

# 北京市森林康养旅游空间适宜性评价

刘楠<sup>1</sup>, 魏云洁<sup>2</sup>, 郑姚闽<sup>1</sup>, 石金莲<sup>1\*</sup>

(1. 北京工商大学国际经管学院, 北京 100048; 2. 北京工商大学经济学院, 北京 100048)

**摘要:**在健康中国和乡村振兴战略大背景下,森林康养旅游在满足人们对自然需求的同时,为乡村旅游转型发展提供新思路。论文从舒适度、生态敏感性和开发条件3个维度构建了森林康养旅游空间适宜性评价指标体系,以森林康养旅游市场需求及发展潜力较大的北京市为例,结合多准则决策AHP方法与GIS空间分析工具进行定量评价及可视化分析。研究发现:①森林康养旅游空间适宜性评价指标体系的一级指标中,舒适度的重要性权重最高;二级指标中,重要性权重最高的是植被质量,优良的森林资源是森林康养旅游的首要条件。②北京市森林康养旅游空间适宜性水平由低到高分I级、II级、III级和IV级共4个等级,其中,III级和IV级区域面积占适宜性等级区域总面积的53%,主要集聚在西北部山区。③从自然分区尺度分析,浅山区以III级、IV级区域为主;深山区以II级、III级区域为主;就山区整体看,75%的III级、IV级区域分布在深山区。平原地区为居民提供日常森林游憩空间,浅山区以标准化森林产品为主,深山区满足游客的个性化需求。④从行政区尺度分析,各行政区森林康养旅游空间适宜性等级分布不均衡,空间上呈现从西北向东南适宜性等级逐渐降低的趋势,延庆区、怀柔区、密云区可作为北京市森林康养旅游的优先发展区域。⑤在发展策略上,参考旅游资源对森林康养旅游空间分布的影响,延庆区探索“乡村民宿+冬季滑雪+长城文化”特色发展模式;怀柔区森林资源位居全市首位,打造“生活在森林中:绿色养生膳食+山居小镇+森林氧吧”的深度体验与“标准森林产品”结合的特色发展模式;密云区围绕密云水库打造“亲子游+山地温泉”的发展模式。研究结论可为森林康养旅游空间优化和乡村旅游高质量发展提供决策依据。

**关键词:**森林康养旅游;适宜性评价;GIS空间分析;乡村旅游;北京

在中国快速城市化和城市人口不断增长的环境下,人们的生活方式发生了巨大的变化,这导致了许多与生活方式相关的健康问题,慢性病、环境疾病以及压力、抑郁、成瘾等心理障碍相关的患病率不断上升。现代健康问题源于与自然的脱节<sup>[1]</sup>。人口密集的城市大多在满足自然环境需求方面存在严重不足,很难提供自然游憩空间,这就对城市周边乡村地区的旅游高质量发展提出迫切需求。森林在满足人们自然游憩的需求方面一直发挥重

要作用,随着有关森林环境治疗作用的科学证据越来越多,人们对森林康养旅游的兴趣和需求迅速上升。同时,研究大城市周边的森林康养旅游也是乡村旅游高质量发展的客观需要。在健康中国和乡村振兴战略大背景下,森林康养旅游满足游客需求的同时,有助于完善乡村基础设施,提高村民收入,培育健康生活理念,提升村民的生态福祉、经济福祉和社会福祉。

森林康养(forest bathing 或 forest therapy)的研

收稿日期:2022-11-06;修订日期:2023-07-01。

基金项目:国家自然科学基金项目(31470518);中国民主促进会北京市委员会调研课题;北京市教委社科规划重点项目项目(5Z202110011006)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 31470518; Research Topic of the Beijing Municipal Committee of the China Association for Promoting Democracy; Key Program of Beijing Municipal Commission of Education, No. 5Z202110011006.]

第一作者简介:刘楠(1998—),女,河北邢台人,硕士生,研究方向为国家公园游憩管理、森林康养旅游。

E-mail: ln1805716909@163.com

\*通信作者简介:石金莲(1972—),女,内蒙古呼和浩特人,博士,教授,博士生导师,研究方向为国家公园游憩管理、生态旅游。E-mail: Jinlian@bttu.edu.cn

引用格式:刘楠,魏云洁,郑姚闽,等.北京市森林康养旅游空间适宜性评价[J].地理科学进展,2023,42(8):1573-1586. [Liu Nan, Wei Yunjie, Zheng Yaomin, et al. Spatial suitability of forest-based health and wellness tourism in Beijing. Progress in Geography, 2023, 42(8): 1573-1586.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2023.08.010

究始于19世纪。近些年,日本在森林康养领域的研究处于前列,1982年,日本林野厅引进了“shinrin-yoku”一词及其概念,将其定义为“在森林中呼吸空气或在森林中沐浴”<sup>[2]</sup>。国外对森林康养研究主要集中在其对人的身心影响方面,针对森林环境对人体免疫功能<sup>[3-4]</sup>、人体内分泌系统<sup>[5]</sup>、血压以及心理<sup>[6-9]</sup>等的影响开展研究,通过一系列实验及指标实证森林康养的效果。大量的研究支持森林浴或森林康养的价值,如Lee等<sup>[10]</sup>通过日本年轻男性在真实森林环境和城市环境的对比,证明森林浴对人体的心理和生理有积极的作用,该研究为森林浴的健康效益提供了重要的科学依据。随着实证研究的深入,有些学者开始探究森林疗法对某一特定群体(如青少年、孕期女性、更年期女性、森林火灾受害者等)的作用,尽管实验存在一定局限性,但研究证明了森林疗法的显著作用<sup>[11-13]</sup>。中国学者在森林环境对人类的心理及生理健康效应上已有了初步的探究<sup>[14-16]</sup>,但其深度与广度还不够,使得开展森林康养活动缺少相应的科学依据,进而森林康养旅游的发展也难以取得较大的突破,因此要加强实证研究<sup>[17]</sup>。

2016年,中国相继出台《关于大力推进森林体验和森林养生发展的通知》《关于启动全国森林体验基地和全国森林养生基地建设试点的通知》等文件,《林业发展“十三五”规划》提出要大力推进森林体验和康养,森林康养开始受到广泛关注,森林康养的相关研究成为学术研究热点。中国学者从相关概念界定、产品和开发模式、疗养因子、医学实证效果、发展路径等方面展开研究<sup>[18]</sup>,森林康养产业发展和基地建设逐渐成为热点,相关研究集中在森林康养基地评价<sup>[19-20]</sup>等方面。根据中国林业产业联合会发布数据,截至2022年底,中国已有96家国家森林康养基地及1499家国家级森林康养试点建设单位。森林康养必须依托森林资源,在森林中开展活动,作为森林可持续发展的重要途径,必须对其严格管理,重视森林康养的空间规划与管理。樊宝敏等<sup>[21]</sup>基于北京森林资源现状,设计了“三区、九线”的森林文化空间布局框架以提升国际和谐宜居之都的功能定位,在山地森林区域探索建立休养区、建设自然保护区和森林疗养基地,满足公众休闲游憩、健身疗养及养老等需求;刘朝望等<sup>[22]</sup>将森林康养基地建设适宜性评价指标分为森林康养资源和森林康养基地利用条件两大类型,共16个指标;谭益民等<sup>[23]</sup>指出以森林疗法因子的水平为主要

依据,综合考虑林分的结构稳定性、林相、季相变化的多样性、森林郁闭度、森林气候、地形地貌、交通可达性等进行森林康养基地的选址。目前中国学术界对森林康养适宜性评价的研究以定性为主,在空间适宜性定量评价方面存在不足,难以真正指导森林康养旅游实践。

由此,本文构建了北京市森林康养旅游空间适宜性评价指标体系,采用专家咨询法和层次分析法(AHP)确定指标权重,通过分析北京市森林康养旅游空间适宜性等级及分布格局,为北京市森林康养基地的选址、建设及优化布局提供参考依据。本文将基于地理信息系统(GIS)的多准则分析方法应用于森林康养旅游空间研究,丰富森林康养研究方法体系<sup>[24-26]</sup>;从个案研究的角度来看,北京市森林康养旅游发展潜力尚未得到充分挖掘,而发展森林康养有助于北京周边乡村旅游的转型升级,打造乡村景观<sup>[27]</sup>,促进美丽乡村建设,实现乡村旅游业的可持续发展。

## 1 研究区概况

北京作为首都,是中国的政治中心、文化中心、国际交往中心、科技创新中心,共管辖16个市辖区。北京地处华北平原北部,位于115.4°~117.4°E、39.4°~41.1°N,地势西北高、东南低,西部、北部和东南部三面环山(图1),平均海拔43.5 m。其中,山区面积约占总面积的62%,是首都天然的生态屏障。

