

关于甘、宁、青、新四省(区) 强震年度危险性的逻辑函数判定

刘 鼎 文

(贵州省地震局)

前 言

在地震预报方法研究中,地震活动性及其触动力因子的研究是目前开展最为广泛和引人瞩目的课题。但是这类研究成果具体用于预报仍很困难,其原因就在于地震活动的不规则性和复杂性。作者试图引进逻辑代数方法来改进上述研究结果。为此,本文研究了用于地震预报的逻辑函数构成的一般方法。作为应用,组建了甘、宁、青、新四省(区) $M_s \geq 7$ 级陆壳强震年度危险性判定的逻辑代数函数预报方程。该方程历史拟合率高,外推检验效果好,可用于这些省(区)强震大背景的年度判定。

方 法 与 结 果

一、用于地震预报的逻辑函数构成的一般方法

逻辑代数(布尔代数)已在许多技术部门得到应用,并都建立了相应的函数构成方法^[1, 2]。但这些方法,在逻辑函数式中均同时含有变量和反变量,且化简手续繁杂。本文提出一种适用于地震预报的逻辑函数构成方法,使所构成的逻辑函数中仅含变量或反变量,不必进行大量化简,因而较简便易行。

为叙述方便起见,我们在此把一般代数矩阵的知识引进逻辑代数,并加以扩充,且扩充的仅涉及二值逻辑代数,所指的变量均为二值逻辑变量。

设预报因子的逻辑矩阵为

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

预报结果的逻辑矩阵为

$$Y = (y_1, y_2, \cdots, y_n) \quad (2)$$

我们取出 X 转置 X^T 的第 i 列的列逻辑矩阵

$$X_i^T = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})^T \quad (3)$$

全部的 X_i^T ($i=1, 2, \dots, n$) 即构成真值表(又称状态表)的输入部分。如

$$x_{ij} = y_j \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

则我们定义 X_i^T 与 Y^T 相等, 记为

$$X_i^T = Y^T \quad (4)$$

式中 τ 表示转置, Y^T 构成真值表的输出部分。对地震预报来说, 上式一般不能成立, 否则与 X_i^T 相应的变量 x_i (其含义为 X_i^T 是 x_i 的取值) 即为所求的逻辑函数。

我们假定 Y 至少有2个元素等于1 (预报结果的有震样本太少, 使用逻辑函数方法没有意义), 又设 X_i^T 是至少有1个元素等于1的列矩阵(X_i^T 相应的变量 x_i 不能取为预报因子), 如在 X_i^T 、 Y^T 同行对应的各元素中, 当 Y^T 的元素为0时, X_i^T 的元素也为0, 但 Y^T 的元素为1时, X_i^T 不全为1, 不过至少有1个为1, 则称 X_i^T 与 Y^T 拟相等, 记为

$$X_i^T \Rightarrow Y^T$$

X_i^T 称为 Y^T 的拟相等矩阵(即逻辑矩阵简称)。需要指出的是, 拟相等是有方向性的, Y^T 的多个拟相等矩阵的 U , 可能形成其组合矩阵与 Y^T 相等, 反之, 则不然。

逻辑列矩阵 $X_r^T = (x_{r1}, x_{r2}, \dots, x_{rn})^T$ 、 $X_s^T = (x_{s1}, x_{s2}, \dots, x_{sn})^T$ 同行对应的元素取 U (或 $\cap$) 的结果所构成的矩阵 $Z^T = (z_1, z_2, \dots, z_n)^T$, 称为矩阵 X_r^T 、 X_s^T 的 U (或 $\cap$), 记为

$$Z^T = X_r^T U \text{ (或 } \cap \text{)} X_s^T \quad (6)$$

式中

$$z_k = x_{rk} U \text{ (或 } \cap \text{)} x_{sk}, \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

