

DOI:10.19322/j.cnki.issn.1006-4710.2020.03.015

高速铁路的建设对沿线区域土地利用变化影响研究 ——以京沪高铁山东段为例

刘长龙¹, 常 军¹, 刘 娜², 张 腾¹

(1. 山东师范大学 地理与环境学院, 山东 济南 250000; 2. 武城县第二中学, 山东 德州 253300)

摘要: 中国已经步入高铁时代, 高速铁路的快速发展必然会对周边区域带来巨大的影响, 为了研究高速铁路对周边区域土地利用变化的影响, 以京沪高铁山东段 15 km 缓冲区的半径范围为研究区域, GIS 与 RS 理论与方法技术相结合, 以高铁建设前、运营初期、运营现状 3 期遥感影像数据为基础, 将研究区划分为耕地、林地、建设用地、水体和其他用地等 5 种土地利用类型, 借助土地利用模型与方法, 对土地利用类型时空变化、利用程度等特征进行研究, 分析高速铁路建设对周边地区土地利用变化的影响。结果表明: 耕地是京沪高铁建设前期最主要的土地利用类型, 2008—2013 年呈现逐渐减少趋势, 而建设用地是变化幅度最大的土地利用类型; 综合土地利用动态度 2008—2013 年高于 2013—2018 年且土地利用程度逐年增加, 景观多样性指数呈现递增趋势; 高铁周边建设用地重心位置整体呈现向高铁线路方向移动, 而耕地重心位置整体呈现背离高铁线路方向移动, 且城市等级越高城市越发达其重心位置转移越明显。

关键词: 地理信息系统; 京沪高铁; 遥感影像; 土地利用; 景观格局; 重心转移

中图分类号: P23, K90

文献标志码: A

文章编号: 1006-4710(2020)03-0367-09

Study of the effect of high-speed railway construction on the changes of surrounding area land use: based the high speed railway of Beijing to Shanghai in Shandong Province

LIU Changlong¹, CHANG Jun¹, LIU Na², ZHANG Teng¹

(1. College of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250000, China;

2. The Second School of Wucheng, Dezhou 253300, China)

Abstract: China has entered the era of high-speed rail, and the rapid development of high-speed railway will inevitably bring a great impact on the surrounding areas. In order to study the impact of high-speed railway on the land-use change of surrounding areas, the radius of 15 km buffer zone in Shandong section of Beijing Shanghai high-speed railway is taken as the research area, with GIS and RS theory and method technology combined; the remote sensing image data before, during and after the construction of high-speed railway, is based. The study area is divided into five land use types; cultivated land, forest land, construction land, water body and other land. With the help of land use model and method, the characteristics of land use type, such as spatial-temporal change and utilization degree, are studied, with the influence of high-speed railway construction on land-use change in surrounding areas analyzed. The results show that: cultivated land is the most important land use type in the early stage of Beijing Shanghai high-speed railway construction, showing a decreasing trend from 2008 to 2013, while the construction land is the land-use type with the largest change range; the comprehensive land-use dynamic degree in 2008—2013 is higher than that in 2013—2018, with the land-use degree increasing year by year, and the landscape diversity index shows an increasing trend; the construction land around the high-speed railway shows an increasing trend the center of gravity moved to the direction of high-speed rail line,

收稿日期: 2020-04-30; 网络出版日期: 2020-09-01

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1294.N.20200831.1556.004.html>

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(18BJY086); 山东省自然科学基金资助项目(ZR2012DM009)

第一作者: 刘长龙, 男, 硕士生, 研究方向为遥感与 GIS 应用。E-mail: 1207408052@qq.com

通信作者: 常军, 男, 博士, 副教授, 硕导, 研究方向为遥感与 GIS 应用。E-mail: changj@163.com

while the center of gravity of cultivated land moved away from the direction of high-speed rail line. The higher the city level, the more developed the city, and the more obvious the shift of center of gravity.

Key words: GIS; Beijing-Shanghai High-Speed Railway; remote sensing image; the land use; landscape pattern; shifting the center of gravity

2003年,我国第一条高速铁路——秦沈客运专线正式开通运营。十几年来,我国高速铁路的发展势如破竹,其运营里程已经跃居世界之首^[1],建成了全球最大的高速铁路网,打造出了世界级的中国高铁品牌^[2]。但是高铁作为一种特殊而又重要的交通运输方式,其发展会不可避免地对城市及其沿线区域空间内的生态环境产生着巨大影响^[3],具体表现在铁路沿线林地耕地的占用、建筑物的拆迁与重建、农用地与建设用地的转化等土地利用格局结构的变化^[4]。与此同时,高铁的建设势必会对沿线区域的景观格局变化产生影响,而景观格局的变化很大程度上体现在土地利用类型的变化^[5]。

国外学者关于高铁建设对周边区域的影响研究开始较早,1988年,Schutz等通过实地调研分析,提出了“三个发展区”的高铁交通枢纽地区的结构布局模型;Steven认为公共交通会对土地利用产生不同程度的影响,并把这些影响分为直接、间接和次要三类^[6]。我国高铁起步较晚,国内学者对高铁研究相对较少,朱彦东等^[7]通过对国内火车站进行研究分析,借鉴国外“圈层理论”的基础上提出了“圈层式地域再开发”模式,将火车站地区分为核心功能圈和交通综合体;王蛟娥等^[8]通过可达性分析研究得出高铁建设有助于推进城市空间结构的重组等。现阶段

高铁建设对土地利用的影响研究主要集中在具体地价、土地利用结构以及利用效率等理论,缺乏体现具体变化情况的实例分析研究。综上,本文从实证研究视角出发,选取京沪高铁山东段为研究对象,对高速铁路沿线区域土地利用变化进行系统性分析,可以形象直观地反映出高铁周边地区土地利用格局的时空演变,能够为以后高铁站点选址、路线规划等决策提供科学支撑。

