

汶川地震生态环境破坏严重区地形高程和起伏度分布特点

王庆安, 张翔, 毛竹

四川省环境保护科学研究院, 成都 610041

摘要 采用 DEM 数据对汶川地震严重灾区 (11 个县市) 海拔高程和地形起伏度分布特点分析, 海拔高度和地形起伏度总体上是西南高, 东北低。海拔 1 500 m 以上区域面积占 55.34%, 其中海拔 3 000 m 以上区占 19.67%。5 km×5 km 单元地形起伏度>1 000 m 的区域面积占 23.92%。1 km×1 km 单元地形起伏度>200 m 的区域面积占 44.78%。灾区核心地段剖面海拔 650~3 500 m, 800~2 000 m 地段占全线段 73.74%。对剖面线 1 km 单元段起伏度分析结果表明, 南段起伏度大于北段, 南段>300 m 地段占 39.07%, 北段>300 m 地段占 17.97%。地震导致生态环境受损严重的地方主要分布在西南部。西南部既是地震震中区域, 又是高海拔-高起伏度区域, 有一定的重合。西南部区域生态系统破坏面积占总破坏面积的 87.25%, 新增水土流失面积占新增总面积的 68.06%。汶川地震灾区生态环境遭受严重破坏因果关系链是: 强烈地震+断层效应+地形因素等→地质灾害→植被和生态系统受损→生态功能受损。

关键词 地形起伏度; 汶川地震; 生态环境; 地形剖面

中图分类号 P642.22, X43

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2009)16-0053-07

Distribution of Elevation and Relief Amplitude in the Eco-environment Seriously Damaged Areas of Wenchuan Earthquake

WANG Qingan, ZHANG Xiang, MAO Zhu

Sichuan Research Institute of Environmental Protection, Chengdu 610041, China

Abstract Based on the DEM data, the relief amplitudes of the severest disaster areas of Wenchuan earthquake (including 11 counties) are analyzed. The results show that the southwest is higher than northeast in the area. The regions where the elevation is more than 1 500 m account for 55.34% of the total area, and those with the elevation of more than 3 000 m account for 19.67%. The regions where the elevation is less than 800 m are mainly in the south, and account for 18.59%. The acreage of the region where the relief amplitude within 5 km×5 km grid size is greater than 1 000 m accounts for 23.92%. The acreage of the region where the relief

amplitude within 1 km×1 km grid size is greater than 200 m accounts for 44.78%. The elevation of the core disaster area (between the epicenters of Mw8.0 earthquake and Mw6.4 aftershock) ranges between 650 m and 3500 m. And among this area, the regions where elevation is more than 800 m and less than 2 000 m account for 73.34% of the area. The regions with high elevation and relief amplitude are mainly in the west of the area. The results of analyzing the relief amplitude within 1 km grid size show that the relief amplitude in the south is higher than in the north, and the regions where the elevation is more than 300 m account for 39.07% in the south area and 17.97% in the north area, respectively. The regions where the eco-environment is seriously damaged by the earthquake are mainly in the southwest. The southwest is the center of the earthquake and is also the region with high elevation and relief amplitude, which indicates that there may be some relationship between the damage degree of eco-environment caused by earthquake and the relief amplitude in the area. The acreage of damaged eco-system in the southwest where the relief amplitude is higher accounts for 87.25% of the area, and the acreage of new soil erosion accounts for 68.06%. The chain of causation of the seriously damaged eco-environment in the disaster areas could be described as: strong earthquake + fault slipping + topography → Geological disasters → damaged vegetation and eco-

收稿日期: 2009-05-22

基金项目: 四川省人民政府 2008 年度环境保护专项 (211-01-05)

作者简介: 王庆安, 研究员, 研究方向为环境生态学; 电子信箱: scst2000@sina.com

system→damaged ecological functions.

