

基于 RS 和 GIS 的彭州市震毁土地信息提取及分析

蔡柯柯^{1,2}, 何政伟^{1,2,3}, 倪忠云^{1,2}, 高 慧^{1,2}, 王 乐^{1,2}

(1. 地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 成都 610059; 2. 成都理工大学 地球科学学院, 成都 610059; 3. 首都师范大学 资源环境与地理信息系统北京市重点实验室, 北京 100037)

摘 要:以“5·12”地震前后的 TM 影像为数据源, 根据研究区特殊的地貌特征和灾毁分布特征, 采用分区处理的方法, 提取了地震前后彭州市土地利用图。彭州市灾毁面积达 200.53 km², 占彭州市总面积的 14%。提出以 R(4)G(2)B(7)波段组合的影像图来区分河流与灾毁, 可以大大提高灾毁提取的精度与速度。将灾毁信息与高程数据、坡度数据、坡向数据进行叠加分析, 得出: 灾毁与高程成正相关; 随着坡度的增加, 灾毁比例先增后减, 灾毁最严重的坡度为 35°~55°; 西—西南向灾毁比例相对较高, 东—东南向灾毁比例较低。

关键词:汶川地震; 灾毁; 高程; 坡度; 坡向

中图分类号: TP79; P316

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)04-0043-03

Extraction and Analysis of Destroyed Land Information of Pengzhou Based on RS and GIS

CAI Ke-ke^{1,2}, HE Zheng-wei^{1,2,3}, NI Zhong-yun^{1,2}, GAO Hui^{1,2}, WANG Le^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Geohazard Prevention & Geoenvironment Protection, Chengdu 610059, China; 2. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 3. Key Laboratory of Resource Environment and GIS, Beijing Normal University, Beijing 100037, China)

Abstract: Basing on TM images, according to the special topographical features and distribution characteristics of the disaster in study area, this paper divided research areas into several parts, extracted land-use maps of Pengzhou city before and after ‘5·12’ earthquake by zoning processing method. The disaster area of Pengzhou city is 200.53 km², occupying 14% of the total area. Images with R(4)G(2)B(7) band combination for distinguishing rivers and disaster, can greatly improve the speed and accuracy of extracting disaster. Overlay analysis disaster information with elevation data, gradient data, and aspect data showed that the relationship between disaster and elevation was positive correlation, disaster percentage first increased and then decreased. Along with the increase of slope, the most serious disasters happened on the slope of 35°~55°. West-southwest disaster percentage was relative higher, and that of east-southeast was the lowest.

Key words: Wenchuan Earthquake; disaster-destroyed land; elevation; slope; aspect

“5·12”汶川大地震是建国以来我国发生的破坏性最强、波及范围最广的地震, 造成了惨重的人员伤亡和巨大的经济损失, 举世瞩目。许多基于现场勘测或航空航天遥感数据的灾毁评估工作也相应展开。而这种评估主要分为两种, 一种是针对大区域, 有特定目标的灾毁评估, 陈世荣利用高分辨率的 EROS—B、QuickBird、SPOT—5、ALOS、福卫 2 号等数据对包括汶川在内的 20 个县(市、区)国/省道基础设施损

毁情况评估^[1]; 另一种是对以汶川为中心的小区域或小流域的灾毁评估, 王治华利用“塞斯纳”高空遥感飞机拍摄的数据对映秀镇快速进行震后灾毁及次生地质灾害进行调查^[2]。然而介于这两者之间, 以行政市(县)为对象, 研究其范围内震毁土地面积及空间分布规律的较少。

以彭州市为研究对象, 结合高程数据对其进行灾毁分析, 调查和分析地震灾害的空间分布范围及分布

收稿日期: 2010-01-19

资助项目: 国家科技支撑“十一五”计划(2008BAK49B02); 国家“863”重点项目(2007AA120306)

作者简介: 蔡柯柯(1985—), 女, 宁夏石嘴山人, 硕士研究生, 主要从事生态遥感及 GIS 应用研究。E-mail: 345789102@qq.com

通信作者: 何政伟(1966—), 男, 四川南部县人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事遥感地质学、生态地理信息系统和生态环境地质等教学科研。E-mail: hzw@cdut.edu.cn

