

# 浅谈歪头山铁矿马选车间尾矿处理干堆工艺

陈 诺

本钢歪头山铁矿, 辽宁 本溪  
Email: wkjsk@163.com

收稿日期: 2021年3月4日; 录用日期: 2021年4月6日; 发布日期: 2021年4月13日

## 摘 要

本文简要介绍了歪头山铁矿马选车间选矿工艺以及目前尾矿排放存在的问题, 分析了新型尾矿干堆工艺替代传统尾矿湿式直排尾矿库工艺的必要性与应用效果, 结合DZ-80m<sup>2</sup>/4000型水平真空带式过滤机设备性能特点和应用实践, 阐明了马耳岭选矿车间尾矿干堆工艺特点及其重要意义。

## 关键词

水平带式过滤机, 尾矿干堆, 旋流器

# Discussion on Dry Heap Process of Tailings Treatment in Maxuan Workshop of Waitoushan Iron Mine

Nuo Chen

Waitoushan Iron Mine, Mining Co. of Ben Steel, Benxi Liaoning  
Email: wkjsk@163.com

Received: Mar. 4<sup>th</sup>, 2021; accepted: Apr. 6<sup>th</sup>, 2021; published: Apr. 13<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

This paper briefly introduces the little mountain iron ore beneficiation Maxuan workshop process and the current problems of tailings discharge, analyzes the new process alternatives to traditional dry stacked tailings wet in-line necessity and application effect of the tailings technology, combined with the DZ-80m<sup>2</sup>/4000 type horizontal vacuum belt filter equipment performance characteristics and application practice, illustrates the maerling ear dry stacked ridge ore dressing workshop process characteristics and the important significance.

## Keywords

Horizontal Belt Filter, Tailings Dry Heap, Cyclone

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

歪头山铁矿马耳岭选矿车间是本钢球团厂主要原料基地之一,设计年处理原矿 300 万 t,年生产品位 68.50%铁精矿 100 万吨,工艺流程为粗破碎 - 自磨、球磨阶段磨矿 - 弱磁选 - 细筛阶段选别工艺流程,磨选工艺总尾矿经两台 60 m 浓密机浓缩后溢流回水自流至厂内循环水泵站,底流由主砂泵站经 4.8 Km 管路输送至小西沟尾矿库。由于小西沟尾矿库进入生产末期即将闭库,为延长小西沟尾矿库服务年限,保证矿山可持续发展,2020 年歪头山铁矿利用现有废弃的马耳岭露天矿坑建设尾矿处理干堆工程,有效缓解了马选尾矿直排对小西沟尾矿库的压力,延长了尾矿库使用年限。

妥善处理尾矿是摆在矿山生产工作者面前的一个重要问题。传统的尾矿处理方法是采取尾矿湿式直排技术,建立尾矿库[1],但是马耳岭采坑存在采坑面积小,尾矿无法自然晾干,澄清距离短,回水水质浑浊,后续尾矿综合利用困难的问题,而且新建尾矿库立项、审查、征地、动迁及环评、环评等手续繁杂,投资费用高,因此,新建尾矿库难度极大。而近几年新发展的方法是采用尾矿过滤干堆新技术,通过与传统尾矿湿式直排工艺比较,无论是节约水资源还是避免污染地下水资源,以及避免危害下游居民生产、生活等方面,尾矿干堆新工艺的应用都解决了传统直排工艺所面临的难题[2]。在国际、国内对环境保护的呼声越来越高的趋势下,矿山企业采取干堆新技术已是大势所趋[3]。

小西沟尾矿库截至 2020 年 4 月份,剩余有效库容 546 万  $m^3$ ,按照歪头山铁矿两个选矿车间尾矿同时排放,仅能服务 1.4 年,马选干堆复垦工艺运行后,小西沟尾矿库年减少尾矿排放量 123 万  $m^3$ ,延长服务年限 0.7 年。马耳岭采坑有效库容 1388 万  $m^3$ ,马选车间尾矿单独排放可服务 11.3 年,小西沟尾矿库闭库后,两个选矿车间同时排放可服务 3.6 年,为歪头山铁矿尾矿排放接续争取了宝贵的时间,对延长尾矿库服务年限,湿排工艺顺利接续为干排工艺,保证矿山可持续发展意义重大,

