

高密度电阻率法在金矿勘查工作中的应用效果

孙中任^{①②} 魏文博^①

(^①中国地质大学·北京; ^②中国地质调查局沈阳地质调查中心)

摘 要

孙中任, 魏文博. 高密度电阻率法在金矿勘查工作中的应用效果. 石油地球物理勘探, 2004, 39(增刊): 118~122

本文从黑龙江某金矿勘探的实例出发, 介绍了高密度电阻率法的应用效果, 说明了高密度电阻率法在金矿勘察中有着得天独厚的优势, 具有效率高、费用低、准确可靠的特点, 完全可以用于指导人工工程的设计。这对类似黑龙江地区的厚覆盖地区开展高密度电阻率法具有借鉴作用。

关键词 高密度电阻率法 金矿勘察 厚覆盖

引 言

黑龙江省地域辽阔, 地形复杂, 山地面积占全省面积的 58%。山区一般为森林沼泽区, 森林茂密, 沼泽发育, 覆盖层厚。覆盖层为有机腐植层和风化层, 风化以物理风化为主, 即使岩块崩解破碎, 化学成分和矿物成分一般不发生变化, 这是黑龙江山区地表富含水分和冬季漫长寒冷冻胀等特殊环境造成的。因为覆盖层厚, 所以一般的山地工程很难掘到基岩(探槽深至 3~4m 只是风化层、破碎的岩层, 甚至是坡积物, 有的根本提供不了有效的岩性特征和产状参数)。地球物理勘探是利用观测和研究各种物理场的变化来解决各种各样地质问题的, 它不需要直接接触目标体, 因此如何利用地球物理勘探方法, 或部分代替山地人工工程, 是目前面临的实际问题。

矿区地质特征

工区位于小兴安岭北段, 黑龙江西岸, 地势西高东低, 属低山—丘陵区, 一般海拔高度为 350m, 相对高差为 100~150m。工区大地构造位置属大兴安岭地槽褶皱系罕达气地槽褶皱带东南缘, 大兴安岭中段海西、燕山期铜、金、银成矿带东部。区域出露地层有古生界志留—泥盆系泥倣河组(S_3D_{2n})、二叠系五道岭组(P_{2w}); 中生界侏罗系塔木兰沟组(J_{2-3tm})、白

垩系光华组(K_{1gn}); 新生界第三系孙吴组(E_3N_{2s})及第四系(Q)。

区域侵入岩岩石类型为中粒二长花岗岩。脉岩有闪长玢岩($\delta\mu$)、辉绿玢岩($\beta\mu$)和花岗闪长岩脉($\gamma\delta$)及塔木兰沟期和甘河期次火山岩。区域火山活动频繁, 火山岩极为发育, 可划分为晚二叠世五道岭期、中—晚侏罗世塔木兰沟期和早白垩世光华期。火山岩相以喷溢相为主, 爆发相次之。火山岩形成环境为活动大陆边缘陆相火山喷发环境。火山喷溢和爆发作用, 在表生条件下形成了珍珠岩、沸石等非金属矿产, 而晚期火山热液从深部溶解携带出的金、铜等有用元素, 是本区内生矿产的主要物质来源。

矿区地球物理特征

经 1:2 万地面高精度磁测(网格为 200m × 20m), 矿区大致分为三个特征各异的磁场区。

(1) 杂乱磁场区 以杂乱磁场特征为主, 剖面图上异常形态呈尖峰状, 异常梯度大, 高低相间, 跳动剧烈, 其间夹杂负异常。正极值约 1000nT, 负极值约 -400nT。这种磁场特征体现出火山岩固有的磁场特征, 即异常轴多样性、异常符号交替性、磁性不均匀性。主要分布于测区中部及南部, 为安山岩、流纹岩分布区, 物性测定两者的磁性相近, 物理场难以区分。

(2) 相对平稳背景场 场值为正负几十 nT, 为

流纹岩分布区。

(3)连续成片集中分布的负异常区 其场值为一 400nT,异常宽缓。全区共有三处,在地貌上均为河谷,其中大疙瘩沟处已被确认为断裂构造。根据负磁场这一特征及磁场变化带,推断其他两处也为断裂构造。

