

# 全球各地震带及我国的地震活动性分析

朱 传 镇

(国家地震局地球物理研究所)

地震活动是全球构造运动的表现之一,按照全球板块构造学说,全球地震活动从其分布区域的构造特征来看,分为3类:板间地震、板内地震和洋脊地震。

## 一、地震活动性指数A(b)

地震活动是地球本体的一种基本属性。研究全球地震活动性的历史和现状,对于分析一个特定地区的地震趋势是一项必要的基础工作和不可缺少的背景条件。地震活动性一词虽没有明确的普遍承认的定义,但通常是指某一地区地震活动时空强分布特征。一般常用的地震频度N忽略了震级的差异,而能量E又主要由大地震所控制,因此单用N和E来表征地震活动水平有一定的片面性。为了寻找一个统一的参数来表征地震活动的强弱程度,1983年地球物理所吴佳翼同志提出“地震活动性指数A(b)”的概念,其定义如下

$$A(b) = \frac{1}{b} \log \sum_{i=1}^N 10^{bM_i}$$

实际上A(b)是一个等价震级,其含义是N个震级为 $M_i$ 的地震相当于一个震级为A(b)的地震,A(b)同时包含了地震的频度和强度。由上式可见,A(b)的可靠性由两个因素决定:(1)N个 $M_i$ 本身的取值是否可靠;(2)b值的测定是否合理,在实际计算过程中b值可取长期稳定值,也可令b值随时间而变化。由于震级M是一个表示地震相对大小的量,故按上式求出的A(b)指数也只有相对意义。

## 二、I、II、III、IV带的A(b)指数

**I、美洲西海岸地震带。**本带的北端是亚历山大群岛,南端延伸至南设得兰群岛,包括加勒比地区和南桑韦奇群岛在内。本带在地域上有一定宽度。南端以 $22^\circ W$ 为界同全球海岭地震带(V带)相连接。其地震活动可看作是东太平洋海岭板块发散带与美洲大陆边缘的相互作用结果。

**II、太平洋西北边缘地震带。**本带的东北端为阿拉斯加,西南部有两个分支,其端部为马里亚纳岛弧与菲律宾吕宋岛。本带的地震活动反映了太平洋板块直接或间接地对太平洋西北边缘岛弧系的作用。

1991年4月12日收到本文初稿。

Ⅲ、大洋岛弧地震带。这是一个绵延比较长的地震带，它位于太平洋和印度洋之间，这裡的地震活动反映了两个大洋板块的相互作用。相对于其它各带，本带地震活动水平最高。本带与太平洋西北边缘带的分界线定在13° N。

Ⅳ、亚欧地震带。本带的西端为亚速尔群岛地域，与大西洋海岭地震带的分界为29°W；东端包括中国的华北、东北地区 and 东部浅海，以及贝加尔以东地区。本带以65° E为界又可分为东西两段，西段为亚速尔—伊朗段，东段为巴基斯坦—中国段。本带在板块动力学上属非洲板块和印澳板块对欧亚大陆板块的碰撞带。地震活动水平较前3个带为低。

V、全球海岭地震带。本带包括全球所有海岭系及其外延部分，主要是印度洋、太平洋和大西洋3个大洋海岭带。本带的地震活动是全球五大带中最低的，一般只发生6级多地震，7级以上地震是很少见的。它是全球板块发散带活动的体现。

以阿部胜征所编的目录为基础，适当补充美国NEIS所编的地震月报提供的地震资料，分别计算了I、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ带的A(b)指数，在计算过程中取 $b = 1.17$ 。计算结果分别列于表1。

表 1

全球地震带	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
A(b)	7.59	7.65	7.77	7.42
$\sigma$	0.43	0.46	0.43	0.50

