

汶川地震与芦山地震次生地质灾害特征对比

王怡璇^a, 朱利东^b, 杨文光^b, 李超^b, 李敬波^a, 陈顺^b

(成都理工大学 a. 地球科学学院; b. 沉积地质研究院, 成都 610059)

摘要:“5·12”汶川特大地震和“4·20”芦山地震在造成重大人员伤亡和财产损失的同时,还诱发了大量的崩塌、滑坡和泥石流等次生地质灾害。基于龙门山地震地质背景,根据已公开发表的成果,结合野外资料,对比分析了汶川地震与芦山地震次生地质灾害的差异,并探讨影响二者差异的因素,得到以下 3 点认识:(1)芦山地震与汶川地震发震机理不同,但汶川地震对芦山地震具有诱发作用;(2)汶川地震和芦山地震均触发了一系列次生地质灾害,但汶川地震触发的震后次生地质灾害在规模和持续时间上更广泛和持久;(3)水系对地表物质的侵蚀过程因地震驱动的崩滑而被加速。此外,汶川地震的震滑坡量远大于同震岩石隆升增加的山脉体积,未来几十年里,滑坡泥石流等地质灾害将会持续进行。

关键词:汶川地震;芦山地震;次生地质灾害;地表破裂特征;水系侵蚀作用

中图分类号:P316;P512.2

文献标志码:A

引言

2008 年 5 月 12 日,四川省汶川县发生了 8.0 级特大地震;五年之后的 2013 年 4 月 20 日,四川省芦山县又发生了 7.0 级强震。两次地震均发生在龙门山断裂带,分别位于龙门山断裂带的中北段和南段。汶川地震发生后,其强大的能量释放及其触发的次生地质灾害引起了国内外学者的持续关注^[1-5]。龙门山造山带,同时作为一个地震带,其地质地貌、地震地质以及汶川地震的发震机制等科学问题引发了空前的研究热潮,形成了一系列重要研究成果^[6],对于龙门山的造山机制产生了一些新的认识和研究方法。然而自汶川地震后仅仅时隔五年,龙门山南段又发生芦山 7.0 级强震,再次将青藏高原东缘的龙门山地震带推向地学研究的前沿。芦山地震是如何发生的?芦山地震与汶川地震之间有何关联?是主、余震的关系还是两次独立地震?下一次强震会发生在哪里?这些问题引起了各方学者的持续争论^[7-8]。

1 地震地质背景及汶川地震与芦山地震的联系

1.1 地震地质背景

青藏高原东缘是中国西部地质、地貌和气候的陡变带,也是当前国际地质学界争论的焦点地区。龙门山冲断带位于青藏高原东缘,北起广元南至天全,长约 500 km,宽约 30 km,处于扬子地台和松潘-甘孜褶皱带的分界线上。既是青藏高原的东界又是四川盆地的西缘,属于松潘-甘孜造山带的前缘冲断带。龙门山自西向东发育有茂县-汶川断裂(后山断裂)、北川-映秀断裂(中央断裂)和彭灌断裂(前山断裂)。通常将北川-映秀断裂以西的部分称为龙门山后山带,以东的部分称为龙门山前山带。根据龙门山的地貌和构造特征,通常将龙门山由 NE 向 SW 分为三段,即龙门山北段、中段和南段。龙门山造山带活动性强,具有明显的地震风险性。

在大地构造上,龙门山断裂带由一系列压性、压扭性断裂及褶皱组成。断裂有青川-平武断裂、北川-映秀断裂和江油-都江堰断裂且规模都较大,断裂总体走

收稿日期:2015-01-30

基金项目:国家自然科学基金项目(41002055);中国地质调查局地质调查项目(12120113033004)

