

汶川大地震对生态系统的影响

欧阳志云¹, 徐卫华¹, 王学志¹, 王文杰², 董仁才¹, 郑 华¹, 李迪华³,
李智琦¹, 张宏锋¹, 庄长伟¹

(1. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 中国环境科学研究院, 北京 100012; 3. 北京大学景观设计学研究院, 北京 100871)

摘要:汶川大地震的主要影响区位于四川盆地西缘, 是四川盆地向青藏高原的过渡地带, 地质构造复杂, 山高谷深坡陡, 是我国生态环境十分脆弱的地区, 同时该地区还是具有重要生态服务功能, 是长江上游生态安全的重要屏障。汶川大地震不仅造成巨大人员伤亡和财产损失, 也对生态系统造成了严重破坏, 对区域生态安全带来巨大威胁。研究运用遥感数据和实地调查, 评估了地震对生态系统的影响, 研究结果表明: (1) 汶川大地震造成严重的生态破坏, 导致生态系统丧失面积为 122 136 km², 并形成了包括汶川县、彭州市、绵竹市等 10 县市的地震生态破坏重灾区。 (2) 地震导致 65 584 km² 大熊猫生境丧失, 损失比例 5.92%。 (3) 94.64% 的受损生态系统分布在地震烈度 IX 以上区域, 53.82% 的受损生态系统分布在海拔 2000m 以下的区域, 66.09% 的受损生态系统分布在坡度 30~50° 之间。地震导致的生态破坏将影响区域生态安全, 在恢复重建中要加强生态保护和生态系统的恢复重建。

关键词:汶川大地震; 生态影响; 生态系统; 大熊猫

文章编号: 1000-0933(2008)12-5801-09 中图分类号: Q143 文献标识码: A

Impact assessment of Wenchuan Earthquake on ecosystems

OUYANG Zhi-Yun¹, XU Wei-Hua¹, WANG Xue-Zhi¹, WANG Wen-Jie², DONG Ren-Cai¹, ZHENG Hua¹, LI Di-Hua³, LI Zhi-Qi¹, ZHANG Hong-Feng¹, ZHUANG Chang-Wei¹

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China

3 The Graduate School of Landscape Architecture, Peking University, Beijing 100871, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(12): 5801 ~ 5809.

Abstract: The Wenchuan Earthquake hit area, locating at the transition between Sichuan basin and Tibet Plateau, is one of most ecologically fragile regions in China, and is playing an important role in ecological security of Sichuan basin as well. The earthquake had not only caused huge human-being lost and property damage, but also had resulted in great impacts on ecosystems. Integrated remote sensing data and field survey, we have assessed the ecological impacts of the earthquake. The results suggested that: (1) 122 136 km² of forest, grassland and wetland ecosystems were destroyed in the earthquake, and mainly distributed in 10 counties, such as Wenchuan, Pengzhou, Mianzhu. (2) 65 584 km² of giant panda habitat was lost in the earthquake, 5.92% of total panda habitat, (3) 94.64% of damaged ecosystems were distributed in the areas

基金项目: 国家科技支持计划重点资助项目“汶川地震恢复重建科技快速响应”; 中国-欧盟生物多样性资助项目

收稿日期: 2008-12-04; **修订日期:** 2008-12-08

作者简介: 欧阳志云 (1962~) 男, 湖南人, 博士, 研究员, 主要从事生态系统评价与规划和生物多样性保护研究. E-mail: zyouyang@cees.ac.cn

Foundation item: The project was financially supported by National Key Project of Scientific and Technical Supporting Programs of China “Wenchuan Earthquake rapid response project for restoration and reconstruction”; EU-China Biodiversity Programme

Received date: 2008-12-04; **Accepted date:** 2008-12-08

Biography: OUYANG Zhi-Yun, Ph. D., Professor, mainly engaged in ecosystems assessment, ecological planning and biodiversity conservation and ecological planning. E-mail: zyouyang@cees.ac.cn

with earthquake magnitude higher than VIII, 53.82% of damaged ecosystems in the areas with altitudes lower than 2000 meters above sea level, 66.09% of damaged ecosystems in the areas with slopes between 30—50°. Since the ecosystem damage resulted from the earthquake will threat ecological security of Sichuan basin, ecosystem restoration should be one of the main focuses in the context of earthquake hit area rebuilding plan.

Key Words: Wenchuan Earthquake; ecological impacts; ecosystems; giant panda

2008年5月12日,中国四川省汶川县发生的8.0级大地震造成了巨大的人员伤亡和财产损失同时,也引发了大面积的滑坡、崩塌和泥石流等次生灾害,引起一系列生态环境问题,造成大范围植被破坏、水土流失加剧、野生动物生境破坏与隔离、河道堵塞、耕地毁坏,生态系统和生物多样性受到严重破坏,生态服务功能受损,人居环境受到严重威胁和破坏,对区域生态安全带来巨大的威胁。该区是大熊猫、金丝猴、羚牛等珍稀濒危物种的集中分布区^[1],地震对这些物种的生境造成严重破坏,野生动植物受到威胁^[2]。

地震主要影响区位于四川盆地西缘,是四川盆地向青藏高原的过渡地带。地质构造复杂,山高谷深坡陡,滑坡、崩塌、泥石流频发,水土流失严重,是我国生态环境十分脆弱的地区。该地区是具有重要生态服务功能的地区,生物多样性丰富、景观资源独特,是长江上游生态安全的重要屏障,在保护生物多样性和保障成都平原数千万人口的生活生产用水安全具有不可替代的作用。

