

文章编号: 1008 - 2786 - (2015) 1 - 65 - 07

DOI: 10. 16089/j. cnki. 1008 - 2786. 000009

云南鲁甸“8·03”地震地表破裂与大型地震滑坡

陈兴长^{1 2} 胡凯衡^{2 3*} 葛永刚^{2 3} 汪阳春³

(1. 西南科技大学 环境与资源学院 四川 绵阳 621010; 2. 中国科学院山地灾害与地表过程重点实验室 四川 成都 610041;

3. 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)

摘 要: 云南鲁甸“8·03”地震造成重大的人员伤亡和财产损失,诱发大量次生山地灾害。根据实地考察和遥感解译,在地震烈度Ⅸ度区内发现一条地震地表破裂带,沿破裂带发育有 4 个(特)大型滑坡和一个高危堰塞湖。该破裂带具有典型的右旋走滑特征,系右旋走滑断层活动的结果。根据其发育特征,该断层应为“包谷垭 - 小河断裂”沿小河 - 乐红镇方向的延伸部分,对地震灾区次生山地灾害的分布起着重要的控制作用,也是 4 个大型滑坡形成的重要动力来源。综合分析断层的位置特征和大型地震灾害的分布情况,推断该断层为本次地震的发震断层。建议进一步加强该发震断层诱发次生山地灾害的调查与分析,防止次生山地灾害造成新的危害。

关键词: 地表破裂 滑坡 走滑断层 鲁甸“8·03”地震

中图分类号: P316 ,P642 22

文献标志码: A

2014 - 08 - 03T16: 30 云南省昭通市鲁甸县发生强烈地震(简称鲁甸“8·03”地震),震中位于 103.3°E 27.1°N,震级 Ms 6.5,震源深度 12 km^[1]。截止 8 月 13 日,地震共造成 617 人死亡,112 人失踪,3 143 人受伤,22.97 万人紧急转移安置,数万户房屋倒塌或重损^[2]。本次地震震级高,震源浅,震区地质环境复杂,地形陡峻,诱发了大量崩塌、滑坡等次生山地灾害。这些山地灾害造成 3 处堵江,其中红石岩滑坡阻断牛栏江形成高危堰塞湖。地震次生山地灾害还造成国道 G213、昭(通)巧(家)二级公路和上百条县乡公路等救灾生命线中断,给抗震救灾造成极大困难。

震后第 3 天,由本文作者组成的考察组抵达灾区,详细调查了鲁甸县火德红乡、龙头山镇等重灾区次生山地灾害,历时 6 d。其中,重点考察了下水沟地表破裂带、王家坡滑坡、红石岩滑坡和堰塞湖、甘家寨滑坡和光明村滑坡等灾害点。本文旨在野外调

查和实地勘测的基础上,分析和研究地表破裂带的特征及其性质,探讨破裂带与地震大型滑坡灾害发育的关系,为地震次生山地灾害预测与减灾提供依据。

1 研究区域

研究区主要集中于鲁甸县龙头山镇和火德红乡连线与牛栏江北岸之间的区域(图 1),是震后崩塌、滑坡等次生山地灾害最为发育、受灾最严重的地区。该区位于云贵高原北缘,以中山区深切河谷和喀斯特高原地貌为主,仅在火德红乡周边有小块丘陵。主要水系为牛栏江及其支流沙坝河。河流切割剧烈,山高谷深,具备形成崩塌、滑坡等山地灾害的地貌条件。

该区域位于川滇经向构造体系之绿汁江 - 小江南北构造带东缘与其东侧滇东多字型构造结合部位。研究区以 NE 向构造为主,零星发育有 NE 向构

收稿日期(Received date): 2014 - 09 - 01。

基金项目(Foundation item): 中国科学院重点部署项目(KZZD - EW - 05 - 01)和国家自然科学基金项目(41372301)。[Supported by the Key Research Program of the Chinese Academy of Sciences and the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 41372301).]

作者简介(Biography): 陈兴长(1970 -),男,河南沁阳县人,副教授,主要从事山地灾害防治研究。[Chen Xingzhang (1970 -), male, associate professor, engaged in the teaching and research work of mountain hazards.]

