

DOI:10.19322/j.cnki.issn.1006-4710.2022.03.003

# 可持续背景下黄河下游地区适度人口现状分析

张倩雯, 王志宝, 亓广志

(山东师范大学 地理与环境学院, 山东 济南 250358)

**摘要:**为促进黄河下游地区高质量发展,探究其合理的人口规模,缓解其人地矛盾是重要研究内容。本文基于适度人口理论,综合经济、社会、资源、环境等多元因素,通过可能-满意度(P-S)模型测算2010—2018年黄河下游19地市P-S为0.6、0.7、0.8、0.9的适度人口规模与密度,从时空维度探索其适度人口分布现状,并将其常住人口密度与适度人口密度对比,分析其人口压力状况。分析发现:①黄河下游地区适度人口总规模不断扩大,适度人口偏向于南多北少,大致呈“大分散,小集中”的态势,潍坊、滨州、东营适度人口密度低,人口较为稀疏;②黄河下游地区适度人口规模与密度空间分布不一,莱芜、鹤壁、濮阳适度人口规模较小,但适度人口密度较高;③黄河下游地区人口压力西高东低,随时间推移,逐渐沿河呈带状分布;④大多地市人口压力逐渐减小,但仍为适度偏高型,仅东营人口压力一直为适度偏低型,人口压力相对较低;⑤公共交通不完善、医疗床位不足等成为制约黄河下游大多地市适度人口规模的重要因素,GDP、R&D经费支出、废水排放量在一定程度上制约适度人口规模。

**关键词:** 适度人口; 可能-满意度; 人口压力; 黄河下游

**中图分类号:** C922;X24;F126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-4710(2022)03-0327-10

## Analysis on the current situation of optimum population in the lower reaches of the Yellow River in the context of sustainable

ZHANG Qianwen, WANG Zhibao, QI Guangzhi

(College of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250358, China)

**Abstract:** In order to promote the high-quality development, the optimum population scale should be explored to alleviate the contradiction of man-land relationship in the lower reaches of the Yellow River. Based on the theory of optimum population, taking into account economy, society, resources and environment, this paper constructs the possibility-satisfiability (P-S) model to calculate the optimum population size and optimum population density under the P-S level of 0.6, 0.7, 0.8 and 0.9 in 19 cities in the lower reaches of the Yellow River during 2010—2018, and then explores the current situation of optimum population distribution from the dimension of space-time in the lower reaches of the Yellow River. Finally, this paper analyzes the population pressure situation in the lower reaches of the Yellow River by comparing the resident population density with the optimum population density. Relative findings are as follows. First, the optimum population in the lower reaches of the Yellow River has been expanding continuously, and it tends to be more in the south and less in the north, generally showing a pattern of large dispersion and small concentration. Weifang, Binzhou, and Dongying have low optimum population density and sparse population. Second, the spatial distribution of optimum population scale and density is different in the lower reaches of the Yellow River. The optimum population scale is

收稿日期: 2021-10-21; 网络出版日期: 2022-03-08

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1294.N.20220305.1347.002.html>

基金项目: 国家社会科学基金青年基金资助项目(16CJY022); 国家自然科学基金资助项目(41871121)

第一作者: 张倩雯,女,硕士生,研究方向为经济地理、城市与区域规划。E-mail: 2477012174@qq.com

通信作者: 王志宝,男,博士,副教授,硕导,研究方向为能源经济学、经济地理、人口老龄化。

E-mail: xiaobao1840@163.com

smaller in Laiwu, Hebi and Puyang, but the optimum population density is higher. Third, the population pressure in the lower reaches of the Yellow River is high in the west and low in the east, and gradually distributed in a zonal pattern along the river over time. Fourth, the population pressure of most prefecture-level cities is gradually decreasing, but it is still too high, while Dongying has been relatively low and insufficient. Fifth, the imperfect public transportation and the lack of medical beds have become the important factors restricting the optimum population scale of most prefecture-level cities in the lower reaches of the Yellow River. GDP, R&D expenditure and waste water discharge restrict the optimum population scale to a certain extent.

**Key words:** optimum population; possibility-satisfiability; population pressure; lower reaches of the Yellow River

截止2019年,黄河下游地区总人口已达7 318万人,占黄河流域总人口的45.85%,人口规模相对较大,分布密集。随着人口规模不断扩大,资源、能源等消耗量逐渐增多,区域经济发展迅速,但产生了大量污水、废弃垃圾等,致使环境污染严重。同时,人口流动加剧了区域资源、环境失衡状况,人口与经济、社会、资源、环境间的矛盾日益突出。人地关系问题严重制约黄河下游地区综合实力提升,而研究适度人口可发现社会发展中的盈余与不足,从适度人口视角分析黄河下游地区人口与经济、社会、资源、环境问题,对黄河下游地区乃至黄河流域高质量发展具有重要意义。

已有研究可归纳为以下3个方面。(1)适度人口测算。适度人口测算主要包括指标选取与测算方法。指标选取方面,最初多将就业人数、劳动参与率、失业率以及通勤就业净流入等经济因素作为适度人口测算的标准<sup>[1]</sup>,局限于静态分析。随后,引入人口增长率<sup>[2-3]</sup>的概念,探讨最优人口增长率<sup>[4]</sup>,进而判断适度人口规模。随着人地矛盾日益突出,适度人口测算逐渐拓展为兼顾经济<sup>[5-6]</sup>、社会<sup>[5]</sup>、资源<sup>[5,7]</sup>、生态<sup>[8-9]</sup>、环境<sup>[5,8]</sup>、气候<sup>[10]</sup>等多维视角下的动态分析。测算方法方面,常采用可能-满意度法<sup>[11-13]</sup>、生态足迹法<sup>[14-15]</sup>、多目标短板模型<sup>[5]</sup>等。其中:可能-满意度(P-S)法是系统学中的多目标决策方法,可综合社会、经济、资源、环境等多因素,应用相对成熟,是适度人口测算最常用的方法<sup>[11-13]</sup>;生态足迹法结合可能-满意度模型<sup>[15]</sup>强调生态指标对人口预测的影响。(2)人口压力<sup>[16]</sup>研究。多数研究通过适度人口与常住人口规模对比<sup>[11]</sup>,进行人口压力测度;部分研究采用动态因子分析法<sup>[17]</sup>从人口迁移视角<sup>[18]</sup>,定量分析人口迁移与人口经济压力的关系。此外,通过适度人口、常住人口规模预测,对资源、环境等进行倒逼分析<sup>[11]</sup>。(3)人口承载力研究。多数研究基于生产潜力<sup>[19]</sup>、环境<sup>[20-21]</sup>、资源<sup>[22]</sup>视角进行单因子和多因子<sup>[23]</sup>影响下的人口容量分

