

doi: 10.11720/wtyht.2022.0055

冯军, 蒋文, 张征. 新疆维权银铜多金属矿地质—地球物理找矿模式及成矿模型[J]. 物探与化探, 2022, 46(4): 868-876. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2022.0055>

Feng J, Jiang W, Zhang Z. Geophysical prospecting mode and metallogenic model of the Wei-quan silver-copper polymetallic deposit in Xinjiang[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2022, 46(4): 868-876. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2022.0055>

新疆维权银铜多金属矿地质—地球物理找矿模式及成矿模型

冯军¹, 蒋文¹, 张征²

(1. 甘肃省地质调查院, 甘肃 兰州 730000; 2. 新疆地矿局第一地质大队, 新疆 昌吉 838200)

摘要: 新疆维权银铜多金属矿因其独特的矿床成因, 受到了广泛关注。本文分析研究了维权银铜多金属矿区重—磁—电综合地球物理平面与剖面异常特征, 对典型剖面进行正反演计算并取得了物探异常解释模型。结合已发现矿体的分布规律及前人总结的地质成矿模式, 建立了本区的地质—地球物理找矿模式。同时, 提出了本区地质—地球物理找矿模型, 以为找矿预测提供依据。

关键词: 维权; 银铜多金属矿; 地球物理; 找矿模式; 找矿预测

中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2022)04-0868-09

0 引言

新疆维权银铜多金属矿是东天山觉罗塔格金属成矿带内位于雅满苏断裂与阿其克库都克断裂之间的一处独立中型银矿床^[1]。该矿床以地表发现孔雀石开始, 之后对孔雀石北侧的磁异常进行钻探, 在矽卡岩化凝灰岩(体)中发现具有工业价值的银铜多金属矿。一方面, 由于银铜矿的资源紧缺, 价格走势良好, 维权银铜多金属矿具有较大的经济价值。另一方面, 因其独特的矿床成因, 维权银铜多金属矿受到了广泛关注^[2]。

在传统的“就矿找矿”过程中, 一般通过化探圈定异常, 槽探揭露矿化, 并结合钻探工程进行验证^[3]。随着矿产勘查走向深部, 地球物理方法可以发挥更加重要的作用^[4]。2001~2014年, 在维权矿区及外围已经开展了3个阶段的勘查工作, 对矿床地质特征、矿床成因和控矿因素、地球物理特征等已经取得了一定的研究成果^[1,5]。因此, 综合研究并建立该矿区地质—地球物理找矿模式, 对外围盲矿

预测以及觉罗塔格金属成矿带的找矿工作具有一定的指导意义^[6-8]。

1 地质特征与成矿模式

1.1 地质特征

维权银多金属矿床处于雅满苏大型仰冲断裂与阿其克库都克区域性大型推覆断裂之间觉罗塔格晚古生代沟弧带, 断裂构造发育, 地层褶皱明显, 岩石变形强烈, 热接触交代变质、动力变质作用明显^[9-10]。出露地层主要是石炭系酸性凝灰岩、中酸性火山碎屑岩及灰岩、砂质糜棱岩、沉凝灰岩、火山角砾凝灰岩等。矿体赋存于上石炭统土古土布拉克组(C_2tgt)矽卡岩化灰岩夹凝灰岩、含砾砂岩夹凝灰岩、灰岩夹砂岩层中(图1)。矿区侵入岩极为发育, 主要为华力西中期花岗岩和花岗闪长岩, 岩体接触带矽卡岩发育, 与成矿作用关系密切。赋矿地层为中石炭统土古土布拉克组砂岩、凝灰岩和灰岩互层, 属浅海相中酸性、基性火山岩、碎屑岩和碳酸盐岩等, 矿体多产于岩体外接触带的矽卡岩中。

收稿日期: 2022-02-10; 修回日期: 2022-05-03

基金项目: 新疆2015年地质勘查基金1:5万矿产调查项目(T15-1-LQ20)

第一作者: 冯军(1963-), 男, 西安地质学院物探系毕业, 高级工程师, 长期从事地质矿产物探勘查工作。Email: 429031720@qq.com

通讯作者: 蒋文(1966-), 男, 高级工程师, 长期从事地质矿产物探勘查工作。Email: jiangwen66@aliyun.com

相对较高;砂岩、闪长玢岩和大理岩的密度相对较低。矿化砂卡岩的磁性最强;其次是凝灰岩;砂岩、闪长玢岩的磁性较弱;大理岩几乎无磁性。凝灰岩、大理岩具有中高阻的特点,砂卡岩化、蚀变凝灰岩属

低阻,处于破碎带中银铜矿体其电阻率更低。凝灰岩、砂卡岩型银多金属矿石具有高极化的特点,砂岩、闪长玢岩和大理岩的极化率相对较低。

表 1 维权银铜矿区物性统计

Table 1 Statistical table of physical properties in the Weiquan silver-copper polymetallic deposit

