

安徽省建设用地时空结构变化及影响因素研究

李瑶¹ 李久林² 童亮¹¹

(1. 安徽建筑大学 建筑与规划学院, 安徽 合肥 230022;

2. 南京大学 建筑与城市规划学院, 江苏 南京 210093)

【摘要】: 基于信息熵模型分析 2012-2017 年安徽省及 16 个地市建设用地结构, 并借助灰色关联理论探究了影响信息熵的内外部因素。结果表明: ①研究期内, 信息熵与均衡度均略有下降, 而优势度略有上升, 建设用地结构趋向稳定; ②2017 年信息熵高值区有 6 个城市, 中熵值区有 7 个, 低熵值区有 3 个; ③安徽省建设用地信息熵与居住用地具有强关联, 与公共管理与公共服务用地、道路交通设施用地、公用设施用地关联度较低; ④社会经济发展对建设用地信息熵影响较大, 滁州与池州的受影响程度最为显著。

【关键词】: 建设用地结构 灰色关联分析 影响因素 经济驱动力 安徽省

【中图分类号】: F301 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1005-8141(2020)05-0465-06

土地不仅是推动人类社会进步的物质基础, 还是各项经济活动的空间载体, 具有不可移动和不可替代。土地利用和覆盖变化 (LUCC) 早已成为国内外学者的研究热点, 随着对其作用机制的深入研究, 区域土地利用正在成为当下学科探索的热点^[1, 2]。随着我国改革开放的不断深化, 城市化率迅速攀升, 建设用地扩张是当前及未来一段时间内我国土地利用变化的重要特征。

目前, 国内外对于建设用地结构变化研究较多^[3-7], 主要集中在三个方面: 一是土地利用的空间结构演化过程研究。路云阁等^[8]、李飞雪等^[9]学者认为, 土地利用结构演化过程可以通过一定区域内土地利用动态信息来表示; 赵文佳等以哈尔滨中心城区为研究区域, 利用十年面板数据分析了城市建设用地结构变化, 认为房地产开发投资对居住用地变化的影响最大^[10]; 徐丽华等基于遥感影像分析了杭州市近 15 年的土地利用结构的时空演变过程, 发现各类土地在数量上呈现“四增一减一平”的趋势, 空间上朝着复杂化、多样化的方向发展^[11]。二是土地利用演化的社会经济驱动机制及其经济响应效应。韩会然等对北京市 1985—2010 年的土地利用变化特征及其驱动机制从多方面进行了研究^[12]; 张宸睿等总结了长三角土地利用呈现“中心—外围”结构, 土地利用经济效益在各集聚区都具有溢出效应^[13]。此外, 诸多学者以土地投入产出率为支点, 分析了城市土地利用经济效益的空间相关性和异质性^[14, 15]。三是全球化、新型城镇化背景下基于经济社会发展的土地利用建模研究。国内外学者从土地供给绩效、开发管理制度绩效、土地整理绩效等不同视角探讨了城市建设用地的空间绩效, 构建了熵权 TOPSIS 模型^[16]、元胞自动机模型^[17]、DEA 模型^[18]、Probit 回归模型^[19]、“屠能—阿隆索”模型^[20], 对不同尺度的地域进行了实证研究。

总结国内外研究成果, 大多基于不同研究视角, 从结构、效益、效率和制度保障等层面构建评价指标体系, 综合评判城镇土地利用的本质内涵及其经济效益, 但仍需进一步深化认识。首先, 研究方法上应综合定量分析与空间可视化技术。其次, 研究尺度上全国层面和单个城市层面的成果相对较多, 基于省域层面的研究内容较少。第三, 研究内容上过于侧重对用地结构和

基金项目: 国家自然科学基金项目“‘古徽州’传统聚落空间网络特征、形成机制及对乡村规划的启示”(编号:51678001)。

作者简介: 李瑶 (1995-), 男, 安徽省潜山人, 硕士研究生, 研究方向为区域城市规划与数字城市规划技术。

通讯作者简介: 李久林 (1987-), 男, 安徽省桐城人, 博士研究生, 研究方向为区域城市规划与数字城市规划技术。

用地效率的测度，对影响土地利用的综合机理研究相对缺乏。基于此，本文采用安徽省 2012—2017 年建设用地资料与同时期的社会经济发展数据，利用信息熵模型与灰色关联理论，探究了安徽省及 16 个地级市的建设用地时空变化特征与经济驱动影响因素，研究了安徽省建设用地结构变化和经济社会发展的系统耦合关系，探讨了其时空演化规律。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

