

中国近海地震活动特征

汪素云 时振梁 环文林

(国家地震局地球物理研究所, 北京)

摘 要

本文根据中国近海海域历史及现代强震活动的时空分布与相邻大陆地震活动的关系、强震发生的构造条件、震源机制应力场等探讨了该区地震活动特征。结果表明海域强震多分布在近海区: 有渤海、南黄海二个强震集中、频度高的“地震窝”; 有泉州、南澳和琼州三个强度高但频度低的强震区。海域强震活动与相邻大陆的大震活动时间有明显的相关性, 整个海域的强震活动的时间分布亦有其共同的活跃期和平静期。海域强震发生的构造条件与大陆地震的相近, 常发生在新生代特别是第四纪以来的强烈断陷区。海域地震应力场方向与邻近大陆的完全一致, 它们好似大陆地震应力场轨迹线向板块边界处的自然延伸。该区强震活动与周围板块的构造运动密切相关。

中国近海三大石油蕴藏区——渤海、南黄海和南海——都是地震活动区, 研究海域的地震活动特征, 对于开发油田、抗御地震灾害以及对海洋平台的地震危险性提出合理估计均是十分必要的。

发生在海域的历史地震往往是根据沿海地区的地震记载推断的, 地震资料虽不很完善, 其参数亦不很准确, 但仍有参考意义。1900年以后的地震, 大部分有仪器记录, 地震参数的测定比历史地震要准确。特别是1970年以来, 我国沿海各省地震台网的建立, 记录到海域大量中、小地震, 定位精度亦有所提高, 这就为开展海域地震活动特征的研究提供了丰富可靠的基础资料。本文将从中国近海地震活动的时空分布、构造条件、应力场特征等诸方面来探讨海域地震活动的特征。

一、海域强震分布特征

根据《中国地震目录》^[1]绘制了公元前780年—公元1984年期间发生在 15° — 45° N、 105° — 130° E范围内、震级在6级以上的强震震中分布图(图1)。为了看到地震发生的详貌, 利用1970年各省地震区域台网建立以来的资料^[2]绘制了同一范围内, $M_L \geq 3$ 的地震震中分布图(图2)。

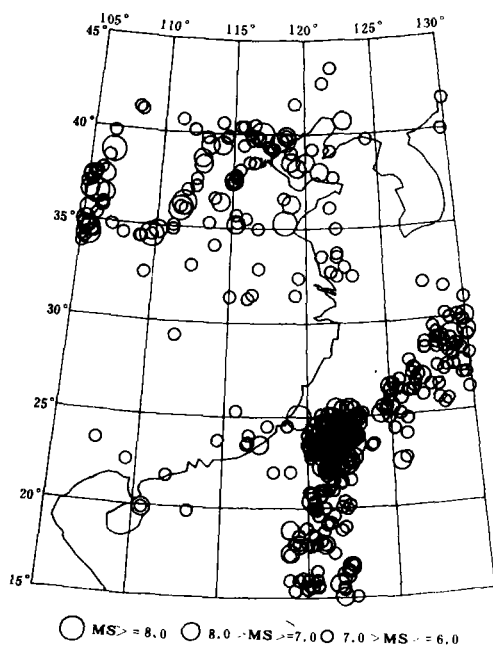


图1 强震震中分布图
(公元前780年—公元1984年)

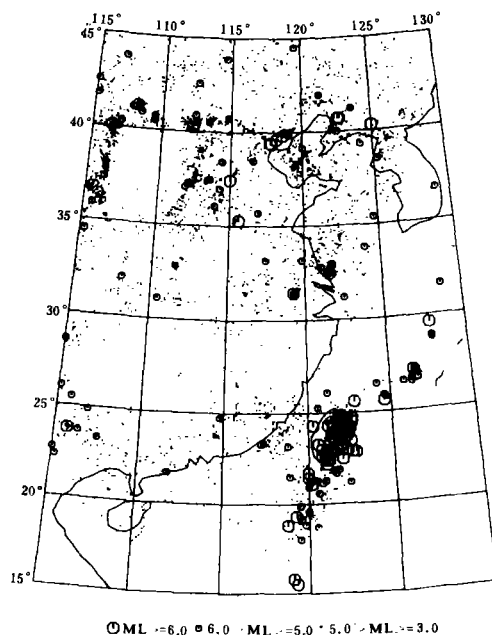


图2 现代地震震中分布图
(1970年—1986年6月)

从图1可知，海域强震活动大致分布在两个地区：其一是大陆沿海、近海地区，其二是台湾—琉球地震带。东海内部无6级以上强震。下面将着重讨论大陆沿海、近海海域地震活动特征。

