

文章编号: 1008-2786-(2015)2-249-08

DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000032

# 四川康定“11·22”地震地表破裂及房屋震害特征

李敬波<sup>1</sup> 李 勇<sup>1</sup> 周荣军<sup>2</sup> 史丙新<sup>2</sup> 颜丙雷<sup>1</sup> 贾召亮<sup>1</sup> 秦 川<sup>1</sup>

(1. 成都理工大学油气藏地质及开发工程国家重点实验室 四川 成都 610059;

2. 四川赛思特科技有限责任公司 四川 成都 610041)

**摘 要:** 2014-11-22, 位于青藏高原东部的四川省康定县发生了 Ms 6.3 级地震, 为一次左旋走滑事件, 发震构造为鲜水河断裂带南东段的色拉哈断裂。对地震灾区进行的地表破裂特征调查和房屋震害调查表明: 1. 地震没有形成明显的地表破裂, 地表破裂主要表现为张性地裂缝、喷砂冒水、小型滑坡、道路边坡失稳及滚石等; 2. 烈度图长轴方向与鲜水河断裂走向一致; 3. 房屋震害具有农牧区房屋破坏普遍, 城镇房屋破坏较轻的分布特点; 4. 2014-11-25 的 Ms 5.8 级强余震, 加深了灾区破坏程度。

**关键词:** 康定地震; 地表破裂; 房屋震害; 鲜水河断裂; 地震烈度

**中图分类号:** P316, P694, P931.1

**文献标志码:** A

据中国地震台网测定<sup>[1]</sup> 2014-11-22, 四川省甘孜藏族自治州康定县发生了 Ms 6.3 级强烈地震(简称“11·22”地震)。震中位于 101.7°E, 30.3°N, 震源深度约为 18 km。震源机制结果显示: 本次事件总标量地震矩大小为  $1.7 \times 10^{18} \text{ N} \cdot \text{m}$ , 换算成矩震级约为 Mw 6.1。断层节面 1 走向 = 233°/倾角 = 85°/滑动角 = 180°, 节面 2 走向 = 323°/倾角 = 90°/滑动角 = 5°。初步推断此次地震为一次走滑型为主的事件。地震发生后, 中国地震局立即启动 II 级应急响应, 对震区进行了地震烈度调查并进行了详细的地震应急科学考察。截至 2014-11-25T10:00, 共记录到余震 621 次, 其中 5.0~5.9 级 0 次, 4.0~4.9 级 0 次, 3.0~3.9 级地震 0 次<sup>[2]</sup>。从余震监测记录来看, 3 级以上余震为 0 次, 使本次康定 6.3 级地震显得不同寻常。然而就北京时间 2014-11-25T23:19, 在四川省甘孜藏族自治州康定县(101.7°E, 30.2°N)又发生了 Ms 5.8 级地震(简称“11·25”地震), 震源深度约 16 km, 震中距

康定县城约 30 km<sup>[3]</sup>。对于两次地震的关系, 相关专家认为此次 5.8 级地震为康定 6.3 级地震的余震, 形成了双震<sup>[4]</sup>。

本文结合鲜水河断裂地震地质背景, 根据野外地表破裂调查及房屋结构考察结果, 分别介绍本次地震地表破裂特征及各烈度区典型房屋震害特征, 同时对比康定 5.8 级强余震前后烈度分区的差异, 以期对康定地震灾区的防震减灾和灾后重建起到参考作用。

## 1 地震地质背景

鲜水河断裂地处青藏高原东缘, 西北起于甘孜西北, 东南止于康定以南, 全长约 350 km<sup>[5]</sup>。该断裂是川青地块与川滇地块的边界断裂, 是一条青藏高原东南侧重要的走滑断裂<sup>[6-7]</sup>。在空间展布上, 以道孚惠远寺为界, 可将鲜水河断裂分为北西和南东两段<sup>[8-9]</sup>。北西段由炉霍断裂、道孚断裂、乾宁断

收稿日期(Received date): 2014-12-25; 改回日期(Accepted): 2015-01-05。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金项目(编号:41372114, 41340005, 41172162, 40972083), 国土资源部地质调查工作项目(编号:1212011121268)。[This research is supported by the National Natural Science Foundations of China(No:41372114, 41340005, 41172162, 40972083) and the Ministry of Land and Resources geological survey work item(No: 1212011121268).]

