

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20200718

• 资源利用 •

京津冀城市群土地经济密度时空格局演变 与驱动因素分析*

梁丽英¹, 官洋溢¹, 梁彦庆^{1,2*}, 史思琪¹

(1. 河北师范大学资源与环境科学学院, 石家庄 050024; 2. 河北省环境演变与生态建设实验室, 石家庄 050024)

摘要 [目的] 研究2006—2016年京津冀城市群土地经济密度的时空格局演变特征及其驱动机制。[方法] 以京津冀城市群153个县(区)为例, 运用空间自相关分析、热点分析、地理探测器等研究方法, 对土地经济密度的时空演变规律及其驱动因素进行探讨。[结果] (1) 2006—2016年京津冀城市群县(区)和地市的土地经济密度及其发展速度在空间上均呈“东高西低, 南高北低”格局, 但随时间变化区域差异逐渐缩小; (2) Moran's I指数由0.013 9上升至0.065 3, 表明在空间上存在空间集聚状态, 且随时间不断优化, 区域一体化趋势逐渐增强; (3) 空间集聚特征明显, 热点显著区集中于北京、天津等经济优势区, 并向四周梯度扩散; (4) 人均GDP、当年实际使用外资额、固定资产投资额等经济类因子对土地经济密度的解释力较大, 且任意两因子交互后作用力优于单项因子作用力。[结论] 可为京津冀城市群土地资源的合理利用和差别化调控提供参考。

关键词 土地经济密度 京津冀城市群 县(区) 时空格局演变 驱动因素

中图分类号: F301 文献标识码: A 文章编号: 1005-9121[2020]07163-10

0 引言

随着我国城市化进程的加快, 长期以来以“土地换增长”的城市发展模式使得土地资源紧缺的问题日益突出, 在此状态下如何有效提高土地利用效率和土地管理水平, 成为社会各界关注的焦点。土地经济密度作为衡量土地利用经济效益和土地集约利用程度的重要指标, 能够反映城市地域空间扩展与其空间经济产出过程协调状况, 可以对一个地区的资源供给和产业调整作出快速高效的判断^[1,2]。目前, 相关学者对土地经济密度进行的研究主要集中于探讨时空特征和规律^[3-5]、时空演变及影响机理^[6-8]、与产业结构和城市经济关联协调^[9-11]、研究方法综述^[12]等方面, 研究尺度多集中于全国、城市群多个城市、省域或某个城市, 鲜见城市群县(区)尺度方面的研究。作为中国东部沿海地区的三大城市群之一, 相比珠三角和长三角, 京津冀城市群内部土地利用与经济增长之间比例严重失衡。以京津冀城市群153个县(区)为研究对象, 从县(区)视角对2006—2016年土地经济密度区域差异、时空演变格局和驱动因素进行探讨, 以期京津冀城市群土地资源优化配置与经济社会可持续发展提供依据。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

京津冀城市群是我国三大城市群之一, 地处113°04'E~119°53'E, 36°01'N~42°37'N, 东濒渤海, 西

收稿日期: 2018-12-28

作者简介: 梁丽英(1995—), 女, 河北石家庄人, 硕士。研究方向: 区域经济与土地利用

※通讯作者: 梁彦庆(1979—), 男, 河北省石家庄人, 博士、副教授。研究方向: 资源评价与规划、区域经济与土地利用。Email: liangyanqing@126.com

* 资助项目: 国家自然科学基金项目“多尺度城市地价分异规律研究”(41471090); 河北省自然地理学重点学科项目; 河北省教育厅科学技术研究重点项目“河北省城市地价时空变化对土地集约利用的影响机制研究”(ZD2019115); 河北师范大学科技类科研重点基金项目“城市地价与土地集约利用交互机制的地理探测与优化研究”(L052018Z09)

接山西,北邻内蒙古,南与山东和河南毗邻,总面积约为 21.8 万 km²。辖北京、天津、保定、唐山、廊坊、石家庄、邯郸、秦皇岛、张家口、承德、沧州、邢台以及衡水等 13 市 153 个县(市、区)(以下简称县区)。2016 年地区生产总值达到 7.461 26 万亿元,占全国的 10%,总人口超过 1 亿人。随着全球化的发展,京津冀城市群在经济建设方面取得了突出成就,但城镇体系发展失衡、区域间经济发展差距不断扩大、土地利用效益低下等问题成为制约该地区健康发展的重要因素。

1.2 数据来源

以 2006—2016 年为研究时间段,区域国内生产总值、区域土地面积、人口密度、人均 GDP、二、三产业总值比率、固定资产投资额、当年实际使用外资额、人均土地面积、普通中学在校学生数据来源于相应年份的《北京统计年鉴》《天津统计年鉴》《河北统计年鉴》以及《北京县市统计数据库》《天津县市统计数据库》和《河北县市统计数据库》等。考虑到此期间京津冀城市群行政区划的变化,为突出县区研究主体地位,结合区划变动规则统一以 2016 年行政区划为单位进行数据收集整理。

