

# 南京市六合区土地利用空间变化的生态价值 损益数据集研发 (2009, 2019)

王波<sup>1</sup>, 刘德燕<sup>2\*</sup>

1. 江苏省南京市规划设计研究院有限责任公司, 南京 210005;

2. 中国科学院南京土壤研究所土壤与农业可持续发展国家重点实验室, 南京 210008

**摘要:** 生态价值为对生态系统服务功能的市场化估算, 包括可市场化功能的价值和不可市场化功能的影子价值, 即自然价值与经济价值。基于分辨率 30 m 的 Landsat TM 数据, 通过图像解译得到 2009 和 2019 年土地利用空间数据集 (.adf 和 .xlsx 格式), 从不同土地利用方式产生不同服务价值的角度出发, 研究了南京市六合区近 10 年来, 特别是在国家级江北新区战略驱动下的城乡空间变化情况, 并核算了城乡空间变化带来的生态价值损益。经测算南京市六合区建设空间拓展导致全区自然价值减少 3.3%, 全区整体处于弱可持续发展状态。综合考虑全区水域、林地、湿地、草地、耕地生态系统的生态价值, 研究了城乡空间拓展“经济文明”逻辑下的“不经济”现象, 结果表明上述五类生态系统与建设空间生态系统的价值比例由单纯计算经济价值的 1:5 提升到 1:3, 建设空间的综合效益不再突出, 必须限制城乡空间外延式拓展对水域等五类生态系统的占用。

**关键词:** 国家级新区; 空间变化; 生态价值损益; 南京市六合区

**DOI:** 10.3974/geodp.2020.02.10

## 数据可用性声明:

本文关联数据已出版, 可获取: 王波, 刘德燕. 南京市六合区土地利用空间变化生态价值损益数据集 (2009, 2019) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. DOI: 10.3974/geodb.2020.05.17.V1.

## 1 前言

在工业文明时期, 我国一些地区出现了生态环境质量下降、资源利用效率降低的突出问题, 人与自然关系在这些地区出现了不和谐现象。造成上述状况的重要原因是生态环境系统服务对人类福利的贡献很大一部分只表现为纯粹公益性质, 缺乏以货币形式对直接增加人类福利的计量, 在很多情况下, 人们甚至意识不到生态系统服务价值<sup>[1-3]</sup>。

生态系统服务价值特别是自然价值的测算是一项世界难题, 自 1970 年 SCEP (Study of Critical Environmental Problems) 在《人类对全球环境的影响报告》首次提出生态系统服务功能的概念<sup>[4-5]</sup>以来, 已经有诸多生态学家、经济学家、政策制定者开展了大量的研究工作。

收稿日期: 2020-04-21; 修订日期: 2020-06-11; 出版日期: 2020-06-25

基金项目: 国家自然科学基金 (41977049)

\*通讯作者: 刘德燕 AAZ-2671-2020, 中国科学院南京土壤研究所, dyliu@issas.ac.cn

数据引用方式: [1] 王波, 刘德燕. 南京市六合区土地利用空间变化的生态价值损益数据集研发 (2009, 2019) [J]. 全球变化数据学报, 2020, 4(2): 170-180. DOI: 10.3974/geodp.2020.02.10.

[2] 王波, 刘德燕. 南京市六合区土地利用空间变化生态价值损益数据集 (2009, 2019) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. DOI: 10.3974/geodb.2020.05.17.V1.



城市建设步伐加快,六合副城和龙袍新城成为新区范围内仅次于江北主城的人口高度密集、经济产业功能发达的城区,也造成了非建设用地的减少。因此树立生态价值观、核算生态价值,有机协调生态保护和城镇建设成为六合区高质量发展的关键。

在国际上关于自然价值测算方法<sup>[1-3]</sup>的基础上,本文结合国内学者关于综合资本测算理论和方法,基于 Landsat TM 数据,通过图像解译得到土地利用空间数据,从不同土地利用方式产生不同价值的角度出发,深入探讨南京市六合区近 10 年来,特别是在国家级新区战略驱动下空间变化带来的生态价值损益。综合考虑全区水域、林地、湿地、草地、耕地生态系统的生态价值,结果表明上述五类生态系统与建设空间生态系统的价值比例由单纯计算经济价值的 1 : 5 提升到 1 : 3,必须限制城乡空间外延式拓展对水域等五类生态系统的占用。