多个逻辑列矩阵的 U (或 $\cap$) 依此类推。

如某一逻辑列矩阵 X_i^T 是某一逻辑变量 x 的取值, 则称 X_i^T 为 x 的矩阵, x 为 X_i^T 的相应变量, 类似地 $\bigcup_{i=1}^n X_i^T$ (或 $\bigcap_{i=1}^n X_i^T$) 称为 $\bigcup_{i=1}^n x_i$ (或 $\bigcap_{i=1}^n x_i$) 的矩阵组合, 后者称为前者的相应变量组合。

对(1)式中表达的全部列矩阵 $X_1^T, X_2^T, \dots, X_n^T$ 可能实行 $\cap$ 运算的全体为

$$\begin{aligned} & X_i^T \cap X_j^T \quad (i, j = 1, 2, \dots, n; i \neq j) \\ & X_i^T \cap X_j^T \cap X_k^T \quad (i, j, k = 1, 2, \dots, n; i \neq j \neq k) \\ & X_i^T \cap X_2^T \cap \dots \cap X_n^T \end{aligned} \quad (8)$$

以上共有 m 个 $\cap$ 运算项,

$$m = \sum_{r=2}^n C_n^r = \sum_{r=0}^n C_n^r - C_n^0 - C_n^1 = 2^n - 1 - n \quad (9)$$

我们把每一个 $\cap$ 运算项记为 $\tilde{Y}_i$ ($i=1, 2, \dots, m$), 通常

$$\tilde{Y}_i \neq Y^T \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (10)$$

当上式成立时, 我们通过 $\tilde{Y}_i$ ($i=1, 2, \dots, m$) 逐项验算来寻找 Y^T 的拟相等矩阵, 设它们的全体为 $\tilde{Y}_1^T, \tilde{Y}_2^T, \dots, \tilde{Y}_m^T$ ($\lambda \leq m$), 如

$$\bigcup_{\mu=1}^{\lambda} \tilde{Y}_\mu^T = Y^T \quad (11)$$

则与 $\bigcup_{\mu=1}^k \tilde{Y}_{\mu}$ 相应的变量组合即为所求的逻辑函数。如上式又成立, 而

$$\bigcup_{\mu=1}^k \tilde{Y}_{\mu} \Rightarrow Y' \quad (12)$$

通过增删调整预报因子使(11)式成立, 否则与 $\bigcup_{\mu=1}^k \tilde{Y}_{\mu}$ 相应的变量组合得出的逻辑函数, 不能保证在已知研究时段100%的历史拟合率。

由上法获得的逻辑函数, 为“与或”标准形式; 若要求“或与”标准形式, 可由反演规则得出。

二、甘、宁、青、新四省(区)强震年度危险性的逻辑函数预报方程

1. 预报量与已知量的选取 本文选取的预报量 y 以年度为单位, 并规定 $y = 1$, 否则 $y = 0$ 。

y 的已知量由地震目录^{1、2}取用公元1914—1973年共60年的甘、宁、青、新四省(区)的相应值。

2. 预报因子的选取和真值表的编制 本文选用两类预报因子, 一类为太阳黑子活动因子, 其资料取自云南天文台和北大地球物理系的文献^{3、4}; 另一类为全球 $M_s \geq 7$ 级强震活动因子其资料来源与 y 的已知量来源相同。

各预报因子以 $^k x_i$ 表示, i 为因子编号, k 为第 i 个因子对于 y 的超前年数。

本文取用的因子共12个, 其具体含义如下:

$^1 x_1$ 表太阳黑子极值(极大或极小)年取值为1, 否则为0;

$^3 x_2$ 表阿富汗、灵都库什地区发生 $M_s \leq 7$ 级地震的极值, 年取值为1, 否则为0;

$^1 x_3$ 表缅甸发生 $M_s = 7$ 级地震的极值的年取值为1, 否则为0;

$^3 x_4$ 表勘察加半岛($\varphi: 50^\circ-58^\circ N$; $\lambda: 156^\circ-170^\circ E$)发生 $M_s \geq 7$ 级地震的极值, 年取值为1, 否则为0;

