引文格式：徐嘉慧,颜梅春,沈冰冰. 五大城市群人口—经济—夜间灯光耦合协调度时空特征[J]. 地理空间信息, 2025, 23(5): 39-45. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2025.05.008

五大城市群人口—经济—夜间灯光耦合协调度时空特征

徐嘉慧[1]，颜梅春[1*]，沈冰冰[1]
（1. 河海大学 地理与遥感学院，江苏 南京 210098）

摘　要：城市群是区域发展的主导，人口、经济与夜间灯光是城市活力的重要表征。研究了我国五大城市群2000年、2010年、2020年人口、经济与夜间灯光的重心演变趋势与耦合态势，分析了城市群及其所辖城市人口—经济—夜间灯光的耦合协调度。结果表明：①京津冀和珠三角的三大重心逐渐分离，长三角和成渝群则逐渐聚合，长江中游群有所波动；②各城市群的夜间灯光重心与人口重心的耦合度更高；③五大城市群各城市人口—经济—夜间灯光的耦合协调度不断提高，核心城市的协调水平更高；④城市群间总体耦合协调度由东部到西部逐步递减，可为相关工作提供参考。

关键词：五大城市群；人口—经济—夜间灯光；重心迁移；重心耦合度；耦合协调度
中图分类号：TU982　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）05-0039-07

Spatio-temporal Characteristics of Coupling Coordination Degree of Population-Economy-Nighttime Light in the Five Major Urban Agglomerations

XU Jiahui[1], YAN Meichun[1], SHEN Bingbing[1]
(1. College of Geography and Remote Sensing, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Urban agglomeration is the leading area of regional development. Population, economy and nighttime light are important characteristics of urban vitality. We studied the evolution and coupling trend of population, economy and nighttime light gravity center of five major urban agglomerations in China in 2000, 2010 and 2020, and analyzed the coupling coordination degree of Population-Economy-Nighttime Light of urban agglomerations and their cities. The results show that ①the three gravity centers of Beijing-Tianjin-Hebei and Pearl River Delta are gradually separated, converge gradually in the Yangtze River Delta and Chengdu-Chongqing Group, and fluctuate in the middle reaches of the Yangtze River group. ②The coupling degree between gravity centers of nighttime light and population in urban agglomerations is higher. ③The coupling coordination degree of Population-Economy-Nighttime Light has been continuously improved in the five major urban agglomerations, and the coupling coordination levels of core cities are higher. ④Among them, the overall coupling coordination degree presents a gradient characteristic of east-central-west. This study can provide reference for related work.

Key words: five major urban agglomerations, Population-Economy-Nighttime Light, shift of gravity center, gravity center coupling degree, coupling coordination degree

区域协调发展战略是新时期国家重大战略之一[1]。城市群作为带动各级城市协同发展的主导，推动了区域经济增长，但随着城镇化进程不断推进，传统城市采用的“摊大饼式”发展模式导致资源浪费与经济发展迟缓，区域发展速度不平衡、各要素不协调成为亟待解决的问题[2-3]，已不适应经济新常态。因此，深入分析城市群人口、经济和夜间灯光的实际发展水平与各系统间的协调发展程度，构建城市群系统间的良性互促机制，对提升城市群的整体协调水平，提高区域经济发展质量，推动建设新型城镇化具有重要的现实意义。

人口规模与经济总量是衡量城市和区域发展的重要指标，人口是经济活动的主体，经济决定人口的再分布[4]，不同经济类型的人口效应不同，因此人口重心与经济重心未必一致[5]。夜间灯光数据可反映夜间人类活动强度，指示城市化、人口分布、社会经济等[6]。可见，人口、经济和夜间灯光是密切相关的城市活力指标。经济重心与人口重心是衡量地区发展协调健康状态的重要指标[7]。揭示重心演变趋势、分析驱动因子与耦合关系，可以更好地服务区域发展，研

项目来源：国家自然科学基金资助项目（42171200）。
第一作者简介：徐嘉慧（2000—），硕士研究生，研究方向为经济地理与区域规划，E-mail：2742697829@qq.com。
通信作者：颜梅春（1971—），博士，副教授，研究方向为遥感应用、GIS应用、城市遥感、人文地理，E-mail：yanmeichun@hhu.edu.cn。

