

文章编号: 1672-4461( 2006) 04-0049-03

# 激发极化法在塞钦铜多金属矿勘查中的应用

俞忠孝

(青海省有色金属地质勘查局 地质矿产勘查院, 青海 西宁 810007)

**摘 要:** 本文论述了激发极化法在塞钦铜多金属矿勘查找矿中的应用。通过选择合适的物探方法, 以及异常下限的确定, 圈定出了 3 个异常, 并对异常进行了评价, 做出了为矿致异常的结论。结合地表矿化信息, 经槽探工程揭露, 在 IP 1 号异常区初步圈定铜矿体 10 条, 获得了较好的勘查成果。  
**关键词:** 激发极化法; 视充电率; 视电阻率; 异常特征; 塞钦铜多金属矿  
**中图分类号:** P631.3<sup>+</sup>24      **文献标识码:** A

## Application of Induced Polarization to Saiqin Copper Deposit Prospecting

YU Zhong-xiao

( Institute of Geological Exploration, Qinghai Provincial Bureau of Nonferrous Metal Prospecting Xining 810007, China)

**Abstract** The induced polarization ( IP) method is a good choice in prospecting the metal deposits with low electrical resistivity and high polarization resistance. In East Kunlun district of China with drought condition, we apply the IP technology successfully in Saiqin copper deposit by taking measures such as supplying current with multiple electrodes, pouring water to electrodes and selecting the appropriate work frequency. The effective Ms and Ps anomalies have been achieved. The interpreted results coincide with those from engineering drilling which provides the experiences for prospecting the ferrous metals in western special districts of China.  
**Key words** induced polarization; apparent charging rate; apparent resistivity; anomaly feature; Saiqin copper deposit

### 1 区域地质背景

塞钦铜多金属矿位于青海省都兰县东部, 在大地构造位置上位于东昆仑复合造山带东段的碰撞造山带, 其西与柴达木地块相邻, 其南与巴颜喀拉 - 阿尼玛卿造山带相接, 其北以哇洪山北坡深断裂为界与祁连造山带毗邻, 其东为鄂拉山

构造岩浆带。区内构造 - 岩浆 - 火山作用具有长期活动、演化的历史。由于本区经历了元古宙结晶基底形成, 古生代多旋回裂解 - 拼合复合造山, 中生代大规模拉张裂隙活动, 中新世大陆碰撞、隆升, 因此构成了都兰地区极其复杂的地质环境。  
塞钦铜多金属矿赋矿层位为上三叠统鄂拉山组 ( T<sub>3</sub>e ),

表 15~ 17 点有槽探露头控制长 100 m; 中间位置, 坡度大, 覆盖厚, 200 m 内没有工程控制, 但 NW 向大断裂通过本处, 且 NE 向次级断裂、节理很发育。总体矿化带规模较大而明显。  
因此, 在本成矿带内, 各矿 ( 化 ) 体时代可能大体相近, 成矿条件相仿, 共有的角砾岩可能是同一时期所形成的角砾岩带, 并形成了规模巨大的贫矿 ( 此前已形成了近南北向的断裂控矿带, 控制角砾岩东西方向的分布 ), 沉积了少量不连续的铜矿和铁碧玉岩。后期的构造和热液活动, 各有成矿热液通道, 形成时间上前后有差异, 矿质成分上也多少有些不同。北东向断裂热液活动强烈, 规模较大, 可切穿南北向断裂成矿, 成矿热液沿次级断裂上升至顶部后再向下渗漏交代成矿, 部分的使原矿物向上迁移, 使原矿石贫化。富化或改造原沉积矿带从而形成筒状、柱状富矿, 而整体有似层状矿

趋势 ( A - A 剖面 )。故矿体应属塞浦路斯型裂隙贯入式铜 ( 锌 ) 矿床。  
与六号沟矿体上部厚大的铁碧玉岩相比, 八号沟矿体铁碧玉岩厚度小、规模小而不连续; 富矿体已采, 但本区矿化带规模较大, 矿化较好, 构造发育, 成矿类型明确, 物探异常良好, 所以在矿化带内存在较小规模的富矿和较大规模的贫矿的可能性很大, 应属找矿前景很好的老矿山。  
**参考文献:** ( 略 )  

---

**收稿日期:** 2006-05-07  
**作者简介:** 田国强 ( 1966- ), 男, 地矿工程师, 1990 年毕业于昆明理工大学地质矿产勘查专业, 长期从事野外地质矿产勘查。

该套地层呈北西向分布,是一套陆相裂隙式喷溢(发)的中-酸性火山岩建造,厚度大于 2 577. 49 m。地层倾向北东,倾角 30°~70°,主要岩性以安山岩、流纹岩、英安岩为主夹凝灰岩及英安质晶屑凝灰岩。在区内有印支期花岗岩长岩侵入于该套地层中。

