

成渝城市群城市土地一耕地利用效率时空耦合研究

税丽^{1,2}, 潘洪义^{1,2}, 张秋月^{1,2}, 蒋贵国^{1,2}, 周介铭^{1,2}

(1. 四川师范大学 西南土地资源评价与监测教育部重点实验室, 四川 成都 610068;

2. 四川师范大学 地理与资源科学学院, 四川 成都 610068)

摘要: [目的] 评价成渝城市群城市土地利用效率及耕地利用效率, 促进成渝城市群新型城镇化与农业现代化的共同发展。[方法] 基于 2005—2014 年统计数据, 建立城市土地利用效率与耕地利用效率的指标体系, 综合运用 Super SBM 模型、重心转移模型及耦合协调度模型, 分析成渝城市群城市土地利用效率、耕地利用效率的时空格局及二者的耦合协调水平。[结果] ① 2005—2014 年, 成渝城市群城市土地利用效率呈波动向上发展, 效率重心垂直向南移动幅度较大; ② 耕地利用效率整体上呈现 V 形波动, 效率重心在水平方向上向东转移趋势明显; ③ 研究区域内城市一耕地利用效率耦合协调类型数量呈“纺锤状”结构分布, 高耦合中协调度型城市数量众多, 南—泸一线城市耦合协调类型变化强烈。[结论] 成渝城市群城市土地一耕地利用效率耦合协调度较高, 呈良性发展态势。

关键词: 城市土地利用效率; 耕地利用效率; Super SBM 模型; 成渝城市群

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2017)06-0261-08

中图分类号: F301.2

文献参数: 税丽, 潘洪义, 张秋月, 等. 成渝城市群城市土地一耕地利用效率时空耦合研究[J]. 水土保持通报, 2017, 37(6): 261-268. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2017.06.044; Shui Li, Pan Hongyi, Zhang Qiuyue, et al. Spatial-temporal coupled coordination of urban and cultivated land use efficiency in Chengdu-Chongqing urban agglomeration[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(6): 261-268. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2017.06.044

Spatial-Temporal Coupled Coordination of Urban and Cultivated Land Use Efficiency in Chengdu-Chongqing Urban Agglomeration

SHUI Li^{1,2}, PAN Hongyi^{1,2}, ZHANG Qiuyue^{1,2}, JIANG Guiguo^{1,2}, ZHOU Jieming^{1,2}

(1. Key Laboratory of Land Resources Evaluation and Monitoring in Southwest,

Ministry of Education, Sichuan Normal University, Chengdu, Sichuan 610068, China;

2. Geography and Resources Science College, Sichuan Normal University, Chengdu, Sichuan 610068, China)

Abstract: [Objective] Evaluating urban land use efficiency and cultivated land use efficiency of Chengdu-Chongqing urban agglomeration, to promote the common development of new urbanization and agricultural modernization. [Methods] Taking Chengdu-Chongqing urban agglomeration as a research object, the paper built up an evaluation system of urban land use efficiency and cultivated land use efficiency. Super SBM model, gravity center model and coupled coordination model were used to analyze the spatial-temporal pattern and coupling coordination degree of the two. [Results] From 2005 to 2014, urban land use efficiency followed a fluctuating ascending trend and the efficiency-center of gravity shifted vertically to the south. The cultivated land use efficiency presented a V type as a whole. Gravity center changed greatly in the horizontal direction to the east. The coupling type and coordination degree with respect to the utilization efficiency of coupling coordination of urban land and cultivated land showed a shape like spindle. There was great number of high-coupling & medium coordination cities in the research object. Cities along Nanchong-Luzhou changed greatly in terms of coordination type. [Conclusion] The coupling degree of urban land use efficiency of Chengdu-Chongqing urban agglomeration is relatively high and has a positive development trend.

收稿日期: 2017-05-10

修回日期: 2017-05-17

资助项目: 国家自然科学基金项目“基于 LUCC 扰动影响的成都平原土地生态安全维持机理”(41371125); 四川省教育厅项目(16ZB0061)

第一作者: 税丽(1993—), 女(汉族), 四川省遂宁县人, 硕士研究生, 研究方向为土地利用与评价。E-mail: 2919237780@qq.com。

通讯作者: 潘洪义(1980—), 男(汉族), 河北省唐山市人, 博士, 副教授, 主要从事土地利用与评价研究。E-mail: panhongyi80@163.com。

Keywords: urban land use efficiency; cultivated land use efficiency; super SBM model; Chengdu-Chongqing urban agglomeration

