

开封市土地利用时空变化的生态系统服务价值评估^{*}

苏朝阳, 苗长虹

(河南大学 黄河文明与可持续发展研究中心, 河南大学 环境与规划学院 河南 开封 475001)

摘 要:选取开封市 1990–2010 年四期土地利用的动态数据, 采用 Costanza、谢高地等提出的生态系统服务价值公式和系数, 对开封市生态系统服务价值进行定量分析。结果表明: 1990–2010 年间生态系统服务价值从 51.714 86 亿元减至 50.294 62 亿元, 生态系统服务价值年均变化率为 0.137%, 土地利用变化引起生态服务价值呈下降趋势, 年均减少 7.101 2 万元。表明该市土地利用规划在取得经济效益的同时, 却导致了土地生态效益的降低。因此, 制定合理的土地利用规划, 采取合理的土地利用方式, 建立可持续的土地利用模式, 从而在社会经济发展的同时提高土地利用的生态效益。

关键词: 生态系统服务价值; 土地利用; 时空变化; 开封市

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)05-0116-04

Evaluation on Ecosystem Services Value of Spatial-Temporal Feature of Land Use Changes in Kaifeng

SU Chaoyang, MIAO Changhong

(Research Center of Yellow River Civilization and Sustainable Development and College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng, Henan 475001, China)

Abstract: With 4 series of dynamic data of Kaifeng's land use ranging from 1990 to 2010, Costanza's and Gaodi Xie's formulae and coefficients of ecological system's service value are employed to carry out a quantitative analysis on the ecological system's service value of Kaifeng. It shows that: the ecological system's service value drops down from 5.1715×10^9 yuan to 5.0295×10^8 yuan i.e. decreasing with an annual rate of 0.137%. Land use change causes the ecological system's service value shrinking down gradually, by 7.1012×10^6 yuan each year. The result proves that for the city of Kaifeng, though more economic benefit is achieved, the ecological benefit is being undermined. Therefore, in order to increase the ecological benefit of land use simultaneously with social economic development for Kaifeng, appropriate land use planning, rational land use types, and a sustainable land use mode should be taken into account with close scrutiny.

Key words: ecosystem services value (ESV); land use; spatial-temporal changes; Kaifeng city

生态系统服务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, 这些产品和服务是人类生活的必需品和人类生活质量的保证^[1-2]。土地作为人类生存的基础和人与自然相互作用最强烈的区域, 其利用变化以及由此导致的土地覆被变化必然引起生态服务价值的变化, 进而影响全球气候的变化^[3-4]。因此国际上也把土地利用/土地覆盖变化的环境效应研究作为重要的内容之一^[5-6]。生态系统服务价值的定量评估已成为国际可持续发展研究的热点之一。近年来国内外学者在其理论、评价、核算方法研究方面取得了很大的进展, 通过不同的尺度、不同类型的生态系统服务价值评价对生态系统的影响^[7]。目前, 生态系统

服务价值的应用研究在土地利用方面关注较多, 大多是以前和现在的土地利用对生态系统服务总价值的影响, 但对土地利用变化如何影响生态系统服务价值的变化及其在土地利用规划中的应用^[8-9]研究较少。将生态系统服务价值估算引入土地利用规划的评价中, 这为土地利用生态效益的量化研究提供了一种方法和途径^[8-10]。对土地利用和规划中的生态系统服务价值进行核算, 可以比较好地修正土地利用的生态效益, 使土地利用的生态效果更加直观和科学。因此, 该文在研究土地利用时空变化的基础上, 以生态系统服务价值为评价指标分析开封市不同时段生态系统服务总价值及其变化趋势和生态系统服务价值的空间差异, 以反映土地

* 收稿日期: 2007-12-13

基金项目: 国家自然科学基金(40671049)

作者简介: 苏朝阳(1977–), 男, 河南禹州人, 在读研究生, 主要从事城市与区域综合发展、旅游资源开发与规划方面的研究。E-mail: scyuog517@yahoo.cn

通信作者: 苗长虹(1965–), 男, 河南鄢陵县人, 教授, 博士生导师, 主要从事经济地理学与区域发展研究。E-mail: chhmiao@yahoo.com.cn

