

1980年2月10日博克图5.6 级地震震兆信息的研究

孙加林 白格乐图

(内蒙古自治区地震局)

摘 要

1980年2月10日在我国东北松辽盆地西北边缘博克图发生了5.6级地震,这是我国东北地区(北纬 41° 以北)近三十年来最大的一次地震。本文系统地研究了该震前后六个方面的中小地震活动特征,这对监视少震的东北地区中强以上地震的发生提供了有益的震兆信息。

一、引 言

松辽盆地的西北边缘,有一个地震活动较为活跃的地区,即大兴安岭隆起带中段东南的布特哈旗、阿荣旗、喜桂图旗,地理范围为北纬 46° — 50° ,东经 120° — 123° 。1979年至1981年,在该地区发生一系列中等和中强地震,其中1980年2月10日喜桂图旗博克图5.6级地震达历史最高水平,这是近三十年来北纬 41° 以北的我国东北地区最大浅源地震,一年之后又在原地发生了5.1级地震,这引起了人们普遍关注。

博克图5.6级地震前两年,该地区小震活动有个明显增强过程。在1979年11月的全区地震趋势会商会上,根据喜、布、阿旗地区小震活动特征,曾提出:“1980年阿荣旗、布特哈旗有发生中强地震的可能。”这是一个较有根据的中期地震趋势估计。本文的目的就是为了探讨这次中强地震孕育的震兆特征,并弥补北纬 41° 以北的我国东北地区中强地震震例的空白、为监视我国东北地区中强以上地震的发生提供有益的震兆信息。

二、历史地震与区域地震构造

1923年至1984年,六十年间在上述地区先后发生6次5级以上地震,它们是1923年布旗5.0,1926年布旗5.0,1931年阿旗5.5,1956年喜—布旗5.3,1980年喜旗博克图5.6级,1981年博克图5.1级地震(图1),此外还有一系列4级以上地震。在我国少震的东北地区的地震活动图上,这些5级以上的地震是十分醒目的。

该区处于大兴安岭新华夏系隆起带中段的东南部位,属于新华夏构造系的一部分,介于松辽盆地与呼伦盆地两个沉降带之间。在漫长的地质时期经受了多次地壳运

动，构造条件十分复杂。北北东向嫩江大断裂带在该区东南斜插而过，几组年代更新并较发育的北西向次级断裂错断北北东向断裂带，成为该区主要发震构造（图1）。在此区北西向的雅鲁河断裂、阿伦河断裂、北东向的东沟断裂及东西向甘南断裂围成一个小区域构造单元。历史上多次5级以上地震均发生在这个构造单元的边界断裂上，4级左右地震则分散在其外围地区。

