

利用模糊方法识别地震前兆的讨论

当前,在对地震信息还没有一个清晰地识别判定的情况下,地震预报是一件难事,一般传统数学计算方法都将感到困难。本文就利用模糊方法识别地震前兆问题作一些初步讨论。

模糊集合的特性是以“亦此亦彼”的原则来确定研究对象与集合从属关系。一个模糊概念虽没有明确的外延,但只要指定 U 中各个元素对它的符合程度,这个模糊概念也就得到一种集合表示了。把元素对概念的符合程度看作元素对集合的从属程度,指定了各个元素的从属程度也就指定了一个集合。这时从属程度不一定是1与0,还可能出现介于0,1之间的从属程度。这样描写的集合,可能是一种新的集合,称为模糊子集。

下面对地震前兆的从属函数的确定问题,提一些初步看法。

取 $U\{A, B, C, D, E\}$, 其中: A = 地倾斜, B = 地磁, C = 地应力, D = 地电, E = 重力。现就多年来300公里以内4级以上地震前兆异常状况,并参考各地群测点经验总结,对上述各种模糊子集,拟定出一个从属标准。

(一)模糊集从属函数, A, B, C, D, E 均是 U 上的模糊集,可分别确定其从属度。

倾斜(A)——包括以下特性: A_1 = 倾斜矢量图中打结特性,其从属函数为 $\mu_{A_1}(u)$, 例如取:

0

0.3日均值矢量图中在无趋势异常下出现打结,时间由5天左右组成。

0.5日均值矢量图中在无趋势异常下出现打结,时间由10天左右组成。

0.6日均值矢量图中在无趋势异常下出现打结,时间由15天左右组成。

$\mu_{A_1}(u)$ - 0.7五日均值矢量图中,在趋势异常后(异常时间20天)出现打结,时间由15天以上组成。

0.8五日均值矢量图中,在趋势异常后(异常时间一个月)出现打结,时间由20天组成。

0.9五日均值矢量图中,在一个半月左右的趋势异常后出现打结,时间由20天以上组成。

1五日均值矢量图中,在二个月左右的趋势异常后出现打结,时间由20天以上组成。

A_2 = 倾斜矢量图中停滞现象,其从属函数为 $\mu_{A_2}(u)$; A_3 = 速率突变情况,其从属函数为 $\mu_{A_3}(u)$; A_4 = 转折,从属函数为 $\mu_{A_4}(u)$; A_5 = 脉冲,从属函数为 $\mu_{A_5}(u)$ 。 $\mu_{A_2}(u) \cdots \mu_{A_5}(u)$ 的确定方法与 $\mu_{A_1}(u)$ 完全类似。

地磁(B)——包括以下特性,其从属函数分别为 $\mu_{B_i}(u)$, $i = 1, 2, \dots$, 确定方法与 $\mu_{A_1}(u)$ 类似: B_1 = 低点位移, B_2 = 日变形态, B_3 = 磁偏角日均值曲线特性, B_4 = 磁偏角

脉冲; B_0 = 磁暴; B_1 = 倾角; B = 感磁; B^* = 感磁(日变曲线)。

地应力(C)——其从属函数 $\mu_C(u)$ 可用类似方法确定。

地电流(D)——包括以下特性, 其从函数为 $\mu_{D_i}(u)$: D_1 = 均值曲线; D_2 = 地电流突跳; D_3 = 地电流脉冲; D = 地电值均值曲线。

重力(E)——从属函数为 $\mu_E(u)$ 。

多种手段同步性(F)——从属函数可定义如下:

$$\mu_F(u) \begin{cases} 0.3 \text{ 一个观测点或一个地区多种手段异常开始点或转折时间相差18天左右,} \\ 0.4 \text{ 一个观测点或一个地区多种手段异常开始点或转折时间相差15天左右,} \\ 0.5 \text{ 一个观测点或一个地区多种手段异常开始点或转折时间相差14天左右,} \\ 0.6 \text{ 一个观测点或一个地区多种手段异常开始点或转折时间相差10天左右,} \\ 0.7 \text{ 一个观测点或一个地区多种手段异常开始点或转折时间相差8天左右,} \\ 0.8 \text{ 一个观测点或一个地区多种手段异常开始点或转折时间相差7天左右,} \\ 0.9 \text{ 一个观测点或一个地区多种手段异常开始点或转折时间相差5天左右,} \\ 1 \text{ 一个观测点或一个地区多种手段异常开始点或转折时间相差3天左右.} \end{cases}$$

(二) 模型 作为例子, 临震前兆识别中的模型可取如下一个模糊集:

$$A = [A_2 U (A_1 \cap A_3 \cap A_4) U A]$$

$$\tilde{B} = \{[(B \cap B^*) \cap B_1 \cap (B_2 \cap B_3)] U B_1 U B_4 U B_6\}$$

$$\tilde{D} = [(D_1 \cap D) U D_2 U D_3]$$

$$\tilde{M} = (\tilde{A} \cap \tilde{B} \cap \tilde{C} \cap \tilde{D} \cap \tilde{E}) U F$$

该模型的特点是: (1) 突出了综合分析的重要性; (2) 在运算过程中排除了单一手段的干扰, 对地震异常与干扰异常的广泛性、局限性等在公式里得到了体现。

模糊集运算规则如下:

$$\text{并集 } (A \cup B)(u) = A(u) \vee B(u) = \max(A(u), B(u)),$$

$$\text{交集 } (\tilde{A} \cap \tilde{B})(u) = \tilde{A}(u) \wedge \tilde{B}(u) = \min(\tilde{A}(u), \tilde{B}(u)),$$

$$\text{补集 } \overline{\tilde{A}}(u) = 1 - \tilde{A}(u)$$

初步经验总结表明, 若 $M \geq 0.7$, 则在距观测站300公里以内可能有4级以上地震。例如, 1980年7月29日21点38分在距兰州约230公里的内蒙古阿拉善左旗发生了一次4.5级地震, 依据铁院、新兰、师大、榆中台站资料, 按上述模型、规则进行运算, $M > 0.7$, 效果较好。

(兰州铁道学院王增甲、兰州地办赵建民)

DISCUSSION OF THE DISCRIMINATION OF EARTHQUAKE PRECURSORS BY FUZZY MEANS

Wang Zeng-jia Zhao Jan-min

(Lanzhou Railway Institute) (The Seismological Office of Lanzhou)