作者简介(Biography): 李敬波(1990-), 男, 硕士研究生, 主要从事构造与地震灾害方面的研究。[Li Jingbo(1990-), M, Master Degree Candidate, major in tectonics and earthquake hazards. ]E-mail: jingbo\_li1990@sina.com

裂 3 条次级剪切断裂呈左阶羽列组合 结构较单一; 南东段由雅拉河断裂、中谷断裂、色拉哈 - 康定断裂、折多塘断裂和磨西断裂组成 其几何形态和内部结构较复杂<sup>[5]</sup>。各断裂总体倾向北东, 局部倾向南西, 倾角大致在  $55^{\circ} \sim 80^{\circ}$ <sup>[10]</sup>。鲜水河断裂带在几何特征上主要表现为多重羽列排列<sup>[8]</sup>, 不同尺度的羽列几何特征多有不同, 这使得鲜水河断裂在分段几何特征上变得比较复杂。研究表明, 第四纪以来, 伴随着青藏高原的隆起, 在以近东西向为主的区域应力作用下, 鲜水河断裂作左旋走滑运动, 特别是中更新世以来走滑错距达 1.7 km, 表现出强烈的走滑活动性<sup>[11]</sup>。全新世以来, 鲜水河断裂也表现出了强烈的左旋走滑运动, 地震活动频繁。历史地震记录表明, 1700 年以来, 鲜水河断裂带共发生  $M_s \geq 5.0$  级地震 48 次,  $M_s = 6.0 \sim 6.9$  级为 17 次(不含此次康定地震),  $M_s \geq 7.0$  级 9 次, 最大震级地震为 1786 年的康定 8.0 级地震<sup>[12, 16-17]</sup>。鲜水河断裂带强震具有沿断裂带往南迁移的规律, 例如 1976 年侏倭  $M_s$  6.8 级地震、1973 年炉霍  $M_s$  7.6 级地震、1981 年道孚  $M_s$  6.9 级地震<sup>[18]</sup>。本次康定“11·22”地震正是印证了上述规律, 应当引起广泛的关注。

震中区康定地区地处四川盆地西部边缘山地、青藏高原及两者之间的过渡地带, 地势为由西向东倾斜。区内多高大山峰, 有海子山、折多山、贡嘎山等大起伏山地, 呈南北向分布, 贯穿了整个康定地区并将其划分为东西两部分。东部多高山峡谷, 许多山峰海拔都在 5 000 m 以上, 例如贡嘎山位于康定东南部, 海拔为 7 556 m; 西部和西北部多丘状高原及高山深谷。康定地区整体地形切割较强, 构造活动及地表侵蚀作用强烈<sup>[16-18]</sup>。

## 2 发震构造

康定“11·22”6.3 级地震和“11·25”5.8 级地震均发生在鲜水河断裂带康定至道孚之间的色拉哈断裂上, 该断裂为全新世活动断层<sup>[19-20]</sup>。两次地震震中横跨色拉哈断裂两侧, 震源深度亦有所差异(6.3 级地震震源深度为 18 km, 5.8 级地震震源深度为 16 km)。6.3 级和 5.8 级地震发生在鲜水河断裂南东段(图 1), 从震源机制解结果以及余震和地震烈度等震线长轴方向均呈北西向展布的基本事实可以判定, 这两次地震为鲜水河断裂左旋剪切活动的结果。二者在关系上可能为主余震的关系, 但两

次地震之间没有 3.0 级以上余震的监测记录, 使得此次地震不同寻常, 限于篇幅将另文论述。从震后 25 h 余震精定位结果来看(图 2), 康定 6.3 级地震余震沿色拉哈断裂呈线性分布, 也说明了发震断裂为色拉哈断裂。

鲜水河断裂带乾宁 - 康定段羽列排布 3 条全新世活动断裂, 即色拉哈断裂、折多塘断裂、雅拉河断裂(图 1)。虽然 3 条断裂均表现出左旋走滑活动性, 但活动速率有所不同<sup>[7-8, 21]</sup>(表 1)。无论是地质学方法还是断错地貌和年代学方法, 所获得的活动速率均表明, 本次地震的发震断裂 - 色拉哈断裂表现出了较高的活动速率, 约为  $5 \sim 7$  mm/a。

## 3 地表破裂特征

对震中区康定县塔公乡、雅拉乡、瓦泽乡、道孚县八美镇等地开展了康定地震的地表破裂的实地调查, 发现此次地震并没有形成明显的地表破裂。野外资料显示, 在破坏比较严重的塔公乡等地, 地表破裂主要表现为张性地裂缝、喷砂冒水、小型滑坡、道路边坡失稳及滚石等(图 3)。其中尤以地裂缝较为明显, 且整体表现为拉张或走滑性质, 局部可见挤压性质的小型拱曲裂缝, 变形量级在  $2 \sim 5$  cm。中国西部地区产生地震地表破裂和位错的地震震级一般都在 6.7 级以上<sup>[22]</sup>, 而此次地震震级小于 6.7 级, 由于地表变形微弱, 未形成连续的、大规模的地表破裂带。