* 通信作者(Corresponding author): 胡凯衡(1975 -),男,研究员,主要从事泥石流研究。[Hu Kaiheng (1975 -), Male, Professor, Major in debris flow mechanism and mitigation.] E-mail: khhu@imde.ac.cn

造,位于 NE 向昭通-鲁甸断裂和 NNW 向包谷垭-小河断裂交汇部位。地层以寒武系、奥陶系、泥盆系和二叠系为主,岩性主要有灰色-浅灰色白云岩和石灰岩、灰绿色、紫红色页岩、粉砂岩,以及上二叠统灰黑色、紫铁黑色斑状玄武岩等。

研究区属低纬山地季风气候,四季温差不大,年均气温 12.1°C ,年平均降雨量 923.5 mm 。受地形影响,山区气候垂直差异明显。区内有昭巧二级公路和其他乡村道路直达,但震损严重,通行困难。研究区处于鲁甸地震的高烈度区。调查发现,受断层活动作用,牛栏江北岸出现一条明显的地表破裂。本次地震触发的 4 个大型滑坡(王家坡滑坡、甘家寨滑坡、光明村滑坡)和特大型滑坡(红石岩特大型滑坡)也集中发育在该区域。前 3 个滑坡造成 90 余人死亡和失踪,大量财产损失、交通中断,最后一个则堵断牛栏江,形成坝高 107 m ,库容 $2.6 \times 10^8\text{ m}^3$ 的高危堰塞湖(图 1),成为此次地震灾区威胁最大的次生灾害。

2 地震地表破裂特征及其性质

2.1 地震地表破裂特征

鲁甸地震造成的最明显的地表破裂位于火德红乡下水沟一带(图 1、图 2),直接踏勘到的破裂长度约 $1\ 110\text{ m}$ 。NW 端位于火德红乡 268° 方向约 5.5 km ,龙头山镇 160° 方向约 8.5 km 处。破裂两端因地形和交通等原因无法继续追踪。根据地表破坏情况推断,NW 端可延伸至沙坝河流域的光明村和甘家寨,光明村和甘家寨两个大滑坡均位于破裂带上(或附近)。SE 端穿过王家坡滑坡后,在延长线上可观察到地表浅表层破坏,且延长线上的王家坡社和索子上村房屋破坏十分严重(图 2)。

该破裂总体走向 $317.5^{\circ} \sim 137.5^{\circ}$,走向平直,呈直线延伸(图 2)。破裂面清晰平整,测得产状为 $47^{\circ} \angle 65^{\circ}$,表现为张裂性质,张裂缝平均宽约 15 cm (图 3a)。

破裂带 NW 端上盘(NE 盘)抬升明显,抬升约 30 cm (图 3),SE 端下盘(SW 盘)向上抬升约 30 cm ,中段垂直错动不明显(图 4)。这表明两盘有相互扭动。

上盘破裂面上的擦痕近于水平,无其他方向擦痕叠加(图 3b)。根据擦痕和阶步判断,下盘相对上盘向左水平错动,错动距离达 30 cm 。图 5 处也可

以看到上盘向右运动的迹象。如图 5a 所示,主破裂方向为 137.5° ,分支裂隙为 107.5° ,二者夹角 30° 。二者所夹块体前端隆起,后端因块体整体向前运动产生一个拉分沉陷(图 5b)。在图 6a 中也出现了一个水平拉分错动。从图 6b 可以看出,水平拉分错动的幅度也在 30 cm 左右。这表明此处破裂水平错动的幅度达 30 cm 。

2.2 地表破裂的性质

从地表破裂特征可以发现,破裂带上盘(NE 盘)产生了向右运动,下盘(SW 盘)相对向左运动,而且破裂面上的擦痕基本水平。因此,可以判定该地震地表破裂是由右旋走滑断层活动造成的。断层面上岩石明显遭受风化(且未发现错断岩体现象),并充填有红色粘性土,断裂面呈张裂状态,张裂缝宽 $10 \sim 50\text{ cm}$ 。综合判定该断层是在此次地震中重新复活的兼具张裂性质的老断层。在 NW 端断层上盘向上错动,而在 SE 端断层下盘向上错动,错动幅度基本相同,中段垂直错动不明显。这表明两盘均以中段为中心相向扭动。虽然两盘有相互扭动,但断层面上的擦痕却没有扭动的痕迹。可以推测,地震时该断层首先产生了右旋走滑运动,然后张裂并产生扭动。

