

李 强,廖和平,李义龙,等. 经济快速发展时期土地利用变化与生态系统服务价值研究——以重庆市渝北区为例[J]. 江苏农业科学,2018,46(10):254–259.

doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2018.10.063

经济快速发展时期土地利用变化与 生态系统服务价值研究 ——以重庆市渝北区为例

李 强¹,廖和平^{1,2},李义龙¹,房傲雪³,褚远恒¹,廖涟漪¹,罗 刚¹

(1. 西南大学地理科学学院,重庆 400715; 2. 西南大学国土资源研究所,重庆 400715;

3. 西南大学经济管理学院,重庆 400715)

摘要:随着重庆市的直辖,“两江新区”的设立,渝北区经济的快速发展,土地利用结构和生态系统服务价值也发生了显著变化。以重庆市渝北区 2005、2010、2015 年土地利用变更调查数据为基础,采用土地利用动态模型、生态系统服务价值评估模型、敏感性指数和生态经济协调度模型分析土地利用变化引起的生态系统服务价值变化。结果表明,(1)2005—2015 年年间渝北区土地利用类型由耕地、林地主导向耕地、建设用地转变。(2)从时间上看,2005—2010 年年间渝北区生态系统服务价值呈上升趋势,而 2010—2015 年年间呈下降趋势;从空间分布上看,渝北区生态系统服务价值由东北向西南递减。(3)研究区各土地利用类型的敏感性指数均小于 1,渝北区生态系统服务价值对价值系数缺乏弹性。(4)渝北区生态经济协调度由 2005—2010 年的低度协调转变为 2010—2015 年的低度冲突,区域未来发展须重视对生态环境的保护。

关键词:土地利用变化;生态系统服务价值;敏感性指标;敏感性分析;经济协调度;重庆市渝北区

中图分类号:F301.24 **文献标志码:**A **文章编号:**1002–1302(2018)10–0254–06

生态系统服务是人类从生态系统中所获取的各种利益,包括物质产品与无形服务 2 个方面,是人类赖以生存和发展的物质基础^[1–3]。人类通过土地利用改变地表形态,从而导致生态系统的结构和功能发生变化,进而影响生态系统的服务价值。因此,基于土地利用变化背景,研究生态系统服务价值对了解区域生态环境变化、促进区域经济发展与生态保护协调发展具有重要意义。

20 世纪 70 年代,从生态系统服务功能概念的提出^[4],再到 Costanza 对生态系统服务价值的货币化估算^[2],土地生态系统服务价值评估受到国内众多学者关注^[5–11]。1999 年欧阳志云对我国生态系统服务价值进行初步测算^[12],2003 年谢高地等结合我国实际情况对 Costanza 提出的生态系统服务价值估算的不足进行了修正^[13],为我国生态系统服务价值变化的研究提供了依据。近年来国内众多学者对重庆市的生态系统服务价值进行了大量研究^[14–16],而关于土地利用变化与生态系统服务价值关系的研究相对较少,现有研究多集中在省级层面。基于土地利用变更调查数据,对县(区)级层面土地利用变化与生态系统服务价值关系的研究较少。

随着重庆市的直辖以及我国内陆首个国家级开发区“两

江新区”的成立,重庆市的社会经济环境发生了巨大变化,国内生产总值(gross domestic product,简称 GDP)总量由 2005 年的 3 467.72 亿元增加到 2015 年的 15 717.27 亿元,GDP 增长率连续多年位居全国前列。渝北区属重庆市“都市发达经济圈”,两江新区产业核心区,并且拥有重庆市乃至西部地区唯一的立体交通枢纽,同时也是重庆市统筹城乡发展和内陆开放型经济示范区。经济的快速发展使得区内土地利用类型发生了显著变化,而与之密切相关的生态系统服务价值也发生了变化。本研究采用 2005、2010、2015 年的土地利用变更调查数据,估算渝北区生态系统服务价值,分析近 10 年来土地利用类型变化与生态系统服务价值变化的关系,再结合生态经济协调度,研究经济发展与生态环境保护之间的协调程度,以期对渝北区等经济快速发展区域的经济发展和生态环境保护提供参考依据。

