

黄金科技丛书

黄金矿石选冶技术集锦

目 录

浮 选

浮 选.....	(1)
金浮选中 SO_2 的应用.....	(9)
浮选机.....	(12)
浮选药剂.....	(39)
硫化矿的电化学浮选—— 水溶液中辉铜矿的反应.....	(69)
硫化矿的电化学浮选—— 辉铜矿—乙基黄原酸盐的相互作用.....	(80)
复杂硫化矿的浮选分离.....	(94)
日本花冈松峰选矿厂.....	(100)

重 选

非砂矿选厂的重选.....	(106)
重砂精矿的处理.....	(121)
用氢氯化法从重选精矿中提取金.....	(124)
赖克特圆锥选矿机—— 联合选矿设备中细粒金回收设备的一项革新.....	(127)

堆浸、炭碳法提金新工艺

采用湿法冶金方法从矿石中回收金银.....	(131)
小采矿公司应用堆浸氰化法获得了新生.....	(136)
从含碳矿石中回收金的工艺.....	(146)
“金色阳光”矿业公司的选矿.....	(154)
浸出金、银的凯麦尔 (Kamyr) 工.....	(158)
国外用堆浸法处理贫的含金矿石的经验.....	(164)

用硫代硫酸盐浸出硫化银的化学原理的研究.....	(168)
用硫代硫酸钠提取矿物原料中的工艺合理性.....	(180)

难处理矿石

从低品位矿石中回收金属的方法.....	(184)
金和银的冶金回收.....	(190)
难处理矿石与硫化矿石的处理方法.....	(205)
从沉积的含金矿石中回收金的方法.....	(211)
难选银矿石的处理方法.....	(215)
含于氧化物内的有色金属的溶解方法.....	(224)
难选硫化矿的处理.....	(231)
用于回收金和铀的工业型强磁场湿式磁选机的性能.....	(237)

分 析

用聚氨基甲酸酯泡沫吸附剂回收碱性氰化物介质中的金.....	(247)
在冶金和矿石分析中 X—射线荧光分析应用的进展.....	(250)

浮 选

引 言

浮选是硫化矿选矿广泛使用的方法，也是与硫化矿物共生难以回收金的适用方法。当代金的产量起码有90%是用浮选法生产的。

浮选回收率对许多因素是敏感的，包括：

矿石中有用组分的赋存状态

粒度特性

细粘土和页硅酸盐的含量

精矿粒度和选矿对品位要求

药剂选择及药剂用量和浮选作业参数排列

在通常情况下，当通过课题调查试验后着手浮选时，常常把复杂的概念和数学式迅速丢开，而选择适宜的工艺从矿石中回收金银。RANDOL 尤其相信试验室试验结果及试验者的经验数据。

1982年ALLISON、DUNNE 和 DE WAAL提出一篇关于南非从金矿残渣中浮选金和黄铁矿的优秀调查文章，它列出了影响金和黄铁矿回收的许多因素。该文指出，在南非有19个浮选厂处理含金矿石，其中在东德兰士瓦有三个厂是砷黄铁矿—金—黄铁矿精矿，十二个处理尾矿（六个来自残堆，六个来自当时生产的尾矿）

安装和应用浮选工艺成本不是很高的，不过浮选生产的精矿要求进一步处理才能生产出金、银。

常见的浮选金回收率一般在30—90%，它与浮选给矿的可浮性有关。一些金矿物常常不能用浮选法回收，不是浮选法不顶用，而是矿物本身所具有的可浮特性差异程度所造成的。

ALLISON 等人（1982）对 Witwatersrand 矿区调查表明堆存尾矿浮选金回收率较比金品位较高的原矿浮选金回收率要低得多。Witwatersrand 矿区大多数选矿厂向着生产硫酸厂原料的高品位硫精矿的方向发展，而不单纯追求最佳金回收率。

浮选设备、技术和药剂有许多发展可用于金的生产，其中提供如下几点：

浮选设备

金银的浮选回收

药剂

浮选设备的控制

予先氰化之后， SO_2 通入金浮选

装运浮选精矿
浮选试验设备

浮选设备

采矿杂志(1982年1期)登载了由英格兰、埃普索姆的一位有独特见解的顾问——MR PETER YOUNG 发表了一篇关于浮选设备的评述。该文提供许多浮选效能概要,其中许多性能都进行了高度地改革。