2 数据集元数据简介

《南京市六合区土地利用空间变化生态价值损益数据集(2009,2019)》<sup>[22]</sup>的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 《南京市六合区土地利用空间变化生态价值损益数据集(2009,2019)》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	南京市六合区土地利用空间变化生态价值损益数据集(2009,2019)
数据集短名	LandUseEcologicalValueAssessmentLiuhe
作者信息	王波 AAZ-3013-2020,南京市规划设计研究院有限责任公司,279813263@qq.com 刘德燕 AAZ-2671-2020,中国科学院南京土壤研究所,dyliu@issas.ac.cn
地理区域	南京市六合区
数据年代	2009,2019
时间分辨率	10 年
空间分辨率	30 m
数据格式	.adf、.xlsx
数据量	2.47 MB(压缩为 1 个文件,数据量为 931 KB)
数据集组成	数据集由 36 文件组成,存储为 ArcGIS Grid
基金项目	国家自然科学基金(41977049)
数据计算环境	ArcGIS
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101,中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据(中英文)、通过《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》发表的实体数据和通过《全球变化数据学报(中英文)》发表的数据论文。其共享政策如下:(1)“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放,用户免费浏览、免费下载;(2)最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源;(3)增值服务用户或以任何形式散发和传播(包括通过计算机服务器)“数据”的用户需要与《全球变化数据学报(中英文)》编辑部签署书面协议,获得许可;(4)摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则,即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%,同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 <sup>[23]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, DCI, CSD, WDS/ISC, GEOSS, China GEOSS, Crossref

### 3 研究区概况与数据研发方法

#### 3.1 研究区概况

南京市六合区自然资源和文化特色明显，全区前临长江，背枕滁河，北部丘陵起伏，由北向南依次呈现北部自然山水、中部地质田园与副城、南部湿地圩区与新城的格局风貌。北部地区是南京两大田园区之一，是生态保护和远郊城乡融合发展区；中部和南部绕越公路以西部分是南京以新街口为中心，半径 40 km 范围内构筑的高度城市化都市区范围；中部和南部绕越公路以东部分是拥江生态保护和近郊城乡融合发展区（图 2）。新版总体规划提出市域构建“南北田园、中部都市、拥江发展、城乡交融”的总体格局<sup>[20]</sup>。六合区所属的滁河流域，在史前和上古时代已是古代人类重要的聚居场所，春秋战国时期的东周，周景王四年（公元前 541 年）吴在今六合设有棠邑，棠邑古城是南京辖域内最早的城邑和行政建制。六合也是“天赐国宝、中华一绝”雨花石的主产地，江苏民歌《茉莉花》的发源地。

#### 3.2 数据研发方法

##### 3.2.1 土地利用数量与布局变化

##### （1）土地利用数量与布局变化分析

土地资源数量多寡决定其稀缺程度，数量变化首先反映在不同类型的总量上，通过分析土地利用类型的总量变化，可以了解土地利用变化总的趋势；其次，数量变化也反映在不同利用类型的人均量变化上，这更能直接反映土地利用的数量变化。

依据《土地利用现状分类》<sup>[24]</sup>，结合六合区特点，将生态系统服务功能依托的土地利用类型划分为：耕地、林地、湿地、草地、水域、城乡住宅及服务用地、工矿用地、交通运输及其他用地等 8 类，依托公开资源 2009、2019 年两期 Landsat TM 影像数据为基础，以 ArcGIS 进行坐标校准、栅格裁切、影像分类，获得南京市六合区 10 年来土地利用变化数据。查询 2010 年与 2020 年《六合统计年鉴》<sup>[25-26]</sup>、2009 年与 2019 年《南京城市规划年度报告》<sup>[27-28]</sup> 作为土地分类的监督数据和其他对比参考数据，分类比对土地空间布局变化。

##### （2）土地利用结构变化分析

根据系统论的观点，结构决定功能，只有用地结构合理，才能保持土地利用系统的良性循环，才能取得土地利用的最大效率，优化结构，提高功能，从而可以较少地消耗或投入取得较高的效益。因经济结构、用地结构与生态系统服务功能之间存在着关联性，通过结构、功能之间关联性的研究和分析，更好地发挥土地作为宏观经济手段的作用。