2 研究方法

2.1 土地经济密度

作为衡量土地利用经济效益和评价城市经济发展水平的重要指标,土地经济密度可通过一定区域内地区生产总值与区域土地面积的比值进行表达^[13,14]。结合相关学者对经济指标的认可度以及县区研究单位的特殊性,确定土地经济密度的计算公式为:

$$L = G/S \quad (1)$$

式(1)中, L 为土地经济密度(万元/km²); G 为地区生产总值(万元); S 为区域土地面积(km²)。

2.2 相对发展速度

土地经济密度发展速度是区域发展能力的重要反映,为了分析不同区域土地经济密度在一定时期内相对于京津冀城市群整体的发展速度,引入相对发展率公式^[15,16],公式为:

$$Nich = \frac{Y_{2i} - Y_{1i}}{Y_2 - Y_1} \quad (2)$$

式(2)中, Y_{1i} 和 Y_{2i} 表示 i 区域在研究初期和研究末期的土地经济密度, Y_1 和 Y_2 分别表示京津冀城市群整体在研究初期和研究末期的土地经济密度。

2.3 空间自相关分析

空间自相关分析以空间关联测度为核心,通过检验空间位置上的某些要素观测值是否与其相邻空间点上的观测值存在显著关联,从而揭示研究对象之间空间相互作用机制^[17,18],可分为全局自相关和局部自相关。其中全局空间自相关是描述研究对象在区域整体上的空间集聚程度,能够分析研究对象间相对位置的空间依赖性及其显著性^[19]。为了更好地揭示研究区全局的空间演变格局特征,选用 Moran's I 指数和全局 G 指数作为衡量指标,公式为:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

式(3)中, I 为全局 Moran's I 指数; n 为分析空间的单元数; x_i 和 x_j 分别为 i 和 j 所在位置的观测值; $\bar{x}$ 为所有空间单元所要研究属性值的平均值; w_{ij} 为空间单元 i,j 的空间权重矩阵, $w_{ij}=1$ 代表 i 与 j 相邻, $w_{ij}=0$ 代表 i 与 j 不相邻, $i \neq j, w_{ij}=0$ 。

Moran's I 取值范围为 $[-1, 1]$, Moran's I > 0 表示正的空间自相关, Moran's I = 0 表示不存在空间自相关, Moran's I < 0 表示负的空间自相关,其绝对值越接近于 1 表示空间分布自相关性越大,即存在空间集聚分布。

2.4 热点分析

热点分析是一种探索局部空间聚类分布特征的方法, 代表具有显著统计学意义的高(低)值群集区域^[20, 21], 可用来确定高、低值区域的空间聚集状态, 即用来衡量空间上是否存在冷、热分布现象。具体公式为:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j} \quad (i \neq j) \quad (4)$$

式(4)中, x_i, x_j 代表要素 i 和 j 的值; w_{ij} 代表要素 i 和 j 的空间权重矩阵; n 为要素的个数。 G 值是具有统计学意义的正值, 值越高热点聚类分布越集中; 反之 G 值若为负值, 则值越低冷点聚类分布越集中。

2.5 地理探测器

地理探测器是识别地理事物空间分异性及其驱动力的一组统计学方法^[22], 检验因子与因变量在空间上是否存在相似性, 由因子探测器、交互作用探测器、生态探测器、风险探测器 4 部分组成。因子探测器用来探测因变量的空间分异性以及自变量对因变量的解释力, 交互探测器用来识别因子两两之间的交互作用^[23]。其中因子探测器的大小用 q 值来衡量, 具体表达式为:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^n N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} \quad (5)$$

式(5)中, q 为因子解释力; h ($h=1, \dots, n$) 为变量 Y 或者 X 的分层; N_h 和 N 分别为层 h 和全区的单元数; σ_h^2 和 σ^2 分别是层 h 和全区 Y 值的方差。 q 的取值在 $[0, 1]$ 之间, 数值越大, 则说明影响因子对土地经济密度的空间分异性的解释力越强。

交互探测器大小常用以下的表达式进行判断, 若 $p(x \cap y) < \min(P(x), P(y))$, 代表因子 x 和 y 交互后非线性减弱; 若 $\min(P(x), P(y)) < p(x \cap y) < \max(P(x), P(y))$ 代表 x 和 y 交互后单线性减弱; 若 $p(x \cap y) > \max(P(x), P(y))$, 代表 x 和 y 交互后双线性加强; 若 $p(x \cap y) > P(x) + P(y)$, 代表 x 和 y 交互后非线性加强; 若 $p(x \cap y) = P(x) + P(y)$ 代表因子 x 和 y 相互独立^[24]。

3 结果与分析

3.1 京津冀城市群土地经济密度时空差异特征

3.1.1 县区土地经济密度时空差异特征

基于京津冀县区土地经济密度标准化值, 将计算结果分为高值区、次高值区、中值区、次低值区和低值区 5 类, 见图 1。根据土地经济密度空间分布结果可知, 2006—2016 年京津冀城市群各县区土地经济密度整体呈上升趋势且增长速度较快, 表明土地利用效率伴随经济的发展而逐步提高。具体来看, 2006 年各县区平均土地经济密度为 1 385 万元/ km^2 , 高于城市群平均水平的有 32 个, 占总体的 21%, 其中北京市区的土地经济密度最高, 为 3.986 4 亿元/ km^2 ; 承德围场最低, 仅 30 万元/ km^2 。2016 年各县区平均土地经济密度为 4 558 万元/ km^2 , 高于城市群平均水平的有 25 个, 占总体的 16%, 其中北京市区的土地经济密度仍然处于最高水平, 为 12.994 4 亿元/ km^2 ; 承德丰宁最低, 仅 116 万元/ km^2 。

