

2008年3月30日甘肃肃南5.0级地震特征

代 炜, 严武建, 马占虎

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要:2008年3月30日在甘肃省肃南县皇城寨一带发生了一次 $M_s5.0$ 地震。本文归纳总结了本次地震的基本地震参数、序列特征,利用P波资料计算了震源机制解,根据地震现场考察结果分析了烈度分布特征。综合本次地震的地质构造和历史地震活动背景、震源机制、余震分布、极震区长轴方向分析了本次地震的发震构造,结果显示本次地震的发震构造不清晰。

关键词:肃南 $M_s5.0$ 地震;地震参数;地震序列;发震构造

中图分类号: P315.71 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2010)03-0307-06

Principal Features of Sunan $M_s5.0$ Earthquake on 30 March 2008 in Gansu Province

DAI Wei, YAN Wu-jian, MA Zhan-hu

(Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, China)

Abstract: A moderate earthquake ($M_s5.0$) occurred on 30 March 2008 in Huangcheng town, Sunan county, Gansu province. The principal parameters and sequence character of the event are summarized, the earthquake focal mechanism is inverted with P motion, and distribution of the seismic damage is analyzed based on the date of the field investigation. The tectonic background of the event is discussed in the views of regional tectonics, seismic activities, focal mechanism, distribution of aftershocks and the major axis of epicenter area, but the result shows that the causative structure is not clear.

Key words: Sunan $M_s5.0$ earthquake; Earthquake parameters; Earthquake sequence; Causative structure

0 引言

2008年3月21日新疆于田7.3级地震发生在阿尔金活动断裂上,震源机制显示该地震为正断型地震。祁连山地震带西段和阿尔金活动断裂交汇的部位存在最先发生响应的可能。2008年3月30日在祁连山地震带中东段甘肃省肃南裕固族自治县发生5.0级地震,是2003年10月25日民乐-山丹地震后祁连山地震带平静5年后的第一次中强地震,也可能预示祁连山地震带新一轮地震活动的开始。本次地震作为新疆于田7.3地震后在祁连山地震带的响应地震,位置比预想的偏东。本文就该地震的一些基本特征进行研究。

1 地震基本参数

1.1 地震三要素

地震发生后,甘肃省地震局地震台网中心和中国地震局台网中心对该地震进行了定位,定位结果见表1。

1.2 震源机制解

收集甘肃台网21个台站和青海台网26个台站的P波初动数据,其中13个Pg初动,34个Pn初动,求得震源机制如图1(a)。该计算震源机制的程序由中国地震局地球物理研究所许忠淮研究员编制,使用该方法求得的是震源机制的平均解。图1(b)是国家地震科学数据共享中心给出的震源机制

收稿日期:2009-02-03

基金项目:甘肃省自然科学基金(0710RJZA070);地震科学联合基金(C07048);中国地震局兰州地震研究所论著编号:LC2009011

作者简介:代 炜(1976-),男(汉族),甘肃西和人,现从事地震预报和数字化资料应用研究工作。

解。二者基本一致。震源机制显示该地震为走滑型地震(表2)。

表1 2008年肃南5.0级地震基本参数

编号	日期	时间	震中位置		震级 /M _s	震源深度/ km	参考地名	资料来源
			纬度	经度				
1	2008-03-30	16:32:26	37°55'	101°55'	5.0	27	甘肃肃南裕固族自治县	甘肃省地震局
2	2008-03-30	16:32:29	38°	102°	5.0	33	甘肃肃南裕固族自治县	中国地震台网中心
3	2009-03-30	16:32:36	38.12°	101.81°	5.0	10		国家地震科学数据共享中心

表2 不同来源的震源机制

编号	节面 I/°			节面 II/°			P 轴/°		T 轴/°		B 轴/°		矛盾比	资料来源
	走向	倾角	滑动角	走向	倾角	滑动角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角		
1	334	47	-177	242	88	-44	189	31	297	28	60	46	0.19	代炜
2	60	78	19	325	71	167								国家地震科学数据共享中心