土地利用动态度（Land Use Dynamic Index，LUDI）表示单位时间内某类型土地利用



图 2 南京市域空间结构规划图<sup>[20]</sup>

面积的变化程度,即:土地利用面积的变化速度:

$$\text{LUDI} = \frac{U_a - U_b}{U_a} \cdot \frac{1}{T} \cdot 100\% \quad (1)$$

式中,  $U_a$ 、 $U_b$  分别表示  $a$ 、 $b$  时刻某种土地利用类型的面积 ( $\text{km}^2$ ),  $T$  为  $a$  到  $b$  时刻的研究时段长, 当  $T$  以年为单位时, LUDI 表示该类型土地利用面积的年变化率。

### 3.2.2 生态系统服务分类体系

依托 Costanza 等人的理论框架, 借鉴宗跃光等学者的本地化测算经验, 结合六合区实际, 本文将区域生态系统服务功能价值分为自然价值和经济社会价值两部分, 共 24 项, 其中自然价值分为气体调节、气候调节、干扰调节、水调节、水供应、防侵蚀、土壤形成、养分循环、废物处理、传粉、生物防治、栖息地 (避难所) 等 12 项; 经济社会价值分为农业价值、林业价值、畜牧业价值、水产价值、工业价值、建筑业价值、交通运输仓储价值、批发零售价值、住宿餐饮价值、金融业价值、房地产业价值、旅游等其他服务业价值, 计 12 项。

### 3.2.3 生态价值估算方法

本文按照目前的统计口径考虑生态系统的经济价值, 又特别重视生态系统的自然价值, 把非市场化的重要调节与净化功能、生境与生命支持功能通过一定的估算方法考虑到国民经济核算体系, 且“自然价值不可减少”是城乡强可持续发展的原则<sup>[7-8]</sup>。以土地利用数据为基础, 运用生态价值核算理论, 先估算单位面积生态系统服务价值 ( $\text{元 hm}^{-2} \text{a}^{-1}$ ), 结合该生态系统类型在区域的总面积, 核算南京市六合区 2009、2019 年的生态价值<sup>[1-3]</sup>。

#### (1) 自然价值估算

自然价值主要由耕地、林地、湿地、草地、水域提供。采用 Costanza 等人研究的 12 项生态服务功能的自然价值系数<sup>[1-3]</sup>, 进行适当修正后分项加总, 得到单位面积生态系统服务功能的自然价值。为使自然价值测算与经济社会价值测算保持一致, 确定以 1997 年为基准年, 通过《南京市统计年鉴》<sup>[29-30]</sup>获取 1997–2019 年数据, 计算 2019 年南京市居民消费价格指数为 144.2 (1997 年为 100), 据此将 Costanza 等人 1997 年的全球通用价值系数转换为 2019 年南京区域的价值系数。

#### (2) 经济社会价值估算

经济社会价值主要是指生态系统的经济生产功能, 即不同生态系统提供的可以市场化的产品或效用, 传统统计方法主要从国民生产总值考虑经济价值。为了避免重复计算, 本文对生态系统经济价值及其相应的用地类型进行了归类, 农业价值归到耕地, 林业价值归到林地, 畜牧业价值归到草地和耕地, 水产价值归到水域和湿地, 工业价值和部分建筑业价值归到工矿用地, 交通运输仓储价值归到交通及其他用地, 批发和零售业、住宿和餐饮业、金融业、房地产业、旅游等其他服务业的价值, 部分建筑业价值归到城乡住宅及服务用地。单位面积生态系统服务的经济社会价值 ( $\text{万元 hm}^{-2} \text{a}^{-1}$ ) 计算如下:

$$V_i = G_i / S_i \quad (2)$$

式中: 其中  $V_i$  是第  $i$  项产业单位面积经济社会价值 ( $\text{万元 hm}^{-2} \text{a}^{-1}$ );  $G_i$  是 GDP (万元);  $S_i$  是第  $i$  项产业面积 ( $\text{hm}^2$ )。

