

# 水利风景区生态服务价值对土地利用变化的响应

## ——以海南省南丽湖风景名胜区为例

陈键<sup>1</sup>, 符国基<sup>2</sup>

(1. 海南大学 环境与植物保护学院, 海口 570100; 2. 海南大学 旅游学院, 海口 570100)

**摘要:**以水利风景区——海南省南丽湖风景名胜区为研究对象,从规划预测评价的视角,借鉴 Costanza 和谢高地等人的研究成果,根据研究区实际情况合理选取生态服务价值系数并运用 3S 技术,探讨了水利风景区生态服务价值对土地利用变化的响应,进而评价景区土地利用规划的生态环境影响。结果表明:规划实施前后景区各用地类型相互转化,主要是林地、耕地转变为草地、园地和建设用地,总体土地利用处于发展阶段。规划的土地利用对生态服务价值造成一定负面影响,景区整体生态服务价值由 13 204.76 万元降低至 12 949.59 万元,同比降低 1.93%;水域是景区生态服务价值的主要贡献者,提供了景区 90% 以上的生态服务价值;景区水域生态服务价值变化较小,规划基本尊重水域重点保护的原则,但陆域生态系统受开发建设活动影响显著,呈现生态服务价值整体下降(幅度达 12.29%),服务价值属性人工化的趋势。景区陆域土地利用结构规划有待优化,需注重天然林地等具有较高原始生态服务价值用地的保护。

**关键词:**生态学; 规划环境影响评价; 生态服务价值; 土地利用; 水利风景区

**中图分类号:** F301.24

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2016)02-0229-07

## Response of Ecological Service Value to Land Use Change in Water Conservancy Scenic Area — A Case Study of Nanli Lake Scenic Area of Hainan Province

CHEN Jian<sup>1</sup>, FU Guoji<sup>2</sup>

(1. College of Environment and Plant Protection, Hainan University,  
Haikou 570100, China; 2. School of Tourism, Hainan University, Haikou 570100, China)

**Abstract:** Land use has significant effects on ecological service value which is determined by the products and services provided by ecosystem. Based on the GIS and site investigation, using the Costanza's method and the Chinese land ecosystem service unit area value proposed by Xiegaodi, we analyzed the variation features of land use change and ecological service values in Nanli lake scenic area. Results show that the land use in Nanli lake scenic area has the negative impact on the ecological service value, it will decrease by 1.93%. And the impact is particularly significant on land, the ecological service value of land will decrease by 12.29%. The territorial water is the major contributor to the ecological service value, it provides more than 90% of the ecological service value. And service value properties tend towards artificial trend, suggesting that the scenic land ecosystems are affected by development and construction activities significantly. Protection structure and function of terrestrial ecosystems will become the important focus of the development and construction of scenic spots.

**Keywords:** ecology; planning environmental impact assessment; ecological service value; land use; water conservancy scenic area

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得到的生命支持、产品和服务的价值<sup>[1]</sup>。土地利用/覆被变化能直接改变生态系统的结构和功能,对调节生态系统服务价值具有重要作用<sup>[2]</sup>,其所导致的生态系统服务价值变化是评价地区

土地利用变化对生态环境质量和效益影响的重要指标。近年来,生态服务价值的研究已成为国内外研究热点,其中基于土地利用/覆被变化这一视角的研究较多,并呈静态研究向动态研究的发展趋势<sup>[3-4]</sup>。谢高地等<sup>[5]</sup>针对中国实际情况,在借鉴 Costanza 研究

成果的基础上探索了中国土地生态服务价值定量研究的方法,得出了我国不同土地利用类型的生态服务价值系数,受到广大学者认可和借鉴;欧阳志云等<sup>[6]</sup>对海南岛等大尺度区域生态系统的生态调节功能及其生态经济价值进行了分析和测算。在土地生态服务价值量化研究的基础上,区域土地利用变化对生态服务价值的影响在省域、市域、流域等不同时空尺度得到广泛研究,汪小平等<sup>[7]</sup>对重庆市2001—2006年生态服务价值对土地利用变化的响应进行了研究;王燕<sup>[8]</sup>、马倩<sup>[9]</sup>等分别从不同空间尺度选取新疆的不同区域开展了生态服务价值对土地利用变化的响应研究,明确了研究区过往用地结构的变化对生态服务功能造成的影响。胡和兵等<sup>[10]</sup>以南京市九乡河为例,研究流域生态服务价值对土地变化的响应,提出了协调流域用地与生态环境保护之间关系的思路与对策;同类研究在上海、北京、大庆等重点城市也得到了实践运用<sup>[11-13]</sup>,其理论方法和可操作性日趋完善。从过往研究成果可以看出,在土地利用背景下的生态服务价值研究多集中于宏观尺度,对具有特殊用地性质和生态功能的区域研究较少,且在研究的时间尺度上多是对过往的回顾性评价,鲜见规划对土地生态服务价值影响的预测评价,在空间和时间尺度上存在一定空白。