从表中可见，Ⅲ带的地震活动水平最高，居各大地震带之首，这表明在全球板块动力学的格

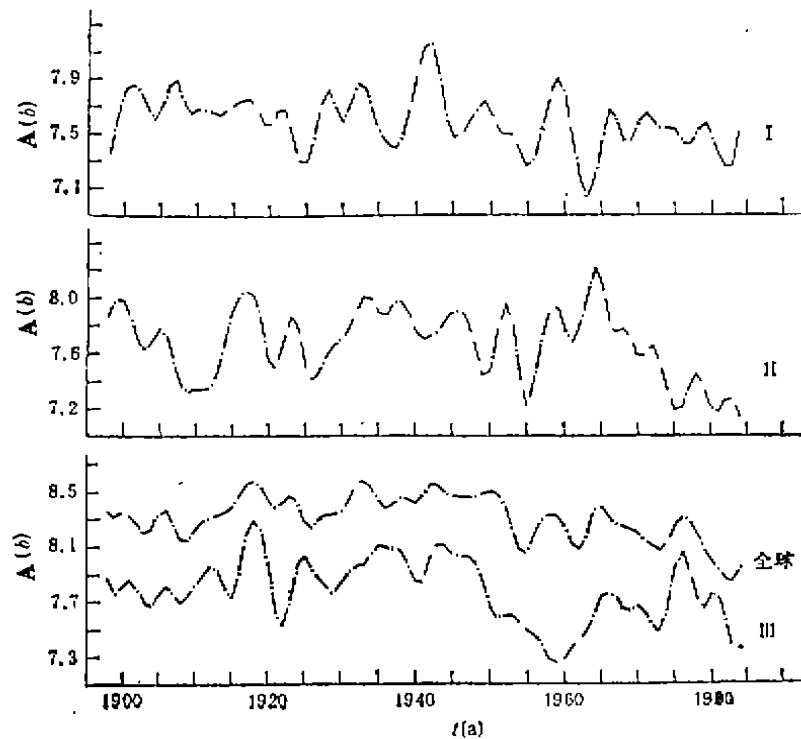


图1 全球I、Ⅱ、Ⅲ带A(b)指数随时间的变化

局中，太平洋板块和印澳板块之间的相互作用是最强烈的。

图1给出了 I、II、III、带的 A(b) 指数随时间的变化 (1897—1985)，由图可见，I 带在 1950 年前后各有一次振幅较大的扰动，同时整体呈现一种缓慢的下降趋势；II 带从 1955 年到 1975 年是本带地震最活跃的一个时期，其中高峰是 1964 年。值得注意的是，我国大陆地区最近的一次 11 年的高潮活动期 (1966—1976) 正是在 III 带的这个背景下发生的。此外，1920 年我国海原大地震也是在 III 带的一个高活动背景下发生的，目前看来这种背景已不存在。III 带在 1950 年后出现大幅度下降，目前本带仍处于一个低水平阶段。IV 带亦在 1950—1955 年间出现大幅度下降的情况，80 年代以来，地震活动也处于较低的水平。此外，从图 4 中还可看出，III 带的变化与全球的总体变化在趋势上是比较吻合的，因此 III 带的地震活动可以看作是全球地震活动变化的一个缩影。为研究与我国大陆地区地震活动关系较密切的亚欧带 (V 带)，将其分为东西两段，分别计算各自的 A(b) 指数随时间的变化，如图 2 所示。

