中国城市生产、生活、生态空间质量水平格局与相关因素分析

刘鹏飞[1],孙斌栋[1,2,3,4]

（1. 华东师范大学中国现代城市研究中心,上海200062;2. 华东师范大学中国行政区划研究中心,上海200241;3. 华东师范大学未来城市实验室,上海 200241;4. 华东师范大学崇明生态研究院,上海 202162）

摘要：城市作为人口集聚和社会经济活动的主要载体,也是生产、生活、生态空间的矛盾集中地。本文在城市"三生"空间优化理论框架指导下,构建了城市"三生"空间优化评估指标体系与评估模型,分析2015年中国289个地级及以上城市的"三生"空间质量水平的总体特征和空间分布规律。结果表明:城市"三生"空间质量指数总体处于较低水平,空间格局上从东南沿海向西部和东北地区递减;东北地区的生产空间质量塌陷尤为明显,西部地区生活空间质量堪忧,生态空间质量则与地方的自然生态条件和污染治理相关;生产和生活空间优化之间相辅相成,但不乏城市生产和生态空间质量反差较大;"三生"空间质量水平与人口规模、行政等级之间呈倒U型相关,即规模在1000万~1500万间的城市更利于实现"三生"空间优化,城市"三生"空间质量水平与人均GDP正向相关,职能综合城市和城市群地区城市"三生"空间质量水平更高。

关键词：生产空间;生活空间;生态空间;"三生"空间;城市;空间格局

DOI: 10.11821/dlyj020180953

1 引言

在中国的经济发展和城镇化取得巨大成就的同时也引致了一系列可持续发展问题，生产空间土地利用效率低下，生活空间宜居性欠佳，生态空间遭到破坏。为此，党的十八大报告提出要"调整空间结构，促进生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀"，习近平总书记更是强调"绿水青山就是金山银山"，生态文明建设被提升至国家战略的高度。城市作为人口和社会经济活动的主要载体，其生产、生活、生态空间矛盾更为突出，不同空间在规模配比、空间配置、功能融合等方面存在不尽协调的问题，严重损害了城市发展的系统性、宜居性和可持续性。因此，开展城市"三生"空间优化研究具有重要的政策价值。

已有的"三生"研究主要关注概念内涵的界定、功能空间的识别和评估体系构建，以此对"三生"空间优化协调程度评估并提出优化建议。其中，黄金川等[1]对"三生"空间概念及内涵做了详细的界定。李广东和方创琳[2]利用函数方法对不同功能空间进行了识别。吴艳娟等[3]采用国土空间综合分区"千层饼"方法，定量识别了宁波市"三生"空间并评估了其开发建设适宜性。在"三生"空间评估指标体系方面，李秋颖等[4]提出了省级

收稿日期：2018-09-17; **修订日期：**2019-09-03

基金项目：国家社科基金重大项目(17ZDA068)

作者简介：刘鹏飞（1994-），男，山东潍坊人，硕士，主要从事城市地理研究。E-mail:halawayne@163.com

通讯作者：孙斌栋（1970-），男，河北阜平人，教授，博士生导师，研究方向为城市地理与区域经济。E-mail：bdsun@re.ecnu.edu.cn

单位的“三生”评价指标体系，评价各省“三生”空间的利用质量；方创琳等[5]构建了市县土地生态-生产-生活承载力测度指标体系及核算模型，在市县尺度上为推进国土生态、生产、生活空间集约高效利用提供科学判据；王成等[6]选取指标构建乡村“三生”空间功能评价指标体系，分析重庆市乡村“三生”空间功能的耦合协调状况；还有诸多学者从其他不同视角构建了“三生”空间评价指标体系，对不同类型案例区的协调发展状况进行评估并提出优化方案[7-11]。部分研究还就如何通过“多规合一”推动“三生”空间优化协调进行了探讨[12-14]。可见，已有研究聚焦于全国或省级尺度“三生”空间的研究，或者是某一乡村、复垦区的案例分析，缺乏城市尺度“三生”空间质量水平和格局的评估、分析和规律探索，而这是城市“三生”空间优化的认知基础。

本文立足于城市空间尺度，提出了城市“三生”空间质量的评估指标体系，在对全国289个地级以上城市的“三生”空间质量水平进行评估的基础上，重点对全国格局展开分析，并对三类空间之间的相互关联以及与城市规模、行政等级、经济发展水平等重要因素的相关性进行了探讨。因此，本文突破了以往“三生”空间研究主要关注大尺度国土开发的局限，深入到城市层面，从这个“三生”空间矛盾集中地评价分析“三生”空间质量水平和在全国的分布格局，对于探索中国城市“三生”空间规律，推进新型城镇化和优化城市发展格局提供了基础依据。

2 城市‘三生’空间优化的理论框架与指标体系

2.1 理论框架

在研究城市“三生”空间优化之前，首先应有科学明确的理论逻辑框架作为指导，明晰优化内涵。基于“生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀”的优化目标，本文认为应从生产空间是否集约高效，生态空间是否宜居适度，生态空间是否绿色安全这三个维度出发对城市“三生”空间质量进行评价，形成三位一体的理论指导框架（图1）。

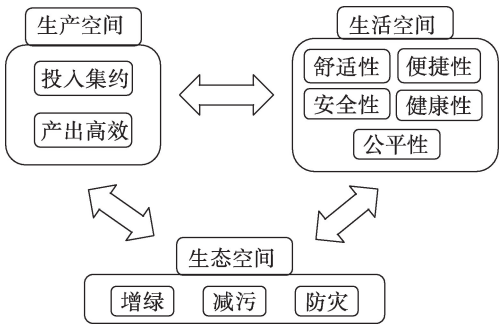

图1 城市“三生”空间优化评估指标体系的理论框架

Fig. 1 Theoretical framework of urban production-living-ecological space optimization