1 研究区概况

渝北区(106°27′~106°57′E,29°34′~30°07′N)位于重庆市主城区东北部(图 1),处长江以北、嘉陵江以东的夹角地带,幅员面积 1 457 km²。研究区地处川东平行岭谷和低山丘陵陵区,区内华蓥山、铜锣山、明月山自西向东纵列分布,地势从西北向东南缓缓倾斜;渝北区属亚热带季风性湿润气候,年平均气温 16~18℃,年均降水量为 1 100 mm 左右。根据 2016 年《渝北区统计年鉴》,截至 2015 年年底,渝北区常住人口为 155.09 万人,其中城镇常住人口 123.23 万人,城镇化率为 79.46%。全区实现地区生产总值 1 193.34 亿元,居重庆市首位,是重庆市经济发展的重要增长极。

收稿日期:2017–06–29

基金项目:中央高校基本科研项目(编号:XDJK2017C007)。

作者简介:李 强(1992—),男,四川南充人,硕士研究生,研究方向为土地利用与国土规划。E-mail:452285765@qq.com。

通信作者:廖和平,博士,教授,主要从事国土资源开发利用及土地利用规划研究。E-mail:liaohep@swu.edu.cn。

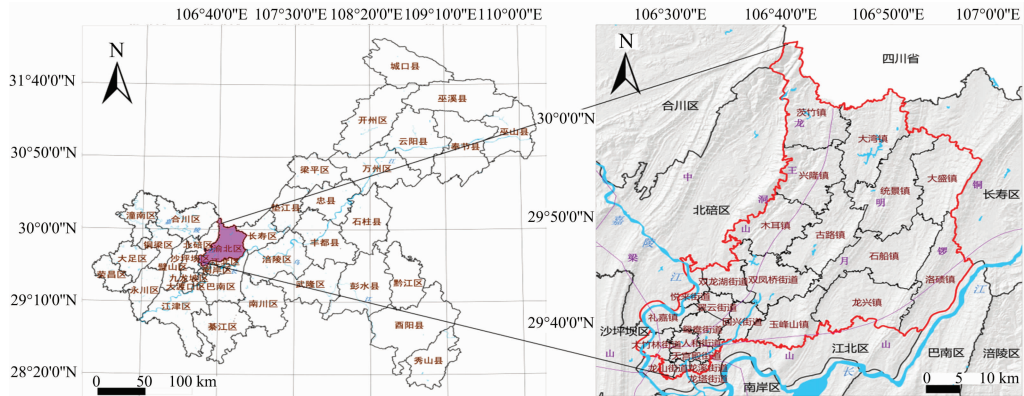


图1 重庆市渝北区位置示意

2 数据来源与方法

2.1 数据来源与地类划分

本研究使用的资料包括重庆市渝北区 2005、2010、2015 年土地利用变更调查数据,并搜集了 2005—2016 年《重庆市统计年鉴》以及渝北区 2005—2015 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。数据主要运用 ARCGIS 10.2、Excel 等软件进行处理分析。由于 2009

年进行的全国土地第二次调查与第一次土地调查统计口径的差异,导致第二次土地调查后渝北区行政区划面积发生小幅度变化,为保证数据的真实性,本研究不对数据进行调整。

为统一地类标准,便于研究,根据土地利用现状分类标准及渝北区土地利用实际,并结合国内学者的一些分类办法^[14-17],在 ARCGIS 10.2 中合并不同年份的土地类型,将渝北区土地利用类型分为耕地、园地、林地、草地、建设用地、水域、未利用地等 7 类。具体土地利用分类见表 1。

表 1 重庆市渝北区土地利用分类

土地利用类型	二级地类描述
耕地	水田、水浇地、旱地
园地	果园、茶园、其他园地
林地	有林地、灌木林、其他林地
草地	天然草地、改良草地、人工草地
建设用地	城镇村及工矿用地、交通运输用地、其他建设用地
水域	湖泊、河流水面、水库水面、坑塘水面、沟渠、滩涂、水工建筑、冰川及永久积雪
未利用地	裸地、其他

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用动态变化 单一土地利用类型变化动态度用来表达某一区域一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况,其表达式为^[18]

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

式中:K 为研究区域某一时段内某一土地利用类型动态度;U_a、U_b 分别为研究初期、末期某一土地利用类型的数量;T 为研究时段长(当 T 的单位设定为年时,K 表示某种土地利用类型年变化率)。

