

华北地区强震前的地震活动图象*

李钦祖 靳雅敏 于新昌
(河北省地震局)

摘 要

本文分析了华北地区(30° — 42°N , 105° — 124°E)自16世纪以来8次7.5级以上大地震发生之前的地震活动图象。发现在这些大地震发生之前的若干年(绝大多数不超过20年),都表现出一个 $M \geq 4\frac{3}{4}$ 地震在某一范围内相对较集中活动的区域,然后在该区中部或边缘发生大地震。

唐山7.8级地震前,随着大地震发生时间的逼近, $M_s \geq 4.0$ 地震的震中分布,在大范围活动的基础上,分阶段地逐步自外围向主震震中收缩,然后发生大地震。这种地震活动图象的演变过程可分成若干阶段的现象,对于研究震源性质、地震孕育过程和中长期地震预报等,可能具有一定意义。

一、引言

华北地区($\phi 30^{\circ}$ — 42°N , $\lambda 105^{\circ}$ — 124°E)目前正处在自1815年开始的第四个地震活动高潮期内^[1],此间所发生的地震有频度高、强度大的特点。在第三个地震活动高潮期,即1477年—1739年(263年)内,发生 $M \geq 7\frac{1}{2}$ 地震共8次。而第四个地震活动高潮期,即从1815年至1979年的165年内,已发生 $M \geq 7.5$ 地震4次。这些地震的孕育过程的物理实质是什么?下一次大地震将可能在什么地方发生?这些都是需要进行研究的问题。本文拟从历史上8次强地震前的地震活动特点以及唐山7.8级地震前地震活动图象的演变过程,讨论对上述诸问题的研究具有一定意义的某些信息。

二、历史上8次强地震前的地震活动图象

本区自公元1000年至1920年共发生 $M \geq 7.5$ 地震12次(表1)。资料取自《中国地震目录》1971年版。其中除表中未列的早期1303年洪洞—赵城8级地震(可能地震资料有缺失)和1709年中卫 $7\frac{1}{2}$ 级、1718年通渭 $7\frac{1}{2}$ 级地震(它们被归入1739年银川8级地震的震前活动)以及1920年海原 $8\frac{1}{2}$ 级等四次地震(在华北地区边缘)而外,其余8次

* 1980年11月18日收到初稿,1981年9月1日收到修改稿。

表 1

编号	发 震 时 间			震 中 位 置			震 级
	年	月	日	纬度(N)	经度(E)	地 区	
1	1556	1	23	34.5	109.7	陕西华县	8
2	1654	7	21	34.3	105.5	甘肃天水	$7\frac{1}{2}$
3	1668	7	25	35.3	118.6	山东莒县郯城	$8\frac{1}{2}$
4	1679	9	2	40.0	117.0	河北三河平谷	8
5	1695	5	18	36.0	111.5	山西临汾襄陵	8
6	1739	1	3	38.9	106.5	宁夏平罗银川	8
7	1830	6	12	36.4	114.2	河北磁县	$7\frac{1}{2}$
8	1888	6	13	38.5	119.0	渤海湾	$7\frac{1}{2}$

大地震发生之前的若干年内都表现出一个由 $M \geq 4\frac{3}{4}$ 地震所形成的相对较集中活动的区域,然后在该区的中部或边缘发生大地震。地震活动的这些图象显示出大地震孕育的一些信息(图 1)。

1. 1556 年 1 月 23 日陕西华县 8 级地震(见图 1(a)) 自 1536 年北京通县 6 级地震起,经 20 年由 6 次地震组成一个地震活动区(约 56 万平方公里),然后在其西部边缘发生该大地震。

2. 1654 年 7 月 21 日甘肃天水 $7\frac{1}{2}$ 级地震(见图 1(b)) 自 1640 年河南洛阳 5.0 级地震起,经 14 年由 8 次地震形成一个活动区(约 30 万平方公里),然后在其西部边缘发生该强震。

3. 1668 年 7 月 25 日山东莒县、郯城 $8\frac{1}{2}$ 级地震(见图 1(c)) 自 1654 年山东朝城 $5\frac{1}{2}$ 级地震起,经 14 年由 7 次地震形成一个活动区(约 44 万平方公里),然后在其东部边缘发生该大地震。

