

磁暴与华北地区地震活动的关系

解用明 韩宝善

(河北省地震局, 石家庄 050021)

摘要 利用了白家疃地磁台地磁月报和 7 日报中的 K 指数资料,将大于 5 的 K 指数全都折合成 5 的 K 指数。对磁暴扰动数 $N(K=5 \text{ 的个数})$ 和华北地区 1973~1992 年的 $M \geq 5.0$ 地震之间关系进行了统计分析,结果表明,磁暴具有大约 10 年左右的活跃-平静-活跃的周期变化。在半周期中,从上升年到高值年或从下降年到低值年中最大震级有同量级成对出现的特征;取月磁暴扰动数 $N \geq 40$ 时为异常,异常后 4 个月内发生的地震占总地震数的 68%,有震异常占总异常的 61%;震级越大,异常越明显。分别对 $M \geq 5.0, M \geq 5.5, M \geq 6.0$ 和 $M \geq 6.3(M \leq 6.0)$ 的地震进行统计,有异常的地震占相应震级地震数各为 61%、75%、89% 和 100%。

主题词: 磁暴 华北 K 指数 磁暴相位 强震

1 前言

对于太阳活动的一种表现形式——磁暴对地震的触发作用,已有不少人进行过研究。有的作者认为,在孕震期间系统处于高度不稳定状态,而且系统内部存在着非线性相互作用。只要外界条件有微小变化,便可产生惊人的放大作用,触发系统发生突变——发生地震¹⁾。

磁暴是太阳活动与地磁场相互作用所引起的一种复杂的地球物理效应,具有全球性。所以,以前很多人着重研究了大磁暴与全球 7 级以上大震之间的关系。既然磁暴对全球地震有触发作用,那么对于一定范围内的地震也应反映出某些特征。作者认为,虽然太阳风等离子体流到达地球磁层时的影响具有全球性,但在地球的不同纬度上其效果不完全相同,从而地磁场响应的大小量值有差异^[1]。因此,本文试图对华北地区中强以上地震与磁暴的关系进行探讨。

2 资料处理

本文所取的华北地区的范围为北纬 $33^{\circ} \sim 42^{\circ}$,东经 $108^{\circ} \sim 124^{\circ}$ 。地震资料取自国家地震局分析预报中心编的《全国地震月报目录》。磁暴资料选自白家疃地磁台月报和 7 日报 K 指数资料。一般规定, K 指数达到 5 就是磁暴。磁暴从强度上分为小磁暴 ($K=5$)、中强磁暴 ($K=6, 7$)、强磁暴或大磁暴 ($K=8, 9$)。磁暴的触发作用不外乎两种因素,一是强度,二是数量。较强的磁暴可能对地震有触发作用,如果磁暴的强度不是很大,可是由于数量多,反复作用,同样也会

本文 1996 年 2 月 27 日收到。
第一作者简介:解用明,男,1947 年 9 月生,工程师,从事地磁分析工作。
1)苗崇钢,等.耀斑-磁暴-地震.中国地球物理学会年刊,1992.333.

对地震起到触发作用。如果能找到一个参量即能代表强度,又能代表数量,那么研究起来就方便多了,因此,本文提出了磁暴扰动数 N ,该指标就包含了上述两种因素。具体作法是,将每一个 K 指数所对应的地磁场 H 分量的变化范围取其中数,定义为 H_K 以 K 指数等于 5 的 H 分量的变化中数 H_5 为基数,每一个 H_K 都与其比较,得到系数 $C_K = H_K / H_5$ 。然后,以年和月为单位,将 C_K 累加值分别称为年磁暴扰动数和月磁暴扰动数,以此做出相应的图,见图 1 和图 2

