

# 长三角城市土地扩张与人口增长耦合态势 及其驱动机制

周 艳<sup>1</sup>, 黄贤金<sup>1,2</sup>, 徐国良<sup>1</sup>, 李建豹<sup>1</sup>

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210023;

2. 国土资源部海岸带开发与保护重点实验室, 南京 210023)

**摘要:** 长三角是中国城市土地快速变动和人口快速集聚的热点地区,厘清并协调城市土地扩张与人口增长间的关系,对统筹区域土地资源合理配置,调控人口流动及实现新型城镇化意义重大。以长三角16个城市为研究对象,采用重心耦合模型和基于人均约束性构建的协调性系数,对1994-2012年城市土地扩张与人口增长的总体耦合态势及演变、空间耦合特征及格局进行分析,并探讨影响城市土地扩张与人口增长耦合的驱动机制。结果表明:①长三角城市土地扩张速度整体快于人口增长速度,二者增长具有明显的阶段特征和显著的空间差异特征。②长三角城市土地扩张与人口增长耦合关系处于不断变化过程中,人地耦合关系整体上呈现出增强—减弱—增强的态势,土地重心与人口重心间的距离不断缩小,土地扩张与人口增长间协调性逐步增强;城市土地扩张与人口增长空间耦合类型中,人口过快增长型和基本协调型数量有所减少,但其在空间分布上呈现集中的趋势;土地快速扩张型的数量有所增加,在空间上呈现扩散的趋势,各城市人地配置协调程度不高。③经济发展、产业结构升级调整、交通发展与区位条件变化、政策因素等是影响长三角城市土地扩张与人口增长及其耦合变化的重要驱动因素。

**关键词:** 土地扩张;人口增长;耦合态势;驱动机制;长三角

DOI: 10.11821/dljy201602009

## 1 引言

20世纪90年代以来,中国城镇化进入快速发展阶段,城市用地急剧扩张和人口大规模转移成为城镇化发展的重要特征。2011年中国城镇化率达到51.27%,城市人口首次超过乡村人口;与此同时,城市土地也正经历着快速城镇化的变化。在政府行政因素及土地财政推动下,中国城镇化进程正处在一个“大跃进”和空间扩展失控状态<sup>[1]</sup>,引发了人口城镇化虚高、土地利用无序扩张、大量耕地流失和人地矛盾日益趋紧等问题,也使得土地城镇化明显快于人口城镇化。人地配置失调致使城市呈现出蔓延发展的趋势,威胁到城市化的健康发展,如何协调人口增长与土地扩张间的关系,是中国新型城镇化推进中面临的重大问题之一<sup>[2]</sup>。目前,有关城市土地扩张与人口增长的研究,主要集中在:一是城市用地扩张与驱动力研究,将人口作为土地扩张的重要驱动因子<sup>[3-7]</sup>,而城市土地扩张又将促进人口非农化<sup>[1]</sup>;二是城市用地扩张与城市人口相互关系研究,通过构建模型,

收稿日期: 2015-07-17; 修订日期: 2015-11-26

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目课题(2013BAJ13B02)

作者简介: 周艳(1986-),女,云南兰坪人,博士研究生,主要研究方向为土地利用与规划、资源环境与可持续发展。E-mail: zhy555ylp@126.com

通讯作者: 黄贤金(1968-),男,江苏扬中人,教授,博士生导师,主要研究方向为土地经济与政策、土地利用与规划。E-mail: hxj369@nju.edu.cn

对城市人口增长与城市用地间的异速生长关系进行实证研究<sup>[8-10]</sup>；三是从城镇化视角，对人口城镇化与土地城镇化的协调匹配、影响因素、协调发展策略等进行研究<sup>[11-15]</sup>。但上述研究更多的是关注人口增长对城市用地扩张的驱动、城市人口与土地异速增长的模式验证、人口与土地城镇化协调发展的空间格局等方面，而对城市化进程中土地扩张与人口增长耦合关系的动态变化及引起二者耦合关系变化的驱动机制关注较少。

长三角地区以上海为中心，以沪宁杭为主体，包括上海市、浙江省的杭州、宁波、绍兴、嘉兴、台州、湖州、舟山以及江苏省的南京、镇江、苏州、无锡、常州、扬州、南通、泰州等16市，面积约11.3万km<sup>2</sup>。长三角作为中国城镇化快速发展地区，是城市土地剧烈变动和人口迅速聚集的热点地区。20世纪90年代以来，长三角城市用地和人口增长迅速，至2012年城市建成区面积为4269.75 hm<sup>2</sup>，城市人口规模为4499.80万人，建成区和城市人口增长率分别为7.85%和3.7%，城市用地扩张速度远快于人口增长速度。探索长三角地区城镇化进程中人地配置协调发展过程、空间格局及驱动机制，对推进长三角新型城镇化建设，促进城镇化发展水平和发展质量提升，实现城镇化健康发展具有重要意义。已有研究从长三角整体、重点城市等不同尺度、不同视角对城市用地增长时空变化、城市空间扩展特征、模式、演化趋势及驱动机制<sup>[16-21]</sup>等进行了剖析，也对长三角人口空间分布、优化布局、演变特征及驱动机制等进行了研究<sup>[22-25]</sup>，对长三角城市土地扩张与人口增长研究有重要的参考价值。但上述研究多是将人口作为城市扩展的重要驱动力或将长三角城市扩展和人口增长作为两个方面，将二者分割开来，尚未将城市用地扩张与城市人口增长进行充分结合并探讨二者间的耦合协调关系，难以揭示城市发展过程中人地耦合关系及其存在的问题。因此，本文以长三角16个城市为研究对象，以城市土地扩张与人口增长的耦合关系为切入点，分别从总体耦合态势和空间耦合特征等方面揭示长三角地区不同时段和不同城市的人地耦合关系，并探讨影响城市土地扩张与人口增长耦合关系的驱动机制，以期为制定合理的土地政策和人口调控政策，统筹区域土地资源合理配置，引导人口有序流动，促进人地协调发展和实现城镇化健康发展提供参考。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

数据采用城市土地和社会经济数据。人口数据为市辖区城市人口，土地数据为建成区面积，来源于《中国城市统计年鉴（1995-2013年）》。其他经济社会数据来源于1995-2013年江苏、浙江及上海等省份的统计年鉴。

