

石墨生产工艺的研究与改造

吕一波 刘旻 陈俊涛 姜伟

摘要：本文主要介绍柳毛石墨矿一选厂的矿石性质、石墨分选、生产工艺特点等；并对其存在的问题进行分析和研究，提出一些解决方法。

关键词：石墨；鳞片；浮选；振磨机

中图分类号：TD97 文献标识码：A 文章编号：1000-6532(1999)03-0015-04

Study and Reform on Graphite Producing Process

LU Yibo¹, LIU Min², CHEN Juntao¹, JIANG Wei¹

(¹Heilongjiang Mining Institute, Jixi, Heilongjiang, China)

(²College for Stuff and Wokers of Jixi, Jixi, Heilongjiang, China)

Abstract: This paper mainly analyzes the property of graphite ore in the first cleaning plant of Liumao graphite mine, introduces the process characteristic of separating graphite from the ore, also discusses the general problems in the separating system, at the same time, puts forward some methods to solve them.

Key words: Flake graphite; Flotation; Vibrating grinder

1 概 述

黑龙江柳毛石墨矿床赋存于麻山群变质—交代杂岩中，石墨呈鳞片状或聚状定向分布，石墨结构主要为鳞片花岗变晶结构和鳞片变晶结构。矿石普氏硬度为5，品位13%—20%；就鳞片状特征而言，柳毛石墨矿属于品位高的富矿，探明的矿石储量可达2亿t，按现在的生产规模(年处理矿石130万t)可以连续生产100多年。其产品主要有：高、中质石墨、石墨电极等。

目前选厂主要存在设备陈旧、管理落后、流程不完善等问题，使石墨损失严重，产品质量不高。

2 矿石性质

2.1 矿石化学成分

主要化学成分为：固定碳C15%—20%、V₂O₅、TiO₂、CaO7%—12%、SiO₂45%—

53%、 Al_2O_3 6%—9%、 FeO <5%、 MgO <7%以及 K_2O 、 Na_2O 、S等。

2.2 矿物组成

柳毛石墨矿的矿物主要是石墨，其次是钙钒榴石、金红石、榍石、石榴石、钛铁矿、晶质铀矿。脉石矿物主要由磁黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、石英、斜长石、透辉石、黑云母、白云母、黑黝帘石、绿泥石、方解石、磷灰石等构成。

2.3 矿物特征

有用矿物石墨主要分布于脉石矿物颗粒之间，呈鳞片状或聚片状定向排列，局部有穿插关系，只有石墨片径细小的呈星散状及浸染状分布。镜下嵌布粒度测定石墨片径大于0.15mm的占石墨含量56%，石墨与其他矿物间的接触线以圆滑为主，少量呈不规则状或相互穿插。石墨片径在矿体、矿石类型及品级不同时和同一矿体构造部位不同时都有明显变化。光片测定结果表明：大鳞片在富矿中的含量高于贫矿；片径>0.15mm的一般在50%左右，>0.16mm为30%，>0.3mm占20%左右。

3 生产工艺

工艺流程见图1。柳毛石墨是晶质鳞片状石墨，为了既不破坏石墨鳞片结构，又能使石墨与其伴生矿物充分解离，同时在浮选过程中能够获得适当品位的精矿，就需要采用多段磨—浮流程，通过控制各浮选过程的入浮浓度就可获得较高的品位和较高的回收率。

