

对143年甘谷西7级地震史料的新见解

袁道阳^{1,2,3}, 雷中生², 葛伟鹏^{2,3}, 刘兴旺^{2,3}, 刘百麓², 张俊玲²

(1. 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081;

2. 中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000;

3. 中国地震局地震预测研究所兰州科技创新基地, 甘肃 兰州 730000)

摘要:根据地震历史资料的考证分析, 143年甘谷西地震可能由2次地震组成, 其中陇西、汉阳(今甘谷)、武都三郡地震有感区为一次地震, 称为南区; 张掖、武威、北地(今吴忠)三郡地震有感区为另一次主震, 称为北区。南区地震震中大致位于甘谷西, 与原定震中位置大体相当, 仍称为甘谷西地震, 震级达 $7\frac{1}{4}$ 级左右, 震中烈度约IX~X度, 发震构造为西秦岭北缘断裂带中段; 北区的143年地震震中位于武威以东的腾格里沙漠边缘, 震级达 $7\frac{1}{2}$ 级左右, 震中烈度约X度, 推测其发震构造为祁连山—河西走廊活动断裂系东端的主干活动断裂之一。

关键词: 143年甘谷西地震; 历史地震史料; 发震构造

中图分类号: P316

文献标识码: A

文章编号: 1000-0844(2007)01-0058-06

A New Opinion about the West of Gangu M7.0 Earthquake in 143 A. D. in Gansu Province

YUAN Dao-yang^{1,2,3}, LEI Zhong-sheng², GE Wei-peng^{2,3},LIU Xing-wang^{2,3}, LIU Bai-chi², ZHANG Jun-ling²

(1. Institute of Geophysics, CEA, Beijing 100081, China;

2. Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, China;

3. Lanzhou Base of Institute of Earthquake Prediction, CEA, Lanzhou 730000, China)

Abstract: According to the textual analysis of historical references, the earthquake of west Gangu in 143 A. D. can be divided into two main earthquakes. One earthquake feeling area include Longxi, Hanyang(now Gangu county) and Wudu counties is called south area. Another earthquake feeling area include Zhangye, Wuwei and Beidi(now Wuzhong city) counties is called north area. The earthquake epicenter of the south area is located at west of Gangu county, where consistence with the initial epicenter from by the earthquake catalogs, so the event can be called west Gangu earthquake. It's magnitude is about $7\frac{1}{4}$, and the intensity is about nine to ten, the causative structure is the middle segment of north margin active fault zone of Western Qinling. The epicenter of the north area is located at east of Wuwei, near the edge of Tenggel desert. It's magnitude is about $7\frac{1}{2}$, the intensity is about ten, and the causative structure may be one of main fault zones in the east segment of Qilianshan—Hexi Corridor active fault system.

Key words: West of Gangu earthquake in 143 A. D.; Historical earthquake references; Causative structure

收稿日期: 2006-10-12

基金项目: 国家自然科学基金(40372086); 甘肃省科技攻关项目(2GS054-A44-015); 中国地震局“南北地震带中强地震短临跟踪”

项目; 中国地震局兰州地震研究所论著号: LC20070004

作者简介: 袁道阳(1965—), 男(汉族), 四川广安人, 博士, 研究员, 主要从事新构造及活动构造研究工作。

0 引言

东汉顺帝汉安二年(公元143年),在今甘肃省甘谷县西发生了一次强烈地震,造成“山谷坼裂,坏败城寺,杀害民庶”等严重震害。由于这次地震波及范围很广,史料记载又极为笼统,所以在过去的主要地震目录中^[1-3]仅将其震中定在甘谷西一带,震级7级左右(表1)。长期以来,有关其确切震中位置和发震构造等一直不太清楚,存在一定的不确定性。本文通过对143年地震历史资料的考证分析,结合本区活动断裂的研究结果,对本次地震的震中位置和发震构造提出了新的见解,供大家商讨。

