

宝山矿业公司山下选区破碎工艺改造

曾永杰

(包头钢铁(集团)有限责任公司宝山矿业公司, 内蒙古 包头 014000)

摘要: 宝山矿业公司山下选区破碎系统经过多年运行, 存在设备数量多、技术水平低、维护成本高等问题, 通过对现有破碎工艺流程现状考察分析, 查找出影响破碎作业指标的因素。对现有破碎流程进行改造, 将原有破碎流程由“三段一闭路”改为“两段一闭路”, 增设 HP800 细碎机实现两种破碎机匹配转车, 开展筛板尺寸优化。改造后大幅度降低了入磨机粒度, 为后续磨选作业创造了有利条件, 同时减少了设备数量, 降低了设备维检工作量, 每年可创造综合效益 854 万元。

关键词: 破碎系统; 循环负荷; 筛分效率; 工艺流程; 设备改造

中图分类号: TD921.2

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2022)04-0008-05

Transformation of Crushing Technology in Submontane Dressing Area of Baoshan Mining Company

Zeng Yong-jie

(Baoshan Mining Co. of Baotou Iron & Steel(Group) Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: After years of operation, there are such problems for the crushing system in submontane dressing area of Baoshan Mining Co. as large number of equipment, low technical level and high maintenance costs. The factors affecting crushing operation indexes are found out through investigating and analyzing the current situation of existing crushing technology. The existing crushing circuit is transformed, the original crushing circuit is changed from “one closed circuit each three sections” to “one closed circuit each two sections”, add HP800 fine crusher to realize the matching running of two types of crushers and carry out the size optimization of sieve plate. The particle size of entering grinder is greatly reduced after the transformation, which creates favorable conditions for subsequent grinding and separation operations, the number of equipment as well as workload of equipment maintenance and inspection are reduced so that the comprehensive benefit of RMB 8.54 million yuan per year can be created.

Key words: crushing system; circulating load; screening efficiency; technological process; equipment transformation

宝山矿业公司山下选厂 1965 年建厂, 破碎系统原设计的中碎为 $\Phi 200$ mm 标准圆锥破碎机, 单机处理能力为 531 t/h, 细碎为 $\Phi 200$ mm 短头圆锥破碎机, 单机处理能力为 241 t/h。在投产后的实际生

产中, 中碎 $\Phi 200$ mm 标准圆锥破碎机与细碎 $\Phi 200$ mm 短头圆锥破碎机的单机处理能力均可达到或超过设计处理能力, 但最终破碎产品中大于 25 mm 的粒级占 15% 左右, 大于 30 mm 的粒级占

8%左右,与设计的破碎粒度差距较大,其原因主要是采用开路破碎流程,无检查筛分作业。由于破碎产品粒度粗,严重制约了磨矿系列处理能力与磨矿产品粒度。通过对原有破碎设备的改进,在改善破碎粒度方面,效果不明显,仍不能将破碎产品粒度降至20 mm以下。为此,在1993年对破碎工艺进行了较大改造,增设了闭路破碎工艺。在原有的中、细碎破碎机之后,增设4台7英尺西蒙斯短头圆锥破碎机和10台YA2460圆振筛,筛孔尺寸15 mm×30 mm,形成三段一闭路破碎工艺,破碎产品粒度达到15 mm以下,1998年在超细碎作业中增加了1台HP800圆锥破碎机,该闭路破碎工艺对提高磁铁矿系列磨矿处理能力起到了重要作用^[1]。

基于当时的技术条件,该破碎系统存在诸多不足和问题,破碎筛分设备数量多,且技术水平低,生产维护成本偏高,因此,有必要对其进一步改造,提高生产稳定性。

1 存在问题分析

现破碎系统采用的是三段一闭路破碎流程,矿石先经中碎 $\Phi 2\ 200$ mm标准圆锥破碎机,破碎产品经过一次检查筛分,筛上物料进入细碎 $\Phi 2\ 200$ mm短头圆锥破碎机,细碎产品与筛下物料再经过筛分,筛上物料进入超细碎(由3台西蒙斯弹簧圆锥破碎机和1台HP800组成),筛下物料0~13 mm进入磨选作业,超细碎排矿产品返回筛分作业,形成闭路作业。图1为改造前破碎流程。