Keywords relief amplitude; Wenchuan earthquake; eco-environment; elevation profile

0 引言

2008年5月12日,在四川省汶川县映秀镇附近发生里氏8.0级强烈地震(以下简称汶川地震)。这次地震是逆冲-右旋滑动破裂地震(又称逆断层错动破裂地震)^[1-3],地震震中实际是地震断层的初始破裂点,破裂向北东方向($40^{\circ}\text{N}\sim 70^{\circ}\text{E}$)延伸,破裂长度约300 km,震源深度10~20 km。随后沿破裂带发生了大量的余震,形成地震带。据中国地震信息网,截至2009年5月12日,在汶川地震发生一周年之际,地震余震区共发生51 653次余震,4.0级以上余震次数达297次,其中6.0~6.9级8次,最大余震震级为发生在青川县的6.4级。位于余震区两端的汶川和青川两县4.0级以上余震次数达147次,占4.0级以上余震总次数的49.49%,6.0级以上余震两县各有3次。

汶川地震造成了巨大的人员伤亡和经济损失,同时也对灾区的生态环境造成严重破坏^[4-6]。生态破坏重灾区的自然生态系统总丧失面积中94.64%分布在X-XI高烈度区,并与灾区海拔高度和地表坡度有一定关系^[5,7]。地震重灾区的分布,从地貌上看,主要分为两部分,龙门山高山峡谷区和四川盆地深丘区,浅丘与平原所占范围极小^[8];陡坡和高起伏度地区极易发生滑坡等地质灾害^[9]。根据对灾区的实地考察以及相关信息分析,本文采用面线结合方式,通过DEM数据提取,对汶川地震灾区生态环境遭受严重破坏区域和核心地段剖面线的海拔高程和地形起伏度空间分布特点及其致灾影响进行探讨。海拔高程和地形起伏度是研究区域生态环境的重要基础指标^[10-11],在国家环境保护部发布的《生态功能区划暂行规程》生态环境敏感性评价中,将地形起伏度作为重要的评价指标之一。重点地段地形剖面线是区域地形研究的补充和深入^[12]。

1 研究方法和内容

1.1 研究范围和位置

1.1.1 宏观区域范围

本次研究的宏观区域范围确定依据如下。

1) 民政部等5部(委、局)发布《汶川地震灾害范围评估结果》确定的包括10个县(市)的汶川地震极重灾区。

2) 中国地震局发布《汶川大地震烈度分布图》中确定的X-XI高烈度区和6.0级以上余震分布区。

确定为极重灾区10县(市)并江油市的行政辖区范围,总计11县市,面积合计29 130 km²,有明确的辖区边界;为便于叙述,本文中该区域名称定为“汶川地震严重灾区”,该区域在四川省境内,覆盖整个X-XI高烈度区和6.0级以上余震分布区。图1给出了X-XI高烈度区位置。

为便于分析,将该区域分为南北两个分区,南区包括汶川、茂县、都江堰、彭州、什邡、绵竹和安县等7县(市),总面积14 298 km²;北区包括北川、平武、江油和青川4县(市),总面积14 832 km²。南北两区的面积分别占整个严重灾区面积的49.08%和50.92%,视为各占1/2。

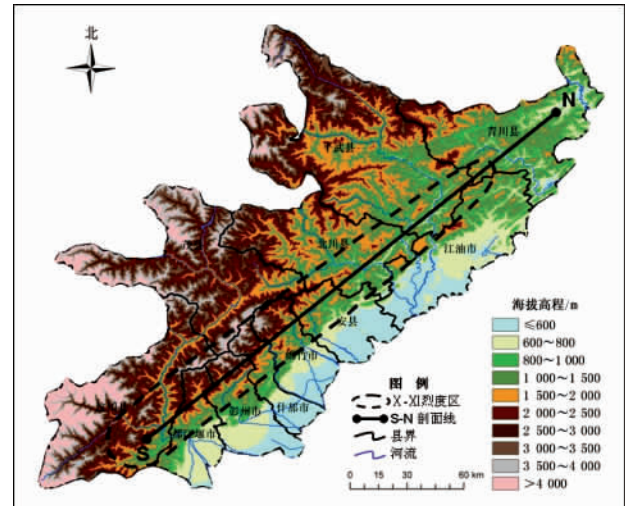


图1 汶川地震严重灾区地形高程示意图

Fig. 1 Elevation sketch map in the most serious disaster areas of Wenchuan earthquake

1.1.2 核心地段剖面线位置

本次研究的核心地段剖面线位置在汶川地震X-XI高烈度区和4级以上余震集中分布区(又称地震带)的核心区。核心地段剖面线是以8.0级地震震中(西南端, $31.0^{\circ}\text{N}, 103.4^{\circ}\text{E}$)和6.4级余震震中(东北端, $32.6^{\circ}\text{N}, 105.4^{\circ}\text{E}$)为两端端点之间的直线连线,两端点以地理坐标定位,分别为S(南)、N(北)点,称为S-N线段,作纵剖面图。在1:25万DEM(Digital Elevation Model)数据图上,该线段长为256 km。S-N剖面线位置如图1所示。