另外,根据 1:2 万比例尺激电测量结果表明,该区各类火山岩极化率参数差异不大,极化率参数 η ,多在 4% 以下,无异常,与岩石物性特征吻合,反映出本区无显著极化体(金属硫化物)存在。电阻率参数特征为:石英脉最高,常见值为 $2080\Omega \cdot m$,花岗岩次之,常见值为 $1440\Omega \cdot m$,流纹岩、安山岩相近,常见值分别为 $600\Omega \cdot m$ 、 $800\Omega \cdot m$,凝灰岩为 $500\Omega \cdot m$ 。

高密度电阻率法剖面 布设及结果对比

剖面布设

为了验证高密度电阻率法在金矿勘查中的应用效果,我们在作业区布设了 5 条长度不等的测量剖面,剖面的布设原则是:

(1)尽可能多地利用地质资料,也就是说,高密度电阻率剖面上要有尽可能多的人工探槽工程,以便充分利用已有的地质资料及研究成果与高密度电阻率法测量结果对比;

(2)在开展高密度电阻率法测量以前,剖面上没有人工工程,以防止地电条件被破坏,真假异常无法区分;

(3)剖面最好选择在有矿地段,以检验高密度电阻率法对矿体的反映;

(4)选择剖面还要考虑代表性,即剖面上要有比较复杂的地质构造;

(5)多条剖面要有相互空间关系,以利于资料对比。

测量结果与地质观察结果对比

经过试验选择了温纳装置(α)、施伦贝谢尔(对称四极)等几种测量装置,对异常进行了对比。在极距选择上,由于该矿区为石英脉型金矿,矿脉宽为 1m 至几米,因此采用 2m、5m、10m 三种极距,并以 2m 和 5m 极距为主。

图 1 为 309M 测线高密度电阻率法视电阻率曲

线及地质剖面图。通过对比可知,测量结果将硅化和没有硅化的安山岩区分得非常清楚,矿体(强硅化)也有了很好的显示。但是矿体产状与电测结果有些出入,宏观硅化体总体产状与电测结果是吻合的,但是细看,电性有相反方向的同性排列特征。我们认为这是矿体节理发育或者矿体组分变化的结果,而这一特征也正是地质人工工程没有解决的。

另外,还可以看出,地质描述的结果与 5m 极距的测量结果基本一致。2m 极距细化以后,个别地段有出入,说明 2m 极距采集的数据更精确,特别是深部地质体电性特征的描述十分细致。

图 2 为 315 测线高密度电阻率法视电阻率曲线及地质剖面图。从图 2 可以看出,这条剖面电测结果与地质槽探结果吻合得也相当好。惟一的问题是地质描述的弱硅化安山岩倾向与电测结果不相吻合,其具体原因还有待进一步查证,但也说明地球物理勘察有其人工工程无法替代的优势。特别是涉及有关深部地质特征的描述问题更需依赖地球物理资料。

图 3 为 16 测线高密度电阻率法视电阻率曲线及地质剖面图。沿 16 测线地质观察除燕山期花岗岩外未见任何岩性变化,电测结果与地质填图完全一样,这说明了地质观察的客观性和电测资料的准确性。但是,从电性图上我们可以十分清楚地看到深部存在一个高阻地质体及其空间特征。

问题探讨

我们选取了 15 测线的 10m 极距温纳装置的断面图,作两种不同色阶的图像(见图 4)。上图的阶差是 $500\Omega \cdot m$,从这张图 15 点至 25 点近地表处的电性特征看,该区域没有任何变化,这与地质描述相吻合。

同样是这一区域的测量结果,如果用 $10\Omega \cdot m$ 的阶差成图(不考虑测量精度),就可以分出其电性特征的细微差别了。可以看到中间穿插一条相对高阻的异常。一般来说这应当推断解释为两侧相对低阻与高阻的差异是因为含水不同的结果,这也可以解释为两侧岩性的裂隙发育,而且是近于直立的。

因此,根据不同的任务,确定不同的成图模式是十分必要的。高密度电阻率法有十分丰富的信息,它不仅在观测深度上有着人工工程无法逾越的优势,在反映细节方面更是有着人工工程不能媲美的特点。

