

doi: 10.11720/wtyht.2014.5.03

刘军, 靳淑韵, 张汉成, 等. 青海省门源县铜厂沟金矿 3 号矿化蚀变带的发现与评价 [J]. 物探与化探, 2014, 38(5): 879-884. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.5.03>

Liu J, Jin S Y, Zhang H C, et al. The discovery and appraisal of 3rd mineralization zone of the Tongchanggou gold deposit in Qinghai Province [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2014, 38(5): 879-884. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.5.03>

## 青海省门源县铜厂沟金矿 3 号矿化蚀变带的发现与评价

刘军<sup>1,2</sup>, 靳淑韵<sup>2</sup>, 张汉成<sup>2</sup>, 肖荣阁<sup>3</sup>, 安国英<sup>4</sup>

(1. 中色地科矿产勘查股份有限公司, 北京 100012; 2. 有色金属矿产地质调查中心, 北京 100012; 3. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083; 4. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

**摘要:** 青海省门源县铜厂沟金矿床位于北祁连造山带, 为受构造蚀变破碎带控制的构造蚀变岩型金矿床, 属于高品位小型金矿床, 资源面临枯竭。通过野外工作, 在矿区西部新发现一条矿化蚀变带, 通过 3 条剖面样品分析, 矿化蚀变带有明显的地球化学显示, 原生晕样品中金含量最高在  $(0.2 \sim 4.5) \times 10^{-6}$ , 次生晕土壤样品金含量最高为  $0.1 \times 10^{-6}$ , 且银也有明显的异常显示。各种化学方法处理的数据均在 3 号矿化蚀变带表现出明显的转折点, 说明 3 号矿化蚀变带是客观存在的地质体, 并且有一定延伸。通过激电中梯物探方法进行异常查证, 发现低阻、高极化异常带延伸通过处, 正是 3 号矿化蚀变带位置, 二者对应良好。地质、化探和物探三者对应良好, 表明该区仍有一定找矿前景, 下一步工作应重点针对 3 号矿化蚀变带进行勘探。

**关键词:** 青海; 铜厂沟; 金矿; 矿化蚀变带; 评价

**中图分类号:** P632      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-8918(2014)05-0879-06

青海省门源县铜厂沟金矿床位于北祁连造山带, 为受构造蚀变破碎带控制的构造蚀变岩型金矿床<sup>[1]</sup>, 属于高品位小型金矿床, 资源面临枯竭。笔者通过野外工作, 在矿区西部新发现一条矿化蚀变带(3 号矿化蚀变带), 并进行了评价, 建议矿区今后应重点围绕该矿化蚀变岩带开展系统评价工作。

### 1 矿床概况

研究区位于青海省门源县青石咀镇北西部 50 km 处, 北祁连托勒山—冷龙岭金矿集中区东段, 地理坐标为东经  $101^{\circ}04'00'' \sim 101^{\circ}09'00''$ , 北纬  $37^{\circ}47'00'' \sim 37^{\circ}49'00''$ 。

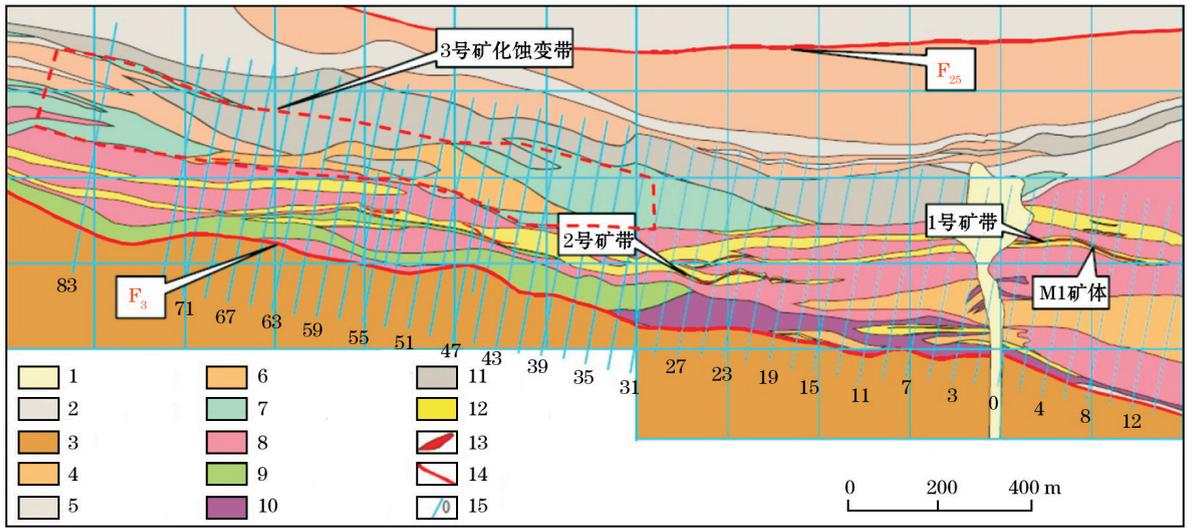
区内出露地层主要为中寒武统板岩、石英绢云片岩、绿泥片岩、大理岩等, 其次为奥陶系中统灰岩及二叠系、三叠系碎屑岩和第四系残积物(图 1)。矿区地层总体成东西向展布, 之间出露片岩类, 两侧是大理岩断续分布, 矿区东部英云闪长岩体有大理岩及蛇纹岩残留体呈条带状分布。根据岩性展布特

