

## 基于“三生空间”的长江流域重庆段 生态系统服务价值时空演变研究\*

温馨<sup>1</sup>, 陈春<sup>1,2</sup>

(1. 重庆交通大学 智慧城市学院, 重庆 400074; 2. 国土空间规划监测评估预警重点实验室, 重庆 401147)

**摘要:**【目的】在掌握土地利用变化对生态系统服务价值影响的基础上,以“三生空间”视角分析其中内在联系,为国土规划提供参考,促进区域土地系统与自然生态系统的长期协调发展。【方法】基于“三生”用地分类体系,对长江流域上游重庆段的用地功能变化进行研究,以当量因子法计算重庆市生态系统服务价值并从不同角度分析变化特征,最后引入传统、交叉敏感性系数检验生态系统服务价值结果。【结果】1) 1990—2020年重庆市生活生产用地变化速率最快,其他建设用地波动最为剧烈,草地减少明显。2) 以林地为主的生态生产空间对重庆市生态系统服务价值总额贡献最大,渝东南和渝东北地区是生态系统服务高等级区域,以中心城区为主的生态系统服务价值低等级区域以各区为中心向外不断扩张。3) 1990—2020年重庆市生态系统调节服务占比最大,未来的生态文明建设工程需要注重水源涵养与水文调节及相关的其他服务类型。4) 林地、草地对重庆市生态系统服务价值具有显著影响。【结论】目前重庆市生态环境建设速率小于人口增长速率,在进行城市规划时应优先保护生态生产用地,修复受到破坏的生态用地、生产生态用地,以主城区为核心的生活生产用地是未来生态修复的重点区域,需在今后制定合理的国土空间规划。

**关键词:**“三生”用地;生态系统服务价值;交叉敏感性;长江流域;重庆

**中图分类号:** X171.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-6693(2022)03-0128-13

土地是人类赖以生存和发展的物质基础,受长期人为、自然活动影响,土地利用/覆盖不断发生着变化<sup>[1]</sup>。土地利用/覆盖变化(Land use /cover change, LUCC)不仅使地球表面发生改变,也对区域生态系统造成了明显影响,随着人们生态保护意识的增强,LUCC和生态系统关系已成为多学科研究热点之一<sup>[2]</sup>。

随着经济发展、科技进步和全球人口的持续增长,人类往往通过对自然生态环境的侵占、破坏来满足日益增长的对住房、便捷交通以及其他高质量服务的需求。为了实现人与自然的和谐共生,对“三生空间”(Ecological-production-living spaces)的优化在中国受到了广泛关注。“三生空间”是指有生态、生产和生活综合用地功能的空间<sup>[3]</sup>,这一概念的提出主要是基于对可持续空间体系的发展诉求,与西方现代城市空间规划中一些主要体现生产、生活和生态一体化发展的相关理念也有共通之处。现代城市建设大多忽略了生态可持续发展,无序扩张、杂乱建设等使得生态空间不断减少。已有研究表明:人类生产、生活活动下 LUCC对生物<sup>[4]</sup>、气候<sup>[5]</sup>、土壤<sup>[6]</sup>、水文<sup>[7]</sup>等生态环境方面产生了负面影响以及不同尺度水平上改变了生态系统结构与功能,由此导致生态系统发展失衡、生态服务价值功能变弱。

生态系统服务价值(Ecosystem service value, ESV)是区域生态系统给人类带来的社会产品和服务的经济衡量指标<sup>[8]</sup>,它的测算方式也广受关注。1977年 Westman<sup>[9]</sup>提出自然服务概念并引出了价值评估问题,1982年 Ehrlich<sup>[10]</sup>提出生态系统服务功能概念,1997年 Costanza等人<sup>[11]</sup>以16个不同生态系统和17项不同生态因子为基础对全球自然资产进行了评估。由于生态保护意识的提高以及国家政策导向影响,中国学者对ESV评估的研究也愈加深入。经验证发现全球尺度的价值评估并不适宜中国真实生态现状后,谢高地等人<sup>[12-14]</sup>参考国外学者的研究成果,依据中国区域特点,基于专家知识问卷调查构建了中国陆地单位面积ESV当量因子表。诸多学者对全国范围内生态研究典型区域进行了ESV评估,但阐述视角较为单一,基本都是分区说明。本研究拟构建

\* 收稿日期:2021-12-16 修回日期:2022-02-15 网络出版时间:2022-05-17 09:31

资助项目:国家自然科学基金(No. 42071218);自然资源部国土空间规划监测评估预警重点实验室开放项目(No. LMEE-KF2021004)

第一作者简介:温馨,女,研究方向为村镇规划,E-mail:1059236755@qq.com;通信作者:陈春,女,教授,博士,E-mail:chenchun@pku.edu.cn

网络出版地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20220516.1638.014.html

“三生”用地分类体系,以生态空间、生态生产空间、生产生态空间以及生活生产空间转换为背景探究土地利用变化与生态系统的交互影响,对国土空间规划中城市政府合理引导土地开发利用活动以及生态环境保护提供参考。

另外,ESV 评估的可靠性研究引起了诸多学者注意,徐丽芬等人<sup>[15]</sup>采用经济学中常用的弹性系数计算了 ESV 的敏感性指数,度量了生态系统对人为、自然活动干扰的敏感程度,但实际上某一地类向另一地类转换时的面积变化对 ESV 变化也有着一定影响<sup>[16]</sup>,交叉敏感性系数可验证相应的影响程度,为使结果可靠程度更高,本研究将结合传统、交叉敏感性系数来验证测算结果。

流域生态系统模式复杂,各种社会经济、政治和自然因素对土地利用变化产生的影响导致生态环境发生变化。长江流域跨越中国东中西部三大经济区,拥有丰富的自然资源和独特完整的自然生态系统,但近些年来该区域生态环境保护与经济发展的不协调问题日渐突出,若任由发展,该问题最终将成为经济、科技发展进步的制约因素。重庆市地处长江上游,是连接长江经济带的重要枢纽,也是重要的生态恢复与建设地区,对长江流域中下游地区生态文明建设起着带头作用,在过去的研究中,学者们从不同时期、不同层面、不同角度考察了重庆地区 ESV 变化,区域选择从微观尺度到宏观尺度,涵盖市内度假小镇<sup>[17]</sup>、三峡库区生态敏感区<sup>[18]</sup>、市内生态保护红线区<sup>[19]</sup>等,研究视角也富有多样性,例如 ESV 预测<sup>[20]</sup>、ESV 变化与社会经济相关性研究<sup>[21]</sup>、ESV 影响因子研究<sup>[22]</sup>等。但截至目前,以“三生空间”为背景定量分析土地利用变化情况及对 ESV 的影响规律,进而探究 ESV 时空演变的研究不多。因此,本研究以重庆市为研究区,构建“三生”用地分类体系,在长时间尺度下对地区用地功能及生态系统服务价值变化进行研究,以期对长江流域城市化和社会经济快速发展的类似地区的国土空间规划提供决策支持,使区域生态建设工程更有着着力点,促进经济社会和自然生态的协调发展。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区概况

重庆市地处中国内陆西南部,位于长江流域上游,是长江上游地区的经济、金融以及航运等中心,地理位置在北纬 28°10′~32°13′、东经 105°11′~110°11′之间,下辖 26 个区、8 个县和 4 个自治县(图 1),幅员面积 82 400 km<sup>2</sup>。境内自然、生物资源丰富,生态系统完备,地势地貌复杂,年平均气温 16~18℃,大部分地区年平均降水量在 1 000~1 350 mm 之间。2020 年重庆市常住人口城镇化率达到了 65%,城镇化发展改善了人居环境,产生了一定的经济效益,但与之相关的土地利用类型转换对区域生态环境也造成了不同程度的影响,在国家政策的宏观调控和新型城镇化发展的背景下,测算分析重庆市 ESV 动态变化,对国土空间规划以及生态治理具有重要的意义。

