

中国中深源地震分布特征及其意义^{*}

王周元, 何少林, 李 勇, 姬凤英

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃兰州 730000)

摘要: 分析了中国 6.0 级以上中深源地震的分布特征及其与各主要地震活动区地震活动的关系. 深震集中分布在东北地区以 42°N , 130°E 为中心的 $2^{\circ}\times 2^{\circ}$ 范围内, 震源深度平均约 560 km. 中源地震集中分布在东海经台湾到东沙群岛一线, 形成 NE~SW 走向的条带, 震源深度多在 250 km 以内, 平均约 150 km. 中深源地震活动具有约 63 年的周期. 中源地震活跃期紧接在深源地震活跃期之后. 中深源地震发生以后台湾地区出现 7.0 级以上, 青藏块体北部和东部出现 6.0 级以上的浅源地震活动. 青藏块体的地震活动总体上表现出自块体北部开始, 然后沿块体东部逐步向南迁移的特征. 中深源地震及受东部应力场控制的浅源地震活动平静了近 20 年, 1999 年珙春 7.0 级深震和台湾 7.6 级地震的发生可能是太平洋板块推挤运动加剧及相关地震开始活跃的信号.

关键词: 中国; 中源地震; 深源地震; 地震活动特征; 趋势预测

中图分类号: P315.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2000)03-0288-08

0 前言

一般认为太平洋板块向西的推挤是中国地震活动的主要力源之一, 也是中国东部中深源地震发生的原因. 中国境内中深源地震主要分布在东北地区、东南地区和新疆地区. 东北地区的深震活动可能与太平洋板块的作用有关, 东南部的中源地震则可能是菲律宾板块作用的结果, 而新疆地区的中源地震可能与印度板块的作用有关. 因此, 中深源地震的活动状况能反映出三大板块作用的剧烈程度. 由于这些中深源地震处于板块推挤、碰撞的前沿, 因此, 有可能成为内陆地区地震活跃开始的信号. 本文研究了中国中深源地震的时空分布特征及其与内陆地区浅源地震活动的关系.

1 中深源地震的时空分布特征

本文所用资料取自《中国地震简目》^[1]和《震情简报》^①. 按通常的分类标准, 将震源深度在 300 km 以上的地震视为深源地震; 将震源深度在 300 km 以下, 70 km 以上的地震视为中源地震.

全国 6.0 级以上中深源地震的有关参数见表 1, 震中分布见图 1a. 由图可见, 深源地震集

收稿日期: 1999-10-18

^{*} 中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC2000033

作者简介: 王周元(1943-), 男(汉族), 四川彭州人, 副研究员, 现主要从事地震监测和地震预报研究.

① 中国地震局. 震情简报. 1987~1999.

表 1 中深源地震参数($h \geq 70$ km, $M \geq 6.0$)