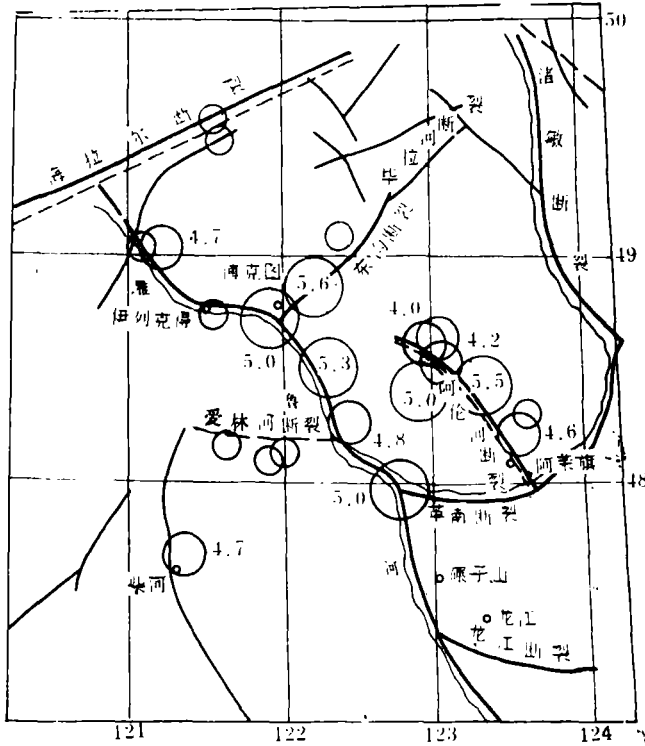


图1 喜、布、阿旗地区地质构造简图及 $M_s \geq 5$ 级地震分布

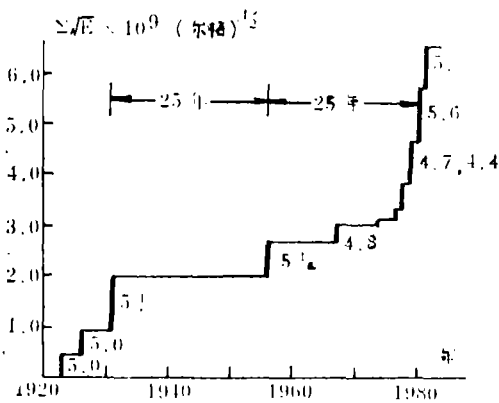


图2 1924—1984年应变释放曲线

三、博克图5.6级地震前后中小地震活动特征

1974年以来，区域地震台网对该区小震活动有一定控制能力。据黑龙江省、内蒙古自治区地震局观测资料统计，在上述空间范围，1974—1984年共发生地震1000余次，其中 $M \geq 1$ 级482次， $M \geq 3$ 级30次，中小地震较为活跃。近年来小震活动明显增强，应变释放加速（图2）。图3给出了该区 $M \geq 3$ 级地震和历史上5级以上地震分布图，可清晰看出存在一个北西向3级地震活动带。

从1974年开始至1980年2月5.6级地震发生,区域活动有如下特征:

1、震前4—3年北向西地震活动带出现4级左右中地震和小震空白区

从1974年至1977年地震活动图(图4)可以看到,此时段中小地震是零散分布在博克图周围的一个较大区域内,在博克图附近也有小震活动,这是一张正常小震活动图象,仅在阿荣旗西北存在一个小震空白区。在此背景上,1976年9月7日在阿旗发生4.6级地震,1977年8月30日在喜旗发生4.7级地震。这两个中地震发生在未来博克图5.6级地震破裂方向的西北和东南的延伸方向,即多年形成的北向西3级地震活动带上(图3、4)。因此这两个中地震具有某种早期前震性质。但在这两个地震之前区域小震活动尚未出现异常显示。

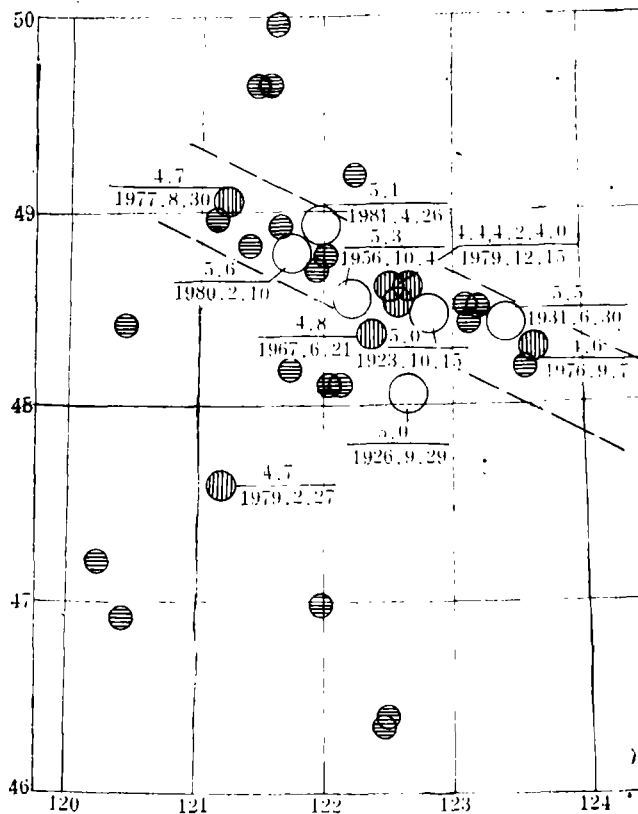


图3 喜、布、阿旗 $M_s > 3$ 级地震分布图

2、震前2年出现北东向小震活动条带

1976年阿旗4.6、1977年喜旗4.7级地震后,1978年开始,此区出现小震规则活动,集中形成北东向小震活动条带(图5),明显有别于1974—1977年的小震活动格局(图4)。1979年2月27日在这条北东向小震条带的西南端发生柴河4.7级地震,12月15日、16日在条带的东北端发生阿旗查巴奇4.0、4.4、4.2级地震群。该震群正好填补了1974—1977年小震活动的空白区。到1979年底,两年时间形成的北东向小震条带醒目地显示在图5上,阿旗查巴奇震群既是北东向小震条带上最后一组地震,又是多年形成的北向西3级地震条带上的闭锁段预错动的前奏。