S点为起点,N点为终点,连线走向为SW-NE,北偏东约 46.2° ,与8.0级地震发生破裂走向($40^{\circ}\text{N}\sim 70^{\circ}\text{E}$)基本一致,与地震断裂带和破裂带基本重合^[1-2]。该线段纵贯极重灾区10个县(市)中的9个(无茂县)和地震高烈度区核心区域,紧邻江油市。在该线段上(或该线段附近),不仅分布有汶川县映秀镇和北川县县城曲山镇这两座被地震颠覆遇难人数最多的城镇,还有多处地震造成的地质巨灾点,如汶川县映秀镇牛眠沟、绵竹市清平乡银杏沟、安县高川乡大光包、北川县唐家山堰塞湖、青川县红光乡东河口等;该线段还穿过龙溪-虹口、白水河、九顶山、千佛山等国家和省级自然保护区。因此该线段在致灾分析方面具有典型代表性和客观性。

为便于分析,对应前面的区域分析,将S-N线段平分为南北两段,中间点接近于南、北区分界点,南北区分界点在S-N线段的120 km处,线段中间点位于128 km处。南段代表区域为南区7个县(市),北段代表区域为北区4个县(市)。

2.1.2 地形起伏度特征

利用 1:25 万 DEM 数据分别按 5 km×5 km 单元和 1 km×1 km 单元提取严重灾区全区及南、北区地形起伏度及其分布

比例,地形起伏度见图 3,分布比例见表 2。汶川地震严重灾区地形起伏度 1:25 万 DEM 数据提取分析成果图见图 3,不同范围地形起伏度面积比例分析结果见表 2。

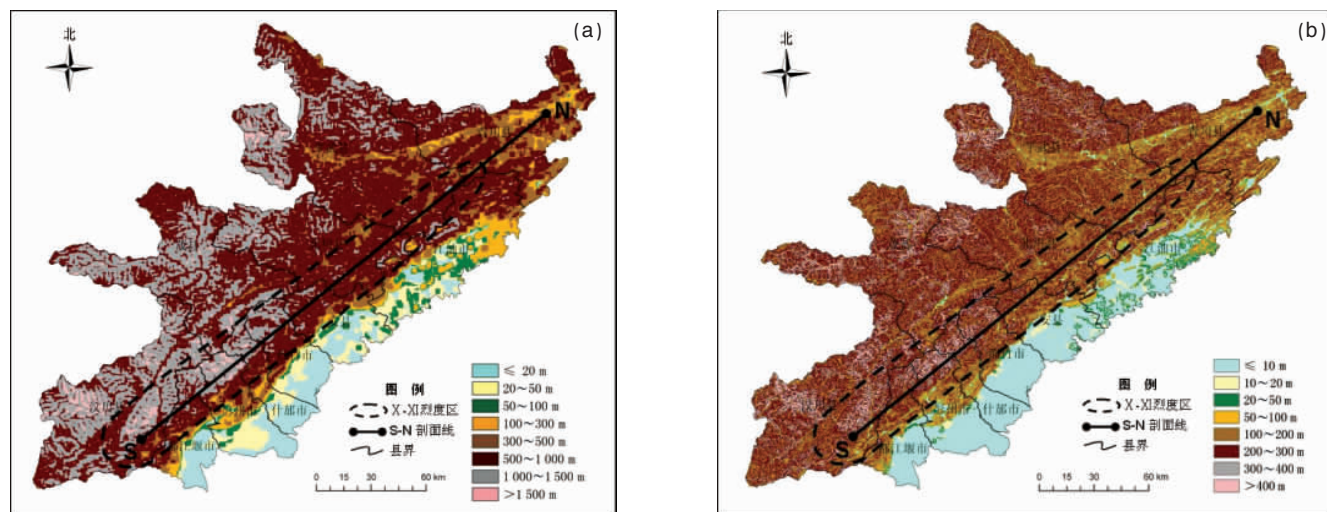


图3 汶川地震严重灾区地形起伏度((a): 5 km×5 km 单元;(b): 1 km×1 km 单元)示意图

Fig. 3 Relief amplitude ((a): 5 km $\times$ 5 km; (b): 1 km $\times$ 1 km) of the most serious disaster area in Wenchuan earthquake

