

杨成波,刘秀华.重庆市江津区土地利用变化及其生态风险评价[J].江苏农业科学,2018,46(16):241-245.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.16.058

# 重庆市江津区土地利用变化及其生态风险评价

杨成波,刘秀华

(西南大学资源环境学院,重庆 400700)

**摘要:**土地是人类赖以生存和发展的物质基础,土地利用是人与自然交叉最为密切的环节,随着人类对自然资源利用的加剧,土地利用格局时刻发生着变化,并影响着生态环境,不合理的土地利用方式将给区域生态环境带来风险。因此,研究区域土地利用变化及其生态风险具有现实意义。首先以重庆市江津区 2009 年和 2014 年的土地利用现状矢量数据为基础,利用 ArcGIS 进行叠加分析,得到 2009—2014 年江津区各地类的变化情况;其次,从土地利用变化及景观格局变化 2 个方面入手,构建江津区生态风险评价指标体系;最后,依据评价指标体系,构建基于土地利用指标和景观生态指标的综合生态风险指数模型,进而计算出 2009—2014 年江津区的生态风险变化情况。结果表明:在地类变化方面,2009—2014 年,江津区的耕地面积减少 2 686.52 hm<sup>2</sup>,园地面积减少 517.74 hm<sup>2</sup>,林地面积减少 270.45 hm<sup>2</sup>,未利用地面积减少 42.50 hm<sup>2</sup>,草地面积减少 0.36 hm<sup>2</sup>,建设用地面积增加 3 569.71 hm<sup>2</sup>,其他农用地面积增加 32.26 hm<sup>2</sup>,水域面积增加 25.63 hm<sup>2</sup>;在生态风险变化方面,2009—2014 年,江津区的生态风险变大,生态风险指数由 2009 年的 -0.371 5 增加到 2014 年的 -0.360 3,其中土地利用程度指数、景观多样性指数、景观破碎度指数呈增加趋势,而耕地垦殖指数、植被覆盖指数、景观优势度指数呈减小趋势。

**关键词:**土地利用变化;生态风险;评价;江津区

**中图分类号:** F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)16-0241-05

土地利用是人与自然交叉最为密切的环节,土地利用变化将带来景观格局的改变,直接影响生态系统的结构和功能,因而土地利用变化被认为是对生态环境影响最为重要的变化之一<sup>[1]</sup>,合理的土地利用方式可以实现资源的最优配置,不合理的土地利用方式将给生态环境带来风险。所谓生态风险是指环境自然变化,尤其是人类活动导致的自然环境物理破坏引起的不良生态效应的或然性、可能危险性<sup>[2]</sup>,具有复杂性、客观性、不确定性等特征。生态风险评价是指在一种或多种外界因素的影响下,对发生或正在发生的不利于生态系统稳定和良性循环的生态后果进行评估。

目前,针对土地利用变化,国内外大多数学者将研究重点

放在土地利用变化及其驱动因素分析<sup>[3]</sup>、土地利用变化特征与趋势预测<sup>[4]</sup>以及土地利用变化与经济发展的关系等方面,如曹银贵等根据遥感影像图,利用地理信息系统(GIS)技术对三峡库区近 30 年土地利用类型的数量、空间分布及变化趋势进行研究,总结出了三峡库区土地利用的时空变化特性,其研究对库区的土地利用规划具有指导意义<sup>[5]</sup>。胡明等通过对陕西省安塞县土地利用变化和当地的经济发展的研究,总结出当地的耕地面积虽然呈减少趋势,但高技术、高产农产品的发展促进了当地经济的发展,加上以林地为代表的具有良好生态效益的土地利用面积的扩大促进了第三产业的发展,进而加快了当地的城镇化水平<sup>[6]</sup>。而国内外对土地利用变化的生态效应研究还较为薄弱。我国的风险评价工作起步较晚,虽然在化工项目与易燃、易爆、有毒化学品等方面做过大量的工作,但针对由土地利用变化所引起的生态风险评价等方面的研究还较少。随着人口增加以及工业化、城镇化的快速推进,土地利用格局会随着人类对土地与日俱增的需求而发生变化,从而引起生态系统结构和功能的改变,进而产生一定的生态风险,如何量化这些风险并进行科学的评价是本研究的重点以及创新点。