4. 1679 年 9 月 2 日三河、平谷 8 级地震(见图 1(d)) 自 1673 年 10 月 18 日天镇 $5\frac{1}{2}$ 级地震起,经 6 年由 6 次地震形成一个活动区(约 31 万平方公里),在其北部边缘发生该大地震。

5. 1695 年 5 月 18 日山西临汾 8 级地震(见图 1(e)) 自 1675 年山西平陆 $4\frac{3}{4}$ 级地震起,经 20 年由 7 次地震形成一个活动区(约 26 万平方公里),在其西南边缘发生该大地震。

6. 1739 年 1 月 3 日宁夏平罗、银川 8 级地震(见图 1(f)) 自 1704 年 9 月 18 日河北东光、沧县 $5\frac{1}{2}$ 级地震起,经 35 年由 10 次地震形成一个活动区(约 51 万平方公里),在其西部边缘发生该大地震。

7. 1830 年 6 月 12 日河北磁县 $7\frac{1}{2}$ 级地震(见图 1(g)) 自 1827 年 3 月 23 日山

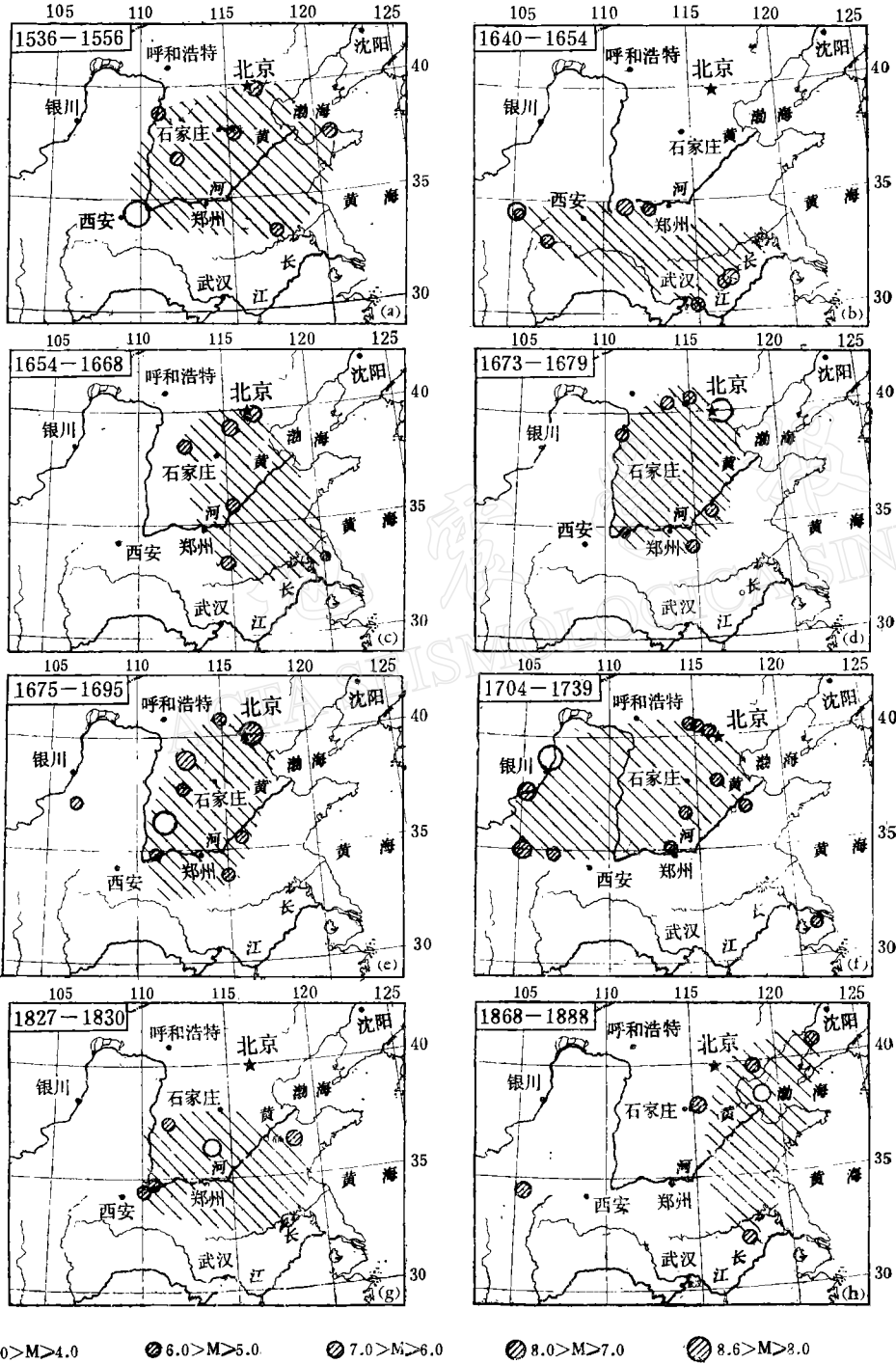


图 1 历史上华北八次强震(空圆)前的地震活动图象

西平陆 $5\frac{1}{4}$ 级地震起,经 3 年由 5 次地震形成一个活动区(约 27 万平方公里),然后在中部发生该强地震。

8. 1888 年 6 月 13 日渤海湾 $7\frac{1}{2}$ 级地震 (见图 1(h)) 自 1868 年安徽定远南 $5\frac{1}{2}$ 级地震起,经 20 年由 4 次地震形成一个活动区(约 28 万平方公里),在其中部发生该强地震。

确定上述强震前的“相对较集中活动区域”时,主要考虑: 1) 地震在活动区域上相对集中,其面积一般不超过取样面积的 25%; 2) 在活动区中,地震在平均单位面积上所释放的能量和每年平均释放的能量都比较高。平均每万平方公里释放的能量相当于一个 5 级以上地震,平均每年释放的能量相当于一个 5 级以上地震。表 2 中列出了这些有关的参数。

取样范围是 $30^{\circ}\text{--}42^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ}\text{--}124^{\circ}\text{E}$, 总面积约 220 万平方公里。上述 8 个强震前的相对集中活动区面积都不超过总面积的 25%, 并且 $M\geq 8$ 地震前的相对集中活动区面积偏大, 而 $7\frac{1}{2}$ 级地震前的活动区面积都偏小, 不超过总面积的 15% (见表 2)。

