

1718 年 通 渭 大 震 和 1879 年 武 都 大 震 的 前 震 活 动

马 怡 良

(国家地震局兰州地震研究所)

一、前言

大震的预报虽然有多种前兆手段,但前震也是一个很重要的预报指标。本文着重介绍甘肃1718年通渭和1879年武都两次7级以上大震的前震活动,并对其机制作些讨论,供以后在预报中参考。

二、1718年通渭大震及其前震 这次大震发生于1718年6月19日(清康熙五十七年五月二十一日),震中烈度为十度,震级达7.5级。中国地震目录^[1]将其极震区等震线划为近南北走向(稍偏西)。根据地震史料^[2]的分析,破坏最重者在通渭、静宁及甘谷县的西北一带,同时根据其它地区破坏情况的记载,我们认为,该震极震区的走向应为北北东或北东方向(见图1)。从这一带构造背景分析,在通渭等地多处见有北北东和北东向的构造踪迹^[3],这些构造踪迹反映深处可能有同方向的隐伏大断裂。这种构造走向也支持极震区等震线可能是北北东或北东方向的。

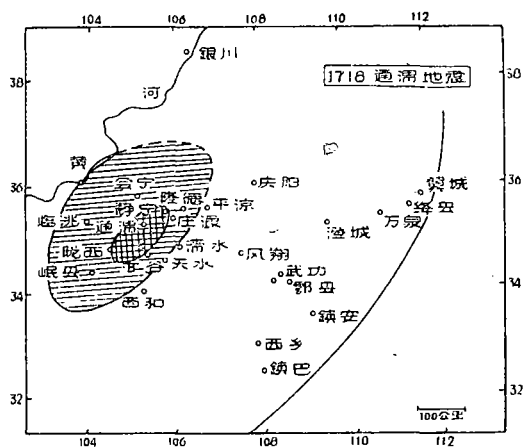


图1 1718年通渭大震等震线图

据乾隆静宁州志记载,通渭1718年大震前极震区附近有明显的前震活动。具体记载是:康熙五十三年二月初十日(公元1714年3月25日)“静宁州地大震,城堞悉平”。又记:五十三年七月二十四日(公元1714年9月2日)“静宁州地大震”,“奉旨免地丁岁额之令”。可见,1714年静宁发生的两次地震,在当地造成一定破坏,烈度当在六、七度之间,震级可达5级多。除此以外,在大震发生的前一年多时间,陇西县又发生了一连串的有感小震。据康熙陇西县志

五十六年五月二十七日(1717年7月5日)记云:“陇西县地震百余日不止”。这一小震群发生的位置非常集中,只有陇西县有记载,周围地区未见任何资料。

通渭1718年大震前数百年间,在通渭及其邻区,没有发生过中强震,弱震活动亦

无记载，而在大震前 1~3 年，刚好在极震区的两个端部发生了中强震和小震群，看来，它们与未来大震不是没有关系的。据刘正荣〔4〕等同志对我国某些大地震早期前震的研究，提出强震前几个月、几年甚至三、五十年，可能会发生早期前震，其位置常常是强震时巨大断裂的终止破裂点。我们将 1714 年静宁两次中强震和 1717 年陇西的小震群，作为通渭大震断裂活动的两个端部的终止破裂点处理，地震断裂长度约 100 公里（见图 2）。根据郭增建和秦保燕在 1965 年得到的震级 M 与震源断层长度 L 的经验公式〔5〕

$$M = 3.3 + 2.1 \log L \text{ (公里)}$$

通渭大震震级为 7.5 级，计算的震源断裂长度也是 100 公里，与根据终止破裂点得到的结果一致。

我们认为，静宁和陇西的早期地震活动是通渭大震统一孕震过程的表现。静宁位于极震区东北端部，那里是南北向、北西向多组构造的交会地区。极震区的西南端，为东西向和北西向构造交会的陇西一带。根据震源孕育的组合模式〔6〕，由于构造交会处往往介质完整性差，深部高温物质易于上涌，介质强度较低。因之，静宁与陇西应为通渭大震震源孕育的应力调整单元，其间则是应力的积累单元（见图 3）。

由于调整单元的岩石极限强度相对于积累单元低，在区域应力场作用下，调整单元易于

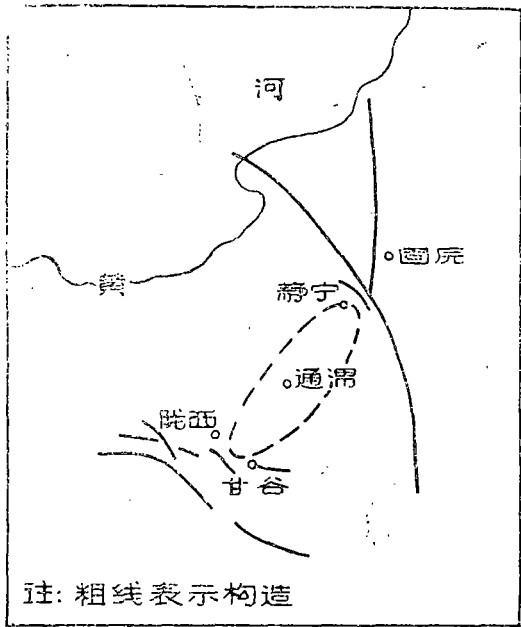


图 3

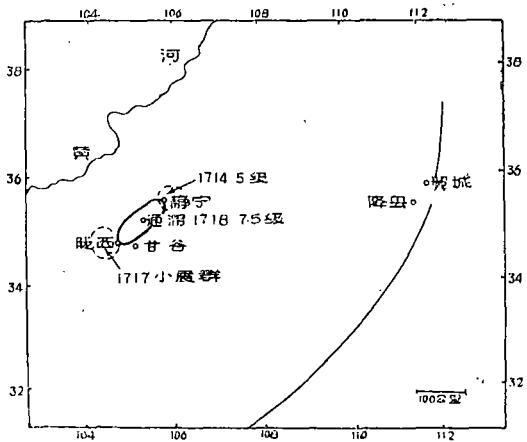


图 2

先发生大量较小地震。当积累单元应力超过本身的极限强度时，断裂从某一点开始破裂，断层两盘分别向两端错动。当破裂传播到强度较低、而应力又已经释放掉的调整单元，即静宁和陇西地区，破裂即终止。

