

坝上沽源县土地利用变化对生态系统服务价值的影响

苏海霞, 马礼, 郭万翠

(首都师范大学资源环境与旅游学院, 北京 100037)

摘要: 分析土地利用变化数据, 采用中国陆地生态系统的服务价值测算方法, 评估了沽源县土地利用变化引起的生态系统服务价值的变化。结果表明: 1990~2006 年沽源县耕地面积大幅度减少, 牧草地面积稍有减少, 林地面积大幅度增加, 园地面积没有变化, 其余类型面积稍有增加; 其中耕地面积减少了 73 508.2 hm², 林地面积增加了 73 975.5 hm², 这主要是退耕还林草的结果; 1990~2006 年生态系统服务价值增加了 30 550.9 万元, 其中林地和牧草地对生态系统服务价值的贡献最大。

关键词: 生态系统; 服务价值; 土地利用; 沽源县

中图分类号: X171.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)04-0196-05

生态系统服务(Ecosystem services)是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用, 它不仅给人类提供生存必需的食物、医药及工农业生产的原料, 而且维持了人类赖以生存和发展的生命支持系统^[1]。土地利用是人与自然交叉最为密切的环节, 土地利用以及由此导致的土地覆盖的变化必然影响生态系统的结构和功能, 对区域气候、水文生物地球化学循环及生物多样性等产生重大影响^[2]。因此, 土地利用/覆盖变化过程对维持生态系统服务功能起着决定性的作用, 土地利用/覆盖变化将是影响区域生态系统功能以及生态环境质量的重要因素。

随着生态经济学、环境和自然资源经济学的发展, 生态学家和经济学家在评价生态系统服务的变动方面做了大量研究工作, 生态环境评价已经成为今天的生态经济学和环境经济学教科书中的一个主要组成部分。1997 年 Costanza^[1]等在《自然》杂志上发表的《全球生态系统服务价值和自然资本》一文, 使生态系统服务价值评估的原理与方法从科学意义上得以明确。中国学者应用 Costanza 的估算方法, 对全国、海河上游地区以及黑河流域生态系统的服务价值进行了评估^[3~5]。

坝上地区作为我国北方典型的生态脆弱带和重要的生态屏障。近百年来, 由于人口过快增长, 大规模大面积滥垦、滥伐、滥樵采草原, 自然生态环境严重破坏, 人民生活贫困, 出现了土地退化、资源紧缺、

环境污染等一系列生态环境问题。这些问题无不与土地利用/覆盖以及生态环境质量的变化有关。本文以坝上沽源县作为研究区, 以生态系统服务价值作为评价其生态系统服务功能的量化指标, 采用中国陆地生态系统服务价值的测算方法, 评估土地利用变化引起的研究区域生态价值的变化, 从而为分析和控制其生态安全, 保护我国关键地区的生态环境提供重要的背景资料和科学依据。

1 研究区概况

沽源县地处冀北坝上高原中部, 东与承德市丰宁县相邻, 南与赤城、崇礼、张北三县交接, 西与康保毗邻, 北与内蒙古自治区太仆寺旗、正蓝旗、多伦县接壤, 地理位置处在东经 114°50'19"~116°04'34", 北纬 41°13'55"~41°56'54", 总面积 3 654 km²。阴山余脉横贯全县东西, 地势东南高西北低, 呈“山无头, 水倒流”特征。最高海拔 2 211 m, 最低海拔 1 356 m, 平均海拔 1 536 m。根据自然地形特征, 全县可划分为三大类型区: 一是南部坝缘中低山区, 山高坡陡, 属中低山地地形, 为坝缘山地; 二是东部低山丘陵区, 山低坡缓, 山顶较圆滑, 属低山丘陵特征; 三是中北部波状高原区, 地势低缓平坦, 为典型的波状高平原特征。沽源县属冷温带半干旱大陆性季风气候区, 地处季风尾间, 气候特征表现为气候高寒干旱, 年平均气温仅 1.4℃, 年平均日照 2 937.7 h, 年降水量 400 mm 左右, 多集中在 6~9 月份, 大风日

收稿日期: 2007-08-29
基金项目: 国家自然科学基金项目(40671006, 40471123)
作者简介: 苏海霞(1982—), 女, 内蒙古鄂尔多斯市人, 硕士生, 研究方向: 区域发展的机理与调控。E-mail: haixiazi0923@126.com.

