

文章编号:1009-3842(2003)04-0014-03

德兴铜矿钼的工艺矿物研究

江西铜业集团公司德兴铜矿 林春生 夏华龙

摘 要 德兴铜矿的钼生产和加工都已达到较大的规模,对钼研究也取得了一定的成果和认识。本文对辉钼矿在矿床中矿物特征、辉钼矿在选别过程中的工艺矿物性质变化进行了分析,对钼产品加工过程中的微量元素工艺矿物性质也有一定程度的认识,为生产的决策提供依据。

关键词 德兴铜矿 钼 工艺矿物特性

中图分类号:P578.2⁺.91: TD913

文献标识码:A

1 前言

德兴铜矿是世界上特大型斑岩铜矿山之一,伴生有铜、硫、钼、金、银、铼等多种有价元素,其中钼的品位为0.0108%(富家坞矿床高达0.032%),储量达28.8万t,由于铜、钼的主要矿物形态均为金属硫化物,在浮选铜过程中,钼等有价元素富集于铜精矿中,而钼精矿则是铼、A元素的最主要载体矿物,因此,开展钼的工艺矿物特性研究,对钼的综合回收及深加工将具有极高的经济意义和深远的指导意义。

德兴铜矿几十年来一直在开展钼的科研、生产工作,20世纪50年代开展地质钻探工作,查明了钼储量及钼的赋存状态,60年代开始选钼生产,1982年首次改建小型铜钼分选车间,到现在已形成年产钼精矿1000t的生产规模,钼加工能力2001年已达到200t/a钼精矿的生产规模。对钼在选矿及钼产品的加工过程中钼的工艺矿物性质进行分析归纳,可以为钼的生产和钼产品的加工提供决策依据。

2 矿石性质简介

德兴铜矿矿床系中温热液细脉浸染型斑岩铜矿矿床,矿体赋存于花岗闪长斑岩与千枚岩的内外接触带,包括铜厂、富家坞、朱砂红三个矿体。矿石按其成矿岩体不同分为蚀变千枚岩和蚀变花岗闪长斑岩两大类,其储量大致为7:3。矿石的矿物组成较为简单,以原生硫化矿为主,在矿体边缘有少量氧化矿和混合矿。金属矿物以黄铁矿、黄铜矿为主,少量

辉钼矿、辉铜矿—蓝辉铜矿、黝铜矿—砷黝铜矿、斑铜矿、铜蓝、闪锌矿等。另有微量碲银金矿、银金矿及自然金等。金属氧化物有金红石、少量赤铁矿、磁铁矿等。非金属矿物以石英、绢云母、水白云母、伊利石、绿泥石为主,其次是碳酸盐矿物、硫酸盐矿物、绿帘石和钾长石等。矿体表层有少量孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿等。

3 辉钼矿在矿床中的矿物特征

德兴铜矿辉钼矿是钼的唯一载体矿物,据电子探针与化学分析资料,辉钼矿含Mo 60%、S 39.8%,与理论值基本一致。此外,辉钼矿内含有较高的Re、Os、Se、Ag等微量元素。

在矿石中,辉钼矿常与石英、碳酸盐、硬石膏、黄铁矿、黄铜矿等矿物共生。辉钼矿内很少见到矿物包体,偶见黄铜矿物质细小圆粒状包体存在。

辉钼矿为典型的六方晶系,据有关资料介绍,天然辉钼矿主要是2H型,占80%,极度少数是3R型,仅占3%,其余是2H+3R型。

德兴铜矿辉钼矿有两种产出形态:一种是自形一半自形鳞片状、花状集合体,多呈浸染状分布,片径一般为0.05mm~0.1mm,最大可达1mm以上,经X-射线粉晶分析,多属六方晶系2H型辉钼矿。另一种辉钼矿常沿微裂隙呈被膜状、细脉状产出,结晶细小,经X-射线粉晶分析,一部分属于2H型,另一部分属于2H+3R混合型,即由辉钼矿的六方晶系与三方晶系两种变体混合垒迭构成。至于二者所

占比例,还缺少这方面的数据。

据有关资料介绍(详见表1),2H型与2H+3R型辉钼矿的内部结构和物理性质是不尽相同的。一般说来,2H型辉钼矿比2H+3R型辉钼矿颜色亮,光泽强,反射率高,硬度大,并且2H+3R型辉钼矿一般是难选的。