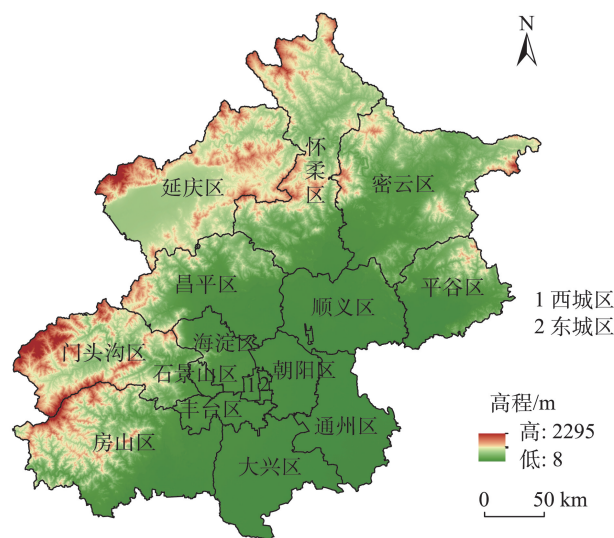


图1 研究区行政区划

Fig.1 Administrative division of the study area

2020、2021年的《北京市生态环境状况公报》表明,北京市全区大气环境、水环境、土壤环境、生态环境等状况持续向好,为森林康养旅游的发展提供保障。百万亩造林计划与加速推进“国家森林城市”创建活动为森林康养旅游提供场所,2021年北京市完成造林绿化约107 km<sup>2</sup>,全市森林覆盖率达44.6%。《北京城市总体规划(2016年—2035年)》提出2025年全市森林覆盖率达到45%。

2 材料与方法

2.1 数据来源

北京DEM数据、植被覆盖指数(NDVI)数据、北京平均NPP空间数据、道路网数据等分别来源于91卫图助手、Landsat 8 OLI\_TIRS 卫星数字产品、2000—2017年北京NPP平均值的空间数据、Open-StreetMap (OSM)路网;A级以上景区经纬度为人工核查。此外,土地利用类型<sup>[28]</sup>、负氧离子浓度<sup>[29-31]</sup>以及土壤侵蚀敏感性数据<sup>[32]</sup>主要来源于已有文献。

2.2 研究方法

2.2.1 评价指标

GIS已成为森林规划和管理以及森林资源保护中最常用的工具之一,与传统方法相比,GIS的数据处理成本更低、速度和精度更高。借助GIS工具,集成AHP、专家知识和多源要素综合分析,才能提出精细化的森林规划和管理策略。基于自然资源和生态敏感性评价空间适宜性是近年来可持续旅游研究的热点问题之一<sup>[33-36]</sup>。然而目前,在

森林康养空间适宜性评价指标方面,尚未取得共识。为了确定森林康养旅游空间适宜性评价的有效指标,本文结合北京实际情况,梳理并筛选了森林游憩空间适宜性评价相关文献中常见的指标,包括海拔、坡度、坡向、可达性、土地覆盖、侵蚀敏感性、植被密度、距公路的距离、地形起伏度、与水域距离等。

2.2.2 评价指标体系构建

指标体系划分为3个层级。一级指标包括舒适度、生态敏感性 & 开发条件3个维度,每个维度包含不同指标因子(表1)。对指标赋权是确定评价指标的关键问题,层次分析法是空间多目标决策分析中应用最广泛的方法之一,在本研究中,选择了来自生态旅游、自然保护地等领域的18位专家,采用1(同等重要性)至9(极端重要性)量表对指标进行两两比较,评价了各层指标的相对重要性,综合确定评价指标的权重,如表1所示。

2.2.3 评价指标分级量化方法

参考国家、行业或地方标准和已有文献的分类标准,结合背景值标准,对每个评价指标进行分级量化和赋值。对于背景值标准的等级划分,采用ArcGIS 10.6中的自然断裂法,对研究区域背景数据指标得分进行分级。各指标分级标准及划分如表2所示。

(1) 舒适度

人们进行森林康养的目的是放松身心、追求健康快乐,提升生活质量,为了满足游客需求,舒适度是首要考虑的问题。不同的土地利用类型和地形

表1 北京市森林康养旅游空间适宜性评价指标及权重  
Tab.1 Evaluation indicators of spatial suitability of forest therapy tourism in Beijing and their weights

目标层	一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	三级指标	三级指标权重
森林康养旅游空间适宜性	舒适度	0.5734	土地利用类型与游憩活动匹配度	0.0459	土地利用类型	0.0459
				0.1301	负氧离子浓度	0.1301
				0.0649	海拔	0.0217
					坡度	0.0223
					起伏度	0.0209
			植被质量	0.2280	标准化植被指数NDVI	0.1265
					净初级生产力NPP	0.1015
			水文状况	0.0738	与水域的距离	0.0738
			可借景观	0.0307	与周边A级以上景区的距离	0.0307
	生态敏感性	0.1991	土壤侵蚀敏感性	0.1991	容许土壤流失量	0.1991
	开发条件	0.2275	可达性	0.1139	与道路的距离	0.1139
			基础设施完善程度	0.1136	与建成区的距离	0.1136



表2 各指标评价标准及分级  
Tab.2 Classification criteria of indicators

指标	评价得分				
	5	4	3	2	1
土地利用类型	森林	灌木丛	湿地	草地	农田、非渗透表面、荒地、水域
负氧离子浓度/(个·cm <sup>-3</sup> )	>1500	—	1000~1500	—	<1000
海拔/m	100~400	—	<100或400~1500	—	>1500
坡度/(°)	<3	3~8	9~15	16~25	>25
起伏度	0~0.50	0.51~1.00	1.01~1.50	1.51~2.00	>2.00
标准化植被指数NDVI	0.65~0.78	0.51~0.64	0.42~0.50	0.35~0.41	-1~0.34
净初级生产力NPP/(g·m <sup>-2</sup> )	401~440	301~400	201~300	101~200	0~100
与水域的距离/m	0~500	501~1000	1001~2000	2001~3000	>3000
与周边A级以上景区的距离/km	<1.0	1.0~5.0	5.1~10.0	10.1~15.0	>15.0
土壤侵蚀敏感性/(t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	251~350	201~250	151~200	101~150	50~100
与道路的距离/m	0~500	501~1000	1001~2000	2001~3000	>3000
与建成区的距离/km	<1.0	1.0~1.5	1.6~3.0	3.1~5.0	>5.0

适宜性对游憩活动的支持能力不同<sup>[25]</sup>；游客置身于高负氧离子浓度的环境中，可带来身体层面的舒适感，有益于健康；植被质量、水文状况、可借景观为游客带来美好的视觉感官，给予心理层面的舒适感。本文采用土地利用类型与游憩活动匹配度、负氧离子、地形适宜性、植被质量、水文状况及可借景观6个指标评测舒适度。

土地利用类型与游憩活动匹配程度：根据Gong等<sup>[28]</sup>的全球土地利用制图产品，土地利用类型包括农田、森林、绿地、灌木丛、湿地、水、非渗透表面、荒地。森林、草地、湿地等自然度较高的土地类型能为游客带来更好的五感体验，带来身心的愉悦，满足人们回归自然的需求；同时将其转化成生态旅游景观的成本也较小<sup>[25,36]</sup>。

负氧离子：空气负离子能吸附、聚集和沉降空气中的污染物和悬浮颗粒、净化空气，可有效地治疗人体呼吸、循环、神经等疾病。在文献[31]的基础上采用克里格(Kriging)插值方法，确定各点负氧离子浓度。1000个·cm<sup>-3</sup>是对人体产生生物学效应最低负离子浓度<sup>[37]</sup>，将其划分为3个等级，分别为<1000、1000~1500、>1500个·cm<sup>-3</sup>。

地形适宜性：地形条件是一个区域人类活动与社会经济发展的基础，地形的起伏对森林康养旅游的发展产生显著影响，是生态旅游基础设施建设的限制因子之一，包括海拔、坡度及起伏度。基于北京市浅山区规划以及Li等<sup>[30]</sup>的研究，当海拔为400 m时，负氧离子浓度达到最高，考虑在高海拔地区开发难度较大等原因不利于森林康养基地的建设，