安徽地处 114°54′–119°37′E、29° 41′34″–38′N, 辖 16 个地级市，依据长江、淮河的地理分布，分为皖中、皖南、皖北三大区域，全省南北长约 570km，东西宽约 450km，国土总面积 14.01 万 km², 2017 年建设用地面积 2001.94km²(图 1)。截止 2017 年末，全省常住人口 6254.8 万人，城镇化率为 53.5%，人均地区生产总值从 2012 年的 28792 元增长至 2017 年的 43101 元。安徽省作为我国长三角地区的重要组成部分，目前正处于城市化快速发展阶段。

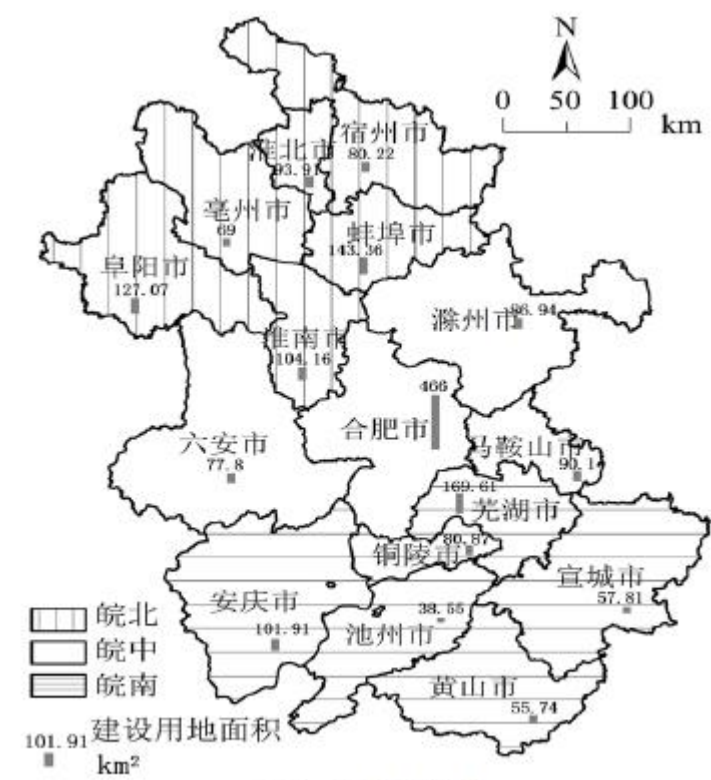


图 1 研究区范围

1.2 数据来源

安徽省及 16 个地级市建设用地资料均来源于

2012–2017 年《中国城市建设统计年鉴》，并参照年鉴分类标准将城市建设用地划分为居住用地、公共管理与公共服务用地、商业服务业设施用地、工业用地、物流仓储用地、交通设施用地、公用设施用地、绿地与广场用地等 8 大类。同时期的社会经济数据则来自于 2012–2017 年《中国城市建设统计年鉴》、2013–2018 年《安徽省统计年鉴》，以及各市统计年鉴补充。

2 研究方法

2.1 信息熵

本文使用信息熵来描述区域宏观尺度上的建设用地结构特征。计算公式为：

$$A = \sum_{i=1}^N A_i \dots\dots\dots (1)$$

$$P_i = \frac{A_i}{A} \dots\dots\dots (2)$$

$$H = - \sum_{i=1}^N P_i \ln P_i \dots\dots\dots (3)$$

式中，A 为建设用地总面积； A_i 为各类建设用地面积；N 为建设用地种类； p_i 为各类建设用地面积占建设用地总面积的百分比；H 为建设用地结构信息熵。熵值越大，表明建设用地类型越多，各类建设用地面积差值越小，用地类型越均衡。

