



DOI: 10.13476/j.cnki.nsbdtqk.2016.02.008

于志磊, 秦天玲, 王刚, 等. 川江流域土地利用时空格局动态变化特征[J]. 2016, 14(2): 38-43, 61.

YU Zhi lei, QIN Tian ling, WANG Gang, et al. Analysis and evaluations of land use pattern on the temporal and spatial dynamic variations in Chuanjiang Basin[J]. 2016, 14(2): 38-43, 61. (in Chinese)

川江流域土地利用时空格局动态变化特征

于志磊¹, 秦天玲¹, 王刚³, 郝彩莲^{1,2}, 耿思敏¹

(1. 中国水利水电科学研究院 水资源研究所, 北京 100038;

2. 东华大学 环境科学与工程学院, 上海 201620; 3. 北京市环境保护科学研究, 北京 100037)

摘要: 川江流域是长江上游经济区的核心区, 也是国家西部大开发的重要地区, 其土地利用变化对国土资源优化布局、生态屏障建设以及下游流域生境保护具有显著作用。该研究以 2000 年、2005 年及 2013 年 3 期的土地利用数据为基础, 分析了川江流域土地利用变化动态变化特征, 并利用植被指数、植被覆盖度变化对研究区土地利用合理性进行评价。结果表明, 该流域土地利用类型在数量、结构上都存在明显的分异特征。2000 年- 2013 年综合土地利用动态度 0.83%, 表明这期间每年每 100 km² 土地中有 0.83 km² 的利用方式发生了改变。研究认为, 土地利用类型间的多维向转化是引起土地利用时空分布变化的直接表现形式。2000 年- 2013 年期间植被指数 NDVI 出现好转现象, 表明近 13 年来川江流域土地利用具有一定程度上的合理性。

关键词: 川江流域; 土地利用; 时空格局变化; 植被指数

中图分类号: P208; F301.2 文献标志码: A 文章编号: 1672-1683(2016)02-0038-06

Analysis and evaluations of land use pattern on the temporal and spatial dynamic variations in Chuanjiang Basin

YU Zhi lei¹, QIN Tian ling¹, WANG Gang³, HAO Cai lian^{1,2}, GENG Si min¹

(1. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China;

2. Environmental Science and Engineering Department, Donghua University, Shanghai 201620, China;

3. Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection, Beijing 100037, China;)

Abstract: Chuanjiang Basin is not only an economic core zone of the Yangtze River upstream, but also an important part of the Country's Western Development. Changes of land use in valley will contribute to optimize the land use structure, to construct the ecological shelter zone and to protect the habitat of downstream watershed. Based on the land use data in 2000, 2005 and 2013, by using ArcGIS software and other statistical methods, this paper analyzed the characteristics of land use pattern on the space time dynamic changes in Chuanjiang Basin and made evaluation by the normalized difference vegetation index analysis. The results showed that there were conspicuous differentiation characteristics of the land use types in spatial scale and component. The land use comprehensive dynamic changes was 0.83 percent, which indicated that there had 0.83 km² land per 100 km² land changed its way of use land every year. The multidimensional transformation of land use types was direct manifestation that caused the temporal and spatial distribution changes of land use from 2000 to 2013. Throughout duration of 2000 to 2013, the NDVI was obviously improved, which indicated that the land use changes had certain rationality in the recent 13 years in Chuanjiang basin.

Key words: Chuanjiang basin; land use; temporospatial dynamic variations; normalized difference Vegetation Index

收稿日期: 2015-04-01 修回日期: 2015-12-17 网络出版时间: 2016-04-07

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20160407.1000.002.html>

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2012BAC19B03)

Fund: National Science & Technology Key Program(2012BAC19B03)

作者简介: 于志磊(1989), 女, 山东潍坊人, 主要从事水文水资源研究。E-mail: yuzhilei569@sina.com

通讯作者: 秦天玲(1986), 女, 山东淄博人, 工程师, 博士, 主要从事干旱风险评价与管理方面研究。E-mail: tianling406@126.com

