

基于无监督学习方法的收缩城市识别研究

——以粤港澳大湾区9座地级市为例

韩梓轩 彭康琚 米加宁 陈翔*

【摘要】当今世界，收缩城市作为一种全球性、地方性、复杂性、多维性的现象，逐渐引起学界和社会广泛关注。基于此，论文以粤港澳大湾区城市群中9座地级市为例，从经济、人口、空间地理、行政4个维度出发，通过2008—2017年各城市统计面板数据、灯光遥感数据DMSP/OLS的采集，初步建立了由44项潜在反映收缩城市特征的指标组成的识别体系。在此基础上，论文利用无监督学习中的K均值聚类算法与定量方法中的因子分析等方法划分了城市类别，并通过定性分析初步探究了其中收缩城市的形成原因。结果显示：根据论文最终构建的收缩城市综合识别体系对所研究城市的考察，肇庆、江门、惠州属于“人口流失型收缩城市”，具有低城市扩张水平、低城镇化水平、低第二、三产业就业水平等特点。此外，（1）深圳、（2）广州、（3）珠海、中山、东莞和佛山，分别被划分为（1）“全面型扩张城市”、（2）“空间稳定型扩张城市”和（3）“稳定型城市”。而自然条件局限、地区政策引导缺位、区域内基础设施不配套和人口年龄结构变动是该地区收缩城市出现的成因。

【关键词】收缩城市 扩张城市 无监督学习 粤港澳大湾区 人口流失

【中图分类号】D63

【文献标识码】A

【文章编号】1674-2486(2020)02-0076-18

【政策之窗】

- 当前部分城市人口流失所带来的负面后果为持续向好的经济数据所掩盖。但长期而言，其扩张式发展与现实中发展条件缺失之间的矛盾不容忽视。
- 本文提供了一种探寻城市收缩状况的方法与视角，以充分意识城市收缩特点的地区性，为相应城市突出所具优势、融入城市群化发展提供参考。

* 通讯作者：韩梓轩（15245035064@163.com），哈尔滨工业大学经济与管理学院，博士研究生；彭康琚，哈尔滨工业大学经济与管理学院，博士研究生；米加宁，哈尔滨工业大学经济与管理学院，教授；陈翔，哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院，本科生。感谢匿名评审人的意见。

基金项目：国家社会科学基金重大项目“数据科学对社会科学转型的重大影响研究”（17ZDA030）。

一、问题提出

在第一次工业革命到第二次世界大战结束后的 200 多年时间里，西方国家经过快速城市化的发展实现了由农业社会向城市社会的转变。20 世纪中叶以后，世界经济增长的中心发生了变化，逐渐从大西洋沿岸向亚太转移。同时，随着区域间增长的分化和社会经济结构的转型，以美国东北部锈带地区和欧洲工业区为代表的一些城市也迈入了城市发展周期的后半段，经历了以人口密度降低、人口减少等为标志的城市收缩。有研究结果显示，在过去的 50 年间，世界范围内人口超过 100 万的 450 个城市或地区，共计减少了约 10% 的城市人口 (Oswalt & Rieniets, 2006)。在全球经济放缓和区域性金融危机的大背景下，城市收缩正逐渐成为一个普遍存在的现象，且和城市增长一样成为社会不可回避的新的常规发展过程。尽管中国凭借人类历史上规模最大、速度最快的城市化进程，创造了新的增长奇迹。但随着经济发展瓶颈期和人口红利拐点的到来，中国近年来全面增长的格局逐渐出现区域分化的特征。尽管增长仍是我国城市发展的主流，然而部分城市已开始经历人口等领域的收缩过程，这使得中国的收缩城市问题也开始引起社会和学界的广泛关注。

在此背景下，国内城市转型无可避免。而收缩城市的出现为城市转型提供了研究与实践的视角，但收缩城市的多样性与复杂性需要得到进一步的探究，才能实现城市根据自身特点实现相应的合理调整，避免“一刀切”的扩张发展思路。本文将通过数据驱动的方式，利用机器学习与定量、定性方法相结合的路径，探究收缩城市在多个领域的典型特征表现，为实现收缩城市精准转型提供认知与实践基础。

二、研究设计

(一) 文献述评

“收缩城市”一词虽说是一个新概念，但并不是所谓的新现象 (高舒琦, 2017)。在早期研究中，“收缩城市”常常被“人口衰减”或“城市衰退”等类似术语所替代 (Bourne, 1980)。1988 年，德国学者哈特穆特·赫曼 (Hartmut Häußermann) 和沃尔特·西贝尔 (Walter Siebel) (Häußermann & Siebel, 1988) 在一篇有关德国经济和人口衰退的城市的实证研究中正式提出了“收缩城市”

这一概念。直到20世纪末以后，大量的城市出现了建筑用地空置和人口持续流失的现象，“收缩城市”这一概念的用法才逐渐被学界认可。尽管收缩城市作为当前社会的一个热门话题，但是关于收缩城市的概念界定尚未形成统一的标准（Martinez – Fernandez et al. , 2012a）。目前，比较有代表性的有关收缩城市的定义主要通过在一定时期内的人口流失数量进行测量（Schilling & Logan, 2008; Wiechmann, 2008）。

