

齐大山贫铁矿石矿物学特征对可选性的影响

马晓雯 纪新
(鞍钢矿山研究所, 鞍山 114002)

关键词 矿物学特征 可选性 齐大山铁矿

齐大山铁矿现开采南、北两个采区, 南采区主要工业类型铁矿石为磁铁矿石(透闪矿)、混合矿石(一级透闪矿)、假象赤铁矿石及板片状赤铁矿石。北采区主要为假象赤铁矿石, 磁铁矿石和混合矿石含量很少。该区矿石的矿物成分简单, 以磁铁矿、假象赤铁矿及石英为主要矿物成分, 南采区矿石中透闪石、滑石含量较高, 北采区矿石含透闪石、滑石较少。而绿泥石等其它硅酸盐矿物和碳酸盐矿物、硫化物在南、北采区矿石中含量都很少, 铁矿物平均粒度在 50 μm 以上, 工业有用铁主要赋存于铁矿物中, 硅酸盐类矿物中的铁不能被利用。

1 矿石的相对可磨度

不同产出地点和不同工业类型铁矿石磨矿产品相对可磨度曲线见图 1、图 2。

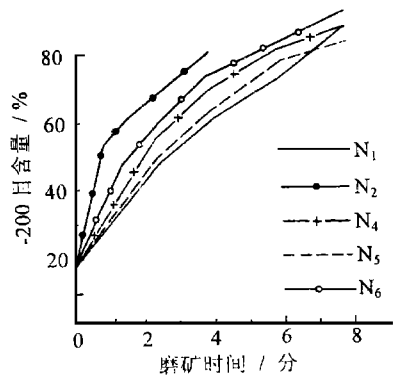
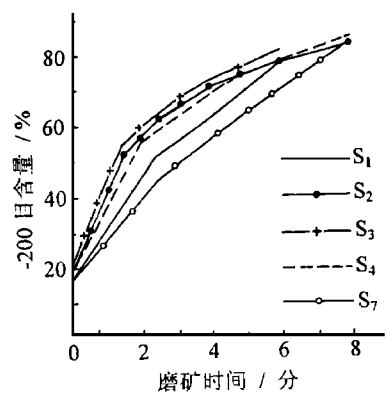


图 1 南采区不同矿石类型相对可磨度曲线

图 2 北采区不同矿石类型相对可磨度曲线

Fig. 1 The relative ore-grinding degree lines of different kinds of ores in southern part

Fig. 2 The relative ore-grinding degree lines of different kinds of ores in northern part

S₁, 2200~2300 线间赤铁矿石; S₂, 12% > FeO > 78.6% 混合矿石; S₃, FeO > 12% 磁铁矿石; S₄, 2400~3000 线间赤铁矿石; S₇, 2200~2400 线间极贫矿带以西(X71~73, Y89, 90)赤铁矿石

N₁, 60~760 线间赤铁矿石; N₂, 860~1160 线间磁铁矿石; N₄, 860~1160 线间赤铁矿石; N₅, 1260~1680 线间赤铁矿石; N₆, 860~1160 线间 8.6% < FeO < 12% 混合矿石

从图 1、图 2 可见, 南、北采区矿石(除三矿区) 随着氧化程度的增加, 相同磨矿时间内-200 目含量相对减少。其主要原因是随着氧化程度的增加, 硬度较低且脆的磁铁矿石逐渐减少, 而硬度较大的赤铁矿石却逐渐增加(表 1)。其次是硅酸盐矿物含量的变化, 南采区具随闪石类矿物含量增加难磨程度逐渐减小的变化规律。北采区硅酸盐矿物含量少, 对其影响不大。

表 1 齐大山铁矿矿石矿物组成及嵌布特征

Table 1 Mineral composition and distribution features of the ores in Qidashan iron mine

