引文格式：张灵睿,周鸿运. 2000—2020年深圳市人口演变规律与影响机制研究[J]. 地理空间信息, 2026, 24(1): 46-51. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2026.01.010

2000—2020年深圳市人口演变规律与影响机制研究

张灵睿[1]，周鸿运[2*]
（1. 济南市勘察测绘研究院，山东 济南 250013；2. 中国测绘科学研究院，北京 100830）

摘　要：研究深圳市人口的时变特征及其影响机制对于增进超大城市人地关系理解和实现人口可持续发展等具有重要意义。基于WorldPop人口数据和深圳市POI数据，分析了2000—2020年深圳市人口时空演变特征，并利用地理探测器量化了相关POI因子对人口分布的影响机制。结果表明：①人口总量持续增长，呈“西部、西南部密，东部稀”的分布格局，以高值区为核心向外围圈层式递减；②人口重心位于龙华区、福田区、罗湖区和龙岗区4区交界处附近，20年间位置基本不变；③人口分布呈分散且均衡的态势，集中指数和不均衡指数在20年内保持稳定；④医疗设施对人口的吸引力较突出，学校等教育设施次之，河网密度的吸引力最差，多个影响因子的交互作用对人口分布的解释力高于单因子。

关键词：人口分布格局；时空演变；设施POI；地理探测器；深圳市
中图分类号：TU982　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）01-0046-06

Research on the Evolutionary Rules and Influence Mechanism of Shenzhen's Population from 2000 to 2020

ZHANG Lingrui[1], ZHOU Hongyun[2]
(1. Jinan City Geological Survey and Mapping Institute, Jinan 250013, China;
2. Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing 100830, China)

Abstract: Studying the time-varying characteristics of Shenzhen's population and its influence mechanism is of great significance for improving the understanding of human-land relationship in megacities and realizing sustainable population development. Based on the WorldPop population data and Shenzhen's POI data, we analyzed the spatio-temporal evolutionary characteristics of Shenzhen's population from 2000 to 2020, and used GeoDetector to quantify the influence mechanism of relevant POI factors on population distribution. The main conclusions show that ①the total population of Shenzhen continues to grow, showing a spatial pattern of "dense in the west and southwest, sparse in the east", with the high-value area as the core to the outer circle.②The population center is located near the junction of Longhua District, Futian District, Luohu District and Longgang District, and the population center of 2020 basically coincide with that of 2000.③The population distribution shows a dispersed and balanced trend, and the concentration index and the imbalance index remain stable in 20 years.④The public service facilities such as hospitals are more attractive to the population, followed by educational facilities, and the density of river network is the least attractive. The interaction of multiple factors has a higher explanatory power on population distribution than that of single factor.

Key words: population distribution pattern, spatio-temporal evolution, facility POI, GeoDetector, Shenzhen City

随着全球城市化进程的加速，人口分布格局研究已成为城市规划、社会经济发展等领域的重要课题。人口分布格局可反映特定时间内人口的聚集情况，是人口过程在空间上的表现形式[1]。随着超大城市的崛起，理解和把握城市内部人口分布演变规律及其影响机制，成为推动城市可持续发展和优化资源配置的关键。城市人口的时空变化不仅影响经济社会结构和公共服务，还直接关系到城市的可持续发展和治理效率。国内外对于人口分布的研究已趋于成熟，基于人口数据的人口格局研究多关注人口的动态变化，数据多来源于人口普查和社会经济数据等多源地理空间数据[2-3]。为更清楚地了解人口变化，集中指数、重心迁移、密度与相对变化率、空间计量等方法逐渐被应用于人口分布研究中[4]。为探究人口分布格局更深层次的影响机制，部分学者[5-8]将目光投向人口热力图、珞珈夜光遥感和城市兴趣点（POI）等多源大数据，通过地理加权回归、地理探测器等方法量化经济强度、土地利用、社会保障、就业、公共基础设施等因子对城市人口空间分布的影响。其中，地理探测器的优势在于能有效捕捉空间数据的异质性，不依赖于传统的

第一作者简介：张灵睿（1987—），本科，工程师，研究方向为地理信息大数据分析，E-mail：79495177@qq.com。
通信作者：周鸿运（2000—），硕士在读，研究方向为智慧城市大数据挖掘与分析，E-mail：zhymew2022@163.com。

