

晋冀蒙地区近期地震危险性估计

靳雅敏 于新昌

(河北省地震局)

摘 要

以地震构造和小震应力场的研究为基础,分析1970~1986年本区地震活动性前兆特征,提取与近期地震危险性关系密切的信息,采用模糊数学评判方法对各参量进行综合评判;给出可能发生各强震级的危险性概率,以期较为客观地估计本区的地震趋势。

一、序 言

资料表明,我国地震活动处于新的活跃时段,而华北地区自1966~1976年地震高潮后,频度、强度不断下降。1986年华北的最大震级为 $M_s 4.3$ 级是1956年以来的31年中地震强度最低的一年。又据研究,华北自1950年以来尚无连续两年不发生5级以上地震的实例,那么近期何地将补其缺,这是需要认真研究的课题。

前一时期晋冀蒙交界地区为多数人所关注。本文旨在 $39^\circ \sim 42^\circ N$, $112^\circ \sim 116^\circ E$ 范围内,分析地震构造与应力场近年所能发生的最大震级为条件,采用《中国东部地震目录》取1970~1986年 $M_L \geq 2.0$ 级地震1293次,研究地震活动的群体性、相关性和序列特性,提取与地震发生关系密切的信息,用综合评判方法,建立权重分配模式及各等级对应评语的评分标准,最后给出该区近期可能发生地震强度的概率。

二、地震构造与小震应力场

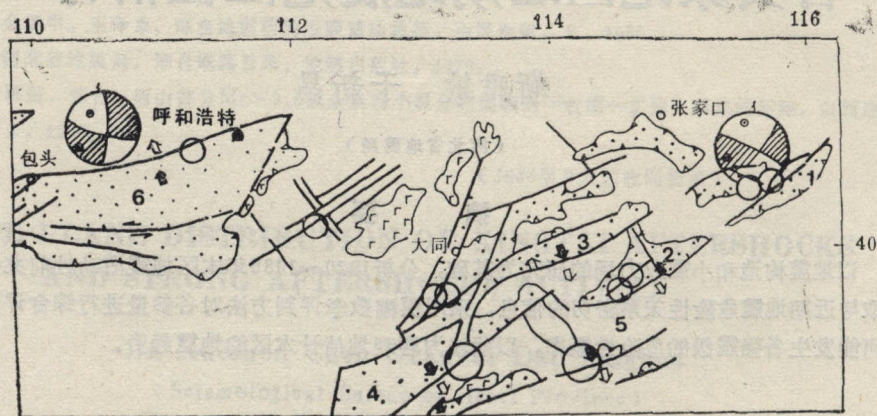
晋冀蒙交界地区的北缘,排列着一系列新生代断陷盆地。自西向东有呼和浩特~包头盆地、岱海盆地、山西断陷盆地带的北段、直至河北的延庆、怀来盆地。这是一条地震活动带,地球物理场的变异带、深活动断裂带和活动地堑带。马杏垣先生^[1](1987)据此将该带即呼和浩特~北京~蓬莱一线,定为黑龙江亚板块和华北亚板块的边界。

呼包盆地为北深南浅的不对称地堑式断陷盆地^[2],它受北侧的大青山山前断裂所控制。盆地南界为鄂尔多斯北缘断裂,是一条走向东西,向北倾斜的左旋走滑正断层。盆地内又有多条纵向及横向断裂。

本区中部大部分是山西北东向斜列式断陷盆地带的北段,除少数盆地外,大多数盆地为半地堑式。断层主要发育于盆地东南侧,为典型的盆岭构造型式。

近期,用小地震资料获得了怀来地区和呼包地区的两个综合断层面解^[3]。主压应力方向分别为 253° 和 232° ,仰角很小。

上述构造在与华北相一致的北东东至南西西向的区域应力场控制下,北北东和北西西方向是两组最大剪切破裂方向,因此本区具备发生6级地震的构造背景(图1)。



1 延怀盆地; 2 蔚县盆地; 3 阳原盆地; 4 大同盆地; 5 灵丘盆地; 6 呼包盆地

图1 晋冀蒙交界地区断陷盆地带地质构造图(据邓起东)

三、地震活动性特征

1、地震条带 图2中显示出有北东、北西和近东西向的小震密集带交织成网,条带的交汇处小震更密集些。

2、M—T图 以发生5.0级以上地震为标志,自1970年以来可分三个活跃时段(见图3),①1970年至1973年末。②1975年中期至1980年。③1981年后期至1986年初期。现在处于即将开始的活跃段中。