表 2 大地震前活动区的某些参数

编号	面积 (平方公里)			历时 (年)	地震数	释 放 能 量 (尔格)				
	工作区	活动区	百分比			总 能 量	能量/年及相当震级 (M_s)	能量/万平方公里及相当震级		
1	220 万	56 万	25	20	6	1.43×10^{21}	7.15×10^{19}	5.4	2.55×10^{19}	5.1
2		30 万	14	14	8	1.37×10^{21}	3.79×10^{19}	5.2	4.57×10^{19}	5.2
3		44 万	20	14	7	4.48×10^{21}	3.20×10^{20}	5.8	1.02×10^{20}	5.5
4		31 万	14	6	6	3.80×10^{20}	6.33×10^{19}	5.3	1.22×10^{19}	4.9
5		26 万	12	20	7	6.50×10^{23}	3.25×10^{22}	7.1	2.50×10^{22}	7.1
6		51 万	23	35	10	2.35×10^{23}	6.71×10^{21}	6.7	4.60×10^{21}	6.6
7		27 万	12	3	5	8.72×10^{20}	2.90×10^{20}	5.8	3.23×10^{19}	5.1
8		28 万	13	20	4	7.80×10^{20}	3.90×10^{19}	5.2	2.79×10^{19}	5.1

为了与上述现象作对比,避开 $M\geq 7\frac{1}{2}$ 地震前若干年,另抽取几个时间段的资料作震中分布图(图 2)。由图可见,在我们所取的这 4 个时间段内,地震分布比较零散,所跨区域很大,最小面积约 80 万平方公里(图 2(d)),远远大于取样面积的 25%,从图上看不出上述各次大地震发生前那种中小地震在一定区域中形成相对较集中活动区域的明显象。

从以上资料分析,我们认为,一个大地震发生之前,必须具备在相当大的范围内积累足够高应力的条件。一般说所发生的地震愈大,积累应力的范围亦愈大。当某个区域处在应力积累并逐步增大的相当长的时期中,介质主要是在积累应力,基本上不释放,表现在地震活动的空间分布上,应当是有一个空区,即周围发生地震,而在这个应力积累范围内基本无震。随着应力的增大,在该区中地壳介质某些局部薄弱地带,承受不住逐步增高的应力,相继发生一些地震,形成一个地震相对较集中活动的区域,表现出地震呈整体性活动的特点。由表 2 可看出,这种区域的面积与大地震的震级有关。由此推想,可能与孕