(一) 空间分布特点

该区地震均为浅源地震，其震中分布是不均匀的，相对集中在如下5个地区：渤海、南黄海、泉州、南澳和琼州。在闽北—浙南一带有一个地震弱而少的地区。表1给出了有记载以来上述5个强震区6级以上强震目录。从图1和表1可见，渤海、黄海地区强震集中且频度高，而泉州、南澳和琼州3个地区地震强度高但频度低。从图2给出的现代地震震中分布图中可清楚看到，现代中、小地震活动仍集中在上述各活动区中。

表1 中国近海及沿海地区强震目录

地区	地震时间	震中位置		震级	地震数	
	年 月 日	°N	°E		M > 7	M > 6
渤	1548. 9. 13	38.0	121.0	7		
	1568. 4. 25	39.0	119.0	6		
	1597. 10. 6	38.5	120.0	7		
海	1888. 6. 13	38.5	119.0	7.5	4	7
	1922. 9. 29	39.2	120.5	6.5		
	1948. 5. 23	37.7	121.9	6		
	1969. 7. 18	38.2	119.4	7.4		

续表

地 区	地震时间	震中位置		震 级	地 震 数	
	年 月 日	N	E		M ≥ 7	M ≥ 6
黄 海	1505.10.9	32.8	122.7	6.8		
	1764.6.27	32.5	122.0	6		
	1846.8.4	32.5	123.0	6.8		
	1852.12.16	33.5	122.0	6.8		
	1853.4.14	33.0	122.5	6.8		
	1910.1.8	35.0	122.0	6.8		
	1921.12.1	33.7	122.0	6.5		11
	1927.2.3	33.5	121.0	6.5		
	1927.2.3	33.5	121.0	6.5		
	1932.8.22	36.1	121.6	6.3		
1984.5.21	32.7	121.6	6.3			
泉 州	1604.12.29	25.0	119.5	8		
	1906.3.28	24.5	118.8	6.5	1	2
南 澳	1067.11.-	23.6	116.5	6.8		
	1600.9.29	23.5	117.2	7		
	1895.8.30	23.5	116.5	6		
	1918.2.13	24.0	117.0	7.3	2	6
	1919.11.1	24.0	116.5	6		
	1921.3.19	24.0	116.5	6.3		
琼 州	1605.7.13	19.9	110.5	7.5		
	1605.12.15	19.9	110.5	6	1	2

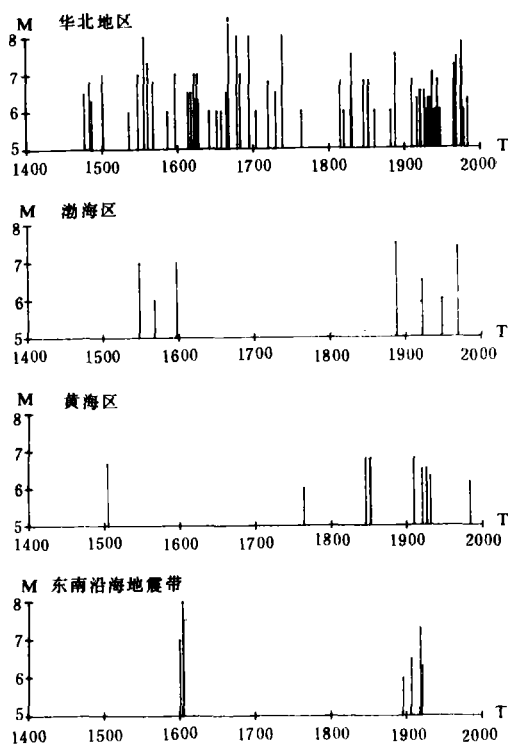


图3 强震时间序列图 (M ≥ 6)

(二) 时间分布特点

海域强震活动在时间上分布也是不均匀的, 图3给出了渤海、黄海和东南沿海地震带 ($M \geq 6$) 时间序列 ($M-T$) 图, 图中 M 为震级, T 为发震时间 (年). 从图3可看出, 渤海、黄海地震集中在1505—1597年和1846年—现今两个时段中, 仅有一个黄海地震 (1764年) 在此时段之外, 泉州、南澳和琼州3个地震区的地震集中在1600—1605年和1895年—现今的两个时段中. 在地震活动时间上, 它们有比较好的一致性.