岩性	块数	密度/ ($g \cdot cm^{-3}$)		磁化率 κ / ($10^{-6} \times 4\pi SI$)		极化率/%		电阻率/($\Omega \cdot m$)	
		平均值	变化范围	平均值	变化范围	常见值	变化范围	常见值	变化范围
砂卡岩	87	3.46	2.82~3.72	3245	385~30681	7.49	0.49~28.40	1015	71~11990
凝灰岩	294	2.92	2.57~3.64	3007	60~58302	6.42	0.14~54.08	3036	31~40667
黄铁矿化、闪锌矿、砂卡岩化凝灰岩	104	3.15	2.60~3.95	2782	80~41304	7.85	0.71~46.87	2356	18~17654
闪锌矿化、黄铁矿化砂卡岩	75	3.45	2.66~3.76	4541	71~28475	12.56	0.58~45.20	533	13~4910
砂卡岩化凝灰岩	75	3.15	2.67~3.67	2833	1111~4505	7.1	0.59~35.50	2549	110~22450
黄铁矿化银铜矿石	2	3.97	3.84~4.09	4801	4801	22.77	15.74~29.81	49	24~73
闪长玢岩	7	2.88	2.73~2.96	1969	1616~2323	0.9	0.59~1.07	566	320~996
碳酸盐化凝灰岩	14	2.89	2.62~3.24	2209	967~5885	3.45	0.73~10.28	1495	214~2976
岩屑砂岩	16	2.84	2.73~3.28	1212	680~1791	4.06	0.65~22.38	2699	192~11153
大理岩	4	2.74	2.72~2.76		无磁性	2.87	1.48~5.33		

从物性统计结果表明,砂卡岩型银多金属矿石相对围岩具有高密度、中—强磁性、高极化、低阻或中低阻的特点,即“三高一低”的物性标志,为本区利用综合物探方法找矿提供了良好的地球物理前提条件。

2.2 重磁异常特征

2.2.1 布格重力异常特征

图 2a 显示了研究区及外围的布格重力异常特征。在低密度沉积地层重力低的背景之上(-140~-123 mGal),维权一带研究区总体表现为重力高。G1 异常(>-117 mGal)近似菱形,走向 NNW,与区域构造线的走向一致,长约 6 000 m、宽 3 500 m,异常形态与砂卡岩化带的平面展布吻合。东侧的 G1-1(-114~-107 mGal)位于驼骆峰铁矿东侧至维权银铜矿、维东锌矿一带,呈面向正东的弧形状;西侧的 G1-2(-112~-105 mGal)走向近 NEW 向,均反映了砂卡岩、砂卡岩化凝灰岩高密度岩性特征。

在 G1-1 至 G1-2 之间为一个相对重力低(相对重力低,-118~-113 mGal)。分析认为:该异常可能反映了深部酸性岩体的一些空间特征,即隐伏的深部中酸性岩体(或岩浆)上侵。结合区内侵入岩和地层地质分布情况分析,南侧出露的花岗岩、角闪花岗岩北侧北倾向下延伸,在研究区中部又上侵,形成了相对重力低。

2.2.2 航磁异常特征

图 2b 中有 3 个异常带:以驼骆峰铁矿为主的磁异常(C8)带位于南侧,处在出露的花岗岩、角闪花

岗岩旁北侧,反映了骆驼峰铁矿和砂卡岩高磁性,具有砂卡岩矿床内带成矿特征;以维权铁铜矿、维南铁矿为主的磁异常(C7)带位于中带,处在砂卡岩和凝灰质角砾岩区,磁异常反映了维权铁铜矿和成矿砂卡岩、砂卡岩化凝灰岩高磁性,具砂卡岩矿床外带成矿特征;以红星铜矿(化)点为主的磁异常(C9)带,处在凝灰岩与凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩的地层界线,是高磁性凝灰岩反映。C7、C8 磁异常与区内砂卡岩化带平行分布。

纵观全区可以发现,每一布格重力高或布格重力低的外环带分布有磁异常带,即磁异常与重力梯度带有很好的对应。例如:维权一带重力高(G1)的外带分布有 C7、C8 磁异常带;维权东南部重力高(G2)的外带分布有 C9 磁异常带。

2.3 电阻率和极化率异常特征

维权矿区激电普查激电扫面工作圈定了明显的极化率、电阻率异常带(图 3)。物探工作区平面激电中梯极化率异常主要分布在阅兵矿区、维权矿区,走向 NEE 向,长近 4 000 m、最宽 1 000 多 m,异常幅值一般在 3%~6%,其中西侧阅兵矿区和维权矿区异常最高,可达 9.6%,面积大、连续性好。向西异常强度减弱、宽度变窄。高异常东部南侧伴有次级异常带,走向 NEE 向,长 1 000 余 m、宽 250 多 m,异常幅值一般在 3.5%左右。2 个异常带主要出现在外砂卡岩化带。

