

doi: 10.11720/wtyht.2024.1126

喻忠鸿, 严玲琴, 张占雄, 等. 东昆仑地区打柴沟金矿地球物理特征及深部找矿预测[J]. 物探与化探, 2024, 48(1): 40-47. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2024.1126>

Yu Z H, Yan L Q, Zhang Z X, et al. Geophysical characteristics and deep prospecting prediction of the Dachagou gold deposit in the eastern Kunlun area [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2024, 48(1): 40-47. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2024.1126>

东昆仑地区打柴沟金矿地球物理特征及深部找矿预测

喻忠鸿¹, 严玲琴², 张占雄¹, 李鹏³, 李凤廷¹, 付佳¹

(1. 青海省第三地质勘查院, 青海 西宁 810000; 2. 青海省地质调查局, 青海 西宁 810000; 3. 青海省海东市自然资源和规划局, 青海 海东 810600)

摘要: 东昆仑成矿带是我国重要的金属矿成矿带, 分布有大量造山型金矿床, 其中较大规模的有昆仑河、沟里和五龙沟金矿集区。打柴沟是五龙沟金矿田近年来新发现的大型金矿床, 有较大的成矿潜力, 但是矿带向西延展情况不明, 为此开展了激电和广域电磁法测深工作。研究表明, 已知矿带位于区域重力异常梯级带、正负弱磁异常过渡区域, 在激电异常上位于激电异常边部或电性梯度带位置, 区域构造带发育区位于大面积激电异常区段; 区域构造带表现为大范围的低阻异常带, 已知矿带Ⅳ号蚀变带异常表现为低阻异常带开口位置, Ⅲ号蚀变带位于浅部电性异常梯度带。基于上述认识和西延段几条平行剖面的电磁法异常变化规律, 推断区域控矿构造向 W-NWW 向延伸稳定, 在矿区西延段形成有利的找矿空间。在打柴沟矿区开展的深部物探工作成果显示, 地球物理方法在深部地质找矿研究工作中具有明显优势, 为东昆仑金矿区深部找矿提供了成功经验。

关键词: 地球物理; 金矿; 深部找矿; 东昆仑; 打柴沟

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2024)01-0040-08

0 引言

东昆仑成矿带位于青海省西部的柴达木盆地南缘, 属秦祁昆成矿域, 矿产资源丰富, 是我国重要的金属矿成矿区带之一^[1-3]。该成矿带地质构造作用复杂, 主要经历了早古生代—早泥盆世的原特提斯洋和晚石炭世—晚三叠世的古特提斯洋两个俯冲碰撞演化阶段, 复杂的地质过程形成了多种多样的矿床种类, 造山型金矿床大量发育, 具有较大规模和影响的有昆仑河^[4-6]、沟里^[7-11]和五龙沟^[12-14]3个金矿集区。其中五龙沟为东昆仑最重要的金矿集区, 众多地质单位和科研院所对东昆仑的金矿进行了大量的地质调查和科研工作, 取得了一些成果和认识, 推动了上述矿集区的找矿研究工作。

打柴沟是五龙沟矿集区新近发现的金矿床, 金矿探明金的金属量约 25.5 t (截止 2019 年), Au 平

均品位 4.48×10^{-6} , 达到大型规模^[15], 具有较大的成矿潜力。但该矿区的已有工作集中在地质露头区域, 受第四系覆盖影响, 矿带向西延展情况不明。本文通过总结近 3 年打柴沟矿区西延段覆盖区的激电 (IP) 和广域电磁法 (WFEM) 工作成果, 开展深部找矿预测, 提出了下一步的找矿方向, 以期在类似地质条件下的深部找矿预测提供思路。

1 地质背景

1.1 区域地质背景

1.1.1 区域地质概况

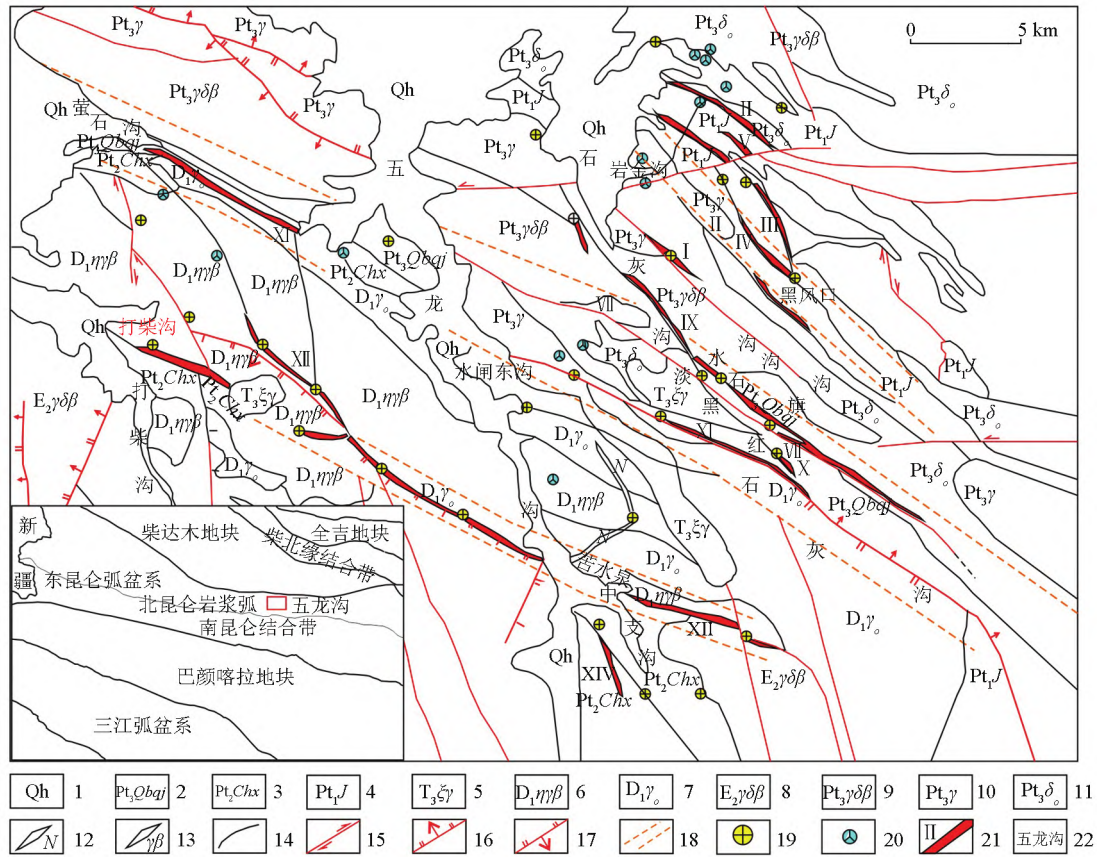
研究区大地构造位置为柴达木准地台东昆仑北坡北昆仑岩浆弧 (图 1), 介于昆北断裂和昆中断裂之间, 属柴南缘东昆仑 (造山带) Fe-Pb-Zn-Cu-Co-Au-W-Sn-石棉成矿带。打柴沟矿区位于五龙沟金矿整装勘查区, 五龙沟地区有岩金沟、萤石沟—红旗