1 研究区概况

京沪高铁于2011年6月正式通车运营,全长共1318 km。京沪高铁连接了我国渤海和长三角两大经济圈^[9],全线贯穿冀、鲁、皖、苏四省和京、津、沪三市,经过海河、黄河、淮河、长江四大水系,其沿线区域是中国社会经济发展最为活跃的地区之一。京沪高速铁路运行时速350 km/h,全程运行最短时间仅需4小时28分^[10]。根据TOD模式理论,Schutz、Pol(1988)提出了高铁周边以高铁枢纽为核心,向四周发散的圈层结构模式^[11],国内学者訾海波、马超等对圈层理论进一步深入研究^[12]。基于圈层理论和京沪高铁周边实际情况,选取京沪高铁沿线15 min车程的第三发展圈,即15 km缓冲区作为研究区域,见图1。

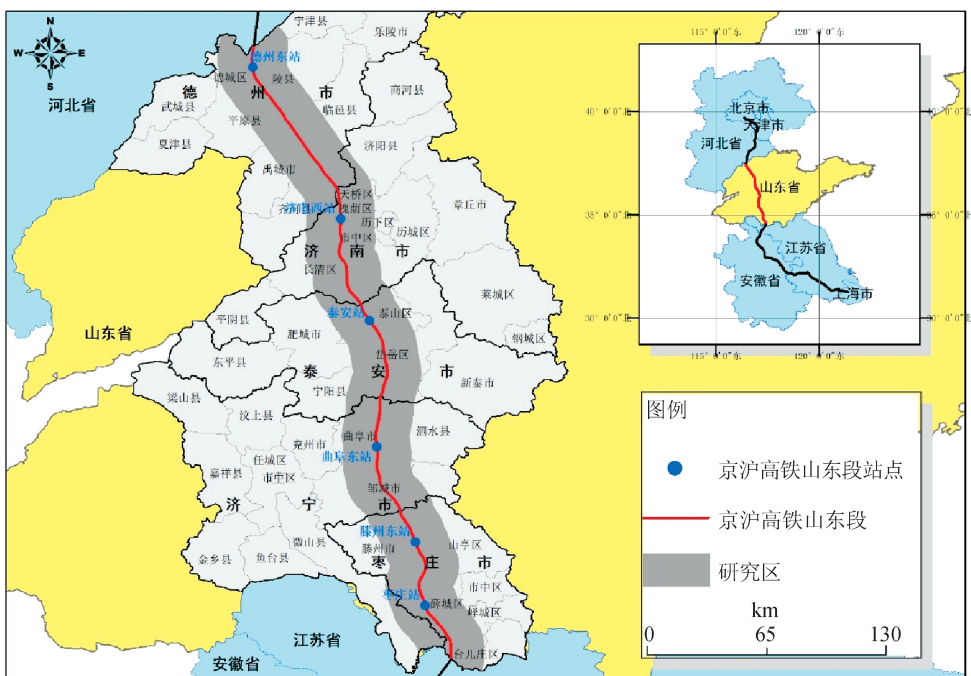


图1 研究区概况
Fig.1 Study area

京沪高铁山东段全长 358 km, 设有德州东站、济南西站、泰安站、曲阜东站、滕州东站、枣庄站 6 个车站, 研究区面积 107 84. 38 km²。其沿线区域属暖温带季风气候区, 雨热同期, 降水集中, 地貌类型复杂且多, 主要以平原、台地、丘陵、山地为主, 地势中部高, 两侧低, 形成了以山地丘陵为骨架、平原盆地交错环列其间的地形大势^[13]。京沪高铁的开通, 多层次多方面改善了交通物流、区域经济格局等地位, 为山东省区域经济发展带来了重大机遇^[14]。

2 数据源与研究方法

2.1 数据源及其预处理

多源、多时相的遥感空间数据是对区域内的土地利用动态变化进行监测最直接有效的数据源^[15]。本文选取京沪高铁山东段建设前、运营初期、稳定运营后三个时间节点, 以 5 年为一时间段, 即选取 2008 年 1 月、2013 年 8 月和 2018 年 8 月的 Landsat 影像数据, 以 3 期影像数据和全国铁路矢量数据为基础数据源, 其中三期遥感影像数据含云量均小于 8%。对三期遥感数据进行预处理, 主要包括辐射定标、大气校正、图像裁剪与镶嵌等, 并利用 Envi 软件进行图像融合, 将 Landsat 8 影像 30 m 分辨率的多光谱波段与 15 m 分辨率的全色波段重采样生成 15 m×15 m 分辨率多光谱影像遥感数据, 处理后的影像既有较高的空间分辨率, 又具有多光谱特征。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用信息提取

建立土地利用分类系统是进行遥感影像解译的基础^[16], 基于土地利用分类标准以及研究区实际情况, 将京沪高铁山东段周边区域土地利用划分为耕地、林地、建设用地、水体以及其他用地五种类型。耕地主要指种植农作物或以种植农作物为主, 间有零星果树或其他树木的土地, 包括水田、水浇地和旱田。林地主要指长有竹类、灌木、乔木的土地以及高山上的一些果园、防护林等。建设用地的覆盖面较广, 主要包括居民用地如城镇住宅用地、农村宅基地, 商服用地如餐饮、娱乐、市场等建筑物, 道路基础设施以及工业用地和特殊用地等^[17]。水体主要包括河流、湖泊、水库、坑塘以及水利设施用地等^[18]。其他用地主要指空闲地、未利用地以及裸漏的山头等。基于多源多时相遥感数据选择及其预处理, 以全国第三次土地调查地类判别标准为参考, 采用基于深度学习的面向对象遥感图像分类方法, 训练样本选取分布均匀、辨识度高且具有代表性, 并进行反复训练与筛选, 最终确定分类精度较高的训练样本。根据地理特征指标(改进的归一化水平指数 MNDWI、归一化植被指数 NDVI) 影像波段信息进行分类, 实现影像的多尺度分割, 结合人工目视解译对土地利用类型进行调整最终得到京沪高铁山东段周边土地利用提取结果, 见图 2。

