

南京市土地利用结构时空格局及驱动因素

陈磊¹, 孙佳新¹, 姜海¹, 唐华²

(1.南京农业大学 中国土地问题研究中心, 南京 210095; 2.南京市国土资源信息中心, 南京 210005)

摘 要:经济转型背景下把握土地利用结构状况旨在为协调区域经济建设质量与用地结构优化关系提供依据。运用信息熵和 SSM 模型分析了 2005—2016 年南京市土地利用结构时空格局差异,并构建了经济计量模型探讨驱动因素。结果表明:(1) 根据信息熵动态演变规律发现,南京市土地利用结构信息熵具有明显阶段性,2005—2009 年为持续增长期(无序),2010—2012 年为持续下降期(有序),2013—2016 年为波动上升期(无序);(2) 对信息熵、均衡度和优势度总体分析表明,受信息熵变动趋势影响,研究期内南京市土地利用结构均衡度呈上升—下降—上升趋势,优势度与之相反,其中农用地结构为无序—有序趋势,建设用地结构为有序—无序趋势;(3) 不同地类空间演变上,农用地和其他用地均属衰减性结构,其中耕地和牧草地具有显著的挤出效应;建设用地基本为增长性结构,其中城乡建设用地和交通水利用地具有明显的补给效应;(4) 南京市“四大片区”不同地类竞争力具有显著的空间差异,主城区为中值区—低值区状态,江北新区和近郊区为中高值区—高值区状态,远郊区处于高值区状态;(5) 南京市土地利用结构时空格局演变状况主要受土地资源禀赋、经济发展水平、产业结构调整 and 土地管理政策因素的影响。

关键词:土地利用结构; 信息熵模型; SSM 模型; 时空格局; 驱动因素; 南京市

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2020)01-0197-10

Spatiotemporal Pattern and Driving Factors of Land Use Structure in Nanjing City

CHEN Lei¹, SUN Jiabin¹, JIANG Hai¹, TANG Hua²

(1.China Center for Land Policy Research, Nanjing Agricultural University,

Nanjing 210095, China; 2.Nanjing Land and Resources Information Center, Nanjing 210005, China)

Abstract: Study on regional land use structure is to provide a basis for coordinating the relationship between the quality of regional economic construction and the optimization of land use structure under the background of economic transformation. This paper used information entropy model and SSM model to analyze the difference of spatiotemporal pattern of land use structure in Nanjing City from 2005 to 2016, and build econometric model to discuss its diving factors. The results show that: (1) according to the general dynamic evolution rule of information entropy, information entropy of land use structure in Nanjing City had obvious periodicity and it showed that the period from 2005 to 2009 was a continuous growth period (disordered), the period from 2010 to 2012 was a continuous decline period (orderly), and the period from 2013 to 2016 was a fluctuation uplift period (disordered); (2) the general analysis of information entropy, equilibrium degree and superiority degree showed that the equilibrium degree of land use structure in Nanjing City presented the trend of ‘increase—decrease—increase’ and superiority degree was the opposite, among which the agricultural land structure was the evolution trend of ‘disordered—orderly’, while the construction land structure was the evolution trend of ‘orderly—disorderly’; (3) from the evolution of different geodetic spaces, agricultural land and other land belonged to attenuation structure, among which cultivated land and grassland had a significant crowding-out effect; construction land basically belonged to growth structure, among which land for urban and rural construction and for transportation and water conservancy showed the significant supply effect; (4) the competition of different land use type in ‘four areas’ of Nanjing City showed the significant difference in space configuration, that was the main urban area was in state of ‘middle value zone—low value zone’, Jiangbei New Area and the near suburbs were in state of ‘middle-high value zone—high value zone’,

收稿日期:2019-03-05

修回日期:2019-03-21

资助项目:南京市国土资源局招标项目“南京市土地运行体征指标体系与综合决策支持系统基础研究”(JSZR-ZC2020171110);江苏省国土资源科技项目“南京市土地运行体征指标体系与综合决策支持系统设计”(2018006)

第一作者:陈磊(1990—),男,四川德阳人,博士研究生,研究方向为土地经济与政策。E-mail:2017209018@njau.edu.cn

通信作者:姜海(1978—),男,四川峨眉人,教授,博士,博士生导师,研究方向为土地经济与政策。E-mail:jianghai@njau.edu.cn

and the far suburbs were in state of high value zone; (5) the evolution of spatiotemporal pattern of land use in Nanjing City was mainly influenced by land resource endowment, economic development level, industrial structure adjustment and land management policies.

Keywords: land use structure; information entropy model; SSM model; spatiotemporal pattern; driving factor; Nanjing City

改革开放以来,我国经济发展取得了举世瞩目的成就。1978—2016 年我国 GDP 由 3 678.7 亿元增长至 744 127 亿元,人均 GDP 由 1 663 元增长至 53 980 元,现已稳居世界第二大经济体。伴随着经济水平的高速增长,我国的城市化和工业化水平也在不断攀升,尤其是在 20 世纪 90 年代中期步入加速增长长期^[1]。与此同时,为满足各项基础设施建设、承接城市空间拓展与产业布局等用地需求,我国各项建设用地需求迅猛增长。然而,这一增长过程 60% 以上的贡献归因于土地等生产要素资源的不断投入,技术进步的贡献率却不足 30%^[2],远远低于发达国家。据此,我国经济发展过程是以“高投入、高耗能、低效率”为代价^[3],导致了土地资源保护与经济增长失衡、经济发展质量与资源高效配置失衡,特别是土地资源利用方式、结构失衡等问题突显,引发了资源储量(尤其是耕地资源)锐减、生态环境破坏等一系列问题。因此,科学把控经济社会发展过程中区域土地资源结构配置,优化土地利用方式势在必行。

