

多雨地区应用土地电预报地震

广东省花县《五·七》中学地震测报组

我校地震测报组在1974年2月建立。一年多来，我们学理论，抓路线，不断提高搞好地震工作的认识。在开展地震分析预报的研究过程中，我们认真学习《实践论》和《矛盾论》等光辉著作，用毛主席的哲学思想指导研究工作。我们认真分析研究多雨地区用土地电预报地震这问题的主要矛盾和矛盾的主要方面，将电极埋在水田，观测导线埋入地下的《水田土地电》，取得多方向、受雨天干扰小等较好的效果。

遵照伟大领袖毛主席关于“去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里”⁽¹⁾的教导，运用长期变化与短期变化相结合，形态指标和数量指标相结合，地质构造情况与地震活动情况相结合的原则，采用形数结合的分析方法来预报地震。1974年8月至1975年10月期间，预报试报地震22次，其中预报地震三要素（时间、地点、震级）较准确的有14次。我们具体的做法是：

一、电极埋设处理

考虑到南方雨水较多的特点，为了排除雨水、气温和游散电流等干扰因素，利用水田远离用电器，地面开阔，土层一致等有利条件，把土地电的电极埋在水田三米深的土层里，使电极长期处于饱和的潮湿环境。全部观测导线采用沥青防腐蚀，埋入地下。由于电极埋于水田，所以称为《水田土地电》。

采用铅板、碳棒两种材料的四个电极，按东西南北方向对称埋设。东西、南北间极距均为25米。这样布局，便于进行多方向土地电比较分析，以判断发震方向。并且为进行平行电对比法处理数据和进行电极材料异同与地震的对应关系的研究提供了条件。各方向的水田土地电的代号如图1所示。图中(7)所示方向，是将两对不同材料的电极分别复合后再进行测量，(8)所示方向，是将两对相同材料(铅板或碳棒)分别叠加后再进行测量。其目的是探索研究两对土地电的复合与叠加问题。这是一个土地电多种研究试验项目的综合布局方案。

由于电极及极间的土层经常处于潮湿状态，所以雨水引起土地电测值的波动不大。用作图法分析土地

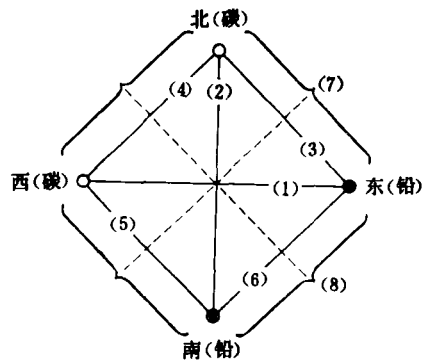


图1 水田土地电布极示意图

电与气温的相关性，取其中一部分如图2所示，可见气温的变化对水田土地电测值的影响也较小。季节性气温变化对测值的影响系数(回归系数)为0.3左右，影响也不显著。

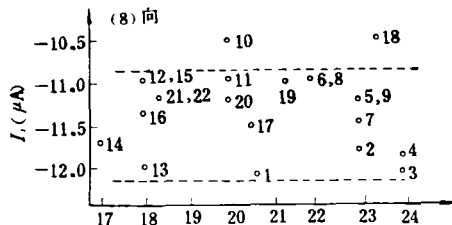


图2 土地电与气温关系分析图
(1975年11月1日至20日部分)

经一年多的实践证明，水田土地电从电极埋设方面能较好地减少雨水、气温等干扰，从而可简化一部分分析预报中的数据校正工作。

二、用水田土地分析预报地震的方法

我们是以水田土地电半月均值有 $\geq 0.4 \mu A$ 的变化或地磁偏角异常作为有震背景，然后根据水田土地

1) 毛泽东，《实践论》，《毛泽东选集》一卷本，人民出版社，(1969)，268。

电近期的变化来分析预报地震。分析方法如下：

1. 异常的判断

(1) 识别异常的形态指标

实践表明，台湾方向地区5级以上的地震和本省陆上三级以上的地震，我较水田土地电装置中(8)向和(1)向水田土地电分别会有一些的形态变化。于是总结出在相对平稳的过程中发生3天以上连续上升或下降的变化，然后转入平稳这一形态作为识别地震异常的形态指标。

