

杜学彬, Zlotnicki J, 黄清华, 申旭辉. 2017. 2016年地震和火山电磁方法国际研讨会专辑前言. 地震学报, 39(4): 451-454. doi:10.11939/jass.2017.04.001.

Du X B, Zlotnicki J, Huang Q H, Shen X H. 2017. Preface to the special issue on the international workshop on electromagnetic studies of earthquakes and volcanoes in 2016. *Acta Seismologica Sinica*, 39(4): 451-454. doi:10.11939/jass.2017.04.001.

## 2016年地震和火山电磁方法国际研讨会专辑前言<sup>\*</sup>

杜学彬<sup>1,4,\*</sup> Jacques Zlotnicki<sup>2)</sup> 黄清华<sup>3)</sup> 申旭辉<sup>4)</sup>

1) 中国兰州 730000 中国地震局兰州地震研究所

2) UMR6524-CNRS-OPGC, Clermont-Ferrand 63038, France

3) 中国北京 100871 北京大学地球与空间科学学院

4) 中国北京 100036 中国地震局地震预测研究所

doi:10.11939/jass.2017.04.001 中图分类号: P315.72 文献标志码: A

### Preface to the special issue on the international workshop on electromagnetic studies of earthquakes and volcanoes in 2016

Du Xuebin<sup>1,4,\*</sup> Jacques Zlotnicki<sup>2)</sup> Huang Qinghua<sup>3)</sup> Shen Xuhui<sup>4)</sup>

1) Lanzhou Institute of Seismology, China Earthquake Administration, Lanzhou 730000, China

2) UMR6524-CNRS-OPGC, Clermont-Ferrand 63038, France

3) School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China

4) Institute of Earthquake Science, China Earthquake Administration, Beijing 100036, China

国际地震和火山电磁方法委员会(Electromagnetic Studies of Earthquakes and Volcanoes, 简写为 EMSEV; <http://www.emsev-iugg.org/emsev/>)是国际大地测量与地球物理学联合会(International Union of Geodesy and Geophysics, 简写为 IUGG)隶属的国际地磁学与高空物理学协会(International Association of Geomagnetism and Aeronomy, 简写为 IAGA)、国际地震学与地球内部物理学协会(International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior, 简写为 IASPEI)、国际火山学和地球内部化学协会(International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior, 简写为 IAVCEI)的跨学科联合学术组织. 2002年以来 EMSEV 先后在数个国家和地区举办了学术研讨会, 2016年首次在中国大陆举办了该组织的学术研讨会(<http://www.emsev2016.com/>). 本次研讨会由中国地震局兰州地震研究所和地壳应力研究所承办, 于2016年8月25—29日在兰州召开.

本次研讨会交流内容包括关于地电阻率和地震电磁效应的实验、理论、观测技术、数

\* 基金项目 国家自然科学基金(41374080)资助.

收稿日期 2017-06-15 收到初稿, 2017-06-22 决定采用修改稿.

† 通讯作者 e-mail: duxb@163.com.



据应用及观测环境等方面的新进展,文章以会议专辑的形式发表在国内外的3个学术期刊上,其中《地震学报》收到50多篇论文,经同行专家评审最终录用了14篇论文。下面分别从地电阻率、地电场、地磁场和空间对地电磁观测等4方面展开论述。