最新趋向是少量超过1000立方英尺的大浮选槽代替许许多多的小浮选槽,加拿大Cu—Pb—Zn选矿用这些大浮选槽获得了良好效果,凡安装大浮选槽的地方回收率和精矿品位均获得改善。

CHURCHILL 和 DEGNER (1982)描述了大浮槽的结构和操作。

大浮选槽销售处在美国加利福尼亚95813 15619邮递信箱

Envirotentco 协会 Wemco 营业部

接洽人 M、Churchill

首席咨询冶金学家研究和发展协会付会长 V: R Degner

电话: (916) 444—71600

包括

佛罗利达80216 Dener

邮递信箱 16573

Outukumpu 工程

联系人 jorma platan

经营、选矿

电话: (303) 893—5476

大型浮选机的优点是:

- 1、提高了浮选机的处理能力,即提高了吨/小时呎³的能力。
- 2、改善功率(吨/小时能力高)
- 3、操作过程简单

有趣的是少数几台普通的大尺寸浮选机也是有效的,其中一台1200立方英尺马克斯威尔槽正在魁北克稳定运转。

loutel 地区

Agnico—鹰徽矿山有限公司

联系人 R. Jugoon, 矿山管理员

1981年 MCQUIST ON 和 SHOEMAXER 阐述了这种设备,他们指出该作业是北美金生产者1980年耗资最低的作业之一,每两黄金费用113.9美元。一台1200立方呎浮选机作粗选,每天处理1090吨,接着是12台100立方呎(2.8立方米)Dener浮选机精选。

金和银的浮选

可用各种结构的浮选机回收金银,这说明浮选法的可靠性和灵活性。

- 1、难处理的金银矿物选入精矿，由于它的体积小可便于进一步处理，如焙烧等。卡尔古利矿的黄碲矿—黄铁矿型矿石和 Barberton 矿的砷黄铁矿矿石就是例子。
- 2、从 Witwatersrand 金铀湿法冶金厂的生产尾矿和收集的尾矿中浮选黄铁矿增加了金的回收。五个南非选厂浮选回路的通常摆布由 ALLISON 等叙述于后。
- 3、Hartebeestfontein 金矿和 Venterspost GM (金矿区) 金矿以及另外两个 Witwatersrand 金矿在磨矿回路中用浮选进行初步富集取得良好效果。
- 4、ALLISON (1982) 清楚地指出为了得到高品位硫精矿，精选粗精矿时金回收明显下降。浮选精矿硫的极限限制了 Witwatersrand 矿金的回收。降低黄铁矿硫品位将导致粗、细粒级金回收率的改善。这就要求更加注意现厂老尾矿中细粒金的回收，为接受较低品位黄铁矿精矿可设计沸腾层焙烧。
- 5、Emperor 金矿在选出黄铁矿精矿之前采用不同的浮选工艺先选出金碲精矿。
- 6、浮选法可用来从含原生黄铁矿的重选精矿选出游离金。
- 7、锌冶炼厂的浸渣中银硫化物可选入浮选精矿。
- 8、为从磨矿产品中选出金——黄铁矿精矿而采用浮选法。作为获得更高回收率的一种手段磨矿产品可以更细和更彻底的氧化。西澳大利亚菲米斯敦地区卡尔古利采矿联合公司的 Mount Charlotte 流程就是一个例子。
- 9、ALLISON 等人发现粗磨产品金、黄铁矿的浮选速度比尾矿快。因此，粗磨产品要求浮选停留时间较短（即槽总容积较小），要求较短的精选过程。
- 10、最大改革之一是炭浆法的应用，Buffels-Fontein 黄金采矿公司搞了低pH浮选，它把细粒活性炭加到金选厂精矿滤饼中，为了回收铀，滤饼再调浆酸浸。最后，铀尾矿调浆浮选回收荷载残留金的炭，并与浮选精矿一起继续焙烧和浸出。更详细的介绍见本报告附录。

pH 值对金银浮选的影响

典型的曲线图表明金、银浮选率受pH值变化的影响，这是在约翰内斯堡的金矿区研究室提供的。关于他们用浮选法回收金试验工作的更多消息和咨询服务可直接从金矿区采矿和开发有限公司获得。

