

刘 洋,石 丹,王 吉. 旅游型城镇三生空间功能识别与分析——以吉林省长白山二道白河镇为例[J]. 江苏农业科学,2021,49(18):201-206.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.18.034

旅游型城镇三生空间功能识别与分析 ——以吉林省长白山二道白河镇为例

刘 洋^{1,2}, 石 丹¹, 王 吉¹

(1. 吉林师范大学旅游与地理科学学院, 吉林四平 136000; 2. 吉林工商学院旅游烹饪学院, 吉林长春 130507)

摘要:识别和分析土地利用的多功能,有助于明确区域土地特点、功能和发展方向,对实现区域土地资源可持续利用具有重要理论和现实意义。基于三生空间视角,以典型旅游型城镇二道白河镇为例,构建以生态系统服务价值为基础的三生空间功能定量测度模型。结果表明,生产、生活、生态空间的高值区面积占比分别为 2.02%、1.42%、94.34%,其中旅游生产空间价值量的高值区以长白山天池为核心形成 3 个旅游资源聚落;城镇生活空间价值量的高值区主要集中在二道白河镇中心城区、红丰村、铁北村;生态保育空间价值量的高值区主要分布在长白山国家级自然保护区大部分区域及保护区东部、东北部。

关键词:旅游型城镇;三生空间;空间识别;二道白河镇;定量测度模型

中图分类号:TU982.29 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)18-0201-06

1978—2018 年,我国城镇化率从 17.9% 提升到 59.58%,伴随城镇化进程加快的同时国土空间利用无序、生态环境破坏等问题也逐渐凸显。为此,我国坚持走中国特色新型城镇化道路,推进以人为核心的城镇化。后工业化时代,旅游业成为新型城镇

化的重要动力之一,在旧城改造、特色小镇建设、新城建设过程中起到优化空间布局、改善土地利用方式、更新基础服务设施的作用。但在旅游引导的新型城镇化发展过程中,由于空间分区缺乏合理规划亦出现城镇人文风貌流失、生态环境遭到破坏、旅游活动空间集聚性差等问题^[1-2]。党的“十八大”“十九大”报告相继提出构建并处理好国土三生空间格局关系,国家乃至地方层面对国土空间格局给予高度关注与重视。随着学术界对三生空间的相关研究不断推进,国内外学者对于该领域的研究各有侧重。国外学术界并没有明确提出“三生空间”的理念,但对土地利用进行了深入研究,在理念上

收稿日期:2020-11-20

基金项目:吉林省社会科学基金(编号:2018B48);国家自然科学基金青年科学基金(编号:41801165)。

作者简介:刘 洋(1991—),女,吉林长春人,硕士,助教,主要从事旅游管理、旅游规划与开发研究。E-mail:lylbt19910123@163.com。

通信作者:石 丹,博士,副教授,硕士生导师,主要从事区域经济管理、旅游规划与开发研究。E-mail:shidan830@163.com。

[7]张传坤,牛蕴华,徐平丽,等. 日光温室后墙温度和热流密度曲线解析[J]. 农业工程技术,2019,39(13):58-62.

[8]徐刚毅. 组装式轻体日光温室的设计研究[C]//北京农业工程学会. 国际农业论谈——2005 北京都市农业工程科技创新与发展国际研讨会论文集. 北京农业工程学会:中国农业工程学会,2005:278-283.

[9]赵 鹏,宋明军. 组装式涤棉墙体日光温室热湿环境及生产性能分析[J]. 中国农机化学报,2018,39(6):44-47,70.

[10]李 星,刘海河,张彦萍,等. 一种新型装配式节能日光温室的设计和建造[J]. 长江蔬菜,2018(13):10-12.

[11]宋明军,张学斌,赵 鹏,等. 不同规格组装式日光温室温度环境及生产性能分析[J]. 中国蔬菜,2018(6):64-69.

[12]宋明军,赵 鹏. 不同复合稻草墙体对组装式温室保温性能的影响[J]. 农业工程技术,2019,39(4):16-20.

[13]许红军,李彦荣,崔拥民,等. 沙漠区域不同墙体日光温室光温

性能分析[J]. 中国蔬菜,2018(10):68-72.

