引文格式：贾琦,刘毅洁,尹泽凯,等. 基于两维图论聚类的中原城市群“三生”功能评估 [J]. 地理空间信息, 2024, 22(4): 1–4. doi:10. 3969/j. issn. 1672–4623.2024.04.001

基于两维图论聚类的中原城市群“三生”功能评估

贾　琦[1]，刘毅洁[1]，尹泽凯[2*]，张超玉[1]，燕宏宇[1]
（1. 郑州轻工业大学 艺术设计学院，河南 郑州 450002；2. 山东建筑大学 艺术学院，山东 济南 250101）

摘　要：基于“三生”功能的现状并对其多功能性合理分区，对于促进城市群国土空间高质量发展具有重要意义。以中原城市群为例，通过建立“三生”功能评价体系，探讨“三生”功能演化过程，运用两维图论聚类对国土空间进行分区优化。结果表明：生产、生活功能高值位于郑州–洛阳和郑州–许昌等城市连片区并不断持续扩张，生态功能高值多集中在豫西山区；“三生”功能具有明显集聚特征，1980—2020 年，中东部生产功能持续降低且呈破碎化趋势，生活功能不断聚集在各地市建成区周边并持续胁迫生态功能区域；根据两维图论聚类方法划分为 5 个功能区，并针对不同分区特征提出相应管控策略。

关键词：“三生”功能；分区优化；两维图论；中原城市群
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672–4623（2024）04–0001–04

Production–living–ecological Functional Evaluation of Central Henan Urban Agglomeration Based on Two–dimensional Graph Theory Clustering

JIA Qi[1], LIU Yijie[1], YIN Zekai[2], ZHANG Chaoyu[1], YAN Hongyu[1]
(1. School of Art and Design, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China;
2. School of Art, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

Abstract: Based on the present situation of production-living-ecological function and rationally dividing it, its versatility is of great significance for promoting the high-quality development of urban agglomeration land space. Taking the Central Henan urban agglomeration for example, we discussed the evolution process of urban agglomeration production-living-ecological function by establishing the production-living-ecological function evaluation system and optimizing the territorial space based on two-dimensional graph theory clustering. The results show that ①the high value of production and living functions is located in the contiguous areas of Zhengzhou-Luoyang, Zhengzhou-Xuchang and other cities and continues to expand, while the high value of ecological function is mainly concentrated in the mountains of western Henan. ②The production-living-ecological function has obvious gathering characteristics. From 1980 to 2020, the production function in the mid-east area continued to decline and showed a trend of fragmentation, and the living function continued to gather around the urban built-up areas and continued to stress the ecological function areas. ③According to the two-dimensional graph theory clustering method, it is divided into five functional zones. According to the characteristics of different zones, Corresponding management and control strategies are proposed.

Key words: production-living-ecological function, zoning optimization, two-dimensional graph theory, Central Henan urban agglomeration

土地功能分区是依据地域差异特征，根据多种客观实体要素及其利用方式，将特定地区的土地划分成不同区域的过程。针对人类的不同需求，客观存在与之对应的不同的土地利用功能，即土地利用表现出多功能性[1–2]。基于“三生”功能的土地利用已成为当前我国土资源管理的重点[3–5]，减少土地利用的冲突及生产、生活、生态功能之间的矛盾，进而合理配置土地资源将直接影响生态可持续发展。

中原城市群作为我国中部典型的城市群之一，随着社会经济发展，城市化进程加快，土地格局发生了较大变化[6–8]。本研究在 1980—2020 年 5 期土地利用遥感解译数据基础上，对中原城市群“生活–生产–生态”土地利用多功能性评价。通过功能现状分析，运用两维图论聚类对土地利用功能进行划分，为制定相关国土空间规划等政策提供参考。