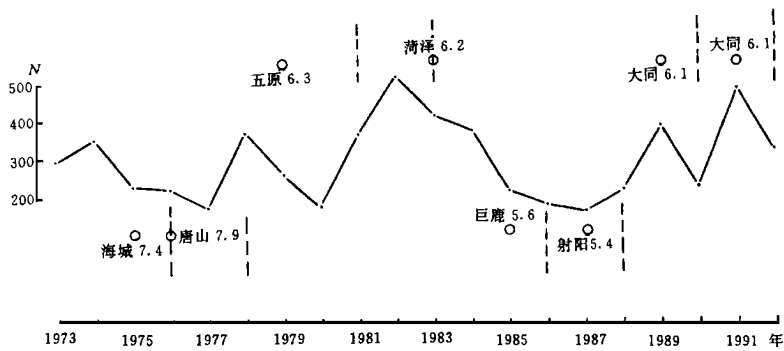


图 1 磁暴半周期中地震的成对出现特征图

Fig. 1 Earthquake occurring in pairs during the semiperiod of magnetic storm.

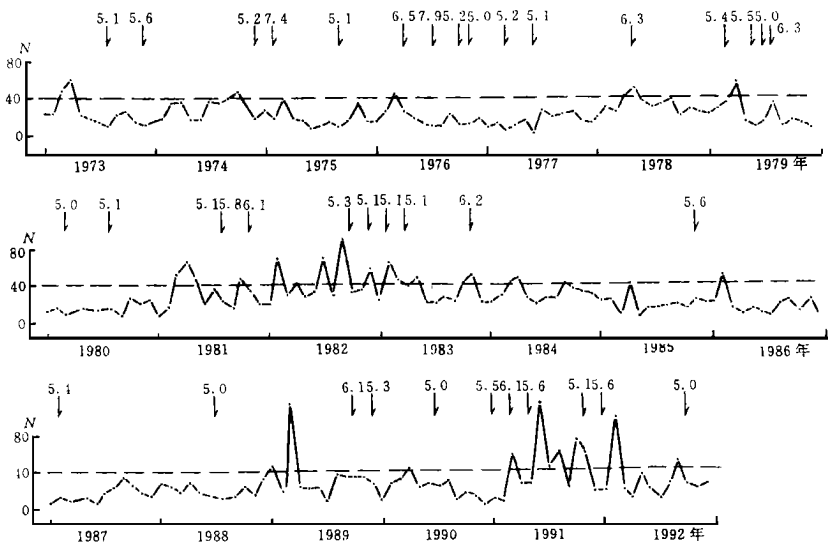


图 1 磁暴半周期中地震的成对出现特征图

Fig. 1 Earthquake occurring in pairs during the semiperiod of magnetic storm.

3 华北地区磁暴与地震的关系

从图 1 中可看出,在 1973~ 1992 年的 20 年中,磁暴的活动经历了两个周期。取峰值年及前后一年为高值年;取谷值年及前后一年为低值年;由低值年向高值年变化的时段为上升年;

由高值年向低值年变化的时段为下降年。根据以上划分原则,将 1973~ 1992年磁暴活动分别划分为两个高值年,即 1981~ 1983年和 1990~ 1992年;两个低值年分别为 1976~ 1978年和 1986~ 1988年。由于资料的限制,不能完全确定 70年代的高值年,若取 1973~ 1975年为下降年,另一个下降年是 1984~ 1985年;两个上升年是 1979~ 1980年和 1989年。

在此期间,华北地区共发生了 $M \geq 5.0$ 地震 38次(除 1991年唐山 5.6级和 1978年海城 6.3级晚期较强余震外,其它余震均未统计在内)。为了便于分析,将各次地震、磁暴异常和异常到发震时间等项列于表 1中。