震体的大小有关,而它所经历的时间与大地震震级的关系,不如面积那么明显。虽然原因尚不清楚,但我们猜想,这大概主要取决于介质的结构状况和物理性质。

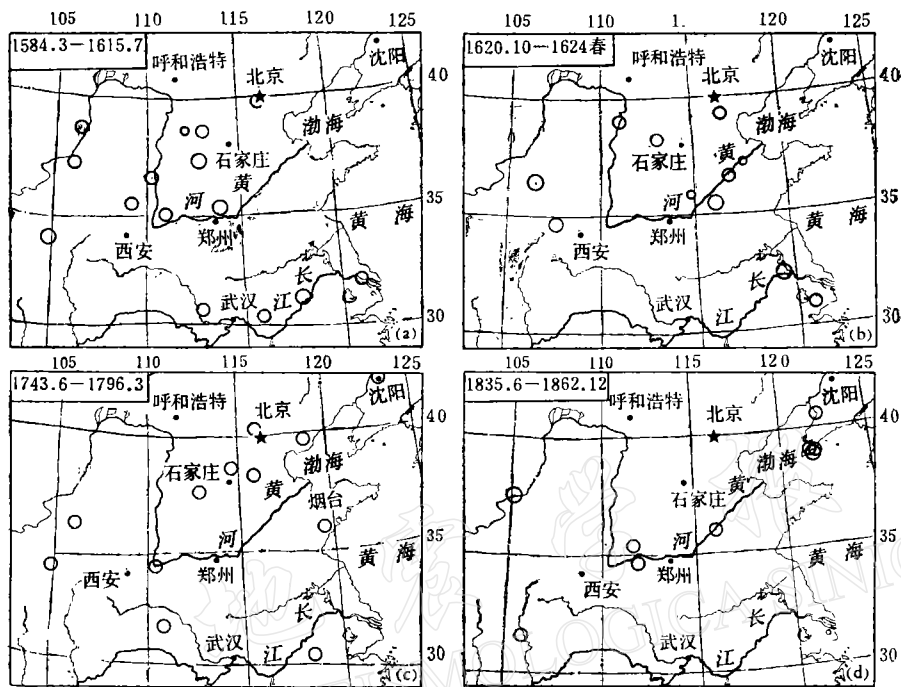


图2 所取历史上四个时间段的震中分布图

三、唐山7.8级地震前地震活动图象的演变

如上所述,地震的发生是地壳应力场同介质变化的结果。从唐山地震前地震活动图象演变的阶段性,也许可以更详细地窥出唐山大地震的形成过程。

1. 形成地震空区 据《中国地震目录》(1971年版)在1958年至1964年期间,华北地区共有10次 $M_s \geq 5.0$ 地震,它们都发生在该区的西部和南部,而在华北地区内部则形成大范围的地震活动空白区(图3(a))。这显示出华北地块大范围的应力仍主要处在积累阶段。

2. 空区内出现较多较大地震 自1965年1月10日山西夏县5.2级地震起,至1969年7月18日渤海7.4级地震止,有10次 $M_s \geq 5.0$ 地震发生在前述空白区,形成一个地震活动相对较集中的区域。且随着时间进程,这些地震自南西而北东向未来的7.8级地震震中逐渐推移(见图3(b))。

