

福建省土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调分析

宋家鹏^{1,2}, 陈松林^{1,2}

(1.福建师范大学 地理科学学院, 福州 350007; 2.福建省亚热带资源与环境重点实验室, 福州 350007)

摘要:为了摸清土地利用形态转型的规律,促进绿色经济的发展,以福建省 9 个设区市为研究对象,采用综合指数模型、耦合协调度模型和地理探测器方法,探讨了福建省土地利用隐性形态时空特征、转型模式并分析其与土地生态安全的耦合协调性特征。结果表明:福建省土地利用隐性形态指数总体呈上升趋势,形态上逐渐往高级发展,沿海城市土地利用隐性形态指数比内陆城市高。研究期内土地利用转型存在阶段性特征,在一定周期内呈现出“S 型”的演化态势。土地生态安全水平总体呈波动上升态势,并与地区所处的土地隐性转型模式密切相关,西北内陆地区土地生态水平总体比东南沿海地区高。近 15 年来福建土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调度均值由 0.44 上升至 0.61,沿海城市协调性高于内陆城市;协调性差异的主要影响因素是土地利用强度、土地产出效益和生态资源禀赋。应当将土地利用隐性形态转型及其与生态安全的协调发展规律应用到土地利用中,因地制宜地施行管理政策,促进城市间协同绿色发展。

关键词:土地利用隐性形态;土地生态安全;土地利用转型;耦合协调关系;福建省

中图分类号:F301.24; X24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2020)04-0301-07

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2020.04.037

Coupling Relationship and Coordination Between Recessive Land Use Morphology and Land Eco-security in Fujian Province

SONG Jiapeng^{1,2}, CHEN Songlin^{1,2}

(1.School of Geographical Science, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China;

2.Provincial Key Laboratory of Subtropical Resources and Environment of Fujian Province, Fuzhou 350007, China)

Abstract: The investigation on transition of recessive land use and its eco-environmental impact strongly benefits the green economy. With the methods of synthetic index model, coupling coordination degree model and Geodetector, we discussed the spatiotemporal pattern, transition mode of recessive land use morphology and its coupling relationship with land eco-security in Fujian Province. The results indicate as follows. The recessive land use morphology index generally is on the rise, and it is gradually developing to a higher level. The recessive land use morphology index of coastal cities decreases from southeastern coastal to northwestern inland area in space. During the research period, land use transition shows characteristics of stages with the transition period showing the S-shaped evolution trend. The overall level of land eco-security in Fujian Province fluctuates and rises, and is closely related to the regional transition stage of recessive land use morphology. The land ecological level in the northwest inland area is higher than that in the southeast coastal area. In the past 15 years, the average coordination degree of coupling between recessive land use morphology and land-eco security in Fujian has increased from 0.44 to 0.61. The coordination of coastal cities is higher than that of inland cities. The major driving forces on the coordination include land use intensity, land output efficiency and endowment of ecological resources. In order to promote coordinated green development among cities, the government should apply recessive land use morphology and its rule of coordinated development with eco-security to land use and implement management policies according to local conditions.

Keywords: recessive land use morphology; land-eco Security; land use transition; coupling relationship and coordination; Fujian Province

收稿日期:2019-09-15

修回日期:2019-09-30

资助项目:国家自然科学基金(41771136);福建省科技重大专项(2012NZ0002)

第一作者:宋家鹏(1994—),男,广东清远人,硕士研究生,研究方向为土地利用与区域可持续发展。E-mail:18127255387@163.com

通信作者:陈松林(1964—),男,福建南安人,博士、教授,主要从事土壤与土地资源研究。E-mail:slchen6@163.com

土地资源为人类生存与发展提供物质基础,土地利用则是人类与自然界相互影响、相互作用最直接的反映,因此土地利用转型与国家或区域经济社会发展的转型相互反映、相互促进^[1]。当前国家工业化和新型城镇化进程加快,土地利用也亟需转型以适应社会和经济发展新阶段。因此,土地利用转型研究迅速成为学界以及政府部门关注的重点领域,相关研究包括理论与假说^[2-4]、驱动因素^[5]、转型效应^[6-9]、区域土地转型研究^[10]、耕地和建设用地等特殊地类转型^[11-13]、土地利用转型与城乡发展的关系^[14-15]、土地隐性转型研究^[16-18]等。

土地利用转型分为显性转型和隐性转型两种,分别对应显性形态和隐性形态。显性形态转型主要体现在土地数量和土地利用结构的趋势性变化,而隐性形态转型则反映土地质量、产权、投入、产出、功能、集约度等方面的变化^[19]。当前,土地利用显性转型的研究较为多见,而隐性转型方面,尤其是土地利用隐性转型的模式及生态效应方面分析研究相对缺乏。因此,本研究以福建省为研究区,构建土地利用隐性形态指数及土地生态安全指数,探讨福建省土地利用隐性转型模式,分析土地利用隐性形态与土地生态安全的耦合协调关系并探测耦合协调度的驱动因素,深入认识土地隐性转型规律,为区域土地资源优化配置提供依据。