(2) 判断异常的数量指标

不论有没有地震，曲线图形总有波动起伏。为了准确判断地震前兆异常，遵照毛主席关于“对情况和问题一定要注意到它们的数量方面，要有基本的数量的分析”¹⁾的教导，对地震异常还采用数量指标来加以判断。

对用形态指标初步识别为异常的七天左右的数据进行处理分析，求出它的均方差(S)。对台湾方向地区5级以上地震的数量指标为：异常发展期间至少有一天的水田土地电变化(ΔI_t)与均方差(S)的比值($\Delta I_t/S$)大于肖氏判据(当 $n=7$ 时，肖氏判据为1.79；当 $n=8$ 时，肖氏判据为1.86)。对我省河源地区，是作三日滑动平均值处理，以异常发展期间至少有一天的水田土地电的变化(ΔI_t)大于均方差(S)为3级以上，4.5级以下地震的数量指标；大于2倍均方差(2S)为5级以上破坏性地震的数量指标。

2. 震级分析

判断地震异常后，震级的大小是考虑半月均值梯度($\Delta I_{半月}$)、最大幅值(I_{max})、异常变化平均变化率($\overline{\Delta I}$)和异常持续时间(d)等情况来综合分析。其中以考虑异常平均变化率($\overline{\Delta I}$)为主，按最小二乘法求得震级(M_t)与异常平均变化率($\overline{\Delta I}$)的经验公式为：

台湾、南海地区：

$$M_t = 7.8 \overline{\Delta I} + 1.3 \quad (4 \leq M_t \leq 6.5)$$

河源地区：

$$M_t = 0.5 \overline{\Delta I} + 2.75 \quad (3 \leq M_t)$$

3. 发震时间

根据震例统计分析得，大多数地震是在异常变化段后的平稳段内发震。特别是平稳段的第2至4天内发震者较多。

4. 发震方向

我们根据土地电具有方向性的特点，采用多方向观测，寻找某一地区发震与某一方向水田土地电出现异常的规律来判断发震方向。初步得出的规律是：如果

(8)向出现异常形态，而(1)向相对稳定，则多为花县东(或西)方向地区发震。如果异常形态出现在(1)向，则多为花县东北方向河源地区发震。

判定发震方向后，根据该方向地区的断裂带地质构造情况及近期地震活动情况进行综合分析来确定预报的发震地区。

对1974年5月15日至1975年7月的数据资料采用上述规则进行分析统计的情况是：这期间台湾、南海地区5级以上地震12次，其中10次对应关系较好，2次对应关系较差。四川、云南地区5级以上地震7次，其中5次对应关系较好。分析判断有异常而无大于4级以上地震者有3次。

三、分析预报震例

1. 震例1：南海地震

(1) 预报根据：

① 异常判断：

1974年8月27日至9月2日测得了土地电值 I_t ，并计算出土地电平均值 I_0 和土地电变化值 ΔI_t ，以及 ΔI_t 与均方差S的比值 $\Delta I_t/S$ 。具体数据如表1所示。

表 1

日期	测值 I_t (μA)	$\Delta I_t = I_t - I_0$ (μA)	$\overline{\Delta I_t^2}$	$\Delta I_t/S$
8月27日	7.8	-0.7	0.49	
8月28日	7.8	-0.7	0.49	
8月29日	8.0	-0.5	0.25	
8月30日	8.0	-0.5	0.25	
8月31日	9.0	-0.5	0.25	
9月1日	9.0	-0.5	0.25	
9月2日	10.0	1.5	2.25	1.81 > 1.79
总和	59.6		4.23	
备注	$I_0 = \frac{59.6}{7} = 8.5 \mu A$; $S = \sqrt{\frac{\sum \Delta I_t^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{4.23}{6}} = 0.83$			