时间	震中位置		地点	震级	h/km	间隔时间/a
	北纬	东经				
1905-08-25	43.0°	129.0°	图门	6 $\frac{3}{4}$ (M_b)	470	3.637
1909-04-15	25.0°	121.5°	台北	7.3	80	0.991
1910-04-12	25.5°	122.5°	基隆东北	7 $\frac{3}{4}$	200	0.249
1910-07-12	37.0°	76.0°	塔什库尔干	6 $\frac{3}{4}$	120	4.487
1915-01-06	25.0°	123.0°	基隆东	7 $\frac{1}{4}$	160	2.568
1917-07-31	42.5°	131.0°	瑯春东南	7.5(M_b)	460	0.529
1918-02-10	43.0°	130.0°	图门东	6.5(M_b)	450	0.161
1918-04-10	43.5°	130.5°	瑯春北	7.2(M_b)	570	0.918
1919-03-11	26.4°	125.5°	东海	6.0	130	0.224
1919-06-01	26.5°	125.0°	东海	7.0	200	0.931
1920-05-06	43.0°	131.5°	瑯春东	6 $\frac{1}{4}$ (M_b)	520	7.032
1927-05-18	44.0°	131.0°	东宁	6.5(M_b)	430	1.055
1928-06-07	44.0°	131.0°	东宁	6.0(M_b)	430	1.206
1929-08-21	24.0°	122.0°	花莲东	6 $\frac{1}{4}$	96	0.059
1929-09-12	24.0°	122.0°	花莲东	6.0	96	3.075
1932-10-09	23.5°	122.5°	花莲东	6.0	130	0.917
1933-09-09	44.0°	130.0°	牡丹江东南	6 $\frac{1}{4}$ (M_b)	590	0.595
1934-04-14	25.5°	124.5°	赤尾屿南	6.0	250	0.958
1935-03-29	43.0°	131.0°	瑯春东	6 $\frac{1}{4}$ (M_b)	550	2.634
1937-11-16	35.0°	78.0°	和田南	6.5	100	0.516
1938-05-23	18.0°	119.5°	东沙群岛东南	7.0	80	0.413
1938-10-21	43.5°	131.0°	东宁南	6 $\frac{1}{4}$ (M_b)	550	1.718
1940-07-10	44.0°	131.0°	东宁	7.3(M_b)	580	0.370
1940-11-22	43.7°	131.5°	东宁东南	6.0(M_b)	540	2.365
1943-04-05	39.3°	73.3°	乌恰西南	6.5	100	2.326
1945-08-02	24.3°	121.6°	花莲北	6 $\frac{1}{4}$	92	0.445
1946-01-11	44.0°	129.5°	宁安南	7.2(M_b)	580	0.938
1946-12-19	24.7°	122.5°	宜兰东	6 $\frac{3}{4}$	100	0.773
1947-09-27	24.7°	123.0°	宜兰东	7.4	110	0.430
1948-03-03	18.8°	119.0°	东沙群岛东南	7.2	74	2.647
1950-10-25	26.3°	126.2°	赤尾屿东	6 $\frac{1}{4}$	130	1.381
1952-03-13	28.5°	127.3°	东海	6.5	285	0.130
1952-04-29	25.5°	122.8°	基隆东北	6.0	285	4.678
1957-01-03	43.9°	130.6°	东宁西南	7.0(M_b)	593	0.541
1957-07-19	24.6°	122.7°	宜兰东南	6.0	100	0.643
1958-03-11	25.1°	124.4°	赤尾屿南	7.0	120	0.590
1958-10-12	27.9°	126.3°	东海	6 $\frac{3}{4}$	256	0.541
1959-04-27	24.8°	122.7°	宜兰东	7.5	130	0.309
1959-08-18	22.2°	121.8°	兰屿	6.5	165	0.198
1959-10-29	42.8°	131.1°	瑯春东	6 $\frac{1}{4}$ (M_b)	547	1.323
1961-02-24	25.9°	125.7°	赤尾屿东	6.0(M_b)	110	0.215
1961-05-14	25.5°	122.4°	基隆东北	6.0	250	0.311
1961-09-05	38.5°	73.2°	阿克陶	6.0	100	0.241
1961-12-02	26.4°	125.0°	东海	6 $\frac{1}{4}$	210	0.691
1962-08-11	25.2°	123.3°	基隆东	6.5	140	0.298
1962-11-27	25.1°	123.0°	基隆东	6.3	175	0.578
1963-06-26	36.4°	76.7°	塔什库尔干	6.0	90	2.238
1965-09-21	29.0°	128.2°	东海	6.0	195	0.773
1966-07-01	24.9°	122.6°	宜兰东北	6.1	102	0.674
1967-03-04	21.4°	121.9°	兰屿东南	6.1	125	0.647
1967-10-25	24.4°	122.3°	花莲东北	6.7	73	5.875
1973-09-10	42.5°	131.1°	瑯春东南	6.4(M_b)	552	0.005
1973-09-12	25.5°	124.8°	赤尾屿东南	6.7(M_b)	153	0.049
1973-09-29	41.9°	131.0°	瑯春东南	7.7(M_b)	595	3.093
1976-11-03	26.7°	125.2°	东海	6.2(M_b)	236	1.830
1978-09-02	24.8°	122.0°	宜兰东北	6.2	84	3.241
1981-11-28	42.9°	131.2°	瑯春东南	6.2(M_b)	540	1.051
1982-12-17	24.5°	122.6°	苏澳东	6.2	80	16.306
1999-04-08	43.4°	130.3°	瑯春	7.0	540	1.733*