表1 143年甘谷西7级地震各目录参数

发震日期	震中位置	震中精度	震中烈度	震级/M	文献
143-10, 东汉汉安二年九月	34.7°, 105.3°甘谷西		IX	7	[1]
143-09-26-10-25, 顺帝汉安二年九月	34.7°, 105.3°甘谷西		IX	7	[2]
143-10, 东汉汉安二年九月	35.0°, 104.0°甘谷西	5	IX	7	[3]

1 143年地震的史料及震害特点

记载143年甘谷西地震的史料只有二条^[4-5]:

(1)《后汉书》卷六《顺帝记》记载,东汉顺帝汉安二年(143年),“是岁,凉州地百八十震。建康元年春正月辛丑(初三,即144年2月23日),诏曰:陇西、汉阳、张掖、北地、武威、武都自去年九月以来,地百八十震。山谷坼裂,坏败城寺,杀害民庶。夷狄叛逆,赋役重数,内外怨旷,惟咎叹息。其遣光禄大夫案行,宣畅恩泽,惠此下民,勿为烦扰”。

(2)《后汉书》志16《五行志》记到:“建康元年正月凉州都(部)郡六地震。从去年九月以来至四月,凡百八十日(地)震,山谷坼裂,坏败城寺,伤害人物”。

从上述两条史料可以得出以下认识:

(1)两条史料分别来源于正史中的皇帝诏书和专门记载天灾的《五行志》,所以资料具有可靠性。

(2)143年地震无主震的发震时间,只是笼统地记为从汉安二年九月至建康元年正月初三(即公历143年9月26日至144年2月23日)有约一百八十次地震。

(3)无具体破坏最重的地方,只是说凉州刺史部所辖的十个郡中,陇西、汉阳、张掖、北地、武威、武都六郡在这近5个月中发生地震,而其他4郡金城、安定、酒泉、敦煌无震感记载。地震范围很广,西起张掖,东到陕甘边界,北起宁夏吴忠,南到武都。

(4)震灾严重,不但造成六郡的城垣、房舍、庙寺严重破坏,人员大量伤亡,还造成山峰崩塌、谷地开裂。

(5)社会影响大。主要表现在以下三个方面:①震区内“内外怨旷”;②顺帝“惟咎叹息”,下诏“宣畅恩泽,惠此下民,勿为烦扰”;③“遣光禄大夫案行”。在中国历史上,一般朝廷派遣大夫前往灾区并不多见,143年地震后派出光禄大夫前往灾区慰问,可见灾情之重,朝廷之重视,社会影响之大。

(6)余震频繁,而且强度大。仅有强烈震感,被人们记载下来的地震就有180余次。

2 143年地震史料的分析和讨论

2.1 两汉时期的地震社会背景分析

西汉和东汉时期,是我国地震活动的一个高潮期。据对地震史料记载^[5]的初步统计,从汉惠帝二年(公元前193年)至汉献帝建安二十二年(公元217年)的410年间,就发生强地震118次,其中被罢官的有12次,大赦天下的有6次,派出光禄大夫案行的有7次,进行救济的有11次,皇帝下诏的有16次(表2)。但能给出参考参数的地震仅有15次,占史料记载地震的12.6%。其中4¼~5¾级地震和6~6¾级地震为10.2%,7级和7级以上的仅有2.4%,而8级和8级以上地震却没有一个(表3)。显然与两汉时期地震频发的实际情况相差较大。

表2 两汉时期地震史料简况

有记载地震/次	大赦天下/次	罢官/人	派出光禄大夫案行/次	进行救济/次	皇上下诏书/次	召集大臣商议/次	大臣上书/次	县城搬迁	瘟疫流行
118	6	12	7	11	16	11	10	1	1

表3 两汉历史地震统计表

	有记载的地震总数/次	给出参数的/次	震级			
			4¼~5¾	6~6¾	7~7¾	8以上
地震次数	118	15	6	6	3	0
占总数比例/%	100	12.6	5.1	5.1	2.4	0
占有参数地震的比例/%		15	40	40	20	0