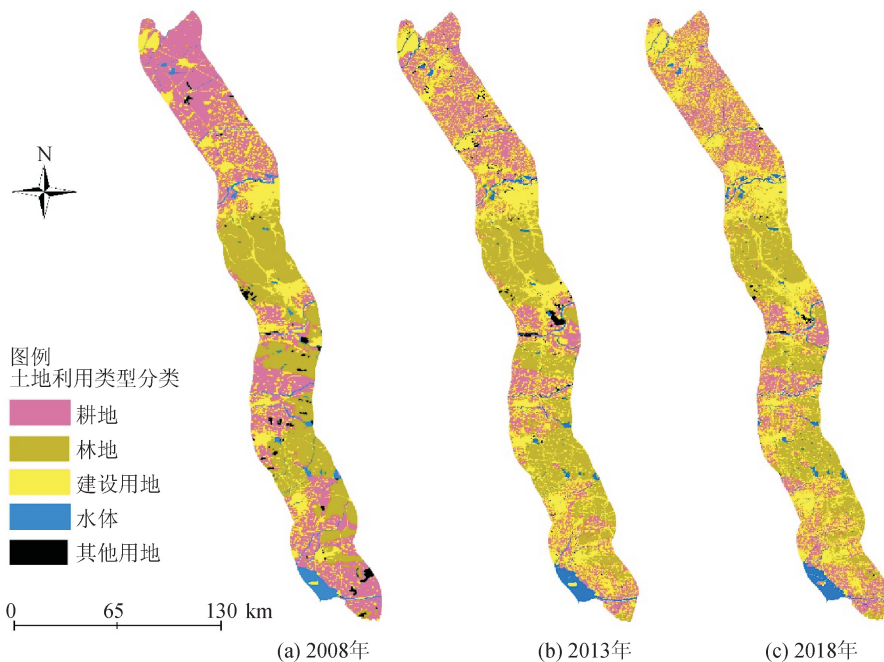


图 2 研究区土地利用类型分布

Fig. 2 Distribution of land use types in study area

对三期土地利用类型数据进行精度评价, 总分 类精度分别为 89. 75%、92. 25%、90. 67%, Kappa

系数分别为 0.794 7、0.834 8、0.812 8,三期遥感影像土地利用类型分类结果较为理想,满足研究应用需求。

2.2.2 土地利用类型动态度

土地利用类型动态度主要体现在某种土地利用类型在不同时间范围内的数量(面积)变化程度^[19],分为单一土地利用类型动态度和综合土地利用类型动态度,对体现不同土地利用类型的动态变化差异以及预测其变化趋势具有重要意义。

1) 单一土地利用类型动态度

单一土地利用类型动态度描述了某种特定的土地利用类型在一定时间范围内的变化情况^[20],是衡量一种土地利用类型动态变化的指标,其公式为:

$$S_i = \frac{U_{i,b} - U_{i,a}}{U_{i,a}} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: S_i 表示单一土地利用类型动态变化指标; $U_{i,a}$ 和 $U_{i,b}$ 分别表示某种特定土地利用类型研究初期与研究末期的面积; T 表示研究时间范围,本文以 a 为单位。

2) 综合土地利用类型动态度

综合土地利用类型动态度描述的是整体土地利用类型在一定时间范围内的变化程度情况,其公式为:

$$LC = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n U_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: LC 表示研究区域综合土地利用类型动态变化指标; U_i 表示研究初期 i 类土地利用类型面积; V_i 表示研究时间范围内 i 类土地利用类型转化为非 i 类土地利用类型的面积; T 表示研究时间范围,本文以 a 为单位。

2.2.3 土地利用程度综合指数

土地利用程度综合指数反映了总研究时间范围内整体的土地利用类型变化情况^[21],侧重于类型变化的过程。对土地利用程度进行研究可以分析出土地利用变化的大体趋势以及土地利用类型具体的变化过程,其公式为:

$$D = \sum_{i=1}^n C_i \times P_i \quad (3)$$

式中: D 表示研究区域土地利用程度综合指数; n 表示土地利用程度分级数; C_i 表示第 i 级土地利用程度分级指数; P_i 表示第 i 级土地利用程度分级面积的百分比。

2.2.4 景观多样性指数

对研究区域内景观格局变化进行研究,能有效反映区域内土地利用状况及空间特征变化,景观多样性指数能够反映出区域内结构的复杂程度,其公式为:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \times \ln P_i \quad (4)$$

式中: H 表示景观多样性指数且 $H \geq 0$; n 为景观斑块类型总数; P_i 表示第 i 类斑块在景观中出现的概率,用面积占比表示。

2.2.5 景观破碎度指数

景观破碎度是指景观的破碎程度,一定程度上能反映出人类行为对景观的干扰程度,其公式为:

$$C = \frac{n_i}{MPS} \quad (5)$$

$$MPS = \frac{a_i}{n_i} \quad (6)$$

式中: C 表示第 i 类景观的破碎度指数且 $C > 0$; i 表示第 i 类景观类型斑块的总个数; a_i 表示第 i 类景观类型的斑块总面积; MPS 表示平均斑块面积。

2.2.6 重心模型

重心模型旨在了解区域内各要素在空间上的均衡点,这种要素可以是经济总量重心、土地利用类型重心、人口总量重心等多个方面。在时间上,重心动态偏移表示区域要素分布的对比和转移,有助于深化研究对象发展历程、状态和趋势;空间上,重心模型反映区域要素与形心分析的契合程度,便于分析研究对象空间上的流动性与聚集性^[22],其公式为:

$$(X, Y) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n M_i X_i}{\sum_{i=1}^n M_i}, \frac{\sum_{i=1}^n M_i Y_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \right) \quad (7)$$

式中: (X, Y) 表示重心坐标; M_i 表示平面 i 的权重或质量; X_i 表示平面 i 点的经度或坐标; Y_i 表示平面 i 点的纬度或坐标。

3 高铁沿线土地利用变化分析

3.1 土地利用类型变化转移分析

根据研究区遥感影像解译结果,统计出各土地利用类型的面积和比重,可以分析研究区土地利用结构,见表1。

由统计数据可以看出,2008年至2018年京沪高铁山东段周边土地利用类型中耕地、林地和建设用地变化幅度最大,水体及其他用地变化均不是很明显。建设用地变化幅度最大,且呈现逐年递增趋势,由2008年2292.58 km²增加到2018年的4172.83 km²,增长了18个百分点;耕地与林地呈逐年递减趋势,耕地由43%减少至31%,共减少1306.4 km²,林地则略微减少5个百分点,共计514.8 km²;水体及其他用地面积基本稳定,波动范围小于2%。

