

电法测量在多金属找矿上的应用效果

——以内蒙古东乌旗 1017 高地矿区为例

张景云, 严昊伟

(中国人民武装警察部队黄金第四支队, 辽宁 辽阳 111000)

摘要 物探电法是寻找金属矿产的一种重要手段, 尤其是对地下深部盲矿体的预测上得到广泛应用, 同时取得了很好的找矿效果。文章以内蒙古东乌旗 1017 高地铅锌多金属矿为例, 在系统分析了矿区成矿地质条件和地球物理特征后, 对含多金属矿体和围岩进行了电性参数的测定, 矿体上表现为低阻高极化率特征、围岩上表现为高阻低极化率特征, 通过测定的结果表明: 该区有利于电法工作的开展。根据在该区实施的激电中梯扫面和电测深工作成果推断的成矿有利区段, 以及经过钻孔验证发现多金属矿体, 说明物探电法测量在该区具有较好的找矿效果。

关键词 地球物理; 电法测量; 多金属找矿; 应用效果

内蒙古东乌旗 1017 高地工作区地势平坦, 植被发育, 其第四系土壤覆盖层较厚。其多金属地质体呈缓倾斜赋存在地下深部, 其顶板埋深大于 100 m。由于工作区大部分被第四系所覆盖, 槽探、化探、地质填图等基础性地质工作受到了一定的限制。在系统分析了矿区成矿地质条件和地球物理特征后, 认为可以通过物探电法工作圈定的异常来推断成矿有利区段进而指导下一步地质工作。据此在该区开展了 1:10 000 激电中梯扫面、激电测深和可控源音频大地电磁测深工作, 通过物探工作共圈定出 8 处视极化率高值异常区并对视极化率 3 号异常进行了激电测深和可控源音频大地电磁测深工作。通过圈定的成矿有利地段, 随后投入了钻探工程验证, 通过施工的 7 个钻孔: 其中 5 个发现多金属矿体、2 个发现矿化体, 取得了较明显的找矿效果。目前全区共发现含银铅锌矿(化)体 9 条, 共估算预测资源量(334) 金 394 kg、银 200 178 kg、铅 16 063 t、锌 56 976 t。

1 地质概况及地球物理特征

1.1 地质概况

区域大地构造位置处于天山-兴安地槽褶皱系东乌旗早华力西地槽褶皱带, 二连浩特-东乌旗复背斜北翼的阿钦楚鲁复背斜上。本区构造变动强烈, 褶皱和断裂发育, 基底褶皱以紧密线形复式背、向斜为主, 走向北东或北北东, 断裂构造以北东向压扭性断裂最发育, 其次为北西向张性断裂, 少数断裂具有明显的继承性和多期活动性。

矿区内地层分布在区内的南东部, 为泥盆系上统的安格爾音乌拉组, 是一套含动、植物化石的陆相及滨海相砂板岩组合, 以泥质粉砂岩、板岩、细砂岩、砂岩为主。第四系大面积分布在工作区东、西和北部。

矿区位于二连浩特—东乌旗复背斜南西核部。区内构造表现为发育三组破碎蚀变带, 第一组贯穿工作区中部(I), 总体走向 50°, 倾向 140°, 倾角大于 70°, 总体可见长度在工作区内近 7 km, 带宽几十米到 1 500 m; 第二组位于工作区北部(II), 总体走向 310°, 倾向 220°, 倾角 60~70°, 北部被第四系所覆盖, 地表可见长度大于 1 000 m, 宽 200~300 m。第三组破碎蚀变带(III)与第一组平行, 在其西北方向, 长度

在工作区内近 5 km, 带宽几十米到 1 500 m; 另外还发育一组北西向小断层, 断层规模小, 呈组出现。

区内侵入岩以燕山晚期酸性侵入岩为主, 有中粗粒黑云二长花岗岩和中细粒黑云二长花岗岩。中粗粒黑云二长花岗岩呈岩基状产出, 位于矿区中部, 面积约 13 km², 另有约 2 km²分布于工作区东北部 (齐立华等, 2007; 见图 1)。