近年来,土地利用/覆被变化对环境和生态的作用在全球环境变化与可持续发展研究领域受到高度重视。IGBP 指出,土地利用/土地覆盖变化在生态系统功能和服务中具有重要的战略地位,是认识人类-陆地-环境系统的关键^[1]。刘纪远等^[2]对中国近期土地利用变化的空间格局进行相关研究,认为土地利用和土地覆被动态是全球环境变化研究的关键课题;于兴修等^[3]研究了中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题,同样指出土地利用/覆被变化对全球变化组成及成因的重要性;纵观相关研究进展,刘纪远等^[4]对 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力进行了相关的研究分析,进一步肯定并指出全球环境变化研究中,以土地利用与土地覆盖动态为核心的人类-环境耦合系统研究将会逐渐成为土地变化科学(LCS)研究的新动向;邵景安等^[5]分析了引起土地利用变化的驱动因子及驱动力;许月卿等^[6]分析了贵州猫跳河流域近 30 年来土地利用/覆被变化的时空特征,模拟了不同土地利用空间格局下土壤侵蚀状况,从土壤侵蚀角度探讨了土地利用变化产生的环境影响;李鹏杰等^[7]则以九龙县为例,基于 RS 和 GIS 分析土地利用/覆被动态变化,并运用马尔科夫链预测了九龙县未来几十年的土地利用变化趋势;王秀兰等^[8]对土地利用动态变化研究的方法进行了探讨,重点介绍了如何定量研究土地利用动态变化的模型;张靖等^[9]则是从检测、统计、模型等方面阐述了土地利用/覆盖变化的研究方法;Gong J 等^[10]对城市及城市边缘的土地利用变化进行了研究。但是,目前利用植被指数对土地利用进行评价的研究很少。因此,本文应用 ArcGIS 平台,结合传统研究方法,基于川江流域植被指数及其对应的植被覆盖度变化对该流域土地利用时空动态进行分析,旨在辨识长江上游川江流域土地利用的新情势,为更合理地调整长江上游土地利用结构、提高土地利用效率以及西部经济建设和生态环境改善提供参考。

1 研究区概况

长江上游宜宾至重庆段是指重庆至宜宾的长江上游川渝滇黔四省市的交界地区,为了便于研究方便,将该流域称之为川江流域。川江流域整体上处在高山地区向低山丘陵的过度地带,且地形地貌错综复杂,生态环境脆弱、人地关系矛盾尖锐同时人口与城市化发展迅速。作为长江上游经济区的核心区,同时也是国家西部大开发的重要地区,其土地利用变化对国土资源优化布局、建设生态屏障和保护下游流域生境具有显著作用。

研究区(图 1)涉及四川省、云南省、贵州省和重庆市 3 省 1 市,包括 10 多个地级市、100 多个县。其地理坐标约在 102°49′ E-109°15′ E、26°15′ N-31°41′ N 之间,位于四川盆地南缘,沿江两岸为起伏平缓的丘陵地形。该地区属于亚热带季风性湿润气候,植被覆盖以栽培植物、草丛、灌丛为主。流域总面积约 16.4 万 km²。参考我国国土资源局颁布执行的《土地利用现状分类》标准,结合该流域当地的实际情况,将研究区内的土地分为耕地、林地、草地、水域、居民及城乡建设用(简称居工地)、裸地(即未利用土地)6 个一级类。

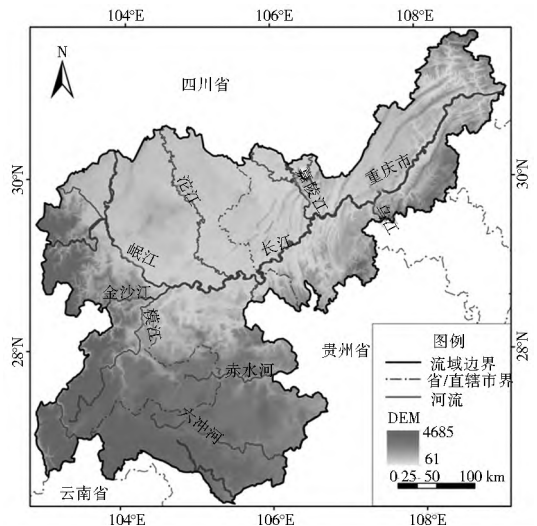


图 1 研究区 DEM 水系

Fig. 1 The drainage map with DEM (Digital Elevation Model)

2 数据及研究方法

2.1 数据来源

以 2000 年、2005 年以及 2013 年 3 期 1:10 万土地利用数据(来源:中国科学院资源环境科学数据中心)以及对应的 3 期 MODIS 遥感影像数据(来源:LP DAA C/ NASA (The Land Processes Distributed Active Archive Center)所提供的中分辨率成像光谱仪数据),作为本文分析所用的主要数据,并收集了川江流域的 DEM、流域河流水系、行政区划、水资源三级分区等矢量数据(来源:国家基础地理信息网基础数据)等数据,作为分析参考资料。

2.2 研究方法

本研究利用土地利用的单一动态度、综合动态度以及转移矩阵、归一化植被指数等方法来分析川江流域内土地利用时空格局的动态变化。

(1) 单一土地利用类型动态度^[8]。

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

式中: K_i 为该研究区某单一土地利用动态, 反映对应土地利用类型面积的变化速度; U_a 和 U_b 分别代表研究期初和期末某种类型土地的数量; T 为研究时间段。当 T 的时段设定为年时, K_i 的值就是该研究区某种土地利用类型年变化率。

