第1期
2000年2月

矿产保护与利用
CONSERVATION AND UTILIZATION OF MINERAL RESOURCES

№.1
Feb. 2000

含金多金属硫化矿铜铅分离的研究*

张艳娇，郭保万，管永诗，赵平
（郑州矿产综合利用研究所，郑州，450006）

摘 要：通过对某含金多金属硫化矿铜铅混合浮选工艺的研究，可获得适宜的Cu－Pb混合精矿，从而在摇床上顺利实现铜、铅分离，获得合格的铜精矿与铅精矿。

关 键 词：混合浮选；摇床；铜铅分离；含金多金属硫化矿
中图分类号：TD952.9 **文献标识码**：A **文章编号**：1001－0076(2000)01－0027－30

A Study on Cu－Pb Separation of a Gold－containing Poly－metallic Sulfide Ore

ZHANG Yan－jiao, GUO Bao－wan, GUAN Yong－shi, ZHAO Ping
(Zhengzhou Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, Zhengzhou, 450006)

ABSTRACT By the research about Cu－Pb bulk flotation technology of a gold－containing poly－metallic sulfide ore, the suitable Cu－Pb bulk concentrate can be gained. Then Cu－Pb separation can be successfully applied to the bulk concentrate by shaking table, qualified copper concentrate and qualified lead concentrate can be obtained.

KEY WORDS bulk flotation, shaking table, Cu－Pb separation, a gold－containing poly－metallic sulfide ore

对含金多金属硫化矿的综合回收，除单体粗粒金需用重选法单独回收外，中细粒金则大多随硫化物富集回收。因而通过选矿能获得含杂不超标的各硫化物合格精矿就成为技术关键。尤其当硫化物为嵌布关系密切的方铅矿与黄铜矿，且又含有少量氧化铜矿物时，进行有效的铜铅分离以获得合格的铜精矿与铅精矿则成为至关重要的问题。

1 矿石性质

河南省西峡县某金矿含金6.11g/t、银111.0g/t、铅4.34%、铜1.00%、硫7.02%，除金、银外，铜、铅、硫均应综合回收。矿石氧化程度较低，为一原生含金硫化物石英脉型矿石。金矿物为自然金、银金矿、金银矿，呈不规则粒状、枝杈状、长条状、片状，一般粒度为0.1～0.02mm。主要以粒间金为主，裂隙金、包体金少量。金的主要载体矿物为黄铜矿、方铅矿，次为黄铁矿。金、银将主要依托硫化矿物的富集来回收。

原矿铜物相分析表明硫化物中的铜占97.03%，其余为氧化物中的铜。铅物相分析显示硫化物中的铅占92.77%，其余为碳酸盐中的铅。矿石中的铜矿物主要为黄铜矿，呈他形粒状，部分黄铜矿边部被斑铜矿、铜蓝、辉铜矿交代，部分与方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿连生。粒级大于0.5mm占52.59%，大于0.074mm占91.34%。其中常含有方铅矿微小包体。

矿石中的铅矿物主要为方铅矿，呈大片

* 收稿日期：1999－12－01
作者简介：张艳娇(1967－)，女，河南灵宝人，选矿工程师，主要从事选矿试验研究。

万方数据

集团状产出，也有部分呈稀疏浸染状分布在脉石中，方铅矿与黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、石英等密切交织在一起，其中常包裹有黄铜矿、磁黄铁矿，粒度大于 0.5mm 占32.38%，大于 0.074mm 占 86.61%。

由原矿性质可见，方铅矿与黄铜矿紧密共生，再加之少量氧化铜矿物的活化作用，使得方铅矿与黄铜矿可浮性非常接近。在探索了大量的优先浮选方案与混合浮选再浮选分离方案后，发现均难以将方铅矿与黄铜矿有效分离。最终选择了铜铅混合浮选，混合精矿再重选即摇床分离的方案。