表1 辉钼矿结晶多型体物理性质比较表

性质	2H型	2H+3R型
晶系形态	片状、鳞片状	颗粒状、球状、鳞细片
晶系	六方	六方+三方
晶胞参数	Co=12.28	Co=18.33
颜色	铅灰色、亮铅灰色	暗灰色、灰黑色
光泽	强金属光泽	弱金属光泽
显微硬度	22.27	12.04
反射色	亮白色	灰白色
反射多色性	白色-带蓝灰白色	带黄的白色-暗灰白色
非均质性	特/强非均质性	强非均质性
反射率 (%)	Rei 644	21.3
	622	20.5
	R 546	21.7
	23.8	20.9
	Rw 644	22.1
	43.4	22.1
	622	40.8
	44.4	41
	546	46.3
	46.3	40.81

我们对德兴铜矿钼精矿进行了X-射线衍射分析,结果表明,钼精矿中辉钼矿属2H(六方晶系)型,而未见3R(三方晶率)形式的辉钼矿,因后者的最强衍射(6.09Å)缺失,这就证明了回收的辉钼矿均属2H型,2H+3R型很难得到回收。

4 辉钼矿的工艺矿物特征

4.1 磨矿细度问题

辉钼矿的嵌布粒度较细,当矿石磨细至0.02mm时,其解离度可达85%以上。

我们知道,辉钼矿的结晶构造为标准层状构造。钼的配位数为6,每个钼离子周围的6个硫离子不在八面体的顶点上,成三方柱排列,这是辉钼矿结晶构造的特点。在辉钼矿的结晶构造中,一个钼离子网面夹在平行于六方系晶体底面的两个硫原子网面之间,这样三个网面形成一个构造层,即硫-钼-硫层。在一构造层内部的钼离子与硫离子是以共价键(化学键)结合在一起,故一层内的诸离子系结较为紧密。但是,诸构造层之间是以分子键(范德华键)结合在一起,故层与层间的吸引力都十分轻松。

在磨矿过程中,由于在原矿中,辉钼矿主要是在脉石矿中散布,因此,主要是把辉钼矿从脉石矿物解离出来,这时,辉钼矿的嵌布粒度是决定其单体解离度高低的主要因素。当矿石中-200目占65%时,黄铜矿的单体含量达84.41%,黄铁矿占91.14%,而辉钼矿仅为50%左右。二段给矿中,由于这时辉钼矿已暴露,其磨矿过程更多的是辉钼矿层与层之间的解离,当辉钼矿的晶体受到外力作用时,极易沿构造层间的分子键解裂,成为平行的极完全的解理面,即0001面。相对于黄铜矿、黄铁矿离子键而言,更容易得到解离。当产品中-200目占95%以上时,黄铜矿单体含量为95%以上,辉钼矿与黄铜矿差不多,也在93%以上。

4.2 辉钼矿的浮选问题

4.2.1 辉钼矿的可浮性。辉钼矿晶体具有天然可浮性,这是因为,当辉钼矿的晶体受到外力作用时,极易沿构造层间的分子键解裂,成为平行的极完全的解理面,即0001面,并使晶体呈片状、板状,其解理面为硫原子网面所组成。有人测得其润湿接触角为75°。

辉钼矿的结晶表面和结晶边缘性质是浮选的理论基础,G.S.斯特勒测得,辉钼矿结晶表面疏水,而它的晶体边缘亲水。这可以从辉钼矿裂开面上和边缘上水滴外形截然不同得到证明。C.H.米特罗夫采用放射性同位素测出,辉钼矿的结晶边缘可以吸附铜离子、黄药和黑药类收剂,从而强化了辉钼矿的浮选。

4.2.2 铜精矿品位与钼回收率。在铜精矿中,随着铜精矿品位的上升,钼的品位反呈下降趋势。当铜品位为20.8%时,钼品位为0.432%;当铜精矿品位为24.62%时,钼品位下降至0.221%;当铜精矿品位提高到29.13%,钼品位只有0.128%。因此,铜精矿过高对钼的回收是不利的。

4.2.3 石灰对钼的影响。德兴铜矿目前采用一段磨矿粗选后、粗精矿再磨再选的工艺流程,在精选段作业中,pH值达12以上,石灰对辉钼矿的影响是较大的,在镜下可以看到这种情况,在精一、精二作业中,辉钼矿在尾矿反而较精矿中高。从铜精矿中铜与钼品位的反向相关中也证明了这一点,见表2。

从表2我们发现一个很奇怪的现象,就是二段给矿中钼品位比铜精矿中还高,从显微镜下也证明了该现象。可以认为,这是因为,辉钼矿在精选作业被抵制下去,在扫选作业又被选上来,进入二段给矿