作者简介:王怡璇(1987-),女,山东高密人,硕士生,主要从事第四纪地质学、灾害学方面的研究,(E-mail)449210798@qq.com

向东北 40° 左右,倾向 NW,倾角 $50^\circ \sim 80^\circ$ 。断裂发育历史悠久且具有多期活动,新生代以来又有新的活动^[9]。在“5·12”汶川地震前,龙门山断裂带附近地震活动频度低,强度不大,历史上最大地震震级为 6.5 级(1675 年汶川地震),地震分布呈 NE 向,与龙门山断裂带走向一致。自公元 638 年有历史地震资料记载以来,东缘地区共发生过 $M_s \geq 4.7$ 级地震 66 次。这些破坏性地震皆集中于岷山断块和龙门山构造带南段,而龙门山构造带北段尚未有破坏性地震的记载^[10]。

1.2 汶川地震与芦山地震之间的联系

通过对芦山地震基本特征的分析,结合前人对汶川地震的认识,可以总结出芦山地震和汶川地震既有相似性又有一定的差异性。两者的差异性主要表现为:汶川地震的发震断裂为中央断裂(北川-映秀断裂)和前山断裂(彭灌断裂),而芦山地震的发震断裂为龙门山前山彭灌断裂(双石断裂)或者山前的大邑断裂,也就是前人总结的“独立地震说”,即认为芦山地震与汶川地震是两次独立发生的地震,但汶川地震对芦山地震具有诱发作用。两者的相似性表现为:两次地震均为逆冲型地震且都处于青藏高原东缘的龙门山构造带上,两次地震的主震及余震主要发生在龙门山前山带。汶川地震发生了较为明显的地表破裂,表现出逆冲兼走滑的运动特征,而芦山地震没有发生较为明显的构造意义上的地表破裂,也就是前人总结观点“余震说”,即认为芦山地震是汶川地震余震。无论芦山地震是否为汶川地震余震,二者在受力方式、应力机理、动力源上具有相似之处,即汶川地震在一定程度上改变了包括龙门山南段在内的青藏高原东缘应力场,据此认为汶川地震对 2013 年发生的芦山地震会产生一定的促进作用。对于地震预测,其短期、临震预报仍是世界性难题,加强潜在地震危险区的大地应力监测,提高监测精度对于中短期地震预报具有重要意义。

2 汶川地震与芦山地震地表破裂特征

2008 年 5 月 12 日汶川地震造成了龙门山断裂带上至少两条断裂同时发生破裂,形成了两条 NE 走向长约 275 km 向 NW 陡倾的映秀-北川破裂带和向 NW 缓倾、长约 80 km 的汉旺破裂带^[11]。前者以逆冲作用伴随右旋走滑为运动特征,后者以纯逆冲运动为特征,另外,还有一条 NW 走向长约 6 km 连接前两条破裂带的小鱼洞破裂带,它以左旋走滑伴随逆冲作用为特征^[11-12],而芦山地震没有产生真正意义上的地表破裂,主要表现为小型断层陡坎、河道跌水、公路拱曲、水泥公路叠置、地表

裂缝、挤压脊和地表掀斜等特点,其中以定向排列的裂隙与液化点(喷砂、冒水)最为显著,显示逆冲方向为北西-南东。由于地表破裂微弱,断续分布,未形成线形的、连续的地表破裂带,表明芦山地震的地表变形较弱,变形量级在 $10 \sim 20 \text{ cm}$ ^[13]。与汶川地震 200 多千米长的地表破裂相比,芦山地震仅表现出了零星的、不连续的破裂,并无明显错断且多见道路拱曲现象。

产生这种地表破裂差异性的主要原因是两次地震发震机理不同。从主震、余震时空分布分析可知汶川地震破裂从西南向东北方向扩展,发震机制显示汶川地震以逆冲为主兼有走滑分量,发震断层为出露地表的走滑逆断层^[14];而芦山地震震级远小于汶川地震震级,主震、余震时空分布显示地震破裂从北东向西南方向扩展,没有发现明显的地震地表破裂带,地表变形主要表现为背斜山地局部隆升和隆升区的地壳缩短,发震断层为尚未出露地表的盲逆断层(或隐伏断层)^[15]。汶川地震和芦山地震的发震机制对比如图 1 所示^[14-15]。