采区	勘探线 / m	矿石类型	主要矿物	次要矿物	闪石类矿物含量 / %	结构特征	构造	嵌布粒度 / μm
南采区	2200~ 2300	赤铁矿石 (含闪石型)	假象赤铁矿, 石英	板片状赤铁矿, 褐铁矿, 磁铁矿, 透闪石	3. 81	粒状变晶结构, 针、柱状变晶结构, 包含变晶结构、假象状结构, 蜂窝状结构, 残余结构	条带状构造, 柔皱构造	58. 08
	2400~ 3000	赤铁矿石 (含闪石型)	假象赤铁矿, 石英	板片状赤铁矿, 褐铁矿, 磁铁矿, 透闪石	7. 87	粒状变晶结构, 针、柱状变晶结构, 包含变晶结构, 假象状结构, 板片状结构, 残余结构	条带状构造, 柔皱构造	53. 12
		混合矿石 (一级闪石型)	磁铁矿, 石英, 透闪石	假象赤铁矿, 褐铁矿	14. 50	粒状变晶结构, 针、柱状变晶结构, 包含变晶结构, 假象状结构, 网格状结构, 周边状结构	条带状构造, 柔皱构造	52. 28
		磁铁矿石 (闪石型)	磁铁矿, 石英, 透闪石	假象赤铁矿, 褐铁矿, 绿泥石等	15. 85	粒状变晶结构, 针、柱状变晶结构, 包含变晶结构, 网格状结构	条带状构造, 柔皱构造	53. 65
北采区	60~ 760	赤铁矿石	假象赤铁矿, 石英	板片状赤铁矿, 褐铁矿, 磁铁矿		粒状变晶结构, 包含变晶结构, 假象状结构, 残余结构	条带状构造, 柔皱构造	61. 73
	860~ 1160	赤铁矿石	假象赤铁矿, 石英	板片状赤铁矿, 褐铁矿, 磁铁矿		粒状变晶结构, 包含变晶结构, 假象状结构, 板片状结构, 残余结构	条带状构造, 柔皱构造	59. 15
		混合矿石	磁铁矿, 石英	假象赤铁矿, 褐铁矿	1. 15	粒状变晶结构, 包含变晶结构, 假象状结构, 网格状结构, 周边状结构	条带状构造, 柔皱构造	55. 63
		磁铁矿石	磁铁矿, 石英	假象赤铁矿, 褐铁矿, 绿泥石	0. 90	粒状变晶结构, 包含变晶结构, 网格状结构, 鳞片状变晶结构	条带状构造, 柔皱构造	65. 56
	260~ 1680	赤铁矿石	假象赤铁矿, 石英	板片状赤铁矿, 褐铁矿, 磁铁矿		粒状变晶结构, 包含变晶结构, 假象状结构, 残余结构	条带状构造, 柔皱构造	56. 67

2 矿石工艺特征对磨矿产品解离度的影响

各种磨矿产品解离度与磨矿粒度关系曲线见图 3、图 4, 测定结果见表 2。

表 2 南、北采区矿石磨矿产品磁选管、焙烧磁选管选别指标(%)

Table 2 Selectic indexes of the magnetic seperation tube, incinerated magnetic seperation tube of the ore-grinding products of ores in southern and northern parts(%)

采区	矿石类型	编号	- 200 目含量	解离度	原矿品位	原矿亚铁	焙烧矿亚铁	精矿			尾矿		
								品位	产率	收率	品位	产率	收率
南采区	赤铁矿石 (S1)	PS16	52.08	48.08	33.65	5.57	15.07	46.91	60.00	83.64	13.60	40.00	16.35
		PS12	62.20		31.97	4.85	11.50	50.96	48.00	76.51	14.44	52.00	23.49
		PS15	78.10		32.64	4.40	14.55	53.04	48.00	78.00	13.80	52.00	22.00
		PS14	82.80	80.66	33.09	4.85	11.50	57.24	43.00	74.38	14.87	57.00	25.00
	赤铁矿石 (S4)	PS41	57.58	62.52	31.13	3.59	12.57	52.49	55.00	88.18	8.60	45.00	11.72
		PS42	68.80	73.08	31.91	3.59	13.11	56.26	44.50	76.14	10.30	55.50	23.86
		PS43	78.80	80.98	31.97	3.96	16.15	59.47	47.50	81.93	11.87	52.50	18.07
		PS44	85.19	86.42	31.55	3.95	11.14	60.59	42.00	78.97	11.73	58.50	22.04
	混合矿石 (S2)	S22	52.00	70.93	32.81	9.98		52.91	53.00	85.47	10.14	47.00	15.53
		S21	61.98	79.49	32.11	10.06		57.24	49.00	87.35	7.97	51.00	12.65
		S23	71.08		32.11	9.88		60.59	43.00	81.14	10.63	57.00	18.86
		S24	77.90	90.29	31.67	9.88		60.26	42.00	79.92	10.97	58.00	20.08
	磁铁矿石 (S3)	S31	55.75	61.27	31.13	13.39		49.56	60.00	95.52	3.49	40.00	4.48
		S32	62.90	75.81	31.41	13.29		47.24	54.00	98.41	1.09	46.00	1.59
		S33	72.20	87.40	31.97	12.93		57.38	50.00	89.74	6.56	50.00	10.26
		S34	81.08	92.23	32.81	13.21		60.31	50.00	91.91	5.31	58.00	24.82
北采区	赤铁矿石 (N1)	PN11	47.34		34.83	5.21	14.37	52.28	64.00	96.06	3.81	36.00	3.94
		PN12	60.20		34.76	4.98	15.61	57.52	53.00	87.70	9.09	47.00	12.30
		PN13	72.00		34.48	5.21	13.83	61.70	45.00	80.52	12.00	55.00	19.48
		PN14	78.10	85.24	34.26	5.29	14.97	61.70	53.50	94.96	3.76	46.50	5.04
	赤铁矿石 (N4)	PN41	54.73	59.87	33.92	7.24	15.25	52.35	61.00	94.14	5.10	39.00	5.89
		PN42	68.50	74.41	33.69	7.37	12.93	55.14	58.00	94.92	4.07	42.00	5.86
		PN43	80.67	80.60	33.71	7.12	14.37	60.45	47.00	84.28	10.00	53.00	5.06
		PN44	86.80	87.83	34.06	7.01	16.87	59.61	52.00	95.69	3.06	48.00	15.72
	赤铁矿石 (N5)	PN51	48.99	48.30	31.27	3.40	9.98	48.16	54.00	83.17	11.44	46.00	16.83
		PN52	62.00	50.22	31.67	3.77	12.22	51.65	48.50	79.10	12.85	51.50	20.90
		PN53	76.74	73.02	32.11	3.59	11.95	56.12	45.00	78.64	12.46	43.98	30.09
		PN54	83.60	81.12	31.67	4.13	14.37	59.61	50.00	94.11	3.73	50.00	5.89
	混合矿石 (N6)	N63	73.20	75.19	32.90	8.91		60.95	42.50	78.73	12.17	57.50	21.48
		N64	81.90	85.04	32.62	9.16		63.10	39.50	76.41	12.72	60.50	23.59
	磁铁矿石 (N2)	N24	53.88	72.32	44.95	15.25		56.54	75.00	94.97	8.98	25.00	5.13
		N22	59.60		46.77	15.16		60.81	72.00	93.61	10.67	28.00	6.39
		N21			45.79	15.07		62.54	70.00	95.61	6.71	30.00	4.39
		N23	79.90	89.80	45.79	15.23		64.51	65.00	91.57	11.02	35.00	8.43

