

我国磁法勘探技术发展现状及标准化工作进展

廖桂香

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 河北廊坊, 065000

磁法勘探是以地壳中岩矿石等介质磁性差异为基础, 通过观测和研究天然磁场及人工磁场的变化规律以探查地质构造、寻找矿产等的一种物探方法技术。伴随着磁法勘探技术与仪器的进步与发展, 与其相关的技术标准的制、修订工作也在逐步地开展, 地质调查标准化体系结构和层次更趋合理。

1 磁法勘探技术发展现状

磁法勘探是国际上应用最早的地球物理方法。我国地面磁测工作始于 1939 年, 在现代矿产勘查中用于直接寻找磁铁矿及其共生的磁性矿产, 磁法发挥了其它方法不可替代的作用(中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 2011)。在上世纪 50-80 年代的铁矿勘查评价中, 90% 以上铁矿床是磁法发现的。我国物探工作者在磁法仪器的研制、磁法勘探理论与方法技术研究方面均接近于国际先进水平。但我国磁法仪器的制造工艺与商业化、数据处理软件的研发与商业化与西方发达国家有较大差距。

1990 年美国 SEG 年会以后, 可视化技术在我国地球物理中的应用得到重视。可视化技术及混合优化算法进行三维重磁反演, 取得了显著地质效果。目前, 复杂地质、地形条件下重磁三维反演可视化解释已成为重磁学科发展的一个重点研究课题, 并取得了一些可推广的研究成果。但在技术上还需进一步完善和提高。

目前国内外磁测已经发展为地面磁测、航空磁测、海洋磁测、井中磁测和卫星磁测五大类, 广泛应用于区域地质调查、储油气构造和含煤构造勘查、成矿远景预测、工程环境调查以及考古等多个领域。

地面磁测主要是开展地面高精度磁测。我国开展的地面高精度磁测, 其投入和覆盖面积可能是全球规模最大的。地面高精度磁测以测地磁测总量异常(ΔT)为主, 工作精度 $\leq 5\text{nT}$, 灵敏度 0.1nT , 能做绝对测量。在危机矿山找矿中, 高精度磁测应

用最普遍, 主要部署在铁矿上, 少量部署在有色金属和金矿。黑龙江、内蒙、陕西、青海等部分重要成矿区带开展了 1: 5 万地面高精度磁测调查。近几年地面高精度磁测发现很多新的找矿信息, 取得很多找矿成果, 技术发展与应用前景很好。

井中三分量磁测是根据岩石、矿石的磁性差异, 在钻孔中寻找磁性盲矿体的一种物探方法。它的特点是可以同时测得磁场的三个互相垂直分量: Δz 、 Δx 、 Δy 。它既能测得磁场的大小, 又能确定磁场的方向, 比只测 Δz 分量的井中单分量磁测有更好的地质效果。它是磁铁矿普查勘探中每孔必测的一种有效方法。国内许多地勘单位都采用该方法来寻找磁铁矿。目前, 国内进行井中三分量磁测和磁化率测井主要使用重庆地质仪器厂生产的 JGS-1B 智能测井系统配置的 H411 型磁化率探管、JCX-3 型井中三分量磁力仪和上海地学仪器研究所生产的 JCC3-1 型井中三分量磁力仪, 仪器的测量方式为连续测量。井中高精度 ΔT 测量用北京地质仪器厂生产的 CZJ-1 井中高精度质子磁力仪。

高分辨率航空磁测是因地质找矿的特殊需求, 在高精度航磁方法基础上发展起来的技术方法, 具有速度快、测量数据精度高、解释方法精细、价格低廉等优势, 在国内外得到了广泛的应用。1949 年以前我国航空磁测一片空白(袁桂琴, 2011)。1957 年在前苏联专家帮助下, 我国组建了航空磁测大队和省级航测队。从 1996 年开始, 通过十多年的研究与应用开发, 航空磁测已在寻找金刚石矿、铁矿、多金属矿、地下煤火、水下目标物等方面取得显著成果, 尤其是采用该技术在太铁深部发现新的铁矿体。我国自主研制了仪器灵敏度达 0.03pT 的 HC-2000K 型氦光泵磁力仪、XXH 型电子补偿器(或 AADC II 型软补偿仪), 集成了可用于中高山区航磁测量系统, 研发了专用的数据处理与成图软件, 形成了一整套中高山区航磁测量与解释方法技术。该项技术目前已用于我国西部中高山区航磁测量工作中, 在新疆西天山、昆仑山和阿尔金等地区陆续开展了 1: 5 万航磁测量, 取得了良好的地质找矿

注: 本文为物化探及遥感技术标准研制与修订项目(编号 121201091051)的成果。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 廖桂香, 女, 1980 年生。博士, 高级工程师。主要从事航空物探综合解释技术研究工作。Email: liaoguixiang@igge.cn。