收稿日期:2017-03-13

基金项目:国家自然科学基金(编号:41601089);中央高校基本业务费专项资金(编号:SWU113072)。

作者简介:杨成波(1994—),女,云南大理人,硕士研究生,主要从事土地利用与规划研究。E-mail:1097691697@qq.com。

通信作者:刘秀华,博士,教授,主要从事土地利用、土地政策研究。E-mail:swulxh@126.com。

数预测[J].煤炭技术,2016,35(5):89-91.

[3]杨耀淇,肖武,余洋,等.基于层次分析与模糊评判法的压煤村庄搬迁模式优选[J].江苏农业科学,2013,41(10):376-380.

[4]韩炜,孟海东,薛瑞雄,等.大柳塔煤矿不同采空区面积对覆岩影响的研究[J].煤炭技术,2016,35(5):52-54.

[5]杨耀淇.高潜水位地区压煤村庄搬迁占补用地理论模型研究及应用[D].北京:中国矿业大学,2014.

[6]刘坤.耕地总量动态平衡的评价和监测预警研究[D].济南:山东师范大学,2004.

[7]马文明.矿区沉陷地复垦与生态重建研究[J].水土保持通报,2008,28(1):135-139.

[8]赵艳玲,胡振琪,陈峰,等.压煤村庄搬迁与“挂钩流转”政策相结合时的问题及对策研究——以兖州市为例[J].中国土地科学,2007,21(4):60-64.

[9]胡振琪,肖武.矿山土地复垦的新理念与新技术——边采边复[J].煤炭科学技术,2013,41(9):178-181.

[10]胡振琪,肖武,王培俊,等.试论井工煤矿边开采边复垦技术[J].煤炭学报,2013,38(2):302-301.

研究区域土地利用变化和随之带来的生态风险,对于了解区域生态环境现状和合理利用有限的土地资源、治理和恢复生态环境具有极其重要的现实意义,也能为在生态安全条件下制定土地利用规划提供科学依据<sup>[7-8]</sup>。本研究以重庆市江津区 2009、2014 年的土地利用现状数据为基础,分析 2009—2014 年江津区各地类的变化情况,并从土地利用变化及景观格局变化 2 方面入手,构建基于土地利用指标和景观生态指标的综合生态风险指数模型,进而计算出江津区的生态风险变化情况,以探明随着江津区土地利用格局变化所造成的区域生态风险的变化趋势,为相关部门制定土地利用规划和进行生态安全治理提供科学依据,以期促进江津区生态环境良性循环和健康发展。

1 研究区概况

江津区位于重庆市西南部,地处 105°49′~106°38′E、28°28′~29°28′N 之间,东邻巴南、綦江,南靠贵州习水,西依永川,北接璧山。四面高山环抱,境内丘陵起伏,地貌以丘陵兼具低山为主,其中丘陵占 78.2%,低中山占 21.8%,随着社会经济的发展,人们对土地的需求不断增大,也愈发多样化。面对有限的土地资源,各土地利用主体都在为满足自身的土地需求而相互争夺。由此引发的土地利用冲突问题较为突出<sup>[9]</sup>,不合理的土地利用造成的水土流失、土地退化、环境污染、自然灾害等生态问题较为严峻。

2 数据来源及分类系统

本研究的数据来源:重庆市江津区 2009、2014 年 2 期的土地利用现状矢量数据;《重庆市国土资源和房地产年鉴》(2010—2012 年)、《重庆市江津区统计年鉴》(2010—2014 年)。

本研究根据中国常用土地分类标准及相关文献<sup>[10-11]</sup>,将江津区地类分为 8 大类,分别为耕地、园地、林地、草地、水域、建设用地、其他农用地、未利用地。