土地作为承载各类经济活动的重要载体,是经济发展进程中不可或缺的关键要素。土地利用就是探究区域经济发展需求背景下土地利用结构动态演变的趋势及其程度。随着城市化与工业化不断推进,区域社会—经济—生态结构也随之发生变化,这些变化必定通过土地利用结构状况加以反映^[4]。虽然我国有关土地利用结构研究起步较国外晚,但学者们已从不同角度对土地利用结构时空格局^[5]、动力机制^[6]、结构优化^[7]、结构动态模拟^[8]等展开了研究。在研究尺度上,徐士珩等^[9]从宏观层面对我国城市土地利用结构研究发现土地产出效益差、土地价值不能显化等问题,中观层面上匡兵等^[10]、许芸鹭等^[11]分别探讨了武汉城市群、辽中南城市群土地利用结构区域差异,董杰等^[12]从省域角度分析了山东省土地利用结构时空演变特征。乔伟峰等^[13]从微观层面研究了苏州市土地利用结构状况。在研究方法应用上,司慧娟等^[14]采用信息熵模型分析了青海省土地利用结构空间形态分维状况,郭施宏^[15]运用洛伦兹曲线和基尼系数法评价了海西城市群城市土地利用结构状况,李永乐等^[16]借助面板数据模型对城市化与城市土地利用结构关系进行了讨论。此外,学者们还对土地利用

结构效率^[17-18]进行了一定的研究。据此,有关土地利用结构的研究中,国内学者多从整体上探究其变化规律,对各地类的变化状况研究不足。由于偏移份额分析法(SSM 模型)能通过份额量与偏移量的关系定量揭示各地类变化规律及其空间差异,本文引入该模型,并结合信息熵模型探究区域土地利用结构时空演化规律。同时,鉴于资源禀赋、区域发展定位与目标的差异性以及区域中心城市地位特殊性,有关区域中心城市土地利用结构动态演变及相关研究有待进一步加强。因此,本文以我国长三角经济带中心城市南京市为例,运用信息熵模型和 SSM 模型分析南京市土地利用结构时空演变状况,并构建经济计量模型探讨其驱动因素,以期有效且科学地掌握区域土地利用状态,协调区域经济建设质量与用地结构优化和调控人地关系提供一定的依据。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究区概况

南京市位于长江下游中部地区、江苏省西南部,是江苏省省会,属副省级城市,下辖 11 个区,幅员面积 6 587.02 km²。南京市区位示意图见图 1。全市地貌属宁镇扬丘陵地区,以低山缓岗为主,属北亚热带湿润气候,四季分明,雨水充沛。2016 年全市实现国内生产总值 10 503.02 亿元,人均生产总值 127 264 元,常住人口城镇化率高达 82%。随着长三角地区经济一体化进程加快,南京区域中心城市地位日益凸现,区域人口规模与城市化率不断提升,尤其是江北新区建设等重大战略加快实施,建设用地刚性需求越来越大,土地供需矛盾日益突出。因此,面对当前南京市土地利用压力,有效且科学地掌握土地利用结构状态,已成为协调南京市经济社会发展与土地资源保护,提升南京市建设质量与竞争力的重大需求。

1.2 研究方法

1.2.1 信息熵模型 “熵(Entropy)”,最初是一个物理概念。1948 年美国数学家 Claude Elwood Shannon 在信息论中引入“熵”概念,定义为“信息熵(Information Entropy)”^[19],它能测度系统的均衡度^[20]。通常,信息熵越大,系统越无序^[21]。该模型已广泛运用于土地利用结构相关研究,能有效反映区

域土地利用类型多样性程度与土地系统均衡状况^[22],对优化和调整土地利用结构以适应区域社会经济发展需求具有一定的指导作用。具体定义如下:

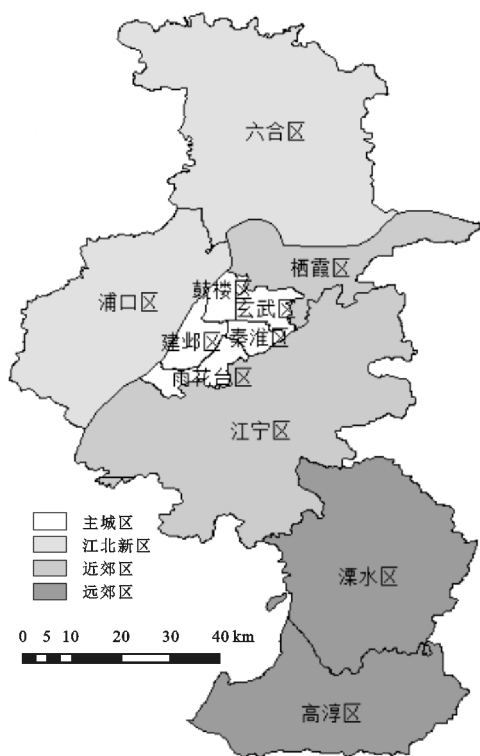


图 1 南京市区位示意图

假定某一区域土地总面积为 A , 该区域范围内共有 n 类土地利用类型, 每类土地利用类型为 $A(x_i)$, 则有:

$$A = \sum_{i=1}^n A(x_i), \text{ 其中 } i=1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

某种土地利用类型出现的频率为:

$$p(x_i) = A(x_i)/A, \text{ 其中 } i=1, 2, 3, \dots, n$$

$$\text{且满足 } \sum_{i=1}^n p(x_i) = 1 \quad (2)$$

则该区域土地利用结构信息熵可定义为:

$$H(x) = -\sum_{i=1}^n p(x_i) \ln p(x_i) \quad (3)$$

式中: H 为信息熵, 其大小反映了土地利用类型多少和各土地利用类型面积分布的均匀状况。根据熵值原理, 若某一区域处于未开发状态, 该区域土地利用结构信息熵为 0, 即 $H_{\min} = 0$; 若该区域发展处于成熟阶段, 各土地利用类型趋于稳定, 且满足熵最大化条件, 即 $A(x_1) = A(x_2) = \dots = A(x_n) = A/n$ 时, 则有 $A(x_i) = 1/n (i=1, 2, 3, \dots, n)$; $H_{\max} = \ln(n)$ 。由此可知, 各地类面积占比差距越小, 土地系统均衡状况越好^[23], 土地系统均衡状况进一步可用土地利用结构均衡度表示。基于信息熵函数, 可以得到土地利用结构均衡度。公式为:

$$J = H/H_{\max} = -\sum_{i=1}^n p(x_i) \ln p(x_i) / \ln(n) \quad (4)$$

式中: J 表示土地利用结构均衡度, 反映实际信息熵值与最大信息熵值之比。由于 $H \leq H_{\max}$, 则 $J \in [0, 1]$, 若 $J=1$ 时, 表示该区域土地利用结构状况达到了理想中的均衡状态, 反之, 若 $J=0$ 时, 表示该区域土地利用结构状况处于非均衡状态。基于土地利用结构均衡度概念, 进一步构建土地利用结构优势度计算公式:

