

数学与系统科学研究院

计算数学所学术报告

报告人: 王显莹 博士

( 中国地质科学研究院地球深部探测中心,  
中南大学地球科学与信息物理学院 )

报告题目:

大地电磁法数据自动处理与大  
规模反演问题

邀请人: 崔涛 副研究员

报告时间: 2016 年 8 月 3 日 (周三)

下午 14:00

报告地点: 科技综合楼三层

301 报告厅

## 摘要:

随着地质（资源勘查）研究不断走向深部，不得不采用各用地球物理手段。MT 作为一种高效的、相对廉价的深部探测方法越来越广泛采用，近 10 年来呈现出数据大爆发的态势，这对传统的数据处理流程与反演方法带来了空前的挑战。

### **问题一**

传统的数据处理流程最主要面对的困难主要是噪声所带来的，包括仪器自身噪声、人文环境噪声、地质噪声以及天然场“死频带”所引起的低信噪比。这些噪声的影响会出现在数据采集和处理的各个环节，如数据采集的时段与地点挑选、时间序列去噪、时-频估计、功率谱挑选、曲线圆滑、静态效应校正等，同时增强了反演问题的不适定性。针对这些问题，过去已经发展了一系列的处理方法与技术，如 E-MAP 采集方法(Bostick, 1986)、时间域数学形态滤波(李晋等)、子空间追踪去噪(王辉等)、Robust 估计(Egbert et al., 1986)、远参考技术(Gamble et al., 1979)、Rhoplus (Pakrer and Booker, 1996)、阻抗张量分解、静态位移校正和区域电性主轴方向识别 (Bahr, 1988; 1991; Jones, 1988; Groom and Bailey, 1989; deGroot-Hedlin, 1991; Ogawa and Uchida, 1996; Ogawa 1999; McNeice and Jones, 2001)、相位张量分析(Caldwell et al., 2004)。在考虑噪声影响的数据处理过程中势必考虑到最优化参数的选取（如预白因子、时窗大小、误差下限值、操作的频段等），这不仅大大增加了工作量，在某些参数选取上由于过渡依赖于处理人员的经验（功率谱挑选、曲线圆滑），面临着很大的不确定性，这就可能导致最终结果的不稳定性。因此，面临与日俱增的 MT 数据，急需提出一种基于最优化参数的自动化数据处理流程。

### **问题二**

在过去的十几年中，大地电磁数据的二维反演与解释方法取代了一维反演方法成为主流并发展了一系列通用二维反演方法，如 Occam 反演(Wannamaker et al., 1986; 1987; Constable et al., 1987; deGroot-Hedlin and Constable, 1990; 2004)，REBOCC 反演(Siripunvaraporn and Egbert, 2000; 2007)，Bayesian 反演(Uchida, 1993)，NLCG 反演 (Rodi and Mackie, 2001) 和 RRI 反演 (Smith and Booker, 1991)等，使得大地电磁数据获得了更加准确的认知

并被广泛的应用。但是在大地电磁数据解释过程中所遇到的挑战，如视电阻率曲线的静态位移、阻抗张量的畸变以及在二维反演前二维构造走向的确定、极化模式的选取，大大制约了二维数据反演手段在电性复杂地区的应用。尽管已经有过一些对二维反演适用性的讨论（Berdichevsky et al., 1998; Ogawa, 2002; Ledo et al., 2002; Ledo, 2005）并发展了一系列针对二维解释问题的方法和工具，如阻抗张量分解、静态位移校正和区域电性主轴方向识别（Bahr, 1988; 1991; Jones, 1988; Groom and Bailey, 1989; deGroot-Hedlin, 1991; Ogawa and Uchida, 1996; Ogawa 1999; McNeice and Jones, 2001），但这都是建立在简化地下真实构造的基础之上，大部分阻抗量分解方法都是假设区域电导率结构为二维情况。前人用实测数据进行了二维反演与三维反演的对比，发现当实际数据显示出强三维性时，如果继续使用二维反演将无法得到可靠的结果，甚至导致错误的结论(e.g. Meqbel 2009; Heise et al. 2010; Patro & Egbert 2011)。随着高性能计算机的普遍应用，三维反演已广泛应用于大地电磁数据的解释之中。在三维反演的实际应用中，基于数据空间的 Occam 反演方法(Siripunvaraporn, 2012)和模块化三维反演并行代码 ModEM（NLCG/DG/Q-N 法）（Egbert et al., 2012; Kelbert et al., 2014)迅速得到了电磁法社区的广泛接受。尽管两套系统都采了分频并行策略，但当数据集变得复杂、模型规模也变大时，即使简化了反演参数的估计，在 HPC 上进行的单次反演时间也变得难以承受，如仅 10000 个 AMT 测点(60 个频率)的模型节点数为  $400*400*100=16,000,000$ ，而可利用的计算资源却限制为  $60*2+1=121$  个 CPU 线程，而这些测点的覆盖范围仅有  $400\text{km}^2$ 。随着 MT 的应用比例的提高(地形复杂的硬岩地区页岩气勘查、海洋油气与管道探测等传统地震方法难以工作的领域)，探测范围在扩大，网度也在增加，数据的复杂度也在增加，这为可靠的大规模三维反演提出了挑战，有待提出新的并行计算手段或反演方法与策略。

# 欢迎大家参加！