规律,估算受损土地面积,分析受损土地与坡度及高程的关系,为彭州市震后土地利用规划整理、重建和生态恢复等工作提供服务。

1 研究区概况及数据来源

1.1 研究区概况

彭州市位于 103°40′—104°10′E,30°54′—31°26′N,四川盆地西北部,为四川盆地西北缘与青藏高原的过渡地带。市境北接茂县、汶川,东邻什邡、广汉,南与郫县、新都相望,西连都江堰市。彭州市拥有众多的风景名胜古迹,旅游资源十分丰富,有著名的银厂沟、回龙沟、九峰山、天台山、丹景山等省级风景名胜区及国家级地质公园等。在“5·12”地震中,彭州市灾毁严重,尤其在中北部山区,地震诱发大量的崩塌、滑坡、塌陷和泥石流等地质灾害,直接导致了大面积的土地损毁。

1.2 数据来源

本文所用的数据为 TM 数据,分为震前、震后两个时期,基础地理数据为彭州市 1:25 万地形图。彭州市全境共涉及三景遥感影像,其轨道号分别为 129/038、130/038 和 130/039。表 1 为源数据简介。

表 1 遥感数据简介		
轨道号	震前	震后
130038	2007-09-18	2008-07-18
130039	2007-09-18	2008-07-18
129039	2007-05-06	2008-07-11

从数据分析可知,能形成灾前和灾后对比的影像有 129/039、130/038、130/039 共 3 景。其中,灾前数据主要集中在 2007 年 5 月和 9 月,灾后为 2008 年 7 月数据,数据时相相差 1 a,成像时间相近,对地震造成的灾毁的影响范围和程度具有可比性。

2 彭州市灾毁提取及分析

2.1 地震前后土地利用信息提取

为了便于准确高效的解译图像,提取有用信息,本文分别对震前、震后的遥感影像进行了几何校正、剪裁、拼接和增强等处理。

2.1.1 地震前土地利用信息的提取 彭州市总体地势北高南低,北面属龙门山构造带中段,山峦起伏,植被覆盖度非常高,土地利用类型较为单一;南面属成都平原,土地利用类型主要有平原水田、平原旱地、河流、坑塘、滩涂、居民地等。针对这种特殊的地形地貌特点,文章采用分区处理的方法。对于北部山区,用 R(4)G(3)B(2)组合直接进行监督分类,分类效果较好,用位置精度评价法进行评价,分类精度达到

90%以上;对于南部平原,因其土地利用类型较为复杂、斑块破碎,加之一些地类色调较为接近,为了达到分类精度要求,对监督分类的结果进行了人工修正。

2.1.2 地震后土地利用信息的提取 对于震后的土地利用图,与震前一样,采用分区处理的方法提取信息。震前、震后数据在时间上只相差一年,因此只提取了震后的灾毁信息,将其叠加在震前土地利用图上,从而得到震后的土地利用图。由于研究区的特殊地形,使得在“5·12”地震中,彭州市北部山区灾毁严重,全市绝大多数灾毁均分布于此,该区域土地利用类型较单一,仅采用监督分类的方法即可提取灾毁信息。然而在真彩色、标准假彩色等常用的波段组合的影像上,灾毁和河流的颜色及色调都非常接近,很难区分。经过对灾毁区域、河流区域的波谱特征进行详细分析及反复实验,最终选择用 R(4)G(2)B(7)的波段组合方式进行解译。以该方式组合的影像,灾毁呈现为高亮的天蓝色,河流则呈现为绿色,从而很容易进行区分(附图 6),且能较好识别灾毁掩埋河流的区域,大大提高了分类的准确度和分类速度。平原区灾毁分布很少且分布较散,因此直接采用目视解译的方法提取灾毁信息。

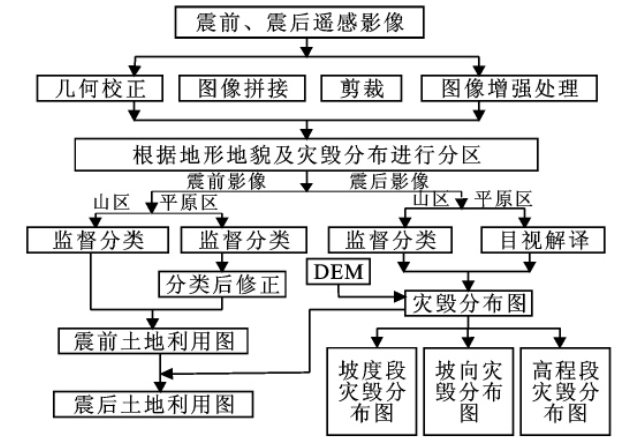


图 1 彭州市土地利用遥感解译流程图

附图 4—5 所示为彭州市震前震后土地利用图。从附图 5 可以看出,在“5·12”地震中,彭州市灾毁非常严重,据统计,总灾毁面积达 200.53 km²,占彭州市总面积的 14%。灾毁主要集中在丹景山镇、新兴镇、通济镇、白鹿镇、小鱼洞镇、磁峰镇等海拔相对较高的区域。从土地利用类型上看,“5·12”地震共造成彭州市 100.51 km² 的林地、74.13 km² 的草地、3.48 km² 的耕地被毁,1.47 km² 的河流被掩埋。

