

# 基于GIS的鄱阳湖流域生态系统服务价值结构变化研究

---作者：刘海、殷杰等

## 1. 文章概述：

### 1.1 研究内容、研究区域基本介绍

文章第一部分介绍了生态服务价值的概念，生态服务价值是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接为生命提供支持产品和服务，它包括人类生活所必须的生态产品和保证人类生活质量的生态功能两部分。目前，在环境保护领域，生态系统服务价值研究是生态系统可持续性研究的热点<sup>[1]</sup>。“自然服务的价值”是在20世纪70年代由Westman提出的，90年代由Constanza等在总结了国际上已有的生态系统服务价值评估研究成果，将全球生物圈分为16种生态系统类型，并将生态系统的服务分为不同类型，首次对全球生物圈的生态系统服务价值进行了估算<sup>[2]</sup>。本文作者发现，国内外很多学姐对生态系统的服务价值进行了全方面的研究，然而对区域的生态系统服务价值结构进行的研究少之又少。因此，作者以此为方向，将特定区域内，一定区域分异规律下的各种生态环境类型面积所贡献的生态系统服务价值占区域生态服务总价值的比重定义为区域生态系统的服务价值结构。个人认为，生态系统服务价值研究的范围较为广，泛，区域性生态系统服务价值结构，兼具价值与结构双重特性，传统的地理分析多是基于地表事物或现象某一方面特性进行研究，对多重特性分析存在不足。作者提出的生态系统服务价值结构可以研究多时期各区域生态系统服务价值差异，以及差异内部结构的主要变化。

本文研究区域为鄱阳湖流域。鄱阳湖的基本情况如下，鄱阳湖是中国最大的淡水湖泊，也是长江中下游仅存的3个大型通江湖泊。季节性洪水、周期性的湖水更换，典型的洲滩湿地，生物多样性非常丰富，并且人文历史也是相当悠久，2009年12月12日，国务院正式批准《鄱阳湖生态经济区规划》，鄱阳湖作为一个人地交互作用显著的动态湖泊，受到WWF（World Wide Fund for Nature, WWF）国际组织的关注，因此也成为流域水环境监测和保护关注的焦点。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 研究区确定与土地利用信息提取

由于鄱阳湖流域横跨多个经纬度带，流域内不同区域的自然环境和社会经济发展状况有很大的差异性，所以全流域的生态系统服务价值变化并不能全面反映流域内各区域生态系统服务价值的特征，作者因此在这里将鄱阳湖流域分为45个子流域，利用子流域的组合特征来描述全流域特征。

在计算生态服务价值前，需要先对各子流域研究区的土地利用类型进行分类，文中采用的是中科院资源科学数据中心的分类标准，一共将土地利用分为6个一级类：农用地、林地、草地、水域、建设用地、未利用土地。经过遥感影像的综合解译，获得各区域土地利用信息，提取精度均在80%以上。

#### 1.2.2 生态服务价值估算

在估算生态服务价值时，采用当前应用最广的Costanza估算，公式如下：

$$ESV = \sum_{i=1}^n (S_i \times VC_i)$$

式中， $ESV$ 为生态系统服务价值总量， $S_i$ 为研究区第*i*类土地利用类型面积（ $hm^2$ ）； $VC_i$ 为第*i*类土地利用类型的单位面积生态系统服务价值（当量/ $hm^2$ ）；*i*为土地利用类型

Cosntanza方法中，土地利用类型的单位面积生态服务价值是相对于欧美发达国家的经济水平，直接套用在中国的国情稍显不符，因此作者为了评估的准确性，参考了中科院地理所谢高地专家<sup>[3]</sup>，以及一些具有生态学背景的专业人员进行问卷调查，得出生态系统服务评估当量体系以及修正单位面积生态系统服务价值当量表。表格如下：

Table 1 Per unit area ecosystem services value equivalent of Jiangxi province

土地利用类型 Landuse type	林地 Forest	草地 Grassland	农用地 Farmland	湿地 Wetland	水域 Water	荒漠 Desert
生态系统服务价值当量 Ecosystem services value equivalent	25.57	15.68	10.25	54.77	45.35	1.39