本研究以遥感数据为基础,结合野外实地考察和灾情报告^①,对地震灾区的生态系统和大熊猫生境的破坏状况进行了综合评估,掌握了地震对森林、草地、河流等生态系统,以及大熊猫等珍稀濒危物种生境的破坏情况,明确了受损区域的空间分布特征,分析并评估了地震导致的生态安全的风险,为灾后恢复与重建提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 生态影响评估范围

以地震烈度分布图为基础,评估范围重点针对9级烈度区,生态环境受地震影响比较严重的17个市县(图1),基本与国家确定的地震影响严重灾区的范围一致,行政上包括四川省的汶川县、北川县、青川县、茂县、绵竹市、什邡市、都江堰市、平武县、安县、彭州市、江油市、崇州市、大邑县、理县、宝兴县、芦山县16个县市区和甘肃省的文县。

1.2 地理气候特征

汶川地震灾区主要位于四川盆地西缘,是四川盆地向青藏高原的过渡地带。地势从东向西逐渐抬升,高山峡谷坡陡。海拔最高处位于汶川与小金边界的小金四姑娘山,海拔6250m,最低处位于青川县境内,海拔491m。

地震灾区气候垂直变化明显,属山地亚热带向高原气候的过渡地带。属中亚热带气候,由于山地的影响,气温远较东部为低,它们以高大的山体矗立在四川盆地的西缘,在夏季截住了东南来的暖湿气流,形成了著名的“华西雨屏”,在山地的东坡与南坡,年降雨量多在1000mm以上,最多可达2000mm;在西坡与北坡受背风坡影响,则显得干旱,年降水量为700~800mm左右,形成“干旱河谷”。山地环境还使气候随高度和坡向而变化。

地震灾区水系发达,发育有岷江、沱江、涪江和白龙江及其众多支流,孕育了众多景观优美的湖泊湿地。

1.3 评估目标与内容

评估的目标是掌握汶川地震对评估区内生态系统破坏的总体情况,明确受损区域的空间分布特征和受损程度,阐明地震对大熊猫生境破坏的空间特征,从而为灾后恢复与重建提供科学依据。主要评估的内容包括:(1)生态系统特征与格局,生态系统服务功能;(2)地震对森林、草地、河流湿地等生态系统的损害与破坏程

① 国家减灾委-科技部抗震救灾专家组著:《汶川地震灾害综合分析与评估》,2008年7月

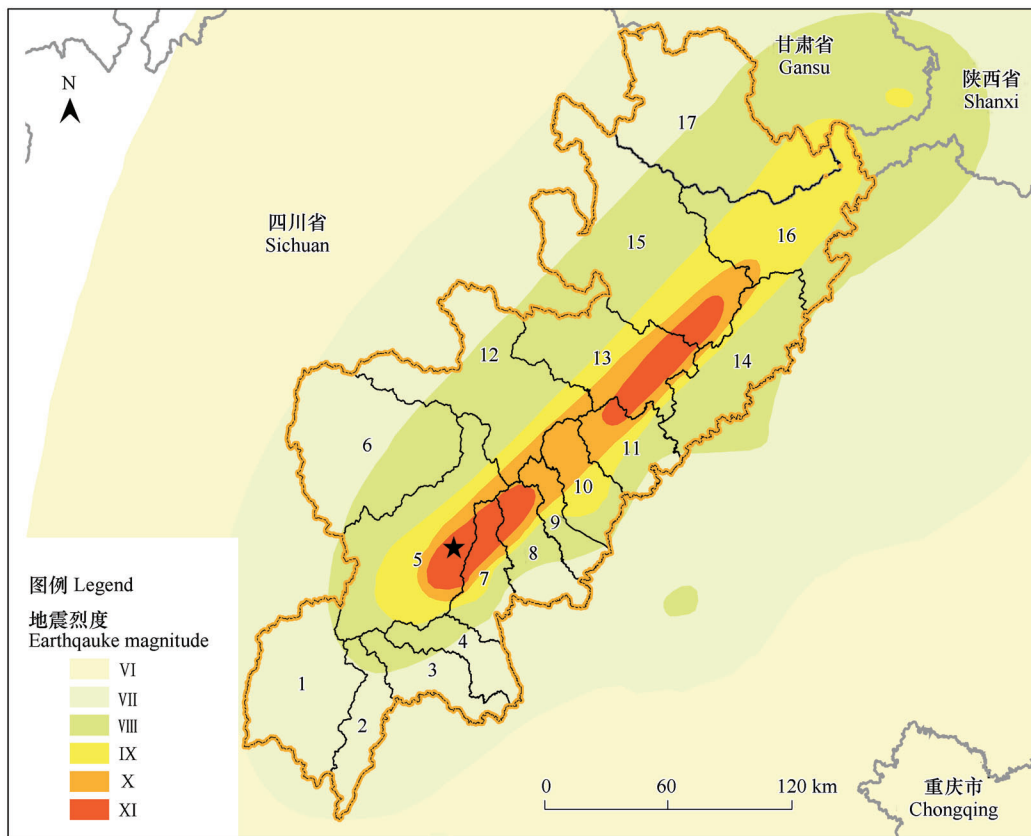


图1 汶川大地震生态影响评价范围

Fig. 1 Assessing range of ecological impacts of the Wenchuan Earthquake

1. 宝兴县 Baoxing, 2. 芦山县 Lushang, 3. 大邑县 Dayi, 4. 崇州市 Chongzhou, 5. 汶川县 Wenchuan, 6. 理县 Lixian, 7. 都江堰市 Dujiangyan, 8. 彭州市 Pengzhou, 9. 什邡市 Shifang, 10. 绵竹市 Mianzhu, 11. 安县 Anxian, 12. 茂县 Maoxian, 13. 北川县 Beichuan, 14. 江油市 Jiangyou, 15. 平武县 Pingwu, 16. 青川县 Qingchuan, 17. 文县 Wenxian; 下同 the same below