1 研究区与数据来源

1.1 研究区概况

福建省位于中国东南沿海(23°33′—28°20′N, 115°50′—120°40′E),东北、西北和西南分别与浙江省、江西省和广东省接壤,东面与台湾省隔海相望,下辖福州、厦门、泉州、漳州、莆田、龙岩、三明、南平、宁德 9 个设区市。福建陆地总面积 $1.214 \times 10^5 \text{ km}^2$,地势西北高,东南低,境内山地、丘陵占全省 90% 以上,境内有闽江、晋江、九龙江和长汀四大水系,素有“八山一水一分田”之称,森林覆盖率全国第一,但耕地及其后备资源相对缺乏。

福建作为中国东部沿海较发达省份,一直紧跟国家经济社会发展大势,自改革开放以来凭借沿海和侨乡的优势,经济发展取得显著的成就,截至 2018 年末,福建常住人口 3 941 万人,实现地区生产总值 35 804 亿元,全年人均地区生产总值 91 197 元,在中国大陆 31 个省份中排名第 6。

1.2 数据来源

基于相等间隔年份分析原则,以 5 a 为间隔,选取 2000—2015 年作为研究时段。生态服务价值测算基于中国科学院环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn/>)提供的中国 1:10 万比例尺土地利用现状遥感监测数据,栅格大小为 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$,社会经济统计数据来源于相应年份《中国城市统计年鉴》、《福建统计年鉴》、各市统

计年鉴以及福建水资源统计公报等。

2 研究方法

2.1 土地利用隐性形态指数和土地生态安全指数评价方法

2.1.1 指标体系构建 土地利用隐性形态综合评价指标体系的构建是基于土地利用隐性形态的内涵^[16],参考土地集约利用评价^[20-21]和土地多功能评价^[22-23]等相关研究,从土地投入、土地利用强度、土地产权变化和土地产出 4 个维度构建综合指标体系。土地投入方面选用地均固定资产投资和地均财政支出,地均固定资产投资反映了对土地利用的经济投入水平,地均财政支出则反映包括社会民生和福利等土地利用社会投入水平;土地产出选择地均生产总值和地均二、三产业产值反映土地产出程度以及经济效益的高低^[18];土地利用强度方面选用地均职工人数、地均用电量和人口密度表征^[20],分别对应劳动要素、能源要素和居民生活方面的土地利用强度;土地产权方面选取城镇化率^[22],该指标表示城镇化率的提高意味着更多的农村用地转变为城镇用地,从侧面反映出土地产权的变化。

关于土地生态安全指数评价方面,以往都是基于对生态环境的认识结合城市经济特性所进行的评价。本研究从生态和环境两个方面评价福建省各市土地生态安全指数:环境层面选取地均工业废水排放量、地均工业二氧化硫排放量和建成区绿化覆盖率^[20],工业废水及二氧化硫排放是城市污染的主要来源,绿化覆盖率则可以体现城市土地利用的环境优化状况;生态层面选取人均水资源总量^[23]和地均生态服务价值^[18],人均水资源总量体现了土地利用生态系统供给生产资源的能力,地均生态服务价值的变化反映土地利用的生态效应,体现了土地利用隐性形态的各种属性。生态服务价值的结果主要由谢高地^[24]、戴文远^[25]等生态服务价值量化和本地化的参考文献得出。

参考相关研究,根据指标的系统性、代表性、可操作性 and 数据可得性等原则,建立福建省土地利用隐性形态转型和土地生态安全评价指标体系(表 1)。

2.1.2 综合指数模型 采用综合指数模型,基于土地利用隐性形态与生态安全评价指标体系,定义并计算土地利用隐性形态指数^[19],同时计算土地生态安全指数,对每个年份的土地利用隐性形态和生态安全进行评价。计算公式为:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n a_i X_i \quad (1)$$

$$g(x) = \sum_{i=1}^n b_i Y_i \quad (2)$$

式中: $f(x)$ 、 $g(x)$ 分别为土地利用隐性形态指数和土地

生态安全指数,取值 $[0,1]$,数值越大表示土地利用隐性形态越高级,土地生态越安全; a_i, b_i 分别为土地利用隐性形态和生态安全第 i 个指标的权重,通过变异系数法确定; X_i, Y_i 分别为土地利用隐性形态和生态安全第 i 个指标经极值标准化无量纲处理后的指标值。