[14]丁明元,梁顺有,杨桂玲. 被动式蓄热全钢结构组装式日光温室建造技术[J]. 中国蔬菜,2019(2):99-101.

[15]宋明军,赵 鹏,张斌祥,等. 单层和双层膜组装式日光温室环境性能比较分析[J]. 中国农机化学报,2018,39(5):68-73.

[16]宋明军,赵 鹏,张旭林. 三种蓄热设备在组装式日光温室中的应用效果[J]. 中国农机化学报,2017,38(6):29-35.

[17]宋 羽,邹 平,马彩雯. 新疆戈壁地区典型日光温室冬季环境性能研究[J]. 北方园艺,2013(20):45-48.

[18]戴巧利. 主动式太阳能空气集热-土壤蓄热温室增温系统的研究[D]. 镇江:江苏大学,2009.

[19]董婉如,闫国瑛. 土壤热容与比热测试及运用的探讨[J]. 土壤肥料,1988(1):42-44.

[20]全冬梅,刘春燕. 棚室蔬菜温度管理技术要点[J]. 现代园艺,2015(12):27.

不谋而合,主要针对土地利用的功能内涵^[3-4]、功能分类、评价^[5-7]以及空间优化^[8-10]等方面进行研究。国内学者的学术研究范围主要针对三生空间的基本内涵与研究框架^[11-13]、功能识别、分类体系与评价^[14-18]、承载力分析^[19-22]、三生空间优化^[23-25]等方面。整体来看,三生空间功能识别的定量研究少于定性研究,且从研究区域来看,较少有对单一旅游型城镇的研究,更多侧重于从国家、城市群、省、市、县和一般乡镇的维度入手^[14]。由此可见,三生空间功能的定量识别研究与研究区域的多样性有待深入。

旅游型城镇区别于一般城镇的经济性特征,主要的不同点在于其是以旅游业作为支柱产业。本研究以被国家发改委列入新型城镇化改革“62+2”行列的长白山二道白河镇为研究案例,以生态旅游系统服务价值为基础,结合其他多种方法构建二道白河镇三生空间功能价值量比对参数,定量识别研究地空间类型,科学评价划定旅游型城镇生产-生活-生态空间,以期旅游型城镇三生空间的识别与分类提供案例示范。

1 材料与方法

1.1 研究区域与数据来源

1.1.1 研究区概况 长白山二道白河镇现称池北区。2005 年成立长白山保护开发区管理委员会,管委会驻地设在二道白河镇区,将二道白河镇区更名为池北经济管理区(以下称池北区)。池北区位于吉林省安图县西南部,地处长白山北麓,素有“长白山第一镇”之美称。池北区中心城区的地理坐标为 127°53′~128°34′E,42°01′~42°48′N,总面积约 1 198.00 km²,其中包括长白山国家级自然保护区面积约 824.96 km²,长白山以外的用地面积约 373.04 km²。2016 年,池北区辖 4 个社区和 1 个行政村,总人口 48 765 人。池北区是长白山保护开发区的主要旅游服务基地,到长白山天池的游客主要从北坡进入。2016 年长白山保护开发区总接待游人数 355 万人,同比增长 13.4%,池北区约接待总人数的 70%。池北区范围内主要包括 20 个自然景观资源和 3 个人文资源,旅游资源丰富。

1.1.2 数据来源 2016 年土地利用数据来源于高分二号遥感影像,参考 GB/T 21010—2017《土地利用现状分类》结合研究区实际情况,将土地利用类型分为旱地、灌木、湿地、草甸、裸地、水系、采矿用

地、有林地、果园、城镇住宅用地、农村宅基地、风景名胜设施用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地,数据经人工目视解译获得,通过野外实地调查进行精度验证,解译精度达到 90% 以上。统计数据主要来源于《长白山保护开发区年鉴 2017》《2016 年长白山旅游产业发展年度报告》以及池北区基础资料汇编,粮食价格数据主要来源于《全国农产品成本收益资料汇编 2017》,基准地价数据主要来源于长白山保护开发区(池北区)级别基准地价图。TEEB 数据集来源于 de Groot 等的研究数据集^[26]。