表 2 严重灾区区域地形起伏度分布特征

Table 2 Relief amplitude distributions in the severest disaster areas of Wenchuan earthquake

5 km×5 km 单元				1 km×1 km 单元			
起伏度	占全区面积比	占南区面积比	占北区面积比	起伏度	占全区面积比	占南区面积比	占北区面积比
/m	%	%	%	/m	%	%	%
≤20	6.84	12.13	1.92	≤10	12.87	19.01	7.11
20~50	4.64	6.19	3.25	10~20	1.59	1.48	1.72
50~100	2.59	2.06	3.13	20~50	3.28	2.07	4.49
100~300	4.89	3.37	6.73	50~100	7.50	5.05	9.92
300~500	10.33	5.67	15.16	100~200	29.97	24.02	35.50
500~1 000	46.80	37.34	55.11	200~300	31.62	31.57	31.49
1 000~1 500	22.54	31.04	13.93	300~400	11.12	13.82	8.52
>1 500	1.38	2.20	0.78	>400	2.05	2.90	1.26

由图 3 可见, 两图中的地形起伏度分布特征总体上相近, 在严重灾区中高起伏度区域主要分布在西部(S-N 线西侧), 低起伏度区域主要分布在东南部四川盆地边缘。与地形海拔高程分布形成对应, 即高起伏度区域基本是高海拔区, 低起伏度区域基本是低海拔区。5 km×5 km 单元地形起伏度>1 000 m 区域和 1 km×1 km 单元地形起伏度>200 m 的区域主要分布在西南部, 汶川县起伏度明显高于青川县。

由表 2 可见,5 km×5 km 单元地形起伏度>300 m 的起伏度区域,占严重灾区总面积的 81.05%;1 km×1 km 单元地形起伏度>50 m 的区域,占严重灾区总面积的 82.26%。按单元规格与起伏度对应关系,5 km×5 km 单元≤50 m 起伏度为 11.48%,1 km×1 km 单元对应的≤10 m 起伏度为 12.87%,百分比值比较接近;5 km×5 km 单元>500 m 起伏度为 70.72%,

1 km×1 km 单元对应的>100 m 起伏度为 74.76%, 百分比值也比较接近。5 km×5 km 单元>1 000 m 起伏度为 23.92%, 1 km×1 km 单元对应的>200 m 起伏度达 44.78%, 后者接近于前者的 2 倍; 5 km×5 km 单元>1 500 起伏度为 1.38%, 1 km×1 km 单元对应的>300 m 起伏度为 13.17%, 后者是前者的近 10 倍, 起伏度越高差别越大。说明该区域地形复杂, 高低起伏变异密度大。

南北两区比较,5 km×5 km 单元>1 000 m 起伏度和1 km×1 km 单元>200 m 起伏度所占区域面积比均为南区大于北区。

2.2 核心地段 S-N 剖面线线性地形和起伏度特征

2.2.1 S-N 剖面线性地形特点

S-N 剖面线以 S 点为起点, 沿线段作剖面图, 见图 4。S-N 剖面线性地形海拔高程两段分布比例特点见表 3。



表 3 S-N 剖面地形海拔高程分布比例
Table 3 Proportion of elevation distribution of the S-N profile

S-N 剖面线性 1 km 单元段地形起伏度分布比例特点见表 4。

表 4 S-N 剖面线 1 km 单元段地形起伏度比例
Table 4 Proportion of relief amplitude (1 km) of the S-N profile

汶川大地震发生后,根据卫星遥感影像解译分析和现场考察表明,地震及其触发的地质灾害是导致灾区生态环境及生态系统遭受严重破坏的直接原因,地震触发的地质灾害包括崩塌、滑坡、碎屑流、泥石流等^[7,13]。

3.1 地质灾害分布与海拔高程和地形起伏度对应关系

汶川地震严重灾区在发生本次大地震之前,就是崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害发育区^[13-14],按四川省地质灾害分区(《四川省地图集》,2001年),严重灾区绝大部分处在盆周山地滑坡崩塌泥石流强烈发育区。

