

## 地震问题探讨

# 磁暴二倍法预报地震的探索

张铁铮

**编者按:** 无产阶级文化大革命以来,我国地震工作贯彻“在党的一元化领导下,以预防为主,专群结合,土洋结合,依靠广大群众,做好预测预防工作”的方针,积极探索地震的预测预报,取得了可喜的成就。但是,要认识和掌握地震发生和发展的规律,还需要我们作很大的努力。这里发表的是大港油田工人工程师张铁铮同志利用业余时间从事地震预报研究所提出的磁暴二倍法,供大家讨论参考。

—

磁暴二倍法是根据地磁强度的垂直分量的变化来探索地震发生的时间、位置和震级的一种方法。

一九六六年三月邢台地震发生后,我们在参加地震预报的实践中,发现地震前地磁场往往出现大幅度的变化。这种变化,一般认为是与磁暴有关的。地磁垂直分量(以下简称地磁)的零时值基本上不受日照的影响,时间上的变化相对地比较平静。但从长期变化来看,我们观察到地磁的零时值实际是在变化的,经常出现一些突然上升的幅度较大的正异常。有时异常出现时伴随着地震发生,但有的地震发生时并未出现正异常,正异常是在震前较长时间中出现的,并且不止一个。根据研究发现,往往在震前二个正异常时间间隔(不要求是二个邻近正异常的组)延长一倍的时间点与地震发生的时间近似。经过多次组合验证,发现可能有内在联系。选某一个正异常(即磁暴)的时间为  $T_1$ ,另一个磁暴的时间为  $T_2$ ,则对应的地震发生日期  $T$  为

$$T = T_1 + 2(T_2 - T_1) = 2T_2 - T_1. \quad (1)$$

例如两个磁暴分别在一月五日和十日出现,它们间隔的天数的二倍,即  $2 \times (10 - 5) = 10$  天,那么地震可能发生的日期是一月五日以后的十天,即一月十五日。我们把这种方法叫做“磁暴二倍法”。

这种方法能不能在实际中应用,还需要检验。我们对一九六六年至一九七〇年的大磁暴和已经发生的地震做了验算。推算出的地震发生日期,与华北同一时期四级以上地震,以及全国部分大地震的实际发生日期基本相符。接着,我们进行未来地震的预报试验,选择了一九六八年六月十一日和一九六九年三月二十四日两个较大的磁暴,推算一九七〇年一月四日将有大地震发生。结果,一月五日云南省通海地区发生了七点七级强烈地震,推算日期比实际发震日期早一天。这次预报没有报发震地区,不能起到预防作用。我们吸取了经验和教训,增加了多台对比同一天的同一个磁暴幅度的变化来确定发震地

区。选择一九六八年六月十一日和一九六九年四月十三日两个磁暴,推算一九七〇年二月十三日,华北地区要有五级左右的地震。二月十二日渤海湾发生了四点八级地震,比推算的早了一天,预报的地区范围大了。尽管方法还不完善,但是初步验证的结果说明地磁异常是可以用来预报地震的。

## 二

用磁暴二倍法预报地震,尚不成熟,只能在实践中摸索前进。

我们在试验预报中,出现有虚报、漏报或错报的现象。这是因为磁暴与地震的关系不是无条件的。我们发现正确地选择磁暴是一个很重要的环节。

选用磁暴必须注意排除各种干扰。因为每个地磁台记录到的地磁场数值,基本上包括来自地球内部的内源磁场和来自地球外部的的外源磁场两大部分,两者是迭加在一起的。外源磁场发生变化的因素很多。同一地区,在不同季节,不同日期,甚至在同一天不同时间的日照条件下,地磁场的变化都是不同的。而同一时间内,不同地区由于经纬度、温度的不同,地磁场变化也是有差别的。为了取得磁暴的准确数据,我们首先采用一个台的本身资料求出近似正常值作为校正数据。考虑到太阳自转的周期和地球公转的周期,我们采用31天滑动平均方法求近似正常值,对每小时的地磁场值进行校正处理,其计算公式为

$$\overline{\Delta M_i(n)} = \frac{1}{31} \sum_{j=i-15}^{i+15} \Delta M_j(n). \quad (2)$$

