

重庆市江津区土地利用景观干扰度时空变化

邸晓慧¹, 苏英慧¹, 明弘², 周宝同^{1,2*}

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 2. 重庆市盛地土地经济研究院, 重庆 400000)

摘要:以重庆市江津区 2007、2010、2015、2018 年 4 期土地利用数据为基础, 基于景观干扰度指数, 借助 ArcGIS 空间分析功能, 研究江津区不同土地分区景观干扰度时空变化, 旨在为江津区合理利用和保护土地资源提供理论依据。结果表明: 1) 2007—2018 年江津区景观干扰度先增加后减小, 2015 年是干扰度变化的转折点; 2007—2015 年中、高景观干扰度范围持续扩张, 景观干扰度呈增加趋势; 2015—2018 年中、高景观干扰度范围缩减, 景观干扰度呈下降趋势。2) 研究期内江津区景观干扰度北部城镇高度发展区(I 区) > 中部传统农业发展区(II 区) > 南部农林生态涵养区(III 区), I 区主要以低、中干扰度为主, 面积总比例达 67.65%, 干扰度变化最大, II 区低干扰度占优势, 面积占比达 56.75%, III 区是极低干扰度占比最大的区域, 总比例接近 30%。3) 景观干扰度空间分布受坡度影响, 低干扰度在各坡度范围内面积占比均较大, 中干扰度主要在 I 区和 II 区 $S \leq 15^\circ$ 的范围内, 面积占比均接近 30%, 高干扰度在 I 区 $2^\circ < S \leq 25^\circ$ 的区域分布广泛, 总比例近 30%, 在 II 区和 III 区所占比重较小, 均在 10% 以下。为实现区域可持续发展, I 区和 II 区应注重土地的集约利用, 提高耕地质量, III 区应重点实施退耕还林, 保护生态环境。

关键词:土地利用; 景观干扰度; 时空变化; 重庆市江津区

中图分类号: F301; P901

文献标志码: A

文章编号: 1001-7461(2021)01-0187-09

Temporal and Spatial Variations of Landscape Disturbance Degree of Land Use in Jiangjin District, Chongqing City

DI Xiao-hui¹, SU Ying-hui¹, MING Hong², ZHOU Bao-tong^{1,2*}

(1. School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Institute of Shengdi Land Economic Research, Chongqing 400000, China)

Abstract: Based on the land use data of Jiangjin district in Chongqing in 2007, 2010, 2015 and 2018, adopting the landscape disturbance index, the spatial and temporal variations of landscape disturbance degree (LDD) in Jiangjin from 2007 to 2018 were analyzed by the spatial analysis tool of ArcGIS. The purpose of this study was to provide theoretical basis for the reasonable utilization and protection of land resources of Jiangjin district. The results showed that 1) from 2007 to 2018, the LDD of the district increased first, and then decreased. In 2015, its degree of landscape disturbance changed. From 2007 to 2015, the range of medium and high LDD expanded continuously, and the LDD showed an increasing trend; however, from 2015 to 2018, the range of medium and high LDD reduced, and the LDD showed a downward trend. 2) During the study period, the LDD of the district was in the order of zone I > II > III. The main types of landscape disturbance in zone I were low and medium disturbance degree, with a total proportion was 67.65%, the variation of interference degree in zone I was the largest. Low disturbance degree was mainly distributed in zone II, accounted for 56.75%, and in zone III, the area of very low disturbance degree was the largest,

收稿日期: 2020-07-23 修回日期: 2020-08-20

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(15ZDC032)。

作者简介: 邸晓慧。研究方向: 土地利用与土壤环境。E-mail: 2472554603@qq.com

* 通信作者: 周宝同, 博士, 副教授。研究方向: 土地利用与土壤环境。E-mail: 379485639@qq.com

with a proportion near 30%. 3) The spatial distribution of LDD was affected by the slope; low disturbance degree had a large proportion of the area in the range of all slopes. The medium disturbance degree was mainly distributed in the range of $S \leq 15^\circ$ in zone I and zone II, with a proportion of near 30%, while the high disturbance degree was widely distributed in the range of $2^\circ < S \leq 25^\circ$ in zone I, with a total proportion of near 30%, and the proportions of high disturbance degree in zone II and zone III were low, which were both below 10%. In order to achieve regional sustainable development, attentions should be paid to zone I and zone II in the intensive use of land and to improve the quality of cultivated land, in zone III, returning farmland to forests should be emphasized to protect the ecological environment of the area.

Key words: land use; landscape disturbance degree; temporal and spatial variation; Jiangjin district

景观格局是指空间上大小、形状各异的景观斑块分布,是生态系统受到不同程度作用而产生的结果^[1-2]。景观的稳定对维持区域生态环境稳定起着关键作用,是保持区域生态系统服务功能稳定和实现可持续发展的基础^[3]。近年来,人类活动对土地利用的干扰日益深刻,目前已有许多生态学家认识到,适度的干扰不仅对生态系统无害,而且可以促进生态系统的演化和更新,有利于生态系统的持续发展,但过度干扰会破坏原来景观系统的特征和生态功能^[4]。因此研究景观干扰度对生态系统的稳定具有重要的现实意义。

目前对景观干扰的研究主要通过景观指数的计算进行定量研究和定性分析。人为干扰与景观格局变化响应机理分析已成为地理学和景观生态学研究领域的国际热点,被广泛应用于农业、林业、环境和城市等诸多领域的生态评价研究^[5]。汪晶等^[6]对福建将乐林场栲类次生林干扰进行评价,发现将乐林场栲类次生林主要处于轻度干扰和几无干扰状态,与干扰相关性较大的指标是人为干扰指标和系统活力指标。郭少壮等^[7]研究了在时间序列上,地区景观格局变化与人为干扰的关系,结果表明人为干扰是引起地区景观格局变化的关键因素,这种影响还在逐渐增加。此外,伍斌等^[8]从缓冲区的角度研究了安顺市景观格局在空间梯度上的变化,表明安顺市建成区外部缓冲带景观多样性逐渐丰富,受人为干扰强度弱化。苏琪娇等^[9]研究了喀斯特山区不同岩性分区下的景观生态质量差异,发现利用景观稳定程度和干扰程度能较好地反映不同岩性分区的人为活动对景观生态质量变化的影响模式。

