

基于动态因子分析法的长江三角洲城市群城镇化质量测度研究¹

付书科^{1,2}, 李小帆^{1,2}, 彭甲超³, 张子悦^{1,2}, 陈思^{1,2}

(1. 武汉工程大学法商学院, 湖北 武汉 430205; 2. 武汉工程大学化工产业风险防范研究所, 湖北 武汉 430205; 3. 中国地质大学(武汉)经济管理学院, 湖北 武汉 430074)

【摘要】: 如何对多维数据进行降维处理在大数据时代显得愈加重要。传统的数据降维方法无法同时了解所有的动态变化趋势, 因而具有一定的局限性。采取针对面板数据而设计的动态因子方法, 以长江三角洲城市群城镇化质量测度为例进行多维社会数据降维实验, 结果发现该方法能够较为准确的识别多维数据中能够同时影响多个变量的“潜变量”, 并可以刻画各个样本个体的“潜变量”随时间的变化趋势以及样本整体的变化趋势。结合案例研究结果可以发现, 长江三角洲城市群同样存在人口城镇化和土地城镇化不协调的问题, 需要加快新型城镇化建设, 着重提升城镇化质量。

【关键词】: 动态因子分析 降维 长江三角城城市群 城镇化质量

【中图分类号】: F061.5 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2018)09-1909-10

DOI: 10.11870/cjlyzyyhj201809002

自 1978 年改革开放以来, 中国正经历着历史上最快的城镇化速度^[1-3]。中国的城镇化经历了传统城镇化发展的 3 个阶段: 人口、土地和投资^[4,5]。传统的快速粗放的城镇化发展模式重视城镇化的规模和速度, 忽视了城镇化的质量, 造成城市拥挤、环境污染、区域发展不平衡和资源的浪费等一系列问题, 最终威胁到一个地区的经济、社会 and 环境的可持续发展^[6,7]。随着新型城镇化建设上升为国家战略, 新型城镇化的发展模式、路径和机制等逐渐受到关注, 特别是城镇化的质量, 成为新型城镇化发展的重要内容。因此在新的发展阶段, 必须着力提升城镇化质量。对城镇化质量展开合理测度是提出科学的城镇化质量的前提。长江三角洲城市群是中国城镇化最发达的区域之一, 以长三角城市群为例测度城镇化质量并展开分析, 具有实践参考价值和意义。目前, 已有不少学者从不同角度出发, 对城镇化质量进行测度, 相应的研究可见 Eckbo(1966)等, 本文拟运用动态因子分析方法, 针对 2006~2015 年长三角城市群城镇化进行动态测度, 并进一步考察其时空变化特征。

1 文献综述

2012 年以来, 中国力图通过新型城镇化建设提高城镇化的质量, 实现以人为本, 从传统的城镇化模式转向以可持续为中心,

¹收稿日期: 2017-10-11; 修回日期: 2018-01-02

²基金项目: 国家社会科学基金青年项目“城市群发展对人口分布影响的空间机理及政策选择研究(17CRK009)”

³作者简介: 付书科(1984~), 男, 副教授, 博士, 主要研究方向为区域经济学及质量效率评价研究。E-mail: cugoffsk@outlook.com

注重发展循环经济, 构建和谐社会, 建设资源节约型和环境友好型社会的新型城镇化模式。十九大报告提出, 中国特色社会主义进入新时代, 我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡、不充分的发展之间的矛盾。相比传统的城镇化, 新型城镇化的本质是把重点放在居民的生活质量上^[8], 并更加注重公共产品和服务发展、维护社会公平正义与保护生态环境。在这样的形势变化下, 部分研究人员制定以科学性为基础的城镇化质量评估方法, 以期能够重新分析城镇化质量随时间变化的趋势^[9-14]。检索文献发现, 目前学者们已经使用各种定性和定量方法进行大量的城镇化质量研究。定性评估主要包括城镇化的基本理论、城镇化进程^[15, 16]和城镇化路径^[17, 18]。城镇化评估主要由城镇化质量综合评价^[19, 20];开发和评价指标的应用系统^[21]以及城镇化、社会经济、生态环境协调发展之间的协调动态耦合^[22-24]等组成。在目前的文献中, 城镇化质量评估指标可以分为两类: 第一, 单一指标, 包括人口类型^[25]、土地类型^[6]和空间类型^[26, 27];第二, 复合指标, 包括社会类型^[28]、环境类型、经济-社会-生态(环境)类型^[29, 30]和推动力量-质量公平型^[31]。从研究内容来看, 现有研究不管从单一指标还是复合指标很大程度上具备广泛性不足, 尤其是资源环境约束下未能考量新的确定性指标, 本文将环境变量纳入到指标体系中, 旨在丰富这一方面的相关文献。

传统的数据降维方法无法同时了解所有的动态变化趋势, 因而具有一定的局限性。现有部分研究方法从单一静态角度出发, 多利用主成分分析(张春梅等^[32];余达锦^[33])、熵权法(宋宇宁等^[34])以及专家赋值法(何平等^[35])等研究城镇化质量问题。城镇化质量评价是一个动态系统问题, 单一静态方法并不能够有效分析城镇化质量的动态演进, 因而对城镇化质量问题的剖析并未明确。因此, 本文采用动态因子分析法, 从动态变化的角度分析城镇化质量的动态演进。

城镇化是一个复杂的系统问题, 从系统论角度可以通过系统的组织结构、功能和质量来描述^[36]。因此, 本文的研究目标具有双重性: 首先, 通过分析城镇化系统的结构、功能和质量的关系, 选择合适的城镇化质量评估指标;其次, 采用新的综合指标体系来评估长江三角洲城市群城镇化质量。基于以上对城镇化的认识, 本研究拟以长江三角洲城市群为例, 从多方面选取指标对其进行测度。本文其余部分安排如下: 第二部分主要介绍动态因子分析的原理、变量的选取和数据来源;第三部分以长江三角洲城市群为例进行城镇化质量的测度;第四部分为结论, 并针对结论提出对策建议。