土地利用类型转移矩阵可以具体展示不同时相的各土地利用类型面积变化情况^[23],见表2和表3。在京沪高铁建成运营前后,耕地是转移为建设用地

最多的土地利用类型,其次为林地,同时,建设用地也是转移为耕地和林地最多的土地利用类型。2008—2018年,耕地共计向建设用地转移 2 220.60 km²,主要分布于交通干线、站点附近以及城市周边;耕地向林地转移共计 317.29 km²,退耕还林是主要原因;交

通干线和城市建设等占用林地,使其向建设用地共转移 787.01 km²;林地向耕地转移 375.58 km²,主要表现在山坡附近的毁林开垦地段;由于复垦以及建筑拆迁与更新等原因导致建设用地向耕地和林地分别转移 918.12 km²和 284.84 km²。

表 1 研究区土地利用变化
Tab. 1 Land use change in study area

土地利用类型	2008年		2013年		2018年	
	面积/km ²	比例	面积/km ²	比例	面积/km ²	比例
耕地	4 681.46	0.43	3 455.62	0.32	3 375.06	0.31
林地	3 196.79	0.30	3 000.82	0.28	2 681.99	0.25
建设用地	2 292.58	0.21	3 742.62	0.35	4 172.83	0.39
水体	417.01	0.04	450.74	0.04	518.04	0.05
其他用地	196.54	0.02	134.58	0.01	36.46	0.00
总计	10 784.38	1	10 784.38	1	10 784.38	1

表 2 研究区 2008—2013 年土地利用类型转移矩阵
Tab. 2 2008—2013 land use type transfer matrix in study area

2008年土地 利用类型	2013年土地利用类型转移/km ²				
	耕地	林地	建设用地	水体	其他用地
耕地	2 883.78	236.04	1 423.19	53.38	54.90
林地	168.60	2 566.64	411.23	12.72	34.70
建设用地	334.94	88.27	1 813.76	29.30	24.40
水体	14.59	21.65	25.17	351.91	2.78
其他用地	27.28	83.55	65.12	2.23	17.56

表 3 研究区 2013—2018 年土地利用类型转移矩阵
Tab. 3 2013—2018 land use type transfer matrix in study area

2013年土地 利用类型	2018年土地利用类型转移/km ²				
	耕地	林地	建设用地	水体	其他用地
耕地	2 518.31	81.25	797.41	34.93	2.53
林地	206.98	2 378.18	375.78	34.34	4.38
建设用地	583.18	196.57	2 898.69	55.93	7.44
水体	21.24	7.35	33.62	387.66	0.67
其他用地	33.77	12.64	62.23	4.39	21.43

3.2 土地利用类型动态度分析

为了研究各土地利用类型在不同时间范围内的面积变化程度,根据式(1)和式(2),分别计算出单一土地利用类型动态度以及综合土地利用类型动态度,见图 3 和表 4。

表 4 综合土地利用类型动态度

时段	2008—2013年	2013—2018年
综合动态度/%	2.89	2.37

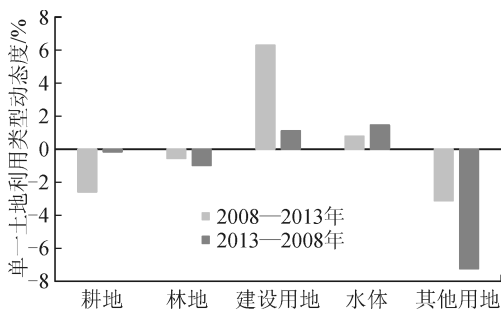


图 3 单一土地利用类型动态度

Fig. 3 Dynamic degree of single land use type

由图 3 和表 4 可得,2008—2018 年间,耕地、林地与其他用地的单一动态度均为负值,表明其面积一直在减少,而建设用地与水体单一动态度均为正值,表示面积一直在增加。变化最大的土地利用类型是建设用地,2008—2013 年处于快速增长阶段,而 2013—2018 年则处于缓慢增长阶段,说明高铁建设初期带动城市建设能力强,当城市建设趋于饱和与稳定后,则出现缓慢发展的态势。其他用地动态度高,说明随着高铁周边的快速发展,空闲地、未利

用地等急剧减少,侧面烘托出高铁带动了周边的建设速度及规模。从综合土地利用动态度的角度来看,2008—2013年与2013—2018年的综合土地动态度分别为2.89%和2.37%,表明2013—2018年综合动态度较之前低,高铁周边发展速度由高速发展转为中高速发展。

3.3 土地利用程度综合分析

对土地利用程度综合指数进行分析可以得出土地利用类型变化过程以及变化的大体趋势,结合已有研究以及实际情况,对研究区域土地利用程度进行分级,见表5。

表5 土地利用程度进行分级指数

Tab.5 Grading index of land use degree

土地利用分级	具体类别	分级指数
未利用地、生态用地级	其他用地	1
水、林、草地级	水体、林地	2
农业用地级	耕地	3
城镇聚落用地级	建设用地	4

根据式(3),计算京沪高铁山东分段周边土地利用程度指数,见表6。整体来看,2008年至2018年京沪高铁山东段周边土地利用程度逐年递增,说明分级指数较高的土地利用类型增长速度较快,且所占比例越来越高,表明建设用地面积增长速度高于耕地面积减少速度;2013年至2018年土地利用程度指数较2008年至2013年有所减少,表明分级指数较高的土地利用类型发展速度放缓,但总体呈现上升的趋势。

