

华北地震区岩石圈磁异常场零值线 与中强震震中分布关系^①

顾春雷^{1,2}, 张毅², 顾左文³, 王行舟², 王雷², 徐如刚², 朱志春²

(1. 中国科学技术大学地球与空间科学系, 安徽 合肥 230026;

2. 安徽省地震局, 安徽 合肥 230031; 3. 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081)

摘要:通过对华北地震区岩石圈磁异常场各分量的零值线分布以 30 km 为缓冲半径建立缓冲区, 并对缓冲区内 1900 年以来 $M_s \geq 4.0$ 及以上大陆地震进行统计, 探讨华北地区岩石圈磁异常场零值线分布与中强震震中位置关系, 发现 7.0 级以上地震震中分布与岩石圈磁异常场磁偏角、N 向分量、E 向分量以及垂直分量零值线的分布位置关系密切, 其中震中分布与磁偏角的相关性最高, 达 83.3%。

关键词: 岩石圈磁异常; 零值线; 缓冲区; 中强震震中; 华北地震区

中图分类号: P315.721

文献标识码: A

文章编号: 1000-0844(2012)02-0174-06

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2012.02.0174

Relationship between Zero-value-line of Abnormal Geomagnetic Field in Lithosphere and Strong-moderate Earthquake Epicenters in North China Seismic Region

GU Chun-lei^{1,2}, ZHANG Yi², Gu Zuo-wen³, WANG Xing-zhou²,

WANG Lei², XU Ru-gang², ZHU Zhi-chun²

(1. College of Earth and Space Science, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China;

2. Earthquake Administration of Anhui Province, Hefei 230031, China; 3. Institute of Geophysics, CEA, Beijing 100081, China)

Abstract: We build the buffer zones with a 30 km radius from the zero-value-lines of all components of the abnormal geomagnetic field in lithosphere of north China seismic region, and statistical analyze all the $M_s \geq 4.0$ earthquakes in the buffer zones since 1900. The results indicate that there are close relativities among the epicenter distribution of large earthquakes with $M_s \geq 7.0$ and the zero-value-lines of geomagnetic declination, north component, east component and vertical component of the abnormal geomagnetic field, and the epicenter distribution has the highest relation to the geomagnetic declination with proportion 83.3%.

Key words: Abnormal geomagnetic field in lithosphere; Zero-value-line; Buffer zone; Strong-moderate earthquake epicenter; North China seismic region

0 引言

随着地震与地磁关系研究的深入,发现地震的孕育、发生过程能够引起地球磁场的异常的空间变化^[1-5]。很多专家、学者从不同的角度采用各种数据处理方法对地震与地磁关系进行探讨和研究,如分

析地磁场日变化的空间相关性、电磁的短周期变化、地磁加卸载响应比、地磁场模型研究等来寻找地震前后的地磁异常信息^[6-13]。另外,通过一些研究发现中强地震震中分布与地磁场某些要素等值线分布

^① 收稿日期:2010-10-16

基金项目:地震行业科研专项 200908029-03-02

作者简介:顾春雷(1982-),男,江苏南通人,工程师,主要从事测绘工程、地震监测、分析等工作。

存在相关性,如哈奇基扬研究发现 1900—2002 年全球 107 760 次 ≥ 4.0 级地震震中的空间分布位于偏角零值周围区域(即从 -2° 到 $+7^\circ$ 区)^[14];沈小七等也曾提出安徽省的历史地震震中在航磁图上主要发生在航磁负异常区及小部分发生在航磁正异常与航磁正、负异常区的零等值线附近^[15]。笔者曾在讨论九江—瑞昌 $M_s 5.7$ 地震和汶川 $M_s 8.0$ 地震前后岩石圈磁场变化特征时发现两次震中均位于岩石圈磁场的磁偏角、磁倾角零值线附近^[16]。