征, 矿区总体构成一复式背斜构造。

矿区南侧  $F_3$  断裂延伸稳定, 挤压片理发育, 根据断面擦痕、阶步分析,  $F_3$  断裂属于压扭性质, 断层面上盘向南西逆冲。 $F_3$  是区内主要控矿构造, 断层面上盘派生的次级张扭性断层与  $F_3$  近于平行排列, 产状近于直立, 其中含硫化物石英脉发育, 是主要的含矿构造。

根据野外调查, 派生张扭性断裂有 2、3 条, 目前可以确定有两条规模比较大。南侧一条是目前探明的主要含金石英脉构造破碎带(1、2 号矿带), 断裂破碎具有多次活动性, 早期活动被花岗闪长岩脉侵入, 随后含金石英脉充填, 之后再次发生破碎。北侧一条是研究工作中发现并确定的含金铁锰硅质岩充填构造破碎带, 其地表延伸稳定连续, 并有较好的化探、物探显示, 表明具有一定的延深。

铜厂沟金矿床于 1976 年由青海省有色七队发现, 至今一直边探边采, 目前共圈出金矿体 10 条, 长 27~268 m, 厚 1.36~6.31 m, 平均品位(2.00~28.80)



1—第四系残坡积物;2—二叠系石英砂岩;3—三叠系长石石英砂岩;4—寒武系硅质泥质板岩;5—寒武系大理岩;6—寒武系绢云母石英片岩;7—寒武系绿泥片岩;8—蚀变闪长岩;9—辉长岩;10—蛇纹石化超基性岩;11—蛇纹岩;12—破碎蚀变岩带;13—金矿体;14—断层;15—勘探线及编号

图1 青海省门源县铜厂沟金矿区地质概况

$\times 10^{-6}$ 。其中 M1 矿体规模最大,长度 268 m,厚 0.56 ~ 6.31 m,平均厚度 1.97 m,倾斜延伸一般为 25 ~ 109 m,最大延伸 140 m,矿体品位  $(3.10 \sim 23.04) \times 10^{-6}$ ,最高品位  $82.70 \times 10^{-6}$ ,平均品位  $8.14 \times 10^{-6}$ 。目前矿床提交金资源储量 562 kg,为小型矿床<sup>[1]</sup>。

金矿化沿  $F_3$  断裂北侧次级断裂破碎带呈带状分布,金矿体主要在蚀变闪长岩中或绢云—绿泥片岩内的破碎带中产出,含矿岩石类型有含金石英脉和蚀变闪长岩。蚀变带地表显示为黄褐色富褐铁矿氧化带,坑道中为含黄铁石英脉。

铜厂沟金矿床成矿主要经历了 3 个阶段:成矿物质初步富集阶段,该阶段是海相泥质碎屑岩沉积阶段,金富集在沉积物中,形成初始富集的第一矿源岩,超基性岩浆岩中携带有成矿物质,也是金矿的主要矿源岩;英云闪长岩侵入阶段,在英云闪长岩的热动力和热液作用下,矿源岩中成矿物质活化迁移,与热液共同运移沉淀,沿构造破碎带充填成矿;后期构造活动发生破碎再富集。