从上述分析，可根据未来大震发震构造端部的早期前震，圈定孕震积累单元和调整单元，以此为可能发生大震的地震活动背景，作震源模式的分析，找出大震的危险地段、地点。

三、1879 年武都大震及其前震 这次大震发生在 1879 年 7 月 1 日〔1〕（清光绪五年五月十二日），震级达 7.5 级。极震区位于武都、文县一带。破坏范围包括甘肃、四川、陕西和宁夏的 40 多个县，最远为 400 公里。遭到七度以上破坏的面积达 20

多万平方公里。地震波及面更大，远至山西、河南、湖北的部分地区，有感范围最远为800公里（见图4）。

在这次地震前的两天，即1879年6月29日，发生了一个中强震。这个前震的特征是波及面非常大。比武都大震的波及面略小。根据史料记载，北至海原、延安；东至大荔；南到四川的南充（见图5）。然而，波及面如此之大的地震，在震中区却未造成任何轻微的破坏。因此，估计震源较深。

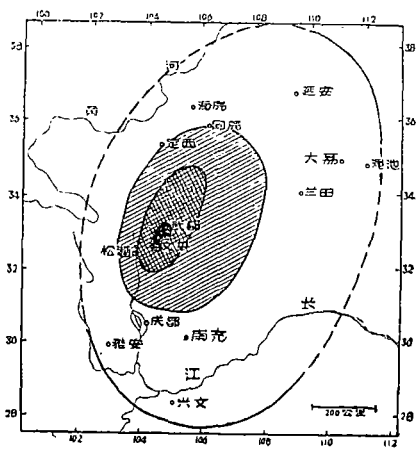


图 4. 1879年武都地震等震线图

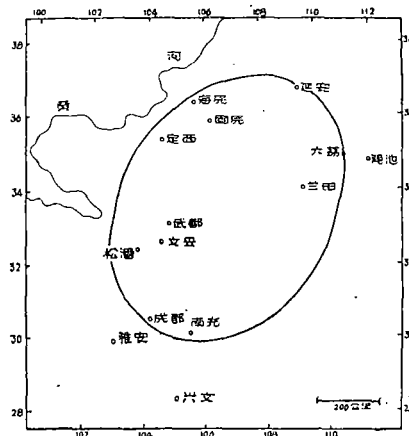


图 5. 1879年武都地震前震波及范围

根据前述，武都7.5级大震，破坏面积很大，而极震区却较小，仅限于武都、文县，其长轴约70公里。按震级与震源断层的经验公式推算，极震区当为100公里左右。此震相对于同样大小的地震而言，破坏面积大、波及面积也大，意味着震源深度较深；而极震区较小，又是震源较浅的表征。这个问题使我们联想到前震亦较深的事实，可否认为大震前发生的较深的前震为大震断裂的始破裂点，断层向上传播，到达地表，断裂终止，如图6所示。根据萨瓦吉的研究^[7]，破裂从深部某一点开始，达到自由表面，破

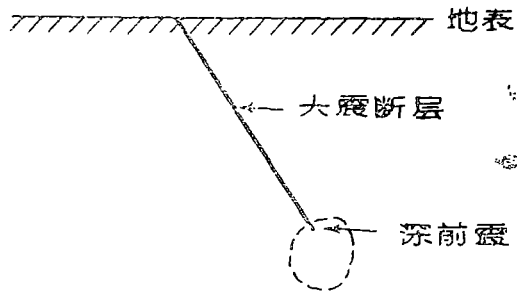


图 6

裂终止。在断裂达到自由表面而终止时，产生一个特殊的震相——破出相。这个震相的振幅较大，即在地表引起的振动较大。这也可能就是在震区局部引起更大破坏的原因。

结束语

从上述1718年大震和1879年大震的前震活动之讨论，无论就短期预报，还是作为孕震背景，估计未来大震的位置、强度，都是有一定参考意义的。本文所讨论的震例，可能

局限性很大，还有待于进一步去认识。

参 考 文 献

1. 中国地震目录，第一、二册（合订本），1971、科学出版社。
2. 中国地震资料年表，上册，1956，12，科学出版社。
3. 兰州地震大队地震地质队，陕甘宁青四省（区）主要活动构造带与地震活动性，地震战线专题资料汇编，1972，5。
4. 刘正荣、王绍晋，早期前震与终止破裂点 地震战线 1977、第六期
5. 郭增建、秦保燕、徐文耀、汤泉，地震孕育模式的初步讨论，地球物理学报16，1973。
6. 郭增建、秦保燕，由组合模式讨论我国某些大震的孕育和发生，（单行本）1978。3。
7. J·C·Savage, The Stopping Phase on Seismograms, B.S.S. A., Vol. 55 No1 1965.