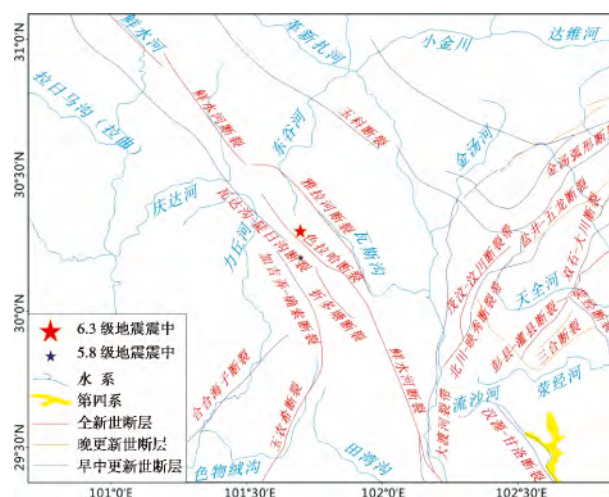


图 1 康定地震发震构造简图(据中国地震局地质研究所)

Fig. 1 Seismogenic structure map of the Kangding earthquake  
(by Institute of Geology, China Earthquake Administration)

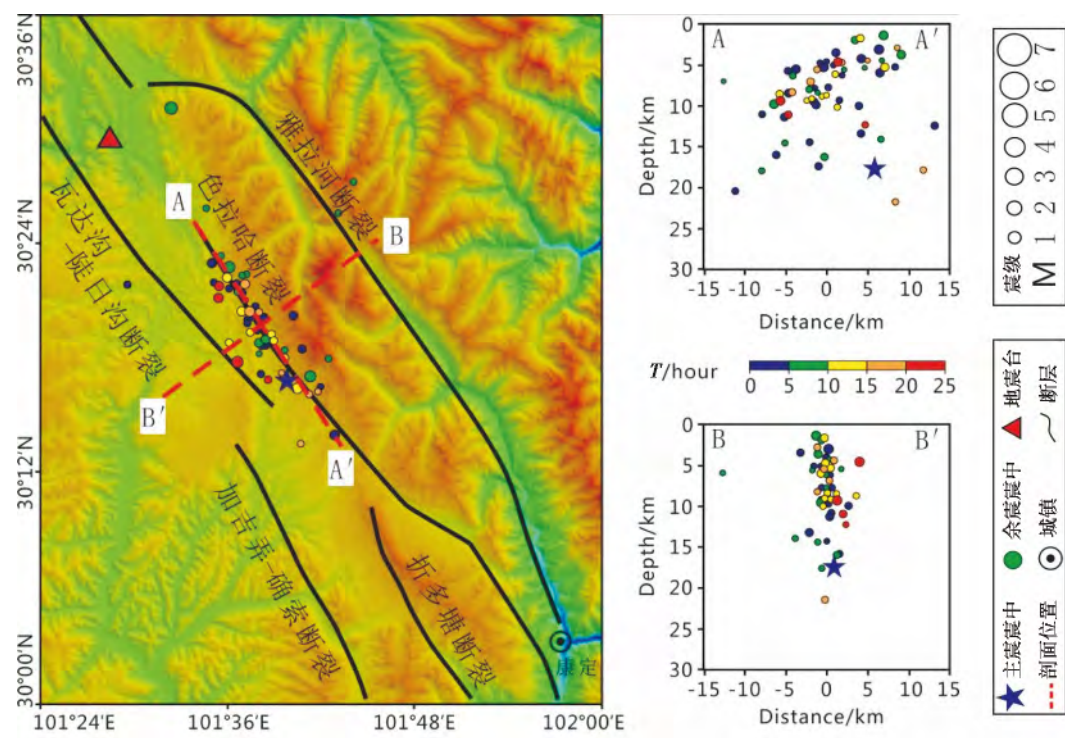


图2 康定地震余震序列精定位分布及深度剖面图( 据中国地震局地球物理研究所)

Fig.2 Exact aftershock sequence and depth profile map of the Kangding earthquake  
( by Institute of Geophysics , China Earthquake Administration)

表 1 乾宁－康定段全新世断裂活动速率

Table 1 The holocene faults activity rates of Qianning－Kangding segment

断裂名称	雅拉河断裂	色拉哈断裂	折多塘断裂	资料来源
	3 ± 1	6 ~ 7	5 ± 1	李天昭等( 1997) <sup>[7]</sup>
活动速率/( mm/a)	1	5		闻学泽等( 1989) <sup>[11]</sup>
	2.2 ± 0.2	5.5 ± 0.6	3.6 ± 0.3	周荣军等( 2001) <sup>[21]</sup>

