



对新疆乌恰—喀什地区年度地震预测的总结与思考

高国英, 郭卫英, 龙海英

(新疆维吾尔自治区地震局, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:在对新疆1973年以来年度地震预测情况进行综合研究基础上,重点分析了乌恰—喀什周围地区年度预测的阶段性的特点,并对这一地区1900年以来 $M \geq 6$ 地震和1972—2008年 $M \geq 5.5$ 地震活动特征进行了研究。认为对该区域地震活动规律性特点认识不足,没有遵循本地区地震活动的基本规律对地震趋势进行客观判断,是造成地震危险区预测效果较差的主要原因。依据地震活跃与间歇的特点认为2008年底开始乌恰—喀什周围地区将进入一个新的活跃时段,这一地区可能仍将继续被划定为年度强地震危险区。

关键词: 乌恰—喀什地区;年度预测总结;地震活动特征;趋势分析

中图分类号: P315.75 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2009)04-0397-06

Research and Ponderation Over the Efficiency of Annual Seismic Prediction for Wuqia—Kashi Region in Xinjiang

GAO Guo-ying, GUO Wei-ying, LONG Hai-ying

(Earthquake Administration of Xinjiang Uyger Autonomous Region, Urumqi 830011, China)

Abstract: Based on the predictive results of annual seismic risk regions in Xinjiang since 1973, the efficiency in different phases for Wuqia—Kashi region is studied mainly, and the active characteristics of earthquake with magnitude $M_s \geq 6.0$ since 1900 and also the magnitude $M_s \geq 5.5$ from 1972 to 2008 are analyzed. It is considered that the earthquake prediction have not obtained finer results in the Wuqia—Kashi annual seismic risk regions, and the reason was lack of correct recognition to the seismic active regulations in this region. At last, according to the history earthquake activity characteristics, we predict that Wuqia—Kashi region will probably start an active period since the end of 2008, and it may be carry out an annual seismic risk area continually.

Key words: Wuqia—Kashi region; Summarization of the annual prediction; Seismic active characteristics; Earthquake trend prediction

0 引言

新疆是我国大陆开展年度地震趋势预测最早的省份之一。自1973年开始由国家地震局组建的新疆地震预报研究队首先在喀什—阿克苏地区建立“地震预报实验场”,开展了大量的地震预报实验研

究,为新疆地震预报的探索和研究奠定了良好基础。

新疆乌恰—喀什地区及其周围地区由于复杂的构造运动和特殊的受力环境,不仅是新疆主要的强震活动区,也是中国大陆强震活动区之一。其中1997年

收稿日期:2008-10-24

基金项目:地震科学联合基金(A08059)

作者简介:高国英(1953—),女(汉族),新疆巴里坤人,研究员,长期从事地震预报和地震预报研究。

1月21日—1998年8月27日新疆伽师地区相继发生9次6级强烈地震,震群活动的强度和时空集中程度为我国大陆地震所罕见^[1],因此成为近几年对新疆地区中强地震进行震例总结和研究的热点地区^[2-4]。乌恰—喀什地区从1992年以来连续16年被划定为全国地震重点危险区,然而预测效果却不理想。本文主要针对多年来乌恰—喀什及其周围地区年度地震危险区预测进行综合分析,期望通过对新疆年度危险区预测的系统总结及研究,提高新疆中短期地震预报的科学水平,同时为提高中国大陆年度危险区预测能力提供更多的科学依据。

1 年度地震危险区预测的总结

新疆从1973年开始实行年度地震趋势会商制度,到2007年度为止累计划定了105个年度地震危险区,平均每年3个。乌恰—喀什地区是历年来地震危险区判定的重点对象之一^[5]。

1.1 乌恰—喀什周围地区年度预测分析

乌恰—喀什周围地区是新疆的主要强震活动区,1973年以来共有19次被判定为地震危险区,其中1992年以来已经连续16年被判定为新疆乃至国家地震重点危险区,且预测震级基本都在6级或6级以上。

对乌恰—喀什周围年度地震危险区的统计,可分为三个不同的预测时段(表1)。

第一时段自1973年开始划定危险区至1981年。9年中有7年乌恰周围地区没有划危险区,其中有6年判定正确;1978年乌恰6.0级地震为漏报;1973年和1974年划定危险区,1974年乌兹别里山口7.3级地震有对应,1973年为虚报。这一时段是预测效果最好的一个时期,划定危险区少,地震也少,预测基本正确。