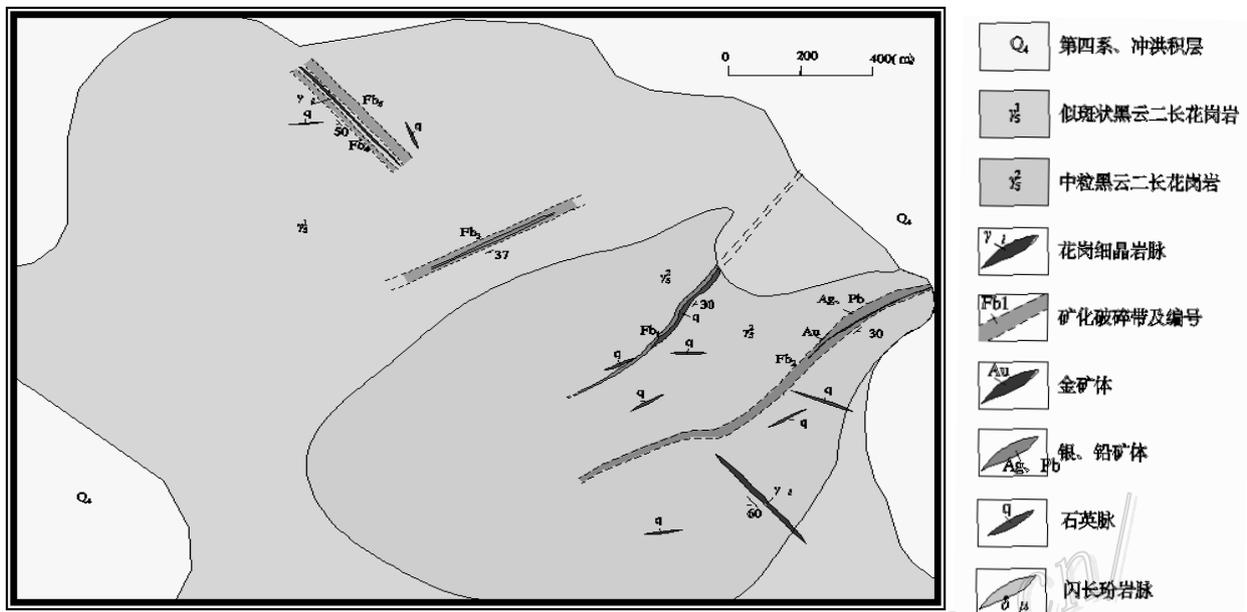


图 1 内蒙古东乌珠穆沁旗 1017 高地矿区地质图

中细粒黑云二长花岗岩出露在矿区中部, 面积约 1.6 km², 呈岛状被中粗粒黑云二长花岗岩包围。花岗岩体内发育蚀变破碎带, 带内岩石具较强高岭土化、绿泥石化。区内在破碎蚀变带内, 岩石受构造作用, 较为破碎, 普遍发育高岭土化、绿帘石化、绿泥石化、绢云母化、硅化蚀变, 矿化有褐铁矿化、方铅矿化、闪锌矿化、黄铁矿化、白铁矿化、黄铜矿化。

1.2 地球物理特征

为了查明矿体与围岩电性特征, 对矿区具有代表性的岩矿石进行了电性参数测定, 详见表 1。

表 1 1017 高地矿区岩矿石电性参数测定表

岩性	标本块数	视极化率 $\eta_s/\%$			视电阻率/ Ω		
		最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
围岩	25	1.5	0.1	0.52	1640	485	806
氧化带	20	6.2	1.2	2.34	852	285	511
矿化体	15	20.5	3.7	8.4	267	12	123

从表中可以看到, 矿区围岩其物性表现为视极化率值较低, 视电阻率值较高, 显示出高阻低极化率特征, 为本区的背景地段。金属含量较高的矿化体视极化率值较高, 而电阻率值较低显示出低阻高极化率特征, 为本区异常地段。因此区内矿化体与围岩存在着明显的电性差异。

2 异常的圈定与异常解释

2.1 面积性激电中梯工作

由于区内的矿体(矿化体)与围岩存在明显的电性差异,所以二者所引起的激电特征不同。矿体(矿化体)的激电特征为低阻高极化率,围岩的激电特征为高阻低极化率,因此在矿体上可形成视极化率值较高的异常。在该工作区共进行了40 km的激电中梯工作,我们取其供电电极距AB为1500~2000 m,测量极距MN为40 m,测量点距为20 m。通过测定的视极化率值共圈出8处视极化率异常区,见图2。