将海拔划分为100~400、<100或400~1500、>1500 m共3个等级；按照国际地理学联合会提出的坡度分类法，将坡度划分为<3°、3°~8°、9°~15°、16°~25°、>25°共5个等级；起伏度是指地表一定范围内最大的相对高程差，它可以在一定程度上体现该地区地表高低起伏的状况，本文利用ArcGIS软件采用如下公式计算北京的地形起伏度<sup>[38-39]</sup>，并将其分成5类，分别为0~0.50、0.51~1.00、1.01~1.50、1.51~2.00、>2.00。

$$RDLS = ALT/1000 + \{[\text{Max}(H) - \text{Min}(H)] \times [1 - P(A)/A]\} / 500 \quad (1)$$

式中：RDLS为地形起伏度，ALT为以某一栅格单元为中心一定区域内的平均海拔；H为海拔，Max(H)和Min(H)分别为区域内的最高与最低海拔；A为区域总面积；P(A)为区域内的平地面积。

植被质量：包括标准化植被指数NDVI和净初级生产力NPP。采用NDVI来测度地表植被的覆盖程度，极低值或负值表示完全无植被(如云、水或雪)区域，较低值表示仅有少量植被(如混凝土、岩石或裸土)的区域，中等值表示灌木丛和草地，较高值表示森林地区和茂盛的地表植被。根据相关研究<sup>[25,40]</sup>，将植被覆盖度划分为0.65~0.78、0.51~0.64、0.42~0.50、0.35~0.41、-1~0.34共5个等级。NPP是生产者能用于生长、发育和繁殖的能量值，直接反映了植被群落在自然环境条件下的生产能力，表征陆地生态系统的质量状况，划分为401~440、301~400、201~300、101~200、0~100 g·m<sup>-2</sup>共5个等级<sup>[41]</sup>。

水文状况：水域是许多游憩活动必不可少的因



素,不仅增加景观美景度,而且提升游憩活动多样性。根据李俊英等<sup>[42]</sup>研究将与水域距离划分成0~500、501~1000、1001~2000、2001~3000、>3000 m共5个等级。

可借景观:距离周边景区距离越近,游客来源越丰富,越能提升景观美景度和游憩活动多样性,将与周边A级以上景区的距离划分为<1.0、1.0~5.0、5.1~10.0、10.1~15.0、>15.0 km共5个等级。

## (2) 生态敏感性

北京西部山地属于北方土石山区,其生态退化问题以水土流失较为严重,同时考虑数据可获得性及与森林康养旅游的关联性,用土壤侵蚀敏感性表征生态敏感性。容许土壤流失量是评价区域水土流失和生态环境状况的基础依据,本文选取容许土壤流失量作为土壤侵蚀敏感性指标。依据王志刚等<sup>[32]</sup>的研究,将容许土壤流失量由多到少依次划分为以下5个等级:251~350、201~250、151~200、101~150、50~100 t·km<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>。

## (3) 开发条件

森林康养旅游离不开发达的道路网络与水电网等基础设施,与道路的距离代表可达性,表征交通出行的难易程度和便利程度,与建成区(主要居民点)的距离表征森林康养旅游配套设施的完善程度,主要考虑建成区的医疗设施<sup>[36]</sup>。利用ArcGIS分别计算与道路、建成区的欧式距离,并根据相应标准划分等级。

### 2.2.4 综合评价模型

对上述指标层因子进行数据标准化后,在ArcGIS软件中综合各标准的分级结果及各因子的权重逐级归并集成,得出空间适宜性的评价结果,计算公式为:

$$E_n = \sum_{i=1}^p W_i E_i \quad (2)$$

式中: $E_n$ 为指标 $n$ 的适宜性分值; $p$ 为指标 $n$ 包含的下一层级指标数; $W_i$ 为指标 $i$ 的权重; $E_i$ 为指标 $i$ 的适宜性标准值。

在ArcGIS 10.6软件中,运用欧氏距离、坡度、重分类等空间分析方法,按照各指标的权重叠加分析,再运用自然断裂法进行分级,将分数由低到高依次划分为0~2.4532、2.4533~2.8221、2.8222~3.1215、3.1216~5共4个等级,分别对应康养旅游的适宜性I级、II级、III级、IV级,以森林图层为掩膜,得到北京市森林康养旅游空间适宜性分布图。

## 3 结果分析

### 3.1 森林康养旅游空间适宜性总体评价及验证

从北京市森林康养旅游空间适宜性分布图可知(图2),适宜性最低等级I级区域面积最小,为633 km<sup>2</sup>,仅占北京总面积的3.86%;II级、III级区域面积较大,分别为2919、2936 km<sup>2</sup>,占北京总面积的17.79%、17.89%;适宜性最高等级IV级区域面积为1102 km<sup>2</sup>,占北京总面积的6.72%。适宜发展森林康养旅游的III级、IV级区域面积占北京总面积的近25%,表明北京市森林康养旅游适宜性总体较高,森林康养旅游发展空间广阔。从空间适宜性的数量分布特征来看,各适宜度面积呈橄榄型分布,体现了保护性开发的理念,有利于森林康养旅游的可持续发展,最大程度地发挥森林的综合效益。从适宜性的空间分布特征来看,山区森林资源丰富,为森林康养旅游提供优良场所,III级、IV级区域主要集聚在西北部山区,西南山区III级、IV级区域较分散,I级、II级区域面积占据大部分;平原地区的森林康养适宜区域呈点状分布,森林资源不够丰富,但交通便利,设施服务相对完善。

北京自2012年开始发展森林疗养,截至2023年6月底,共有7家国家级森林康养基地试点/单位,以及国内首个符合本土认证标准并落地的北京八达岭国家森林公园的森林疗养基地等,主要设立在自然保护区、国家级森林公园中<sup>[22]</sup>。

为验证模型的精确度,本文以北京市的森林康养基地试点及森林疗养基地为样本<sup>[43]</sup>,验证样本所

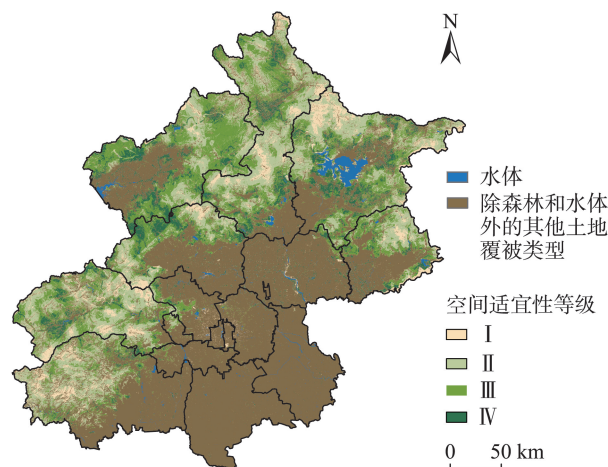


图2 森林康养旅游空间适宜性等级分布

Fig.2 Distribution of the spatial suitability grade of forest therapy tourism

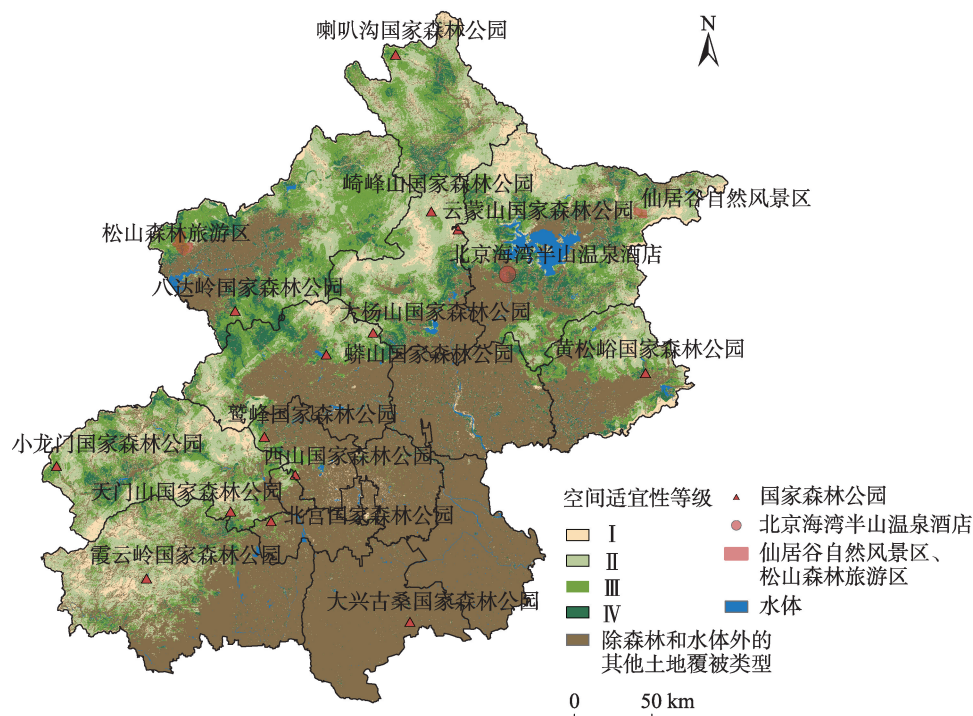


图3 验证点的森林康养旅游空间适宜性等级

Fig.3 Spatial suitability grade of forest therapy tourism of the verification points