## 2 矿化蚀变带的发现过程和意义

矿区以往的基础工作及矿产工作资料比较丰富,有重要的参考价值。因此在野外调查期间重点分析了已有资料,对重点地段,如构造蚀变岩带、主要工程揭露点、矿区各种岩性进行了野外观测,发现如下问题:

(1)一些构造蚀变岩带划分不够准确,如矿区东段图上标记的两条石英碳酸盐脉,实际属于英云

闪长岩中残留的寒武系大理岩顶垂体,只是破碎较强,不具备成矿条件。

(2)与金矿化及成矿紧密伴生的英云闪长岩在矿区东部呈透镜体大面积出露,而矿区西部则仅呈脉状沿断裂带分布。

(3)寒武系浅变质泥质碎屑岩与矿化关系密切,主要集中在西部地段分布,作为成矿流体集中的阻挡层,有利于成矿富集。

(4)根据区域构造分析,矿区是夹于  $F_3$  与  $F_{25}$  两条东西向断裂之间的一个复式背斜地块,其倾伏段在西段。

(5)1、2 号矿带是与  $F_3$  平行的次级断裂破碎,根据一般构造体系组成规律,应有与 1、2 矿化破碎带平行的破碎带。

根据上述分析,野外工作期间寄希望于在矿区西段发现新的矿化破碎蚀变带,并把工作重点放在采区的西北部。通过地形地貌分析,并进行重点追溯观察,在矿区西北部发现了铁锰硅质岩破碎蚀变岩带,结合地表土壤地球化学异常分布,初步确定这是一条以往工作尚未注意到的构造蚀变岩带,经过化探取样分析具有一定的矿化品位,地表延长 1 500 m 以上,后经过激电与电阻率物探方法测量验证,属于低阻、高极化地质体,并且有较大延深,称之为 3 号矿化蚀变岩带。

## 3 矿化蚀变带的稀土、微量元素特征

通过对 3 号矿化蚀变带进行追索,发现矿化蚀

变铁锰硅质岩沿破碎带断续发育,采集样品并进行分析测试后可以看出,稀土配分曲线与英云闪长岩、绢云母片岩、绿泥片岩相类似,均以富集轻稀土元素为特征(表 1),但 $\Sigma$ REE 明显偏高。

微量元素分析发现(表 2),与地壳元素丰度值

表 1 铜厂沟金矿区铁锰硅质岩稀土元素特征

$10^{-6}$

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
D23	12.9	10	2.5	11.3	2.7	0.83	3.33	0.62	4.2	0.93	2.75	0.44	2.72	0.45	29.4
D24	52.0	58.8	10.5	45.1	10.1	4.13	11.95	2.04	12.6	2.59	7.14	1.1	6.14	0.99	73.1

表 2 铜厂沟金矿区铁锰硅质岩微量元素特征

样号	Au	Ag	As	B	Ba	Bi	Co	Cu	Hg	F
D23	452.0	710	85.7	16	238	0.64	20	176.1	70	166
D24	11.3	307	179.0	8	233	0.77	110	252.1	111	809

样号	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	W	Sn	Sb	Sr	Zn
D23	64036	36.55	48	57	10	3.02	2.21	7.17	64	77
D24	259554	1.68	109	171	10	3.89	1.80	0.85	263	135

注: Au、Ag 含量单位为  $10^{-9}$ , 其余元素含量单位为  $10^{-6}$ 。

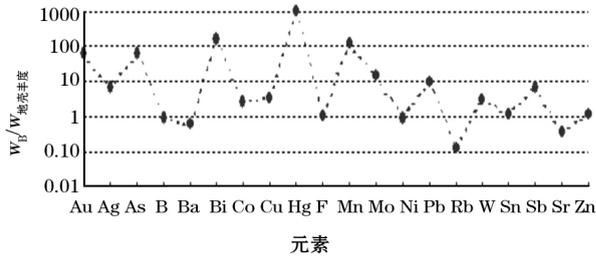


图 2 铜厂沟金矿铁锰硅质岩微量元素富集—亏损图解

#### 4 矿化蚀变带的地球化学特征

为探讨 3 号矿化蚀变带的矿化蚀变特征,分别在西部矿区 23 线、35 线、37 线进行剖面系统采样,其中 35 线采集次生土壤样品,其他为原生岩石样品,进行化学元素分析。分析项目为 Co、Ni、W、Sn、Bi、Mo、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg、Au、Ag、B、F、Sr、Ba、K、Rb、Fe、Mn,其中 Co、Ni、W、Sn、Bi、Mo 为高温矿化元素;Cu、Pb、Zn 为中温元素;As、Sb、Hg 为低温元素;Au、Ag 是目标元素,一般形成于中低温带;K、Rb、B、F 为高温蚀变元素;Sr、Ba 为低温蚀变元素;Fe、Mn 代表围岩性质。