究尺度涉及全国、省和地级市[8-11]。不同要素的耦合协调度模型常用于分析区域系统间相互影响的好坏，值越高表示系统间相互作用使其向积极的方向发展。耦合协调度分析已广泛应用于我国各城市群或城市内部[12-15]。城市群是支撑全国经济增长、促进区域协调发展、参与国际竞争与合作的基本地理单元。许多研究关注城市群内子系统的发展，从内容来看主要围绕城市群的某一子系统（产业转型[16]、人口结构[17]）或子系统间协调关系（制造业与服务业[18]、人口增长与土地扩张[3]、城镇化与生态韧性[19]），而对人口—经济—夜间灯光的关系关注不足；从尺度来看主要针对单个城市群或经济发达区[12,15]，对城市群间的对比不够；从方法来看主要运用计量经济学模型、耦合协调度模型和地理空间分析等方法[14,20-21]，以定量方式全面分析系统发展过程与协调关系的研究还不够。上述研究存在的不足包括：①较少关注全局与城市群间的对比研究；②综合人口—经济—夜间灯光的重心演变及其耦合协调性的研究较少；③针对不同城市群以及同一城市群不同发展阶段区域内部子系统演化过程与协调关系的定量分析不足。鉴于此，本文以我国五大城市群为对象，研究了2000年、2010年、2020年人口、经济、夜间灯光重心的时空演变情况和重心耦合度，构建了人口—经济—夜间灯光综合评价指标体系，分析了五大城市群及其所辖城市的人口—经济—夜间灯光耦合协调水平的时空特征，以期为相关工作提供参考。

1 研究区域与数据来源

根据覆盖性、代表性、前沿性等原则，参考政府文件与相关学者研究[22]，本文选取《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中前五大城市群作为研究对象，即京津冀城市群（北京*、天津*、石家庄、保定、廊坊、张家口、秦皇岛、承德、衡水、邢台、邯郸、沧州、唐山）、长三角城市群（上海*、南京*、无锡、常州、苏州*、南通、扬州、镇江、泰州、杭州*、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、舟山、台州、盐城、金华、合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、滁州、池州、宣城）、珠三角城市群（广州*、深圳*、珠海、佛山、江门、肇庆、惠州、东莞、中山）、长江中游城市群（武汉*、黄石、宜昌、襄阳、鄂州、荆门、孝感、荆州、黄冈、咸宁、仙桃、潜江、天门、长沙*、株洲、湘潭、衡阳、岳阳、常德、益阳、娄底、南昌*、景德镇、萍乡、九江、新余、鹰潭、吉安、宜春、抚州、上饶）、成渝城市群（重庆*、成都*、自贡、泸州、德阳、遂宁、内江、乐山、南充、眉山、宜宾、广安、资阳、绵阳、达州、雅安），标星为核心城市。

人口数据主要来源于2000年第五次全国人口普查数据、2010年第六次全国人口普查数据、2020年第七次全国人口普查数据；经济数据主要来源于《中国城市统计年鉴》、各省份统计年鉴，缺失部分由各市统计年鉴补充；夜间灯光数据来源于参考文献[23]，已更新到2022年。

2 研究方法

2.1 重心分析模型

1）重心计算。假设某研究区域由 n 个次一级区域 j 构成，则重心计算公式[11]为：

$$\begin{cases} X=\sum_{j=1}^{n} G_j x_j / \sum_{j=1}^{n} G_j \\ Y=\sum_{j=1}^{n} G_j y_j / \sum_{j=1}^{n} G_j \end{cases} \tag{1}$$

式中，(x_j, y_j) 为次一级区域中心城市 j 的经纬度坐标；G_j 为次一级区域各因子的数值。

2）重心空间移动距离表示某研究因子第 $m+1$ 年的重心坐标较第 m 年重心坐标的移动距离，R 取111.11 km，计算公式[10]为：

$$D=\mathrm{R}\times\sqrt{(y_{m+1}-y_m)^2+(x_{m+1}-x_m)^2} \tag{2}$$

3）空间重叠性通过两个因子的空间距离来度量，距离越近、空间重叠性越高，耦合性越高[10,24]。

2.2 耦合协调度

2.2.1 耦合协调评价指标体系

城市是人口、经济等不同系统有机结合形成的综合体。本文借鉴相关学者的研究[25-28]，建立人口—经济—夜间灯光综合评价指标体系，分析城市系统耦合发展水平与协调程度。人口指标包括城市年末常住人口（万人，权重0.174）、人口密度（人/km²，权重0.127）、城镇化率（%，权重0.233）、二三产业从业人员比重（%，权重0.309）和失业率（%，权重0.156）。经济指标包括人均GDP（万元，权重0.306）、三大产业增加值占地区GDP比重（%，权重0.128、0.079、0.147）、规模以上工业企业个数（个，权重0.191）和对外开放程度（%，权重0.149）。夜间灯光指标包括灯光总值（nW/cm²/sr，权重0.361）、灯光平均值（nW/cm²/sr，权重0.388）和灯光标准差

（nW/cm²/sr，权重0.251）。参照徐春光[29]的研究，将时间序列引入熵权法，测算不同系统中各指标权重。根据正向与负向指标分别对数据进行标准化处理，为避免部分指标值为0无法计算ln，对指标进行平移处理[30]。