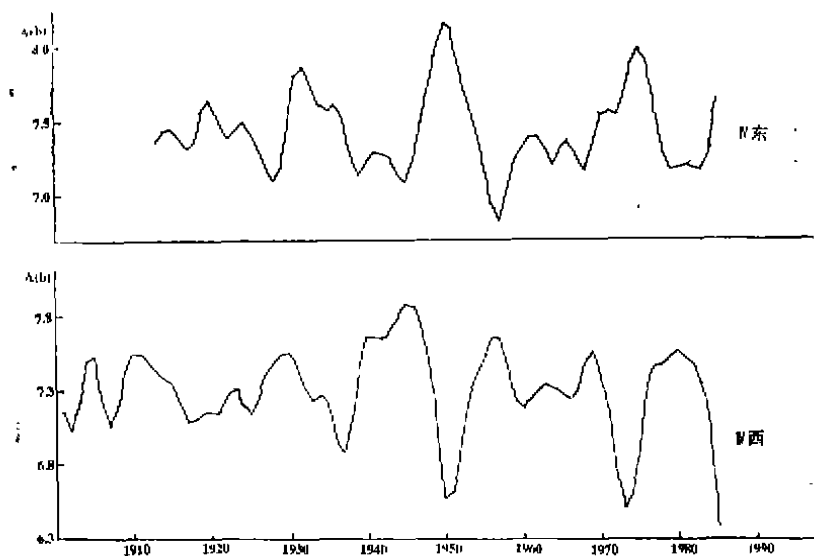


图2 亚欧带东、西段 A(b) 随时间的变化

由图可以清楚地看到，亚欧带东西段地震活动具有负相关的特征，即东西段地震活动存在交替增强的趋势。1990年6月伊朗西北部发生7.7级大地震，它预示着亚欧带的地震活动场所将发生自东向西的转移，西段将逐步有所增强，1991年4月29日格鲁吉亚发生7.1级地震，在此过渡时期内，亚欧带东段(包括中国)的震情虽可能有某种缓解，但在近几年内仍不能完全免除7级以上地震的威胁。实际上，1991年1月在亚欧带东段缅甸曼德勒以北地区就发生了一次7.6级地震。

综上所述，各带的地震活动水平随时间均呈有起伏的变化，总体上看，地震活动水平按 III、II、I、IV 的次序递减，V 带水平最低。

我国位于 III 带、II 带和 IV 带之间，其地震活动受太平洋板块和印澳板块运动的制约，图 3 给出了全球地震活动和我国大陆地震活动的 A(b) 指数随时间的变化曲线，由图可看到，中国大陆地震活动的总趋势与全球地震活动是一致的，如两者均在 1976 年达到最高值，1984 年为最低点，虽然变化细节上不完全相符。另外，还可看出中国大陆自 1984 年以后，地震活动

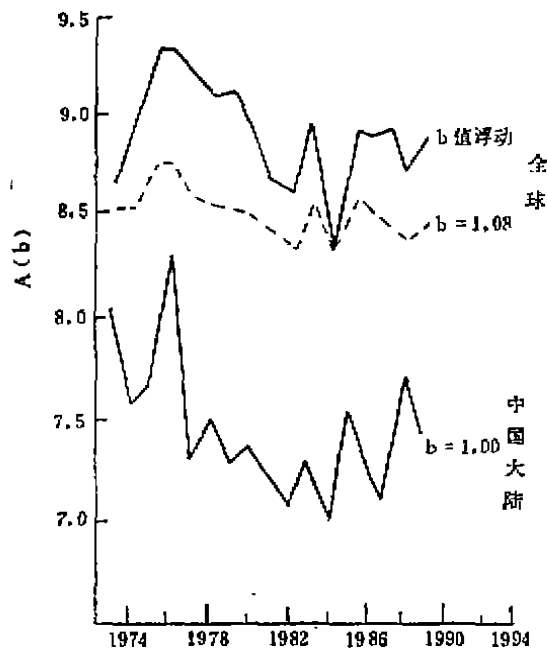


图3 全球及中国大陆A(b)值

正处于有起伏的上升阶段，再考虑到1990年7月Ⅱ带上的菲律宾发生8.0级地震，以及Ⅱ带地震活动与我国大陆地震活动存在一定的相关性，未来数年内，我国大陆地区，尤其是西部地区，发生强震的危险性是不容忽视的。

