

陕西省商州洛坪金银铜矿普查区地质地球化学特征及找矿潜力分析

侯冬梅^{1,2}, 罗先熔^{1,2}, 王建历³

1. 桂林理工大学广西地质工程中心重点实验室, 广西 桂林 541004;

2. 桂林理工大学有色及贵金属隐伏矿床勘查教育部工程研究中心, 广西 桂林 541004;

3. 桂林理工大学地球科学学院, 广西 桂林 541004

摘要:洛坪金银铜矿普查区位于秦岭造山带东部, 属韧性剪切带型金矿。普查区构造线总体上呈 EW 向展布, 核桃园断裂贯穿其中部, 为商丹断裂的次级断裂, 它是在区域韧性剪切带基础上演化而成的脆性断裂带, 该断裂控制着区内的地层分布, 是北部下元古界与南部泥盆系的分界线。区内有岩浆侵入, 构造发育, 成矿条件极为有利。通过分析研究商州洛坪金铜多金属矿普查区成矿地质背景、地质特征、地球化学特征、矿化蚀变等特征, 进行找矿潜力预测, 推断该区具有良好的金找矿前景。

关键词:洛坪金银铜矿; 地质地球化学; 找矿预测; 商州; 陕西省

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

文章编号: 1005-2518(2010)01-0040-06

洛坪金银铜矿普查区位于陕西省商洛市商州区。测区面积 63.53 km², 普查区地处秦岭山脉南麓, 海拔标高 700~1 500 m, 属中高山区。地表岩层为花岗岩、古老的深变质岩及石炭系浅变质岩。区域矿产资源丰富, 已获知的矿种有金、银、铅、锌、铜、铁等, 主要有三十里铺铜银矿, 大峪沟一两岔口、两水寺、张洞、姜庙、杨斜等金矿。

1 区域地质概况

区域地层出露特点是以核桃园断裂为界, 其北为下元古界秦岭群, 其南为中—上泥盆统及下石炭统(图 1), 中—上泥盆统发育, 出露有中泥盆统牛耳川组、池沟组、青石砭组, 上泥盆统桐峪寺组。下元古界秦岭群为一套富含斜长石、角闪岩类发育的变质岩, 泥盆系以海相碎屑岩、泥质岩及碳酸盐岩为主, 局部夹有火山岩, 含铁、多金属、汞、镉、硫铁矿等矿产, 为地槽型沉积^[1-2]。

区内构造主体呈 EW 向, 总体为红岩寺—黑山复式向斜, 次级褶皱发育。断裂发育, 以商丹断裂为主体, 该断裂为北秦岭加里东期褶皱带与礼县—柞水华力西期褶皱带的分界线, 规模大, 多期活动明显。商—丹缝合带是华北、扬子板块俯冲、碰撞的缝合带, 也是划分南、北秦岭地质分界的边界断裂带^[3], 其 NWW 走向, 东西延伸长几千千米, 断层面向北陡倾, 倾角约 60~80°, 破碎带宽达数百米至上千米, 沿断裂带发育了一套加里东期蛇绿混杂岩。该断裂破

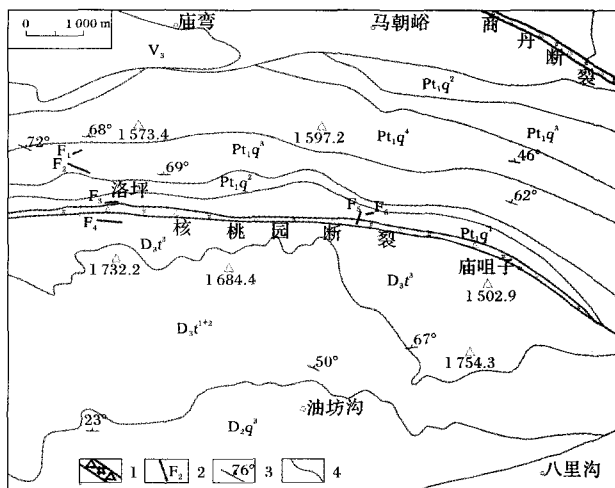


图 1 商州区域地质简图

D₃³—上泥盆统桐峪寺组三段; D₃¹⁺²—上泥盆统桐峪寺组一二段;

D₃⁴—中泥盆统青石砭组三段; Pt₁q⁴—下元古界秦岭群四段;

