

文章编号: 1000-5862(2017)05-0546-06

基于信息熵与空间洛伦兹曲线土地利用空间结构研究 ——以鄱阳湖区12县(市)为例

刘影^{1,2} 熊悦²

(1. 江西师范大学鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室 江西 南昌 330022;

2. 江西师范大学地理与环境学院 江西 南昌 330022)

摘要: 通过对鄱阳湖区2005年和2015年2期遥感影像进行解译,获取研究区域内各土地类型用地面积。从信息熵、均衡度、优势度和空间洛伦兹曲线2种角度研究了鄱阳湖区内12个县(市)10年前后不同的土地利用空间布局。结果表明:2005年鄱阳湖区地区土地利用结构信息熵值普遍偏低,且结构性较强;2015年平稳上升,但在内部空间尺度上,鄱阳湖区的各县(市)信息熵差异呈缩小趋势,表现为高熵值区减少,中熵值区和低熵值区增加;近10年鄱阳湖区耕地和水域分布一直保持高水平的均衡状态,未利用地成为分布最不均匀的土地利用类型,未利用地在总面积减少的趋势下,分布均匀程度降低,草地的不均衡程度大幅度降低,居民点及工矿用地不均匀程度上升,林地基本维持稳定;近10年鄱阳湖区土地利用熵值增大,无序性增强,各地类面积差异减少,各地类洛伦兹曲线整体向绝对均匀线有靠拢趋势,这说明鄱阳湖区土地利用结构呈现出比较合理的变化特征。

关键词: 鄱阳湖区;土地利用结构;信息熵;空间洛伦兹曲线

中图分类号: F301.24 文献标志码: A DOI: 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2017.05.18

0 引言

土地资源承载着人类各种社会经济活动,为人类生存与发展提供物质基础和动力源泉,土地利用动态变化,不仅代表着人与自然的紧密联系,同时也揭示了社会活动与关系的变化^[1]。国际全球环境变化人文因素计划(IHDP)和国际地圈生物圈计划(IGBP)两大国际科学组织均以土地利用变化为重点研究内容^[2],该内容已成为近年来学术界的研究热点课题^[3-5]。众多学者提出多种土地利用结构研究方法,如多模型结合法、分形几何学、信息图谱理论等^[6-9]。土地利用系统是一个复杂巨系统,主要包含了自然、人类、社会、经济和技术等子系统^[10],其有序程度可用信息熵来描述和刻画^[11]。乔家君等^[12]运用信息熵模型研究了义乌市近25年的土地利用变化特征;司慧娟等^[13]以青海省为研究区域,分析了1999—2013年区域内土地利用结构信息熵的变化特征,结果表明经济发展是信息熵变化的主要驱动力;陈彦光等^[14-16]以不同的城市作为研究对

象,以信息熵理论为基础,运用不同方法测度了区域土地利用有序程度。但空间信息熵只能反映区域内在一定时间尺度内各土地利用类型是否有序,并不能对各地土地利用结构状况进行分别描述。而洛伦兹曲线的优势在于能够直观反映各单一土地利用类型的空间分布差异,弥补了信息熵的不足^[17]。

鄱阳湖是中国第一大淡水湖,湖区组成了环鄱阳湖城市群的核心部分,该地区一直是江西省重点发展及国内外学术界较关注的区域。为了更客观、准确地揭示鄱阳湖区土地利用变化的规律,本研究应用信息熵与洛伦兹曲线相结合,对比分析了2005—2015年鄱阳湖区土地利用结构变化,研究鄱阳湖区土地利用的结构与变化,对统筹区域土地利用,推进经济转型具有重要意义。