利用变化产生的生态效应及土地利用规划的合理性, 为区域土地资源可持续利用和生态环境保护提供一定的参考依据。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

开封古称汴梁, 位于河南省中东部, 东经 $113^{\circ}52'15''$ - $115^{\circ}15'42''$, 北纬 $34^{\circ}11'45''$ - $35^{\circ}01'20''$, 全市总面积 $6\,444\text{ km}^2$, 其中耕地面积 36.34 万 hm^2 , 市区面积 359 km^2 , 辖尉氏县、杞县、通许县、兰考县、开封县 5 县和鼓楼区、龙亭区、禹王台区、顺河回族区、金明区 5 区。开封地处豫东平原边缘, 黄河下游冲击扇南翼, 市区总面积 400 km^2 。地面坡降为 $1/1000\sim 1/2000$, 地势平坦, 成土母质为黄河冲积物, 以潮土为主, 气候属温带大陆性季风气候, 四季分明, 深受黄河影响, 河湖密布, 享有“北方水城”美誉。近年来经济的发展速度逐步加快, 2004 年实现全市生产总值 348 亿元, 比上年增长 11%; 总人口为 481.71 万人, 其中非农业人口 94.42 万人。

1.2 研究方法

1.2.1 土地利用数据的来源

研究采用的土地利用变更数据来源于《开封市志——城市建设卷》和开封市土地局详查数据。针对研究区域的实际情况, 将开封市地区划分为耕地、园地、林地、居民点及工矿用地、交通用地、水域和未利用地等 7 种主要利用类型, 土地利用类型中没有湿地, 草地从 2000 年开始统计计算。园地、林地、城镇工矿用地、交通、水域和未利用地等 7 种主要利用类型, 土地利用类型中没有草地和湿地。土地利用变化的速度可以通过土地利用类型动态度(K)来描述, 它是指研究区一定时间范围内某种土地利用类型数量的变化情况, 该指标对比较土地利用变化的区域差异和预测未来变化趋势都具有积极的作用^[11]。其公式:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \tag{1}$$

式中: U_a , U_b ——研究初期及研究末期某一种土地利用类型的数量; T ——研究时段, 当 T 的时段设定为年时, K 值就是该研究区某种土地利用类型年变化率。

1.2.2 生态系统服务价值的评价方法

1997 年, Costanza 等在《Nature》上发表了“全球生态系统服务价值和自然资本”一文^[1], 对全球生态系统的服务价值进行了定量估算, 随后 Daily^[12]、欧阳志云^[13-14]等人的研究使生态系统服务功能价值评估的原理和方法得以明确, 将生态系统服务研究推向生态经济学的前沿; Costanza 等人将全球生态系统服务划分 16 大类 26 小类和 17 种功能, 并以此为基础对全球生态系统的服务价值进行了估算。但是在 Costanza 的研究中某些数据存在较大偏差, 如对耕地的估计过低, 而对水域和湿地的估算却偏高等, 引发了国内外学者的广泛讨论^[15-16]。谢高地等人^[17]根据中国的实际情况, 制定了中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表。考虑到开封市的具体情况, 根据谢高地等人的生态服务价值表, 采用 Costanza 的生态系统服务价值公式计算为

$$ESV = \sum (A_k \cdot VC_k) \tag{2}$$

式中: ESV ——生态系统服务总价值(元); A_k ——研究区 k 种土地利用类型的面积(hm^2); VC_k ——生态价值系数[元/ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$]。

2 开封市土地生态系统服务价值(ESV)时空分析

2.1 开封市土地利用类型的时空变化

根据公式(1)计算出 1990—2010 年间开封市土地利用类型的变化状况(见表 1)。主要表现在: ①开封市的耕地、林地、水域和未利用地面积呈现减少趋势, 但是耕地减少幅度最大, 其次是水域、林地和未利用地。20 年内耕地、林地、水域和未利用地面积分别减少 $41\,804.21\text{ hm}^2$, $7\,444.05\text{ hm}^2$, $8\,005.81\text{ hm}^2$ 和 $3\,336.8\text{ hm}^2$, 耕地所占比例由 69.20%(1990 年)降到 62.55%(2010 年), 林地由 3.82% 降到 2.64%, 水域由 7.48% 降到 6.20%, 未利用地由 1.67% 降到 1.14%。②园地、居民点及工矿用地和交通用地均呈增加态势, 其中园地增加最多, 其次为建筑用地。园地由 1990 年的 $10\,456.84\text{ hm}^2$ 上升到 2010 年的 $54\,668.4\text{ hm}^2$; 居民点及工矿用地和交通用地面积增加较快, 2010 年的面

