

重大线性工程建设下山区乡村聚落空间演变

王健¹, 王健^{2*}, 吴文良¹, 刘奎²

(1. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193; 2. 中国农业大学土地科学与技术学院, 北京 100193)

摘要: 区域重大线性工程建设对传统山区乡村聚落的发展带来深刻的影响, 乡村聚落发展步伐被打断或加快, 驱动乡村聚落发展演变与重构, 对这一影响和演变过程研究, 有助于进一步理解区域重大线性工程与社会经济对传统山区乡村发展产生的外部性, 为山区乡村振兴政策制定与发展策略选择提供参考。该研究以河北省赤城县大海陀乡为研究对象, 基于1999、2009、2019年3期遥感影像数据, 结合空间分析、景观格局指数、Voronoi图及Logistic回归模型, 科学识别重大线性工程驱动下乡村聚落空间格局演变规律。结果表明: 1) 大海陀乡的乡村聚落在高速公路建设前后两个阶段表现出散乱式的斑块数量增长型扩张、集聚式的斑块面积增大型扩张的空间格局演变特征, 重大线性工程建设加快了乡村聚落的扩张速度, 促进了村庄聚落的内部集聚。2) 重大线性工程的建设为构建聚落环境提供社会经济支撑, 具有瞬时性与外界强干扰性, 驱使大海陀乡乡村聚落从自然资源依附到经济社会依附的演变, 形成跨域式的影响效应。3) 大海陀乡乡村聚落呈现出“要素—结构—功能”的循环演变机制, 内外因素的作用下主体行为的多元模式、自然发展演变与外界力量冲击下三生系统的耦合关系是乡村聚落演变的主要驱动力。京津冀一体化背景下, 重大线性工程建设是加强城乡要素流通与转变村民生产生活观念的基石, 需统筹城乡资源, 加强规划引导与整治措施, 促进村镇体系重构。

关键词: 农村地区; 聚落; 空间演变; 重大线性工程; 景观格局指数; 空间分析; 二元Logistic回归; 大海陀乡

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2020.24.011

中图分类号: K901.8

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2020)-24-0236-11

王健, 王健, 吴文良, 等. 重大线性工程建设下山区乡村聚落空间演变[J]. 农业工程学报, 2020, 36(24): 236-246.

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2020.24.011 <http://www.tcsae.org>

Wang Jian, Wang Jian, Wu Wenliang, et al. Spatial evolution of rural settlement in mountainous areas under a linear project [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2020, 36(24): 236-246. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2020.24.011 <http://www.tcsae.org>

0 引言

区域重大线性工程建设改变了山区乡村聚落发展的形态。山区乡村发展、地理空间变化与集聚变迁趋势日趋显化, 随着城市蔓延发展、关联性土地政策的实施、重大建设工程涉及等, 在乡镇尺度上, 山区乡村的集聚形态发生了深刻的变化。尽管城市聚落的规模分布、动态演变及其与自然、社会、经济、生态等各方面因素的相互关系研究^[1-2]较为成熟, 但是, 城市与乡村具有经济社会条件和地理条件上的显著差异。近年来, 中国交通基础设施建设成果显著, 2022年冬奥会配套设施建设也已接近尾声, 对区域内社会发展带来深刻变化, 山区乡村社会通过这些链接, 与周边城市、乡村形成了更为紧密的联系, 乡村聚落发展、资源利用和空间格局均发生了显著变化。立足镇域尺度, 考察受到区域重大线性工程建设影响下的山区乡村聚落发展, 对帮助理解未来阶段中国乡村发展的集聚形态及土地、资源、劳动等要素利用和流动具有重要作用, 同时也能够更好助力乡村振兴政策的实施。

乡村聚落体系作为乡村社会活动的空间载体, 是乡村地域系统的重要组成部分, 对乡村聚落空间格局演变与机制问题的理解上, Carrion-Flores等^[3]利用乡村宅基地转换的概率模型, 发现城乡结合地界聚落转换与扩张优先选择的区域是中心城市周围的低密度区; Sevenant等^[4]指出土地质量与视觉能见度是影响聚落模式的重要因素; Kurkiewa^[5]通过所考察现象的定性特征证实传统制度保护是造成农村聚落经济社会差异的因素; Alekseev等^[6]认为俄罗斯大部分地区的乡村聚落结构正处于均衡状态, 经济转型加快了乡村居住模式的改变; Hosseini等^[7]指出以提供公共服务的农村发展计划是改进农村居民点的重要途径; Choubey等^[8]利用地理空间方法研究城市中心区的扩张对周边农村居民点的影响。同时, 很多成熟的空间分析工具被引入研究中, 诸如数据分析、核密度分析、空间相关性分析、景观格局指数、回归模型等^[9-10]从乡村聚落空间格局特征^[10]、乡村聚落时空演变特征^[11]、影响因素及驱动机制^[12-13]、乡村空间重构与聚落布局优化^[14]等不同方面对乡村聚落进行了系统的研究。付孟泽等^[15]基于人地关系演化这一核心驱动力探讨乡村聚落空间演变规律; 高苹等^[16-17]研究全域旅游产业驱动下乡村聚落空间格局演变特征; 张海朋等^[18]认为政策、市场、人口、区位条件、管理制度及文化观念等社会人文因素是推动聚落演化的主要动力; 郭晓冬、席鸿等^[12,19]提出以乡村社会主体需求为主的内部动力以及以政府调控、城

收稿日期: 2020-11-06 修订日期: 2020-12-10

基金项目: 国家社会科学基金青年自选项目(18CJL041)资助

作者简介: 王健, 主要从事土地经济与乡村发展研究。

Email: wangjian5782@126.com

*通信作者: 王健, 副教授, 博士生导师, 主要从事土地经济与土地制度研究。Email: wangjian@cau.edu.cn

市发展等为主的外部动力共同构成乡村聚落演变驱动机制；宋长青等^[20]以地理“耦合”与地理“集成”的思路，准确探索地理空间格局与演化机制；李君等^[21-22]从生态学角度出发，采用生态位理论和社会生态系统在生态学角度研究了乡村聚落空间的发展路径；张富刚等^[23]基于系统论构建了城乡区域系统与区域农村发展系统，以系统要素、结构、功能、发展为主线，探析农村演变模式与动力机制；此外，由于中国不同区域自然地理条件和社会经济环境差异化明显，既有研究从黄土丘陵区^[12,24]、中部平原农区^[25]、西北高寒藏区^[18]、东南沿海经济区^[26]等地区选择典型区域分析乡村聚落的空间结构与演变特征，总体上呈现出显著的空间扩张与密度增大的态势，受自然环境、社会经济等多重因素影响，乡村聚落也表现出空间演变过程的异质性。

综合来看，国外乡村聚落研究更注重人文社会、行为科学的研究以及现象剖析与理论模型的创新，而国内的研究更注重量化分析与空间优化模拟。尽管不少学者都对乡村聚落时空演变特征及其驱动机制等方面进行了研究，但在微观层面对村镇尺度乡村聚落演变特征研究较少，难以反映乡村内部空间结构的显微差异，而乡镇作为地域功能的中心地，对乡村聚落空间分布与乡村社会经济发展具有重要作用，构架村镇体系将是实现城乡融合发展与乡村振兴的核心内容^[27]。此外关于重大线性工程建设下乡村聚落演变态势研究不足，重大线性工程建设对于区域发展是一种外界的、瞬时的力量冲击与突变扰动，其建设和运行行为所在区域的社会经济发展创建了极大的机遇^[28]，深远影响着村镇居民生产、生活时空格局。因此，本文以河北省赤城县大海陀乡为例，深入解析重大线性工程建设背景下环京津山区乡村聚落空间格局演变特征、影响因素及驱动机制，为大海陀乡土地整治与空间优化提供决策参考，同时为相似地区的乡村发展规划与功能优化提供科学依据。

