

基于地形梯度的三峡库区万州区土地利用时空变化分析

幸瑞桑¹, 周启刚^{1,2,3}, 李辉³, 陈倩⁴, 陈丹³

(1. 重庆工商大学 环境与资源学院, 重庆 400067; 2. 重庆工商大学 旅游与国土资源学院, 重庆 400067;
3. 重庆工商大学 融智学院, 重庆 400067; 4. 重庆房地产职业学院, 重庆 401331)

摘要:采用 2000 年、2007 年和 2014 年 TM 影像数据以及万州区 DEM 数据,运用 GIS 和 RS 技术、土地利用图谱变化模式、地形位指数以及地形分布指数等方法对万州区土地利用变化进行了研究。研究表明:在 2000—2014 年万州区林地和耕地面积占研究区总面积的 92% 以上,万州区土地利用类型以耕地和林地为主;耕地、林地、草地和未利用地面积减幅分别为 1.08%, 0.33%, 0.04%, 0.01%, 呈现减少的趋势;水域和建设用地面积增幅分别为 0.64%, 0.81%, 呈现增加的趋势;耕地、水域和建设用地在较低地形梯度区域的分布指数均大于 1,主要分布于较低的地形梯度区域,草地在中高地形梯度区域的分布指数大于 1,主要分布于中高地形梯度区域,林地在地形梯度区域的分布指数大于 1,主要分布于高地形梯度区域;万州区土地利用变化模式以稳定型为主,转移面积 332 670.71 hm²;前期变化型次之,转移面积 2 629.44 hm²;然后为后期变化型,转移面积 2 600.57 hm²;稳定型在不同地形梯度区域内分布均匀,前期变化型和后期变化型主要分布于低地形梯度区域内。该研究为土地资源的可持续开发利用以及科学、合理地布局土地利用规划提供参考依据。

关键词:地形梯度;土地利用图谱;地形位指数;分布指数

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2019)02-0297-08

Analysis on Spatiotemporal Variations of Land Use Change in Wanzhou District of Three Gorges Reservoir Based on the Terrain Gradient

XING Ruishen¹, ZHOU Qigang^{1,2,3}, LI Hui³, CHEN Qian⁴, CHEN Dan³

(1. College of Environment and Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China; 2. School of Tourism and Land Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China; 3. College of Rongzhi, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China; 4. Chongqing Real Estate College, Chongqing 401331, China)

Abstract: We applied the combined methods including GIS and RS technology, land use map changing pattern, terrain position index and topographic distribution index, and used TM image data and DEM data of Wanzhou District from 2000, 2007 and 2014 to gain the knowledge about the land use changes in Wanzhou District. The results showed that woodland and cultivated land were the main land use types which cover 92% of the total area. The reduction rates of cultivated land, woodland, grassland and unused land were 1.08%, 0.33%, 0.04% and 0.01%, respectively, showing the decreasing trend. The growth rates of water area and construction area were 0.64% and 0.81%, respectively, showing the growing trend. The distribution index of cultivated land, water area and construction area in the lower terrain gradient area were greater than 1, indicating that they mainly distributed in the lower terrain gradient area. Meanwhile, the distribution index of grassland in the middle-high terrain gradient area was greater than 1, showing that grassland mainly distributed in the middle-high terrain gradient area. Nevertheless, the distribution index of woodland in the high terrain gradient area was also greater than 1, leading to the fact that woodland mainly lay in high terrain gradient area. Last but not least, the land use change pattern of Wanzhou District had 3 types including the

收稿日期:2018-02-25

修回日期:2018-04-28

资助项目:重庆市教委科技项目(KJ1719373; KJ1719374; KJ1749482);重庆工商大学创新团队项目(CJSYTD201708);国家自然科学基金(41101503);国家社科重大招标项目(11&ZD161)

第一作者:幸瑞桑(1994—),男(土家族),重庆石柱人,硕士研究生在读,研究方向为环境规划与管理。E-mail:18883175032@163.com

通信作者:周启刚(1976—),男,重庆铜梁人,博士,教授,主要从事 3S 理论与土地利用研究。E-mail:zqg1050@126.com

stable type, the early change type and the late change type, the stable type was the main type that covered the area of 332 670.71 hm², the early change type covered 2 629.44 hm² and the late change type covered 2 600.57 hm². The stable type had a uniformly distribution among different terrain gradient areas while the early type and the late type both favored in the lower terrain gradient area. This study can provide references for the sustainable development and utilization of land resources and rational layout of land use planning in the future.

Keywords: terrain gradient; atlas of land use; topographic position index; distribution index

土地是人类生存最重要的资源之一^[1]。自 20 世纪 90 年代起,土地利用/土地覆被(LUCC)变化逐步开始成为人们进行土地与环境研究的核心领域^[2]。自改革开放以来,随着我国经济的高速发展,人口、资源和环境之间的问题日益突出,对于土地利用的研究变得越来越受重视。因为根据土地利用的研究,人们可以定性和定量评价人类活动对全球环境变化的影响,从而为资源环境的可持续开发利用提供依据^[3]。

土地利用方式的布局 and 人类活动的难易程度都直接或间接受地形因子的影响^[4]。且在三峡库区的水土保持措施及土地利用方式布局都与地形密切相关^[5]。与此同时,植被的生长和分布情况都与地形因子有着密切的关系^[6]。不同土地利用类型在不同地形梯度下的分布情况也有着较大的差异;土地利用的转换类型与转移面积在不同地形梯度内也有着明显的差异^[7]。由此可见,对土地利用变化和地形梯度关系进行分析,可以较为准确地揭示土地利用在地形因子作用下的变化规律^[8]。

