

青海省拉水峡铜镍矿床物化探找矿研究及成矿预测^①

张向文¹, 熊健², 文美兰³

(1. 甘肃地矿局第二地质矿产勘察院, 兰州 730020; 2. 甘肃招金矿业股份有限公司, 兰州 730020;

3. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083)

摘要:以矿区地质背景及成矿环境为基础, 用地球电化学信息和低阻、高磁的地球物理异常等信息, 结合地球电化学勘查与地球物理勘探方法建立了拉水峡铜镍矿床综合找矿模型, 并利用找矿模型对拉水峡矿区的隐伏矿体进行了预测, 在找矿预测中发现了四处具有找矿前景的多种方法组合异常。

关键词:物化探; 找矿研究; 成矿预测; 铜镍矿; 青海拉水峡

中图分类号: P618.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5663(2010)04-0362-06

拉水峡铜镍矿经过几十年的矿山开采, 地表露头 and 浅表矿已经开采殆尽, 为了增加矿山保有储量和企业的稳定, 只有转而寻找隐伏矿床, 然而, 解决隐伏矿和难识别矿找矿问题的最主要基础, 是能够在矿床的各种隐蔽条件下获取到真实可信的直接信息和间接信息。因此, 发展和优选使用各类野外和室内探测技术, 是提高隐伏矿和难识别矿找矿效果的关键。为此, 在拉水峡铜镍矿区开展以地球电化学勘查法为主的地质—地球物理勘探—地球电化学勘查的综合勘查方法, 对拉水峡矿区深部和边部的隐伏矿体进行勘查和综合找矿预测。

1 矿区地质概况

拉水峡铜镍硫化物矿区位于青海省化隆回族自治县境内, 在西宁市东南, 距西宁市110km。矿区位于化隆南部, 大地构造位置为祁连山中部隆起带南缘, 日月山—化隆晚元古隆起带的东南端。区内广为第三系红层及第四系黄土覆盖, 覆盖面达80%以上。仅切割剧烈的沟底有基岩出露, 出露的基岩主要为下元古界化隆变质岩。区内出露主要有两套, 即上覆盖层和下伏基岩。上覆盖层以第三系红层为主, 不整合覆于下元古界变质岩之上; 化隆群构成结晶基底(图1)。

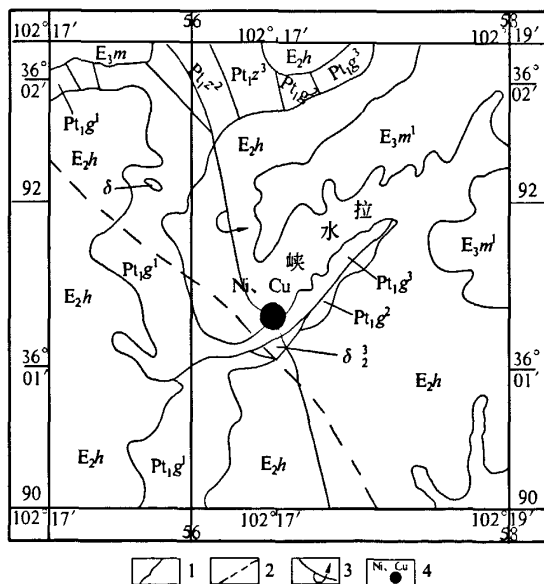


图1 青海拉水峡矿区地质简图

Fig. 1 the geology map of Lashuixia

Cu—Ni deposit

E₃m—下第三系渐新统马哈拉沟组下岩段 E₂h—下第三系始新统洪沟组 Pt₁g²—下元古界关藏沟上岩段 Pt₁g²—下元古界关藏沟中岩段 Pt₁g¹—下元古界关藏沟上岩段; Pt₁z³—下元古界智昂上岩段 Pt₁z²—下元古界智昂中岩段 δ₂—晋宁早期闪长岩 δ—闪长岩脉 1—地质界线 2—断层 3—倒转背斜轴 4—矿点

