

东海县金红石矿中石榴子石的综合回收*

王 卫 初

(北京有色冶金设计研究总院, 北京, 100038)

摘 要 东海县金红石矿是一个大型的榴辉岩型金红石矿床, 但金红石(TiO_2)品位只有 2.8%, 而伴生石榴子石矿物品位达到 40%, 综合利用石榴子石是开发该矿的关键, 因此在其设计中, 浮选金红石前先磁选综合回收石榴子石产品, 将取得较好的经济效益。
关键词 综合回收 磁选 石榴子石 粒级 经济效益 东海金红石矿

Comprehensive Recovery of Garnet from Donghai County Rutile Ores

Wang Weichu

(Beijing Central Engineering & Research Institute for Non-ferrous Metallurgical Industry, Beijing, 100038)

ABSTRACT Donghai County Rutile Deposit is a large eclogite-type deposit, but its content of TiO_2 is only 2.8%, while its content of garnet reaches 40%. The key to obtain better economic benefits is comprehensive recovery of garnet. In the design, the garnet products should be recovered by magnetic separation before flotation of rutile.
KEY WORDS comprehensive recovery, magnetic separation, garnet, size fraction, economic benefits, Donghai County Rutile Deposit

东海县大型榴辉岩型金红石矿床埋藏浅, 易于开采。全矿区 D+E 级 TiO_2 储量约 253 万 t, 而伴生石榴子石矿物约 4757 万 t, 综合利用价值较高。

一期建厂的开采对象为南矿段, -20m 以上矿石储量 507.47 万 t, 金红石 TiO_2 C+D 级 17.22 万 t, 金红石 TiO_2 平均含量 3.4%, 可综合回收的石榴子石含量 > 40%, 储量达到 203.40 万 t。

1 综合回收石榴子石的经济效益

东海金红石矿一期建设规模为 200t/d。为综合回收石榴石, 只在选别流程上增加磁选和重选作业, 因而只对其差别部分进行技

术经济分析。
1.1 投资
综合回收石榴子石的流程见图 1, 增加的设备和投资如表 1。

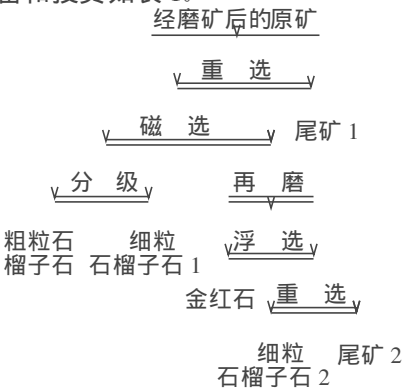


图 1 综合回收石榴子石原则流程

* 收稿日期: 1998-12-08
©1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

表 1 增加的基建投资估算

项 目	台 数	安 装 功 率 (kW)	总 价 (万元)
强磁选机 DCH—10	2	15	60
高堰式单螺旋分级机 FLGφ1200	1	5.5	10
浓缩机 NZS—6	1	1.1	10
压滤机 XMY20/630—UK	1	1.5	8
分级筛	2	3.0	6
摇床 6—S 型 1500×4500	1	1.1	2.4
厂房			20
其它(水、电)			30
合计总投资			146.4

1.2 增加的生产成本

综合回收石榴子石增加了以上设备和石榴子石晾晒等设施, 增加操作工人 20 人, 水、电、维修费相应增加。

电费 = $(15 \times 2 + 5.5 + 1.1 + 1.5 + 3 \times 2 + 1.1) \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 300 \text{ d} \times 0.75 \times 0.5 \text{ 元} / \text{ kW} \cdot \text{h}$
= 12.2 万元
水费 = $200 \text{ t/d} \times 300 \text{ d} \times 3 \text{ m}^3 / \text{ t} \times 0.6 \text{ 元} / \text{ m}^3$
= 10.8 万元
维修费 = 15 万元
人工费 = $8000 \text{ 元/人} \times 20 \text{ 人}$
= 16 万元
其它 = 10 万元
每年总成本增加: 64 万元

1.3 技术指标和经济效益比较

表 2 综合回收石榴子石选别指标

产品	产率 (%)	产量 (t/a)	品位 (%)	回收率 (%)
金红石精矿	1.80	1080	$\text{TiO}_2 \geq 90$	52.3
粗粒石榴子石	25	15000	石榴子石 ≥ 90	50.625
细粒石榴子石	5	3000	石榴子石 ≥ 90	10.125

表 3 未回收石榴子石选别指标

产品	产率 (%)	产量 (t/a)	品位 (%)	回收率 (%)
金红石精矿	2.14	1284	$\text{TiO}_2 \geq 90$	62.13

根据小型试验和有关生产经验, 确定的两种流程指标如表 2、表 3 所示。

两种流程的产值和利润比较:

(1) 未回收石榴子石的产值

每年总产值 = 金红石产值
= $1284 \text{ t} \times 4599 \text{ 元/t}$
= 577.8 万元

(2) 综合回收石榴子石的产值

金红石产值 = $1080 \text{ t} \times 4500 \text{ 元/t}$
= 486 万元
粗粒石榴子石产值 = $15000 \text{ t} \times 250 \text{ 元/t}$
= 375 万元
细粒石榴子石产值 = $3000 \text{ t} \times 200 \text{ 元/t}$
= 60 万元
每年总产值 = 921 万元
每年增加的效益 = $(921 - 64) - 577.8$
= 279.2 (万元)