分述如下:

η_s -1号极化率异常位于1017高地上,长约1800 m,宽约400~700 m,异常呈带状分布,总体走向呈北东向,这与从地表可以看到的I号蚀变破碎带非常吻合,因此可以推断 η_s -1号异常是由I号蚀变破碎带引起的。其中的极化率高值异常区推断为金属矿化好、金属矿物含量较多且有一定延深的多金属地质体引起的。通过地表槽探工程揭露:1号脉、2号脉与极化率异常高值区对应较好。对1号脉、2号脉实施的钻探工程在深部均发现多金属地质体。

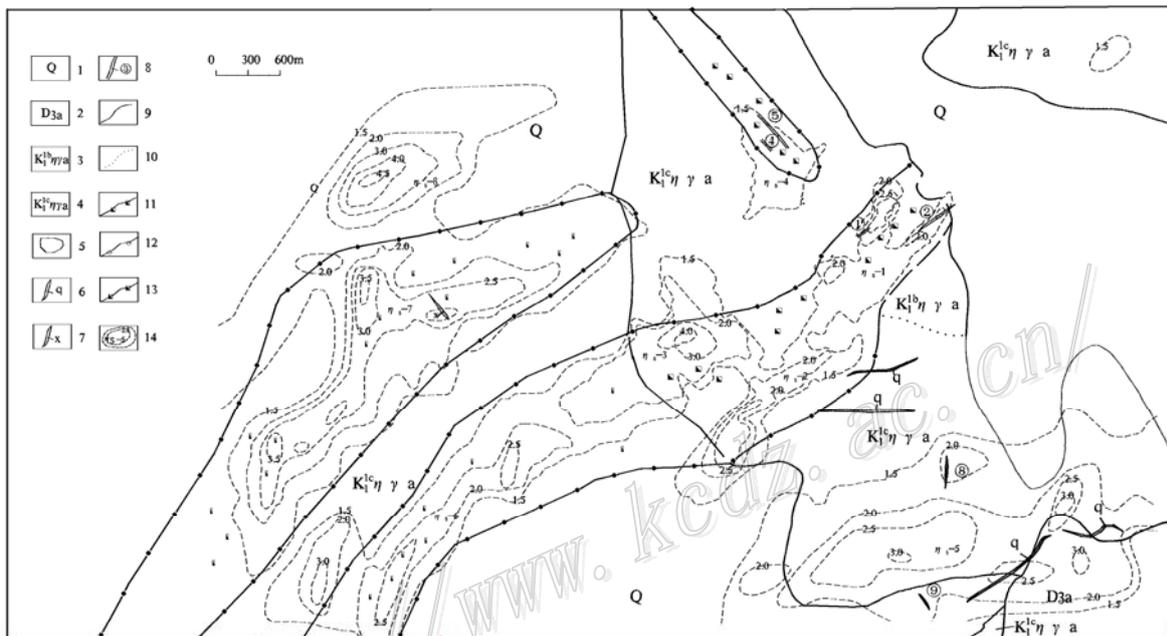


图2 东乌珠穆沁旗1017高地矿区物探极化率异常图

- 1.第四系; 2.安格爾音烏拉組 泥質粉砂岩、細砂岩; 3.燕山晚期中細粒黑雲二長花崗岩; 4.燕山晚期中粗粒黑雲二長花崗岩;
5.破碎蝕變帶; 6.石英脈; 7.煌斑岩脈; 8.礦體及編號; 9.地質界線; 10.岩相界線; 11.褐鐵礦化; 12.綠帘石化; 13.高嶺土化;
14.激電中梯測量極化率異常及編號;

η_s -1号异常东端封闭,其西端延伸至 η_s -2号异常。 η_s -2号异常其总体走向与 η_s -2号异常大致相同,可解释为 η_s -2号异常是 η_s -2号异常的延伸,同为I号蚀变破碎带深部的多金属地质体引起的。

