

贵州省玉屏县土地利用格局时空变化对 生态服务价值的影响

王雅敬^{1,3}, 谢炳庚¹, 苏维词², 王金艳³

(1. 湖南师范大学 资源与环境学院, 长沙 410080;

2. 贵州省山地资源研究所, 贵阳 550001; 3. 铜仁市国土资源局, 贵州 铜仁 554300)

摘要:采用土地资源利用动态等相关模型对玉屏县土地利用数据进行分析处理, 引用中国陆地生态系统服务价值测算方法对玉屏县土地利用变化引起的生态系统服务价值变化进行测算。结果表明:1999—2013 年期间林地、城镇村及工矿用地总体上呈增加趋势, 园地、水域及水利设施用地有所减少, 土地利用类型主要由园地、草地、水域及水利设施用地向交通运输用地、城镇村及工矿用地发展;1999—2013 年间生态系统服务价值处于可持续发展状态, 土地利用变化的生态效益显著, 而生态系统服务价值主要是由耕地、林地、草地、水域及水利设施用地支撑。

关键词:土地利用格局; 生态服务价值; 玉屏县

中图分类号:F301.2; Q14

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2016)03-0180-05

Influence of Regional Pattern of Land Use Change on Ecosystem Service Value in East of Yuping County

WANG Yajing^{1,3}, XIE Binggeng¹, SU Weici², WANG Jinyan³

(1. College of Resources and Environment Science, Hu'nan Normal University,

Changsha 410080, China; 2. Institute of Mountain Resources of Guizhou Province, Guiyang

550001, China; 3. The Bureau of Land Management of Tongren City, Tongren, Guizhou 554300, China)

Abstract: The land use data of Yuping County were analyzed by using land resources dynamic model. The changes in ecosystem service value caused by land use changes of Yuping County were calculated based on Chinese land ecosystem service value measure to. The results show that the during the period from 1999 to 2013, forestland, village and town industrial and mining land use overall showed the increase trend, the garden land, water body and land for water facilities reduced, land use types changed from garden land, grassland, water area and land for water facilities to the transportation, urban village and industrial and mining land. During the period from 1999 to 2013, ecosystem service value presented the sustainable development state, the ecological benefit of land use changed significantly, the ecosystem service value mainly resulted from the cultivated land, forest land, grassland, water area and land for water facilities.

Keywords: land use pattern; ecological service value; Yuping County

生态系统服务是指生态系统形成和所维持的人类赖以生存和发展的环境条件与效用, 生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到生命活动所需的产品和服务^[1-4]。土地利用格局时空变化能够改变生态系统的结构和功能, 从而影响生态系统的服务能力。随着人们对生态系统服务价值重要性的理解逐渐加深, 众多研究者在生态系统服务的产生原因、影响因素、

管理措施等方面开展了大量的研究^[5-8], 但是这些研究的时间尺度不长, 尤其对县域尺度生态系统服务价值的研究相对薄弱^[9-12]。贵州石漠化面积比重处于全国各省区之首^[13], 喀斯特面积达到了 13 万 km², 占全省土地总面积的 73.8%^[14]。喀斯特生态系统由于其自然基底环境的脆弱性, 具有正向演替缓慢, 稳定性差、易受外界干扰而发生演替终止或逆转的特

收稿日期: 2015-05-04

修回日期: 2015-05-19

资助项目: 教育部人文社科重点研究基地重大项目(14JJD74006); 国家自然科学基金资助项目“喀斯特城市边缘带土地利用/覆盖变化及其环境效应”(41261038)

第一作者: 王雅敬(1984—), 男, 甘肃镇原县人, 博士研究生, 研究方向为生态景观与土地利用规划。E-mail: Hexiwangyajing@163.com

通信作者: 谢炳庚(1961—), 男, 湖南长沙人, 教授, 博士生导师, 主要从事土地资源评价与利用规划研究。E-mail: xbggyb@sina.com

点,一旦破坏极难恢复^[15]。此外,喀斯特区高温多雨,碳酸盐岩溶蚀性强,90%的溶蚀物随水流失,加之岩石中 Si, As, Fe 等成土元素含量较低,年平均成土模数仅为 50 t/km²,形成 1 cm 厚的土壤约需 2000~3000 a 以上^[16]。近年来随着贵州省经济不断发展,尤其是随着工业强省战略的实施,各区县土地利用结构显著变化,严重影响区域生态系统的服务方式及供给质量。本研究就贵州省玉屏县土地利用时空格局变化对生态服务价值的影响进行分析研究,为地方政府部门制定合理的土地利用规划提供科学依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

