

铜仁市土地利用变化对生态服务价值的影响分析

王金艳 王雅敬¹

(铜仁市自然资源局, 贵州 铜仁 554300)

【摘要】: 基于铜仁市 2007 年、2012 年和 2017 年的土地利用变更调查数据和主要粮食作物的统计数据, 利用生态服务价值理论分析铜仁市土地利用变化及其带来的生态服务价值的变化。研究结果表明:①铜仁市 10 年间耕地、草地和未利用地面积减少, 林地、建设用地和水域面积增加, 草地和未利用地因大力实施土地开发项目面积变化较快, 和草地、未利用地相比, 建设用地增长的速度较快, 耕地变化速度较慢;②生态系统服务总价值(ESV)增长了 17.08 亿元, 林地占总变化绝对值的比例达 43.5%;③在单项生态服务价值中, 研究时段内水源涵养的 ESV 变化最大, 食物生产的 ESV 变化最小, 主要原因是水域、耕地面积变化的影响, 水域是水源涵养生态服务价值最高的土地类型, 而耕地是提供食物生产生态服务价值最高的土地类型;④研究区敏感性指数小于 1, ESV 对 VC 是缺乏弹性的, 其中林地的敏感性系数最大。

【关键词】: 土地利用变化 生态服务价值 铜仁市

【中图分类号】: K903 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1003-6563(2020)02-0063-06

土地利用变化是人类活动和自然环境相互作用的结果, 是全球化研究的重点领域^[1]。土地在人类活动影响下其结构和功能不断发生变化, 在不同程度上改变和影响了原有土地生态系统的结构和功能, 从而导致土地资源承载力和生态系统服务价值的变化^[2]。生态系统服务功能是指生态系统与过程所形成并维持的人类赖以生存的自然环境条件与功能^[3], 生态服务价值是生态系统服务功能的经济价值体现^[4], 土地利用结构和功能的变化直接影响了生态系统所提供服务的种类和强度, 从而造成生态服务价值的损益^[5]。研究区域土地利用变化以及由此引起的生态服务价值变化, 对于区域自然资源保护和指导土地利用规划具有重要意义^[6-7]。

武陵山片区跨湖北、湖南、重庆、贵州四省市, 集革命老区、民族地区和贫困地区于一体, 是跨省交界面大、少数民族聚集多、贫困人口分布广的连片特困地区^[8], 武陵山片区作为长江流域的重要生态安全屏障和国家扶贫攻坚的主战场之一, 其发展与生态保护之间的矛盾备受关注。铜仁市是贵州省唯一一个全市行政面积划入武陵山片区的地级市, 本研究就铜仁市土地利用变化对生态服务价值的影响进行分析研究, 对于维持武陵山片区生态平衡, 促进土地资源可持续利用等方面具有重要的现实意义, 以为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

铜仁市位于贵州省东北部, 地处湘、渝、黔三省结合部, 东邻湖南省怀化市, 西邻遵义市, 北与重庆市接壤, 是连接中南部地区与西南边陲的纽带, 享有“黔东门户”之美誉。地跨东经 107° 45' ~109° 30'、北纬 27° 07' ~29° 05' 之间。铜仁市地处云贵高原向湘西丘陵过度的斜坡地带, 西北高, 东南低, 海拔多在 500~1000m 之间, 地貌以山地丘陵为主, 占全市总面积的 67.8%。

作者简介: 王金艳(1987-), 女, 贵州遵义人, 硕士, 主要从事土地资源管理相关研究。

全市地处中亚热带季风湿润气候区，冬无严寒，夏无酷暑，降雨量较为充沛，年平均温度在 13.5~17.6℃，最热月(7 月)平均气温 24.1~28.1℃，最冷月(1 月)平均气温 1.8~6.3℃，降水量在 1110~1410mm 之间。全市幅员面积 1.8 万 km²，现辖 10 县区，2018 年年末常住人口 315 万，国内生产总值 969.86 亿元，占贵州省生产总值的 7.16%，聚居着苗、汉、侗、土家、仡佬等 29 个民族，少数民族占总人口的 70.45%。

1.2 资料来源

研究所用基础数据包括土地利用类型数据、统计数据。其中，粮食产量、价格统计数据来源于《铜仁市统计年鉴》和《贵州省粮食和物资储备局》(<http://lshwzcb.guizhou.gov.cn/>)，土地利用类型数据来源于铜仁市土地利用变更调查数据，考虑到全国第二次土地变更调查前后调查手段和分类标准的差异，为增强研究区数据的可分析性，根据研究区实际情况，将研究区 3 期土地利用类型合并为 6 个一级类^[8]，分类具体情况见表 1。