##### 4.1 元素丰度变化

对每条剖面样品分别作出每个元素的丰度曲线。以 35 线为例, Au、Ag 丰度曲线图显示,25、33、41、50 号样点 Au、Ag 出现异常峰值(图 3),其中 25 号样点位于已知破碎带附近,33 号样点位于加里东期英云闪长岩与中寒武统绿泥片岩接触带附近,41 和 50 号样点位于中寒武统绿泥片岩盖层内。

(黎彤,1984)相比较(图 2),具有 Bi、Hg 富集现象,但 Au、Ag、As、Cu、Pb、W、Sb、Mn、Mo 等也出现富集现象,尤其是 Au、Ag 富集程度较其他岩石类型高出甚多,预示 3 号矿化蚀变破碎带深部可能出现较好的矿化现象。

数据与图解表明, Au、Ag 矿化除在已知含矿破碎带内出现峰值外,在中寒武统绿泥片岩盖层内也有峰值出现,且出现峰值样品点位置在水平方向上为新发现的 3 号矿化蚀变带东延部分。

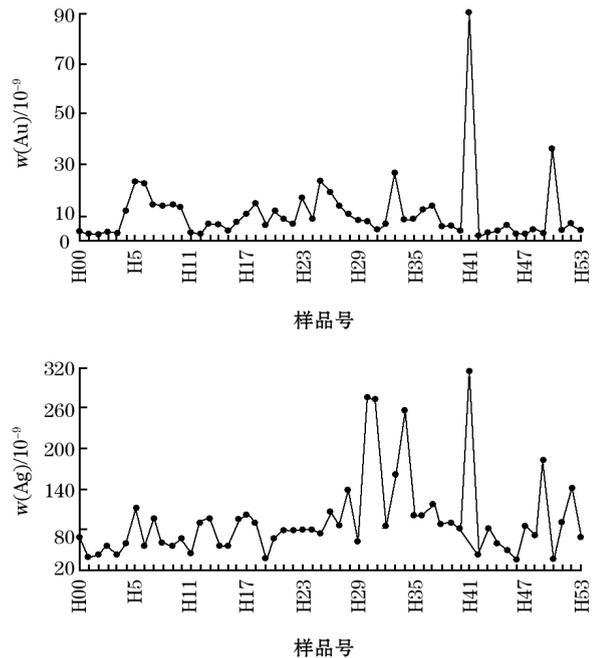


图 3 铜厂沟金矿 35 线剖面 Au、Ag 丰度曲线

##### 4.2 金、银与高温元素变化规律

对每条剖面取目标元素 Au、Ag 之和与高温矿化元素 Co、Ni、W、Sn、Bi、Mo 之和相比,作出比值曲线图。

以 35 线为例, Au、Ag 与高温矿化元素 Co、Ni、W、Sn、Bi、Mo 比值曲线图显示,23、25、26、30、33、

41、50号样品点元素比值出现异常峰值,且以41、50号样品点元素比值异常峰值为最高(图4),其中23、25号样品点位于已知破碎带内及其附近,26、30号样品点位于加里东期英云闪长岩内,33号样品点位于加里东期英云闪长岩与中寒武统绿泥片岩接触带附近,41和50号样品点位于中寒武统绿泥片岩盖层内。

