

# 强化氰化浸金技术进展

申大志, 庄荣传, 谢洪珍

(厦门紫金矿冶技术有限公司, 福建 厦门 361101)

**摘要:**本文以氰化浸金技术为对象,进行了氧化剂强化浸金、重金属强化浸金、加压强化浸金、富氧强化浸金、超声强化浸金等技术的研究及应用进展评述,讨论了各种技术的特点,并指出强化氰化浸金技术的应用前景及发展方向。

**关键词:**金;强化浸出;氰化。

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2014.02.003

中图分类号:TD989;TF111.3 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2014)02-0015-05

氰化提金法因工艺成熟、回收率高、成本低廉等特点,是目前最重要的提金方法,也未找到一种能完全替代它的理想的浸出药剂<sup>[1]</sup>。氰化浸出技术虽有优势,但仍有一些有待改进,如:改善氰化提金过程,缩短氰化浸出时间,降低氰化物用量等<sup>[2]</sup>,这使得强化氰化浸金技术研究,以提高金的氰化浸出效果就显得尤为重要。目前研究报导的强化浸出的方法是通过添加不同物质促进氰化反应过程,如:过氧化氢、过氧化钙、过氧化钠、臭氧、铊、铋、汞、铅、纯氧等<sup>[3]</sup>物质。也有通过物理方法强化氰化反应过程,主要包括:加压强化、超声强化、电场强化等。通过采用以上方法进行浸金,不同程度地缩短氰化时间、降低氰化钠用量,提高氰化浸出率。主要强化氰化金技术见表1。

## 1 金的氰化浸出理论

金是一种化学性质稳定的贵金属,在含氧或氧化剂的氰化溶液中,能与氰化物生成络合物而溶解。对金在氰化物中的溶解反应,目前的理论主要有三种<sup>[4]</sup>。

表1 强化氰化浸金技术

Table 1 Technique of intensifying cyanide for gold

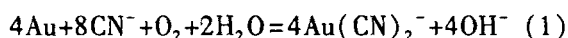
强化技术	技术手段	主要作用原理
重金属强化浸金	通过添加重金属盐类物质,如 Pb、Hg、Tl、O <sub>2</sub> 和 Bi 盐等	促进阳极溶解反应
氧化剂强化浸金	添加 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 、Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 、CaO <sub>2</sub> 、KMnO <sub>4</sub> 、BaO <sub>2</sub> 和过硫酸盐等	促进阴极反应
其他药剂强化	增润剂,SPW <sup>[21]</sup> 等	消除有害杂质、协同强化、增润作用等
富氧强化	纯氧	增强反应传质过程
加压强化	增加反应压力	增强反应传质过程
超声强化	浸出过程中引入超声波	超声空化作用、增强反应传质过程
外加电场或磁场强化	浸出过程中加入电场或磁场	促进电化学反应过程

### 1.1 埃尔斯纳(Elsner)的氧论

早在1846年Elsner认为大气中的氧对金矿的氰化浸出是必不可少的条件,并提出了下述化学反应式:

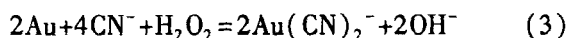
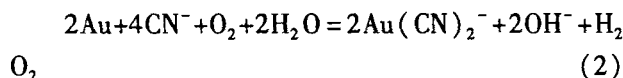
收稿日期:2013-08-01;改回日期:2013-10-08

作者简介:申大志(1978-),硕士,主要从事冶金、化工、环保等技术研究工作。



### 1.2 博德兰德(Bodlander)的过氧化氢论

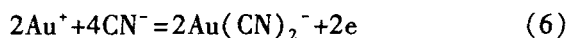
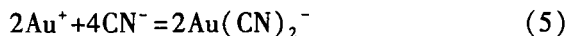
该理论认为金的氰化过程中产生作为一种中间产品分两步进行的。 $\text{H}_2\text{O}_2$ 对金的溶解起着非常重要的作用。



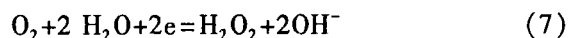
### 1.3 Boonstra 的金属腐蚀论

Boonstra 的研究证实了金在氰化物溶液中的溶解类似于金属的腐蚀过程,在该过程中溶解的氧被还原成  $\text{H}_2\text{O}_2$  和  $\text{OH}^-$ 。所以,金氰化浸出过程的电化学反应可简单表示为:

阳极反应:



阴极反应:



以上这些理论都直接或间接地认为金溶解过程存在电子的转移,存在氧化和还原过程。童雄等<sup>[5]</sup>从热力学角度提出氧并不是氰化过程中唯一的氧化剂,并指出只要所用氧化剂的氧化电位大于-0.54V,氰化溶金反应从热力学角度上讲就能够发生。目前许多学者从电化学角度对金的氰化过程进行了研究<sup>[6]</sup>,普遍认为氰化浸金是一个电化学腐蚀过程。氰化浸金过程电化学的提出,使人们对金溶解反应的认识进入到一个新层次。将金的溶解分解成为阴极过程和阳极过程分别进行研究,从而更加深入地揭示了金的溶解行为。如:某些重金属如铅、汞、铋和铊等可加速金的溶解,其主要机理是促进了金的阳极溶解反应过程,氧及其他氧化物强化浸金的机理主要是促进金溶解的阴极反应过程,并可通过两个过程的协同作用强化浸金过程<sup>[7]</sup>。

## 2 金的强化氰化浸出技术

### 2.1 氧化剂强化氰化浸出

研究和生产实践证明, $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{CaO}_2$ 和 $\text{BaO}_2$ 以及过硫酸盐等过氧试剂对强化浸金都具有明显的效果。这是因为它们不仅能提高矿浆中溶解氧的含量,而且还具有活性氧利用率高等优点<sup>[5]</sup>。最先在工业生产中获得应用的氧化剂是 $\text{H}_2\text{O}_2$ ,而后又有关于 $\text{CaO}_2$ 、 $\text{BaO}_2$ 、 $\text{KMnO}_4$ 等报导<sup>[3]</sup>。与传统氰

化法提金相比,过氧化物助浸提金工艺有以下一些特点和优越性<sup>[8]</sup>:(1)可提高浸出矿浆中溶解氧含量,并且可加速溶解氧扩散速度,达到较高氧的浓度只需传统充气法的五分之一时间。(2)过氧化物助浸提金速度快,大幅度缩短浸出时间。(3)降低氰化物的消耗。(4)便于推广应用,操作管理简便易行安全可靠。(5)投资小,只需增添加药设备,是现有氰化厂革新、改造、扩建的可行途径。

印万钟等<sup>[9]</sup>,采用 $\text{CaO}_2$ 促浸技术对某易浸金矿进行了常规和过氧化钙促浸对比,试验结果表明,采用 $\text{CaO}_2$ 促浸,不但浸出时间减少16h,金的浸出率有所提高,同时氰化钠用量节省15%。

赵玲玲<sup>[10]</sup>对不同氧化剂进行了强化浸金试验对比,试验用矿样取自辽宁清原某金银矿,试验结果表明, $\text{H}_2\text{O}_2$ 浓度在0.01%~0.05%; $\text{CaO}_2$ 浓度在0.2%~0.4%之间; $\text{KMnO}_4$ 浓度在0.01%~0.1%之间; $\text{BaO}_2$ 在0.2%~0.5%之间。浸出8h以后,都能使浸出速率超出常规浸出的一倍。

在20世纪80年代末期由德国Degussa公司推出的PAL(Peroxide Assistant Leaching)法,就是利用过氧化物强化氰化浸金过程。该法是在氰化浸出过程中加入经稀释的 $\text{H}_2\text{O}_2$ ,其显著效果是能够大幅度提高浸出速度和浸出率,并节省氰化物用量。该法首先在南非Fariview金矿应用<sup>[11]</sup>,用于处理硫化矿浮选尾矿,使用常规方法浸出24h,金浸出率为61%,而采用 $\text{H}_2\text{O}_2$ 助浸后浸出6h,浸出率即达到73%,在助浸过程中消耗 $\text{H}_2\text{O}_2$ (30%)0.5kg/t。在北美某金矿处理硫化物型高品位金精矿(含金3kg/t和银8kg/t),采用 $\text{H}_2\text{O}_2$ 助浸后,浸出时间减少25%,金浸出率达到98%,氰化钠节约了75%。

### 2.2 重金属强化氰化浸出

经试验研究表明,铅盐、汞盐、铊盐和铋盐等都可作为氰化促进剂。这些重金属盐类促进剂加快浸金速度,其原理是通过在金和铅或汞等重金属之间形成局部原电池的缘故。往氰化矿浆中加入铅盐等促进剂,该方法已在国内外很多厂矿得到应用<sup>[1]</sup>,如加拿大的一些氰化厂中,就是通过加入的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 和保持氰化回路中较佳的溶解氧浓度,从而克服了硫化矿物对氰化过程的不利影响。但应指出,各个厂矿都应根据矿石的具体情况,将促进剂的用量控制在一定的范围内。

