基于氧压水浸预处理的难选金精矿氰化浸出优化研究

刘佳兴[1],谢昊宇[2],韩百岁[1]

(1.辽宁科技大学 矿业工程学院,辽宁 鞍山 114051;
2.方大特钢科技股份有限公司,江西 南昌 330012)

摘要:针对低品位、高硫、难选金精矿采用传统焙烧法处理时存在的污染严重、效率较低等问题,提出了氧压水浸—氰化浸出联合工艺。系统研究并优化了其工艺参数,探讨了浸出机制,并通过工艺矿物学分析及氰化浸出试验评估了该工艺对金回收的影响。结果表明:在温度 180 ℃、氧分压 1.5 MPa、浸出时间 120 min、搅拌速度 700 r/min、液固体积质量比 200∶1 最优工艺条件下,氧压水浸能有效氧化金精矿中的黄铁矿等硫化矿物并生成赤铁矿,从而破坏金的包裹状态;预处理后,浸出渣中金品位由 42.24 g/t 提升至 63.78 g/t,增幅超过 50%;工艺矿物学分析结果表明,硫化物中的金被释放,呈裸露或半裸露状态,矿物结构由致密变为疏松,孔隙增大,金颗粒暴露度显著提高,可为后续氰化浸出提供更有利的反应界面。氰化浸出试验进一步验证了预处理效果,金浸出率最高可达 99.50%以上,同时氰化剂消耗明显减少。研究结果验证了氧压水浸作为预处理技术,在提升低品位、高硫、难选金精矿的金回收率,以及降低药剂消耗方面的有效性,可为该类资源的高效、绿色回收提供技术参考。

关键词:金精矿;氧压水浸;氰化浸出;工艺矿物学

中图分类号:TF803.21;TF831　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1009-2617(2026)02-0183-07

DOI:10.13355/j.cnki.sfyj.2026.02.007

金因具有优异的导电性、延展性、耐腐蚀性和化学稳定性,广泛应用于金融储备、珠宝制造、电子元器件及航空航天等高端领域,具有不可替代的重要战略价值[1]。当前,全球金资源开发面临严峻挑战:一方面随着全球高品位金矿资源的持续开采与消耗,矿石的平均品位呈逐年下降趋势,资源品位贫化逐渐成为了全球金资源开发面临的共同问题之一[2-3];另一方面,低品位矿石的矿物组成复杂,嵌布粒度细微,导致选冶难度较大[4]。我国易处理氧化型金矿资源储量占比逐渐下降,大量难处理金矿逐渐成为开发重点[5-6]。而这类难处理矿石中的金通常被黄铁矿(FeS_2)、毒砂(As_2S_3)等硫化物矿物包裹,并分散于其晶格或裂隙中,通过传统重选、浮选等物理方法难以对其进行有效富集[7-8];此外,部分包裹体的抗氧化性和致密性较强,也不利于金的有效释放和回收,从而造成综合回收率较低[9-10]。

氰化浸出因选择性高、工艺成熟,一直是金提取的主导技术[11-13],尤其在处理氧化型金矿时,能获得较高的金回收率。但当金被细微包裹于硫化物或硅酸盐中时,浸出过程会因扩散阻碍导致反应速率降低,进而造成氰化剂用量增加、尾渣中金损失严重等问题,最终使金总回收率不高。为提高难选金矿的可浸性,在氰化浸出前采用有效的预处理手段十分必要[14-15]。传统焙烧法作为常见的预处理方法虽能破坏硫化物结构、释放包裹金,但伴随烟气及二氧化硫排放,不符合绿色生产要求[16]。相比之下,氧压水浸利用高温、高压条件下的氧化作用,能将 FeS_2、As_2S_3 等硫化物氧化为可溶性硫酸盐,并形成疏松多孔的氧化铁结

