

基于 LUCC 的南昌市生态资产价值演变 及生态经济协调性研究

杨宗之 李亚丽¹

(江西财经大学 经济学院, 江西 南昌 330013)

【摘要】: 生态资产是经济社会发展过程中复合生态系统功能的价值表征, 也是判断土地利用结构合理性的重要依据。论文通过 GIS 地理空间方法解析南昌市 2008 年、2013 年、2018 年的 LandsatTM 影像获得土地利用数据, 利用相关模型分析南昌市土地利用幅度、速度、强度和生态资产价值的变化情况, 并测算生态环境与经济协调水平。结果表明: 南昌市土地利用类型以耕地为主; 生态资产价值主要源于耕地、林地和水域, 但草地质量的下降、林地面积的缩减和建设用地的快速扩张使得生态资产价值下降了 2.45%; 并且生态环境与经济协调水平较低, 生态环境在经济发展过程中承受了较大压力, 从而提出要合理调整土地利用结构、注重生态经济协同发展, 并建立绿色长远发展的生态保护屏障等政策建议。

【关键词】: 土地利用结构 生态资产价值 生态经济协调性 地理空间分析

【中图分类号】: X196; F062.2 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2022)03-182-06

0 引言

土地利用指的是人类根据经济社会发展需求, 依据土地的自然特性, 采取一系列的手段在一定时期内对土地进行的使用与管理^[1]。最早在 19 世纪由杜能提出土地利用模式一说^[2], 基于该学说, 国内外展开了关于土地利用类型、影响因素在内的大量研究, 土地利用能反映出一个地区在特定时间内经济社会的发展形态和特征。同时, 现代社会发展和人口的快速增长, 导致了一系列生态环境问题的产生, 土地利用的方式和格局开始影响到区域的生态环境状态。人类高强度的生存发展活动对生态资产开始产生影响, 如何对生态资产进行量化和衡量成为近年来的研究热点之一^[3]。“十四五”规划指出我国已经进入高质量发展阶段, 经济社会发展要求全面绿色转型。生态资产作为经济社会的核心要素, 包含的生态环境价值和生态系统健康是资产价值的具体体现^[4]。对于生态资产价值的研究方面, 国内外专家最早是从其概念入手, Vogt^[5]认为消耗自然资源会直接影响到一国承担债务的能力, 并由此引申出“自然资产”的概念; Holdren & Ehrlich^[6]引入“自然服务”概念并讨论对其价值的评估与计算, 进一步推动了生态资产的研究进展; Costanza 等^[7]把全球细分成 16 类生态系统 (共包含 17 项不同类别的生态功能), 并计算了各类生态系统的服务价值; 谢高地等^[8]根据中国陆地的生态形式特征建立了我国不同地区生态系统服务价值当量表; 李正等^[9]、郭年东等^[10]对不同时期、不同区域的土地生态服务价值展开了研究。随后学者们引入空间技术模型对土地利用方式和生态系统服务价值^[11, 12, 13, 14, 15, 16]及未来预测^[17, 18, 19, 20]等方面展开进一步的研究。生态环境与经济发展研究层面, Solow 等^[21]结合新古典增长理论模型研究了人类对自然资源的影响路径; 20 世纪 80 年代后期开始, 许多学者开始探求资源环境约束下经济发展的变化研究^[22], Leontief^[23]运用投入产出模型对环境经济的相关性进行了研究, 而后环境库兹涅茨曲线 (EKC) 由 Grossman & Krueger^[24]提

¹作者简介: 杨宗之, 博士研究生, 研究方向为环境经济学。E-mail: 981857793@qq.com

基金项目: 江西省研究生创新专项资金项目“互联网经济对农村居民消费的影响研究——基于区域面板模型”(YC2020-B110)

出，其解释了经济发展和环境变化之间的非线性关系。21 世纪以来，国内外学者开始聚焦于用回归分析、模糊数学等方法建立评价指标体系来评价生态环境与经济发展之间的耦合关系^[25]。

