矿产资源

彩霞山铅锌矿区井中激电应用

张 征
(新疆地质矿产局第一地质大队,昌吉 831100)

[摘 要]金属硫化矿床的空间展布的复杂性,在勘探过程中往往需要预测矿体的展布与形态,井中激电能发挥很好的作用。文章介绍井中激电不同方法的的曲线特征,通过实例加以佐证。

[关键词]铅锌矿 井中激电 地-井方式 井-地方式
[中图分类号]P631.3 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2005)S0-0019-05

彩霞山铅锌矿区已处于勘探阶段,由于硫化矿体的空间展布的复杂性,往往打一钻需要预测下一钻的位置和深度,以进一步控制矿体的形态和发现新的盲矿体。在此预测过程中,我们一边学习井中激发极化法的理论,一边把解释的结果通过钻探和地质给予验证。井中激电确实在金属硫化物矿床中能够发挥很好的作用,希望所有实施和金属硫化物相关的带钻普查或勘探的矿区大力应用井中激电法。

井中激电主要是在地面或井中硫化体上供电,在井中或地面接收因硫化体放电产生二次场。因与硫化体距离近,所以干扰相对较小。此次在彩霞山的井中激电主要进行了地-井方式的方位测井,井-地方式的充电测量。

地-井方式的方位测井,当井旁存在高极化盲矿体时,把供电极置于井口不同的方位上,所得的二次场不同,这是因为改变供电极相对极化体的位置,也相对改变了极化方向和相对极化体的距离,这样就改变了极化强度和曲线形态,利用这种测量结果的差异,就可判断井旁高极化矿体的存在性,并确定其相对于钻孔的方位和估计其埋深及产状。

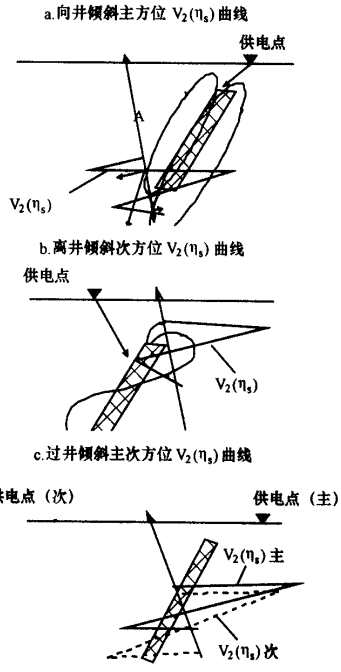


图1 井一地方式测井原理示意图

1 地-井方式的方位测井

1.1 硫化体向井孔倾斜

地面供电点始终位于硫化体的头部(硫化体向井孔倾斜),二次场的电力线形成以板体为中心的"横8"字形,二次场的方位曲线形态是由多个点的二次场电位差的集合(图1a)。

某点的二次场的幅值的正或负及大小是由"横8"字形决定。如A点,电力线的切线矢量向左、向下的,为此可将此矢量分解为沿井轴向下的分量和垂直井轴向左的矢量。对于沿井轴测量时,垂直井轴的矢量不做贡献。沿井轴向下的分量产生了正的电位差。B点电力线的切线矢量向右、向上的,为此可将此矢量分解为沿井轴向上的分量和垂直井轴向右的矢量。同样对于沿井轴测量时,垂直井轴的矢量不做贡献。沿井轴向上的分量产生了负的电位差。由许多这样的点形成了"上正下负"的"反S"形曲线。离井无限延展的硫化体与上述曲线形态相同。

[收稿日期]2005-07-10;[修订日期]2005-08-10;[责任编辑]曲丽莉。
[作者简介]张 征(1961年-),男,1984年毕业于西安地质学院,获学士学位,高级工程师,现主要从事矿产质勘查工作。

1.2　硫化体离井倾斜

地面供电点位于硫化体的倾向翼(硫化体离井倾斜),二次场的电力线形成以板体为中心的"右旋的反 S"形,二次场的方位曲线形态是由多个点的二次场电位差的集合。同样遵循上述的分析方法,某点的电位差由多个 A 点和多个 B 点组成,也形成了"上正下负"的"反 S"形曲线,向井有限延展的硫化物体与上述曲线形态相同(图 1b)。