杨永斌等<sup>[12]</sup>使用的重金属盐类:硝酸铊、硝酸铅、硝酸铋和硫酸汞,分别进行强化氰化试验,并对

四种重金属强化效果进行比较,对于含金属氧化物矿石,铊和铋在单独强化浸出和协同强化浸出中都表现出了明显的强化效果,汞则在单独强化时比协同强化时作用的幅度大,而铅则只有在协同过氧化氢强化浸出条件下才能产生一定的强化效果。在对硫化物金精矿的研究上,只添加重金属并没有明显强化浸金效果,只有在氧化剂( $H_2O_2$ )助浸的条件下才能起到明显的强化浸金作用。

王越等<sup>[13]</sup>以难浸硫化物金精矿、氧化物金矿和易浸硫化物金精矿为对象,进行了重金属强化浸金的动力学研究。并进行了添加重金属铊、铅、汞、铋和银与过氧化氢协同强化研究。试验结果表明,在常规氰化浸金法中,对于氧化物金矿和易浸硫化物金精矿浸出24h,金的浸出率分别为84.55%和94.23%。而在铊与过氧化氢协同强化浸出作用下。协同强化浸出12h,浸出率达到94.04%,比不添加助浸剂浸出24h的浸出率84.55%提高大约10%,浸出时间缩短了12h。所以用重金属与过氧化氢协同强化浸出既缩短了浸出时间又提高了浸出率,起到了双重作用。另外,还进行了铅、汞、铋和银与过氧化氢协同强化对易浸氧化物金矿和易浸硫化物金精矿浸金进行了研究。它们作用对以上两种矿的影响与铊的影响类似。从重金属和过氧化氢协同强化的动力学研究结果表明,采用重金属和过氧化氢协同强化时,降低了表观活化能,提高了氰化钠的表观反应级数<sup>[13]</sup>,见表2。

表2 不同添加剂对表观反应级数的影响

Table 2 Effect of different additives on apparent reaction order

条件	常规浸出	$H_2O_2$ 助浸	Bi	Pb	Tl
反应级数	0.448	0.460	0.493	0.562	0.582

### 2.3 富氧强化氰化浸出

富氧强化浸金工艺又称CIG充氧工艺,即向浸出槽中充入纯氧以替代传统的充入压缩空气的工艺,该工艺能够提高矿浆中的溶解氧含量,并因此而加快浸出速度,提高金的浸出率和矿石的处理量。氧气是从搅拌器下方给入浸出槽,并溶解于矿浆中,氧气在矿浆中的浓度能保持在 $20 \times 10^{-6}$ 左右。

研究表明<sup>[14]</sup>,当 $[CN^-]/[O_2] > 6$ 时,金的溶解反应由氧的扩散控制, $[CN^-]/[O_2] < 6$ 时,金的溶解反应由 $CN^-$ 的扩散控制。大多数氰化厂在 $[CN^-]/[O_2] > 6$ 的条件下操作,以致于金的溶解主要取决于溶解氧的浓度。金溶解速度与氧浓度关系<sup>[14]</sup>详

见表3,用氧浸出金的速度比用空气快5倍,如果在同样浸出能力下,浸出槽体积可大大减小。

表3 氧浓度对金溶解速度的影响

Table 3 Effect of oxygen concentration on the solution rate of gold

氧浓度/%	9.6	20.9	60.1	99.5
金溶解速度/ $mg \cdot cm^{-2} \cdot h^{-1}$	1.03	2.36	7.62	12.62

南非于1983年在Murchison金铋矿管式氰化槽中第一个采用氧气。1984年在Rand公司的Crown Sand金矿也采用了充氧浸出,加拿大Terrains Auriferes矿、Dyvon矿、Macassa矿均采用纯氧浸出<sup>[15]</sup>。我国山东乳山金矿于1991年进行纯氧代替压缩空气的工业试验,处理量提高了20.4%,浸出率提高了5.64%,并且使氰化钠单耗降低 $0.5 kg/t$ <sup>[16]</sup>。

采用纯氧浸出可降低氰化物消耗量(5%~85%),其主要原因是:(1)矿浆中 $CO_2$ 浓度降低。从而降低了 $CO_2$ 对氰化物消耗;(2)由于采用纯氧,浸出速度大大加快,从而消除了消耗氰化物的副反应的影响。(3)纯氧氧化了部分耗氰物质。