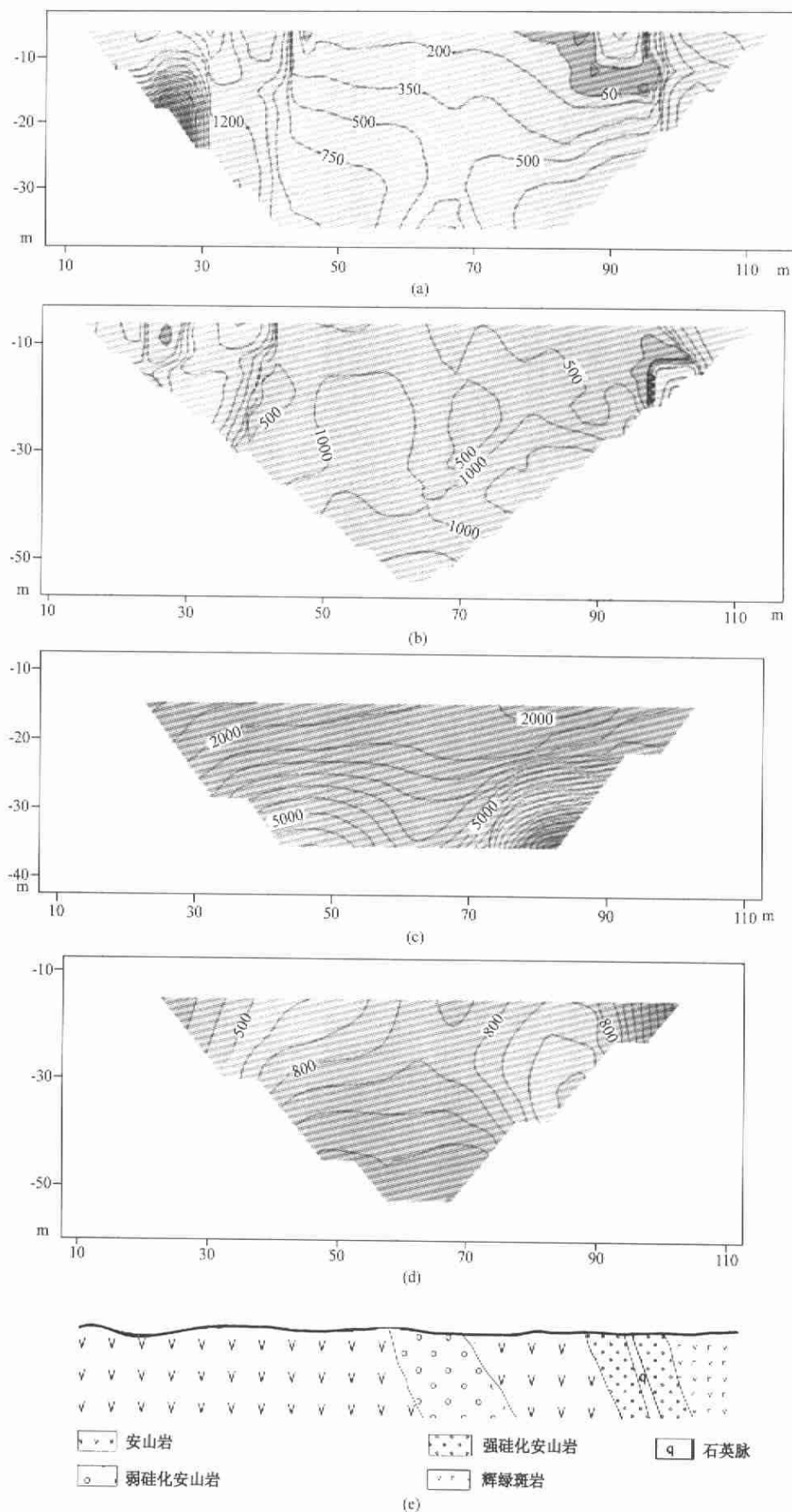


图 2 315 线高密度电阻率法视电阻率曲线及地质剖面图

(a) 2m 施伦贝谢尔装置; (b) 2m 温纳装置; (c) 5m 施伦贝谢尔装置; (d) 5m 温纳装置; (e) 315 测线 TC51-1 槽探揭露地质断面草图