第二时段自1982至1991年,对乌恰周围地区地震趋势估计继承了第一时段的特点。10年期间新疆划定年度危险区20个,但乌恰—喀什地区仅有1982年被划定为危险区。而在此期间本区共发生3

次6级(不包括余震)、1次7级和多次5.5级左右地震,平均2年发生1次6级以上地震,地震活动呈现出第一时段平静后的活跃状态。这一时段突出的特点是没有划定危险区,其中包括1985年乌恰7.1级地震前但实际地震活动水平较高。期间除了1982年的虚报外,发生的4次6级以上和一组5.5级地震基本为漏报。

第三时段自1992至2007年。连续16年被新疆地震局和中国地震局划定为年度地震重点危险区,与第二时段形成明显的反差。在这一时段中有11次为虚报;5次对应地震或基本对应。有对应的5次地震中4次都发生在乌恰—喀什以东的柯坪块体边缘。而自1993年12月疏附6.2级地震后乌恰周围没有发生6级以上地震,因此多数为虚报。

分析这一地区连续多年都被划定为新疆和全国地震重点危险区的主要原因。

第一,对这一地区地震活动背景研究不足,忽视了这一地区地震活动的基本规律及特征;第二,认为该区域是新疆主要的强震活动区,而在上世纪90年代以来6级地震平静背景下,已经多年都被划定为地震危险区,随着时间的推移,发震的危险性在逐步加剧,因此2000年以后每年继续被划定为危险区;第三,1994年以来该区域除了本身处于地震活动的相对平静外,应该与1996、1998年阿图什6.9和6.0级、1997—1998年伽师—巴楚9次6级以及2003年巴楚6.8级等一系列6级地震活动有关。喀什周围多次6级地震的发生减缓了强震活动区的地震危险性。

1.2 乌恰—喀什地震危险区强度预测

由表1和图1可以看出,自开始以来对乌恰—喀什地区地震危险区预测震级都较高,基本都在6级左右或6级以上。这一地区也是每年全国划定6~7或7级地震的主要区域。在新疆105个地震危险区中,乌恰—喀什周围地区有19次;预测震级6~7级或7级共有11次,其中乌恰—喀什地区有6

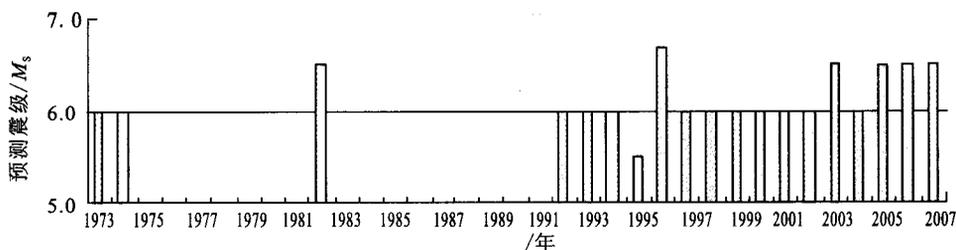


图1 1973年以来对乌恰—喀什地区的年度地震预测情况

Fig. 1 Prediction of annual seismic risk in Wuqia-Kashi region since 1973.

表1 1973年以来乌恰及周围年度地震趋势预测情况统计

预测年度	乌恰—喀什地区预测意见	实际地震对应情况	漏报地震
1973	阿图什地区6级	虚报	无
1974	阿图什—喀什—乌恰6级	1974-8-11 乌兹别里山口7.3级	无
1975	无		无
1976	无		无
1977	无		无
1978	无		1978-10-08 乌恰6.0
1979	无		无
1980	无		无
1981	无		无
1982	喀什地区6级以上	喀什虚报	无
1983	无		1983-2-13 乌恰6.7级
1984	无		无
1985	无		1985-08-23 乌恰7.1
1986	无		无
1987	无		1987-04-30 乌恰6.0
1988	无		1988 乌恰2次5.5
1989	无		无
1990	无		1990-04-17 乌恰6.4
1991	无		无
1992	乌恰—塔什库尔干地区6级	虚报	无
1993	乌恰—公格尔6级	1993-12-1 喀什6.2级	
1994	乌恰—西克尔6级	虚报	无
1995	乌恰—公格尔山5.5级左右	虚报	无
1996	西克尔—乌恰6~7级	1996-3-19 阿图什6.9	
1997	乌恰—塔什库尔干6.0±0.5	虚报	1997 伽师6级震群
1998	乌恰—喀什6级	1998-3-19 阿图什6.0和1998 伽师2次6级对应	无
1999	乌恰—喀什6级	乌恰虚报	无
2000	乌恰—喀什6级	虚报	无
2001	乌恰—喀什6级	虚报	无
2002	喀什—乌恰6级	2002-12-25 乌恰5.8级地震	无
2003	喀什—乌恰6~7级	2003-2-24 伽师6.8级基本对应	无
2004	喀什—乌恰6.0±0.5级	虚报	无
2005	喀什—乌恰6~7级	虚报	无
2006	喀什—乌恰6~7级	虚报	无
2007	喀什—乌恰6.5±0.5级	虚报	无

