

doi: 10.6053/j.issn.1001-1412.2022.02.011

地物化综合剖面在内蒙古扎鲁特旗榆树屯 化探异常区的应用

贾超,田麒,杨秀俊,曹健,牛磊

(天津市地质研究和海洋地质中心,天津 300170)

摘要: 榆树屯化探异常区位于大兴安岭成矿带中南段,元素富集明显,异常区内中酸性脉岩发育,可见多组 NE 向和 NW 向断裂构造,具较强烈的蚀变特征,主要为硅化、褐铁矿化等。通过地物化综合剖面方法在榆树屯化探异常区查证发现,利用综合地物化剖面可以迅速明确异常性质、确定找矿地段,使找矿效率得到明显提高。

关键词: 榆树屯;化探异常区;地物化综合剖面;找矿效率;内蒙古

中图分类号: P631 **文献标识码:** A

0 引言

榆树屯化探异常区位于大兴安岭多金属成矿带中南段,区域处于较为有利的成矿地质构造位置^[1-5]。区域分布的矿化区(点)有布敦化铜矿区、乌珠日特银铅锌多金属矿点、毛西嘎达坂铅锌多金属矿、扎木钦铅锌多金属矿、高地银多金属矿、昌图锡力地区锰银铅锌多金属矿、敖德木银铅锌矿,反映了区内有较好的找矿前景,引起学者们的广泛关注^[6-18]。许多地质工作者对该区的地质特征、控矿条件及成矿模式进行了探讨,其中邵积东、余宏全、刘建明、翟裕生等对该区多金属成矿背景、成矿特征、矿床类型、成矿模式进行了研究^[19-22];任耀武、要梅娟、邵济安等对该区多金属的矿源层进行了探讨^[23-25]。

本次工作基于“内蒙古自治区通辽市华杰等二幅 1:5 万区域矿产地质调查”项目^[26],在区域地化工作基础上,在榆树屯化探异常区布置 2 条地化剖

面进行概略检查,发现多处矿化蚀变地段和破碎带,与化探异常高值点吻合;在此基础上,对该区进行重点检查,应用地物化综合剖面方法技术,多方面提取找矿信息,可以迅速明确异常性质、确定找矿地段,找矿效果良好。

1 地质背景

榆树屯化探异常区位于内蒙古扎鲁特旗东部,地处大兴安岭中南段东坡,大地构造位置处于华北板块北部陆缘晚古生代增生带上^[27-28]。区内出露地层从老到新:中二叠统大石寨组(P_2d),岩性为青灰色粉砂质板岩与灰黄绿色变质凝灰质长石石英细粒砂岩;上侏罗统满克头鄂博组(J_3m),岩性为流纹岩、流纹质(角砾)凝灰岩、流纹英安质(角砾)岩屑晶屑凝灰岩;上侏罗统玛尼吐组(J_3mn),岩性为灰绿、青灰色安山岩、安山质岩屑晶屑凝灰岩;上侏罗统白音高老组(J_3b),岩性为灰白、浅黄色石泡流纹岩、流纹质凝灰岩;以及全新统风成砂(Qh^{al})。区内断裂

收稿日期: 2021-08-15; 责任编辑: 沈名星

基金项目: 内蒙古自治区地质勘查基金项目“内蒙古通辽市华杰等两幅 1:5 万区域地质矿产调查”(编号:NMKD2014-12)资助。

作者简介: 贾超(1987—),男,工程师,2011年毕业于吉林大学地球科学学院资源勘查工程专业,主要从事基础地质、矿产地质及环境地质相关研究工作。通信地址:天津市河东区广瑞西路 67 号,天津市地质研究和海洋地质中心;邮政编码:300170;E-mail:jiachao8797@163.com

构造发育,以 NNE 向、NW 向为主。区内中西部小范围出露花岗斑岩侵入体,脉岩为闪长岩、闪长玢岩、流纹斑岩、石英脉等,具一定程度的围岩蚀变,硅化、褐铁矿化较发育。图 1 为研究区地质构造及工程布置情况。

2 化探异常特征

榆树屯化探异常区主要由 As、Sb、Mo、Bi、Sn、Au、Ag、Zn、Pb、Cu 等元素异常组成(图 1, 图 2)。其中 As、Sb 为三级浓度异常,两者套合较好,在异常区北部和东部具有统一的浓集中心,Bi、Sn、Au、Ag、Zn、Hg 为二级浓度异常,Pb、Cu、Cd 为一级浓度异常。依据异常特征,布置 2 条 1:10000 地化剖面进行检查。

(1) AP5-P1

AP5-P1 地化剖面位于异常区中部(图 1),剖面穿过地层单元为晚侏罗统满克头鄂博组和中二叠统大石寨组。剖面图(图 3)上大多元素分布曲线较平缓,未见明显的异常,但在剖面中南段样品出现高值异常,高异常元素为 Au、Ag、Bi 元素也有轻微异常,地表追索发现在该点附近见有 1 条 NE 向的闪长玢岩脉;在剖面北西端靠近大石寨组一侧,见有硅化、褐铁矿化等蚀变,对应的样品元素含量普遍较高,其中 Ag、Pb、Bi 元素具有明显的异常高值点出现。

(2) AP5-P2

AP5-P2 地化剖面位于异常区北侧(图 1),剖面穿过地层单元为晚侏罗统满克头鄂博组和中二叠统大石寨组。Au、Ag、Pb、Mo、Bi 元素在剖面上异常重现性较好(图 4),其中 Au、Ag、Mo 元素达 3 级浓度以上。地表追索在异常高值点附近褐铁矿化、硅化蚀变明显。

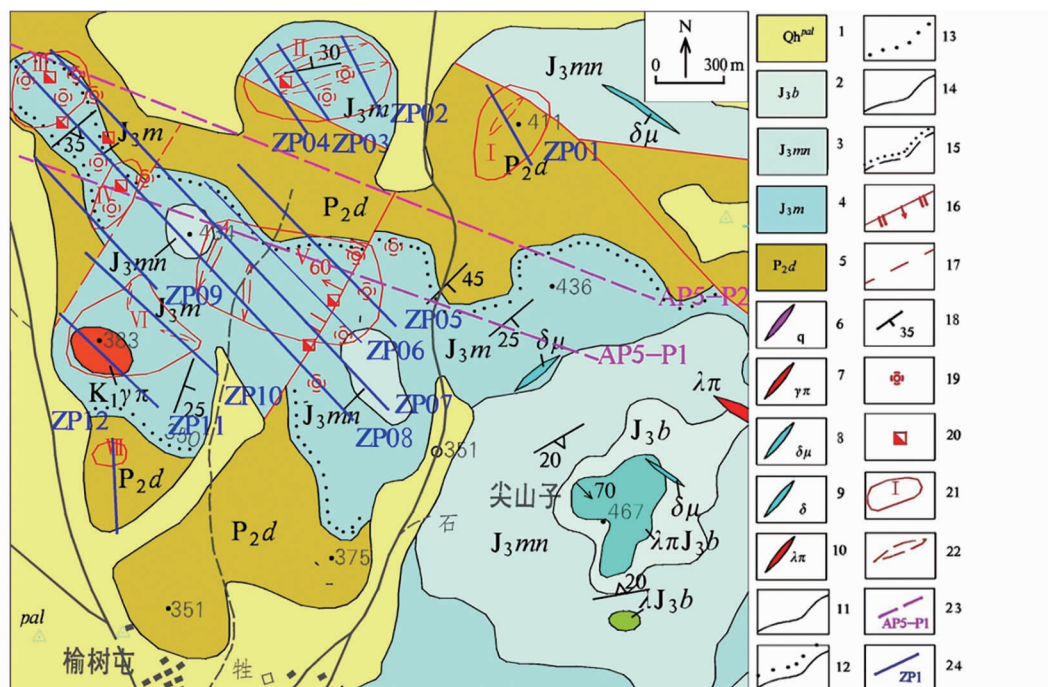


图 1 研究区地质构造及工程布置

Fig. 1 Map showing geological structure and layout of geological workings

1. 第四系洪冲积物; 2. 上侏罗统白云高老组; 3. 上侏罗统玛尼吐组;
4. 上侏罗统满克头鄂博组; 5. 下二叠统大石寨组; 6. 石英岩脉; 7. 花岗斑岩脉;
8. 闪长玢岩脉; 9. 闪长岩脉; 10. 流纹斑岩脉; 11. 地质界线;
12. 角度不整合界线; 13. 岩相界线; 14. 整合界线; 15. 推测角度不整合界线;
16. 实测正断层; 17. 推测断层; 18. 岩层产状; 19. 褐铁矿化; 20. 硅化;
21. 蚀变地段及编号; 22. 蚀变带; 23. 地化剖面(1:1 万); 24. 地物化综合剖面(1:5 千)