(2) 综合土地利用动态^[8]。

$$LC = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta L U_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n L U_{ij}} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: LC 为研究区内的综合土地利用动态度, 反映人类活动对土地利用方式的干扰程度; $L U_i$ 为监测起始时间第 i 类土地利用类型面积; $\Delta L U_{i-j}$ 为监测时段内第 i 类土地利用类型转为非 j 类土地利用类型面积的绝对值; T 为监测时段长度。当 T 的时段设定为年时, LC 的值就是该研究区土地利用年变化率。

(3) 转移矩阵。

土地利用转移矩阵是分析土地利用类型之间在一定时段内相互转移的一种有效工具^[15]。在 Arc GIS 10.0 平台下, 对 2000 年以 2005 年以及 2013 年 3 期的土地利用数据两两进行叠加分析, 对所得的相关数据进行统计分析, 分别获得 2000 年 - 2005 年以及 2005 年 - 2013 年的土地利用类型的转移矩阵, 据此可以分析该流域土地利用的时空变化。

(4) 归一化植被指数及植被覆盖度。

基于 MODIS 遥感影像, 通过 GIS 平台提出相应的归一化植被指数 (Normalized Difference Vegetation Index, 简称 NDVI) 及植被覆盖度。将其与土地利用叠加分析, 利用植被覆盖度对土地利用的合理化进行评价。

NDVI^[11] 是反映土地覆盖植被生长状态的一种遥感指标, 限定在 $[-1, 1]$ 范围内, 在有植被的地方 $NDVI > 0$, 且随植被覆盖度的增大而增大。其计算公式如下:

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad (3)$$

式中: NIR 为位于近红外波段的遥感通道所得到的反射率; VIS 为位于可见光波段的通道得到的反射率。

植被覆盖度^[11-12] 指植被冠层的垂直投影面积与土壤总面积之比, 即植土比。

$$F_c = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \quad (4)$$

式中: $NDVI_{max}$ 为研究区内 $NDVI$ 的最大值; $NDVI_{min}$ 为研究区内的最小值。

3 结果分析

3.1 土地利用现状

川江流域内的土地利用类型以耕地与林地为主 (图 2), 二者的面积之和在每期土地利用中所占比例均达到 86% 以上; 草地占地面积约 11% 左右; 水域、居工地以及裸地所占面积之和不足 2%。

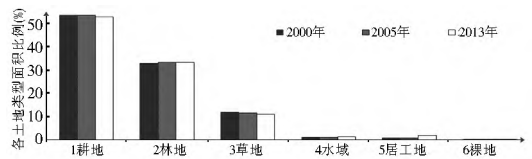


图 2 研究区各土地利用类型面积分布

Fig. 2 Land use area distribution map of study area

空间上 (图 3), 耕地主要集中在中部、北部以及东北局部区域, 其他地区内的耕地则是呈斑块状零星分布; 林地主要分布在西南区域、东北区域偏南的流域边界处以及西北区域偏东南方的边界处; 草地的分布与林地呈现一定程度的交替分布现象, 分布位置与林地大体保持一致; 居工地多分布在多耕地的地区, 主要集中在中部偏东的区域。可以看出, 研究区的居工地在重庆境内分布较为集中, 在川、云、贵三省境内则分布相对分散。