## 1 地电阻率

关于地电阻率方面,本专辑发表了毛先进、沈红会、杜学彬、张斌、高曙德、王同利为第一作者的6篇文章。

地电阻率多极距观测方法是消除地表和表层影响而获得地下不同深度介质(真)电阻率变化的方法(钱家栋,赵和云,1988;薛顺章等,1994)。毛先进等应用地下电阻率三层结构一维反演方法,研究了多极距观测中如何获得地下各层(真)电阻率变化的问题,其结果显示,对一维分布的电性结构,多极距观测可以区分各层电阻率变化,但是,在第一、二层界面起伏的情况下,层电阻率变化较大,会影响对深部电阻率变化的正确判断。该成果有助于正确分析地电阻率多极距观测中地下各层电阻率的变化。在我国长达半个多世纪的地电阻率方法试验观测中,几乎所有地电台站均观测到了地电阻率的长趋势变化,研究此类变化对研判地震前兆异常和地震预测预报均有重要意义(杜学彬,2010;解滔,2011)。沈红会等研究了地电阻率长期趋势变化的区域性同步特征,认为这种长趋势变化与区域构造活动有关,并且根据区域内断层性质分析了长趋势地电阻率上升变化的转折变化更具有短期预测意义。经历了长期的地电阻率监测预报试验,地电学科发展了一系列的地电阻率时间序列数据处理方法,杜学彬等介绍了其中常用的8种方法的原理、使用条件、异常指标以及前期的数据准备、预处理程序等,为这些方法的正确应用提供了指导和有益的参考。

张斌等利用电阻率层析成像方法分析了人工样品单轴压缩实验过程中样品自由表面的视电阻率相对变化,结果显示:随着应力的增加或减小,电阻率减小的区域收缩,而电阻率增大的区域扩张;样品中的高阻体对其所在部位和附近区域的电阻率增大幅度有较大影响;对具有原始电性各向异性的样品,随着应力的增加,其各向异性程度降低,微裂隙主要在样品的浅部产生和发展;在实验室内可以重复观测到类似于地震前地电阻率减小、震后恢复的现象(Mjachkin *et al*, 1975; 冯锐等, 2001; 杜学彬, 2010)。上述结果表明,地电阻率层析成像技术可能成为目前地电阻率观测方法的有益补充。

随着地表大极距、多方位的地电阻率观测受地表杂散电流和金属管线/网类干扰的影响愈来愈严重,人们开始发展抑制杂散电流干扰的视电阻率测量仪器(赵璧如等,2006)。高曙德等应用基于编码源循环互相关辨识技术的地电阻率测量方法,在杂散电流干扰大的甘肃省兰州观象台和陇南汉王台进行了测量试验,结果表明在强电噪声背景下该方法具有较好的抗噪声能力。王同利等针对北京延庆台地电阻率测区内的地表金属管线、建筑脚架等铁质干扰源,应用有限元方法计算了在地下水平分层电性结构情况下这些铁质干扰源对地电阻率观测的影响量,该结果为分析类似台址电性结构条件下测区地表铁质体的干扰影响提供了参考。

## 2 地电场

关于地电场方面本专辑发表了马钦忠、高悦、李飞、孙君嵩、刘君、辛建村为第一作者的6篇文章。

地震前的地电场变化是重要的短临前兆信息,但是由于在地电场观测中往往存在人类工业活动、雷电、电极极化等噪声,容易造成地震电信号可信度降低的问题。同时,地电场变化还表现出与区域地质结构、活动构造、电性条件以及台址电性结构相关的差异。马钦忠等详细地分析了陕甘宁晋、川滇、华东地区高压直流输电换流站入地强电流引起的附加电场的变化特征,通过已知信号源所产生的附加电场研究了地电场变化的区域性差异,加深了对地震电信号变化特征的认识,有助于识别地震电信号。自然时间域是时间模型的一种新观点(Varotsos *et al.*, 2011a, b),该模型将复杂系统时间序列用于自然时间域内进行分析,能更好地揭示时间序列的动态特征,进而识别地震前的电信号等。高悦等在国内引入了这一新观点,并将其用于震前地电场信号的分析。

在目前的地电场观测中,地电日变化和地电暴是两个最普遍出现、最易识别的地电场变化成分。李飞等和孙君嵩等分别研究了典型地电日变化和地电暴变化的特征,并从时间域、频率域两个方面详细地分析了地电日变化的区域性特点和地电暴的广域性特点。地电脉动是地电微变化的主要成分之一,刘君等研究了青藏高原东北缘区域的地电脉动能谱变化;辛建村和谭大诚分析了地电日变化在不同测向的相位关系。这些研究促进了地电场时、频域变化的规律性研究。