城市生产空间优化的要点是测度生产过程中对生产要素如资源、劳动、资本等的耗损程度，即生产投入；还包括生产过程中产出的产品和劳务的价值量的大小，即生产产出。因此，生产空间利用质量包括投入集约和产出高效两个角度。

城市生活空间的优化目标是要实现宜居适度。世界卫生组织（WHO）在1961 年提出了宜居生活空间质量的基本理念，即“舒适性（amenity）”“便捷性（convenience）”“安全性（safety）”“健康性（healthy）”[15]。2016年联合国住房和城市可持续发展大会（人居三大会）又提出城市应“为所有公民提供基本生活服务”，“确保所有公民机会均等且不受歧视”，进一步强调了公平性（equality）对城市生活的重要性。因此，本文认为宜居的城市生活空间内涵应涵盖舒适、便捷、健康、安全和公平五个维度。

城市生态空间优化的目标是绿色安全，包括增加绿色空间（增绿）、减少污染影响（减污）、保障生态安全（防灾）三个方面内涵。一是城市土地利用要保持足够的多样

性，增加城市绿化空间；二是提倡低碳出行和减少生产和生活污染所带来的负面影响；三是完善生态防灾设施、优化城市空间组织等，预防和减少内涝、高温等极端气候带来的城市自然灾害。

2.2 指标体系

测度城市“三生”空间质量水平，一个操作思路是识别出每个城市的“三生”空间，再进行质量水平测度。但由于数据可得性限制，这种思路可操作性困难极大。考虑到“三生”空间优化目标实质是提高城市生产、生活和生态绩效，因此本文遵循以往“三生”空间质量水平评价文献惯常做法，基于城市生产、生活、生态三个领域的绩效指标进行分析。在城市“三生”空间优化理论框架的基础上，根据系统综合原则、层次性原则、避免重复贡献原则和数据可获取原则，形成了针对城市市区三生空间的多个评估指标方案。综合考虑指标体系的综合性和简洁性，最终确定方案由3个一级指标、10个二级指标和48个三级指标构成，如表1所示。其中的14个三级指标由于数据暂时缺失未被纳入计算，部分指标由于缺乏市区尺度数据由市域数据近似替代，最后纳入计算的共有34个三级指标。所有指标都按等权重计算和加总。

2.3 数据来源与研究方法

截止到2015年底，全国共有地级及以上城市295个（直辖市4个、副省级市15个、地级市276个，不含港、澳、台地区，下同），其中海南、西藏和新疆的6个地级市因数据缺失不在本文研究范围之内。市辖区是人口和生产生活活动的主要集中地，以经济增长为代表的的生产空间、以居住休闲为代表的生活空间和以绿地水体为代表的生态空间，在城市市辖区内交错分布，竞争与耦合并存，此消彼长又休戚相关，因此，城市市辖区是城市“三生”空间联系较为密切、矛盾也更为集中的区域。此外，中国地级市的行政区域内下辖部分区域属于农村地区的县，因此地级市的市辖区能更好的反映经济意义上的城市范围，并且考虑到可获取数据相对翔实可靠，本文的研究范围确定为以上289个地级以上城市的市辖区。

研究所用数据主要分为空间数据和统计数据两类：① 空间数据来源于国家测绘局地理信息局（http://bzdt.ch.mnr.gov.cn/）、WorldPop项目网站（https://www.worldpop.org/）和美国哥伦比亚大学社会经济数据和应用中心（SEDAC）网站（https://sedac.ciesin.columbia.edu/），利用ArcGIS提取获得全国地级市的全市和市辖区常住人口数据、PM2.5浓度和热岛效应指数（日间与夜间市郊最高温度差）；② 统计数据主要来源于《中国城市统计年鉴》[16]《中国城市建设统计年鉴》[17]《中国区域经济统计年鉴》[18]相关年份数据，新登记注册企业数据来源于2013年经济普查数据，专利数据来源于知识产权综合信息服务平台网站（http://cnipr.jskjwx.org/）；派出所数量来源于民政部网站（http://www.mca.gov.cn/article/sj/）。个别指标统计口径只有全市，因此使用全市指标代替市辖区指标。数据年份以2015年为基准，个别缺失数据根据相邻年份值差值计算补齐。

所有指标数据都进行标准化处理。采用等权重法确定指标权重，各指标权重如表1所示。“三生”空间质量指数TQI是生产空间质量函数（PQI）、生活空间质量指数（LQI）和生态空间质量指数（EQI）的函数，其评估模型为：

$$\begin{aligned} TQI &= \frac{1}{3}PQI + \frac{1}{3}LQI + \frac{1}{3}EQI \\ &= \sum_{i=1}^{2}\frac{1}{2}PQI_i + \sum_{i=1}^{5}\frac{1}{5}LQI_i + \sum_{i=1}^{3}\frac{1}{3}EQI_i \end{aligned} \tag{1}$$

本文采用探索性空间数据分析（Exploratory Spatial Data Analysis，ESDA）中的局域Local Moran's I指数（聚类和异常值分析）用来测度局部的空间关联状况，探索子区域

表1 城市“三生”空间优化评估指标体系

Tab. 1 Assessment indicator system of urban production-living-ecological space optimization

