

县域城乡聚落规模体系的演化特征及驱动机理 ——以江苏省张家港市为例

李智^{1,2}, 张小林¹, 李红波¹

(1. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210023; 2. 河北师范大学资源与环境科学学院, 石家庄 050024)

摘要: 从城乡聚落规模的大小、结构、分布三个基本属性出发, 以经济发达的江苏省张家港市为案例地, 以土地利用数据和遥感影像为数据源, 揭示了1995-2015年间县域城乡聚落规模体系的演化特征及驱动机理。结果表明: (1) 县域城乡聚落数量显著减少、用地规模显著增加。(2) 城—镇—村规模结构从“凸字型”经“金字塔型”向“橄榄型”方向演化; 不同阶段、不同规模等级的城乡聚落的成长速率不同; 城乡聚落的齐夫指数偏大但增长放缓, 规模结构总体上符合位序—规模法则。(3) 城乡聚落规模分布的不均衡程度不断增强, 但极化发展速率逐渐减小; 空间集群分布特征显著, 聚类中心分布趋于均衡化; 城乡聚落用地的时空变化存在显著的地域差异, 以城镇用地变化为主。(4) 驱动机理是由地理环境、区域经济、交通网络、制度与管理四个主要因素共同作用构成的“四轮”驱动过程。

关键词: 城乡聚落规模体系; 演化特征; 驱动机理; 县域; 张家港市

改革开放以来, 我国城镇化快速发展取得巨大成就, 也带来了日趋严重的“城市病”和“乡村病”, 城乡二元结构矛盾依旧突出。要化解城乡二元结构矛盾, 必须走城乡融合发展的道路^[1]。要实现城乡融合发展, 需构建合理有序的城乡聚落规模体系, 使大小不同、功能差别、环境各异的各类聚落, 形成统一和谐的有机整体。

城乡聚落规模体系是国内外聚落地理学研究的重要内容。西方国家的经济社会活动主要集中在城镇地域, 故其研究集中在城镇规模体系层面。研究成果主要集中在20世纪40-90年代间, 研究内容主要包括城镇规模体系的等级划分、位序规模分布、时空变化等, 研究方法主要包括统计分析、数学模型、网络分析等, 研究尺度以国家、城市群等大中尺度为主^[2-5]。进入20世纪90年代, 随着区域经济一体化和全球化发展, 西方国家的研究逐渐转向城市群、城市网络、都市区等方面, 并且对城乡聚落空间融合发展和转型重构的关注日渐增多, 但是缺少城乡聚落规模体系的相关研究^[2]。中国的城镇规模体系研究起步于20世纪80年代初, 最初以引进和介绍西方国家研究为主^[2,6]; 从80年代后半期开始, 国内学者开展了大量城镇规模体系评价与规划研究^[2]; 进入21世纪以来, 国内城镇规模体系研究呈现出多元化发展趋势, 研究内容主要包括等级结构划分、演化特征、模拟预测、影响因素以及规划研究等方面^[7-12], 主要采用位序规模分析、分形研究、网络分析、数学建模等定量研究方法^[11-15], 以国家、省、市等大中尺度为主^[15-17]。此外, 20世

收稿日期: 2018-07-01; 修订日期: 2018-10-09

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41571164, 41501187)

作者简介: 李智 (1989-), 男, 河北邢台人, 博士, 讲师, 研究方向为城乡发展与区域规划。

E-mail: hnulizhi@163.com

通讯作者: 张小林 (1966-), 男, 江苏南京人, 博士, 教授, 研究方向为城乡发展与区域规划。

E-mail: xiaolin-zh@163.com

纪90年代以来,国内一些学者开始进行村镇规模体系方面的研究,对村镇的规模结构、演化、预测及其规划建设等进行探索,充实了我国中微观尺度聚落规模体系研究^[18-19]。

21世纪以来,随着城镇化的深入发展,城乡聚落日益形成一个紧密联系的有机整体,割裂的城乡聚落研究已经难以适应新形势下中国城乡融合发展的要求^[9]。当前中国城乡聚落空间、经济、社会正处于转型重构阶段,而且仍有近一半的人口生活在乡村,乡村聚落量大面广,这种基本国情决定了城乡聚落规模体系是一个独具中国特色和时代背景的研究课题。目前国内城乡聚落体系的相关研究主要包括县域聚落规模的时空演化、城乡聚落扩展变化、城乡聚落规模分布及景观格局等,研究方法以数量模型和空间分析为主,研究尺度集中在中微观层面^[20-23]。但国内相关研究仍有不足之处,诸如一定时空背景下城、镇、村变化之间是什么关系,城乡聚落规模体系的演化特征及驱动机理是什么等科学问题亟需深入研究。

城乡聚落规模体系是指一定地域范围内,一系列不同类型的城乡聚落按照大小组合方式,共同形成的既相互独立、又紧密联系的有机整体^[6,7]。城乡聚落规模具有大小、结构、分布等基本属性,它们既是三个相对独立的评价目标,又是统一的不可分割的整体。在对其进行定量评价时,地理学者大多以行政区为评价对象,以便于利用人口、经济等统计数据,但行政单元是一个行政地域概念,而且其不断调整不利于开展长时间段的研究。故只有将研究对象聚焦于自然聚落,才能客观科学地揭示出城乡聚落数量、规模及其空间布局的演化特征。此外,选择一个外部和内部环境相对稳定的时段进行评价,可避开历史大事件的外部冲击,有利于客观揭示出城乡聚落规模体系的演化规律。20世纪90年代中期至今,市场经济体制改革及全球化发展推动我国城镇化快速发展,并且城乡发展的政策环境相对稳定,故选择1995-2015年作为评价时段,并以我国的两个五年规划作为一个评价周期,把上述时段分为1995-2005年、2005-2015年两个周期。

