

关于物探数据处理与解译的几点认识 ——“老矿山物探技术研讨班”学习心得

蒋丽丽

辽宁省物测勘查院, 辽宁 沈阳 110021

摘 要: 通过参加“老矿山物探技术研讨班”, 听取了中国地质调查局发展研究中心刘士毅、中国地质大学刘天佑教授、有色金属矿产地质调查中心杨生、中国地质科学院物化探所邓晓红和雷达、国土资源部技术指导中心颜廷杰等专家的讲座, 总结整理了几点关于物探数据的处理与解译方面的问题和认识。

关键词: 物探; 数据处理; 反演; 解译; 异常

SOME UNDERSTANDINGS ABOUT GEOPHYSICAL DATA PROCESSING AND INTERPRETATION

JIANG Li-li

Liaoning Institute of Geophysical Exploration, Shenyang 112101, China

Abstract: This is a learning note and understanding of the Seminar of Old Mine Prospecting Technology. With study and exchanges in the lectures on the present situation and application of geophysical exploration technology, the author summarizes a few issues on geophysical data processing and interpretation.

Key words: geophysical prospecting; data processing; inversion; interpretation; geophysical anomaly

0 引言

2013 年 12 月, 国土资源部矿产勘查技术指导中心和浙江省地质勘查局联合举办了老矿山找矿物探技术应用研讨班, 中国地质调查局发展研究中心刘士毅、中国地质大学刘天佑教授、有色金属矿产地质调查中心杨生、中国地质科学院物化探所邓晓红和雷达、国土资源部技术指导中心颜廷杰等在会上讲述了国内物探技术应用的现状及问题。通过 3 天的学习与交流, 总结整理了几点关于物探数据的处理与解译方面的问题和想法。数据处理和资料解释是 2 个步骤, 应先后进行, 或交替进行, 其中物探数据处理包括预处理和反演处理。

1 数据预处理相关问题

有人说数据处理是一种数学游戏, 要充分尊重原始数据; 也有人说要充分应用数据挖掘技术, 来获得隐藏的有用信息。笔者认为, 要掌握好尺度, 合理运用, 既不盲目地进行各种变换计算, 也不要过于死板只依赖原始数据。举例来说, 电法数据的预处理是不可避免的, 通过跳点剔除、静态校正等操作, 达到去噪的目的; 对磁测数据可以进行适当的延拓来压制浅部异常, 或做适当的导数计算以观察其在原始数据图面上并不明显的信息, 如构造倾向、走向等; 亦可通过对重磁数据的小波变换等操作, 来观察某个分量的等值线分布

收稿日期: 2016-03-23; 修回日期: 2016-05-27. 编辑: 李兰英.

基金项目: 辽宁省地质矿产勘查局科研项目“精准探测技术应用研究”(项目编号 2015-04).

作者简介: 蒋丽丽(1979—), 女, 主要从事地球物理勘察工作, 通信地址 辽宁省沈阳市沈北新区贵州路 78 号, E-mail://dongfang_waner@sina.cn

图来获取原始图件中的隐藏信息。

2 数据反演处理相关问题

反演结果是重要的推断依据之一,目前国内外反演软件五花八门,仅 CSAMT 法(可控源音频大地电磁测深法)的反演软件就有 5、6 种。中国地质调查局发展研究中心刘士毅指出,CSAMT 法规中明确说明了卡尼亚视电阻率公式只适用于远区数据,而近年来,大多数物探工作者都将过渡区和近区数据保留参加反演,尽管各种反演软件都在努力尝试尽可能地校正过渡带和近区效应,结果却不尽如人意,导致剖面深部(对应低频段近区数据)反演结果并不理想,这不是方法本身的错,也不是反演软件的错,而是使用者没有按规范进行操作的缘故。

反演软件应具备以下特点:①算法透明,每一步骤都可人工参与,反演方法、公式步步可拆分、可选择;②自动化过程需给出详细说明,否则降低自动化程度;③尽量采用成熟的、经过长期生产实践证明的有效反演方法。

反演软件为专业软件,使用者应限定为专业人员,因此应提升物探技术人员综合能力,应了解使用的仪器、使用方法的特点、不同装置的正演曲线形态。在野外,通过现场试验来确定最佳技术参数。在室内,通过综合分析来合理推断解译物探成果。