玉屏侗族自治县属贵州省铜仁市下辖县,位于贵州省东北部,铜仁市东南部。县域东南依湖南省新晃侗族自治县,西带旅游胜地镇远古镇。玉屏县人民政府驻地平溪镇,距铜仁市区 70 km。全县东西长 36 km,南北宽 42 km,地处东经 108°47′53″—109°09′54″,北纬 27°07′43″—27°31′41″,辖三镇两乡,人口 11.93 万人(2013 年),总面积 516.6 km²,素有“黔东门户”之称^[17]。玉屏县地处云贵高原向湘西丘陵倾斜的过渡地带,低山多丘陵间有平地,一般海拔为 400~600 m。全县位于北纬低纬度地带,属亚热带季风性湿润气候,冬无严寒,夏无酷暑,春秋多低温阴雨,夏季降雨集中,全年平均降雨量约 1 200 mm,无霜期较长,无霜期达 297 d。辖区内土地肥沃,有黄壤、红壤、石灰土、紫色土、潮土、水稻土 6 个土类,有机质含量高,土层深厚、疏松、质地良好,适宜多种植物的生长发育和繁衍。

1.2 资料来源

本研究使用的资料包括玉屏县 1999 年、2009 年、2013 年土地利用现状数据、土地利用详查资料及地籍调查资料,并搜集了玉屏县 1999—2013 年的粮食总产量、种植面积、价格等数据,各个年份的信息统一采用年末数据。文章中的相关数据均采用查阅文献、《贵州省统计年鉴(1999,2009,2013)》及实地调查的方法取得,资料整理主要运用 SPSS 等软件进行处理分析。

1.3 研究方法

1.3.1 土地资源利用动态度 受自然和人为因素影响,研究区内各种土地利用类型的数量在不同时段的变化情况是不一样的,同时存在空间上的差异。文章运用土地利用类型动态度对土地利用的变化情况进行度量,可定量描述区域土地利用变化的速度,它对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势具有积极的作用^[18]。本文运用如下模型进行分析^[19]:

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

式中:K——研究时段内某种土地利用类型的动态度;U_a,U_b——研究期初和期末某种土地利用类型的数量;T——研究时段长度,当 T 的时段为年时,则 K 表示该研究区内的某种土地利用类型的年变化率。

1.3.2 土地利用综合动态度模型

$$LC = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \cdot \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中:LC——研究时段内的综合土地利用类型的动态度;LU_i——测量开始时第 i 类土地利用类型的面积;LU_{i-j}——测量时段内第 i 类土地利用类型转为非 i 类土地利用类型面积的绝对值;T——测量时段长度。

1.3.2 生态系统服务价值的研究方法

(1) 生态系统服务价值的分配。近年来,国内外学者已重视并开展了对全球尺度、国家尺度、区域尺度,以及单个生态系统和生态系统单项服务的价值评估研究,这些研究为生态环境保护和可持续发展战略实施提供了重要决策依据^[20]。谢高地等^[21]根据中国民众和决策者对生态系统服务价值的理解状况,将生态系统服务价值划分为 9 项,得出了“中国生态系统服务价值当量因子表”,并确定 1 个生态系统服务价值当量因子的经济价值量等于当年全国平均粮食单产市场价值的 1/7。

(2) 生态系统服务价值的计算。本文在引用谢高地研究员的“中国生态系统服务价值当量因子表”“中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表”的同时,根据玉屏县的实际情况,在两表的评估因子类型中加入了园地,采用 Costanza^[1]的计算公式计算玉屏县各土地利用类型的生态系统服务价值,该公式如下:

$$ESV = \sum (A_k \cdot VC_k) \quad (3)$$

式中:ESV——研究区生态系统服务价值(元);A_k——研究区第 k 种土地利用类型的面积(hm²);VC_k——第 k 种土地利用类型的单位面积生态系统价值指数(元/hm²);k——研究区土地利用类型。