1 研究区域概况

鄱阳湖位于长江中下游南岸、江西省北部,是我国第一大淡水湖泊,也是长江流域最大的通江湖泊。鄱阳湖及其流域属亚热带湿润季风型气候,夏季高

收稿日期: 2017-05-27

基金项目: 国家自然科学基金(41361104)和江西省重大生态安全问题监控协同创新中心(JXS-EW-00)资助项目。

作者简介: 刘影(1964-),男,江西宜春人,教授,主要从事资源利用与区域规划方面的研究。E-mail: liuy64@126.com

温多雨,冬季寒冷干燥.地貌结构上呈环状分布,流域内的森林覆盖率达到63.1%^[18].本研究区包括南昌市市辖区、南昌县、新建县、进贤县、余干县、都昌县、星子县、鄱阳县、德安县、湖口县、永修县、九江市等12个县(市),总面积20 254.01 km².2015年,鄱阳湖区总人口为995.57万人,占全省总人口的22%,区域GDP总值为5 598.5亿元,占全省的33.5%.本研究没有对南昌市、九江市两市辖区单列,全部合并为市辖区统一的研究单元,此外,为保持行政区划的一致性,2015年南昌市新建区仍沿用之前新建县的行政区划,未并入南昌市区.

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本研究的基础数据来源于2005年、2015年两期鄱阳湖区TM影像.首先利用ERDAS9.0对遥感影像进行波段融合、几何精校正(误差不高于0.5个像元).土地覆盖分类体系参照中国科学院资源环境数据库标准以及《中国华中地区陆地卫星TM假彩色数据土地资源信息提取标志参照表》,建立以耕地、林地、草地、水体、居民点及工矿用地、未利用地等6个一级土地利用类型,利用人工判读方法提取土地利用分类信息,同时利用GPS定点核查照片和Google Earth对解译数据进行检验,解译精度达80%以上.影像的所有处理工作均在遥感处理软件ERDAS和地理信息系统软件ArcGIS的基础上完成.

2.2 研究方法

2.2.1 信息熵 美国数学家Shannon最先把熵的概念运用于信息论^[14].设区域总面积为 A ,区域内有 n 种土地利用类型,各土地类型的面积为 A_i ($i = 1, 2, \dots, n$),则 $\sum_{i=1}^n A_i = A$,设各种土地利用类型的面积比例为 $P_i = A_i/A$,则土地利用信息熵为 $H = -\sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$.

基于信息熵公式,可以定义土地利用结构的均衡度 J 和优势度 I 分别为

$$J = H/H_{\max} = -\sum_{i=1}^n P_i \ln P_i / \ln N \quad I = 1 - J,$$

优势度 I 是实际信息熵增量与最大信息熵增量之比,反映土地利用的集中度.

2.2.2 空间洛伦兹曲线 1905年,美国经济学家M. Lorenz在研究财富、土地和工资收入的公平性中,提出了空间洛伦兹曲线方法,之后被国内外众多

学者广泛用于收入分配差异研究.洛伦兹曲线既可用于研究单个地理单元的空间分布,也可对多个地理单元的空间分布进行对比分析.对于离散区域数据的集中程度和均衡度的研究,洛伦兹曲线是一个重要方法^[19].将洛伦兹曲线运用到区域土地利用类型的空间分布研究中,可以直观地表达其空间分布差异.若曲线越靠近绝对均匀线,则说明此种地类在区域内的分布较为均匀,反之,表示分布较为集中.

区位熵(即专门化率)的计算公式为

$$Q = (a/A) / (b/B), \quad (1)$$

其中 Q 为某县市某种地类的区位熵, a 为鄱阳湖区某县市的某土地利用类型面积, A 为鄱阳湖区该土地利用类型的总面积, b 为该县市的总土地面积, B 为鄱阳湖区总土地面积.区域熵越大表明该种土地利用类型在该县市处于优势地位,即该县市中此种土地利用类型面积占比高于全区平均水平;反之,则具有区域劣势^[20].

首先,按各地区位熵大小,依次列出鄱阳湖区各县(市)各地类面积占某土地类型总面积的百分比及各县(市)土地面积占土地总面积的百分比,并计算累计百分比.其次,分别以总土地面积累积百分比和某土地利用类型面积累积百分比作为横坐标和纵坐标,绘制出各土地利用类型的空间洛伦兹曲线.最后,通过洛伦兹曲线图,可以直观反映鄱阳湖区各土地利用类型在区域内的均衡程度,进而能够更好的分析区域土地利用结构的合理性,为区域土地利用规划提供科学依据.