表 1 开封市 1990—2010 各土地类型面积及其变化

年 份	土地类型	指标	园地	林地	牧草地	居民点及 工矿用地	交通用地	水域	未利用 土地
1990 年	面积/ hm^2	434743.21	10456.8	24026.25		83750.85	17822.05	46964.21	10487.9
	比例/%	69.19893	1.664	3.8243		13.3308	2.8368	7.4754	1.66938
1996 年	面积/ hm^2	430843.45	11775	23481.14		85815.35	18312.65	45505.75	10361.19
	比例/%	68.81444	1.881	3.7504		13.7065	2.9249	7.2682	1.65489
2000 年	面积/ hm^2	431251.54	11416.5	23068.75	266.67	86122.98	18675.09	45496.46	10063.23
	比例/%	68.8503	1.823	3.683		13.7497	2.9815	7.2636	1.60662
2010 年	面积/ hm^2	392939	54668.4	16582.2	2400	90603.4	24945.1	38958.4	7151.1
	比例/%	62.54524	8.702	2.6394		14.4216	3.9706	6.2011	1.13826
1990—1996 年	面积变化/ hm^2	-3899.76	1318.13	-545.11		2064.5	490.6	-1458.46	-126.71
	年变化率/%	-0.15	2.1	-0.38		0.41	0.46	-0.52	-0.2
1996—2000 年	面积变化/ hm^2	408.09	-358.51	-412.39	266.7	307.63	362.44	-9.29	-297.96
	年变化率/%	0.02	-0.76	-0.43		0.09	0.49	-0.005	-0.72
2000—2010 年	面积变化/ hm^2	-38312.54	43251.9	-6486.55	2133.33	4480.42	6270.01	-6538.06	-2912.13
	年变化率/%	-0.89	37.9	-2.8		0.52	3.35	-1.44	-2.89
1990—2010 年	面积变化/ hm^2	-41804.21	44211.6	-7444.05	2400	6852.55	7123.05	-8005.81	-3336.8
	年变化率/%	-0.48	21.14	-1.55		0.41	2	-0.87	-1.59

积是 1990 年的 1.08 倍和 1.40 倍。③牧草地所占的比例相对较小,但是出现逐年增加的趋势。总的看来,开封市的土地利用类型变化集中体现在耕地、林地、水域和未利用地向园地、牧草地和建筑用地转化。

1990– 2010 年研究区的各类型土地利用 8 种类型的年变化率(见表 1)。结果表明:耕地、林地、水域和未利用地的年递减率分别为 0.48%、1.55%、0.87% 和 1.59%,减幅最大的是耕地;园地、居民点、工矿用地及交通过地均增加,年增长率分别为 21.14%、0.41% 和 2%,牧草地也呈现出逐年增加的趋势。其中园地的年递增率最快,其次为牧草地,这

主要是当地在城市化快速发展过程中,为城市服务的园艺业和花卉业也迅速发展所造成的。耕地减少最多,但是由于其总量较大,再加上其它用地的转换,其年变化率相对较小为 0.48%。而林地水域和未利用地的减少是由于在耕地减少的同时为了弥补其不足进行开垦所造成的。

2.2 开封市土地利用类型生态系统服务价值的计算

根据开封市 1990– 2010 年各土地类型面积及其变化并结合公式(2),对开封市历年 *ESV* 进行测算。其中单位 *ESV* 表采用谢高地等人制定的,便于区域间的横向对比^[17],园地 *ESV* 取森林和草地的平均值^[15],计算结果见表 2。