总的来说，对土地利用类型和生态价值变化的研究范围和方法在不断演进，但现有研究还存在一些局限性：一是土地利用结构数据多源于省域等宏观层级，对于地市级的地类变化研究尚不完善。二是我国进入高质量发展新阶段，要求推进经济与生态环境的并行发展，但协调性理论在生态资产价值评估中的应用还尚缺乏。南昌市拥有优良的自然资源禀赋，但近几年社会经济高速发展，建设用地的扩大和生态用地的减少不断增加着土地的生态负荷。在此基础上，本文以南昌市为例，借助 ArcGIS 和 ENVI 工具从地市级微观层面出发，从大小、速度、强度等角度综合反映南昌市土地利用在时间上的变化趋势，通过地类间的分布转化研究生态资产价值的变化情况，以及不同类型的土地对南昌市生态资产价值的贡献程度，最后依据弹性理论评测生态环境与经济协调水平，旨在把握南昌市生态资产变化的特征规律，从微观层面的生态资产价值动态变化视角，为优化地区土地利用结构和生态环境建设提供一定的参考。

1 研究区域概况和数据来源

1.1 研究区域概况

南昌市位于江西省北部，是江西省省会，地处赣江下游地区，接中国最大的淡水湖——鄱阳湖，辖 6 区 3 县，截至 2019 年年底，常住人口共 537.14 万人，气候温暖湿润且各季节温差大，夏冬季长。南昌市具有独特的丘陵地形以及富饶的水资源，总面积 7402.36km²，其中水域面积达到 29.78%，共 2204.37km²。

1.2 数据来源

为研究时序上南昌市土地利用类型的空间变化趋势，本文通过美国地质勘测局（USGS）获取 LandsatTM 数据，为保证数据的精确性，选择南昌市 2008 年、2013 年及 2018 年云量在 10%以下的空间影像，遥感影像特征情况所示；人均 GDP 等经济数据来源于 2009 年、2014 年及 2019 年的《江西统计年鉴》。

2 研究方法

2.1 监督分类解译法

本文在获取相应年份的原始遥感影像后，在修正原始影像几何畸变的基础上，对图像进行配准、融合、镶嵌和大气矫正等预处理工作，按照南昌市行政区划范围裁剪影像。采用监督分类模块建立训练样本，通过最大似然法区分不同土地利用类型。为加强解译精度，通过目视解译对分类结果进行不断地修正和细化，最后得到 2008 年、2013 年和 2018 年南昌市土地利用覆被分类结果。

2.2 土地利用变化速率分析

根据获取的各年份地类数据，采用土地利用动态度方法研究各种地类在一定时段内的变化速率^[26]。土地利用动态度计算公式为：

$$K = [(U_a - U_b) / U_a] \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中：K 为特定地类的土地利用动态度； U_a 、 U_b 分别为研究期末、期初该地类的土地利用类型数量， hm^2 ；T 为研究时期。

2.3 土地利用变化强度分析

土地利用强度能表征人类对土地的开发和干扰程度，开发和干扰程度越大，对应的利用强度越高，则利用活动对土地生态价值的影响则越大。按已有标准将土地利用方式按强度从小到大分为 1~4 级，1 级为未利用地，2 级为林地、水域，3 级为耕地，4 级为建设用地^[27]。根据各类土地利用类型面积计算出综合土地利用变化强度，计算公式为：

$$L = \sum_{i=1}^n (G_i R_i) \times 100\% \quad (2)$$

式中：L 代表综合土地利用强度指数； G_i 代表各地类土地利用强度指数； R_i 代表各类用地面积比重。

2.4 生态资产价值核算方法

利用生态资产价值量估算法修正单位面积服务价值^[8]，从而测算南昌市生态资产总价值，计算公式为：

$$EA = \sum_{i=1}^n (VC_i \times S_i) \quad (3)$$

式中：EA 为相应年份南昌市生态资产总价值，元； VC_i 为各地类生态资产价值当量系数，元/ hm^2 ； S_i 为各类土地的实际面积， hm^2 ；i 为 6 种土地利用类型。

以谢高地等^[8]提出的中国陆地单位面积生态系统服务价值表为标准，在充分考虑地域自然禀赋差异性的基础上，利用江西省当量因子乘数，修正研究区单位生态资产价值系数。

2.5 贡献度测算法

为了判定不同土地利用方式对生态资产的影响程度，基于各地类在生态资产价值变化量中的所占比例，研究相应地类对生态资产的贡献程度^[28]，计算公式为：

$$EA = \frac{EA_{ib} - EA_{ia}}{EA_b - EA_a} \times 100\% \quad (4)$$

式中：EA 为地类变化对生态资产总价值变化的贡献度，%； EA_{ia} 、 EA_{ib} 分别代表研究期初、期末各地类生态资产价值，元； EA_a 、 EA_b 分别代表研究期初、期末生态资产总价值，元。