3 鄱阳湖区土地利用结构信息熵时空分异

3.1 研究区域土地利用现状

2015年鄱阳湖区土地总面积为20 254.01 km².其中林地面积为4 713.51 km²,占总土地面积的23.27%;草地面积为202.02 km²,占总土地面积的1.00%;水域面积为4 449.78 km²,占总土地面积的21.97%;耕地面积为7 875.37 km²,占总土地面积的38.88%;居民点及工矿用地面积为2 121.9 km²,占总土地面积的10.47%;未利用地面积为892.4 km²,占总土地面积的4.41%.具体情况如图1所示.

3.2 鄱阳湖区土地利用结构信息熵的时间演变

选取2005年、2015年鄱阳湖区各县(市)土地利用的变化数据进行计算和分析.2005年区域内土

地利用结构信息熵为 1.434 3,各县(市)土地利用结构信息熵值普遍偏低,且结构性较强,代表区域内土地利用处于较低水平的有序发展时期(见图2)。均衡度较大的有星子县、南昌市、永修县,分别为 0.834 8、0.796 4 和 0.795 0,均衡度最低的是德安县(0.552 0)。其分布与土地利用结构信息熵基本一致。相应优势度最高的为德安县(0.448 0),较低的是永修县(0.204 9)、南昌市(0.203 6)和星子县(0.165 2)。

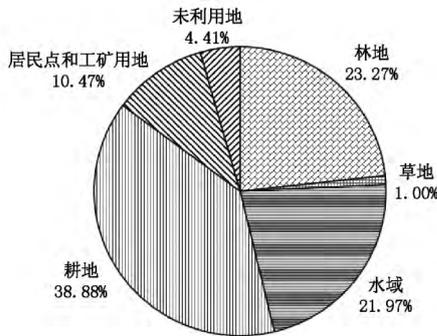


图1 2015年鄱阳湖区土地利用结构

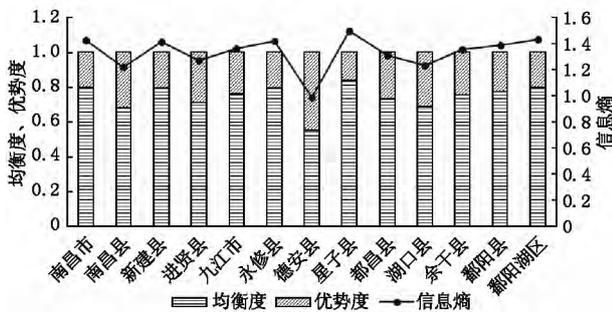


图2 2005年鄱阳湖区各县(市)土地利用结构信息熵

2015年鄱阳湖区土地利用结构信息熵为 1.459 4,较 2005 年略有增加。从总体上看 2015 年鄱阳湖区土地利用结构信息熵值仍然偏低,但呈平稳上升的趋势。其中,九江市、南昌市的变化最为明显。2015 年九江市土地利用结构信息熵由 1.365 4 上升至 1.500 6,这表明其土地利用结构趋向均衡;南昌市土地利用结构信息熵由 1.427 0 降至 2015 年的 1.357 3,这表明南昌市土地利用结构有序程度呈下降趋势。除南昌市市辖区和南昌县的信息熵相比 2005 年有所降低,其它 10 个县(市)的信息熵均有不同程度的增加。

对比 2005 年,2015 年南昌市市辖区与南昌县居民点及工矿用地共增加了 134.0km²,近几年的城市建设导致了信息熵降低。2015 年鄱阳湖区各县(市)的信息熵水平整体上比 2005 年有增加,但幅度不大,均衡度的变化趋势与信息熵保持一致。2005—2015 年鄱阳湖区土地利用平稳增长,各类用

地变化都保持相对平稳的态势。2015 年均衡度比 2005 年增加了 0.014 0,这说明了土地利用的结构性缓步增强。各县市的均衡度与信息熵的变化趋势一致,整体上鄱阳湖区各县(市)的土地利用结构朝着有序化方向发展(见图3)。