当前国外对于收缩城市的识别研究主要有以下几个方面：第一，基于一些宏观的理论视角探讨收缩城市的形成原因。通过城市发展周期理论、邻里生命周期理论、地方精英扩散理论、经济周期理论、区域不平等、全球化生产和资本、人口运动等经典理论视角都能从不同的侧面解释城市收缩现象（Martinez – Fernandez et al. , 2012b）。基于上述理论，学者们进一步总结了收缩城市所形成的一系列原因，诸如去工业化、全球化、去郊区化、自然经济周期的变动、社会转型、资源条件恶化等（Blanco et al. , 2009; Bontje, 2004; Reckien & Martinez – Fernandez, 2011）。第二，提出收缩城市的判别标准，构建收缩城市的测量维度。当前，国外学者从量化的角度识别收缩城市主要分成三类路径（刘合林，2016）：第一类是从社会经济维度判别收缩城市。由于人口的衰减是收缩城市的最直观的表现，且人口统计数据容易获得，丰富且量大，因而被广泛应用在判别收缩城市的研究中（Turok & Mykhnenko, 2007）。例如一些学者采用不同时期人口收缩率、城镇人口数量绝对值的变化来识别和衡量收缩城市（Alves et al. , 2016）。此外，部分学者在利用人口指标的同时，也引入了一些经济指标诸如失业率等来描述收缩城市（Wiechmann & Pallagst, 2012）。第二类是从地理空间维度来识别收缩城市（Reis et al. , 2016; Couch et al. , 2005; Evans, 2011）。还有一类是借助遥感技术，基于生态学理论从地理景观维度结合诸如香农多样性系数（Shannon's Diversity Index）、叶面积指数（Leaf Area Index）或最大斑块指数（Largest Patch Index）等指标来判别收缩城市（Deng et al. , 2009）。第三，选取世界上具有代表性的收缩地区作为案例进行分析，探究这些收缩城市的收缩类型（Schetke & Haase, 2008）。上述西方社会对于收缩城市的研究开展时间早，关于收缩城市理论与实践等方面的研究虽然取得的成果颇丰，但是对于收缩城市的界定与识别指标尚未形成统一的认知，收缩城市的分析框架还亟待完善和补充，并且大部分研究都是基于社会工业化完成的大环境下进行城市发展的研究。这也是西方学界有关收缩城市研究的一个时代背景特色。

受到西方收缩城市相关研究的影响，中国的城市收缩现象也正在引起学界

的关注（周恺、钱芳芳，2015）。但是与西方相比，我国对于收缩城市的识别研究还处于起步阶段。当前，国内对于收缩城市的识别研究大体可以归纳为两类。一类是在已有的收缩城市的识别框架基础上构建指标体系。依据国际上收缩城市的概念中所关注的人口指标数据，来识别国内收缩城市的现状（Long & Wu, 2016；吴康等，2015）。另一类是理论建构和探讨。主要是提出对收缩城市的识别方法，然后选取典型区域或城市群作为个案，采取定量或定性的传统研究方法构建收缩城市的测量和分析框架。例如：杜志威与李郇（2017）以东莞为例，从经济、人口、用地三个维度提出了城镇增长与收缩的分析框架，并划分了城镇的不同发展类型；杨东峰等（2015）以收缩城市的人口收缩指数值和城镇建设用地扩张指数值的中位数为界将收缩城市分为四类。也有一些学者构建人口、经济、社会等项目层，选取这些项目层下多类代表性的子指标，基于地级、县级多尺度对国内发生收缩城市的区域进行识别划分，分析收缩城市的动因等（刘风豹等，2018；林雄斌等，2017；张学良等，2016；龙瀛、吴康，2016）。

国内学者对收缩城市的研究积极借鉴了西方学者的经验与成果，但考虑到中国收缩城市产生的历史背景、阶段和原因跟西方社会的收缩城市现象的出现具有较大差异（张贝贝、李志刚，2017），将西方收缩城市的分析框架照搬到中国城市的研究中并不恰当，中国城市的收缩研究亟待建立本土化的识别分析框架。在研究实践层面上，对于收缩城市的识别测量框架虽各有差异，但大抵接近，且识别测量过程中存在样本量过小、数据时间跨度小、测量维度与指标单一以及测量指标选取存在较强的主观性等诸多问题。因此，中国对于收缩城市的识别研究无论是在理论建构还是实践技术层面上都存在待改善之处。

（二）理论框架

根据以往研究中所提出的城市发展生命周期理论、人口运动理论和核心—边缘理论，本文提出，我国的收缩城市研究需要从人口、经济、空间地理和行政四个方面展开。

城市发展生命周期理论。事物的发展具有周期，城市的发展演变亦如此。城市发展周期理论认为城市的发展包含兴起、发展、繁荣和衰退四个阶段。每个阶段都承载人类文明的发展，同时每个阶段城市发展在人口、经济、地理、社会和物质环境方面的特征都有明显变化。根据这些特征变化可以有效帮助识别城市发展所处的阶段。

人口运动理论。人口运动理论通过人口变化来解释城市发展的起伏阶段。人口老化和生育率下降等人口结构变动会影响城市的收缩，其次就业、产业等

经济活动的变动与调整和移民的流动也会影响城市的收缩。

核心-边缘理论。该理论被认为是一种城市空间系统发展理论。它将核心和边缘作为其基本的结构要素。核心区通常是城市集聚区，具有资本投放密集、核心产业发展、经济增长迅速、人口基数大的特点。而边缘区相对于核心区而言，通常指那些相对较为落后的地区。核心区在区域发展中处于主导地位，而边缘区的发展方向则需要依赖核心区的带动。通常而言，核心区会通过市场系统、行政系统、供给系统来组织自己周围的边缘区、传播创新成果给外围地区等。该理论对于区域发展优化具有指导意义。

基于此，本文采集和计算粤港澳大湾区城市群中9座地级市（广州、深圳、珠海、东莞、佛山、惠州、肇庆、中山、江门）的统计面板数据、灯光遥感数据DMSP/OLS，利用无监督学习中的K均值聚类算法与定量方法中的因子分析对初级识别体系进行“升级”，构建收缩城市测量识别框架，丰富收缩城市理论内涵，推动收缩城市研究的发展。同时，结合社会科学常用的定性、定量方法，进一步对收缩城市本土化问题进行研究和梳理，揭示国内收缩情况、收缩类型和特点，为政府实现收缩城市转型提供决策视角，重塑城市发展的新活力。