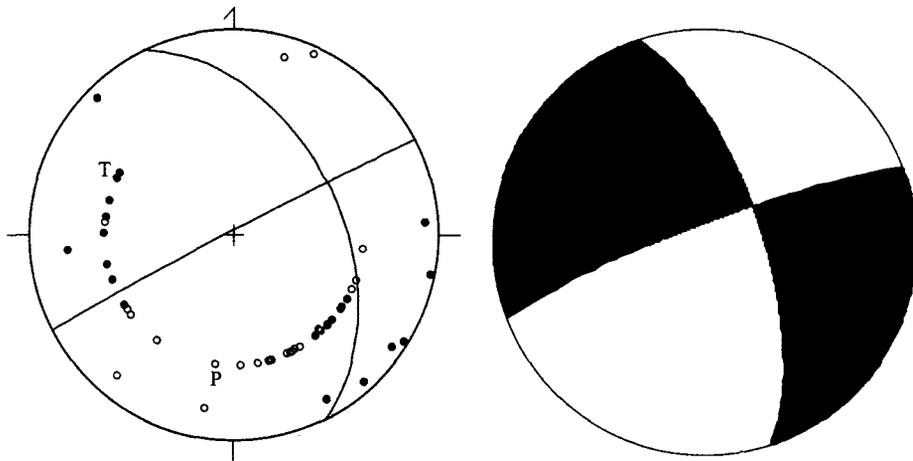


图1 不同来源的肃南5.0级地震的震源机制

Fig.1 Focal mechanism solutions of the Sunan M_s5.0 earthquake from different data.

2 地震序列特征

肃南5.0级地震发生之后,余震比较发育,截至7月31日,共发生余震98次,其中1.0~1.9级地震47次;2.0~2.9级地震8次;3.0~3.9级地震1

次;4.0~4.9级地震1次。最大余震为4月21日4.0级。98次地震中有84次地震转换成面波震级后,震级大于零,有14次地震转换后震级小于零。2级以上地震见表3。

表3 肃南5.0级地震 M_s≥2.0 余震

编号	日期	时间	震中位置		震级 /M _s	震源深度/ km	参考地名	资料来源
			纬度/°	经度/°				
1	2008-03-30	17:42:01	37.90	101.90	2.0	27		
2	2008-03-30	20:45:02	37.88	101.90	2.2	27		
3	2008-03-31	23:18:01	37.88	101.90	2.3	11		
4	2008-03-31	23:40:01	37.88	101.90	2.5	21		
5	2008-04-01	05:22:02	37.87	101.80	2.0	5		
6	2008-04-01	08:37:02	37.88	101.90	3.7	20	甘肃肃南裕固族自治县	甘肃省地震局
7	2008-04-07	13:10:04	37.92	101.90	2.2	20		
8	2008-04-21	05:42:02	37.88	101.90	4.0	36		
9	2008-05-26	18:13:00	37.92	101.90	2.0	0		
10	2008-07-06	02:25:03	37.88	101.90	2.1	7		

2.1 时间分布特征

序列 M-t 图和 N-t 图(图2)显示主震发生之后余震的衰减很快,序列余震主要以2级以下地震为主。序列明显分为三个时间阶段:第一阶段为在5

月份之前,余震比较发育,余震强度2级左右;第二阶段为6月至7月,余震活动水平低;第三阶段为7月份之后,该地震频度相对较高而余震强度低,主要是1级左右地震活动。序列前后期余震强度和频度

均高于中期,这种现象可能受台网监测能力的影响: 力明显增高。强度和频度均表明该地震具有主震- 6月18日“十五”测震台网开始运行,地震的监测能 余震型地震序列的特征。