Pt₁q³—下元古界秦岭群三段; Pt₁q²—下元古界秦岭群二段;

Pt₁q¹—下元古界秦岭群一段; V₃—辉长岩; 1. 断裂带;

2. 小型断层; 3. 产状; 4. 地层界线

碎带具有不同性质的活动方式, 具有多期次、长期历史活动特征(早期为韧性剪切作用, 晚期为挤压和压扭性脆性、韧性活动阶段), 对造山带中各时期沉积建造和岩浆活动均起到不同程度的控制作用。该区域内有 3 条区域性断裂: 商丹断裂、核桃园断裂和韩家沟断裂^[4], 三者具有相似的性质。此外, 区内层间向斜、紧闭以及倒转小褶曲发育, 后期片理进一步弯曲形成倒转褶皱。

收稿日期: 2009-09-10; 修订日期: 2009-12-15.

基金项目: 国际科技合作专项经费项目(编号: 2007DFA20910)资助.

作者简介: 侯冬梅(1984-), 女, 山西忻州人, 硕士研究生, 从事深穿透勘查地球化学研究工作. E-mail: saraih520@163.com

外,还有动力变质岩,如构造角砾岩、糜棱岩等。岩浆岩岩石学特征如下。

花岗斑岩:在蒲峪沟、洛坪、花槽等地广泛出露。岩脉与地层产状一致或切穿地层。岩脉与围岩界线清楚,围岩蚀变不明显。岩石呈肉红色,斑晶主要为钾长石和石英,基质为较细粒长石和石英。

石英斑岩:主要分布在蒲峪沟中,呈小岩株状产出。岩体与围岩不整合接触,围岩蚀变明显,如大理岩化和硅化,另外伴有黄铁矿化的金矿化,黄铁矿多发生褐铁矿化。石英斑岩呈灰白色,石英斑晶含量少,呈浑圆状。

辉长岩:分布于普查区西北角,呈岩株状产出,岩石呈灰黑色,粗粒结构,块状构造,主要矿物为辉石、斜长石及少量石英等。岩体从中心到两边颗粒逐级变细。岩体与围岩接触处有矿化蚀变现象。

2.4 矿化蚀变特征

本区矿化蚀变主要发育在构造破碎带、岩浆岩侵入体与围岩接触带,与构造作用及岩浆活动关系密切。矿化蚀变的岩石多为含变质砂岩、构造角砾岩、花岗斑岩、石英斑岩、斜长角闪岩、片岩、脉石英等。蚀变主要有褐铁矿化、硅化、绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化等,此外,还有镜铁矿化、辉锑矿化等。

3 地球化学异常特征

在该区开展了土壤地球化学、土壤离子电导率,土壤热释汞等测量,共采集土壤样品 409 件,采样网度为 100 m×20 m,采样深度为 B 层土壤^[5-7]。样品分析项目有 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Co、Ni、As、Sb、热释汞、离子电导率。各元素及土壤离子电导率的背景值和异常下限见表 1。

综合各元素异常情况可以看出,本区西北部 Au、Ag、Cu、As、Sb 元素异常明显,其余元素偶尔出现星点异常。Au、Ag、Cu 元素异常均集中在 1-0、1-1、1-2、1-4 线的中、北端(图 3B),异常位置靠近主断裂带,其中 Au 元素在洛坪存在 3 个异常,主要集中在洛坪 1-0、1-3 线,蒲峪沟和东沟基本无异常出现,按照 $6.14 \times 10^{-9} \sim 12.28 \times 10^{-9}$ 为外带、 $12.28 \times 10^{-9} \sim 18.42 \times 10^{-9}$ 为中带、 $>18.42 \times 10^{-9}$ 为内带作 Au 元素异常平面等值线图(图 3A)。As、Sb 异常主要出现在 1-0、1-1、1-2、1-4 线的南端(图 3C),由于 As、Sb 元素迁移能力很强,为远矿指示元素,根据晕的水平分带特征,该异常为矿化异常的前缘晕,说明此处有良好的找矿前景。

土壤热释汞异常主要集中在 1-0、1-1、1-3 线中

表 1 元素及电导率异常情况统计

($\times 10^{-6}$)