析,提出了矿产人口承载力<sup>[24]</sup>、土地人口承载力<sup>[25]</sup>、水环境人口承载力<sup>[26]</sup>、水资源人口承载力<sup>[27]</sup>、农村人口承载力<sup>[28]</sup>等概念。

综上,适度人口研究由单一目标下的静态分析逐步发展为多元目标下的动态分析。就研究案例而言,多以单一城市为例进行分析,如:重庆<sup>[15]</sup>、常德<sup>[8]</sup>、南京<sup>[14]</sup>、兰州<sup>[29]</sup>、上海<sup>[30]</sup>等,较少涉及多案例对比分析;就研究尺度而言,多从微观层面出发,分析县级或地级城市适度人口规模、压力,较少从宏观层面出发,分析自然流域适度人口状况<sup>[31]</sup>,尤其是黄河流域。本文以适度人口为切入点,综合经济、社会、资源和环境因素,利用可能-满意度模型,测算P-S为0.6、0.7、0.8、0.9水平下的黄河下游地区适度人口规模与密度,并将常住人口与适度人口密度之差作为人口压力指标,分析黄河下游地区人口压力情况,为黄河下游地区高质量发展与人口均衡发展提供参考。

## 1 研究方法 with 数据来源

### 1.1 研究范围

遵循“以自然流域为基础支撑、考虑地域研究单元的完整性以及地区经济与黄河的直接关联性”原则<sup>[32]</sup>,将黄河下游地区划分为两类:一是根据自然区域划分的16个地市;二是下游黄灌区的河南省商丘市、山东省青岛市和潍坊市。因此,选取黄河下游19个地市为研究区(图1)。

### 1.2 数据来源及预处理

本文所用数据主要源于《山东省统计年鉴(2011—2020)》、《河南省统计年鉴(2011—2020)》、《中国城市统计年鉴(2011—2020)》、2011—2019年各地市国民经济和社会发展公报、2011—2020年各地市统计年鉴,其余数据源于《山东省水资源公报(2019)》、《河南省水资源公报(2010—2019)》、《河南省环境统计年报(2011、2012、2018)》、《中国区域统计年鉴(2011—2012)》,部分缺失数据由相邻年

份均值法与趋势外推法获得,由此获得一个数据库。

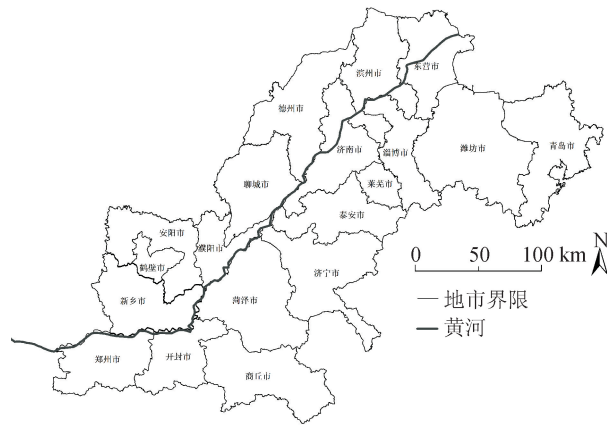


图1 黄河下游地区

Fig. 1 Lower reaches of the Yellow River

注:底图来自自然资源部标准地图服务网站,审图号为GS(2019)1711,底图无修改。下图同来源。

### 1.3 研究方法

#### 1.3.1 相关概念

适度人口指一定条件和目标下,区域可承载的最适宜的人口数量<sup>[6,11]</sup>,可分为经济适度人口、生态适度人口等。适度人口规模取决于区域自然资源、经济承载力、社会资源、生态资源以及人类生存需求等。现有适度人口的测算方法主要包括:可能-满意度法<sup>[11-13]</sup>、生态足迹法<sup>[14-15]</sup>、多目标短板模型<sup>[5]</sup>等。因侧重点不同,现有各测算指标存在明显差异,如:经济适度人口多采用就业人数、劳动参与率等指

标<sup>[1]</sup>;生态适度人口多选取人均生态足迹等生态指标<sup>[14]</sup>;综合性的适度人口则选用经济、资源、生态和社会4个维度的22个指标<sup>[11]</sup>等。适度人口密度指一定时段内,地区单位面积的适度人口规模。适度人口研究可发现当前社会发展的盈余与不足,多注重人口自身增长和外部因素间的平衡<sup>[11]</sup>,为应对地区人口长期均衡发展提供参考。

#### 1.3.2 可能-满意度法

##### 1) 指标选取

基于已有研究<sup>[5,11]</sup>,本文综合经济、社会、资源、环境4个方面,分别选取可能度指标和满意度指标各13个(表1)测算P-S为0.6、0.7、0.8、0.9水平下的适度人口规模。适度人口测算方式为:利用公式(1)依次计算各地市的各指标适度人口,然后采用加权求和的方法,计算各地市综合多指标的适度人口规模。就经济指标而言,经济是提高地区人口生活质量的重要保障;就业关系到社会的生产与发展,是地区人口生活支出的重要来源;社会消费品零售额可反映地区人口生活水平。就社会指标而言,医疗、教育、交通关系到地区人口素质与人类社会发展;R&D经费是提高地区科技研发水平的重要前提。就资源指标而言,水、电、耕地是地区人口正常生产生活的基础。就环境指标而言,废水排放与公园绿地是衡量地区人居环境的重要指标。各指标权重由熵权法计算获得(表1)。

