

变化磁场及其跨越式预报方法

丁鉴海 黄雪香

(国家地震局分析预报中心)

摘 要

本文从地磁学的基本概念出发,分析了感磁效应和地震地磁相关性这两类有本质区别的预报方法。应用多年资料对幅相法、低点位移平面图法和日变形态法等三种具体的预报方法进行统计检验,认为利用幅相法和低点位移平面图法相结合预报中、强地震,特别是预报发震时间有一定的效果。最后对与变化磁场预报地震联系在一起的跨越式预报方法进行了讨论,初步认为它是建立在多种环境因素表现出来的周期性和周期性触发作用以及受环境因素的调制临震突发性异常表现出来的间断性和周期性起伏的研究之上的。

一、 引 言

通常把所观测到的地磁场分做两部分来研究。一是起源于地球内部的基本磁场及其长期变化,二是起源于地球外部而叠加在基本磁场之上的各种短期变化即变化磁场。本文重点讨论利用变化磁场中的垂直强度预报地震的问题。变化磁场能否预报地震一直存在着很大的争论,然而我国地震预报的实践说明利用变化磁场进行地震的短临预报是有一定效果的。它可以做跨越式预报,在一周乃至一个月以前给出在较大范围内可能发生中、强地震的一个或二个发震时间。其特点是预报发震时间较准。用这种方法预报了昭通7.1级、松潘两次7.2级,龙陵7.6级以及唐山7.8级等地震的发震时间^[1]。在松潘和龙陵地震的综合预报中采纳了变化磁场预报的时间,起到了一定程度的实效。但目前还处于经验性预报阶段,尚待理论上的研究和提高。加之变化磁场情况复杂,随机性强,给排除干扰因素突出震磁效应带来许多困难。因此,目前的预报存在着虚报较多,范围较大,预报效果时好时坏,因人而异等弱点。实事求是地评价变化磁场在地震预报中的作用,进行认真的、深入的研究则是必要的。

二、感磁效应与地震地磁相关性的研究

利用变化磁场预报地震的基本思路有两类。第一类是利用感应磁效应提取地震引起的局部磁异常,这一类属于通常所说的震磁效应。第二类是寻找变化磁场中少见的异常现象与地震的关系,这一类预报方法属于地震地磁相关性的研究。两者虽有质的不同,但均不可忽视。

(1) 变化磁场起源于外部的电流体系, 根据电磁感应理论, 它将在地球内部感生出一个内部的电流体系, 这个内部电流体系在地面上的次生磁场(内场 H_i) 将叠加在外部磁场(外场 H_e) 之上。对平静变化 S_q 进行球谐分析, 从分析结果看, 内场占 $1/3$, 外场占 $2/3$ 。位相差内场比外场落后, 但一般不超过 1 小时。就是说如果内场发生变化可以引起磁照图上有幅度和相位的变化。

内场的强弱除了和外场的强弱有关之外, 还和地球内部物质的电导率有关。由于电导率主要随着压力和温度等条件变化。在孕震过程中应力积累(或温度变化), 物质的电导率也随着发生变化, 必将引起内场强度的改变或者说内、外场之比的改变。这时内场将由两部分组成:

$$H_i = H_{i2} + H_{i1}$$

H_{i1} 是由地壳及上地幔电导率决定的外场的感应场(正常感应场)。 H_{i2} 是由于电导率的变化引起的附加感应场(震磁效应)。如果排除外空磁场及正常感应场的影响就可以提取地震产生的磁异常。

(2) 变化磁场的地球表面的场强通常只有基本磁场的万分之几至百分之几, 在地面上的数量虽小, 但和高空物理现象以及地球内部电磁结构都密切相关。它对地球内部的探测深度可以达到地壳—上地幔, 甚至到核—幔边界。很早以前就发现变化磁场是研究日地空间和地球内部电磁结构的重要手段之一。