收稿日期:2025-08-30;**修订日期**:2025-10-30

基金项目:省教育厅项目(JYTMS20230953)。

第一作者简介:刘佳兴(2002—),男,硕士,主要研究方向为硫化矿湿法冶金。

通信作者简介:韩百岁(1987—),男,蒙古族,博士,副教授,主要研究方向为硫化矿湿法冶金。E-mail:baisui.han@ustl.edu.cn。

构，显著提高金的暴露度[17]，过程可控、污染排放低，更符合绿色冶金的发展方向。

氧压水浸效果受温度、氧分压、浸出时间等多因素影响，若条件控制不当可能引发副反应，或导致金被二次包裹，从而影响预处理效果[18]。由此可见，系统研究工艺参数对金释放行为的影响很有必要。在此基础上，还需结合氰化浸出试验，评价氧压水浸预处理对难处理金矿中金回收的提升作用及其适用性。目前，虽已有研究表明氧压水浸可有效改善金的可浸性，但针对国内高硫难选金精矿，在系统参数优化和机制研究方面仍较欠缺[19]。因此，试验以山东某典型高硫难选金精矿为研究对象，系统考察了氧压水浸关键参数对矿物结构与金浸出性能的影响规律，并结合氰化浸出试验，对氧压浸出提升金回收的作用进行了评价，旨在为难处理金矿的绿色高效利用提供技术参考。

1 试验部分

1.1 试验原料及试剂

原料：山东某金矿生产的高硫难选金精矿，其化学多元素分析结果见表 1，XRD 图谱如图 1 所示。可以看出：该金精矿的主要元素为 Fe，质量分数为 29.01%；主要物相为黄铁矿(FeS_2)和石英(SiO_2)。

表 1 金精矿的化学多元素分析结果

Table 1 Chemical multi-element analysis of gold concentrate %

Au*	Cu	Fe	Pb	Zn	S
42.24	0.32	29.01	0.18	0.11	30.83

*. 单位为 g/t。

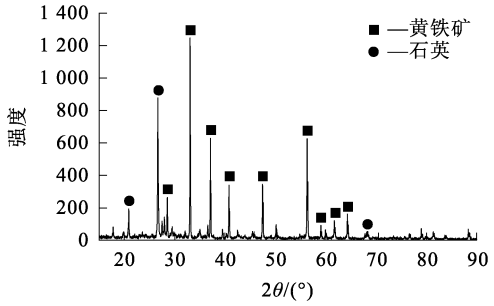


图 1 金精矿的 XRD 图谱

Fig. 1 XRD pattern of gold concentrate

主要试剂：氰化钠(NaCN，分析纯，国药集团化学试剂有限公司)，氢氧化钠(NaOH，分析纯)，氧化钙(CaO，工业级)。

1.2 试验原理

氧压水浸预处理：金精矿中的黄铁矿与氧气和水发生反应，生成硫酸铁、硫酸等产物，见式(1)。该反应在高温、高压下可自发进行，有利于硫化物氧化[20]。随反应进行，硫酸铁极易水解生成三氧化二铁，并使其留在渣相中，见式(2)。此外黄铁矿还可能与硫酸和氧气反应产生少量单质硫，见式(3)[17]。

$$4FeS_2+15O_2+2H_2O\longrightarrow 2Fe_2(SO_4)_3+2H_2SO_4 \quad (1)$$

$$Fe_2(SO_4)_3+3H_2O\longrightarrow Fe_2O_3\downarrow+3H_2SO_4 \quad (2)$$

$$FeS_2+0.5O_2+H_2SO_4\longrightarrow FeSO_4+H_2O+2S^0 \quad (3)$$

氰化浸出：金与氰化钠发生化学反应，生成可溶性金氰配合物，见式(4)。

$$4Au+8NaCN+O_2+2H_2O\longrightarrow 4Na[Au(CN)_2]+4NaOH \quad (4)$$

1.3 试验方法

氧压水浸预处理：将难选金精矿与去离子水按一定液固体积质量比混合调浆并置于高温高压反应釜中，加热；待温度升至设定值时，在设定的氧分压与搅拌速度下反应一定时间；待反应结束后取出矿浆，冷却至室温后抽滤，得浸出液和浸出渣；浸出渣用真空干燥箱干燥处理 6 h，部分取样通过 XRD 及 AMICS 进行表征分析，部分用于氰化浸出。