2.6 生态环境与经济协调性研究

人口与经济和环境有着密不可分的联系，生态系统是人类社会生存和发展的基础，为了反映出环境—经济的协调关系，引入生态环境与经济发展协调性理念（EEH），即人均生态系统服务价值（ ESV_r ）与人均 GDP（ GDP_r ）变化率之间的比值^[29]，计算公式为：

$$EEH = \frac{ESV_r}{GDP_r} = \frac{(ESV_{rj} - ESV_{r0}) / ESV_{r0}}{(GDP_{rj} - GDP_{r0}) / GDP_{r0}} \quad (5)$$

式中：ESV_{r0}、ESV_{rj}分别为期初和期末的人均生态服务价值；GDP_{r0}、GDP_{rj}分别为期初和期末年份人均 GDP。

为了表现生态资产与 GDP 增长速度的关系，对区域生态环境与经济协调类型进行划分^[30]，以此表明区域经济发展所承受生态环境压力的大小，按标准分为生态环境与经济发展协调 EEH>0 和生态环境与经济发展冲突 EEH<0 两种情况。

3 结果与分析

3.1 南昌市土地利用结构变化分析

通过 ArcGIS 地类解译后，得到 2008 年、2013 年、2018 年南昌市土地利用类型图（图 1），以此计算土地利用变化的幅度、速率和强度，并通过生态系统服务价值法测算各地类和综合生态价值的变化情况，测算各地类变化对生态资产价值的贡献度情况，最后结合宏观经济数据，分析生态环境与经济发展之间的协调关系。

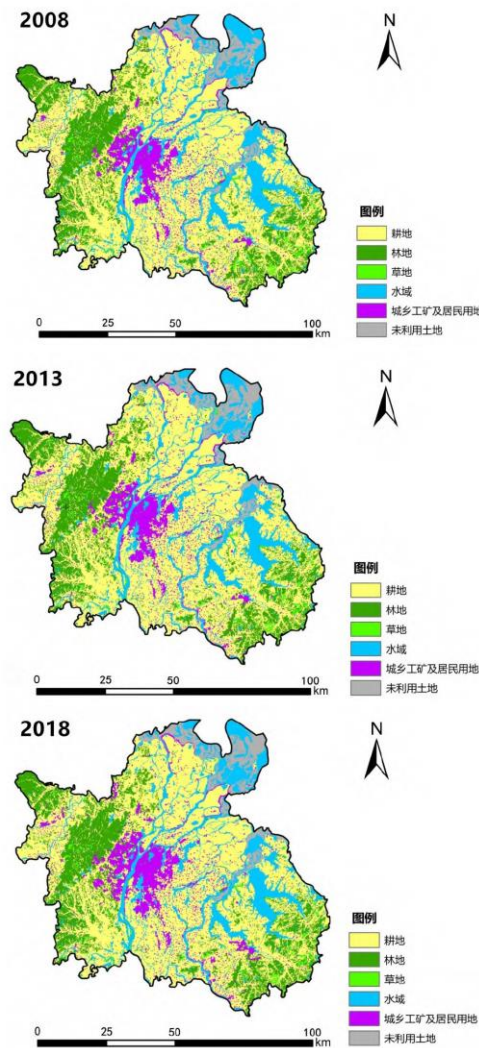


图 1 南昌市土地利用覆被分类变化图

可以看出,研究期内南昌市各地类的面积和比重呈现出较大的波动。其中,南昌市耕地面积占比始终保持在 57%以上,其次是林地(17%以上)和水域(16%以上),并且各地类面积比例由大到小的变化为:建筑面积为 19.41%,草地为-10.39%,未利用地为 8.53%,水域为-3.15%,林地为-1.89%,耕地为-1.49%,可以看出耕地、林地、草地和水域等自然用地类型在研究期内面积占比有所下降,而南昌市建筑用地、未利用地面积增速显著,这与经济社会的快速发展和我国城市化进程的迅速推进密不可分。