表1 适度人口的可能-满意度测算指标

Tab. 1 Possibility-satisfiability measure indicators of optimum population

指标类别	可能度指标(P)	满意度指标(S)	权重
经济	GDP(亿元)	人均GDP(元/人)	0.07
	年末从业人员数(万人)	就业率(%)	0.06
	社会消费品零售总额(亿元)	人均社会消费品零售额(元/人)	0.07
社会	卫生机构床位数(张)	每万人卫生机构床位数(张/万人)	0.07
	普通高等学校在校生数(万人)	每万人大学生在校生数(人/万人)	0.11
	公路里程(km)	公路密度(km/km <sup>2</sup> )	0.06
	民用载客汽车总数(辆)	每万人拥有载客汽车数(辆/万人)	0.09
	R&D经费内部支出(万元)	人均R&D经费内部支出(元/人)	0.07
资源	全社会年用电量(亿kW·h)	年人均电力消费量(kW·h/人)	0.05
	年用水量(亿m <sup>3</sup> )	年人均用水量(m <sup>3</sup> /人)	0.08
	耕地面积(10 <sup>3</sup> hm <sup>2</sup> )	人均耕地面积(m <sup>2</sup> /人)	0.05
环境	废水排放量(万t)	人均废水排放量(t/人)	0.10
	公园绿地面积(hm <sup>2</sup> )	人均公园绿地面积(m <sup>2</sup> /人)	0.12

##### 2) 计量模型

可能-满意度包括可能度( $P \in [0, 1]$ )和满意度( $S \in [0, 1]$ )两部分,其中:可能度用于表示各指标可达到某种程度的可能性的大小,满意度则用于表

示居民对各因素指标的主观满意程度<sup>[11]</sup>。将可能度与满意度弱并合<sup>[33]</sup>得到可能满意度 $\omega$ ,  $\omega \in [0, 1]$ ,可以表示各因素指标满足可能度与满意度时的人口容量,可能-满意度水平越高,表示居民生活质

量越好,区域可容纳的适度人口规模则越小。 $\omega=1$ 表示完全可能且满意; $\omega=0$ 表示完全不可能或者完全不满意。构建模型如下:

$$\omega(\alpha) = \begin{cases} 1 & \omega \geq 1 \\ \frac{\alpha S_B - r_B}{(r_A - r_B) - \alpha(S_A - S_B)} & 0 < \omega < 1 \\ 0 & \omega \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中, $\alpha$ 为适度人口规模, $\omega$ 为可能满意度, $r_B$ 为各可能度指标的上限值, $r_A$ 为各可能度指标的下限值, $S_A$ 为各满意度指标的上限值, $S_B$ 为各满意度指标的下限值。各指标中(表1),废水排放量为逆向指标,其可能度和满意度上限值取当年(2010年、2014年、2018年)水平,下限值取次年(2011年、2015年、2019年)水平;其余指标均为正向指标,可能度和满意度上限值取次年(2011年、2015年、2019年)水平,下限值取当年(2010年、2014年、2018年)水平,依次计算各指标适度人口规模,然后采用加权求和的方法,计算各地市综合多指标的适度人口规模。

参照已有研究<sup>[11,13]</sup>,以P-S水平值达到0.6时为基准,将大于0.6的P-S水平值分为以下4档:达到[0.99,1]时为最优人口,(0.9,0.99)时为理想人口,(0.8,0.9]时为满意适度人口,(0.6,0.8]时为最大人口<sup>[13]</sup>。因此,本文测算P-S为0.6、0.7、0.8、0.9时的适度人口规模。由此得到:2010年,黄河下游地区总适度人口规模估计为0.97~1.01亿人;2018年,黄河下游地区总适度人口估计为1.09~1.10亿人。

### 1.3.3 空间自相关

#### 1) 全局空间自相关

全局空间自相关可用于判断黄河下游地区区域适度人口的空间相关性与空间分布集聚总趋势,用Moran's指数*I*表示,计算公式如下:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

表2 人口压力类型

Tab.2 Population pressure categories

人口压力类型	人口密度差/(人·km <sup>-2</sup> )	类型解释
适度偏高	$PI_t > 20$	该类型地区常住人口规模已经远高于其适度人口规模,说明其人口压力较大,今后需要适当控制其常住人口的增长速度。
相对适度	$-20 < PI_t \leq 20$	该类型地区常住人口规模与其适度人口规模相差不大,说明其人口压力较小。
适度偏低	$PI_t \leq -20$	该类型地区常住人口规模远低于其适度人口规模,说明其人口压力较大,今后需适当提升其常住人口的增长速度。

式中, $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ , $n$ 为黄河下游地市数量( $n=19$ ), $W_{ij}$ 为空间权重矩阵元素, $X_i$ 和 $X_j$ 为地市*i*和*j*的观测值。

#### 2) 局部空间自相关

局部空间自相关可有效揭示黄河下游地区适度人口分布的局部空间异质性状况,将空间聚类分为高-高集聚(H-H)、低-高集聚(L-H)、低-低集聚(L-L)和高-低集聚(H-L)4类。计算公式如下(式中符号同公式(2)):

$$I_i = \frac{n(X_i - \bar{X}) \sum_j W_{ij} (X_j - \bar{X})}{\sum_i (X_i - \bar{X})^2} \quad (3)$$

### 1.3.4 类型划分

#### 1) 主要测度指标

已有研究<sup>[11,34]</sup>的测度指标多而繁杂,多侧重于水资源<sup>[13]</sup>、经济<sup>[18]</sup>等单一视角或综合视角<sup>[16]</sup>,仅强调人口规模,导致其可比性较差。