1　研究区域与数据方法

1.1　研究区概况

中原城市群涵盖了河南、山西、山东、安徽和河北 5 个省份，按照范围由内至外分为郑州大都市区、

收稿日期：2022–11–10。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（52008380）；河南省自然科学基金资助项目（202300410499）。
第一作者简介：贾琦（1985—），博士，副教授，研究方向为城乡规划与设计，E–mail：jiaqitju@sina.com。
通信作者：尹泽凯（1981—），博士，讲师，研究方向为景观生态设计，E–mail：43110499@qq.com。

核心发展区内14个城市（山西晋城、安徽亳州和河南郑州、洛阳和许昌）和外围示范区。本文研究区域为核心发展区，该区域总面积为10.14万km^2，西部以太行山、伏牛山、嵩山等山区为主，中东部多为黄淮海冲积平原。作为我国中部地区社会经济活动高度密集的典型城市群，21世纪以来，城乡建设用地需求不断增加，经济发展与生态保护矛盾日渐加剧。

1.2　数据来源及处理

本文选取1980—2020年5期土地利用遥感解译数据反映中原城市群土地利用变化情况，资料来自中国科学院资源与环境科学数据中心，分辨率为30 m，按二级分类系统划分，一级为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地共6类：二级按土地资源的自然属性划分为25个类。遥感精度达到88.95%。

1.3　研究方法

本研究依据刘继来[9]等学者制定的“三生空间”土地利用分类体系及评分体系，结合中原城市群土地利用现状制定符合实际的“三生”功能评价体系。分别将生产功能（主导、重要、次要和无生产功能），从高到底赋值为5~0，“三生”土地利用功能评价见表1。根据功能整合原则分别对“三生”指标进行分配。最后，利用ArcGIS10.8软件划分为3 000 m×3 000 m渔网，提取“三生”土地利用功能在网格中的分布情况，并分析区域内“三生”功能时空演变规律。

表1　基于土地利用类型的“三生”功能评价体系

一级地类		二级地类		生产	生活	生态
编号	名称	编号	名称			
1	耕地	11	水田	4	0	4
		12	旱地	3	0	3
2	林地	21	有林地	3	0	5
		22	灌木林	2	0	4
		23	疏林地	1	0	3
		24	其他林地	1	0	3
3	草地	31	高覆盖度草地	3	0	5
		32	中覆盖度草地	2	0	4
		33	低覆盖度草地	1	0	3
4	水域	41	河渠	2	0	5
		42	湖泊	2	0	5
		43	水库坑塘	3	0	3
		46	滩地	0	0	3
5	工矿、城乡居民用地	51	城镇用地	5	5	0
		52	农村居民点	4	3	0
		53	建设用地	5	0	0
6	未利用地	61	沙地	0	0	1
		64	沼泽地	0	0	4
		65	裸土地	0	0	1
		66	裸岩石质地	0	0	1

借鉴聚类理论，对“三生”土地利用功能指标进行全面分析，从而可以有效解决土地利用多功能区划的归属问题。参照图论空间表示，采用两维图论聚类法对其进行划分，优势在于构造基于地理空间关系的无向图进行聚类分析，同时考虑单元之间的相关性，适用于具有地理信息的区域划分。

2　“三生”功能时空变化特征

2.1　生产功能变化

图1显示，生产功能较强区域集中在以郑州为核心的中部及东南区域，地势较为平坦，类型主要以农田为主。1980—2020年生产空间处于减少趋势，缩减区域集中在郑州主城区外的周边城市。在研究区西北侧的济源市、焦作市、新乡市等片区地势较为平坦，近年来持续的耕地扩张促使其生产功能有所提升。