4 烈度分区特征

由于11月25日23时19分,震区发生5.8级强余震,加重了灾区房屋和基础设施的破坏程度。中国地震局现场工作队按照地震现场工作规定要求,对震区开展了烈度复查工作,修订了四川康定6.3级地震烈度图。表2和图4对比了修订前后烈度分区情况。对比发现,此次地震的最高烈度为Ⅷ度,等震线长轴方向总体呈北西向,5.8级强余震发生后,受灾乡镇个数和受灾面积有所增加,其中Ⅷ度区变化不大,Ⅶ度区和Ⅵ度区受灾面积明显增加。烈度图显示,Ⅶ度区和Ⅵ度区有向南东向扩展的趋势,扩展方向与鲜水河断裂走向保持一致。

5 房屋震害特征

由于康定6.3级地震3 d后,又发生了5.8级强余震,地震系统现场工作队立即进行了房屋震害情况的复查。据调查结果,5.8级强余震过后,受灾面积增加的同时,受损房屋户数和面积也有所增加,特别是受主震影响,抗震能力较差的房屋更容易受损。据调查,灾区房屋建筑按结构类型主要分为石木结构、砖混结构、框架结构(含框架剪力墙结构),灾区内还存在少量土木结构房屋。参照《地震现场工作第四部分:灾害直接损失评估》(GB/T 18208.4-2011)房屋破坏等级划分标准,对灾区房屋破坏等级进行划分,由于砖混结构、框架结构为非简易房屋,可划分为5个破坏等级:基本完好(含完



好)、轻微破坏、中等破坏、严重破坏、毁坏;对于简易房屋,将毁坏、严重破坏合并为毁坏,将中等破坏、轻微破坏合并为破坏,保留基本完好,划分为3个破坏等级:基本完好(含完好)、破坏、毁坏。

考虑到灾区的实际受灾情况及等烈度线形态等,在灾区划分出3个评估区:评估区1为康定县炉城镇城区;评估区2面积为2 880 km<sup>2</sup>,主要包括地震烈度Ⅷ、Ⅶ度区,涉及康定县、丹巴县、道孚县,共



a. 塔公乡多拉一村地裂缝( 镜像: NE)



b. 康定红海子疑似地裂缝( 镜像: NW)



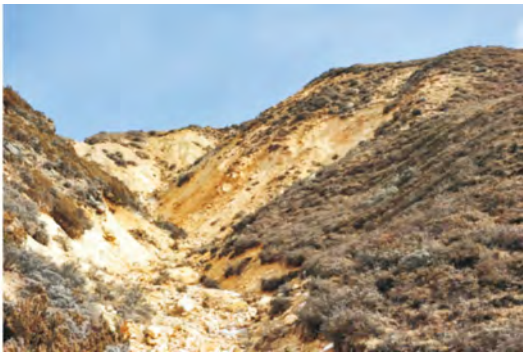
c. 塔公乡木雅祖庆学校附近地裂缝( 镜像: W)



d. 木雅祖庆学校内部地面拱曲( 镜像: SE)



e. 喷砂冒水( N30°13'11.60"; E101°44'28.89")



f. 小型滑坡( N30°12'59.6"; E101°44'45.20")



g. 边坡滚石( N 30°12'34.63"; E101°45'23.48")



h. 边坡滚石( 30°11'15.23"; 101°46'3.25")

图3 典型地表破裂调查点

Fig. 3 Classic surface rupture survey spots pictures

表 2 康定 6.3 级地震烈度分布情况对比(修订前后)

烈度分区	修订前		修订后	
	受灾乡镇	受灾面积/km <sup>2</sup>	受灾乡镇	受灾面积/km <sup>2</sup>
Ⅷ度区	康定县塔公乡、雅拉乡、瓦泽乡、道孚县八美镇,共 4 个乡镇	340	康定县塔公乡、雅拉乡、瓦泽乡、道孚县八美镇,共 4 个乡镇	540
Ⅶ度区	康定县塔公乡、雅拉乡、瓦泽乡、孔玉乡、炉城镇、新都桥镇、道孚县八美镇、色卡乡、协德乡、龙灯乡、丹巴县东谷乡,共 11 个乡镇	1 610	康定县塔公乡、雅拉乡、瓦泽乡、呷巴乡、孔玉乡、炉城镇、新都桥镇、道孚县八美镇、色卡乡、协德乡、龙灯乡、丹巴县东谷乡,共 12 个乡镇	2 340
Ⅵ度区	主要涉及康定县 12 个乡镇、道孚县 11 个乡镇、泸定县 3 个乡镇、雅江县 4 个乡镇、丹巴县 2 个乡镇,共 32 个乡镇	6 810	主要涉及康定县 14 个乡镇、道孚县 11 个乡镇、泸定县 8 个乡镇、雅江县 4 个乡镇、丹巴县 2 个乡镇,共 39 个乡镇	8 180
合计	32 个乡镇	8 760	39 个乡镇	11 060