2.2 灾毁分析

将已有的 1:25 万彭州市等高线数据分别生成高程数据、坡度数据和坡向数据。运用 GIS 的叠加分析功能,将灾毁区域分别与高程数据、坡度数据和坡向数据进行叠加处理。可得到彭州市各高程段灾

毁分布图、彭州市各坡度段灾毁分布图和彭州市各坡

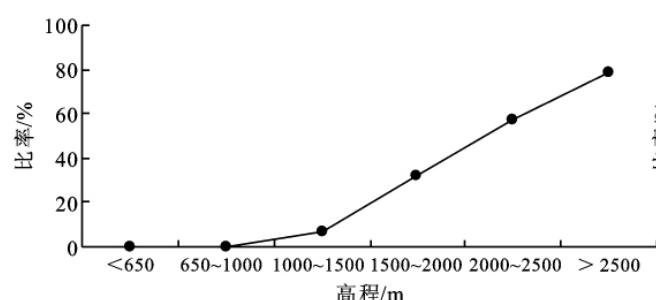


图 2 各高程段灾毁面积与总面积比

2.2.1 灾毁与高程的相关性分析 灾毁面积与高程成正相关,且随着高程的增加,增幅增大。其中,高程值大于 2 500 m 的灾毁面积占灾毁总面积的 63.11%,而 1 000 m 以下的灾毁面积仅占总灾毁面积的 0.74%。图 2 为各高程段灾毁面积占该高程段土地总面积的比例,从图中可看出,高程越高,灾毁所占的比例越大。以 1 500 m 为转折点,高程低于 1 500 m 的区域灾毁面积占总面积的比例很小,而 1 500 m 以上,灾毁面积所占比例陡然增高,特别是在高程高于 2 500 m 的区域,灾毁面积占该高程段总面积的 79.05%。因此,彭州市在灾后重建时,应尽量选择在海拔低于 1 500 m 的地方选址重建,以减小在大灾中受灾的风险。

2.2.2 灾毁与坡度的相关性分析 灾毁主要集中在 25°~35°、35°~55° 段。0°~2° 段为平地,鲜有水土流失现象,可以自流灌溉,因为研究区该坡度段土地面积基数大,所以该坡度段灾毁面积较大,主要表现为沿河流两岸分布的大量崩塌或滑坡物堆积在河流两岸,不仅使大量的房屋及农田被埋,而且堆积物填满河道,阻断河流。25°~35° 段水土流失严重,该坡度段灾毁面积占总灾毁面积的 25.7%。35°~55° 段灾毁面积最大。震前,该坡度段的土地利用类型主要为林地、草地和裸岩,震后则主要为裸岩,生态环境遭到了较大的破坏,生态稳定性降低。图 3 为各坡度段灾毁面积与总面积比较图,很直观的反映了各坡度段灾毁发生的比例。从图中可以看出,以 25° 为分界线,坡度小于 25° 时,灾毁比例很小,坡度大于 25° 时,随着坡度的增加,灾毁占该坡度段总面积的比例急剧增加。但最大值不在 55°~90° 段,而是分布在 35°~55° 段。从这些数据可以看出,坡度大于 25° 是灾害发生的高危地段,在这些区域重建或从事生产活动时充分考虑环境的稳定性及抗干扰能力。

2.2.3 灾毁与坡向的相关性分析 灾毁面积与坡向不具相关性,灾毁面积在各个坡向基本呈均匀分布,在北西向相对较少,仅占总灾毁面积的 4.4%,东、南、东南向略多。图 4 为各坡向灾毁面积与该坡向总面积