## 4 数据结果与验证

### 4.1 数据集组成

数据集包括六合区的空间数据和表格数据。空间数据包括：（1）2009 年土地利用数据；（2）2019 年土地利用数据。它们的分辨率均为 30 m。表格数据包括：（1）2009、2019 年不同土地利用类型的面积及占比；（2）2009–2019 年土地利用动态度；（3）2019 年单位面积生态系统服务功能的自然价值；（4）2019 年单位面积生态系统服务功能的经济价值；（5）2009、2019 年各类型生态系统的生态价值。该数据集存储为 ArcGIS Grid（.adf）和.xlsx 格式，由 36 个文件组成，数据量为 2.47 MB（压缩为 1 个文件，数据量为 931 KB）。

### 4.2 数据结果

#### 4.2.1 六合区空间变化分析

##### （1）土地利用数量变化

土地资源数量多寡决定其稀缺程度，数量变化首先反映在不同类型的总量上，通过分析土地利用类型的总量变化，可以了解土地利用变化总的趋势；其次，数量变化也反映在不同利用类型的人均量变化上，这更能直接反映土地利用的数量变化。依据《土地利用现状分类》<sup>[24]</sup>，结合六合区特点，将生态系统服务功能依托的土地类型划分为：耕地、林地、湿地、草地、水域、城乡住宅及服务用地、工矿用地、交通运输及其他用地等 8 类。

2009–2019 年的 10 年间，南京市六合区城乡住宅及服务用地、工矿用地、交通运输及其他用地、林地、草地增加，而水域、湿地、耕地减少（图 3）。伴随人口增长，六合区人均土地面积\*从 2009 年的 0.21 hm<sup>2</sup> 减少到 2019 年的 0.18 hm<sup>2</sup>，特别是人类赖以生存的耕地面积，已经从 0.10 hm<sup>2</sup>（约 1.5 亩）减少到 0.08 hm<sup>2</sup>（约 1.2 亩），10 年间人均耕地面积减少 20%，而人均城乡住宅及服务用地基本维持在 0.018 hm<sup>2</sup> 左右。因此，如果继续沿用传统城镇化模式，六合区将面临耕地保护的壓力。

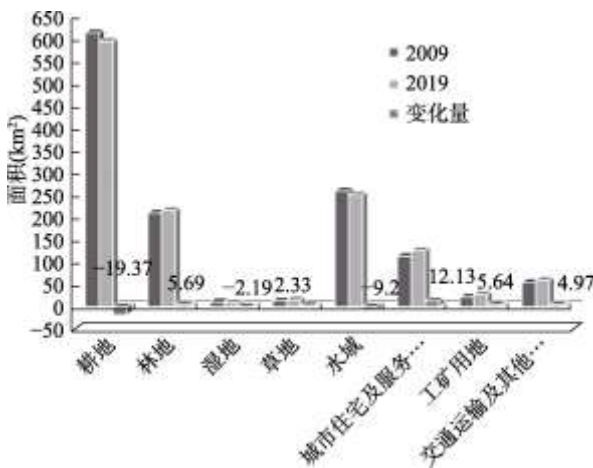


图 3 2009–2019 年南京市六合区各类用地面积变化图

\* 依据《六合区统计年鉴》及公安局对流动人口的统计数据，2009、2019 年六合区常住人口分别为 61.60、70.45 万人。



(2) 土地利用空间布局变化

经过空间叠置分析,六合区近 10 年城镇建设空间的拓展主要集中在六合副城和金牛湖新市镇,六合副城在国家级江北新区战略的影响下,生活居住空间拓展与经济开发区蔓延齐头并进,六合副城在规划期确定的“产城融合”理念得到充分体现;金牛湖新市镇在宁天城际铁路枢纽站点和江北新区重大旅游功能区建设“双重”要素的带动下发展迅速。外围地区在矿山整治和生态修复策略的影响下,北部和中北部林地和草地明显增长(图 4-6)。



图 4 2009 年六合区土地利用现状图



图 5 2019 年六合区土地利用现状图

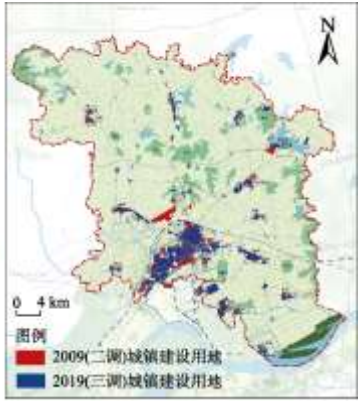


图 6 2009-2019 年六合区建设空间变化图

(3) 土地利用结构变化分析

2009-2019 年就各类型变化幅度而言,六合区耕地变化幅度最大,水域次之,两者占总用地比例从 2009 年的 67.33% 下降到 2019 年的 65.12%,减少 2.21%;与耕地、水域减少相对应,城乡住宅及服务用地、工矿用地、交通运输用地在过去 10 年增长 1.76%(图 7)。