1.4 效益评价

从上面的计算及比较可以看出, 综合回收石榴子石增加投资 146.4 万元, 年增加效益 279.2 万元, 相当于每吨矿石价值提高 46.53 元, 可见综合回收石榴子石的经济效益明显。

2 石榴子石选矿工艺中应注意的问题

2.1 石榴子石的特性和用途及粒度要求

石榴子石的主要特性是无毒、惰性、角砾性和硬度适中。石榴子石的无毒性表现在应用过程中, 不会产生游离的 SiO_2 , 因而对人体无害; 惰性是指石榴子石一般不与其它物质发生化学反应, 性质稳定; 角砾性表现在石榴子石颗粒带有明显的棱角和棱边, 具有很强的切割和磨削能力; 石榴子石莫氏硬度一般为 7~8, 其中铁铝石榴子石硬度最大。由于石榴子石具有上述特殊性能, 因此在工业上得到了广泛的应用。

石榴子石可代替硅砂用作造船厂、采油设备、管道及各种工厂设备的喷砂, 以除去油漆、油污、船舶外壳的贝类海生生物和除锈等。过去使用的硅砂尽管廉价, 但因产生的游离 SiO_2 危害人的身体健康, 用量已大大减少。砂喷对石榴子石产品的粒级要求一般为

1.1~0.5mm、0.6~0.4mm、0.4~0.2mm、0.3~0.15mm。

用不同粒度的石榴子石粘结到纸或布面上制成砂纸或砂布,还可以制成砂轮、磨砂器等磨料,石榴子石敷涂磨料磨出的磨件光洁度高、砂痕浅而少、磨面细腻均匀、加工质量好,被认为是优于过去常用的碳化硅和熔融氧化铝、金刚砂等磨料,且操作条件比氧化铝优越,价格相对低廉。敷涂用石榴子石粒度要求一般为0.34~0.06mm。

石榴子石更精细的用途是作为砂磨介质用于抛光和精磨电子部件、特种玻璃及其它高技术产品,如电视机荧光屏玻璃就是先用0.03mm粒度的石榴子石细磨,然后再用0.014mm的石榴子石粉抛光的。抛光和精磨所用石榴子石粒度一般为0.01~0.032mm,石榴子石含量要求达到98%以上。

用高压水力射流将石榴子石夹带传输到物体表面,使物体受到切割的水力射流切割近年来发展很快,优点是不产生尘埃和火花,无火灾危险,切割速度快,可多方向切割,特别适于石油管道和天然气管道中的切割。美国此项消费年增长15%,年消费石榴子石4000~8000t,欧洲年消费增长则高达30%。水力射流切割对石榴子石的粒度要求一般为1~0.32mm、0.25~0.18mm、0.18~0.15mm、0.12~0.062mm,视割件的厚度而定。

石榴子石在水过滤领域中的应用是近10年兴起的,也是石榴子石非磨料应用领域中目前最大的一项。用做过滤的石榴子石粒级一般在0.25~5.0mm范围内。

石榴子石可加工成彩色石米、彩砂或做涂料用于建筑物表面的装饰,使色彩新鲜均匀,而且耐冲刷,不易风化退色,在一些高级建筑物装饰中得到应用。石榴子石的耐磨性好、韧性强、不产生游离SiO₂在高速公路和机场跑道的建设中可代替硅砂。

2.2 石榴子石的产品粒度

各种用途对石榴子石产品的粒级要求不

同,但粗粒级用量最大,销路最好;因此确定的选矿工艺必须保证尽可能多地回收粗粒级石榴子石,选用“粗磨、重选丢尾,粗精矿磁选产出石榴子石精矿”的工艺流程,磁选产出的这部分石榴子石不仅品位高,而且粒度粗,市场销路好。

2.3 加强精选、提高产品质量

目前,我国石榴子石产品普遍存在的问题是产品质量不高、纯度低,究其原因选矿工艺简单,忽视了精选作业。因此本设计中设置两台磁选机,一台作为粗选,另一台作为精选以提高产品质量。对于纯度要求特别高的用户,还可将磁选产品再用摇床重选,产出纯度更高的产品。

2.4 加强分级、增加产品种类

如前所述,不同用户对石榴子石产品的粒度要求各不相同,同一种用途由于其加工对象或工序不同,需要数种级别的石榴子石产品,因此必须加强分级,生产各种粒级的产品。在本设计中,在选别作业中产出了粗、细两级产品,在晒场设有分级筛,可根据用户要求进行产品的分级,以满足用户需要。

3 结束语

石榴子石最初是作为装饰品和宝石原料,而当今工业界注目的则是它的磨削能力,因此它的开发愈来愈受到重视。1995年世界石榴子石的生产和消费达到20万t,石榴子石的主要生产国是美国、澳大利亚、印度和中国,主要进口国和地区是欧洲、日本、新加坡和香港。我国石榴子石资源丰富,但目前生产规模不大,世界市场占有率很小。开采单一的石榴子石矿成本较高且效益差,因此综合回收伴生石榴子石是增加产量和提高经济效益的一条有效途径。改革工艺,提高产品质量和增加品种,有利于发挥我国资源优势 and 参与世界市场竞争。