

# 我国八级大震前的地震活动图象

李孟銮 董卫国 王一宽

(宁夏地震局)

## 摘 要

本文根据我国  $M \geq 8$  级地震的记录资料,研究了它们发生前的地震活动图象,发现主震前明显地存在有地震活动空白区、前兆性震中迁移和前震(包括广义前震)呈条带密集分布的异常图象,并提出了“地震活动空白带”的概念。根据  $b$  值和能量释放曲线外推,可以认为 8 级大地震的发生,是所在活动断裂带(或块体)长期活动的必然结果。

## 前 言

在当前地震科学的理论研究和预测预报实践中,震前地震活动图象的研究越来越引起人们的重视,日本学者据此曾预报过 1973 年根室半岛 7.4 级和 1978 年墨西哥瓦哈卡 7.8 级地震。自 1966 年邢台地震以来,我国地震学者一直注意震前地震活动图象的研究,先后提出过密集—平静—发震、条带密集分布、空白区、块体分布、前兆性震中迁移,关联震,前兆震群等多种异常活动图象,并且据此曾成功地预报过 1975 年海城 7.3 级地震。可以相信,在这方面的深入研究,有助于实现确定性的地震预报。

根据历史文献记载,我国境内曾发生过 17 次 8 级和大于 8 级的地震,它们当中大多数发生在我国有地震仪器记录以前,本文利用国家地震局 1977 年整编的《中国地震简目》资料,从大范围、高震级的广义前震分析,讨论了这些 8 级大震前的地震活动图象,由于受到资料的限制,本文只做定性的研究。

## 地 震 空 区

关于地震空区的概念目前还没有统一的标准,魏光兴认为<sup>[1]</sup>大震前的空区一般必须具备三个条件:1.空区形成之前的地震活动水平应与外围地区相同,或差别甚小;2.空区的形成系指空区内地震活动水平比周围地区低,显示明显差别;3.主震发生后一段时间,空区一般应该消失。

在此基础上,我们还要补充一条,即参加围空的震与主震震级之差宜过大,一般不大于 3 级。据统计,前震震级与主震震级之差在 2—2.5 级左右。从震源孕育的过程分析,

震级很小的地震往往具有很大的随机性，并不一定全部都与主震的孕育发展过程相关联。

应该指出，既然空区是一种震前异常活动图象，这就意味着在运用这个指标时，有必要首先掌握该地区正常的地震活动背景状态。我们研究现代中强地震活动图象时，凭借对那个地区正常地震活动水平的了解，可以认为，所谓空区即：空区内地震活动水平（包括频次和强度）比其正常活动状态明显地减弱，而周围地区的地震活动水平则比其正常活动状态显著地增强。对于8级大地震，由于它本身的孕育时间很长，又受到资料的限制，目前我们还没有办法知道它们孕育之前的正常活动状态，从主震前几十年，几百年间主震震中周围一定地区的震中分布情况，可以看到有六次8级大地震前具有明显的地震活动围空区图象，它们是：1668年山东莒县8½级地震、1679年河北平谷8级地震和1695年山西临汾8级地震<sup>1)</sup>、1920年宁夏海原8½级地震<sup>[2]</sup>、1950年西藏察隅8½级地震、1970年台湾东南的8级地震（见图1.2）。上述六次8级大震前，参入围空地震的震级都在5级以上，其中绝大多数大于6级。根据这些资料，我们得到如下几点认识：

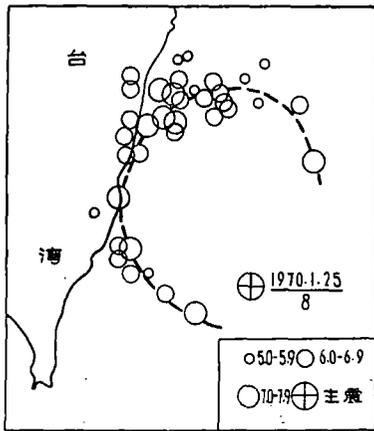


图1 1970年台湾8级大震前25年地震分布图

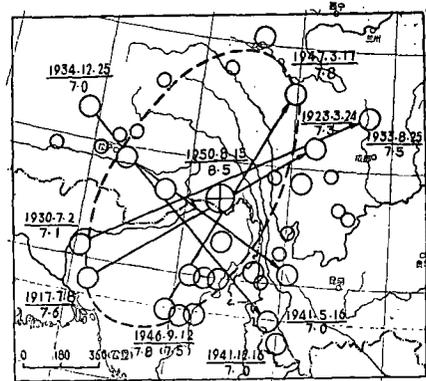


图2 1950年察隅大震前50年地震分布与前兆性震中迁移

1. 8级地震前的空区面积大体上与主震七度区的波及范围相一致，而8.5级特大地震的空区面积则与主震的入度区波及范围相吻合，这与那种认为震级越高、震前空区越大的观点是相矛盾的。