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

式中: I 表示土地利用结构优势度, 反映实际信息熵增量与最大信息熵增量之比, 表示区域土地利用集中程度, 即该区域一种或多种占据主导地位的土地利用类型在区域土地中的支配程度, 其表达意义与 J 相反。

1.2.2 SSM 模型 SSM 模型, 即偏移份额分析法 (Shift-Share Method), 是 20 世纪 60 年代美国学者 Dunn 等提出的, 是西方区域经济学中开展区域经济发展研究的典型方法之一^[24], 其基本思路是把某一区域经济发展当作一个动态的演变过程, 并把该区域上一级区域或者整个国家的发展作为参照, 把某一时期该区域经济总量动态变化分解为份额分量 (National Growth Effect, 简称 NGE)、结构偏移分量 (Industry Mix Effect, 简称 IME)、竞争偏移分量 (Local Share Effect, 简称 LSE) 3 个分量, 以此评价区域经济结构优劣及其竞争力强弱状况, 为区域经济发展向合理方向调整提供依据。目前, 该方法多应用于产业结构调整^[25]、市场经济结构优化^[26]、区域经济增长^[27]等研究。基于土地利用转型理论及相关理论, 一定年限内区域社会经济结构与土地利用结构存在相互对应的关系^[28]。因此, 该模型应用于南京市土地利用研究之中, 就是以南京市为参照, 在研究年限内, 以 2005 年为初期, 2016 年为末期, 从动态和整体视角, 结合“3 个分量”把握南京市土地利用结构时空差异。具体定义如下:

假定一个区域 j 在某一年限内 ($t_0 - t$) 土地利用总量与结构处于动态变化趋势, A_{ij}^0, A_{ij} 分别为该区域 j 第 i 类土地初期面积和末期面积, 区域 j 的土地初期总量和末期总量分别为 A_j^0, A_j^t 。 j 个子区域数据之和构成了参考区域的基础数据。以 C^a, C^b 分别表示参考区域在 t_0 和 t 年的土地总规模, 则 C_i^a, C_i^b 分别为 t_0 和 t 年份第 i 类土地规模。据此, 根据偏移份额模型原理, 得到区域 j 土地利用增长的“3 个分量”公式:

$$NGE_{ij} = A_{ij}^0 \times S \quad (6)$$

$$IME_{ij} = A_{ij}^0 (S_i - S) \quad (7)$$

$$LSE_{ij} = A_{ij}^0 (S_{ij} - S_i) \quad (8)$$

式中: NGE_{ij} 为份额分量, 表示一定年限参考区域该土地利用类型总面积的平均增长速度 (S) 所能增长

的数量,反映了全局与均等视角下各区域发展的差异性^[29];IME_{ij}为结构偏移分量,表示一定年限的初期区域 *j* 第 *i* 类土地面积按参照区域该类土地面积的平均增长速度(*S_i*)所能增长的数量与 NGE_{ij}的差,反映区域 *j* 第 *i* 类土地在各类土地中是否处于增长优势,该值越大,表明对经济总量增长的贡献越大;LSE_{ij}为竞争偏移分量,表示一定年限的初期区域 *j* 第 *i* 类土地面积按该区域该类土地面积实际增长速度(*S_{ij}*)所能增长的数量与按参考 *i* 类土地与其他区域同类用土地相比是否具备竞争优势,其值越大,表明对经济增长作用越大。其中 *S*, *S_i*, *S_{ij}* 可表示为:

$$S = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (A_{ij}) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (A_{ij}^0) \right] / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (A_{ij}^0) \quad (9)$$

$$S_i = \left[\sum_{j=1}^m (A_{ij}) - \sum_{j=1}^m (A_{ij}^0) \right] / \sum_{j=1}^m (A_{ij}^0) \quad (10)$$

$$S_{ij} = (A_{ij} - A_{ij}^0) / A_{ij}^0 \quad (11)$$

1.3 数据来源

本文数据源于 2006—2017 年《中国国土资源统计年鉴》、《江苏统计年鉴》、《南京统计年鉴》和 2005—2016 年南京市国民经济与社会发展统计公报、南京市土地利用变更数据和国土资源局相关统计数据。需要说明的是,本文土地利用类型分类按照土地规划用途进行分类,同时各区数据均以南京市 2013 年调整后的行政区为依据,包括 11 个区(图 1),其中秦淮区数据为原秦淮区和白下区合并而成,鼓楼区数据为原鼓楼区和下关区合并而成。

2 结果与分析

2.1 时序演变特征

2.1.1 信息熵动态演变特征 表 1 显示了 2005—2016 年南京市土地利用结构状况及其信息熵、均衡度和优势度,以此把握南京市土地利用结构时序动态演变规律。信息熵动态演变规律的实质是“熵产生”与“熵流”相互交替的动态博弈过程的表现形式。2005—2016 年南京市土地利用结构信息熵具有明显的阶段性,表现为三大阶段:阶段一(2005—2009 年)为持续增长期,由 2005 年的 1.701 5 Nat 增加至 2009 年的 1.709 8 Nat,增加了 0.49%,表明此阶段南京市土地利用结构逐年向无序方向发展,各类用地结构变动较为明显,表现为农用地占比由 66.55%减少至 65.27%,其面积减少了 5.55%,其中除园地占比有所增加之外,耕地、林地、牧草地等占比均有减少,而建设用地占比显著增加,由 23.89%增加至 25.92%,其面积增幅为 20.06%,其中城乡建设用地和交通水利用地面积均增加显著;阶段二(2010—2012 年)为持续下降期,由 2010 年的 1.706 0 Nat 下降至 2012