### 三、我国地震活动的基本特征

我国地震活动的基本特征，概括地说就是频次高、强度大、分布面广，且随时间呈现不均匀变化。我国历史上关于地震的记载可追溯到三千多年前，其时间之长，在世界上是首屈一指的。至今发现最早的记载是公元前1831年山东泰山的地震，但由于各历史时期、各地区文化发展程度的不同，地震记载的详尽程度也很有差异。公元1500年以前记载不多，主要集中在黄河中下游和长江中下游地区，明代开始才比较丰富，但在1900年以前我国西部地区记载仍然较少。1900年至今，由于有了仪器记录我国地震资料才趋于完整和系统化。考虑到上述情况，有必要分别统计1900年前及其后的地震活动特征。

#### (1) 1900年以前

共发生 $\geq 8$ 级地震9次，其中大陆7次，台湾2次。最大地震为1950年西藏察隅8.6级地震和1920年宁夏海原8.5级地震。

7.0—7.9级地震100次，其中大陆65次台湾35次；

6.0—6.9级地震458次，其中大陆281次，台湾177次。

按上述统计结果，本世纪以来，我国7级以上地震的年平均发生率为1.17次/年。其中大陆地区为0.75次/年，台湾地区为0.42次/年；6级以上地震年平均发生率为6.24次/年，其中

大陆地震为3.83次/年，台湾地区为2.41次/年。

从地震分布的地区上看，除浙江、贵州两省外，其它28个省(市、自治区)皆发生过6级以上地震，其中的18个省(市、自治区)均发生过7级以上大震，占全国36个省(市、自治区)的60%。台湾地区是我国地震活动最频繁的地区。其活动(6级以上地震)约占全国的39%。

我国大陆地区的地震活动主要分布在青藏高原、新疆及华北地区，而东北、华东等地区分布较少，全国共分为23个地震带，80%以上强震均发生在地震带内。我国的地震主要是浅源地震，东部地震一般深度在30km以内，西部地区则在50—60km以内。中源(100—160km)地震则分布在帕米尔地区和台湾附近。深源地震很少，只发生在吉林、黑龙江东部边境地区。我国地震活动随时间变化的一个重要特点是分布的不均匀性，具有相对平静和显著活跃相互交替转化的发展过程。