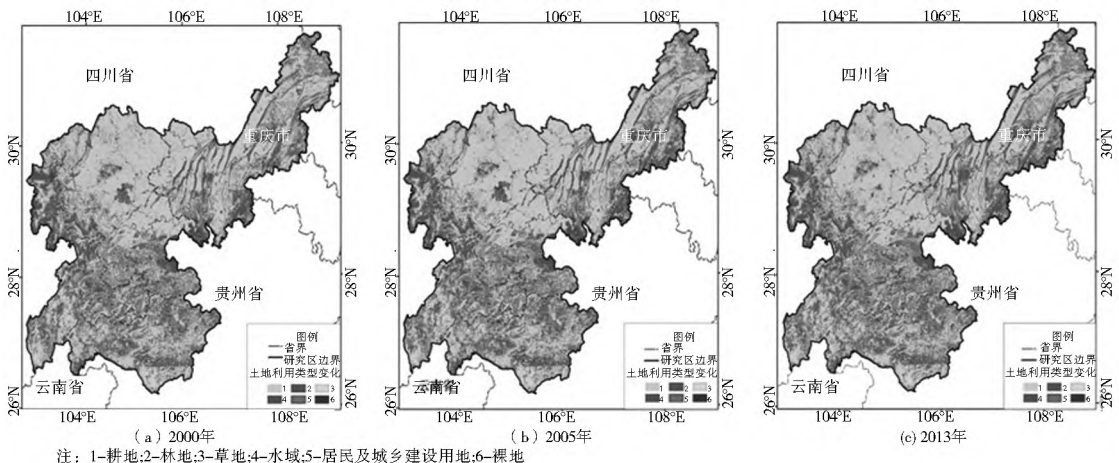


图 3 研究区土地利用现状空间分布

Fig. 3 Land use spatial distribution map of study area

3.2 土地利用的时间变化

从年变化量(图4)上来看,2000年-2013年13年期间,研究区土地利用类型整体上的变化为:林地、水域、居工地面积增加,其中林地增加6.37%,水域约增加2.93%,居工地增加约17.97%;耕地、草地及裸地呈减少状态,耕地减少约12.61%,草地为14.63%,裸地减少0.06%。整体上,增加与减少的土地利用面积比基本上保持一致。

2000年-2005年,耕地增加-林地增加-草地减少-水域增加-居工地减少-裸地减少,且各类土地利用类型的变幅较小。而2005年-2013年,各土地利用类型变动起伏明显,变化趋势为耕地减少-林地增加-草地减少-水域增加-居工地增加-裸地增加。

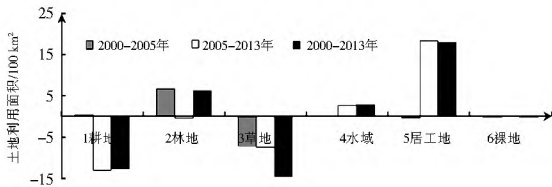


图4 川江流域2000年-2013年土地利用面积变化

Fig. 4 Area change of land use of Chujiang Basin in 2000 to 2013

根据土地利用动态度(见表1),单一土地利用动态中,在2000年-2005年期间,草地、居工地以及裸地的动态度为负值,说明其对应的面积是减少的,减少率分别为0.72%、0.52%、2.88%;耕地、林地以及水域的动态度为正值,说明其面积总量是增加的,年增长率分别为0.02%、0.25%、0.26%。动态度绝对值的大小在一定程度上说明了对应土地利用类型面积的变化速度的大小。由此可知,2000年-2005年期间,裸地变化速度最快,其次是草地、居工地,林地、水域变化速度相对较慢,耕地变速最小。2005年-2013年,各土地利用类型变动起伏明显,变化趋势为耕地减少-林地增加-草地减少-水域增加-居工地增加-裸地增加(详见表1)。整体上2000年-2013年期间,变化最大的是居工地,其次是草地,变化最小的是林地;具体变化率详见表1。

综合土地利用动态度在2000年-2005年、2005年-2013年以及2000年-2013年分别为0.23%、0.64%、0.83%。随着社会经济的大发展,近年来人类对该流域内土地利用方式的干扰程度加大。20世纪初期,该地区人口增长加速,人均土地资源占有量减少,人类与土地矛盾激化;加上城市化、城镇化进程的推进给土地利用也造成很大压力;另外还有面源污染、生态环境脆弱、地貌复杂、水土

流失、石漠化现象以及地质灾害的发生,都在一定程度上影响到土地的利用^[20]。2000年-2013年综合土地利用动态度0.83%,说明这期间每年每100 km²中就有0.83 km²的土地利用方式发生了改变。

表1 川江流域2000年-2013年土地利用动态变化

土地利用类型	单一土地利用类型动态度 K_i		
	2000-2005	2005-2013	2000-2013
1 耕地	0.02	-0.3	-0.29
2 林地	0.25	-0.01	0.24
3 草地	-0.72	-0.8	-1.62
4 水域	0.26	2.93	2.78
5 居工地	-0.52	29.78	11.75
6 裸地	-2.88	1.13	-2.13
综合土地利用动态度 LC	0.23	0.64	0.83

3.3 土地利用变化的空间转移特征

土地利用类型之间的相互转化直接导致了其面积与空间分布的变化。川江流域在2000年-2005年期间发生转化的面积总共约为5253.65 km²,约占整个流域面积的3.20%,土地利用空间转移变化较为明显的地区多集中在研究区边界处,呈斑块离散状分布,整体上转移趋势不显著;而在2005年-2013年期间土地利用转移显著,主要发生在重庆东北部及西南部、四川中部地区,转移面积高达44248.58 km²,约占研究区总面积的26.91%。