收稿日期: 2023-03-22; 修回日期: 2023-09-27

基金项目: 青海省地质勘查基金项目 (2017042014ky014); 青海学者专项 (QHS201802); 青海省地矿局高层次人才培养项目 (青地矿科 [2021] 61 号)

第一作者: 喻忠鸿 (1983-), 男, 四川内江市人, 高级工程师, 工学硕士, 主要从事地球物理勘查应用研究工作。Email: piscesfish@163.com

通讯作者: 严玲琴 (1983-), 女, 青海西宁市人, 高级工程师, 工学硕士, 主要从事地质矿产勘查和产业研究工作。Email: 45061885@qq.com



1—第四纪冲洪积物; 2—新元古代丘吉东沟组; 3—中元古代长城纪小庙组; 4—古元古代金水口岩群; 5—晚三叠世钾长花岗岩; 6—早华力西期黑云母二长花岗岩; 7—早华力西期蚀变斜长花岗岩; 8—早加里东期黑云花岗岩闪长岩; 9—新元古代黑云花岗岩闪长岩; 10—新元古代含暗色包体花岗岩; 11—新元古代石英闪长岩; 12—基性岩脉; 13—黑云母花岗岩脉; 14—地质界线; 15—走滑断层; 16—实测正断层; 17—推测逆断层; 18—韧性剪切带; 19—金矿床(点); 20—多金属矿点; 21—含金蚀变带及编号; 22—矿区位置

1—Quaternary alluvial proluvial; 2—Neoproterozoic Qiuji Donggou formation; 3—Mesoproterozoic Changcheng Xiaomiao formation; 4—Paleoproterozoic Jinshuikou group; 5—late Triassic K-feldspar granite; 6—early Variscan biotite monzogranite; 7—early Variscan altered plagioclase granite; 8—early Caledonian biotite granodiorite; 9—Neoproterozoic biotite granodiorite; 10—Neoproterozoic dark enclave bearing granite; 11—Neoproterozoic quartz diorite; 12—basic dyke; 13—biotite granite veins; 14—geological boundary; 15—strike slip fault; 16—measured normal fault; 17—inferred reverse fault; 18—ductile shear zone; 19—gold deposit (occurrence); 20—polymetallic occurrences; 21—gold bearing alteration zone and its number; 22—mine location

图 1 五龙沟金矿田地质(据文献[16]修改)

Fig. 1 Geological sketch of Wulongou gold field(modified by reference [16])

沟和三道梁—苦水泉 3 大剪切带,其中在岩金沟剪切带圈出 I、II、III、IV、V、VI、VIII 号矿带,在萤石沟—红旗沟剪切带中圈出 VII、IX、X、XI 号矿带,在三道梁—苦水泉剪切带中圈出 XII、XIII、XIV 矿带。3 大剪切带控制了五龙沟矿床(点)的分布,研究区位于 XII 矿带北西端。

1. 1. 2 区域地球物理特征

1) 区域重力异常特征

打柴沟矿区在剩余重力异常(图 2)位于五龙沟低重力异常带的南部梯级带上,幅值范围在(0~3) × 10⁻⁵ m/s²。该重力异常梯级带走向 NWW 向,五龙沟 XII 蚀变带在此梯级带上。