3 电法资料解译相关问题

关于电法资料的解译,存在的问题相对较多。电法只能用来间接找矿,人们常常容易忽略这个事实,尤其在 CSAMT 法断面图中,看到低阻就认为是矿,这是不正确的。除了引起低阻的因素复杂之外,根据电磁波传播原理及电法正演计算结果,在视电阻率等值线图中,岩(矿)体所产生的低阻异常范围比岩(矿)体本身要大很多。究其原因,一方面是未达到工业品位的矿化蚀变带有时也会表现为低阻异常;另一方面,低阻异常源会对其周围区域的电磁场分布造成一定的影响,异常幅值越高,影响范围越大。

由于异常范围大于异常源本身规模,引出了分辨力降低和“旁侧异常”的问题。

1) 分辨力降低

正演计算结果表明,水平距离小于 100 m 的 2 个低阻体是无法分辨开来的,垂向放置时,电法对其的分辨力更低。在浅层有低阻体时,电磁波的大部分能量在这里消耗掉,极少的能量继续向深部传播,因此在其深部即便存在另外一层低阻体,也很难在图中显现出来,而结果会将浅层低阻体向深部拉伸,导致无法判断该低阻体的延深情况。因此,电法对低阻体顶部埋深的分辨力较高,而对于其底部延深情况的分辨力相对较低^[1-2]。

从图1 可以看出一层低阻体特点:①当低阻板状体与围岩电阻率差异 10 倍,板状体宽度较大情况下(500 m),板状体厚度 $d/h > 0.5$ 倍时,板状体可以显示出来;②当板状体与围岩电阻率差异 10 倍,埋深 300 m,板状体厚度 $d/h = 0.33$,水平板状体宽度 $L > h$ 的情况下,板状体才能显示出来;③当板状体与围岩电阻率差异 10 倍,埋深 300 m,厚度 100 m 时,当电阻率差异大于 10 倍的情况下,板状体才能显示出来;④在电阻率差异 10 倍的情况下,低阻板状体厚度 100 m,当板状体埋深 $h/d < 1$ 的情况下,板状体才能显示出来^①。

由图 2 可以发现两层低阻体特点:①当均匀半空间赋存两垂直叠置低阻板状体时,在两低阻板状体规模一样、电阻率相同的条件下,无论两板状体与围岩电阻率差异、间隔大小以及埋深大小如何,二维反演结果中均不能将两板状体区分开;②当两板状体间隔较大, $\Delta h/h > 1$ 时,二维反演结果中几乎显示不出下方低阻板状体的存在;③当两板状体的厚度较小, $d/h < 1/6$,且 $\Delta h/h = 1/3$ 的情况下,二维反演结果中异常反映不明显;④当板状体埋深超过 1000 m,两低阻板状体几乎无异常显示^②。

对于均匀半空间赋存的 2 个水平叠置的低阻体,当两低阻体参数相同,与围岩电阻率差异为 25 倍,厚度与埋深比 $d/h = 1/3$ 时,有以下两种情况:①当低阻体间隔 $\Delta h > 1$ 时,直流电法偶极-偶极装置、双向三极梯度装置电阻率反演结果中能够反映出两个低阻异常体,AMT 方法能够明显显示出两低阻异常体;②当低阻体间隔 $\Delta h < 1/3$ 时,直流电法和 AMT 方法均不能显示出两低阻异常体,而是将两低阻体反映为一个整体的低阻异常体。

2) 旁侧异常

① 邓晓红. 关于矿区电磁法几个技术问题的探讨. 杭州老矿山物探技术研讨班, 2013.