由图 2 可知, 2006—2016 年各县区土地经济密度存在明显的空间分异规律, 大致呈现“东高西低, 南高北低”的空间分布格局, 且随时间变化空间分布趋于集中。高值区分布在经济发展水平高的北京市区和天津市区, 次高值区、中值区和次低值区主要是经济基础相对较好的县区, 分布在城市群东南部, 即秦皇岛、唐山、北京、天津、石家庄、邢台等地的部分县区; 低值区相比而言分布广、范围大, 在整个城市群均有分布。总体来看, 高低值区域分布与京津冀城市群现阶段的经济水平相一致。

对 2006—2016 年处于不同等级区的县区数量进行排序,均表现为: 低值区 > 次低值区 > 中值区 > 次高值区 > 高值区, 其中处于低值区数量最多, 约占总量的 70% 左右。不同等级区同时呈现出一定空间集聚态势, 具体而言, 高值区集中分布在北京市区和天津市区; 低值区集中分布在京津冀城市群西北部; 次高值区分布在东南部的滨海新区、沧州市区和北辰区; 次低值区以北京、天津、石家庄、邢台、邯郸、唐山、秦皇岛等地为中心, 呈现出多个团块状集聚分布格局; 中值区则主要分布在北京顺义区、天津西青区和津南区、石家庄市以及邢台市区。

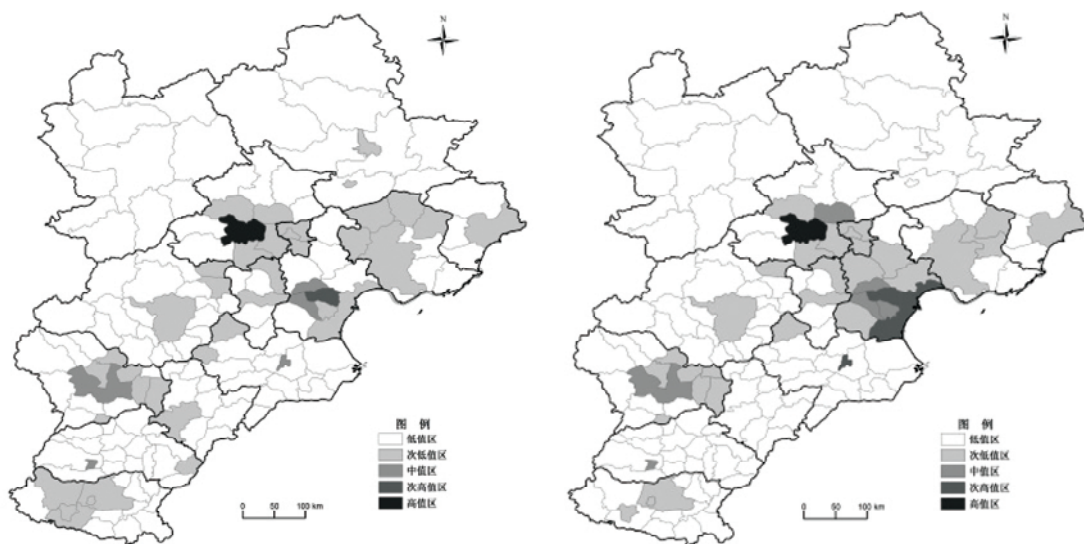


图 1 2006—2016 年京津冀城市群县区土地经济密度分布

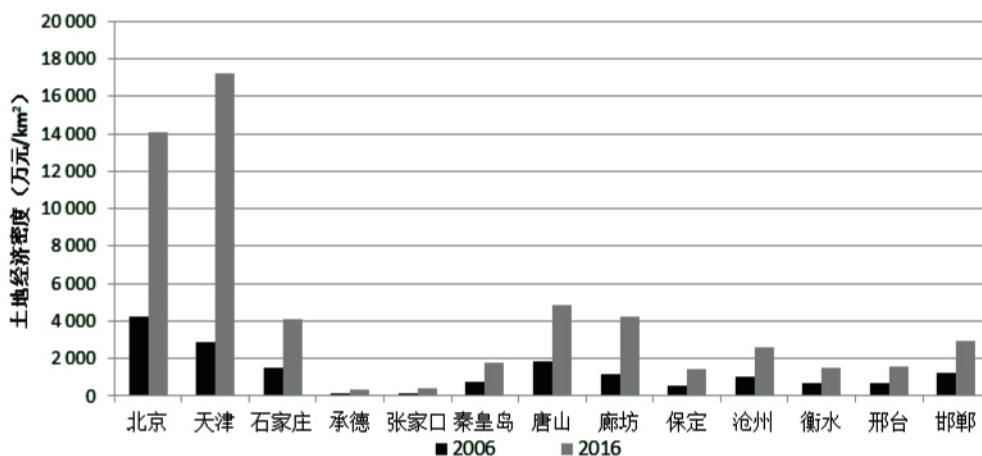


图 2 2006—2016 年京津冀 13 地市土地经济密度变化

3.1.2 地市土地经济密度时空差异特征

为更加直观反映土地经济密度的全局变化, 将各县区纳入相应地市进行时空差异特征综合分析。根据京津冀城市群 13 个地市计算结果可知, 土地经济密度区域差距较大, 但随时间均呈不断上升趋势, 如图 2 所示。其中北京、天津处于首位, 平均土地经济密度超过 9 000 万元/ km^2 ; 河北 11 个城市整体偏低, 平均土地经济密度仅约 1 600 万元/ km^2 , 其中石家庄、唐山、廊坊和邯郸的土地经济密度相对较高, 超过 2 000 万元/ km^2 ; 秦皇岛、保定、沧州、衡水和邢台次之, 约为 1 000 万元/ km^2 ; 承德和张家口最低, 不足 500 万元/ km^2 , 未来可提升空间较大。