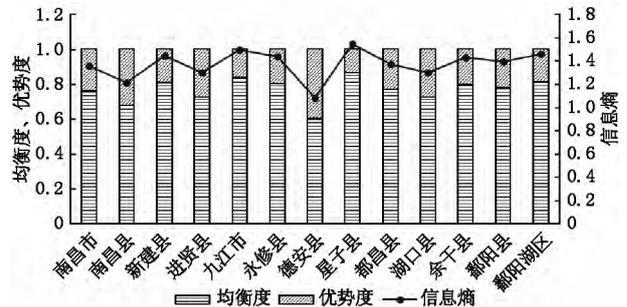


图3 2015年鄱阳湖区各县(市)土地利用结构的信息熵

3.3 鄱阳湖区土地利用结构信息熵空间格局特征

利用自然断点分类法,将鄱阳湖区 12 县市土地利用结构信息熵分为高熵值区、中熵值区和低熵值区。根据图 2 和图 4 可知,2005 年鄱阳湖区高熵值区包括南昌市辖区、九江市辖区、余干县、鄱阳县、新建县、永修县以及星子县,其土地利用结构信息熵都在 1.35 以上。土地利用类型多样,结构趋于均衡,占整个鄱阳湖区土地面积的 69%。这些县(市)的经济发展较好,人口密度大,从而导致该区域内土地利用结构处于较高的无序化阶段,其中九江市和星子县土地利用以林地为主;新建县、永修县、鄱阳县以耕地为主;南昌市作为江西省经济发展的核心,除林地以外,居民点及工矿用地也是其主要用地类型之一。中熵值区包括南昌县、进贤县、湖口县以及都昌县,其信息熵值都在 1.20~1.35 之间,土地利用类型以耕地、水域为主。耕地面积和水域面积分别为 3 219.1 km²和 1 734.6 km²,占该区总面积的 48.4%和 26.07%。该地区发展相对稳定,土地利用结构的稳定性较高于高熵值区。低熵值区为德安县,土地利用结构信息熵为 0.989 0。林地与耕地为该区主要用地类型,面积分别为 529.7 km²和 311.7 km²,分别占德安县总面积的 57.03%和 33.55%。而居民点及工矿用地仅占德安县总面积的 5.98%。

2015 年鄱阳湖各县(市)土地利用结构信息熵的均值为 1.366 0,相比 2005 年的均值(1.325 0)有所增加,这表明鄱阳湖区土地利用结构正在向均衡状态发展。高熵值区为九江市市辖区和星子县,信息熵分别为 1.500 6 和 1.548 4。土地利用结构信息熵的高值具体表现在居民点及工矿用地的增加以及耕地的减少。相比 2005 年,该区域 2015 年的耕地面

积减少了 65.3 km^2 ,居民点及工矿用地增加了 76.5 km^2 .近年来该区域经济发展速度快、城镇化进程加快,应该在保护生态环境的前提下,严格控制耕地的面积,合理开发未利用土地,适度调节土地利用结构.中熵值区包括南昌市辖区、都昌县、鄱阳县、余干县、永修县以及新建县,这说明该区域相比高熵值

区处于相对有序状态.低熵值区包括德安县、南昌县、湖口县、进贤县.根据图4,虽然鄱阳湖区总信息熵是增加的,但在内部的结构方面,2015年高熵值区比2005年减少了6个,中熵值区增加了3个,低熵值区增加了3个.这说明鄱阳湖区的各个县(市)信息熵差异越来越小.