## 2. 马选车间尾矿干堆工艺

### 2.1. 尾矿处理工艺现状

马选车间总尾矿经两台 60 m 浓密机浓缩后,通过底流泵站渣浆泵输送至尾矿脱水厂房过滤机总分矿箱内,经矿浆闸阀分货后自流给入 5 台 DZ-80 $m^2$ /4000 型水平带式真空过滤机进行脱水,尾矿滤饼经皮带输送机转运至马耳岭露天坑内堆存,滤饼含水 20%左右。溢流自流入回水池后泵送至马选车间主砂泵站。尾矿脱水工艺流程图见图 1。

### 2.2. 水平带式过滤机设备性能特点

带式过滤机由橡胶滤带、真空箱、驱动辊、胶带支承台、进料斗、滤布调偏装置、驱动装置、滤布洗涤装置、机架等部件组成,是充分利用物料重力和真空吸力实现固液分离的高效过滤设备,设备结构见图 2。

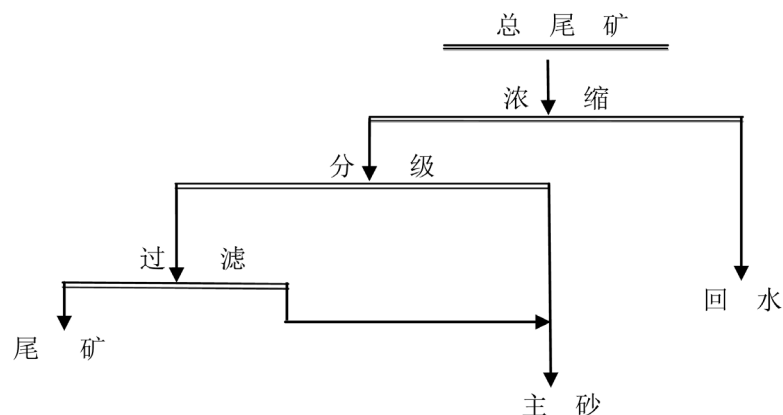


Figure 1. Tailings dehydration process flow chart

图 1. 尾矿脱水工艺流程图

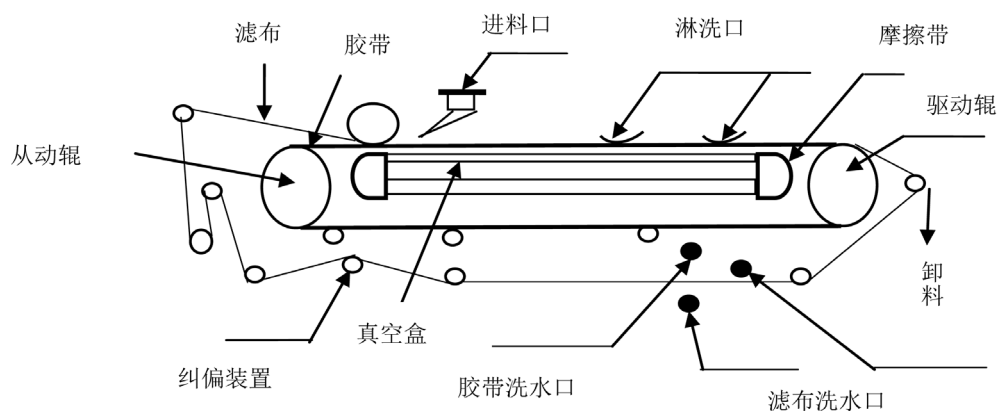


Figure 2. DZ-80m<sup>2</sup>/4000 horizontal belt filter equipment structure diagram