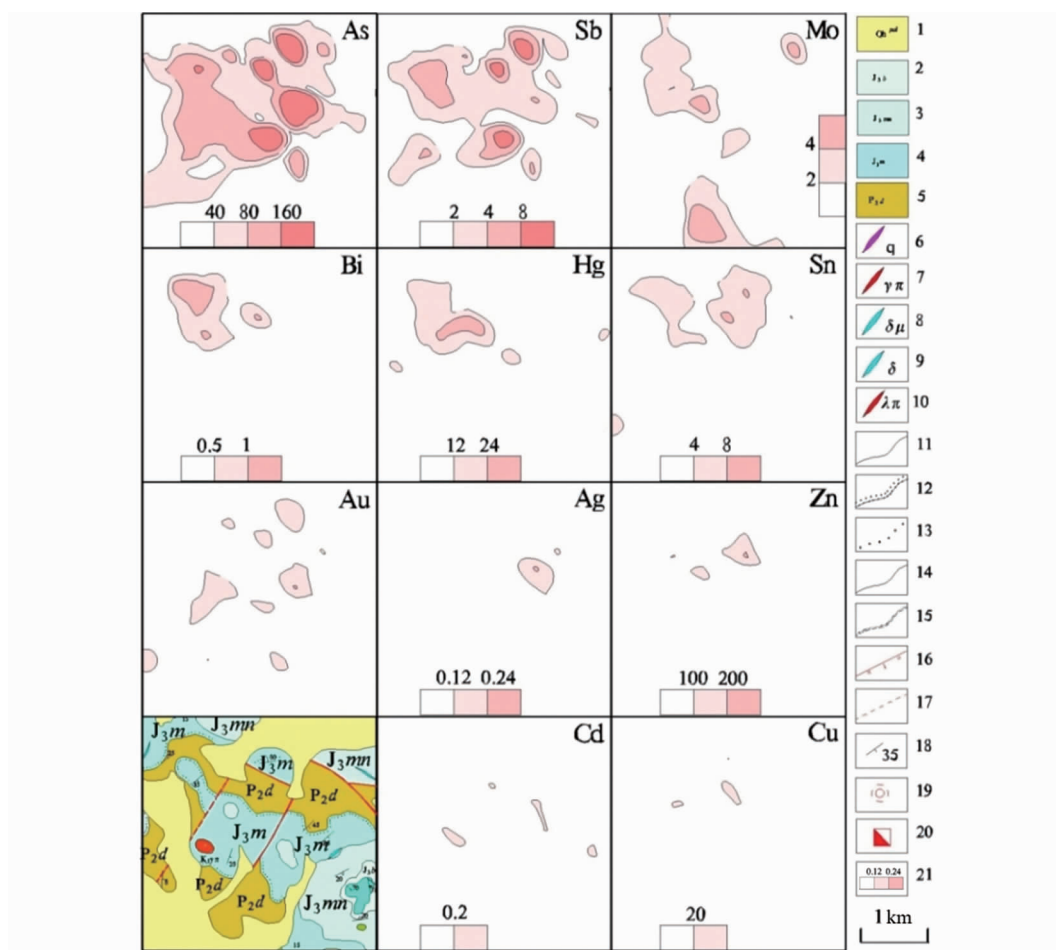


图 2 异常区化探异常剖析图

Fig. 2 Interpretation map of geochemical anomalies in the abnormal area

1. 第四系洪冲积物; 2. 上侏罗统白云高老组; 3. 上侏罗统玛尼吐组;
4. 上侏罗统满克头鄂博组; 5. 下二叠统大石寨组; 6. 石英岩脉;
7. 花岗斑岩脉; 8. 闪长玢岩脉; 9. 闪长岩脉; 10. 流纹斑岩脉;
11. 地质界线; 12. 角度不整合界线; 13. 岩相界线; 14. 整合界线;
15. 推测角度不整合界线; 16. 实测正断层; 17. 推测断层; 18. 岩层产状;
19. 硅化; 20. 褐铁矿化; 21. 元素异常 ($w(\text{Au}, \text{Ag})/10^{-9}$, 其它 $w_B/10^{-6}$)

3 地物化综合技术应用

依据区域地质资料^[29]及化探异常特征,在异常区共圈出 7 处矿化蚀变地段,共布置了 12 条地物化综合剖面(图 1)进行综合物化探技术^[30]剖面测量。

3.1 I 号矿化蚀变带

为 NE 向构造裂隙控制的矿化蚀变带,围岩为大石寨组变质砂岩,发育硅化、褐铁矿化蚀变为主。矿化蚀变体走向呈 NE20°~30°,倾向 SE。在蚀变地段 I 布置一条综合剖面 ZP01,测量结果(图 5)显

示:在激电中梯剖面上显示总体视极化率偏低,极个别单值点视极化率值大于 2%;地化剖面显示主成矿元素 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 曲线平缓,浓集特征较差。这表明在此区域地球物理、地球化学找矿条件并不十分优越。

3.2 II 号矿化蚀变带

此带为受近 NE 向构造裂隙控制矿化蚀变带,围岩为中酸性火山碎屑岩及火山熔岩,发育硅化、褐铁矿化蚀变为主。矿化蚀变体走向呈 NE30°~40°,倾向 SE。在蚀变地段 II 布置 3 条地物化综合剖面 ZP02、ZP03、ZP04,测量结果显示:

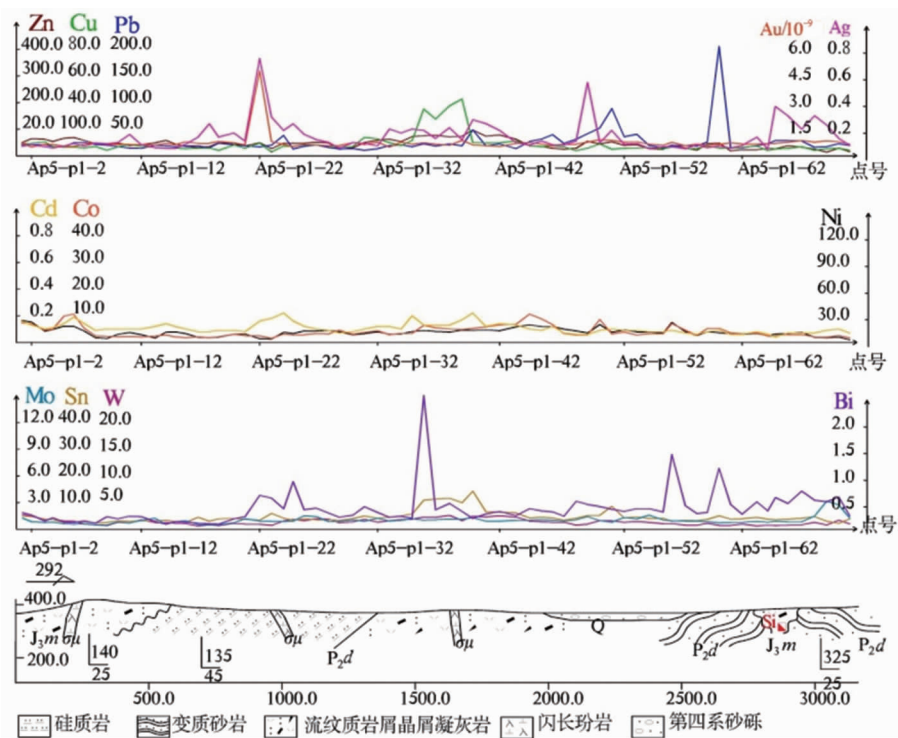


图 3 AP5-P1 地化剖面图

Fig. 3 Profile of geochemical anomaly AP5-P1

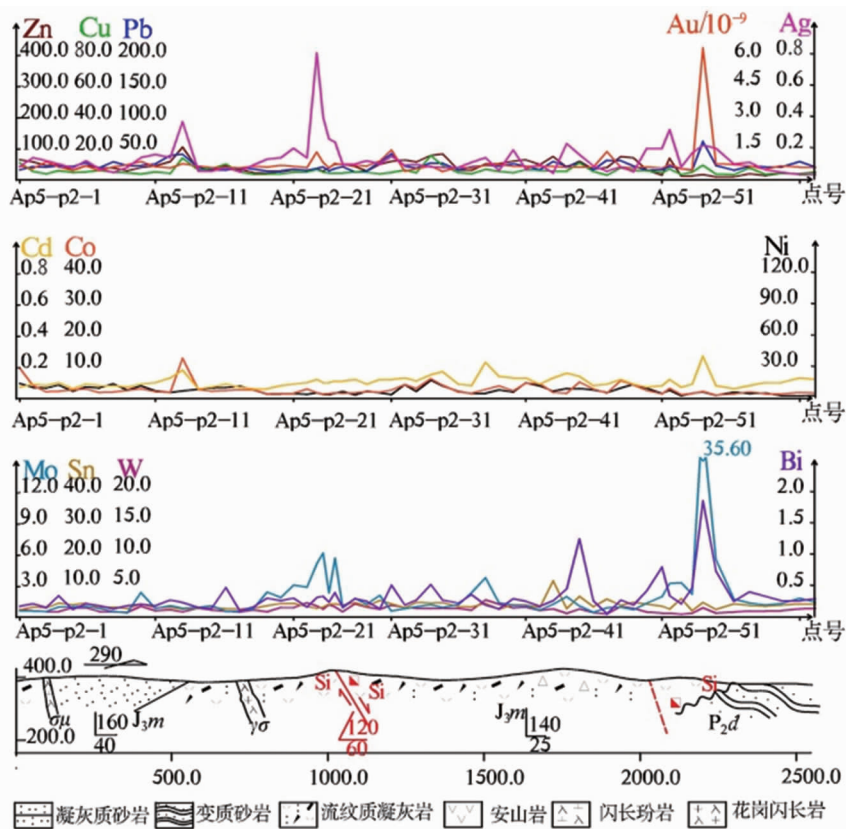


图 4 AP5-P2 地化剖面图

Fig. 4 Profile of geochemical anomaly AP5-P2

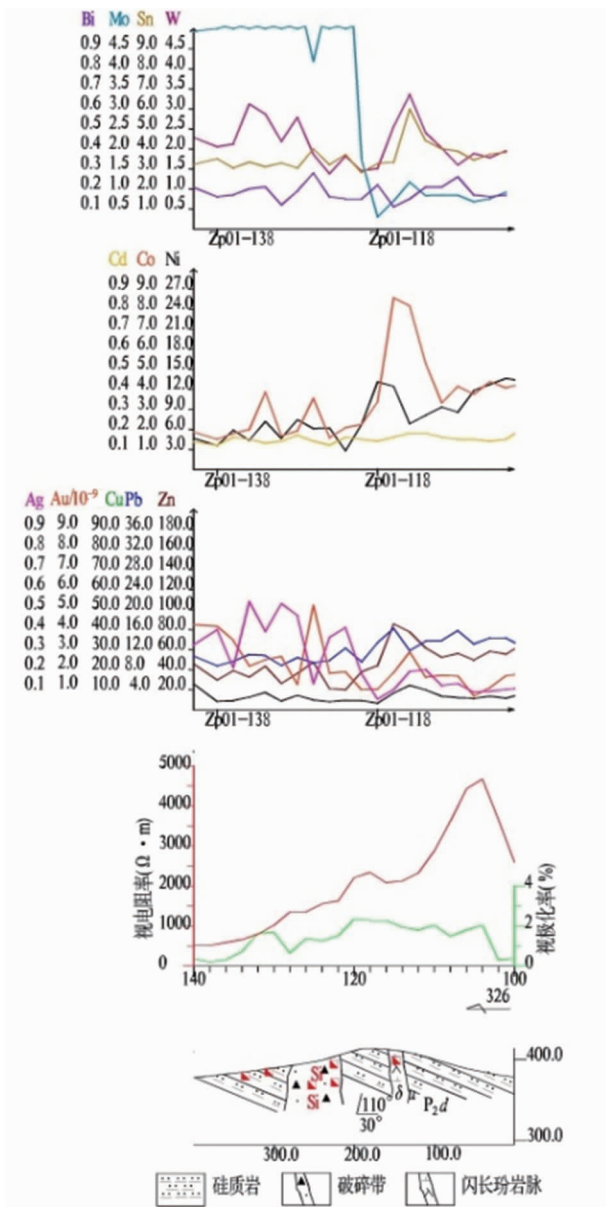


图 5 ZP01 地物化综合剖面图

Fig. 5 Integrated geochemical and geophysical profile ZP01

ZP02 综合剖面激电极化率曲线(图 6)在 126—132 点间表现为连续视极化率高值点,高值点视极化率普遍大于 2.5%,视电阻率 $1600 \Omega \cdot m$ 左右;在地化剖面中,对应的 126—134 点间,Au 元素出现高值点,其它元素曲线较为缓和。

ZP03 综合剖面激电极化率曲线(图 7)仅在 110—112 点间有激电异常显示,极化率从 2.77%变化到 3.74%,视电阻率 $2000 \Omega \cdot m$ 左右;在地化剖面中显示为单点高值跳跃的曲线。

ZP04 综合剖面极化率曲线(图 8)在 118—122

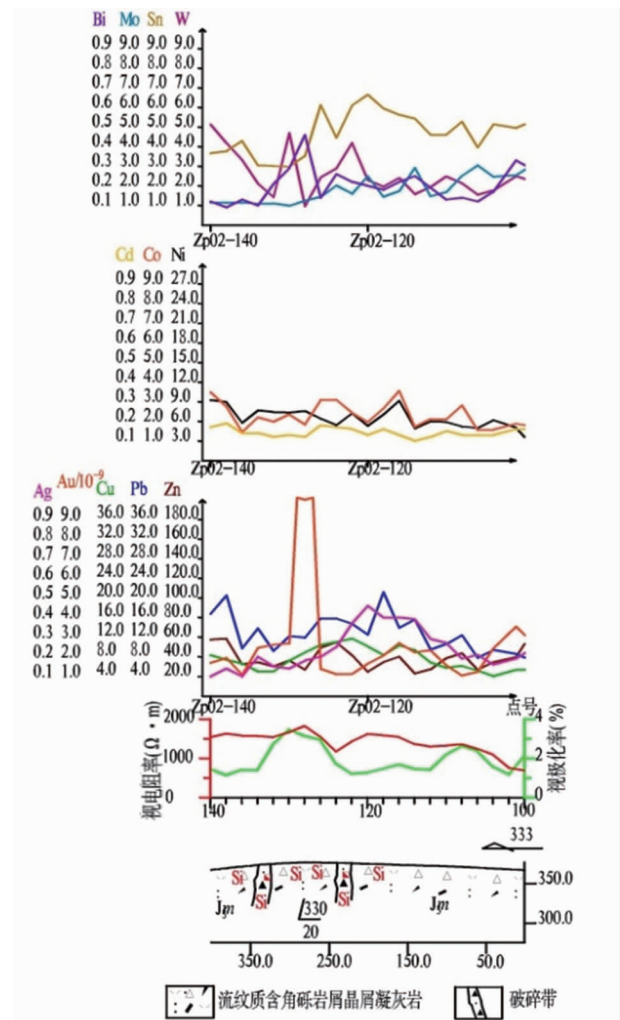


图 6 ZP02 地物化综合剖面图

Fig. 6 Integrated geochemical and geophysical profile ZP02

点间表现为出现连续视极化率高值点,高值点视极化率普遍大于 3.0%,视电阻率 $3200 \Omega \cdot m$ 左右;在地化剖面中显示为单点高值跳跃的曲线。