1 重大线性工程对乡村聚落空间演变的驱动机制

乡村聚落空间演变是乡村地域系统“要素—结构—功能”演化过程的表现形态^[23]。乡村地域系统是由自然地理、社会经济、乡村政策等乡村内部与外部要素构成、具有一定结构与功能，并不断与外部系统进行物质与能量交换的开放系统^[29]。自然地理因素是典型山区乡村聚落空间格局形成和发展的基础条件，对其空间分布具有制约作用。社会经济因素是推动乡村聚落空间演变的核心动力，区位优势是村民住房与乡村产业选址的重要依据，社会经济水平的提高刺激了社会主体改造与新建住宅的需求。乡村政策因素是调控乡村聚落演变模式的基本保障，为土地资源分配、城乡人口流动、乡村产业发展提供政策支撑，决定着乡村聚落演变的总体态势。乡村地域系统结构是由生产系统、生态系统、生活系统相互作用形成的协作体系^[22]，生态系统是提供生态资源与产业发展空间、维护人类生存发展的可持续发展系统；生产系统是满足人类社会生活的物质及精神需求的生产经营活动服务系统，产业不合理开发会干扰生态环境并影响生态经济效益；生活系统是提供全生产要素与社会

需求、促进生产经济发展的人类生存空间承载系统，过度利用资源会导致生态系统失衡。重大基础设施工程（简称重大工程），包括重大线性工程与重大点状工程，是一类对中国政治、经济、社会、科技发展、环境保护、公众健康与国家安全等具有重要影响的大型公共工程^[30]。港口及水利工程等重大点状工程具有辐射带动效应，呈现出局部范围影响^[31-32]；而高速公路、铁路及南水北调等重大线性工程则表现为长距离、大范围的区域联动效应^[33-34]。重大线性工程建设的瞬时外界力量冲击与介入，干扰了乡村地域系统要素作用于“三生”系统结构的关联模式，影响并决定了乡村聚落演变方向与趋势。乡村地域系统功能是乡村地域系统的外在表现，基于要素与结构优化配置组合以及区域内外合力推动乡村空间结构转型、社会经济转型与乡村政策转型，以实现村镇体系重构，乡村地域系统功能反作用于要素与结构，形成循环系统（图 1）。

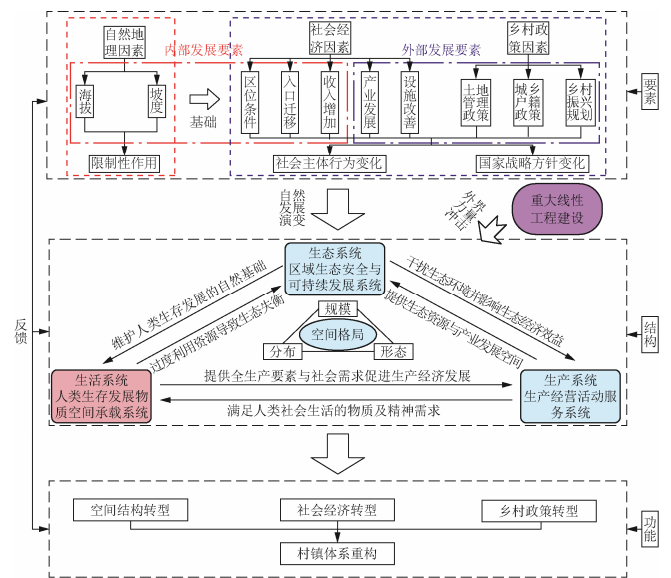


图 1 乡村聚落空间演变驱动机制框架
Fig.1 Driving mechanism framework of rural settlement spatial evolution

2 研究区域与数据来源

2.1 研究区域概况

大海陀乡是河北省张家口市赤城县南部的 1 个山区乡镇，紧邻北京市延庆区，距京 159 km（图 2）。境内有大海陀山国家自然保护区，距延庆大约 18 km，山的南侧（延庆区境内）正在建设冬奥会比赛场地，延崇高速作为冬奥会的重大交通设施保障贯穿大海陀乡，并在乡镇内设置了出入口。全乡面积 2.641 3 万 hm²，辖 32 个行政村，分布于辖区内 1 条川、4 道沟的地势之上。

2.2 数据来源

利用 Google Earth 提供的高分辨率卫星影像数据，获取 1999 年、2009 年、2019 年大海陀乡的卫星影像，辅以中国科学院资源环境数据云平台（www.resdc.cn）的中国土地利用遥感监测数据，以确保数据的高精度与一致性，经过目视解译，提取大海陀乡 3 期的乡村聚落斑块、道路等要素信息；通过地理空间数据云平台（www.gscloud.cn）

获取大海陀乡 DEM 高程数据与坡度数据(30 m 分辨率);以地方地图为基础,经地理配准与矢量化提取大海陀乡区划界限;社会经济数据均来自于赤城县统计局以及本团队对大海陀乡各个村的实地调研。

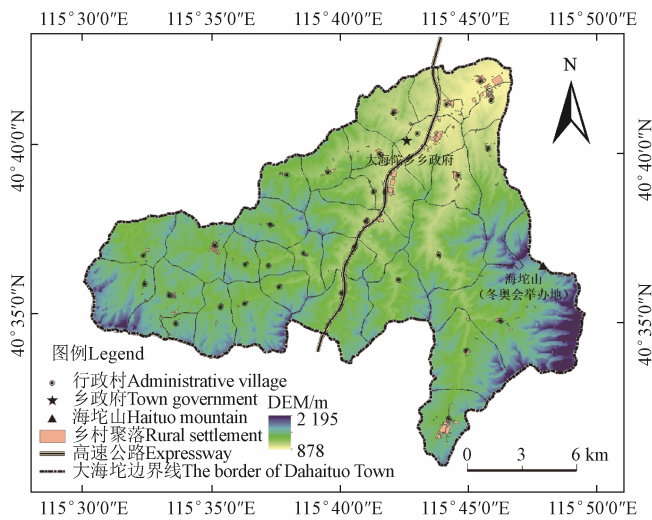


图2 大海陀乡行政区划图

Fig.2 Administrative division map of Dahaituo Town

3 研究方法

3.1 空间分析方法

应用 ArcGIS10.2 软件空间分析模块识别 3 期大海陀乡乡村聚落空间格局与演变特征。利用 Spatial Analyst 模块中的叠加分析与缓冲区分析研究地形条件、乡镇道路及高速公路与乡村聚落分布格局的空间关系,通过对比凸显高速公路建设对乡村聚落空间演变影响的特殊性。

3.2 景观格局指数分析法

空间格局变化是乡村发展的直接反映,景观格局指数能高度浓缩景观格局信息,量化分析其空间结构与空间配置特征^[35]。本文应用 Fragstats4.2 景观格局分析软件从规模、分布、形状 3 个方面构建空间格局指标体系,分析高速公路修建前后大海陀乡乡村聚落空间演变态势。

3.3 Voronoi 图

Voronoi 图常用于理解空间模式或特定现象,是由一组连接两邻点直线的垂直平分线形成的连续多边形组成。其基本原理如下:

给定平面上 n 个离散点的点集 $S = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $d(p_i, p_j)$ 为任意两点 p_i 与 p_j 之间的欧式距离,则任意点 p_i 对应的 Voronoi 多边形定义为^[36]

$$V_i = \{x : d(x, p_i) < d(x, p_j) | p_i \neq p_j\} \quad (1)$$

点集 S 中任意 2 个点不重叠,任意 4 个点不共圆, V_i 将平面划分成 n 个多边形域,每个多边形域 V_i 包含且只包含 S 的一个点 p_i ,多边形内任意点到该生成元(p_i)距离短于到其它多边形内生成元(p_j)距离。利用 Voronoi 图更精准地反映高速公路建设对于乡村聚落空间结构演变的影响。

3.4 二元 Logistic 回归模型

本文基于大海陀乡传统山区地势环境、重大线性工

程建设与环京津地区特殊的社会经济背景,采用二元回归模型从地形、区位、社会经济等方面选取相关空间连续型指标作为切入点探讨重大线性工程建设下山区乡村聚落空间演变的影响机制。

考虑 K 个回归自变量的情况

$$\text{Logit}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_m x_m + \dots + \mu_i, i = 1, 2, \dots, K \quad (2)$$

其中 p 是在 x_1, \dots, x_k 这 K 个自变量作用下某事件发生的概率; $1-p$ 为该事件不发生的概率; β_0 表示常数项; β_j 表示 x_j 的回归系数, μ_i 表示回归误差。