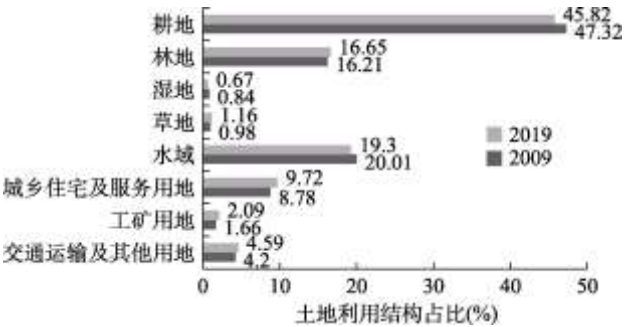


图 7 2009-2019 年南京市六合区用地结构变化图

经测算各类型 LUDI,近 10 年来南京市六合区工矿用地年变化率(-0.026)和湿地年变化率(0.02)最大,其次是草地(-0.018)、城乡住宅及服务用地(-0.011)、交通运输及其他用地(-0.009),然后是水域(0.004)、林地(-0.003)和耕地(0.003)。工矿用地年变化率最大的原因是国家级江北新区战略下对六合区制造业承载功能的强化,六合经济开发区是空间拓展主体;城乡住宅及服务用地、交通运输及其他用地增加主要原因有三方面,

一是由于南京市绕城公路建成后，南京市中心城区形成江南-江北协调发展的闭环，利于六合承接中心城功能外溢，二是在国家级江北新区相对独立发展的战略引领下，六合副城“磁力”中心的建设加快，三是在后青奥时代和江北生态后花园战略的引导下，金牛湖板块实现质的飞越。林地、草地用地增长，主要是得益于南京市战略层面上对北部田园地区的生态保护和修复。

4.2.2 南京市六合区生态价值损益分析

（1）自然价值和社会经济价值

综合自然生态系统各类服务功能价值，计算得到南京市六合区单位面积生态系统服务功能的自然价值如表 2，其中湿地的自然总价值最高，为 15.58 万元  $\text{hm}^{-2} \text{a}^{-1}$ ，水域生态系统次之。在单位面积生态系统服务功能的经济价值中，工矿用地的经济价值最大，达到 559.44 万元  $\text{hm}^{-2} \text{a}^{-1}$ ，其次是城乡住宅及服务用地，而湿地、水域、林地等的经济价值相对较低（表 3）。

表 2    2019 年南京市六合区单位面积生态系统服务功能的自然价值统计表（万元  $\text{hm}^{-2} \text{a}^{-1}$ ）

生态系统类型	气体调节	气候调节	干扰调节	水调节	水供应	防侵蚀	土壤形成	养分循环	废物处理	传粉	生物防治	栖息地（避难所）*	总价值
林地	—	0.17	0.003	0.003	0.004	0.12	0.013	0.44	0.12	—	0.003	0.28	1.156**
草地	0.01	—	—	0.004	—	0.05	0.001	—	0.12	0.03	0.03	0.26	0.505
湿地	0.16	—	5.44	0.03	4.56	—	—	—	5.01	—	—	0.38	15.58
水域	—	—	—	6.52	2.54	—	—	—	0.81	—	—	0.26	10.13
耕地	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.03	—	0.05**

注：①依据 Costanza “表 2 各种生态系统每年提供服务的平均价值的综合”整理<sup>[1-3]</sup>。1997 年人民币对美元官方汇率为 1：8.3。② Costanza 等人在计算林地、草地、水域生态价值时，对栖息地（避难所）功能没有进行价值赋值，本文取湿地、河口的均值修正林地、草地、水域的栖息地（避难所）功能价值。③国内学者对生态服务价值系数进行了本地化研究，参考何浩等《中国陆地生态系统服务价值测量》<sup>[9]</sup>，对林地、耕地价值计算系数进行修正，2000 年林地、耕地平均单位面积价值为 18,789、13,054 元  $\text{hm}^{-2}$ ，2000 年南京市居民消费价格指数为 98.6（1997 年为 100），换算得出 1997 年林地、耕地单位面积价值为 19,056、13,240 元  $\text{hm}^{-2}$ ，2019 年林地、耕地单位面积价值为 27,479、19,093 元  $\text{hm}^{-2}$ ，后文生态服务价值计算时，以修正后数据为准。

