

# 长三角中心区城市高质量发展评价与空间关联初探

石念 谭娜

(上海市质量和标准化研究院)

**摘要:** 本文基于2017–2019年长三角27个中心区城市质量数据, 对各城市综合质量发展水平进行评价, 并采用修正引力模型测算中心城市空间联系强度, 得到结论: 长三角中心区城市质量发展差异性从大到小依次为: 基础设施、科创产业、公共服务、生态环境领域; 上海市作为长三角城市群的中心城市, 2017–2019年质量发展综合评价得分稳居首位, 且在基础设施和公共服务领域发展显著领先, 上海市与长三角区域中心城市之间的关联强度在加强; 安徽省中心区城市在科创产业领域质量发展评价得分相对较高, 浙江省中心区城市在生态环境领域质量发展得分较高, 南京市对江苏省内关联强度相对其他省会城市较高。

**关键词:** 长三角, 中心区城市, 质量评价, 空间关联, 引力模型

**DOI编码:** 10.3969/j.issn.1674–5698.2023.02.014

## A Preliminary Study on the Evaluation of Urban High-quality Development and Spatial Correlation Between the Central Area of the Yangtze River Delta

SHI Nian TAN Na

(Shanghai Institute of Quality and Standardization)

**Abstract:** This paper evaluates the comprehensive city quality development level based on the quality data of 27 central cities in the Yangtze River Delta from 2017 to 2019, and uses the modified traditional gravity model to measure the spatial connection strength of central cities. The result shows that: the different degrees of urban quality development of the Yangtze River Delta are areas of infrastructure, science and technology industries, public services, and ecological environment in a descending order. As the central city of the Yangtze River Delta urban agglomeration, Shanghai ranked the first in the comprehensive evaluation from 2017 to 2019, and takes a significant lead in areas of infrastructure and public services, and the strength of the relationship between Shanghai and the central cities in the Yangtze River Delta region is strengthening; the cities in the central areas of Anhui province have relatively high scores in the comprehensive evaluation of quality development in areas of science and technology innovation; the score of quality development of ecological environment in the central cities of Zhejiang province is high, and the degree of correlation between Nanjing and other cities in Jiangsu province increases comparing with other provincial capitals.

**Keywords:** Yangtze River Delta, central area city, quality evaluation, spatial correlation, gravity model

# 1 引言

长江三角洲地区(以下简称:长三角)是我国最早实施区域经济一体化协同发展的地区,经济发展活跃,开放创新动力强,在国家建设中具有重要的战略地位。长三角区域经济的发展经历了一个漫长的演变过程,如:历经多次城市或区域扩容,从1992年江浙沪的15个城市,到2019年12月中共中央国务院印发《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》(以下简称《纲要》),长三角扩容正式进入“江浙沪皖”全域时代,《纲要》提出“推动形成区域协调发展新格局,规划以上海市,江苏省南京、无锡、常州、苏州、南通、扬州、镇江、盐城、泰州,浙江省杭州、宁波、温州、湖州、嘉兴、绍兴、金华、舟山、台州,安徽省合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、滁州、池州、宣城27个城市为中心区,辐射带动长三角地区高质量发展”。这27个城市本文称之为“中心区城市”,江苏省9个,浙江省9个,安徽省8个。

为进一步加强长三角质量提升常态化合作,打造长江经济带增长极,推动长三角区域一体化高质量发展,《纲要》强调在基础设施、公共服务、生态环境、科创产业等领域基本实现一体化发展,全面建立一体化发展的体制机制。长三角区域(上海市、江苏省、浙江省、安徽省全域)面积35.8万平方公里,其中27个中心区城市面积22.5万平方公里,面积占比约63%,说明长三角区域27个中心区城市不仅是长三角关键城市,还承担起连接中心城市与其他长三角地区桥梁的重要作用,是长三角地区实现高质量一体化发展的主要核心推力,最终提高长三角地区配置全球资源能力和辐射带动全国发展能力。

《上海市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》强调“推进长三角区域一体化协调发展,上海市成为具有全球影响力的长三角世界级城市群的核心引领城市”。上海市进一步发挥长三角龙头带动作用,提升上海市在长三角的辐射带动能力,及长三角区域一体化下上海市与其他26个中心区城市之间的质量发展与质量提升空间相互作用及联系强度,均有待进一步研究。