在土地利用类型及数量变化上,单一土地利用类型的空间转移变化(见表2、表3),主要以耕地、林地及草地的转移变化为主,具体表现如下。

(1) 2000年-2005年期间,多数土地利用类型主要转为了耕地、林地。耕地约1.31%转为林地,0.61%转为草地,少量转化为其他土地利用类型;林地、草地、水域、居工地以及裸地都不同程度的转为耕地,其中有17.03%的居工地、7.05%的裸地转为耕地。

(2) 2005年-2013年期间,土地利用转移类型多样化,但多数仍以转为耕地为主,其次转为林地、草地、水域,居工地变化最小;共计有33.33%非耕地的其他土地利用类型转为耕地,有将近10%非林地的土地利用类型转为林地,约7%的非草地土地利用类型转为草地,而6%非水域的其他土地利用类型转为水域,转为居工地的其他土地利用类型不足1%。纵观各土地利用类型的变化,多由居工地

及裸地变化所致, 统计结果显示, 约有 21% 的居工地转为其他土地利用类型, 17% 左右的裸地得到利用。

综上, 不同时期经济社会的发展、人口的激增、城镇化进程的推进均对土地利用提出不同的要求。整体上, 川江流域内 2000 年- 2013 年期间土地利用类型的转移变化呈现较为快速的变化趋势。

表 2 川江流域 2000 年- 2005 年土地利用转移矩阵
Tab. 2 Land use transformation matrix of Chuanjiang from 2000 to 2005 (%)

土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	居民及建设用地	裸地
耕地	97.75	1.31 [†]	<u>0.61</u>	0.11	0.22	0.00
林地	2.21 [†]	97.33	<u>0.39</u>	0.01	0.05	0.00
草地	<u>2.68</u>	4.79 [‡]	92.44	0.06	0.03	0.00
水域	4.36	<u>0.67</u>	0.12	94.73	0.12	0.00
居民及建设用地	17.03 [‡]	<u>1.97</u>	1.40	0.45	79.14	0.01
裸地	7.05 [‡]	0.84	4.03	<u>5.34</u>	0.00	82.74

注: 表中* 数据是该类土地利用类型转移面积比最大的; 加下划线的其次; 加黑数据表示未转移土地利用类型的百分比。

表 3 川江流域 2005 年- 2013 年土地利用转移矩阵
Tab. 3 Land use transformation matrix of Chuanjiang from 2005 to 2010 (%)

土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	居民及建设用地	裸地
耕地	96.58	<u>1.03</u>	0.28	0.25	1.86 [‡]	0.00
林地	2.00 [†]	97.52	0.08	0.11	<u>0.29</u>	0.00
草地	3.05 [†]	<u>1.84</u>	94.38	0.37	0.36	0.00
水域	<u>0.66</u>	3.34	0.50	95.01	0.38	0.11
居民及建设用地	<u>0.95</u>	0.56	0.15	1.20 [†]	97.13	0.00
裸地	0.07	<u>2.31</u>	0.67	2.35 [‡]	0.36	94.23

注: 表中* 数据是该类土地利用类型转移面积比最大的; 加下划线的其次; 加黑数据表示未转移土地利用类型的百分比。

3.4 土地利用变化的评价

2000 年- 2013 年期间植被指数 NDVI 出现不

同程度提高(图 5), 植被覆盖处于较高水准。2000 年, NDVI > 0.7 以上的土地利用类型面积约占将近 56.89%, 主要集中在研究区中部及东南边界处; 0.5 < NDVI < 0.7 的约占 41.29%, 主要集中在研究区北部及东北部, 东南部也有少量分布; NDVI < 0.5 以下的不到 2%, 则主要沿河流分布, 且居工地多分布在沿河两岸, 在一定程度上说明居工地、河流两岸植被覆盖偏低; NDVI 平均值约为 0.71。2005 年, NDVI > 0.7 以上的土地利用类型面积约占将近 67.55%, 大面积分布与研究区的中西部地区; 0.5 < NDVI < 0.7 的约占 30.93%, 在东北及南面有所分布; NDVI < 0.5 以下的不到 1.6%, 仍以沿河两岸分布为主; NDVI 平均值约为 0.73, 整体植被长势提升。2013 年, 植被指数继续好转, NDVI > 0.7 以上的土地利用类型面积约占将近 73.80%, 较以往不同的是东北部地区植被覆盖增加; 0.5 < NDVI < 0.7 的约占 24.54%, 呈现出一定的聚集分布; NDVI < 0.5 以下的约 1.7%, 主要分布与沿河地区; NDVI 平均值约为 0.74, 继续提升。