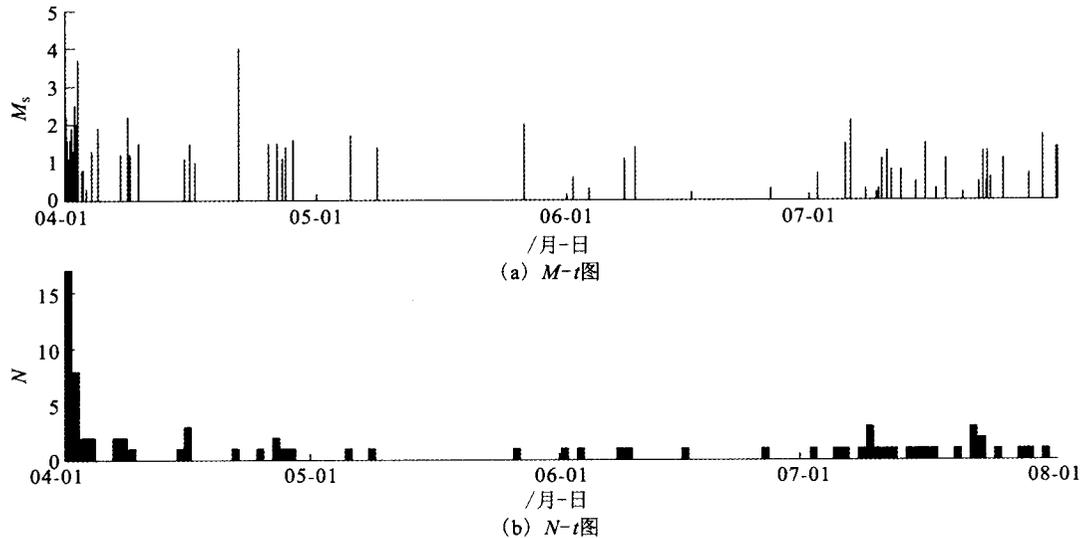


图2 肃南5.0级地震 $M-t$ 图和 $N-t$ 图

Fig. 2 $M-t$ and $N-t$ diagrams of the Sunan $M_s5.0$ earthquake.

2.2 空间分布特征

图3给出了肃南地震序列中84次震级大于零的地震的震中分布图。2.0级以上余震集中分布在主震附近;2级以下余震向NW和SE向发散,形成以NW向为主的两个比较明显的优势分布方向。其

中NW向条带和皇城-塔儿庄断裂的走向基本一致;SN向条带和震源机制解中的一个节面的走向一致。图3还给出了三种来源定位的主震震中分布,经过比较,主震震中以甘肃台网的结果为准。

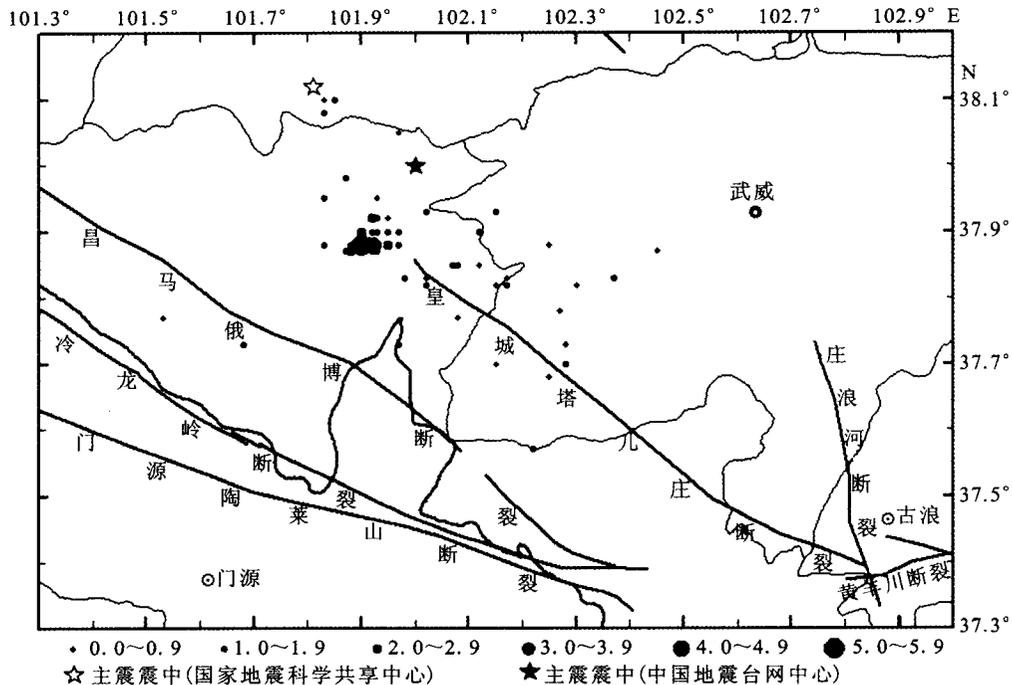


图3 肃南5.0级地震序列震中分布图

Fig. 3 Distribution of the epicentres in Sunan earthquake sequence.