3 研究方法

3.1 土地利用变化研究

本研究根据重庆市江津区 2009、2014 年 2 期的土地利用现状矢量数据,利用 ArcGIS 将 2 期矢量数据进行叠加分析,得到 2009—2014 年 6 年间江津区各地类的变化情况,计算出 2009—2014 年各地类的变化量、变化率及平均年变化率。

3.2 综合生态风险指数模型的构建

3.2.1 生态风险评价指标的选取 本研究在参考相关文献的基础上<sup>[12-14]</sup>,将江津区生态风险评价指标体系分为土地利用指标和景观生态指标,具体的指标选取及各指标意义如下:

3.2.1.1 土地利用指标 (1)土地利用程度指数。土地利用程度主要反映土地利用的广度和深度,其变化是多种土地利用类型综合变化的结果,可定量地揭示区域土地利用的综合水平和变化趋势。土地利用程度与生态风险程度呈负相关,属于逆向指标,表达式:

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad (1)$$

式中: $L$  为研究区内土地利用程度综合指数; $A_i$  为研究区内第

$i$  级土地利用程度分级指数(表 1); $C_i$  为研究区内第  $i$  级土地利用程度分级面积百分比。

土地利用程度分级指数是指将土地利用程度按照土地自然综合体在社会因素影响下的自然平衡状态分等定级,本研究将土地利用程度划分为 4 级<sup>[15-16]</sup>(表 1)。

表 1 土地利用程度分级赋值

分级类型	土地利用类型	分级指数
未利用土地	未利用地	1
粗放利用土地	林地、草地、水域	2
集约利用土地	耕地、园地、其他农用地	3
城镇聚落用地	建设用地	4

(2)耕地垦殖指数。耕地垦殖指数指研究区耕地面积占土地总面积的比例,它是衡量一个地区土地资源开发利用程度的重要指标。耕地垦殖指数与生态风险程度呈负相关,属于逆向指标,通常以百分数表示:

$$K = \frac{P}{A} \times 100\% \quad (2)$$

式中: $K$  为研究区的耕地垦殖率,%; $P$  为研究区耕地面积, $\text{hm}^2$ ; $A$  为研究区土地总面积, $\text{hm}^2$ 。

(3)植被覆盖率指数。植被覆盖率通常是指森林面积占土地总面积的比例,是反映森林资源和绿化水平的重要指标。植被覆盖率与生态风险程度呈负相关,属于逆向指标,一般用百分数表示:

$$M = \frac{F+G}{A} \times 100\% \quad (3)$$

式中: $M$  为植被覆盖指数,%; $F$  为林地面积, $\text{hm}^2$ ; $G$  为草地面积, $\text{hm}^2$ ; $A$  为研究区土地总面积, $\text{hm}^2$ 。

3.2.1.2 景观生态指标 (1)景观多样性指数。景观多样性指数指不同类型的景观在空间结构、功能机制和时间动态方面的多样化和变异性,反映景观类型的多少和所占比例的变化,揭示景观的复杂程度。该指数与生态风险程度呈正相关,属于正向指标,计算公式如下:

$$H = - \sum_{i=1}^m (P_i) \times \ln(P_i) \quad (4)$$

式中: $H$  为研究区景观多样性指数; $P_i$  为研究区内第  $i$  种土地利用类型占土地总面积的比例; $m$  为研究区土地利用类型的总数。

(2)景观优势度指数。景观优势度指数用于测定景观结构组成中斑块类型支配景观的程度,表示一种或几种类型斑块在一个景观中的优势或程度。该指数与生态风险程度呈负相关,属于逆向指标,计算公式如下:

$$I = H_{\max} + \sum_{i=1}^m (P_i) \times \ln(P_i) \quad (5)$$

式中: $I$  为研究区景观优势度; $H_{\max}$  为最大多样性指数, $H_{\max} = \ln m$ , $m$  表示斑块类型数。其中  $I$  值越大,表明组成景观各类型所占比例差异大; $I$  值小,表明景观是由多个比例大致相等的类型组成的;当  $I=0$  时,则表示组成景观各种类型所占比例相等。

