

DOI:10.3639/j.issn1671-9492.2011.z1.046

首钢秘鲁铁矿浮选工艺及设备

金永涛¹, 董干国², 王志国², 史帅星²

(1. 首钢秘鲁铁矿股份有限公司; 2. 北京矿冶研究总院, 北京 100070)

摘要: 首钢秘鲁铁矿是首钢集团重要的海外铁矿基地, 简要介绍选矿厂的选矿工艺流程, 重点介绍浮选作业中采用的浮选机型号及配置。BGRIMM 浮选机在首钢秘鲁铁矿的成功应用为我国浮选机进入南美洲市场, 参与国际竞争打下了良好的基础。

关键词: 首钢秘鲁铁矿; 浮选; 浮选机; 浮选工艺; 铁精矿

中图分类号:TD456

文献标识码:A

文章编号:16171-9492(2011)S0-0198-04

Flotation Technology and Flotation Machine in Shougang Hierro Peru S.A.A.

JIN Yongtao¹, DONG Ganguo², WANG Zhiguo², SHI Shuaixing²

(1. Shougang Hierro Peru S.A.A.; 2. Beijing General Research Institute of Mining and Metallurgy, Beijing 100070, China)

Abstract: Shougang Hierro Peru S.A.A. is an important overseas iron ore base of Shougang Group. This paper introduces in brief the mineral processing process in Shougang Hierro Peru S.A.A., and presents in detail the type and arrangement of flotation machines in Shougang Hierro Peru S.A.A. The successful application of flotation machine designed and manufactured by Beijing General Research Institute of Mining & Metallurgy (BGRIMM) in Shougang Hierro Peru S.A.A. promotes Chinese equipment into South American market and makes good foundation for further international competition.

Key words: Shougang Hierro Peru; flotation; flotation machine; flotation technology; iron concentrate

首钢秘鲁铁矿股份有限公司是首钢集团重要的海外铁矿基地, 矿山位于南美洲秘鲁南部伊卡省马尔卡纳地区, 濒临西太平洋。首钢秘鲁铁矿的铁矿床属接触交代矽卡岩型矿床, 截止 2009 年底探明储量 11 亿 t, 远景储量 5 亿 t, 合计 16 亿 t。目前, 首钢秘鲁铁矿年产铁精矿 800 万 t, 产品销往世界各地。

1 选矿厂简介

首钢秘鲁铁矿的前身是美国人于 1952 年成立的马尔科纳矿业公司, 1963 年选矿厂建成投产, 设计采用棒磨、球磨、旋流器分级—弱磁选—浮选脱硫工艺流程, 处理原生矿, 生产烧结粗粉和球团细粉。随着时间的流逝, 矿石性质不断变化, 当时选用的浮选机已经难以满足工艺生产的要求, 2008 年

开始首钢秘鲁铁矿逐步进行了工艺改造和扩能改造。

首钢秘鲁铁矿目前处理的矿石为含铜、低磷高硫酸性磁铁矿矿石。矿石中可供选矿回收的主要矿物是铁、铜、钴、硫, 需要选矿丢弃的矿物是 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 等。矿石中金属矿物以磁铁矿为主, 其次是半假象赤铁矿、假象赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿, 另有少量铜蓝、闪锌矿、方铅矿、辉铜矿等, 脉石主要是阳起石、透闪石和普通角闪石^[1]。矿石中的有害组分磷、砷含量很低, 对选矿产品质量影响很小, 但是硫含量很高, 选矿过程中必须采用脱硫作业, 以获得合格的铁精矿。因此选矿厂采用了阶段磨矿、弱磁选回收矿石中铁矿物, 利用浮选进行脱硫作业获得最终精矿的工艺流程。原矿密度 4.2 g/cm^3 , 总铁含量 55.8%, FeO 含量 21.5%, 硫含量 3.23%。

收稿日期: 2011-06-18

作者简介: 金永涛 (1964-), 男, 黑龙江富锦人, 工程师。

浮选作业采用黄药作为捕收剂，采用 DOW FROTH 1012 为起泡剂。

目前，整个选矿厂总共有 10 个系列，其中 2 个系列为生产粗颗粒铁精矿的粗粉系列，其余 8 个系列为生产细颗粒铁精矿的细粉系列。

2 粗粉系列

2.1 粗粉系列的生产工艺

为了减少磨矿量，降低磨矿能耗，选矿厂设计时设计了粗粉系列，生产粗铁精矿。粗粉系列采用棒磨机与旋流器闭路磨矿，旋流器溢流经过弱磁选、浮选脱硫及浮选精矿旋流器分级，浮选精矿的旋流器溢流通过弱磁选脱水后再经球磨机细磨之后转入细粉系列，旋流器底砂通过筛分脱水成为粗粉产品。粗粉系列生产工艺流程见图 1。粗粉系列浮选机的给矿粒度为 $-74 \mu\text{m}$ 48.3%，给矿粒度较粗，矿石密度达 4.2 g/cm^3 ，选用 CLF-8 型粗颗粒浮选机。