1.2 研究方法

三生空间功能的定量测度识别以价值化表达为基础,基于谢高地等的生态系统服务价值当量,结合数学、经济学、价值转化方法^[27]进行研究区价值量测算与空间功能定量识别。参考李广东等的相关研究^[15],将谢高地等的生态系统分类纳入三生空间分类体系,供给服务并入生产空间,调节服务与支持服务并入生态空间,文化服务(美学景观)并入生活空间。

对二道白河镇地类进行生态系统服务价值量测算时,旱地、灌木、湿地、草甸、裸地、水系对应谢高地等的研究中的相应地类;此外,海拔不同导致有林地所体现的森林类型不同,根据实际情况有林地取针叶林与针阔混交林的平均值;果园生态服务因其价值测算时,数值介于耕地与林地之间^[28],在不考虑其他因素的情况下,量取旱地与有林地的平均值作为果园生态服务价值;城镇住宅用地、农村宅基地、采矿用地、风景名胜设施用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地等属于建设用地,各项生态系统服务价值取值为 0^[3]。结合二道白河镇土地利用现状与实际数据的可得性,确定研究区三生空间功能价值评估指标及定量测度方法。

1.2.1 生产空间功能定量测度方法 旅游产业是旅游型城镇持续发展的推动器,二道白河镇辖区既包括部分长白山自然保护区,同时又承担旅游服务基地与普通城镇的功能。城镇区的商业、娱乐、观光等项目本身就是旅游生产要素的重要组成部分,而旅游接待设施也承担部分居民生活服务功能,生产与生活空间协同交叉较为明显。为确保指标选取的科学性,仅选取旅游资源生产功能作为旅游生产功能指标,并未将旅游服务要素纳入旅游生产功能指标体系。结合普通城镇生产要素与旅游生产要素,选取旅游生产功能、生存与药物供给功能、原

料与矿产生生产功能等 3 个一级功能,以及旅游资源生产功能、食物生产、水资源供给、药物供给、原料生产、矿产生等 6 个二级功能进行价值量评价。其中,旅游资源生产功能价值量根据旅游资源等级分配至旅游资源单体开发空间上,确定 1~5 级旅游资源单体开发空间距离分别为 100、200、300、500、1 000 m^[1];生存与药物供给功能内 3 个二级功能价值量评估通过单位面积生态系统服务价值当量计算;旅游资源生产功能内 1 个二级功能价值量、原料与矿产生生产功能内 2 个二级功能价值量评估通过经济价值测算与价值转化方法计算(表 1)。

1.2.2 生活空间功能定量测度方法 生活空间功能定量测度选取空间承载功能和精神生活保障功

能等 2 个一级功能,以及居民居住承载、交通承载、认知发展、文化和艺术灵感、娱乐、美学景观等 6 个二级功能指标。其中美学景观价值量评估通过单位面积生态系统服务价值当量计算,认知发展、文化和艺术灵感、娱乐等 3 种功能通过价值转化方法计算,其他 2 种通过经济价值进行核算(表 1)。

1.2.3 生态空间功能定量测度方法 生态空间功能价值量定量测度选取调节服务功能和支持服务功能等 2 个一级功能,下设气体调节、气候调节、净化环境、水文调节、土壤保持、维持养分循环、生物多样性等 7 个二级功能指标。各项指标价值量评估通过单位面积生态系统服务价值当量计算,具体测度方法见表 1。