土地是人类赖以生存和发展的物质基础^[1]。改革开放以来,中国经济高速发展,工业化和城镇化快速推进,城镇规模持续扩张,人多地少的矛盾日益突出^[2]。在巨大供求压力下,土地粗放低效利用的问题逐渐受到重视^[3]。如何以最小的土地投入获得最大的经济产出^[4],提升土地利用效率,是中国在实现土地资源可持续利用,推进城镇化进程中急需面对的重要课题。在现有研究中,城市土地利用效率及耕地利用效率是土地利用效率研究的重要内容。城市土地利用效率研究在 20 世纪 80 年代逐渐成为关注热点^[5],近年来,国内外专家学者在城市土地利用效率的评价方法与应用^[6-7]、影响因素等方面对城市土地利用效率的展开了深入研究,评价指标的选取向经济、社会和环境的多指标方向发展^[8];研究对象由单个城市^[9]向省域^[10]、城市群^[11-12]及全国范围^[13-14]扩展;数据包络分析法^[15]、协调度模型^[16]、回归分析法^[17]、模糊综合评价法^[18]等研究方法也日益增多。在耕地利用效率研究方面,梁流涛等^[19]引入 DEA 方法对国家尺度的耕地利用效率进行测度,并分析了其影响因素;李鑫等^[20]对采用计量经济模型分析了细碎化对耕地利用效率的影响;李俏等^[21]利用 Malmquist 法对黑龙江垦区耕地利用效率的时空变化进行了分析。纵观现有文献,一般是就城市土地利用效率或耕地利用效率进行单一的研究,而对二者相互关系的研究还较少,对关系的量化研究则更为鲜见。因此,本文拟以成渝城市群为例,建立相应的城市土地利用效率与耕地利用效率的评价指标体系,综合运用 Super SBM 模型、重心转移模型及耦合协调度模型,分析其城市土地利用效率、耕地利用效率的时空格局及二者的耦合协调水平,为成渝城市群土地利用效率的良性发展提供相应理论和数据支撑。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

成渝城市群处长江上游地区,介于 27°39′—33°03′N 和 101°56′—110°11′E 之间,属亚热带季风气候,地貌以丘陵为主,总面积 $1.85 \times 10^5 \text{ km}^2$,其中,耕地面积 $5.52 \times 10^7 \text{ hm}^2$,城市建设用地面积 2 630 km^2 。2014 年常住人口为 9 094 万人,GDP 达 3.76 万亿元,包含成都、重庆 2 个都市圈,成绵乐、沿江 2 个城市带以及川南、南遂广、达万 3 个城镇密集区。2016 年 3 月,国务院通过《成渝城市群发展规划》,提出构建“一轴两带、双核三区”的空间发展格局。随着成渝城市群的发展向国家战略层面的上升,区域城镇化

进程将进一步加快,建设用地快速扩张与耕地资源相对短缺的矛盾也将日益突出,外延式的发展模式已然无以为继。开展对该区域城市土地利用效率、耕地利用效率及二者协调关系的研究,对成渝城市群新型城镇化与农业现代化互促共进的新路子具有重要意义。

1.2 指标选取与数据来源

根据指标选取的可比性、系统性、经济性的原则,本文借鉴已有研究成果^[22-25],结合成渝城市群 16 个城市的实际情况,从投入、产出 2 个方面分别构建城市土地利用效率、耕地利用效率 2 个系统的评价指标体系(表 1)。

表 1 成渝城市群土地利用效率评价指标体系

目标层	指标类别	准则层	指标层
城市 土地 利用 效率	投入	土地投入	城市建设用地面积
		资金投入	财政支出 固定资产投资
		劳动力投入	二三产业就业人数
	产出	经济效益	地区生产总值
		社会效益	财政收入 人口密度 人均建成区面积
		环境效益	绿化覆盖率
耕地 利用 效率	投入	土地投入	农作物播种面积 农业机械总动力 化肥施用量 有效灌溉面积
		资金投入	农业从业人员数
		劳动力投入	农业从业人员数
	产出	经济效益	种植业总产值 粮食总产量
		社会效益	经济作物产量
		环境效益	

本文分析数据主要来自于《中国城市统计年鉴(2006—2015 年)》《中国农业年鉴(2006—2015 年)》《中国农村统计年鉴(2006—2015 年)》以及四川省 15 个研究城市、重庆市的 2006—2015 年统计年鉴、2005—2014 年统计公报。从国家基础地理信息系统网站(<http://nfgis.nsd.gov.cn>)下载 16 个城市的行政区划图,作为空间分析的底图。

2 研究方法

2.1 Super SBM 模型

数据包络分析(DEA)方法是用以评价一组具有多个投入与多个产出的决策单元相对效率的效率评估方法^[26],传统 DEA 模型主要包括 CCR 模型与 BCC 模型,但都是从径向和角度 2 个方面对效率进