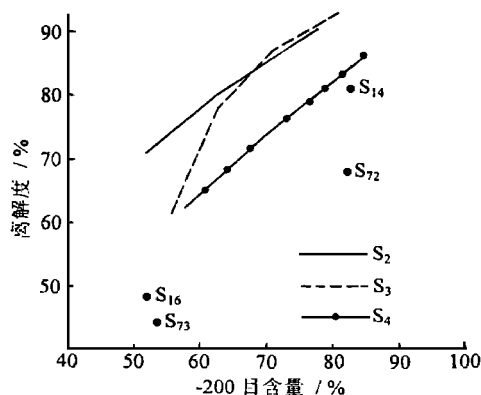


图3 南采区不同矿石类型解离度与磨矿粒度曲线
Fig. 3 The curves for relationship of the liberation with ore grinding size of different kinds of ores in southern part

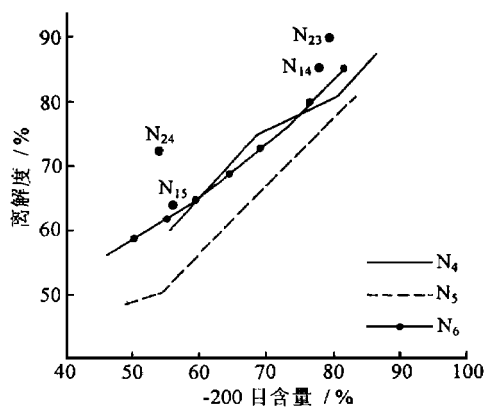


图4 北采区不同矿石类型解离度与磨矿粒度曲线
Fig. 4 The curves for relationship of the liberation with ore grinding size of different kinds of ores in northern part

南采区不同工业类型、不同地段矿石的矿物组成、嵌布特征明显不同(表1)。以2400~3000线间的矿石透闪石含量偏高,且以磁铁矿石(透闪矿)中闪石类矿物含量最高;其次是混合矿石。闪石类矿物的存在不仅使矿石三维应力降低,矿石易于磨碎,又因闪石类矿物多与铁矿物共生,常常包裹在铁矿物周围,与铁矿物的接触关系多为直线或点接触,且闪石的滑石化程度也较高,与铁矿物间的结合力较弱,因而使铁矿物更利于达到单体解离,使矿石从磁铁矿石到混合矿石到赤铁矿石解离难度逐渐增加(图3、表2)。2200~3000线间赤铁矿石多为石英型矿石,闪石含量低,多为假象结构,有一定的蜂窝状结构,尤以2200~2400线间极贫矿带以西(X71~73, Y89, 90)赤铁矿石的蜂窝状结构最为发育。蜂窝状结构是石英熔蚀铁矿物的结果,因而增大了矿石硬度,影响矿石的可磨度,使石英与铁矿物接触界线复杂,石英包裹体含量增高,很难使铁矿物达到单体解离,这是该地段矿石解离度偏低(图3、表2)的主要原因。