### 2.2 总体耦合态势模型

采用重心模型和重心的空间耦合态势来反映长三角城市土地扩张与人口增长的整体耦合态势。重心模型由16个单元构成，城市土地扩张和人口增长的重心模型<sup>[26,27]</sup>分别为：

$$G_L(x, y) = \frac{\sum_i^n ((L_i Q(x_i, y_i)))}{\sum_i^n L_i} \quad (1)$$

$$G_P(x, y) = \frac{\sum_i^n (P_i Q(x_i, y))}{\sum_i^n P_i} \quad (2)$$

式中:  $G_L$ 和 $G_P$ 分别为城市土地重心和人口重心;  $L_i$ 和 $P_i$ 分别为第 $i$ 个城市的建成区面积和城市人口数量;  $x_i$ 、 $y_i$ 分别为第 $i$ 个城市经度和纬度坐标。

用人口和土地重心的空间分布重叠性和二者重心变动轨迹一致性来考察重心空间耦合态势。空间重叠性用重心间的距离 $S$ 来表示, 距离越近表示重叠性越高。 $S$ 的计算公式为<sup>[27]</sup>:

$$S=d(G_L, G_P)=\sqrt{(x_L-x_P)^2+(y_L-y_P)^2} \quad (3)$$

人口和土地变动轨迹一致性用人口和土地重心较上一时间点产生位移的矢量交角 $\theta$ 来体现,  $\theta$ 越小表示变动越一致。因 $\theta$ 取值为 $0^\circ\sim 180^\circ$ , 可用其余弦值作为变动一致性指数 $C$ , 指数越大其变动越一致。 $C$ 取值为 $[-1, 1]$ ,  $C=1$ 则完全同向,  $C=-1$ 则完全反向。设重心较上一时间点经度变化量为 $\Delta x$ 、纬度变化量为 $\Delta y$ , 根据余弦定理<sup>[27]</sup>:

$$\begin{aligned} C=\cos \theta &= \frac{(\Delta x_L^2+\Delta y_L^2)+(\Delta x_P^2+\Delta y_P^2)-(\Delta x_L-\Delta x_P)^2+(\Delta y_L-\Delta y_P)^2}{2\sqrt{(\Delta x_L^2+\Delta y_L^2)(\Delta x_P^2+\Delta y_P^2)}} \\ &= \frac{(\Delta x_L+\Delta x_P)+(\Delta x_L+\Delta x_P)}{\sqrt{(\Delta x_L^2+\Delta y_L^2)(\Delta x_P^2+\Delta y_P^2)}} \end{aligned} \quad (4)$$

### 2.3 空间耦合特征模型

引入协调性系数衡量城市土地扩张与人口增长间的空间耦合关系。城市用地规模弹性系数 $1^\circ$ 是测度土地扩张与人口增长协调关系的重要指标, 系数为1.12较为合理<sup>[28,29]</sup>。因弹性系数仅考虑土地与人口增长率间的比值关系, 难以反映城市人均用地指标和城市土地集约利用状况。因此, 本文采用经对传统城市用地规模弹性系数修正后的模型, 用人均用地约束构建协调性系数, 来表征人口增长与土地扩张的协调关系。计算公式为<sup>[2]</sup>:

$$CPI=\frac{CR_i}{PR_i} \times R \quad (5)$$

$$R=\frac{LP_i/LPI_i}{LP_0/LPI_0} \quad (6)$$

式中:  $CPI$ 为建成区年平均增长率;  $PR_i$ 为城市人口年平均增长率;  $R$ 为人均城市用地约束系数;  $LP_0$ 、 $LP_i$ 分别为基年现状和理想人均建成区面积;  $LPI_0$ 、 $LPI_i$ 分别为目标年现状和理想人均建成区面积。关于 $LPI$ 取值, 结合长三角16个城市人均用地指标现状值, 参考已有研究<sup>[30,31]</sup>, 并根据《城市用地分类与规划建设用地标准》(GB50137-2011)得相关规定, 按特大城市95 m<sup>2</sup>/人、大城市100 m<sup>2</sup>/人、中等城市105 m<sup>2</sup>/人作为人均城市用地理想值。

参照相关研究<sup>[28,29]</sup>, 根据 $CPI>1.3$ 、 $0.9<CPI \leq 1.3$ 、 $0<CPI \leq 0.9$ 、 $CPI<0$ 或 $CPI>0$ 将城市土地扩张与人口增长耦合协调类型分为土地快速扩张型、人地基本协调型、人口快速增长型和入地有所收缩型4类<sup>[2]</sup>。

## 3 结果分析

### 3.1 城市土地扩张与人口增长的时空特征分析

**3.1.1 城市土地扩张与人口增长的时序特征** 1994-2012年, 长三角城市土地扩张和人口增长均呈现出先增后减的趋势, 其土地扩张和人口增长速率大致可分为波动增长、快速增长和趋向平稳增长三个阶段: 1994-2000年城市土地和人口均呈现增长趋势, 城市土地

① 城市用地规模弹性系数=城市用地增长率/城市人口增长率。

扩张波动较大,建成区面积快速扩张;同时,由于经济发展和户籍制度松动等原因,城市人口不断增长。2000-2004年城市土地和人口高速增长,这一时期,新一轮大规模的开发区建设、上海“经济特区”计划、江苏沿江开发及浙江杭州湾产业开发等战略的实施,全面推动了区内经济社会的快速发展、受经济社会迅猛发展和开发区建设强势影响,城市建成区面积迅速扩张,2002年城市土地扩张速率高达19.19%。经济社会快速发展吸引了人口的聚集,人口增长迅速。

2004年以后,城市土地和人口趋向于平稳增长,土地扩张逐步由波动增长向平稳增长过渡,人口基本实现平稳增长,除个别年份外,人口增长速率基本保持在2%以内。长江三角洲城市用地规模不断扩大,城市仍处于快速成长阶段;而人口增长不断降低并基本保持稳定。整体上,长三角城市土地扩张速率快于人口增长速率,且两者增长速率间的差距呈现缩小趋势。

