

利用地磁和天文因素进行 地震三要素预测的研究^①

解用明

(中国石家庄 050021 河北省地震局)

摘要 本文分析了华北地区地磁台站和流动磁测资料与近期河北及邻区中强地震的相关关系,发现了冀、京、津、渤地区近百年地震所显示的单月发展优势特征,结合地磁交汇点附近一般是未来可能发展的位置,这对地震预测或许有一定的实用意义。

关键词: 地震三要素预测 单月发展 地磁交汇法

引言

地震是地应力不断积累、加强并突然释放的过程。在地震孕育过程中,可能通过压磁效应、膨胀磁效应、热磁效应、电动磁效应以及感应磁效应等途径表现为地磁基本磁场或变化磁场的异常。因此,可以通过观测到的地磁场的异常变化来推断地下岩石的受力情况,进而进行地震预测。

本文利用华北地区地磁绝对和相对观测记录资料、以及一些天文因素,进行日-地系统的全面分析,探讨它们与地震三要素的关系。研究区域主要是河北省及周边地区。

地震目录取自中国地震局监测预报司预报管理处 1999 年 9 月整理汇编的《中国强地震目录》。

1 资料

1966 年邢台地震后,在华北地区逐步建起了地磁观测网 $34.0^{\circ} \sim 41.5^{\circ}\text{N}$ 、 $111.0^{\circ} \sim 121.5^{\circ}\text{E}$ 。南到郑州、北到丰宁、西到太原、东到烟台,该范围内有 17 个地磁台站。利用这些台站的地磁 Z 分量日变资料进行了逐日分析,根据出现低点位移异常的台站确定出异常分界线。

流动地磁测网主要是弥补地磁台站少且分布不均匀而布设的。河北省地震局目前主要有两个流动地磁测网,即华北网和冀豫网。华北网测点主要是沿铁路分布,复测周期为 3 个月,日变站设在顺平地震台。冀豫网的测量主要是以汽车为交通工具,复测周期为 6 个月。流动地磁主要是测量地磁总场 F 的变化,每期测量结果都通化到该期中间某天 21 时,以通化后的测点值与日变站的差值为最后成果,以此观察 ΔF 随时间的变化。本文所用资料是由河北省地震局流动测量队地磁组提供的。

^①2000 年 7 月收到本文初稿,2001 年 1 月收到修改稿。

2 地震三要素的预测

2.1 发震时间

地震韵律可能象地球上其它许多自然现象的韵律一样,是天体与地球相互作用的结果。

统计冀、京、津、渤地区 1900 年以来百年地震资料,将 6 级以上地震的发展时间(月)列于表 1。由表 1 可见,地震发生时间全部在单月,且所有单月份均有地震。5 级以上地震的发展时间分布列于表 2,其单月发展占 88%。而介于 5~6 级地震之间的 5.5 级以上地震,有 93% 的地震发生在单月。

表 1 1900~1999 年 6 级以上地震的发展时间分布

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
次	1	0	6	0	1	0	4	0	2	0	1	0

表 2 1900~1999 年 5 级以上地震的发展时间分布

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
次	4	0	28	2	3	0	19	3	5	2	5	2

以上分析可知,一个世纪以来,冀、京、津、渤区域内,中强以上地震发生时间单月占有明显优势,这种优势随着震级的提高更加突出。利用这种发展时间的时段特征,进行短临预测追踪有一定的实用参考意义。

表 3 是 1900~1999 年 5 级以上地震发震时间的月相分布,从统计结果看,该区在朔望附近的地震占有相当的比例,特别在朔和望过后第一天发震的特征是很明显的。朔及朔后第一天发展的有 29 次,望及望后第一天发展的有 9 次,这两个时间段发生的地震占全部 73 次地震的 52%,是自然发震概率的 3.9 倍。

表 3 1900~1999 年 5 级以上地震的月相分布

农 历	初 一	初 二	初 三	初 四	初 五	初 六	初 七	初 八	初 九	初 十
次	11	18	1	2	5	1	2	2	1	0
农 历	十 一	十 二	十 三	十 四	十 五	十 六	十 七	十 八	十 九	廿
次	1	2	1	1	1	1	8	2	1	2
农 历	廿 一	廿 二	廿 三	廿 四	廿 五	廿 六	廿 七	廿 八	廿 九	三 十
次	2	0	0	2	2	0	0	0	3	1

根据作者对 1980~1997 年地磁日变资料的分析得到的低点位移异常统计,对 4 级左右地震,一般异常出现后两个月内发展;而 5 级以上地震大多需 3 个月时间。

