

淳安县土地利用景观格局特征及其生态效应研究

罗彦芳^{1,2}, 钱 翌², 王秀珍³

(1. 新疆农业大学 资源与环境学院, 乌鲁木齐 830052; 2. 青岛科技大学 环境与安全工程学院, 山东 青岛 266042;
3. 浙江省气象科学研究所, 杭州 310020)

摘 要:以淳安县2004年土地利用现状图为基础数据,采用景观生态学的空间格局指数法分析研究区土地利用景观格局特征,从生态系统服务功能角度衡量土地利用景观的生态服务价值,评价研究区土地的生态效应。尝试将二者有机结合起来研究,为淳安县土地资源的合理利用、生态环境保护及景观生态规划等工作提供科学依据。研究表明:淳安县土地利用方式以林地和水体为主;景观多样性较低,景观分布均匀而异质性较弱;景观破碎化程度和分离程度均较低,说明本区景观比较完整但复杂程度不高;土地利用结构不尽合理。在现有土地利用景观格局下,淳安县土地利用景观的生态效应较低,生态价值较高的区域主要分布在林地、园地和水体用地区,不同地理区域间生态服务价值存在较大差异。

关键词:土地利用;景观格局;生态效应;淳安县

中图分类号:F301;X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)06-0374-05

Analysis on the Characteristics of Landscape Pattern of Land Use and Its Ecological Effect in Chun'an County

LUO Yang-fang^{1,2}, QIAN Yi², WANG Xiuzhen³

(1. College of Resources and Environment, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2. College of Environment and Safety Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266042, China; 3. Institute of Zhejiang Meteorology, Hangzhou 310004, China)

Abstract: Taking the present land use chart of Chun'an county in 2004 as the main information source, uses the space pattern exponential method to analyze the characteristics of landscape pattern of land use in research area, weights the landscape of land use ecological value via the ecosystem service function for evaluating the land ecology effect of research area. By studying above two sides, it provides scientific gist for the ecology programming of Chun'an County. The research indicated that the land use structure of Chun'an County is main forest and water body. The landscape multiplicity and the landscape fragmentation degree are low. The landscape is quite complete, but the landscape complexity and the non-uniformity are low. The land use structure is incompatible. Under the existing landscape pattern of land use, the ecology effect of land use of landscape of Chun'an County is not high. The high ecology value region mainly distributes in the forest, the garden and the water using area. Overall ecology value difference is also big between the different regions.

Key words: land use; landscape pattern; ecological effect; Chun'an County

景观生态学与可持续发展概念具有高度的一致性,是实现土地资源可持续利用的一条重要途径^[1],维持土地生态系统的服务功能又是实现土地资源可持续利用的基本前提^[2]。因此,研究土地利用景观格局特征并从生态系统服务价值角度评价土地利用景观生态效应,对于了解区域土地利用景观格局特征,明确生态系统服务功能的空间定位,实现土地资源的可持续利用,促进区域经济与环境的协调发展等都具有重要意义。两者的研究也成为当前土地资源可持续利用研究领域中的重点和热点。

格局、功能和过程是景观生态学研究的核心内容^[3],土地利用景观格局及其生态效应研究即属于这个范畴。目前,越来越多的研究者开始注重从不同角度与尺度对土地利用

景观格局及其生态效应进行综合研究^[4],但这种结合尚不完善。此外,也有众多学者对土地利用类型定量赋值,综合评价土地利用的景观生态效应^[5],但大多采用缺乏实证依据的专家评分法,其评价结果必然存在较大的主观性。生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及维持人类赖以生存的自然生态环境条件与效用^[6],是生态系统服务与生态系统功能的综合。Costanza等人测算了全球17种不同土地利用类型对应生态系统的生态服务功能价值^[6],依据这个测算结果对区域土地的生态效应进行客观、定量、综合的评价。

因此,本文以淳安县为研究区,采用景观生态学的空间格局指数分析研究区的土地利用景观格局特征,并参照国内外学者对不同生态系统类型生态服务功能价值的测算结果,

*收稿日期:2007-02-03

基金项目:山东青岛科技大学人才引进启动项目;浙江省科技计划项目(021107751)

