大地电磁测深中磁参数的影响研究

作者简介：黄文彬，男，1977 年 9 月生，师从成都理工大学王绪本教授，2009 年 6 月毕业于成都理工大学固体地球物理学专业，获得理学硕士学位。

摘 要

大地电磁测深（MT）是一种应用广泛的地球物理方法，它具有穿透深度大、成本低、不受高阻层屏蔽，对低阻层反映灵敏，等值范围较窄，分辨能力较高等优点。目前已广泛应用于石油、天然气、地热勘探；沉积盆地构造、地壳和上地幔结构的探测；监视地下深部岩石电阻率的变化，提供地震孕育和地震前兆的信息等。依托于国家自然科学基金项目，本文在分析处理岩石磁化率参数对大地电磁数据响应的基础上，对于大地电磁实测数据中处理时磁化率变化影响的程度进行了一些验证性的研究探索工作，在减小大地电磁测深反演多解性的方面具有积极的意义。

文章首先详细介绍了岩矿石的导电性与导磁性及沉积岩、变质岩和火成岩等岩石的常见电阻率和磁化率，并对大地电磁测深相关的经典理论进行了表述，同时简要讨论了电阻率和磁化率对大地电磁响应的计算公式。

重点对考虑磁参数的大地电磁二维的正反演进行了分析研究。在正演方面，首先介绍一些相关的正演理论，并推导了电阻率和磁化率同为参数时的二维大地电磁正演计算公式，然后对所用到的有限元方法进行详细的表述，利用该方法，实现了二维的正演计算，根据所得的数据进行分析比较，详细阐述了电阻率和磁化率对大地电磁响应的影响，得到当磁化率大于一定的数值时，视电阻率值在低频段有一定的增加，并随着磁化率的变大而有较大幅度的变化，对相位值的影响则比较小。在反演方面，先介绍了一些经典的反演方法，着重对二维非线性共轭梯度反演方法进行了研究，利用 Mora 提出的计算灵敏度的思路，根据 NLCG 算法中的 Polak-Ribiere 分量建立最小化目标函数，并给出了观测数据关于模型参数灵敏度的求解过程和计算表达式。

最后利用成都理工大学教育部重点实验室研发的 MTSoft 系列大地电磁资料处理软件（王绪本等），对软件的二维 NLCG 计算程序正演部分进行完善，从以前的区域所有矩形单元磁参数都为真空中数值变为磁导率既能为常数，也可当作变量考虑的正演计算程序，用改进后的反演程序分别对实验数据和实测资料进行反演计算，对所得到的磁参数为常数和变量的电阻率分布图像进行比较分析，经对比分析认为在大地电磁勘探中，起主要作用的是岩石的电阻率，但在实测资料

的低频段部分进行精确分析时最好还是要考虑磁化率的影响，尤其在进行长周期大地电磁测量和在高磁性物质存在的地域进行 MT 勘探时，则更要重视其影响。

关键词：大地电磁测深 磁参数 灵敏度