（三）研究策略

本文将采用无监督学习中的K均值聚类和定量方法中的因子分析进行数据处理，并分析收缩城市特征；之后通过定性分析中的文本与政策研究探究收缩城市出现的成因。

本章将首先对9个研究城市进行分类，再行探究产生分类结果的决定性因素。本文为综合维度与特征下的收缩城市识别探究，在维度多重、指标多样且数据量较大的情况下，采用了无监督学习的方法作为基础研究方法。部分学者曾先行采用单一维度进行收缩城市的分类，再行探究所得出的收缩城市在各个维度的特征，以此作为收缩城市的综合特征标准，本文称之为“事后综合”。这一方法忽略了维度间可能存在的不一致性与相互影响，即人口收缩的城市可能存在于其他维度扩张的情况，在无法得知我国城市是否存在维度之间组合多样的情况下，这一方法将所要探究的问题作为了结论运用，有悖于“综合维度下的收缩城市识别”这一说法。本文以无监督学习作为主要研究方法，可实现4个维度中所有数据指标的“事前综合”探究，分类结果完全基于4个维度所有的指标数据，可真正实现在综合维度与综合表征下的收缩城市识别。同时，无监督学习和定量方法的结合，能够有效避免在选取指标当中的主观干扰，转而使用机器在大量指标中选取具有决定性的识别，使得对收缩城市主要特征的

探究成为可能。具体研究设计如下：（1）通过无监督学习中的 K 均值聚类算法，将 9 个样本城市进行分类，得到 N 个分类结果。（2）通过定量分析方法中的因子分析对原有 44 个指标进行降维，获得由贡献较大的指标组成的 X 个因子变量，并通过权重对指标进行排序。（3）对 N 类城市在 X 个因子变量所组成的新型收缩城市识别体系下的指标数据表现进行分析，获取收缩城市在新型维度下的主要特征。（3）采用定性方法分析对收缩城市出现的成因进行探究。

三、数据处理与分析

（一）数据处理

1. 样本与指标选取

根据中共中央、国务院发布的《中共中央国务院关于建立更加有效的区域协调发展新机制的意见》中提出的城市群带动区域发展的新模式，以及复旦大学数字与移动治理实验室发布的《中国地方政府数据开放报告》所计算的各省级地方政府数据开放程度和数据质量程度，本文以粤港澳大湾区城市群中的 9 座地级市（广州、深圳、珠海、东莞、佛山、惠州、肇庆、中山、江门）为研究样本，开展收缩城市问题的研究。

此外，通过对城市收缩、城市发展等相关领域的文献研究，结合我国以行政权力主导的区域政策对地区发展的影响，同时考虑数据质量与可获取性，本文初步建立了由 4 个维度，44 个指标组成的收缩城市识别体系。4 个维度分别是经济维度、人口维度、空间地理维度和行政维度。经济维度包括工业增加值在内的 23 个指标，人口维度包括常住人口在内的 9 个指标，空间地理维度包括灯光遥感指数在内的 4 个指标，行政维度包括县级市数量在内的 7 个指标。由于篇幅所限，文中对具体指标不做详细罗列，如有需要，可与作者联系索取。

2. 数据来源

各项数据来源如下：（1）广东省及各城市统计年鉴：4 个维度中的所有统计面板数据均来自广东省统计信息网站（<http://www.gdstats.gov.cn/>）中最新的 2008—2017 年广东统计年鉴。（2）美国国家海洋和大气管理局（NOAA）网站：空间地理维度中的灯光遥感数据 DMSP/OLS 来自美国国家海洋和大气管理局（NOAA）网站（<https://www.noaa.gov/>）。该原始数据通过美国国防气象卫星计划（Defense Meteorological Satellite Program，DMSP）采集获取。

根据以往的相关研究表明，DMSP - OLS 稳定的夜间灯光遥感数据是能够体

现人口与城市化水平状况的可靠数据源。但由于大气条件的逐年变化和卫星传感器的周期性变化，不同年份获得的夜间光照数据无法直接比较。本文采用一种新的时间序列 DMSP/OLS 夜间灯光数据归一化技术，并利用伪不变特征 (Pseudo Invariant Features, PIF) 推导出城市检测阈值。其数据处理包括三个步骤：(1) 当某些局部区域有高分辨率图像数据时，估计参考年的最佳市区检测阈值。(2) 根据城市化进程的不可逆性，确定一组被视为城市区域的 PIF，研究期间夜间光照条件没有显著变化。(3) 基于 PIF 和线性回归的时间序列 DMSP-OLS 数据集归一化，根据参考年份阈值确定各年份城市区域检测的最佳阈值，并据此提取城市区域。由此得到 2008—2017 年广东省灯光的 DN 均值，并将其作为潜在的能够反映收缩城市特征的指标之一。

3. 数据清洗

如下：(1) 数据整理：将统计年鉴、夜间灯光数据整理成以城市为元组，各个指标为属性的形式，并以年为单位进行组织。(2) 缺失值填充：在数据清洗过程中，对于少部分属性数据值的缺失情况，可采用众数、均值、中位数的填充方法。本文所需数据缺失率为 0.3%。对于缺失数据采用中位数的填充方法，将该年同一属性下其他城市数值的中位数作为该城市的缺失属性数值。

(二) 数据分析

1. K 均值聚类

本文将采用无监督学习中的 K 均值聚类算法，同时以层次聚类作为辅助手段实现样本城市的分类。K 均值聚类是一种矢量量化方法，是数据挖掘中聚类分析的常用方法。K 均值聚类的目的是将 N 个观测值划分为 K 个聚类，其中每个观测值属于具有最近均值的聚类，作为聚类的原型。

本文首先将粤港澳大湾区的广州、深圳、佛山、东莞、中山、珠海、江门、肇庆、惠州 9 座地级市分别编号为 1—9，并选取 9 座城市在 4 个维度下的 44 个指标作为属性，之后对 9 座城市进行 K 均值聚类。通过图 1 可确定最佳聚类数目为 3 类或 4 类。若将这些城市按照属性值的相似性分成 3 类，结果为：(1) 广州、深圳。(2) 江门、肇庆、惠州。(3) 佛山、东莞、中山、珠海。若分为 4 类，结果则为：(1) 广州。(2) 深圳。(3) 江门、肇庆、惠州。(4) 佛山、东莞、中山、珠海。通过方差分析后，类与类之间差异明显，同时同类内部具有相似性。

