

DOI: 10.20103/j.stxb.202411122763

蔡仕丹, 周宏, 任珩, 杨荣美, 李婷, 朱馨锐, 高媛, 李海艳, 张蓉. 资源拼凑视角下祁连山生态旅游廊道构建与虚拟旅游流响应研究. 生态学报, 2025, 45(12): - .

Cai S D, Zhou H, Ren H, Yang R M, Li T, Zhu X R, Gao Y, Li H Y, Zhang R. Study on ecotourism corridor construction and virtual tourism flow response in Qilian Mountains from the perspective of resource patchwork. Acta Ecologica Sinica, 2025, 45(12): - .

资源拼凑视角下祁连山生态旅游廊道构建与虚拟旅游流响应研究

蔡仕丹¹, 周宏^{1,2,*}, 任珩³, 杨荣美¹, 李婷¹, 朱馨锐¹, 高媛¹, 李海艳¹, 张蓉¹

¹ 西北师范大学旅游学院, 兰州 730000

² 甘肃省河西走廊研究院, 兰州 730000

³ 中国科学院西北生态环境资源研究院, 兰州 730000

摘要: 构建适应区域资源本底和社会经济基础的生态旅游廊道对协同生态环境系统保护和发挥旅游价值意义深远。立足旅游地域特征与基础设施条件, 从资源拼凑视角切入, 以祁连山片区为案例地, 综合应用 ArcGIS 和网络游记数据构建廊道并验证资源拼凑对生态旅游廊道构建可行性。结果表明: 祁连山生态旅游廊道由 16 个源地和 36 个区段构成, 总体呈“西北-东南”走向的循环型网络特征, 生态旅游廊道服务与设施成熟度以湟中、大通两大县区中心向外辐射衰减, 构建了湟中-德令哈线、天祝-肃南线 2 条较成熟生态旅游廊道以及湟中-大通-肃南线、湟中-海晏-肃南线、湟中-大通-德令哈线 3 条潜在生态旅游廊道。基于 2015—2023 年数据提取 2 条热点旅游路线, 其中廊道与旅游路线重合度为 42.57%, 成熟廊道湟中-德令哈线与热点旅游路线 2 高度重合。经多年数据验证, 结果可为区域旅游线路打造与管理提供科学的指导。

关键词: 生态旅游廊道; 构建; 阻力分析; 旅游流

Study on ecotourism corridor construction and virtual tourism flow response in Qilian Mountains from the perspective of resource patchwork

CAI Shidan¹, ZHOU Hong^{1,2,*}, REN Hang³, YANG Rongmei¹, LI Ting¹, ZHU Xinrui¹, GAO Yuan¹, LI Haiyan¹, ZHANG Rong¹

¹ College of Tourism, Northwest Normal University, Lanzhou 730000, China

² Hexi Corridor Research Institute, Lanzhou 730000, China

³ Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China

Abstract: The establishment of ecotourism corridors, meticulously tailored to the distinct resource landscapes and socio-economic contexts of specific regions, has significant implications for the preservation of ecological systems as well as the augmentation of tourism value. These corridors function as pivotal channels for sustainable progress, orchestrating a delicate balance between environmental conservation and the socio-economic benefits derived from tourism endeavors. To delve into this multifaceted dilemma, the current investigation adopts an integrative methodology that amalgamates diverse analytical instruments and theoretical constructs. In particular, the study is grounded in the principle of resource patchwork theory, which underscores the judicious concatenation and deployment of varied resources to attain optimal results within intricate environmental settings. This theoretical perspective is especially pertinent for scrutinizing the subtle interactions among

基金项目: 甘肃省哲学社会科学规划项目 (2023YB095); 国家社会科学基金项 (23XGL035); 西北师范大学青年教师能力提升项目 (NWNUSKQN2021-48); 甘肃省自然科学基金项目 (25JRRA018)

收稿日期: 2024-11-12; **网络出版日期:** 2025-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hongzhou@nwnu.edu.cn

natural resources, anthropogenic activities, and infrastructure development in the context of ecotourism. The Qilian Mountain area, celebrated for its rich biodiversity and cultural patrimony, is selected as the central case study for this inquiry. Leveraging the region's unique geographical attributes and socio-economic framework, the research employs a spectrum of advanced methodologies, including kernel density estimation, minimum resistance modeling, and social network analysis. These methodologies afford a refined comprehension of the spatial distribution and interconnectedness of pivotal resources, along with the modalities of tourist circulation and predilections. Moreover, the amalgamation of digital tourism review data yields indispensable perspectives on the genuine encounters and perceptions of visitors, thereby enriching the empirical underpinnings of the investigation. The findings indicate that the ecotourism corridor system within the Qilian Mountains comprises 16 central nodes (also known as source areas) interconnected by 36 segments, forming a closed-loop network configuration oriented along a "northwest-southeast" axis. Within this conduit, the complexity of tourism services and amenities is manifested through a spatial distribution that conforms to a core-periphery gradient, with Huangzhong and Datong counties acting as crucial nodal points from which services decrement radially. This scholarly inquiry has effectively delineated two established ecotourism corridors: the Huangzhong-Delingha and Tianzhu-Sunan routes. In addition, it has ascertained three emerging corridors currently under progression: the Huangzhong-Datong-Sunan, Huangzhong-Haiyan-Sunan, and Huangzhong-Datong-Delingha routes. Based on the data from 2015 to 2023, two hot tourism routes were extracted. The overlap degree of corridor and tourism routes reached 42.57%, and the mature Huangzhong-Delingha route overlapped with the hot tourism route twice. After years of data verification, the results can provide scientific guidance for the construction and management of regional tourism routes.

Key Words: ecotourism corridor; establishment; resistance analysis; tourist flow

祁连山是西北戈壁沙漠与青藏高原之间的天然生态安全屏障,由于其得天独厚的自然景观和文化资源,成为发展旅游的理想区域^[1]。旅游业发展在促进当地文化旅游资源利用和带动社会经济发展发挥了重要的作用^[2]。政府相继在规划中提出要进一步整合资源,塑造特色品牌,释放旅游活力,推动区域旅游高质量发展。早在十九大报告中习总书记提出“构建生态廊道和生物多样性保护网络,提升生态系统服务质量和稳定性”,开展生态旅游活动是发挥生态系统服务功能的一种具体体现形式,构建以生态旅游廊道为依托的旅游通道是对生态环境系统保护和旅游发展期待的积极响应。

国内“旅游廊道”概念最早出现于国务院印发的《“十三五”旅游业发展规划》中,提出“以国家等级交通线网为基础、加强沿线生态资源环境保护和完善游憩与交通服务设施等,形成品牌化旅游廊道”。随之旅游廊道受到政府和学界的高度关注,成为指导旅游发展的重要理念。国外相关研究主要涉及廊道概念界定^[3],廊道游憩活动体验满意度和倾向选择^[4]、廊道路径优化^[5-6],廊道建设与区域生态安全格局构建的协同关系等^[7-10]。国内学者保继刚将研究目光聚焦于入境旅游,分析旅游地在廊道构建中如何实现要素之间的配合,为旅游廊道要素体系的构建提供了研究基础^[11]。叶随、席建超等以青藏高原区为例,尝试建立一套适用于旅游廊道识别与评价方法,并检验该方法的可行性^[12]。鄢方卫、杨效忠等研究了全域旅游背景下旅游廊道发展特征与影响机制,提出旅游廊道作为线性空间在全域旅游建设中起重要支撑作用^[13]。王晓峰等利用生态学方法提取廊道,阻力因子的选取主观性强,基于资源视角下利用基础设施条件判断区段成熟度弥补该主观性强的不足^[14-15]。现有研究成果为旅游廊道研究提供了坚实的基础,但缺乏以生态旅游资源为基础,并运用大数据方法对已构建生态旅游廊道检验的相关研究。

