

关于钒钛磁铁矿的提纯度和计算方法

丁斯华 刘兰花

摘 要 讨论了钒钛磁铁矿提纯度的计算方法, 可采用提纯度指标对选矿的选别效果进行正确的评价。

关键词 钒钛磁铁矿 提纯度 选矿指标

PURITY AND ITS CALCULATION FOR V-Ti-BEARING MAGNETITE

Ding Sihua Liu Lanhua

Abstract The calculation of purity for V-Ti-bearing magnetite is discussed, and the purity index can be used to evaluate dressing result

Key Words V-Ti-bearing magnetite purity dressing index

1 前言

提纯度是衡量精矿粉质量高低的指标。它标志着选矿产品中有用矿物含量百分数, 是评价选矿效果的一项重要指标。

目前, 普遍采用的是以精矿中某一种有用元素或化合物含量百分数计算的精矿品位指标, 是一项重要的质量指标。它可以直观的反映出选矿产品中某种有用成分的高低, 从而与同类产品比较, 考核其优劣。同时又可以作为用户对原料配比的计算依据, 但是, 这种以精矿品位高低来考核精矿粉质量优劣, 有它的局限性和片面性。对于构成精矿粉的有用矿物单一, 而且相同, 脉石也比较相似的两种精矿粉, 可比性较强, 反之可比性较差。例如, 同属磁铁矿石岩类型的铁矿石选得的精粉, 其品位高者优低者劣。但是, 含铁 65.16% 的磁铁矿不比含铁 45.79% 的菱铁矿好, 假

设它们的脉石都是 SiO_2 , 前者含 10%, 而后者含 5%, 前者的 $SiO_2 - Fe = 0.153$, 而后者为 0.109, 后者在高炉中可以比前者少造一些渣。

上例说明, 构成精粉的有用矿物不同, 以铁品位衡量精矿粉优劣是不确切的。此外, 构成精矿的有用矿物不同, 以铁品位高低来评价选别效果好坏也是不公正的。仍以上例分析, 菱铁矿的化学成分是碳酸铁 ($FeCO_3$), 它的理论含铁量为 48.2%, 而磁铁矿 (Fe_3O_4) 的理论含铁量为 72.4%, 选矿的过程即是剔除脉石的过程。菱铁矿精粉和磁铁矿精粉中的脉石含量相同的话, 前者精矿品位低, 而后者高, 这是矿石特性所决定的, 以公正而且科学的态度来评价选矿效果, 应该是相等的, 即它们的提纯度相等。同时通过提纯度指标, 很容易计算出脉石含量即以 100 减去提纯度。

为了合理评价多金属矿和赤铁矿精粉的质量和选别效果,冶金部早于1977年2月在鞍钢大孤山铁矿召开了铁精矿质量会议。会上提出,多金属矿和赤铁矿精粉的提纯度达到93%赶超国际水平,以此来考核选矿厂的产品优劣。这种考核办法是合理的。

2 铁精粉提纯度的计算方法

既然提纯度定义为精矿粉中 useful 矿物含量百分数,在计算提纯度之前,必须搞清楚构成精矿粉的有用矿物是什么,一共有几种,含量分别为多少。由一种有用矿物构成铁精粉,计算比较简单。例如,磁铁矿精矿,有用矿物有四氧化三铁组成,它的理论含铁量为72.4%,如果精矿品位 $TFe = 65\%$,则提纯度为 $65/72.4 = 89.78\%$,含铁45%的菱铁矿,提纯度为 $45/48.2 = 93.36\%$ 。

对于多金属共生矿,提纯度的计算比较复杂。总的原则是,按构成精矿粉的所有有用矿物总和来计算。因此,必须搞清楚有用矿物的种类和求出数量,再算出提纯度。由于多种金属共生矿的类型复杂,性质各异。因此,很难找出一个统一的计算方法来求出每种有用矿物含量。

3 含钒的钛磁铁矿的提纯度计算方法

大庙铁矿生产的钒钛磁铁矿其组成如下:主要有用矿物为磁铁矿和钛铁矿,此外尚有少量金红石,锐钛矿,白钛石,褐铁矿,赤铁矿和黄铜矿。脉石以绿泥石和斜长石为主。

钛铁矿以两种形态存在于矿石中。一种是片状钛铁矿,在固溶体分离时形成,与磁铁矿密切共生。片厚度最小在 $1\mu m$ 以下,最大 $0.25mm$ 以上。另一种,是粒状钛铁矿,呈不规则粒状,可与磁铁矿和脉石矿物连生,粒度在 $40\mu m$ 以上,最大可达数毫米。

片状钛铁矿,粒度小于 $30\mu m$ 部分,不宜与磁铁矿分开,二者共同形成为钛磁铁矿。粒状钛铁矿,可以通过机械加工成钛铁精矿。由于钒的离子半径与铁的离子半径近似,因此