本文利用 RS 和 GIS 技术,提取万州区 2000—2007 年和 2007—2014 年的土地利用变化数据以及万州区的高程、坡度和地形位指数数据,对万州区土地利用在地形梯度下的变化进行研究,为万州区、三峡库区乃至与三峡库区相似地区的土地可持续开发利用以及土地利用规划提供更科学、合理的参考依据。

1 研究区概况

万州区地处四川盆地东缘,重庆市东北边缘,濒临长江三峡,扼川江咽喉,位于东经 107°55′22″—108°53′25″,北纬 30°24′25″—31°14′58″,东与云阳,南

与石柱和湖北利川,西与忠县和梁平,北与开江和开县接壤,直线距离重庆 228 km,全区幅员面积 3 457 km²。万州区作为重庆市主城区之外,发展最快、最好的区县,其具有一定的典型性。其典型性在于万州区不仅是因为万州区是重庆市最重要的城市之一,其经济发展十分迅速,而且其境内河流、溪涧切割深,落差大,呈枝状分布,均属长江水系,为三峡库区典型示范区。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据源

本文采用万州区 2000 年、2007 年、2014 年 3 期 Landsat TM 遥感影像数据作为万州区影像数据源,轨道号为 126038,126039,127039。所有影像数据采用 Albers 投影,中央经线为东经 110°,双标准纬线分别为北纬 25°和 47°。Landsat TM 影像数据 1,2,3,4,5,7 波段的空间分辨率均为 30 m,6 波段分辨率为 120 m。并在此基础上收集 30 m 分辨率的 DEM 数据。

2.2 数据处理

首先对遥感影像数据进行辐射校正、几何校正和镶嵌处理的预处理。而后使用 ERDAS 9.1 软件对万州区 2000 年、2007 年和 2014 年的 Landsat TM 遥感影像进行 4,3,2 波段组合,然后使用计算机并结合人机交互的解译方法获取研究区 2000 年、2007 年、2014 年 3 期 Landsat TM 遥感影像的土地利用数据,并对遥感影像土地进行精度验证,确定正确率在 95%以上。通过 DEM 数据获得高程数据,并使用 ARCMAP 的空间分析计算获取坡度数据,使用高程数据和坡度数据进行叠加计算而获取地形位指数数据(图 1)。

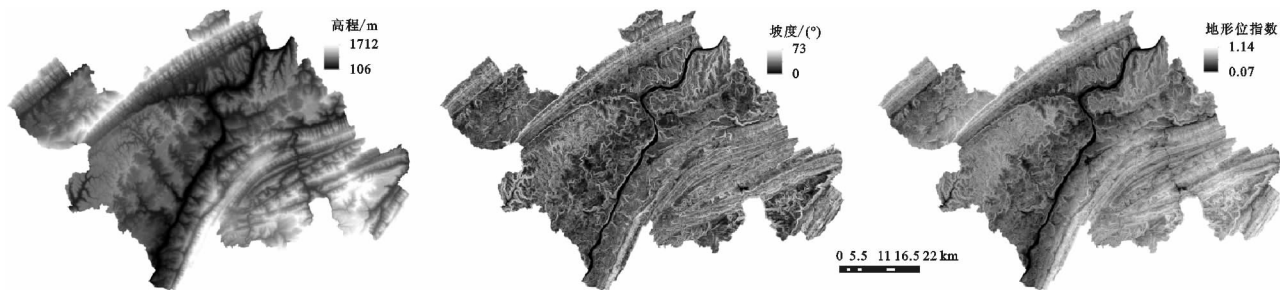


图 1 万州区高程、坡度、地形位指数

根据间隔数据相等的原则以及 GIS 的 Equal Interval 等方法,在此对万州区高程、坡度和地形位数据进行分级。将万州区的高程根据间隔数据相等的原则划分为 106~427 m, 427~748 m, 748~1 070 m, 1 070~1 391 m, 1 391~1 712 m 共 5 个级别,并依次以 1, 2, 3, 4, 5 表示;坡度根据全国第二次全国土地调查标准划分为 0°~2°, 2°~6°, 6°~15°, 15°~25°和 25°以上 5 个级别,并依次以 1, 2, 3, 4, 5 表示;地形位指数通过使用 GIS 的 Equal Interval 的方法将其划分为 0.07~0.29, 0.29~0.50, 0.50~0.71, 0.71~0.93, 0.93~1.14 这 5 个级别,并依次以 1, 2, 3, 4, 5 表示。

2.3 研究方法

2.3.1 土地利用图谱变化模式 在对土地利用变化模式图谱相关研究进行查阅并结合万州区的实际情况,将万州区土地利用变化模式图谱划分为 5 种图谱变化模式:(1) 稳定型,表示 2000—2007 年和 2007—2014 年两个阶段土地利用变化类型未发生变化,如 111 耕地→耕地→耕地, 222 林地→林地→林地;(2) 前期变化型,表示 2000—2007 年土地利用变化类型发生变化而 2007—2014 年未发生变化的,如 122 耕地→林地→林地, 155 耕地→建设用地→建设用地;(3) 后期变化型,表示土地利用变化类型在 2000—2007 年未发生变化而 2007—2014 年发生变化,如 112 耕地→耕地→林地, 113 耕地→耕地→草地;(4) 反复变化型,表示土地利用变化类型在 2000—2007 年发生变化而 2007—2014 年又变化为原来的类型,如 161 耕地→未利用地→耕地, 232 林地→草地→林地;(5) 连续变化型,土地利用变化类型在 2000—2007 年和 2007—2014 年发生不同的变化,如 435 水域→草地→建设用地。具体合成操作公式为^[9]:

$$Y = G_1 \times 10^{n-1} + G_2 \times 10^{n-2} + \dots + G_n \times 10^{n-n} \quad (1)$$

