

关于某硫化铜镍矿中矿选别流程的应用探讨

张莉, 王海玉

(金川集团股份有限公司选矿厂, 甘肃 金昌 737100)

摘要: 本文通过对金川硫化铜镍矿矿石性质的分析以及中矿单独再磨再选流程、两磨两选流程、两磨两选+中矿再磨流程应用前后指标的对比和流程分析, 结合现场生产实际情况, 分析其流程的特点、存在的问题, 其分析结果认为, 两磨两选工艺流程不论在总精矿镍品位还是在回收率指标上都优于中矿单独再磨再选流程。前者总精矿镍品位达到 7.96%, 比后者提高 0.26%, 镍回收率达到 83.65%, 比后者提高 0.25%。两磨两选流程和两磨两选+中矿再磨流程对比后发现后者能使低精矿镍品位有较大幅度的提升, 由实施前的 3.95% 提高到实施后的 4.45%, 同时总精矿镍品位由原来的 8.061% 提升到 8.28%。

关键词: 硫化铜镍矿; 选矿; 中矿; 再磨再选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2022.02.023

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2022) 02-0127-04

金川铜镍硫化矿具有的特性是: (1) 硫化矿物集合体嵌布粒度极不均匀, 微细粒不易解离, 矿物之间嵌布关系又极为复杂^[1-2]; (2) 硫化镍矿物易过粉碎、易被氧化, 自然可浮性差异较大^[3-4]; (3) 以蛇纹石为主的脉石矿物氧化镁含量高, 易泥化, 且自然可浮性较好; (4) 次生蚀变的矿石中含磁铁矿较高, 并以微细粒穿插于镍铜矿物及硫化矿物的裂隙之中, 与硫化矿物共生密切难以单体解离。这些特性对提高镍铜选别指标极为不利^[5-6]。

金川铜镍硫化矿主要采用两磨两选的工艺流程, 然后 14000 t/d 选矿系统由于各种原因设计为两磨两选+中矿单独再磨再选的工艺流程, 这种流程设计的初衷为对浮游性较差的难选矿物及连生体的中矿实行单独再磨再选, 其作用既可充分研磨连生体, 避免连生体中脉石混入镍精矿或使有用金属损失于尾矿之中。但是该流程应用后发现不少问题和弊端, 在后来通过多次流程改造形成了两磨两选+中矿再磨流程工艺流程。本文针对两磨两选、两磨两选+中矿单独再磨再选、两磨两选+中矿再磨流程三种工艺流程做对比分析, 探讨

三种工艺流程的特点^[6]。

1 中矿单独再磨再选和两磨两选流程对比

1.1 中矿单独再磨再选和两磨两选流程指标对比

表 1 是中矿单独再磨再选和两磨两选工艺流程指标对比分析结果。通过对比发现, 两磨两选流程不论在总精矿镍品位还是在回收率指标上都优于中矿单独再磨再选流程。在原矿品位略低的情况下, 总精矿镍品位达到 7.96%, 比中矿单独再磨再选流程提高 0.26 个百分点, 镍回收率达到 83.65%, 比中矿单独再磨再选流程高 0.25 个百分点。说明两磨两选流程要优于中矿单独再磨再选流程。

表 1 两种流程指标对比分析结果

Table 1 Comparative analysis results of two processes

流程特点	原矿/ %	总精矿镍 品位/%	低精镍 品位/%	总精镍回 收率/%
中矿再磨单独 再选流程	1.26	7.70	3.64	83.4
两段磨矿两段选别	1.21	7.96	4.18	83.65