氰化浸出：取一定量氧压浸出渣样品置于烧杯中，按照设定液固体积质量比加入一定量配制好的氰化钠溶液；将烧杯置于带有磁力搅拌器的恒温水浴锅中，进行浸出反应，试验过程中，用 NaOH 溶液调节 pH 至 10.5～11.0 之间；浸出结束后，固液分离，得氰化浸出液(贵液)和氰化渣(尾渣)，分别送化学分析，金含量采用原子吸收光谱(AAS)测定，游离氰根离子浓度采用滴定法测定。

2 试验结果与讨论

2.1 氧压水浸预处理

2.1.1 温度对金精矿浸出的影响

取金精矿原料 5 g，在搅拌速度 700 r/min、液固体积质量比 30∶1、不额外通入氧气条件下水浸 60 min，考察温度对金精矿浸出的影响，结果如图 2 所示。

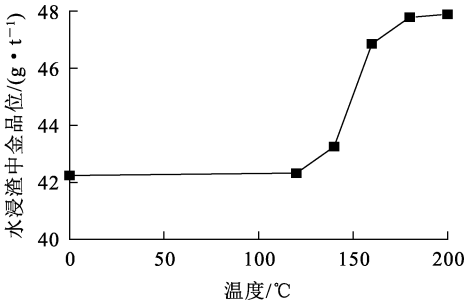


图 2　水浸渣中金品位随温度的变化趋势

Fig. 2　Variation trend of gold grade of water leaching residue with temperature

由图 2 可知：水浸渣中金品位在温度为 0～120 ℃范围内几乎没有变化；但当温度大于 120 ℃时，渣中金品位显著增大，由 120 ℃时的 42.32 g/t 增至 180 ℃的 47.61 g/t；之后继续升高温度，渣中金品位增幅不大。这是由于载金硫化物（如黄铁矿）在高温高压下更易发生氧化反应，生成赤铁矿等次生氧化物，从而破坏其晶体结构，使原被包裹的金得以暴露并在固相中实现相对富集[20]；温度超过 180 ℃时，大部分易氧化的黄铁矿已反应完全，仍有部分金被残余硫化物或致密的次生矿物包裹，限制其进一步释放。综合考虑金的富集效率、能耗水平及反应釜运行的稳定性，确定温度以 180 ℃为宜。

2.1.2　氧分压对金精矿浸出的影响

取金精矿原料 5 g，在温度 180 ℃、搅拌速度 700 r/min、液固体积质量比 30∶1 条件下水浸 60 min，考察氧分压对金精矿浸出的影响，结果如图 3 所示。

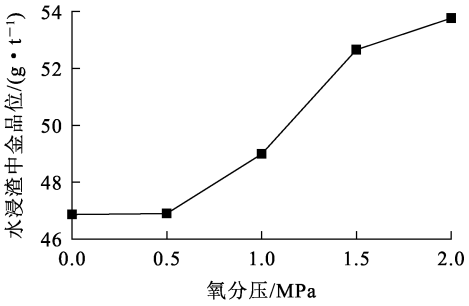


图 3　水浸渣中金品位随氧分压的变化趋势

Fig. 3　Variation trend of gold grade of water leaching residue with oxygen partial pressure

由图 3 可知，水浸渣中金品位随氧分压增大而逐渐增大：当氧分压从 0 MPa 增至 1.5 MPa 时，水浸渣中金品位从 46.86 g/t 增至 52.65 g/t，增幅较大，说明增大氧分压对金暴露与富集有促进作用；但氧分压超过 1.5 MPa 后，金品位增幅不大，这可能是大部分易氧化的载金硫化物已发生反应，仍有部分金因被未反应硫化物或致密的次生矿物包裹导致无法释放。为优化金回收率并确保工艺的经济性与稳定性，确定氧分压以控制在 1.5 MPa 为宜。

2.1.3　水浸时间对金精矿浸出的影响

取金精矿原料 5 g，在温度 180 ℃、氧分压 1.5 MPa、搅拌速度 700 r/min、液固体积质量比 30∶1 条件下水浸，考察水浸时间对金精矿浸出的影响，结果如图 4 所示。