一级指标	二级指标	三级指标（单位）	指标性质
生产空间质量指数（PQI）	投入集约	单位城市建设用地二三产业就业人数（人/km²）	正向
		单位城市建设用地固定资产投资额（亿元/km²）	正向
		单位城市建设用地研发经费投入（亿元/km²）	正向
		单位城市建设用地R&D从业人员（人/km²）	正向
		单位城市建设用地在校大学生+教师数（人/km²）	正向
	产出高效	单位城市建设用地二三产业增加值（亿元/km²）	正向
		二三产业增长率（%）	正向
		单位城市建设用地财政收入（亿元/km²）	正向
		财政收入增长率（%）	正向
		单位城市建设用地专利数（个/km²）	正向
		专利数增长率（%）	正向
		单位城市建设用地新登记注册企业（个/km²）	正向
		新登记注册企业增长率（%）	正向
生活空间质量指数（LQI）	舒适性	人均住房面积（㎡/人）	正向
		燃气普及率（%）	正向
		用水普及率（%）	正向
	便捷性	城镇路网密度（km²/km²）	正向
		每万人拥有公共汽车数量（辆）	正向
		每万人拥有轨道交通线路长度（km）	正向
		互联网普及率（%）	正向
	公平性	每万人拥有学校数（个）	正向
		每万人拥有医生数（人）	正向
		每万人拥有病床数（个）	正向
		城乡收入差距	负向
	安全性	社会保险覆盖率（%）	正向
		每万人拥有派出所数（个）	正向
		每万人拥有紧急避难场所（个）	正向
		刑事案件发生率（%）	负向
		每万人火灾发生数（次）	负向
		每万人交通事故死伤人数（人）	负向
	健康性	BMI	负向
		人均预期寿命（岁）	正向
		婴儿死亡率（%）	负向
		孕产妇死亡率（%）	负向
		甲乙类传染病发病率（%）	负向
生态空间质量指数（EQI）	增绿	建成区绿化覆盖率（%）	正向
		人均公园绿地面积（hm²）	正向
	减污	万元 GDP 能耗（t标准煤）	负向
		万元 GDP 废气排放量（t/万元）	负向
		万元 GDP 废水排放量（t/万元）	负向
		万元 GDP 固体废物排放量（t/万元）	负向
		万元 GDP二氧化硫排放量（t/万元）	负向
		PM2.5浓度（%）	负向
		污水处理厂集中处理率（%）	正向
		生活垃圾无公害化处理率（%）	正向
		工业固体废弃物综合利用率（%）	正向
	防灾	热岛效应指数（℃）	负向
		城市内涝指数	负向

上的空间异质性；采用热点分析Getis-Ord Gi*识别不同空间位置的高值簇和低值簇的空间分布特征[19]。

3 研究结果

3.1 总体水平：城市“三生”空间质量水平存在较大提升空间

2015年中国289个地级以上城市“三生”空间质量指数的平均值为38.3387。按照Jenks最佳自然断裂法划分指数后显示（图2），77%城市处于中等及中等以下水平，仅有5%的城市达到高水平。

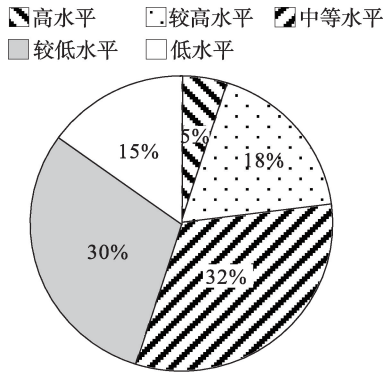

图2　中国城市“三生”空间质量指数分级示意

Fig. 2　Hierarchical distribution of production-living-ecological space quality indexes of Chinese cities

3.2 空间格局：城市“三生”空间质量水平从东南沿海向西部和东北地区递减

为了显示城市“三生”空间质量的空间分布特征，对指数得分进行可视化，并进行全局热点分析和局部自相关分析（图3a）。总体上看，2015年中国地级以上城市“三生”空间质量指数的热点

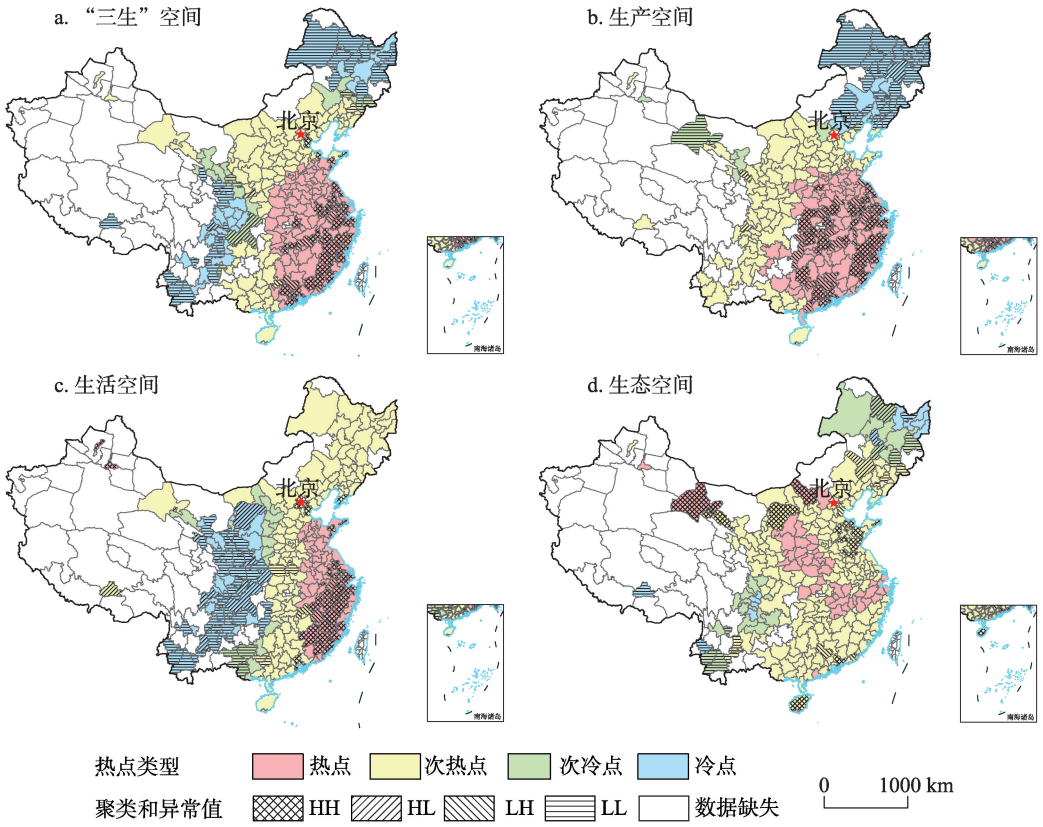

图3　中国城市生产、生活和生态空间质量热点分布与自相关分析

Fig. 3　Hotspot areas and Anselin Local Moran's I distribution of production-living-ecological space quality indexes of Chinese cities