(2)式中  $\overline{\Delta M_i(n)}$  是滑动时序平均值,  $\Delta M_i(n)$  是  $i$  天  $n$  小时的变化值,  $n$  是从零时到 23 时的整数参变量。 $i$  是 31 天数中的中间天。这样,日照、温度、季节的影响、经纬度差异等因素的干扰是可能排除的。

由于出现的异常一般有相当数量,如果采取任意两个异常全部组合,则预报时间值数目就很多。在实际工作中可用两个经验公式作为选择预报异常的依据:

1) 两个正异常的时间间隔应满足下述条件:

$$\frac{m_1 m_2}{\Delta T} \geq f. \quad (3)$$

(3)式中  $m_1, m_2$  分别为两个正异常的幅度,  $\Delta T$  是两个异常的时间间隔。 $f$  是个常数,其值根据经验选用。按这个标准选择,每个异常起作用的延续时间将是有限的,从而缩小了虚报率。

2) 第二个条件要求

$$\sqrt{m_1 m_2} \geq S. \quad (4)$$

$S$  亦为常数值,(4)式表示要求具有一定幅度的异常才能选用,这就舍弃了大量的小幅度磁暴。

上述筛选具有很大的经验性质,为了把与外空场相关的干涉进一步排除掉,我们采用两个地磁台对应点的数据相减的办法。我们发现,经过这样处理,地磁异常幅度变化仍然随地而异,这就突出了各地的地磁异常与地球内区域构造运动的内部联系。这样进一步筛选过的异常,我们认为是可能和地震的发生相关联的。可称之为预报异常。预报异常

的挑选组合是关系到时间预报的极重要的环节。

预报地震发生的地区, 我们用的是多台地磁对比的方法。我们发现地震发生前离震中位置不同距离的台站地磁场变化有不同的反映, 与地震对应的正异常变化幅度, 一般是随地磁台离震中区的距离成反比关系, 但异常往往是大面积出现的, 有时彼此呈现很明显的地区差异, 这种现象, 我们认为这是由于地磁场的变化受来源于外空场和地球内部多种因素作用的综合反映。为了消除外空的干扰因素, 可采用两台相减的方法。由于湖北台周围地震很少, 把湖北台作为不受地震影响的基准台, 把其它台的资料与湖北台相减, 其差值有时可以看出仍有地区性的差异。通过分析, 发现经过相减处理以后之差值曲线中仍保存较大异常的台站, 往往与地震发生地点有一定的对应关系。运用上述方法, 我们对一九七五年二月四日海城七点三级地震, 在震前半个月, 即一月二十日打过招呼。震后总结验算, 震中附近台站较少, 可是周围台站较多, 基本上可以确定震中区在河北和吉林之间, 同实际发震的位置大致相符。对一九七四年八月十九日和一九七四年十一月十二日的两个磁暴综合分析, 发现两次的磁强度异常分布的走向都是北东方向, 最大强度在河北至吉林之间, 越向西南逐渐减弱, 我们还根据两者的组合计算它们的  $\sqrt{m_1 m_2}$  值, 并绘制了等磁线平面图, 以确定震中位置, 结果  $\sqrt{m_1 m_2}$  最大区也是集中在河北至吉林间。这说明有可能利用多台磁暴资料对比的方法预报震中位置。地磁台越多, 确定震中的位置越准确。