行度量,误差较大。Tone 充分考虑投入和产出的松弛,提出了一种非径向非角度的 SBM 效率度量方法^[27],并进一步解决了相对有效单元的排序问题,允许效率值大于或等于 1,构造了超效率 SBM 模型^[28]:假如有 n 个决策单元,每个决策单元由投入 m 与产出 S 个部分构成。本文利用 Super SBM 模型对成渝城市群城市土地利用效率及耕地利用效率进行测度,并基于测算结果探索其时间变化规律及空间分异特征,公式为:

$$\min \delta = \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{S_i^-}{X_{i0}}}{1 - \frac{1}{S} \sum_{r=1}^s \frac{S_r^+}{Y_{r0}}}$$

$$(s. t.) \begin{cases} X_0 \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n X_j \lambda_j - S^- & (j=1, 2, \dots, m) \\ Y_0 \leq \sum_{j=1, \neq 0}^n Y_j \lambda_j + S^+ & (r=1, 2, \dots, s) \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1; \quad \forall \lambda_j \geq 0 \\ \lambda, S^-, S^+ \geq 0 \end{cases}$$

式中: S_i^- ——投入冗余量; S_r^+ ——产出不足量($j=1, 2, \dots, n$)。

2.2 重心转移模型

基于 Super SBM 模型的测算结果,采用重心分析模型对成渝城市群城市土地利用效率及耕地利用效率重心变化轨迹进行模拟,直观反映城市群内城市土地及耕地利用效率均衡态势的变化情况。假设研究区域由若干个次一级小区域构成,第 i 个小区域的重心坐标为 (X_i, Y_i) , G_i 为该小区域的某类属性值(如人口、耕地、GDP 等),则该研究区域的相应重心坐标计算公式^[29]为:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n G_i X_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n G_i Y_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

公式(2)中,区域重心坐标 (X_i, Y_i) 由 ArcGIS 计算得到。

2.3 耦合协调度模型

耦合作为一个物理概念,是指 2 个或 2 个以上的运动系统或运动方式之间通过各种相互作用而彼此影响以至于联合起来的现象^[30]。协调度是指 2 个系统相互作用中良性耦合程度的大小,体现协调状况的好坏程度^[31]。本文拟引入耦合协调度模型,以 Super SBM 模型对城市土地、耕地利用效率的测算结果为基础,探索城市土地利用效率与耕地利用效率在发展过程中彼此和谐一致的程度,公式为^[32]:

$$C = \frac{X \cdot Y}{(\alpha X + \beta Y)^K}$$

$$D = C \cdot \frac{1}{2} (X + Y)^{\frac{1}{2}}$$

式中: C ——耦合度; D ——耦合协调度; X ——耕地利用效率; Y ——城市土地利用效率; α, β ——特定权重,由于城市土地利用效率与耕地利用效率 2 个系统同等重要,故取 $\alpha = \beta = 0.5$, K ——调节系数,一般 $2 \leq K \leq 5$,本文 $K = 2$ 。

3 结果分析

3.1 城市土地利用效率时空分析

3.1.1 城市土地利用效率时间尺度分析 城市土地利用综合效率是城市土地利用投入和产出的相对量表,是社会、经济、环境效益的综合体现^[5]。本文基于 DEA Solver Pro 5.0 软件对 2005—2014 年成渝城市群 16 个城市的城市土地利用综合效率、技术效率和规模效率进行了测度。从成渝城市群总体情况(图 1)来看,2005—2014 年,成渝城市群综合效率始终保持在 1 以上,属于效率有效状态,整体上呈现波动上升趋势。2006 年四川省在“十一五”规划中明确提出“改进城市管理,走循序渐进、节约土地、集约发展、大中小城市和小城镇协调发展的城镇化道路”的方针,促进了区域内城市土地利用效率的提高。2008 年受自然灾害及经济环境影响,效率水平有所下降,而后缓慢回升,2012 年达到效率最高,并逐渐保持在 1.08 左右的较高水平。这与中国加入世贸组织以来房地产市场繁荣的时代背景相吻合,区域内部各城市借鉴沿海城市发展经验,大搞开发建设,土地利用效率不断上升;而 2008 年遭受大地震、金融危机的重创后,一方面大力推进灾后重建工作,一方面转变传统发展模式,注重提高土地的集约利用水平,土地利用效率逐渐回升。从效率分解上来看,成渝城市群城市土地利用综合效率 > 纯技术效率 > 规模效率,纯技术效率对综合效率贡献较大。纯技术效率在 0.98 上下平缓变化,即从技术角度上看,城市群土地利用资源配置能力较高;规模效率值在 0.9 左右浮动,其中最低值出现在 2009 年,略滞后于综合效率的变化,说明城市群在土地利用过程中资金、资源等要素投入较为充足且处于相对有序状态,但今后提高效率的发力点还在于整合城市资源,根据实际发展需要适当扩大城市规模。在市域尺度上,本文将 16 个城市的 GDP 与城镇人口加权求和,运用频率直方图分类,选择重庆市、成都市、乐山市、南充市作为代表城市,以表现不同类别城市土地利用效率的水平差异。

从评价结果(图 2)来看,区域内各城市效率值呈现出一定的规模等级递增效应。成都市作为四川省省会城市,效率值位于最外圈层,且始终保持在 1.4 及以上的水平;特大城市重庆市综合效率较成都市略