η_s -3号异常位于982高地偏西方向,异常带宽约500 m,东端封闭,西端未封闭,其总体走向为北东向。该异常面积较大,强度最高,其极化率高值达5.4%,从地表看,异常区内岩石蚀变强烈,因此推断该区域地下地质体金属矿物含量增大,且延深较大。

η_s -4号异常位于1017高地北部,异常形态呈倒“丁”字型,上窄下宽,其异常值较低,属低缓异常,该异常与II号蚀变破碎带相对应,因此可推断该异常是由II号蚀变破碎带引起的。已发现的4、5号脉均在异常的高值区域内,通过施工钻孔,在深部均发现良好的金属矿化以及含多金属地质体。

视极化率 η_s -5号异常:该异常位于工作区的东南角,异常面积较大,约有6 km²,异常近于EW走向,控制长度约3.5 km,宽度1.5 km。该异常属低缓异常,异常峰值不集中,其视极化率值普遍在1.5%~3.0%之间,异常梯度变化不大,结合地质,该区域海拔相对较高,风化剥蚀较强,从地表可以看到区域内矿化蚀变较强,由此推断解释为该异常是由地下深部的金属地质体引起的。

视极化率 η_s -6号异常:该异常近于EW走向,整个异常由3个异常峰值组成,控制长度约3.0 km,宽度约800 m。结合地质填图及2007年综合地质成果,认为 η_s -6号异常所控制区域是I号蚀变破碎带的延伸,同时也是982高地上 η_s -3号异常的延续。

视极化率 η_s -6号异常:该异常位于I号蚀变破碎带的北部,近于EW走向,面积较大,它以布敦花脑特视极化率异常高值为中心,异常向东、西两边延伸,其异常中心视极化率值达到5%,少数高值达到10%以上,同时异常高值点密集、连续,异常梯度变化大。其异常东部封闭,而其西端没有封闭,并有继续向西延伸的趋势。综合地质推断,该异常是由地下多金属体引起的,找矿潜力巨大。

视极化率 η_s -8号异常: η_s -8号异常是4个异常中控制面积最小的一个,约有2 km²,但其异常形态规则,视极化率等值线套合好,异常中心视极化率高值明显,异常梯度变化大。综合地质推断,该异常是由地下多金属体引起的。

2.2 电测深工作

针对在982高地上圈定的视极化率 η_s -3号异常高值区,为了进一步了解其深部矿体所赋存的大致空间,我们通过激电测深工作来获取相关的资料。工作中采用的装置形式为对称四极电测深,共进行了18个点电测深工作,获得的视电阻率及视极化率异常图,见图3。

从电阻率断面图上,可以看到:在测深150~500 m形成一大面积的低阻异常区,与此相对应的极化率断面图上可以看到,与电阻率低值区域相对应形成极化率高值异常区。综合电阻率和极化率异常区域,在测深点150~400 m表现为低阻高极化特征。为了进一步了解物探扫面工作圈定的高值异常区深部矿体的变化情况,在该工作区进行了可控源音频大地电磁测深工作,共进行了543个点的测深工作(谭捍东等,2008),在982高地上视极化率 η_s -3号高值异常上布设一条剖面7线计20个点,其成果推断见图4。推断在深部200~400 m之间形成的两处低阻区域I、II为多金属成矿有利区段。