① 收稿日期: 2010-02-05 作者简介: 张向文(1973-), 男, 甘肃兰州市, 工程师, 主要从事矿产地质调查和管理工。

拉水峡—智尔昂倒转背斜通过拉水峡铜镍矿床中部,背斜走向由近EW向逐渐变为SE,形成明显向北东突出的“弧形带”,背斜轴部由智尔昂组构成,两翼为关藏沟组。区内断层大致有两期:一为与区域褶皱伴生的SN向走向断层(有时呈NNW向)及EW向横断层;另一期则是加里东晚期与拉脊山褶皱近于平行的NW、NE向断层。两期断裂自形成后均长期活动,直至第三纪末。矿区的地质以下元古界化隆变质岩为主,其上为第三系红层及第四系地层,第三系地层分布普遍,为区内主要出露地层,厚度数十米至一、二百米。第四系风成黄土仅在第三系顶部有局部覆盖,最大覆盖厚度40余米,一般仅数米。在局部地段,黄土层底部至第三系顶部有基性—超基性岩砾石层分布。现代沟谷中分布有薄层冲洪积砂砾石层及砂土。

矿区内岩浆活动颇为频繁,空间分布上较广泛,大部花岗岩类,其次为基性岩类,其规模小,个数多,以岩瘤、岩枝、岩脉产生,而基性岩仅出现于钻孔与坑道内,活动上以侵入在片麻岩中为最多,少数岩脉侵入在石英岩的节理中或褶皱轴部,分布多受构造控制,产状具定向性,一般为NW—SE。

2 物化探信息找矿标志及地球物理—地电化学勘探综合找矿模型的建立

2.1 物探信息找矿标志

本区与铜镍矿床关系最密切的是小型超基性岩体。超基性岩体在侵入岩中,磁性是最强的,与磁铁矿比,属中偏弱,当其规模较小又呈隐伏脉状时,其异常将大大减弱,有时可能无磁异常显示。超基性岩体伴随生成的铜镍矿床时,矿体常为致密块状富矿体,富含金属硫化物(包括磁黄铁矿等磁性矿物),因而构成矿体的低电阻率、高磁性特征,为本次物探方法投入和异常解释提供了地质依据。

根据分析和研究在拉水峡铜镍硫化物矿区测出的地球物理异常特征,可以总结出拉水峡铜镍地球物理勘探找矿标志:

- (1)高精度磁测异常。含矿岩体的磁性比基岩强,一般为10~80nT;
- (2)大功率瞬变电磁异常。含矿岩体的电阻率较低,并且不同时间道有明显的异常。

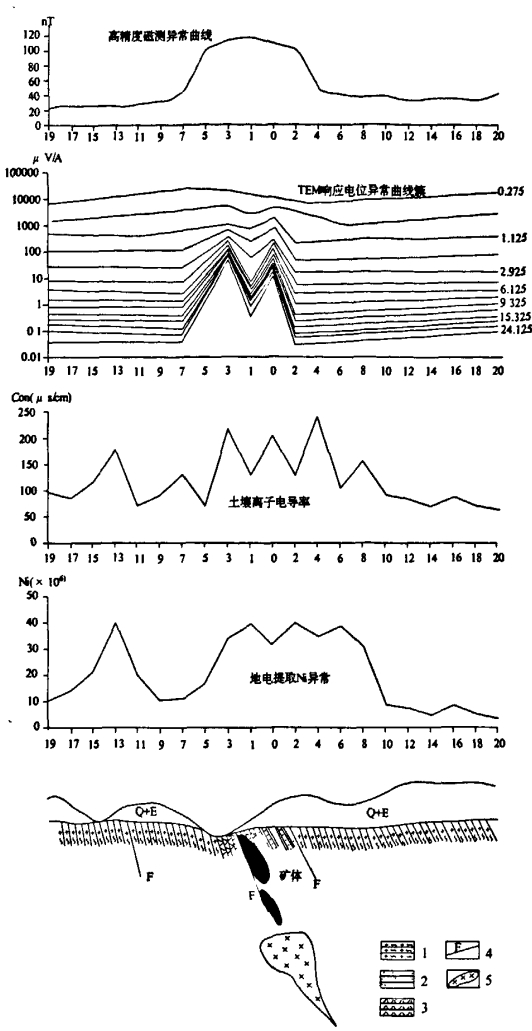


图2 拉水峡铜镍矿床地质—地球物理勘探—地球电化学勘查找矿模式

Fig. 2 the geological, geophysical, electro-geochemical exploring model of Lashuixia Cu—Ni deposit
Q+E—黄土和红层 1—贯入片麻岩 2—石英岩
3—石英角闪片岩 4—断层 5—成矿岩体

