

密度-磁化率反演在三维地质填图中的应用试验

严加永, 张昆, 祁光, 刘振东, 张永谦, 邓震

中国地质科学院矿产资源研究所, 国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京, 100037

拓展深部资源勘查空间, 挖掘深部资源潜力、开展“第二深度空间”找矿已经成为我国资源可持续发展的战略选择(严加永, 2008)。开展矿集区三维地质填图, 实现矿集区 5 km 以内“透明化”, 发现深部矿产、揭示成矿规律, 是实现资源可持续发展的主要途径(吕庆田, 2011)。通过地球物理资料实现矿集区三维地质填图, 必须要有覆盖面广、精度高的数据, 同时, 还需要有针对性的数据处理、反演和可视化方法。虽然反射地震具有较大的探测深度和较高的垂向分辨率, 但受其施工成本的影响, 现阶段在金属矿集区探测中仍以二维剖面探测为主, 难于开展大面积的三维面积性探测, 因此, 获得的结果也只能是建立矿集区的“骨架”(吕庆田, 2010, 2014), 难于实现真正意义上的地下全空间“透明化”。而重力和磁力由于数据采集成本相对较低, 完全可以实现高密度数据全覆盖。经过几代物探人员的努力, 除西藏和青海等局部高海拔地区外, 大比例尺航磁和地面高精度重力已经基本覆盖了我国全境。另一方面, 重磁的三维反演算法和软件已经相对成熟。对重磁数据进行有效的反演计算, 通过统计磁化率、密度与岩性之间的逻辑对应关系, 可以构建逻辑判别表达式, 从反演结果反算岩性, 刻画岩体、赋矿层位等控矿地质体的三维形体, 从而实现三维岩性填图, 无疑是现阶段实现矿集区“透明化”最有可能成功的途径。

1 原理与方法

采用重磁三维反演获得密度和磁化率数据体进行进行岩性识别与填图, 以岩性与物性(密度和磁化率)为核心, 以重磁的三维反演为基础, 为提

高反演精度, 减少反演的多解性, 必须进行带先验信息约束的反演。本研究按“先验信息收集—>形成参考模型—>约束反演(包括反演算法改进)—>物性与岩性关系—>岩性识别”的思路开展重磁三维约束反演的填图试验研究(严加永, 2014), 提出了如图 1 所示技术流程。

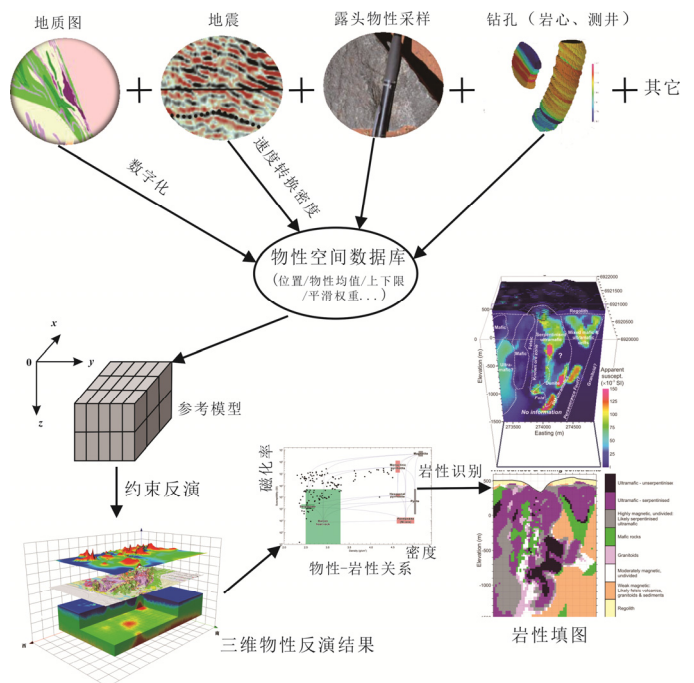


图 1 利用密度和磁化率反演的三维地质填图技术路线

2 应用实例

选择长江中下游成矿带中重要的铁铜矿集区-庐枞矿集区为例, 开展了基于密度和磁化率三维反演的岩性的三维识别与填图试验。

庐枞矿集区出露的地层主要有志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系及

注: 本文为国家自然科学基金基金项目(41104061)、地质调查项目(12120114053301)和中央级公益性科研院所基本科研业务费项目(k1207)联合资助的成果。