(3)景观破碎度指数。景观破碎度指数指景观被分割的破碎程度,景观的破碎化是生物多样性丧失的重要原因之一,可以反映人类活动对景观格局的影响。该指数与生态风险程度呈正相关,属于正向指标,计算公式如下:

$$F = \frac{N}{A} \quad (6)$$

式中:  $F$  为研究区综合景观破碎度指数;  $N$  为景观的总斑块数, 个;  $A$  为研究区景观总面积,  $\text{hm}^2$ 。

3.2.2 生态风险评价指标的标准化处理 阈值是指一个领域或一个系统的界限值, 属于临界值, 即当某一指标低于或超过某一系统的阈值后, 系统结构将发生改变, 不再稳定。因此, 阈值是反映系统是否维持稳定的一个重要指标。指标阈值的确定目前还处在实践和探索阶段, 本研究根据以下原则确定各个指标的阈值: (1) 针对目前国家和行业已有标准的指标, 采用国家规定的阈值; (2) 国家无明文规定, 相关权威专家经过科学研究已判定的标准指标, 可作为该指标的阈值; (3) 对于既无明文规定又没有相关科学研究结论的指标, 则从研究区的实际情况出发, 分析比较经验数据, 得出相对准确的阈值; (4) 对于正向指标, 取指标上限为安全阈值, 对于逆向指标, 取指标下限为安全阈值。

以上所选取的各指标间由于类型和量纲的不同, 不便于研究分析, 因此本研究采用归一化方法, 依据各个指标的阈值, 通过数学变换把量纲不同的指标统一转化到  $[0, 1]$  区间内, 以便消除差异, 使各指标具有可比性<sup>[17]</sup>。将指标无量纲化的数学转换公式如下:

$$\text{正向指标 } r_i = \begin{cases} \frac{x_i}{z_i} & x_i < z_i \\ 1 & x_i \geq z_i \end{cases}; \quad (7)$$

$$\text{逆向指标 } r_i = \begin{cases} 1 & x_i \leq z_i \\ \frac{z_i}{x_i} & x_i > z_i \end{cases} \quad (8)$$

式中:  $x_i$  为第  $i$  个指标的实际值;  $z_i$  为第  $i$  个指标的安全阈值;  $r_i$  为无量纲化后的各指标值, 即标准值。

3.2.3 生态风险评价指标权重的确定 熵权法是一种在综合考虑所有因素和提供的信息量的基础上客观赋权的数学方法, 其优点是精度较高、客观性较强<sup>[18]</sup>。用熵权法计算各指标权重的过程如下:

(1) 第  $j$  个指标下第  $i$  个项目指标值的比重  $P_{ij}$ :

$$P_{ij} = \frac{T_{ij}}{\sum_{i=1}^m T_{ij}} \quad (9)$$

式中:  $T_{ij}$  为各个指标的标准值。

(2) 第  $j$  个指标的熵值  $e_j$ :

$$e_j = -k \times \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij} \quad (10)$$

式中:  $k = \frac{1}{\ln m}$ ,  $m$  表示指标的总数 (假定  $P_{ij} = 0$  时,  $\ln P_{ij} = 0.000\ 01$ ), 某指标的熵值越大, 其权重就越小。

(3) 第  $i$  个指标的权重  $W_j$ :

$$W_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} \quad (11)$$

3.2.4 基于土地利用指标和景观生态指标的综合生态风险指数模型 江津区的综合生态风险指数模型<sup>[19]</sup>如下:

$$E = \sum_{i=1}^n W_i \ln b_i \quad (12)$$

式中:  $E$  表示综合生态风险指数;  $W_i$  表示各个指标所占权重;  $b_i$  表示各个指标的值得。

## 4 结果与分析

### 4.1 重庆市江津区 2009—2014 年土地利用变化

通过 ArcGIS 软件对重庆市江津区 2009、2014 年的土地利用现状矢量图进行空间分析并分别制作 2009、2014 年江津区土地利用现状图 (图 1、图 2) 以及 2009—2014 年江津区土地利用面积变化表 (表 2)。