2 方法、变量与数据来源

2.1 方法理论概述

动态因子分析模型(Dynamic Factor Analysis Model, DFM)最早由 Geweke (1977)^[37]提出, 用来分析多个时间序列的共同趋势和滞后影响。传统的 DFM 模型可以写成如下形式:

N 个时间序列= M 个共同趋势的线性组合+等级参数(常量)+ K 个解释变量+噪音

动态因子模型的目的在于保留尽量少的共同趋势, 来同样合理的反映 N 个时间序列的共同变化特征。加入解释变量是为了提高模型的解释力度。对应在时间 t ($t=1, 2, \dots, T$) 的第 i ($i=1, 2, \dots, N$) 个指标的观测变量 x_{it} 可以将之写成向量形式 $x_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{Nt})$, 当 $r \ll N$ 的时候可以相对应的可以给出动态因子模型的数学表达形态:

$$\begin{aligned} x_{it} &= \Gamma_{ix} F_t + \varepsilon_{xit}, \quad \varepsilon \sim N(0, \Sigma_{\varepsilon}), \\ t &= 1, 2, \dots, T \end{aligned} \quad (1)$$

式中: Γ_{ix} 表示有着固定系数的 $N \times r$ 的因子载荷矩阵; F_t 为 r 个共同趋势组成的 r 维向量; ε_{xit} 么为正态分布干扰向量。

F_t 表示 r 个动态因子，可以写成 $F_t = Z_t \alpha_{xt}$ 的形式。 Z_t 为固定选择矩阵，状态向量 α_{xt} 可以用一个动态线性组合来表示。这样就可以将动态因子模型转换为线性高斯状态空间形式：

$$\begin{cases} x_t = \Lambda_{xx} \alpha_{xt} + \varepsilon_{xt} \\ \alpha_{x, t+1} = T_{xx} \alpha_{xt} + R_{xx} \eta_t, \eta_t \sim N(0, \Sigma_\eta) \end{cases} \quad (2)$$

式中： $\Lambda_{xx} = \Gamma_{xx} Z_x$ 为状态载荷矩阵， T_{xx} 为转移矩阵， R_{xx} 为选择矩阵； η_t 为扰动向量；对于所有的 t 和 s ($t \neq s$) 都有 η_t ，中的每一个元素都与 ε_{ss} 相互独立。系统矩阵 Λ_{xx} ， Γ_{xx} ， Z_x ， R_{xx} ， Σ_{xx} ， Σ_η 都是固定的且他们的元素部分依赖于未知的成分。模型的参数估计、诊断检查、因子提取和预测都可以通过卡尔曼滤波和相关方法来解决。传统的广义动态因子分析方法不适用于基于多个观测主体的面板数据 (panel data)。在此我们采用 Federic i& Mazzitelli 的描述性的方法对长三角城市群城镇化质量进行测度。

令 $X(I, J, T) = \{x_{ijt} | (i=1, 2, \dots, I; j=1, 2, \dots, J; t=1, 2, \dots, T)\}$ ，其中 i 表示观测主体， j 表示变量， t 表示时间。对于 X 的方差协方差矩阵，可以表示成为以下三部分之和：

$$S = S_I^* + S_T^* + S_{IT} \quad (3)$$

式中： S_I^* 表示每个主体的静态结构矩阵，表示的是不考虑时间变化的关系结构，实际上等于每个主体相对于时间的方差和协方差的平均矩阵。 S_T^* 表示系统的平均动态矩阵，反映的是时间维度独立于每个主体动态的所有主体的平均动态，等于时间方面的平均方差和协方差矩阵； S_{IT} 表示每一个主体的不同动态矩阵，反映的是每一个主体相对于所有主体平均动态变化的特殊变化，等于主体和时间之间的方差协方差矩阵。根据以上分析可以将每一个元素写成 4 个不同的成分：

$$x_{ijt} = \bar{x}_j + (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_j) + (\bar{x}_{.jt} - \bar{x}_j) + (x_{ijt} - \bar{x}_{ij} - \bar{x}_{.jt} + \bar{x}_j) \quad (4)$$

式中： \bar{x}_j 表示所有变量的均值； $(\bar{x}_{ij} - \bar{x}_j)$ 表示主体静态结构的影响； $(\bar{x}_{.jt} - \bar{x}_j)$ 表示平均动态的影响； $(x_{ijt} - \bar{x}_{ij} - \bar{x}_{.jt} + \bar{x}_j)$ 表示不同动态的影响，即主体和时间之间的交互作用。实际操作时可将式 (3) 写成

$$S = (S_I^* + S_{IT}) + S_T^* = S_T + S_T^* \quad (5)$$

式中： S_T 表示的是在时间和变量间的平均分散矩阵，可以用主成分分析 (PCA) 来完成； S_T^* 随时间的变化，通过线性回归方程式 (6) 来体现：

$$\begin{cases} \bar{x}_{.jt} = a_j + b_j t + e_{jt}, j = 1, 2, \dots, J; \\ t = 1, 2, \dots, T \end{cases} \quad (6)$$

其中 e_{jt} 需满足

$$\text{cov}(e_{jt}, e_{j't'}) = \begin{cases} w_j, & j=j', t=t' \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

2.2 城镇化质量评估指标体系

城镇化是一个多层次、复杂的系统现象。城镇化系统也可以从结构、功能和质量方面进行描述^[38]。城镇化系统的结构和功能相互关联，相互影响，以保持城镇化系统质量。换句话说，城镇化质量的演变是城镇化结构和功能不断变化的结果。图 1 说明了城镇化系统结构、功能和质量的复杂关系。结构是系统的基础，功能是核心，质量是城镇化发展的目的。城镇化质量的演化过程可以看作是从传统的城镇化向新型城镇化过渡的结果，具有更新的系统结构和功能。因此，从系统科学的角度来看，在评估新型城镇化质量时，需要更好地了解新型城镇化体系的结构和功能。