2. 空区开始出现的时间和空区持续的时间都不是简单地与未来主震的震级呈某种线性对数关系，而是明显地与所在地区的地壳运动强度有关。我国大陆内部的8级地震空区出现的时间较长，在一百年以上，板块边缘（如台湾、西藏）的地震空区持续时间短（一般50年以下）、参入围空地地震强度大。

3. 空区的形状呈椭圆形，其长轴方向与发震断裂的走向或未来主震极震区的长轴方向相吻合。其中1920年海原8½级地震例外，它的空区形状近似于圆形。

1) 赵根模，地震空区的特征和应用，1979年12月。

由于受到资料的限制，没有发现围空区在时间进程上有什么带有普遍性的变化。

另外，根据武烈等人的研究，1303年山西洪洞8级地震前，自公元1038年忻定7 $\frac{1}{4}$ 级地震后，整个山西地震带平静200年无5级以上的地震；与此相同，1927年甘肃古浪8级大震之前，震源区内也曾经有很长时间地震活动处于平静阶段，据史料记载，自1665年以后，古浪、武威地区再无破坏性地震发生，平静时间达262年〔2〕；宁夏平罗1739年8级大震前，银川平原的北北东向地震带地震活动也相当平静，自1615年平罗5 $\frac{1}{2}$ 级地震后，直至8级大震发生，其间再没有破坏性地震的记载，相对平静了124年。

这是另一种形式的“地震空区”我们称之为“地震活动空白带”，按照我们的理解，“地震活动空白带”具有如下特征：1.在地质史上是现代构造活动强烈地带；2.在我国地震史料中，发生过10次以上的破坏性地震（ $M \geq 5.5$ ）；3.大震前的平静时间要求超过100年或者超过该地区破坏性地震平均复发周期的三倍；4.空白带的两端，即未来发震构造的延伸部位或与之相关联的构造带上，有强度超过6级的地震活动。

地震活动空白带与围空区的相同之点在于它们都是主震前震源区内出现平静现象，不同之点在于空白带并不要求周围一定范围内出现地震活动增强现象。显然，从震源物理的角度考虑，这两种活动图象既反映了震源区及其周围地区地壳介质性质和发震断裂属性的差异，也反映了它们的震源孕育进程有所不同。从形式上看，地震活动空白带与茂木定义的第一类空区相仿，而围空区则和茂木定义的第二类空白区相类似。

## 前兆性震中迁移

所谓前兆性震中迁移，是指大震发生之前，绕过震源区（或主要放能区）出现的震中迁移呼应现象。该现象是我们在总结1920年海原8 $\frac{1}{4}$ 级地震时提出的。当时指出这种前兆性震中迁移是沿当地主要活动构造带进行的。后来发现，除海原地震外，1950年西藏察隅8.5级地震，1920年台湾8级地震也有类似的现象（见图3）。这种前兆性震中迁移路线具有一定的方向性，迁移呼应的距离比围空区的直径大，开始出现的时间比空区短，其中察隅地震前的前兆性震中迁移现象最为典型，这表现在：

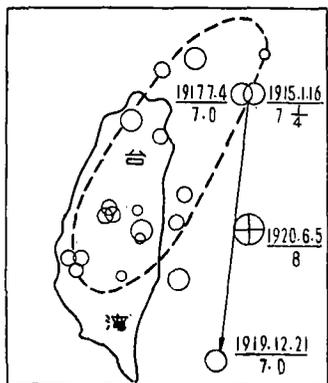


图3 1920年台湾8级大震前的前兆性震中迁移（图例同前）

1. 迁移的路线方向性强。即分为由北西向东南和由西南向东北两支，这两支迁移路线的交点与主震的震中位置相吻合。

2. 迁移的路线方位与由P波初动求得的该震断层面解中的两条节面的方向一致〔8〕。

3. 参与迁移的地震强度大。几乎全部的前震（包括广义前震）都参与了迁移活动。

根据郭增建等提出的震源组合模式〔4〕，上述前兆性震中迁移现象可能与应力调整单元的首先释放能量有关，即当主震孕育过程发展到一定阶段后，在加强了的统一区域应力场的持续作用下，就会在主震震源周围那些介质强