随着旅游业迅猛发展,旅游用地急剧膨胀,各类旅游景区大批涌现,景区用地已成为部分地区重要用地类型。为满足旅游产业的快速发展,经营者往往忽略生态环境的保护,盲目开发和利用土地资源,景区的无序开发和非生态型利用屡见不鲜<sup>[14]</sup>。景区规划作为景区土地利用的计划和依据,具有指导性和战略性作用,其生态合理性是景区生态可持续发展的重要保障,景区土地利用的生态规划及其环境影响评价工作亟需相应的理论方法支撑。本文运用生态服务价值理论,以水利风景区为研究对象,从规划预测的视角研究生态服务价值对土地利用变化的响应,评价景区土地利用的生态环境影响,并选取海南南丽湖景区开展实证研究,以期为景区土地利用变化/规划的非污染型环境影响评价提供一种新思路,促进景区土地利用的生态规划。

## 1 理论与方法

### 1.1 水利风景区及其土地利用的生态影响

水利风景区是以水域或水利工程为依托,具有一定规模和质量的风景资源与环境条件,开展观光娱乐、休闲度假或科学、文化、教育活动的区域<sup>[15]</sup>。一方面,水利风景区具有独特的水上旅游资源和旅游吸引物,旅游开发潜力大,产业效益高;另一方面,水利

风景区主体为具有重要生态功能的水域,并且通常为重要水源保护区,具有极强的生态调节和供给能力,承担着重要的生态服务职能。该类地区可供开发利用与生态环境保护的陆域面积有限,具有生态环境极为脆弱敏感,开发制约因素多的特点,使得土地利用与生态环境保护的协调工作更具难度。然而,为了满足旅游发展的需求,充分挖掘其旅游价值,在水利风景区土地资源的开发和利用过程中,对景区原有的生态环境和土地利用方式进行人为改造已成为常态,造成景区生态服务功能退化的生态风险。

土地利用是人类对水利风景区自然生态环境最具影响的活动之一<sup>[16]</sup>,以旅游发展需求为目的的景区土地生态属性改造可能直接造成景区原有生态系统结构的变化甚至生境破碎等负面影响。景区生态服务价值以其生态结构为基础,土地利用通过改变原有生态环境的结构影响生态服务功能价值。土地利用对景区生态系统的负面影响可能直接导致其生态服务功能发生如下变化:①影响景区生态系统对大气及气候的调节过程;②生物多样性维持能力下降;③改变物质能量储存和循环过程,破坏各类资源,尤其是水资源的形成与保护;④降低生态系统自净能力,削弱水资源供给及有害生物的自然生态调控等。

### 1.2 土地利用变化分析

1.2.1 土地利用类型面积变化及动态度 土地利用变化对生态环境的影响包括了时间和空间两个维度,即在不同时期、不同地区,土地利用的变化都可能对区域生态环境造成不同程度的影响。故此,在分析和评价土地利用变化时,也应该从时间和空间两个维度对其展开分析评价,既要掌握土地利用在空间上的面积变化程度,同时也要评价其在时间范围内的动态变化情况。

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

式中: $K$ ——所研究时段内,某一土地利用类型的动态度,单位时间内某一土地利用类型面积的变化程度; $U_a, U_b$ ——研究期初和研究期末某一土地利用类型的面积; $T$ ——研究时段时长。

1.2.2 土地利用程度综合指数及变化模型 土地利用程度主要反映土地利用的广度和深度,综合体现土地利用过程中土地自身的自然属性及人类活动因素与自然环境因素的综合效应。

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad (2)$$

式中: $L$ ——研究区土地利用程度综合指数, $L \in [200, 400]$ ;  $A_i$ ——研究区第*i*级土地利用程度分级指数; $C_i$ ——研究区内第*i*级土地利用程度土地所占的面积百分比。土地利用程度分级赋值见表1。

表 1 土地利用程度分级赋值

类型	未利用土地级	林、草、水用地级	农业用地级	城镇聚落用地级
土地利用类型	未利用或难利用地	林、草地、水域	耕地、园地	城镇居民地、工矿用地、交通用地
分级指数	1	2	3	4

土地利用程度变化模型为:

$$\Delta L = L_b - L_a = 100 \times \left[ \sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ib}) - \sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ia}) \right] \tag{3}$$
$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ib}) - \sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ia})}{\sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ia})} \tag{4}$$

式中:Δ*L*——土地利用程度变化量;*R*——土地利用程度变化率;*L<sub>a</sub>*,*L<sub>b</sub>*——研究初期和研究末期的区域土地利用强度综合指数;*A<sub>i</sub>*——研究区第*i*级土地利用程度分级指数;*C<sub>ia</sub>*,*C<sub>ib</sub>*——研究区内研究初期和末期第*i*级土地利用程度土地所占的面积百分比。如果 Δ*L*>0 或 *R*>0,则该区土地人为利用处于发展时期,即人类改造及利用的程度较高,土地自然生态属性变化较强;如果 Δ*L*<0 或 *R*<0,则该区土地人为利用处于衰退期,土地利用的人为扰动减弱,土地生态属性好;如果 Δ*L*=0 或 *R*=0,则该区土地利用处于稳定期,土地整体生态属性基本得以保持。