次,北天山西段地区4次。特别是1992年以来乌恰—喀什周围16年强震危险区预测中,预测6级以上地震13次,预测6级左右地震有3次。13次6级或6级以上危险区中有5次震级预测基本准确。1996和2003年6~7级地震危险区及其边缘分别发生了阿图什6.9级和伽师6.8级地震。可见对这一地区预测强度高,而这些年实际地震活动水平并不是很高。

不同时段危险区划分的个数和空间分布有较大差异,分析其中人为因素也是一个主要原因。不同时期地震预报的主要决策者对地震趋势的把握程度和认识水平将对预测效果起关键作用。

2 乌恰—喀什地区地震活动特点分析

乌恰—喀什地区位于天山地震带与西昆仑地震

带的交汇部位,由于复杂的构造环境该地区发生的中强地震常常出现明显的成组活动特征^[6]。虽然强震多发,这些年每年都被划定为地震重点危险区,但实际预测效果却不好,预测正确的是少数,大多数为虚报,反映出地震预报的艰难现状。但我们可以在不断总结过去的经验教训基础上,依据这一地区地震活动的基本规律和特点,更加科学的划定年度地震危险区,逐步提高预测效果。

2.1 强震活动特征

这一地区的地震活动存在一定的规律性:1900—1993年期间该区域发生1次8级和5次7级地震,平均2年多发生1次6级地震,但自1985年乌恰7.1级地震后地震活动强度逐步衰减。

由于天山和西昆仑的双向挤压导致塔里木西部边缘地壳严重变形,块体之间的相互作用和应力调

整可能是导致天山—帕米尔结合带频繁发生地震的主要原因^[7]。因此选取的研究区范围包括了乌恰—喀什周围以及柯坪块体西段,以下称帕米尔东北侧(图2)。

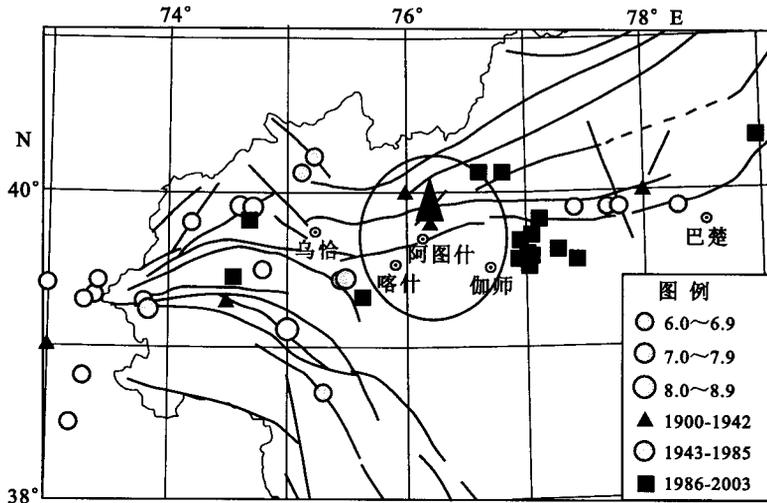


图2 1900年以来帕米尔东北侧 M≥6 地震分布

Fig. 2 Distribution of M≥6 earthquakes in the northeast side of Pamir since 1900.

分析 20 世纪以来帕米尔东北侧 6 级以上强震活动特征,地震活动的总体趋势为可划分为 3 个活动时段:

第一活动时段为 1900—1942 年,以 1902 年阿图什 8 级大震为主。43 年期间在研究区的东西两侧各发生 1 次 6 级地震,充分显示出 1 次 8 级大震能量充分的释放后,区域应力场处于新的调整和能量积累时期,周围地区地震活动显示平静。