图 2. DZ-80m<sup>2</sup>/4000 型水平带式过滤机设备结构简图

### 2.2.1. 工作原理

滤布铺敷在环形胶带上由电机经减速拖动同步连续运行，料浆从布料器均匀地分布到滤布上，在真空作用下滤液穿过滤布经胶带上的横沟槽汇总并由小孔进入真空室，胶带与真空室滑动接触形成真空抽滤区，固体颗粒被截留形成滤饼，进入真空室的液体经气水分离器排出；已形成的尾矿滤饼随胶带向前移动依次进入洗涤区、吸干区，最后滤布与胶带分开在卸滤饼辊处将尾矿滤饼卸出；卸除尾矿滤饼的滤布经清洗后获得再生，再经过一组支承辊和纠偏装置后重新进入过滤区进行连续作业。

### 2.2.2. 性能优点

整体结构采用可拆式和模块化框架，易损件少，安装维护方便；自动化程度高，参数可调能适应不同分离工艺的要求；生产能力大、过滤速度快，可适合不同工况条件连续作业。

## 3. 马选尾矿性质分析

### 3.1. 尾矿矿物组成

由表 1 可知，尾矿样品中 TFe 品位为 7.65%，含量很低，尾矿中主要成分 SiO<sub>2</sub>，且无重金属存在，不会对地下水造成污染；由表 2 可知，该样品中以磁铁矿形式存在的铁含量为 1.10%，占有率为 14.38%，硅酸铁矿物和赤(褐)铁矿含量高，在弱磁选别条件下无法回收。

**Table 1.** Chemical multi-element analysis results of tailings samples from maerling dressing workshop**表 1.** 马选车间尾矿样品化学多元素分析结果

组分	TFe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	S	P
含量/%	7.65	68.62	5.6	4.2	3.98	0.12	0.097

**Table 2.** Iron chemical phase analysis results of tailings samples from horse dressing workshop**表 2.** 马选车间尾矿样品铁化学物相分析结果

铁物相	TFe	磁铁矿中 Fe	菱铁矿中 Fe	赤(褐)铁矿中 Fe	黄铁矿中 Fe	硅酸铁中 Fe
含量/%	7.65	1.10	0.85	1.30	0.25	4.15
占有率/%	100.00	14.38	11.11	16.99	3.27	54.25

### 3.2. 尾矿粒度组成

由表 3 可知, 尾矿-200 目含量为 58.06%, 尾矿粒度偏粗, 适合过滤脱水干堆。

**Table 3.** Particle size composition of tailings**表 3.** 尾矿粒度组成

粒级(mm)	-0.074	-0.082+0.074	+0.082-0.093	+0.093-0.123	+0.123-0.185	+0.185 以上
产率(%)	58.06	5.32	0.02	6.2	14.4	16

### 3.3. 尾矿技术参数

尾矿技术参数如下表 4 所示。

**Table 4.** Technical parameters of tailings**表 4.** 尾矿技术参数

干矿量(万 t/a)	干矿量(t/h)	干矿真比重	排放浓度(%)	-0.074 mm 含量(%)
184	232.32	2.7	18~20	58.06

## 4. 尾矿处理工艺存在问题

由于马选车间在破碎作业前没有矿石预处理抛尾工序, 大量非磁性脉石颗粒进入到后续磨选流程完成选别抛尾作业。同比其他选厂马选车间尾矿具有“排放量大、排放颗粒粗、排放浓度小”三个工艺特点。马选车间尾矿处理干堆工程建设投产后, 水平带式过滤机滤前给矿浓度小, 尾矿含泥量高, 处理量大, 造成过滤机脱水困难、尾矿滤饼水份过大, 始终没达到工艺要求, 尾矿处理设备无法稳定运行, 因此, 对原有的处理工艺实施流程优化改进势在必行。

## 5. 马选尾矿处理工艺优化实践

### 5.1. 浓密机 - 絮凝剂 - 水平带式过滤机干堆工艺流程

磨选工艺产生的 3%~4% 总尾矿汇集到  $\phi 60$  m 浓密机浓缩, 底流浓度控制在 18%~20%, 由渣浆泵扬送至干堆厂房, 高分子絮凝剂采用机械搅拌调制稀释溶剂经螺杆泵给入尾矿管路, 与尾矿矿浆混合反应形成絮团, 在集矿箱内沉淀后给入水平带式真空过滤机进行脱水作业, 尾矿滤饼经皮带输送机转运至马耳岭露天坑内堆存。过滤机真空水、清洗水自流汇集到回水池内, 经渣浆泵扬送至  $\phi 60$  m 浓密机浓缩溢流回水井内返回至生产循环水泵站, 工艺流程见图 3, 工艺流程考查表如表 5。