低,在[1.07,1.25]范围内向上发展。成都市、重庆市作为城市群的两核,对产业引进的准入门槛较高,便于发挥集聚效应,同时注重在发展经济的同时优化资源配置,降低污染物的排放,故二者效率始终处于较高水平;而重庆市虽然城市规模等级最高,但因成为直辖市时间较短,城市空间扩张过快,缺乏相应的规划性,城市土地利用效率略低于成都市。乐山市和南充市作为中等城市、小城市的代表,效率值变化呈一定规律的对称分布,且波动较大。总的来说,乐山市、南充市等经济发展水平一般的城市,在现阶段仍处于经济扩张阶段,土地利用观念较为落后,对产业的投入产出水平要求较低,多数都是单纯依靠增加土地供应量来拉动 GDP 增长,发展模式粗放,土地利用效率水平有待进一步提升。

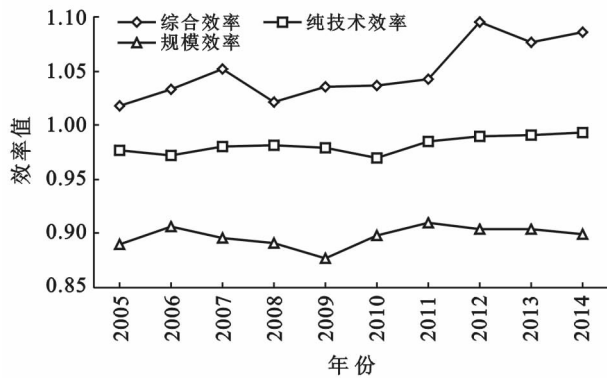


图 1 成渝城市群 2005—2014 年城市土地利用效率变化

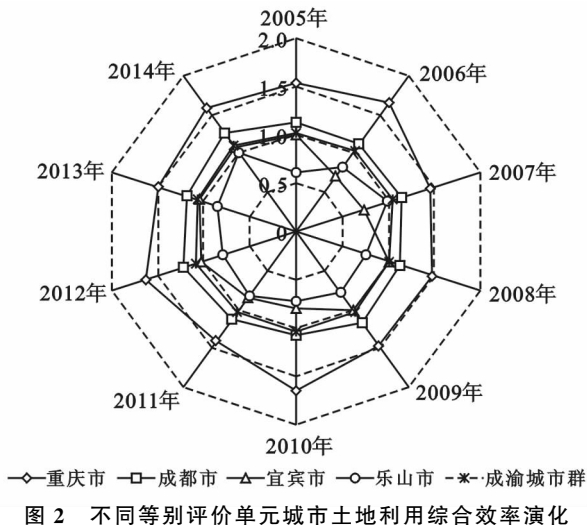


图 2 不同等别评价单元城市土地利用综合效率演化

3.1.2 城市土地利用效率空间尺度分析 本文拟用效率重心变化轨迹表征成渝城市群城市土地利用效率的空间变化。从图 3 来看,城市土地利用效率的重心整体上位于几何中心的西南方向,在资阳市境内呈现向南移动的态势,大致可以分为 3 个时段:① 2005—2009 年,随着川南、川东北经济区的快速

发展,效率重心总体上呈东北—西南向移动,移动速率快,距离远,其中,2007 年向西南转移达 13.39 km;② 2009—2011 年,重心有向北向东回转的迹象;③ 2011—2014 年,重心出现继续向西南移动的趋势,但移动速度较第一时段明显减慢。

结合 10 a 来城市土地利用效率变化的空间分异来看,2005—2014 年成渝城市群各城市经济发展水平不断提升,城市土地利用效率中、低值城市数量逐渐减少且向西北方向聚集,南部区域城市多数达到效率有效状态,而东部地区则开始出现效率高值城市且数量逐渐增多。总的来说,10 a 来,成渝城市群以成都、重庆为核心的城市土地利用效率“中心—外围”现象日益凸显,而遂宁市等位于成都、重庆两市中间的城市,受“大都市阴影效应”影响,城市土地利用效率提升较慢。

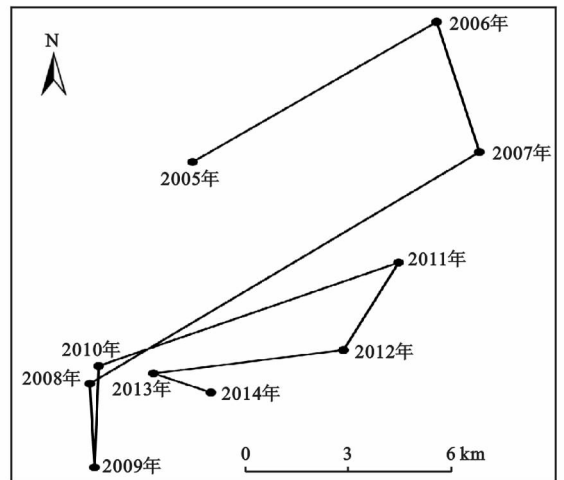


图 3 成渝城市群城市土地利用效率重心演变轨迹

3.2 耕地利用效率时空分析

3.2.1 耕地利用效率时间尺度分析 耕地利用效率是在农业产出既定情况下所能实现最少耕地投入的程度^[33],提高耕地利用效率对于保障中国粮食、生态安全具有一定的战略意义。其中,耕地利用综合效率是指在一定技术及要素投入下,耕地获得的实际产出与所能获得的最大可能产出之间的比率。