根据式 (2) 计算得到京津冀城市群 13 个地市土地经济密度的相对发展率, 见图 3。2006—2016 年各市相对发展率变化幅度较大且存在明显区域差异, 其中北京、天津分别为 3.18、4.61, 明显高于其他 11 个城市, 是相对缓慢的承德和张家口两市的 57 倍。在河北省内, 石家庄、唐山和廊坊的发展速度较高, 分别为 0.84、0.97、0.99, 秦皇岛、保定、沧州、衡水、邢台和邯郸次之, 承德和张家口最低。通过与图 2 中各城市的土地经济密度数值对比发现, 土地经济密度值较高的城市, 其土地经济密度变动幅度越大, 相对发展速度也较快, 两者呈现明显的正向相关关系。

综上所述, 2006—2016 年京津冀城市群土地经济密度及其相对发展速度在县区和地市层面均存在明显区域差异性, 大致呈现东部高于西部、南部高于北部的特征。其中, 北京和天津全市及其所辖县区的土地经济密度值较高且相对发展速度较快, 其次为唐山、石家庄、廊坊等地, 承德、张家口土地经济密度值较低且相对发展速度较慢。

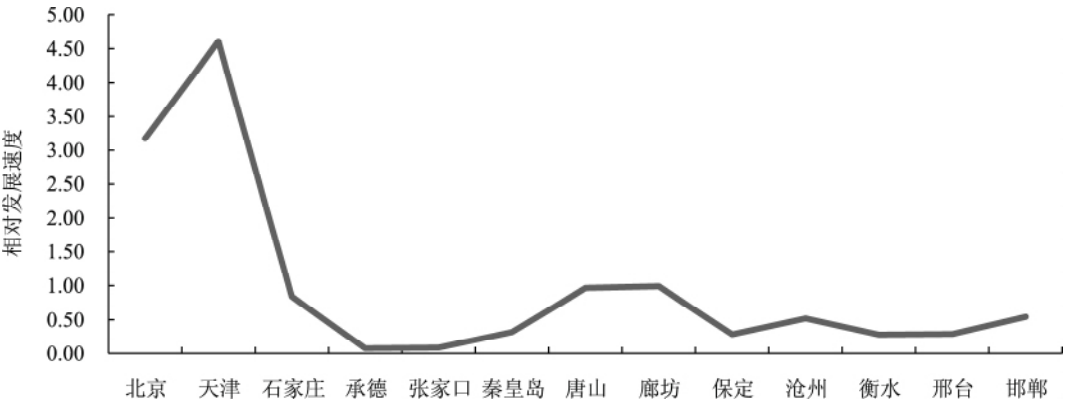


图 3 2006—2016 年京津冀 13 地市土地经济密度相对发展速度

3.2 京津冀城市群土地经济密度空间演变特征

3.2.1 空间演变格局的全局特征

根据式 (3) 并结合 ArcGIS10.2 软件, 得到土地经济密度的 Moran's I 值和全局 G 指数值。据表 1 可知, Moran's I 指数均为正值且随时间呈现逐步上升趋势, 2006 年、2008 年、2010 年、2012 年、2014 年和 2016 年的 Moran's I 指数分别为 0.013 9、0.022 3、0.034 0、0.049 5、0.064 0 和 0.065 3, 表明各县区之间土地经济密度在空间上持续存在显著的正相关性和空间集聚现象, 即高、低值显著区集中分布。2006—2016 年 Moran's I 值初期出现大幅度上升, 表明各县区之间的土地经济密度差异不断缩小; 在后期 Moran's I 值增长速度放缓, 表明这一阶段各县区之间的土地经济密度空间分布相关性变弱, 但空间集聚效应依然存在。

根据全局 G 指数的计算结果可知, 2006—2016 年京津冀城市群县区土地经济密度在空间上存在显著高值聚集区和低值聚集区, 即存在热点区域。全局 G 指数随时间呈不断上升趋势, 即各县区土地经济密度的高值和低值集聚现象呈现持续增强趋势。

表 1 2006—2016 年京津冀城市群土地经济密度的全局 Moran's I 估计值

指数值	2006	2008	2010	2012	2014	2016
Moran's I 指数	0.013 9	0.022 3	0.040 0	0.049 5	0.064 0	0.065 3
P 值	0.295 9	0.154 1	0.026 2	0.008 7	0.000 9	0.000 5
Z 值	1.045 2	1.425 2	2.222 9	2.622 9	3.331 3	3.487 8
全局 G 指数	0.132 0	0.134 3	0.143 8	0.148 4	0.159 4	0.165 4

3.2.2 空间格局演化的局部特征

为更加全面地分析京津冀城市群土地经济密度的空间关联程度,在全局空间自相关分析基础上,利用式(4)对研究区内的冷热点状况进行了分析。根据数据的显著性和 Getis-Ord G_i^* 指数结果,结合自然间断点分级法,将土地经济密度的热点区域划分为 7 类,即热点高显著区、热点中显著区、热点低显著区、冷点高显著区、冷点中显著区、冷点低显著区和随机分布区,见图 4。

