

汶川 8.0 级地震灾区恢复重建中科学选址的防灾思路探讨^{*}

崔 云^{1,2,3}, 孔纪名^{1,2}, 王成华^{1,2}

(1. 中国科学院山地灾害与地表过程重点实验室, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院·水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要: 汶川 8.0 级地震灾区恢复重建的防灾形势严峻, 灾后恢复重建的防灾关键就是选址问题。在重建前要充分评估灾害孕育的地形地貌、地层岩性、地质构造等环境条件, 有效避让破坏性的崩塌、滑坡、泥石流、堰塞湖等次生山地灾害, 同时对不可避免灾害采取适当的预防和治理措施。防灾从重建前的选址开始, 科学选址, 有效防灾, 是选址防灾的总体思路。

关键词: 汶川 8.0 级地震; 恢复重建; 选址防灾; 地震次生山地灾害; 灾害防治

中图分类号: P315.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2010)02-0140-05

0 引言

2008 年 5 月 12 日, 四川汶川 (31.0° N, 103.4° E) 8.0 级特大地震造成了巨大人员伤亡和经济损失, 其中约有 1/3 的损失不是由地震直接造成的, 而是由地震次生的大量滑坡、崩塌和泥石流等山地灾害所造成的。严重的次生山地灾害摧毁房屋、破坏建筑、阻断交通。在随后的灾区恢复重建中, 如何有效避免更加严重的次生山地灾害的发生, 是确保重建安全的最重要的前提。如何做到合理规划、科学选址是灾区重建发展过程中有效防灾的关键之所在。

汶川 8.0 级地震后, 选址问题开始提上了议事日程, 汶川、北川等县城是原址重建还是异地重建的问题成为社会各界讨论的焦点之所在, 也成为山地灾害防治研究的重点和热点^[1-3]。面对灾区严重的灾害形势, 不论是原址重建还是异地重建都不可完全避免山地灾害选址与防治的难题。本文从防灾的角度探讨选址的科学性原理, 从选址的角度探讨防灾的有效性条件, 寻求适合四川龙门山区地震次生山地灾害背景下的科学选址与有效防灾思路, 为灾区的恢复重建和长远发展的安全保障提供依据, 也为其它地区的山地灾害发育区的工程建设选址提供借鉴。

1 汶川地震灾区重建中选址防灾的必要性与特殊性

汶川地震灾区地处龙门山逆冲断裂带上, 地质构造复杂, 防灾难度大。龙门山逆冲断裂带位于四川盆地西缘, 是青藏高原的东界, 属于松潘-甘孜造山带前缘逆冲带。龙门山断裂带由 3 条主要逆冲断裂组成(图 1), 由 W 向 E 分别为: 汶川-茂县断裂(后龙门山断裂)、映秀-北川断裂(龙门山中央断裂)和安县-灌县断裂(龙门山前山断裂)。这 3 条断裂将青藏高原东部龙门山地区划分为(由 W 向 E): 古生代变质地体、以彭灌杂岩体和宝兴杂岩体为代表的前寒武变质杂岩、三叠系含煤系地层和侏罗系前陆盆地^[4]。

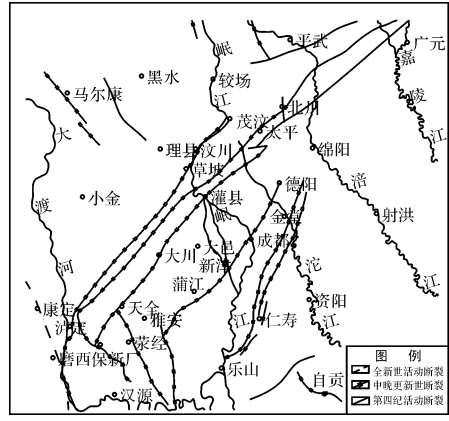


图 1 汶川地震活动断裂带分布示意图

^{*} 收稿日期: 2009-09-24

基金项目: 中国科学院汶川地震次生山地灾害应急考察项目(KKCX1-YW-03); 中国科学院成都教育基地抗震救灾社会实践项目; 国家自然科学基金重点项目(50639070)