2005—2014 年(图 4),成渝城市群综合效率均值为 1.17,即实际产出是理想产出的 1.17 倍,效率有效 DMU 占比达 84.4%。随着 2000 年以来西部大开发战略的实施,川渝地区原有传统农业模式逐步向现代化农业转化,农业生产科技水平不断进步,机械化水平不断提高,农业生产综合化产业化趋势日渐凸显,耕地利用效率随之显著提升。从变化趋势来看,城市群耕地利用效率整体上呈现 V 形波动。V 形波谷的出现与眉山市、资阳市、重庆市效率水平的大幅

下降相关性较高,2009 年重庆市在国家惠农政策的影响下,农民种粮积极性较高,农作物播种面积提高 2.9%,但受气候和病虫害的等因素的影响,粮食产量出现 1.4% 的下滑,效率水平随之下降。在效率分解上,成渝城市群耕地利用:综合效率 > 规模效率 > 纯技术效率,规模扩张对于提高耕地利用效率作用略大。受自然、经济条件的影响,成渝城市群耕地面积不断减少,更加重视耕地保护工作,优化土地利用结构,对提高耕地利用效益大有裨益。纯技术效率与规模效率变化趋势相似,略低于规模效率,说明成渝城市群要提高耕地利用效率需致力于农业生产的技术投入,提高资源配置能力。在市域尺度上,本文将 16 个城市的农作物播种面积、农业总产值加权求和,运用频率直方图分类并挑选重庆市、成都市、宜宾市、乐山市作为各类型代表。

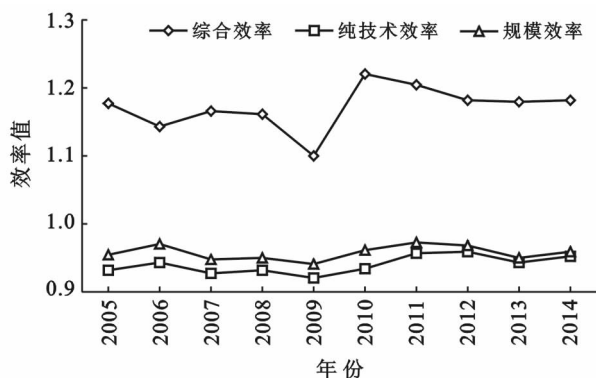


图 4 研究区 2005—2014 年耕地利用效率变化趋势

从评价结果(图 5)来看,4 个城市在农作物播种面积与农业总产值上的差别也同样体现在耕地利用效率上。重庆市效率值位于最外圈层,2008—2010 年呈现先下降后大幅上升的变化状况,而后在高值状态居于稳定;除 2009 年因气候、病虫害因素影响跌破 2 之外,多数年份效率值都保持在 2.5 左右的较高水平。成都市自古就有“天府之国”的美称,自然地理条件优越,基础设施完善,耕地利用效率在省内也处于较高水平,变化稳定。宜宾市是 4 个代表城市中效率值变化最平缓的城市之一,在雷达图中接近于正十边形,均值为 1.04。乐山市效率值位于最里圈层,除 2009 年大力发展特色产业农业,种植业、经济作物产值大幅增加,效率值达到 1.04 之外,其余各年份都在 0.85 左右,处于效率基本有效状态,与其他 3 个城市相比还存在一定差距。

3.2.2 耕地利用效率空间尺度分析 不同于城市土地利用效率重心的纵向变化轨迹,耕地利用效率重心变化主要发生在水平方向上。城市群耕地利用效率的

重心仍位于资阳市境内,较城市土地利用效率重心偏东。从图 6 可以看出,10 a 来城市群耕地利用效率的重心变化幅度较大,但移动距离较短,大致可以分为两个阶段。① 2005—2009 年,由于成都市、乐山市效率值的提高,效率重心总体上向西移动,2007,2008 年出现了一定的反复;② 2009—2014 年,南充市、达州市耕地效率值小幅度提升,效率重心出现向东转移的趋势,其中:2009—2010 年向东北方向转移距离达 15.4 km。结合耕地利用效率变化的空间分布来看,10 a 来耕地利用效率的高低值分布格局较为稳定,故相对于 2005 年,重心移动距离较短;而效率高值城市主要分布在区域中部、东部,中低值集中在西南方向,所以效率值存在一定南移趋势,但表现不明显。