3、R—T图 强震发生前,中等强度的地震有向未来震中由远及近迁移的特征,而强震发生后又由近及远。如图4a,1983年4月3日5.1级地震发生前, $M_L \geq 4.0$ 级地震出现了R—T斜坡,震后反向。我们以所取资料中的最后一个4级以上地震为座标原点划R—T图(图4b),可见上述现象尚未出现。

4、频度(N) 图5示出,强震发生前一年频度曲线出现低异常特征,之后N值增高而发震。目前曲线平缓。

5、折合频度(N_3) 图6中 N_3 曲线经随机数字时间序列分析取趋势值而绘成^[4],对应的地震为时间窗内上述地区所发生的 $M_L \geq 5.0$ 级地震。从曲线的形态看出,强震发生前约一年,都出现了明显的低值异常,目前还不明显。

6、B值 用本区所发生的1293次 $M_L \geq 2.0$ 级地震,取步长0.5级,用累积方法划出B值图7,所得B值为0.75,相关系数0.995。

依据上述地震活动性标志和曲线异常形态,经类比分析大致归为四类,见表1。

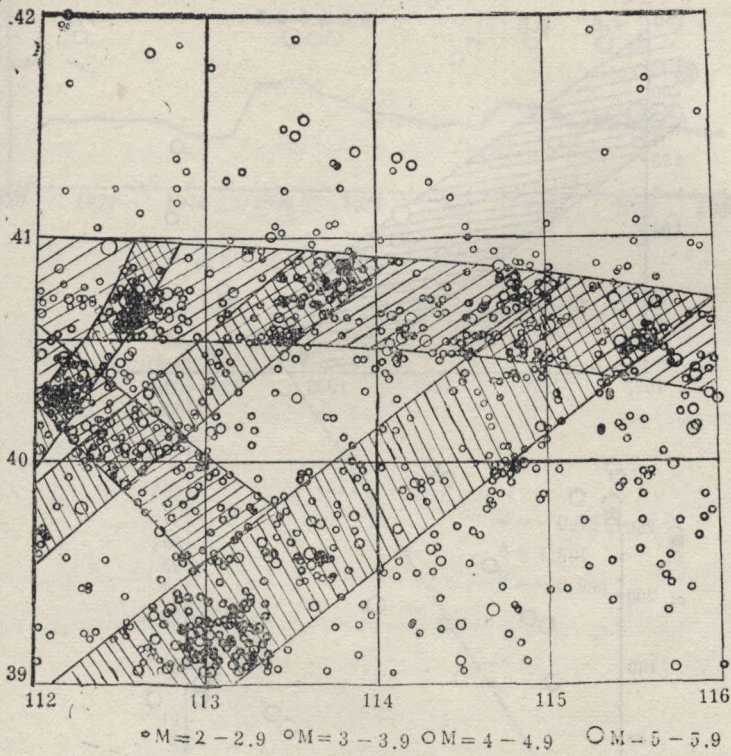


图 2 地震条带

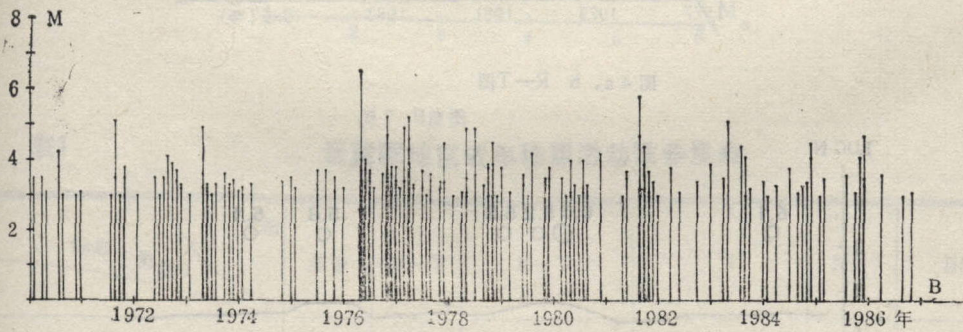


图 3 M—T图

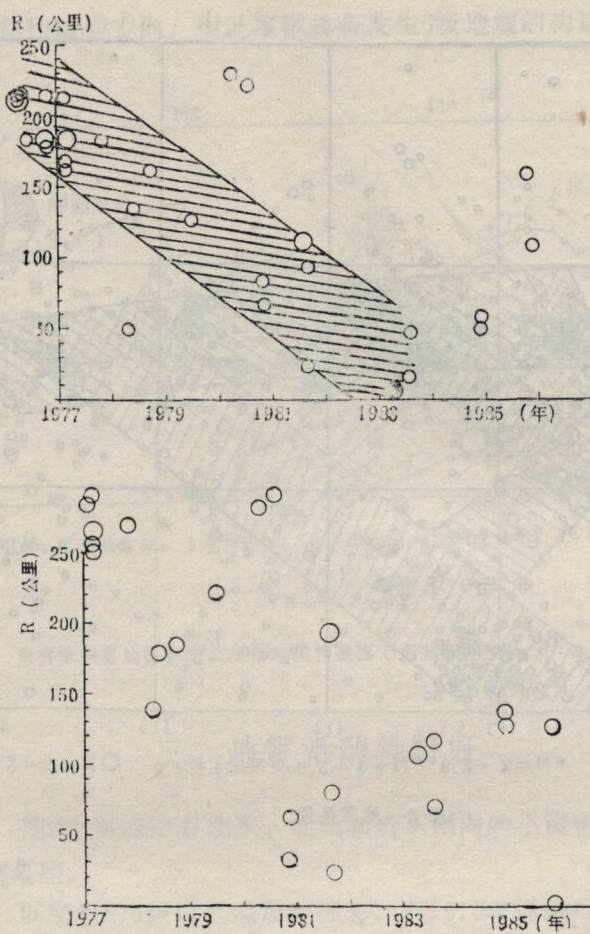