表 1 三生空间功能定量测度模型

功能形式	一级功能	二级功能	测度方法	解释
生产空间功能	旅游生产功能	旅游资源生产功能	$V_{i,t} = I_{i,t} - Cost_{i,t}$	$V_{i,t}$ 为旅游资源 i 生产年价值; $I_{i,t}$ 为旅游资源 i 年旅游收入; $Cost_{i,t}$ 为旅游资源 i 年投入成本
	生存与药物供给功能	食物生产	$V_{i,f} = A_{i,f} \times P$	$V_{i,f}$ 、 $V_{i,ws}$ 、 $V_{i,m}$ 分别为第 i 类土地单位面积食物生产、水资源供给、产出药物资源的年价值; $A_{i,f}$ 、 $A_{i,ws}$ 分别为第 i 类土地的食物生产功能、水资源供给功能单位面积生态系统服务价值当量
		水资源供给	$V_{i,ws} = A_{i,ws} \times P$	
		药物供给(人参、中草药加工)	$V_{i,m} = V_{mean,i} \times f_a$	
	原料与矿产生生产功能	原料生产	$V_{i,rm} = A_{i,rm} \times P$	$V_{i,rm}$ 、 $V_{i,e}$ 为第 i 类土地单位面积原料生产、矿产供给的年价值; $A_{i,rm}$ 为第 i 类土地的原料生产功能单位面积生态系统服务价值当量; $V_{i,e}$ 为第 i 类土地利用方式下的矿产产出量; $P_{i,e}$ 为第 i 类矿产的当年市场平均价格; $Cost_{i,e}$ 为单位面积矿产获取成本
		矿产生产	$V_{i,e} = Y_{i,e} \times P_{i,e} - Cost_{i,e}$	
生活空间功能	空间承载功能	居民居住承载	$V_{i,land} = V_{i,ac} \times R_{i,plot\ ratio}$, $V_{i,land} = (Cost_i + R_i) \times S \times K$ (乡村宅基地价格核算)	$V_{i,land}$ 、 $V_{i,ac}$ 分别为待估宗地价格、待估宗地当年楼面价; $R_{i,plot\ ratio}$ 为待估宗地的容积率; $Cost_i$ 为土地成本价格,成本无法核算的可以运用当地征地补偿标准(每年)替代; R_i 为土地增值; S 为个别修正系数; K 为年期修正系数; \bar{P}_i 为待估用地所处区域周边用地的平均价格; D 为区域修正系数
		交通承载(交通/车站等)	$V_{i,land} = \bar{P}_i \times S \times D$	
	精神生活保障功能	认知发展	$V_{i,cd} = V_{mean,i} \times f_a$	$V_{i,cd}$ 、 $V_{i,ci}$ 、 $V_{i,r}$ 、 $V_{i,ce}$ 分别为第 i 类土地资源具有的认知发展、文化和艺术灵感、娱乐、美学景观的年价值; $A_{i,ce}$ 为第 i 类土地的美学景观功能单位面积生态系统服务价值当量
		文化和艺术灵感	$V_{i,ci} = V_{mean,i} \times f_a$	
		娱乐	$V_{i,r} = V_{mean,i} \times f_a$	
		美学景观	$V_{i,ce} = A_{i,ce} \times P$	
	生态空间功能	气体调节	$V_{i,a} = A_{i,a} \times P$	$V_{i,a}$ 、 $V_{i,b}$ 、 $V_{i,c}$ 、 $V_{i,d}$ 、 $V_{i,n}$ 、 $V_{i,s}$ 、 $V_{i,w}$ 分别为第 i 类土地单位面积气体调节、生物多样性、气候调节、净化环境、维持养分循环、土壤保持、水文调节的年价值; $A_{i,a}$ 、 $A_{i,b}$ 、 $A_{i,c}$ 、 $A_{i,d}$ 、 $A_{i,n}$ 、 $A_{i,s}$ 、 $A_{i,w}$ 分别为第 i 类土地的气体调节、生物多样性、气候调节、净化环境、维持养分循环、土壤保持、水文调节功能单位面积生态系统服务价值当量
		气候调节	$V_{i,c} = A_{i,a} \times P$	
		净化环境	$V_{i,d} = A_{i,d} \times P$	
		水文调节	$V_{i,w} = A_{i,w} \times P$	
		支持服务功能	土壤保持	$V_{i,s} = A_{i,s} \times P$
			维持养分循环	$V_{i,n} = A_{i,n} \times P$
			生物多样性	$V_{i,b} = A_{i,b} \times P$

注:定量测度模型主要参考文献[15,26~27,29]。其中, $V_{mean,i}$ 为 TEEB 统计的全球范围内的平均值; P 为 2016 年标准单位生态系统服务价值当量的价值量; f_a 是根据当地调查了解到的药物资源种类、产量等而设定的调整系数。