1.3 生态服务价值核算

生态系统的功能虽不表现为直接的生产与消费价值,但它们是产生与形成资源价值的条件,若无生态系统的服务功能,人类的生态环境条件将难以维持和稳定。为了使不同生态服务功能的变化具有可比性,就必须找到一个可测度的指标对其进行量化研究,目前人们多采用生态环境价值指标,运用影子价格、替代工程、费用效益或支付意愿法等来探讨生态系统的经济价值<sup>[17-18]</sup>。本文将以前人的相关研究成果为基础<sup>[1,3,14,19]</sup>,计算各土地利用类型的生态服务价值。

1.3.1 生态服务价值计算 本文以 Costanza 等的研究为基础,考虑研究区地处海南热带地区且为水利风景区的实际情况,选取适宜于本研究区的生态服务价值系数(表 2)进行基础核算,选取的主要依据有:① 研究区处于热带地区,水热条件优越,作物生产时间相较于其他地区长、条件好,根据当地各类作物的实际产出水平与全国同类作物产出水平的比较结果,选取研究区供给服务功能的各项生态服务价值系数;② 研究区降水充足,气候资源丰富,各类水体、林地和草地生态系统的状况和物种多样性显著优于其他区域,同时研究区具有热带生态系统代谢能力强、代谢周期短等特点,其水域、草地、林地等各类用地的生态服务功能也将强于一般区域。根据研究区用地潜力调查结果及建

设规划部署,对现有中国陆地生态系统服务功能价值系数进行修正得到研究区调节和支持服务功能价值系数;③ 研究区为风景区,具有优越的旅游资源,用地的文化和娱乐服务价值显著强于其他区域,其文化和娱乐生态服务价值系数显然也应高于一般区域,根据研究区旅游收入现状及潜力,选取景区用地文化和娱乐生态服务价值系数。由于道路用地和荒地生态服务价值极小且在研究区内面积有限,本研究中忽略不计。

$$ESV = \sum (A_k \times VC_k) \tag{5}$$

式中:ESV——生态服务价值;*A<sub>k</sub>*——*k* 类土地利用类型的面积(hm<sup>2</sup>);*VC<sub>k</sub>*——第*k*类土地利用类型的生态服务系数(元/hm<sup>2</sup>)。

1.3.2 敏感性分析 敏感性分析(coefficient of sensitivity,CS)是将选取的生态服务价值系数进行调整并计算其敏感度,以判定所选取的生态服务价值系数是否合理,计算公式如下:

$$CS = \frac{(ESV_j - ESV_i) / ESV_i}{(VC_j - VC_i) / VC_i} \tag{6}$$

式中:CS——敏感度;ESV——总生态服务价值量;VC——价值系数;*i*,*j*——原始价值系数和调整价值系数;*k*——土地利用类型。CS——VC 变动 1%引起的 ESV 的变化情况,如果 CS<1,说明 ESV 对 VC 缺乏弹性;如果 CS>1,说明 ESV 对 VC 富有弹性;CS 值越大,表明 VC 的准确性越关键。

1.4 研究区概况

南丽湖作为一个省级的风景名胜区,具有得天独厚的自然生态条件,景区位于海南省定安县中部偏东的龙门、雷鸣两镇和国营南海农场的土地交汇处,地理位置东经 110°19′11″—110°23′14″、北纬 19°26′59″—19°32′08″。景区面积约为 46.73 km<sup>2</sup>,主体为南扶水库,水域面积 12 km<sup>2</sup>,总库容 9 150 万 m<sup>3</sup>,是海南省北部最大的人工湖,为周边雷鸣、龙湖等多个乡镇提供灌溉和生活用水,具有防洪、供水、旅游、养殖等多项功能,是一处典型的集国家湿地公园、水源地保护区为一体的水利风景名胜区。景区地貌为低丘台地,东南高、西北低,海拔高程多为 50~150 m,坡度均在 15°以内。气候类型为湿润的热带海洋性季风气候,景区阳光充足,长夏无冬,雨量充沛,但时间分布不均。

《南丽湖风景名胜区总体规划》是南丽湖景区开发建设的指导和依据,分近期(2007—2010 年)和远期(2011—2020 年),对景区开发建设的定位、原则、

结构及功能分区、土地利用方式和程度等内容做出了具体规划。

胜区总体规划环境影响评价工作及其编写《旅游规划环境影响评价——以海南省南丽湖风景名胜区为例》一书过程中所获取的遥感和地理信息数据,根据研究需求对各类数据进行分类整理和统计分析。