(3) 敏感性指数计算。为了确定生态系统服务价值随时间的变化对于生态服务功能价值指数的依赖程度,选取经济学中常用的弹性系数概念来计算价值指数的敏感性指数(coefficient of sensitive,CS)^[22],敏感性指数也称弹性指数,是指生态系统服务功能价值指数升高或降低 1% 所引起生态系统服务价值的变化情况,如果 CS>1,表明 ESV 相对于 VC 是富有弹性的;如果 CS<1,ESV 则被认为是缺乏弹性的,比值越

大,表明生态服务功能价值指数的准确性越关键^[23]。本文参考吴海珍等^[24]相关研究将各类土地利用类型的价值指数分别调整 50%,衡量总生态系统服务价值变化。敏感性指数计算公式如下:

$$CS=\frac{(ESV_j-ESV_i)/ESV_i}{(VC_{jk}-VC_{ik})/VC_{ik}}$$

(4)

式中: i,j ——初始的数值和调整后的数值。

表 1 1999—2013 年玉屏县不同地类面积变化情况

时间	统计类型	耕地	园地	林地	草地	城镇村及 工矿用地	交通运输 用地	水域及水利 设施用地	未利 用地
1999 年	面积/hm ²	14747.8	1941.65	18362.95	9759.27	2210.85	370.73	1435.63	2828.63
2009 年	面积/hm ²	13554.81	1823.07	21158.23	9019.80	2225.80	753.73	1196.89	2745.66
2013 年	面积/hm ²	14388.42	1743.32	19928.35	7995.75	3111.52	1221.35	1181.02	2808.26
1999—2009 年	变化总量/hm ²	1192.99	118.58	2795.28	739.47	14.95	383.00	238.74	82.97
	年变化量/hm ²	119.30	11.86	279.53	73.95	1.50	38.30	23.87	8.30
	动态度/%	-0.81	-0.61	1.52	-0.76	0.07	10.33	-1.66	-0.29
	变化总量/hm ²	833.61	79.75	1229.88	1024.05	985.72	467.62	15.87	62.60
2009—2013 年	年变化量/hm ²	166.72	15.95	245.98	204.81	197.14	93.52	3.17	12.52
	动态度/%	1.23	-0.87	-1.16	-2.27	9.27	12.41	-0.27	0.46

如表 1 所示,在 1999—2009 年 10 年间,玉屏县的土地利用变化非常显著,综合动态度为 1.02%。耕地减少 1 192.99 hm²,平均每年减少 119.30 hm²,其动态度为 0.81%,耕地面积的减少主要是由于 20 世纪 90 年代末国家实行“退耕还林”的政策,这项政策对山区土地利用的影响最为显著^[26]。1999 年共有林地 18 362.95 hm²,2009 年林地面积达到了 21 158.23 hm²,共计增加 2 795.28 hm²,平均每年增加 279.53 hm²,其动态度为 1.52%;草地共减少了 739.47 hm²,平均每年减少 73.95 hm²,其动态度为 0.76%;园地共减少了 118.58 hm²,平均每年减少 11.86 hm²,其动态度为 0.61%。1999 年共有交通运输用地 370.73 hm²,2009 年该类用地面积增加到 753.73 hm²,10 年间共计增加 383 hm²,平均每年增加 38.3 hm²,其动态度为 10.33%,是该县土地利用类型中动态变化最为显著的地类,进入 2000 年以后,随着经济的发展和国家“西部大开发”战略的实施,玉屏县交通道路等基层设施有了很大改善,使得交通运输用地面积增加显著。水域及水利设施用地减少了 238.74 hm²,平均每年减少 23.87 hm²,其动态度为 1.66%,水域及水利设施用地变化是该县土地利用类型中动态变化较为显著地类,该类用地面积的减少主要是由于建设占用,尤其是交通设施建设的占用。

2009—2013 年期间玉屏县土地面积变化综合动态度为 0.9%,交通运输用地、城镇村及工矿用地、耕地面积的增幅比较大,交通运输用地增加 467.62 hm²,平均每年增加 93.52 hm²,其动态度为 12.41%;城镇村

2 结果与分析

2.1 玉屏县 1999 年来的土地利用变化过程

土地利用类型的数量变化反映在不同类型面积总量的变化上^[25],本文通过对研究区两个时段土地利用数据进行统计(表 1)分析,可以在一定程度上掌握研究区的土地利用变化总趋势及其结构变化特征。