式中:Y 为土地利用代码计算合成的 n 位数字; n 为土地利用期数; G_n 为第 n 期土地利用单元。

2.3.2 地形位指数 因为单一地形因子对地形特征的表征不是特别全面,所以本研究以地形位指数对地形特征进行描述,其计算公式如下^[10]:

$$T = \ln\left[\left(\frac{E}{\bar{E}} + 1\right) \times \left(\frac{S}{\bar{S}} + 1\right)\right] \quad (2)$$

式中: T 为地形位指数; E 为任一点的高程值; \bar{E} 为区域内的平均高程值; S 为任一点的坡度值; \bar{S} 为该点所在区域内的平均坡度值。地形位指数小代表高程低、坡度小,地形位指数大代表高程高、坡度大^[11]。

2.3.3 地形分布指数 分布指数是为了消除地形梯度位分段和土地利用面积差异的影响而引入以描述不同土地利用类型在地形梯度上的分布状况,其计算

公式如下^[12]:

$$P = \frac{S_{ie}}{S_i} / \frac{S_e}{S} \quad (3)$$

式中: P 为分布指数; S_{ie} 为 e 类地形位下第 i 种土地利用类型的面积(hm^2); S_i 为第 i 种地类的总面积; S_e 为 e 类地形位的总面积; S 为研究区域的总面积。 P 值越大表示 i 种图谱在 e 类地形上的适宜程度和分布度程度较高^[13]。

3 结果与分析

3.1 研究区土地利用数量变化分析

由表 1 可知,万州区在 2000—2014 年土地利用类型有着较大的差异。纵观万州区 2000 年、2007 年和 2014 年 3 个时期,耕地与林地为其主要的土地利用类型,在 2000 年、2007 年和 2014 年两者所占土地面积分别达到了万州区总土地面积的 93.85%, 93.15%, 92.44%,由此可见,两者的平衡情况影响着整个万州区的平衡情况。从总体上来看,在 2000—2014 年,万州区土地利用类型耕地、林地、草地以及未利用地的面积呈现减少的趋势,其中耕地面积减少最大,减少面积 3 621.26 hm^2 ,减幅为 1.07%;其次为林地面积减少较大,面积减少 1 131.97 hm^2 ,占整个研究区总面积的 0.33%;草地面积减少量较小量仅有 124.45 hm^2 ,减少幅度仅为 0.04%;未利用地由于本来基数较小,面积仅减少 27.16 hm^2 。除此之外,在 2000—2014 年水域和建设用地面积呈现增加的趋势,其中建设用地面积增长较快,增加了面积 2 735.5 hm^2 ,所占土地总面积比例从 2000 年的 1.67% 增加至 2014 年的 2.48%,其增长幅度为 0.81%;水域的增长面积对于建设用地而言相对较小,增加面积 2 169.26 hm^2 ,面积占比增加了 0.64%。

分阶段来看,耕地、林地、草地和未利用地在两个时段都呈现减少的状态,而建设用地和水域正好相反,其在两个时段都呈现增加的状态。在 2000—2007 年期间,耕地、林地、草地和未利用地面积分别减少了 1 839.83, 514.52, 79.27, 25.09 hm^2 ,其减少面积占整个研究区总面积的比例分别为 0.54%, 0.15%, 0.02%, 0.01%;建设用地和水域面积分别增加了 1 783.44, 675.28 hm^2 ,其增加面积占整个研究区总面积的比例分别为 0.53%, 0.20%。在 2007—2014 年期间,耕地、林地、草地和未利用地面积分别减少了 1 781.43, 617.44, 45.18, 2.07 hm^2 ,耕地、林地和草地减少面积占整个研究区总面积比例分别为 0.53%, 0.18%, 0.01%,未利用地基数过小,因此忽略不计;建设用地和水域增加面积分别为 952.14, 1 493.98 hm^2 ,所占

面积比分别为 0.28%,0.44%。通过对两个时段进行对比,在 2007—2014 年期间耕地、林地、草地和未利用地的变化量较 2000—2007 年期间变化不大,而建设用地和水域在两个时期有着较大的变化。其主要原因在于 1997 年重庆市直辖以来,万州区得到了较大的发展,导致建设用地的不断增加,进而使耕地、

林地、草地和未利用地面积减少。同时由于三峡库区蓄水的原因导致耕地、林地、草地和未利用地被淹没,因而耕地、林地、草地和未利用地面积减少。由于三峡库区蓄水的原因,淹没了一部分建设用地,因而在 2007—2014 年期间建设用地的变化量远小于 2000—2007 年期间的增加量。

表 1 2000—2014 年万州区土地利用变化

地类	项目	2000 年	2007 年	2014 年	2000—2007 年	2007—2014 年
耕地	面积/hm ²	150093.13	148253.30	146471.87	—1839.83	—1781.43
	比例/%	44.42	43.87	43.34		
林地	面积/hm ²	167043.26	166528.74	165911.30	—514.52	—617.44
	比例/%	49.43	49.28	49.10		
草地	面积/hm ²	5877.11	5797.84	5752.66	—79.27	—45.18
	比例/%	1.74	1.72	1.70		
水域	面积/hm ²	9247.31	9922.60	11416.57	675.28	1493.98
	比例/%	2.74	2.94	3.38		
建设用地	面积/hm ²	5632.53	7415.97	8368.11	1783.44	952.14
	比例/%	1.67	2.19	2.48		
未利用地	面积/hm ²	31.82	6.73	4.66	—25.09	—2.07
	比例/%	0.01	0.00	0.00		

3.2 研究区土地利用变化在地形梯度上的分布情况分析

使用万州区 2000—2014 年的土地利用变化数据与万州区 DEM 高程、坡度和地形位指数数据通过 ARCMAP 形成链接数据,并根据分布指数数据计算出不同地类在高程梯度、坡度梯度和地形位梯度的分布指数。