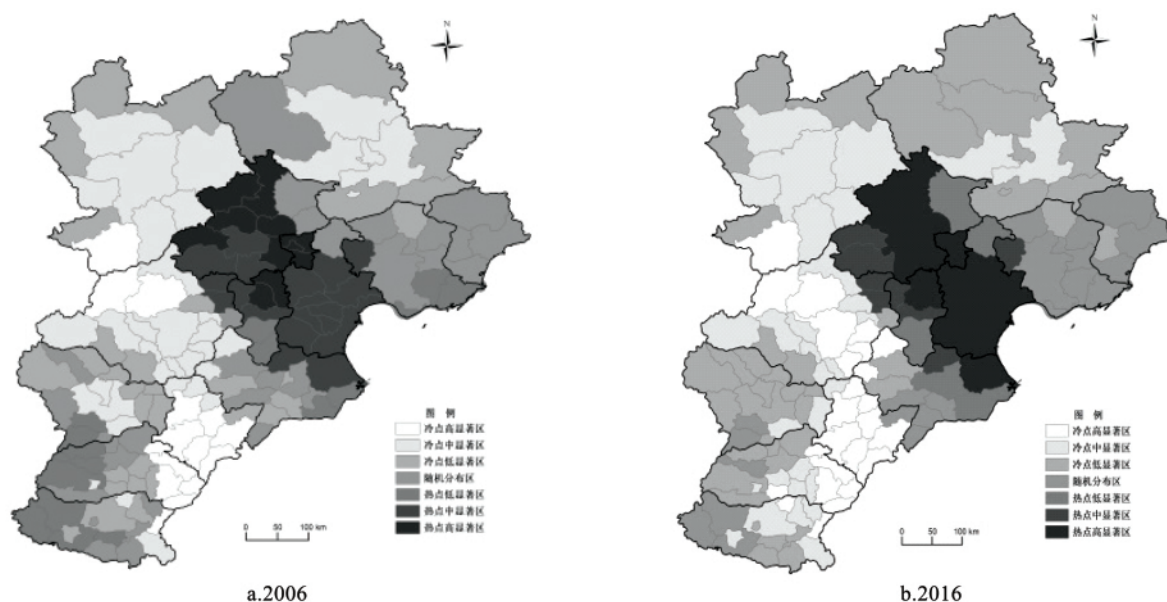


图 4 2006—2016 年京津冀城市群土地经济密度空间格局热点演化

(1) 热点显著区。2006—2016 年数量整体呈下降趋势,比重由 29% 逐渐下降到 26%,其中 2006 约有 45 个,主要分布在北京市区、天津市区以及邢台、邯郸和唐山周边县区;2016 年下降到 40 个,集中分布在京津核心地带,表明随时间推移,集聚作用力有所增强。热点高显著区,其数量由 11 个增加到 22 个,空间分布趋于集中,2006 年集中分布在北京怀柔、延庆、昌平、门头沟、顺义、通州和河北廊坊市区、三河、大厂、香河和永清;到 2016 年集中在京津区域,形成以北京市区和天津市区为代表的热点高显著区;热点中显著区,其数量由 19 个下降到 8 个,空间分布范围持续缩小,2006 年集聚分布在北京市区、天津市区、唐山玉田以及廊坊固安、霸州等地,到 2016 年集中在北京市西南部,并在唐山玉田、沧州青县零散分布;热点低显著区,其数量由 15 个下降到 10 个,空间分布进一步集中,2006 年分布在邢台、邯郸、沧州、唐山、廊坊的部分县区,到 2016 年集中分布在沧州、唐山两地。

(2) 冷点显著区。2006—2016 年数量整体呈上升趋势,比重由 52% 逐渐上升到 61%。具体而言,数量由 79 个逐渐上升到 93 个,变动较大,且集中分布在承德、张家口、保定、衡水、石家庄、邢台和邯郸等地。其中冷点高显著区的数量和分布格局变化较大,其数量由 15 个逐渐上升到 25 个,空间分布范围扩大,2006 年主要分布在保定蔚县、涞源、易县以及邢台东部和衡水大部分县区,2016 年主要分布在保定、衡水、邢台的周边县区,并零散分布于张家口蔚县、沧州任丘、肃宁及邯郸北部县区,形成以衡水和保定为代表的冷点高显著区集聚区;冷点中显著区,其数量由 32 个逐渐下降到 29 个,数量及空间分布均较为稳定,主要分布在张家口、保定、承德、石家庄、邯郸等地;冷点低显著区,其数量由 32 个上升到 39 个,数量变动较大,但空间分布较为稳定,主要分布在承德、张家口、石家庄、邢台等地及唐山、秦皇岛、邯郸周边的部分县区。

(3) 随机分布区。2006—2016 年总量由 29 个减少为 20 个,呈急剧下降趋势;从空间上看,分布区域范围逐渐扩散,集中分布趋势减弱,2006 年主要分布在秦皇岛、唐山两地以及京津冀城市群的南部;2016

年则分布在唐山、秦皇岛两地以及邢台、邯郸和沧州的部分县区。

总体来看, 热点显著区主要集中在北京和天津两地经济发展的“核心地带”, 冷点显著区主要集中在衡水、张家口等经济发展的“落后地带”, 受区域辐射带动影响, 经济发展优势区周边的土地经济密度相对较高, 而经济发展劣势区周边相对较低。冷热点分布区存在明显的空间分异现象, 随机分布区总量和分布格局波动较大, 未来要着力发挥优势区域的辐射带动作用, 加大经济投入力度, 大力发展相关产业, 提高土地利用水平, 以增强单位土地经济密度, 促进区域土地资源的高效利用和协调发展。

