

# 哈尔滨市“三生”功能时空演变特征与影响因素研究

赵佳萍, 赵亚芳, 高凤杰\*

(东北农业大学公共管理与法学院, 哈尔滨 150030)

**摘要:**随着社会经济的快速发展,有限的土地资源与人类日益增长的各种土地利用功能需求之间的矛盾日益尖锐,了解多种土地利用功能之间的关系及其影响因素,有助于优化土地空间格局,促进土地利用的可持续性。本研究以哈尔滨市为例,通过构建生产、生活、生态功能综合评价指标体系,评价区域2010、2015及2020年“三生”功能的时空分异特征及演变规律,并借助主成分分析法定量识别其影响因素。研究结果表明:(1)2010-2020年哈尔滨市生产功能总体呈波动上升趋势;生活功能总体发展趋势较为稳定,主要集中在西部,沿主城区向东南扩张延伸;高与较高生态功能主要集中在东北部和中部,低与较低水平主要分布在西北-东南方向连线上。(2)“三生”综合功能总体呈缓慢波动下降的状态,在空间上逐渐呈现出由西部主城区向东部扩展态势。(3)经济发展、生态维持、农业生产对整体功能影响较高,而生态承载、空间承载、环境净化、生活保障、社会保障影响力偏低。研究结果可为哈尔滨市国土空间规划及可持续发展提供决策依据。

**关键词:**“三生”功能;时空演变;影响因素;哈尔滨市

**中图分类号:**K92      **文献标志码:**A      **文章编号:**1672-2736(2024)04-0006-12

## 0 引言

在过去的几十年中,快速的城市化和工业化对土地利用系统的结构和功能产生了深远的影响,导致城市过度扩张、耕地资源流失、栖息地破碎化、环境污染恶化等一系列问题<sup>[1-4]</sup>,这些问题的出现被认为与土地利用多功能之间的隔离与冲突有关<sup>[5]</sup>。认识生产-生活-生态功能之间的耦合协调关系是实现可持续发展目标的必要条件,是国际人地系统科学和可持续发展科学的重点研究课题和热点研究前沿<sup>[6]</sup>。2016年3月5日,国务院原总理李克强在第十二届全国人民代表大会第四届会议上发表的政府工作报告中进一步强调,中国土地利用和整合的目标应注重生产、生活、生态一体化发展。因此,评价“三生”功能现状,识别区域“三生”功能的主要影响因素,统筹生产、生活和生态空间的耦合、协调和可持续发展,在促进土地资源合理利用与区域可持续发展方面具有重要意义。

多功能概念起源于对农业多功能的研究。2001年,经济合作与发展组织(the Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)进一步延伸了这一概念,并将其分析框架扩展到各种土地利用的多功能<sup>[7]</sup>;2004年,欧盟第六个框架项目“可持续性影响评估:欧洲地区多功能土地利用的环境、社会和经济影响工具”(Sustainability Impact Assessment: Tools for Environmental Social and Economic Effects of Multifunctional Land Use in Europe Regions, SENSOR)正式提出了更具操作性的土地多功能概念框架<sup>[8]</sup>,自此,土地多功能评价得到广泛关注<sup>[9-10]</sup>。随着社会经济的不断发展,国内学者对土地多功能认知评价经历从单纯注重生产功能到生产功能与社会安全功能、生态功能与文化功能并重的演变历程,研究主要集中在“三生”空间的概念与分类<sup>[11]</sup>、“三生”功能识别与时空演变特征<sup>[12]</sup>、规划与分区管理等<sup>[13]</sup>。研究方法多采用土地利用类型合并法和多准则评价法,前者

对土地类型进行重新分类以实现土地利用多功能与土地利用分类体系的收敛,但该方法未反映同一土地利用类型内部差异及其不同土地利用类型间相互作用导致的土地利用功能差异<sup>[14]</sup>;后者基于多元统计数据,采用多指标评价方法综合反映土地利用多功能水平<sup>[15]</sup>。研究尺度集中在省、市范畴<sup>[14-15]</sup>,随着乡村振兴战略的实施,乡镇和村庄尺度的研究也逐渐兴盛起来<sup>[16-17]</sup>。鉴于此,本研究区域更加精细化,以县级范畴为单元探究土地多功能之间的相互作用在空间上可能存在的均匀。另外,宏观因素被认为是改变景观格局的关键因素,与研究区的特征密切相关,而主成分分析可以有效诊断“三生”功能的影响因素及作用机制,从而更加精准揭示“三生”功能的动态演化规律和影响因素特征。

作为东北亚中心城市、欧亚大陆桥和空中走廊的重要枢纽以及松嫩平原东南端重要商品粮生产基地,哈尔滨市城市化与农业集约化进程均

较快,生态用地规模与质量受到严重干扰,土地利用“三生”功能冲突剧烈。本文以哈尔滨市为研究区,从生产-生活-生态三个维度构架评价指标体系,统筹地理空间数据与统计数据,综合利用统计分析、空间分析及主成分分析等模型方法,识别并剖析 2010、2015 和 2020 年哈尔滨市各县“三生”功能及其时空演变规律与主要影响因素,以期为哈尔滨市国土空间规划与土地可持续利用提供决策依据。

## 1 研究区概况及数据来源

### 1.1 研究区概况

哈尔滨市位于中国东北部、黑龙江省西南端,是第一欧亚大陆桥和空中走廊的重要国际性综合交通枢纽。东接牡丹江市和七台河市,北与伊春市和佳木斯市毗邻,西接绥化市和大庆市,南与吉林省长春市、吉林市和延边朝鲜族自治州接壤,地理坐标为 125°42' ~ 130°10' E、