年的 1.704 7 Nat,下降了 0.08%,表明此阶段南京市土地利用结构向有序方向变化,这是由于信息熵值基本处于 1.705 0 左右波动,即各类用地结构波动幅度相对比较稳定,土地利用结构仅有较小幅度的调整;阶段三(2013—2016 年)为波动上升期,由 2013 年 1.705 0 Nat 上升至 2016 年的 1.705 3 Nat,增加了 0.02%,表明此阶段南京市土地利用结构逐年向无序方向变化。从整体演变规律可知,这主要与南京市建设规划目标和区域功能定位有着密切的联系。

2.1.2 信息熵、均衡度和优势度总体变化特征

(1) 总体变化特征。南京市土地利用结构信息熵和均衡度总体上呈波动上升的状态,表现为上升—下降—上升的演变趋势,可知南京市土地利用结构略有波动,但整体上较为平稳,而优势度与之相反,总体呈下降—上升—下降的演变趋势。这与信息熵值变化状况有直接关系,由表 1 可知,信息熵值由 2005 年的 1.701 5 Nat 增长至 2016 年的 1.705 3,增长了 0.22%,表明研究期内南京市土地利用结构逐渐由有序向无序方向演化,加之土地利用结构的优势度减弱、均衡度增强,使单一优势土地利用类型的主导作用减弱。

(2) 不同用地结构变化特征。从农用地和建设用地结构状况来看,南京市农用地结构信息熵和均衡度大致为倒 U 型演变趋势,2005—2016 年分别下降了 0.15%,0.19%,而优势度与之相反,表现为下降—上升的变化趋势,增加了 0.05%。而建设用地结构状况与农用地结构状况相反,其信息熵和均衡度为下降—上升的变化趋势,均增加了 6.80%,优势度呈上升—下降的变化趋势,下降了 1.99%。由此可知,南京市农用地结构逐渐由无序向有序方向发展,而建设用地结构逐步由有序向无序方向发展,这是由于经济建设快速推进,城市人口增长、资本集聚、产业结构调整等必然会加速区域建设规模扩张,为满足各项功能设施建设导致建设用地需求与农用地保护之间的矛盾突出,造成土地过度开发等一系列问题。

2.2 空间差异特征

由于受区域土地管理政策、土地规划(利用)、经济基础等约束条件的限制,使得份额分量与区域实际需求之间存在一定的差异,则引入结构偏移分量和竞争偏移分量进行调剂。

2.2.1 不同地类空间差异特征 基于 SSM 模型得出 2005—2016 年南京市土地利用结构性偏移量,运用 ArcGIS 10.3 软件绘制出不同地类空间差异图(图 2)。由图 2 可知,研究期内南京市各区各地类结构偏移量演变特征差异显著。

(1) 农用地方面,耕地的结构性偏移量除高淳为正

值外,其余各区均为负值,属于衰减性结构,表明占用耕地进行区域建设的情况有所改善;园地的结构性偏移量除栖霞和溧水为负值外,其余各区均为正值,表明园地增长率超过了全市用地增长率,属于增长性结构;林地的结构性偏移量中,玄武、秦淮、浦口、栖霞、雨花台、江宁和高淳为负值,其余各区为正值,表明前者属于衰

减性结构,后者属于增长性结构;牧草地的结构性偏移量除玄武、建邺、鼓楼、江宁、溧水和高淳由于无牧草地处于不变状态之外,其余各区均为负值,表明牧草地在全市用地的比重中有所减少,属于衰减性结构;其他农用地的结构性偏移量除溧水区为正值外,其余各区均为负值,基本上属于衰减性结构。

表 1 2005—2016 年南京市土地利用结构状况与信息熵(H)、均衡度(J)和优势度(I)																				
年份	农用地占比/%						建设用地占比/%				其他	信息熵(H)/Nat			均衡度(J)			优势度(I)		
	耕地	园地	林地	牧草地	其他 农用地	总占比	城乡建设	交通水利	其他建设	总占比	用地	总体 占比/%	农用地 状况	建设	总体 状况	农用地	建设	总体 状况	农用地	建设
							用地	用地	用地		占比/%			用地		用地	用地			
2005	37.3111	1.4287	11.2313	0.0077	16.5691	66.5479	18.1864	4.3713	1.3340	23.8917	9.5604	1.7015	1.0544	0.6796	0.7744	0.2109	0.2265	0.2256	0.7891	0.7735
2006	37.0214	1.4428	11.2351	0.0073	16.4995	66.2061	18.4718	4.4592	1.3599	24.2909	9.5031	1.7054	1.0567	0.6808	0.7762	0.2113	0.2269	0.2238	0.7887	0.7731
2007	36.8881	1.4851	11.2075	0.0071	16.3699	65.9578	18.7796	4.5087	1.3580	24.6463	9.3959	1.7070	1.0584	0.6776	0.7769	0.2117	0.2259	0.2231	0.7883	0.7741
2008	36.7797	1.4785	11.1637	0.0071	16.2763	65.7053	19.0873	4.5436	1.3578	24.9887	9.3060	1.7070	1.0580	0.6740	0.7769	0.2116	0.2247	0.2231	0.7884	0.7753
2009	36.6049	2.1047	11.2957	0.0029	15.2648	65.2729	19.9882	5.1147	0.8151	25.9180	8.8090	1.7098	1.0789	0.6294	0.7782	0.2158	0.2098	0.2218	0.7842	0.7902
2010	36.4221	1.8899	11.1279	0.0027	15.1292	64.5717	20.5994	5.2774	0.8121	26.6890	8.7394	1.7060	1.0698	0.6267	0.7764	0.2140	0.2089	0.2236	0.7860	0.7911
2011	36.2536	1.8358	11.0340	0.0027	14.9695	64.0956	20.9917	5.4357	0.7974	27.2249	8.6796	1.7057	1.0670	0.6256	0.7763	0.2134	0.2085	0.2237	0.7866	0.7915
2012	36.1841	1.7708	10.9852	0.0028	14.8952	63.8381	21.2098	5.5083	0.8019	27.5200	8.6419	1.7047	1.0641	0.6257	0.7758	0.2128	0.2086	0.2242	0.7872	0.7914
2013	36.0608	1.7242	10.9482	0.0028	14.8538	63.5898	21.3852	5.6266	0.8028	27.8147	8.5955	1.7050	1.0625	0.6277	0.7760	0.2125	0.2092	0.2240	0.7875	0.7908
2014	36.0090	1.6848	10.9071	0.0026	14.7627	63.3663	21.5513	5.6912	0.8181	28.0606	8.5732	1.7048	1.0603	0.6294	0.7759	0.2121	0.2098	0.2241	0.7879	0.7902
2015	36.0083	1.6648	10.8664	0.0026	14.6021	63.1443	21.6993	5.7494	0.8568	28.3054	8.5503	1.7052	1.0580	0.6334	0.7761	0.2116	0.2111	0.2239	0.7884	0.7889
2016	35.8738	1.6332	10.8240	0.0026	14.4788	62.8124	21.9617	5.8430	0.8596	28.6643	8.5233	1.7053	1.0565	0.6334	0.7761	0.2113	0.2111	0.2239	0.7887	0.7889