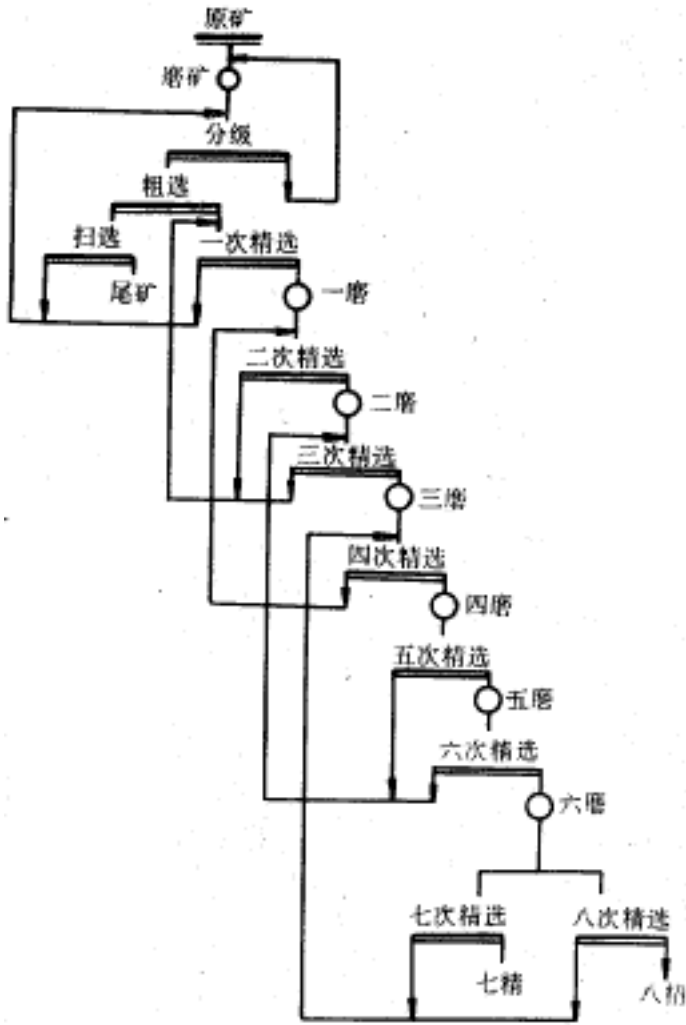


图1 工艺流程

这种工艺较为复杂，其主要特点有：

- 1.流程结构：粗磨保证浮选粒度要求，同时要将石墨矿集合体与脉石矿物解离。精矿经六磨八浮选出最终产品；尾矿则经一次扫选，充分回收石墨矿集合体；扫选尾矿(品位3.0%)排至厂区内的尾矿坝，尾矿坝溢流水作为生产用水，全部循环复用，实现厂区内的生产用水闭路循环，满足选矿厂的环保要求。
- 2.浮选浓度：浮选浓度对石墨分选很重要，影响着石墨分选的精矿品位。表1是在药剂制度相同的条件下，实验室所做的磨浮实验数据同取自现场实际的磨浮数据对比。

表1 实际生产数据与实验室数据对比

数据来源	生产实际			实验结果	
	原矿品位	13.80%		原矿品位	13.80
项目磨矿时间 (min)	入浮 浓度 (%)	精矿 品位 (%)	磨矿 时间 (min)	入浮 浓度 (%)	精矿 品位 (%)

粗选	16.0	50.0	25.0	20.0	42.28
一选 1：45	8.60	62.0	5.00	15.0	63.45
二选 1：76	9.89	75.0	6.00	14.0	78.50
三选 1：98	9.14	81.0	7.00	12.0	84.94
四选 2：37	6.80	87.0	8.00	12.0	89.39
五选 3：34	8.00	93.0	9.00	12.0	93.94
六选 3：06	7.00	94.5	10.0	10.0	95.35
七选	6.00	95.5		10.0	96.98

从表1可知：实验室中所做的磨浮实验精矿品位比生产实际好，说明还有潜力可挖，流程还有不完善的地方，通过流程的改造可以进一步提高精矿的品位。

3.药剂制度：由于石墨的极性小，疏水性强，具有良好的天然可浮性，而与石墨伴生的矿物晶体结构特点、化合键类型与石墨都有较大区别(伴生矿物主要是由离子键构成，解离后具有较强的不饱合性和极性)，其表现出的天然可浮性与石墨相比相差很大。因此在浮选药剂的选择上较为简单(煤油作为捕收剂，松节油作为起泡剂，药比为10：1)。在加药方式上主要采用在粗选前搅拌桶中集中加药，而其他各次精选作业不再加药；为了提高石墨矿集合体的回收率，在扫选浮选机的前两室中加少许药剂。

4.干燥方式：采用烘干炕干燥。其主要优点在于能有效地除去石墨产品中的油质，提高石墨产品的质量；缺点主要是热效率低，设备陈旧，不易维修，管理困难等。

4 存在问题及建议

4.1 存在问题

首先，该厂精选过程中的磨矿设备采用的是球磨机，这种磨矿方式的特点是介质与集合体颗粒间以点接触为主，在磨矿过程中钢球对鳞片状石墨有较大的破坏性，导致大鳞片破碎，从而降低了石墨产品的质量；并且这种磨矿方式的介质添充率不得大于50%，这样必须靠增加磨矿时间来达到矿物充分解离的细度，从而降低了磨机的效率。

其次，该厂干燥系统仍采用老式干燥炕方式，使系统的维修管理比较困难，同时工人的工作环境也不理想。

其三，该厂设备较为陈旧，跑、冒、滴、漏严重，加大了资源的浪费，降低了生产效益，同时也影响到厂区环境的美化。

4.2 建议措施

鉴于以上存在问题，为了增加生产效益，提高产品质量，现提出以下解决方案：

1.在精选过程中应选用对石墨集合体解离效率高、并能很好保护石墨鳞片的新式磨机——振磨机。经对比试验表明采用振磨机在精选过程中能有效地代替球磨机，并能取得更理想的效果(见表2)。几种球磨机与振磨机的技术指标见表3。