通过流域内植被指数的变化可以看出, 近 13 年来川江流域整体植被覆盖率得到显著提升, 流域土地利用呈现可持续发展态势。

从表 4 至表 6 中可以看出, 各土地利用类型的植被覆盖度各不相同。2000 年- 2013 年期间, 整体上, 良等覆盖度以下的植被覆盖面积大致呈现减少趋势, 优等植被覆盖呈增加趋势, 这主要与土地利用类型间的转变有着很大的关系。从单一土地利用类型来看, 植被覆盖度高的土地利用类型主要为耕地、林地, 而草地、居工地、水域及裸地的植被覆盖相对偏低。在未来的发展建设中应该提高水域、居工地及裸地的植被覆盖度, 从而整体上更加合理化该地区的土地利用程度。

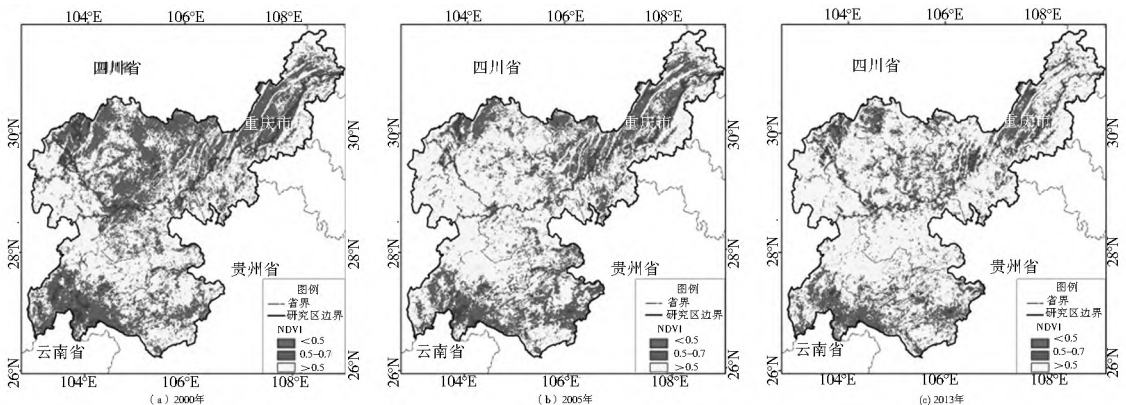


图 5 植被覆盖度空间分布

Fig. 5 The spatial distribution map of vegetation coverage

表4 2000年各土地利用类型不同植被覆盖度的面积百分比

Tab. 4 The area percentage of different vegetation coverage every land use type in 2000 (%)

土地利用类型	劣等盖度	差等盖度	中等盖度	良等盖度	优等盖度
1 耕地	0.41	0.37	1.60	29.75	21.32
2 耕地	0.07	0.07	0.41	8.89	23.64
3 耕地	0.07	0.10	0.48	4.88	6.09
4 耕地	0.25	0.07	0.10	0.47	0.14
5 耕地	0.12	0.07	0.11	0.37	0.14
6 耕地	0.00	0.00	0.41	0.01	0.00
总计	0.92	0.68	2.70	44.37	51.33

表5 2005年各土地利用类型不同植被覆盖度的面积百分比

Tab. 5 The area percentage of different vegetation coverage every land use type in 2005 (%)

土地利用类型	劣等盖度	差等盖度	中等盖度	良等盖度	优等盖度
1 耕地	0.33	0.19	0.74	17.83	34.48
2 耕地	0.04	0.04	0.18	5.46	27.76
3 耕地	0.05	0.03	0.18	3.74	7.11
4 耕地	0.21	0.05	0.18	0.34	0.33
5 耕地	0.13	0.06	0.10	0.31	0.14
6 耕地	0.00	0.00	0.10	0.01	0.00
总计	0.76	0.37	1.30	27.69	69.88

表6 2013年各土地利用类型不同植被覆盖度的面积百分比

Tab. 6 The area percentage of different vegetation coverage every land use type in 2013 (%)

土地利用类型	劣等盖度	差等盖度	中等盖度	良等盖度	优等盖度
1 耕地	0.220	0.15	0.69	13.99	37.64
2 耕地	0.04	0.03	0.14	3.92	29.38
3 耕地	0.03	0.01	0.05	2.98	7.62
4 耕地	0.19	0.05	0.13	0.42	0.41
5 耕地	0.14	0.1	0.31	0.71	0.60
6 耕地	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
总计	0.61	0.40	1.31	22.03	75.65

4 讨论与结论

4.1 讨论

从整体上看,研究区内的耕地、林地及草地在土地利用的总面积中所占比重相当大,而水域等土地利用方式所占比例都偏小,说明该区域内土地资源的开发重点应集中在对土地利用结构的调整上,对其布局进行合理的规划,开展土地整理及规模经营,并通过增加林地、人工草地及水域等生态用地的面积,以提高土地利用的集约度以及促进土地利用的多样化、均匀化,来增加生态系统的稳定性,改善生