因此本文试图根据《纲要》中的“基础设施、公共服务、生态环境、科创产业”四大领域发展情况选

取指标,研究长三角区域一体化下27个中心区高质量发展的均衡性和城市之间质量提升的空间关联强度,为发挥和提升上海市等核心城市在长三角一体化高质量发展中的引领作用提供参考,有助于促进长三角区域一体化高质量发展。本文具体分析方法是建立一体化发展质量评价指标体系,运用熵权法给指标赋权,对中心区城市的质量发展水平进行综合评估,利用修正的传统引力模型测算中心区城市间的空间关联度。

## 2 研究方法和数据来源

### 2.1 指标体系、数据来源及权重

本文在指标选取中,考虑到指标的合理性、数据的可获得性,尽可能地选取反映一级指标宏观状况的指标,同时减去相关性较大的指标后,在科创产业、基础设施、生态环境、公共服务4个一级指标方面,共选取产业结构、道路交通、邮电通讯、空气质量、水质情况、教育质量、医疗卫生资源、科创投入、科创质量和能源效率10个量化二级指标,试图测算长三角各中心区城市一体化质量发展综合质量水平。具体量化指标与计算方式见表1。数据为2017-2019年各市全域(包括市下设的县级)三年数据,基础数据来源为历年《中国城市统计年鉴》和各地区统计年鉴及各部门公布的统计公报等。

为了避免人为的主观因素影响给赋权重,提高评价结果的科学性,每个指标权重计算方法主要运用熵权法。首先,采用极值法对数据进行标准化处理,用 $x_{ij}$ 表示i城市的j指标数值,将 $x_{ij}$ 转化为无单位的相对数 $x'_{ij}$ ,将 $x'_{ij}$ 数值范围规范在[0, 1]的区间,处理方法为:对于正向指标,即该指标值越大(评分越高),令 $x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$ ;对于逆向指标,令

$$x'_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)} \text{ 即该指标值越小(评分越高)}。$$

其次,将得到的无量纲化数据进行坐标平移和归一化,由于极值法后存在 $x'_{ij}$ 值为0,以方便后续指标的计算,对 $x'_{ij}$ 进行坐标平移,令平移后的值为 $y_{ij}$ , $y_{ij} = x'_{ij} + a$ ,a为平移幅度,按照袁久和(2013)a取0.01,坐标平移后进行归一化处理,令 $p_{ij} = y_{ij} / \sum_{i=1}^{27} y_{ij}$ ,得到标准化矩阵 $(p_{ij})_{27 \times 10}$ 。然后,计算指标 $x_{ij}$ 的熵值

$e_i$ 和冗余度 $d_i$ ,  $e_i = -\frac{1}{\ln 10} \sum_{j=1}^{27} p_{ij} \ln p_{ij}$ ,  $d_i = 1 - e_i$ ,  $d_i$ 衡量了各指标之间的差异, 熵值 $e_i$ 越小, 指标间差异系数 $d_i$ 就越大, 指标越重要, 给赋权重应越大。最后, 计算 $j$ 指标权重 $w_j = d_j / \sum_{j=1}^{10} d_j$ , 计算出三年各个指标的权重(见表1)。

可以看出2017-2019年三年期间权重均在0.1附近波动。有了10个指标的权重, 就可以对各城市质量发展综合评价得分 $S_i$ 进行测算, 测算公式为:

$$S_i = \sum_{j=1}^{10} w_j p_{ij}。$$

## 2.2 修正的引力模型

通常, 传统引力模型由牛顿的万有引力定律推导而来, 是测算城市间相互作用强度较为常见的重要工具, 基本思想是两个物体之间的引力大小正向地取决于两者的质量, 同时与两者间距离呈负相关关系。本文对该模型质量、距离与引力系数3个参数的取值如下: 用以上质量发展综合评价得分反映城市质量的综合水平; 中心区城市地理距离按照两者间的几何中心(经纬度)计算, 方法是利用Python爬虫和高德地图API可获取27座城市两两之间的地理距离; 对引力系数的修正, 按照李丛容(2020)结合城市经济发展情况因子, 即: 城市地区生产总值(GDP)越高, 代表城市发展水平越高, 且对周边城市越具有较强的吸引力或影响力, 因此用城市GDP的占比对系数进行修正, 以此表征城市间相互吸引的潜力大小。修正后的引力模型公式:  $G_{ij} = K_{ij} \frac{S_i S_j}{D_{ij}}$ , 系数 $K_{ij} = \frac{GDP_i}{GDP_i + GDP_j}$ ,  $i$ 为中心城市,  $j$ 为非中心城市,  $G_{ij}$ 为城市