作者简介:罗彦芳(1982-),女,硕士研究生,主要从事土地资源利用与生态环境经济研究。

通信作者:钱翌(1962-),男,教授,硕士,主要从事区域生态评价与环境经济研究。

定量、综合评价研究区土地的生态效应,为淳安县空间规划、生态环境保护等工作提供科学依据,实现淳安县土地资源的可持续利用和经济的可持续发展。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

浙江省淳安县位于东经 118°21′ - 119°20′,北纬 29°11′ - 30°02′,土地总面积 4 427 hm²。地处浙西低山丘陵区,山地面积占到土地总面积的 80% 以上,海拔在 200~ 1 000 m,地势四周高、中间低,形成四周中低山逐渐向中部丘陵过渡的地貌特征。全县位于亚热带季风气候区北缘,光照充足,雨量充沛,年平均日照时数 1 951 h,年平均气温 17℃,年平均降水量 1 430 mm。境内土壤主要由红壤、黄壤、岩土性和水稻土组成,以酸性和微酸性为主,其厚度一般在 50~ 120 cm 之间,缺氮、少磷,有机质含量较低。境内森林资源丰富,以亚热带常绿针叶林、亚热带落叶和常绿阔叶混交林为主,但因受到人类活动的长期干扰,多为次生种或人工种植种。

1959 年新安江水库蓄水形成的千岛湖,是淳安县内面积最大的水体,因其秀美风景和优良水质成为国家级风景名胜区和生态示范区。淳安县经济以大农业为主,工业基础较薄弱,属浙江省欠发达地区,这种经济落后的状况在很大程

度上受土地利用结构不合理以及生态环境资源低效利用的影响。

1.2 数据来源与处理

本文以 2004 年淳安县土地利用现状图(1:5 万)及其他相关文献资料作为基本数据源。以图斑为基本单位,通过 MapInfo 进行图件的投影和数字化,绘制出景观斑块类型图;再在 Arcinfo 中建立拓扑关系,形成斑块的面积和周长信息;最后将其导入 Arcview 并结合 Patch Analysis 3 空间格局分析模块,对各类景观指数进行分析研究。

为便于土地生态效应研究,土地利用类型的划分以生态系统类型为基础,结合我国土地利用分类系统,并根据淳安县实际状况,划分成耕地、园地、有林地、林地、居民点及工矿用地、水体和未利用地 7 种土地利用类型。

1.3 研究方法

1.3.1 土地利用景观格局特征分析

景观格局特征分析方法,从大类上主要分为两类:一是空间格局指数法,二是空间统计学法。本文主要采用相对成熟的空间格局指数法,分别从斑块类型水平指数和景观水平指数两个层面上,对淳安县土地利用景观格局特征进行研究。主要采用的空间格局指数名称、计算公式和生态涵义见表 1。

表 1 景观空间格局指数名称、计算公式及生态涵义^[7]

指数名称	计算公式	生态涵义	
平均斑块形状指数	$MSI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{0.25P_{ij}}{\sqrt{A_{ij}}} \right)}{N}$	$MPSI \geq 1$, 无上限。当景观中所有斑块均为正方形时, $MPSI = 1$; 斑块形状越偏离正方形, $MPSI$ 值越大	
斑块特征指标	平均斑块分维数	$MPFD = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\frac{2 \ln(0.25P_{ij})}{\ln A_{ij}} \right]}{N}$	$1 \leq MPFD \leq 2$ 。定量描述斑块核心面积大小和边界曲折性。斑块几何形状越简单, 斑块形状越有规律, 相似性越强, $MPFD$ 越趋近于 1
斑块密度/ (个/hm ²)	$PD = \frac{N}{A} 10^4$	$PD > 0$, 无上限。每公顷某个景观的斑块数, 可反映景观的破碎化程度	
景观多样性指标	多样性指数	$H = - \sum_{i=1}^m [P_i \ln(P_i)]$ ($H_{max} = \ln(m)$)	$H \geq 0$, 无上限。反映景观要素多少和各景观类型要素所占比例的变化。景观中只有一种斑块类型时, $H = 0$; 斑块类型增加或是各类型斑块所占面积比例趋于相似时, H 值也相应增加
优势度	$D = H_{max} + \sum_{i=1}^m [P_i \ln(P_i)]$	$D \geq 0$, 无上限。用于度量景观类型结构组成中某一类型或一些景观类型占优势的程度, 表示景观多样性的偏离程度	
均匀度	$E = \frac{- \sum_{i=1}^m [P_i \ln(P_i)]}{H_{max}}$	$0 \leq E \leq 1$ 。反映景观中各斑块在面积上分布的不均匀程度。 E 值越趋近于 1, 景观斑块分布的越均匀	
景观空间构型指标	破碎度	$FS = 1 - \frac{1}{MSI}$	揭示景观被分割的程度, 在一定程度上反映出人为景观的干扰强度
分离度	$F_i = \frac{D_i}{S_i} (D_i = \frac{A_i}{A}; S_i = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{2}})$	反映某一景观类型中不同斑块个体分布的分离程度。分离程度越大表明景观在地域分布上越分散, 景观分布越复杂, 破碎化程度也越高	