综合以上分析,该断层应是一条兼具张扭性质的典型右旋走滑活断层。

3 重大滑坡灾害的分布及基本特征

鲁甸地震诱发的次生山地灾害,主要沿牛栏江双河口-鸡冠山一带长约 20 km 的河段及右岸支流河谷分布。由于牛栏江下切剧烈,河谷两岸地形陡峭,加上频繁的地震和强烈的构造运动,两岸岩体完整性差。在强烈震动作用下,直接诱发了大量的崩塌和滑坡等次生地质灾害,致使通过该段的昭巧二级公路受损严重。牛栏江一级支流——沙坝河下游处于高烈度区,河谷两岸山体受到强烈扰动,损毁十分严重。地震诱发的 4 个大型滑坡:王家坡滑坡、红石岩滑坡(堰塞湖)、光明村滑坡和甘家寨滑坡,均位于牛栏江或沙坝河两岸的 IX 度烈度区。

这 4 个大型滑坡的分布位置见图 1,滑坡的主要特征及参数见表 1。

4 地表破裂与大型滑坡的关系

由 2.2 的分析可知,前述的地表破裂应是一右

旋走滑活断层复活后造成的,也是该断层在地表的出露位置。因该断层位于火德红乡下水沟一带,暂定名为“下水沟走滑断层”。

4.1 地表破裂与大型滑坡的空间关系

图 7 标出了 4 个大型滑坡与下水沟走滑断层的空间关系。从图中可以看出 4 个滑坡均位于断层上



图 1 研究区重大地震次生山地灾害分布示意图

Fig. 1 Distribution map of the large-scale earthquake mountain hazards in the study area

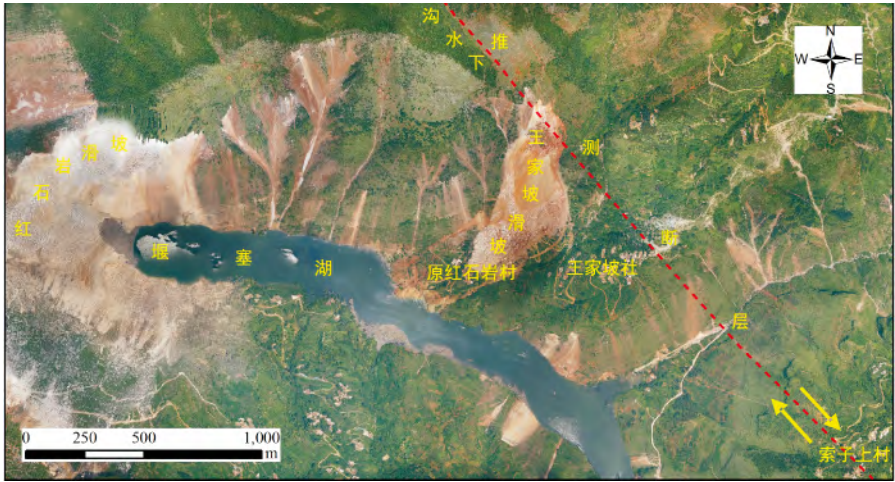


图 2 牛栏江堰塞湖低空遥感影像

Fig. 2 Low altitude remote sensing image of Niulanjiang Quake Lake



a 呈张裂性质的平直裂缝(镜向南东) b 裂面上的擦痕 镜头指示对盘运动方向(镜向上盘)

图 3 地震地表破裂 NW 端路边出露情况

Fig. 3 NW end outcrops of the earthquake surface rupture

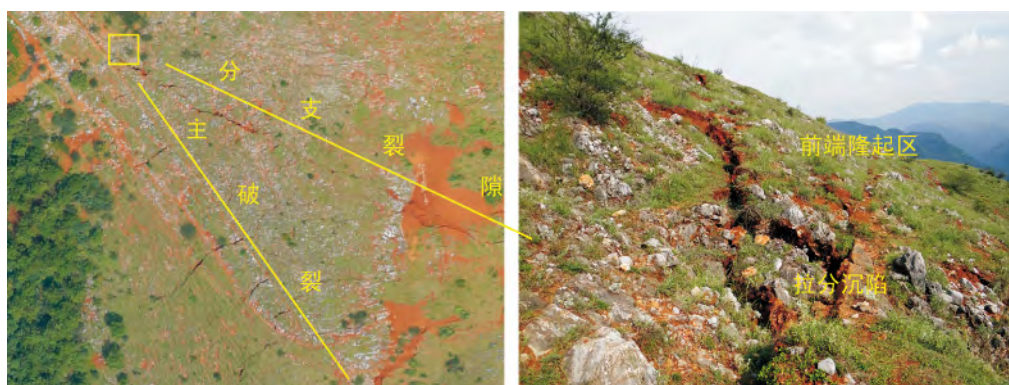


a 破裂带中段较平直且无明显的垂直错动(镜向 NW)