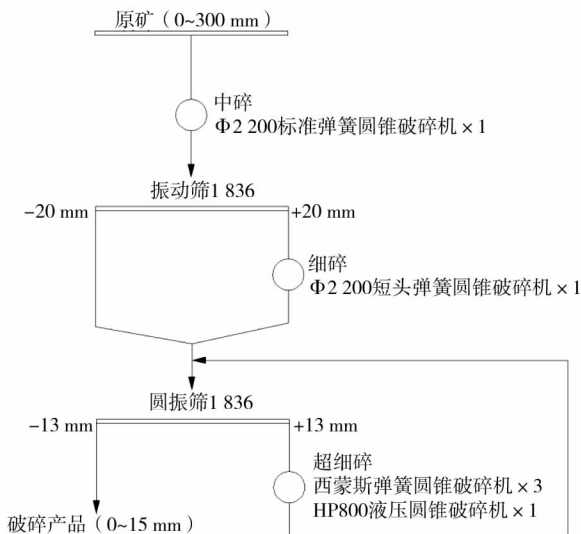


图1 改造前破碎流程

该破碎系统运行多年,生产基本稳定,但由于该系统为20世纪五六十年代产物,技术水平较低,存在以下不足:

(1)设备陈旧。相比现代新设备,其技术相当落后,设备故障率高,生产不稳定,严重制约生产效率。

(2)设备体积、重量大,检修更换配件时工人劳动强度大,单次维修耗工时过长。

(3)设备自动化控制水平低,无自动检测报警系统,生产管理难度大。

(4)设备功耗大,破碎单位矿石能耗高于国内同级别选厂。

(5)缺少过铁保护装置,易发生断轴、打齿、研套、偏心套损坏和锥体断裂的重大事故,维护成本高,严重影响生产。

(6)缺少液压清腔功能,事故停机后靠人工清腔,劳动强度大且不安全。

2 设计工艺流程及指标

2.1 工艺流程的确定

破碎工艺流程是选矿工艺设计中的关键技术问题,它不仅影响基建投资,而且在很大程度上决定了生产的稳定性、连续性。本着工艺可靠、先进适用、尽量不影响生产等设计原则,本次初步设计的破碎工艺流程采用“两段一闭路”工艺流程^[2],见图2。

原矿(0~300 mm)经胶带机运送至闭路破碎间的两个矿仓内,通过矿仓卸料口下部的胶带机给入中碎,中碎产品经过胶带机运送至闭路筛分间进行筛分,筛上物料返回闭路破碎间的两个细碎产品仓内,通过矿仓卸料口下部的胶带机给入细碎,中碎和细碎产品合并后运输至闭路筛分间,形成闭路循环。

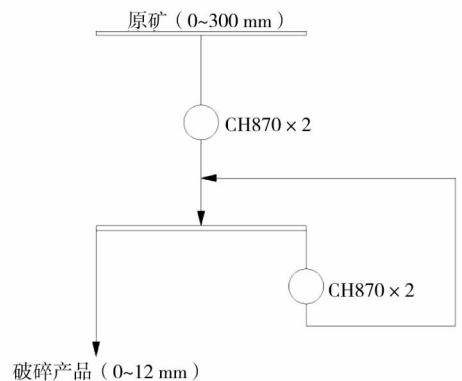


图2 改造后破碎流程

2.2 主要工艺设备选择及计算

2.2.1 主要设备选择的原则

本次初步设计中设备选择的原则如下:

(1) 选用设备在满足先进、可靠、大型、高效、节能的条件下, 优先采用国产设备, 以减少投资, 降低成本, 提高建设效益; 设备性能稳定、可靠, 以保证顺利投产和正常生产。

(2) 设备规格大型化, 减少生产系统, 便于管理, 既提高设备效率, 又减少厂房面积和投资。

(3) 所选设备便于采购, 备品备件供应渠道畅通, 以保证设备的完好率和全厂的作业率。

(4) 所选设备尽量满足当地交通运输条件及要

求, 保证设备能够进出厂区。

(5) 所选设备充分考虑节能, 降低正常生产电耗。

2.2.2 主要工艺设备选择及计算

设计中碎作业采用胶带输送机给料, 设备每天工作 2 班, 每班 7.5 h, 处理矿量为 1 010.10 t/h, 最大粒度为 300 mm。选用 2 台单缸液压圆锥破碎机, 1 用 1 备, 最大给料粒度 350 mm。排矿口直径为 51 mm 时, 设备处理能力为 1 100 t/h。负荷率 $\eta = 1\ 010.10 \div (1\ 100 \times 1) \times 100\% = 91.83\%$ 。表 1 为中碎设备指标。

表 1 中碎设备选择结果

设备名称	台数	设备允许给矿粒度/mm	设计给矿粒度/mm	排矿口直径/mm	最大排矿粒度/mm	设备处理能力 / $(t \cdot h^{-1} \cdot 台^{-1})$	计算给矿量 / $(t \cdot h^{-1})$	负荷率 /%
圆锥破碎机	2	350	300	51	90	1 100	1 010.10	91.83