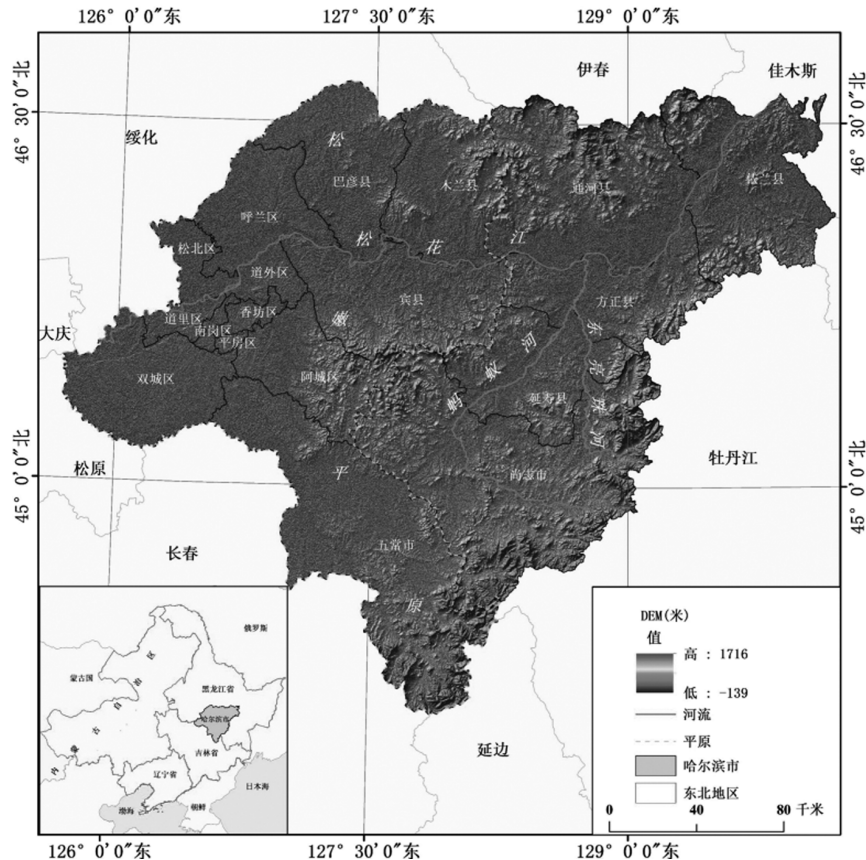


图 1 研究区域概况

(审图号:GS(2022)1873 号)

44°04′ ~ 46°40′ N, 总面积 5.3 万 km<sup>2</sup> (图 1)。东南为张广才岭支脉丘陵, 北部为小兴安岭山区, 松花江流经中部地区, 形成了广阔的平原(松嫩平原)。河流纵横交错, 水资源丰富。属中温带大陆性季风气候, 冬长夏短, 年均气温 5.6℃, 年均降水量 423 mm, 无霜期 168 d 左右。土壤类型较多, 共有 9 个土类, 其中以黑土分布最广, 土壤养分含量比较丰富, 适于各种农作物生长。然而, 快速的城市化和农业集约化进程严重加剧了对生态用地的干扰, 削弱了“三生”功能之间的耦合协调, 导致不同区县之间土地利用多功能差异更加明显, 加剧区域可持续发展面临的威胁, 因此本研究以哈尔滨市区县为研究单元, 探究土地多功能在各区域存在的差异性。

## 1.2 数据来源与预处理

本研究中 2010、2015、2020 年土地利用数据来源于武汉大学公布的 CLCD (China Land Cover Dataset) 数据集<sup>[18]</sup>, 根据研究需要将土地利用类型分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地 6 个类型; 矢量数据来源于中国科学院资源环境科学与数据中心 (<https://www.resdc.cn/>); 社会经济数据取自《中国县域统计年鉴》《哈尔滨统计年鉴》, 以及与之对应的年度国家经济与社会发展状况报告, 其中的不足部分用插值方法进行处理。

## 2 研究方法

### 2.1 评价指标体系构建

#### 2.1.1 指标选取

“三生”是国家战略需要在土地上的具体体现, 是当前进行国土空间规划和资源优化配置与管理的前提和基础<sup>[19]</sup>。“三生”功能是密不可分的一个整体, 在此系统中, 各个组成部分既彼此协调又相互制约, 一种功能的变动都会对其他功能产生有利或不利的影 响<sup>[10]</sup>, 同时, 各功能在空间上呈现出的分异规律根本上取决于农业生产、居民生活条件及经济发展水平等诸多要素的影响。基于对“三生”功能内涵与特征的理解, 本

文借鉴国内外已有研究成果<sup>[6,12,15]</sup>, 以探究哈尔滨市“三生”功能空间演变规律为目标, 构建能综合反映出各功能的评价指标体系(表 1)。

(1) 生产功能包含农业生产与非农生产两个方面。农业生产主要是指农产品供给, 是土地利用功能的基础, 哈尔滨市农业经济类型主要包括粮食生产和畜牧业, 因此选取人均粮食产量、人均肉类产量表征农业生产能力; 非农生产主要表现为区域经济发展水平, 因此选取地均国内生产总值、地均公共财政收入、固定资产投资总额表征非农生产水平。指标综合反映哈尔滨市能源与水土资源的供需关系, 表明研究区生产能力发展水平。

(2) 生活功能主要反映区域空间承载、居民生活与社会保障能力, 以宜居、适度作为目标, 这是土地利用最基本的功能。生活功能旨在最大限度的提高人类福祉, 选取指标应反映居民的生活水平和福利, 因此以人口城镇化水平、人口密度表征区域空间承载能力; 以人均社会消费品总额反映居民生活水平; 社会保障表现在就业、收入、医疗服务水平等方面, 是实现生活功能的前提, 以从业人口密度、农民人均纯收入、万人医院床位数量表达。

(3) 生态功能主要体现在生态维持、生态承载和资源利用三个方面, 以山清水秀为发展目标, 考虑到哈尔滨市生态资源禀赋情况, 以生物丰度指数、森林覆盖度表征区域生态维持现状; 生态承载体现在生态空间所提供的生态服务价值, 以人均耕地面积表征; 以地均农用化肥施用量反映区域生态功能的资源利用情况。