图 4 a、b R—T图

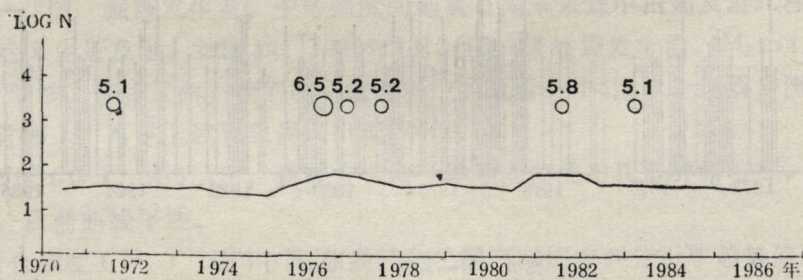


图 5 频度图

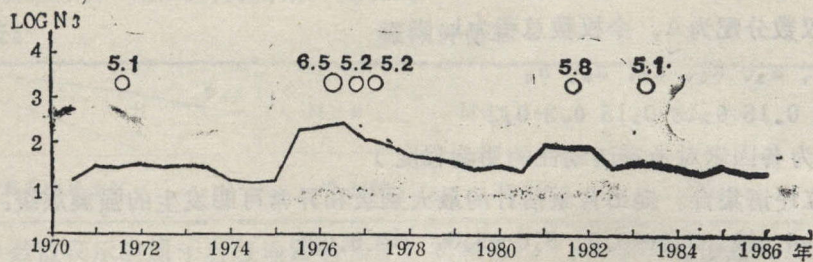


图6 折合频度图

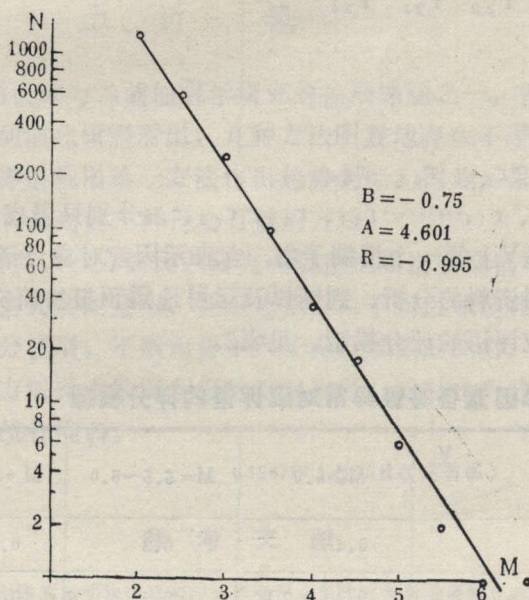


图7 B值图

表1

晋冀蒙地区近年地震活动性参量表

地区	标志 (类别)	方法					
		条带	M—T	R—T	N	N ₃	B值
晋冀蒙交界地区		网状条带	开始活跃	无R—T斜坡	异常不明显	无异常	B值较高
		B	B	D	C	D	C

四、综合评判^[5]

1、选取上述地震活动性因子建立因素集合：

$$U = X_1 (\text{条带}) \quad X_2 (M-T)$$

$$X_3 (R-T) \quad X_4 (N)$$

$$X_5(N_3) \quad X_6(B值)$$

6个因素的权数分配为A, 令权数总和为1。

$$A = a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$$

$$\sim 0.14 \ 0.15 \ 0.16 \ 0.15 \ 0.2 \ 0.2$$

(其值为各因素对地震活动性的影响程度)