1.2.4 1 个标准单位生态系统服务价值当量的价值量 根据生产服务经济价值量的性质,1 个生态服务价值当量因子的经济价值量等于当年全国平均粮食单产市场价值的 $1/7^{[29]}$ 。粮食单产市场价值选取稻谷、玉米和小麦等 3 种主要粮食作物的平均值。计算公式如下:

$$P = 1/7(R_w \times V_w + R_c \times V_c + R_r \times V_r)。(1)$$

式中: P 表示 1 个标准生态服务价值当量因子的价值量(元/hm²); R_w 、 R_c 、 R_r 分别表示 2016 年小麦、玉米、稻谷播种面积占 3 种作物播种总面积的百分比(%); V_w 、 V_c 、 V_r 分别表示 2016 年全国小麦、玉米、稻谷的单位面积产值(元/hm²)。参考相关统计数据^[30-31]与公式(1)得到 P 为 2 144.9 元/hm²。

2 结果与分析

2.1 生活空间

根据表 1 中生活空间功能定量测度模型对生活空间价值量进行计算,利用 Natural Breaks 方法分为 5 个价值量级别,结果见图 1-a。在不考虑生态、生产空间用地的基础上分析生活空间用地价值量,价值量介于 0.00 ~ 1 692.70 元/hm² 的比例约为 4.13%,介于 1 692.71 ~ 20 278.40 元/hm² 的比例约为 93.96%,介于 20 278.41 ~ 63 640.30 元/hm² 的比例约为 0.49%,介于 63 640.31 ~ 1 201 000.00 元/hm² 的比例约为 0.49%,介于 1 201 000.01 ~ 4 337 500.00 元/hm² 的比例约为 0.93%。视价值量介于 0.00 ~ 20 278.40 元/hm² 为生活空间低值区,占比约为 98.09%;价值量介于 63 640.31 ~ 4 337 500.00 元/hm² 为高值区,占比约为 1.42%。高值区主要集中在二道白河镇中心城区、红丰村、铁北村,长白山国家级自然保护区北坡山门附近也有较为破碎的高值区。破碎地块分布零散、集聚性较差,不适宜建设综合城镇社区,结合实际情况分析,较为适合开发形成旅游景点服务站。

2.2 生态空间

根据表 1 中生态空间功能定量测度模型对生态空间价值量进行计算,结果见图 1-b。价值量介于 0.00 ~ 407.50 元/hm² 的比例约为 4.40%,介于 407.51 ~ 5 748.30 元/hm² 的比例约为 0.67%,介于 5 748.31 ~ 29 363.70 元/hm² 的比例约为 0.59%,介于 29 363.71 ~ 93 710.70 元/hm² 的比例约为 93.86%,介于 93 710.71 ~ 245 376.60 元/hm² 的比例约为 0.48%。视价值量介于 0.00 ~ 5 748.30 元/