#### 2.1.2 指标权重

利用极值方法对指标进行归一化处理, 消除量纲并使指标值浓缩在 [0, 1] 区间, 在此基础上运用客观赋值熵权法确定各指标的权重(表 1)。

$$e_i = -k \sum_{j=1}^m P_{ij} \quad (1)$$

$$k = \frac{1}{\ln m} \quad (2)$$

表1 哈尔滨市“三生”功能指标评价体系

准则层	指标层	单位	指标说明	权重	属性
生产功能	人均粮食产量	kg · 人 <sup>-1</sup>	粮食总产量/区域总人口	0.0331	+
	人均肉类产量	kg · 人 <sup>-1</sup>	肉类总产量/区域总人口	0.0413	+
	地均国内生产总值	亿元 · km <sup>-2</sup>	GDP/区域土地总面积	0.1898	+
	地均公共财政收入	亿元 · km <sup>-2</sup>	财政收入/区域土地总面积	0.2056	+
	固定资产投资总额	万元	固定资产投资规模大小	0.0451	+
生活功能	人口城镇化水平	%	城镇人口/总人口	0.0203	+
	人口密度	人 · km <sup>-2</sup>	区域总人口/区域土地总面积	0.1465	+
	人均社会消费品总额	亿元 · 万人 <sup>-1</sup>	社会消费品零售总额/总人口	0.0864	+
	从业人口密度	人 · km <sup>-2</sup>	从业人口/区域土地总面积	0.0584	+
	农民人均纯收入	元	农村居民收入的平均水平	0.0126	+
	万人医院床位数量	张 · 万人 <sup>-1</sup>	医院床位数/总人口	0.0990	+
生态功能	生物丰度指数	-	区域内生物多样性丰贫程度	0.0111	+
	森林覆盖率	%	森林覆盖面积/土地总面积	0.0029	+
	地均农用化肥施用量	kg · hm <sup>-2</sup>	农用化肥施用量/耕地面积	0.0055	-
	人均耕地面积	hm <sup>2</sup> · 人 <sup>-1</sup>	耕地面积/区域总人口	0.0424	+

注:①属性一栏“+”符号代表指标为正向指标,“-”代表指标为负向指标;②生物丰度指数 =  $Abio \times (0.35 \times \text{林地} + 0.21 \times \text{草地} + 0.28 \times \text{水域湿地} + 0.11 \times \text{耕地} + 0.04 \times \text{建设用地} + 0.01 \times \text{未利用地}) / \text{区域土地总面积}$ <sup>[20]</sup>。

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum X_{ij}} \quad (3)$$

$$h_i = 1 - e_i \quad (4)$$

$$W_i = \frac{h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \quad (5)$$

## 2.2 “三生”功能动态变化测算

采用加权求和法计算各行政单元的“三生”功能指数:

$$Z_j = \sum_{i=1}^n W_i \cdot X_{ij} \quad (6)$$

式中: $Z_j$ 为第 $j$ 个单元“三生”功能指数; $X_{ij}$ 和 $W_i$ 含义同上。

功能变化动态度用来反映各时期土地功能相对变动程度。以县级单位的“三生”功能指标为基础,建立相对应的比较系数模型,以“三生”功能指标始年与末年的系数变化为基准,按照 $d$ 值的大小、正负,判定“三生”功能的动态变化程度:

$$d = \frac{F_{t+1} - F_t}{F_t} \times 100\% \quad (7)$$

式中: $d > 20\%$ 为快速提高; $0 < d \leq 20\%$ 为缓慢提高; $d = 0$ 为维持不变; $-20\% \leq d < 0$ 为缓慢退化; $d < -20\%$ 为快速退化。 $F$ 值为单一功能值,根据功能值在时间维度上的变化计算出动态变化度<sup>[20]</sup>。

功能标准差( $\sigma$ )通过对各指标间的差异性进行测度,体现出各指标间的协调程度, $\sigma$ 值较低,说明各指标间的协调程度较高;反之, $\sigma$ 值愈大,则机能协调愈差<sup>[20]</sup>,其计算公式为:

$$\sigma = \frac{\sum F}{N} = \bar{F} \sqrt{\frac{\sum (F - \bar{F})^2}{N}} \quad (8)$$

式中: $\sigma$ 为功能标准差; $F$ 为功能值; $N$ 为功能数。

## 2.3 “三生”功能影响因素分析

“三生”功能变化受社会经济、农业基础、自然环境等多种因素综合作用,在统计学中,要求所采用的变量间保持相互独立性,且对研究对象具有显著影响,然在实际研究过程中,各变量间在一定程度上存在相互关联性。鉴于此,为最大

可能减少变量间因相关性而存在的冗余信息,利用降维思想,采用主成分分析方法在众多指标中提取出能够准确反映出原指标信息的主分量,以此能够准确反映出影响因素对研究对象产生的影响。

“三生”功能变化受到社会经济、农业基础、自然环境等多种因素综合作用。本文借鉴相关研究成果<sup>[12,15,21-22]</sup>,将选取的“三生”功能评价指标整合为 8 个因素作为影响因子进行分析,8 个影响因子涵盖了国土空间系统中经济、农业、自然各方面要素,其中,经济发展( $x_1$ )代表地区的经济能力和发展情况;区域的发展前景及生活水平用社会保障( $x_2$ )、空间承载( $x_3$ )和生活保障( $x_7$ )来表征;生态承载( $x_3$ )、生态维持( $x_4$ )、环境净化( $x_6$ )表示区域良好发展的情况;农业生产( $x_8$ )则代表区域农业生产能力。