(1) 新型城镇结构体系是新型城镇化系统的基础。从传统城镇化模式转型，为了在新型城镇化中实现优化，制度结构、产业结构、社会和文化结构也是主要因素。在本文研究中，着重分析新型城镇化系统结构的指标包括人口规模和建成区增长速度。

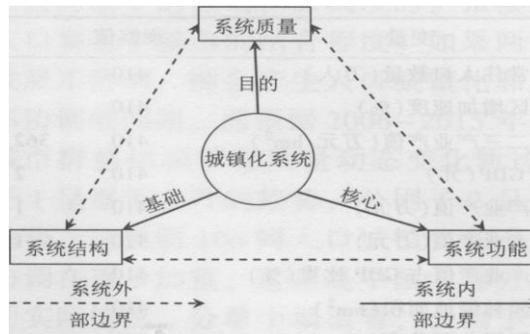


图 1 城镇化系统中结构、功能和质量之间的关系

Fig. 1 Relationship between system structure, function and quality in urbanization system

(2) 新型城镇化的功能是新型城镇化系统的核心，通过一种新型的系统结构提供要素、能源和信息进而实现城镇化内部和外部系统边界之间联系。新型城镇制度功能也解决了城乡二元结构产生的矛盾分歧，如分散的产业布局、服务业发展滞后、土地利用变化和土地保护的严格约束以及城乡差距的加剧。在本文研究中，新型城镇化系统功能指标主要包括建成区绿化覆盖率、人均 GDP、地均二三产业产值、人均 GDP、第二产业产值、第三产业产值、二三产业产值占 GDP 比重和人均园林绿地面积。

(3) 新型城镇化系统质量是该系统演进的最终目的。新型城镇化结构的优化和功能的改善，最终目的就是提升新型城镇化的质量。与传统城镇化相比，新型城镇化强调以下几个方面：着力推进城镇化质量，而不是单纯提高城镇化水平；提高城乡居民生活质量水平；推进社会可持续经济发展。

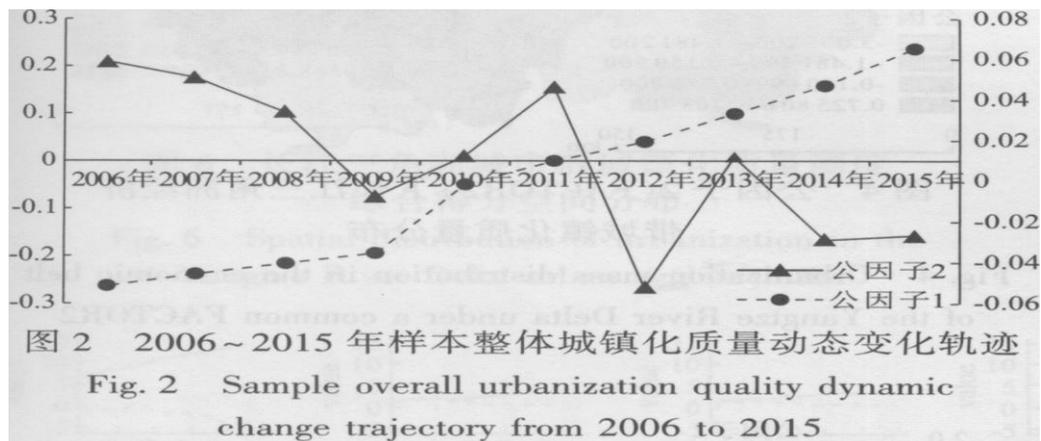
综上所述，本文根据动态因子法的适当性要求选取人口规模、建成区增长速度、人均 GDP 和建成区绿化覆盖率衡量长江三角洲城市群城镇化质量。

2.3 数据来源

V=	0.430 2	-0.082 0
	0.044 1	-0.203 2
	0.431 5	0.042 6
	0.448 5	-0.019 1
	0.427 2	0.041 4
	0.453 1	-0.053 3
	0.186 5	0.434 2
	-0.004 7	0.532 2
	-0.054 7	0.688 2

可知城区常住人口数量、地均二三产业产值、人均 GDP、第二产业产值和第三产业产值比重在公因子 1 上载荷较高，可认为他们是由地区实际经济发展水平决定的，因为一个地区的经济发展越发达，则越能吸引更多的人口向该城市迁移，同时该城市的与公因子 1 有较大相关性的指标就越高。建成区增加速度、二三产业产值占 GDP 比重、人均园林绿地面积和建成区绿化覆盖率在公因子 2 上载荷较高，可认为他们是由城市

土地扩张模式所决定的，因为一个地方的城市土地面积扩张越快，相应的配套跟进也越难，建成区整体绿化水平相应会降低。通过以上步骤，实际上已经达到了多维数据降维的效果。根据单位特征向量的计算结果，Statal3.0 给出公因子 1(FACTOR1)和公因子 2(FACTOR2)的相关动态变化，具体内容如图 2 所示。总体来看，公因子 1 在样本期内是呈现整体上升趋势，而公因子 2 则体现为波动式下降的过程，且变化幅度较大。