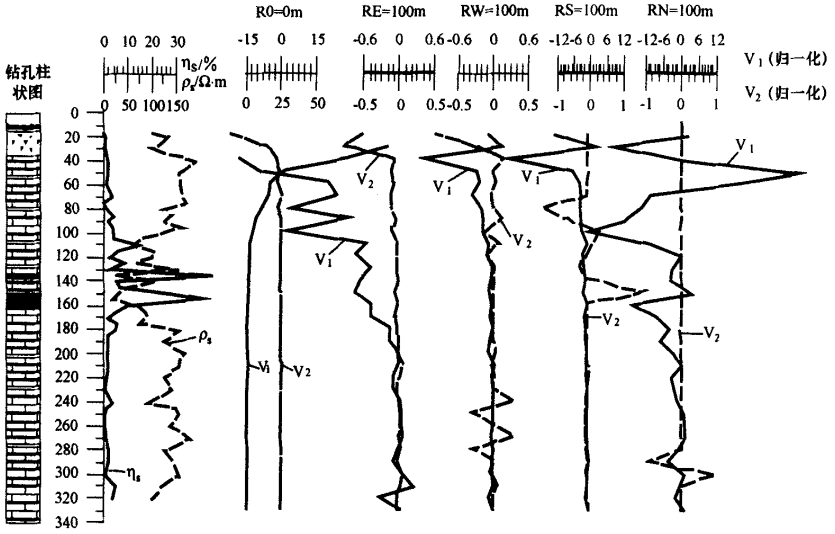


图 2　彩霞山铅锌矿区 ZK2204 孔井激电曲线图

1.3　不同方位上供电

当供电点位于不同的方位上,供电方向(供电点到板体上部的连线为供电方向)总与板的倾向不一致,二次场电力线不再产生"横 8"字形,就会出现"右旋场"或"左旋场"的电力线。判断"左、右旋"的办法,把供电方向向板的延展方向旋转逼近的过程,若是左旋的过程就判断电力线是"左旋场",反之是"右旋场"。有了左或右旋场,拿一些如 A 和 B 的点分析其正负及幅值大小就知道了二次场曲线形态(图 1c)。

1.4　彩霞山矿区的应用

该区矿体属高极化的铅锌矿,矿体多以脉状或扁豆状夹持在蚀变带中,走向以北北东向为主,倾向多由北向南倾,倾角较大。若对某孔通过方位测井判断为多层硫化物,为向井、离井、过井硫化层后,就可以有目的地进行钻探追索。彩霞山的井中激电中的地－井方式对硫化物层的判断如下:

当主方位(北方位供电)出现"上正下负"的"反 S"型,或"山峰状",而反方位(南方位供电)出现很弱的"山峰状"或很弱的"上正下负"的"反 S"型,甚至上述各形态的消失,说明硫化层是向井倾斜的板体。

当反方位(南方位供电)出现"山峰状"或"上正下负"的"反 S"型及"山谷状",而主方位(北方位供电)出现很弱的"山峰状"或很弱的"上正下负"的"反 S"型,甚至上述各形态的消失,说明硫化层是离井倾斜板体。

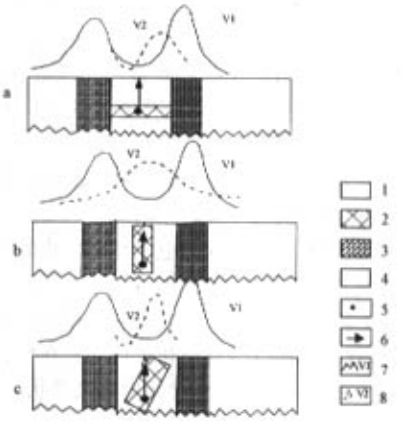


图 3　井中充电剖面原理图

1—围岩;2—高极化矿体;3—接触带;4—低阻区;5—充电点;6—总场电位差曲线;7—二次场电位差曲线;8—电流方向。

当主方位的 S 型相对反方位同步起伏,且略有提前,硫化体为过井倾斜,提前的那个方位为主方

位,相对滞后的方位为次方位。提前了半个周期时,就为水平板状体。

1.5　ZK2204 孔方位测井

有两个富铅锌矿层,第一层深度在 92.5 ~ 95m,第二层深度在 165.1 ~ 167.1m。测井时,发现 3 个高极化层,深度在 105 ~ 115m,130 ~ 140m,145 ~ 160m。详见图 2,表 1。