**3.1.2 城市土地扩张与人口增长的空间格局** 长江三角洲城市土地扩张与人口增长存在明显的空间差异(图2),杭州湾以南的杭州、宁波、绍兴及苏南地区的南京、无锡、苏州等市土地高速扩张,其土地扩张速率在7%以上,这些城市作为经济强市,城市发展用地需求量大,促使大量土地转化为城镇建设用地,推动城市建成区规模急剧增长。上海、杭州湾以北城市及苏中城市土地快速扩张,其扩张速率集中分布在6%~7%。其中,上海

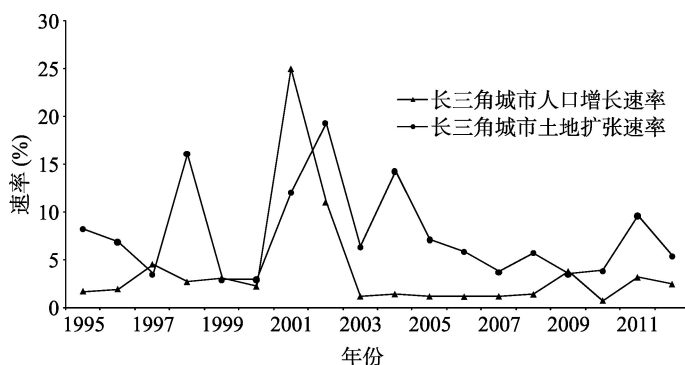


图1 1994-2012年长三角城市土地扩张与人口增长速率

Fig. 1 Average annual rate of urban land expansion and population growth in the Yangtze River Delta during 1994-2012

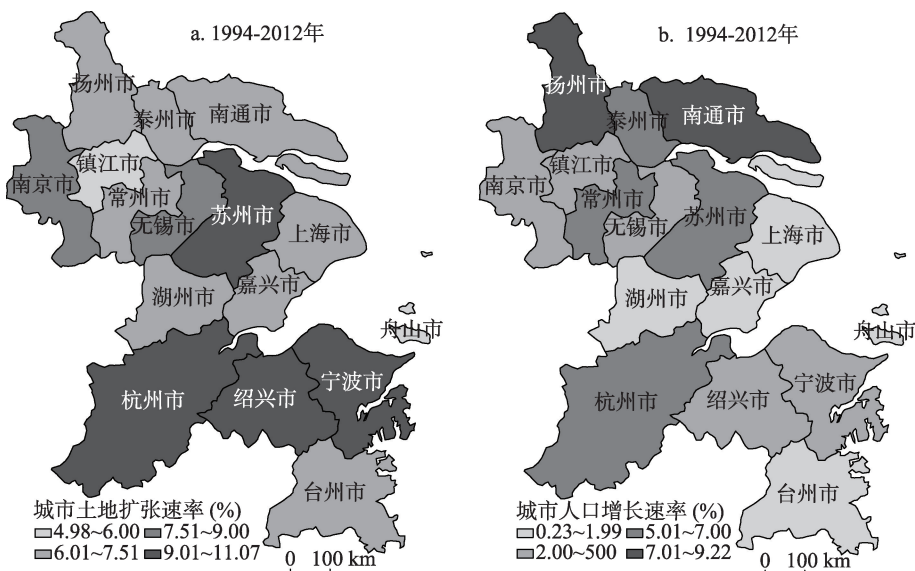


图2 1994-2012年长三角城市土地扩张速率与人口增长速率空间分布图

Fig. 2 The distribution of average annual rate of urban land expansion and population growth in the Yangtze River Delta during 1994-2012



土地扩张速率相对较低, 其原因是上海城市发展较为成熟, 其用地需求呈稳步增长, 同时上海市土地开发利用率较高, 外围可供开发土地规模较小, 促使城市不断向集约化发展, 城市外延扩张速度减缓; 苏中及杭州湾以北城市大力承接上海、杭州等市的产业转移, 工业化进程加快, 产业发展用地需求量大, 致使城市建成区扩张较快。镇江、舟山两市土地扩张速率较低, 在5%以内。长三角城市人口增长速率分布在0.23%~9.22%之间, 苏中、苏南以及杭州湾附近的城市人口增长速率较高, 其中, 扬州、南通承接产业转移中, 吸引了大量就业人口, 其人口增长最快, 增长速率分别高达7.24%和9.22%; 苏锡常、南京及杭州、宁波等市人口增长较快, 这些城市经济发达, 对人口吸引力度较大; 湖州、舟山等市人口增长速率在1%以下, 其经济发展相对缓慢, 对人口吸引力度较低。综上, 长三角地区土地快速扩张城市与人口快速增长城市在空间分布上并不一一对应, 人地配置在空间上存在一定的错位。

### 3.2 城市土地扩张与人口增长耦合态势分析

**3.2.1 城市土地扩张与人口增长的总体耦合态势分析** 利用重心模型、空间叠置性和变动一致性公式测算出城市土地重心和人口重心的空间耦合态势, 重心间的距离呈现出缩小—扩大—缩小的态势(图3、图4), 根据重心间距离和变动方向一致性, 将城市土地扩张与人口增长的耦合态势划分为三个阶段:

(1) 1994-2001年, 耦合性逐渐增强阶段。这一时期, 城市土地重心总体由西北向东南移动, 人口重心总体上由南向北移动(个别年份有震荡), 土地重心移动速度(年均移动距离5.52 km)虽快于人口重心移动速度(年均移动距离3.46 km), 但重心间的距离逐步缩小, 由27.34 km缩小到8.30 km, 表明城市土地扩张与人口增长间的差距缩小, 两者间的耦合协调性不断增强。该时期沪杭甬产业带大开发及浙江民营企业大发展, 使得上海市及其腹地苏州、无锡等市和浙江地区的杭州、宁波等市经济社会发展迅猛, 推动了城市快速扩张并吸引人口迅速聚集, 这一时期沪杭甬及苏锡五市的建成区和人口分别增加了477 km<sup>2</sup>和782.03万人, 占到长三角同期城市建成区增量和人口增量的63%和72%, 促使城市土地重心迅速向东南移动; 同期, 以上海为核心的苏州、无锡等地区人口增长迅速, 人口重心向北移动, 与土地重心间的距离不断缩小, 两者间的耦合关系呈增强的态势。