南非

南峪2125

金地金矿和发展有限公司

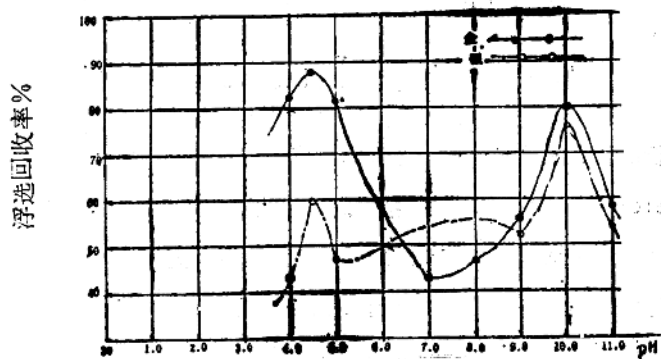
邮递信箱 85582

联系人：管理员 Ron Snodgrass

电话：(011) 680—3466

条件: 细度: 90%—200目
浓度: 40%

甲黄药: 0.5磅/吨
起泡剂: 松油



酸性介质

碱性介质

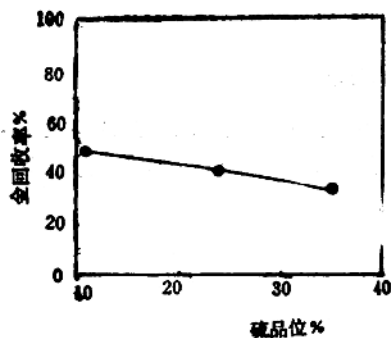
硫酸

碳酸钠

资料来源: 金矿区采矿和开发有限公司。

日期: 1981.8.19

金银浮选回收率与 pH 值的关系



精选对从尾矿中浮选金的品位和回收率的影响

处理矿石的品位, 回收率和产量

各生产厂家处理的矿石

厂家	老尾矿	氰化残渣 (生产)	采出的原矿
东Transvaal	0	0	3
Johannesburg	1	0	0
Carletonville	1	1	1
Klerksdorp	1	3	2
Welkom	3	2	1
原矿品位			
金 克/吨	0.4~0.6	0.25~0.5	3.0~12.0
硫 %	0.5~1.4	0.70~1.70	0.5~1.2
回收率%			
金	25~55	20~35	75~85
硫	50~85	60~85	80~90
产 量			
金 公斤/月	800	160	1100
硫 吨/月	26000	11000	4600
大约处理量 10 ⁶ 吨/月	1.4	1.3	0.5

资料来源 ALLISON 等 (1982) Johannesburg

很多金浸渣中残留氧化物, 但是根据 BALL 和 RICKARD 观点, 当 pH 值小于 5 硫醇捕收剂失去作用时残留氟化物影响降低。为了提取铀, 许多选厂对尾矿进行酸浸, 然后进行浮选。不酸浸时, 在 pH 值为了 3—4 条件下, 调浆时间长一些是必要的, 这样做或许会清除变暗的黄铁矿表面并破坏残留氟化物, 可望获得满意的回收率。

浮选药剂

不难了解, 浮选药剂总是要稍微过期, Den'er 设备公司主要冶金学家汇编了浮选药剂评价。这篇有用的文件再登此处, 以供参考。

最近已经公布了另外一些新药剂, 并对其效果进行了评论, 其中的几种已经应用了一段时间, 叙述如下。

1、在津巴布韦, LONRHO 把金选入黄铁矿浮选精矿中, 然后氰化浸出, 再用炭浆法回收金。他们发现 Dow 氏起泡剂干扰了炭对溶金的吸附。在生产过程中 Dow 起泡剂被 TEB 起泡剂取代, TEB 即包威尔起泡剂。

TEB 是醇的衍生物的一种合成剂, 由南非国立化学品 Division Sentrachem 有

限公司生产。

在南非、铜带、扎伊尔、南美和加拿大，国立化学品 D、S 有限公司大约提供了世界起泡剂需求量的25%。国立化学品有限公司还制成了一种加速浮选过程的起泡剂。

2、黄铁矿的浮选特点已被确定，个别硫醇扑收剂随pH值的增加黄铁矿回收率降低。但是在低值（4左右）时，在 Witwatersrand 处理尾矿的大部分选厂，所有的硫醇都是有效扑收剂。在低 pH 值条件下黄药不稳定，导致选择硫醇苯噻唑和黑药。这种类型的扑收剂对金的扑收比黄药要好一些。