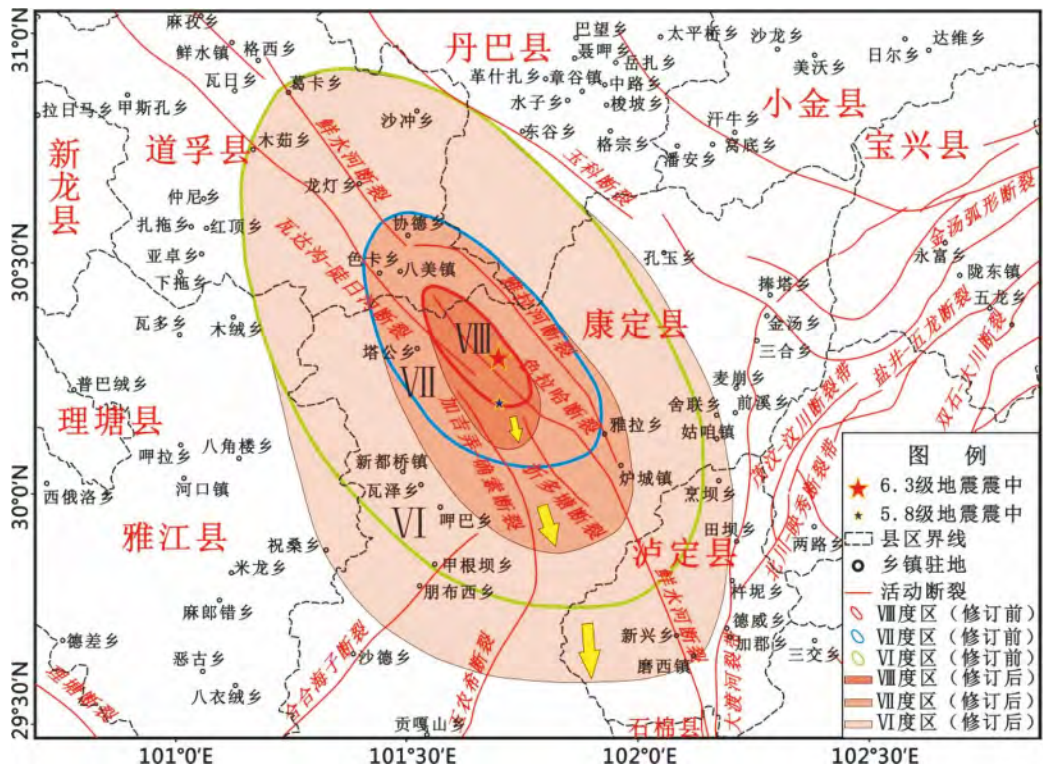


图 4 四川康定 6.3 级地震烈度图和 5.8 级地震修订后烈度图(据中国地震局)

Fig. 4 Kangding Ms6.3 earthquake seismic intensity map and Kangding Ms5.8 earthquake seismic intensity map (by China Earthquake Administration)

16 个乡镇;评估区 3 面积为 8 180 km<sup>2</sup>,主要包括地震烈度Ⅵ度区,涉及康定县、泸定县、丹巴县、道孚县、雅江县,共 39 个乡镇。

为确定各类房屋结构在不同破坏等级下的破坏比,灾评工作组调查了 82 个抽样点,根据抽样点计算出各评估区不同结构房屋不同破坏等级的破坏比(表 3)。由表 3 可知,各评估区房屋石木结构破坏

最为严重,砖混结构次之,框架结构抗震性能最好。特别是 5.8 级强余震过后,石木结构房屋遭受二次破坏,受损加重。

在应急行动过程中,对房屋震害特征进行了调查,结果显示在不同烈度区内,不同结构的房屋受到的破坏程度不同(图 5)。房屋震害特征如下:

Ⅷ度区:房屋破坏严重,石木结构房屋多数毁坏



表 3 各评估区房屋破坏比汇总表  
Table 3 Buildings break ratios of each evaluated area /%

评估区	房屋结构	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
评估区 1	框架	0	0	4.07	46.92	49.01
	石木		18.45		39.86	41.69
	砖混	0	3.2	9.57	33.5	53.73
评估区 2	框架	0	0	5.64	48.57	45.79
	石木		26.02		48.85	25.13
	砖混	0	4.6	11.97	34.67	48.76
评估区 3	框架	0	0	0	12.5	87.5
	石木		2.28		22.64	75.08
	砖混	0	0	2.18	27.05	70.77

或严重破坏,墙体倾斜、变形,贯穿性开裂现象普遍;砖混结构房屋部分毁坏,少数构造柱断裂、墙体位错,部分房屋墙体 X 型裂缝贯通,多数墙体开裂明显;框架或框剪结构房屋梁柱结合部出现较大纵向、横向裂缝,填充墙裂缝较大。Ⅶ度区:房屋破坏较为严重,石木结构房屋个别墙倒,部分墙体局部倒塌,多数墙体开裂;砖混结构房屋个别墙体开裂严重,少数墙体开裂明显;框架或框剪结构房屋个别梁柱出现细微裂缝,填充墙开裂明显。Ⅵ度区:石木结构少数房屋墙体开裂严重,多数轻微裂缝;砖混结构房屋,极个别墙体出现贯通裂缝,部分墙体出现裂纹;

