

汶川地震前后龙溪-虹口自然保护区 景观多样性的遥感评估

刘小岚^{1,2}, 王文杰^{2*}, 李甜甜^{1,2}, 赵兴征², 马红旺^{1,2}

(1. 湖南科技大学建筑与城乡规划学院, 湘潭 411201; 2. 中国环境科学研究院, 北京 100012)

摘要: 本文以植被类型与土地利用类型为主要依据, 建立四川龙溪-虹口自然保护区景观分类体系, 对汶川地震前后的两期 Landsat TM 影像进行了解译, 得到其地震前后的景观空间格局, 并对研究区地震前后景观变化特征进行分析, 得到: (1) 震后研究区景观斑块总数增加了 2.36 倍, 景观破碎化严重。阔叶林与针叶林组成的森林景观呈片段化, 优势度下降; 阔叶林、稀疏植被, 以及草甸成为新的优势景观。 (2) 震后 Shannon 多样性指数与周长-面积分维数分别上升 11% 和 7%, 说明研究区景观异质性与多样性增多, 景观结构更复杂。优势度指数和聚集度指数下降 30%, 表示研究区内大的景观斑块减少, 景观类型聚集度下降, 连通性下降。 (3) 研究区生境破碎, 生物多样性维持功能减弱; 植被覆盖度降低, 边缘生境增加, 水源涵养功能减弱、水土流失风险加剧; 景观结构受损, 生态屏障功能减弱。其表明地震及其次生灾害作为自然干扰因子, 改变了研究区景观的结构与格局, 破坏了珍稀动植物的适宜生境, 对研究区珍稀濒危物种与自然生态系统造成了严重威胁, 将对区域生态环境与生物多样性造成重要影响。

关键词: 汶川地震; 景观; 景观多样性; 自然保护区

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2011.00281

1 引言

景观多样性是指景观结构、功能和动态的多样性和复杂性^[1]。国内外景观多样性的研究主要包括景观的生态分类, 景观多样性的测度与评价, 景观多样性监测与保护, 以及景观多样性与遗传、种群、生态系统等各层次生物多样性关系研究等^[2-13]。目前, 国内外不同专业背景的学者基于不同的研究目的, 采用不同的分类方法, 并逐渐由从概念分类向现在的与“3S”技术结合的定性与定量方法转变, 国内外至今尚无统一的生态系统分类系统^[3-7]。国内外学者一致认为, 要科学准确评价区域景观多样性, 必须选取具有正确生态学意义、能准确反映生态过程的指标, 构建科学的评价体系, 但到目前为止, 尚未形成有效实用的景观多样性评价体系^[9-13]。景观多样性在自然或人为因素的干扰下不断地发生变化, 景观多样性胁迫特

征及其驱动机制研究较多关注人类活动的影响, 对自然或自然灾害等干扰因子引起的景观多样性变化研究关注较少^[14-16]。

汶川地震作为强烈的自然干扰因子, 引发的大范围和大面积的滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害, 导致地表覆盖变化, 大面积森林植被破坏。以自然生态系统和珍稀动植物种为主要保护对象的龙溪-虹口国家级保护区, 地震对其影响较大, 地震前后受人为影响较小, 因此, 地震前后保护区景观多样性变化主要受自然因素干扰。

本文应用景观生态学原理, 借助遥感与 GIS 技术, 从景观生态系统层次, 以龙溪-虹口国家级自然保护区为研究区, 建立了保护区景观分类系统, 分析了保护区地震前后景观多样性变化的特征, 旨在为恢复和修复保护区生态系统提供参考, 为灾后野生动植物资源调查与就地保护提供科学依据, 进而为震后保护区的恢复和管理提供帮助。

收稿日期: 2010-11-21; **修回日期:** 2011-01-21.