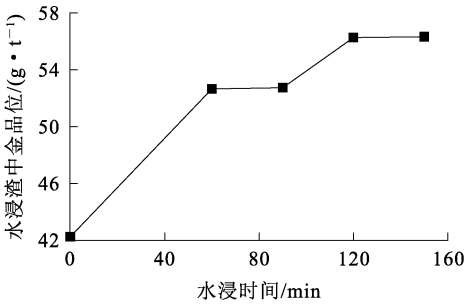


图 4　水浸渣中金品位随时间的变化趋势

Fig. 4　Variation trend of gold grade of water leaching residue with time

由图 4 可知，水浸时间对金的富集有显著影响：水浸时间从 0 min 延长至 120 min，水浸渣中金品位从42.24 g/t增至56.27 g/t，增幅达33.1%，说明延长水浸时间可促进黄铁矿转化和金的暴露，这是因为浸出初期，黄铁矿表面的Fe—S键会快速断裂，生成多孔赤铁矿壳层，释放包裹态的金，使渣中金品位得以提升；但水浸时间超过 120 min后，金品位增幅很小，不足 0.1%，说明体系已基本达到平衡，赤铁矿壳层逐渐致密化，阻碍了金的进一步暴露。为优化黄铁矿分解与金暴露的效率，同时避免延长水浸时间导致的能源浪费和次生矿物再包裹现象发生，确定水浸时间以控制在 120 min 为宜。

2.1.4　搅拌速度对金精矿浸出的影响

取金精矿原料 5 g，在温度 180 ℃、氧分压 1.5 MPa、液固体积质量比 30∶1 条件下水浸 120 min，考察搅拌速度对金精矿浸出的影响，结果如图 5 所示。

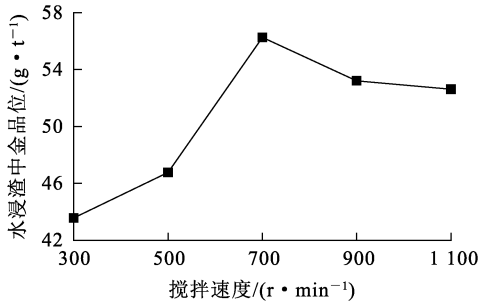


图 5 水浸渣金品位随搅拌速度的变化趋势

Fig. 5 Variation trend of gold grade of water leaching residue with rotational speed

由图 5 可知，搅拌速度对金的富集有一定影响：搅拌速度在 300～700 r/min 范围内，随搅拌速度增大，水浸渣中金品位从 43.57 g/t 增至 56.27 g/t，呈逐步上升趋势，表明适度增加搅拌强度可改善液固界面的传质效果，促进黄铁矿的分解和金的暴露；搅拌速度继续增至 1 100 r/min 时，金品位降至 52.62 g/t，说明搅拌速度过高，反而不利于促进金的富集。这是因为搅拌可使浆体中氧气分布更均匀，加速黄铁矿表面 Fe—S 键的断裂和硫化物的分解，从而促进包裹态金的释放；但搅拌速度过低时，传质受限，氧气分布不均匀，金无法得到有效富集；搅拌速度过高时，高剪切力使矿浆中颗粒过度磨细，导致矿浆黏度升高、体系流动性下降，从而影响氧气的有效传递和固液界面的接触效率，抑制包裹态金的进一步释放。为优化金品位提升和设备运行稳定性，确定搅拌速度以控制在 700 r/min 为宜。

2.1.5 液固体积质量比对金精矿浸出的影响

取金精矿原料 5 g，在温度 180 ℃、氧分压 1.5 MPa、搅拌速度 700 r/min 条件下水浸 120 min，考察液固体积质量比对金精矿浸出的影响，结果如图 6 所示。

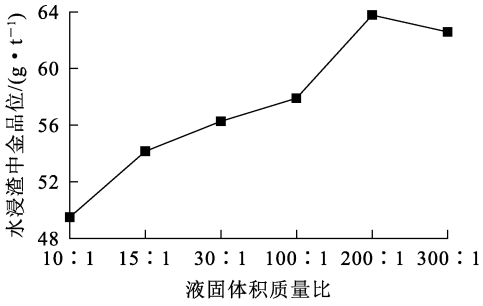


图 6 水浸渣中金品位随液固体积质量比的变化趋势

Fig. 6 Variation trend of gold grade of leaching residue with liquid volume to solid mass ratio