表 3    南京市六合区单位面积生态系统服务功能的经济价值统计表（万元  $\text{hm}^{-2} \text{a}^{-1}$ ）

生态系统类型	耕地	林地	湿地	草地	水域	城乡住宅及服务用地	工矿用地	交通运输及其他用地
经济价值	8.25	1.92	4.28	6.5	4.28	199.13	559.44	6.05

（2）生态价值损益分析

根据以上南京市六合区各生态系统类型单位面积的生态价值标准，结合 2009、2019 年不同土地利用类型的面积，得出不同类型生态系统的生态价值（表 4）。分析生态价值核算结果，可以得出 2009–2019 年南京市六合区生态价值的损益变化，为城乡集约与可持续发展提供量化依据。

1）六合区各类生态系统的自然价值从 2009 年的 45.51 亿元减少到 2019 年的 44.04 亿元，10 年间减少 1.47 亿元，由于城乡建设用地对周边耕地、水域、湿地的占用，此三类生态系统的自然价值逐年减少，而得益于林地面积的增加，林地的自然价值从 5.78 亿元增加到 5.93 亿元。2009–2019 年的 10 年间，六合区自然价值减少 3.3%，按照“自然价值不可



减少”的强可持续发展原则，六合区整体上处于弱可持续发展状态。因此，在保证林地面积不减少的情况下，尽量减少城乡建设用地对周边耕地、水域的占用，是保持总体可持续发展的基础。

表 4 南京市六合区各类型生态系统的生态价值统计表（亿元 a<sup>-1</sup>）

生态价值	年代	耕地	林地	湿地	草地	水域	城乡住宅及服务用地	工矿用地	交通运输及其他用地	合计	
生态 价值	自然	2009	62.29	9.81	2.17	0.89	37.35	226.59	120.22	3.29	462.61
		2019	60.32	10.07	1.73	1.06	36.03	250.74	151.78	3.59	515.32
	经济	2009	11.71	5.78	1.70	0.06	26.26	—	—	—	45.51
		2019	11.34	5.93	1.36	0.08	25.33	—	—	—	44.04
	自然	2009	50.58	4.03	0.47	0.83	11.09	226.59	120.22	3.29	417.10
		2019	48.98	4.14	0.37	0.98	10.70	250.74	151.78	3.59	471.28

2）六合区各类生态系统的经济价值从 2009 年的 417.10 亿元增长到 2019 年的 471.28 亿元，净增 54.18 亿元，其增长主要由于六合副城区、经济开发区、金牛湖等城乡建设用地增加带来的，城乡住宅及服务用地的经济价值从 226.59 亿元增加到 250.74 亿元，工矿用地的经济价值从 120.22 亿元增加到 151.78 亿元。耕地、水域、湿地的经济价值由于被城乡建设用地大量占用呈逐步减少趋势。

3）六合区各类生态系统的生态价值从 2009 年的 462.61 亿元增长到 2019 年的 515.32 亿元，净增 52.71 亿元。在生态价值构成中，自然价值、经济价值在 2009 年分别占 9.84%、90.16%，2019 年分别占 8.55%、91.45%。10 年间，自然价值比重越来越小，这说明城乡建设用地的拓展，必定伴随对耕地、水域等自然价值的侵蚀。

4）六合区自然价值 2009 年为 45.51 亿元，经济价值为 417.10 亿元，自然价值占当年经济价值的 10.91%；2019 年，自然价值为 44.04 亿元，经济价值为 471.28 亿元，自然价值占当年经济价值 9.34%。10 年间，自然价值占经济价值比重，由九分之一降低为十分之一，这说明城乡建设用地拓展损害了生态系统的服务功能，因此在经济核算过程中不仅要考虑经济价值增长，还要考虑自然价值的损耗，争取更真实地反映经济增长的速度。

