

在方铅矿和闪锌矿差别 浮选中超细粒组分的影响

J. C. 鲁伊兹西拉等

前 言

在选矿厂进行方铅矿和闪锌矿选矿是以这两种硫化物选择性差异浮选为基础。由选矿获得的工业精矿含有大量的脉石矿物（石英和层状硅酸盐），这些脉石矿物会导致精矿质量下降和给冶金带来困难。另一方面，方铅矿精矿中闪锌矿的含量也高。

如果考虑到原矿中石英和层状硅酸盐的数量以及磨矿程度和浮选原矿中的粒级分布情况，在浮选循环中很难找到抑制这些矿物的合适的化学药剂。尽管做了几次试验，但其结果都不能令人满意。

1934年2至3月，选矿厂进行的试验表明，在获得的精矿中有大量的杂质和大量的超细粒矿泥，因此，进行了较广泛的研究。为了确定选矿的故障区域，要注意选矿的各阶段。而与此同时，为解决当前存在的故障，可以确定解决方案或较适当的改进方案。

入选矿石的矿物学特征

使用衍射和X射线荧光法、反光显微镜、电子显微镜和化学分析以及粒度分布分析法，对选矿厂中入选矿石进行了研究。

内增加接缝小样的数量。

应用上述提出的控制和选择取样的最佳参数的方法可以：1.使选取检验样品的过程机械化，从而大大缩减工作进程的劳动量、期限和成本；2.按最佳数量选取样品，在平均品位估算误差在允许范围内取样时间短，费用低；3.在分样时使用ИП-6401型取样器，可严格控制取样的深度和宽度，以及取样的质量和可靠性；4.采用在各种横断面取样对比法选取最佳断面及普通样品和检验样品。

为了提高选取检验样品的平均品位估算精度，对每个样品的品位估算应当按2、4、8或16个小样进行，并在确定检验样品的选取范围时也利用这些样品。检验工作的最小范围应当保证平均品位估算误差不超过10%。

李正忻 译自《Разведка и охрана недр》，1985，№3

田淑艳 校

由X射线衍射分析提供的数据可以定性的确定入选矿石的矿物组成, 这些矿物是闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、白云石、石英和片状硅酸盐。

矿石主要由与大量硅质白云石紧密伴生的闪锌矿和方铅矿组成。脉石间的关系是各种各样的, 闪锌矿和方铅矿的光学显微镜揭示出这类矿石是随着脉石含量不同而变化的。

粒级变化, 除了闪锌矿晶体一般比方铅矿晶体大以外, 在闪锌矿中还常见有大量的黄铁矿。有时, 黄铁矿以微晶粒状出现在闪锌矿和方铅矿之间, 闪锌矿含铁量约12%, 当采用电子显微镜研究各元素的分布规律时, 可以看到这种情况。

用代表性样品进行X射线荧光分析, 可以看到次要元素主要有Ag、Ge、Cd、Se和Te。

通过分析, 选矿厂原矿的平均组分如下: 闪锌矿13%、方铅矿12%、白云母和石英72%、黄铁矿4%。

通过密度分选 ($D = 2.89$) 法, 对分出的级别进行X射线衍射分析, 可以确定云母的晶胞参数。例如确定了基本间隔 (d_{002}), 晶轴 b_0 和多晶型物。其结果如下: $b_0 = 9.0204\text{\AA}$
 $d(002) = 9.940\text{\AA}$, 多晶型物: $2M_1$ 。由此可以推断, 这种云母和白云母的产生条件是一致的。