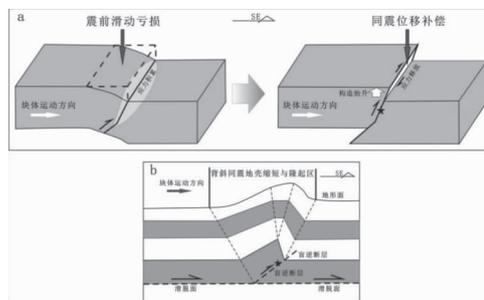


图 1 发震机制模式图

所以,汶川地震与芦山地震两次地震所形成的地表破裂在规模和表现形式上存在明显差异,且汶川地震和芦山地震应是龙门山地震带中段和南段的两次独立地震事件。

3 汶川地震与芦山地震次生地质灾害类型及基本特征

大地震往往表现出巨大的破坏力,威胁生命财产安全。然而,崩塌、滑坡和泥石流等次生地质灾害,具有更大的破坏力。2008 年的汶川大地震,主要导致直接或间接大量人员伤亡和财产损失的是次生地质灾害。2013 年的芦山地震,震区的芦山、宝兴一带大面积都是山区,地形地貌较陡峻,震后山体结构松散,遇到降水也很容易形成次生灾害。两次地震在时空分布上表现出了一定差异性,所触发的次生地质灾害也有所不同。

地震触发导致形成的次生地质灾害主要包括岩块崩塌、山体滑塌、滑坡,局部地区发生比较严重的泥石流

灾害及沙土液化。汶川地震和芦山地震均产生了不同程度的崩滑流等地质灾害^{[11][15]}(图 2)。

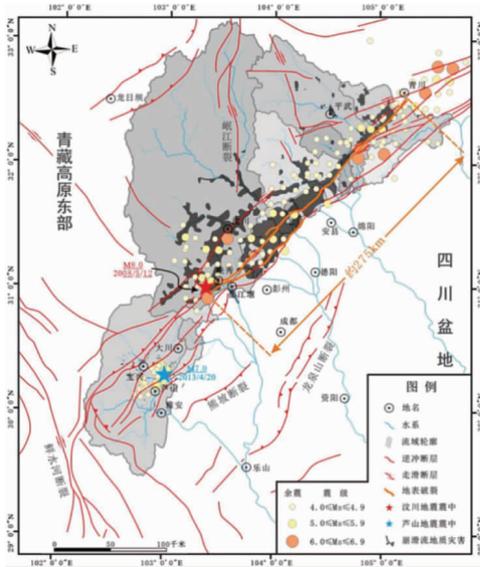


图 2 汶川地震与芦山地震震害分布简图

3.1 汶川地震次生地质灾害类型及基本特征

汶川地震发生后,触发了大量不同类型的震后地质灾害。主要次生地质灾害类型有崩塌、滑坡、泥石流(碎屑流)、地表破裂带和砂土液化等。其中,前三种类型危害大且具有潜伏性。按照地质灾害的运动形式,崩滑流可分为四种组合类型,即崩塌-泥石流、崩塌-碎屑流、滑坡-碎屑流和滑坡-泥石流。汶川地震后导致了上万次的 3 级以上的余震,余震除了导致已有的滑坡复活外,还导致一些新的崩塌、滑坡的发生。地震过程中形成大量的潜在滑坡体和碎屑物质分布在斜坡上,为降雨型滑坡、泥石流的发生提供了物源,留下许多隐患。据初步统计,次生地质灾害主要分布于四川省龙门山地区、甘肃省陇南地区和陕西省西部地区,包括 84 个县市,面积 48 万平方公里,初步统计地震引发的大规模地质灾害有 18 000 多处^[16]。地震次生崩滑流共计 13 600 处,其中,巨型滑坡 31 处,巨型崩塌 16 处,巨型泥石流 11 处,大型滑坡 263 处,大型崩塌 81 处,大型泥石流 41 处,巨型及大型灾害体共计 443 处^[16-17]。许多地震次生地质灾害具有较高的初速度、落差较大,运移过程中快速解体分化,逐渐演变为碎屑流,堆积并堵塞河谷、沟谷,形成了大量的堰塞湖。地质灾害具有链生性特征,形成典型的地震-崩塌与滑坡-碎屑流-堰塞湖-泥石流地质灾害链。

