

新疆地区强震前地磁低点位移异常的特点 及其与构造活动的联系

黄雪香 丁鉴海 张淑兰
(中国地震局分析预报中心,北京 100036)

摘要 对地磁垂直分量日变低点位移异常与 1985 年以来新疆 $M \geq 5.0$ 地震相对应的震例进行了分析研究.结果表明,该区的地震活动和地磁低点位移异常都有其独特之处,并与其孕震的内、外环境因素有着密切联系.

主题词 地磁垂直分量 地震活动性 纬向构造体系 临震预报 新疆

1 引言

地磁垂直分量日变低点位移(简称地磁低点位移)是目前地震短临预报的重要方法之一.其突出特点是预报发震时间较准.20 多年的预报实践以及实用化攻关研究结果表明,强震发生前出现的地磁低点位移异常有其特有的异常判别指标和预报指标.此外,对 1985 年以来新疆地区的地震活动与地磁低点位移异常进行分析还发现,由于新疆地区地理位置、构造条件的独特,强震前出现的地磁低点位移异常还表现出地区的特点.

新疆地区位于印度板块与欧亚板块碰撞的变形地带,主要受因板块碰撞而产生的近南北向挤压力作用.新疆及邻区的构造活动、地震活动均受该力场的制约^[1].而天山构造带还直接受西部帕米尔高原的推挤作用,帕米尔高原向北的强烈推挤可能是天山构造变形及其地震活动的主要地球动力来源^[2].特殊的地体环境使该区成为构造活动、强震活动的主体地区.

近 10 多年来,新疆西部的乌恰、喀什、伽师、阿图什一带强震活动尤为活跃.1985 年 8 月 23 日乌恰 7.4 级强震后,又相继发生了一系列 6 级以上强震.最突出的是,在 1996 年 3 月 19 日阿图什、伽师 6.9 级强震发生后不到一年,又发生了 1997 年 1 月 21 日的伽师、阿图什 6.4 和 6.3 级.同年 3 月 1 日伽师 6.0 级、4 月 6 日伽师 6.3 和 6.4 级、4 月 11 日伽师 6.6 级以及 4 月 16 日伽师 6.4 级等 7 次地震.这样高频度、高强度的地震在此区连发,引起了广大地震工作者的特别关注.作者凭借 20 多年的预报实践,从震例出发,对该区强震活动前的地磁低点位移异常的特点及其与构造活动的某种联系作了初步分析.

2 资料的选取及应用

我们掌握中国大陆区 50 多个台的地磁垂直分量日变资料.新疆区原有 5 个台,目前已减至 2 个台.新疆地域辽阔,2 个台的控制能力确实有限,尤其给判断未来地震发生的地点带来

收稿日期: 1997-04-17
第一作者简介:黄雪香,女,1947 年 11 月出生,高级工程师,从事地震地磁学研究.

困难,但从全国面上看,并不影响对该区异常特点的分析.

在日常监视中,我们逐日对全国所有台的地磁垂直分量日变极小值出现的时间及其在全国的分布情况进行分析.按地磁低点位移异常的判别指标识别异常,按其预报指标对未来地震的三要素作出判断^[3].本文选取那些根据地磁低点位移异常及其预报指标所判定的地震三要素与发震的实况相对应的震例作为分析研究的基本资料.为保证资料的数量和连续性,我们选取了新疆区 1985 年 8 月 23 日乌恰 7.4 级强震至 1997 年 1~4 月伽师 6 级强震群期间与 5 级以上地震 (不含伽师余震) 相对应的地磁低点位移异常共 30 次,与之对应的地震 21 个.其中, $M \geq 6.0$ 强震 13 个,异常 15 次; $5.0 \leq M \leq 5.9$ 中强震 8 个,异常 15 次 (有些地震前出现两次或两次以上的一组异常),详情见表 1 和表 2.