中国地域广阔,区域发展差异显著,城乡关系十分复杂。以江苏省张家港市为代表的发达地区,城乡聚落变化呈现出多样性和复杂性特征,有的乡镇成长为区域中心,有的乡镇发育比较缓慢,一部分村落越来越城镇化,一部分村落向特色化和专业化方向演变,还有一部分村落不断衰落。同时,发达地区在城镇化、城乡融合发展等方面走在全国前列,但面临严峻的耕地保护、生态用地保护以及控制建设用地开发强度等压力,这些特征对探讨城乡聚落规模体系的演变具有一定的代表性,对促进我国城乡融合发展具有重要的引领和示范作用。而县域是中国政治、经济、社会功能比较完整的地域单元和地理学研究的重要尺度,并且囊括了一个完整的城乡聚落规模体系。基于此,本文选择1995年、2005年、2015年作为研究节点,从规模大小、规模结构、规模分布三个目标维度出发,探究张家港市城乡聚落规模体系的演化特征及驱动机理,以期为推动城乡聚落优化重构、促进城乡融合发展提供科学参考。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究区概况

张家港市隶属于江苏省苏州市,位于经济发达的长三角腹地,北临长江,交通便利,区位条件优越。全市土地总面积987 km²,地势平坦、河港纵横,北部为圩区平原、南部为太湖平原,聚落类型多样。截至2015年底,全市常住人口125万人,GDP达到

2229.82 亿元，位列中国县域经济前三强，乡镇经济繁荣。下辖杨舍镇、塘桥镇、金港镇、锦丰镇、乐余镇、凤凰镇、南丰镇、大新镇以及农场等 9 个乡镇单元，县级政府驻地在杨舍镇（图 1）。

1995-2015 年间，张家港市的城镇化率从 30% 提高到 70% 左右，经历了城镇化“S”曲线的加速阶段，现已进入城镇化发展的高级阶段。而城镇化发展阶段是影响城乡聚落规模体系演变的重要因素，因此选择张家港市作为案例地具有典型性，研究结果对其他地区具有重要参考价值。

1.2 数据来源

研究数据包括以下三个方面（表 1）。（1）城乡聚落用地数据。人口数量和建成区面积都可以客观表征城乡聚落规模，但人口数据是以行政村为单位统计的，本研究所涉及的自然聚落缺少人口统计数据，故只依据建成区面积来表征城乡聚落规模。本文以 1995 年、2005 年、2015 年美国陆地卫星 Landsat TM/ETM+ 遥感影像为主要数据源，经过影像融合、几何校正、图像增强与拼接等处理后，通过人机交互目视解译的方法，得到各个年份的建设用地斑块图（1995 年分辨率为 30 m，2005 年、2015 年分辨率为 15 m）。为保证数据的准确性和可比性，进一步参照 Google Earth 地图以及土地利用变更调查数据（比例尺为 1：1 万）中的城市、建制镇、村庄这 3 种土地利用类型图斑，对遥感解译数据中建设用地斑块的形态和分布进行逐一校正，将 1995 年数据精度提高至 15 m，确保不同年份城乡聚落建设用地图斑的数据标准统一，这样得出的张家港市三个年份城乡聚落用地斑块矢量图较为准确科学。其中，城乡聚落用地包括三种类型：县城区是指县级政府驻地的建成区，镇区是指镇级政府驻地的建成区，村落是指村落建设用地斑块。（2）交通数据。根据《张家港年鉴》中的交通现状图，进行地理配准与矢量化，得到 3 个年份的张家港市交通线状矢量图。（3）社会经济统计数据。主要来源于《张家港年鉴》、《中国 2000 年人口普查资料》、《中国 2010 年人口普查分县资料》。

1.3 研究方法

1.3.1 规模大小研究方法

利用 ArcGIS 软件计算县域城乡聚落总规模、平均规模等指标，利用 FRAGSTATS 软



图 1 张家港市乡镇分布图

Fig. 1 The profile of Zhangjiagang, Jiangsu province

表 1 研究数据说明

Table 1 Instruction of data used in the study

| 数据名称 | 时间/年 | 研究用途 |
|---------------------|----------------|----------------|
| Landsat TM/ETM+遥感影像 | 1995、2005、2015 | 获取城乡建设用地图斑 |
| 1：1 万土地利用变更调查数据库 | 2009-2015 | 数据校正 |
| Google Earth 地图 | 1995、2005、2015 | 数据校正 |
| 张家港市行政区划矢量图 | 2015 | 辅助影像解译 |
| 张家港年鉴 | 1996-2016 | 获取社会经济数据和交通现状图 |
| 土地利用变更调查数据 | 1999-2015 | 获取城乡建设用地面积 |
| 中国人口普查分县资料 | 2000、2010 | 获取城乡人口数据 |

件计算县域城乡聚落的最大斑块指数 (LPI)、平均斑块面积 (MPS) 等, 从而对其规模大小及变化特征进行统计分析。

1.3.2 规模结构研究方法

(1) 城—镇—村规模结构

利用 ArcGIS 软件对县城区、镇区、村落规模进行统计分析, 来揭示县域城—镇—村规模结构特征。为避免行政区划调整的影响, 本文以 2015 年底的乡镇区划为基准来划分县城区、镇区与村落, 确保研究期间县城区、镇区的位置与数量不变, 保证评价节点的可对比性。

(2) 规模分级统计

借鉴城市人口规模等级划分标准和城乡聚落规模划分的相关研究^[6,12], 综合利用 Jenks 的 Natural Break 方法, 划分城乡聚落规模等级, 并统计不同等级城乡聚落数量及其总规模的变化来揭示其规模等级演化特征。

(3) 位序—规模模型

借鉴齐夫研究城市体系的位序—规模模型来揭示县域城乡聚落规模体系的演化特征。齐夫通过研究城市位序与规模之间的关系, 提出了城市位序—规模法则:

$$P_r = P_1 r^{-q} \quad (1)$$

通过对公式的两边均取对数, 将表达式转化为:

$$\ln P_r = \ln P_1 - q \ln r \quad (2)$$

为便于表达, 将公式调整为:

$$Y = -qX + c \quad (3)$$

式中: P_1 为首位聚落用地规模; P_r 表示位序为 r 的聚落规模; r 为聚落位序; $Y = \ln P_r$, $X = \ln r$, $c = \ln P_1$; q 为齐夫指数, 其大小用来衡量县域聚落规模分布的均衡程度。当 $q > 1$ 时, 表明县域聚落规模之间差异较大, 大聚落在体系中占优势; 当 $q = 1$ 时, 表明其完全符合位序—规模定律; 当 $0 < q < 1$ 时, 表明中小型聚落较多, 大型聚落不突出^[20]。

