

2015—2016 年大华北地区岩石圈磁场变化 及震前异常特征^{*}

赵慧琴, 云 萌, 苏树朋, 张海洋, 李 博, 张纳莉

(河北省地震局 保定中心台, 河北 保定 071000)

摘要: 利用 2015—2016 年大华北地区 260 个测点流动地磁矢量资料, 结合河北尚义 4.0 级和唐山 4.0 级地震, 对获得的相邻期岩石圈磁场变化进行了分析。结果表明: 尚义 4.0 级地震震中附近水平矢量 H 方向出现转向, 同时处于磁偏角 D 变化的零值线上, 磁倾角 I 和总强度 F 变化无明显的局部异常特征。唐山 4.0 级地震震中位于水平矢量 H 量级由北至南出现突然减小的变化, 同时处于磁偏角 D 负值高梯级带边缘, 也位于磁倾角 I 变化的正负值交界处, 而总强度 F 却无明显的局部异常特征。

关键词: 大华北地区; 地磁矢量观测; 岩石圈磁场; 磁异常特征

中图分类号: P318

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2017)03-0368-04

0 引言

岩石圈磁场空间结构分布复杂, 时间上变化稳定, 其时间变化尺度是以地质年代计算的。然而在一些剧烈的地质活动期间, 局部地区的岩石圈磁场可能发生快速变化, 如火山活动时, 由于热退磁效应, 火山附近的磁场会发生快速的变化; 在地震孕育和发生时, 由于构造活动、压磁效应、热磁效应等原因, 震源区及周围地区的磁场也可能发生快速变化(徐文耀, 2009)。我国学者就地震地磁观测与研究进行了大量的研究工作, 并取得诸多成果。刘高义等(2004)获取了中小地震前沿地磁测线同一期各测点出现了 δf “同向” 异常信息; 陈斌等(2011)分析了 2009—2010 年大华北地区岩石圈磁场分布情况与异常特征; 倪喆等(2014c)通过对鲁甸 6.5、永善 5.0 地震前岩石圈磁场局部异常特征的分析, 发现岩石圈磁场的异常持续时间、空间范围与震级大小有一定关系; 苏树朋等(2016)对晋冀蒙地磁场总强度加密区的观测资料进行分析, 结果表明岩石圈磁场分布形态不仅具有较强的地震地质的构造特征, 还与 3.0 级以上地震的震中分布有相对明确的空间特征。

目前, 中国地震局已在中国大陆三大重点监视区(南北地震带、大华北地区、南北天山地震带)开展了多年的流动地磁矢量观测。通过对区域地磁场的重复观测, 获取其岩石圈磁场的变化, 提取有效的震磁前兆异常信息, 这是当前地震地磁监测的主要技术路线。本文在前人研究结果的基础上, 采用 2015—2016 年大华北地区流动地磁矢量 260 个测点的原始资料, 对其处理后得到了相邻期的岩石圈磁场变化, 并总结了该时段内河北尚义 4.0 级、唐山 4.0 级地震前岩石圈磁场局部异常变化特征。

1 资料选取与数据处理

1.1 流动地磁矢量观测资料选取

中国地震局地球物理研究所、中国地震局第一监测中心、河北省地震局等 5 家单位分别在 2015 和 2016 年的 3—5 月共同对大华北地区 260 个地磁矢量测点进行了重复观测, 得到了相邻 2 期的观测资料, 主要为地磁场总强度 F 、磁偏角 D 和磁倾角 I 的绝对值数据。其中, 测量地磁场总强度 F 使用的是 GMS-19T 质子旋进磁力仪; 磁方位角和磁倾角 I 使用的是 CTM-DI 磁力仪; 地理方位角, 以及地磁测点的经度、纬度和高程使用差分 GPS

^{*} 收稿日期: 2017-01-21.

基金项目: 《2015.0 年代中国地磁参考场编制 (20150813)》的协作任务“华北地区地磁观测与研究”和大华北中北部流动地磁监测及数据处理与异常分析 (17F04JB149) 共同资助。

仪（定位精度：水平为 5 mm + 1 ppm，垂直为 10 mm + 1 ppm，测量方位角的精度为 0.2′）。

图 1 为大华北地区流动地磁矢量测点分布图。测量范围覆盖了东北和华北的全部，以及华东的部分区域。华北和华东地区的流动地磁矢量测点间距为 60 ~ 70 km，东北地区的测点间距为 70 ~ 90 km。测区内分布着阴山构造带、秦岭—大别山构造带、太行山断裂、燕山造山带、张渤带、山西地震带、郯庐断裂带、鄂尔多斯地块等构造与地震活动带。2016 年 6 月 23 日河北尚义 4.0 级发生在燕山造山带北缘的尚义—平泉断裂，位于观测区域的边缘；2016 年 9 月 10 日河北唐山 4.0 级地震发生在张渤带的东段，位于观测区域内。