(2) 2001-2004年, 耦合性减弱阶段。这一时期, 土地重心先由东南向西北移动, 再向东南移动, 人口重心则由东向西北移动, 土地重心移动速度(年均8.53 km)是人口重心移动速度(年均2.53 km)的3.37倍, 重心间的距离迅速扩大到20.27 km, 土地扩张与人口增长间的耦合性逐渐减弱。受行政区划调整影响, 南京、镇江、常州人口增长迅速, 共增295.55万人, 占长三角同期人口增量的62.66%; 土地扩张方面, 江苏地区除南京、苏州、常州三市土地扩张较为迅速外, 其余城市土地扩张相对较慢; 上海市及浙江地区深化推进沪杭甬产业带开发, 推动城市土地快速扩张, 其用地扩张速度整体上快于江苏地区。这一时期, 长三角城市人口增长较快城市向江苏地区转移, 而土地扩张较快城市继续以沪杭甬地区为主。因此, 城市人口重心继续向西北移动的同时, 土地重心则向南移动为主, 重心间的距离迅速扩大, 土地扩张与人口增长的耦合呈现减弱的态势。

(3) 2004-2012年, 耦合性逐步增强。这一时期, 土地重心经历了向南移动, 继而转向北移的过程, 2004-2008年, 沪杭甬等城市建成区扩张较快, 城市土地重心向南移动; 2008-2012年, 土地迅速扩张地区向苏锡常、南京及苏中地区转移, 长三角北部和中部地区土地扩张速度整体上明显快于浙江地区的城市, 土地重心由南向北移动。城市人口增长较快城市向苏南、苏中地区转移, 人口重心继续向西北移动。该时期, 土地重心与人

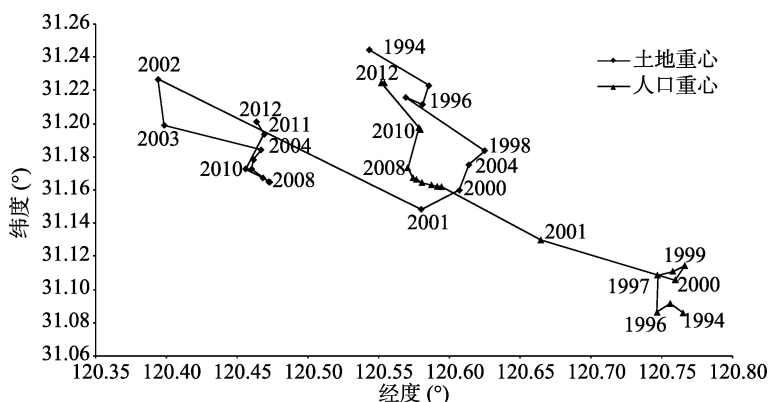


图3 1994-2012年长三角城市土地重心与人口重心移动轨迹图

Fig. 3 The track changes in the focus of urban land and population in the Yangtze River Delta during 1994-2012

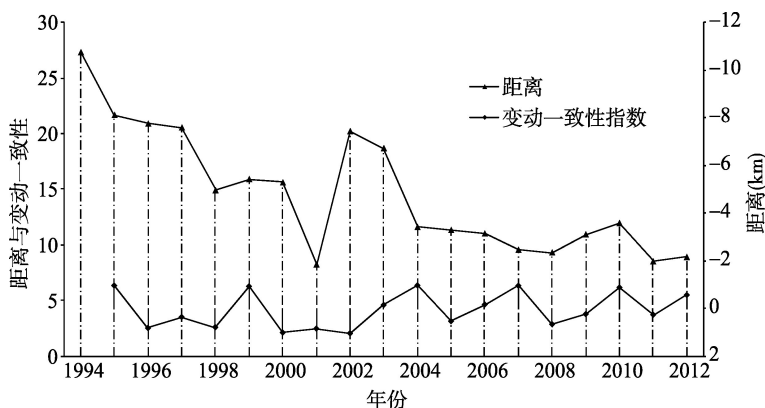


图4 长三角地区人口重心与土地重心的距离和变动一致性指数比较

Fig. 4 Comparison between the overlapping of the distance center of urban land and population and consistency of their movement in the Yangtze River

口重心移动速度都有所减慢,其年均移动距离分别 1.13 km 和 1.24 km;重心间的距离也不断靠近,两者间的距离由 11.65 km 缩小为 8.57 km,表明城市土地扩张与人口增长间的耦合协调性逐步增强。随着区域经济的进一步发展,上海、南京、杭州等经济发展圈层间的差距逐渐缩小,城市土地扩张和人口增长在各经济圈层间不断趋向于均衡,耦合关系增强。

**3.2.2 城市土地扩张与人口增长的空间耦合特征分析** 计算反映城市土地扩张和人口增长关系的协调性系数 (CPI),并根据 CPI 将长三角 16 个城市的耦合协调类型划分为:人地基本协调型、人口过快增长型和土地快速扩张型(图 5)。由图 5 可知,长三角城市土地扩张与人口增长的空间耦合关系及格局呈现以下特征。

1994-2004 年,长三角城市土地与人口增长耦合类型以土地快速扩张型和人口快速增长型为主,分别占协调类型的 50% 和 31.25%。土地快速扩张型集中分布在上海及其周边的苏州、嘉兴两市以及南京和浙江地区的湖州、绍兴、台州、舟山等市,除苏州扩张级别为明显夸张外,其余城市均为土地显著扩张。这一时期,随着开发区建设推进、沪杭甬产业带大规模开发以及外商大规模投资,推动了经济社会的迅速发展和城市土地快速