* 到 2000 年底。

中分布在 $41.9^{\circ} \sim 44.0^{\circ}N, 129.0^{\circ} \sim 131.5^{\circ}E$ 范围内, 即东北吉林和黑龙江二省交界的边境地区; 中源地震主要集中分布在东海经台湾到东沙群岛, 形成 NE~SW 走向的条带, 范围不超过 $18.0^{\circ} \sim 29.0^{\circ}N, 119.0^{\circ} \sim 128.2^{\circ}E$, 其中 7.0 级以上地震集中在台湾和东沙群岛二处. 这些中深源地震分别属于日本海西岸深震带及琉球—台湾—菲律宾中源地震带, 是环太平洋地震带的一部分. 另外, 在新疆西部乌恰和田还有一些中源地震, 呈 NW~SE 向分布, 其范围为 $35.0^{\circ} \sim 39.3^{\circ}N, 73.2^{\circ} \sim 78.0^{\circ}E$. 这些地震属于兴都库什中深源地震带外缘的一部分. 为了叙述方便, 将上述 3 个带分别简称为东北深震带、东南中源地震带和新疆中源地震带, 前 2 个带合称为东部中深源地震带.

1930 年以后东北发生的深震的深度一般为 540~600 km, 平均约 560 km. 此前发生的地震的深度偏浅且稳定性较差, 多数地震的深度为 430~470 km, 平均约 475 km (图 1b). 这可能表明早期测定的震源深度可靠性较差. 中源地震的深度大多在 250 km 以内, 平均约 150 km.

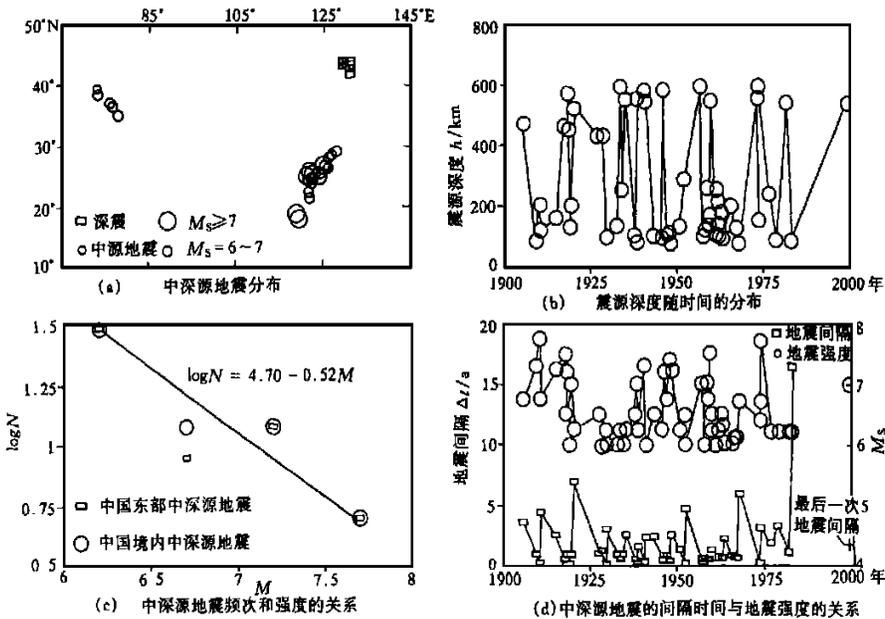


图 1 中国境内中深源地震的时空分布

Fig. 1 Time and space distribution of intermediate and deep-focus earthquakes of China.

中源地震的数量大约是深源地震的 1.8 倍, 其中 7.0 级以上地震约占 26%, 最大震级达 $7\frac{3}{4}$. 深震中 7.0 级以上地震约占 37%, 最大震级为 7.7. 中深源地震的最高强度基本相当, 7.0 级以上地震数量也很接近.

中深源地震的频次和强度关系见图 1c. 由图可见, 6.5~6.9 级中深源地震较为缺少, 这可能与震级测定误差和震级分段太细有关. 全国及东部中深源地震的震级和频度关系拟合结果如下:

震级按 0.5 级分段: $\log N = 4.34 - 0.47 M$
 $\log N = 4.12 - 0.44 M$
 震级按 1.0 级分段: $\log N = 4.14 - 0.39 M$
 $\log N = 3.76 - 0.34 M$

根据上述关系可知, 震级相差 1.0 级, 频次约变化 2.5 倍.