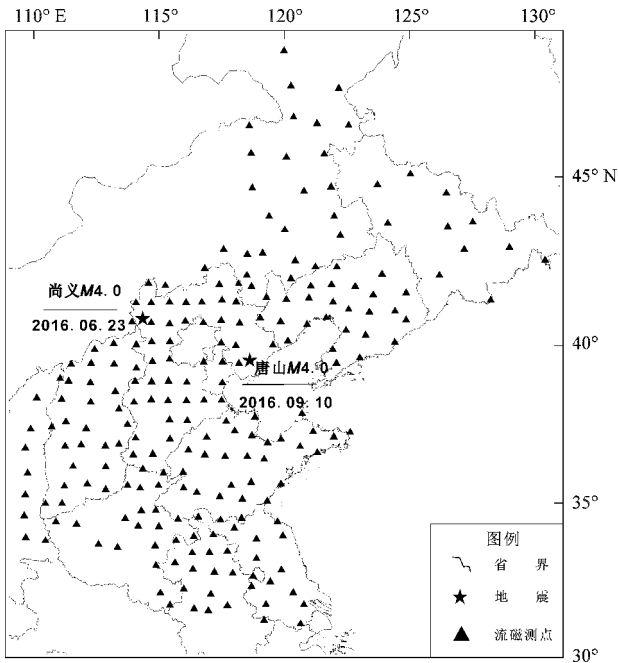


图 1 大华北地区流动地磁矢量测点分布图

Fig. 1 Observation points distribution of mobile geomagnetism vectors in North China

1.2 数据处理

数据处理过程为：①采用距地磁台的连续分钟值数据对野外观测数据进行地磁日变通化，以消除地磁场的外源场部分；②将日变通化后的数据统一归算至 2015.0 年，以消除地磁场的长期变化。其中地磁场长期变化改正使用“1995 年 1 月 1 日—2016 年 9 月 20 日中国大陆地区地磁场非线性变化模型（NOC）”（顾左文等，2009）；③使用中国地磁参考场模型（CGRF）计算出该区域的主磁场模型数据（陈斌，2011），通过剥离主磁场而获

得其岩石圈磁场；④经过一次差分计算得到了相邻测期岩石圈磁场的变化，在最后这个过程中将两期测点位置不一致的测点进行了剔除，又去除孤立异常点后，实际使用了 228 个测点的野外观测数据。

2 岩石圈磁场变化特征

近年来，与南北地震带、南北天山地震带相比，大华北地区的地震活动呈现出较弱现象。河北尚义 4.0 级、河北唐山 4.0 级地震均发生在 2016 年下半年，时间间隔未超 3 个月；这 2 次震中位于该测区的东西边缘，空间跨度约为 400 km。图 2 为 2015—2016 年大华北地区相邻期岩石圈磁场变化特征分布，由图可见水平矢量 H 、总强度 F 、磁偏角 D 和磁倾角 I 在震前具有一定的地震地磁异常特征，其中 D 、 I 的间隔分别为 0.25′，下为 5 nT。

图 2a 显示：2015—2016 年大华北地区岩石圈磁场变化水平矢量 H 的整体趋势性不明显，在黑龙江中西部、吉林中部、山东和安徽中北部、河北西部、山西中部呈现出水平矢量 H 方向散乱、无规律且量级小的局部异常特征。唐山 4.0 级地震震中恰好位于水平矢量 H 从内蒙古东部至渤海湾由东到西大面积整体趋势与山东中北部局部异常的交汇地带，且水平矢量 H 量级突然减小；而尚义 4.0 级地震震中位于从河北南部至河南境内由东到西整体趋势与河北西部、山西中部局部异常的交汇区域，且震中附近的水平矢量 H 发生了转向。

图 2b 所示 2015—2016 年大华北地区岩石圈磁场变化的磁偏角 D 以负值分布为主，正值主要集中分布于晋冀、京冀、晋陕交界，以及江苏北部地区，正值量级的均值约为 1.25′。从图 2b 可以看到：晋冀、京冀交界近东西向的局部正异常条带楔入到负值区当中，而该条带周边局部有负值的高梯度带。尚义 4.0 级地震震中位于磁偏角 D 变化零值线附近，且零值线向西出现了明显的凹进的弯曲形态；唐山 4.0 级地震震中则位于该负值高梯度带的东边界。

图 2c 中，2015—2016 年大华北地区岩石圈磁场变化的磁倾角 I 以正值分布为主，在冀蒙、苏鲁交界及其周边均为正值，最大正值出现在江苏中部，量值约为 1′；大面积的负值区主要集中在苏皖、冀豫皖交界及其周边，江苏东南部出现负值