矿 物 解 离

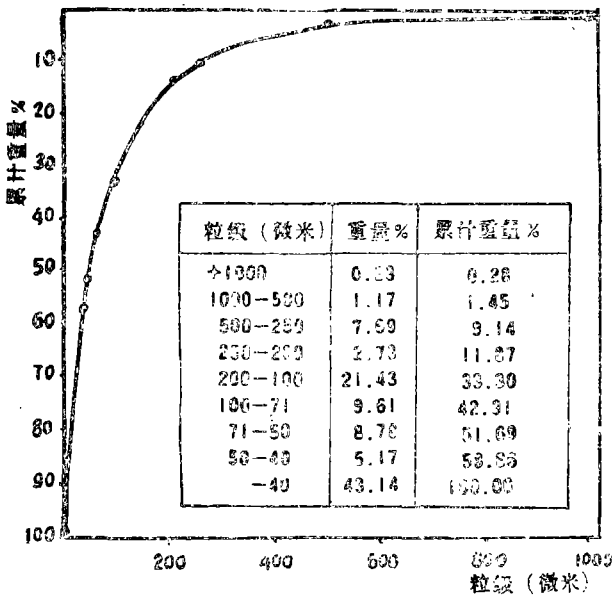


图1 浮选原矿的粒级分布

入选矿石的矿物解理程度, 是由化学分析和反光显微镜对由磨碎代表性原矿试样获得的各粒级的研究结果确定的。

图1表示选矿厂入选原矿的平均粒级分布情况, 这与表1中的含量和分布率是一致的。这些数据的图解法 (图2) 和通过光片研究得到的解离分析, 使得有可能推断闪锌矿或多或少均匀地分布在各粒级中。这种矿物集中在100微米粒级中, 充分的解离是在40微米以下。由此可以看出, 方铅矿大部分集中在40微米以下的粒级, 正如显微镜研究所证明, 这种分布情况与方铅矿的解离度较高是一致的。

工 业 浮 选 流 程

铅锌硫化物的传统浮选是采用两个选择性差别浮选循环选出闪锌矿: 以前的做法是在先用硫酸锌和氰化钠抑制闪锌矿的碱性矿浆中浮选方铅矿, 然后用 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 活化闪锌

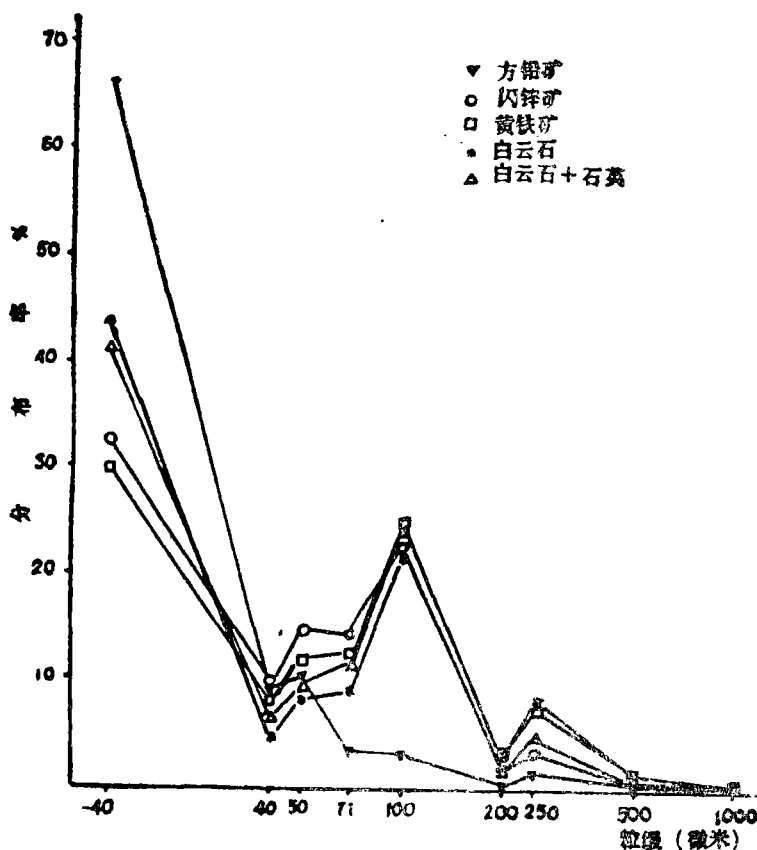


图2 原矿中各种矿物在各粒级中的分布率

矿后，再浮选闪锌矿（表2）。

在这种情况下，正如图3所示，选矿厂的流程由两个循环组成，即铅循环和锌循环。铅浮选循环包括粗选、再磨、精选、再精选和扫选作业。再磨产品的分级是采用水力旋流器。扫选尾矿采用适当的药剂调整以便浮选锌。锌浮选循环是由粗选（两个平行作业）、水力旋流器分级的再磨作业，一次精选、两次再精选和扫选作业。