$i$ 对城市 $j$ 的引力, 即两个城市之间的关联强度;  $K_{ij}$ 为引力系数;  $S_i$ 、 $S_j$ 分别为城市 $i$ 、城市 $j$ 的综合质量(综合评价得分);  $D_{ij}$ 为城市 $i$ 与 $j$ 之间的地理距离。

## 3 结果分析

### 3.1 城市综合质量测量结果与分析

运用熵值法, 计算出长三角中心区各个城市的质量发展综合得分, 并绘制出2017-2019年各城市综合质量空间分布图(如图1所示)。

上海市在2017-2019年质量发展综合评价得分稳居首位, 且分值从0.061增加到0.085。2017年、2018年杭州市、苏州市紧随其后, 2019年为南京市和杭州市。对27个中心区城市的描述分析结果见表2。2017-2019年长三角中心区各个城市的质量发展综合得分均值连续为0.037, 未发生变化, 但是变异系数从0.303增加到0.463, 说明长三角中心区城市间质量一体化发展综合水平区域差异变大, 质量发展一体化水平仍待提升。

结合表2, 根据各中心区城市的得分按四大领域具体分析。在基础设施领域, 上海市在2017-2019年得分均为首位, 且分值从0.023增加到0.045, 2017年和2018年其次是杭州市、苏州市, 2019年为南京市和杭州市, 2017-2019年长三角中心区各城市得分均值连续为0.010, 未发生变化, 但变异系数从0.462增加到0.942。在公共服务领域, 上海市、杭州市在2017-2019年得分居前两位, 其次有南京市、舟

表1 长三角区域一体化综合质量发展评价指标

一级指标	二级指标	计算方式	属性	2017年	2018年	2019年
基础设施	产业结构: 第三产业增加值占GDP的比重(%)	第三产业增加值/地区GDP	正向	0.101	0.101	0.099
	道路交通: 公路密度(公里/平方公里)	境内公路通车里程/行政区域土地面积	正向	0.101	0.102	0.097
	邮电通讯: 人均邮电业务总量(元)	(邮政业务收入+电信业务收入)/年平均人口	正向	0.096	0.097	0.094
公共服务	教育质量: 普通小学生师比(%)	普通小学在校学生/普通小学专任教师数	负向	0.101	0.099	0.103
	医疗卫生资源: 每千人拥有执业/助理医师数(人)	执业(助理)医师人数/年平均人口数	正向	0.099	0.100	0.100
生态环境	空气质量: 可吸入细颗粒物PM2.5年平均浓度(微克/立方米)	——	负向	0.100	0.099	0.100
	水质: 污水处理厂集中处理率(%)	污水处理厂处理的污水量/污水排放总量	正向	0.102	0.103	0.104
科创产业	科创投入: 科学技术支出占比(%)	科学技术支出/地方一般公共预算支出	正向	0.100	0.099	0.101
	科创质量: 每万人专利授权数(件/人)	专利授权数/年平均人口	正向	0.098	0.100	0.100
	能源效率: 万元GDP用电量(千瓦小时/元)	全社会用电量/地区GDP	负向	0.101	0.101	0.101

山市,而合肥市得分三年都未达到均值,长三角中心区各城市得分均值增大,从0.007增加到0.008,且变异系数也从0.349增加到0.391。在生态环境领域,2017-2019年得分前三位为台州市、舟山市、温州市,上海市、杭州市高于均值,值得注意的是,南京市、合肥市得分三年均仅低于均值0.006,长三角中心区各城市得分均值增大,从0.007增加到0.008,且变异系数也从0.298增加到0.369。在科创产业领域,2017年和2018年芜湖市得分居首位,2019年变为合肥市第一,2017年和2019年苏州市、杭州市紧随其后,而2018年为苏州市、合肥市,2017-2019年长三角中心区各城市的科创产业领域得分均值连续为0.011,未发生变化,但变异系数从0.393增加到0.448。

