

陈正位、土登次仁、闫小兵, 2015, 2013 年甘肃岷县 - 漳县 6.6 级地震烈度异常点分布及成因, 中国地震, 31 (2), 338 ~ 343。

2013 年甘肃岷县 - 漳县 6.6 级地震烈度异常点分布及成因

陈正位¹⁾ 土登次仁²⁾ 闫小兵³⁾

1) 中国地震局地震预测研究所, 北京市复兴路 63 号 100036

2) 西藏自治区地震局, 拉萨 850000

3) 山西省地震局, 太原 030021

摘要 2013 年 7 月 22 日甘肃岷县 - 漳县 M_s 6.6 地震发生在临潭 - 宕昌断裂的东段, 遥感和 DEM 研究表明, 该断裂东段在晚第四纪以来仍有活动, 自岷县至宕昌, 断裂由左旋走滑兼具逆冲性质转为以左旋走滑性质为主。现场烈度和灾害调查发现, VII 度区内形成 VIII 度的异常点, 在 VI 度区内形成 VII 度的异常点, 这些异常点分布在沿断裂带附近约 2km 的范围内, 主要分布在断层的上盘。进一步研究表明, 由于临潭 - 宕昌断裂在岷县以南以走滑运动为主, 强震动主要沿断裂传播, 同时由于断裂活动形成软弱地基, 强震动引起地基失效造成灾害, 形成了烈度异常点。

关键词: 岷县 - 漳县 6.6 级地震 临潭 - 宕昌断裂 地震烈度 灾害

[文章编号] 1001-4683 (2015) 02-0338-06 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

0 引言

2013 年 7 月 22 日发生在甘肃岷县 - 漳县间的 M_s 6.6 地震, 震中位于 34.5°N 、 104.2°E (CENC, <http://www.csndmc.ac.cn>), 震源深度约 20km。据中国地震局公布的烈度等值线图 (<http://www.cea.gov.cn/publish/dizhenj/464/478/20130724133721239856586/index.html>) 显示, VI ~ VIII 度区是一个长轴为北西西向的椭圆, 与临潭 - 宕昌断裂带东段走向基本一致。本次地震的发震构造是临潭 - 宕昌断裂带东段 (郑文俊等, 2013), 该段是由多条平行和斜接的次级断层组成的断裂带, 局部宽度超过 10km (袁道阳, 2003; 袁道阳等, 2004; 郑文俊等, 2005、2013)。经过现场考察, 本次地震没有发现地震地表破裂, 但各种类型的震害分布很广, 因此, 考察研究宏观地震震害是研究本次地震成因机理的关键。

作者在宕昌县现场考察中发现了一些高于等震线内烈度的异常烈度点, 本文通过考察分析这些震害异常, 并在遥感解译临潭 - 宕昌断裂带的基础上, 分析了这些烈度异常点的成因及其与断裂活动的关系。

[收稿日期] 2014-04-30; [修定日期] 2014-10-25

[项目类别] 中国地震局地震预测研究所基本科研业务费专项 (2012IES010202) 资助

[作者简介] 陈正位, 男, 1973 年生, 博士, 副研究员, 主要从事活动构造和构造地貌等方面的研究工作。E-mail: chzwtibet@163.com

1 地震构造背景

这次地震位于青藏高原东北部的甘东南地区,是我国构造分区中南北与东西构造分区的交汇部位(张国伟等,1995、1996、2001;姜春发等,2000;袁道阳等,2004;李传友,2005)。该地区两条主要的边界控制断裂分别为东昆仑断裂和西秦岭北缘断裂(图 1(a))。由于青藏高原的北东向挤压作用,这两大边界断裂之间展布了多条弧形逆冲断裂,这些断裂兼具有左旋走滑性质,形成了从东昆仑断裂向西秦岭北缘断裂逐渐转换过渡的“V”字型复杂构造系统(图 1(b)),共同转换和吸收两大边界断裂之间滑动速率的不一致部分(袁道阳,2003;袁道阳等,2004;郑文俊等,2005、2007a、2007b;Zhang et al, 2004;Wang et al, 2012;俞晶星等,2012),是该地区新构造变形强烈、地震活动频繁的主要原因。