2.2.2　耦合协调度模型

耦合度函数最早来源于物理学上的容量耦合系数模型，表示两个及两个以上系统之间的相互影响程度，丛晓男[31]提出了耦合度模型的一般表达形式，即

$$C=3\times\sqrt[3]{Z_{1\theta i}\times Z_{2\theta i}\times Z_{3\theta i}}/\left(Z_{1\theta i}+Z_{2\theta i}+Z_{3\theta i}\right) \quad (3)$$

式中，C 的取值范围为[0,1]，值越大，耦合作用越紧密；$Z_{\theta i}$ 为各城市不同系统的综合值。

引入耦合协调度模型，衡量系统之间耦合协调水平的高低，计算公式为：

$$D=\sqrt{C\times T} \quad (4)$$

式中，T 为综合评价指数，$T=\alpha Z_{1\theta i}+\beta Z_{2\theta i}+\eta Z_{3\theta i}$，$\alpha=\beta=\eta=\frac{1}{3}$；$D$ 值越大，表示系统间在较高水平上相互促进，反之亦然。

根据王淑佳等[32]的研究，本文将耦合协调度划为3个阶段，即失调阶段（极度失调0.000~0.099、严重失调0.100~0.199、中度失调0.200~0.299、轻度失调0.300~0.399）、过渡阶段（濒临失调0.400~0.499、勉强协调0.500~0.599）、协调阶段（初级协调0.600~0.699、中级协调0.700~0.799、良好协调0.800~0.899、优质协调0.900~1.000）。

3　研究结果与分析

3.1　重心空间位置演变

1）人口—经济—夜间灯光重心的时空演变。以五大城市群各地级市为基本统计单元，以年末常住人口数、地区生产总值、夜间灯光总值为研究因子，利用重心计算公式计算得到人口、经济、夜间灯光重心空间位置、迁移距离与方向（表1）。经济重心的位置变动较大，向区域内核心城市或新兴城市靠近：京津冀地区经济重心向北京、天津靠近；长三角地区重心西移向合肥靠近；珠三角地区重心持续东移，向深圳靠近；长江中游地区经济主要受武汉、长沙、南昌等一级城市的共同影响，空间变动不具有长期趋势；成渝地区重心向重庆靠近，表明重庆经济发展较快。人口重心的空间移动幅度较小，移动方向基本不变：京津冀地区人口重心北移，靠近首都片区，表明首都的人口吸引力较大；长三角、珠三角与长江中游地区重心向东、南移动，靠近核心城市或新兴城市；成渝地区重心向西移动。京津冀、长江中游、长三角和成渝地区的夜光重心移动速度较快；珠三角地区的重心移动速度和距离较小。夜间灯光移动反映了人类活动、基础设施建设和城镇化进程。

表1　五大城市群人口—经济—夜间灯光重心所在地与移动状况

城市群	年份	人口重心			经济重心			夜间灯光重心		
		城市	移动距离/km	方向	城市	移动距离/km	方向	城市	移动距离/km	方向
京津冀	2000	保定市			廊坊市			廊坊市		
	2010	保定市	7.74	东北	廊坊市	12.83	东北	廊坊市	27.75	西南
	2020	保定市	1.55	东北	廊坊市	11.41	北	廊坊市	4.15	西南
长三角	2000	无锡市			苏州市			苏州市		
	2010	苏州市	9.80	东南	苏州市	14.35	西南	苏州市	5.53	西南
	2020	苏州市	6.38	西南	苏州市	13.69	西北	苏州市	10.74	西南
珠三角	2000	广州市			广州市			广州市		
	2010	广州市	4.03	东南	东莞市	7.27	东南	广州市	2.39	西北
	2020	东莞市	5.95	东南	东莞市	6.45	东南	广州市	1.42	西北
长江中游	2000	咸宁市			岳阳市			咸宁市		
	2010	咸宁市	8.02	东南	咸宁市	21.33	东南	咸宁市	21.71	东南
	2020	咸宁市	3.57	东南	咸宁市	5.87	北	咸宁市	3.61	东南
成渝	2000	重庆市			重庆市			遂宁市		
	2010	重庆市	6.37	西北	重庆市	6.57	东南	遂宁市	5.73	东北
	2020	重庆市	5.19	西北	重庆市	3.12	东北	遂宁市	19.31	东南

城市群三大产业重心研究显示，京津冀、长三角、珠三角地区经济重心与第一产业空间距离较远，与第二、三产业较近，移动趋势基本一致，说明其经济发展受第二、三产业的影响较大；长江中游、成渝地区的三大产业重心与经济重心空间距离较近，表明其经济发展仍受三大产业共同影响；长江中游地区第

一产业呈远离经济重心的趋势，第二、三产业将成为经济发展的重点。经济重心、三大产业重心的移动印证了我国工业化发展规律：我国工业化水平总体呈现东部—中部—西部的梯度变化，东部长三角、南部珠三角城市群工业化起步早，已进入后工业化时期，第三产业发展迅速；中、西部城市群发展较晚，处于工业化中期，第二、三产业仍有很大的发展空间。珠三角先行一步的经济政策优势，内部均衡化，夜间灯光已达到较高的饱和阶段，重心移动幅度较小，该结论与刘开迪等[8]的研究结论基本一致，说明城市群现象与全国相似。