2.2 均衡度与优势度

由于建设用地职能数存在时空差异，信息熵往往可比性不足，因此引入均衡度和优势度来评价建设用地结构。计算公式为：

$$J = H/H_m = - \sum_{i=1}^N P_i \ln P_i / \ln N \dots\dots\dots (4)$$

式中，J 为均衡度，即实际信息熵与最大信息熵值之比，处于 0—1 之间。J 值越大，表明该区域建设用地系统的均衡性越强。当 J=1 时，用地类型达到理想平衡状态。基于均衡度的概念，构建出建设用地结构的优势度公式为：

$$I = 1 - J \dots\dots\dots (5)$$

式中，I 为优势度，反映区域内一种或几种建设用地类型支配该区域建设用地类型的程度，与均衡度的意义相反。

2.3 灰色关联分析

灰色关联分析是基于灰色系统理论的一种几何分析方法，根据序列曲线几何形状的相似程度来判断其关联度，能够动态描述发展趋势。若记经数据变换的母序列（参考序列）为 $\{x_0(t)\}$ ，子序列（比较序列）为 $\{x_i(t)\}$ ，则在时刻 $t=k$ 时，定义 $\{x_0(t)\}$ 与 $\{x_i(t)\}$ 的灰色关联度系数为：

$$\xi_{0i}(K) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \dots\dots\dots (6)$$

式中, ξ 为分辨系数, 其作用在于提高关联系数之间的差异显著性。 $\xi \in (0, 1)$, 一般情况下取 0.1-0.5, 通常取 0.5, 则关联度为:

$$r_{oi} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_{oi}(k) \dots\dots\dots (7)$$

式中, r_{oi} 为子序列 i 与母序列 o 的关联度; n 为序列的长度即数据个数。为了便于量化分析, 将灰色关联度分为 3 个等级: $0 < r_{oi} \leq 0.35$ 为弱关联度, $0.35 < r_{oi} \leq 0.70$ 为中关联度, $0.70 < r_{oi} \leq 1$ 为强关联度。

3 结果及分析

3.1 建设用地结构时序变化特征

对安徽省及 16 个地级市 2012-2017 年建设用地结构及其信息熵、均衡度、优势度进行计算, 结果见表 1。①安徽省建设用地结构信息熵从 2012 年的 1.8632Nat 下降到 2017 年的 1.8396Nat, 下降幅度较小, 但发展有序, 用地结构整体趋向稳定。2012 年安徽省建设用地总量为 1682.02km², 2017 年上升到 2001.94km², 建设用地总量增加了 19.02%, 增幅较大但各类用地结构较为稳定, 说明城市发展的引导控制措施实施有效得当。②研究期内安徽省建设用地结构信息熵变化率为-0.13, 且 2015 年、2016 年、2017 年的信息熵几乎没有变化, 表明建设用地结构较为均衡, 各类用地之间结构比例差距较小, 建设用地结构均质性较强。研究期内居住用地所占比例下降较慢, 仍是建设用地的的重要组成部分; 道路交通设施用地通常与其他类型用地同步甚至先期建设, 因此面积比例上升较为明显; 而公共管理与公共服务设施用地、公用设施用地、绿地与广场用地的面积占比略有下降, 说明当前城市发展仍是以经济建设为中心, 对人民生活关注不足, 配套设施建设稍显落后。③安徽省建设用地结构信息熵与均衡度同向变化, 而优势度则与两者相反, 但变化幅度均较小, 且 2015-2017 年没有变化。均衡度一直维持在 0.88 的水平以上, 说明安徽省建设用地结构均衡性较强, 用地类型构成较为理想。优势度较低也表明未出现建设用地系统开发被某一类型用地支配的情况。总体上, 安徽省建设用地结构经历了从“无序”到“有序”的发展过程, 各类用地结构较为理想。

表 1 2012-2017 年安徽省建设用地结构及其信息熵、均衡度和优势度

年份	居住用地 (%)	公共管理与公共 服务设施用地 (%)	商业服务业 设施用地 (%)	工业用地 (%)	物流仓储 用地 (%)	道路交通 设施用地 (%)	公用设 施用地 (%)	绿地与 广场用地 (%)	信息熵 (H)	均衡度 (J)	优势度 (I)
2012	32.27	9.76	8.47	17.92	2.95	11.78	4.53	12.33	1.8632	0.896	0.1040
2013	32.22	8.99	7.51	19.71	2.91	12.75	3.77	12.14	1.8411	0.8854	0.1146
2014	32.26	8.65	8.29	18.67	2.79	14.67	3.33	11.33	1.8381	0.8839	0.1161
2015	31.74	7.59	8.91	8.18	2.93	15.57	3.07	12.04	1.8397	0.8847	0.1153
2016	31.60	7.80	8.99	18.22	2.76	15.70	3.09	11.84	1.8397	0.8847	0.1153
2017	31.25	7.84	8.72	18.52	2.73	15.99	3.07	11.87	1.8396	0.8847	0.1153