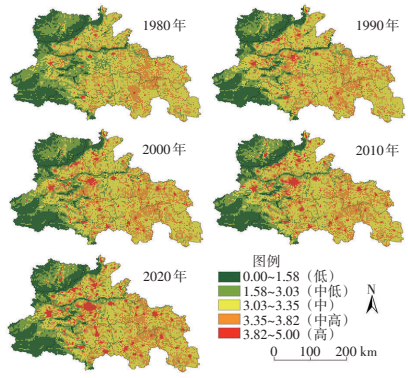


图1　1980–2020年生产功能演变图

2.2　生活功能变化

图2表明，生活功能空间集中在各地市主城区，1980年各地市分布规模较为均衡，2000年以后，以郑州为中心的生活功能快速扩张，在主城区功能不断增强的同时，逐渐向紧邻城区西北部的焦作市、新乡市蔓延形成片状区域。此外，在郑州–许昌京广线一带的新郑与长葛等县级市的生活功能开始快速增强，新乡、开封、焦作等地级市生活功能沿外围持续扩张。

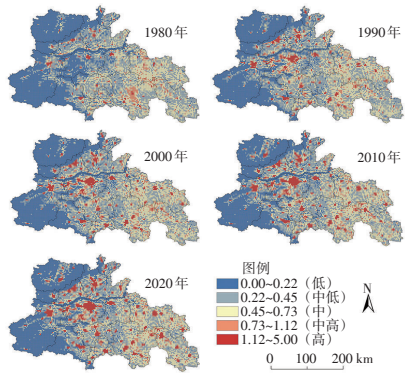


图2　1980–2020年生活功能演变图

2.3　生态功能变化

由图3生态功能演化来看，较强区域分布在豫西

山区，1980—2020年间生态功能持续下降，涉及洛阳市、平顶山市、许昌等市区，下降趋势较为明显。此外，其他片区尤其在郑州–许昌–开封–新乡形成的带状发展区域使得原本处于中等水平的生态功能快速下降。生态功能降低相较于生产和生活功能而言更为复杂，大多数地类功能甚至生态用地内部地类的转移都会改变生态功能的强弱。其中，随着城镇扩张，促使原本属于林地、草地等生态功能较强类型转移至相对较低的耕地甚至城乡居民生活用地；而位于中南部的城市快速发展区域（郑州–许昌沿线）则由于大量农田面积减少（转换为城镇建设用地）导致其生态功能减弱。

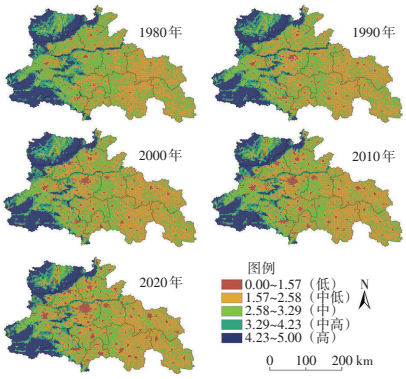


图3　1980–2020年生态功能演变图

依据“三生”综合功能指数（分别对格网内生产、生活、生态功能值赋系数0.5、0.3和0.2，然后相加得出综合功能），计算得出1980—2020年“三生”综合功能水平及其空间格局（图4）。1980年，空间差异并不显著，水平较高区域集中在郑州市及各地市，呈点状分布；进入2000年，水平较高区域开始快速呈带状扩张，在郑州市外围蔓延的同时，主要向周边平顶山市扩张为主，呈狭长型空间分布格局；进入2020年，水平较高区域持续蔓延。与此同时，新乡和焦作市等区域快速增强，处于西部山区的巩义和登封市及所辖县区综合功能也出现了一定程度的提升。综合功能较弱区域变化不大，研究时段内始终处于豫西山区。