b 破裂带中段仍呈张裂性质裂缝宽约 15 cm

图 4 破裂带中段地表出露情况

Fig. 4 Middle segment outcrops of the earthquake surface rupture



a 破裂带上盘出现一较大的分支裂隙(上为 N)

b 分支裂隙处的隆起和拉分沉陷(镜向 SE)

图 5 破裂带上出现的分支裂隙

Fig. 5 Major branch crack occurred on the earthquake surface rupture



a 下盘较上盘相对抬升约 30cm(镜向 SE)

b 两盘相对水平错动约 30cm(镜向 SW)

图 6 SE 端地表破裂和错动情况

Fig. 6 NW end outcrops and movement of the earthquake surface rupture

(或附近),且沿断层走向展布。与断层直线距离最远的为红石岩滑坡,约 1.1 km;其次为甘家寨滑坡,约 400 m;均位于断层下盘。王家坡滑坡和光明村

滑坡则位于断层上。根据现场调查,甘家寨滑坡、红石岩滑坡和王家坡滑坡初始滑动方向与断层 SE 端走向一致;分别为 155° 、 145° 和 $150 \sim 160^\circ$;而光明

表 1 云南鲁甸“8·03”地震诱发的 4 个大型滑坡特征参数
Table 1 Characteristics of the four large-scale landslides induced by the “8·03” Ludian earthquake

名称 Name	位置 Location	规模 Scale / × 10 ⁴ m ³	滑体类型 Landslide classification	特征 Features
王家坡 滑坡	103.419°E 27.039°N	116	岩土质	滑体为强风化白云岩、白云质灰岩和风化残坡积土,滑床为基岩风化面;初始滑动方向 150°~160°,因右侧基岩阻挡,最终变为 200°~205°;滑体平均厚约 35 m,面积 33 107 m ² ;剪出口距堆积体垂直距离约 250 m,有 60 × 10 ⁴ m ³ 左右已经滑落至下方缓坡堆积;堆积体长约 260 m,最宽达 200 m,平均厚度 15 m;滑坡埋掉坡下 20 余户房屋,造成 6 人死亡或失踪;活动断层从滑坡后缘通过
红石岩 滑坡	103.400°E 27.039°N	1500	岩质	滑坡后壁连线总体呈 NE 向,顶部为 EW 向,滑坡后缘高程 1 840 m,堆积物顶高程 1 216 m,原河床高程约 1 100 m;垂直下滑距离 740 m,进入牛栏江形成坝高约 116 m 的堰塞湖,总库容达 2.6 × 10 ⁸ m ³ ,属大型极高危险堰塞湖;滑坡距活动断层 1.1 km
光明村 滑坡	103.387°E 27.068°N	400	岩土质	滑坡主滑方向 320°~330°,滑坡群顺河方向约 500 m 长,由 4 个不同的大型滑坡体组成。滑坡后缘高度 100~150 m,滑动距离约 200~280 m。滑坡体主要由黑色和暗紫色斑状玄武岩块及其黄褐色的风化土体组成;滑坡后壁陡直粗糙,解理裂缝发育,风化程度深;堵塞沙坝河,形成壅水
甘家寨 滑坡	103.381°E 27.069°N	1 000	岩土质	滑体主要为残坡积土,局部夹杂强风化巨大岩块;主滑方向 155°;滑坡后壁高 128 m,滑体长约 280 m,滑体表面平均坡度约 24.2°,前缘较陡,坡度 50.2°;滑坡吞噬掉其上的 32 户村民房屋,55 名村民死亡或失踪,20 余辆过往车辆被埋,近 500 m 公路被毁;堵塞沙坝河,形成壅水;距活动断层直线距离仅 400 m