收稿日期: 2021-03-16

作者简介: 张莉 (1984-), 女, 工程师, 主要从事铜镍矿选矿技术研究。

通信作者: 王海玉 (1984-), 男, 工程师, 主要从事为选矿冶金设计。

1.2 流程分析

在中矿单独再磨再选工艺流程为中矿一次粗选、中矿一次扫选和中矿三次精选的闭路流程，在实际生产中反映出的流程结构问题较多，主要有代表性的问题如下：

(1) 富集比低

通过多次流程考察发现中矿流程段选矿的富集比很低，而改造取消中矿再磨再选流程后，二段富集比比中矿单独再磨再选工艺流程提高 1.5 倍，选矿效率低是中矿单独再磨再选工艺流程的问题之一。

(2) 中矿入选镍品位偏高

中矿流程主要处理的是二段一次精选排尾、二段一扫泡沫及中矿一次精选排尾，在生产实际中发现中矿入选品位较高，基本在 0.8%~1.1%，入选品位高导致进入中矿段的金属量大，中矿选矿段负荷增加，金属量损失严重^[7]。

(3) 中矿段浮选流程来量不稳定

中矿量来源复杂，导致流程来量不稳定。实践表明：中矿入选的产率比原来设计的高出 3 倍以上，再加上入选中矿的原矿品位高，说明进入中矿流程的金属量远远高于设计的量，在生产上也观察到进入中矿旋流器分级的溢流矿浆不稳定，时常出现冒矿现象，而且矿浆量不稳，时大，时而小，造成浮选作业环境紊乱，也是导致中矿再磨再选段选矿效果差的原因之一。

(4) 中矿段给矿浓度不稳定

由于中矿来源于二段精、扫选流程中上游流程中的泡沫冲洗水添加量对中矿给矿浓度的影响较大，在生产中，为保持泡沫能够顺利排出，操作人员对泡沫冲洗水量调整次数较频繁，这就造成中矿段的添加水量变化次数频繁，再加上中矿来量的不稳定导致给矿浓度变化较大，给矿浓度变化时，有时相差 10% 的浓度变化，严重影响中矿浮选作业段的稳定操作。

(5) 中矿排尾镍品位高

中矿流程的排尾镍品位原高于设计的 0.23%，多次流程考察显示，中矿流程的排尾镍品位在 0.5% 以上，一部分难选矿物基本在中矿再磨再选的流程段不能有效富集，损失在尾矿中，导致总尾矿镍品位较高，可以说中矿排尾的镍品位直接决定了总尾矿镍品位的高低。

2 两磨两选流程和两磨两选+中矿再磨流程对比

2.1 两磨两选流程和两磨两选+中矿再磨流程指标对比

为了比对两磨两选流程和两磨两选+中矿再磨流程的优劣性，对两种流程的指标进行统计。从表 2 数据可以看出，两磨两选+中矿再磨流程的指标体系较两磨两选流程有明显的优势，尤其是低精矿镍品位在原矿镍品位降低的情况下有较大幅度的提升，由 3.95% 提高到 4.45%。总精矿镍品位由 8.061% 提升到 8.28%，回收率由 85.68% 提高到 85.72%。

表 2 两种流程指标数据情况
Table 2 Index data of two processes

项目	原矿品位/%	低精品位/%	总精品位/%	总回收率/%
两磨两选流程	1.363	3.95	8.061	85.68
两磨两选+中矿再磨	1.333	4.45	8.280	85.72

2.2 流程分析

对两种流程进行进行考查，主要是流程的富集比数据见表 3，从表 3 中可以看出：两磨两选和两磨两选+中矿再磨流程对比，后者的二段各作业的镍品位较改造前都有明显的提升，尤其是二段粗选泡沫产品的质量提升对二段精选提供了有力的富集条件。同时也可以看出二段一次精选排尾（即返回量）的镍品位较改造前有降低趋势。其中最为显著的是二段二次精选的泡沫镍品位较改造前增加 1%，增加幅度较大，说明中矿再磨实施后增加了中矿中有效矿物的单体解离度，使有用矿物更易富集到低精矿产品中。