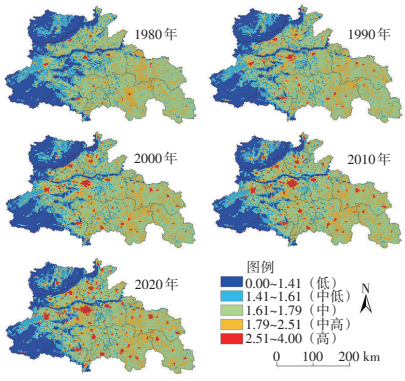


图4　1980–2020年“三生”功能综合指数演化

3　“三生”功能聚类与分区优化

3.1　“三生”功能聚类

利用GIS软件的分组分析工具进行属性–空间聚类分析，同时考虑到功能聚类结果的连续性和异质性要求，还需探讨城市群空间功能属性与聚类单元之间的位置关系。采用自然裂点分级法，按自然数值的统计法则求出特征点，以求最大化各个层次，并利用此方法对城市群内部144个县区的“三生”功能值进行等级划分，形成国土空间功能聚类图，如图5所示。从中原城市群“三生”功能空间聚类分析图中可以分析出，国土空间所得的聚类分布由于地理上的临近关系形成片状格局，同时同一类单元间的功能在很大程度上呈现相似性。因此，分析结果可作为核心区国土空间划分过程中，确定相关功能区边界、归并和调整单元时的重要参照和依据。

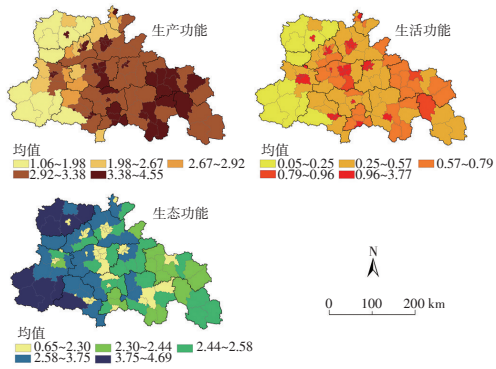


图5　“三生”功能空间聚类分布

①生产功能因子：均值处于1.06~4.55之间，平均值为2.91，高值区零散分布于核心区中东部，具体包括郑州、商丘、漯河市辖区等23个所辖县区；低值区分布于晋城、洛阳、济源、平顶山和巩义等10个所辖县区；该区域工业水平不高且生态环境好，生产服务能力较弱，其中嵩县、栾川县、新安县和沁水县等生产功能值均低于1.5。②生活功能因子：均值处于0.05~3.77之间，平均值为0.58。高值区零星分布于中北部、东南部和东部，包括郑州、开封、漯河、商丘及新乡县等19个市县，与生产功能高值区一致；低值区分布于豫西山区及西北部地区，共包括11个县域。其中，以沁水市、阳城县、洛宁县和嵩县最为典型山地丘陵区；生活功能值均低于0.19，居住条件不佳。③生态功能因子：均值处于0.66~4.69之间，平均值为2.56。高值区分布于豫西山区，分布范围较广，包括栾川县、卢氏县、西峡县等10个县域，森林覆盖率高；低值区多为地市主城区，易受城市建设影响，生态服务功能不够完善，主要分布于郑州、许昌、新乡、

周口等共10个地市。

3.2 “三生”功能分区结果

结合中原城市群实际，依据功能聚类结果分为5个功能区，各分区空间分布见图6。

I区中高生产、中高生活、中低生态功能值特点，包括35个县区，位于郑州大都市区核心区域，为生产–生活功能高高聚集区，生态功能相对较差。未来应依托郑州国家中心城市和洛阳副中心城市地位，发挥辐射带动作用，建设成工矿生产和城镇生活功能并存的功能区。

II区中高生产、中低生活、中生态功能值特点，包括23个县区。紧邻郑州大都市区核心区域，工农业生产条件较好，为生产功能高高聚集区；生产功能突出，生态功能一般，生活功能较差。未来应在工矿生产功能引导下，进行功能发展转型。

III区中低生产、低生活、中高生态功能值特点，包括17个县区。位于豫西山区，是生态功能高高聚集区；生态功能优越，生产、生态功能均较差。该区是重要的生态旅游区和绿色农业区，在城市群国土空间生态修复中占据重要位置。未来应对生态资源有效合理开发，促进国土空间的高质量发展。