基于上述一些研究和认识,笔者以华北地震区 1900—2010 年以来 $M_s \geq 4.0$ 地震(地震目录取自《中国地震目录》,并通过中国地震局局域网下载的震情加以补充完善)为样本来探讨岩石圈磁异常场各分量零值线 with 中强地震分布关系。分析使用 2005.0 年代岩石圈磁异常场模型各分量零值线为基本研究对象,其中岩石圈磁场模型建立是以《2005.0 中国地磁图》的原始观测数据、中国地磁台站网络观测资料为基础,以国际地磁场考场数据为约束,建立中国地区的地磁内源场分布模型和背景场模型,在剥离掉地核、地幔等磁场成分后获得^[2,16]。由于岩石圈磁场异常在时间上非常稳定,其异常变化的时间尺度是以百万年量级计算的^[17],因此以 2005.0 年代岩石圈磁异常场模型的各地磁分量等值线分布来分析近百年来地震震中分布有着科学的意义。另外选择华北地震区作为研究区域有两点主要原因:一是华北地震区的地震活动性及特殊的构造背景;二是地磁三分量测点在华北地震区大陆范围分布均匀,测点平均间距为 70 km 左右,以此建立的该区域 2005.0 年代岩石圈磁异常场模型的准确性好、可信度高,能够对地震孕育与发生造成的百公里级尺度地磁异常有较好的反映。

1 华北地区地震分布背景

本次分析的华北地震区范围为 $30^\circ \sim 41^\circ \text{N}$, $100^\circ \sim 122^\circ \text{E}$,该区域历史及近代地震均较为活跃,主要分布于汾渭地震构造带、张家口—蓬莱地震构造带、河北平原地震构造带及郯庐地震构造带^[18],为中国东部强震活动的主要地区,其最高震级曾达 $8\frac{1}{2}$ 级。

有记载以来,华北地震区共发生 $M_s 5.0$ 地震 400 余次,其中有多次 6~8 级地震,如 1966 年邢台 7.2 级,1967 年河间 6.3 级,1976 年唐山 7.8 级和滦县 7.1 级,最大为 1668 年山东郯城 8.5 级地震。1900 年以来,华北地震区 5.5 级以上地震平均 2 年左右发生 1 次,6.0 级以上地震平均 3~4 年发生 1

次,7.0 级以上地震平均 15~20 年发生 1 次^[19]。1976 年唐山 7.8 级地震后区内 5~6 级地震一直较为活跃,1998 年 1 月张北 6.2 级地震,2001 年 11 月 14 日昆仑山口西 8.1 级巨震和 2002 年 6 月 29 日东北 7.2 级深震的发生后至今处于强震平静期。

2 华北地震区岩石圈磁场零值线 with 地震分布关系

2.1 岩石圈磁场零值线 with 地震分布

笔者等曾通过江西九江、四川汶川地震与岩石圈磁场关系分析发现,二地震震中位置分布与岩石圈磁异常场磁偏角、磁倾角、东向分量的零值线存在密切关系的观测事实^[16]。因此进一步以《2005.0 中国地磁图》观测数据为基础建立华北地震区 2005.0 年代区域岩石圈磁异常场模型,并分别建立了该区域岩石圈磁异常场总强度 F 、磁偏角 D 、磁倾角 I 、水平分量 H 、 E 向分量 Y 、 N 向分量 X 以及垂直分量 Z 要素的等值线分布(图 1)。

从华北地震区岩石圈磁异常场等值线 with 地震震中分布关系(图 1)可以看出 1900 年以来 $M_s \geq 4.0$ 地震震中分布与该区域岩石圈磁异常场零值线的存在一定位置相关关系,如唐山震区、邢台震区地震震中的分布基本丛集在岩石圈磁异常场零值线附近。

2.2 岩石圈磁场零值线 with 地震分布的缓冲区分析

缓冲区又称影响区或影响带,是指围绕地理要素的具一定宽度的区域。缓冲区分析是用来确定不同地理要素的空间临近性(proximity)和接近程度的一类重要的空间操作^[20-22]。在进行地震震中与岩石圈磁异常场不同分量零值线缓冲区的叠加分析时,主要统计地震震中位置、震级大小、个数与缓冲区多边形的叠加,以加强岩石圈磁异常零值线分布与地震活动性关系的认识。

因此,为了更清晰地探讨出岩石圈磁异常场不同分量零值线 with 不同震级地震震中分布关系的相关程度,分别对华北地震区岩石圈磁异常场七个独立分量的零值线进行缓冲区分析,考虑到测点间距对异常的空间分辨能力,选择 30 km 为缓冲半径,并对缓冲区内分布的 $M_s 4.0 \sim 4.9$ 、 $M_s 5.0 \sim 5.9$ 、 $M_s 6.0 \sim 6.9$ 、 $M_s 7.0$ 以上地震数目进行分别统计分析(图 2)。