数 50~70 d,干旱、冰雹、霜冻等自然灾害频发,生态退化严重,为农牧交错带典型脆弱生态区。土壤以栗钙土为主,其次是草甸土,还有沼泽土、盐土。全县有大小河流 15 条,大部分河流由南向北流,河流短小、径流量小,流域面积不大。

2 研究方法

2.1 土地利用数据的来源

土地利用基础数据来源于土地利用详查资料。参照国家通用的土地分类系统及实际情况,将沽源县的土地分为 8 种类型:(1) 耕地;(2) 林地;(3) 牧草地;(4) 园地;(5) 居民地点及工矿用地;(6) 交通用地;(7) 水域;(8) 未利用地。

2.2 土地利用变化动态指标

单一土地利用动态度(K)指的是某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况。表达式为:

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

式中, U_a , U_b 分别为研究初期及研究末期某一种土地利用类型的数量; T 为研究时段长,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。

2.3 生态系统服务价值评价方法

人类从 20 世纪 70 年代就开始了

对生态系统服务及其价值的研究,由于地球生态系统提供的服务绝大部分价值难以准确计量,以及缺乏相应的价值评估理论与方法体系而进展缓慢。1997 年 Costanza 等^[1]的研究成果使生态系统服务价值评估的原理与方法从科学意义上得以明确,将生态系统服务研究推向生态经济学研究的前沿。

Costanza 等将全球生态系统划分为 16 大类 26 小类,将生态系统服务功能划分为 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。由于缺乏对沙漠、冻原、冰雪、岩石等生态系统的价值以及城市生态系统的休闲和文化价值的研究信息, Costanza 方法没有对这几类生态系统的服务价值进行估价。另外,在 Costanza 的研究中对耕地的估计过低,对湿地的估算偏高等。由于以上原因,谢高地等^[8]根据中国的实际情况,参考 Costanza 的研究成果,在概括综合的基础上,制定了中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表(表 1)。考虑到沽源县的实情,本文采用谢高地等生态服务价值表。生态系统服务价值的计算公式为:

$$V = \sum_{i=1}^n P_i \times A_i$$

式中, V 为研究区生态系统服务总价值(元); P_i 为单位面积上土地利用类型 i 的生态系统服务价值(元/hm²); A_i 为研究区内土地利用类型 i 的分布面积(hm²)。

表 1 中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值〔元/(hm²·a)〕

Table 1 China's ecosystem services value per unit area of different ecosystem types〔Yuan/(hm²·a)〕

服务类型 Service type	森林 Forest	草地 Grassland	农田 Cropland	湿地 Wetland	水体 Water	荒漠 Desert
气体调节 Gas regulation	3097.0	707.9	442.4	1592.7	0	0
气候调节 Climate regulation	2389.1	796.4	787.5	15131	407	0
水源涵养 Water conservation	2831.5	707.9	530.9	13715	18033	26.5
土壤形成与营养循环 Soil formation and nutrient cycling	3450.9	1725.5	1291.9	1513.1	8.8	17.7
废物处理 Waste disposal	1159.2	1159.2	1451.2	16087	16087	8.8
生物多样性保护 Biodiversity conservation	2884.6	964.5	628.2	2212.2	2203.3	300.8
食物生产 Food production	88.5	265.5	884.9	265.5	88.5	8.8
原材料 Raw material	2300.6	44.2	88.5	61.9	8.8	0
娱乐文化 Entertainment culture	1132.6	35.4	8.8	4910.9	3840.2	8.8

3 结果与分析

3.1 研究区土地利用变化

根据 1990~2006 年的土地利用详查数据,分三个时段计算了沽源县土地利用面积变化(见表 2)。从表 2 中总结了沽源县土地利用变化的特征。1990

~2006 年,沽源县土地利用变化的总体趋势是:耕地面积大幅度减少,牧草地面积稍有减少;园地的面积近二十年都没有变化;林地、居民点及工矿用地、交通用地、水域、未利用地的面积在增加,其中林地面积大幅度增加。

表 2 1990~2006 沽源县土地利用类型面积变化和动态度
Table 2 Change of land-use types and their dynamic degrees of Guyuan County from 1996~2006