2.2.2 生态系统服务价值的计算 为测算研究时段渝北区生态系统服务价值的变化情况,本研究以谢高地的中国生态系统服务价值当量因子表^[13]为基础,以渝北区 2015 年主要粮食作物的播种面积、产量及其对应的重庆市粮食作物平均价格为基准,考虑到没有人力投入的自然生态系统提供的经济价值是现有单位面积农田提供的生产服务经济价值的 1/7,计算得出,渝北区农田自然粮食产量的经济价值约为 2 039.87 元/hm²,最终得到渝北区生态系统服务价值系数(表 2)。

表 2 渝北区土地利用类型的生态系统服务价值系数

元/hm²

生态系统服务与功能	耕地	园地	林地	草地	水域	未利用地
气体调节	1 019.94	1 325.92	7 139.55	1 631.90	0.00	0.00
气候调节	1 815.48	1 825.68	5 507.65	1 835.88	938.34	0.00
水源涵养	1 223.92	1 427.91	6 527.58	1 631.90	41 572.55	61.20
土壤形成与保护	2 978.21	3 477.98	7 955.49	3 977.75	20.40	40.80
废物处理	3 345.39	3 008.81	2 672.23	2 672.23	37 084.84	20.40
生物多样性保护	1 448.31	1 835.88	6 649.98	2 223.46	5 079.28	693.56
食物生产	2 039.87	1 325.92	203.99	611.96	203.99	20.40
原材料	203.99	152.99	5 303.66	101.99	20.40	0.00
娱乐文化	20.40	51.00	2 611.03	81.59	8 853.04	20.40
合计	14 095.50	14 432.08	44 571.16	14 768.66	93 772.82	856.75

此外,参考前人研究成果^[17],将研究区的土地利用类型与相近的生态系统类型进行对应得出,耕地对应农田,园地的生态系统服务价值系数取农田和草地的平均值,林地对应森林,草地对应草地,未利用地的生态系统服务价值系数取草地和荒漠的平均值;对建设用地的生态系统服务价值系数暂不予计算。最后采用 Costanza 的方法^[2]计算渝北区各土地利用类型的生态系统服务价值,即

$$ESV = \sum (A_k \times VC_k)。$$
 (2)

式中: ESV 为研究区生态系统服务价值,元; A_k 为研究区第 k 种土地利用类型的面积, hm^2 ; VC_k 为第 k 种土地利用类型的单位面积生态系统价值系数,元/ hm^2 ; k 为研究区土地利用类型。

2.2.3 敏感性分析 为检验渝北区生态系统服务价值研究的可靠性,本研究引入经济学中常用的敏感性指数,通过将已确定的价值系数上下调整 50% 来确定生态系统服务价值对价值系数的依赖程度。计算公式为

$$CS = \left| \frac{(ESV_j - ESV_i) / ESV_i}{(VC_{jk} - VC_{ik}) / VC_{ik}} \right|。$$
 (3)

式中: CS 表示敏感性指数; i, j 表示初始数值、调整后数值。如果 $CS > 1$,则表示 ESV 相对于 VC 是富有弹性的;如果 $CS < 1$,则表示 ESV 相对于 VC 是缺乏弹性的。 CS 越大,表示 VC 的准确性越关键^[19-20]。

2.2.4 生态经济协调度 为研究环境变化与经济发展之间的关系,本研究引入生态经济协调度 (ecological economic harmony, 简称 EEH)^[21-23] 来衡量经济发展与生态环境的协调程度。其计算公式为

$$EEH = \frac{ES_{pr}}{GDP_{pr}};$$
 (4)

$$GDP_{pr} = \frac{GDP_{pj} - GDP_{pi}}{GDP_{pi}};$$
 (5)

$$ES_{pr} = \frac{ES_{pj} - ES_{pi}}{ES_{pi}}。$$
 (6)

式中: GDP_{pr} 表示单位面积 GDP 的变化率; GDP_{pi} 、 GDP_{pj} 分别为

研究区某时期始、末年份单位面积 GDP,元/ hm^2 ; ES_{pr} 表示单位面积生态系统服务价值的变化率; ES_{pi} 、 ES_{pj} 分别为研究区某时期始、末年份单位面积生态系统服务价值,元/ hm^2 。目前生态经济协调度的划分还没有形成统一的标准,结合相关学者的研究成果,本研究将生态经济协调度进行以下分类: $EEH \geq 1$ 表示经济增长速度不高于生态系统服务价值的增长速度; $0 \leq EEH < 1$ 表示生态系统服务价值增长速度低于经济增长速度,生态环境存在潜在威胁; $-1 \leq EEH < 0$ 表示研究期内生态系统服务价值为负增长,社会经济发展已经对生态环境造成负面影响; $EEH < -1$ 表示研究区内生态系统服务价值显著降低,生态环境恶化,发展不可持续。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化分析