将大海陀乡聚落演变过程划分为 1999—2009 年与 2009—2019 年 2 个阶段,演变特征分为规模扩张与拆迁撤并 2 种情况,针对性地分析重大线性工程建设前后两个阶段聚落演变的影响机制。通过解译获取聚落演变数据并转化为栅格数据,以栅格作为研究单元,能够更加详细精确的反映研究区域人文要素的整体分布状况,使研究结果与区域实际情况更为符合。为保证各影响因素与乡村聚落空间演变情况的一致性,将栅格图层的精度统一设为 $30\text{m} \times 30\text{m}$,应用 Clue-s 模型获取研究区域内村庄不同图层的像元数据,通过 SPSS 软件对连续型要素进行标准化处理,以消除各要素的量纲对研究结果的影响,并对 13 个自变量进行初步筛查,将存在共线性问题的自变量剔除,最后采用逐步回归模型分析乡村聚落时空演变的影响因素。

表 1 二元 Logistic 回归模型指标体系

变量 Variables	变量含义 Variable meaning	取值依据 Variable selection basis	栅格类型 Grid type
地形因子 Topographic factors	高程 X_1	地形条件对山区乡村聚落演变具有基础性	连续变量
	坡度 X_2	与制约性作用 ^[12,17] 。	连续变量
区位因子 Location factors	到最近城市中心距离 X_3	区位条件对乡村聚落演变与空间集聚具有关键性作用,海陀山作为冬奥会项目举办地,	连续变量
	到镇中心距离 X_4	对周边基础设施建设具有带动作用 ^[10,37] 。	连续变量
	到最近省道距离 X_5		连续变量
	到最近乡道距离 X_6		连续变量
	到海陀山距离 X_7		连续变量
社会经济因子 Social economic factors	耕地面积 X_8	大海陀乡作为典型的山区农业乡镇,农业生产规模(包括耕地面积、粮食产量与农林牧渔业产值)	连续变量
	农村人口 X_9		连续变量
	粮食产量 X_{10}		连续变量
	农林牧渔业产值 X_{11}	是乡村聚落演变的主要驱动力 ^[38] ;人口数量变化是乡村聚落空间格局与居住环境演变的重要因素 ^[39] ;经济条件是影响乡村聚落区位与形态	连续变量
	人均可支配收入 X_{12}	的影响因素,财政收入是区域经济与基建发展水平的综合反映,人均可支配收入表示社会主体的富裕程度 ^[40] 。	连续变量
	财政收入 X_{13}		连续变量
因变量 Dependent variable	规模扩张 Y_1	其他用地类型是否转为乡村聚落用地分别赋值为 1 或 0	二分变量
	拆迁撤并 Y_2	乡村聚落用地是否转为其他用地类型分别赋值为 1 或 0	二分变量

4 重大线性工程建设影响乡村聚落空间演变的实证分析

4.1 重大线性工程建设下乡村聚落景观格局演变态势

基于 1999、2009、2019 年乡村聚落斑块矢量数据，得出大海陀乡乡村聚落斑块核密度演变图（图 3）与乡村聚落景观格局指数（表 3、表 4），可以看出大海陀乡的乡村聚落空间格局发生了明显地变化，且在高速公路建设前后两个阶段表现出不同的空间格局演变特征：1) 规模特征。乡村聚落斑块总面积、平均斑块面积、最大斑块与最小斑块面积均不断增加，大海陀乡乡村聚落规模呈现出不断扩张的趋势。其中，1999—2009 年期间乡村聚落斑块总面积增加了 78.88 hm²，斑块总数增加了 55 个，平均斑块面积增加了 0.080 6 hm²；2009—2019 年期间乡村聚落斑块总面积增加了 190.09 hm²，相当于 1999—2009 年斑块总面积增加量的 2.4 倍，斑块总数减少了 80 个，平均斑块面积增加了 0.458 hm²，相当于 1999—2009 年平均斑块面积增加量的 5.7 倍。说明 1999—2009

年呈现出斑块数量增长型扩张趋势，而 2009—2019 年呈现出斑块面积增大型扩张趋势，重大线性工程作为外部力量的介入，加快了乡村聚落规模扩张的速度。2) 分布特征。分布特征指数反映乡村聚落空间分布集聚与分散程度，乡村聚落斑块密度由于斑块数量的变化而呈现出先增加后减少的趋势，乡村聚落斑块平均最小邻近距离不断增加，但后一阶段的增加量有所减缓。说明大海陀乡典型的山区沟川地貌，使得乡村聚落空间分布散乱，未能呈规模化片状扩展，近些年，随着重大线性工程及配套基础设施的建设，人才、土地、资本等要素在城乡间的双向流动更为频繁，村民行为模式也更为多样化，促进了村庄聚落的内部集聚，聚落破碎化现象得到了一定的遏制。3) 形状特征。景观形状指数与分维指数都能够反映乡村聚落斑块形状不规则程度以及不同空间尺度形状的复杂程度，随着城镇力量介入与村庄内部整修，乡村聚落斑块形状指数与分维指数有所减少，但是由于缺乏规划统筹引领，大海陀乡聚落斑块形状与结构仍较为复杂。

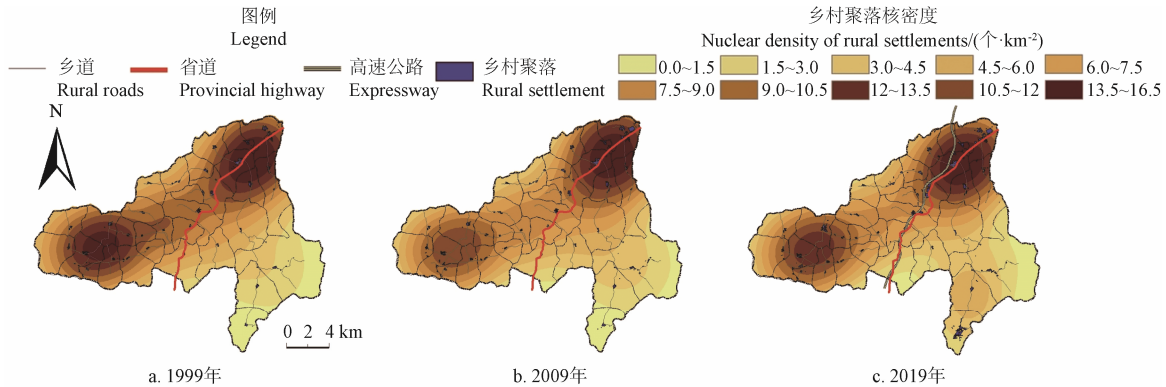


图 3 大海陀乡乡村聚落斑块核密度演变
Fig.3 Evolution of patch nuclear density of rural settlements in Dahaituo Town

表 2 大海陀乡乡村聚落景观指数规模特征变化情况
Table 2 Changes of landscape index scale characteristics of rural settlements in Dahaituo Town

年份 Year	斑块总数 Total number of patch	总斑块面积 Total patch area/hm ²	平均斑块面积 Mean patch area/hm ²	最大斑块面积 Maximum patch area/hm ²	最小斑块面积 Minimum patch area/hm ²
1999	550	301.525 0	0.548 2	8.935 0	0.003 9
2009	605	380.403 7	0.628 8	3.085 2	0.004 4
2019	525	570.497 9	1.086 6	3.085 2	0.004 4

4.2 重大线性工程周边乡村聚落空间演变形态

为凸显重大线性工程建设对乡村聚落空间演变影响的特殊性，本文通过空间分析统计大海陀乡乡村聚落空间格局随高程、坡度及乡镇道路缓冲区的变化情况（图 4）。由于不同地形区间的面积差异，聚落斑块随着海拔呈正态分布趋势，随坡度呈逐渐下降趋势，800~1 000 m 高程与 0~8°坡度区域平均每平方千米乡村聚落斑块面积与数量显著高于其他区域，聚落斑块扩张也主

要集中于 800~1 000 m 高程以及 0~8°坡度区域。随着乡镇道路缓冲区范围的增加，乡村聚落斑块的数量与面积均呈现迅速减少的趋势，距道路 100 m 以内是乡村聚落分布最密集的区域，也是斑块规模扩张最为显著的区域，而距道路 1 000 m 以外的乡村聚落几乎为零。总的来说，高程、坡度及乡镇道路对乡村聚落空间演变影响表现为局部区域范围内的独立性驱动作用。

表 3 大海陀乡乡村聚落景观指数分布与形状特征变化情况
Table 3 Landscape index distribution and shape characteristics of rural settlements in Dahaituo Town