$^4 x_5$ 表阿拉斯加及阿拉斯加湾发生 $M_s \geq 7$ 级地震的极值, 年取值为1, 否则为0;

$^3 x_6$ 表美国西部及美国西海发生 $M_s \geq 7$ 级地震的极值, 年取值为1, 否则为0;

$^1 x_7$ 表墨西哥西部及墨西哥西海发生 $M_s \geq 7$ 级地震的极值, 年取值为1, 否则为0;

$^6 x_8$ 表菲济群岛、斐济海($\varphi: 15^\circ N-22^\circ S$; $\lambda: 172^\circ E-176^\circ W$)发生 $M_s \geq 7$ 级地震的极值, 年取值为1, 否则为0;

$^3 x_9$ 表新赫布里底群岛($\varphi: 11^\circ-22^\circ S$; $\lambda: 157^\circ-171^\circ E$)连续三年发生 $M_s \geq 7$ 级地震的年中最后一年极值, 取值为1, 否则为0;

$^6 x_{10}$ 表马鲁古群岛、马鲁古海峡($\varphi: 5.5^\circ N-9.0^\circ S$; $\lambda: 123^\circ-129^\circ E$)发生 $M_s \geq 7$ 级地震的极值, 年取值为1, 否则为0;

1) 世界大地震简目(1904—1972)(震级 ≥ 7), 国家地震局业务组, 1973年2月。

2) 世界大震目录(1979—1980年)($M_s \geq 7.0$), 西南地震工作协作区办公室, 1981年10月。

3) 中国科学院云南天文台, 太阳黑子数(1749—1972)1973。

4) 北京大学地球物理系统计预报组, 二千年来太阳活动的11年周期资料, 气象科技资料, 1975年第4期。

$^3x_{11}$ 表所罗门群岛、所罗门海 ($\varphi: 2^\circ-14^\circ\text{S}$; $\lambda: 152.5^\circ-164.5^\circ\text{E}$) 发生 $M_s \geq 7$ 级地震的极值, 年取值为 1, 否则为 0;

$^2x_{12}$ 表马里亚纳群岛 ($\varphi: 11^\circ-22^\circ\text{N}$; $\lambda: 141^\circ-148^\circ\text{E}$) 发生 $M_s \geq 7$ 级地震的极值, 年取值为 1, 否则为 0;

由上述各预报因子 kx_i ($i = 1, 1, \dots, 12$) 和 y 的已知量所组成的真值表示于表 1, 表中各 x_i 值已顾及到 k , 即将 x_i 取值为 1 的公元年号数加上 k 年, 在表中相应的年号中填写 1, 否则为 0。

表 1

	1x_1	2x_2	3x_3	4x_4	5x_5	6x_6	7x_7	8x_8	9x_9	$^{10}x_{10}$	$^{11}x_{11}$	$^{12}x_{12}$	y 实际	y 计算		1x_1	2x_2	3x_3	4x_4	5x_5	6x_6	7x_7	8x_8	9x_9	$^{10}x_{10}$	$^{11}x_{11}$	$^{12}x_{12}$	y 实际	y 计算		
1914年	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	44年	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	
15年	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	45年	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
16年	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	46年	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
17年	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	47年	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	
18年	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48年	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	
19年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49年	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1920年	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1950年	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
21年	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	51年	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	
22年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52年	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	
23年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53年	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
24年	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	54年	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	
25年	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55年	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	
26年	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	56年	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27年	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	57年	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28年	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	58年	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	
29年	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	59年	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
1930年	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1960年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31年	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	61年	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
32年	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	62年	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
33年	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	63年	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
34年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64年	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
35年	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	65年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	66年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37年	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	67年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38年	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	68年	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39年	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	69年	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1940年	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1970年	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41年	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	71年	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
42年	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	72年	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
43年	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	73年	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