### 2.4 加压强化氰化浸出

加压氰化浸出,是氰化过程在压力容器内实现,通过增加反应压力达到强化氰化的过程。该技术是20世纪80年代才发展起来的新技术。最初的研究主要针对从难浸金矿石中提取金<sup>[17]</sup>。1991年原美国国家矿物局将这种新方法引入处理失效汽车尾气净化催化剂,实现了从中回收铂、钯、铑。加压氰化工艺曾用于直接处理低硫或氧化型难浸金矿石,由于其可使金的氰化浸出反应过程动力学得到大大强化。当空气压力为 $2 \times 10^5 Pa$ 时,金的溶解速度为常压条件下的10~20倍<sup>[18]</sup>,实现所谓的“闪速氰化”。

李学强等<sup>[19]</sup>对浮选金精矿进行了加压氰化浸金试验,试验结果表明,加压温度为 $55^\circ C$ 、压力为0.5 MPa、矿浆浓度32%、加压时间90min、氰化钠用量为17mL、氧化钙用量为2g时,氰化浸出率最高。

德国Lurgi公司<sup>[20]</sup>曾对加压氰化处理高砷低硫难处理金矿进行过研究。所用设备为管式压力反应器,处理量每批10t,经隔膜泵加NaCN,加氧量为 $6 kg/t$ 。反应完后,排出的浸出渣中含金量为 $0.2 g/t$ ,浸出率为98%。NaCN消耗量为 $9 kg/t$ 。

### 3.5 其他强化助浸试剂应用

诸平等<sup>[21]</sup>用自制的SPW型协同氧化催化氰化浸出新助剂,其主要由铵盐、氧化剂、pH调节剂、络合剂构成,氧化剂自制后与工业品复配制得<sup>[22]</sup>,并对秦岭地区金矿石进行了实验室试验和扩大试验。

结果表明,在矿样粒度-38 $\mu\text{m}$  大于 85%,NaCN 用量为 7kg/t,矿浆浓度为 40%,SPW 助剂用量小于 5kg/t 条件下,对金品位为(100 $\pm$ 20)g/t 的金精矿,浸出时间为 4~12h,金的浸出率大于 98%<sup>[21]</sup>(见表 4)。

表 4 SPW 助氰化与常规氰化工艺对比

Table 4 SPW cyanidation compared with conventional cyanidation

分类	常规氰化	SPW 助氰化工艺
NaCN 用量/kg $\cdot$ t <sup>-1</sup>	14	7
浸出时间/h	24-36	4-12
浸出率/%	>98	>98
贫液循环利用	否	可

罗仙平等<sup>[23]</sup>对木质素磺酸钙(SAA)、月桂硫酸钠(SLS)与石油磺酸钠(NJ-20)三种增浸剂(润湿剂)进行了试验,试验条件为:浸出物料细度为-74 $\mu\text{m}$  90%,浸矿浓度为 35%,NaCN 用量为 5kg/t,矿浆 pH 值为 12.3 左右,浸出时间固定为 12h,改变增浸剂或润湿剂的种类与用量。试验结果显示,在浸金过程中,增加增浸剂(或润湿剂)可一定程度提高金的浸出率。

## 2.6 超声强化氰化浸出

超声波强化浸出法(PUL 法)是指在浸出过程中引入超声波,它是目前国内外新兴学科声化学在湿法提取冶金中应用的一部分。超声波能够起到强化浸出作用,主要是由于液相中气泡在特定声波作用下,产生空化现象,形成的空化区,使压力达 101.3MPa,温度时间变化率达 10<sup>9</sup> K/s,并伴有强大冲击度。使固体表面发生局部侵蚀、破坏或清除矿物表面影响浸出的薄膜及化学反应中生成的钝化膜。超声在氰化过程中的主要作用可归纳为以下几项:(1)清洗金粒和矿物表面;(2)破坏扩散层,削弱扩散阻碍作用;(3)破碎空气泡,增加氧溶解常数;(4)促使矿石表面裂隙发育;(5)改善固体表面润滑性。此外也有人认为超声能促进水分子的离解,并加强氧化还原反应过程<sup>[24]</sup>。在超声条件下氰化速率是常规氰化条件下的数倍<sup>[25]</sup>。

罗曾义等<sup>[26]</sup>在实验室中对不同地区的金矿进行试验,氰化钠用量 8kg/t,氧化钙 10kg/t。试验结果表明,在保证药剂量和足够空气量的前提下,采用高强度超声强化浸出黄金取得了较好的效果,与常规氰化相比可提高浸出速率几十倍。