注：该图基于国家测绘地理信息局标准地图（审图号：GS(2019)1837号）制作，底图无修改。

空间形成明显的3层结构，分布规律性很强，从东南沿海向西部地区和东北地区逐渐递减。局部空间上：

（1）在东南沿海形成了大片的热点区域，HH型城市主要分布在环渤海的天津、威海和青岛，长三角的南京、苏州、杭州、宁波和合肥，东南沿海的温州和福州，以及珠三角的广州、深圳、佛山和东莞。

（2）在东北北部地区和西部甘肃、四川和云南部分地区形成连片的冷点区域，LL型城市主要分布在这一区域内的呼伦贝尔、绥化、通化等东北城市和西部的陇南、自贡、攀枝花和普洱等地。

（3）HL型城市中只有重庆、成都和西安较为典型。这三个城市都是直辖市或省会城市，且均为西部中心城市，在发展相对落后的西部地区吸收了局部地区大量的资源、资金和人才等要素，在“虹吸作用”的影响下，使得本身“三生”空间质量水平较高。

（4）LH型城市成散点状分布，主要有宣城、鹰潭、揭阳、清远和贺州等地。其中原因较为复杂，一方面是这些城市本身区位条件一般，发展基础薄弱；另一方面是这些城市均靠近长三角和珠三角地区，邻近苏州、杭州和广州等“三生”空间质量高水平城市，而且需要注意的是，这些城市均地处各省投入相对较少的交界地区。

3.3 分类格局

总体上看，生产和生活空间质量的热点分布规律性强，形成明显的三层结构，而生态空间分布结构较为复杂。

（1）生产空间质量整体从东南沿海向西北和东北地区衰减，东北地区生产空间质量塌陷尤为明显（图3b）。表明生产力水平南方优于北方，东部好过中西部。在东南沿海形成了大片的热点区域，苏州、杭州、武汉等HH型城市也都集中在这一区域，具有良好的区位条件，经济基础良好，城市群发育程度高，城市间联系协作密切，从而对邻域生产空间质量优化有很强的带动作用，形成了高效型的空间相关模式。这一区域的滁州、韶关、怀化等LH型城市，本身经济发展水平较低，同时周边城市相对发达，处于虹吸潮的“低洼地带”。东南沿海地区向西、向北衰减为次热点区域，在这一区域有兰州和成都两个HL型城市，均为省会城市，在区域内“虹吸作用”明显。尤其值得关注的是东北地区的陷落，生产空间质量的各项指标均不如人意，连片的冷点区域和众多LL型城市的集聚，反映出东北地区经济发展陷入了严重的困境，与实践认知相符。

（2）生活空间质量由东部沿海向西部地区递减，形成东高、中平、西低三层结构（图3c）。这与实际是符合的，东部和中部地区城市生活空间优化的经济基础良好，基础设施和社会保障完善，城市规划管理水平和居民生活质量较高；而西部地区的基础设施和社会保障水平与东部沿海地区有较大差距，因此城市生活空间质量水平普遍偏低；东北地区尽管生产空间形势严峻，但其生活空间质量尚可，与其历史上基础较好有关。

（3）生态空间的质量分布与生产和生活空间有显著区别（图3d）。生产空间和生活空间质量表现较好的东南沿海城市，其生态空间质量尚存在提升空间。热点区域和四类城市的分布相对散乱，与地方的自然生态条件和污染治理相关。其中热点区域主要分布在西北到黄土高原–秦岭一带、长江中下游地区，代表城市有酒泉、乌兰察布、榆林、杭州和三亚等，这些地区近年来环境保护力度加大，推行退耕还林、还草等，生态保护联动条件好，生态空间优化趋势向好。冷点区域和LL型城市主要分布在东北和西南地区，形成低得分集聚区，以大庆、鹤岗、宜宾和保山为代表，原因可能为这两个地区城市市辖区内的绿化、污染治理措施和设施都相对落后，同时部分东北地区和西南地区城市能

源资源为主的产业结构，带来了巨大的环境压力，且经济发展水平低，因此单位GDP的污染排放较大。

3.4 “三生”空间相互关联性

从城市生产、生活、生态和“三生”空间质量指数之间的相关系数可以看出：① 生产和生活空间质量指数之间显著正相关，表明城市生产和生活空间优化相辅相成，生产力的发展为生活空间优化提供了基础和动力，良好的城市生活设施和服务水平又为生产空间优化提供保障。② 生产和生态空间质量指数的相关系数不显著，从图3可以看出，不少城市的生产和生态空间质量水平反差较大。

为了进一步探究生产空间和生态空间水平关系，参照Jenks最佳自然断裂法对各城市的生产与生态空间质量指数排名差值分级并对分布结果进行热点分析（图4）。低值冷点区主要分布在东部山东至福建的沿海省份及长江中下游地区，说明这些地区城市的生产空间质量虽较高，但生态空间的优化较差，注重经济发展的同时忽视了生态环境保护；高值热点区主要分布在东北和西北地区，尤其是呼伦贝尔、牡丹江、丹东、酒泉和乌鲁木齐的等城市，表明相比生态空间，这些地区的生产空间相对滞后。