表 1 新疆 $M \geq 6.0$ 地震与地磁低点位移异常现象

发震时间	经纬度		震中	震级 (M_s)	异常时间	异常与地震 相隔天数	发震 月相	关联地震 (M_s)
	北纬	东经						
1985-08-23	39. 2°	75. 3°	乌恰	7. 4	1985-07-25	29	上弦	1985-08-20鄯善南 5. 4(+ 26天) 1985-09-11舟山 3. 9(+ 34天)
1985-09-12	39. 3°	75. 8°	乌恰	6. 8	1985-08-11	32	朔- 3	1985-09-11舟山 3. 9(+ 31天)
1990-05-15	37. 2°	73. 8°	塔什库尔干 (境外)	6. 0	1990-04-19	26	下- 3	1990-05-16共和 5. 3(+ 27天)
1993-10-02	38. 2°	88. 9°	若羌县东南	6. 6	1993-09-03	29	望+ 1	
					1993-09-05	27		
1993-12-01	39. 4°	75. 4°	喀什市西	6. 0	1993-11-11	22	望+ 2	
					1993-11-08	25		
1996-03-19	39. 9°	76. 8°	阿图什东北	6. 9	1996-02-25	23	朔	
1997-01-21	39. 6°	77. 4°	伽师、阿图什	6. 4 6. 3	1996-10-23	27	上+ 1	
					1996-12-23	25		1997-01-20那曲 5. 0
					1996-12-24	26		1997-02-09格尔木 5. 4
					1996-12-26	28	望- 2	1997-01-16台湾南部 5. 1
					1996-12-27	29		1997-01-19台湾宜兰 5. 2
1997-04-06	39. 5° 39. 6°	76. 8° 76. 8°	伽师	6. 3 6. 4	1997-02-28	37	朔- 1	1997-03-01伽师 6. 0级地震发生 在 1997-02-28出现异常后 1天
1997-04-11	39. 7°	76. 8°		6. 6		42	朔、上	
1997-04-16	39. 6°	76. 9°		6. 3		47	上+ 1	

3 新疆地区中强以上地震前地磁低点位移异常特点

3. 1地磁低点位移异常的空间展布特点

在我们分析的震例中,地震及其震前的地磁低点位移异常都有该区独有的特点,而这些特点与该区的地质地理位置、构造应力条件又有着密切联系.

在我们研究的时间域里,6级以上强震大多发生在 35°~ 40°N, 75°~ 78°E范围内.此区地处南天山地震带和塔里木南缘地震带的西段,是分布在我国中纬度地区的两大组纬向构造体

表 2 新疆 5.0≤Ms≤5.9地震与地磁低点位移异常现象

发震时间	经纬度		震中	震级 (Ms)	异常时间	异常与地震 相隔天数		发震 月相	关联地震 (Ms)
	东经	北纬							
1986-01-28	40. 3°	75. 2°	乌恰	5. 3	1985-12-27	32	望+ 2		1986-02-15邢台 4. 2(+ 24天) 1986-02-18邢台 4. 7(+ 27天)
1986-03-02	39. 6°	82. 7°	沙雅	5. 0	1986-01-22 1986-01-26	39 35	下 - 1		
1987-08-05	41. 3°	82. 0°	拜城	5. 5	1987-07-06	30	上+ 2		
1991-04-03	40. 1°	80. 4°	阿瓦提东南	5. 0	1991-03-10	24	望+ 4		
1994-01-12	39. 4°	75. 7°	喀什西南	5. 6	1993-12-03	26	朔		1994-01-03共和 6. 0(+ 31天)
1995-09-26	41. 8°	81. 5°	拜城	5. 2	1995-07-03 1995-07-04 1995-07-10 1995-07-11 1995-07-15 1995-07-21	67~ 86	朔+ 1		
1995-11-01	43. 3°	80. 5°	昭苏	5. 2	1995-10-06 1995-10-08	26 22	上+ 2		
1996-01-09	43. 8°	85. 6°	乌苏东南	5. 2	1995-12-04	36	望+ 3		