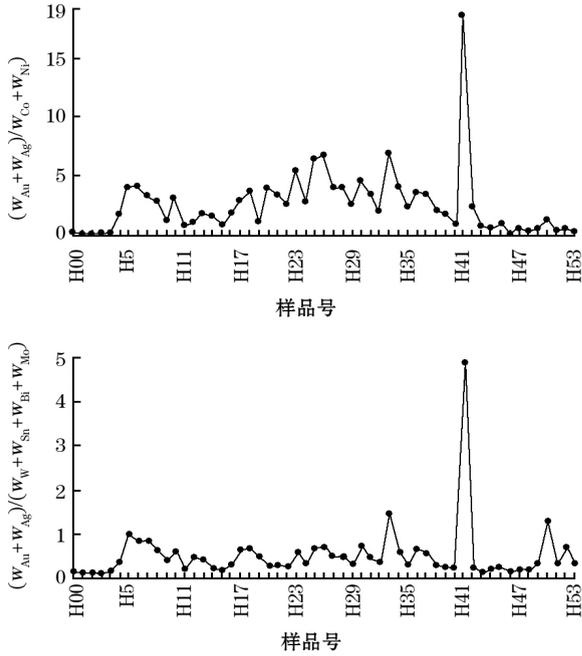


图4 铜厂沟35线剖面Au、Ag与高温矿化元素比值曲线

### 4.3 金、银与中、低温元素变化规律

取目标元素 Au、Ag 之和与中、低温矿化元素 Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg 之和相比,作出比值曲线图。

以35线为例,Au、Ag与中、低温矿化元素 Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg 比值曲线图显示,23、25、26、30、33、41、50号样品点元素比值出现异常峰值,且以41、50号样品点元素比值异常峰值为最高(图5),其中23、25号样品点位于已知破碎带内及其附近,26、30号样品点位于加里东期英云闪长岩内,33号样品点位于加里东期英云闪长岩与中寒武统绿泥片岩接触带附近,41和50号样品点位于中寒武统绿泥片岩盖层内。

### 4.4 蚀变元素变化规律

取高温蚀变元素 F、B 与低温蚀变元素 Ba、Sr 相比,作出曲线图。

以35线为例,高温蚀变元素 F、B 与低温蚀变元素 Ba、Sr 比值曲线图显示,23、25、26、30、33、41、50号样品点及这些样品点两侧元素比值较低,且以41、50号样品点元素比值异常峰值为最低(图6),

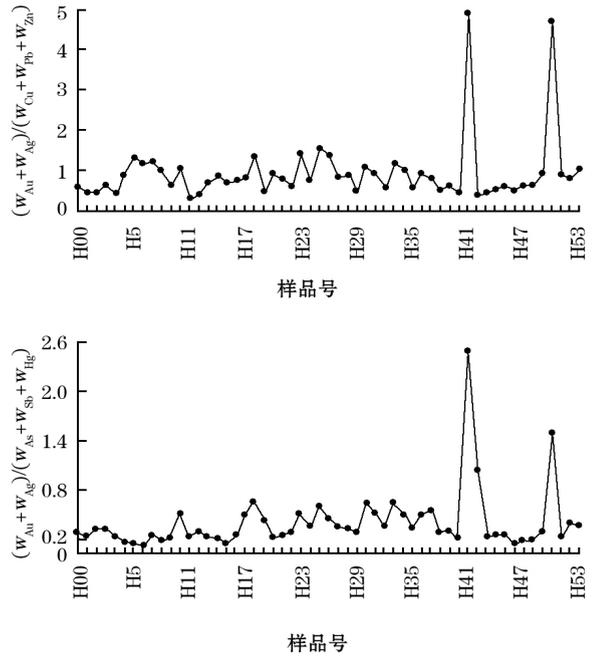


图5 铜厂沟35线剖面Au、Ag与中、低温元素比值曲线

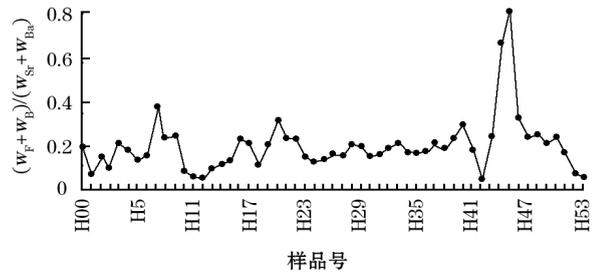


图6 铜厂沟35线剖面高温蚀变元素F、B与低温蚀变元素Ba、Sr比值曲线

其中23、25号样品点位于已知破碎带内及其附近,26、30号样品点位于加里东期英云闪长岩内,33号样品点位于加里东期英云闪长岩与中寒武统绿泥片岩接触带附近,41和50号样品点位于中寒武统绿泥片岩盖层内。

### 4.5 矿化蚀变带地球化学特征

综上,通过剖面样品分析,3号矿化蚀变带有明显的地球化学异常显示,原生晕样品金含量最高在  $(0.2 \sim 4.5) \times 10^{-6}$ ,次生晕土壤样品金含量最高为  $0.1 \times 10^{-6}$ ,银也有明显的异常显示;其他元素,如钴、镍、硼、氟显示明显的梯度变化。各种方法处理的数据均在3号矿化蚀变带表现出特征的转折点,说明3号矿化蚀变带是客观存在的地质体,并且有一定延伸。

