

郭增建, 郭安宁. 用震中迁移交会讨论 1668 年郾城 8 $\frac{1}{2}$ 级地震——纪念郾城大震 350 周年[J]. 地震工程学报, 2018, 40(3): 519-523. doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2018.03.519

GUO Zengjian, GUO Anning. Discussion on the Tancheng M8 $\frac{1}{2}$ Earthquake of 1668 Based on the Intersection of Epicenter Migration: For the 350th Anniversary of Tancheng Earthquake[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2018, 40(3): 519-523. doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2018.03.519

编者按:2018 年是 1668 年郾城 8 $\frac{1}{2}$ 级大地震 350 周年, 为了纪念这一中国东部历史上最大的地震, 我们特刊此文。郭增建先生是中国地震预报早期开拓者和奠基人之一, 从档案文献中可以看到, 在 60 年前最早预报探索是从 1668 年郾城 8 $\frac{1}{2}$ 级地震开始的。他对地震预报的探索一直持续到生命的最后时刻, 在 2017 年 12 月临终前还特别叮咛, 2018 年是郾城 8 $\frac{1}{2}$ 级地震 350 周年, 一定要纪念一下。他指出这个纪念的意义主要是人们对大地震的警觉并对这次大地震成因和预测的探索。因为中国东部华北地震带是一个会发生 8 级地震的地段, 一旦发震其灾难也是相当深重的。2017 年 12 月 11 日晚郭增建先生在临终前的最后喃喃噫语中, 也是带着这个情愫和情怀念叨着 1668 年而离世。究其原因之一是, 在这个地震带上, 他通过静中动方法一直关注着菏泽及南黄海发生 7 级地震的可能。

此文是郭增建先生于 2017 年 4 月 30 日完成的。这不是一般纪念性的文章, 而是他对 1668 年郾城 8 $\frac{1}{2}$ 级大地震过去预测的认识基础上又进行的重新梳理和总结, 是对其早年提出的震中迁移方法进行了更深入地研究, 提出了一些确实有效的对地震预测新的观点及看法。以往我们只注意到震中迁移, 没有注意到震中迁移的交会区与点, 而这个交会点是我们需要特别注意的特大地震的发震点。他特别指出中国北纬 35° 带是一个天文构造痕带, 在这个带上有孕育特大地震的特殊能力, 因而需特别关注这个带上在未来发生大地震的可能性。另外从组合模式再次讨论了郾城大地震符合该模式的成因机制, 这也为我们寻找未来大地震发生的地点再次提供了充实的依据。文中还对一些其他问题进行了讨论, 这些讨论在未来都具有启迪意义及开展研究的必要性。

2018 年已经到来, 它是 1668 年郾城 8 $\frac{1}{2}$ 级地震发生的 350 周年, 我们特以此文表示对该特大地震的纪念。

用震中迁移交会讨论 1668 年郾城 8 $\frac{1}{2}$ 级地震 ——纪念郾城大震 350 周年

郭增建, 郭安宁

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要:1668 年郾城 8 $\frac{1}{2}$ 级地震, 其极震区的位置是符合 4 $\frac{3}{4}$ ~5 $\frac{1}{2}$ 地震构成的震中迁移交会的。由震中迁移交会寻找该大震震源比由空区寻找该大震震源的地理范围要更具体一些。另外, 该文也附带讨论了 1668 年郾城大震特强的原因。

关键词:1668 年郾城大震; 震中迁移交会; 确定极震区位置; 震级特大原因

中图分类号: P954

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2018)03-0519-05

DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2018.03.519

收稿日期:2017-08-20

基金项目:国家档案局科技项目(2017-X-43)

作者简介:郭增建(1931—2017), 男, 研究员, 从事震源物理、地震预测研究。

通信作者:郭安宁, 研究员, 从事地震预测与震害预测研究工作。

Discussion on the Tancheng $M8\frac{1}{2}$ Earthquake of 1668 Based on the Intersection of Epicenter Migration: For the 350th Anniversary of Tancheng Earthquake

GUO Zengjian, GUO Anning

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

Abstract: The location of the meizoseismal area of the Tancheng $M8\frac{1}{2}$ earthquake in 1668 corresponds with the result based on the intersection of epicenter migration of earthquakes with a magnitude of $4\frac{3}{4} \sim 5\frac{1}{2}$. It is easier to find the geographic range of the $M8\frac{1}{2}$ earthquake source using the intersection of epicenter migration. Moreover, the reason for the Tancheng earthquake's high magnitude is discussed in this study.