表6 研究区土地利用程度指数

Tab.6 Land use index of the study area

时间	2008年	2013年	2018年
土地利用程度指数	2.84	3.01	3.08

3.4 景观多样性分析

根据式(4)对研究区景观多样性指数进行计算,分析研究区域内的景观复杂程度,计算结果见表7。结果表明,2008年至2018年间景观多样性指数逐渐提高,使得研究区内的景观异质性程度逐渐提高,表明京沪高铁山东段周边区域的景观格局受人类活动干扰程度增大,直接导致了景观类型多样性、复杂化。

表7 研究区景观多样性指数

Tab.7 Land use index of the study area

时间	2008年	2013年	2018年
景观多样性指数	1.26	1.40	2.03

3.5 景观破碎度分析

对京沪高铁山东段周边区域进行景观的破碎度分析,有助于得出人类活动等对景观格局的干扰程

度。利用ArcGIS与Fragstates软件平台对数据进行处理并计算,最后根据式(5)和式(6)可得景观破碎度指数,见图4。

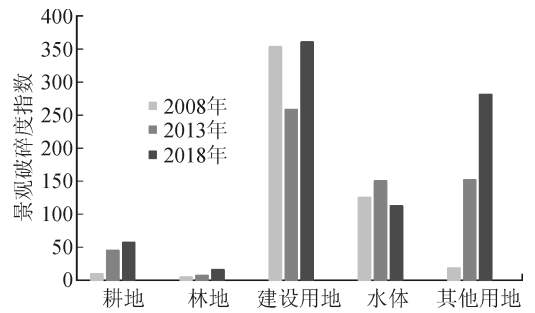


图4 研究区景观破碎度指数

Fig.4 Landscape fragmentation index of the study area

耕地、林地与其他用地的景观破碎度指数逐年递增,表明随着周边区域的开发与发展,耕地、林地与其他用地被不断开发利用,受人类活动干扰愈发强烈,景观破碎度指数逐年上升。建设用地破碎度指数先减小后增大,且破碎度指数较高,表明在空间结构复杂性较高的基础上,受人类活动影响先降低后升高。水体景观破碎度指数先升高后降低,在一个较为平稳的区间内波动,表明受人类行为干扰程度在正常范围内波动。

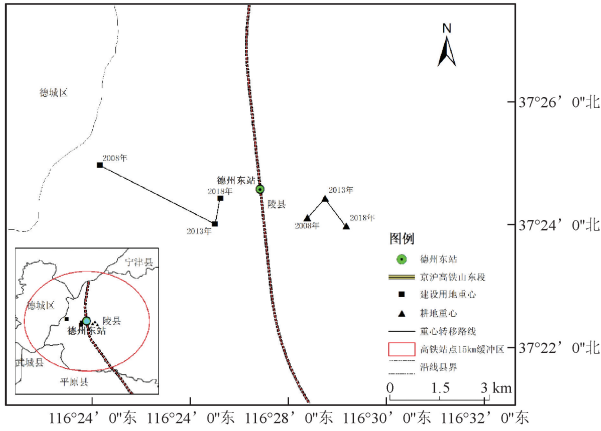
3.6 主要地类重心转移分析

通过对高铁周边土地利用变化的分析研究不难看出,高铁的开通影响着其周边的土地利用变化。为进一步验证高铁开通是否在土地利用类型变化中占据主导地位,选取京沪高铁山东段高铁站点15 km缓冲区内的建设用地和耕地类型的重心转移指标来分析高铁对周边土地利用的影响程度,利用式(7)计算得到高铁站点周围建设用地和耕地的重心,并绘制出2008年、2013年以及2018年即高铁建设前、高铁通车运营开始时、高铁趋于成熟时的土地利用重心转移路线图,以下均以高铁站点为原点进行方向转移描述。

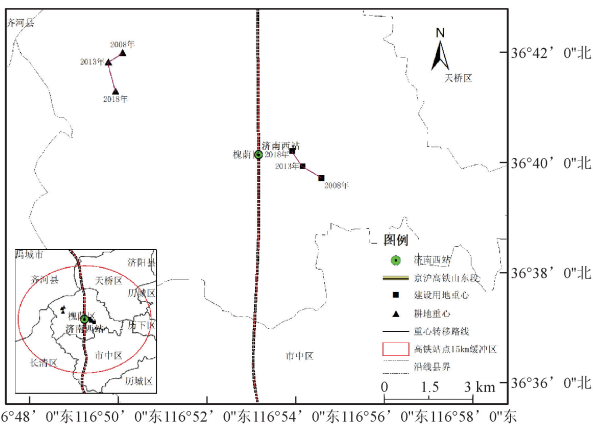
图5(a)为德州东站周边建设用地与耕地重心位置及移动方向,建设用地重心整体呈现由西北向东南方向(即德州东站方向)移动。2008年建设用地重心位于德州站西北方向,至2013年建设用地重心则快速向车站西南方向移动,5年内共计移动约3.9 km,2018年向北移动,但趋势明显减缓。耕地重心则整体呈现背离车站方向,共计向东南方向移动约1.2 km。济南西站(图5(b))周边建设用地重心由东南方向逐渐向车站靠拢,2008—2013年重心移动速率稍大于2013—2018年,共计移动约1.34 km,耕地重心则由西北方向继续背离车站移

动,其中2013—2018年移动速度减缓,且呈现重心向京沪高铁方向移动趋势。泰安站(图5(c))周边建设用地重心呈现逐渐向京沪高铁方向移动,共计移动约1.5 km,且2013—2018年速度变缓,耕地重心呈现逐年向背离京沪高铁方向移动,移动速度逐渐减慢,共计移动约2.17 km。

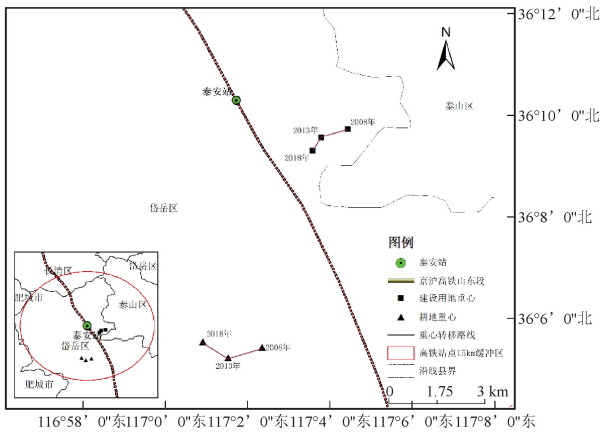
曲阜东站(图6(a))是研究对象中唯一一个建设用地重心和耕地重心存在交叉现象的车站,表明其周边建设用地和耕地大部分均位于高铁东侧,空间分布不均衡、不合理,其建设用地重心逐渐向曲阜东站方向移动,耕地重心也向高铁方向移动,但移动速度缓慢,共计移动约0.28 km。