## 5 物探方法验证

为进一步追索并控制西部矿区新发现的 3 号矿化蚀变带,采用 WDJ5 数字激电仪,利用直流激电中梯物探方法对西部矿区进行异常查证。以不漏掉矿化异常为原则,在矿区沿勘探线或平行勘探线共布置 19 条中梯剖面,点距一般 5 m,异常明显处适当加密。

经过上述勘查方法查证,矿区异常查证结果见

图 7、图 8。对物探成果进行分析,可以看出:西部矿区西北部存在一条与已知矿带(1、2 号矿带)对应良好的低阻、高极化异常带,地表延伸大于 1 500 m 以上,向深部也有较大延伸;经剖面及现场路线调查对比,发现该低阻、高极化异常带为与已知矿带(1、2 号矿带)平行的近东西向破碎带;该低阻、高极化异常带延伸通过处,正是本次工作新发现的 3 号矿化蚀变带位置,二者对应良好,说明该异常正是 3 号矿化蚀变带引起了异常的发生。

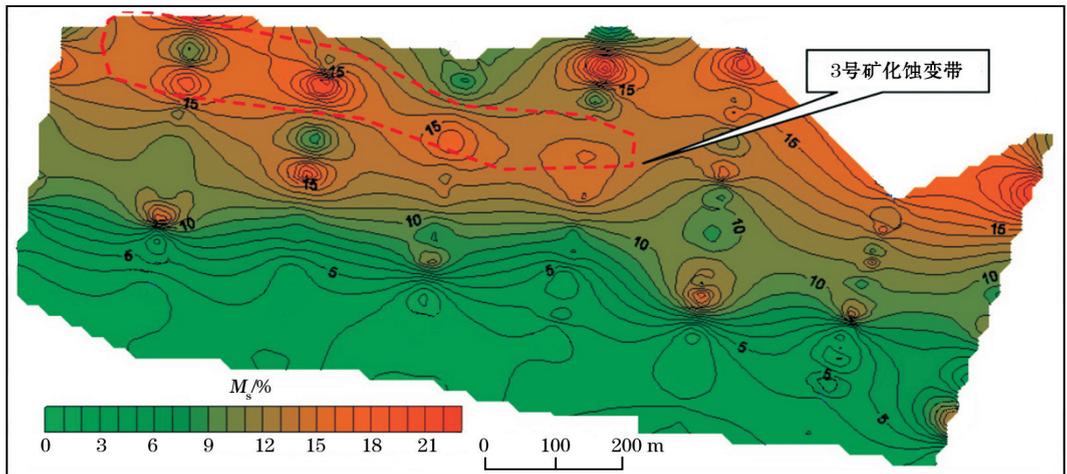


图 7 铜厂沟金矿区激电工作  $M_s$  等值线平面

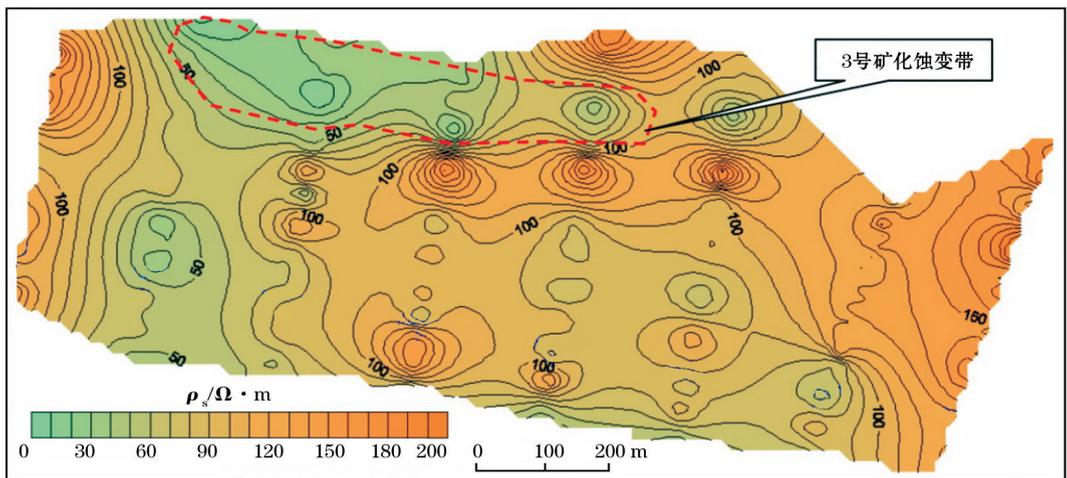


图 8 铜厂沟金矿区激电工作  $\rho_s$  等值线平面

## 6 结论及建议

物探异常、化探异常与地表新发现的 3 号矿化蚀变带三者具有良好对应关系,表明该区仍有一定找矿前景,下一步工作应重点针对 3 号矿化蚀变带进行评价。由于 3 号矿化蚀变带及绿泥石片岩主要

在现采区西北侧分布,因此今后工作重点地段应选择采区西北侧。

### 参考文献:

- [1] 杨兵.北祁连铜厂沟金矿床矿石物质组分及金赋存状态研究[J].青海大学学报:自然科学版,2013,31(02):45-50.

- [2] 安国英,肖荣阁,张汉成,等.铜厂沟金矿床的地球化学特征及成矿远景[J].物探与化探,2006,30(01):26-32,37.
- [3] 刘军,肖荣阁,张汉成.北祁连铜厂沟金矿地球化学特征与找矿标志研究[J].地质与勘探,2006,42(05):34-38.
- [4] 刘军,肖荣阁,张汉成.北祁连铜厂沟金矿含金黄铁矿热电性分析与找矿标志研究[J].矿产与地质,2005,19(05):517-522.
- [5] 李时新.青海铜厂沟金矿床围岩蚀变特征与矿化[J].矿产与地质,2001,15(02):98-101.
- [6] 肖静,薛培林.青海铜厂沟金矿床黄铁矿的含金性研究[G]/青藏高原东北部地质研究论文集.北京:地质出版社,2005:121-123.
- [7] 陈树云,陶志华.青海省门源县铜厂沟金矿床地球化学特征及成因分析[G]/青藏高原东北部地质研究论文集.北京:地质出版社,2005:185-189.
- [8] 黄汲清,任纪舜,姜春发,等.中国大地构造基本轮廓[J].地质学报,1977,51(2):117-135.
- [9] 夏林圻,夏祖春,任有祥,等.祁连山及邻区火山作用与成矿[M].北京:地质出版社,1998:1-55.
- [10] 冯益民,何世平.祁连山大地构造作用[M].北京:地质出版社,1995:1-19.
- [11] 葛肖虹,刘俊来.北祁连造山带的形成与背景[J].地学前缘,1999,6(4):223-230.

## The discovery and appraisal of 3rd mineralization zone of the Tongchanggou gold deposit in Qinghai Province

LIU Jun<sup>1,2</sup>, JIN Shu-Yun<sup>2</sup>, ZHANG Han-Cheng<sup>2</sup>, XIAO Rong-Ge<sup>3</sup>, AN Guo-Ying<sup>4</sup>