度比较低的地方首先发震，由于这个时候区域应力强度很高，所以有可能导致周围地区许多点相继发震，从时间和空间分布上展现出震中迁移特征。

还有一种现象，就是1927年古浪8级地震发生之前1—2个月，在通往古浪大震极震区的两个地质构造带上，有中强度地震发生，一个是1927年3月16日哈拉湖附近的6级地震，另一个是当年4月永清附近的近5级地震，这两次地震如果各自顺着自己所在构造线的方向上延伸便可交汇于古浪附近<sup>[2]</sup>这是另一种形式的前兆性震中迁移现象。

### 条带分布与块体性活动

强震发生之前，前震活动呈条带分布的现象早已引起人们的重视，而且有些研究成果还表明，这种条带的展布方向往往与主震震源断层面解中两条节面的走向相一致。我国几次8级大震之前，前震活动呈条带分布的现象也比较明显。1556年华县地震和1833年嵩明地震震前出现的条带方向与它们主震极震区的长轴方位是大致相同的。嵩明8级地震前，出现有北北东和北西两个条带，主震震中位于两个条带的交汇处，这种现象在部分中强地震前也出现过。这一点对预测未来主震位置是有参考价值的。

另外，8级地震还具有发生在活动块体某一角的现象。也就是说，8级地震的发生可能与整个块体的活动有关。1833年嵩明8级，1920年海原8½级和1927年古浪8级地震都具有这种特征（如图4、5）许绍燮等在研究华北地区地震时曾提出过这种现象，认为华北地区的中强地震之前，弱震活动重叠呈现块状，而中强震则发生在块体的某一角<sup>[5]</sup>。由上例三次8级地震的情况分析，活动块体的形状是很规则的，分别呈平行四边形和菱形，8级地震发生之前，块体的其他某一部位曾发生过7级多的地震，它们之间的时间间隔都远远小于8级地震的孕育期。

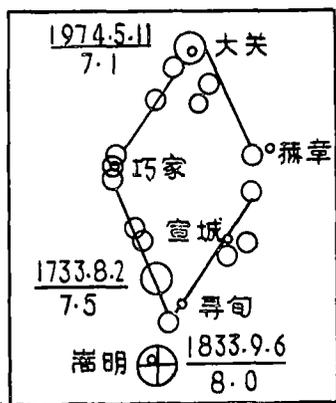


图4 菱形构造与震中分布

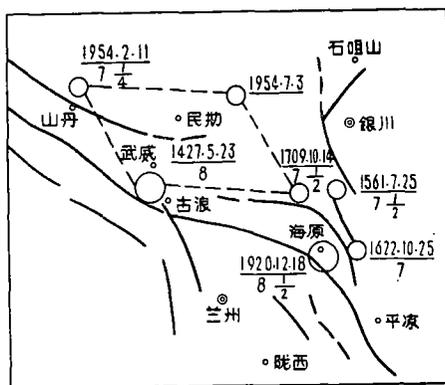


图5 1927年古浪8级地震与块体活动

### 八级地震序列

根据时振梁等人1974年的研究，我国各地震带（或地震区）的地震活动是随时间发展的，其过程可以分为四个不同的阶段，即应变积累阶段，应变释放加速阶段、应变大释放阶

段和剩余释放阶段〔6〕，由于地壳运动具有旋回的性质，上述四个阶段的整体时间，可以视为活动带的一个完整的地震活动过程。结合我国的震例，虽然各个活动带（或活动区）的地震活动时间段各不相同，但是每个活动期释放的总能量却是相差不多的，大体上相当于一次8~8½级地震的能量，因此，8级大震序列活动的全过程，可以被人们认为是所在地震带（或地震区）的地震史。