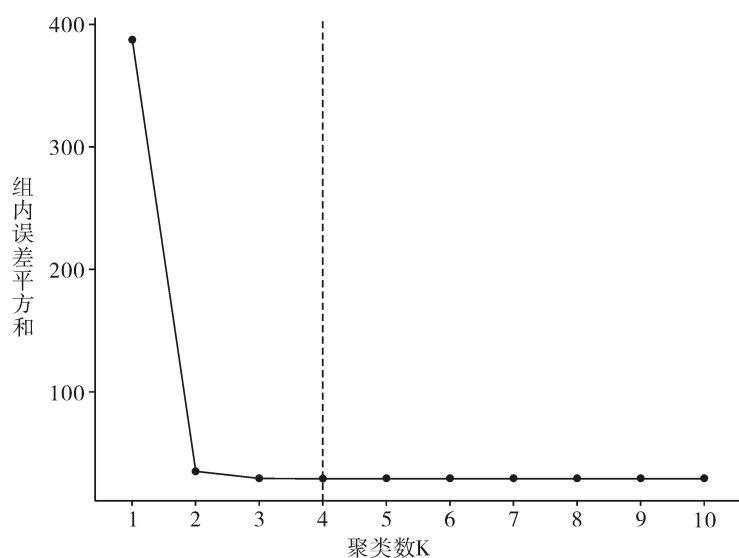


图1 组内误差平方和图

资料来源：作者自制。

2. 因子分析

因子分析能够在分类结果的基础上，找出对分类结果有决定性意义的指标，并将高度相关的指标组成一类因子。这些因子能够反映出 44 个指标构成的数据基本特征，同时包含原有识别体系的所有关键信息。

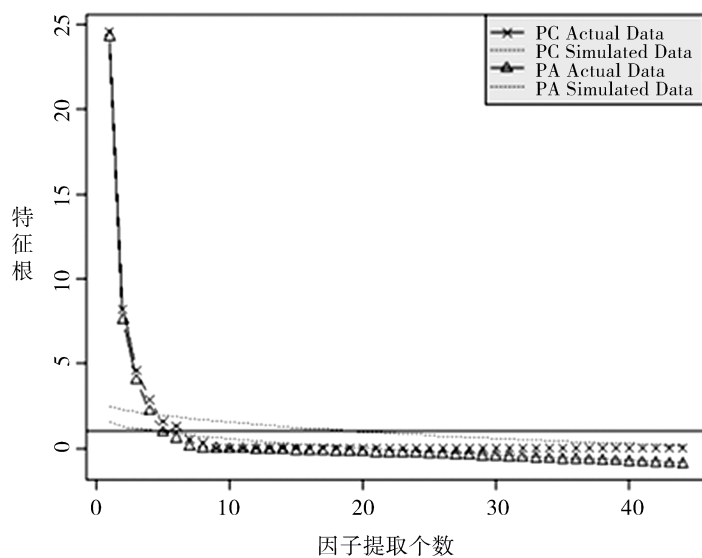


图2 因子分析碎石图

资料来源：作者自制。

由平行分析结果表明，因子数为4，组分数为4。由此，从图中和函数所给出的信息，我们保留4个因子变量即可。对于因子变量分别的指标组成，本文挑选了得分超过92%的指标，并按照得分高低，即相关程度进行排序。第一个因子变量主要由街道数、固定资产投资（万元）、房地产开发住宅投资额（亿元）、高等学校在校学生数（人）、消费品零售总额（万元）、户籍人口（万人）组成。第二个因子变量主要由省内年末净迁移人口（省内迁入－迁往省内）、第一产业生产总值增长速度（%）、出口总额（亿美元）组成。第三个因子变量主要由城镇化率（%）、县数量、乡数量组成。第四个因子变量主要由失业率（%）、第一产业就业人口比率（%）组成。

四、实证结果与收缩城市成因分析

根据第三章的数据分析结果，可建立由4个维度、14个指标组成的新型收缩城市综合识别体系。本文根据各维度的指标组成特点，将它们分别命名为城市扩张水平、人口迁入与对外贸易水平、城镇化水平以及第二与第三产业就业水平。如表1所示。

表1 新型收缩城市综合识别体系

维度	对应指标
城市扩张水平	街道数量
	固定资产投资（万元）
	房地产开发住宅投资额（亿元）
	高等学校在校学生数（人）
	消费品零售总额（万元）
	户籍人口（万人）
人口迁入与对外贸易水平	省内年末净迁移人口（省内迁入－迁往省内）（人）
	第一产业生产总值增长速度（%）
	出口总额（亿美元）
城镇化水平	城镇化率（%）
	县数量
	乡数量
第二与第三产业就业水平	失业率（%）
	第一产业就业人口比率（%）

资料来源：作者自制。

上述4个维度的划分与命名主要考量首要指标的含义,同时兼顾总体指标综合所涉及领域。城市扩张水平反映城市在地理空间、社会与经济方面的扩张态势;人口迁入与对外贸易水平综合了省内人口净流入及产业发展、产品出口领域的变化;城镇化水平是城市化程度的集中体现;第二与第三产业就业水平是城市产业发展状况的反映。本章将在新型4维识别体系的基础上,结合各城市的其他指标表现进行实证结果分析。

(一) 样本城市的各维度表现

1. 城市扩张水平

街道数作为该维度影响最为突出的指标,直接体现了城区在空间维度的扩张情况,并能够集中反映该维度其他指标的变化。其中深圳市在10年间街道数增长34.5%,尤其在2015—2016年即增长25.4%,由59条街道增加为74条。如此迅速的街道数量增长,足以体现深圳势不可挡的发展势头。相较之下,包括广州在内的其他城市大多在10年中街道扩增缓慢,但广州街道基数大,2008年即有131条,2017年增长为136条;而江门市街道数减少5条。