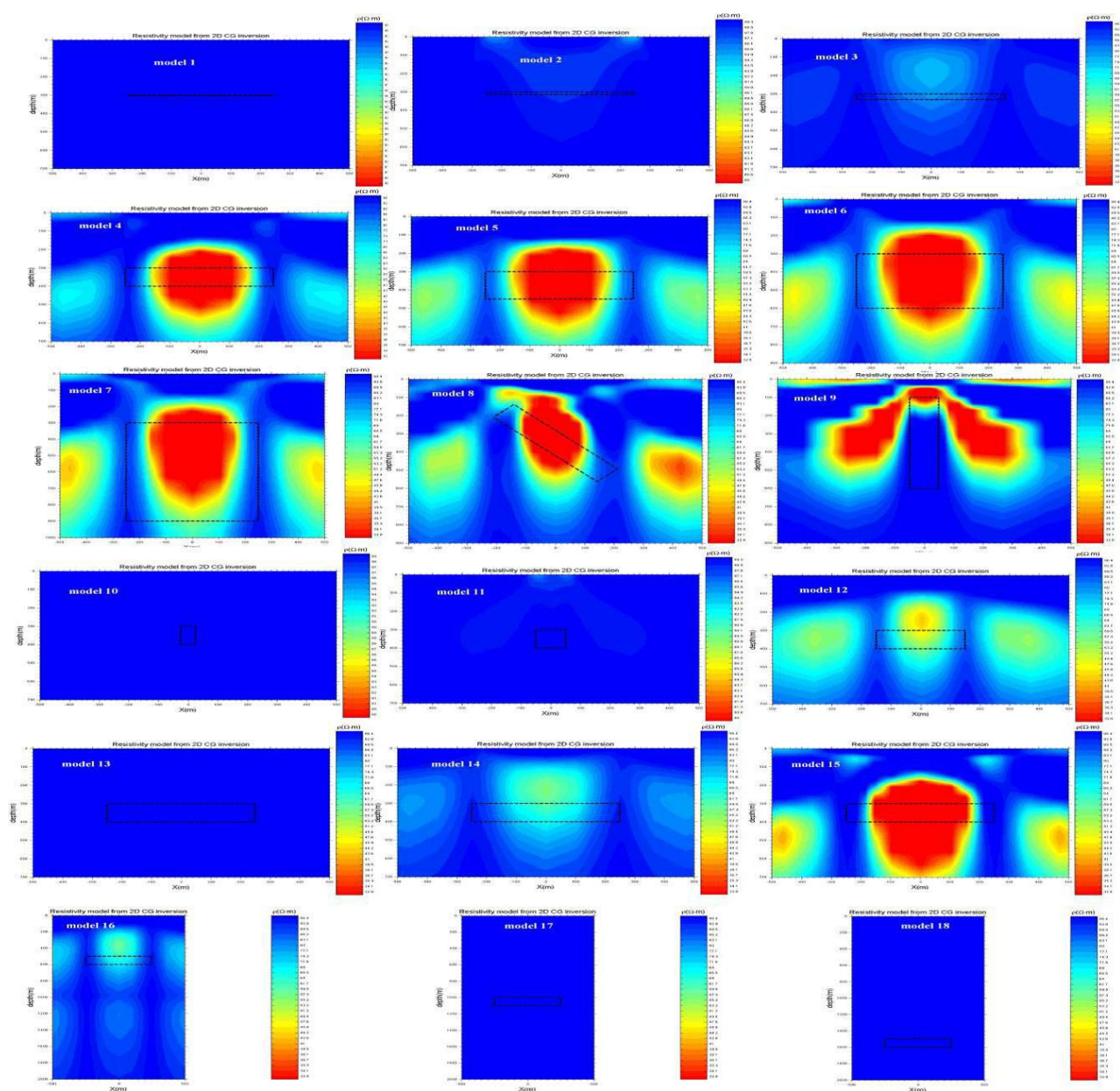


图1 AMT方法理论模型与二维反演结果对比图(一层低阻体)
(据文献[1])

Fig. 1 Comparison between the theoretical model of AMT and 2D inversion results for one layer of low resistance body
(From Reference [1])

此次研讨班中,首次正式提出了“旁侧异常”的概念,也就是说,并非只有低阻矿体(异常源)正上方的测线中会有低阻异常显示,在矿体周围一定范围内的测线上,受到低阻矿体影响,同样会产生低阻异常,而其正下方的地下深部并无异常源存在,这是由于电磁法是一种体积效应测量方法。因此,专家一再强调,万万不可仅凭单条剖面来定钻,以免打到旁侧异常成为空钻^[2]。

