

华北强震活动的空间动态韵律(线理部分)

王泽皋

(河北省地震局)

摘 要

本文从动态的观点出发,采用“韵律”和“黄金分割数”(即优选数),具体地分析了华北最近一幕强震活动在空间分布上的迁移特点,并以椭圆图象直观地表示出了最大允许的空间韵律范围。文章认为这种“动态韵律”是地壳新构造运动固有特性的具体表现。研究各地震带强震活动的“动态韵律”对估计地震趋势可能有一定的作用。

前 言

在震害学中,人们一般用“韵律”来描述大地震活动在时间上的世、期、幕、阶的重复出现规律和空间上的群体活动现象^[1]。本文只强调强震($M \geq 6.0$)活动在空间迁移上的韵律特点。笔者在这里赋予“韵律”一词的具体含义是:在强震幕式活动过程中地震在空间分布上的“先后联系”。这种联系既具有图象分布上的直观联系,也具有深部构造上的内在联系。本文采用“黄金分割数”来描述华北强震活动空间迁移动态,只限于线理部分的“动态韵律”,至于强震活动的块体韵律,将另文讨论。

一、实例及方法

1. 1966年3月8日邢台6.8级地震发生在隆尧县牛家桥附近(A),22日7.2级主震发生在宁晋县东汪镇附近(B),26日6.2级强余震发生在宁晋县百尺口村附近(C)(图1)。

由图1可见,代表三次6级以上地震的A、B、C三点依次由震区西南向东北迁移,几乎是呈对称分布,但又不是严格的数学意义上的对称,笔者称之为具有对称成份的“动态韵律”图象。本文的目的就是在前两次地震发生后找出具有线理对称成份的第三次地震(即C点)活动空间的允许的最大韵律范围。

首先,在适当比例尺的地图上找出A、B两点的位置,再找出A点相对B点的对称点A'的位置;以A'点作为最大允许韵律范围——椭圆的中心(这个中心点比文献[2]所选的中心

点有改进),再找出有向线段BA'的黄金分割点m,以毫米为单位,量出A'm之长,将其

作为椭圆焦半径 C ，按椭圆定理有长半轴 a 的平方等于短半轴 b 的平方与焦半径 c 的平方之和，即

$$a^2 = b^2 + c^2 \quad (1)$$

令

$$b = 0.618a \quad (2)$$

由于 c 是已经量得的，将(2)式代入(1)式就可得到 a 之长，再由(2)式即得到 b 之长。于是就可方便地利用计算机算得第三次地震 C 点所在的最大允许的动态韵律范围。由图1可以看到，实际第三次地震的位置在上述最大允许的动态韵律范围内。

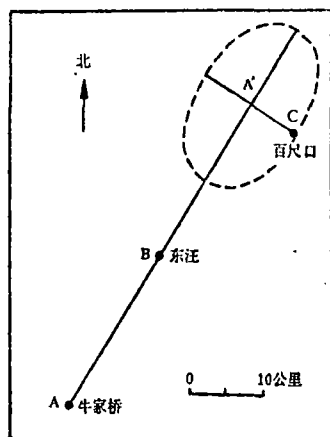


图1 邢台6级以上地震
的空间动态韵律

Fig.1 Spatial dynamic
rhythm of Xingtai
earthquakes ($M \geq 6$)

2.1976年7月28日03点唐山7.8级大地震发生在 A 点，07点的6.2级强余震发生在宁河县的 B 点，18点的7.1级强余震发生在滦县的 C 点，也呈具有对称成份的韵律分布。但是，它们不是定向迁移，而是主震居中，强余震往返于其两侧呈对称式的分布。这里先求出 B 点相对于 A 点的对称点 B' ，以 B 为韵律椭圆的中心，再按上述办法就可得出唐山第三次强震 C 的最大允许的韵律范围，实际上，7.1级强余震确实位于这一范围内。不仅如此，唐山强余震活动的这种对称分布还具有可逆性。同年11月15日宁河6.9级地震与次年5月12日6.2级地震就位于以 C 点相对于 A 点的对称点为中心所作出的椭圆范围内，即图2中的 D 、 E 两点。