多方面的研究成果说明, 地震的发生不单单是震源区的孕震过程, 而且和地体环境(内环境)以及外环境因素密切相关, 利用变化磁场可以研究孕震区及外环境因素对孕震区的影响。变化磁场的某些异常变化(包括各种磁情指数及区域地磁场异常变化)可通过增加附加应力对孕震区起触发作用。或者使地下感应电流加强, 降低岩石强度, 加速震源区特别是临震加速蠕动阶段的不稳定状态, 起到有利发震作用(2)(3)。目前使用的幅相法和低点位移平面图方法可能部分地反映地震的感应磁效应。也可能主要反映了与高空物理现象特别是某种周期性触发因素有关, 因而表现出和周期性相联系的跨越式预报的特征。

三、预报方法的统计检验

采用多年的资料对目前应用的幅相法(红绿灯法因主要反映幅度和相位的变化, 因此改名为幅相法)、低点位移平面图法、日变形态法(包括日变拉平、大小幅度异常等方法)进行了统计检验。识别异常的标准是: 第一、按各自方法的规定识别异常。第二、变化磁场的异常, 从全国大范围来看必须在局部地区或局部地带出现异常。按此标准把检验结果概述如下:

(1) 日变形态法检验结果表明效果不佳。只有在特殊条件下才可以作为强震的临震参考指标。根据71至74年全国台站的资料统计, 存在80%的虚报和70%的漏报。即大部分地震前无异常或大部分异常不对应地震。只有从全国范围来看, 日变幅度异常连续几天总在一个区域变化最大时才可作为临震异常。例如: 1974年5月11日昭通地震震前的5月3日出现小幅度异常。其中离震中较近, 在地质构造上又有一定联系的松潘、郫县、康县、西昌、米易、渡口等台站不但和同纬度的地磁台站相比幅度最小而且和全国不同纬度的台站相比幅

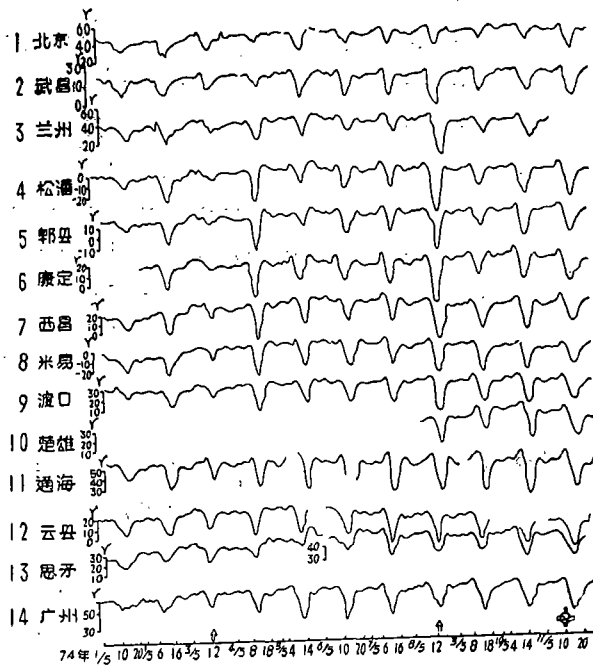


图1 昭通7.1级地震日变形态异常图

度也是最小。5月8日这些台站的幅度又为全国最大（见图1）。这种明显的异常变化可能和强震的发生有一定的联系。

（2）幅相法检验的结果表明有一定的效果。根据目前地震预报的水平，对某一种预报方法的基本要求，应是在预报有震的日子里地震频度比平均地震频度高。如果在N天中曾预报n天有中强地震，实际上M天有地震，有m天报准。则有预报时发生地震的概率 $p_1 = m/n$ ，无预报时发生地震的概率 $p_2 = M/N$ ，相关准确度

$$\delta = \frac{m/n}{M/N} > 1 \text{ 就可择优使用。}$$

幅相法对于不同地区计算得 $\delta = 5 - 10$ ，因此预报是有效的。见下表：

地 区	时 期	异常次数	对应次数	虚报次数	漏报次数
华 北	71—77年	42	23	19	5
西 南	74—78年	33	20	13	11

（注：表中的地震是指在台网控制范围以内的华北 $M_s \geq 4 \frac{3}{4}$ 级，西南地区 $M_s \geq 5.0$ 级，当余震频度较高时取 $M_s \geq 5.5$ 级的地震）