三价钒离子取代了磁铁矿晶格上的三价铁离子,形成类质同象,这就造成了钛磁铁矿精矿含钒。

综上所述,通过磁选法回收的含钒钛磁铁矿,其中主要有用矿物是磁铁矿和钛铁矿片晶,同时含有钒。根据这三部分总量,计算出提纯度。

为了计算以上三部分的含量,必须知道精矿中的全铁品位,二氧化钛品位和五氧化二钒品位。计算步骤如下:(1)根据精矿粉中二氧化钛品位,求出钛铁矿含量百分数。(2)根据计算出的钛铁矿含量百分数,算出以钛铁矿状态存在的铁含量。(3)由全铁含量减去钛铁矿状态存在的铁。求出以磁铁矿状态存在的铁。(4)求出磁铁矿含量百分数。(5)根据精矿中五氧化二钒品位,求出三氧化二钒含量。(6)将(1)+(4)+(5)即得出含钒的钛磁铁矿提纯度。

举例:以1985年6月份生产指标为例。

钒精矿化验结果: $TFe = 61.64\%$

$TiO_2 = 7.88\%$ $VO_5 = 0.778\%$

计算程序:

(1) 钛铁矿含量百分数: $7.88/52.6 \times 100\% = 14.98\%$

(2) 求出钛铁矿状态的铁: $36.84 \times 14.98\% = 5.52\%$

(3) 求出磁铁矿状态的铁: $61.64\% - 5.52\% = 56.12\%$

(4) 求出磁铁矿含量的百分数: $56.12/72.4 \times 100\% = 77.51\%$

(5) 求出三氧化二钒含量: $0.778\% \times 0.824 = 0.641\%$

(6) 求提纯度: $14.98\% + 77.51\% + 0.641\% = 93.13\%$

式中的52.6%和36.85%为纯钛铁矿中二氧化钛和铁的含量百分数。72.4为纯磁铁矿中的铁含量百分数。0.824为五氧化二钒与三氧化二钒的换算系数。以上四个数均为

常数。

4 不同品位的钒精矿的提纯度

根据以上计算方法, 我们对过去生产的不同品位钒精矿加以计算。见表 1 (1986 年后开始收购民采矿, 含部分普通磁铁矿石)。

选矿试验室做了细磨精选试验, 其精矿品位和提纯度见表 2。

以下两表不难看出, 含钒钛磁铁矿的提纯度, 随精矿中的铁品位的提高而上升。随着提纯度的提高, 精矿中的钛铁矿含量在下降,

表 1 实际生产钒精矿品位和提纯度对照表

生产 日期	化验指标(%)					钒精矿计算指标(%)				
	钒精矿品位			钛铁矿量	钛铁矿 中铁	磁铁矿 中铁	磁铁矿量	三氧化 二钒	提纯度	同等提纯度 单一磁铁 矿粉品位
	TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅	(2)/ 0.526	(4) × 36.85	(1) - (5)	(6)/0.724	(3) × 0.824	(4) + (7) + (8)	(9) × 0.724
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1985.1	61.57	8.12	0.788	15.43	5.69	55.88	77.18	0.643	93.253	67.52
1985.2	61.70	8.02	0.778	12.25	5.62	56.08	77.46	0.641	93.351	67.586
1985.3	61.58	8.09	0.778	15.38	5.67	55.91	77.22	0.641	93.241	67.51
1985.4	61.59	8.02	0.778	15.25	5.62	55.97	77.31	0.641	93.201	67.48
1985.5	61.54	7.96	0.776	15.13	5.58	55.96	77.29	0.639	93.059	67.37
1985.6	61.64	7.88	0.778	14.98	5.52	56.12	77.51	0.641	93.131	67.43
1985.7	61.61	8.07	0.776	15.34	5.65	55.96	77.29	0.639	93.269	67.53
1985.8	61.67	8.18	0.781	15.55	5.73	55.94	77.27	0.644	93.164	67.45
1985.9	62.25	7.58	0.776	14.41	5.31	56.94	78.65	0.639	93.699	67.84
1985.10	61.86	7.89	0.778	15.00	5.53	56.33	77.80	0.641	93.441	67.65
1985.11	61.89	7.57	0.779	14.39	5.30	56.59	78.16	0.642	93.192	67.47
1985.12	61.77	7.80	0.775	14.83	5.46	55.31	77.78	0.639	93.249	67.51
累计	61.72	7.94	0.778	15.10	5.56	56.16	77.57	0.641	93.311	67.56

表 2 选矿试验室磁性分析钒精矿的提纯度

选别 粒度	化验指标(%)					钒精矿计算指标(%)				
	钒精矿品位			钛铁矿量	钛铁矿 中铁	磁铁矿 中铁	磁铁矿量	三氧化二钒	提纯度	同等提纯度 单一磁铁 矿粉品位
	TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅	(2)/ 0.526	(4) × 36.85	(1) — (5)	(6)/0.724	(3) × 0.824	(4) + (7) + (8)	(9) × 0.724
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
—200 目 77.60%	63.24	6.56	0.798	12.47	4.6	58.64	80.99	0.658	94.12	68.14
—200 目 82.70%	63.71	5.76	0.809	10.95	4.04	59.67	82.42	0.667	94.04	68.08
—200 目 91.60%	63.91	6.33	0.809	12.03	4.43	59.48	82.15	0.667	94.85	68.67
—200 目 100%	64.58	5.99	0.79	11.39	4.20	60.38	83.40	0.651	95.44	69.10
—240 目 100%	65.18	6.22	0.800	11.83	4.36	60.82	84.01	0.659	96.50	69.87
—280 目 100%	65.58	6.33	0.810	12.03	4.43	61.15	84.46	0.667	97.16	70.34
—400 目 100%	65.65	6.22	0.820	11.83	4.36	61.29	84.65	0.676	97.16	70.34