由图 6 可知，液固体积质量比对金的富集有明显影响：液固体积质量比从 10∶1 增至 200∶1 时，水浸渣中金品位从 42.24 g/t 增至 63.78 g/t，增加 21.54 g/t，增幅超过 50%，说明适度增大液固体积质量比可改善矿浆流动性，使体系中氧气均匀分布，增大其与矿物颗粒接触概率，从而加速黄铁矿等载金矿物的分解，促进包裹态金的释放，促进渣中金的富集；当液固体积质量比进一步增至 300∶1 时，金品位反而下降，这可能是因为液固体积质量比过大会使浆体过稀，导致氧气利用效率降低，不利于金的富集。因此，确定液固体积质量比以控制在 200∶1 为宜。

2.2 氧压水浸渣的表征

为评估该工艺对难处理金矿的处理效果，采用 XRD、化学多元素分析方法和矿物自动分析系统(AMICS)对上述最优工艺条件下所得氧压水浸渣的矿物学特征及元素组成进行分析，结果如图 7、表 2、图 8 所示。对比图 1、7 可知，氧压浸预处理后，黄铁矿的峰强度明显减弱并在出现了赤铁矿等次生矿物。对比表 1、2 可知，Cu、Zn 几乎全部进入溶液，而 Fe 主要以氧化物形态留在渣中；渣中未见 Au、S、Pb，这可能是因为反应导致黄铁矿晶格结构被破坏，形成裂隙和孔隙，从而促进了内部包裹态金矿物的外迁。

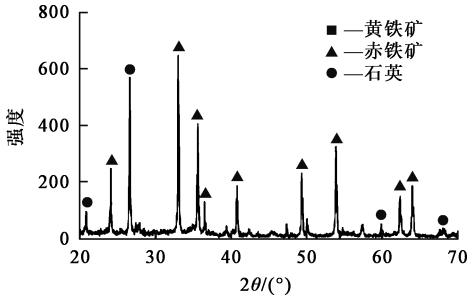


图 7 水浸渣的 XRD 图谱

Fig. 7 XRD pattern of water leaching residue

表 2 水浸渣的化学多元素分析结果

Table 2 Chemical multi-element analysis of water leaching residue 10^{-6}

Cu	Fe	Zn
60.48	162.30	20.75

由图 8 可知：载金矿物由“致密包裹态”逐渐转变为“边缘富集态”甚至“自由态”，暴露程度显著提

高，说明氧压预处理有利于提升金回收效果；另外，经氧压水浸预处理，金精矿中的 FeS_2 在高温、高压条件下被氧化为 Fe^{3+}，Fe^{3+} 进而与水反应生成 Fe_2O_3，同时伴随单质硫和中间价态硫的释放。