自1966年3月8日邢台6.8级地震至唐山地震前 $M_s \geq 6.0$ 地震的迁移规律,更说明了上述的这一特点(见图3(c))。

在围空区内出现了较多较大的地震,说明地壳介质逐步开始大破裂,进入了以应力释放为主的阶段。

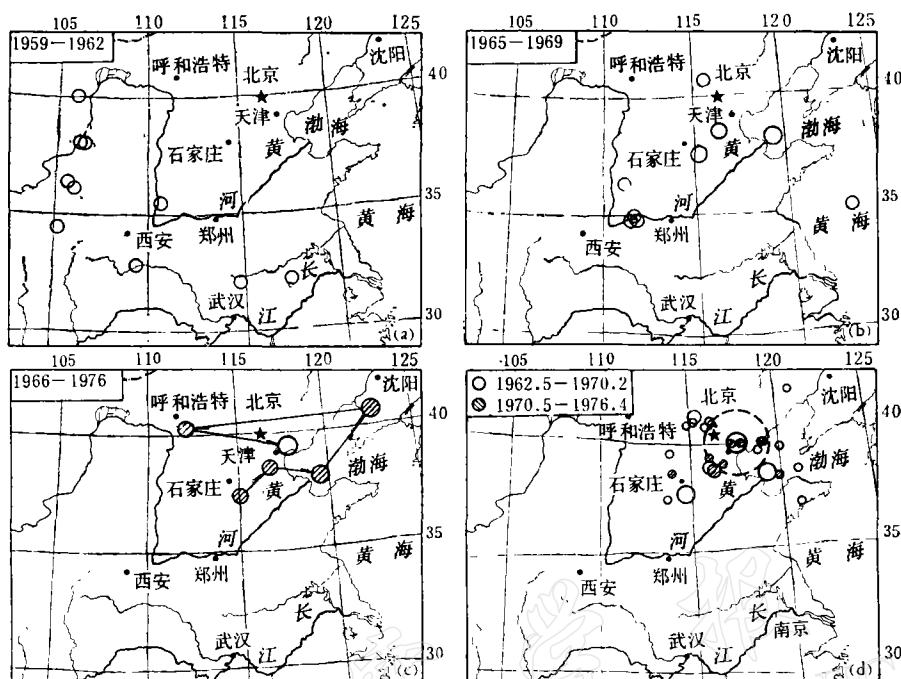


图 3 唐山 7.8 级地震前地震活动图象的演变

3. 未来大地震震中区周围地震活动性明显增高 我们把研究范围缩小, 再来看看地震活动图象有何变化. 据《中国地震台网观测报告》, 在 $37^{\circ}\text{--}42^{\circ}\text{N}$, $114^{\circ}\text{--}121^{\circ}\text{E}$ 范围内, 1957 年以后, $M_s \geq 4.0$ 地震明显增多. 1957 年至 1970 年的 13 年中发生 $M_s \geq 4 \frac{3}{4}$ 地震 6 次, 而 1957 年以前的 13 年中, 发生同级地震仅 3 次. 这一现象说明, 该范围内的应力水平在 1970 年前已相当高, 大地震的孕育渐趋成熟.

4. 小地震分布由外围向中心收缩 唐山大地震发生前, 上述范围内的小地震不仅增多, 而且在分布形态上明显地自外围向中心收缩 (图 3(d)). 我们以唐山大地震的震中为中心, 以唐山至北京的直线距离大约 160 公里为半径划圆. 1962 年 5 月至 1970 年 2 月所发生的 16 次 $M_s \geq 4.0$ 地震都分布在该圆之外; 而 1970 年 5 月至唐山大震前, 共发生 11 次同级地震, 绝大多数都分布在所划圆内. 可见, 随着唐山大地震发生时间的逼近, 小地震逐渐从外围向大地震震中收缩, 这应当被看作是大地震已经为期不远的迹象. 最后在收缩区中部, 发生了唐山 7.8 级大地震.

综上所述, 如果在若干年中, 在华北地区的某个局部区域, 地震活动相对集中, 则它可能是该区域中未来将发生大地震的一种迹象. 而在一个大地震发生之前, 其周围地区的地震活动图象, 应能显示出一定的演变过程. 仔细研究这个演变过程中各个阶段的特点, 对于研究震源性质、孕震过程和地震预报等将具有一定意义.

参 考 文 献

- [1] 杨理华、李钦祖, 华北地区地壳应力场, 115, 地震出版社, 1980.

SEISMICITY PATTERN BEFORE GREAT EARTHQUAKES IN NORTH CHINA

LI QINZU JIN YAMIN YU XINCHANG

(*Seismological Bureau of Hebei Province*)

Abstract

The seismicity patterns before 8 great earthquakes with $M > 7.5$ of North China (30° — 40° N, 105° — 124° E) occurred since the 16th century have been analyzed. It was found that before any of them, earthquakes with $M \geq 4\frac{3}{4}$ usually occurred in a period of several years (in most cases not longer than 20 years) within a rather restricted region. Then finally the major earthquake took place at the center or near the edge of that region.

Before the 1976 Tangshan Earthquake of $M=7.8$, the epicenters of earthquakes of $M \geq 4.0$ within such a region as above-mentioned gradually came near to the epicenter of the great Tangshan Earthquake by stages as time approached its outbreak. Such a fact of variation of seismicity pattern in stages before a great earthquake probably contains certain implications related to the study of focal properties, seismogenic process, long-term earthquake prediction and so on.