表 2 开封市生态服务总价值及其价值构成变化								
10 ⁶ 元/(hm ² ·a)								
年 份	生态价值及其变化	耕地	园地	林地	牧草地	水域	未利用土地	总价值
1990	生态价值	2658.15	134.5821	464.5235	0	1910.335	3.8952	5171.486
1996	生态价值	2634.306	151.5468	453.9844	0	1851.01	3.8481	5094.696
2000	生态价值	2636.801	146.9327	446.0112	1.7084	1850.632	3.7375	5085.823
2010	生态价值	2402.547	703.596	320.6003	15.3756	1584.688	2.6559	5029.462
1990– 1996	价值变化	– 23.8443	16.9647	– 10.5392	0	– 59.3249	– 0.0471	– 76.7907
	年变化率/%	– 0.1495	2.1009	– 0.3781	0	– 0.5176	– 0.2015	– 0.247
1996– 2000	价值变化	2.4952	– 4.6141	– 7.9731	1.7086	– 0.3779	– 0.1107	– 8.8722
	年变化率/%	0.0237	– 0.7612	– 0.4391		– 0.0051	– 0.7192	0.044
2000– 2010	价值变化	– 234.254	556.6628	– 125.411	13.6672	– 265.945	– 1.0816	– 56.3611
	年变化率/%	– 0.8884	37.8856	– 2.8118	80	– 1.4370	– 2.8939	– 0.111
1990– 2010	价值变化	– 255.604	569.0143	– 143.923	15.3756	– 325.648	– 1.2393	– 142.024
	年变化率/%	– 0.4808	21.14	– 1.5491		– 0.8523	– 1.5908	– 0.137

2.3 开封市土地生态系统服务价值的时空分布演变

2.3.1 开封市生态系统服务价值(*ESV*)的时间变化

研究区总 *ESV* 由 1990 年的 51.714 86 亿元,到 2010 年的 50.294 62 亿元,20 年减少了 1.420 24 亿元,变化率为 0.137%,年均减少 7.101 2 万元,土地利用总 *ESV* 变化不是很大,但呈下降趋势(表 3),年均减少率为 0.137%。其中耕地、林地、水域和未利用地的 *ESV* 平均减少率分别为 0.48%、1.55%、0.85% 和 1.59%,而园地的增长率则为 21.14%。但是从各种土地利用类型在三个时期对总 *ESV*

的贡献来看,土地利用变化的影响是比较大的。其中耕地面积减少最多,占变化面积总绝对值 34.50%,但其损失的 *ESV* 为 2.555 035 亿元,只占 *ESV* 变化总绝对值的 19.5%,而只占变化面积总绝对值 6.61% 的水域,其损失的 *ESV* 为 3.256 48 亿元;而面积增加只占变化面积总绝对值 36.48% 的园地,其增加的 *ESV* 达 5.690 143 亿元,占价值变化绝对值的 43.41%,在抵消了耕地减少导致的 2.556 035 亿元 *ESV* 丧失的基础上,还几乎抵消掉了水域面积减少导致的 3.256 48 亿元 *ESV* 丧失。

表 3 开封市各种土地利用类型面积及其生态系统服务价值的比例												%
年 份	耕地		园地		林地		牧草地		水域		未利用地	
	面积	价值	面积	价值	面积	价值	面积	价值	面积	价值	面积	价值
1990 年	69.199	51.400	1.664	2.602	3.824	8.982			7.475	36.940	1.669	0.075
1996 年	68.814	51.707	1.881	2.975	3.750	8.911			7.268	36.332	1.655	0.076
2000 年	68.850	51.846	1.823	2.889	3.683	8.770	0.043	0.034	7.264	36.388	1.607	0.074
2010 年	62.545	47.770	8.702	13.990	2.639	6.374	0.382	0.306	6.201	31.508	1.138	0.053

从表 3 中可知,耕地的 *ESV* 贡献率最大,占总 *ESV* 的 47% 以上,其次为水域、林地和园地,水域面积只占总面积的 7% 左右,却承担了 30% 以上的 *ESV*。在这 20 a 土地利用规划中,园林、牧草地的 *ESV* 随着面积的增大而增加,耕地、林地、水域和未利用地的 *ESV* 随着其面积的减少而降低,由生态价值系数低的未利用地向生态价值系数高的其它地类转化是合理的,而耕地、林地、水域的生态价值系数是较高的,其面积的减少,必然会引起总 *ESV* 的较大变动,最终导致总 *ESV* 的持续下降。