1.5 数据来源

研究数据来源于符国基主持开展南丽湖风景名胜

表 2 南丽湖风景区生态服务价值系数

元/hm<sup>2</sup>

项目		耕地	园地	林地	草地	居民点城镇 建设用地	水域	沼泽地
供给服务	食物供给	669.06	549.92	619.50	480.33	0.00	507.99	371.70
	原材料供给	6.20	159.72	309.75	9.71	0.00	0.00	371.70
	大气调节	14.87	73.49	99.12	47.84	0.00	9.91	2626.68
	气候调节	0.00	436.62	872.26	1.00	0.00	9.91	99.12
	扰动调节	49.56	412.84	495.60	330.07	0.00	0.00	71762.88
调节服务	水分调节	0.00	23.57	29.74	17.41	0.00	53970.84	297.36
	侵蚀控制	0.00	103.94	49.56	158.33	0.00	0.00	99.12
	废物处理	0.00	820.44	862.34	778.52	0.00	6591.48	16444.01
	水供应	0.00	138.18	0.00	276.36	0.00	20983.70	20983.70
	土壤形成	5.37	56.58	107.38	5.77	0.00	0.00	0.00
支持服务	营养物循环	5.37	11.27	21.48	1.08	0.00	10.74	10.74
	传粉	150.33	181.30	214.76	147.82	0.00	0.00	0.00
	生物控制	257.71	89.43	42.95	135.92	0.00	0.00	0.00
	栖息地	0.00	119.37	214.76	23.99	0.00	0.00	429.52
	基因资源	5.37	10.21	19.33	1.08	0.00	0.00	21.48
文化服务	娱乐	0.00	341.22	594.72	87.74	165.20	3799.60	677.32
	文化	0.00	69.94	33.04	106.86	165.20	0.00	330.40
合计(本文系数)		1163.83	3598.01	4586.29	2609.82	330.40	85884.17	114525.70
一般系数		830.13	2713.01	3417.99	2008.08	165.20	70218.26	94948.70

2 结果与分析

2.1 土地利用变化分析

2.1.1 南丽湖景区土地利用类型面积变化及动态度分析 按照其生态属性的不同,参照 Costanza 和谢高地等学者进行生态价值计算时划分的陆地生态系统类型,将遥感得到的水利风景区土地利用类型进行划分归并,得到景区土地利用现状,并与土地利用规划状况进行叠图分析,建立土地利用“现状—规划”变化矩阵,计算土地利用的动态度,明析各类型用地之间的转化及总量动态变化情况。

如表 3 所示,规划实施前景区拥有耕地、园地、林地、草地、居民点城镇建设用地、水域、沼泽地和荒地等 9 类用地,其面积依次为 885.11,1 153.49,425.51,7.21,731.30,18.70,1 447.86,2.65,0.15 hm<sup>2</sup>。规划的实施将使各土地利用类型相互转化:林地减少强度最大,达 337.44 hm<sup>2</sup>,其后依次为耕地、水域、沼泽和荒地,减少量分别为 53.93,18.69,2.68,0.15 hm<sup>2</sup>;减少的用地类型面积转化为了草地、园地、居民点及城镇建设用地以及交通过地,其中草地面积增加最为显著,达 287.46 hm<sup>2</sup>,其后为园地 57.87 hm<sup>2</sup>,居民点

及城镇建设用地 38.44 hm<sup>2</sup>,交通道路用地 29.12 hm<sup>2</sup>。从土地利用动态度计算结果可知,草地和交通道路用地的动态度较高,在规划年限内增长速率极快,而荒地、沼泽地和林地动态度为负值且绝对量较高,分别达到 10%,10%和 7.93%,减少速率显著。

2.1.2 南丽湖景区土地利用程度综合指数及变化模型 土地利用程度是通过区域自然环境对土地利用的制约作用和人类对土地开发利用状况的耦合分析,来反映人类对不同类型的生态系统造成的影响<sup>[20]</sup>。由图 1 可知,规划实施前景区土地利用程度综合指数为 275.7,规划实施后为 278.7,土地利用程度变化量(ΔL)为 3.0,土地利用程度变化率(R)为 0.011,研究区土地利用程度在规划实施前后呈现增大的趋势。研究期内,ΔL>0 且 R>0,说明景区土地人为利用处于发展时期,人类改造及利用的程度较高,土地自然生态属性变化较强。

2.2 生态服务价值变化分析

2.2.1 生态系统单项服务价值差异分析 如表 4 所示,南丽湖景区生态服务功能价值将由规划前的 13 204.76 万元降低至 12 949.59 万元,同比降低 1.93%;景区生态系统具有极高的生态调节服务价值(12 180.81 万元),其后依次为文化服务(648.84 万

元)、供给服务(255.27 万元)和支持服务价值(119.85 万元)。规划的实施对景区各类生态服务价值均将造成一定的损失,其中以支持服务价值尤为显著,同比降低 9.68%,其后依次为供给服务价值、文化服务价值、调节服务价值,下降幅度分别为 7.03%,2.98%和

1.69%。发生这些变化的原因可能为:① 规划实施前后提供供给和支持服务的林地和耕地面积减少,具有较强调节服务功能的草地面积大幅增长;② 景区主体为水域面积变化量极小,水域开发程度微弱,景区总体生态服务功能价值变化不显著。