第二活动时段为 1943—1985 年,在帕米尔—喀什附近新疆境内发生 5 次 7 级和 14 次 6 级地震(包括余震),形成了 7 级地震主体活动区。其中以 11 年为周期发生了两组 7 级地震,即 1944 年和 1955 年(双震)发生 3 次 7 级地震;1974 年和 1985 年发生 2 次 7 级地震。在此期间研究区东侧仅发生了 1961 年巴楚 3 次 6 级地震,显示乌恰—喀什周围地震活动水平明显强于东部的柯坪块体。

第三活动时段为 1986 年至 2008 年,期间发生 17 次 6 级地震,其中 14 次发生在柯坪块体周围。主要由 1996—1998—2003 年阿图什—伽师—巴楚 13 次 6 级地震组成,在柯坪块体周围形成了 6 级地震主体活动区,最大地震为 1996 年 3 月 19 日阿图什 6.9 级,其总释放能量远大于 1 次 7 级地震。而在此时段内在 8 级大震和 7 级地震活动区域周围 6 级地震明显减少,特别是在强震活动较为频繁的帕米尔—喀什自 1985 年乌恰 7.1 级地震后仅发生 2 次 6 级地震,自 1994 年以来连 5 级地震都少有发生,地震活动显得尤为平静。

分析认为该区域强震活动在时间上具有较明显的分时段活动特征;强震活动空间分布西强东弱,三个活动时段地震活动空间上集中分布;1902 年阿图什 8 级大震后地震强度逐步衰减,可能表现出这一地区强震活动经历了一个百年活动周期。从空间分布特点分析,以 8 级大震为中心,在其东、西区都经历了强震活跃时段,是否预示该区域将进入新的百年活动周期。

2.2 中强地震活跃与间歇特点

进一步分析该区域有监测能力以来 1972—2008 年 M≥5.5 以上地震活动的时空演化特征。由图 3 看出,中强地震活动有较明显的活跃与间歇的阶段性特点:三组活跃的平均持续时间为 8 年;第一组(1972—1978 年)和第二组(1983—1991 年)活跃都伴随有 7 级地震活动;1996—2003 年为第三个丛集活跃,以 1996、1997—1998—2003 年的阿图什、伽师—巴楚震群活动为主。由表 2 统计,丛集活动之后的间歇时间约 4 年,地震活跃的持续时间是间歇时段的一倍。1996 年开始的第三个活跃时段 2003 年 9 月结束,至 2008 年已持续 5 年没有发生 5.5 级以上地震,预测 2008 年年底该区域可能会进入一个新的地震丛集活跃时段。

由图 3 和图 4 可看出,地震活跃阶段的空间丛集现象也较为明显。第一活跃阶段 1972—1981 年以 1974 年乌兹别里山口 7.3 级地震为主体活动区,地震集中发生在 7.4 级地震周围较小的范围内;第二活跃阶段 1982—1991 年以 1985 年乌恰 7.1 级地

震为主,中强地震较集中地分布在乌恰周围;第三活跃时段 1996—2003 年期间,以阿图什—伽师—巴楚 6 级震群为主体区,连续发生 12 次 6 级地震。较显著的一个特点是当一个区进入活跃阶段时,另外两个区地震活动处于平静状态,很少有中强地震发生。

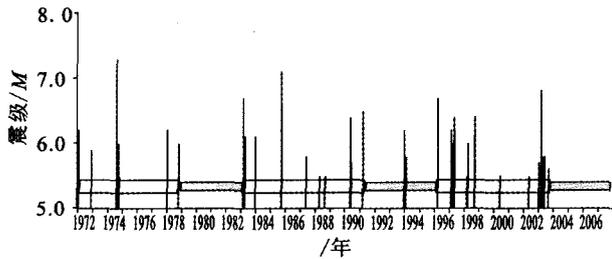


图3 1972—2007年帕米尔东北侧 $M \geq 5.5$ 地震 $M-t$ 图

Fig. 3 The $M-t$ diagram of $M \geq 5.5$ earthquakes in the northeast side of Pamir from 1972 to 2007.

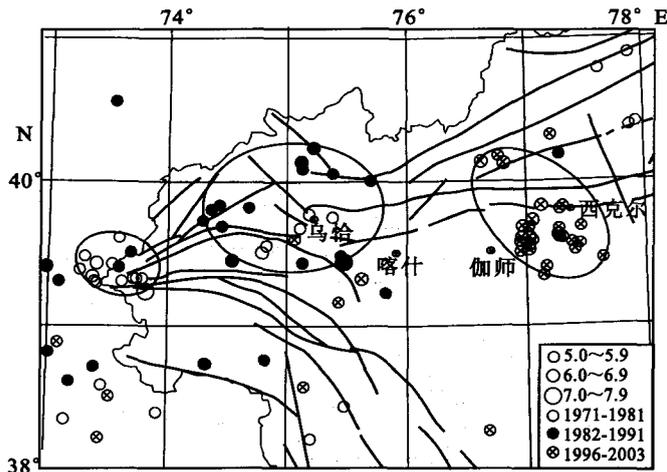


图4 1972—2007年帕米尔东北侧 $M \geq 5.5$ 地震空间分布

Fig. 4 Distribution of $M \geq 5.5$ earthquakes in the northeast side of Pamir from 1972 to 2007.

