

电磁测深与高精度磁测在矿产调查中的应用效果

李 富, 廖国忠

成都地质调查中心, 四川 成都, 610082

地面物探工作是 1:5 万区域矿产调查进行综合性区域地质矿产调查和矿产普查的重要手段之一。它以区域地质条件和地球物理条件为基础, 采用综合物探方法可配合地质填图、矿点评价, 并进行物探异常的检查, 从而结合区域地质资料的分析, 指出进一步找矿的利地段。资料显示, 地面高精度磁法测量、电磁测深的解释成果和地质填图成果, 两者的吻合很好, 证明了地球物理方法可以为覆盖区地质填图工作服务。随着各种数据处理软件的成熟, 从最早的重磁联合反演, 渐渐发展到重磁电联合反演, 到目前的重磁电震联合反演; 从各种应用效果来看, 联合反演的出现, 增加了正、反演的约束条件。但应充分参考地质资料, 建立地质-地球物理模型, 才能使计算结果更接近真实地质情况。本文主要介绍电磁测深和地面高精度磁测在某一工区的工作成果, 先进行电磁测深的反演, 再用电磁测深的反演成果、地质填图成果建立综合地质-地球物理模型, 利用综合模型修正磁测数据的正演拟合模型, 两种物探方法相互印证, 取得了很好的地质找矿效果。

1 地质概况与地球物理特征

1.1 区域地质概况

该工区位于昆明市西北部, 调查区在大地构造上属于康滇地轴中段偏南的武定-元江裂陷槽北段武定的断陷盆地。从 1:20 万地质资料反映, 以中、下元古界为主的褶皱基底主要沿绿汁江断裂分布于测区东侧, 夹持于元谋-绿汁江断裂和普渡河断裂之间, 呈连续的断陷盆地产出, 由一系列构造断片、逆冲断裂、糜棱岩带和同斜、倒转、平卧褶皱组成。主要岩性为板岩、千枚岩、片岩、白云岩夹结晶灰岩、基性火山碎屑岩等。区内已有铅锌矿出露于因民组 and 落雪组地层, 并受断裂构造控制, 区

内地层覆盖较为严重。

1.2 区域地球物理特征

通过区域地质调查岩(矿)石物性参数统计表(表 1), 可以看出: 区内磁铁矿磁性最强(强磁性), 基性岩、风化形成的红土有一定的磁性变化, 其它一般地层岩性无磁性或磁性微弱。磁异常出现地段在排除基性岩、风化红土的影响后, 一般与磁铁矿关系较大; 物性差异较大, 具备开展磁法勘探工作的前提。区内、铅锌矿和磁铁矿具有高极化率和低电阻率的特征, 其它的视幅频率均在 $<3\%$ 和视电阻率在 $<250\Omega\cdot\text{m}$, 从物性能区分出电性异常, 具备开展电法工作的前提。由于该区域地层覆盖严重, 很需要地球物理方法提供参考依据。

2 工作方法及目的

磁法勘探(简称磁法)是地球物理勘探方法的一种, 它是通过观测和分析岩石的磁性差异及磁场特征来研究地质构造及其分布形态和寻找矿产的一种地球物理方法。由于磁法简便、有效、快捷等特点, 所以在矿产勘察领域得到了广泛应用。本次工作目的是在已知矿区周边开展 1:1 万高精度磁法面积性测量, 划分地层、断裂界线和圈定周边区域的磁异常, 为覆盖区地质填图提供参考依据, 并提出找矿远景区; 采用电磁测深对磁异常区进行剖面探测, 研究异常区的矿体产状、宽度及延伸情况等。

本次磁测工作采用重庆地质仪器厂生产的 WCZ-1 型磁力仪器, 野外由 GPS 实施定点, 高精度磁测资料分别进行了日变改正、高度改正、纬度改正和总基点改正, 得到磁异常 ΔT 值。在有意义的异常处开展 MT 测量, 同时在该剖面开展 1:2000 磁法剖面测量。本次 MT 测量采用美国 EMI 公司和 Geometrics 公司联合推出的新一代电磁仪 EH-4 电磁成像系统, 点距为 50m。

表 1 区域地质调查岩(矿)石物性参数统计

Table 1 Regional Geological Survey rock (ore) the physical parameters of statistical