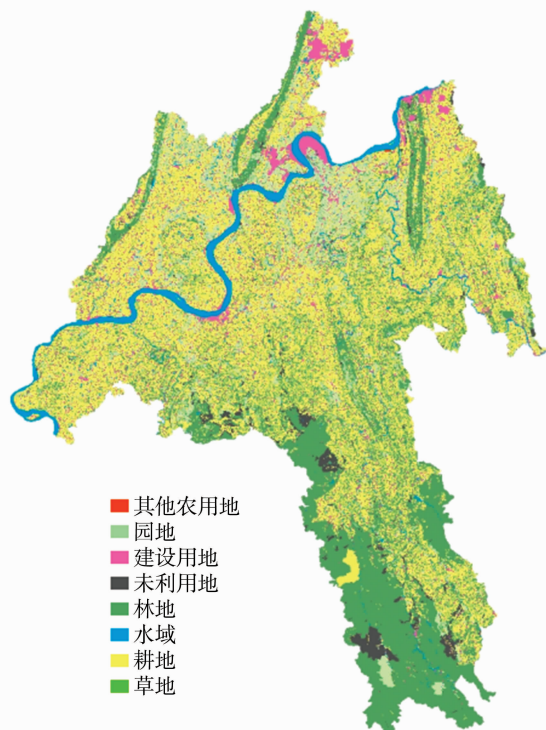


图1 2009 年重庆市江津区土地利用现状

结合图 1、图 2 和表 2 可以分析得出 2009—2014 年 6 年间江津区土地利用类型变化情况, 表现在以下 4 个方面。

4.1.1 耕地面积减少 耕地面积平均每年减少 1.901 8%, 6 年共减少 2 686.52  $\text{hm}^2$ 。一方面, 2014 年江津区固定资产投资为 575.0 亿元, 约是 2009 年 197.0 亿元的 3 倍。这表明江津区基本建设项目增加, 农村兴起“建房热”, 乡镇企业日益发展, 房地产开发投资力度加大, 城市规模逐渐扩张, 这些变化是导致耕地减少的直接原因; 另一方面, 2009—2014 年间, 江津区大力加强农业基础设施建设, 提高农业技术水平, 推动农业结构调整, 2014 年江津区农业总产值突破 100 亿元, 居全市第一, 而 2009 年仅为 28.5 亿元。这与江津区区委、区政府提出的“积极发展特色效益农业, 加快构建‘1+5+1’的现代农业发展新格局”的发展思路密不可分。近年来, 农业比较效益使农业结构逐渐改变, 耕地不断向其他农用地转化, 导致耕地面积减少; 而政策的导向作用, 使得生产效益差、坡度较大的地区实施退耕还林政策, 这是导致耕地减少的又一主要原因。

4.1.2 园地、林地、草地和未利用地面积均下降, 建设用地面积大幅度上升 园地、林地、未利用地面积减少幅度较大, 草地面积基本保持不变。2011 年, 重庆市委、市政府作出了战略性决定, 支持江津、合川、永川三区打造“双百”城市。截