1.3.3 规模分布研究方法

(1) 基尼系数

基尼系数是表征聚落规模分布集散程度的重要指标, 它是利用常数式基尼模型来拟合求解的, 能够弥补位序—规模法则在区域城乡聚落规模差距较大时回归拟合有所欠缺的不足^[12,24]。计算公式如下:

$$G_u = T_u / 2S_u(n-1) \quad (4)$$

式中: T_u 为县域不同聚落之间聚落用地规模之差的绝对值总和; n 表示县域聚落数量; S_u 为县域聚落用地规模的总和。基尼系数 G_u 取值范围为 0~1。基尼系数越接近 0, 表明城乡聚落规模分布越分散, 越接近 1, 表明其规模分布越集中。一般认为, 当 $G_u > 0.6$ 时, 表示其规模分布极不平衡^[24]。

(2) 空间聚类分析

本研究以 200 m×200 m 格网为评价单元, 利用 ArcGIS 的聚类分析工具来计算各个单元格网内聚落用地的 Getis-Ord G_i^* 统计值, 它可用来识别不同空间位置上的高值簇与低值簇, 即热点区和冷点区。计算公式如下:

$$G_i^* = \sum_{j=1}^n W_{ij}(d) X_i X_j / \sum_{j=1}^n X_j$$

(5)

式中： X_i 为格网*i*内聚落规模大小； X_j 为格网*j*内聚落规模大小； n 表示格网的总数量； $W_{ij}(d)$ 表示以距离规则来定义的空间权重。

(3) 聚落用地变化分析

本研究利用 ArcGIS 软件的叠置分析工具对城乡聚落用地进行空间解析，探索县域城乡聚落用地规模的时空变化特征。

2 结果分析

2.1 城乡聚落规模体系及其演化特征

2.1.1 规模大小特征

通过统计分析，发现张家港市城乡聚落在演化过程中呈现出数量显著减少、规模显著增加的基本趋势（表2）。1995-2015年间，县域聚落总数由916个减至547个，聚落总面积由167.52 km²增至330.57 km²，聚落平均面积由0.18 km²增至0.60 km²。选择最大斑块指数（LPI）、平均斑块面积（MPS）、平均形状指数（MSI）等指数来揭示城乡聚落斑块的景观特征。可见张家港市的LPI从13.63增至26.10，表明最大斑块占景观整体的比例越来越高；MPS从11.79增至33.12，表明聚落斑块平均面积不断增加；MSI变化不明显，表明县域城乡聚落规模的快速扩张并未导致其形态特征的显著变化。

表2 张家港市城乡聚落规模体系的基本特征

Table 2 The basic features of urban-rural scale system in Zhangjiagang

| 指标 | | 1995年 | 2005年 | 2015年 |
|------|---------------------------|--------|--------|--------|
| 大小特征 | 聚落总个数/个 | 916 | 705 | 547 |
| | 聚落总面积/km ² | 167.52 | 239.82 | 330.57 |
| | 聚落密度/(个/km ²) | 1.16 | 0.89 | 0.69 |
| | 聚落平均面积/km ² | 0.18 | 0.34 | 0.60 |
| 景观指数 | 最大斑块指数（LPI） | 13.63 | 22.01 | 26.10 |
| | 平均斑块面积（MPS） | 11.79 | 20.08 | 33.12 |
| | 平均形状指数（MSI） | 1.23 | 1.25 | 1.24 |

2.1.2 规模结构特征

(1) 城—镇—村规模结构从“凸字型”经“金字塔型”向“橄榄型”演化

通过统计分析，得到张家港市城—镇—村规模结构图（图2）。从绝对规模来看：1995-2015年间，县城区和镇区规模不断扩张，但镇区规模扩张更加显著，村落总规模缓慢减少，城—镇—村规模结构从“凸字型”经“金字塔型”逐渐向“橄榄型”方向演化。从规模比例来看：1995年，村落规模所占比例很大，县城区和镇

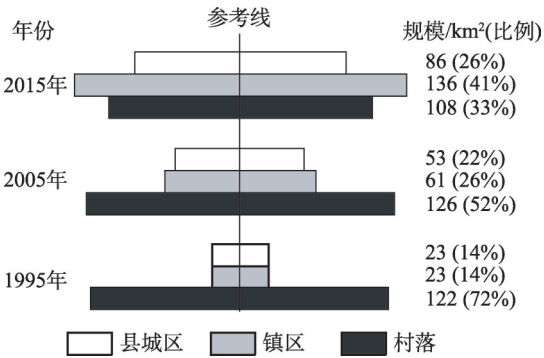


图2 城—镇—村的规模结构

Fig. 2 Scale structure of city-town-village settlements

区规模占比均较小; 2005 年, 村落规模比例显著减小, 县城区和镇区规模比例大幅提高, 县城区极化特征进一步凸显, 2015 年, 村落规模比例持续减小, 县城区和镇区规模比例继续提高, 但镇区规模增速更快, 城—镇—村规模比例关系逐渐趋于稳定状态。

(2) 规模等级差异显著, 不同等级聚落规模的成长速率不同

利用 ArcGIS 软件将县域聚落划分为 7 个规模等级 (表 3)。1995-2015 年间, I、II 型聚落数量从 1 个增至 4 个, 其规模占比明显增加。III 型聚落数量从 1 个增至 7 个, 聚落用地规模显著扩张, 表明该型聚落成长较快。I、II、III 型聚落规模较大, 以县城区和重点镇区为主。IV 型聚落数量从 17 个先增至 22 个、后减至 11 个, 主要为普通镇区和中心村。V 型聚落从 17 个减至 12 个, 聚落规模及其比例逐渐减少, 该型聚落以中心村为主。VI、VII 型聚落是县域聚落的主要类型, 主要为自然村, 它们的数量和总规模呈减少态势。综合而言, 不同阶段、不同规模等级城乡聚落的成长速率不同, 导致城乡聚落规模结构不断演化。