		土地利用类型 Land use types							
项 目 Items		耕地 Cultivated land	林地 Forest	牧草地 Grass land	园地 Garden	居民点及 工矿用地 Residential land	交通 用地 Traffic land	水域 Water	未利 用地 Unused land
面积 Area (hm ²)	1990	165849.8	23870.3	145608.4	89.9	6755.7	3863.9	4978.1	8983.6
	2000	121192.7	57098.0	149557.7	89.9	7208.5	4028.3	7014.6	13655.1
	2006	92341.6	97845.9	138640.8	89.9	7236.1	4054.3	7021.7	12614.3
1990~2000	面积变化 Change in area	-44657.1	33227.6	3949.2	0.0	452.8	164.4	2036.5	4671.5
	动态度(%) Dynamic degree	-2.69	13.92	0.27	0.00	0.67	0.43	4.09	5.20
2000~2006	面积变化 Change in area	-28851.1	40747.9	-10916.9	0.0	27.7	26.1	7.2	-1040.8
	动态度(%) Dynamic degree	-3.97	11.89	-1.22	0.00	0.06	0.11	0.02	-1.27
1990~2006	面积变化 Change in area	-73508.2	73975.5	-6967.6	0.0	480.4	190.4	2043.7	3630.7
	动态度(%) Dynamic degree	-2.77	19.37	-0.30	0.00	0.44	0.31	2.57	2.53

资料来源:沽源县国土资源局土地详查资料
Date recouse: The research of land date by The Territorial Resources Bureau of Guyuan County

1990 年沽源县共有耕地 165 849.8 hm²,截至 2006 年耕地为 92 341.6 hm²,16 年减少了 73 508.2 hm²,减少幅度为 44.32%,几乎减少了一半,1990~2000 年动态度为-2.69%,2000~2006 年的动态度为-3.97%,后 6 年的减少速度比前 10 年的要快,主要是因为退耕还林还草的结果。牧草地面积 1990 年为 145 608.4 hm²,2006 年为 138 640.8 hm²,面积减少了 6 967.6 hm²,减少幅度为 4.79%,动态度为-0.30%,但 1990~2000 年牧草地面积是增加的,仅 2000~2006 年 6 年间牧草地就减少了 10 916.9 hm²,动态度为-1.22。比较特殊的是近 20 年园地的面积没有变化,且仅为 89.9 hm²。

与耕地和牧草地减少相对应的是,林地的面积 1990 为 23 870.3 hm²,到 2006 年增加为 97 845.9 hm²,增加幅度为 309.91%,面积增加了 3 倍多,动态度为 19.37%,是绝对值变化最大的土地利用类型。未利用地的面积从 1990 年的 8 983.6 hm²,增加到 2006 年的 12 614.3 hm²,增加幅度为40.42%,接近于耕地的变化率,动态度为 2.53%,主要是在前 10 年有所增加,后 6 年未利用地面积还是减少的,动态度为-1.27%。水域的面积也在增加,增加了 2 043.7 hm²,增加幅度为 41.05%,动态度为2.57%。

沽源县从 2000 年开始退耕,所以作为农业主要用地的耕地、林地、牧草地的面积发生了较大的变

化,2000 年至 2006 年耕地的动态度为-3.97%,林地的动态度为 11.89%,牧草地的动态度为-1.22%,林地、耕地面积变化大的主要原因在于同期退耕还林力度加大,部分不宜耕种的耕地转变成林地。而牧草地先增后减的主要原因是部分地方为追求短期经济利益毁草种树(还林补贴较还草高),致使部分草地转变成林地。

3.2 生态系统服务价值变化

运用中国不同陆地生态系统单位生态服务价值表(表 1)和沽源县土地详查数据,计算了沽源县生态系统服务价值变化情况。在估算过程中,考虑到该县林地质量普遍不高,且灌木林地和未成林造林地所占面积比例较大,故林地生态系统服务价值取森林的一半,园地在生物量方面等同于人工林地,因此园地的生态系统服务价值同林地一样;未利用地的生态系统服务价值按荒漠的生态系统服务价值计算;居民点工矿用地及交通用地生态价值目前还无法进行估价。

