

1990年甘肃天祝——景泰6.2级地震 烈度及发震构造的探讨

才树华 侯珍清 贾云鸿 侯康明*

(国家地震局兰州地震研究所)

摘 要

1990年10月20日在甘肃省天祝景泰地区发生6.2级地震。震中区烈度为Ⅳ度呈长椭圆形,长轴走向 $N85^{\circ}W$,长9.5Km;短轴长2.5Km,面积 $18.5Km^2$ 。Ⅴ度区呈椭圆形,长轴走向 $N80^{\circ}W$,长27Km;短轴长11Km,面积(不含Ⅳ度异常区的 $4.2Km^2$) $228.9Km^2$ 。Ⅵ度区呈椭圆形,长轴走向 $N80^{\circ}W$,长45Km;短轴长22Km,面积 $562.4Km^2$ 。地震地面运动的优势方向具有一定的区域性和反时针旋转特征。地震裂缝走向NW、NWW、EW向,与主体构造线的走向方位基本吻合。主震位于毛毛山——老虎山断裂中段构造枢纽部位,断裂走向 $N80^{\circ}W$,晚第四纪为左旋走滑运动。余震围绕主震成丛状分布并沿左旋迁移发生,由其推测,地震破裂面产状 $N58^{\circ}W/SW<66^{\circ}$ 。震源机制解B节面产状 $N82^{\circ}W/SW<60^{\circ}$ 。事实说明,天祝景泰6.2级地震的发生是毛毛山——老虎山断裂现今活动的结果。

1990年10月20日在甘肃省天祝景泰地区发生了6.2级地震。这是自1954年山丹7 $\frac{1}{4}$ 级地震和民勤7级地震后,36年来甘肃省发生的最大地震。

一、地震基本参数

发震时间:1990年10月20日16时07分24.5秒

震级:MS:6.2级

微观震中: $N37.1^{\circ}, E103.5^{\circ}$

宏观震中: $N37^{\circ}07', E103^{\circ}37.5'$

震源深度:15公里

震源机制解:见表

* 参加首次考察的还有以下同志:汤泉、王振亚、王彦宾、康庆强、关凤银、龙恩华、张守洁、蒋小泉、马尔曼、袁道阳、何新社、姚凯、于长勇、扬春秋、范多昌、王向农、杨波。

1990 年 10 月 20 日天祝——景泰 6.2 级地震震源机制解

	A 节面	B 节面	P 轴	T 轴	N 轴	X 轴	Y 轴
走 向	26°	98°					
倾 向	118°	9°					
倾角	60°	60°					
方位角			63°	334°	214°	9°	118°
仰 角			46°	0°	44°	30°	30°

(据温增平)

二、宏观烈度

6.2 级地震发生在毛毛山——老虎山的高寒山区。当地交通不便,经济比较落后,居民多从事农牧业生产。区内新式建筑很少,且多为近年修建的单层砖木结构和砖混结构的机关和商业建筑,抗震性能较好。民房占大多数,为土搁梁房屋和简易木架土坯房。屋墙角咬合不牢或者未经咬合,房屋的整体性和抗震性能较差。棚圈数量较大,为土筑墙和土坯墙,木椽泥顶,材料简单,施工粗糙,多数抗震性能很差。居民院墙多为土筑墙也有少量的土坯墙。前者的抗震性能相对较好。根据震区的实际情况,我们对这次地震烈度的鉴定,仍然采用《新中国地震烈度表》的标准进行的。同时,在工作中注意结合当地的地形地貌、地质、建筑物类型,以及施工质量等具体情况进行必要的修正和调整。将震区烈度划为Ⅷ—Ⅵ度,Ⅴ度及以下区域未予区分,Ⅵ度以上地区面积为 814Km²。

Ⅷ度区,包括震中区和Ⅷ度异常区。

震中区。范围西起大圈湾,东止下淌东,北起阿门岷,南止大圈湾——车路沟一线,包括下淌、车路沟、大圈湾三个村庄。震中区呈长椭圆形,长轴走向 N85°W 与构造线平行,长 9.5Km;短轴长 2.5Km,面积 18.5Km²。

