

土地利用隐性转型及其对生态环境的影响

曹海涛¹, 严金泉², 鲁成树³ (1. 苏州博雅达勘测规划设计集团有限公司, 江苏苏州 215000; 2. 苏州大学空间规划研究院, 江苏苏州 215000; 3. 安徽师范大学地理与旅游学院, 安徽芜湖 241000)

摘要 从土地利用隐性转型视角, 定义一个土地利用隐性形态指数, 并构建土地利用隐性形态指标体系, 选取皖江城市带作为研究区域, 分析皖江城市带土地利用隐性转型的时空演变特征, 并通过计算生态系统服务价值, 定量测算生态系统响应规律。该研究丰富了土地利用转型的研究内容, 可为土地利用隐性转型指标体系构建提供参考。

关键词 土地利用隐性转型; 时空特征; 生态环境; 皖江城市带

中图分类号 S 181.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)03-0069-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.03.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Recessive Transformation of Land Use and Its Impact on the Ecological Environment

CAO Hai-tao¹, YAN Jin-quan², LU Cheng-shu³ (1. Suzhou Boyada Survey and Design Group Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu 215000; 2. Suzhou University Space Planning Institute, Suzhou, Jiangsu 215000; 3. College of Land Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241000)

Abstract From the perspective of land use recessive transformation, we defined an index of land use recessive form, constructed an index system of land use recessive form, selected Wanjiang City Belt as the research area, analyzed the temporal and spatial evolution characteristics of land use recessive transformation in the Wanjiang City Belt, and calculated the response law of ecosystem quantitatively by calculating the service value of ecosystem. This research enriched the research content of land use transformation, and provided reference for the construction of land use recessive transformation index system.

Key words Land use recessive transformation; Spatiotemporal characteristics; Ecological environment; Wanjiang City Belt

1995 年“国际地圈—生物圈计划”(IGBP)和“全球环境变化人文计划”(IHDP)出版了 LUCC 项目的《科学研究计划》后^[1], LUCC 研究一度成为国际地理学者研究的热点, 并产生了很多成果^[2-16]。但是随着时代的发展, 各方面研究都需要新的研究课题与方法, 并且找寻新的研究途径^[17], 于是, 土地利用转型研究应运而生。

土地利用转型自引入国内后迅速发展起来, 许多学者继承并发展了其理论基础和实践经验。而目前研究仍以显性转型为主, 隐性转型研究尚处于起步阶段。程建^[18]通过实证与理论分析, 基于全国尺度, 研究了我国土地利用隐性转型的相关问题; 戈大专^[19]在其研究中构建了耕地利用强度、村庄建设用地利用强度, 指出黄淮海地区土地利用隐性转型与粮食生产密切相关, 它可以推动粮食生产格局的不断演化。显然, 土地利用转型的研究成果可以为人们提供研究思路 and 参考借鉴, 但是对土地利用隐性转型的研究还有待进一步深入, 目前, 对土地利用转型的时空特征及其生态环境效应多从显性形态的角度研究, 隐性形态角度的研究鲜见。未来土地利用转型应当更多关注于隐性转型研究, 并不断地与经济学、生态学、环境学、社会学等学科相联系, 关注乡村振兴与生态环境保护等热点研究问题, 推动研究视角的多元化, 以期更好地配置城乡土地资源、加快生态文明建设。

笔者从区域角度, 选择长江经济带生态文明建设的安徽样板——皖江城市带为案例地, 对土地利用隐性转型多种属性进行整合, 从综合视角研究区域土地利用隐性转型及其生态环境效应。