表1 土地利用隐性形态与土地生态安全指标体系

系统层	准则层	指标层	指标类型	权重	
土地 利用	土地投入	地均固定资产投入(元/km ²)	+	0.16	
		地均财政支出(元/km ²)	+	0.15	
		地均职工(人/km ²)	+	0.12	
隐性 形态	土地利用强度	地均用电量[(kW·h)/km ²]	+	0.11	
		人口密度(人/km ²)	+	0.11	
	土地产权变化	城镇化率(%)	+	0.04	
		土地产出	地均国内生产总值(元/km ²)	+	0.16
			地均二三产业产值(元/km ²)	+	0.16
土地 利用 生态 安全	环境		地均工业废水排放(t/km ²)	—	0.38
		地均工业二氧化硫排放量(t/km ²)	—	0.25	
		建成区绿化覆盖面积(hm ²)	+	0.04	
	生态	人均水资源总量(人/m ³)	+	0.29	
		地均生态服务价值(元/hm ²)	+	0.05	

福建省区域间发展不平衡,沿海城市和内陆山区城市指标值相差悬殊,如2015年厦门地均固定资产投资为1.12亿元,远大于2000年南平的 1.93×10^5 元。极大值的存在导致标准化稳定性较差,因此按以下规则对原始数据分布进行优化^[26]:

$$X_i = \begin{cases} \max_p & X_i > \max_p \\ X_i & \min_l \leq X_i \leq \max_p \\ \min_l & X_i < \min_l \end{cases} \quad (3)$$

式中: $\max_p, \min_l$ 分别为指标原始值从小到大排序后得到的第 p 大及第 l 小的指标值,通过人工判读来确定。

2.2 耦合协调模型

采用物理学中的耦合协调度模型,通过计算土地利用隐性形态与土地生态安全协调度从而度量某一年份二者的耦合协调程度,可有效评估系统运行的稳定性和可持续性^[27]。计算公式为:

$$C = \left[f(x) \cdot g(y) / \left(\frac{f(x) + g(y)}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$T = \alpha f(x) + \beta g(y) \quad (5)$$

$$D = (C \cdot T)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

式中: C 为耦合度; T 为协调度; D 为耦合协调度,取值为 $[0,1]$,值越大,表明土地利用隐性形态与土地生态安全协调程度越强,反之越弱; α, β 为待定参数,考虑到二者在协同发展下同等重要,取 $\alpha = \beta = 0.5$ 。

依据耦合协调度,采用均匀分布函数法^[28],将福建省土地利用隐性形态与土地生态安全协调程度 D 进行了等级划分(表2)。

2.3 地理探测器

地理探测器是探测地理事物空间分异及驱动因

素的新方法,成为地理学探测区域性和差异性机制适当方法^[29],本研究采用地理探测器模型,探测相关因子土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调演变的影响程度。采用 q 值进行度量,模型为:

$$q = \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} \quad (7)$$

式中: h 为土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调度的等级; N 和 N_h 分别为整个区域和第 h 级的样本个数; σ^2 和 σ_h^2 分别为整个区域和第 h 级的耦合协调度的方差。 q 取值 $[0,1]$,值越大,表明该因子对土地利用隐性形态和土地生态安全耦合协调度演变的影响程度越强,反之越弱。

表2 耦合协调度等级划分

耦合协调类型	耦合协调度	耦合协调类型	耦合协调度
极度失调	$0.00 \leq D \leq 0.09$	勉强协调	$0.49 < D \leq 0.59$
严重失调	$0.09 < D \leq 0.19$	初级协调	$0.59 < D \leq 0.69$
中度失调	$0.19 < D \leq 0.29$	中级协调	$0.69 < D \leq 0.79$
轻度失调	$0.29 < D \leq 0.39$	良好协调	$0.79 < D \leq 0.89$
濒临失调	$0.39 < D \leq 0.49$	优质协调	$0.89 < D \leq 1.00$

3 结果与分析

3.1 福建省土地利用隐性形态时空分异特征及转型模式

3.1.1 土地利用隐性形态时空分异特征 2000—2015年福建省土地利用隐性形态时空分异特征显著,总体上呈东南高西北低的空间格局(图1)。从时序角度看,2000—2015年福建省土地利用隐性形态指数均值呈上升态势,从0.17上升到0.49,平均增幅高达177%,而且3个时段平均增速分别为45%,30%,46%。各年度土地利用隐性形态指数均呈现出良好的正态分布,处于较高及以上水平(0.456 4, 1.00]的城市由2000年的1个增加到2015年的4个;处于中等水平(0.215 1, 0.456 4]的城市由2000年的0个增加至2015年的1个;而低水平(0.00, 0.215 1]城市则由2000年的7个减少至2015年的4个,按此趋势低水平城市有望继续减少。分阶段看,2000年,福建省土地利用隐性形态整体处于低水平,但也有厦门以及泉州分别处于较高水平和中等水平,这得益于改革开放和经济特区政策,促使厦门经济社会得以快速发展,带动泉州率先发展(图1A);2005年,福建土地利用隐性形态指数总体在提高,厦门率先进入高水平,福州和莆田也相继由低水平进入中等水平,其余漳州、龙岩、南平、三明和宁德5个城市仍处于土地利用隐性形态低水平阶段(图1B);2010年,随着福建社会经济继续又好又快发展,土地利用隐性形态指数持续上升,厦门在高水平保持稳定,泉州进入较高水平阶段,漳州也达到中等水平,福州和莆田仍处于中等水平但土地利