从以上对电磁方法的一个简单三维理论模型计算结果(图3~8)可以看出,不止是位于低阻体上方的L23线有低阻异常反映,L15线、L13线都有不同程度的低阻异常,距离较远的L11线没有异常显示。注意到L15线异常非常明显,宽度较大,实际上其正下方并不存在低阻体。由此可见,单剖面异常易引起错误解译,这是因为电磁法是一种体积交应测量方法,存在旁侧影响问题。

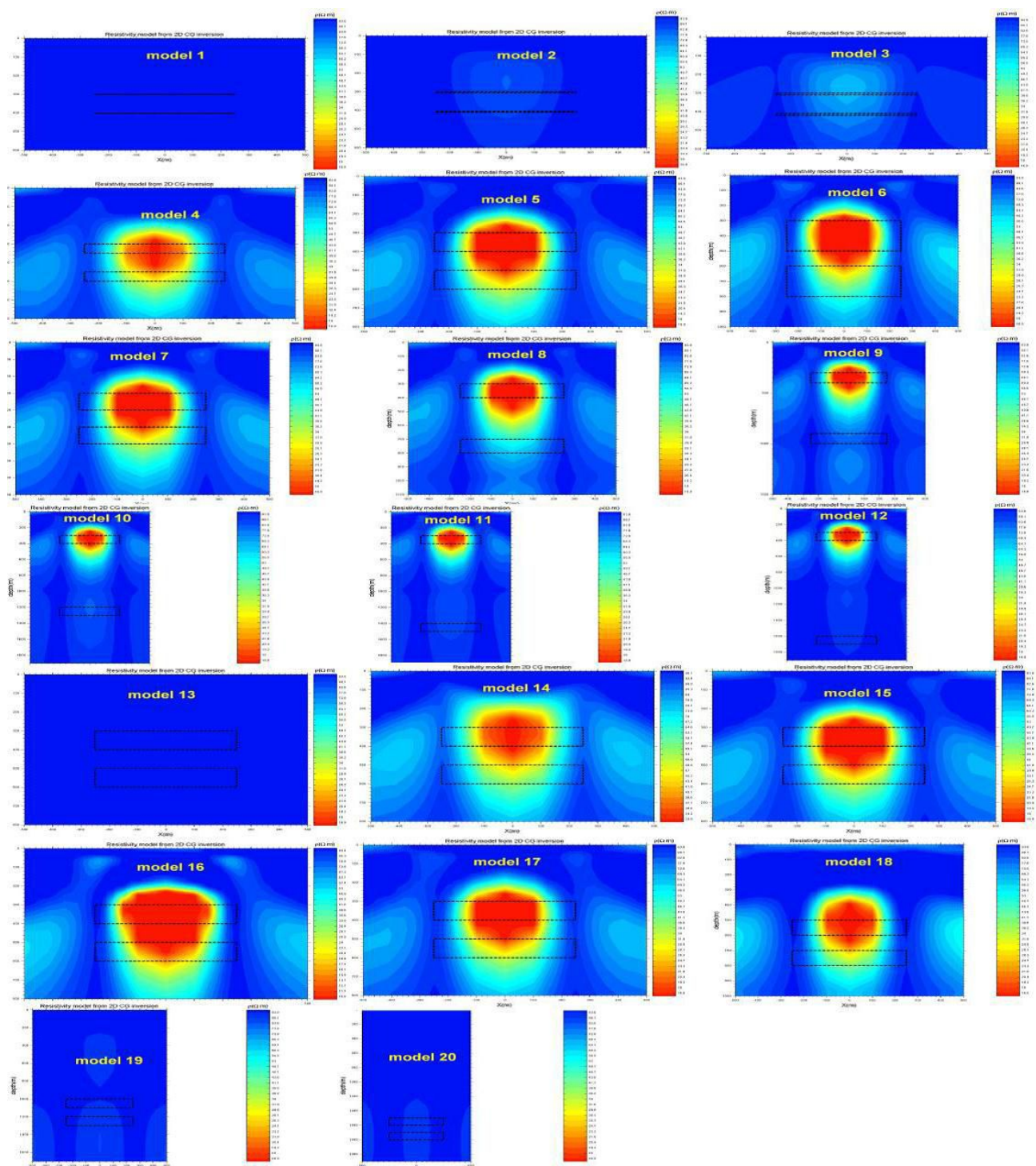


图 2 AMT 方法理论模型与二维反演结果对比图(二层低阻体)
(据文献[1])

Fig. 2 Comparison between the theoretical model of AMT and 2D inversion results for two layers of low resistance body
(From Reference [1])

4 结论

以上论述表明, 电法资料的处理和解译是个复杂的问题. 除了常说的要保证数据质量、密切与地质结

合、注意多解性的问题, 还应注意以下几点.