收稿日期: 2015-01-23; 改回日期: 2015-03-03; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 严加永, 男, 1977 年生, 博士, 副研究员, 地球物理专业。Email: yanjy@163.com。

第四系,其中,志留纪至中三叠世地层主要出露于庐枞火山岩盆地周边,盆地内部主要由早白垩世陆相火山岩构成,火山岩盆地的直接基底地层为中侏罗统罗岭组,局部为中三叠统东马鞍山组。庐枞火山岩盆地是在中生代早中侏罗世形成的沉积盆地基础上,自早白垩世始(135~127Ma)(周涛发,2008),因强烈火山活动而形成的盆地。庐枞矿集区以陆相火山岩盆地为中心,内赋有大型铁矿、铜矿及一系列中小型铅锌、铜、铜金矿,如大型罗河铁矿、龙桥铁矿、沙溪铜矿,以及新近发现的大型泥河铁矿(董树文等,2010)。

数据采用 1:5 万的地面重力数据和航磁数据,经过位场分离等方法,提取了约 5km 以浅的局部异常作为数据。根据庐枞矿集区岩矿石物性资料,做出密度与磁化率的交叉图分析,不同岩性对应的不同的密度和磁化率组合:

(1) 高磁高密度对应的岩性为磁铁矿、辉长岩、辉绿岩及透辉石岩;

(2) 次高磁次高密度对应的岩性为偏中性的闪长岩、闪长玢岩;

(3) 弱磁低密度对应的岩性为正长岩、A 型花岗岩、二长岩等偏酸性岩石;

(4) 低磁高密度对应的岩性为灰岩等高密度的沉积岩;

(5) 低磁低密度对应的岩性为红层、破碎带、及密度较低的砂岩、页岩等沉积岩;

采用同一网格模型,在 UBC mag3D (Li YG, 1996) 和 GRAV 3D (Li YG, 1998) 软件中分别进行反演,获得了三维密度数据体和三维磁化率数据体,根据密度、磁化与岩性的统计关系,通过逻辑运算,成功识别了上述 5 种岩性的三维分布特征(图 2-图 5),初步实现了三维岩性填图。

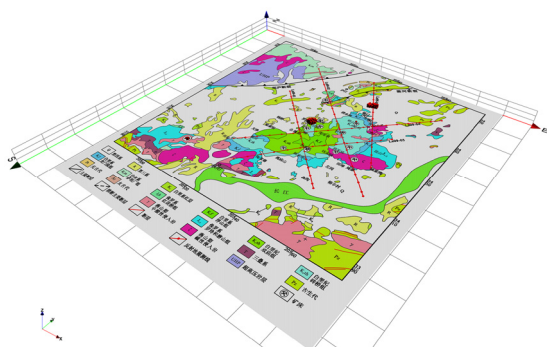


图 2 超基性、铁磁性地质体三维分布特征
(红色体,底图为地质图)

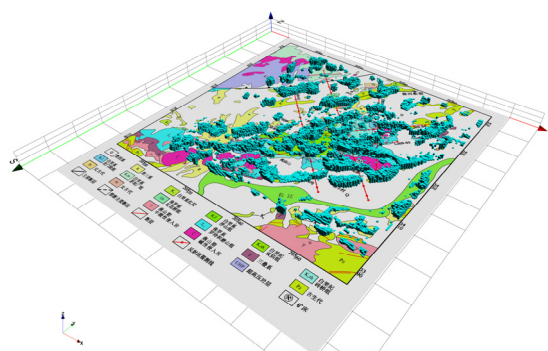


图 3 闪长岩、玢岩类地质体三维分布特征
(蓝色体,底图为地质图)