度;(3)受损生态系统的空间分布特征;(4)地震对大熊猫生境的破坏程度。

1.4 评估方法与数据

地震的生态影响评估以遥感数据为基础,结合实地考察和灾情报告,通过比较地震前后地表植被覆盖特征的变化,分析地震及引发的滑坡、崩塌和泥石流等次生灾害对植被的破坏情况,进一步运用 GIS 分析受损植被的空间特征,评估地震对森林、草地、河流等生态系统的影响。本研究用到的主要数据源包括地震影响区的基础地理信息数据(1:50000)、遥感数据,以及该地区的有关研究成果,包括全国大熊猫生境动态评价^[3,4]、岷山地区森林景观评价与生物多样性保护规划^[5]、汶川卧龙地区退耕还林规划与管理信息系统等。

遥感数据包括地震前后两个时段的遥感影像,分别为 2007 年 9 月 18 日和 2008 年 7 月 18 日获取的 Landsat TM 影像,以及地震后的部分航空影像。在 Erdas Imagine 9.2 中,将 Landsat TM 影像和航空影像,采用地面控制点进行地形精校正,然后投影到 UTM/WGS84 坐标系统。TM 影像经校正后重采样到 30m×30m 的空间分辨率。采用非监督分类法进行植被分类,地震前的 TM 影像分成森林、灌丛林、高山草地、裸地、冰雪带和水域六种类型,而地震后的影像分成裸地和其它两种类型,地震后的裸地包括了地震前的裸地和地震破坏区,并将地震前后的裸地进行空间运算,得到地震破坏区域的空间分布图。

2 生态系统格局与生态系统服务功能

2.1 生态系统类型与格局

由于受气候、水分和地形条件影响,该区生态系统呈现垂直分布特点:沿着海拔梯度,发育了常绿阔叶林

生态系统、落叶阔叶林生态系统、针阔混交林生态系统、针叶林生态系统、高山灌丛生态系统、高山草甸生态系统、高山流石滩生态系统、冰川以及水体湿地 8 类自然生态系统。在岷山地区有许多中国特有植物所组成的植物群落,如四川红杉、云杉、紫果云杉、麦吊杉、岷江柏木、冷杉、紫果冷杉、岷江冷杉等。岷江河谷、大渡河河谷的干旱河谷灌丛也是这一地区具有特色的生态系统类型。

2.2 生态系统服务功能

地震灾区具有重要生态服务功能,是水源涵养和生物多样性保护的国家重要生态功能区。对保障区域生态安全具有重要的作用。主要生态服务功能包括:

(1)成都平原水资源涵养区,保障成都平原的水安全。以岷山为主要水源区的岷江上游、涪江上游、沱江上游的径流量达到 247 亿 m^3 ,为成都平原的水安全提供了保障。都江堰引用岷江上游天然来水流量可达 50%~60%,年引用有效水量 80~100 亿 m^3 ,都江堰灌区有四川 37 个县(市),总灌溉面积超过 66.67 万 hm^2 ,是成都市水资源的保障。涪江到绵阳涪江桥水文站年平均流量 88.9 亿 m^3 。沱江上游多年平均径流量 78.2 亿 m^3 ,占全流域水量的 52.4%,其中岷江年平均来水量 26.1 亿 m^3 。

(2)全球生物多样性保护的关键地区。该区是动植物的“避难所”,保存了不少古老孑遗种和特有种;是南北生物的“交换走廊”,区内动植物种类繁多,生物资源十分丰富,有国宝级植物珙桐、南方红豆杉,国宝级动物大熊猫和金丝猴等。仅岷山地区植物种类就有 4000 种以上,约占四川省总数的 8.29%,蕨类植物 191 种,约占全国总数的 8.3%,四川省总数的 20.0%,被子植物 1604 种,约占全国总数约 6.6%,四川省总数的 18.98%。其中有国家重点保护的珍稀濒危植物 25 多种。地震灾区大熊猫生境面积 1 108 365 hm^2 ,占到全国大熊猫保护生境的 60%,野外大熊猫数量约 1000 只,占全国大熊猫种群的 70%。

(3)成都平原和长江上游的重要生态屏障。评估区不仅为长江上游提供了丰富的水资源,还具有重要的土壤保持功能。评估区高山峡谷坡陡的地形特征,导致水土流失敏感性极高,加上滑坡、崩塌、泥石流频发,水土流失十分严重,对长江上游河流造成严重的威胁。据研究,若地震区域生态系统遭到完全破坏,地表无植被覆盖,则每年至少产生 307.0 万 t 的泥沙,对长江上游河段产生极大的威胁。