元素名称	最大值	最小值	平均值	背景值	异常下限	备注
Au	123.62	0.57	4.11	2.55	6.14	化学光谱方法
Ag	2.147	0.027	0.09	0.08	0.1715	发射光谱方法
Cu	504.7	6.5	48.24	40.73	97.6	全谱直读光谱方法
Pb	226.9	10.0	30.83	30.83	61.0	全谱直读光谱方法
Zn	167.0	25.0	76.59	76.59	121.0	全谱直读光谱方法
Co	77.9	4.7	22.9	19.6	32.4	全谱直读光谱方法
Ni	364.3	6.3	49.21	42.34	81.0	全谱直读光谱方法
As	639.5	3.29	14.34	9.0	15.0	原子荧光光谱
Sb	13.80	0.44	1.37	1.0	2.0	原子荧光光谱
热释汞	999	0.49	67.17	54.96	140	
电导率/ $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	82.5	2.86	17.52	16.1	38.7	

注:其中 Au 和热释汞的单位为 $\times 10^{-9}$;Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Co、Ni、As、Sb 由桂林矿产地质研究所测试中心分析;热释汞和土壤离子电导率由桂林理工大学广西地质工程中心重点实验室分析

北端出现明显异常,与元素异常位置基本一致。呈不规则形态,异常浓度分带明显,异常浓集中心位于 1-0 线(最高 678×10^{-9}),为异常下限(140×10^{-9})的 5 倍(图 3C)。

土壤离子电导率在洛坪 1-3、1-4 线北端间出现了 1 个异常,呈不规则形态,异常最低值为 $38.7 \mu\text{S}/\text{cm}$,最高值为 $57.4 \mu\text{S}/\text{cm}$,异常浓度分带不明显。土壤离子电导率在 1-4 线近北端出现异常,与元素异常位置相距较近。

以 1-3 线剖面为例(图 4),Au 元素异常位于剖

面上 18-29、44-53 号点之间,异常宽度分别为 220、180 m。异常强度范围为 $6.54 \times 10^{-9} \sim 123.62 \times 10^{-9}$,是背景值(2.55×10^{-9})的 2.6~48.5 倍。金、银、铜异常曲线均在 43-53 号点之间呈相似的“锯齿”状,异常宽度为 200 m,Au、Ag、Cu 元素相关性较好。As、Sb 元素在 1-6 号点出现同步峰值异常,最大值分别为 639.5×10^{-6} 、 13.8×10^{-6} ,其中 Sb 元素在 16-22、28-30、47-49 点之间出现异常。离子电导率异常位于 18-53 点之间,异常强度范围为 $17.5 \sim 82.5 \mu\text{S}/\text{cm}$,为背景值($16.1 \mu\text{S}/\text{cm}$)的 1.1~5.1 倍,其中在 23 号点