从上述地物化综合剖面可以看出,在地表矿化蚀变带出露的位置都有一定的激电异常显示,表明这一区域找矿地球物理条件优越。

3.3 Ⅲ、Ⅳ号矿化蚀变带

为受近 NE 向构造裂隙控制的矿化蚀变带,围岩既有变质砂岩,又有中酸性的火山碎屑岩及火山熔岩,蚀变以硅化、褐铁矿化为主。矿化蚀变体走向呈 $NE30^{\circ} \sim 40^{\circ}$,倾向 SE。蚀变地段按 NW 向布置 3 条地物化综合剖面 ZP07、ZP08、ZP09,测量结果显示在蚀变带 3 条剖面线上,极化率曲线形成明显的激电异常。分述如下:

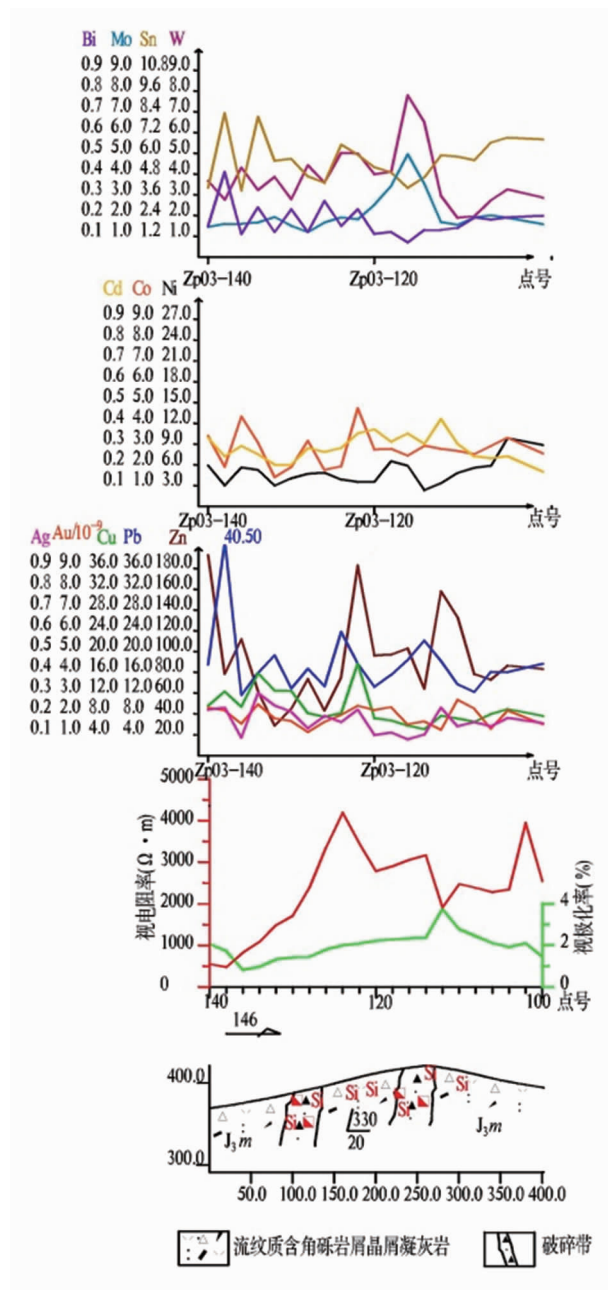


图 7 ZP03 地物化综合剖面图

Fig. 7 Integrated geochemical and geophysical profile ZP03

ZP07 综合剖面极化率曲线(图 9)在 282—320 点间表现出连续视极化率高值点,高值点视极化率普遍大于 3.0%,视电阻在 286—292 点之间电阻率曲线明显的升高;地化剖面上中,元素在 280—320 点表现出一定的富集性,其他地区显示为单点高值跳跃的曲线。

ZP08 综合剖面极化率曲线(图 10)在 280—320 点间表现出连续视极化率高值,最高为 7.65%,

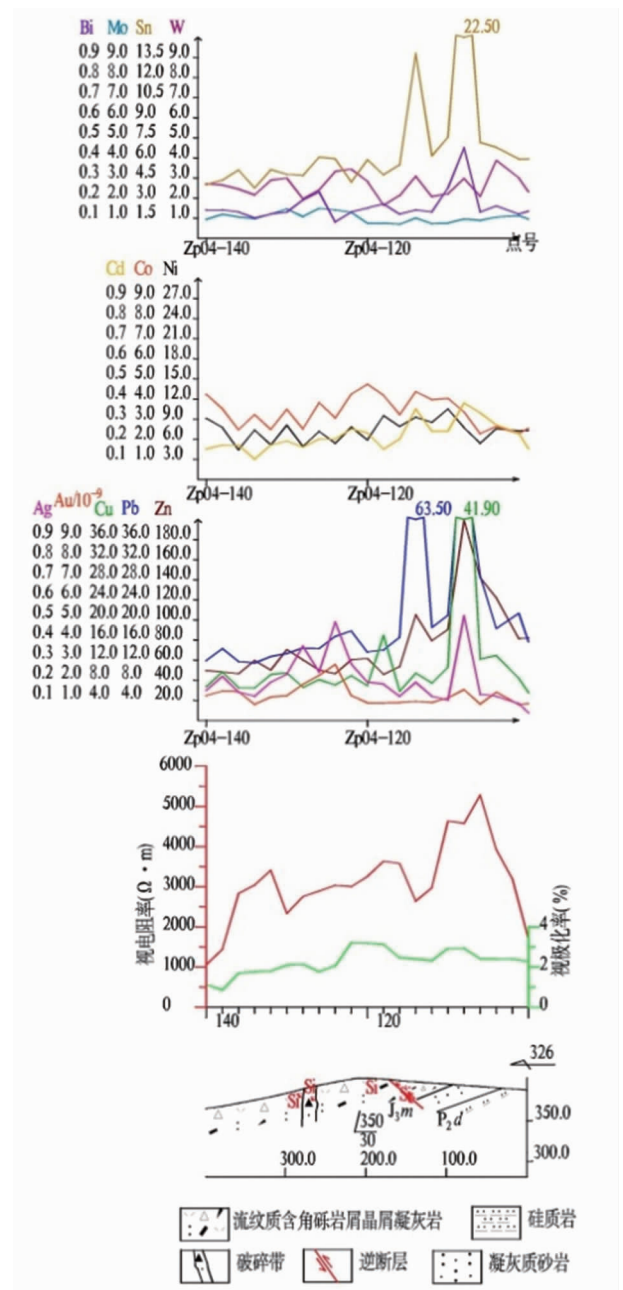


图 8 ZP04 地物化综合剖面图

Fig. 8 Integrated geochemical and geophysical profile ZP04

视电阻率 2000~3000 $\Omega \cdot m$;在地化剖面中,显示为单点高值跳跃的曲线。

ZP09 综合剖面极化率曲线(图 11)在 170—180 点间曲线明显增高,最高值 6.64%,视电阻率小于 1000 $\Omega \cdot m$;地化剖面上,主成矿元素没有明显的异常显示。