(4)自然景观独特,风景名胜分布集中,历史文化遗产丰富。评估区及其周边地区有自然遗产 4 个,文化遗产 11 个,其中,拥有都江堰-青城山、九寨沟-黄龙、邛崃山系(卧龙)等世界自然和文化遗产 3 处,是国内拥有世界遗产最多的地区,也是国内唯一拥有世界自然遗产、文化遗产、自然与文化遗产的地区。还有青城山-都江堰、阿坝州九寨沟国家 5A 级旅游景区 2 处,4A 级旅游景区 31 处,国家级风景名胜区 6 处,国家级自然保护区 18 处,国家级地质公园 6 处,国家森林公园 17 个,国家重点文物保护单位 128 处,国家级非物质文化遗产 27 处,中国历史文化名城 7 座,中国优秀旅游城市 21 座。是我国乃至国际旅游的重要目的地。

3 汶川地震的生态影响

3.1 生态系统受损状况

受损生态系统的空间分布与地震烈度高度相关,主要分布在地震烈度 X 度及以上总区域(图 1,图 2)。生态破坏重灾区的自然生态系统总丧失面积为 122 136 hm^2 ,占生态重灾区自然生态系统面积的比例为 3.40%。其中汶川县的受破坏生态系统面积最大,为 39 459 hm^2 (表 1)。若按生态系统受损比例,则什邡市、彭州市、都江堰市、绵竹市、安县和汶川县损失最重,仅森林生态系统受损面积分别高达 37.25%、33.42%、25.12%、21.89%、16.17% 和 13.47%。根据生态系统受损面积、受损比例和受损程度可以得到,汶川地震生态破坏的重灾区有汶川县、彭州市、都江堰市、绵竹市、什邡市、安县、北川县、茂县、平武县和青川县。

受损生态系统的类型分布 森林为 97 748 hm^2 ,占评估区森林面积的 2.72%,灌丛为 18 021 hm^2 ,占评估区灌丛面积的 0.50%,草地为 4 919 hm^2 ,占评估区草地面积的 0.14%,河流湿地为 242 hm^2 。受损最严重的生态系统是森林、灌丛和草地(表 1)。

3.2 受损生态系统的空间特征

(1)与地震烈度的关系 受损生态系统主要分布在地震烈度等级为 VII 到 XI 的区域,不同地震烈度等级范

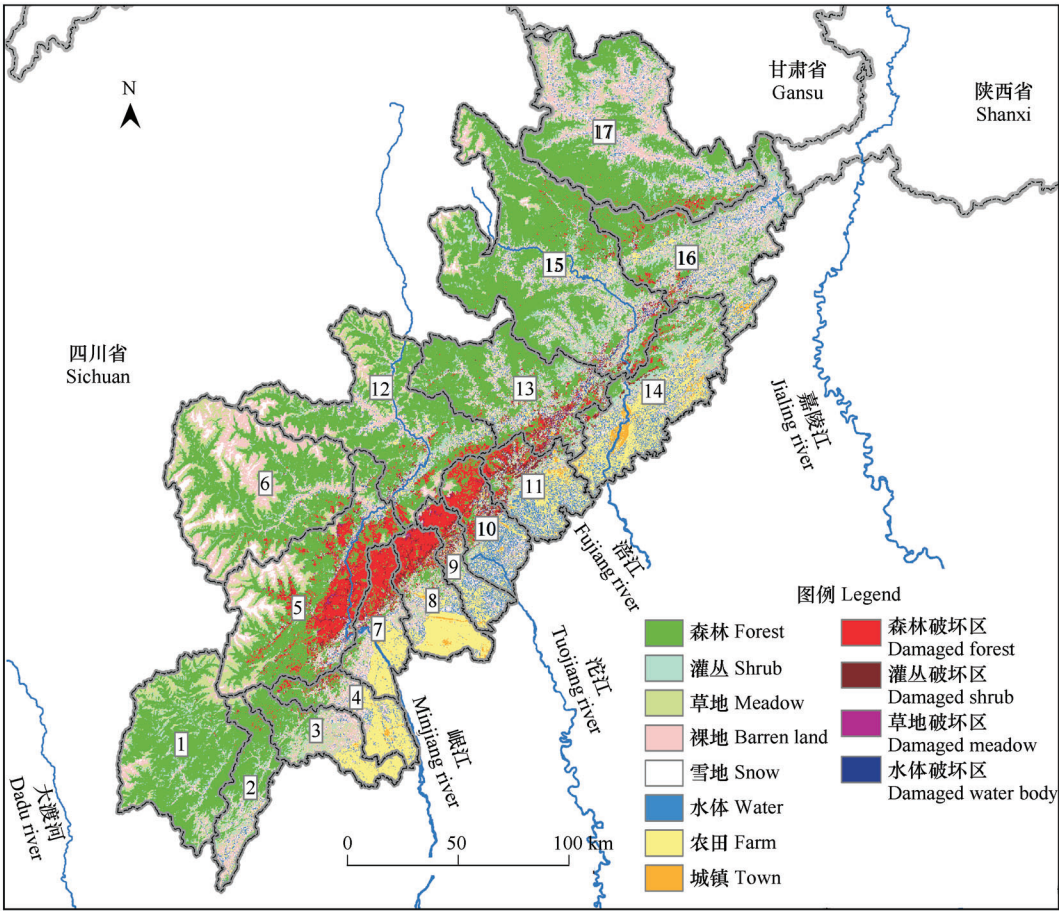


图 2 生态系统破坏空间分布图
Fig. 2 The spatial distribution of ecosystems damaged by earthquake