2.2 地球电化学找矿标志

而矿区地电化学法的找矿机理是由于各种电化学溶解、机械运移等作用,在隐伏铜镍矿体及其周围形成一个强大的活动态的原始金属离子晕。然后在成矿后期的漫长地质年代里,这些原始镍、铜、钴金属离子晕受浓差扩散、压差扩散、地下水循环、自然电场、地气流、毛细管作用以及干旱地区的蒸发泵流等的营力作用下,通过岩石孔隙、构造裂隙、断层、破碎带等离子通道运移至地表层,形成以各种金属离子态,

络合态,胶体态、吸附态以及氧化物等形态,并赋存于地表,形成活动态的地表金属离子晕。然后,在人工电场作用下,这些地表金属离子晕中的元素的各种相态的赋存形式会发生相互转变,总的来说,从不溶→较易溶→可溶,最后金属离子定向迁移和在电极表面上富集。选择提取电极表面上的沉积物,并进行分析和处理,便形成了地电化学异常,为寻找隐伏铜镍矿体提供有用的信息和依据。

根据分析和研究在拉水峡铜镍硫化物矿区测出的地电化学异常特征,可以总结出拉水峡铜镍地电化学找矿标志:

(1)异常元素组合为 Ni、Cu、Co、Pb、Zn、Ag、V、Ti、Mn;

(2)从矿体到围岩,主要异常元素水平分带序列为 Ni、Cu、Co→Pb、Zn、Ag;

(3)主要异常元素形态与分布范围表现为 Ni、Cu、Co 等元素组合异常强度高,浓度中心明显,尤其 Ni 元素异常含量高,异常具有清晰的分布,其分布异常反应了矿体赋存部位。

2.3 地球物理—地电化学勘探综合找矿模型的建立

通过对拉水峡铜镍硫化物矿床上地球物理、地电化学异常特征分析研究的基础上,建立了地球物理勘探—地球电化学勘查找矿模型(图 2)。

3 找矿靶区的预测及评价

根据岩浆岩型铜镍矿床物化探异常找矿模型,考虑到拉水峡矿区及外围可能存在浅、中深隐伏的实际情况,以及上述地质、物化探方法异常特征,按地电化学异常和 TEM 异常为主,高精度磁异常为辅助条件,将该区找矿靶区划分浅隐伏靶区和深隐伏靶区两类(图 3)。

3.1 浅隐伏靶区

3.1.1 A1 靶区

推测的依据:此处有地电化学的 NiA2、CoA2、AgA2、ConA1 异常,TEM—4 为高响应电位异常,M—1 磁异常伴生。三种方法异常位置一致说明,以 Ni 为主的元素组合出现,显示了磁性低阻体具备含矿性。

3.1.2 A2 靶区

推测的依据:此处有地电化学的 NiA3、中浓度 Co(未编号)、TiA3、MnA2、HgA1 异常,TEM—3 为高中响应电位异常,M—2 磁异常伴生,三种方法异常位置一致说明,以 Ni 为主的元素组合出现,显示了磁性低阻体具备含矿性。

3.1.3 B1 靶区

推测的依据:此处有 TEM—7 为高响应电位异常,地气Ⅷ号 Ni 异常,由于 5 线、6 线、7 线是后期延长的在此处地电未采样,M—4 磁异常伴生。三种方法异常位置一致说明, Ni 异常的出现,显示了磁性低阻体具备含矿性。

