

高铅高铅氧化锌烟尘生产经济效益与实践

苏 文（来宾华锡冶炼有限公司，广西 来宾 546100）

摘 要：针对高铅氧化锌烟尘、高铅氧化锌烟尘的成分不同，分别采用不同的处理方式，避免两种物料的混合，导致铅浸出率及浸出渣含铅降低，影响铅冶炼和铅渣外卖的价格。高铅氧化锌烟尘先经过两段逆流水洗脱氯，再采用废电解液进行两段浸出，锌浸出率均在 80% 以上，渣含铅平均在 10% 以上。高铅氧化锌烟尘先经过两段逆流水洗脱氯，再采用浓硫酸进行两段浸出，锌浸出率均在 70% 以上，铅浸出率平均在 70% 以上，渣含铅平均小于 0.3%。两种烟尘通过不同流程处理，实现两种氧化锌烟尘的最大化利用，提高经济效益。

关键词：氧化锌；铅回收；高铅烟尘；高铅烟尘

铅作为一种稀散金属，其地表含量非常低，多伴生在其他有色金属硫化矿物中。在硫化锌精矿中，铅品位极低（约 0.003%~0.013%）^[1]，先在铅冶炼过程中富集，才具有回收的价值。在湿法炼锌过程中，铅主要富集在铅浸出渣中，通过回转窑还原处理，随着氧化锌进入烟尘中，得以富集和回收。

在铅回收过程中，需要高温高酸对铅金属进行深度浸出，为了减少浓硫酸的带入，保持整个铅系统酸平衡，生产协调上只能力保铅冶炼主系统的生产，牺牲铅冶炼系统的一些生产指标，采用铅电解废酸代替部分浓硫酸作为主要浸出反应剂，但是铅电解废酸中富含骨胶、锰离子、阳极泥等容易引起铅萃取乳化。另外废液本身酸度不高，影响最大的是导致铅浸出率降低，最终影响铅的回收率，据测算对比使用浓硫酸反应，回收率降低 5~10%。

为扭转上述加入电解废液引起的乳化及浸出率下降的问题，最好的办法还是采用浓硫酸进行高酸浸出。但是采用浓硫酸浸出则需要考虑如何低成本解决造成铅湿法系统酸高的问题。采用白泥和石粉中和系统的酸后续需要加大成本处理所产出渣，渣的处理成本非常高。为解决铅系统酸过高的问题，本厂采用高铅氧化锌代替部分铅焙砂，通过高铅氧化锌烟尘含有大量氧化铅的特质，产出硫酸铅（铅渣外卖）开路部分硫酸根。

1 原料

本厂所采用高铅氧化锌烟尘为回转窑处理锌浸出渣所产出的锌烟尘，高铅氧化锌烟尘为外购铅含量高的锌烟尘，其主要化学成分如表 1 所示。

由表 1 可知，两种烟尘最大的不同点在于含铅和含铅量，高铅氧化锌烟尘含铅比较高，可用作回收铅的原料；高铅氧化锌烟尘含铅高，可用于开路部分的硫酸根。同时两个烟尘中的氟、氯含量较高，结合文献资料，氯元素主要以可溶性 $ZnCl_2$ 形态存在^[2]，氟元素主要以不溶性 PbF_2 、 $PbFCl$ 等形态存^[3]。

2 工艺流程

根据高铅氧化锌烟尘、高铅氧化锌烟尘的成分特点，分别采用不同的处理工艺。两种氧化锌烟尘分别处理的优点在于：①使用高铅氧化锌烟尘提高铅冶炼的直收率，降低回转窑二次处理成本，从而最终降低铅冶炼成本；②通过 PbO ，经酸浸出变成 $PbSO_4$ 带走硫酸根离子，增加铅冶炼高酸浸出补充的浓硫酸，缓解铅冶炼萃取乳化现象；③避免两种物料混合，提高铅浸出率，同时减少浸出渣铅金属夹带，降低铅的损失。

高铅氧化锌烟尘先经过两段逆流水洗工艺脱氟氯，再采用废电解液对烟尘进行中性浸出、酸性浸出，同时利用氧化锌烟尘的高铅特点，铅带走部分的硫酸根，维持铅冶炼的酸平衡。

表 1 氧化锌烟尘的主要化学成分

成分	Zn/%	In/%	As/%	F/%	Cl/%	Pb/%	SiO ₂ /%	Fe/%
高铅氧化锌烟尘	49.56	0.20	0.79	0.30	0.22	4.16	5.39	5.63
高铅氧化锌烟尘	50.99	-	0.68	0.71	0.52	7.10	-	-

高钢氧化锌烟尘先经过两段逆流水洗工艺脱氟氯，再采用浓硫酸对烟尘进行中性浸出、酸性浸出，回收烟尘中的锌、钢金属。

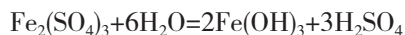
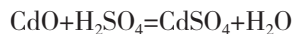
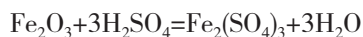
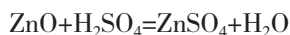
3 基本原理