系与我国西部西藏高原北-东边缘的弧形构造在新疆西部的交汇区,也是印度板块-欧亚板块碰撞挤压作用以及帕米尔高原对天山直接推挤的着力点.这种高层次构造活动产生的强大挤压力不可能仅仅对某个局部的震源区起作用,而是对中国西部乃至整个大陆板块的作用.大区域构造活动(包括构造块体的整体运动,其边缘地区的相对运动可能最为明显)往往是孕震和发震的动力来源之一.那么,在孕震区所处区域构造块体边缘及其它特殊构造部位也会导致应力和电磁性质的明显变化,这种变化同样也会引起地磁异常^[4].实践经验也告诉我们,地磁低点位移异常线往往与大构造有一定联系.所以,在应用地磁低点位移预报方法时,除了考虑方法的异常判别指标和地震三要素预报指标之外,还应考虑构造环境、地震活动带的影响以减少一些盲目性.

从此区 6级以上地震震前的地磁低点位移异常可看出:其异常线大多以东西走向、大尺度、大范围展布为特点.它们与我国 35°N 或 40°N 线附近的两组纬向构造体系吻合得很好(图 1 图 2 和图 3).图 1 中的 1985-07-25 线是 1985 年 8 月 23 日乌恰 7.4 级强震前的地磁低点位移异常分界线;1993-11-11 和 1993-11-08 两条线都是 1993 年 12 月 1 日喀什市西 6.0 级地震前的地磁低点位移异常分界线,依此类推,各地震前的地磁低点位移异常分界线见表 1.图 2 是 1997 年 1~4 月期间伽师发生的 6 级以上震群前的一组异常(表 1).

5.0~5.9 级中强地震相对集中在 39°~44°N, 75°~86°E 范围里,即在北天山地震带西段和南天山地震带东段地区,距前面所讨论的大构造交汇区稍远,受力也相对弱些.从震前的地磁低点位移异常看,异常线大多数只在新疆地区范围内出现,只有少数异常是沿纬向构造体系展布(图 4).可见,此区地震活动的水平、层次要低于前述地区.