2）人口—经济—夜间灯光重心的耦合度。本文将三大重心两两分析，得到人口—经济—夜间灯光重心的空间重叠性（图1）。除京津冀地区外，各城市群2020年三大重心空间距离均约为20 km，耦合度较高。京津冀、珠三角地区经济重心与人口重心、夜间灯光重心在空间上的错位逐渐拉大，耦合度较低，表现出经济发展与人口、夜间灯光分布的不协调。笔者认为这与大量北漂人口的集聚有一定关系，且房价等造成职住分离，人口集聚并不能产生更多的经济效益；但人口重心与夜间灯光重心的耦合度不断提高。长三角地区三大重心的耦合度不断提高，说明该区域产、城建设同步，职住同步；成渝地区起步较晚，但重心距离不断减小且速度较快，人口重心与经济重心趋于一致，区域差距减小。长江中游地区变动不稳定，由于群内有多个核，但整体上耦合度在提高。在城市群内部，夜间灯光重心与人口重心的空间距离更近，耦合度更高，证明夜间灯光更能反映人口的分布情况，印证了肖丹丹[33]的夜间灯光数据对区域人口的积极反映程度稍高于GDP的结论。

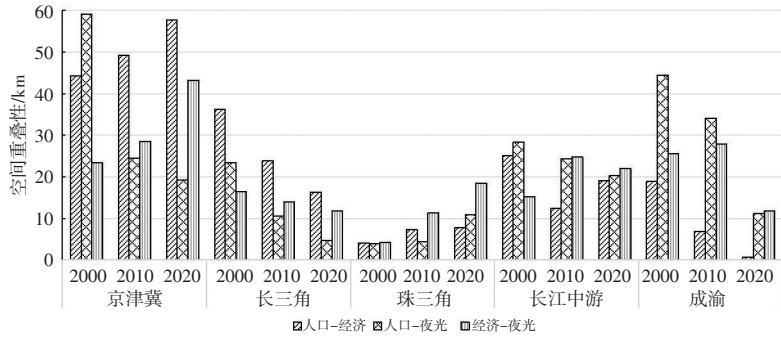


图1 五大城市群人口–经济–夜间灯光重心空间重叠性

3.2 人口—经济—夜间灯光的耦合协调度分析

本文根据模型计算得到我国五大城市群2000年、2010年、2020年人口—经济—夜间灯光的耦合协调度（表2、图2），可以看出，五大城市群及其内部各城市的耦合协调发展特征为：①2000—2020年城市群内各城市的耦合协调水平显著提升，表明城市经济快速发展、人口迅速聚集、城市化速度快，夜间灯光能很好地体现经济与人口的发展，系统结构与综合水平较高；②城市群内部核心城市的耦合协调水平高于其他城市；③东部和南部沿海城市群的耦合协调水平较高，中部和西部城市群较低，城市群间核心城市的耦合协调水平也存在差异，表现为北京、上海、南京、深圳等城市达到优质协调，而重庆、成都、武汉等城市则为良好协调。结合图2具体分析各城市群及其包含城市的耦合协调阶段。

1）京津冀城市群。京津冀城市群多数城市从过渡阶段转为初级、中级协调，北京、天津由中级协调转为优质协调，唐山、廊坊距京津较近，发展速度较快，由过渡阶段转为良好协调。京津冀中部、南部发展较好，但仍处于低耦合协调阶段。中等城市较少、低等级城市较多是目前京津冀存在的主要问题，核心城市应发挥辐射作用，带动区域协同发展。目前，京津冀城市群逐渐形成以北京、天津为核心，以北京—唐山—秦皇岛、北京—保定—石家庄为轴的发展格局。

2）长三角城市群。长三角城市群整体发展水平较高，现阶段大多数城市处于中级协调和良好协调，上海作为核心城市，于2010年率先达到优质协调；南京、无锡、苏州则于2020年进入优质协调阶段；杭州、宁波、嘉兴等城市紧跟其后，区域发展阶段明显。总体来看，长三角整体发展呈V字形，形成以上海为核心，南京、杭州为两翼的发展格局，西部城市协调发展水平较低。南京作为衔接内地的关键枢纽城市，应辐射带动合肥、马鞍山等周边城市发展。