如图 2 所示,研究区不同高程级别区的分布指数有着明显的差异。在 2000 年,第 1 级高程梯度范围之中,耕地、水域、建设用地和未利用地分布指数均大于 1,处于优势地位,说明在该区域内,人类活动对土地利用方式影响非常大,土地利用强度大;第 2 级高程梯度范围之内,耕地分布指数大于 1,林地、草地、水域、和建设用地分布指数均小于 1,因此万州区在该高程梯度内耕地占据优势地位,可以看出在该高程范围内人类活动对土地利用方式的影响同样较大,土地利用强度较大;在第 3 级和第 4 级高程梯度范围之中,林地和草地分布指数大于 1,而耕地、水域和建设用地的分布指数均小于 1,所以在第 3 级和第 4 级高程梯度内林地和草地占据优势地位,由此可见,在这两个高程区域内,人类活动对土地利用方式的影响较低,土地利用强度较小;在第 5 级高程梯度中,仅有林地分布指数大于 1,其余地类分布指数均小于 1,因此在该高程梯度内林地占据绝对的优势,在该高程区域内,人类活动对土地利用方式的影响微弱,土地利用强度小,生态环境保护非常好。对于 2007 年以及 2014 年不同土地利用类型在不同高程梯度上的分布

情况与 2000 年大致相同,由此可见,耕地主要分布于 106~427 m 以及 427~748 m 高程范围内,林地主要分布于 748~1 070 m,1 070~1 391 m,1 391~1 712 m 高程范围之内;草地主要分布于 748~1 070 m,1 070~1 391 m 高程范围之内,其最具优势的高程为 748~1 070 m;水域和建设用地主要分布于 106~427 m 高程范围之内,在 106~427 m 高程范围类,水域和建设用地均最具优势。然而对于在第 1 级高程梯度内在 2007 年以及 2014 年,耕地的优势有所下降,这是由于这两年内水域以及建设用地面积的增加,从而导致水域和建设用地在该高程内的优势越来越大,因而使耕地的优势变小。未利用地无论在空间,还是时间上波动较大,并无明显规律,这是由于人类对林地的滥砍滥伐,而后三峡库区蓄水、退耕还林、复垦以及扶贫等一系列政策所造成的结果。随着高程的不断增高,人类活动对土地利用方式的影响越来越微弱,生态环境的保护越来越好。

由此可知,万州区不同土地利用类型在高程梯度上具有规律性。其中因为人类活动所引起土地利用方式主要分布于低高程区域,且由人类活动所引起的土地利用方式不断由中高程区域向低高程区域发展,造成该现象的原因在于三峡库区的蓄水淹没了部分低高程区域,以及扶贫等相关政策导致的城乡建设。万州区 106~427 m 高程范围内为整个万州区土地利用竞争最大的区域,是三峡库区的主要区域,同时也是人地矛盾最为突出的区域。

从图 3 可以看出,万州区土地利用类型在不同坡度梯度的分布情况与其在不同坡度梯度的分布情况有着一定的差异。万州区各土地利用类型在坡度梯度内的分布情况有着较大的差异。在 2000—2014 年内,万州区耕地在第 2 级、第 3 级、第 4 级坡度梯度内分布指数大于 1,处于优势地位;林地,在第 4 级和第 5 级坡度梯度中分布指数大于 1,处于优势地位;草地在第 2 级、第 4 级和第 5 级坡度梯度中分布指数大于 1,处于优势地位;水域在第 1 级和第 2 级坡度梯度内分布指数局大于 1,处于

优势地位;建设用地在第 1 级、第 2 级和第 3 级坡度梯度中分布指数均大于 1,处于优势地位;未利用地波动较大,无明显规律,这是由于人类对林地的滥砍滥伐,而后三峡库区蓄水、退耕还林、复垦以及扶贫等一系列政策所造成的结果。在 2014 年,因三峡库区蓄水,导致水域面积增加,但是在 2014 年,水域在第 1 级坡度梯度范围内优势降低,这是由于在 2000—2014 年范围万州区在第 1 级坡度梯度范围内因城乡建设增加的建设用地面积大于在相同范围内因三峡库区蓄水而增加的水域面积。