基金项目: 国家科技攻关计划“基于遥感的宏观生态监控技术研究”(2009310); 湖南科技大学研究生创新基金项目(S090127)。

作者简介: 刘小岚(1984-), 女, 湖南邵阳人, 硕士研究生。主要从事遥感与 GIS 应用方面的研究。

E-mail: xiaolan8371107@163.com

*** 通讯作者:** 王文杰(1970-), 男, 湖南湘潭人, 研究员。主要研究区域生态和环境遥感应用。E-mail: wangwj@crases.org.cn

2 研究区域与数据分析处理流程

2.1 研究区的地理背景

龙溪-虹口自然保护区是森林和野生动植物类型国家级自然保护区。位于都江堰市西北部,东经 $103^{\circ}32' \sim 103^{\circ}43'$, 北纬 $31^{\circ}04' \sim 31^{\circ}22'$ 范围内(图 1)。保护区总面积 310km^2 , 核心区面积为 203km^2 , 区内森林覆盖率为 84.5% 。属四川盆地亚热

带湿润季风气候区,雨量丰沛年降水量约 $1600 \sim 1900\text{mm}$; 云雾多、日照少、湿度大; 气温偏低, 且富垂直变化, 年平均气温 10°C 左右。该区地处横断山北段川西高山峡谷这一世界生物多样性关键区域内, 位于四川盆地向青藏高原的过渡带上, 地质构造复杂, 地质历史悠久, 是目前世界上亚热带山地动、植物资源保存最完整的地区之一。保护区内动植物资源和自然生态系统得到了有效的保护, 保持良好的自然性和多样性。

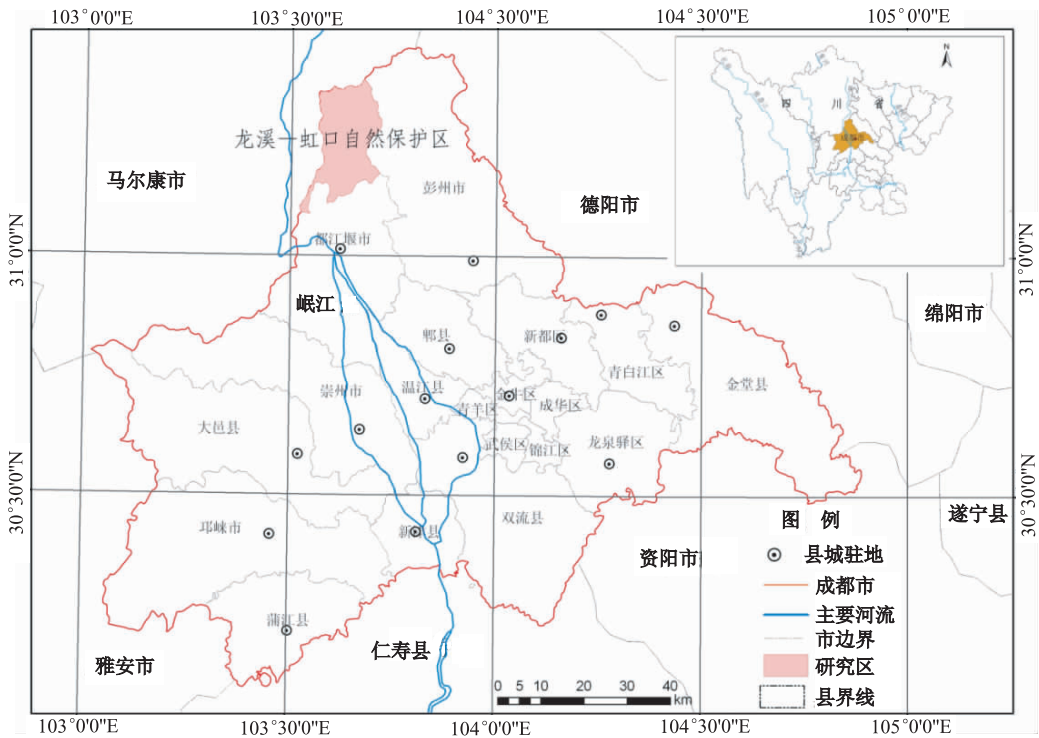


图 1 龙溪-虹口自然保护区地理位置示意图

Fig. 1 Longxi-Hongkou Nature Reserve, located in Dujiangyan County-level City, Sichuan Province

2.2 数据源分析处理流程

主要数据为地震前 2007 年 9 月 18 日的 Landsat TM 和地震后 2008 年 7 月 18 日的 Landsat TM 影像。两期影像质量较好, 云雾较少, 影像获取时段是植物生长季节。主要参考资料为 2006 年成都市土地利用图以及成都市林业和园林管理局与成都市勘察测绘研究院联合编制的 2006 年 $1:15$ 万成都市林业资源分布图。