作者简介: 崔云(1982-), 男, 山东淄博市人, 博士研究生, 主要从事山地灾害区域预测与评估. E-mail: cuiyun82816@126.com
通讯作者: 孔纪名(1956-), 男, 研究员, 主要研究方向为山地灾害成灾机理与减灾. E-mail: jimingk@imde.ac.cn

汶川地震灾区次生山地灾害众多, 潜在危害严重, 灾害链是选址防灾的重点对象。地震重灾区诱发数以万计的山地灾害体, 较震前新增山地灾害隐患点有 8 627 处, 其中滑坡 3 627 处、崩塌 2 383 处、泥石流 837 处、不稳定斜坡 1 694 处, 其他灾害类型 86 处, 其中规模巨大的崩塌、滑坡堵塞河流形成 36 个危害程度不等的堰塞湖^[5]。随着雨季的到来, 泥石流灾害链成灾演化强烈, 2008 年 9 月 24 日暴雨一次性激发了 72 条泥石流沟复活, 造成严重的灾害。泥石流冲入县城, 几乎全部淤埋北川老县城(图 2), 原北川中学后山任家坪沟暴发泥石流, 掩埋村庄和原北川中学宿舍区, 并直接威胁其下游居住有 300 多人的灾民安置区。这次“9.24”暴雨泥石流灾害导致了 42 人死亡、失踪, 由于通往乡村道路几乎被泥石流全毁, 使 4 000 多人被围困山里。由此可见, 选址要尽量避让活动性泥石流沟道位置。



图 2 北川“9.24”泥石流淹没地震遗迹

汶川地震灾区次生山地灾害引起的水土流失极为严重。通过对岷江主河道茂县至都江堰低空航空遥感影像资料的初步判译, 主河道两岸崩塌、滑坡十分发育。都江堰至茂县岷江主河道长 138 km, 干流两侧共发育有崩塌、滑坡(或滑坡群)、泥石流共 219 处。其中: 崩塌 109 处, 滑坡 98 处, 大型泥石流沟 12 处。估算水土流失总体积达 3.4 亿 m³。

根据《建筑抗震设计规范(GB50011 - 2001)》规定, 丙类建筑(一般工业、民用建筑)在抗震设防烈度为Ⅷ度时, 发震断裂的最小避让距离为 200 m; 设防烈度为Ⅸ度时, 发震断裂的最小避让距离为 300 m^[6]。显然该规范适合于土地资源丰富的平原区, 对于此次汶川地震所在的龙门山断裂带通过地区, 可用于重建的土地资源极其有限, 建设用地只能安排在山谷坡地之上, 除地震断层之外, 还要考虑山洪、滑坡、泥石流、崩塌等其它灾害, 上述最小避让距离在高山峡谷区显然是不合适的, 这就体

现了汶川地震灾区选址防灾的特殊性。

2 汶川地震灾区重建安全的选址防灾思路与原则

2.1 选址防灾思路

汶川地震灾区的重建主要集中于龙门山区, 不同于一般平原地区的建设。在山地地区进行大量工程建设后, 由于天然和人为的双重作用, 崩塌、滑坡、泥石流等山地灾害还是不可避免。通过选址只能是把大型灾害影响尽量避免或者减少, 选址的过程是一个将山地危害程度尽量减到最小的过程。要全面防治灾害还要在选址的基础上开展综合防治, 有利于选址更要有利于有效的防灾。因此, 在汶川地震灾区的重建选址过程本身也是一个重要的防灾过程, 选址是防灾的一种手段, 防灾是选址的根本目的。汶川地震灾区的选址防灾是根据地震次生山地灾害的发育规律对灾害进行全面评估的基础上开展的防治, 分为 3 个主要阶段: 灾害评估、灾害避让与灾害防治(图 3)。

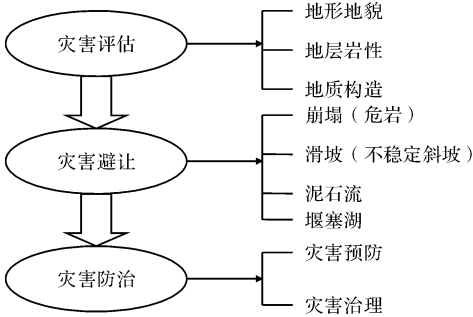


图 3 地震灾区选址防灾思路示意图

(1) 选址中灾害评估。预先对重建区域的地形地貌条件、地层岩性特征、地质构造情况进行全面评估, 选择相对较安全的地形、稳定的地层、与断裂带有一定避让距离的区域作为预选区域进行选址。

