

# 百花岭选矿厂钼精选工艺研究及改造实践

纪 斌

(金堆城钼业公司·华县 714102)

**摘 要** 通过对钼精选系统工艺实施设备换型和优化工艺参数等方面的技术改造,提高钼回收率 2.26 个百分点,钼精矿品位由 50.75% 平均提高到 52.45% (最高  $Mo \geq 54\%$ )。改变了产品结构,适应市场需求,使得“JDC”钼产品质量优势进一步巩固与加强,继续保持国内领先水平,并跨入国际先进行列,经济效益巨大,社会效益显著,为同类矿山设备更新、选型和工艺改造提供了借鉴。

**关键词** 钼精选工艺 “BF”型浮选机 参数优化 品位 产品结构

## TECHNICAL IMPROVEMENT OF BAIHUALING MOLYBDENUM ORE DRESSING PLANT

Ji Bin

(Jinduicheng Molybdenum Ore Co. 714102)

**Abstract:** Baihualing molybdenum ore dressing plant under the leadership of Jinduicheng Molybdenum Ore Company is the biggest one among plants of the same kind in China as well as in Asia. Technical improvements in recent years in the ways of equipment renewal and optimization of technological parameters have increased the molybdenum recovery by 2.26%, the concentrate grade from 50.75% to 52.45% (maximum 54%) which means a world-level quality. The practice of technical improvement in Baihualing plant can be taken as a good example for similar plants.

**Keywords:** Molybdenum ore dressing, BF-type floatation machine, Optimization of technological parameters, Recovery, Concentrate grade

### 1 概 述

百花岭选矿厂是金堆城钼业公司下属的钼选矿厂之一,其生产规模属于我国乃至亚洲最大的钼选矿厂。

该厂 1983 年 10 月建成投产,设计规模为 15000t/d,设计指标原矿含钼 0.100%,精矿含钼 45%,选钼回收率 85%。目前主要产品是钼精矿,副产品有硫精矿,铁精矿和铜精矿。

近年来,该厂进行了大量的技术创新工作,多次进行技术攻关和工艺改造,使得主要选矿技术经济指标均超过原设计指标。如经过降低碎矿粒度技术攻关,优化破碎工艺,强化管理,碎矿粒度由 -20mm 占 75% 降至 -15mm 占 90%,使球磨机效率由 64t/台·h (设计为 70t/台·h),提高到 85t/台·h。选矿的生产规模已达到 20000t/d (包括新增 1 台  $\Phi 3.6 \times 6m$  球磨机增加日处理矿量 2300t),比原

设计能力提高了 33%;通过钼粗选系统的工艺改造,使得其生产能力与磨矿生产能力相适应,粗选回收率从稳定中得以提高;通过几次提高钼精矿质量的技术攻关,钼精矿品位由 45% 提高到 47%,进而提高至 50%,另外,由于钼市场价格的影响,钼的原矿品位由 0.100% 调整到 0.130%。

随着处理矿量能力的增大及原矿性质的变化,该厂原设计的钼精选系统工艺已不能满足生产的需要,主要问题是:

(1) 原设计采用“A”型浮选机,性能本身落后,加之经多年运行磨损,设备老化,性能进一步下降,维修频繁。跑、冒、滴、漏时有发生,严重影响正常生产。

(2) 浮选容积偏小,浮选时间短,致使精选作业很不正常,跑槽、串槽现象严重,导致精选回收率下降,精矿品位也难以提高。

(3) 为适应精选段的能过能力,粗选段必须降低粗精矿产率,使粗精矿品位提高,导致粗选回收率下降。

随着市场全球化的发展,用户对于产品的质量要求不断提高,当然价格越低越好。而该厂精选工艺存在的问题,直接影响着钼精矿的产量和质量,进而影响了钼产品在国际市场上的竞争能力和本企业的经济效益。因此,该系统工艺改造迫在眉睫势在必行。

## 2 改造方案的研究与设计

经公司专家会议研究确定,本次改造方案研究与设计原则如下:①工艺流程和技术指标必须先进、合理。②设备选型稳妥可靠、水平先进,具有高效低耗的特点。③系统处理能力在目前生产能力的基础上,留有一定富余。④设备配置上,具有改变流程的灵活性。做到整体一次设计到位,但要能够分步实施。在分步实施过程中尽量不影响生产,并力求设备配置紧凑合理,便于生产管理和操作。⑤充分利用现有设施,尽可能减少施工量保证投资少见效快。⑥为今后发展自动化控制留有余地。