造成两汉时期地震漏记或记载不确切的原因主要有:(1)由于受当时条件的限制(如笔墨、纸张等),古人在记载地震时一般比较笼统,只用尽可能少的文字来描述地震时的主要现象。(2)两汉时期我国人口主要集中在黄河中下游地区,其它地域人烟稀少。所以在较偏远地区发生强烈地震后,灾情无法上报,大量的历史强震会漏记。(3)两汉时期社会动荡,中国西北地方纷争与战事连连不断,许多城镇的控制权不断更迭,金城郡、陇西郡都曾被迫东迁。在这样的社会环境里一些大的自然灾害会被漏记。(4)两汉时期的交通工具非常落后,地震灾情无法传递到地方和中央政府,造成地震或灾情的漏报。(5)无详细的大地震现场调查。

鉴于此,在评定历史地震,尤其是象两汉地震活动高潮期的地震,其震级和震中烈度的评定应进行加权处理。也就是说其标准不应与现今或明清时期的地震评定标准相同。

2.2 对143年是否有多个主震的讨论

2.2.1 凉州刺史部概况

西汉时期刺史部只是监察区,而非行政区。每州设刺史1人,秋季巡行郡国,年终归京奏事,居无定所,没有治地。到了东汉时期,虽然仍为监察区,但州刺史在州内已有固定治所,不再赴京奏事。东汉时凉州刺史部治所陇县在今甘肃省张家川县城南胡差附近(一说今张家川县城),至东汉灵帝中平五年(188年)凉州刺史部迁冀(今甘谷东南)。143年地震时凉州刺史部所在地陇县在汉阳郡境内,所辖的郡有陇西、汉阳、北地、武都、武威、张掖、金城、安定、酒泉、敦煌等10郡。从史料记载可知,143年地震在凉州刺史部辖区,涉及到了前六个郡,其余四郡并未提及。

2.2.2 关于143年地震应是多个单独地震的讨论

通过对地震史料的系统收集、整理、分析及各郡县位置的考证分析,笔者认为143年地震应是多个(至少二次)单独强震。理由如下:

(1) 无主震的具体发震时间,只是笼统地提到在近5个月中六个郡地百八十震,无法排除在这5个月中多次发生破坏性地震的可能性。

(2) 波及范围很广,但中间为无震区相隔。在对143年地震影响范围的勾画中发现,可以勾画出两个地震有感区,并不连为一体(图1)。北面为张掖郡、武威郡和北地郡所辖的范围,大致在今张掖、武威至宁夏吴忠、银川一带,简称为北区;南面包括汉阳郡、陇西郡和武都郡所辖的范围,简称为南区,

包括今临夏、定西、天水及陇南地区的北部。值得注意的是,中间的安定郡和金城郡无地震破坏或有感的史料记载,而这两郡正好处在南区 and 北区之间。因而有理由将143年地震分为南区 and 北区两个主震区。假若将其合二为一,则地震有感区范围非常大,最远距离达到750 km左右,达到甚至超过一次8级地震的震感范围。同时,出现矛盾的是其几何中心所在地东汉时的金城郡令居县境(今永登一带)却无震感记载,显然不合理。

(3) 以往的地震目录在确定震中时仅仅只考虑了与陇西郡、汉阳郡和武都郡之间的关系,将震中区放在上述三郡的几何中心甘谷西附近^[1-3],却忽略了与北面的张掖郡、武威郡和北地郡之间的联系。若兼顾北部三郡的有感情况,原定震中区甘谷西并不位于其几何中心而是位于其边缘,显然不太合适。

(4) 143年地震时有震感或遭破坏的六个郡的几何中心大致位于东汉金城郡令居县境,今永登县一带。该区主要发育了晚更新世(局部全新世)活动、呈半隐伏状的NNW向的庄浪河断裂,除此之外无规模较大的活动断裂存在,发生大地震的可能性较小;假若将其分为二次主震,则震中位置分别位于西秦岭北缘活动构造带中段和祁连山—河西走廊活动构造带东段等区域性活动断裂附近,具备发生大震的构造条件,因此从地震构造上可以得到更为合理的解释。

鉴于上述理由,并考虑史料记载及六个郡的地理位置^[6],综合分析认为143年地震至少可按两次强震考虑,其一是张掖、武威至宁夏吴忠一带的地震有感区(北区)。二是天水、定西、临夏、武都一带的地震有感区(南区)。

