as perceived by tourists. *Landscape Research*, 2015, 40(4): 451-465.
- [36] Vaz A S, Castro-Díez P, Godoy O, Alonso Á, Vilà M, Saldaña A, Marchante H, Bayón Á, Silva J S, Vicente J R, Honrado J P. An indicator-based approach to analyse the effects of non-native tree species on multiple cultural ecosystem services. *Ecological Indicators*, 2018, 85: 48-56.
- [37] 潘海颖. 旅游体验审美精神论. *旅游学刊*, 2012, 27(5): 88-93.
- [38] Daniel T C, Boster R S. *Measuring Landscape Esthetics: the Scenic Beauty Estimation Method*. Fort Collins, CO: Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 1976.

- [39] 俞孔坚. 自然风景景观评价方法. 中国园林, 1986, (3): 38-40.
- [40] Kaplan R, Kaplan S. *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1989.
- [41] Brown T C, Daniel T C. *Modeling Forest Scenic Beauty: Concepts and Application to Ponderosa Pine* (USDA Forest Service Research Paper RM-256) Fort. Collins; USDA Forest Service, 1984.
- [42] Brown T, Keane T, Kaplan S. Aesthetics and management: bridging the gap. *Landscape and Urban Planning*, 1986, 13: 1-10.
- [43] Daniel T C, Vining J. Methodological issues in the assessment of landscape quality//Altman I, Wohlwill J F, eds. *Behavior and the Natural Environment*. Boston: Springer, 1983: 39-84.
- [44] Zube E H. Rating everyday rural landscapes of the northeastern U.S. *Landscape Architecture*, 1973, 63: 370-375.
- [45] Clark R N, Stankey G H. *The Recreation Opportunity Spectrum: a Framework for Planning, Management, and Research*. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, 1979: 1-5.
- [46] Driver B L, Brown P J, Stankey G H, Gregoire T G. The ROS planning system: evolution, basic concepts, and research needed. *Leisure Sciences*, 1987, 9(3): 201-212.
- [47] Koniak G, Sheffer E, Noy-Meir I. Recreation as an ecosystem service in open landscapes in the Mediterranean region in Israel: public preferences. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 2011, 57(1/2): 151-171.
- [48] Roovers P, Hermly M, Gulinck H. Visitor profile, perceptions and expectations in forests from a gradient of increasing urbanisation in central Belgium. *Landscape and Urban Planning*, 2002, 59(3): 129-145.
- [49] Colson V, Garcia S, Rondeux J, Lejeune P. Map and determinants of woodlands visiting in Wallonia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2010, 9(2): 83-91.
- [50] Urry J, Larsen J. *The Tourist Gaze 3.0*. London: SAGE Publications Ltd., 2011.
- [51] Jeuring J, Becken S. Tourists and severe weather - an exploration of the role of 'Locus of Responsibility' in protective behaviour decisions. *Tourism Management*, 2013, 37: 193-202.
- [52] Jeuring J H G. Weather perceptions, holiday satisfaction and perceived attractiveness of domestic vacationing in The Netherlands. *Tourism Management*, 2017, 61: 70-81.
- [53] Jeuring J H G, Peters K B M. The influence of the weather on tourist experiences: analysing travel blog narratives. *Journal of Vacation Marketing*, 2013, 19(3): 209-219.
- [54] Zhang F, Wang X H. Assessing preferences of beach users for certain aspects of weather and ocean conditions: case studies from Australia. *International Journal of Biometeorology*, 2013, 57(3): 337-347.
- [55] Ruddy M, Scott D. Differential climate preferences of international beach tourists. *Climate Research*, 2013, 57(3): 259-269.
- [56] Denstadli J M, Jacobsen J K S, Lohmann M. Tourist perceptions of summer weather in Scandinavia. *Annals of Tourism Research*, 2011, 38(3): 920-940.
- [57] Dubois G, Ceron J P, Gössling S, Hall C M. Weather preferences of French tourists: lessons for climate change impact assessment. *Climatic Change*, 2016, 136(2): 339-351.
- [58] 张雪峰, 杨景义, 孟宪军, 周其全. 初入高海拔地区人体载氧适应的研究. *西藏医药杂志*, 1998, (1): 14-16.
- [59] 长安, 葛全胜, 方修琦, 席建超. 青藏铁路旅游线气候适宜性分析. *地理研究*, 2007, 26(3): 533-540.
- [60] Honigman B, Theis M K, Koziol-McLain J, Roach R, Yip R, Houston C, Moore L G. Acute mountain sickness in a general tourist population at moderate altitudes. *Annals of Internal Medicine*, 1993, 118(8): 587-592.
- [61] Cocolas N, Walters G, Ruhanen L. Behavioural adaptation to climate change among winter alpine tourists: an analysis of tourist motivations and leisure substitutability. *Journal of Sustainable Tourism*, 2016, 24(6): 846-865.
- [62] Wilkins E J, de Urioste-Stone S. Place attachment, recreational activities, and travel intent under changing climate conditions. *Journal of Sustainable Tourism*, 2018, 26(5): 798-811.
- [63] Palomo I, Martín-López B, López-Santiago C, Montes C. Participatory scenario planning for protected areas management under the ecosystem services framework: the Donana social-ecological system in southwestern Spain. *Ecology and Society*, 2011, 16(1): 23.
- [64] Palmer J F. The perceived scenic effects of clearcutting in the White Mountains of New Hampshire, USA. *Journal of Environmental Management*, 2008, 89(3): 167-183.
- [65] Becken S, Wilson J. The impacts of weather on tourist travel. *Tourism Geographies*, 2013, 15(4): 620-639.
- [66] Li R, Chi X L. Thermal comfort and tourism climate changes in the Qinghai-Tibet Plateau in the last 50 years. *Theoretical and Applied Climatology*, 2014, 117(3/4): 613-624.
- [67] 曾菲菲, 罗艳菊, 毕华, 赵志忠. 生态旅游者: 甄别与环境友好行为意向. *经济地理*, 2014, 34(6): 182-186, 192-192.
- [68] Amelung B, Nicholls S, Viner D. Implications of global climate change for tourism flows and seasonality. *Journal of Travel Research*, 2007, 45(3): 285-296.
- [69] Weaver D. Can sustainable tourism survive climate change?. *Journal of Sustainable Tourism*, 2011, 19(1): 5-15.
- [70] Maddison D. In search of warmer climates? The impact of climate change on flows of British tourists. *Climatic Change*, 2001, 49(1/2): 193-208.
- [71] Sontter L J, Watson K B, Wood S A, Ricketts T H. Spatial and temporal dynamics and value of nature-based recreation, estimated via social media. *PLoS One*, 2016, 11(9): e0162372.
- [72] de Freitas C R. Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International Journal of Biometeorology*, 2003, 48(1): 45-54.