通过运用动态因子方法对长江三角洲城市群城镇化质量的测度，发现城镇化质量实际上受到了两个潜在因素的驱动，一个是地区的实际经济发展水平，另一个是城市土地扩张模式。这与实际是相符合的，实际上，人口的流动主要受到地区经济发展水平的影响，而城市的扩张模式则决定了人口和这个城市的结合程度。如果两个潜在因素发展不协调，则会产生人口城镇化和土地城镇化不协调的问题。而根据 2006~2015 年长江三角洲城市群整体城镇化质量动态变化轨迹发现，公因子 1 呈逐年上升的趋势，公因子 2 呈逐年下降的趋势，这说明 10a 间人口城镇化和土地城镇化不协调在逐步加重，这正是中国大部分城市所面临的实际情况。分单个城市看，公因子 1 和公因子 2 的不同模式的组合刻画了不同城市城镇化质量的演进轨迹，如把公因子 1 理解为人口城镇化，把公因子 2 理解为土地城镇化，则基本可以划分为土地城镇化和人口城镇化基本协调、土地城镇化快于人口城镇化以及人口城镇化快于土地城镇化 3 种模式。后两种均属于城镇化质量发展需要进一步提升的类型。

3.1 长江三角洲各城市公因子得分分析

如前所述，本文计算样本的静态得分，如表 3 所示。以公因子 1(FACTOR1)为例，从表 3 中可以看出，上海得分最高，其次

为苏州和南京，杭州和合肥虽然分别为浙江省和安徽省的省会城市，但人口城镇化明显落后上海、苏州和南京。从公因子 1 排序结果可以看出安徽省大部分城市人口城镇化水平较低，远低于浙江、江苏两省的部分地级市。从公因子 2 的排名可以看出安徽部分地区土地城镇化水平又明显高于其他地区。其中以安徽阜阳市最为明显，人口城镇化水平在长三角地区排 30 位次，但土地城镇化排名第一，与其表现类似的城市还有宣城和亳州市。这可能是由于长三角的部分城市发展过度依赖于政府投资，造成对基础设施的投资过度，造城运动的一个直接后果是土地成交速度高于人口城镇化速度，产生空城、鬼城和土地的低效利用，由此表现出土地城镇化快于人口城镇化。

表 3 各城市的静态因子得分

Tab. 3 Static factor scores for each city

城市	Factor1	排序 1	Factor2	排序 2	城市	Factor 1	排序 1	Factor2	排序 2
上海	13.266 2	1	-2.008 8	40	湖州	-0.622 3	22	1.547 4	5
苏州	4.906 4	2	0.708 6	14	盐城	-0.727 7	23	-1.035 6	35
无锡	3.252 7	3	0.992 9	9	淮安	-0.964 2	24	-0.160 1	23
南京	3.138 1	4	1.703 7	1	淮南	-1.093 8	25	0.163 4	18
杭州	2.344 7	5	-0.038 3	21	淮北	-1.134 3	26	0.942 4	10
宁波	1.747 8	6	-0.833 1	33	舟山	-1.136 7	27	-0.829 9	32
常州	1.072 4	7	0.725 8	13	连云港	-1.141 0	28	0.007 1	20
南通	0.710 4	8	0.367 4	16	宿迁	-1.343 0	29	-0.196 5	24
绍兴	0.469 7	9	1.220 8	8	衢州	-1.414 0	30	-0.364 4	27
徐州	0.301 1	10	0.918 5	11	安庆	-1.486 3	31	-0.538 2	29
嘉兴	0.271 4	11	0.881 1	12	丽水	-1.540 2	32	-0.238 2	25
温州	0.226 4	12	-1.539 3	38	黄山	-1.573 5	33	1.621 8	3
镇江	0.152 1	13	1.672 0	2	池州	-1.688 4	34	0.589 5	15
合肥	0.103 7	14	-0.532 0	28	蚌埠	-1.703 9	35	-1.481 2	36
扬州	0.100 8	15	1.286 9	7	宣城	-1.753 7	36	-0.732 5	31
台州	-0.202 5	16	-0.150 9	22	滁州	-1.828 4	37	-0.970 7	34
泰州	-0.246 9	17	-0.259 2	26	六安	-1.884 2	38	-0.555 7	30
金华	-0.335 4	18	0.262 0	17	宿州	-2.141 8	39	-1.527 6	37
芜湖	-0.505 6	19	0.121 0	19	亳州	-2.202 7	40	-1.826 8	39
铜陵	-0.584 6	20	1.603 9	4	阜阳	-2.204 4	41	-3.007 2	41
马鞍山	-0.604 8	21	1.489 7	6					

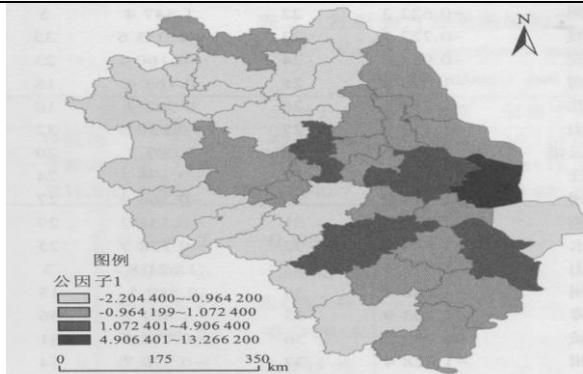


图 3 公因子 1 (FACTOR1) 下长江三角洲经济带城镇化质量分布

Fig. 3 Urbanization mass distribution in the economic belt of the Yangtze River Delta under a common FACTOR1