2) 区域地磁异常特征

图 3 是打柴沟矿区地磁异常剖面平面,可以看出,矿区位于正负弱磁异常过渡区域,幅值变化范围

-21~13 nT,显示出磁场背景区特征,表明区内岩石具弱磁性,正负弱异常区分界线反映了矿区区域断裂构造大致位置。

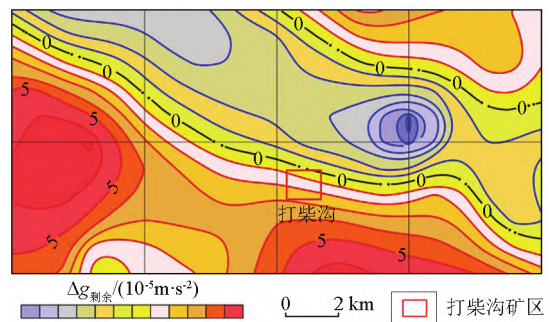


图 2 打柴沟区域剩余重力异常

Fig. 2 Regional residual gravity anomaly in Dachaigou mining area

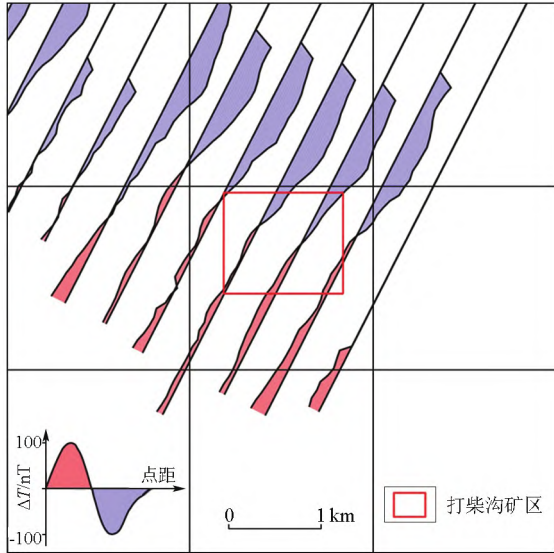
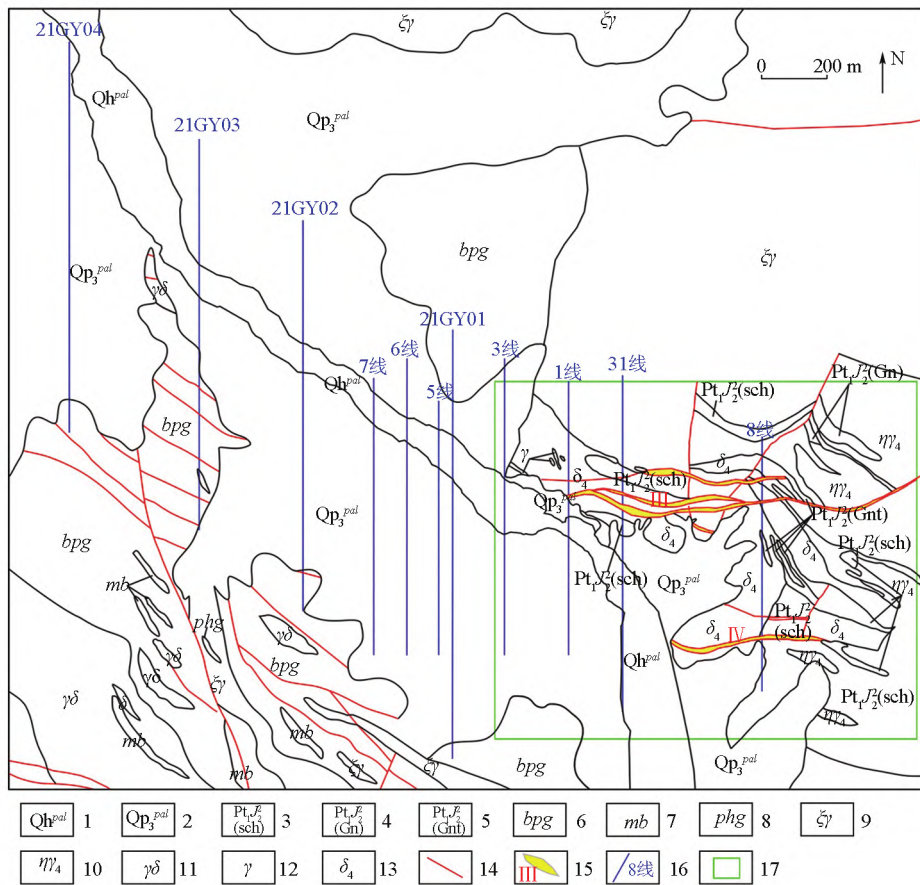


图3 打柴沟矿区1:5万地磁ΔT异常剖面平面
 Fig.3 Section plan of 1:50 000 ΔT geomagnetism anomaly in Dachaigou mining area

1.2 矿区地质概况

矿区出露地层较简单,主要为古元古代金水口岩群及第四系(图4)。元古代金水口岩群岩性主要为斜长变粒岩、黑云母斜长片岩、黑云母石英片岩、片麻岩夹砂线绢云片岩、千枚岩、大理岩。原岩为一套中基性火山岩夹碎屑岩及碳酸盐系,遭受中—深程度变质,以角闪岩相为主,局部达麻粒岩相,区内以构造残块形式,沿NW-NNW向展分布,地层中Au元素背景值高,为区内金矿物源层。第四系覆盖物沿沟谷及低洼地带分布,主要为洪冲积砂砾石及风成砂土。矿区岩浆活动强烈,岩浆岩广泛分布,主要为晚三叠世二长花岗岩、正长花岗岩和花岗闪长岩等,呈岩基或岩株状侵入于金水口群地层中;另有少量脉岩呈零星分布,主要有酸性脉岩、中性脉岩,其中蚀变花岗岩Au元素背景值高。



1—全新统洪冲积; 2—更新统洪冲积; 3—金水口岩群绢云石英片岩; 4—金水口岩群灰岩; 5—金水口岩群片岩夹变砂岩夹片麻岩; 6—金水口岩群灰黑色黑云斜长片麻岩; 7—金水口岩群大理岩; 8—金水口岩群灰黑色斜长角闪片麻岩; 9—正长花岗岩; 10—二长花岗岩; 11—花岗闪长岩; 12—花岗岩; 13—闪长岩; 14—断裂; 15—矿带及编号; 16—物探剖面及编号; 17—打柴沟矿区

1—Holocene alluvial sediments; 2—Pleistocene alluvial sediments; 3—sericite quartz schist of Jinshui Kou group; 4—limestone of Jinshui Kou group; 5—schist interbedded with metamorphic sandstone interbedded with gneiss of Jinshui Kou group; 6—gray black biotite plagioclase gneiss of Jinshui Kou group; 7—marble of Jinshui Kou group; 8—grayish black amphibolite gneiss of Jinshui Kou group; 9—syenogranite; 10—monzogranite; 11—granodiorite; 12—granite; 13—diorite; 14—fracture; 15—ore belt and number; 16—geophysical profile; 17—Dachaigou mine

