

文章编号:1674-2869(2011)03-0092-04

肖家营中低品位磷矿中倍半氧化物赋存状态分析

肖 喆,杨绍斌,庞建涛,赵 雷

(云南磷化集团研发中心海口磷矿,云南 昆明 650013)

摘 要:从工艺矿物学的角度对肖家营矿区中低品位白云质磷块岩进行了分析,结合化学分析方法,使用 BX51 偏光显微镜检测倍半氧化物的赋存状态和嵌布粒度,研究结果表明:Fe₂O₃ 主要以褐铁矿存在,呈浸染状,分散状嵌布于白云质磷块岩中;Al₂O₃ 主要赋存于粘土矿物中,以分散状嵌布于白云质磷块岩中,磨矿细度—0.074 mm 占 85%时,粒径小于 20 μm 的褐铁矿、粘土单体解离较好。

关键词:磷块岩;倍半氧化物;磨矿细度

中图分类号:TD913 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.03.026

0 引 言

肖家营磷矿区位于晋宁县西边,为一大型寒武系沉积型磷矿床,其中多半为中低品位磷块岩,而中低品位磷块岩中 50%左右为白云质磷块岩,是晋宁 450 万吨/年选矿厂重要的原矿供应基地。为生产优质的磷精矿,降低磷精矿中倍半氧化物的含量,测定中低品位磷块岩中的倍半氧化物的含量及其赋存状态、嵌布关系已成为磷资源开发的重要技术课题。

1 矿样分析

采自肖家营矿区待云侍和大石岩二个掌子面

表 2 待云寺原矿(—1 mm)粒度筛析结果

Table 2 The result of primary ore(—1 mm) size sieve analysis to Daiyunsi

粒级/mm	产率/%			品位/%								分配率/%			
				P ₂ O ₅		MgO		Fe ₂ O ₃		Al ₂ O ₃		Fe ₂ O ₃		Al ₂ O ₃	
	质量	单个	累积	单个	累积	单个	累积	单个	累积	单个	累积	单个	累积	单个	累积
+0.15	578	58.27	58.27	15.12	15.12	11.99	11.99	0.58	0.58	0.59	0.59	50.88	50.88	44.52	44.52
—0.15~+0.076	102	10.28	68.55	16.34	15.30	10.76	11.81	0.58	0.58	0.49	0.58	8.98	59.86	6.52	51.04
—0.076~+0.045	66	6.65	75.20	16.66	15.42	11.46	11.77	0.58	0.58	0.51	0.57	5.81	65.67	4.39	55.44
—0.045~+0.038	35	3.53	78.73	14.24	15.37	12.45	11.81	0.74	0.59	0.74	0.58	3.93	69.60	3.38	58.82
—0.038~+0.030 8	23	2.32	81.05	13.46	15.32	12.52	11.83	0.78	0.59	0.72	0.58	2.72	72.33	2.16	60.98
—0.0308	188	18.95	100.00	15.85	15.42	10.84	11.64	0.97	0.66	1.59	0.77	27.67	100.00	39.02	100.00
合计	992	100.00		15.42		11.64		0.66		0.77		100.00		100.00	

表 3 大石岩原矿(−1 mm)粒度筛析结果

Table 3 The result of primary ore(−1 mm) size sieve analysis to Dashiyang

粒级/mm	产率/%			品位/%								分配率/%			
				P ₂ O ₅		MgO		Fe ₂ O ₃		Al ₂ O ₃		Fe ₂ O ₃		Al ₂ O ₃	
	质量	单个	累积	单个	累积	单个	累积	单个	累积	单个	累积	单个	累积	单个	累积
+0.15	577	58.28		20.3	20.3	8.66	8.66	0.91	0.91	0.70	0.70	50.88	50.88	44.52	44.52
−0.15~+0.076	123	12.42	70.71	21.69	20.54	7.98	8.54	0.81	0.89	0.70	0.70	8.98	59.86	6.52	51.04
−0.076~+0.045	64	6.46	77.17	21.12	20.59	8.67	8.55	0.58	0.87	0.70	0.70	5.81	65.67	4.39	55.44
−0.045~+0.038	32	3.23	80.40	18.37	20.5	9.91	8.61	0.74	0.86	0.70	0.70	3.93	69.60	3.38	58.82
−0.038~+0.0308	19	1.92	82.32	17.26	20.43	10.77	8.66	0.91	0.86	0.70	0.70	2.72	72.33	2.16	60.98
−0.0308	175	17.68	100.00	17.79	19.96	9.96	8.89	1.13	0.91	1.02	0.76	27.67	100.00	39.02	100.00
合计	990	100.00		19.96		8.89		0.91		0.76		100.00		100.00	