在进行一系列深入细致的调查研究,科学论证的基础上,根据公司的资金支付能力和生产迫切需要的程度,公司决定先拿出500余万元资金,首先实施第一步改造,其内容是:①精选段浮选机换型。选用新型的“BF”型自吸气式浮选机,代替原来的“A”型浮选机,并采取新的配置。②对现有工艺参数进行优化。如,甩掉粗选段第二次精选作业。适当降低粗精品位,提高粗精矿的产率;严格并改进现有一段再磨的操作与管理制度,使其充分发挥细磨作用;降低旋流器溢流浓度(即降低精选作业浓度)保证溢流细度。

### (1) 浮选机和附属设备的配置

本次改造经过多种配置方案比较,确定仍分为三个系列,并保持原结构流程,即一粗二扫八精。将新换型的BF浮选机(BF4.0m<sup>3</sup>34台, BF1.2m<sup>3</sup>62台)安装在与其相邻,标高8.65m,长为144m,宽

为6m(此厂房跨度为15m)的闲置厂房空间里。(此厂房原安装7A(容积为5.8m<sup>3</sup>/台)选硫浮选机。在1993~1996年将此浮选机换成KYF24m<sup>3</sup>和XCF24m<sup>3</sup>外充气机械搅拌式浮选机,由于浮选机容积变大,故节省出了很多厂房面积)。

这样配置的优点有三:一是可利用原7A浮选机设备基础,可节省投资,缩短工期;二是再磨机和旋流器设备标高的位置均不改变,仍可保证新安装设备矿浆自流,工艺畅通;三是采取“一”字形排列配置,整齐美观,便于操作和设备维护,有利于流失金属全部回收。

### (2) 改造设计特点

能根据钼精选工艺实际,敢于大胆将“BF”浮选机的局部设备结构参数进行改动。如对其排矿方式及排矿口的大小尺寸、位置均进行了改动。生产实践证明此改动是科学有效的、成功的。此举也为新工艺的成功奠定了基础。

为了便于今后的生产技术管理和工艺流程考查,果断对浮选机的尾矿箱进行了改进,并增设了各次作业之间的采样箱。

为了延长设备使用寿命,杜绝金属流失,降低设备的经营费用,在设备安装的同时对浮选机的槽体进行了耐磨防护处理。即在槽底上铺设厚为25mm的铸石,在浮选机槽体内侧面和所有工艺管道的内壁都加衬耐磨型复合材料,可保证浮选机至少在15年内不漏。

对生产工艺参数进行最大限度的科学优化,这也是保证本次改造成功的又一重要因素。

通过增设一条Φ150mm管道,将三个精选系统的来矿量相互串通,这样可保证在稳定产品质量和回收率的前提下,不论哪台再磨机或哪组浮选机检修都可以不影响上部工艺的正常开车,这样使整个精选系统变成了一个灵活多变的流程。有效地提高了整体选矿设备运转率。实践证明,此措施是十分切实有效地。

表1 精选系统各阶段主要技术指标对比

阶段	技术指标 (%)						钼精矿含杂 (%)				备注
	$\alpha$	$\beta_{\text{精}}$	$\beta_{\text{粗}}$	$U_{\text{精}}$	$E_{\text{精}}$	$\epsilon_{\text{精}}$	Pb	Cu	CaO	SiO <sub>2</sub>	
改造前	0.130	9.67	50.75	0.521	87.98	95.29	0.036	0.166	0.55	6.18	1998年1~6月
第一步改造设计			51.50			96.29					
第二步改造设计		5.00	53.00		88.82	97.50					
第一步改造实施后	0.132	7.18	52.45	0.248	88.43	97.64	0.035	0.129	0.40	4.32	1998年8月~1999年7月
差值(后较前)		-2.49	+1.70	-0.273	+0.45	+2.35	-0.001	-0.037	-0.15	-1.86	
改造前精尾品位	0.123			0.526							1997年3月和8月