\* 江西省 1 个生态系统服务价值当量因子的经济价值量 1990 年 424.9 元/ $hm^2$ ，2000 年为 432.8 元/ $hm^2$ ，2008 年为 496.5 元/ $hm^2$

表1 江西省生态系统单位面积生态系统服务价值当量表

结合提取的土地利用类型面积，以及新的生态系统服务评估单价体系，求得鄱阳湖流域不同生态系统服务价值，如表2:

表2 鄱阳湖流域生态系统服务价值(亿元)

Table 2 Ecosystem service value of Poyang lake basin

土地利用类型 Landuse type	1990	2000	2008	土地利用类型 Landuse type	1990	2000	2008
农用地 Farmland	193.48	183.08	179.17	林地 Forest	906.85	954.17	1155.25
草地 Grassland	113.99	110.72	131.73	建设用地 Construction	1.77	2.66	4.10
水体 Water	78.44	94.62	120.16	湿地 Wetland	57.49	33.08	39.95
未利用地 Unused land	2.35	2.45	1.83	合计 Total	1354.38	1380.78	1632.19

基于各流域面积，处理得到各流域单位面积生态系统服务价值，如表3:

表3 单位面积生态系统服务价值/（万元  $\$/hm^2$ ）

Table 3 The per unit area value of ecosystem services							
流域名称 Basin name	1990	2000	2008	流域名称 Basin name	1990	2000	2008
白塔河流域	8922	9201	11274	赣江上游区	7902	8169	9233
昌江流域	9429	9430	11017	赣江万安段	8358	7274	9767
丰溪河流域	7787	8347	9099	赣江峡江段	8344	8894	9750
抚河上游区	9017	9294	10537	赣江下游区	7606	8614	8887
抚河下游区	7401	6822	8648	贡水上游区	8544	9378	9985
抚河中游区	7317	6370	8551	贡水下游区	8174	8676	9551
赣江丰城段	5984	8523	6992	孤江流域	9321	9378	10892
赣江吉安段	6295	8306	7335				
禾水流域	8797	8676	10279	梅江上游区	8941	8617	10447
锦江流域	7532	7772	8801	梅江下游区	8132	8317	9503
濂江流域	9361	9458	10938	绵江流域	9453	8822	10545
潦河流域	8250	9492	9640	平江流域	7886	8086	9214
临水流域	9117	9775	10653	鄱阳湖流域	13071	12613	15273
洪门水库流域	9852	9297	11512	琴江流域	9116	8647	10652
龙泉河流域	9146	8804	10688	饶河流域	8848	8852	10338
泸水流域	8810	8656	10295				

### 1.2.3 生态系统服务价值结构估算

本研究采用威弗组合指数，原理是将实际分布于相应的假设分布相比较，求得最接近的近似分布，对解决含有几个要素的分布问题具有优势<sup>[4]</sup>。威弗组合指数计算，采用如下公式：

$$N_i = \sum_{j=1}^6 (T_{ij} - T'_{ij})^2$$

Table 3 The per unit area value of ecosystem services							
流域名称 Basin name	1990	2000	2008	流域名称 Basin name	1990	2000	2008
白塔河流域	8922	9201	11274	赣江上游区	7902	8169	9233
昌江流域	9429	9430	11017	赣江万安段	8358	7274	9767
丰溪河流域	7787	8347	9099	赣江峡江段	8344	8894	9750
抚河上游区	9017	9294	10537	赣江下游区	7606	8614	8887
抚河下游区	7401	6822	8648	贡水上游区	8544	9378	9985
抚河中游区	7317	6370	8551	贡水下游区	8174	8676	9551
赣江丰城段	5984	8523	6992	孤江流域	9321	9378	10892
赣江吉安段	6295	8306	7335				
禾水流域	8797	8676	10279	梅江上游区	8941	8617	10447
锦江流域	7532	7772	8801	梅江下游区	8132	8317	9503
濂江流域	9361	9458	10938	绵江流域	9453	8822	10545
潦河流域	8250	9492	9640	平江流域	7886	8086	9214
临水流域	9117	9775	10653	鄱阳湖流域	13071	12613	15273
洪门水库流域	9852	9297	11512	琴江流域	9116	8647	10652
龙泉河流域	9146	8804	10688	饶河流域	8848	8852	10338
泸水流域	8810	8656	10295				