### 1.2 数据来源

1990 年、2000 年、2010 年及 2020 年 30 m×30 m 的土地利用数据均来源于中国科学院遥感与数字地球研究所的土地利用/覆被数据。经济数据来源于 1990,2000,2010 及 2020 年《重庆市统计年鉴》和《重庆市社会发展统计公报》。

## 2 研究方法

### 2.1 “三生”用地分类

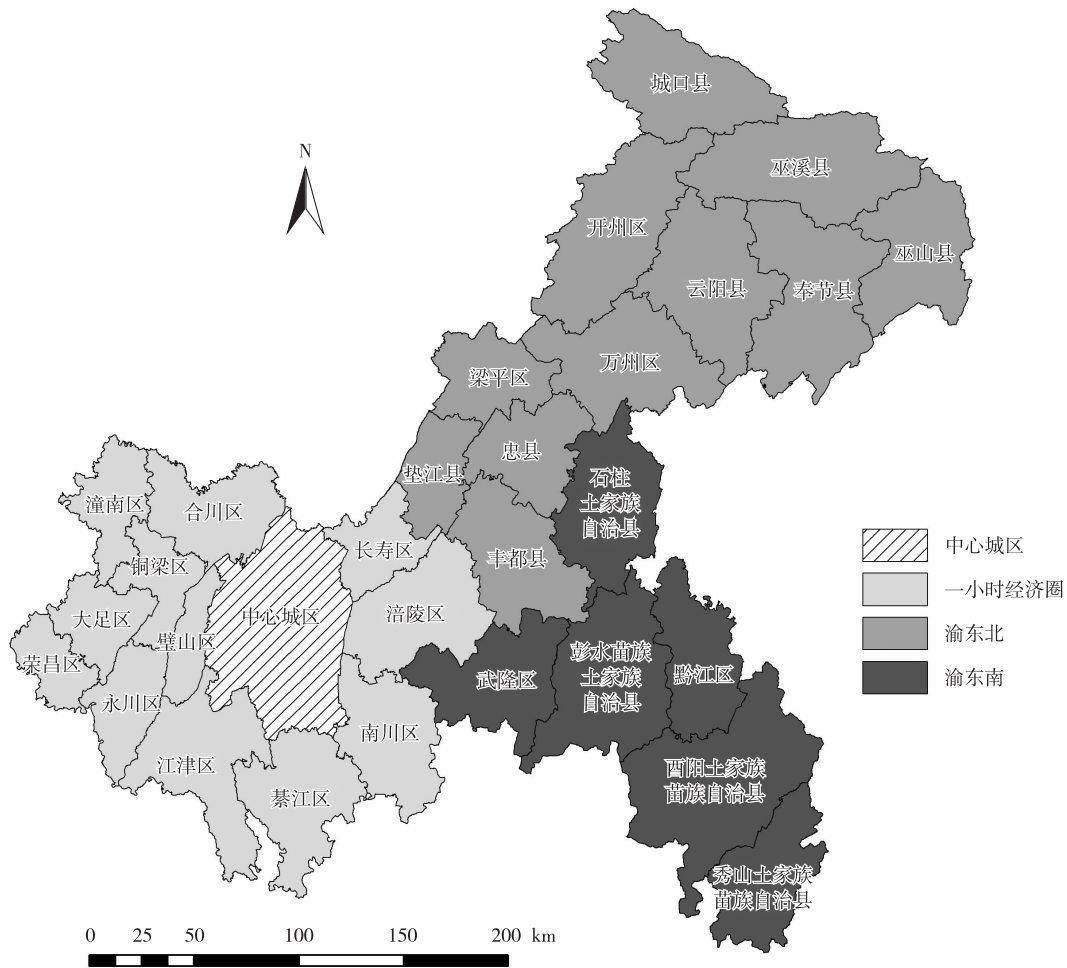
针对“三生空间”,国内学者做了大量研究。张红旗等人<sup>[23]</sup>在现有土地利用体系的分类基础上,纳入生态用地概念,深入研究了土地的多种功能,形成了以生产、生活和生态用地为主的较为完善的分类体系。刘继来等人<sup>[24]</sup>在国家土地利用分类标准基础上建立了“三生”用地分类评价体系,但区域尺度较大,且判断条件较为苛刻。陶建等人<sup>[25]</sup>基于“三生空间”划定理论,以多规融合为导向,划定了更小尺度县域“三生空间”用地分类标准。综合各学者成果<sup>[26-28]</sup>,本研究结合重庆市的土地利用现状划定了“三生”土地利用类型(表 1)。

### 2.2 ESV 评价方法

ESV 是指人类从生态系统中获得的价值量。本研究参考谢高地等人<sup>[12-14]</sup>提出的新版当量因子表,根据区域内各类土地利用的实际情况,对一些当量因子进行修正,计算 ESV,公式如下:

$$V^{\text{ESV}} = \sum_j (V_j^{\text{VC}} \times A_j) \quad (1)$$

其中: $V_j^{\text{VC}}$  是第  $j$  类用地单位面积的生态服务价值(单位:元·hm<sup>-2</sup>); $A_j$  为第  $j$  类土地的面积(单位:hm<sup>2</sup>)。



注:底图来自国家基础地理信息中心服务网站,审图号:GS(2020)4623号,下同

图 1 重庆市行政区划

Fig. 1 Administrative division of Chongqing

表 1 重庆市“三生”用地分类体系

Tab. 1 Chongqing's ecological-production-living land classification system

“三生”用地类型	涵括地类(I级)	涵括地类(II级)	含义
生态用地	湿地	滩地、滩涂	生态服务功能较强的各类用地,是维护区域生态环境质量的主要用地
	草地	低、中、高覆盖度草地	
	水系	河渠、湖泊	
生态生产用地	水库坑塘		有较高的生态效益,但也用于农业生产发展
	林地	有林地、灌木林、疏林地、其他林地	
生产生态用地	水田	山地水田、丘陵水田、平原水田、坡度大于 25°水田	以农业生产为主要功能,同时具有一定的生态价值
	旱地	山地旱地、丘陵旱地、平原旱地、坡度大于 25°旱地	
生活生产用地	城镇用地		主要是人为建筑,用于居住以及服务于生活生产的其他活动
	农村居民点		
	其他建设用地		

1 个 ESV 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。对单位面积农田每年自然粮食产量的经济价值进行修正,重庆市 1990—2020 年粮食平均单产为  $4\ 595.69\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,平均全国粮食平均收购价格为  $1.67\ \text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,故单位 ESV 当量因子的价值是  $1\ 096.34\ \text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,最终得出重庆市 ESV 系数(表 2)。

表 2 重庆市 ESV 系数  
Tab.2 Chongqing ecosystem service value coefficient

“三生”用地类型	土地利用类型	供给服务			调节服务				支持服务			文化服务
		食物生产	原材料生产	水资源供给	气体调节	气候调节	净化调节	水文调节	土壤保持	维持养分循环	生物多样性	美学景观
生态用地	湿地	0.51	0.50	2.59	1.90	3.60	3.60	24.23	2.31	0.18	7.87	4.73
	草地	0.38	0.56	0.31	1.97	5.21	1.72	3.82	2.40	0.18	2.18	0.96
	水系	0.80	0.23	8.29	0.77	2.29	5.55	102.24	0.93	0.07	2.55	1.89
生态生产用地	水库坑塘	0.80	0.23	8.29	0.77	2.29	5.55	102.24	0.93	0.07	2.55	1.89
	林地	0.29	0.66	0.34	2.17	6.50	1.93	4.74	2.65	0.20	2.41	1.06
生产生态用地	水田	1.36	0.09	-2.63	1.11	0.57	0.17	2.72	0.01	0.19	0.21	0.09
	旱地	0.85	0.40	0.02	0.67	0.36	0.10	0.27	1.03	0.12	0.13	0.06
生活生产用地	城镇用地	0.01	0.03	0.02	0.11	0.10	0.31	0.21	0.13	0.01	0.12	0.05
	农村居民点	0.01	0.03	0.02	0.11	0.10	0.31	0.21	0.13	0.01	0.12	0.05
	其他建设用地	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.10	0.03	0.02	0.00	0.02	0.01