IV区中生产、低生活、中低生态功能值特点，包括20个县区。位于东部黄淮海冲积平原，部分为生产功能高高聚集区，传统农业较为发达，生产功能较好，生态功能一般，生活功能较差。未来应进一步强化其农业生产功能，并促进生态功能的发展。

V区中低生产、低生活、中高生态功能值特点，包括4个县区。位于城市群最东端，为生产–生活低低聚集区，生态功能较好，但生产、生活功能均较差。V区生态功能值较高，具备绿色生态涵养功能，同时生产和生活功能在城市群中相对较弱，未来应在保持其生态功能基础上，合理提升该区生产和生活功能。

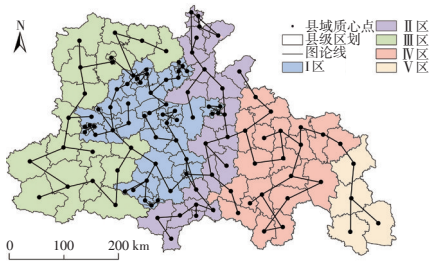


图6 “三生”功能两维图论分区结果

4 结 论

1）中原城市群“三生”功能总体属于中等偏下等级，“三生”功能综合水平最低区域在1980年占比最低，随着城镇化进程推进，功能综合水平最高区域格网数量中2020年占比最高。生产、生活功能高值位于郑州–洛阳和郑州–许昌等城市连片区并不断持续扩张，生态功能高值多集中在豫西山区。

2）研究期段内“三生”功能存在较强集聚分布格局。生产功能高值集聚区分布在登封、周口和商丘市等外围区域；低值集聚区仅在新乡市南侧减弱趋势较为显著。生活功能高值集聚区呈面状扩张，而减弱区域则集中分布在洛阳、平顶山、济源市等周边所辖县区；生态功能高值区多集中在豫西山区。

3）根据中原城市群“三生”功能聚类特征，结合两维图论方法划分为5个功能区：郑州大都市区生产生活核心发展区（I）、中部工农生产功能主导区（II）、豫西山地生态功能屏障区（III）、东部农业生产功能主导区（IV）和豫皖生产生活功能提升区（V），并分别针对不同类型区的区域特点制定了差异化的优化策略。

参考文献

[1] 刘愿理,廖和平,李靖,等. 生态脆弱区土地利用多功能空间格局特征及影响因素分析[J]. 中国土地科学,2020,34(2):75-83

[2] 邹利林,王建英,胡学东. 中国县级“三生用地”分类体系的理论构建与实证分析[J]. 中国土地科学,2018,32(4):59-66

[3] 李娟,李振林. 基于GIS空间分析的县域国土空间开发适宜性评价[J]. 地理空间信息,2021,19(9):57-60

[4] 焦庚英,杨效忠,黄志强,等. 县域“三生空间”格局与功能演变特征及可能影响因素分析:以江西婺源县为例[J]. 自然资源学报,2021,36(5):1 252-1 267

[5] 冀正欣,刘超,许月卿,等. 基于土地利用功能测度的“三生”空间识别与优化调控[J]. 农业工程学报,2020,36(18):222-231

[6] 张诗嘉,刘晓英,杜书云. 中原城市群城市土地利用效率时空差异及影响因素研究[J]. 长江流域资源与环境,2021,30(10):2 417-2 429

[7] 马歆,和舒敏,黄婷婷,等. 城市用地扩张的时空格局特征及驱动因素分析:以中原城市群为例[J]. 生态经济,2020,36(3):105-111

[8] 王万同,孙汀,王金霞,等. 基于多源遥感数据的区域生态系统服务价值年际动态监测:以中原城市群为例[J]. 地理科学,2019,39(4):680-687

[9] 刘继来,刘彦随,李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析[J]. 地理学报,2017,72(7):1 290-1 304