图4 打柴沟矿区地质及物探工作布置

Fig.4 Geological and geophysical exploration layout of Dachaigou mining area

矿区低缓河谷地段以北大面积分布第四系洪冲积砂砾石及风成砂土覆盖,河谷两侧基岩露头见有邻区的 NW-NNW 向的控矿断裂构造延伸到本区断裂性质为逆断层,产状较缓,倾角 $45^{\circ} \sim 55^{\circ}$,受其影响,主要含金构造破碎带产状较缓,为五龙沟地区 XII 号含矿蚀变带北西延伸段。

1.3 矿带特征

矿区主要矿化蚀变带为 III 和 IV 蚀变带,分别位于区域 NW 向主断裂的次级近 EW 向断裂构造蚀变带中。由一组近 EW 向的韧性剪切带组成,主矿化带产于黑云母斜长片岩与片理化细粒闪长岩的接触断裂附近,主要以构造角砾岩、碎裂岩充填其中。蚀变带硅化、褐铁矿化、炭化现象较为常见。破碎蚀变带产状北倾,在 $350^{\circ} \sim 30^{\circ} \angle 35^{\circ} \sim 58^{\circ}$ 之间,长约 1 200 m,宽 2~20 m 不等。矿体呈条带状、透镜状、脉状近于平行展布,金矿体受构造蚀变带控制,矿体

产状与破碎蚀变带的产状一致,含矿岩性主要为构造角砾岩、碎裂岩等,矿体的顶、底板为片理化闪长岩、黑云母斜长片岩,主要矿化蚀变有硅化、褐铁矿化及炭化。其中 IV 蚀变带为区内主要矿带,规模较大; III 蚀变带含矿性较差,规模较小。

1.4 电物性特征

从电物性测定结果看(表 1),矿区内与矿化有密切关系的几种岩石的极化率与围岩(花岗岩、大理岩、片岩)有较大的差异。含金碎裂岩、构造角砾岩及脉石英的极化率较高,均在 3% 以上,以构造角砾岩为最高(6.3%),其次为碎裂岩(5.45%)、脉石英(3.45%),应为局部岩石所含黄铁矿及炭质性引起。电阻率方面,碎裂岩、断层角砾岩呈低电阻率特征,与其他岩石有较明显的电阻率差异。由此可见,与构造蚀变带相关的岩石多呈低阻高极化特征,具备开展激电和电磁法工作的物性前提。

表 1 打柴沟矿区电物性参数

Table 1 Statistical table of electrical and physical parameters in Dachagou mining area

岩性	极化率 / %			电阻率 / ($\Omega \cdot m$)		
	最大值	最小值	算术平均值	最大值	最小值	几何平均值
碎裂岩(含碳)	7.45	1.95	5.45	503.76	130.65	264.48
断层角砾岩	6.80	3.95	6.30	341.46	140.05	195.41
白云石大理岩	3.90	2.15	2.90	1824.85	988.66	1574.87
黑云角闪斜长片麻岩	4.70	1.85	2.75	3727.55	1126.85	1330.00
脉石英	5.45	1.95	3.45	3695.20	2320.40	2933.71
黑云母石英片岩	3.10	1.15	2.10	3576.50	2866.76	3216.85
花岗岩	3.75	0.90	2.04	3377.40	2337.65	2865.56

2 激电异常特征

激电极化法是利用岩、矿石的导电性、激发极化特性差异,观测和研究人工形成的激发极化场的变化规律,进行找矿和解决其他地质问题的一种人工场源形式的勘查方法^[17],广泛用于有色金属和贵金属的矿产勘查。

根据打柴沟金矿 III、IV 号含矿蚀变带中黄铁矿化发育、且金矿化与围岩炭质关系紧密等特征,在打柴沟金矿已知矿体的 8 勘探线开展了 1:5 000 激电中梯试验,而后在矿区第四系覆盖区西延段开展了激电中梯剖面测量 5 条,方位 0° 。本次工作点距 20 m,供电极距 $AB=1\ 200\ m$,测量极距 $MN=40\ m$,供电周期 $T=32\ s$,断电延时 200 ms。