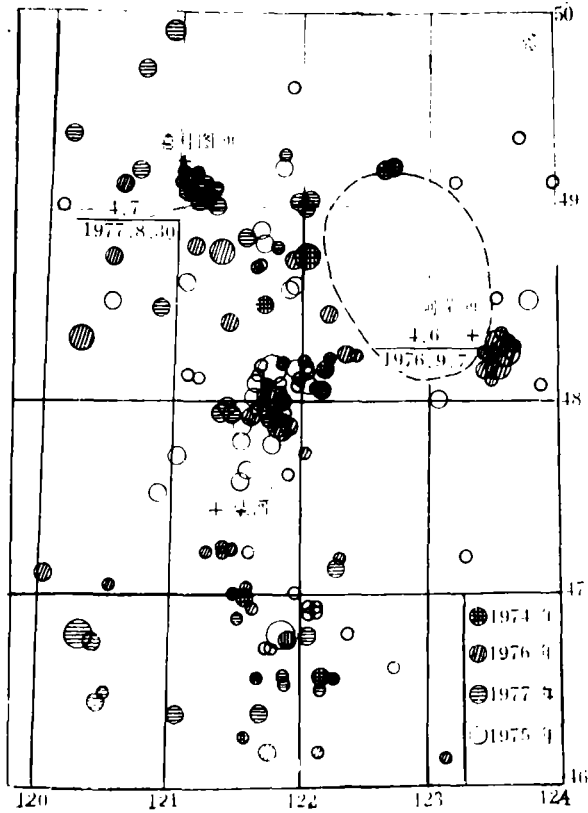


图4 1974—1977年喜、布、阿旗地震活动图

为了验证这个小震条带的真实性，在该条带之东和之西分别划出相同面积的条状区间Ⅰ、Ⅱ（图5）。分别统计1974—1977和1978.1—1980.2两个时间段小震发生频次

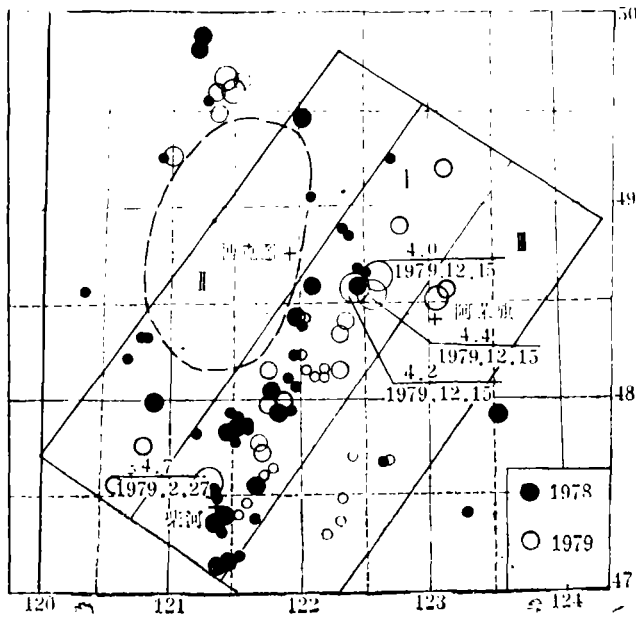


图5 1978.1—1980.2喜、布、阿地区地震分布图

(表1), 可清楚看到1978.1—1980.2北东向小震条带 I 确实存在, 条带的宽长比为 $1:4.5$ 。

表 1

时 间 \ 频 次 \ 区 间	I	II	III
1974.1—1977.12	41	24	31
1978.1—1980.2	87	9	8

3、震前2年博克图地区出现小震活动平静区

在1978—1979年出现北东向小震活动条带的同时, 在博克图附近却出现小震活动平静(图5)。如果以未来5.6级地震震中为圆心, 作径向小震分布的R—T图(图6), 可更清楚看到震前2年在震源区存在一个小震空白区。作者在研究华北地区中强震的震兆特征时指出此种小震空白区可称前兆空区¹⁾。