作者简介 曹海涛(1992—), 男, 安徽淮南人, 助理工程师, 硕士, 从事土地利用规划与评价研究。

收稿日期 2019-08-19; **修回日期** 2019-09-03

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况 安徽省内长江全长 416 km, 俗称“八百里皖江”, 皖江城市带包括合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、池州、滁州、宣城 8 市全境和六安市金安区、舒城县, 共 58 个县(市、区), 辐射安徽全省, 联结上海市、江苏省、浙江省。皖江城市带国土总面积为 7.6 万 km², 全国第五大湖泊巢湖坐落其中, 属于亚热带季风气候区, 夏季雨水较多, 年平均降水量超过 1 000 mm, 因此河流汛期通常较长, 是我国著名的“鱼米之乡”。2015 年年末户籍总人口 3 105 万人, 地区生产总值 14 953 亿元, 分别占安徽省的 45% 和 68%。

1.2 数据来源 土地利用数据为中国科学院资源环境科学数据(<http://www.resdc.cn/>), 分别为 1990、1995、2000、2005、2010、2015 年 6 期, 数据栅格单元大小为 1 km×1 km。社会经济数据来源于对应年份的统计年鉴和社会经济发展公报, 主要包括《安徽省统计年鉴(1990—2015)》、《安徽省环境统计公报(1990—2015)》、《安徽省国民经济和社会发展统计公报(1990—2015)》。

2 土地利用隐性形态时空演变特征

2.1 土地利用隐性形态指数 从土地利用隐性形态来看, 以往定量研究较少, 参考程建^[18]的研究成果, 定义一个土地利用隐性形态指数, 指数的值介于(0, 1), 指数越大, 说明土地利用隐性形态效果越好。计算公式如下:

$$L = x_i' \times w_i$$

式中, L 代表土地利用隐性形态指数; x_i' 指第 i 项指标标准化后的值; w_i 指第 i 项指标的权重。

2.2 权重确定 应根据每个指标对评价结果影响的大小, 对每个指标分配适宜的权重。权重确定的方法多样, 根据权重确定的依据以及方法, 大致可以分为主观赋权法和客观赋

权法。前者是依据决策人长期的经验,或者咨询具有专业素养的专家,对指标权重进行主观衡量的方法。后者是以客观数据为基础,通过数学统计模型与方法,确定权重的分配。其分析结果较客观严谨,但是缺乏主观性,不能完全反映不同研究对象的需求。该研究指标权重,首先采用熵权法测算出初始值。

(1) 计算 i 年第 j 项指标标准化值比重

$$Y_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^m X'_{ij}}$$

(2) 计算指标信息熵

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m (Y_{ij} \times \ln Y_{ij})$$

其中, $k = 1/\ln m$

(3) 计算信息熵冗余度

$$d_j = 1 - e_j$$

(4) 计算指标权重值

$$w_j = d_j / \sum_{j=1}^n d_j$$

以上求出的结果为初始权重值。初始值是根据指标熵值的大小来确定,没有考虑决策人的意向。因此,在咨询专家意见以及查阅相关文献基础上,对初始权重值稍作调整。土地利用隐性形态指标最终权重值见表 1。

表 1 土地利用隐性形态指标体系
Table 1 Land use recessive form indicator system

分类 Classification	指标 Index	计算方法 Calculation method	权重 Weight	方向 Orientation
社会 Society	地均二三产业就业人口	二三产业就业人口/土地面积	0.21	正
经济 Economy	地均 GDP	GDP/土地面积	0.23	正
	地均固定资产投资	固定资产投资/土地面积	0.19	正
环境 Environment	地均废弃物排放总量	废弃物排放总量/土地面积	0.14	负
生态 Ecology	地均生态系统服务价值	生态系统服务价值/土地面积	0.23	正

在选取的指标中,由于各指标正负方向不同,且地区指标差异较大,因此采用 Min-max 标准化法进行标准化处理。

$$x_{ij}' = \frac{X_{ij} - \min\{X_{ij}\}}{\max\{X_{ij}\} - \min\{X_{ij}\}} \quad \text{正向指标}$$

$$x_{ij}' = \frac{\max\{X_{ij}\} - X_{ij}}{\max\{X_{ij}\} - \min\{X_{ij}\}} \quad \text{负向指标}$$