3）长江中游城市群。长江中游城市群耦合协调水平较低，武汉、长沙分别处于良好和中级协调阶段。区域起步较晚，工业基础和经济水平与长三角地

表2　五大城市群内各城的耦合协调度

城市	2000	等级	2010	等级	2020	等级	城市	2000	等级	2010	等级	2020	等级	城市	2000	等级	2010	等级	2020	等级
北京市	0.79	中协	0.86	良协	0.92	优协	芜湖市	0.58	勉协	0.66	初协	0.74	中协	武汉市	0.66	初协	0.72	中协	0.83	良协
天津市	0.76	中协	0.84	良协	0.91	优协	马鞍山市	0.59	勉协	0.65	初协	0.71	中协	黄石市	0.58	勉协	0.61	初协	0.59	勉协
保定市	0.58	勉协	0.65	初协	0.75	中协	铜陵市	0.60	初协	0.62	初协	0.55	勉协	鄂州市	0.58	勉协	0.59	勉协	0.67	初协
唐山市	0.59	勉协	0.71	中协	0.80	良协	安庆市	0.51	勉协	0.58	勉协	0.65	初协	黄冈市	0.49	濒失	0.55	勉协	0.63	初协
廊坊市	0.62	初协	0.68	初协	0.80	良协	滁州市	0.48	濒失	0.57	勉协	0.70	中协	孝感市	0.51	勉协	0.58	勉协	0.63	初协
石家庄市	0.62	初协	0.67	初协	0.78	中协	池州市	0.46	濒失	0.58	勉协	0.63	初协	咸宁市	0.51	勉协	0.57	勉协	0.62	初协
秦皇岛市	0.55	勉协	0.56	勉协	0.63	初协	宣城市	0.52	勉协	0.60	初协	0.67	初协	仙桃市	0.52	勉协	0.56	勉协	0.52	勉协
张家口市	0.53	勉协	0.59	勉协	0.68	初协	广州市	0.76	中协	0.84	良协	0.91	优协	潜江市	0.52	勉协	0.56	勉协	0.45	濒失
承德市	0.48	濒失	0.57	勉协	0.65	初协	佛山市	0.75	中协	0.85	良协	0.89	良协	天门市	0.45	濒失	0.51	勉协	0.49	濒失
沧州市	0.52	勉协	0.65	初协	0.75	中协	肇庆市	0.57	勉协	0.62	初协	0.67	初协	襄阳市	0.52	勉协	0.59	勉协	0.66	初协
衡水市	0.51	勉协	0.56	勉协	0.66	初协	深圳市	0.83	良协	0.90	优协	0.98	优协	宜昌市	0.55	勉协	0.61	初协	0.68	初协
邢台市	0.52	勉协	0.60	初协	0.71	中协	东莞市	0.85	良协	0.90	优协	0.95	优协	荆州市	0.50	勉协	0.54	勉协	0.62	初协
邯郸市	0.56	勉协	0.64	初协	0.74	中协	惠州市	0.67	初协	0.71	中协	0.80	良协	荆门市	0.52	勉协	0.56	勉协	0.62	初协
上海市	0.82	良协	0.93	优协	0.98	优协	珠海市	0.70	初协	0.77	中协	0.87	良协	长沙市	0.60	初协	0.68	初协	0.75	中协
南京市	0.67	初协	0.77	中协	0.90	优协	中山市	0.76	中协	0.84	良协	0.88	良协	株洲市	0.55	勉协	0.61	初协	0.63	初协
无锡市	0.70	中协	0.83	良协	0.91	优协	江门市	0.65	初协	0.69	初协	0.75	中协	湘潭市	0.55	勉协	0.57	勉协	0.47	濒失
常州市	0.65	初协	0.75	中协	0.86	良协	成都市	0.65	初协	0.75	中协	0.83	良协	岳阳市	0.51	勉协	0.60	初协	0.67	初协
苏州市	0.73	中协	0.90	优协	0.97	优协	自贡市	0.48	濒失	0.56	勉协	0.54	勉协	益阳市	0.50	勉协	0.55	勉协	0.62	初协
南通市	0.63	初协	0.75	中协	0.86	良协	泸州市	0.48	濒失	0.56	勉协	0.62	初协	常德市	0.47	濒失	0.57	勉协	0.64	初协
盐城市	0.56	勉协	0.69	初协	0.77	中协	德阳市	0.52	勉协	0.56	勉协	0.61	初协	衡阳市	0.48	濒失	0.58	勉协	0.64	初协
扬州市	0.63	初协	0.71	中协	0.79	中协	绵阳市	0.48	濒失	0.56	勉协	0.64	初协	娄底市	0.48	濒失	0.57	勉协	0.60	初协
镇江市	0.66	初协	0.73	中协	0.84	良协	遂宁市	0.39	轻失	0.52	勉协	0.55	勉协	南昌市	0.59	勉协	0.62	初协	0.68	初协
泰州市	0.61	初协	0.71	中协	0.82	良协	内江市	0.49	濒失	0.55	勉协	0.55	勉协	九江市	0.54	勉协	0.64	初协	0.68	初协
杭州市	0.66	初协	0.77	中协	0.85	良协	乐山市	0.50	勉协	0.57	勉协	0.62	初协	景德镇市	0.57	勉协	0.59	勉协	0.30	轻失
宁波市	0.68	初协	0.80	良协	0.89	良协	南充市	0.39	轻失	0.52	勉协	0.60	初协	鹰潭市	0.51	勉协	0.59	勉协	0.56	勉协
嘉兴市	0.65	初协	0.76	中协	0.88	良协	眉山市	0.21	中失	0.53	勉协	0.60	初协	新余市	0.54	勉协	0.59	勉协	0.53	勉协
湖州市	0.61	初协	0.69	初协	0.80	良协	宜宾市	0.47	濒失	0.55	勉协	0.62	初协	宜春市	0.46	濒失	0.58	勉协	0.67	初协
绍兴市	0.63	初协	0.71	中协	0.80	良协	广安市	0.42	濒失	0.52	勉协	0.56	勉协	萍乡市	0.56	勉协	0.62	初协	0.59	勉协
金华市	0.62	初协	0.70	中协	0.79	中协	达州市	0.18	严失	0.52	勉协	0.61	初协	上饶市	0.47	濒失	0.61	初协	0.67	初协
舟山市	0.56	勉协	0.66	初协	0.81	良协	雅安市	0.45	濒失	0.52	勉协	0.60	初协	抚州市	0.44	濒失	0.55	勉协	0.63	初协
台州市	0.63	初协	0.70	中协	0.78	中协	资阳市	0.14	严失	0.50	勉协	0.53	勉协	吉安市	0.42	濒失	0.59	勉协	0.65	初协
合肥市	0.58	勉协	0.67	初协	0.78	中协	重庆市	0.64	初协	0.76	中协	0.86	良协							