表 1 地震导致的主要县市生态系统丧失面积

Table 1 Areas of ecosystems damaged by earthquake in major counties									
编号 No.	主要县市 Main counties	生态系统 面积(hm ²) Ecosystem area	各类生态系统丧失面积(hm ²) Area of ecosystem decreased						
			合计 Total	森林 Forest	灌丛 Shrub	草地 Meadow	裸地 Barren land	冰雪带 Snow	水域 Water
5	汶川县	392 094	39 953	34 459	3 469	1 348	483	0	195
8	彭州市	66 926	17 210	13 862	1 551	1 765	31	1	0
7	都江堰市	66 254	12 479	11 235	985	205	46	0	8
10	绵竹市	90 306	12 276	10 096	1 771	300	108	0	1
9	什邡市	46 238	10 823	8 688	1 035	944	115	41	0
11	安县	68 220	8 100	4 951	3 116	0	33	0	0
13	北川县	241 187	8 016	5 121	2 871	1	12	0	12
12	茂县	357 645	4 010	3 080	368	296	248	8	11
15	平武县	524 616	3 492	1 905	1 535	2	35	0	14
16	青川县	230 382	2 055	1 585	464	5	2	0	0
14	江油市	125 309	1 764	1 092	645	0	26	0	1
4	崇州市	46 131	819	664	130	17	8	0	0
17	文县	421 908	598	557	34	6	1	0	0
6	理县	424 111	355	299	27	21	7	0	0
3	大邑县	80 973	118	98	15	5	1	0	0
2	芦山县	102 324	55	48	2	4	1	0	0
1	宝兴县	306 120	13	10	2	1	0	0	0
	合计 Total	3 590 743	122 136	97 748	18 021	4 919	1 157	50	242

国内的生态系统丧失面积不同。其中地震烈度等级为IX—XI的区域内生态系统的丧失面积最大,其丧失面积为74 359hm²,占全部丧失面积的94.64%。而地震烈度等级为VII和VIII的区域丧失较小(图3)。

(2)与海拔的关系 海拔2 000m以下区域的生态系统受损严重,其受损面积为73 065hm²,占全部受损面积的比例为53.82%,其中海拔1 000~1 800m之间丧失比例最大。海拔2 000~3 200m之间的区域受损生态系统的总面积为50 222hm²,占全部受损生态系统总面积的37.99%(图4),该海拔区间是大熊猫等珍稀物种的分布区,植被破坏加重了大熊猫的生境丧失和破碎化程度。

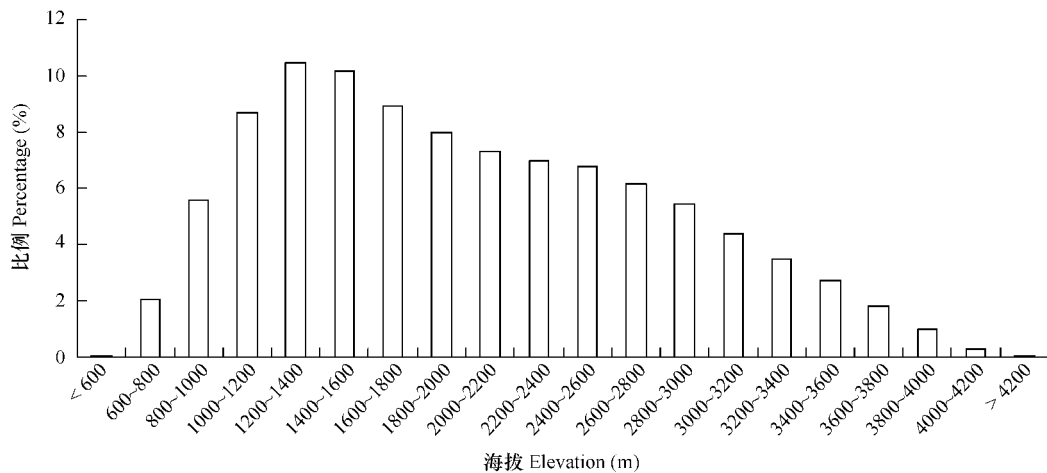


图4 受损生态系统在海拔上的分布特征

Fig. 4 The distribution pattern of damaged ecosystem in elevation

(3)与坡度的关系 坡度对生态系统丧失有很大影响,生态重灾区的受损生态系统主要分布坡度小于65°的区域,其中丧失比例最大的区域分布在坡度30~50°之间,丧失面积为89 726hm²,占全部丧失面积的66.09%,而坡度<20°的区域生态系统丧失较少(图5)。

(4)与河流的关系 生态系统丧失主要发生在河流两侧,距离河流越近丧失面积越大。在距离河流两侧300m内生态系统丧失总面积为55 310hm²,占全部丧失面积的40.74%。88.75%的生态系统丧失面积分布在距离河流两侧1 000m范围内,总面积为120 487hm²。距离河流1 000m以外区域的生态系统丧失面积较少,仅占全部丧失总面积的11.25%(图6)。

3.3 对大熊猫生境的影响

汶川地震及其次生地质灾害导致65 584hm²大熊猫生境丧失,其损失比例为5.92%(图7)。其中自然保护区内部的生境丧失面积为34 737 hm²,自然保护区外部的生境丧失面积为30 847 hm²(表2),分别为全部大