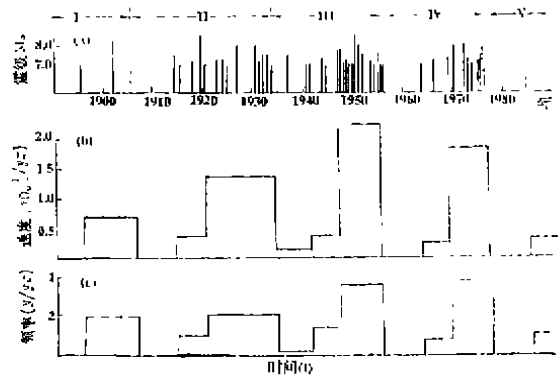


图4 1895—1985年我国大陆 $M_s \geq 7.0$ 级大震时间分布

近十几年来，通过对本世纪以来地震活动的时空分布特征进行的广泛研究，进一步证实了强震活动在时间进程上的起伏特点及其主体活动地区的空间转移现象。图4给出了大陆7级

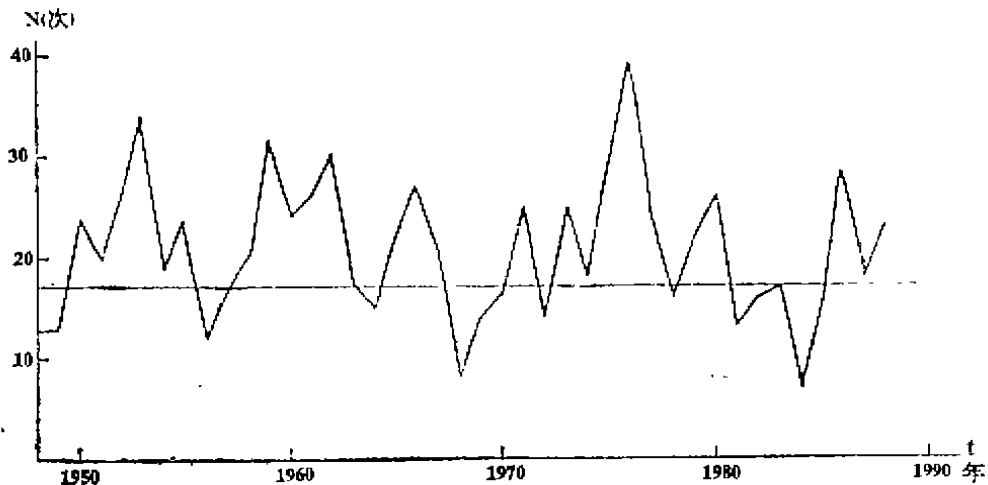


图5 1949—1988年我国陆区 $M_s \geq 5$ 地震频次变化曲线

以上地震的震级，应变和频度随时间的变化，图5为5级以上地震频次变化，清楚地展示了大陆地区强震活动起伏变化的特征。研究表明，在每一地震活动轮回中，大体又可分为平静幕(14年左右)和活跃幕(16年左右)，本世纪以来已经历了3—4个轮回，每个轮回中的平静幕与活跃幕的地震活动水平有较大的差异，平静幕内发生7级以上地震的年频次为0.25次/年，而活跃幕内平均年频次1.08次/年，即活跃幕为平静幕的4.23倍，可见差异是十分显著的，这一特点对估



生7级以上地震15次,1976年的唐山7.8级地震为最大地震,与前一个活跃幕相比显然最大强度偏低,但7级以上地震总频次仍保持较高的水平,1977—1984年地震活动又趋平静,没有7级以上地震发生。以1985年新疆乌恰7.5级地震为起点,近十年我国大陆地区又开始了一个新的强震活跃时段,至今已发生7级以上地震5次,估计这一活跃形势还将持续一段时间。

近十年来强震的空间分布也显示了西部多东部少的特点。在大陆地区,强震的绝大多数(74%  $M \geq 7.0$ )分布在东经107度以西地区,这种特点与特长时间统计显示的状况大体是一致的。从分布的省份来看,活动水平最高的是台湾,占全国7级以上地震的41.3%,其次是西藏、新疆、云南、四川、青海与河北,这7个省发生的7级以上地震占总数的87%。这种优势分布的特征为地震工作布局和确定重点地震监视防御区提供了重要的事实依据。

#### (2) 1966—1976年九次7级以上大地震简况

在1966—1976年的十年间,我国境内共发生7级以上浅源地震( $H \leq 70\text{km}$ )共15次,其中台湾占4次。9次7级以上强震即邢台、渤海、通海、炉霍、永善、海城、龙陵、唐山和松潘地震,均发生在东经98°以东的人口稠密地区,集中发生在华北和川滇,造成的人员伤亡和财产损失更为严重,震灾引起全国人民的极大关注。

9次大地震的烈度分布形态可分为两类,一类是单一的椭圆形,另一类似由两个椭圆重叠而成,(如海城、龙陵、永善等)这种不规则形状可能反映一组共轭地震构造对大地震发生的共同控制作用。

9次大地震中的一般主震发生在余震区的中心部位,主震震级越大,余震区面积也越大。最强的余震通常发生在主震后三天以内,但也有些强余震发生在数年之后,如海城地震3年后的1978年5月18日在余震区发生6级地震。