表 3 南丽湖景区用地变化矩阵 hm<sup>2</sup>

土地利用方式	耕地	园地	林地	草地	居民点城镇建设用地	交通道路	水域	沼泽地	荒地	总量	面积增加量
耕地	386.15	261.63	102.48	0.98	67.36	0.00	12.58	0.00	0.00	831.18	445.03
园地	230.67	578.01	236.89	2.19	145.97	0.00	17.48	0.00	0.15	1211.36	633.35
林地	11.78	51.23	5.86	0.19	15.78	0.00	3.23	0.00	0.00	88.07	82.21
草地	76.37	50.8	35.73	1.62	128.68	0.00	1.5	0.00	0.00	294.7	293.08
居民点城镇建设用地	161.65	202.6	41.26	2.25	357.08	0.00	4.9	0.00	0.00	769.74	412.66
交通用地	7.10	8.71	2.76	0.00	9.85	18.72	0.7	0.00	0.00	47.84	29.12
水域	11.39	0.51	0.53	0.01	6.58	0.00	1407.47	2.68	0.00	1429.17	21.70
沼泽地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
荒地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
总量	885.11	1153.49	425.51	7.24	731.3	18.72	1447.86	2.68	0.15	4672.06	0.00
面积减少量	498.96	575.48	419.65	5.62	374.22	0.00	40.39	2.68	0.15	—	—
规划净增减量	-53.93	57.87	-337.44	287.46	38.44	29.12	-18.69	-2.68	-0.15	—	—
动态度/%	-0.61	0.50	-7.93	397.05	0.53	15.56	-0.13	-10.00	-10.00	—	—

注:矩阵中,横向为用地现状,纵向为规划用地状况。

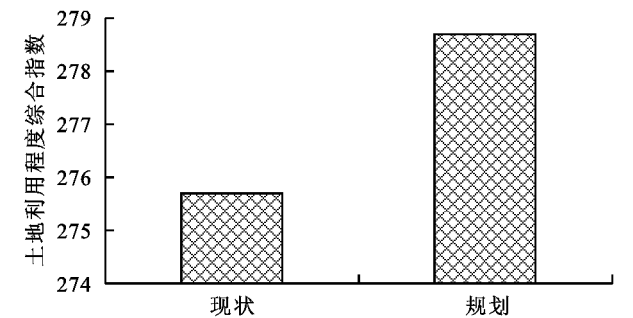


图 1 研究区土地利用程度综合指数

从具体服务价值类型而言,景区最具水分调节和水供应功能价值,规划实施前二者占总服务价值的 29.60%和 11.59%,规划实施后二者所占比例基本不变,其后为废物处理和娱乐价值,而景区的食物和原材料供给能力有限,表明景区更适宜作为水源地和生态保护区并可适度开展观光娱乐等活动项目,而非进行农林业开发生产。规划实施后景区生态系统的侵蚀控制功能和文化功能价值略有提高,主要原因是景区人工绿化及旅游文化设施的建设,而食物和原材料生产和供给能力将进一步弱化,景区尤其是当地居民在发展过程中可能面临食物和原材料供给紧张的问题,各类物资的进口可能成为景区未来发展的必然选择。

根据水利风景区土地状况特殊性,即景区主体为水域,陆域面积相对其他区域所占比例较小,但规划中土地的开发利用主要集中于陆域,故此在水利风景区总体生态服务价值变化分析的基础上开展土地利

用对其陆域生态服务价值的影响研究更具针对性和实际意义。

表 4 南丽湖生态服务价值变化

项目		现状		规划	
		ESV/ 万元	百分 比/%	ESV/ 万元	百分 比/%
供给服务	食物供给	223.01	0.84	214.44	0.83
	原材料供给	32.27	0.12	22.88	0.09
	合计	255.27	0.97	237.32	0.92
调节服务	大气调节	16.19	0.06	13.84	0.05
	气候调节	88.94	0.34	62.02	0.24
	扰动调节	92.57	0.35	68.22	0.26
	水分调节	7818.30	29.60	7716.99	29.80
	侵蚀控制	14.24	0.05	17.69	0.07
	废物处理	1090.66	4.13	1071.96	4.14
	水供应	3059.90	11.59	3023.81	11.68
	合计	12180.80	46.12	11974.51	46.24
支持服务	土壤形成	11.57	0.04	8.41	0.03
	营养物循环	4.25	0.02	3.56	0.01
	传粉	43.46	0.16	40.70	0.16
	生物控制	35.05	0.13	36.63	0.14
	栖息地	23.04	0.09	17.06	0.07
	基因资源	2.48	0.01	1.89	0.01
	合计	119.85	0.45	108.25	0.42
文化服务	娱乐	627.12	2.37	604.90	2.34
	文化	21.72	0.08	24.62	0.10
	合计	648.84	2.46	629.52	2.43