临潭 - 宕昌断裂(F_7 , 图 1(b))是这一复杂弧形构造系统中的一条,也是由多条次级断裂组成的兼具左旋走滑性质的逆冲断裂。根据其活动性和几何结构的差异可分为 3 段,其中段和东段北侧分支在第四纪晚期有新活动(郑文俊等,2005、2013)。沿该断裂带,曾经发生过 1573 年岷县 $6\frac{3}{4}$ 级地震、1837 年岷县北 6 级地震、842 年碌曲 6~7 级地震,同时该断裂带上现代中强地震频繁发生,地震活动比较活跃。本次地震发生在该断裂带东段。

2 宕昌县异常震害点

本次地震发生在岷县 - 漳县交界部位的洮河中上游地区的中高山区,极震区主要房屋为民用住宅,以土木结构为主。极震区为 VIII 度区,呈北西向的椭圆形。极震区主要震害是黄土滑坡和崩塌(许冲等,2013)。VII 度区也呈北西向的椭圆形区域,南部到达宕昌县的牛家庄。VI 度区向南延伸至宕昌县的竹院乡。作者对宕昌县境内的严重灾害进行了全面考察,发现了一些烈度异常点。

在本次地震的 VII 度区内,有一些烈度达到 VIII 度的异常点(图 1(b)),如隆家寺堡子村、上下街村、大舍村、牛家庄(图 2(a)~(d))。隆家寺堡子村、大舍村和牛家庄位于山坡上,房屋以土木结构为主,普遍有墙体倒塌,部分坍塌。上下街村位于河流阶地上,房屋以土木结构为主,普遍有墙体倒塌。

本次地震的 VI 度区内有一些烈度达到 VII 度的异常点(图 1(b))。其中,簸箕村、青岗村、坡里村、阳坡村、阳山村(图 2(e)~(h))都位于山坡上,房屋以土木结构为主,普遍有墙体开裂,部分墙体倒塌,个别房屋倒毁。竹院乡发育一个地震滑坡(图 2(i)),长约 200m,高约 100m。

3 断裂活动性的遥感研究

由于临潭 - 宕昌断裂岷县以南段缺乏资料,断裂的最新活动特征不清楚,因此,本次工作根据 1:5 万地形图数字化生成的 10m 的 DEM 和由 WordView 图像生成的 5m 的 DEM,对岷县至宕昌县竹院段进行了遥感解译。临潭 - 宕昌断裂由主断裂和多条次级断裂组成,主断裂沿岷县北、牛家庄、阳坡、竹院一线分布,沿断裂,负地形呈线型分布,冲沟和山脊被左旋位错。次级断裂主要分布在岷县以东,本次地震的宏观震中附近,多条次级断裂左旋位错,

