

# 攀钢选钛厂微细粒钛铁矿浮选工艺技术的优化

刘胜华

(攀钢集团矿业公司选钛厂, 四川 攀枝花 617063)

**摘要:**攀钢选钛厂攻克微细粒钛铁矿浮选工艺技术,提高了钛铁矿回收率,为攀钢选钛厂的产能提升创造了条件。介绍了选钛厂微细粒钛铁矿浮选的技术进步,论述了选钛扩能改造后微细粒钛铁矿浮选的工艺技术特点及发展方向。

**关键词:**微细粒级钛铁矿; 强磁; 浮选; 工艺技术优化

**中图分类号:**TD951 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2011)06-0027-04

我国攀西地区已探明的钛资源总储量达8.7亿t以上,资源优势非常明显。到1992年攀钢形成年产10万t钛精矿的生产规模,生产工艺为“重选-浮选(脱硫)-电选”流程。由于技术和装备的限制,主要回收原矿中粒级 $-0.25+0.074\text{mm}$ 之间的矿物。为了提高原生钛铁矿回收利用水平,通过与数家科研院所的联合攻关,突破了微细粒级钛铁矿回收的国内外技术难题,“强磁-浮选”工艺技术取得成功。

攀钢选钛厂利用“强磁-浮选”技术从1997年至2004年先后建成三条微细粒钛铁矿生产线,总产能达15万t/y。2009年,结合攀西地区其他选钛流程工艺技术的进步,对微细粒钛铁矿浮选进行技术升级,从“强磁-浮选”升级到“强磁-强磁-浮选”。微细粒磁选工艺流程由一段强磁改为两段强磁(一粗一精),每一段又包括一粗一扫,同时对原三条微细粒生产线中的后八系列浮选生产线进行更新改造,使其单条生产线产能达20万t/y左右。攀钢选钛厂细粒钛铁矿浮选技术进步体现在多个方面,本文重点介绍攀钢选钛厂在工艺流程、设备、药剂、选别粒级等方面取得的进步,同时探讨新工艺中的不足及解决途径。

## 1 工艺流程的优化

选钛厂初期的微细粒浮选采用强磁-浮选流程,由于浮选给矿粒级组成较好,主要粒级矿物回收率较高,生产较稳定。2004年以后由于选矿厂提质

细磨,微细粒浮选生产线原料泥化严重,一段强磁工艺无法满足脱泥和抛尾提质要求,强磁精矿品位下降到16%左右,而且粒级组成分散,浮选操作稳定性较差,细粒浮选生产产量受限,回收率偏低,生产成本偏高。

针对上述问题优化后新的工艺结构为:原矿分级-隔渣-脱铁-强磁粗选-强磁扫选-脱铁-强磁精选-强磁精扫选-浮硫-浮钛(见图1),与原流程比较一方面强化了脱铁,另一方面采用两段强磁,在两段强磁内部结构的配置上,增加精选和扫选作业,既保证较高的回收率又能提高精矿品位,降低了生产成本,同时有利于加强超细粒钛铁矿( $-0.038\text{mm}$ )的回收。

## 2 装备水平的提高

攀钢选钛厂微细粒钛铁矿综合回收利用列入国家“八五”、“九五”重点科技攻关项目,与国内科研院所合作不断引进新装备,并对新装备在工业实践中优化改进,促进了新装备的运用,为选钛厂产量逐年攀升打下了坚实基础。使选钛厂在原料浓缩分级、强磁、浮选等设备的运用处于国内先进水平。

### 2.1 倾斜板浓缩分级机

倾斜板浓缩分级机具有分级效率高,浓缩比大,脱泥效果好,对原矿量适应能力强,不消耗电能等特点,目前仅细粒浮选生产线使用的倾斜板浓缩分级机有14台,倾斜板组达60组以上。