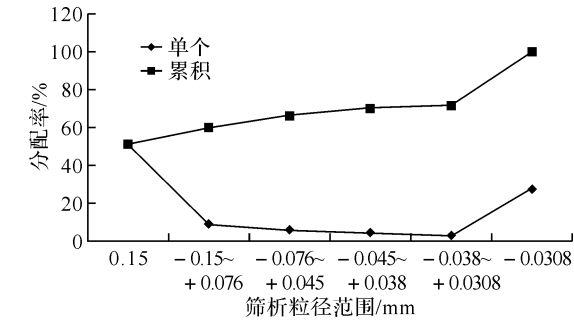


图 1 待云寺 Fe₂O₃ 含量不同筛析粒径分配率

Fig. 1 Different sieve size distribution rate of Fe₂O₃ content of Daiyunsu

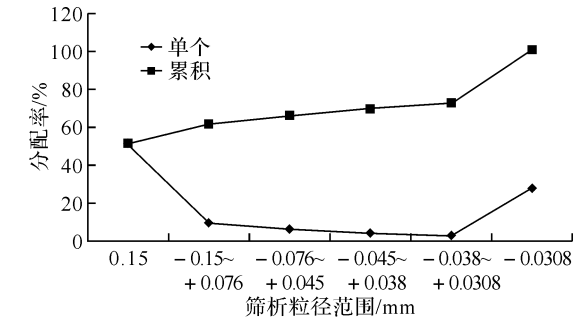


图 3 大石岩 Fe₂O₃ 含量不同筛析粒径分配率

Fig. 3 Different sieve size distribution rate of Fe₂O₃ content of Dashiyang

从图 1 至图 4 分析可知,Fe₂O₃ 和 Al₂O₃ 在不同筛析粒径中单个的分配率变化很相似,这是因为 Fe₂O₃ 主要赋存的褐铁矿与 Al₂O₃ 主要赋存的粘土都有易磨、呈颗粒状分散嵌布于白云质磷块岩中且颗粒粒径小的共同特点。