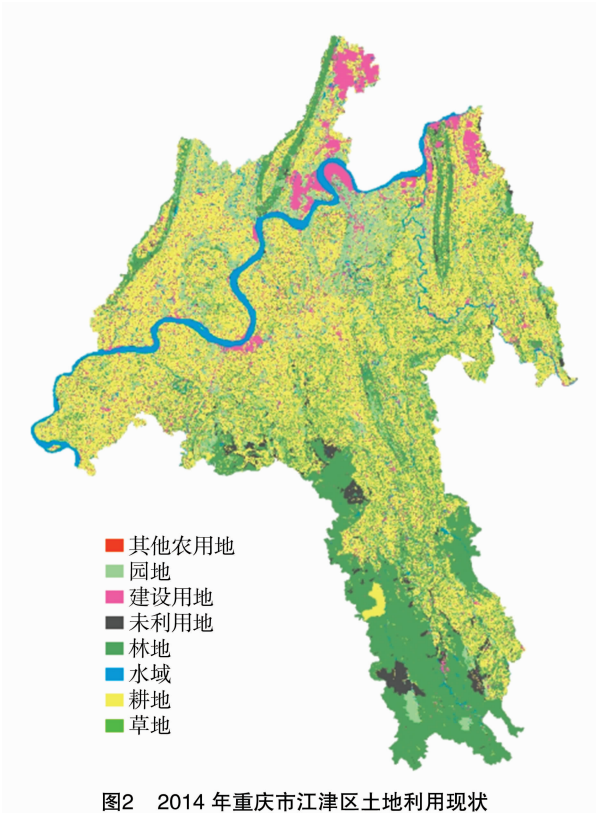


图2 2014 年重庆市江津区土地利用现状

表 2 2009—2014 年重庆市江津区土地利用面积变化

土地利用类型	土地利用面积(hm <sup>2</sup> )			2009—2014 年变化率 (%)	平均年变化率 (%)
	2009 年	2014 年	2009—2014 年变化量		
耕地	141 260.27	138 573.75	-2 686.52	-1.901 8	-0.317 0
园地	28 135.16	27 617.42	-517.74	-1.840 2	-0.306 7
林地	99 784.63	99 514.18	-270.45	-0.271 0	-0.045 2
草地	9.82	9.46	-0.36	-3.666 0	-0.611 0
其他农用地	71.04	103.30	32.26	45.411 0	7.568 5
水域	14 611.58	14 637.21	25.63	0.18	0.03
建设用地	30 863.18	34 432.89	3 569.71	11.566 2	1.927 7
未利用地	7 155.69	7 113.19	-42.50	-0.593 9	-0.099 0

展和水利设施的不断完善是江津区水域面积增加的主要原因。

4.2 江津区 2009—2014 年生态风险指标分析

根据式(1)~式(6)计算得出江津区 2009 年和 2014 年的生态风险指标值(表 3),将各生态风险指标值带入式(7)、

至 2020 年,江津区将形成 100 km<sup>2</sup> 城区和 100 万城市人口。2009—2014 年,江津区一系列的规划和发展与占用园地、砍伐林木和开发未利用地是分不开的,是导致 3 种地类面积减少和建设用地面积增加的直接原因。

4.1.3 其他农用地面积增加 2009 年 8 月,江津现代农业园区启动建设,这直接促进了农业附属配套设施的增加和完善,到 2014 年江津区第一产业投资额已达到 4.1 亿元,而 2009 年仅为 3.7 亿元,从 2009 年到 2014 年,园区基础设施建设持续改善,仅 2014 年 1 年江津区就新建农村农路 21 km、山坪塘 4 口、提灌站 4 个、蓄水池 5 个、石河堰 1 处,新增灌溉面积 175.27 hm<sup>2</sup>,并相继开工 35 km 天然气管线,新架 10 kV 高压输电电网。江津区一系列的农业基础设施建设促进了其他农用地面积的增加。

4.1.4 水域面积增加 水域是指陆地水域和水利设施用地,2009—2014 年,江津区水域面积共增加了 25.63 hm<sup>2</sup>。江津区境内有 127 km 长江岸线,占重庆市长江岸线的 1/5。为了利用这一得天独厚的资源优势,江津区于 2009 年提出了以长江黄金水道为依托的思路,在沿线布局建设了德感工业园、珞璜工业园、白沙工业园和双福工业园四大工业园区。在各大工业园内均布局了重要的港口码头,现代化的港口和通畅的航道,使得江津各大工业园区的经济得到了极快发展,到 2014 年,江津工业园区的规模工业企业总数达 262 户,工业园区实现规模工业产值突破 1 000 亿元。各大园区的快速发

式(8)得到各指标归一化后的标准值(表 4),根据归一化后的标准值,利用式(9)~式(11)可计算出各指标权重(表 4),最后依据式(12)计算出江津区 2009 年的生态风险指数为 -0.371 5,2014 年的生态风险指数为 -0.360 3,可见风险指数有明显增大。