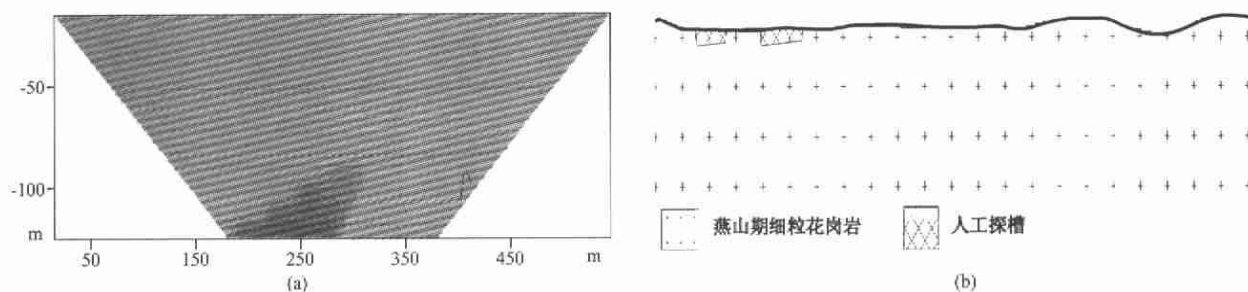


图3 16测线高密度电阻率法视电阻率曲线及地质剖面图

(a) 10m 施伦贝谢尔装置; (b) 自地质图沿 16 测线切得的地质断面示意图

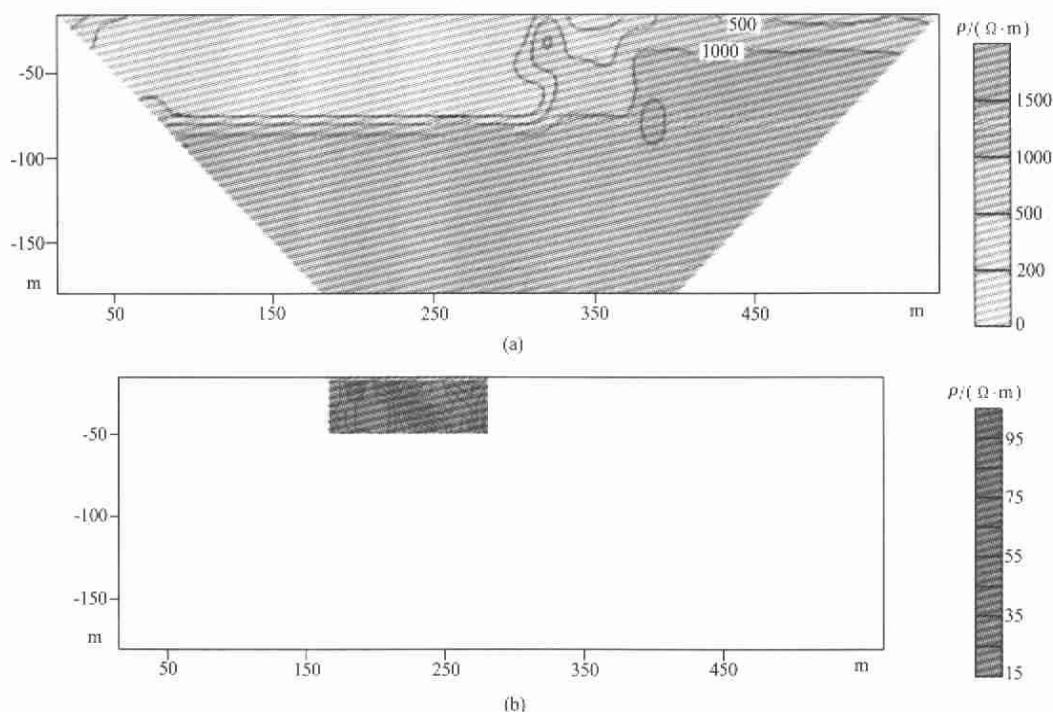


图4 15 测线采用不同的等值线间隔绘制高密度电阻率法视电阻率曲线对比

(a) 阶差为 $500\Omega \cdot m$; (b) 阶差为 $10\Omega \cdot m$

结 论

(1) 高密度电阻率法用于地质矿产勘察工作是可行的,在地电条件具备的情况下,它完全可以指导地质人工工程,包括指导浅井、坑道的设计;

(2) 它具有效率高、费用低、准确可靠的特点;

(3) 如果极距选择合适、成图参数合理,它可以反映出人工观察难以观察到的细微岩性组分和构造变化;

(4) 通过高密度电阻率法测量,可以推断建立近地表的地质模型,以用于矿产勘察和矿床建模等工作的需要。

参 考 文 献

- [1] 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域地质志. 北京:地质出版社,1993
- [2] 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省岩石地层. 武汉:中国地质大学出版社,1997

(本文编辑:张亚中)