总之,汶川地震触发的崩塌、滑坡及碎屑流具有分布范围广、数量多、种类齐全、密度高、强度大、破坏力强、致灾严重和潜在威胁大的特征。同时,许多大型崩

塌和滑坡还具有规模大、落差大、高速远程、大动能、高流动性和运动轨迹复杂多变等显著的特点。

3.2 芦山地震次生地质灾害类型及基本特征

据国土资源部地灾调查资料(截止到 2013 年 5 月 6 日),芦山地震发生后,在地震灾区及影响区共发现新增地质灾害 1337 处,类型有滑坡、崩塌、不稳定斜坡、堰塞湖、泥石流、地面塌陷和地裂缝等,主要灾害为滑坡、坍塌和 3 种类型:滑坡 397 处,崩塌 537 处,不稳定斜坡 292 处,泥石流 96 处^[18]。野外调查发现,地震灾区次生地质灾害的分布特点有:沿龙门山南段中林-双石断裂集中分布;在极震区,地震次生地质灾害具有沿河谷密集发育的特点,主要沿青衣江-宝兴河、玉溪河、天全河等河谷两岸分布;大型滑坡较少,中小型滑坡占多数。

芦山地震在诱发次生地质灾害的同时,也形成了很多潜在的、隐蔽性强的地质灾害,如松散的崩滑堆积体在余震、降雨等影响下,很容易再次失稳,必将加速崩塌-滑坡-泥石流灾害链的发展。应当提高警惕,加大排查力度,提防灾害随时发生。

4 水系侵蚀作用对地震次生地质灾害的影响

从地貌学的角度看,河流下切是导致大量松散堆积物进入河流系统的根源^[19],河流下切越深,谷坡上的松散堆积物势能越大,储蓄的能量越多,地震发生时,谷坡表面的岩体、土体顺坡而下,倾泻入河,积蓄的能量被释放出来,因此形成的危害就越大。

汶川地震震区是我国水系最为发育的地区之一,河道广布,崩塌、滑坡形成的顺坡而下的松散物质极易进入河道。另外,崩塌、滑坡等次生灾害破坏了谷坡上的森林植被,使谷坡大面积裸露,加剧了坡面的水土流失。据统计,汶川地震共造成重灾区崩滑灾害 1.17 万次,面积达 1989.44 km²,水土流失量合计 27.5370 亿 m³^[20]。因而,从河流地貌演化的角度,水系对地表物质的侵蚀过程因地震驱动的崩滑而被加速。

逆冲型地震驱动的山体隆升和盆地沉降,往往会导致河流侵蚀基准面下降,进而导致河流下切速率的增大,特别是汶川地震表现得尤为明显。据调查,汶川地震驱动的隆升作用使得龙门山地区河床梯度剖面的坡度增加了 0.1%~1.0%,这直接导致了龙门山地区河床梯度总体变陡^[21];而据 GPS 测量结果,在汶川地震中成都盆地最大沉降量达 0.675 m^[14],导致了龙门山地区河流侵蚀基准面的下降。因此,龙门山地震隆升地区河流水系的势能将会增加,侵蚀作用加强,特别是遇到暴雨

季节,很容易将山体失稳松散堆积物搬运出去,进而爆发大量泥石流等次生地质灾害。

通过统计 2008 年汶川地震部分地区逐月降水量(图 3)和雅安地区 1981~2010 年期间月降水量(图 4)发现,两次地震影响区域的降水高峰期均集中在 6~9 月份。降水最高峰集中在 8 月份,均在 450 mm 以上,北川地区甚至达到了最高的 800 mm 左右。降水量集中月份也是泥石流灾害高发期。如前所述,汶川地震发生后,崩塌、滑坡形成的松散物质堆积于沟道,强震后震区泥石流启动的临界降雨量显著降低,降雨沿松散堆积物表面的裂缝渗入,松散物质被水浸润饱和,稳定性降低,在重力作用下,沿谷坡迅速流动,形成泥石流,冲入河道。而芦山地震所属地雅安,素有“天漏”、雨城之称。雅安的年平均降水量 1663.7 mm(据中国气象台,1981~2010 年的气候数据)。从降水日数看,年降水日数多在 20 天以上。除了 12 月和 1 月以外,其他月份均在 15 天以上。5~9 月是雅安的多雨季节,降水量占全年的 78%。而 7~8 月更是雅安降水最为集中的时段,8 月最多可达 450.6 mm,7 月其次为 361.2 mm,7~8 月降水量将近全年的一半(49%)。2014 年 4 月以来雅安的降水量比常年已显著偏多。芦山地震后,灾区地表结构、含水层结构以及地表覆被都发生了较大的变化,这些变化使降水和水流规律发生了改变,进而导致区域地表水、地下水系统平衡场和水循环规律发生较大改变,最终影响着区域山体的稳定性,使得芦山地震灾区发生次生山地灾害的可能性加大,也就是降雨和强烈的河流冲刷作用为次生山地灾害的形成发展提供了非常有力的水动力条件。

