

## 莒县天宝钛铁矿尾矿选钛的工艺研究

厉运德<sup>1</sup>,王光栋<sup>2</sup>,董希萍<sup>3</sup>,浦玉敏<sup>3</sup>,鹿星<sup>3</sup>,齐德军<sup>3</sup>

(1. 莒县环泰钻探有限公司, 山东 莒县 276500; 2. 日照市国土资源局, 山东 日照 262300; 3. 莒县国土资源局, 山东 莒县 276500)

**摘要:**近年来国家对钛的需求越来越大,从钛铁矿中选钛成为急需解决的问题。莒县天宝钛铁矿通过重-磁联合选矿方法从尾矿中选钛,有效地回收了钛资源,增加了产品品种,拉长了产业链,实现了资源的综合利用,减少了污染和土地占用,保护了环境。

**关键词:**钛铁矿;重-磁联合选矿方法;综合利用;山东莒县

中图分类号:TD952

文献标识码:B

## 0 引言

钛是一种稀有金属,能与铁、铝、钒或钼等其他元素熔成合金,造出高强度的轻合金,在各方面有着广泛的应用,包括航天(喷气发动机、导弹及航天器)、军事、工业制造(化工与石油制品、海水淡化及造纸)、汽车、农产食品、医学(义肢、骨科移植及牙科器械与填充物)、运动用品及珠宝等等。钛被誉为“现代金属”和“战略金属”,是提高国防装备水平不可或缺的重要战略物资<sup>[1]</sup>。

自然界中钛的矿石主要有钛铁矿及金红石(较纯的二氧化钛),目前我国金红石年生产量仅数千吨,随着国民经济的发展,对钛的需求越来越大,2012年我国仅化工行业用钛量就达到2.5万t,因此从钛铁矿中选钛成为必然选择。但钛铁矿中TiO<sub>2</sub>含量一般低于10%,且往往与磁铁矿紧密共生,如何选冶一直是个难题。莒县天宝钛铁矿利用选铁后的尾矿进行选钛,在该方面进行了有益的尝试。

## 1 矿床类型及矿山概况

莒县天宝钛铁矿是一个含钛铁矿和磁铁矿较高的角闪岩体,矿床成因为岩浆晚期分异型钛铁矿床。矿石为褐绿色中细粒含钛铁矿磁铁矿角闪岩,呈褐绿色,中细粒,半自形结构,块状构造。矿石中金属矿物

由磁铁矿、钛铁矿、黄铁矿、黄铜矿组成,属于弱磁性铁矿石,TiO<sub>2</sub>含量5.01%~14.48%,TFe含量11.66%~24.60%<sup>[2]</sup>。

莒县天宝钛铁矿为一露天开采矿山,莒县物华天宝矿业集团于2007年取得该矿的采矿权后,以选铁为主,投资建立了肖家沟选铁厂。选铁工艺采用粗破碎(PE600×900颚式破碎机)+中破碎(PEX252×1200颚式破碎机)两段开路破碎作业,磨选作业采用阶段磨选作业,一段采用3台QG2700×6000球磨机配分级机闭路磨矿,二段采用1台MQY2700×6000开路磨矿,磁选作业采用三段磁选。其工艺流程见图1。

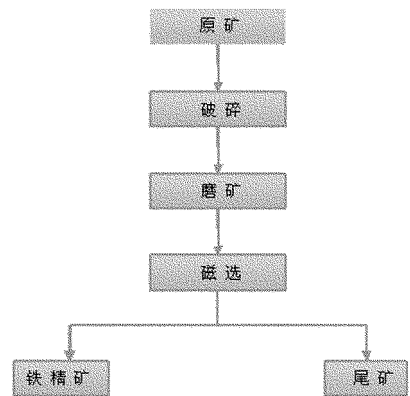


图1 选铁流程图

经选厂选出来的产品精矿(TFe品位大于60%)

收稿日期:2013-11-05;修订日期:2013-12-20;编辑:王秀元

作者简介:厉运德(1970—),男,山东莒县人,工程师,主要从事地质勘查工作;E-mail:jxgtkc@163.com。

作为主产品外销,尾矿排入尾矿库。该尾矿库为山谷型<sup>[3]</sup>,容量较大,但多年排放后剩余库容已不多,尾矿即将面临无处排放的困境;每到汛期,还面临汇水过多和尾矿溢出等安全方面的问题。因此,一方面为了缓解库容压力,另一方面,也是为了将尾矿中含有8.5%的TiO<sub>2</sub>综合利用,变废为宝,莒县物华天宝矿

业集团进行了尾矿选钛的研究实验。

## 2 选矿方法选择及流程

### 2.1 矿石性质

选钛原料(选铁尾矿)的化学成分见表1。

表1 原矿化学多元素分析结果

有益元素	TFe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	mFe	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	S	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	As
含量(%)	15.88	16.39	4.50	0.10	10.14	0.090	0.214	0.238	10.50	8.48	35.36	6.10	0.01

从表1多元素分析结果来看,选铁尾矿中可利用的有价元素为钛,TiO<sub>2</sub>品位为10.14%,而矿石中mFe含量很低,钒没有达到可以回收利用的品位;同时该矿的磷、硫含量略高,而4个造渣元素(CaO + MgO)/(SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)的比值为0.46,由此可以认为尾矿属酸性矿石,为避免试验样的局限性,TiO<sub>2</sub>品位定为8.5%。