*注: 各因子 kx_i 的含义见正文

各 kx_i 与 y 的各种拟合率列于表 2, 表中 n_i 表示表 1 中 kx_i 取值为 1 的样本数, n_{11} 表 kx_i 取值为 1 对应 $y = 1$ 的行数, n_1 表 $y = 1$ 的样本数, N 表示表 1 的行数。 α 表 $^kx_i = 1$ 对应 $y = 1$ 的拟合率, β 表 $^kx_i = 0$ 对应 $y = 0$ 的拟合率, γ 表 $^kx_i = 1$ 对应 $y = 1$ 和 $^kx_i = 0$ 对应 $y = 0$ 的总拟合率。

表2 各预报因子的各种拟合率

Table 2 The fit-rate of forecast factors

序号	X	n ₁₀	n ₁₁	$\alpha(\%)$	$\beta(\%)$	$\gamma(\%)$
1	7X_1	11	4	36.3	81.6	73.3
2	8X_2	14	5	55.5	82.6	71.7
3	1X_3	8	5	62.5	84.6	81.6
4	8X_4	17	6	35.3	83.7	70.0
5	4X_5	17	6	35.3	83.7	70.0
6	5X_6	10	5	50.0	84.0	78.3
7	1X_7	21	7	33.3	84.6	66.7
8	5X_8	14	5	35.7	82.6	71.6
9	8X_9	11	4	36.4	81.6	73.3
10	$^5X_{10}$	14	6	66.6	84.8	73.3
11	$^8X_{11}$	23	7	30.4	83.8	63.3
12	$^2X_{12}$	14	5	35.7	82.6	71.7

注：表列数据计算时，取用N=60，n₁=13。

K的选取是使各项预报因子的 α 、 β 、 γ 尽可能高，这要通过实际试算来确定。

3. 逻辑函数预报方程的构成

我们组建的我国甘、宁、青、新四省(区) $M_s \geq 7$ 级陆壳强震年度危险性判定的逻辑函数预报方程为

$$y = \bigcup_{i=1}^{54} Q_i \quad (13)$$

式中 $Q_1 = x_1 \cap x_3$, $Q_2 = x_1 \cap x_6$, $Q_3 = x_2 \cap x_3$, $Q_4 = x_2 \cap x_4$, $Q_5 = x_3 \cap x_5$, $Q_6 = x_3 \cap x_8$, $Q_7 = x_3 \cap x_9$, $Q_8 = x_3 \cup x_{10}$, $Q_9 = x_4 \cup x_8$, $Q_{10} = x_5 \cap x_6$, $Q_{11} = x_6 \cap x_7$, $Q_{12} = x_7 \cap x_{10}$, $Q_{13} = x_1 \cap x_2 \cap x_7$, $Q_{14} = x_1 \cap x_2 \cap x_9$, $Q_{15} = x_1 \cap x_2 \cap x_{10}$, $Q_{16} = x_1 \cap x_4 \cap x_7$,