(2) 建设用地方面,城乡建设用地的结构性偏移量除建邺和鼓楼为负值外,其余各区均为正值,表明城乡建设用地增长率超过全市用地增长率,属于增长性结构;交通水利用地的结构性偏移量均为正值,表明其增长率超过了全市用地增长率,属于增长性结构;其他建设用地除六合为正值外,其余各区均为负值,属于衰退性结构,表明其在全市土地利用中的比重越来越小,该类用地对区域经济增长的推动作用减弱。

(3) 其他用地方面,除玄武的结构性偏移量为正值外,其余各区其他用地结构性偏移量均为负值,属于衰减性结构,表明各区其他用地在南京市土地利用结构中比重逐年减小。

总体上看,2005—2016 年南京市土地利用结构性偏移量中耕地、林地、牧草地、其他农用地、其他建设用地和其他用地为负值,属于衰退性结构,而园地、城乡建设用地和交通水利用地均为正值,属于增长性结构。不难看出,研究年限内南京市建设用地结构性增长需求大于农用地结构增长需求,对区域经济增长贡献较大,表现为大量农用地结构类型面积逐年减少,转移为区域经济建设需求性与服务性用地,使得建设用地面积逐年增加,这是由于南京市社会经济快速发展,导致城市建设扩张、产业布局用地刚性需求增加占用农用地,以满足经济建设需求。

2.2.2 不同片区空间分异特征 根据区域土地利用特点以及社会经济阶段性特征,并结合南京市空间发展战略规划,把南京市 11 个区划分为“四大片区”(图 1)。同时,依据南京市土地利用结构竞争偏移分量

值,借助 SPSS 22 软件运用系统聚类法和平方 Euclidean 距离对南京市各区状况开展聚类分析,把南京市各区土地利用结构的竞争偏移分量大致划分为四大类别值区,由高到低分别为高值区、中高值区、中值区、低值区,并运用 ArcGIS 10.3 软件绘制出南京市土地利用结构竞争偏移分量的空间分异图(图 3)。

(1) 主城区。主城区竞争偏移分量表现为玄武区各地类均为低值区;秦淮区耕地、园地、牧草地、其他农用地、城乡建设用地和其他建设用地为中值区,林地、交通水利用地和其他土地为低值区;雨花台区耕地、林地、牧草地、其他农用地和其他建设用地为高值区,园地、城乡建设用地、交通水利用地和其他用地为中高值区;建邺区耕地、园地、其他农用地、其他建设用地为中高值区,林地、牧草地、城乡建设用地、交通水利用地和其他用地为中值区;鼓楼区耕地和其他建设用地为高值区,园地、其他农用地、城乡建设用地为中高值区,林地、牧草地、交通水利用地和其他用地为中值区。据此,主城区土地利用结构竞争偏移分量为中值区—低值区状态。随着区域社会经济发展水平不断提高,主城区各地类新增用地吸纳作用逐渐减弱,这是由于主城区是区域社会经济集聚中心,土地资源极为有限,发展空间趋于饱和,地方政府通过强化区域土地用途管制与空间布局结构规划以推进土地集约节约利用“双提升”战略实施,通过旧城改造、低效用地再开发等措施着力提高土地利用效率,同时实施建设用地增减挂钩、土地综合整治等,在一定程度上遏制了各地类用地增长驱动力。