Ⅷ度异常区。在震中区西北Ⅶ度区内有一个Ⅷ度烈度异常区。区内包括高岭墩、玉塘和碌子沟三个自然村,面积 4.2Km²。

现将Ⅷ度区部分居民点的破坏情况介绍如下:

下淌:房屋倒塌 195 间,破坏 100 余间,其余的均有严重裂缝;倒塌棚圈 81 间。北西西向断裂从村中穿过,断层南侧(即断层的上盘)房屋的破坏程度略重。

车路沟:村中仅有六户居民。村内半数以上房屋倒塌或歪斜,其余的均有较宽裂缝成为危房。居民院中见有地裂缝(详后)。

高岭墩:村中绝大多数房屋倾倒或严重破坏,其余房屋墙体均出现宽裂缝。村庄内外多处出现地裂缝(详后)。

玉塘:均 95% 的房屋倒塌,其余房屋的墙体出现大裂缝,檐顶开裂。村后的山坡上见有地裂缝(详后)。

Ⅶ度区。范围西起配种站西,东止俞家台东,北界沿三岔——甘沟口——宽沟一线以南,南界沿松山——老虎山主峰北侧通过。Ⅶ度区呈椭圆形,长轴走向 N80°W,长 27Km;短轴长 11Km,面积 228.9Km²。区内主要居民点:蕨麻、松山、藏民村、囊锁寺、杨家磨、陈家庄、张家岭、

俞家台、新墩湾、石窝子等,部分村庄破坏情况如下。

松山:松山乡政府所在地。乡卫生院砖柱土坯房严重破坏。供销社砖砌的南院墙震裂上部向院内倾斜,砖木结构的旧门市部(现为库房)女儿墙全部向北倒塌西南角砖柱断裂,新建的砖混结构的门市部女儿墙东侧倒塌。粮站办公用的砖柱土坯房北墙上部倒塌顶棚下落,库房土坯隔墙倒塌。松山内城局部倒塌。村内个别房屋倾倒,部分破坏,其余房屋墙体普遍开裂,院墙倒塌的较少。

麻麻:原有房屋280间,地震倒塌40间,其余的房屋均有程度不等的损坏。多数农户院墙震塌和开裂。

杨家磨:房屋倒塌严重,其余的均有较宽裂缝,震后泉眼冒黑水。

张家岭:全村共有房屋59间,其中约90%房屋墙体歪斜或有大裂缝成为危房,其余房屋均有裂缝。45间棚圈倾倒或严重损坏。场院上麦垛歪斜,地面出现东西向裂缝,震时裂口宽20cm后又合拢。

俞家台:共有房屋41间,其中5%倒塌,其余房屋受到破坏或严重损坏。32间棚圈全部倒塌。

石窝子:房屋破坏较重,墙体开裂,木梁下落。全村56户居民中13户受灾严重。

Ⅵ度区。范围西起跑马滩,东止骗马沟,北界位于干城——新堡——井子川一线以南,南界沿达隆寺——红庄子——红岷一线以北通过。Ⅵ度区呈椭圆形,长轴走向 $N80^{\circ}W$,长45Km;短轴长22Km,面积 5624Km^2 。区内主要居民点:先锋、卧龙沟、峡儿水、大水村、永泰、曾家庄、元庄子、尖山等,其中部分破坏情况如下:

先锋:全村有8户居民,其中两户受灾较重。杨文志家的9间房屋均有破坏,北房后墙向内倾斜。李成行家的8间房屋均成为危房,墙拐角出现上下贯通裂缝,北房后墙向外倾斜。

卧龙沟:现为天祝县种羊场一分场驻地。村内共有35间砖柱土坯房,其中有7间房屋的砖柱与土坯之间开裂,裂缝宽约1cm,部分屋檐脱落,屋顶上的烟囱普遍掉砖或者倒塌。

峡儿水:村内房屋均出现宽约5mm的裂缝,有些老房子和部分土砸窑倒塌。地震时人们感觉地面摇晃的很厉害,以至难以逃出房屋。村后山上桌子般大小的石块往下滚落,刚犁过的田垄即被摇平,供销社门市部货架震倒商品散落一地。

