

# 近年来流动地磁观测在地震监测中的 发展及其预测应用

自 2002 年始，在中国地震局、科技部的大力支持下，由中国地震局地球物理研究所主持，云南省地震局、甘肃省地震局、安徽省地震局、河北省地震局、四川省地震局、新疆地震局、福建省地震局、吉林省地震局、黑龙江省地震局、第一监测中心共同参与，开展了 5 年一轮的中国大陆地区流动地磁矢量观测。完成了 2005.0、2010.0、2015.0 等 3 个标准地磁年代的《中国地磁参考场（中国地磁图）》的编制工作，分别建立了上述 3 个年代的中国地区基本地磁场、岩石圈磁场等模型。当 2005 年底，编制完成《2005.0 年代中国地磁参考场（中国地磁图）》之时，发生了九江—瑞昌  $M_s5.7$  地震。研究团队细致分析了震区及其周边的地磁基本场数据和模型，认为存在以水平分量为主的异常表现。为继续追踪该异常的演化过程，并探索有效的地震异常监测分析方法，中国地震局监测预报司首次开展了流动地磁矢量观测的地震监测工作。由此，流动地磁矢量观测由基础科学研究走向了地震监测和预测工作。

20 世纪 70 年代起，中国地震局遂行的流动地磁监测测项，以地磁场总强度观测为测量手段，以孤立测点的通化差值为主要分析物理量。测点分布沿相关断裂带的走向进行布设，分析研究断层及其周边的震磁前兆信息。获得了如唐山  $M7.8$ 、海城  $M7.3$ 、剑川  $M5.4$  等地震的磁震信息，说明地震孕育过程和地磁场变化之间具有一定的对应关系。当时的主要物理思路为：中强地震发生前，孕震区沿主要断裂会发生应力汇聚、地下介质的物性变化、裂隙和微破裂等物理现象。监测并发现上述现象所伴生的磁场异常应该是有效的物理思路和技术路线。然而，在随后的监测实践过程中，直至汶川  $M_s8.0$  地震的发生，“传统的”流动地震地磁监测手段始终未有效地、有共识地、在震前做出异常判定。流动地震地磁监测测项对地震预报的支撑作用也日渐式微。

在汶川  $M_s8.0$  地震的震后总结和反思过程中，有 2 点看法逐步得到了普遍共识。其一，所谓异常和正常是相对的、辩证的。正常不是空间分布均匀、时间变化趋于零，异常也不是“惊天动地”和“山呼海啸”。欲要辨识“异常”，首先要搞清楚“正常”。其二，就地球物理场监测而言，空间分辨力和空间覆盖范围是辩证的、必须兼顾的，局部高密度的“聚焦式”监测布局会极大地制约分析和研究的视野。因此，监测预报司正式提出了地球物理场监测应该“成场”“成网”的改革思路。

基于这种认识，随着九江—瑞昌  $M_s5.7$ 、汶川  $M_s8.0$  和玉树  $M_s7.1$  地震发生后地震地磁应急监测工作的开展，流动地磁技术团队适时适势地改变原有传统的监测模式和调整测网布

局，逐渐逐步地开启了区域地磁场监测与地震预报的探索之路。

目前，对于地震地磁异常现象的研究仍处于原始积累阶段。在中国地震局的监测—预测—研究体系当中，以年度地震危险区“东5西6”地震活动为主要预测目标下，流动地磁矢量观测的地磁异常区在中国大陆，尤其是南北地震带上的发震地点有良好的映震效果。其中，芦山  $M7.0$ 、洱源  $M5.5$ 、彝良  $M5.7$ 、永善  $M5.0$ 、康定  $M6.4$ 、景谷  $M6.6$ 、岷县—漳县  $M6.6$ 、鲁甸  $M6.5$ 、祁连  $M5.3$ 、昌宁  $M5.1$ 、门源  $M6.4$ 、灯塔  $M5.1$ 、皮山  $M6.5$ 、运城  $M4.4$  等地震均位于流动地磁年度异常区里或附近。

针对岩石圈磁场异常变化特征与地震之间的关系，中国地震局地球物理研究所、云南省地震局、河北省地震局和甘肃省地震局等 10 余家单位在大华北、南北地震带、南北天山和华南地区开展了大规模大范围的监测和预测工作，取得了一系列新的研究成果。“地震研究之地磁专栏”征集了一批关于上述 4 个地区的近期研究论文，主要以流动地磁观测、固定地磁台站观测为主的监测、预测和科研成果。

这些成果的出版，是对九江—瑞昌  $M_{\text{s}}5.7$  地震以来、3 代地震地磁研究者持续探索的小结，将有助于相关科研人员了解中国地震局地震地磁监测、预测、科研工作的最新进展。同时，也努力为全球的地磁学、地震地磁学发展贡献出中国力量。

最后，经过 10 余年的发展，流动地磁团队已形成了“70 后”“80 后”组成的新一代核心。而且一改或专注于 Papers 的“书斋学者”、或专注于野外测量的“勘探郎”之畸形、割裂状态。新一代流动地磁技术团队的核心能兼顾科学研究、实际操作和应用效能。这是流动地磁技术团队 10 余年发展积累的最大成果！“长江后浪推前浪”，继往开来，望莫大焉、望莫厚焉！

中国地震局地球物理研究所 顾左文



2017 年 7 月 15 日