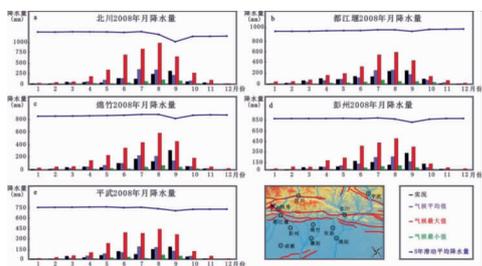


图 3 2008 年汶川地震部分地区降水量柱状图

由以上分析可知,汶川地震的水系响应主要体现在三个方面:第一,岷江及相邻水系的河床剖面因汶川地震驱动的逆冲作用而形成新的坡折点,原有河流剖面形态发生变化,不同断裂(如北川-映秀断裂和彭县-灌县断裂)切过河床,其上盘的抬升量不同,使河床剖面形态趋于复杂化。第二,岷江及相邻水系的河道因汶川地震驱动的走滑作用而发生水平错动,形成新的河流流向

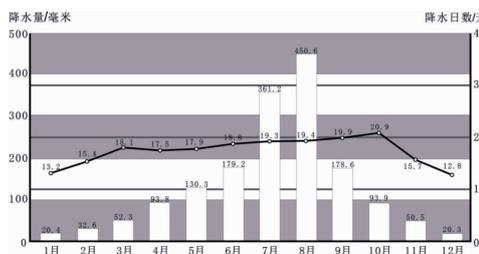


图 4 雅安地区逐月平均降水量和平均降水日数分布图

转折点。第三,汶川地震驱动的崩滑、泥石流灾害使大量地表松散物进入河流系统,水系对地表物质的剥蚀、搬运、沉积过程因此而被加快。同样,虽然芦山地震所在的青衣江流域不会驱动像汶川地震那样大的隆升,但是受龙门山南段隆起的影响,水系流向改变,平行于隆起,汇入干流,而干流随褶皱隆起的扩展,下切侵蚀作用也不断加强,很可能形成规模巨大的冲洪积沉积^[22]。

古地震研究表明,自 40 ka 以来,龙门山地区至少存在 30 余次强震的古地震记录,最晚一次强震发生在 930 ± 40 a. BP 左右,表明龙门山地区的强震“重现时距”约为 1000 年^[21]。在构造稳定期,水系对地表物质的剥蚀、搬运和沉积过程是缓慢的、渐进的,在构造活跃期,这一过程显著加快。

5 讨论与结论

两次地震尤以汶川地震触发的震后次生地质灾害在规模和持续时间上广泛和持久。汶川地震驱动的构造作用,不仅导致河流几何形态的变化,同时也导致了河流剥蚀作用和搬运能力的变化,尤其是汶川地震震动所引发的物质松动和滑坡、泥石流对河流地貌发育的影响。汶川地震后,许多学者对震后形成的滑坡进行了研究^[23-24],结果表明,滑坡对河流地貌的影响十分明显,主要表现为河道淤积、河道堵塞、河床抬高、堰塞湖和河道迁移等。此外,汶川地震引发的地表物质松动和滑坡导致地表植被遭受大量破坏,一旦暴雨季节来临,滑坡、泥石流和洪水等地质灾害就更容易发生。