为了更好地反映南昌市土地利用变化的速率,本文将研究时期分为 2008—2013 年、2013—2018 年两个阶段,从而可得到相应阶段内南昌市各地类土地利用的动态度情况。在研究期间内,南昌市未利用地、建设用地的变化速度最快。建设用地的动态度指数均为正值,表明建设用地的面积在研究期间内一直呈现出增长趋势,而且增长率也在不断上升。其主要原因是城市化导致的农村人口流量转移,城市建设用地不断膨胀,集约利用程度不强造成土地结构发展难以平衡。

土地利用变化强度分析可知,南昌市土地利用强度呈先下降后上升的小幅变化趋势,变异范围为-0.014 和 0.01。随着城市的快速扩张发展,南昌市的未利用地占比在逐渐下降,建设用地面积在不断提高,并且农地流转改善了原有的生产方式,农地利用率普遍提高,土地利用的综合强度也显著提高。

3.2 生态资产价值核算及其变化分析

通过土地利用变化数据,结合生态系统服务价值法,计算南昌市各地类生态资产价值变化情况。

南昌市生态资产价值呈现总体下降趋势,由 2008 年的 159.70 亿元下降到 2018 年的 155.78 亿元,下降了 3.92 亿元,下降率为 2.45%。其变化趋势总体可分为两个阶段:2008—2013 年,生态资产价值下降 3.47 亿元,下降率为 2.17%;2013—2018 年,生态资产价值下降 0.45 亿元,下降率为 0.29%。同时,生态资产价值主要来源于耕地,其次是水域和未利用地,三者总价值比重于 2018 年提升至 74.84%。在研究期限内,南昌市林地、草地的生态资产价值呈现下降趋势,除水域外,其余用地均呈现先上升后下降的变化趋势,这与近年来南昌市城市建设发展密不可分,建设用地的扩张一定程度上挤占了其他用地空间。

具体的生态资产价值变化情况可知,水文调节、废物处理、保持土壤价值在研究期内呈现先增长后降低的特征,其他的生态资产服务价值类型均呈现递减趋势。其中,水文调节所提供的生态资产价值最高(43.62 亿元/年,占比 27.78%),原材料生产提供的生态资产价值最低(5.21 亿元/年,占比 3.31%)。另外,南昌市生态资产的服务价值主要来源于水文调控和废物处置,占总价值的 54%以上,可以看出,生态资产价值变化与耕地面积、林地面积和水域面积的调整有密切关联。

以南昌市两个阶段为例,分析了南昌市各地类的生态资产贡献。2008—2013 年,南昌市生态资产价值呈下降趋势,林地、草地、河流湖泊生态资产的贡献度呈反向变化,而耕地与未利用地贡献度则相反;2013—2018 年,南昌市生态资产价值呈下降趋势,除耕地、林地、草地和未利用土地的生态资产价值呈反向变化外,河流湖泊的生态资产价值贡献度由第一阶段的 2.771 转变为-0.136。从总体上来看,河流湖泊面积的减少是导致这一阶段南昌市生态资产价值下降的主要原因,而且南昌市的草地总体质量状况不高,其对生态资产的贡献程度相对较小;同时,南昌市在节水、防风、固沙、净化空气等方面仍有提升空间,要进一步加强沙源治理和“退耕还林工程”;并且,未利用土地对南昌市生态资产价值的贡献率呈现先负后正的趋势,表明南昌市土地储备的稀缺性正在逐渐减弱。

3.3 生态环境与经济发展协调性研究

利用生态环境与经济协调性模型得出南昌市 3 个研究阶段的生态环境与经济发展协调性水平。

2008—2013 年南昌市生态环境与经济发展协调水平处于较低冲突区（-0.2306），表明生态环境的维护和经济社会发展存在一定程度的矛盾，该时期区域人口和经济增长迅速，城市建设需求巨大，城市附近大量耕地和林地被转化为建设用地，建设用地的快速扩张很大程度上影响到了生态环境与经济协调度；2013—2018 年南昌市生态环境与经济发展协调度为-0.0040，属于低度冲突区，说明生态环境与经济发展协调水平较前期有所提升，但仍表现出冲突状态。总体来看，2008—2018 年南昌市生态环境与经济发展协调度为-0.0103，属于低度冲突区，说明研究期内南昌市的生态与经济协调度较弱，经济发展的生态环境承受了较大的压力，人均生态系统服务价值增长率远远低于同期人均 GDP 增长率。