### 2.2 矿物组成及含量

样品中的组成矿物种类较为简单,金属矿物主要是钛铁矿,少量磁铁矿,偶见黄铁矿零星分布,脉石矿物基本上为角闪石。

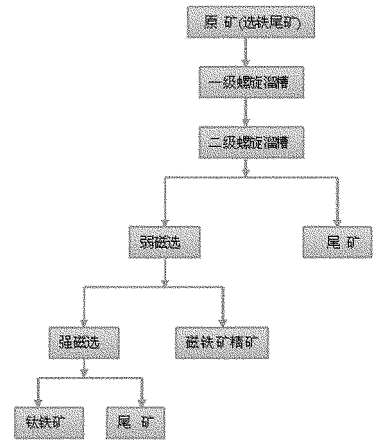


图2 选钛流程图

次铁精矿(TFe品位50%)3.02万t。

莒县物华天宝矿业集团采用重-磁联合选矿工艺流程也有因地制宜的现实考虑,现在已经将选钛厂建在尾矿库东北角上,尾矿在尾矿库中以矿浆形式通过渣浆泵经过管道泵送入溜槽,溜槽选矿用水就地采用尾矿沉淀池回水,节约了大量成本。螺旋溜槽对给矿浓度、给矿品位的适应性较强,设备紧凑,占地少,靠自流即可完成选矿,投资少,无污染。

经过重-磁联合选矿方法选矿后排出的尾矿成分为角闪石、云母、斜长石等细颗粒矿物,秋冬干燥多风季节被风刮起后形成粉尘,对下游村庄有影响。莒县物华天宝矿业集团现正准备将其用于烧制多孔砖等轻质建筑材料,达到尾矿零排放。

## 4 结语

莒县物华天宝矿业集团通过选铁—尾矿—选钛—尾矿—制砖的总流程,使上一产品的尾矿成为下一产品的原料,拉长了产业链,达到了对资源的综合利用,实现了循环经济,同时实现了尾矿零排放,保护了

## 3 工艺流程

酸性尾矿最有效的选矿方法是浮选法,但该法的使用前提是要有大量的水,而且要添加浮选化学药剂,对环境有污染。而莒县天宝钛铁矿位于莒县最大的水源地——青峰岭水库上游,因此浮选法不适用于该矿。

根据矿物物理化学性质和矿石工艺矿物学分析,可以得出仅靠重选或磁选等单一选别方法无法得到较好的选别指标<sup>[4]</sup>。莒县物华天宝矿业集团委托攀枝花攀钢集团设计研究有限公司进行实地考察后,决定采用重-磁联合选矿方法,其工艺流程图见图2。

从图2来看,通过一、二级螺旋溜槽重选主要是为了除去尾矿中的脉石矿物角闪石,因为钛铁矿与角闪石物理性质最大的差异在于密度。钛铁矿属于弱磁性矿物,需要用强磁选才能选出,但尾矿中少量的磁铁矿在强磁选时会产生磁团聚,形成磁链、磁团,包裹钛铁矿<sup>[5]</sup>。这样就无法将钛铁矿中的铁降下来,因此必须先用弱磁选除去少量的磁铁矿,然后用强磁选选出粗钛精矿(TiO<sub>2</sub>品位16.33%)。以目前4500t/d的日处理量计算,每年可生产强磁粗钛精矿24万t,

环境,真正做到了资源、经济和环境的多赢。

但螺旋溜槽对给矿中的细泥量适应性差,而磁选对钛铁矿矿泥的选别效果也稍有欠缺,以至于只能选出粗钛精矿,而浮选和冶炼又受当地环境限制,不能建设浮选厂和冶炼厂等问题亟需解决,并将该技术进一步推广。

## 参考文献:

- [1] 全国矿产储量委员会. 矿产工业需求参考手册[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [2] 张连峰,张增奇,刘鹏瑞. 莒县天宝钛铁矿地质特征及矿床成因探讨[J]. 山东国土资源,2006,22(2):46-47.
- [3] 李绪俊. 采矿与选矿基础[M]. 长春:吉林大学,2004.
- [4] 贾清梅,曹兵,太军君. 选铁尾矿中回收钛铁矿的实验研究[J]. 矿冶工程,2010,30(4):45-46.
- [5] 王彦莉. 难处理钛铁矿选矿新工艺研究[D]. 中南大学,2010:22-23.

## Study on the Technology of Selecting Titanium from Tailings of Tianbao Ilmenite Deposit in Juxian County

LI Yunde<sup>1</sup>, WANG Guangdong<sup>2</sup>, DONG Xiping<sup>3</sup>, PU Yumin<sup>3</sup>, LU Xing<sup>3</sup>, QI Dejun<sup>3</sup>

(1. Juxian Huantai Drilling Limited Corporation, Shandong Juxian 276500, China; 2. Rizhao Bureau of Land and Resources, Shandong Rizhao 262300, China; 3. Juxian Bureau of Land and Resources, Shandong Juxian 276500, China)

**Abstract:** In recent years, the demand for titanium is becoming more and more big. Selection of titanium from titanium iron deposit becomes an urgent problem. By using gravity surveying and magnetic surveying method, ilmenite has been selected from tailings in Tianbao ilmenite deposit, titanium resources have been recovered effectively, product variety has been increased, industrial chain has been lengthened, comprehensive utilization of resources has been realized, and pollution, land occupation have been reduced and environment has been protected.

**Key words:** Ilmenite deposit; heavy magnetic combined beneficiation method; comprehensive utilization; Juxian county in Shandong province