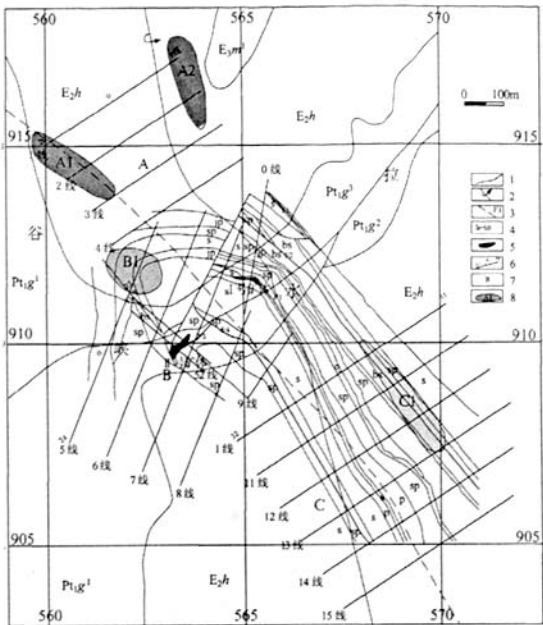


图 3 拉水峡矿区地质—物探—地电化学勘查推测找矿靶区成果图

Fig. 3 the map of the geological,geophysical and electro-geochemical prospecting targets in Lashuixia Cu—Ni deposit

E3m1—下第三系渐新 E2h—下第三系始新统洪沟组 Pt1g3—下元古界关藏沟组上岩段 Pt1g2—下元古界关藏沟组中岩段 Pt1g1—下元古界关藏沟组下岩段 δ—晋宁早期闪长岩 s—sp—基岩地质图岩性符号 1—地层界线 2—倒转背斜轴 3—断层 4—基岩岩性符号 5—已知露头 6—物化探测线及测点编号 7—测区编号 8—推测找矿靶区

3.2 中深隐伏靶区

3.2.1 C1 靶区

推测的依据:此处有地电化学 NiC2、CoC1、TiC1、MnC2、PbC2、ZnC1 异常在 TEM—2 带上不同位置出现,CuC3 异常出现在 TEM—2 异常带的南西近侧。TEM—2 为中响应电位异常,M—6 较弱的低值磁异常伴生,三种方法异常位置一致说明,以 Ni 为主的元素组合出现,显示了深部磁性低阻体具备含矿性。

3.3 综合找矿靶区评价

据物化探异常推测的找矿靶区,选择 2 线、12 线

两条剖面,进行综合解释。

3.3.1 2线(见图4)

此处有A1、A2两个综合异常靶区存在,它正处在区域深大断裂的附近,由于深大断裂具有大的切割深度和相对发育的破碎带,这有利于从深部来的基性和超基性岩浆熔离出的矿液直接在此处沉积形成矿体,并且在主断裂面上往往有断层泥产生,它不仅对矿液有良好的屏蔽作用,也能造成一种半封闭系统,使温度、压力下降缓慢,有利于交代作用的进行和矿化的形成。此外综合异常靶区的总体走向为NW—NWW,而在矿区NW—NWW向构造为赋矿构造,因此该处是成矿的有利地段。