2.3 土地利用隐性形态时空格局 根据上述计算方式,得到皖江城市带 1990—2015 年土地利用隐性形态指数结果,具体结果见表 2 和图 1。从图 1 可以看出,各地区土地利用隐性形态指数随着时间发生不同程度的变化,且地区差异较大,皖江城市带整体土地利用隐性形态指数不高,说明区域内土地节约集约利用水平不高。从表 2 可以看出,1990—2015 年,皖江城市带土地利用隐性形态指数从 0.203 0 上升到 0.432 5,上升幅度较大,分阶段来看,1990—1995 年增速

最快,增速为 76.45%,而后增速明显放缓。具体来看,各市(区)土地利用隐性形态指数稳中上升,但是各个时间段又略显不同。1990 年土地利用隐性形态指数处于(0,0.20)区间的地区有 5 个,2015 年处于这一区间的数目为 0,变化较大;处于(0.20,0.40)区间的地区 1990 年和 2015 年都为 4 个;处于(0.40,0.60)区间的地区由 1990 年的 1 个增加到 2015 年的 5 个,另外 2015 年合肥市土地利用隐性形态指数超过 0.60,为研究区域内最高值。其中马鞍山市变化幅度最小,分值基本处于平均水平以下。空间分布来看,各时间段土地利用隐性形态指数基本以合肥市为中心,向两边逐渐减小,呈现出中间高两边低的空间特征。近些年来,省会合肥发展速度迅猛,各项建设开展,走在全省前列,其土地利用隐性形态指数在各个阶段也都处在高指数区间。

表 2 皖江城市带土地利用隐性形态指数
Table 2 Land use recessive form index of the Wanjiang City Belt

地区 Region	1990 年	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
合肥 Hefei	0.418 9	0.397 0	0.483 2	0.538 5	0.661 5	0.658 2
巢湖 Chaohu	0.305 3	0.388 7	0.439 1	0.480 1	0.481 4	0.493 4
芜湖 Wuhu	0.182 2	0.413 4	0.487 2	0.482 3	0.418 1	0.433 3
马鞍山 Ma' anshan	0.221 4	0.343 1	0.294 9	0.361 0	0.195 0	0.233 8
铜陵 Tongling	0.298 3	0.491 1	0.336 3	0.310 3	0.319 0	0.560 6
安庆 Anqing	0.088 9	0.314 6	0.406 0	0.504 1	0.439 1	0.360 1
池州 Chizhou	0.169 2	0.488 1	0.520 5	0.467 1	0.630 0	0.519 6
滁州 Chuzhou	0.030 6	0.221 6	0.228 9	0.181 2	0.203 0	0.237 4
宣城 Xuancheng	0.238 8	0.380 2	0.415 5	0.406 9	0.463 5	0.467 1
金安、舒城 Jin' an, Shucheng	0.075 9	0.144 6	0.361 6	0.339 4	0.3622	0.361 1
平均值 Mean	0.203 0	0.358 2	0.397 3	0.407 1	0.417 3	0.432 5