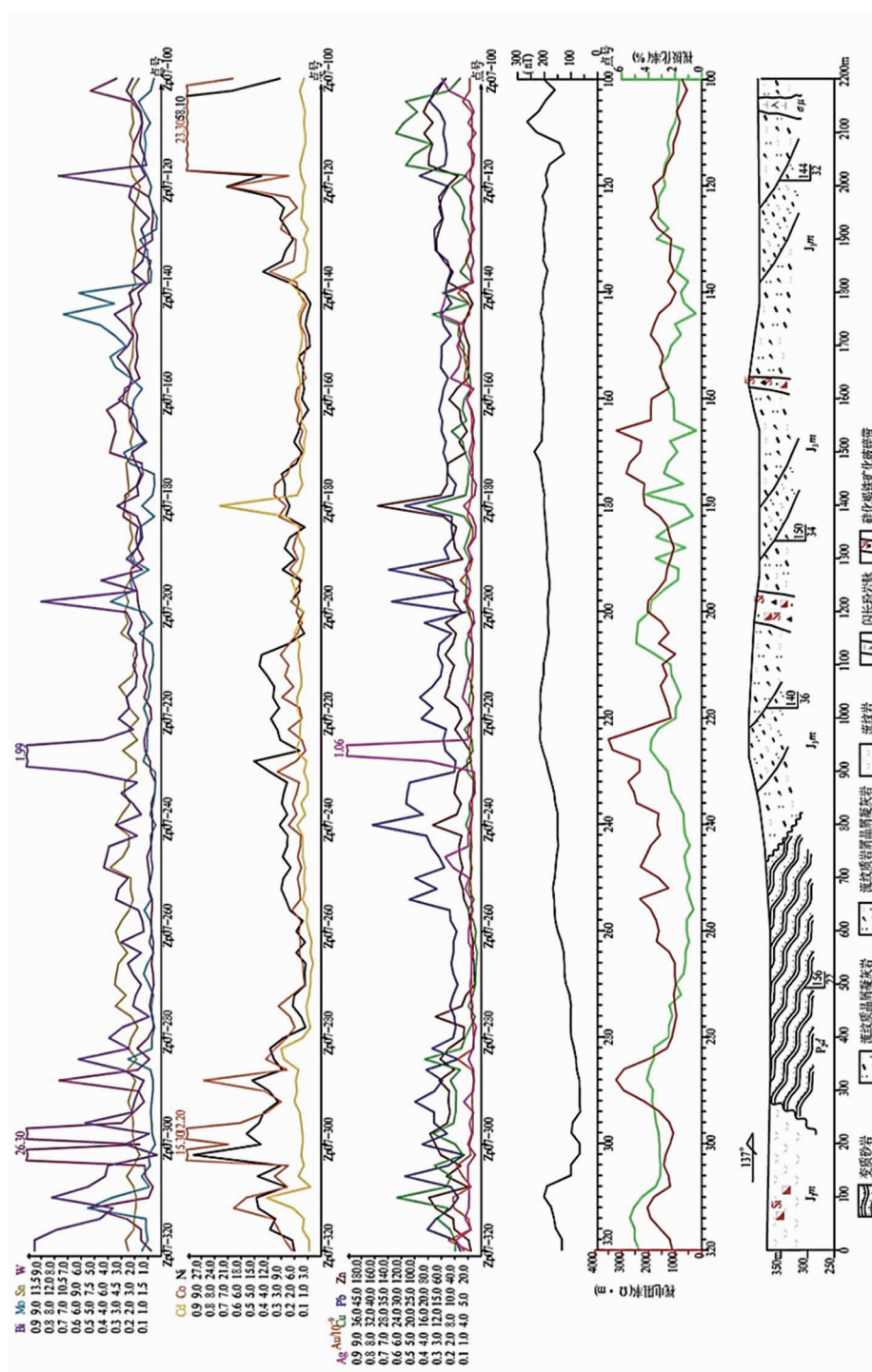


图9 ZP07 地物化综合剖面图

Fig. 9 Integrated geochemical and geophysical profile ZP07

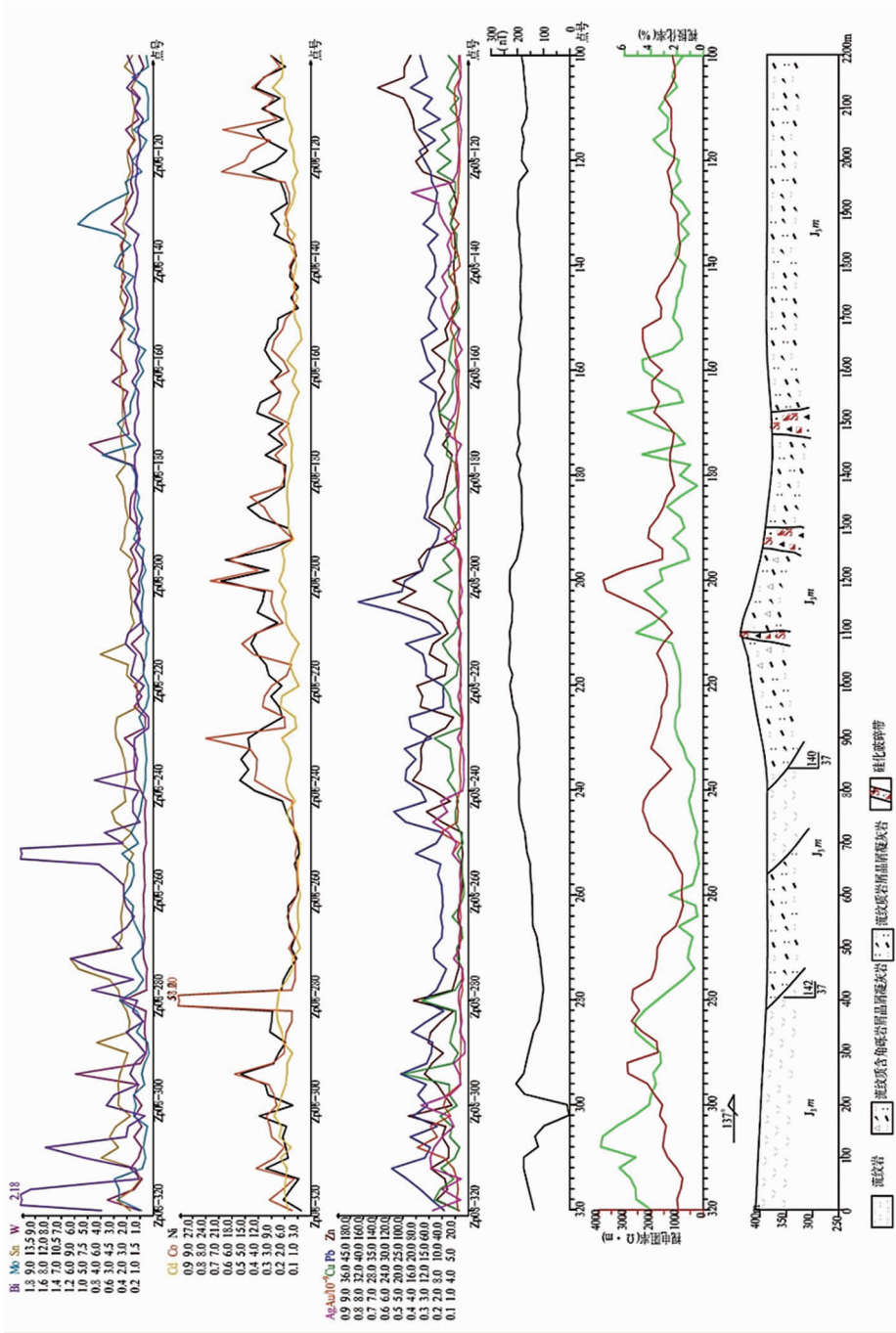


图 10 ZP08 地物化综合剖面图

Fig. 10 Integrated geochemical and geophysical profile ZP08

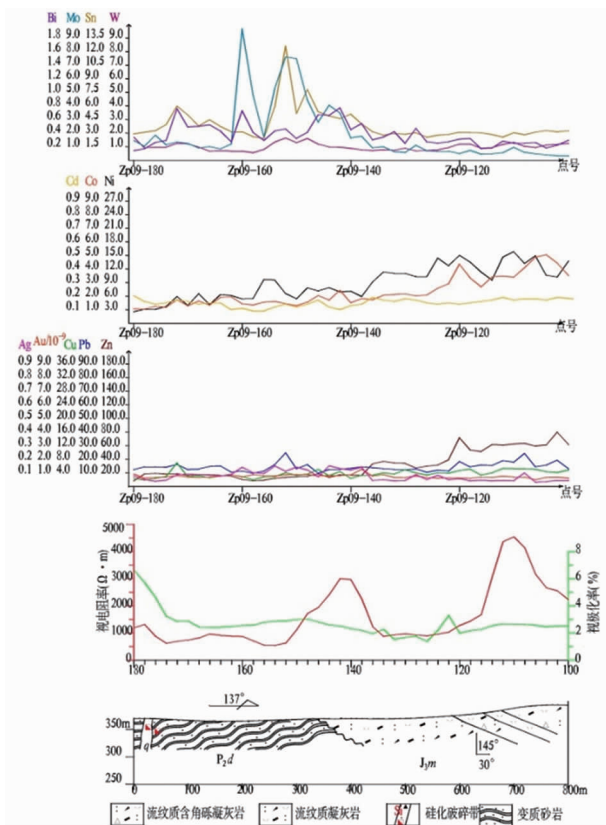


图 11 ZP09 地物化综合剖面图

Fig. 11 Integrated geochemical and geophysical profile ZP09

3.4 V 号矿化蚀变带

为受近 NE、NW 向 2 组构造控制的矿化蚀变带,发育硅化、褐铁矿化蚀变为主。破碎带内原岩为流纹岩、流纹质凝灰岩,岩石强挤压破碎,形成大小不等的角砾、被次生褐铁矿、硅化胶接,形成角砾胶结结构,少量石英脉、褐铁矿脉沿网脉状裂隙充填,硫化物经风化淋滤呈土黄色蜂窝状铁帽;矿化蚀变有褐铁矿化、硅化。在蚀变地段布置 4 条地质物探综合剖面 ZP05、ZP06、ZP07、ZP08,测量结果显示:

ZP05 综合剖面激电曲线(图 12)显示为总体视极化率偏低,个别点较高的特征,地化剖面上,各元素没有明显的异常显示,多数呈跳跃性曲线。

ZP06 综合剖面激电极化率曲线(图 13)在 160—164 点间出现高极化异常,视电阻率曲线有一个明显的下降,地化剖面上,元素具有一定的富集特征,异常区与激电曲线相吻合。

ZP07 线极化率曲线(图 9)在 196—208 点间表现出连续视极化率高值,高值点视极化率普遍大于

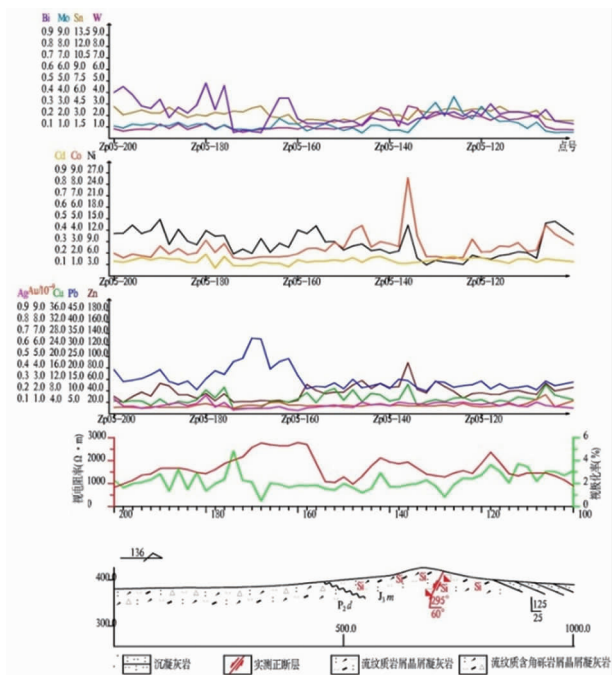


图 12 ZP5 地物化综合剖面图