测线南端由AⅡ、TEM-4和M-1组成,也有地电Ni异常和地气Ni异常伴生,走向NW,长大于200m。

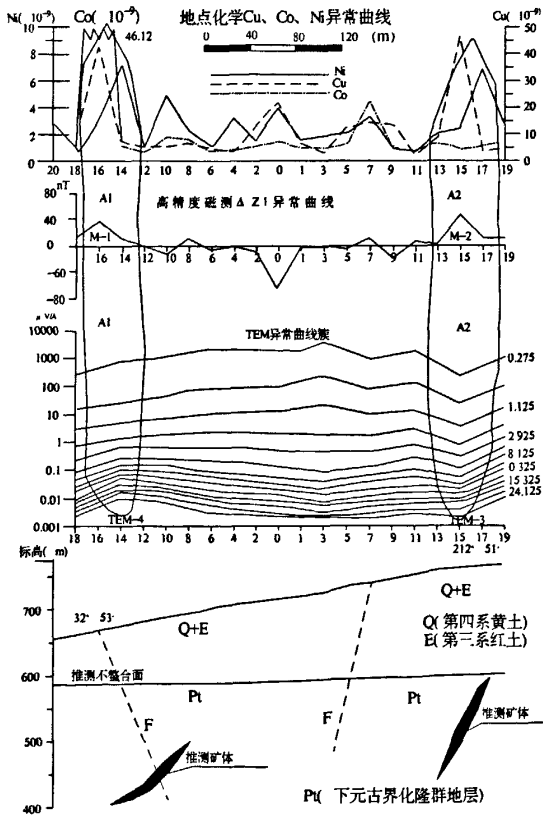


图4 拉水峡矿区2线地质—物探—地电化学异常解释剖面图

Fig. 4 the section of the geological, geophysical and electro-geochemical anomalies interpretation of Line 2 in Lashuixia Cu—Ni deposit
Q—第四系黄土 E—第三系红土

与AⅡ对应的地电Cu为较高异常,地电Co和Ni为点异常。TEM异常出现在中晚时道,属低响应电位特征,响应电位值为 $0.015\mu\text{V}/\text{A}$ 以上,表明探测对象电阻率较低,且深度不是很大。磁异常极大值大于 35nT ,属低缓异常特征,是隐伏磁性体的异常显示。根据TEM异常与磁异常的一致性,以及该处地电Ni异常显示,推测存在隐伏铜镍矿床的找矿靶位,2线综合剖面图上已给出明确的位置。

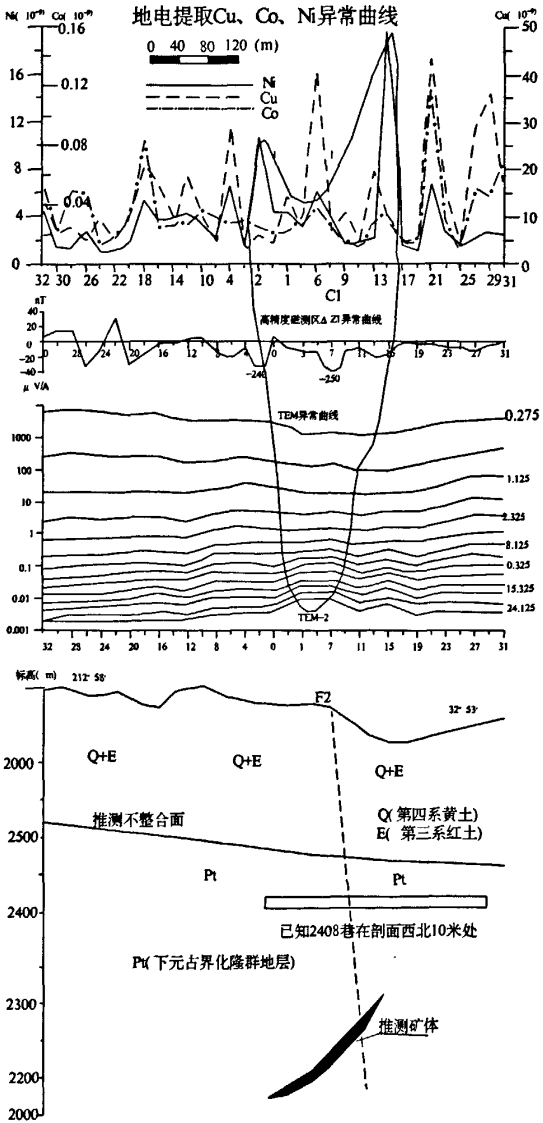


图5 拉水峡矿区12线地质—物探—地电化学勘查异常解释剖面

Fig. 5 the section of the geological, geophysical and electro-geochemical anomalies interpretation of Line 12 in Lashuixia Cu—Ni deposit