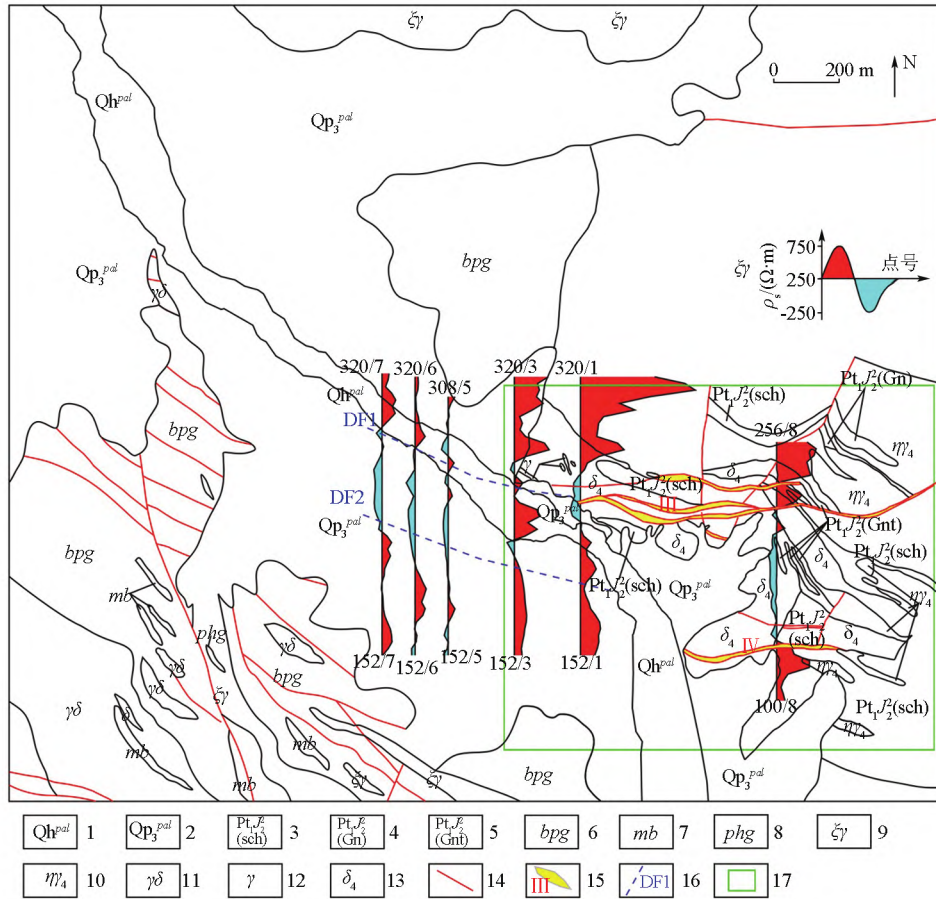
2.1 8 勘探线已知矿带异常特征

从图 5 和图 6 可以看出,8 勘探线上已知矿带 III、IV 号含矿蚀变带电异常特征为高低阻、高低极化率转换带,极化率在 5.5%~12.08%,多集中在 8% 左右。据电物性标本测定结果,含金碎裂岩、断层角

砾岩及脉石英的极化率较高,含金碎裂岩(1.95%~7.45%,平均 5.45%)、断层角砾岩(3.95%~6.9%,平均 6.3%)、脉石英(1.95%~5.45%,平均 3.45%),周围岩体和地层的极化率较低(2.1%~2.9%),推测应为蚀变带内(含金)黄铁矿及炭质共同引起的。IV 号含矿蚀变带在倾向方向上表现为低阻异常带,该异常带宽度向北延伸 400 m,表明 III、IV 号含矿蚀变带间为区域断裂带位置,热液活动强烈,黄铁矿化并伴有炭质层发育引起较大范围的低阻激电异常,III、IV 号含矿蚀变带就位于区域构造边界部位。

2.2 激电异常特征

通过在打柴沟金矿 III、IV 号含矿蚀变带西延段第四系覆盖区内开展的 5 条 1:5 000 激电中梯剖面测量(图 5、图 6)可以看出,低阻高极化异常特征较明显,视极化率在 5%~12%,视电阻率 100~400 $\Omega \cdot m$,异常宽度向北延伸 380 m,呈现出一个 NWW 向的低阻高极化异常带,推断 III、IV 号含矿蚀变带之间区域构造位置往 W-NWW 向延伸,异常带边部的电性异常梯级带,推断为 III、IV 号含矿蚀变带西延段,如图 5 中 DF1 和 DF2 位置所示。



1—全新统洪冲积; 2—更新统洪冲积; 3—金水口岩群绢云石英片岩; 4—金水口岩群灰岩; 5—金水口岩群片岩夹变砂岩夹片麻岩; 6—金水口岩群灰黑色黑云斜长片麻岩; 7—金水口岩群大理岩; 8—金水口岩群灰黑色斜长角闪片麻岩; 9—正长花岗岩; 10—二长花岗岩; 11—花岗闪长岩; 12—花岗岩; 13—闪长岩; 14—断裂; 15—矿带及编号; 16—推断构造; 17—打柴沟矿区

1—Holocene alluvial sediments; 2—Pleistocene alluvial sediments; 3—sericite quartz schist of Jinshuikou group; 4—limestone of Jinshuikou group; 5—schist interbedded with metamorphic sandstone interbedded with gneiss of Jinshuikou group; 6—gray black biotite plagioclase gneiss of Jinshuikou group; 7—marble of Jinshuikou group; 8—grayish black amphibolite gneiss of Jinshuikou group; 9—syenogranite; 10—monzogranite; 11—granodiorite; 12—granite; 13—diorite; 14—fracture; 15—ore belts; 16—inferred structure; 17—Dachai gou mine