1.3 原矿物成分分析

利用偏光显微镜分析,上层矿顶部的白云质磷块岩主要矿物是胶磷矿、白云石,次要矿物石英、方解石和少量的粘土类矿物(主要是高岭石、次要的是白云母)、褐铁矿。

利用偏光显微镜,直线法测得主要矿物含量如表 4。

1.4 倍半氧化物赋存状态测定

根据以上各粒级的成分分析及矿物种类分析

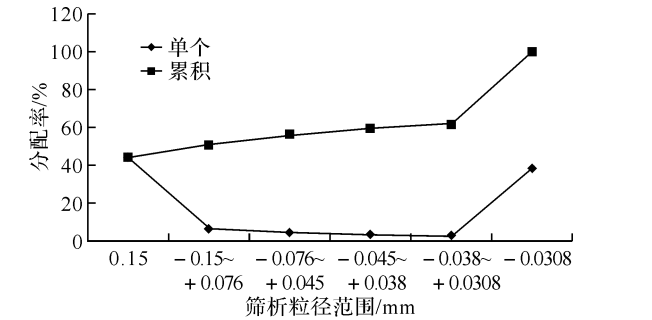


图 2 待云寺 Al₂O₃ 含量不同筛析粒径分配率

Fig. 2 Different sieve size distribution rate of Al₂O₃ content of Daiyunsu

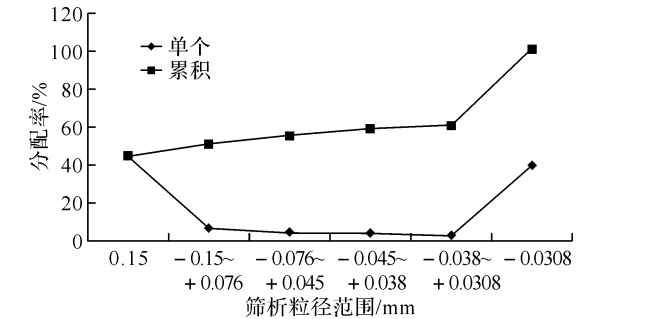


图 4 大石岩 Al₂O₃ 含量不同筛析粒径分配率

Fig. 4 Different sieve size distribution rate of Al₂O₃ content of Dashiyang

表 4 主要矿物含量表					
Table 4 The Form of main minerals content					
矿物	胶磷矿	碳酸盐矿物	石英	粘土类矿物	铁质矿物
待云寺	39.45%	56.09%	2.99%	1.04%	0.43%
大石岩	51.14%	42.83%	4.18%	0.71%	1.14%

结果,把能被单体解离出的矿物被看成为单体,即被包裹物的最大粒度确定为 0.010 mm. 胶磷矿、碳酸盐矿物、通过挑样选择单矿物,用化学方法分析各成分含量如下:

- a. 待云寺. 胶磷矿(w/%): 含 P₂O₅ 39.26, MgO 0.33, CaO 52.70, Fe₂O₃ 0.28, Al₂O₃ 0.66. 碳酸盐脉石矿物(w/%): 含 MgO 20.95, CaO 29.34, Fe₂O₃ 0.77, SiO₂ 25.76, Al₂O₃ 0.63.
- b. 大石岩. 胶磷矿(w/%): 含 P₂O₅ 39.30, 含

MgO 0.37,CaO 52.70,Fe₂O₃ 0.33,含 Al₂O₃ 0.33.
碳酸盐脉石矿物($w/\%$):含 MgO 19.73,CaO 29.56,Fe₂O₃0.52,SiO₂ 25.76,Al₂O₃ 0.43.
全层矿中主要考查组分在各矿物中的赋存状态,测定结果见表 5.

表 5 全层矿中主要考查组分在各矿物中的赋存状态测定结果表^[1]

Table 5 Modes of occurrence test results form of the main examined mineral components of the whole layer in various minerals

取样地点	待云寺				大石岩			
	矿物含 Fe ₂ O ₃		矿物含 Al ₂ O ₃		矿物含 Fe ₂ O ₃		矿物含 Al ₂ O ₃	
	百分比/%	占有率/%	百分比/%	占有率/%	百分比/%	占有率/%	百分比/%	占有率/%
胶磷矿	0.11	16.42	0.18	21.18	0.17	18.89	0.23	29.49
白云石	0.27	40.3	0.29	34.12	0.21	23.33	0.24	28.21
粘土类矿物			0.38	44.71			0.33	42.30
铁质矿物	0.29	43.28			0.52	57.78		
合计	0.67	100	0.85	100	0.9	100	0.78	100
原矿品位	0.65		0.72		0.91		0.76	
平衡/%	103.08		118.06		98.9		102.63	

表 6 大石岩褐铁矿嵌布粒度测量计算记录表(直线法)

Table 6 Dissemination size measurement and calculation record form of limonite of Dashiyan (straight line measurement method)

粒级	刻度格数	粒度范围/mm	比粒径	颗粒数 n^n	含量比 n^nd	含量分布 $n^nd/\%$	累计含量 $\sum n^nd/\%$
I	-32+16	-0.32+0.16	8	5	40	3.13	3.13
II	-16+8	-0.16+0.08	4	73	292	22.81	25.94
III	-8+4	-0.08+0.04	2	226	452	35.31	61.25
IV	-4+2	-0.04+0.02	1	496	496	38.75	100.00
共计	-32+2	-0.32+0.02			1280	100.00	

表 7 待云寺褐铁矿嵌布粒度测量计算记录表(直线法)

Table 7 Dissemination size measurement and calculation record form of limonite of Daiyuni (straight line measurement method)

粒级	刻度格数	粒度范围/mm	比粒径	颗粒数 n^n	含量比 n^nd	含量分布 $n^nd/\%$	累计含量 $\sum n^nd/\%$
I	-32+16	-0.32+0.16	8	3	24	1.79	1.79
II	-16+8	-0.16+0.08	4	63	252	18.81	20.60
III	-8+4	-0.08+0.04	2	305	610	45.52	66.12
IV	-4+2	-0.04+0.02	1	454	454	33.88	100.00
共计	-32+2	-0.32+0.02			1340	100.00	