村滑坡滑动方向则与断层 NW 端走向一致,为 315°。

4.2 地表破裂与大型滑坡的成因联系

从上述 4 个大型滑坡与下水沟走滑断层的空间关系来看,滑坡与断层之间具有重要的成因联系。

王家坡滑坡初始滑动方向(150°~160°)与走滑断层上盘错动方向基本一致。可以推断,基岩风化面上深厚的风化层(滑体)在断层上盘向右快速滑动的过程中,受到推压产生初速度,然后在惯性作用

下沿风化面向前滑动。由于受到滑坡右侧稳定基岩的阻挡,滑动方向最终变为 200°~205°。目前滑床上还残留有近 60 × 10⁴ m³ 物质,在强降雨或强震作用下很容易失稳下滑。

红石岩滑坡,从遥感影像上看,滑坡后壁连线方向约 53°,初始滑动方向接近走滑断层 SE 向走向。该滑坡的形成除与坡体内发育的结构面和临空面的方向有关外,断层下盘向左的走滑错动是其重要的动力来源。在地震波的震动作用下结构面发育并扩

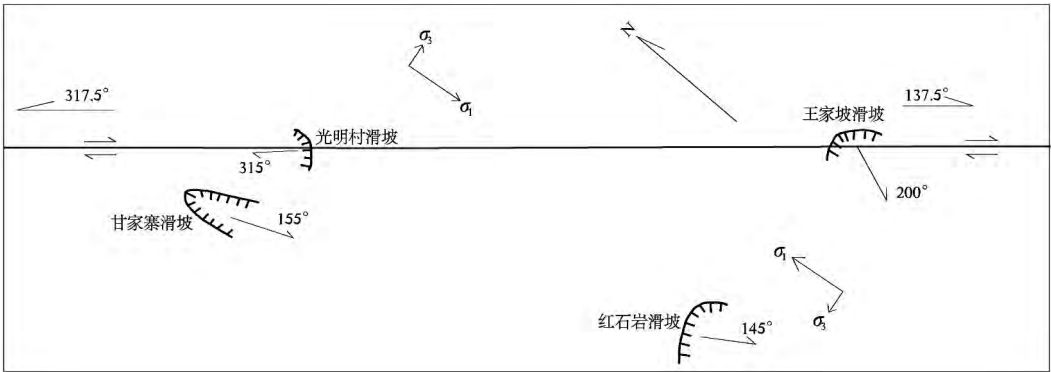


图 7 下水沟走滑断层与大型地震滑坡的空间关系
Fig. 7 Spatial relations between the strike-slip fault and the large-scale earthquake landslides

展,坡体完整性遭到破坏;断层下盘向左快速错动的作用下,因惯性力导致滑体脱离原坡体从高位向临空面方向下滑并解体。

光明村滑坡群位于下水沟走滑断层(推测段)上,主滑方向与断层 NW 向走向一致。根据调查,滑坡后壁陡直破碎,解理裂缝十分发育,风化程度较深。破碎的坡体在地震波的作用下迅速溃散破坏,并向临空面方向下滑。由于断层几乎以垂直滑坡临空面的方向穿过滑坡体,断层的剧烈错动导致临空面方向两盘均发生坡体破坏,最终形成由多个大型滑坡组成的滑坡群。

甘家寨滑坡是一坡面堆积体受断层下盘向左走滑的影响,在地震和惯性共同作用下脱离坡面向下滑动。滑坡发育在顺层坡面上。岩层倾向约为 130° ,而主滑动方向与下水沟走滑断层 SE 向走向一致,为 155° 。两者并不一致。该滑坡如果是因惯性作用下滑,滑体应沿最陡坡面,即岩层倾向下滑。因此,该滑坡的滑动应有另外的动力来源(也许是其他方向活动断层的共同作用,需进一步研究)。不管如何,下水沟走滑断层为该滑坡的形成提供了一定的动力。

上述 4 个滑坡距离震中最近约 6 km。根据“5·12”汶川地震滑坡研究结果,绝大多数的大型滑坡都分布在距发震断层 5 km 范围内^[4]。此次地震的震级小,持续时间短,大型滑坡应分布在活动断层更近的范围内。因此,可以判断该断层为发震断层。其走滑运动是这些滑坡形成的重要动力来源。