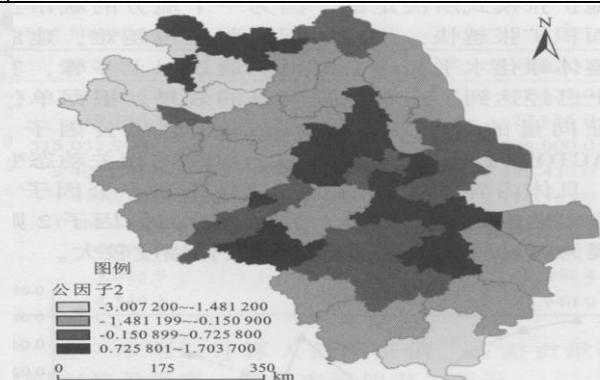
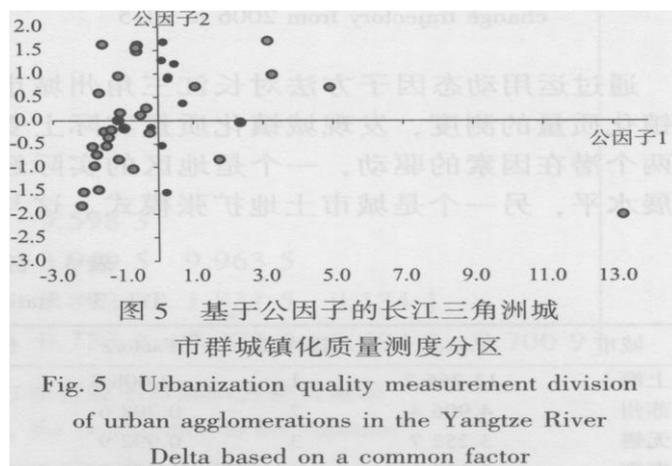


图 4 公因子 2 (FACTOR2) 下长江三角洲经济带城镇化质量分布

Fig. 4 Urbanization mass distribution in the economic belt of the Yangtze River Delta under a common FACTOR2

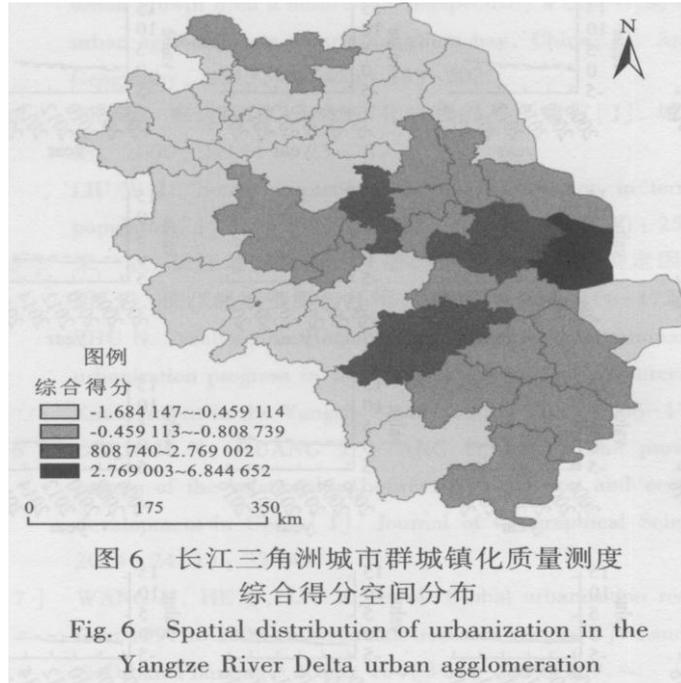
通过表 3, 本文给出了长江三角洲经济带城镇化质量的空间分布结构, 其结果如图 3 和图 4 所示。

总体来看, 长江三角洲经济带城镇化质量空间分布不均衡。从公因子 1 (FACTOR1) 的得分结果来看, 人口城镇化变化中长三角东中部变化较大, 有效区别于其他地区, 尤其以上海为中心的周边城市得分最高, 呈现向中间集聚状态。相较于公因子 1 的变化, 公因子 2 (FACTOR2) 得分空间分布相反, 主要分散在长三角周边, 即土地城镇化呈现分散化分布状态。图 5 给出了以公因子 1 (FACTOR1) 为横轴、公因子 2 (FACTOR2) 为纵轴、0 为分界线的城市分区图, 从图中可以看出长三角城镇化集聚程度较为明显。但是, 上海、阜阳、温州和苏州等人口城镇化水平较高的城市地区土地城镇化明显跟不上, 缺乏相应的配套设施, 由此而导致上海、苏州等地的城镇化集聚效应相对较低。



3.2 长江三角洲各城市综合得分分析

根据公因子 1 和公因子 2 的计算结果, 本文以提取的公因子贡献率值为权重计算最终长江三角洲城市群城镇化质量综合得分结果, 如图 6 所示。从分布结果来看, 浙江、江苏与上海接壤地区均存在较高的城镇化水平, 集聚效应较为明显; 其他地区的综合城镇化水平较为分散, 分别为与安徽省中部和西北部以及浙江省中部和沿海地区。综合来看长三角城市群城镇化质量参差不齐。



通过表 3 以及图 5, 本文可以较为明确地知道以公因子 1 和公因子 2 作为衡量, 2006-2015 年长江三角洲城市群城镇化质量整体水平如何, 以及每个城市的具体发展类型。进一步地, 本文还给出了 2006-2015 年期间样本整体变化情况, 以及每一个城市的变化, 如图 7 所示。