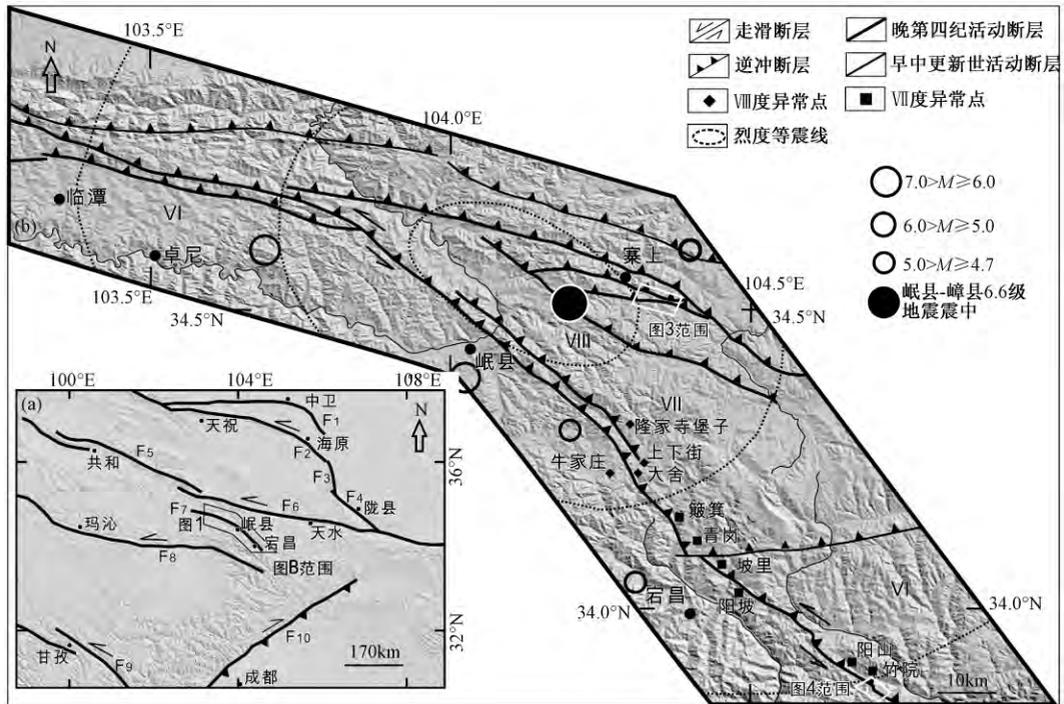


图1 活动断裂及地震烈度分布图

(a) 青藏高原东北缘地貌和断裂图,图中线框为图(b)的范围;(b)震中附近断裂与烈度异常点分布图;图(a)中主要断裂名称:F₁香山-天景山断裂;F₂海原断裂;F₃六盘山东麓断裂;F₄宝鸡-陇县断裂;F₅青海南山断裂;F₆西秦岭断裂;F₇临潭-宕昌断裂;F₈东昆仑断裂;F₉甘孜-玉树断裂;F₁₀龙门山断裂

晚第四纪活动性明显。岷县以东,以宏观震中以东的寨子为例(如图3),断层错动了山脊和水系,表现为明显的逆断裂兼具左旋走滑的性质。断裂F_{m1}最大水系左旋位移为155m,最大山脊垂直位移68m;断裂F_{m2}最大水系左旋位移为126m,最大山脊垂直位移81m。断裂F_{m3}水平位移不明显,最大山脊垂直位移87m;断裂F_{m4}水平位移不明显,最大山脊垂直位移23m。总体上看,岷县附近断裂的水平位移大于垂直位移。岷县以南,以宕昌县竹院为例(如图4),断裂最大水系左旋位移为190m,山脊垂直位移不明显。自岷县至宕昌南,临潭-宕昌断裂次级断裂减少,断裂由左旋走滑兼具逆冲性质,转变为以左旋走滑为主,断裂断错了山脊,使水系左旋位移,晚第四纪以来仍然有明显活动。

4 烈度异常点形成的机理分析

这些烈度异常点都沿临潭-宕昌断裂的主断裂分布,除牛家村和阳坡村外,其他异常点都分布在断裂的上盘。另外,这些异常点与断裂的距离都在2km范围之内,在断裂附近形成宽度约2km的一个狭窄的异常震害条带。未在地表发现本次地震造成的破裂,但野外调查发现沿断裂带形成了一系列的滑坡和崩塌(许冲等,2013),作者在宕昌县境内也发现沿断裂带发育一系列地震滑坡。岷县以南,临潭-宕昌断裂以左旋走滑为主,因此地震造成的强震动主要沿断裂传播,而在断裂两侧快速衰减,形成沿断裂带分布的狭窄烈度异常条带。



图 2 岷县 - 漳县地震震害异常点图(异常点位置见图 1(b))

(a) 隆家寺堡子房屋倒塌; (b) 牛家村房屋倒塌; (c) 上下街村房屋倒塌; (d) 大舍村房屋倒塌; (e) 青岗村墙体倒塌; (f) 簸箕村墙体倒塌; (g) 坡里村墙体裂缝; (h) 阳坡村墙体裂缝; (i) 竹院村山体滑坡

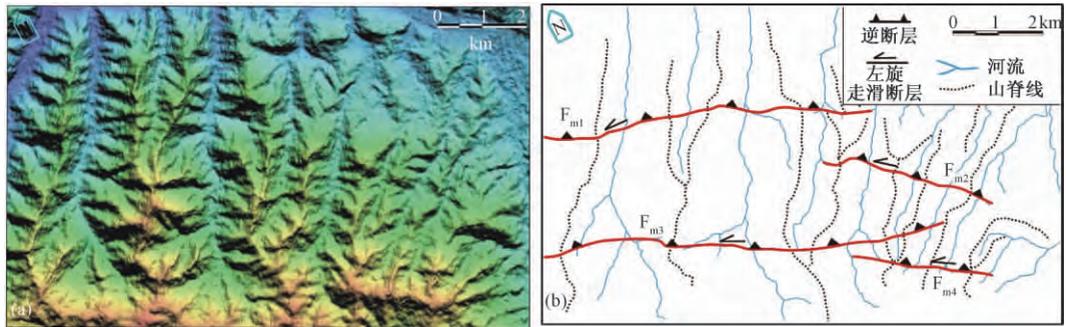


图 3 岷县北断裂解译图(具体位置见图 1)