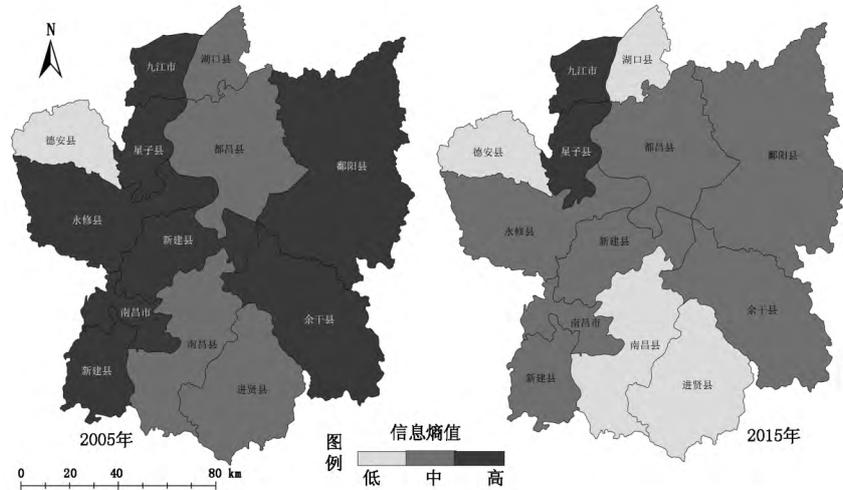


图4 鄱阳湖区土地利用结构信息熵空间分布

4 鄱阳湖区土地利用结构的空洛伦兹曲线分析

利用(1)式计算鄱阳湖区各县(市)土地利用类型区位熵,并依据区位熵由大到小排序计算各县(市)土地面积累计百分比以及各土地利用类型累计百分比,绘制出2005年鄱阳湖区各土地利用洛伦兹曲线.根据图5,耕地与水域距离绝对均值较近,这说明2种用地类型在鄱阳湖区分布较为分散,即分布在各县(市)的面积比例基本相同.林地、居民点及工矿用地、未利用地居于中间;草地距离绝对均匀线最远,这说明该土地利用类型在鄱阳湖区分布最为分散,分布在各县(市)面积比例差异最大,其中鄱阳县的草地面积达 146.3 km^2 ,占鄱阳湖区总草地面积的 45.26% .

各县(市)土地利用变化特征,可以根据空间洛伦兹曲线分析^[21],即根据空间洛伦兹曲线的斜率和拐点位置来判断该县(市)的土地利用专门化程度^[22].在洛伦兹曲线斜率大于1的地区中某种地类在全区域该地类的比例高于该地区土地总面积占全区域总面积的比例(即 $Q > 1$).2005年居民点及工矿用地的洛伦兹曲线斜率最高的县(市)依次为南昌市辖区、南昌县与九江市辖区,这说明居民点及工矿用地在这3个县(市)最为集中,3个县(市)在约

占全区 15% 的土地面积上拥有全区 38% 的居民点及工矿用地;以未利用地的洛伦兹曲线为例,斜率 > 1 的县(市)依次为新建县、余干县、南昌县、鄱阳县.4个县(市)在约占全区 52% 的土地面积上拥有占全区 77% 的未利用地,这表明4个县(市)土地利用发展潜力高于其他县(市),土地利用结构有较大的转变空间;以林地的洛伦兹曲线为例,斜率 > 1 的县(市)依次为德安县、九江市市辖区、南昌市市辖区、鄱阳县、永修县和星子县.6个县(市)在约占全区 44% 的土地上分布着占全区 66% 的林地.结合图4可知,6个县(市)除德安外,均为信息熵高熵值区,这表明2005年信息熵高值区拥有较多的林地资源.

由2015年鄱阳湖区各土地利用类型洛伦兹曲线(见图6)可知,耕地与水域仍距绝对均匀线最近,且距离较2005年有所减少,这说明2种土地利用分布依旧均衡.而距离绝对均匀线最远的土地利用类型由2005年的草地变为未利用地,未利用地成为2015年全区分布最不均衡的土地利用类型.以未利用地的洛伦兹曲线为例,2015年该土地利用类型曲线斜率最高的县(市)依次为新建县、星子县、余干县、永修县、南昌县.5个县(市)在约占全区 45% 的面积上分布着全区 72% 的未利用地,其中新建县、余干县、南昌县同2005年一致,是未利用地分布最集中的区域.2015年鄱阳湖区草地的分布均匀程度相比2005年有了较大提高.林地的均匀程度变化较

小 2015 年林地洛伦兹曲线斜率 > 1 的县(市)与 2005 年相同. 2015 年居民点及工矿用地的洛伦兹曲线斜率最高的县(市)依次为南昌市市辖区、九江市市辖区、南昌县、新建县、湖口县、星子县. 上述 6 个县(市)在约占全鄱阳湖区 33% 的土地分布着全区 54% 的居民点及工矿用地, 相比 2005 年, 斜率 > 1 的县市增加了 3 个县市. 这说明鄱阳湖区 2015 年快速发展、建设的县(市)正在增加.