注:1997年3月份和8月份粗尾考查结果为0.526%,与1998年4~6月考查结果0.521%相近,可进一步说明改造前精选回收率最多只有95%左右。

### 3 改造前后指标对比及分析

#### (1) 改造前后精选系统技术指标对比(见表 1)

从表 1 可看出, 改造后精选指标明显提高。与改造前相比, 在原矿品位相近的条件下, 钼精矿品位由 50.75% 提高到 52.45%, 上升了 1.70 个百分点, 精选回收率由 95.29% 提高到 97.64%, 上升

了 2.35 个百分点, 精尾品位降低 0.273 个百分点, 粗选回收率提高 0.45 个百分点。由此, 可以说明第一步改造是成功的, 达到并超过了钼精矿品位 51.5%, 精选回收率提高 1 个百分点的预期目的。

(2) 改造前后钼精矿出厂质量结构对比(见表 2)。

表 2 钼精选工艺改造前后产品结构变化情况统计表

钼精矿品级及含量	改造前 (1998.1-6)		改造后 (1998.8-1999.5)	
	Mo (%)	占有率 (%)	Mo (%)	占有率 (%)
特级品 (Mo ≥ 53.00%)	0	0	53.69	29.47
其中: (Mo ≥ 54.00%)	0	0	54.40	6.84
优质品 (51.50% ≤ Mo < 53.00%)	52.26	21.51	52.26	51.95
一级品 (51.50% ≤ Mo < 51.50%)	51.00	31.76	51.06	15.27
二级品 (48.00% ≤ Mo < 50.50%)	49.84	46.73	50.18	3.31
合计	50.71	100.00	52.41	100.00

改造前精选作业很不正常, 跑槽、串槽现象十分严重, 导致钼精矿品位要满足市场要求必然损失精选回收率。改造后浮选机性能优越、工艺合理, 不仅提高了钼精矿品位, 而且还提高了精选回收率。尤其是钼精矿中的主要杂质含量均有所下降, SiO<sub>2</sub> 杂质下降幅度最大, 为 1.86 个百分点(参见

表 1), 从而使销售钼精矿产品的质量结构发生了根本性的变化(参见表 2), 特级品率达到了 29.47%; 优质品率提高了 30.44 个百分点, 一级品率和二级品率分别下降了 15.49 和 43.42 个百分点, 大大增强了钼产品在国际市场上的竞争能力, 充分证明第一改造是成功的。

表 3 钼精选系统工艺参数变化情况统计表

阶段	浮选机总容积 (m <sup>3</sup> )	旋流器溢流			钼精矿细度 (%) -0.0385mm	煤油耗量 (g/t)
		浓度 (%)	细度 (%) - 0.0385mm	金属分布 (%) - 0.0385mm		
改造前	104.4	11.86	69	77.28	66.85	145
改造后	210.4	8.54	86.60	81.70	80.05	195
差值	106	3.32	17.60	4.42	13.20	50

#### (3) 结果分析

本次工艺改造之所以能取得如此理想的结果, 除采用了高效低耗的“BF”浮选机外, 另一个主要原因是对各主要工艺参数进行了优化(参见表 3)。

“BF”型浮选机叶轮由封闭双截锥体组成, 可产生强的矿浆下循环, 吸气量比“A”型浮选机大 0.3~0.4m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·min, 搅拌力强, 浆气混合均匀, 气泡矿化程度高, 特别是将其控制闸板(排矿口)位置下移后, 矿化泡沫层增厚。上层气泡不断兼并, 产生较强的“二次富集”作用, 使机械夹带的杂质散落, 重新返回矿浆, 有用矿物与杂质进行多次有效分离, 使得钼精矿品位提高而杂质降低。

改造后, 整个精选系统的浮选机总容积比改造前增大了一倍多(见表 3), 浮选时间大大延长, 即使在原矿处理量增大, 或原矿品位升高及工艺发

生较大波动的情况下, 入选矿浆都能得到充分而有效的选别, 而确保精选作业回收率的提高。另外浮选容积的扩大, 对优化钼粗选段工艺, 即去掉第二次粗精选, 提高粗精矿产率, 适当降低粗精矿品位, 创造了条件。同时, 也对提高粗选段回收率极为有利。浮选容积的扩大, 也为原矿品位低时, 停一个精选系统检修, 开两个精选系统, 而不影响上部工艺设备开动, 创造了条件。确保了整个选矿设备综合运转率的提高。