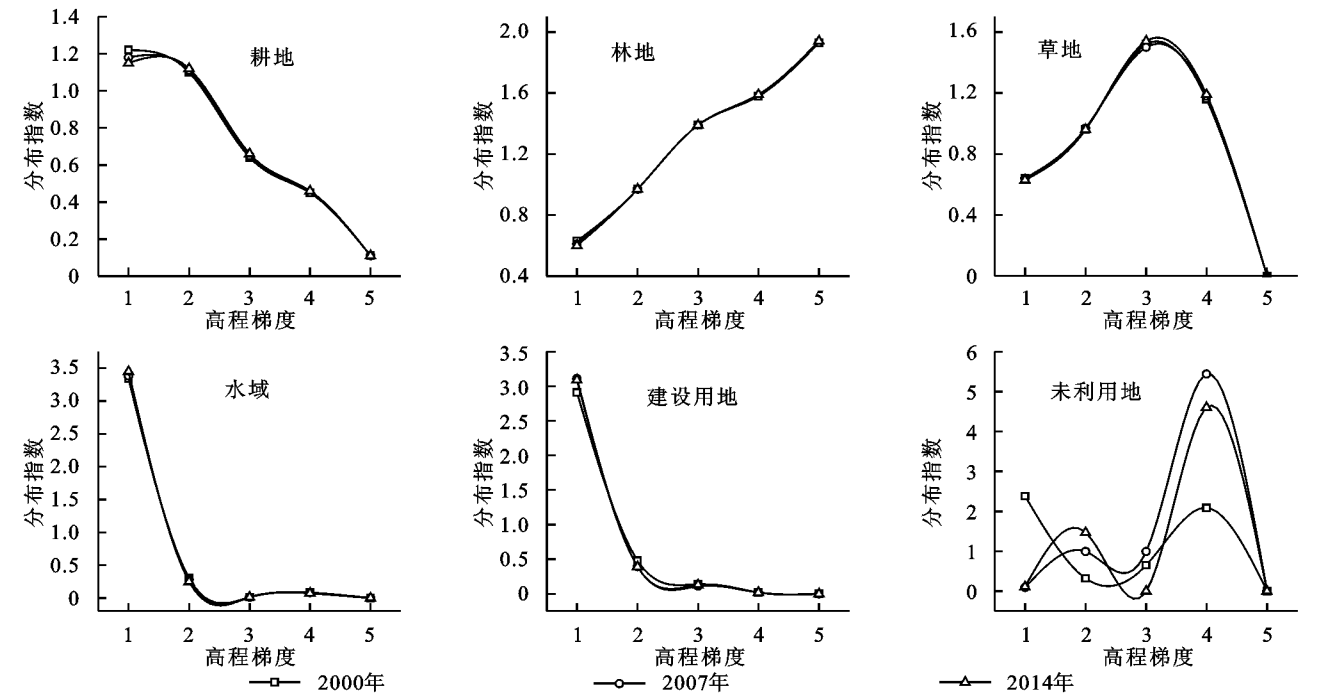


图 2 万州区不同高程梯度下土地利用分布指数

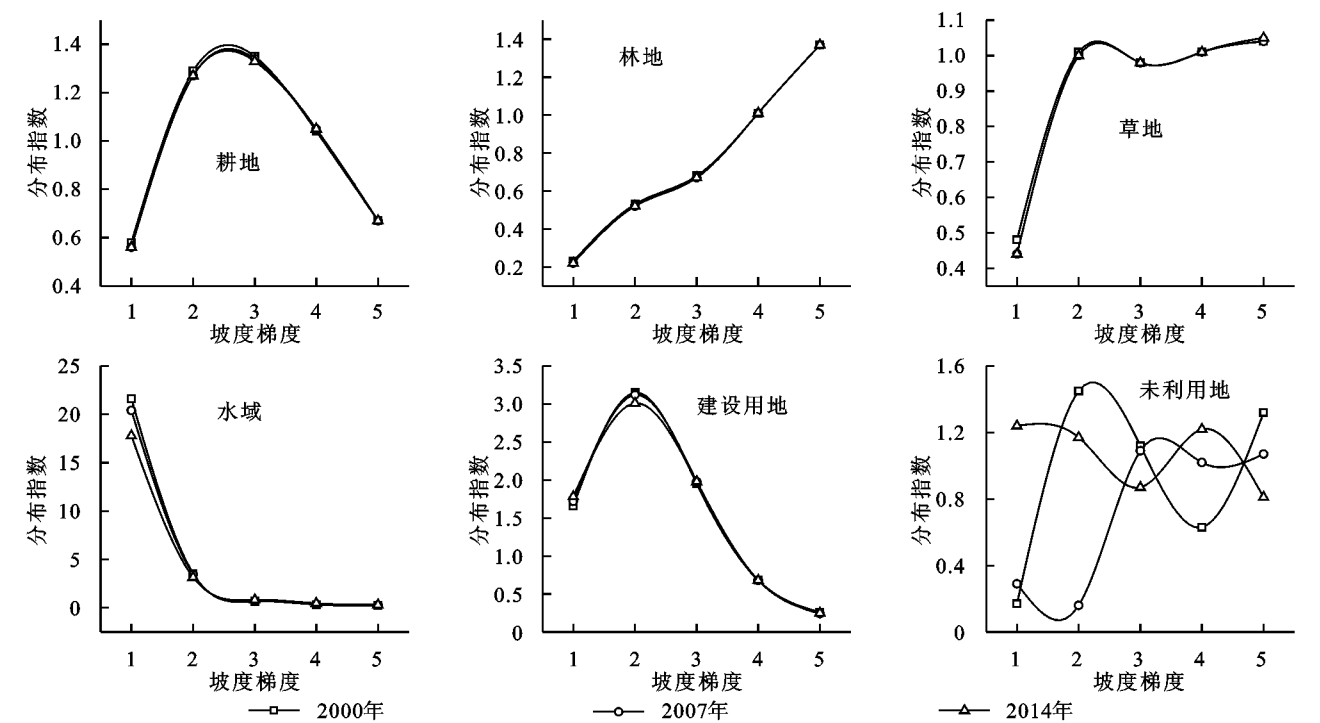


图 3 万州区不同坡度梯度下土地利用分布指数

根据坡度梯度来看,在第1级坡度梯度,水域和建设用地处于优势地位,人类活动对该区域范围内土地利用类型影响较大,水域的优势地位明显大于建设用地的优势地位,这是由于在第1级坡度梯度范围以长江为主;在第2级坡度梯度内,耕地、草地、水域和建设用地处于优势地位,且水域和建设用地的优势地位最大,在该坡度梯度内人类活动对土地利用类型的影响最大;在第3级坡度梯度内,耕地和建设用地处于优势地位,之所以在该坡度梯度内耕地和建设用地处于优势地位,是因为万州区属于山地城市坡度本身较大,平地较小,因三峡库区蓄水而导致大部分平地区域被淹没,就人类的粮食以及人类的发展等问题,需要开发坡度较大的区域用于耕种与进行城乡建设;在第4级坡度梯度中,耕地、林地和草地处于优势地位,其中耕地的优势地位最大,由此可见在该坡度梯度内,人类活动对土地利用类型同样有着一定的影响;在第5级坡度梯度中,林地和草地处于优势地位;未利用地无论在空间,还是时间上波动较大,并无明显规律,这是由于人类对林地的滥砍滥伐,而后三峡库区蓄水、退耕还林、复垦以及扶贫等一系列政策所造成的结果。由此可见,在该区域中,人类活动对土地利用类型的影响较小,自然环境保护得较为完善。