岩(矿)石名称	标本件数	磁化率 K ($10^{-6}4\pi\text{SI}$)	剩磁 Jr(10^{-3}A/m)	Fs(%)	ρ_s ($\Omega\cdot\text{m}$)
震旦系板岩	32	84	44	2.6	428.5
砂质页岩	28	142	70	1.1	1083.2
白云岩	25	174	72	1.3	1216.1
昆阳群砂岩	37	121	54	1.1	1083.2
含铜白云岩	38	180	49	2.9	1538.4
辉绿岩	32	142	67	2.7	671.1
角砾岩	34	230	111	2.2	971.1
基性岩	16	671	40	2.7	3689
红土	14	1350	179	1.1	134
铅锌矿	29	41217	3189	3.4	238.4
磁铁矿	34	135207	17295	11.7	76

3 数据处理及效果

3.1 磁测数据处理及成果

野外实测数据采集方式为规则矩形网,工作区内有高速公路、变电站和高压线等干扰,为了确定数据准确可信,对有干扰的点进行检查,与周边相近点进行对比,并进行相应的修正。对修正好的数据进行日变改正、高度改正和纬度改正等各项改正,最终得到 ΔT 磁异常值。

将 ΔT 磁异常值与实际的点位进行对应,采用RGIS2010软件进行剖面平面图的绘制。从图中可以看出,工区的北部有一个正磁异常,异常在剖面上的连续性很好,且4条剖面均见异常,说明该异常可信。从剖面图中,可以看出工区内部有明显的磁异常分区特征,各分区之间有一明显的正负磁异常条带。当一个完整的磁性体被断裂断开时,两盘不论是上、下错动还是水平错动,都会使其引起的磁异常发生明显变化,所以剖面平面图能很好的反映地质体的分界线。

利用Surfer对 ΔT 磁异常值进行网格化,得到工区的磁法测量 ΔT 等值线平面图。磁测 ΔT 等值线平面图可以看出,工区内有明显的磁异常分布特征,在工区的北部有一的正磁异常,平面形态呈椭圆形,异常走向为东西向,西南侧为弱的负异常,正异常面积约 0.4km^2 ,极大值 800nT 。与地质图中的出露的昆阳群因民组粉砂质板岩、紫灰色角砾岩及含磁铁矿角砾岩吻合较好。且异常附近有断层存在;异常具有深源特征,延拓400米后,异常仍能圈出 20nT 以上的异常。工区的东部有正磁异常,

平面形态呈条带状,异常走向为东西向,南北两侧为负异常。

最后综合考虑各图件的成果,做为推断断裂及圈定异常的主要标识(见图1)。根据磁异常的特征并结合地质资料,共划分了3条断裂、圈定了5个磁异常区,推测的3条断裂与地质填图成果吻合较好,证明磁法在为覆盖区地质填图中是非常有效的。3号磁异常平面形态呈条带状,异常走向为近东西向,南侧显示强负异常,正异常面积约 1.1km^2 ,极大值 560nT 。异常对应出露的昆阳群因民组(P_{2y})由粉砂质板岩及下部紫灰色角砾岩组成,为主要的含矿地层。同时,异常边界有F1断裂经过,断裂产状与异常梯度带吻合;异常具有深源特征,延拓400米后,异常仍能圈出 25nT 以上的异常。推测3号异常为含矿体引起,并受断裂构造控制。由于3号异常区包含一个已知铅锌矿点,将进行MT测量,对异常进行详细检查。

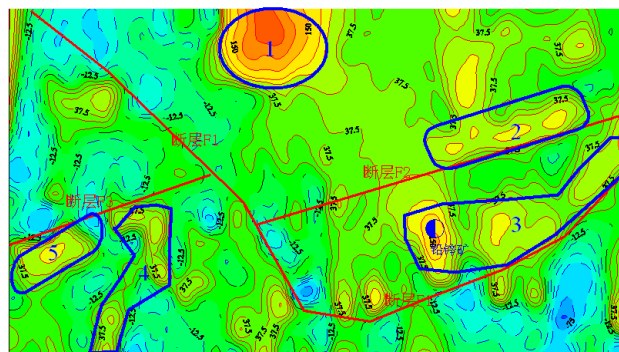


图1 磁法测量推断解释成果图(底图为化极上延100m)

Fig.1 Magnetic survey inference and interpretation of the results of (The picture shows the end of the pole on the extension of 100m)