2.3 序列类型判定

最大余震4.0级,发生在2008年4月21日主

震发生后 22 天,距主震 1.8 km。序列 h 值为 1.3, h 值大于 1;最大余震和主震震级差为 1.0;主震能量占全序列能量的 95.8%;最大余震与主震的能量比为 0.012。根据以上参数判定该序列为主震-余震型地震序列^[1]。

3 震害特点

在仪器震中周围农村抽取 52 个调查点进行调查,结果显示宏观震中位于皇城村,极震区烈度达 VI 度。长轴方向近东西向,极震区面积 492 km²。烈度分布见图 5。震害特征表现为:

(1) 当地民房绝大多数是砖木结构房屋,抗震性能较好,震后屋架严重破坏很少,但墙体轻微开裂、陈旧性裂缝加剧等震害十分普遍。

(2) 本次地震震源较深,震区民房大多建在河谷平地,地基相对较好,且居民房屋抗震性能相对较好,因此本次地震有感范围较大,破坏较轻的特点。

(3) 肃南县皇城镇海拔高,气候阴湿寒冷,地震时尚处于冰冻期。地基的冻融过程对建筑结构有影响,要重视解冻后地基凸起和沉降可能加大受损房屋的危害,要尽早采取措施应对。

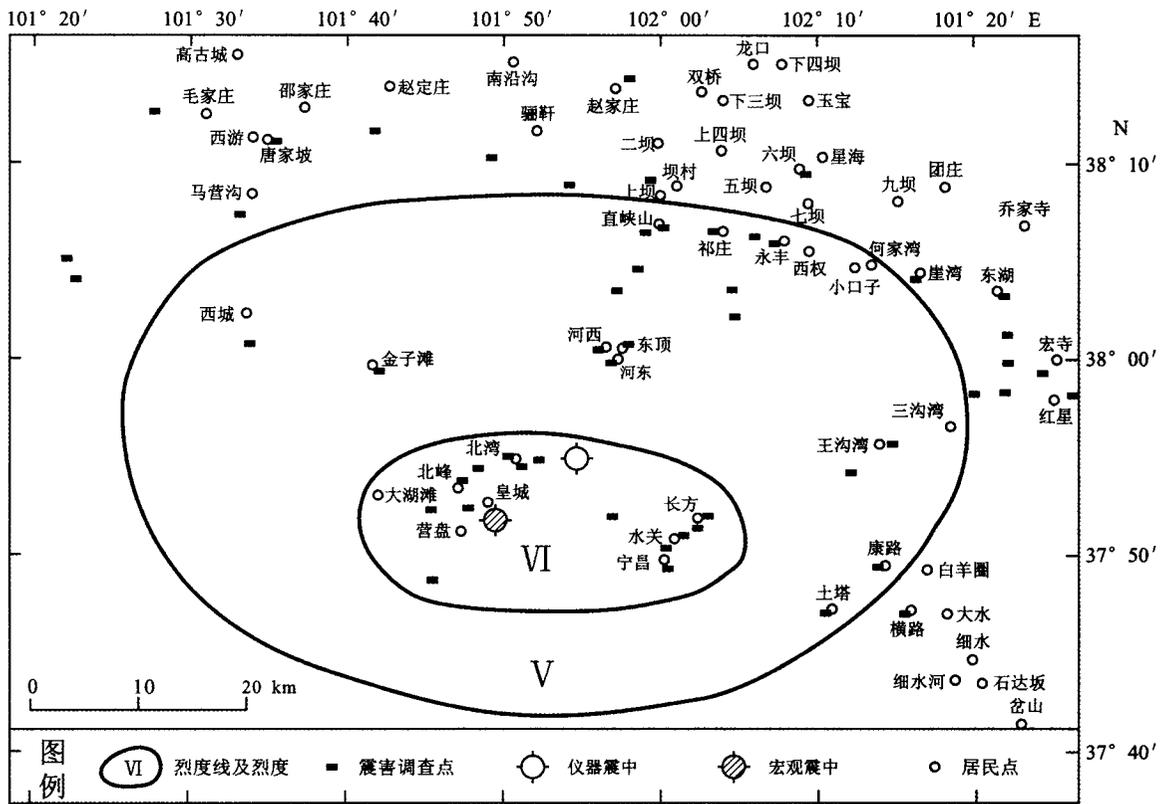


图 4 肃南 Ms5.0 地震等震线图

Fig. 4 Isoseismal lines of the Sunan Ms5.0 earthquake.