在倾斜板浓缩分级机的多年运用中,针对斜板

收稿日期:2011-04-22; 改回日期:2011-05-04

作者简介:刘胜华(1972-),男,工程师,主要从事钛铁矿选别技术研究和生产应用工作。

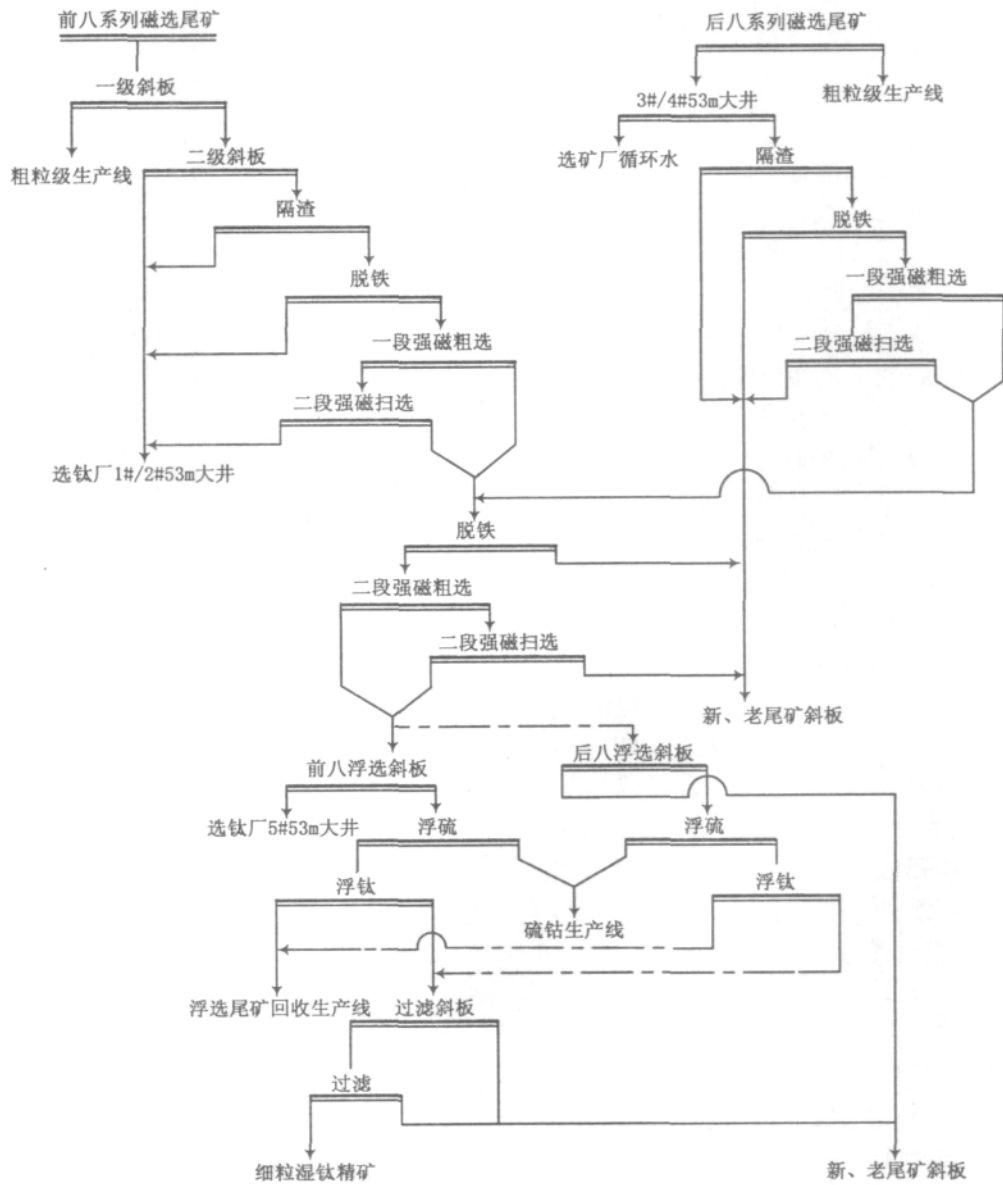


图1 微细粒级钛铁矿回收生产线

变形、工字条脱落、分级单元堵塞等问题,选钛厂与研制单位合作改进,采用高频振动变形式斜板浓密机较好地解决了上述问题。

## 2.2 高梯度磁选机

攀钢选钛厂从1995年微细粒浮选工业试验开始就大量使用立环脉动高梯度磁选机。高梯度磁选机具有磁场强度高、梯度大、回收粒级下限低,对原矿波动适应能力强,同时具有脉动作用,精矿混杂少、富集比大以及倒冲洗结构可有效防止磁介

质堵塞等优点。多年来通过对生产使用过程中暴露的问题解决,高梯度强磁设备在大型化的同时,对激励线圈的冷却系统和卸矿方式等进行了改进,降低了维护费用,提高了设备的使用效率。

## 2.3 大型浮选机

选钛厂细粒浮选使用SF-1.2浮选机,前后八系列微细粒生产线主要使用SF-4浮选机、SF-10浮选机。2009年选钛厂对后八系列生产线进行更新改造,使用JJF-8浮选机、GF-8浮选机。选钛