赵文焕<sup>[27]</sup>等进行了超声强化金矿氰化浸出的扩大试验和工业试验,通过研制的强化反应釜进行强化浸出中试试验。试验表明,它可使易浸金矿中

的金强化浸出 0.5h 与常规浸出 22h 金的浸出率相当,浸出率达到 93%~95%。并对难浸混合金矿进行超声强化中试试验,金强化浸出 0.5h,金浸出率较常规浸出 22h 金浸出率提高 21%~24%。

兰新哲等<sup>[28]</sup>利用超声对难处理含砷金矿进行试验,结果表明,超声波对含砷 2.1% 的难处理金矿浸出有强化作用,能够加速金的浸出速度,表观浸金速率提高 3.55 倍。同时使部分被包裹的金暴露出来,使浸出率提高 5%~6%,证实了超声强化浸出并不能从根本上改变原矿物的性质,无法利用超声技术高效处理难浸金矿的可能性。虽然,利用超声强化浸出在实验规模上取得较好效果,但超声浸出设备的研究也有待进一步加强,该技术的投用,其投入与产出效益比还需进一步验证。

## 2.7 外加电场、磁场强化氰化浸金

杨万金等<sup>[29]</sup>在氰化浸金过程中进行了外加电场强化浸金试验,浸出时间为 24h,pH 值为 11,氰化钠用量 8kg/t,氧化钙用量 5kg/t。直流电源输出为 0~10V、电流强度 100A,电场极距 8~12cm。常规氰化浸出与加电场对比浸出的小型试验结果显示,经过加电场强化浸出后,浸出率提高 5%~10%。并在此基础上进行了跨年度的工业生产实践,工业生产实践结果表明,加电场较未加电场的金浸出率提高 5%以上,氰化钠耗量降低了 5%左右,仅两个月的时间,多回收金 3kg,节省氰化钠 6000kg。

邱廷省等<sup>[30]</sup>,对某含砷难处理金矿进行了磁场强化氰化浸出试验,与常规条件下的氰化浸金相比较,磁场对金的浸出有显著的影响。在氰化钠用量、浸出时间相同的条件下,金的浸出率可由 19.91% 提高到 52.99%,增加了 33.08%;在氰化钠用量减少 25%、浸出时间缩短 25% 的条件下,磁场强化浸出的金浸出率仍可达到 48.28%,比常规氰化浸出增加 28.7%。

## 3 结 语

强化氰化浸金技术能有效地提高氰金反应速率、提高金的回收率和降低氰化钠用量,并且该技术在处理某些难处理金矿上有一定的效果。而对于难处理硫化物包裹金矿,在进行氧化预处理后,进行强化氰化浸出也能提高金的氰化速率和浸出率,并能降低氰化物的消耗。

强化氰化浸出其主要的优点体现在以下几方面:(1)在金的氰化浸出过程中,使用化学及物理方法增加了浸出反应速率,缩短浸出时间,对氰化浸出

率和氰化药剂的消耗都有积极的作用。(2)鉴于强化氰化助浸技术可大大缩短浸出时间,并能提高氰化浸出率,此技术可应用于需要提高其处理量的现有矿山和一些由于矿石性质发生变化而导致浸出能力不足的矿山。(3)强化氰化浸金过程是针对目前现有氰化浸出技术情况提出的,从长远的角度,随着资源贫化和选冶水平不断提高的趋势,强化浸出仍具有很大的研究及应用价值。