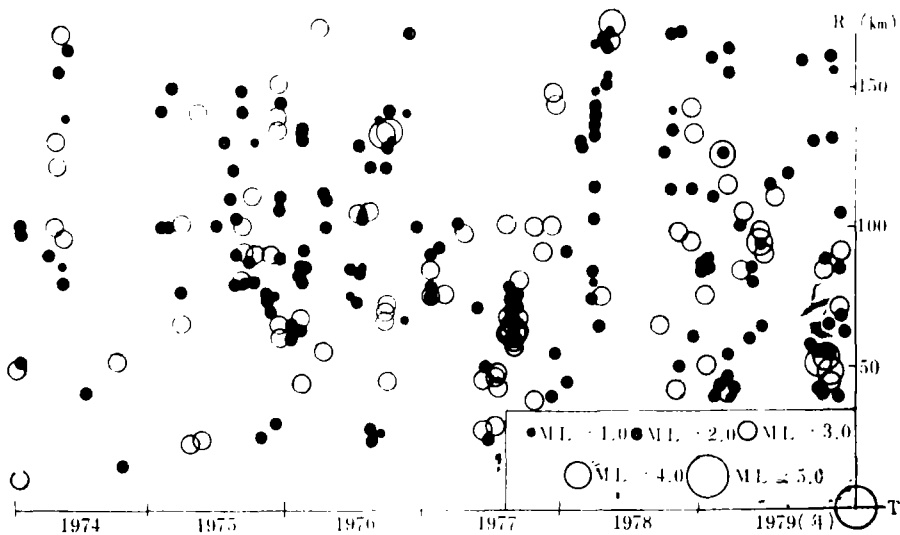


图6 博克图5.6级地震前5年小震R—T图

4、震前2年取得可靠的小震断层面解

1980年博克图5.6级地震前, 齐齐哈尔地震台自1974年至1980年2月10日记录到($\Delta \leq 200\text{km}$) P波初动清楚并定出震源位置的小震279个。按年做单台区域小震综合断层面解, 我们发现^[1] 1974年至1977年小震p波初动方向紊乱, 求不出节面解; 1978—1980年2月10日, 小震初动符号呈现象限分布, 得到较可靠的综合断层面解(符号矛盾比为20%); 5.6级地震后的三个月, P波初动又出现混乱状态(图7)。此结果较