深圳市固定资产投资额在10年间增长251.5%,房地产开发投资额增长384.9%,城市空间保持高速扩张。广州在2014年后,固定资产投资增速放缓,被深圳与佛山超过,但投资额10年均保持首位。而户籍人口数据方面,各城市10年间户籍人口数量变化趋势如图3所示。其中,江门、肇庆、惠州3市在2008—2009年出现剧烈增长,增速分别为186.4%、683.9%、157.5%,此后9年几乎陷入停滞,甚至是衰减。其中江门市2009年与2015年的户籍人口数量持平,均为391万余人。

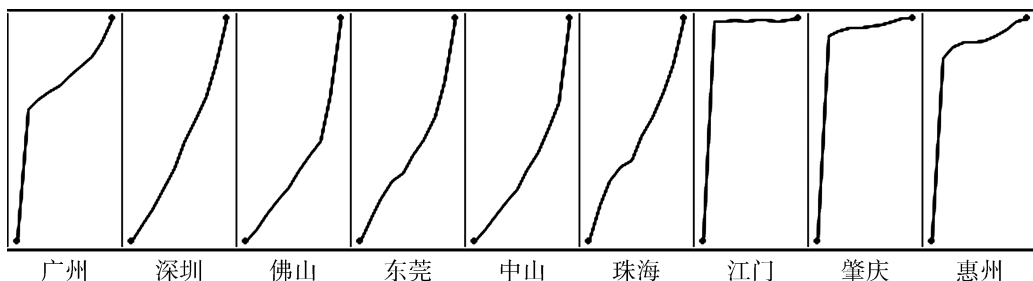


图3 2008—2019年9座城市户籍人口数量变化趋势

资料来源:作者自制。

2. 人口迁入与对外贸易水平

该维度包含的最主要指标是省内年末净迁移人口(户籍人口),体现的是同

属一省份各城市间差异，受人口在省内范围迁移活动的影响大于省外范围迁移活动。同时为统一维度的表现，考虑到出口总额对第一产业发展的负向反映，故将维度命名为“人口迁入与对外贸易水平”。

根据2008—2017年各研究城市的省内年末净迁移人口指标数据和变化折线图（红点为负值，即净流出>净流入）显示，江门、肇庆和惠州为9座城市中仅有的3座在10年间出现过负值的城市：江门和肇庆在2012—2017年连续6年出现负值；惠州在2012—2013年出现负值，且两年省内净流出人口均超过10 000人。在此10年间，惠州在该指标的表现波动较大。

根据我国三大产业的划分标准，第一产业主要分为农业、林业、畜牧业和渔业。因此在第一产业生产值增速方面，深圳作为城镇化率100%的城市，第一产业生产值有5年降幅超过10%则不足为奇。中山、东莞和珠海也在某些年份出现负增长，其余5座城市10年间均处于增长态势。而江门与惠州的出口总额则在9座城市中处于垫底位置。

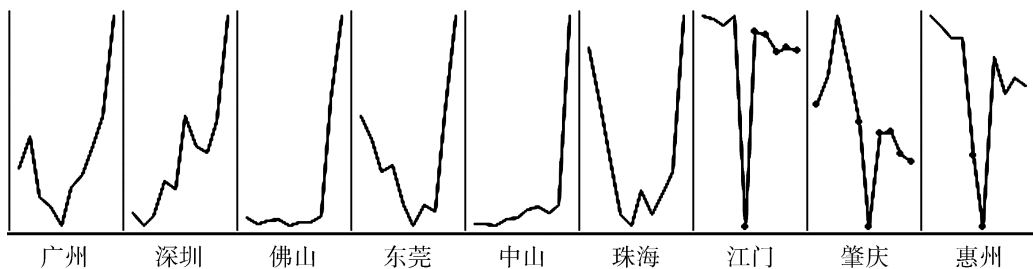


图4 2008—2019年9座城市省内年末净迁移人口数量（户籍人口）变化

资料来源：作者自制。

3. 城镇化水平

该维度包含城镇化率和县、乡数量3个指标。根据数据显示，肇庆、江门、惠州是9座城市中城镇化率最低的3座城市，其中肇庆10年城镇化率均处于45%左右，增长不足2%，即乡村人口始终多于城镇人口。同时，惠州城镇化率也长期处于低增长状态。而江门虽城镇化率低，但10年间出现了16%左右的增长，在2017年达到65.81%。

4. 第二、三产业就业水平

根据我国对第二、第三产业的定义，第二产业主要包括工业、制造业，第三产业主要包括服务业。第二与第三产业就业水平维度所包含的失业率与第一产业就业率能够反映城市第二与第三产业的就业水平。由于相同维度中各指标是通过线性组合，所以将可信度高于92%的失业率与第一产业就业率指标相加，

能够反映各城市第二与第三产业的就业水平,即失业率与第一产业之和越高,第二与第三产业的就业水平就越低。根据2012—2016年的统计数据,肇庆、江门、惠州的第二与第三产业就业水平最低,在第一产业就业人口比率中,肇庆、江门、惠州稳居前3位,第一产业就业人口与第二与第三产业就业人口比值分别维持在1:1、1:2与1:4。