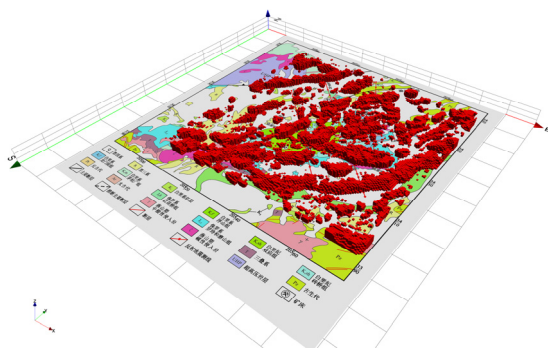


图 4 正长岩、花岗岩类岩体三维分布特征
(红色体,底图为地质图)

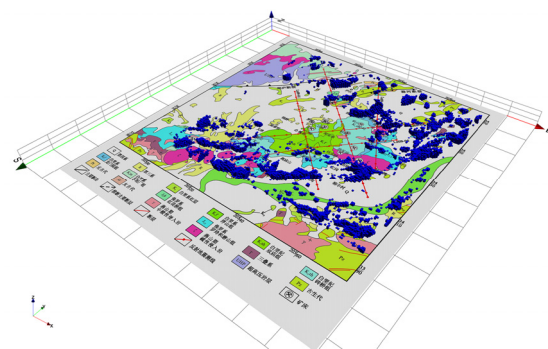


图 5 灰岩类沉积岩地质体三维分布特征
(蓝色体,底图为地质图)

3 结论与展望

(1) 在细致的物性与岩性之间关系研究的基础上,采用带约束的重磁三维反演,获得密度与磁化率三维模型,通过岩性与磁化率、密度之间的统计关系,构建逻辑表达式反推地下岩性的三维分布特征,是

现阶段实现三维岩性填图和矿集区“透明化”的有效途径;

(2) 由于重磁场对地下结构的垂向分辨率先天不足, 难于精确区分和识别垂向地质结构, 需要开展进一步的研究, 提高垂向分辨率以达到提高岩性识别和三维地质填图的可靠性。

(3) 某些岩性的物性差异较小, 现阶段的反演技术无法获取对应的物性差异, 难于通过反演结果来识别, 需要通过反演算法改进、约束信息增加等手段来改善。

参 考 文 献 / References

- 董树文, 项怀顺, 高锐, 吕庆田, 李建设, 战双庆, 卢占武, 马立成. 2010. 长江中下游庐江-枞阳火山岩矿集区深部结构与成矿作用. 岩石学报, 26(9): 2529-2542..
- 吕庆田, 廉玉广, 赵金花. 2010. 反射地震技术在成矿地质背景与深部矿产勘查中的应用: 现状与前景. 地质学报, 84(6): 771-78.
- 吕庆田, 史大年, 汤井田, 吴明安, 常印佛, SinoProbe-03-CJ 项目组. 2011. 长

江中下游成矿带及典型矿集区深部结构探测—SinoProbe-03 年度进展综述. 地球学报, 32(3): 257-268.

吕庆田, 董树文, 史大年, 汤井田, 江国明, 张永谦, 徐涛, SinoProbe-03-CJ 项目组. 2014. 长江中下游成矿带岩石圈结构与成矿动力学—深部探测进展综述. 岩石学报, 30(4): 889-906

严加永, 滕吉文, 吕庆田. 2008. 深部金属矿产资源地球物理勘查与应用. 地球物理学进展, 23(3): 871-891.

严加永, 吕庆田, 陈向斌, 祁光, 刘彦, 郭冬, 陈应军. 2014. 基于重磁反演的三维岩性填图试验—以安徽庐枞矿集区为例. 岩石学报, 30(4): 1041-1053.

周涛发, 范裕, 袁峰, 陆三明, 尚世贵, Cook DR, Meffre S, 赵国春. 2008. 安徽庐枞(庐江-枞阳)盆地火山岩的年代学. 中国科学(D辑), 38(11): 1342-1353

Li Y G and Oldenburg D W. 1996. 3-D inversion of magnetic data. Geophysics, 61(2): 394-408

Li Y G and Oldenburg D W. 1998. 3-D inversion of gravity data. Geophyscis. 63(1): 109-119