1. 8级地震序列活动的全过程在两千年以上。按照郭增建等提出的震源组合模式，一个大地震从开始孕育到大震发生的大概过程可以用图6表示，a表示地震未孕育时的状态，b为地震孕育到晚期的总变形状态，c为地震发生时的错动情况，图6b中的MN两点的距离表示地震发生前剪切变形所达到的强烈程度，它是地震从开始孕育直到大震发生这一时间间隔内所造成的总后果，假如每年造成的剪切变形量是均匀的，那么，地震孕育的总时间可由

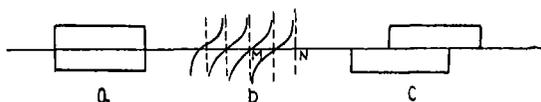


图7、6 地震孕育过程示意图

$T = \frac{\overline{MN}}{v}$  求得这个式子是对震前的情况来说的，在地震发生时，震源地方的错动幅度D

大致与 $\overline{MN}$ 相同，对于D值许多人都做过研究，发现它们的大小与震级有关。根据Chinnery的结果〔7〕，D值可表示为 $D = 10^{0.8M-3.3}$ ，式中D以厘米为单位，因此

$T = \frac{1}{v} (10^{0.8M-3.3})$ 。如果我们已经知道某地区活动断层两侧地面的相对运动速度，那

么就可以推算某种震级的地震孕育全过程的时间间隔。假如我们取构造运动的平均速度为每年0.5厘米，那么8级地震的孕育时间为2518年，8.5级地震的孕育时间达一万年之久。

2. 许绍燮等人的研究表明，地震序列具有成团分布的特点，也就是说大震必须有中小地震作为其前奏。我国几次8级地震的震例表明，其周围地区的中小地震都是很好配套的，并预示着那个大震必将发生，这一点可以通过8级大震前前震序列（包括广义前震）过程的b值直线线性关系较好给以证明。

3. 我国发生的十七次8级地震的主震及其直接余震过后，在其震源区内（9度以上的地区）不再发生 $M \geq 6$ 级地震的占82%。我国地震活动较高的西北五省（区），六次8级大震后，其震源区内至今都未发生过6级以上的地震。结合上述两条，可以认为，8级大震发生后，其震源区内要平静相当长的时间（指无6级以上地震发生，但发生5级左右的地震还是可能的），这一段时间属于剩余释放阶段。实际震例资料表明，这一阶段也可达数百年之久。

8级大震是罕见的事件，从我国十七次震例中，在震前活动图象上可看到某些带有普遍性的异常特征。本文讨论的围空区、前兆性震中迁移、条带分布与块体活动等异常图象，在地震的中长期预报中是有意义的。由于地震的发震环境和孕育过程的复杂性，还有许多问题有待今后分别做更深入的研究。

本文写作过程中,得到秦保燕同志的指导,在此特表谢意。(本文1982年2月8日收到)

### 参 考 文 献

- [1] 魏光兴,地震空区研究述评,国际地震动态,1981年,第4期.
- [2] 国家地震局兰州地震研究所、宁夏回族自治区地震队,一九二〇年海原大地震,地震出版社,1980年.
- [3] 鄯家全等,中国及邻区现代构造应力场的区域特征,地震学报,1979年,第1期.
- [4] 郭增建等,震源孕育模式的初步讨论,地球物理学报,1973年.
- [5] 许绍燮等,北京周围地区地震的分布特点与地壳屈曲,地震学报, Vol 2 . № 2 , 1980.
- [6] 时振梁等,中国地震活动的某些特征,地球物理学报, Vol 17 № 1 , 1974.
- [7] M.A.Chinnery, Earthquake magnitude and Source parameters, B.S.S.A, Vol 59 № 56, 1969年.

## SEISMICITY PATTERN BEFORE MAGNITUDE 8 EARTHQUAKE OF CHINA

Li Mengluan Dong Weiguo Wang Yikuan

(*Seismological Bureau of Ningxia Hui Autonomous Region*)

### Abstract

This paper deals with the seismicity pattern before the earthquake according to seismological data of China.

The results obtained from this work show that there are three abnormal patterns, namely, gap of the seismicities, epicenter shift and fore-sock's belt densely-distributed and the concept of "gap belt of seismicity" has been proposed. Besides, according to the b-value and the energy-releasing curve, it is inferred that the occurrence of the M 8 earthquake was caused by an active tectonic zone with a long time action