1.3.2 土地生态效应分析

运用国内外学者对生态服务功能价值测算的方法与结果,结合该区具体情况对测算结果进行修正,取得区内各土地利用景观类型单位面积生态服务功能价值。其中,耕地、水体的生态系统服务功能价值直接采用谢高地等人的研究成果;有林地和林地的生态系统服务功能价值由谢高地等人对青藏高原亚热带常绿针叶林、落叶和常绿阔叶混交林的生态服务功能价值做平均处理得出^[8];园地取林地和耕地的均值;未利用地视为荒漠处理;居民点及工矿用地的服务功能价值按照当年市场价格采用替代市场评估法进行估算。最

后,对应各土地利用景观类型的斑块面积,进行加权求和,得到各土地利用景观类型的总体生态服务功能价值,定量表征一定土地利用景观格局下区域生态质量的总体状况。

2 结果与分析

2.1 土地利用景观格局研究结果

在 Arcinfo 的支持下提取出 2004 年淳安县各土地利用类型的景观斑块数据,其中各景观类型斑块数目、面积、周长等信息如表 2 所示,利用 Patch Analyst 3 模块计算出各项景观指数值则如表 3 所示。

表 2 淳安县土地利用景观总体特征值

特 征	耕地	园地	有林地	林地	水体	居民点及 工矿用地	未利用地	整体景观
斑块类型数/个	4	4	1	5	3	5	4	26
斑块数/个	23001	34156	23265	26982	1261	6488	11609	126762
斑块面积/hm ²	19260.64	45630.18	156981.16	144189.51	55866.73	6178.79	13671.35	441778.35
平均斑块面积/hm ²	0.84	1.34	6.75	5.34	44.30	0.95	1.18	3.49
所占比例/%	4.36	10.33	35.53	32.64	12.65	1.40	3.09	100.00
斑块周长/km	10971.96	18520.82	28189.72	29262.38	5171.37	2988.49	6092.83	101197.57

表 3 淳安县土地利用景观格局指标值

景观类型	平均斑块 形状指数	平均斑块 分维数	斑块密度 PD / (个·hm ⁻²)	多样性指数 H	优势度 D	均匀度 E	破碎度 FS	分离度 F_i
	MSI	$MPFD$						
耕地	1.4385	1.0765	1.1942	1.0747	0.3116	0.7753	0.3048	0.0617
园地	1.3206	1.0560	0.7485	1.0663	0.3199	0.7692	0.2428	0.1461
有林地	1.3707	1.0554	0.1482	0.0000	0.0000	0.0000	0.2705	1.0051
林地	1.3863	1.0593	0.1871	1.0891	0.5203	0.6767	0.2787	0.4128
水体	2.4453	1.1368	0.0226	0.1556	0.9430	0.1417	0.5911	0.2065
居民点及 工矿用地	1.3215	1.0559	1.0500	0.9719	0.6375	0.6039	0.2433	0.0177
未利用地	1.4018	1.0689	0.8491	0.9856	0.4006	0.7110	0.2866	0.0438
整体景观	1.3839	1.0623	0.2869	1.5329	0.4130	0.7878	0.2774	1.0690