统计假设，且能整合多源数据，提供更加细致且局部化的影响分析，在揭示单因子影响的同时能分析多因子共同影响作用。

为了在更长时间尺度、更精细空间尺度上了解城市内部人口分布演变规律，挖掘POI类别对城市人口分布的潜在影响，本文以深圳市为研究对象，收集2000—2020年百米人口格网数据，从区级尺度深入探讨深圳市的人口空间分布特征演变。此外，结合地理探测器本文进一步探索了深圳市POI基础设施类别对人口分布变化的潜在影响，为超大城市在应对人口变化时的科学布局和规划提供理论依据。

1　研究区概况与数据来源

1.1　研究区概况

深圳市位于广东省南部，下辖9个行政区和1个新区，总面积为1 997.47 km^2；地势东南高、西北低，大部分为低丘陵地，间以平缓的台地，西部为滨海平原。1980年深圳市成为我国设立的第一个经济特区，是我国改革开放的窗口和新兴移民城市。随着深圳城市规模的急剧扩大，流动人口、常住人口数量逐年大幅上升，实际管理服务人口、常住人口和户籍人口严重倒挂[9]。因此，了解人口分布特征，探究人口变化的影响机制，对于深圳市探索“深度城市化”道路具有重要意义。

1.2　数据来源

WorldPop数据集由WorldPop项目开发（https://www.worldpop.org），提供了2000—2020年的网格人口数据，空间分辨率为100 m，能客观、精细地刻画人口分布的空间布局和态势。WorldPop的输入变量包括最新官方人口普查数据、定居点位置和范围、植被、地形等数据。POI设施是一种代表现实世界实体的点状地理空间要素，每个POI均包含经纬度、类别、地址、面积、电话等信息[10-11]。本文基于高德API开放接口，共采集深圳市2020年POI数据1 397 861条，包括体育休闲服务、医疗保健服务、科教文化服务、餐饮服务、公司企业、购物服务、交通设施服务等14类；筛选出写字楼、学校、医院、购物服务设施、餐饮服务设施等与人类活动密切相关的设施共573 562条，其分布能体现深圳市范围内不同区域组成结构的发展现状和差异。

2　研究方法

2.1　人口时空演变模型

1）人口分布重心能表示区域人口分布的总趋势和中心区位，反映人口空间分布的演变情况[12]。

2）人口分布结构指数可度量某一地理空间人口分布的集中程度，包括集中指数C和不均衡指数U[13-14]。C和U值介于0~1，值越小，说明人口分布越均衡；反之，则越不均衡，计算公式为：

$$C=\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\left|x_i-y_i\right| \tag{1}$$

$$U=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\sqrt{2}}{2}\left(x_i-y_i\right)\right]^2}{n}} \tag{2}$$

式中，n为研究区单元数量；x_i为单元i人口占比；y_i为单元i面积占比。

3）人口密度分布模型可度量人口增长和空间分布格局的变化情况，以便更清晰地把握人口增长趋势和人口变化特征。圈层人口密度[15]为该圈层总人口与圈层面积的比值。基于圈层人口密度，分别对深圳市人口进行单中心模型模拟，通过对比线性模型[16]、对数模型、Clark模型[17]、Smeed模型[18]、Newling模型[19]（表1），确定深圳市人口最优拟合模型。

表1　人口密度分布模型

模型类型	函数形式
线性模型	$D(r)=a+br$
对数模型	$D(r)=a+b\ln r$
Clark模型	$D(r)=ae^{br}$
Smeed模型	$D(r)=ar^b$
Newling模型	$D(r)=ae^{br+cr^2}$

注：r为距城市中心的距离；a为城市中心人口密度理论值；b为人口密度递减速度；$a>0$，$b<0$，$c<0$。

2.2　地理探测器模型

地理探测器是探测空间分异性，并揭示其背后驱动力的一种新统计学方法，包括风险探测、因子探测、生态探测和交互探测4个部分[20]。本文采用因子探测和交互探测研究各影响因子与人口分布之间的交互作用[21]。