重庆市江津区属于丘陵城市,具有土地利用条件复杂、生态环境脆弱、自然灾害频发、人地关系紧张的特点^[10]。近几十年来,在西部大开发、退耕还林草、水土流失治理等一系列复杂的人类活动干扰下,江津区土地利用景观受到重大影响。尽管已有学者关注了土地利用景观格局及景观风险^[11-13],地形因子对景观的影响也有涉及^[14-16],但强烈的人类

干扰下土地利用景观干扰度在不同土地功能区的分布规律还有待进一步探讨。本研究以江津区 3 个土地利用分区为单元,研究各个分区景观干扰度时空分异特征及不同坡度下景观干扰度的分布,进一步识别干扰度与坡度间的关联性,以期对江津区土地综合整治提供有价值的信息。

1 研究区概况

江津区地处重庆市西南部(图 1),地理坐标 $28^\circ 28' - 29^\circ 28' N, 105^\circ 49' - 106^\circ 38' E$,面积 $321\ 800\ \text{hm}^2$ 。研究区地势南北高、中间低,长江自西南向东北横贯中北部,其两侧地势均向江面倾斜;全区最高点为四面山,海拔 $1\ 709.4\ \text{m}$,最低点在珞璜镇石家沟的长江边,海拔 $179.2\ \text{m}$,地势高差为 $1\ 530.2\ \text{m}$ ^[13]。境内山地占土地总面积的 31.8% ,丘陵占 65.1% ,河谷平坝阶地占 3.1% ,地貌以山地和丘陵为主^[17];研究区为亚热带季风气候,夏热冬暖,年均温 18.4°C ,年均降水量 $1\ 001.2\ \text{mm}$ 。江津区下辖 4 个街道 25 个镇,常住人口 138.7 万人;2018 年地区生产总值达 902.3 亿元,全区规模以上工业生产总值 1 313 亿元,双福、德感工业园成为全市产业示范园。

2 材料与方法

2.1 数据来源与处理

土地利用数据来源于江津区 2007、2010、2015、2018 年遥感影像($30\ \text{m} \times 30\ \text{m}$),高程数据来源于地理空间云平台 GDEMDEM,分辨率为 $30\ \text{m}$ 。通过对土地利用数据的分析、校对与归并,将江津区土地利用类型分为 6 类:耕地、建设用地、林地、水域、草地和未利用地,整理得到江津区 2007、2010、2015、2018 年土地利用景观类型图(图 2)。

2.2 研究方法

2.2.1 景观干扰度计算 景观干扰度用来反映不同景观所代表的生态系统受到干扰(主要是人类活动)的程度^[18]。借鉴高宾等^[18]、王娟等^[19]研究成

果,采用与景观干扰密切相关的景观类型破碎度指数、分维度倒数和优势度指数 3 种指数作为基础指标,结合权重,构建景观干扰度指数公式^[20]:

$$U_i = xFN_i + yFD_i + zFI_i \quad (1)$$

式中, U_i 为景观 i 的景观干扰度, FN_i 为景观 i 的破碎度指数, FD_i 为景观 i 的分维度倒数, FI_i 为景观 i 的优势度指数。 x 、 y 、 z 为权重,此处的权重反映了各指数对景观所代表的生态环境的影响程度,本研究参考王娟等^[21]、傅微等^[22]、赵越等^[23]的研究成果,结合研究区实际情况,综合分析各景观指数对生态环境贡献的大小,认为破碎度指数最重要,其次为分维度指数和优势度指数,最终将破碎度指数、分维度倒数和优势度指数的权重分别设定为 0.5、0.3 和 0.2。