Fig. 12 Integrated geochemical and geophysical profile ZP5

2.5%,视电阻率大多数在 1500~2000 $\Omega \cdot m$ 之间,在 152—158 点和 172—178 点之间,视极化率为 2.51%~4.23%,电阻率曲线明显升高,地化剖面上,元素富集特征明显,异常区与激电曲线相吻合。

ZP08 线极化率曲线(图 10)在 198—210 点间和 168—176 点间均表现为连续视极化率高值点,高值点视极化率普遍大于 2.5%,视电阻率大多数在 2000~3000 $\Omega \cdot m$ 之间,地化剖面上,元素表现明显富集特征,与激电曲线对应较好。

综上,该地段由矿化蚀变引起的激电异常较为明显,与化探异常曲线具有较好的对应,具有积极的找矿参考价值。

3.5 VI 号矿化蚀变带

此带有浅层侵入岩,为上侏罗统满克头鄂博组流纹质晶屑凝灰岩及早白垩世绢云母化花岗斑岩岩株,花岗斑岩裂隙见有强烈硅化及褐铁矿化,呈薄膜状或细脉状。在此蚀变地段布置 2 条地质物探综合剖面 ZP10、ZP11,测量结果显示:

ZP10 线极化率曲线(图 14)在 142—168 点间表现出连续视极化率高值,高值点视极化率普遍大于 2.5%,视电阻率多数在 3000 $\Omega \cdot m$ 以上,表现出强硅化、褐铁矿化破碎带的激电特征,地化剖面中元

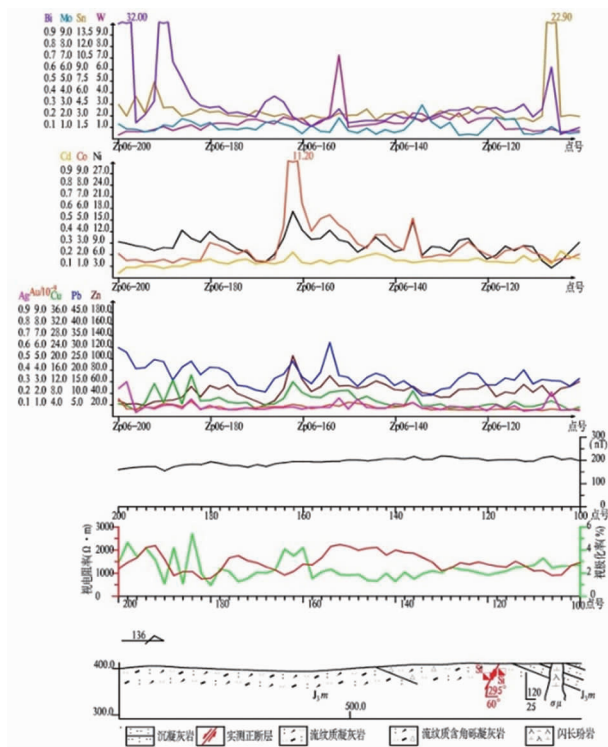


图 13 ZP6 地物化综合剖面图

Fig. 13 Integrated geochemical and geophysical profile ZP6

素曲线缓和乎直,除了 162 点处 Zn 元素值达到 131×10^{-6} ,其他都低于异常下限值,在控制另一处蚀变带 120—128 点间,没有形成明显的连续激电异常,地化剖面上仅在 120 点处 Bi 元素值达到 2×10^{-6} ;综合该剖面上所显示的视极化率特征与地表蚀变带的关系,表明其具有一定的找矿参考价值。