3. 华北一些大地震带上6.0级以上地震的动态韵律

(1) 华北拗陷地震带6.0级以上地震活动的动态韵律

在南自修武，中经磁县、邢台、河间，北到唐山的华北拗陷地震带上，6.0级以上地震的空间分布也表现出了定向型迁移的特点，按时间顺序也是由西南向东北方向迁移，每次地震都呈对称式的空间动态韵律分布，与邢台地震区相类似。

按上述方法，根据 A 、 B 两点就可依次得到 C 、 D 、 E 各次大地震的最大允许的韵律范围。实际上， C 、 D 、 E 各点所代表的邢台、河间、唐山三组6级以上地震活动也的确是位于经计算得出的最大允许的韵律范围内的(图3)。还须指出，这条带内的强震活动有以下两个特点：

a. 带内强震的迁移属于邢台类型的定向迁移，各次强震之间的距离一般为140~180公里。

b. 根据文献[1]统计的震级与破裂长度的经验关系式

$$\lg L = 0.52M - 1.89 \quad (3)$$

计算出该带成串地震的累积破裂长度 ΣL_i ，求出它与该带总长度 L 之比为57.8%，达到了文献[1]所规定的 $\Sigma L_i \geq (\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3})L$ 的水平。本文将满足以上两点的地震活动带称为“满韵”带，华北拗陷地震带上6级以上的强震活动看来已告一段落。今后很可能是由于应力场的调整而发生一些6级以下的地震活动。但是，仍不能排除文献[3]所指出的，在大震后的“长期活动”过程中所出现的突出的显著地震。

(2) 海城、黄河口、菏泽地震带[4]

在这一带上，1969年渤海7.4级地震、1975年海城7.3级地震和1983年菏泽地震的迁

移方式是与唐山同属一种类型的来回式对称迁移，也可计算出1983年菏泽6.0级地震活动的最大允许的韵律范围（图4）。但是，如果考虑到这一地震带上自有记录以来发生的9次6级以上地震也是呈线理分布的，因此这条地震带上的地震迁移是一种混合型的（图5）。

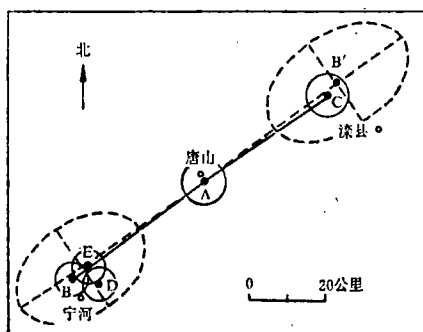


图2 唐山6级以上地震的空间动态韵律

Fig. 2 Spatial dynamic rhythm of Tangshan earthquakes ($M \geq 6$)

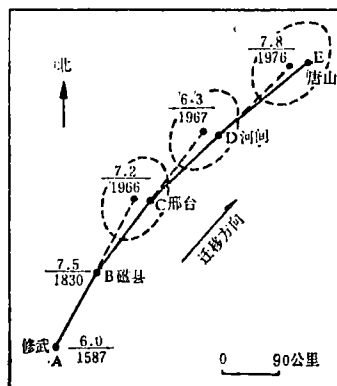


图3 华北拗陷地震带6级以上地震的空间动态韵律

Fig. 3 Spatial dynamic rhythm of earthquakes ($M \geq 6$) in depression seismic zones in North China

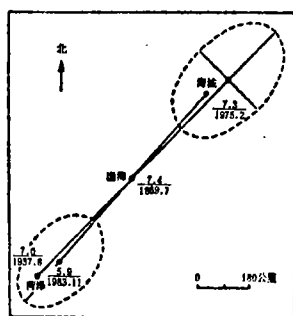


图4 海城、黄河口、菏泽地震带6级以上地震的空间动态韵律

Fig. 4 Spatial dynamic rhythm of earthquake ($M \geq 6$) in Haicheng, Huanghekou and Heze seismic zones