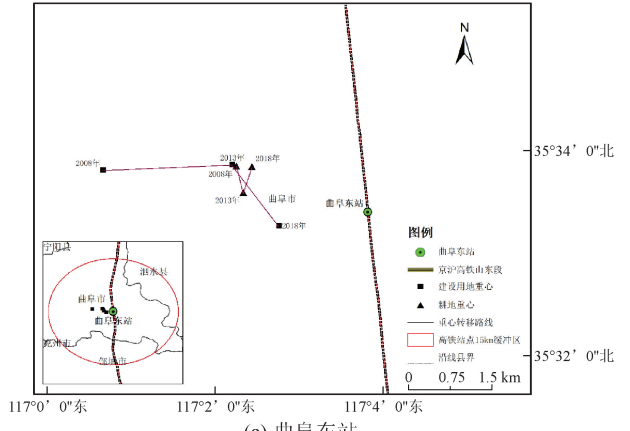
(a) 德州东站



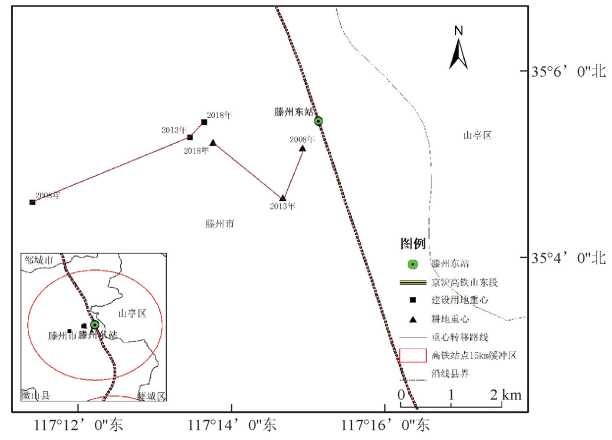
(b) 济南西站



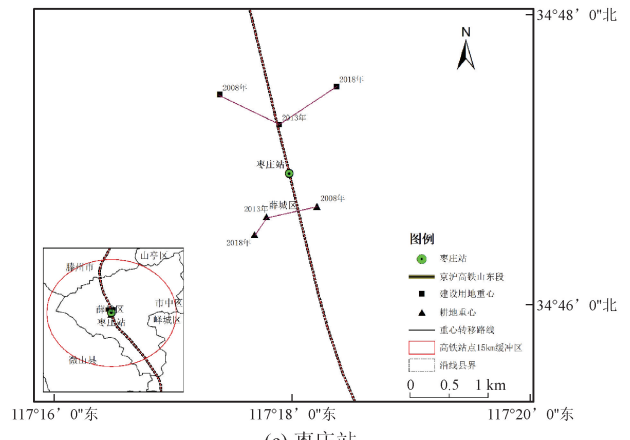
(c) 泰安站



(a) 曲阜东站



(b) 滕州东站



(c) 枣庄站

图5 德州东站、济南西站、泰安站周边主要地类重心转移路线图

Fig. 5 Route map of gravity transfer of main land types around Dezhou east railway station, Jinan west railway station and Tai'an station

图6 曲阜东站、滕州东站、枣庄站周边主要地类重心转移路线图

Fig. 6 Route map of gravity transfer of main land types around Qufu east station, Tengzhou east station and Zaozhuang station

滕州东站(图6(b))建设用地重心与耕地重心也极为接近,与曲阜东站不同的是滕州东站周边建设用地重心快速向高铁方向移动,耕地重心往背离高铁方向移动,分别移动约3.76 km与1.78 km。枣庄站(图6(c))则是唯一一个建设用地和耕地重心与高铁线有交叉现象的车站,2008年其建设用地重心位于高铁西侧,2013年与高铁线几乎重合,2018年建设用地重心则移动到高铁东侧,耕地重心恰恰相反,由2008年位于高铁东侧至2018年移动到高铁西侧,此现象表明枣庄站周边土地利用逐步趋向平均、合理的空间布局。

京沪高铁山东段周边主要地类的重心分布与转移情况为验证高铁对沿线区域土地利用变化存在影响提供了有力支撑。通过对比分析发现,除枣庄站之外,其他研究对象的建设用地重心转移整体上均呈现逐步向高铁方向转移趋势,且存在2008—2013年重心转移速度高于2013—2018年重心转移速度规律,归因于高铁建设运营前期带动城市建设能力强,商业用地、居住用地等建设用地需求大、增长快,而当城市建设趋于饱和与稳定后,则开始向外围发展,且开始出现发展变缓态势。枣庄站之所以出现特殊现象,是因为高铁建设前期枣庄站点选址经过一个相对发展较快的城镇,且该城镇各类土地利用类型分布较为均匀合理,以至于出现先向高铁方向转移然后再背离高铁方向发展的现象。耕地重心转移则与建设用地相反,整体上均呈现背离高铁方向转移,第一阶段转移速度快于第二阶段,甚至部分对象第二阶段耕地重心有向高铁方向转移的“反弹”现象。出现此现象的原因是高铁建设初期由于建设及开发需要,大面积的将耕地纳入建设用地规划,导致耕地减少,且越靠近高铁线路耕地减少越明显,2013—2018年高铁处于成熟运营阶段,不再进行大范围占用耕地开发,并且存在高铁建设完成后部分耕地进行复垦复种等现象,从而导致耕地重心转移变缓甚至出现“反弹”现象。