电阻率异常在测区南侧及东侧普遍相对较高

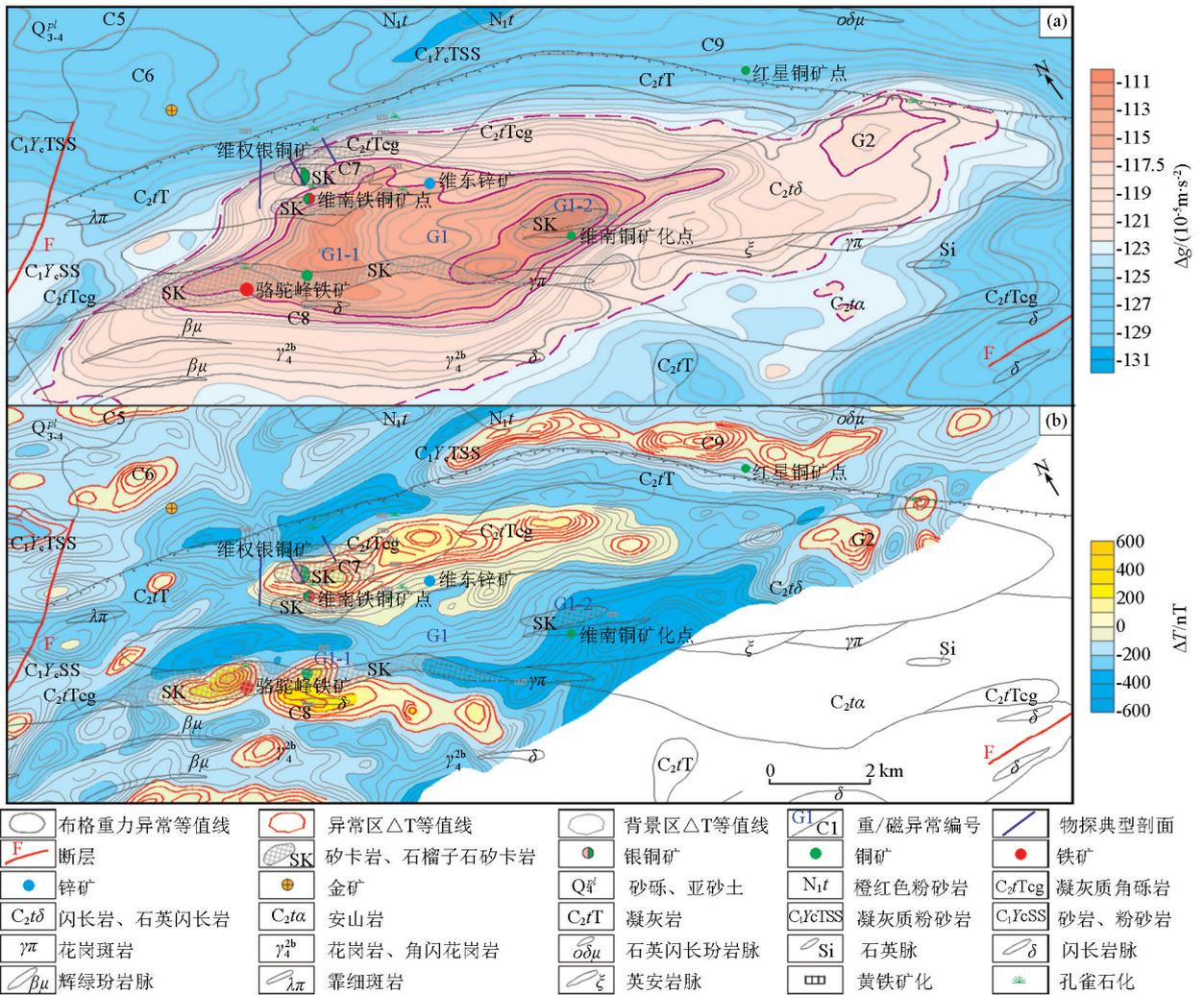
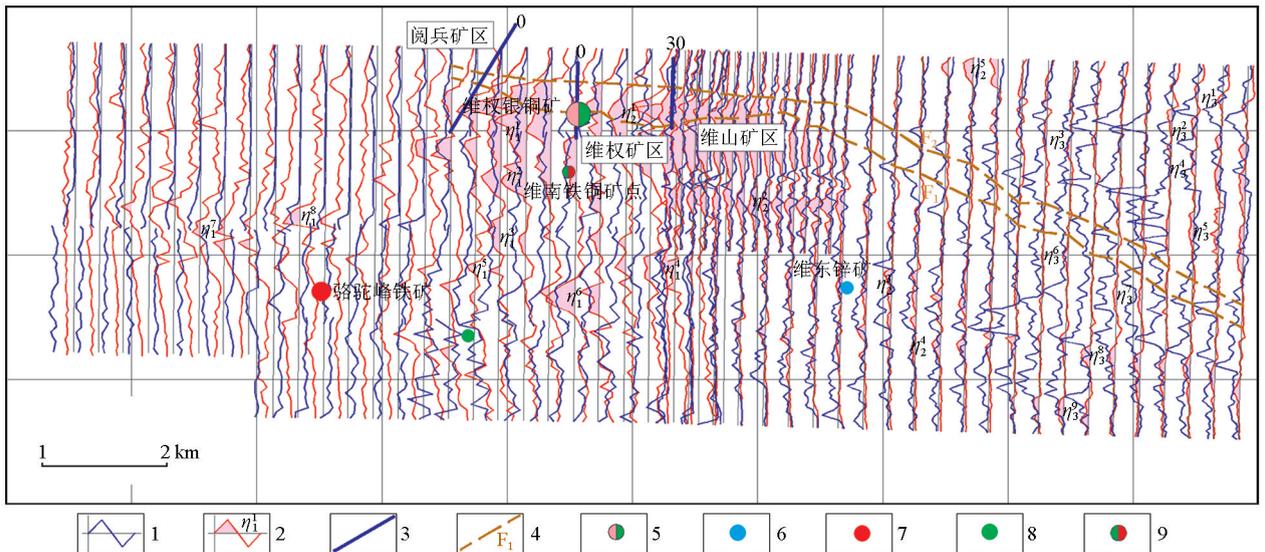