本研究利用 ERDAS Imagine 9.2 软件的三次多项式几何校正计算模型, 在图幅上较均匀选取地面控制点(GCP), 使地面控制点的误差控制在 0.5 个像元内, 实现对 TM 图像进行几何精纠正。将两

期 TM 影像的 5、4、3 波段进行红绿蓝假彩色合成, 根据研究区植被分布特征, 以及影像特征, 建立解译标志。利用最大似然法进行分类。由于研究区山体海拔较高, 地震前的影像阴影较多, 先将阴影和有云覆盖区单独归类, 再参考其他资料, 进行人工判读。将分类结果与地震前后两期的 10m 分辨率 SPOT 影像对比, 汶川地震前后 TM 影像解译结果的精度分别为 89.5% 和 92% , 满足分类要求。

2.3 景观分类体系

参考肖笃宁景观分类原则与方法^[3], 本研究根据以下方法和依据对研究区景观进行划分:

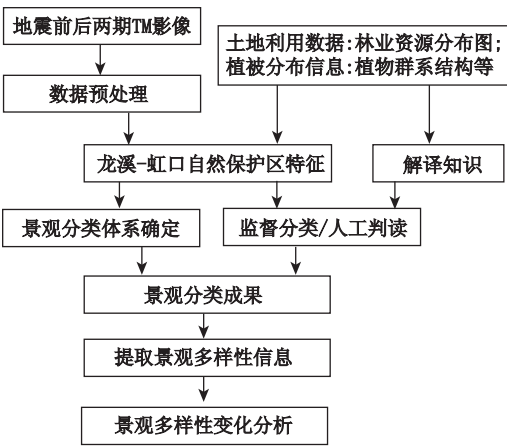


图 2 景观多样性评估的遥感分析流程
Fig. 2 Technical flow of landscape diversity assessment based on remote sensing

(1)一级景观划分的主要依据为人类影响程度与土地利用类型。按 Naveh 提出的景观分类系统^[17]和肖笃宁按照人类影响强度的景观分类方法^[3],研究区除低海拔地区受到一定程度的人为干扰外,其他地区以原生性状态连续分布。从整体上看,研究区属于自然或半自然景观。土地利用类型依据中国科学院采用的 6 大类、25 小类土地利用分类体系。根据土地利用类型,将保护区景观分为 4 个一级景观:林地景观、草甸景观、稀疏植被景观和水域景观(表 1)。

(2)二级景观以植被类型为依据进行划分。研究区的核心区内保存着未受人类影响的原始森林植被,是极为珍贵的川西高山峡谷区自然植被的原始样本。根据吴征镒划分的中国植被类型体系中的植被型组^[18],参考保护区研究所提供的研究区植被类型信息,在一级景观的划分基础上,研究区分为针叶林景观、阔叶林景观、灌丛景观、草甸景观、高山稀疏植被景观和山地水域景观 6 个二级景观(表 1)。

表 1 研究区景观分类体系

Tab. 1 Landscape classification system of the study area	
一级景观	二级景观
林地景观	阔叶林景观
	针叶林景观
	灌丛景观
草地景观	高山、亚高山草甸景观
未利用地	高山稀疏植被景观
水域景观	河流峡谷、冰川和永久性积雪

2.4 景观多样性指标参数

建立景观格局特征与生态过程之间的相互联系,能了解景观结构发生和发展的内在机制,更好地解释各种景观现象。景观空间格局动态可揭示景观演化的机制和方向,预测景观变化的趋势并提高景观资源的可持续管理^[19]。本研究从基础指数、结构指数、对比度指数、多样性指数 4 类景观格局指数中^[10,20],在类型水平上选取斑块数(NP)、斑块面积(CA)2 个指标;在景观水平上,选取斑块密度指数(PD),Shannon 多样性指数(SHDI),优势度指数(Dominance),聚集度指数(CONTAG),以及周长-面积分维数(PAFRAC)5 个指标参数。在景观类型分布研究的基础上,利用 ArcGIS 9.3 和 FRAGSTATS 3.3 软件计算上述各景观格局指标。

3 汶川地震前后龙溪-虹口自然保护区景观多样性的遥感评估分析

3.1 汶川地震前后龙溪-虹口自然保护区景观空间格局变化

根据上述的解译方法,获得了上述景观分类体系中 6 个二级景观类型的空间分布及地震前后的空间格局变化信息。从图 3 和图 4 可以看出:地震前后研究区的景观格局变化较大。地震前研究区的景观受直接的人类活动干扰较少,以自然的状态连续分布。受地震及次生地质灾害的影响,研究区景观变得破碎化和复杂化。