从重心空间分布及距高铁线路距离角度来看,所在城市等级越高如济南西站、泰安站等站点,其周边建设用地重心整体距高铁线距离越近,且重心转移距离越短,而耕地重心则距高铁线路较远;所在城市等级较低的站点如德州东站、滕州东站等,其周边建设用地重心整体距高铁线路较远,且重心转移距离长、速度快,耕地重心则由近及远逐渐转移。此现象表明高铁建设发展对城市等级越低的城市影响表现越明显,土地利用变化幅度越大,而城市等级较高

的城市由于发展建设早,高铁建设对其影响表现则相对较弱。这也验证了高铁的开通建设对其周边土地利用变化存在显著影响。

4 结 论

本文基于中国高速铁路飞速发展的时代背景下,以京沪高铁山东段周边土地利用类型变化为研究对象,利用GIS和RS技术方法及原理,采集高速铁路建设前期、运营初期、稳定运营期三期影像以及其他辅助信息,对研究区土地利用类型结构变化、景观格局以及重心转移情况进行分析,主要得到以下结论。

1) 主要从研究区土地利用类型结构、土地利用类型时空变化、动态度和利用程度等角度分析了京沪高铁山东段对周边土地利用类型的影响,揭示了土地利用变化的规律及趋势。①京沪高铁建设前期最主要的土地利用类型为耕地,耕地面积逐年减少但其减少速度逐渐变缓;建设用地呈现急剧增长趋势,主要来自耕地与林地的转移,建设用地的增加是高铁对其周边区域带来的影响最直观的体现。②2008—2013年京沪高铁山东段周边土地利用类型动态度高于2013—2018年动态度,表明高铁周边发展建设速度由前期的高速发展转为中高速发展;土地利用程度则逐年提升,分别为2.84、3.01、3.08。

2) 选取景观多样性及景观破碎度指数对研究区景观格局进行分析与度量,景观多样性指数分别为1.26、1.40、2.03,研究区改变了以耕地为主的土地利用结构,逐渐向多元化、多样性发展;2008—2013年间研究区的耕地、林地和其他用地景观破碎度指数逐年递增趋势,建设用地呈现先减少后增加趋势,水体则呈先增加后减少的趋势。

3) 选取研究区高铁站点周边建设用地与耕地重心转移情况进行分析与度量,验证了高铁的开通建设对其周边土地利用变化存在显著影响。①高铁周边建设用地重心整体呈现向高铁线路方向移动,耕地重心整体则呈现背离高铁线路方向移动。②高铁建设对其周边土地利用影响程度还与其所经城市等级有关,城市等级越高的城市所受高铁建设影响的程度越小,土地利用变化幅度越小,反之,城市等级越低的城市受到高铁建设带来的影响程度越大,表现出的土地利用变化幅度越大。③从主要土地利用类型重心转移角度及距离可以得出,高铁建设初期带动周边土地利用变化程度大于后期,且土地利用类型空间分布逐步由两极化、单一化开始趋向多极化、合理化发展。

参考文献:

- [1] 段连青. “中国高铁发展”的名片——读陈南辉长篇报告文学《国家名片——中国高速铁路发展纪实》[J]. 创作评谭, 2017(3): 63-64.
- [2] 麦婉华. 中国高铁:运营总里程世界第一[J]. 小康, 2017(8): 20-23.
- [3] 李廷智, 杨晓梦, 赵星烁, 等. 高速铁路对城市 and 区域空间发展影响研究综述[J]. 城市发展研究, 2013, 20(2): 71-79.
LI Tingzhi, YANG Xiaomeng, ZHAO Xingshuo, et al. High-speed rail's influence on urban and regional spatial development: a review[J]. Urban Development Studies, 2013, 20(2): 71-79.
- [4] 国巧真, 蒋卫国, 王志恒. 高速铁路对周边区域土地利用时空变化的影响[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2015, 34(4): 133-139.
GUO Qiaozhen, JIANG Weiguo, WANG Zhiheng. Effect of high-speed railway on the spatial-temporal changes of surrounding area land use[J]. Journal of Chongqing Jiaotong University(Natural Science), 2015, 34(4): 133-139.
- [5] MCGARIGAL K, ROMME W H, CRIST M, et al. Cumulative effects of roads and logging on landscape structure in the San Juan Mountains, Colorado (USA) [J]. Landscape Ecology, 2001, 16(4): 327-349.
- [6] 张洁. 城际轨道交通枢纽与城市土地利用整合优化研究[D]. 北京:清华大学, 2010.
ZHANG Jie. Study on integrated optimization between intercity rail transit hub and urban land use[D]. Beijing: Tsinghua University, 2010.
- [7] 朱彦东, 李旭宏, 吴炼, 等. 城市核心区火车站改造及对地域再开发的影响——以郑州火车站为例[J]. 现代城市研究, 2007, 22(10): 45-51.
ZHU Yandong, LI Xuhong, WU Lian, et al. Influence to area re-development by reconstruction of railway station at urban core areas: case of Zhengzhou Railway Station[J]. Modern Urban Research, 2007, 22(10): 45-51.
- [8] 王姣娥, 丁金学. 高速铁路对中国城市空间结构的影响研究[J]. 国际城市规划, 2011, 26(6): 49-54.
WANG Jiaoe, DING Jinxue. High-speed rail and its impacts on the urban spatial structure of China[J]. Urban Planning International, 2011, 26(6): 49-54.
- [9] 邓敬, 邱建, 殷蕊. 基于 Mapping 方法的京沪高速铁路区域景观规划分析[J]. 中国园林, 2019, 35(5): 96-101.
DENG Jing, QIU Jian, YIN Hong. The mapping-based analysis on regional landscape planning of Beijing-Shanghai high-speed railway [J]. Chinese Landscape Architecture, 2019, 35(5): 96-101.
- [10] 张慧婷. 典型高铁沿线城市在京沪高铁影响下的发展研究[D]. 天津:天津大学, 2012.
ZHANG Huiting. The research in the development of the typical cities along the Beijing-Shanghai high-speed railway[D]. Tianjin: Tianjin University, 2012.
- [11] 吴珮琪. 广州南站地区圈层式空间结构规划研究[D]. 广州:华南理工大学, 2015.
WU Peiqi. Ring structure plan of Guangzhou south railway station zone[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2015.
- [12] 訾海波. 高速铁路客运枢纽地区路网结构及地区适用性分析[J]. 上海建设科技, 2011(6): 20-22.
- [13] 袁玉珂. 山东省高速交通对城市用地结构的影响与优化研究[D]. 济南:山东师范大学, 2018.
YUAN Yuke. Study on the influence and optimization of high-speed traffic on urban land structure in Shandong Province[D]. Jinan: Shandong Normal University, 2018.
- [14] 山东社会科学院课题组. 京沪高铁对山东区域发展的影响及对策[J]. 理论学习, 2011(8): 30-37.
- [15] 李奇宸, 王敏, 万甜, 等. 基于 LUCC 的汤浦水库流域生态价值变化过程研究[J]. 水土保持通报, 2019, 39(4): 184-189, 封 2.
LI Qichen, WANG Min, WAN Tian, et al. Change process of ecological value of Tangpu Reservoir Basin based on LUCC[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2019, 39(4): 184-189.
- [16] 严栋飞, 姜仁贵, 解建仓, 等. 基于 Markov 模型的渭河干流陕西段土地利用动态变化研究[J]. 西安理工大学学报, 2019, 35(1): 34-39.
YAN Dongfei, JIANG Rengui, XIE Jiancang, et al. Study on the dynamic change of land use in Shaanxi section of Weihe main stream based on Markov model [J]. Journal of Xi'an University of Technology, 2019, 35(1): 34-39.
- [17] 朱宇婕, 李加林, 冯陈晨. 宁波市海岸带景观格局变化研究[J]. 上海国土资源, 2017, 38(2): 54-58.
ZHU Yujie, LI Jialin, FENG Chenchen. Study of the changes in the coastal landscape pattern in Ningbo city [J]. Shanghai Land & Resources, 2017, 38(2): 54-58.
- [18] 郭漩, 任圆圆, 张学雷. 基于不同空间粒度的土壤和地表水体分布多样性及其相关性分析[J]. 河南农业科学, 2017, 46(4): 55-60.
GUO Xuan, REN Yuanyuan, ZHANG Xuelei. Distribution diversity and correlation analysis of soil and surface water body based on different spatial grain size [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2017, 46(4): 55-60.