向灾毁分布图。

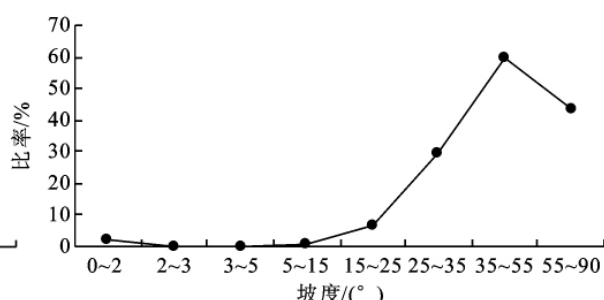


图 3 各坡度段灾毁面积与总面积比

比较图,如图所示,东向灾毁占该坡向总面积的比例最小,为 9.54%。西南向灾毁所占比例最大,灾毁面积占西南向总面积的 49.17%,其次为南向。由上述分析可得,在彭州市山区进行规划重建时,应多在东向、南、东南向选址,尽可能少在西南向、南向选址;在治理过程中应加强西南坡向的治理力度。

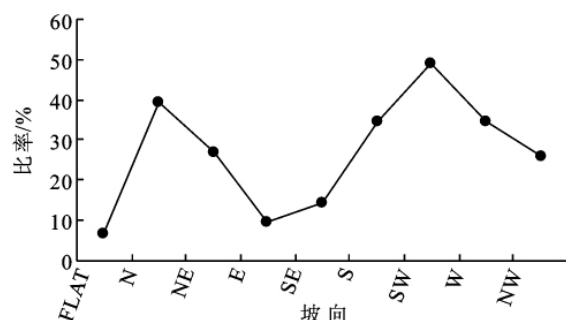


图 4 各坡向灾毁面积与总面积比

3 结论

诸如地震这样的大型自然灾害是人们难以预计和控制的,但是人们可以认识并总结地震的发生对哪些区域造成的破坏最大,从而合理的规划人类的居住及活动范围,以减少灾害发生时的受灾机率。通过对彭州市震后灾毁区域进行分析后发现:①海拔高度与灾毁呈正相关,以 1 500 m 为转折点,高程值小于 1 500 m 的区域,灾毁发生的可能性小;高程大于 1 500 m 的区域,随着高程的增加,灾毁发生的可能性急剧增加。②灾毁与坡度的关系呈 S 型,以 25° 为转折点,坡度小于 25° 的区域,灾毁发生的可能性小,而坡度大于 25° 时,灾毁发生几率陡然增高,且 35°~55° 段为灾毁最严重的区域。③从灾毁面积上看,灾毁与坡向几乎不相关;但从各方向灾毁面积所占该方向总面积的比例上看,西、西南向灾毁占该方向总面积比例较大,东、东南向所占比例最小。由此,在彭州市震后选址重建时,应尽量选择在海拔小于 1 500 m,坡度小于 25° 的区域进行重建,坡向最好为东或东南向。

(下转第 51 页)