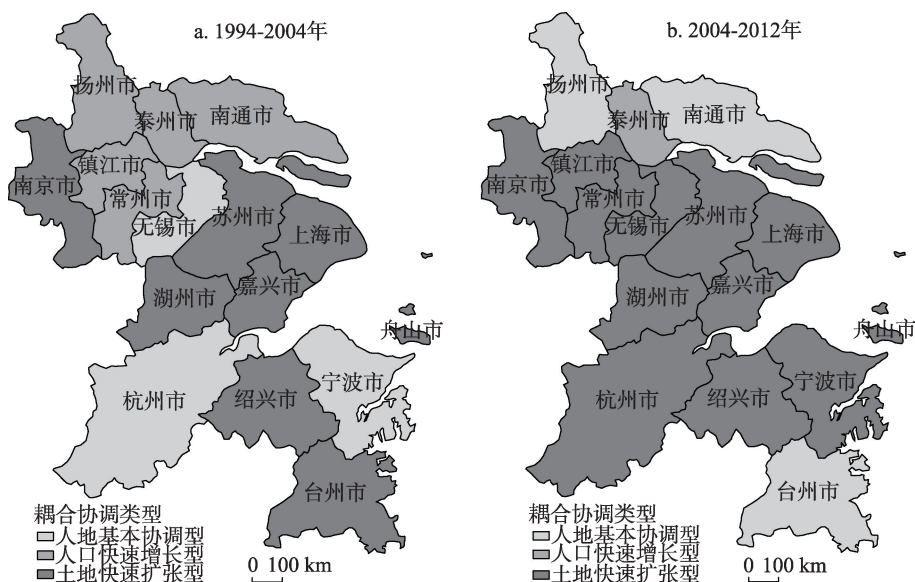


图5 长三角地区城市土地扩张与人口增长耦合协调类型

Fig. 5 The coupling types of urban land expansion and population growth in the Yangtze River Delta

扩张,尤其是地方政府纷纷依托交通轴线设立各类开发区进行大规模建设,极大地推进了城市用地迅速扩张;同时,国家产业政策的倾斜促使大中型企业向江苏沿江和浙江沿海城市布局<sup>[20]</sup>,促进了江苏沿江的南京、苏州等市及浙江沿海城市规模的迅速扩大;浙江出台优惠政策鼓励民营企业发展,在促进浙江地区的绍兴、台州等城市经济迅速发展的同时,也在一定程度上推动了城市用地的扩张。上述城市在土地快速扩张的同时,也吸引了人口的大量聚集,但由于城市发展对人口吸引的滞后性及户籍制度限制下人口城市化不彻底等原因,城市土地扩张明显快于人口增长速度,人地配置协调程度不高。人口快速增长型主要分布在镇江、常州和苏中地区,其中常州、南通、扬州为人口显著增长,镇江和泰州则为人口明显增长,受经济社会快速发展和行政区划调整影响,这些城市人口增加迅速,人口增长速度快于土地扩张速度,二者间的耦合协调性较低。人地基本协调型仅占18.75%,分布在无锡、杭州和宁波。沪杭甬产业带开发推动了城市用地规模迅速扩张的同时,也吸引了人口的快速聚集,土地扩张速率与人口增长速率基本同步,二者间协调程度高。

2004-2012年,长三角城市土地扩张与人口增长协调类型仍以土地快速扩张型为主。这一时期人地配置以土地快速扩张为主体的格局虽未发生改变,但各类型的数量和空间分布则发生了一定变化:①人地基本协调类型和人口快速扩张型数量有所减少,其占协调类型的比例分别为6.25%和18.75%,主要分布在苏中地区和台州市,其空间分布呈现出较为集中的趋势。除泰州市为人地基本协调型外,南通、扬州、台州等市为人口快速增长型。其中,泰州、台州两市分别由原来的人口快速增长型和土地快速扩张型转变为人地基本协调型和人口快速增长型,这一时期,泰州市不断承接上海及苏南等地产业转移,区内产业结构不断升级优化,促进产业用地不断向集约化发展,同时也吸引人口的空间集聚,土地扩张速率与人口增长速率基本同步,人地配置较为协调;台州市不断加强周边发展城市的产业和要素对接,加快承接转移,并积极推进产业转型升级,其经济社会发展对人口的聚集力不断凸显,且用地规模由急剧扩张向稳定增长转变,人口增

长速度快于土地增长速度,二者间的差距逐渐缩小,协调性不断增强。② 土地快速扩张型数量有所增加,其占协调类型比例达到75%,人地配置不协调类型在空间分布上呈现扩散的趋势。土地快速扩张型城市集中分布在上海、以南京为核心的苏南各市及以杭州为核心的杭州湾周边城市,主要包括沪宁杭、苏锡常及宁波、绍兴、嘉兴等市。沪宁杭作为长三角经济最为发达和城市化水平最高城市,是土地快速变动和人口高度聚集热点区,其城市发展表现为人口、经济等要素流的高度聚集、扩散及城市空间的快速扩展;苏锡常作为乡镇企业发源地,在“苏南模式”推动下,区内城镇扩张较快,此外苏锡常作为上海腹地,积极承接上海产业转移,在促进经济社会迅速发展的同时,也对城镇扩张起一定的推动作用;宁波作为沿海开放城市和工业港口城市,积极发展临港经济和外向型经济,推动城市快速发展;绍兴、嘉兴等市积极加强与上海、杭州等城市联系的同时,积极承接产业转移,推动城市快速发展。受工业化、城市化双轮驱动,这些城市经济社会发展的用地需求量大,推动了城市土地急剧扩张,同时,经济迅速发展吸引了人口的大量集聚,但通常城市发展对人口吸引具有一定的滞后性,且受户籍制度限制影响,人口转移不彻底,其土地扩张速度快于人口增长速度。随着长江经济带战略的实施,以上海、南京、杭州为核心的城市群经济社会仍保持良好发展势头,城市发展仍需大量土地资源,土地扩张快于人口增长的局面在短时期内难以改变,城市人地协调发展面临巨大挑战。

## 4 城市土地扩张与人口增长耦合态势的驱动力分析

### 4.1 经济发展是城市土地扩张与人口增长及其耦合变化的重要驱动力

经济发展是城市用地扩张根本驱动力,而经济增长促进城市人口快速增加<sup>[32]</sup>。20世纪90年代以来,长三角成为全国经济增长热点地区,吸引了大量海内外投资和外来人口流入,推动城市迅速扩展和人口快速增加。对GDP增长与土地扩张、人口增长进行相关分析,在0.01置信水平下,GDP增长与土地扩张间相关系数高达0.90,表明经济发展是城市土地扩张的主要驱动因素;GDP增长与人口增长间相关系数为0.84,表明经济发展对人口具有很强的吸引力和聚集力,是影响人口集聚重要因素。经济增长通过影响土地扩张和人口增长的变动,进而对两者间的耦合协调关系产生影响。