2.3.2 开封市生态系统服务价值(*ESV*)的空间变化

除了土地利用结构对 *ESV* 影响外,土地利用布局也对其有较大的影响,因此对 2000 年开封市各县(郊)土地利用

的 *ESV* 空间分布情况进行了分析(见表 4)。

根据土地利用类型单位面积 *ESV* 的计算方法,并结合开封市 6 个县(郊)2000 年的土地利用变更调查资料,计算出了 2000 年开封市各县(郊)的 *ESV* 和开封市人均土地利用 *ESV*(见表 4)。研究表明:开封市的人均土地 *ESV* 具有“西北低东南高”的特点,即在西部城区及郊区为最低,并向外逐渐增加;在中部地区为最高,其次为南部和东北部沿河地区。主要表现在:从总的 *ESV* 来看,开封县最高为 1 194.294 万元,其次为兰考县和尉氏县,分别为 1 018.646 万元和 1 014.491 万元,而原郊区最低为 426.663 7 万元。从人均 *ESV* 来看,开封县的人均最多为 1 692 元,其次为原郊区和兰考县,分别为 1 593 元和 1 419 元,而杞县最低为

888 元。总的来看, 开封市土地利用 *ESV* 各县(郊)之间差距较大, 但是有明显城区向外扩展态势。这主要是因为开封市城区建设用地的扩张及东部地区、南部地区和中西部地区经济发展程度相距较大。

表 4 开封市 2000 年各县(郊)各类土地利用生态服务价值、总价值和人均价值 10⁶ 元

地 区	耕 地	园 地	林 地	牧草地	水 域	未利用地	总价值	人均价值/ 元
原郊区	104. 2396	22. 1471	4. 0079	0. 2135	295. 868	0. 188	426. 6637	1593
杞县	557. 7727	69. 1261	75. 8571	—	181. 474	0. 644	884. 8739	888
通许县	319. 8953	76. 7736	28. 2528	—	131. 12	0. 411	556. 4531	1008
尉氏县	501. 6514	168. 2013	157. 8679	—	186. 139	0. 631	1014. 491	1248
开封县	568. 5168	25. 5964	56. 2465	0. 6407	542. 778	0. 516	1194. 294	1692
兰考县	421. 6635	180. 576	35. 6345	0. 8542	379. 466	0. 452	1018. 646	1419

3 结论与建议

(1) 依据开封市 1990 年、1996 年、2000 年和 2010 年的 4 期土地利用规划数据, 分析了该市的土地利用变化情况, 应用中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值系数, 估算了土地利用变化所引起的开封市及其 6 个县(郊)的 *ESV*。研究表明在 1990— 2010 年耕地减少最多, 建设用地增加最多, 这是快速工业化、城市化过程中大量土地被建设用地占用的必然结果。

(2) 开封市 1990— 2010 年间 *ESV* 总体呈下降趋势, 表明土地利用结构不是很合理, 导致生态效应持续下降, *ESV* 年均减少率为 0. 137%; 各县郊土地利用的生态价值数量表现出较大的空间差异, 表现出“西北低东南高”的特点。LUCC 使研究区 *ESV* 20 年中减少了 1. 42 024 亿元, 变化率为 0. 137%, 总体变化不是很大。这主要是于园地生态价值系数比耕地高出 2 倍, 而水域面积虽然减少的面积较多, *ESV* 最多, 但园地面积增加 44 211. 6 hm², 其增加的 *ESV* 在抵消了面积减少 41 804. 21 hm² 的耕地减少的 *ESV* 基础上, 又几乎抵消了水域面积减少所减少的 *ESV*。同时, 土地利用结构还存在其它不太合理的地方, 如林地、水域面积下降等。