用隐性形态指数达到 0.44, 0.36, 而宁德、龙岩、南平和三明仍然在低水平的阶段(图 1C)。2015 年, 福建省土地利用隐性形态指数相较于前一阶段大幅提高, 福州和莆田相继进入较高水平的阶段, 分别达到 0.75, 0.67, 而泉州是继厦门后首个土地利用隐性形态指数达到 0.8 的城市, 宁德、龙岩、南平和三明 4 个城市虽然仍处于低水平阶段, 但相较于上一时期有长足进步, 漳州土地利用隐性形态指数已达到 0.456 4, 有望成为下一个达到较高水平的城市(图 1D)。近 15 a 来, 闽东南地区借助沿海的

区位优势和国家政策扶持率先崛起, 经济发展迅速, 社会转型剧烈, 土地利用隐性形态相对高级。同级土地利用隐性形态呈现出“条带状”的集聚特征, 呈现出福州—莆田—泉州高级形态区和宁德—南平—三明—龙岩低级形态区, 福州、厦门、泉州、漳州、莆田等较发达城市与宁德、龙岩、南平、三明等相对落后城市之间的土地利用隐性形态指数均值之比高达 4.63 : 1, 同时厦门对其周边城市泉州和漳州也具有辐射带动作用, 促使其土地利用隐性形态指数提高。

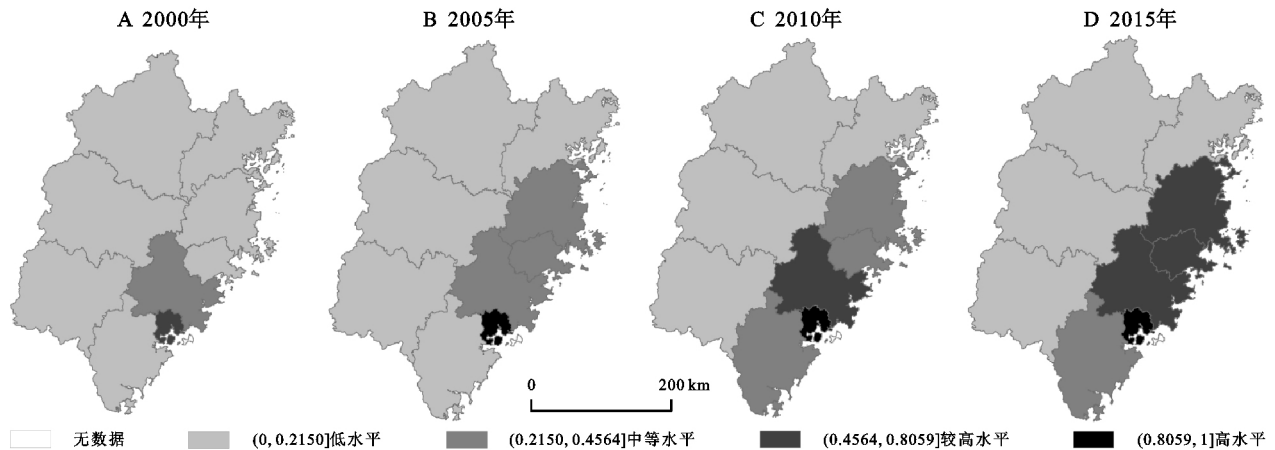


图 1 2000—2015 年土地利用隐性形态指数时空分异

3.1.2 土地利用隐性转型模式 由于中国土地利用统计数据的时间序列比较短, 在土地利用转型研究上不利于直接采用国际上常用的较长时间序列的纵向比较法, 因此借鉴龙花楼等^[2-3]的相关研究, 结合时间序列上的纵向比较和空间上横向比较法, 将福建省 9 个设区市的土地利用隐性形态指数按时序变化绘制折线图(图 2), 通过对比不同时间和不同城市土地利用隐性形态指数, 比较分析转折点前后的变化规律, 发现研究期内福建省的各城市土地利用隐性形态表现出明显的阶段性特征, 由此观察结果建立土地利用转型模式图(图 3)。由图 3 可知, 在一定周期内土地利用隐性形态转型遵循一定的规律, 具有阶段性特征。根据曲线周期内的变化规律将土地利用隐性转型分为 3 个阶段, 称之为“低阶缓慢转型期”(指数在 0.3 以下)、“中阶剧烈转型期”(指数在 0.3~0.8)、“高阶稳定转型期”(指数在 0.8 以上)。土地利用转型曲线在周期中表现为一条“S 型曲线”。其中, 转型初期由于缺乏动力, 区域土地利用隐性形态指数增长缓慢, 但经济快速发展、社会剧烈转型会刺激土地利用隐性形态进入“中阶剧烈转型期”, 增长速率明显提高, 当指数接近 0.8 时, 曲线会放缓直到曲线顶端, 即进入高阶稳定转型期。至此, 经过 3 个阶段、2 次转型, 区域完成这一周期内土地利用转型。值得注意的是, 每一次土地利用转型都是有社会经济发展直接驱动的, 到达高阶稳定转型期只是当前周期的结束并不意味着土地利用转型的结束, 通过制度政策