基于人口密度差测算人口压力可避免测算结果受研究区面积大小的影响,更适合横向对比分析,且有利于测算结果的应用。

为简化测度指标的复杂性和保证数据的可获取性,仅将常住人口与适度人口进行对比<sup>[34]</sup>,以两者密度之差为区域人口压力指标,来划分区域适度人口压力类型,公式如下:

$$PI_t^i = RD_t^i - OD_t^i \quad (4)$$

式中, $RD_t^i$ 为*t*年地市*i*的常住人口密度, $OD_t^i$ 为*t*年内地市*i*的适度人口密度, $PI_t^i$ 为*t*年地市*i*的人口压力指标。

#### 2) 人口压力类型划分

参考已有人口压力类型划分<sup>[34]</sup>,根据人口压力指标( $PI_t$ )的数值范围,将人口压力重新划分为以下3类(表2)。

## 2 黄河下游地区适度人口时空演变分析

### 2.1 时序演变:适度人口规模不断扩大,且因 P-S 水平不同而变化不一

利用 ArcGIS10.3 绘制 2010、2014 和 2018 年 P-S 水平为 0.6、0.7、0.8、0.9 的适度人口分布图(图 2),分析 2010—2018 年黄河下游地区适度人口时序演变趋势。从图 2 可看出,P-S 水平为 0.6、0.7、0.8、0.9 时,适度人口规模低于 400 万人的地市不断减少,适度人口规模高于 800 万人的地市则不断增加。这说明大多地市适度人口不断增加,区域资源、环境等配置逐渐优化。适度人口规模为 600~700 万人的地市相对较少,只有济南和商丘。适度人口规模为 400~500 万人、500~600 万人和 700~800 万人的地市数量因 P-S 水平不同而波动较大。P-S 水平为 0.6、0.7 时,地市数量均基本平稳。P-S 水平为 0.8 时,适度人口规模为 400~500 万人的地市数量分别为 4 个、2 个、4 个,降中有升,适度人口规模为 500~600 万人和 700~800 万人的地市数量分别为 3 个、5 个、3 个和 2 个、3 个、1 个,升中有降。P-S 水平为 0.9 时,适度人口规模为 400~500 万人的地市数量分别为 4 个、2 个、4 个,降中有升,适度人口规模为 500~600 万人的地市数量分别为 3 个、5 个、3 个,升中有降,而适度人口规模为 700~800 万人的地市数量分别为 4 个、3 个、1 个,逐渐减少。



图 2 2010、2014、2018 年不同 P-S 水平下的黄河下游地区适度人口规模

Fig. 2 Optimum population in the lower reaches of the Yellow River under different P-S in 2010, 2014 and 2018

整体上,2010—2018 年,黄河下游地区适度人口规模呈上升趋势,且适度人口规模维持在 1.00~1.10 亿人之间,增速约为 100 万人/年,适度人口密度则维持在 600~700 人/km<sup>2</sup>。地市层面,开封、安阳等 9 地市<sup>①</sup>的适度人口规模相对稳定,其中:商丘适度人口保持在 700 万人左右,人口规模较大;新乡、安阳的适度人口规模分别在 550 万人、500 万人水平小幅浮动,接近平均水平;其余地市适度人口规模均低于 450 万人,人口相对较少。郑州、济南等 10 地市<sup>②</sup>适度人口规模浮动较大,其中:郑州、青岛适度人口规模增幅均高达 100 万人,一定程度上表明郑州、青岛人口容纳能力相对较高。总之,黄河下游地区适度人口规模呈上升趋势,但不同 P-S 水平下的适度人口规模演变趋势不同。

### 2.2 空间分布:适度人口偏向于南多北少,大分散、小集中

黄河下游地区适度人口与常住人口分布基本一致,都偏向于南多北少(图 2)。具体来说,潍坊、郑州等 5 地市<sup>③</sup>的适度人口规模较大,均超过 800 万人,高于黄河下游地区总适度人口的 40.00%,其中:潍坊土地面积超出黄河下游地区总面积的 10.00%,适度人口仅占 8.00%左右,密度不足 600 人/km<sup>2</sup>,人口相对稀疏;莱芜、鹤壁、濮阳适度人口分布最少,均低于 400 万人,不足黄河下游地区总人口的 10.00%,但适度人口密度相对较高。此外,滨州、东营土地面积均超过 8 000 km<sup>2</sup>,但适度人口密度不足 500 人/km<sup>2</sup>,人口极为稀疏。总之,黄河下游地区适度人口分布倾向于大范围分散分布,而青岛-潍坊、济宁-菏泽、郑州则呈现小范围集中的态势。

## 3 黄河下游地区人口压力分析

### 3.1 时序演变:人口压力逐渐减小,区域人口规模普遍偏高

2010—2018 年,黄河下游地区人口压力逐渐减小(图 3)。2010 年,P-S 水平为 0.6、0.7 和 0.8 时,仅山东省滨州、潍坊人口压力为相对适度型,除东营常住人口少于适度人口外,其他地市常住人口规模均高于适度人口规模,人口压力大,资源相对紧缺;

① 9 地市:开封、安阳、鹤壁、新乡、濮阳、商丘、东营、莱芜、滨州。

② 10 地市:郑州、青岛、菏泽、济南、济宁、潍坊、聊城、德州、淄博、泰安。

③ 5 地市:潍坊、郑州、青岛、济宁、菏泽。

P-S水平为0.9时,滨州、潍坊、东营人口压力为相对适度型,其余地市人口压力较大,且人口规模普遍偏高,不存在人口压力为适度偏低型的地市。2014、2018年山东省多数地市人口压力逐步缓解,河南省仅有部分地市人口压力得到改善,但常住人口规模仍相对较高。具体来看,郑州、开封等6地市<sup>④</sup>人口压力呈小幅波动态势,其余地市变化较大,其中:安阳、新乡等9地市<sup>⑤</sup>人口压力大幅降低,人口压力逐渐由适度偏高型演变为相对适度型;濮阳、商丘人口压力虽有降低,但仍为适度偏高型,人口压力大;东营人口压力波动上升,一直维持适度偏低水平,常住人口相对不足,仍有一定发展空间;潍坊人口密度绝对差值控制在20人/km<sup>2</sup>以内,保持相对适度水平,资源、环境等利用率相对较高。总之,2010—2018年黄河下游地区的人口压力逐步缓解,但常住人口规模仍高于适度人口规模,人口压力较大。