1990 年沽源县生态系统服务总价值为 238 434.6 万元,2006 年为 268 985.6 万元,16 年间增加了 30 550.9 万元,年变化率为 0.80%。1990~2000 和 2000~2006 年总的生态系统服务价值均在增加(见表 3)。但因 16 年间耕地面积一直处于下降趋势,其服务价值也一直在减少,共减少了

44 945.1万元,是生态系统服务价值绝对值降低最快的土地利用类型;牧草地的生态系统服务价值略有降低,主要是从 2000 年开始下降的,只减少了 4 463.8万元;在林地面积增加的同时,由于林地的生态价值系数也较大,约为12 870.25万元/hm²,因

此生态系统服务价值增长也较快,增加了71 512.1万元,年变化率为 19.37%,是生态系统服务价值绝对值增加最快的土地利用类型;水域生态价值系数大,约为40 676.4万元/hm²,但因水域面积增加少,因此生态系统服务价值也只增加了8 312.9万元。

表 3 沽源县土地利用类型生态系统服务价值变化
Table 3 Change in value of ecosystem services of Guyuan County

项目 Items		土地利用类型 Land use types						总和 Total
		耕地 Cultivated land	园地 Garden	林地 Forest	牧草地 Grass land	水域 Water	未利用地 Unused land	
单位面积生态价值(元/hm ²) Value of ecosystem per (Yuan/hm ²)		6114.3	9667	9667	6406.5	40676.4	371.4	
生态价值(万元/a) Value of ecosystem (10 ⁴ Yuan/a)	1990	101405.6	86.9	23075.5	93284.0	20249.0	333.7	238434.6
	2000	74100.9	86.9	55196.6	95814.1	28532.8	507.2	254238.4
	2006	56460.4	86.9	94587.6	88820.2	28561.9	468.5	268985.6
1990~2000	价值变化 Change in value	-27304.7	0.0	32121.1	2530.1	8283.8	173.5	15803.8
	年变化率(%) Change rate	-2.69	0.00	13.92	0.27	4.09	5.20	0.66
2000~2006	价值变化 Change in value	-17640.4	0.0	39391.0	-6993.9	29.15	-38.66	14747.1
	年变化率(%) Change rate	-3.97	0.00	11.89	-1.22	0.02	-1.27	0.97
1990~2006	价值变化 Change in value	-44945.1	0.0	71512.1	-4463.8	8312.9	134.8	30550.9
	年变化率(%) Change rate	-2.77	0.00	19.37	-0.30	2.57	2.53	0.80

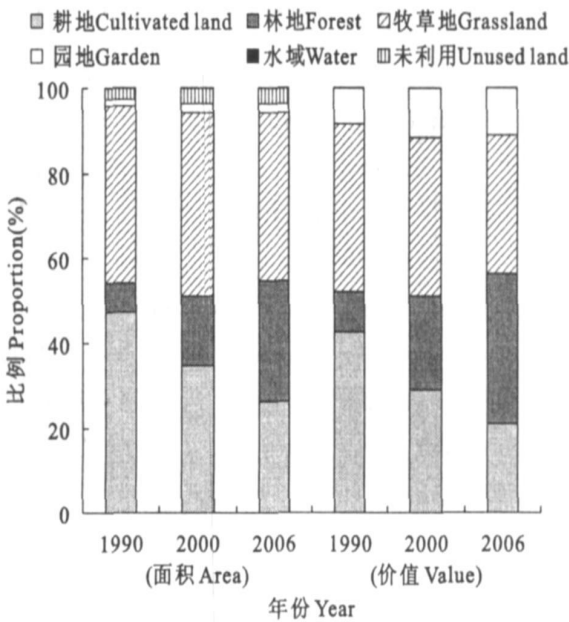


图 1 土地利用类型与生态系统服务价值结构对比
Fig. 1 The comparison of land-use type and value of ecosystem services