2 中深源地震活动的周期性

96%以上的中深源地震的间隙在5年以内, 仅有1920年5月珲春6 $\frac{1}{4}$ 级地震以及1982年12月台湾6.2级地震的间隙超过6年, 后者间隙达17.3年, 是比较特殊的. 此外, 1952年4月基隆6.0级地震、1967年10月花莲6.7级地震、1905年8月图门6 $\frac{3}{4}$ 级地震以及1910年4月基隆7 $\frac{3}{4}$ 级地震间隙分别是4.7年、5.9年、3.6年和4.7年, 都属于局部高间隙. 同二个高间隙一起可见中深源地震间隙总体上由高到低, 再升高的趋势, 反映了板块推挤运动从弱到强、再减弱的过程. 地震间隙高低值变化的轮回时间约62.6年.

自1910年4月基隆发生7 $\frac{3}{4}$ 级地震后, 地震强度逐渐减小, 直至1973年9月在珲春发生7.7级(M_b)地震. 这2次地震的间隔时间为63.5年(图1d), 其间大于7级的地震仅有16次, 最大震级为7.5. 1973年至今地震强度较低, 仅在1999年珲春地区发生了一次7.0级地震. 图1d还表明, 自1910年以来中深源地震活动可以划分为7个活跃段, 按先后次序各活跃段内发生的7级地震次数分别为2, 4, 2, 3, 3, 1和1, 间隔时间分别为4.7, 19.0, 5.5, 8.8, 14.4和25.5年, 前5个活跃段的持续时间分别为1.0, 4.4, 2.1, 2.1和2.3年. 后4次7级地震的间隔时间呈递增的趋势, 反映了板块作用的逐步减弱.

地震间隙和强度随时间的变化规律表明, 中深源地震活动的周期约为63年. 中深源地震的强度较高时, 相应的地震间隙也较大; 反之, 相应的地震间隙较小. 如1927年5月~1938年5月中深源地震的强度较低, 相应的地震间隙都偏小. 1973年9月珲春东南7.7级地震发生后, 地震强度再一次降低, 直到1982年12月未发生过7级以上地震, 此期间的地震间隙也较小. 中深源地震的强度和间隙的对应关系有可能作为其活动强弱转变的一个标志.

3 东北深震和东南中源地震活动的相关性

中国东部中深源地震间隙和强度的分布图像如图2a所示. 20世纪东北地区深震的间隙在6年以内的占67.1%, 7.0级地震占36.8%(图2b). 由图2b可见, 1917年5月珲春7.5级地震至1946年1月宁安7.2级地震期间发生的地震占总数的67.1%, 为深震活跃期. 该活跃期内, 间隙在6年以内的占83.3%, 7.0级地震占33.3%, 而且均发生在活跃期的开始和结束阶段. 1946年以后深震活动进入平静期, 地震间隙明显增大.

20世纪东南地区中源地震的间隙在6年以内的占88.5%, 7.0级以上地震占40%(图2c). 1945年8月花莲6 $\frac{1}{4}$ 级地震到1967年10月花莲6.7级地震期间为中源地震活跃期. 活跃期内地震间隙在6年以内的占90.5%, 7.0级以上地震约占19%. 该活跃期又可以分为2个活跃段, 即1945~1952年和1957~1961年. 每个活跃段都经历了地震活动的增大再减小过程. 地震强度增大对应地震间隙减小, 地震强度减小对应地震间隙增大.

由此可以认为, 东南地区中源地震活跃期紧接在东北深源地震活跃期之后. 与深源地震活动不同的是, 中源地震的低间隙与高强度的对应.

4 讨论与结论

4.1 新疆中源地震活动特征

新疆地区在1910~1963年共发生了5次中源地震, 强度由6 $\frac{3}{4}$ 逐步降到6.0, 深度由120 km缓慢降到90 km(图2d). 近40年来, 新疆地区和西藏地区的地震活动水平一直较高, 说明印度板块的推挤较强烈, 但是新疆没有发生一次6.0级以上中源地震. 这说明由于早期资料和测定方法所限几次地震的震源深度可能存在较大误差, 或者反映了60年代以来全球地震活

动总体减弱的趋势^[2,4].