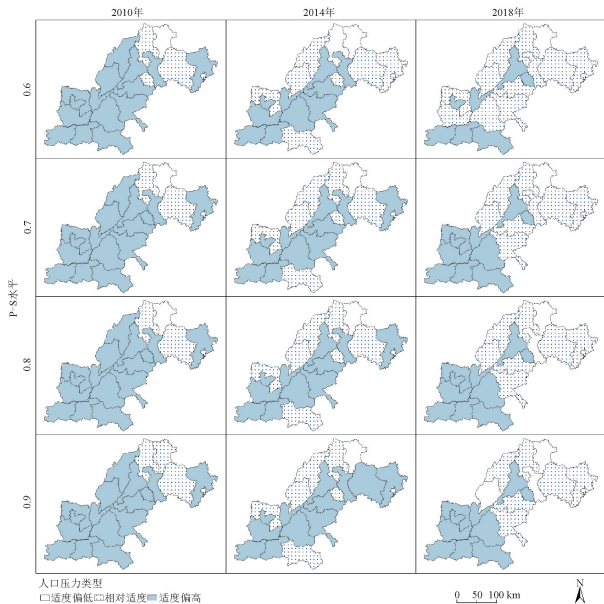


图3 2010、2014、2018年不同P-S水平下黄河下游地区人口压力情况

Fig. 3 Population pressure in the lower reaches of the Yellow River under different P-S levels in 2010, 2014 and 2018

### 3.2 空间分异:人口压力西高东低,沿河呈带状分布,高-高、低-低集聚显著

就地域差异而言,不同年份黄河下游地区人口压力空间分布差异显著。2010年,郑州、开封、商丘等16地市<sup>⑥</sup>的常住人口规模高于适度人口规模。由此来看,黄河下游地区人口压力较大,且集中分布于沿黄西部地市,黄河东部也存在一定人口压力,但相对较低。2014、2018年,黄河下游地区人口压力逐步减小,尤其是西部地市人口压力显著降低,黄河

下游地区人口压力沿河呈带状分布(图3)。考虑黄河下游地区人口压力空间分布异质性,以公式(4)测算的人口压力指标为变量,对黄河下游19地市的人口压力分布状况进行空间自相关分析。基于邻接空间权重,得到全局Moran's指数 $I$ 为0.631,黄河下游地区人口压力分布在空间上呈正相关;然后进行局部空间自相关分析,通过Moran's指数 $I$ 散点图分析黄河下游地区人口压力局部空间聚类与异质性状况。黄河下游地区P-S在0.6、0.7、0.8、0.9水平下的人口压力空间聚集性一致,多为高-高集聚与低-低集聚,其中:高-高集聚包括开封、菏泽2地市,低-低集聚包括滨州、淄博、德州、济南、泰安5地市,未有地市表现为低-高集聚与高-低集聚状况。总之,黄河下游地区人口压力空间分布逐渐由西高东低演变为沿河呈带状分布,人口压力空间集聚类型表现为高-高集聚与低-低集聚。

### 3.3 单目标制约:公共交通、医疗床位是制约区域适度人口规模的重要因素

整体上,在同一P-S水平条件下,GDP发展水平越高,卫生机构床位、载客汽车、R&D经费越多,黄河下游地区适度人口总规模越大,且同一年份不同P-S水平下,基于GDP、卫生机构床位数、载客汽车量及R&D经费的适度人口总规模均浮动较大,其中:载客汽车量、卫生机构床位数对适度人口规模的影响较大,大力发展经济、增加R&D经费支持、提高公共设施和基础设施配置,一定程度上可提升黄河下游地区人口容纳能力。就经济因素而言,P-S水平降低,菏泽、郑州、新乡、商丘基于GDP的适度人口规模增幅较大。这说明以上4地市可通过发展GDP来提高区域适度人口容纳能力,基于社会消费品零售额与从业人数的适度人口规模波动较小。就社会因素而言,P-S水平越低,郑州、商丘、青岛、潍坊、济宁基于卫生机构床位数的适度人口规模越大,可适当增加医疗床位,提高居民医疗满意度。菏泽、滨州、聊城等14地市<sup>⑦</sup>P-S水平越高,基于民用载客汽车总数的适度人口规模越小,而基于公路里程的适度人口规模基本平稳。这说明黄河下游地区大多地市对外交通基本满足本地人口需求,但市内公

④ 6地市:郑州、开封、鹤壁、济南、莱芜、聊城。

⑤ 9地市:安阳、新乡、青岛、淄博、济宁、泰安、德州、聊城、菏泽。

⑥ 16地市:郑州、开封、商丘、新乡、鹤壁、安阳、濮阳、菏泽、济宁、聊城、泰安、莱芜、济南、德州、淄博、青岛。

⑦ 14地市:菏泽、滨州、聊城、德州、泰安、济宁、潍坊、淄博、青岛、济南、商丘、安阳、开封、郑州。

共交通还不能满足本地人口的进一步增长。郑州、开封7地市<sup>⑧</sup>基于R&D经费内部支出的适度人口规模随P-S水平降低而大幅提高,R&D经费相对不足。就资源因素而言,基于用电、用水及耕地指标的适度人口规模波动较小。这说明黄河下游地区水、电、耕地等资源供给可满足居民生活需求。就环境因素而言,郑州、商丘P-S水平越高,基于废水排放量的适度人口规模越大,而基于公园绿地面积的适度人口规模则相对稳定(图4)。这说明郑州、商丘的废水排放相对较多,环境问题相对突出。总之,公共交通、医疗床位数是影响黄河下游地区适度人口规模的很重要的因素,GDP发展水平、R&D经费支出在一定程度上制约黄河下游地区适度人口规模。