表 1 土地利用分类

土地类型	二级分类
耕地	水田 旱地 水浇地
林地	林地 灌木林地 其他林地 果园 茶园 其他园地
草地	天然牧草地 人工牧草地 其他草地
水域	河流水面 水库水面坑塘水面
建设用地	城市 建制镇 村庄 采矿用地 风景名胜及特 殊用地 铁路用地 公路用地 农村道路 机场用地 港口码头用地 管道运输用地
未利用地	裸地

1.3 研究方法

1.3.1 土地利用类型动态度

本研究用土地利用类型动态度来定量描述区域土地利用变化的速度快慢^[9-10]，计算公式如下：

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

式中：K 为研究期内某种土地利用类型的动态度；U_a、U_b 分别为研究期初/末某种土地利用类型的面积；T 为研究时长(年)。

1.3.2 生态服务价值计算

1) 生态系统服务价值系数修正

基于 Costanza 等^[11]的生态服务价值理论，我国学者谢高地等根据中国 200 名生态学者对生态系统服务价值的理解状况，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^[12]。考虑到铜仁市由于地处山区，耕地破碎零散，粮食生产市场化、机械化水平较低的实际现状，用统计数据计算的粮食作物单价代替全国平均粮食价格。其计算公式为：

$$E_a = 1/7 \sum_{i=1}^n \frac{m_i p_i q_i}{M} (i = 1, 2, \cdots n) \tag{2}$$

式中： E_a 表示单位面积农田生态系统提供食物生产服务功能的经济价值(元/hm²)； i 为作物种类，铜仁市主要作物为谷物、玉米、大豆、小麦、薯类； m_i 表示 i 种作物当地粮食平均价(元/t)； p_i 和 q_i 分别表示 i 种粮食作物的播种面积(hm²)和单产(t/hm²)。

收集铜仁市 2007 年、2012 年、2017 年的主要作物产量、播种面积、粮食价格等数据，运用公式(2)先计算出每期的 E_a 值，用研究区 3 个研究时段的加权平均值作为最终的单位面积农田生态系统价值，结合“中国生态系统服务价值当量因子表(2007)”计算得出铜仁市各土地利用类型所对应的生态系统服务价值指数(表 2)

表 2 铜仁市各土地利用类型所对应的生态系统服务价值指数(元/hm²)

单项服务 功能	土地利用类型					
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
食物生产	1025.5	953.72	1261.37	789.64	0.00	0.00
原材料	102.55	2799.62	194.85	112.81	0.00	10.26
气体调节	133.315	666.58	297.40	61.53	0.00	174.34
气候调节	1025.5	3179.05	1169.07	697.34	0.00	123.06
水源涵养	133.315	2420.18	194.85	126115.99	0.00	0.00
废物处理	174.335	1825.39	1640.80	102.55	0.00	10.26
土壤形成与保护	1743.35	9085.93	2471.46	225.61	0.00	0.00
生物多样性保护	1025.5	3896.90	3691.80	892.19	0.00	71.79
娱乐文化	61.53	1845.90	369.18	4071.24	0.00	20.51
总计	5424.90	26673.26	11290.76	133068.88	0.00	410.20

2)生态服务价值计算

采用 Costanza 等学者的计算公式计算研究区各土地利用类型的生态系统服务价值，该公式如下：

$$ESV = \sum (A_k \times VC_k) \tag{3}$$

式中： ESV 为生态系统服务价值(元)； A_k 为研究区 k 种土地利用类型的面积(hm²)； VC_k 为生态系统价值指数(元/hm²)。

3)敏感性指数计算

敏感性指数 (coefficient of sensitive, CS)^[13] 也称弹性指数, 是指生态系统服务功能价值指数 (VC) 升高或降低 1% 所引起生态系统服务价值 (ESV) 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^[14], 计算公式如下:

$$CS = \left| \frac{(ESV_j - ESV_i) \div ESV_i}{(VC_{jk} - VC_{ik}) \div VC_{ik}} \right| \quad (4)$$

式中:i、j 分别表示调整前后的数值。

2 结果分析与讨论

2.1 土地利用变化

表 3 统计了铜仁市 2007—2017 年间的土地利用变化情况。结果表明, 铜仁市 2007 年、2012 年和 2017 年主要的土地利用类型为耕地和林地, 两者的总和占铜仁市总面积的 76.6% 以上, 林地的面积占比在 3 个研究时段内均超过了 49%, 由于林地的大面积存在, 使得铜仁市拥有的生态功能具有重要意义。2007—2017 年间, 铜仁市土地利用变化的总体情况为: 耕地、草地、未利用地减少, 林地、建设用地和水域增加, 从动态变化率来看, 耕地、草地、未利用地为负值, 表明其面积减少, 林地、建设用地、水域面积为正值, 表明其面积增加。