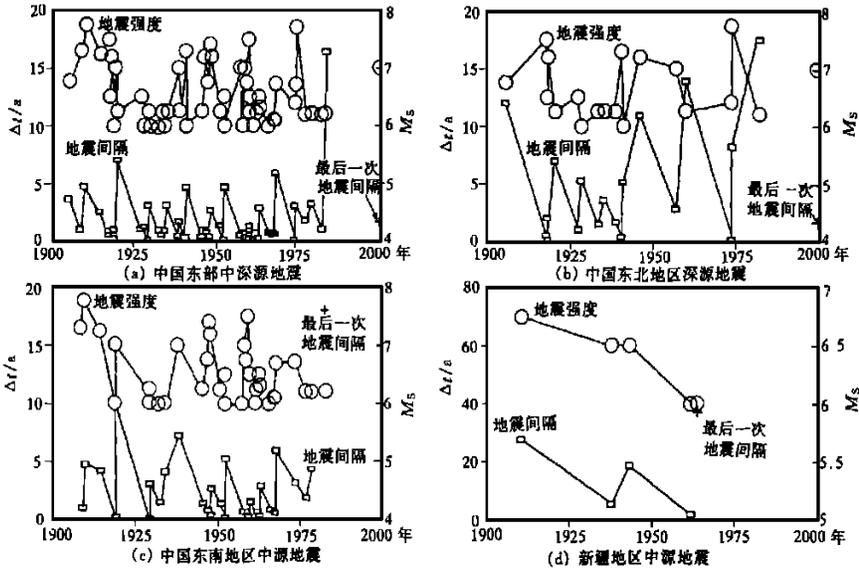


图 2 中国东部中深源地震间隙和强度的时间分布

Fig. 2 Distribution of seismic interval and magnitude of intermediate and deep-focus earthquakes versus time.

4.2 三大应力场对中国地震活动的影响

三大应力场指全球、大三角地区及中国东部应力场, 它们具有长期稳定的 20 年周期^[3,4]. 20 世纪三大应力场低应力特征年份分别为 1908, 1928, 1948, 1968, 1988; 1916, 1936, 1956, 1976, 1996 及 1902, 1922, 1942, 1962, 1982 年. 在这些特征年份及其附近地震间隙较大, 地震活动相对平静. 尽管因地震活动水平的差异、多种周期的叠加以及统计时间有限, 各地区地震高间隙在三大应力场特征年份出现的差异较大, 但地震高间隙出现的规律性仍十分清晰.

地震高间隙在三大应力场特征年份附近的分配比例称为高间隙的分配率. 所有区域的高间隙在三大应力场的分配率之和均为 100% (表 2), 因此在单个应力场的高间隙分配率大于 33.3% 可视为占有优势. 从表 2 中不难看出地震高间隙在三大应力场的分配占优势的地区. 由表 3 可见, 中深源地震的高间隙以及约 70% 的 6 年以上高间隙在东部应力场特征年份的分布都占优势. 较大区域、较强地震的高间隙主要集中在全球和大三角应力场特征年份, 较小区域、较低级别地震及中深源地震的高间隙主要集中在东部应力场特征年份. 从表 2 中还可看出, 中国内陆 (7.5) 和新疆

表 2 各区地震高间隙的分配率和响应率

地震区	高间隙的分配率/%和响应率/%		
	全球应力场	大三角应力场	东部应力场
全球 (8.0)	66.7/40	0	33.3/20
大三角	0	100/60	0
全国 (7.5)	42.9/50	42.9/60	14.2/20
全国 (7.0)	0	100/40	0
青藏块体	0	75.0/60	25.0/20
块体北部	0	33.3/40	66.7/80
台湾 (7.0)	0	0	100/40
大华北	100/60	0	0
华北	50.0/60	33.3/40	16.7/20
新疆 (6.0)	100/20	0	0
新疆 (6.5)	40.0/40	40.0/40	20.0/20
西藏 (6.0)	0	0	100/20
西藏 (6.5)	0	0	100/40
云南 (6.0)	0	33.3/20	66.7/40
云南 (6.5)	0	50.0/60	50.0/60
四川 (6.0)	20.0/20	0	80.0/80
四川 (6.5)	16.7/20	16.7/20	66.6/80
甘肃 (5.5)	0	0	100/20
全国中深震	0	0	100/40
东部中深震	0	33.3/20	66.7/40
东北深震	16.7/20	33.3/40	50.0/60
东南中源震	0	33.3/20	66.7/40
新疆中源震	33.3/20	0	66.7/40