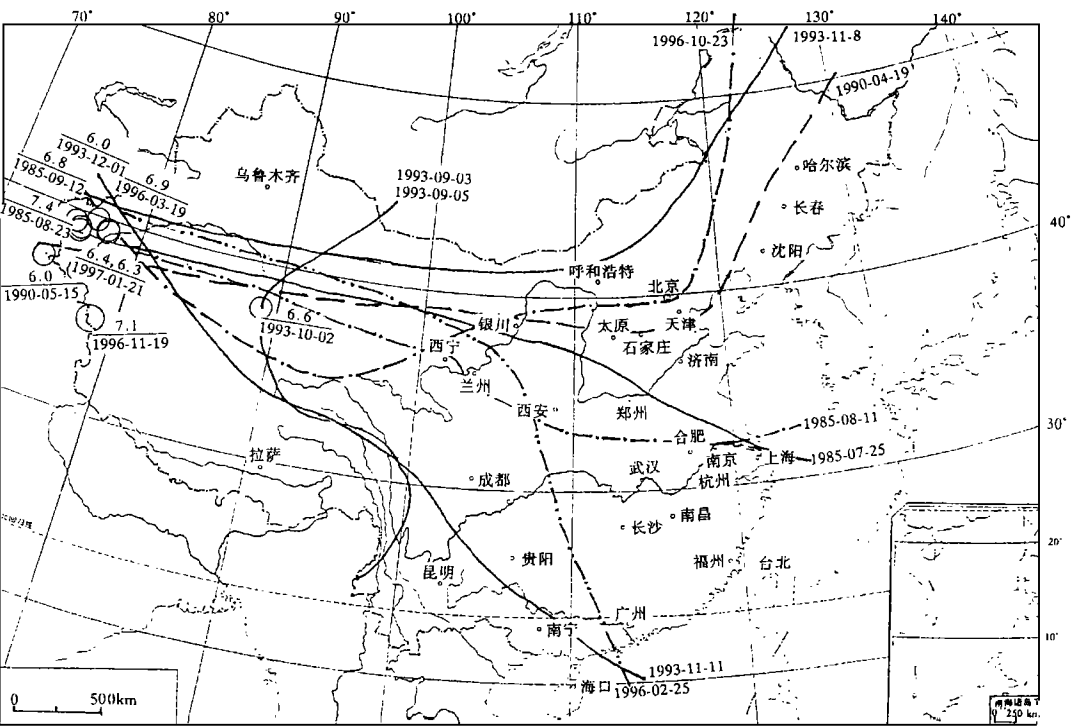


图 1 新疆 $M_s \geq 6$ 强震前地磁低点位移异常的空间展布

Fig. 1 Distribution of geomagnetic low-point displacement anomalies before $M_s \geq 6$ earthquakes in Xinjiang.

3. 2 地磁低点位移异常出现的时间特点

地磁低点位移属地震短临预报方法,也是地磁变化磁场特有的跨越式预报方法.一般地震在异常出现后 1~ 1.5 个月发生.严格的发震时间预报指标是异常后 (27± 4) 天或异常后 (4± 4) 天^[5].研究区里的 5 级以上地震绝大多数是在地磁低点位移异常出现后的 (27± 4) 天发生的,这是发震时间上的最突出特点(表 1 和表 2).发震时间的另一特点是发震日与特殊月相有关,即新疆区的地震活动与地磁低点位移异常的关系还受到月球活动的调制,显示出月相效应方面的特点^[6].统计结果表明,无论是强震还是中强震,发生在“望”和“朔”这两个月相的居多,占总数的 66.7%,而该区震前无地磁低点位移异常的 6 级以上地震中有 80% 发生在上、下弦前后(表 3).

3. 3 震前地磁低点位移异常的多
次组合

一般说来,对于每一次中强以上地震,震前只出现一次标准异常.由于不同层次的构造活动,构造应力场的作用是连续的动态变化过程,介质电磁性质的变化也是动态的,或强或弱,有时是突变的.在孕震过程发展到短临阶段,这种变化将更加剧烈多变.那么,在某个地震发生前,电磁场异常绝不会只在一天出现(1 次),有时电磁场的变化是持续起伏的,这样就有可能在短时间里连续不断地出现几天(几次),即一组异常.如表 1 中,1993 年 12 月 1

表 3 新疆震前无异常的 $M_s \geq 6$ 地震

发震时间	经纬度		震中	震级 (M_s)	发震月相
	北纬	东经			
1987-01-24	41.4°	79.7°	乌什东北	6.4	下+ 1
1987-04-30	40.0°	75.0°	乌恰西北	6.0	朔+ 2
1990-03-06	36.8°	74.4°	塔什库尔干	6.5	上+ 2
1990-04-17	39.5°	74.5°	乌恰西	6.4	下- 1
1991-02-25	40.4°	79.4°	柯坪	6.5	上+ 3