大水村:村庄位于老虎山南麓。全村共有400余间房屋,其中大约30%的房屋墙体出现2—3mm宽的裂缝。震时地面晃动很厉害,老年人有被摇倒的感觉。村后山坡石块滚落。村庄以北相距约2.5Km响水沟内有一座羊圈。羊圈由片石砌成,周长80m,墙高1m余,墙底部宽1m,地震时整个羊圈被摇倒。

永泰:村庄位于永泰古城廓之内,现有房屋750间,约有90%的房屋出现裂缝。校舍50间,其中正规木架结构教室榫卯松动,马头墙砖包柱开裂。永泰东城墙部分崩塌,南城门落砖。

曾家庄:有房屋220间,其中倒塌3间,破坏16间,损坏40间,其余均有裂缝。倒塌新土砸窑3间,所有棚圈均遭破坏和损坏。

元庄子:村内几乎所有房屋墙角和门窗边框处出现裂缝,裂缝宽数毫米至一厘米不等,屋顶开裂的比较普遍。震时地声响如雷鸣,尘土飞场,桌、柜上的物品倾倒,屋架剧烈作响,山石滚落,人们惊逃户外。

甘沟口:土筑院墙有垮塌,房屋东西墙体普遍开裂,教室北墙砖柱上部震落。

三、地面运动和地裂缝

天祝景泰 6.2 级地震的地面运动现象较为明显。地震时松山居民首先感觉地面有一股向上抛并作反时针旋转的力,紧接着的是东西向的摇摆。张家岭居民先感觉地面上上下下跳动,然后作南北向的上下旋动。建筑物的破坏和倒塌具有一定的方向性。在Ⅶ度区的南半部,尤其是它的西南部,建筑物的南、北墙相对破坏为重,并多朝北侧倾倒。如建于朝的松山城,是一个规模宏大的土筑城廓。其内城墙体高 12m,底部宽 5m,地震时有一段南墙向北侧倾倒,倒塌长度 10m 余。松山乡政府院墙系 1988 年修建的砖围墙,其由东、南、西三面墙体组成。地震时整个南院墙从根部开始向北侧倾倒,东西两侧墙体却完好无损。沿东西走向的松山村街道两旁,普遍见到南、北院墙和南、北屋墙破坏为重,并多朝北侧倾倒。在Ⅶ度区北半部,特别是Ⅷ度异常区内建筑物的东、西墙相对破坏重些,它们多朝东倾倒。区内部分建筑物的破坏还反映地震时地面发生过旋转运动。如车路河罗文学家院中的神龛柱(砖砌,高 1m),震后相对原址反时针转动 $3^{\circ}30'$ 。松山供销社归门市部的西南角砖柱震断为三段。因受围墙和屋墙阴挡,中下两段之间不见扭动,其上段相对中段作反时针转动。供销社院内一座朝西的土坯房,地震时东南角砖柱断为两截,上段相对下段(下段因受墙体阻挡基本未移位)作反时针旋转,角度 $3^{\circ}42'$ 。

震后,在Ⅷ度区和Ⅶ度区的个别地方见有地震裂缝。如前述的车路沟罗文学家院中平坦地面上出现有东西走向的锯齿头裂缝,裂缝长 5m,宽 5mm。在高岭墩打麦场上有三条规模相近相互平行的地震缝。其走向 $N55^{\circ}W$,长 20—30m,宽 5mm。玉塘村后山坡上有三条走向 $N70^{\circ}W$,宽 5mm 顺山脊延伸直达山顶的地裂缝。上述地裂缝的展布均与当地的北西西—东西向断裂相近。部分天然剖面反映,地表裂缝向下至少延深 2—3m 以上。除了构造因素外,地裂缝的形成还受地面振动效应和周围的地形地貌等因素控制。

四、发震构造

天祝景泰 6.2 级地震的宏观震中位于祁连山东端雷公山——毛毛断裂的东段,亦即毛毛山——老虎断裂之上。雷公山——毛毛山断裂西起甘(肃)青(海)交界的雪龙横山东北麓,向东经毛毛山北麓,老虎山北麓,东端止于景泰盆地西缘。断裂总体走向 NWW ,长 150Km,是由多条斜烈度布的次级断裂组成的断裂带。现今活动以左旋走滑为主并伴有一定的倾滑分量。