祁连山拥有众多自然保护区和国家森林公园,旅游发展迅速,生态旅游逐渐成为区域支柱产业^[16]。随着旅游需求日益增长,亟待构建满足游客体验的生态旅游廊道,推动区域旅游开发与环境保护之间的深度融合。因此,本研究以祁连山典型生态区域为案例地,充分考虑自然环境和人类活动对廊道形成的影响,提出基于资源拼凑视角生态旅游廊道构建途径,并利用大数据提取旅游流以验证生态旅游廊道合理性,以期对区域生态

旅游路线打造和管理提供参考。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区域概况

祁连山(36°2′—39°3′N, 93°2′—103°5′E)位于甘肃、青海两省交界,海拔约为2000—6000 m,东起乌鞘岭,西至当金山口,北临河西走廊,南靠柴达木盆地。研究区域包括甘肃省境内和青海省境内祁连山脉所涉及的大部分行政地区(图1)。选取祁连山作为生态旅游廊道的典型案例地是基于以下考虑:祁连山是我国西部重要的安全生态屏障,生态旅游景观丰富多样,包括原始森林、高山草甸、高山湖泊和草原等。2018年为贯彻落实中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《祁连山国家公园国家公园体制试点方案》中明确提出廊道联通与受损栖息地修复。《“十四五”文化和旅游发展规划》明确提出,要充分考虑生态承载力、自然修复力,推进生态旅游可持续发展。近年,祁连山依托高原景观将生态旅游打造为区域龙头产业,旅游业得到迅速发展,GDP占比显著提升^[17]。

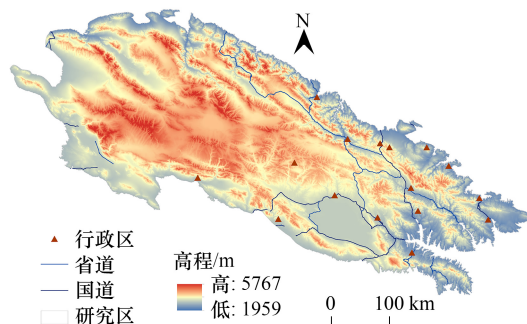


图1 祁连山区域概况

Fig.1 Overview of Qilian Mountains region

1.2 数据来源

数据主要涉及祁连山全域自然地理环境数据、POI数据以及网络游记数据等。自然地理环境数据:祁连山地区90 m分辨率数字高程模型(DEM)数据来源于国家冰川冻土沙漠科学数据中心(<http://www.ncdc.ac.cn/>);数据均统一转换投影坐标系,投影坐标系为GCS_WGS_1984,道路数据和水系距离来自国家基础地理信息中心(<http://www.ngcc.cn/>),主要筛选国道、省道、县道、乡道、高速和铁路为道路数据,三级、四级和五级河流作为水系数据。POI数据由高德地图平台(<https://www.amap.com>)筛选后获得,并从景区名录中进行最终筛选补充。网络游记数据通过八爪鱼采集器收集2015—2023年以16个源地和甘青大环线为关键词,在百度、马蜂窝、携程以及小红书等网站上爬取游记数据,数据涵盖源地、访问源地频次以及旅行路线等详细信息。

2 生态旅游廊道构建理论与研究方法

2.1 生态旅游廊道概念界定

国内关于“旅游廊道”概念最早出现于国务院印发的《“十三五”旅游业发展规划》中^[18]。旅游廊道属于新生概念,源自“廊道”这一概念。“廊道”是景观学的基本要素,包括生态景观型廊道、遗产保护型廊道、旅游开发型廊道^[19]。学者基于已有的研究^[20—23],将旅游廊道归为旅游开发型廊道,并从微观、中观和宏观三个层面理解,将其概念界定为:围绕某一旅游主题或线索建立起,能满足旅游体验需求的,包含各种旅游产业要素的线形空间^[24]。旅游廊道经历了“廊道”“绿道”“风景道”“遗产廊道”“文化线路”等演化阶段^[25—26]。而生态旅游一词自从1980年被提出后,第一个生态旅游的定义是IUCN的特别顾问Ceballos-Lascuráin提出的,他将其定义为“以享受及欣赏自然及人文为目的,在一个相对未受干扰的自然地区,秉持对环境负责的态度从事生态旅游活动。美国生态旅游协会将生态旅游定义为“保护当地自然环境和居民良好生活的负责任旅游”,强调旅游者在旅游过程中应承担保护当地自然和文化资源的责任。综合梳理国内外生态旅游以及旅游廊道相关概念,本文对生态旅游廊道概念定义为围绕自然景观和生态文化景观(包括山地型名胜景区、湿地、森林公园、湖泊、草原和生态文化主题公园等)建立起的能满足旅游体验需求的线性空间。

2.2 理论借鉴

资源拼凑理论认为组织经营中通过资源拼凑行为能够创新组织行为和提高现有资源的利用率。资源拼

凑并非将资源进行简单的组合叠加,而是一个资源整合、任务识别、效果评估的过程^[27]。本研究资源拼凑是指在一个特定区域内,将分散且异质化的自然资源和社会基础设施进行有机组合,形成具有特定功能和服务价值的空间结构。生态旅游廊道构建也是资源整合、廊道识别、廊道构建的过程。现有学者利用拼凑思维将生态场域资源拼凑对制造业服务模式进行创新^[28]、探究如何通过资源拼凑对企业持续发展产生影响以及影响机理^[29]、资源拼凑思维用于培养农民创业者的创业能力^[30]等研究。虽然当前并未有与廊道相关研究,但理论思路与廊道构建过程相似。因此本研究将该理论应用到旅游廊道的构建。将自然资源与基础设施进行整合,构建出具有吸引力和可持续发展的旅游廊道。最后通过网络关注度与旅游流数据,提取出热点旅游路线,以此评估廊道构建的实际效果和影响力。通过对比分析,验证资源拼凑在旅游廊道构建中的有效性和优势,具体如图2所示。

2.2.1 资源整合-源地识别与廊道识别

评估祁连山地区各类旅游资源的分布情况与独特价值,分析不同资源之间的协同作用。选取山地、森林、草原、湿地等生态旅游资源,筛选生态旅游景点。对生态旅游景点进行核密度分析,根据核密度分析结果与城市接待能力将核密度高的区域作为生态旅游源地。筛选出最适合的生态旅游源地,最后将自然条件与基础设施条件有机整合识别潜在廊道。

2.2.2 任务识别-廊道构建

任务识别过程是需求分析与能力匹配的综合考量。基于当前旅游体验需求以及生态保护要求,亟待构建生态旅游廊道构建。而现有的自然条件与基础设施成熟度足以构建满足需求的廊道。基于此构建通行阻力面,引入“食”“住”“行”“游”“购”“医”“养”七大要素,对廊道区段进行基础设施成熟度判断,分级评价并构建廊道。

2.2.3 效果评估-旅游流响应

最后爬取网络游记数据分析旅游流分布特征,利用旅游流对已构建的廊道进行响应,计算旅游流与生态旅游廊道整体重合度与局部重合度,根据重合度判断其响应程度(表1)。

表1 旅游流响应程度表

Table 1 Tourism flow response degree table

响应程度 Response program	无响应 No response	低响应 Low response	中响应 Moderate response	高响应 High response
重合率 Coselection rate	0%	<20%	20%—60%	60%—100%