4 京津冀城市群土地经济密度变动的驱动因素分析

选取与当前实际发展状况最为相近的 2016 年为研究时点, 运用地理探测器软件中的因子探测器和交互探测器来分析各驱动因素对土地经济密度的影响力及其交互影响程度。参照冯科^[3]、罗文斌^[6]、高佳^[8]、方斌^[14]、夏浩等学者^[25-30]已有的研究成果, 结合数据的可获取性、完整性和典型性等特征, 选取二、三产业总值比率 (X_1)、固定资产投资额 (X_2)、当年实际使用外资额 (X_3)、人口密度 (X_4)、人均土地面积 (X_5)、人均 GDP (X_6) 和普通中学在校学生 (X_7) 等 7 个指标作为驱动因素。其中, 投资强度采用固定资产投资额来表征^[7,8,28], 涉及到的人口指标数据统一采用户籍人口来表征^[31-33]。

表 2 京津冀城市群土地经济密度因子探测分析

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
q 值	0.102 7	0.594 6	0.524 4	0.454 6	0.183 8	0.621 8	0.239 4

表 3 京津冀城市群土地经济密度交互作用探测分析

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	0.102 7						
X_2	0.727 7	0.594 5					
X_3	0.623 5	0.650 8	0.524 3				
X_4	0.565 2	0.619 1	0.585 0	0.454 6			
X_5	0.398 7	0.681 2	0.608 6	0.536 5	0.183 8		
X_6	0.690 6	0.652 9	0.643 0	0.648 0	0.685 9	0.621 8	
X_7	0.365 5	0.695 7	0.609 6	0.702 3	0.556 9	0.703 9	0.239 3

由表 2 因子探测结果可知, 京津冀城市群土地经济密度的主导驱动因素及因子解释力差距较大, 各驱动因素的 q 值都处于显著范围内, 但解释力大小具有明显差距。具体解释力大小 (q 值) 的排序为: 人均 GDP (X_6) > 固定资产投资额 (X_2) > 当年实际使用外资额 (X_3) > 人口密度 (X_4) > 普通中学在校学生 (X_7) > 人均土地面积 (X_5) > 二、三产业总值比率 (X_1)。其中, 人均 GDP 解释力最大, 明显区别于其他因素, q 值显著性高达 0.621 8, 表明该因素对土地经济密度合理化发展的解释力具有主导作用, 因此属于主导驱动因素; 其次为固定资产投资额、当年实际使用外资额, 其解释力 q 值均高达 0.5 以上, 分别为 0.594 6、0.524 4, 这两个因素为典型的经济性因素, 对土地经济密度具有重要影响, 属于高水平驱动因素; 而人口密度、普通中学在校学生、人均土地面积、二、三产业总值比率的解释力 q 值均小于 0.5, 分别为 0.454 6、0.239 4、0.183 8、0.102 7, 这些因素涉及社会发展的各个方面, 但由于受土地经济密度定义及计算方法的影响, 解释力较小, 属于低水平驱动因素, 其中人均土地面积 q 值较小的原因为: 对某一县区来说, 在 GDP 不变的情况下, 人均土地面积值越小, 土地经济密度越大。因此, 因子探测分析结果与实际情况相符, 结果较为合理。

由表 3 因子交互探测结果可知, 各驱动因素与土地经济密度均存在交互作用, 且任意两因子交互后的作用力显著高于单项因子的作用力, 具有双因子增强或者非线性增强的特征, 表明经济、自然资源、社会等各方面的交互影响力优于单项因素的解释力, 即在任意两因素交互作用下, 各县区间土地经济密度的差

异逐步缩小。整体来看,经济类因子对土地经济密度的交互影响力显著区别于与其他类型因子的交互影响力。其中固定资产投资与二、三产业总值比率的交互因子影响力最大,交互影响达到 0.727 7,其次为人均 GDP 与二、三产业总值比率交互因子,交互影响为 0.703 9。

综上所述,所选因素对京津冀城市群各县区土地经济密度均具有一定的影响,但是影响力大小差异较大,未来仍需通过转变土地经济利用方式大力发展经济,以优化土地经济密度的整体分布格局。

5 结论与讨论

5.1 结论

(1) 京津冀城市群县区与地市土地经济密度的空间分布格局均呈现出“东高西低,南高北低”特征,高值区集中于京津地区,低值区分布在城市群西北部,次高值区、中值区和次低值区分布在城市群东南部经济基础相对较好的县区。土地经济密度与相对发展速率之间存在正向相关关系,土地经济密度值越大,其相对发展速度也越快,但差异随时间不断缩小。

(2) 通过空间自相关分析结果可知, Moran's I 指数由 0.013 9 上升到 0.065 3,表明京津冀城市群土地经济密度在空间上显著性不断增强,县区间差异不断缩小。

(3) 通过热点分析结果可知,京津冀城市群土地经济密度空间集聚特征明显,在空间上呈现由京津向四周梯度降低的趋势,冷热点分布区存在明显的空间分异现象。热点显著区主要集中在京津等经济发展优势区,冷点显著区主要集中在衡水和张家口等经济发展劣势区。

(4) 根据地理探测器的因子探测和交互探测结果可知,人均 GDP 为主导因素,当年实际使用外资额、固定资产投资额对土地经济密度的解释力较大,且任意两因子交互后的因子解释力优于单因子的解释力。其中,经济类因子对京津冀城市群土地经济密度的影响最大。