在位置的适宜性等级,结果如图3所示。延庆区松山森林疗养基地所在的松山森林旅游区适宜性等级为III级、IV级;密云区仙居谷森林康养基地所在的仙居谷自然风景区适宜性等级为II级、III级;密云区半山温泉森林康养基地适宜性等级为IV级。已有基地也多位于延庆区、怀柔区、密云区等适宜发展森林康养的区域。为进一步验证,检验适宜建设森林康养基地的国家森林公园的适宜性,也多位于III级、IV级区域,适宜性评价结果符合已建森林康养基地和国家森林公园分布的实际情况。

### 3.2 自然分区尺度的空间适宜性分析

《北京城市总体规划(2016—2035年)》提出将浅山区建设成为首都生态文明示范区。浅山区作为平原与深山的过渡地带,生态资源与人文资源丰富,但城乡的快速发展导致浅山区存在生态破坏、环境污染等问题。为实现浅山区的高质量发展,《北京浅山区规划保护规划(2017—2035年)》(下文简称《规划》)明确,要用好生态与景观优势,发展高水平的生态型、人文型旅游服务,森林康养旅游是浅山区发展旅游的主要方向。《规划》规定了浅山区保护规划范围,以高程100~300 m的浅山本体为基础,占市域面积近30%,本文以100 m、300 m等高线为界,将研究区划分为平原区、浅山区和深山区3

类,从自然分区尺度分析森林康养旅游适宜性空间格局,提出发展策略。

浅山区(图4)森林康养旅游适宜性I级、II级、III级和IV级区域面积依次为26、252、603和337 km<sup>2</sup>,以III级、IV级为主,占浅山区全部适宜面积的77%,非常适宜森林康养。深山区(图5)森林康养旅游适宜性I级、II级、III级和IV级区域面积依次为

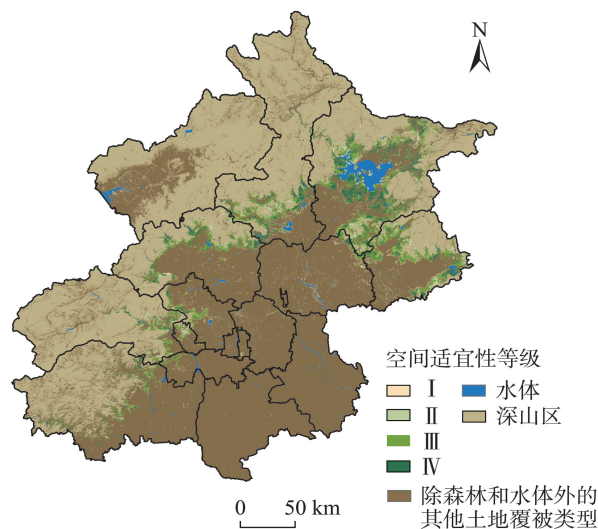


图4 浅山区森林康养旅游空间适宜性等级

Fig.4 Spatial suitability grade of forest therapy tourism in the shallow mountain areas



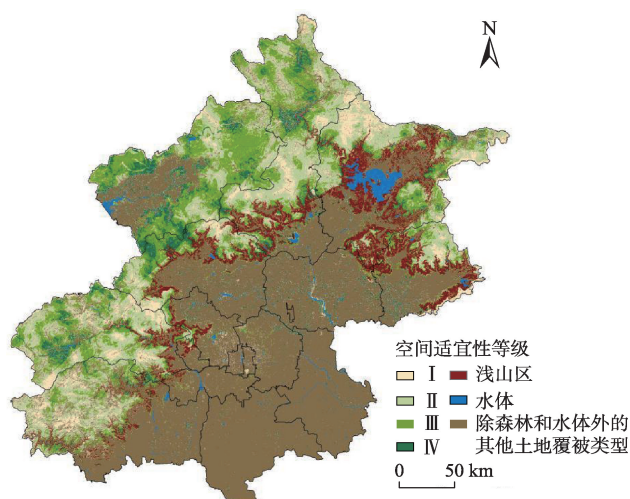


图5 深山区森林康养旅游空间适宜性等级

Fig.5 Spatial suitability grade of forest therapy tourism in the deep mountain areas

583、2646、2241和628 km<sup>2</sup>, II级、III级区域面积较大且相当,占深山区全部适宜面积的80%。

就山区看, III级、IV级区域主要分布在深山区, 深山区的III级、IV级区域面积占山区III级、IV级区域面积和的75%。其中, 最适宜森林康养的区域(IV级)31%分布在浅山区、57%分布在深山区; 较适宜森林康养的区域(III级)21%在浅山区、76%在深山区。

平原地区森林资源较少且多为人造林, 不适宜发展森林康养, 可满足周边居民日常休闲需求, 打造森林宜居城市; 浅山区非常适宜发展森林康养旅游等绿色产业, 可提供森林步道、森林课程、森林瑜伽、森林冥想等一日游、短途游标准化产品, 室内与户外活动结合; 深山区以森林体验为主, 可提供定制化产品, 满足游客的个性化需求, 值得注意的是, 虽然深山区森林面积广阔, 但由于地形、可达性等限制因素, 最不适宜发展森林康养的区域(I级)90%分布在深山区。

### 3.3 行政区尺度的空间适宜性分析

自然分区尺度的研究结果展示了北京总体的森林康养旅游空间适宜性水平, 北京市各区的自然资源与人文资源禀赋不同, 从行政区尺度进一步分析森林康养旅游适宜性, 有利于为各行政区制定相应发展策略提供参考。北京市各行政区适宜性等级分布不均衡、差异较大, 从空间上看, 适宜性等级整体呈现从西北向东南逐渐降低的趋势。依据III级、IV级区域面积之和(图6), 将16个市辖区分为4

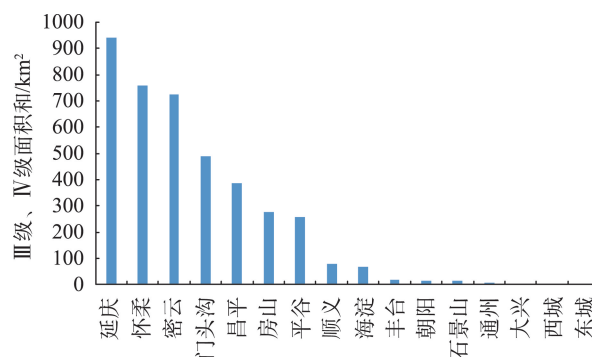


图6 各行政区III级、IV级适宜区域面积

Fig.6 Total area of suitability classes III and IV of each administrative district

类, 即优先发展区(III级和IV级区域面积超过700 km<sup>2</sup>)、次优发展区(III级和IV级区域面积处于201~700 km<sup>2</sup>)、择优发展区(III级和IV级区域面积处于20~200 km<sup>2</sup>)和有限发展区(III级和IV级区域面积低于20 km<sup>2</sup>)。

(1) 优先发展区。延庆区、怀柔区、密云区III级、IV级适宜区面积广阔, 超过700 km<sup>2</sup>, 且分布较为集中。其中, 延庆区森林康养旅游适宜性最高, III级、IV级区域面积占比70%, 怀柔区、密云区占比均约50%, 且三区的I级区域面积占比皆低于10%(图7)。延庆与昌平交界处出现了森林康养旅游高适宜的聚集区域, 大致可分为西部、中部、东部3个区域, 其中西部是八达岭古长城自然风景区、石碣村、浇花峪村以及槟榔峪村、桃峪沟村等周边区域形成的高适宜聚集区域, 中部是关果峪村、西古村、白查村、九仙庙村及大梁湾村及其周边区域形成的高适宜聚集区, 东部是西三岔村、姑娘台村、黄花峪村、北沟村及其周边区域形成的高适宜聚集区。这3个高适宜聚集区域不仅拥有良好的自然生态环境基础, 相较于怀柔 and 密云, 交通也更加便利, 可形成齐头并进的发展格局。怀柔区自然资源丰富, 可结合百年民俗“斂巧饭”和浓郁的满族文化, 以民俗风情、少数民族文化为特色, 打造森林康养旅游。密云区的密云水库周边也形成森林康养旅游高适宜等级聚集区域, 利用密云水库打造独特的人文森林环境, 规划多样化的康养路线和产品。三区的森林资源禀赋极为优质, 可突出空气质量要素的吸引力, 以及芬多精、负氧离子、自然景观等对人体的康养作用, 以多日康养为主, 提供饮食、住宿、娱乐休闲等项目, 并在专业人员的带领下进行森林浴等保健活动。