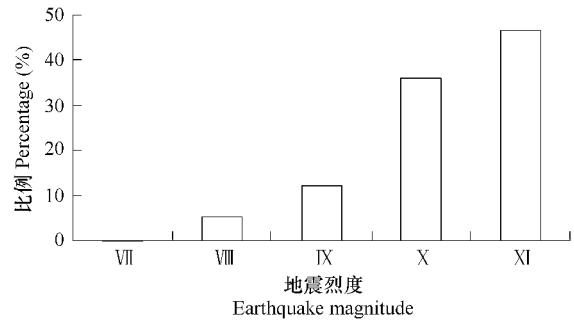


图3 受损生态系统在地震烈度上的分布特征

Fig. 3 The distribution pattern of damaged ecosystems in regions with different earthquake magnitude

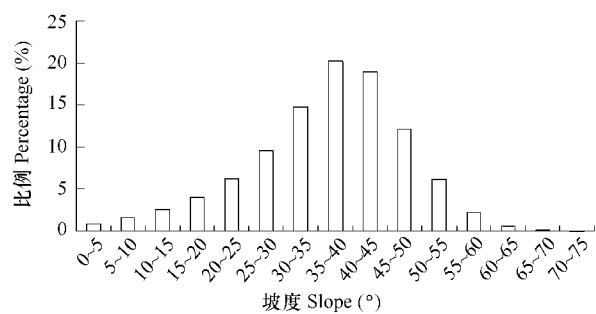


图5 受损生态系统在坡度上的分布特征

Fig. 5 The distribution pattern of damaged ecosystem in slope

熊猫生境的 6.02% 和 5.81%。

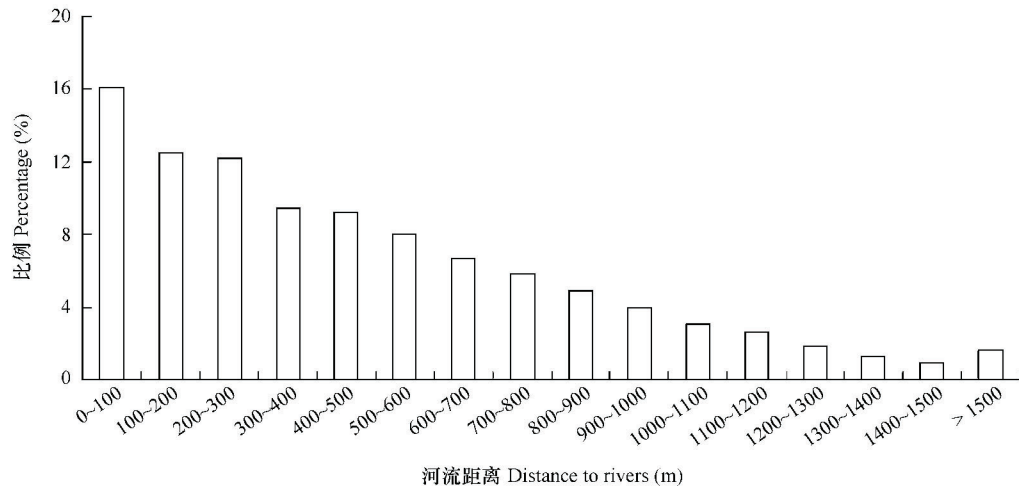


图 6 受损生态系统在河流两侧的分布特征

Fig. 6 The distribution pattern of damaged ecosystems on both sides of rivers

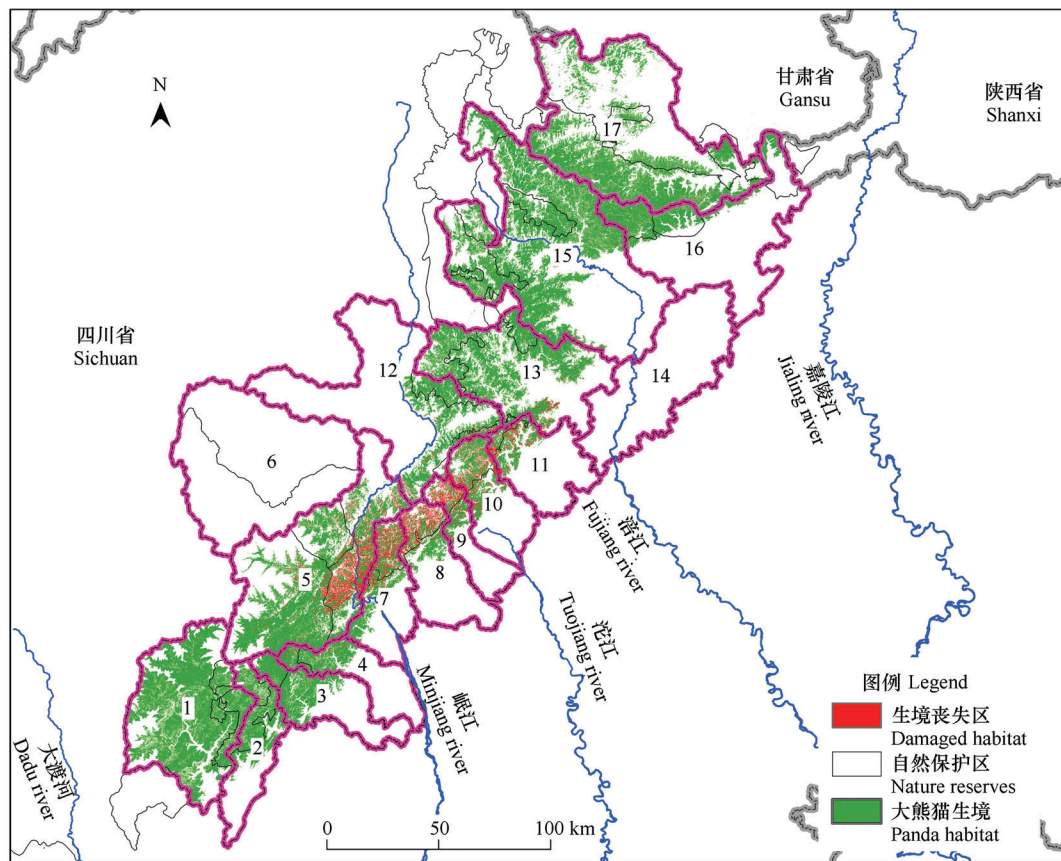


图 7 汶川地震中受损大熊猫生境空间分布图

Fig. 7 The spatial distribution of giant panda habitat damaged by earthquake

大熊猫生境受损最严重的自然保护区依次有白水河自然保护区、龙溪虹口自然保护区、九顶山自然保护区、千佛山自然保护区、草坡自然保护区和卧龙自然保护区。其中白水河、龙溪虹口和九顶山自然保护区的大熊猫生境丧失面积分别达 7 859、7 354 hm^2 和 9 864 hm^2 , 生境丧失比例分别为 47.80%、32.15% 和 29.84%。

表2 汶川地震造成各保护区的大熊猫生境丧失面积

Table 2 Damaged habitat of giant panda in nature reserves (NR) caused by Wenchuan earthquake

项目 Item	生境面积(hm ²) Habitat area	生境丧失面积(hm ²) Decreased area of habitat	丧失比例(%) Loss ratio
合计 Total	1 108 365	65 584	5.92
保护区内总和 Habitat inside reserves	577 044	34 737	6.02
保护区外总和 Habitat outside reserves	531 321	30 847	5.81
主要受损保护区 Major reserves affected by earthquake			
白水河自然保护区 Baishuihe NR	16 442	7 859	47.80
龙溪虹口自然保护区 Longxihongkou NR	22 877	7 354	32.15