北采区矿石均为石英型矿石,几个矿体的矿物组成及嵌布特征相近(表1),只有860~1160线间部分磁铁矿石的绿泥石含量偏高,利于矿石的磨矿解离;而1260~1680线间的铁矿物粒度偏细,使铁矿物解离度偏低,影响其选别指标。北采区矿石三维应力较高,矿物间结合力较强,因而较南采区含透闪型矿石难于破碎和解离(图4、表2)。

3 矿石的相对可选性

南、北采区磁铁矿石、混合矿石磨矿产品的磁选管选别指标及各种赤铁矿石磨矿产品的焙烧磁选管选别指标见表2,磁选管中间场强为 $5.97 \times 10^4 \text{ A/m}$ 。

由表2可见,尽管各种赤铁矿石焙烧产品选别指标受其焙烧质量的影响,但仍与磁铁矿石、混合矿石一样,具有随着磨矿粒度增加产率逐渐减少,而品位逐渐增高的特点,这是因为随着磨矿粒度增加,产品中铁矿物解离度逐渐增加,磁赤、磁脉连晶逐渐减少的结果。

磁铁矿石的选别指标明显好于混合矿石以及南采区矿石选别指标好于北采区相应矿石类

型的原因在于: 相近磨矿粒度时, 南采区矿石的解离度高于北采区矿石。北采区磁铁矿石因原矿品位较高, 精矿品位和产率也较高, 但回收率与南采区磁铁矿石相近, 而尾矿品位高于南采区磁铁矿石。北采区混合矿石因亚铁偏低, 尽管精矿品位也较高, 但回收率明显低于南采区混合矿石, 而尾矿品位高于南采区混合矿石。

就南采区赤铁矿石选别指标来看, 2200~ 2300 线间矿样 PS1 选别指标相对较低, 虽然回收率达到 75% 以上, 但精矿品位均在 60% 以下, 尾矿品位在 13% 以上, 其原因在于磨矿产品解离度偏高; 2400~ 3000 线间矿样 PS4 选别指标要好些, 且磨矿粒度达到 - 200 目含量占 80% 以上时, 精矿品位为 60.59%, 回收率为 78.97%, 尾矿品位为 11.73%。南采区赤铁矿石回收率偏低的原因是其焙烧质量偏低。北采区赤铁矿石焙烧磁选管选别指标较好的是 60~ 760 线间矿样 PN1, 最好指标: 回收率为 94.96%, 精矿品位 61.70%, 尾矿品位 13.76%; 选别指标偏低的是 1260~ 1680 线间矿样 PN5, 最好指标: 回收率 94.11%, 精矿品位 59.61%, 尾矿品位 3.73%, 精矿品位偏低的原因是铁矿物解离度偏低。

综上所述说明, 齐大山铁矿各地段矿石的可选性不同, 南采区极贫矿带以西赤铁矿石及 2200~ 2300 线间赤铁矿石相对难选, 原因是其结构特征复杂, 铁矿物难于达到单体解离, 而影响选别指标; 北采区矿石相对较难选的是 1260~ 1680 线间赤铁矿石, 原因是铁矿物嵌布粒度在 40 μm 以下的矿石含量较高, 使相近磨矿粒度条件下, 铁矿物单体解离度偏低, 因而影响其精矿品位。可见, 尽管矿石选别指标高低的原因是多方面的, 但其主要原因在于矿石的矿物学特征——矿物组成和嵌布特征。

Influence of Mineralogical Characters on Mineral Separation Degree of the Low-Grade Iron Ores in Qidashan Iron Mine

Ma Xiaowen Ji Xin

(The Institute of Angang Mining Company, Anshan 114002)

Abstract The different mineralogical characters (the mineral composition and existing features) of the low-grade iron ores in southern, northern parts of Qidashan iron mine are described in this paper. Based on the experiments of the relative ore-grinding degree, liberation measurement, the experiments of induration magnetic separation tube and magnetic separation tube of the ores in southern and northern parts, the influence of the mineralogical characters of the low-grade iron ores on ore-grinding, ore-liberating and mineral separation quality were expounded. All above proved that the mineralogical characters of the ores were the main affecting factor on the liberating features and mineral separation qualities of the ores.

Key words: Qidashan iron mine; mineralogical characters; mineral separation quality