1）因子探测是探测人口分布的空间分异性[22]以及某影响因子对人口空间分异的解释程度。q值越大，表明空间分异性越明显，该因子对人口分布的解释力越强。

$$q=1-\frac{\sum_{h=1}^{L}N_h{\sigma_h}^2}{N\times\sigma^2} \tag{3}$$

式中，L为变量Y或因子X的分层；N_h、N分别为层h（本文为行政区数量）和全区的单元数；${\sigma_h}^2$、σ^2分别为层h和全区的人口密度方差。

2）交互探测可定量表征两个影响因子对于人口

密度的解释力是增加还是减弱[23]。

3 研究结果与分析

3.1 人口整体时空格局

由图1可知，2000—2020年深圳市人口整体呈上升态势，由722.585万人增至1 517.905万人，年均增速为58.38%，其中人口最多且增长最快的是宝安区，共增加204.345万人，增长率为58.2%；人口最少且增长最慢的是大鹏新区，仅增长了9.17万人，2020年人口占比约为1.15%。

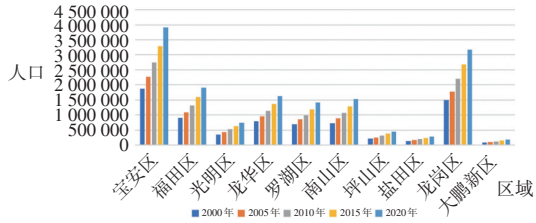
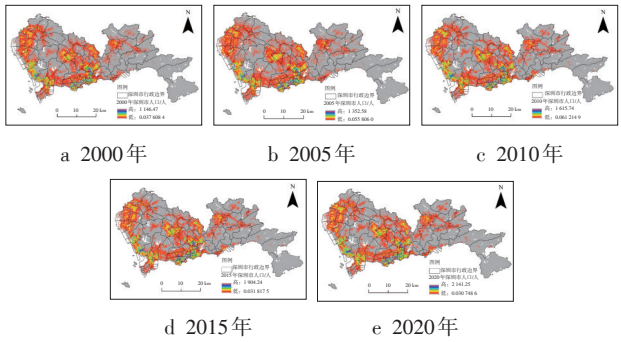


图1 深圳市各区人口变化图

由深圳市2000—2020年WorldPop人口格网分布可知，深圳市近20年的人口均呈“西部、西南部密，东部稀”的分布格局，且以高值区为中心向外围递减；高值区主要分布在南部的福田区和罗湖区，宝安区人口增长速度最快，而东部大鹏新区人口最少，且人口增长速度也最缓慢。



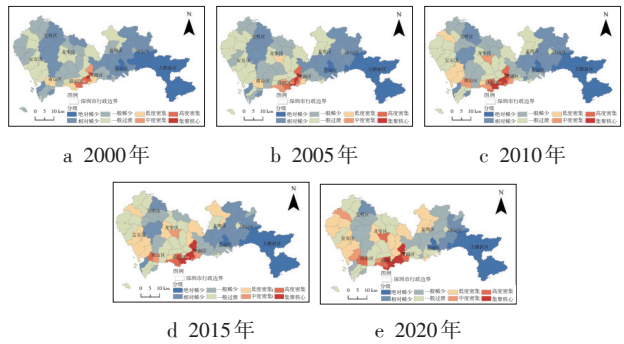
a 2000年 b 2005年 c 2010年

d 2015年 e 2020年

图2 2000—2020年WorldPop人口空间分布

审图号：GS(2019)1822

本文对深圳市区级尺度人口密度进行分级，即绝对稀少（<1 000人/km²）、相对稀少（1 000~3 000人/km²）、一般稀少（3 000~5 000人/km²）、一般过渡（5 000~10 000人/km²）、低度密集（10 000~15 000人/km²）、中度密集（15 000~20 000人/km²）、高度密集（20 000~30 000人/km²）、集聚核心（>30 000人/km²）。深圳市2000—2020年街道尺度的人口密度见图3，可以看出，深圳市人口整体呈西南密、东部稀的分布格局，空间分布不均衡，其中园岭街道、南园街道、福田街道、桂园街道、东门街道、东晓街道、笋岗街道始终是人口高度密集和聚集核心区，2020年人口密度均达到30 000人/km²；石井街道、葵涌街道、南澳街道、大鹏街道的人口密度较小，均位于深圳市东南部，地广人稀。2015年后深圳市中、西部地区人口密度增长明显，这是由于深圳市政府大力开发中、西部地区，且大湾区的创建极大地促进了深圳市的经济发展，吸引了更多年轻人口进入深圳。



a 2000年 b 2005年 c 2010年

d 2015年 e 2020年

图3 2000—2020年深圳市各区人口密度

审图号：GS(2019)1822

3.2 人口时空演变特征

3.2.1 人口分布重心

人口分布重心可通过迁移曲线来表征人口的空间分布和演化方向。2000—2020年深圳市人口重心基本保持不变（表2），经历了先向西南迁移、再向东南迁移、又向西北迁移、最后向东南迁移至2000年人口重心附近的过程。深圳市人口重心位于其几何中心的西南部，偏离几何中心距离较大。人口重心与几何中心偏移，说明深圳市人口分布不均衡。其主要原因在于，西南部的宝安区、福田区、罗湖区的经济发展状况较优越，交通发达、工厂遍布，其中宝安区位于大湾区的地理中心。