地区(6.5)地震的高间隙集中在全球和大三角二个应力场的特征年份, 云南地区(6.5)地震的高间隙主要集中在大三角和东部二个应力场的特征年份. 高间隙地震完全集中在全球、大三角和东部三大应力场特征年份的区域分别是大华北(6.0)和新疆地区(6.0), 大三角地区(7.5)和全国(7.0), 以及青藏块体北部(6.0)、西藏地区(6.0, 6.5)、甘肃地区(5.5)和全国中深源地震(6.0).

表3 6年以上高间隙的中深源地震目录

时间	地点	震级	间隙/a	备注
1905-08	图门	6 $\frac{3}{4}$	11.9	东北深震
1910-07	塔什库尔干	6 $\frac{3}{4}$	10.5	新疆中源震
1919-06	东海	7.0	10.2	东部中深源震、东南中源震
1920-05	珲春	6 $\frac{1}{4}$	7.0	全国中深源震、东北深震
1938-05	东沙群岛	7.0	7.2	东部中深源震、东南中源震
1943-04	乌恰	6.5	18.4	新疆中源震
1946-01	宁安	7.2	11.0	东北深震
1959-10	珲春	6 $\frac{1}{4}$	13.9	东北深震
1963-06	塔什库尔干	6.0	36.5	新疆中源震
1973-09	珲春	7.7	8.2	东北深震
1981-11	珲春	6.2	17.4	东北深震
1982-12	苏澳	6.2	16.3	全国中深源震
			17.0	东部中深源震、东南中源震

一个区域在某应力场特征年份附近出现地震高间隙的年份数占特征年份总数的比例称为该地震高间隙对这个应力场的响应率, 简称高间隙的响应率. 高响应率应不低于 50%. 表 2 中给出了对三大应力场具有高响应率的区域. 全国大陆(7.5)地震的高间隙对全球和大三角二个应力场都是高响应率; 云南地区(6.5)地震的高间隙对大三角和东部二个应力场都是高响应率; 华北和大华北(6.0)地震的高间隙仅对全球应力场是高响应率; 青藏块体(7.0)和大三角地区(7.5)地震的高间隙仅对大三角应力场是高响应率; 青藏块体北部(6.0)、四川(6.0, 6.5)和东北深源地震的高间隙仅对东部应力场是高响应率.

4.3 各区域地震活动与中深源地震活动的关系.

平静期并不意味着完全不发生地震, 活跃期不可能年年都发生大震. 不可能指望 2 个地震活跃区之间单个地震间的一一对应, 所以不同区域地震活跃期之间的对应关系、平静与活跃期转换的早期判别标志更有意义.

如果某区域的地震高间隙在某应力场的特征年份具优势分布, 并且对该应力场呈高响应率, 或者地震高间隙仅分布在该应力场的特征年份, 可以认为这一区域的地震活动水平受到该应力场的调制. 地震活动受到全球、大三角和东部三大应力场调制的区域分别是: 大华北和华北(6.0)、全球(8.0)、中国内陆(7.5)、新疆地区(6.0, 6.5); 大三角地区(7.5)、中国内陆(7.0)、青藏块体(7.0)、云南地区(6.5)、中国内陆(7.5)以及新疆地区(6.5); 四川地区(6.0, 6.5)、青藏块体北部(6.0)、台湾地区(7.0)、甘肃地区(5.5)、东北深震(6.0)、西藏地区(6.0, 6.5)、全国中深源地震(6.0)、云南地区(6.0, 6.5)、东部中深源地震和东南中源地震. 由此可见:

(1) 东部应力场调制地震活动的分区最多, 主要是较小区域、较低级别的地震活动, 而且主要与太平洋板块的推挤运动有关. 被调制区域中含青藏块体北部、西藏以及云南和四川地区的浅震活动, 表明东部应力场还与青藏块体地壳物质的缓慢东流或块体缓慢向东运动有关, 是中国地震活动的主要力源之一.