表 3 两种流程镍品位对比结果分析

Table 3 Comparison results analysis of two processes

产品	二段粗选泡沫/%	二段一次扫选泡沫/%	二段二次扫选泡沫/%	二段二次精选泡沫/%	二段一次尾矿/%
两磨两选流程	1.7	1.18	1.41	3.4	1.41
两磨两选+中矿再磨	1.97	1.37	1.1	4.4	1.35

为了进一步考察流程中的问题，对中矿再磨

前后的产品进行粒度组成分析表 4、5 是中矿再磨

给料和产品粒度组成及金属品位分析。

从各粒级筛析产率来看，44.6~28.8 μm 粒级区间产率最高，-74 μm 含量从中矿再磨给料中85.66%变为排料中含量为89.24%，说明通过中矿再磨后细度增加不少。从金属品位来看，中矿再

磨后细粒级的镍品位不同程度的都有所提高，尤其是-74 μm 粒级的金属镍品位显著提高，说明通过中矿再磨后细粒级的矿物的单体解离度有所提高，为提高二段精矿镍品位提供有力条件，-11.3 μm 粒级的镍品位从再磨前的0.49%提高到0.60%。

表4 中矿再磨给料粒度组成及Ni金属含量分布
Table 4 Particle size composition and Ni content distribution of middlings regrinding feed

粒度/μm	产率/%	品位/%	金属分布率/%	累计金属分布率/%
+96	3.00	1.32	2.98	2.98
-96+80	9.17	1.64	11.31	14.29
-80+74	2.17	1.67	2.72	17.02
-74+44.6	8.43	2.49	15.78	32.79
-44.6+28.8	34.11	1.48	37.96	70.75
-28.8+21.2	26.27	0.96	18.96	89.72
-21.2+15.0	10.59	0.92	7.33	97.04
-15+11.3	2.17	0.89	1.45	98.49
-11.3	4.09	0.49	1.51	100.00
合计	100.00	1.33	100.00	/

表5 中矿再磨后产品粒度组成及Ni金属含量分布/%
Table 5 Particle size composition and Ni metal content distribution of middling products after regrinding

粒度/μm	产率/%	品位/%	金属分布率/%	累计金属分布率/%
+96	2.29	1.37	2.39	2.39
-96+80	6.69	1.66	8.48	10.88
-80+74	1.78	1.60	2.17	13.05
-74+44.6	6.28	2.55	12.21	25.26
-44.6+28.8	30.42	1.56	36.23	61.48
-28.8+21.2	26.19	1.10	21.99	83.47
-21.2+15.0	9.83	1.08	8.10	91.57
-15+11.3	2.88	0.99	2.18	93.75
-11.3	13.64	0.60	6.25	100.00
合计	100.00	1.31	100.00	/

3 结 论

(1) 从中矿单独再磨再选流程和两磨两选流程的指标对比分析，认为两磨两选流程工艺流程不论在总精矿镍品位还是在回收率指标上都优于中矿单独再磨再选流程。后者总精矿镍品位达到7.96%，比前者提高0.26个百分点，镍回收率达到83.65%，比前者提高0.25个百分点。流程分析认为：中矿单独再磨再选流程富集比低，中矿入选镍品位偏高，中矿段负荷增加，金属量损失严重，中矿段浮选流程来量不稳定，中矿段给矿浓度不稳定，中矿排尾镍品位高是造成流程选矿效率的主要原因。

(2) 两磨两选流程和两磨两选+中矿再磨流程指标对比分析认为：两磨两选+中矿再磨流程的指标体系较两磨两选流程有明显的优势，低精矿镍品位在原矿镍品位降低的情况下有较大幅度的提升，低精矿镍品位在原矿镍品位降低的情况下有较大幅度的提升，由3.95%提高到4.45%，总精矿镍品位由8.061%提升到8.28%，回收率由85.68%提高到85.72%。流程分析认为：两磨两选+中矿再磨流程的二段磨矿细度增加不少，从金属品位来看，中矿再磨后细粒级的镍品位不同程度的都有所提高，尤其是-74 μm 粒级的金属镍品位显著提高，说明通过中矿再磨后细粒级的矿物