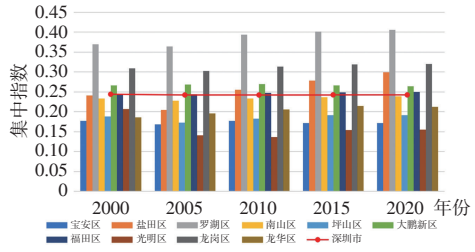
表2 人口重心演变表

年份	经度	纬度	移动方向	移动距离/m
2000年	114°3′41.166″	22°35′30.469″		
2005年	114°3′40.205″	22°35′28.882″	西南	168.240 444
2010年	114°3′53.154″	22°35′24.310″	东南	395.997 437
2015年	114°3′30.704″	22°35′35.333″	西北	725.953 591
2020年	114°3′41.202″	22°35′30.228″	东南	338.817 176

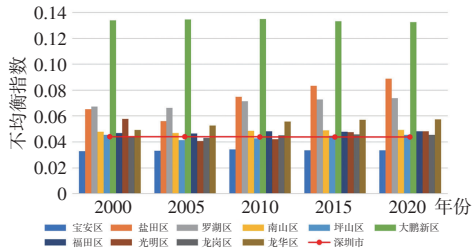
3.2.2 人口分布结构指数

由图4可知，深圳市整体的集中指数和不均衡指数基本保持不变，其中罗湖区、大鹏新区、龙岗区的集中指数高于深圳市整体，盐田区自2010年以后也高于深圳市整体；盐田区、罗湖区、南山区、大鹏新区、福田区、光明区的不均衡指数高于深圳市整体；宝安区、龙华区的集中指数低于深圳市整体。罗湖区、盐田区的结构指数在不断增长，说明其人口趋向于集中发展，这与两区20年间经济稳步发展且生态环境宜居密不可分。大鹏新区的结构指数基本不变，说

明其人口分布格局没有发生太大的变化，且人口多聚集于大鹏新区的东部。总体来说，深圳市人口的集中指数与不均衡指数较小，城市人口分布较均衡。



a 集中指数



b 不均衡指数

图4　2000—2020年深圳市人口集中指数与不均衡指数变化

3.2.3　人口密度分布模型

以深圳市人民政府为中心，以 $r=1,2,\cdots,58$ km为半径建立同心圆，计算得到各环带的人口密度。根据各环带至中心的距离和人口密度，利用人口密度分布模型进行模拟，得到各环带人口密度随环带半径增加的变化（图5、6）。人口密度随环带半径的增加而减小，其中半径为0~10 km时人口密度下降幅度最大，距环带半径大于40 km时，人口下降幅度趋于平稳，整体呈“核心—边缘”空间特征并按幂函数曲线非线性递减，即核心区人口密度下降速率最快、核心—边缘区速率趋于平缓、边缘区速率基本不变。半径为35 km时，人口密度出现增加的现象，其主要原因为深圳市龙华区和宝安区部分街道人口密度高，说明一个城市人口密度的圈层分布不仅与环带半径有关，还可能与环带内的经济条件、交通条件、自然因素等有关。该现象意味着深圳市的人口分布在部分地区是趋于分散的，在一定程度上缓解了城市中心的人口压力，进一步刺激城市的高质量可持续发展。