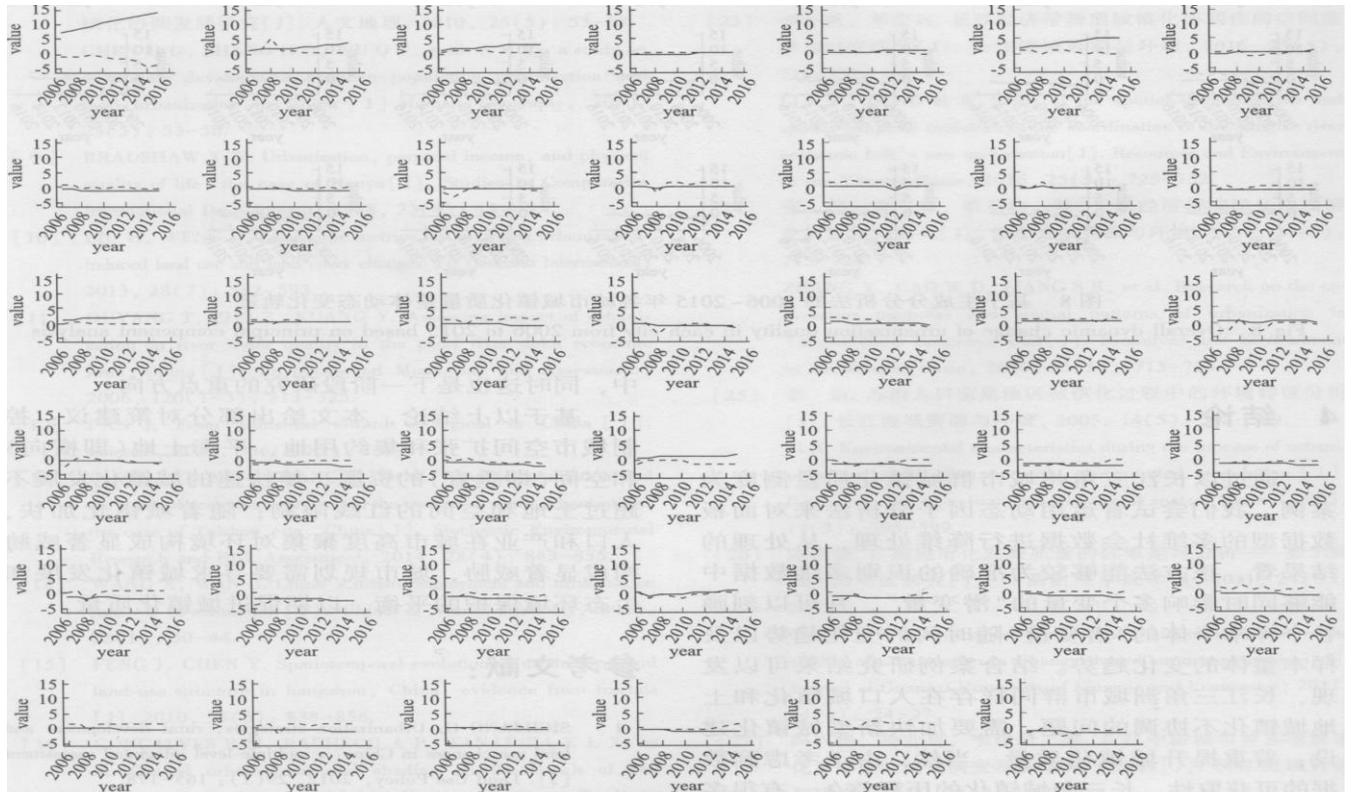


Fig. 7 Overall dynamic change of urbanization quality in each city from 2006 to 2015

为加强比较，本文进一步给出了基于主成分分析法计算的每一个城市在主成分 1 和主成分 2 上的得分（图 8）。综合图 7 和图 8 显示的结果来看，动态因子分析能够准确的刻画每一个城市的公因子随时间的变化趋势，且较主成分分析还具有的优势是能够同时刻画每个城市静止状态的城镇化质量情况以及长江三角洲城市群城镇化质量的整体发展情况。