(二) 城市类别与特征

根据第2章得出的城市分类结果,同时结合第3章新型维度下对各城市指标数据的分析可以得出:(1)江门、肇庆、惠州3座城市共同表现为低人口迁入水平、低城镇化水平以及低第二与第三产业就业水平,具体表现为农村人口相较城镇人口有更为明显的持续流出至省内其他城市的现象。其中江门、肇庆还表现出低对外贸易水平的特点。但由于受到人口在省内迁移活动的影响较大,故仍将3座城市划分为同一类城市。同时在经济方面,3座城市并未出现衰退,由此利用该类城市最为突出的特征,将它们划分为“人口流失型收缩城市”。(2)深圳具有高城市扩张水平、高人口迁入与对外贸易水平、高城镇化及高第二与第三产业就业水平的全方位高速发展特点,将其划分为“全面型扩张城市”。(3)对于广州市而言,虽然根据第2章的聚类结果,可与深圳划分为同一类型城市,但结合第3章的各关键指标数据分析结果,本文认为其在街道数变化与城镇化率上与深圳有明显不同,可视为具有空间上的相对稳定性,故将其划分为“空间稳定型扩张城市”。(4)相较其他3类城市而言,东莞、佛山、珠海、中山4座城市在本章建立的4个维度下无明显特点,各维度均处于相对稳定的增长态势,故将其划分为“稳定型城市”。各城市类型与相应特点如表2总结所示。

表2 9座城市所划分城市类型及其对应特点

城市类型	类型特点	所属该类型城市
人口流失型收缩城市	低人口迁入与对外贸易水平、低城镇化水平、低第二与第三产业就业水平、低城市扩张水平	江门、肇庆、惠州
全面型扩张城市	高城市扩张水平、高第二与第三产业就业水平、高城镇化水平、高人口迁入与对外贸易水平、	深圳

(续上表)

城市类型	类型特点	所属该类型城市
空间稳定型扩张城市	城市扩张水平中的空间扩张水平相对增速较缓，其余维度维持高水平	广州
稳定型城市	人口迁入与对外贸易水平、城镇化水平、第二与第三产业就业水平、城市扩张水平均相对保持稳定增速	珠海、中山、佛山、东莞

资料来源：作者自制。

(三) 收缩城市成因分析

1. 自然条件局限

对于城市自身转型和城市群发展来说，城市自身的地理位置等自然条件的局限是城市收缩的重要原因。尽管江门有着先天河运港口和出海便利的优势，但是其西面紧邻山区和欠发达的阳江地区，东面和北面有着广阔且丰富的西江水系，与佛山和珠海隔岸。由于受河网障碍，影响了其与周边较为发达城市的关联程度。因此，比较而言，江门其区位开放条件远不及大湾区其他核心地区，其辅助性地位和外围成为了制约其格局和经济发展的重要因素（刘作珍、梁育民，2018）。根据相关统计数据显示，江门的经济外向程度不高，低于东莞、深圳、珠海、中山和惠州。2018年江门外贸进出口总值1473.3亿元，仅占全省约2%。而肇庆9个县区，一半坐落于山区，一半位于珠三角。“半山半珠”的地理位置使其处于发展相对不利的地位，由此逐渐与粤港澳大湾区其他城市拉开较大差距。因此，可初步认为自然条件的局限是导致江门和肇庆具有低对外贸易水平的重要特征。

2. 政策引导缺位

新制度主义理论解释了制度环境与制度安排对促进或抑制经济增长的作用。制度环境决定制度安排，而制度安排决定制度绩效。制度绩效即国家能力，包括经济增长的能力。制度环境与制度安排的差异，反映地区吸收和创新能力的不同，进而决定了地区经济发展的差异性。其中，政策环境的支撑作用有助于城市实现城市转型增长，有效避开衰退的局面，同时也可能对城市发展产生负面的限制作用（杨光斌，2003）。

江门和肇庆在城市转型和发展过程中均存在产业弱质问题。其中，江门市

内多个园区经济体和省级专业镇形成了多样化发展格局，产业空间主体多，但是产业无序化扩张特点突出，产业特色引导力不足。而传统制造业作为江门经济发展的主力军，在转型过程中由于自主创新能力薄弱、广深创新中心直接辐射比较困难，总体研发投入不高，对国外新技术消化吸收不足，产业集聚程度不高，关键技术装备数字化、信息化、智能化水平落后，导致传统优势竞争力不断下降，对现有劳动力的吸引力不足。反观肇庆和惠州，二者存在产业结构层次发展不合理的问题。两市以第二产业为主，第三产业发展不够突出。其中肇庆三大产业比例为 14.8 : 46.9 : 38.3，惠州三大产业比例为 4.5 : 55 : 40.5。而粤港澳大湾区其他城市诸如广州、深圳和东莞，第三产业均超过了第二产业，呈“倒三角型”形态。三座城市在第一产业的就业人口比重过大，存在一定的剩余劳动力。现有的政策环境和产业结构安排未能有效将这部分剩余劳动力转移至其他产业，制约了第二与第三产业的进一步发展，产业结构还有较大的进一步优化空间。产业结构的优化能够进一步调整人口分布结构，提高城镇化水平。此外，江门、肇庆和惠州三地相较于大湾区其他城市，人才配套制度和政策不到位，引进、培育、留用高端技术人才较为困难。由此可见，政策短板在一定程度上导致了三座城市出现低人口迁入水平和低第二与第三产业就业水平的特征。

3. 基础设施不配套

公共基础设施建设跟不上城市发展步伐，在一定程度上限制了城市发展活力。肇庆和江门交通基础设施建设的滞后，已然无法满足融入大湾区发展的要求。时至今日，肇庆通过交通重要节点拉动城市经济发展的效应尚未显现，对接大湾区中广州、中山、佛山等城市交通网络体系亟待完善。而江门区域内多种交通方式衔接不畅通，物流基础设施不完善，轨道交通不能有效支持服务业发展和区域空间扩展等问题，也在一定程度上影响了江门的城市可持续发展。在大湾区深入融合发展的过程中，肇庆和江门均未建立起一个与地区发展情况相适应的、内外联通发达的公路、铁路、城际轻轨、河道和海港的交通网络基础设施，影响了大湾区内各种资源配置的连通性，进而影响地区城市发展的未来潜能。

4. 人口年龄结构变动

人口年龄结构老年化，劳动适龄人口减少已成为国内外收缩城市的重要成因。人口老龄化带来的人口自然增长率下降和劳动适龄人口下降，使得城市人口相对减少，城市出现相对萎缩的状态。根据数据显示，过去 5 年，江门、肇