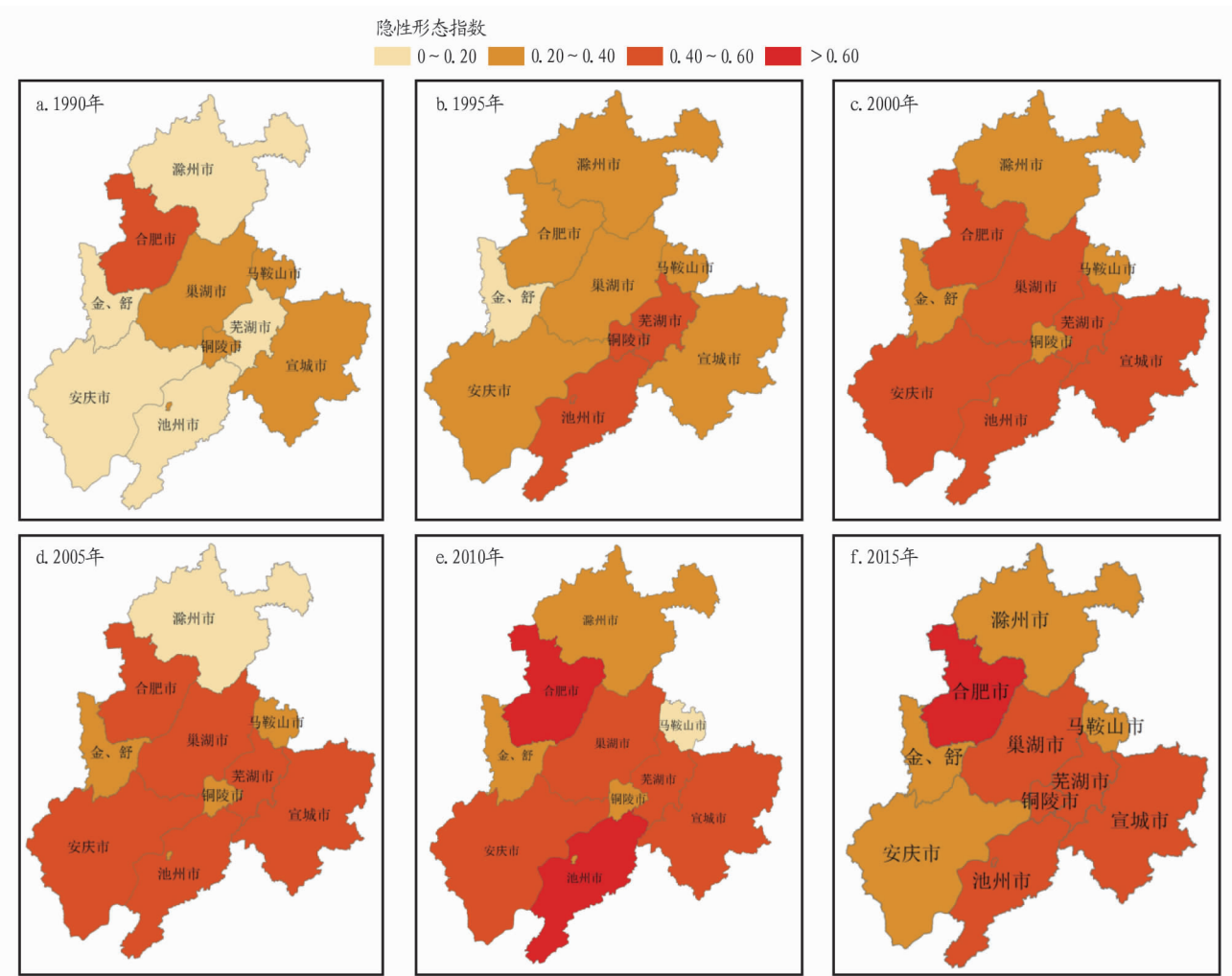


图1 皖江城市带土地利用隐性形态时空格局

Fig.1 Temporal and spatial patterns of land use recessive patterns in the Wanjiang City Belt

3 土地利用隐性转型对生态环境的影响

在土地利用隐性格局中选取生态系统服务价值作为生态指标,因此可以用生态系统服务价值来表征区域生态环境的变化。参考谢高地等^[20]的研究,以研究区单位面积农田产量与同期全国产量比值作为修订系数,确定符合皖江城市带特征的生态系统服务价值系数,其中森林的生态系统服务价值系数为14 270.43 元/hm²,草地的生态系统服务价值系数为5 922.33 元/hm²,农田的生态系统服务价值系数为4 009.13 元/hm²,湿地的生态系统服务价值系数为27 794.85 元/hm²,水体的生态系统服务价值系数为23 014.36 元/hm²,裸地的生态系统服务价值系数为705.40 元/hm²,从而计算区域生态系统服务价值。