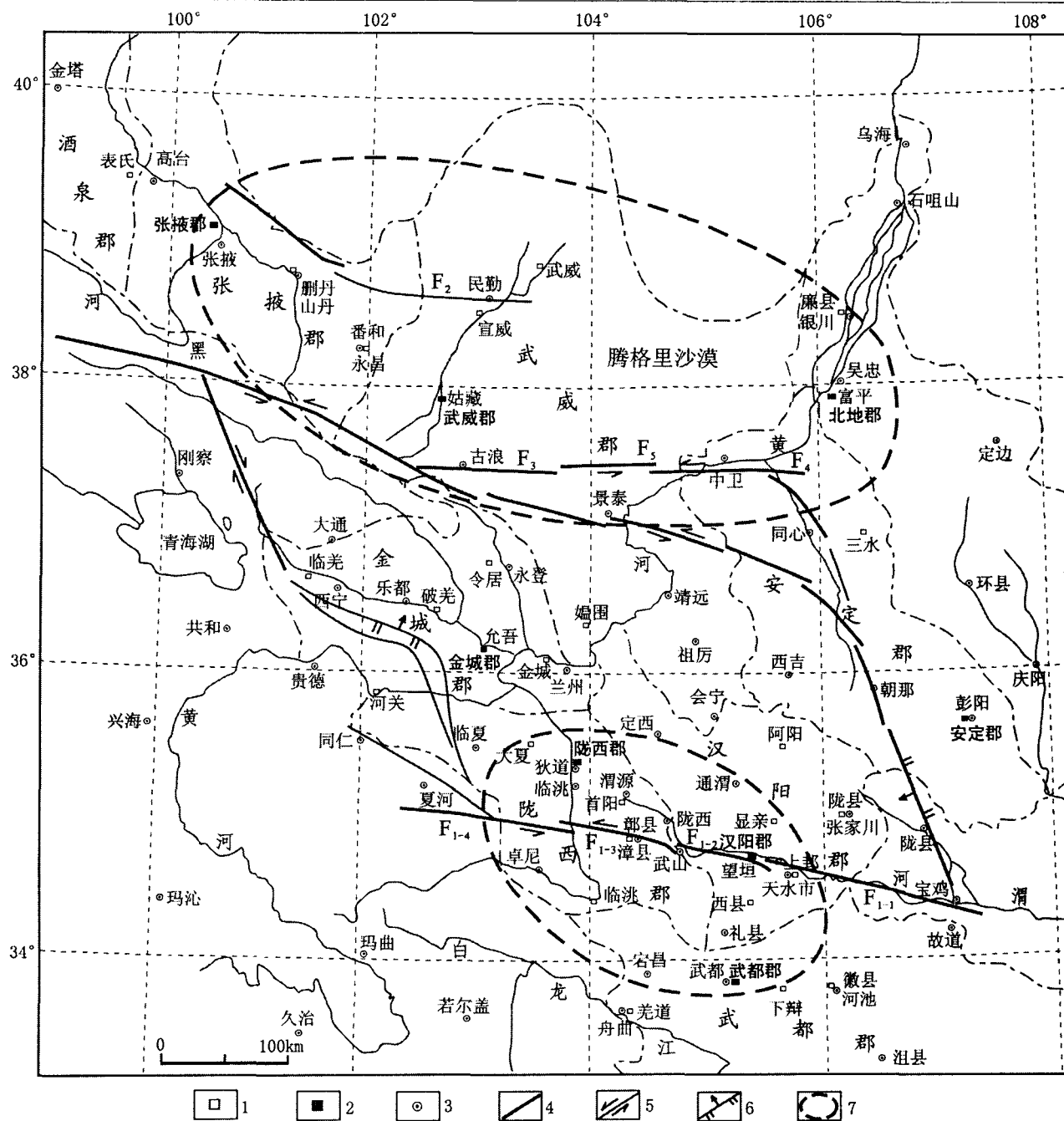
2.3 对143年地震基本参数的讨论

若将143年地震分成为北区和南区二次主震区,则为确定地震基本参数提供了方便。

2.3.1 关于震中位置

对于历史地震震中位置的确定,通常遵循二个原则:①一般以破坏最重的地方作为最可能的震中位置;②对于象143年这样以州府为单位记载的地震,则以当时州(或县)的行政首府作为可能的震中位置。