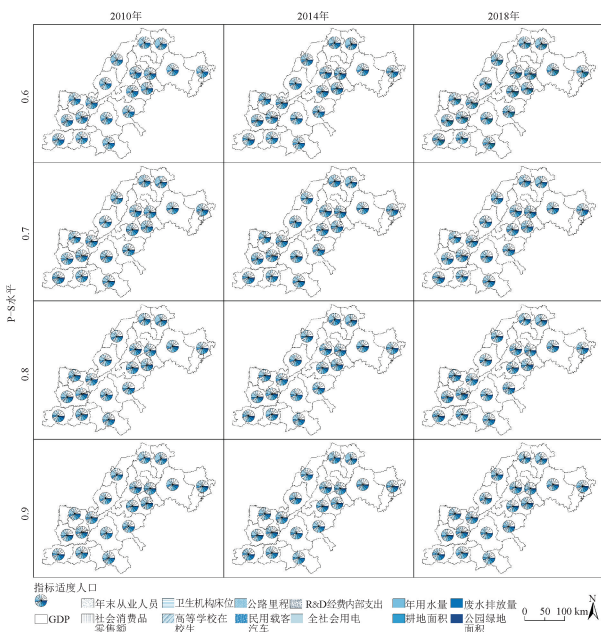


图4 2010、2014、2018年不同P-S水平下黄河下游地区单一指标适度人口状况

Fig. 4 Optimum population of single index in the lower reaches of the Yellow River under different P-S levels in 2010, 2014 and 2018

## 4 结语

尽管在经济发展、生态保护等方面取得了一定成效,但随着发展进程不断推进,黄河下游地区人地关系问题日益显现。

### 4.1 主要问题

1) 适度人口空间分布不均,人口压力大。黄河下游地区适度人口与常住人口分布相对一致,空间分布不均,偏向于南多北少,导致区域经济发展水平不均衡。大多地市人口压力适度偏高,而东营、滨州人口压力则适度偏低。黄河下游地区人口压力相对

较大,导致资源紧缺、交通拥堵、环境污染等问题,制约区域高效可持续发展。

2) 区域资源配置不合理,人口容纳能力有限。黄河下游地区经济发展还有很大的发展空间,但其市内公共交通问题突出,医疗设施配置不完善,科研经费相对不足等严重制约了区域综合水平的提高,导致其人口容纳能力相对不足。此外,当前黄河下游地区用水量大,废水排放量逐年增多,致使环境污染严重。

### 4.2 对策建议

黄河下游地区适度人口空间分布不均,人口压力大、资源配置不合理及环境污染严重等问题严重制约黄河下游地区高质量发展,针对上述问题提出如下对策。

1) 吸引外来人口,促进人口流动。人口压力较大的地市可加强与周边地区的合作交流,促进人口流动。东营、滨州也可制定合理的落户政策、人才引进政策等,吸引外来人口,尤其是吸引人才,一方面增加人口规模,增加就业人口,提高经济发展水平,另一方面可缓解区域人口老龄化进程,优化人口结构。依托黄河三角洲国家级自然保护区建设、黄河三角洲生态保护和高质量发展、黄河口国家公园建设等重大战略,东营、滨州可加强生态保护与产业发展之间的联系,融合当地文化特色及人文风情,打造集休闲、旅游、观光等于一体的黄河生态文化旅游带,提高人居生活满意度。

2) 优化资源配置,提高综合实力。黄河下游地区可通过高质量发展,鼓励科技研发,优化基础设施和公共服务设施,促进区域公共交通运输和医疗资源的合理配置,提高综合实力,从而提升区域人口容纳能力,其中:菏泽应着重发展经济,优化交通;新乡需要着重发展经济,且增加R&D经费支出;青岛应进一步优化卫生机构、公共交通配置,大力支持科技研发;潍坊、济宁应优化基础设施和公共服务设施,尤其是医疗、交通方面;德州、开封、安阳则应加大科技研发力度,提高公共交通运输水平;滨州、聊城等5地市<sup>⑨</sup>应增加公共交通运输车辆数,提高乘客出行满意度。此外,“以水定城,以水定产”。水资源是影响适度人口规模的重要因素,而黄河下游地区用水量与废水排放量大,应注重污染物处理问题,优化居民生活环境,落实可持续发展政策,促进黄河下游地区的生态保护与高质量发展。

⑧ 7地市:郑州、开封、安阳、新乡、商丘、青岛、德州。

⑨ 5地市:滨州、聊城、泰安、淄博、济南。

### 4.3 主要结论

本文从经济、社会、资源、环境方面,选取多因素指标测算黄河下游地区 P-S 水平为 0.6、0.7、0.8、0.9 的适度人口规模与密度,选取 2010、2014、2018 年为时间节点,从时空维度分别分析 2010—2018 年黄河下游地区适度人口分布现状,且以常住人口密度与适度人口密度之差作为人口压力指标,分析其人口压力状况,并对不同指标影响下的适度人口规模进行分析,主要结论如下。

1) 2010—2018 年,黄河下游地区适度人口规模逐年增加,增速为 100 万人/年,但因 P-S 水平不同而变化不一,人口压力不断减小,各地市人口容纳能力不断提高,但大多地市常住人口规模仍相对偏高,区域资源配置存在一定优化空间。

2) 黄河下游地区适度人口非均衡分布,与常住人口分布相似,偏向于南多北少,青岛—潍坊、济宁—菏泽、郑州适度人口分布相对集中,适度人口规模均超过 800 万人,大致呈“大分散、小集中”的态势。滨州、东营占地面积较大,适度人口密度却不足 500 人/km<sup>2</sup>,人口较为稀疏。适度人口密度与适度人口规模空间分布存在一定偏差,莱芜、鹤壁、濮阳的适度人口分布密集,但人口规模相对较小。