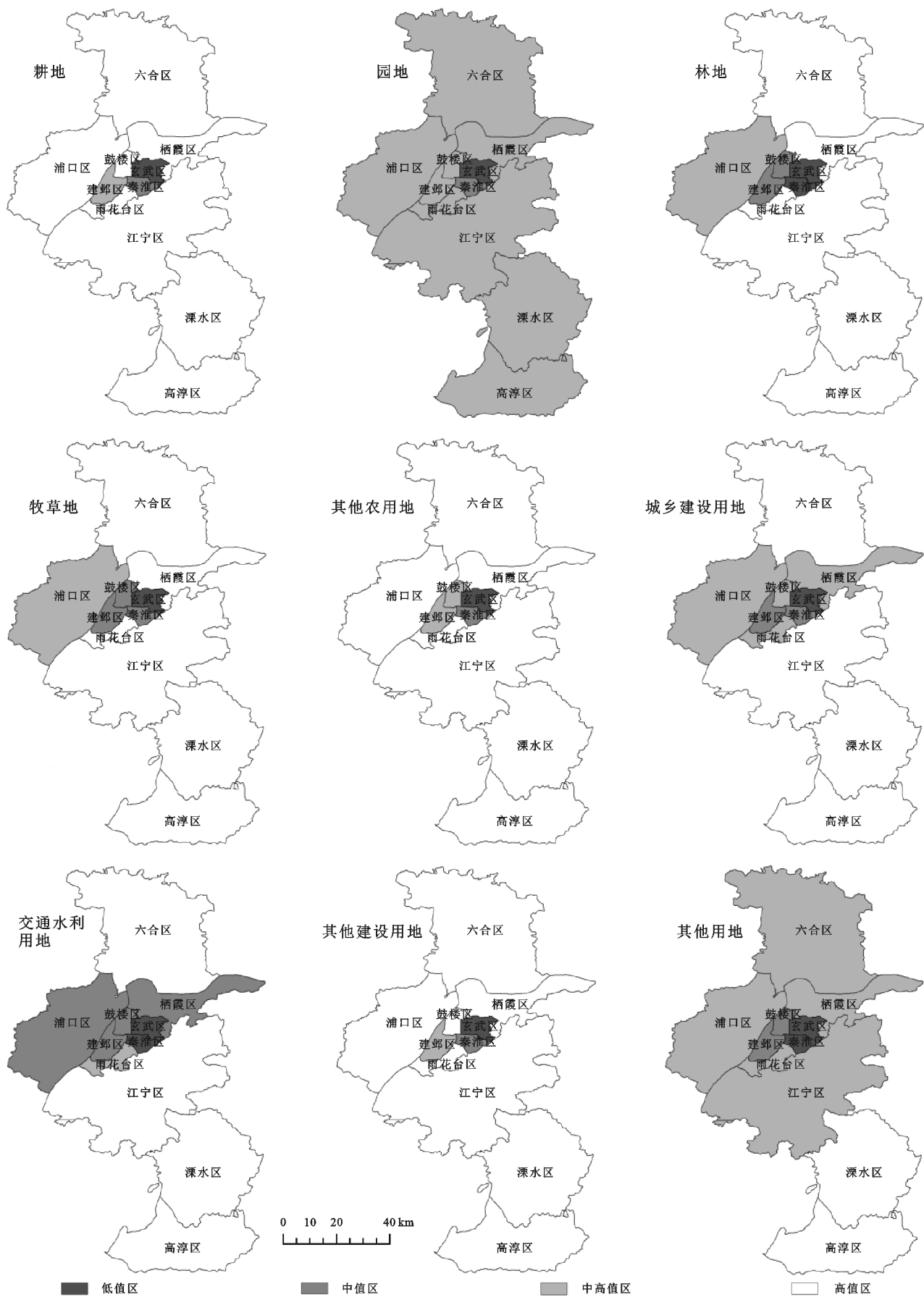


图 3 南京市土地利用结构竞争偏移分量空间分异

(2) 江北新区。江北新区竞争偏移分量表现为六合区除了园地和其他农用地为中高值区外,其他地类均

为高值区;浦口区耕地、其他农用地和其他建设用地为高值区,园地、林地、牧草地和其他用地为中高值区,交通水利用地为中值区。整体上,江北新区土地利用结构竞争偏移分量为中高值区—高值区状态,表明该区域各类用地结构的新增用地类型均有显著的汇集,特别是2015年正式批为国家级新区后,招商引资政策与人才政策使得各类基础设施建设与区域功能性完善对建设用地需求日趋增大,使得土地向工业用地、公共设施用地等倾斜。然而,各项建设扩张不可避免的侵占农用地,特别是耕地占用。因此,严格实施耕地和基本农田保护政策,强化耕地占补平衡,着力推进农村土地综合整治和工矿用地治理,使得建设用地需求增加的同时有效地保护了农用地数量不减少。但由于江北新区快速发展对建设用地需求较大,这必然导致耕地占用速度大于耕地补充速度,耕地仍处于劣势状态。

(3) 近郊区。近郊区竞争偏移分量表现为栖霞区除了园地、城乡建设用地和其他用地为中高值区以及交通水利用地为中值区外,耕地、林地、牧草地、其他农用地、其他建设用地均为高值区。据此,近郊区土地利用结构竞争偏移分量为中高值区—高值区状态。这与江北新区大致相同,以主城区为依托,是城乡经济发展紧密联系的重要地段,既受到城市要素扩散影响,又在一定程度上保留了农村土地利用格局。按配套功能划分,近郊区通常是城镇重点发展和工业集中发展区,是解决城市病、疏散人口、缓解交通用地压力的首选地。在地方政府扶持以及工业发展的背景下,使得各项服务性用地需求逐渐增大,通常呈现出低密度蔓延式扩展态势。

(4) 远郊区。远郊区竞争偏移分量除园地为中高值区外,耕地、林地、牧草地、其他农用地、城乡建设用地、交通水利用地、其他建设用地和其他用地均为高值区。总体上,远郊区土地利用结构竞争偏移分量为高值区。为响应南京市区域整体发展和城乡一体化发展要求,2013年对高淳、溧水撤县建区,自此两区发生了一系列变化。一方面,受区域经济建设辐射带动效应影响,远郊区作为后备经济发展拓展保障区,招商引资出现井喷,一批高端现代服务业项目、新兴产业项目落户,交通道路、基础设施等建设使得建设用地竞争力较强。另一方面,远郊区兼具农业生产性功能,积极调整农业结构、推进土地综合整治、强化生态建设与环境保护,大力发展特色鲜明的现代农业,打造南京市农业主导产业配套生产基地,该土地利用类型在土地利用格局中占据绝对数量,且竞争力强。

2.3 南京市土地利用结构动态演变驱动因素分析

基于系统论基本原理^[30],土地本身就是一个复

杂系统,受自然、社会和经济要素共同作用。而土地利用结构动态演变就是系统与要素、结构与功能等共同作用下土地利用变化状况,是区域土地资源禀赋、经济发展水平、人口增长、产业结构布局、土地管理政策等要素综合作用的结果^[10,31]。通过分析系统中各要素之间的相互关系及其规律,能够有效把握区域土地利用结构动态演变影响因素。

2.3.1 模型设定与指标选取 本文运用经济计量分析方法探究影响南京市土地利用结构时空格局演变规律的主要因素。经济计量模型形式如下:

$$Lus_{ij} = F(Lre_{ij}, Edl_{ij}, Pg_{ij}, Isa_{ij}, Lmp_{ij}) \quad (12)$$

式中: Lus_{ij} (land use status)表示南京市第*i*年第*j*区土地利用变化状况,为被解释变量,基于已有研究启示^[10,32],以土地利用结构信息熵衡量。所用解释变量说明如下: Lre_{ij} (Land resource endowment)表示第*i*年第*j*区土地资源禀赋状况,以区域年末耕地数量(hm^2)衡量; Edl_{ij} (Economic development level)表示第*i*年第*j*区经济发展状况,以人均GDP(元/人)衡量; Pg_{ij} (Population growth)表示第*i*年第*j*区人口变化状况,以人口自然增长率(‰)衡量; Isa_{ij} (Industry structure adjustment)表示第*i*年第*j*区产业结构布局与调整状况,用第三产业占比(%)衡量; Lmp_{ij} (Land management policy)表示土地管理政策;2004年我国开始实行土地垂直管理体制,强化土地资源管理,落实最严格的耕地保护制度,同年4月,江苏省第十届人大常委会第九次会议对《关于修改〈江苏省土地管理条例〉的决定》进行第二次修正;2006年南京市调整并完善了《南京市土地利用总体规划(2006—2020年)》;2008年,为有效应对全球性的金融危机,各项土地政策广泛的应用于宏观调控^[11];2010年中共南京市委南京市人民政府出台《关于加快推进全域统筹建设城乡一体化发展的新南京行动纲要》,加强土地整治,集约节约利用盘活土地资源;为响应“纲要”精神,2011年南京市制定了《关于规范推进农村土地综合整治工程的实施意见》;2012—2014年南京市连续出台有关耕地保护、建设用地节约集约利用、违法用地监管等一系列政策制度;2015年南京市实施了《南京市耕地保护补贴暂行办法》;2016年作为“十三五”开局之年,其未来五年的目标任务在于“优化完善土地开发利用格局,逐步落实区域空间协调性发展”^[33],因此,本文依据社会发展阶段,大致将2005—2008年赋值为1,2009—2011年赋值为2,2012—2015年赋值为3,2016年赋值为4。综上所述,经济计量模型可进一步表示为:

$$Lus_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 Lre_{ij} + \alpha_2 Edl_{ij} + \alpha_3 Pg_{ij} + \alpha_4 Isa_{ij} + \alpha_5 Lmp_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (13)$$

式中: α_0 表示常数项; $\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_5$ 表示解释变量系数; ε_{ij} 表示误差项。

2.3.2 模型估计结果分析 基于 2005—2016 年南

京市 11 个区基础数据,借助 Eviews 6.0 软件,以南京市 11 个区土地利用结构信息熵 Lus 为被解释变量进行了回归分析,模型回归估计结果见表 2。

表 2 模型回归估计结果

Variable	Coefficient	Std.Error	T-Statistic	Prob.
C	1.947147	0.029994	64.91886	0.0000***
Lre	-1.15E-05	5.63E-07	-20.44889	0.0000***
Edl	1.71E-07	3.99E-08	4.290996	0.0051***
Pg	3.81E-05	0.000252	0.151555	0.8845
Isa	-0.001208	0.000363	-3.326214	0.0159**
Lmp	0.004040	0.001961	2.059798	0.0851*
R-squared	0.997983	F-statistic		593.6558
Adjusted R-squared	0.996302	Prob(F-statistic)		0.000000***
Included observations	12	Durbin-Watson stat		2.163397

注:被解释变量为 Lus,*,**,*** 分别表示在 10%,5%,1%水平上显著。

表 2 模型估计结果中,从整体显著性来看, F 值为 593.66 且 p 值为 0.000,拒绝模型整体解释变量系数为零的原假设,表明模型整体拟合良好;从拟合度来看, R^2 和调整 R^2 均在 99%,表明模型整体拟合度好;从拟合残差序列相关性来看, $D-W$ 值为 2.1,表明判断回归残差不存在序列自相关。因此,回归模型是有效的。从回归结果来看,土地资源禀赋、经济发展水平、产业结构和土地管理政策因素通过检验,对南京市土地利用结构变化具有显著影响,而人口因素未通过检验,但从其系数来看,属正相关关系,表明人口因素对南京市土地利用结构变化具有直接效应,与相关研究结论基本一致^[34-35]。具体分析如下:

(1) 在 1%显著水平下,土地资源禀赋对南京市土地利用具有负相关,经济发展水平与其存在高度正相关,对该市土地利用结构变化具有较大拉动力。这是由于土地是一切生产生活的载体,经济发展水平提升必定导致区域建设用地需求增加,特别是随着城镇化与工业化的推进,促使基础设施建设等服务性用地刚性需求不断增加,占用大量土地(特别是耕地占用),导致区域内部土地资源结构发生变化。

(2) 产业结构调整在 5%水平上显著,与南京市土地利用具有显著负相关,表明第三产业占地区 GDP 比重越大,该区域土地利用结构调整内在驱动力就越大。这是由于产业结构调整会促使土地资源在部门之间的配置发生变化,同时由于土地与其他要素的配置关系在不同产业中存在一定差异,主导型产业转移必定推动着建设用地扩展,直接造成区域土地利用结构变化。

(3) 土地管理政策在 10%水平上显著,且估计系数为正,表明其对南京市土地利用方式、结构调整等具有正相关。面对一系列土地保护问题,南京市近年来连续出台了节地提效保发展、用地秩序监管、耕地

与基本农田保护等管理政策,重点发挥土地资源保障功能,挖掘存量土地潜力,盘活闲置土地,加大土地生态保护投入与治理等,使得该市节地提效系列工作取得初步成效,在一定程度上有效地引导了该市土地资源合理利用与保护。

4 结论与建议

(1) 时序上,根据信息熵总体动态演变规律发现,南京市土地利用结构信息熵具有明显的阶段性,即 2005—2009 年为持续增长、无序发展;2010—2012 年为持续下降、有序发展;2013—2016 年为波动上升、无序转变。受信息熵动态演变趋势的影响,南京市土地利用结构均衡度总体上呈波动上升状态,表现为上升—下降—上升趋势,而优势度与之相反,其中农用地结构均衡度大致呈上升—下降趋势,优势度为下降—上升趋势,建设用地结构状况与之相反。

(2) 空间上,南京市土地利用结构性偏移量中耕地、林地、牧草地、其他农用地、其他建设用地和其他用地为负值,属衰退性结构,而园地、城乡建设用地和交通水利用地均为正值,属增长性结构,表明研究期间该市建设用地结构性增长需求大于农用地结构增长需求。同时,对南京市土地利用结构空间格局差异分析发现,南京市各区不同地类竞争力存在较显著的空间差异,“四大片区”土地利用结构竞争偏移分量分别为主城区呈中值区—低值区状态,江北新区和近郊区呈中高值区—高值区状态,远郊区为高值区状态。