从表 3 中的数据可看出, 本次改造后, 通过加强管理, 改变原操作方法, 使新工艺的工艺参数都得以优化。首先再磨旋流器的浓度较前降低 3.32 个百分点, 即有效地降低精选工艺的人选浓度。另外, 精选各作业加大了泡沫冲洗水量, 使精选各作业的浮选浓度普遍降低了 3~4 个百分点。旋流器溢流 - 0.0385mm 粒级含量较前提高了 17.60 个百

分点,有效地提高了入选物料中有益矿物的单体解离度。从理论上和实践上都充分证明,精选作业浓度的降低和有益矿物单体解离度的提高,均对有益矿物与杂质矿物实现有效分离,确保钼精矿品位和选别回收率的提高提供了先决条件。其次捕收剂煤油用量的增加使工艺条件更趋于合理,整个浮选过程操作更加稳定,也同样有利于选别指标的提高。

#### 4 效益分析

##### (1) 质量效益

质量是企业的生命,决定着企业的生死存亡。本次钼精选系统工艺改造,使钼精矿品位平均由50.75%提高到52.45%,提高了1.70个百分点。尤其是钼精矿产品的结构发生了重大的变化,特级品( $Mo \geq 53\%$ )率达到了29.47%,使得“JDC”钼产品的质量优势进一步巩固与加强,继续保持在国内的领先地位,并进入国际先进行列,有效地提高了钼产品占领市场的竞争力和企业活力,有着显著的社会效益,另外,以达到的特级产品销售差价计算,每年也可为企业获得3000多万元的直接效益。

##### (2) 回收率效益

经统计,改造后精选回收率提高2.35个百分点,粗选回收率按提高0.2个百分点计算,可折合提高总回收率2.26个百分点,按该厂目前的实际生产能力计算可多生产钼精矿数百吨,增加产值1000余万元。

#### 5 结论

##### (1) 影响百花岭选矿厂钼精矿品位和选矿回收

率的主要因素,一是精选设备容积小,且性能落后;二是工艺不完善。

(2) 改造方案针对钼精选的特点,创造性地对BF-1.2型浮选机的排矿闸板高度、宽度等结构参数进行了改进,使用效果十分显著,对提高精选系统的技术指标起到了关键性的作用。

(3) 加强现有一段再磨操作管理,严格工艺纪律,优化工艺参数,是提高精选指标的又一关键因素。

(4) 两年多的生产实践证明,选用的“BF”型浮选机性能良好,运转可靠,矿液面平稳,易于操作,选别效率高,是一种较为理想的新型浮选设备,在钼精选中首次获得成功应用。

(5) 与改造前相比,“BF”型浮选机在原矿品位相近的情况下,钼精矿品位可达到52.45%,精选回收率达到97.64%,分别比改造前提高1.70和2.35个百分点,同时单位容积消耗功率比“A”型浮选机降低10.84%。

(6) 第一步设备改造和工艺优化,彻底解决了精选系统能力不足,工艺不畅的问题,技术经济效益十分显著。企业年纯收益1125万元,可直接延缓第二步工艺改造,节约投资数百万元,为同类矿山设备选型和设备更新提供了借鉴。

(收稿日期:2000年10月23日)

[作者简介] 纪斌 金堆城钼业公司百花岭选矿厂副总工程师 高级工程师

### 尾矿微晶玻璃生产工艺研究通过验收

中国地质科学院尾矿利用技术中心用矿山固体废弃物生产出一种新型“绿色建材”——微晶玻璃花岗岩。最近,这项名为“尾矿微晶玻璃生产工艺研究”的科技攻关成果通过了由国家科技部组织的成果验收。

据介绍,该成果的技术关键是尾矿微晶玻璃的基础配方、控制尾矿微晶玻璃成核和晶体生产的诸因素、形成尾矿微晶玻璃气孔的因素及工业生产消除方法、造成尾矿微晶玻璃变形及碎裂的原因及解决方法。

目前,这项新工艺已完成在多个矿山的工业试验,尾矿利用率可达到30%~40%。经与国内同类技术比较,更具有原材料成本低,能耗、综合成本低以及产品花色品种多等优势。测试还表明,用该项技术生产的微晶玻璃花岗岩,理化性能均优于天然大理石和天然花岗岩,被专家认为是新世纪高档石材的换代产品。另外,这一新技术和新工艺的问世,为解决矿山环境污染问题,珍惜节约资源问题,以及矿山企业调整产业结构问题都具有现实意义。