- decision-making problems based on vague set theory[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 1994, 67(2): 163-172.
- [8] HONG D H, CHOI C H. Multicriteria fuzzy decision-making problems based on vague set theory[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 2000, 114(1): 103-113.
- [9] XU Zeshui, YAGER R R. Some geometric aggregation operators based on intuitionistic fuzzy sets[J]. *International Journal of General System*, 2006, 35(4): 417-433.
- [10] ATANASSOV K, GARGOV G. Interval valued intuitionistic fuzzy sets[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 1989, 31(3): 343-349.
- [11] WANG Weize, LIU Xinwang. Intuitionistic fuzzy information aggregation using Einstein operations[J]. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2012, 20(5): 923-938.
- [12] GÜMÜŞ S, BALI O. Dynamic aggregation operators based on intuitionistic fuzzy tools and Einstein operations[J]. *Fuzzy Information and Engineering*, 2017, 9(1): 45-65.
- [13] YAGER R R. OWA aggregation over a continuous interval argument with applications to decision making[J]. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B, Cybernetics; A Publication of the IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society*, 2004, 34(5): 1952-1963.
- [14] YAGER R R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making[J]. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 1988, 18(1): 183-190.
- [15] 李明. 一种新广义混合比例平均算子及其在多属性群决策中的应用[J]. *数学的实践与认识*, 2016, 46(2): 214-224.
- LI Ming. A new generalized hybrid proportional averaging operator and its application to multiple attributes group decision making[J]. *Mathematics in Practice and Theory*, 2016, 46(2): 214-224.
- (责任编辑 王绪迪)
-
- (上接第 375 页)
- [19] 高升,林晗,孙会荟,等. 平潭岛土地利用类型变化及驱动力分析[J]. *徐州工程学院学报(自然科学版)*, 2017, 32(2): 54-61.
- GAO Sheng, LIN Han, SUN Huihui. Analysis on change and driving forces of the usage types of land in Pingtan Island[J]. *Journal of Xuzhou Institute of Technology (Natural Sciences Edition)*, 2017, 32(2): 54-61.
- [20] 李慎鹏,曾毅,周盼,等. 基于 RS/GIS 的益阳市土地利用动态变化及驱动力分析[J]. *国土资源导刊*, 2017, 14(3): 76-84.
- LI Shenpeng, ZENG Yi, ZHOU Pan, et al. Dynamic change and driving force analysis of land use of Yiyang City based on RS/GIS[J]. *Land & Resources Herald*, 2017, 14(3): 76-84.
- [21] 裴杰,王力,柴子为,等. 基于 RS 和 GIS 的深圳市土地利用/覆被变化及碳效应分析[J]. *水土保持研究*, 2017, 24(3): 227-233.
- PEI Jie, WANG Li, CHAI Ziwei, et al. Land use/cover and carbon effect in Shenzhen City based on RS and GIS[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2017, 24(3): 227-233.
- [22] 吴凯,顾晋怡,何宏谋,等. 基于重心模型的丘陵山区耕地利用转换时空特征研究[J]. *农业工程学报*, 2019, 35(7): 247-254.
- WU Kai, GU Jinyi, HE Hongmou, et al. Spatiotemporal characteristics of cultivated land use transition in hilly and mountainous regions based on barycenter model[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2019, 35(7): 247-254.
- [23] 苏立彬,郭永刚,吴悦,等. 基于 RS 和 GIS 的西藏林芝地区土地利用类型动态变化[J]. *中国农业大学学报*, 2019, 24(10): 170-178.
- SU Libin, GU Yonggang, WU Yue, et al. Dynamic change of land use types in Linzhi prefecture of Tibet based on RS and GIS[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2019, 24(10): 170-178.
- (责任编辑 王绪迪)