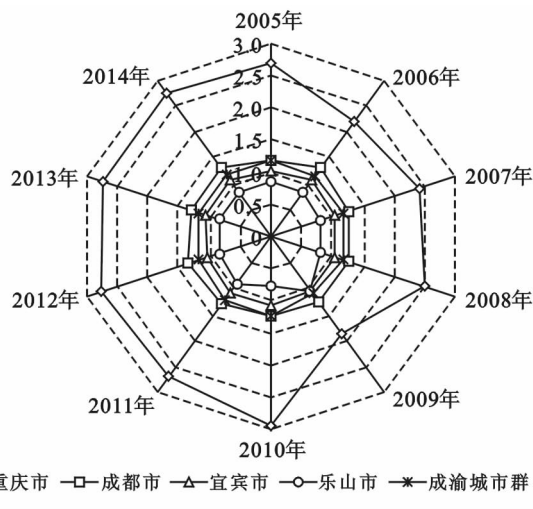


图 5 不同等别评价单元耕地利用综合效率演化

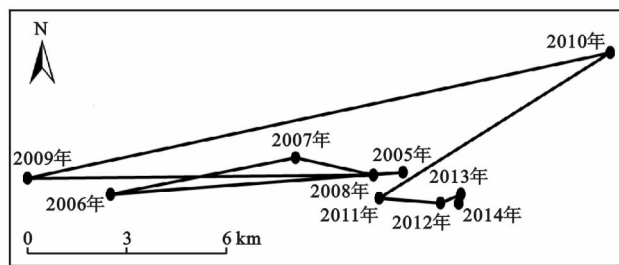


图 6 成渝城市群耕地利用效率重心演变轨迹

3.3 城市土地利用效率与耕地利用效率耦合协调性分析

3.3.1 耦合度及耦合协调度时序变化 将城市土地利用效率及耕地利用效率标准化后,利用耦合协调度模型,得出成渝城市群 2005—2014 年城市土地利用效率与耕地利用效率的耦合度及耦合协调度(图 7)。近 10 a 来,城市土地利用效率与耕地利用效率的耦合度及耦合协调度变化趋势基本一致,呈现“波动—低平—高平”变化态势,二者的相互作用力及协调性在平稳中向好发展。从变化过程来看,耦合度指数值

受城市土地利用效率影响较大,大致可以分为 3 个变化阶段:① 2005—2007 年稳步上升期,由中度耦合上升为高度耦合,年均增长率达 3.7%,这一时段,在耕地利用效率保持平稳变化的基础上,城市土地利用效率逐年增长;② 2008—2010 年低位稳定期:2008 年遂宁、内江、眉山等市城市土地效率出现下降,与耕地效率差异增大,耦合度值下降至 0.82,回到中度耦合状态并保持相对稳定;③ 2011—2014 年高位稳定期,2011 年耦合度迅速回升,并保持在 0.89 左右的高值。耦合协调度变化过程与耦合度大体一致,在 0.7 上下浮动,但协调类型变化较小,始终处于中度协调水平。

3.3.2 耦合度及耦合协调度空间组合变化 本文选取成渝城市群 16 个城市 2005,2008,2011,2014 年 4 个典型年份的耦合度及耦合协调度,参考已有文献划分标准,对其进行分段及组合分类,绘制出耦合协调类型的空间组合分区图(图 8)。可以看出,4 个典型年份出现了低耦合低协调(0<C≤0.6,0<D≤0.6);

低耦合中协调(0<C≤0.6,0.6<D≤0.9);低耦合高协调(0<C≤0.6,0.9<D≤1);中耦合低协调(0.6<C≤0.9,0<D≤0.6);中耦合中协调(0.6<C≤0.9,0.6<D≤0.9);高耦合中协调(0.9<C≤1,0.6<D≤0.9);高耦合高协调(0.9<C≤1,0.9<D≤1)7 种组合类型。