（3）低点位移平面图法检验的结果表明也有一定的效果。这种方法是利用变化磁场垂直分量日变极小值出现的时间在空间上分布的异常状态预报地震的方法。对这种方法的检验分为三种情况：①全国各台低点时间分为两大区域，每个区域内低点时间基本相同，中间有条明显的突变分界线（或闭合圈），分界线两侧低点上时间相差两小时以上。属于这样的异常对应强震较好。例如：66年至80年5月（66年至71年因地磁台站较少做为参考）全国大区域异常有26次，其中14次发生强震，10次发生中震，2次没有发生5级以上地震。②若在约半个中国的范围内低点时间分为两大区域的异常有一些效果，可以对应部分中、强地震，但虚、漏报较多。③在约一个省的范围内低点时间分为两个区域的异常检验无效。

根据66年以来21次6.8级以上，43次5级以上地震的统计，发震日期确实在异常日以后的第27天或41天（ ± 4 天）（见图2）。发震地区在突变分界线附近。根据近五年来的预报实践，把幅相法和低点位移平面图法配合起来预报效果较好（图3）。可以在综合预报中起到一定作用。

强震的临震前震源场和区域应力场都发生剧烈的变化。仅就地下电导率的变化而论也不会是小范围的。根据十次强震统计变化磁场的异常范围（直径）为300—500公里。有的甚至

超过500公里。这和其它前兆异常统计出的异常范围大体一致〔4〕。由于异常范围大，而且幅度与纬度、相位与经度有关，识别异常必须和更大范围（全国）的磁场进行对比。只从单台和局部识别异常或统计检验效果都不会太好。而从全国范围识别异常就有一定效果