### 2.3 敏感性分析

2.3.1 生态系统传统敏感性分析 敏感性指数(CS)可以衡量 ESV 评价准确性<sup>[15]</sup>。公式如下:

$$I_{CS} = \left| \frac{(V_j^{ESV} - V_i^{ESV})/V_i^{ESV}}{(V_{jk}^{VC} - V_{ik}^{VC})/V_{ik}^{VC}} \right|。$$

其中: $I_{CS}$  为 CS; $V_{VC}$  为 ESV 系数; $V_i^{ESV}$  和  $V_j^{ESV}$  分别为调整前后的 ESV; $k$  为土地利用类型。本研究将各土地利用类型的 ESV 系数进行±50%处理后对 ESV 的变化进行分析。

2.3.2 生态系统交叉敏感性分析 交叉敏感性系数(CCS)<sup>[29]</sup>是由新疆大学的普拉提·莫合塔尔在剖析传统的敏感性分析法的基础上提出的,根据土地面积转换比率的基数做交叉分析。具体计算公式如下:

$$C_{ab}^{CCS}(u) = \left| \frac{2\Delta V_{(u-1,u)}^{ESV}}{(S_{(a,b)}^{IR} - S_{(a,b)}^{TR})/(S_a + S_b)} \right|。$$

其中: $C_{ab}^{CCS}(u)$ 为研究年地类 a 与地类 b 净转化的 CCS; $\Delta V_{(u-1,u)}^{ESV}$ 为第(u-1)年至第 u 年的 ESV 变化率; $S_{(a,b)}^{IR}$ 表示地类 a 转为地类 b 的面积; $S_{(a,b)}^{TR}$ 表示地类 b 转为地类 a 的面积; $S_a$  和  $S_b$  分别为地类 a、b 在研究初期的面积。

## 3 结果与分析

### 3.1 重庆市“三生”用地类型动态变化特征

对重庆市 1990 年、2000 年、2010 年及 2020 年“三生”用地类型面积及土地利用类型变化速率进行统计得到表 3。可以看出,研究时段内重庆市“三生”用地变化较为明显,特别是生态用地和生活生产用地。生态用地在 1990—2010 年变化不大,但在 2010—2020 年变化极为剧烈,减少了 3 682.49 km<sup>2</sup>。生态用地的减少主要集中在酉阳、黔江两区县,结合图 2 来看主要是生态生产用地侵占所致——这些地区境内森林资源丰富,但人地矛盾突出。不过近些年来政府部门通过封山育林、退耕还林、天然林保护工程等进行了林地修复保护<sup>[30]</sup>。开州区的生态用地减少也较为明显,主要是生产生态用地侵占;作为三峡库区最大的洪涝灾害区县,截至 2005 年,当地耕地面积一直呈下降趋势,耕地面积下降速度快,耕地保护压力大;为了促进农业可持续发展,政府部门积极采取措施恢复和保护耕地<sup>[31]</sup>。

生活生产用地一直在持续增长,从最初的 422.16 km<sup>2</sup>、占比不足 1%,增加到 2020 年的 2 385.79 km<sup>2</sup>、占比为 3%,在 1990—2000 年、2000—2010 年以及 2010—2020 年的增长速率分别为 0.44、0.77 和 1.21,持续上升,31 a 间变化速率为 4.65,是各用地类型变化速率最大的用地,这也与 ArcGIS 10.4 软件的空间分析功能得到重庆市“三生”用地类型分布图(图 2)相一致。生活生产用地的增长主要是以重庆市中心城区为中心向外圈状扩张。这是因为,随着利用产业布局升级和承接产业转移的契机进行发展,重庆市城市功能加强,城市形象、城市

文化、城市工作前景等产生了强烈的地区吸引力,使得常住人口、流动人口逐年递增,城镇用地、农村居民点用地以及其他建设用地不断扩张。

表 3 重庆市不同时期“三生”用地类型面积统计

Tab. 3 Statistics of ecological-production-living land area in different periods in Chongqing

“三生”用地类型	土地利用类型	1990 年		2000 年		2010 年		2020 年		31 a 间面积 变化速率
		面积/km <sup>2</sup>	占比	面积/km <sup>2</sup>	占比	面积/km <sup>2</sup>	占比	面积/km <sup>2</sup>	占比	
生态用地	湿地	88.71	0.00	89.63	0.00	22.57	0.00	19.77	0.00	-0.78
	草地	11 780.13	0.14	11 754.54	0.14	11 438.23	0.14	7 597.45	0.09	-0.36
	水系	653.50	0.01	652.61	0.01	853.34	0.01	1 014.43	0.01	0.55
	合计	12 522.34	0.15	12 496.77	0.15	12 314.14	0.15	8 631.65	0.10	-0.31
生态生产用地	水库坑塘	176.84	0.00	178.70	0.00	189.98	0.00	301.37	0.00	0.70
	林地	30 406.01	0.37	30 440.93	0.37	30 992.44	0.38	33 641.37	0.41	0.11
	合计	30 582.85	0.37	30 619.64	0.37	31 182.42	0.38	33 942.74	0.41	0.11
生产生态用地	水田	11 761.45	0.14	11 671.45	0.14	11 479.82	0.14	11 157.19	0.14	-0.05
	旱地	27 082.89	0.33	26 973.99	0.33	26 321.57	0.32	26 253.34	0.32	-0.03
	合计	38 844.33	0.47	38 645.44	0.47	37 801.38	0.46	37 410.54	0.45	-0.04
生活生产用地	城镇用地	212.80	0.00	328.08	0.00	611.43	0.01	959.30	0.01	3.51
	农村居民点	165.53	0.00	215.47	0.00	275.39	0.00	344.26	0.00	1.08
	其他建设用地	43.82	0.00	66.29	0.00	190.35	0.00	1 082.24	0.01	23.69
	合计	422.16	0.01	609.83	0.01	1 077.17	0.01	2 385.79	0.03	4.65

生态生产用地 31 a 间增加了 3 359.89 km<sup>2</sup>,生产生态用地 31 a 间减少了 1 433.80 km<sup>2</sup>,但是这两类用地本身占地面积较广,所以整体而言变化不大。单从土地利用类型看,草地减少最为明显,达 4 182.69 km<sup>2</sup>,需要积极采取措施应对这一现象。面积增加最多的土地利用类型是林地,达 3 235.36 km<sup>2</sup>,其次是其他建设用地,为 1 038.41 km<sup>2</sup>。

整体上看,31 a 间研究区用地变化的速率处于逐年增加的状态,土地动态变化具有以下特点:1) 生活生产用地扩张以牺牲生态、生产生态用地为代价,研究区生产生态功能逐年降低;2) 生活生产用地的增长符合城镇化发展速度加快的背景,经济发展使得城镇、农村产业结构发生变化,与之相关的发展建设对生态环境带来了一定的负面影响;3) 重庆市中心城区及周围的“三生”用地中生活生产用地增长速率最快,增长范围最广,呈现以中心城区为中心向外扩张建设带动周围地区经济发展的趋势。

### 3.2 重庆市 ESV 特征分析

3.2.1 ESV 总体变化特征 结合(1)式求出 1990—2020 年重庆市 ESV 变化(表 4),结果表明:重庆市 1990 年、2000 年、2010 年及 2020 年 ESV 分别为 1 308.44 亿元、1 308.29 亿元、1 337.46 亿元和 1 357.59 亿元,ESV 先微微减少后增加,整体增加了 49.15 亿元。重庆市 ESV 1990—2000 年间变化波动较小,2000—2020 年间变化波动较大。在 2000—2010 年间,生态用地中的湿地 ESV 减小非常明显,减少速率高达 0.75;湿地生态系统作为全球三大生态系统之一,它的减少也对地区 ESV 总量产生了直接影响。在 2010—2020 年间,由于政府对生态文明建设加以重视,通过了湿地保护条例,出台了湿地保护政策,湿地 ESV 减少速率大大减缓。但是由于各项目建设工程仍在不断进行,草地被侵占、破坏严重,它的 ESV 锐减,不过与此同时林地 ESV 在大幅提升,这说明林地保护管理工作取得了明显成效。从“三生”用地角度来看,以水库坑塘、林地为主的生态生产空间对 ESV 总额贡献最大,每年占 ESV 总价值比均超过 60%。31 a 间生活生产空间面积不断增加,但它的生态系统服务价值系数较低,对 ESV 贡献最少;生态用地、生产生态用地大部分地类面积减小,ESV 有明显变化。从用地类型来看,林地的 ESV 总量增加最多,为 81.40 亿元,贡献值最大;水库坑塘生态系统价值系数较高,ESV 增长率为 70.42%,但由于面积较小,所以 ESV 增量并不突出;其他建设用地扩张范围极大,ESV 变化率高达 2 367.47%。