由表 3 可知,2005—2015 年重庆市渝北区土地利用类型发生了巨大变化,总体上看渝北区土地利用类型由以耕地、林地为主向以耕地、建设用地为主转变,其中建设用地面积增加得明显(图 2)。具体表现为耕地、草地、水域及未利用地单一土地利用类型动态度为负数,其面积减少。其中,未利用地的面积减少量最多,达 15 400.32 hm^2 ,年均减少 6.16%;其次是耕地、水域,分别减少 4 202.50、490.89 hm^2 ;草地面积总量较小且变化不明显。园地、林地、建设用地的单一土地利用类型动态度为正数,其面积增加。其中建设用地的面积增加量最多,达 17 073.62 hm^2 ,年均增加 7.92%;园地、林地分别增加 342.27、3 027.12 hm^2 。林地面积的增加,得益于重庆市城市森林工程以及大力实施的退耕还林等措施;建设用地面积由西南不断向东、向北快速增长,主要源于城镇化和产业化进程的加快,导致其需求量增大,特别是在 2010 年“两江新区”设立后,其他地类均向建设用地转化,建设用地面积增长迅速。总体上看,城镇化和产业化进程的加快,加剧了对城镇周边农田、水域的侵占及对未利用地的开发,因而农田(耕地)、水域、未利用地面积明显减少。

表 3 重庆市渝北区土地利用结构及动态度变化

土地类型	面积 (hm^2)			面积变化 (hm^2)			动态度 (%)		
	2005 年	2010 年	2015 年	2005—2010 年	2010—2015 年	2005—2015 年	2005—2010 年	2010—2015 年	2005—2015 年
耕地	46 355.55	46 666.2	42 153.05	310.65	-4 513.15	-4 202.5	0.13	-1.93	-1.81
园地	10 931.68	12 203.83	11 273.95	1 272.15	-929.88	342.27	2.33	-1.52	0.63
林地	34 981.79	38 718.53	38 008.91	3 736.74	-709.62	3 027.12	2.14	-0.37	1.73
草地	1 327.6	1 120.45	1 096.29	-207.15	-24.16	-231.31	-3.12	-0.43	-3.48
建设用地	21 559.11	31 059.57	38 632.73	9 500.46	7 573.16	17 073.62	8.81	4.88	15.84
水域	5 418.6	5 119.37	4 927.71	-299.23	-191.66	-490.89	-1.1	-0.75	-1.81
未利用地	25 015.33	10 819.7	9 615.01	-14 195.63	-1 204.69	-15 400.32	-11.35	-2.23	-12.31

注:动态度根据式(1)计算得出。

3.2 生态系统服务价值变化分析

3.2.1 生态系统服务价值的时间变化分析 由表 4 可知,研究区 2005 年生态系统服务总价值为 291.95 $\times 10^7$ 元,2010 年为 306.55 $\times 10^7$ 元,2015 年为 293.75 $\times 10^7$ 元,10 年间增加了 1.80 $\times 10^7$ 元。其中 2005—2010 年重庆市渝北区生态系统服务价值从 291.95 $\times 10^7$ 元增加到 306.55 $\times 10^7$ 元,增加了 14.60 $\times 10^7$ 元,渝北区生态系统服务总价值的增加主要是源

于生态价值较高的林地的增加;2015 年渝北区生态系统服务价值又减少到 293.75 $\times 10^7$ 亿元,较 2010 年减少 12.80 $\times 10^7$ 元,主要源于这一时间段内经济的快速发展,其他土地类型都不同程度地向建设用地转化,使得渝北区生态系统服务总价值又有所下降。总体来看,耕地与林地的生态系统服务价值占整个系统的 75% 以上,是生态系统服务价值的主体部分。2005—2015 年,耕地面积减少 4 202.50 hm^2 ,生态服务价值减