由于内动力的驱使,逆冲型地震的发生往往使山体发生明显隆升;与此同时,由于水系平衡状态被打破以及地表物质变得松散,这将加速地表侵蚀过程的进行。由于地震的发生,山体增长和地表侵蚀的相对平静被打破,构造隆升和地表侵蚀作用使山体快速增长的同时遭受快速削减。那么汶川地震的发生,最终是否会导致山体的隆升呢?人们通常认为地震尤其是逆冲型地震的发生往往会导致山脉的持续隆升,但是在强震发生过程中产生大量滑坡崩塌物质,却导致山体物质亏损。据统

计,汶川地震所导致的同震滑坡量约为 $5 \sim 15 \text{ km}^3$ ^[25],而汶川地震隆升作用所导致的造山带物质增生量约为 $3.6 \pm 1.2 \text{ km}^3$ ^[26]。由此可见,同震滑坡量远大于同震岩石隆升增加的山脉体积。虽然这些松散物在短时间不会被搬运出龙门山,这往往需要几十到几百年的卸载时间,但是很明显这个时间小于该地区强震复发周期。所以,汶川地震后的几十年里,滑坡泥石流等地质灾害将会持续进行,这也是今后所面临的防灾减灾的持久挑战。

通过以上分析,初步得到以下 3 点认识:

(1) 芦山地震与汶川地震发震机理不同,但汶川地震对芦山地震具有诱发作用。

(2) 汶川地震和芦山地震均触发了一系列次生地质灾害,但汶川地震触发的震后次生地质灾害在规模和持续时间上更广泛和持久。

(3) 水系对地表物质的侵蚀过程因地震驱动的崩滑而被加速。因此,面对仍在持续进行的震后次生地质灾害,将持续关注。

参考文献:

- [1] 黄润秋.汶川 8.0 级地震触发崩滑灾害机制及其地质力学模式[J].岩石力学与工程学报,2009(6):1239-1249.
- [2] 黄润秋.汶川地震地质灾害后效应分析[J].工程地质学报,2011(2):145-151.
- [3] 黄润秋,裴向军,李天斌.汶川地震触发大光包巨型滑坡基本特征及形成机理分析[J].工程地质学报,2008(6):730-741.
- [4] Ge Yue, Gu Yongtao, Deng Wugong. Evaluating china's national post-disaster plans: The 2008 Wenchuan Earthquake's recovery and reconstruction planning[J]. International Journal of Disaster Risk Science., 2010(2):17-27.
- [5] Mengjie S, Chen Baofeng, Jin Zhengren, et al. Natural Disaster's Impact Evaluation of Rural Households' Vulnerability: The case of Wenchuan earthquake[J]. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2010(1):52-61.
- [6] 李勇,黄润秋, Densmore A L, 等.汶川 8.0 级地震的基本特征及其研究进展[J].四川大学学报:工程科学版,2009(3):7-25.
- [7] 张岳桥,董树文,侯春堂,等.四川芦山 2013 年 Ms7.0 地震发震构造初步研究[J].地质学报,2013,87(6):747-758.
- [8] 李渝生,王运生,裴向军,等.“4·20”芦山地震的构造破裂与发震断层[J].成都理工大学学报:自然科学版,2013,40(3):242-249.
- [9] 周荣军,李勇,苏金蓉,等.四川芦山 Mw6.6 级地震发震构造[J].成都理工大学学报:自然科学版,2013,40(4):364-370.
- [10] 李勇,周荣军,赵国华,等.龙门山前缘的芦山地震与逆冲-滑脱褶皱作用[J].成都理工大学学报:自然科学版,2013,40(4):353-363.
- [11] 李海兵,王宗秀,付小方,等.2008 年 5 月 12 日汶川地震(Ms8.0)地表破裂带的分布特征[J].中国地质,2008(5):803-813.
- [12] 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(1):3-18.
- [13] 中国地震局.“4·20”.芦山 7.0 级地震震区地震构造环境与发震构造分析报告[EB/OL].<http://www.eqsc.gov.cn/zxxw/201304/t20130427-26046.html>,2013-04-27.
- [14] 张培震,徐锡伟,闻学泽,等.2008 年汶川 8.0 级地震发震断裂的滑动速率、复发周期和构造成因[J].地球物理学报,2008(4):1066-1073.
- [15] 徐锡伟,陈桂华,于贵华,等.芦山地震发震构造及其与汶川地震关系讨论[J].地学前缘,2013(3):11-20.
- [16] 吴树仁,石菊松,姚鑫,等.四川汶川地震地质灾害活动强度分析评价[J].地质通报,2008(11):1900-1906.
- [17] 林良俊,方成,李小杰,等.5·12 汶川地震灾区地质灾害情况初步分析[J].水文地质工程地质,2008(4):129-132.
- [18] 李秀珍,孔纪名,邓红艳,等.“5·12”汶川地震滑坡特征及失稳破坏模式分析[J].四川大学学报:工程科学版,2009(3):72-77.
- [19] 曹叔尤,刘兴年,黄尔,等.地震背景下的川江流域泥沙与河床演变问题研究进展[J].四川大学学报:工程科学版,2009(3):26-34.
- [20] 李智广,曾红娟.汶川地震受灾严重区域崩塌与滑坡体空间分布研究[J].中国水土保持科学,2009(4):14-19.
- [21] 李勇,黄润秋,周荣军,等.汶川 Ms8.0 级地震的水系响应[J].四川大学学报:工程科学版,2010(5):20-32.
- [22] 梁明剑,郭红梅,李大虎,等.2013 年四川芦山 7.0 级地震发震构造机理及青衣江上游流域地貌的响应[J].地学前缘,2013(6):21-28.