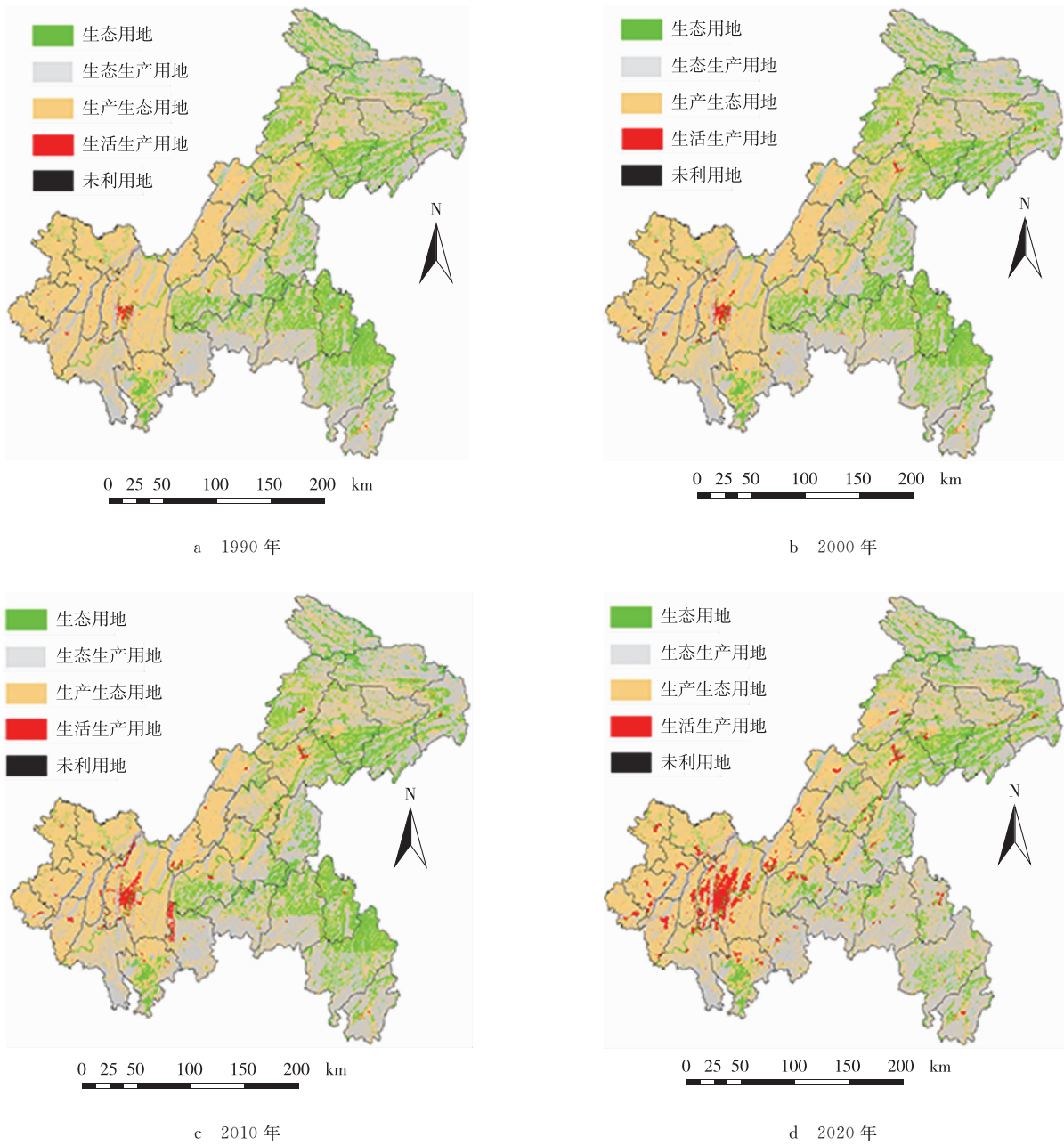


图 2 1990—2020 年重庆市不同“三生”用地类型分布

Fig. 2 Land use distribution of different types of ecological-production-living in Chongqing from 1990 to 2020

运用 ArcGIS 10.4 软件的空间分析功能,将重庆市 1990 年、2000 年、2010 年及 2020 年的 ESV 依据自然断裂分级法分类进行可视化处理(图 3)。整体上看,31 a 间重庆市 ESV 变化较大,低等级主要集中在中心城区及周围,这是因为中心城区是原始城镇建成区和工业园区,经济发展使得城市化速度加快,城市建设以中心城区为中心向外扩张,使得它的 ESV 相应增大,低等级区域向外分散。高等级主要集中在渝东南区,例如武隆、秀山等区县,这些地区有大量林地、耕地覆盖,原始生态环境优良,但城镇建设也使得低等级区域增加,因此渝东南地区政府实施了较多生态修复工程,同时进行了重点水域湿地保护<sup>[32]</sup>。还有渝东北区,例如巫山、巫溪等地,这些区域河流较多,能提供较高的 ESV。早年三峡库区建设加快了库区经济产业结构的调整<sup>[33]</sup>,使得库区生态环境被破坏,渝东北地区成渝经济圈联结长江经济带的重点区域,是市域发展的重点关注对象,近些年来推行了耕地保护、农业规划等各项绿色政策<sup>[34]</sup>,促进了部分区域生态系统服务价值上升。由于城镇建设和工业园区的不断引进,部分高等级区域的生态系统服务价值逐渐减少,但总体而言并不明显。以云阳县为中心的邻近区域 ESV 总体来看较为稳定,在市政规划发展的背景下区域生态用地保存较为完好。

表 4 1990—2020 年重庆市 ESV 变化

Tab. 4 Change of ecosystem service value in Chongqing from 1990 to 2020

“三生”用地类型	土地利用类型	1990 年 ESV/亿元	2000 年 ESV/亿元	2010 年 ESV/亿元	2020 年 ESV/亿元	1990—2020 年 ESV 变化率/%
生态用地	湿地	5.06	5.11	1.29	1.13	-77.71
	草地	254.30	253.74	246.92	164.00	-35.51
	水系	89.99	89.87	117.51	139.70	55.23
生态生产用地	水库坑塘	24.35	24.61	26.16	41.50	70.42
	林地	765.04	765.92	779.80	846.45	10.64
生产生态用地	水田	50.16	49.78	48.96	47.58	-5.14
	旱地	119.06	118.59	115.72	115.42	-3.06
生活生产用地	城镇用地	0.26	0.40	0.74	1.16	350.79
	农村居民点	0.20	0.26	0.33	0.42	107.97
	其他建设用地	0.01	0.01	0.04	0.24	2 369.47
合计		1 308.44	1 308.29	1 337.46	1 357.59	3.76