年份 Year	分布特征 Distribution characteristics		形状特征 Shape features	
	斑块密度 Patch density (个·hm ²)	平均最小邻近距离 Average minimum adjacent distance/m	形状指数 Shape index	分维指数 Fractal dimension index
1999	0.020 8	43.945 9	1.431 9	1.090 3
2009	0.022 9	68.733 2	1.399 4	1.088 7
2019	0.019 9	72.651 9	1.386 8	1.088 3

重大线性工程建设对乡村聚落空间格局演变具有重要的空间引导作用。长期以来，中央政府通过不断从农

村攫取资源要素以推动城镇化、工业化快速发展，而对乡村公共产品与设施工程建设投入严重不足，制约了乡村地区与外界的联系，限制了城乡要素间的流动。加大线性工程向农村延伸，增强城市对村镇的辐射和带动是实现村镇体系重构的关键。2016年起，河北省为确保2022年冬奥会的国家化水平与现代化标准，高质量推进重大配套设施工程建设，其中最重要的是贯穿大海陀乡的延崇高速主线，对地方资源开发、经济长远发展、社会发展服务等方面均有积极的促进作用。通过识别高速公路修建前后（2016年、2019年）沿1 000 m缓冲区内的乡村聚落斑块，得出高速公路周边聚落演变图（图5），并利用Voronoi图剖析乡村聚落空间结构（图6）。重大线性工程建设提升了村庄内部与外界环境的连通性，其布

局对乡村聚落空间演变具有更为明显的空间引导作用。高速公路周边区域内乡村聚落在原有空间基础上实现了进一步的集聚与扩张，周边聚落总面积增加了60.5 hm²，同时期800~1 000 m高程、0~8°坡度以及村镇道路1 000 m缓冲区聚落总面积增加量分别为：25.87、41.52、42.65 hm²，可以看出高速公路的建设对于周边聚落演变的影响程度更大，作用范围更广。北部区域乡村聚落斑块面积有所增大，呈现出内部空间整合的演变趋势；而中南部区域乡村聚落斑块呈现出沿高速公路线性蔓延扩张的演变趋势。重大基础设施的建设为聚落空间演变提供了必要的设施环境，也进一步转变了村民的生产生活观念，推动了村民在新的设施环境下对于生产居住空间的再选择^[39]。

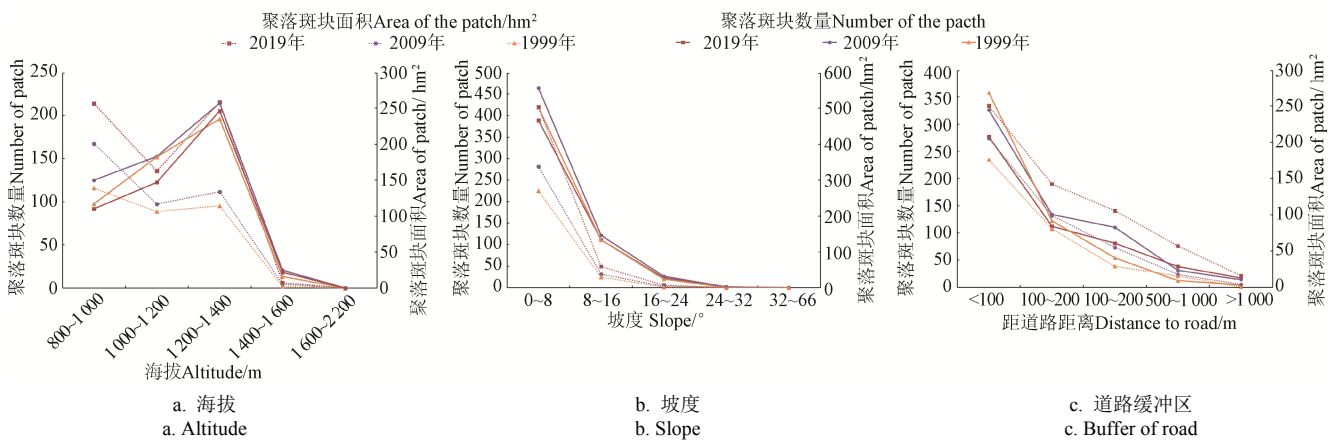


图4 乡村聚落随海拔、坡度、道路缓冲区的演变情况

Fig.4 Evolution characteristics of rural settlements with altitude, slope and road buffer zone

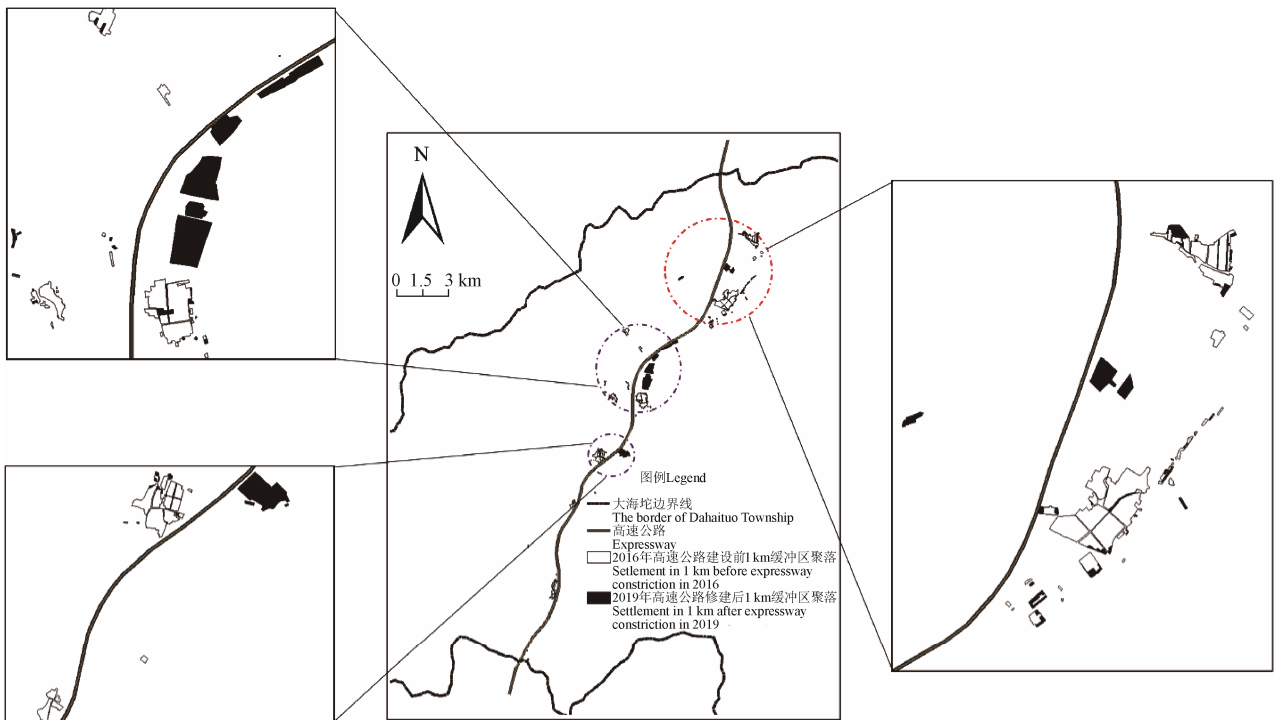


图5 高速公路建设引起乡村聚落演变

Fig.5 Evolution of rural settlements under the construction of expressway

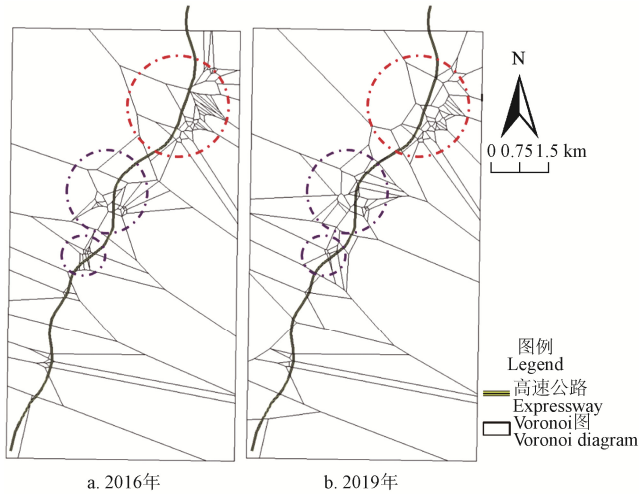


图 6 高速公路修建前后乡村聚落 Voronoi 图

Fig.6 Voronoi diagram of rural settlements before and after expressway construction