3、1969年ASHURST和FINKLSTEIN报导过硫醇类扑收剂对精矿下一步氧化起有害作用。文章认为这是由于金被包裹的结果。如果氰化前精矿焙烧，硫醇扑收剂被破坏。1982年ALLISON 等人所介绍的可选取的方法是胺扑收剂，根据LEVIN 的观点(1970)在高pH值下使用胺扑收剂不妨碍金的氧化。1982年 ALLISON指出西Witwatersrand 矿浮选精矿中金回收率为 78%，使用的扑收剂为胺类扑收剂，药剂配比为45%。

ALLISON 断定作为金和黄铁矿扑收剂在 pH值超10以上粗粒浮选时胺类扑收剂象黄铁矿一样有效。胺类扑收剂具有不抑制氰化浸出金的优点。

4、1982年 MENNE 本人已经证明如果用炭浆法提金有的胺能增加炭对金的吸附。

5、PHILLIPS 石油公司已研制出一种药剂，即他们所说的 ORFOM CO800，他们认为这种药剂是硫化物特别是黄铁矿的特效药剂。

大剂量药剂抑制黄铁矿。

该药剂的优点是完全水溶，这是环境所能接受的。

RANDOL 没有得到为试验而要求制造这种药剂的任何明确消息，更多的消息可向菲利卜斯化学公司索取。

俄克拉何州 74004 Bartlesville

309 小街 菲利卜斯化学公司

联系人：罗伯特、M、Pariman

电话：(918) 66—6600

电报挂号：49—2455

电信打字电报局：910841—2560

6、澳大利亚冶金学家，GEORGE COMPTON 用马克斯威浮选槽对浮选再磨产品精选获得了高品位金精矿。使用的药剂是槐子油、付产丁基黄药、Crysitic 酸、硫酸铜0.5磅/吨。

这些药剂是浮选期使用的药剂。pH值和其他浮选条件还不清楚，但是，必须获得好的结果。

7、在西澳大利亚Paris矿、自然金和黄铜矿共生，GEORGEMUSKET矿长监督生产，精矿中获得高的纯金回收率，这是因为在矿浆中使用了KMnO₄抑制了金以外的所有矿物。试验室试验获得品位为17%的金精矿，后来工厂获得28.5%的金精矿，这是

可能的。

8、S. K de KOK (RANDOL 专题组1981) 描述了只加起泡剂不加 朴收 剂, pH 值为10, 浮选摇床精矿, 获得特别高品位的金精矿。

9、Lonrho的 Athens 矿为了在浮选处理炭尾矿时从滑石和粘土矿物中选出金, 在抑制剂之前添加一种分散剂使金从滑石和粘土中分离出来。Lonrho 的 JAN BLACK把这一点记入津巴布韦Harare 中。

10、Depramin 是 AKSO 有限公司子公司提供的一种页硅酸盐、碳酸盐高选择性抑制剂。Depramin 只吸附在该级别脉石矿物的表面上(包括蛇纹石、滑石等), 并能改善真空过滤效果, Depramin 在冷水中也易溶。

关于 Depramin 的用法的小册子可由下述地点索取:

加拿大 T 6 E 2 Y 4

Edmonton Aiberta

5830第87号街

Hollimex 产品公司

电话: (403) 465—6111

11、Trochem 公司生产了一种产品, 这种产品抑制页硅酸盐(滑石、蛇纹石、粘土等)以及云母。关于这种药剂的细节请向卖主索取

南非 Wadeville, Transvaal

邮递信箱 14032

Trochem 公司

联系人: Mr. Murdoch Mckenzie

普通管理员

电话: (011) 34—2457

12、石墨有时是金选厂的一个问题。在津巴布韦, 细磨产品加糊精抑制石墨已获成功。在这方面应用的一个例子是 Commoner 矿, 该矿属于 Falcon Miles 集团。详细资料索取单位是:

南非: 马歇尔镇2107

非州勘探有限公司

邮递信箱 61661

集团冶金学家 G. Frank Bainbridge

电话: (011) 833—5842

13、南非 Hartebeestfontein 金矿开工两个选厂回收 Witwatersrand 矿石中的金和黄铁矿。他们试验了几种朴收剂并找到一种就地制造 n——丙基黄药的方法, 它用去了大量的试验时间。另外试验了乙基、异丙基及丁黄药。药剂耗量为 60 克/吨, 药剂浓度是4.8%。

n——丙基黄药卖主是南非 Karbochempty 公司。这种朴收剂在 pH 为 10.8 时与硫酸铜活化剂, 艾罗25号浮选剂和道氏250起泡剂一起使用。

14、作为锈蚀金的活化剂硫酸铜受到高度重视。

15. 在高 pH 值下石灰为云母状粘土的抑制剂, 虽然石灰能提高黄铁矿的回收率, 已经发现过量的石灰抑制 Hartebeestfontein 的金。GISLER 证明石灰是黄铁矿抑制剂。