(1)景观破碎,空间异质性增强

地震前研究区景观的总斑块数为 1718,平均斑块面积为 0.18km²,震后总斑块数为 5769,平均斑块面积为 0.05km²(表 2)。震后,斑块密度增为原来的 2.35 倍,聚集度指数下降 30%(表 2),表明震后研究区景观类型破碎化严重,离散度增高。周长-面积分维数上升了 7%,Shannon 多样性指数上升了 11%(表 2)。周长-面积分维数上升,表示景观边界更曲折更复杂,将导致边缘效应复杂化。Shannon 多样性指数较大幅度上升,而丰富度未变,表明研究区景观类型在面积分布上均匀度增加,异质性程度提高,景观结构复杂性增强,生态过程与功能复杂化。优势度指数均下降了 30%(表 2),优势度指数的大幅度下降表明研究区景观中大的斑块减少,原优势景观片段化,景观连接性减弱,均匀度增大。

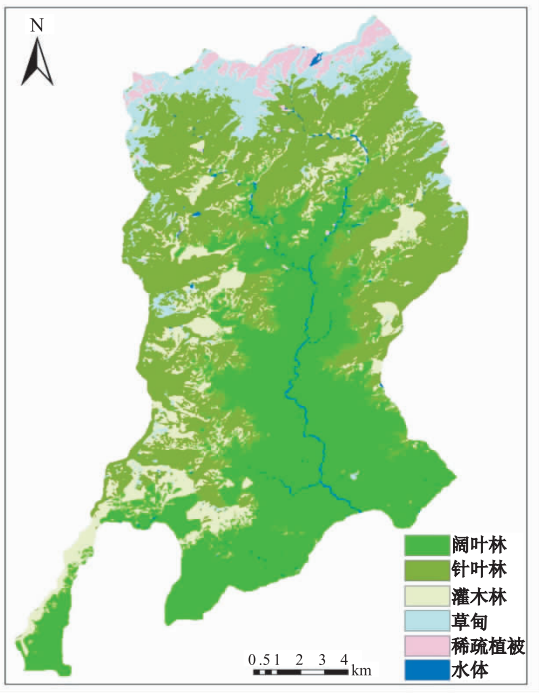


图 3 地震前研究区景观空间格局特征
Fig. 3 Landscape pattern before the earthquake

针叶林纹理较粗糙。森林面积为 233.25km²,占研究区总面积的 77.1%(图 3、表 3)。震后,由于滑坡、崩塌、泥石流等次生灾害,掩埋了部分的森林或使小部分森林总体移动,从而使连片分布的森林变成斑块状,森林的总斑块数增为原来的 3 倍多(图 4、表 3)。总面积大幅度减少,仅占研究区总面积的 49.6%。其中,阔叶林面积减少 16.9%,针叶林景观面积减幅达 55.5%,仅为 50.69km²(表 3)。阔叶林、稀疏植被以及草甸占总面积的 79.9%,成为新的优势景观(图 4、表 3)。

表 2 汶川地震前后龙溪-虹口自然保护区景观
水平上景观多样性指标变化

Tab. 2 Changes of landscape diversity indices at landscape level in the study area before and after the Wenchuan Earthquake

指标	时间		变化率(%)
	震前	震后	
各类型斑块总数(NP)	1718	5769	235.90
Shannon 多样性指数(SHDI)	1.3175	1.4638	11.10
优势度指数(Dominance)	0.47	0.33	-30.85
聚集度指数(CONTAG)	52.62	36.65	-30.34
周长-面积分维数(PAFRAC)	1.5168	1.6223	6.96

表 3 汶川地震前后龙溪-虹口自然保护区
景观类型动态变化特征表

Tab. 3 Changes in landscape types in the study area before and after the Wenchuan Earthquake

景观要素 类型	斑块数目(NP)		斑块面积(CA) (km ²)		斑块面积比例 (PLAND)(%)	
	震前	震后	震前	震后	震前	震后
阔叶林景观	196	933	119.34	99.22	39.4	32.8
针叶林景观	264	618	113.91	50.69	37.7	16.8
灌木林景观	625	478	35.54	9.31	11.7	3.1
草甸景观	403	2384	23.78	67.26	7.9	22.2
稀疏植被景观	89	1326	7.41	75.47	2.5	24.9
水域景观	141	30	2.57	0.52	0.8	0.2