综上所述,人类活动对土地利用类型的影响在 $0^{\circ}\sim 2^{\circ}$, $2^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 最为集中,而对于因人类活动影响较小的土地利用类型主要集中于 25° 以上,在 $0^{\circ}\sim 2^{\circ}$ 主要以长江和三峡库区淹没区为主,城市扩展的中心现在主要在坡度在 $2^{\circ}\sim 6^{\circ}$, $6^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 之内,在这两个区域内是当前万州区人地

矛盾最为突出的区域,各土地利用类型的分布情况比较均匀,该区域为万州区土地利用最主要的区域。

由图4可知,在整个研究时段内,各种不同土地利用类型在地形位指数的分布有着明显差异。耕地在第2级和第3级地形梯度的分布指数大于1,第2级和第3级的地形梯度区域为耕地的优势地形梯度区域;在第3级,第4级和第5级地形梯度内,林地的分布指数均大于1,林地的优势地形梯度区域为第3级,第4级和第5级地形梯度区域;草地在第3级和第4级地形梯度的分布指数大于1,第3级和第4级地形梯度区域是草地的优势地形梯度区域;水域在第1级地形梯度的分布指数大于1,水域的优势地形梯度区域为第1级地形梯度区域;建设用地在第1级和第2级地形梯度的分布指数均大于1,其优势地形梯度区域为第1级和第2级地形梯度区域;未利用地波动过大,无明显规律,这是人类对林地的滥砍滥伐,而后三峡库区蓄水、退耕还林、复垦以及扶贫等一系列政策所造成的结果。在第1级地形梯度区域内,水域和建设用地进行竞争;在第2级地形梯度区域内,耕地与建设用地进行竞争;在第3级地形梯度区域内,耕地、林地和草地进行竞争;在第4级地形梯度区域内,林地和草地进行竞争;在第5级地形梯度区域内,林地占据绝对的优势。由此可知,万州区土地利用类型在第1级和第2级地形梯度区域内受人类活动影响最大,第3级地形梯度区域内土地利用类型受人类活动活动的影响较大,第4级和第5级地形梯度区域内土地利用类型受人类活动影响较小,自然生态环境保护比较完整。

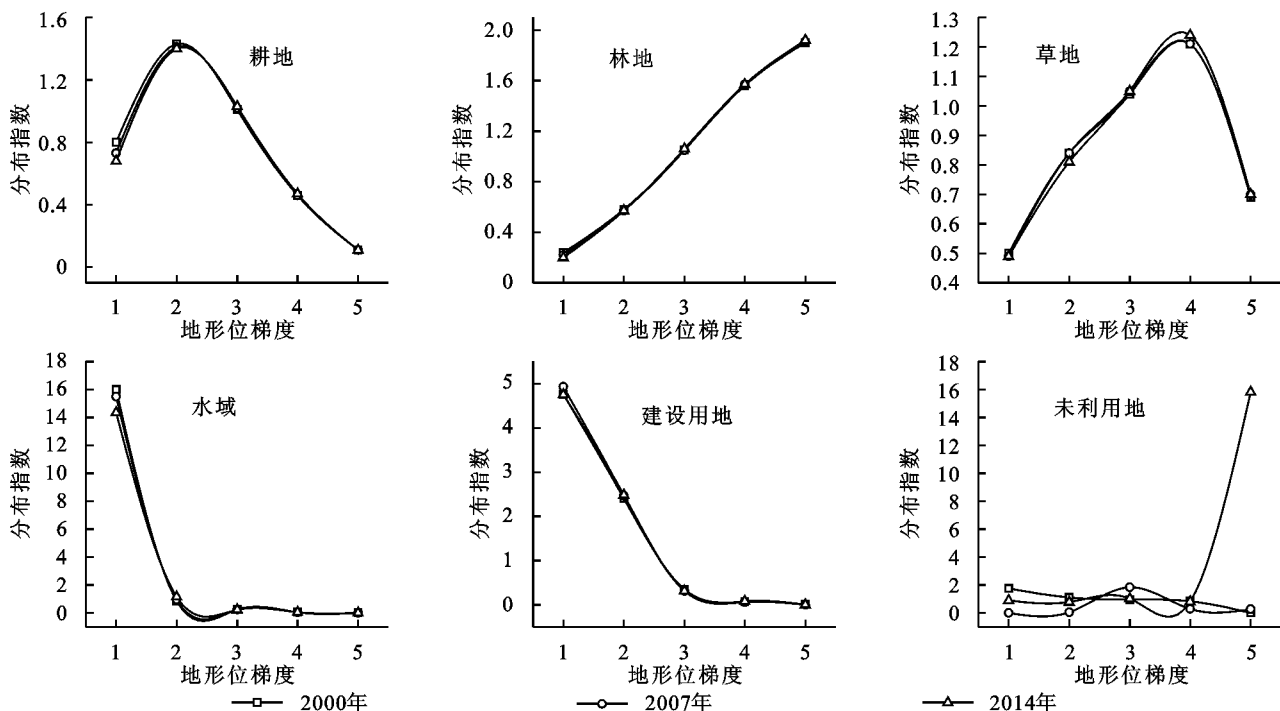


图4 万州区不同地形位梯度下土地利用分布指数

综上所述,可以发现在万州区水域和建设用地的分布受地形因子的影响非常强,耕地的分布受地形因子的影响仅次于水域和建设用地,草地次之,林地的分布受地形因子的影响非常薄弱,基本不会因地形的变化而受到限制。由此可见,对土地利用变化的地形梯度分析,可以为万州区、三峡库区乃至其余与三峡库区相似的地区提供科学、合理的土地利用管理及布局的参考依据。