5.2 讨论

合理配置土地资源,优化土地利用配置是实现土地利用集约化和可持续发展的必经之路,为使土地利用效率得到有效提升,必须通过科学规划、要素整合等方式对土地资源进行合理利用,从而为社会经济可持续发展提供可靠保障。北京和天津作为京津冀城市群的主要增长极,应加强对周边区域经济发展的辐射和带动作用,缩小县区间发展差异。在协同发展战略引导下,京津冀城市群应继续坚持“引进来”与“走出去”相结合,加大对第三产业的投资和扶持力度,促进人力、资金等要素向落后区域流通,进而促进城市群整体土地经济密度的提高。

对 2006—2016 年京津冀城市群土地经济密度的时空格局演变与驱动因素进行分析,能较为直观反映区域经济发展和区域土地经济利用状况,同时对其他城市群土地经济密度研究具有一定参考价值。然而,由于京津冀城市群县区的特殊性,当前驱动因素选取受到一定限制,今后可针对驱动因素作更深层次的研究;同时,该研究仅从县区视角对城市群土地经济密度的时空演变特征和驱动因素进行了初步分析,未来将针对不同尺度土地经济密度的影响机理及应对策略等进行进一步探讨。

参考文献

- [1] 周敏,胡碧霞. 东北地区城市土地经济密度格局演变. 城市问题, 2018 (10): 62-68.
- [2] 王宏亮,郝晋珉,管青春,等. 内蒙古自治区城镇土地经济密度的区域差异及其收敛性分析. 中国农业大学学报, 2018, 23 (2): 139-146.
- [3] 冯科,吴次芳,陆张维,等. 中国土地经济密度分布的时空特征及规律——来自省际面板数据的分析. 经济地理, 2008, 28 (5): 817-820.
- [4] 匡兵,卢新海,周敏,等. 中国地级以上城市土地经济密度差异的时空演化分析. 地理科学, 2017, 37 (12): 1850-1858.
- [5] 贝涵璐,吴次芳,冯科,等. 土地经济密度的区域差异特征及动态演变格局——基于长江三角洲地区的实证分析. 自然资源学报, 2009, 24 (11): 1952-1962.
- [6] 罗文斌,吴次芳,冯科. 城市土地经济密度的时空差异及其影响机理——基于湖南省城市面板数据的实证分析. 城市发展研究,

- 2010, 17 (6): 68–74.
- [7] 王枫, 汤惠君, 杜继丰. 广东省城镇建设用地经济密度差异时空特征及影响机理. 热带地理, 2014, 34 (1): 87–94.
- [8] 高佳, 李世平, 李文婷. 辽宁省土地经济密度时空特征及驱动力分析. 中国农业资源与区划, 2014, 35 (5): 30–37.
- [9] 陆贝贝, 李刚. 江淮城市群土地经济密度与城市经济联系协调关系研究. 蚌埠学院学报, 2014, 3 (5): 88–92.
- [10] 姚飞, 陈龙乾, 王秉义, 等. 合肥市产业结构与土地经济密度的关联协调研究. 中国土地科学, 2016, 30 (5): 53–61.
- [11] 胡涛, 张安明, 杨庆媛, 等. 重庆市产业结构与土地经济密度的关联协调研究. 水土保持研究, 2018, 25 (5): 250–256.
- [12] 毛巧梅. 经济密度时空格局研究方法综述. 经济视角, 2013 (6): 78–79.
- [13] 张富刚, 郝晋珉. 中国城市土地利用集约度时空变异分析. 中国土地科学, 2005, 19 (1): 23–29.
- [14] 方斌, 吴金凤, 孟颖. 江苏省土地经济密度的时空变异分析. 农业现代化研究, 2010, 31 (6): 84–95.
- [15] 欧阳南江. 改革开放以来广东省区域差异的发展变化. 地理学报, 1993, 48 (3): 204–217.
- [16] 艾凤巍. 呼伦贝尔地区耕地集约利用与生态安全协调发展研究. 中国农业资源与区划, 2018, 39 (4): 193–199.
- [17] 谢保鹏, 陈英, 张文斌, 等. 甘肃省县区单元城镇工矿用地经济密度区域差异及动态演变特征分析. 干旱区资源与环境, 2012, 26 (11): 12–19.
- [18] 宋文, 裴婷婷, 陈英, 等. 基于空间自相关的征地补偿标准分区可塑性面积单元问题效应研究. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (3): 101–106.
- [19] 彭程, 陈志芬, 吴华瑞, 等. 基于ESDA的城市可持续发展能力时空分异格局研究. 中国人口·资源与环境, 2016, 26 (2): 144–151.
- [20] Getis A, Ord J K. The analysis of spatial association by use of distance statistics. Geographical Analysis, 1992, 24 (3): 189–206.
- [21] 王宏, 闵建忠, 李惠莲. 中国14个连片特困地区的森林转型及其解释. 地理学报, 2018, 73 (7): 1253–1267.
- [22] 杨振, 丁启燕, 周晴雨, 等. 长江中下游地区人口健康水平空间分异特征和地理影响因子. 地理与地理信息科学, 2018, 34 (6): 77–84.
- [23] 刘春艳, 张科, 刘吉平. 1976—2013年三江平原景观生态风险变化及驱动力. 生态学报, 2018, 38 (11): 3729–3740.
- [24] 王琦, 汤放华. 洞庭湖区生态—经济—社会系统耦合协调发展的时空分异. 经济地理, 2015, 35 (12): 161–167, 202.
- [25] 夏浩, 苑韶峰, 杨丽霞. 浙江县域土地经济效益空间格局演变及驱动因素研究. 长江流域资源与环境, 2017, 26 (3): 341–349.
- [26] 曹广忠, 白晓. 中国城镇建设用地经济密度的区位差异及影响因素——基于273个地级及以上城市的分析. 中国人口·资源与环境, 2010, 20 (2): 12–18.
- [27] 张改素, 丁志伟, 赵萌, 等. 中原经济区县域经济密度的空间分异及影响因素. 经济地理, 2014, 34 (9): 19–26.
- [28] 韩梯珊. 延安市土地经济密度时空分异和驱动因素研究 [硕士论文]. 西安: 长安大学, 2017.
- [29] 杨勇, 杨忍. 河南省人口城镇化特征及影响因素的空间异质性. 地理与地理信息科学, 2014, 30 (5): 60–65.
- [30] 张雅杰, 王乐颖, 张丰, 等. 成渝城市群城镇化质量评价及影响因素分析. 地理信息世界, 2019 (1): 48–53.
- [31] 王薇. 河北省县域经济竞争力综合评价研究 [硕士论文]. 石家庄: 河北科技大学, 2009.
- [32] 王胜鹏, 方叶林. 1998—2015年安徽省县域“人口—经济”时空耦合特征研究. 资源开发与市场, 2017, 33 (11): 1364–1370, 1409.
- [33] 张红梅, 朱海, 张目, 等. 基于相对熵的县域新型城镇化发展水平评价. 统计与决策, 2017 (18): 66–68.