该厂的平均年产量大约是8万吨锌精矿和1.3万吨铅精矿。

表3表示选矿处理后精矿的平均冶炼结果，表4表示选矿产品平均矿物成分，值得注意的是铅精矿中闪锌矿含量偏高。

工业精矿的研究：解离度

对铅矿精的平均代表性试样的电子显微镜研究表明，铅精矿中的闪锌矿和白云母一样解离很好，而白云母则与某些方铅矿的包体连生，三种矿物连生在一起的情况很少见。

锌精矿的研究表明，闪锌矿有两种与方铅矿的连生体，而脉石类矿物大部分均已解离。在这两种最细的粒级占优势的精矿中，可以清楚地看到粒度的不均匀性。

选矿厂原矿的品位、产率和分布率 表1

粒 级 (微米)	产率 (%)	品 位 (%)					分 布 率 (%)				
		PbS	ZnS	FeS	白云母	不溶物	PbS	ZnS	FeS	白云母	不溶物
+1000	0.28	0.99	1.93	3.29	11.18	32.61	0.21	0.10	0.10	0.35	0.28
-1000+500	1.17	0.18	2.00	3.04	5.52	89.26	0.16	0.39	1.54	0.72	1.27
-500+250	7.69	0.24	2.55	2.25	5.47	89.49	1.40	3.32	7.49	4.69	8.36
-250+200	2.73	0.25	3.73	3.58	4.92	88.52	0.52	1.66	3.05	1.50	2.95
-200+100	21.43	0.36	6.48	2.67	10.21	84.78	5.85	23.05	24.77	24.42	22.06
-100+71	9.61	0.81	9.05	3.07	10.63	76.44	5.91	14.43	12.77	11.40	8.92
-71+50	8.78	1.59	10.22	3.18	9.80	75.21	10.51	14.93	12.09	9.60	8.02
-50+40	5.17	2.27	11.00	3.41	10.95	72.34	8.91	9.45	7.63	6.32	4.51
-40	43.14	2.03	4.53	1.62	8.56	83.21	66.95	32.77	30.25	41.00	43.60
总 计	100.00	1.32	6.00	3.31	8.96	82.33	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

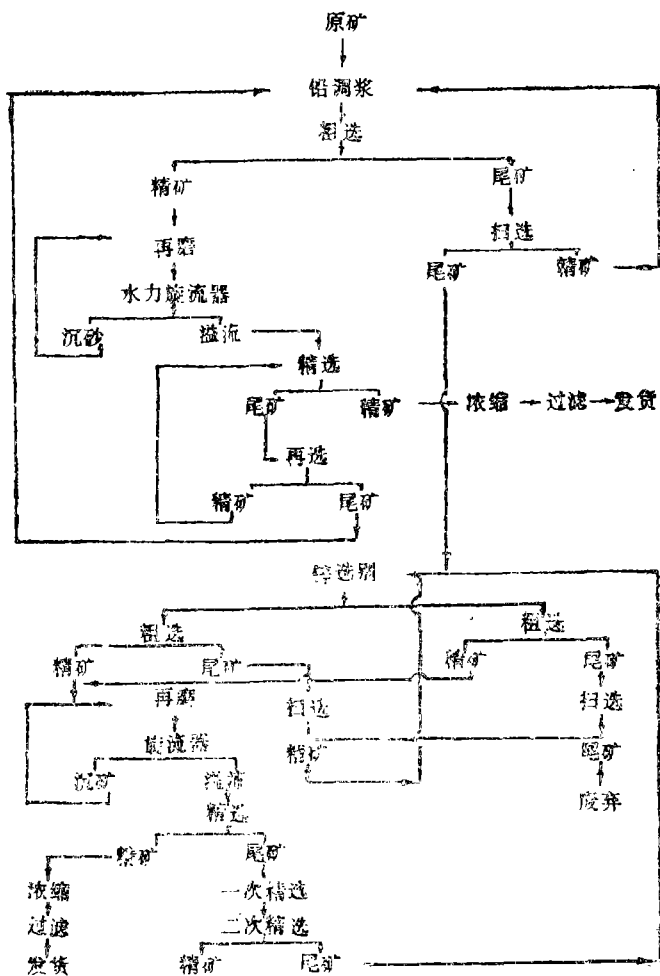


图3 选矿厂的流程

选矿厂药剂用量

表2

药剂名称	铅循环 (克/吨)	锌循环 (克/吨)	总计 (克/吨)
异丙基钾黄药	27—30	34	61—64
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{pH} = 9$	—	—
甲基异丁基甲醇	20	14	34
ZnSO_4	295	—	295
NaCN	28.33	—	28.33
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	—	224	224