ZP11 线极化率曲线(图 15)在 138—148 点间表现为连续视极化率高值,高值点视极化率大于 2.5%,最高值为 3.09%,视电阻率多数在 $3000 \Omega \cdot m$ 以上,地化剖面中,在 146 点位处 Au 元素值 5×10^{-9} ,其余都低于异常下限,曲线缓和乎直,表明该处有强硅化的花岗斑岩激电特征。

3.6 VII 号矿化蚀变带

矿化蚀变体的直接围岩为大石寨组变质砂岩,矿化蚀变有褐铁矿化、高岭土化、蒙脱石化、绢云母化、碳酸盐化。在蚀变地段布置 1 条地质物探综合剖面 ZP12,测量结果显示:

ZP12 线在地表褐铁矿化南,其极化率曲线(图 16)在 116—128 点间出现连续视极化率高值点,高

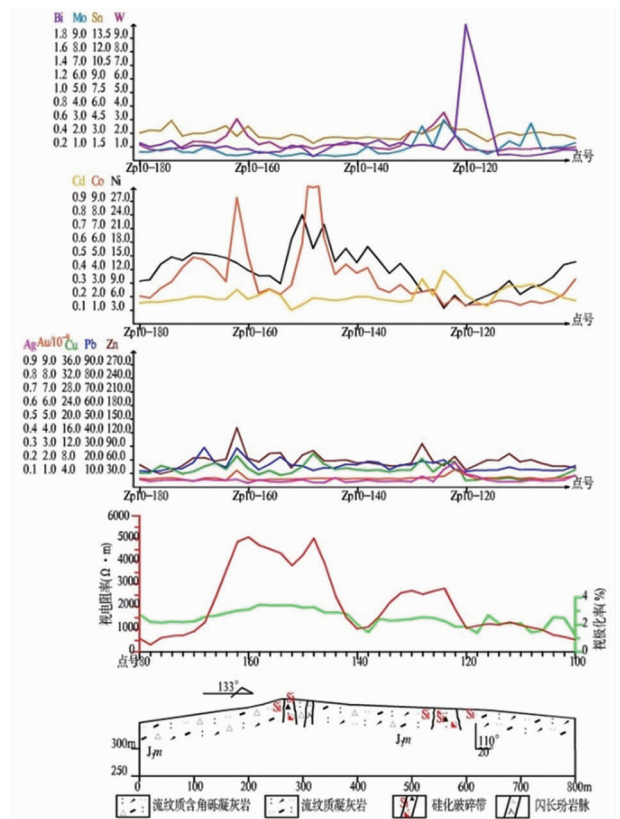


图 14 ZP10 地物化综合剖面图

Fig. 14 Integrated geochemical and geophysical profile ZP10

值点视极化率大于 2.5%,最高值为 4.11%,视电阻率小于 $1500 \Omega \cdot m$,与地表蚀变带有一定的位移偏差,地化剖面中曲线比较缓和乎直,低于异常下限值,这表明此区域找矿地球物理、地球化学条件并不十分优越。

4 结论

(1)在地表覆盖较厚、基岩仅在地势较高地区,采用单纯的地质、化探工作方法进行区域化探异常查证,往往效果不佳。本次利用综合物化探技术进行异常查证,迅速明确异常性质、确定找矿地段,使找矿效率得到明显提高。

(2)异常区检出的 7 个矿化蚀变带可分为 3 个级别。II、V 号矿化蚀变带找矿条件为优越级别,2 个矿化蚀变带都表现出高极化异常特征,与化探异常曲线、地表蚀变带具有较好的对应,应加强综合研究工作,可以通过槽探、钻探等工程对异常进行查

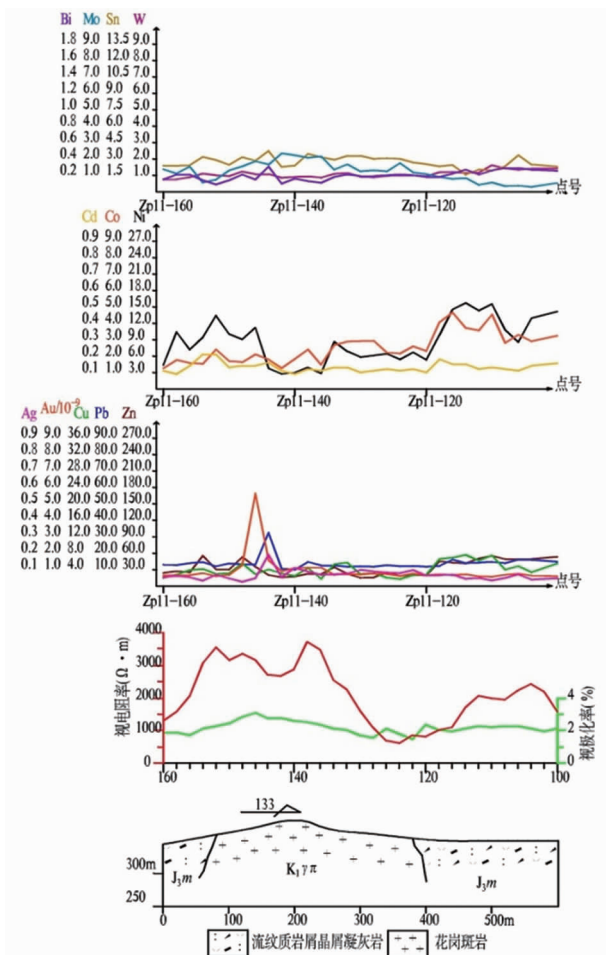


图 15 ZP11 地物化综合剖面图

Fig. 15 Integrated geochemical and geophysical profile ZP11

证,进而对矿化蚀变带进行更加全面的分析和探讨。Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ号矿化蚀变带为找矿条件良好级别,这3个矿化蚀变带表现出较好的找矿地球物理条件,但地球化学条件显示不佳,需要进一步加强验证工作,建议采用洛阳铲或槽探,浅钻等有效的勘查手段,提高异常查证效果。Ⅰ、Ⅶ号矿化蚀变带为找矿条件一般级别,地球物理和地球化学没有明显的异常显示,进一步工作意义不大。

参考文献:

- [1] 陈毓川. 中国主要成矿区带矿产资源远景评价[M]. 北京:地质出版社, 1999.
- [2] 赵一鸣,等. 大兴安岭及其邻区铜多金属矿床成矿规律与远景评价[M]. 地震出版社, 1997
- [3] 张梅,翟裕生,沈存利,等. 大兴安岭中南段铜多金属矿床成矿系统[J]. 现代地质, 2011, 25(5): 819-831
- [4] 刘光鼎,涂光炽,刘东生. 大兴安岭中南段:一个重要的有色金属