态环境,提高生态系统服务。另外,植被指数以及植被覆盖度的变化说明,在一定程度上川江流域土地利用时空变化具有一定的合理性,但由于其地理位置的特殊性,加之人工植被(主要为耕地、人工林等)占有很大比例,所以仍需要进一步加强植被保护以提高该地区土地利用的适宜度。

4.2 结论

以2000年、2005年以及2013年3期的土地利用数据为基础,基于ArcGIS技术平台分析川江流域土地利用时空格局的动态变化,利用对应3期的MODIS遥感数据对其进行评价分析,具体结论如下。

(1) 流域3期土地利用类型在数量、空间结构上都存在明显的分异特征。在数量上,该区域内土地利用以耕地与林地为主,其次是草地。空间上,耕地分布最为集中,林地、草地也存在聚集分布的特点,而居工地多呈斑块状分布。

(2) 各土地利用类型在年际上变化起伏明显。从单一变化动态讲,2000年-2005年期间,裸地变化速度最快,耕地变速最小。而2005年-2013年期间,居工地的变化速度最快,林地变化速度最小。从综合土地利用动态度上,整体综合土地利用动态度0.83%,说明这期间每年每100 km²中就有0.83 km²的土地利用方式发生了改变。

(3) 土地利用类型之间的多向转化是引起土地利用时间与空间分布变化的直接表现形式。从空间变化上,在2000年-2005年,土地利用转移趋势不显著,整体转移变化量约为流域总面积的3.20%。而2005年-2013年土地利用转移显著,转移面积高达44 248 58 km²,约占研究区总面积的26.91%。

(4) 整体上,流域内的植被指数NDVI明显提高,植被覆盖度有所改善,流域土地利用呈现可持续发展态势。但从单一土地利用类型来看,植被覆盖度高的土地利用类型主要为耕地、林地,而草地、居工地、水域及裸地的植被覆盖相对偏低。由于其地理位置的特殊性,在未来的发展建设中仍需要进一步提高水域、居工地及裸地的植被覆盖度,加强植被保护以提高该地区土地利用的适宜度,从而整体上更加合理化该地区的土地利用。

参考文献(References):

- [1] Ojima D, Lavorel S, Graumieh L, et al. Terrestrial human environment systems: the future of land research in IGBP0 [Z]. IGBP Global Change News letter, 2002(50): 31-34.

(下转第61页)

- flood analysis in the Jialing River Basin[J]. Journal of Natural Resources, 2015, 30(5): 836-844. (in Chinese)
- [12] 刘慧荣,周维博,李云排,等. 清涧河流域近 50 年降水变化特征分析[J]. 水资源与水工程学报, 2013, 24(5): 124-130. (LIU Hui rong, ZHOU Wei bo, LI Yun pai, et al. Analysis of variation characteristics of precipitation in Qingjian river basin during recent 50 years[J]. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2013, 24(5): 124-130. (in Chinese))
- [13] 张皓,冯利平. 近 50 年华北地区降水量时空变化特征研究[J]. 自然资源学报, 2010, 25(2): 270-278. (ZHANG Hao, FENG Li ping. Characteristics of spatio-temporal variation of precipitation in North China in recent 50 years[J]. Journal of Natural Resources, 2010, 25(2): 270-278. (in Chinese))
- [14] 文聘,沈冰,黄领梅,等. 西安及附近地区降水量时空变化规律分析[J]. 水资源与水工程学报, 2012, 23(1): 42-46. (WEN Pin, SHEN Bing, HUANG Ling mei, et al. Analysis of temporal and spatial distribution rule of precipitation in Xi'an[J]. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2012, 23(1): 42-46. (in Chinese))
- [15] 宋令勇,宋进喜,张文静,等. 西安地区降水时空分布及变化规律分析[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(1): 85-89. (SONG Ling yong, SONG Jin xi, ZHANG Wen jing, et al. Temporal and spatial distribution and long term variation trend of precipitation in Xi'an[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2010, 24(1): 85-89. (in Chinese))
- [16] 中国气象科学数据共享服务网,中国地面国际交换站气候资料年值数据集(1951-2012年). [EB/OL]. [2013-10-10] <http://cdc.cma.gov.cn>. (China Meteorological DataSharing services System. China surface Annual climatological data[EB/OL]. [2013-10-10]<http://cdc.cma.gov.cn>. (in Chinese))
- [17] 中国气象科学数据共享服务网,中国地面国际交换站气候资料月值数据集(1951-2012年). [EB/OL]. [2013-10-10] <http://cdc.cma.gov.cn>. (China Meteorological DataSharing services System. China surface monthly climatological data[EB/OL]. [2013-10-10]<http://cdc.cma.gov.cn>. (in Chinese))
- [18] 陕西省防汛抗旱总指挥部办公室. 陕西省防汛抗旱手册[Z]. 2004. (The Office of Flood Control and Drought Relief Headquarters of Shaanxi Province. Manual of Shaanxi provincial flood control and drought relief[Z], 2004. (in Chinese))
- [19] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测[M]. 北京: 气象出版社, 2007. (WEI Feng ying. Modern Climatological Statistics and Forecasting Technique [M]. Beijing: China Meteorological Press, 2007: 58-65. (in Chinese))
- [20] 肖洁,罗军刚,解建仓,等. 渭河干流径流年际及年内变化趋势分析[J]. 人民黄河, 2012, 34(11): 32-36. (XIAO Jie, LU Jun gang, XIE Jian cang, et al. Analysis on interannual and annual variation trend of runoff in the main stream of Weihe River[J]. Yellow River, 2012, 34(11): 32-36. (in Chinese))