选矿厂的平均冶金结果

表3

	产率 (%)	含量 (%)				金属回收率 (%)			
		Pb	Zn	Fe	I	Pb	Zn	Fe	I
给矿	100.00	1.48	9.02	2.68	82.60	—	—	—	—
铅精矿	1.91	69.15	6.68	1.55	4.86	89.29	1.41	1.10	0.13
锌精矿	14.31	0.35	60.63	3.80	3.38	5.09	95.47	20.15	0.47
尾矿	83.88	0.10	0.34	2.52	85.32	5.67	3.16	78.87	99.40
总计	100.00	—	—	—	—	100.00	100.00	100.00	100.00

I, % = 包括白云母、石英和白云母在内的不溶物含量

选矿产品的平均矿物成分

表4

产 品	方铅矿 (%)	闪锌矿 (%)	黄铁矿 (%)	不溶物 (%)
给 矿	17.1	13.44	4.22	80.63
铅精矿	80.18	9.96	2.00	7.87
锌精矿	0.61	90.37	4.89	4.13
尾 矿	0.12	0.51	5.40	85.32

精矿解离度的计算是采用图象分析法和由Berube和Marchand提出的公式进行:

$$L\% = \frac{\text{有用矿物的总面积}}{\text{矿物颗粒的总面积}} \times 100 \quad (1)$$

式中矿物颗粒的总面积是已解离矿物的面积和矿物连生体面积的总和。事实上,在这种情况下,与总面积相比,矿物连生体百分数很低,因此,解离度近似地等于矿物的纯度。

而表6和表7列出了采用图象分析得到的方铅矿、闪锌矿两种精矿中脉石的平均粒度数据。

研究图象分析提供的数据认为,在两种工业精矿中有可能产生高解离度。这与锌的解离度比铅的解离度高是一致的(表5)。

采用图象分析法对精矿解离度分析结果

表5

铅 精 矿		锌 精 矿	
方铅矿的平均总面积	9276.55微米 ²	闪锌矿的平均总面积	9113.83微米 ²
脉石的平均总面积	1829.82微米 ²	脉石的平均总面积	752.43微米 ²
总 面 积	11106.37微米 ²	总 面 积	9866.43微米 ²
方铅矿的解离度	83.53%	闪锌矿的解离度	92.37%
矿化与脉石的比	5.0	矿化与脉石的比	12.50

图象分析获得的铅精矿中的粒度

表6

粒度(微米)	铅 精 矿			
	脉 石		方 铅 矿	
	频率(%)	累计频率(%)	频率(%)	累计频率(%)
0—10	98.71	98.71	85.25	85.25
10—20	0.63	99.34	8.85	94.10
20—30	0.49	99.83	3.18	97.28
30—40	0.03	99.90	1.76	99.04
40—50	0.05	99.95	0.54	99.58
+50	0.05	100.00	0.42	100.00

图象分析获得的锌精矿中的粒度

表7

粒度(微米)	锌 精 矿			
	脉 石		闪 锌 矿	
	频率(%)	累计频率(%)	频率(%)	累计频率(%)
0—10	93.65	93.65	89.09	89.09
10—20	4.87	98.52	7.55	96.64
20—30	0.52	99.04	2.05	98.67
30—40	0.15	99.19	0.78	99.45
40—50	0.81	100.00	0.40	99.85
+50			0.35	100.00

锌精矿中矿化与脉石的比值(12.5)比铅精矿中的比值(5.0)大得多,从平均冶金数据来看,这种比值正是冶金所期望的(表3、4)。

这些粒度数据表明,在两种精矿中,脉石出现的频率高于相应的方铅矿和闪锌矿。只要相应于0—10微米粒级的频率大于总数的90%就足够了。而在原矿中这部分的频率为43%。

最后,采用Bond提出的公式确定再磨循环得到的每种精矿的磨细度,即用每种精矿的磨矿产品中的d80去除给矿中的d80便得到所求的磨细度(表8)即,

$$Gr = \frac{d_{80\text{给矿}}}{d_{80\text{磨细产品}}}$$

磨 细 度

表8

	铅 精 矿	锌 精 矿	给 矿
d80(微米)	97.5	98	81
磨细度(%)	83.1	82.6	—

讨 论

已经证明, 获得的数据, 可以用来调整铅循环中抑制剂 ZnSO_4 和 NaCN 的用量, 铅精矿中的闪锌矿, 大部分都是已解离了的矿物, 从这一点看, 由于减少了 ZnSO_4 的用量, 修改后的 ZnSO_4 和 NaCN 的用量比达到 $1:0.25$, 由于环保的原因, 增加 NaCN 的用量是不可取的。