- [23] Huang R Q, Li W L. Analysis of the geo-hazards triggered by the 12 May 2008 Wenchuan Earthquake, China[J]. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2009, 68(3): 363-371.
- [24] Sato H P, Harp E L. Interpretation of earthquake-induced landslides triggered by the 12 May 2008, M7.9 Wenchuan earthquake in the Beichuan area, Sichuan Province, China using satellite imagery and Google Earth[J]. Landslides, 2009, 6(2): 153-159.
- [25] Parker R N, Densmore A L, Rosser N J, et al. Mass wasting triggered by the 2008 Wenchuan earthquake is greater than orogenic growth[J]. Nature Geoscience, 2011, 4(7): 449-452.
- [26] Michele D M, Raucoules D, Sigoyer D J, et al. Three-dimensional surface displacement of the 2008 May 12 Sichuan earthquake (China) derived from Synthetic Aperture Radar: evidence for rupture on a blind thrust [J]. Geophysical Journal International, 2010, 183(3): 1097-1103.

Comparison of Secondary Geological Disaster Characters of the Wenchuan Earthquake and the Lushan Earthquake

WANG Yixuan^a, ZHU Lidong^b, YANG Wenguang^b, LI Chao^b, LI Jingbo^a, CHEN Shun^b

(a. School of Earth Science; b. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: 5·12 Wenchuan Earthquake and 4·20 Lushan Earthquake had caused heavy casualties and property losses, and also induced a large number of secondary geological disasters, such as collapse, landslide and debris flows. Based on the seismic geological background of Longmen mountain, according to the results that have already published and field data, the differences of secondary geological disasters induced by the Wenchuan Earthquake and Lushan Earthquake are contrasted and analyzed. By discussing the influencing factors of the differences, 3 views are obtained: (1) Although the Lushan Earthquake and the Wenchuan Earthquake have different mechanisms, the Wenchuan Earthquake was one factor that induced the Lushan Earthquake; (2) Both Wenchuan Earthquake and Lushan Earthquake had triggered a series of secondary geological disasters, but the ones of Wenchuan Earthquake were more extensive and everlasting. (3) The erosion process of river on the surface of earth was accelerated by the driving of earthquake. In addition, by the comparison, the coseismic landslide of Wenchuan Earthquake was far more than the increased volume of mountains caused by coseismic rock uplift. The landslide debris flow and other geological disasters will continue in the coming decades.

Key words: Wenchuan Earthquake; Lushan Earthquake; secondary geological hazards; characteristics of surface rupture; water erosion