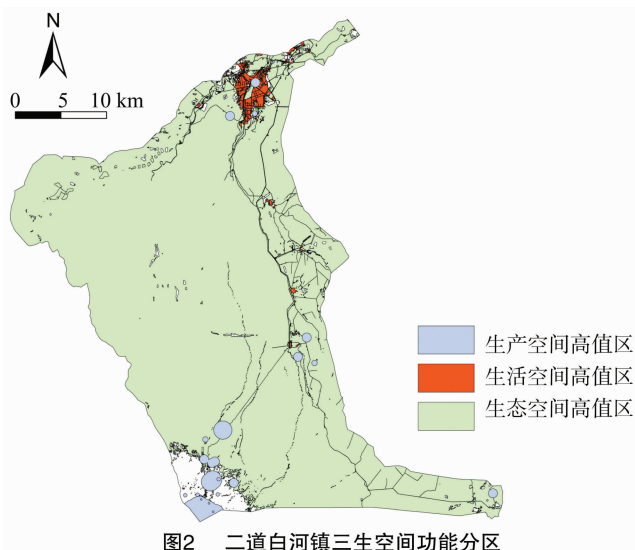
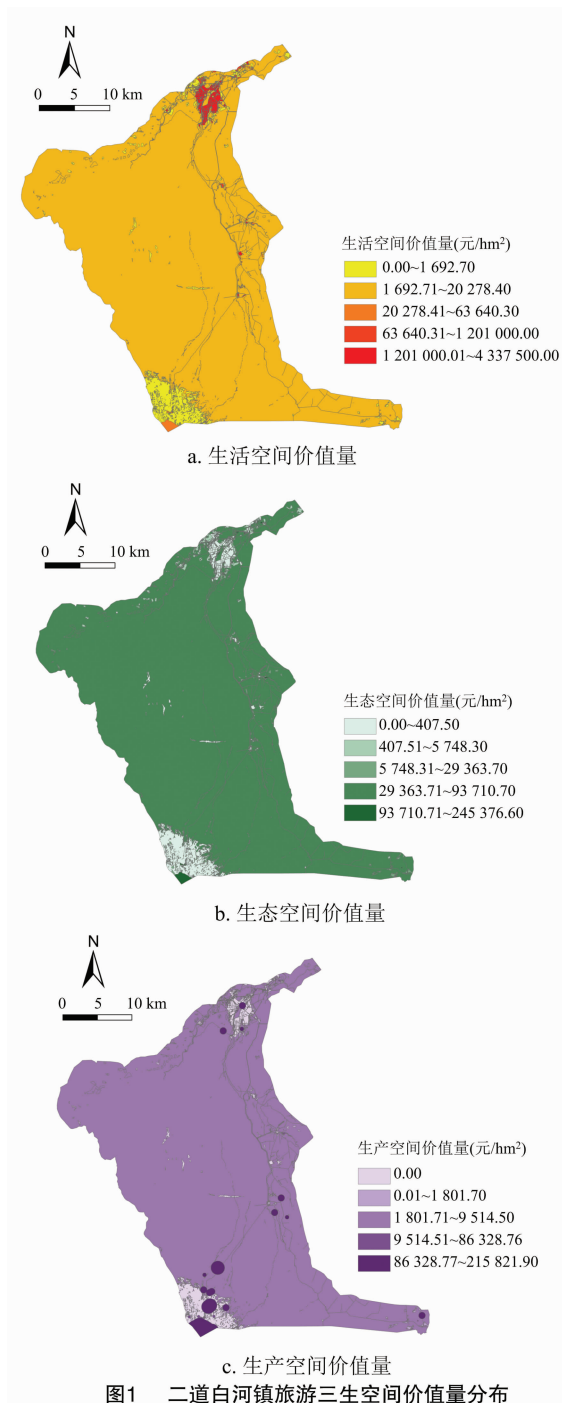
hm² 为生态空间低值区,占比约为 5.07%;价值量介于 29 363.71 ~ 245 376.60 元/hm² 为高值区,占比约为 94.34%。从单一生态空间角度分析,高值区主要集中在长白山国家级自然保护区大部分区域及保护区东部、东北部;低值区主要集中在二道白河镇中心城区、城区附近村庄、城镇周边建设区域及保护区内的高山苔原带地区。

2.3 生产空间

根据表 1 中生产空间功能定量测度模型对生产空间价值量进行计算,结果见图 1-c。价值量为 0.00 的比例约为 3.67%,价值量为 0.01 ~ 1 801.70 元/hm² 的比例约为 0.52%,价值量为 1 801.71 ~ 9 514.50 元/hm² 的比例约为 93.79%,价值量为 9 514.51 ~ 86 328.76 元/hm² 的比例约为 0.30%,价值量为 86 328.77 ~ 215 821.90 元/hm² 的比例约为 1.72%。视价值量介于 0.00 ~ 1 801.70 元/hm² 为生产空间低值区,占比约为 4.19%;价值量介于 9 514.51 ~ 215 821.90 元/hm² 为高值区,占比约为 2.02%。高值区主要集中在 3 个聚落:中心城区附近三角聚落、北坡山门附近三角聚落以及以长白山天池为核心的多旅游资源一线聚落群。