(2) 一个区域的地震活动一般都只受一个应力场的调制, 部分区域的地震活动同时受 2 个应力场的调制, 但没有一个区域的地震活动同时受全球和东部应力场的调制, 也没有一个区

域的地震活动同时受三大应力场的调制. 中国内陆(7.5)和新疆地区(6.5)地震活动同时受全球和大三角 2 个应力场的调制, 对于前者大三角应力场略显优势. 云南地区(6.5)地震活动同时受大三角和东部 2 个应力场的调制.

4.4 受东部应力场调制的区域地震活动的顺序

根据以上分析及文献[3, 4] 可知受东部应力场调制的各区的地震活跃情况:

(1) 台湾地区 7.0 级以上地震活动在 1910~1925 年和 1957~1983 年各有一个高峰, 后一高峰之前可见 1940 年开始的增大趋势.

(2) 青藏块体北部 6.0 级以上地震活动在 1920~1941 年活跃后一直缓慢减弱, 80 年代开始增强. 40 多年来甘肃地区中强震活动也反映出块体东北缘地震活动在 80 年代开始增强.

(3) 四川地区 6.5 级以上地震在 1947~1981 年、6.0 级以上地震在 1913~1982(1913~1923, 1930~1941, 1947~1960, 1967~1982)年活跃.

(4) 西藏地区 6.0 级和 6.5 级以上地震活动水平一直很高, 在 1947~1952 年活动水平更高.

(5) 云南地区地震活动 1955 年前后开始增强, 1961~1996 年 6.0 级以上地震活动达到高潮, 1966~1979 年和 1988~1996 年 6.5 级以上地震活动达到高潮.

可见, 在 20 世纪由于太平洋板块推挤作用的加剧, 中国有关地区先后进入地震活跃期的总体顺序是: 东北深震(6.0)—台湾地区浅震(7.0)和青藏块体北部(6.0)—四川地区(6.0, 6.5)—东南中源地震(6.0)—西藏地区(6.5)—台湾地区浅震(7.0)—四川地区(6.0, 6.5)—云南地区(6.0, 6.5). 东北深震活跃开始后, 内陆的浅震活动总体上表现出自青藏块体北部开始、沿块体东部向南逐步迁移的特征. 当然, 由于统计时间内地震活动仅一个轮回, 以及另外二个大应力场作用等因素, 上述现象变得更加复杂.

4.5 地震趋势推测

从 80 年代开始, 中国的中深源地震(6.0)活动平静了约 17 年, 之后发生了 1999 年 4 月珙春 7.0 级地震, 不到半年台湾地区又发生了 7.0 级以上浅源强震群, 表明目前太平洋板块推挤运动的加强. 按下式拟合各区地震间隙 dT 的累积概率分布 $P(dT)$ 和概率密度函数 $p(dT)$:

$$P(dT) = 1.0 - A \exp(-b dT)$$

$$p(dT) = B \exp(-b dT)$$

式中: $B = Ab$. 根据推算的最近一次地震的间隙值计算发震概率. 中国中深源地震(6.0)的拟合参数及发震概率见表 4 和图 3. 其中东南中源地震发震概率偏高, 值得注意. 据此和文献[3, 4], 全球、中国及一些区域浅源地震和中国中深源地震在 2000 年底发震概率较高的有:

表 4 各区地震间隙概率拟合参数及有关发震概率

序号	地震区	A	b	B	发震概率/%		N
					1999 年	2000 年	
1	全国中深源地震	0.703	0.118	0.083	35.5	42.7	59
2	东部中深源地震	0.719	0.110	0.079	33.7	40.6	54
3	东北深震	0.885	0.350	0.031	31.5	51.8	19
4	东南中源地震	0.829	0.112	0.093	87.7	89.0	35
5	新疆中源地震	0.959	0.005	0.005	19.8	20.2	5
6	新疆中源地震	0.956	0.005	0.005	20.4	20.8	4

(1) 全球(8.0)、四川地区(6.0, 6.5)大于 90%, 东南中源地震、西藏地区(6.0)、甘肃地区(5.5)、中国大陆地区(7.0)和新疆地区(7.0)大于 80%.