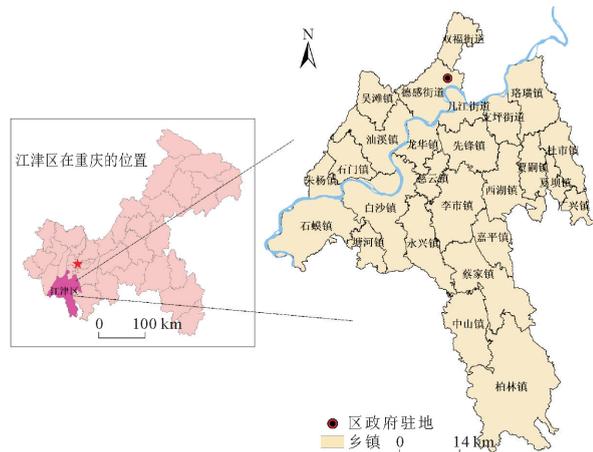


图 1 研究区位置

Fig. 1 Location of the study area

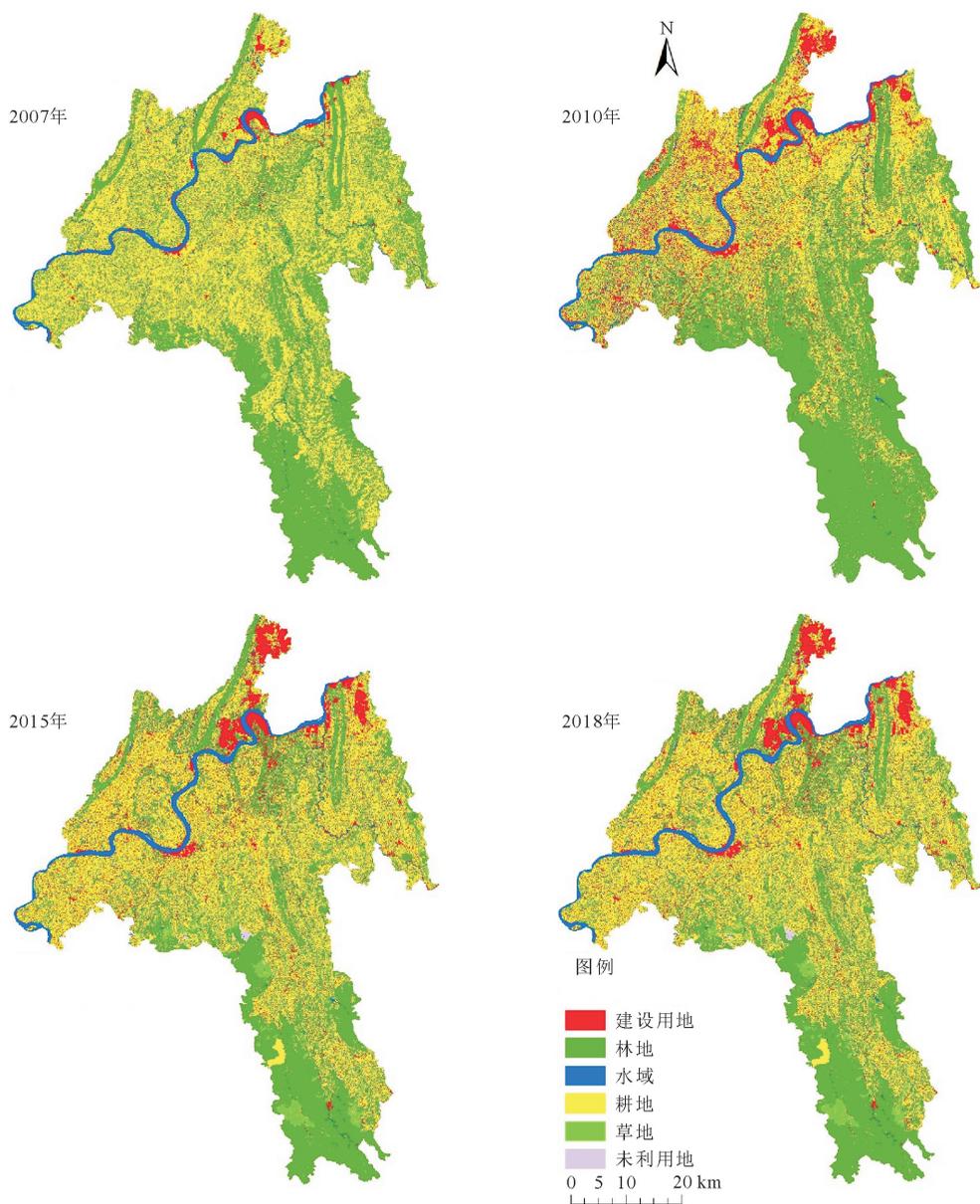


图 2 江津区 2007、2010、2015、2018 年景观类型空间分布

Fig. 2 The spatial distribution of the landscape types of Jiangjin district in 2007, 2010, 2015 and 2018

破碎度在一定程度上反映了人类对景观的干扰程度,它是景观由单一、均质和连续的整体趋向于复杂、异质和不连续的斑块镶嵌体的过程^[24],公式如下:

$$FN_i = N_i / A_i \quad (2)$$

式中, N_i 代表景观 i 的斑块数量, A_i 为景观 i 的斑块面积。

景观分维度用来描述斑块形状的复杂程度,取值范围 1~2,值越小,表明斑块形状越单一,受人为干预的程度越大^[24],公式如下:

$$FRAC_MN = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(\frac{2 \ln 0.25 p_{ij}}{\ln a_{ij}} \right)}{N} \quad (3)$$

$$FD_i = \frac{1}{FRAC_MN} \quad (4)$$

式中, $FRAC_MN$ 为平均斑块分维度, p_{ij} 为景观斑块 ij 的周长, a_{ij} 为斑块 ij 的面积, N 为全部景观的斑块总数。

景观优势度反映一种或几种景观要素支配景观格局的程度^[18],公式如下:

$$FI_i = 0.25 \times (n_i / N + m_i / M) + 0.5 \times A_i / A \quad (5)$$

式中, n_i 为景观 i 的斑块数量, m_i 为景观 i 出现的格网数, M 为格网总数, A 为全部景观总面积,

由景观指数计算软件 Fragstats 4.2 对研究区域提取 3 个斑块类型尺度的指标: 斑块类型面积 (CA)、斑块数 (NP) 及分维度 (FRAC_MN), 3 个景观尺度的指标: 景观总面积 (TA)、斑块总数 (NP)、优势度指数 (SIDI), 利用上述公式进行景观干扰度计算。

2.2.2 空间分析方法 根据研究区面积和网格划分的工作量, 将研究区各年景观类型分布矢量图均划分出 178 个 5 km × 5 km 的正方形网格, 计算每一网格的景观干扰度, 在 ArcGIS 中利用反距离权重法进行插值处理, 得到江津区各年景观干扰度的空间分布图。对每个网格 2007 年和 2018 年景观格局干扰度做差, 求得每个网格 2007—2018 年景观格局干扰度变化, 利用同样的插值方法得到江津区景观干扰度变化的空间分布图。

2.2.3 土地利用功能分区 江津区北部多浅丘, 地势相对平缓, 区域内以城镇发展为主, 建设用地分布较为广泛; 江津区中部以中高丘平地为主, 主要发展农业, 分布有大片农田; 江津区南部以山地为主, 主要发展生态旅游业。禹阳春等^[25]采用聚类分析的方法, 根据聚类结果兼顾区域连续性及江津区今后社会经济发展, 将该区分为 3 个综合分区。本研究参考前人研究, 结合江津区土地利用规划, 将江津区