运用主成分分析法计算出代表性显著的主影响因子后,根据以下公式(9)和(10)计算出 8

个原始变量的综合得分模型系数,得到各个因子的权重系数,最终得出研究期间各影响因素的重要程度。

$$L = \frac{a}{\sqrt{\gamma}} \quad (9)$$

$$c = \frac{100(L_1\delta_1 + L_2\delta_2)}{\delta_1 + \delta_2} \quad (10)$$

式中:L 为线性组合系数;a 为因子得分系数; $\gamma$  为主成分 F1 的线性组合系数; $L_2$  为主成分 F2 的线性组合系数; $\delta_1$  为主成分 F1 的方差; $\delta_2$  为主成分 F2 的方差。

### 3 结果与分析

#### 3.1 哈尔滨市“三生”功能时空分异特征

##### 3.1.1 “三生”功能分维度时空分异特征

运用 ArcGIS 中的自然断点法将哈尔滨市“三生”功能指标划分为 5 个等级,由高到低依次为高、较高、中等、较低、低(图 2)。

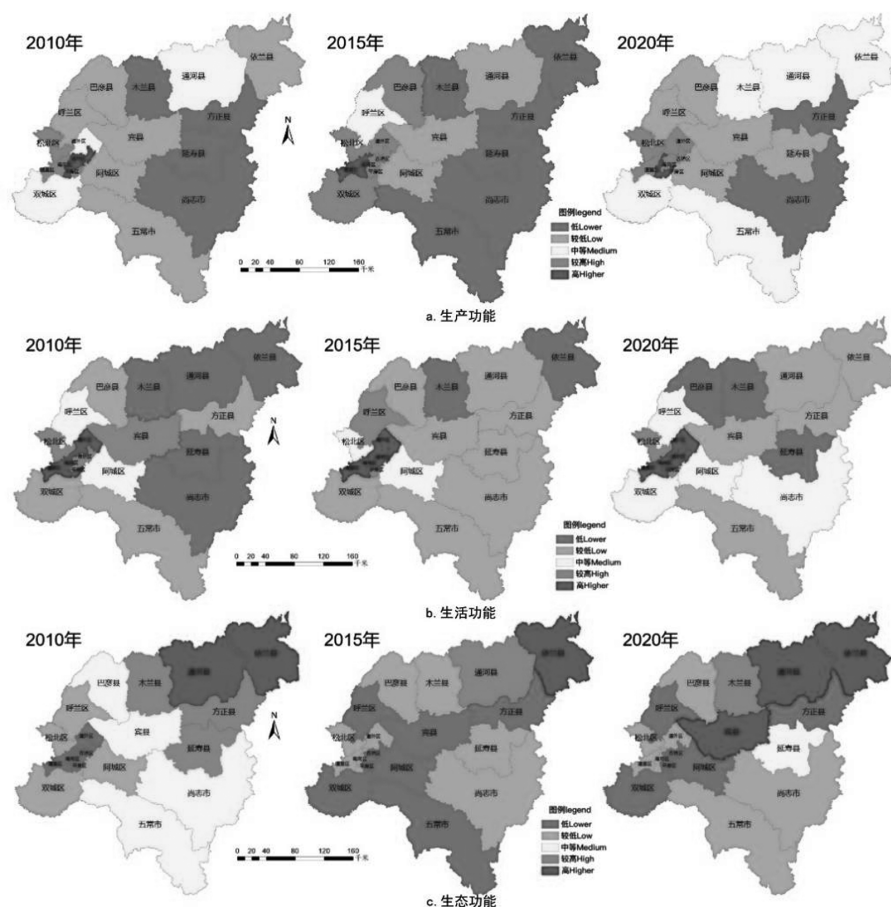


图 2 2010 - 2020 哈尔滨市“三生”功能时空分异

(1)生产功能。整体上,2010-2020年哈尔滨市生产功能呈波动上升趋势,与社会经济发展及科技进步等直接相关。市区周边生产功能指数较高,与城市人口集中、产业密集、技术资金投入相对充足等直接相关;东南部山区和北部小兴安岭一带生产功能整体相对偏弱,松嫩平原粮食主产区生产功能相对稳定保持在较低水平,但到2020年小兴安岭地区生产功能得以大幅度提高,东南山区低水平区域也大幅度缩减且转变为较低水平。粮食生产近年来一直保持着恒定水平,地势平坦区县生产功能波动不是很明显,但随着生态文明建设的推进,山地丘陵区“两山”转化工作成效不断提升,极大促进了该区域的生产功能提升。

(2)生活功能。2010-2020年哈尔滨市生活功能总体呈上升趋势,且主城区向东南方向扩张延伸带表现最为突出,与区域城市建设及人口集中密切相关。随着社会经济的发展,主城区基础设施建设不断改善,人口密度不断攀升,城市经济发展的辐射作用不断增强,周边区县如双城区、阿城区、呼兰区受辐射带动作用最为明显;随着尚志市冰雪旅游经济的不断发展,人口不断集中,在东南山区各市县中生活功能提升幅度最为显著。其他地区则基本表现为较低水平不变或低水平向较低水平转化。

(3)生态功能。哈尔滨市2010-2020年生态功能整体上呈先下降后上升的变化。生态功能高值区集中在小兴安岭东北部,2010-2015

年除了依兰县保持不变外,其他区域均表现为下降趋势,但到2020年,小兴安岭一带的生态功能指数又显著回升;哈尔滨市西部平原区(包括主城区、呼兰区、双城区和阿城区)由于生态用地分布较少,生态功能长期保持低或较低水准;东南部地区市县生态功能变化不明显。

### 3.1.2 “三生”综合功能时空分异特征

2010-2020年哈尔滨市“三生”综合功能指数整体偏低,地域上表现为北高南低,时间上总体发展趋势较为稳定(图3)。主城区保持着较高或高水平“三生”综合功能指数;西北和西南地区如呼兰区、阿城区、双城区则整体呈下降趋势,虽然这几个区县人口相对集中,但由于其地势平坦,无生态用地类型分布,生态功能匮乏是制约该区域“三生”功能协调发展的短板;其他地区则均地广人稀导致整体“三生”综合功能偏低,其中北部小兴安岭地区要略高于南部和东南部地区,与该区域高生态功能直接相关。