2.3 生态旅游廊道识别研究方法

2.3.1 生态旅游源地识别与确定

核密度估计(KDE)是一种概率密度函数估计方法,用于从一组样本数据中估计未知的概率密度函数。在空间数据分析中,核密度分析用来识别点或线特征的空间聚集程度。生态旅游源地是区域内基础设施功能较完善,生态旅游资源集聚程度高的区域,具备生态旅游服务接待能力。同时,旅游吸引物是也是识别旅游廊道的重要依据,确定其空间分布的状况,才能更精准识别出旅游廊道^[12]。运用核密度分析方法对城镇周边的生态旅游资源富集程度进行量化评估,以此作为筛选标准,公式如下:

$$f_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

式中, $f_h(x)$ 表示在 x 处的核密度值; n 代表样本点个数; h 为带宽,决定核函数的影响范围; k 为核的函数权重; $x - X_i$ 为样本的特征值。

2.3.2 通行阻力评价

(1) 通行阻力

旅游者往返于源地间受通行阻力的影响,本文综合了高程、坡度、距离道路距离和距水系距离四个因素作

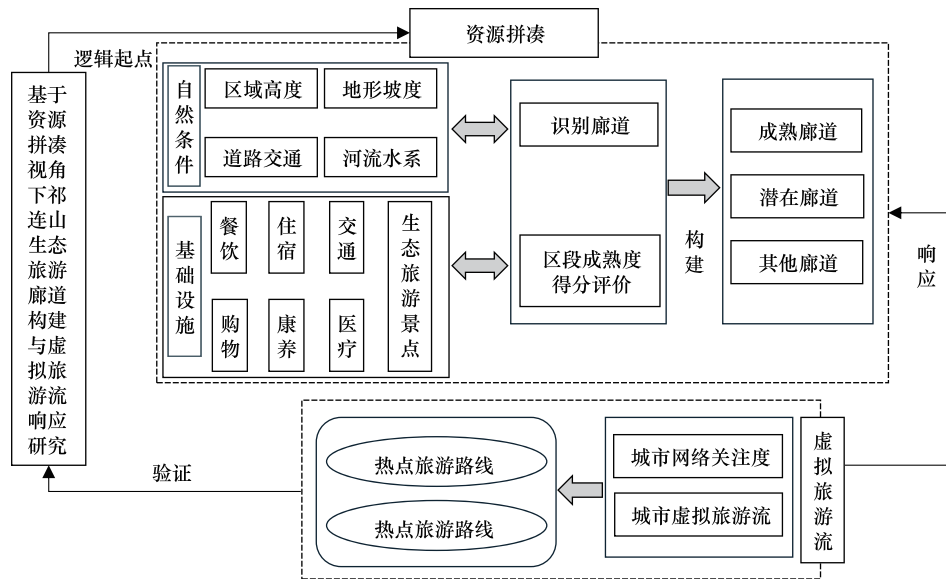


图 2 框架图

Fig.2 Frame diagram

为阻力因子。借鉴生态阻力构建的方法,综合四个因素的阻力得到最终通行阻力。利用专家打分法和 AHP 层次分析法确定阻力值及权重,构建综合阻力面,并运用 Arc GIS10.8 软件计算成本距离,每一源地进行单独计算,通过成本路径分析识别潜在生态廊道。最小累积阻力模型(MCR)是目前广泛应用的一种景观连通性评估模型。其公式如下:

$$S = f_{\min} \sum_{j=n, i=m} (D_{ij} \times R_i)$$

式中, S 表示物种从源头 i 出发到景观的下一个源头 j 时所花费的最少费用距离; f 是指在空间上任一点的最小阻力,与其到所有源头的路径和景观基面特征之间的正相关关系; D_{ij} 代表物种从 j 到空间中某点所经过的某景观的基面 i 空间距离; R_i 代表斑块 i 的阻力值。

(2) 旅游设施服务成熟度

旅游设施服务成熟度直接影响游客从居住地到生态旅游目的地的迁移意愿和游憩体验。当服务设施更加完善时,旅游阻力越小,越容易吸引更多游客参与生态游憩活动。量化该指标成熟度,系统评估生态旅游基础设施,构建一个全面的指标体系。旅游设施服务成熟度计算需对现有旅游基础设施建设情况进行综合评估,本文指标选取在“食、住、行、游、购、养”六大旅游要素基础上,充分考虑旅游活动中安全保障加入“医”这一指标要素,加权最终指标的综合得分将反映生态旅游设施服务的整体成熟度。运用熵值法确定各指标权,计算出每个评价指标对于总评价值的相对重要程度,避免了主观判断偏差。公式如下:

①数据标准化处理:由于旅游设施服务类指标数据均为正向指标,因此只做正向化处理,再采用极差化法对指标进行无量纲化处理。

$$s_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

式中, s_{ij} 为原始数据的标准化值; x_{ij} 为原始指标值,表示第 i 个样本的第 j 个指标; $\max(x_j)$ 与 $\min(x_j)$ 分别代表第 j 项指标的最大值与最小值。

②熵值法确定指标权重:

$$b_{ij} = \frac{s_{ij}}{\sum_{j=1}^{16} s_{ij}}$$

$$e_j = -K \sum_{j=1}^{16} b_{ij} \ln b_{ij}$$

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^{16} 1 - e_j}$$

式中, b_{ij} 为第 j 项指标第 i 年占该指标比重; $k = \frac{1}{\ln n}$ (n 为评价对象), e_j 为第 j 项的熵值, 且 $e_j \geq 0$; w_j 为第 j 项指标的权重。

2.3.3 旅游流网络

社会网络分析 (Social Network Analysis, SNA) 是研究个体之间关系以及这些关系如何影响社会结构的研究方法。在旅游研究中, 社会网络分析同样是一个有价值的工具, 可以理解游客之间的互动模式、信息传播路径以及旅游目的地的社会结构。本研究将社会网络理论中“节点、关系、联系”这三个主要的研究要素运用到祁连山虚拟旅游流分析中。将旅游源地作为网络中的节点, 对网络游记中游客空间行为路径进行统计。程度中心度中的内外向统计为一个数据, 将城市关注度视为城市热度, 两个城市间往返频次视为虚拟旅游流。绘制生态旅游源地间的旅游网络结构图, 分析网络结构的分布特征, 并识别出密集路线, 进而提取热点旅游路线。

3 结果分析

3.1 生态旅游源地确定

综合考虑祁连山生态旅游资源富集程度和旅游接待能力, 对祁连山生态旅游景点梳理 (图 3), 选取县级以上具有一定自然景观和生态文化景观的城镇作为初筛对象。考虑到区域间发展平衡问题, 例如肃南、山丹等县自然旅游资源丰富且具有一定旅游接待能力, 也纳入生态旅游源地范围。为保证研究区域内进行完整核密度估计, 选取 A 级生态旅游景区对源地进行增补。基于核密度结果最终确定生态旅游源地 16 个 (自治县 4 个、区县 11 个、县级市 1 个)。祁连山各生态旅游源地核密度如图 4 所示, 生态旅游景观呈现“两高两次”的高度集聚趋势。即以门源回族自治县、海晏县两县为首的高密度区域和以凉州区、湟中区两区为中心的次高密度区域。从生态旅游景观核密度整体分布格局看, 呈现“东南高-西北低”的分布特征。其集聚形态呈“西北-东南”走向, 东南部城镇生态旅游源地集中且核密度值高, 西北部生态旅游源地稀少且核密度值低。