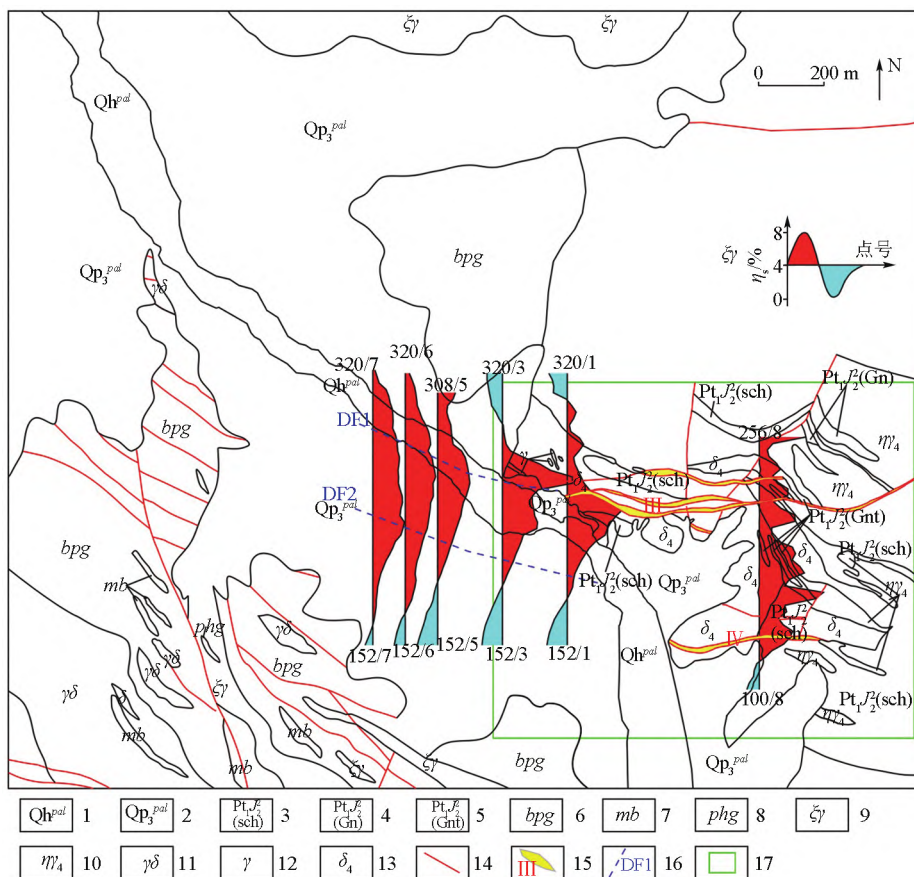
图 5 打柴沟矿区地质—视电阻率综合成果

Fig. 5 Comprehensive results of geological and apparent resistivity in Dachai gou mining area

3 广域电磁法异常特征

广域电磁法是何继善院士提出的一种人工源频率域电磁测深法^[18]。该方法既继承了CSAMT使用人工场源克服场源随机性的优点,也继承了MELOS方法非远区测量的优势,严格定义了适用于全域的计算视电阻率公式,拓展了人工源电磁法的观测范围,提高了观测速度、精度和野外工作效率。该方法在远区也包括部分非远区在内的广大区域进行测量,观测人工源电磁场的一个分量,采用迭代法计算,便可提取出地下的视电阻率信息,这便是广域电磁法的基本原理。

打柴沟工区广域电磁法工作都布置在 8 线、6 线、31 线、21GY01、21GY02、21GY03 和 21GY04 线(图 4),方位 0°。其中 8 线布置在已知矿带上。广域电磁法采用 $E-E_x$ 工作模式,收发距 9 km,采用 4、5、6、7、8、9、11 七个频组共 49 个频点的频率进行发射和接收,频率范围 8 192~0.625 Hz。从 8 线反演成果(图 7)中部出现明显的低阻异常区,推断为区域构造破碎带,主要矿带 IV 号含矿蚀变带位于推断的构造带开口位置,III 号矿带位于电阻率变化梯度带。根据低阻异常形态特征,推断深部构造带发育,构造边界异常特征为高低电阻率梯度带。两侧高阻结合地质信息推断为较为完整的片岩或岩体。

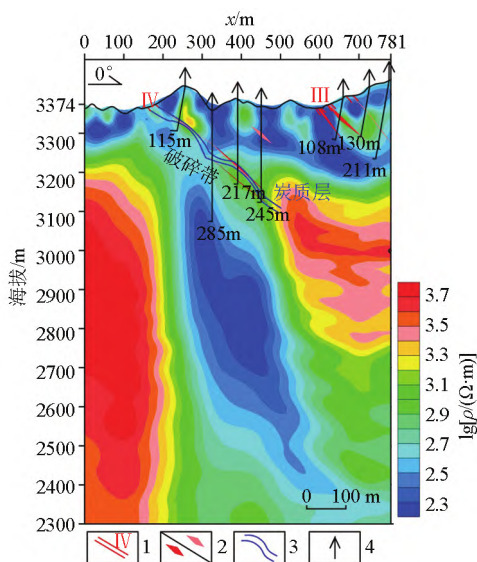


1—全新统洪冲积; 2—更新统洪冲积; 3—金水口岩群绢云石英片岩; 4—金水口岩群灰岩; 5—金水口岩群片岩夹变砂岩夹片麻岩; 6—金水口岩群灰黑色黑云斜长片麻岩; 7—金水口岩群大理岩; 8—金水口岩群灰黑色斜长角闪片麻岩; 9—正长花岗岩; 10—二长花岗岩; 11—花岗闪长岩; 12—花岗岩; 13—闪长岩; 14—断裂; 15—矿带及编号; 16—推断构造; 17—打柴沟矿区

1—Holocene alluvial sediments; 2—Pleistocene alluvial sediments; 3—sericite quartz schist of Jinshuikou group; 4—limestone of Jinshuikou group; 5—schist interbedded with metamorphic sandstone interbedded with gneiss of Jinshuikou group; 6—gray black biotite plagioclase gneiss of Jinshuikou group; 7—marble of Jinshuikou group; 8—grayish black amphibolite gneiss of Jinshuikou group; 9—syenogranite; 10—monzogranite; 11—granodiorite; 12—granite; 13—diorite; 14—fracture; 15—ore belt and number; 16—inferred structure; 17—Dachagou mine

图 6 打柴沟矿区地质—视极化率综合成果

Fig. 6 Comprehensive results of geological and apparent polarizability in Dachagou mining area



1—矿带; 2—矿体\矿化体; 3—炭质层; 4—钻孔

图 7 打柴沟 8 勘探线地质—WFEM 反演成果

Fig. 7 Geological and WFEM inversion results of Dachagou line 8

根据已知矿带上广域电磁法异常特征 将 8 线、6 线、31 线、21GY01、21GY02、21GY03、21GY04 线广域电磁法成果制作成三维展示(图 8), 可以看出, 各断面变化趋势基本一致, 推断为区域构造带的低阻异常带在各断面均有出现, 且向 W-NW 向延展, 反映出区内地质背景构架、构造蚀变带向 W-NW 方向的变化趋势, 推断的区域构造延伸位置与激电一致, 表明打柴沟矿区西延段可能存在较连续的成矿空间。

4 结论

本次打柴沟矿区的物探工作, 利用激电和广域电磁法在已知矿带西延段进行了研究工作。工作结果表明, 已知矿带在激电异常上位于激电异常边部——电性梯度带位置, 大面积激电异常推断为区