可得出长三角中心区各城市公共服务领域得分增大,基础设施、生态环境、公共服务各领域发展水平区域差异变大,发展质量一体化均有进一步提升空间,从区域性差异程度比较来看,基础设施领域差异性最大,其次为科创产业,再次为公共服务、生态环境。

### 3.2 中心城市空间联系强度测算结果及分析

长三角中心区城市空间联系强度测算是将各城市的质量发展综合评价得分与城市间的地理距离代入2.2中修正引力模型,测算得到中心城市的空间关联强度(见表3)。

按照模型测算结果,把空间关联强度划分为4个等级, I级:  $G_{ij} > 0.19$ , II级:  $0.1 < G_{ij} \leq 0.19$ , III级:  $0.05 < G_{ij} \leq 0.1$ , IV级:  $G_{ij} \leq 0.05$ , 强度由I级向IV级

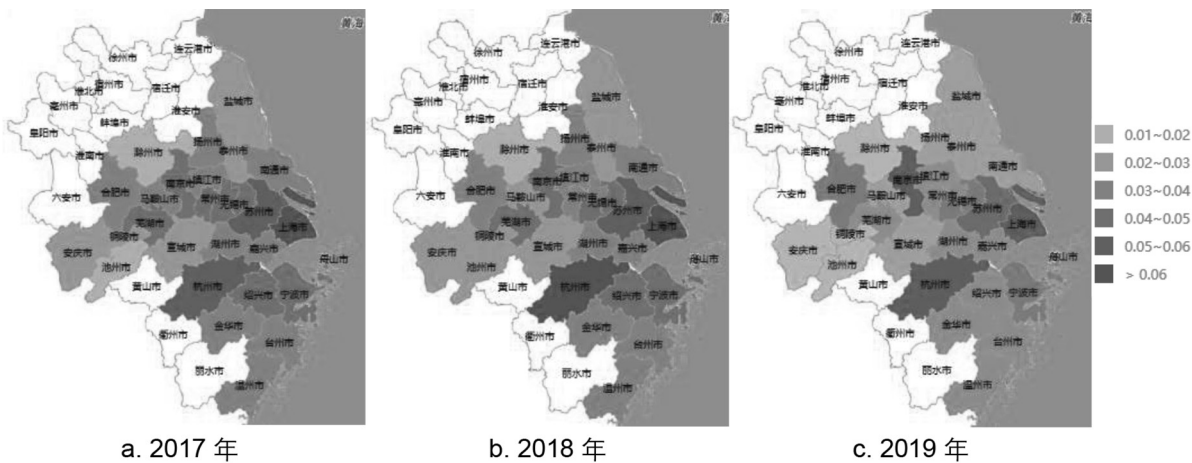


图1 长三角中心区城市一体化质量发展综合评价示意图

表2 2017-2019年长三角中心区城市一体化质量发展综合评价分析

得分	年份	样本量	最小值	最大值	均值	标准差	变异系数
综合	2017年	27	0.017	0.061	0.037	0.011	0.303
	2018年	27	0.019	0.066	0.037	0.012	0.316
	2019年	27	0.015	0.085	0.037	0.017	0.463
基础设施	2017年	27	0.004	0.023	0.011	0.005	0.462
	2018年	27	0.003	0.025	0.011	0.005	0.494
	2019年	27	0.001	0.045	0.011	0.010	0.924
公共服务	2017年	27	0.003	0.014	0.007	0.003	0.349
	2018年	27	0.003	0.016	0.007	0.003	0.407
	2019年	27	0.003	0.014	0.008	0.003	0.391
生态环境	2017年	27	0.004	0.012	0.007	0.002	0.295
	2018年	27	0.003	0.015	0.007	0.003	0.440
	2019年	27	0.001	0.013	0.008	0.003	0.369
科创产业	2017年	27	0.004	0.019	0.011	0.004	0.393
	2018年	27	0.002	0.021	0.011	0.005	0.436
	2019年	27	0.002	0.021	0.011	0.005	0.448