(a) 岷县北 DEM 阴影图; (b) 岷县北断裂解译图; 由 4 条次级断裂组成, 错动了山脊和水系, 表现为明显的逆断裂兼具左旋走滑的性质

在现场考察中,发现这些灾害异常点大多分布在山坡上,地基土层以含砾粘土和粉砂为主,并且富含水,这种地基在强震动下容易引发地基失效,造成灾害。由此看来,由于临潭 - 宕昌断裂在岷县以南以走滑运动为主,本次地震的强震动在岷县以南主要沿断裂传播,同时,断裂活动使地基条件很差,容易发生地基失效,是形成这些烈度异常点的主要原因。

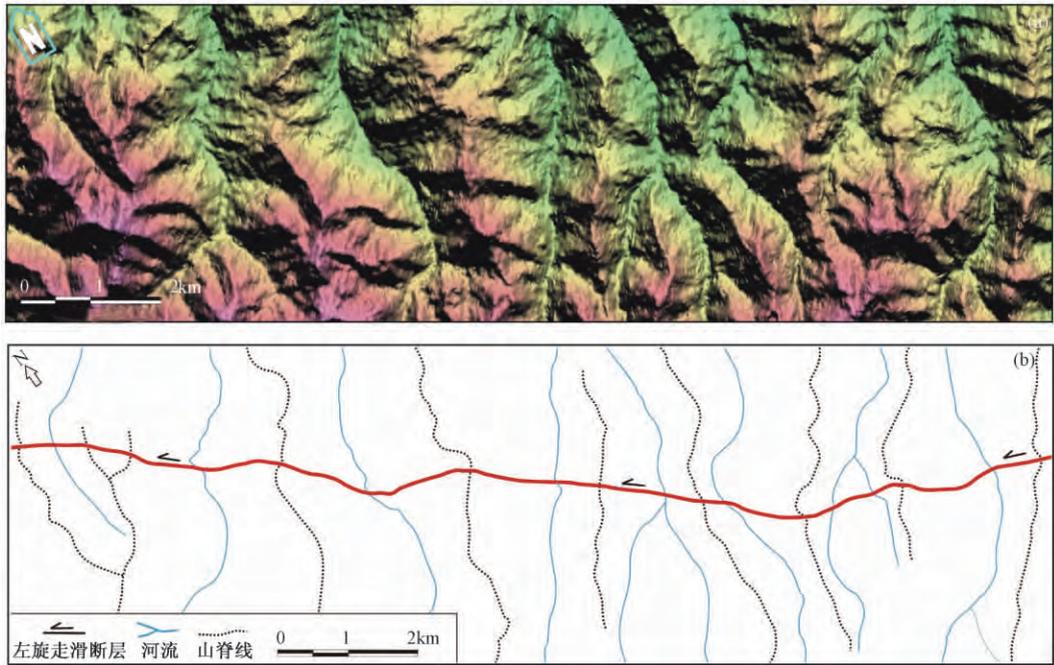


图4 竹院南断裂解译图(具体位置见图1)

(a) DEM 阴影图; (b) 断裂解译图; 断裂错动了山脊和水系, 表现为明显的左旋走滑性质

5 结论

遥感解译表明, 临潭-宕昌断裂在岷县东发育有多条次级断裂, 断裂性质为左旋走滑兼具有逆冲性质; 岷县以南, 断裂性质以左旋走滑为主。

本次地震在Ⅶ度区内形成Ⅷ度的异常点, 在Ⅵ度区内形成Ⅶ度的异常点, 这些异常点沿临潭-宕昌断裂附近约 2km 的范围内展布, 主要分布在断层的上盘。

分析表明, 由于临潭-宕昌断裂在岷县以南以走滑运动为主, 强震动在岷县以南沿断裂传播, 同时由于断裂活动形成软弱地基, 强震动引起地基失效形成烈度异常, 使得烈度异常点分布在断裂附近 2km 的狭窄范围内。