由图2可知,规划实施将对景区陆域生态服务价值造成较大的损失,生态服务价值将由769.93万元下降为675.32万元,其降低幅度达12.29%;各类生态服务价值由高到低依次为调节(371.20万元)、供给(181.73万元)、支持(118.30万元)和文化服务价值(98.72万元),生态调节是景区陆域提供的主要生态功能;在规划实施后各类生态服务价值均有较大幅度的下降,其中调节服务价值降低14.50%、文化服务价值降低12.38%、支持服务价值降低9.78%、供给服务价值降低9.36%,表明规划实施将对陆域生态系统造成较大幅度的负面影响。

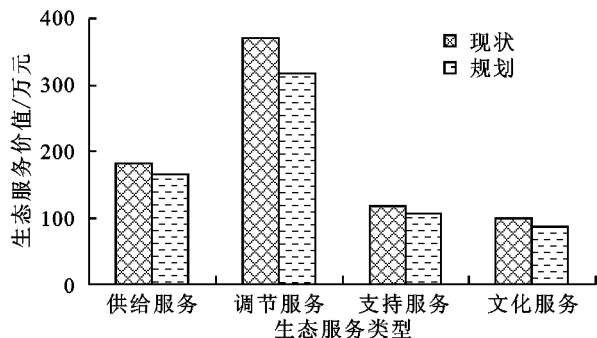


图2 景区陆域生态服务价值变化

2.2.2 不同土地利用类型生态服务价值变化分析 由表5可知,规划实施前,水域提供绝大部分的生态服务价值(94.17%),此后依次为园地(3.14%)、林地(1.48%)、耕地(0.78%)、居民及城镇建设用地(0.18%)、沼泽地(0.23%)和草地(0.01%);规划实施后景区生态服务价值最大贡献者仍为水域(94.79%),其后为园地(3.37%)、耕地(0.75%)、草地(0.59%)、林地(0.31%)和居民及建设用地(0.20%),除林地生态服务价值所占比重减少较为明显外(减少1.17%),其余各类用地所提供的生态服务价值组成结构基本维持稳定;水域生态服务价值的变化是景区生态服务价值变化的主要影响因子,很大程度上决定了景区生态服务价值质量高低;研究结果表明景区水域生态服务价值基本未受影响,规划尊重了景区开发过程中水域重点保护的原则,因此规划的实施对景区整体生态服务功能价值的影响较小,规划的生态环境影响从生态服务价值视角上属于可接受范围。

图3为规划实施前后陆域生态服务价值的结构及其变化。规划实施前陆域生态服务价值主要由园地、林地和耕地提供,共占总体的90%以上,而草地、居民点、城镇建设用地和沼泽地提供的生态服务价值极其有限,三者分别占总量的0.25%、3.14%和3.99%;规划实施后生态服务价值提供者的结构和地位发生变化,由高到低依次为园地64.54%、耕地14.32%、草地11.39%、林地5.98%、居民及城镇建

设用地3.77%以及沼泽地0%。景区陆域范围内具有原生生态系统属性的林地、沼泽地所提供的生态服务价值比重有所降低,而人造草地、园地等人造生态环境所提供的生态服务价值比重则有所提高,反映出规划实施将增加人类活动对景区陆域生态系统的干扰。研究表明景区用地规划忽略了陆域生态系统原有结构功能的维护,部分原始生态环境将被人造生态环境所取代,其稳定性必将发生一定程度的降低,使得景区生态服务价值属性和质量发生退化,进而造成景区生态功能弱化。故此景区土地利用规划在强调水域保护的同时应该注重林地等用地类型的保护,以维持景区生态系统所提供的服务功能。

表5 各类用地生态服务价值变化

土地利用类型	现状		规划		变化率/%
	ESV/万元	所占比例/%	ESV/万元	所占比例/%	
耕地	103.04	0.78	96.73	0.75	-6.13
园地	415.02	3.14	435.85	3.37	5.02
林地	195.12	1.48	40.40	0.31	-79.30
草地	1.89	0.01	76.91	0.59	3969.05
居民及城镇建设用地	24.16	0.18	25.44	0.20	5.30
水域	12434.83	94.17	12274.30	94.79	-1.29
沼泽地	30.70	0.23	0.00	0.00	-100.00

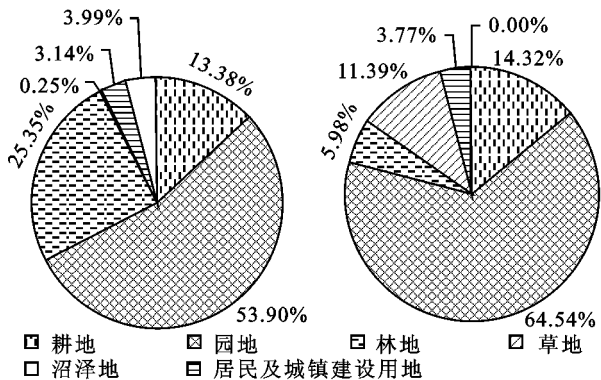


图3 景区陆域各类用地生态服务价值组成变化

研究结果显示,与景区整体生态服务价值结构与数量变化相比较,景区陆域生态系统的服务价值变化更为显著,波动更为剧烈,呈现生态服务价值整体下降,价值属性人工化的趋势,表明景区陆域生态系统受到来自人类开发建设活动的负面影响显著,陆域生态系统及其结构功能的保护,将成为景区开发建设过程中所面临的重大问题。