表3 2017-2019年长三角直辖市/省会城市对其他中心区城市空间关联强度

省份	城市	2017年			2018年			2019年		
		上海市 (a)	省会城市 (b)	a/b	上海市 (a)	省会城市 (b)	a/b	上海市 (a)	省会城市 (b)	a/b
江苏省	南京市	0.078			0.088			0.153		
	苏州市	0.306 (I)	0.081	3.8	0.259 (I)	0.056	4.6	0.392 (I)	0.087	4.5
	无锡市	0.217 (I)	0.100	2.2	0.191 (I)	0.074	2.6	0.285 (I)	0.115	2.5
	南通市	0.197 (I)	0.068	2.9	0.185	0.053	3.5	0.196 (I)	0.057	3.4
	常州市	0.141	0.120	1.2	0.131	0.105	1.2	0.173	0.144	1.2
	镇江市	0.101	0.263 (I)	0.4	0.098	0.228 (I)	0.4	0.111	0.268 (I)	0.4
	泰州市	0.079	0.098	0.8	0.077	0.083	0.9	0.097	0.110	0.9
	扬州市	0.073	0.169	0.4	0.076	0.160	0.5	0.093	0.200 (I)	0.5
浙江省	盐城市	0.055	0.054	1.0	0.055	0.047	1.2	0.067	0.059	1.1
	杭州市	0.159			0.181			0.241		
	嘉兴市	0.271 (I)	0.280 (I)	1.0	0.235	0.213	1.1	0.268	0.196	1.4
	舟山市	0.157	0.113	1.4	0.195	0.137	1.4	0.243	0.138	1.8
	湖州市	0.153	0.281 (I)	0.5	0.151	0.259	0.6	0.203	0.280	0.7
	宁波市	0.149	0.121	1.2	0.139	0.105	1.3	0.200	0.121	1.7
	绍兴市	0.145	0.398 (I)	0.4	0.148	0.381	0.4	0.175	0.364	0.5
	金华市	0.068	0.134	0.5	0.069	0.121	0.6	0.100	0.140	0.7
安徽省	台州市	0.065	0.077	0.8	0.070	0.074	0.9	0.084	0.072	1.2
	温州市	0.056	0.070	0.8	0.058	0.065	0.9	0.075	0.068	1.1
	合肥市	0.048			0.051			0.079		
	芜湖市	0.084	0.090	0.9	0.086	0.091	0.9	0.091	0.092	1.0
	马鞍山市	0.066	0.081	0.8	0.058	0.069	0.8	0.060	0.067	0.9
	宣城市	0.057	0.049	1.2	0.060	0.047	1.3	0.065	0.048	1.4
	铜陵市	0.046	0.077	0.6	0.049	0.082	0.6	0.040	0.065	0.6
	安庆市	0.033	0.056	0.6	0.034	0.052	0.7	0.036	0.051	0.7
	滁州市	0.032	0.051	0.6	0.037	0.053	0.7	0.038	0.048	0.8
	池州市	0.030	0.052	0.6	0.037	0.060	0.6	0.033	0.050	0.7

递减,分别表示:强、较强、较弱、弱。据此分类得出上海市对各中心区城市的联系强度、各省会城市对省内各中心区城市空间联系强度,结果如图2所示。

有引力关系强度在增加,拥有“强”引力关系的城市从4个(14.8%)增加为8个(29.6%),而“强”和“较强”联系的中心区城市占比从11个(40.7%)增加到13个(48.6%),呈“弱”关系的城市减少1个。

分析2017-2019年长三角其他省会城市对其内部城市之间的联系强度,结果显示,杭州市与省内城市存在“强”“较强”联系的城市数量高于南京市,南京市和杭州市不存在“弱”联系,而合肥市不存在“强”“较强”联系的省内城市。南京市与江苏省内存在“强”“较强”联系的城市增加,杭州市与浙江省内空间联系以“强”“较强”联系为主,且较为稳定,合肥市与安徽省内联系关系较为稳定,省内城市