在选定的 30 km 半径的华北地震区岩石圈磁异常场不同分量零值缓冲区内对该区域不同震级大小地震分布进行检索和统计,得到表 1 结果。

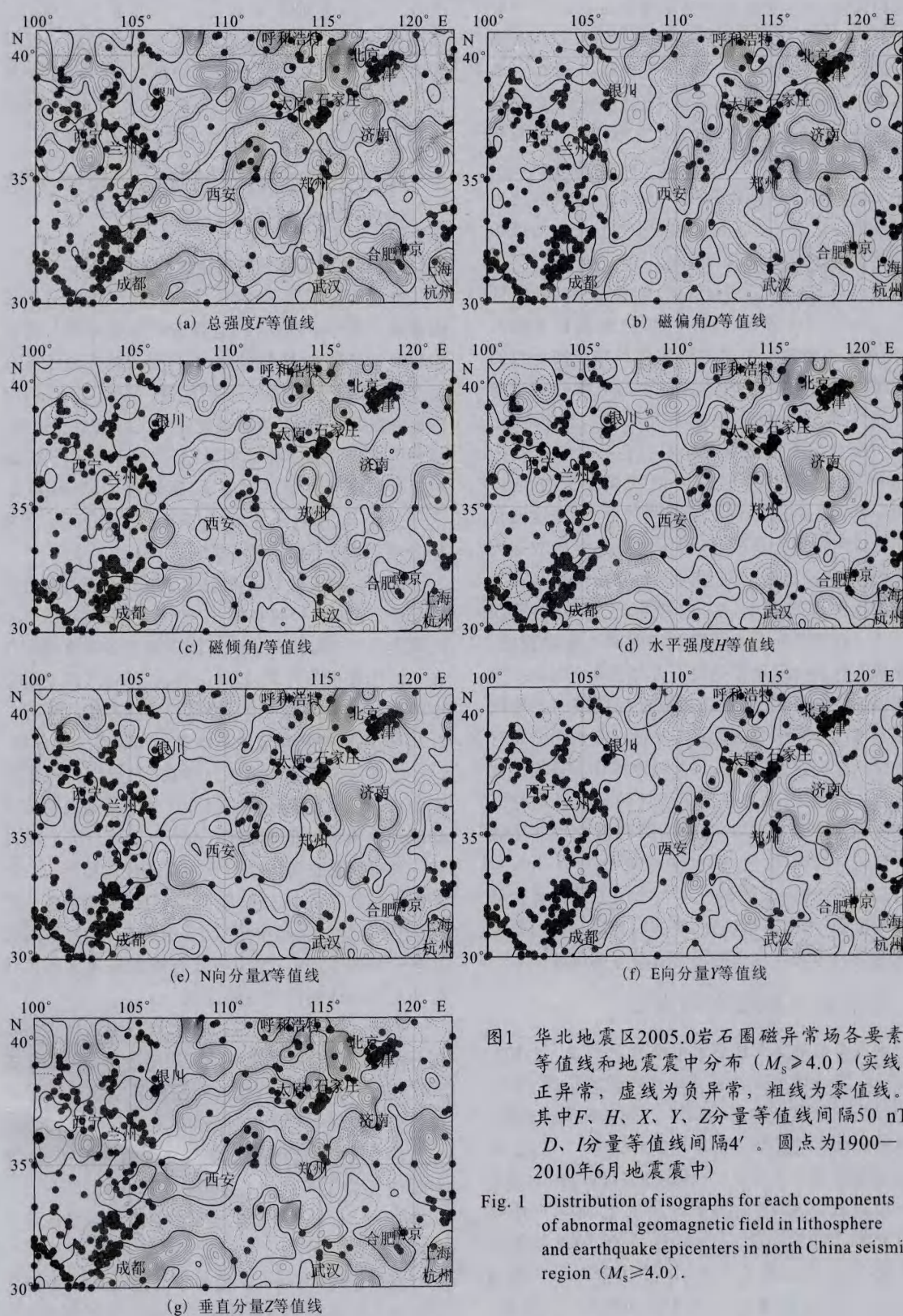


图1 华北地震区2005.0岩石圈磁异常场各要素等值线和地震震中分布 ($M_s \geq 4.0$) (实线为正异常, 虚线为负异常, 粗线为零值线。其中 F 、 H 、 X 、 Y 、 Z 分量等值线间隔50 nT; D 、 I 分量等值线间隔4'。圆点为1900—2010年6月地震震中)

Fig. 1 Distribution of isographs for each components of abnormal geomagnetic field in lithosphere and earthquake epicenters in north China seismic region ($M_s \geq 4.0$).