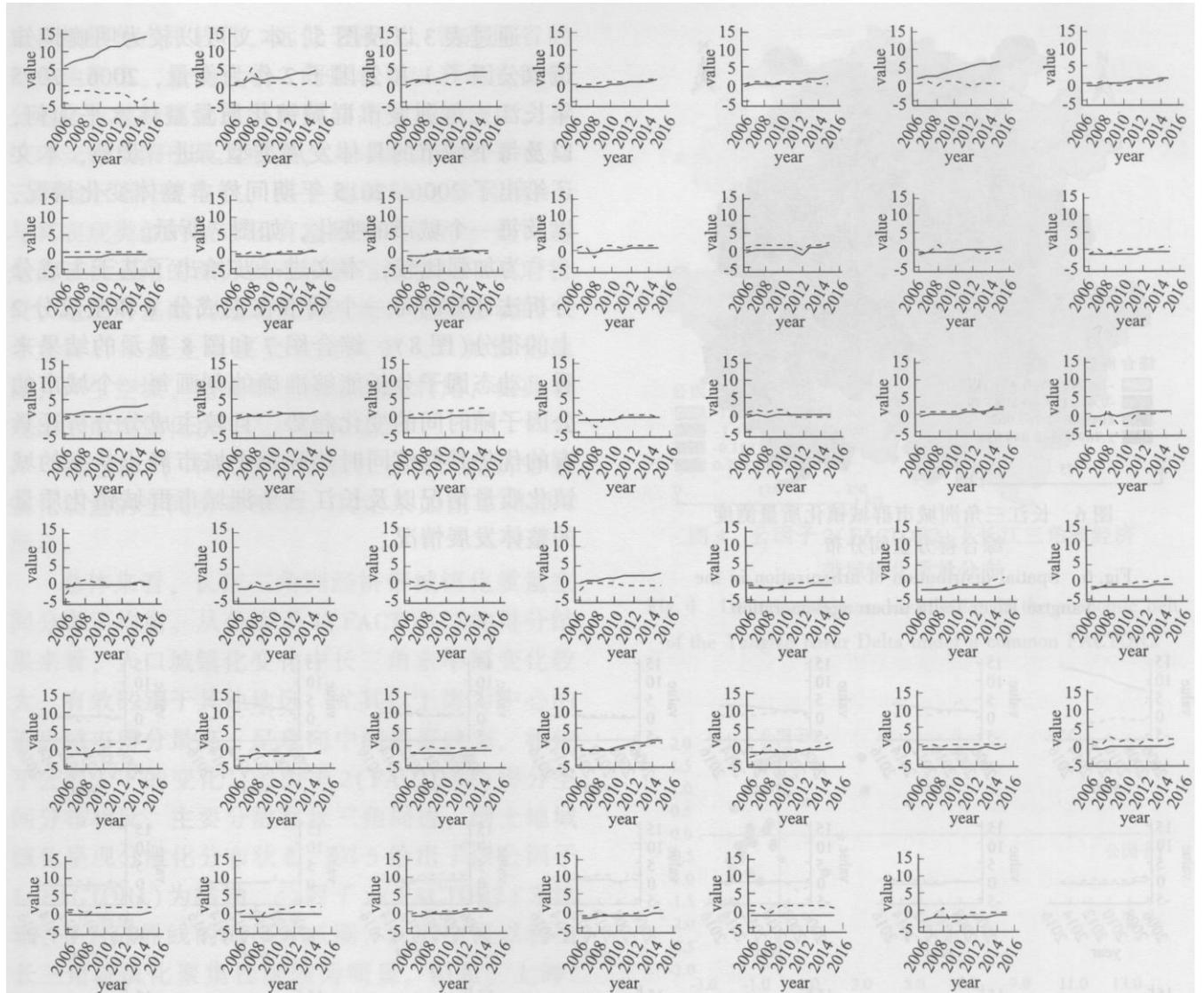


图 8 基于主成分分析法的 2006~2015 年各城市城镇化质量整体动态变化轨迹

Fig. 8 Overall dynamic change of urbanization quality in each city from 2006 to 2015 based on principal component analysis

4 结论

通过以长江三角洲城市群城镇化质量测度为案例，我们尝试着运用动态因子分析法来对面板数据型的多维社会数据进行降维处理，从处理的结果看，该方法能够较为准确的识别多维数据中能够同时影响多个变量的“潜变量”，并可以刻画各个样本个体的“潜变量”随时间的变化趋势以及样本整体的变化趋势。结合案例研究结果可以发现，长江三角洲城市群同样存在人口城镇化和土地城镇化不协调的问题，需要加快新型城镇化建设，着重提升城镇化质量。当然，由于考虑到数据的可获取性，长三角城镇化的历程悠久，有很多新影响因素，如高铁网络、新兴产业（文化创意）、特大城市的郊区化等本文并未将其纳入到分析框架中，同时这也是下一阶段研究的重点方向。

基于以上结论, 本文给出部分对策建议: 控制城市空间扩张和集约用地, 平衡土地(即横向)和空间(即垂直)的资源, 使快速的城镇化发展不超过土地和空间的红线限制; 随着城镇化加快, 人口和产业在城市高度聚集对环境构成显著威胁构成显著威胁, 城市规划需要寻求城镇化发展和生态环境保护的平衡, 以期促进城镇化质量。

参考文献:

- [1] SICILIANO G. Urbanization strategies, rural development and land use changes in China: a multiple-level integrated assessment [J]• Land Use Policy, 2012, 29 (1) : 165-178.
- [2] ZHANG L. Conceptualizing China's urbanization under reforms [J]• Habitat International. 2008, 32 (4) : 452-470.
- [3] ZHANG Z, SU S, XIAO R, et al. Identifying determinants of urban growth from a multi-scale perspective: a case study of the urban agglomeration around hangzhou bay, China [J]. Applied Geography, 2013, 45(45) : 193-202.
- [4] 刘伟德. 推进我国人口城市化进程的若干建议 [J]. 城市规划, 2000, 24(11) : 25-28. LIU W D. Some suggestions on the urbanization in terms of population [J]. City Planning Review, 2000, 24(11): 25-25.
- [5] 朱农. 长江地区城镇化发展的区域差异及其决定因素分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2000, 9(2): 166-172. ZHU N. Analysis on Regional differences and determinants of urbanization progress in the Yangtze Area [J]• Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2000, 9(2) : 166-172•
- [6] CHEN M X, HUANG Y, TANG Z, et al. The provincial pattern of the relationship between urbanization and economic development in China [J]. Journal of Geographical Sciences, 2014, 24(1) : 33-45•
- [7] WANG H, HE Q, LIU X, et al. Global urbanization research from 1991 to 2009: a systematic research review [J]. Landscape & Urban Planning, 2012, 104(3-4) : 299-309.
- [8] 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 [J]. 人文地理, 2010, 25(5) : 53-58. CHEN D G, ZHANG HO, WUQT, et al. A s [J]. a study on coordinate development between population urbanization and land urbanization in China [J] Human Geograply, 2010, 25(5) : 53-58.
- [9] BRADSHAW Y W. Urbanization, personal income, and physical quality of life: the case of Kenya [J]. Studies in Comparative International Development, 1988, 23(4) : 15-40.
- [10] LIU H, WENG Q. Landscape metrics for analysing urbanization- induced land use and land cover changes [J]. Geocarto International, 2013, 28(7) : 582-593.
- [11] OUYANG T, ZHU Z, KUANG Y. Assessing impact of urbanization on river water quality in the pearl river delta economic zone, China [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2006, 120(1-3) : 313-325.
- [12] PAN J. From industrial toward ecological in China [J]• Science, 2012, 336(6087) : 1397.
- [13] QI Z F, YE X Y, ZHANG H, et al. Land fragmentation and variation of ecosystem services in the context of rapid