表3 城乡聚落规模结构的演化特征
Table 3 Evolution characteristics of urban-rural scale structure

| 城乡聚落规模分级/ km ² | 1995 年 | | 2005 年 | | 2015 年 | |
|------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|
| | 数目/个 (占总比/%) | 规模 (占总比/%) | 数目/个 (占总比/%) | 规模 (占总比/%) | 数目/个 (占总比/%) | 规模 (占总比/%) |
| I (> 25) | 0 (0) | 0 (0) | 2 (0.28) | 79.59 (33.19) | 3 (0.55) | 172.75 (52.26) |
| II (15~25) | 1 (0.11) | 22.76 (13.59) | 0 (0) | 0 (0) | 1 (0.18) | 24.68 (7.47) |
| III (5~15) | 1 (0.11) | 9.93 (5.93) | 3 (0.43) | 27.16 (11.33) | 7 (1.28) | 50.17 (15.18) |
| IV (1~5) | 17 (1.86) | 38.19 (22.80) | 22 (3.12) | 55.09 (22.97) | 11 (2.01) | 18.84 (5.70) |
| V (0.5~1) | 17 (1.86) | 10.98 (6.55) | 11 (1.56) | 7.36 (3.07) | 12 (2.19) | 7.24 (2.19) |
| VI (0.25~0.5) | 62 (6.77) | 21.34 (12.74) | 58 (8.23) | 19.81 (8.26) | 49 (8.96) | 17.42 (5.27) |
| VII (0~0.25) | 818 (89.30) | 64.32 (38.40) | 609 (86.38) | 50.81 (21.19) | 464 (84.83) | 39.43 (11.93) |

(3) 齐夫指数偏大但增长放缓, 规模结构总体上符合位序—规模法则

根据式 (1) ~式 (3), 对城乡聚落用地数据进行分析, 并利用 OLS 线性方程分别拟合各个年份的城乡聚落位序—规模特征 (图 3)。① 1995-2015 年间, 齐夫指数均在 1 值附近, 表明城乡聚落规模结构较为均衡; 聚落规模 Y 值逐渐提高, 尤其是 $Y > 10$ 聚落的数量明显增加, 表明大型聚落的成长较为显著。② 齐夫指数从 0.996 逐渐增至 1.232, 但年平均增速逐渐降低。从纵向来看, 聚落位序越靠前, 其规模增速越快。从横向比较来看, q 的绝对值与增速均高于中原地区等地^[20], 这表明发达地区城乡聚落规模结构的变动更为显著。③ 各个年份的模型拟合度均较高, 表明拟合的理论值与实际值相差不大, 城乡聚落

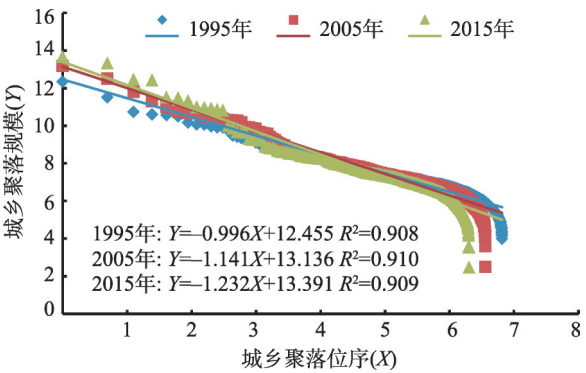


图3 城乡聚落规模位序—规模图
Fig. 3 Rank-size curves of urban-rural settlements

规模结构基本符合位序—规模法则。④当位序 $X < 3$ 时,聚落规模的实际值接近理论值; $X > 3$ 时,实际值与理论值相差较大,这表明县域城乡聚落规模体系中的大型聚落变化更为显著。

2.1.3 规模分布特征

(1) 规模分布的不均衡程度不断增强,极化发展速率逐渐减小

根据式(4),分别计算各个年份基尼系数(G_u)。结果显示1995年、2005年、2015年的 G_u 分别为0.677、0.798、0.878,均超过了0.6这一临界值,表明县域城乡聚落规模分布很不均衡。1995-2005年, G_u 年均增长率为1.66%,2005-2015年, G_u 年均增长率为0.96%,这表明城乡聚落规模分布的不均衡程度不断增强,但极化发展速率逐渐减小。

(2) 规模分布的空间聚类特征日益明显,聚类中心的分布向均衡化方向发展

根据式(5),计算1995年、2005年、2015年县域城乡聚落规模的Getis-Ord G_i^* 统计量,并利用自然断裂点方法将其划分为热点区、次热区、次冷区、冷点区4类,得到县域城乡聚落规模体系的空间聚类分布图(图4a-4c)。1995-2015年间,县域城乡聚落规模的空间聚类特征日益显著,热点集聚区的面积快速增长。1995年县域内主要形成1个热点集聚区,即县城区;2005年县域内出现了县城区、金港镇区、锦丰镇区等3个热点集聚区;2015年,以塘桥镇区、乐余镇区和大新镇区为聚类中心的热点区逐渐凸显,县域范围内主要形成6个热点集聚区。空间聚类中心指向县城区和重点镇区,聚类中心的空间分布从张家港市西南部向北部、东南部扩展,其分布格局逐渐趋向均衡化。