及工矿用地增加 985.72 hm²,平均每年增加 197.14 hm²,其动态度为 9.27%;耕地增加 833.61 hm²,平均每年增加 166.72 hm²,其动态度为 1.23%。园地、林地、草地面积减少,园地面积减少 79.75 hm²,平均每年减少 15.95 hm²,其动态度为 0.87%;林地面积减少了 1 229.88 hm²,平均每年减少 245.98 hm²,其动态度为 1.16%;草地面积减少 1 024.05 hm²,平均每年减少 204.81 hm²,其动态度为 2.27%。2009 年以后,随着国务院《关于进一步促进贵州经济社会又好又快发展的若干意见》(国发[2012]2 号文件)、省政府《关于实施工业强省战略的决定》和《贵州省工业十大产业振兴规划》等相关规划的实施,促进了贵州省各区、县基础设施的大力改善及工矿企业的快速发展,使得该县的部分园地、林地、草地面积被交通运输用地、城镇村及工矿用地所替代;通过统计得出,玉屏县在 2009—2013 年期间通过土地开发项目获得新增耕地面积 1 668.9 hm²。

通过对整个研究时段的土地利用数据分析得出,玉屏县在过去 15 a 只有交通运输用地、城镇村及工矿用地呈增加趋势,其他类型的土地利用面积都有不同程度的增加或者减少,尤其是园地、草地、水域及水利设施用地面积的减少程度较大,林地面积的减少大于园地、草地、水域及水利设施用地面积的总和,因为其面积比重大,所以对整个研究区的景观基础影响相对较小。

2.2 生态系统服务价值变化

为研究分析研究区土地利用变化对生态系统服

务价值的影响,本文利用 1999—2013 年玉屏县年均粮食产量 2 500 kg/hm²,用 1999—2013 年贵州省粮食平均价格 25 元/kg 计算玉屏县 1 个生态系统服务价值当量因子的经济价值。生态系统服务价值当量因子参考中国陆地生态系统单位面积生态服务价值

当量表,同时根据生态系统服务价值的区域修正系数^[27]算出玉屏县 1 个生态系统服务价值当量因子的经济价值为 875 元。然后利用单位面积生态系统服务价值当量表算出研究区不同土地利用类型的生态系统服务价值指数(表 2)。

表 2 玉屏县各土地利用类型所对应的生态系统服务价值指数元/hm²

项 目	耕地	园地	林地	草地	城镇村及 工矿用地	交通运 输用地	水域及水利 设施用地	未利用地
气体调节	437.50	918.75	3062.50	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
气候调节	778.75	708.75	2362.50	787.50	0.00	0.00	402.50	0.00
水源涵养	525.00	840.00	2800.00	700.00	0.00	0.00	17832.50	26.25
土壤形成与保护	1277.50	1023.75	3412.50	1706.25	0.00	0.00	8.75	17.50
废物处理	1435.00	341.25	1146.25	1146.25	0.00	0.00	15907.50	8.75
生物多样性保护	621.25	857.50	2852.50	953.75	0.00	0.00	2178.75	297.50
食物生产	875.00	26.25	87.50	262.50	0.00	0.00	87.50	8.75
原材料	87.50	682.50	2275.00	43.75	0.00	0.00	8.75	0.00
娱乐文化	8.75	332.50	1120.00	35.00	0.00	0.00	3797.50	8.75
合计	6046.25	5731.25	19118.75	6335.00	0.00	0.00	40223.75	367.50

根据玉屏县各地类生态系统服务价值指数和土地利用面积,计算研究区 1999 年、2009 年和 2013 年的生态系统服务价值。由表 3 可知,玉屏县生态系统服务价值总体上在 1999—2009 年呈增长趋势,在 1999—2009 年林地生态系统服务价值增加显著,增长了 0.54 亿元,而耕地、园地、草地、水域及水利设施用地生态系统服务价值出现不同程度减少,分别减少了 0.07,0.01,0.05,0.1 亿元。2009 年耕地、林地、