图 2 维权一带布格重力异常平面 (a) 和航磁 ΔT 异常平面 (b) [10]

Fig. 2 Plane figure of Bouguer gravity anomalies (a) and aeromagnetic anomalies (b) in the Weiquan area [10]



1—视电阻率曲线; 2—视极化率曲线及异常编号; 3—物探典型剖面; 4—推测断裂; 5—银铜矿; 6—锌矿点; 7—铁矿点; 8—铜矿点; 9—铁铜矿点
 1—apparent resistivity curve; 2—apparent polarizability curve and code of anomaly; 3—typical profiles for geophysical prospecting; 4—inferred fault; 5—copper-silver ore; 6—zinc ore occurrence; 7—iron ore occurrence; 8—copper ore occurrence; 9—copper-iron ore occurrence

图 3 维权一带激电中梯剖面平面

Fig. 3 Sectional drawing in plane by IP method in central gradient array in the Weiquan area

(400~800 Ω·m),西北侧较低(100~200 Ω·m)。极化率高异常处在电阻率相对低—高(150~250 Ω·m)的过渡带上。在阅兵矿区、维权矿区,电阻率相对低大体反映了矽卡岩接触带和凝灰质角砾岩的分布。电阻率低阻则大体反映了区内砂岩、凝灰岩砂岩的分布。

2.4 典型综合物探剖面异常特征及异常解释模型

本文以阅兵矿区 0 线、维权矿区 0 线为例,讨论典型综合物探剖面异常特征及地球物理找矿模式。

物探综合剖面的解释模型是通过对物探实测异常进行正、反演计算,模拟取得正反演的模型。在得到模型后,结合钻孔验证的矿体分布实际情况,分析确认主要控矿因素,发现与成矿相关模型,为找矿预测定位提供依据。

重、磁异常进行正演,极化率、电阻率进行反演,当实测与理论曲线的拟合误差小于 5%,即认为达到了正反演的目的,并取得定位预测模型和模型的空间分布数据。在本区,重、磁模型分别反映了高密度和高磁性地质体的空间特征,主要与成矿环境和成矿条件相关;高极化体主要反映含硫化物地质体的空间特征,主要与矿体或矿化相关。

重、磁正演建模采用中国地质大学(武汉)的 MAGS4.0 软件,TEM 二维反演采用成都理工大学综合电法仪配套软件。重、磁正演基于截面为多边形的二度半解析式,给定模型参数计算重、磁异常,当实测曲线与理论曲线基本吻合时,即可获得预测的模型空间参数。激电中梯正演拟合基于有限延伸倾斜椭球体的解析式^[14-15],并在 Matlab 平台编程实现。拟合过程中分段对每个极化率异常进行处理,对于叠加的极化率异常,手动分离每一异常,即外扩、补充测点,实现分段、分异常体对比拟合,多次改变模型体形态,使正演曲线与实测曲线基本吻合,实现反演的目的。

2.4.1 维权矿区 0 线综合物探剖面

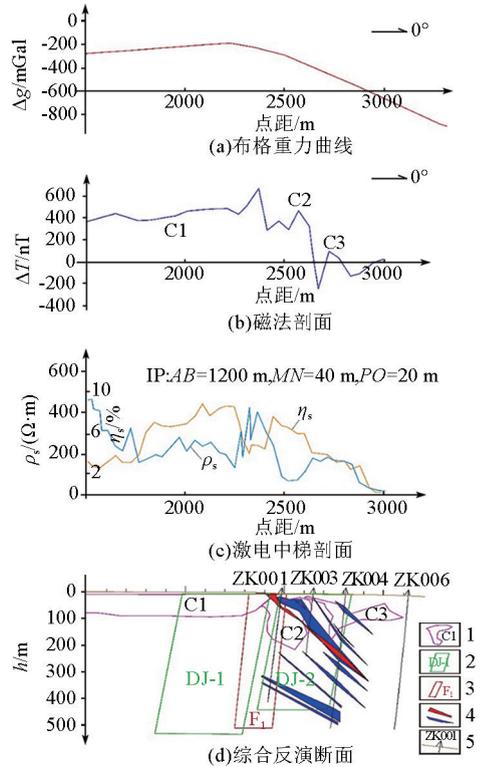
1) 综合物探剖面异常特征

剖面(图 4)中布格重力曲线南侧为基本平缓的高异常,2300 点附近出现极值,往北呈单边下降。磁异常在测线南侧同样存在一个宽缓的高磁异常(C1),C1 峰值在 2380 点,往南出现陡降的降梯度带,并叠加了两个依次递减的尖峰状磁异常 C2、C3 次级异常。

南侧宽缓的布格重力异常和磁异常反映了高密度、高磁性的矽卡岩化凝灰岩。重力梯度带和磁异常反映了矽卡岩化凝灰岩向着蚀变凝灰岩、矽卡岩过渡特征。尖峰状磁异常 C2、C3 次级异常是矽卡