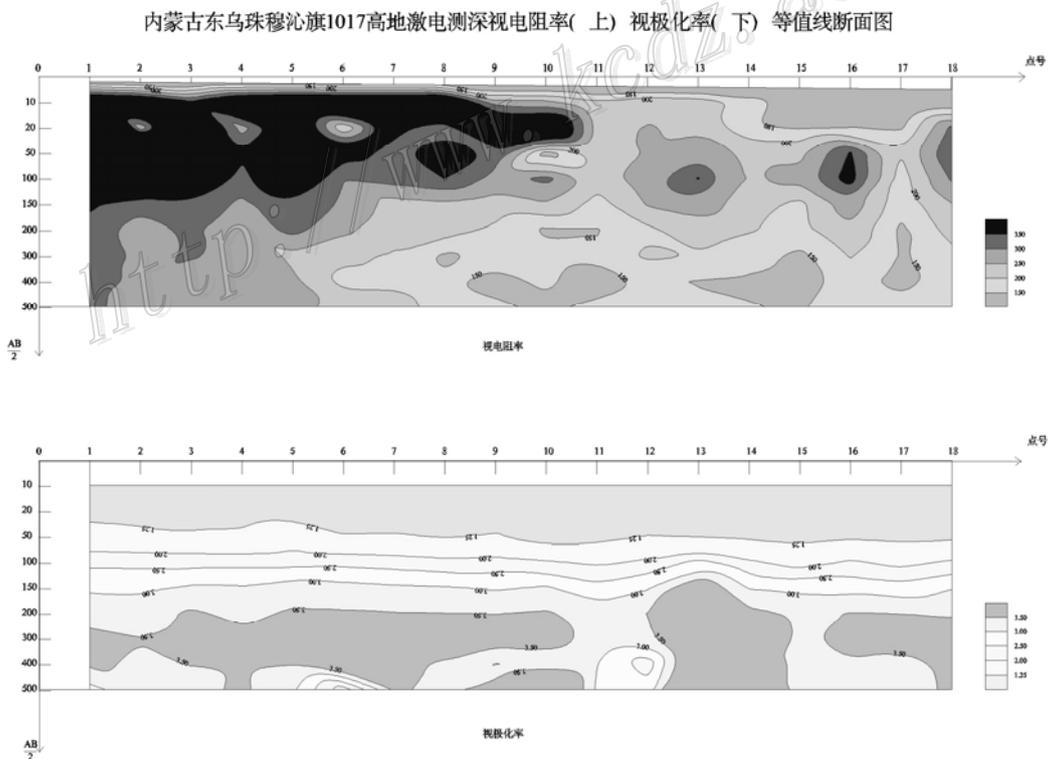


图3 极化率3号异常激电测深视电阻率(上)视极化率(下)等值线断面图

内蒙古自治区东乌珠穆沁旗1017高地银铅多金属矿普查
可控源音频大地电磁测深7线推断解释图
比例尺 1:5000

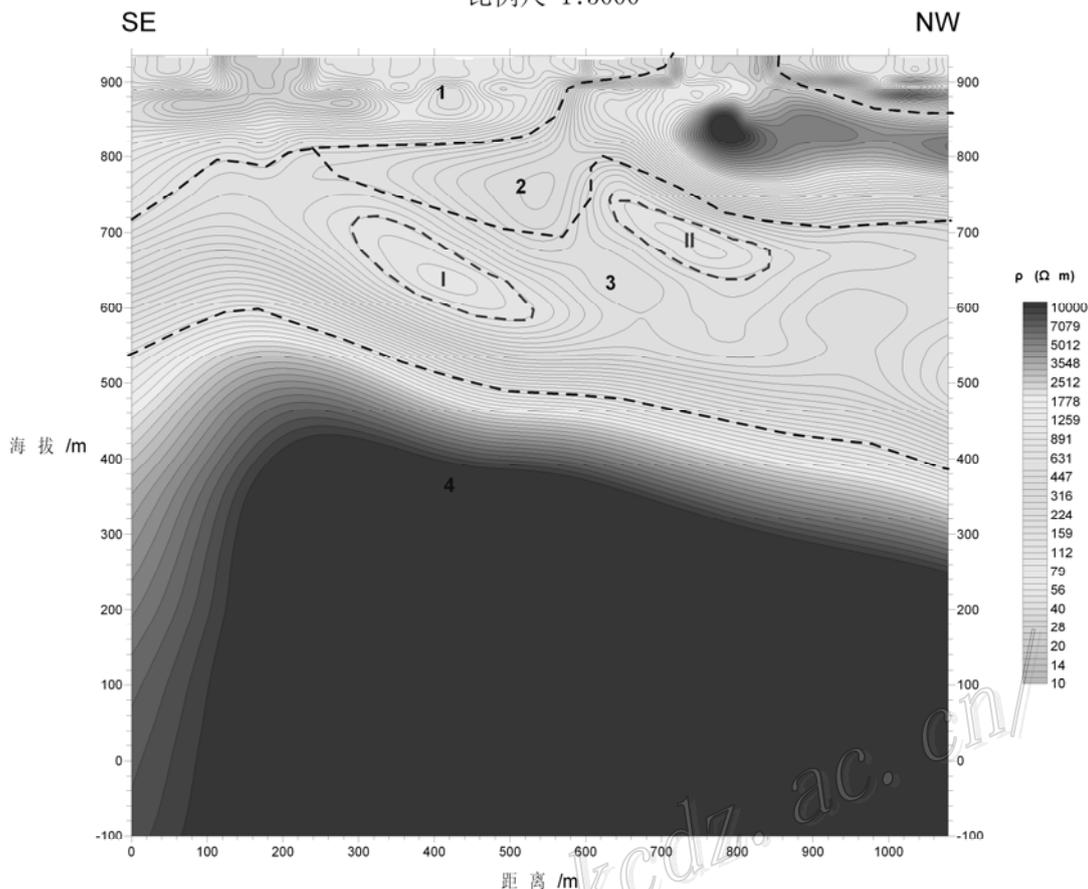


图4 极化率3号异常推断解释断面图

3 应用效果

通过物探扫面圈定的视极化率高值异常以及结合激电测深和可控源音频大地电磁测深工作，首先对位于工作区中部 982 高地西侧物探视极化率 η_s -3 异常进行了钻孔验证，钻孔编号为WYZK0001，通过钻孔施工共发现五层多金属矿体。矿体 θ 角是 $20\sim 40^\circ$ ，倾角为缓倾。矿体呈灰白色，原岩为中粗粒二长花岗岩，具高岭土化、绿泥石化、硅化，绿泥石化蚀变，分布较均匀，硅化一般呈细脉状。金属矿化有闪锌矿化、少量方铅矿化（齐立华等，2007）。

在 η_s -6、 η_s -7、 η_s -8 异常区布设了 6 个钻孔， η_s -6 物探异常区布设 2 个钻孔，为W6-1ZK01、W6-2ZK01。 η_s -7 物探异常区布设 3 个钻孔，为W7-1ZK01、W7-2ZK01、W7-3ZK01。 η_s -8 物探异常区布设 1 个钻孔，为W8-1ZK01。其中W6-1ZK01、W7-1ZK01、W7-2ZK01、W8-1ZK01 钻孔见矿（表 2，王贵春等，2008）。W6-2ZK01、W7-3ZK01 见矿化体。