2.2.3 敏感度分析 研究对景区总体和陆域生态服务价值的敏感性进行了评价,将初始的生态服务系数上下调整50%计算其敏感指数,结果表明,景区总体生态服务价值和陆域生态服务价值在规划实施前后

敏感性指数均小于 1(表 6),这表明研究区生态服务价值对所采用的生态服务价值系数缺乏弹性,所估算的生态服务价值是可信的,所采用的生态服务价值系数适合当地情况。

表 6 景区生态服务价值敏感指数

	现状	规划
耕地	0.0068	0.0065
园地	0.0290	0.0310
林地	0.0140	0.0029
草地	0.0001	0.0056
居民及城镇建设用地	0.0110	0.0012
水域	0.9500	0.9500
沼泽地	0.0020	—

3 结论与讨论

(1) 规划实施前后景区土地利用变化明显,各用地类型相互转化,主要是林地、耕地转变为草地、园地和建设用地,景区土地利用处于发展阶段,这与景区面临的开发发展形势相符。

(2) 规划的实施将对南丽湖景区生态服务价值造成一定的负面影响,景区整体生态服务价值将降低 1.93%,其中以陆域生态服务价值的退化尤为显著,下降幅度将达到 12.29%,并呈现服务价值属性人工化的趋势;各类生态服务价值均有所降低,支持和供给服务价值下降幅度尤为显著;景区的生态调节功能显著强于供给功能,水分调节和水供给价值是景区生态服务价值主要部分;水域和园地分别是景区总体和陆域生态服务价值的主要贡献者。景区生态服务价值结构决定适宜发展观光旅游等产业而非农林业生产,并且在发展过程中应注重水源地的保护。规划应优化陆域用地结构,维持天然林地等具有较高天然生态服务价值的生态系统结构以保证陆域生态服务价值的质量。

(3) 总体而言,景区规划实施对生态服务价值的影响程度较低,南丽湖景区在土地规划过程中基本尊重了水域重点保护的原则,景区重点生态环境保护对象——水域受到土地利用变化的影响极小;但规划忽略了景区陆域生态系统原始属性的保持,林地、草地等生态系统的结构和功能由于土地利用方式的转变发生了较大程度的变化,直接导致了景区陆域生态服务价值的衰减,对生态环境造成一定负面影响。故此,景区土地利用规划应注重林地、草地、园地的保护,保障该类用地的生态服务功能,并在开发的实践过程中将生态系统服务价值作为定量指标,测度景区土地利用的生态效应,统筹土地利用带来的经济效

益、社会效益与生态效益,综合评判用地开发的合理性,在凸显生态环境保护目标的同时,构建生态良好的土地利用格局,以扭转景区生态服务价值退化的不利趋势,实现景区的生态化规划与开发。

(4) 从空间尺度上看,以 Costanza 和我国学者谢高地的研究成果为依据开展的生态服务价值对土地利用变化响应的研究在宏观尺度上已较为普遍,其科学性 & 可行性得到广大学者认可,并拥有大量研究成果。而诸如景区等具有极高生态服务功能价值和生态敏感性且面临实际开发利用的独立、小范围生态系统的研究成果较少,开展该类区域生态服务价值与土地利用响应关系的研究对其土地利用的生态化规划以及规划环评工作的开展具有实际意义;从时间尺度上看,多数研究以回顾性评价研究为视角,对研究区过往土地利用对生态服务价值已造成的影响进行了探讨,较少对研究区未来生态服务价值对土地利用变化的响应开展研究。本文立足于已有研究成果,以水利风景区土地利用规划对生态服务价值的影响为研究切入点,从独特的空间尺度和时间视角研究土地利用与生态服务价值的响应关系。研究评价了南丽湖风景区土地利用规划对生态服务价值质量和结构的影响状况及其原因,拓展了生态服务价值对土地利用响应研究的实践应用范围及其内容和意义。

(5) 由于研究是直观地基于景区土地利用变化开展的,很难涵盖规划实施过程中由于土地类型变化带来的各类污染对生态服务价值影响情况,即本研究主要针对景区土地利用的非污染型环境影响<sup>[19]</sup>。但土地利用的变化必然带来区域污染类型和污染强度的变化,因此下一步的工作是将土地利用的非污染型环境影响与污染型环境影响结合起来进行分析。此外,景区土地利用类型改造完成后的营运过程也必定对生态系统服务价值造成一系列影响,这也将是本研究的延伸方向。

参考文献:

[1] 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.

[2] 孙慧兰,李卫红,陈亚鹏,等. 新疆伊犁河流域生态服务价值对土地利用变化的响应[J]. 生态学报,2010,30(4):887-894.

[3] 封建民,郭玲霞. 神木县土地利用格局和生态服务价值变化[J]. 水土保持通报,2014,34(6):1-7.