岩成分增多、矽卡岩化更为强烈和成矿的表现,也反映了磁性体不连续分布。

极化率出现两个峰值,其“鞍部”与高阻区对应。南侧异常宽且高,与宽缓的重力高异常和高磁异常(C1)对应。北侧异常对位在布格重力异常梯度带和磁异常梯度带上的磁异常 C2、C3 次级异常。



1—反演高磁性体及编号;2—反演的极化体及编号;3—激电中梯反映的高阻构造带;4—钻孔中银矿层、钻孔中铅锌矿化层;5—钻孔孔位及编号

1—inverse high magnetic body and numbering;2—inverse high polarization body and numbering;3—IP intermediate gradient reflective high resistance tectonic zone;4—silver deposits in drilled holes and lead-zinc mineralizing deposits in drilled holes;5—the position and numbering of drilled holes

图 4 维权矿区 0 线综合物探剖面异常及模型

Fig. 4 Diagram for models and profile anomalies by integrated geophysical prospecting on the Line 0 of the Weiquan mineral area

2) 异常解释模型

建立了 C1、C2、C3 磁性体模型体、DJ-1、DJ-2 极化异常模型体(图 4)。F₁ 构造带是通过极化曲线“双峰”的“鞍部”以及“鞍部”对应的高阻异常及对布格重力梯度带的“下降沿”推测的。DJ-1、DJ-2 极化异常模型体和 F₁ 构造带结果如表 2。

F₁ 构造带南侧重磁异常稳定,高密度高磁性体均匀连续;北侧磁异常陡降且跳跃,磁性体间断不连续。C1 磁性体模型是高密度矽卡岩化凝灰岩地层,

表 2 维权矿区 0 线解释模型结果

Table 2 Table of the result for interpreted model on the Line 0 of the Weiwan mineral area

异常体名称	中心位置/m	宽度/m	斜深/m	倾角/(°)	顶部埋深/m	围岩电阻率/($\Omega \cdot m$)	异常体电阻率/($\Omega \cdot m$)	围岩极化率/%	异常体极化率/%	异常体属性
DJ-1	$x=2215$	430	858	-85	102	600	100	4.5	10	低阻高极化
DJ-2	$x=2600$	320	596	-86	119	600	100	3	12	低阻高极化
F_1	$x=2420$	185	877	-88	1	600	50	8	7	低阻高极化

C2、C3 磁性体模型是矽卡岩、蚀变矽卡岩化凝灰岩和角砾凝灰岩,因磁性差异而区分开来。

DJ-1 极化模型体是稳定连续的矽卡岩化凝灰岩地质体,而 DJ-2 是蚀变凝灰岩(构造角砾凝灰岩和蚀变凝灰岩)、矽卡岩体,银铅锌矿体分布在南侧 DJ-2 极化体中,北侧 DJ-1 未见矿,说明 F_1 构造带是主要的控矿构造。DJ-2 极化模型体是叠加银多金属矿的赋矿体,也是最主要的找矿目标体。

2.4.2 阅兵矿区 0 线

1) 综合物探剖面异常特征

布格重力曲线呈“南高北低”的“台阶状”,南侧反映了稳定的高密度矽卡岩化凝灰岩地层;北侧反映了稳定的低密度砂岩;两者之间的布格重力低的梯度带反映了相对高密的矽卡岩化凝灰岩向着相对低密度蚀变凝灰岩过渡。

测线南侧磁异常 C1 高且稳定,400 点 C2 异常最高,下降梯度带出现次级 C3 异常。南侧为矽卡岩化凝灰岩,磁性较强。北侧为砂岩,磁性低。介于两者之间的蚀变凝灰岩(构造角砾凝灰岩和蚀变凝灰岩)磁性最强。矽卡岩化凝灰岩引起的 C1 磁异常稳定连续,在与磁性更强的蚀变凝灰岩界面产生跳跃,当矽卡岩成分增多或矽卡岩化更为强烈,形成了高磁性的 C2、C3 磁异常体。

视极化率曲线呈“双峰状”形态,南侧异常对应矽卡岩化凝灰岩,其值 3%~6%;北侧异常对应蚀变凝灰岩包括构造角砾凝灰岩,其值 3%~6%。双峰极化率异常之间对位高阻。

时间域瞬变电磁法(TEM)南侧 300 m 以浅表

现为高阻,对应凝灰岩和矽卡岩化凝灰岩;300 m 以深为低阻,反映了岩性与上部不同。北侧 300 m 以浅表现为低阻,对应蚀变凝灰岩包括构造角砾凝灰岩,300 m 以深为高阻对应为构造角砾凝灰岩。南、北部之间为存在高阻与低阻之间的接触带,具有构造带的特征。

矿体位于重力异常梯度带、高磁异常(C1)梯度带和高极化(DJ-2)、低阻区。

2) 异常解释模型

建立了重力 G1 模型体(表 3),磁性体 C1、C2、C3 模型体,极化异常 DJ-1、DJ-2(图 5)模型体,极化率、电阻率异常和 TEM 推测的 DF_1 、 F_2 构造带(图 5)。DJ-1、DJ-2 极化异常模型和 DF_1 构造带结果如表 3。

重力 G1 模型、磁性体 C1 模型是测线南侧高密度矽卡岩化凝灰岩地层,向北过渡到蚀变的凝灰岩和角砾凝灰岩。磁性体 C2、C3 是蚀变的凝灰岩和角砾凝灰岩。 DF_1 是 TEM 和极化率、电阻率共同推测的构造带, F_2 是极化率、电阻率推测的构造带。