表4 组合结构类型假设比例分布矩阵

组合结构类型求取：

组合类型 Composite type	结构类型(生态系统 服务价值/坡度) Structure type ( ecosystem services value/slope)	面积 /km <sup>2</sup> Area	占全流域 面积比例 /% Accounts for the basin arearatio	子流域数 Number of sub basin	占全流域个 数百分比 /% Percentage of total number
林地 Forest I	单一结构/单一结构	36385.35	22.67	10.00	22.22
林地 Forest I-II	单一结构/双重结构	3712.53	2.31	2.00	4.45
林地 Forest I-II-III	单一结构/三重结构	14670.11	9.14	4.00	8.89
林地 Forest I-II-III-IV	单一结构/四重结构	31708.05	19.76	10.00	22.22
林地 Forest I-III-II-IV	单一结构/四重结构	7432.44	4.63	1.00	2.22
林地 Forest II-I-III-IV	单一结构/四重结构	1715.53	1.07	1.00	2.22
林地 Forest II-III-I-IV	单一结构/四重结构	7215.57	4.50	1.00	2.22
林地 Forest I-II-III-IV-V	单一结构/五重结构	12611.94	7.86	2.00	4.45
林地 Forest I-III-II-IV-V	单一结构/五重结构	5456.35	3.40	1.00	2.22
林地 Forest I-II-III-IV-V-VI	单一结构/六重结构	4116.84	2.57	1.00	2.22
林地 Forest I-II-III-IV-VI-V	单一结构/六重结构	9289.55	5.79	2.00	4.45
林地 Forest I-IV-II-III-V-VI	单一结构/六重结构	2553.97	1.59	1.00	2.22
林地-农用地 Forest-farmland I-II	双重结构/双重结构	1899.59	1.18	1.00	2.22
林地-农用地 Forest-farmland I-II-III-IV	双重结构/四重结构	2291.11	1.43	1.00	2.22
林地-农用地 Forest-farmland II-III-I-IV-V	双重结构/五重结构	2635.90	1.64	1.00	2.22