土地利用分为 3 大分区 (图 3), 即北部城镇高度发展区、中部传统农业发展区和南部农林生态涵养区, 基于这 3 个分区对江津区景观干扰度进行分析。

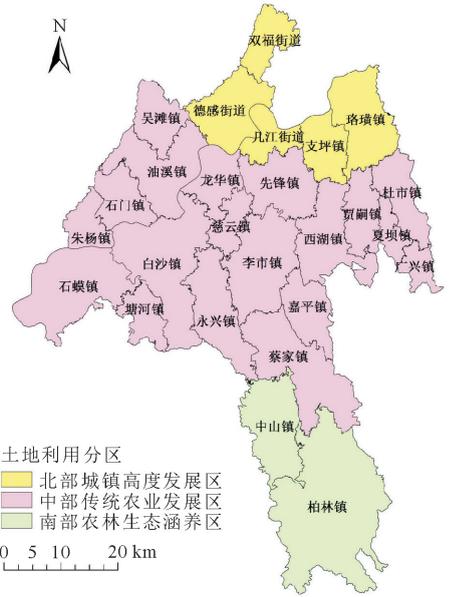


图 3 江津区土地利用功能分区

Fig. 3 The land use function zoning of Jiangjin district

2.2.4 基于坡度的景观干扰度分区研究 利用 ArcGIS 10.2 的空间分析工具提取江津区坡度信息, 参考《第二次全国土地调查技术规程》, 将江津区坡度划分为 5 级: $S \leq 2^\circ$ 、 $2^\circ < S \leq 6^\circ$ 、 $6^\circ < S \leq 15^\circ$ 、 $15^\circ < S \leq 25^\circ$ 、 $S > 25^\circ$, 最终得到江津区坡度分级图 (图 4)。将坡度分级图与各年份景观干扰度空间分布图叠加, 取各年份景观干扰度均值代表该区的景观干扰度, 最终得到 3 个分区不同坡度景观干扰度的分布情况。

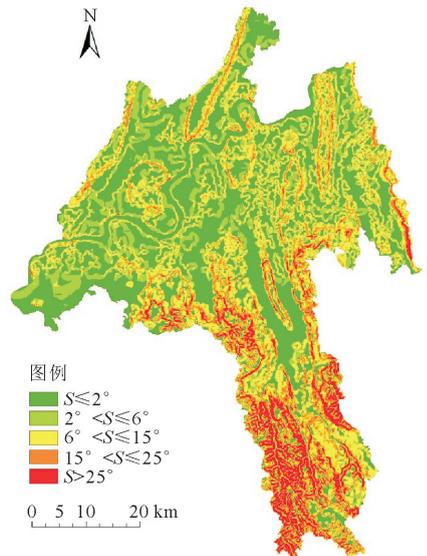


图 4 江津区坡度分级

Fig. 4 Picture of gradient classification of Jiangjin district

3 结果与分析

3.1 江津区土地利用景观变化

从江津区景观类型水平指数变化可知(表 1),耕地、林地是江津区主要景观类型。2007—2010 年耕地、林地 CA 减小,其余地类 CA 呈增加趋势,其中建设用地增加幅度最大;建设用地、耕地、水域、未

利用地 NP 均增加,而林地、草地 NP 减少。2010—2015 年,耕地、建设用地和未利用地 CA 增加,而其余地类均减少,林地和草地 NP 增加,耕地、建设用地、水域和未利用地呈减少趋势。2015—2018 年间,林地、建设用地 CA 增加,水域、耕地、草地和未利用地 CA 减小,耕地、林地和草地 NP 有所增加,建设用地、水域、未利用地 NP 减少。

表 1 江津区景观类型水平景观指数变化

Table 1 Changes of landscape index in type level of Jiangjin district

地类名称	斑块面积 CA/hm ²				斑块数量 NP/个			
	2007	2010	2015	2018	2007	2010	2015	2018
耕地	147 526.80	116 268.10	139 245.60	137 350.60	12 107	15 296	9 347	9 723
建设用地	8 200.26	36 265.32	37 478.74	34 896.51	15 467	44 411	62 032	61 645
林地	152 407.30	146 295.10	123 840.10	128 639.10	22 599	18 211	24 390	24 867
水域	11 556.00	16 581.42	14 323.95	14 021.73	3 712	16 853	9 662	9 407
草地	2 437.83	6 090.93	5 783.31	5 772.15	11 090	1 192	1 202	1 211
未利用地	9.18	418.77	1 317.60	1 278.81	5	1 166	721	659

3.2 江津区土地利用景观干扰度构成指标变化

江津区各地类景观干扰度构成指标变化情况见表 2,耕地 2007—2010 年破碎度指数增加,2010—2018 年减小,分维度倒数持续减小,优势度指数先减小后增大;建设用地破碎度先增加后减小,分维度倒数维持在 0.97,变化不大,优势度持续增加;林地破碎度 2007—2010 年减小,2010—2018 年增加,分维度倒数 2007—2015 年减小,2015—2018 缓慢增加,优势度持续降低;水域破碎度和优势度在 2007—2010 年增加,2010 年后开始降低,分维度倒数持续减小;草地 2007—2018 年破碎度与优势度均持续降低;未利用地破碎度、分维度倒数和优势度在 2007—2010 年增加,2010 年之后降低。相较于其他地类景观,建设用地和耕地景观的 3 个指标指数变化幅度较大。

度进行分级; $U \leq 0.5$ 为极低干扰度, $0.5 < U \leq 1$ 为低干扰度, $1.5 < U \leq 2$ 为中干扰度, $U > 2$ 为高干扰度。

由图 5 可知,总体上景观干扰度 I 区 > II 区 > III 区,2007 年的景观干扰度总体由北向南减小,景

表 2 江津区景观干扰度构成指标变化

Table 2 Changes of component indicators of landscape disturbance degree in Jiangjin district