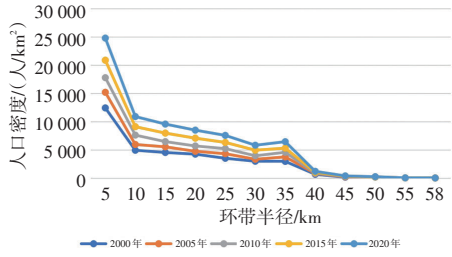
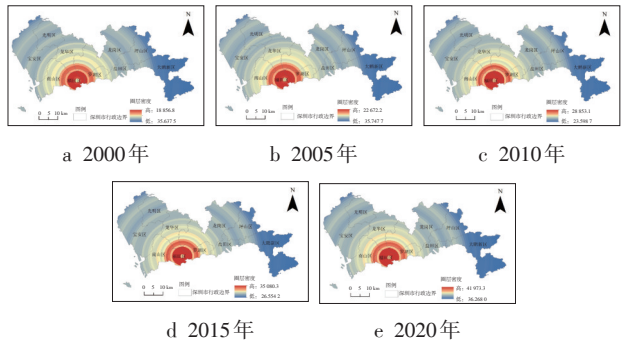


图5　人口密度随环带变化图



a 2000年　　b 2005年　　c 2010年

d 2015年　　e 2020年

图6　人口密度圈层分布

审图号：GS(2019)1822

深圳市人口密度分布的最优拟合模型为Smeed模型（表3）。在Smeed模型中，a、b处于增长状态，说明2000—2020年深圳市主城区的人口数量不断增加，街道间的人口密度梯度也在不断增加。

表3　人口密度模型（Smeed模型）回归

年份	a	b	R^2
2000	62 770	−1.010 0	0.911 8
2005	78 560	−1.026 0	0.916 8
2010	90 450	−1.011 0	0.917 3
2015	102 900	−0.989 4	0.911 4
2020	121 500	−0.985 1	0.909 1

3.3　人口演变与相关因子的关联度分析

人口集聚演变不仅与研究区的地理位置和生态地理环境有关，而且与人类的生产生活有关，其中供人类生产生活的社会基础设施条件是本文考察的重点。本文从自然和社会经济两个方面，分析深圳市2020年人口空间格局的影响机制，选取海拔高度（X_1）、河网密度（X_2）作为自然因素，路网密度（X_3）、学校（X_4）、医院（X_5）、写字楼（X_6）、购物服务设施（X_7）、餐饮服务设施（X_8）作为社会经济因素。各因子探测结果见表4，总体来看，社会经济因素的关联度均大于0.40，高于自然因素，说明社会经济因素对深圳市人口分布的影响更大，人类活动创造出来的社会经济条件又反过来影响人类的生产生活，并反映在人口的空间分布上。X_2对人口分布的影响十分微弱。X_5等医疗服务设施与人口分布格局的关联度最高，其次是X_4和X_6等公共服务设施，因此部分地区引进人口时，可多添加写字楼方便办公。此外，深圳市是一个人口年龄比较年轻的城市，“全面二孩”政策刺激了深圳市的人口增长，政府部门应加强X_4等教育基础设施的建设。X_3、X_7和X_8对人口分布的影响也较显著，这是由于交通基础设施建设为人口流动提供了基础，对于日常需要两地通勤的人群来说，X_8建设数量和密度也必然会成为深圳市人口增长的催化剂。

表4 人口分布影响因素的解释力

指标	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
q	0.134	0.020	0.402	0.448	0.471	0.432	0.400	0.406
p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

交互探测体现了多因子之间的交互作用。由表5可知，驱动因子间交互探测结果表现为双因子增强或非线性增强作用，不存在相互独立或减弱的情况，说明因子间交互作用与人口分布的关联程度较单因子均有不同程度的增强，同时印证了人口聚集是一种复杂因子交互作用的过程。X_3、X_4、X_5、X_6之间两两交互作用均高于单因子。值得注意的是，X_2单因子作用十分微弱，而与其他因子的耦合作用均超过了0.45。X_4与X_7的耦合作用对人口分布的影响最大，X_1与X_2的耦合作用对人口密度的影响最小，说明人类活动是深圳市人口聚集的主要原因。

表5 各影响因素交互作用对人口密度的影响

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1	0.133 75							
X_2	0.153 31	0.019 55						
X_3	0.428 74	0.451 74	0.401 94					
X_4	0.480 08	0.493 36	0.506 24	0.448 46				
X_5	0.490 45	0.535 35	0.529 50	0.522 07	0.470 72			
X_6	0.473 68	0.487 52	0.504 27	0.521 60	0.532 26	0.432 99		
X_7	0.434 43	0.471 69	0.537 04	0.548 92	0.527 45	0.535 35	0.400 13	
X_8	0.435 39	0.463 90	0.524 89	0.519 17	0.527 14	0.506 59	0.478 05	0.405 87