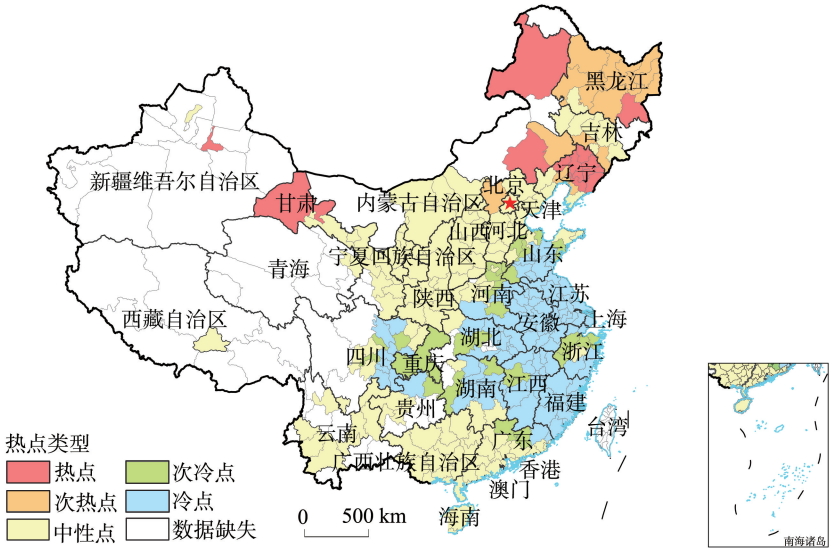

图4　中国城市生产与生态空间质量指数差值的热点分布

Fig. 4　Hotspot areas distribution of difference values between production and ecological space quality indexes of Chinese cities

注：该图基于国家测绘地理信息局标准地图（审图号：GS(2019)1837号）制作，底图无修改。

3.5 影响“三生”空间质量的因素

3.5.1 “三生”空间质量水平与城市人口规模、行政等级之间呈倒U型相关，1000万~1500万人口之间的城市更有利于实现“三生”空间优化　从市辖区常住人口规模、行政等级和“三生”空间质量指数的关系可以看出（图5），随着城市规模增大，“三生”空间质量指数呈先上升后下降的特征，拐点在1200万人左右。行政等级由于与人口规模正相关，因而同样与“三生”空间质量水平呈非线性关系，即人口规模过大和行政等级最高的城市，其“三生”空间质量开始趋于降低。进一步深入分析生产、生活、生态空间与人口规模、行政等级之间的关系发现（篇幅所限，结果图省略），生产空间与规模及行政等级之间的倒U型关系更为明显，“三生”空间质量的倒U型关系主要源于生产空间的影响，

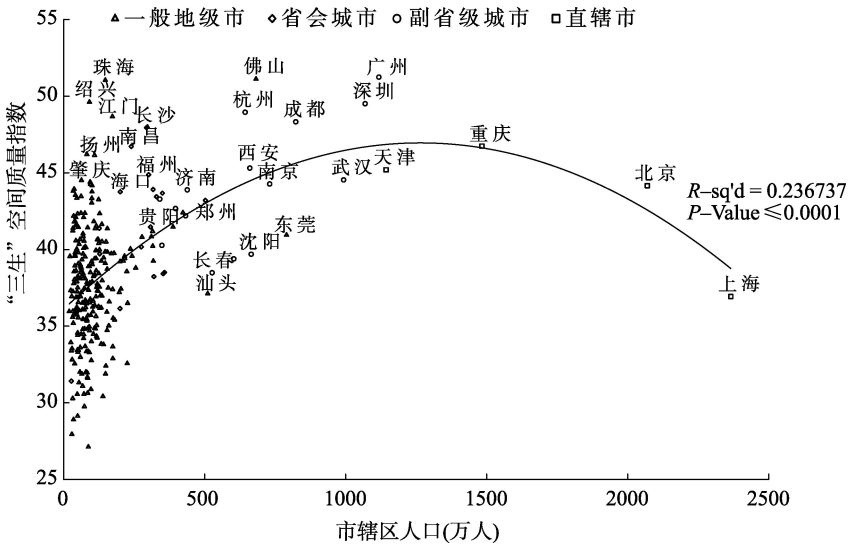

图5 中国城市“三生”空间质量指数与城市规模、行政等级的关系

Fig. 5 Relationship between city size, administrative level and production-living-ecological space quality indexes of Chinese cities

注 哈尔滨、长春、沈阳、济南、南京、杭州、广州、武汉、成都和西安10个城市既是副省级城市也是省会城市，该图中把它们列为副省级城市。

尤其是单位城市建设用地的投入和产出方面；生活空间质量指数总体随规模和行政等级上升而提高，并在2200万人左右趋于平稳；生态空间质量指数的变动趋势则与生产和生活空间明显不同，城市规模在1000万人以下时，总体变动幅度非常小，城市规模超过1300万人时，开始趋于下降，以热岛效应最为明显。

3.5.2 人均GDP的增长利于城市“三生”空间优化，但对不同空间优化的贡献不同 从城市市辖区人均GDP与“三生”空间质量水平的关系可以看出（图6），随着人均GDP的增