最后, 关于震级的确定关键在于看地震释放能量的多少。震级 ( $M_s$ ) 大小与磁暴强度成正比关系, 但是每个地磁台记录的强度同该台与震中的距离 ( $D$ ) 成反比关系。因此采用的推算公式是

$$M_s = a \cdot \sqrt{m_1 m_2} D, \quad (5)$$

(5)式中  $a$  是一个系数,  $D$  的确定是根据各台站的实测数字分别求出相应的震中距  $D'$ , 在平面图上用交切方法求出震中位置。

我们对磁暴同地震三要素的关系, 初步摸索到一些规律。安徽省舒城地震台对磁暴二倍法预报地震三要素的公式曾做过检验, 试报也有一定的效果。几年来上海天文台地震研究室的同志应用磁偏角二倍法预报地震, 也取得了较好的结果。他们采用一九七二年八月五日一个大磁暴同以后几个磁暴分别组合, 预报国外几次破坏性地震, 基本都报准了。磁暴二倍法预报时间的误差较小; 对震级与震中的确定, 由于许多条件的限制, 同时时间的预报比较, 相对地要差些。

### 三

磁暴二倍法预报地震的研究, 从开始到现在有人一直持怀疑和否定态度。他们认为方法本身缺乏理论根据, 对这种方法所依据的地磁资料, 即地磁场变化的性质问题也有不同看法。我们认为有不同意见是正常的现象, 通过讨论和进一步实践, 是可以把认识向前推进一步的。

#### 1. 关于地磁仪不稳定引起的漂移问题

有人说地磁场的长趋势变化是很缓慢的, 几年时间还很难看出。在观测时记录到的地

磁场大幅度的变化,是仪器不稳定引起的漂移,必须有基线值校正,否则资料是不可信的。

仪器不稳定产生记录数据的漂移现象是存在的,也是必须充分注意排除的。但不能由此得出相反的结论,凡是出现大幅度的变化,都是漂移的结果。比如,北京某地磁台从一九六六年至一九七二年底七年内地磁的相对值下降了 181 伽偶,经基线值校正下降的绝对值为 186 伽偶,两者只差 5 伽偶。这种长期的连续下降,我们认为是内源磁场变化的反映。又如云南宜良台的地磁场一九七〇年曾经出现过连续三个月平均月变化值达 60 伽偶。有人认为这更是仪器不稳定漂移的结果。我们却认为这和云南地区及四川地区发生的五级以上破坏性地震有关,因为这些地震都发生在地磁场变化的最高点和最低点。

温度、湿度等等因素都会使仪器不稳定造成记录数据的漂移,但是,只要采取适当措施,是可以防止的。同时经过适当校正,掌握格值或标度值的变化,是能够判断是否出现漂移现象的。如果各方面的干扰都排除了,虽然没有基线值校正,所取得的相对值仍然是可用的。对具体情况要具体分析,不能简单地用漂移把问题绝对化了。

## 2. 关于地球内源磁场的性质

在地球表面记录到的地磁场是各种磁场变化的总和、基本上包括外源磁场和内源磁场两个部分。从定点观测的地磁资料中可以看出在一天或一年里都存在着有规律的周期变化,这是受太阳日照等等的影响。当太阳出现黑子、耀斑、日珥活动时,地球上就出现磁扰动、磁暴等地磁场的畸变。这些变化都是由外源磁场,即高空电离层的电流体系引起的。除此以外,地磁场还反映了内源磁场的变化。

有人认为,由于地球也是磁导体,外部电流体系所产生的磁场还会对地球内部产生电磁感应作用,从而形成一个内部电流体系,这是内源磁场产生的原因。由此可见,变化磁场的内源磁场并非有一个独立的起源,它只是外源磁场所产生的感应磁场。因此,变化磁场就是起源于地球外部而迭加在稳定磁场之上的地磁场的各种短期变化。

这一论点所主张的是所有地磁场的变化都由外因引起的。我们认为,地球本身在不断运动着,内源磁场不会静止固定不变,而且也不是只被动地受外界的影响。对地磁资料的分析说明,基本磁场的形成主要是由地球深部因素决定的,而变化磁场则来源于外部磁场和地壳内部含高磁性的结晶基岩的剩余磁场的综合反映。在排除了外源磁场的干扰后,我们可以看到地磁场的日变幅也会出现忽大忽小的变化。为了避免日照等因素对进行地磁场长趋势分析研究的干扰,我们从夜间零时的地磁场值曲线中看到,如果出现中期大幅度升降变化,形成一个完整的地磁场异常,随后往往有地震发生,而且变幅越大,时间越长,范围越广,对应地震的震级也越大。一九六九年七月渤海七点四级地震和一九七五年二月海城七点三级地震都是如此。