16. 还发现硫酸抑制石英, 在稀矿浆浓度时有助于金的回收, 高浓度时无效。

17. 为优先浮出碲化金精矿, 斐济恩佩罗尔金矿使用 Teric 402 起泡剂, 不使用其他药剂, pH 值用石灰控制在 9。再用碳酸钠把 pH 调到 9.5, 使用多种捕收剂回收金——黄铁矿。

18. 在低 pH 值下黄铁矿可被 KMnO_4 有效抑制。在 pH 为 6.5 时, K_2CrO_7 和 K_2CrO_4 也能抑制黄铁矿。

冯国臣 译自《兰道尔国际有限公司调查报告》

张淑兰 校

金浮选中 SO_2 的应用

恩佩罗尔金矿

斐济的恩佩罗尔金矿，在尾矿排除之前用焙烧炉炉气中的 SO_2 进行处理，以破坏氰化物、这并不是 SO_2 原来的用法。从下面A.J.斯蒂尔（1953）的一篇文章的摘要中，表达了一项能提高金的浮选回收率的重要技术。

“浮选尾矿中散失的易选矿物，其表面涂敷着很细的氧化矿泥层，在予先氰化系统中，由于受到石灰和氰化物的作用，而凝固极不易挥发。必须找到一些方法，除掉附着的薄膜，并使浮选矿浆中的石灰进行扩散。浮选前，矿浆用精矿焙烧炉的 SO_2 气体进行酸化，是选定的最经济而成功的方法。

虽然进行酸化的主要原因是为了净化矿物，提高浮选回收率，但经过数月的生产实践，表明它还有第二个作用。留存在予先氰化的过滤饼中，每吨约有0.20英钱（1英钱= $\frac{1}{20}$ 盎司——译者注）溶解金在酸性充气系统和浮选系统中沉淀下来。

用气体二氧化硫充气，接着进行可控性的充气，使溶解金差不多全部得以沉淀在矿物上，连同精矿一起回收。车间在可控制的条件下应用焙烧炉气对络合金矿石充气的方法，是对冶金学一项有价值的贡献。在实验室和工业规模中的进展详情，已由实验师J.柯勒里亚斯和E.K.彭若斯于1942年发表，后来在卡尔古里金矿确定实际应用。E.K.彭若斯1948年作过阐述。”

SO_2 工艺

试验表明每吨焙砂需要20—30磅硫酸，以便和氰化浸出过的焙砂浸渣一起，对予先氰化矿浆进行满意的调节，达到较好的浮选。炉气 SO_2 提供的廉价的酸物来源，使矿石的处理更加经济。

已经肯定，如果无污染的将黄铁矿磨细，并在氰化液中与纯金溶液相拌合，则所有的金在适当时间之后都沉淀下来，进而可以将其过滤，或与矿物一起浮选出来，最后剩下贫液。在这一过程中，用 SO_2 充气后，矿浆中的矿物即在Devereux搅拌器中被酸净化，接着可以在浮选中收集溶解金，这部份金是在予先氰化段的滤渣中散失的。

充气的控制至关重要，这可通过调节通气管中的蝶式气阀来达到控制的目的。送至气塔中的矿浆浓度必须极为接近所规定的数字，同时当气体有变化使温度发生变化时，气管中的高温计即向外面的浮选操作员发出提示进行控制。

50 CC.的溶液试样是从取自气塔排料的矿浆试样中每小时过滤出来的。Devereux搅拌器的排料及浮选给料矿浆，用浓度为0.10N的碘溶液滴定，提供出极好的控制方

法。

当矿浆进抵浮选机时如果 Devereux 搅拌器的搅拌将 SO_2 的含量至少减抵到0.4 CC 的碘时, 就应尽可能多的使用 SO_2 气体, 这是主要任务。

该工艺的优点如下:

- 1、占很大百分比的**氧化矿**能得到很经济地处理。
- 2、减少浮选药剂消耗至少50%左右。
- 3、从焙砂浸渣中可以回收额外的金, 特别在含量高的情况下。
- 4、免除对焙砂分别进行很昂贵的浓缩过滤及附带的溶液解金的高度损失。
- 5、每吨溶解损失可降低到0.01~0.02英钱
- 6、由于在预先**氰化**的浸渣中不必担心会增加溶解损失, 因而可能改变原有的浓密系统, 即从两段洗涤浓密变为一段, 这样用多余的浓密机来增加最初的浓密能力和一段洗涤浓密能力。

兰道尔进行过观察; 在有铜、炭、存在的情况下降低了 pH值和 SO_2 , 金的沉淀过程事实上由于受到**氰化物**的破坏而加速, 这种破坏能使金在洁净的黄铁矿表面加速沉淀, 也能在矿浆中的活性炭粒子上沉淀, 这是自然存在的, 或者也可能是在焙烧淬火的过程中产生的现象。

湖滨矿山公司

多尔与波士奎 (Dorr & Bosqsui) 一书 (1950, 303页) 描述了20世纪40年代末期安大略省湖滨矿山公司在**氰化**浸出矿浆细磨到 90% 以上- 325 目以后浮选回收硫化精矿中的残留金。将第一次**氰化**浸出的滤饼重新制浆, 送到三个串联的调节槽, 第一个调节槽用来混合从该地区其他两个选厂订购的尾矿。

接着通过在特制的喷射室内与 SO_2 炉气接触, 将 pH 值调正到7.0。用适量的药剂调节矿浆, 浮选硫化物。

矿石中仅有1.5%的硫化物, 浮选的给料实际上都为-325 目 (40%为-10微米)。然而不管这些情况如何, 也不管有细微的杂质存在, 浮选尾矿或选厂最后尾矿的含硫量将减低到0.095%。

据发现, 浮选精矿必须在 2 台30英尺的超级浓密机内浓密到63%的固体, 以达到对极细的硫化物进行有效的过滤。

这里有一个参考资料, 是关于使用 SO_2 去调节 pH 值很高的**氰化**矿浆, 使黄铁矿可以回收。一种解释是认为**氰化物**是以HCN 的状态被分离出来, 这是降低pH值的结果。另一种解释认为, 可能是在有小量铜 (加入或矿石中存在) 的情况下, **氰化物**被 SO_2 破坏了。

湖滨矿山公司的浮选药剂是:

H_2SO_4 (作为 SO_2 使用)	每吨11-13磅	加入于喷射塔内
CuSO_4	每吨0.10磅	加入于第一个调节槽内
松木油	每吨0.025磅	加入于调节槽和浮选槽
R-301号黄药	每吨0.1磅	送至浮选槽前先送至调节槽

湖滨矿山公司采用这项工艺可以使金的回收率由预先**氰化**法的96%增加到97.5%,

增加的部份是通过在氰化处理焙烧后的浮选精矿中回收额外的金来实现的,这种浮选精矿则是在这一工艺过程的末尾阶段中回收进来的。

从含有黄铁矿和碲化物的未经氰化的矿石中回收的浮选精矿,对它的焙烧,并不能生产出适于氰化而获得比予先氰化更满意的回收率的产品。氰化尾矿中多达60%的残留金,经 SO_2 充气后都沉淀下来进行回收。(“多尔及波士奎”1950, p153)。

无活动部件的浮选槽

由西德公司研制的气动圆柱形浮选槽,最初用于煤矿。这种槽子没有活动部件,据说用于细颗粒矿石,效果特别好。有一个册子因对这种槽子进行过介绍,所以现在列举出来。虽然据兰道尔所知,直到今天还没有作过对金或硫化物的回收试验。

超细颗粒的浮选

阿里逊埃特沃尔(1982)指出,2—3微米的细金颗粒本来不能浮起,问题是由于存在着细页硅酸盐和叶蜡石,引起了疏水性的潜在差异。随着更经济的方法能实现矿石或精矿的超细磨矿,因而超细颗粒浮选的可能大为增加,本报告第一部份所说的NA-GOM浮选槽,就是用来进行超细颗粒的浮选。

NAGAHAMA(1974)曾报道过由Mitsui研制的Nagahama浮选机,该机是用于进行超细颗粒如化学沉淀物等的浮选。Grieves et al(1969)也报道过络合氰化沉淀物的浮选。

