

深部金属矿地震探测技术

徐明才, 高景华, 陈丽娟

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

随着地质找矿工作向着寻找盲矿和深部隐伏矿方向的发展, 传统的金属矿勘查技术已不能完全满足深部资源勘查的要求。利用弹性波运动学和动力学特征发展起来的地震方法充分显示出其潜力和优势。地震方法具有探测深度大、分辨率高、探测结果准确可靠等特点, 因而在寻找深部隐伏矿方面是一种急需开拓的新方法技术。

俄罗斯(前苏联)曾开展过大量的金属矿地震方法技术研究和勘查工作, 取得了明显的地质找矿效果。2000 年和 2012 年, Geophysics 出版了两个专辑(Vol.65 No.6 和 Vol.77 No.5), 专门介绍了加拿大、澳大利亚、南非、芬兰、瑞典等国家金属矿地震方法技术研究成果。这些研究成果包括以下诸多方面: 利用反射地震直接探测金属矿体、井中地震成像、3D 金属矿地震成像、散射成像技术研究等, 较好地解决了沉积矿产勘查中的地质问题和非沉积矿产勘查中的地质构造、岩性填图、侵入体和蚀变带的圈定、块状硫化物矿体探测等地质问题, 取得了较好的地质效果。

国内在“八五”至“十五”期间, 中国地质科学院物化探研究所比较系统地开展了金属矿地震勘查试验研究, 包括适合于金属矿地震勘查的理论基础、数值模拟、野外数据采集和资料处理解释技术, 初步形成了一套较实用的金属矿地震方法技术, 并已试验性地应用于内蒙古拜仁达坝、准苏吉化、甘肃金昌、新疆小热泉子等多个金属矿区, 取得了较好的地质效果。

1 内蒙古准苏吉花斑岩型钼矿区及其外围的反射地震测量

内蒙古准苏吉花斑岩型钼矿床是一个中型金属矿床。受勘探成本限制, 在勘查区内还没有实施较深的钻孔, 无法对深部矿体和深部控矿构造进行

探测。由于缺乏对深部控矿构造的精细描述, 也难以对矿床形成的机理、找矿远景区进行深入研究。为探测深部隐伏金属矿和控矿构造及深部结构, 我们在内蒙古准苏吉花钼矿区及其外围开展了高精度反射地震测量。高精度反射地震采用 2 台套大功率可控震源激发, 5m 道间距, 960 道接收, 80 次水平叠加的工作方法, 获得了能清晰反映深部地质结构和构造的高精度反射地震剖面。根据该地震剖面, 能够清楚地解释测区导矿和控矿构造及隐伏岩体分布及燕山期与华力西期岩体的交切关系。并据此讨论了地壳深部流体运移的路径和动力过程, 为在该区寻找深部隐伏金属矿指明了新的找矿靶区。

2 拜仁达坝多金属矿地震测量

拜仁达坝多金属矿是一个新开发的一个矿山, 由于勘探程度较低, 一些问题尚不完全清楚。矿山开发商希望我们通过本次金属矿地震方法技术试验研究, 解决一些他们关心的地质问题。地质上认为在 41 号勘探线以西被第四系覆盖的 NE 走向的山谷可能为一几何尺度较大的断层。若该断层存在的话, 该断层应为一导矿断层, 在该导矿断层附近还应若干容矿断层。希望能通过本次地震方法试验探测该山谷是否与断层有关, 并根据钻孔揭示的矿体追踪矿体的横向延伸。

根据拟解决的地质问题, 我们系统开展了高精度反射地震和地震层析试验的探测, 获得了高质量的地震资料, 并取得了以下探测成果:

(1) 根据获得的地震剖面, 能够对钻孔揭示的矿体进行横向追踪, 从而研究矿体的横向分布。

(2) 根据地震探测试验结果, 在钻孔 ZK4105 和 ZKSW1 之间, 存在一条几何尺度较大的断层, 即位于 41 号剖面以西的山谷与断层有关。该断层应为 NE 向的华力西期断裂, 为导矿断层, 控制着矿区脉岩的分布。由此推测在该断层以西, 还应有多金属矿体分布, 该推断结果已被目前的勘探结果

所证实。

(3) 采用 1s 的记录长度和较大能量的炸药震源激发地震波, 基本没有得到石英闪长岩底界面的反射, 推测试验区石英闪长岩分布较厚, 厚度大于 2000m。

(4) 高分辨率反射地震剖面与地面地震层析成像剖面虽依据的物理前提不尽一致, 但两者反映的构造和地层分布却具有较好的一致性, 两种方法的相互印证, 表明地震方法在金属矿勘查中取得的结果是可靠的。综合解释高分辨率反射地震剖面与地面地震层析速度剖面, 可提高解释的精度及可靠性。

(5) 本次试验研究结果表明, 高分辨率反射地震方法的纵向分辨率相对较高, 而地面地震层析成像的横向分辨率相对较高。把两者联合起来是开展复杂地区金属矿地震勘探的有效方法。

3 金昌白家嘴子铜镍矿田地震方法试验研究

金昌白家嘴子铜镍矿田位于甘肃省金昌市境内, 河西走廊中部。试验区断裂构造十分发育, 有的构造具有长期活动性质。白家嘴子超镁铁岩体沿北西向张断裂侵位, 直接围岩为白云质大理岩、黑云母片麻岩、条带均质混合岩、斜长角闪岩等。金昌铜镍硫化物矿床为一岩浆熔离分结, 后经构造-变质热液叠加改造的金属硫化物矿床。

通过在甘肃金昌铜镍多金属矿区的试验研究, 取得了以下地震地质试验研究成果:

(1) 根据地震时间剖面上地震波组的特征, 认为超基性岩体的南界与围岩之间为断层接触。

(2) 根据地震剖面上反射波的特征, 能够确定超基性岩体的形态和分布范围。

(3) 根据地震剖面上的反射波组的特征和试验区的地质资料, 能够对钻孔揭示的矿体进行横向追踪。

(4) 根据该试验结果可较好地确定第四系底界面埋深和风化层的厚度。在该试验剖面的深部, 没有发现具有一定强度的反射波组, 由此推断在钻孔控制的深度以下, 赋存有矿体的可能性较小。

具有大探测深度、高分辨率、轻便快速的金属矿地震勘探技术(包括 3D 金属矿地震探测技术)是金属矿地震勘探的发展方向。由于地震方法技术探测深度范围较大, 且分辨率较高, 并可获得从浅至深的地质构造信息, 能够对地下成矿地质体、次生火山岩和精细结构进行探测, 达到多目标深度勘探的目的, 可以说金属矿地震勘探技术不但可以在目前的矿产勘查中发挥作用, 而且也可以在 500~2000m 深度金属矿产勘查中发挥重要作用。复杂条件下的金属矿地震探测技术要达到实用化和成熟仍面临很多严峻的挑战, 如低信噪比、强干扰噪声、不连续反射和复杂地震波场等, 迎接这些挑战就必须发展新数据处理和解释技术。