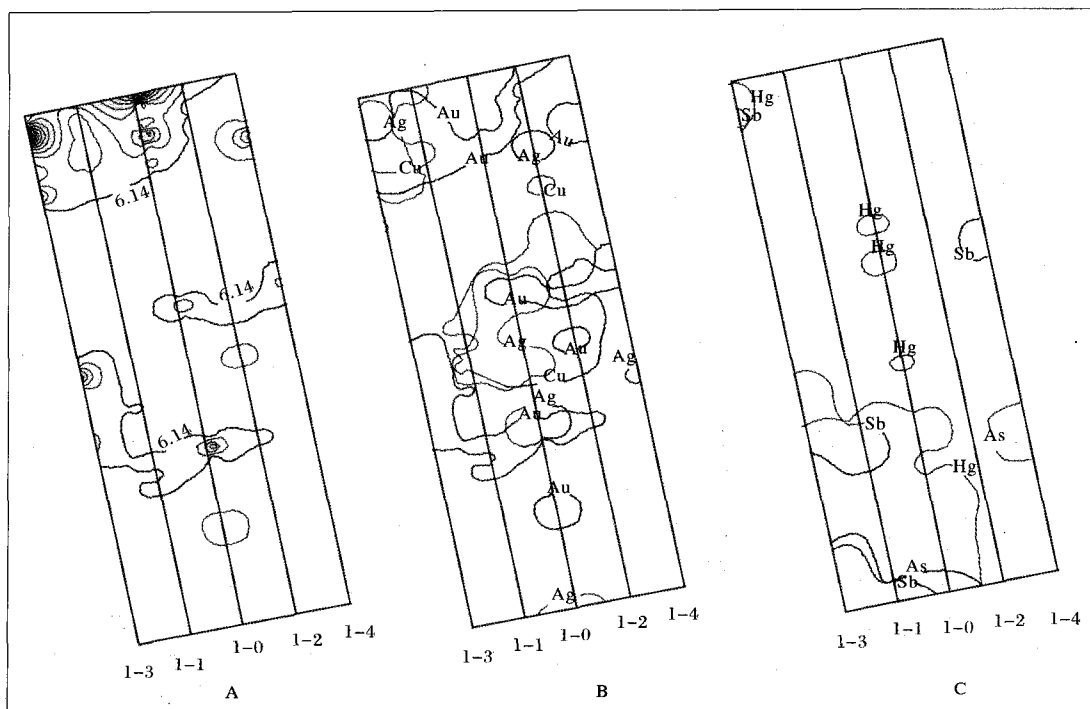


图3 1线元素综合异常平面图

A—Au 元素异常等值线图;B—Au、Ag、Cu 元素异常平面图;C—As、Sb 元素及热释汞异常平面图

处出现峰值与断裂带位置相符合。热释汞异常位于剖面 44—53 点之间,异常范围为 $64 \times 10^{-9} \sim 999 \times 10^{-9}$, 为背景值 (54.96×10^{-9}) 的 1.2~18.2 倍。

通过分析样品中的 Au、Ag、Cu、As、Sb、热释汞及电导率,均获得明显异常。Au、Ag、Cu、热释汞、电导率异常均集中在 1 线的北端,As、Sb 异常主要出现在 1 线的南端。整体异常基本位于山体同一侧,异常附近有岩浆岩(花岗斑岩及石英斑岩)出露,且有断裂通过,异常与岩浆活动及构造作用关系密切,因此,1 线出现的异常可能为致矿异常。2 线、3 线出现的异常可能为顺层产出的花岗斑岩岩脉所引起。

4 找矿前景分析

4.1 构造条件

地壳构造活动可以说是形成内生矿床的必要条件,地壳活动可以直接为矿床的形成提供成矿物质、流体和热的来源,也是成矿物质活化、搬运、聚集成矿的动力。区域性断裂是地壳强烈活动的产物,本矿区外围有商丹断裂,区内有核桃园断裂,说明本区曾经历了强烈的地壳构造运动,为成矿物质的活化和富集成矿奠定了基础。而伴随区域性断裂及区内散布的小型断裂,是很好的导矿、容矿构造。此外,区内核桃园断裂及其旁侧分支断裂中糜棱岩的出现,说明该断裂属于韧性剪切带,而韧性剪切带型金矿是

最重要的金矿类型之一。

4.2 地层岩石条件

本区古老的前寒武系变质基底和上古生界沉积盖层(经历浅变质)之间的断层接触带,是一个岩石、构造、地球化学急变带,该断层接触带及其旁侧的裂隙网络及岩石单元是有利的成矿场所。区内老变质岩地区还发育较多小型中酸性—酸性岩浆岩脉和岩体,如花岗斑岩、石英斑岩、英安斑岩、闪长玢岩等,另外,该区西北角还有基性的辉长岩。这些岩浆岩的出现,说明这一地区曾经历过强烈的岩浆活动,岩浆活动将是潜在的成矿因子。这些岩浆岩(如花岗斑岩)及其蚀变围岩基本分析结果显示有明显的金矿化蚀变。上述构造及地层岩石条件表明,本区具有较好的成矿地质条件。

4.3 化探异常

该区 1:5 万分散流已圈出数个 Au、Ag、Cu、As 异常,从异常分布的范围、规模及强度来看,Au 异常分布最广,规模最大,强度也较大。1 线异常更为明显且集中,特别是在北端,各元素异常吻合较好。而且其附近有岩浆岩(花岗斑岩及石英斑岩)出露,也有断裂经过,异常与岩浆活动及构造作用关系密切。因此,可以认为 1 线出现的异常为致矿异常。由此,可以推断此异常区附近有较大的找矿潜力。