据黄润秋、殷跃平、张永双等对灾区地质灾害遥感解译及调查成果^[13,15-17],极重灾区10县市(不含江油市)初步调查,地质灾害点共3 951处,其中震前已有1 169处,震后新增加2 782处。地质灾害主要沿地震断裂带分布,并向西南发展,集中在X-XI高烈度区范围内及以西区域,同是地震高烈度区的地段,南段地质灾害规模、分布范围和发生密度大于北段;以S-N剖面线为界,比较东西两侧距离相同的范围内,西侧地质灾害发生规模、分布范围和密度大于东侧;还发现,同是余震高发区的汶川县和青川县,处在南端的汶川县地质灾害面积是青川县的9倍多^[7]。汶川大地震触发地质灾害既有“上/下盘效应”、“距离效应”、“拐点及错列部位效应”、“方向效应”、“烈度效应”等断层效应^[16],又有地层岩性、降水和人类工程活动等因素,还有地形因素。地震力主要为水平力和竖向力组合,对山区高陡斜坡的影响差异性非常大,在山顶上的放大作用非常显著,导致崩塌灾害大量发生,地震竖向力表现为重力作用,灾害点位置越高,重力势能就越大,破坏力也越大,灾区现场考察发现,崩塌滑坡灾害点多是在陡坡顶端启动,向下坠滑。

汶川地震严重灾区高烈度区地质灾害强度和发生密度大的地方与西南部和南段海拔高度、高起伏度分布区域具有明显重叠现象,区域东北部和S-N剖面线东侧及低海拔高度、低起伏度区域地质灾害强度和发生密度明显减弱。地震次生灾害中对地表植被破坏较大的是崩塌、滑坡、泥石流等,在平原区域不具备崩塌、滑坡、泥石流的地形条件,因此未见这类地质灾害的发生。

3.2 生态系统受灾严重区与海拔高程和地形起伏度对应关系

在《四川省生态功能区划》中,汶川地震严重灾区所在区域的重要生态功能定位为生物多样性保护、水源涵养和土壤保持等功能,维持这些功能的重要基础就是高覆盖度的林草植被。如前文所述,汶川大地震触发地质灾害,使林草生态系统受到严重破坏,这些重要生态功能遭受严重削弱,进而导致区域生态环境状况恶化。

据王文杰、欧阳志云、张文等对地震灾区遥感解译及调查成果^[1-2,18],严重灾区11县市区域内典型森林、灌丛林、草地和其他(包括裸地、冰雪带、水域)生态系统总计约2 209 177 hm²,其中受损面积占5.44%。受损生态系统中,森林生态系统占79.94%,灌丛林生态系统占14.82%;南区7县市占87.25%。受损区绝大部分在X-XI度地震烈度区,是生态重灾区,且主要分布在核心地段南段,与高海拔高度-高起伏度区域明显重叠。

严重灾区分布有各级自然保护区19个,重点保护大熊猫、川金丝猴、牛羚、绿尾虹雉、珙桐、红豆杉等珍稀濒危野生

动植物。已发现有因灾伤亡的牛羚等野生动物和因灾损毁的珙桐、红豆杉等林木。受地震影响较严重的自然保护区有7个,其中省级6个、市级1个;破坏最严重的为龙溪-虹口、白水河国家级自然保护区和荃华山县级自然保护区,其次为卧龙国家级自然保护区,这几个自然保护区均位于核心地段南段。

地震灾区的水源涵养区有14 573.4 hm²受到严重破坏,32 307.3 hm²区域的水源涵养能力降低,分别占水源涵养区面积的4.15%和9.2%。汶川地震使严重灾区受损森林系统共损失蓄水能力约219 731.7万m³,其中森林植被截流蓄水能力损失94 626.2万m³,林地土壤层蓄水能力损失125 105.7万m³,如前文所述,这些与水源涵养有关的受损森林植被主要分布在高起伏度山区。

地震灾后由于地表物理基质、植被等受到破坏,尤以汶川、彭州、什邡、绵竹、北川等山地区域最为严重;其中森林水土重度流失区域增加了8.0%~12.7%,草地重度水土流失增加了3.3%~20.3%;而汶川和北川农田水土重度流失分别增加了8.3%和4.4%。据四川省水土保持部门调查,汶川地震诱发大量的崩塌、滑坡,使严重灾区水土保持设施受损面积达25.99万hm²,水土流失面积较震前增加6 403.54 km²,其中南区新增水土流失面积占68.06%。地形起伏度本身就是评价土壤侵蚀敏感性的重要指标,起伏度越高,越易发生水土流失,特别是遭遇这次大地震,破坏大量植被,水土流失加剧。