3.2 各市建设用地结构信息熵变化

参考相关研究成果^[21, 22], 计算安徽省及 16 个地级市 2012-2017 年建设用地结构信息熵变化率(S), 并划分为快速下降区($S \leq -10\%$)、慢速下降区($-10\% < S < -1\%$)、基本稳定区($-1\% \leq S \leq 2\%$)、慢速上升区($2\% < S \leq 10\%$)4 类。另外, 按照 2017 年安徽省 16

个地级市建设用地结构信息熵的空间差异划分为3种类型,即高熵值区($H>1.8$)、中熵值区($1.7\leq H\leq 1.8$)、低熵值区($H<1.7$),结果见表2、图2。

从表2、图2可知,信息熵下降较快的是淮南与马鞍山,均为安徽省重要的工业城市,经济发展速度快,但随着城市产业转型改革,以往的粗放型扩张发展受到限制,建设用地结构趋向稳定,信息熵快速下降。信息熵下降较慢的区域主要是滁州。滁州是南京都市圈、合肥都市圈的核心城市,近年来以“区位、资源、环境”为主要依靠,不断加大生态产业发展力度,城市建设用地结构变化幅度减小,信息熵下降趋于稳定。信息熵基本稳定区包括宿州、蚌埠、六安、芜湖、铜陵、池州,这些城市多受周边城市发展的影响,建设用地结构变化较小,信息熵较为稳定。信息熵慢速上升区包括合肥、安庆、淮北、亳州、阜阳、宣城、黄山,2012年以来经济增幅较快,用地结构变化较为显著,信息熵略有上升。

信息熵值的高低与各市建设用地的类型、面积比例、社会经济发展要素等关系密切。2017年底安徽省各地级市高熵值区有合肥、亳州、蚌埠、六安、芜湖、铜陵,说明这些城市用地结构差异相对较大,部分建设用地扩展幅度明显。中熵值区包括淮北、宿州、滁州、安庆、池州、黄山、宣城,这些城市处于产业转型发展、经济稳中有增的阶段,各类建设用地比例变化相对均衡。低熵值区包括马鞍山、淮南、阜阳,其中马鞍山与淮南近年信息熵下降迅速,用地结构趋向稳定;阜阳则由于经济发展较为缓慢,用地结构变化不明显而处于低熵值区。

表2 2012-2017年安徽省及16个地级市建设用地结构信息熵变化及时空分异

地区	地级市	建设用地结构信息熵						信息熵 变化率 (%)	信息熵 时间维	2017年 信息熵 空间维
		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年			
皖中	合肥	1.76651	1.76631	1.76631	1.80571	1.80141	1.8022	2.02	慢速上升区	高熵值区
	滁州	1.76511	1.73971	1.74321	1.74161	1.73501	1.7381	-1.53	慢速下降区	中熵值区
	安庆	1.70491	1.70101	1.73961	1.74351	1.78361	1.7862	4.77	慢速上升区	中熵值区
	六安	1.77821	1.78431	1.79171	1.79961	1.80811	1.8134	1.98	基本稳定区	高熵值区
皖南	马鞍山	1.89491	1.70971	1.64741	1.68441	1.68371	1.6875	-10.95	快速下降区	低熵值区
	池州	1.75061	1.75061	1.75061	1.7521	1.7521	1.7771	1.51	基本稳定区	中熵值区
	铜陵	1.92791	1.93411	1.93411	1.93951	1.94481	1.9441	0.84	基本稳定区	高熵值区
	宣城	1.62451	1.62551	1.69551	1.73151	1.73171	1.7299	6.49	慢速上升区	中熵值区
	黄山	1.66121	1.63381	1.76211	1.76221	1.77191	1.7293	4.1	慢速上升区	中熵值区
	芜湖	1.82991	1.83611	1.83401	1.83431	1.83741	1.8343	0.24	基本稳定区	高熵值区
皖北	阜阳	1.52731	1.53431	1.53931	1.57981	1.58871	1.6248	6.38	慢速上升区	低熵值区
	宿州	1.77361	1.74561	1.74891	1.75921	1.77591	1.7916	1.01	基本稳定区	中熵值区
	淮北	1.69551	1.69641	1.72401	1.77331	1.77321	1.7737	4.61	慢速上升区	中熵值区
	亳州	1.78551	1.78691	1.82741	1.83131	1.84291	1.8441	3.28	慢速上升区	高熵值区
	蚌埠	1.84301	1.84251	1.85921	1.84251	1.84791	1.8499	0.37	基本稳定区	高熵值区
	淮南	1.77881	1.73791	1.70511	1.64981	1.58571	1.5738	-11.52	快速下降区	低熵值区