4.4 矿化蚀变显示

(1)该区外围相同及相似地质条件区域已发现

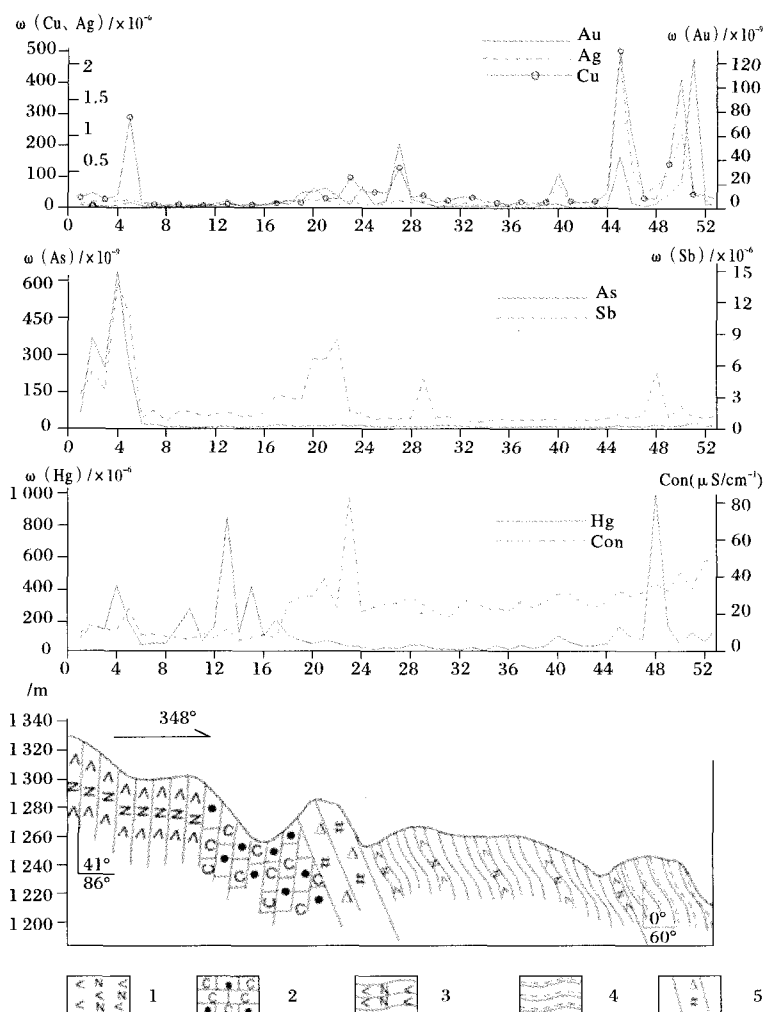


图4 1-3线土壤离子电导率及元素综合异常剖面图

1.斜长角闪岩;2.砂岩及硅质灰岩;3.片岩夹角闪斜长岩;4.片麻岩;5.断裂带

铜、金矿点(本区在区域上处于秦岭东段金矿富集区),类比来看,本区有较好的找矿前景。

(2)从区内发现的多个矿化蚀变点来看,其位置散布,主要发育在构造破碎带、岩浆岩侵入体及围岩接触带,且与构造作用及岩浆活动关系密切。矿化蚀变的岩石类型多样,既有变质岩、又有岩浆岩。蚀变多表现为退色蚀变,主要有褐铁矿化、硅化、绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化、镜铁矿化、辉锑矿化等。

5 结论及建议

通过对洛坪金矿普查区开展地质—地球化学方法找矿研究工作,我们取得以下方面的认识。

(1)普查区内具有多处化探异常区,尤其是1线的异常更为明显和集中,特别是在中、北部,各元素异常套合较好。而且,异常附近有岩浆岩(花岗斑岩及石英斑岩)出露、也有断裂通过,说明异常与成矿作用关系密切。该异常可能为致矿异常,附近有较大

的找矿潜力。

(2)在老变质岩地区,岩浆活动较强烈,区内见有多处酸性岩侵入体,并出现与之有关的Au、Cu、Co、Ni等异常元素组合和矿化蚀变。岩浆岩与成矿关系密切。

(3)区内发现多处矿化蚀变点,主要发育在构造破碎带、岩浆岩侵入体与围岩接触带,其深边部有较好的找矿前景。

(4)建议在化探异常区和矿化蚀变点做进一步的地质工作。在异常明显、矿化蚀变较强的地段再布置一些探槽或浅层钻孔,以确定地球化学异常的来源,了解矿化蚀变横向和纵向的变化情况。

参考文献

- [1] 孔繁宗.陕西省区域地质概述[J].地质通报,1989,(3):2.
- [2] 张国伟.华北地块南部早前寒武纪地壳的组成及其演化及秦岭造山带的形成及其演化[J].西北大学学报,1988,18:21-23.

