

基于 GIS 的南京市溧水区 三生用地空间结构分析

冯新惠 夏敏¹

(南京农业大学 公共管理学院, 江苏 南京 210095)

【摘要】: 三生用地分类研究是三生空间和谐发展的基础。以南京市溧水区为例, 构建溧水区三生用地分类体系, 并从土地利用数量结构与空间结构两个方面分析其结构特征。结果表明, 溧水区三生用地分为生产生态用地、生活生产用地、生态用地和生态生产用地, 主要用地类型为生产生态用地, 各类用地较为集中且复杂程度不高。三生用地斑块形状较为规整, 各用地类型在各镇空间分布有所不同, 但总体而言较为平均。研究区应在此基础上因地制宜合理优化其土地利用结构。

【关键词】: 三生用地 空间结构 溧水区

【中图分类号】 F321.1 **【文献标识码】** A

土地在社会发展进程中发挥着生产、生活和生态的功能。随着我国社会经济的整体发展, 城镇无序扩张及城乡资源要素的不合理配置导致“城市病”和“乡村病”共存, 而造成这一现状的内因在于土地利用结构的不合理所引发的国土空间开发格局混乱, 由此, 三生空间的概念开始兴起并受到人们的广泛关注。在国务院印发的《全国土地利用总体规划纲要(2006-2020年)》中明确提出“生态用地与生活、生产用地并行”, 要求三生空间和谐发展。而如何建立土地利用类型与土地利用功能之间的逻辑联系和分类体系, 继而构建科学的三生用地分类和评价体系是其基础和关键。

关于三生用地国内外学者做了诸多研究, 也取得了重要的研究成果。研究内容主要集中在三生空间的内涵与理论框架、三生功能的划分、识别与评价等等。而对于三生用地功能结构特征的研究相对较少, 且研究方法较为单一。本文以经济快速发展的南京市溧水区为例, 依据其特点构建三生用地分类体系。在此基础上从三生用地数量结构与空间结构两个方面分析南京市溧水区三生用地结构特征, 以期为推动研究区三生空间和谐发展提供科学合理的依据。

1 研究区概况与数据来源

溧水区(31° 23' ~31° 48' N, 118° 51' ~119° 14' E)隶属于南京市中南部, 东临句容、溧阳, 南接高淳, 西北与江宁区接壤, 西南临石臼湖, 地势东南高, 西北低, 呈阶梯形, 是华东地区重要的交通枢纽。2016年, 溧水区全区辖八个镇(街道), 总人口 43.37 万人, 土地总面积 1063.68km²。依托其低山丘陵的地理禀赋, 溧水区具有丰富的农业和生态资源, 但近年来其城镇化进程较快, 建设用地需求增加, 城镇周边大量优质农田面临被建设占用的威胁, 经济社会发展用地需求与供给矛盾突出, 土地资源保护压力较大, 如何在保障发展的同时维护生态和生产空间成为溧水区迫切需要解决的问题。

作者简介: 冯新惠(2000-), 男, 江苏南通人, 本科生。

夏敏(1971-), 女, 江苏南京人, 副教授, 博士, 研究方向: 土地评价和土地利用变化等。

基金项目: 江苏省社会科学基金项目(18GLD009);南京农业大学人文社科优助项目: SKYZ2018037;南京农业大学大学生创新训练计划(202020YX06);南京农业大学课程思政项目(KCSZ2020063)

研究数据来源于溧水区 2016 年土地利用现状数据以及统计年鉴。

2 研究方法

本文首先参考张红旗、于莉、吴宇鑫等学者的分类理念，结合溧水区土地利用现状特征，构建溧水区三生用地分类体系。然后采用多种指标从三生用地数量和空间结构两方面研究溧水区三生用地结构特征。

2.1 数量结构分析指标

(1) 多样性指数

多样性指数通常用来反映土地利用类型的丰富和复杂程度，一般来讲，其值越大，土地利用类型越复杂。其计算公式为：

$$H = - \sum_{i=1}^m P_i \ln P_i \quad (1)$$

(2) 优势度指数

优势度指数是指土地利用结构中一种或几种类型支配作用的程度。优势度指数越大，表明该类土地类型在整个区域的重要性越大，对土地利用的支配度越高。其计算公式为：

$$D = H_{max} + \sum_{i=1}^m P_i \ln P_i$$
$$H_{max} = \ln m \quad (2)$$

式中：H 为研究区土地利用多样性指数；m 为土地利用类型总数； P_i 为土地利用类型 i 在研究区所占面积的比例；D 为研究区优势度指数； H_{max} 为研究区最大多样性指数。