测线北端由地电 Ni 异常、TEM-3 和 M-2(M 为磁异常代号,下同)组成,并有地气 α 号 Ni 异常伴生,异常走向 NW,长大于 100m。TEM 晚时道响应电位异常为 $0.01\mu\text{v}/\text{A}$,属不完整低响应电位双峰异常特征,从晚时道一直到早时道。磁异常也表现为低值(极大值 50nT 左右)单峰特征,推测该组合异常与穿透盖层的深断裂有关,物探推测在 140m 深度左右存在脉状磁性体和低阻体。与 TEM-3 对应的地电异常为 Ni、Co、Cu 组合异常,19 号点以北无采样点,异常没有测完。综合异常显示说明,该磁性低阻体具备脉状铜镍矿床生成的地质条件。

由此可见,该异常带地电化学、地质、物探和化探找矿信息高度吻合,可能对应有一个新的隐伏矿体群,值得进一步深入研究和工程验证。

3.3.2 12 线(见图 5)

C1 异常位于 C 区 10、11、12 三条测线上的 7 号点附近,此处有 C I 1、C I 和 TEM-2 异常存在,此异常走向长大于 200m,考虑到可能的验证问题,选 12 线剖面做解释。

此处有 C1 一个综合异常靶区存在,处在 I 号矿体的东南部,正好在 F_2 断层上,此断层呈 NW 走向,倾向 NE,倾角 $70^\circ\sim 75^\circ$,断层面上有擦痕和错动面,沿断层有岩浆侵入,断层形成早,并具多期活动特征,它是区域深大断裂下的次一级断裂,在矿区内从深部来的基性和超基性岩浆熔离出的矿液,沿区域大断裂进入 F_2 断层,在 F_2 断层附近有石英角闪片岩和贯入片麻岩、石英岩存在,石英角闪片岩和贯入片麻岩较松软,孔隙度较大,化学活动性强,造成了镍沉淀的场所,而石英岩及断层的断层泥化学活动性差,对矿液上升起屏障作用,因此该处是成矿的有利地段。

C I 1 靶区内,两种方法异常分布范围大,其中规模长度均达到 120 余米,平均宽度达 40m,异常轴向均呈 SN 展布,两种异常形态相似,三级浓度分带清晰,吻合性好,而且在该测区内集中分布了多个高异常值。如在 10 线的 7、9 点测得 $w(\text{Ni})$ 为 5.62×10^{-6} 和 8.61×10^{-6} 两个异常高值点。11 线的 3、5 点测得 $w(\text{Cu})$ 为 13.45×10^{-6} 和 52.50×10^{-6} 两 T 异常高值点。

该线 TEM-2 异常属晚时道宽双峰异常,左峰宽且稍高于右峰,表明低阻体的倾向为南西,深部变缓。晚时道响应电位异常为 $0.01\mu\text{v}/\text{A}$,属完整的低响应电位异常,反演顶深大于 300m。

磁异常没有明确的显示,顶深大于 300m 时,磁性低阻体在地表能引起的磁异常已小于 10nT。实测

异常处于正负波动状态,正值小于 10nT,只有两侧的负异常大于一 200nT,疑是较大的负异常压制了应有的深部正异常,这种异常变化与浅层磁性不均匀有关,而与 TEM-2 异常没有直接对应关系。

考虑到异常带上磁性低阻体在地表不足以引起有效磁异常的事实,于是仍然在该处推测了隐伏找矿靶位。12 线综合剖面图给出了推测靶位的明确结果。点位 13,顶深 320m \pm ,倾向 SW,倾角 28° ,深部变缓,延深 200m \pm ,电阻率 2.0 Ωm 。

综合地质及物化探信息,可以推断该异常靶区应是成矿的有利地段。

4 结论与认识

(1)在青海化隆拉水峡铜镍矿矿区建立了一套地质—地球物理勘探—地球电化学勘查综合找矿模型,为该地区下一步的找矿工作提供了理论依据;

(2)通过对拉水峡铜镍矿测区实施以地球电化学勘查法为主寻找隐伏铜镍矿体研究,发现了该区存在四个镍、铜的异常带,确定了四个有利的找矿靶区,并证实了拉水峡铜镍矿具良好的找矿前景;