(2) 次优发展区。门头沟区、昌平区、平谷区、房山区Ⅲ级、Ⅳ级区域面积处于201~700 km<sup>2</sup>间。其中,平谷区和房山区Ⅲ级、Ⅳ级区域面积相当,但房山区Ⅲ级、Ⅳ级区域面积占比仅35%,比平谷区低20%(图7)。门头沟与房山区相邻,门头沟区文物资源、传统村落、非物质文化遗产与房山区的古人类活动遗址、京绣可结合发展,以历史文化为特色开展森林康养旅游。昌平区北部以蟒山国家森林公园为核心,西部与延庆区联合发展自然景观与人文结合的森林康养旅游。平谷区三面环山,是北京重要的农副产品基地,可以果园、农田采摘为特色发展森林康养旅游。

《北京城市总体规划(2016年—2035年)》提出门头沟、平谷、怀柔、密云、延庆5个区,以及昌平和房山的山区是生态涵养区,是首都重要的生态屏障、水源保护地和大氧吧,是保障首都可持续发展的关键区域。森林康养旅游既符合北京市空间结构定位,又促进其功能定位的实现,各区可结合自身优势与特色发展森林康养旅游,提供差异化产品和服务。

(3) 择优发展区。顺义区、海淀区适宜发展森林康养旅游的面积相当,且两区的Ⅲ级、Ⅳ级区域面积占比高于70%(图7)。但与延庆、怀柔相比,适宜发展的面积太小,同时顺义区Ⅲ级、Ⅳ级区域分布极为分散。在海淀区的西部山区出现了集中分

布的高等级适宜区,资源禀赋好、交通条件便利,该地区可作为海淀区发展森林康养旅游的首选区域。以鹫峰国家森林公园、香山公园、阳台山风景名胜等作为森林康养基地建设主体,以科技、教育为基地赋能,发挥森林的科普宣教功能,开展以青少年为主的短途一日森林康养旅游。

(4) 有限发展区。丰台区、朝阳区、石景山区、大兴区、通州区位于北京市平原地区,平原地区森林覆盖率相对较低,且多为人造林,森林康养旅游空间有限,虽Ⅲ级、Ⅳ级适宜区域占比高(图7),但面积极小、呈点状分布,并不适宜开展大规模森林康养旅游。作为首都功能核心区的东城区、西城区,是全国政治中心、文化中心和国际交往中心的核心承载区,历史文物古迹类旅游资源在此区域聚集,是北京A级旅游景区最密集的地区,但不适宜开展森林康养旅游,适宜等级主要为Ⅰ级、Ⅱ级。

### 3.4 森林康养旅游发展策略

各地区旅游资源差异对康养旅游空间分布有着重要的影响,优质的景观资源具备良好的品牌效应与规模效应,对森林康养旅游的开发和建设具有一定的拉动作用<sup>[44]</sup>。研究证明,A级景区影响康养旅游资源的空间分布<sup>[45]</sup>,A级景区数量对森林康养基地分布有较强影响<sup>[46]</sup>。各景区可通过森林康养抓住新机遇,促进疫情常态化背景下的旅游产业恢复、升级,实现高质量发展。

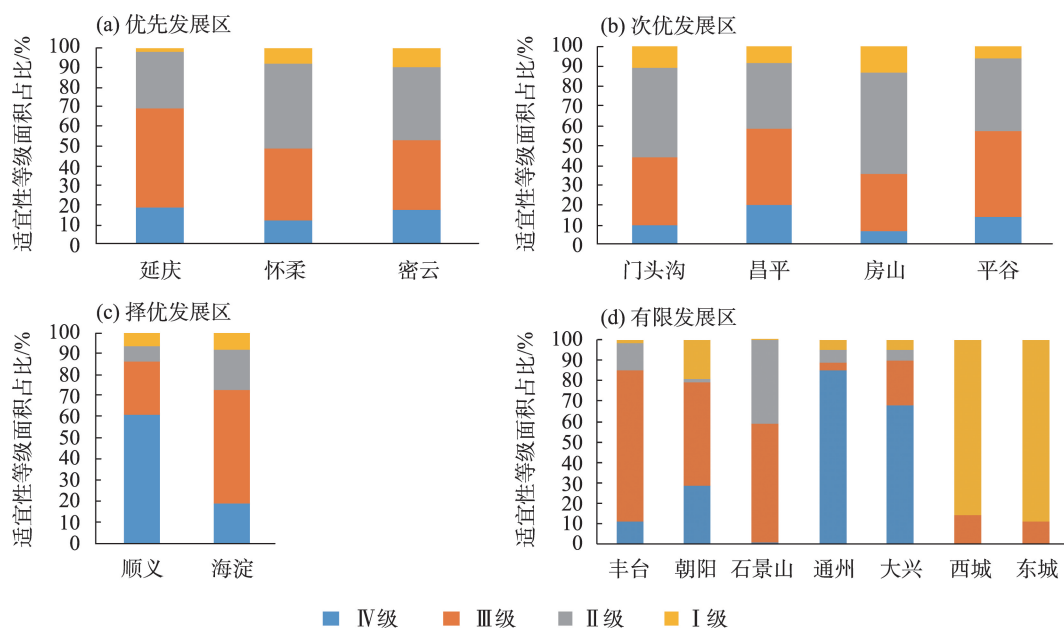


图7 各发展区适宜性等级面积占比

Fig.7 Areal proportion of each suitability class in the development zones

北京是重要的旅游目的地和客源地,A级景区超过200家,吸引了大量国内外游客。目前森林康养优先发展区延庆区、怀柔区、密云区A级景区数量分别是12、18、21家,以自然观光类景区为主,依托自然资源开展旅游活动。将A级景区与森林康养旅游适宜区域分布进行叠加分析可知,延庆区、怀柔区和密云区分别有8(67%)、11(61%)和13(62%)家景区位于III级、IV级区域内(图8)。

三区可依托现有的A级景区形成各区的森林康养旅游发展格局,打造特色化、差异化产品。延庆区可探索“乡村民宿+冬季滑雪+长城文化”的特色发展模式。北部以百里山水画廊为核心,以周边特色民宿为特色,打造夏季避暑森林康养旅游产品;西部以石京龙滑雪场为核心,打造冬季滑雪及室内森林课程,如森林冥想、森林瑜伽,在森林环拥的冰天雪地中感受身心的平静与大地的寂静;南部以八达岭古长城、八达岭水关长城为核心,打造春秋两季的赏花、赏叶与长城文化结合的森林康养产品,形成“环境教育+体验活动”的森林文化推广模式。自2016年以来,延庆区八达岭国家森林公园的森林公园体验馆,针对更年期女性、高压人群、高血压人群、大学生、残障人士、自然教育机构和森林疗养师专业人士等不同群体已开展不同主题不同长时的森林体验活动,如徒步观赏红叶、看汉服表演、正念午餐、正念冥想、品草本茶、手工制作等。

怀柔区的森林覆盖率达到77.3%,其森林资源位居全市首位,可打造“生活在森林中:绿色养生膳食+山居小镇+森林氧吧”的深度体验与“标准森林

产品”结合的特色发展模式。北部以喇叭沟原始森林公园为核心,打造夏日森林康养度假产品,由于其地理位置限制,距市区较远,可针对中老年人开展多日森林体验产品,在森林边缘建设养老社区,打造京郊养老小镇;南部景区丰富,以九谷口自然风景区、神堂峪、雁栖湖为核心,联合打造森林步道,提供初级森林服务。

密云区可围绕密云水库打造“亲子游+山地温泉”的发展模式。密云水库西北部是景区密集分布区,夏日以桃源仙谷、黑龙潭、清凉谷等景区为核心开展森林康养旅游;密云区北部的云峰山童话树屋针对儿童在森林中开展“森林工坊”,面向亲子家庭开展各种森林体验活动,如种子的秘密(寻找多种多样的植物的种子)、秋日寻叶(一起认识和收集各种叶子)、森林放映(在禅意浓浓的东禅院,和家人一起看场电影)、植物扎染(采用植物的色彩,把一块白色的布染上颜色)等,让儿童与自然互动,在体验中认识自然;冬日以密云水库南部以北京海湾半山温泉酒店为重心,12个户外天然温泉泡池与山林相连,打造森林温泉;2022年初步提出的北京森林步道的建设方案,目前5条森林步道已完成,其中五座楼林场森林步道全长10 km,是一条纵览密云水库的步道。