W6-1ZK01 钻孔按矿化类型、有用矿物组分和 θ 角划分，该孔见一层银、锌矿体。

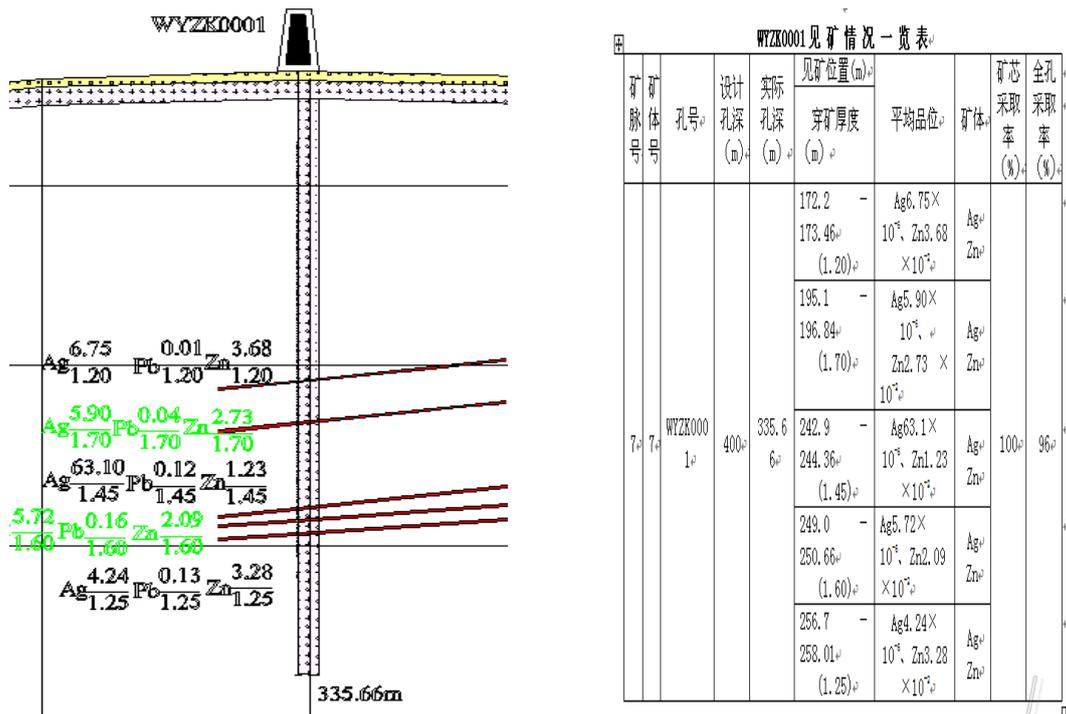


图4 1017高地矿区物探视极化率3号异常验证

表2 几个钻孔见矿情况一览表

钻孔号	设计孔深/m	实际孔深/m	见矿位置/m (穿矿厚度/m)	平均品位	矿体	矿芯采取率/%	全孔采取率/%
W6-1ZK01	500	488.13	196.75~197.95 (1.20)	Ag 15.70×10 ⁻⁶ 、 Pb 0.09×10 ⁻² 、 Zn 0.66×10 ⁻²	Ag Zn	100	98
W7-1ZK01	300	364.17	328.48~329.98 (1.50)	Ag 234.0×10 ⁻⁶ 、 Pb 4.56×10 ⁻² 、 Zn 2.25×10 ⁻²	Ag Pb-Zn	100	95
			347.08~349.48 (2.40)	Ag 16.00×10 ⁻⁶ 、 Pb 0.60×10 ⁻² 、 Zn 1.01×10 ⁻²	Ag Pb-Zn	100	
W7-2ZK01	300	235.10	203.55~204.75 (1.20)	Ag 22.20×10 ⁻⁶ 、 Pb 0.06×10 ⁻² 、 Zn 0.05×10 ⁻²	Ag	100	94
W8-1ZK01	500	257.95	142.45~143.65 (1.20)	Ag 10.60×10 ⁻⁶ 、 Pb 0.49×10 ⁻² 、 Zn 0.67×10 ⁻²	Ag Pb-Zn	100	93
			147.25~149.95 (2.70)	Ag 247.9×10 ⁻⁶ 、 Pb 2.60×10 ⁻² 、 Zn 8.01×10 ⁻²	Ag Pb-Zn	100	

W7-1ZK01 钻孔按矿化类型、有用矿物组分和θ角划分, 该孔见二层银、铅、锌矿体。

4 结 论

(1) 通过物探电法圈定的异常推断成矿区域并经钻孔验证发现多金属地质体表明：在该工作区不但适合开展物探电法工作，同时对其圈定的异常可直接投入钻探工程进行查证进而发现盲矿体，说明电法工作在此应用找矿效果明显。

(2) 通过对物探异常钻孔验证以及区内其他钻孔资料分析：东乌旗 1017 高地矿区其多金属矿体所赋存的空间大致在深部 150~400 m 之间，同时结合在该区进行的电测深工作，其圈定的低阻高极化率成矿有利地段均在深部 150~400 m 之间。因此综合物探、地质已经取得的成果资料得出：在该工作区深部在 150~400 m 之间为多金属矿体所赋存的大致空间，是成矿的最有利地段（王贵春等，2008）。

(3) 物探电法所圈定的异常区的特征应是该区一个重要的找矿标志（王贵春等，2008）。

参 考 文 献

- 谭捍东, 林昌洪. 2008. 内蒙古自治区东乌旗 1017 高地银铅多金属矿普查之可控源音频大地电磁测深成果报告[R].
- 齐立华, 等. 2007. 内蒙古东乌旗 1017 高地银铅多金属矿普查总结[R]. 辽阳: 武警黄金第四支队.
- 王贵春, 等. 2008. 内蒙古东乌旗 1017 高地银铅多金属矿普查总结[R]. 辽阳: 武警黄金第四支队.

<http://www.kcdz.ac.cn/>