2.2 土地利用景观格局特征分析

2.2.1 景观类型斑块数量和面积特征

如表 2 所示,各景观类型斑块数表现出:园地>林地>有林地>耕地>未利用地>居民点及工矿用地>水体,主要是淳安县地形以低山、丘陵为主,林地、园地相间分布于山坡地及丘陵间较为平坦的土地上,此外部分林地分布于千岛湖中零星分布的岛屿上,因此林地和园地斑块数较多。淳安县境内主要河流 20 余条,但均汇集于千岛湖,因此水体斑块数较少。从斑块密度指数来看,耕地、居民点及工矿用地单位面积斑块数较多,说明二者景观破碎化程度相对较大,受人为干扰强度较强;分布零散,缺乏规划,居民点及工矿用地大多自然分布在耕地周围。

某个景观类型占整个景观面积的比例,在相对意义上可体现出每个景观类型对整体景观的贡献率^[9]。如表 2 所示,各景观类型贡献率表现出:有林地>林地>水体>园地>耕地>未利用地>居民点及工矿用地,说明淳安县土地利用方式以林地和水体为主。平均面积不仅能反映各景观类型的分布特征,也能反映大地貌特征^[9]。在表 2 中,平均斑块面积较小的有耕地和居民点及工矿用地,水体和林地是平均斑块面积较大的景观类型;除水体外,其他景观类型的平均斑块面积均较小且差异不大,较显著反映出淳安县水多、林多、耕地少、城镇化发展滞后的用地现状,地貌类型较为单一。

2.2.2 景观类型斑块形状特征

斑块形状在一定程度上会影响景观的功能,通常不规则的斑块比规则的斑块具有更异质的生态过程^[9]。如表 3 所示,平均斑块形状指数最大的是水体,在地图上呈现狭长形,说明水体是淳安县土地利用景观类型中的廊道景观。除去水体,其他景观类型的平均斑块形状指数差异不大,反映出本区除水体外各景观类型具有较为相似的生态过程,整体景观异质性较低。

斑块分维数与生态过程密切相关^[10],当分维数 $MPFD=2$

时,说明景观具有最大核心面积与最小边界曲折性,景观受干扰程度大而稳定性低;当分维数 $MPFD=1$ 时,说明景观具有最大边界曲折性,景观稳定性高。如表 3 所示,7 类景观类型斑块分维数值在 1.055 4~1.136 8 之间且相互接近,说明淳安县各景观类型斑块具有较小的核心面积与较大的边界曲折性;景观受干扰程度较小,景观稳定性较高。

2.2.3 景观类型多样性特征

从 6 大景观类型层次上进行 Shannon 多样性指数分析(表 3),各景观类型多样性指数均较小且相互接近(水体除外)。其中林地最高,主要是该景观类型具有的斑块类型最多,且各斑块类型间的面积相差不大;耕地、园地、未利用地次之;居民点及工矿用地与水体最低。因此,淳安县林地、耕地、园地、未利用地有待于进一步合理开发和科学利用,以提高整体景观多样性;而水体作为对维持淳安县良好生态环境具有重要意义的半人工景观类型,其较低的景观多样性不仅不利于自身的可持续利用,而且对整体景观的稳定性和自我调节能力也产生较大的负面影响。从均匀度和优势度来看,除水体和有林地外,其他景观类型均呈现出较高的分布均匀性和较低的优势度,其反映的结果基本与多样性指数一致。

2.2.4 景观类型空间构型特征

从破碎度指数比较,各景观类型的特征值在 0.242 8~0.591 1 之间且相互接近,但与本区最大破碎度值 1 之间存在较大差距,说明破碎化程度较低,受人为干扰程度较弱,稳定性较强。从表 3 中可以看出,各景观类型的分离度差异较大,特征值最大的是有林地,主要是淳安县有林地大多分布于湖中岛屿上,加之山地、丘陵面积较大(占 80% 以上),使得城镇用地和耕地集中分布在河谷平原,因此有林地的分离度较大,而耕地和居民点及工矿用地的分离度较小。