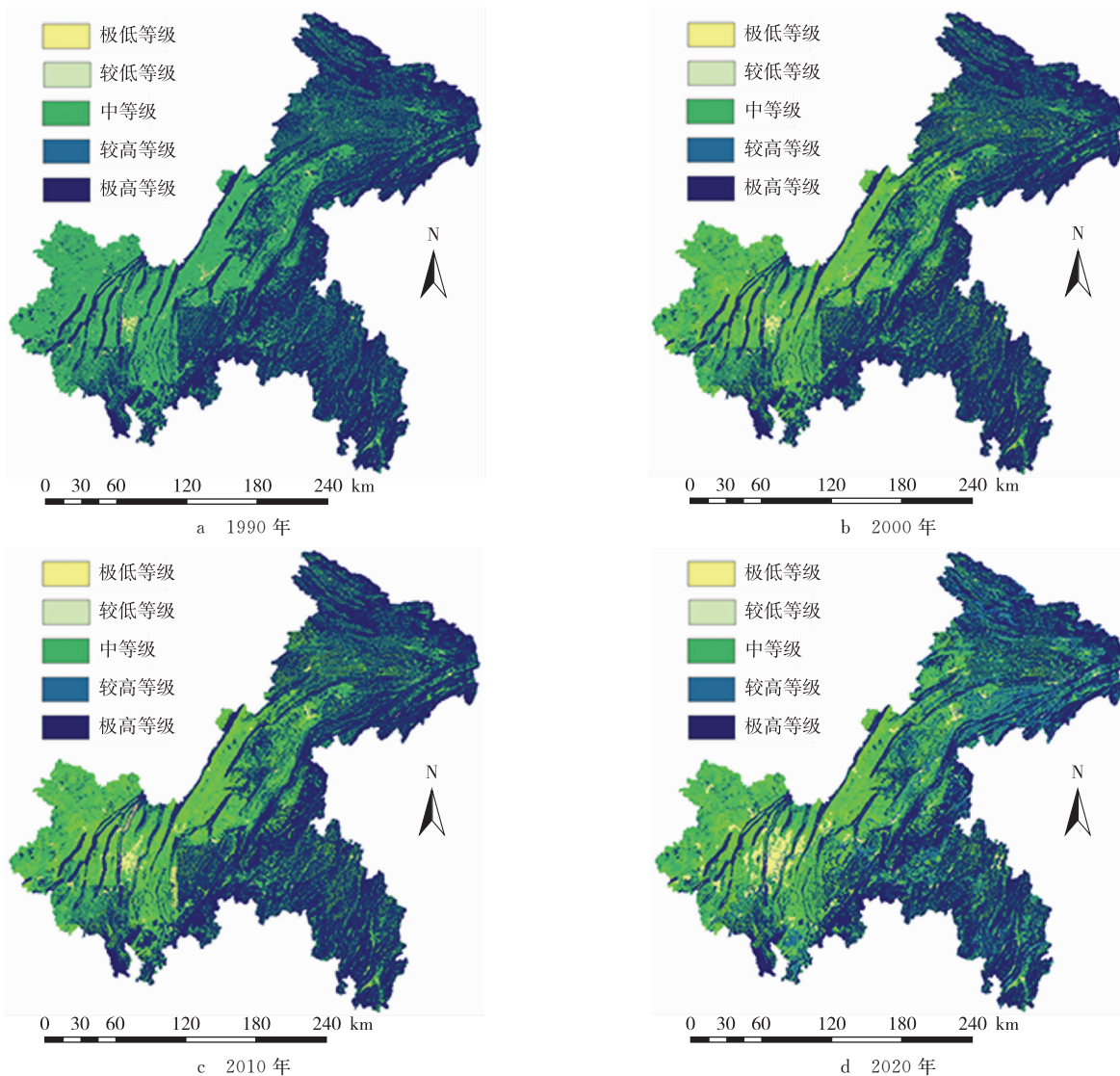


图 3 1990—2020 年重庆市 ESV 时空变化

Fig. 3 Spatio-temporal changes of ecosystem service value in Chongqing from 1990 to 2020

3.2.2 单项 ESV 变化特征 生态系统是生态文明建设的主要载体之一,也是实现经济可持续发展的基本资源。生态系统服务以自身结构、过程和功能为基础,直接或间接给人类提供各种服务惠益,包括供给服务、调节服务、支持服务和文化服务<sup>[35]</sup>,供给者、流动者、承载者和接受者是生态系统服务空间流动的 4 个基本要素,区域不同,生态系统提供的服务价值也不同。通过对各调查年份重庆市各单项 ESV 进行统计得到表 5。可以看出,31 a 间各单项 ESV 整体变化不大,其中调节服务价值占比最大,每年占总 ESV 的比例均超过 65%,并呈上升趋势;供给服务作为最基本、与人类关系最密切的服务,与区域居民的福利、区域生态安全和社会经济发展质量息息相关,但它的价值占比仅 7%左右。重庆市生态系统文化服务价值占比最小,仅 4%左右。水资源供给变化趋势明显,变化率为 56.47%,水文调节价值增加幅度较大,变化率为 14.48%,这说明重庆市未来的生态文明建设工程需要注重水源涵养与水文调节及相关的其他服务类型,例如淡水供给、土壤保持、生物多样性保持等,气候调节、水文调节和水土保持是重庆市个体 ESV 的主要功能,表明气温、降雨和土壤是重庆市植被生产潜力的重要组成部分,是重庆市 ESV 贡献的主要来源。

表 5 1990—2020 年重庆市单项 ESV 变化  
Tab.5 Changes of single ecosystem service value in Chongqing from 1990 to 2020 亿元

年份	供给服务		调节服务				支持服务			文化服务	
	食物生产	原材料生产	水资源供给	气体调节	气候调节	净化调节	水文调节	土壤保持	维持养分循环	生物多样性	美学景观
1990 年	58.13	42.54	-10.17	132.92	304.48	97.25	345.95	151.17	15.09	118.20	52.88
2000 年	57.90	42.50	-9.90	132.78	304.51	97.31	345.90	151.11	15.06	118.23	52.89
2010 年	57.20	42.43	-7.52	132.78	306.56	98.93	368.74	151.24	15.00	118.85	53.25
2020 年	56.14	42.01	-4.43	130.64	303.99	99.11	396.03	149.10	14.77	117.40	52.83

3.2.3 人均 ESV 占有量变化分析 为探究人类活动与 ESV 变化之间的关系,将各土地利用类型 ESV 除以当年人口数量算出重庆市人均 ESV 占有量进行分析(表 6)。

由表 6 可知,31 a 间重庆市人均 ESV 占有量呈下降趋势,各土地利用类型人均 ESV 占有量变化趋势则有不同情况。例如水系、水库坑塘、城镇用地、农村居民点以及其他建设用地的 ESV 人均占有量呈现上升趋势;湿地、草地、林地、水田、旱地的 ESV 人均占有量呈先上升后下降趋势,上升期主要是 1990—2000 年,下降期主要是 2000—2020 年。在 1990—2000 年间,重庆市 ESV 人均占有量上升速率最大的是以城镇用地、农村居民点及其他建设用地的生活生产用地,这说明在此期间重庆市城镇及农村居民点用地等急剧扩张。2000—2020 年期间,重庆市 ESV 人均占有量下降最大的是湿地,湿地减少与建设扩张导致的土地不合理使用、土壤破坏、环境破坏等息息相关。水系、水库坑塘 ESV 人均占有量在 2000—2020 年的上升速度远高于 1990—2000 年,这是由于人们水源保护意识的提高,政府部门对河流、湖泊等都采取了相应的保护措施。31 a 间重庆市总 ESV 上升了 3.76%,人均 ESV 占有量却减少了 6.59%,说明虽然重庆市经济发展态势良好,但人口压力不断增加,生态环境建设速率小于人口增长速率,生态环境压力逐渐增大,这也与现实背景相吻合。

表 6 1990—2020 年重庆市人均 ESV 占有量统计  
Tab.6 Statistics of per capita ecosystem service value in Chongqing from 1990 to 2020