4 历史地震活动和发震构造背景

4.1 历史地震活动

以本次地震为中心周围 300 km 范围内 1900 年以来发生多次 5 级以上中强地震,其中 5.0~5.9 级地震 19 次,6.0~6.9 级地震 3 次,7.0~7.9 级地震 1 次,8.0~8.9 级地震 1 次,最大为 1927 年古浪 8 级地震。本次地震距 1927 年古浪 8.0 级地震震中仅 35 km,在后者的震中区内(图 5)。

4.2 现今地震活动背景

2008 年 3 月 21 日新疆于田发生 7.3 级地震,位于阿尔金左旋走滑活动断裂的西端。中国地震台网给出的震源机制解显示该地震为逆冲型地震,主压应力方向为 NEE 向;哈佛给出的震源机制解显示该地震震源机制为拉张型兼有一定的走滑分量,主压应力方向为 NWW 向。不论是拉张还是逆冲,都显示阿尔金活动断裂的开始活动,其影响范围有三种可能:一是应力沿阿尔金活动断裂传递,在祁连山西段形成应力集中的部位;二是沿东昆仑活动断裂传递,在甘肃东南部形成应力集中;三是在第二弧形带

形成应力集中,继而影响云南地震的活动。这三个可能的部位也可能本身就是7.3级地震后首发中强地震的地方。该地震发生后数小时内,云南发生一次5.0级地震,地点比预想的要偏西南;肃南5.0级地震发生在3月30日,在祁连山东段,比预想位置要偏东。

对祁连山地震带小震月频度扫描发现,在肃南地震之前的3月份小震活动突然增强。祁连山地震带小震活动的连续递增强和突然增强都能指示祁连山地震带存在发生中强地震的危险^[2]。缩小范围至震中50 km范围内发现仍然存在地震频次突然增高现象,但这种现象在震情跟踪工作中没有被注意到。该地震发生在古浪窗口这一特殊的位置。古

浪窗口是1920年古浪8.0级地震的震中区,8.0级地震之后小震活动一直比较多,对祁连山地震带中强地震的活动具有窗口效应^[3]。这次地震前该窗口也存在小震突然增强活动的现象。

4.3 发震构造探讨

本次地震发生在祁连山地震带中东段地区的大黄山隆起东缘。地形上西高东低。大黄山隆起是武威盆地和张掖盆地的分界线,围绕大黄山隆起在历史曾发生过多中强地震。祁连山地震带是由多条NW向活动断裂和NNW向活动断裂组成的断裂带,往东越过庄浪河断裂后,断裂走向转为近东西向(图5)。