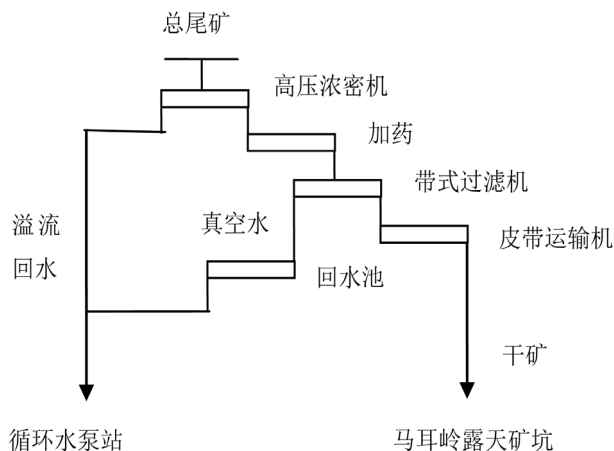


Figure 3. Flocculant dry stack process flow chart  
图 3. 絮凝剂干堆工艺流程图

Table 5. Flocculant dry stack process test table  
表 5. 絮凝剂干堆工艺流程考查表

絮凝剂名称	分子量(万)	加药量(g/t 干矿)	加药频次(次/h)	药剂浓度(%)	加药前浓度(%)	加药后浓度(%)	滤饼水分(%)	滤饼-200目含量(%)	过滤机运行台数(台)
聚丙烯酰胺	1200	25.82	2	0.1	18~20	25~30	30~35	58.06	5
聚丙烯酰胺	1200	51.65	2	0.2	18~20	30~35	30~35	58.06	4

### 5.2. 浓密机 - 旋流器 - 水平带式过滤机干堆工艺流程

磨选工艺产生的 3%~4% 总尾矿汇集到  $\phi 60$  m 浓密机浓缩，底流浓度控制在 18%~20%，由渣浆泵扬送至干堆厂房，给入 DN350 mm 水力旋流器进行分级作业，旋流器沉砂给入水平带式真空过滤机进行脱水作业，尾矿滤饼经皮带运输机转运至马耳岭露天坑内堆存。旋流器溢流同过滤机真空水、清洗水自流汇集到回水池内，由渣浆泵扬送至主砂泵站后，利用原尾矿管路将这部分细颗粒输送至小西沟尾矿库堆存，尾矿库澄清回水经泵站输送至马选生产水系统，工艺流程见图 4，工艺流程考查表如表 6。

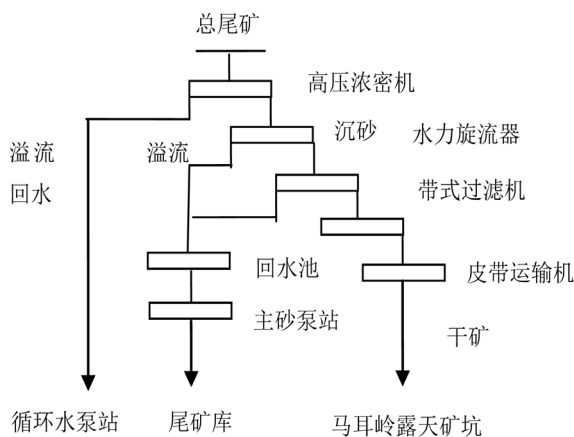


Figure 4. Process flow chart of hydrocyclone dry heap  
图 4. 旋流器干堆工艺流程图

**Table 6.** Test table of cyclone dry heap process flow**表 6.** 旋流器干堆工艺流程考查表

旋流器型号 (mm)	溢流口直径 (mm)	沉砂口直径 (mm)	旋流器运行数量 (个)	工作压力 (Amp)	旋流器给矿 浓度(%)	旋流器给矿-200目含量 (%)
DN350	150	80	5	0.2~0.3	18~20	58.06
DN350	150	100	5	0.2~0.3	18~20	58.06
溢流浓度(%)	溢流-200目含 量(%)	沉砂浓度 (%)	沉砂-200目含量 (%)	滤饼水分 (%)	滤饼-200目 含量(%)	过滤机运行台数(台)
10~15	68.80	35~40	50.3	25~30	45.3	3
5~10	78.30	40~50	32.3	15~20	50.3	2