庆和惠州人口自然增长率在大湾区城市群中位列倒数。从常住人口变动来看，江门、肇庆和惠州三市在2008—2009年出现剧烈增长，此后9年几乎无增长。此外，我国正面临着刘易斯拐点（The Lewis Turning Point）的到来，中国劳动适龄人口即将进入负增长阶段，劳动力无限供给的状况发生改变，影响了三支支柱产业制造业的可持续发展，由此也影响了当地第二与第三产业就业情况。对于江门、肇庆和惠州三座人口流失型收缩城市而言，在国内经济结构向高质量发展转型的大背景下，各方投资高速向第三产业集中。同时城乡一体化进程仍在稳步推进当中，农村人口在教育、福利和医疗保障等领域待遇相较而言仍有较大差距。作为第一或第二产业主导的该类传统型城市，尤其是江门和肇庆，在缺乏第三产业发展基础的状况下，容易存在农村人口规模化顺势流入其他城市从事相对高收入行业的现象，劳动适龄人口减少，推动城市收缩。

五、结论与讨论

本文以粤港澳大湾区城市群中的9座地级市为样本对收缩城市识别方法及其特征与成因进行探究。本文从经济、人口、空间地理和行政4个维度出发，首先建立了包含44个指标组成的初级收缩城市识别体系，后利用无监督学习中的K均值聚类算法对9座城市进行分类，利用因子分析对初级识别体系中的指标进行降维，提取了由14个指标组成，并对城市分类结果具有决定性作用的4个因子，由此构建了新型4维综合识别体系，从而得以进一步探寻收缩城市的类别与特征，揭示了类型的潜在多样性与特征的复杂性。本文结论如下：

第一，通过城市聚类结果与新型识别体系下的指标数据分析相结合，本文将江门、肇庆和惠州划分为“人口流失型收缩城市”，深圳为“全面型扩张城市”，广州为“空间稳定型扩张城市”，珠海、中山、佛山和东莞为“稳定型城市”。这一划分结果是以9座城市为研究样本的结果，存在针对性与相对性。如广州在本文的划分中主要考量了其在2008—2017年间城区空间基数较大，扩张幅度相较深圳稳定的情况；珠海等4座城市也是在考虑相对稳定的情况下进行的城市类型划分。

第二，本文采取了一种真正意义上的学科交叉方法，将计算机学科领域的机器学习、数据挖掘方法与社会科学定量、定性分析相结合，展开了对收缩城市问题的研究，融合了前者强大的数据处理能力和后者强解释性的优势，实现了多维度的收缩城市特征探究，提供了对收缩城市多样性和复杂性探究的新路径。解决了前人研究在维度单一、指标单一和指标选取主观性较强所造成的反

映收缩城市复杂性受限的问题。未来研究如果选取大量样本城市进行研究,本文所提出的综合方法优势将更为明显,划分类型将更为精确,并有望在全样本中得出标准化收缩城市识别体系与收缩城市特征。

第三,通过对粤港澳大湾区内9座地级市收缩情况分析,总体看,自然条件局限是大湾区部分城市出现收缩的原因。而在城市转型过程中,由于地区政策引导缺位、区域内基础设施不配套和人口年龄结构变动也是影响大湾区内城市收缩的重要缘由。此外,本文从城市群的区域范围对收缩城市进行研究,提供了一种未来主导的城市发展模式对收缩城市转型影响的研究与决策视阈,具有前瞻性和现实意义,即对收缩城市的应对,不仅需考虑城市自身,也需要考虑外部环境对收缩城市的形成与发展的影响。本文认为,当今城市群的发展并不一定需要各城市在新兴科技领域有所建树。因地制宜、各司其职应当成为城市群集约高效发展的原则。对此,需完善政绩评估体系,转变城市发展思路,聚焦城市群协同发展下的合理定位作为发展引擎或许能在我国以城市群体系为单位的未来发展形势下,为收缩城市提供发展路径。而这种转变必然会造成一系列的变化,也对收缩城市的判别标准提出了极高的要求。

但本文依然存在以下局限:

从决策角度而言,由于无监督学习方法的特点,不考虑特定外部环境的收缩城市识别将降低研究结果的现实意义,即不同的研究样本将可能产生不同的研究结果,也意味着在某一研究对象中被识别为收缩城市的研究对象放置于其他研究对象中时成为非收缩型城市。因此,本文所采用的方法存在对样本城市所处外部环境的依赖,即需选取有决策意义的外部环境开展研究,才能使得进一步探究应对方案具有现实意义。

为实现多维度数据支持下的收缩城市识别研究,以试图弥补单一人口指标带来的识别方面的精准性缺陷,本文选取了多维度指标,并使其在现有统计数据的来源、尺度与口径统一的基础上尽可能反映了本文所需要的能够体现城市在某一领域的特征。但由于我国统计资料在城区尺度方面的有限性,一些指标无法完全代表城市实际区域的情况。这一研究现象普遍存在,也有相关研究指出该类问题(吴康,2019)。因此,这一方面所给本文基于多维指标研究带来的局限性不可避免,在今后的研究中通过大数据或能够实现尺度更为适配的收缩城市识别与特征探究,推进更加精细化的城市转型策略。但与此同时,行为数据等新兴数据的获取受到其商业化的禁锢,可获取资源较为有限。政府相关部门可加大数据开放力度,提升数据统计方法,推动各类数据集、数据湖的建设,实现社会发展的全方位精准刻画,提高对城市的管理水平。同时,应在深入收

缩城市形成机制和多样性探究的基础上提供合理的政策建议。针对收缩城市识别、类型和特征的探究仅揭示了收缩城市当前存在的基本状况，帮助决策者对相关现象有所意识，但更重要的是提供现有条件下可行的收缩城市转型对策，实现收缩城市的精准治理。