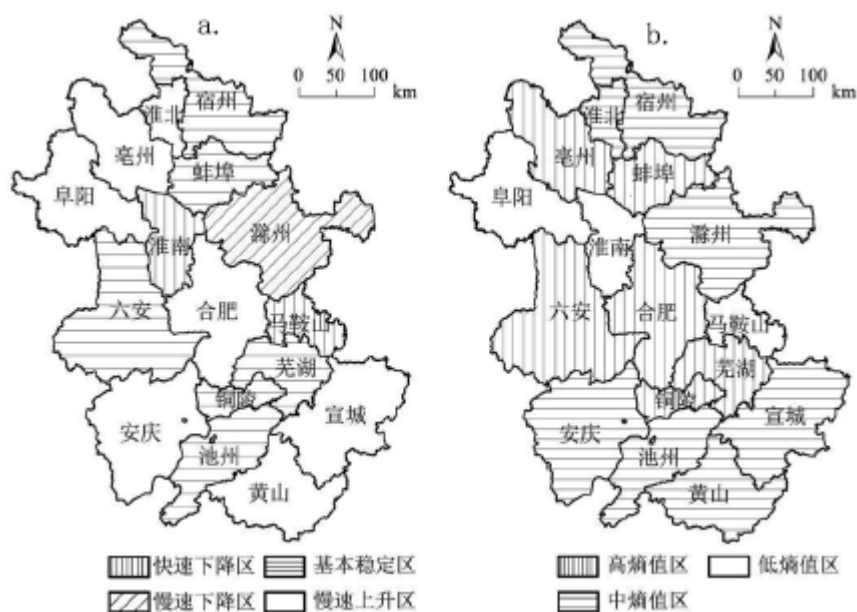


图 2 2012—2017 年各市信息熵时间变化 (a) 与 2017 年信息熵空间分析 (b)

3.3 建设用地结构变化驱动力分析

建设用地结构信息熵的变化起因于建设用地结构类型的调整,而影响建设用地使用类型的因素主要来源于建设用地系统内部与外部两个方面。外部影响又可分为人类活动要素与自然环境要素,考虑到自然环境要素对建设用地类型的影响不受人为控制,本文主要研究人类活动,即社会经济发展要素对建设用地结构的影响。

内部驱动力: 建设用地结构信息熵能够较好地反映建设用地的类型组成,同时信息熵的变化趋势也能表征建设用地系统结构是否稳定。基于此,经过灰色关联分析得到结果(表 3)可以发现,居住用地与信息熵的关联度最高,绿地与广场用地、工业用地、物流仓储用地、商业服务业设施用地表现为中度相关,而公共管理与公共服务用地、道路交通设施用地、公用设施用地则与信息熵关联程度较低。