5 重大线性工程建设影响乡村聚落空间演变的机制研究

5.1 自然发展演变条件下乡村聚落演变对自然资源的依附

对 1999—2009 年大海陀乡乡村聚落空间格局演变 (图 7) 影响因素回归分析的 H-L 检验 P 值分别为 0.056 与 0.588, 统计结果不显著, 说明回归模型拟合优度较好 (表 5)。在乡村聚落拆迁撤并区域中, 只有坡度的回归系数为正, 说明坡度是影响此阶段乡村聚落拆迁撤并的主要因素, 且每增加 1 单位坡度对乡村聚落规模的影响为 1.559 倍, 主要原因是大海陀乡属于典型的山区沟川地貌, 山势将辖区分为 1 条川、4 道沟, 在复杂的地貌限制下, 乡村聚落显现出了规模较小、分布散乱、形状不规则的空间格局特征, 随着全球生态环境的恶化, 自然灾害频发, 导致乡村被动式的移民迁移, 使乡村聚落的空间分布表现出低海拔、低坡度的空间趋向性。

在乡村聚落规模扩张区域中, 农村人口变化与耕地面积变化的回归系数为正, 说明农村人口与耕地是影响此阶段乡村聚落规模扩张的主要因素, 其中, 每增加 1 单位人口对乡村聚落规模的影响为 20.015 倍, 每增加 1 单位耕地对乡村聚落规模的影响为 6.38 倍, 其他因素对于乡村聚落规模扩张的演变影响较小。主要原因是随着农村人口的增加以及传统家庭结构的变化, 住房需求上升使乡村聚落的数量有所增加, 同时, 作为典型农业乡镇, 传统农业模式下村民更重视对资源的依附, 邻近肥沃土壤的地区, 农业生产能力较强, 可承载更大的乡村聚落规模, 往往是乡村聚落建设的初始选择地。

在乡村聚落自然发展演变阶段, 自然环境因素是乡村聚落演变的主要驱动因素, 对大海陀乡乡村聚落空间格局的影响体现于地形地貌与耕地资源, 是乡村聚落初始区位形成与发展的基础条件, 对人类生产与生活等各项社会活动具有制约作用, 属于乡村聚落空间格局演变的内部驱动因素, 相对于其他的乡村聚落空间格局演变

的影响因素而言, 其作用时间较长, 是无外力介入条件下影响乡村聚落规模大小、集聚程度、形状特征的基础驱动力。

图例 Legend
 拆迁撤并 Demolition consolidation
 未变化 Unchanged
 规模扩张 Scale expansion



a. 1999—2009 年乡村聚落规模变化
 a. Change of rural settlements scale from 1999 to 2009



b. 2009—2019 年乡村聚落规模变化
 b. Change of rural settlements scale from 2009 to 2019

图 7 1999—2009 年重大线性工程影响下乡村聚落规模变化
 Fig.7 Changes of rural settlements scale under the influence of major linear project from 1999 to 2009

5.2 重大线性工程建设影响下乡村聚落演变对社会经济的依附

对 2009—2019 年大海陀乡乡村聚落空间格局演变 (图 7) 影响因素回归分析的 H-L 检验 P 值分别为 0.176 与 0.670, 统计结果不显著, 说明回归模型拟合优度较好 (表 6)。可以看出, 在乡村聚落拆迁撤并区域中, 高程、距最近乡道与最近县城的距离以及农林牧渔产值的回归系数为正, 说明高程、距最近乡道与最近县城距离以及农林牧渔产值是影响此阶段乡村聚落拆迁撤并的主要因素。其中, 农林牧渔产值最为重要, 每增加 1 单位农林牧渔产值对乡村聚落规模的影响达到 60.55 倍, 主要原因是高速公路的建设加强区域间农业信息的交流, 改变大海陀乡作物种植结构及农地利用模式, 经济作物逐渐取代粮食作物, 并进一步缩短农产品的运输时间, 扩大农产品的市场范围, 助推规模化农业生产体系及现代化农业经营体系建设, 不仅增加了农业经济效益与农民收入, 也推动了农村剩余劳动力非农化转移的

趋势。随着耕地占补平衡相关政策的出台与落实,部分区域将拆迁撤并的废弃建筑复垦为农田以便于连片化种植,而脱离农地的村民更倾向于将房屋新建于区位优势更好的区域。

表4 1999—2009年大海陀乡乡村聚落空间格局演变影响因素分析

演变方向 Evolution direction	变量 Variables	回归系数 B Regression coefficient	标准误差 Standard error	Wald 统计量 Wald statistics	显著性 P Significant level	发生比率 Occurring rate
拆迁撤并 Demolition consolidation	坡度	0.444	0.217	4.175	0.041	1.559
	距最近乡道距离	-3.195	1.600	3.989	0.046	0.041
	距最近乡镇距离	-8.523	2.439	12.213	0.000	0.000
	耕地面积变化	-3.079	0.860	12.824	0.000	0.046
	财政收入变化	-7.323	2.148	11.622	0.001	0.001
	常量	-6.966	1.110	39.383	0.000	0.001
	规模扩张 Scale expansion	坡度	-2.658	0.570	21.735	0.000
距最近省道距离		-1.271	0.651	3.814	0.051	0.280
距最近乡道距离		-2.903	0.559	26.947	0.000	0.055
人均收入变化		-5.125	1.830	7.843	0.005	0.006
农村人口变化		2.996	0.896	11.188	0.001	20.015
农林牧渔产值变化		-6.431	2.140	9.029	0.003	0.002
耕地面积变化		1.853	0.843	4.833	0.028	6.380
财政收入变化	-2.355	0.950	6.141	0.013	0.095	
常量	-12.128	0.947	163.902	0.000	0.000	

在乡村聚落规模扩张的情况中,人均收入、财政收入及农村人口的回归系数为正,说明人均收入、财政收入及农村人口是影响此阶段乡村聚落规模扩张的主要因素。其中,每增加1单位人口、1单位财政收入、1单位人均收入对乡村聚落规模的影响分别为106.983倍、45.182倍、8.318倍。主要原因是高速公路的便捷性推动了农村剩余劳动力的转移,部分村民流转了土地前往北京市及邻近县城打工,由于北京昂贵的房价及户籍制度的限制,村民始终保留着农村住宅,并在取得一定积蓄后激发了修建住宅的意愿;高速公路的建设带动了大海陀乡的财政收入与基础设施建设,城乡间的联系更为密切,加强了大海陀乡的区域优势,吸引了人才、资金、技术等要素的流入,增加了就业机会与村民收入,推动了大海陀乡产业结构转型与快速发展,进一步促进了乡村聚落空间格局的演变。大海陀乡中典型的企业进驻型村庄闫家坪,紧临北京市延庆区,因其地理位置优越且风景秀丽,全村土地大部分被开发成生态旅游区,实现

了乡村聚落的空间嬗变。

表5 2009—2019年大海陀乡乡村聚落空间格局演变影响因素分析

演变方向 Evolution direction	变量 Variables	回归系数 B Regression coefficient	标准误差 Standard error	Wald 统计量 Wald statistics	显著性 P Significant level	发生比率 Occurring rate
拆迁撤并 Demolition consolidation	高程	3.382	1.053	10.312	0.001	29.422
	坡度	-0.641	0.359	3.177	0.075	0.527
	距最近乡道距离	1.206	0.324	13.878	0.000	3.339
	距最近城市距离	-1.193	0.628	3.605	0.058	0.303
	距最近县城距离	2.421	0.785	9.522	0.002	11.255
	人均收入变化	-2.754	1.100	6.267	0.012	0.064
	农村人口变化	-2.203	0.888	6.149	0.013	0.110
	农林牧渔产值变化	4.103	1.282	10.239	0.001	60.550
	常量	-3.291	0.442	55.555	0.000	0.037
	规模扩张 Scale expansion	高程	-3.208	0.568	31.903	0.000
坡度		-2.416	0.289	69.921	0.000	0.089
距最近乡道距离		-0.283	0.139	4.134	0.042	0.753
距最近县城距离		-1.502	0.395	14.472	0.000	0.223
人均收入变化		2.118	0.492	18.548	0.000	8.318
粮食产量变化		-1.005	0.241	17.394	0.000	0.366
农林牧渔产值变化		-0.822	0.238	11.892	0.001	0.440
财政收入变化		3.811	0.753	25.629	0.000	45.182
农村人口变化		4.673	0.679	47.370	0.000	106.983
常量		-10.026	0.503	397.855	0.000	0.000