表5 生态系统服务价值与坡度结构

在GIS技术支持下，依据鄱阳湖流域生态系统服务价值结构类型结果<sup>[5]</sup>，得倒鄱阳湖生态系统服务价值图谱结构分布图，如下图：

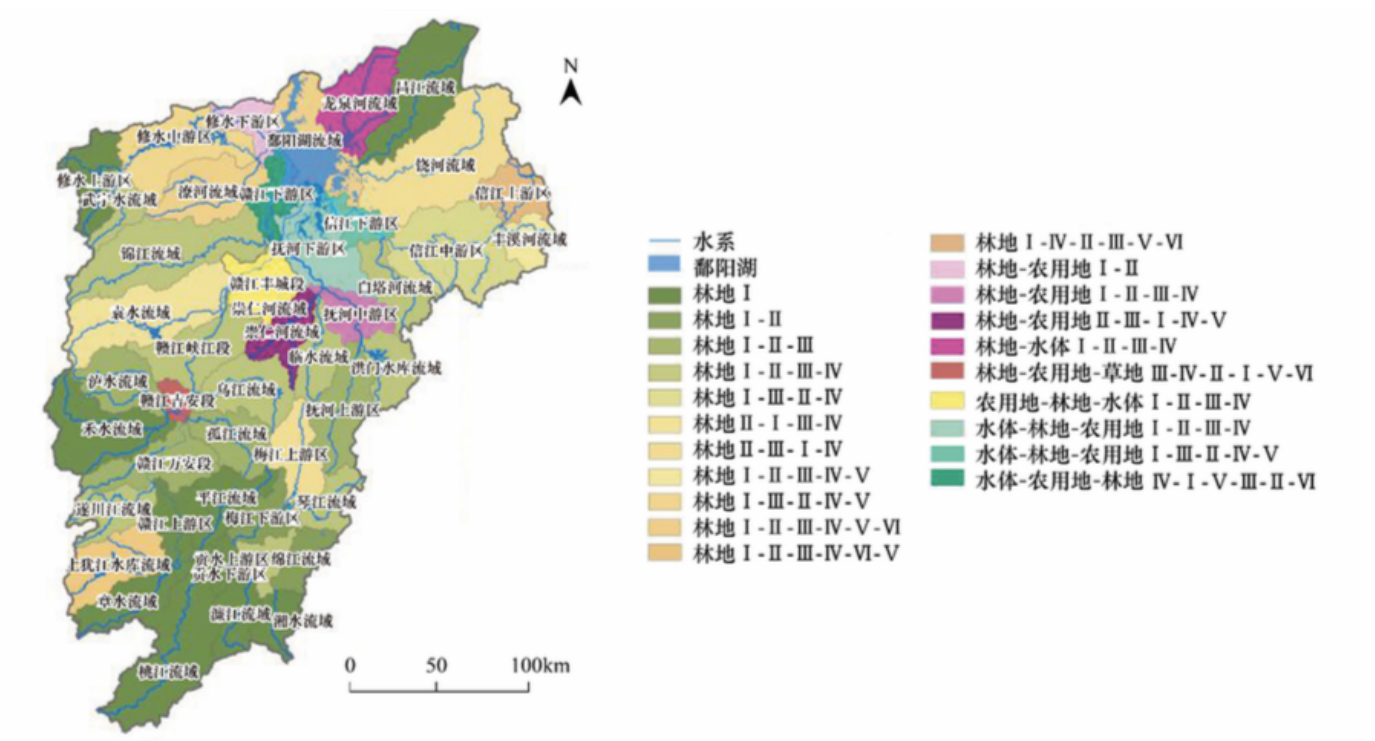


图1 生态系统服务价值结构分布

## 2. 分析评价

### 2.1 生态系统服务价值分析

在全流域尺度上, 08年, 00年单位面积生态系统服务价值较前一年同时期有所提高, 2000年比90年上升166元/ $hm^2$ , 提高1.9%, 08年比00年上升1587元/ $hm^2$ , 提高了18.2%。单位面积服务价值在空间上的分布, 流域中部及赣江中游部分地区, 生态系统服务价值相对较低, 鄱阳湖流域的北部与南部相对比较高。流域的生态系统服务价值结构以林地为主, 农用地、水体为辅, 其他类型除草地在个别流域有分布, 其他则没有。

### 2.2 全流域3时期变化情况

从全流域的角度, 鄱阳湖流域 3 个时期生态系统服务价值总量是逐年增加的, 全流域可持续发展水平逐步增加。从子区域的角度, 大部分区域生态系统服务价值较高, 可持续发生水平较好, 且呈现良性发展趋势, 但鄱阳湖流域的中部地区生态系统服务价值较低, 可持续发展水平较差, 且呈现不良发展趋势。从生态系统服务价值组合角度, 鄱阳湖流域的生态系统服务价值组合类型以林地、农用地、水体三类为主, 坡度类型以小于  $15^\circ$  的 3 种坡度类型为主。结构类型方面, 鄱阳湖流域的生态系统服务价值结构类型以单重结构类型为主, 以双重结构类型与三重结构类型为辅, 坡度结构类型方面, 除三重结构类型较少外, 其它五种类型均较多。

1. Jenkins W A, Murray B C, Kramer R A, et al. Valuing ecosystem services from wetlands restoration in the Mississippi Alluvial Valley.[J]. Ecological Economics, 2010, 69(5):1051-1061. [↩](#)
2. 吴大千, 刘建, 贺同利, 等. 基于土地利用变化的黄河三角洲生态服务价值损益分析[J]. 农业工程学报, 2009, 25(8):256-261. [↩](#)
3. 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 肖玉, 陈操. 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(05):911-919. [↩](#)
4. Wu Yang, Jie Chang, Bin Xu, Changhui Peng, Ying Ge. Ecosystem service value assessment for constructed wetlands: A case study in Hangzhou, China[J]. Ecological Economics, 2008, 68(1). [↩](#)
5. 孙成明, 刘涛, 田婷, 郭斗斗, 王力坚, 陈瑛瑛, 李菲, 李建龙. 基于MODIS的南方草地NPP遥感估算与应用[J]. 草业学报, 2013, 22(05):11-17. [↩](#)