灌木林景观:灌木林主要分布在研究区的外围海拔 3400~3800m 的区域,以西部为最多,在影像中呈暗黄橙色小片状分布。面积为 35.54km²,占研究区总面积的 11.7%,是分布面积最大的斑块(图 3、表 3)。地震对高海拔山地生态系统影响较强烈,分布于此的灌木林景观大幅度减少,减幅达 73.8%,仅为 9.31km²,占总面积的 3.1%(图 4、表 3)。

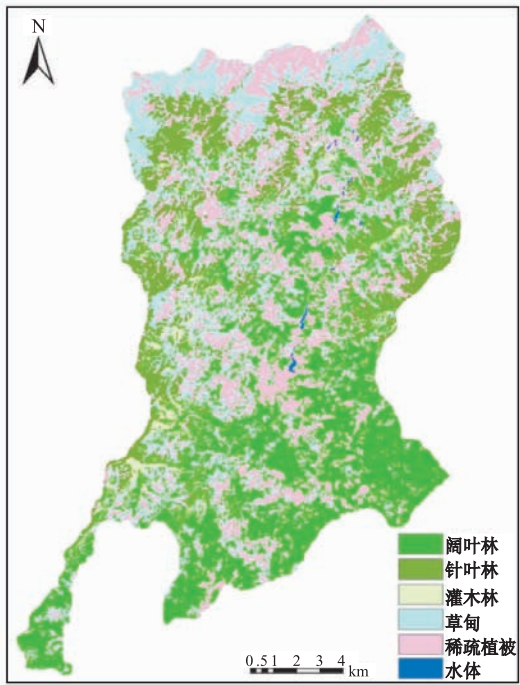


图 4 地震后研究区景观空间格局特征
Fig. 4 Landscape pattern after the earthquake

(2)景观类型离散,斑块复杂化

阔叶林与针叶林组成的森林景观为区域景观基质,在影像中分别呈黄绿和深绿色片状分布,且

草甸景观:主要是指分布于海拔 3800~4000m 的高山草甸,较集中分布于研究区北部的高海拔区域,在影像上呈淡黄棕色,震前总面积为 23.78km²,占总面积的 7.9%(图 3、表 3)。地震对研究区草甸破坏,以及由于部分森林斑块高大林木的倒伏与移除,其林下的灌草丛凸显,从而使草甸景观斑块数增加了近 6 倍,总面积增至 67.26km²,占总面积的 22.2%(图 4、表 3)。

稀疏植被景观:震前,主要是指高山顶部的高山流石滩稀疏植被和少数由于滑坡、崩塌而出现的裸露土地,主要分布在研究区的北部,在影像上呈紫红色片状或块状分布,纹理均一。总斑块数为 89,总面积为 7.41km²,占总面积的 2.5%(图 3、表 3)。地震对北部的高山流石滩稀疏植被景观影响较小,但由于崩塌、滑坡、泥石流等次生灾害在研究区大面积大范围的发生,形成了大量的裸露土地,因此稀疏植被总面积大幅度增加,增为原来的 10 倍多,为 75.47km²,占总面积的 24.9%(图 4、表 3)。

水域景观:主要指河流景观与冰川和永久性积雪景观。冰川和永久性积雪景观主要分布在北部的高山顶部,呈淡蓝色不规则片状分布,受地震影响不大,但因数据获取的季节不同,略有变化。白沙河和龙溪河是研究区内最重要的廊道,呈蓝色线状分布,白沙河主河道由北至南纵贯研究区,全长 49.3km,龙溪河全长 18km,流经地仅在研究区西南部(图 3)。白沙河为研究区南北方向的植物传播体,以及其他物质的流动提供了通道,同时也会对境内野生动物东西方向觅食等生活活动产生阻碍。水域变化主要指河流的变化,震前水域总面积为 2.57 km²,震后减为 0.52 km²,减幅约 79%(表 3)。