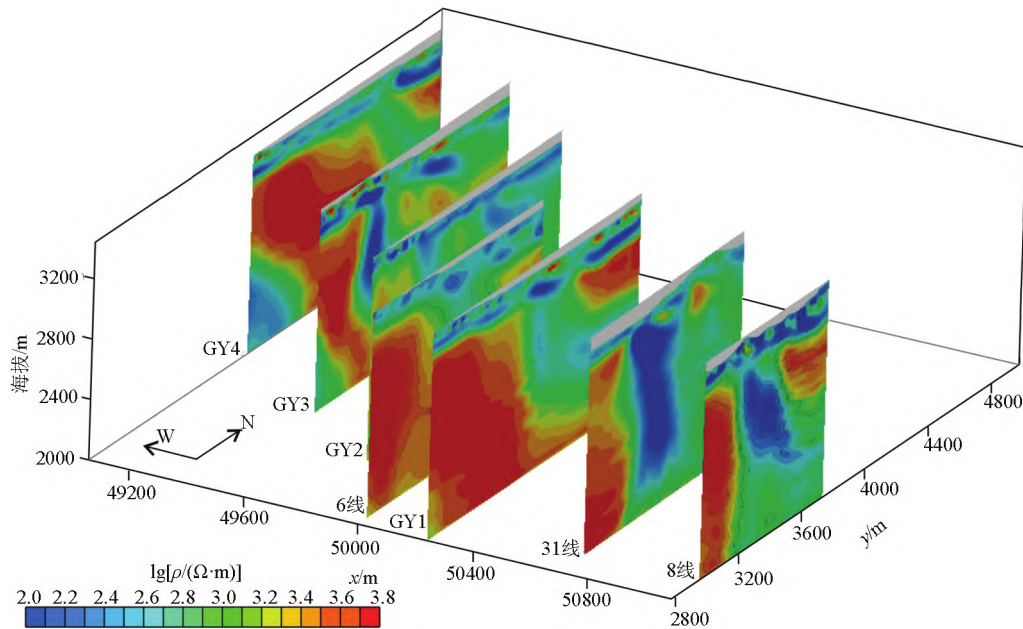


图 8 打柴沟矿区广域电磁法反演结果三维展示

Fig. 8 Three-dimensional display of WFEM inversion results in Dachaigou mining area

域构造带发育区,为区域构造内黄铁矿化和炭质岩石引起;在广域电磁法断面上,区域构造带表现为大范围的低阻异常,已知矿带Ⅳ号蚀变带异常表现为低阻异常带开口位置,Ⅲ号蚀变带位于浅部电性异常梯度带。

基于已知矿带的异常特征和西延段几条平行剖面的物探异常变化规律,高极化低电阻异常向西变化连续稳定,推断区域控矿构造向W-NWW向延伸稳定,在矿区西延段形成有利的找矿空间。建议后期结合地质成矿规律研究,在高极化低电阻异常段开展深部验证工作,以期扩大矿区规模。

在打柴沟矿区开展的广域电磁法等深部物探工作,为深部地质找矿研究工作提供了深部地球物理信息,为寻找有利的成矿空间发挥了物探技术的支撑作用。

参考文献(References):

[1] 党兴彦,范桂忠,李智明,等.东昆仑成矿带典型矿床分析[J].西北地质,2006,39(2):143-155.
Dang X Y, Fan G Z, Li Z M, et al. Typic deposit analysis in the eastern Kunlun area, NW China[J]. Northwest Geology, 2006, 39(2): 143-155.

[2] 刘建楠,丰成友,肖克炎,等.东昆仑成矿带成矿特征与资源潜力分析[J].地质学报,2016,90(7):1364-1376.
Liu J N, Feng C Y, Xiao K Y, et al. Mineralization characteristics and resource potential analysis of the East Kunlun metallogenic belt [J]. Acta Geologica Sinica, 2016, 90(7): 1364-1376.

[3] 许长坤,刘世宝,赵子基,等.青海省东昆仑成矿带铁矿成矿规律与找矿方向研究[J].地质学报,2012,86(10):1621-1678.
Xu C K, Liu S B, Zhao Z J, et al. Metallogenic law and prospect di-

rection of iron deposits in the East Kunlun metallogenic belt in Qinghai [J]. Acta Geologica Sinica, 2012, 86(10): 1621-1678.

[4] Feng L Q, Gu X X, Zhang Y M, et al. Genesis of the gold deposits in the Kunlun River area, East Kunlun, Qinghai Province: Constraints from geology, fluid inclusions and isotopes [J]. Ore Geology Reviews, 2021, 139: 104564.

[5] 焦和,康继祖,黄国彪,等.青海昆仑河北地区岩浆活动、金矿成矿特征及找矿前景分析[J].地质力学学报,2022,28(3):383-405.
Jiao H, Kang J Z, Huang G B, et al. Magmatism, metallogenic characteristics and prospecting prediction for gold deposits in the north of Kunlun River area, Qinghai, China [J]. Journal of Geomechanics, 2022, 28(3): 383-405.

[6] 黄国彪,马文虎,李长印,等.青海昆仑河地区黑海北金矿床地质特征及找矿前景[J].黄金,2021,42(6):26-30.
Huang G B, Ma W H, Li C Y, et al. Geological characteristics and prospecting prospects of Heihaibei gold deposit in Kunlunhe area, Qinghai Province [J]. Gold, 2021, 42(6): 26-30.

[7] 杨宝荣,张里斌,马忠贤,等.青海沟里地区金矿床地质背景研究[J].矿产勘查,2018,9(10):1920-1925.
Yang B R, Zhang L B, Ma Z X, et al. Study on metallogenic geological background of gold deposits in Gouli area, Qinghai [J]. Mineral Exploration, 2018, 9(10): 1920-1925.

[8] 岳维好.东昆仑东段沟里金矿集区典型矿床地质地球化学及成矿机理研究[D].昆明:昆明理工大学,2013.
Yue W H. Study on geology, geochemistry and metallogenic mechanism of typical deposits in Gouli gold concentration area in East Kunlun Mountains [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2013.