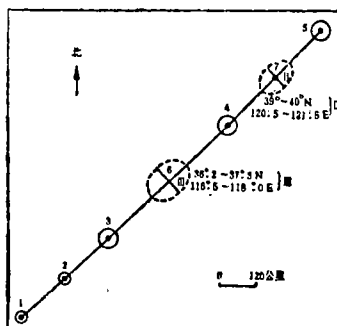


图5 南阳、许昌、菏泽、黄河口、海城地震带6级以上地震的空间动态韵律

Fig. 5 Spatial dynamic rhythm of earthquakes ($M \geq 6$) in Nanyang, Xuchang, Heze, Huanghekou and Haicheng seismic zones

按上述两条“满韵”标准来衡量这一条地震带，无论是地震间距，还是该带总长与9次地震破裂总和之比(36.3%)，都达不到“满韵”的标准。因此，在这一地震带的某一地段有发生6级以上强震的可能，而且未来地震将有可能是属于填充性的。由图5可以看出，从菏泽到1969年渤海7.4级地震之间以及从渤海地震到海城7.3级地震之间的间距，与菏泽以南

的三次地震之间的间距相比显然是“缺韵”的。根据一个地震带上强震活动自身的节律性，北段的两节有可能要出现强震的填空现象。以菏泽到黄河口7.4级地震之间的距离的中心点为椭圆的中心，以两个相向的黄金分割点作为椭圆的两个焦点，按上述方法就可得到未来这一段上6级以上地震活动的最大允许的韵律范围（图5中的椭圆Ⅲ），其中心在山东济南附近。同理可得到渤海7.4级地震与海城7.3级地震之间的椭圆Ⅱ。但由于椭圆Ⅱ附近在历史上已经发生过6.0级以上的地震，因此椭圆Ⅲ发生6级以上地震的可能性要大些。从1981年底到现在，淄博、泰安、禹城、泗水等地曾有一些小震活动，最大的为淄博1982年1月20日的4.1级地震，这些小地震对椭圆Ⅲ基本上形成了一个围空区。文献〔1〕也认为这一带的地震危险性大，不过文献〔1〕所指出的具体地点在椭圆Ⅲ的西侧不远。文献〔5〕在研究了沿黄河断裂的地震地质意义后也指出，禹王故道和现在河道是“两条地震温床”。

（3）华北块体北缘地震带

这一地带历来就多地震，在华北最近这一幕强震活动过程中，地震的空间分布也充分表现出了本文所指的“动态韵律”，而且也是混合型的（图6）。唐山大震的位置比较特殊，它不在A（海城7.3级）和B（和林格尔6.3级地震）之间的韵律椭圆之内。这可能是由于唐山大地震的发生受构造环境的影响，从而使其位置比较特殊，单纯用几何作图的办法是难以完全准确预测地震发生的地点的。

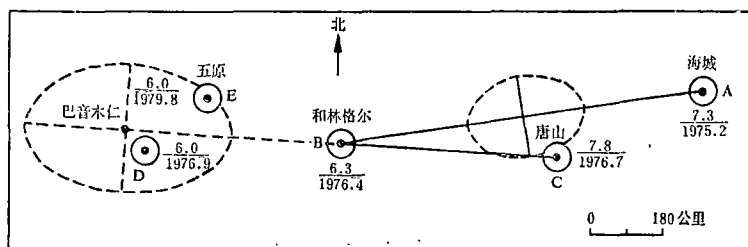


图6 华北块体北缘地震带6级以上地震的空间动态韵律

Fig. 6 Spatial dynamic rhythm of earthquakes ($M \geq 6$) in the seismic zone at northern margin of North China block