3.2 汶川地震前后龙溪-虹口自然保护区的景观功能变化分析

(1) 生境破碎、连通性降低,生物多样性下降

地震及崩塌、滑坡、泥石流等次生地质灾害使研究区的森林景观生态系统总丧失面积为 83.34km²,占研究区森林总面积的 35.7%。受损的灌木林景观为 26.23km²,占研究区灌木林总面积的 73.8%(表 3)。森林和灌木林为研究区大部分动物提供了栖息地和避难所,同时也拥有多数珍稀植物的适宜生境。地震对森林和灌木林的破坏,摧毁了部分动植物、破坏了大量的栖息地,使部分

适宜生境丧失,对研究区内生物多样性的组成与结构造成了严重的损害和影响。物种丰富度与其面积相关联,斑块面积越大物种多样性增加^[21],森林与灌木林景观面积的大幅度减少,会降低物种多样性。生物多样性的改变必然会在以后一定时间内对环境造成直接或间接的影响。

廊道的变化对于区域生物多样性的影响最为明显^[22]。从整体上看,研究区本身是一个自然的景观廊道(图 5),是大熊猫重要栖息地卧龙自然保护区,以及白水河、九顶山、千佛山等自然保护区的衔接地带,是大熊猫以及其他重要珍稀动物南北迁徙、繁殖的关键通道,在四川西北部的景观生态中起着不可替代的承接作用。地震给研究区带来的破坏,改变了廊道内部的结构和功能,进而影响研究区整体的生境、传输通道以及过滤和阻碍等廊道功能,最终会导致生物多样性下降。

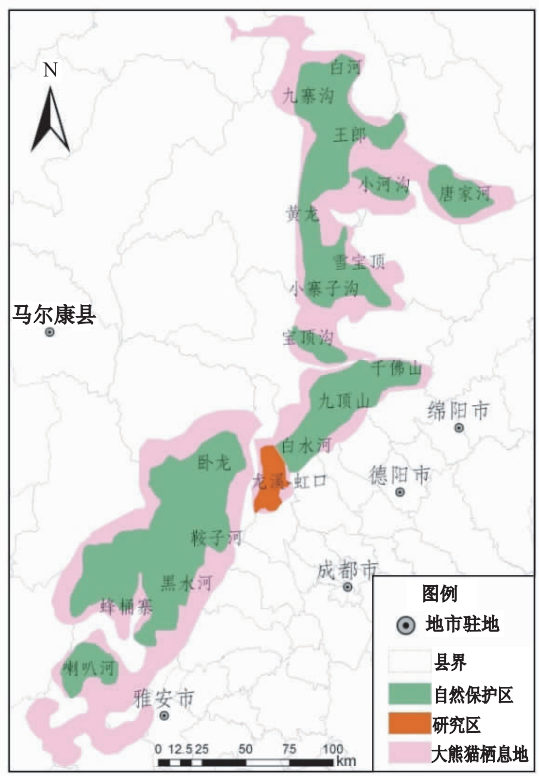


图 5 研究区与周边自然保护区的位置关系图
Fig. 5 The study area and the NRs surroundings

震后,大量的泥沙和石砾冲刷到河道中,破坏了河流生态系统,阻塞了部分河道,白沙河中上游形成了堰塞湖(在影像上呈深蓝色面状分布),部分河段甚至断流(图 4),导致研究区水资源的数量与分布发生改变,对水域生态系统及其周边生境造成

了重大影响,并对部分动物的生存生活造成了一定的威胁。因此,地震对河流景观的改变势必对研究区生态系统多样性与生物多样性产生重要影响。另外,河道淤塞、堰塞湖等对研究区的水文和水质有重要影响。

(2) 植被破坏、边缘生境增加,水土流失风险加剧

震后,研究区内森林和灌木林以及草地斑块数以不同程度增加,稀疏植被增幅最大,为原来的13.9倍,草甸与阔叶林次之,分布为4.9倍和3.7倍,针叶林的斑块数也增为原来的1.3倍(表3),聚集度指数上升30%,说明研究区景观离散度增大,破碎化严重。森林片段化,斑块破碎化,以及林木倒伏、损毁、植被移除等形成大量的干扰斑块,从而增加了大量新的斑块边缘。复杂的边缘效应对研究区生态系统的生产力及其养分循环造成非常复杂和深刻的影响。森林以及灌木林覆盖面积减少109.57km²,为研究区总面积的32.9%(表3)。森林及灌木林的锐减使得其土壤保持能力与水源涵养功能减弱,水土流失风险增大。