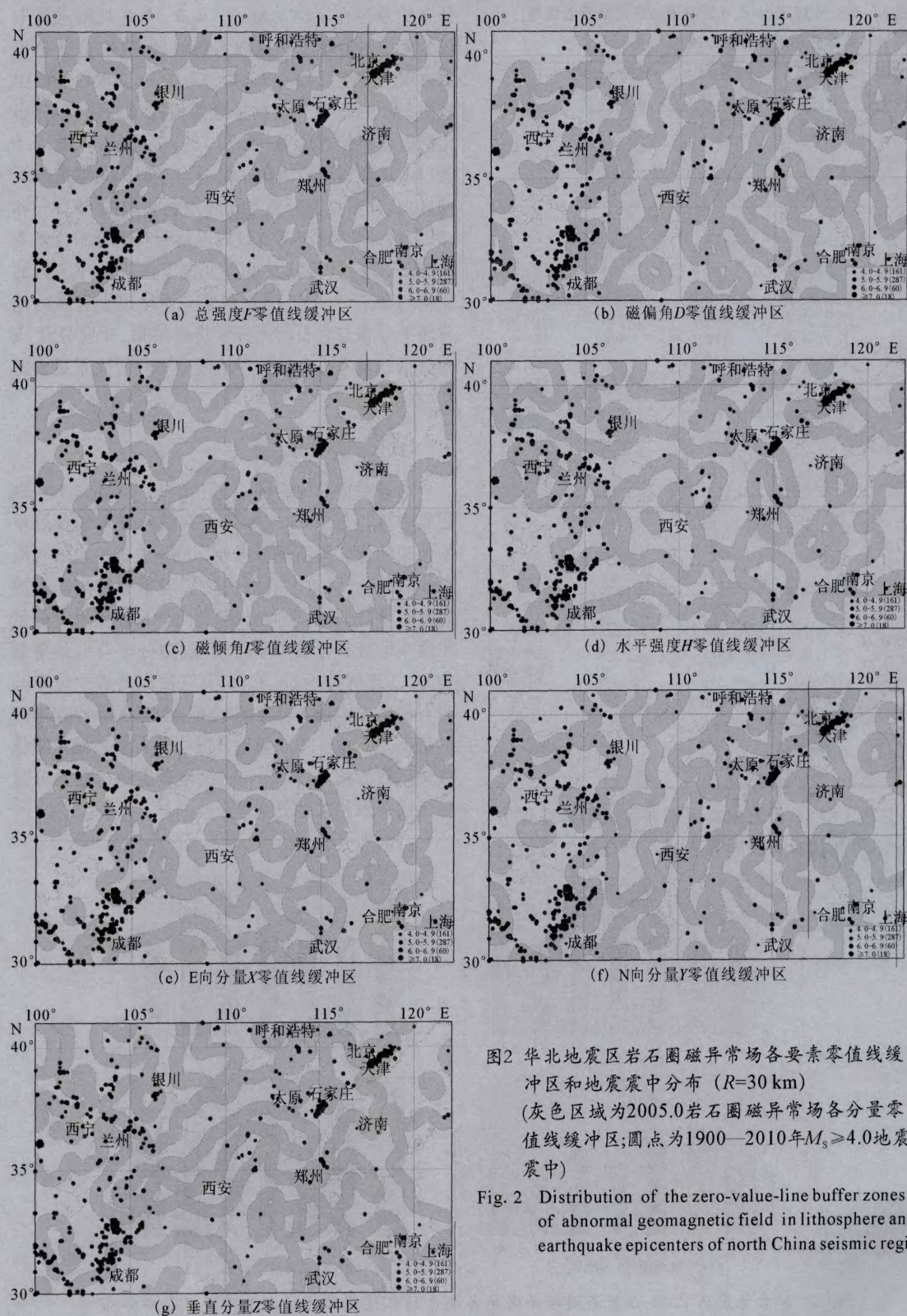


图2 华北地震区岩石圈磁异常场各要素零值线缓冲区和地震震中分布 ($R=30$ km)
(灰色区域为2005.0岩石圈磁异常场各分量零值线缓冲区;圆点为1900—2010年 $M_s \geq 4.0$ 地震震中)

Fig. 2 Distribution of the zero-value-line buffer zones of abnormal geomagnetic field in lithosphere and earthquake epicenters of north China seismic region.