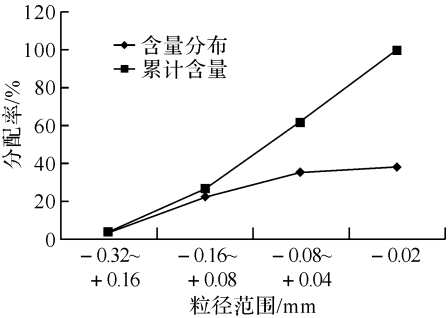


图 5 大石岩褐铁矿嵌布粒度图

Fig. 5 Dissemination size chart of limonite of Dashiyan

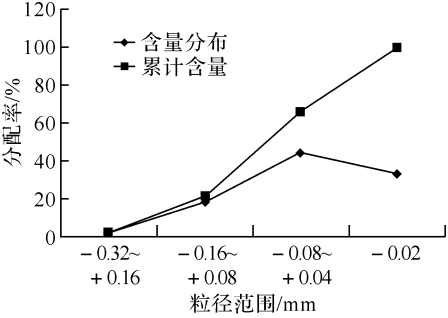


图 6 待云寺褐铁矿嵌布粒度图

Fig. 6 Dissemination size chart of limonite of Daiyuni

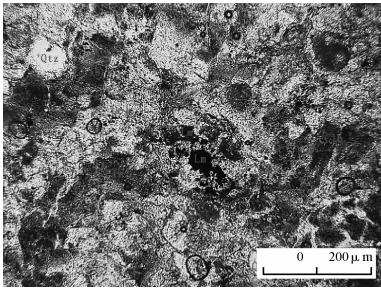
2 倍半氧化物赋存状态分析

2.1 褐铁矿嵌布粒度分析

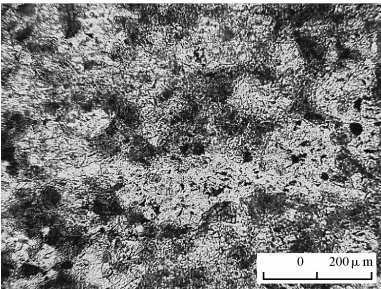
两种矿石中褐铁矿嵌布粒度测定见表 6、表 7. 嵌布粒度图见图 5、图 6.

2.2 褐铁矿嵌布关系分析

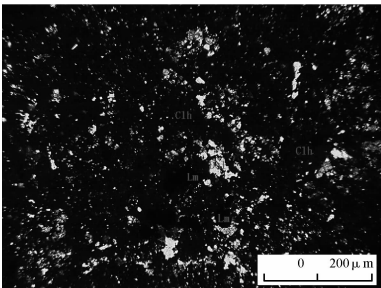
褐铁矿嵌布关系见图 7. 铁元素主要赋存在褐铁矿中,少量 Fe⁺³被粘土吸附,或以同质类相存在于白云石中,因此,褐铁矿在选矿中降 Fe₂O₃ 时是主要的研究对象. 胶磷矿呈褐色是因为胶磷矿被褐铁矿侵染^[2]. 褐铁矿以粒状分散在白云质磷块岩中,颗粒大小主要集中在 5 μm至 150 μm;褐铁矿与胶磷矿、白云石呈不规则状镶嵌或被胶磷矿包裹,被胶磷矿包裹的褐铁矿占褐铁矿总量的 16%~19%. 当被包裹于胶磷矿的褐铁矿粒径小于 10 μm^[3]时,选矿方法难以将褐铁矿于胶磷矿分离,分离成本高,因此将此情况的褐铁矿认为是胶磷矿的一部分. 由于褐铁矿容易磨碎,经磨碎后趋向集中于更小颗粒如 7 图、8 图. 根据嵌布粒度分析褐铁矿粒径在 0.074 mm至 0.0308 mm 之间占 70%~80%. 因此,磨矿细度 0.074 mm 以下占 85%左右比较好.