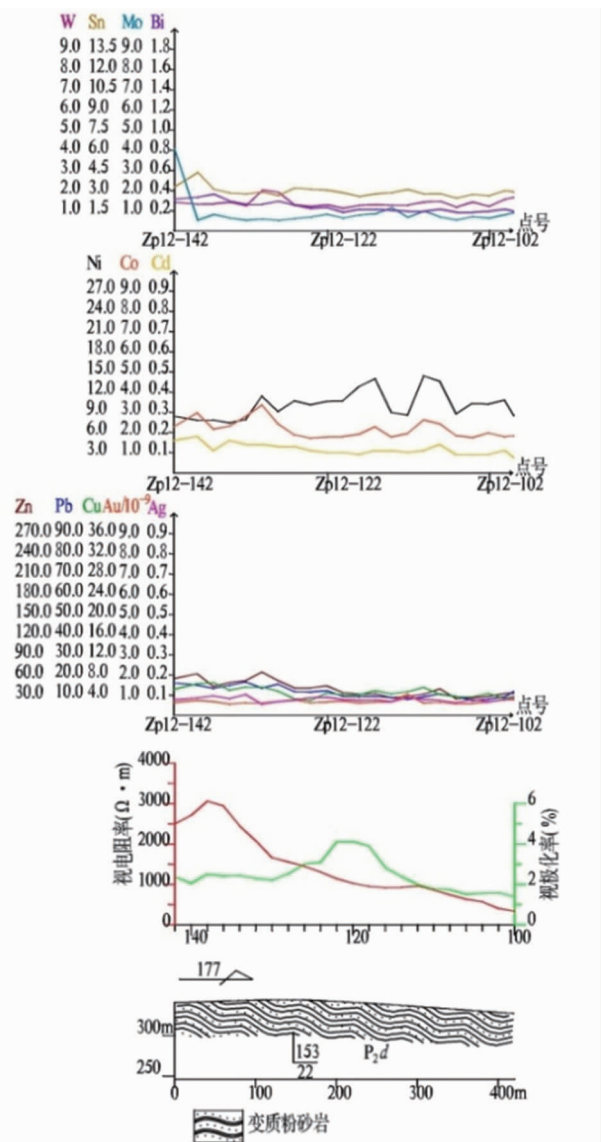


图 16 ZP12 地物化综合剖面图

Fig. 16 Integrated geochemical and geophysical profile ZP12

属资源基地[J]. 中国科学院院刊, 2003(5): 324-325.

- [5] 芮宗瑶,施林道,方如恒. 华北陆块北缘及邻区有色金属矿床地质[M]. 北京:地质出版社, 1994: 100-476.
- [6] 李红红,周云轩,等. 内蒙古布敦花铜矿区运用物探资料成矿预测研究[J]. 世界地质, 2000(4): 385-391.
- [7] 李磊,邓国平,郭文军,等. 布敦花铜矿床特征及控矿因素探讨[J]. 西部资源, 2014(2): 133-135.
- [8] 孙丰月,王力. 内蒙拜仁达坝银铅锌多金属矿床成矿条件[J]. 吉林大学学报:地球科学版, 2008, 38(3): 376-383.
- [9] 金若时,刘永顺,张跃龙,等. 大兴安岭中南段昌图锡力锰、银、铅、锌多金属矿床的发现及其意义[J]. 地质通报, 2017, 36(7): 1268-1275.
- [10] 韩芳,张志军,于建华,等. 内蒙古扎鲁特旗毛西嘎达坂铅锌

- 多金属矿地化特征[J]. 西部资源, 2016(1): 34-37.
- [11] 左海洋, 李腾娇, 杨光, 等. 内蒙古扎鲁特旗乌珠日特银铅锌多金属矿控矿因素与找矿前景分析[J]. 西部资源, 2020(3): 22-24.
- [12] 刘建权, 赵鹏, 王建青, 等. 内蒙古扎鲁特旗高地银多金属矿成矿地质特征与找矿前景[J]. 科学技术与工程, 2017, 17(1): 142-147.
- [13] 李惠红. 内蒙古自治区扎鲁特旗敖德木银铅锌矿地质特征及找矿远景评价[J]. 内蒙古科技与经济, 2016(6): 58-59.
- [14] 刘铭涛, 陈向平, 王居松, 等. 内蒙古大井铜多金属矿床流体包裹体研究及成矿作用探讨[J]. 地质调查与研究, 2009, 10(5): 194-201.
- [15] 郑全波, 苏航, 何鹏, 等. 内蒙古昌图锡力地区锰银铅锌多金属矿的找矿标志[J]. 地质调查与研究, 2019, 42(1): 37-44.
- [16] 周富华, 欧阳兆灼, 杨丹妮, 等. 内蒙古扎木钦铅锌多金属矿床地质特征及成因初探[J]. 地质与资源, 2014, 23(1): 78-80.
- [17] 刘晓雪, 俞初安, 汤超, 等. 内蒙古查干诺尔铜矿地质特征及综合找矿信息[J]. 地质调查与研究, 2015, 39(4): 254-259.
- [18] 余宏全, 李红红, 李进文, 等. 内蒙古大兴安岭中北段铜铅锌金银多金属矿床成矿规律与找矿方向[J]. 地质学报, 2009, 83(10): 1456-1472.
- [19] 刘建明, 张锐, 张庆洲. 大兴安岭地区的区域成矿特征[J]. 地质前缘, 2004, 11(1): 269-277.
- [20] 翟裕生. 中国区域成矿特征探讨[J]. 地质与勘探, 2002, 38(5): 1-4.
- [21] 邵积东, 王惠, 张梅, 等. 内蒙古大地构造单元划分及其地质特征[C]//白宝玉. 内蒙古自治区第六届自然科学学术年会优秀论文集, 内蒙古自治区科学技术协会会议论文集. 呼和浩特: 内蒙古出版集团、内蒙古人民出版社, 2011: 31-35.
- [22] 邵积东, 王守光, 赵文涛, 等. 大兴安岭地区成矿地质特征及找矿前景分析[J]. 地质与资源, 2007, 16(4): 252-256+262.
- [23] 任耀武. 大兴安岭中南段铜多金属矿床的重要矿源层[J]. 华北地质矿产杂志, 1994(3): 313-316.
- [24] 要梅娟, 刘家军, 邢永亮, 等. 大兴安岭南段多金属成矿带地质特征及成矿物质来源探讨[J]. 矿物学报, 2009, 29(S1): 346-347.
- [25] 邵济安, 牟保磊, 朱慧忠, 等. 大兴安岭中南段中生代成矿物质的深部来源与背景[J]. 岩石学报, 2010, 26(3): 649-656.
- [26] 田麒, 贾超, 杨秀俊, 等. 内蒙古自治区通辽市华杰等二幅 1: 5 万区域矿产地质调查报告[R]. 天津: 天津华北地质调查局地质研究所, 2017.
- [27] 内蒙古自治区地矿局. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [28] 内蒙古自治区地矿局. 内蒙古自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996.
- [29] 何会文, 等. 1/5 万区域地质调查(前进公社亥吐幅 L51E019005, 西巴彦花幅 L51E019006, 华杰幅 L51E02005)报告[R]. 内蒙古: 内蒙古地质调查院, 2009.
- [30] 程培生, 汤正江. 综合物化探技术在大兴安岭地区区域化探异常查证工作中的应用[J]. 物探与化探, 2009, 33(5): 497-500+506.

Application of integrated geochemical and geophysical profiles to Yushutun geochemical anomaly area of Jarud Banner, Inner Mongolia

JIA Chao, TIAN Qi, YANG Xiujuan, CAO Jian, NIU Lei

(Tianjin Geological Research and Marine Geology Center, Tianjin 300170, China)

Abstract: Yushutun geochemical anomaly area is located in the central south of Daxing Anling mountain metallogenic belt with obvious enrichment of elements. Intermediate-acid dykes, NE, NW faults are developed. Alteration includes mainly silicification, limonitization etc. Integrated geochemical and geophysical profile method is applied to the area with result showing that anomaly property and targets can be determined quickly thus prospecting efficiency improved.

Key Words: Yushutun; geochemical anomaly area; integrated geochemical and geophysical profile; prospecting efficiency; Inner Mongolia