2.2 空间结构分析指标

(1) 分维度指数

分维度指数是指土地利用斑块的面积与形状之间的相互关系，通常采用周长—面积法测定，其理论范围为 1.0~2.0, 1.0 代表形状最为简单的正方形斑块，2.0 代表相等面积下形状最为复杂多样的斑块。其计算公式为：

$$D = \frac{2 \ln \frac{P}{4}}{\ln A} \quad (3)$$

式中：D 为某土地利用类型的分维度指数；P 为该土地利用类型的周长；A 为该土地利用类型的总面积。

(2) 空间洛伦兹曲线

借助统计学中洛伦兹曲线的方法，以土地总面积比重累计为横轴，某类三生用地比重累计为纵轴，绘制空间洛伦兹曲线，曲线上某点表示某一百分比的土地总面积内某类三生用地所占的比例。通过观察所绘制曲线的弯曲程度，可以直观反映溧水区三生用地的分布均匀程度。其计算公式为：

$$Q = \frac{A_1/A_2}{A_3/A_4} \quad (4)$$

式中：Q 为某类三生用地的区位熵， A_1 为某镇某类三生用地的面积， A_2 为区域该类三生用地总面积， A_3 为某镇土地面积， A_4 为区域土地总面积。

(3) 基尼系数

基尼系数又称为洛伦兹系数，是由意大利经济学家 Gini 于 1912 年提出的用于定量测定居民内部收入分配差异程度的指标。本文将基尼系数引入用来定量计算研究区三生用地空间分布情况，其计算公式为：

$$G = \sum_{i=1}^{n-1} M_i Q_{i+1} - M_{i+1} Q_i \quad (5)$$

式中：G 为三生用地结构的基尼系数； M_i 为某镇某种三生用地比重累计； Q_i 为某镇占全区域土地总面积的累计百分比；n 为研究区行政单位总数。本研究中，溧水区共分为 8 个行政单位，故 $n=8$ 。G 越小，表明该种类三生用地在研究区内分布越平均；反之，G 越大，则说明该种类三生用地分布越不均匀。

3 结果与分析

3.1 三生用地分类

随着溧水区社会经济的发展，土地三生功能联系更加密切，因此在构建三生用地分类体系时要注重突出土地主体功能的同时兼顾其他功能。生态空间是生活空间和生产空间的天然基础，由于承担着生态保护的重要职能，所以独立性相对较高，仅有部分生态用地存有生产能力；生活空间是为人类提供多种服务的空间载体，与生产空间相互交融，相互影响；生产空间为生活空间与生态空间提供物质保障，部分生产空间具备一定生态职能，故本文兼顾其空间动态性和地域性，将溧水区三生用地类型分为四类：生态用地、生活生产用地、生产生态用地、生态生产用地。其中生态用地是指具备维持生态环境稳定的功能，且人类利用相对较少的土地；生活生产用地是指能够为人类提供居所或交通运输、休憩、娱乐等空间载体，同时能够使得人类生产更为便利的土地，这些土地的生活与生产功能相互影响，相互融合；生产生态用地是指以生产农产品为主要功能，同时兼顾生态维稳职能的土地；而生态生产用地是指具备生态功能的同时，拥有少量生产能力的土地。

3.2 三生用地数量结构分析

利用 ArcGIS10.3 软件对溧水区 2016 年土地利用现状数据进行重分类与统计。溧水区三生用地斑块总数为 299581 个，生产生态用地面积最大，占研究区总面积的 44.19%，其次是生态用地，生活生产用地和生态生产用地面积相差不大，分别占研究区总面积的 15.88%和 15.23%。各镇情况有所不同，在四类用地中，和凤镇生态用地面积高于其他用地，其它各镇的生产生态用地面积均最大，永阳镇和开发区的生活生产用地远高于其他镇，而生态生产用地数量在各镇间差异不大。