草地、水域及水利设施用地在生态系统服务价值构成中贡献最大,占到总价值的 98.17%。2009 年玉屏县的生态系统服务价值为 6.03 亿元,2013 年减少到 5.78 亿元,林地面积减少是 2009—2013 年间生态系统服务价值下降的主要原因。2013 年玉屏县的生态系统服务价值为 5.78 亿元,比 1999 年增加了 0.06 亿元,其中林地面积的增加也是该时段生态系统服务价值增加的主要原因。

表 3 玉屏县 1999 年、2009 年和 2013 年生态系统服务价值

年份	项目	耕地	园地	林地	草地	水域及水利 设施用地	未利 用地	合计
1999	价值/(亿元·a ⁻¹)	0.89	0.11	3.51	0.62	0.58	0.01	5.72
	价值比例/%	15.56	1.92	61.36	10.84	10.14	0.17	100
2009	价值/(亿元·a ⁻¹)	0.82	0.10	4.05	0.57	0.48	0.01	6.03
	价值比例/%	13.60	1.66	67.16	9.45	7.96	0.17	100
2013	价值/(亿元·a ⁻¹)	0.87	0.10	3.81	0.51	0.48	0.01	5.78
	价值比例/%	15.05	1.73	65.92	8.82	8.30	0.17	100

通过分析得出,玉屏县林地生态系统服务价值占总价值的比例远远大于其他类土地利用生态系统服务价值的比例,未利用地的生态系统服务价值所占比例最少,不超过 0.17%,原因是耕地、园地、林地、草地、水域及水利设施用地的生态系统服务价值指数远大于未利用地的价值指数。

2.3 生态系统服务价值的敏感性分析

利用公式(4)计算生态系统服务价值指数调整了 50%,玉屏县 1999 年、2009 年、2013 年的生态系统服务价值敏感性指数(表 4)表明,敏感性指数最大的为林地,说明林地对生态系统服务价值的贡献最大。然而,不同土地利用类型之间在不同时段内价值指数的敏感性变动较小,且敏感性指数均小于 1,表明研究区生态系统服务价值对所采用的生态系统服务价值

指数缺乏弹性,从而得出本文所估算的生态系统服务价值是可信的,采用的生态服务价值系数适合研究区当地实际情况。

表 4 玉屏县生态系统服务价值的敏感性

年份	耕地	园地	林地	草地	水域及水利 设施用地	未利用地
1999	0.16	0.02	0.61	0.11	0.10	0.00
2009	0.14	0.03	0.67	0.10	0.09	0.00
2013	0.15	0.01	0.66	0.09	0.08	0.00

3 结 论

(1) 玉屏县 1999—2013 年林地、城镇村及工矿用地面积总体上呈增加趋势,交通运输用地面积增加显著,而园地、水域及水利设施用地有所减少,草地面

积大幅减少。这表明玉屏县土地利用类型主要由园地、草地、水域及水利设施用地向交通运输用地、城镇村及工矿用地发展。国务院《关于进一步促进贵州经济社会又好又快发展的若干意见》(国发[2012]2 号文件)、贵州省政府《关于实施工业强省战略的决定》和《贵州省工业十大产业振兴规划》等相关规划的实施直接影响了该县土地利用结构及转化方向。

(2) 生态系统服务价值的敏感性研究表明,研究区生态系统服务价值对于生态系统服务价值指数而言是缺乏弹性的,并且敏感性指数均小于 1,因此本文的研究结果是可信的。由 1999—2013 年生态系统服务价值总量可知,玉屏县生态系统服务价值主要是由耕地、林地、草地、水域及水利设施用地支撑,平均占每年总价值 98% 以上。1999—2009 年的“退耕还林”政策使得玉屏县的林地面积显著增加,因此 2009 年该县的生态系统服务价值达到最大。从 1999—2013 年生态系统服务价值的总量来看,玉屏县生态系统服务价值处于可持续发展状态,土地利用变化的生态效益显著。

(3) 从研究区土地利用结构变化和生态系统服务价值变化表来看,玉屏县未利用地面积的变化较小,建设占用的土地面积主要来源于园地、草地、水域及水利设施用地面积。为了保持生态系统服务价值的可持续发展,有必要对园地、草地、林地、水域及水利设施用地进行保护,可以对未利用地进行适当开发来满足建设发展的需要。

参考文献:

- [1] Costanza R. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [2] Daily G. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*[M]. Washington D C: Island Press, 1997.
- [3] Ouyang Z Y, Wang R S, Zhao J Z. Ecosystem services and their economic valuation[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(5): 635-640.
- [4] Butler C, Chambers R, Chopra K, et al. *Ecosystems and Human Well-being*[M]. Washington D C: Island Press, 2003.
- [5] Gascoigne W R, Hoag D, Koontz L, et al. Valuing ecosystem and economic services across land-use scenarios in the Prairie Pothole Region of the Dakotas, USA[J]. *Ecological Economics*, 2011, 70(10): 1715-1725.
- [6] Daily G C, Matson P A. Ecosystem services: from theory to implementation[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2008, 105(28): 9455-9456.
- [7] Battin J, Wiley M W, Ruckelshaus M H, et al. Projected impacts of climate change on salmon habitat restoration[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2007, 104(16): 6720-6725.
- [8] Polasky S, Segerson K. Integrating ecology and economics in the study of ecosystem services: some lessons learned[J]. *Annual Review of Resource Economics*, 2009, 1(1): 409-434.
- [9] 傅伯杰,周国逸,白永飞,等. 中国主要陆地生态系统服务功能与生态安全[J]. *地球科学进展*, 2009, 24(6): 571-576.
- [10] 姜永华,江洪,曾波,等. 三峡库区(重庆段)土地利用变化对生态系统服务价值的影响分析[J]. *水土保持研究*, 2008, 15(4): 234-237.
- [11] 姚成胜,朱鹤健,吕晞. 土地利用变化的社会经济驱动力因子对福建生态系统服务价值的影响[J]. *自然资源学报*, 2009, 24(2): 225-233.
- [12] 高彦净,谢余初,钱大文,等. 甘肃白龙江流域植被覆盖度及景观格局变化[J]. *水土保持研究*, 2015, 35(1): 22-30.
- [13] 熊康宁,池永宽. 中国南方喀斯特生态系统面临的问题及对策[J]. *生态经济*, 2015, 31(1): 181-187.
- [14] 高贵龙,熊康宁,邓自民,等. 喀斯特的呼唤与希望[M]. 贵阳:贵州科技出版社,2003.
- [15] 梁玉华,张军以,樊云龙. 喀斯特生态系统退化诊断特征及风险评价研究[J]. *水土保持研究*, 2013, 20(1): 240-245.
- [16] 彭晚霞,王克林,宋同清,等. 喀斯特脆弱生态系统复合退化控制与重建模式[J]. *生态学报*, 2008, 28(2): 811-820.
- [17] 玉屏县发改局. 武陵山片区玉屏侗族自治县区域发展与扶贫攻坚(2011—2020 年)实施规划[EB/OL]. 贵阳:贵州科技出版社,2012[2015-04-18]. <http://www.yuping.gov.cn/YPGK/D/01/58981.shtml>.
- [18] 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): 81-87.
- [19] 刘纪远. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究[J]. *第四纪研究*, 2000, 20(3): 229-239.
- [20] 王宗明,张柏,张树清. 吉林省生态系统服务价值变化研究[J]. *自然资源学报*, 2004, 19(1): 55-61.
- [21] 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): 189-196.
- [22] 段瑞娟,郝晋珉,张洁瑕. 北京区位土地利用与生态服务价值变化研究[J]. *农业工程学报*, 2006, 22(9): 21-28.
- [23] 马岩,陈利顶,虎陈霞. 黄土高原地区退耕还林工程的农户响应与影响因素:以甘肃定西大牛流域为例[J]. *地理科学*, 2008, 28(1): 34-39.
- [24] 吴海珍,阿如早,郭田保,等. 基于 RS 和 GIS 的内蒙古多伦县土地利用变化对生态服务价值的影响[J]. *地理科学*, 2011, 31(1): 110-116.
- [25] 宋开山,刘殿伟,王宗明,等. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力[J]. *地理学报*, 2008, 63(1): 93-104.
- [26] 杨邦杰,郎文聚,汤怀志. 中国山区土地资源保护、开发与利用[J]. *中国发展*, 2009, 9(4): 58-61.
- [27] 岳书平,张树文,闫业超. 东北样带土地利用变化对生态服务价值的影响[J]. *地理学报*, 2007, 62(8): 879-886.