5）从各类生态系统类型而言：水域、林地、湿地、耕地、草地起到了生命支持系统的重要作用，湿地单位面积的自然价值最大，水域、林地、耕地、草地次之；但是从经济价值考虑，城乡住宅及服务用地、工矿用地的经济价值是林地、水域等经济价值的几十倍甚至上百倍，因此便出现城乡建设用地拓展过程中不考虑林地、水域等的潜在价值，造成自然价值的损失。若综合核算各生态系统经济价值和生态价值的关系，2009 年水域、林地、湿地、耕地、草地等五类生态系统的经济价值占城乡住宅及服务用地、工矿用地、交通运输及其他用地等三类生态系统的比重为 19.1%，2019 年为 16.1%；但是综合考虑自然价值与经济价值，2009 年水域、林地等五类生态系统的生态价值占城乡住宅及服务用地等三类生态系统的比重为 32.2%，2019 年为 26.9%，可见考虑到生态系统的非市场化价值，水域、林地等五类生态系统的生态价值占城乡住宅及服务用地等三类生态系统的比重由单纯计算经济价值的 1：5 提升到 1：3，城乡建设用地的综合效益不再突出，必须限制城乡外延式拓展对耕地、林地、水域的占用。

### 4.3 数据结果验证

宗跃光等(2002)以宁夏灵武市为例,将 Costanza 等人单纯自然价值的测算推广到自然价值、经济社会价值的综合测算<sup>[6]</sup>,因此本文将与灵武市测算结果进行比对验证。1990–1997 年灵武市由于工业特别是小化工、小冶金等 5 小企业发展,自然价值损耗加大,年均递减 4%,综合测算生态价值增长率低于 GDP 增长率。2009–2019 年受国家级新区战略带动,六合区副城、新城产城融合推进加快,自然价值损耗加大,年均递减 3.4%,生态价值增长率低于 GDP 增长率。应该指出的是,由于地域和时间段不同,特别是地域城市化阶段不同,生态价值的综合测算受到经济社会价值测算的影响,会有一定的差异。

## 5 讨论与总结

本文从不同土地利用方式产生不同服务价值的角度出发,研究南京六合区近 10 年来,特别是在国家江北新区战略驱动下的城乡空间变化情况,并采用 Costanza 等人的价值核算方法,结合我国实际,尽可能把服务功能细化,核算六合区城乡空间变化带来的生态价值损益,为地区可持续发展测度提供支撑。

经测算南京市六合区建设空间拓展导致全区自然价值减少 3.3%,全区整体处于弱可持续发展状态。综合考虑全区水域、林地、湿地、草地、耕地生态系统的生态价值,研究了城乡空间拓展“经济文明”逻辑下的“不经济”现象,结果表明上述五类生态系统与建设空间生态系统的价值比例由单纯计算经济价值的 1:5 提升到 1:3,建设空间的综合效益不再突出。

各类型生态系统的生态价值核算,包括自然价值和经济社会价值,其中自然价值是生态系统提供的不可市场化的价值,即生态系统的潜在价值。通过测算,我们发现受到传统价值观的影响,经济统计指标有很大的不完备性,如果仅以经济指标作为决策依据,会导致资源浪费和生态环境的破坏。

本文的更深层次意义在于,回顾近 10 年南京市六合区城乡空间拓展的“经济文明”逻辑,找出“经济文明”隐藏下的“不经济”,在新时代以“生态文明”为中心的新逻辑下,有计划、有步骤的进行生态价值最大化、综合效益极大化的国土空间开发。

由于生态系统服务功能的多样性和复杂性,生态价值评估很难做到全面和准确,但是借鉴国际国内先行做法,从生态服务功能的最小价值量进行核算,可以说是一个正确的过程,上述研究没有考虑自然、经济、社会过程中的突发事件引起的灾害性损失以及各种瓶颈、门槛效应、突变事件对价值的影响。

**作者分工:** 王波对数据集的开发做了总体设计;王波、刘德燕采集和处理了数据;王波设计了模型和算法;刘德燕做了数据验证;王波撰写了数据论文等。

### 参考文献

- [1] Costanza, R., d'Arger, de Groot, R., *et al.* The value of the world's ecosystem services and nature capital [J]. *Nature*, 1997, 387: 253–260.
- [2] Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., *et al.* The value of ecosystem services: putting the issues in perspective [J]. *Ecological Economics*, 1998, 25(1): 67–72.
- [3] Costanza, R., d'Arger, de Groot, R., *et al.* 全球生态系统服务与自然资本的价值估算[J]. 陶大立译. 生