地类名称	年份	景观破碎度	景观分维度倒数	景观优势度
耕地	2007	0.08	0.96	0.42
	2010	0.13	0.95	0.38
	2015	0.07	0.94	0.40
	2018	0.07	0.94	0.40
建设用地	2007	1.19	0.97	0.21
	2010	1.22	0.96	0.33
	2015	1.85	0.97	0.36
	2018	1.77	0.97	0.36
林地	2007	0.15	0.95	0.46
	2010	0.12	0.95	0.44
	2015	0.19	0.93	0.42
	2018	0.19	0.94	0.42
水域	2007	0.32	0.97	0.17
	2010	1.02	0.96	0.23
	2015	0.67	0.96	0.21
	2018	0.67	0.96	0.20
草地	2007	4.55	0.98	0.19
	2010	0.20	0.89	0.17
	2015	0.21	0.93	0.17
	2018	0.21	0.93	0.17
未利用地	2007	0.54	0.94	0.14
	2010	2.78	0.98	0.17
	2015	0.55	0.94	0.16
	2018	0.52	0.94	0.16

3.3 江津区土地利用景观干扰度时空变化

3.3.1 景观干扰度时间变化 江津区 2007、2010、2015、2018 年各景观类型干扰度见表 3,由表 3 可知,建设用地、水域和未利用地景观干扰度偏高且变化较突出,耕地、林地和草地的景观干扰度偏低且变化幅度较小。2007—2010 年,耕地、水域、林地和未利用地干扰度增加,建设用地、草地干扰度降低;2010—2015 年,建设用地干扰度显著增加,耕地和草地干扰度略有增加,水域和未利用地干扰度转而降低;2015—2018 年,各景观类型干扰度变化相对前 2 个阶段较小,建设用地、耕地和未利用地干扰度降低,林地、水域、草地干扰度基本不变。

3.3.2 景观干扰度空间变化 根据各年份干扰度指数的范围并参考前人研究^[11],对江津区景观干扰

表 3 江津区景观干扰度变化

Table 3 Changes of landscape disturbance degree of Jiangjin district

地类名称	景观干扰度				变化率			
	2007年	2010年	2015年	2018年	2007—2010	2010—2015	2015—2018	2007—2018
耕地	0.41	0.43	0.45	0.40	3.79	-7.45	0.44	-3.53
建设用地	1.28	0.97	1.29	1.25	-24.35	33.26	-3.34	-2.55
林地	0.45	0.46	0.45	0.46	-3.36	5.25	0.50	2.23
水域	0.49	0.84	0.66	0.67	73.71	-20.85	-0.29	37.10
草地	1.61	0.40	0.41	0.42	-84.68	4.17	0.23	-84.00
未利用地	0.58	1.72	0.59	0.57	195.53	-65.73	-2.79	-1.55

观干扰度高值区主要分布在 I 区的几江街道、鼎山街道和支坪镇,低值区主要分布在 III 区;2010 年景观干扰度高值区转移到 II 区,低值区主要分布在 III 区,高干扰度主要位于西南部的石蟆镇、白沙镇、石门镇,面积增大。2015 年江津区景观干扰度由中心向南北方向辐射递减,景观干扰度高值区主要位于 II 区中部,低值区依旧分布在 III 区,中、高干扰度范围明显扩大,极低、低干扰度范围显著缩减。2018 年干扰度分布格局与 2015 年相似,景观干扰度高值区位于 II 区,低值区主要位于 III 区,但高干扰度面积较 2015 年有所减小。可以看出,2015 年是景观干扰度变化的转折点,2007—2010 年江津区大部分地区属于低干扰度和极低干扰度,景观干扰度水平较低。2015—2018 年大部分地区属于中、高干扰度,景观干扰度水平较高,但 2018 年较 2015 年中、高景观干扰度范围减小,景观干扰度水平有下降趋势。

江津区干扰度变化空间分布情况见图 6,2007—2018 年,景观干扰度变化:I 区>II 区>III 区。北部城镇高度发展区的大部分区域景观干扰度变化较大,特别在德感街道、几江街道、支坪镇、珞璜镇,景观干扰度变化最大;中部传统农业发展区大部分地方干扰度变化较北部小,越往南部,变化越小;南部农林生态涵养区主要以自然景观为主,景观干扰度变化最小,四面山景区景观干扰度变化<0.4。

3.4 不同坡度条件下景观干扰度变化

一般坡度小的地区适合人类开展生产活动,人类对景观的干扰较强,坡度大的地区开发利用难度相对较大,人为干扰程度较低^[26]。江津区属于典型丘陵区,土地利用效率高,地形因子是影响丘陵区景观类型分布的关键因素^[12],而坡度是表征地形的重要指标,因此加入坡度因素,分析不同坡度等级下景观干扰度分布情况,从多角度对江津区景观干扰度进行研究。

江津区各分区不同坡度下的干扰度见表 4, I 区即北部城镇高度发展区,在 $S \leq 15^\circ$ 范围内,低干扰度和中干扰度均占优势地位,占该区面积的总比

例达 55.21%, $15^\circ < S \leq 25^\circ$ 范围内以高干扰度为主, $S > 25^\circ$ 范围内,各等级干扰度所占面积均较小,中干扰度面积相对较大。II 区即中部传统农业发展区, $S \leq 15^\circ$ 的坡度范围内,低干扰度占绝对优势,总比例高达 50.83%,中干扰度面积占比次之, $S > 15^\circ$ 范围内,各等级干扰度所占面积均显著减小,但仍以低干扰度为主。III 区即南部农林生态涵养区, $S \leq 2^\circ$ 的面积明显较前 2 个分区小, $2^\circ < S \leq 6^\circ$ 的范围内低、中干扰度占该区面积比例较大,该区极低干扰度面积较前两区的面积大,总比例可达 30.07%,中干扰度面积总比例达 32.77%。