(3) 规模变化的空间差异显著,以城镇用地变化为主

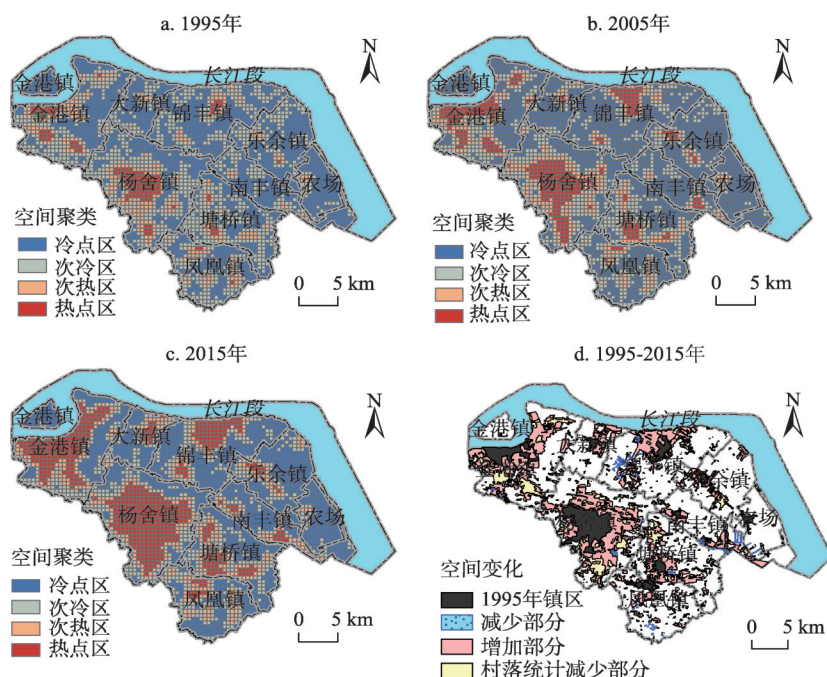


图4 城乡聚落规模的空间聚类及空间变化

Fig. 4 The change of spatial cluster and land-use of urban-rural scale system

通过对1995年、2015年张家港市城乡聚落用地进行空间叠置分析,揭示出其空间变化特征(图4d)。城乡聚落规模增加部分主要包括两种类型:一是在镇区基础上呈块状向四周扩张,据统计,城镇用地共扩张了127.58 km²,占同期县域聚落规模增加总量的78.25%,其中杨舍镇、金港镇及锦丰镇的镇区规模扩张最为明显,它们共扩张了97.84 km²;二是在村落基础上向周边或沿交通线扩张,主要零散分布在远离镇区的区域,这部分村落用地共扩张了35.47 km²,占比为21.75%。聚落用地减少部分主要分布在锦丰镇、南丰镇、凤凰镇的镇区周边,减少原因是由于村庄整治项目或工程项目的实施而导致村落搬迁和重构,据统计,共有40个村落消失,涉及用地面积为2.79 km²。此外,还有一部分村落被镇区吞并,在统计上变更为城镇用地,但其原有村落建设用地并未减少,这些村落主要分布在城镇周边。据统计,有253个村落被吞并,占同期村落减少总量的68.56%,涉及用地总面积为49.73 km²,而同期县域村落总规模仅减少了14.24 km²。以上分析表明,县域城乡聚落用地变化的地域空间差异显著,以城镇用地变化为主,且村落平均用地也呈扩张态势。

2.2 城乡聚落规模体系的驱动机理

县域城乡聚落规模体系是一个复杂的系统,它的发展和演化涉及多种驱动因素。本研究从系统学视角出发,在借鉴前人研究基础上^[25-27],结合张家港市城乡聚落规模体系演化过程的实证研究,发现县域城乡聚落规模体系的成长是地理环境、区域经济、交通网络、制度与管理四种主要因素相互作用的过程,它们形成一个较为完整的系统(图5)。其中,地理环境是城乡聚落存在和发展的物质基础,为其成长提供土地、水、矿产等资源支撑,是一种基础动力;区域经济和交通网络对城乡聚落规模成长具有内在驱动和催化作用,是其成长的内源动力;制度与管理是对资源配置方式以及社会关系的一种人为规定,从外部对城乡聚落规模演化的方向、路径等进行干预。在这四种因素的共同作用下,县域城乡聚落规模体系不断演化。

2.2.1 地理环境是城乡聚落规模体系演化的约束力

张家港市的地理环境主要包括三种类型,它们对城乡聚落规模大小、结构及分布产生了明显不同的影响。其中,(1)北部地区属于圩区平原,河道纵横交错,这种破碎的地形对城乡聚落用地布局与扩展具有明显的制约作用,村落往往布局在河道两侧,呈条带状分布,从而形成规模较小、零散分布的空间格局。(2)南部地区属于太湖平原,地势平坦,这种地理环境有利于聚落集聚分布,从而形成规模较大、呈团块状分布的格局。(3)北部临江,江岸线较长,并拥有优良港口。这种优越区位条件有助于生产要素的集聚与扩散,并推动聚落沿江岸线进行空间扩展,从而形成了典型的港区型和工业型

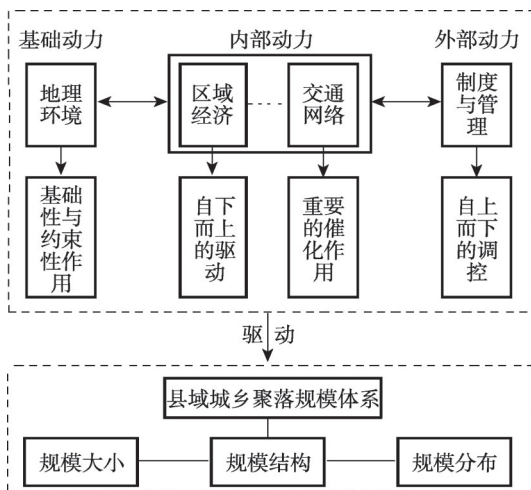


图5 县域城乡聚落规模体系的驱动机理

Fig. 5 Driving mechanism of urban-rural scale system at county level

聚落，其规模较大、聚类中心特征显著。此外，在城镇化快速发展过程中，生态环境的破坏与资源匮乏问题日渐显现，区域发展日益临近其生态阈值，也成为制约城乡聚落规模发展不可忽视的重要因素。由此可见，地理环境对城乡聚落的发展和演变具有显著的基础性和约束性作用。

2.2.2 区域经济是城乡聚落规模体系演化的内驱力

城乡聚落规模体系的演化是区域发展的外在表征，区域经济是城乡聚落规模体系演化的内在驱动力。据统计，1995-2015年，张家港市GDP总值增长了10倍左右，常住人口增加了近40万人。为解决这些新增人口的生产和生活空间问题，必然要求不断扩大建设用地规模，从而加速了城乡聚落规模体系的演变。同时，张家港市乡镇企业繁荣发展，村镇经济比较发达，一些集镇和中心村的成长较快，对城乡聚落规模体系的格局特征产生显著影响。

为进一步客观反映区域经济与城乡聚落用地规模之间的关系，选择人均GDP这一评价区域经济的关键性指标，将其与张家港市城乡建设用地总规模进行耦合分析。由于2009年人均GDP计算口径从户籍人口变为常住人口，土地变更调查数据的标准也发生变化，故分1999-2008年、2009-2015年两个阶段进行分析（图6）。通过拟合分析，发现前一阶段为对数拟合，后一阶段为幂指数拟合， R^2 分别为0.855、0.959，这表明随着人均GDP的增长，城乡建设用地总规模分别呈对数和幂指数增长，两者之间存在显著正向耦合关系。尽管如此，但并不意味着张家港市城乡聚落用地会一直高速扩张，这是不符合客观事实的。受资源和环境约束以及政策调控等因素的影响，张家港市城乡聚落用地总规模扩张速度日渐减缓。