总之,严重灾区高海拔-高起伏度的地形直观反映就是山高坡陡,海拔高度伴随着寒冷,陡坡则伴随着土层瘠薄,且地质条件不稳定,植物立地条件差,不利于植被的重建与恢复,呈现损毁容易恢复难。汶川地震严重灾区既是地质灾害严重灾区,也是生态环境受损严重灾区。严重灾区高烈度区南段地区是生态环境受灾最为严重的区域,与高海拔高度-高起伏度区域重叠。地震灾区生态环境遭受严重破坏,其因果关系链是:强烈地震+断层效应+地形因素等→地质灾害→植被和生态系统受损→生态功能受损。

4 结论与建议

使用DEM数据提取宏观区域范围和核心地段剖面线的地形海拔高程和起伏度。汶川地震严重灾区11县市范围内,西高东低,3 000 m以上高海拔区域和5 km×5 km单元起伏度>1 000 m、1 km×1 km单元>200 m高起伏度区域主要分布在西南部,低起伏度区域主要分布在东南部四川盆地边缘。高起伏度区域基本是高海拔区,低起伏度区域基本是低海拔区。汶川地震严重灾区核心地段剖面线上,南(西)高北(东)低,海拔800~2 000 m地段占全线段73.74%;海拔2 500 m以上地段占10.76%,全部在南段。1 km单元段地形起伏度总体上南段高于北段,南段起伏度>300 m地段占39.07%,北段起伏度>300 m地段占17.97%。在汶川地震严重灾区,高海拔-高起伏度地形对次生灾害及生态环境损害产生了一定的致灾放大影响,它们之间存在一定的因果关系。

地形起伏度不仅在汶川地震严重灾区生态环境破坏评估时要考虑的一个重要因素,也是灾后生态重建恢复过程中要注意的影响因素,对于地震高烈度区南西段灾后生态重建恢复过程中,要充分考虑高海拔-高起伏度地形潜在的致灾影响因素。

参考文献 (References)