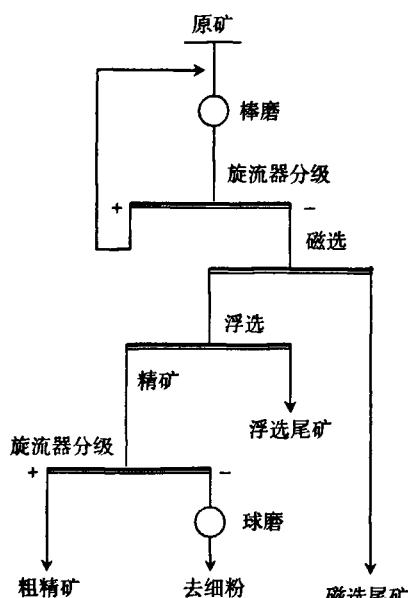


图 1 粗粉系列生产工艺流程

Fig.1 Technological flowsheet of coarse concentrate

2.2 CLF型浮选机的结构和工作原理

CLF 型粗颗粒浮选机是北京矿冶研究总院研制的一种专门针对粗颗粒、大密度矿物的浮选设备，与常规浮选机相比，CLF 型浮选机能够处理的最大矿物粒度可达 1 mm。

粗颗粒浮选机结构简图见图 2^[2]，主要由主轴部件、电机装置、槽体部件等组成，主轴部件包括叶轮、空气分配器、空心主轴、轴承体和大皮带轮等，槽体部件包括槽体、格子板、循环通道及假底

等，定子固定在假底上，隔板与槽体前后壁形成循环通道，格子板与槽底的距离大约为槽深的三分之一。

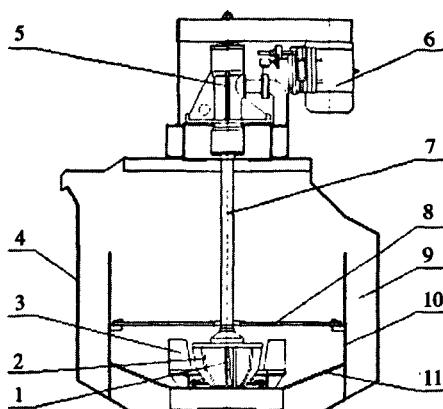


图 2 CLF-8 型浮选机结构简图

Fig.2 Structure of CLF-8 coarse flotation cell

1—空气分配器；2—叶轮；3—定子；4—槽体；5—轴承体；
6—电机；7—空心轴；8—格子板；9—循环通道；10—隔板；11—假底；

CLF-8 型粗颗粒浮选机的工作原理为^[3]：浮选机叶轮旋转时，来自鼓风机的低压空气通过空心主轴进入空气分配器内，然后从空气分配器周边的孔进入叶轮叶片间，同时假底下方的矿浆被叶轮下部抽吸进入到叶轮叶片间，矿浆和空气在叶轮叶片间充分混合后，从叶轮上半部向周边甩出，甩出的矿浆空气混合物由定子稳流后，穿过格子板，进入槽内上部区。由于浮选机内格子板上方的矿浆中含有大量气泡，而外侧循环通道内矿浆中不含气泡，于是内外矿浆就形成一定压差，在此压差及叶轮抽吸力作用下，矿浆和气泡在设定的流速下一起上升通过格子板，将大密度矿物带到格子板上方，形成大密度矿物悬浮层，而矿化气泡和含有较细矿粒的矿浆则继续上升，矿化气泡升到液面形成泡沫层，含有较细矿粒的矿浆则会越过隔板经循环通道进入叶轮区进行再循环。

2.3 CLF-8 型浮选机的工艺配置

选矿厂 2 个系列的粗粉浮选作业共有 10 台 CLF-8 型粗颗粒浮选机，每个系列 5 台。每个系列的浮选机配置见图 3。

一个系列 5 台 CLF-8 型粗颗粒浮选机于 2008 年投入生产，另外一个系列设备正在加工制作。CLF-8 型粗颗粒浮选机运转平稳，液面稳定，具有良好的浮选工艺指标。粗粉系列的生产指标见表 1，其中粗粉精矿是粗粉系列浮选后的精矿筛分后