### 4.2 产业结构调整对城市土地扩张与人口增长及其耦合关系有重要影响

产业结构调整对城市土地扩张与人口增长的影响表现在:产业结构升级调整引起产业不断向郊区和次发达城市延伸,推动土地向外扩张;同时,将提升就业空间,吸引人口集聚,促进城市人口规模迅速增加。对产业结构变动与土地扩张、人口增长进行相关分析,在0.01置信水平下,第二、第三产业增长与土地扩张间的相关系数为0.86和0.91,相关程度显著;经济社会发展将不断提高第二、第三产业所占比例,进一步推动土地扩张;第二、第三产业增长与城市人口增长间的相关系数分别为0.78和0.83,第二、第三产业发展吸纳更多就业人口,促进城市人口规模增加。产业结构升级调整影响城市土地扩张和人口增长,进而对二者间的耦合关系产生影响。

### 4.3 交通发展及区位条件变化对城市土地扩张与人口增长的推动

区域交通发展在一定程度上推动了人口集中、扩散和土地外延扩张,交通轴线及交通枢纽对人口聚集具有巨大吸引力,同时也推动城市土地快速蔓延。20世纪90年代以来,沿沪宁、沪杭铁路和杭宁公路,长三角形成了以上海、杭州、南京为主,宁波为辅的“Z”字形高速发展带,“Z”字形上的中心城市沪宁杭及发展带上的苏锡常等城市成



为人口迅速聚集和用地快速扩张地区。此外,随着交通发展,区位条件不断改善,将促进人口集聚和土地扩张,例如南京、苏锡常等市位于长江沿岸,京沪铁路、沪宁高速连贯苏南各市与上海,沿江高速和跨江大桥的建成,加强了与上海的联系,区位条件不断凸显,推动了城市用地扩张和人口集聚。

#### 4.4 政府决策行为对城市土地扩张与人口增长的导向和推动

政府发展政策与开发战略等相关政府行为对城市土地扩张方向与规模起到重要决定作用,同时也影响人口增长。1992年,上海浦东新区开发开放,推动了经济高速增长和土地大幅扩张;而后相继建立的各种类型开发区,对土地扩张和人口增长起到巨大推动作用。沪杭甬产业带开发及浙江民营企业大发展,加快了产业带沿线城市发展进程,土地和人口高速增长地区由江苏地区向沪杭甬地区转移。2000年以后,江苏沿江、沿海开发战略的实施,促进经济发展用地需求迅猛增长,土地快速扩张和人口增长地区向江苏地区转移。长江经济带战略的实施,将对城市土地扩张与人口增长产生重要影响。此外,由于行政区划调整而造成建成区面积和城市人口在统计上突变式增长是部分城市用地扩张及人口增长的重要因素。例如江苏2000年以来撤县(市)设区,南京、苏州等市建成区和人口大幅增加,以南京为例,其建成区和城市人口分别由2001年的212 km<sup>2</sup>和371.89万增加到2002年的439 km<sup>2</sup>和480.35万人,增幅高达107%和29.16%。

## 5 结论与讨论

### 5.1 结论

本文以长三角16个城市为研究对象,以城市土地扩张与人口增长的耦合关系为切入点,分别从总体耦合态势和空间耦合特征等方面揭示了长三角地区不同发展阶段和不同城市的人地配置关系,并探讨了影响城市土地扩张与人口增长耦合关系的驱动机制,结果表明:

(1) 研究期内,长三角城市土地扩张和人口增长具有明显的阶段性特征,大致分为波动增长、快速增长和趋向于稳定增长三个阶段,城市土地扩张和人口增长迅速。城市土地扩张和人口增长具有明显的空间差异,杭州湾附近杭州、宁波、绍兴及苏南地区南京、苏锡常等市土地扩张整体快于其他城市;江苏地区人口增长速率整体快于上海市及浙江地区的城市。总体上,长三角城市土地扩张快于人口增长,且两者的差距总体呈现出缩小趋势。

(2) 长三角城市土地扩张与人口增长耦合关系处于不断变化过程中,整体上其人地耦合态势呈现增强的趋势,但从各市空间耦合特征及格局来看,其人地耦合协调程度不高,具体表现为:① 长三角城市土地扩张与人口增长的耦合关系整体上呈现出增强—减弱—增强的态势。1994-2001年,土地重心总体由西北向东南移动,人口重心总体上由南向北移动,重心间距离不断缩小,土地与人口增长间耦合性不断增强;2001-2004年,土地重心先由东南向西北移动,再向东南移动,人口重心由东向西北移动,重心之间的距离迅速扩大,土地与人口增长间耦合性逐渐减弱;2004-2012年,土地重心先向南移动,继而转向北移,人口重心继续向西北移动,重心间距离缩小,土地与人口增长间耦合协调性逐步增强。② 从城市土地扩张与人口增长的空间耦合特征及空间格局看,研究时段内,长三角各市人地耦合协调类型中,人口过快增长型和入地基本协调型数量有所减少,但其在空间分布上呈现集中的趋势;土地快速扩张型的数量有所增加,并由杭州湾附近地区迅速向苏南地区扩展,在空间上呈现扩散的趋势,人地配置协调程度不高;总

体上,虽然各城市土地扩张速度整体快于人口增长,但二者增长速度间的差距不断缩小,协调程度有增强的趋势。

(3)从影响机制看,长三角城市土地扩张与人口增长及其耦合关系变化是多种因素共同作用的结果,且在不同阶段驱动机制有所差异。总体而言,长三角人地耦合关系及其变化与经济发展、产业结构调整、政府政策等密切相关。经济发展是城市用地扩张和人口增长的根本驱动力;产业结构通过产业梯度转移和提升就业空间,推动产业用地不断向外围扩张并吸引就业人口聚集;政府决策行为引导城市土地扩张方向和规模,进而影响人口流动。

## 5.2 讨论

本文仍存在一定的局限性。首先,在研究过程中选取人口指标时,采用市辖区城市人口,该指标具有连续性,适用于本文长时间序列的研究,而该指标未统计流动人口,实际上城市中还有大量流动人口,增加对居住、商业等用地需求,促进城市用地扩张。长三角地区流动人口所占比例较高,但由于本文对时间尺度的连续性的要求、流动人口数据可获得性等原因,本文未考虑流动人口,一定程度上低估了人口对城市土地扩张的作用程度,也可能对研究结果产生影响。今后,相关研究中将考虑流动人口对城市用地扩张的影响和作用机理。其次,在经济中高速发展新常态及长江经济带建设背景下,长三角地区的社会经济仍保持良好发展势头,在工业化和城镇化双轮驱动下,未来城市社会经济发展对土地需求量仍然较大,将推动城市用地进一步扩张,城市人地协调发展面临严峻考验。新常态下如何转变国土资源开发利用方式,有效控制城市用地规模过快扩张,并吸引人口的相应聚集,实现城市用地规模增加与人口增长协调发展,需要进一步的研究。