从图6可以看出，D、E两次6级地震显示出了相对于C、B的对称式的动态韵律，这两次地震都发生在所预测的最大允许的韵律范围内。这条带上近期6级以上地震活动似乎已经完成了它自身的韵律分布，但其破裂长度和该带总长度之比只有20%，还远未达到断裂沟通的要求。这是否意味着还会发生更大的地震呢？笔者认为，这一地震带上的大地震实际上都与华北块体上北东向的地震带有关。因此，是否也能用破裂长度之和与全长之比来衡量其是否“满韵”还是一个值得研究的问题。考虑到各次大震后的减震范围〔6〕，似乎今后一个时期内只能是一些调整性的中强地震（ $M \leq 6.5$ ）活动。实际上，近年来在唐山到和林格尔之间与和林格尔到五原、磴口之间只有一些6级以下的地震活动。

4. 南北地震带中南段东侧近年来一些6级以上地震的动态韵律

关于一些地震呈对称性的线理动态韵律分布的现象，不仅出现在华北一些地震带上，在我国其他地震带上近年来也有出现，图7是1966年到1976年南北地震带中南段东侧强震迁移的“动态韵律”图象，其迁移类型属于混合型。

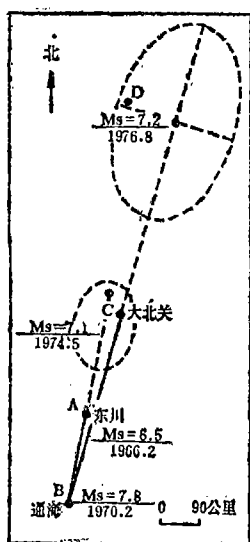


图7 南北带中南段东侧
近期6级以上地震的
空间动态韵律

Fig. 7 Spatial dynamic
rhythm of earthquakes
($M \geq 6$) on the
east side of middle
-south section of
south-North fault

二、讨 论

1. 本文提出的在一个地震带上, 根据已有的两次显著地震来预测呈线理分布的第三次或更多次未来强震的最大允许的韵律范围的方法, 在强震活动幕的初期可能是比较有效的。因为强震活动幕的初期地震活动不是随机的, 它们的活动受地壳构造的控制。

2. 邢台地震发生在狭长的束鹿断陷盆地内, 该盆地是邢台地震的蕴震体。它的活动说明, 如果在蕴震体的一端发生强震, 则必向另一端发展, 在其中部发生整个序列中最大的地震。邢台所有6级以上的地震全部发生在蕴震体内, 主震发生在中部, 前、余震相对于主震均呈对称式的分布。这个特点与整个华北拗陷地震带上强震具有自节律的线理分布特点是一致的。图8是邢台地震所处的构造环境图象。

3. 唐山大地震发生在新生代以来的开平断陷盆地北侧, 升降差异运动很强的部位的一个矩形块体内(图9), 和邢台地震的构造环境相似。不同点在于蕴震体中部首先发生大震, 其后才在蕴震体两端发生强余震, 这些强余震与主震的对称性也很好(图2、9)。

4. 由邢台和唐山两组地震活动看到, 一个蕴震体的中部储备的地震能量是最大的, 两端次之。无论中间还是两端, 只要有一个地方发生大震, 就会迅速影响到蕴震体的中部或端部, 使这些部位应力更加集中从而发生强余震。

5. 一个大地震带无疑是一个蕴震地带, 在这条带上经过长时间的能量积累后, 一旦其中某处发生大震, 就会促使该带其他应力集中地段的应力释放而触发一系列地震。不论在大震区还是在大震带上, 每次大震之间都有各自一定的距离范围, 若某一次地震迁移的距离超过了该带固有的距离韵律, 大震就有可能填充发生。

6. 一个大地震带和一个大地震区相仿, 如果在这条带的一端发生大震, 则地震有可能沿着该带向另一端发展而在一些固有的韵律点(应力集中点)上相继发生一系列的大地震。本文讨论的华北地区的邢台、唐山两大地震区和三大地震带即是如此。

三、结 语

1. 在华北强震活动幕中, 地震带上呈线理活动的地震迁移是具有一定的韵律性的, 在大震前或强震活动幕的初期, 可以根据一些显著地震的分布情况采用本文提出的办法来寻找未来大震活动场所, 即最大允许的韵律范围。