2.4 三生空间高值区叠合分析

从三生空间高值区分布结构(图 2)来看,生态空间高值区占研究区面积的 94.34%,生活空间高值区、生产空间高值区的面积占比较为接近,分别为 1.42%、2.02%,生态空间高值区占主导地位。少部分区域不在任何三生空间高值区范围内,主要集中在保护区内的高山苔原带及零散的裸土地。生态空间高值区主要集中在长白山国家级自然保护区大部分区域及保护区东部、东北部,占整个研究区的绝大部分区域,表明作为“长白山第一镇”的研究区整体生态环境较好。生活空间高值区主要集中在二道白河镇中心城区及其附近的红丰村、铁北村。生产空间高值区主要集中在 3 个旅游资源聚落群,高值区随旅游资源的位置集中分布。生活空间高值区和生产空间高值区虽然所占比例较小,但空间集聚性较好。从三生空间高值区的多功能性来看,生活空间高值区与生态空间高值区无重叠;生产空间高值区与生活空间高值区、生态空间高值区均存在重叠,说明三者高值区空间存在部分双重功能。生产空间高值区的双重功能性说明研究区生活空间与生态空间在原有发展过程中融入旅游产业协同发展,在一定程度上缓解了空间单一功能



镇中心城区、红丰村、铁北村,长白山北坡山门附近也有较为破碎的高值区,占地比例约为 1.42%,用以承担当地居民及旅游者的生活与集散、提供旅游配套服务设施与旅游景点服务站等功能。生产空间价值量的高值区随旅游资源集中分布,以长白山天池为核心形成 3 个旅游资源聚落,中心城区三角聚落、北坡山门三角聚落和以长白山天池为核心的旅游资源一线聚落群,占地比例约为 2.02%。区域内绝大部分空间为生态空间价值量的高值区,主要分布在长白山国家级自然保护区大部分区域及保护区东部、东北部,占地比例约为 94.34%。作为负氧离子富集的天然氧吧,研究区生态自然旅游资源丰富,契合生态旅游发展定位。

研究区内超过 90% 的面积为生态空间的高值区,而生产空间和生活空间高值区面积占比较小,此结果主要归因于研究区生态环境较好。长白山国家级自然保护区超过 2/5 管辖范围划归给二道白河镇,导致研究区近 70% 的面积属于自然保护区,同时二道白河镇森林覆盖率达到 95%,自然环境和生态系统稳定平衡。研究区整体生态安全保障功能性较强,是生态旅游型城镇的典型代表。

旅游型城镇三生空间功能定量识别的研究关键在于选取相应的评价指标,为确保指标选取的适宜性与准确性参考了相关学者的研究^[3,15,26-27],针对旅游型城镇这一研究对象,增加旅游资源生产功能作为生产功能识别的指标,使指标选取在准确的基础上具有柔性。旅游型城镇以旅游业作为支柱产业,具有普通城镇所不具有的生产特征,通过构建价值量核算函数群对其进行空间识别较为合适。

性带来的脆弱性。

3 结论与讨论

针对新型城镇化——旅游型城镇的空间功能识别问题,选取三生空间视角下的 7 个一级指标 19 个二级指标进行评价。运用地理信息系统(GIS)进行空间分析,以长白山二道白河镇作为典型研究对象实现了对三生空间功能价值量的测算。结果表明,生活空间价值量的高值区主要集中在二道白河

研究区域的差异性导致资源的空间异质性,空间分区识别选取的因素也会有所差异。旅游型城镇本身既包括旅游资源又承担旅游服务设施、居民日常生活等相关功能,生产与生活空间协同交叉较为明显,仅选取旅游资源生产功能作为旅游生产功能指标,并未将旅游服务设施纳入指标体系,如何界定旅游服务要素与城镇生活要素有待进一步分析。定性空间分析与定量空间识别的横向对比研究有待深入,不仅仅是针对同一研究对象不同研究方法的横向对比,同时也应通过与全国不同资源类型、不同经济与城镇化发展阶段的生态旅游型城镇进行横向比较确定研究调整的方向。

参考文献:

- [1] 陶 慧,刘家明,罗 奎,等. 基于三生空间理念的旅游城镇化地区空间分区研究——以马洋溪生态旅游区为例[J]. 人文地理, 2016(2):153–160.
- [2] 姚喜军,吴 全,靳晓雯,等. 内蒙古土地资源利用现状评述与可持续利用对策研究[J]. 干旱区资源与环境,2018,32(9):76–83.
- [3] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387:253–260.
- [4] Kienast F, Bolliger J, Potschin M, et al. Assessing landscape functions with broad-scale environmental data: insights gained from a prototype development for Europe [J]. Environmental Management, 2009, 44(6):1099–1120.
- [5] Andersen P S, Vejre H, Dalgaard T, et al. An indicator-based method for quantifying farm multifunctionality [J]. Ecological Indicators, 2013, 25:166–179.
- [6] de Groot R. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes [J]. Landscape & Urban Planning, 2006, 75(3/4):175–186.
- [7] Fleskens L, Duarte F, Eicher I. A conceptual framework for the assessment of multiple functions of agro-ecosystems: a case study of Trús-os-Montes olive groves[J]. Journal of Rural Studies, 2009, 25(1):141–155.
- [8] Batty M, Xie Y C, Sun Z L. Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata [J]. Computers, Environment and Urban Systems, 1999, 23(3):205–233.
- [9] Verburg P H, Soepboer W, Veldkamp A, et al. Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model [J]. Environmental Management, 2002, 30(3):391–405.
- [10] Chuvieco E. Intergration of linear programming and GIS for land-use modelling[J]. International Journal of Geographical Information Systems, 1993, 7(1):71–83.
- [11] 刘 燕. 论“三生空间”的逻辑结构、制衡机制和发展原则[J]. 湖北社会科学, 2016(3):5–9.
- [12] 刘继来,刘彦随,李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析[J]. 地理学报, 2017, 72(7):1290–1304.
- [13] 黄金川,林浩曦,漆潇潇. 面向国土空间优化的三生空间研究进展[J]. 地理科学进展, 2017, 36(3):378–391.
- [14] 柳冬青,马学成,巩 杰,等. 流域“三生空间”功能识别及时空格局分析——以甘肃白龙江流域为例[J]. 生态学杂志, 2018, 37(5):1490–1497.
- [15] 李广东,方创琳. 城市生态-生产-生活空间功能定量识别与分析[J]. 地理学报, 2016, 71(1):49–65.
- [16] 张红旗,许尔琪,朱会义. 中国“三生用地”分类及其空间格局[J]. 资源科学, 2015, 37(7):1332–1338.
- [17] 李明薇,鄢雨早,陈伟强,等. 河南省“三生空间”分类与时空格局分析[J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(9):13–20.
- [18] 邹利林,王建英,胡学东. 中国县级“三生用地”分类体系的理论构建与实证分析[J]. 中国土地科学, 2018, 32(4):59–66.
- [19] 张传国,方创琳. 干旱区绿洲系统生态-生产-生活承载力相互作用的驱动机制分析[J]. 自然资源学报, 2002, 17(2):181–187.
- [20] 方创琳,鲍 超,张传国. 干旱地区生态-生产-生活承载力变化情势与演变情景分析[J]. 生态学报, 2003, 23(9):1915–1923.
- [21] 金 贵,邓祥征,张 倩,等. 武汉城市圈国土空间综合功能分区[J]. 地理研究, 2017, 36(3):541–552.
- [22] 方创琳,贾克敬,李广东,等. 市县土地生态-生产-生活承载力测度指标体系及核算模型解析[J]. 生态学报, 2017, 37(15):5198–5209.
- [23] 方创琳. 中国城市发展格局优化的科学基础与框架体系[J]. 经济地理, 2013, 33(12):1–9.
- [24] 朱媛媛,余 斌,曾菊新,等. 国家限制开发区“生产-生活-生态”空间的优化——以湖北省五峰县为例[J]. 经济地理, 2015, 35(4):26–32.
- [25] 洪惠坤. “三生”功能协调下的重庆市乡村空间优化研究[D]. 重庆:西南大学, 2016.
- [26] de Groot R, Brander L, van der Ploeg S, et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units[J]. Ecosystem Services, 2012, 1(1):50–61.
- [27] 谢高地,张彩霞,张雷明,等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8):1243–1254.
- [28] 戴文远,江方奇,黄万里,等. 基于“三生空间”的土地利用功能转型及生态服务价值研究——以福州新区为例[J]. 自然资源学报, 2018, 33(12):2098–2109.
- [29] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2):189–196.
- [30] 国家发展和改革委员会价格司. 全国农产品成本收益资料汇编[M]. 北京:中国统计出版社, 2017.
- [31] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴:2017[M]. 北京:中国统计出版社, 2017.