### 3.2 哈尔滨市“三生”功能动态变化分析

根据前文公式(6)-公式(8)计算2010-2015年、2015-2020年哈尔滨市“三生”功能动态度、标准差,结果见图4-图6所示。

综合以上分析可知:

(1)“三生”综合功能动态变化度从另外一个侧面揭示了哈尔滨市各区县“三生”功能的空间变化。与“三生”综合功能空间分布不同,动态度在2010-2015年和2015-2020年期间变化差异较大;2010年前后,城市化及农业集约化

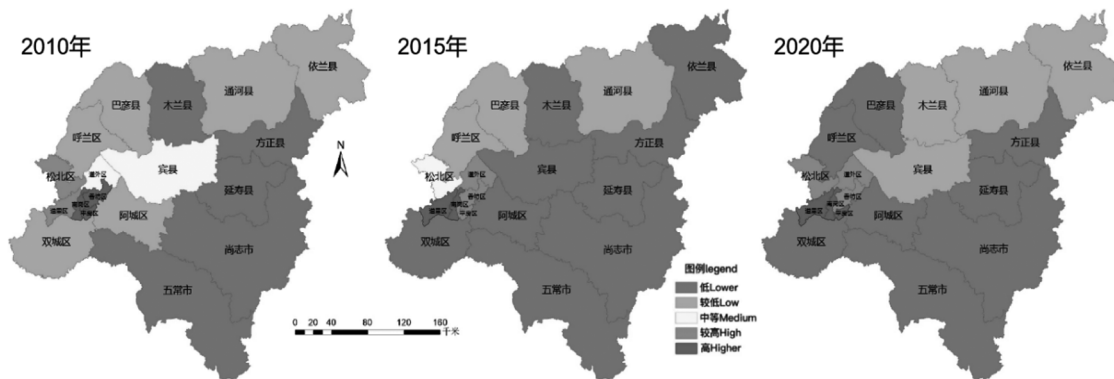


图3 2010-2020年哈尔滨市“三生”综合功能指数分布特征

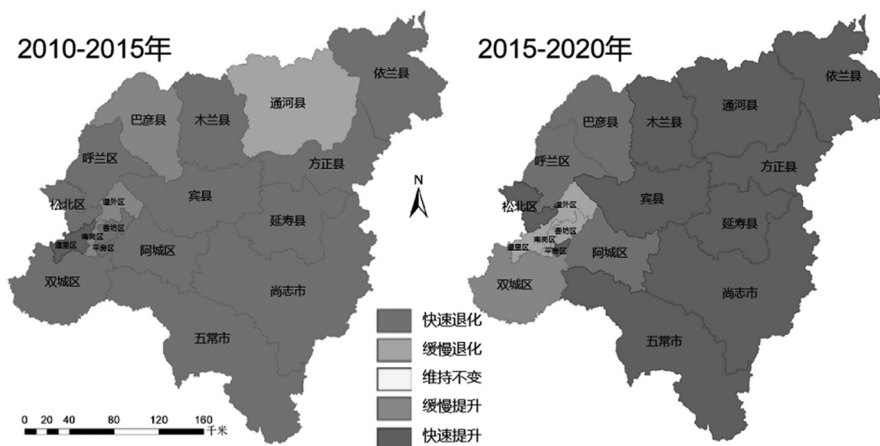


图 4 2010 - 2015 年、2015 - 2020 年“三生”综合功能动态变化度

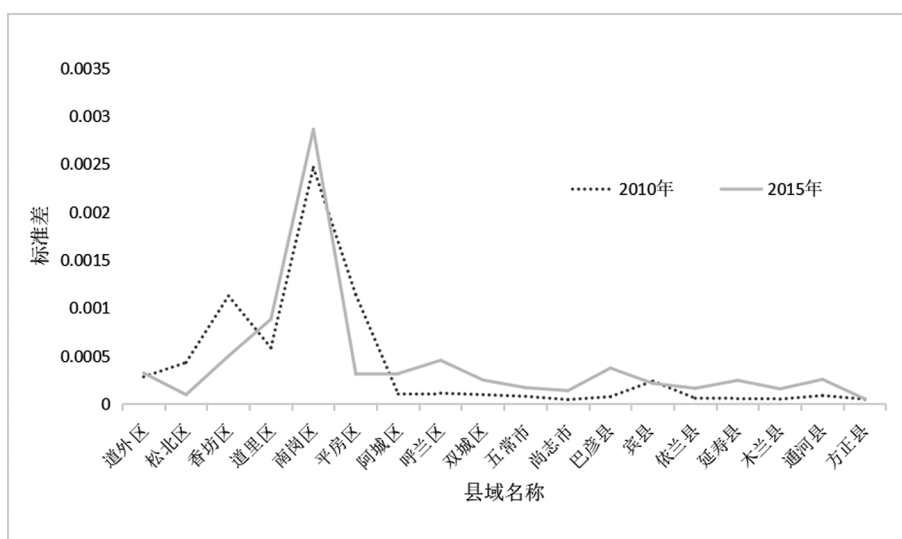


图 5 2010 - 2015 年哈尔滨市“三生”功能标准差变化情况

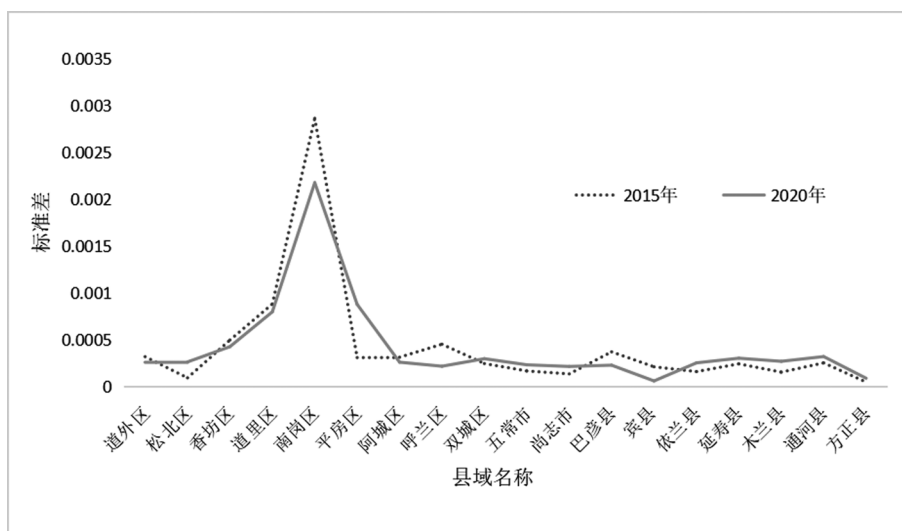


图 6 2015 - 2020 年哈尔滨市“三生”功能标准差变化情况

进程极大促进了社会经济的发展,但同时生态空间及相应的生态功能造成很大损益,“三生”功能协调发展失衡,表现大部分市区“三生”综合功能动态变化快速退化;2015年后,随着生态文明的大力实施,人地关系协调的可持续发展理念日益渗透到社会经济发展大格局中,“两山”转化正以新的经济增长点促进区域社会经济发展,除西部城市建成区及周边外,其他区县“三生”功能协调度均大幅度提升。研究区西部城市建成区及周边地区社会经济发展较快,但生态用地空间匮乏,极大限制“三生”功能协调发展,需在区域促进经济绿色转型,并加大生态用地格局构建与保护<sup>[23]</sup>。

(2)“三生”综合功能标准差曲线进一步证明了上述结论。“三生”综合功能的标准差曲线在2015年总体上比2010年高,两曲线之间的差

额较为显著,表明“三生”功能协调性在2015年大幅度降低;与2015年相比,2020年度的函数标准差曲线整体上较低,说明2015-2020年的综合功能协调性有较大提高。

### 3.3 哈尔滨市“三生”功能影响因素

采用因子分析法在8个影响因子中提取出两个主成分因子:首先使用极差法对指标数据进行标准化处理,运用SPSS 26.0软件对数据进行KMO和Bartlett球形检验;运用主成分分析降低分析变量的维度,简化影响关系,最终得出代表性显著的主影响因子,结果见表3。

根据8个影响因子在主成分F1、F2中的因子得分系数与两个主成分的贡献率、特征值,计算出综合得分模型系数后,进而对所得结果进行标准化处理,得到各个因子的权重系数(表4),

表3 2010-2020年主成分方差最大法因子得分系数矩阵

指标 Indicator	2010年		2015年		2020年	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2
经济发展 Economic development (x <sub>1</sub> )	0.94	0.04	0.916	-0.208	0.932	0.104
社会保障 Social security (x <sub>2</sub> )	0.048	0.814	0.833	-0.316	0.852	-0.187