2.2.5 整体景观特征

由表 3 所示,本区平均斑块形状指数和平均斑块分维数均较小,反映出研究区景观斑块形状简单,斑块间相似性较

强,从而整体景观异质性较低。整体景观多样性指数为 1.532 9, 较低,说明淳安县土地利用结构存在不合理地方;整体景观均匀度较高,优势度较低,分别为 0.787 8 和 0.413 0,从另一方面也反映出本区景观分布均匀性较强,多样性不高。整体景观破碎化程度和分离程度均较低,说明淳安县整体景观比较完整,复杂性不高。

3 土地生态效应分析

3.1 整体生态效应

如表 4 所示,2004 年淳安县土地利用的总体生态服务价值为 60.58 亿元,仅是当年 GDP 的 1.08 倍,说明本区经济增长仍依赖于生态环境资源的消耗。从不同土地利用景观类型来看,林地和水体是淳安县生态服务价值的主要提供

者,对全县生态服务价值的贡献率分别是 59.60% 和 37.51%,说明林地、水体的可持续利用对维持淳安县优良生态环境具有重要意义。居民点及工矿用地的生态服务价值是所有土地利用景观类型中唯一的负值,表明工业和城镇的发展对自然生态系统产生负面影响,但其对本区生态服务价值的负贡献率仅为 5.95%,相对较小,从侧面反映出淳安县以农业为主,工业和城镇发展滞后的社会经济发展现状。从不同生态服务功能类型来看,本区生态服务功能在水源涵养、废物处理、土壤形成与保护等方面的价值较大,这与林地、水体在本区占有重要地位的特征是一致的;原材料生产、食物生产等生态服务功能价值较小,这与该区耕地资源匮乏的现状也极其吻合。

表 4 淳安县土地利用的生态服务价值测算

土地利用类型	耕地	园地	林地	水体	居民点及 工矿用地	未利 用地	总计	所占比例
斑块总面积/hm ²	19260.64	45630.18	301170.67	55866.73	6178.80	13671.35	44178.37	-
气体调节/亿元	0.0852	0.5390	5.7822	0.0000	-2.8292	0.0000	3.5772	5.90
气候调节/亿元	0.1517	0.5180	4.4658	0.2274	-	0.0000	5.3629	8.85
水源涵养/亿元	0.1023	0.5218	5.2893	10.0746	-0.4266	0.0036	15.5650	25.69
土壤形成与保护/亿元	0.2488	0.7829	6.4433	0.0049	0.0380	0.0024	7.5203	12.41
生物多样性保护/亿元	0.1210	0.5515	5.3878	1.2309	-	0.0411	7.3323	12.10
原材料生产/亿元	0.0170	0.3458	4.2977	0.0049	0.0354	0.0000	4.7008	7.76
食物生产/亿元	0.1704	0.2142	0.1625	0.0494	-	0.0012	0.5977	0.99
废物处理/亿元	0.2795	0.4950	2.1633	8.9871	-0.4235	0.0012	11.5026	18.99
娱乐休闲/亿元	0.0017	0.1619	2.1110	2.1454	-	0.0012	4.4212	7.30
总计/亿元	1.1776	4.1301	36.1029	22.7246	-3.6059	0.0507	60.5800	100.00
所占比例/%	1.94	6.82	59.60	37.51	-5.95	0.08	100.00	-