- [1] 陈运泰. 汶川地震的成因-断层、破裂过程及成灾机理[EB/OL]. 第十届中国科协年会大会报告, 郑州, [2008-09-17]. <http://zt.cast.org.cn/n435777/n435799/n10603917/n10877598/10907494.html>.
- [2] 李勇, 黄润秋, 周荣军, 等. 龙门山地震带的地质背景与汶川地震的地表破裂[J]. 工程地质学报, 2009, 17(1): 3-18.
Li Yong, Huang Runqiu, Zhou Rongjun, et al. *Journal of Engineering Geology*, 2009, 17(1): 3-18.
- [3] 李海兵, 付小方, van der Woerd J, 等. 汶川地震(Ms 8.0)地表破裂及其同震右旋斜向逆冲作用[J]. 地质学报, 2008, 82(12): 1623-1643.
Li Haibing, Fu Xiaofang, van der Woerd J, et al. *Acta Geologica Sinica*, 2008, 82(12): 1623-1643.
- [4] 王文杰, 潘英姿, 徐卫华, 等. 四川汶川地震对生态系统破坏及其生态影响分析[J]. 环境科学研究, 2008, 21(5): 110-116.
Wang Wenjie, Pan Yingzi, Xu Weihua, et al. *Research of Environmental Sciences*, 2008, 21(5): 110-116.
- [5] 欧阳志云, 徐卫华, 王学志, 等. 汶川大地震对生态系统的影响[J]. 生态学报, 2008, 28(12): 5801-5809.
Ouyang Zhiyun, Xu Weihua, Wang Xuezhi, et al. *Acta Geologica Sinica*, 2008, 28(12): 5801-5809.
- [6] 包维楷, 庞学勇. 四川汶川大地震重灾区灾后生态退化及其基本特点[J]. 应用与环境生物学报, 2008, 14(4): 441-444.
Bao Weikai, Pang Xueyong. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 2008, 14(4): 441-444.
- [7] 祁生文, 许强, 刘春玲, 等. 汶川地震极重灾区地质背景及次生斜坡灾害空间发育规律[J]. 工程地质学报, 2009, 17(1): 39-49.
Qi Shengwen, Xu Qiang, Liu Chunling, et al. *Journal of Engineering Geology*, 2009, 17(1): 39-49.
- [8] 谢洪, 王士革, 孔纪名. “5.12”汶川地震次生山地灾害的分布与特点[J]. 山地学报, 2008, 26(4): 396-401.
Xie Hong, Wang Shige, Kong Jiming. *Journal of Mountain Science*, 2008, 26(4): 396-401.
- [9] 王秋良, 薛宏交, 杨强, 等. 北川地区地震灾害的地形因子分析[J]. 大地测量与地球动力学, 2008, 28(6): 68-72.
Wang Qiuliang, Xue Hongjiao, Yang Qiang, et al. *Journal of Geodesy and Geodynamics*, 2008, 28(6): 68-72.
- [10] 刘新华, 杨勤科, 汤国安. 中国地形起伏度的提取及在水土流失定量评价中的应用[J]. 水土保持通报, 2001, 21(1): 57-62.
Liu Xinhua, Yang Qinke, Tang Guo'an. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2001, 21(1): 57-62.
- [11] 郭芳芳, 杨农, 孟晖, 等. 地形起伏度和坡度分析在区域滑坡灾害评价中的应用[J]. 中国地质, 2008, 35(1): 131-143.
Guo Fangfang, Yang Nong, Meng Hui, et al. *Geology in China*, 2008, 35(1): 131-143.
- [12] 陈正位, 申旭辉, 曹忠权, 等. 基于数字高程模型对亚东-谷露构造带第四纪活动习性的研究[J]. 地震, 2004, 24(增刊): 40-46.
Chen Zhengwei, Shen Xuhui, Cao Zhongquan, et al. *Earthquake*, 2004, 24(Suppl): 40-46.
- [13] 殷跃平. 汶川八级地震滑坡特征分析[J]. 工程地质学报, 2009, 17(1): 29-38.
Yin Yueping. *Journal of Engineering Geology*, 2009, 17(1): 29-38.
- [14] 崔鹏, 韦方强, 陈晓清, 等. 汶川地震次生山地灾害及其减灾对策[J]. 科技减灾, 2008, 23(4): 317-323.
Cui Peng, Wei Fangqiang, Chen Xiaoqing, et al. *S&T for Disaster Relief*, 2008, 23(4): 317-323.
- [15] 殷跃平. 汶川八级地震地质灾害研究[J]. 工程地质学报, 2008, 16(4): 433-444.
Yin Yueping. *Journal of Engineering Geology*, 2008, 16(4): 433-444.
- [16] 黄润秋, 李为乐. 汶川大地震触发地质灾害的断层效应分析[J]. 工程地质学报, 2009, 17(1): 19-28.
Huang Runqiu, Li Weile. *Journal of Engineering Geology*, 2009, 17(1): 19-28.
- [17] 张永双, 雷伟志, 石菊松, 等. 四川 5.12 地震次生地质灾害的基本特征初析[J]. 地质力学学报, 2008, 14(2): 109-116.
Zhang Yongshuang, Lei Weizhi, Shi Jusong, et al. *Journal of Geomechanics*, 2008, 14(2): 109-116.
- [18] 张文, 周立江, 潘发明, 等. 利用 CBERS 进行汶川地震区森林资源损失快速评估[J]. 山地学报, 2008, 26(6): 748-754.
Zhang Wen, Zhou Lijiang, Pan Faming, et al. *Journal of Mountain Science*, 2008, 26(6): 748-754.

(责任编辑 朱宇)

·学术动态·

“第 69 届世界铸造会议”征文



由世界铸造组织主办,中国机械工程学会铸造分会承办的“第 69 届世界铸造会议”将于 2010 年 10 月 16-20 日在杭州市举行。世界铸造会议每两年举行一次,是全世界铸造行业最具影响力的国际盛会。

征文范围包括金属铸造及相关领域的新理论、新观点、新技术;铸造行业的技术和管理经验等。详见会议网站:www.wfc2010.com。论文截稿日期为 2009 年 9 月 30 日,投稿邮箱为:paper@wfc2010.com。

联系方式:沈阳市铁西区云峰南街 17 号中国机械工程学会铸造分会 (110022); 电话:024-25851598,25852311-202/206;传真:024-25855793;电子信箱:paper@wfc2010.com。