### 3 地磁场和空间对地电磁观测

地磁场方面发表了1篇文章。地震前地磁场的极化现象备受关注,主要表现为极化方位的变化和极化增强现象。何畅和冯志生应用成都台的秒观测数据,分析了该台站附近几次中等地震前ULF频段的电磁信号。在数据处理中,用傅氏拟合方法消除了子夜数据极化值中的长周期成分,结果显示,极化增强现象与其后2个月内台站周边的 $M_L \geq 5.0$ 地震有很好的对应关系。

空间对地电磁观测方面发表了1篇文章。颜蕊等应用我国台湾与美国合作发射的COSMIC卫星和SPIDR的18个地面垂测仪台站测量的电离层 $N_m F_2$ 全部数据,按季节、地方时和纬度分类等统计,进行了电离层结构参数的地基定量检验,给出了利用地面垂测仪观测数据验证卫星观测的电离层结构参数的方法以及电离层结构参数的定性、定量判别依据。

作为本专辑的客座编辑,作者感谢所有的审稿专家,他们细致地审阅了全部投稿论文50多篇,提出了许多建设性的修改意见和建议,使本专辑最后确定的14篇论文得以顺利发表。

### 参 考 文 献

- 杜学彬. 2010. 在地震预报中的两类视电阻率变化[J]. 中国科学: 地球科学, **40**(10): 1321–1330. doi:10.1007/s11430-010-4031-y.
- Du X B. 2011. Two types of changes in apparent resistivity in earthquake prediction[J]. *Science China Earth Science*, **54**(1): 145–156. doi:10.1007/s11430-010-4031-y.
- 冯锐, 郝锦绮, 周建国. 2001. 地震监测中的电阻率层析技术[J]. 地球物理学报, **44**(6): 833–842.
- Feng R, Hao J Q, Zhou J G. 2001. Resistivity tomography for earthquake monitoring[J]. *Chinese Journal of Geophysics*, **44**(6): 833–842 (in Chinese).

- 钱家栋, 赵和云. 1988. 地电阻率的数值模拟和多极距观测系统[J]. 地震学报, **10**(1): 77-89.
- Qian J D, Zhao H Y. 1988. Earth resistivity modeling and observational system with multi-separation of electrodes[J]. *Acta Seismologica Sinica*, **10**(1): 77-89 (in Chinese).
- 解滔. 2011. 地电阻率长趋势变化及机理解释[D]. 兰州: 中国地震局兰州地震研究所: 1-52.
- Xie T. 2011. *The Long-Trend Variations of Geo-resistivity and the Explanation on the Variations* [D]. Lanzhou: Lanzhou Institute of Seismology, China Earthquake Administration: 1-52 (in Chinese).
- 薛顺章, 温新民, 董永德, 梁子彬, 张庆渊, 赵和云. 1994. 地电阻率预报地震新方法研究[J]. 地震学报, **16**(2): 227-234.
- Xue S Z, Wen X M, Dong Y D, Liang Z B, Zhang Q Y, Zhao H Y. 1994. A new method for earthquake prediction by earth-resistivity measurements[J]. *Acta Seismologica Sinica*, **16**(2): 227-234 (in Chinese).
- 赵璧如, 赵健, 张洪魁, 钱卫, 赵玉林, 钱复业. 2006. PS100 型 IP 到端可控源高精度大地电测仪系统: CDMA 技术首次在地电阻率测量中的应用[J]. 地球物理学进展, **21**(2): 675-682.
- Zhao B R, Zhao J, Zhang H K, Qian W, Zhao Y L, Qian F Y. 2006. The PS100 high precision earth-electricity instrument system (IP to IP) with controllable source: Application of CDMA technology to the measurement of earth-resistivity for the first time[J]. *Progress in Geophysics*, **21**(2): 675-682 (in Chinese).
- Mjachkin V I, Brace W F, Sobolev G A, Dieterich J H. 1975. Two models for earthquake forerunners[J]. *Pure Appl Geophys*, **113**: 169-181.
- Varotsos P, Sarlis N V, Skordas E S. 2011a. *Natural Time Analysis: The New View of Time* [M]. Berlin, Heidelberg: Springer: 247-289.
- Varotsos P, Sarlis N V, Skordas E S, Uyeda S, Kamogawa M. 2011b. Natural time analysis of critical phenomena[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, **108**(28): 11361-11364.