(3)建议在 12 线的 2300~2200m 之间加大深部探矿力度。12 线西北面 10m 处有 2408 巷道,可在 2408 巷道内实施钻探,以达到尽快寻找隐伏铜镍矿的目的。

参考文献:

- [1] Ю. С. 雷斯. 地电化学勘探法[M]. 张肇元,崔森沛译. 北京:地质出版社,1986.
- [2] 费锡铨. 地电提取离子法[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [3] 罗先熔,王葆华,文美兰,等. 地电化学集成技术寻找隐伏金矿的研究及找矿预测[M]. 冶金工业出版社,2010.
- [4] 罗先熔,康明,欧阳菲,等. 地电化学成晕机制、方法技术及找矿研究[M]. 地质出版社,2007.
- [5] 罗先熔. 地球电化学勘查及深部找矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1996.
- [6] 罗先熔. 地电提取测量寻找隐伏矿研究[J]. 地质与勘探,1989,(12):43-51.
- [7] 罗先熔,杨晓. 地电化学测量找寻隐伏矿的研究及找矿预测[J]. 地质与勘探,1989,25(12):43-51.
- [8] 谢学锦,王学求. 深穿透地球化学新进展[J]. 地学前缘,2003,10(1):225-238.
- [9] 姚敬金,张素兰,曹洛华. 中国主要大型有色、贵金属矿床综合信息找矿模型[M]. 北京:地质出版社,2002.
- [10] 刘幼平,武国辉,曾道国,等. 隐伏矿床(体)定位预测的综合找矿方法[J]. 矿产与地质,2006,20(1):62-66.
- [11] 付开泉,李百祥. 甘肃金川铜镍矿床地质—地球物理综合找矿模型[J]. 甘肃地质,2006,15(1):62-67.

The Study of prospecting with geophysical and geochemical exploring methods and metallogenic prediction in qinghai lashuixia Cu—Ni deposit

ZHANG Xiang-wen¹, WEN Mei-lan², XIONG Jian³

(1. No. 2 Geology and Mineral Exploration Team Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730020; 2. Gansu Zhaojin Mining Industry Company Limited, Lanzhou 730020; 3. School of Earth Sciences and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract: Lashuixia ore deposit is one of the most important Cu—Ni deposits in Qinghai Province. It has particular geological background and mining environment of. Based on the study of the electro-geochemical, low resistant and high magnetic anomalies features, the authors conclude a comprehensive exploring model combining with the geophysical and electro-geochemical exploring methods, and prospect concealed ore using the model in this mining. Finally, four abnormal targets were found in external and deeper areas of the deposits by geo-electrochemistry methods, which provides the evidence for further surveying and geological work.

Key Words: geophysical and electro-geochemical methods, Prospecting forecast, Metallogenic prediction, Cu—Ni deposit, Lashuixia in Province

(上接第 356 页)

Soil geochemical anomaly characteristics in the east area of Dasaituo and its exploration effect

ZHANG Rong-guo, XIA Guang-qing

(First Geo-Exploration Institute of China General Metallurgical Geological Bureau, Sanhe, Hebei, 605201)

Abstract: The east area of Dasaituo in Inner Mongolia is located in east section of Xilinhaote-Dongwugai polymetallic mineralization zone with favorable ore-forming condition but less surface outcrop and largely overlaid by Quaternary system causing difficulty in ore prospecting. Soil geochemical exploration has outlined three S-N striking anomaly zones lying from west to east, based on element combination characteristics and zoning theory, signaling that east side of No. I and II anomaly zone is in front halo of the orebody, with III anomaly zone occurring in middle front of the orebody and west side of II anomaly zone occurring in the end halo of orebody, forming clear horizontal zoning of the anomaly, and presuming a variation trend of ore erosion from shallow to deep. The following surface trough prospecting and drilling have already found two silver polymetallic orebodies and one lead and zinc orebody, and the occurrence, extension, scale of the ores is consistent with geochemical anomaly. Geochemical exploration in the area received good result in ore hunting

Key Words: Soil geochemical exploration, element combination, anomaly characteristics, Dasaituo, Inner Mongolia