全区三生用地多样性指数为 1.285，这表明其三生用地类型较为集中且复杂程度不高，呈均衡化分布。三生用地优势度指数为 0.101，表明溧水区各用地类型占比大致相当，分析其土地利用类型可知，优势类型主要集中在以水田和田坎为主要要素的生产生态用地与以其他草地和有林地为主要要素的生态用地。各镇中，和凤镇三生用地的多样性指数为 1.155，远低于全区域多样性水平，优势度指数为 0.231，在各镇中最高，这是因为和凤镇地处平原丘陵地带，且北临石臼湖，水网密布，林业发达，其用地类型主要集中在生态用地，且支配度较高；永阳镇三生用地多样性指数最高，优势度指数则仅为 0.049，说明永阳镇各类用地较为分散，复杂程度较高，生活生产用地虽然数量最多，但优势度并不明显。

3.3 土地利用空间结构分析

总体来看溧水区各类三生用地的分维度差别不大，其中最高的是生产生态用地，表明该类用地的斑块形状较为复杂，这是由于以水田和田坎为主要要素的生产生态用地在研究区内分布较广，斑块数量较多，且田坎形状一般较为狭长。各镇中，白马镇生活生产用地分维度最大，这与其占地面积大有一定关系；而和凤镇的生态用地分维度最小，形状最为规整。

三生用地空间洛伦兹曲线见图 1。从其洛伦兹曲线与绝对平均线的距离来看，生态生产用地 \approx 生产生态用地 $<$ 生活生产用地 $<$ 生态用地，表明生态生产用地与生产生态用地在溧水区各镇空间分布较为平均，生态用地空间分布最不均匀。各类三生用地空间洛伦兹曲线上的各点前后次序与各镇区位熵大小进行升序排列后的次序一致，故可以通过曲线上的拐点位置和斜率大小判断各镇某种类型三生用地分布的专门化程度：若斜率小于 1，则表明该镇某类三生用地面积比重小于该镇土地面积占研究区土地面积之比，即专门化程度较低，不具有一定的区域优势；反之，若斜率大于 1，则专门化程度较高，具备一定的区域优势。各镇综合分析情况如下：

- (1) 生产生态用地：和凤镇 $<$ 永阳镇 $<$ 开发区 $<$ 1；东屏镇 $>$ 石湫镇 $>$ 白马镇 $>$ 晶桥镇 $>$ 洪蓝镇 $>$ 1。
- (2) 生活生产用地：和凤镇 $<$ 0.5 $<$ 晶桥镇 $<$ 石湫镇 $<$ 白马镇 $<$ 东屏镇 $<$ 1；开发区 $>$ 永阳镇 $>$ 1.5 $>$ 洪蓝镇 $>$ 1。
- (3) 生态用地：开发区 $<$ 东屏镇 $<$ 0.5 $<$ 石湫镇 $<$ 洪蓝镇 $<$ 白马镇 $<$ 永阳镇 $<$ 1；和凤镇 $>$ 2 $>$ 晶桥镇 $>$ 1。
- (4) 生态生产用地：和凤镇 $<$ 晶桥镇 $<$ 白马镇 $<$ 永阳镇 $<$ 1；洪蓝镇 $>$ 东屏镇 $>$ 开发区 $>$ 石湫镇 $>$ 1。

溧水区生产生态用地与生态生产用地主要集中分布在东屏镇和洪蓝镇，即东屏镇和洪蓝镇在这两类用地类型上专门化程度较高，具备一定区域优势；生活生产用地在全区域分布较为分散，主要集中分布在开发区与永阳镇，而在和凤镇则较少分布；生态用地在溧水区分布最为不均匀，其中和凤镇生态用地专门化程度最高，晶桥镇其次，开发区为最低。

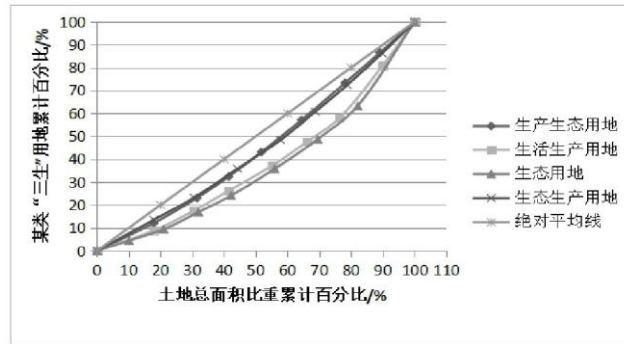


图1 漂水区三生用地空间洛伦兹曲线

三生用地空间基尼系数为：生产生态用地（0.113），生活生产用地（0.244），生态用地（0.279），生态生产用地（0.116）。通常情况下，基尼系数小于0.2表示分布绝对平均，0.2~0.3表示分布相对平均，0.3~0.4表示分布相对合理，0.4~0.5表示分布差距较大，大于0.5表示分布差距悬殊。可见漂水区三生用地分布介于绝对平均与相对平均两个区间，其中绝对平均的用地类型为生产生态用地与生态生产用地，相对平均的为生活生产用地与生态用地，生态用地基尼系数最高，生产生态用地基尼系数最低。