2 岩(矿)石物性特征

物探激电方法应用的前提条件是岩、矿石之间存在电性差异,这种差异是决定因素,在开展工作之前,对工作区内初露的不同岩石、矿化露头采用露头小四极法进行了物性测定,结果见表 1。

表 1 岩(矿)石物理性质测定

岩(矿)石名称	测定组数	视充电率 $M_s(\%)$		视电阻率 $\rho_s(\Omega \cdot m)$	
		变化范围	均值	变化范围	均值
安山岩	6	3 161~6 491	5. 45	143. 545~353 115	221. 36
硅质岩	6	2 693~4 844	3. 43	822 486~1 889 553	1 267. 84
角岩	6	2 273~3. 45	2. 73	640 54~1 009 39	746. 85
花岗岩	10	2 66~4. 53	3. 53	1 212 92~2 415 54	1 696. 14
铜矿石	5	20 02~34. 22	24. 83	113. 94~136 81	119. 11

(1)区内大面积分布的角岩、花岗岩、硅质岩  $M_s$  较低,小于 4% (平均),变化范围较小; $\rho_s$  较高,大于 700  $\Omega \cdot m$ 。见图 1、图 2。

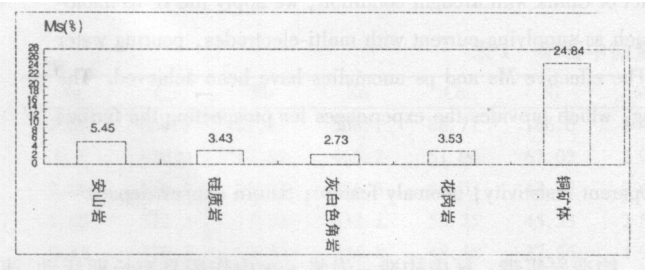


图 1 塞钦铜矿不同岩石及铜矿体视充电率  $M_s$  特征值

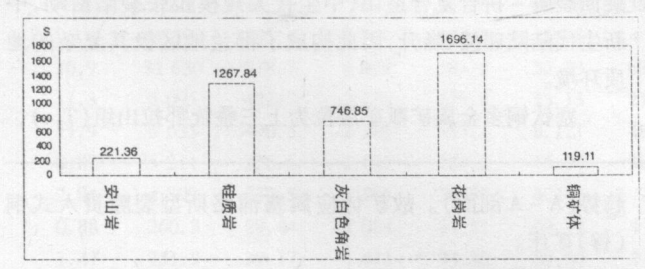


图 2 塞钦铜矿不同岩石及铜矿体视电阻率  $\rho_s$  特征值

(2)铜矿石  $M_s$  较高,均值达 24.84%,视充电率是围岩的 6 倍以上; $\rho_s$  较低,电阻率明显低于围岩,具低阻高极化特征。见图 1、图 2。

(3)区内矿石与围岩差异明显,无干扰层,且地下水发育,具备激发极化条件。见图 3。

3 工作方法

工作方法为全域中梯,选择参数为  $AB=1\ 000\ m$ ;  $MN=40\ m$ ;选择最佳供电时间、延时。全区统一。

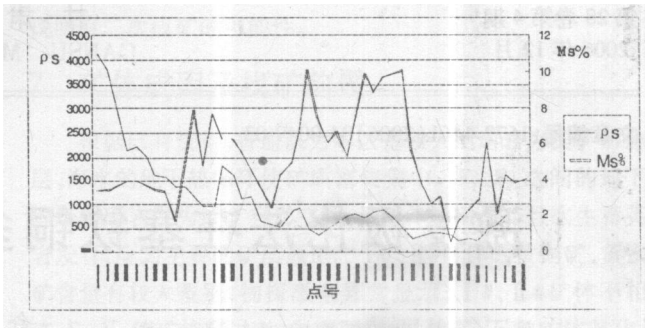


图 3 塞钦铜矿矿石电性参数特征曲线

使用仪器设备为:5 kW 大功率发射系统。采集参数为:一次场  $V_p(mV)$ 、视充电率  $M_s$  (随时间衰减的 4 个充电率  $M_1\ M_2\ M_3\ M_4$ )、供电电流  $I(mA)$ ,导出参数为视电阻率。仪器自动采集数据,电脑自动成图。

供电电极使用 1.5 m 的铜电极 5~10 根,多极电极并接,插置于供电有利位置。为了增大供电电流,采取增加电极根数、加大电极入土深度的办法。为了减少供电电极接地电阻,在供电电极上浇盐水或洗衣粉水。