- 态学杂志, 1998, 18(2): 70–78.
- [4] Turner, K. Economics and wetland management [J]. *Ambio*, 1991, 20(2): 59–61.
- [5] Kellet, S. R. Assessing wildlife and environment values in cost-benefit analysis [J]. *Journal of Environmental Management*, 1984, (18): 4.
- [6] 宗跃光, 周尚意, 温良等. 区域生态系统可持续发展的生态价值评价——以宁夏灵武市为例[J]. 生态学报, 2002, 22(10): 1573–1580.
- [7] Pearce, D. W., Warford, J. J. *World Without End: Economics, Environment, and Sustainable Development* [M]. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- [8] Pearce, D. W., Atkinson, G. D. Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of “weak” sustainability [J]. *Ecological Economics*, 1993, 8(2): 103–108.
- [9] 何浩, 潘耀忠, 朱文泉等. 中国陆地生态系统服务价值测量[J]. 应用生态学报, 2005, 16(6): 1122–1127.
- [10] 谢高地, 张彩霞, 张雷明等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1245–1246.
- [11] 吴强, Peng, Y. Y., 马恒运等. 森林生态系统服务价值及其补偿校准——以马尾松林为例[J]. 生态学报, 2019, 39(1): 117–130.
- [12] 彭文甫, 周介铭, 杨存建等. 基于土地利用变化的四川省生态系统服务价值研究[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(7): 1053–1062.
- [13] 白泽龙, 包安明, 常存等. 土地利用变化对艾比湖流域生态系统服务价值的影响[J]. 水土保持通报, 2013, 33(1): 167–173, 177.
- [14] 刘永强, 廖柳文, 龙花楼等. 土地利用转型的生态系统服务价值效应分析: 以湖南省为例[J]. 地理研究, 2015, 34(4): 691–700.
- [15] 高亚鸣, 孙慧兰. 基于土地分类利用下伊犁河谷地区的生态服务价值研究[J]. 生态科学, 2017, 36(1): 193–200.
- [16] 蒙小波, 曹国良, 安文辉等. 基于土地利用规划的西咸新区生态系统服务研究[J]. 生态科学, 2017, 36(3): 142–148.
- [17] 虎陈霞, 郭旭东, 连钢等. 长三角快速城市化地区土地利用变化对生态系统服务价值的影响: 以嘉兴市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(3): 333–340.
- [18] 刘洋洋, 杨悦, 王倩等. 苏州西山仰坞生态园城市半自然生态系统服务功能与价值的定量评估[J]. 生态科学, 2019, 38(3): 116–124.
- [19] 国务院. 国务院关于同意设立南京江北新区的批复 (国函〔2015〕103号) [Z]. 北京, 2015.
- [20] 南京市规划设计研究院有限责任公司. 南京市城市总体规划 (2018–2035) (草案) 公示稿[Z]. 南京, 2018.
- [21] 南京市规划设计研究院有限责任公司. 南京市六合区发展大纲 (2018–2035) [Z]. 南京, 2018.
- [22] 王波, 刘德燕. 南京市六合区土地利用空间变化生态价值损益数据集 (2009, 2019) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. DOI: 10.3974/geodb.2020.05.17.V1.
- [23] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy.2014.05 (2017年更新).
- [24] GB/T 21010–2017. 土地利用现状分类[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [25] 南京市六合区统计局. 六合统计年鉴——2010 [Z]. 南京, 2010.
- [26] 南京市六合区统计局. 六合统计年鉴——2020 [Z]. 南京, 2020.
- [27] 南京市规划和自然资源局. 南京城市规划年度报告—2009 [Z]. 南京, 2009.
- [28] 南京市规划和自然资源局. 南京城市规划年度报告—2019 [Z]. 南京, 2019.
- [29] 南京市统计局. 南京统计年鉴——1998 [Z]. 南京, 1998.
- [30] 南京市统计局. 南京统计年鉴——2020 [Z]. 南京, 2020.