综上,低干扰度在各坡度范围内面积占比均较大,在 II 区优势地位更突出;中干扰度在 I 区和 II 区的面积占比均接近 30%,在 $S \leq 15^\circ$ 的范围内优势地位更明显;高干扰度在 I 区 $2^\circ < S \leq 25^\circ$ 的区域面积较大,总比例近 30%,在 II 区和 III 区所占比重较小;极低干扰度在 III 区所占比重比 I 区和 II 区均大。

4 结论与讨论

耕地和林地是江津区主要景观类型,2007—2018 年建设用地、林地和水域总体上破碎化加剧,耕地、草地、未利用地破碎程度减小。

2007—2018 年江津区景观干扰度先增加后减小,2015 年是景观干扰度变化的转折点,2007—2015 年江津区迫于发展经济的压力,人类活动强度大,景观变得破碎,景观干扰度呈增加趋势。2015 年以来,生态文明建设取得显著成果,景观破碎度降低,景观干扰度呈下降趋势。

研究期内景观干扰度总体上 I 区>II 区>III 区,干扰度变化也表现为 I 区>II 区>III 区。I 区为中心城区和工业园区所在地,发展较快,以低、中干扰度为主,面积总比例达 67.65%,高干扰度占比比较 II 区和 III 区大,II 区低干扰度占优势地位,面积占比达 56.75%,III 区以林地景观为主,是极低干扰度占比最大的区域。

景观干扰度空间分布受坡度的影响,低干扰度

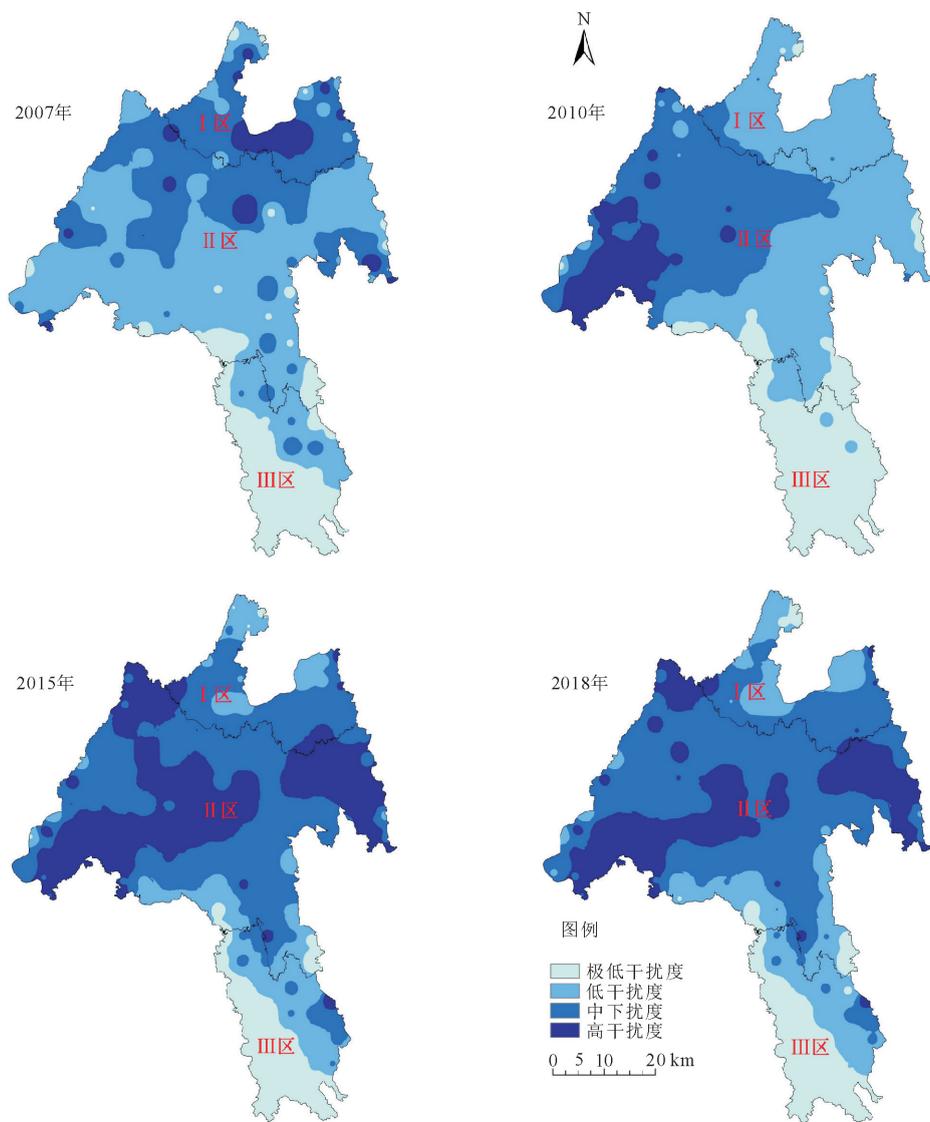


图 5 江津区景观干扰度空间格局

Fig. 5 Spatial pattern of landscape disturbance degree in Jiangjin district

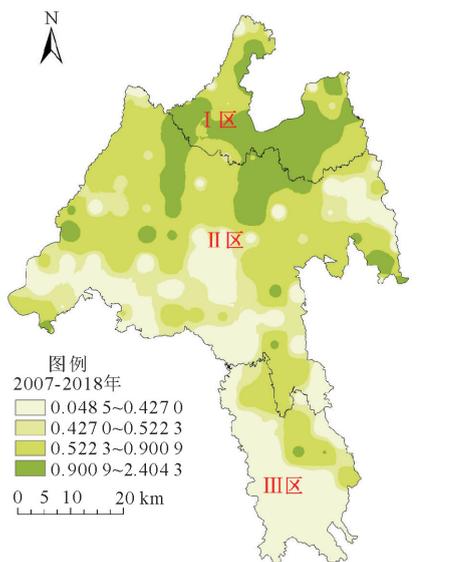


图 6 江津区景观干扰度变化空间格局

Fig. 6 Spatial pattern of changes on landscape disturbance degree in Jiangjin district