1) 王俊成、孙加林等, 华北地区强震、中强震前区域小震活动特征的研究, 待发表, 1983。

清楚说明从1978年至1980年初,该地区存在一个明显的应力场增强过程。这个过程与北东向小震活动条带出现,与博克图附近小震平静区出现的时间十分一致。

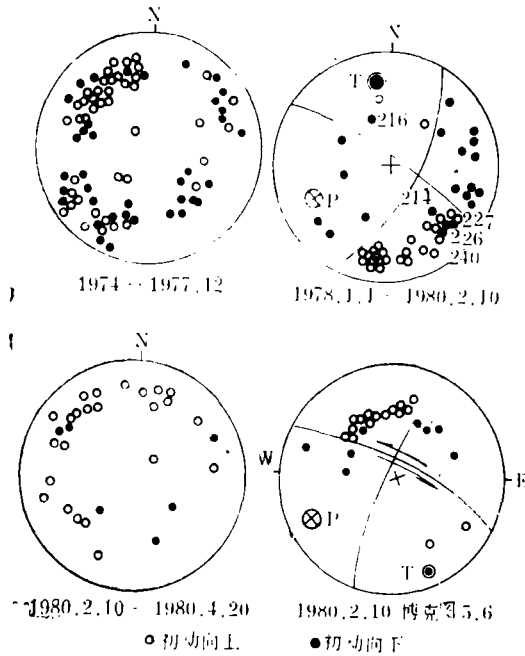


图7 区域小震综合断层面解变化

5、区域b值变化

作上述地区1974年至1982年b值时间扫描²⁾,并给出方差和F检验曲线。图8是计算机打印的b值、方差、F检验曲线。

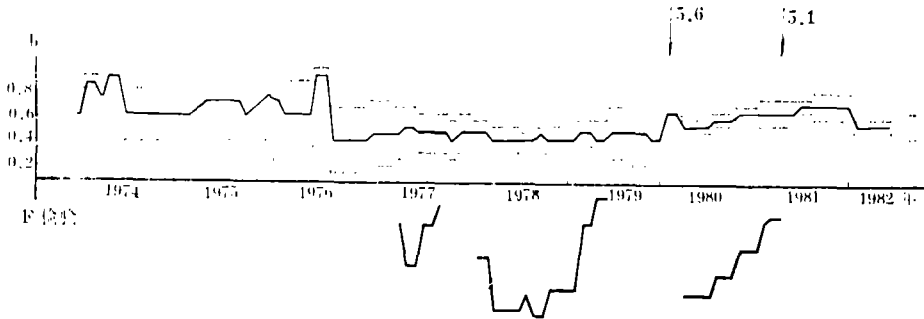


图8 1974—1982年b值扫描曲线、F检验曲线

从图8可看到1974年1月—1976年8月b值在0.6—0.8间变化,自1976年9月b值降到0.3—0.4,直到1980年2月,并且在1978年1月开始,到震前几个月,b值扫描曲线的方差明显减小,并通过F检验。这与上述的从1978年开始小震规则分布,以及得到可信的小震综合断层面解也是同步的,从而再次反应了这些特征可能具有共同机制。5.6级地震后b值曲线回升到0.5—0.6。

2) 耿洪同志的工作成果。

6、震前2个月发生前兆震群

震前55天,在未来5.6级地震破裂方向东南80公里的阿荣旗查巴奇发生1979年12月15日、16日4.0、4.4、4.2级地震群。该震群序列中, $M_s \geq 1.0$ 级地震33次, $M_s \geq 3$ 级地震5次, $\Delta M = 0.2$, 序列 $b = 0.42$, $p = 0.7$ 。海拉尔台,阿荣旗流动台记录的P波初动符号方向一致³⁾。经考察,4.4级地震烈度等震线内圈长轴方向为北西,与博克图5.6级地震破裂方向一致。该组震群具有典型前兆震群特征,即在将来强震破裂方向上,震前5个月之内发生的具有低b值,低p值的震群,因此可称为前兆震群〔2〕。

阿荣旗震群的发生,预示震前2年出现的北东向小震条带上的博克图5.6级地震孕育成熟。阿荣旗4.4级震群和博克图5.6级地震的发生填补了震前两个时间段的两个小震空白区,两者之间恰为前兆震群与主震的关系。

四、博克图5.6级地震后小震活动特征

1980年2月10日博克图5.6级地震后,该地区应变能得到较大地释放,当时根据在震区作的一些测震学指标,认为“震源区残余应力较低,其余震活动已失去统一的机制控制,具有很大随机性,震源区再发生较大地震的可能性甚微”³⁾。然而一年后,1981年4月26日在博克图又发生5.1级地震,这是难以判断和预测的一个地震事件。在5.1级地震之前的一年间,小震活动未显示明显的异常活动。P波初动符号在乌尔夫网上也较混乱,无可信的综合断层面解。

通过震后考察,证明5.6级地震与5.1级地震是一组共轭地震,分别为北西向雅鲁河断裂发生左旋错动,北东向东沟断裂发生右旋错动的结果⁴⁾。从而进一步证明北西向和北东向两组地震条带的存在与构造活动的关系。这种近似双震型共轭地震是较难以预报的。在5.6级地震余震活动的第二天,有两个近3级地震远远偏离余震区,而在震中的东北和西南二、三十公里处发生。这两个地震震中连线正是一年后的5.1级地震的破裂线,这是值得研究的现象。此外,b值时间扫描曲线,在1980年2月5.6级地震后到1981年4月5.1级地震发生期间,F检验再次通过,继续显示了b值变化的规则性(图8),其中也可能包含着前兆信息。

1981年4月26日5.1级地震后,小震活动恢复到1977年以前的分布状态,并有向东北和西南迁移的趋势。b值扫描、F检验不再通过。

五、讨 论

1、喜、布、阿旗地区中强地震活动周期

人们通常把4 $\frac{1}{4}$ —6 $\frac{1}{2}$ 级地震称之为中强地震。在喜、布、阿旗地区,而中强地震活动在时间轴上并不是均匀分布的,表现为长短两个周期性活动。如1923—1926—1931年间的三次5级以上地震,是在相隔4年左右时间相继发生的,可谓短周期;1931—1956—1981年间的5级以上地震,是恰好间隔25年,可谓长周期。

8) 内蒙古自治区地震局, 1980年博克图5.6级地震总结, 内蒙古地震, 1980.1.