另一方面, 在研究选矿厂制取的最终精矿时, 可以看到有用矿物和脉石矿物的解离度都高, 这说明精矿中存在着大量的超细粒脉石, 特别是在选矿获得的粗铅精矿中。尽管铅矿物的解离度是在40微米以下(图1)。但由上述的结果看, 可能存在一定的过磨现象。而且据推测, 该精矿已经过磨了。

为克服精矿过磨现象, 对再磨循环进行了改造的设计, 为此, 在铅再磨循环中安装了一台新的水力旋流器, 以便在磨矿前实行较严格的分级, 使水力旋流器排出的溢流粒度比较均匀(图4)。

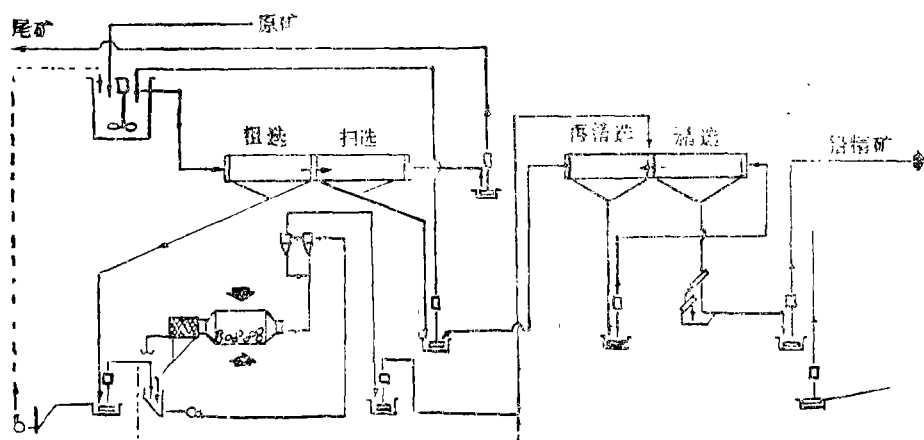


图4 选矿厂中铅精选循环流程(图中箭头表示改造的范围)

磨矿循环的改造从1984年3月份开始, 这一改造和铅循环中 ZnSO_4 和 NaCN 用量的调整使得有可能得到表9所示的结果, 改造后铅精矿中锌的含量降低了, 并且也显著地减少了铅精矿中脉石的含量。

铅再磨循环改造前后铅精矿的平均成分

表9

改 造 前		改 造 后	
Pb	69.45%	Pb	73.67%
Zn	6.68%	Zn	3.5%
不溶物	4.86%	不溶物	3.00%

重选精矿的综合处理工艺

Г. А. 斯特罗加诺夫等

在某金矿重选-氰化选矿流程的半工业试验过程中, 获得了重选摇床精矿。该精矿除含贵金属外, 还含有7.7% WO_3 。精矿中的钨主要以白钨矿和少量黑钨矿的形式存在。

重选精矿的成分(%) : WO_3 7.7, S 7.8, 氧化物总量(包括硅、铝、钛、钾、镁、钠的氧化物) 19.2, C 1.8, 全铁 51.7, As 6.8, Au 152.6克/吨, Ag 286.0克/吨。

三氧化钨的价值约占重选精矿中所有有价值组分(Au、Ag、 WO_3) 价值的36%。80%以上的金、银和三氧化钨都集中在-0.21毫米的粗粒级中, 该粒级的产率为74.8%(表1)。

重选精矿有价值组分的粒级分布率(%)

表1

粒度(毫米)	产率 (%)	品 位			分 布 率 (%)		
		Au (克/吨)	Ag (克/吨)	WO_3 (%)	Au	Ag	WO_3
+0.21	25.2	89	219.2	5.4	14.5	19.6	18.3
-0.21+0.1	48.9	112.8	218	7.0	35.7	37.8	46.7
-0.1	25.9	297.2	463.9	10.0	49.8	42.6	35
原 矿	100	154.6	282.0	7.4	100	100	100

结 论

(1) 从所进行的研究中查明了细粒和超细粒矿物(既有脉石也有方铅矿和闪锌矿)对方铅矿-闪锌矿差别浮选过程的精矿质量和冶金产量的影响。

(2) 业已表明, 对选矿厂调整所采用的各种联合工艺也可以为工业选矿厂改进矿石精选提供参考。再磨工艺的研究与控制具有特别重要的意义。就这点而言, 图象分析法能为评价再磨作业的合理调整提供资料。

肖至培 译自《International Journal of mineral Processing》

1986, №7

方群英 校