表 1 地震参数、磁暴异常时间和从异常到发震的时间间隔

序号	发震日期	震中位置		震级 (M_L)	磁暴异常 时间	异常到发震 时间(月)
		纬度	经度			
1	1973-08-04	33. 83°	124. 00°	5. 1	1973-03~ 04	4
2	1973-12-31	38. 47°	116. 55°	5. 6		
3	1974-12-22	41. 20°	123. 60°	5. 2	1974-10	2
4	1975-02-04	40. 70°	122. 70°	7. 4		4
5	1975-09-02	33. 00°	121. 80°	5. 1		
6	1976-04-06	40. 23°	112. 20°	6. 5	1976-03	1
7	1976-07-28	39. 63°	118. 18°	7. 9		4
8	1976-10-14	40. 52°	112. 50°	5. 2		
9	1976-11-02	33. 17°	119. 83°	5. 0		
10	1977-03-14	40. 50°	112. 50°	5. 2		
11	1977-06-05	41. 95°	121. 30°	5. 1		
12	1978-05-18	40. 70°	122. 60°	6. 3	1978-05	0
13	1979-03-02	33. 18°	117. 42°	5. 4		
14	1979-06-19	37. 10°	111. 87°	5. 5	1979-04	2
15	1979-07-31	40. 90°	108. 43°	5. 0		3
16	1979-08-25	41. 23°	108. 12°	6. 3		4
17	1980-03-09	37. 28°	112. 07°	5. 0		
18	1980-08-02	36. 05°	113. 95°	5. 1		
19	1981-08-12	40. 68°	122. 67°	5. 1	1981-03~ 05	3
20	1981-08-13	40. 50°	113. 42°	5. 8		3
21	1981-11-09	37. 43°	114. 97°	6. 1	1981-10	1
22	1982-10-19	39. 88°	118. 98°	5. 3	1982-07	3
23	1982-12-08	40. 63°	109. 40°	5. 1	1982-09	3
24	1983-02-09	40. 63°	109. 40°	5. 1	1982-12	2
25	1983-04-03	40. 75°	114. 78°	5. 1	1983-02~ 03	1
26	1983-11-07	35. 27°	115. 28°	6. 2	1983-10~ 11	0
27	1985-11-30	37. 23°	114. 82°	5. 6		
28	1987-02-17	33. 58°	120. 53°	5. 4		
29	1988-07-23	40. 08°	114. 22°	5. 0		
30	1989-10-19	39. 95°	113. 82°	6. 1		
31	1989-12-25	35. 58°	111. 30°	5. 3		
32	1990-07-21	40. 58°	115. 83°	5. 0	1990-04	3
33	1991-01-29	38. 47°	112. 53°	5. 5		
34	1991-03-26	39. 97°	113. 85°	6. 1	1991-03	0
35	1991-05-30	39. 68°	118. 27°	5. 6		2
36	1991-11-05	33. 68°	120. 02°	5. 1	1991-06~ 08	3
37	1992-01-23	35. 20°	121. 07°	5. 6	1991-10~ 11	2
38	1992-10-22	33. 78°	120. 32°	5. 0	1991-09	1

根据表 1 可知,高值年共发生地震 15 次,低值年 9 次,上升年 8 次,下降年 7 次。可见,地震的分布在高值年最多,下降年最低。

由于磁暴的发生具有 10 年左右的周期,按照相位划分原则,各相位的时间,特别是高、低值年同上升、下降年时间长短有所不同。为了更明显突出地震在各相位的发震概率,都取地震年频次,以此再进行对比。这样,高值年地震年频次为 2.5,低值年为 1.5,下降年为 1.2,上升年为 2.7。由此看出,上升年与高值年地震频次相当,下降年与低值年也相当。将上升年到高值年为一时段,下降年到低值年为一时段进行地震年频次对比,它们的比值为 2.1,就是说,上升年到高值年发震的概率是下降年到低值年的 2 倍。但是,资料表明,20 年中共发生了 5 次 $M_s \geq 6.0$ ($M_s \geq 6.3$) 地震,其中有 4 次发生在下降年和低值年,这似乎表明,虽然在下降年和低值年发震的概率不如上升年和高值年,但地震的强度大。因此,在下降年和低值年仍要警惕强震的发生。