参考文献

- 杜志威、李邨(2017). 珠三角快速城镇化地区发展的增长与收缩新现象. 地理学报, 72(10): 1800-1811.
- 高舒琦(2017). 收缩城市的现象、概念与研究溯源. 国际城市规划, 32(3): 50-58.
- 刘合林(2016). 收缩城市量化计算方法进展. 现代城市研究, 2: 17-22.
- 林雄斌、杨家文、张街春、晁恒(2017). 我国城市收缩测度与影响因素分析——基于人口与经济变化的视角. 人文地理, 32(1): 82-89.
- 刘风豹、朱喜钢、陈蛟、孙洁、林晓群(2018). 城市收缩多维度、多尺度量化识别及成因研究——以转型期中国东北地区为例. 现代城市研究, 7: 37-46.
- 刘作珍、梁育民(2018). 江门在粤港澳大湾区中的定位及发展建议. 江苏师范大学学报(哲学社会科学版), 44(5): 121-127.
- 龙瀛、吴康(2016). 中国城市化的几个现实问题：空间扩张、人口收缩、低密度人类活动与城市范围界定. 城市规划学刊, 2: 72-77.
- 吴康、龙瀛、杨宇(2015). 京津冀与长江三角洲的局部收缩：格局、类型与影响因素识别. 现代城市研究, 9: 26-35.
- 吴康(2019). 城市收缩的认知误区与空间规划响应. 北京规划建设, 3: 4-11.
- 杨东峰、龙瀛、杨文诗、孙晖(2015). 人口流失与空间扩张：中国快速城市化进程中的城市收缩悖论. 现代城市研究, 9: 20-25.
- 杨光斌(2003). 制度范式：一种研究中国政治变迁的途径. 中国人民大学学报, 3: 117-123.
- 张贝贝、李志刚(2017). “收缩城市”研究的国际进展与启示. 城市规划, 10: 103-108.
- 张学良、刘玉博、吕存超(2016). 中国城市收缩的背景、识别与特征分析. 东南大学学报(哲学社会科学版), 4: 132-139.
- 周恺、钱芳芳(2015). 收缩城市：逆增长情景下的城市发展路径研究进展. 现代城市研究, 2015(9): 2-13.
- Alves, D., Barreira, A. P., Guimarães, M. H. & Panagopoulos, T. (2016). Historical Trajectories of Currently Shrinking Portuguese Cities: A Typology of Urban Shrinkage. *Cities*, 52: 20-29.
- Blanco, H., Alberti, M., Forsyth, A., Krizek, K. J., Rodriguez, D. A., Talen, E. & Ellis, C. (2009). Hot, Congested, Crowded and Diverse: Emerging Research Agendas in Planning. *Progress in Planning*, 71(4): 153-205.
- Bontje, M. (2004). Facing the Challenge of Shrinking Cities in East Germany: The Case of Leipzig.

- Geojournal*, 61(1): 13 – 21.
- Bourne, L. S. (1980). Alternative Perspectives on Urban Decline and Population Deconcentration. *Urban Geography*, 1(1): 39 – 52.
- Couch, C., Karecha, J., Nuissl, H. & Rink, D. (2005). Decline and Sprawl: An Evolving Type of Urban Development—Observed in Liverpool and Leipzig. *European Planning Studies*, 13(1): 117 – 136.
- Deng, J. S., Wang, K., Hong, Y. & Qi, J. G. (2009). Spatio – Temporal Dynamics and Evolution of Land Use Change and Landscape Pattern in Response to Rapid Urbanization. *Landscape and Urban Planning*, 92(3 – 4): 187 – 198.
- Evans, E. C. (2011). *Historic Preservation in Shrinking Cities: Neighborhood Strategies for Buffalo and Cleveland*. New York: Doctoral Dissertation, Columbia University.
- Häußermann, H. & Siebel, W. (1988). *Die Schrumpfende Stadt Und Die Stadtsoziologie*. DOI: 10.1007/978-3-322-83617-5_5.
- Long, Y. & Wu, K. (2016). Shrinking Cities in a Rapidly Urbanizing China. *Environment and Planning A*, 48(2): 220 – 222.
- Martinez – Fernandez, C., Wu, C. T., Schatz, L. K., Taira, N. & Vargas – Hernández, J. G. (2012a). The Shrinking Mining City: Urban Dynamics and Contested Territory. *International Journal of Urban and Regional Research*, 36(2): 245 – 260.
- Martinez – Fernandez, C., Audirac, I., Fol, S. & Cunningham – Sabot, E. (2012b). Shrinking Cities: Urban Challenges of Globalization. *International Journal of Urban and Regional Research*, 36(2): 213 – 225.
- Oswalt, P. & Rieniets, T. (2006). *Atlas of Shrinking Cities*. Ostfildern – Ruit: Hatje Cantz Verlag.
- Reckien, D. & Martinez – Fernandez, C. (2011). Why Do Cities Shrink?. *European Planning Studies*, 19(8): 1375 – 1397.
- Reis, J. P., Silva, E. A. & Pinho, P. (2016). Spatial Metrics to Study Urban Patterns in Growing and Shrinking Cities. *Urban Geography*, 37(2): 246 – 271.
- Schetke, S. & Haase, D. (2008). Multi – Criteria Assessment of Socio – Environmental Aspects in Shrinking Cities. Experiences From Eastern Germany. *Environmental Impact Assessment Review*, 28(7): 483 – 503.
- Schilling, J. & Logan, J. (2008). Greening the Rust Belt: A Green Infrastructure Model for Right Sizing America's Shrinking Cities. *Journal of the American Planning Association*, 74(4): 451 – 466.
- Turok, I. & Mykhnenko, V. (2007). The Trajectories of European Cities, 1960—2005. *Cities*, 24(3): 165 – 182.
- Wiechmann, T. & Pallagst, K. M. (2012). Urban Shrinkage in Germany and the Usa: A Comparison of Transformation Patterns and Local Strategies. *International Journal of Urban and Regional Research*, 36(2): 261 – 280.