- [39] Merriam R A. A note on the interception loss equation [J]. *Geophys. Res.*, 1960, 65: 3850-3851.
- [40] Horton R E. Rainfall interception [J]. *Mon Weather Rev.*, 1919, 47: 603-623.
- [41] Aeton A R. Rainfall interception by eight small trees [J]. *J. Hydrol.*, 1979, 42: 383-396.
- [42] Rutter A J, Kershaw K A, Robins P C, et al. A predictive model of rainfall interception in forest, I. Derivation of the model from observation in a plantation of Corsican pine [J]. *Agric Meteorol.*, 1971, 9: 367-384.
- [43] Rutter A J, Morton A J. A predictive model of rainfall interception in forests III, Sensitivity of the model to stand parameters and meteorological variables [J]. *J. Appl Ecol.*, 1977, 14: 567-588.
- [44] 游珍, 李占斌, 蒋庆丰. 植被对降雨的再分配分析 [J]. *中国水土保持科学*, 2003, 1(3): 102-105.
- [45] 王艳红, 宋维峰, 李财金. 不同森林类型林冠截留效应研究 [J]. *亚热带水土保持*, 2008, 20(3): 5-10.
- [46] 范世香, 高雁, 程银才, 等. 林冠对降雨截留能力的研究 [J]. *地理科学*, 2007, 27(2): 200-204.
- [47] 韩冰, 吴钦孝. 山杨林地枯落物层对溅蚀的影响 [J]. *植物资源与环境*, 1994, 3(4): 5-9.
- [48] 王育红, 姚宇卿, 吕军杰. 残茬和秸秆覆盖对黄土坡耕地水土流失的影响 [J]. *干旱地区农业研究*, 2002, 20(4): 109-111.
- [49] Wollny E. Der Einfluss Der Pflanzendecke Und Beschattung Auf Die Physikalischen [M]. *Eigenschflen Und Die Fruchtbarkeit Des Bodens*. Berlin, 1877: 171-174.
- [50] 程琴娟, 蔡国强, 胡霞. 不同粒径黄绵土的溅蚀规律及表土结皮发育研究 [J]. *土壤学报*, 2007, 44(3): 393-395.
- [51] 吴发启, 范文波. 土壤结皮与降雨溅蚀的关系研究 [J]. *水土保持学报*, 2001, 15(3): 1-3.
- [52] Norton L D. Micromorphological. Study of surface seals developed under simulated rainfall [J]. *Geoderma*, 1987, 40: 127-140.
- [53] 蔡强国. 表土结皮在溅蚀和坡面侵蚀过程中作用 [M]. 北京: 气象出版社, 1990.
- [54] McIntyre D S. Permeability measurements of soil crusts formed by raindrop impact [J]. *Soil Science*, 1958, 85: 261-266.
- [55] 朱远达, 蔡国强, 胡霞, 等. 土壤物化性质对结皮形成的影响 [J]. *土壤学报*, 2004, 41(1): 13-19.
- [56] Agassi M, Morin J, Shainberg I. Effect of raindrop impact energy and water salinity on the infiltration rate of sodic soil [J]. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1985, 49: 176-190.
- [57] 张光远, 蔡崇法. 黄绵土表层结皮的微形态特征及理化性质的研究 [C]// 晋西黄土高原土壤侵蚀规律实验研究文集. 北京: 水利电力出版社, 1990.
- [58] Farres P. The role of time and aggregate size in the crusting process [J]. *Earth Surface Processes*, 1987, 3: 243-254.
- [59] 胡霞, 严平, 李顺江, 等. 人工降雨条件下土壤结皮的形成以及与土壤溅蚀的关系 [J]. *水土保持学报*, 2005, 19(2): 13-16.
- [60] Morin J, Van Winkel J. The effect of raindrop impact and sheet erosion on infiltration rate and crust formation [J]. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1996, 60: 1223-1227.
- [61] 江忠善, 刘志, 贾志伟. 降雨因素和坡度对溅蚀影响的研究 [J]. *水土保持学报*, 1989, 3(2): 29-35.
- [62] 骆东奇, 候春霞, 魏朝富, 等. 紫色土团聚体抗蚀特性研究 [J]. *水土保持学报*, 2003, 1(2): 20-23.
- [63] Bradford J M, Ferries J E, Remley P A. Interill soil erosion processes I Effect of surface sealing on infiltration, runoff, and soil splash detachment [J]. *Soil Sci.*, 1987, 51: 1566-1577.
- [64] 蔡国强, 王贵平, 陈永宗. 黄土高原侵蚀产沙过程与模拟 [M]. 北京: 科学出版社, 1984.
- [65] Bradford J M, Huang L. Comparison of interill soil loss for laboratory and field procedures [J]. *Soil Technology*, 1993, 6(2): 154-169.
- [66] Kinnell P I A. The effect of slope length on sediment concentrations associated with side-slope erosion [J]. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 2000, 64: 1004-1008.

(上接第 45 页)

参考文献:

- [1] 魏成阶, 刘亚岚, 王世新, 等. 四川汶川大地震震害遥感调查与评估 [J]. *遥感学报*, 2008, 12(5): 673-682.
- [2] 王治华, 周英杰, 徐斌, 等. “5·12”汶川大地震震中区映秀镇地震灾情及次生地质灾害遥感初步调查 [J]. *国土资源遥感*, 2008, 2(76): 1-4.
- [3] 陈世荣, 马海建, 范一大, 等. 基于高分辨率遥感影像的汶川地震道路损毁评估 [J]. *遥感学报*, 2008, 12(6): 949-954.
- [4] 王运生, 罗永红, 吉峰, 等. 汶川大地震山地灾害发育的控制因素分析 [J]. *工程地质学报*, 2008, 16(6): 759-763.
- [5] 徐新艳. 基于 GIS 的滑坡灾害危险评价研究: 以镇江市市区为例 [D]. 南京: 南京师范大学, 2007.
- [6] 白世彪, 间国年, 盛业华. 基于 GIS 的长江三峡库区滑坡影响因子分析 [J]. *山地学报*, 2005, 12(3): 63-70.