根据上述原则,将陇西郡、汉阳郡和武都郡的郡治所在地的几何中心作为可能的震中位置。而陇县并无单独的地震破坏记载,因而勾画时并不特意将其圈在震中区内,而是仅兼顾而已(图1)。这样南区的震中大致在甘谷西、武山县西南,即北纬34.5°,



1. 古代地名; 2. 古代郡治所在地; 3. 现在地名; 4. 全新世断裂; 5. 走滑断裂; 6. 逆断裂; 7. 地震有感区

图1 143年地震有感或破坏区范围图

Fig. 1 The feeling or destroy area of earthquake in 143 A. D.

东经104.5°左右,与文献[1-3]所确定的位置相差不大,仍可称为甘谷西地震。同样,根据上述原则,可初步确定出北区的143年地震震中区大致位于今武威以东腾格里沙漠区边缘。

2.3.2 关于发震时间

由于本次地震发震时间记载笼统,所以只能大致确定发震的时间范围,即东汉顺帝汉安二年九月至建康元年正月辛丑(初三),即公元143年9月26

日—144年2月23日[注:儒略历推后一天]。

2.3.3 关于震级和震中烈度

(1) 从震害分析讨论

这次地震震害极为严重,但记载却过于笼统,给评定工作带来困难,主要震害有:

①山谷坼裂:根据西北地区历史地震的震害经验^[3],最低烈度不小于Ⅷ度,一般在Ⅸ度或Ⅹ度以上才能造成大规模的山崩和地裂现象。

表 4 历史地震烈度、震级简表(摘自文献[3])

烈度(震级)	城垣(廓)	房屋	山崩、地裂	人员伤亡
Ⅵ(5~5½)	城垣(廓)崩坏,墙垣多圯	民居多坏,坏官民庐舍	黄土崖崩、河滩等地有裂缝	有死伤
Ⅶ(6~6½)	城垣部分崩坏,墙多倒塌	庙堂、仓库等损坏或部分倒塌,公廨 民房多倾圮(约 50%)	山岗、山脚崩塌,山石裂缝、平地多裂缝	人畜多死伤
Ⅷ~Ⅸ(7~7½)	城垣墩台大半崩坏	官民庐舍倾圮殆尽,庙堂仓库多倒塌	悬崖普遍裂坠,山头崩塌,地多裂缝	死伤甚众多

②败坏城寺:仅从这 4 个字难以具体确定,一般从Ⅶ度至Ⅸ度都有可能。表 4 给出历史地震烈度、震级简表的有关内容^[3]。

③人员伤亡:记载也很笼统,只简单 4 个字“杀害民庶”,所以烈度也不好确定。但派出了光禄大夫案行,人员伤亡应较重,按“死伤甚众”考虑,烈度当在Ⅷ至Ⅸ度。

(2) 从影响范围来看

南区从震中(甘谷西)到记载最远的有感或破坏区距离约 165 km。根据历史地震烈度、震级简表^[3],7~7½级地震时(即Ⅷ至Ⅸ度)最远破坏 100~300 km,取其中值,震级应为 7¼至 7½级。而北区波及的范围还要大一些,从震中到最远有感区的距离约 280 km 左右,其震级可能相应也要大一些,可定 7½级左右。

(3) 从社会影响来看

在两汉时期的强地震中,朝廷派出光禄大夫案行的共有 7 次,这些地震震级均在 6½级以上,考虑到两汉时不少地震的参数确定可能偏低,估计震级应在 7 级甚至 7 级以上。

(4) 从强余震的频度考虑

143 年地震是我国第一个记载强余震最多的地震,达到 180 余次,即便是按照 2 次地震来考虑,其数量也是相当可观的。

根据以上分析和讨论,我们认为,南区的 143 年地震震中烈度可定为Ⅷ~Ⅸ度,震级达 7¼级左右;而北区的 143 年地震极震区范围大于南区,估计其震级应略大于南区,震级可达 7½级,震中烈度为Ⅸ度左右。