振磨机中介质与石墨集合体是以线接触为主，集合体在介质的滚动挤压过程中沿解理面解理，从而保护了石墨大鳞片在解离过程中不被破坏；并且振磨机的介质充添率一般大于60%，这样增加了磨机的有效利用面积，提高了磨机效率，降低了磨矿时间，同时也降低了能耗。在生产中将五次精选以后的磨机改为振磨机(即高质生产部

分)进行生产，流程见图2，其精选的精矿及尾矿品位测定结果与原流程对比见表3。

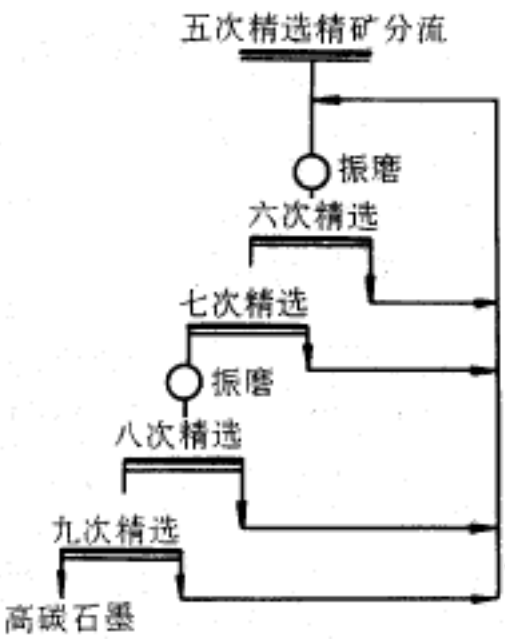


图2 振磨工艺流程

表2 浮选对比试验

原工艺	五次精矿品位(%)	六次浮选		七次浮选		八次浮选			
		β_6	X_6	β_7	X_7	β_8	X_8		
	93.00	94.50	80.59	95.50	83.37	96.00	84.23		
振磨工艺	五次精矿品位(%)	六次浮选		七次浮选		八次浮选		九次浮选	
		β_6	X_6	β_7	X_7	β_8	X_8	β_9	X_9
	91.00	94.00	63.45	96.00	83.00	97.00	89.00	97.50	91.81

表3 球磨机与振磨机的技术指标对比

磨机类型	规格(mm)	有效容(m³)	处理量(t/h)	电机功率(kW)	外形尺寸(mm)
MQG	1500×3000	5	2.8-9	95	7800×3200×2700
MQY	1500×3000	5	2.5-8	90	7445×3341×2766
2DZM	800	0.8	1-10	55-75	4843×2956×2510
MQG	1200×2400	2.2	0.26-6.15	55	6583×2868×2540

MQY	1200×2400	2.2	0.35-8.2	55	6616×2868×2482
2DZM	200	0.2	0.2-3	22-37	2900×1884×2378

由表2中数据可得，在入料精矿品位下降3个百分点的情况下，改后六选的精矿品位比入料品位提高了3个百分点，而改前六次精选精矿品位则比入料提高1.5个百分点；从最终产品也可看出：在入料品位下降2个百分点的条件下，改后七选与改前的八选产品质量相同。所以，采用新流程后在完成同一产品质量情况下，可以减少一浮。而且用振磨机代替球磨机可以获得品位在97.5%以上的高质量石墨产品，而使用球磨机却不能。从而增加了产品的竞争力。由表3中数据可知，在处理量相似的情况下，振磨机的有效容积、电动机的耗电量以及外形尺寸要比其他型式的球磨机的相同参数小得多。通过对比选用振磨机代替球磨机为选矿厂生产出高质石墨，降低电耗以及减小设备的占地面积、提高经济效益创造了条件。

2.在干燥系统中采用现在比较通用的滚筒干燥机干燥产品，从而使系统的维修管理较为方便，同时也提高了干燥机的热效率，降低了能量的损耗且有利于工人操作，改善工人的工作条件，提高了生产的经济效益。

3.加强管理，减少资源的浪费现象，这不但能获得可观的经济效益，同时也使厂区内的环境得到改善，提高工人工作的积极性。

5 结 语

目前对于晶质鳞片状石墨的分选工艺已较为成熟，且国际、国内市场对于高纯石墨的需求量日益增长，企业间的竞争也日趋激烈，因此在已成熟的分选工艺上采用高效、新型设备生产高质产品是在当前市场竞争中获得巨大利润的保证。而在精选中选用振磨机代替球磨机生产高质石墨是选矿厂取得较高经济效益的一条既简便又实用的方法。

作者单位：吕一波 陈俊涛 姜伟（黑龙江矿业学院，黑龙江 鸡西 158100）
刘旻（鸡西市职工大学，黑龙江 鸡西）

参考文献(略)

收稿日期：1998-12-08