从表3可以看出,皖江城市带各地区生态系统服务价值变化不一致,大部分地区在5个时间段内的生态系统服务价值有增有减,但是宣城市和金安区、舒城县却是一直在减少。从1990年和2015年的变化量来看,近25年来仅巢湖市和马鞍山市生态系统服务价值增加,增加值为0.61亿元和0.11亿元,因此巢湖市和马鞍山市为生态增值区域,其余地区生态系统服务价值均减少,为生态减值区域。从总体来看,皖江城市带1990、1995、2000、2005、2010、2015年的生态系统服

务价值分别为619.07亿、619.36亿、617.17亿、617.34亿、616.01亿、613.77亿元,仅1990—1995年生态系统服务价值增加了0.29亿元,其余时间段生态系统服务价值逐年降低,数值上由1990年的619.07亿元降低为2015年的613.77亿元。

通过上述分析可以看出皖江城市带各地区生态系统服务价值变化程度各异,其中生态减值区域为合肥市、芜湖市、铜陵市、安庆市、池州市、滁州市、宣城市、金安区和舒城县,生态增值区域为巢湖市和马鞍山市;总体来看,仅1990—1995年生态系统服务价值增加了0.29亿元,其余时间段生态系统服务价值均为减少。

4 结论与讨论

该研究先通过查阅大量文献,结合皖江城市带区域条件,对皖江城市带1990—2015年期间土地利用隐性转型的时空特征进行了剖析,通过定义土地利用隐性形态指数,定量分析皖江城市带土地利用隐性形态的时空格局;通过生态系统服务价值的计算,定量测算出皖江城市带1990—2015年土地利用转型期间的生态环境响应规律,主要结论如下:

①从土地利用隐性形态来看,皖江城市带土地利用隐性时空格局与经济发展水平基本吻合,土地利用隐性形态指数稳步

上升,从 0.203 0 上升到 0.432 5,且各个时间段增速降低,空间上呈现出中间高两边低的特点。②转型的过程伴随着生态系统服务价值的下降,其中生态减值区域为合肥市、芜湖

市、铜陵市、安庆市、池州市、滁州市、宣城市、金安区和舒城县,生态增值区域为巢湖市和马鞍山市。

表 3 皖江城市带生态系统服务价值变化
Table 3 Ecosystem service value change in the Wanjiang City Belt

地区 Region	1990 年	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	变化量 Variation 亿元
合肥 Hefei	35.93	36.05	35.75	35.47	35.08	34.70	-1.22
巢湖 Chaohu	63.14	63.53	64.02	64.03	64.00	63.74	0.61
芜湖 Wuhu	23.07	23.60	23.42	23.42	23.07	22.88	-0.19
马鞍山 Ma' anshan	13.19	13.21	12.89	13.28	13.47	13.30	0.11
铜陵 Tongling	8.11	8.36	8.36	8.35	8.26	8.01	-0.10
安庆 Anqing	150.52	152.29	152.06	151.92	151.70	151.31	0.79
池州 Chizhou	85.85	85.45	84.86	84.97	84.78	84.49	-1.35
滁州 Chuzhou	80.09	79.45	78.95	79.11	79.16	79.08	-1.01
宣城 Xuancheng	129.10	127.57	127.30	127.27	127.03	126.93	-2.17
金安、舒城 Jin' an, Shucheng	30.07	29.85	29.55	29.53	29.47	29.32	-0.76
合计 Total	619.07	619.36	617.17	617.34	616.01	613.77	-5.31

该研究未能将土地利用显性形态和隐性形态相联系,应进一步将二者结合起来研究,发现二者内在的联系与规律。

生态系统是一个复杂的综合性系统,该研究仅从生态系统服务价值来测算生态系统的响应规律,得出的结论可能与真实情况有偏差,普适性有限。

参考文献

[1] TURNER B L II,SKOLE D L,SANDERSON S,et al. Land-use and land-cover change;Science/research plan[J]. Global change report,1995,43: 669-679.