1) 物探技术人员应了解使用的仪器、使用方法的
特点及不同装置的正演曲线形态.

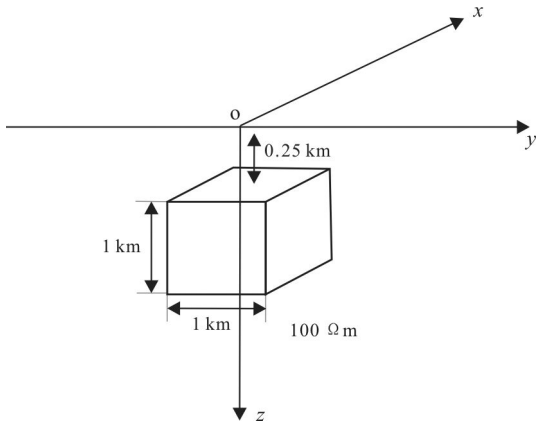


图 3 MT 法实际计算的三维模型
Fig. 3 The 3D model by MT method

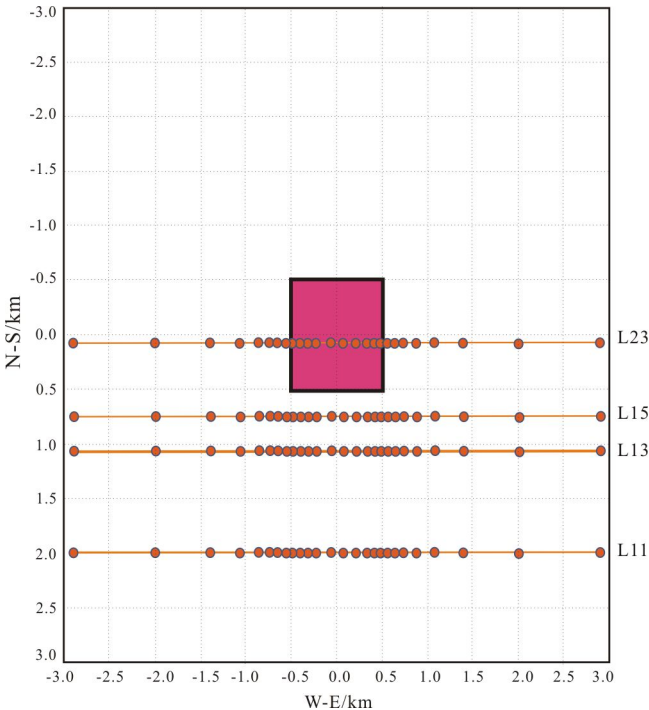


图 4 低阻体与测线位置关系图
Fig. 4 The position of low resistance and survey lines

2)很多电磁法都是假设地下为均匀半空间,而实际地质条件较为复杂,地层不均一,节理裂隙发育,有时未必符合假设条件. 因此,物探的分辨力是有限的,物探异常往往需要进一步查证来作为下一步物探工作的指导依据.

3)对电磁法野外实测资料进行分析时,单条或几条剖面存在的低阻异常并不总是表明低阻体位于其正下方.

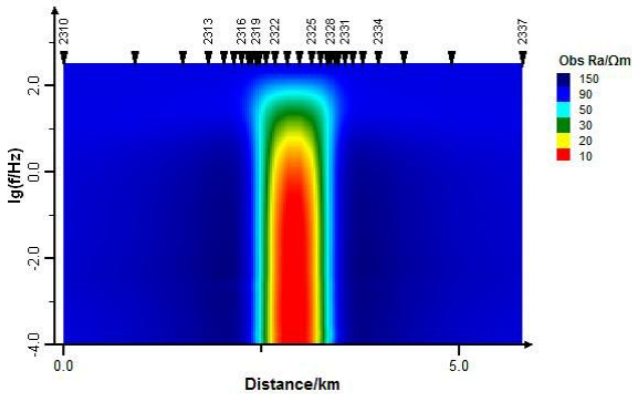


图 5 L23 线 TM 模式视电阻率拟断面图
Fig. 5 The TM apparent resistivity profile along L23 survey line