将以上地震单月发展占有一定优势、朔望附近地震明显增多及低点位移异常出现后的发展时段这 3 种时间特征相结合进行短临预测效果可能会更好。

2.2 发震地点

在太阳的紫外线辐射下,地磁场产生了日变化,这种变化依赖于地方时。正常情况下,地磁场 Z 分量的日变形态是中午出现极小值,上、下午各出现一个极大值,规律性很强。在地震前,随着地应力的不断加强,会使孕震区的岩石电性结构发生变化,因而产生了感应磁效应、膨胀磁效应等。这些磁效应产生的附加磁场叠加在日变形态上,使本来中午出现的低值幅度发生变化,使得极小值发生前后移动,这种现象会在一定区域内表现出来。

在一次较强地震孕育、发生过程中,地磁往往出现多次日变低点位移异常,这些异常线有向某一地区交汇的现象。这样,在地震的孕育过程中,地磁异常也完成了相应的发展过程。异常交汇点可能反映了未来震中位置,且交汇点一般与实际震中相距不远。图 1 绘出了 1999 年张北 5.6 级、1999 年大同 5.4 级及 1998 年唐山 4.7 级地震地磁交汇异常,其它震例如 1998 年张北 6.2 级、1989 年大同 5.9 级、1991 年大同 5.8 级地震等请参看解用明的已有结果(1998)。

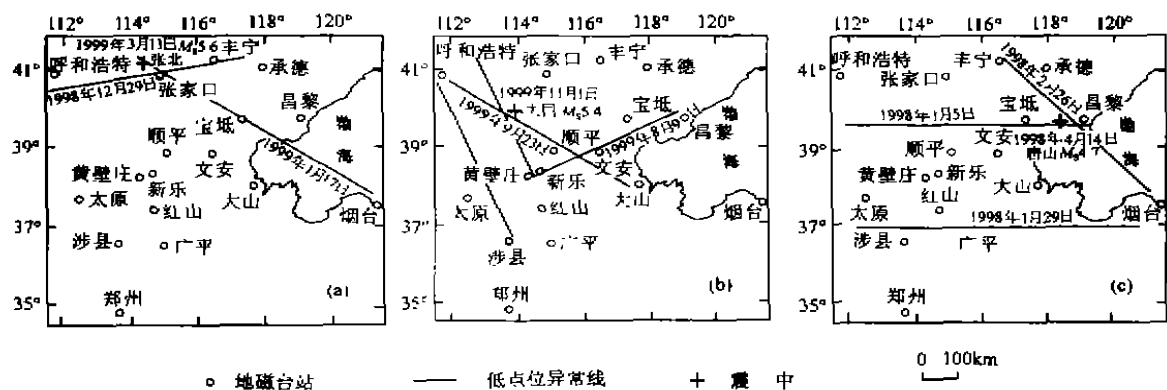


图 1 张北(a)、大同(b)、唐山(c)地震地磁交汇异常图

Fig. 1 The geomagnetic anomalies intersection figure for Zhangbei(a), Datong(b), Tangshan(c) earthquakes

在对华北区域性地磁日变资料的分析中发现,由低点位移的台站所确定的异常分界线大都是一条长短不一的线段,象图 1(b)中 1999 年 8 月 9 日的一条异常线有两次转折是很少见的,那么,它同 1999 年 9 月 23 日的低点位移异常线就形成了两个交汇点。最终对未来震中进行预测,还要配合其它方法。由于在京西北地区存在流动磁测异常,未来震中很可能在靠近该区异常交汇点附近。

为了确切表明异常交汇点与实际震中距离的关系,表 4 列出了每次地震的低点位移交汇点到实际震中的距离。

由表 4 可知,多数地震交汇点到实际震中的距离都小于 50km,距震中最大距离的是两次张北地震,主震是 72km,余震是 60km。依据这些地震震中与交汇点之间

表 4 地磁交汇点到震中距离

发震时间 (年、月、日)	经纬度	地点	震级	距离 (km)
1989.10.19	39.92°N 113.91°E	大同	5.9	28
1991.3.26	40.4°N 113.8°E	大同	5.8	16
1998.1.10	41.1°N 114.3°E	张北	6.2	72
1998.4.14	39.7°N 118.3°E	唐山	4.7	44
1999.3.11	41.2°N 114.6°E	张北	5.6	60
1999.11.1	39.92°N 113.92°E	大同	5.4	20