3 143 年地震的发震构造讨论

3.1 南区发震构造探讨

南区的 143 年甘谷西 7¼级地震的有感区长轴方向为北西西向,其几何中心大致位于甘谷以西的武山—漳县一带,与西秦岭北缘断裂带中段相吻合。

西秦岭北缘断裂带东自宝鸡,向西经过天水、武山、漳县,直达太子山以西的青海同仁附近,全长约 440 km。该断裂早期以压性活动为主,中更新世以来为左旋走滑兼逆冲或正断性质,为一条全新世活

动断裂,历史上沿断裂曾发生多次强震,甚至大地震,如 128 年甘谷 6½级地震,143 年甘谷西 7 级地震、734 年天水 7 级地震、1765 年甘谷—武山 6½级地震和 1936 年康乐 6¾级地震等。根据断裂的几何特征及活动性的差异,大致可分四条次级断层段:

①天水—宝鸡段(东段,图 1 中 F_{1-1}):东起宝鸡西至温家套,至少由三条次级断层组成,走向北西 70°,延伸长约 150 km。断面北倾,倾角 60°~70°。现代活动水平中等,弱震主要发生在社棠以西区段,最新活动为晚更新世中晚期,无全新世活动的明显证据。②甘谷—武山段(中东段, F_{1-2}):东起温家套,西至武山鸳鸯镇,走向北西 70°~75°,多向北倾,倾角 65°~80°,长约 75 km。断裂切割上更新统~全新统地层。现代弱震密集分布在甘谷至鸳鸯镇西。③漳县—黄香沟段(中西段, F_{1-3}):东起盘古川,西至海甸峡常家南,走向北西 80°,延伸长约 100 km,多北东倾,倾角大于 60°。断裂新活动显著,尤其是黄香沟段发现多期全新世古地震事件^[7]。④锅麻滩段(西段, F_{1-4}):东起常家南,西至同仁附近,走向北西 55°~60°,延伸长约 200 km。常家南至锅麻滩有 70 km 断层段在全新世早、中期有活动,曾于 1936 年发生过康乐 6¾级地震^[8]。

143 年甘谷西 7¼级地震的有感区范围大致与西秦岭北缘断裂带中段的甘谷—武山段(F_{1-2})和漳县—黄香沟段(F_{1-3})相吻合。这二段断裂全新世期间新活动显著,现代小震活动密集呈带分布。综合分析认为 143 年甘谷西 7¼级地震的发震构造应为西秦岭北缘断裂中段的甘谷—武山断裂段和漳县—黄香沟断裂段是合理的。

3.2 北区发震构造探讨

北区的 143 年地震有感区范围位于张掖、武威、吴忠至银川一带,长轴方向呈北西西—近东西向,其几何中心大致位于武威以东的腾格里沙漠边缘。该区位于祁连山—河西走廊活动断裂系东端。根据活动断裂的研究结果^[9],区内中部规模较大的北西西~近东西向主干活动断裂主要有 2 条:位于腾格里沙漠北缘的龙首山南缘断裂东延段河西堡—四道山断裂(图 1 中 F_3)和位于腾格里沙漠南缘的古浪断裂带、中卫—同心断裂带及介于其间的罐罐岭断裂

带(图1中F₂)。

河西堡—四道山断裂西起河西堡北,经民勤的重山、红崖山止于四道山一带,长约170 km。再向东被腾格里沙漠覆盖,断裂是否存在尚不清楚,也有可能为隐伏状。根据前人的初步研究^[10],该断裂走向近东西,大致以重山为界可分为东西两段,西段从金川到石羊河,长约70 km,物探资料显示Q₂以来地层有20~80 m断距,其垂直滑动速率为0.03~0.04 mm/a,为Q₂断裂;东段自红崖山向东经阿拉古山、青山、止于四道山附近,长约100 km。断裂沿线形成一连串基岩突起,在四道山见断错Q₂₋₃地层的证据。刘洪春等^[11]考察认为1954年民勤7.0级地震可能就发生在这一段上,并形成了多条地裂缝带,表明该段断裂具备发生中强以上地震的构造条件。