浮选精矿的脱水

浮选精矿在进一步加工和启运之前需要脱水。在大多数情况下,含水量越低越好,因为特别潮湿的货物,运费要加价。

在过去几年里,有两种浮选精矿的新脱水设备受到广泛的重视,一是由Outokumpu制造的Larox压滤机,一是由日本制造、由Ingsol Rand公司供应给北美的Lasta压滤机。Outokumpu提供了印象深刻的现场试验装置和实验规模的压滤装置,使用他们的装置进行脱水以试验其压滤机型号的性能。Larox压滤机已大量卖出用以对广泛的物料(包括许多硫化精矿在内)进行脱水。1982年在NWT大黄刀的Cominco Con矿安装了一台Larox压滤机,用于对三氧化砷的过滤。

在新Brunswick的Bachurst, Brunswick采掘与冶炼有限公司的NESSET报道了对铜、铅、锌和混合精矿使用Larox自动压滤机进行的大量的脱水性能试验。结果表明压力过滤产出的最终滤饼水分为6—8.5%。根据这个结果,打算节能78%超过现代脱水作业标准。

上述Larox过滤机的过滤能力是,对黄铁矿精矿的脱水到7.4%的水为0.28吨小时/米²,对新Brunswick的铜精矿的过滤能力则为0.6吨/小时/米²

袁俊钜 译自《兰道尔国际有限公司调查报告》

赵国良 校

浮 选 机

浮选是一个重要的矿物分离过程，已经远远超过了50年。人们希望：现在的浮选机设计如果按最早的原理推导出的原则选择各种应用，将会达到一个最高的水平。事实不是这回事儿，浮选机的设计和它们的应用常常是经验和判断相结合的问题，且必然带有偏见成分。

各种各样的浮选机的设计是适用的，在这篇文章中介绍了大多数现时的典型设计，也讨论一些新设想。

在许多商品矿石实际价格降低而燃料成本增加的高利率年代，对任何一个生产过程，选择大多数合适设备比过去更为重要。遗憾的是，对每一种新的泡沫浮选设备要做到设备的最优选择并不存在一个推理的方法。最好的和最差的选择中间差别可能是很大的，特别是对于涉及到异常细或粗的物料的浮选过程、体现新工艺的化学浮选过程、或与现在浮选厂主要趋势不同的浮选过程。

为协助浮选机的选择这里讨论了不同设计的某些方面。

浮选机类型

现在使用的浮选机可分为四类：

1) 机械的。这是最普通的型式，以机械驱动叶轮搅拌矿浆和分散进入其中的空气为特点。每个叶轮在它的容器中产生近于理想的混合。在一列浮选机中有几个叶轮是正常的。在这一类中又分两种：

a) 矿浆流动型。“槽—槽”串接式浮选机在每个叶轮中间有堰槽，而“敞流”式浮选机没有。

b) 充气型。“加压”浮选机由一台鼓风机充气。“自吸式”浮选机利用叶轮产生的低压引入空气。

2) 压气的。在这类浮选机中没有叶轮，靠压缩空气搅拌或吹入矿浆。

3) 泡沫分选机。在这一类中给矿是从上部引入到泡沫床，而不给入矿浆区。

4) 浮选柱。浮选柱的主要特征是气泡流动方向和矿浆流动方向相反或是矿浆和清洗水反向流动。

仅有少数几种浮选机没有划分到这几类中去。

机械和压气式浮选机已经使用了几十年，而泡沫分选机和浮选柱仅约20年。机械浮选机统治工业已经许多年，特别是在西方。压气型现在很少看到，浮选柱和泡沫分选机尚需得到广泛承认。它们在苏联使用的比在别的地方多得多。

机械浮选机的优势是工业实现的可能性比设计的优越性大，主要的西方制造厂只制

造这种型式，而且大多数的浮选工程师精通这种浮选机。更新的设计被投入有限的地区和有限的商品范畴，并且由于缺乏参考设备而遭到了其它地区的抵制，没有人愿做潜在损失的机器的买主。由于对浮选机结构不完全认识和产品发展速度非常慢，因而增加了守旧性。例如，在电子方面的许多发明必须等待20年才被承认。

设计发展

1976年哈里斯 (Harris) ^[1] 提出了一个很综合的浮选机的评论。哈里斯写的创造设计这里以“新”的表示。以下介绍这些新的和一些比较有趣的仍可使用的旧设计，通常不包括半工业或试验厂的小型浮选机在内。