注：优协为优质协调、良协为良好协调、中协为中级协调、初协为初级协调、勉协为勉强协调、濒失为濒临失调、轻失为轻度失调、中失为中度失调、严失为严重失调、极失为极度失调。

区有较大差距，存在一定的人才外流困局。武汉、长沙作为核心城市，引领地区经济发展，南昌与之相比仍有差距。区域缺乏向心力，城市间未形成合力与影响力。虽然各城市间有合作协议和规划，但在实际操作中仍存在一些壁垒和竞争，如何加强城市间合作，实现资源共享和优势互补，是长江中游城市群面临的一个重要问题。

4）珠三角城市群。珠三角城市群耦合协调发展水平最高，广州、深圳、东莞处于优质协调阶段，深圳保持绝对优势。珠三角城市发展大致划分3个梯队，广州、深圳、东莞为第一梯队；佛山、中山、珠海、惠州为第二梯队；肇庆、江门为第三梯队，形成以广深莞为轴心，惠州、佛山为两翼的中高水平协调发展格局，但江门、肇庆的发展水平较低，区域存在系统非均衡发展现象。

5）成渝城市群。与长江中游城市群相似，成渝城市群整体耦合协调程度不高，成都、重庆处于较高水平，达到良好协调；泸州、德阳、雅安、眉山、达州等初级协调城市位于成都与重庆的周围地区；自贡、遂宁、内江、资阳等过渡阶段城市位于区域内部，与核心城市距离较远，受到的辐射带动作用较弱。总体上看，成都、重庆为区域核心，对周围地区