设计细碎作业采用胶带输送机给料, 设备每天工作 2 班, 每班 7.5 h, 处理矿量为 1 010.10 t/h, 最大粒度为 90 mm。选用 2 台单缸液压圆锥破碎机, 最大给料粒度为 90 mm。排矿口直径为 16 mm 时,

设备处理能力为 655 t/h。负荷率 $\eta = 1\ 010.10 \div (655 \times 2) \times 100\% = 77.11\%$ 。表 2 为细碎设备指标。

表 2 细碎设备选择结果

设备名称	台数	设备允许给矿粒度/mm	设计给矿粒度/mm	排矿口直径 /mm	最大排矿粒度/mm	设备处理能力 / $(t \cdot h^{-1} \cdot 台^{-1})$	计算给矿量 / $(t \cdot h^{-1})$	负荷率 /%
圆锥破碎机	2	90	90	16	13	655	1 010.1	77.11

本次设计筛分处理量为 2 020.20 t/h, 按波动系数 1.2 计, 设计筛分处理量为 2 424.24 t/h。初步选择 2YA2460 圆振动筛, 双层筛, 上层筛孔尺寸 40 mm, 下层筛孔尺寸 13 mm, 筛分效率 85%。上层筛处理能力按选矿设计手册经验公式进行计算^[3]:

$$Q = \Phi F V \delta_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 K_8$$

式中: Q ——振动筛的处理量, $t/(h \cdot 台)$;

Φ ——振动筛的有效筛分面积系数, 设计取 0.8;

F ——振动筛筛网名义面积, $F = 14.40 m^2$;

V ——振动筛单位筛分面积的平均容积处理量, $V = 32.6 m^3/(m^2 \cdot h)$;

δ_0 ——筛分物料的松散密度, $\delta_0 = 1.6 t/m^3$;

K_1 ——给矿中细粒影响系数, $K_1 = 0.8$ (进筛

- 20 mm 含量 30%);

K_2 ——给矿中粗粒影响系数, $K_2 = 0.97$ (进筛 + 40 mm 占 20%);

K_3 ——筛分效率系数, $K_3 = 1.87$;

K_4 ——物料种类和粒度形状系数, $K_4 = 1.0$;

K_5 ——物料湿度影响系数, $K_5 = 1.0$;

K_6 ——筛分方法影响系数, 干筛 $K_6 = 1.0$;

K_7 ——筛子运动参数系数, $K_7 = 0.75$;

K_8 ——筛面种类和筛孔形状系数, 橡胶筛板 $K_8 = 1.2$ 。

$$Q = 0.8 \times 14.40 \times 32.6 \times 1.6 \times 0.8 \times 0.97 \times 1.87 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.75 \times 1.2 = 784.76 t/(h \cdot 台)$$

设计筛分处理量为 2 424.24 t/h。所需台数

$n = 2\,424.24 / 784.76 = 3.09$ (台), 选用4台可满足上层筛分要求。

下层筛处理能力按选矿设计手册经验公式进行计算:

$$Q = \Phi F V \delta_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 K_8$$

式中: Q ——振动筛的处理量, $t/(h \cdot \text{台})$;

Φ ——振动筛的有效筛分面积系数, 设计取0.70;

F ——振动筛筛网名义面积, $F = 14.40 \text{ m}^2$;

V ——振动筛单位筛分面积的平均容积处理量, $V = 20.9 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$;

δ_0 ——筛分物料的松散密度, $\delta_0 = 1.6 \text{ t/m}^3$;

K_1 ——给矿中细粒影响系数, $K_1 = 0.50$ (进筛-7.5 mm 含量15%);

K_2 ——给矿中粗粒影响系数, $K_2 = 1.473$ (进筛+13 mm 占67.5%);

K_3 ——筛分效率系数, $K_3 = 1.87$;

K_4 ——物料种类和粒度形状系数, $K_4 = 1.0$;

K_5 ——物料湿度影响系数, $K_5 = 1.0$;

K_6 ——筛分方法影响系数, 干筛 $K_6 = 1.0$;

K_7 ——筛子运动参数系数, $K_7 = 0.75$;

K_8 ——筛面种类和筛孔形状系数, 橡胶筛板

$$K_8 = 1.2。$$

$$Q = 0.70 \times 14.40 \times 20.9 \times 1.6 \times 0.50 \times 1.473 \times 1.87 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.75 \times 1.2 = 417.81 \text{ t}/(\text{h} \cdot \text{台})$$

设计筛分处理量为2 424.24 t/h, 经上层筛分筛掉约20%矿量后, 下层筛面设计处理量为 $2\,424.24 \times 0.8 = 1\,939.39 \text{ t/h}$ 。所需台数 $n = 1\,939.39 \div 417.81 = 4.64$ (台), 选用5台可满足要求。