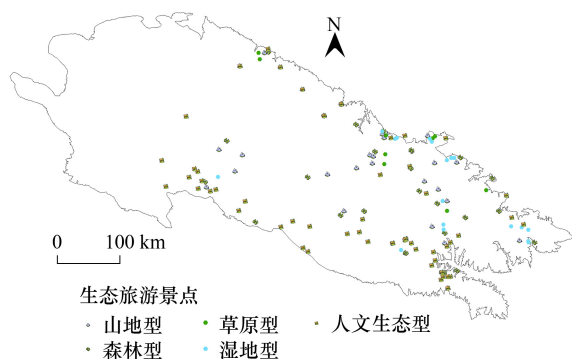


图 3 祁连山生态旅游景点

Fig.3 Eco-tourism attractions in Qilian Mountains

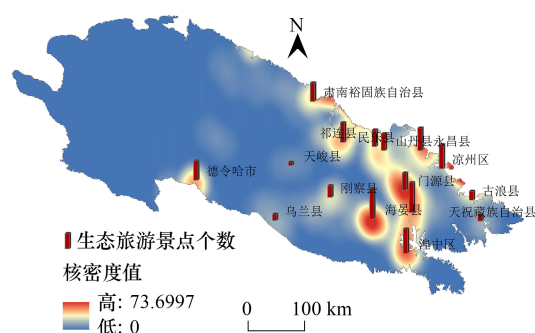


图 4 祁连山生态旅游景点核密度及源地识别结果

Fig.4 Identification results of nuclear density and source of ecotourism sites in Qilian Mountains

3.2 生态旅游通行阻力评价

本文选取祁连山区域的道路交通、高程、坡度与距水系距离作为生态旅游活动中的通行阻力因素。道路

交通考虑距离生态旅游资源远近程度,距离越近阻力越小,反之越大。用海拔和坡度代表影响旅游活动中安全风险阻力情况。河流水系影响游客在旅游活动中游憩体验感,距离水系距离越近阻力越小,反之越大。生态学中通常将道路视为对物种迁徙活动有隔离作用,即将距离道路距离定为负向指标^[31]。而本研究认为道路交通是开展旅游活动的基础。距道路距离视为正向指标,即距道路距离越近,其阻力越小,开展旅游活动越顺利。AHP 层次分析法确定各阻力因子权重。道路因子作为权重最高阻力因子,高程、坡度和水系对游活动影响次之,因此权重相对较小。计算各因子阻力面,再结合权重计算最终阻力面(表 2)。在 ArcGIS 中进行成本距离和成本路径分析,识别各旅游源地间最小成本路径。去除冗余廊道,得到最终潜在廊道(图 5)。

表 2 阻力因子及阻力赋值表

Table 2 Resistance factors and resistance assignment table

阻力因子 Resistance	分级指标 Classification index	阻力值 Resistance value	权重 Weight	方向 Direction
距道路距离/m Distance from road	<500	1	0.39167	+
	500—1000	2		
	1000—1500	3		
	1500—2000	4		
	>2000	5		
区域高程/m Area elevation	1500—2000	1	0.27917	+
	2000—3000	2		
	3000—4000	3		
	4000—5000	4		
	>5000	5		
地形坡度/(°) Topographic slope	0—10	1	0.16458	+
	10—20	2		
	20—30	3		
	30—40	4		
	>40	5		
距水系距离/m Distance from water system	<500	1	0.16458	+
	500—1000	2		
	1000—1500	3		
	1500—2000	4		
	>2000	5		

3.3 生态旅游廊道

3.3.1 生态旅游廊道区段成熟度评价

为评估生态旅游廊道各区段旅游基础设施与接待服务能力成熟度,本研究基于“食、住、行、游、购、养、医”七大要素构建评价指标体系,采用熵值法确定各要素权重(表 3),以旅游廊道周边 20km 建立缓冲区,统计缓冲区内各类旅游要 POI 数据,计算祁连山生态旅游廊道各区段成熟度得分。

结果如表 4 所示。从数值上看,廊道各区段均值:“住”>“行”>“吃”>“养”>“游”>“医”>“购”,其中住宿设施数量略多于交通设施,交通设施数量与餐饮设施数量持平,健康旅游设施与生态旅游景点数量持平,医疗设施与购物设施数量相对较少。从差异性角度来看,各区段差异系数:“购”>“医”>“吃”>“行”>“游”>“养”

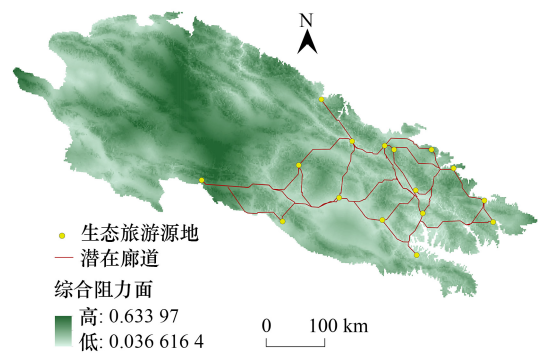


图 5 潜在生态旅游廊道

Fig.5 Potential ecotourism corridor

>“住”,差异最大为购物基础设施,差异较小指标为健康旅游设施与住宿设施。

表 3 旅游服务与设施成熟度指标体系
Table 3 Maturity index system of tourism services and facilities

旅游要素类型 Types of tourism elements	指标要素 Index element	权重 Weight
食 Food	中外国餐厅、茶座、蛋糕甜品店、咖啡厅	0.1330
住 Accommodation	星级酒店、连锁酒店、旅馆	0.0824
行 Transportation	加油站、充电站、汽车站、火车站、汽车维修配件	0.1516
游 Tourist attractions	森林公园、湿地公园、自然保护区、生态园区、动植物园	0.1299
购 Shopping	购物中心、超市、便利店	0.1179
医 Medical center	综合医院、专科医院、急救中心、诊所、药房	0.2353
养 Health attractions	度假村、疗养所、健身中心、马场、滑雪场、水上乐园	0.1482

表 4 廊道区段成熟度指标得分情况
Table 4 Scores of corridor maturity index

系数类型 Primitive system data types	旅游要素类型得分 Tourism factor type score							总分 Total points
	吃 Food	住 Accommodation	行 Transportation	游 Tourist attractions	购 Shopping	养 Health attractions	医 Medical center	
均值 Mean value	0.2414	0.2764	0.2431	0.2241	0.2079	0.2305	0.2197	0.2389
标准差 Standard deviation	0.2279	0.1825	0.1949	0.1281	0.2260	0.1579	0.2129	0.1814
差异系数 Diversity factor	0.9441	0.6603	0.8017	0.7778	1.0871	0.6851	0.9690	0.7593

祁连山生态旅游廊道旅游服务与设施成熟度评价如图 6 所示,结果显示:数值上看,各区段得分均值为 0.2347,中值为 0.135,标准差为 0.1814,差异系数为 0.7593。得分超出 0.56 的有 5 条,均以湟中区为起点向外延伸至其他区县;从空间角度看,廊道区段的得分显示出明显的空间分异特性。整体分布呈现出东南高、西北低的格局。最为成熟的区段主要集中在西宁市周边的湟中区和大通回族自治县。较为成熟的区段则分布于天祝藏族自治县和凉州区周边。相反,发育最不完全区段主要位于祁连山中东部地区,包括山丹县、刚察县和海晏县等周边地区。

3.3.2 生态旅游廊道构建

充分考虑廊道的整体性与各个源地之间的连通性,还考虑现有基础设施的状况和旅游发展的潜力。以湟中区、天祝藏族自治县、德令哈市和肃南裕固族自治县作为起始源地,其他县区为中间节点源地。以各要素得分和综合得分较高区段作为旅游廊道的划分的标准,最后通过 ArcGIS 可视化处理(图 7),结果如下:

2 条成熟廊道:(1)湟中-德令哈线以西宁市湟中区为起点,经过海晏、刚察、乌兰最终到达德令哈。全程与 G109 国道高度重合,仅乌兰县到德令哈段为县道。各区段成熟度相差较大,最为成熟区段是湟中至海晏,欠发育区段为刚察至海晏;(2)天祝-肃南线以天祝藏族自治县为起点,经过古浪、凉州、永昌、民乐、祁连最终到达肃南藏族自治县。全程沿祁连山区划边界线,各区段成熟度悬殊较小,其中祁连到肃南区段得分较低。

3 条潜在廊道:(1)湟中-大通-肃南线以西宁市湟中区为出发点,经过大通、门源、民乐、祁连到达肃南。门源-民乐-祁连段依托 G227 国道。各区段成熟度得分悬殊较大,湟中至大通区段最为成熟,其次是民乐至祁连区段,其余区段成熟度较低;(2)湟中-海晏-肃南线以湟中与肃南为起始点,途径海晏、刚察、祁连三个节点源地,湟中至刚察段以 G109 国道为支撑,各区段成熟普遍较高;(3)湟中-大通-德令哈线以湟中为起点,途径大通、门源、民乐、祁连、天峻最终到达德令哈,各区段成熟度差异较大全程高度依托 G219 国道。各区段成熟度差异较大,最为成熟区段为湟中至大通,欠发育区段为祁连至天峻。

3.4 虚拟旅游流

对 2015—2023 年网络游记数据筛选去重,ArcGIS 中生成网络图(图 8)。结果显示,2015 年到 2023 年,虚

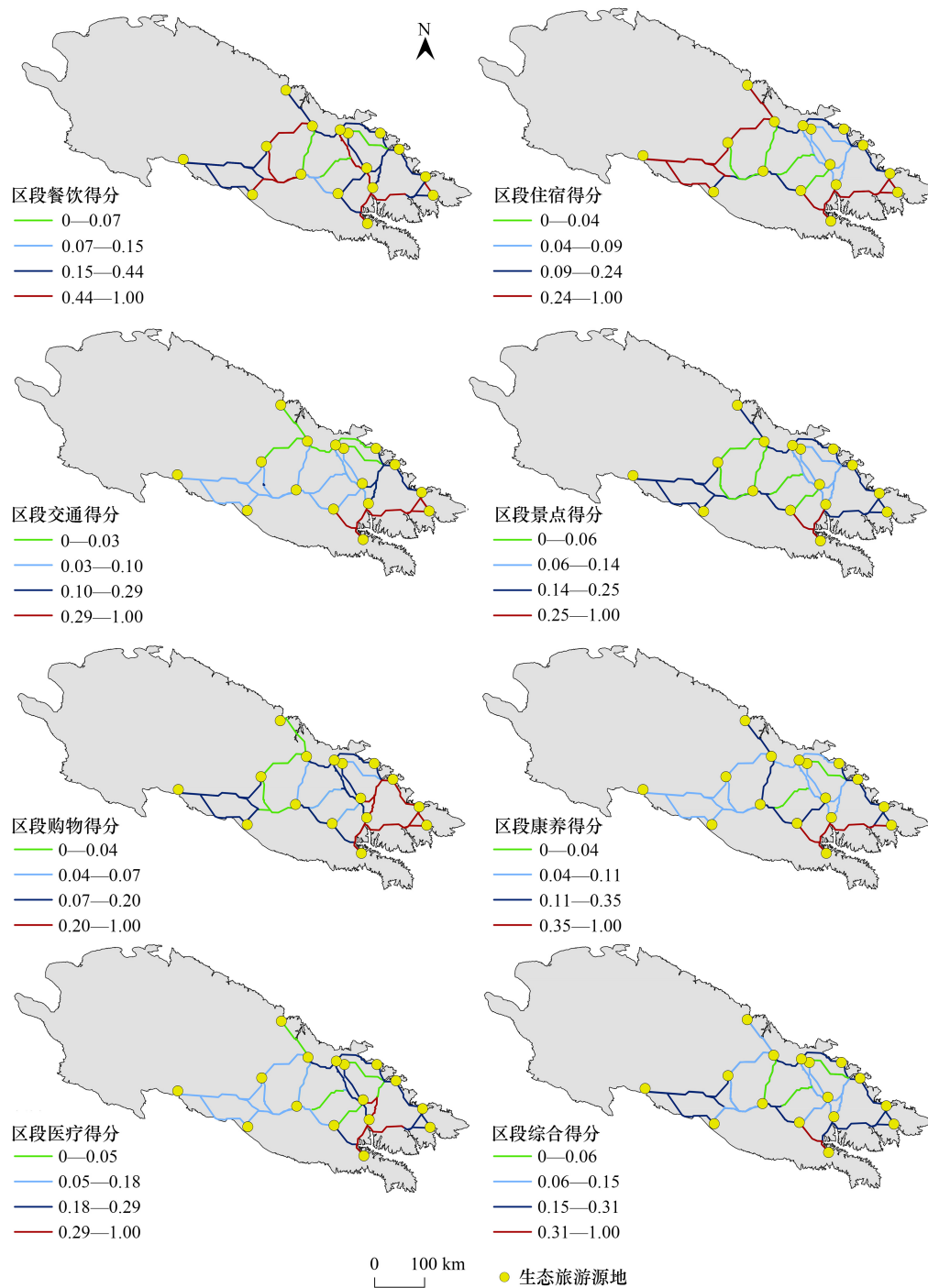


图 6 各区段成熟度得分情况

Fig.6 Maturity scores of each segment

拟旅游流整体呈上升趋势,2020 年受疫情影响略有下降。城市网络关注度呈现“中部高,南北低”的分布特征。其中德令哈市和乌兰县的关注度最高,被提频次高达 322 次;刚察县、湟中区、门源县、祁连县、山丹县和凉州区等县区的网络关注度次之;而其他地区的关注度相对较低。进一步分析表明,虚拟旅游流与城市网络关注度之间存在显著的正相关关系,即城市网络关注度越高,城市间游客往返频次也越大。刚察至乌兰区段旅游流最高,高达 125 频次;其次是乌兰至德令哈区段和祁连至门源区段。值得注意的是,天祝与湟中、门源之间未出现虚拟旅游流。