(上接第 43 页)

- [2] 刘纪远,张增祥,庄大方. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究, 2003, 22(1): 1-12. (LIU Ji yuan, ZHANG Zeng xiang, ZHUANG Da fang. A study on the spatio-temporal dynamic changes of land use and driving forces analyses of China in the 1990s[J]. Geography Research, 2003, 22(1): 1-12 (in Chinese))
- [3] 于兴修,杨桂山. 中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题[J]. 地理科学进展, 2002, 21(1): 51-57. (YU Xing xiu, YANG Gui shan. The advances and problems of land use and land cover change research in China[J]. Progress in Geography, 2002, 21(1): 51-57. (in Chinese))
- [4] 刘纪远,张增祥,徐新良,等. 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J]. 地理学报, 2009, 64(12): 1411-1420. (LIU Ji yuan, ZHANG Zeng xiang, XU Xin liang, et al. Spatial patterns and driving forces of land use change in China in the early 21st century[J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(12): 1411-1420. (in Chinese))
- [5] 邵景安,李阳兵,魏朝富,等. 区域土地利用变化驱动力研究前景展望[J]. 地球科学进展, 2007, 22(8): 798-809. (SHAO Jing an, LI Yang bing, WEI Chao fu, et al. The drivers of land use change at regional scale assessment and prospects[J]. Progress in Geography, 2007, 22(8): 798-809. (in Chinese))
- [6] 许月卿,彭建. 贵州猫跳河流域土地利用变化及其对土壤侵蚀的影响[J]. 资源科学, 2008, 30(8): 1218-1225. (XU Yue qing, PENG Jian. Effects of simulated land use change on soil erosion in the Maotiao River Watershed of Guizhou Province[J]. Resources Science, 2008, 30(8): 1218-1225. (in Chinese))
- [7] 李鹏杰,何政伟,李璇琼. 基于 RS 和 GIS 的土地利用/覆被动态变化监测——以九龙县为例[J]. 水土保持研究, 2012, 12(2): 39-42. (LI Peng jie, HE Zheng wei, LI Xuan qiong. Dynamic monitoring on land utilization / land coverage in Kowloon county based on RS and GIS[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2012, 12(2): 39-42. (in Chinese))
- [8] 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. (WANG Xiu lan, BAO Yu hai. Study on the methods of land use dynamic change research[J]. Progress in Geography, 1999, 18(1): 81-87. (in Chinese))
- [9] 张靖,同丽嘎,董建军,等. 土地利用/覆盖变化研究方法[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2013, 44(3): 329-336. (ZHANG Jing, TONG Li ga, DONG Jian jun, et al. A review on methods of land use and land cover change[J]. Journal of Inner Mongolia University (Natural Science Edition), 2013, 44(3): 329-336. (in Chinese))
- [10] Gong J, Chen W, Liu Y, et al. The intensity change of urban development land: Implications for the city master plan of Guangzhou, China[J]. Land Use Policy, 2014, Vol. 40, 91-100.
- [11] 赵时英. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003. (ZHAO Ying shi. Theory and Method of Remote Sensing Application Analysis[M]. Beijing: Science Press, 2003. (in Chinese))
- [12] 周兆叶,储少林,王志伟,等. 基于 NDVI 的植被覆盖度的变化分析以甘肃省张掖市甘州区为例[J]. 草业科学, 2008, 12, 25(12): 23-29. (ZHOU Zhao ye, CHU Shao lin, WANG Zhi wei, et al. Analysis of vegetation coverage change based on NDVI A case study in Ganzhou area, Zhangye city, Gansu. Pratacultural Science, 2008, 12, 25(12): 23-29. (in Chinese))