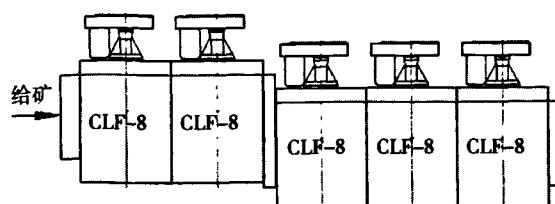


图3 CLF-8型浮选机配置

Fig.3 Arrangement of CLF-8 coarse flotation cell

表1 粗粉系列的生产指标

Table 1 Product data of coarse concentrate

产品	-74μm 含量/%	矿浆浓度/%	矿石密度/(g·cm ⁻³)	铁/%	硫/%
浮选给矿	48.3	38.5	5.0	63.8	1.336
浮选精矿	55.4	36.8	5.0	67.0	0.432
浮选尾矿	58.0	5.2	4.8	30.5	13.212
粗粉精矿	23.7			66.6	0.432

的筛上颗粒，筛下的细颗粒进入细粉生产流程。

3 细粉系列

3.1 细粉系列的生产工艺

首钢秘鲁铁矿的细粉生产分为造球团细粉和出口细粉两种。造球团细粉采用三段磨矿、两段弱磁选、阶段磨矿、阶段选别工艺流程，磁选精矿经过浮选脱硫，产出最终精矿。一段磨矿采用棒磨机，二、三段磨矿均采用球磨机，第三段磨矿只是为了达到造球团所需要的磨矿粒度。球团细粉的生产工艺流程见图4。

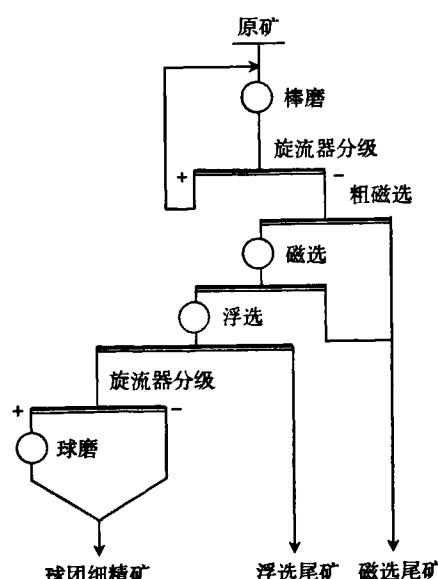


图4 球团细粉生产工艺流程

Fig.4 Technological flowsheet of sinter pellet concentrate

出口细粉采用两段磨矿、两段磁选、阶段磨矿、阶段选别工艺流程，磁选精矿浮选脱硫产出最终精矿。一段磨矿采用棒磨机，二段磨矿采用球磨机。出口细粉系列生产工艺流程图5。

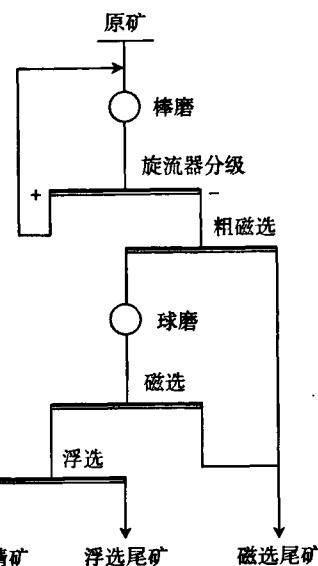


图5 出口细粉生产工艺流程

Fig.5 Technological flowsheet of export concentrate

随着矿山处理量的增加，原有的浮选设备难以满足生产的需要，2009年选矿厂开始进行扩能改造，增加了3个系列的KYF-30型浮选机，2010年用6个系列的KYF-10型浮选机替换原有的老旧浮选机。

3.2 KYF-10 和 KYF-30 型浮选机的结构和工作原理

KYF型浮选机是北京矿冶研究总院研制生产的一种充气机械搅拌式浮选设备，KYF-10和KYF-30型浮选机具有相同的结构，其结构简图见图6，其主要部件由叶轮、定子、槽体、空心轴、轴承体及电机等组成。

KYF-10和KYF-30型浮选机工作原理^[4]：电机通过V型三角带驱动主轴部件上的大皮带轮旋转，大皮带轮通过主轴带动叶轮旋转，与此同时槽内矿浆经定子圆盘与槽底之间的空间吸入叶轮叶片间，同时，由鼓风机给人的低压空气经风道、空气调节阀、空心主轴进入叶轮腔的空气分配器内，通过分配器周边的圆孔进入叶轮叶片间，矿浆与空气在叶轮叶片间进行充分混合后，由叶轮上半部向周边甩出，甩出的矿浆和空气的混合物向斜上方运动，被定子稳流和定向后，进入到整个槽体中。矿化气泡上升到槽体表面形成泡沫层，泡沫溢流到泡