(3) 根据以上的初步分析研究, 针对开封市土地利用现状及存在的问题, 就如何实现该市土地可持续利用提出如下建议: ①要合理调整土地利用结构。保护耕地面积, 增加城镇、交通用地面积和压缩农村居民点面积并重, 并在土地利用结构上应该在保证现有林地的基础上加大林地、园地、草地比重; 严格限制现有水体减少的同时增加水域面积; 逐步开发和改造利用未利用土地。②要加大土地投入力度, 提高土地的集约化程度和综合利用程度。对区域内的沙地、滩地、盐碱地、田坎等荒地和中低产田进行改造和开发, 对土地开发复垦、土地污染治理等加强开发和投资力度。③要加强环境治理, 促进土地生态系统的良性循环。加大工矿区环境的治理力度, 加快未利用地生态环境恢复及建设步伐; 同时, 通过加强农田水利基本建设、城镇绿化、控制河湖的富营养化等措施, 进一步提高各地类自身的 *ESV*, 促进该区自然生态系统和社会经济系统的可持续发展。

(4) 土地利用是人们改造自然的主要方式, 土地利用给人类带来巨大经济效益的同时也改变地表原有的生态系统, 进而影响到生态系统为人类提供的服务。将 *ESV* 的变化量化地反映出来, 实质上就是土地利用的生态结果⁹⁾。因此, 通过 *ESV* 的变化来评价土地利用规划的合理性, 综合把握土地

利用变化引起的经济效益和生态效益的变化, 对正确制定土地利用规划与决策以及合理编制土地利用规划具有重要意义, 同时也为土地利用规划的生态定量研究提供一种方法。

参考文献:

[1] Costanza R D, Arge R, de Groot R, et al. The value of the worlds ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 386: 253 259.

[2] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报, 2000, 45(1): 17- 22.

[3] Turner B L II, Skole D, Sanderson S, et al. Land use and Land cover Change: Science/ Research Plan [R]. IGBP Report No. 35/ HDP Report No. 7 Stockholm: IGBP, 1995.

[4] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land use and Land cover Change, Implementation Strategy [R]. IGBP Report No. 48/I— HDP Report No. 10. Stockholm: IGBP, 1999.

[5] Per Bolund, Sven Hunhammar. Ecosystem services in urban areas[J]. Ecological Economics, 1999, 29: 293- 301.

[6] 杨枫, 郑伟元, 贾克敬, 等. 德国规划的环境影响评价方法和步骤评介[J]. 中国土地科学, 2003, 17(4): 59 64.

[7] 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.

[8] 王娟, 崔保山, 卢远, 等. 生态系统服务价值在土地利用规划中的应用[J]. 水土保持学报, 2006, 20(1): 160- 180.

[9] 曹顺爱, 吴次芳, 余万军. 土地生态服务价值评价及其在土地利用布局中的应用: 以杭州市萧山区为例[J]. 水土保持学报, 2006, 20(2): 197- 200.

[10] 沈叶琴, 李凤全, 叶玮, 等. 土地利用变化对浙江生态系统服务价值的影响[J]. 资源开发与市场, 2005(5): 412 415.

[11] 朱会义, 李秀彬, 何书金, 等. 环渤海地区土地利用的时空分析[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 253 260.

[12] Daily G. Nature services: social dependence on natural ecosystem[M]. Washington D C: Island Press, 1997.

水的需求。同时对肥料的要求也比 T_1 , T_2 , T_4 模式高, 是一种集约程度较高的经营模式。

应该指出的是, T_3 模式虽然在 4 个模式中具有最高的综合经济效益, 但是它的发展规模受地类限制, 在半干旱黄土丘陵区严重缺水的山地, 只能在家庭院落和庄前屋后的空隙地开展这种模式的经营, 要想扩大到阶地、梁峁坡地等场所, 因水肥条件限制经营要求反而会影响其效益的发挥, 经济效益可能要比相同条件下 T_1 , T_2 甚至 T_4 模式还低。因此, 要发展庭院经济模式, 必须因地制宜的利用土地资源, 在有条件的地方开展经营活动, 以取得最优效益。

通过对以上几种农林复合模式的评价分析可以看出, 所筛选的 3 种模式各有优势, 适合流域内不同的立地类型条件。在土地利用优化设计时应根据具体情况, 充分利用当地的自然资源和劳动力资源, 在保持生态效益稳定的前提下, 因地制宜, 在不同立地类型配置适宜的农林复合经营模式, 以期获得最佳的经济收益。