对海城地震作了预报,并取得了成功,对海城地震后一年半左右发生的唐山7.8级地震,由于未能作出短临预报,造成的灾害是空前未有的。唐山地震与海城及其它几次大震的前兆特点,存在较大的差异,主要表现在①没有明显的前震,震前相当长的时间内、震源区内地震活动处于平静状态。②震前各观测项目出现趋势异常复杂多样,变化曲折。地形变就是一例,1968年出现隆起,1970—1972年转为下沉,1973年又回升,以后几年直到发震,一直变化不大。③地下水、动物习性等宏观异常出现很晚,仅在震前1、2天尤其在震前一天之内比较集中地出现,呈现“超短性”特征。④宏观异常不但出现晚,而且分布范围集中在震中附近地区。⑤大震后在更大范围内出现了更为剧烈和复杂的异常现象。

## 五、首都圈的地震活动

北京是我国的首都,全国政治、经济和文化中心。历史上,北京及其临近地区曾发生过多次破坏性地震,其中最大的一次是1679年三河、平谷8级地震,是我国东部主要的地震活动区之一。因此严密监视首都附近的震情,尽力做好地震预测预防工作,具有特别重要的意义。根据地质构造、地震活动特点,并综合考虑震害影响等各种因素,初步确定北纬38.5°—41.0°,东经113.0°—120.0°的范围为首都圈地震监视区。

#### (1) 构造背景与历史地震概况

首都圈及其邻近地区位于华北构造板块体北缘,是阴山—燕山东西向构造带与北东向的

山西断陷带,太行山山前断裂带及沧东断裂带的多组复合地区,构造演变及其分布十分复杂。北京地区断裂构造十分发育,以北东和北西向两组断裂为主要构造格局,应当说这种构造背景对孕育和发生大地震是比较有利的。

本区历史地震记载十分丰富,据统计自公元前1831—1989年,本区共发生5级以上破坏性地震77次,其中8级地震1次,7.0—7.9级地震5次,6.0—6.9级地震21次。这些地震对北京市区均造成不同程度的烈度影响。其中最大的影响烈度为9度,5次7级以上地震距北京市均在150km左右,其影响烈度为4—7度,距北京城区100km以内发生的6—6.9级地震,可造成6—8度的烈度影响;而对于5级多的地震则只有发生在北京城区或附近才可能造成最大为6度的影响烈度。

## (2) 近期地震活动

从1815年开始至今的华北第4期地震活动中,北京及其邻区的地震活动水平与上一活动期相比,一直偏低,到1990年为止,只发生过2次5级左右的地震,一次是1957年的涿鹿5.0级地震和1967年的怀来—延庆5.4级地震。据20年来的资料统计,本区4级以上的地震年频度为1.5次,平均时间间隔为8个月,年平均最大震级为4.2级。值得注意的是在本区外围于1989年10月18日发生大同一阳高5.8级地震后,本区地震活动出现明显增强的迹象,1990年1—10月,已发生4.0级以上地震3次,这是多年来未见到的情况。1990年7月和9月在首都圈发生两次4级地震,这两次地震前两周,曾不同程度地观测到多种异常现象,包括水位、水化、电磁波、水氡等。

地震灾害给人们带来的痛苦是不可挽回的,摆在地震工作者面前的任务是艰巨的,但我们相信,地震灾害终会有一天被人们所征服。

(上接79页)

- (23) Gutenberg, B. and Richter, C.F., 1956, Magnitude and energy of earthquakes, *Annali di geofisica*, 9, 1-15.
- (24) Hanks, T.C. and H. Kanamori, 1979, A moment magnitude scale, *J. Geophys. Res.*, 84, B5, 2348-2349.
- (25) Madariaga, R., 1983, Earthquake source theory: A review, *Proceeding of the international school of physics "Enrico-Fermi" Course 85*, North-Holland Publishing Company.
- (26) Marshall, P.D. and Basham, P.W., 1972, Discrimination between earthquakes and underground explosions using an improved Ms scale, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 28, 431-458.
- (27) Nuttli, O.W., 1973, Seismic wave attenuation and magnitude relations of Eastern North America, *J. Geophys. Res.*, 78, 5, 876-885.