生态承载 Ecological bearing (x <sub>3</sub> )	0.928	0.126	0.823	0.001	0.821	0.057
生态维持 Ecological maintenance (x <sub>4</sub> )	0.805	0.219	0.796	-0.403	0.819	0.254
空间承载 Space bearing (x <sub>5</sub> )	0.827	-0.118	0.776	0.225	0.745	0.092
环境净化 Environmental purification (x <sub>6</sub> )	0.006	0.902	0.738	0.219	0.761	-0.502
生活保障 Living security (x <sub>7</sub> )	0.842	-0.171	0.693	0.121	0.659	-0.404
农业生产 Agricultural production (x <sub>8</sub> )	0.633	-0.213	0.433	0.817	0.578	0.672

表4 2010-2020年主成分因子影响权重系数

2010年		2015年		2020年	
因子排序	权重系数	因子排序	权重系数	因子排序	权重系数
生态承载(x <sub>3</sub> )	0.167	空间承载(x <sub>5</sub> )	0.142	经济发展(x <sub>1</sub> )	0.158
经济发展(x <sub>1</sub> )	0.160	环境净化(x <sub>6</sub> )	0.135	生态维持(x <sub>4</sub> )	0.150
生态维持(x <sub>4</sub> )	0.156	农业生产(x <sub>8</sub> )	0.133	农业生产(x <sub>8</sub> )	0.142
空间承载(x <sub>5</sub> )	0.125	生态承载(x <sub>3</sub> )	0.132	生态承载(x <sub>3</sub> )	0.136
生活保障(x <sub>7</sub> )	0.122	经济发展(x <sub>1</sub> )	0.131	空间承载(x <sub>5</sub> )	0.127
环境净化(x <sub>6</sub> )	0.094	生活保障(x <sub>7</sub> )	0.121	社会保障(x <sub>2</sub> )	0.126
社会保障(x <sub>2</sub> )	0.092	社会保障(x <sub>2</sub> )	0.109	环境净化(x <sub>6</sub> )	0.086
农业生产(x <sub>8</sub> )	0.083	生态维持(x <sub>4</sub> )	0.097	生活保障(x <sub>7</sub> )	0.077

最终得出 2010 年、2015 年及 2020 年各影响因素的重要性排序。由表 4 可知:

(1)整体上 2015 年“三生”功能影响因子权重系数较 2010 年和 2020 年低。

(2)2010 年对“三生”功能影响较大的影响因素为生态承载( $x_3$ )、经济发展( $x_1$ )、生态维持( $x_4$ ),其权重系数分别为 0.167、0.160、0.156,显著高于其他因子,表明生态环境及经济发展对“三生”功能影响较大;