(3) 南京市土地利用时序演变规律和空间格局差异主要受土地资源禀赋、经济发展水平、产业结构调整 and 土地管理政策因素的影响。

基于上述结论,在高质量发展建设要求以及资源禀赋约束条件下,为进一步协调南京市土地资源利用与配置,首先要以耕地为基,加大永久性基本农田保

护力度,遵循数量管控、质量管理、生态管护“三位一体”的土地管理模式,加大土地综合整治和耕地补充与质量建设力度;其次,应继续推进城乡统筹发展,优化城乡土地资源配置,盘活存量用地,合理引导土地利用空间布局,制定差别化的人均用地标准、地均投入产出标准等,实施建设用地总量与强度“双控制”,提高土地利用效率;此外,应协调区域土地利用与生态环境保护关系,科学布局土地生态空间结构,完善生态用地管控,确保土地资源可持续利用。

参考文献:

- [1] 曲福田,陈江龙,陈会广,等.经济发展与中国土地非农化[M].北京:商务印书馆,2007.
- [2] 郑伟元.统筹城乡土地利用的初步研究[J].中国土地科学,2008,22(6):4-10.
- [3] 李雅青.城市空间经济绩效评估与优化研究[D].武汉:华中科技大学,2009.
- [4] 鲁春阳,杨庆媛,靳东晓,等.中国城市土地利用结构研究进展及展望[J].地理科学进展,2010,29(7):861-868.
- [5] 周子英,段建南,梁春风.长沙市土地利用结构信息熵时空变化研究[J].经济地理,2012,32(4):124-129.
- [6] 胡贤辉,张霞,杨钢桥.湖北省土地利用结构变化及其驱动机制分析[J].长江流域资源与环境,2008,17(1):43-46.
- [7] 赵涛,郑新奇,邓祥征.城市土地利用优化配置分析应用:以济南市为例[J].地球信息科学,2004,6(2):53-57.
- [8] 谭永忠,吴次芳,牟永铭,等.经济快速发展地区县级尺度土地利用空间格局变化模拟[J].农业工程学报,2006,22(12):72-77.
- [9] 徐士珺,郑循刚.我国城市土地利用结构优化研究[J].经济纵横,2006(8):31-32.
- [10] 匡兵,卢新海,周敏,等.武汉城市群城市用地结构时空演变特征及其机理[J].经济地理,2016,36(5):71-78.
- [11] 许芸鹭,雷国平.辽中南城市群城市用地结构的时空演变分析[J].经济地理,2018,38(1):69-77.
- [12] 董杰,杨春德,周秀慧,等.山东省土地利用结构时空变化及其驱动机制分析[J].水土保持研究,2006,13(4):206-210.
- [13] 乔伟峰,孙在宏,邵繁荣,等.高度城市化区域土地利用结构演化与驱动因素分析:以苏州市为例[J].长江流域资源与环境,2012,21(5):557-564.
- [14] 司慧娟,付梅臣,袁春,等.青海省土地利用结构信息熵时空分异规律及驱动因素分析[J].干旱区资源与环境,2016,30(6):38-42.
- [15] 郭施宏.海西城市群城市土地利用结构与效率[J].经济地理,2017,37(1):170-175.
- [16] 李永乐,吴群,舒帮荣.城市化与城市土地利用结构的相关研究[J].中国人口·资源与环境,2013,23(4):104-110.
- [17] 宋吉涛,宋吉强,宋敦江.城市土地利用结构相对效率的判别性分析[J].中国土地科学,2006,20(6):9-15.
- [18] 曾琢,马才学.城市土地利用结构效率分析:以枣阳市为例[J].河北农业科学,2008,12(10):101-102.
- [19] Shannon C E. A mathematical theory of communication[J]. the Bell System Technical Journal, 1948, 27(3):379-423.
- [20] 陈磊,田双清,张宽,等.基于耗散结构理论的四川省耕地生态安全测度分析[J].水土保持研究,2017,24(2):307-313.
- [21] 谭术魁,朱祥波,张路.基于计量地理模型和信息熵的湖北省土地利用结构地域差异研究[J].地域研究与开发,2014,33(1):88-92.
- [22] 张群,张雯,李飞雪,等.基于信息熵和数据包络分析的区域土地利用结构评价:以常州市武进区为例[J].长江流域资源与环境,2013,22(9):1149-1155.
- [23] 耿海青,谷树忠,国冬梅.基于信息熵的城市居民家庭能源消费结构演变分析:以无锡市为例[J].自然资源学报,2004,19(2):257-262.
- [24] Esteban J. Regional convergence in Europe and the industry mix: A shift-share analysis[J]. Regional Science and Urban Economics, 2000, 30(3):353-364.
- [25] 方叶林,黄震方,胡最,等.中国大陆入境旅游产业结构时空格局演化及类型划分[J].经济地理,2016,36(3):179-185.
- [26] 曹卫东,朱胜清,罗健.基于比例性偏移份额模型的区域经济增长分析:以安徽省为例[J].经济地理,2013,33(2):39-46.
- [27] Knudsen D C. Shift-share analysis: Further examination of models for the description of economic change[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2000, 34(3):177-198.
- [28] Tuan Y F. Geography, phenomenology, and the study of human nature[J]. the Canadian Geographer, 1971, 15(3):181-192.
- [29] 袁志刚,范剑勇.1978年以来中国的工业化进程及其地区差异分析[J].管理世界,2003(7):59-66.
- [30] [美]冯·贝塔朗菲.一般系统论(基础、发展和应用)[M].林康义、魏宏森译.北京:清华大学出版社,1987.
- [31] 摆万奇,赵士洞.土地利用变化驱动力系统分析[J].资源科学,2001,23(3):39-41.
- [32] 谢汀,伍文,高雪松,等.基于信息熵与偏移一份额模型的建设用地结构变化分析:以成都市为例[J].资源科学,2014,36(4):722-730.
- [33] 帅文波.2016‘土地管理主要政策回顾暨2017’重点土地政策展望[J].中国土地,2017(1):8-13.
- [34] 鲁春阳,文枫,杨庆媛.城市土地利用结构影响因素的通径分析:以重庆市为例[J].地理科学,2012,32(8):936-943.
- [35] 刘智超,赵姚阳.基于灰色关联法和熵值法的南京市土地集约利用影响因素分析[J].广东农业科学,2014,41(1):188-192.