DF_1 构造带把 DJ-1 和 DJ-2 极化异常体分割, F_2 构造带把 C2 和 C3 磁异常体分割,它们均位于布格重力梯度带上。

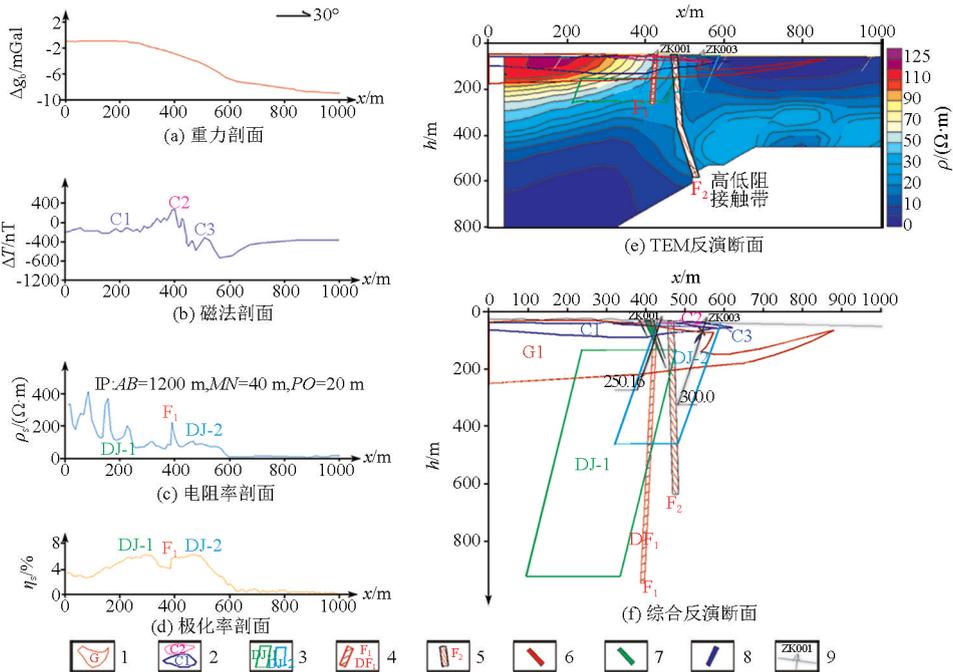
DJ-1 是蚀变的凝灰岩和角砾凝灰岩。

矿体北倾,大致分布在 DF_1 构造带上部并延伸至北侧,并同时处在 DJ-2 极化模型南侧中。其他未见矿。反映了 DJ-2 是赋矿体,矿体受 DF_1 构造控制。DJ-2 是找矿目标体。

表 3 阅兵矿区 0 线解释模型结果

Table 3 Table of the result for interpreted model on the Line 0 of the Yuebing mineral area

异常体名称	中心位置/m	宽度/m	斜深/m	倾角/(°)	顶部埋深/m	围岩电阻率/($\Omega \cdot m$)	异常体电阻率/($\Omega \cdot m$)	围岩极化率/%	异常体极化率/%	异常体属性
DJ-1	$x=355$	242	798	-79	96	600	50	3	10	低阻高极化
DJ-2	$x=515$	162	427	-74	1	50	600	3	35	高阻高极化
DP-1	$x=420$	10	902	-88	7	50	600	5	6	高阻高极化



1—重力反演的高密度体;2—磁法反演高磁性体及编号;3—磁电反演高极化体及编号;4—激电中梯反映的高阻构造带;5—TEM 反映的构造带;6—钻孔中铜矿层;7—钻孔中铜矿层;8—钻孔中铅矿化层;9—钻孔孔位及编号

1—gravity inverse highly dense body ; 2—magnetic inverse highly magnet and numbering;3—IP intermediate gradient inverse high polarization body and numbering ;4—IP intermediate gradient reflective high resistance tectonic zone(F₁) ;5—TEM reflective tectonic zone(F₂) ;6—silver deposits in drilled holes;7—copper deposits in drilled holes;8—lead-zinc mineralizing deposits in drilled holes;9—the position and numbering of drilled holes

Fig. 5 Diagram for models and profile anomalies by integrated geophysical prospecting on the Line 0 of the Yuebing mineral area

2.5 地质—地球物理找矿模式

2.5.1 地球物理找矿模式

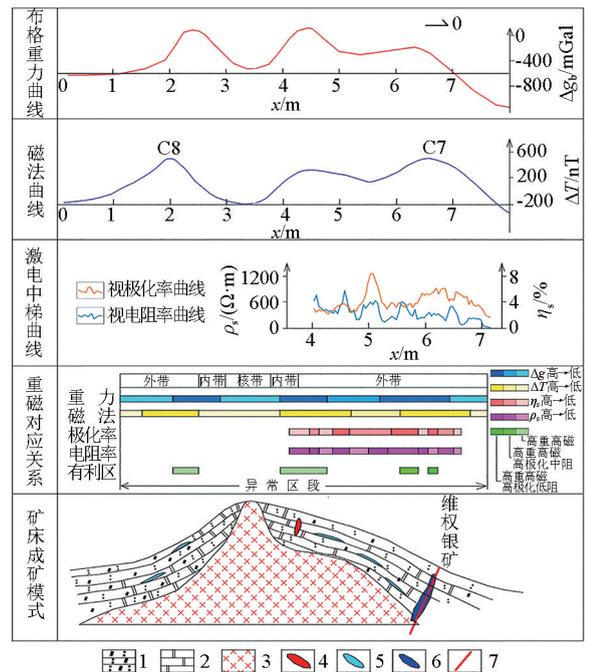
利用地球物理平面特征可以划定物探异常的长宽、走向等形态和范围,了解找矿区的异常强弱和各异常组合特征。可结合地质成矿条件,分析矿体赋存的有利区位,为布置找矿重点区段和布设重点剖面提供依据。