在各坡度范围内面积占比均较大;中干扰度在 I 区和 II 区 $S \leq 15^\circ$ 的范围内面积占比较大,高干扰度在 I 区 $2^\circ < S \leq 25^\circ$ 的区域面积较大,总比例近 30%,在 II 区和 III 区所占比重较小。

景观干扰度变化受人类活动的影响,而不同时期人类活动的强度存在差异。2007—2010 年江津区处于发展阶段,大部分地区经济建设尚处于起步阶段,人类活动触及的范围有限。随着社会的发展,特别是 2002 年重庆市人民政府批准审核通过江津工业园区以来,政府投入大量资金发展工业,园区基础日益完善,工业园周围大量耕地、草地和林地被占用,小斑块数量增加,景观变得破碎,干扰度高值区扩大,景观干扰度趋于增加。而近年来,江津区注重统筹人与自然和谐发展,在天然林保护、封山育林、退耕还林、植树造林等一系列生态文明建设政策的驱动下,部分耕地转为林地、草地,加上对土地的各项整治措施,使耕地和建设用地破碎度降低,致使

表 4 江津区不同坡度下景观干扰度等级

Table 4 Level of landscape disturbance degree under different slopes in Jiangjin district

坡度	干扰度等级	I 区		II 区		III 区	
		面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%
S≤2°	极低干扰度	28.78	3.22	17.20	0.58	32.35	3.14
	低干扰度	130.57	14.60	714.57	24.27	24.96	2.42
	中干扰度	77.57	8.66	109.98	3.73	59.69	5.78
	高干扰度	0.00	0.00	169.50	5.75	30.80	2.98
2°<S≤6°	极低干扰度	12.37	1.38	8.93	0.30	20.66	2.00
	低干扰度	63.91	7.11	358.12	12.15	154.81	14.94
	中干扰度	49.97	5.55	245.51	8.32	137.05	13.22
	高干扰度	50.00	5.55	71.24	2.41	16.5	1.64
6°<S≤15°	极低干扰度	6.12	0.68	40.76	1.38	72.90	7.02
	低干扰度	105.22	11.66	425.53	14.41	69.56	6.69
	中干扰度	68.96	7.63	299.73	10.15	50.77	4.88
	高干扰度	57.33	6.34	79.55	2.69	24.42	2.35
15°<S≤25°	极低干扰度	1.91	0.21	41.21	1.39	87.07	8.36
	低干扰度	29.80	3.29	140.89	4.77	52.03	4.99
	中干扰度	65.09	7.17	117.34	3.97	28.25	2.71
	高干扰度	126.29	13.90	14.86	0.50	12.13	1.16
S>25°	极低干扰度	0.10	0.01	24.66	0.83	96.75	9.25
	低干扰度	1.17	0.13	34.08	1.15	40.90	3.91
	中干扰度	16.84	1.85	27.59	0.93	9.81	0.94
	高干扰度	1.50	0.16	2.13	0.07	8.17	0.78

2015 年以后景观干扰度呈现降低的态势。

研究期内江津区景观干扰度总体上 I 区 > II 区 > III 区,这与各分区自然条件和社会经济条件息息相关。江津区地处云贵高原和四川盆地边缘低山浅丘交界处,由于地势地貌的特殊性,坡度在区域内差异大,南部山区时常发生山体崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降等自然灾害^[17],因此 III 区不适宜开展大规模城镇化建设,该区景观干扰度以极低和低为主。而 I 区地形平坦开发历史悠久,中心城区和德感、珞璜、双福工业园区均位于该区,发展迅速,园区面积不断扩大,周围地类转换频繁,故而以低干扰度和中干扰度为主。

江津区低丘缓坡资源总面积占全区土地总面积的 42.76%^[16],而低丘缓坡通常存在着植被较少、水土流失严重、土层较薄、基岩裸露和生态系统不稳定等环境问题^[27],开发强度不宜过大,故低干扰度在全区各个坡度范围内面积占比均较大,中干扰度仅在 I 区和 II 区 S≤15°的范围内面积占比较大。

景观干扰度增加意味着生态环境受到人类活动严重影响,不利于城市可持续发展,未来 I 区应集中布局产业,立足园区特色,利用土地级差、土地置换,改变小型工业企业用地性质,进行工业景观整合^[28],提高土地集约利用效率,见缝插针营造绿地,加强生态建设与保护。II 区应有计划地进行土地整

治,提高耕地质量。III 区应加强保护优质耕地,重点实施退耕还林,保护该区生态环境。

参考文献:

- [1] 张丽,赵丹丹,刘吉平,等.近 30 年吉林市景观格局变化及气候效应[J].吉林大学学报,2015,45(1):265-272.
- [2] 彭建,党威雄,刘焱序,等.景观生态风险评价研究进展与展望[J].地理学报,2015,70(4):664-677.
- [3] FENG H H, ZHAO X F, CHEN F, *et al.* Using land use change trajectories to quantify the effects of urbanization on urban heat is land[J]. *Advances in Space Research*, 2014, 53(3):463-473.
- [4] 陈利顶,傅博杰.干扰的类型、特征及其生态学意义[J].生态学报,2000,20(4):581-586.
- [5] 刘富强,吴涛,蒋国俊,等.海岸线与海岸景观格局对人为干扰度的动态响应——以营口市南部海岸为例[J].生态学报,2017,37(22):7427-7437.
- [6] 汪晶,李杰,郑小贤.福建将乐林场栎类次生林干扰评价研究[J].西北林学院学报,2016,31(2):201-206.
WANG J, LI J, ZHANG X X. Disturbance assessment on the castanopsis secondary forest in Jiangle forest farm[J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2016, 31(2):201-206. (in Chinese)
- [7] 郭少壮,白红英,孟清,等.1980-2015 年秦岭地区景观格局变化及其对人为干扰的响应[J].应用生态学报,2018,29(12):4080-4088.
GUO S Z, BAI H Y, MENG Q, *et al.* Landscape pattern change and its response to anthropogenic disturbance in the Qinling