总之,金的强化氰化浸出技术的发展,应根据不同矿石性质,研究高效的强化浸出试剂和进行先进的工程设备研制,这在未来的金提取回收领域将是一条重要的途径。

### 参考文献:

- [1] 张兴仁. 强化氰化工艺提高浸金效果[J]. 矿产综合利用, 1995(7): 35-41.
- [2] 刘亚川, 谷进川. 金矿氰化浸出强化技术研究[J]. 矿产综合利用, 1999(1): 11-15.
- [3] 刘滨婵, 刘建业, 张淑敏, 等. 氰化浸金中氧化剂的探讨[J]. 黄金, 1998, 19(4): 33-36.
- [4] Habashi F-A. Short history of hydrometallurgy [J]. Hydrometallurgy, 2005(79): 15-22.
- [5] 童雄, 钱鑫. 氧化剂提高金氰化浸出率的热力学判据研究[J]. 有色金属, 1996, 48(3): 75-78.
- [6] Boonstra B. Uber die losungsgeschwindigkeit von gold in kaliumcyanidlosung. Korros [J]. Metallschutz, 1943 (19): 146-151.
- [7] Guzman L, Sgarra M, Chimenos J-M. Gold cyanidation using hydrogen peroxide [J]. Hydrometallurgy, 1999(52): 21-35.
- [8] 陈卫. 浅谈过氧化物助浸氰化提金[J]. 黄金, 1997(8): 35-37.
- [9] 印万钟, 金镜潭. 过氧化钙促浸进行氰化提金的试验及其展望[J]. 有色矿冶, 1996(1): 21-23.
- [10] 赵玲玲. 氧化剂在氰化浸金中的试验研究[J]. 山西冶金, 2003, 26(2): 33-35.
- [11] 金镜潭, 印万忠, 王学猛. 过氧化物对含硫化物金矿石助浸的研究[J]. 国外金属矿选矿, 1997, 34(3): 30-34.
- [12] 杨永斌, 张骞. 重金属强化含金矿石的氰化浸出[J]. 中国有色金属学报, 2005, 15(8): 1283-1288.
- [13] 王越. 重金属强化氰化浸金的动力学研究[J]. 甘肃冶金, 2007, 29(4): 49-53.
- [14] 黄孔宜. 国外提金工艺最新进展[J]. 湿法冶金, 1996(1): 9-18.
- [15] 王丽莉. 富氧炭浸提金工艺在哈德门金矿的应用[J]. 矿冶, 1998, 7(3): 51-54.
- [16] 邱显扬, 杨永斌, 戴子林. 氰化提金工艺的新进展[J]. 矿冶工程, 1999, 19(3): 7-11.
- [17] 黄昆, 陈景. 加压氰化法提取贵金属的研究进展[J]. 稀有金属, 2005, 29(4): 385-389.
- [18] 张兴仁. 氧在金矿石氰化浸出过程的重要作用[J]. 矿产综合利用, 1994(2): 18-24.
- [19] 李学强, 徐忠敏, 冯金敏. 加压氰化提取金银的试验研究[J]. 黄金科学技术, 2009, 17(5): 49-52.
- [20] Pieth H-B. Pressure leaching of ores containing precious metals [J]. Ertmeccall, 1983, 36: 261.
- [21] 诸平, 吴峰, 温普红. SPW 助剂应用于氰化浸金研究[J]. 黄金, 2002(7): 22-24.
- [22] 宋周周, 邓朱平, 温普红. 湿法协同氧化氰化浸出提金工艺新型助剂[P]. 中国专利: CN98112936. 6, 1998-08-06.
- [23] 罗仙平. 氧化金矿石强化氰化浸出的试验研究与工业实践[J]. 矿业研究与开发, 2006, 26(5): 35-36.
- [24] 艾纯明, 王贻明, 吴爱祥. 硫化铜矿的超声波强化浸出[J]. 中国有色冶金, 2010(6): 68-70, 78.
- [25] 伏雪峰. 强化氰化浸出的机理探讨[J]. 有色矿山, 1995(1): 42-47.
- [26] 罗曾义, 邓文海, 刘正元. 超声强化氰化法浸出黄金的研究[J]. 声学技术, 1996, 15(4): 26-28.
- [27] 赵文焕. 超声波强化浸出(PUL法)金生产应用可行性研究[J]. 矿冶, 1996, 5(4): 51-54.
- [28] 兰新哲, 崔学奇. 超声波强化 ML 浸金探索性研究[J]. 有色金属, 2002, 54(7): 121-123.
- [29] 杨万金, 李忠义, 滕永军. 外加电场氰化浸出金精矿的试验研究与实践[J]. 黄金, 1998, 19(1): 40-42.
- [30] 邱廷省, 熊淑华, 夏青. 含砷难处理金矿的磁场强化氰化浸出试验研究[J]. 金属矿山, 2004, 342(12): 32-34.

## Research and Application of Intensifying Cyanide Leaching for Gold

Shen Dazhi, Zhuang Rongchuan, Xie Hongzhen

( Xiamen Zijin Mining&Metalurgy Technology Co. Ltd, Xiamen, Fujian, China)

**Abstract:** The article reviews the research and application of the intensifying cyanide leaching for gold: intensifying cyanations of gold with oxidant, heavy metal ions and pure oxygen; high pressure cyanations cyanations with ultra sound etc. The characteristics of various technical cyanations were discussed. The prospect and development of intensifying gold leaching technology were demonstrated.

**Keywords:** Gold; Intensive cyanidation; Leaching.