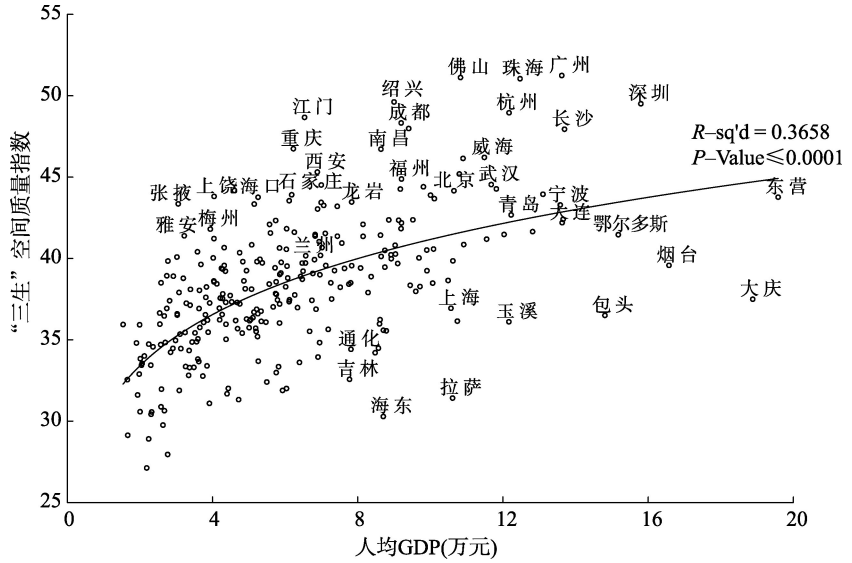

图6 中国城市“三生”空间质量指数与人均GDP关系

Fig. 6 Relationship between per capita GDP and production-living-ecological space quality indexes of Chinese cities

长，“三生”空间质量趋于上升，但不断趋缓，这表明经济发展是三生空间质量的基础。进一步对人均GDP与三类空间的各自相关性分析显示（篇幅所限，结果图省略），受经济发展水平影响的主要是生产和生活空间，生态与经济发展水平相关性不强。

3.5.3 综合型城市“三生”空间质量水平明显优于资源型城市　2013年12月印发的《全国资源型城市可持续发展规划（2013—2020年）》划定了262个资源型城市，其中地级以上城市116个。据此可把本研究样本中的中国地级以上城市分为资源型城市和综合性城市两大类，其中，资源型城市116个，综合型城市173个。如图7所示，综合型城市各指数平均值均比资源型城市高，表明城市职能综合更有利于“三生”空间优化。结构分析显示，职能综合城市的优势主要体现在生产空间、生活空间和生态空间的减污方面。

3.5.4 城市群地区的“三生”空间质量水平高于非城市群地区　无论是选用宁越敏[20]界定的13个规模较大的城市群（图8），还是方创琳[21]提出的23个城市群，或者国家新型城镇化规划提出的城市群，分析显示，发育成熟的城市群“三生”空间质量更高一些，指标进一步细分可以看出，城市群优势主要体现在生产和生活空间两个方面，生态空间方面有改善空间。这说明城市群作为城镇化主要空间载体的政策总体上是合适的，以城市群作为发展载体有助于提升中国城市“三生”空间质量。

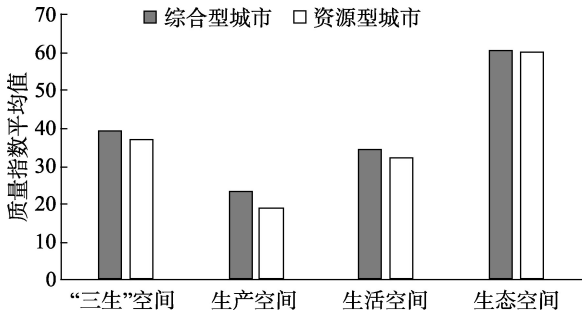

图7　综合型和资源型城市的“三生”空间质量比较

Fig. 7　Comparison of production-living-ecological space quality indexes between functional comprehensive cities and resource-based cities in China

4　结论与启示

4.1　结论

本文在已有研究基础上，提出城市

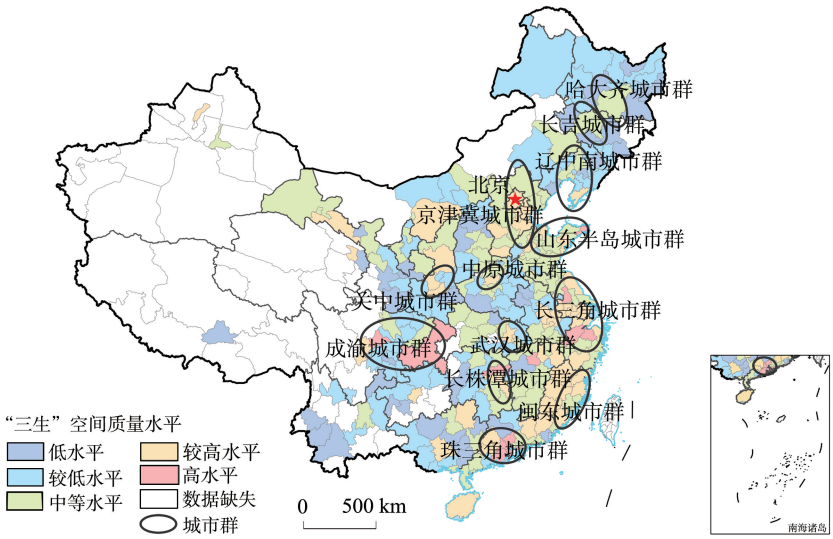

图8　中国城市群“三生”空间质量指数分布

Fig. 8　Distribution of production-living-ecological space quality indexes of urban clusters in China

注：该图基于国家测绘地理信息局标准地图（审图号：GS(2019)1837号）制作，底图无修改。

“三生”空间优化的理论框架，以此为指导构建了城市“三生”空间评估指标体系，对2015年中国289个地级以上城市的“三生”空间质量水平进行分析，结论显示：

（1）中国城市“三生”空间质量指数总体处于较低水平，其中77%的城市处于中等及中等以下水平，提升空间较大。

（2）中国城市“三生”空间质量水平呈现从东南沿海向西部和东北地区递减的趋势；东北地区的生产空间质量塌陷尤为明显，西部地区生活空间质量堪忧，生态空间质量则与地方的自然生态条件和污染治理相关。