中,如此反复循环,而出现这种情况。

表2 选厂选铜作业钼回收率表

名称	铜品位 (%)	铜回收率 (%)	铜综合回 收率(%)	钼品位	钼回收率 (%)	钼综合回 收率(%)
原矿	0.415			0.0095		
粗精矿	6.51	87.94	86.31	0.145	85.56	36.03
一段尾矿	0.053			0.0022		
二段给矿	5.81			0.667 *		
铜精矿	25.89	98.15		0.206	42.11	
二段尾矿	0.138			0.08		

2001年,快速浮选工艺在大山选厂投入运用,它首先在粗选段优先浮选铜钼矿物,优先浮出的粗一精矿就不用进入二段浮选作业,从而避免了辉钼矿的不必要损失,使钼的回收率提高了35.50%,品位提高0.251%,见表3。

表3 A 药剂试验期间试验系统与对比系统钼回收指标对比表

	样品名称	品位(%)	回收率(%)
试验系统	原矿	0.0095	100.00
	铜精矿	0.427	67.49
	其中快选铜精矿	0.483	50.16
对比系统	原矿	0.0085	100.00
	铜精矿	0.176	31.50

5 钼在铜精矿中的工艺矿物特征

5.1 铜钼精矿的预处理

铜钼精矿中,主要矿物为黄铜矿、少量黄铁矿、辉钼矿、辉铜矿、砷黝铜矿等,铜品位多在24%以上,钼品位一般在0.2%以上,因此,采用抑铜浮钼工艺。由于铜矿物表面吸附着一层黄原酸根,形成一种含铜氧化膜,铜钼分选时,必须使这层氧化膜脱落,达到与钼分离。为去除含铜黄药膜,目前多采用硫化钠作为还原剂,使还原酸根还原,从而达到脱药的目的。由于铜钼精矿中铜品位较高,所以,抑制铜矿物常常需要大量的硫化钠,因此,选钼作业多围绕如何降低硫化钠用量上作文章。

还有人对辉钼矿在破裂面的吸附作用进行了研究后证明,细磨后的辉钼矿破裂面与脉石破裂面之间的吸附力增强,导致两者之间的吸附(物理的),影响辉钼矿的可浮性。同时,石灰乳、绿泥石、高岭石、绢云母等细小颗粒易污染辉钼矿的表面,使其疏水性减弱,影响辉钼矿的可浮性。因此,国际上多对入选铜钼精矿进行预处理,加酸调浆、球磨擦洗、旋流器分级、充氮等均是较有效的方法,使用何种方法,取决于生产的需要。

德兴铜矿采用的旋流器预处理工艺,对入选铜钼精矿进行脱泥、脱药处理方法,取旋流器沉砂作为后续选钼原料的技术方案,取得了较好的效果,降低了硫化钠的消耗,提高了选别指标,在原矿钼品位0.304%的条件下,选钼回收率和精矿品位比使用预处理前分别提高了20.38%和10.27%,硫化钠单耗下降了15kg/t,下降幅度达42.85%。

5.2 铜钼精矿再磨问题

铜钼精矿是否需再磨,一直有不同看法。经过对再磨给矿、排矿中辉钼矿的单体解离分析后可知,再磨给矿中辉钼矿的单体解离度已很高,达95.7%以上,排矿中辉钼矿的单体解离度略高,为97.3%,见表4。单从矿物解离角度而言,再磨似无必要,但是,铜、钼矿物在浮选过程中,其表面由于受到黄药、石灰等药剂的影响,经过再磨的擦洗,可使矿物增加新鲜表面,从而有利于铜钼分离。

表4 再磨给矿、排矿辉钼矿单体解离度测定结果表(%)

名称	粒级(mm)	单体(%)	连生体		
			1/4	2/4	3/4
再磨给矿	-80 ~ +40	94.5	2.5	2.1	0.9
	-40 ~ +20	90.9	0.6	2.5	6.0
	-20 ~ +10	97.3	0.5	0.5	1.7
	-10	99.9	0.1		
	全样	95.7	0.9	1.3	2.1
排矿	-80 ~ +40	95.2	2.3	2.2	0.3
	-40 ~ +20	95.4	0.8	1.5	2.9
	-20 ~ +10	97.3	0.8	1.3	0.6
	-10	99.8			0.2
	全样	97.3	0.8	1.0	0.9

6 钼精矿中钼、铈的赋存状态

德兴铜矿2001年已达到加工200t/a钼精矿的生产规模,主要产品有钼酸铵、铈酸铵等。

因钼精矿中含铜(铜含量在2%左右)等杂质超标,就使钼的深加工和有价伴生元素的提取回收受到严重影响,甚至难以进行。即使钼精矿直接进入市场,其销售价格及销售量也会受到严重制约。