(2) 选址中的灾害避让。对预选区域的不同类型灾害进行调查, 避让大型崩塌、滑坡、泥石流等灾害体作为优选区域进行重建。

(3) 选址中的灾害防治。对已经确定的优选区域的可防可治的灾害体进行调查, 采取适当措施, 有效遏止灾害的发生, 最终达到防灾的目的。

2.2 选址防灾原则

汶川地震灾区大多为滑坡、泥石流等山地灾害易发区, 所以要选一块地形平缓、环境较好, 地基稳定、无山地灾害等条件全部具备的区域较

难,灾后重建需遵循以下原则。

(1)科学规划评估。地震灾区震前的城市、乡村建设从选址到建设都不同程度地存在许多问题。基于防灾的要求,灾后重建必须改变这种状况,才能有效避免在次生山地灾害中进一步的损失,重建前要有科学的规划、简易勘察,在灾害评估后才能进行选址建设。

(2)相对远离灾害。在汶川地震灾区适合重建的完美地块很难找,要进行综合比较,选择相对较好的,尽量把工程设施选在远离滑坡等山地灾害的区域。

(3)就近因地制宜。在地震灾区,恢复重建要考虑到生产生活的方便,根据地域特点,因地制宜、相对集中地重建不同的城市、乡村设施功能。

(4)维护生态,保护环境。灾后重建过程中进行大规模的工程建设不可避免地扰动自然环境、破坏生态平衡,从而造成新的成灾条件,构成新的灾害威胁,因此,在建设过程中要注意保护环境、维护生态,遏止新灾害的发生。

3 选址前的山地灾害环境评估

3.1 地形地貌因素

地形地貌对灾区恢复重建中的工程建设有重要影响。据现有灾区乡镇居住房屋调查,平均地形坡度 20° 以下的缓坡上的房屋建筑大多是安全的,仅有部分建筑有浅层碎石土滑坡的危险, 10° 以下平缓坡上的建筑基础几乎全是稳定的。由于山区沟、河切割,地形复杂,虽然建筑基础物质较好,但周围地形不好,仍有危险,不宜选址建设。

(1)陡崖、陡坡下不宜选址建设,若没有更好的地方备选,那也应该对此陡坡、陡崖的稳定做出调查评估,确认无滑坡崩塌的危险后方可选址建设,并使建筑物与陡坡、陡崖间应留出必要的安全空间。

(2)河、湖陡坡(岸)边不宜建设,因为河、湖水冲刷岸坡,有可能不稳,易发生坍塌。若要建设,也要尽量远离河、湖岸边。

(3)高河漫滩、低阶地上也不宜建设,因为容易受河水暴涨时淹没、冲刷。若要建设,应与当地水文、防洪部门联系,应建在100年一遇的防洪警戒水位以上。

3.2 地层岩性因素

地层岩性关系到工程基础的好坏和稳定性。一般岩质基础、砂砾石层基础较好,适宜重建选

址;平缓地方的软土、淤泥基础,因承载力很小,不适宜重建选址;地形坡度 20° 左右的土质(碎石土)基础也不太好,在水的作用下容易向坡下产生蠕变滑移。

3.3 地质构造作用

地震灾区的重建选址要重视地质构造作用,构造断层的距离是重建选址的重要依据,断层附近岩体破碎,节理裂隙十分发育,是崩塌、滑坡等山地灾害的易发区域。通过对本次地震活动断层的现场勘查,对断层分布、特征有明确的了解的基础上,按照《建筑抗震设计规范(GB50011-2001)》^[6],不能将工程设施的选址放在断层破碎带内,不能放在断层通过的高陡斜坡下,尽量与断裂带保持50~100 m的避让距离。