表 1 华北地震区 2005.0 岩石圈磁异常场零值线与地震分布缓冲分析结果

岩石圈磁异常场分量	地震震级/ M_s	缓冲区内地震数目/个	该震级地震总数目/个	比例/%
总强度 F	4.0~4.9	98	161	60.9
	5.0~5.9	143	287	49.8
	6.0~6.9	25	60	41.7
	7.0 以上	7	18	38.9
磁偏角 D	4.0~4.9	88	161	54.7
	5.0~5.9	172	287	59.9
	6.0~6.9	40	60	66.7
	7.0 以上	15	18	83.3
磁倾角 I	4.0~4.9	122	161	75.8
	5.0~5.9	172	287	59.9
	6.0~6.9	35	60	58.3
	7.0 以上	10	18	55.6
N 向分量 X	4.0~4.9	95	161	59.0
	5.0~5.9	200	287	69.7
	6.0~6.9	29	60	48.3
	7.0 以上	14	18	77.8
E 向分量 Y	4.0~4.9	89	161	55.3
	5.0~5.9	147	287	51.2
	6.0~6.9	32	60	53.3
	7.0 以上	14	18	77.8
水平分量 H	4.0~4.9	92	161	57.1
	5.0~5.9	160	287	55.7
	6.0~6.9	33	60	55.0
	7.0 以上	11	18	61.1
垂直分量 Z	4.0~4.9	108	161	67.1
	5.0~5.9	166	287	57.8
	6.0~6.9	31	60	51.7
	7.0 以上	13	18	72.2

从表 1 看出,华北地震区不同震级的地震震中与 2005.0 年代岩石圈磁异常场不同分量的零值线

分布关系存在不同的特征。4.0~4.9 级地震震中较为集中的分布于磁倾角零值线缓冲区内,分布比例占该级地震总数的 75.8%;5.0~5.9 级地震震中较为集中的分布于 N 向分量零值线缓冲区内,分布比例占该级地震总数的 69.7%;6.0~6.9 级、7.0 级以上地震震中较为集中的分布于磁偏角零值线缓冲区内,分布比例分别占该级地震总数的 66.7%和 83.3%。同时对于 7.0 级以上地震震中分布位于 N 向分量、E 向分量以及垂直分量零值线缓冲区内,比例均高于 70%以上,这说明 7.0 级以上震级的地震震中分布与岩石圈磁异常场磁偏角、N 向分量、E 向分量以及垂直分量的零值线分布位置关系更为密切(图 3)。

3 结论与讨论

通过对华北地震区 1900—2010 年 $M_s \geq 4.0$ 地震震中分布与 2005.0 年代岩石圈磁异常场各分量零值线的位置关系进行缓冲、分析,发现一定的观测事实,即 7.0 级以上震级的地震震中分布与岩石圈磁异常场磁偏角、N 向分量、E 向分量以及垂直分量零值线的分布位置关系密切,震中分布与磁偏角最为相关,比例高达 83.3%。其它震级的震中分布与岩石圈磁异常场各分量的零值线位置关系存在不同的特征,如 4.0~4.9 级地震震中分布与磁倾角零值线关系较为相关;5.0~5.9 级地震震中与北向分量零值线关系相关性更高等。