重大线性工程建设推动了乡村社会经济发展水平的提高,为构建聚落环境提供经济支撑,驱使社会经济因素成为乡村聚落空间格局演变的核心驱动力。重大线性工程建设影响下的社会经济因素表现为内外结合的多元化驱动力,外部驱动因素主要是城乡间资源流动,来自首都的“虹吸效应”严重制约周边乡村的经济发展,随着京津冀一体化战略的实施,城乡关系实现了由单向影响到双向融合的转变。通过建设高速公路这一重大线性工程,完善大海陀乡的教育、医疗、物流、休闲、娱乐等基础设施与服务设施,吸引城市资本下乡与农民返乡创业,实现乡村产业的多元化转型,提升地区知名度与乡村内生发展动力。内部驱动因素主要是乡村内部资源配置,村民作为聚落空间演变的行为主体,受社会经济因素的直接影响,其社会观念、居住偏好、消费模式、就业选择等行为模式决定了乡村聚落演变的方式与形态。高速公路的便捷性促进村民非农就业,带动城乡间

互通，乡村聚落关系由村内互动转化为城乡互动，促进生计模式的多元发展，村民人均收入不断增加，现代化观念意识不断增强，极大地刺激了修建住宅的意愿，村民主体行为模式的差异性导致乡村聚落空间格局的进一步集聚与扩张；区位条件优势作为城乡要素融合的纽带，对乡村聚落空间格局演变具有重要的空间导向性作用，社会经济与人居环境的考虑成为村民住房与乡村产业选址的重要决定因素。

乡村政策因素可以通过直接的行政机制作用于资源空间配置，影响聚落空间格局，也可以间接作用于农户行为主体，规范其居住选址行为。过去政府对于土地资源的管理措施不到位，随着农村人口的不断增加，农村乱占耕地建厂盖房的现象普遍存在，造成农村土地资源的严重浪费，2002年后，土地流转政策的提出为农村人口流动与乡村聚落演变提供了政策基础。城镇化的高速发展与农村重大基础设施的建设使大量农村劳动力涌入城市，但是资源与环境承载力的严重超负以及城乡二元制度的限制，使村民无法在城市立足并长期保留着农村住宅，阻碍了乡村聚落的规范化发展。政策因素也是重大线性工程建设的“助推器”，近年来，京津冀协同发展战略推动了交通一体化发展，延崇高速公路的建设不仅为冬奥会提供了重要交通保障，也使区域资源实现合理的优化配置，城乡要素流通的日益频繁使乡村聚落功能更加多元化。未来的乡村振兴规划，需充分利用区域内重大线性工程，推动农村农业产业化、规模化、基地化发展，实现乡村政策转型。

大海陀乡作为传统农业乡镇，地处环京津山区贫困带，高程、坡度、道路、区域耕地资源等自然环境因素以及生产、生活、消费等社会经济因素在重大线性工程这一外界力量未介入时对乡村聚落空间演变的影响是更局限于区域范围内的独立驱动作用，具有长期性与根植性。而高速公路这一重大线性工程的介入对乡村聚落空间演变的影响则是联动区域内的综合驱动作用，具有瞬时性与外界强干扰性，不仅对周边乡村聚落的规模扩张与集聚分布的影响程度更大、作用范围更广，也通过城乡间的资源联动关系推动区域社会经济因素对乡村聚落空间演变的驱动模式，推动区域生产、生活与消费转型，形成大范围、跨域式的影响效应。

6 结论与讨论

6.1 结论

本文通过 ArcGIS 软件、景观格局指数、Voronoi 图以及二元 Logistic 线性回归模型，在全域景观格局、局部空间耦合以及主导因素 3 个方面对重大线性工程建设下大海陀乡乡村聚落时空演变的驱动机制与规律进行深入分析，得出以下结论：

1) 大海陀乡的乡村聚落空间格局发生了明显地变化，在高速公路建设前后两个阶段表现出不同的空间格局演变特征，1999—2009 年乡村聚落斑块表现为散乱式的数量增长型扩张趋势，而 2009—2019 年表现为集聚式的面积增大型扩张趋势，重大线性工程作为外部力量的

介入，加快了乡村聚落的扩张速度，促进了村庄聚落的内部集聚。

2) 大海陀乡乡村聚落在无外力介入的自然发展演变条件下更重视对于自然资源的依附，地势平坦、耕地资源丰富的区域往往是乡村聚落建设的首要选择地；重大线性工程建设影响下，乡村社会经济发展水平得到切实提高，为构建聚落环境提供经济支撑，农村人口及收入、农业产值、财政收入等社会经济因素成为乡村聚落演变的主要驱动因素。重大线性工程建设驱使大海陀乡乡村聚落从自然资源依附到经济社会依附的演变，形成大范围、跨域式的影响效应。

3) 乡村聚落空间呈现出“要素—结构—功能”的演变机制，自然地理因素是乡村聚落空间格局形成与发展的基础条件；社会经济因素是推动乡村聚落空间演变的核心动力；乡村政策因素是调控乡村聚落演变模式的基本保障；社会主体行为模式决定了乡村聚落演变的方式与形态；而重大线性工程建设这一外界力量冲击，具有瞬时性与外界强干扰性，干扰了乡村地域系统要素作用于“三生”系统结构的关联模式，影响并决定乡村聚落演变方向与趋势，推动乡村聚落演变与村镇体系重构，并进一步反馈于乡村地域系统发展要素与空间结构，形成循环系统。

6.2 讨论

乡村聚落演变及其驱动机制是一个十分复杂的发展历程，不同研究视角、不同研究区域、不同发展阶段均呈现出不同的演变特征。大海陀乡乡村聚落演变过程中，复杂的山区地形与资源分布是乡村聚落空间格局破碎延伸的基础，高速的城镇化伴随着高速公路连接城镇的便捷性，逐渐削弱了村民对自然资源的依附性。此外，京津冀协同发展持续疏解北京非首都功能，环京津区域城乡关系由单向汲取转为双向融合，加强了城乡各生产要素的流通性，大海陀乡的基础设施以及服务设施逐步完善、经济发展水平逐步提高，促进了村民生计模式与行为模式多样化的转变，乡村聚落空间格局也随之发生演变。

深入探讨与分析重大线性工程建设下大海陀乡乡村聚落空间格局演变规律，对环京津山区村镇资源合理配置，人地关系矛盾的疏解具有重要意义，同时也为环京津区域乡村聚落空间优化与城乡协调发展提供科学决策。但是目前的学术研究更倾向于宏观典型区域乡村聚落演变过程的研究，往往忽视了微观层面下乡村聚落演变的细节差异以及乡村聚落重构的实际需求，同时，缺乏重大工程建设对乡村聚落演变影响的研究，未来相关研究需加强微观层面乡村聚落演变以及外界干预力量对乡村聚落演变影响的实证研究。在京津冀一体化与乡村振兴战略背景下，需充分利用区域重大线性工程，科学统筹城乡资源，合理规划村镇布局，注重乡村产业的多元化发展，激发乡村内生动力，加强乡村基础设施建设，优化乡村人居环境，实现乡村聚落可持续发展。

[参 考 文 献]

- [1] 王乾, 冯长春, 甘霖. 中国城市规模的空间分布演进及其动力机制[J]. 城市问题, 2019(6): 14-23.