因此,对钼精矿进行除杂试验及开展了工艺矿物研究。化学物相分析结果证明,硫化钼占99.96%,其它仅有0.04%;硫化铜占92.98%,氧化铜仅占7.02%;硫化物中的硫占97.40%,其它只有2.60%;硫化铁占67.51%,其它共计32.49%。镜

(下转第56页)

~0.08mm 改为 0.04mm ~ 0.065mm, 控制环槽侧壁对活塞中心线的垂直度误差每 100mm 取样长度不超过 0.01mm, 表面粗糙度 $Ra = 1.6$, 以保证环与环槽的良好贴合, 提高气缸气密性和减少润滑油上窜。

3 润滑油上窜的其它原因

3.1 活塞环往向载荷和侧向力的影响

活塞环对缸壁的往向载荷包括活塞环的初始弹力及空压机工作进的气体压力, 它是活塞环与气缸壁磨损的主要原因, 尤其是第一道气环磨损最大。活塞环及气缸壁窜油会随着磨损加剧而增加。为减少润滑油的上窜量, 必须控制活塞环的磨损。为此, 活塞环的材料应采用有较高的耐磨性、硬度及韧性的材料, 并要严格控制活塞与缸壁的配合间隙。

3.2 油环槽底部回油截面的影响

车用空压机气缸壁面的润滑通常是依靠飞溅润滑, 但当曲轴箱内的润滑油压力偏高时, 飞溅量增多, 若油环刮油不良, 将导致窜油。故增大回油孔截面可抑制窜油。

3.3 温度的影响

空压机工作时由于气体的压缩和各运动副的摩擦会使机体温度升高而降低润滑油的粘度, 从而加剧润滑油上窜。为此, 应根据地区及季节合理选用汽机油。

4 结语

通过活塞环槽的改进, 提高了表面粗糙度和装配的精密度, 保证了环与环槽在缸内的气密性。使用改进的活塞环槽, 合理选用活塞环, 并考虑材料、工作温度等因素, 润滑油上窜的现象可得到较好的控制。

ANALYSIS ON OIL FLEE PROBLEM IN VEHICLE AIR COMPRESSOR

Jiangxi Copper corporation Dexing Copper Mine Liu Liyi

Abstract Oil flee problem is popular in vehicle air compressor. This article analyzes the main factors of oil flee, and through modification to piston ring groove to improve air tightness of cylinder, oil flee is effectively controlled.

Key words Piston ring groove Roughness Air tightness

(上接第 16 页)

下分析结果还表明, 钼精矿中主要为辉钼矿、黄铜矿、黄铁矿, 且辉钼矿的单体解离度达到 99.19%。因此, 如果方法选择适当, 当可达到脱铜的同时就脱离绝大部分铁、硫的作用。

7 结论

辉钼矿是德兴铜矿唯一的钼矿物, 辉钼矿嵌布粒度较细, 且主要分布于脉石矿物中。因此, 一段磨矿主要是解决辉钼矿与脉石矿物解离问题, 其单体解离度较低; 而在二段磨矿作业中, 由于辉钼矿特殊

的层与层之间结构, 磨矿时很容易使其解离, 其单体解离度较高。

由于辉钼矿特殊的晶体结构, 具有天然的可浮性。选铜作业中, 在不考虑矿石的情况下, 随着铜精矿品位提高, 辉钼矿回收率反呈下降趋势。石灰过量添加, 对辉钼矿浮选回收是明显不利的。

铜钼分离作业预处理是降低选钼作业成本的有效途径, 旋流器分级、加酸调浆、充氮、球磨擦洗等方法均可取得较好的效果。

钼精矿中含有铼、A 有用元素等, 同时含有铜、磷、铁等多种有害元素, 对它们在钼产品的深加工过程中工艺矿物性质变化, 是今后一定时期内的研究重点。

PROCESS MINERAL RESEARCH OF MOLYBDENUM FROM DEXING COPPER MINE

Jiangxi Copper corporation Dexing Copper Mine Lin Chunsheng Xia Hualong

Abstract Output and processing of molybdenum in Dexing copper mine have reached a large scale, certain achievements and knowledge have been made on molybdenum studies. This article analyzes the mineral properties of molybdenite in deposit and change of process mineral characteristic in the process of selection. Certain knowledge on trace mineral element has been obtained when processing molybdenum.

Key words Dexing copper mine Molybdenum Process mineral characteristic