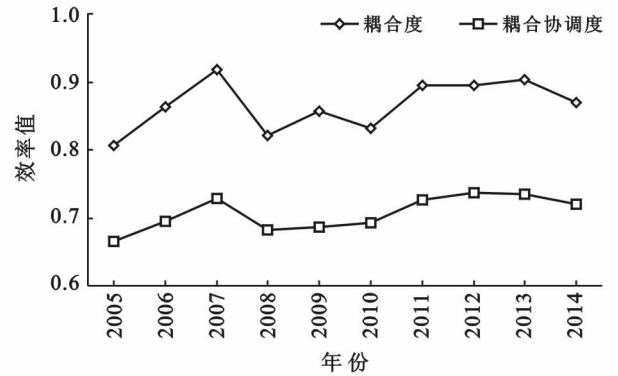


图 7 成渝城市群城市土地、耕地利用效率耦合度及耦合协调度

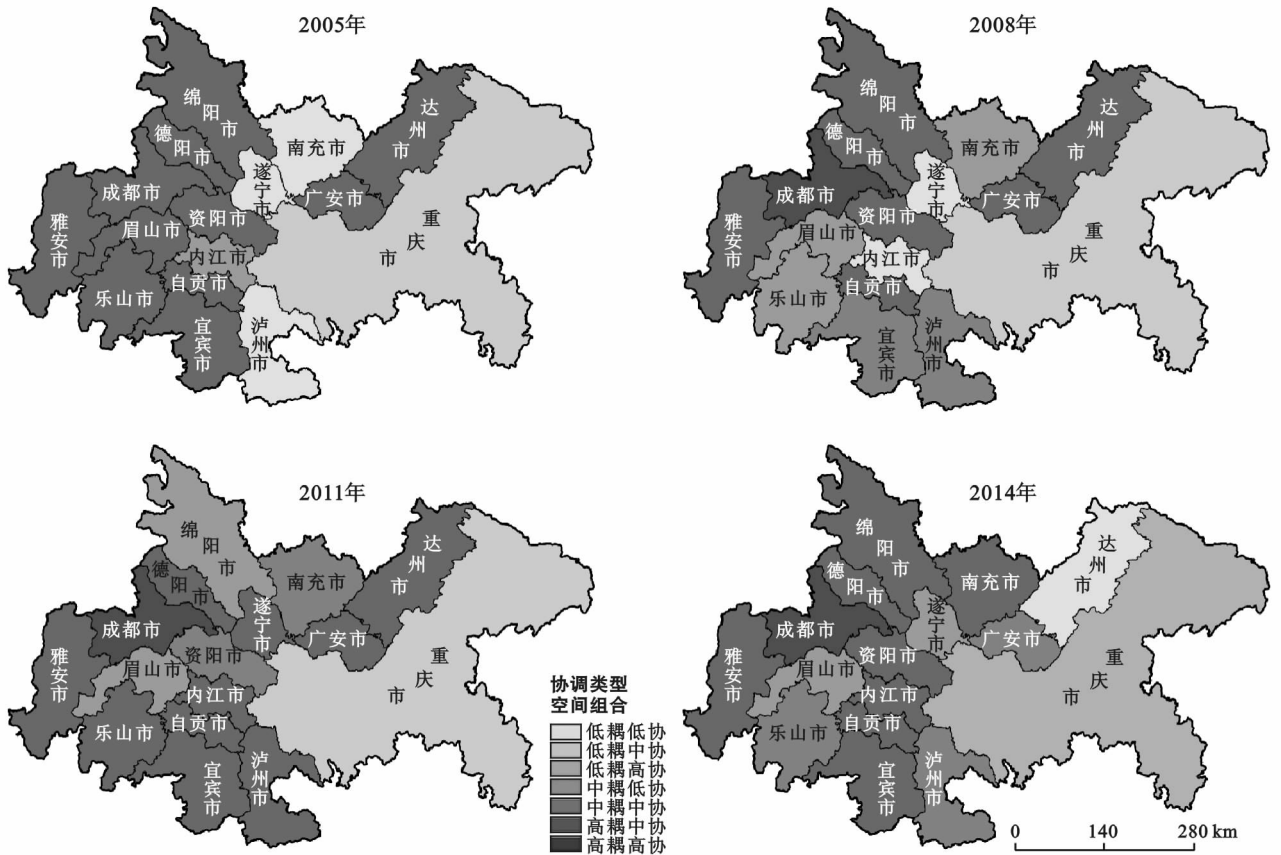


图 8 成渝城市群城市土地、耕地利用效率耦合协调类型空间组合

就组合类型的空间演变而言,4 个年份里成渝城市群 16 个城市大致呈现 4 种变化类型:① 提升型(类型由低级向高级转变)。包括成都市、重庆市、南充市。不同的是,成都市属于高水平提升型,且状态

日趋稳定;重庆市由于农业投入播种面积等投入较大,耕地效率较高,城市土地利用效率滞后于耕地利用效率的发展,长期处于低级类型,属于低水平提升型;南充市在四个年份中耦合协调水平逐渐提高,属

合类型随时间变化逐渐增多,空间分布也日益分散,其中高耦合中协调型城市占比达 50% 以上,南—沪—一线城市耦合协调类型在强烈变化中良性发展。

(4) 城市土地和耕地都是开放的复杂系统,其效率水平受到众多因子的共同作用,当中也存在着部分因素难以量化,鉴于数据的可获得性,本文在评价指标体系的构建上还有待进一步完善。另外,对城市—耕地利用效率耦合水平的驱动机制进行定性及定量分析将是今后需进一步完善的方向所在。

[参 考 文 献]