从地震活动的空间集中分布可以看出,三组地震在空间上由西南逐步向北东迁移,其方向与新疆地震活动的主要受力方向基本一致。这种空间分布图像的整体迁移特征是否表明该区域已经历了一次中强地震地震活动的迁移过程。预示乌恰—喀什地区近期可能会进入一个新的活跃阶段。

表2 1972—2007年帕米尔东北侧 $M \geq 5.5$ 地震活动特征

活跃时段	持续时间/年	平静时间/年	活动区域
11972—1978	7 (1次7级)	4	帕米尔弧形构造部位
21983—1991	9 (1次7级)	5	乌恰周围地区
31996—2003	8 (13次6级)	5	柯坪块体周围
平均	8	5	

乌恰—喀什地区位于帕米尔东北侧,以较大区

域分析百年尺度和近 30 多年中强震活动的时空分布,不同时间尺度和不同的起始震级具有不同的分布特征。1972 年以来该区表现出较明显的三个地震活跃时段,每一组都有明显的集中分布区。第三组地震主要集中于研究区域的东部,在此期间乌恰—喀什地区一直处于显著的平静状态。

由以上的分析认为,自 1996—2003 年活跃之后已经历了 5 年的平静,自 2009 年前后乌恰—喀什附近地区将会进入一个新的地震活跃时段,发生中强以上地震的可能性很大(文章完成后于 2008 年 10 月 5 日乌恰发生 6.8 级地震)。

3 对乌恰—喀什地区年度预测效果的思考与认识

分析总结 30 多年来新疆年度地震趋势预测的判定效果,我们认为早期因较好把握了地震活动趋势,划定的危险区数量少而地震对应较准确,是预测效果最好的一个时段。但是从 1982 年以后对这一地区地震形势的判断与实际地震活动存在一定的差异,基本没有遵循这一地区地震活动的规律和特征进行科学预测。经过多年的实践研究,尽管提出了许多地震预报的经验判据和方案^[7],但近 30 年来的实际预测效果并不理想。这种预测效果较差的现象在国内其他一些省区也普遍存在,有关专家针对这种情况也进行了一些分析和讨论^[8-11]。因此针对被称为是全国年度地震重点危险区“老常委”之一的乌恰—喀什地区,有必要进行一些总结和反思。我们提出以下几点认识:

(1) 对乌恰—喀什地区的地震活动规律及活动习性认识不足是导致危险区预测效果较差的主要原因。依据该区域不同层次的地震活动较明显的起伏变化规律可以为中长期地震预测提供信度较高的背景依据,并对这一地区年度地震危险区的判定起非常重要的作用。

(2) 由于板块推动力的作用,乌恰—喀什地区成为天山地震带构造变形最强烈的地区。天山地震带由 SW 向 NE,其构造变形逐渐由强到弱,因此位于西部的乌恰—喀什地区的地震活动强度应该大于东部的阿图什地区,所以乌恰周围以 7 级地震活动为主,而东部则以 6 级地震活动为主。1972 年以来乌恰—喀什附近中强地震活动经历了三次活跃与间歇,并完成了一次由西南向北东的迁移活动过程。

(3) 1994 年以来,除了乌恰—喀什本身处于能量积累阶段外,还有一个重要原因是在喀什周边连

续发生 10 多次 6 级地震,不断的能量释放,缓解了这一地区能量积累的速率,出现了少有的 6 级地震持续平静现象。由于对地震活动的规律和现象认识不足,近些年连续将乌恰—喀什地区划定为年度强地震危险区,又导致大量的虚报。

(4) 依据该区域地震活跃与平静的间歇性特点分析,1996—2003 年在伽师周围持续 8 年的活跃后,区域又经过了 5 年多的 5 级地震显著平静。特别是多震区的乌恰周围地区有长达 14 年没有发生 6 级地震。在较显著的平静异常背景下,认为自 2008 年年底或 2009 年开始乌恰—喀什周围地区将进入一个新的地震活跃时段,发生 6 级地震的可能性很大。因此认为该地区在 2009 年度及其以后的几年中,应该被划定为年度强地震危险区。