厂浮选设备从小型走向大型化并改型,降低设备维护费用和生产运行费用、优化作业指标提高钛铁矿回收率。

### 3 浮选药剂的优化

针对回收微细粒钛铁矿这一世界性难题,选钛厂与各个科研院所密切合作,对回收微细粒钛铁矿的整个流程进行了广泛而深入的研究,特别是对微细粒级浮选至关重要的捕收剂的研制,更是从来没有停止过。由于选钛厂微细粒生产线入选物料主要由钛辉石、钛铁矿、磁铁矿及部分硫化矿物组成,而钛辉石与钛铁矿采用浮选方法进行分离的难度较大,要实现钛铁矿与钛辉石的有效分离,浮选捕收剂必须要有较高的选择性。

多年来,攀钢选钛厂先后试验了 MOS、XT、EM351、ROB、HO、R-2、R-3、氧化石腊皂与乳化塔尔油、SA 等多种浮选捕收剂,在长期的试验、生产中使用效果相对较好的有 MOS、MOH 系列、XT、TK、EM351、R-2 等药剂<sup>[1]</sup>。为了适应生产的变化,一些药剂进行了改进,其中 MOS 药剂改进为 MOH 药剂,将 MOH 药剂与 MOS 作一粗四精开路浮选对比,MOH 药剂在精矿品位 47.41% 时,回收率达到 58.67%,精矿产率和回收率均较 MOS 药剂有所提高<sup>[2]</sup>。随着选钛厂浮选工艺的变化,浮选原矿的变化,浮选药剂的适应改良将是长期的需要。

### 4 浮选选别粒级的扩展

选钛厂微细粒浮选生产线先后建立了老微矿生产线、后八生产线、前八生产线,选矿厂阶磨阶选前浮选生产线原矿粒级组成较好,精矿粒级集中,75% 精矿粒级在  $-0.074 + 0.038\text{mm}$ 。

选矿厂阶磨阶选后,选钛厂原矿发生巨大变化,细粒浮选生产线原矿随之改变, $-0.074 + 0.038\text{mm}$  回收率较高的粒级矿物含量明显下降。选钛厂为稳定生产,加强技术攻关,强化了对细粒原矿中  $+0.074\text{mm}$  和  $-0.038\text{mm}$  两部分矿物的回收。

优化改造后,在微细粒生产线原矿进一步细化的情况下,由于采用两段强磁工艺,浮选给矿品位从 16% 左右上升到 20% 以上,原矿中脉石杂质含量下降,浮选操作稳定性提高。

### 5 目前工艺流程的不足及改进建议

#### 5.1 分级脱泥

选钛厂微细粒级生产线优化改造后,从生产运行看,由于采用两段强磁,强磁精矿量上升,回收率提高,但增加的精矿主要是微细粒级( $-0.038\text{mm}$ )部分,特别是  $-20\mu\text{m}$  增加较多,同时由于一段强磁精矿浓缩斜板和浮选斜板面积过大不能发挥脱泥作用,导致浮选给矿泥化严重,浮选泡沫泛滥,流程不畅,虽然目前采取了一些措施稳定浮选生产,但导致药剂浪费,增加成本。下一步仍需对一段强磁斜板和浮选斜板按沉降斗进行改造,其内部按斗室隔离,各个斗室独立运行,根据原矿量和原矿粒度组成灵活增减运行斗室,达到斜板运行面积可调节,充分发挥斜板分级机的效果。这样可解决浮选流程中因脱泥浪费药剂又缩短了浮选流程反应时间。

#### 5.2 增加除铁作业

微矿生产线所处理的细粒级磁尾中的钛磁铁矿含量较大,较磁尾平均含量偏高,扩能工艺中除铁设备全部布置在高梯度磁选机前面,由于磁尾中钛磁铁矿含量波动较大,扫磁机磁场强度较低,导致扫磁机除铁不净,特别是  $-0.038\text{mm}$  部分除铁效果差,通过强磁作业后强磁精矿中的钛磁铁矿含量高达 3% 以上,这种含钛磁铁矿量过高的原料进入浮选作业后,由于其中的  $\text{Fe}^{+2}$ 、 $\text{Fe}^{+3}$  均会与浮选药剂发生作用<sup>[3]</sup>,消耗掉一部分浮选药剂,造成药剂用量增大,同时也会有部分钛磁铁矿上浮进入精矿之中影响  $\text{TiO}_2$  品位的提高。为此需在浮选前增加一台中场强度磁选机除铁,降低浮选原矿中钛磁铁矿的含量。