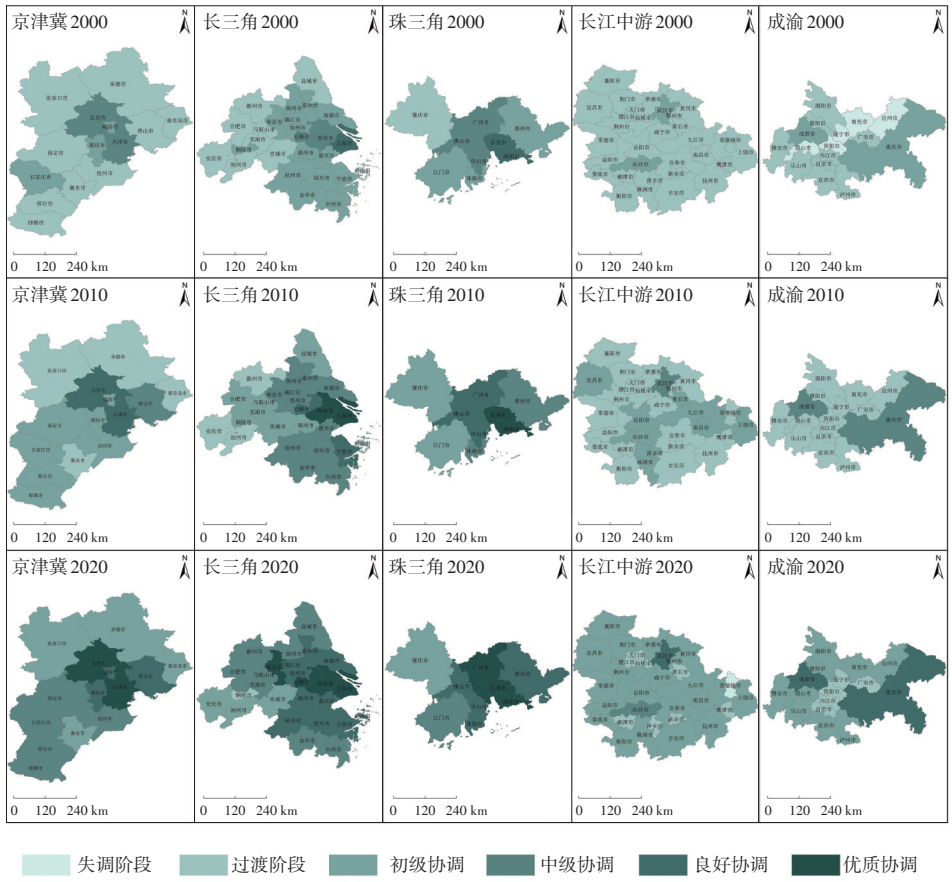


图2 五大城市群人口—经济—夜间灯光耦合协调阶段

审图号：GS(2024)2498

的发展有很大影响，双城模式明显。成渝城市群未完成产业结构高度化，第三产业发展不足，阻碍了区域经济水平的提高。

城市群耦合协调水平存在较大差异的原因在于：①由于城市群涉及多个省级行政区，城市群内部的协调水平存在差距，个别核心城市一城独大，极化现象明显[34-35]，导致其他城市处于较低的经济发展水平、人才外流、灯光连贯性差，加剧了整个城市群的不平衡现状；②城市群起步时间不同，群内各城市产业结构、人口状况、基础条件等存在差距，中西部地区起步较晚，人口水平、基础设施、发展环境不如珠三角、长三角等地区，城市协调水平相对落后；③人口数据覆盖全区域，包含生活在夜间灯光微弱区域的人口[36]，也会导致夜间灯光数据与人口的耦合协调水平降低，中西部地区以山地丘陵为主，地形可能也会对夜间灯光亮度产生一定的影响，造成耦合结果偏差；④土地开发与实际经济效益不对等，个别产业园区发展混乱，主导产业不突出、同质化现象、产业链不完整[37]，导致产业园区占用城市资源与空间、工人夜班，却没有产生与之相配的经济效益，协调发展水平低。

4 结 论

本文采用重心分析模型研究了我国五大城市群2000年、2010年、2020年人口重心、经济重心、夜间灯光重心的时空演变情况和耦合度，构建了城市群人口—经济—夜间灯光综合评价指标体系，并通过耦合协调度模型得到五大城市群及其所辖城市的人口—经济—夜间灯光耦合协调度。

1）城市群内经济重心与人口重心向核心城市靠近，经济重心变动大，人口重心变动小且方向稳定。京津冀和长江中游城市群的夜间灯光重心移动速度先快后慢，长三角和成渝城市群则先慢后快，珠三角基本稳定。

2）2020年除京津冀城市群外，其他城市群三大重心耦合度较高；京津冀、珠三角城市群三大重心逐渐分离，长三角、成渝城市群则逐渐聚合，长江中游城市群有所波动。各城市群的夜间灯光重心与人口重心耦合度更高。

3）城市群人口—经济—夜间灯光的耦合协调度不断提升，核心城市的耦合协调水平更高。城市群内

与城市群间存在梯度差异，总体耦合协调水平呈现东部—中部—西部的梯度特征，东部城市群最高。

本文从多个层面分析了我国不同城市群重心发展状况与系统协调水平，取得了一定成果。后续研究将增加城市群范围与时间的连贯性，更加全面地研究我国城市群的发展特征；对影响重心移动与耦合协调水平的因素进行深入分析；对夜间灯光进行更加全面的考虑。

参考文献

[1] 孙久文,胡俊彦. 迈向现代化的中国区域协调发展战略探索[J]. 改革,2022(9):1-10

[2] 肖周燕. 中国人口与经济分布一致性的空间效应研究[J]. 人口研究,2013,37(5):42-52

[3] 严思齐,吴群. 土地城镇化与人口城镇化的非协调性和互动关系[J]. 中国人口·资源与环境,2016,26(11):28-36

[4] 樊杰,陶岸君,吕晨. 中国经济与人口重心的耦合态势及其对区域发展的影响[J]. 地理科学进展,2010,29(1): 87-95

[5] 钟业喜,陆玉麒. 鄱阳湖生态经济区人口与经济空间耦合研究[J]. 经济地理,2011,31(2):195-200

[6] Mellander C, Lobo J, Stolarick K, et al. Night-time Light Data: A Good Proxy Measure for Economic Activity?[J]. PloS One,2015,10(10):139 779

[7] Quah D. The Global Economy's Shifting Centre of Gravity[J]. Global Policy,2011,2(1):3-9