在图 1 中还可以看出,在磁暴扰动数的半周期中,有相同量级的最大地震成对出现的特征。在 1973~1978 年的半周期中,下降年最大地震是 1975 年海城 $M_L 7.4$ 地震,在低值年中又发生了 1976 年唐山 $M_L 7.9$ 最大地震。在 1979~1983 年的半周期中,上升年最大地震为 1979 年五原 $M_L 6.3$ 地震,接着高值年发生的最大地震是 1983 年菏泽 $M_L 6.2$ 地震。1984~1988 年的半周期中,下降年最大地震是 1985 年巨鹿 $M_L 5.6$ 地震,相应的低值年中发生的最大地震为 1987 年射阳 $M_L 5.4$ 地震。在 1989~1992 年的半周期中,上升年的最大地震为 1989 年的大同 $M_L 6.1$ 地震,高值年中最大地震是 1991 年大同 $M_L 6.1$ 地震。

如果上述现象确实反映出华北地区地震活动的一些规律,显然,这对中期趋势预报是有意义的。根据上升年或下降年中所发生的最大地震的震级,可以估计未来高值年或低值年中该区震级上限。

在地震预报中,光有背景异常还不行,因为时间还太长,关键是捕捉短临异常。图 2 是月磁暴扰动数随时间的变化,曲线在周期变化趋势背景上上下下波动。若取 40 为警界线,把曲线分为正常变化和异常变化,视异常过后 4 个月内发生的地震为有效地震,在所统计的 20 年资料中,共出现 28 次异常,异常后 4 个月内有地震的占 17 次,为总异常数的 61%。

为了分析磁暴对不同震级地震的影响,取 $M_s \geq 5.0$, $W T 5 B X \geq 1$, $M_s \geq 5.5$, $M_s \geq 6.0$ 和 $M_s \geq 6.3$ ($M_s \geq 6.0$) 地震分别进行统计,有异常的地震占相应震级地震总数的比例依次为 61%, 75%, 89% 和 100%。由此看来,随着震级的提高,比例逐渐增大。最使人感兴趣的是,在本文所统计的 20 年中共发生了 5 次 $M_s \geq 6.0$ 地震,每次地震都有异常对应,无一例外。由此也说明了华北地区的地震与磁暴之间存在着一定的联系,随着震级的提高,这种关系愈加明显。

4 结语

通过以上统计分析,得到如下一些认识:

华北地区的中强以上地震的发生与磁暴有一定的联系,随着震级的提高,相关性越来越明显。

在磁暴的半周期中,最大震级的地震成对出现,这一特征对于地震的中短期预报有一定意义。

在磁暴扰动数超过 40 时,其后 4 个月内有地震发生,概率为 61%。特别是在所统计的 20 年中发生的 $M_s \geq 6.0$ 地震,其异常都很明显。这对于地震的短临预报有参考价值。

本文所得结果是根据有限资料研究取得的,对于地震在相位上的分布特征的分析,还显得

时间短,周期少。本文的研究仅是初步的,今后还需要积累更多的资料进一步深入研究。

参考文献

- 1 白彤霞,等.中低纬度地区磁暴频谱特性及其与唐山地震的关系.地震学报,1987,9(3): 266~ 281.

MAGNETIC STORM AND SEISMIC ACTIVITY IN NORTH CHINA

XIE Yongming HAN Baoshan

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

Abstract

Based on the monthly report and 7-day report of magnetic data of Baijiantan station, the K numbers of more than 5 are converted with a unit of $K=5$. Analysis on the magnetic number N (unit $K=5$) and the earthquakes ($M \geq 5.0$) in North China from 1973 to 1992 indicates that the magnetic storm has a ten-years active-quiet-active period, the largest earthquakes occurred in pairs and in same grade during the semiperiod from the ascendant year to the highest year or from the declining year to the lowest year as well; the monthly magnetic disturbance number N higher than 40 is regarded as abnormality, earthquakes occurring during four months after the abnormality constitute 68 percent of the total earthquakes, and the abnormality associated with earthquakes constitutes 61 percent of total abnormality; this method has a better effect for those greater earthquakes, statistic analysis about the earthquakes of $M \geq 5.0$, $M \geq 5.5$, $M \geq 6.0$ and $M \geq 6.3$ indicates that the percentages of these earthquakes which had a abnormality are 61% , 73% , 89% and 100% , respectively.

Key words **Magnetic storm, North China, K index, Magnetic storm phase, Strong earthquake**