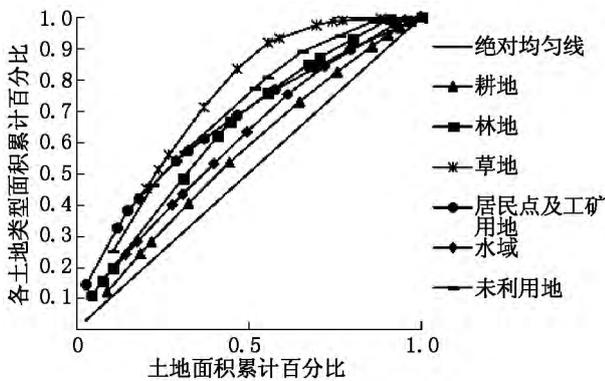


图 5 2005 年鄱阳湖区各土地利用类型空间洛伦兹曲线图

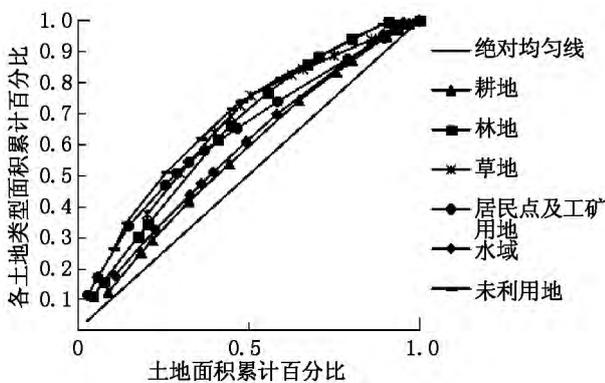


图 6 2015 年鄱阳湖区各土地利用类型空间洛伦兹曲线图

鄱阳湖区各县(市) 10 年间的土地利用结构分析表明: 居民点及工矿用地和未利用地均衡性降低, 草地的均衡性增加, 林地、水域、耕地仍旧保持了良好的均衡性.

5 结论

1) 由于各县(市)自然社会经济发展存在明显差异, 导致其土地职能的差异性较大, 仅仅用信息熵值来测度土地利用结构是否有序, 不可避免地存在可比性上的问题, 运用均衡度、优势度则弥补了信息熵分析的这一不足. 通过比较分析 2005 年与 2015 年的信息熵、均衡度、优势度, 总体上看, 2005 年、2015 年鄱阳湖区土地利用结构信息熵值均普遍偏低, 但有平稳上升的趋势, 其土地利用结构发生了比

较合理的趋势变化. 2005—2015 年是鄱阳湖区土地利用的平稳增长期, 各类用地的增减都保持相对平稳的态势. 虽然鄱阳湖区总信息熵是增加的, 但在内部空间尺度上, 鄱阳湖区的各个县(市)信息熵差异越来越小.

2) 信息熵虽然可以反映区域宏观土地结构的动态变化, 但无法揭示区域内各地理单元的土地利用结构的动态变化. 鄱阳湖区各土地利用类型在空间上的结构分布以及对比关系可通过空间洛伦兹曲线来反映. 2005—2015 年, 鄱阳湖区耕地和水域分布一直保持高水平的均衡状态; 未利用地成为分布最不均衡的土地利用类型, 未利用地在总面积减少的趋势下, 分布均匀程度降低, 这说明鄱阳湖区各县(市)对于未利用地的开发程度及水平差距较大. 草地的分布从最不均匀趋向均匀; 林地变化较小, 分布结构基本不变; 居民点及工矿用地分布变化明显, 其集中分布的县(市)增加 3 处.

3) 近 10 年来鄱阳湖区土地利用结构变化特征与江西省土地利用总体规划的要求基本相符. 建设和发展环鄱阳湖城市群应围绕“资源节约型、环境友好型”建设要求, 统筹鄱阳湖区土地利用, 优化土地利用结构与布局, 适度开发未利用地, 加强耕地和基本农田保护, 合理配置各县(市)用地结构, 促进区域经济健康稳定的发展.