$Q_{17} = x_1 \cap x_4 \cap x_{11}$, $Q_{18} = x_1 \cap x_4 \cap x_{12}$, $Q_{19} = x_1 \cap x_8 \cap x_9$, $Q_{20} = x_1 \cap x_8 \cap x_{10}$, $Q_{22} = x_1 \cap x_{10} \cap x_{11}$, $Q_{22} = x_1 \cap x_{10} \cap x_{12}$, $Q_{23} = x_1 \cap x_{11} \cap x_{12}$, $Q_{24} = x_2 \cap x_5 \cap x_7$, $Q_{25} = x_1 \cap x_5 \cap x_{12}$, $Q_{26} = x_2 \cap x_7 \cap x_8$, $Q_{27} = x_2 \cap x_7 \cap x_{12}$, $Q_{28} = x_2 \cap x_8 \cap x_9$, $Q_{29} = x_2 \cap x_8 \cap x_{10}$, $Q_{30} = x_2 \cap x_9 \cap x_{10}$, $Q_{31} = x_2 \cap x_4 \cap x_7$, $Q_{32} = x_3 \cap x_6 \cap x_{12}$, $Q_{33} = x_3 \cap x_7 \cap x_{11}$, $Q_{34} = x_4 \cap x_5 \cap x_7$, $Q_{35} = x_4 \cap x_5 \cap x_8$, $Q_{36} = x_4 \cap x_5 \cap x_9$, $Q_{37} = x_4 \cap x_7 \cap x_8$, $Q_{38} = x_4 \cap x_7 \cap x_9$, $Q_{39} = x_4 \cap x_7 \cap x_{11}$, $Q_{40} = x_5 \cap x_9 \cap x_{10}$, $Q_{41} = x_5 \cap x_{10} \cap x_{12}$, $Q_{42} = x_6 \cap x_8 \cap x_{10}$, $Q_{43} = x_6 \cap x_8 \cap x_{11}$, $Q_{44} = x_6 \cap x_{10} \cap x_{11}$, $Q_{45} = x_6 \cap x_{10} \cap x_{12}$, $Q_{46} = x_6 \cap x_{11} \cap x_{12}$, $Q_{47} = x_7 \cap x_8 \cap x_9$, $Q_{48} = x_7 \cap x_8 \cap x_{11}$, $Q_{49} = x_8 \cap x_9 \cap x_{10}$, $Q_{50} = x_8 \cap x_9 \cap x_{12}$, $Q_{51} = x_8 \cap x_{10} \cap x_{12}$, $Q_{52} = x_9 \cap x_{11} \cap x_{12}$, $Q_{53} = x_9 \cap x_{10} \cap x_{11}$, $Q_{54} = x_9 \cap x_{10} \cap x_{12}$ 。

为了简略起见，上列各 x_i 均略去了左上角标k。

对(13)式两边取补，由De Morgan律可得

$$\overline{y} = \bigcap_{i=1}^{54} \overline{Q}_i \quad (14)$$

式中 $\overline{Q}_i$ 为(13)式中相应各 Q_i 表达式中对各预报因子取补

$$\overline{x_i} = 1 - x_i$$

並將所有的 $\cap$ 全部改为 $\cup$ 的结果，如 $\overline{Q}_{50}$ 的表达式为

$$\overline{Q}_{50} = {}^5\overline{x}_8 \cup {}^3\overline{x}_9 \cup {}^2\overline{x}_{12}$$

余类推。

(13)式为“与或”标准形式，(14)式为“或与”标准形式，前者用于“有震”判定，后者用于“无震”判定是很方便的。上述方程预报的最长时段 T_{max} 取决于各预报因子中最小的超前时间 K_{min} ，即 $T_{max} = K_{min}$ ，因而我们的方程对未来预报的有效期为1年。

顺便提起，文献[8, 4]事先规定某种“或与”标准形式，而每一预报因子在逻辑函数式中只使用一次的做法，除个别情况之外，对大多数的实际问题却难以达到目的。

由(13)式计算1914—1973年的结果，由表1最后一栏可知，它与此期间甘、宁、青、

新四省(区) $M_s \geq 7$ 级陆壳强震发生与否的实际情况完全吻合,历史拟合率高达100%。

4. 外推检验

对1974—1982年外推检验的结果示于表

3,表中1974—1980年 $y_{\text{实震}}$ 值按前文资料2)取

值,1981—1982年的 $y_{\text{实震}}$ 值按《地震》1982年第1期及1983年第1期公布的有关资料取值,同时参考地球物理所编有关各年的“中国地震台网观测报告”。由表3可见,该预报方程除1974年7月4日新疆苏海图泉以东7.1级地震和1974年8月11日新疆乌恰西南7.3级地震外,其它7年都与实际情况符合一致,其拟合率为 $\alpha = 50.0\%$, $\beta = 100\%$, $\gamma = 88.9\%$ 。可以认为,本文组建的逻辑函数预报方程,是有一定的效果的。