Key words: Tancheng earthquake in 1668; the intersection of epicenter migration; determination of the meizoseismal area location; reason of high magnitude

0 引言

1966 年我们提出了发生于震中迁移交会区的地震将特别强烈和频繁的观点,这个观点有助于寻找大震孕育地区^[1]。2016 年我们讨论中国三个 $8\frac{1}{2}$ 级大震时,认为其他两次大震是符合震中迁移交会的,只有 1668 年郯城 $8\frac{1}{2}$ 级大震不符合^[2]。这个不符合是指没有 6 级和 6 级以上地震迁移的交会,但若把构成震中迁移的地震震级降为 $4\frac{3}{4} \sim 5\frac{1}{2}$ 级,则郯城大震的位置仍然符合震中迁移交会区的指标。下面作具体讨论。

1 震中迁移交会

对于 1668 年 7 月 25 日山东郯城 $8\frac{1}{2}$ 级地震,如果用“空区”观点去预测,则空区范围特大,震中位置不好圈定,我们建议用震中迁移交会去预测该震的震中位置(现在是回顾性预测),以圈定其震中区。

根据 1999 年中国地震局监测预报司预报管理处所编《中国强震目录》,在 1668 年大震前数百年内无 6 级地震构成的震中迁移交会于该震的极震区,即使在极震区周围数百公里半径范围内单个的 6 级地震也没有。但之前 200 多年内开始有 $4\frac{3}{4} \sim 5\frac{1}{2}$ 级地震的震中迁移交会于 1668 年大震极震区内。其情况如下。

(1) 1477 年 3 月 28 日,甘肃临洮陇西一带($35.2^{\circ}\text{N}, 104.2^{\circ}\text{E}$)发生 $5\frac{1}{2}$ 级地震;1477 年 5 月 22 日山东临沂西($35.0^{\circ}\text{N}, 117.8^{\circ}\text{E}$)发生 $4\frac{3}{4}$ 级地震。

这两次地震之间国内再无其他 $4\frac{3}{4}$ 级以上地震。

(2) 1485 年 1 月 26 日,山西蒲州一带($34.8^{\circ}\text{N}, 110.3^{\circ}\text{E}$)发生 $5\frac{1}{2}$ 级地震,1485 年 3 月 15 日山东费县($35.3^{\circ}\text{N}, 117.9^{\circ}\text{E}$)发生 $5\frac{1}{2}$ 级地震。费县距 1668 年大震极震区甚近。在此二次地震之间国内再无 $4\frac{3}{4}$ 级以上地震。

(3) 1542 年 11 月 29 日甘肃武山($34.7^{\circ}\text{N}, 104.9^{\circ}\text{E}$)发生 $5\frac{1}{2}$ 级地震;1542 年 12 月甘肃徽县、天水间($34.2^{\circ}\text{N}, 106.0^{\circ}\text{E}$)发生 5 级地震;1543 年 5 月 8 日山东临沂东($35.2^{\circ}\text{N}, 118.5^{\circ}\text{E}$)发生 5 级地震。在徽县、天水间 5 级地震与临沂东 5 级地震之间国内再无 $4\frac{3}{4}$ 级以上地震。

在以上第 2 组迁移中,1485 年 3 月 15 日费县 $5\frac{1}{2}$ 级地震还可作为 1484 年 2 月 7 日河北居庸关 $6\frac{3}{4}$ 级地震的迁至震,即它们两者也可构成一次地震迁移。它与上述三次震中迁移就形成了震中迁移的交会(图 1)。

2 震中迁移特点

上述震中迁移交会有以下特点:

(1) 从西向东迁移到 1668 年极震区或近旁的地震皆大致沿 35° 纬带,该纬带是一个天文构造痕带(下文解释)。

(2) 从西向东迁移到 1668 年极震区或近旁的地震其后来皆分别在自己附近发生了 1556 年华县 $8\frac{1}{2}$ 级和 1654 年天水 8 级地震。

(3) 在由居庸关向 1668 年大震极震区近旁费

县迁移的地震迁移线上,大震前 3 年于 1665 年 4 月 16 日在通县西发生 6½ 级地震,该地震后华北再无 5 级以上地震发生,随后即发生了 1668 年郯城 8½

级地震。这次通县地震与居庸关地震甚近,它们都随后在郯城大震区有地震情况,说明由居庸关向费县的震中迁移线不是偶然连成的。

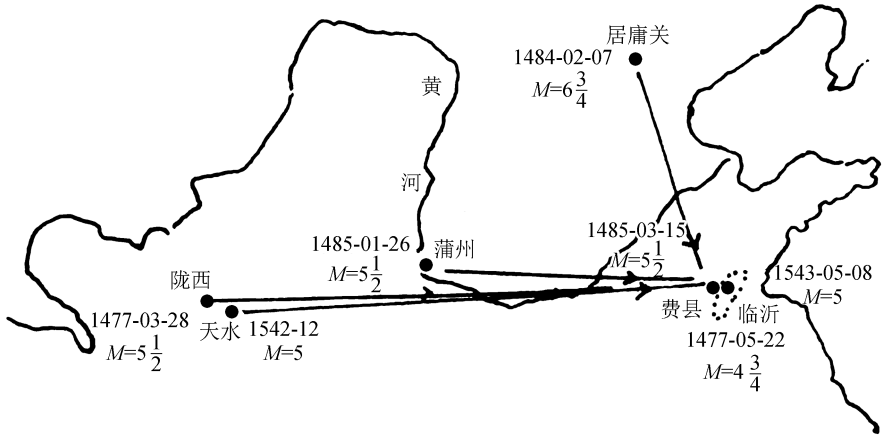


图 1 1668 年 7 月 25 日郯城 8½ 级地震前的震中迁移交会
(图中点点符号围成的椭圆是 1668 年郯城大震的极震区)

Fig.1 The intersection of epicenter migration before the Tancheng M8½ earthquake on July 25th, 1668

(4) 最后一次震中迁移线在 1668 年大震前 125 年结束,此后该大震极震区再无 4¾ 级以上地震发生,周围也再无中强地震向该极震区迁移。这比 1920 年海原 8½ 级地震前最后一次震中迁移结束要早很多年(海原大震前最后一次震中迁移是在该大震前 32 年,即 1888 年结束)。

3 讨论

3.1 1668 年大震与东西向震中迁移的关系

1668 年郯城 8½ 级大震的走向是北北东向,如图 2 中的长形椭圆所示^[5]。它与由西向东的震中迁移大致呈垂直相交。这个由西向东的地震迁移是沿着 35° 纬线的,在地球自转时,该纬线以南相对隆起,以北相对下缩。隆起和下缩部分距地轴的距离有变化,故 35° 纬线以北和以南的切线速度有差异,这就使得沿 35° 纬线的下岩石圈塑性介质中有东西向剪切运动。这是地球这个星体的天文现象,所以我们把这个沿 35° 纬线的剪切运动带称为天文构造痕带。1668 年大震前沿该带呈现的地震迁移现象可能是这个痕带长距离活动影响到上地壳中的表现。该痕带的主体在介质较塑性的下岩石圈中。1668 年大震是在上地壳中孕育的,它与沿 35° 纬线的天文构造痕带的关系如图 3 所示。

如果说上文 2 节中沿 35° 纬线迁移的地震震级偏小,不足以说明 35° 天文构造痕带是个大的活动

带,那么后来 1556 年^[4]、1654 年^[5]和 1668 年特大地震都沿 35° 纬带发生,这说明沿 35° 纬线的天文构造痕带是一个大的构造变动带,既然是大的构造变动带,那么它对 1668 年大震的孕育所起的作用就不可忽视。其作用是从 1668 年大震震源断层下方通过扭曲了该震源断层,使该断层面上摩擦力加大,可积累很大的弹性形变能。