参考文献

- 姜春发、王宗起、李锦轶等, 2000, 中央造山带开合构造, 北京: 地质出版社。
- 李传友, 2005, 青藏高原东北部几条主要断裂带的定量研究, 193~203, 北京, 中国地震局地质研究所。
- 王志才、张培震、张广良等, 2006, 西秦岭北缘构造带的新生代构造活动—兼论对青藏高原东北缘形成过程的指示意义, 地学前缘, 13(4), 119~135。
- 许冲、徐锡伟、郑文俊等, 2013, 2013年甘肃岷县漳县6.6级地震触发滑坡及其构造分析, 地震地质, 35(3), 616~626。
- 俞晶星、郑文俊、袁道阳等, 2012, 西秦岭西段光盖山-迭山断裂带坪定-化马断裂的新活动与运动特征, 第四纪研究, 32(5), 957~967。
- 袁道阳, 2003, 青藏高原东北缘晚新生代以来的构造变形特征与时空演化, 137~145, 北京: 中国地震局地质研究所。

- 袁道阳、张培震、刘百麓等,2004,青藏高原东北缘晚第四纪活动构造的几何图像与构造转换,地质学报,78(2),270~278。
- 袁道阳、雷中生、何文贵等,2007,公元前 186 年甘肃武都地震考证与发震构造探讨,地震学报,29(6),654~663。
- 张国伟、孟庆任、赖绍聪,1995,秦岭造山带的结构构造,中国科学(B辑),25(9),994~1003。
- 张国伟、郭安林、刘福田等,1996,秦岭造山带三维结构及其动力学分析,中国科学(D辑),26(增刊),1~6。
- 张国伟、张本仁、袁学诚等,2001,秦岭造山带与大陆动力,1~855,北京:科学出版社。
- 郑文俊、刘小凤、赵广坤等,2005,2003 年 11 月 13 日甘肃岷县 $M_s5.2$ 地震基本特征,西北地震学报,27(1),61~65。
- 郑文俊、雷中生、袁道阳等,2007a,1573 年甘肃岷县地震史料考证与发震构造探讨,中国地震,23(1),73~83。
- 郑文俊、雷中生、袁道阳等,2007b,1837 年甘肃岷县北 6 级地震考证与发震构造分析,地震,27(1),120~130。
- 郑文俊、闵伟、何文贵等,2013,2013 年甘肃岷县漳县 6.6 级地震震害分布特征及发震构造分析,地震地质,35(3),604~615。
- Wang Z C, Zhang P Z, Garzzone C N, et al, 2012, Magnetostratigraphy and depositional history of the Miocene Wushan basin on the NE Tibetan plateau, China: Implications for middle Miocene tectonics of the West Qinling fault zone, J Asian Earth Sci, 44, 189~202.
- Zhang P Z, Shen Z K, Wang M, et al, 2004, Continuous deformation of the Tibetan Plateau from global positioning system data, Geology, 32(9), 809~812.

Abnormal earthquake intensity points and its mechanism of the Minxian-Zhangxian $M_s6.6$ earthquake on July 22, 2013, Gansu

Chen Zhengwei¹⁾ Tudeng Ciren²⁾ Yan Xiaobing³⁾

1) Institute of Earthquake Science, CEA, Beijing 100036, China

2) Earthquake Administration of Xizang Autonomous Region, Lhasa 850000, China

3) Earthquake Administration of Shanxi Province, Taiyuan 030021, China

Abstract On July 22, 2013, the Minxian-Zhangxian $M_s6.6$ earthquake occurred on the east segment of Lintan-Dangchang fault. The analysis of digital elevation and remote sense image shows that the east segment of Lintan-Dangchang fault is still active and the main thrust feature of the fault switches to left lateral slip. With the field research of intensity and damages, several abnormal points of 8 degree spread in isoseismal line of 7 degree and some abnormal points of 7 degree spread in isoseismal line of 6 degree. These abnormal points distribute along the hanging wall of the fault in width of 2km. The analysis based on remote sense and digital elevation model shows that the segment of the Lintan-Dangchang fault south Minxian mainly slips in left literal. The fault movement made the soil soft in the fault zone. The earthquake motion propagates along the fault zone. The strong earthquake motion causes foundation failure in the soft soil along the fault zone and the abnormal intense points of disaster formed.

Key words: Minxian-Zhangxian $M_s6.6$ earthquake Lintan-Dangchang fault Earthquake intensity Disaster