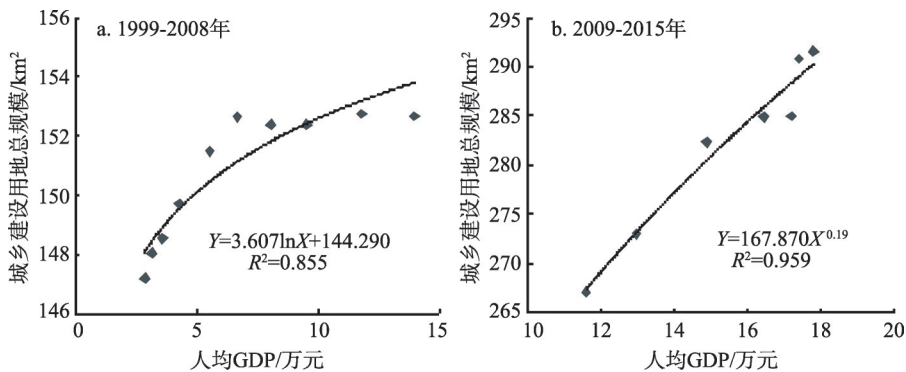


图6 1999-2015年张家港市人均GDP与城乡建设用地总规模拟合图

Fig. 6 Fitting diagram of per capita GDP and urban-rural construction land from 1999 to 2015 in Zhangjiagang

2.2.3 交通网络是城乡聚落规模体系演化的催化剂

交通网络是指区域内不同等级的交通道路所共同形成的网络组织。城乡聚落之间的物质联系主要是通过交通网络实现的，交通网络的发展对县域城乡聚落规模体系的演化具有重要影响。

为了客观反映交通网络与城乡聚落规模体系之间的关系，对交通线以100 m为步长作缓冲区分析^[26]，得到2200 m距离内城乡聚落规模占各条带土地总规模的比例（图7）。张家港市不同年份的城乡聚落规模占条带规模的比例随着离交通线距离增大而减少，大致

分为两个阶段: 阶段I (0~1200 m) 为快速减少阶段, 阶段II (1200~2200 m) 为基本稳定阶段。通过拟合分析, 发现县域城乡聚落规模分布与到交通线的直线距离呈显著的幂次关系, 相关系数均在0.9以上, 并表现出明显的“衰减—稳定”演化趋势。这表明城乡聚落用地规模分布对交通网络具有较大的依赖性。此外, 1995-2015年间, 张家港市等级公路增加了150 km左右, 交通网络的密度与道路等级显著提高, 推动城乡聚落用地围绕交通线两侧快速扩张, 使这种拟合曲线趋于平缓, “衰减”程度逐渐减弱, 改变了县域城乡聚落规模分布格局。因此, 交通网络对城乡聚落规模体系的演化具有显著的催化作用。

2.2.4 制度与管理是城乡聚落规模体系演化的调控力

研究发现张家港市城镇规模和村落平均规模呈现同步扩张的态势, 这主要是受城乡二元化的户籍制度和土地制度的影响。一方面, 在城镇化初级阶段, 城市户籍具有较大吸引力, 大量离村人口难以获得城市户籍, 仍旧保留农村户籍及宅基地, 并享有村集体成员应有的权利, 导致村落并未出现“人减地减”现象。据统计, 1995年张家港市农业户籍人口为71.21万, 而农村常住人口约为50万。另一方面, 当张家港市实现了城乡公共服务均等化发展, 农村户籍的双重优势反而凸显出来, 农村居民不再愿意放弃“三块地”的权益, 甚至一些地区农村集体经营用地的效益很大, 导致一些村落人口和用地规模显著增加。据统计, 2000-2010年间, 农村常住人口从52.49万减至48.41万人, 农业户籍人口却从58.17万增至63.23万人。此外, 1994年我国进行了分税制改革, 土地出让金成为地方政府的重要收入来源, 这种制度政策刺激了张家港市城镇用地的快速扩张。

针对城乡发展过程中出现的建设用地过快扩张、生态资源匮乏等人地关系失调问题, 张家港市政府运用行政力量 and 政策工具对城乡聚落发展进行外部调控, 致使城乡聚落规模体系不断重构^[25,27]。例如, 张家港市在制定土地利用规划时, 设定建设用地总规模的“天花板”, 推动建设用地由增量规划向减量规划转型, 导致城乡聚落规模结构不断变化; 近年来市政府实施了万顷良田、村庄整治、开发区建设、美丽乡村建设等项目, 直接改变了城乡聚落规模结构及分布特征, 比如在村庄整治过程中, 凤凰镇和南丰镇周边的部分村落被整体拆除和搬迁。这表明, 制度与管理就像一只“有形的手”, 直接影响张家港市城乡聚落规模体系的演化。

3 结论与讨论

3.1 结论

本文对1995-2015年间张家港市城乡聚落规模体系的演化特征及驱动机理进行了探究。结论如下:

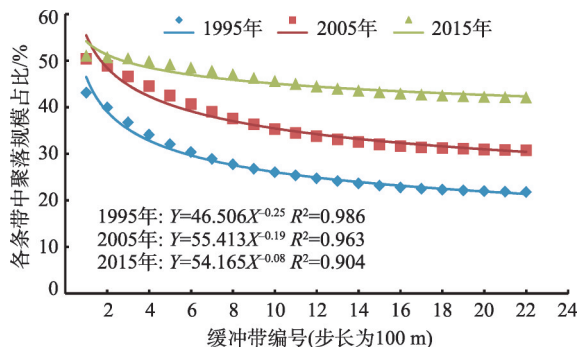


图7 不同距离的城乡聚落规模占各条带土地总规模的比例

Fig. 7 The percentage of urban-rural settlement area in different buffer zones of traffic network