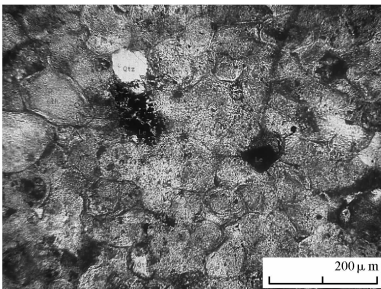
褐色胶磷矿(Clh),浅灰色白云石(Dol),白色石英(Qtz). 胶磷矿颗粒呈凝胶状,胶磷矿、白云石包裹少量褐铁矿,呈不规则状、分散状. 单偏光 10×20



褐色胶磷矿(Clh),白色玉髓(Cln). 胶磷矿呈块状,被玉髓胶结,玉髓中分散着微小的褐铁矿. 单偏光 10×20



黑色胶磷矿(Clh),灰色白云石(Dol),黑色褐铁矿(Lm). 正交偏光 10×10



褐色胶磷矿(Clh)呈块状、鲕粒结构,包裹微小颗粒的褐铁矿(Lm)及呈黄铁矿外形的褐铁矿,还包裹玉髓(Cln)、石英(Qzt). 单偏光 10×10

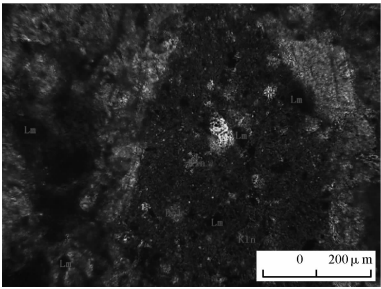
图 7 褐铁矿嵌布关系图

Fig. 7 Dissemination relation of limonite

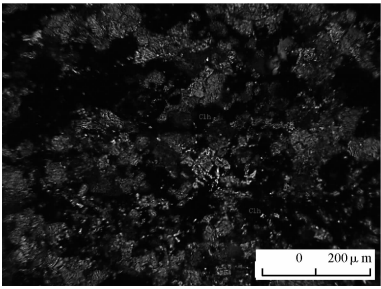
2.3 粘土类矿物嵌布关系分析

粘土类矿物嵌布关系见图 8. 粘土类矿物主要是高岭石,次要是白云母,呈分散状嵌布于白云质磷

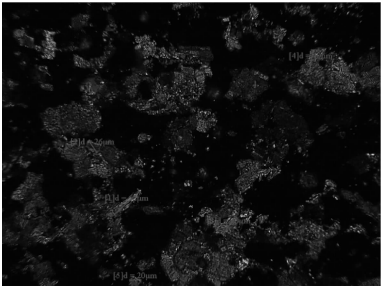
块岩中, Al_2O_3 是主要赋存在粘土类矿物中. 粘土粒径大小主要分布在 $10\ \mu m$ 至 $60\ \mu m$,占粘土的 40% 至 50%;颗粒微细(粒径小于 $10\ \mu m$)被胶磷矿包裹的粘土占 20% 至 30%. 当被包裹于胶磷矿的粘土类矿物粒径小于 $10\ \mu m$ 时,选矿方法难以将褐铁矿于胶磷矿分离,分离成本高,因此将此情况的粘土类矿物认为是胶磷矿的一部分. 由于粘土类矿物容易磨碎,经磨碎后趋向集中于更小颗粒. 根据筛析粒度分析磨矿细度 85% 时 $0.030\ 8\ mm$ 以下 Al_2O_3 的分配率 60%~70%. 说明呈微粒集合体产出的粘土基本被磨出而解离,因此,磨矿细度 $0.074\ mm$ 以下占 85% 左右比较好.



紫色胶磷矿(Clh),胶磷矿呈块状、鲕粒结构,包裹微小颗粒的呈黑色褐铁矿(Lm)、呈蓝色的粘土及灰黄色的白云石(Dol). 正交偏光 10×20(加石膏石板)



褐色胶磷矿(Clh),浅灰色白云石(Dol),白色石英(Qtz). 胶磷矿颗粒呈凝胶状,胶磷矿、白云石包裹少量粘土(Cla),呈细小板柱状则状、分散状. 正交偏光 10×20



测量粘土粒径,黑色胶磷矿(Clh),灰色白云石(Dol),少量黑色褐铁矿(Lm). 正交偏光 10×20

图 8 料土类矿物嵌布关系

Fig. 8 Dissemination relation of clay