最后需要说明的是论文完成之际,即 2008 年 10 月 5 日在乌恰发生 6.8 级地震,表明对这一地区地震趋势估计是正确的。

[参考文献]

[1] 王海涛,王琼,赵翠萍. 2003 年 2 月 24 日新疆巴楚—伽师

Ms6.8 地震的应力触发作用研究[J]. 西北地震学报, 2008, 28 (4): 335-340.
 [2] 龙海英,高国英,袁晓红. 1997—1998 年伽师强震群震源区应力场特征[J]. 西北地震学报, 2007, 29(2): 145-149.
 [3] 郭卫英,王琼,高歌,等. 新疆 OLR 场基本特征及强震前的异常现象[J]. 西北地震学报, 2008, 30(2): 163-167.
 [4] 唐丽华,李猛,王海涛. 伽师—巴楚地区中强地震加速度衰减关系研究[J]. 西北地震学报, 2007, 29(4): 377-379.
 [5] 郭卫英,高国英,王筱荣. 新疆年度地震危险区的时空分布特点[J]. 内陆地震, 2008, 22(1): 34-42.
 [6] 高国英,王筱荣,温和平,等. 新疆及周边地区强震成组活动及其预测研究[J]. 地震, 2007, 27(4): 18-26.
 [7] 胥颐,刘建华,刘福田,等. 天山—帕米尔结合带的地壳速度结构及地震活动研究[J]. 地震物理学报, 2006, 49(2): 469-472.
 [8] 高国英,王筱荣,温和平. 天山地区中强地震预报判据及方案[J]. 内陆地震, 2008, 22(2): 104-114.
 [9] 石耀霖,刘杰,张国民. 对我国 90 年代年度地震预报的评估[J]. 中国科学院研究生院学报, 2000, 17(1): 63-69.
 [10] 张国民,刘杰,石耀霖. 年度地震预报能力的科学评价[J]. 地震学报, 2002, 24(5): 525-532.
 [11] 王海涛. 年度地震危险区预测问题的几点初步思考[J]. 国际地震动态. 2005, (317): 103-105.

 (上接 396 页)

[参考文献]

[1] 詹志佳,赵从利,张洪利,等. 全国地磁测量与地震预测研究[J]. 地震地磁观测与研究, 1999, 20(6): 22-28.
 [2] 詹志佳,赵从利,高金田,等. 北京地区震磁研究的进展与展望[J]. 地震, 2002, 22(1): 49-54.
 [3] 詹志佳,高金田,赵从利,等. G-856 质子旋进磁力仪及其在野外震磁测量中的应用[J]. 西北地震学报, 2000, 22(1): 74-78.
 [4] 詹志佳,高金田,郭启华,等. 地磁干扰噪声的实验观测[J]. 西北地震学报, 1990, 12(4): 49-54.
 [5] 詹志佳,高金田,郭启华,等. 地磁干扰噪声的实验观测[J]. 西北地震学报, 1990, 12(4): 49-54.
 [6] 祁贵仲. 总强度在地震磁效应观测中的有效性[J]. 地震学报, 1980, 2(3): 268-279.

[7] 张毅,顾左文,高金田,等. “明灯 1 号”人工爆破地震地磁效应场地试验[J]. 地震地磁观测与研究, 2008, 29(4): 38-42.
 [8] 高金田,安振昌,顾左文,等. 地磁正常场的选取与地磁异常场的计算[J]. 地球物理学报, 2005 48(1): 56-62.
 [9] 安振昌. 青藏高原地磁场模型的研究[J]. 地球物理学报, 2000, 43(3): 339-345.
 [10] 刘义高,胡诚,张明,等. 流动地磁测量中地震异常信息的探索[J]. 西北地震学报, 2004, 4(26): 353-356.
 [11] 赵从利,詹志佳,高金田,等. 北京地磁测网调整与地震预测研究[J]. 西北地震学报, 2003, 25(3): 275-280.
 [12] 张建国,乔子云,张新东,等. 地磁空间相关法在河北省的应用研究[J]. 西北地震学报, 2007, 29(4): 371-376.

 说明: 作者要求,在本刊第三期发表的论文“泰安重力观测高频波动信号分析”一文将第 4 作者“李绘丽”更改为“荆强”,其相应的单位和邮编改为“荣成地震台, 264300”。