的距离关系,在进行地震预测时可将交汇点附近 100km 范围内推定为未来震中区。

2.3 地震强度

流动地磁的复测周期较长,一般为 3 个月。一些较强地震发生前,往往流动地磁测量值出现一明显的区域性异常,如 1999 年 11 月 1 日大同 5.4 级地震,见图 2。

在震前 6 月份的测量中就出现了明显的区域性负异常,主要分布在震中附近,怀来、张家口、天镇等测点的变化都达到或超过了 6nT,超过了两倍中误差。到 9 月份的复测中异常仍持续发展。1989 年大同 5.9 级地震前,震中附近同样出现了异常,如怀来点上升了 5.7nT,天镇点上升了 4.8nT(陈绍明,1991),异常也是明显的。

由图 2 还可看出,在怀来、张家口、天镇等测点出现区域性异常的同时,唐山测点也出现了幅度 6.1nT 的变化,而周围其它测点变化不明显。由于只有一个测点的变化,可能情况比较复杂,一般只作参考。

判断地震强度时,还要配合交汇点中是否有多次异常交汇。一次较强地震前,往往在震中附近多次出现异常,或两次异常交汇间隔时间较长。当连续两次异常接近重合时,可能预示着地震进入短临阶段。

3 结论与讨论

(1)冀、京、津、渤地区存在着单月发震的时间背景,这种特征随着震级的提高越加明显。

(2)该区地震受到日月引力的调制,发生在朔望附近的地震占一半以上,是朔望附近地震发生自然概率的 3.9 倍。

(3)在地震三要素的预测中,最困难的是未来震中的确定,而地磁交汇法在这方面显示出一些有趣的特点,未来震中一般都在交汇点附近,发生在该区的几次较强地震也进一步证实了这一点。

(4)在地震时、空、强三要素的预测中,不但要考虑某一方法对其中一要素的反映优势,而且各种方法还要相互配合

以上讨论的方法是根据有限的资料提出的,是否有普遍性还需进一步研究,特别是交汇法还需要做更多工作,进行更多的震例检验才能使之不断完善。

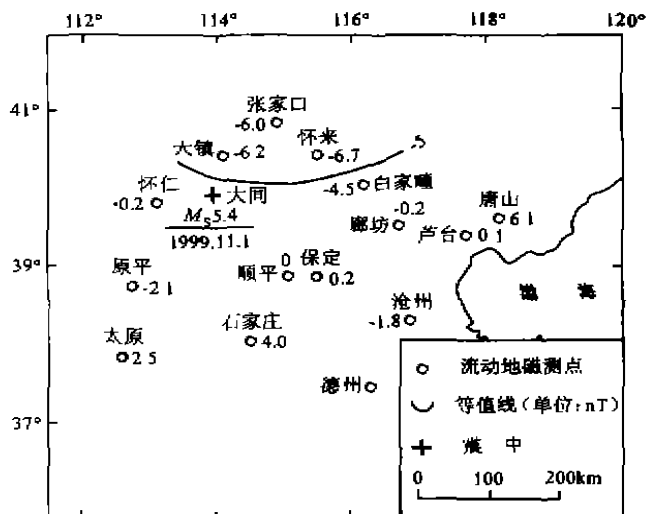


图 2 1999 年 11 月 1 日大同 5.4 级地震流动磁测异常

Fig.2 The mobile geomagnetic anomalies observed before Datong M_s 5.4 earthquake, Nov. 1, 1999

参考文献

- 陈绍明等,1991,大同 6.1 级地震前地磁异常研究,华北地震科学,9(4),89~90。
解用明,1998,张北 6.2 级地震前后地磁 Z 分量的日变化,华北地震科学,16(3),64~66。

Prediction to the Three Elements of Earthquake with Geomagnetic and Astronomical Factors

Xie Yongming

(Seismological Bureau of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract The relation of the moderately strong earthquake occurred in Hebei Province and its adjacent area recently with the geomagnetic data observed by geomagnetic station and mobile team in North China is analyzed. Through analysis, we found the earthquakes occurred in Hebei, Beijing, Tianjin and Bohai Sea area in recent hundred years has the preponderant character of occurrence in odd month, and the intersection area for geomagnetic anomalies usually is in the location of potential earthquake. This discovery may be useful to earthquake prediction.

Key words: Prediction to the three elements of earthquake The occurring in odd month for earthquake Geomagnetic intersection method

作者简介:解用明,男,1947年9月出生于河北省廊坊市,1975年毕业于河北地质学院物探系。河北省地震局高级工程师。参加过“八五”和“九五”课题的研究工作,主要从事地震分析预报工作。