表 1　彩霞山矿区 II - 1 号矿体 ZK2204 孔井中激电成果表

主要富矿层	测井异常层	方位测井					
深度/m	深度/m 异常强弱	断面方向	深度/m	明显方位	曲线形态	异常层展布	异常层地质特征
92.5 ~ 95.0	105 ~ 115(弱)	倾	70 ~ 110	南	正"S"型	向南离井倾斜的板体	矿层的反应
165.1 ~ 167.1	130 ~ 140(强)		140 ~ 160	南	山峰状	向南离井倾斜的板体	矿层顶板反应
	145 ~ 160(强)	向	280 ~ 310	北	"上负下正"的正 S 型	向南向井倾斜的板体	硫化物层反应
		走	80 ~ 120	东	"上正下负"的两个"反 S"型	向西侧俯的向井倾斜的两板体	第一层矿反应
		向	280 ~ 320	西	"上正下负"的两个反 S 型	向西侧俯的离井倾斜的两板体	硫化物层反应

南、北倾向断面:有三个高极化异常层,第一层 70 - 110m,南方位二次场曲线为"上大负、下小正"的"正 S",而北方位呈近"直线",说明该层为离井倾斜的薄板体,它是第一个铅锌矿层相关硫化层的反应。第二层深度在 140 - 160m,南方位二次场曲线为"上大正、下小负"的"反 S",而北方位呈近"直线",说明该层为向南的离井倾斜薄板体,它是第二个富铅锌矿层相关顶板硫化层的反应。第三层深度在 280 - 310m,北方位二次场曲线为"上负下正"的"正 S",而南方位呈近"直线",说明该层为向井倾斜的薄板体,它是硫化层的反应,未见矿。

东、西走向断面:有二个高极化异常层,第一层 80 - 120m,西方位二次场曲线为"上正下负"的两个"反 S",这两个"反 S"幅值相对弱,而东方位呈"直线",说明该层向西侧俯时,西方位供电极位于倾向翼,东方位供电极位于反倾向翼,高极化层不呈正东西向走向,而呈北东向走向展布,该层是第一个铅锌矿层在走向上的反应。第二层 230 - 280m,西方位二次场曲线为"上正下负"的两个"反 S",这两个"反 S"幅值相对强,而东方位呈"直线",说明该层向西侧俯时,呈北东向走向展布,西方位供电极位于倾向翼,东方位供电极位于反倾向翼,它是第上述第三个硫化层在走向的反应。

由于在倾向上的第一、二层均为矿至层且为离井倾斜,为此在该孔的南侧仍可继续追索矿体。第三层可能为盲矿体,值得重视。

2　井中充电地面测量

异常体上供电时,地面沿 X 方向测量,电流总是沿最低的电阻的路线行走造成下列特征。

高极化矿体上充电(井中充电),产生二次场的曲线形态差异判断硫化层走向轨迹和地表投影位置和范围。特别是在当地表被覆盖时,判断出硫化层的浅地表段并经钻探证实,效果是令人信服的。

2.1　井 - 地方式的充电测量具体的判断准则

电流从充电点所在的低阻区上移运行时,在低阻区中电流的水平分量几乎很小,垂直分量最大,则总场电位差曲线形成"山谷"状。在低阻体与围岩接触带,电流的水平分量最大,垂直分量为零,形成两"山峰"状。结果整体形成了"两山峰夹一山谷状"。两"山峰"之间的距离主要与两接触带之间距离相关,也涉及到与充电点相对硫化层的深度,当充电点位于硫化异常层之上,两山峰之间的距离大。当充电点位于硫化异常层之下,两山峰之间的距离小。一般情况下,充电点位于硫化异常层。"山峰"的幅值强弱与硫化层的深度相关,当硫化异常层相对浅时,幅值大,曲线形态明显,当硫化异常层相对深时,幅值小,曲线形态不明显(图 3a)。

二次场总是反应硫化体的位置。当硫化体直立时,V2 曲线在硫化体上方产生明显的异常,二次场电位差形成"山峰"状,"山峰"段与总场电位差曲线"山谷"对应,并反应出低阻高极化体的平面投影。

当硫化体水平状时,二次场电位差 V2 曲线在硫化体上方产生明显的"横 S"形异常,"山峰"和"山谷"段成镜向对称,且"山峰"和"山谷"段与总场电位差曲线"山谷"对应,并反应出低阻高极化体的平面投影。

