

湖南某钽铌矿综合利用

刘霞

(湖南有色金属研究院,湖南 长沙 410100)

摘要:针对湖南某大型低品位钽铌矿,通过矿石工艺矿物学和综合回收工艺研究,采用磁选-分级-重选-浮选联合工艺进行全流程试验,可获得钽铌精矿、云母、石英、长石和硫化矿混合精矿等产品,资源综合利用率达75%左右,大幅度减少尾矿堆存量,使该低品位钽铌资源的开发利用成为可能,具有重要的现实意义。

关键词:钽铌矿;非金属矿;综合利用;水力分级

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.05.007

中图分类号:TD952 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2015)05-0031-04

钽铌金属具有熔点高、硬度大、耐腐蚀、导电性能好、热稳定性高等优良特性,使其在冶金、电子、化工、航空航天等工业上应用广泛^[1-2]。世界钽铌的需求量约以12%的速度逐年递增^[3]。我国钽铌矿床规模小,矿石品位低,嵌布粒度细而分散,多金属伴生,造成难采、难分、难选,回收率低;赋存状态差,大规模露采的矿山较少^[4]。为了获取少量的金属矿物,在矿物加工中要耗费大量能源、丢弃大量尾矿、占据大量贮存空间,使得选矿成本居高不下^[5]。钽铌尾矿中存在可供回收利用的云母、长石和石英矿物,三者在玻璃、陶瓷、水泥、化工、磨料以及作为填料在造纸、耐火材料、机械制造、涂料、电焊条等工业生产中都有广泛的应用^[6-7]。因此,针对低品位钽铌矿,研究综合回收钽铌金属、云母、长石和石英,具有重要的现实意义。

湖南某地已探明的一含钽铌浸染型花岗岩体矿床,原矿钽、铌含量较低, Ta_2O_5 和 Nb_2O_5 的品位分别为0.013%和0.015%。为了使该资源得到有效利用,对该矿石进行了综合利用选矿技术研究,使得钽铌金属、硫化矿以及云母、长石和石英非金属矿得到有效的回收。

1 矿石性质

1.1 原矿化学成分分析

矿石中钽铌矿物较单一,只有钽铌铁矿;金属硫化矿物数量少,但种类多,有方铅矿、闪锌矿、毒砂、黄铁矿等,矿石中方铅矿等硫化物与硫银铋矿等银矿物密切连生;其他金属氧化物有微量磁铁矿、褐铁矿等;脉石矿物主要为石英、钠长石、正长石和白云

母,极少量磷灰石、金云母、石榴石等。原矿多元素分析结果见表1,主要矿物含量见表2。

表1 原矿主要化学成分分析结果/%

Table 1 Main chemical composition of the raw ore

TFe	K ₂ O	Na ₂ O	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	S	SiO ₂	MgO
1.04	3.72	3.09	0.013	0.015	0.063	72.45	0.023
CaO	Al ₂ O ₃	P	Pb	Zn	Cu	Bi	Ag*
0.30	13.05	0.11	0.04	0.033	0.01	0.006	10.99

*单位为g/t。

表2 主要矿物组成

Table 2 Composition of the main minerals

矿物名称	含量/%	矿物名称	含量/%
钽铌铁矿	0.04	毒砂	0.19
黑钨矿	0.029	石英	42.59
黄铁矿	0.013	钠长石	30.052
黄铜矿	0.008	正长石	8.01
闪锌矿	0.061	白云母	17.83
方铅矿	0.028	磷灰石	0.61
硫银铋矿	0.0011	其他	0.5379

1.2 矿石中重要矿物嵌布特征

矿石中钽铌矿物属于钽铁矿与钽铁矿之间过渡矿物,常见同一颗粒形成富钽和富铌的钽铌铁矿连晶,并见钽铌铁矿与黑钨矿的连晶,钽铌铁矿中常含微细沥青铀矿包裹体,钽铌铁矿中偶有W、Sn、Ti混入。硫铋铜银矿在矿石中的含量极少,矿石中的硫银铋矿和硫铋铜银矿大多与方铅矿、闪锌矿等硫化矿物密切连生,少量银矿物呈微细包裹体分散于石英等脉石矿物中。石英的化学成分较纯, SiO_2 通常接近于100%,呈无色、乳白色。长石主要是钠长石

收稿日期:2015-02-09

作者简介:刘霞(1984-),女,硕士,选矿工程师,主要从事固体废弃物资源综合利用与选矿工艺研究工作。

和正长石,两者矿物量比约为 3.75 : 1。矿石中的钠长石的成分纯净,正长石只含少量 Fe,是优质的陶瓷原料,可综合利用。白云母中少量的钠类质同象代替钾,含 Fe、Mn、Ti 等杂质。