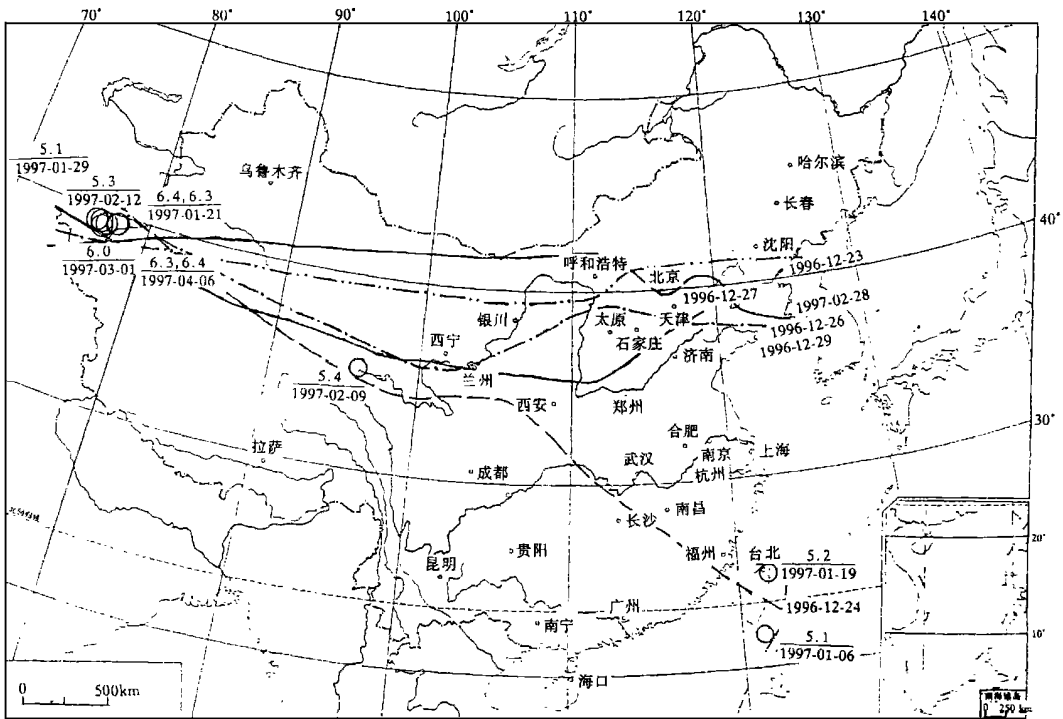


图 2 1997 年 1~4 月新疆伽师强震群前的地磁低点位移异常

Fig. 2 Geomagnetic low-point displacement anomalies before the Jiashi earthquake swarm from Jan. to Apr. in 1997.

日喀则市西 6.0 级地震和 1995 年 10 月 2 日岩羌县东南 6.6 级地震前都出现了两次地磁低点位移异常; 1997 年 1 月 21 日伽师 6.4 和 6.3 级地震前的 1996 年 12 月下旬先后出现了一组共 5 次地磁低点位移异常。

3.4 地磁低点位移与大尺度地震活动现象

已有不少震例资料表明,地磁低点位移异常线往往把相隔很远的两次或几次地震在空间图象上联系起来.这些相互联系的地震在震前出现的地磁低点位移异常所提供的同一预报时间点或第二个时间点里发生.在我们研究的时、空范围里也出现不少这种例子,如 1996 年 12 月 24 日出现的地磁低点位移异常线把 1997 年 1 月 21 日伽师 6.4 和 6.3 级地震与 1997 年 1 月 20 日西藏那曲 5.0 级、1997 年 2 月 9 日格尔木 5.4 级以及 1997 年 1 月 16 日和 19 日台湾 5.1 和 5.2 级中强地震联系起来; 1985 年 7 月 25 日的地磁低点位移异常线把 1985 年 8 月 23 日乌恰 7.4 级强震与 1985 年 8 月 22 日鄯善南 5.4 级以及 1985 年 9 月 11 日舟山 3.9 级(当地的显著性地震)地震联系起来.这表明,地磁低点位移异常可能是联系大尺度地震活动的一种地球物理现象^[4].在应用地磁低点位移预报方法时也应考虑它的这一特点。

4

、

这是涉及到地磁低点位移形成的物理机制的复杂问题.这个问题曾作过一些专门研究,但仍处探索阶段。

通常人们对震磁效应的理论解释和模拟计算,多考虑震源区附近的震磁效应.事实上地磁异常是很复杂的,特别是短临异常有时出现在与震源有关的 300~500 km 范围内,甚至存在距震中 500 km 以上的远场前兆异常.目前,国内外许多学者开始从震源的发展及其与震源相