经对上层筛面、下层筛面处理能力校核计算, 选用5台2YA2460圆振动筛可满足生产要求。当给矿粒度为0~300 mm, 破碎产品粒度为0~13 mm, 以现代破碎设备技术水平采用两段一闭路破碎流程就可达到要求。因此技改方案确定将现有的三段一闭路破碎流程改造为两段一闭路破碎流程, 同时将原来中、细碎(9台)及第三段破碎作业的三台西蒙斯圆锥破碎机替换成CH870型多缸液压圆锥破碎机。

2.3 改造前后设备变化

破碎系统改造后, 运转设备数量大幅度减少, 技术改造后, 减少设备功率790.5 kW, 降低了设备电耗, 具体设备变化如表3。

表3 山下选区破碎系统改造后设备变化

项目	主要可比工艺设备	数量	功率/kW	总功率/kW	
改造后减少的设备	中碎 $\Phi 2\,200$ 圆锥破碎机	3	260	780	
	细碎 $\Phi 2\,200$ 圆锥破碎机	6	260	1 560	
	惯性振动筛 1836	6	15	90	
	9-2# 皮带机	1	22	22	
	14# 皮带机	1	45	45	
	30# 皮带机	1	45	45	
	6转1# 皮带机	1	155	155	
	6转2# 皮带机	1	185	185	
	45# 皮带	1	30	30	
	43# 皮带机	1	30	30	
	西蒙斯破碎机	2	400	800	
	合计		1 447	3 742	
	改造后新增设备	转运皮带	1	200	200
		转运小皮带	2	30	60
CH870 圆锥破碎机		2	600	1 200	
CH870 圆锥破碎机		2	600	1 200	
振动筛 2YA2460		5	30	150	
除铁器 B=1 600 mm		1	5.5	5.5	
合计		1 465.5	2 815.5		
技改前后功率差				926.5	

3 投资估算

本期工程投资估算内容包括新增设备费用、设备安装费用、土建费用、新增设备除尘系统改造费用、新增设备电气自动化费用和其他费用等。项目除了新建一条皮带通廊,无其他新建建筑物,所有设备更换改造都是在已有厂房内进行,所以建筑投资费用可控。

3.1 设备费

本期工程所需新购设备主要为圆锥破碎机,均采用 CH870 液压圆锥破碎机。其他工艺辅助设备选用国内知名品牌进行估算。表 4 为新增设备投资表。

表 4 新增设备投资表

名称	规格	数量	总价/万元
中碎机	CH870	2	1 100
细碎机	CH870	2	1 100
转运皮带	B1600,水平输送距离 L≈200 m	1	150
转运皮带	B1600,水平输送距离 L≈15 m	2	60
振动筛	2YA2460	5	200
除铁器	B1600	2	80
除尘风机		2	160
合计		16	2 850

3.2 工程投资估算

本工程为包头选矿厂破碎系统技术改造工程。工程总投资估算为 4 172 万元,按工程投资构成划分见表 5。

表 5 工程投资构成表

序号	项目名称	估算投资 /万元	占总投资比例 /%
1	建筑工程费	300	7.19
2	设备费	2 850	68.31
3	安装工程费	315	7.55
4	勘察设计费	124	2.97
5	29 变电所及节能电气改造费	350	8.40
6	预备费	233	5.58
合计	总投资估算	4 172	100.00

4 经济效益估算

宝山矿业公司山下选区破碎系统由三段一闭路破碎改造成两段一闭路破碎工艺,节省了约 7 条功率较大皮带机,同时减少了 9 台 $\Phi 2 200$ mm 破碎机及 6 台筛分机。改造后年降低能耗费用合计 184 万元,因改造后共计 9 台 $\Phi 2 200$ mm 圆锥破碎机和一些排污泵因高能耗或工艺改造后失去用途,均不再使用,年可降低材料消耗和备品备件消耗 550 万元,降低人工成本 120 万元,总计产生效益 854 万元/年。

5 结论

(1)本次破碎工艺流程改造后,由原三段一闭路流程简化为两段一闭路流程,减少了设备数量,降低了设备维检工作量,为生产创造有利条件,改造后降低成本 854 万元/年,经济效益显著。

(2)改造后降低了选矿成本,提高了选矿经济技术指标,为企业更好利用矿产资源奠定基础,同时也为同类型矿山技术改造提供借鉴。

参 考 文 献

- [1] 王春生,贾润喜,冯金海,等. 黄金选矿破碎工艺综合改造实践[J]. 有色金属:选矿部分, 2007, (6): 17-20.
- [2] 李启衡. 碎矿与磨矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1983.
- [3] 选矿设计手册编委会. 选矿设计手册[M]. 北京:冶金工业出版社,1988.