维权银多金属矿区航磁、布格重力和激电中梯扫面(图2、图3)在成矿带均有重、磁、电异常显示。重力异常一般宽度较大,航磁异常与重力异常梯度带相对应。矿区极化率异常带(4%~7%)的分布与重力异常、磁异常梯度带重合,电阻率对应为低—中阻区(150~250 Ω·m)。矿区高极化率异常与银多金属硫化物矿体有关,重力高与磁力高异常则是闪长岩、矽卡岩和银多金属矿体的综合反映。

因此,总结成矿重点区段的平面地球物理特征找矿模式为(图6):

布格梯度带(重力高)+磁力高(磁异常梯度带)+高极化率带+低阻或中低阻带。

在地球物理综合剖面上(图4、图5),矿体位于布格重力异常高右侧边界、磁异常梯度带次级异常、极化率“双峰”右侧异常、低阻异常区,矿体受综合物探推测的构造控制。



1—火山沉积岩;2—矽卡岩化;3—维权酸性岩体;4—铁矿(化);5—铅锌矿(化);6—银铜矿(化);7—次级断裂构造
1—volcanic sedimentary rock; 2—volcanic sedimentary rock; 3—acidic rock mass in Weiquan; 4—iron mineralization; 5—lead-zinc mineralization; 6—copper-silver mineralization; 7—secondary fault structure

图6 地质—地球物理成矿模型与物探异常对位关系
Fig. 6 Correlation diagram of geophysical prospected anomalies in comparison with the geology and geophysics metallogenic model

因此,总结的地球物理剖面特征找矿模式为:布格重力异常高(边界)+磁异常梯度带(次级异常)+高极化率+低阻,受构造控制。

2.5.2 地质—地球物理成矿模型

在参考矽卡岩典型矿床和维权银铜多金属矿地质成矿模式^[2,5,9-13]的基础上,重点结合本区平面、剖面地球物理异常特征,提出了模型与物探异常对应关系,即以中酸性岩体侵入为中心(内核),表现为重、磁低异常;交代岩浆岩等围岩形成的矽卡岩内带(主要由较高温矿物组成),表现为重、磁高异常;交代碳酸盐岩等围岩形成的矽卡岩带(主要由高一中温矿物组成)为外带,表现为重、磁中高异常到低异常;在晚期岩浆热液活动形成金属硫化物矿床的地段,表现为重、磁高异常(或梯度带),极化率高异常,电阻率低异常(断裂带)。在此基础上,建立了维权一带银铜多金属矿地质—地球物理成矿模型。

3 结论

1)通过对维权一带银铜多金属矿区重—磁—电综合物探资料的研究分析和对典型剖面的正反演计算,结合已发现矿体的分布规律及前人总结的地质成矿模式,建立了本区地质—地球物理找矿模式。结果表明:布格重力高(或次高)、磁力高(或次高)、极化率高(或次高)、电阻率低(或中低)的异常组合特征是重要的地球物理找矿标志。

2)维权一带银铜多金属矿区的重力、磁法、电法成果均对侵入岩体外围矽卡岩化带的分布范围有一定的显示,局部地段对应良好。其中,G1 重力异常-117 mGal 等值线勾勒出的异常与矽卡岩化带的平面展布形态吻合;C7、C8 磁异常与矽卡岩化带平行分布;激电异常带主要出现在外矽卡岩化带,分割高极化体的构造带,是维权控矿的重要因素之一。

3)本次总结提出的矽卡岩型地质—地球物理成矿模型和对应的物探异常关系,对维权周边地区以及觉罗塔格金属成矿带的研究具有一定的参考。

参考文献 (References):