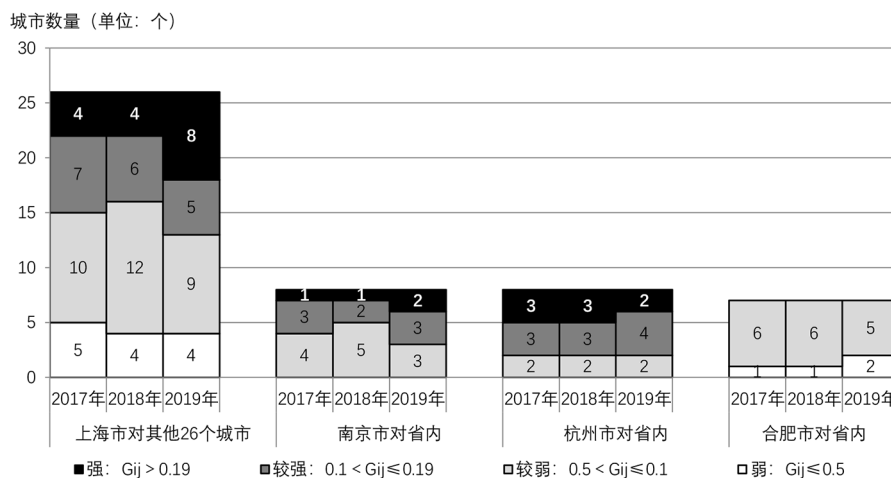


图2 2017-2019年长三角直辖市/省会城市空间联系强度等级分布

2017-2019年长三角中心区城市与上海市之间拥

省内空间联系以“强”“较强”联系为主,且较为稳定,合肥市与安徽省内联系关系较为稳定,省内城市

与其存在“较弱”联系的城市占到大多数,可见合肥市的空间关联能力相较于杭州市与南京市而言,相对处于非均衡的发展状态,与省内城市以“弱”关联为主。

## 4 结论与启示

本文试图基于2017—2019年27个长三角中心城市可获得的质量发展数据,对中心区各城市综合质量水平进行评价,采用修正引力模型在测算中心城市空间联系强度,从空间和时间两个维度比较分析长三角区域一体化发展程度、城市间差距与关联程度。并得出以下结论和启示。

上海市作为长三角城市群的中心城市,在2017—2019年质量发展综合评价得分稳居首位,对长三角区域周围中心区城市产生重要的正向扩散效应,其质量发展的同时带动区域内城市同步提升,对长三角具有主要带动领域偏向于基础设施和公共服务领域,特别是基础设施领域在长三角区域显现差异较大,如:交通运输条件欠发达导致交通运输效率低,使中心城市与其他城市间的辐射作用受到影响。为提高长三角区域一体化发展,应重视长三角地级以上城市高铁全覆盖,及上海市作为国际大都市应发挥其交通、服务业等基础设施领域的龙头带动作用。加快公共服务便利共享,优化优质教育和医疗

卫生资源布局。同时也应看到,位于安徽省的中心区城市在科创产业领域质量发展综合评价得分相对较高,可以看出安徽省对科创产业发展的重视度,其他中心区城市在城市科创产业发展方面需进一步缩小差异,特别是优势产业竞争力进一步加强,包括形成若干世界级产业集群,产业迈向中高端等;位于浙江省的中心城市在生态环境领域质量发展综合评价得分相对较高,跟浙江省的地理禀赋有很大关系,监管层面应对区域突出环境污染问题能够联防联控和生态协同监管,改善总体生态环境。上海市与长三角区域中心城市之间的关联度在增加,省会城市对各省的关联强度按照由强到弱为:杭州市、南京市、合肥市,南京市对省内关联强度增强明显。虽然2017—2019年长三角中心区各个城市的质量发展水平保持稳定,良性发展趋势得以保持,但是区域内部差异变大,也说明“江浙沪皖”全域时代的长三角区域质量一体化发展质量仍需不断提高,努力打破行政壁垒约束,发挥长三角中心区各领域城市的优势辐射作用范围,并持续拓展效应至长三角其他非中心区城市区域,不断探索区域合作的新形式和新举措,以期进一步提升并有效发挥长三角中心区城市以及城市群的引擎作用。

最后,鉴于本文对指标选取存在一定的主观性和局限性,研究仍有一定的完善空间,本测评过程和结果仅供相关人员参考。

## 参考文献

- [1] 袁久和,祁春节.基于熵值法的湖南省农业可持续发展能力动态评价[J].长江流域资源与环境,2013,22(02):152-157.
- [2] 李从容,向文倩.关中平原城市群中心城市空间联系强度研究[J].干旱区地理,2020(11):1593-1602.
- [3] 中华人民共和国国家统计局.中国城市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [4] 中华人民共和国国家统计局.中国城市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2019.
- [5] 中华人民共和国国家统计局.中国城市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2020.
- [6] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [7] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2019.
- [8] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2020.