年份	人口/ 万人	各土地利用类型 ESV 人均占有量/元										ESV 的人均 占有量/元
		湿地	草地	水系	水库坑塘	林地	水田	旱地	城镇用地	农村居民点	其他建设用地	
1990 年	2 890	17.51	879.92	311.40	84.27	2 647.21	173.56	411.99	0.89	0.69	0.03	4 527.46
2000 年	2 850	17.93	890.33	315.34	86.35	2 687.44	174.65	416.09	1.39	0.91	0.05	4 590.49
2010 年	2 880	4.47	857.35	408.04	90.84	2 707.63	169.99	401.80	2.56	1.15	0.14	4 643.98
2020 年	3 210	3.51	510.92	435.20	129.29	2 636.91	148.23	359.56	3.60	1.29	0.74	4 229.25

### 3.3 重庆市 ESV 敏感性分析

3.3.1 传统敏感性分析 重庆市 1990 年、2000 年、2010 及 2020 年 ESV 的 CS 均小于 1(表 7),这表明价值系数通过稳健性检验,研究结果可靠。各土地利用类型中对 ESV 贡献最大的是林地,其次是草地,其他建设用对 ESV 的贡献最小。

表 7 1990—2020 年重庆市 ESV 的 CS

Tab. 7 Traditional sensitivity coefficient of ecosystem service value in Chongqing from 1990 to 2020

土地利用类型	1990 年	2000 年	2010 年	2020 年
湿地	0.001 937	0.001 957	0.000 481	0.000 415
草地	0.107 635	0.107 390	0.101 694	0.064 286
水系	0.035 615	0.035 568	0.045 950	0.054 242
水库坑塘	0.009 394	0.009 494	0.009 877	0.015 522
林地	0.413 128	0.413 865	0.411 474	0.452 953
水田	0.019 542	0.019 392	0.018 644	0.017 837
旱地	0.047 668	0.047 473	0.045 216	0.044 395
城镇用地	0.000 098	0.000 151	0.000 276	0.000 426
农村居民点	0.000 076	0.000 099	0.000 124	0.000 153
其他建设用地	0.000 004	0.000 006	0.000 016	0.000 087

3.3.2 交叉敏感性分析 一种土地利用方式的变化必然引起另一种土地利用方式或多种土地利用方式的面积变化。在研究期间,重庆市 10 种土地利用类型之间的转换形成了 45 种 CCS(图 4)。结果表明,重庆市 ESV 对生态用地中湿地向其他土地的转换最敏感,其中湿地与草地、旱地以及林地的净转化对 ESV 具有重要影响,未来城市规划需要对湿地进行修复、保护。对于其他土地利用类型之间的转换,CCS 都处于较低的水平。

## 4 讨论

### 4.1 研究区用地功能变化对 ESV 的影响

用地功能动态变化中,重庆市生活生产用地变化最为明显,人口增长导致的住房需求和各项工程建设需要使得生活生产用地飞速增长。生活生产用地扩张侵占了生态、生产生态用地,城镇化水平的提升给生态环境造成了负面影响,这种现象需要高度重视。重庆市草地明显减少,达 4 182.69 km<sup>2</sup>,需要尽快采取相应的治理措施。

以林地为主的生态生产空间是重庆市 ESV 的主要贡献来源,31 a 间重庆市的 ESV 增加了 49.15 亿元。渝东南和渝东北地区是 ESV 高等级区,但近些年来随着工业园区引进与城镇建设,较低等级区域也逐渐出现,作为国家生态文明建设先行示范区,未来政府部门需要在政策扶持下积极引导生态建设工程。中心城区作为原始城镇建成区和工业园区,随着经济结构调整需要以及人口承载压力增加,城镇及工业园区的建设规模扩大,ESV 低等级区域以它为中心向外不断扩张,是未来需要重点进行生态保护的区域。

31 a 间重庆市生态系统调节服务价值占比最大,每年占 ESV 的比例均超过 65%,并呈上升趋势,其余生态系统服务价值逐年下降。水资源供给、水文调节价值变化剧烈,说明重庆市未来的生态文明建设工程需要注意水源涵养与水文调节及相关的其他服务类型,气温、降雨和土壤作为重庆市植被生产潜力的重要组成部分,是重庆市 ESV 贡献的主要来源。同时,人类活动对 ESV 变化影响较大,由于重庆市人口压力不断增加,虽然 31 a 间重庆市总 ESV 上升,但人均 ESV 占有量却减少了 6.59%,生态环境建设速率小于人口增长速率,与现实背景相吻合。

### 4.2 研究区未来生态保护优化建议

水库坑塘、湿地的 ESV 系数极高,在重庆市未来的规划发展中,必须对水库坑塘、湿地进行重点保护发展。林地和草地是 ESV 变化的敏感因子,且占地面积广,是重庆市高 ESV 的代表。在进行城市建设或开展旅游业规划时,应优先保护生态生产用地,加强生态保护红线的管控,保持地区自然资源风貌(山水林田湖草),修复受到

破坏的生态用地、生产生态用地(例如湿地、草地),以确保重庆市生态系统发展平衡,引导形成合理且利于提高 ESV 的土地利用格局,从而提高整个区域生态系统提供服务的能力。生活生产用地扩张往往使得区域 ESV 呈现下降趋势,重庆市中心城区也是 ESV 低值分布区,需要在今后制定合理的国土空间规划,对生活生产用地采用节约集约的利用手段,提高建设用地单位面积的经济效益和社会效益,使 ESV 能够在维稳基础上逐年上升,实现重庆市经济、社会和生态环境的可持续发展。