(3) 结构受损、生态效应复杂化,生态屏障功能减弱

地震前研究区具有完整的植被垂直带谱和山地生态系统序列^①,其景观生态系统稳定性较好。地震及其次生灾害使研究区的景观基质片段化、斑块破碎化以及对廊道产生的损伤,改变了研究区生态系统的组成、结构、过程和功能。震后周长一面积分维数增幅为7%,Shannon多样性指数上升11%,表明研究区景观异质性增强,景观的形状变得更加复杂。将导致景观生态系统内部能量的流动、物质的循环、生物交换以及信息的传递发生重大变化,从而使其对外界干扰和环境变化的敏感性增强,抵抗能力减小,恢复能力下降,势必使生态系统的稳定性减弱。另外,植被大面积破坏,生产能力降低、生物量减少;区域景观生态系统的气象灾害与地质灾害以及虫害的抵抗能力将下降,整体的生态屏障功能将减弱。

4 结论

(1)汶川地震作为强烈的自然干扰因子,导致山体崩塌、滑坡、泥石流等次生地质灾害在研究区大范围大面积发生,山林植被损毁严重,研究区景

观生态系统和生态环境受到严重破坏,景观破碎化程度显著增加。

(2)研究区是典型的以保护森林和野生动植物为主的自然保护区,以自然景观为主,在地震前后均受人为活动影响较小。震前主要以针叶林与阔叶林组成的森林景观为基质,其总面积为233.25 km²,占研究区面积的77.1%;震后阔叶林景观、稀疏植被景观以及草甸景观取代原来的主要景观,成为新的优势景观,约占研究区总面积的79.9%。

(3)震后各景观类型的斑块数目都有较大程度的增大(除水域景观外),斑块密度大幅度增大,Shannon多样性指数与周长-面积分维数分别上升11%和7%,说明景观的异质性与多样性增多,景观结构更复杂。优势度指数和聚集度指数下降30%,说明研究区内原优势景观片段化、大的景观斑块减少,景观破碎化程度加剧,连通性下降,对研究区内的动植物,以及生态系统的稳定性造成了严重的威胁。

(4)地震对研究区景观基质、廊道、斑块的破坏与影响,导致其景观功能发生变化:生境破碎,生物多样性下降,生物多样性维持功能减弱;植被覆盖度降低,边缘生境增加,水土流失风险加剧;植被大面积破坏、水源涵养功能减弱、生态屏障功能势必减弱;自然气象灾害与地质灾害以及虫害的抵抗能力将降低。

生态系统地震后在自然和人类活动的共同作用下,景观多样性在地震后仍会继续发生变化,直至恢复到相对较稳定的状态。因此,制定积极有效的保护与修复方案,对恢复和保护受损的珍稀动植物物种和景观生态系统具有重要意义。

致谢: 特别感谢四川龙溪-虹口自然保护区研究所朱大海副所长提供的都江堰市植被结构信息和植被垂直分布图。

参考文献:

- [1] 傅伯杰,陈利顶. 景观多样性的类型及其生态意义[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 454 - 461.
- [2] 马克明,傅伯杰,周华峰. 景观多样性测度: 格局多样性的亲和度分析[J]. 生态学报, 1998, 18(1): 76 - 81.
- [3] 肖笃宁,钟林生. 景观分类与评价的生态原则[J]. 应用生态学报, 1998, 9(2): 217 - 221.
- [4] 李振鹏,刘黎明,张虹波,等. 景观生态分类的研究现状及其发展趋势[J]. 生态学杂志, 2004, 23(4): 150 - 156.