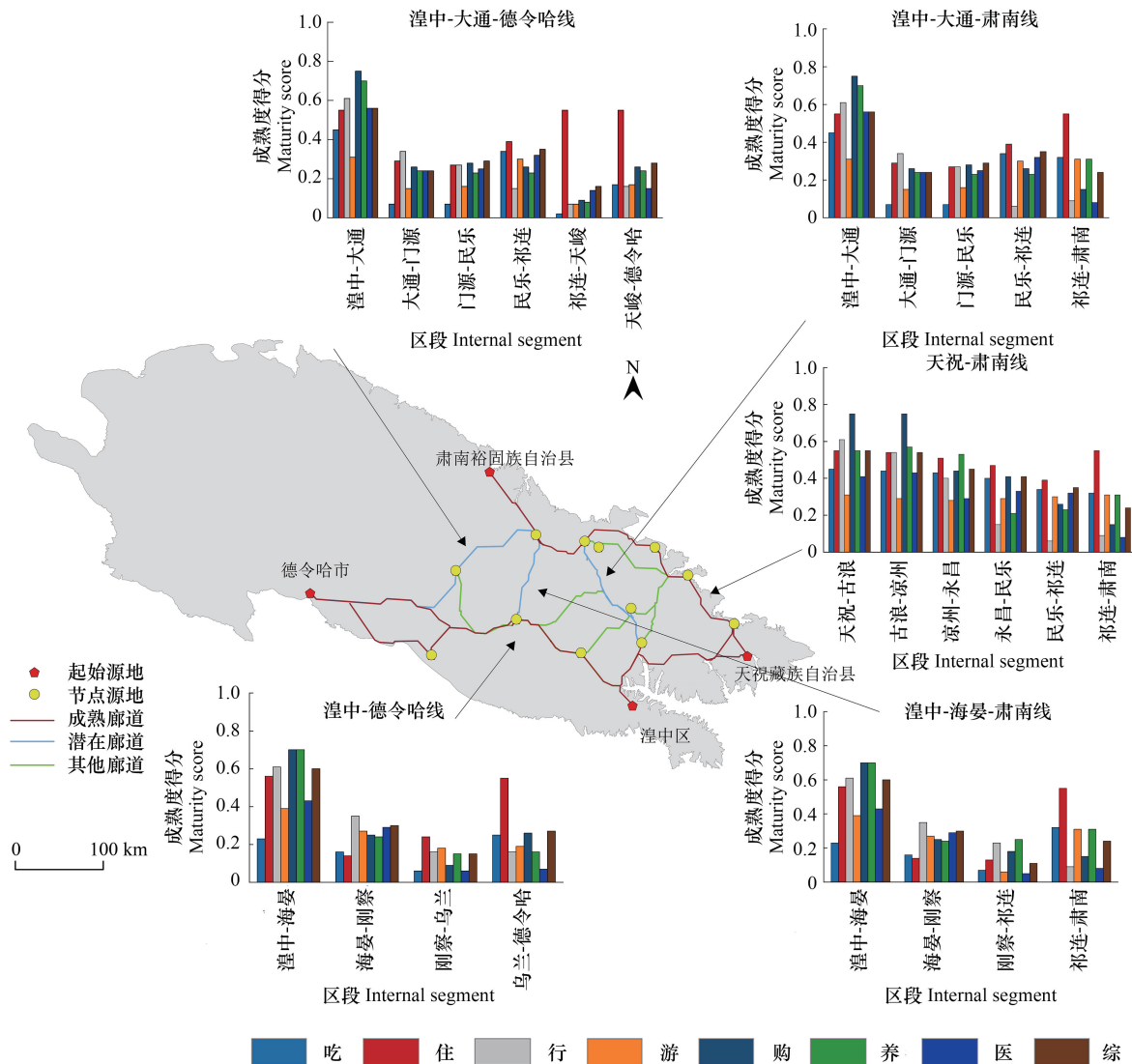


图7 祁连山生态旅游廊道构建结果

Fig.7 Results of the construction of ecotourism corridor in Qilian Mountains

综合 2015 年至 2023 年间城市网络关注度与城市旅游流分析,提取出两条旅游热点路线(图 9):第一条热点旅游路线始于德令哈市,途经刚察县、祁连县、民乐县、山丹县、门源县,最终抵达大通回族土族自治县。该路线依托于甘青大环线,沿途景点主要包括德令哈的哈拉湖和柯鲁可湖、刚察的青海湖、祁连大草原、民乐扁都口、山丹军马场、门源油菜花以及大通的大坂山。第二条热点旅游路线则是从西宁市的湟中区出发,途径刚察县、乌兰县,最终到达德令哈市。该路线与甘青大环线中的青海段高度重合,依托 G109 国道。游客途径该路线参观景点主要涉及湟中区的塔尔寺、刚察的青海湖、乌兰的茶卡盐湖以及德令哈的哈拉湖和柯鲁可湖。其余旅游路线由于区段间流量过低,不具备发展旅游路线的潜力。

3.5 虚拟旅游流响应

本研究基于资源拼凑理论视角,通过生态学方法构建生态旅游廊道,廊道全长 2917.58km。利用网络游记数据提取旅游路线,其中路线与廊道完全重合部分长达 1241.98km,重合率高达 42.57%。结合旅游服务与设施综合评分体系构建出湟中-德令哈线和天祝-肃南线两条成熟生态旅游廊道,以及湟中-大通-肃南线、湟中-海晏-肃南线、湟中-大通-德令哈线三条潜在生态旅游廊道。根据网络关注度和城市旅游流数据分析,确定 2 条热点旅游路线,其余归类为普通旅游路线。结果显示,湟中-德令哈线与热点旅游路线 2 高度重合。

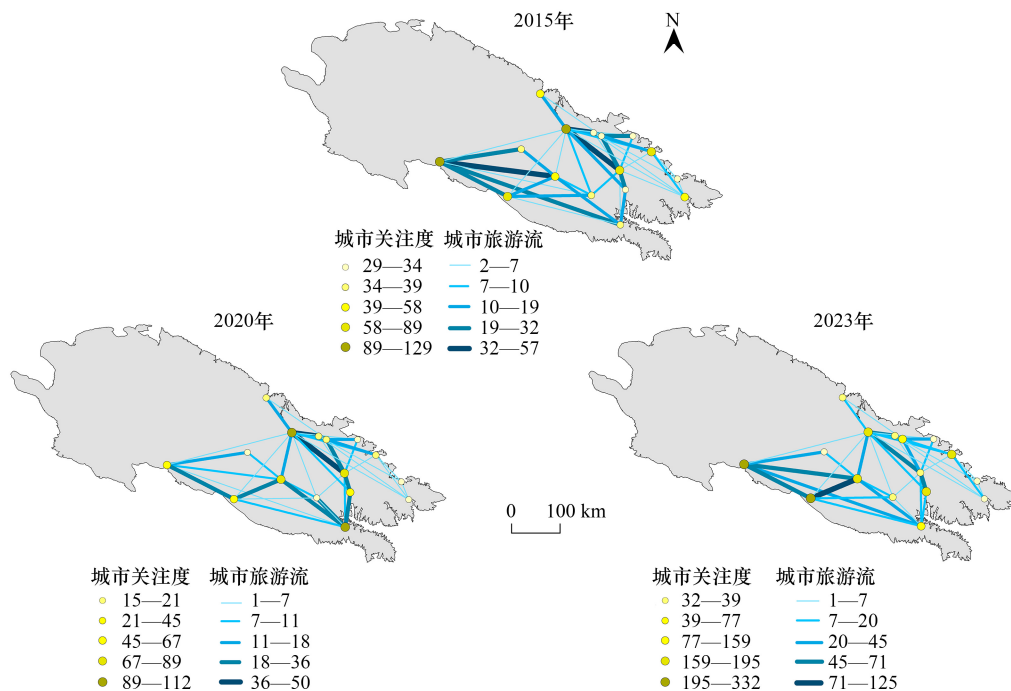


图8 祁连山虚拟旅游流网络结构

Fig.8 Network structure of virtual tourism flow in Qilian Mountains

整体看,廊道全长与旅游路线重合率达 42.57%;局部看,其中一条成熟旅游廊道与热点旅游路线 2 高度重合。结果表明,基于资源拼凑视角构建生态旅游廊道在旅游流中得到中高强度响应,验证了资源拼凑理论在廊道构建中的有效性与真实性,为进一步研究提供实证支撑。通过分析该区域内的旅游流,更加合理构建和管理生态旅游廊道,促进区域生态旅游发展^[32]。