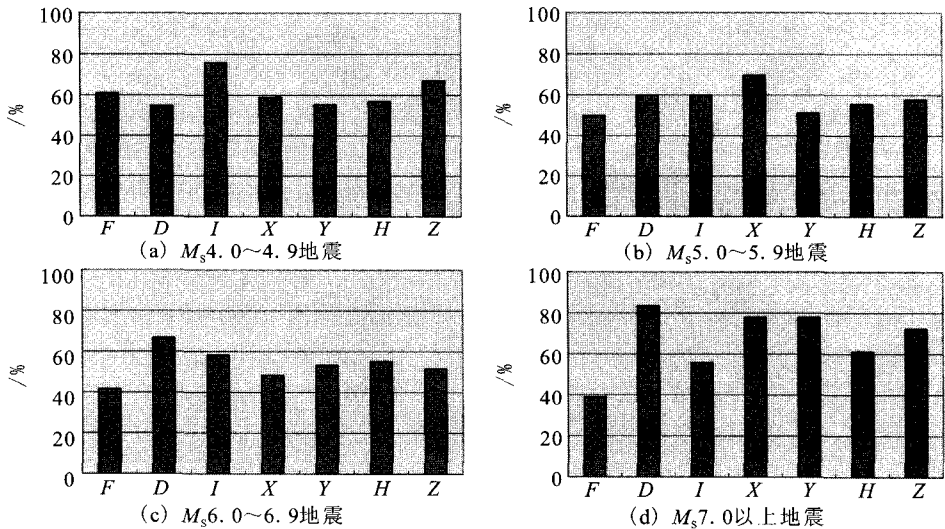


图 3 华北地震区 2005.0 岩石圈磁异常场各要素的零值线缓冲区内不同震级震中分布
Fig. 3 The percentage of seismic epicenters with different magnitude ranges in each zero-value-line buffer zones of the compoments of abnormal geomagnetic field in lithosphere in the north China seismic region.

由于区域岩石圈磁异常场与岩石圈构造、岩性和居里面埋深等因素密切相关,震中所处区域的岩石圈磁场特征是如何对应地震孕育背景,岩石圈磁异常场各分量零值线分布位置所对应的物理意义是什么等,目前的研究水平尚无法回答这些问题,需要不懈努力进一步地研究和探索。

[参考文献]

- [1] 丁鉴海.地震地磁学[M].北京:地震出版社,1994.
- [2] 张毅,顾左文,顾春雷,等.地震地磁监测试验区研究进展[J].西北地震学报,2009,31(4):93-402.
- [3] 冯志生,李琪,卢军,等.基于磁通门秒值数据的地震 ULF 磁场可靠信息提取研究[J].华南地震,2010,30(2):1-7.
- [4] 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.
- [5] 张毅,陈宇卫,顾春雷,等.苏鲁豫皖地区地磁异常场时空近期动态演化特征[J].华南地震,2009,29(2):42-48.
- [6] 范小平,杨从杰,李清河,等.远场地震电磁辐射强度与孕震震级关系[J].西北地震学报,2008,30(3):208-213.
- [7] 邓柏昌,魏焕,招宇晏.中强地震发生前电磁扰动机制的研究[J].西北地震学报,2009,31(3):231-236.
- [8] 龚绍京.水平场转换函数空间分布特征的数值模拟[J].地震学报,2001,24(6):637-644.
- [9] 贾启超.地磁 Z 分量低值时间位移与震源孕育体的可能联系[J].地震研究,2000,23(4):392-397.
- [10] 张建国,闫俊岗,王静,等.地磁加卸载响应比方法在地震预报中的应用[J].大地测量与地球动力学,2008,28(2):45-50.
- [11] 陈化然,杜爱民,王亚丽,等.地磁低点位移与地磁场等效电流体系关系的初步研究[J].地震学报,2009,31(1):59-67.
- [12] 顾左文,陈斌,高金田,等.应用 NOC 方法研究中国地区地磁时空变化[J].地球物理学报,2009,52(10):2602-2612.
- [13] 陈斌,顾左文,高金田,等.中国地区地磁长期变化研究[J].地球物理学报,2010,53(9):2144-2154.
- [14] Т Я 哈奇基扬,Г Г 斯基哈尔娜娅,А И 斯基哈尔内,等.地震震中和地磁偏角的空间分布[J].内陆地震,2008,22(3):264-270.
- [15] 沈小七,张杰.安徽省历史地震时空分析[J].减灾与发展,1997,(4):31-33.
- [16] 顾春雷,张毅,徐如刚,等.地震前后岩石圈磁场变化特征分析[J].地球物理学进展,2010,25(2):472-477.
- [17] 徐文耀,白春华,康国发.地壳磁异常的全球模型[J].地球物理学进展,2008,23(3):641-651.
- [18] 傅征祥,刘杰,刘桂萍.张家口—蓬莱断裂带的中长期强地震危险性研究[J].中国地震,2000,16(4):334-341.
- [19] 刘东旺,沈小七,李敏莉,等.华北地震区地震活动特征及其危险性研究[J].地震地磁观测与研究,2004,25(3):8-13.
- [20] 郭伦,刘瑜,张品,等.地理信息系统—原理、方法和应用[M].北京:科学出版社,2002:168-173.
- [21] 张超.地理信息系统实习教程[M].北京:高等教育出版社,2000:130.
- [22] 刘峰,张家声,黄雄南,等.南北地震带中南段地壳水平运动负位错反演与汶川等地震背景[J].中国地震,2009,25(4):394-404.