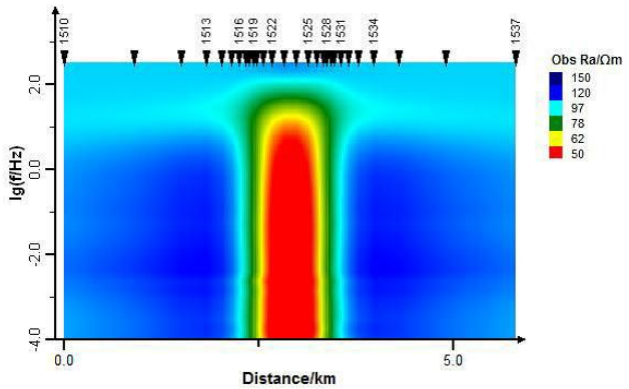


图 6 L15 线 TM 模式视电阻率拟断面图
Fig. 6 The TM apparent resistivity profile along L15 survey line

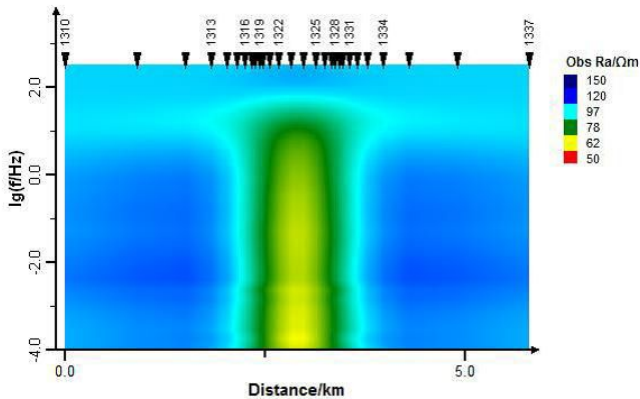


图 7 L13 线 TM 模式视电阻率拟断面图
Fig. 7 The TM apparent resistivity profile along L13 survey line

在实际生产工作中,常常即使做了物性测量,掌握了物性资料,也很难判断异常下限,指导物探异常的圈定与划分. 这是因为岩(矿)石标本的物性与埋藏在地下环境(深度、压力、湿度等)的物性未必相同,因

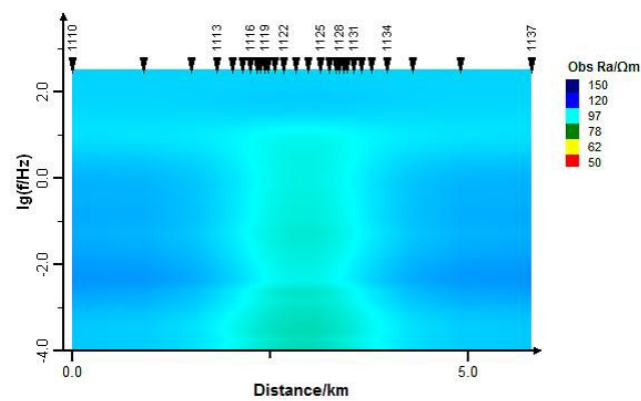


图 8 L11 线 TM 模式视电阻率拟断面图

Fig. 8 The TM apparent resistivity profile along L11 survey line

此建议在已知见矿点或无矿区域做参考剖面，作为未知区域剖面的解释依据，从而有效提高物探解译的准确度.

本文叙述内容为作者参加“老矿山物探技术研讨班”的学习心得,内容属于物探数据的处理与解译范畴,方法涉及 CSAMT、重磁等,文中观点、插图均来自原作者,版权亦属于原作者,本文归纳整理仅为共同学习.

参考文献:

[1] 龚强,谭捍东. CSAMT 二维正演研究[D]. 北京:中国地质大学,2007.
[2] 刘士毅,颜廷杰. 资源危机矿山接替资源勘查物探找矿百例[M]. 北京:地质出版社,2013.