(1. Sinotech Minerals Exploration Co., Ltd., Beijing 100012, China; 2. China Non-ferrous Metals Resources Geological Survey, Beijing 100012, China; 3. School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 4. China Aero geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Located in the North Qilian orogenic belt, the Tongchanggou gold deposit is controlled by the tectonic altered zone and belongs to a small tectonic altered type high-grade gold deposit. Through field work, a mineralized alteration zone was discovered in the western mining area. Sample analysis along three sections shows obvious manifestations of mineralization and alterations, gold content in primary halo samples is the highest  $(0.2 \sim 4.5) \times 10^{-6}$  and that in secondary halo soil samples is  $0.1 \times 10^{-6}$ , with silver also showing obvious abnormal display. Various chemically treated data all lie in the 3rd mineralized alteration zone with a turning point, indicating that the 3rd mineralized alteration zone is a geological body with certain extension. Through induced electric medium gradient method, it is found that the high polarization and low resistivity anomaly extends through the 3rd mineralized alteration zone. Geological, geochemical and geophysical data are consistent well with each other, which suggests that there still exists some prospecting potential, and future work should focus on the 3rd mineralized alteration zone.

**Key words:** Qinghai; Tongchanggou; gold deposit; mineralization zone; appraisal

**作者简介:** 刘军(1979-),男,博士研究生,高级工程师,主要从事海外矿业勘查开发工作。