5 讨论与结论

地震地表破裂带的研究和分析,对确定地震震级、发震断层及其性质具有十分重要的意义^[5-8]。汶川地震地表破裂带的大量研究,揭示了发震断层的基本特征和位移参数等^[9-12]。通过深入分析鲁甸“8·03”地震在下水沟一带引起的地表破裂,发现该破裂是由老的走滑断层复活引起的。邓起东等研究认为^[13],中国西部地区地震地表破裂和位错的震级一般都在 6.7 级以上。而此次地震震级仅 6.5 级,且破裂带距离震中约 10 km,理论上不可能引起如此大规模的地表破裂。合理的解释应是,该断层是此次地震的发震断层。发震断层的剧烈活动造成地表出现明显破裂。另一方面,地震诱发的 4 个大型滑坡均位于该破裂带上(或附近),也证明了该断

层在地震期间活动的剧烈程度。

根据中国地震局地震信息网公布的《云南鲁甸 6.5 级地震烈度图》,4 个大型滑坡均位于 IX 度区内,而且断层的走向与 IX 度区长轴方向基本一致。断层向 NW 方向延长后,从 IX 度区中部穿过。地震烈度图上标示的发震断层为包谷垭 - 小河断裂的一部分,与下水沟断层的位置不一致。然而,下水沟断层却在包谷垭 - 小河断裂沿小河镇 - 乐红镇方向(断层总体走向)的延长线上。因此,可以推断下水沟断层是包谷垭 - 小河断裂的一部分,应是此次地震的发震断层。根据发震断层与地应力状态的关系^[14],该区域的最大和最小地应力方向均接近于水平,且最大主应力方向近 SN 向(图 7)。

综合以上分析,此次地震的发震断层应是包谷垭 - 小河断裂沿小河镇 - 乐红镇方向的延长部分。发震断层的性质为兼具张扭性质的右旋走滑断层。由于发震断层活动强烈,诱发的次生灾害非常严重,在断层附近诱发了 4 个大型滑坡,造成大量人员伤亡和财产损失,并形成一处高危堰塞湖。该断层对地震灾区次生地质灾害的发育起到重要的控制作用,建议下一步应加强对该断层诱发的次生灾害的调查与分析,做好震后的防灾减灾工作,防止次生灾害造成新的危害。

参考文献(References)

- [1] 中国地震台网. 云南省昭通市鲁甸县 6.5 级地震[EB/OL]. <http://news.ceic.ac.cn/CC/20140803163010.html>, 2014-08-20
- [2] 中央政府门户网站. 云南: 鲁甸地震抗震救灾取得阶段性成果[EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2014-08/13/content_2734456.htm, 2014-08-20
- [3] Huang Runqiu. Mechanism and geomechanical modes of landslide hazards triggered by Wenchuan 8.0 earthquake [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2009, 28(6): 1239 - 1249 [黄润秋. 汶川 8.0 级地震触发崩塌滑灾害机制及其地质力学模式[J]. 岩石力学与工程学报, 2009, 28(6): 1239 - 1249]
- [4] Huang Runqiu, Li Weile. Fault effect analysis of geo-hazard triggered by Wenchuan earthquake [M]. Journal of Engineering Geology, 2009, 17(1): 19 - 28 [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]
- [5] Ran Yongkang, Shi Xiang, Wang Hu, et al. The maximum coseismic vertical surface displacement and surface deformation pattern accompanying the Ms 8.0 Wenchuan earthquake [J]. Chinese Science Bulletin, 2009, 55(9): 841 - 850
- [6] Ye Wenhua, Xu Xiwei, Wang Liangmou. Quantitative relationship between surface rupture parameter, earthquake magnitude and recurrence interval for surface-rupturing-earthquakes in west China [J]. Seismology and Geology, 1996, 18(1): 37 - 44 [叶文华, 徐锡伟,