方铅矿比重为 7.5，黄铜矿比重为 4.2，等降比 $e=(\delta_{Pb}-1)/(\delta_{Cu}-1)=2.03$，属较易分选的范围。

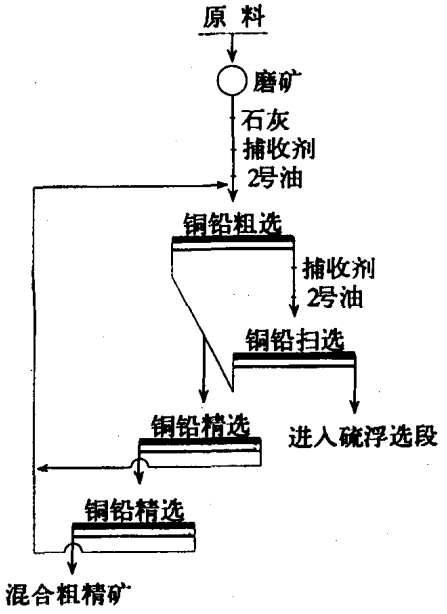

图 1 铜铅混合浮选原则流程

2 混合浮选试验

摇床分离的是铜铅混合浮选所得精矿。本试验研究发现，虽然铜铅分离使用摇床，但摇床最佳条件一经寻得，影响最终精矿指标的不是摇床作业本身，而是铜铅混合浮选所得之混合精矿。只要混合精矿中铜铅品位及比例适宜，作为调节因素的黄铁矿含量又适中，分离作业即可顺利完成。混合浮选采用图 1 原则流程。为确定 Cu、Pb、S 三者合适的含量关系，进行了一系列条件试验。

2.1 石灰用量试验

由图 2 可见，随着石灰用量的增加，混合精矿中 Cu、Pb 品位升高，S 品位降低。

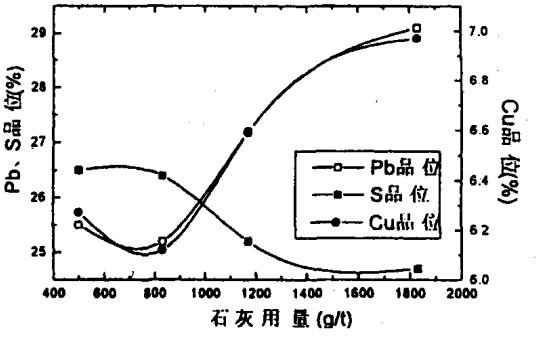

图 2 石灰用量与混浮粗精矿中 Cu、Pb、S 品位的关系

2.2 捕收剂种类试验

不同捕收剂对方铅矿、黄铜矿、黄铁矿捕收能力各不相同，所得混合精矿中 Cu、Pb、S 比例含量也就各异。本试验对三种不同类型捕收剂进行比较，这三种捕收剂既有单一药剂，也有混合药剂，并且各自进行用量条件试验。最终使用 A 类，可得混合精矿 K_A，含 Cu6.40%、Pb24.36%、S34.80%；使用 B 类，可得混合精矿 K_B，含 Cu7.51%、Pb29.11%、S33.13%；使用 C 类，可得混合精矿 K_C，含 Cu8.54%、Pb 39.81%、S23.69%。

2.3 磨矿细度的选择

摇床作业有分选粒度下限，因而应控制磨矿细度，尽可能减少细粒级矿泥的含量。由图3、图4可见，磨得越细，混合精矿中Cu、

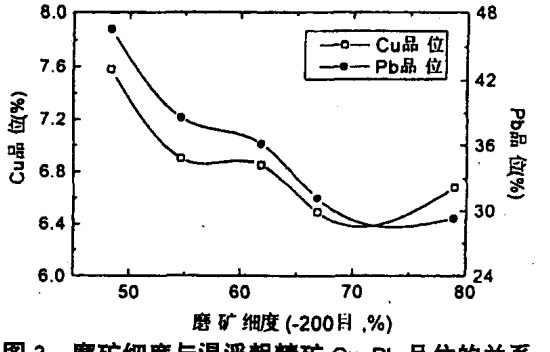

图 3 磨矿细度与混浮粗精矿 Cu、Pb 品位的关系

万方数据

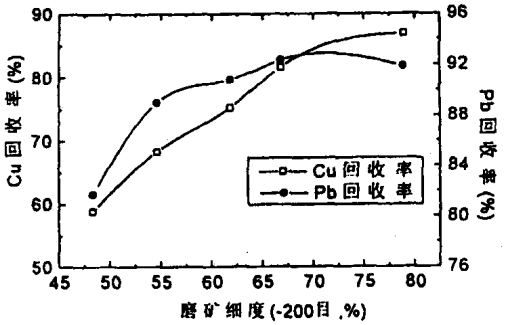

图 4　磨矿细度与混浮粗精矿 Cu、Pb 回收率的关系

Pb 品位越低,回收率越高。因矿石中方铅矿、黄铜矿结晶粒度均较粗大,而方铅矿又极易泥化,随着磨矿细度加深,泥化量也就越大,因此从下一步摇床作业考虑,最终选择磨矿细度为 -200 目 55%。