在疫情常态化背景下,周边游、开放性户外游成为旅游发展新热潮,国民对自然环境具有生理心理双层需求,以健康为核心的森林康养旅游迎来发展新契机。将森林康养与本土优势结合,开展以民俗文化、民族特色、有机产品、体育、露营等主题的

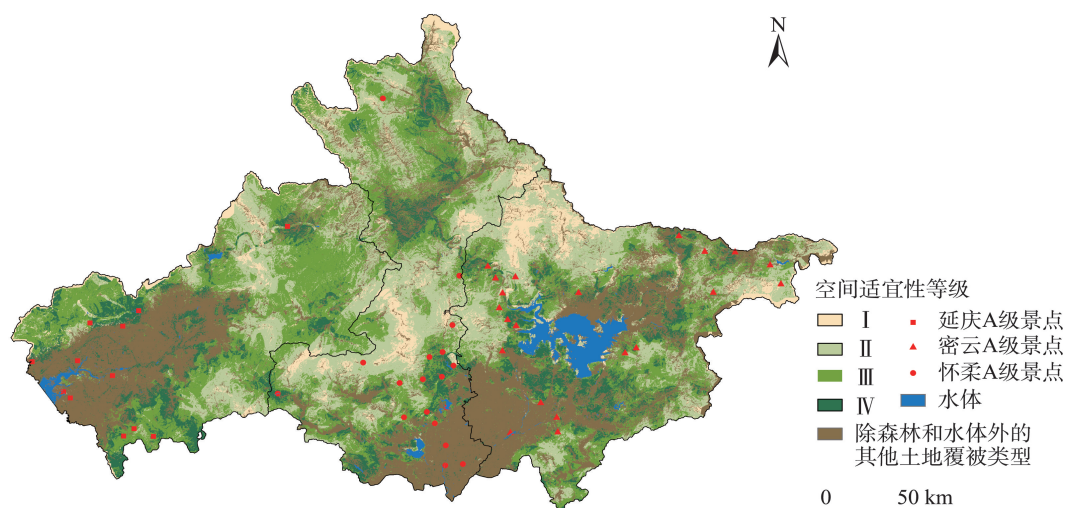


图8 延庆、怀柔 and 密云三区A级景点空间分布

Fig.8 Spatial distribution of A-class tourist attractions in Yanqing, Huairou and Miyun districts

森林康养旅游,森林康养作为一种新兴业态产业,借势森林旅游助力美丽乡村建设,可实现乡村生态振兴<sup>[47]</sup>。

## 4 结论与讨论

本文针对北京市森林康养发展现状,建立了包含舒适度、生态敏感性和开发条件3个一级指标和9个二级指标的评价指标体系,利用AHP确定各指标权重,依托空间大数据和GIS分析工具,绘制了北京市森林区域森林康养旅游适宜性的空间分布图。主要结论如下:

(1) 森林康养旅游作为一种新型旅游理念与旅游方式,依托森林相关资源,包括周边可游憩的景观资源以及环境的舒适度,以可持续发展的理念为旅游者提供相应的服务。因此,本文从舒适度、生态敏感性和开发条件3个维度构建了森林康养旅游空间适宜性评价指标体系。一级指标中,舒适度的重要性权重最高,其次是开发条件,生态敏感性的重要度最低;二级评价指标中,重要性权重最高的是植被质量。国内外大量研究证明,暴露在森林环境中对身心健康有积极的影响,森林中大量的负氧离子及芬多精对多种疾病有治疗作用<sup>[3-9]</sup>,优良的森林资源是森林康养旅游的首要条件。虽然舒适度指标的权重高于生态敏感性,但在精品民宿、森林康养、生态旅游等适宜产业的发展过程中,需重视生态保护,尤其是在生态涵养区,生态保护红线区域是需要严格保护的,必须对产业发展进行科学规划和管理。森林康养与旅游的结合必须把森林健康放在首位,健康美丽森林是康养旅游的底色、亮色,人类健康与森林健康有机统一才能实现可持续发展。

(2) 北京市森林康养旅游空间适宜性等级由低到高分4个等级,其中Ⅲ级和Ⅳ级区域面积分别为2936、1102 km<sup>2</sup>,占4个适宜性区域总面积的53%,主要集聚在北京的西北部山区。北京市森林康养旅游适宜性总体较高,发展空间广阔。

(3) 从自然分区尺度分析,浅山区非常适宜开展森林康养旅游,Ⅲ级、Ⅳ级区域面积占浅山区全部适宜面积的77%,但总体面积较小。深山区Ⅱ级、Ⅲ级区域面积较大且相当,占深山区全部适宜面积的80%,Ⅰ级、Ⅳ级区域面积相当且较小。就山区整体分析,Ⅲ级、Ⅳ级区域主要分布在深山区,深山区的Ⅲ级、Ⅳ级区域面积占山区Ⅲ级、Ⅳ级区域总

面积的75%,但由于可达性等限制,最不宜发展森林康养的区域(Ⅰ级)90%也分布在深山区。平原地区为居民提供日常森林游憩空间,浅山区以标准化森林产品为主,深山区满足游客的个性化需求。

(4) 从行政区尺度分析,各行政区森林康养旅游空间适宜性等级分布不均衡,空间上呈现从西北向东南适宜性等级逐渐降低的趋势,将北京市16个市辖区分为4类,即优先发展区(延庆区、怀柔区、密云区)、次优发展区(门头沟区、昌平区、平谷区、房山区)、择优发展区(顺义区、海淀区)和有限发展区(丰台区、朝阳区、石景山区、大兴区、通州区、东城区、西城区)。

(5) 在发展策略上,延庆区探索“乡村民宿+冬季滑雪+长城文化”的特色发展模式;怀柔区打造“生活在森林中:绿色养生膳食+山居小镇+森林氧吧”深度体验与“标准森林产品”结合的特色发展模式;密云区围绕密云水库打造“亲子游+山地温泉”的发展模式。各区充分整合森林康养资源,与现有知名成熟旅游景点联动,挖掘北京森林康养旅游发展潜力;同时,森林康养为自然风景区的发展提供新思路,以森林康养作为旅游恢复新路径,也为周边乡村旅游发展提供新思路<sup>[48]</sup>。

森林康养旅游作为实现“绿水青山就是金山银山”理念的重要产业形式,将自然资源转化为生态产品,是近年来学者们的关注热点。在评价指标体系方面的研究,已有学者从不同角度切入,但较多停留在构建层面,并未对指标的可行性做进一步的实践验证,本文在指标构建后,以北京市为案例区对其进行应用验证。本文从游憩适宜性角度出发,构建森林康养旅游空间适宜性评价指标,综合运用自然科学、管理科学理论和方法,对北京地区森林康养旅游适宜性进行定量评价,并对其发展空间格局进行可视化分析,并提出了延庆区、密云区、怀柔区的森林康养旅游发展模式。由于缺少北京市各地区实测的负氧离子浓度数据,本文以已有文献中的负氧离子浓度数据为基础,采用克里格插值法估算北京市全域负氧离子浓度,可能存在一定偏差,今后需与监测结果相结合进行进一步研究。此外,疫情影响了大规模的实地调研,后续研究应更多侧重于实地调研,使森林康养旅游评价指标更科学合理,挖掘北京森林康养旅游发展潜力,为周边乡村旅游提供新思路。该指标体系对北京以外地区的森林康养旅游发展具有一定的借鉴性。