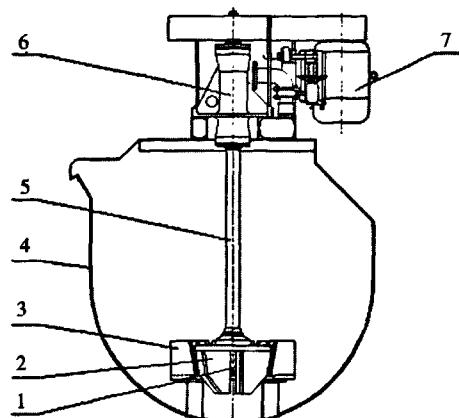


图 6 KYF-10 和 KYF-30 型浮选机结构简图

Fig.6 Structure of KYF-10 and KYF-30 flotation cell

1—空气分配器; 2—叶轮; 3—定子; 4—槽体; 5—空心轴;
6—轴承体; 7—电机

沫槽中,一部分矿浆返回叶轮区进行再循环,另一部分矿浆则通过槽体壁上的流通孔进入下一台浮选机进行再次浮选。

3.3 KYF-10 和 KYF-30 型浮选机工艺配置

2009 年扩能改造时,选用 KYF-30型浮选机共 9 台,每个系列 3 台,工艺配置见图 7。

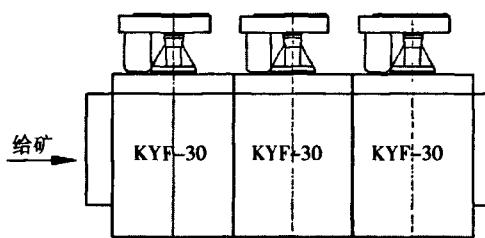


图 7 KYF-30 型浮选机配置

Fig.7 Arrangement of KYF-30 flotation cell

2010 年针对选矿厂浮选设备老化、性能差,将原来国外生产的小型浮选机全部更换为 KYF-10 型浮选机,6 个浮选系列,每个系列 5 台,共 30 台浮选机。KYF-10 型浮选机配置见图 8。

目前,2 个系列的 KYF-30 型浮选机和 4 个系列的 KYF-10 型浮选机已经投入工业生产,浮选机

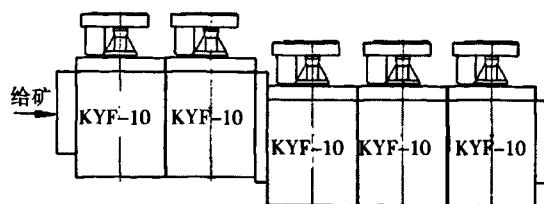


图 8 KYF-10 型浮选机配置

Fig.8 Arrangement of KYF-10 flotation cell

表 2 细粉系列的生产指标

Table 2 Product data of fine concentrate

产品	-74μm 含量/%	矿浆浓度/%	矿石密度/(g·cm ⁻³)	铁/%	硫/%
浮选给矿	87.2	59.6	5.0	69.0	0.563
浮选精矿	88.3	45.2	5.0	69.9	0.148
浮选尾矿	87.1	19.1	5.0	44.7	12.117
细粉精矿	87.3			69.9	0.148

运转平稳,具有良好的浮选工艺指标,为首钢秘鲁铁矿创造了良好的经济效益。细粉系列的生产指标见表 2。

4 结语

首钢秘鲁铁矿股份有限公司是首钢集团重要的海外铁矿基地,选矿厂采用阶段磨矿、弱磁选回收矿石中铁矿物、利用浮选进行脱硫作业获得最终铁精矿的工艺流程。选矿厂采用北京矿冶研究总院研制生产的 CLF-8 型粗颗粒浮选机、KYF-30 型浮选机和 KYF-10 型浮选机,这些浮选设备投入生产后,运转平稳,具有良好的浮选工艺指标,为首钢秘鲁铁矿创造了良好的经济效益,为我国浮选机进入国际市场提供了良好的基础。

参考文献

- [1] IMC. Report about Laboratory Investigations on Five Iron Ore Samples from the Shougang Hierro Peru[R]. 2008.
- [2] 刘惠林,刘振春,王勇,等.粗颗粒浮选机的研制与应用[J].矿冶,1998(2):58-62.
- [3] 沈政昌,杨丽君,陈东,等.大型冶炼炉渣专用浮选机的研制及其应用[J].有色设备,2007(3):14-16.
- [4] 沈政昌,刘振春,卢世杰,等.KYF-50 充气机械搅拌式浮选机研制[J].矿冶,2001(3):31-36.