的变革, 新科技革命的出现等, 又将触发下一个周期的土地利用转型。

3.2 土地生态安全时空变化

福建省土地生态安全指数总体呈波动上升的趋势, 市域间存在较大差异(图 4)。全省土地生态安全指数最低值分布于厦门, 原因是厦门市土地面积小, 城乡建设用地占比高, 经济发展快速, 生态环境相对脆弱; 而高值区分布在宁德、龙岩和南平等城市, 这得益于 3 个城市森林覆盖率高、林地面积占土地总面积比例大, 生态环境优良。土地生态安全指数的变化趋势与土地利用隐性形态转型阶段有密切关系。在“低阶缓慢转型期”, 福建省土地利用转型缓慢, 对生态环境造成的压力较小, 土地生态安全指数略有提高(图 4A—B)。随着更多的城市进入“中阶剧烈转型期”, 土地生态安全指数又有新的变化趋势。其中, 转型前期, 经济社会发展迅速、土地转型剧烈的同时也导致了生态环境的恶化, 这一时期的土地生态安全指数下降可以证实这一观点(图 4C); 发展到“中阶剧烈转型期”的后期, 政府开始注重经济和生态环境协调发展, 生态破坏和环境污染得到有效的遏制, 土地生态安全指数有所回升(图 4D)。可以预期, 在生态文明建设和五位一体全面发展的思想指导下, 福建省土地利用形态全面进入高阶稳定转型期的过程中, 土地生态安全指数将会持续提升, 生态环境会得到进一步改善。