(三) 海域强震与相邻大陆地震活动的关系

1. 地点上的联系

如图1所示, “渤海地震丛” 向西与燕山地震带相连, 向南交于郟庐地震带. 与两带相比, 渤海地震丛强震频度高, 但强

度相对弱些,“南黄海地震丛”向西与内陆的扬州—铜陵地震带相接,往北有一中强地震条带直抵山东半岛,南黄海地震丛的地震活动频度和强度远高于相邻两带;东南沿海3个7级以上的地震区相互连接,构成一条独立的地震活动带——东南沿海地震带,相邻的大陆内部地震活动成带性不甚明显,其地震强度(均小于7级)也远小于沿海地震带。

2. 时间上的相关性

渤海和黄海地震区在地点上和华北地震区相连,在时间上亦与华北地震活动期相一致。从图3可看到华北地区地震的两个活动期大致在1500—1740年和1815年—现今,渤海和黄海地震活动也集中在这一时期。

东南沿海地震带,自1600年南澳7级地震开始,接连发生1604年泉州附近海中8级大震和1605年琼山7.5级强震。在5年时间内相继发生3次7.5级以上强震,形成该带第一个地震活动高潮。自此约60年后,华北发生了有史以来少有的8级大震活动,相继发生4次8级大震(1668年莒县郟城、1679年三河平谷、1695年临汾和1739年银川)。东南沿海的第二个地震高潮始自1895年,这一时期的最大地震是南澳1918年7.25级地震,也在大约50年后华北地震活动进入高潮期,在10年内发生4次7级以上强震(1966年邢台7.2级,1969年渤海7.4级,1975年海城7.3级,1976年唐山7.8级)。上述现象表明,东南沿海地震带与华北地震区相比,时间上早约60年,而强度上则低一些,这是否意味着东南沿海、近海强震活动是华北大震活动的先导呢?

二、海域强震发生的地质条件

强震的发生总是有其特定的地质构造条件,中国近海3个强震区有着类似的构造格架和最新构造运动性质。渤海和南黄海地震丛集中在一个不大的区域。渤海海域是中新代强烈沉降区,北北东向的郟庐断裂带被北西向的燕山褶皱南缘的断裂带所错切,1888年渤海7级和1969年渤海7.4级地震即位于郟庐断裂与北西向断裂交汇部位。黄海海域也是中新代强烈拗陷带,尤其是南部拗陷中新生界沉积厚度超过5 km,这里汇集着北东东和北西向断裂。历史上的大地震多集中分布在强烈下降的南黄海拗陷内,值得注意的是1984年发生的6.3级地震,其震中位置已超出南黄海拗陷,进入勿南沙隆起区。弄清该地震的地质条件,对评价该区的地震危险性是有意义的。东南沿海地震带的大地震均发生在近海一侧陆地隆起带与海盆沉降带的交接处,在北东或北东东向活动深断裂与北西向活动断裂交汇部位^[3]。1604年泉州8级大震正位于北东向的南澳—长乐断裂和北西向的泉州北断裂交汇部位,南澳1600年7级地震和1918年7.25级地震均发生在南澳—长乐断裂和北西向的黄岗溪断裂交汇处,1605年琼山7.5级地震的震中在海南岛东北部的东寨港地区,它是最新时期的强烈沉降区,其极震区恰好位于北东东向的琼山—铺前断裂与北北西向的铺前—清澜断裂交汇处。综上所述,中国近海的地震构造条件自北向南,由北北东向和北西向断裂交汇,逐渐转向中部的北东和北西向构造交汇,直到东南沿海变为北东东向和北北西向构造交汇。

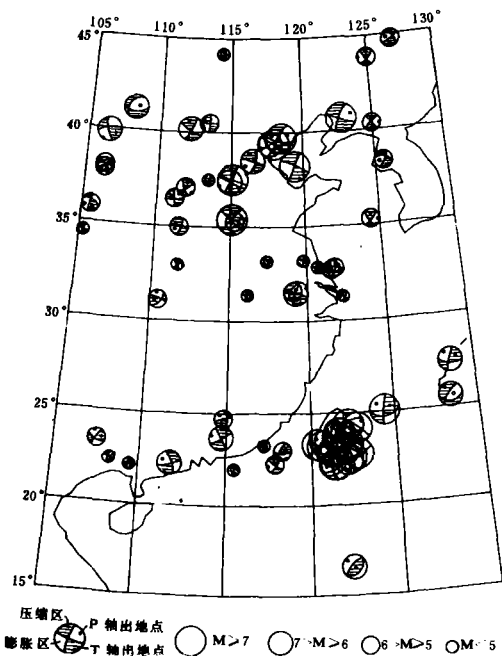


图4 地震断层面解分布图
(上半球乌尔夫网投影)