-
- urbanization: the case of Taizhou city, China [J]. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 2014, 28(4) : 843-855.
- [14] WANG X, WAN G. China' s urban employment and urbanization rate: a re-estimation [J] • *China & World Economy*, 2014, 22(1): 30-44.
- [15] FENG J, CHEN Y. Spatiotemporal evolution of urban form and land-use structure in hangzhou, China: evidence from fractals [J]. 2010, 37(5): 838-856.
- [16] GONCALVES R M, PACHECO A P, TANAJURA E L X, et al. Coastal urbanization and shading on the beach of boa viagem, recife-PE, brazil [J]. *Revista De Geografia Norte Grande*, 2013(54) : 241-255.
- [17] BAI X, SHI P, LIU Y. Realizing China' s urban dream [J].*Nature*, 2014, 509(1799) : 158-160.
- [18] CAO S, LV Y, ZHENG H, et al. Challenges facing China' s unbalanced urbanization strategy [J]. *Land Use Policy*, 2014, 39(39): 412-415.
- [19] 李静芝, 朱翔, 李景保, 等. 洞庭湖区城镇化进程与水资源利用的关系[J]. *应用生态学报*, 2013 24(6): 1677-1685. LI J Z, ZHU X, LI J B, et al. Relationships between urbanization and water resource utilization in Dongting Lake District of South-central China [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2013, 24(6) : 1677-1685.
- [20] LI Y, LI D. Assessment and forecast of Beijing and Shanghai' s urban ecosystem health [J]. *Science of the Total Environment*, 2014, 487: 154-163.
- [21] GU C L, WU L Y, COOK L. Progress in research on Chinese urbanization [J]. *Frontiers of Architectural Research*, 2012, 1(2) : 101-149.
- [22] AL-MULALI U, FEREIDOUNI H G, LEE J Y M, et al. Exploring the relationship between urbanization, energy consumption, and CO2 mission in MENA countries [J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013, 23(4) : 107-112.
- [23] 李小帆, 邓宏兵. 长江经济带新型城镇化协调性的空间差异与时空演化[J]. *长江流域资源与环境*, 2016, 25(5): 725-732. LI X F, DENG H B. Study of the spatial differentiation and spatial temporal evolution of the coordination of the yangtze river economic belt' s new urbanization [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2016, 25(5) : 725-732.
- [24] 张宇, 曹卫东, 梁双波, 等. 长江经济带城镇化协同演化时空格局研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2016, 25(5): 715-724. ZHANG Y, CAO W D, LIANG S B, et al. Research on the co-evolution temporal and spatial patterns of urbanization in Yangtze River Economic Belt [J] • *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2016, 25(5) : 715-724.
- [25] 李新. 苏南人口密集地区城镇化过程中的环境特征分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2005, 14(5): 595-599. LI X. Environmental characteristics during the process of urbanization in south Jiangsu with concentrated population [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2005, 14(5) : 595-599.

-
- [26] 陈晓毅. 广西城市化发展质量的区域差异分析——基于熵值法的实证研究[J]. 广西财经学院学报, 2011, 24(5): 24-27.
- CHEN X Y. Empirical research on the regional disparities of the quality of urbanization in Guangxi—based on entropy method [J]. Journal of Guangxi University of Finance and Economics, 2011, 24(5): 24-27.
- [27] 冯兴华, 钟业喜, 李建新, 等. 长江中游城市群县域城镇化水平空间格局演变及驱动因子分析[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(6) : 899-908. FENG X H, ZHONG Y X, LI J X, et al. Spatial distribution of the comprehensive level of county urbanization and its driving factors in urban agglomeration in the middle reaches of Yangtze River [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin., 2015, 24(6) : 899-908.
- [28] INKELES A, SMITH D H. Becoming modern: Individual change in six developing countries. [J]. Ethos, 2010, 3(2): 323-342.
- [29] GHOSH S, KANJILAL K. Long-term equilibrium relationship between urbanization, energy consumption and economic activity: Empirical evidence from India [J] • Energy, 2014, 66 (4): 324-331.
- [30] WEI Y D, YE X. Urbanization, land use, and sustainable development in China [J] • Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 2014, 28(4) : 755.
- [31] YIN K, WANG R, AN Q, et al. Using eco-efficiency as an indicator for sustainable urban development: a case study of Chinese provincial capital cities [J] . Ecological Indicators, 2014, 36(1) : 665-671.
- [32] 张春梅, 张小林, 吴启焰, 等. 发达地区城镇化质量的测度及其提升对策——以江苏省为例 [J]. 经济地理, 2012, 32(7) : 50-55. ZHANG C M, ZHANG X L, WU Q Y, et al. Measures and improvement of urbanization development quality in the developed area—a case study of Jiangsu [J]. Economic Geography, 2012, 32(7): 50-55.
- [33] 余达锦. 欠发达地区城镇化发展质量测度研究[J]. 当代财经, 2015(12) : 3-13. YU D J. A study of quality measurement of urbanization in underdeveloped area [J]. Contemporary Finance & Economics, 2015(12) : 3-13.
- [34] 宋宇宁, 韩增林. 东北老工业地区城镇化质量与规模关系的空间格局——以辽宁省为例 [J]. 经济地理, 2013, 33(11): 40-45. SONG Y N, HAN Z L. Spatial pattern study of urbanization quality and scale relationships in northeast old industrial region study—in Liaoning as an Example [J]. Economic Geography, 2013, 33(11): 40-45.
- [35] 何平, 倪萃. 中国城镇化质量研究[J]. 统计研究, 2013, 30(6) : 11-18. HE P, NI P. Study on the quality of China' s urbanization [J]. Statistical Research, 2013, 30(6) : 11-18.
- [36] COSTANZA R. Ecosystem health and ecological engineering [J]. Ecological Engineering, 2012, 45(8) : 24-29.
- [37] GEWEKE J F. The dynamic factor analysis of economic time series models [A]. Aigner D J, Goldberger A S. Latent variables in socioeconomic models [C]. Amsterdam: North-Holland, 1977, 365-383.
- [38] KANTA L, ZECHMAN E M. A mechanistic-stochastic approach to classify water consumers and simulate urban water

demand [C] • World Environmental and Water Resources Congress 2013: Showcasing the Future: Cincinnati, 2014:
2281-2290.