3.3 生态系统服务价值与土地利用变化的关系

16 年间,沽源县耕地、林地和牧草地面积之和占土地总面积近 95%,其生态系统服务价值贡献率也近 90%。其中耕地以 25.66%~46.07%的面积提供着 42.53%~20.99%的生态服务价值;占总面积 40.45%~38.53%的牧草地贡献了 39.12%~33.02%的生态服务价值;林地贡献率较大,以 6.63%~27.19%的面积提供着 9.68%~35.16%的生态服务价值。水域的面积虽然仅占 1.38%~1.95%,但生态价值贡献率却接近 10%。未利用地所占面积为 2.50%~3.51%,价值贡献率为 0.15%左右。在所有的生态系统类型中,林地和水域对生态系统服务价值的提高具有显著的贡献。由此可见,土地利用结构影响着生态系统服务价值的结构。土地利用变化是生态系统服务价值变化的因,而生态系统服务价值的变化又可反过来影响地理环境,进而影响土地利用,造成土地利用新结构的形成。

4 结论与讨论

在 1990~2006 年的 16 年间,沽源县土地利用

结构的变化较大。主要体现在耕地、林地和牧草地之间,耕地减少了 44.32%,牧草地减少了 4.79%,变化不是很大,林地增加了 309.9%,耕地减少的面积几乎都转化为了林地,水域和未利用地的增加也达到了 40%。这反映了退耕还林还草后土地利用变化格局的总体趋势。在土地利用结构变化的过程中,沽源县总的生态系统服务价值是增加的,增加了 30 550.9 万元,年递增率为 0.8%。其中,林地的生态系统服务价值最大,其次是牧草地,因此该县的生态环境恢复与重建的主要措施以建设牧草地和灌木林地为主,因地制宜,草灌乔结合,增加林草覆盖率。

今后,沽源县在进行土地利用结构调整优化时,要以提高生态系统服务价值作为土地利用基本原则,贯彻退耕还林草政策,调整优化农业结构与布局,转变农业增长方式,因地制宜,合理、适度利用土地,提高土地利用率和产出率,实现土地利用生态、经济、社会效应的统一,以利于农牧业的可持续发展。

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] Turner B L II, D Skole, G. Fischer, et al. Land-use and land-cover change: science/research plan[R]. Stockholm and Geneva: IGBP Report No. 35 and HDO Report No. 7, 1995.
- [3] CHEN Zhong-xin, ZHANG Xin-shi. Value of ecosystem in China [J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 45(10): 870—875.
- [4] 高清竹,何立环,黄晓霞,等.海河上游农牧交错地区生态系统服务价值的变化[J].自然资源学报, 2002, 17(6): 706—711.
- [5] 王新华,张志强.黑河流域土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J].生态环境, 2004, 13(4): 608—611.
- [6] 白晓飞,陈焕伟.土地利用的生态服务价值—以北京市平谷区为例[J].北京农学院学报, 2003, 18(2): 109—111.
- [7] 董孝斌,刘平辉,高旺盛.从县域尺度的生态系统服务看农牧交错带的生态建设与调整[J].中国沙漠, 2005, 25(5): 780—784.
- [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] 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评估[J].应用生态学报, 1999, 10(5): 607—613.
- [10] 欧阳志云,王效科,苗 鸿.中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J].生态学报, 1999, 18(5): 607—613.
- [11] 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, 20(4): 170—173.
- [12] 谢高地,鲁春霞,成升魁.全球生态系统服务价值评估研究进展[J].资源科学, 2001, 23(6): 5—9.
- [13] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨[J].地理科学进展, 1999, 18(1): 1—87.

Effects of land use change on values of ecosystem services of Guyuan County

SU Hai-xia, MA Li, GUO Wan-cui

(College of Resources, Environment & Tourism, Capital Normal University, Beijing 100037, China)

Abstract: As a typical area of farming-pastoral, in recent years due to the implementation of returning cultivated land to forestland or grassland, there were severe variations in land use in Guyuan County. Studies on the variation state of its ecosystem service value could supply scientific basis for protection and restoration for regional eco-environment. With referring to the table of Chinese land ecosystem services value of unit area and analyzing the data of land use change in Guyuan County, changes of the values of ecosystem services caused by land use change were estimated. The results showed that, there was some decrease in the cultivated land and grassland, but no change in the garden area and increase in area of other categories in Guyuan County from 1990~2006, in which the area of cultivated land decreased by 73 508.2 hm² while the area of forest increased by 73 975.5 hm², mainly resulted from the implementation of returning cultivated land to forestland. Values of Guyuan County's ecosystem services increased by 305 509 million Yuan RMB, in which the ecosystem services of forestland and grassland have the greatest contribution.

Key words: ecosystem service; ecological value; land use; Guyuan County