[2] KARTIKEYAN B,MAJUMDER K L,DASGUPTA A R. An expert system for land cover classification[J]. IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing,1995,33(1):58-66.

[3] RIEBSAME W E,MEYER W B,TURNER B L II. Modeling land use and cover as part of global environmental change[J]. Climatic change,1994,28 (1/2):45-64.

[4] LAWRENCE R L,WRIGHT A. Rule-based classification systems using classification and regression tree(CART)analysis[J]. Photogrammetric engineering and remote sensing,2001,67(10):1137-1142.

[5] BRATH A,MONTANARI A,MORETTI G. Assessing the effect on flood frequency of land use change via hydrological simulation(with uncertainty) [J]. Journal of hydrology,2006,324(1/2/3/4):141-153.

[6] BRUNDTLAND G. Our common future;Brundtland report[R]. 1987.

[7] NUISSL H,HAASE D,LANZENDORF M,et al. Environmental impact assessment of urban land use transitions:A context-sensitive approach[J]. Land use policy,2009,26(2):414-424.

[8] IZQUIERDO A E,GRAU H R. Agriculture adjustment, land-use transition and protected areas in Northwestern Argentina[J]. Journal of environmen-

tal management,2009,90(2):858-865.

[9] POSKA A,SEPP E,VESKI S,et al. Using quantitative pollen-based land-cover estimations and a spatial CA-Markov model to reconstruct the development of cultural landscape at Rõuge, South Estonia[J]. Vegetation history & archaeobotany,2008,17(5):527-541.

[10] LI X,YEH A G O,QIAN J P,et al. A matching algorithm for detecting land use changes using case-based reasoning[J]. Photogrammetric engineering & remote sensing,2009,75(11):1319-1332.

[11] 刘纪远,刘明亮,庄大方,等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. 中国科学(D 辑),2002,32(12):1031-1040.

[12] 杨依天,郑度,张雪芹,等. 1980-2010 年和田绿洲土地利用变化空间耦合及其环境效应[J]. 地理学报,2013,68(6):813-824.

[13] 吴琳娜,杨胜天,刘晓燕,等. 1976 年以来北洛河流域土地利用变化对人类活动程度的响应[J]. 地理学报,2014,69(1):54-63.

[14] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报,2014,69(1):3-14.

[15] 高志强,刘纪远,庄大方. 基于遥感和 GIS 的中国土地利用/土地覆盖的现状研究[J]. 遥感学报,1999,3(2):134-138.

[16] 刘纪远,张增祥,徐新良,等. 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J]. 地理学报,2009,64(12):1411-1420.

[17] 蔡运龙. 土地利用/土地覆被变化研究:寻求新的综合途径[C]//中国地理学会. 中国地理学会 2000-2002 年综合学术年会论文集. 北京:商务印书馆,2002:10.

[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.

[19] 戈大专,龙花楼,屠爽爽,等. 黄淮海地区土地利用转型与粮食产量耦合关系研究[J]. 农业资源与环境学报,2017,34(4):319-327.

[20] 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.

(上接第 49 页)

[9] 段有厚,卢峰,张飞,等. 矮秆高粱光合物质生产及产量对种植密度的响应[J]. 江苏农业科学,2019,47(9):131-133.

[10] 李丽,万刚,王新武. 不同种植密度对裸仁南瓜生物学特性及产量的

影响[J]. 安徽农学通报,2011,17(11):96,101.

[11] 刘义华. 荃芥菜(荃薹芥)单株产量与主要性状的关系[J]. 中国蔬菜,1999(3):17-19.

[12] 叶剑,孙万仓,武军艳,等. 群体密度对冬油菜产量和经济性状的影响[J]. 西北农业学报,2008,17(3):171-175.