效果。

2 磁法勘探标准化工作进展

随着磁法勘探技术的迅猛发展和仪器设备的更新改造及应用范围的拓展,涉及磁法勘探技术的国家标准、行业标准以及地调局标准正在逐步修改和完善。现有标准主要为《地球物理勘查技术符号》(GB/T 14499-1993)、《地球物理勘查图图式、图例和代码及色标》(DZ/T 0069-1993)、《物化探工程测量规范》(DZ/T 0153-2010)、《岩矿石物性测定技术规程》(DD 2006-03)、《航空磁测技术规范》(DZ/T 0142-2010)、《地面磁勘查技术规程》(DZ/T 0144-1994)、《地面高精度磁测技术规程》(DZ/T 0071-1993)、《航磁系列图编制技术要求(1:250000)》(DD 2005)。

在标准体系结构、层次方面,主要是依据 2009 年制定的《地质调查技术标准体系》。该体系结构包括纵向和横向上两个方面。在纵向上分为地质调查通用标准、专业通用标准、标准类别和专业门类标准 4 个层次;横向上由区域地质调查、陆地油气金属非金属矿产调查勘查、水工环灾地质调查勘查、地球物理勘查与方法、地球化学勘查与方法、遥感地质调查与方法、钻探坑探技术方法、地质测量、地质实验测试 10 个子体系构成。磁法勘探作为该体系的第三层次,属地球物理勘查与方法标准。

作为地球物理勘查与方法通用标准的《地球物理勘查技术符号》(GB/T 14499-1993)、《地球物理勘查图图式、图例和代码及色标》(DZ/T 0069-1993)、《物化探工程测量规范》(DZ/T 0153-2010)、《岩矿石物性测定技术规程》(DD 2006-03)以及正在制定的《地球物理勘查基本术语》,它们主要规范了地球物理勘查中(包括重力、磁法、电法等)使用的技术符号、图式、图例、基本术语以及物化探工程测量的工作方法和技术要求、物性调查中岩矿石物性标本采集、样品加工、物性参数测定、数据整理等工作环节的技术要求等。这些标准仅部分内容涉及磁法勘探,但并未针对磁法勘探的具体方法技术进行规定。

作为磁法勘查与方法标准的《航空磁测技术规范》(DZ/T 0142-2010)、《地面磁勘查技术规程》(DZ/T 0144-1994)、《地面高精度磁测技术规程》(DZ/T 0071-1993)、《航磁系列图编制技术要求(1:250000)》(DD 2005)和《井中磁测技术规程》,它们规范了磁法勘探空中、地面和井中三个不同空

间的磁测技术设计、仪器与装备、野外观测、数据处理、推断解释等,并规定了航磁系列图的种类和图式、编图数据准备以及等值线平面图、剖面平面图、位场转换图件的编制等内容,构成了磁法勘探标准序列,整体结构和层次合理。

在标准制修订方面,根据磁测方法技术的进步和仪器设备的更新,中国地质调查局于 2009 年下达了修订《地面高精度磁测技术规程》的任务书。该项工作的开展解决了我国目前开展地面高精度磁测工作时遇到的大部分问题,如记录格式、方法、表格使用方法的落后,资料处理解释技术的缺乏,国际参考磁测模型的不适用等等。目前,该技术标准已完成修订,正等待公布试行。

同时,中国地质调查局于 2010 年下达了制定《井中磁测技术规程》的任务书,于 2011 年下达了制定《地球物理勘查基本术语》的任务书。目前,《井中磁测技术规程》已完成制定,正等待公布试行。《地球物理勘查基本术语》已完成送审稿(初稿)。

3 存在问题及建议

国内许多地勘单位都采用井中三分量磁测方法来寻找磁铁矿,但该方法技术、仪器设备、数据处理与解释等诸多内容,还没有形成一个统一的标准进行规范。另外,通过近几年的磁法勘查,解译出的磁异常种类、数目较多,需要进行野外异常查证的异常亦很多。而异常查证多各自为政,各单位根据任务书实物工作量安排情况自行确定异常查证数目及异常查证手段、工作量,没有一个统一的标准,相对较为混乱。数据管理方面,各单位多采用自定的格式进行统一,单位与单位之间的数据共享非常困难。

伴随着我国磁法勘探技术的发展和磁法工作成果重视程度的提高,井中三分量磁测、磁异常查证以及磁法数据库等各环节工作必将得到充分的发展与应用,建议根据磁法勘探工作实际需求逐步制定出与之相对应的技术标准,以规范磁法勘探各项工作。

参考文献 / References

- 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所. 中国重要金属矿勘查物探方法技术应用[M]. 北京:地质出版社, 2011: 1~16.
- 袁桂琴,熊盛青,孟庆敏,周锡华,林品荣,王书民,高文利,徐明才,史大年,李秋生. 2011. 地球物理勘查技术与应用研究[J]. 地质学报, 85 (11): 1744~1805.