3.2 太平洋板与郯城大震

太平洋板块(含菲律宾板块)向西挤压把力传至

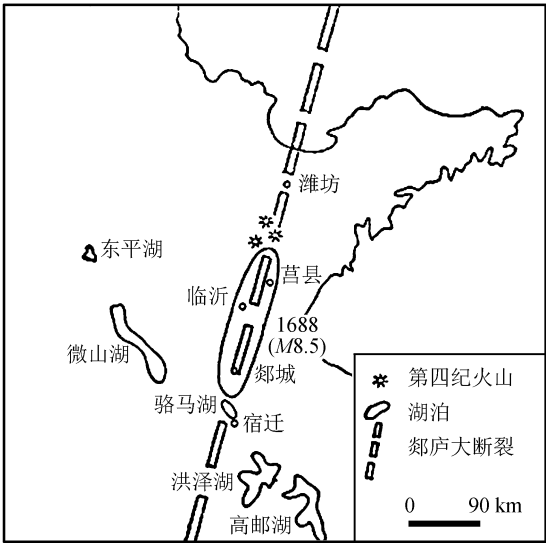


图 2 1668 年郯城大震的积累单元和调整单元

Fig.2 The accumulative element and adjustment element of 1668 Tancheng earthquake

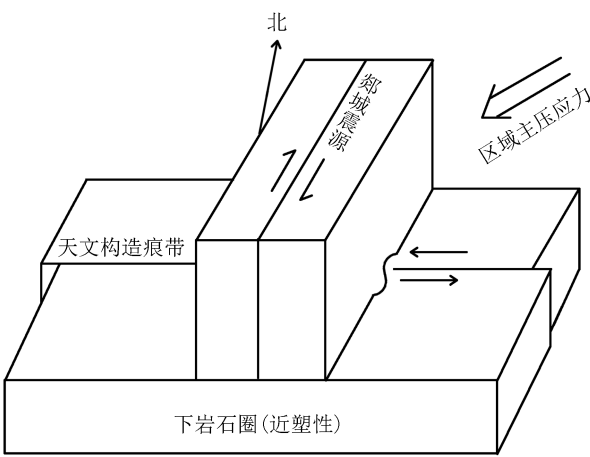


图 3 1668 年郯城大震震源与天文构造痕带关系
Fig.3 Relationship between the source of 1668 Tancheng earthquake and the astronomical structural belt

郯城断裂并沿该断裂储存弹性形变能,再加上图 3 所示的天文构造痕带对郯城断裂的扭曲,使其断层面上摩擦力增大,从而积累更大的能量,这就使得郯城地震震级会很大。

3.3 地壳结构

按照文献[6]的研究,华北(这里华北包括山东)和辽南地区下地壳玄武岩层中 SiO₂ 和 AlO₂ 含量较少,使得其强度较软弱,导致太平洋板块向西挤压传来的力量主要由上地壳花岗岩层承担,因此该层积累弹性形变能的速度较快,可使介质强度不完全均匀的上地壳岩体同步积累弹性形变能,使震源体积较大,从而有利于增加发震时的震级。

3.4 震源物理角度

除了上述诸因素外,从震源物理的角度看,1668 年郯城大震的应力积累单元如图 2 所示^[5]。图中沿郯庐大断裂的北北东向长形椭圆是应力积累单元,其北端是第四纪火山活动区,地壳深部介质强度不高,是应力调整单元;另外积累单元的南端是北西向展布的湖群,亦有断裂沿湖群走向存在,由于湖水渗入地壳,使介质强度降低(这里可能是调整单元)。这样,积累单元的长度超过 200 km。按震级与震源断层长度的公式估计,其震级也会达到 8 级以上。

再加上 1668 年大震发生时,其始破裂点可能在临沂至郯城之间^[5](图 4)。其西盘是向北挤压传播的,它可以越过斜交断裂,使震源断层向北边继续传播,至第四纪火山区停止,这也有利于增大震级。