就这一点而言, 钽铁矿也被当作杂质而从精矿中抛弃了。含钽钽磁铁矿比同等提纯度的磁铁矿精矿品位低, 这是由于钽钽磁铁矿的成分复杂, 其中, 钽铁矿是低品位铁矿物, 它的存在冲淡了精矿中的铁含量。钽铁矿和脉石, 从精矿中分离出去, 使精矿品位提高, 其中仅仅脉石的排除促使提纯度上升, 伴随着脉石同时排除的钽铁矿部分, 不仅不能提高提纯度, 反而减小了提纯度的上升幅度, 增加了金属的流失。这一点反映出钽磁铁矿的提纯度较磁铁矿的提纯度更难提高。

5 权衡提纯度和金属回收率

从精料方针角度来要求, 精矿粉的品位越高, 会给冶炼工序带来越来越多的好处。精矿粉作为一种矿物原料, 无疑应该不断提高产品的质量。为了合理的利用我国矿产资源, 应该充分利用每一种有用矿物。因此, 钽精矿中的钽铁矿。应该是有用矿物是无可非议的。五氧化二钽是钽精矿中的有益元素, 要参与计算提纯度。为此, 选矿实验室曾经对现场生产的钽精矿进行再选试验。共取两批矿样, 做 8 次试验, 第一批样五次试验平均指标见表 3。

表 3 第一批样五次试验平均指标

产品名称	品位%		回收率%		提纯度%
	TFe	T _D O ₂	TFe	T _D O ₂	
精矿	62.73	8.21	96.86	85.83	94.96
尾矿	35.11	24.82	3.14	14.17	72.00
给矿	61.22	9.07	100.00	100.00	93.67

注: 因为没有化验 V₂O₅, 所以提纯度计算中的钽是参考同等含铁精矿中的钽指标计算的。

为了便于比较, 把表 3 中的尾矿中的铁和钽也折算成磁铁矿和钽铁矿。因为它们本来就是从给矿中分离出来的, 原给矿中的磁铁矿和钽铁矿含量本身就包括这部分物质。分析试验结果, 立即可以看出, 精矿品位从 61.22% 上升到 62.73%, 提高了 1.51%, 抛弃了含有用矿物 72% 的高品位尾矿, 提纯度仅上升 1.29% 造成了铁的回收率下降

3.14% (对本作业而言)。

为了搞清这部分高品位尾矿的性质, 选矿试验室共进行八次小型试验, 有代表性的结果见表 4。

表 4 高品位尾矿再选试验

产品名称	产率 (%)	品位 (%)		回收率 (%)		条件
		TFe	T _D O ₂	TFe	T _D O ₂	
精矿	38.5	52.98	15.47	56.68	23.25	原粒度
尾矿	61.5	25.35	31.96	49.32	76.75	
给矿	100.00	35.99	25.61	100.00	100.00	
精矿	34.50	55.28	14.06	53.07	18.66	磨至 200 目占 100%
尾矿	65.50	25.75	32.29	46.93	81.34	
给矿	100.00	35.94	26.00	100.00	100.00	

从表 4 可以看出, 高品位尾矿中的钽和铁的共生关系紧密, 再选后的精矿中含钽高达 14% 以上, 尽管已全部磨至- 200 目, 精矿含铁仅达 55.28%。

综上所述: 为了提高精矿品位, 将从精矿中多排出一些高品位尾矿, 这部分尾矿具有较难选的特性, 这部分原料是取是舍, 直接关系到精矿品位和回收率问题, 它应该是经济问题而不是什么技术问题。从双塔山选厂矿石的组成来考虑问题, 如果把钽精矿中的钽铁矿作为有用矿物对待, 这部分高品位尾矿的提纯度竟达到 72% 之高, 应该说弃之可惜, 食之有味。

6 结束语

通过提纯度指标, 基本上反映出双塔山选厂钽精矿的质量水平, 几年来, 从设计含铁 60%、T_DO₂ 8%、V₂O₅ 0.78% 的水平, 提高到含铁 62% 以上, T_DO₂ 7.5% 以下、V₂O₅ 0.79% 以上, 但是提纯度是多少呢? 从未计算过, 也未有一个公认的计算方法。因此, 对钽精粉的选别效果很难有正确评价, 人们也常说, 钽磁铁矿中由于含钽, 因此比一般铁精矿品位低, 这种说法并不错, 但是如何用数据说话迫使我们必须研究如何计算含钽的钽磁铁矿精矿——钽精矿的提纯度问题。