3　摇床重选试验

混合精矿铜铅分离原则流程如图 5 所示。

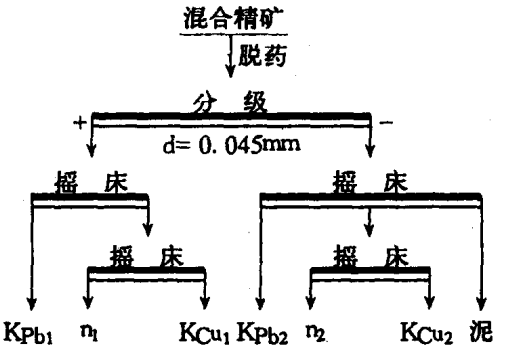

图 5　混合精矿铜铅分离原则流程

摇床作业效果与入料粒度组成紧密相关,粒级越窄效果越好,因而首先进行分级,　　分级后不同级别分别进入摇床。而摇床自身

表 1　不同混合精矿摇床重选试验结果(%)

样品	产品名称	产率	品位			回收率		
			Cu	Pb	S	Cu	Pb	S
K_A	铅精矿($K_{Pb_1}+n_1$)	20.97	1.94	35.72	36.83	6.37	30.76	22.20
	铅精矿($K_{Pb_2}+n_2$)	20.63	1.21	63.95	22.43	3.91	54.17	13.29
	铅精矿合计	41.60	1.58	49.72	29.69	10.28	84.93	35.49
	铜精矿(K_{Cu_1})	31.16	9.73	2.53	42.98	47.35	3.24	38.49
	铜精矿(K_{Cu_2})	16.02	11.86	2.56	40.63	29.68	1.68	18.70
	铜精矿合计	47.18	10.45	2.54	42.18	77.03	4.92	57.19
	泥	11.22	7.24	22.04	22.71	12.69	10.15	7.32
	给矿(混合精矿)	100.00	6.40	24.36	34.80	100.00	100.00	100.00
K_B	铅精矿(K_{Pb_1})	19.57	2.56	36.67	33.01	6.68	24.65	19.50
	铅精矿(K_{Pb_2})	27.50	1.41	66.88	21.71	5.16	63.18	18.02
	铅精矿合计	47.07	1.89	54.32	26.41	11.84	87.83	37.52
	铜精矿($n_1+K_{Cu_1}$)	24.45	14.05	2.01	39.05	45.74	1.69	28.82
	铜精矿($n_2+K_{Cu_2}$)	18.05	13.90	5.02	39.59	33.40	3.11	21.57
	铜精矿合计	42.50	13.99	3.29	39.28	79.14	4.80	50.39
	泥	10.43	6.49	20.57	38.40	9.02	7.37	12.09
	给矿(混合精矿)	100.00	7.51	29.11	33.13	100.00	100.00	100.00
K_C	铅精矿($K_{Pb_1}+n_1$)	16.75	1.15	72.03		2.25	30.31	
	铅精矿($K_{Pb_2}+n_2$)	28.18	0.60	75.81		1.98	53.67	
	铅精矿合计	44.93	0.81	74.40		4.23	83.98	
	铜精矿(K_{Cu_1})	21.67	17.13	6.07		43.45	3.30	
	铜精矿(K_{Cu_2})	19.70	14.93	7.31		34.43	3.62	
	铜精矿合计	41.37	16.08	6.66		77.88	6.92	
	泥	13.70	11.15	26.44		17.89	9.10	
	给矿(混合精矿)	100.00	8.54	359.81	23.69	100.00	100.00	100.00

万方数据

就有脱泥作用，故分级时并未单独脱泥。

黄铁矿比重为 5.05，介于方铅矿与黄铜矿之间，因此就成为铅精矿与铜精矿品位高低的调节因素。作为中矿带上的矿物，它的走向决定了铅精矿中的铜杂质含量与铜精矿中的铅杂质含量，增加一次精选作业正是为了强化这种调节与决定作用。不同铜、铅、硫含量的混合精矿摇床分离效果显然不同，其结果见表 1。