毛毛山——老虎山断裂西起毛毛山主峰东北麓,向东沿黑马圈河谷地、草峡、阿门岷、老虎山北麓至喜集水。断裂走向 $N80^{\circ}W$,长 67Km。阿门岷以东断裂倾向 SW ,倾角 60° ;以西断裂倾向 NE ,倾角 50° 。以阿门岷断裂枢纽部位为界,可将断裂划为东、西段。断裂东段长 33Km,在其西部见有次级断裂呈左旋左阶排列,在次级断裂的阶区部位发育规模不大的拉分盆地。断裂西段走向平直,为直线型剪切破裂。

第四纪以前,毛毛山——老虎山断裂为挤压逆冲型断裂。如新墩湾断层剖面反映,老断裂破碎带出露宽度可达 220m。断裂破碎带由黑色、黑绿色断层泥,挤压透镜体和碎裂岩等组成。破碎带内小断层相当发育,它们的走向与主断面平行,倾角近于 90° 。早更新世末至中更新世初期以来,随着青藏块体的快速抬升和在本区朝北东方向的推挤,在它的运动过程中遇到阿拉善块体和鄂尔多斯块体的阻挡,在青藏块体的东北部形成了由四条走向北西西——北西——北北西向的弧形断裂组成的断裂束。其中,毛毛山——老虎山断裂和它的西延部分,以及它以东的海原断裂共同组成毛毛山——南、西华山——六盘山断裂带。在弧形断裂束中,它是一条

规模最大、活动性最强的断裂带。

从老虎山的山体位移和早更新统地层不整合线被错断的情形分析,早更新来至中更新世初期以来,毛毛山——老虎山断裂东段左旋水平位错幅度可达8—9Km。晚更新世以来断裂活动迹象相当清楚。从毛毛山主峰东北麓至松山水形成宽窄不一的狭长状断裂谷,以及时代更新宽度更窄的断层沟槽,形成谷中谷地貌。沿断裂带左旋位错山脊和水系的现象比比皆是。沿断裂带还分布一系列泉点,断层泉发育是毛毛山——老虎山断裂的一个显著特点,同时也是断裂新活动的标志之一。晚更新世初期以来,毛毛山——老虎山断裂左旋水平位错400—600m,垂直位错50—60m。晚更新世中期以来,阿门岷以西断裂左旋水平位错175m,垂直位错30m;以东,左旋水平位错200m,垂直位错20m。沿毛毛山——老虎山断裂,不同级别的水系位错呈不等幅阶状分布,反映晚第四纪时期断裂一直处在不等速滑动的状态之中。断裂平均左旋水平滑动速率为4—5mm/a,同时,断裂滑动速率具有由西向东增大的趋势。

从前述天祝景泰6.2级地震宏观破坏情况看出,地震的震中区位于毛毛山——老虎山断裂带上,震中区长轴的展布与断裂带相一致。从下淌至陈家庄,沿断裂带分布的村庄,同一村庄的破坏程度不同,即位于断层上盘侧的房屋破坏重,而位于断层下盘一侧的房屋相对略轻。

天祝景泰6.2级地震震中位于毛毛山——老虎山断裂中段,以主震为中心余震成北西走向的丛状分布。余震震源深度5—20Km,其中深度5Km的较浅余震主要分布在主震的西北侧,深度20Km的较深余震均分布在主震的东南侧,与当地断裂产状极为一致。从余震的三维分布推测,断层走向 $N53^{\circ}W$,倾向 SW ,倾角 66° 。主震发生以后,余震大体是沿左旋方向迁移发生的,据此推测发震构造是左旋运动的(刘维贺、肖丽珠、姚同福,天祝、景泰6.2级地震余震序列特征,1990)。震源机制解 B 节面走向 $N82^{\circ}W$,倾向 SW ,倾角 60° ,与毛毛山——老虎山断裂的产状相吻合。

事实证明,毛毛山——老虎山断裂是这次天祝景泰6.2级地震的孕震和发震构造,地震的发生是断裂现今活动的结果。

参 考 文 献

(1)国家地震局地质研究所、宁夏回族自治区地震局,海原断裂带,地震出版社,1990

(2)国家地震局鄂尔多斯周缘活动断裂课题组,鄂尔多斯周缘活动断裂系,地震出版社,

1988