[8] 刘开迪,杨多贵,周志田. 中国经济与人口重心的时空演变及产业分解研究[J]. 工业技术经济,2019,38(6):79-88

[9] 梁文琼,王春晓,刘璐. 基于ArcGIS的人口重心和经济重心时空变化分析[J]. 地理空间信息,2022,20(2):67-70

[10] 刘美娟,王蓓,仲俊涛. 近30年来青海省人口—经济—粮食区域差异与空间格局[J]. 西北人口,2021,42(6):113-124

[11] 图尔荪阿依·如孜,阿里木江·卡斯木,高鹏文,等. 基于DMSP/OLS和NPP/VIIRS数据天山的北坡城市群城市扩展研究[J]. 地理空间信息,2022,20(4):20-25

[12] 赵川. 城市群的产业—人口—空间耦合协调发展研究:以成渝城市群为例[J]. 经济体制改革,2019(5):51-59

[13] 洪开荣,浣晓旭,孙倩. 中部地区资源—环境—经济—社会协调发展的定量评价与比较分析[J]. 经济地理,2013,33(12):16-23

[14] 张雪清,黄淇,陈甲全,等. 重庆市货运物流与交通运输耦合协调度研究[J]. 地理空间信息,2023,21(7):101-104

[15] 赵卓文,吴勤书,张时智. 江苏省城镇化质量与规模协调性空间格局[J]. 地理空间信息,2021,19(2):116-120

[16] 仇什. 统一市场建设、产业转型升级与城市高质量发展:基于京津冀协同发展视角的实证研究[J]. 云南财经大学学报,2022,38(12):16-32

[17] 肖金成,洪晗. 城市群人口空间分布与城镇化演变态势及发展趋势预测[J]. 经济纵横,2021(1):19-30

[18] 王雪莹,叶堂林,李璐. 高技术制造业与生产性服务业耦合协调及影响因素:来自三大城市群的实证研究[J]. 首都经济贸易大学学报,2021,23(6):26-42

[19] 王少剑,崔子恬,林靖杰,等. 珠三角地区城镇化与生态韧性的耦合协调研究[J]. 地理学报,2021,76(4):973-991

[20] 刘锦,田银生. 粤港澳大湾区背景下的珠三角城市群产业—人口—空间交互影响机理[J]. 地理科学进展,2018,37(12):1 653-1 662

[21] 赵敏,狄东睿,黄光伟,等. 乌江流域经济与人口空间格局演变及耦合特征[J]. 水土保持研究,2022,29(6):298-310

[22] 童玉芬,杨艳飞,和明杰. 中国主要城市群的人口分布格局特征、问题及政策思考[J]. 人口学刊,2022,44(4):1-13

[23] Wu Y Z, Shi K F, Chen Z Q, et al. Developing Improved Time-series DMSP-OLS-like Data (1992-2019) in China by Integrating DMSP-OLS and SNPP-VIIRS[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,2021,60: 1-14

[24] 仲俊涛,米文宝,侯景伟,等. 改革开放以来宁夏区域差异与空间格局研究:基于人口、经济和粮食重心的演变特征及耦合关系[J]. 经济地理,2014,34(5):14-20

[25] 官冬杰,谭静,张梦婕,等. 重庆市人口与经济发展空间耦合分布研究[J]. 人文地理,2017,32(2):122-128

[26] 喻小铜. 四川省人口—经济的重心演变及耦合协调研究[D]. 黄石:湖北师范大学,2023

[27] 白冲,常存,董晔. 乌鲁木齐都市圈产业—人口—空间耦合协调发展研究[J]. 新疆师范大学学报(自然科学版),2023,42(3):26-33

[28] 朱江丽,李子联. 长三角城市群产业—人口—空间耦合协调发展研究[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(2):75-82

[29] 徐春光. 基于新发展格局的中国数字经济产业协同发展水平测度[J]. 统计与决策,2023,39(18):5-10

[30] 陈刚,刘景林,尹涛. 城市群产业、人口、空间耦合协调发展研究:以珠三角城市群为例[J]. 西北人口,2020,41(2):114-126

[31] 丛晓男. 耦合度模型的形式、性质及在地理学中的若干误用[J]. 经济地理,2019,39(4):18-25

[32] 王淑佳,孔伟,任亮,等. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. 自然资源学报,2021,36(3):793-810

[33] 肖丹丹. 基于夜间灯光数据的三大城市群不平衡发展特征分析[J]. 中国市场,2023(29):29-32

[34] 杨凤华,侯依然. 长江三角洲城市群协调治理能力提升研究[J]. 重庆社会科学,2020(8):18-29

[35] 王成新,崔学刚,王雪芹. 新型城镇化背景下中国"城市群病"现象探析[J]. 城市发展研究,2014,21(10):12-17

[36] 张欣然,李雨佳,孙艺,等. 多源数据人口分布模拟方法研究设想[J]. 防灾减灾学报,2023,39(2):76-80

[37] 宋丁. 产业园区的发展能否突破这九大困局？[J]. 特区经济,2023(6):25-26