土地电值 I_t 与时间的关系如图3所示。

② 震级计算

$$\overline{\Delta I} = \frac{10.0 - 8.0}{3} = 0.66.$$

$$M_t = 7.8 \overline{\Delta I} + 1.3 \approx 6.4.$$

③ 方位判断

近日(1)向平稳，(8)向出现异常，故为花县向东

1) 毛泽东，《党委会的工作方法》，《毛泽东选集》一卷本，人民出版社，(1969)，1332。

方向地区发展。

(2) 预报意见 (1974年9月2日提出的):

近4天内(9月2日至5日)花县东西方向、南澎台湾一带地区,有5级以上地震发生。

(3) 地震情况:

1974年9月3日,我省南澎南海中发生 $M_s = 6.0$ 地震。

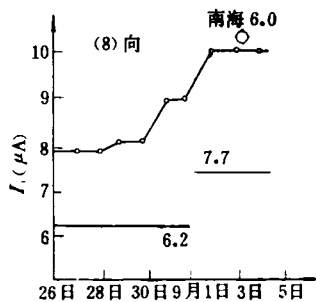


图 3

2. 震例 2: 台湾地震

(1) 预报根据:

① 异常判断:

1975年7月11日至17日土地电观测值 I_i 以及 ΔI_i 、 ΔI_i^2 、 $\Delta I_i/S$ 等数据如表 2 所示。土地电值 I_i 与时间的关系如图 4 所示。

表 2

日期	测值 I_i (μA)	$\Delta I_i = I_i - I_0$ (μA)	ΔI_i^2	$\Delta I_i/S$
7月11日	-11.0	0.5	0.25	
7月12日	-11.0	0.5	0.25	
7月13日	-10.8	0.7	0.49	
7月14日	-11.2	0.3	0.09	
7月15日	-11.8	-0.3	0.09	
7月16日	-11.2	-0.7	0.49	
7月17日	-12.2	-1.5	2.25	1.88 > 1.79
总和	-81.0		3.81	
备注	$I_0 = \frac{-81.0}{7} = -11.5 \mu A$; $S = \sqrt{\frac{\sum \Delta I_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{3.81}{6}} \approx 0.8$			

② 震级计算:

$$\Delta \bar{i} = \frac{13.0 - 10.8}{4} = 0.55,$$

$$M_s = 7.8 \Delta \bar{i} + 1.3 = 5.5.$$

③ 方位的判断:

近日(1)向相对平稳,(8)向出现异常,判定为花县东面方向地区发展。

(2) 预报意见 (1975年7月17日提出):

近期内,特别是19日前后,台湾方向地区有5级左右(最小4.5级以上)地震发生。

(3) 地震情况:

1975年7月20日台湾发生 $M_s = 5.3$ 级地震。

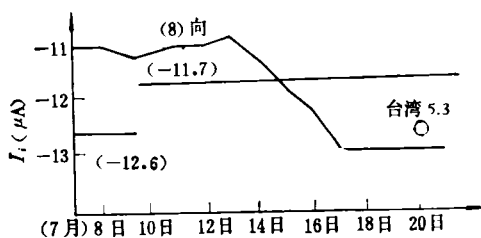


图 4

3. 震例 3: 河源地震

(1) 预报根据:

① 异常判断:

1974年8月9日至15日土地电观测值 I_i 以及 ΔI_i 、 ΔI_i^2 等数据如表 3 所示。

表 3

日期	测值 I_i (μA)	$\Delta I_i = I_i - I_0$ (μA)	ΔI_i^2	
8月9日	46.3	0.3	0.09	
8月10日	46.3	0.3	0.09	
8月11日	46.5	0.5	0.25	
8月12日	46.6	0.6	0.36	
8月13日	46.1	0.1	0.01	
8月14日	45.5	-0.5	0.25	
8月15日	45.0	-1.0	1.00	$\Delta I_i > S$
总和	322.3		2.05	
备注	$I_0 = \frac{322.3}{7} \approx 46.0$; $S = \sqrt{\frac{\sum \Delta I_i^2}{n-1}} \approx 0.6$			