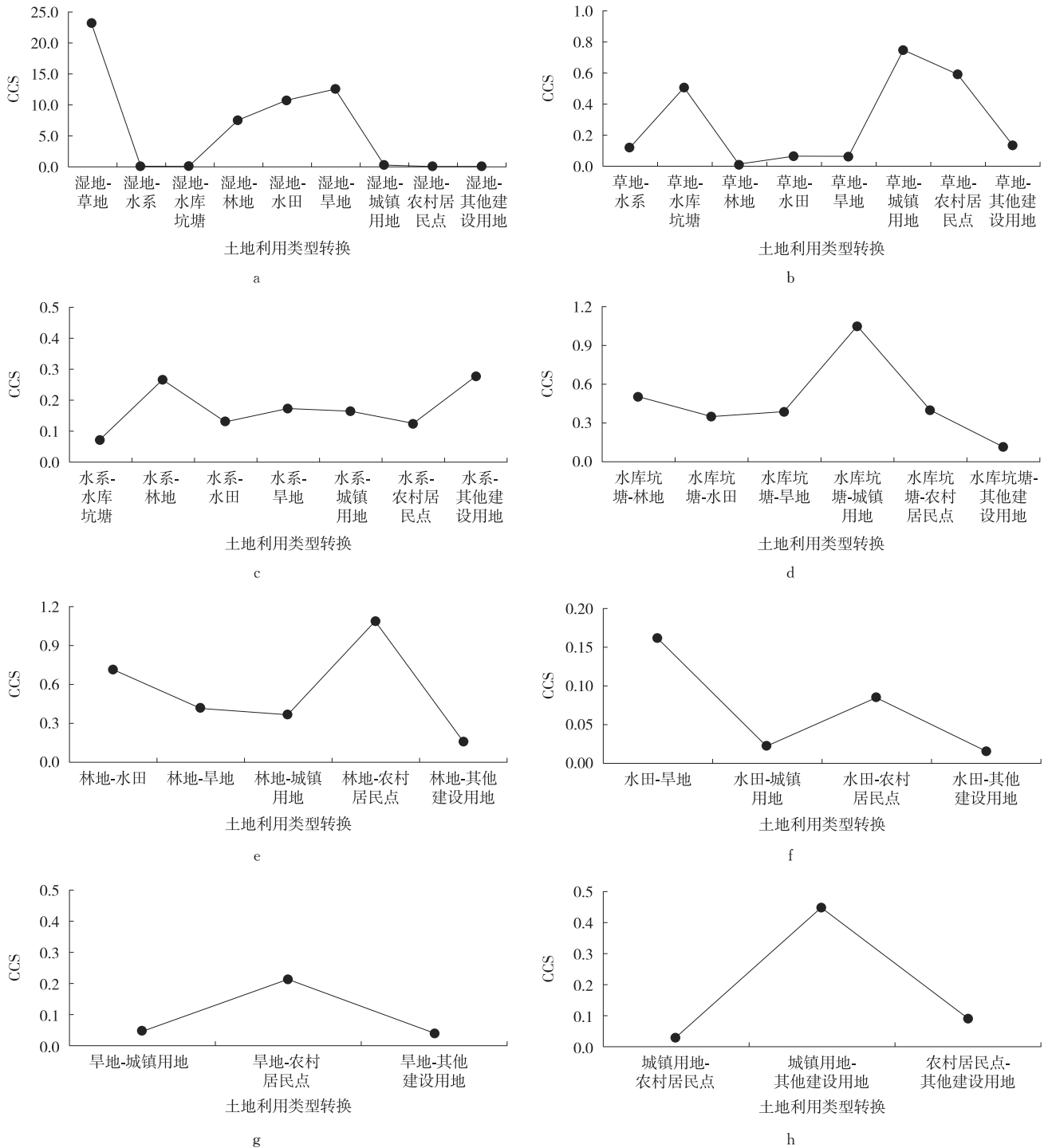


图 4 1990—2020 年重庆市 ESV 对土地利用类型转换的 CCS

Fig. 4 Cross-sensitivity coefficient of ecosystem service value to land use types conversion in Chongqing from 1990 to 2020

参考文献:

[1] 张合兵,于壮,邵河顺. 基于多源数据的自然生态空间分类体系构建及其识别[J]. 中国土地科学,2018,32(12):24-33.

- ZHANG H B, YU Z, SHAO H S. Construction and identification of natural ecological spatial classification system based on multi-source data[J]. *China Land Science*, 2018, 32(12): 24-33.
- [2] 刘永强, 龙花楼. 长江中游经济带土地利用转型时空格局及其生态服务功能影响[J]. *经济地理*, 2017, 37(11): 161-170.  
LIU Y Q, LONG H L. Spatial-temporal pattern of land use transformation and its ecological service function in the middle reaches of the Yangtze river economic belt[J]. *Economic Geography*, 2017, 37(11): 161-170.
- [3] 李锋, 陈春. “三生”用地功能动态变化及其生态系统服务价值响应: 以顺德区为例[J]. *水土保持研究*, 2021, 28(1): 250-257.  
LI F, CHEN C. Ecological-production-living land use function dynamic change and ecosystem service value response: taking Shunde district as an example[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2021, 28(1): 250-257.
- [4] 吴卓, 戴尔卓, 葛全胜, 等. 土地利用和气候变化对森林地上生物量的影响模拟: 以江西省泰和县为例[J]. *地理学报*, 2017, 72(9): 1539-1554.  
WU Z, DAI E F, GE Q S, et al. Simulation of the effects of land use and climate change on forest above ground biomass: a case study of Taihe county, Jiangxi province[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(9): 1539-1554.
- [5] 田晶, 郭生练, 刘德地, 等. 气候与土地利用变化对汉江流域径流的影响[J]. *地理学报*, 2020, 75(11): 2307-2318.  
TIAN J, GUO S L, LIU D D, et al. Impact of climate and land use change on runoff in the Hanjiang river basin[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(11): 2307-2318.
- [6] 王国兵, 赵小龙, 王明慧, 等. 苏北沿海土地利用变化对土壤易氧化碳含量的影响[J]. *应用生态学报*, 2013, 24(4): 921-926.  
WANG G B, ZHAO X L, WANG M H, et al. Effect of land use change in soil ROC content in coastal area of northern Jiangsu Province[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2013, 24(4): 921-926.
- [7] 魏兆珍, 李建柱, 冯平. 土地利用变化及流域尺度大小对水文类型分区的影响[J]. *自然资源学报*, 2014, 29(7): 1116-1126.  
WEI Z Z, LI J Z, FENG P. Effects of land use change and watershed scale size on hydrological type zoning[J]. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(7): 1116-1126.
- [8] 吴娇, 刘春霞, 李月臣. 三峡库区(重庆段)生态系统服务价值变化及其对人为干扰的响应[J]. *水土保持研究*, 2018, 25(1): 334-341.  
WU J, LIU C X, LI Y C. Changes in ecosystem service value in the Three Gorges reservoir area (Chongqing section) and its response to man-made interference[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2018, 25(1): 334-341.
- [9] WESTMAN W E. How much are nature's services worth?[J]. *Science*, 1977, 197(4307): 960-964.
- [10] EHRLICH P, EHRLICH A. *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species*[M]. New York: Random House, 1981.
- [11] ROBERT C, RALPH D A, RUDOLF D G, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [12] 谢高地, 肖玉, 甄霖, 等. 我国粮食生产的生态服务价值研究[J]. *中国生态农业学报*, 2005, 13(3): 10-13.  
XIE G D, XIAO Y, ZHEN L, et al. Study on the ecological service value of food production in China[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2005, 13(3): 10-13.
- [13] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. *自然资源学报*, 2008, 23(5): 911-919.  
XIE G D, ZHEN L, LU C X, et al. A method of ecosystem service value based on expert knowledge[J]. *Journal of Natural Resources*, 2008, 23(5): 911-919.
- [14] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. *自然资源学报*, 2015, 30(8): 1243-1254.  
XIE G D, ZHANG C X, ZHANG L M, et al. Improvement of ecosystem service valueization method based on unit area value equivalent factor[J]. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(8): 1243-1254.
- [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.  
XU L F, XU X G, LUO T, et al. Revision method of ecosystem service value equivalent based on land use: taking coastal areas of the Bohai bay as an example[J]. *Geographical Research*, 2012, 31(10): 1775-1784.
- [16] 樊雷, 余娇, 芦艳艳, 等. 浙川县生态系统服务对土地利用变化的敏感性分析[J]. *环境科学与技术*, 2019, 42(S2): 302-308.  
FAN L, YU J, LU Y Y, et al. Sensitivity analysis of ecosystem services to land use changes in Xichuan county[J]. *Environmental Science and Technology*, 2019, 42(S2): 302-308.
- [17] 秦普艳, 胡志毅, 管陈雷, 等. 重庆市仙女山度假小镇景观格局及生态系统服务价值时空演变[J]. *生态科学*, 2021, 40(4): 121-129.