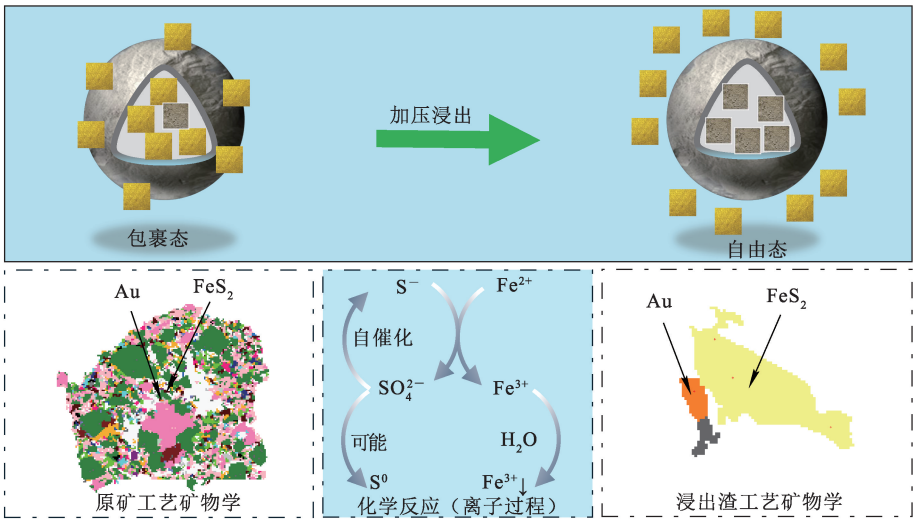


图 8　氧压水浸过程中金的释放及矿物学转化

Fig. 8　Gold release and mineralogical transformation during oxygen pressure water leaching

2.3　氰化浸出

为进一步验证氧压水浸预处理对金回收效果的影响，对比分析了直接氰化浸出工艺、氧压水浸—氰化浸出工艺的金回收效果，评价指标为金浸出率。氰化试验条件为：NaCN 质量浓度2 g/L、液固体积质量比 1∶2、溶液 pH=10.5～11.0、浸出时间 72 h、搅拌速度 500 r/min。将所得氰渣（浸出渣）和滤液（贵液）送分析，测定目标样品中的 Au、S、游离氰根离子浓度，并按照原矿品位计算金浸出率。经氧压水浸预处理与未经预处理的金精矿氰化浸出金效果的对比结果如图 9 所示。

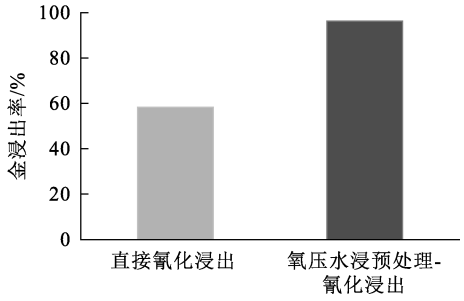


图 9　经氧压水浸预处理与未经预处理的金精矿氰化浸出金效果对比

Fig. 9　Comparison of gold leaching effects by cyanide treatment on gold concentrate after oxygen pressure water leaching pretreatment and untreated

由图 9 看出：原矿中直接进行氰化浸出时，金浸出率仅为 58.24%，而经氧压水浸预处理后再进行氰化浸出，金浸出率可提升至 96.19%，提升幅度很大。这与矿物学和 XRD 分析结果一致，验证了氧压水浸预处理对难选金精矿提金的可行性与有效性。

3　结论

针对低品位、高硫、难选金精矿，采用氧压水浸工艺预处理，使金富集在渣中，再进行氰化浸出而提升金浸出率是可行的。氰化浸出能在高温高压、富氧环境下有效氧化黄铁矿等载金硫化物，破坏其晶体结构并释放包裹态的金，从而显著改善金的赋存状态。液固体积质量比和氧分压是影响金释放最显著的因素，其次为温度和时间，而搅拌速度作用相对较小。在最佳工艺条件下，氧压水浸渣中金品位可由 42.24 g/t 提升至 63.78 g/t，增幅超过 50%。后续在适宜条件下再对氧压水浸渣进行氰化浸出，金浸出率可达 96%以上，明显高于直接氰化浸出工艺的金浸出率，提升效果显著；与传统焙烧工艺相比，氧压水浸能避免 SO_2 等有害气体排放，氰化剂消耗量也明显降低，更符合绿色冶金的发展要求。矿物学和物相分析结果表

明，氰化浸出过程，金由“包裹态”逐步向“半裸露态”乃至“自由态”转变。研究结果可为难选金精矿的清洁高效利用提供理论依据和工艺路径。

目前研究还停留在实验室小试阶段，缺乏更系统的动力学模型分析与工业化验证。下一步有必要结合中试及放大试验，进一步优化氧压水浸工艺参数，并探索其与其他预处理手段的协同应用，以推动该工艺在工业中的实际推广。

参考文献：

[1] HE Z, SHANG W, BINGYING W, et al. Ultrafast parallel micro-gap resistance welding of an $auni_9$ microwire and Au microlayer[J]. Micromachines, 2021, 12(1). DOI: 10.3390/mi12010051.