2 综合回收原则流程及试验结果

在原矿工艺矿物学研究的基础上,通过大量的选矿探索试验和多方案比较,确定采用强磁选-弱磁选-分级-重选回收钽铌精矿。钽铌尾矿经水力分级脱泥后进行浮选工艺,依次得到硫化矿混合精矿、磷灰石等杂质、云母、长石、石英。钽铌矿石的综合回收原则工艺流程见图 1,试验结果见表 3。

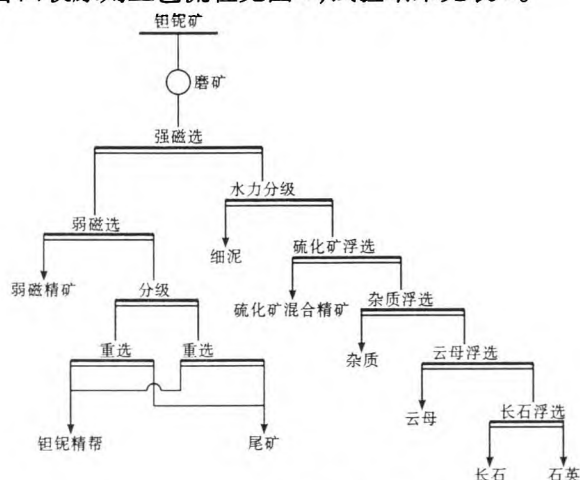


图 1 钽铌矿综合回收原则工艺流程

Fig. 1. The main flowsheet of comprehensive recovery of the tantalum-niobium ore

表 3 全流程试验结果

Table 3 The test results of the whole process

产品	产率/%	质量
钽铌精矿	0.14	Ta ₂ O ₅ 6.21% Nb ₂ O ₅ 5.66%
硫化矿混合精矿	0.32	Ag 3377 g/t
云母	12.50	纯度大于 95%
长石	28.51	K ₂ O+Na ₂ O 12.01% Fe ₂ O ₃ 0.14%
石英	34.56	SiO ₂ 96.56%

表 4 硫化矿浮选闭路流程试验结果

Table 4 The separation results of flotation of sulphide ore in closed-circuit process

产品	产率/(作业)	品位/%					作业回收率/%				
		Cu	Pb	Zn	Ag*	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	Bi
精矿	0.33	1.89	6.60	5.56	3377	1.69	62.37	72.60	76.45	93.73	92.95
尾矿	99.67	0.0038	0.0082	0.0057	0.75	0.0004	37.63	27.40	23.55	6.27	7.05
合计	100.00	0.01	0.03	0.024	11.89	0.006	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* 单位为 g/t。

3 结果讨论

3.1 钽铌矿物指标分析

矿样中的钽铌元素含量极其微小,且在非金属矿中分散度较高,可回收钽铌矿物中的 (Ta, Nb)₂O₅, 理论收率在 80% 左右。矿石中主要回收的矿物为钽铌铁矿,具弱磁性,密度 5.37 ~ 7.85 g/cm³,密度随钽的含量变化,含钽越多,密度越大,因此重选和磁选是较为有效的回收手段。通过试验最终确定钽铌回收较适宜的工艺流程为“强磁选-弱磁选-分级-重选”,闭路试验得到的钽铌精矿产率为 0.14%,钽铌精矿 Ta₂O₅ 品位为 6.21%,回收率为 61.35%; Nb₂O₅ 品位 5.66%,回收率为 61.48%,试验效果比较理想。

3.2 水力分级

矿石中含有绿泥石或高岭土等泥质矿物,磨矿后会产生矿泥,矿中的云母、石英和长石的表面不可避免受到不同程度的污染。长石和石英同属架状结构硅酸盐,性质极为相近^[8]。为了有效地分离长石与石英,经磨矿磁选后必须进行脱泥,使其露出新鲜表面,扩大长石与石英固有的可浮性差异。如果不进行脱泥,矿泥将吸附在矿物表面,而胺类捕收剂对矿泥很敏感, RNH³⁺ 易吸附在荷负电的矿泥颗粒表面,这样不仅要消耗大量的捕收剂,而且常会造成大量黏性泡沫,使浮选药剂失去选择性,降低浮选效果。采用水力旋流器进行分级,泥质矿物为产率 12.96%,主要化学成分为 SiO₂ 和 Al₂O₃。