- QIN P Y, HU Z Y, GUAN C L, et al. Landscape pattern and space-temporal evolution of ecosystem service value of Fairy mountain Resort Town in Chongqing[J]. *Ecological Science*, 2021, 40(4): 121-129.
- [18] 李灿, 吴娇, 李月臣. 三峡库区生态敏感区生态系统服务价值及生态安全变化: 以重庆市云阳、奉节、巫山三县为例[J]. *水土保持研究*, 2020, 27(5): 304-310.
- LI C, WU J, LI Y C. Ecosystem service value and ecological security change in ecologically sensitive areas of Three Gorges reservoir area: a case study of Yunyang, Fengjie and Wushan counties in Chongqing[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2020, 27(5): 304-310.
- [19] 邓伟, 周渝, 张勇, 等. 重庆市生态保护红线区生态系统服务价值时空演变特征及其驱动[J]. *长江流域资源与环境*, 2020, 29(1): 79-89.
- DENG W, ZHOU Y, ZHANG Y, et al. Spatial and temporal evolution characteristics and driving forces of ecosystem service value in ecological protection red line area of Chongqing[J]. *Resources and Environment in The Yangtze Basin*, 2020, 29(1): 79-89.
- [20] 白羽萍, 王佳斌, 刘恋, 等. 黑河流域生态系统服务价值预测及权衡分析: 以张掖市为例[J/OL]. *生态学报*, 2022, 42(13): 1-13. [2022-02-11]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2031.Q.20211108.1410.002.html>.
- BAI Y P, WANG J B, LIU L, et al. Prediction and trade-off analysis of ecosystem service value in Heihe river basin: a case study of Zhangye city[J/OL]. *Acta Ecologica Sinica*, 2022, 42(13): 1-13. [2022-02-11]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2031.Q.20211108.1410.002.html>.
- [21] 陈婧祎, 罗红霞, 胡林利, 等. 生态系统服务价值与社会经济相关性研究: 以重庆市大都市区为例[J]. *水土保持研究*, 2017, 24(4): 330-336.
- CHEN J Y, LUO H X, HU L L, et al. Study on the relationship between ecosystem service value and social economy: a case study of chongqing metropolitan area[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2017, 24(4): 330-336.
- [22] 邓灵稚, 杨振华, 苏维词. 城市化背景下重庆市水生态系统服务价值评估及其影响因子分析[J]. *水土保持研究*, 2019, 26(4): 208-216.
- DENG L Z, YANG Z H, SU W C. Evaluation of water ecosystem service value and its influencing factors in Chongqing under the background of urbanization[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2019, 26(4): 208-216.
- [23] 张红旗, 王立新, 贾宝全. 西北干旱区生态用地概念及其功能分类研究[J]. *中国生态农业学报*, 2004, 12(2): 5-8.
- ZHANG H Q, WANG L X, JIA B Q. Study on ecological land use concept and functional classification in northwest arid zone[J]. *Chinese Journal of Ecological Agriculture*, 2004, 12(2): 5-8.
- [24] 刘继来, 刘彦随, 李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析[J]. *地理学报*, 2017, 72(7): 1290-1304.
- LIU J L, LIU Y S, LI Y R. Classification evaluation and spatial-temporal pattern analysis of ecological-production-living spaces in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(7): 1290-1304.
- [25] 陶健, 王志远, 熊善玲, 等. 基于多规融合的县域“三生空间”划定研究[J]. *中外建筑*, 2020(3): 104-107.
- TAO J, WANG Z Y, XIONG S L, et al. Study on delimitation of ecological-production-living spaces in county based on multi-planning integration[J]. *Chinese and Overseas Architecture*, 2020(3): 104-107.
- [26] 李秋颖, 方创琳, 王少剑. 中国省级国土空间利用质量评价: 基于“三生”空间视角[J]. *地域研究与开发*, 2016, 35(5): 163-169.
- LI Q Y, FANG C L, WANG S J. Quality evaluation of provincial land space utilization in China: based on the spatial perspective of Ecological-Production-Living[J]. *Areal Research and Development*, 2016, 35(5): 163-169.
- [27] 于莉, 宋安安, 郑宇, 等. “三生用地”分类及其空间格局分析: 以昌黎县为例[J]. *中国农业资源与区划*, 2017, 38(2): 89-96.
- YU L, SONG A A, ZHENG Y, et al. Classification and spatial pattern analysis of ecological-production-living land: taking Changli county as an example[J]. *Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning*, 2017, 38(2): 89-96.
- [28] 张云路, 李雄, 孙松林. 基于“三生”空间协调的乡村空间适宜性评价与优化: 以雄安新区北沙口乡为例[J]. *城市发展研究*, 2019, 26(1): 116-124.
- ZHANG Y L, LI X, SUN S L. Evaluation and optimization of rural spatial suitability based on spatial coordination of ecological-production-living: a case study of Beishakou township, Xiongan New Area. [J]. *Urban Studies*, 2019, 26(1): 116-124.
- [29] 普拉提·莫合塔尔, 海米提·依米提. 土地利用变化下的生态系统服务敏感性研究: 以克里雅绿洲为例[J]. *自然资源学报*, 2014, 29(11): 1849-1858.
- POLAT MUHTAR, HAMID YIMIT. Study on ecosystem service sensitivity under land use change: takes the Kerya oasis as an example[J]. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(11): 1849-1858.
- [30] 周静璇, 周洪文. 生态服务价值、退耕还林及其补偿价格: 最小数据方法在重庆黔江区的应用[J]. *生态经济*, 2018, 34(3): 191-

195.

ZHOU J X, ZHOU H W. Ecological service value, returning farmland to forest and its compensation price: application of minimum data method in Qianjiang district of Chongqing[J]. *Ecological Economy*, 2018, 34(3): 191-195.

[31] 洪惠坤, 陈智. 三峡库区耕地资源空间利用模式的探讨: 以重庆市开县为例[J]. *农机化研究*, 2013, 35(10): 1-5.

HONG H C, CHEN Z. Discussion on spatial utilization pattern of cultivated land resources in Three Gorges reservoir area: a case study of Kaixian county in Chongqing[J]. *Journal of Agricultural Mechanization Research*, 2013, 35(10): 1-5.

[32] 成六三, 粟俊江, 杨晓菊. 渝东南生态保护区生态服务价值对生态建设的响应: 以武隆区为例[J]. *生态经济*, 2017, 33(7): 181-184.

CHENG L S, SU J J, YANG X J. The response of ecological service value to ecological construction in southeast chongqing ecological reserve: a case study of Wulong district[J]. *Ecological Economy*, 2017, 33(7): 181-184.

[33] 李辉, 谭森, 姜文, 等. 三峡库区经济发展与生态环境的时空耦合特征[J]. *水土保持通报*, 2020, 40(1): 243-249.

LI H, TAN M, JIANG W, et al. Spatial-temporal coupling characteristics of economic development and ecological environment in Three Gorges reservoir area[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2020, 40(1): 243-249.

[34] 李冬梅, 廖和平, 唐娜, 等. 基于粮食安全角度的三峡库区耕地保护研究: 以重庆市巫山县为例[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(6): 286-289.

LI D M, LIAO H P, TANG N, et al. Study on cultivated land protection in Three Gorges reservoir area based on food security: a case study of Wushan county in Chongqing[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2011, 27(6): 286-289.

[35] 刘艳中, 孙荣泽, 陈章, 等. 临湘市“三生”用地变化及其生态系统服务价值响应[J]. *水土保持研究*, 2019, 26(6): 303-310.

LIU Y Z, SUN R Z, CHEN Z, et al. Ecological-production-living land use change and its response to ecosystem services value in Linxiang city[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2019, 26(6): 303-310.

## Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

### Study on the Spatio-Temporal Evolution of Ecosystem Service Value in Chongqing Section of Yangtze River Basin Based on Ecological-Production-Living Spaces

WEN Xin<sup>1</sup>, CHEN Chun<sup>1,2</sup>

(1. College of Smart City, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074; 2. Key Laboratory of

Monitoring, Evaluation and Early Warning of Territorial Spatial Planning Implementation, Chongqing 401147, China)

**Abstract:** [Purposes] On the basis of grasping the impact of land use change on ecosystem service value, the internal relationship was analyzed from the perspective of ecological-production-living spaces to provide reference for land planning and promote the long-term coordinated development of regional land system and natural ecological system. [Methods] Based on the ecological-production-living land classification system, the change of land use function in Chongqing section of the upper reaches of the Yangtze river basin was studied. The equivalent factor method was used to calculate the ecosystem service value of Chongqing and analyze its change characteristics from different angles. Finally, the traditional and cross-sensitivity coefficients were introduced to test the results of ecosystem service value. [Findings] 1) From 1990 to 2020, the change rate of production and living land in Chongqing was the fastest, and the fluctuation of other construction land was the most intense, and the grassland decreased significantly. 2) The ecological production space dominated by woodland contributes the most to the total value of ecosystem services in Chongqing. Southeast Chongqing and Northeast Chongqing are high-level regions of ecosystem services, and low-level regions dominated by main urban areas continue to expand outward with its center. 3) The proportion of ecosystem regulation services in Chongqing is the largest in the 31 years. The future ecological civilization construction projects need to pay attention to water conservation, hydrological regulation and other related service types. 4) Forest land and grassland have significant influence on ecosystem service value in Chongqing. [Conclusions] At present, the rate of ecological environment construction in Chongqing is less than the rate of population growth. In urban planning, priority should be given to protect ecological production land, repairing damaged ecological land and production ecological land. The living and production land with the main urban area as the core is the key area of ecological restoration in the future. It is necessary to formulate reasonable land and space planning in the future.

**Keywords:** ecological-production-living land; ecosystem services value; cross sensitivity; Yangtze river basin; Chongqing

(责任编辑 许 甲)