（3）城市“三生”空间质量水平空间分布呈现较强的正向空间自相关，水平高和低的城市各自的集聚态势明显，HL型和LH型城市受“虹吸作用”等的影响，则呈散点状分布。

（4）生产和生活空间质量指数之间显著正相关，城市生产和生活空间的优化相辅相成；但有不少城市的生产空间和生态空间质量反差较大，东南沿海地区尽管生产空间质量较高，但生态空间质量有待提高。

（5）城市“三生”空间质量水平与人口规模、行政等级之间呈倒U型相关，即城市人口规模控制在1000万~1500万更利于实现“三生”空间优化；城市“三生”空间质量水平与人均GDP正向相关；职能综合的城市和城市群地区城市“三生”空间质量水平更高。

4.2 启示

上述结论从“三生”角度为深化和落实中国主体功能区规划、区域发展规划，乃至于正在构建的综合性空间规划提供了重要的政策启示，也为不同地区城市的发展战略和总体规划制定提供了方向性指导。总体政策导向上，应充分释放城市“三生”空间的优化潜力，尤其是要注重“三生”空间的协调优化，统筹兼顾，补齐短板。从区域尺度来看，东北地区的城市，重点在于深化经济体制改革，推进生产空间优化；西部地区的城市，当务之急是完善基础设施和社会保障，提高城市生活空间水平；在东南沿海经济发达地区，生态文明建设应摆在重要位置，兼顾经济发展与生态保护。从城市群尺度来看，根据本文结论，应当发展成熟城市群，使其成为“三生”空间优化的主要空间支撑；同时要对城市群生态空间改善给予足够关注。从城市尺度来看，超大城市应适当控制城市规模，避免规模过大带来的“三生”空间质量水平的下降；“三生”空间强调生产、生活、生态效益综合最大化，因而城市职能应当向综合性发展；鉴于经济发展水平（人均GDP）仍然是“三生”空间质量水平的基础，因而城市经济增长依然是城市面临的主要任务。

本文的局限在于：① 限于数据可得性原因，对于城市“三生”空间质量水平测度主要是基于生产、生活、生态三个领域发展水平指标，没有在识别出每个城市三类空间基础上分别测度，会出现只见数据不见空间的不足，需要下一步研究重点解决这个问题。② 对原因机制和影响因素的分析还处于相关关系分析阶段，需要在因果关系识别上展开更加深入的探讨。③ 由于数据可获得性限制，仅用2015年的数据进行了横向的静态分析，无法考察纵向的动态变化趋势。

参考文献(References)

[1] 黄金川, 林浩曦, 漆潇潇. 面向国土空间优化的三生空间研究进展. 地理科学进展, 2017, 36(3): 378-391. [Huang Jinchuang, Lin Haoxi, QI Xiaoxiao. A literature review on optimization of spatial development pattern based on ecological-production-living space. Progress in Geography, 2017, 36(3): 378-391.]

[2] 李广东, 方创琳. 城市生态-生产-生活空间功能定量识别与分析. 地理学报, 2016, 71(1): 49-65. [Li Guangdong, Fang Chuanglin. Quantitative function identification and analysis of urban ecological-production-living spaces. Acta Geographica Sinica, 2016, 71(1): 49-65.]

[3] 吴艳娟, 杨艳昭, 杨玲, 等. 基于“三生空间”的城市国土空间开发建设适宜性评价: 以宁波市为例. 资源科学, 2016,

38(11): 2072-2081. [Wu Yanjuan, Yang Yanzhao, Yang Ling, et al. Land spatial development and suitability for city construction based on ecological-living-industrial space: Take Ningbo city as an example. Resources Science, 2016, 38(11): 36-40.]

[4] 李秋颖, 方创琳, 王少剑. 中国省级国土空间利用质量评价: 基于“三生”空间视角. 地域研究与开发, 2016, 35(5): 163-169. [Li Qiuying, Fang Chuanglin, Wang Shaojian. Evaluation of territorial utilization quality in China: Based on the aspect of production-living-ecological space. Areal Research & Development, 2016, 35(5): 163-169.]

[5] 方创琳, 贾克敬, 李广东, 等. 市县土地生态-生产-生活承载力测度指标体系及核算模型解析. 生态学报, 2017, 37(15): 5198-5209. [Fang Chuanglin, Jia Kejing, Li Guangdong, et al. Theoretical analysis of the index system and calculation model of carrying capacity of land ecological-production-living spaces from county scale. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(15): 5198-5209.]

[6] 王成, 唐宁. 重庆市乡村三生空间功能耦合协调的时空特征与格局演化. 地理研究, 2018, 37(6): 1100-1114. [Wang Cheng, Tang Ning. Spatio-temporal characteristics and evolution of rural production-living-ecological space function coupling coordination in Chongqing Municipality. Geographical Research, 2018, 37(6): 1100-1114.]

[7] 刘鹏, 陈荣蓉, 杨朝现, 等. 基于“三生空间”协调的农村居民点布局优化研究. 水土保持研究, 2017, 24(2): 283-288. [Liu Peng, Chen Rongrong, Yang Chaoxian, et al. Study on layout optimization of rural settlements based on coordination of production, living and ecology space. Research of Soil & Water Conservation, 2017, 24(2): 283-288.]

[8] 赵娜倩, 师学义, 璩路路. 晋城市“三生用地”效益动态评价. 水土保持研究, 2018, 25(5): 257-261. [Zhao Naqian, Shi Xueyi, Qu Lulu. Dynamic analysis of land use efficiency of ecological-living-productive land in Jincheng City. Research of Soil & Water Conservation, 2018, 25(5): 257-261.]

[9] 王璐, 张合兵, 胡文智, 等. 基于“三生”视角的煤粮复合区土地利用功能评价. 水土保持通报, 2018, 38(3): 301-306. [Wang Lu, Zhang Hebing, Hu Wenzhi, et al. Functional evaluation of land use based on production-living-ecology view in areas of cropland and coal resources. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(3): 301-306.]