3) 黄河下游地区人口压力西高东低,随时间推移,逐渐演变为沿河呈带状分布,河南省人口压力高于山东省,且人口压力减小速度相对较慢。大多地市存在一定程度的人口压力,人口压力基本为适度偏高型,仅东营人口压力始终为适度偏低型,人口相对不足,形成开封、菏泽 2 地市高—高集聚,滨州、淄博、德州、济南、泰安 5 地市为低—低集聚的空间集聚类型。

4) 各地市的公共交通不完善、医疗床位数不足是制约适度人口规模的重要因素,而 GDP、R&D 经费支出、废水排放量一定程度影响适度人口规模。可通过改善居民公共出行满意度、完善医疗设施、发展经济、加大研发投入等,提高黄河下游地区的人口容纳能力。

### 4.4 研究展望

基于适度人口视角分析人口分布现状,将区域人口压力可视化,可及时发现发展过程中的经济、社会、资源、环境问题,利于协调区域资源配置,对区域规划与人口优化等具有重要意义。本文综合多因素指标测算不同 P-S 水平下的适度人口规模,从时空维度分析适度人口的分布状况,并将常住人口密度与适度人口密度对比,分析黄河下游地区人口压力情况,但忽略了人口结构视角的适度人口研究。因此,未来的

研究将综合适度人口规模与适度人口结构进行适度人口分析,并合理预测区域人口压力,为促进资源合理配置与人口优化提供相应的理论支持。

### 参考文献:

- [1] 吴瑞君,朱宝树,王大彝. 开放型区域经济适度人口的研究方法及其应用[J]. 人口研究, 2003, 27(5): 19-24.  
WU Ruijun, ZHU Baoshu, WANG Daben. The research methodology of economically-reasonable population in open area & its application[J]. Population Research, 2003, 27(5): 19-24.
- [2] RENSTROM T I, SPATARO L. The optimum growth rate for population under critical-level utilitarianism[J]. Journal of Population Economics, 2011, 24(3): 1181-1201.
- [3] JAEGER K, KUHLE W. The optimum growth rate for population reconsidered[J]. Journal of Population Economics, 2009, 22(1): 23-41.
- [4] DASGUPTA P S. On the concept of optimum population[J]. Review of Economic Studies, 1969, 36(3): 295-318.
- [5] 王婷. 城市适度人口测度的辨析与体系重构[J]. 西北人口, 2018, 39(6): 1-12.  
WANG Ting. The analysis of the appropriate population measurement of the city and the reconstruction of the system[J]. Northwest Population Journal, 2018, 39(6): 1-12.
- [6] 杨胜利,高向东. 我国劳动力资源分布与优化配置研究[J]. 人口学刊, 2014, 36(1): 78-88.  
YANG Shengli, GAO Xiangdong. Study on the labor resources distribution and optimizing configuration[J]. Population Journal, 2014, 36(1): 78-88.
- [7] LAWSON N, SPEARS D. Optimal population and exhaustible resource constraints[J]. Journal of Population Economics, 2018, 31(1): 295-335.
- [8] 何鑫,田丽慧,毛凌琳. 生态足迹模型下的人口适度规模研究——以常德市为例[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(4): 54-64.  
HE Xin, TIAN Lihui, MAO Linglin. Study on optimum population based on ecological footprint model—a case study of changed city[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40(4): 54-64.
- [9] 潘竞虎,孙会慧,石培基. 基于多情景模式的兰州新区生态适度人口测度[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(11): 75-81.  
PAN Jinghu, SUN Huihui, SHI Peiji. Study on eco-optimum population in Lanzhou new area using multiple