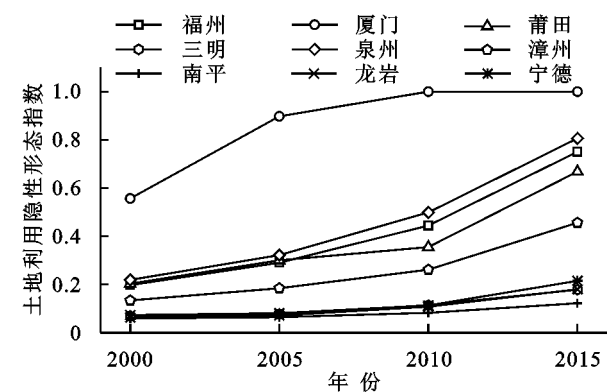


图 2 土地隐性形态指数排序

A 2000年

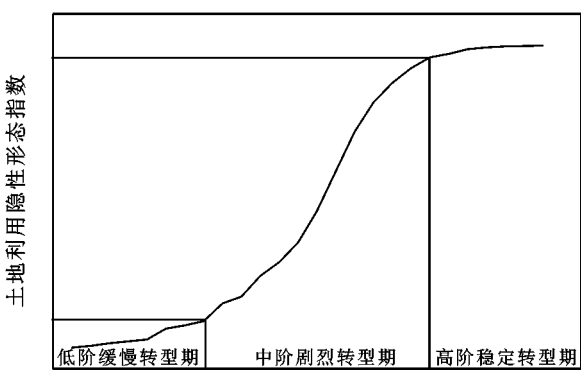


图 3 土地利用转型模式

B 2005年

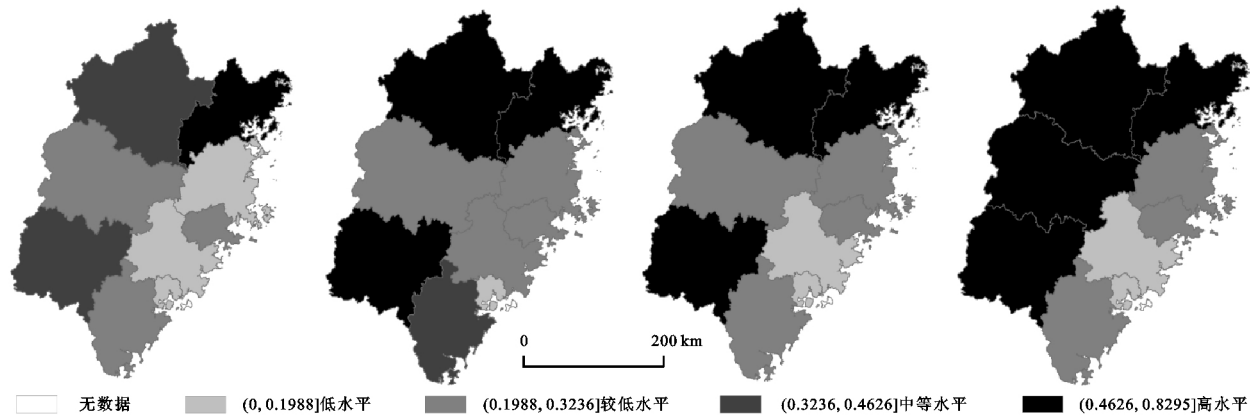


图 4 土地生态安全指数时空分异

C 2010年

3.3 土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调分析

土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调度的计算结果显示(表 3),研究期内福建省各城市土地利用隐性形态与土地生态安全处于由失调向协调变化的过程,且阶段性明显。福建省整体土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调度在 2000—2005 年显著提升,2005—2010 年协调度上升速度减缓,与前文中所分析的土地利用隐性形态快速提升而土地生态指数下降有关,2010 年后又再次显著上升。从空间异质性角度看,城市间土地利用隐性形态和生态安全耦合协调度空间差异明显,表现出沿海城市协调性较好的格局特征。其中,

厦门和莆田在 2000 年开始就一直处于协调状态,而福州和泉州市则从 2000 年的濒临失调提升到 2015 年的初级协调,这 4 个城市处于土地利用隐性形态指数和生态安全水平均较高的协调发展状态,宁德和漳州则得益于周边发达城市经济发展“溢出效应”和自身良好生态环境禀赋也逐步达到勉强协调的状态。龙岩、南平、三明 3 个城市,长期处于失调状态,直到 2015 年才达到勉强协调但协调度仍然较低,这是因为该地区土地利用隐性形态的发展滞后于土地生态安全的提高,土地利用隐性形态指数严重落后于土地生态安全指数,需要加强经济建设和社会建设,做到既要金山银山也要绿水青山。

表 3 福建省土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调等级及其变化

区域	2000 年		2005 年		2010 年		2015 年	
	D	耦合协调等级	D	耦合协调等级	D	耦合协调等级	D	耦合协调等级
福州市	0.45	濒临失调	0.52	勉强协调	0.58	勉强协调	0.69	初级协调
厦门市	0.51	勉强协调	0.57	勉强协调	0.58	勉强协调	0.58	勉强协调
莆田市	0.51	勉强协调	0.52	勉强协调	0.55	勉强协调	0.66	初级协调
三明市	0.35	轻度失调	0.39	轻度失调	0.43	濒临失调	0.58	勉强协调
泉州市	0.43	濒临失调	0.51	勉强协调	0.53	勉强协调	0.61	初级协调
漳州市	0.43	濒临失调	0.53	勉强协调	0.53	勉强协调	0.59	勉强协调
南平市	0.41	濒临失调	0.44	濒临失调	0.44	濒临失调	0.56	勉强协调
龙岩市	0.40	濒临失调	0.46	濒临失调	0.49	濒临失调	0.60	初级协调
宁德市	0.49	濒临失调	0.51	勉强协调	0.54	勉强协调	0.64	初级协调
福建省	0.44	濒临失调	0.49	濒临失调	0.52	勉强协调	0.61	初级协调

3.4 福建省土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调的驱动力分析

对同一地区不同年份的相关因子取平均值,利用自然断点法将每个因子划分为 4 级,运用地理探测器方法得到各因子对福建省土地利用隐性形态与生态安全耦合协调度影响程度的 q 值(图 5)。结果显示:不同影响因子存在较大差异,地均用电量、人口密度、地均生产总值、地均二三产业产值、人均水资源总量和地均生态服务价值的 q 值 >0.5 ,对耦合协调度影响显著,是主导因子;地均职工、城镇化率、地均工业二氧化硫排放和建成区绿化率 q 值为 $0.28 \sim 0.35$,属于一般影响因子;剩余的地均固定资产投资、地均财政支出和地均工业废水排放 q 值较小,影响不显著。对主导因子进行机理分析,可以将土地利用隐性形态与生态安全耦合协调度影响因素分为 3 大类:

(1) 土地利用强度。地均用电量和人口密度都属于表征土地利用强度的因子,表明土地利用强度对福建省土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调度有显著影响。这是由于土地利用强度不仅直接影响土地利用隐性形态,还对土地生态安全产生一定影响。福建省多山地丘陵,内陆地区相较于沿海地区发展滞后,但是生态安全指数较高,人口密度和地均用电量的适度提高有利于促进经济发展,有助于土地利用隐性形态和土地生态安全的协同提高。