当硫化体倾斜时,二次场电位差 V2 曲线在硫化体上方产生不对称的"山峰 - 山谷"曲线形态,"山峰"到"山谷"的拐点或梯度段为硫化体的顶部位置,"山峰 - 山谷"曲线形态与总场电位差曲线"山谷"对应,并反应出低阻高极化体的平面投影。

2.2　彩霞山矿区的井充电应用

彩霞山铅锌矿自身的特点,一般情况下,矿脉

(体)位于矿化蚀变带与围岩的按触带上。

总场形成“两峰夹一谷”状,其中一个“山峰”段对应矿化蚀变带与围岩的南界线上,另一“山峰”段对应矿化蚀变带与围岩的北界线上,“山谷”段(低阻段)对应矿化蚀变带,这些段在走向上连续,但随着高极化层的变深或规模变小等影响急剧减弱。

二次场电位差 V2 曲线以南界线为中心,在其南、北部不一样,在界线以北形成以正值为主的各种形态,它与矿层极为相关。以南形成以负值为主的“山谷”状,它是围岩的反应,与矿层无关(略)。上述幅值的正负与接触带及钻孔和 MN 等相关(略)。

在界线以北形成以正值为主的各种形态始终包含在总场“两峰夹一谷”段中,二次场有多种曲线形态具体如下:

1)“横 S”形,矿脉赋存在“正半周”,倾向翼赋存在“负半周”,矿层相对较厚。

2)跟随总场呈“两峰夹一谷”形,有两层矿,矿层脉赋存在“两山峰”段上矿层相对较厚且矿层连续稳定。

3)二次场出现的各种形态,其中“山峰”段总与总场的拐点或梯度段吻合。

2.3　ZK2204 孔井中充电测量结果

图 4 是彩霞山 ZK2204 孔井 - 地方式测量曲线图,曲线形态基本符合上文所述的规律,一次场呈“两峰夹一山谷”。二次场在南界线的南部呈现以负值为中心的“山谷”状,北部形成以正值为的“横 S”形,此“横 S”形与总场的北界线的梯度带对应。在各剖面上追索圈定“横 S”形的范围和界线就基本划定了硫化矿体的分布及平面展布。同样在各剖面上追索圈定“两峰夹一谷”形的范围和界线就基本划定了低阻矿化蚀变带和接触带的分布及平面展布。

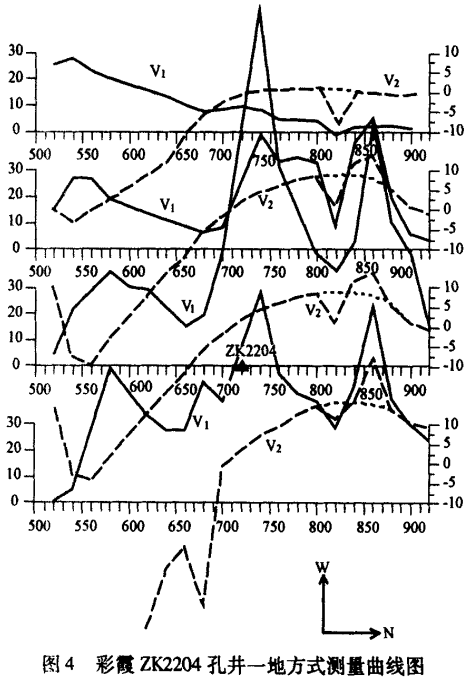


图 4　彩霞 ZK2204 孔井一地方式测量曲线图

把井中激电中的地 - 井方式测井和井 - 地方式的充电测量综合起来可得出图 5,从图中看出第一、二层铅锌矿层与第一、二个高极化硫化层基本吻合。若排除炭质干扰,第三层可能与铅锌矿相关,并证实井中激电结果与钻探剖面基本吻合。

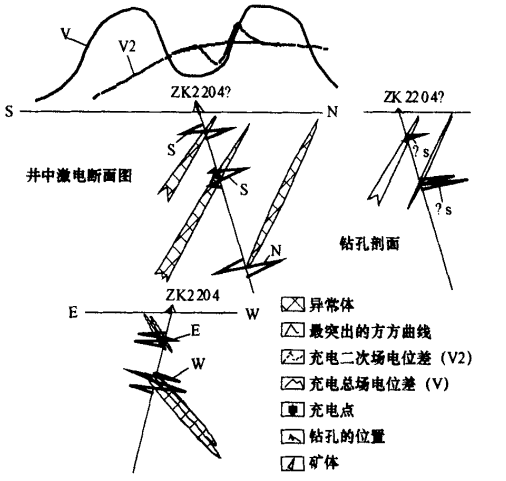


图 5　彩霞 ZK2204 孔井中激电综合剖面示意图

3　井中激电的几点认识

3.1　方位测井

过去井 - 地方式的方位测井使用小功率的供电仪器,造成方位距一般不大于 350m,方位距小必然造成探测深度浅。现在使用了地面时域发射机(电流 10An,电压 1200V)能探测 800m,极大地提高了探测深度。在发射机不关机状态下,接收机随井深变化单独测量,极大地提高了测量速度。