表 3 重庆市江津区 2009 年及 2014 年生态风险指标值

年份	土地利用程度指数	耕地垦殖指数(%)	植被覆盖指数(%)	景观多样性指数	景观优势度指数	景观破碎度指数
2009	269.60	43.88%	31.00%	1.389 55	0.689 89	0.794 82
2014	270.84	43.05%	30.92%	1.402 56	0.676 88	0.819 61

由表 3 可知,江津区土地利用程度指数由 269.60 增加到 270.84,表明随着乡镇企业的发展、城镇化的推进以及城市规模的扩张,使得江津区的建设用地增加,未利用地减少,使全区土地利用程度明显加大。耕地垦殖指数由 43.88% 减少到 43.05%,植被覆盖指数由 31.00% 减少到 30.92%,在这 6 年间随着“1+5+1”现代农业新格局的提出,使得部分耕地、林地和草地向能够获取更高收益的农用地类型转化,导致耕地、

林地和草地的面积减少,进而使得耕地垦殖指数和植被覆盖指数减小。

景观多样性指数由 1.389 55 增加到 1.402 56,表明 6 年间各种地类间的相互转化增大了各景观在空间结构和功能方面的多样性,使江津区整体景观的复杂程度增加。优势度指数由 2009 年的 0.689 89 减少到 2014 年的 0.676 88,表明从 2009 年到 2014 年,江津区占优势地位的景观所占比例减小,

表 4 重庆市江津区生态风险评价指标体系、阈值、标准值及权重

指标层	性质	阈值	2009 年		2014 年	
			标准值	权重	标准值	权重
土地利用程度指数( <i>L</i> )	逆向	279.50	-0.921 74	0.164 3	-0.917 52	0.165 1
耕地垦殖指数( <i>K</i> )	逆向	38.45%	-0.876 25	0.164 5	-0.893 15	0.165 5
植被覆盖指数( <i>M</i> )	逆向	39.00%	-1.000 00	0.148 9	-1.000 00	0.147 9
景观多样性指数( <i>H</i> )	正向	1.07 ~ 1.93	0.719 97	0.182 4	0.726 72	0.182 1
景观优势度指数( <i>I</i> )	逆向	0.88 ~ 0.97	-1.000 00	0.152 2	-1.000 00	0.153 2
景观破碎度指数( <i>F</i> )	正向	0.91 ~ 1.54	0.516 12	0.187 7	0.532 21	0.186 3

耕地在整个景观类型中占有明显的优势地位,耕地所占比例的减少使得耕地优势度降低,进而使得全区景观优势度降低。景观破碎度指数由 2009 年的 0.794 82 增加到 2014 年的 0.819 61,表明景观被分割的程度加大,部分开发商不顾后果建楼的情况屡见不鲜,农民也频频将房屋盖在农地里,这些都导致土地被无规则破坏,使得全区趋向于形成复杂、异质和不连续的斑块。

江津区的生态风险指数由 2009 年的 -0.371 5 提高到 2014 年的 -0.360 3,表明 2009—2014 年,随着土地利用格局的变化,江津区的生态风险变大。一方面,2009—2014 年,随着土地利用变化,江津区景观的复杂程度增加,景观被无规则分割的程度加大,导致景观多样性指数和景观破碎度指数增大;另一方面,2009—2014 年,由于全区耕地、林地的减少和建设用地的增加,江津区的耕地垦殖指数、植被覆盖指数和景观优势度指数变小,土地利用程度这一逆向指标虽然是变大的,但其相对变化幅度小于其余 3 个指标。因此,2009—2014 年,江津区的生态风险呈增大的趋势。

## 5 结论

2009—2014 年,重庆市江津区土地利用变化显著。主要表现为耕地、园地、林地、草地和未利用地面积减少,而水域、建设用地和其他农用地面积增加。随着城镇化的发展,城市规模的扩张、“双百”城市的打造、江津现代农业园区以及江津区枢纽港的建设,耕地、园地、林地、草地、未利用地等非建设用地向建设用地、水域和其他农用地转化,这 8 种地类之间的相互转化是江津区土地利用变化的最主要形式。