土地电观测值 I_i 与时间的关系如图 5 所示。

② 震级计算:

$$\Delta \bar{i} = \frac{46.6 - 45.0}{3} = 0.53,$$

$$M_s = 0.5 \Delta \bar{i} + 2.75 \approx 3.02.$$

③ 方位判断:

因为(1)向水田土地电有梯度异常变化,对应花

县东北方向河源地区发展。

(2) 预报意见(1974年8月15日提出):

近3天内(15日—17日),花县东北方向河源地区有3级左右地震发生。

(3) 地震情况:

1974年8月16日河源新丰江库区发生 $M_s = 3.0$, $M_s = 2.1$ 地震。

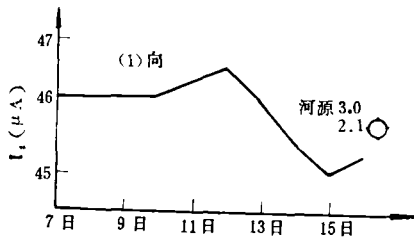


图 5

4. 震例 4: 河源地震

(1) 预报根据:

① 异常判断:

1975年7月16日至22日土地电观测值 I_t 、 ΔI_t 、 ΔI_t^2 等数据如表 4 所示。

表 4

日期	测值 I_t (μA)	$\Delta I_t = I_t - I_0$ (μA)	ΔI_t^2	
7月16日	28.8	0.5	0.25	
7月17日	29.0	0.7	0.49	
7月18日	29.2	0.9	0.81	
7月19日	29.3	1.0	1.00	
7月20日	28.2	-0.1	0.01	
7月21日	27.4	-0.9	0.81	
7月22日	26.4	-1.9	3.61	$\Delta I_t > S$
总和	198.3		6.98	
备注	$I_0 = \frac{198.3}{7} = 28.3$; $S = \sqrt{\frac{\sum \Delta I_t^2}{n-1}} = 1.08$.			

土地电值 I_t 与时间的关系如图 6 所示。

② 震级计算:

$$\overline{\Delta I} = \frac{29.3 - 26.4}{3} \approx 0.9.$$

$$M_s = 0.5 \overline{\Delta I} + 2.75 \approx 3.2.$$

③ 方位判断: (1) 向水田土地电有异常, 对应花县东北方向河源地区发展。

(2) 预报意见(1975年7月22日提出):

近期内, 特别是22日至24日, 河源地区有3级左右地震发生。

(3) 地震情况:

1975年7月24日河源新丰江库区发生 $M_s = 2.8$ 级地震。

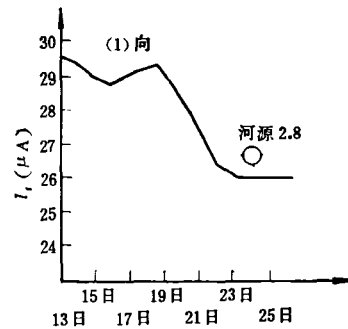


图 6

采用形数结合的分析方法, 我们还较准确地预报试报过 1974 年 8 月 23 日台湾 5.0 级地震, 1974 年 9 月 4 日前后河源新丰江的 2.4 级震群, 1974 年 12 月 2 日南海 5.3 级地震, 1975 年 1 月 13 日台湾海峡 4.2 级地震, 1975 年 3 月 28 日台湾 5.1 级地震, 1975 年 5 月 23 日台湾 6.4 级地震, 1975 年 8 月 9 日台湾 5.5 级地震, 1975 年 8 月 24 日河源新丰江 2.2 级地震和 1975 年 9 月 19 日河源新丰江 2.1 级地震等。