过去用用单方向的供电仪器,发射一个方向的脉冲,用二次场电位差曲线出现的“反 S”或“正 S”的形态来判断硫化体的赋存状态。现在使用了地面时域发射机,发射不再是单脉冲,最少出现一次正、停、负的交替一个周期脉冲,而接收机又把正、负脉冲产生的二次电位差叠加起来,所以大多数情况下,

二次电位差不仅出现"正反S"型,而且还出现"山峰状"或"山谷状"曲线形态,这就要求我们不光会用反"S"或"正S"的形态来判断硫化体的赋存状态,更注意用"山峰状"或"山谷状"曲线形态来判断硫化体的展布状态。

由于被极化的硫化体电位差与供电点到硫化物体的距离平方成反比,若各方位距相同可用下列方法判断硫化体的空间展布:

1)二次场电位差曲线的"S"型的幅值强(不管反"S"或正"S"有"山峰"、"山谷")的方位,且对应的总场也出现"S"型或"山峰状""山谷状",反方位出现弱"S"型或"山峰状""山谷状",甚至消失。这个幅值强且形态明显的方位可能赋存硫化体,在硫化体倾向已知条件下,可根据此条来判断硫化体是向井还是离井倾斜。

2)二次场电位差曲线的S型相对反方位同步起伏,且略有提前的方位,那个方位就为硫化体的出发端,反方位为倾向方向,此时硫化体为过井倾斜。若在此种状态下,主方位比次方位提前了半个周期时,就为水平板状体。

3)仅有总场的"S"型或"山峰状"、"山谷状",二次场电位差无"S"型或其它形态出现,这样的层段(位)无意义。低阻总是伴随高极化同时出现,仅注意二次场异常,不了解总场的特征,进而做出判断会缺乏准确性。

4)不是用二次场的电位梯度曲线直接判断硫化体的形态,而是用测量的电位经换算成梯度再来判断硫化体的形态。

实践证明,不论高阻还是低阻区,都适应电位测量,因为电位测量观测数据大且稳定规律性明显。而梯度测量出现正负交替出现,特别是低阻或甚低阻区,因数据小、取数难以掌握。在低阻或甚低阻及负极化区应采用电位测量再换算成梯度,这样可以避免梯度测量过程中,由于总场电位差太低造成感应耦合干扰太大,形成极化率不稳定的现象。

5)硫化体的厚度并不是二次场"S"型正值段或负值段的宽度,而是"正极大(负极小值)值到零值点段"之间的宽度,或"山谷"及"山峰"曲线半极值的宽度。

6)多层叠加时较复杂,二次场出现"锯齿状"的正负曲线或"双峰"及"双谷"曲线,若硫化层有一定的规模,在各方位上相应的层段上都会出现多层相关的一些形态,可进行判别和分辨。

3.2　井中充电地面测量

首先了解总场的分布,然后了解二次场的分布,再者了解矿层的赋存规律,这样划分出的矿体及蚀变及接触带的范围才有意义。

AN APPLICATION OF DOWN-HOLE IP METHOD TO THE MINERAL EXPLORATION IN THE CAIXIASHAN Pb-Zn MINE

ZHANG Zheng

(*The No.* 1 *Geological Survey Team, the Bureau of Geology and Mineral Resources of Xinjiang, Changji* 831100)

Abstract: Because of the complexity of metalliferous deposits of sulfide-type in spatial distribution, it is often of critical importance to have the data about distribution pattern of the deposits. The down-hole IP could play an important role in this point. By taking cases in the Caixiashan Pb-Zn mine for examples, the characteristics of down-hole IP curves obtained with several survey modes are discussed in the paper.

Key words: Pb-Zn mine, down-hole IP, ground-borehole mode, borehole-ground mode