1976年以来,该地区又似乎出现两次4.7级以上地震的短周期活动,如1976.7阿旗4.6—1977.8喜旗4.8—1979.2柴河4.7级地震,两两相隔一年多时间;另一次活动就是:1979.2满州里南5.1—1980.2博克图5.6—1981.4博克图5.1,间隔时间也为一年多(满州里南5.1略偏出该区范围)。作者经过初步工作认为该地区的4.7级以上中强地震长短周期活动与我国东北深源地震及华北强震活动的起始时间有关,但需进一步研究。

2、喜、布、阿旗地区中强地震按逆时针方向迁移

如果将该地区1923—1984年4.7级以上地震按时间顺序在平面图上连接起,可发现存在规律性迁移现象,即按逆时针转动⁴⁾(图9)。此种现象可能与该地区特殊的地质构造条件(图1)和统一稳定的区域应力场(博克图5.6、5.1级地震P轴走向分别北东86°和89°)及华北区域应力场(十分一致)作用有关。认识这一点对估计未来地震发生地点是有益的。

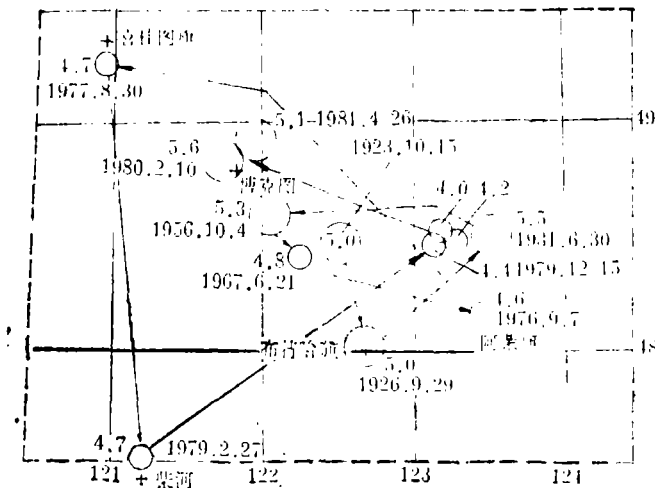


图9、喜、布、阿旗地区 $M_s > 4.7$ 级地震迁移路线

六、结束语

大兴安岭隆起地带的中段,是一个中强地震较为活跃的地区,1980年博克图5.6级地震的发生,是符合该地区中强地震活动的长短周期及逆时针迁移的活动特点,在它孕育和发生的过程中,区域小震活动图象表现出一些较明显的震兆反应,这些震兆特征与华北地区中强以上地震前中小地震活动特征相比较,有比较清晰完整的特点,因此为缺少震例的我国东北地区研究和预报中强地震提供了有益的震兆信息。

(1985年3月4日收到初稿)

4) 内蒙古自治区地震局, 1981年4月28日博克图5.6级地震总结, 内蒙古地震台, 1981.1.

参 考 文 献

- [1] 孙加林等, P轴转向是“前兆地震”的一个可能判据, 地震科学研究, 1, 1983.
[2] 孙加林, 前兆震群中出现高 b 值及其可能机制, 西北地震学报, 4, 1980.

STUDY OF THE SEISMIC PRECURSORY INFORMATION OF BOKETU EARTHQUAKE OF MAGNITUDE 5.6 ON FEBRUARY 10, 1980

Sun Jialin Bai Geletu

(*The Seismological Bureau of the Inner Mongolia Autonomous Region*)

Abstract

The Boketu earthquake of February 10, 1980 of magnitude 5.6 occurred at the northwestern boundary of the Song-Liao basin is the largest earthquake in the northeast Part of our country in the past thirty years. In the paper, the characteristics of seismic activity of moderate small earthquakes before this earthquake was systematically studied in six aspects, the useful seismic precursory information has been offered for monitoring the occurrence of moderate-torng earthquake in the northeastern part of China where less earthquakes occur,