4 结 语

本文基于2000—2020年WorldPop百米人口格网数据和深圳市POI设施数据，研究了深圳市人口分布格局，并利用地理探测器分析了多个因子对人口密度的影响作用。

1）人口整体时空格局。2000—2020年深圳市人口数量不断上涨，呈“西部、西南部密，东部稀”的格局，空间分布不均衡，以高值区为中心向外围圈层式递减。近10年来粤港澳大湾区的发展为深圳市带来了更多可能，吸引了更多的人口。

2）人口分布时空演变规律分析。深圳市的人口重心位置变化不明显，经历了先向西南迁移，再向东南迁移，又向西北迁移，最后向东南迁移的过程。人口分布呈现分散且均衡的态势，集中指数和不均衡指数基本保持不变，但罗湖区的集中指数明显高于整体，大鹏新区的不均衡指数明显高于整体。人口密度分布的最优拟合模型为Smeed模型，整体上人口密度随距中心距离的增加而减少，主城区人口数量的增加高于其他地区。

3）因子探测结果表明，社会经济因素与深圳市人口分布的关联度大于自然因素，其中医院等医疗服务设施对深圳市人口分布的影响最大，河网密度的影响最小；各因子之间存在交互作用，人口密度变化是多因子复杂耦合的结果，其中学校与购物服务设施的耦合作用对人口分布的影响最大，海拔高度与河网密度的耦合作用的影响最小。

深圳市人口分布格局的形成并非毫无根据，人口分布的潜在原因可追溯至经济增长的不均衡性、城市内部资源调整以及海拔地势等自然因素差异化的综合影响。深圳市人口密度与人口数量呈现高度重合的分布关系，且人口主要聚集于福田区和罗湖区，有明显的聚集现象。福田区是深圳现代化中央商务区[24]，罗湖区是深圳金融的发源地[25]，且两地紧邻中国香港，经济活动是吸引人口聚集的重要影响因素[26]，因此深圳市人口分布呈现以福田区和罗湖区为高值区并逐渐向外递减的趋势。目前深圳市优质资源出现集团化跨地域合作共建新模式，在一定程度上推进了优质资源的外溢，但不足以形成都市优质资源服务网络，对都市圈人口向外围疏解吸引力较小[27]。此外，深圳市人口规模前期在龙华区和南山区有明显扩大的现象，导致人口重心向西南又向西北迁移。2000—2020年深圳市人口整体提升，这是人口重心变化较小的原因。

有研究表明，深圳市公共资源对人口分布的引导作用较强，但二者尚未形成相互吸引的互补效应[28]，其中医院对人口的吸引比学校对人口的吸引更大，这与本文结果一致。深圳市人口总体呈增长态势，地形越平缓，人口密度越大；反之，人口密度越小。人口分布受地形地貌的限制较大，大鹏新区作为深圳市唯一不考核GDP的“生态特区”，海拔较高、交通不便、经济欠发达，对人口的吸引力较小。河网密布的地区可能会增加建设成本，距离河流太近的地区在洪

水泛滥时有发生内涝的可能，因此河网密度高的地区人口密度较小。相较于难以改变的地势来说，河水泛滥多依赖于天气，人为构建的内涝防治工程体系可降低内涝发生的概率[29]，这或许是自然因素中海拔更能影响人口分布的原因。

尽管本文从微观尺度深入分析了深圳市人口空间分布及其影响机制，但仍存在一些不足：仅采用人口密度、人口分布重心迁移两个指标，未涉及学历、年龄结构、性别等更加具体的变量信息；在影响因子的选取上还缺乏深圳市的大气指标、各区的GDP信息等自然和社会经济因素，因此对深圳市人口分布格局的研究还有待进一步完善。未来还应对类似深圳市的国家经济中心城市进行研究，对比探讨经济性中心城市人口发展情况，从而为这些城市的高质量可持续发展建言献策。