6 参考文献

- [1] 李秀彬. 土地利用变化的解释 [J]. 地理科学进展, 2002, 21(3): 195-201.
- [2] Young B, Noone K, Steffen W. Science plan and implementation strategy [J]. Environmental Policy Collection, 2005, 20(11): 1262-1268.
- [3] 罗娅, 杨胜天, 刘晓燕, 等. 黄河河口镇—潼关区间 1998—2010 年土地利用变化特征 [J]. 地理学报, 2014, 69(1): 42-53.
- [4] 刘晓君, 李占斌, 李鹏, 等. 基于土地利用/覆被变化的流域景观格局与水沙响应关系研究 [J]. 生态学报, 2016, 36(18): 5691-5700.
- [5] Corry R C, Laforteza R. Sensitivity of landscape measurements to changing grain size for fine scale design and management [J]. Landscape and Ecological Engineering, 2007, 3(1): 47-53.
- [6] 陈影, 张利, 何玲, 等. 基于多模型结合的土地利用结构多情景优化模拟 [J]. 生态学报, 2016, 36(17): 5391-5400.
- [7] 吴桂平, 曾永年, 冯学智, 等. CLUE-S 模型的改进与土地利用变化动态模拟: 以张家界市永定区为例 [J]. 地

- 理研究 2010 29(3):460-470.
- [8] 祝琳丹. 潜江市土地利用/土地覆被时空格局变化及预测研究 [D]. 武汉:华中师范大学 2013.
- [9] 陆汝成,黄贤金,左天惠,等. 经济快速增长区土地利用信息图谱构建:以江苏省环太湖地区为例 [J]. 资源科学 2009 31(7):1133-1141.
- [10] 刘康. 土地利用可持续性评价的系统概念模型 [J]. 中国土地科学 2001 15(6):19-23.
- [11] 谭永忠,吴次芳. 区域土地利用结构的信息熵分异规律研究 [J]. 自然资源学报 2003 18(1):112-117.
- [12] 乔家君,马玉玲. 基于信息熵的城乡界面时空演化与分异:以河南省巩义市为例 [J]. 经济地理 2016 36(11):1-7.
- [13] 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.
- [14] 陈彦光,刘继生. 城市土地利用结构与形态的定量描述:从信息熵到分数维 [J]. 地理研究 2001 5(2):146-152.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 边静,何多兴. 基于信息熵与空间洛伦兹曲线的土地利用空间结构分析:以重庆市合川区为例 [J]. 水土保持研究 2011 18(5):201-211.
- [18] 方全,刘以珍,葛刚. 鄱阳湖流域含珍稀针叶树种的群落特征 [J]. 植物生态学报 2016 40(9):952-957.
- [19] 徐建华. 计量地理学 [M]. 北京:高等教育出版社,2006:35-39.
- [20] 黄裕峰,徐昌明,黄裕婕. 洛伦兹曲线在江西省土地利用分析中的应用 [J]. 江西师范大学学报:自然科学版 2003 27(2):177-180.
- [21] 张品超. 基于空间洛伦兹曲线的土地利用空间结构分析:以南昌县二次调查数据为例 [J]. 科技广场 2009(11):39-42.
- [22] 邓晶,刁承泰. 基于空间洛伦兹曲线和基尼系数的土地利用结构分析:以重庆江津市为例 [J]. 国土与自然资源研究 2008(1):38-40.

The Study on Land Use Spatial Structure Based on Information Entropy and Spatial Lorenz Curve —A Case Study of 12 Counties in Poyang Lake Area

LIU Ying^{1,2}, XIONG Yue²

(1. Key Laboratory of Poyang Lake Wetland and Watershed Research, Ministry of Education, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China; 2. School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China)

Abstract: Based on the interpretation of the remote sensing images of Poyang Lake area in 2005 and 2015. The land use structure and dynamic change of Poyang Lake area are analyzed by information entropy, equilibrium degree, dominance degree and spatial Lorenz curve. The spatial distribution of land use in the region is analyzed. The results show that in 2005, the information entropy of land use structure in Poyang Lake area is generally low, and structure-d. The information entropy of Poyang Lake district is increasing, but in the inner spatial scale. The information entropy difference of each county show a trend of decrease, as the high entropy value zones decrease while the medium entropy value zones and low entropy value zones increase. In the past ten years, the distribution of cultivated land and water area in the area has maintained a high level of equilibrium state, unused land became the most unevenly distributed land use type. The imbalance degree of grassland is reduced greatly, the unevenness of residential and industrial land is increased, and the forest land is basically stable. The land use entropy of the area has increased and the disorder degree has increased. The Lorenz curve has a tendency to move closer to the absolute uniform line. The land use structure of Poyang Lake area has undergone a reasonable change.

Key words: Poyang Lake area; land use structure; information entropy; spatial Lorenz curve

(责任编辑:曾剑锋)