通过许多震例的分析,我们认为排除了外源磁场的影响后,地磁场的变化主要是反映了内源磁场的变化,也就是从一个侧面反映地球内部的矛盾运动。

## 3. 地磁场变化与地壳构造运动的相关性

按有些同志的说法,地磁场的变化都是由外源磁场感应作用引起的。既然如此,那么由日照、黑子、耀斑等等引起的地磁场变化,就应该在大区域范围内出现同步现象。实际

并不如此。有时在同一时间里，不同地区的地磁场强度一个长期上升，一个长期下降，如一九六七年至一九七二年的湖北台和北京台。有时一些台则出现翘翘板活动形式的呼应关系，如吉林和新疆，一个上升另一个则下降；当上升的开始下降时，另一个则变下降为上升。有人说这是地区相隔远造成的差异。但是，有的台站距离不远，如北京、廊坊地区、邢台地区等台，有时出现的变化是同步的，有时却不同步。例如一九六九年七月渤海七点四级地震前，廊坊地区台和邢台地区台出现同步负异常；一九七五年二月海城七点三级地震，北京、廊坊地区台出现正异常，而邢台地区台出现负异常。这种变化很难用台址的岩性不同来解释。除非是构造运动引起的，否则不可能产生突变。

我们研究了华北地区三十多个台站的地磁资料，从夜间零时地磁场的月平均值看，显示出一至两年内异常变化随着时间推移，反映出与华北地区构造形态相一致的趋势。在隆起部位上的鲁西、太行山和燕山褶皱带等地区磁场强度大幅度增加，在沉降部位上的渤海、冀中、大同盆地等地区磁场强度则大幅度减弱。但在有地震发生时，震前往往有反常现象，例如海城七点三级地震前，华北地区从一九七四年一月至七月，在石家庄—德州以北地区地磁场强度逐步上升，尤其东北地区上升更快；而在石家庄—德州以南地区磁场强度则逐步下降；一九七四年七月至十月之间，上述地区磁场强度则出现原来上升的转为下降，下降的转为上升。当各台的磁场强度恢复到零线时就发生了海城地震。我们认为华北地区地磁场变化与区域构造的吻合不是偶然的。它反映了地壳内部构造的变动。这种变动是由构造的新的活动引起的。

地震的发生是以构造运动这一内因为根据的，在一定情况下也以外因为变化的条件。它在量变到质变的转化过程中所产生的变化会以各种现象暴露到地球外部来。人们观测记录到的地磁场的变化既包括这种内源磁场变化的影响，也包括外源磁场的变化如磁暴等等。有的同志把这些变化全部归结为外部的干扰或仪器漂移的结果而加以否定。这样，就势必造成一些前兆现象因被忽视而不能用来预测预报地震，使地磁资料得不到充分的利用。

在万恶的旧社会，我十岁起就给资本家当童工，受尽了苦难，是毛主席和共产党把我从死亡线上拯救了出来，党又把我培养成一名石油工人和石油技术干部。一九六六年邢台地震时，我在现场目睹人民的生命财产在地震中遭到严重损失，心里十分难过。中央领导同志亲赴现场，对地震预报作了重要指示，更激起了我的责任感。从那时起，我开始了地震预测预报的研究，从分析地磁变化开始，在实践中逐步摸索，不断总结，提出了磁暴二倍法。当然，这可能是很不成熟的。现在我利用业余时间，还在继续研究。由于我的文化水平不高，科学知识不足，我所遇到的困难是很多的。但我是新中国工人阶级的一员，是一个共产党员，我有勇气和决心冲破旧思想和洋框框的束缚，敢于走前人、洋人没有走过的道路，为巩固无产阶级专政，为社会主义革命和建设事业作出贡献。

## EARTHQUAKE FORECASTING BY A METHOD OF DOUBLING THE MAGNETIC-STORM INTERVAL

ZHANG TIE-ZHENG