从全研究期来看，随着研究时间推进，区域经济发展仍面临严重的生态环境压力，协调程度仍为负，生态环境与经济发展呈现不可持续状态。结合土地利用变化分析来看，南昌市以小规模种植农业为主，没有形成规模化的绿色集约型农业体系，并且耕地保护力度不足，土地退化、水土流失情况较为严重，城市建设占地的现象也十分严峻，耕地、林地面积不断减少，居民工矿区和交通运输用地的无序扩张严重影响着生态环境。同时，近年来南昌市经济活动加快，人口增长激增了环境保护和治理的难度。传统的粗放型经济发展模式是导致生态环境恶化的因素，南昌市应尽快进行产业结构调整，以促成向生态城市的转型，平衡好生态环境与经济协调关系。

4 结论与政策建议

4.1 结论

本文通过 ArcGIS 和 ENVI 工具对 2008 年、2013 年、2018 年南昌市遥感影像进行地类解译，获取土地利用数据，分析土地利用变化幅度、速度和强度，在此基础上使用生态系统服务价值法测算南昌市的生态资产价值，并研究生态环境与经济协调关系，得出以下结论：

（1）南昌市土地利用类型中耕地面积比重最大，达到 57%以上；研究期内土地利用变化明显，其中建设用地变化最大，增加了 19.41%，其次是草地（-10.39%）和未利用地（8.53%）；同时，土地利用强度均值为 2.876，表明近年来南昌市城市化进程加快，建设用地和储备用地面积在不断提升。

（2）从各地类提供的生态资产价值来看，南昌市生态资产价值主要来源于耕地、水域和未利用地；从具体的生态资产价值类别来看，水文调控和废物处置两项生态价值达到总价值的 54%，但南昌市草地总体质量不高和林地面积减少过快，加上建设用地的扩张在一定程度上挤占了其他用地空间，导致生态资产价值研究期内增长率为-2.45%，由 159.70 亿元下降至 155.78 亿元，降低了 3.92 亿元。

（3）南昌市生态环境与经济发展协调水平在研究期内有小幅提升，但总体上仍处于低度冲突区（-0.0103），经济发展与生态环境承受了较大的压力，生态环境与经济发展呈现出不可持续状态，人均生态系统服务价值增长率远远低于同期人均 GDP 增长率。

4.2 政策建议

（1）合理调整土地利用结构。在保持维护现有林地的基础上，继续加大保护力度，增强区域防风固沙生态功能；严格坚守耕地红线，合理利用开发未利用地，防止建设用地过度扩张侵占其他生态用地面积，维护地区生态系统平衡。

（2）注重生态环境与经济协同发展。要辨识土地利用架构的空间变化机制，考虑其对生态系统服务功能的影响，如何多方面系统科学地评判生态资产价值，以及权衡各地类间用地功能的转化是生态环境保护建设面临的新课题。

(3) 建立绿色长远发展的生态保护屏障。各地区应依托生态区位节点优势,布局长远性的区域绿色发展战略,严格保护好重点生态功能区。坚持以防为主、以治为辅的生态发展理念,完善生态补偿机制,将生态资产保护列入城市发展评价体系。

参考文献:

- [1]刘亚茹,王聪,严力蛟.华北平原农区土地利用变化对生态系统服务的影响——以河南省商丘市为例[J].应用生态学报,2018(5):1597-1606.
- [2]石忆邵,史东辉.上海郊区农业生产率的空间分异及影响因素[J].经济地理,2018(3):135-141.
- [3]潘鹤思,李英,陈振环.森林生态系统服务价值评估方法研究综述及展望[J].干旱区资源与环境,2018(6):72-78.
- [4]高培勇,袁富华,胡怀国,等.高质量发展的动力、机制与治理[J].经济研究,2020(12):85-100.
- [5]Vogt W.Road to survival[M].New York:William Sloan,1948.
- [6]Holdren J P,Ehrlich P R.Human population and the global environment[J].American Scientist,1974,62(3):282-292.
- [7]Costanza R,d' Arge R,de Groot R,et al.The value of the world's ecosystem services and natural capital[J].Nature,1997,387:253-260.
- [8]谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J].自然资源学报,2003(2):189-196.
- [9]李正,王军,白中科,等.喀斯特地区土地利用变化研究——以贵州省为例[J].地域研究与开发,2011(2):143-148.
- [10]郭年冬,陈召亚,李恒哲,等.基于土地利用变化下的县域生态敏感性及其灰色预测——以河北省平山县为例[J].水土保持研究,2016(5):229-234.
- [11]商慧敏,郗敏,李悦,等.胶州湾滨海湿地生态系统服务价值变化[J].生态学报,2018(2):421-431.
- [12]张瑜,赵晓丽,左丽君,等.黄土高原生态系统服务价值动态评估与分析[J].水土保持研究,2018(3):170-176.
- [13]车育婧,蒋梅鑫,钟业喜.基于土地利用变化的鄱阳湖生态经济区生态系统服务价值时空变化研究[J].江西师范大学学报(自然科学版),2018(1):45-51.
- [14]钱大文,曹广民,杜岩功,等.2000-2015年祁连山南坡生态系统服务价值时空变化[J].生态学报,2020(4):1392-1404.
- [15]颜俨,姚柳杨,郎亮明,等.基于Meta回归方法的中国内陆河流域生态系统服务价值再评估[J].地理学报,2019(5):1040-1057.
- [16]吴攀,杨木壮,刘伟聪.2007-2015年东莞市土地利用及其生态系统服务价值的时空演变[J].水土保持通报,2020(1):250-255.

-
- [17] 许译方, 周永杰, 何煜然, 等. 基于土地利用变化的粤港澳大湾区生态系统服务价值预测研究[J]. 生态科学, 2020(1):207-212.
- [18] 王培俊, 孙煌, 华宝龙, 等. 福州市滨海地区生态系统服务价值评估与动态模拟[J]. 农业机械学报, 2020(3):249-257.
- [19] 朱增云, 阿里木江·卡斯木. 干旱区绿洲城市生态系统服务价值空间自相关格局分析与模拟[J]. 生态与农村环境学报, 2019(12):1531-1540.
- [20] 高云飞, 李智广, 刘晓燕. 黄河流域水土流失遥感监测中土地利用现状分类体系构建[J]. 水土保持通报, 2018(1):111-115.
- [21] Solow R M. Intergenerational equity and exhaustible resources[J]. Review of Economic Studies, 1974, 41(5):29-45.
- [22] Gradus A, Smulders S. The Trade-off between environmental care and long-term growth-Pollution in three prototype growth models[J]. Journal of Economics, 1993, 58:25-51.
- [23] Leontief W. Environmental repercussions and the economic structure:An input-output approach[J]. The Review of Economics and Statistics, 1970, 52(3):262-271.
- [24] Grossman G M, Krueger A B. Environmental impacts of a North American free trade agreement[J]. CEPR Discussion Papers, 1992, 8(2):223-250.
- [25] 王西琴, 何芬, 高吉喜. 城市化与经济协调发展的实证研究——以四川省为例[J]. 生态经济, 2008(10):29-32, 36.
- [26] 刘斌寅, 赵明松, 卢宏亮, 等. 1985-2015 年淮北市土地利用变化特征及其预测研究[J]. 土壤通报, 2019(4):807-814.
- [27] 孙菲菲, 张增祥, 左丽君, 等. 土地利用强度研究进展、瓶颈问题与前景展望[J]. 草业科学, 2020(7):1259-1271.
- [28] 张崇淼, 李森, 张力喆, 等. 基于 PSR 模型的城市生态安全评价与贡献度研究——以铜川市为例[J]. 安全与环境学报, 2019(3):1049-1056.
- [29] 王维. 长江经济带生态保护与经济发展耦合协调发展格局研究[J]. 湖北社会科学, 2018(1):73-80.
- [30] 江孝君, 杨青山, 耿清格, 等. 长江经济带生态-经济-社会系统协调发展时空分异及驱动机制[J]. 长江流域资源与环境, 2019(3):493-504.