2009—2014 年,江津区生态风险指数增大。随着江津区建设用地面积的增加和未利用地面积的减少,区域内的土地被大量地利用,但在土地利用的过程中还存在诸多不足,不合理的土地利用使得景观被无规则分割的现象比较明显,耕地垦殖指数和植被覆盖指数的减小是导致生态风险增大的主要原因,应通过相应的措施控制其变化。江津区生态风险指数的增大应引起相关部门和人员的高度重视,可以通过合理布局 and 规划将全区土地利用的变化程度和变化方向控制在合理范围内,以降低整个区域的生态风险程度。在今后的发展中也要重视生态安全问题,不能只顾追求经济上的发展而忽略生态上的安全。

## 参考文献:

[1] 臧淑英,梁欣,张思冲. 基于 GIS 的大庆市土地利用生态风险分析[J]. 自然灾害学报,2005,24(4):141-145.

[2] 任志远,张艳芳,李晶,等. 土地利用变化与生态安全评价[M]. 北京:科学出版社,2003:27-28.

[3] Ni J P, Shao J A. The drivers of land use change in the migration area, Three Gorges Project, China: advances and prospects [J]. Journal of Earth Science. 2013, 24(1): 136-144.

[4] 彭丽. 三峡库区土地利用变化及结构优化研究[D]. 武汉:华中农业大学,2013.

[5] 曹银贵,王静,刘正军,等. 三峡库区近 30 年土地利用时空变化特征分析[J]. 测绘科学,2007,32(6):167-170.

[6] 胡明,马继东. 安塞县土地利用变化与经济发展的关系[J]. 水土保持研究,2008,15(1):182-185.

[7] 刘勇,张红,尹京苑. 基于土地利用变化的太原市土地生态风险研究[J]. 中国土地科学,2009,23(1):52-57.

[8] 周启刚,张晓媛,杨霏,等. 基于 PSR 模型的三峡库区重庆段土地利用生态风险评价[J]. 水土保持研究,2013,20(5):187-192.

[9] 李占军,刁承泰. 西南丘陵地区土地资源利用的冲突与协调——以重庆江津区为例[J]. 水土保持研究,2009,16(2):239-248.

[10] 邴广路,石培基,居玲华. 生态脆弱区土地利用变化及驱动因素分析——以张掖市为例[J]. 干旱区研究,2010,27(2):169-175.

[11] 孙芬,吴涌泉,刘秀华,等. 基于 GIS 的三峡库区土地生态安全评价——以丰都县沿江地区为例[J]. 中国农学通报,2012,28(8):240-247.

[12] 谭三清,李宁,李春华,等. 长沙市土地利用生态风险及评价[J]. 中国农学通报,2010,26(15):336-342.

[13] 周利军,张雪萍,陈设. 扎龙自然保护区土地利用变化与生态风险评价[J]. 自然灾害学报,2009,18(2):186-190.

[14] 张莹,雷国平,林佳,等. 扎龙自然保护区不同空间尺度景观格局时空变化及其生态风险[J]. 生态学杂志,2012,31(5):1250-1256.

[15] 贾科利,张俊华. 生态脆弱区土地利用时空格局变化分析——以宁夏中部干旱带为例[J]. 干旱地区农业研究,2011,29(3):221-225.

[16] 常春艳,赵庚星,王凌,等. 黄河口生态脆弱区土地利用时空变化及驱动因素分析[J]. 农业工程学报,2012,28(24):226-234.

[17] 张虹波,刘黎明,张军连,等. 黄土丘陵区土地资源生态安全及其动态评价[J]. 资源科学,2007,29(4):193-200.

[18] 尹娟,邱道持,潘娟. 基于 PSR 模型的小城镇用地生态安全评价——以潼南县 22 个小城镇为例[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2012,37(2):126-130.

[19] 蒙晓,任志远,张翀. 咸阳市土地利用变化及生态风险[J]. 干旱区研究,2012,29(1):137-142.