九顶山自然保护区 Jiudingshan NR	33 057	9 864	29.84
千佛山自然保护区 Qianfoshan NR	15 509	1 832	11.81
草坡自然保护区 Caopo NR	23 984	1 107	4.62
卧龙自然保护区 Wolong NR	85 481	5 606	6.56
鞍子河自然保护区 Anzihe NR	8 737	166	1.90
东阳沟自然保护区 Dongyanggou NR	19 202	151	0.79
唐家河自然保护区 Tangjiahe NR	34 665	199	0.57
白水江自然保护区 Baishuihe NR	146 689	493	0.34
小河沟自然保护区 Xiaohogou NR	19 311	19	0.10
黑水河自然保护区 Heishuihe NR	9 609	17	0.18
白羊自然保护区 Baiyang NR	39 519	16	0.04
毛寨自然保护区 Maozhai NR	7 205	13	0.18
宝鼎沟自然保护区 Baodinggou NR	17 141	11	0.06
小寨子沟保护区 Xiaozhaizigou NR	28 473	11	0.04
片口自然保护区 Piankou NR	12 876	8	0.06
雪宝顶自然保护区 Xuebaoding NR	33 173	5	0.02
青木川自然保护区 Qingmichuan NR	3 094	6	0.19

4 结论及生态恢复建议

4.1 主要结论

(1) 汶川大地震造成严重的生态破坏,形成地震生态破坏重灾区。汶川地震的影响区具有极重要的水源涵养、生物多样性保护、自然与文化景观等方面生态服务功能,是我国的重要生态安全屏障。地震给该地区导致严重的生态破坏,生态系统的丧失面积为 122 136hm²,占生态破坏重灾区的自然生态系统面积比例为 3.40%。地震给该地区的大熊猫生境造成严重破坏,共造成 66 584hm²大熊猫生境的丧失,占评估区大熊猫生境面积的 5.92%。地震造成汶川县、彭州市、都江堰市、绵竹市、什邡市、安县、北川县等 10 县市的生态系统破坏严重,成为地震生态破坏重灾区。汶川地震是对生态系统破坏最为严重的地震之一。

(2) 地震对生态系统严重破坏,对区域生态安全带来巨大风险和威胁。一是地震灾区每年为成都平原及长江流域提供水资源近 250 亿 m³,森林生态系统的破坏直接削弱了水源涵养能力,增加了山洪暴发的风险。二是森林、灌丛、草地生态系统的破坏,削弱了土壤保持能力,由此可能导致年增加土壤侵蚀量数百万吨。三是由于地震导致地表的破坏,滑坡和泥石流风险增加,威胁居民的生命财产安全,并对岷江、沱江、涪江以及长江上游的河道和水利工程的安全带来严重威胁。四是大熊猫生境的丧失,将加剧生境的隔离,使得原已严重破碎化的大熊猫生境雪上加霜,局部被隔离的种群由于不能交流,面临更严重的威胁^[5]。同时生境的进一步隔离,还会大大增加竹子开花等自然干扰对大熊猫的危害和风险,使大熊猫的保护面临新的挑战^[6]。