3.3 硫化矿分选指标

原矿鉴定表明矿石中有少量的硫银铋矿、硫铋铜银矿、黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等硫化矿物,试验采用浮选工艺对钽铌尾矿水力分级后的沉砂进行硫化矿回收。碳酸钠作为 pH 值调整剂,硫酸铜为硫化矿活化剂,捕收剂为乙硫氮,丁基黄药和丁基黑药 1 : 1 混合药剂,松醇油为起泡剂,采用一粗一扫一精选矿工艺流程,得到硫化矿混合精矿,试验结果见表 4。

由表4得知,硫化矿混合精矿中银含量为3377 g/t,银的回收率达到93.73%,银的回收效果较好。

3.4 磷灰石杂质脱除

矿样中的磷灰石及少量铁锰矿物对长石和石英的浮选及质量影响较大,极易进入长石或石英精矿,降低精矿质量,因此,确定采取浮选工艺脱出这些矿物。试验过程中,采用300 g/t碱(NaOH和Na₂CO₃用量比例为1:1)进行调浆,pH值控制在7~8,油酸作为捕收剂,磷灰石的脱除率达到60%,铁矿物脱除率为25%左右,脱杂效果较为理想。

3.5 非金属矿物的分选

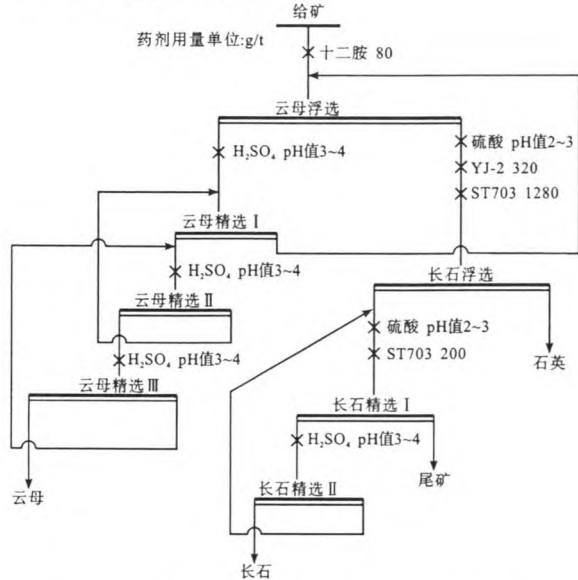


图2 非金属矿浮选闭路试验流程

Fig. 2 The closed-circuit flotation process of non-metallic minerals

非金属矿主要是云母、长石、石英,云母以白云母为主,长石以钠长石和正长石为主,三者中云母呈片状结构,可浮性最好,长石、石英的可浮性较为接近,浮选是实现云母、长石、石英分离的有效手段。YJ-2为胺类阳离子捕收剂,ST703是无毒的阴离子表面活性剂,表面活性强,低温水溶解性好。选择YJ-2+ST703作为浮选长石捕收剂,生产指标稳定,效果也较好。非金属矿浮选闭路试验流程见图2,试验结果见表5。

由表5可知,采用浮选工艺使,云母、长石、石英得到了有效分离,三者产率达到75%左右。云母纯度大于95%,可应用于建材行业、消防行业、灭火剂、等化工工业。长石的K₂O+Na₂O 12.01%,杂质含量低,可以用作日用陶瓷工业。石英的SiO₂

96.56%,达到普通石英砂的标准,是玻璃、冶金、建筑、化工、磨料、化学水处理等的理想材料。

表5 非金属矿浮选闭路试验分选指标

Table 5 The separation results of closed-circuit flotation process of non-metallic minerals

产品	产率 (作业)/%	产率 (原矿)/%	质量	回收率 (原矿)/%
云母	15.64	12.5	纯度大于95%	70.69
长石	35.67	28.51	K ₂ O+Na ₂ O 12.01%	74.89
石英	43.25	34.56	Fe ₂ O ₃ 0.14%	78.43
尾矿	5.44	4.35	SiO ₂ 96.56%	
合计	100.00	79.92	SiO ₂ 75.26%	

4 结 论

(1)通过对湖南某低品位钽铌矿进行选矿综合利用研究,采用“磁选-分级-重选”工艺回收钽铌精矿。钽铌尾矿经脱泥后,采用浮选工艺得到硫化矿混合精矿、云母、长石、石英产品,资源综合利用率达75%左右。

(2)选矿工艺过程在有效回收有价金属的基础上,充分考虑了对非金属矿物的回收,并得到了合格非金属矿产品,使该低品位钽铌资源的开发和利用成为可能。既能提高矿石的利用价值,又可大幅度减少尾矿堆存量,降低尾矿库的建设投资,环境效益十分显著。

参考文献:

[1]程征,伍喜庆,杨平伟.我国钽铌矿物资源概况及选矿技术现状与发展[J].中国矿业,2013,22(4):151-157.
[2]程征,伍喜庆,杨平伟.我国钽铌资源的特征及选矿技术[J].金属矿山,2013(7):97-100.
[3]高玉德,邹霓,董天颂.钽铌矿资源概况及选矿技术现状和进展[J].广东有色金属学报,2004,11(287-92).
[4]李新冬,黄万抚,肖完华,等.从原生钽铌矿细泥中回收钽铌的选矿工艺研究[J].稀有金属与硬质合金,2012(3):5-7.
[5]何国伟,叶志平.低品位钠长石化花岗岩型钽铌矿全矿石综合利用[J].有色金属,2008,60(4):98-101.
[6]刘亚川.长石石英浮选分离新技术及其机理研究[D].沈阳:东北大学,1993.8-9.
[7]黄雯.长石与石英浮选分离试验研究[D].武汉:武汉理工大学,2012:7-8.
[8]孙传尧,印万忠.硅酸盐矿物浮选原理[M].北京:科学出版社,2001.

(下转 72 页)

表 2 铋钼回收工艺优化前后指标对比
Table 2 The comparison of Mo and Bi recovery
before and after process optimization

时间	给矿/%		钼精矿/%		铋精矿/%	
	品位	Bi 品位	品位	回收率	品位	回收率
优化前	0.28	3.02	38.65	38.07	8.56	24.65
优化后	0.22	2.49	38.74	59.22	10.57	36.24
差值	0.06	0.53	0.09	21.15	2.01	11.59

经初步估算采用新工艺十个月,增经济效益约 94.9 万元。

新药剂制度用药原料来源广,几乎无毒,对保护环境有利,有一定的社会效益。

新工艺解决了困扰矿山生产经营的铋钼综合回收技术难题,对我国钨矿山伴生铋钼的综合回收具有很好的借鉴意义。

4 结 论

大吉山钨业有限公司钨铋钼矿成矿过程复杂,

伴生矿物品位偏低,金属矿物结构构造复杂,矿石中有易浮的黄铁矿的干扰,选矿难度大。通过工艺的优化与改造,最终确定了较为合理的浮选工艺流程和药剂制度。目前生产运行稳定,选矿生产指标得到了提高,取得了较好的经济效益。

参考文献:

- [1] 钟能. 大吉山钨矿选厂细泥处理流程改造的生产实践[J]. 中国钨业, 2008, 23(6): 12-13.
- [2] 《选矿手册》编委会. 选矿手册第八卷第二分册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007. 165.
- [3] 胡熙庚. 浮选理论与工艺[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1991.
- [4] 朱建光. 浮选药剂[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1993.
- [5] 杜世勇. 金矿浮选药剂的应用进展[J]. 矿冶, 2010, 19(3): 34-39.
- [6] 胡为柏. 浮选[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1983.
- [7] 胡熙庚. 有色金属硫化矿选矿[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1987.

Non Cyanide Process in the Fine Tungsten-molybdenum-bismuth Ore Dressing Production Application at Dajishan Mine

Zhong Neng

(Dajishan Tungsten Industry Co., Ltd., Quannan, Jiangxi, China)

Abstract: the fine tungsten-molybdenum-bismuth recovery without cyanide process transformation process was Introduced, based on the original reagent regime and process optimization. The process now add kerosene and sodium butyl xanthate, make good molybdenum and part of the good flotability of pyrite flotation into molybdenum rougher concentrate, improve the recovery of molybdenum concentrate, at the same time create conditions for floating bismuth. To effectively restrain pyrite is the entry point to solve the problem of bismuth concentrate quality. Bismuth flotation combination collector's optimization and the application of composite inhibitor better flotation separation, improve the beneficiation indexes.

Keywords: Non cyanide process; Bismuth; Molybdate; Concentrate grade; Recovery

(上接 33 页)

Research on Comprehensive Utilization of Tantalum-niobium ore from Hunan Province

Liu Xia

(Hunan Nonferrous Metal Research Institute, Changsha, Hunan, China)

Abstract: Directed at the low-grade tantalum-niobium ore in Hunan province, through the research of technological mineralogy and the comprehensive recycle process, by adopting the combined process of magnetic separation-classification-gravity separation-flotation for the full process test, such products as tantalum-niobium concentrate, mica, quartz, feldspar and mixed sulfide concentrate could be obtained. The comprehensive utilization rate of resource is up to 75% and the storage of tailings is reduced substantially, which make it possible and significant to exploit and use the tantalum-niobium resource.

Keywords: Tantalum-niobium ore; Non-metallic mineral; Comprehensive utilization; Hydraulic classification