供电电线为专用电缆线,测量导线为铜芯线。工作中对导线进行漏电检查:对地绝缘电阻  $\geq 2\ M\ \Omega/km$ 。

测量电极采用不极化电极,出工前对不极化电极进行极差测定:开工极差  $\leq \pm 1\ mV$ 、收工极差  $\leq \pm 2\ mV$ 。 $M$ 、 $N$  极埋在点位附近湿土中。

观测过程中遇到突变点进行重复观测或重埋极罐观测。

物性测定方法为野外露头小四极法测定。仪器参数设置、观测参数与剖面测量上激电工作相同。

通过区内各类岩(矿)石的测定,对结果进行数理统计,得出各类岩石的电性参数,为资料解释提供依据。

4 异常下限的确定及异常圈定

经激电剖面测量,所获视充电率参数  $M_s$  值背景场上一般为 3.5%~4.0%,异常场上为 8.0%。根据数理统计结果, $M_s$  值背景为 3.6%,取二倍背景值为异常下限 7.0%,圈定异常 3 个,编号为 IP1、IP2、IP3 见图 4。

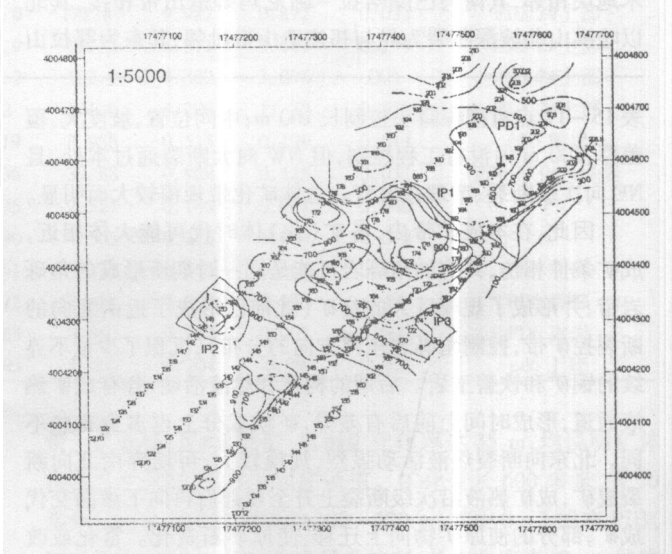


图 4 塞钦铜矿激电勘查  $M_s\ \rho_s$  综合异常

## 5 异常特征及解释推断

### 5.1 IP1

(1)M<sub>s</sub>异常位于 170-176/3 线、163-167/0 线、173-185/0 线、167-183/4 线、188-200/12 线之间,宽 60~150 m,长大于 300 m,呈不规则港湾状,东西向延伸,向东尚未封闭,是区内规模较大的异常,异常幅值一般 9.0%,极大值 172/4 号点为 11.3%,有 3 个高值中心:①172-174/3 ②176-180/0~172-180/4 ③196-200/12 整体异常边缘梯度相差不大,极化体产状较陡。(2)视电阻率  $\rho_s$  呈中阻显示。(3)异常区地表均为碎石流,为安山岩。

在 178/Q 182/Q 186/Q 182/4 的 4 个点上做了激电测深,  $\rho_s$  曲线几乎全为“KH”型,视电阻率参数在勘探深度内反映了 4 层结构:第 1、2 层地表残坡积-安山岩碎石流;第 3 层为低阻层-硫化物矿化岩石;第 4 层为高阻层,曲线尾支抬升,向深部电阻率增高。M<sub>s</sub> 曲线除了 186/0 点以外几乎全为“K”型,视充电率参数反映了地下 3 层结构:视电阻率参数的 1、2 层因没有充电率差异,在电测深 M<sub>s</sub> 曲线上显示为首段,在地表低极化,为安山岩碎石流之反映;曲线中段视充电率为高值,对应  $\rho_s$  曲线的低阻段,反映了极化体特征为低阻高极化,该极化体推断为硫化物矿体,是工作探寻的主要目标;曲线尾支下降,也既是向深部视充电率减小,反映了深部为离子导体,为无矿化岩石。

186/0 点上 M<sub>s</sub> 曲线类型虽为“A”型,尾支上升,但 M<sub>s</sub> 值较小,仅 5.5%,接近异常背值,  $\rho_s$  值较低,推测为破碎带之反映。

无论  $\rho_s$  曲线或 M<sub>s</sub> 曲线,曲线不规则,不圆滑, MN 接头分离过大。显然是地下介质不均匀(破碎带、含矿层),致使电场畸变所致。