4 结论与讨论

4.1 讨论

合理构建生态旅游廊道能够在开发和保护之间合理推动旅游产业发展。本文以较小尺度区域为案例地,利用核密度识别景点节点,作为生态旅游源地,使廊道连通性更完整。以往研究中,生态源地识别大多直接采用 MSPA 模型识别核心区斑块^[33—35]、评估生态服务价值筛选面积较大斑块^[36—39]、利用 InVEST 模型获取高质量核心区斑块作为 MSPA 模型的前景值提取核心区^[40]。再利用 POI 数据评价廊道区段成熟度,肯定万红莲等^[41]、吴鹏^[42]等学者将 POI 数据运用到旅游要素空间格局的影响中。评价过程中反映了祁连山资源的不均衡性。当前运用虚拟旅游流对生态旅游廊道响应的研究相对较少,本文结合网络游记数据进行旅游流网络结构分析提取热点旅游路线,对生态旅游廊道的结果进行响应与验证。由于研究区地处青藏高原内陆,数据搜集相对困难,本文仅选取 2023 年 POI 数据作为评价指标,缺乏动态演变分析。未来研究应基于动态视角^[43],纳入时间序列分析,弥补静态数据的不足,以探讨旅游廊道随时间演变的趋势和规律。此外,未来还应该考虑引入更多类型的数据源,如遥感影像的覆盖范围和精度等^[44],提高廊道布局的数据科学性与操作性,增强研究结果可靠性。

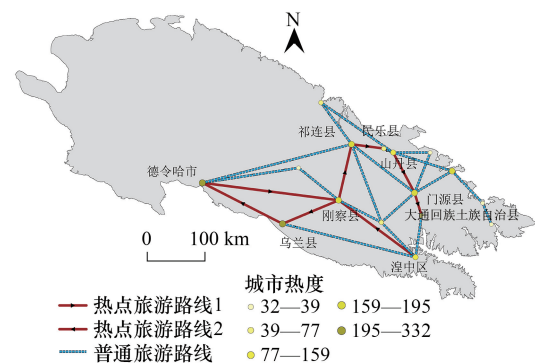


图9 热点旅游路线

Fig. 9 Hot spot tourism roadmap

对祁连山的生态旅游资源进行系统整理,评估祁连山生态旅游资源,涵盖自然保护区、森林公园、湿地公园等多种类型的生态景区并探究其分布特征。对该区域的生态容量进行探讨,综合考虑自然资源承载力、环境自净能力、生物多样性维护以及社会基础设施等多个维度,确保旅游开发既符合生态保护要求,又能最大程度满足游憩体验。构建以生态旅游景点为节点进行串联的生态旅游廊道,实现主观与客观评价相结合,以满足游客生态体验与“回归自然”的出游目的,提升生态意识和环境保护责任感,丰富生态旅游廊道的理论研究^[45],促进生态环境可持续发展,以生态环境治理体系和治理能力现代化为抓手,推动生态环境质量改善及生态文明建设^[46-47]。

从现实角度看,构建祁连山生态旅游廊道势在必行,2023 年甘肃省政府发布的《关于释放旅游消费潜力推动旅游业高质量发展的实施方案》中明确提到“开发森林康养、生态观光等旅游产品;重点建设甘南洛克之路、祁连山风景道以及黄河风情线”。本文利用网络游记数据提取热点旅游路线,对比热点旅游路线与生态旅游廊道的重合度,其结果验证资源拼凑理论在该研究中的有效性,以期为祁连山片区旅游路线规划与开发提供现实依据和科学指导。

4.2 结论

本研究借鉴景观生态学中生态廊道识别理论方法,基于资源拼凑理论视角,构建生态旅游廊道。利用网络游记数据提取热点旅游路线,验证旅游流对生态旅游廊道的响应。结果如下:

(1) 祁连山生态旅游廊道由 16 个源地(自治县 4 个、区县 11 个、县级市 1 个)和 36 个区段构成。生态旅游廊道呈循环型网络特征,其分布呈“东密西疏”格局,较密区域集中在中东部的祁连、民乐、刚察、门源等县区。廊道各区段旅游服务与设施成熟度综合得分表现为以湟中、大通两大县区为高分区域,向边缘逐渐递减的格局。各廊道区段呈现“购”>“医”>“吃”>“行”>“游”>“养”>“住”的差异特征,其中湟中区周边廊道区段成熟度最高,凉州区与德令哈市次之,天峻县与山丹县区段欠发育。并在此基础上最终识别出湟中-德令哈线、天祝-肃南线 2 条较成熟旅游廊道,以及湟中-大通-肃南线、湟中-海晏-肃南线、湟中-大通德令哈线 3 条潜在旅游廊道。

(2) 祁连山地区虚拟旅游流数据分析结果表明:16 个旅游源地中,城市关注度总体呈现出“中部高,南北低”的特征,旅游流网络图呈现相同特征。中部地区的旅游源地获得更高的关注度,而北部和南部地区的关注度相对较低。基于这一旅游流特征,研究进一步提取出两条热点旅游路线:德令哈-大通县线和湟中-德令哈线 2 条旅游热点路线,其余为普通旅游路线。

(3) 廊道构建结果与热点旅游路线提取结果有部分重合。其中廊道全长与旅游路线重合率达 42.57%,湟中-德令哈线与热点旅游路线 2 高度重合。表明基于资源拼凑视角的廊道构建具备现实性与可行性。

参考文献(References):

- [1] Zhao D, Chen J, Zhang X W, Shi R H, Xiao Y, Chen Z Y. The impact of cryosphere service change on the social-ecological systems resilience: Evidence from the Qilian Mountains Area in China. *Journal of Environmental Management*, 2024, 370: 122946.
- [2] 张玉钧, 石玲, 贾亦琦. 自然保护区开展生态旅游的意义及潜在风险. *中南林业科技大学学报: 社会科学版*, 2013, 7(1): 7-10.
- [3] Fabos J G. Introduction and overview: the greenway movement, uses and potentials of greenways. *Landscape and Urban Planning*, 1995, 33(1/2/3): 1-13.
- [4] Go-Bster P H. Perception and use of a metropolitan greenway system for recreation. *Landscape and Urban Planning*, 1995, 33(1/2/3): 401-413.
- [5] Keith S J, Larson L R, Shafer C S, Hallo J C, Fernandez M. Greenway use and preferences in diverse urban communities: Implications for trail design and management. *Landscape and Urban Planning*, 2018, 172: 47-59.
- [6] Zeng W T, He Z W, Bai W Q, He L, Chen X, Chen J H. Identification of ecological security patterns of alpine wetland grasslands based on landscape ecological risks: a study in Zoigê County. *Science of the Total Environment*, 2024, 928: 172302.
- [7] Nita J, Myga-Piątek U. Scenic values of the Katowice-częstochowa section of national Road No. 1. *Geographia Polonica*, 2014, 87(1): 113-125.
- [8] Garcia X, Benages-Albert M, Pavón D, Ribas A, Garcia-Aymerich J, Vall-Casas P. Public participation GIS for assessing landscape values and improvement preferences in urban stream corridors. *Applied Geography*, 2017, 87: 184-196.
- [9] Li L R, Zhang S Y, Wang Z H. eDNA technology reveals fish species diversity and ecological corridor function in large raft mussel aquaculture area in the East China Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 2024, 209: 117171.