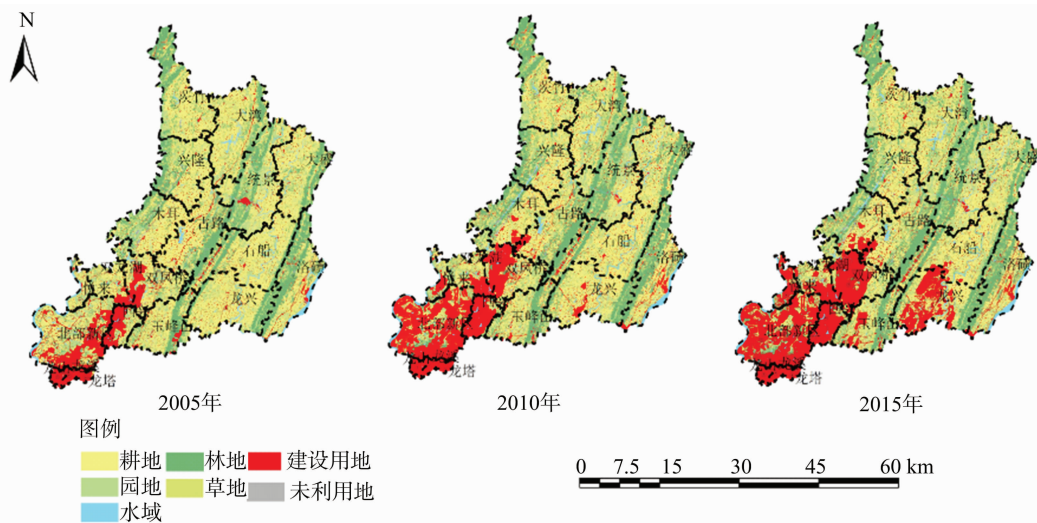


图2 重庆市渝北区2005、2010、2015年土地利用现状

少 5.92×10^7 元;园地面积增加 342.27 hm^2 ,生态服务价值增加 0.49×10^7 元;林地面积增加 $3\,027.12 \text{ hm}^2$,生态服务价值增加 13.49×10^7 元;草地面积减少 231.31 hm^2 ,生态服务价值减少了 0.34×10^7 元;水域面积减少 490.89 hm^2 ,生态服务

价值减少 4.60×10^7 元;未利用地面积减少 $15\,400.32 \text{ hm}^2$,生态服务价值减少 1.32×10^7 元。可以看出,林地、耕地的生态价值变化在一定程度上决定了渝北区生态系统服务价值的变化。

表 4 重庆市渝北区 2005—2015 年生态系统服务价值变化

土地利用类型	价值量($\times 10^7$ 元)			2005—2010 年		2010—2015 年		2005—2015 年	
	2005 年	2010 年	2015 年	变化量($\times 10^7$ 元)	变化率(%)	变化量($\times 10^7$ 元)	变化率(%)	变化量($\times 10^7$ 元)	变化率(%)
耕地	65.34	65.78	59.42	0.44	0.67	-6.36	-9.67	-5.92	-9.07
园地	15.78	17.61	16.27	1.84	11.64	-1.34	-7.62	0.49	3.13
林地	155.92	172.57	169.41	16.66	10.68	-3.16	-1.83	13.49	8.65
草地	1.96	1.65	1.62	-0.31	-15.60	-0.04	-2.16	-0.34	-17.42
水域	50.81	48.01	46.21	-2.81	-5.52	-1.80	-3.74	-4.60	-9.06
未利用地	2.14	0.93	0.82	-1.22	-56.75	-0.10	-11.13	-1.32	-61.56
合计	291.95	306.55	293.75	14.60	5.00	-12.80	-4.18	1.80	0.62

3.2.2 生态系统的空间变化分析 为了解重庆市渝北区生态系统服务价值的空间变化情况,本研究根据渝北区的生态系统服务价值计算结果,将渝北区 24 个镇(街)合并为 14 个镇(街)进行空间变化研究,并结合重庆市城市总体规划将渝北区分为中心城区内(玉峰山镇、双龙湖街道、回兴街道、悦来街道、北部新区、龙溪—龙山—龙塔)、中心城区外(统景镇、兴隆镇、木耳镇、古路镇、大盛—洛碛镇、大湾—茨竹镇、龙兴—石船镇、双凤桥街道)等 2 个区域,得到渝北区 2005—2015 年生态系统服务价值的空间变化情况,见表 5、图 3。