2. 由于地震的发生受多种因素的综合影响, 特别是受新构造活动的制约, 因而笔者采用

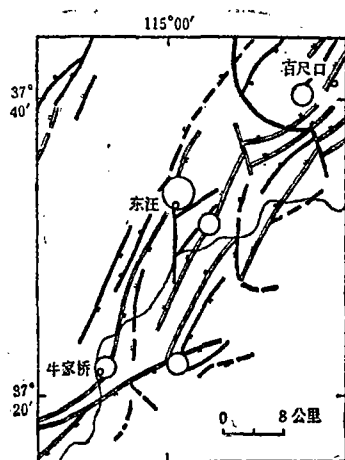


图8 1966年3月邢台大地震的
发震构造环境图

Fig. 8 Seismotectonic
environment for the Xingtai
earthquake in March, 1966

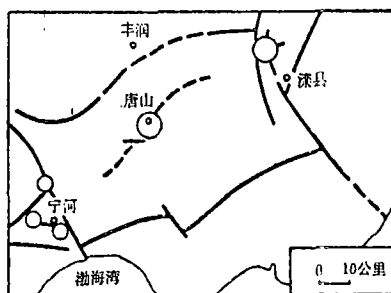


图9 唐山地震的构造环境图
(据《1976年唐山地震》)

Fig. 9 Seismotectonic
environment for the
Tangshan great earthquake
in July, 1967

了“动态韵律”的办法来寻找未来发震的场所。之所以用“韵律”而不用“误差”，是因为“韵律”的含意比只有纯数学意义的“误差”的含意要广，而且比较灵活。

3. 许多观测事实表明，地震活动空间分布的动态韵律是有不同层次的。而且，一些5级或4级以上的显著地震，无论在距离上还是在方位上都不象6级以上地震那样分布有规则。

4. 不同级别的地震空间分布韵律可能和不同力学模型或不同级别的新构造韵律有关。例如，华北最近这一幕强震活动是受一致性很好的大区域应力场持续集中作用的结果，而次一级的地震活动就可能是受一些局部应力场调整演变影响的结果。无论何种解释都说明一个事实，即地震的活动是与新构造运动和应力场的演变有密切关系的，而不是完全随机性的，地震活动空间的动态韵律，实际上是反应新构造运动的动态韵律，是新构造运动所固有特性的具体表现。

(本文1986年8月28日收到)

参 考 文 献

- [1] 张肇珍、马宗晋、高维明、付征祥、张国民，华北强震近期危险性的预测研究，中国地震，Vol. 2, No. 1, 1986.
- [2] 王泽皋、董晓萍，由显著地震的动态图象寻找华北强震活动场所，华北地震科学，Vol. 3, No. 3, 1985.
- [3] 王泽皋，大震区的长期活动，地震学报，Vol. 7, No. 3, 1985.
- [4] 丁国瑜、李永善，我国地震活动与地壳现代破裂网络，地质学报，Vol. 53, No. 1, 1979.
- [5] 王敬禹，沿黄断裂带的地震地质意义，华北地震科学，Vol. 4, No. 1, 1986.
- [6] 郭增建、秦保燕，大震重复性与减震作用，西北地震学报，Vol. 6, No. 4, 1984.

SPATIAL DYNAMIC RHYTHM OF STRONG SEISMIC ACTIVITY IN NORTH CHINA

Wang Zegao

(Seismological Bureau of Hebei Province)

Abstract

From the point of view of dynamic state, "rhythm" and "golden cut value" (that is, optimal selected value) are used to describe the migration characteristics of the strong seismic activities of the latest epoch in North China. The result is called "Dynamic rhythm" and the elliptical pattern visually shows the largest permissive rhythm range in space. In this paper, it has been considered that such "Dynamic rhythm" is the concrete expression of characteristics of neotectonic movement. It may make some contribution to estimation of earthquake tendency to study the "Dynamic rhythm" of seismic activity in every seismic zones.