(1) 张家港市城乡聚落规模大小的演化特征为: 县域城乡聚落的数量显著减少、规模显著增加; 最大聚落斑块、平均聚落斑块面积显著提高, 但城乡聚落规模体系的景观形态特征变化不明显。城乡聚落规模结构的演化特征为: 城区、镇区和村落规模的演化过程存在显著差异, 城—镇—村规模结构从“凸字型”经“金字塔型”向“橄榄型”方向演变; 不同阶段、不同规模等级的城乡聚落的成长速率不同, 主要表现出小型聚落数量减少、规模减小, 大中型聚落数量增加、规模增大的基本态势; 齐夫指数偏大但增长放缓, 但基本符合位序—规模法则。城乡聚落规模分布的演化特征为: 城乡聚落规模分布不均衡且其不均衡程度不断增强, 规模分布的极化速率逐渐减小; 城乡聚落规模分布呈显著的空间集群特征, 聚类中心分布趋于均衡化; 城乡聚落规模变化存在显著的地域空间差异, 以城镇用地变化为主。

(2) 城乡聚落规模体系的驱动机理是由地理环境、区域经济、交通网络、制度与管理四种主要因素相互作用、共同构成的一个驱动过程。地理环境具有基础性和约束性作用, 区域经济是内在驱动力, 交通网络具有重要的催化作用, 制度和管理是外部推动力, 它们就像“四个轮子”共同作用, 推动县域城乡聚落规模体系不断演化。

3.2 讨论

(1) 本文首次构建了县域城乡聚落规模体系的三维评价方法, 探讨了快速城镇化背景下我国发达地区县域城乡聚落规模体系的演化特征及驱动机理, 丰富了城乡聚落体系研究, 对于优化我国城乡聚落发展格局、完善城乡发展规划、促进城乡融合发展以及实施乡村振兴战略等具有一定的参考价值, 但未能探索城乡聚落规模体系优化重构的方法与模式, 今后有待深化研究。

(2) 研究还发现在城镇化发展过程中, 张家港市城乡聚落用地过快增长为耕地资源保护、生态红线坚守以及人地关系和城乡关系的协调可持续发展带来严重的负面影响, 使城乡协调融合发展与现行制度政策的矛盾更加突出。因此, 今后应坚持人地协调发展的理念, 加强城乡聚落规模体系的地方性研究, 统筹城乡空间规划与管理, 积极推动制度改革与管理创新, 探索“人地挂钩”政策的实施路径, 从而建立起科学合理的城乡聚落规模体系, 实现城乡融合发展。

参考文献(References):

- [1] 刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴. 地理学报, 2018, 73(4): 637-650. [LIU Y S. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the new era in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 637-650.]
- [2] 薛德升, 王立. 1978年以来中国城市地理研究进展. 地理学报, 2014, 69(8): 1117-1129. [XUE D S, WANG L. Progress of urban geography research in China since the 1980s. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(8): 1117-1129.]
- [3] GODFREY B J, ZHOU Y. Ranking world cities: Multinational corporations and the global urban hierarchy. *Urban Geography*, 1999, 20(3): 268-281.
- [4] NEAL Z P. From central places to network bases: A transition in the U.S. urban hierarchy, 1900-2000. *City & Community*, 2011, 10(1): 49-75.
- [5] GUERIN-PACE F. Rank-size distribution and the process of urban growth. *Urban Studies*, 1995, 32(3): 551-562.
- [6] 许学强. 我国城镇规模体系的演变和预测. 中山大学学报: 社会科学版, 1982, (3): 40-49. [XU X Q. Research on the evolution and prediction of urban scale system in China. *Journal of Sun Yatsen University: Social Science Edition*, 1982, (3): 40-49.]
- [7] 顾朝林, 柴彦威, 蔡建明, 等. 中国城市地理. 北京: 商务印书馆, 2002: 160-180. [GU C L, CHAI Y W, CAI J M, et al. *The Urban Geography of China*. Beijing: The Commercial Press, 2002: 160-180.]
- [8] 方创琳, 毛其智, 倪鹏飞. 中国城市群科学选择与分级发展的争鸣及探索. 地理学报, 2015, 70(4): 515-527. [FANG C L, MAO Q Z, NI P F. Discussion on the scientific selection and development of China's urban agglomerations. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(4): 515-527.]