的单体解离度有所提高, 为提高二段精矿镍品位提升提供有力条件。

参考文献:

- [1] 杨文彪, 张永梅. 粗精再磨工艺在某高铜镍比矿石选矿中的研究及应用[J]. *矿产综合利用*, 2020(3):121-125.
YANG W B, ZHANG Y M. Research and application of rough concentrate and regrinding technology in beneficiation of a high copper nickel ratio ore[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2020(3):121-125.
- [2] 来庆腾, 廖寅飞. 铜镍硫化矿浮选精矿降镁研究进展[J]. *矿产综合利用*, 2017(5):7-11.
LAI Q T, LIAO Y F. Research progresser on reducing magnesium about flotation concentrate of copper-nickel sulfide ore[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2017(5):7-11.
- [3] 邓伟, 王昌良, 韩跃新. 新型抑制剂用于铜镍矿选矿的工业实践[J]. *矿产综合利用*, 2017(6):35-37.
DENG W, WANG C L, HAN Y X. Industrial practice of copper-nickel ore flotation by new depressant[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2017(6):35-37.

- [4] 徐莺, 杨磊, 刘飞燕. 金川铜镍矿贫矿石选矿产品的工艺矿物学研究[J]. *矿产综合利用*, 2013(3):53-55.
XU Y, YANG L, LIU F Y. Study on process mineralogy of mineral processing products in the low-grade ore at jinchuan[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2013(3):53-55.
- [5] 张国范, 卢毅屏, 冯其明. 金川二矿区富矿石选矿新药剂应用研究[J]. *湖南有色金属*, 2001, 17(5):6-7.
ZHANG G F, LU Y P, FENG Q M. Study on application of new reagent for beneficiation of Jinchuan rich ore in mining area No. 2[J]. *Hunan Nonferrous Metals*, 2001, 17(5):6-7.
- [6] 曾新民. 金川镍铜矿选矿降镁工艺研究与生产实践[J]. *有色金属:选矿部分*, 1996(1):1-5.
ZENG X M. Research and progresser on removal MgO from the flotation concentrate of jinchuan copper-nickel sulfide[J]. *Nonferrous Metals(Mineral Processing Section)*, 1996(1):1-5.
- [7] 吕晋芳, 童雄, 崔毅琦. 云南低品位铜镍矿选矿试验研究[J]. *矿产综合利用*, 2011(3):26-28.
LV J F, TONG X, CUI Y Q. Experimental study on mineral processing technology for a low-grade copper-nickel ore from Yunnan[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2011(3):26-28.

Discussion about the Application of Separation Process in the Middling of a Copper-Nickel Sulfide Ore

Zhang Li, Wang Haiyu

(Concentrator of Jinchuan Group Co., Ltd., Jinchang, Gansu, China)

Abstract: Based on the analysis of copper-nickel sulfide ore, the comparison of indexes before and after the application of middling separate regrinding and reparation process, two grinding and two separation process, two grinding and two separation + middling regrinding process and the analysis of the process. Combined with the actual production situation on site, the paper analyzes the problems existing in the characteristics of the process. The analysis results show that, two grinding and two separation process in both the total nickel concentrate grade and recovery index were superior to the middling separate regrinding and reparation process. The former general nickel concentrate grade of 7.96%, 0.26% higher than that of the latter, nickel recovery rate reached 83.65%, 0.25% higher than the latter. Two grinding and two separation process and two grinding and two separation + middling regrinding process shows that the latter can make low nickel concentrate grade is greatly ascend, rose from 3.95% before the implementation to 4.45% after implementation, at the same time the total nickel concentrate grade from 8.061% to 8.28%

Keywords: Copper-nickel sulfide ore; Beneficiation; Middling; Regrinding and reconcentration