SPATIAL-TEMPORAL EVOLUTION OF LAND ECONOMIC DENSITY AND ITS DRIVING FACTORS IN BEIJING-TIANJIN-HEBEI URBAN AGGLOMERATION*

Liang Liying¹, Guan Yangyi¹, Liang Yanqing^{1, 2*}, Shi Siqi¹

(1. College of Resource and Environmental Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang, Hebei 050024, China;

2. Lab of Environment Change and Ecological Construction of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050024, China)

Abstract The research aims to analyze the spatial-temporal evolution characteristics of land economic density and its driving mechanism in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration from 2006 to 2016. Taking 153 counties in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration as an example, it discussed the spatial and temporal evolution of land economic density and its driving factors based on spatial auto-correlation analysis, hotspot analysis and geographic detectors model. Conclusions were drawn as follows. (1) During the period of 2006 to 2016, the economic density and development speed of counties and cities showed a pattern of "high in the east and low in the west, high in the

south and low in the north", but the regional differences gradually decreased; (2) Moran's I index increased from 0.013 9 to 0.065 3, indicating the existence of spatial agglomeration in space, and the trend of regional integration gradually strengthened with the continuous optimization over time; (3) The characteristics of spatial agglomeration were obvious, and the hot spots were concentrated in economically advantageous areas such as Beijing and Tianjin, spreading gradually to the surrounding areas; (4) Economic factors, such as per capita GDP, actual use of foreign capital, and investment in fixed assets, had a greater explanatory power for land economic density, and the interaction between any two factors was better than the single factor. The research can provide reference for the rational utilization and differential regulation of the land resources in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration.

Keywords land economic density; Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration; county level; spatial-temporal evolution; driving factors

• 书评 •

三维数字动画在园林景观设计中的应用

——评《园林计算机辅助设计之 3ds Max》



园林景观设计是综合运用艺术与技术手段合理地处理自然景观、园林景观、人类活动之间复杂关系的过程,其设计作品不仅应有视觉上的美感,更应与周围的环境相协调。在科技繁荣发展的今天,传统的手绘式设计已不能满足当前高效绘图的要求,但计算机辅助设计在园林行业应用较晚,现有的园林景观设计过程大都是使用 CAD 软件进行的二维施工图绘制,缺点是三维效果的表达能力有限,缺乏三维建模、施工图制作、可视化制作的功能。《园林计算机辅助设计之 3ds Max》一书基于

静帧园林效果图制作的整个工作流程,以工作任务为驱动,以“项目-任务-实训”为架构展开编写。该书系职业教育国家规划教材,由中国农业大学出版社出版,邓洁主编。全书由 6 个项目构成,即认识 3ds Max、3ds Max2012 基础知识、创建模型、材质贴图、摄影机、灯光与渲染输出,以及园林效果图制作综合实训等。内容详实、讲解深入,注重与相关软件知识的衔接,具有较强的专业性、实践性。由于景观设计不论规模大小,在空间组织上都希望达到一步一景、景随步移的效果,因此通过三维数字动画对作品全方位、真实动态的表现对于园林景观设计至关重要。

3ds Max 作为制作园林景观效果图非常实用的三维设计软件,为园林景观设计提供了极好的展示手段。通过 3ds Max 制作效果图分为 4 步:第一步,建模。在对园林场景进行分析,确定其基本情况及主次结构后,将平面图形导入 3ds Max 场景中,进行描边建模。第二步,材质与贴图。3ds Max 拥有强大的表面贴图与材质编集功能,可以为模型赋予合适的材质,这也是实现效果图视觉效果的重要环节之一。第三步,灯光与渲染。在场景中添加不同的灯光类型,进行相应的参数修改,最后对场景进行渲染。第四步,后期处理。后期处理类似于手绘图像中的润色过程,3ds Max 经过渲染后得到的只是园林效果图的支架,后期细节处理需要

(下转第 223 页)