4 结论

(1) 漂水区三生用地分为生态用地、生活生产用地、生产生态用地、生态生产用地。由土地利用数量结构分析可知，2016年漂水区主要用地类型为生产生态用地，四类用地面积最大的镇分别为和凤镇、永阳镇、白马镇和东屏镇。多样性指数和优势度指数表明漂水区三生用地类型较为集中且复杂程度不高，优势类型主要集中在生产生态用地和生态用地，和凤镇用地类型最为简单，而永阳镇反之。

(2) 漂水区三生用地分维度总体差别不大，斑块形状较为规整，白马镇生活生产用地分维度最大，而和凤镇的生态用地分维度最小。空间洛伦兹曲线和基尼系数表明全区生产生态用地与生态生产用地空间分布绝对平均，生活生产用地与生态用地空间分布则相对平均，东屏镇、洪蓝镇、开发区和和凤镇分别在生产生态用地、生态生产用地、生活生产用地和生态用地上的专门化程度最高。

漂水区作为南京市南大门与经济重镇，具有较高的三生用地集中度和较为接近的分维度，虽然各镇的三生用地在数量和空间分布上具有一定差别，但总体而言较为均衡。因此，应在维持三生用地较为平衡分布态势的基础上，充分结合各镇自身发展优势与所属职能，在统筹考虑三生用地分布现状的基础上，因地制宜、合理优化土地利用结构。

参考文献:

- [1]DE GROOT R. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes[J].Landscape and Urban Planning, 2006, 75 (3-4): 175-186.
- [2]樊杰. 主体功能区战略与优化国土空间开发格局[J]. 中国科学院院刊, 2013, 28(02):193-206.
- [3]郑溢芳. 基于“三生”视角的长株潭城市群土地功能评价及优化研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2019.

-
- [4]张红旗, 许尔琪, 朱会义. 中国“三生用地”分类及其空间格局[J]. 资源科学, 2015, 37(07):1332-1338.
- [5]刘继来, 刘彦随, 李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析[J]. 地理学报, 2017, 72(07):1290-1304.
- [6]黄金川, 林浩曦, 漆潇潇. 面向国土空间优化的三生空间研究进展[J]. 地理科学进展, 2017, 36(03):378-391.
- [7]江曼琦, 刘勇. “三生”空间内涵与空间范围的辨析[J]. 城市发展研究, 2020, 27(04):43-48+61.
- [8]李广东, 方创琳. 城市生态—生产—生活空间功能定量识别与分析[J]. 地理学报, 2016, 71(01):49-65.
- [9]黄天能, 张云兰. 基于“三生空间”的土地利用功能演变及生态环境响应——以桂西资源富集区为例[J]. 生态学报, 2021(01):1-12.
- [10]于莉, 宋安安, 郑宇, 等. “三生用地”分类及其空间格局分析——以昌黎县为例[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(02):89-96.
- [11]吴宇鑫, 赵牡丹, 刘婷. 眉县“三生用地”分类及其空间结构分析[J]. 安徽农业大学学报, 2019, 46(03):478-483.
- [12]白涛, 王宏燕, 王江丽. 土地利用及景观格局变化研究[J]. 东北农业大学学报, 2008(10):51-56.
- [13]史晓雪, 马蔚纯, 浦静姣, 等. 基于 GIS 和 RS 的三明市荆东生态工业区土地开发生态适宜度和景观结构分析[J]. 复旦学报(自然科学版), 2006(03):367-374.
- [14]潘方杰, 王宏志, 李仁东, 等. 江汉平原不同土壤类型下土地利用空间结构及变化特征分析[J]. 湖北大学学报(自然科学版), 2018, 40(02):162-171.
- [15]陈军伟, 孔祥斌, 张凤荣, 等. 基于空间洛伦茨曲线的北京山区土地利用结构变化[J]. 中国农业大学学报, 2006(04):71-74.
- [16]扈万泰, 王力国, 舒沐晖. 城乡规划编制中的“三生空间”划定思考[J]. 城市规划, 2016, 40(05):21-26+53.