表 3 铜仁市 2007—2017 年土地利用变化

时间	统计类型	耕地	林地	草地	建设用地	水域	未利用地
2007 年	面积 / hm ²	494546.75	885330.82	201278.40	65565.25	16141.00	138489.69
2012 年	面积 / hm ²	486220.93	927222.23	183654.11	68304.98	23844.76	138489.69
2017 年	面积 / hm ²	483559.47	923349.19	179956.29	78464.93	23693.17	112328.85
2007—2012 年	K / %	-0.34	0.95	-1.75	0.84	9.55	-3.81
2012—2017 年		-0.11	-0.08	-0.40	2.97	-0.13	0.04
2007—2017 年		-0.22	0.43	-1.06	1.97	4.68	-1.89

2007—2012 年间, 铜仁市耕地面积减少, 林地面积增加, 耕地和林地变化的动态度分别是 0.34% 和 0.95%, 这主要受贵州省人民政府为落实好国家“退耕还林”政策出台《贵州省人民政府关于完善退耕还林政策的意见》相关资金补助政策和配套措施影响。2007—2017 年间, 铜仁市的草地和未利用地面积变化显著, 草地和未利用地的面积分别减少了 38018.37hm² 和 26160.84hm², 动态度分别为 1.06% 和 1.89%。耕地和建设用地变化的动态度分别为 0.22% 和 1.97%, 和草地和未利用地的动态度相比, 建设用地增长较快, 耕地变化较慢, 这与铜仁市大力实施的未利用地土地开发项目有关, 据《农村土地整治监测监管系统》统计, 2007—2017 年间铜仁市通过未利用地开发获得新增耕地面积 28064.29hm²。结果表明铜仁市的土地利用方向为: 一方面草地和未利用地被开发为耕地, 另一方面, 耕地向林地、园地、建设用地和水域方向扩张。

2.2 生态系统服务价值变化

研究区 2007 年的总生态服务价值 (ESV) 为 307.75 亿元, 2012 年和 2017 年的总 ESV 分别为 326.73 亿元和 324.83 亿元, 2007—2012 年间增加了 18.98 亿元, 2012—2017 年减少了 1.9 亿元, 2007—2017 年 10 年间增加了 17.08 亿元, 变化率为 5.55%,

年均增加 0.55 亿元，各个土地利用类型提供的生态服务价值年变化率不是很大，但从各种土地利用类型在不同研究时期内占总 ESV 的比例来看，因各土地利用类型面积变化带来的影响还是比较大的。

从生态系统来看，林地提供的总服务价值最高，2007 年、2012 年和 2017 年林地的 ESV 占总价值的比例均超过了 75%，其次是水域，2012 年和 2017 年水域提供的生态服务价值均占总价值的 9.71%，2007 年水域的 ESV 较 2012 年和 2017 年偏低，主要是由于水域面积变化较大导致的，3 个研究时段内未利用地提供的服务价值量最低，均在 0.18% 以下。

在研究时段内 (2007—2017 年)，由于研究区大力实施未利用地土地开发项目，导致未利用地和草地的面积减少较大，分别占面积变化总绝对值的 22.37% 和 18.23%，其损失的 ESV 分别为 0.11 亿元和 2.41 亿元，损失的 ESV 占总变化绝对值的比例分别为 0.47% 和 10.34%，耕地的减少导致 ESV 损失了 0.6 亿元，占总变化绝对值比例的 2.57%，林地面积的增加使得 ESV 增加了 10.14 亿元，增加的 ESV 占总变化绝对值的比例为 43.50%，林地增加的 ESV 远远大于耕地、草地和未利用地减少的 ESV，这与研究区土地利用实际相吻合，一方面建设用地的不断扩张使得大量耕地、林地、草地等农用地被占用，而大力实施的未利用地土地开发项目补充了一定数量的耕地，另一方面，研究区“退耕还林”政策的实施以及农业产业结构的调整，使包括园地在内的林地面积增加，从而使林地提供的生态服务价值在研究区中具有明显的优势，表明研究区林地在生态系统中提供生态服务的重要性。

2.3 生态系统单项服务功能价值变化

从研究区生态服务价值构成的总体情况来看，因研究区土地利用类型变化导致各单项生态服务价值所占比例的大小依次为：土壤形成与保护>水源涵养>生物多样性保护>气候调节>原材料>废物处理>娱乐文化>食物生产>气体调节。2017 年，土壤形成与保护的价值最大，占总价值的 29.81%，其次是水源涵养、生物多样性保护、气候调节和原材料，分别占总价值的 16.38%、14.74%、11.30% 和 8.23%，以上 5 种类型的价值占总 ESV 的 80% 以上，食物生产和气体调节所占的比例最低，食物生产占 4.99%，气体调节仅占 2.32%。