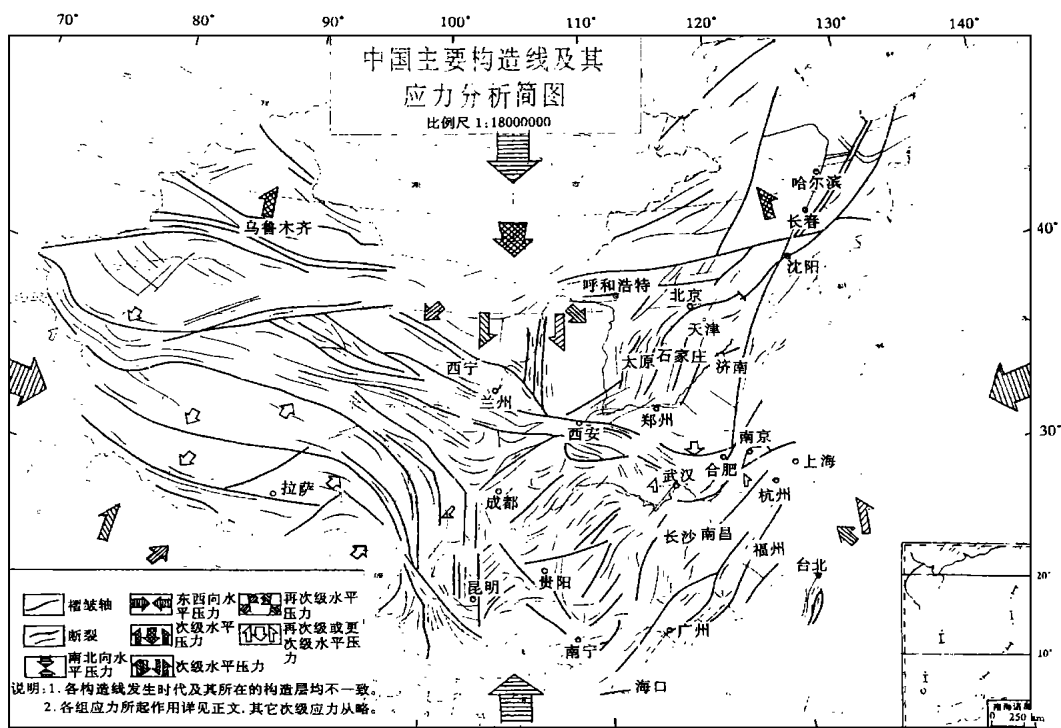


图 3 中国主要构造线及其应力分析简图 (据黄汲清)

Fig. 3 Analysis map of main structure lines and stresses in China (from Huang Jiqing).