总体上看,渝北区的生态系统服务价值由西南向东北增加,由中心城区内向中心城区外增加,地区差异明显。中心城区 2005—2015 年生态系统服务价值仅玉峰山镇表现为增加,其他街道均呈减少趋势,其中北部新区减少得最多,减少 10.27×10^7 元,这主要是由于中心城区内建设用地面积急剧增加,其他生态价值较高地类不断减少造成。中心城区外除龙兴—石船镇、双凤桥街道外,其余镇(街)生态系统服务价值均表现为增加,其中大湾—茨竹镇增加得最多,增加 5.03×10^7 元,这主要是由于退耕还林政策使得林地等生态价值较高的地类面积增加,因而中心城区外生态系统服务价值整体呈增加趋势。此外 2005—2010 年年间渝北区生态系统服务价值仅双凤桥街道、回兴街道、悦来街道、北部新区、龙溪—

龙山—龙塔街道呈减少趋势,2010—2015 年年间仅兴隆镇、大湾—茨竹镇生态系统服务价值呈增加趋势。

3.3 敏感性分析

根据敏感性指数的计算方法,本研究把各土地类型的价值系数分别上、下调整 50%,应用调整后的价值系数对研究区总的生态系统服务价值进行估算,得到研究区 2005 年、2010 年、2015 年的敏感性指数,见表 6。

分析表明,价值系数调整 $\pm 50\%$ 后,林地的敏感性指数最高,为 $0.52 \sim 0.58$,耕地的敏感性指数次之,为 $0.20 \sim 0.23$,表明林地和耕地对生态系统服务价值的贡献较大。其他地类的敏感性指数 ≤ 0.06 ,表明其他地类的敏感性变化对渝北区的生态系统服务价值影响较小。敏感性指数的计算结果显示,各土地利用类型敏感性指数在研究期内保持平稳,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价值系数缺乏弹性,本研究所估算的生态系统服务价值可信。

3.4 生态经济协调度分析

对重庆市渝北区 2005—2015 年生态经济协调发展状况进行评估,在参考苏飞等对 $-0.5 < EEH < 0.5$ 的进一步分类^[24]后得出,渝北区生态环境协调发展存在 2 种形式(表 7),即低度协调和低度冲突。从时间上看,渝北区 2005—2010 年的 EEH 值为 $0.018\,2$,为低度协调;2010—2015 年的