- [1] 刘彦随. 中国土地利用战略创新及其模式体系[J]. 中国土地科学, 2009, 23(2): 4-10.
- [2] 叶浩, 濮励杰. 我国耕地利用效率的区域差异及其收敛性研究[J]. 自然资源学报, 2011, 26(9): 1467-1474.
- [3] 刘新卫, 张定祥, 陈百明. 快速城镇化过程中的中国城镇土地利用特征[J]. 地理学报, 2008, 63(3): 301-310.
- [4] 李佳佳, 罗能生. 城镇化进程对城市土地利用效率影响的双门槛效应分析[J]. 经济地理, 2015, 35(7): 156-162.
- [5] 张荣天, 焦华富. 长江经济带城市土地利用效率格局演变及驱动机制研究[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(3): 387-394.
- [6] Chafer M, Wright G L. An analysis of land capability assessment using remotely sensed data[C]. Australian: The Australian Remote Sensing Conference Proceedings, 1994.
- [7] Abdullah M. Urban planning and monitoring changes using ER Mapper[C]. Taipei: The 21st Asian Conference on Remote Sensing, 2000.
- [8] 王雨晴, 宋戈. 城市土地利用综合效益评价与案例研究[J]. 地理科学, 2006, 26(6): 743-748.
- [9] 汪群芳, 李植斌. 杭州市土地利用结构与效率研究[J]. 国土资源科技管理, 2005, 22(4): 5-9.
- [10] 栗滢超, 刘红娟. 河南省城市土地利用效率评价[J]. 中国农学通报, 2015, 31(2): 276-282.
- [11] 杨清可, 段学军, 叶磊, 等. 基于 SBM-Undesirable 模型的城市土地利用效率评价: 以长三角地区 16 城市为例[J]. 资源科学, 2014, 36(4): 712-721.
- [12] 杨海泉, 胡毅, 王秋香. 2001—2012 年中国三大城市群土地利用效率评价研究[J]. 地理科学, 2015, 35(9): 1095-1100.
- [13] 梁流涛, 赵庆良, 陈聪. 中国城市土地利用效率空间分异特征及优化路径分析: 基于 287 个地级以上城市的实证研究[J]. 中国土地科学, 2013, 27(7): 48-54.
- [14] 王良健, 李辉, 石川. 中国城市土地利用效率及其溢出效应与影响因素[J]. 地理学报, 2015, 70(11): 1788-1799.
- [15] 李郁, 徐现祥, 陈浩辉. 20 世纪 90 年代中国城市效率的时空变化[J]. 地理学报, 2005, 60(4): 615-625.
- [16] 陈志辉, 祝甲山. 浅议城市土地利用及其评价[J]. 城市问题, 2002(6): 62-63.
- [17] 石成球. 关于我国城市土地利用问题的思考[J]. 城市规划, 2000, 24(2): 11-15.
- [18] 方先知, 何继善. 建设用地评价体系研究: 以湖南为例[J]. 系统工程, 2005, 23(9): 74-79.
- [19] 梁流涛, 曲福田, 王春华. 基于 DEA 方法的耕地利用效率分析[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(2): 242-242.
- [20] 李鑫, 欧名豪, 马贤磊. 基于景观指数的细碎化对耕地利用效率影响研究: 以扬州市里下河区域为例[J]. 自然资源学报, 2011, 26(10): 1758-1767.
- [21] 李俏, 谷国锋, 姚丽, 等. 黑龙江垦区耕地利用效率变化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(4): 30-35.
- [22] 王筱明, 闫弘文. 城市土地利用效率的 DEA 评价[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2005, 36(4): 573-576.
- [23] 鲍新中, 刘澄, 张建斌. 城市土地利用效率的综合评价[J]. 城市问题, 2009, 40(4): 46-50.
- [24] 杨朔, 李世平, 罗列. 陕西省耕地利用效率及其影响因素研究[J]. 中国土地科学, 2011, 25(2): 47-54.
- [25] 张荣天, 焦华富. 中国省际耕地利用效率时空格局分异与机制分析[J]. 农业工程学报, 2015, 31(2): 277-287.
- [26] 周泽炯, 胡建辉. 基于 Super-SBM 模型的低碳经济发展绩效评价研究[J]. 资源科学, 2013, 35(12): 2457-2466.
- [27] Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3): 498-509.
- [28] Tone K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(1): 32-41.
- [29] 徐建华, 余庆余. 人类生态系统[M]. 甘肃 兰州: 兰州大学出版社, 1993.
- [30] 马英, 闫富宏, 万瑜, 等. “偶联”“偶合”“耦合”辨析[J]. 编辑学报, 2005, 17(3): 198-198.
- [31] 刘定惠, 杨永春. 区域经济—旅游—生态环境耦合协调度研究: 以安徽省为例[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20(7): 892-896.
- [32] 郭施宏, 王富喜, 高明. 山东半岛人口城市化与土地城市化时空耦合协调关系研究[J]. 经济地理, 2014, 34(3): 72-78.
- [33] 刘玉海, 张丽. 耕地生产率与全要素耕地利用效率: 基于 SBM-DEA 方法的省际数据比较[J]. 农业技术经济, 2012(6): 47-56.