对安徽省及各地级市建设用地结构与信息熵的灰色关联度计算,结果如图 3 所示。各类建设用地的面积比例与信息熵的灰色关联度表现出较为明显的空间差异。皖北的 6 个城市信息熵与绿地与广场用地、物流仓储用地等的关联程度均布不显著,而皖中、皖南的城市与这两类用地则表现出较为强烈的关联程度;皖中 4 个城市信息熵与道路交通用地关联较弱,而皖北城市则表现出较强的关联度。关联度的具体表现为:①皖北城市的信息熵与居住用地、公用设施用地关联最密切,关联度分别为 0.5759 与 0.5070。而与绿地关联最弱,仅 0.3778。宿州的信息熵与多种建设用地表现出了强烈的关联程度,城市用地发展较为均衡。而淮南与亳州的信息熵则与各类用地关联程度较低,平均关联度分别为 0.3647、0.2767,说明其城市用地结构主要由外部因素引导。②皖中城市的信息熵与道路交通设施用地表现出较弱的关联程度,仅 0.2132。各城市由于城市定位与资源差异,受影响用地类别差异较大。如合肥市与信息熵影响关联因素最大的是商业服务业设施用地,关联度达 0.797,其次是居住用地,关联度为 0.524,其他各类用地则对合肥市信息熵影响较小。这与合肥作为区域中心城市,需要为周边城市提供各类服务有关。滁州因其区位优势,物流产业发展迅速,物流仓储用地、工业用地对信息熵影响最大,分别为 0.78 与 0.657。③皖南城市在信息熵与用地结构关联度的表现上较为一致,均与居住用地、商业用地、公共服务设施用地、绿地等关系密切,而与工业用地关联较弱。其中黄山市受生态保护需求的影响,市辖区建设用地面积从 2012 年的 37.91km² 上升到 2017 年的 55.74km²,建设用地开发强度相对较低,与各类用地结构关联表现较弱;芜湖市信息熵与道路用地、物流仓储用地关联最强,分别为 0.8225、0.7882,这与其发达的水陆交通网有关。皖南山地较多,城市建设用地受地形影响较皖北显著,信息熵受用地类型影响相对明显。

表 3 2012-2017 年安徽省建设用地结构与信息熵的灰色关联度

建设用地类型	关联等级	灰色关联度
居住用地	强	0.78088
绿地与广场用地	中	0.67177
工业用地	中	0.61725
物流仓储用地	中	0.52309
商业服务业设施用地	中	0.44814
公共管理与公共服务用地	弱	0.29893
道路交通设施用地	弱	0.27136
公用设施用地	弱	0.23156

社会经济发展驱动力：结合已有研究成果^[23, 24]和资料的可获得性，确定社会经济发展指标体系共 5 个方面 19 个指标，使用熵值法确定指标权重，归一化处理后计算准则层指标综合值。社会经济发展与建设用地结构是双向影响的，对两者进行灰色关联分析（图 4），显示社会经济发展的各项指标对建设用地结构产生了较大影响，促进了建设用地结构有序发展。

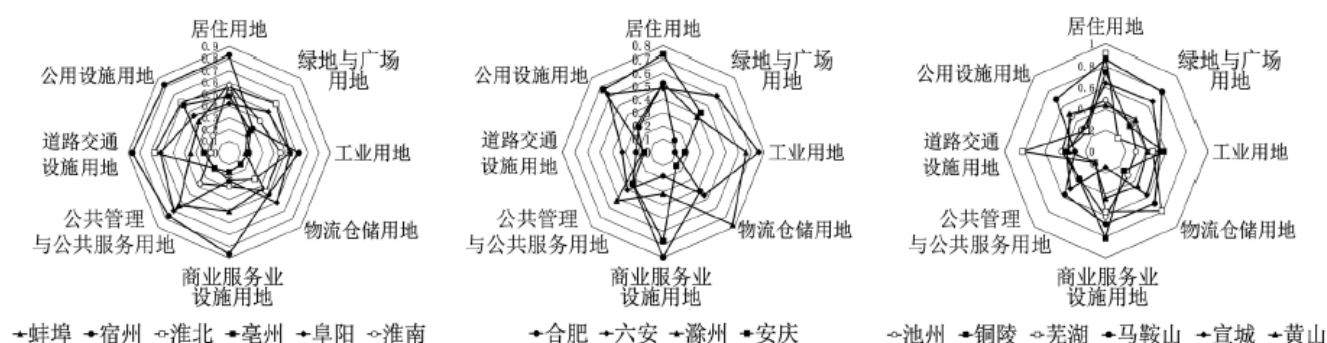


图 3 2012-2017 年安徽省各地级市建设用地结构与信息熵的灰色关联度

综合比较各城市信息熵与社会经济发展的关联度，滁州受社会经济发展影响最大，综合关联度达 0.7644，其次为池州（0.7208）；安庆信息熵受社会经济发展影响较小，仅 0.4882。皖北城市的信息熵与人民生活方面的指标关联程度相对较低，4 个城市的平均关联度仅 0.4168，这与区域的经济发展水平有较大关系，当前城市建设用地主要受人口发展（0.7535）、生态环境（0.6512）、经济增长（0.6189）的影响。皖中 4 市的信息熵主要与人口发展和生态环境有较大关联，关联度分别为 0.778 和 0.6315。安庆信息熵与社会经济方面关联较弱，主要受到建设用地结构的内部影响。滁州受生态环境的影响较大，关联度为 0.897，与其近年来努力创建全国文明城市、国家森林城市、人民宜居城市、省级卫生城市等方面的目标有较大关系。皖南城市在社会经济发展指标的关联影响方面，除黄山外，表现较为均衡且一致。黄山主要受生态环境（0.785）、人民生活水平（0.765）、产业结构（0.737）3 方面的影响，与其自然山水的城市特色相吻合。