## 参考文献(References)

- [1] 陆大道. 我国的城镇化进程与空间扩张. 城市规划学刊, 2007, (4): 47-52. [Lu Dadao. The urbanization process and spatial expansion of China. Urban Planning Forum, 2007, (4): 47-52.]
- [2] 杨艳昭, 封志明, 赵延德, 等. 中国城市土地扩张与人口增长协调性研究. 地理研究, 2013, 32(9): 1168-1678. [Yang Yanzhao, Feng Zhiming, Zhao Yande, et al. Coordination between urban land expansion and population growth in China. Geographical Research, 2013, 32(9): 1168-1678.]
- [3] Pacione M. The internal structure of cities in the Third World. Geography, 2001, 86(3): 189-209.
- [4] Marshall J D. Urban land area and population growth: A new scaling relationship for metropolitan expansion. Urban Studies, 2007, 44(10): 1889-1904.
- [5] Wu K Y, Zhang H. Land use dynamics, built-up land expansion patterns, and driving forces analysis of the fast-growing Hangzhou metropolitan area, eastern China (1978-2008). Applied Geography, 2012, 34(5): 137-145.
- [6] Kuang W H, Chi W F, Lu D, et al. A comparative analysis of megacity expansions in China and the US: Patterns, rates and driving forces. Landscape and Urban Planning, 2014, 132(10): 121-135.
- [7] 赵可, 张安录, 李平. 城市建设用地扩张的驱动力: 基于省际面板数据的分析. 自然资源学报, 2011, 26(8): 1323-1332. [Zhao Ke, Zhang Anlu, Li Ping. Driving forces of urban construction land expansion: An empirical analysis based on panel data of provinces. Journal of Natural Resources, 2011, 26(8): 1323-1332.]
- [8] 梁进社, 王昊. 城市用地与人口的异速增长和相关经验研究. 地理科学, 2002, 22(6): 649-654. [Liang Jinshe, Wang Min. The allometric growth of urban land use and population and its experiential research. Scientia Geographica Sinica, 2002, 22 (6): 649-654.]
- [9] 赵岑, 冯长春. 我国城市化进程中城市人口与城市用地相互关系研究. 城市发展研究, 2010, 17(10): 113-118. [Zhao Cen, Feng Changchun. Research on the interrelation between urban land use and population in urbanization process of china. Urban Studies, 2010, 17(10): 113-118.]
- [10] 孙在宏, 袁源, 王亚华. 基于分形理论的江苏省城市规模分布与异速生长特征. 地理研究, 2011, 30(12): 2163-2172. [Sun Zaihong, Yuan Yuan, Wang Yahua. Research on city-size distribution and allometric growth in Jiangsu province

- based on fractal theory. *Geographical Research*, 2011, 30(12): 2163-2172.]
- [11] 陈凤桂, 张虹鸥, 吴旗韬, 等. 我国人口城镇化与土地城镇化协调发展研究. *人文地理*, 2010, 25(5): 53-58. [Chen Fenggui, Zhang Hongou, Wu Qitao, et al. A study on coordinate development between population urbanization and land urbanization in China. *Human Geography*, 2010, 25(5): 53-58.]
- [12] 朱凤凯, 张凤荣, 李灿, 等. 1993-2008年中国土地与人口城市化协调度及区域差异. *地理科学进展*, 2014, 33(5): 647-656. [Zhu Fengkai, Zang Fengrong, Li Can, et al. Coordination and regional difference of urban land expansion and demographic urbanization in China during 1993-2008. *Progress in Geography*, 2014, 33(5): 647-656.]
- [13] 潘爱民, 刘友金. 湘江流域人口城镇化与土地城镇化失调程度及特征研究. *经济地理*, 2014, 34(5): 63-68. [Pan Aimin, Liu Youjin. The degree of imbalance between population urbanization and land urbanization of Xiangjiang River Basin. *Economic Geography*, 2014, 34(5): 63-68.]
- [14] 曹文莉, 张小林, 潘义勇, 等. 发达地区人口土地与经济城镇化协调发展度研究. *中国人口·资源与环境*, 2012, 22(2): 141-146. [Cao Wenli, Zhang Xiaolin, Pan Yiyong, et al. Coordinate development among population, land and economy urbanization in developed area: The case of Jiangsu Province. *China Population, Resource and Environment*, 2012, 22(2): 141-146.]
- [15] 孙平军, 丁四保, 修春亮, 等. 东北地区“人口—经济—空间”城市化协调性研究. *地理科学*, 2012, 32(4): 450-457. [Sun Pingjun, Ding Sibao, Xiu Chunliang, et al. Population-economy-space urbanization of Northeast China. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(4): 450-457.]
- [16] 李加林, 许继琴, 李伟芳, 等. 长江三角洲地区城市用地增长的时空特征分析. *地理学报*, 2007, 62(4): 437-447. [Li Jialin, Xu Jiqin, Li Weifang, et al. Spatio-temporal Characteristics of urbanization area growth in the Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(4): 437-447.]
- [17] 王磊, 段学军. 长江三角洲地区城市空间扩展研究. *地理科学*, 2010, 30(5): 702-709. [Wang Lei, Duan Xuejun. The expansion of urbanization area in Yangtze River Delta. *Scientia Geographica Sinica*, 2010, 30(5): 702-709.]
- [18] 廖从健, 黄敬峰, 盛莉, 等. 基于遥感的杭州城市建成区扩展研究. *城市发展研究*, 2013, 20(6): 58-60. [Liao Congjian, Huang Jingfeng, Sheng Li, et al. The characteristics of the urban built-up area expansion in Hangzhou based remote sensing. *Urban Development Studies*, 2013, 20(6): 58-60.]
- [19] 高金龙, 陈江龙, 袁丰, 等. 南京市建设用地扩张模式、功能演化与机理. *地理研究*, 2014, 33(10): 1892-1907. [Gao Jinlong, Chen Jianglong, Yuan Feng, et al. Patterns, functions and underlying mechanisms of urban land expansion in Nanjing. *Geographical Research*, 2014, 33(10): 1892-1907.]
- [20] 姚士谋, 陈爽. 长江三角洲地区城市空间演化趋势. *地理学报*, 1998, 53(12): 1-10. [Yao Shimou, Chen Shuang. The trend of urban spatial evolution in the Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 1998, 53(12): 1-10.]
- [21] 车前进, 段学军, 郭垚, 等. 长江三角洲地区城镇空间扩展特征及机制. *地理学报*, 2011, 62(4): 437-447. [Che Qianjin, Duan Xuejun, Guo Yao et al. Urban spatial expansion process, pattern and mechanism in Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 62(4): 437-447.]
- [22] 王书国, 段学军, 姚士谋. 长江三角洲地区人口空间演变特征及动力机制. *长江流域资源与环境*, 2007, 16(4): 405-409. [Wang Shuguo, Duan Xuejun, Yao Shimou. Evolutionary characteristics and driving mechanism of population distribution in Yangtze River Delta area. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2007, 16(4): 405-409.]
- [23] 段学军, 王书国, 陈雯. 长江三角洲地区人口分布演化与偏移增长. *地理科学*, 2008, 28(2): 139-144. [Duan Xuejun, Wang Shuguo, Chen Wen. Evolution of population distribution and growth shift in Changjiang River Delta. *Scientia Geographica Sinica*, 2008, 28(2): 139-144.]
- [24] 段学军, 张伟, 田方. 长三角地区一体化背景下的人口优化布局研究. *长江流域资源与环境*, 2012, 21(7): 789-796. [Duan Xuejun, Zhang Wei, Tian Fang. A study on the optimization of population distribution of Yangtze River Delta region on the background of integration in the region. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2012, 21(7): 789-796.]
- [25] 秦贤宏, 魏也华, 陈雯, 等. 南京都市区人口空间扩张与多中心化. *地理研究*, 2013, 32(4): 711-719. [Qin Xianhong, Wei Yehua, Chen Wen, et al. Population expansion and polycentric development of Nanjing city in a period of hyper-growth. *Geographical Research*, 2013, 32(4): 711-719.]
- [26] 陈志刚, 王青, 黄贤金, 等. 长三角城市群重心移动及其驱动因素研究. *地理科学*, 2007, 27(4): 457-462. [Chen Zhigang, Wang Qing, Huang Xianjin, et al. Movement of urban agglomeration gravity and its driving forces in the Changjiang (Yangtze) Delta of China. *Scientia Geographica Sinica*, 2007, 27(4): 457-462.]
- [27] 樊杰, 陶岸君, 吕晨. 中国经济与人口重心的耦合态势及其对区域发展的影响. *地理科学进展*, 2010, 29(1): 87-95. [Fan Jie, Tao Anjun, Lv Chen. The coupling mechanism of the centroids of economic gravity and population gravity and