[2] 李涛，董永智. 浮选联合工艺在低品位金矿选矿中的应用研究[J]. 冶金与材料，2025，45(7)：163-165.
LI Tao, DONG Yongzhi. Application of combined flotation process in low-grade gold ore beneficiation[J]. Metallurgy and Materials, 2025, 45(7): 163-165.

[3] 刘佳兴，王攀志，高云，等. 难处理金矿石预处理技术研究现状及展望[J]. 现代矿业，2025，41(2)：5-11.
LIU Jiaxing, WANG Panzhi, GAO Yun, et al. Research status and prospect of pretreatment technology for refractory gold ores[J]. Modern Mining, 2025, 41(2): 5-11.

[4] 潘彦岑，靳建平，李艳军，等. 某高硫砷难处理金矿石选矿试验研究[J]. 金属矿山，2024(1)：220-225.
PAN Yancen, JIN Jianping, LI Yanjun, et al. Experimental study on beneficiation of a high-sulfur arsenic refractory gold ore[J]. Metal Mine, 2024(1): 220-225.

[5] WANG X, LI H. Interaction behavior between coarse-particle pyrite and fine-particle pyrite in flotation[J]. Scientific Reports, 2025, 15(1). DOI: 10.1038/s41598-025-06128-0.

[6] 张特，马绍斌. 氧化锌烟尘浸出液加压氧化中和脱砷试验研究[J]. 有色设备，2022，36(3)：23-26.
ZHANG Te, MA Shaobin. Experimental study on pressure oxidation neutralization for arsenic removal in zinc oxide fume leachate[J]. Nonferrous Metallurigical Equipment, 2022, 36(3): 23-26.

[7] DARVANJOOGHI K H M, MAGDOULI S, BRAR K S. Recent challenges in biological cyanidation and oxidation of sulfide-based refractory gold ore[J]. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 2024, 40(2). DOI: 10.1007/s11274-024-03887-2.

[8] 孔凡斌，叶少贞，高任，等. 江西铁路坎铜矿床铜硫矿体伴生金银特征[J]. 中国钼业，2020，44(6)：14-19.
KONG Fanbin, YE Shaozhen, GAO Ren, et al. Characteristics of associated gold and silver in the copper-sulfur orebodies of the Jiangxi Tielukan copper deposit[J]. China Molybdenum Industry, 2020, 44(6): 14-19.

[9] 高向东，王阳，杨延宙，等. 采用压热氧化预处理—全泥氰化浸出工艺从硫砷金精矿中浸出金[J]. 湿法冶金，2020，39(6)：473-477.
GAO Xiangdong, WANG Yang, YANG Yanzhou, et al. Leaching of gold in S-As gold concentrate by hot-pressure oxidation－full mud cyanidation process[J]. Hydrometallurgy of China, 2020, 39(6): 473-477.

[10] 吴甜甜，沈智慧，王建龙，等. 难处理金矿预氧化过程中载金包裹体的相变与重构研究进展[J]. 矿产综合利用，2024，45(5)：85-94.
WU Tiantian, SHEN Zhihui, WANG Jianlong, et al. Research progress on phase transformation and reconstruction of gold-bearing inclusions during pre-oxidation of refractory gold ores[J]. Comprehensive Utilization of Mineral Resources, 2024, 45(5): 85-94.

[11] ALEXANDER B, SRECKO S, BERND F. Kinetic investigation and dissolution behavior of cyanide alternative gold leaching reagents[J]. Scientific reports, 2019, 9(1). DOI: 10.1038/s41598-019-43383-4.

[12] ZHANG J, TAN Y Y, LI S J, et al. Comparison of alternative strategies estimating the kinetic reaction rate of the gold cyanidation leaching process[J]. ACS omega, 2019, 4(22): 19880-19894.

[13] 伍赠玲，王乾坤，王弘，等. 从高盐矿区难处理金矿石中浸出金试验研究[J]. 湿法冶金，2023，42(4)：341-346.
WU Zengling, WANG Qiankun, WANG Hong, et al. Leaching of gold from refractory gold ores in high salt mining area[J]. Hydrometallurgy of China, 2023, 42(4): 341-346.