同时,近年来在重灾区安排了大量的退耕还林、长江防护林、小流域治理和天然林保护工程等生态保护工程项目多在沿河谷的坡耕地,在地震中受到的损失难以估计。

4.2 生态恢复与重建对策和建议

(1) 高度重视地震导致的生态破坏和严重影响。由于生态破坏效应的滞后性,对生态环境影响的认识还需进一步的评估和研究。为此建议,进一步开展生态环境影响和生态风险评估,加强研究与预测森林、草地、

河流等生态系统破坏的生态长期效应,如研究与监测生态破坏所导致的水土流失、河道淤积、生物多样性丧失的影响等,以及对大型水利工程、滑坡崩塌和泥石流的影响,进一步评价地震导致的生态破坏对成都平原、长江中下游生态安全的影响。

(2)以生态评估为基础,科学规划灾后恢复与重建总体布局。要根据地质、地理条件和资源环境承载力,以及生态功能保护的要求,科学确定总体布局,重塑灾区主体功能,促进人与自然和谐相处。在自然保护区和生物多样性保护极重要区应当明确为禁止建设区,在重要水源涵养区和重要土壤保持区应当作为限制建设区,防止恢复重建造成新的生态破坏,以及预防次生地质灾害造成新的损失。在适宜建设区,要以生态环境承载力评估为基础,以规划环评为手段,确定合理的重建规模、重建方式和产业发展方向与布局。

(3)以生态功能区保护为重点,有效开展生态恢复与重建。根据评估结果,该区域具有重要生态功能的区域有 1.95 万 km²。借灾后恢复重建之机,引导区内人口适当集中、跨区转移,产业结构调整和布局,合理开发自然资源,减轻人口和经济社会发展对生态的压力。在生态恢复重建中,应当尊重自然规律,以生态系统自然恢复为主,适当人工生态建设为辅。

(4)以生物多样性保护为核心,加大大自然保护区的建设与整合。在现有自然保护区建设的基础上,针对大熊猫、金丝猴、羚牛等珍稀濒危物种保护的要求,通过新建、扩大、整合自然保护区和建设物种迁移廊道,形成良好的珍稀濒危物种栖息环境,以消除种群隔离的障碍。新建和重建的自然保护区应当严格按照自然保护区的相关要求建设,实行生态移民,尽量减少人对自然保护区的干扰。同时,应将自然保护区基础设施和管护能力建设纳入灾后恢复重建总体规划,作为公共服务设施和基础设施建设的内容。

(5)以生态补偿为保障,建立生态保护和恢复重建的长效机制。该地区生态环境脆弱、生态服务功能重要,退耕还林、天然林保护、长防林、小流域治理等生态工程受到破坏。应尽快建立生态补偿机制,促进该区域灾后生态恢复重建。要继续实施退耕还林还草、天然林保护工程,促进当地居民生态保护和建设的积极性。

(6)农村居民点的布局与重建要充分考虑该区域的生态保护的要求:目前已全面开始灾后重建,应开展重灾区农村居民点与城镇重建的生态规划,将灾后重建与该地区的生态安全、生态保护与生态恢复有机结合,在农村、城镇与道路重建中,要重视生态环境保护,即要避免建设中破坏环境,还要为建设优美的乡村和城镇环境提供指导。

在农村居民点与城镇建设布局与选址中应考虑滑坡泥石流等生态地质灾害风险、水土保持与水源涵养等生态服务功能保护的要求,以及大熊猫、金丝猴等重要保护物种生境分布和生物多样性保护的要求。

在农村建设规划中,要结合清洁能源使用、面源污染控制、生态清洁小流域的建设等方面的要求,鼓励发展沼气、卫生厕所、农村废水和垃圾处理设施。

References:

- [1] State Forestry Administration. The third national survey report for giant panda in China. Beijing: Science Press, 2006.
- [2] Wang Dajun, Li Sheng, Sun Shan, *et al.* Turning Earthquake Disaster into Long Term Benefits for the Panda. *Conservation Biology*, 2008, 22 (5): 1356 – 1360.
- [3] Ouyang Z Y, Liu J G, Xiao H, *et al.* An assessment of giant panda habitat in Wolong Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(11): 1869 – 1874.
- [4] Xu W H, Ouyang Z Y, Andrés Viña, *et al.* Designing a conservation plan for protecting the habitat for giant pandas in the Qionglai mountain range, China. *Diversity and Distributions*, 2006, 12: 610 – 619.
- [5] Xiao Y, Ouyang Z Y, Zhu C Q, *et al.* An Assessment of Giant Panda Habitat in Minshan, Sichuan, China, *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(7): 1373 – 1379.
- [6] Taylor Alan H, Qin Z S. Bamboo regeneration after flowering in the Wolong Giant Panda Reserve, China. *Biological Conservation*, 1993, 63(3): 231 – 234.

参考文献:

- [1] 国家林业局. 全国第三次大熊猫调查报告,北京:科学出版社,2006.
- [4] 欧阳志云,刘建国,肖寒,谭迎春,张和民. 卧龙自然保护区大熊猫生境评价. *生态学报*, 2001, 21(11): 1869 ~ 1874.
- [5] 肖焱,欧阳志云,朱春全,何国金,等. 岷山地区大熊猫生境评价与保护对策研究. *生态学报*, 2004, 24(7): 1373 ~ 1379.