

# 从氰化尾渣中回收金、银的研究进展

刘俊波 舒 凯

招金矿业股份有限公司金翅岭金矿 山东招远 265400

**摘要:** 在黄金制造中所产生的固体废弃物——氰化尾渣, 一般包含许多有价的金属, 如黄金、白银等, 以及高效的回收利用价值。本文对国内外有关氰化尾渣金、银技术的研究进行了综述。

**关键词:** 氰化尾渣; 金; 银; 浮选; 酸浸; 焙烧

## Research progress of gold and silver recovery from cyanide tailings

Junbo Liu Kai Shu

Zhaojin Mining Co., Ltd. Jinchiling Gold Mine, Shandong Zhaoyuan 265400

**Abstract:** The solid waste —— cyanide tail residue produced in gold manufacturing generally contains many valuable metals, such as gold and silver, as well as efficient recycling value. This paper reviews the research on cyanide slag gold and silver technology at home and abroad.

**Keywords:** Cyanized tail residue; Gold; Silver; Flotation; Acid immersion; Roasting

金浸出法主要有: 硫脲浸出法、硫酸盐浸出法、溴化法、氯化法、氰化法等。在 19 世纪 80 年代使用氰化法进行黄金生产后, 氰化法仍然采用从金矿石中提取金银的方法, 其原因是成本低、技术成熟、矿石适应性好。氰化物尾渣是在氰化过程中所产生的固体废弃, 一般都有许多有价金属, 如黄金、白银等。随着中国黄金业的发展, 许多氰化尾渣每年都会从中国的黄金冶炼公司中去。根据不完全的数据, 我国黄金冶炼公司每年都会有 2000 万吨的尾渣排放。但是, 我国现行的浮选方法, 只存在于内蒙古喇沁旗大水清金矿、广东高要河台金矿等少数几家, 而且由于缺乏成熟的处理技术, 大部分都是低价出售、堆存或制成井下填充物, 导致资源浪费。尾渣等二次资源的回收利用, 在黄金矿产资源不断枯竭的情况下显得愈发重要。综合回收利用氰化尾渣, 在提高资源利用率的同时, 也可以为企业带来不错的经济效益。

### 一、氰化尾渣的性质

由于金矿石性质及企业生产工艺的差异, 导致各元素在氰化渣中的含量存在一定的差异, 通常氰化渣含有 Au1~8g/t, Ag25~90g/t, Fe20%~35%, S20%~45%, SiO<sub>2</sub>25%~40%, Cu0.5%~5%, Pb1%~5%, Zn1%~5%。尾渣中各元素的赋存状态也因原料技术的不同而有所差异。我国黄金冶炼企业多以硫化矿为原料, 多采用浮选-焙烧-氰化工艺从矿石中提金, 该工艺产生的氰化尾渣中铁主要以赤铁矿形式存在, 其中脉石成分主要为石英和硅酸盐类物质, 其他金属元素也主要以氧化物形式

存在, 而金、银则被赤铁矿和脉石成分包裹在一起。对少量硫化物的金矿石来说, 大部分黄金冶炼公司在选择金精矿后, 都会用氰化物来浸入精矿, 在此过程中所生成的氰化物尾渣中, 铁以黄金矿的形式存在, 脉石是石英、硅酸盐, 其它金属则以硫化物的形式存在, 黄铁矿、脉石等中包裹着金、银两类, 这些金矿石是最好的矿石。尽管元素含量的差异, 元素的赋予状况也各不相同, 但属性上, 氰化尾渣仍有一定的共性, 例如: 粉末状、粒度较细、泥化现象严重、铁含量高、氰化尾渣中的脉石含量高等。而在氰化尾渣里回收金银是比较困难的。

1. 大多数氰化尾渣中的金和银都是在铁矿物和脉石矿物中进行细微的, 粒子的细致。黄金白银单靠常规手段很难有效解套, 导致黄金白银在氰化尾渣中很难回收。

2. 由于矿物的表面特性而改变, 矿渣中含有大量的残余氰化物, 经过长期的氰化, 其颗粒尺寸细致, 泥化现象较大, 浮选处理难度大。

近年来, 国内外科技工作者做了大量的试验研究, 对氰化尾渣进行了综合回收利用, 并有了一定程度的提高。但各种方法都存在成本较高、回收金银成本远高于氰化尾渣附加值、适应性差、不宜推广应用等弊端, 存在一定的局限性。目前研究的重点是如何建立一套对氰化物尾渣回收利用的低成本、高适应性工艺。目前有湿法、火法、浮选法等几种不同的氰化尾渣处理方法。氰化尾渣采用火法处理, 一般将硫铁矿或赤铁矿包裹金、银以焙烧方式破坏, 使金、银完全暴露在外。氰化尾渣中的金和银采用浮选法回收, 一般是在精矿中富集金和