框架结构房屋极个别承重梁可见细微裂纹,部分填充墙开裂。

总体来说,房屋震害具有农牧区房屋破坏普遍,城镇房屋破坏较轻的分布特点。灾区的农村几乎全为藏式的石木结构房屋,1~3 层不等,石墙承重,部分木柱承重,农房墙体大多由块石砌成,灰浆粘结,抗震能力较差。所以在这次地震中普遍出现墙体开裂,墙体外闪出现拉裂现象,局部出现垮塌;而灾区内的城镇主要分布在康定县炉城镇、新都桥镇、磨西镇、姑咱镇和八美镇,其中康定县城炉城镇位于本次地震的Ⅶ度区,新都桥镇、磨西镇、姑咱镇和八美镇



a. 塔公镇木雅祖庆学校框架结构墙体垮塌(Ⅶ度区)



b. 塔公镇夏马龙村民房横梁断裂(Ⅶ度区)



d. 协德乡中谷村石木结构民房女儿墙垮塌(Ⅶ度区)



c. 八美镇石木结构民房墙体垮塌(Ⅶ度区)



e. 康定县新都桥镇东俄洛村石木结构民房外墙开裂(Ⅵ度区)



f. 磨西镇榆林村石木结构民房墙体开裂(Ⅵ度区)

图 5 康定地震灾区房屋震害照片

Fig. 5 Buildings earthquake damage pictures of the Kangding earthquake

位于Ⅵ度区。由于当地政府的有效监管,灾城镇建筑大多都是按照国家抗震烈度标准进行Ⅷ~Ⅸ度设防,高于本次地震的影响烈度,所以城镇房屋大多呈现墙体开裂,房屋主体结构一般未见破坏现象。

## 6 讨论

通过以上分析可知,鲜水河断裂带强震具有沿断裂带往南迁移的规律,此次康定 Ms 6.3 级地震震构造为鲜水河断裂,位于鲜水河断裂带的南东段的色拉哈断裂,为一次典型的左旋走划事件。与以往地震不同的是,主震发生后又发生 Ms 5.8 级强余震,加深了灾区破坏程度,加大了地震地质科考和灾害评估工作量。对比发现,5.8 级强余震发生后,受灾乡镇个数和受灾面积有所增加,其中Ⅷ度区变化不大,Ⅶ度区和Ⅵ度区受灾面积明显增加。房屋震害具有农牧区房屋破坏普遍,城镇房屋破坏较轻的分布特点,且震中区受 5.8 级强余震影响,更容易受损,石木结构房屋受损最为严重。可以说此次 5.8 级强余震对灾区具有震害叠加效应。

## 7 结语

本文结合鲜水河断裂地震地质背景,介绍了康定“11·22”地震野外地表破裂调查及房屋结构考察结果,对比了康定 5.8 级强余震前后烈度分区的差异,同时介绍了本次地震各烈度区典型房屋震害特征。通过以上讨论提出以下几点认识和建议:

1. 此次康定地震主震发生后又发生强余震,形成“双震”,加深了灾区破坏程度。在今后的工作中应当加大余震监测力度,及时应对。

2. 应当对灾区抗震性能较差的石木结构房屋进行安全排查,建议在恢复重建或改建房屋时帮助村民设计适合于当地特点的既经济又具有较强抗震能力的房屋结构,有效提升农牧区抗御地震灾害的能力。

致谢:感谢审稿专家提出宝贵意见,感谢国家地震局和四川省地震局各位专家在抗震应急行动中给予的指导。

## 参考文献(References)

- [1] On November 22, 2014, Kangding Ms 6.3 earthquake happened. (2014 - 11 - 22) <http://www.csi.ac.cn/manage/eqDown/05LargeEQ/201411221655M6.3/a01.htm> [2014 年 11 月 22 日 16 时 55 分四川省甘孜藏族自治州康定县发生 M 6.3 级地震(2014