参考文献

[1] 贾占华，谷国峰. 东北地区人口分布的时空演变特征及影响因素[J]. 经济地理，2016，36(12):60-68

[2] 杜志威，张虹鸥，叶玉瑶，等. 2000年以来广东省城市人口收缩的时空演变与影响因素[J]. 热带地理，2019，39(1):20-28

[3] 王婧，刘奔腾，李裕瑞. 京津冀人口时空变化特征及其影响因素[J]. 地理研究，2018，37(9):1 802-1 817

[4] 闫东升，孙伟，孙晓露. 长江三角洲人口时空格局演变及驱动因素研究[J]. 地理科学，2020，40(8):1 285-1 292

[5] 吴淼淼，师满江，曹琦，等. 多源大数据下中国特大城市人口夜间热力特征与影响因素研究[J]. 世界地理研究，2024，33(12):94-106

[6] 许蓝方，武继磊，庞丽华. 中国地级以上城市流动人口时空格局演变及影响因素分析[J]. 人口与发展，2023，29(4):89-99

[7] 贾艳红，朱佳贝，邓露露，等. 利用城市标度律分析广西城市要素与人口规模发展[J]. 地理空间信息，2024，22(8):1-6

[8] 王海涛，吴通宜，白正兵，等. 陕西省农业人口空间分布与时空演变特征研究[J]. 地理空间信息，2020，18(10):106-109

[9] 章平，魏欣，刘启超. 城市化中的土地和人口治理:深圳经验解析[J]. 开放导报，2018(5):33-38

[10] 吴先赋，李永树，王金明，等. 基于POI数据的成都市区生活设施空间格局分析[J]. 测绘地理信息，2019，44(3):122-126

[11] 杨强，李丽，王运动，等. 1935—2010年中国人口分布空间格局及其演变特征[J]. 地理研究，2016，35(8):1 547-1 560

[12] 吴华安，秦雪华，朱明东. 重庆市人口分布的时空演变与区域经济协调发展[J]. 人口与社会，2022，38(1):94-106

[13] 李其海，刘蒙蒙，胡宝清. 基于GIS的南宁市城市内部人口时空分布特征研究[J]. 广西科学院学报，2019，35(4):337-344

[14] 陆巧媛，张磊，宁常郁. 广西边境地区人口空间分布格局演变研究:以崇左市为例[J]. 南宁师范大学学报(自然科学版)，2022，39(1):155-161

[15] 张睿. 基于GIS邯郸市人口分布时空变化及影响因素分析[J]. 科技和产业，2021，21(1):130-137

[16] 吴文钰，高向东. 中国城市人口密度分布模型研究进展及展望[J]. 地理科学进展，2010，29(8):968-974

[17] Feng J，Chen Y. Modeling Urban Growth and Socio-spatial Dynamics of Hangzhou，China: 1964-2010[J]. Sustainability，2021，13(2):463-488

[18] Smeed R J. The Usefulness of Formulate in Traffic Engineering and Road Safety[J]. Accident Analysis and Prevention，1972，4(4):303-312

[19] Ren H，Guo W，Zhang Z，et al. Population Density and Spatial Patterns of Informal Settlements in Nairobi，Kenya[J]. Sustainability，2020，12(18):7 717-7 731

[20] 王劲峰，徐成东. 地理探测器:原理与展望[J]. 地理学报，2017，72(1):116-134

[21] 王文才，杜嵩，邢晓露. 基于GIS的刘家峡水库流域景观生态风险评价及驱动力分析[J]. 地理空间信息，2024，22(10):70-74

[22] Wang F H，Luo W. Assessing Spatial and Non-spatial Factors for Health Care Access:Towards an Integrated Approach to Defining Health Professional Shortage Areas[J]. Health and Place，2005，11(2):131-146

[23] 卢磊，叶长盛，李辉丹. 基于地理探测器的南昌市人口空间格局与自然因素关系研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版)，2021，46(6):105-114

[24] 曹志，鲁力，张露珈. 城市CBD核心区第六立面动态营造:以福田中心区为例[J]. 城市建筑空间，2024，31(4):74-77

[25] 赵新明，张铭. 罗湖:“1+N+X”打造“世界服务商”品牌[N]. 深圳特区报，2024-03-27(A01)

[26] 李姗姗，林文坛. 基于夜光遥感的粤港澳大湾区人口空间分布及特征研究[J]. 热带地理，2023，43(3):384-394

[27] 徐雨璇，罗方焓，陈少杰，等. 深圳都市圈公共服务设施分布与人口特征协调性研究[J]. 城市规划学刊，2022(增刊1):70-76

[28] 王宏亮，吴健生，高艺宁，等. 城市公共资源与人口分布的空间适配性分析:以深圳市为例[J]. 北京大学学报(自然科学版)，2021，57(6):1 143-1 152

[29] 吴家阳，刘佳明，刘晓霞. 深圳市重演郑州“7·20”特大暴雨情景分析[J]. 水利水电快报，2024，45(11):10-16