#### 5.3 浮选流程的优化

由于选钛厂扩能工程对微细粒生产线只是部分优化改造,包括前八流程设备和部分强磁设备仍是利旧,生产中发现由于原矿斜板分级粒度下移,进入微细粒生产线原矿减少,微细粒浮选原矿量正常情况下无法满足两系列浮选生产线需要,但运转一条生产线原矿却稍有富余,因此有必要对前八浮选流程进行改造,重点是增加浮选扫选浮选机,延长浮选反应时间,提高原矿处理能力,降低浮选尾矿,同时增加精Ⅲ的浮选机,以便在原矿增加的情况下保证精矿质量,最终达到微细粒生产线增产的目的。

## 6 结 论

1. 选钛厂微细粒钛铁矿浮选从科研攻关走向产业化;在钛精矿产量不断增长的同时,细粒钛铁矿浮

选工艺技术不断进步,装备水平不断提高,选别粒级不断扩展。

2. 斜板浓缩分级机通过改造作为一款高效浓缩分级设备大量使用,立环脉动高梯度磁选机大规模应用体现了装备的先进。钛铁矿捕收剂围绕原矿性质变化,不断优化改良,适应变化,确保了浮选指标的不断优化。

3. 两段强磁代替一段强磁既提高了磁选的回收率,又改善了浮选原矿条件,有利于增产降耗。

4. 目前微细粒生产流程存在脱泥、脱铁等薄弱环节,建议对一段强磁斜板( $600\text{m}^2$ )和浮选斜板( $400\text{m}^2$ )按沉降斗隔离,便于生产中根据原矿变化

灵活操作加强脱泥;在浮选前强化除铁工艺;前八浮选流程进行扩能改造以便降低尾矿品位。

5. 通过上述建议的实施,将使微细粒级钛铁矿回收粒级下限从现在的 $0.038\text{mm}$ 降至 $0.02\text{mm}$ ,使微细粒级钛铁矿回收技术保持领先水平。

### 参考文献:

- [1] 孟长春,戴向东,周军,等. 攀枝花微细粒级钛铁矿回收试验研究报告[R].
- [2] 王洪彬,张红先,等. MOH 捕收剂浮选攀枝花微细粒级钛铁矿试验研究[J]. 矿冶工程, 2007 (5): 27-30.
- [3] 徐翔,章晓林,张文彬,等. 钛铁矿对钛铁矿浮选的影响[J]. 金属矿山, 2010 (6): 69-72.

## Optimization of the Fine Ilmenite Flotation Technology by Titanium Concentrator of Panzhihua Steel

LIU Sheng-hua

(Titanium Concentrator of Panzhihua Steel, Panzhihua, Sichuan, China)

**Abstract:** By capturing the fine ilmenite flotation technology, Titanium Concentrator of Panzhihua Steel improves the recovery of ilmenite and creates the conditions for the increase of production capacity. This article introduces the progress of the fine ilmenite flotation technology and states the characteristics and development of this kind of technology after the modification of production expansion.

**Key words:** Fine Ilmenite; High-intensity magnetic; Flotation; Technology optimization

(上接25页)

### 参考文献:

- [1] 王濮,潘兆鲁. 系统矿物学[M]. 北京:地质出版社,1987.

## Research on the Occurrence State of Vanadium of Pingbian Vanadium Ore in Honghe County

LUO Xing, LE Zhi-guang

(The Ministry of Land and Resources Kunming Mineral Resources  
Surveillance Testing Centre, Kunming, Yunnan, China)

**Abstract:** By chemical analysis, grinding optical sheet (observing by microscope), artificial placer analysis and scanning electron microscope electron microprobe analysis, it is found that the Pingbian vanadium ore belongs to the sedimentary type vanadium ore, the main types of which are silty mudstone, fine calcarenite, micritic limestone and siliceous slate. The vanadium has two kinds of occurrence state. The first one is in the form of isomorphism (partly because of the carbon of mineral inclusions adsorbing vanadium), accounting for more than 70% in the ore, mainly occurring in such minerals as quartz, zymrite, apatite, calcite, limonite and vanadiferous rutile. The second one is in form of adsorption, mainly absorbed by carbon. The vanadium disperses into several minerals in the form of isomorphism, not in the independent form, so the vanadium ore should not be separated and enriched by the physical method, but the chemical one.

**Key words:** Vanadium; Sedimentary type; Occurrence state; Electron probe; Isomorphism series