[9] 张纪田,张志强,孙国胜,等.青海沟里整装勘查区金矿成矿要素及预测意义[J].黄金,2021,42(7):11-16.
Zhang J T, Zhang Z Q, Sun G S, et al. Metallogenic elements of gold deposits in the Gouli integrated exploration area in Qinghai Province and their predictive significance [J]. Gold, 2021, 42(7):

- 11-16.
- [10] 贾福聚, 高建国, 周家喜, 等. 青海果洛龙洼金矿床矿化元素组合特征及找矿意义[J]. 地质找矿论丛, 2017, 32(3): 360-366. Jia F J, Gao J G, Zhou J X, et al. Characteristics of ore elements association and the prospecting significance in Guoluolongwa gold deposit, Qinghai Province[J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2017, 32(3): 360-366.
- [11] 付乐兵, 魏俊浩, 谭俊, 等. 东昆仑沟里整装勘查区脉状金矿床多级构造控矿规律[J]. 矿物学报, 2015, 35(S1): 388-389. Fu L B, Wei J H, Tan J, et al. Ore-controlling regularity of multi-level structure of vein gold deposits in Gouli exploration area, East Kunlun[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2015, 35(S1): 388-389.
- [12] 陈柏林, 王永, 韩玉, 等. 东昆仑五龙沟矿田岩金沟金矿床成矿时代新认识[J]. 矿床地质, 2019, 38(3): 541-556. Chen B L, Wang Y, Han Y, et al. Metallogenic age of Yanjingou gold deposit in Wulonggou gold orefield, eastern Kunlun Mountains[J]. Mineral Deposits, 2019, 38(3): 541-556.
- [13] 陈柏林. 东昆仑五龙沟金矿田地质特征与成矿地质体厘定[J]. 地质学报, 2019, 93(1): 179-196. Chen B L. Geological characteristics of the Wulonggou gold ore field and determination of metallogenic geological bodies in East Kunlun Mountains[J]. Acta Geologica Sinica, 2019, 93(1): 179-196.
- [14] 马国栋, 贾建团, 韩玉, 等. 青海五龙沟金矿床成因及成矿模式探讨[J]. 西北地质, 2016, 49(4): 172-178. Ma G D, Jia J T, Han Y, et al. Genesis and metallogenic model of the wulonggou gold deposit in Qinghai Province[J]. Northwestern Geology, 2016, 49(4): 172-178.
- [15] 周永生, 张冬瑞, 潘增龙, 等. 青海省都兰县打柴沟金矿外围金矿详查报告[R]. 都兰西金矿业有限公司, 2019. Zhou Y S, Zhang D R, Pan Z L, et al. Detailed investigation report on gold deposits around Dachaigou gold mine, Dulan county, Qinghai province[R]. Dulan Xijin Mining Co., Ltd, 2019.
- [16] 张延林, 陈建林, 马永久, 等. 青海省都兰县五龙沟地区红旗沟—深水潭金矿勘查报告[R]. 青海省第一地质矿产勘查院, 2016. Zhang Y L, Chen J L, Ma Y J, et al. Exploration report of Hongqi-gou-Shenshuitan gold deposit in Wulonggou area, Dulan County, Qinghai Province[R]. The First Geological Exploration Institute of Qinghai Province, 2016.
- [17] 张胜业, 潘玉玲. 应用地球物理学原理[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2004. Zhang S Y, Pan Y L. Applied geophysical principles[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2004.
- [18] 何继善. 广域电磁测深法研究[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2010, 41(3): 1065-1072. He J S. Wide field electromagnetic sounding methods[J]. Journal of Central South University: Science and Technology Edition, 2010, 41(3): 1065-1072.

Geophysical characteristics and deep prospecting prediction of the Dachaigou gold deposit in the eastern Kunlun area

YU Zhong-Hong¹, YAN Ling-Qin², ZHANG Zhan-Xiong¹, LI Peng³, LI Feng-Ting¹, FU Jia¹

(1. No. 3 Exploration Institute of Geology Resources of Qinghai Province, Xining 810000, China; 2. Qinghai Geological Survey Institute, Xining 810000, China; 3. Haidong Municipal Bureau of Nature Resources and Planning, Haidong 810600, China)

Abstract: The eastern Kunlun metallogenic belt, as a significant metal metallogenic belt in China, hosts extensive orogenic gold deposits and large-scale Kunlunhe, Gouli, and Wulonggou gold concentration areas. The Dachaigou gold deposit is a large-scale gold deposit newly discovered in the Wulonggou gold field in recent years. Despite its high metallogenic potential, the western extension of its ore belt has not been defined. Hence, this study conducted induced polarization (IP) sounding and wide-field electromagnetic sounding in the deposit. The results show that the known ore belt is situated in the regional gravity anomaly gradient zone, the transition zone of positive and negative weak magnetic anomalies, the edge of IP anomalies, or the electrical gradient zone. The development zone of the regional tectonic belt resides in the large-scale IP anomaly section. The regional tectonic belt is characterized by a wide range of low-resistivity anomaly zones. The IV and III alteration zones of the known ore belt are located in the opening position of the low-resistivity anomaly zone and the shallow electrical anomaly gradient zone, respectively. Based on the above understanding and the electromagnetic anomaly change patterns of several parallel profiles in the western extension segment, it was inferred that the regional ore-controlling structure extends steadily in the W-NWW direction, forming a favorable prospecting space in the western extension segment of the deposit. The results of deep geophysical exploration in the Dachaigou deposit indicate that geophysical methods manifest significant advantages in deep geological prospecting research, providing successful experience for deep prospecting in the eastern Kunlun gold deposit area.

Key words: geophysics; gold deposit; deep prospecting; eastern Kunlun; Dachaigou

(本文编辑: 王萌)