- Mountains during 1980 to 2015[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2018, 29(12): 4080-4088. (in Chinese)
- [8] 伍斌,王志杰,潘远珍. 基于 GIS 的安顺市景观格局空间梯度分析[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(16): 214-223.
WU B, WANG Z J, PAN Y Z. Spatial gradient analysis of urban landscape pattern in Anshun city based on GIS [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2019, 34(16): 214-223. (in Chinese)
- [9] 苏琪娇,安裕伦,马士彬,等. 喀斯特山区不同岩性分区下的景观生态质量差异——以罗甸县为例[J]. 中国岩溶, 2017, 36(4): 454-462.
- [10] 戴志勇. 丘陵山区“三生”空间土地利用特征及其冲突评价[D]. 重庆:西南大学, 2019.
- [11] 刘珍环,张国杰,付凤杰. 基于景观格局-服务的景观生态风险评价——以广州市为例[J]. 生态学报, 2020, 40(10): 3295-3302.
LIU Z H, ZHANG G J, FU F J. Assessing landscape ecological risk based on landscape pattern and services in Guangzhou during 1990-2015 [J]. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(10): 3295-3302. (in Chinese)
- [12] 鄢大彬,李惠敏,陈芳,等. 低丘缓坡土地开发影响下生态服务价值损益分析——以重庆市江津区为例[J]. 水土保持研究, 2018, 25(6): 292-297.
YAN D B, LI H M, CHEN F, *et al.* Analysis of ecosystem service value under the influence of land development in Low-Slope Hilly Region——a case study of Jiangjin district, Chongqing city [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2018, 25(6): 292-297. (in Chinese)
- [13] 李世佳. 三峡库区县域生态安全格局构建研究——以重庆市江津区为例[D]. 重庆:西南大学, 2018.
- [14] 孙全凤,张延龙,牛立新,等. 低山丘陵区景观类型与地形因子耦合关系研究——以伏牛山余脉区为例[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(1): 254-260.
SUN Q F, ZHANG Y L, NIU L X, *et al.* Coupling relationship between landscape types and terrain factors in low mountain areas——a case study of Funiu mountain [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2019, 34(1): 254-260. (in Chinese)
- [15] 臧玉珠,刘彦随,杨园园. 山区县域土地利用格局变化及其地形梯度效应——以井冈山市为例[J]. 自然资源学报, 2019, 34(7): 1391-1404.
ZANG Y Z, LIU Y S, YANG Y Y. Land use pattern change and its topographic gradient effect in the mountainous areas: a case study of Jinggangshan city [J]. Journal of Natural Resources, 2019, 34(7): 1391-1404. (in Chinese)
- [16] 姜坤,戴文远,胡秋风,等. 浙闽山地丘陵区地形因子对土地利用格局的影响分析:以福建省永泰县为例[J]. 生态与农村环境学报, 2019, 35(6): 707-715.
- [17] 金旺. 重庆市低丘缓坡土地开发利用研究——以江津区为例[D]. 重庆:重庆交通大学, 2013.
- [18] 高宾,李小玉,李志刚,等. 基于景观格局的锦州湾沿海经济开发区生态风险分析[J]. 生态学报, 2011, 31(12): 3441-3450.
- [19] 王娟,崔保山,刘杰,等. 云南澜沧江流域土地利用及其变化对景观生态风险的影响[J]. 环境科学学报, 2008, 28(2): 269-277.
- [20] 梁二敏,张军民,杨卫红. 新疆玛纳斯河流域绿洲景观生态脆弱性时空分异[J]. 干旱区研究, 2017, 34(4): 950-957.
- [21] 王娟,崔保山,姚华荣,等. 纵向岭谷区澜沧江流域景观生态安全时空分异特征[J]. 生态学报, 2008, 28(4): 1681-1690.
- [22] 傅微,吕一河,傅伯杰,等. 陕北黄土高原典型人类活动影响下景观生态风险评价[J]. 生态与农村环境学报, 2019, 35(3): 290-99.
- [23] 赵越,罗志军,李雅婷,等. 赣江上游流域景观生态风险的时空分异-从生产-生活-生态空间的视角[J]. 生态学报, 2019, 9(13): 4676-4686.
ZHANG Y, LUO Z J, LI Y T, *et al.* Study of the spatial-temporal variation of landscape ecological risk in the upper reaches of the Ganjiang river basin based on the “production-living-ecological space” [J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 9(13): 4676-4686. (in Chinese)
- [24] 张月,张飞,周梅,等. 干旱区内陆艾比湖区域景观生态风险评价及时空分异[J]. 应用生态学报, 2016, 27(1): 233-242.
ZHANG Y, ZHANG F, ZHOU M, *et al.* Landscape ecological risk assessment and its spatio-temporal variations in Ebinur lake region of inland arid area [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2016, 27(1): 233-242. (in Chinese)
- [25] 禹阳春,刁承泰,蔡朕,等. 基于聚类分析法的西南丘陵山区县域土地利用分区研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(2): 227-232.
YU Y C, DIAO C T, CAI Z, *et al.* Application of clustering analysis to land use regionalization of prefecture in hilly southwestern of China [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30(2): 227-232. (in Chinese)
- [26] 宁雅楠. 青龙满族自治县土地利用景观生态安全时空变化与影响因素分析[D]. 保定:河北农业大学, 2015.
- [27] 闻国静,刘云根,王妍,等. 普者黑湖流域景观格局及生态风险时空演变[J]. 浙江农林大学学报, 2017, 34(6): 1095-1103.
- [28] 罗紫薇,胡希军. GIS 支持下的上杭县城市景观格局分析[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(3): 225-230.
LUO Z W, HU X J. On urban landscape pattern in Shanghang county supported by GIS [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2019, 34(3): 225-230. (in Chinese)