3.2 生态效应的空间分异

由于生态系统和生态服务类型空间分布的异质性,不同

地理区域的土地利用的生态服务价值会有所差异^[11]。淳安县土地利用的生态服务价值的空间分布规律见表 5。

表 5 淳安县各乡镇土地利用的总体生态服务价值测算结果

乡镇名称	斑块面积/hm ²	生态价值/亿元	贡献率/%	乡镇名称	斑块面积/hm ²	生态价值/亿元	贡献率/%
千岛湖镇	13679.67	0.7039	2.01	王阜乡	10462.16	1.0216	2.91
临歧镇	21418.15	2.1990	6.26	左口乡	8119.97	0.7817	2.23
唐村镇	8237.88	0.7802	2.22	光昌乡	8215.38	0.8347	2.38
威坪镇	16932.71	1.5193	4.33	宋村乡	7859.90	0.8427	2.40
文昌镇	17239.51	1.7865	5.09	汪宅乡	4590.10	0.4477	1.28
梓桐镇	14039.12	1.3508	3.85	金峰乡	6444.45	0.6301	1.79
姜家镇	8765.76	0.8395	2.39	富文乡	12771.58	1.4109	4.02
中洲镇	16799.50	1.7575	5.01	鸠坑乡	8523.56	0.8902	2.54
汾口镇	11265.98	0.8794	2.51	郭村乡	10942.40	1.1047	3.15
大墅镇	13912.50	1.4138	4.03	界首乡	9723.12	0.9130	2.60
枫树岭镇	18445.44	2.0261	5.77	浪川乡	10828.75	1.0119	2.88
石林镇	10517.01	1.1279	3.21	横沿乡	7685.26	0.6849	1.95
严家乡	6267.98	0.6575	1.87	里商乡	19555.10	2.1515	6.13
瑶山乡	11352.17	1.1406	3.25	安阳乡	12884.90	1.3180	3.75
屏门乡	17010.42	1.7765	5.06	白马乡	10212.77	1.1014	3.14

如表 5 和图 1 所示,2004 年淳安县各乡镇土地利用的生态服务总价值高低悬殊,差异较大,全县极大值是极小值的 4.91 倍。运用 SPSS 11.5 统计分析软件,对淳安县 30 个乡镇土地利用的总体生态服务价值进行聚类分析,将其分为 5 个区域:①高价值区(I)包括临歧镇、枫树岭镇和里商乡,其单位面积上的生态服务总价值为 1.286 0 万元/hm²,本区主要位于淳安县西南和东部低山林、园用地区;②较高价值区(II)包括文昌镇、中洲镇和屏门乡,其单位面积上的生态服务总价值为 1.042 2 万元/hm²,本区主要地处淳安县北部

中低山林、园用地区;③中价值区(III)本区由威坪镇、大墅镇、梓桐镇、富文乡、安阳乡构成,其单位面积上的生态服务总价值为 0.994 2 万元/hm²,主要位于淳安县中西部和南部丘陵谷地农、园用地区;④较低价值区(IV):由石林、汾口 2 个镇和瑶山、郭村、白马、王阜、浪川、界首、鸠坑 7 个乡镇组成,区内用地类型多样,其单位面积上的生态服务总价值为 0.979 5 万元/hm²;⑤低价值区(V):由剩余的 10 个乡镇组成,本区主要位于淳安县西南部和中西部农、园和建设用地区。由分区结果可以明显看出,多数乡镇土地利用的生态服

务总价值属于较低或低价值区,说明淳安县土地的生态效应较低且乡镇间分布不均匀;有大片林地所在乡镇的生态服务总价值普遍较大。

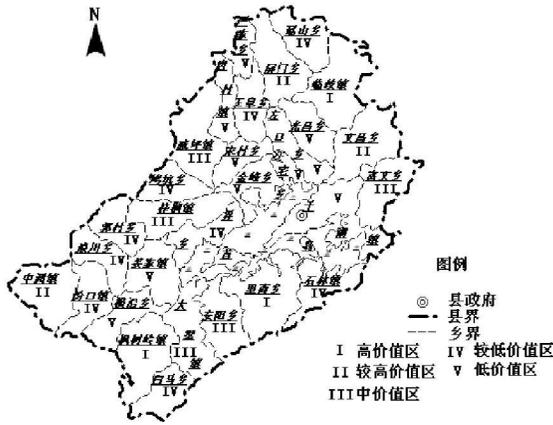


图 1 淳安县土地利用的总体生态价值分区

4 结论与讨论

4.1 主要结论

(1) 应用空间格局指数法对研究区的土地利用景观格局特征进行分析,结果表明:本区土地利用方式以林地和水体为主;整体景观多样性较低,景观分布均匀性较强,而异质性较弱;整体景观破碎化程度和分离程度均较低,说明整体景观比较完整,而复杂程度不高。