3.1 水洗脱氟氯

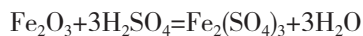
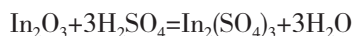
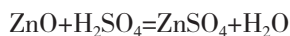
水洗脱氯是基于原料中的氯化锌和其它氯化物大部分溶于水，而氧化锌不溶于水的特点，用水洗涤使氯离子进入溶液通过过滤与不溶的氧化锌分离。

3.2 高钢氧化锌烟尘浸出

在钢回收过程中，采用浓硫酸对烟尘进行两段浸出（中性浸出、酸性浸出），以降低其他杂质对钢浸出的影响，提高钢的浸出率及回收率。中性浸出以氧化锌浸出为主，主要反应为：

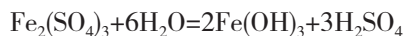
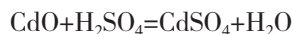
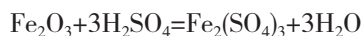
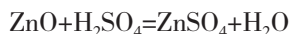


酸性浸出以钢浸出为主，提高钢的回收率，主要反应为：

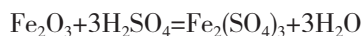
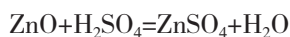
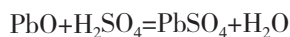


3.3 高铅氧化锌烟尘浸出

采用废电解液对高铅氧化锌烟尘进行两段浸出（中性浸出、酸性浸出），中性浸出以氧化锌浸出为主，主要反应为：



酸性浸出以提高锌的浸出率为主，同时利用铅带走部分硫酸根，主要反应为：



3.4 高铅氧化锌烟尘处理

3.4.1 水洗脱氟氯

在浸出过程中，氧化锌烟尘中的氟、氯大部分被浸出进入溶液，对锌冶炼产生不利影响。为减少氟离子、氯离子的影响，氧化锌烟尘先通过两段逆流水洗的处理工艺去除部分氟氯。在常温、液固比 6：1、时间 10~20min 的工艺条件下，一次逆流水洗氯去除率

约 40%，氟去除率约 32%，锌损失率约 0.26%；两次逆流水洗氯去除率约 76%，氟去除率约 38%，锌损失率约 0.52%。部分数据如表 2，表 3。

表 2 一次逆流水洗脱氯结果

序号	锌损失率 /%	氟去除率 /%	氯去除率 /%
1	0.65	41.18	45.07
2	0.25	33.82	30.99
3	0.16	26.47	47.89
4	0.27	29.41	45.07
5	0.20	26.47	45.07
6	0.04	36.76	29.58
平均	0.26	32.35	40.61

表 3 两次逆流水洗脱氯结果

序号	锌损失率 /%	氟去除率 /%	氯去除率 /%
1	0.99	45.59	74.65
2	0.52	39.71	70.42
3	0.33	33.82	83.10
4	0.44	32.35	78.87
5	0.51	36.76	77.46
6	0.36	38.24	76.06
平均	0.52	37.75	76.76

3.4.2 浸出

氧化锌烟尘中含有一定量的 SiO₂，在高温高酸下，SiO₂ 反应形成硅酸胶体，对锌浸出及过滤具有一定的影响。为减少 SiO₂ 的影响，氧化锌采用两段浸出（中性浸出和酸性浸出）处理。中性浸出温度 65 ~ 80℃，液固比 7 ~ 9:1，浸出时间 2 ~ 3h，浸出始酸 110 ~ 130g/L，终点 pH5.2 ~ 5.4 的工艺条件下进行，锌浸出率 80~90%，中性浸出渣含锌 16~20%，部分数据如表 4。酸性浸出在温度 80 ~ 90℃，浸出液固比 5 ~ 6:1，浸出时间 3 ~ 4h，始酸为 240g/L ~ 250g/L，终酸 ~ 80g/L 的工艺条件下进行，锌浸出率 80~85%，酸性浸出渣含锌 4~6%，含铅 10~15%，部分数据如表 5。

表 4 高铅氧化锌烟尘中性浸出结果

序号	锌浸出率 /%	渣含锌 /%
1	85.31	17.43
2	83.79	16.82
3	80.82	17.67
4	82.47	18.27
5	83.56	17.62
6	82.64	19.03
平均	83.10	17.81

表 5 高铅中浸渣酸性浸出结果

序号	锌浸出率 /%	渣含锌 /%	铅含量 /%
1	82.48	5.09	14.31
2	80.35	5.76	11.29
3	81.52	5.04	8.67
4	81.73	8.22	9.54
5	80.38	4.25	9.54
6	81.68	4.42	12.42
平均	81.36	5.46	10.96