银, 然后回收。

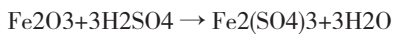
## 二、从氰化尾渣中回收金、银的方法

### 1. 湿法回收金、银

科技工作者根据铁矿物包裹着氰化渣中大部分金、银的特性, 提出了利用湿法冶金手段使金、银分离成单体的湿法处理氰化渣的设想。由于各个地方的氰化尾渣在性质上是不一样的, 因此在处理方式上也是不一样的。根据预处理方法的不同, 具体可分为酸浸法, 氧化法, 浸出法, 细磨法, 浸出法等多种方法。

#### (1) 酸浸—浸出法

氰化物尾渣采用酸性浸—浸出法进行氰化物处理, 适合用赤铁矿包裹黄金进行氰化物处理。在高酸作用下, 尽量将残渣中的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  发生反应, 其中有如下几种方法:



铁进入溶液, 使金、银的包裹态得到了有效的破坏, 使金的单体态分解, 使金、银于渣中富集, 便于下一步的浸入和回收, 而经处理的铁浸出液, 可以应用于生产氧化铁颜料中, 如铁红、铁黄等, 实现综合利用氰化尾渣的目的。

#### (2) 氧化—浸出法

当铁质以硫铁矿形式存在于氰化尾渣中时, 多采用氧化法, 在湿法中预处理氰化尾渣。氧化处理是指将高锰酸钾、次氯酸钠等氧化剂加入氰化尾渣进行预处理。硫铁矿氧化后, 铁进入溶液中, 金、银的包裹态被破坏, 渣中富集了黄金和白银。含铁浸出液经处理后, 还可用富集金银的浸出渣进行浸出后回收金银的氧化铁颜料的生产。

#### (3) 细磨—浸出法

细磨处理氰化物尾渣通常在细磨时添加一定的添加剂, 将金粒与银粒的包裹体破坏掉, 再将金银等金属浸出、回收。

### 2. 火法回收金、银

氰化物尾渣的火法处理。通常采用磁化焙烧、高温氯化挥发等工艺, 也是科技工作者提出的一种思路。焙烧的目的是将包裹的金分解成单体态, 或将载金矿物分解成疏松多孔的结构, 使后续金银的浸出率提高, 以改善氰化尾渣中金的赋存状态。通常, 在焙烧时加入一些添加剂, 例如碳酸钠、硫化钠等, 同时也能增加金银的浸出速率, 从而改善氰化尾渣的特性。而氯化挥发法则是使氰化尾渣与氯化剂一同高温地加热, 并通过氯化物的作用, 使金、银、铜等金属产生一种挥发性的氯化物,

再通过烟尘、洗液来回收这些氯化物。

### 3. 浮选法富集金、银

目前采用浮选法处理氰化渣的方法较多, 但使用浮选法从氰化渣中回收金、银等有价金属仍属于技术难题, 因为氰化渣的粒度一般较细, 且其中残留的氰化物对浮选药剂有明显的抑制作用。从氰化尾渣中回收金、银, 目前使用的是浮选方法。第一种事在金精矿中, 浮选出氰化尾渣, 然后用黄金和白银来进行回收。第二种是将金、银浮选从铜精矿、铅精矿中富集, 然后将浮选的铜精矿和铅精矿结合起来, 再从火法冶炼, 最后在阳极泥浆中获得金、银两种金属。

浮选所得的铜精矿、铅精矿, 也可以使用湿法处理, 将其金、银、铜、铅等进行回收处理。

## 三、结论

在资源日益枯竭的时代背景下, 利用二次资源具有十分重要的意义, 如氰化尾渣等。金、银在氰化尾渣中回收, 可以为企业带来很多经济利益。虽然广大科技工作者做了大量的研究, 但由于酸浸预处理需进行除氰化物处理, 且会产生大量浸出液, 酸度较高, 后续处理压力较大等原因, 各种处理氰化尾渣的方法还存在一定的局限性。较高的氧化预处理成本和较小的适应性。采用火法处理, 可能产生二次污染, 富集金银适应性差的浮选法处理氰化尾渣能耗高。但考虑到生产成本、原料适应性和金银回收率等因素, 认为采用焙烧工艺生产所得的硫酸作为浸出剂, 酸浸预处理技术优势较大, 成本较低。经过预处理后再进行氰化浸出, 金银浸出率较高, 同时经过处理后可制备含铁浸出液等氧化铁颜料, 如铁红、铁黄等, 从而达到综合利用资源的目的。

要想更好地利用氰化尾渣, 提高资源利用率, 结合现有工艺, 开发出一种成本低、能有效回收黄金白银的材料适应性高的方法, 应该是今后研究的重点。

### 参考文献:

- [1] 张正阳, 王海北, 孙留根, 杨玮娇, 彭煜华, 杨永强. 氯化技术在固废资源和难处理矿石处理中的应用 [J]. 矿冶, 2022, 31(04): 114-121.
- [2] 袁朝新, 吕南, 李大江. 氰化尾渣微波氯化提金中试研究 [J]. 有色金属工程, 2022, 12(08): 88-92.
- [3] 魏云梅, 陈爽, 陈莲英, 刘思捷. 碱-热联动活化过硫酸盐降解氰化尾渣中氰化物的作用效能研究 [C]// 中国环境科学学会 2022 年科学技术年会论文集 (二), 2022: 455-461.