由表 1 可见，中矿的调节作用十分明显。由于 K_A 中 Cu、Pb 品位过低，混入黄铁矿量太多，所以即使将中矿调剂给铅精矿，也只能得一合格的铅精矿而铜精矿含铜不合格。

K_B 中 Cu、Pb 品位适当偏高，黄铁矿混入不多，因此中矿可调剂给铜精矿，或者说勿需对粗选铜精矿进行精选，只经一次摇床选别即可获得合格的铜精矿与铅精矿。

K_C 中 Cu、Pb 品位更高，混入黄铁矿量更少，中矿调节作用已不能明显发挥，可以获得质量较好的铅精矿与铜精矿，矿泥损失相对稍多。如从铜、铅分离效果着想，浮选段应选择 C 类捕收剂，但 C 类捕收剂对金的捕收能力不如 B 类捕收剂好，因此考虑到金、银的回收率，最终还是选择了 B 类捕收剂。

4 结语

多金属硫化矿的铜铅混合浮选粗精矿中铜铅分离采用摇床作业，既没有环境污染，又简单易行，其关键是控制合适的摇床给矿。只要浮选作业药剂制度合适，磨矿细度合适，就不难获得适宜的铜铅混合精矿，从而使铜铅分离在摇床上顺利完成。

莫来石的市场和应用

莫来石的主要产地是德国、意大利、日本、英国和美国。由于其市场需求量相对较小，因此这种矿产品的生产厂家也就相对较少。他们通常将莫来石的生产与其它熔铸矿产品的生产(比如铝矾土和尖晶石的生产)结合起来。有迹象表明，中国将成为较有优势的新的莫来石的生产者，但目前还不能成为欧洲的一个强有力竞争者。据统计，全球对熔铸成型莫来石和热压成型莫来石的需求量约为 5～6 万 t/a，欧洲的生产量约为 1～2 万 t/a。莫来石的主要消费市场在欧洲、美国和日本。

莫来石的主要用途是作为耐火材料，与砖、水泥、砂浆、塑料和锻夯材料等一起使用。由于其价格昂贵，决定了其近期内不可能成为耐火材料的主要材料，但它可以与其它价格较低的低级耐火材料混合使用。市场上莫来石作为耐火材料主要是用于有色金属的冶炼(最初是炼钢，之后炼铜、紫铜、镍铜合金、锌和黄金大多是用莫来石型材做电炉的炉衬)和玻璃的熔炼(用于玻璃炉料罐的超级结构材料)；其次在陶瓷业中也有少量需求(用于炉窑的填充材料)。粗颗粒用于热冲击和渣化强烈的冶炼中；细颗粒与粘土混合用于瓷砖、整体铸造和精密铸造模具。

除了用于耐火材料工业以外，莫来石还用于磨料、铸造、焊接材料、保温炉窑密封、火花塞、防滑地板砖及其它一些耐磨性和防腐性要求较高的领域。

1997 年以来，除了 1999 年 6 月出现过一次价格下滑以外，国际上对熔铸成型莫来石的市场需求相当稳定。自从 1990 年年初价格上涨之后，在 1995 年至 1997 年间价格一直稳定看好。熔铸成型莫来石的成本取决于原材料及其冶炼所需电能的成本。由于热压成型莫来石所需原材料的费用较低，因此目前热压成型莫来石的价格比熔铸成型莫来石的价格要低。用于耐火材料工业的莫来石价格可望有所降低，但莫来石在非耐火材料方面的使用价格却有上升或维持原价的趋势。国际市场上熔铸成型莫来石工厂交货价约为 700～1000 £/t，热压成型莫来石约为 750～1000 £/t，熔铸氧化锆莫来石约为 500～900 £/t。

莫来石的需求量与耐火材料工业，尤其是钢铁工业及其它金属材料市场的需求和发展紧密相连。90 年代初期，欧美及日本对于莫来石的需求就已经形成了相对稳定的规模，但之后随着东亚及南美工业化进程的加快，其对莫来石的需求量也在不断增加。耐火材料生产技术的提高，意味着人工合成莫来石的生产者减少了生产量。但他们把重点转向其产品的质量和高铝性能的改善和提高。虽然目前还未能改变莫来石的耐火性能和价格，但对于莫来石潜在的替代产品的选择还是很多的，如：熔铸尖晶石、菱镁矿、硅镁铝尖晶石和熔铸氧化锆铝矾土。

郑州雅信翻译咨询服务公司摘译自《IM》1999，(12)

万方数据