- [9] 贺艳华, 周国华, 唐承丽, 等. 城市群地区城乡一体化空间组织理论初探. 地理研究, 2017, 36(2): 241-252. [HE Y H, ZHOU G H, TANG C L, et al. Theory on the spatial organization of urban-rural integration in urban agglomeration areas. *Geographical Research*, 2017, 36(2): 241-252.]
- [10] 牛方曲, 刘卫东, 宋涛, 等. 城市群多层次空间结构分析算法及其应用: 以京津冀城市群为例. 地理研究, 2015, 34(8): 1447-1460. [NIU F Q, LIU W D, SONG T, et al. A multi-level spatial structure analysis algorithm for urban agglomeration study in China. *Geographical Research*, 2015, 34(8): 1447-1460.]
- [11] 李俊, 董锁成, 李宇, 等. 宁蒙沿黄地带城镇用地扩展驱动力分析与情景模拟. 自然资源学报, 2015, 30(9): 1472-1485. [LI J, DONG S C, LI Y, et al. Driving force analysis and scenario simulation of urban land expansion in Ningxia-Inner Mongolia area along the Yellow River. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(9): 1472-1485.]
- [12] 杨洋, 李雅静, 黄庆旭, 等. 中国城市用地与人口规模分布时空动态比较: 以环渤海地区为例. 地理研究, 2016, 35(9): 1672-1686. [YANG Y, LI Y J, HUANG Q X, et al. Comparison on spatio-temporal dynamics of urban land and population size distribution in China: A case study of the Bohai Rim. *Geographical Research*, 2016, 35(9): 1672-1686.]
- [13] 吕敏君, 郭文炯. 资源型区域乡村聚落规模结构及空间分异动态. 经济地理, 2016, 36(12): 126-134. [LYU M J, GUO W J. The dynamic hierarchy and spatial differentiation of rural settlements in resource-based region. *Economic Geography*, 2016, 36(12): 126-134.]
- [14] 李传武, 张小林, 吴威. 基于分形理论的江苏沿江城镇体系研究. 长江流域资源与环境, 2010, 19(1): 1-6. [LI C W, ZHANG X L, WU W. A study on urban system along the Yangtze River based on fractal theory in Jiangsu province. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2010, 19(1): 1-6.]
- [15] 高晓路, 季珏, 樊杰. 区域城镇空间格局的识别方法及案例分析. 地理科学, 2014, 34(1): 1-9. [GAO X L, JI J, FAN J. An analytical tool for identifying the regional structure of urban system. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(1): 1-9.]
- [16] LI S J, SUI D. Pareto's law and sample size: A case study of China's urban system 1984-2008. *GeoJournal*, 2013, 78(4): 615-626.
- [17] FANG C L, PANG B, LIU H M. Global city size hierarchy: Spatial patterns, regional features, and implications for China. *Habitat International*, 2017, 66: 149-162.
- [18] 强海洋, 张小雷, 雷军, 等. 新疆村镇体系规模结构预测研究: 以莎车县为例. 干旱区资源与环境, 2009, 23(8): 32-36. [QIANG H Y, ZHANG X L, LEI J, et al. The village system scale structure prediction: A case of the Shache county. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2009, 23(8): 32-36.]
- [19] 刘继斌, 杨青山, 杜雪, 等. 经济欠发达地区县城村镇体系规划编制研究: 以蛟河市为例. 经济地理, 2011, 31(10): 1655-1659. [LIU J B, YANG Q S, DU X, et al. Hierarchical plan for town and village in economically undeveloped areas: A case of Jiaohe city. *Economic Geography*, 2011, 31(10): 1655-1659.]
- [20] 李小建, 许家伟, 海贝贝. 县域聚落分布格局演变分析: 基于1929-2013年河南巩义的实证研究. 地理学报, 2015, 70(12): 1870-1883. [LI X J, XU J W, HAI B B. The changing distribution patterns of rural settlements during the process of urbanization: The case of Gongyi (1929-2013), China. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(12): 1870-1883.]
- [21] 许家伟. 乡村聚落空间结构的演变与驱动机理: 基于长时段视角对河南省巩义市的考察. 开封: 河南大学, 2013. [XU J W. Spatio-temporal evolution and driving mechanism of rural settlement: A long term examination of Gongyi, Henan province. Kaifeng: Henan University, 2013.]
- [22] 李德一, 张安定, 张树文. 山东半岛北部海岸带城乡聚落扩展变化特征与驱动力分析. 自然资源学报, 2008, 23(4): 612-618. [LI D Y, ZHANG A D, ZHANG S W. Characteristics and driving forces analysis of residential area expansion in the north of Shandong Peninsula coastal area. *Journal of Natural Resources*, 2008, 23(4): 612-618.]
- [23] 魏伟, 石培基, 王晓燕, 等. 干旱区内陆河流域城乡聚落体系空间结构及影响模式研究: 以石羊河流域为例. 人文地理, 2013, 28(6): 80-85, 61. [WEI W, SHI P J, WANG X Y, et al. The spatial structure of settlements system and influence pattern in the arid inland river basin: A case study in Shiyang River Basin. *Human Geography*, 2013, 28(6): 80-85, 61.]
- [24] 蒲英霞, 马荣华, 马晓冬, 等. 长江三角洲地区城市规模分布的时空演变特征. 地理研究, 2009, 28(1): 161-172. [PU Y X, MA R H, MA X D, et al. Spatio-temporal dynamics of city-size distribution in Yangtze River Delta. *Geographical Research*, 2009, 28(1): 161-172.]
- [25] 石崧. 城市空间结构演变的动力机制分析. 城市规划汇刊, 2004, (1): 50-52. [SHI S. The dynamics of urban spatial structure's evolution. *Urban Planning Forum*, 2004, (1): 50-52.]
- [26] 李红波, 张小林, 吴启焰, 等. 发达地区乡村聚落空间重构的特征与机理研究: 以苏南为例. 自然资源学报, 2015, 30(4): 591-603. [LI H B, ZHANG X L, WU Q Y, et al. Characteristics and mechanism of rural settlements spatial reconstruction in developed areas: A case study of Southern Jiangsu. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(4): 591-603.]
- [27] 龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构. 地理学报, 2017, 72(4): 563-576. [LONG H L, TU S S. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 563-576.]

Evolution characteristics and driving mechanism of urban-rural scale system at county level: A case of Zhangjiagang city, Jiangsu province

LI Zhi^{1,2}, ZHANG Xiao-lin¹, LI Hong-bo¹

(1. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China;

2. College of Resources and Environmental Sciences, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China)

Abstract: In the context of the new era, it is of great theoretical and practical significance to promote urban-rural integrated development and rural vitalization by means of studying the urban-rural scale system. The concept of urban-rural scale system had three essential characteristics of size, structure and distribution, therefore the three-dimensional analytical method had been established. This paper explored the evolution characteristics and driving mechanism of urban-rural scale system, based on both the land change survey data and remote sensing data in 1995, 2005 and 2015, using the well-developed Zhangjiagang city of Jiangsu province as a case. Several conclusions can be drawn as follows: (1) The number of urban-rural settlements was continually decreasing, but the scale of built-up areas showed the opposite trend during 1995-2015. (2) The type of city-town-village scale structure changed from "stele-pattern" to "pyramid-pattern", then to "olive-pattern" from 1995 to 2015. The number and built-up area of high grade settlements were increasing, and those of low grade settlements were decreasing. There was close correlation between the growth speed of settlements and their size-classes. Zipf's index of settlements size was generally high, with the decreasing growth rate of it, and the outcomes of model fitting conformed to the law of rank-size as a whole. (3) The spatial differentiation of urban-rural scale system had become increasingly obvious during the study period. However, the speed of polarization had decreased in the 10 years. There existed significant characteristics of spatial agglomeration of settlements, and distribution of cluster centers developed toward the direction of equalization. The spatial and temporal changes of urban-rural construction land were remarkably different in different regions, but the land-use change was mainly found in the urban areas. (4) This paper constructed a "four-wheel" driving mechanism of urban-rural scale system, including four driving factors. More specifically, geographic location was the fundamental factor limiting the development of urban-rural scale system; regional economy was the internal motivity impelling the settlements to evolve toward an advanced one; transport network was a kind of important catalyst in the process; institution and administration had become the indispensably external driving forces. These four factors, just like the four wheels of a car, interacted each other and together impelled the evolution of urban-rural scale system.

Keywords: urban-rural scale system; evolution characteristics; driving mechanism; county level; Zhangjiagang city