而位于腾格里沙漠南缘的古浪活动断裂带,部分段参与了1927年古浪8级地震的构造活动;中卫—同心活动断裂带为1709年中卫7½级地震的发震断裂;而位于中间的罐罐岭断裂带由四条不连续断层段组成,近东西向延伸长90 km。据柴炽章等^[12]的研究,在宁、蒙、甘交界的景泰小红山、罐罐岭和沙井等地发现了该段断裂上年轻的地震地表破裂带,主要为地震断层陡坎、水系及山脊左旋断错等,一般陡坎高约1~2 m,最大4 m左右,局部段可见残留的陡坎自由面,其年代为距今1000年左右,震级达7½级。该段断裂的平均水平滑动速率为2.3 mm/a,垂直滑动速率为1.5 mm/a左右,具备发生大震的构造条件。

尽管河西堡—四道山断裂带和罐罐岭断裂带均具备发生强震的构造条件,但对比分析表明,河西堡—四道山断裂带正好位于143年地震有感区的中间,发震的可能性大些;而南侧的罐罐岭断裂带尽管新活动性强,并有保存好的地震形变带,但位于143年地震有感区边缘,发震的可能性小些。总之,北区143年7½级地震的发震构造可能为祁连山—河西走廊活动断裂系东段的主干活动断裂之一,但到底哪条断裂与本次地震有关尚需开展深入的工作。

4 结论

(1) 143年地震可从原来的一次主震至少分为

2次,即陇西、汉阳(今甘谷)、武都三郡所辖区为一次地震破坏区,称为南区;张掖、武威、北地(今吴忠)三郡所辖地震区为另一次地震破坏区,称为北区。

(2) 南区的143年陇西、汉阳(今甘谷)、武都三郡地震区的震中位于甘谷西,仍可称为甘谷西地震。震级达7¼级,震中烈度约IX~X度,其发震断裂可能为西秦岭北缘断裂中段的甘谷—武山段和漳县—黄香沟段。

(3) 北区的143年地震有感区范围涉及到张掖、武威至宁夏银川、吴忠一带,其几何中心位于武威以东的腾格里沙漠边缘。根据地震历史资料的考证研究,北区有感范围较南区大,其震级也应大一些,可定为7½级左右,震中烈度约X度,发震构造可能为祁连山—河西走廊活动断裂系东段的主干断裂之一。

[参考文献]

- [1] 顾功叙. 中国地震目录(公元前1831—1969年)[Z]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [2] 国家地震局兰州地震研究所. 陕甘宁青四省(区)强地震目录[Z]. 西安: 陕西科技出版社, 1985.
- [3] 国家地震局震害防御司. 中国历史强震目录[Z]. 北京: 地震出版社, 1995.
- [4] 国家地震局兰州地震研究所. 甘肃省地震资料汇编[Z]. 北京: 地震出版社, 1989.
- [5] 谢毓寿, 蔡美彪. 中国地震历史资料汇编(第一卷)[Z]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [6] 谭其骧. 中国历史地图集. 第一册[Z]. 北京: 地图出版社, 1982.
- [7] 李传友. 青藏高原东北部几条主要断裂带的定量研究[D]. 北京: 中国地震局地质研究所, 2005.
- [8] 滕瑞增, 金瑞泉, 李西侯, 等. 西秦岭北缘断裂带新活动特征[J]. 西北地震学报, 1994, 16(2): 85-90.
- [9] 袁道阳, 张培震, 刘百麓, 等. 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[J]. 地质学报, 2004, 78(2): 270-278.
- [10] 国家地震局兰州地震研究所, 甘肃省计划委员会. 甘肃省地震区划研究[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1993.
- [11] 刘洪春, 戴华光, 李龙海, 等. 对1954年民勤7级地震的初步研究[J]. 西北地震学报, 2000, 22(3): 232-235.
- [12] 柴炽章, 焦德成, 廖玉华, 等. 宁、蒙、甘交界罐罐岭发现地震地表破裂带[J]. 地震地质, 2003, 25(1): 167-168.