- Wang Qian, Feng Changchun, Gan Lin. Evolution and driving mechanism of Chinese cities' size distribution[J]. *Urban Problems*, 2019(6): 14-23. (in Chinese with English abstract)
- [2] 张利, 雷军, 李雪梅, 等. 1997-2007 年中国城市用地扩张特征及其影响因素分析[J]. *地理科学进展*, 2011, 30(5): 607-614.
Zhang Li, Lei Jun, Li Xuemei, et al. The features and influencing factors of urban expansion in China during 1997-2007[J]. *Progress in Geography*, 2011, 30(5): 607-614. (in Chinese with English abstract)
- [3] Carrion-Flores Carmen, Irwin Elena G. Determinants of residential land-use conversion and sprawl at the rural-urban fringe[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2004, 86(4): 889-904.
- [4] Sevénant Marjanne, Antrop Marc. Settlement models, land use and visibility in rural landscapes: Two case studies in Greece[J]. *Landscape & Urban Planning*, 2007, 80(4): 362-374.
- [5] Kurkueva Kh M. Institutions as a factor of territorial differentiation of socioeconomic characteristics of rural settlements in Ingushetia[J]. *Regional Research of Russia*, 2013, 3(1): 62-70.
- [6] Alekseev A I, Safronov S G. Transformation trends of Russia's rural settlement patterns in the late soviet and post-soviet periods (1970-2010)[J]. *Regional Research of Russia*, 2015, 5(2): 193-201.
- [7] Hosseini S B, Faizi M, Norouzian-Maleki S, et al. Impact evaluation of rural development plans for renovating and retrofitting of rural settlements[J]. *Environmental Earth Sciences*, 2015, 73(7): 3033-3042.
- [8] Choubey Awadh Narayan, Bansal Taruna. Impact of Corridor Development on Rural Settlements Along Delhi-Jaipur Axis[M]//*Geoecology of Landscape Dynamics*. Springer, 2020: 295-305.
- [9] 张荣天, 张小林, 李传武. 镇江市丘陵区乡村聚落空间格局特征及其影响因素分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2013, 22(3): 272-278.
Zhang Rongtian, Zhang Xiaolin, Li Chuanwu. Spatial pattern and influencing factors of rural settlements in Zhenjiang hilly area[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2013, 22(3): 272-278. (in Chinese with English abstract)
- [10] 任国平, 刘黎明, 付永虎, 等. 都市郊区乡村聚落景观格局特征及影响因素分析[J]. *农业工程学报*, 2016, 32(2): 220-229.
Ren Guoping, Liu Liming, Fu Yonghu, et al. Analysis of characteristic and influencing factors of rural settlement landscape pattern in metropolitan suburbs[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2016, 32(2): 220-229. (in Chinese with English abstract)
- [11] 洪惠坤, 廖和平, 李涛, 等. 基于熵值法和 Dagum 基尼系数分解的乡村空间功能时空演变分析[J]. *农业工程学报*, 2016, 32(10): 240-248.
Hong Huikun, Liao Heping, Li Tao, et al. Analysis of spatio-temporal patterns of rural space function based on entropy value method and Dagum Gini coefficient[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2016, 32(10): 240-248. (in Chinese with English abstract)
- [12] 郭晓东, 马利邦, 张启媛. 基于 GIS 的秦安县乡村聚落空间演变特征及其驱动机制研究[J]. *经济地理*, 2012, 32(7): 56-62.
Guo Xiaodong, Ma Libang, Zhang Qiyuan. A GIS-based research on the spatial evolution characteristics and driving mechanism of the rural settlements in Qin'an County[J]. *Economic Geography*, 2012, 32(7): 56-62. (in Chinese with English abstract)
- [13] 周国华, 贺艳华, 唐承丽, 等. 中国农村聚居演变的驱动机制及态势分析[J]. *地理学报*, 2011, 66(4): 515-524.
Zhou Guohua, He Yanhua, Tang Chengli, et al. Dynamic mechanism and present situation of rural settlement evolution in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(4): 515-524. (in Chinese with English abstract)
- [14] 龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构[J]. *地理学报*, 2017, 72(4): 563-576.
Long Hualou, Tu Shuangshuang. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 563-576. (in Chinese with English abstract)
- [15] 付孟泽, 闫凤英, 林建桃. 人地关系驱动下浙北乡村聚落空间演变与发展研究[J]. *地域研究与开发*, 2019, 38(6): 152-157.
Fu Mengze, Yan Fengying, Lin Jiantao. Study on spatial evolution and development of Northern Zhejiang rural settlements driven by human-land relationship[J]. *Areal Research and Development*, 2019, 38(6): 152-157. (in Chinese with English abstract)
- [16] 高苹, 席建超. 旅游地乡村聚落产业集聚的时空演化及其驱动机制研究: 野三坡旅游地苟各庄村案例实证[J]. *资源科学*, 2017, 39(8): 1535-1544.
Gao Ping, Xi Jianchao. Tourism industry agglomeration and mechanisms for rural settlements of Gouge village in Yesanpo, Hebei Province[J]. *Resources Science*, 2017, 39(8): 1535-1544. (in Chinese with English abstract)
- [17] 王少华. 洛阳白云山旅游区乡村聚落格局演变与机理研究[J]. *地域研究与开发*, 2019, 38(2): 117-123.
Wang Shaohua. Evolution and mechanism of rural settlement pattern in Baiyun Mountain tourist area, Luoyang City[J]. *Areal Research and Development*, 2019, 38(2): 117-123. (in Chinese with English abstract)
- [18] 张海朋, 樊杰, 何仁伟, 等. 青藏高原高寒牧区聚落时空演化及驱动机制: 以藏北那曲县为例[J]. *地理科学*, 2019, 39(10): 1642-1653.
Zhang Haipeng, Fan Jie, Renwei He, et al. Spatio-temporal evolution of settlements and its driving mechanisms in Tibetan Plateau pastoral area: taking Nagqu County in the northern Tibet as an example[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(10): 1642-1653. (in Chinese with English abstract)
- [19] 席鸿, 肖莉, 刘瑞强, 等. 古城边缘带乡村聚落演变特征及驱动机制: 以陕西韩城庙后村为例[J]. *地域研究与开发*, 2018, 37(2): 158-162.
Xi Hong, Xiao Li, Liu Ruiqiang, et al. Evolution characteristics and driving mechanism of rural settlement in the fringe belt of famous historical and cultural city: Taking Hancheng Miaohou village of Shaanxi Province for example[J]. *Areal Research and Development*, 2018, 37(2): 158-162. (in Chinese with English abstract)
- [20] 宋长青, 程昌秀, 杨晓帆, 等. 理解地理“耦合”实现地理“集成”[J]. *地理学报*, 2020, 75(1): 3-13.