- its effect on the regional gap in China. *Progress in Geography*, 2010, 29(1): 87-95.]
- [28] 刘彦随, 邓旭升, 甘红. 我国城市土地利用态势及优化对策. 重庆建筑大学学报, 2005, 27(3): 1-4. [Liu Yansui, Deng Xusheng, Gan Hong. The state and optimization counter measures of urban land-use in China. *Journal of Chongqing Jianshu University*, 2005, 27(3): 1-4.]
- [29] 司成兰, 周寅康. 南京市建设用地变化及其驱动力分析. 南京社会科学, 2008, (11): 139-145. [Si Chenglan, Zhou Yinkang. The analysis of construction land change and its driving in NanJing. *Social Sciences in Nanjing*, 2008, (11): 139-145.]
- [30] 姚士谋, 刘登娥, 武清华. 中国城市用地集约化的路径选择. 上海城市管理, 2010, 19(5): 11-13. [Yao Shimou, Liu Deng'e, Wu Qinghua. The route of urban land intensive choice in China. *Urban Management in Shanghai*, 2010, 19(5): 11-13.]
- [31] 陆大道, 姚士谋. 中国区域发展报告: 城镇化问题. 北京: 商务印书馆, 2007. [Lu Dadao, Yao Shimou. *China Regional Development Report: Urbanization Problems*. Beijing: The Commercial Press, 2007.]
- [32] 谈洪明, 李秀彬, 吕昌河. 我国城市用地扩张的驱动力分析. 经济地理, 2003, 23(5): 635-640. [Tan Minghong, Li Xiubin, Lv Changhe. An analysis driving of urban land expansion in China. *Economic Geography*, 2003, 23(5): 635-640.]

## The coupling and driving forces between urban land expansion and population growth in Yangtze River Delta

ZHOU Yan<sup>1</sup>, HUANG Xianjin<sup>1,2</sup>, XU Guoliang<sup>1</sup>, LI Jianbao<sup>1</sup>

(1. College of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China; 2. The Key Laboratory of the Coastal Zone Exploitation and Protection, Ministry of Land and Resources, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** The Yangtze River Delta is a hotspot with rapid change of urban land and population agglomeration. Understanding the coordination between urban land expansion and population growth will be of great significance to optimize the allocation of land resources, regulate population flow and facilitate the implementation of new urbanization. This study analyzes the relationship between urban land expansion and population growth in the Yangtze River Delta using gravity coupling models and coordination models. Our results show that: (1) The speed of land expansion is faster than the rate of population growth, which shows significant periodic and spatial difference; (2) The coupling between land expansion and population growth generally shows a tendency of “first strengthened, then weakened and last strengthened” from 1994 to 2012, and the distance between the center of urban land gravity and population gravity was shortened, which indicates that the coordination between urban land and population growth was enhanced. The number of cities with rapid population growth has decreased, so does the coordination between land expansion and population growth, although cities of these two types show a spatial agglomeration tendency. Meanwhile, the number of cities with land expansion has increased significantly, and the distribution has showed a trend of expansion. The results demonstrate that there is no high level of coordination between land expansion and population growth. (3) Economic development, changes in industrial structure and zone bit, transportation development and government policy may have contributed to urban land expansion and population growth as well as to their coupling relationship.

**Keywords:** land expansion; population growth; coupling; driving forces; Yangtze River Delta