3.5 高镉氧化锌处理

3.5.1 水洗脱氟氯

为减少氟离子、氯离子对锌冶炼的影响，氧化锌烟尘先通过两段逆流水洗的处理工艺去除部分氟氯。在常温、液固比 6:1、时间 10~20min 的工艺条件下，一次逆流水洗氯去除率约 56.50%，氟去除率约 4.58%，锌损失率约 0.94%；两次逆流水洗氯去除率约 70.00%，氟去除率约 7.10%，锌损失率约 1.55%。部分数据如表 6，表 7。

表 6 一次水洗脱氯结果

序号	锌损失率 /%	氟去除率 /%	氯去除率 /%
1	0.77	4.69	55.00
2	1.11	4.60	52.50
3	1.36	4.95	57.50
4	0.91	4.52	55.00
5	0.57	4.12	62.50
平均	0.94	4.58	56.50

表 7 两次水洗脱氯结果

序号	锌损失率 /%	氟去除率 /%	氯去除率 /%
1	1.28	7.64	67.50
2	1.72	7.11	70.00
3	1.83	7.27	70.00
4	1.68	7.15	67.50
5	1.23	6.31	75.00
平均	1.55	7.10	70.00

3.5.2 浸出

氧化锌烟尘中锌含量比较高，先采用中性浸出的方式溶解大部分的锌，使镉进一步富集。再通过酸性浸出将镉溶解，实现镉的回收。中性浸出温度 65 ~ 80℃，液固比 6 ~ 7:1，浸出时间 1 ~ 2h，浸出始酸 110 ~ 130g/L，终点 pH=3.0 ~ 4.5 的工艺条件下进行，锌浸出率 80~85%，镉浸出率 2.0~2.5%，中性浸出渣含锌 18~23%，含镉 0.5~0.8%，部分数据如表 7。酸性浸出在温度 80 ~ 90℃，浸出液固比 6 ~ 7:1，浸出时间 3 ~ 4h，始酸为 240g/L ~ 250g/L，终酸 80g/L 的工艺条件下进行，锌浸出率 70~85%，镉浸出率 60~75%，酸性浸出渣含锌 10~16%，含镉 0.2~0.3%，部分数据如表 8。

表 7 高镉氧化锌烟尘中性浸出结果

序号	锌浸出率 /%	镉浸出率 /%	渣含锌 /%	渣含镉 /%
1	82.37	2.31	22.51	0.62
2	84.26	2.16	22.50	0.51
3	81.89	2.52	18.59	0.75
4	83.54	2.33	19.53	0.80
5	81.67	2.14	18.57	0.69
6	82.33	2.27	19.89	0.47
平均	82.68	2.29	20.27	0.64

表 8 高镉氧化锌烟尘酸性浸出结果

序号	锌浸出率 /%	镉浸出率 /%	渣含锌 /%	渣含镉 /%
1	78.44	73.43	13.55	0.21
2	84.60	61.85	9.42	0.23
3	70.69	71.72	15.30	0.30
4	70.65	69.97	16.39	0.34
5	67.33	77.56	16.51	0.23
6	74.09	68.47	14.11	0.20
平均	74.30	70.50	14.21	

4 结论

①高铅氧化锌烟尘、高镉氧化锌烟尘通过两段逆流水洗脱氯，脱氯效果达到 70% 以上；

②高铅氧化锌烟尘采用废电解液进行两段浸出，中性浸出锌浸出率在 80~85%，酸性浸出锌浸出率在 80~83%，浸出渣含锌小于 6%，含铅平均在 10% 以上；同时铅带走部分硫酸根离子，平衡锌冶炼系统酸度；

③高镉氧化锌烟尘采用浓硫酸进行两段浸出锌和镉，中性浸出锌浸出率在 81~85%，镉损失 2.14~2.52%；酸性浸出锌浸出率在 70~80%，镉浸出率在 65~75%，渣含镉平均小于 0.3%；④通过采用不同流程处理氧化锌烟尘，高铅烟尘浸出渣含铅量得到提高，可作为含铅物料外卖；高镉烟尘提高镉的浸出率，降低镉在渣中的夹带损失。

参考文献：

- [1] 肖月华,赵贺永,程晓丽. 湿法炼锌浸出渣中回收 Ag、In 方法研究 [J]. 科技经济导刊, 2015,27(5):54-55.
- [2] 王万坤,王福春,尹雨悦,等. 氧化锌烟尘工艺矿物学研究 [J]. 矿产保护与利用, 2018,(004):79-82,88.
- [3] 姚应雄,陈先友,朱北平,等. 高氟氯次氧化锌烟尘的湿法炼锌生产实践 [J]. 中国有色冶金, 2019, 48(4):5.

作者简介：

苏文 (1978,07-), 男, 籍贯: 广西北流; 学历: 大学本科; 职称: 冶炼工程工程师; 主要研究方向: 锌、镉金属冶炼。