- scenarios model[J]. *China Population, Resources And Environment*, 2012, 22(11): 75-81.
- [10] HILARY G. Climate change and optimum population [J]. *Monist*, 2019, 102: 42-65.
- [11] 王勇, 解延京, 刘荣, 等. 北上广深城市人口预测及其资源配置[J]. *地理学报*, 2021, 76(2): 352-366.  
WANG Yong, XIE Yanjing, LIU Rong, et al. Population prediction and resource allocation in megacities from the optimum population perspective: a case study of Beijing, Shanghai, Guangzhou and Shenzhen [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(2): 352-366.
- [12] 王颖, 黄进, 赵娟莹. 多目标决策视角下中国适度人口规模预测[J]. *人口学刊*, 2011(4): 21-29.  
WANG Ying, HUANG Jin, ZHAO Juanying. The estimation of optimum population of China under multiple goals restrain [J]. *Population Journal*, 2011(4): 21-29.
- [13] 童玉芬, 王静文, 梁钊. 资源环境约束下的中国适度人口研究[J]. *人口研究*, 2016, 40(2): 3-11.  
TONG Yufen, WANG Jingwen, LIANG Zhao. China's optimum population: an environmental perspective [J]. *Population Research*, 2016, 40(2): 3-11.
- [14] 张建坤, 王朝阳, 王彪. 基于生态足迹的产业适度人口分析——以南京市为例 [J]. *人文地理*, 2010, 25(6): 89-92.  
ZHANG Jiankun, WANG Zhaoyang, WANG Biao. A study on industrial ecological optimum population based on ecological footprint—a case study of Nanjing city [J]. *Human Geography*, 2010, 25(6): 89-92.
- [15] 代富强, 吕志强, 周启刚. 生态承载力约束下的重庆市适度人口规模情景预测[J]. *人口与经济*, 2012(5): 80-86.  
DAI Fuqiang, LÜ Zhiqiang, ZHOU Qigang. The scenario prediction of optimum population size under the constraint of ecological carrying capacity in Chongqing municipality [J]. *Population & Economics*, 2012(5): 80-86.
- [16] 李通屏. 中国人口压力的定量研究[J]. *人口学刊*, 2004(1): 17-23.
- [17] 张红, 邓宏兵, 李小帆, 等. 我国人口经济压力定量测度与空间差异研究[J]. *西北人口*, 2014, 35(4): 48-52, 58.  
ZHANG Hong, DENG Hongbing, LI Xiaofan, et al. Study on quantitative analysis and spatial distribution of population pressure in China [J]. *Northwest Population Journal*, 2014, 35(4): 48-52, 58.
- [18] 陈楠, 王钦敏, 林宗坚. 中国人口经济压力与人口迁移的定量分析[J]. *中国人口科学*, 2005(6): 30-37, 95.  
CHEN Nan, WANG Qinmin, LIN Zongjian. A quantitative study on population-economy pressure and population migration [J]. *Chinese Journal of Population Science*, 2005(6): 30-37, 95.
- [19] 曹明奎. 中国农业生态系统的生产潜力和人口承载力 [J]. *生态学报*, 1993(1): 83-91.  
CAO Mingkui. Potential productivity and population carrying capacity of China's agro-ecosystem [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1993(1): 83-91.
- [20] DEANGELIS D L, ZHANG B, NI W M, et al. Carrying capacity of a population diffusing in a heterogeneous environment [J]. *Mathematics*, 2020, 8(1): 49-60.
- [21] CROPP R, NORBURY J. Carrying capacity - a capricious construct [J]. *Ecological Modelling*, 2019, 401: 20-26.
- [22] SHI Yishao, SHI Shouzheng, WANG Hefeng. Reconsideration of the methodology for estimation of land population carrying capacity in Shanghai metropolis [J]. *Science of the Total Environment*, 2018, 652: 367-381.
- [23] 向云波, 谢炳庚, 邓楚雄. 基于可能-满意度法的湖南省人口容量研究 [J]. *西北人口*, 2013, 34(3): 53-56, 62.  
XIANG Yunbo, XIE Binggeng, DENG Chuxiong. Research on population capacity of hunan province by P-S model [J]. *Northwest Population*, 2013, 34(3): 53-56, 62.
- [24] 王玉平. 矿产资源人口承载力研究 [J]. *中国人口·资源与环境*, 1998(3): 3-5.  
WANG Yuping. Population carrying capacity of mineral resources [J]. *China Population, Resources And Environment*, 1998(3): 3-5.
- [25] 李新刚, 王双进, 孙钰. 基于 PVAR 模型的城市土地综合承载力动态冲击效应——以京津冀城市群为例 [J]. *城市发展研究*, 2019, 26(1): 26-32.  
LI Xingang, WANG Shuangjin, SUN Yu. Research on the dynamic effect of urban land comprehensive carrying capacity-based on PVAR model: taking Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration as an example [J]. *Urban Development Studies*, 2019, 26(1): 26-32.
- [26] 王宪恩, 温鑫, 蔡飞飞, 等. 水环境人口承载力与人口产业结构研究——以辽河源头区为例 [J]. *人口学刊*, 2015, 37(3): 71-77.  
WANG Xianen, WEN Xin, CAI Feifei, et al. Research on the water environmental population carrying capacity and the population industrial structure of Liao river source area [J]. *Population Journal*, 2015, 37(3): 71-77.

- [27] 钟珊, 赵小敏, 郭熙, 等. 基于空间适宜性评价和人口承载力的贵溪市中心城区城市开发边界的划定[J]. 自然资源学报, 2018, 33(5): 801-812.  
ZHONG Shan, ZHAO Xiaomin, GUO Xi, et al. Delimitation of urban growth boundary based on spatial suitability evaluation and population carrying capacity in Guixi county[J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(5): 801-812.
- [28] 宋伟. 基于农村人口承载力的乡村振兴多维路径[J]. 农业经济问题, 2019(5): 85-89.  
SONG Wei. Multi-dimensional path of rural revitalization based on the population carrying capacity of rural area[J]. Issues in Agricultural Economy, 2019(5): 85-89.
- [29] 潘竞虎. 多指标约束的兰州市生态适度人口测度[J]. 人口与发展, 2013, 19(2): 33-39.  
PAN Jinghu. Study on eco-optimum population in Lanzhou city using multi-objective constraint[J]. Population and Development, 2013, 19(2): 33-39.
- [30] 曾勇, 吴永兴, 俞小明, 等. 上海市浦东新区土地利用与适度人口规模研究[J]. 人文地理, 2004, 19(6): 30-35.  
ZENG Yong, WU Yongxing, YU Xiaoming, et al. Study on the land utilization and optimal population in Pudong new district of Shanghai[J]. Human Geography, 2004, 19(6): 30-35.
- [31] 李焕, 黄贤金, 金雨泽, 等. 长江经济带水资源人口承载力研究[J]. 经济地理, 2017, 37(1): 181-186.  
LI Huan, HUANG Xianjin, JIN Yuze, et al. Population carrying capacity of water resources in the Yangtze River Economic Belt[J]. Economic Geography, 2017, 37(1): 181-186.
- [32] 李敏纳, 蔡舒, 覃成林. 黄河流域经济空间分异态势分析[J]. 经济地理, 2011, 31(3): 379-383, 419.  
LI Minna, CAI Shu, TAN Chenglin. An analysis of situation of economic spatial dissimilarity in the Yellow River Basin[J]. Economic Geography, 2011, 31(3): 379-383, 419.
- [33] 王浣尘. 可能度和满意度在多目标决策中的应用[J]. 信息与控制, 1981(5): 8-13.  
WANG Huanchen. The application of possibility and satisfaction in multi-objective decision making[J]. Information and Control, 1981(5): 8-13.
- [34] 王婷, 贺芃斐. 中国城市人口压力系数测度及其影响因素[J]. 人口与经济, 2017(6): 20-31.  
WANG Ting, HE Pengfei. The measurement of coefficient of urban population pressure and its influence factor analysis in China[J]. Population & Economics, 2017(6): 20-31.

(责任编辑 王卫勋)