3.2 MT 数据处理及成果

对MT资料先做数据预处理和静态校正等常规数据整理,再进行了Occam2D反演,生成二维剖面数据文件,最后使用surfer软件绘制2D视电阻率等值线图(图2)。

该剖面垂直于3号磁异常,穿过因民组与绿汁江组间的断层(F1断层),结合地质资料,1~9号测点对应因民组的碎屑岩,10~20号测点对应绿汁江组的白云岩。从工区电磁测深反演成果图可以看出(图2),测点4~8号点,标高2050~1400m处对应有一低阻异常,推测为断层破碎带,由于断层破

碎带充水或含矿体而显示低阻异常,与地质上断层位置相对应,断层的倾角约 75° ,倾向为北西向。测点 1~3 号点,标高 2050~1600m 处,有一相对高阻异常,推测为完整的因民组碎屑岩。测点 9~20 号点,标高 2050~1950m 表层,有一相对的低阻异常,推测为浅表含水层;测点 9~20 号点,标高 1950~1400m 中间层位,有一相对的高阻异常,推测为绿汁江组白云岩,局部低阻异常,可能是白云岩不完整造成;测点 6~20 号点,标高 1400~1000m 底部层位,有一高阻异常,推测为绿汁江组下部的基底层,岩石较为致密,表现为高阻特征。

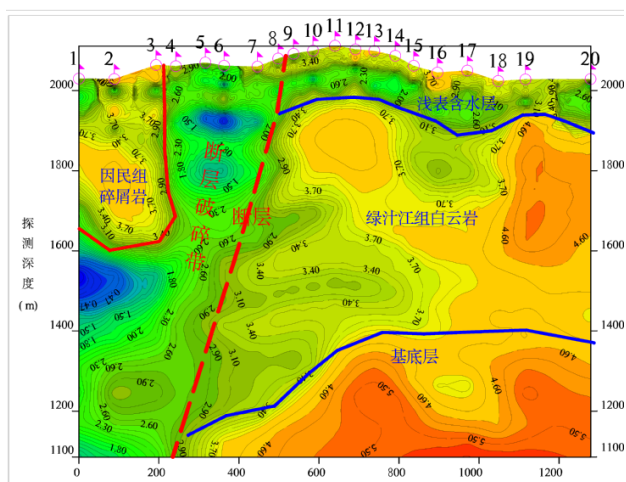


图 2 工区电磁测深反演成果图

Fig.2 The work area electromagnetic sounding inversion results of Figure

参考地质资料、MT 推断成果图,建立地质-地球物理模型;并根据 ΔT 磁异常特征以及物性资料,用 RGIS2010 软件进行 2.5D 人机联合反演,对 ΔT

磁异常进行定量拟合计算。本次反演设定磁参数为:磁化倾角为 38.5° ,磁偏角为 -1° ,磁化强度为 0.87A/m。磁异常拟合均方差为 22.43,表明曲线拟合程度较好,证明模型设计合理,得到矿体宽度约 80m,深度约 300m,厚度约 100m,倾向为北西向,建议地质组进一步验证。

4 结论

在该工区矿产调查中进行高精度磁法和电磁测深等物探方法,取得了非常明显的效果。根据磁法成果推断出了 3 条断裂,为地质覆盖区的断裂拼接提供了有利的参考依据,断裂位置、走向等与地质方面吻合;证明磁法可以对地层进行划分,并在覆盖区地质填图中非常有效的。磁测数据经处理后,生成 ΔT 剖面平面图、 ΔT 平面等值线图、 ΔT 化极平面等值线图和上延不同高度等图件,有利于异常的筛选与解释,综合圈定 5 个磁异常。综合考虑化极异常、各不同延拓高度的处理成果,推断断裂及圈定异常更可靠,而且为圈定找矿远景区提供了重要证据。电磁测深方法可以有效的判断断裂构造的产状、延伸,并能根据电性差异对地层进行详细的分层。利用地质填图成果资料、电磁测深成果资料建立综合地质-地球物理模型,对磁测剖面数据进行约束反演,反演效果及精度有明显的提高,同时减少物探异常解释多解性。磁测剖面定量反演能计算矿体深部特征和并判断是否有隐伏的盲矿体。

本文为云南武定地区铁铜矿远景调查(编号:1212011120640)项目资助成果。