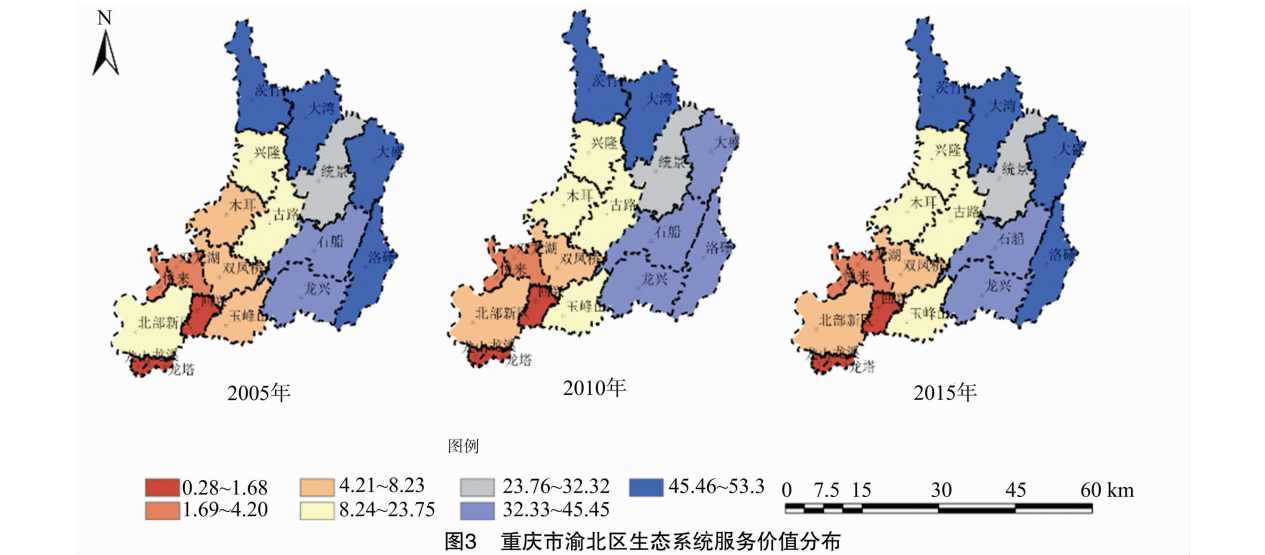


表 5 重庆市渝北区 2005—2015 年生态系统服务价值变化 × 10⁷ 元

镇街	价值量			变化量		
	2005 年	2010 年	2015 年	2005—2010 年	2010—2015 年	2005—2015 年
统景镇	28.63	32.33	32.32	3.71	-0.01	3.70
兴隆镇	18.16	20.61	20.77	2.45	0.16	2.61
木耳镇	16.51	18.79	18.35	2.29	-0.44	1.85
古路镇	22.25	23.84	23.75	1.59	-0.09	1.50
大盛-洛碛	50.51	51.70	51.68	1.19	-0.02	1.17
大湾-茨竹	48.27	52.81	53.30	4.54	0.49	5.03
龙兴-石船	45.47	51.19	45.45	5.72	-5.74	-0.02
双凤桥街道	13.81	10.73	8.23	-3.07	-2.51	-5.58
玉峰山镇	16.42	17.86	16.53	1.44	-1.33	0.11
双龙湖街道	5.09	5.09	4.20	0.00	-0.88	-0.89
回兴街道	2.97	1.82	1.68	-1.15	-0.14	-1.29
悦来街道	5.14	4.39	3.01	-0.75	-1.39	-2.14
北部新区	18.35	8.99	8.08	-9.37	-0.91	-10.27
龙溪-龙山-龙塔	0.38	0.28	0.28	-0.09	0.00	-0.09

注:由于一调、二调的统计口径的差异,未将 2010、2015 年北部新区长江统计入内,因此镇(街)生态系统服务汇总价值不等于全区总价值。

表 6 重庆市渝北区生态系统服务价值的敏感性

土地利用类型	生态价值系数	价值量(× 10 ⁷ 元)			敏感性指数		
		2005 年	2010 年	2015 年	2005 年	2010 年	2015 年
耕地	(1 + 50%) VC	101.70	98.67	88.63	0.23	0.21	0.20
	(1 - 50%) VC	33.90	32.89	29.54			
园地	(1 + 50%) VC	9.19	26.42	24.34	0.02	0.06	0.06
	(1 - 50%) VC	3.06	8.81	8.11			
林地	(1 + 50%) VC	228.91	258.86	253.70	0.52	0.56	0.58
	(1 - 50%) VC	76.30	86.29	84.57			
草地	(1 + 50%) VC	2.35	2.48	2.43	0.01	0.01	0.01
	(1 - 50%) VC	0.78	0.83	0.81			
水域	(1 + 50%) VC	90.53	72.01	69.12	0.05	0.04	0.04
	(1 - 50%) VC	30.18	24.00	23.04			
未利用地	(1 + 50%) VC	3.48	1.39	1.23	0.01	0.00	0.00
	(1 - 50%) VC	1.16	0.46	0.41			

EEH 值为 -0.041 0,为低度冲突。表明渝北区经济发展与生态环境整体上处于不协调状态,区域未来发展须重视对生态环境的保护,实现经济发展与生态保护的协调发展。

4 结论与讨论

本研究以 2005 年、2010 年、2015 年重庆市渝北区变更调

查数据为基础,采用 Costanza 等的生态系统服务价值估算方法^[2],结合谢高地的单位面积服务价值当量因子表^[13],对渝北区生态服务价值的变化进行评估。

表 7 重庆市渝北区生态经济协调度

年份	EEH	生态经济协调度
2005—2010	0.018 2	低度协调
2010—2015	-0.041 0	低度冲突

通过对渝北区土地利用变化分析发现,2005—2015 年间,全区土地利用类型发生了明显变化,建设用地面积持续增加,耕地、园地、林地面积先增加后减少,草地、水域、未利用地面积持续减少,各类土地利用类型的面积变化趋势与土地利用动态变化相一致。随着经济的快速发展,城市化进程的不断加快,建设用地急剧膨胀,研究期内渝北区主要土地利用类型由以耕地、林地为主向以耕地、建设用地为主转变。

渝北区 2005、2010、2015 年的生态系统服务价值分别为 291.95×10^7 、 306.55×10^7 、 293.75×10^7 元,10 年间生态系统服务价值增加了 1.80×10^7 元。这主要是由于生态价值系数更高的林地增加所致。从生态系统服务价值构成来看,耕地、林地的生态系统服务价值占整个系统的 75% 以上,是生态系统服务价值的主体部分,对整个区域生态服务价值的变化起决定作用,因此,应尤其注重对区域内生态系统服务价值较高的耕地、林地等地类的保护。