的最大值约为 $1.5'$ 。进一步可以看到该大面积的负值区西北角处向东北方向延伸出量级较小的负值条带, 该条带止于渤海湾东侧。唐山 4.0 级地震震中位于延伸负值条带内, 在正负交界处。而尚义 4.0 级地震震中完全湮没在正值区中, 无明显的异常特征。

图 2d 显示 2015—2016 年大华北地区岩石圈磁

场变化的总强度 F 与磁倾角 I 在变化形态上十分相似, 整个测区以正值区为主, 均值约为 5 nT ; 大面积负值区的分布有 2 部分, 一部分在黑吉蒙交界, 负值均值约为 -5 nT ; 另一部分在苏皖豫及其周边, 负值均值约为 -10 nT 。2 次 4.0 级地震均在总强度 F 的正值区内, 震中分别距最近的零值线有 70 km 和 110 km 。

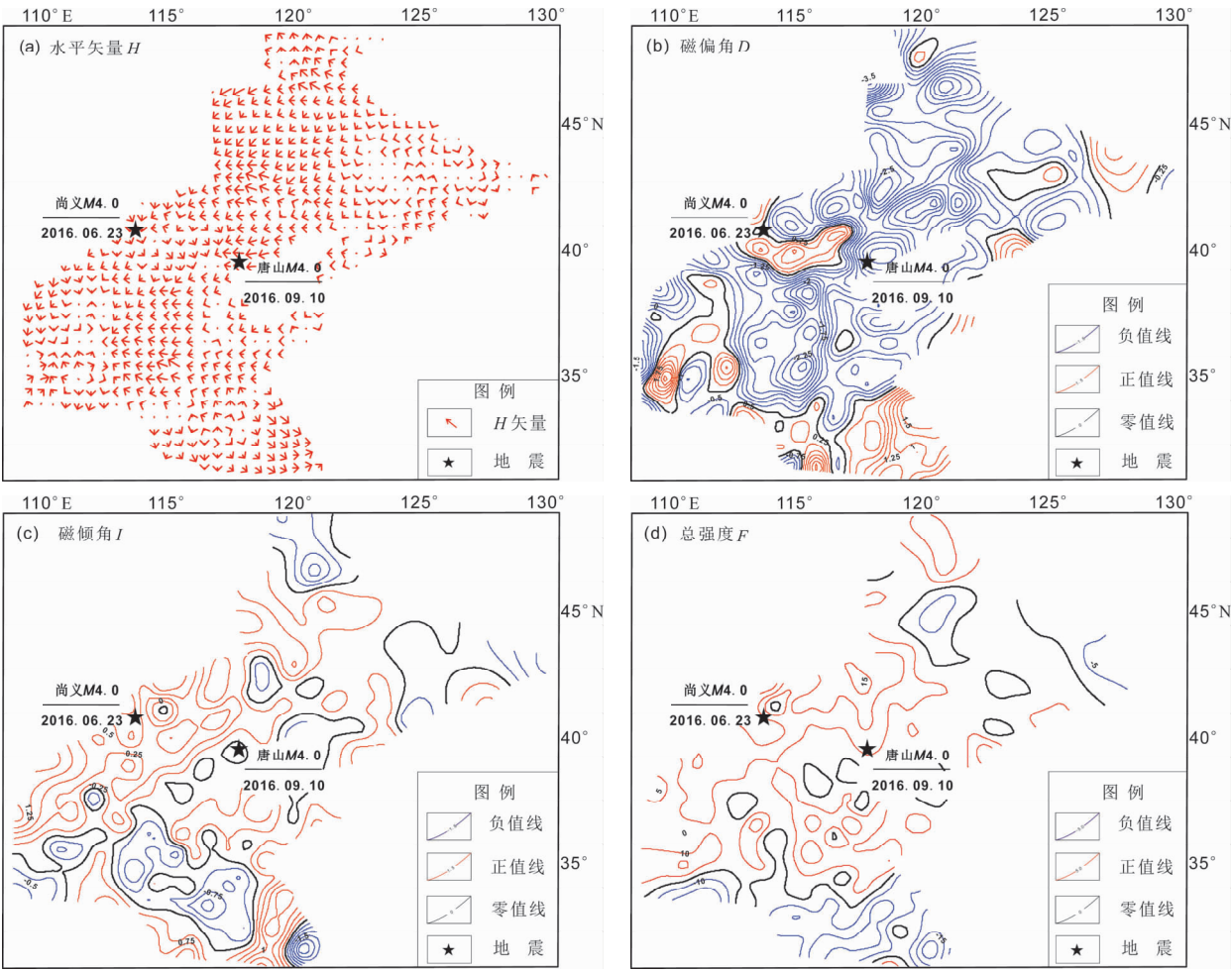


图 2 2015—2016 年大华北地区岩石圈磁场变化分布图

Fig. 2 Distribution of lithosphere magnetic field variation in North China from 2015 to 2016