2007—2017 年间，总体上铜仁市各单项 ESV 均呈上升趋势，除水源涵养外，变化率在 0.25%~5.08% 之间，水源涵养的变化率较大，主要是由于水域的面积在两个研究时段内面积变化较大导致的。10 年间，各单项生态服务价值变化增加了 17.08 亿元，除水源涵养因面积增加较大导致增幅较大外，其他各单项 ESV 增加较为缓慢，增量最大的为土壤形成与保护，10 年间增加了 2.75 亿元，其次是原材料、娱乐文化、气候调节，增量分别为 1.02 亿元、0.92 亿元和 0.87 亿元，增量最小的是食物生产，10 年间仅增长了 0.04 亿元，在单项生态服务价值中，研究时段内水源涵养的 ESV 变化最大，食物生产的 ESV 变化最小，主要原因是水域和耕地面积变化的影响，水域是水源涵养生态服务价值最高的土地类型，而耕地是提供食物生产生态服务价值最高的土地类型。由此可见，在土地利用中注重保护林地、园地、水域，保持耕地、草地的数量和质量，节约集约利用建设用地，对维持区域生态系统的服务功能具有重要意义。

2.4 生态系统服务价值的敏感性分析

计算敏感性指数是为验证生态价值系数的准确性，根据徐丽芬等人^[15]的研究，将土地利用类型的生态价值系数上下调整 50%，以此来分析土地利用类型的生态价值系数变化对整体生态系统服务价值变化的影响程度。铜仁市 2007 年、2012 年和 2017 年的生态系统服务价值敏感性指数计算结果见表 4，结果表明，敏感性指数均小于 1，本文采用的生态服务价值系数适合当地实际情况，所估算的生态系统服务价值是可信的，林地的敏感性指数最大，说明林地对生态系统服务价值的贡献最大。

表 4 铜仁市生态系统服务价值的敏感性

年份	耕地	林地	草地	水域	未利用地
2007 年	0.29	0.65	0.36	0.03	0.01

2012 年	0.26	0.72	0.22	0.01	0.01
2017 年	0.25	0.71	0.21	0.01	0.00

3 结论

1) 铜仁市 2007—2017 年间,耕地、草地、未利用地减少,林地、建设用地和水域增加,铜仁市的土地利用方向总体上为一方面草地和未利用地被开发为耕地,另一方面,耕地向林地、园地、建设用地和水域方向扩张。

2) 铜仁市生态系统服务价值的敏感性指数均小于 1,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,本文的研究结果可信,林地的敏感性指数最大,说明林地对生态系统服务价值的贡献最大。

3) 2007—2017 年间,研究区总生态服务价值(ESV)增加了 17.08 亿元,变化率为 5.55%,年均增加 0.55 亿元,各个土地利用类型提供的生态服务价值年变化率不是很大,但从各种土地利用类型在不同研究时期内占总 ESV 的比例来看,因各土地利用类型面积变化带来的影响还是比较大的;从研究区生态服务价值构成的总体情况来看,土壤形成与保护、水源涵养、生物多样性保护、气候调节和原材料 5 种类型的价值占总 ESV 的 80%以上,在土地利用中注重保护林地、园地、水域,保持耕地、草地的数量和质量,节约集约利用建设用地,对维持区域生态系统的服务功能具有重要意义。

参考文献:

- [1]刘纪远,匡文慧,张增详,等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报, 2014, 69(1):3-14.
- [2]唐孝甲,唐学君,张伟东. 乌蒙山区土地利用变化及其对生态系统服务价值的影响[J]. 江西农业学报, 2019, 31(6):134-139.
- [3]DAILY G C. Nature' s services:societal dependence on natural ecosystems[M]. Washington D C:Island Press, 1997.
- [4]代静,王小燕,杜文强. 济南市土地利用变化及生态系统服务价值时空演变分析[J]. 环境保护科学, 2019, 45(2):6-15.
- [5]徐志荣,赵翠微. 乌蒙山区土地利用变化及生态服务价值研究——以贵州省赫章县为例[J]. 贵州科学, 2019, 37(1):32-36.
- [6]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):234-243.
- [7]国务院扶贫开发领导小组办公室,国家发展和改革委员会. 武陵山片区区域发展与扶贫攻坚规划报告(2011-2020 年)[R]. 北京, 2011.
- [8]范田芳,阿如早,秦富仓,等. 内蒙古武川县土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2019, 50(1):104-112.
- [9]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.

-
- [10]刘纪远. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究——基于卫星遥感数据[J]. 第四纪研究, 2000, 20(3):229-239.
- [11]COSTANZA R,D'ARCE R,DE GROOT R,et al.The value of the world's ecosystem services and natural capital[J].Nature,1997,387(6630):253-260.
- [12]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.
- [13]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.
- [14]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.
- [15]徐丽芬, 许学工, 罗涛, 等. 基于土地利用的生态系统服务价值当量修订方法——以渤海湾沿岸为例[J]. 地理研究, 2012, 31(10):1775-1784.