最后再增加一个大胆的假设,根据文献[7]的介绍,郯城大震所在断裂是沂沭断裂系,由 4 条近南北向的平行断裂所组成,间距约为 10 km。1668 年大

震发生时这 4 条断裂准同时发震,它们发出的地震波叠加后甚强,因之震级可能更高。我们设想这 4 条断裂之下的深处可能有放射性热形成的相对快速的扩张体积(不是爆炸,因现有自然界放射性浓度不够),从而给这 4 条断裂施加影响使它们准同时发震而形成波的叠加。现代震源机制的研究表明,纯剪切的断层下有时有扩张源的叠加。

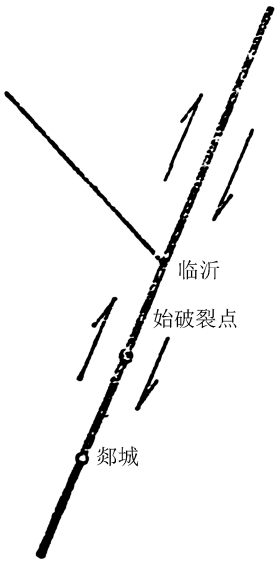


图 4 1668 年郯城大震可能的破裂方向
Fig.4 The possible rupture direction of 1668 Tancheng earthquake

4 结论

本文的研究表明,1668 年郯城 8½ 级地震的震前是有发生 4¼~5½ 级地震构成的震中迁移交会。这样,我国的三次 8½ 级地震,即 1920 年海原 8½ 级地震、1950 年墨脱 8½ 级地震以及 1668 年郯城 8½ 级地震其震中区都符合震中迁移交会的指标。

在大震预测中,地震发生时间、地点和震级这三个要素都很重要,但尤以地点预测更为重要,有了地点预测才便于布置台站,宣传群众,以及最后临震时疏散群众。

参考文献(References)

[1] 郭增建,秦保燕.甘肃省的震中迁移现象[J].科学通报,1966, 17(5):238-240.
GUO Zengjian, QIN Baoyan. Epicentral Migration in Gansu Province[J]. Chinese Science Bulletin, 1966, 17(5):238-240.
[2] 郭增建,郭安宁.由震中迁移交汇预测大震的讨论[J].地震工程学报,2016,38(1):1-3.

GUO Zengjian, GUO Anning. Discussion on the Prediction of Large Earthquakes Based on the Intersection of Epicenter Migration[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2016, 38(1): 1-3.

[3] 郭增建, 张炜超, 任栋, 等. 1556 年华县 8¼ 级地震历史记载的地震科学价值研究[J]. 地震工程学报, 2014, 36(2): 281-285.

GUO Zengjian, ZHANG Weichao, REN Dong, et al. A Study on the Scientific Value of Historical Records for the Huaxian Ms8¼ Earthquake in 1556[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2014, 36(2): 281-285.

[4] 郭安宁, 郭志宇, 赵乘程, 等. 2013 年甘肃岷县漳县 Ms6.6 地震及短临前兆的显现[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2015, 37(4): 981-985.

GUO Anning, GUO Zhiyu, ZHAO Chengcheng, et al. Minxian—Zhangxian Ms6.6 Earthquake in Gansu (2013) and Its Short-term and Impending Precursors[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2015, 37(4): 981-985.

[5] 郭增建, 秦保燕. 地震成因与地震预报[M]. 北京: 地震出版社, 1991.

GUO Zengjian, QIN Baoyan. Cause of Earthquake and Earthquake Prediction[M]. Beijing: Seismological Press, 1991.

[6] 郭增建, 秦保燕. 某些震源物理化学现象与地震预报[J]. 地震, 1982(2): 2-4.

GUO Zengjian, QIN Baoyan. Some Physicochemical Phenomena of Earthquake Source and Earthquake Prediction[J]. Earthquake, 1982(2): 2-4.

[7] 胡聿贤. 地震安全性评价技术教程[M]. 北京: 地震出版社, 1999: 110.

HU Yuxian. Seismic Safety Evaluation[M]. Beijing: Seismological Press, 1999: 110.