### 5.3. 两种干堆工艺效果对比

两种干堆工艺流程实验效果对比如表 7 所示。

**Table 7.** Comparison of experimental results of the two dry reactor processes**表 7.** 两种干堆工艺流程实验效果对比

工艺流程	优点	缺点
絮凝剂 - 带式 过滤机	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 过滤机澄清滤液和清洗水、真空水回收至生产循环水系统再利用, 实现马选生产用水内部自循环重复利用, 可减少尾矿库回水和外部清水运行成本;</li> <li>2) 降低主砂泵站和 4.8 Km 尾矿管路运行和维护成本费用。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 絮凝剂成本预计 120 万元/年;</li> <li>2) 人工定时加药 2 小时一次, 生产工人工作量大;</li> <li>3) 过滤作业率 &gt;80%, 处理能力 &lt;58t/h 台, 运行成本高;</li> <li>4) 滤布透气性差, 过滤效率低, 需定时停止给矿进行清洗;</li> <li>5) 滤布再生效果差, 使用寿命缩短;</li> <li>6) 滤饼水分大, 冬季干堆无法进行生产;</li> <li>7) 滤饼含水量大, 马耳岭露天矿坑需要做排水和防渗处理才能满足尾矿堆存标准, 后续投入费用较高。</li> </ol>
旋流器 - 带式 过滤机	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 生产操作简单、维修方便;</li> <li>2) 过滤机作业率 40%~60%, 处理能力 &gt;80t/h 台, 运行后成本费用低;</li> <li>3) 实现给矿、过滤、清洗、卸料连续作业, 过滤效率高;</li> <li>4) 尾矿滤饼水分 <math>\leq 20\%</math>, 满足干堆工艺冬季生产需求; 实现露天矿坑自然堆存尾矿目的, 符合安全、环保标准;</li> </ol>	旋流器难以得到澄清的溢流, 细颗粒尾矿给入浓缩会造成浓缩溢流回水浑浊; 目前旋流器溢流只能送回主砂泵站, 利用原尾矿管路再次输送至尾矿库, 干堆工艺回水无法实现重复利用。

## 6. 结论

1) 针对闭坑的马耳岭露天采坑库容大、距离马选车间近的特点, 采用新型干堆工艺替代传统的尾矿湿式直排尾矿库工艺, 就近处理马选车间全部尾矿, 解决了小西沟尾矿库库容严重不足、制约矿山发展的难题, 为国内外企业解决类似问题探索出有效新途径。

2) 结合马选车间尾矿浓度低、粒度粗、含泥量大的特点, 经过两种尾矿处理工艺的实验、分析、对比, 从安全、环保、生产指标、运行成本等方面综合考察, 采用浓密机 - 旋流器 - 水平带式过滤机干堆工艺流程方案更优, 达到了尾矿处理安全、环保的目的。

3) 水平带式真空过滤机具有运行成本低、过滤效率高、处理能力大、操作管理简便的优点[4], 实践表明, 给矿浓度在 40%~50% 之间才能获得最佳的过滤效果。

### 参考文献

- [1] 罗敏杰. 浅谈尾矿干堆技术[J]. 有色冶金设计与研究, 2009, 30(6): 27-29.
- [2] 林心. 干堆工艺在尾矿库建设中的应用[J]. 南方金属, 2010(4): 30-32.
- [3] 林建广. 尾矿干堆与传统湿排工艺的安全经济性对比分析[J]. 现代矿业, 2013(6): 119-120.
- [4] 傅灿. 尾矿干堆工艺技术应用分析[J]. 有色金属, 2013(2): 54-57.