- [10] Chen R N, Carruthers-Jones J, Carver S, Wu J Y. Constructing urban ecological corridors to reflect local species diversity and conservation objectives. *Science of the Total Environment*, 2024, 907: 167987.
- [11] 唐弘久, 保建刚. 我国主要入境客源地游客的时空特征及影响因素. *经济地理*, 2018, 38(9): 222-230, 239.
- [12] 叶随, 席建超. 青藏高原区旅游廊道识别与评价. *地理学报*, 2023, 78(10): 2630-2644.
- [13] 鄢方卫, 杨效忠, 吕陈玲. 全域旅游背景下旅游廊道的发展特征及影响研究. *旅游学刊*, 2017, 32(11): 95-104.
- [14] 王晓峰, 朱梦娜, 张欣蓉, 马嘉豪, 周继涛, 程通, 郑媛元, 涂又, 尧文洁, 马娟. 基于“源地-阻力-廊道”的三江源区生态安全格局构建. *生态学报*, 2024, 44(11): 4609-4623.
- [15] 方云皓, 顾康康, 马晴. 基于多源数据的城市通风廊道构建及效能评估研究——以合肥市主城区为例. *地理科学进展*, 2024, 43(8): 1597-1608.
- [16] 祁连山国家公园. 祁连山国家公园(青海片区)简介. (2018-12-28) [2021-10-01] <http://www.forestry.gov.cn/qls/3/20190102/111134776220205.html>.
- [17] 管芸, 唐仲霞, 陈正逸. 祁连山国家公园青海片区生态旅游开发适宜性研究. *干旱区资源与环境*, 2023, 37(12): 151-161.
- [18] 陈岩峰, 陈睿智. 旅游廊道对旅游地的影响及对策研究. *生态经济: 学术版*, 2009, 25(1): 23-26.
- [19] Zaumanis M, Mallick R B, Frank R. 100% recycled hot mix asphalt: a review and analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 2014, 92: 230-245.
- [20] 史春云, 朱传耿, 赵玉宗, 朱明, 袁欣. 国外旅游线路空间模式研究进展. *人文地理*, 2010, 25(4): 31-35.
- [21] 任唤麟. 跨区域线性文化遗产类旅游资源价值评价——以长安-天山廊道路网中国段为例. *地理科学*, 2017, 37(10): 1560-1568.
- [22] 李龙, 杨效忠. 旅游廊道: 概念体系、发展历程与研究进展. *旅游学刊*, 2020, 35(8): 132-143.
- [23] 余青, 樊欣, 刘志敏, 胡晓冉, 任静, 杜鑫坤. 国外风景道的理论与实践. *旅游学刊*, 2006, 21(5): 91-95.
- [24] 邱海莲, 由亚男. 旅游廊道概念界定. *旅游论坛*, 2015, 8(4): 26-30.
- [25] Gobster P H. Perception and use of a metropolitan greenway system for recreation. *Landscape and Urban Planning*, 1995, 33(1/2/3): 401-413.
- [26] Huang Y H, Shen S Y, Hu W M, Li Y R, Li G. Construction of cultural heritage tourism corridor for the dissemination of historical culture: a case study of typical mountainous multi-ethnic area in China. *Land*, 2023, 12(1): 138.
- [27] 莫经梅, 张社梅. 创业韧性对返乡入乡人员农业绿色创业行为的影响. *干旱区资源与环境*, 2024, 38(9): 41-49.
- [28] 朱国军, 吴家豪, 徐亦唐. 数字资产超网络嵌入、生态场域资源拼凑与制造业服务模式创新——来自华为、海尔、京东、阿里的多案例研究. *中国科技论坛*, 2024(9): 66-78.
- [29] 郑烨, 吴昊. 信息型政策工具如何促进中小企业持续创新——资源拼凑的中介效应与创新动力的调节效应. *科技进步与对策*, 2024, 41(17): 106-116.
- [30] 张敬伟, 裴雪婷, 李志刚, 沈景全. 基于扎根理论的农民创业者的资源拼凑策略研究. *农业经济问题*, 2017, 38(9): 49-56, 111.
- [31] 叶洁楠, 黄亦周, 贾舒皓, 李坤, 张辰帅, 吴露涵, 李雨珊, 王浩. 基于 MSPA 和 MCR 模型的贺兰山生态安全网络评价与优化. *南京林业大学学报(自然科学版)*, (2024-9-03) [2024-10-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1161.S.20241009.1750.002.html>.
- [32] 岑丹妮, 黄浣铃, 徐企丹, 骆培聪. 泉州市世界文化遗产点关注度与共现效应研究——基于旅游数字足迹. *福建师范大学学报: 自然科学版*, 2024, 40(3): 100-108.
- [33] 解晨, 周建好, 姜群鸥, 肖辉杰, 辛智鸣. 沿黄荒漠绿洲区生态廊道与生态节点识别及景观格局优化——以磴口县为例. *中国农业大学学报*, 2024, 29(5): 135-148.
- [34] 于成龙, 刘丹, 冯锐, 唐权, 郭春玲. 基于最小累积阻力模型的东北地区生态安全格局构建. *生态学报*, 2021, 41(1): 290-301.
- [35] 李倩瑜, 唐立娜, 邱全毅, 李寿跳, 徐烨. 基于形态学空间格局分析和最小累积阻力模型的城市生态安全格局构建——以厦门市为例. *生态学报*, 2024, 44(6): 2284-2294.
- [36] 童亮, 姚晓洁, 王霞. 基于电路理论的农耕平原地区生态安全格局构建: 以亳州市为例. *环境科学与技术*, 2020, 43(11): 217-226.
- [37] 马晓琳, 郭莎莎, 徐扬, 魏子谦, 高子婷, 于力, 侯建丽. 生态脆弱区生态安全格局构建研究. *生态学报*, 2023, 43(22): 9500-9513.
- [38] 滕扬, 张沼, 张书理, 杨永听, 贺伟, 王娜, 张正一, 鲍伟东. 大兴安岭南段马鹿生境适宜性分析与生态廊道构建. *生态学报*, 2022, 42(14): 5990-6000.
- [39] 张玉蓉, 宋波, 樊信友. 川藏公路生态与文化遗产旅游廊道空间体系研究. *公路*, 2021, 66(3): 249-253.
- [40] 张杰, 屈建军, 陈海, 石金鑫, 马羽赫, 刘迪. 基于电路理论的生态安全格局时空演变与影响因素研究——以陕北黄土高原为例. *干旱区地理*, (2024-5-13) [2024-11-04]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/65.1103.X.20240624.1922.002.html>.
- [41] 万红莲, 王晓利, 黄敏, 张文哲, 刘惠月, 牛雯静. 基于 POI 数据的关中平原城市群县域旅游要素空间格局及影响因素研究. *干旱区资源与环境*, 2024, 38(6): 200-208.
- [42] 吴鹏, 哈斯巴根, 秦福莹. 基于局部集聚特征尺度判定的兴趣点离群分布探测及其可解释性分析. *地球信息科学学报*, 2024, 26(7): 1594-1610.
- [43] 曹诗怡, 胡希军, 杜心宇, 韦宝婧, 龚岚, 李妮思. 基于遥感生态指数的岳阳市乡村旅游点生态环境变化研究. *生态科学*, 2023, 42(4): 74-81.
- [44] 彭建, 李慧蕾, 刘焱序, 胡熠娜, 杨旸. 雄安新区生态安全格局识别与优化策略. *地理学报*, 2018, 73(4): 701-710.
- [45] 史晓婷, 李磊, 陶卓民, 赖志城, 李涛. 长三角地区城市生态旅游发展水平时空演变及其影响因素. *生态学报*, 2024, 44(9): 3970-3983.
- [46] 王佳, 陈强强. 我国生态治理体制构建、政策演进逻辑与治理现代化. *生态学报*, 2024, 44(10): 4437-4447.
- [47] 徐秋怡, 颜凤芹, 丁智, 汤旭光, 姚丽. 基于三维生态足迹的长江经济带生态安全动态评价. *地理科学进展*, 2024, 43(6): 1184-1202.