- 11 - 22) <http://www.csi.ac.cn/manage/eqDown/05LargeEQ/201411221655M6.3/a01.htm>]
- [2] On November 25, 2014, 10 o'clock, 621 aftershocks were recorded after Kangding Ms 6.3 earthquake. (2014 - 11 - 25) <http://www.cea.gov.cn/publish/dizhenj/464/515/20141125105114982900275/index.html> [截至 2014 年 11 月 25 日 10 时四川康定 6.3 级地震共记录到余震 621 次(2014 - 11 - 25) <http://www.cea.gov.cn/publish/dizhenj/464/515/20141125105114982900275/index.html>]
- [3] Kangding Ms 5.8 earthquake happened (2014 - 11 - 26) <http://www.cea.gov.cn/publish/dizhenj/464/515/20141126085934223883602/index.html>. [四川省康定县发生 5.8 级地震(2014 - 11 - 26) <http://www.cea.gov.cn/publish/dizhenj/464/515/20141126085934223883602/index.html>]
- [4] Chengdu High-tech Institute of Disaster Reduction. Kangding Ms5.8 earthquake is one aftershocks of Kangding Ms 6.3 earthquake (2014 - 11 - 26) <http://news.qq.com/a/20141126/002766.htm> [成都高新减灾研究所. 康定 5.8 级地震系余震(2014 - 11 - 26) <http://news.qq.com/a/20141126/002766.htm>]
- [5] China Earthquake Administration issued the intensity of figure of Kangding Ms 6.3 earthquake (2014 - 11 - 25) <http://www.cea.gov.cn/publish/dizhenj/464/478/20141125164825907766273/index.html>. [中国地震局发布四川康定 6.3 级地震烈度图(2014 - 11 - 25) <http://www.cea.gov.cn/publish/dizhenj/464/478/20141125164825907766273/index.html>]
- [6] China Earthquake Administration revised the intensity of figure of Kangding Ms 6.3 earthquake (2014 - 11 - 27) <http://www.cea.gov.cn/publish/dizhenj/464/478/20141127180126092825683/index.html> [中国地震局修订四川康定 6.3 级地震烈度图(2014 - 11 - 27) <http://www.cea.gov.cn/publish/dizhenj/464/478/20141127180126092825683/index.html>]
- [7] Li Tiantiao. The Xianshuihe fault zone and its strong earthquake risk assessment [M]. Sichuan: Sichuan Science and Technology Press, 1997: 1 - 105 [李天招. 鲜水河断裂带及强震危险性评估 [M]. 四川: 四川科学技术出版社, 1997: 1 - 105]
- [8] Tang Wenqing, Liu Yuping, Chen Zhiliang, et al. GPS Monitoring of Xianshuihe Fault and Block on its both sides [J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 2005, 03: 313 - 317 [唐文清, 刘宇平, 陈智梁, 等. 鲜水河断裂及两侧地块的 GPS 监测 [J]. 西南交通大学学报, 2005, 03: 313 - 317]
- [9] Li Tiantiao. Hinge movement and strong earthquake along the north-west part of Xianshuihe fault [J]. Sichuan Earthquake, 1996, 04: 62 - 70 [李天招. 鲜水河断裂带北西段的枢纽运动与强震的发生 [J]. 四川地震, 1996, 04: 62 - 70]
- [10] Qian Hong, C R Allen, Luo Zhuoli, et al. The active characteristics of Xianshuihe fault in Holocene [J]. China Earthquake, 1988, 02: 11 - 20 [钱洪, C. R. 艾伦, 罗灼礼, 等. 全新世以来鲜水河断裂的活动特征 [J]. 中国地震, 1988, 02: 11 - 20]
- [11] Wen Xunze, C R Allen, Luo Zhuoli, et al. Segmentation, geometric features, and their seismotectonic implications for the Holocene Xianshuihe fault zone [J]. Acta Seismologica Sinica, 1989, 04: 362 - 372 [闻学泽, C. R. 艾伦, 罗灼礼, 等. 鲜水河全新世断裂带的分段性、几何特征及其地震构造意义 [J]. 地震学报, 1989, 04: 362 - 372]