3 讨论与结论

流动地磁测量的目的是研究局部地区地磁场在 地震前的空间分布和时间变化特征, 为地震预报工作服务 (国家地震局, 1986)。本文着重描述了尚义 4.0 级、唐山 4.0 级地震前 2015—2016 年大华北地区岩石圈磁场变化呈现出的异常特征。虽然都是 4.0 级地震, 但在局部异常特征的表现却

不相同: 尚义 4.0 级地震震中附近水平矢量 H 方向出现转向, 并且处于磁偏角 D 变化的零值线上, 磁倾角 I 和总强度 F 变化无明显的局部异常特征。唐山 4.0 级地震震中则位于水平矢量 H 量级呈现出突然减小的变化, 并且处于磁偏角 D 负值高梯级带边缘, 同时也位于磁倾角 I 变化的正负值交界处, 总强度 F 却无明显的局部异常特征。

我们也认识到在不同区域、不同构造带上的地磁异常特征表现有所不同, 这造就了地磁前兆

异常信息的多样性和复杂性，今后需要不断总结并提升与地震相关异常特征的识别能力。当前，为了能更好的提取地震前，尤其是中小地震前的异常信息，需要积累更多的观测资料 and 实际震例。

本文在撰写过程中，云南省地震局倪喆高级工程师给予了大力的指导与支持，河北省地震局苏树朋高级工程师提出了宝贵意见，在此一并表示感谢。

参考文献：

陈斌,顾左文,狄传芝,等. 2011. 2009~2010年大华北岩石圈磁异常分布及其变化特征[J]. 云南大学学报(自然科学版), 33(5): 548-553.

陈斌. 2011. 自然正交方法在地震地磁监测中的应用[J]. 地震研究, 34(4): 466-469.

地震预报推进组. 2001. 地球物理所中短期地震预测的回顾[J]. 地

震地磁观测与研究, 22(4): 3-15.

顾左文,陈斌,高金田,等. 2009. 应用 NOC 方法研究中国地区地磁时空变化[J]. 地球物理学报, 52(10): 2602-2612.

刘义高,胡诚,张明,等. 2004. 流动地磁测量中地震异常信息的探索[J]. 西北地震学报, 26(4): 353-356.

倪喆. 2014a. 洱源 5.5 级地震前后地磁场变化异常特征分析[J]. 地震研究, 37(3): 426-432.

倪喆,陈双贵,袁浩浩,等. 2014b. 芦山 7.0 级地震前后岩石圈磁场异常变化研究[J]. 地震研究, 37(1): 61-65.

倪喆,袁浩浩,王粲,等. 2014c. 2014 年云南鲁甸 6.5 级、永善 5.0 级地震前岩石圈磁场局部异常特征分析[J]. 地震研究, 37(4): 537-541.

苏树朋,李博,宋志刚,等. 2016. 晋冀蒙地磁总强度加密区观测资料分析[J]. 震地磁观测与研究, 37(2): 84-89.

徐文耀. 2009. 地球电磁现象物理学[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社.

国家地震局. 1986. 地震地磁野外测量规范[M]. 北京:地震出版社.

Lithospheric Magnetic Field Variation and Pre-seismic Anomaly Characteristics in North China Area from 2015 to 2016

ZHAO Huiqin, YUN Meng, SU Shupeng, ZHANG Haiyang, LI Bo, ZHANG Nali
(Baoding Central Seismic Station of Hebei Earthquake Agency, Baoding 071000, Hebei, China)

Abstract

Using the mobile geomagnetism vectors of 260 observation points in North China from 2015 to 2016, and combing with the $M4.0$ earthquake in Shangyi, Hebei as well as $M4.0$ earthquake in Tangshan, we analyzes the accessibly adjacent lithospheric magnetic field variation. The results indicate that the horizontal vector H changed direction near the $M4.0$ earthquake of Shangyi, and it is on the zero value line of the variation of the magnetic declination D , while the variation of magnetic inclination I and the total intensity F have no evident local anomaly features. The $M4.0$ earthquake epicenter in Tangshan is located in the horizontal vector H , where a variation of sudden diminution in it's magnitude from south to north; meanwhile, it is on the edge of high gradient zone of magnetic declination D 's negative value, and is also located at the junction of positive and negative values of magnetic inclination I 's variation. However, the total intensity F has no evident local anomaly features.

Keywords: North China; geomagnetism vector observation; lithosphere magnetic field; magnetic anomaly characteristics