- [5] Bastian O. Landscape Classification in Saxony Land-scape[J]. Urban Plan, 2000, 50:145 - 155.
- [6] 王伯荪,彭少麟,郭砾,等. 海南岛热带森林景观类型多样性[J]. 生态学报,2007,27(5):1690 - 1695.
- [7] 李新琪,金海龙. 基于 CBERS - 2 遥感数据的艾比湖流域景观生态分类系统[J]. 干旱区地理,2007,30(5):736 - 741.
- [8] 张高生,王仁卿. 现代黄河三角洲生态环境的动态监测[J]. 中国环境科学,2008,28(4):380 - 384.
- [9] 陈圣宾,蒋高明,高吉喜,等. 生物多样性监测指标体系构建研究进展[J]. 生态学报,2008,28(10):5123 - 5132.
- [10] Schindler S, Poirazidis K, Wrbka T. Towards a Core Set of Landscape Metrics for Biodiversity Assessments: A Case Study from Dadia National Park, Greece[J]. Ecological Indicators, 2008, 8:502 - 514.
- [11] 李晓文,胡远满,肖笃宁. 景观生态学与生物多样性保护[J]. 生态学报,1999,19(3):399 - 407.
- [12] 王仰麟. 景观生态分类的理论方法[J]. 应用生态学报,1996,7(S1):121 - 126.
- [13] Wallace J F, Caccetta P A, Kiiveri H T. Recent Developments in Analysis of Spatial and Temporal Data for Landscape Qualities and Monitoring[J]. 2004, 29: 100 - 107.
- [14] 曾辉,张磊,孔宁宁,等. 卧龙山自然保护区景观多样性时空分异特征研究[J]. 北京大学学报,2003,39(4): 45 - 60.
- [15] 刘海江,程维明,龙恩. 受损沙地生态系统景观变化分析——以内蒙古浑善达克沙地为例[J]. 植物生态学报,2007,31(6):1063 - 1072.
- [16] 刘汉湖,黄润秋. 汶川桃关震区生态景观格局时空变化分析与生态地质环境评价[J]. 地质灾害与环境保护,2009,20(2):104 - 111.
- [17] Naveh Z. Landscape: Theory and Application[M]. New York:Spring-verlag,1993.
- [18] 中国生态系统研究网络科学委员会. 陆地生态系统生物观测规范[M]. 北京:中国环境科学出版社,2007, 326 - 332.
- [19] 张宏锋,欧阳志云,郑华,等. 新疆玛纳斯河流域景观格局变化及其生态效应[J]. 应用生态学报,2009,20(6): 1408 - 1414.
- [20] 布仁仓,胡远满,常禹,等. 景观指数之间的相关分析[J]. 生态学报,2005,25(10):2764 - 2775.
- [21] 郭建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京:高等教育出版社,2007,23 - 41.
- [22] 王桥,王文杰. 基于遥感的宏观生态监控技术研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,2006,124 - 192.

Landscape Diversity Assessment in Longxi-Hongkou Nature Reserve Before and After the Wenchuan Earthquake Based on Remote Sensing

LIU Xiaolan^{1,2}, WANG Wenjie², LI Tiantian^{1,2}, ZHAO Xingzheng², MA Hongwang^{1,2}

(1. College of Architecture and Urban Planning, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China;
2. Chinese Research Academy of Environmental Science, Beijing 100012, China)

Abstract: Landscape diversity is the result of natural disturbance, human activity and the internal succession of vegetation. It also is a major level of biodiversity. In this paper, the authors established a landscape classification system for Longxi-Hongkou Nature Reserve, Sichuan Province, with vegetation types and land-use being the main classify basis, interpreted two different phases of Landsat TM images before and after the Wenchuan Earthquake of the reserve, developed the landscape spatial pattern of the study area, and analyzed the characteristics of landscape changes before and after the earthquake. The results showed that: 1) After the earthquake, the total number of patches (NP) in the study area increased by 2.36 times, so landscape became more fragmentation; after the earthquake, forest landscape (broad-leaf and coniferous) went into smaller pieces, implying the weakness of its dominant position. Broad-leaf, meadow

and rare landscape turned into the new dominant landscape. 2) The SHDI and PAFRAC of the study area increased 11% and 7% respectively. It implied the diversity and heterogeneous of the study area strengthened, and landscape structure was more complex. The Dominance and CONTAG both decreased 30%. It explained that the number of large patches decreased, the landscape contagion of the study area fell and its connection declined. 3) The habitats fragmented, the ability of maintain biodiversity was cut down. Vegetation cover dropped, and edge habitats grew in number, leading to a weaker ability of maintain water, a raising risk of soil erosion, landscape structure destroyed and the protective screen function slipped. Therefore, Wenchuan Earthquake and its secondary disasters as natural disturbance factors have changed the landscape structure and landscape pattern of the study area, undermined the suitable habitats of rare animals and plants, posed a threat to endangered species and natural ecosystems, all those would change the biodiversity and ecology environment of the region.

Key words: Wenchuan Earthquake; landscape; landscape diversity; nature reserves