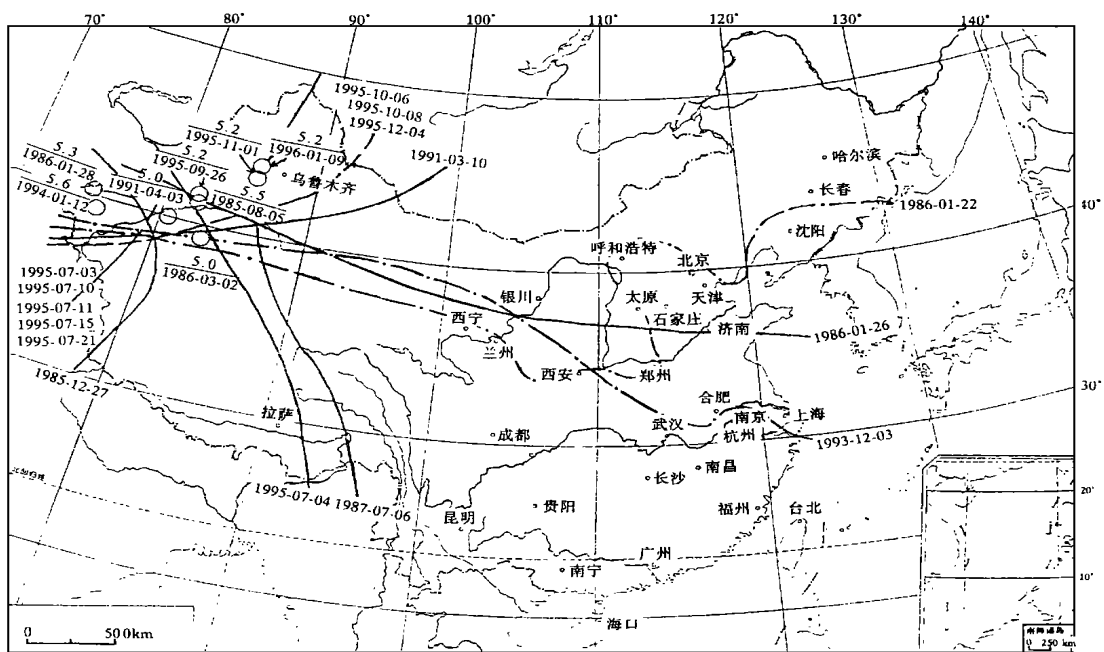


图 4 新疆区中强震前的地磁低点位移异常线分布

Fig. 4 Distribution of geomagnetic low-point displacement anomaly lines before moderately strong earthquakes in Xinjiang.

由此认为,除了在孕震区出现地下介质特征和应力应变的变化外,在孕震区所处区域构造块体边缘及其它特殊构造部位也会产生应力和电磁性质的大幅度变化.这种变化同样会引起地磁的异常变化.

以往的研究结果表明,影响地磁低点位移的是 1~ 3小时的周期成分,说明地磁低点位移所反映出的是地下几十至 400 km深处的电导率变化,这可能反映地壳至上地幔大范围孕震的地体环境的变化.从某种意义上说,地磁低点位移现象是地磁日变化“ ”

,是外空磁场和感应磁场叠加而成的^[4].

以上分析表明,地磁低点位移异常与地体环境和构造活动确实存在一定的联系.

另外,在辽阔的新疆地域里只有两个地磁观测站,其监测能力实在太有限了,给地磁低点位移异常分界线的确定带来极大困难.按异常判别指标,异常分界线只能在正常与异常的两个台站中间确定.但这样做肯定是不确切的,可能会作出与本区地震活动实际水平不相符合的判断.从本文对新疆地区地震活动及地磁低点位移异常的分析可看出,南天山地震带和北天山地震带所处的地体环境不一样,其地震活动的强度和频度也不一样,地震前出现的地磁低点位移异常分界线展布的范围大小也有很大差别.为了减少或避免不确切的判断,在实际预报中,应根据震例经验结合各地区,如异常所在区域的地震活动水平

、 、 .尽量使分析结果接近实际情况,以提高该方法的预报效能.这也是此文的目的所在.

参考文献

1 高国英,等.新疆地区地震活动分期及活动特征分析.地震,1995,(2): 173~ 181.
2 邓起东,等.天山的晚新生代构造变形及其地球动力学问题.中国地震,1996,12(2): 127~ 140.
3 黄雪香,等.地磁垂直分量日变低点位移预报地震方法实用化研究.见:国家地震局科技监测司编.中国地震预报方法研究.北京:地震出版社,1991,330~ 344.
4 卢振业,黄雪香编著.地震地磁学.北京:地震出版社,1994. 253~ 268,329~ 341.
5 黄雪香.变化磁场及其跨越式预报方法.西北地震学报,1981,3(4): 26~ 31.
6 黄雪香.磁静日 Z变幅的月相效应.地震学报,1983,5(3): 348~ 353.

RELATION BETWEEN CHARACTERISTICS OF GEOMAGNETIC LOW-POINT
DISPLACEMENT ANOMALY BEFORE STRONG EARTHQUAKES
IN XINJIANG AREA AND TECTONIC ACTIVITIES

HUANG Xuexiang DING Jianhai ZHANG Shulan
(Center for analysis and prediction,CSB,Beijing 100036)

Abstract

The relation between the anomaly of daily low-point displacement of geomagnetic vertical component and the $M \geq 5.0$ earthquakes since 1985 in Xinjiang area is analyzed. The result shows that there are the characteristics both in seismicity and Geomagnetic low-point displacement anomaly in the area and they have a close relation to the internal and external environments of earthquake preparation.

Key words Geomagnetic vertical component, Seismic activity, Latitudinal tectonic system, Impending earthquake prediction, Xinjiang