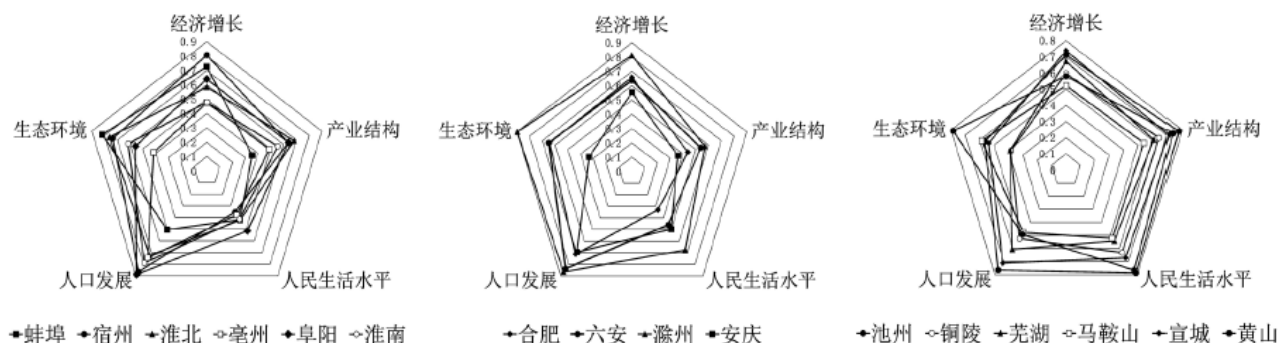


图4 2012—2017年安徽省及16个地级市社会经济发展指标与信息熵的灰色关联度

4 结论与讨论

4.1 结论

本文以安徽省及16个地级市2012—2017年建设用地为研究对象，分别计算了建设用地结构的信息熵、均衡度与优势度，并借助灰色关联理论探究影响信息熵的内外部因素，得出以下主要结论：①2012—2017年，安徽省建设用地结构信息熵与均衡度略有下降，而优势度略有上升，建设用地结构从“无序”到“有序”，整体发展趋向稳定。其中，信息熵快速下降的城市为淮南、马鞍山，慢速下降的城市为滁州，基本稳定的有6个城市，慢速上升的有7个城市。②在空间维度，2017年信息熵高值区的城市有6个，中熵值区有7个城市，低熵值区有3个城市。城市转型发展过程中，居住用地、绿地与广场用地对城市建设用地信息熵的影响逐渐增大，大部分城市信息熵略有上升，并促使用地结构趋向均衡。③安徽省建设用地信息熵与居住用地具有强关联，而与公共管理与公共服务用地、道路交通设施用地、公用设施用地关联度较低。其中，皖北城市除与居住用地关系密切外，还与公用设施用地关联度较高；皖中城市受道路交通设施用地影响较小；皖南城市建设用地信息熵与工业用地关联最弱。④社会经济发展指标对建设用地信息熵综合影响较大，滁州、池州的受影响程度最为显著，综合关联度分别为0.7644和0.7208。皖北、皖中城市当前的建设用地发展与人口发展关联较大，而皖南城市主要受生态环境、人们生活水平和产业结构方面的影响。

4.2 讨论

下一步进一步探索的问题：①信息熵受建设用地内部结构与社会经济发展要素影响，但建设用地也常受政策条件、人文环境、自然因素等方面的影响。②本文仅对省市层面建设用地进行研究，对县区级层面的关注较少，今后应进一步细化，加强相关研究，深化安徽省建设用地结构均衡发展研究，为促进城市转型升级与可持续发展提供科学依据。

参考文献:

- [1]郝晓敬, 张红, 徐小明, 等. 晋北地区土地利用覆被格局的演变与模拟[J]. 生态学报, 2020, 40(1): 257-265.
- [2]张镱锂, 刘林山, 王兆锋, 等. 青藏高原土地利用与覆被变化的时空特征[J]. 科学通报, 2019, 64(27): 2865-2875.
- [3]王雅竹, 段学军, 杨清可, 等. 近30年江苏省建设用地扩张的时空特征、模式与驱动因素研究[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(7): 1531-1540.
- [4]冯斌, 陈晓健. 西北中小城市建设用地增长的特征、动因及其分类引导[J]. 干旱区地理, 2019, 42(2): 376-384.