[4] 彭越,宋戈,王盼盼,等. 基于土地利用变化的生态系统服务价值研究[J]. 水土保持研究,2013,20(6):302-306.

[5] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等. 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,2008,23(5):911-919.

- [17] 严登华,王浩,杨舒媛,等.干旱区流域生态水文耦合模拟与调控的若干思考[J].地球科学进展,2008,23(7):773-778.
- [18] 付梦娣,妙旭华,全占军,等.庆阳市土地利用变化的景观生态效应研究[J].水土保持研究,2014,21(6):241-244.
- [19] 王凌河,严登华,龙爱华,等.流域生态水文过程模拟研究进展[J].地球科学进展,2009,24(8):891-898.
- [20] 丁永建,叶柏生,韩添丁,等.过去 50 a 中国西部气候和径流变化的区域差异[J].中国科学 D 辑:地球科学,2007,37(2):206-214.
- [21] 李珍,姜逢清.1961—2004 年新疆气候突变分析[J].冰川冻土,2007,29(6):351-359.
- [22] 王钧,蒙古军.黑河流域近 60 a 来径流量变化及影响因素[J].地理科学,2008,28(1):83-88.
- [23] 闫金凤,陈曦.绿洲浅层地下水位与水质变化对人为驱动 LUCC 的响应:以三工河流域为例[J].自然资源学报,2005,20(2):172-180.
- [24] 邓伟,何岩.论地下水对地表生态的作用[J].地理科学,1993,13(2):161-168.
- [25] 满苏尔·沙比提,陈冬花.渭干河—库车河三角洲绿洲形成演变和可持续发展研究[J].资源科学,2005,27(6):118-124.
- [26] 黄秉维,郑度,赵名茶,等.现代自然地理[M].北京:科学出版社,1999.
- [27] Sala O E, Chapin F S, Armesto J J, et al. Biodiversity-Global biodiversity scenarios for the year 2100[J]. Science,2011,287(5459):1770-1774.
- [28] Noss R F, Quigley H B, Hornocker M G, et al. Conservation biology and carnivore conservation in the Rocky Mountains[J]. Conservation Biology, 1996,10(4):949-963.
- [29] 满苏尔·沙比提,陈冬花.渭干河—库车河三角洲绿洲形成演变和可持续发展研究[J].资源科学,2005,27(6):118-124.
- [30] 董淼,王雪梅,席瑞,等.渭干河—库车河三角洲绿洲土地利用/覆盖结构变化及荒漠化响应[J].天津农业科学,2014,20(3):40-43.



(上接第 235 页)

- [6] 欧阳志云,王如松,赵景柱.生态系统服务功能及其经济价值评价[J].应用生态学报,1999,10(5):635-640.
- [7] 汪小平,周宝同,王小玉,等.重庆市土地利用变化及其生态系统服务价值响应[J].西南师范大学学报,2009,34(5):225-229.
- [8] 王燕,高吉喜,王金生,等.新疆国家级自然保护区土地利用变化的生态系统服务价值响应[J].应用生态学报,2014,25(5):1439-1446.
- [9] 马倩,孙虎,咎梅.新疆艾比湖生态脆弱区生态服务价值对土地利用变化的响应[J].地区研究与开发,2011,30(4):112-116.
- [10] 胡和兵,刘红玉,郝进锋,等.城市化流域生态系统服务价值时空分异特征及其对土地利用程度的响应[J].生态学报,2013,33(8):2565-2576.
- [11] 吴蒙,车越,杨凯.基于生态系统服务价值的城市土地空间分区优化研究:以上海市宝山区为例[J].资源科学,2013,35(12):2390-2394.
- [12] 蒋晶,田光进.1988—2005 年北京生态服务价值对土地利用变化的响应[J].资源科学,2010,32(7):1407-1416.
- [13] 董美娜,杨琳,栗练灵,等.基于土地利用变化的生态系统服务价值及敏感性研究:以大庆市为例[J].安全与环境学报,2014,14(4):330-333.
- [14] Kreuter U P, Harris H G, Matlock M D, et al. Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas [J]. Ecological Economics,2001,39(3):333-346.
- [15] 中华人民共和国水利部水利风景区管理办法[J].水利建设与管理,2004(5):2-3.
- [16] Turner II B L. The sustainability principle in global agendas: implication for understanding land use/land cover change[J]. The Geographical Journal,1997,163(2):133-140.
- [17] 谢高地,张德铨,鲁春霞,等.中国自然草地生态系统服务价值[J].自然资源学报,2001,16(1):49-51.
- [18] Batabyal A A, Kahn J R, O'Neill R V. On the scarcity value of ecosystem services[J]. Journal of Environmental Economics and Management,2003,46(2):334-352.
- [19] 冉圣宏,吕昌河,贾克敬,等.基于生态服务价值的全国土地利用变化环境影响评价[J].环境科学,2006,27(10):2139-2144.
- [20] 李进鹏,王飞,穆兴民,等.延河流域土地利用变化对其生态服务价值的影响[J].水土保持研究,2010,17(3):110-114.