表3

	1974 年	1975 年	1976 年	1977 年	1978 年	1979 年	1980 年	1981 年	1982 年	1983 年
$y_{\text{预报}}$	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
$y_{\text{实震}}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	待验

结 论 与 讨 论

研究表明逻辑代数函数方法对地震集成预报是适用的,它表现在:(1)能将不同手段、不同方法、不同指标所提取的不同物理量、几何量、信息量加以综合利用,取长补短;(2)按本文所提供的方法组建逻辑函数预报方程,简便易行;(3)可以将某一地区某一震级以上强震危险化为“有”、“无”两种状态,具有明确的时间概念,判断明确;(4)只取用二值逻辑量进行并、交运算,计算简单;(5)选择拟合率高的因子作自变量,可以通过预报因子的调整、增删选取一批最佳因子,使预报方程具有很高的历史拟合率,甚至可高达100%;(6)把单一事件通过逻辑加化为组合事件,而组合事件的概率由概率论的加法定律可知它比组成它的任何一个单一事件的概率都高,因而它能提高预报效果,减少虚报和漏报;(7)如果所建方程付诸实践时出现漏报情况,则可用一般逻辑函数构造最小项^[1]的办法来增加修订项,从而有可能反应预报因子和预报量之间逻辑关系的动态变化,使预报成为一种动态追踪预报,当所建方程用于实践造成虚报时,则可根据一段时期的虚报情况分析造成虚报的原因,从而删去有关的预报因子,以增加方程的有效性和稳定性;(8)对长期预报可设计一个等效的电路,对该电路进行输入脉冲控制,实现方程的自动化预报。此外,通过实践所找到的高效而稳定的预报方程,能揭示反应某一地区地震活动的主要因素,可能有利于剖析该地区地震发生的成因与机制,建立较好的地震模式。

(1983年5月26日收到修改稿)

参 考 文 献

- [1] 陈俊亮编著,数字电路逻辑设计,36—83页,人民邮电出版社,1980年.
- [2] 欧阳录编著,逻辑代数入门,47—50页,湖南教育出版社,1982年.
- [3] 李自治,用逻辑代数方程估计地震趋势,地震,№2,14—16,1982.
- [4] 刘鼎文,地震预报对策的研究,地震研究,6,2,193—206,1983.

ON JUDGING THE ANNUAL STRONG EARTHQUAKE HAZARD IN GANSU, NINGXIA, QINGHAI AND XINJIANG OF NORTH—WEST CHINA BY USING THE LOGICAL FUNCTION

Liu Dingwen

(*Seismological Bureau of Guizhou Province*)

Abstract

The logical algebra (Boolean algebra) has been widely used in a number of technical branches. It is a pity that its application in earthquake prediction seems rare. So far as the research method on earthquake prediction is concerned, related to seismicity and its mechanical trigger factor is both quite widespread and noticeable, but it is still very difficult to apply the results obtained from abovementioned research concretely to earthquake prediction, because of the irregularity and complication in seismicity. The author tries to improve the results of abovementioned research by introducing the method of logical algebra. For this purpose, the general method for logical function which is adequate for earthquake prediction has been studied in this paper. As an instance for applying this method, selection 12 predicting factors which consist of solar activities and seismicity on a global scale by means of the data in the period of A. D. 1914—1973, the predicting equation for logical algebra function to judge the annual strong earthquake hazard in continental crust in Gansu, Ningxia, Qinghai and Xinjiang of north—west China with magnitude $M_s \geq 7$ has been constructed. The historical coincident percentage for this equation in A. D. 1914—1973 is 100%, and the coincident percentage of the text of extrapolation in A. D. 1974—1982 is 88.9%, and this equation is useful for judging large background on annual earthquake situation in the abovementioned regions. This research indicates that the method of logical algebra function is one of hopeful methods concerning integrated earthquake prediction.