3.3 万州区土地利用图谱变化分析

依据各个时序单元的土地利用转移矩阵数据,剔除各个土地利用类型中未发生变化的图谱单元,并通过不同年份的土地利用数据建立土地利用变化图谱对万州区土地利用变化主要类型图谱特征进行分析。

由表 2 可知,2000—2014 年期间,万州区土地利用变化模式主要分为 5 种模式,即稳定性、前期变化型、后期变化型、反复变化型和连续变化型。其中全区土地利用变化模式以稳定型为主,转移面积 332 670.71 hm²;前期变化型次之,转移面积 2 629.44 hm²;然后为后期变化型,转移面积 2 600.57 hm²;反复变化型和连续变化型转移面积分别为 21.39、3.07 hm²。

表 2 2000—2014 年万州区土地利用图谱

图谱变化模式	面积/hm ²	主要转移类型	面积/hm ²
稳定性	332670.71	耕地→耕地→耕地	146378.54
		林地→林地→林地	165799.82
前期变化型	2629.44	耕地→水域→水域	417.56
		耕地→建设用地→建设用地	1449.52
后期变化型	2600.57	耕地→耕地→水域	1032.03
		耕地→耕地→建设用地	764.03
反复变化型	13.02	林地→草地→林地	13.02
连续变化型	3.07	水域→草地→建设用地	3.07

稳定型的主要转移类型为“耕地→耕地→耕地”和“林地→林地→林地”,其转移面积分别为 146 378.54、165 799.82 hm²;前期变化型的主要转移类型为“耕地→水域→水域”和“耕地→建设用地→建设用地”,其转移面积分别为 417.56、1 449.52 hm²;后期变化型的主要转移类型为“耕地→耕地→水域”和“耕地→耕地→建设用地”,其转移面积分别为 1 032.03、764.03 hm²;反复变化型的主要转移类型为“林地→草地→林地”,其转移面积分别为 13.02 hm²;连续变化型的主要转移类型为“水域→草地→建设用地”,其转移面积分别为 13.02 hm²。

综上所述,稳定型未发生变化,反复变化型是“林地→草地→林地”,造成其原因为林地被砍伐后又被还于林地,前期变化型和后期变化主要为耕地向水域和建设用地的转移,这是由于三峡库区蓄水淹没大量耕地导致耕地向水域转移,而万州区城乡建设导致耕地向建设用地转移。反映了人类发展过程中城乡建

设对耕地的持续侵占,以及人类活动修建的重大工程导致的对耕地的侵占。

3.4 万州区土地利用变化图谱的地形位梯度分析

使用万州区 2000—2014 年的土地利用图谱变化模式数据与地形位指数数据进行叠加计算,并根据分布指数数据计算出不同地类在高程梯度、坡度梯度和地形位梯度的分布指数。

从图 5 可以看出,不同变化类型的图谱在不同地形梯度内差异明显。稳定型在不同地形梯度区域内分布较为均匀,其分布指数均接近于 1;而随着地形梯度的增加,其分布指数有着小幅度的增加,因而稳定型图谱变化的分布优势随地形梯度增加而呈增加的趋势;前期变化型在第 1 级和第 2 级地形梯度区域大于 1,处于优势地位,并随着地形梯度的增加而呈现减少的趋势;后期变化型与前期变化型相似,在第 1 级和第 2 级地形梯度区域大于 1,处于优势地位,并随着地形梯度的增加而呈现减少的趋势;连续变化型仅在第 1 级和第 2 级地形梯度范围内发生变化,在其余地形梯度范围内未发生该变化,其第 1 级和第 2 级地形梯度范围内的分布指数均大于 1,处于分布优势地位;反复变化型在第 3 级地形梯度区域内的分布指数大于 1,处于优势地位,在其余地形梯度区域内的分布指数均小于 1;连续变化型在第 1 级和第 2 级地形梯度区域大于 1,处于优势地位在其余地形梯度区域内的分布指数均小于 1。在第 1 级地形内,以连续变化型、后期变化型和前期变化型为主,在第 2 级地形梯度同样以连续变化型、后期变化型和前期变化型为主,在第 3 级地形梯度以反复变化型和稳定型为主,而在第 4 级和第 5 级地形梯度以稳定型为主。

在对万州区各图谱变化类型的地形梯度分布指数进行分析的同时,对万州区各图谱变化类型主要变化地类的地形位梯度分布指数进行分析,在人类活动的地形因素影响下对土地利用的影响程度的研究有较大的帮助(图 6)。

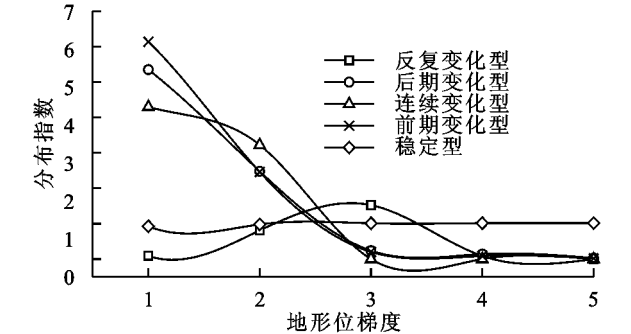


图 5 万州区各图谱变化类型的地形位梯度分布指数

在稳定型下,耕地→耕地→耕地主要分布于第 1 级、第 2 级和第 3 级地形梯度区域,由此可见,耕地在

较低地形梯度上具有优势地位;林地→林地→林地主要分布于第3级、第4级和第5级地形梯度区域,所以林地在地形梯度上具有优势地位。在前期变化型下,耕地→水域→水域和耕地→建设用地→建设用地主要分布于第1、第2级和第3级地形梯度区域,