## 参考文献(References)

- [1] Zhang Z Y, Wang P, Gao Y E, et al. Current development status of forest therapy in China [J]. *Healthcare*, 2020, 8 (1): 61. doi: 10.3390/healthcare8010061.
- [2] Tsunetsugu Y, Park B J, Miyazaki Y. Trends in research related to "shinrin-yoku" (taking in the forest atmosphere or forest bathing) in Japan [J]. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 2010, 15(1): 27-37.
- [3] Chae Y, Lee S, Jo Y, et al. The effects of forest therapy on immune function [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(16): 8440. doi: 10.3390/ijerph18168440.
- [4] Peterfalvi A, Meggyes M, Makszin L, et al. Forest bathing always makes sense: Blood pressure-lowering and immune system-balancing effects in late spring and winter in central Europe [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(4): 2067. doi: 10.3390/ijerph18042067.
- [5] Song C, Ikei H, Miyazaki Y. Physiological effects of nature therapy: A review of the research in Japan [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2016, 13(8): 781. doi: 10.3390/ijerph13080781.
- [6] Yau K K Y, Loke A Y. Effects of forest bathing on pre-hypertensive and hypertensive adults: A review of the literature [J]. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 2020, 25(1): 1-17. doi: 10.1186/s12199-020-00856-7.
- [7] Antonelli M, Barbieri G, Donelli D. Effects of forest bathing (shinrin-yoku) on levels of cortisol as a stress biomarker: A systematic review and meta-analysis [J]. *International Journal of Biometeorology*, 2019, 63(8): 1117-1134.
- [8] Furuyashiki A, Tabuchi K, Norikoshi K, et al. A comparative study of the physiological and psychological effects of forest bathing (shinrin-yoku) on working age people with and without depressive tendencies [J]. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 2019, 24(1): 1-11. doi: 10.1186/s12199-019-0800-1.
- [9] Rosa C D, Larson L R, Collado S, et al. Forest therapy can prevent and treat depression: Evidence from meta-analyses [J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2021, 57: 126943. doi: 10.1016/j.ufug.2020.126943.
- [10] Lee J, Park B J, Tsunetsugu Y, et al. Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects [J]. *Public Health*, 2011, 125(2): 93-100.
- [11] Kim H, Kim J, Ju H J, et al. Effect of forest therapy for menopausal women with Insomnia [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(18): 6548-6559.
- [12] Kim J S, Kim M J, Min J S, et al. Effect of forest therapy program on stress and physical health promotion of forest fire victims [J]. *Journal of Environmental Science International*, 2020, 29(9): 915-924.
- [13] Ok K I, Won-Sop S, Jeon J Y, et al. The effect of forest therapy program on probationary Juveniles' attitudes toward forest and angry [J]. *The Journal of Korean Institute of Forest Recreation*, 2020, 24(2): 31-39.
- [14] 吕兵洋. 毛竹等三种观赏竹林的生态保健功能和机制研究 [D]. 成都: 四川农业大学, 2018. [Lv Bingyang. Benefits of ornamental bamboo forest therapy on psycho-physiological and immune system. Chengdu, China: Sichuan Agricultural University, 2018. ]
- [15] 周卫, 聂晓嘉, 池梦薇, 等. 森林康养消费者情绪状态对身心健康恢复的影响 [J]. *林业经济*, 2020, 42(9): 53-62. [Zhou Wei, Nie Xiaojia, Chi Mengwei, et al. Influence of the emotional state of forest therapy consumers on the recovery of physical and mental health. *Forestry Economics*, 2020, 42(9): 53-62. ]
- [16] 张双全, 胡雪儿, 赵晓彤, 等. 基于SAS的森林心理保健功能研究 [J]. *中南林业科技大学学报(社会科学版)*, 2018, 12(2): 77-82. [Zhang Shuangquan, Hu Xue'er, Zhao Xiaotong, et al. A research on forest mental health function based on SAS. *Journal of Central South University of Forestry & Technology (Social Sciences)*, 2018, 12 (2): 77-82. ]
- [17] 胡菲菲, 朱舒欣, 何双玉, 等. 基于Hiscite和CNKI计量化分析的中外森林康养实证研究比较 [J]. *中国城市林业*, 2021, 19(5): 46-52. [Hu Feifei, Zhu Shuxin, He Shuangyu, et al. Comparison of national and international empirical researches on forest therapy. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 2021, 19(5): 46-52. ]
- [18] 段金花, 李平. 森林康养产业发展研究综述 [J]. *四川林业科技*, 2019, 40(2): 105-108. [Duan Jinhua, Li Ping. A summary of forest health and wellness tourism studies. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 2019, 40(2): 105-108. ]
- [19] 潘洋刘, 曾进, 文野, 等. 森林康养基地建设适宜性评价指标体系研究 [J]. *林业资源管理*, 2017(5): 101-107. [Pan Yangliu, Zeng Jin, Wen Ye, et al. Study on the suitability evaluation index system of forest wellness base construction. *Forest Resources Management*, 2017(5): 101-107. ]
- [20] 李济任, 许东. 森林康养旅游评价指标体系构建研究 [J]. *林业经济*, 2018, 40(3): 28-34. [Li Jiren, Xu Dong. Study on the construction of forest health tourism evaluation index system. *Forestry Economics*, 2018, 40(3): 28-34. ]

- [21] 樊宝敏, 周彩贤, 马红, 等. 北京和谐宜居之都建设中的森林文化服务提升 [J]. 林业经济, 2015, 37(8): 35-40, 67. [Fan Baomin, Zhou Caixian, Ma Hong, et al. Forest culture services improvement in building a harmonious and livable Beijing City. *Forestry Economics*, 2015, 37(8): 35-40, 67. ]
- [22] 刘朝望, 王道阳, 乔永强. 森林康养基地建设探究 [J]. 林业资源管理, 2017(2): 93-96, 156. [Liu Zhaowang, Wang Daoyang, Qiao Yongqiang. The exploration of forest wellness base construction. *Forest Resources Management*, 2017(2): 93-96, 156. ]
- [23] 谭益民, 张志强. 森林康养基地规划设计研究 [J]. 湖南工业大学学报, 2017, 31(1): 1-9. [Tan Yimin, Zhang Zhiqiang. Study on the planning and design of forest therapy base. *Journal of Hunan University of Technology*, 2017, 31(1): 1-9. ]
- [24] 阴姣姣, 王晓芳, 贾焱焱, 等. 旅游扶贫重点村空间可达性分布特征及影响因素研究 [J]. 地理科学进展, 2019, 38(12): 1865-1875. [Yin Jiaojiao, Wang Xiaofang, Jia Yaoyan, et al. Spatial accessibility distribution characteristics and influencing factors of the tourism poverty alleviation key villages in Wuling Mountain area, Hubei Province. *Progress in Geography*, 2019, 38(12): 1865-1875. ]
- [25] 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 [J]. 生态学报, 2021, 41(3): 886-900. [Zeng Yuxi, Zhong Linsheng, Yu Hu. Spatial and temporal evolution of recreational function in the Sanjiangyuan region of Qinghai Province under climate change. *Acta Ecologica Sinica*, 2021, 41(3): 886-900. ]
- [26] 陈东军, 钟林生, 肖练练. 国家公园研学旅行适宜性评价指标体系构建与实证研究 [J]. 生态学报, 2020, 40(20): 7222-7230. [Chen Dongjun, Zhong Linsheng, Xiao Lianlian. Construction and empirical analysis of the suitability evaluation of study travel development in national park. *Acta Ecologica Sinica*, 2020, 40(20): 7222-7230. ]
- [27] 薛芮, 阎景娟. 景观管理嵌入乡村旅游人地关系研究的应用框架建构 [J]. 地理科学进展, 2022, 41(3): 510-520. [Xue Rui, Yan Jingjuan. A framework for incorporating landscape management into the human-environment relationship research of rural tourism. *Progress in Geography*, 2022, 41(3): 510-520. ]
- [28] Gong P, Liu H, Zhang M N, et al. Stable classification with limited sample: Transferring a 30-m resolution sample set collected in 2015 to mapping 10-m resolution global land cover in 2017 [J]. *Science Bulletin*, 2019, 64(6): 370-373.
- [29] 冯鹏飞, 于新文, 张旭. 北京地区不同植被类型空气负离子浓度及其影响因素分析 [J]. 生态环境学报, 2015, 24(5): 818-824. [Feng Pengfei, Yu Xinwen, Zhang Xu. Variations in negative air ion concentrations associated with different vegetation types and influencing factors in Beijing. *Ecology and Environmental Sciences*, 2015, 24(5): 818-824. ]
- [30] Li S N, Lu S W, Yang X B, et al. Distribution characteristics and law of negative air ions in typical garden flora areas of Beijing [J]. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 2013, 11(2): 1239-1246.
- [31] Lu S S, Qin F, Chen N, et al. Spatiotemporal differences in forest ecological security warning values in Beijing: Using an integrated evaluation index system and system dynamics model [J]. *Ecological Indicators*, 2019, 104: 549-558.
- [32] 王志刚, 王家乐, 韩培, 等. 北京市容许土壤流失量特征分析与空间分布图制作 [J]. 中国水土保持科学, 2020, 18(5): 89-95. [Wang Zhigang, Wang Jiale, Han Pei, et al. Characteristics analysis and spatial distribution mapping of soil loss tolerances in Beijing. *Science of Soil and Water Conservation*, 2020, 18(5): 89-95. ]
- [33] Caglayan I, Yesil A, Cieszewski C, et al. Mapping of recreation suitability in the Belgrad Forest Stands [J]. *Applied Geography*, 2020, 116: 102153. doi: 10.1016/j.apgeog.2020.102153.
- [34] Talebi M, Majnounian B, Makhdom M, et al. A GIS-MCDM-based road network planning for tourism development and management in Arasbaran forest, Iran [J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2019, 191(11): 1-15. doi: 10.1007/s10661-019-7831-3.
- [35] Navalho I, Alegria C, Roque N, et al. Mapping forest landscape multifunctionality using multicriteria spatial analysis [J]. *Floresta e Ambiente*, 2019, 26(2): 1-11. doi: 10.1590/2179-8087.070217.
- [36] 肖练练, 钟林生, 虞虎, 等. 功能约束条件下的钱江源国家公园体制试点区游憩利用适宜性评价研究 [J]. 生态学报, 2019, 39(4): 1375-1384. [Xiao Lianlian, Zhong Linsheng, Yu Hu, et al. Assessment of recreational use suitability of Qianjiangyuan National Park Pilot under the zoning constraints. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(4): 1375-1384. ]
- [37] 石强, 舒惠芳, 钟林生, 等. 森林游憩区空气负离子评价研究 [J]. 林业科学, 2004(1): 36-40. [Shi Qiang, Shu Huifang, Zhong Linsheng, et al. Research on evaluation of the aeroanion in forestry recreational areas. *Scientia Silvae Sinicae*, 2004(1): 36-40. ]
- [38] 张静静, 朱文博, 朱连奇, 等. 基于栅格的豫西山区地形起伏特征及其对人口和经济的影响 [J]. 地理学报, 2018, 73(6): 1093-1106. [Zhang Jingjing, Zhu Wenbo,