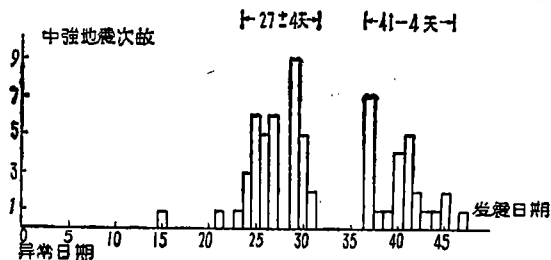


图2 低点位移平面图异常与发震时间的关系

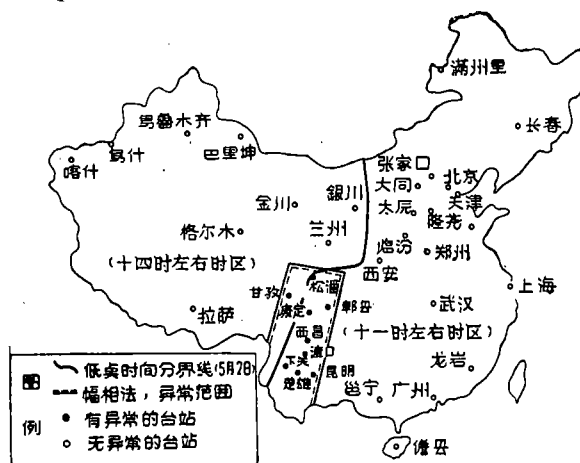


图3 龙陵7.6级地震异常分布图

四、跨越式预报方法的讨论

临震的时间预报方法基本上分为两类。一类是推移类比渐进式的预报，另一类是跨越式的预报。就是跨过一段时间间隔，提前数天甚至数十天预报未来某个日期有发震的可能。跨越式预报是在预报实践中发现的，是建立在多种环境因素表现出来的周期性和周期性触发作用，以及受环境因素的调制，临震突发性异常表现出来的间断性和周期性起伏的研究之上的。利用变化磁场作跨越式预报又有两种形式：一是异常过后经过固定的一段时间发震。二是倍数预报方法。变化磁场的预报方法和外环境的周期性有关。例如：低点位移平面图异常过后27天或41天发震可能和太阳自转周期有关。对地磁场影响最大的是太阳。行星际磁场是起源于太阳的。行星际磁场一般分为四个区域（图4）。相邻的区域中磁场取相反极性，构成扇形结构。扇形结构扫过地球时每7—8天极性转换一次。同一极性扫过地球一次为14天，即扇形结构旋转半周。27天全部扇形结构旋转一周扫过地球一次，旋转一周半为41天。所以27天和41天都有一定的物理依据。根据低点位移平面图异常日统计，一般 $K_{max} = 3 - 6$ 说明可能和具有27天循环特性的地磁扰动有关。同时大磁暴引起的天气过程也有一定的韵律，磁暴后第10天、16天、24天、44天、75—77天附近我国大部分地区将出现显著的低压高温〔5〕。

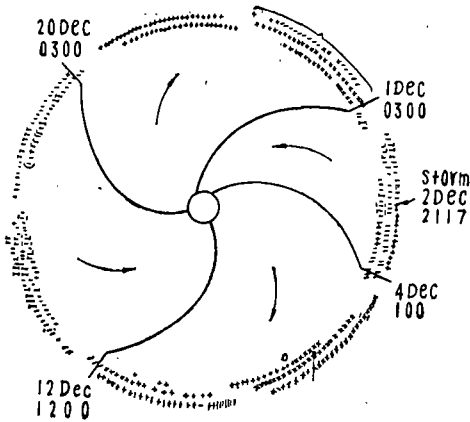


图4 行星际磁场的扇形结构

所以从太阳、行星际磁场、电离层以及受磁扰影响产生的有利于发震的气象条件都可以看到其中有27天左右的周期的影响。地震的发生和外环境有密切关系。把这个周期特性应用于预报地震并不是偶然的。

关于感磁效应能否与倍数预报方法相联系的问题比较复杂, 本文暂不讨论。

变化磁场可以预报一些地震, 也有一定的物理依据和统计预报基础, 而且和跨越式预报是联系在一起的。有利于实施临震预报。然而预报方法存在着虚报多、地区大等问题。要克服这些问题, 只研究这类预报方法是不够的。还必须加强对震磁效应的研究,

消除太阳、月亮等外空的影响, 提取地

震引起的局部磁异常。利用变化磁场预报地震在实践和理论上还存在着各种各样的问题, 都有待进一步研究。但是, 震磁效应和震磁相关性的研究, 两者对地震预报都是有意义的, 应互相补充和提高。

(本文1980年12月23日收到)

参 考 文 献

- [1] 丁鉴海, 谈谈预报地震的地磁红绿灯法, 自然科学争鸣, №.1, 1977.
- [2] 丁鉴海, 地磁预报地震的理论探讨与实践, 自然科学争鸣, №.5, 1977.
- [3] 郭增建等, 地震活动倍九日期, 地震战线, №.4, 1978.
- [4] 丁鉴海、吕培苓, 中强地震的前兆特征及其预报中存在的问题 (待刊稿), 1980.
- [5] 杨鉴初, 大磁暴后我国温度的变化, 地球物理学报, №2, 1961.

THE VARIOUS MAGNETIC FIELD AND LEAPING -OVER PREDICTION METHOD

Ding Jian-hai Huang Xue-xiang

(Center of Analysis and Prediction, State Seismological Bureau)

Abstract

In this paper, the authors have analysed the two kinds of different prediction methods, which are the induction—magnetic effect and the correlation between the seismology and geomagnetism, according to the basic concept of magnetism. The data of many years have been applied to examine the three concrete prediction methods statistically. ^{considers} It is thought that the combination of the amplitude-phase method and low point displacement plan is of a certain effects to predict the moderate—strong earthquakes, especially the seismic occurring time. Finally, ^{discusses} the Leaping-over prediction method linked to the earthquake prediction of the various magnetic field has been discussed.