- [12] Tang Rongchang, Han Weibin, Huang Zuzhi, et al. Active faults and earthquake in Sichuan province [M]. Beijing: Seismological Press, 1993: 103–185 [唐荣昌, 韩渭宾, 黄祖智, 等. 四川活动断裂与地震[M]. 北京: 地震出版社, 1993: 103–185]
- [13] Pan Mao, Liang Haihua, Cai Yongen, et al. Comparison between the Xianshuihe fault zone and Zemuhe fault zone, Western Sichuan Province, China [J]. China Earthquake, 1994, 01: 28–37 [潘懋, 梁海华, 蔡永恩, 等. 中国川西地区鲜水河断裂和则木河断裂几何学、运动学特征及地震活动性对比研究[J]. 中国地震, 1994, 01: 28–37]
- [14] Tang Rongchang, Wen Dehua, Deng Tianguang, et al. A Preliminary study on the characteristics of the ground fractures during the Luhuo  $M=7.9$  earthquake, 1973 and the origin of the earthquake [J]. Chinese Journal of Geophysics. 1976, 01: 18–27 [唐荣昌, 文德华, 邓天岗, 等. 1973 年炉霍 7.9 级地震的地裂缝特征及地震成因的初步探讨[J]. 地球物理学报, 1976, 01: 18–27]
- [15] Tang Rongchang, Qian Hong, Zhang Wenfu, et al. On the seismogeological setting and conditions of seismogenic structure of 1981 Daofu earthquake [J]. seismogeology, 1984, 02: 33–40 [唐荣昌, 钱洪, 张文甫, 等. 道孚 6.9 级地震的地质构造背景与发震构造条件分析[J]. 地震地质, 1984, 02: 33–40]
- [16] Deng Tianguang. Xianshuihe active fault belt [M]. Sichuan: Sichuan Science and Technology Press, 1989: 1–80. [邓天岗. 鲜水河活动断裂带[M]. 四川: 四川科学技术出版社, 1989: 1–80]
- [17] Li Ping. Xianshuihe – Xiaojiang fault zone [M]. Beijing: Seismological Press, 1993: 50–85 [李坪. 鲜水河 – 小江断裂带[M]. 北京: 地震出版社, 1993: 50–85]
- [18] Xiong Tanyu, Yao Xin, Zhang Yongshuang. A review on study of activity of Xianshuihe fault zone since the Holocene [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 02: 176–188 [熊探宇, 姚鑫, 张永双. 鲜水河断裂带全新世活动性研究进展综述[J]. 地质力学学报, 2010, 02: 176–188]
- [19] Institute of Geology, China Earthquake Administration, Sichuan Kangding ( $N30.3^\circ$ ,  $E101.7^\circ$ )  $M_s6.3$  earthquake Seismogenic structure diagram (2014–11–23) <http://www.eq-igl.ac.cn/upload/images/2014/11/23211526494.jpg>. [中国地震局地质研究所 四川省甘孜藏族自治州康定县(北纬  $30.3^\circ$ , 东经  $101.7^\circ$ ) 6.3 级地震发震构造图(2014–11–23) <http://www.eq-igl.ac.cn/upload/images/2014/11/23211526494.jpg>]
- [20] Institute of Geology, China Earthquake Administration, Sichuan Kangding ( $N30.2^\circ$ ,  $E101.7^\circ$ )  $M_s5.8$  earthquake Seismogenic structure diagram (2014–11–26) <http://www.eq-igl.ac.cn/upload/images/2014/11/2692742348.jpg>. [中国地震局地质研究所 四川省甘孜藏族自治州康定县(北纬  $30.2^\circ$ , 东经  $101.7^\circ$ ) 5.8 级地震发震构造图(2014–11–26) <http://www.eq-igl.ac.cn/upload/images/2014/11/2692742348.jpg>]
- [21] Zhou Rongjun, He Yulin, Huang Zuzhi, et al. The slip rate and strong earthquake recurrence interval on the Qianning – Kangding segment of the Xianshuihe fault zone [J]. Acta Seismologica Sinica, 2001, 03: 250–261 [周荣军, 何玉林, 黄祖智, 等. 鲜水河断裂带乾宁 – 康定段的滑动速率与强震复发间隔[J]. 地震学报, 2001, 03: 250–261]
- [22] Deng Qidong, Yu Guijun, Ye Wenhua. The relation of earthquake surface rupture parameters and earthquake magnitude, theory and application of active faults research (2) [M]. Beijing: Seismological Press, 1992: 50–70 [邓起东, 于贵军, 叶文华. 地震地表破裂参数与震级关系研究, 活动断裂研究理论与应用(2) [M]. 北京: 地震出版社, 1992: 50–70]

## Characteristics of Surface Rupture and Building Damage by Ms 6.3 Earthquake in Kangding of Sichuan, China

LI Jingbo<sup>1</sup>, LI Yong<sup>1</sup>, ZHOU Rongjun<sup>2</sup>, SHI Bingxin<sup>2</sup>, YAN Binglei<sup>1</sup>, JIA Zhaoliang<sup>1</sup>, QIN Chuan<sup>1</sup>

(1. National Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. Sichuan Seth, science and technology co., LTD, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** On November 22, 2014, Kangding in Sichuan of China  $M_s6.3$  earthquake happened. This earthquake is one sinistral strike-slip event. The seismogenic structure of this earthquake is the Selaha fault which is the south eastern segment of the Xianshuihe fault. We have surveyed the surface rupture characteristics and building damage characteristics during Kangding  $M_s6.3$  Earthquake. Survey results show that: 1) There are no obvious surface rupture formed by this earthquake, surface deformations mainly include ground fractures, Sandblasting water, minor landslips, roads slope instability and rolling stones. 2) The long axis direction of this earthquake intensity consistent with the trend of the Xianshuihe fault. 3) Pastoral areas' buildings damaged generally and town' buildings damaged slightly. 4) on Nov.25 2014, the  $M_s5.8$  earthquake deepened destructiveness of disaster areas.

**Key words:** Kangding earthquake; surface rupture; building damage; Xianshuihe fault; seismic intensity