3 讨 论

(1) 从对各模式经济效益计算值可以看出, 与坡地农田系统相比, 3 种典型的农林复合模式均具有较高的经济效益。其中庭院经济复合经营模式效益最大, 林-草-畜复合经营模式效益次之, 林-粮复合经营模式效益最低, 但均高于对照模式, 在实际生产中, 应结合具体情况, 营建相应的模式, 以追求最大的经济效益。

(2) 本项目研究的 3 种模式属于该类型区主要的农林复合模式, 但不能代表全部, 可能在生产中还会总结和创造出结构更合理、功能更完善、效益更显著的其它模式。

(3) 各种模式的结构、功能及效益随着时间和空间的变化而发生变化, 在一定的程度上需要人工调控及能量的注入, 这方面的工作有待更进一步地研究。

(4) 每一种模式是一个开放的生态系统, 它与外界环境不断地发生着物质和能量的交换, 其效益随时间、市场、经营技术、经营强度等因素的变化而变化。

(5) 各种模式要在科学经营下才能取得最大的经济效益。科学、高效地使用相应的栽培、经营、管理及利用技术。以每个模式为单位, 从模式的设计、配置、经营、管理等过程, 将各项技术进行组装集成, 达到模式效益的最大化及系统的可持续性发展。调整粮食作物、林草、饲料作物的种植比例, 确定适宜的种植和养殖规模。通过改良农畜品种, 优化生产

环节, 应用农林牧各项生产技术, 集成农林复合模式经营技术, 整合农产品资源, 实现农林牧产业结构的合理配置和种养加产业链的循环。达到经济效益最大化。

参考文献:

[1] 孟平. 农林复合生态系统研究[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 5-20.

[2] 冯宗炜, 王效科, 吴刚, 等. 农林业系统结构和功能[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 6-15.

[3] 傅伯杰, 陈利顶, 邱扬, 等. 黄土丘陵沟壑区土地利用结构与生态过程[M]. 北京: 商务印书馆, 2002: 5-16.

[4] 李文华, 赖世登. 中国农林复合经营[M], 北京: 科学出版社, 1994: 78-85.

[5] 卢琦, 赵顺体, 师永全, 等. 农用林业系统仿真的理论与方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999: 117-125.

[6] 张喜民, 侯志研, 陈奇, 等. 我国农林复合经营研究概况[J]. 粮食作物, 2006(2): 156-157.

[7] 卢双珍. 论退耕还林与农林复合经营[J]. 林业调查规划, 2005(2): 69-72.

[8] 刘俊杰, 陈瑶. 农林复合经营的研究进展[J]. 内蒙古林业调查设计, 2005(2): 30-35.

[9] 莫保儒, 彭鸿嘉, 蔡国军, 等. 定西地区黄土丘陵沟壑区农林复合生态系统分类研究[J]. 甘肃林业科技, 2004, 29(2): 7-10.

[10] 莫保儒, 蔡国军, 于洪波, 等. 定西地区黄土丘陵沟壑区农林复合生态系统主要类型及其模式设计[J]. 甘肃农业科技, 2006(3): 5-11.

[11] 宋西德, 罗伟祥, 侯琳, 等. 黄土丘陵沟壑区复合农林业经营类型模式研究[J]. 防护林科技, 1999(1): 23-27.

[12] 吴发启, 刘秉正. 黄土高原流域农林复合配置[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003: 32-36.

[13] 闫德仁, 冯立岭, 吴艳辉, 等. 农林复合经营土壤养分变异的研究[J]. 内蒙古林业科技, 2000(3): 15-18.

[14] 徐国祯, 邓华锋. 农林复合经营系统的一种重要形式: 庭院经济[J]. 世界林业研究, 1989(4): 45-48.

[15] 彭鸿嘉, 莫保儒, 蔡国军, 等. 甘肃中部黄土丘陵沟壑区农林复合生态系统综合效益评价[J]. 干旱区地理, 2004, 27(3): 367-372.

(上接第 119 页)

[13] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值测评[J]. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635-640.

[14] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.

[15] 闵捷, 高魏, 李晓云, 等. 武汉市土地利用与生态系统

服务价值的时空变化分析[J]. 水土保持学报, 2006(4): 170-174.

[16] 喻建华, 高中贵, 张露, 等. 昆山市生态系统服务价值变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2005(2): 213-217.

[17] 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.