2、建立评语集合。提出背景估计的最大震级和异常可能发生的强震震级:

$$V = M > 6.0 \text{级}, 5.5 \sim 6.0, 5.0 \sim 5.5, M < 5.0 \text{级}$$

3、建立单因素评价矩阵

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ \vdots & & & \\ \vdots & & & \\ \vdots & & & \\ r_{61} & r_{62} & r_{63} & r_{64} \end{pmatrix}$$

$r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{14}, \dots, r_{61}, r_{62}, r_{63}, r_{64}$ 分别只考虑单因素对各震级(评语)的贡献, 每一行都是V上的一个模糊子集, 它表示因素对应评语的程度。

根据对本区观测资料的分析、判断以及运用地震预报的研究成果和经验等, 提出单因素各等级异常对应评语的评分模型, 见表2。

表2 单因素各等级异常对应评语的评分模型

等 级 \ R \ V	M > 6.0	M = 5.5 ~ 6.0	M = 5.0 ~ 5.5	M < 5.0
A	0.4	0.3	0.2	0.1
B	0.3 (0.2)	0.4	0.2 (0.3)	0.1
C	0.15 (0.2)	0.3	0.35	0.2 (0.15)
D	0.1	0.15	0.35	0.4

依据上述评分模型, 研究区单因素对各震级的评分如下:

$$R = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 \\ 0.1 & 0.15 & 0.35 & 0.4 \\ 0.15 & 0.3 & 0.35 & 0.2 \\ 0.1 & 0.15 & 0.35 & 0.4 \\ 0.15 & 0.3 & 0.35 & 0.2 \end{pmatrix}$$

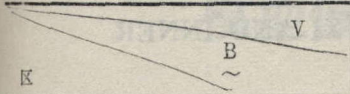
4、综合评语 用下式求出各单因素对应评语的加权和。

$$B = \left(\sum_{i=1}^6 a_i r_{i1}, \sum_{i=1}^6 a_i r_{i2}, \sum_{i=1}^6 a_i r_{i3}, \sum_{i=1}^6 a_i r_{i4} \right)$$

5、模糊评价 上式所得结果，见表3。

表3

模糊评价表

	$M > 6$	$M = 5.5 \sim 3.0$	$M = 5.0 \sim 5.5$	$M < 5$
晋冀蒙交界地区	0.1462	0.275	0.3355	0.243

表中数值表示隶属于各级地震的程度，其和为1。□中的数值最大。为归属评语，即晋冀蒙交界地区近期有发生 $M_L 5.0 \sim 5.5$ 级地震的背景。

五、讨 论

1、地震预报在我国已成为当前地震学研究的前沿课题之一，但迄今尚无成熟的方法可寻。从本区地震活动前兆资料看出，几种方法明显地存在不平衡性有的异常特征较明显，有的没反映。这样很难用单一方法作出趋势判断，因此，采用多种方法综合进行统计、概率性预报，可能是当前一种行之有效的方法。

2、加强典型震例研究。一方面深入研究大震前地震活动性前兆产生的机理，同时要逐渐实现地震活动性前兆的定量化，从而建立反应不同区域前兆因子的权数分配模式和单因素对应评语的评分模型；不断改善多因子综合预报的能力，适时进行窗口扫描，是有效地应用综合评判方法探索地震预报的重要途径；同时也为建立常规监视预报程序和人机联合资料处理系统作准备。

(1987年1月15日收到初稿)

参 考 文 献

- [1] 马杏垣等，中国的活动块体运动与构造变形，现代地壳运动研究3，地震出版社，1987。
- [2] 邓起东等，鄂尔多斯周缘断陷盆地的构造活动特征及其形成机制，现代地壳运动研究1，地震出版社，1985。
- [3] 靳雅敏、于新昌，华北地区小震断层面解的动态变化，地震地质，9，4，1987。
- [4] 靳雅敏、于新昌，邢台地震序列趋势特征，华北地震科学，4，4，1985。
- [5] 汪培庄，模糊数学简介(1)，数学的实践与认识，科学出版社，1980。

THE ESTIMATION FOR RECENT SEISMIC RISK IN THE CONJUNCTURE AREA OF HEBEI, SHANXI AND INNER MONGOLIS

Jin Yiamin Yu Xinchang

(Seismological Bureau of Hebei Province)

Abstract

According to seismotectonics and microearthquakes stress field, the precursor characteristics of the seismicity from 1970 to 1986 in this area have been analyzed. After the extraction of the precursor information closely related to recent seismic risk, the synthetic evaluation for parameters has been proceeded by the fuzzy method. The possible risk probabilities of the various magnitudes have been given so as to estimate the future earthquake tendency.