机械浮选机

最近几年，研究了新的浮选机并修改了许多旧的设计。新设计被设想成具有一些特有的工艺优点（最好的空气分散、最佳的细粒浮选、降低药剂消耗等等），对现有浮选机的修改大多数是企图降低总成本，使用新材料或纠正一个设计的缺点。

用如下方法降低成本是成功的。

——使用大型浮选机。当浮选机尺寸增加时，由于机器重量和建筑物容积减小，降低了工厂投资费用，比较少的浮选机组和传动机构，意味着比较低的电费和药剂消耗量，较少的过程控制器、泵和管道等。由于低功率消耗，减少了维护和操作人员，降低了磨损部件的总费用，因而降低了经营成本。

——浮选机重新设计。现代的机器一般比以前的结构简单、容易维护、造价便宜。

现代的材料如铸造和喷涂的聚氨酯、丙烯酸橡胶板、陶瓷和磨光化合物等能增加保护作用，以防止磨损、腐蚀和浮选药剂的作用。

第一种机械浮选机属于“槽—槽”串接式。它们与福雷斯特 (Forrester) 压气式浮选机相比是复杂的，而且还引出了“敞流”的概念。约在30年这个时期内，这两种形式的浮选机谨慎地发展到一个单槽容积约2.8米³ (100英尺³)。就这一点敞流浮选机是占优势的，理由是：

- 结构简单，价格便宜；
- 维护简单；
- 粗颗粒能很好悬浮；
- 比较高的单位处理能力。

机械浮选机主要特性

表 1

商品名	型 号	槽 子 内 部 尺 寸							风机 单位空气 流量 米 ³ /分 米 ³ /米 ³ 要求浆 (4)	叶 轮 功 率		叶 轮 规 格		
		长 L (米) W (米) ⁽²⁾	宽 D (米)	深	矿浆 体积 (米 ³) ⁽³⁾	表面积 (米 ²) ⁽³⁾	单位面积 (米 ² /米 ³)	单位长度 (米/米 ³)		电 机 (千瓦)	单位功率消耗 (千瓦/米 ³) ⁽⁵⁾	直径 Φ (米)	纵横比 2Φ L + W	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
流 量														
阿克尔 (Aker)	FM-1	1.00	1.00	0.75	0.75	1.00	1.33	1.33	要	1.5		1.7-2.0	0.23	0.23
	FM-2	1.45	1.45	1.00	2.10	2.10	1.00	0.69	要	↓		1.5	0.31	0.21
	FM-5	1.90	1.90	1.40	5.10	3.61	0.71	0.37	要	↓			0.38	0.20
	FM-10	2.40	2.40	1.80	10.4	5.76	0.55	0.23	要	↓		1.4	0.51	0.21
	FM-20	3.00	3.00	2.25	20.3	9.00	0.44	0.15	要	↓			0.70	0.23
	FM-40	3.75	3.75	2.85	40.0	14.1	0.35	0.094	要	11		1.1	0.85	0.23
布茨(1) (Booth)	48	1.22	1.22	0.61 ⁽⁶⁾	1.1	1.49	1.35	1.11	不要	8	5.5	4.1	—	—
	66	1.68	1.68	0.84 ⁽⁶⁾	1.8	2.82	1.57	0.93	不要	↓	11	4.9	—	—
	96	2.44	2.44	1.22 ⁽⁶⁾	6.4	5.95	0.93	0.38	不要	↓	30	3.8	—	—
	120	3.05	3.05	1.52	14.2	7.30	0.65	0.21	不要	↓	45	2.5	—	—
丹佛D-R100 (Denver)	100	1.53	1.57	1.21	2.8	2.46	0.88	0.56	要	1.4	11	3.1	0.61	0.39 ⁽¹⁰⁾
	180	1.82	1.82	1.62	5.1	3.31	0.65	0.36	要	1.0	15	2.4	0.69	0.38 ⁽¹⁰⁾
	300	2.23	2.23	1.82	8.5	4.97	0.58	0.26	要	0.9	22	2.1	0.84	0.38 ⁽¹⁰⁾
	500	2.69	2.69	2.01	14.2	7.24	0.51	0.19	要	0.8	30	1.7	0.84	0.31 ⁽¹⁰⁾