[14] BAO S X, CHEN B, ZHANG Y M, et al. A comprehensive review on the ultrasound-enhanced leaching recovery of valuable metals: applications, mechanisms and prospects[J]. Ultrasonics Sonochemistry, 2023, 98. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2023.106525.

[15] 徐金光. 难处理金精矿预氧化技术的研究及应用进展[J]. 有色冶金设计与研究，2025，46(3)：1-6.
XU Jinguang. Research and application progress of pre-oxidation technology for refractory gold concentrates[J]. Nonferrous Metallurgical Design and Research, 2025, 46(3): 1-6.

[16] 阮书锋. 高砷锑金精矿矿浆电解渣热解分离砷、硫工艺及机理研究[D]. 北京：北京科技大学，2022.

[17] 刘佳兴，姜丽帅，冷红光，等. 氧压水浸黄铁矿及其动力学研究[J]. 湿法冶金，2023，42(5)：485-490.
LIU Jiaxing, JIANG Lishuai, LENG Hongguang, et al. Study on oxygen pressure leaching of pyrite and its kinetics[J]. Hydrometallurgy of China, 2023, 42(5): 485-490.

[18] ABDULLAH S. Pressure leaching of copper slag flotation tailings in oxygenated sulfuric acid media[J]. ACS Omega, 2022, 7(40): 35562-35574.

[19] WU J, AHN J, LEE J. Gold deportment and leaching study from a pressure oxidation residue of chalcopyrite concentrate[J]. Hydrometallurgy, 2021, 201(1/2). DOI: 10.1016/

j. hydromet. 2021. 105583.

[20] 杨洪英，佟琳琳，殷书岩. 湖南某难处理金矿的加压预氧化-氰化浸金试验研究[J]. 东北大学学报(自然科学版)，2007，28(9)：1305-1308.
YANG Hongying，TONG Linlin，YIN Shuyan. Experimental study on pressure pre-oxidation-cyanidation leaching of a refractory gold ore in Hunan[J]. Journal of Northeastern University (Natural Science)，2007，28(9)：1305-1308.

Optimization Research on Cyanide Leaching of Refractory Gold Concentrate Based on Oxygen Pressure Water Leaching Pretreatment

LIU Jiaxing[1]，XIE Haoyu[2]，HAN Baisui[1]

(1. *School of Mining Engineering*，*University of Science and Technology Liaoning*，*Anshan*　114051，*China*；
2. *Fangda Special Steel Technology Co.*，*Ltd.*，*Nanchang*　330012，*China*)

Abstract：Aiming at the problems of serious pollution and low efficiency associated with the traditional roasting process for treating low-grade，high-sulfur and refractory gold concentrates，a combined process of oxygen pressure water leaching and cyanidation was proposed. The process parameters were systematically optimized，and the leaching mechanism was investigated. The effects of the process on gold recovery were evaluated through process mineralogical analysis and cyanidation experiments. The results show that under the optimal conditions of temperature of 180 ℃，oxygen partial pressure of 1.5 MPa，leaching time of 120 min，stirring speed of 700 r/min and liquid volume to solid mass ratio of 200∶1，oxygen pressure water leaching can effectively oxidize pyrite and other sulfide minerals into hematite，thereby destroying the encapsulated state of gold. After pretreatment，the gold grade in the leaching residue increases from 42.24 g/t to 63.78 g/t，with an enhancement of over 50%. Process mineralogical analysis indicates that gold is released from sulfides，occurring in exposed or semi-exposed states. The mineral structure becomes loose and porous，and the gold exposure significantly increases，providing a more favorable reaction interface for subsequent cyanidation. Cyanidation experiments further confirm the pretreatment effect，achieving a maximum gold leaching rate of over 99.50%，along with a marked reduction in cyanide consumption. These results demonstrate that oxygen pressure water leaching is an effective pretreatment technology for improving the gold recovery and reducing reagent consumption in low-grade，high-sulfur and refractory gold concentrates，providing technical guidance for the efficient and environmentally friendly utilization of such resources.

Key words：gold concentrate；oxygen pressure water leaching；cyanide leaching；process mineralogy