通过对各土地利用类型的敏感度分析得出,敏感性指数均小于 1,但不同地类的敏感性指数差异较大,其中林地最大,未利用地最小,与渝北区土地利用结构转化以及生态系统服务总价值的变化相契合,表明研究所选的生态价值系数较为合理,结果可信。

渝北区当前生态系统服务价值的增长速度低于经济增长速度,虽然在本研究期间渝北区生态系统服务价值有所增加,但生态经济协调度却在不断减小,其生态建设与经济发展已处于不协调的边缘。区域土地资源实现合理有效利用是可持续发展的关键,因此,区域未来的发展必须加强对建设用地的合理控制,加大对林地、水域等生态用地的保护,努力促进生态建设与经济发展相协调。

本研究对 2005—2015 年年间研究区土地利用类型变化导致的生态系统服务价值变化的趋势进行了探讨,但忽略了建设用地的生态系统服务价值,建设用地等非自然类陆地生态系统类型的生态价值仍有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Daily G C. Nature's services: societal dependence on natural ecosystem[M]. Washington DC: Island Press, 1997.
- [2] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1998, 25 (1): 3-15.
- [3] 陈美球,赵宝苹,罗志军,等. 基于 RS 与 GIS 的赣江上游流域生态系统服务价值变化[J]. 生态学报, 2013, 33(9): 2761-2767.
- [4] Jr J C. Protecting the delivery of ecosystem services[J]. Ecosystem

Health, 1997, 3(3): 185-194.

- [5] 顾剑红,王玉杰,王云琦,等. 土地利用变化对生态服务价值的影响——以广西隆林县和西林县为例[J]. 中国水土保持科学, 2016, 14(5): 100-109.
- [6] 虎陈霞,郭旭东,连 纲,等. 长三角快速城市化地区土地利用变化对生态系统服务价值的影响——以嘉兴市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(3): 333-340.
- [7] 武爱彬,赵艳霞. 坝上高原生态用地时空格局演变与生态系统服务价值分析[J]. 农业工程学报, 2017, 33(2): 283-290.
- [8] 吴健生,岳新欣,秦 维. 基于生态系统服务价值重构的生态安全格局构建——以重庆两江新区为例[J]. 地理研究, 2017, 36(3): 429-440.
- [9] 蒋小荣,李 丁,李智勇. 基于土地利用的石羊河流域生态服务价值[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(6): 68-73.
- [10] 姚成胜,朱鹤健,吕 晞,等. 土地利用变化的社会经济驱动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.
- [11] 伍 星,沈珍瑶,刘瑞民,等. 土地利用变化对长江上游生态系统服务价值的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(8): 236-241.
- [12] 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, 19(5): 19-25.
- [13] 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.
- [14] 张 骞,高 明,杨 乐,等. 1988—2013 年重庆市主城九区生态用地空间结构及其生态系统服务价值变化[J]. 生态学报, 2017, 37(2): 566-575.
- [15] 张艳军,官冬杰,翟 俊,等. 重庆市生态系统服务功能价值时空变化研究[J]. 环境科学学报, 2017, 37(3): 1169-1177.
- [16] 李 莉,苏维词,葛银杰. 重庆市森林生态系统水源涵养功能研究[J]. 水土保持研究, 2015, 22(2): 96-100.
- [17] 彭文甫,周介铭,杨存建,等. 基于土地利用变化的四川省生态系统服务价值研究[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(7): 1011-1020.
- [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] 高 练,周 勇. 武汉市土地利用/土地覆盖变化的生态环境效应分析[J]. 农业工程学报, 2008, 24(增刊 1): 73-77.
- [20] 周文霞,石培基,王永勇,等. 河谷型城市生态系统服务价值效应——以兰州为例[J]. 干旱区研究, 2017, 34(1): 232-241.
- [21] 吴建寨,李 波,张新时. 生态系统服务价值变化在生态经济协调发展评价中的应用[J]. 应用生态学报, 2007, 18(11): 2554-2558.
- [22] 魏晓旭,赵 军,魏 伟,等. 基于县域单元的中国生态经济系统协调度及空间演化[J]. 地理科学进展, 2014, 33(11): 1535-1545.
- [23] 史培军,张淑英,潘耀忠,等. 生态资产与区域可持续发展[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2005(2): 131-137.
- [24] 苏 飞,张平宇. 基于生态系统服务价值变化的环境与经济协调发展评价——以大庆市为例[J]. 地理科学进展, 2009, 28(3): 471-477.