- Song Zhangqing, Cheng Changxiu, Yang Xiaofan, et al. Understanding geographic coupling and achieving geographic integration[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(1): 3-13. (in Chinese with English abstract)
- [21] 李君, 陈长瑶. 生态位理论视角在乡村聚落发展中的应用[J]. *生态经济*, 2010(05): 29-33.
Li Jun, Chen Zhangyao. The pilot application of the niche theories in development of the rural settlement[J]. *Ecological Economy*, 2010(05): 29-33. (in Chinese with English abstract)
- [22] 岳俞余, 高璟. 基于社会生态系统视角的乡村聚落韧性评价: 以河南省汤阴县为例[J]. *小城镇建设*, 2019, 37(1): 5-14.
Yue Yuyu, Gao Jing. Revaluation of rural settlement toughness based on social ecosystem perspective: Taking Tangyin County Henan Province as an example[J]. *Development of Small Cities & Towns*, 2019, 37(1): 5-14. (in Chinese with English abstract)
- [23] 张富刚, 刘彦随. 中国区域农村发展动力机制及其发展模式[J]. *地理学报*, 2008, 63(2): 115-122.
Zhang Fugang, Liu Yansui. Dynamic mechanism and models of regional rural development in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(2): 115-122. (in Chinese with English abstract)
- [24] 杨凯悦, 宋永永, 薛东前. 黄土高原乡村聚落用地时空演变与影响因素[J]. *资源科学*, 2020, 42(7): 1311-1324.
Yang Kaiyue, Song Yongyong, Xue Dongqian. Spatiotemporal change of rural settlement land in the Loess Plateau and influencing factors[J]. *Resources Science*, 2020, 42(7): 1311-1324. (in Chinese with English abstract)
- [25] 张笃川. “美丽乡村”视角下河南省乡村聚落空间优化研究[J]. *中国农业资源与区划*, 2019, 40(2): 137-142.
Zhang Duchuan. Research on optimization of rural settlements space in Henan Province from the perspective of “beautiful country”[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2019, 40(2): 137-142. (in Chinese with English abstract)
- [26] 朱倩琼, 郑行洋, 刘樱, 等. 广州市农村聚落分类及其空间特征[J]. *经济地理*, 2017, 37(6): 206-214.
Zhu Qianqiong, Zheng Xingyang, Liu Ying, et al. Spatial distribution and types of rural settlements in Guangzhou[J]. *Economic Geography*, 2017, 37: 206-214. (in Chinese with English abstract)
- [27] 杨忍. 基于自然主控因子和道路可达性的广东省乡村聚落空间分布特征及影响因素[J]. *地理学报*, 2017, 72(10): 1859-1871.
Yang Ren. An analysis of rural settlement patterns and their effect mechanisms based on road traffic accessibility of Guangdong[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(10): 1859-1871. (in Chinese with English abstract)
- [28] 卢纯. 重大工程改变世界影响未来: 论重大工程对文明演进、国家崛起、民族强盛的推动作用[J]. *河海大学学报: 哲学社会科学版*, 2019, 21(2): 1-12.
Lu Chun. The great impact of major project on the world: Promoting effect of major project on civilization evolution, national rise and national prosperity[J]. *Journal of Hohai University (Philosophy and Social Sciences)*, 2019, 21(2): 1-12. (in Chinese with English abstract)
- [29] 屠爽爽, 龙花楼, 李婷婷, 等. 中国村镇建设和农村发展的机理与模式研究[J]. *经济地理*, 2015, v.35; No.214(12): 143-149.
Tu Shuangshuang, Long Hualou, Li Tingting, et al. The mechanism and models of villages and towns construction and rural development in China[J]. *Economic Geography*, 2015, 35(12): 141-147. (in Chinese with English abstract)
- [30] 薛小龙, 王璐琪. 重大工程管理理论演化与发展路径[J]. *系统管理学报*, 2018, 27(1): 192-199.
Xue Xiaolong, Wang Luqi. The evolution and development paths of the megaproject management theory[J]. *Journal of Systems & Management*, 2018, 27(1): 192-199. (in Chinese with English abstract)
- [31] 王宏伟. 国家重大建设项目区域经济影响评价研究: 以三峡工程建设为实证基础[J]. *数量经济技术经济研究*, 2020, 37(4): 107-126.
Wang Hongwei. A study on the regional economic impact evaluation of the major national construction projects[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2020, 37(4): 107-126. (in Chinese with English abstract)
- [32] 司增焯. 港口基础设施与区域经济发展研究动态: 基于国内研究文献梳理[J]. *华东理工大学学报: 社会科学版*, 2011, 26(2): 48-60.
Si Zengchuo. A research survey of port infrastructure and region economy development—based on the literature in China[J]. *Journal of East China University of Science and Technology (Social Science Edition)*, 2011, 26(2): 48-60. (in Chinese with English abstract)
- [33] 夏军, 黄国和, 占车生. 南水北调中线工程对区域经济社会可持续发展影响研究的几个关键问题[J]. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2009, 45(Z1): 484-489.
Xia Jun, Huang Guohe, Zhan Chesheng. Some key issues of the impact of the middle route of South-to-North Water Transfer Project on regional sustainable development[J]. *Journal of Beijing Normal University (Natural Science)*, 2009, 45(Z1): 484-489. (in Chinese with English abstract)
- [34] 张诚, 刘敏, 严利鑫. 高速铁路对中国区域经济影响的研究[J]. *华东交通大学学报*, 2020, 37(2): 64-71.
Zhang Cheng, Liu Min, Yan Lixin. Impact of high-speed rail on regional economy in China[J]. *Journal of East China Jiaotong University*, 2020, 37(2): 64-71. (in Chinese with English abstract)
- [35] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. *应用生态学报*, 2002, 13(1): 121-125.
Chen Wenbo, Xiao Duning, Li Xiuzhen. Classification, application, and creation of landscape indices[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(1): 121-125. (in Chinese with English abstract)
- [36] 范强, 张何欣, 李永化, 等. 基于空间相互作用模型的县域城镇体系结构量化研究: 以科尔沁左翼中旗为例[J]. *地理科学*, 2014, 34(5): 601-607.
Fan Qiang, Zhang Hexin, Li Yonghua, et al. Quantitative analysis and urban system planning of county area based on spatial-interaction model: a case in Horqin Left Middle Banner, Inner Mongolia[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(5): 601-607. (in Chinese with English abstract)
- [37] 后雪峰, 周宝同, 李勇. 基于 GIS 的惠来县乡村聚落空间结构演变与驱动机理研究[J]. *嘉应学院学报*, 2016, 34(11): 79-86.
Hou Xuefeng, Zhou Baotong, Li Yong. A GIS-based research on space structure evolution and the drive mechanism of the rural settlement research in Huilai County[J]. *Journal of*

- Jiaying University, 2016, 34(11): 79-86.(in Chinese with English abstract)
- [38] 王楠, 郝晋珉, 高阳, 等. 曲周县盐碱地改良区农村聚落演变与驱动机制研究[J]. 中国土地科学, 2018, 32(1): 20-28.
- Wang Nan, Hao Jinmin, Gao Yang, et al. Research on the evolution and driving mechanism for rural settlement in saline land improvement area of Quzhou County[J]. China Land Science, 2018, 32(1): 20-28.(in Chinese with English abstract)
- [39] 邢谷锐, 徐逸伦. 城市化背景下乡村聚落空间演变特征研究[J]. 安徽农业科学, 2007(7): 2087-2089.
- Xing Gurui, Xu Yilun. Rural settlement spatial evolution types and features in urbanization[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007, 35(7): 2087-2089.(in Chinese with English abstract)
- [40] 李君, 武友德, 张磊, 等. 社会经济因素对乡村聚落区位影响的适宜性评价分析: 以云南环洱海地区为例[J]. 经济地理, 2016, 36(8): 195-201.
- Li Jun, Wu Youde, Zhang Lei, et al. The suitability evaluation of social and economic factors on the location of rural settlement: take Erhai Rim Region of Yunnan for example[J]. Economic Geography, 2016, 36(8): 195-201.(in Chinese with English abstract)

Spatial evolution of rural settlement in mountainous areas under a linear project

Wang Jian¹, Wang Jian^{2*}, Wu Wenliang¹, Liu Kui²

(1. College of Resources and Environment, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2. College of Land Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: Linear projects such as roadway and pipelines, due to the geometrical layout, are characterized in that many identical units are repeated from one unit to another in horizontal direction. A major linear project has a profound impact on the regional development of traditional rural settlements in mountainous areas. Consequently, the historical process of social communities may be interrupted or accelerated. The research on this evolution process can contribute to further understand the external effects of regional major linear project and the relationship between expressway construction and economic development in rural areas. In this study, Dahaituo Town, which locates in the Southwest of Chicheng County, Hebei Province, was selected as the research area. Based on the remote sensing images captured in 1999, 2009 and 2019, the spatial evolution of rural settlements under the major linear project construction was identified by using a systematic approach combined with spatial analysis, landscape pattern index, Voronoi diagram, and logistic regression model. The results showed that: 1) The spatial pattern of rural settlements in Dahaituo Town has changed obviously, which indicated the different characteristics before and after expressway construction. Before the construction of expressway from 1999 to 2009, the characteristics of rural settlements scattered and quantity significantly increasing was showed, whereas, during the expressway construction from 2009 to 2019, the trend of agglomerating and area increasing was observed. The major linear project serving as an external force can contribute to accelerate the expansion speed of rural settlements, thereby promoting the internal agglomeration of villages. 2) Under the condition of natural evolution without external intervention, the rural settlements in Dahaituo Town were mainly dependent on natural resources. All this time, the areas with flat terrain and rich cultivated land resources were often the first choice for residential construction. The construction of major linear project was beneficial to effectively improve the level of social and economic development in rural areas particularly can provide economic support for settlements environment. After the construction of linear project, there were gradual changes in the rural population and income, agricultural output, and financial income. The evolution of rural settlements driven by Major linear project construction has transferred from natural resource dependence to economic and social dependence. 3) The rural settlements in Dahaituo Town presented a cyclic evolution of "element-structure-function". The main driving forces of evolution were the multiple modes of subject behavior under the action of internal and external factors, and the ecological-life-production system coupling relationship under the influence of natural evolution and external forces. The construction of major linear project determined the evolution trend of rural settlements by influencing social and economic factors, and thereby to promote the reconstruction of social community and village system. Under the background of Beijing-Tianjin-Hebei integration, the construction of major projects can be expected to enhance the life style of the villagers by strengthening the circulation of urban and rural elements. In the future. It is necessary to study the impact of external intervention on the evolution of rural settlements. The local government needs to integrate urban and rural resources, further to strengthen planning guidance and remediation measures, so as to promote the reconstruction of rural system. These results can provide profound suggestions for policy making and strategic choice of Rural Revitalization in mountainous areas.

Keywords: rural areas; settlement; spatial evolution; major linear project; landscape pattern index; spatial analysis; binary logistic regression; Dahaituo Town