说明水域和建设用地在低地形梯度上占有优势地位。在后期变化型下,耕地→耕地→水域和耕地→耕地→建设用地与前期变化型相似,主要分布于第1、第2级和第3级地形梯度区域,说明水域和建设用地在低地形梯度上占有优势地位。

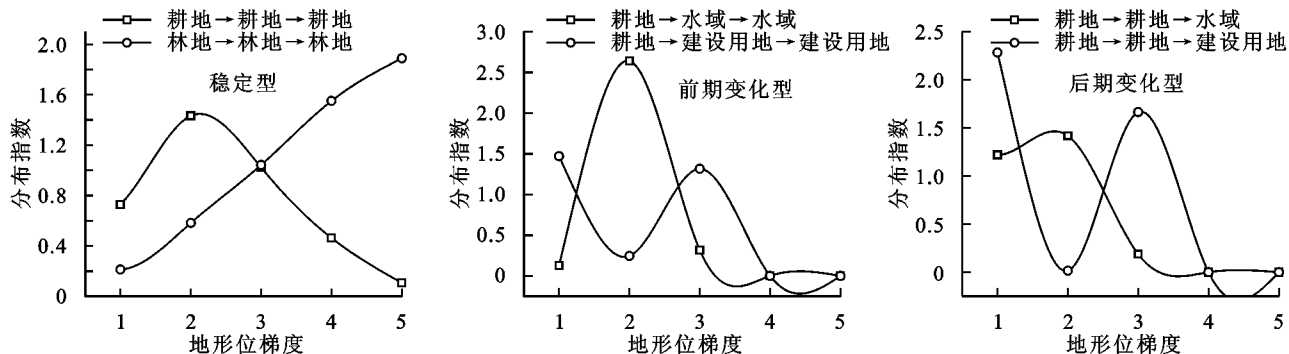


图6 万州区各图谱变化类型主要变化地类的地形位梯度分布指数

4 结论

(1) 在2000—2014年,万州区土地利用类型以林地和耕地为主,耕地、林地、草地和未利用地呈现减少的趋势,水域和建设用地呈现增加的趋势。

(2) 在2000—2014年,万州土地利用类型在不同的高程梯度之内的分布情况有着显著的差异,耕地、水域和草地主要分布于低高程区域,草地主要分布于中高程区域,林地主要分布于高高程区域;万州土地利用类型在不同的坡度梯度之内的分布情况同样有着显著的差异,耕地、水域和建设用地主要分布于平缓区域,草地除平坦区以外的区域分布比较均匀,林地主要分布于坡度较大的区域;万州土地利用类型在地形的分布情况有着明显的差异,耕地、水域和建设用地主要分布于较低的地形梯度区域,草地主要分布于中高地形梯度区域,林地主要分布于高地形梯度区域。

(3) 在2000—2014年,万州区土地利用图谱变化类型主要以稳定型为主,其次最主要的土地利用图谱变化类型为前期变化型和后期变化型,反复变化型和连续变化型所发生的变化非常微小。稳定型在不同地形梯度区域内分布均匀,前期变化型和后期变化型主要分布于低地形梯度区域内。

(4) 三峡库区蓄水淹没耕地以及建设用地占用耕地问题比较严重,由于三峡库区蓄水以及万州区的地形特性,使得万州区在低地形梯度区域内对万州的城乡建设占据更多的耕地,因而对万州城镇土地利用规划需要更科学、更合理地进行布局。在坡度25°以上仍然存在较多的耕地,因此万州区需要进一步加强退耕还林。

参考文献:

[1] 陈丹,周启刚,何昌华,等.重庆山地都市区1985—2010年土地利用变化地形特征分异研究[J].水土保持研究,

2013,20(5):210-220.

- [2] 佟光臣,林杰,陈杭,等.1986—2013年南京市土地利用/覆被景观格局时空变化及驱动力因素分析[J].水土保持研究,2017,24(2):240-245.
- [3] 冯畅,毛德华,周慧,等.气候与土地利用变化对涟水流域径流的影响[J].冰川冻土,2017,39(2):395-406.
- [4] 张津,朱文博,吴舒尧,等.基于CLUE-S模型的京津冀城市群土地利用变化时空模拟[J].北京大学学报:自然科学版,2018,54(1):115-124.
- [5] 李京京,吕哲敏,石小平,等.基于地形梯度的汾河流域土地利用时空变化分析[J].农业工程学报,2016,34(7):230-236.
- [6] Li Zhi, Liu Wenzhao, Zheng Fenli. The land use change and its relationship with topographic factors in Jing River catchment on the Loess Plateau of China[J]. Springer-plus, 2013,2(1):1-6.
- [7] 张静,任志远.秦巴山区土地利用时空格局及地形梯度效应[J].农业工程学报,2016,32(14):250-257.
- [8] 徐小任,徐勇.黄土高原地区人类活动强度时空变化分析[J].地理研究,2017,36(4):661-672.
- [9] 董顺舟,赵宇鸾,李秀彬.基于地形梯度的高原山地区土地利用格局时空特征:以贵州省盘县为例[J].水土保持研究,2017,24(2):213-222.
- [10] 周启刚,陈丹.重庆山地都市区土地利用地形特征分异研究[J].水土保持研究,2013,20(3):86-91.
- [11] 巩杰,高彦净,张玲玲,等.基于地形梯度的景观生态风险空间分析:以甘肃省白龙江流域为例[J].兰州大学学报:自然科学版,2014,50(5):692-698.
- [12] 龚文峰,袁力,范文义.基于地形梯度的哈尔滨市土地利用格局变化分析[J].农业工程学报,2013,29(2):250-259.
- [13] 胡金龙,周志翔,滕明君,等.基于土地利用变化的典型喀斯特流域生态风险评估:以漓江流域为例[J].应用生态学报,2017,28(6):2003-2012.