[10] 李涛, 刘家明, 刘锐, 等. 基于“生产-生活-生态”适宜性的休闲农业旅游开发. 经济地理, 2016, 36(12): 169-176. [Li Tao, Liu Jiaming, Liu Rui, et al. The development of leisure agriculture based on suitability about “production-living-ecology”. Economic Geography, 2016, 36(12): 169-176.]

[11] 张春花, 曲玮, 石水莲, 等. 基于“三生”空间视角的辽宁沿海经济带岸线利用适宜性评价: 以大连庄河沿海为例. 海洋开发与管理, 2016, 33(5): 20-23, 31. [Zhang Chunhua, Qu Wei, Shi Shuilian, et al. Suitability evaluation of shoreline utilization in Liaoning Coastal Economic Belt based on production-living-ecology spaces: Taking coastal zone in Zhuanghe, Dalian as an example. Ocean Development & Management, 2016, 33(5): 20-23, 31.]

[12] 潘安, 吴超, 朱江. 规模、边界与秩序: “三规合一”的探索与实践. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014. [Pan An, Wu Chao, Zhu Jiang. Size, Boundary and Order: Exploration and Practice of "the Unity of Three Rules". Beijing: China Architecture & Building Press, 2014.]

[13] 魏后凯, 高春亮. 中国区域协调发展态势与政策调整思路. 河南社会科学, 2012, 20(1): 73-81, 107-108. [Wei Houkai, Gao Chunliang. China’s trends in regional coordinated development and ideas on policy adjustment. Henan Social Sciences, 2012, 20(1): 73-81, 107-108.]

[14] 扈万泰, 王力国, 舒沐晖. 城乡规划编制中的“三生空间”划定思考. 城市规划, 2016, 40(5): 21-26. [Hu Wantai, Wang Liguo, Shu Muhui. Reflections on delimiting the three basic spaces in the compilation of urban and rural plans. City Planning Review, 2016, 40(5): 21-26.]

[15] Shafer C S, Lee B K, Turner S. A tale of three greenway trails: User perceptions related to quality of life. Landscape and Urban Planning, 2000, 49(3): 163-178.

[16] 国家统计局. 中国城市统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2016. [National Bureau of Statistics of China. China City Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 2016.]

[17] 国家统计局. 中国城市建设统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2015. [National Bureau of Statistics of China. China Urban Construction Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 2015.]

[18] 国家统计局. 中国区域经济统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2014. [National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook for Regional Economy. Beijing: China Statistics Press, 2014.]

[19] 李全林, 马晓冬, 沈一. 苏北地区乡村聚落的空间格局. 地理研究, 2012, 31(1): 144-154. [Li Quanlin, Ma Xiaodong, Shen Yi. Analysis of spatial pattern of rural settlements in northern Jiangsu. Geographical Research, 2012, 31(1): 144-154.]

[20] 宁越敏. 中国都市区和大城市群的界定: 兼论大城市群在区域经济发展中的作用. 地理科学, 2011, 31(3): 257-263. [Ning Yuemin. Definition of Chinese metropolitan areas and large urban agglomerations: Role of large urban agglomerations in regional development. Scientia Geographica Sinica, 2011, 31(3): 257-263.]

[21] 方创琳. 中国城市群形成发育的新格局及新趋向. 地理科学, 2011, 31(9): 1025-1034. [Fang Chuanglin. New structure and new trend of formation and development of urban agglomerations in China. Scientia Geographica Sinica, 2011, 31(9): 1025-1034.]

The spatial pattern of urban production-living-ecological space quality and its related factors in China

LIU Pengfei[1], SUN Bindong[1, 2, 3, 4]

(1. The Center for Modern Chinese City Studies, East China Normal University, Shanghai 200062, China;
2. Research Center for China Administrative Division, East China Normal University, Shanghai 200241, China;
3. Future Cities Laboratory, East China Normal University, Shanghai 200241, China;
4. Institute of Eco-Chongming, East China Normal University, Shanghai 202162, China)

Abstract: As the main carrier of population and socio-economic activities, cities are also the places that accumulate the problems from production, living and ecological activities. In order to evaluate the quality of urban production-living-ecological space, this paper develops an evaluation index system based on its theoretical framework, and then analyses the overall characteristics and spatial distribution of the production-living-ecological space quality. Moreover, this paper explores the factors that may affect the quality of urban production-living-ecological space. Using data from 289 prefecture-level cities and above in China in 2015, we find that: (1) the urban production-living-ecological spatial quality is generally at a low level and decreases from the southeast coastal areas to the west and northeast inland areas. (2) The quality levels of production space in the northeast region and living space in the western region are significantly lower than those of other parts of China, and the quality level of ecological space depends on local natural ecology and pollution control. (3) While the quality levels of production and living spaces have a significantly positive correlation, the quality levels of production and ecological spaces show an opposite trend in quite a number of cities. (4) The urban production-living-ecological space quality is associated with the population size and administrative level in an inverted U shape. Specifically, cities with a population size between 10 million and 15 million are more conducive to improve the quality level of production-living-ecological space. Urban production-living-ecological space quality is positively associated with per capita GDP, and cities with comprehensive functions or located in urban clusters have a higher level of production-living-ecological space quality. The above conclusions provide important policy implications for deepening and implementing the planning of China's major function oriented zoning, regional development planning, and even the comprehensive spatial planning under construction from the perspective of production-living-ecological space, as well as directive guidance for urban development strategy and overall planning in different regions. On the whole, the optimization potential of urban production-living-ecological space should be fully released, especially more attention should be paid to the coordination of production-living-ecological space. Different regions should take overall consideration and make up for the shortcomings based on actual conditions respectively.

Keywords: production space; living space; ecological space; production-living-ecological spaces; city; spatial pattern