-
- [5]YuejuanYang, Kun Wang. The Effects of Different Land Use Patterns On the Microclimate and Ecosystem Services in the Agro-pastoral Ecotone of Northern China [J]. Ecological Indicators, 2019, (106):105522.
- [6]Dongjie Guan, Zulun Zhao, Jing Tan. Dynamic Simulation of Land Use Change Based on Logistic-CA-Markov and WLC-CA-Markov Models: A Case Study in Three Gorges Reservoir Area of Chongqing, China [J]. Environmental Science and Pollution research International, 2019, 26(20):20669-20688
- [7]刘世超, 柯新利. 中国城市群土地利用效率的演变特征及提升路径[J]. 城市问题, 2019, (9):54-61.
- [8]路云阁, 蔡运龙, 许月卿. 走向土地变化科学——土地利用/覆被变化研究的新进展[J]. 中国土地科学, 2006, (1):55-61.
- [9]李飞雪, 李满春, 刘永学, 等. 建国以来南京城市扩展研究[J]. 自然资源学报, 2007, (4):524-535.
- [10]赵文佳, 董会和, 孙理政, 等. 哈尔滨市城市建设用地结构变化及其影响因素分析[J]. 资源与产业, 2017, 19(1):41-47.
- [11]徐丽华, 王欢欢, 张结存, 等. 近 15 年来杭州市土地利用结构的时空演变[J]. 经济地理, 2014, 34(7):135-142.
- [12]韩会然, 杨成凤, 宋金平. 北京市土地利用变化特征及驱动机制[J]. 经济地理, 2015, 35(5):148-154, 197.
- [13]张宸睿, 符海月. 长江三角洲土地利用经济效益空间格局及溢出效应研究[J]. 华东经济管理, 2016, 30(10):24-30.
- [14]杨丽霞, 夏浩, 苑韶峰. 基于耦合协调度的土地利用经济效益空间差异分析——以浙江省为例[J]. 中国土地科学, 2015, 29(11):83-88.
- [15]吴斌, 郭杰, 殷爽, 等. 江苏省建设用地利用效益区域差异及分区管制[J]. 中国土地科学, 2013, 27(12):25-31, 45, 97.
- [16]雷勋平, Robin Qiu, 刘勇. 基于熵权 TOPSIS 模型的区域土地利用绩效评价及障碍因子诊断[J]. 农业工程学报, 2016, 32(13):243-253.
- [17]杨俊, 解鹏, 席建超, 等. 基于元胞自动机模型的土地利用变化模拟——以大连经济技术开发区为例[J]. 地理学报, 2015, 70(3):461-475.
- [18]范建双, 虞晓芬, 赵磊. 区域土地利用综合效率评价及其收敛性检验——以浙江省为例[J]. 华东经济管理, 2015, 29(8):24-32.
- [19]刘康, 李月娥, 吴群, 等. 基于 Probit 回归模型的经济发达地区土地利用变化驱动力分析——以南京市为例[J]. 应用生态学报, 2015, 26(7):2131-2138.
- [20]韦亚平, 赵民, 汪劲柏. 紧凑城市发展与土地利用绩效的测度——“屠能—阿隆索”模型的扩展与应用[J]. 城市规划学刊, 2008, (3):32-40.
- [21]郭荣中, 杨敏华. 基于信息熵的长株潭区域土地利用结构分析[J]. 农业现代化研究, 2013, 34(1):72-76.

[22]刘海军, 闫俊杰, 崔东, 等. 伊宁市土地利用结构变化及人文驱动因子分析[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2019, 41(2): 309-316.

[23]谢汀, 刘爱宁, 高雪松, 等. 基于信息熵和灰色关联的成都市建设用地结构时空变化及驱动力分析[J]. 农业现代化研究, 2015, 36(1): 118-125.

[24]张雪茹, 姚亦锋, 孔少君, 等. 南京市 2000-2014 年城市建设用地变化及驱动因子研究[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(4): 552-562.