4 选址中的山地灾害避让

4.1 针对崩塌(危岩)的选址

崩塌危险区是指崩塌体后缘破裂壁到崩塌堆积体前缘的区域。针对不同情况可采取不同措施。

(1)已稳定的老崩塌区。经前期调查,已判定为稳定的老崩塌区,对重建选址没有大的影响,房屋基础与崩塌体后壁、前缘留一定的安全距离即可;崩塌堆积体大多为杂乱无章的倒石堆,不适宜进行重建选址。

(2)现在仍有崩塌现象的新崩塌区。通过调查,根据崩塌块石运动的最远距离,确定崩塌可能危害的范围,重建选址位置要与崩塌可能危害范围间保持足够的安全距离。

(3)潜在崩塌危险区。通过实地调查,依据坡度、坡形、坡高、岩体节理裂隙、风化程度,可确定潜在崩塌区的最大危害范围,重建选址位置要与崩塌可能危害范围间保持足够的安全距离。

4.2 针对滑坡(不稳定斜坡)的选址

(1)对于大型老滑坡,且地形较平缓,可以根据情况进行适当避让和重建。对已判定为处于稳定的大型老滑坡,可以进行重建选址,但在建设中和后期使用过程中,要加强环境保护,以维持老滑坡长期稳定;对于近期有缓慢活动的老滑坡,无论大小都不能作为重建选址;但是,对于大型老滑坡,仅前缘局部坍塌,中后部处于稳定,且又无更好的重建选址,可适当选作重建基地,但在重建前必须对滑坡前缘的冲沟进行治理,抬高侵蚀基准面,对老滑坡前缘作必要抗滑治理工程。

(2)对于地震诱发的新滑坡,稳定性较差,在

降雨、地震等因素的诱发下,有可能再次滑动。所以,滑体上不能进行重建选址。若判定滑坡距建设地基较远,滑坡再次滑动不会危及建筑的安全,可在滑坡前缘留足够的安全距离后选为建设地基。

(3)对于潜在的不稳定斜坡不能进行重建选址,一定要避让。若潜在滑坡的前缘为较平坦、开阔的缓坡,在坡脚作适当的抗滑工程后,可以在预留足够的安全距离的情况下在前缘缓坡上进行选址。

4.3 针对泥石流的选址

通常泥石流沟是由泥石流形成区、流通区和堆积区组成。泥石流形成区、流通区位于沟口以上的陡坡,一般不适宜重建选址。泥石流堆积区可考虑作为选址区域,在泥石流堆积扇上选址,首先在要对泥石流的发生条件进行详细调查的基础上,对泥石流的规模作出评估,确定出可能的一次最大泥石流到泥石流堆积扇最大的堆积范围,即该沟泥石流危险区范围,在泥石流危险区内不能作为重建选址的范围,在危险区以外可以进行选址。

4.4 针对堰塞湖的选址

汶川地震造成了36个高危堰塞湖及200多个小型堰塞体,可造成上游和下游严重的淹没灾害,文家坝堰塞湖和银杏一碗水堰塞湖就是例证(图4、图5),因此必须在堰塞湖的上下游都要进行适当选址才可重建。



图4 文家坝堰塞湖泄流淹没下游建筑



图5 一碗水堰塞湖淹没上游建筑

针对堰塞湖的重建选址要充分考虑地形的因素,高河漫滩、低阶地上不宜选址,因为容易受堰塞湖泄流水暴涨时淹没、冲刷。若要建设,应与当地水文、防洪部门联系,应建在100年一遇的防洪警戒水位以上;河、湖陡坡(岸)边,因为河、湖水冲刷岸坡,有可能不稳,易发生坍塌,选址要离河湖保持一定安全距离。

5 选址中的山地灾害防治

经过综合选址后,除大型破坏性灾害体经过有效避让外,还有一些小型灾害体不可避免,同时在重建过程中还会引起其它灾害的发生,必需在选址重建过程中对潜在灾害进行综合预防和对已发生灾害进行综合治理。