(3)2015 年各影响因子之间的区分度不是很显著,空间承载( $x_5$ )因子影响最大为 0.142,表明此阶段“三生”功能中生活功能占主导地位;环境净化( $x_6$ )、农业生产( $x_8$ )、生态承载( $x_3$ )和经济发展( $x_1$ )区分度不大,分值分别为 0.135、0.133、0.132 和 0.131,表明经济发展与生态环境依然对“三生”功能起主要作用,但影响力相比于生活因素下降;生活保障( $x_7$ )以 0.121 的权重紧随其后,进一步验证上述观点。

(4)2020 年,经济发展( $x_1$ )和生态维持( $x_4$ )群众系数遥遥领先,表明这个阶段经济发展与生态环境又成为“三生”功能的主导因素;紧随其后的是这两个方面的因子,分别为农业生产( $x_1$ )的 0.142 和生态承载( $x_4$ )的 0.136

## 4 讨论与结语

### 4.1 讨论

城乡区域的不协调发展给生产、生活、生态的平衡格局带来挑战,探索区域“三生”格局及其时空演变规律,是实现区域协调可持续发展的基础和前提。本研究从县域层面出发对哈尔滨市“三生”功能进行长时间序列研究,并对其时空演变特征及影响因素进行探讨。研究结果表明,城市周边地区是“三生”功能综合指数最高区域,整体区域上的特点为生产、生活功能主导的空间分布极具相似性,与生态功能空间则呈现出空间互补性。哈尔滨市西部主城区属于产业密集区,带动区域经济发展的同时,生活水平不断攀升;东北部尤其是小兴安岭一带生态用地分布较广,生态功能显著,且随着生态文明建设的

不断推进,该区域生态经济不断得以强化。总体上,哈尔滨市“三生”功能时空演变遵循当地社会经济发展状况和地域分异规律,与其他地区的研究结论基本一致<sup>[25-26]</sup>。

“三生”功能的时空演变受多个因素的影响<sup>[24,27]</sup>,生态环境与经济发展始终是影响哈尔滨市“三生”功能的主要因素,但随着时间的推移,其对“三生”总体功能的影响强弱发生变化,该结论也在其他相关研究得到验证<sup>[28-30]</sup>。但与快速城市化地区不同的是,哈尔滨地域范围内生态用地比例显著,包括北部小兴安岭、东南部老爷岭低山丘陵以及中部的松花江河流及湿地,随着生态文明建设的推进及“两山”转化等政策的实施,加之冰雪旅游经济发展,东北部小兴安岭延伸至中部宾县、延寿县一带,生态经济正成为新的经济增长点,促进“三生”功能协调发展。

本文基于“三生功能”视角研究哈尔滨市“三生”功能的动态演化特征及影响因素,一定程度上能够为区域内制定合理的空间规划建议提供参考。但由于数据获取的有限性,本文仅从生产、生活与生态功能方面构建指标体系,对土地多功能的评价有待于细化研究。另外,未深入剖析县域不同区域功能的影响因素及相互作用关系,下一步应从微观视角将区域政策、居民需求认知等纳入影响因素,以进一步研究不同县域“三生”功能发展的作用机理。

### 4.2 结论

本文以哈尔滨市为研究区,综合应用熵权法、主成分分析及 GIS 空间分析等方法,揭示 2010-2020 年“三生”功能的时空分异特征及影响因素,得到的主要结论如下:

(1)整体上,2010-2020 年期间,哈尔滨市“三生”综合功能指数整体偏低,地域上表现为北高南低;其中生产功能和生活功能呈波动上升趋势,而生态功能呈先下降后上升的趋势;2010-2015 年“三生”综合功能动态变化度快速退化,但随着生态文明的实施,区域大面积生态用地生态功能和生态经济得以提升,促进“三生”综合功能动态变化度大幅度提高。

(2)2015年“三生”功能影响因子权重系数较2010年和2020年低;2010年和2020年生态要素和经济要素对“三生”功能影响较大,但2015年的最大影响因子为生活因子。影响因子的作用与研究区的资源禀赋、经济发展模式及国家相关政策高度相关。

(3)充分认识哈尔滨市资源禀赋空间格局及经济发展模式,识别“三生”功能时空演变特征与影响因素,结合国家发展战略制定国土资源利用与保护方案,优化空间格局,是促进研究区“三生”协调发展的根本措施。

参考文献(References):

[1] 刘菁华,李伟峰,周伟奇等. 权衡城市扩张、耕地保护与生态效益的京津冀城市群土地利用优化配置情景分析[J]. 生态学报, 2018, 38(12): 4341-4350.

[2] 赵晓丽,张增祥,汪潇等. 中国近30a耕地变化时空特征及其主要原因分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(03): 1-11.

[3] 王春晓,何建华,刘殿锋等. 土地利用变化对鸟类栖息地连通性的影响——以鄂州市为例[J]. 生态学报, 2022, 42(10): 4197-4208.

[4] 耿润哲,李明涛,王晓燕等. 基于SWAT模型的流域土地利用格局变化对面源污染的影响[J]. 农业工程学报, 2015, 31(16): 241-250.

[5] Zhu C, Dong B, Li S, et al. Identifying the trade-offs and synergies among land use functions and their influencing factors from a geospatial perspective: A case study in Hangzhou, China[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 314: 128026.

[6] Yang Y, Bao W, Liu Y. Coupling coordination analysis of rural production-living-ecological space in the Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Ecological Indicators, 2020, 117: 106512.

[7] Maier L, Shobayashi M. Multifunctionality: towards an analytical framework[M]. Organisation for economic co-operation and development, 2001.

[8] Verweij P, Knapen M J R, De Winter W P, et al. An IT perspective on integrated environmental modelling: The SIAT case[J]. Ecological modelling,

2010, 221(18): 2167-2176.