- [3] 张国伟.秦岭造山带的形成及其演化[M].西安:西北大学出版社,1988:29-47.
- [4] 魏刚锋,张维吉,王力群,等.商州市石英脉型金矿地质特征及找矿方向研究[J].长安大学学报,2003,25(3):24-28.
- [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] 王义为.土壤热释汞方法讨论[J].桂林工学院学报,1985,(1):79-85.
- [7] 胡振清.土壤中的吸附态汞、全汞及其找矿意义[J].地质与勘探,1984,(6):67-71.

Geological, Geochemical Features and Prospecting Potentiality Analysis of Luoping Au-Ag-Cu Deposit in Shangzhou, Shaanxi Province

HOU Dongmei^{1,2}, LUO Xianrong^{1,2}, WANG Jianli³

1.Key Laboratory of Geological Engineering Centre of Guangxi Province, Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi, China;

2.Engineering Research Center of Exploration for Hidden Non-ferrous and Precious Metal Ore Deposits at Guilin University of Technology, Ministry of Education, Guilin 541004, Guangxi, China;

3.College of Earth Sciences, Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi, China

Abstract: Luoping Au-Ag-Cu deposit is located in the eastern Qinling orogenic belt, which is a ductile shear zone-type gold deposit. Tectonic line of the area is generally distributed in the east-west direction. Hetaoyuan fault is the secondary fracture of the Shangdan fault and runs through the middle of the area. Based on the regional ductile shear zone, it evolved into brittle fracture. The fracture zone which is the boundary of the northern Lower Proterozoic and the southern Devonian strata controls the distribution of strata. There exist magmatic intrusive events in the area where structures are well developed and metallogenic conditions are advantageous. Through a comprehensive analysis for regional metallogenic background, geological features, geochemical characteristics, mineralization-alteration of Luoping gold deposit in Shangzhou, we predict the prospecting potential, and thus infer the area has good prospecting foreground.

Key words: Luoping Au-Ag-Cu deposit; Geology and geochemical feature; Prospecting prediction; Shangzhou; Shaanxi Province

一种从提金尾渣中浮选高品位硫铁矿的方法

本发明涉及一种直接从氰化法提金尾渣中浮选高品位硫铁矿的方法,属于黄金冶炼和化工行业的环境保护及资源化利用技术领域。针对硫化矿型提金尾渣,采用浮选技术,首先将提金尾渣酸化处理,除去铜、铅、锌等影响选硫的杂质,然后再调整矿浆浓度和酸度,在 pH=6~7 条件下,用丁基黄药作捕收剂、2# 油作起泡剂,经过一级粗选,二级闭路扫选,四级闭路精选,硫元素被富集到 48%~52%,得到高品位硫铁矿。该方法减少了环境污染、不腐蚀设备及建筑设施,降低了生产成本,提高了资源的综合利用效果和经济效益。

一种从提金尾渣中浮选高品位硫铁矿的方法,其特征在于:(1)混选。除去铜、铅、锌等干扰选硫的

元素;将氰化提金尾渣加水调整矿浆浓度 30%~35%,用硫酸调整矿浆酸度 pH=6~7,按丁基黄药捕收剂 80~120 g/t 加入浮选机中,进行闭路浮选,经一级粗选、二级闭路扫选、二级闭路精选,铜、铅、锌、金、银等被富集,并单独处理;(2)选硫。将混选以后的尾矿调整矿浆浓度 45%~55%,加入硫酸调整矿浆酸度 pH=3.5~4.5,连续搅拌 20~40 分钟,再加水调整矿浆 28%~33%,并用碱调整矿浆酸度 pH=6~7,然后用丁基黄药作捕收剂、2# 油作起泡剂,在浮选机中按 180~200 g/t 加入丁基黄药作捕收剂、按 85~110 g/t 加入 2# 油起泡剂,进行闭路浮选,经过一级粗选,二级闭路扫选,四级闭路精选,硫元素被富集到 48%~52%,得到高品位硫铁矿。

(发明人:吕寿明,韩玉石,李滕山,等)