(2) 土地产出效益。地均二三产业产值和地均生产总值共同反映了土地产出效益的变化对福建土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调度产生影响。究其原因,2000—2015 年福建省地均二三产业产值和地均生产总值都是稳步上扬的,其中地均生产总值提高体现社会经济发展变好,表明原本土地利用隐性形态往更高级的形态发展;地均二三产业产值则表明经济发展更加依赖于产业的升级转型,走更加清洁高效的发展模式,推动土地利用隐性形态和土地生态安全同步发展。

(3) 生态资源禀赋。人均水资源总量和地均生态服务价值体现当地生态资源禀赋,不仅直接影响地区土地生态安全,而且从物质基础上决定了土地利用隐性形态的发展态势。研究期内,福建省人均水资源量和生态服务价值总体上保持平稳,这是保障社会经济发展,土地利用隐性形态升级的基础,对福建土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调度产生显著影响。

4 讨论与结论

4.1 讨论

本研究关注市域尺度上的土地利用隐性转型,试

图掌握福建各设区市的土地利用隐性转型特征及规律,希望能够在城市土地资源短缺背景下,指导区域社会经济可持续发展。但土地利用转型是由一系列复杂成因造成的,对于其模式研究尚未成熟,未来可以往更小的尺度、更长的时间序列发展,同时结合各种数据源和新方法以期更加全面深刻地描绘土地利用隐性转型的规律。

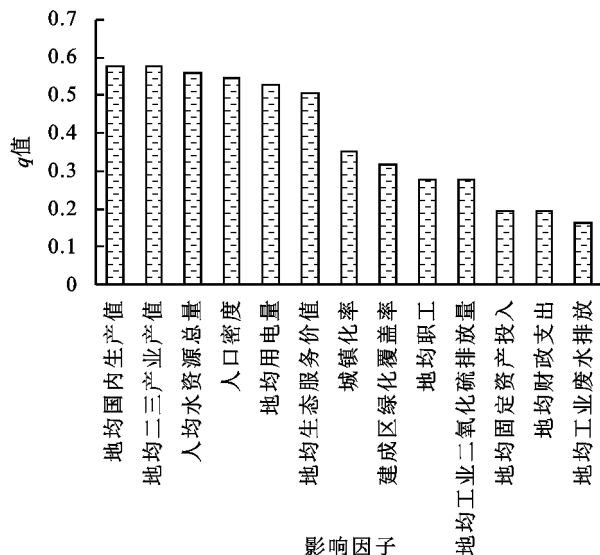


图 5 基于地理探测器的因子影响程度分析

城市土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调性在时间和空间上的分布体现了不同城市之间经济发展和生态环境的相互关系。研究显示,土地利用隐性形态与土地生态安全的分布并不协调,需要重视区域间发展阶段与资源环境禀赋的差异,因地制宜的施行政策以提高城市土地利用可持续水平。

4.2 结论

福建省土地利用隐性形态与经济发展阶段高度吻合,土地利用隐性形态指数时间上呈现出上升态势;空间上表现为闽东南向闽西北减小的 2 级阶梯分布。空间格局趋于稳定,福州—莆田—泉州高级形态区的辐射作用较强。根据研究期内各城市土地利用隐性形态指数所呈现的变化特征,建立土地利用转型模式。土地利用转型在一定周期内具有阶段性,转型速度由慢到快再到慢的变化规律分别对应“低阶缓慢转型期”、“中阶剧烈转型期”、“高阶稳定转型期”。福建省土地生态安全与土地利用转型模式高度相关,处于“低阶缓慢转型期”和“高阶稳定转型期”时,土地生态安全指数提高;处于“中阶剧烈转型期”时,土地生态安全水平则与经济发展方式息息相关。

当前福建省城市土地利用隐性形态与土地生态安全耦合协调度总体上处于初级协调状态,并逐渐往更协调状态发展。内部差异主要是相对与内陆城市

而言,沿海城市表现出更高的协调性。

福建省土地利用隐性形态与土地生态安全协调性差异并不是单一因子影响,而是受到复合因素作用,土地利用强度和土地产出效益提高要与生态资源禀赋相适应才能促进土地利用隐性形态与土地生态安全协调发展。

综上,未来土地利用隐性形态与生态效应方面研究不仅要掌握不同区域的规律,还要从服务国家或地区发展战略出发,深入探讨驱动力因素以及模拟分析各种演化情景,进而提出土地利用优化具体措施。

参考文献:

- [1] Anke F, Antonia E. Coproduction of ecosystem services as human-nature interactions: An analytical framework [J]. *Land Use Policy*, 2016, 52(3): 41-50.
- [2] 龙花楼,李秀彬.区域土地利用转型分析:以长江沿线样带为例[J].*自然资源学报*, 2002, 17(2): 144-149.
- [3] 龙花楼.中国农村宅基地转型的理论及证实[J].*地理学报*, 2006, 61(10): 1093-1100.
- [4] 李秀彬.农地利用变化假说与相关的环境效应命题[J].*地球科学进展*, 2008, 23(11): 1124-1129.
- [5] 刘永强,龙花楼.黄淮海平原农区土地利用转型及其动力机制[J].*地理学报*, 2016, 71(4): 666-679.
- [6] Long Hualou, Liu Yongqiang, Hou Xuegang, et al. Effects of land use transitions due to rapid urbanization on ecosystem services: Implications for urban planning in the new developing area of China[J]. *Habitat International*, 2014, 44(10): 536-554.
- [7] Chen Ruishan, Ye Chao, Cai Yunlong, et al. The impact of rural out-migration on land use transition in China: Past, present and trend[J]. *Land Use Policy*, 2014, 40(4): 101-110.
- [8] 袁悦,井立蛟,杨鸿雁,等.昌黎县土地利用转型对生态环境效应的影响[J].*水土保持研究*, 2019, 26(2): 194-201.
- [9] 何青泽,谢德体,王三,等.重庆市北碚区土地利用转型及生态环境效应[J].*水土保持研究*, 2019, 26(2): 290-296.
- [10] 赵丽,张贵军,朱永明,等.基于土地利用转型的土地多功能转变与特征分析:以河北省唐县为例[J].*中国土地科学*, 2017, 31(6): 42-50, 97.
- [11] Long Hualou, Li Tingting. The coupling characteristics and mechanism of farmland and rural housing land transition in China [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2012, 22(3): 548-562.
- [12] Song Xiaoqing, Huang Yuan, Wu Zhifeng, et al. Does cultivated land function transition occur in China[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2015, 25(7): 51-69.
- [13] Zhu Fengkai, Zhang Fengrong, Li Can, et al. Functional transition of the rural settlement: Analysis of land-use differentiation in a transect of Beijing, China [J]. *Habitat International*, 2014, 41(1): 262-271.
- [14] 龙花楼.论土地利用转型与乡村转型发展[J].*地理科学进展*, 2012, 31(2): 131-138.
- [15] 杨永春,杨晓娟.1949—2005年中国河谷盆地型大城市空间扩展与土地利用结构转型:以兰州市为例[J].*自然资源学报*, 2009, 24(1): 37-49.
- [16] 曲艺,龙花楼.城市土地利用隐性形态空间分异及其影响因素:以中国 289 个地级以上城市为例[J].*经济地理*, 2016, 36(10): 1-8.
- [17] 曲艺,龙花楼.基于开发利用与产出视角的区域土地利用隐性形态综合研究:以黄淮海地区为例[J].*地理研究*, 2017, 36(1): 61-73.
- [18] 程建,程久苗.中国省际土地利用隐性形态时空格局、驱动力与转型模式[J].*中国土地科学*, 2017, 31(12): 60-68, 97.
- [19] 龙花楼.论土地利用转型与土地资源管理[J].*地理研究*, 2015, 34(9): 1607-1618.
- [20] 林耀奔,叶艳妹,杨建辉.浙江省城市土地利用集约化与生态化协调性评价[J].*中国土地科学*, 2019, 33(1): 65-72.
- [21] 王振山,张绍良,陈浮,等.城市土地集约利用与生态利用灰色关联分析[J].*地域研究与开发*, 2017, 36(4): 121-124, 135.
- [22] 王枫,董玉祥.基于灰色关联投影法的土地利用多功能动态评价及障碍因子诊断:以广州市为例[J].*自然资源学报*, 2015, 30(10): 1698-1713.
- [23] 王枫,董玉祥.广州市土地利用多功能的空间差异及影响因素分析[J].*资源科学*, 2015, 37(11): 2179-2192.
- [24] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等.一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J].*自然资源学报*, 2008, 23(5): 911-919.
- [25] 戴文远,江方奇,黄万里,等.基于“三生空间”的土地利用功能转型及生态服务价值研究:以福州新区为例[J].*自然资源学报*, 2018, 33(12): 2098-2109.
- [26] 郭亚军,易平涛.线性无量纲化方法的性质分析[J].*统计研究*, 2008, 25(2): 93-100.
- [27] 张浩,冯淑怡,曲福田.耕地保护、建设用地集约利用与城镇化耦合协调性研究[J].*自然资源学报*, 2017, 32(6): 1002-1015.
- [28] Valerie I. The Penguin Dictionary of Physics[M]. Beijing: Foreign Language Press, 1996.
- [29] 王劲峰,徐成东.地理探测器:原理与展望[J].*地理学报*, 2017, 72(1): 116-134.