5.1 预防措施

(1)加强防灾、减灾科普知识宣传与普及,加强对地震灾区人民的山地灾害防灾技术常识的传授和培训,做到群测群防。

(2)重建过程中加强山地灾害的预防措施,科学施工,不烂挖乱建,建设前充分进行勘测、设计。

(3)加强灾害预测预报技术研究,有效进行灾害预警。加大在次生山地灾害预报预警方面的研究力度,及时应用于恢复重建中的工程建设,特别是大型重建工程的防灾减灾过程中。

5.2 治理措施

(1)生物措施。地震次生灾害滑坡、崩塌、泥石流防治的生物措施是通过恢复植被、防治水土流失,达到防止暴发性山地灾害发生的目的,主要由林业措施、农业措施和牧业措施构成,是防治次生山地灾害的重要措施。

(2)工程措施。滑坡、崩塌治理工程主要包括加固工程、排水工程、抗滑工程、防护工程^[7-8]。常见的泥石流防治工程按其功能可分为拦挡、排导、停淤、沟道整治、调水、防护和坡面治理等7类工程^[9-10]。在山地灾害治理过程中,单一的工程措施往往不是最佳方案,因而针对不同的灾害类型常采用多种工程措施组合起来进行综合整治。

6 结语

选址是重建安全的前提,防灾是重建安全的根本,不可将二者割裂开来,在科学选址过程中提前对灾害进行充分评估和避让,对潜在灾害进

行恰当综合防治,从选址的源头开始防灾,可起到事半功倍的效果,这就是“防灾胜于救灾”、“科学选址,有效防灾”的灾区重建思路。为确保汶川地震灾区的长远发展,科学选址的防灾思路将是灾区恢复重建过程中必须遵循的重要依据。

参考文献:

[1] 陈晓清,崔鹏,唐邦兴. 汶川地震后北川新县城选址探讨[J]. 山地学报, 2008, 26(5): 524-530.

[2] 冯长春,李强. 汶川重建规划重在科学选址[J]. 职业时空, 2008, 4(9): 7-7.

[3] 李渝生,黄润秋. 5. 12 汶川大地震损毁城镇的震害效应与重建选址问题[J]. 岩石力学与工程学报, 2009(7): 1370

- 1376.

[4] 周庆,徐锡伟,于贵华,等. 汶川 8.0 级地震地表破裂带宽度调查[J]. 地震地质, 2008, 30(3): 778-788.

[5] 黄润秋,李为乐. “5. 12”汶川大地震触发地质灾害的发育分布规律研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2008, 27(12): 2585-2592.

[6] 中华人民共和国建设部. 建筑抗震设计规范(GB50011-2001)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001: 14-19.

[7] 乔建平. 滑坡减灾理论与实践[M]. 北京: 科技出版社, 1997: 145-152.

[8] 王成华,孔纪名,马清文. 滑坡灾害及减灾技术[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2008: 256-257.

[9] 李德基. 泥石流减灾理论与实践[M]. 北京: 科技出版社, 1997: 202-210.

[10] 韩汝才,傅鹤林. 国内外崩滑、泥石流监测整治技术现状综述[J]. 西部探矿工程, 2004(9): 206-207.

Discussion on Disaster Prevention Ideas for Scientific Site Selection
in the Restoration and Reconstruction of Stricken Areas of the
M8.0 Wenchuan Earthquake

Cui Yun^{1,2,3}, Kong Jiming^{1,2} and Wang Chenghua^{1,2}

(1. Key Laboratory of Mountain Hazards and Earth Surface Processes, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China; 2. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China; 3. Graduated School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The situation of disaster prevention in restoration and reconstruction of stricken areas of the M8.0 Wenchuan earthquake is rather grim in restoration. The key issue of it is site selection. So, it is badly needed to make a sufficient assessment on the environmental conditions as topography and geomorphology, stratum lithology, geological structure that are favorable to hazard development, aiming at effectively keeping away from locations prone to secondary mountain hazards such as collapses, landslides, debris flows, and barrier lakes. Meanwhile, appropriate prevention and control measures should be taken to prevent unavoidable hazards. Site selection in reconstruction should be considered as the very first step for disaster prevention. Selecting sites scientifically and preventing disasters effectively are the general idea of site selection for disaster prevention.

Key words: M8.0 Wenchuan earthquake; restoration and reconstruction; site selection for disaster prevention; earthquake-induced mountain disasters; disaster prevention and control