- [1] 秦跃群. 新疆首次发现中型银矿[J]. 新疆地质, 2001(4): 67. Qin Y Q. Medium-sized silver deposit has been firstly found [J]. Xinjiang Geology, 2001(4): 67.
- [2] 毛景文, 杨建民, 韩春明, 等. 东天山铜金多金属矿床成矿系统和成矿地球动力学模型[J]. 地球科学, 2002, 27(4): 413-424. Mao J W, Yang J M, Han C M, et al. Metallogenic systems of polymetallic copper and gold deposits and related metallogenic geodynamic model in Eastern Tianshan, Xinjiang [J]. Earth Science, 2002, 27(4): 413-424.
- [3] 曹晓明, 周贤旭, 钟浩. "就矿找矿"的认识与实践[J]. 东华理工大学学报:自然科学版, 2011, 34(1): 51-56. Cao X M, Zhou X X, Zhong H. The cognition and the practice of ore-prospecting nearby the existing deposits [J]. Journal of East China University of Technology: Natural Science, 2011, 34(1): 51-56.
- [4] 滕吉文. 强化第二深度空间金属矿产资源探查, 加速发展地球物理勘探新技术与仪器设备的研制及产业化[J]. 地球物理学进展, 2010, 25(3): 729-748. Teng J W. Strengthening exploration of metallic minerals in the second depth space of the crust, accelerating development and industrialization of new geophysical technology and instrumental equipment [J]. Progress in Geophysics, 2010, 25(3): 729-748.
- [5] 冯京, 高永宝, 王磊, 等. 新疆维权银多金属矿床地质特征及找矿方向[J]. 矿床地质, 2008, 27(5): 559-569. Feng J, Gao Y B, Wang L, et al. Geological characteristics and prospecting orientation of Weiquan silver-polymetallic deposit, Xinjiang [J]. Mineral Deposits, 2008, 27(5): 559-569.
- [6] 孟贵祥. 小热泉子铜矿区物探找矿效果及综合找矿模式[J]. 物探与化探, 2002, 26(1): 35-41. Meng G X. Affects of geophysical prospect and integrated prospecting model in Xiao Re Quan Zi copper deposits [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2002, 26(1): 35-41.
- [7] 徐浩, 崔焕敏, 蔡煜琦, 等. 桃山—诸广岩体铀矿床地质—地球物理找矿模式探讨[J]. 东华理工大学学报:自然科学版, 2011, 34(4): 315-322. Xu H, Cui H M, Cai Y Q, et al. Study on Geology-geophysical Prospecting Model of Uranium Deposit of Taoshan-Zhuguangshan Rock [J]. Journal of East China University of Technology: Natural Science, 2011, 34(4): 315-322.
- [8] 蔡小苏, 蔡勋龙. 基于玛瑙山铁锰多金属矿综合地球物理找矿模式研究[J]. 中国金属通报, 2020(8): 27-28. Cai X S, Cai X L. Study on integrated geophysical prospecting model for Manaoshan mountain iron-manganese polymetallic deposit [J]. China Metal Bulletin, 2020(8): 27-28.
- [9] 姬厚贵, 郑健. 新疆鄯善县维权矿区普—详查报告[R]. 新疆地矿局第一地质大队, 2006. Ji H G, Zheng J. Report on reconnaissance and preliminary exploration in Weiquan mineral area, Shanshan County, Xinjiang [R]. 2006.
- [10] 孟贵祥, 庄道泽. 新疆鄯善县维权一带 1:5 万电法试验报告[R]. 中国地质科学院矿产资源研究所, 2006. Meng G X, Zhuang D Z. Report on test for electro-methods in 1:50 000 scale in Weiquan mineral area, Shanshan County, Xinjiang [R]. Institute of Mineral Resources Chinese Academy of Geological Sciences, 2006.
- [11] 王龙生, 李华芹, 刘德权, 等. 新疆哈密维权银(铜)矿床地质特征和成矿时代[J]. 矿床地质, 2005, 24(3): 280-284. Wang L S, Li H Q, Liu D Q, et al. Geological characteristics and mineralization epoch of Weiquan silver (copper) deposit, Hami, Xinjiang, China [J]. Mineral Deposits, 2005, 24(3): 280-284.
- [12] 高永宝, 李文渊, 张照伟, 等. 新疆维权银多金属矿床成矿模式

研究[J]. 矿物学报, 2007, 27(S1):255-257.

Gao Y B, Li W Y, Zhang Z W, et al. Study on metallogenic model in Weiquan silver polymetal ore deposit, Xinjiang [J]. Acta Mineralogica Sinica, 2007, 27(S1):255-257.

[13] 胡受溪, 周顺之, 刘孝善, 等. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 1982.

Hu S X, Zhou S Z, Liu X S, et al. Mineral deposits[M]. Beijing:

Geological Publishing House, 1982.

[14] 傅良魁. 激发极化法[M]. 北京: 地质出版社, 1982.

Fu L K. Induced polarization method [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1982.

[15] 李金铭. 地电场与电法勘探[M]. 北京: 地质出版社, 2009.

Li J M. Geoelectro field and electro method exploration [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2009.

Geophysical prospecting mode and metallogenic model of the Weiquan silver-copper polymetallic deposit in Xinjiang

Feng Jun¹, Jiang Wen¹, Zhang Zheng²

(1. Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou 730000, China; 2. No. 1 Regional Geological Team of Xinjiang Bureau of Geo-Exploration & Mineral Development, Changji 838200, China)

Abstract: The Weiquan silver-copper polymetallic deposit has received extensive attention because of its unique genesis. This study analyzed the anomaly characteristics shown in the integrated gravity-magnetic-electrical geophysical planes and sections of the Weiquan silver-copper polymetallic deposit. Then, it obtained the interpretation model of geophysical anomalies through the forward and inverse calculations of the typical sections. Based on the distribution pattern of existing ore bodies and the metallogenic model summarized in previous studies, this study established the geological-geophysical prospecting mode of this area. Moreover, this study proposed the geological-geophysical prospecting model of this area, aiming to provide a basis for prospecting prediction.

Key words: Weiquan; silver-copper polymetallic deposit; geophysics; prospecting mode; prospecting prediction

(本文编辑:王萌)