(2) 西藏地区(6.5)、块体北部(6.0)、新疆地区(6.0)和甘肃地区(5.0)大于 70%.

(3) 大三角地区、青藏块体、块体北部 (6.5) 和云南地区及大华北约为 60%。

可见, 近期内发震概率较高的地区较多, 可能形成大震活动高潮。目前全球应力场处于高应力水平, 受其调制、发震概率又较高的是全球(8.0)和新疆地区(6.0)。1999 年 9 月台湾 7.6 级强震后 6 天甘青交界地区发生了 5.1 级地震, 该区近年来弱震活动也有所增强, 这可能是一种信号。近期中国东南中源地震、青藏块体北部 6.0 级以上地震、四川地区 6.0 级及 6.5 级以上地震的活动值得注意。

[参考文献]

- [1] 《中国地震简目》汇编组. 中国地震简目[M]. 北京: 地震出版社, 1988.
- [2] 王周元, 何少林, 彭伟荣, 等. 地震间隙图像与地震大形势[J]. 西北地震学报, 1998, 20(4): 57—62.
- [3] 王周元, 何少林, 彭伟荣, 等. 中国主要地震活动区的地震间隙分布[J]. 西北地震学报, 1999, 21(2): 130—139.
- [4] 王周元. 20 世纪全球及中国地震间隙和强度分布[J]. 内蒙古地震, 1999.

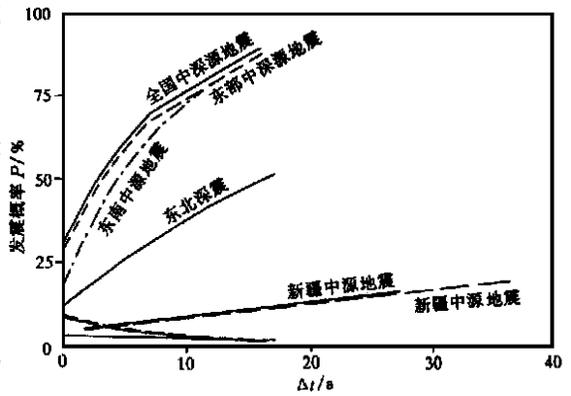


图 3 中国中深源地震间隙累积概率及概率密度函数曲线

Fig. 3 Curves of accumulate probability and density function for interval of intermediate and deep focus earthquakes of China.

DISTRIBUTION FEATURE OF INTERMEDIATE AND DEEP-FOCUS EARTHQUAKES IN CHINA AND ITS SIGNIFICANCE

WANG Zhou-yuan, HE Shao-lin, LI Yong, JI Feng-ying

(Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The distribution feature of intermediate and deep-focus earthquakes ($M \geq 6.0$) in China and relationship between it and seismic activity in whole nation and the main seismic areas of China are analysed. The deep-focus events are distributed in Northeast China, concentrated in a region of $2^\circ \times 2^\circ$ of which central point is 42°N , 130°E . Average depth of the events is about 560 km. The intermediate shocks are distributed along a zone of which strike is NE ~ SW from the East China Sea, through Taiwan to Dongsha Islands, with depth within 250 km and a mean value near 150 km. There is a period about 63 a in activity of the intermediate and deep-focus earthquakes in China. The activity of the intermediate shocks of Southeast China comes after the deep-focus shocks of Northeast China. After intermediate and deep-focus earthquakes, $M_s \geq 7.0$ shallow earthquakes of Taiwan region and $M_s \geq 6.0$ shallow earthquakes of northeast Qinghai-Xizang block may occur. The seismic activity of Qinghai-Xizang block generally begins in northern part first, then migrates progressively southward along the eastern part of the block. After shallow earthquakes controlled by the eastern stress field and intermediate and deep-focus earthquakes quieted for about 20 a, the Huichun $M7.0$ deep-focus earthquake and the Taiwan $M7.6$ earthquake may be a signal of aggravation of action of the Pacific plate and beginning of relative seismic activity in China.

Key words: China; Intermediate earthquake; Deep-focus earthquake; Seismicity feature; Trend prediction