[9] Boody G, Vondracek B, Andow D A, et al. Multifunctional agriculture in the United States[J]. BioScience, 2005, 55(01): 27-38.

[10] 甄霖,曹淑艳,魏云洁等. 土地空间多功能利用: 理论框架及实证研究[J]. 资源科学, 2009, 31(04): 544-551.

[11] 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(03): 378-391.

[12] 孔冬艳,陈会广,吴孔森. 中国“三生空间”演变特征、生态环境效应及其影响因素[J]. 自然资源学报, 2021, 36(05): 1116-1135.

[13] 安悦,周国华,贺艳华等. 基于“三生”视角的乡村功能分区及调控——以长株潭地区为例[J]. 地理研究, 2018, 37(04): 695-703.

[14] 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(01): 49-65.

[15] 谢晓彤,李效顺. 河南省“三生”功能时空演变特征及影响因素[J]. 农业工程学报, 2021, 37(22): 243-252.

[16] 沈悦,严金明,陈昊. 基于“三生”空间优化的城乡交错区土地整治功能单元划定[J]. 农业工程学报, 2018, 34(11): 243-252.

[17] 李晓青,刘旺彤,谢亚文等. 多规合一背景下村域三生空间划定与实证研究[J]. 经济地理, 2019, 39(10): 146-152.

[18] Yang Jie, Huang Xin. The 30m annual land cover dataset and its dynamics in China from 1990 to 2019[J]. Earth System Science Data, 2021, 13(08).

[19] Zhang J, Li S, Lin N, et al. Spatial identification and trade-off analysis of land use functions improve spatial zoning management in rapid urbanized areas, China[J]. Land Use Policy, 2022, 116: 106058.

[20] 康庆等. 山西省2005-2018年“三生”功能的时空分异特征及其影响因素[J]. 水土保持通报, 2021, 41(05): 327-337.

[21] 魏小芳,赵宇鸾,李秀彬,等. 基于“三生功能”的长江上游城市群国土空间特征及其优化[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(05): 1070-1079.

[22] 李欣,殷如梦,方斌,等. 基于“三生”功能的江苏

- 省国土空间特征及分区调控[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(08): 1833 - 1846.
- [23] Gao F, Yang W, Zhang S, et al. An Integrated Approach to Constructing Ecological Security Pattern in an Urbanization and Agricultural Intensification Area in Northeast China[J]. Land, 2023, 12(2): 330.
- [24] Vejre, H., Jensen, F. S., Thorsen, B. J., 2010. Demonstrating the importance of intangible ecosystem services from peri - urban landscapes. Ecol. Complex. 7, 338 - 348.
- [25] Lyu Y, Wang M, Zou Y, et al. Mapping trade - offs among urban fringe land use functions to accurately support spatial planning[J]. Science of the Total Environment, 2022, 802: 149915.
- [26] 冀正欣, 刘超, 许月卿等. 基于土地利用功能测度的“三生”空间识别与优化调控[J]. 农业工程学报, 2020, 36(18): 222 - 231 + 315.
- [27] 朱从谋, 苑韶峰. 杭州市土地利用功能时空权衡特征及影响因素分析[J]. 农业工程学报, 2022, 38(06): 264 - 273.
- [28] 曲衍波, 王世磊, 朱伟亚等. 黄河三角洲国土空间演变的时空分异特征与驱动力分析[J]. 农业工程学报, 2021, 37(06): 252 - 263 + 309.
- [29] Zhu C, Zhang X, Zhou M, et al. Impacts of urbanization and landscape pattern on habitat quality using OLS and GWR models in Hangzhou, China [J]. Ecological Indicators, 2020, 117: 106654.
- [30] Zhang Z, Liu Y, Wang Y, et al. What factors affect the synergy and trade - off between ecosystem services, and how, from a geospatial perspective? [J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 257: 120454.

---

#### 作者简介:

第一作者: 赵佳萍, 2001 年生, 女, 内蒙古赤峰人, 硕士, 东北农业大学公共管理与法学院, 主要研究方向为土地资源管理。Email: 1154121671@qq.com;

通讯作者: 高凤杰, 1981 年生, 女, 河北迁西人, 博士, 东北农业大学公共管理与法学院, 教授, 主要研究方向为土地资源管理。Email: gaojieneau@neau.edu.cn

---

## Study on the Spatial and Temporal Evolution Characteristics and Influencing Factors of Production – Living – Ecological Function in Harbin, China

ZHAO Jiaping, ZHAO Yafang, GAO Fengjie \*

(Public Administration and Law School of Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** With the rapid development of social economy, the contradiction between the limited land resources and the increasing demand from various land use functions is increasingly acute. Comprehending the interrelationships and determinants of diverse land use functions can facilitate the optimization of spatial patterns in land utilization, thereby enhancing the sustainability of land use practices. Taking Harbin city as an example, we constructed a comprehensive evaluation index system of production – living – ecological functions to evaluate the spatial – temporal differentiation characteristics and its evolution rules in 2010, 2015 and 2020, and quantitatively identified the influencing factors by principal component analysis. The study results show that: (1) from 2010 to 2020, the overall production function of Harbin City show a fluctuating upward trend; the living function is relatively stable, primarily concentrated in the western region and expanding southeastward along the main urban area; and the high and superior ecological functions are predominantly located in the northeast and central regions while low and inferior ecological functions are mainly distributed northwest – southeast. (2) The overall comprehensive function of production – living – ecological exhibit a gradual and fluctuating decline, while also demonstrating a spatial expansion trend from the western main urban area towards the east. (3) The overall function is significantly influenced by economic development, ecological maintenance, and agricultural production, whereas the impact of ecological bearing, spatial bearing, environmental purification, living security, and social security is relatively low. The results could provide decision – making basis for the spatial planning and sustainable development of Harbin.

**Key words:** production – living – ecological function; spatial – temporal evolution; influencing factors; Harbin city