(2) 在对研究区景观格局的研究中,还可以看出,地形地貌和人类活动是影响土地利用景观格局的主要因素。山地、丘陵所占比重较大,地形复杂,决定了研究区耕地和居民点及工矿用地景观破碎度较高及耕地资源匮乏,城镇建设滞后的用地局面。此外,研究区内最大的水体,因其单一的人为利用方式和不合理的景观建筑,使得本区水体呈现出较低的景观多样性,对维持本区良好的生态环境造成负面影响。

(3) 在现有土地利用景观格局下,淳安县土地利用景观的整体生态效应较低,不同地理区域间生态服务总价值差异也较大,生态价值较高的区域主要分布在林地、园地和水体用地区。

4.2 问题讨论

应用 Costanza、谢高地等人在不同层次上测算的生态服务功能价值结果,来定量综合评价土地的生态效应,是一种

可行的方法,但由于生态系统服务的多方面性和多价值性,生态过程和经济过程之间联系的复杂性等影响,对于淳安县来说其土地利用的生态服务价值结果肯定是精度较低的。因此,下一步就应当在细化土地利用类型的基础上,精确确定研究区土地利用的生态服务价值。

本文从空间格局和生态服务价值两方面入手,分析淳安县土地利用格局特征,评价淳安县土地生态效应,这对于发现淳安县土地利用结构的不合理之处,促进淳安县土地资源的可持续利用和管理有帮助,同时也为将来更进一步的研究分析提供了一个理论框架,为淳安县最终建立可持续发展的土地利用规划或是生态环境保护政策提供参考。

参考文献:

- [1] 孙彦伟,卢荣安,姜广辉. 区域土地持续利用规划的景观生态学思维[J]. 生态经济, 2005, 3: 56- 59.
- [2] 欧阳志云,王如松. 生态系统服务功能、生态价值与可持续发展[J]. 世界科技研究与发展, 2000, 22(5): 45- 50.
- [3] 彭建,王仰麟,张源,等. 滇西北生态脆弱区土地利用变化及其生态效应[J]. 地理学报, 2004, 59(4): 629- 638.
- [4] 宋治清,王仰麟. 城市景观及其格局的生态效应研究进展[J]. 地理科学进展, 2004, 23(2): 97- 106.
- [5] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems [M]. Washington D C: Island Press, 1997.
- [6] Costanza R D, Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem service and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253- 256.
- [7] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 106- 109.
- [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, 18(2): 189- 195.
- [9] 何丙辉,徐霞,辜世贤. 潼南县土地利用景观格局特征分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(5): 130- 133.
- [10] 王玉朝,赵成义,等. 三江河流域绿洲景观格局的定量分析[J]. 水土保持学报, 2002, 16(3): 51- 55.
- [11] 宋萍,洪伟,吴承祯,等. 福建省森林生态系统服务价值及其空间分布[J]. 福建林学院学报, 2003, 23(3): 202- 205.

(上接第 370 页)

- [10] 王克勤,王斌瑞. 集水造林防止人工林植被土壤干化的初步研究[J]. 林业科学, 1998, 34(4): 14- 21.
- [11] 马国飞,崔学明,刘静,等. 两种杨树农田防护林气候效应的对比研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2005, 26(1): 42- 45.
- [12] Maki T, Tadashi T. Evaluation of evaporation rate from forested soil surface using stable isotopic composition of soil water in a headwater basin[J]. Hydrological Processes, 1998, 12: 2093- 2103.
- [13] 孙宏勇,刘昌明,张永强,等. 微型蒸发器测定土面蒸发的试验研究[J]. 水利学报, 2004(8): 114- 118.
- [14] Allen S J. Measurement and estimation of evaporation from soil under sparse barley crops in northern Syria [J]. Agric. For. Meteorol., 1990, 49: 291- 309.
- [15] Daamen C C, Simmonds L P, Wallace J S, et al. Use of micro-lysimeters to measure evaporation from sandy soils[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1993, 65: 159- 173.
- [16] 刘昌明,王会肖,张喜英,等. 土壤- 作物- 大气界面水分过程与节水调控[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 69- 79.
- [17] 王彦辉,熊伟,于澎湃. “多树水分平衡法”的方法与应用[J]. 林业科学, 2005, 41(4): 184- 188.