- 汪良谋. 中国西部强震的地表破裂规模与震级、复发时间间隔关系的研究[J]. 地震地质, 1996, 18(1): 37-44]
- [7] Li Yong, Zhou Rongjun, Alexander L. Dendmore, et al. Surface rupture and deformation of the Yingxiu - Beichuan fault by the Wenchuan earthquake [J]. Acta Geologica Sinica, 2008, 82(12): 1688-1706 [李勇, 周荣军, Alexander L. Dendmore, 等. 映秀 - 北川断裂的地表破裂与变形特征[J]. 地质学报, 82(12): 1688-1706]
- [8] Zhang Peizhen, Xu Xiwei, Wen Xueze, et al. Slip rates and recurrence intervals of Longmen Shan active fault zone, and tectonic implications for the mechanism of the May 12 Wenchuan earthquake, 2008, Sichuan, China [J]. Chinese Journal of Geophysics, 2008, 51(4): 1066-1073 [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 2008 51(4): 1066-1073]
- [9] Deng Zhihui, Yang Zhuen, Sun Zhaomin, et al. Complicated phenomena of the Beichuan - Yingxiu surface fracture zone during Wenchuan Ms 8.0 earthquake in Sichuan Province, China [J]. Chinese Science Bulletin, 53(24): 3891-3896
- [10] Chen Guihua, Xu Xiwei, Zheng Rongzhang, et al. Quantitative analysis of the co-seismic surface rupture of the 2008 Wenchuan earthquake, Sichuan, China along the Beichuan - Yingxiu fault [J]. Seismology and Geology, 2008, 30(3): 723-738 [陈桂华, 徐锡伟, 郑荣章, 等. 2008年汶川 Ms8.0 地震地表破裂变形定量分析[J]. 地震地质, 2008, 30(3): 723-738]
- [11] Xu Xiwei, Wen Xueze, Ye Jianqing, et al. The Ms8.0 Wenchuan earthquake surface ruptures and its seismogenic structure [J]. Seismology and Geology, 2008, 30(3): 597-629 [徐锡伟, 闻学泽, 叶建青, 等. 汶川 Ms8.0 地震地表破裂带及其发震构造[J]. 地震地质, 30(3): 597-629]
- [12] Wang Qingliang, Cui Duxin, Zhang Xi, et al. Coseismic vertical deformation of the MS8.0 Wenchuan earthquake from repeated levellings and its constraint on listric fault geometry [J]. Earthq Sci, 2009, 22(6): 595-602
- [13] Deng Qidong, Yu Guijun, Ye Wenhua. Study on the relationship between surface rupture parameters and the magnitude of earthquake [G]//Research theory and application of active faults (2). Beijing: Seismological Press, 1993. [邓起东, 于贵军, 叶文华. 地震地表破裂参数与震级关系研究[G]//活动断裂研究理论与应用(2). 北京: 地震出版社, 1993.]
- [14] Zhang Zhuoyuan, Wang Shitian, Wang Lansheng, et al. Analytical principle of engineering geology [M]. Beijing: Geology Publishing House, 1994. [张倬元, 王士天, 王兰生, 等. 工程地质分析原理[M]. 地质出版社, 1994.]

Surface Ruptures and Large-scale Landslides Caused by “8·03” Ludian Earthquake in Yunnan, China

CHEN Xingzhang^{1,2}, HU Kaiheng^{2,3}, GE Yonggang^{2,3}, Wang Yangchun³

(1. School of Environment and Resource, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, 621010, China;

2. Key Laboratory of Mountain Hazards and Earth Surface Processes, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, 610041, China;

3. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, 610041, China)

Abstract: The August 3, 2014 Ludian Earthquake (Ms 6.5) (“8·03” Ludian Earthquake), resulted in more than 600 deaths and significant property losses, has induced thousands of secondary geo-hazards. According to field investigation and remote sensing interpretation, it was found that there was an earthquake surface rupture zone with four large-scale landslides and a high-risk quake-lake around it in the IX - degree seismic intensity area. The zone is characterized by typical right-lateral strike-slip, which means that it caused by the activity of a right-lateral strike-slip fault. Therefore, the earthquake surface rupture is an outcrop of the fault. According to the features of the outcrop, it should be an extension of Baogunao - Xiaohe Fault along the direction from Xiaohe to Lehong towns (NW - SE). The fault, which controlled the distribution of secondary geo-hazards induced by the earthquake, was an important factor for the formation of the four large-scale landslides. Based on analysis of the fault location features and the distribution of the four large-size landslides, it was convinced that the fault was also seismogenic fault of the earthquake and characterized by right-lateral strike-slip. It was suggested that the investigation and prediction research of secondary geo-hazards induced by the seismogenic fault should be strengthened to prevent new damages by the secondary geo-hazards.

Key words: surface rupture; landslides; strike-slip fault “8·03” Ludian Earthquake