- Zhu Lianqi, et al. Spatial variation of terrain relief and its impacts on population and economy based on raster data in west Henan mountain area. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(6): 1093-1106. ]
- [39] 张珊, 查小春, 刘恺云. 地形起伏特征对汉中市人口与经济的空间分布格局影响研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2020, 42(8):138-148. [Zhang Shan, Zha Xiaochun, Liu Kaiyun. Research on the influence of topographic relief on the spatial distribution pattern of population and economy in Hanzhong City. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 2020, 42(8): 138-148. ]
- [40] 石焱, 张微, 任景明, 等. 生态敏感区旅游开发适宜性评价及生态制图方法 [J]. 生态学报, 2015, 35(23): 7887-7898. [Shi Yao, Zhang Wei, Ren Jingming, et al. Ecological suitability assessment and eco-mapping for tourism development in eco-sensitive region. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(23): 7887-7898. ]
- [41] 尹锴, 田亦陈, 袁超, 等. 基于CASA模型的北京植被NPP时空格局及其因子解释 [J]. 国土资源遥感, 2015, 27(1): 133-139. [Yin Kai, Tian Yichen, Yuan Chao, et al. NPP spatial and temporal pattern of vegetation in Beijing and its factor explanation based on CASA model. *Remote Sensing for Land & Resources*, 2015, 27(1): 133-139. ]
- [42] 李俊英, 胡远满, 闫红伟, 等. 基于景观视觉敏感度的棋盘山生态旅游适宜性评价 [J]. 西北林学院学报, 2010, 25(5): 194-198. [Li Junying, Hu Yuanman, Yan Hongwei, et al. Ecological suitability evaluation for eco-tourism in Qipanshan area based on landscape visual sensitivity. *Journal of Northwest Forestry University*, 2010, 25(5): 194-198. ]
- [43] 时宇, 史明昌. 基于GIS的北京市水土流失生态风险评价 [J]. 生态科学, 2014, 33(6): 1100-1105. [Shi Yu, Shi Mingchang. Ecological risk assessment of soil erosion in Beijing based on GIS. *Ecological Science*, 2014, 33(6): 1100-1105. ]
- [44] 杨秀成, 宋立中, 钟姚越, 等. 福建省康养旅游资源空间分布特征及其影响因素研究 [J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2019, 35(5): 106-116. [Yang Xiucheng, Song Lizhong, Zhong Yaoyue, et al. The spatial distribution characteristics and influence factors of health and wellness tourism resources in Fujian Province. *Journal of Fujian Normal University (Natural Science Edition)*, 2019, 35(5): 106-116. ]
- [45] 龚勤林, 邹冬寒, 周沂, 等. 高级别景区对旅游发展的影响及其空间效应研究 [J]. 地理科学进展, 2022, 41(8): 1364-1377. [Gong Qinlin, Zou Donghan, Zhou Yi, et al. Influence of high-level scenic spots on tourism development and its spatial effect. *Progress in Geography*, 2022, 41(8): 1364-1377. ]
- [46] 王政, 杨霞. 森林康养空间分布特征及其影响因素研究: 以四川森林康养基地为例 [J]. 林业资源管理, 2020(2): 146-153. [Wang Zheng, Yang Xia. Study on the spatial distribution characteristics and influencing factors of forest-based healing and recovery: Using forests in Sichuan Province as an example. *Forest Resources Management*, 2020(2): 146-153. ]
- [47] 胡映, 潘坤. 全面乡村振兴背景下森林康养产业发展的农民主体性研究 [J]. 农村经济, 2022(3): 77-83. [Hu Ying, Pan Kun. A study on the subjectivity of farmers in the development of forest therapy industry in the context of comprehensive rural revitalization. *Rural Economy*, 2022(3): 77-83. ]
- [48] 安传艳, 李同昇, 翟洲燕, 等. 1992—2016年中国乡村旅游研究特征与趋势: 基于CiteSpace知识图谱分析 [J]. 地理科学进展, 2018, 37(9): 1186-1200. [An Chuanyan, Li Tongsheng, Zhai Zhouyan, et al. Characteristics and prospects of Chinese rural tourism research, 1992-2016: An analysis based on CiteSpace maps. *Progress in Geography*, 2018, 37(9): 1186-1200. ]



## Spatial suitability of forest-based health and wellness tourism in Beijing

LIU Nan<sup>1</sup>, WEI Yunjie<sup>2</sup>, ZHENG Yaomin<sup>1</sup>, SHI Jinlian<sup>1\*</sup>

(1. School of International Economics and Management, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China;

2. School of Economics, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

**Abstract:** Against the backdrop of the healthy china and rural revitalization strategy, forest-based health and wellness tourism not only meets people's natural needs, but also provides new ideas for the transformation and development of rural tourism. This study constructed a spatial suitability evaluation system for forest-based health and wellness tourism from three dimensions: comfort, ecological sensitivity, and development conditions. Taking Beijing—a city with great potential for forest therapy tourism market demand and development—as an example, quantitative evaluation and visualization were carried out by combining multi-criteria decision-making AHP and GIS spatial analysis tools. The results show that: 1) Among the first-level indicators of the spatial suitability evaluation system of forest-based health and wellness tourism, comfort has the highest importance; Among the secondary indicators, quality of vegetation has the highest importance, and excellent forest resources are the primary conditions for forest therapy tourism. 2) The spatial suitability grade of forest-based health and wellness tourism in Beijing was divided into four grades from low to high, namely, grade I, grade II, grade III, and grade IV, of which grades III and IV areas account for 53% of the total, mainly concentrated in the northwestern mountains of Beijing. 3) From the perspective of natural zoning, the shallow mountain areas are dominated by grades III and IV areas, and the deep mountain area are dominated by grades II and III areas. As a whole, 75% of the grades III and IV areas are distributed in the deep mountain areas. The plain areas provide residents with daily forest recreation space, the shallow mountain areas are dominated by standard forest products, and the deep mountain areas meet the personalized needs of tourists. 4) From the perspective of administrative region, the spatial suitability level of forest-based health and wellness tourism in each administrative district is unevenly distributed, and the spatial suitability grade is gradually decreasing from northwest to southeast. Yanqing District, Huairou District, and Miyun District can be the priority development areas of forest-based health and wellness tourism in Beijing. 5) In terms of development strategy, considering the impact of tourism resources on the spatial distribution of forest-based health and wellness tourism, Yanqing District is forming a characteristic development mode of "rural homestay + winter skiing + Great Wall culture"; The forest resources of Huairou District rank the highest in the city, and the district is forming a characteristic development mode of "living in the forest: green health food + mountain town + forest oxygen bar", which combines in-depth experience with "standard forest products"; A development mode of "family tourism + mountain hot spring" is formed around the Miyun Reservoir in Miyun District. The results of this study can provide a decision-making basis for the spatial optimization of forest-based health and wellness tourism and the high-quality development of rural tourism.

**Keywords:** forest-based health and wellness tourism; suitability evaluation; GIS spatial analysis; rural tourism; Beijing