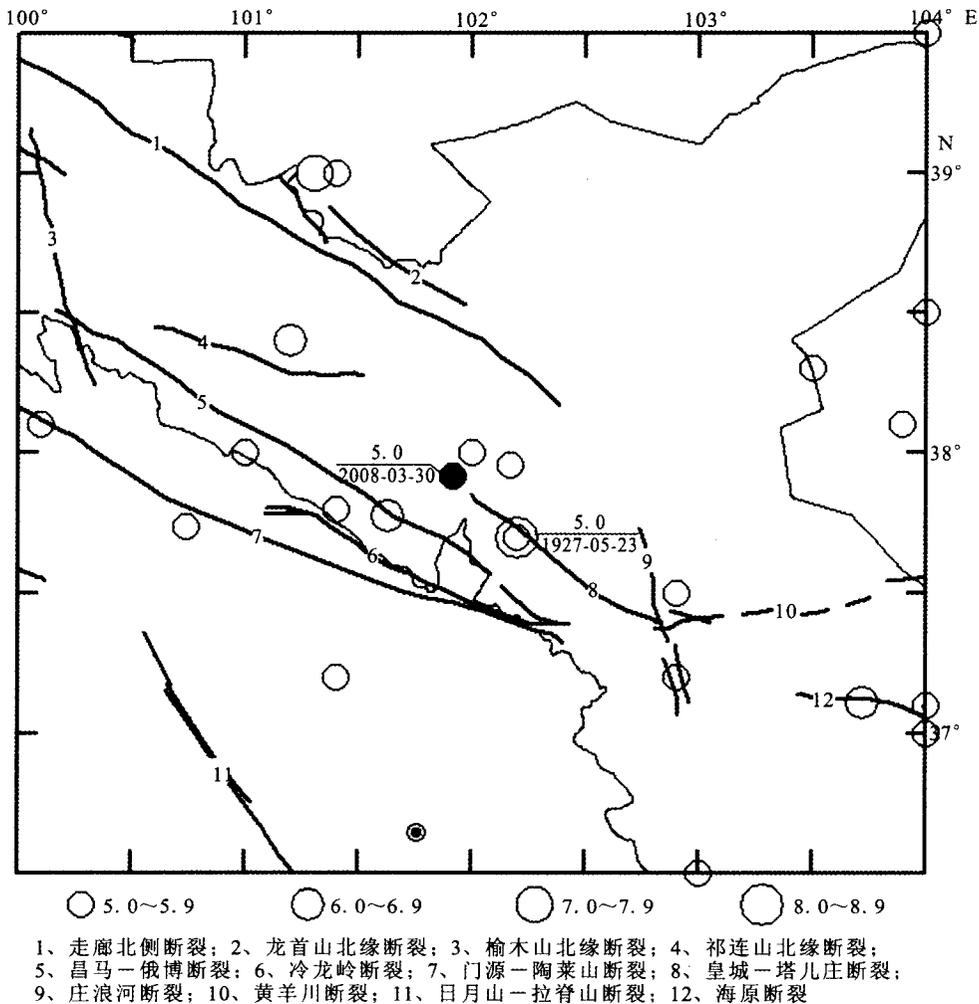


图5 历史地震及构造分布图

Fig. 5 Distribution of historical earthquakes and faults.

仪器震中位于皇城-塔儿庄断裂向西北延伸约8 km处。皇城-塔儿庄断裂属逆走滑断裂,形成于燕山期,第四纪活动。1927年古浪8.0级地震就发

生在该断裂的中东段。其南部是昌马-俄博断裂也是一个比较活动的断裂,曾在1932年发生了7.6级地震。其北部的龙首山北缘断裂曾在1954年发生

一次7.3级地震。在其西北的民乐盆地,2003年10月25日发生了6.1和5.8级地震,也是祁连山地震带最近的一次中强地震。由此表明这一地区断裂新活动性强,地震活动水平高,发生本次地震存在构造条件。

本次地震为一次中等强度地震,没有形成地表破裂带,根据地震基本参数及现场调查结果综合判定本次地震的发震构造:(1)震源机制解(表2)中的节面I走向 249° ,节面II走向 342° ,两个节面的走向和皇城-塔儿庄断裂的走向不一致,也与周围距离较远的断裂走向都不一致。P轴方位角 204° ,震源机制为走滑兼逆冲型。皇城-塔儿庄断裂也是逆走滑活动断裂。1927年古浪8.0级地震的震源机制显示P轴方位角 258° ^[4],表明该地区受NE向构造应力作用。本次地震和古浪8.0级地震同属于一个构造应力场。(2)烈度图显示极震区长轴走向近东西。(3)余震分布略显南北向和北西向条带交汇。虽然余震条带中的一条和节面走向基本一致,但是据此还不能就判定该地震的发震构造。经过扫描发现该地区小震活动背景存在北西和南北向条带。(4)地震震中位于皇城-塔儿庄断裂的延伸方向上,难以判定地震发生在断层的上盘还是下盘。根据以上结果很难判定该地震的发震断裂。

本次地震发震在1927年古浪8.0级地震的极震区。在经历了强烈的大震震动后,极震区构造非常破碎。一般在构造破碎地区很难累积发生更大地

震的能量,在这样的地区发生各种震源机制类型地震的可能都存在,因此本次地震的发震构造不清晰是符合实际的。

5 结论

2008年3月30日甘肃省肃南地震发生在祁连山地震带东段,1927年古浪8.0级地震的极震区。震源机制显示该地震为走滑型地震。序列为主震-余震型地震序列。震前曾有前震活动,但是发生在古浪地震窗口中而难以区分。宏观震中位置位于甘肃省肃南县皇城镇一带,极震区烈度为VI度,极震区为长轴东西向的椭圆形。其震害及烈度均明显低于同等强度的其它地震,其原因主要是因为当地民房绝大多数大多建在河谷平地,地基相对较好,房屋结构以砖木结构为主,抗震性能较好。地震震中位于历史特大地震的极震区,造成本次地震的发震构造不清晰。

[参考文献]

- [1] 国家地震局科技监测司.地震学分析预报方法程式指南[M].北京:地震出版社,1990:1-30.
- [2] 杨立明,刘小凤.祁连山地震带地震短期综合预报方案研究[J].西北地震学报,2006,28(3):193-203.
- [3] 刘小凤,梅秀萍,张小美.青藏高原北部地区地震窗口特征及其预报意义[J].西北地震学报,2003,25(4):359-364.
- [4] 郭增建,马宗晋,林伟凡,等.中国特大地震研究[M].北京:地震出版社,1988:208-229.