电测深曲线特征定性指示了极化体位于地表浅部,向深部尖灭。根据经验半定量推测极化体(矿体)位于地表下 5~8 m。

综上所述, IP1 异常为矿致异常,由铜矿体引起,矿体主要分布在地表及浅部。深度在 5~8 m。

### 5.2 IP2

M<sub>s</sub> 异常位于 145-154/3 144/Q 142-146/4 号点之间。有 2 个异常中心宽 20~90 m,长大于 160 m,呈椭圆形,南东-北西向延伸,北西段尚未封闭。异常峰值沿走向断续分布,幅值一般值 8.0%,极大值 150/3 号点上为 10.1%,144/3 点上为 8.98%。异常幅值低,规模小,连续性不好,边缘梯度相差不大,指示极化体产状较陡。视电阻率  $\rho_s$  呈中阻显示,异常区地表上见安山岩碎石流。

据上述异常特征并结合地质情况推测为矿致异常,由局部矿(化)体引起。

### 5.3 IP3

视充电率 M<sub>s</sub> 异常位于 IP1 异常以南 200 m,157-163/8 168-178/12 点之间。呈不规则状,东西向延伸,长 100 m,宽 50 m,在 2 条测线上出现, M<sub>s</sub> 一般值 8.0%,极大

值 9.8%。幅值低,规模小。  $\rho_s$  参数显示低阻。异常处于安山岩分布区,在局部地段岩石露头上可见孔雀石薄膜。结合地质情况并根据物性特征分析认为,该异常为矿致异常,为安山岩中局部含铜矿(化)体引起,但规模较小。

塞钦铜矿 M<sub>s</sub>  $\rho_s$  拟断面及推测矿化体见图 5。

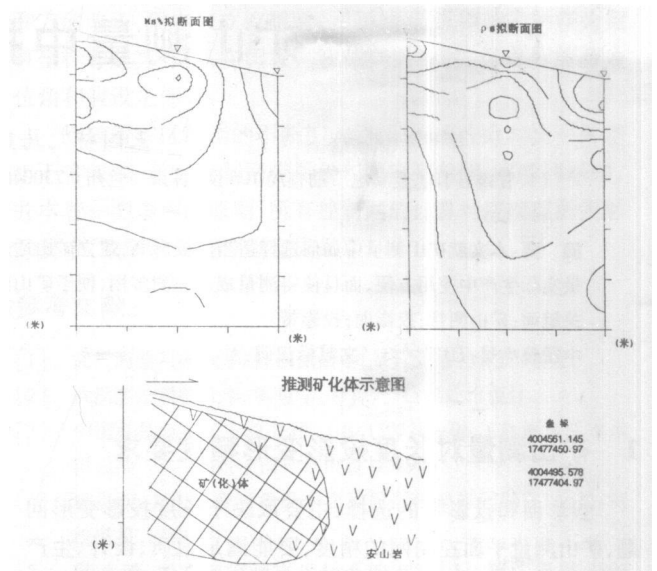


图 5 塞钦铜矿 M<sub>s</sub>  $\rho_s$  拟断面及推测矿化体示意图

## 6 异常验证

根据物探激电异常结合地表矿化信息,经槽探工程揭露,在 IP1 号异常区初步圈定铜矿体 10 条。矿体长 46~292 m,平均宽 1.0~7.7 m。铜平均品位 0.746%~4.47%,单样最高 15.56%;钴平均品位 0.032%~0.72%,单样最高 2.56%。获得了较好的勘查成果。

## 7 结语

(1)工作频率的选择。针对不同的矿石矿化情况,为了获取最佳的效果,在工作频率的选择上要根据工作区成矿类型、矿石特征确定,一般来讲,致密块状硫化物矿石其极值频率总体上分布在低频段,采用低频段工作其幅频率异常明显、分辨率高;而浸染状矿石的极值幅频率总体上分布在中高频段,选用高频段工作较为适宜。当在一个新区开展普查时,如果还不清楚被寻找矿石的类型,可采用中频段如 4 Hz、4/13 Hz。

(2)保持较高且较稳定的供电电流是获取异常的重要条件。

(3)东昆仑地区干旱缺水,在以往物探工作中,往往因对地供电不佳造成获得的异常不明显等现象。本次工作采用多电极供电、对电极浇水的方法,使供电电流一般保持在 300~500 mA 之间,是获取清晰异常的保证。

收稿日期:2006-09-03

作者简介:俞忠孝(1955-),男,物探工程师,1979年毕业于原中南矿冶学院地球物理探矿专业。长期从事物探技术及管理工作。