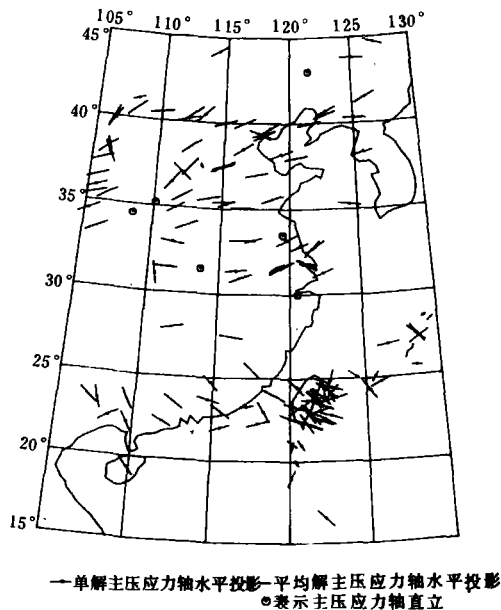


图5 主压应力轴方向分布图

三、海域地震构造应力场

强震的发生除了与地质构造条件有关外,尚取决于受力状态,即应力场背景。测定地震的断层面解是用以推断现代地壳构造应力场和构造形变的有效途径。由于单个地震的断层面解受局部构造条件的影响较大,因此与单个机制解相应的力轴不能完全反映区域应力场,但是由多个地震机制解的统计结果还是可以大体上反映构造应力场的。

根据文献〔4—6〕绘制出海域及邻区地震断层面解分布图(图4),台湾岛地区有机制解结果的地震很多,仅取7级以上地震的结果,琉球岛弧地区仅选用6级以上地震。

由图4可见,近海海域及邻近大陆地区大部分地震的两个节面均近于直立,反映了该区断层活动多为走滑型,黄海中1976年10月6日5.4级和1984年5月21日5.6级地震为走滑兼逆断层活动性质。台湾岛和琉球岛弧一带较为复杂,以逆断层活动为主,也有走滑或正断层活动性质的地震。

由图4中地震断层面解推断的主压应力轴(P轴)和主张应力轴(T轴)近于水平。为直观起见,我们将单个地震断层面解推断的主压应力轴的水平投影绘于图5中,同时绘上邻近大陆地区由多个小震综合断层面解推断的主压应力轴方向〔6,7〕。

总体来看,图中大部分地区P轴水平,方向呈现分区特征:大致在 31°N 以北的华北地区,

P 轴为北东—北东东方向；以南的华南地区为北西西—北西方向；在台湾岛一带 P 轴多为北西—北西西方向，与华南地区大体一致。

从图 5 可知，海域地震与邻近大陆地震应力场方向是完全一致的，它们好象是大陆地震应力场向板块边界处的自然延续。

四、地震活动与板块运动

亚洲大陆东部及邻近海域的构造应力场与太平洋板块的运动密切相关^[8]。晚第三纪以来，太平洋板块向西运动，伊豆-小笠原-马里亚纳板块俯冲带和台湾挤压碰撞带形成。太平洋板块与欧亚板块之间相隔了双重消减带，消减作用主要沿东部的伊豆-马里亚纳俯冲带进行，俯冲深度达 400—600km，琉球俯冲带（俯冲深度小于 300km）逐渐退化。由于边界条件的不同，东亚的南部和北部所受挤压力的方向亦出现差异。

华北及其沿海一带和朝鲜半岛地区主要受到现代强烈活动的北北西向伊豆-马里亚纳太平洋板块俯冲带的影响，使其受到与俯冲带正交的北东东—南西西方向的强烈挤压作用。

华南及其沿海则受到菲律宾海板块北西西向运动的影响，通过北北东向的台湾东部碰撞带，使华南受到与碰撞带正交的北西西—南东东向的挤压作用。

华北与华南之间的浙南—闽北一带沿海及东海内部仅受到已退化了的琉球俯冲带的作用。由于该俯冲带俯冲深度不大，其作用仅能波及岛弧一带，而对其以西的大陆部分影响很小，致使浙南—闽北一带及东海内部成为地震活动性很低的地区。

参 考 文 献

- [1] 顾功叙等，中国地震目录，科学出版社，1983，894。
- [2] 国家地震局分析预报中心，中国东部地震目录，地震出版社，1980，756。
- [3] 刘以宣，华南沿海区域断裂构造分析，地震出版社，1981，120。
- [4] 鄢家全等，中国及邻区现代构造应力场的区域特征，地震学报，1（1979），1：9—24。
- [5] 汪素云等，中国东部大陆的地震构造应力场，地震学报，7（1985），1：17—31。
- [6] 汪素云等，黄海、东海及邻区的地震构造应力场，中国地震，3（1987），3：18—25。
- [7] 许忠淮等，由多个小地震推断的华北地区构造应力场方向，地震学报，5（1983），3：268—279。
- [8] 环文林等，中国东部及邻区中生代构造演化与太平洋板块运动，地质科学，1982，2：179—190。