

海城菱镁矿工艺矿物学研究

李晓安, 郭小飞, 代淑娟

(辽宁科技大学矿业工程学院, 辽宁鞍山 114051)

摘要: 通过光学显微镜、X 射线衍射、化学分析等手段, 对海城菱镁矿的工艺矿物学特性进行了研究。结果表明, 矿石中 useful 矿物为菱镁矿, 主要杂质矿物包括滑石、白云石、石英、斜绿泥石等, 以及少量的黄铁矿及褐铁矿等。矿石嵌布粒度不均匀, 菱镁矿以粗粒嵌布为主, 与其他杂质矿物存在一定程度的充填穿插, 且易单体解离。

关键词: 菱镁矿; 工艺矿物学; 矿物组成; 嵌布特性

中图分类号: P619.23⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2014)10-0125-03

Study of process mineralogy on the Haicheng magnesite ore

LI Xiao-an, GUO Xiao-fei, DAI Shu-juan

(School of Mining Engineering, University of Science & Technology of Liaoning, Anshan 114051, China)

Abstract: The characterization of process mineralogy of the Haicheng magnesite ore has been investigated through optical microscope, XRD and chemical analysis. The results show that besides the valuable mineral magnesite the primary gangue minerals were talc, dolomite, quartz, clinocllore, apatite, little pyrite and limonite in the ore. The dissemination size of the ore is maldistribution. The dissemination size of magnesite minerals were thick and interspersed with other gangue minerals, and easily to be dissociated.

Key words: magnesite; process mineralogy; mineral composition; dissemination characteristics

菱镁矿由于具有较高的耐火性、粘结性及其他优良的物化特性, 而被广泛用于冶金、建材、化工及金属镁提炼等领域。我国菱镁矿资源丰富, 已探明的菱镁矿储量 31.18×10^8 t, 占世界探明储量的 31% 左右, 居世界之首。辽宁的菱镁矿储量、产量约占全国总储量的 90% 以上, 其中辽宁南部的大石桥至海城一带, 菱镁矿储量占全国的 85% 以上, 且绝大多数为层控晶质菱镁矿, 极少数为隐晶质菱镁矿^[1]。

随着开采深度的不断增加, 高品质的菱镁矿资源不断减少。面对品位越来越低的菱镁矿, 只有深入研究菱镁矿的工艺矿物学特性, 进一步优化菱镁矿的加工工艺和条件, 才能保证菱镁矿选矿过程能够获得高品位和高回收率的精矿, 为开发利用低品位菱镁矿资源提供技术支持和保障^[2]。本文采用显

微镜、X 射线衍射等分析手段对辽宁海城地区的菱镁矿矿石进行了工艺矿物学研究。采用的样品由海城镁矿耐火材料总厂提供, 具有较充分的代表性。

1 矿石的化学组成

对菱镁矿原矿进行了 EDS 能谱分析, 结果见图 1, 显示主要杂质为 Ca、Si 和 Fe。据此对菱镁矿原矿进行了化学多元素分析, 结果见表 1。由结果可知, 海城菱镁矿矿石组成相对简单。主要有价成分为 MgO, 主要杂质为 CaO、Fe₂O₃、SiO₂, 并含量少量硫、磷等。

表 1 菱镁矿原矿主要元素分析结果

元素	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	S	CO ₂	总计
%	46.62	1.30	0.40	0.51	0.06	51.11	99.96

2 矿石的矿物组成

对菱镁矿进行了 X 射线衍射分析, 结果如图 2 所示。

通过 X' Pert High score Plus 软件分析, 结合偏光显微镜的鉴定结果可知, 菱镁矿原矿中主要矿物为菱镁矿, 杂质矿物主要为滑石、白云石和石英,

收稿日期: 2014-02-09

作者简介: 李晓安(1957—), 男, 汉族, 博士, 教授, 获得“国家有突出贡献中青年专家”、“国家级跨世纪学术与技术带头人”、“辽宁省优秀专家”等荣誉称号, 主要研究方向为浮选理论、浮选药剂及工艺, 在菱镁矿浮选提纯方面做了大量研究工作。

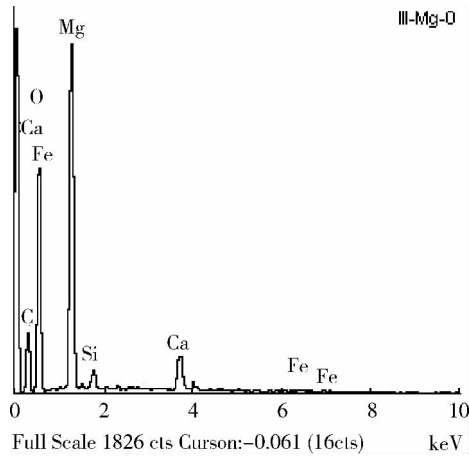


图 1 菱镁矿原矿 EDS 能谱分析

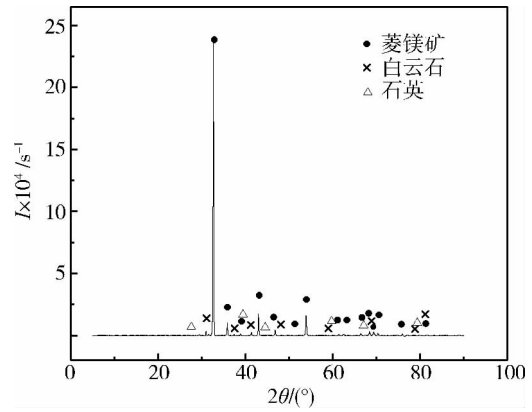


图 2 菱镁矿原矿 XRD 图谱

另外还存在着铁浸染菱镁矿、镁铁矿、铁白云石、方解石和橄榄石的晶形,以及极少量的含 Al、P、Mn、Pb、Cu、Ti 的多种矿物晶形。还可见不同比例的 Fe-O 晶相体,如 $Fe_{0.922}O$, $Fe_{0.914}O$, $Fe_{0.902}O$ 等。

使用实验室型破碎机将原矿破碎至 2mm 以下,有代表性选取破碎后矿石进行粒级筛析,并进行成分化验,结果如表 2 所示。由表中结果可知,各粒级中 MgO 的含量均 >45%,随着菱镁矿粒度的变细,杂质成分含量越高,其中 -0.075mm 粒级中 MgO 含量 45.03%,CaO 含量 1.65%,SiO₂ 含量 2.78%,Al₂O₃ 含量 0.28%,Fe₂O₃ 含量 0.72%。

3 石中主要矿物的产出特征

菱镁矿及其主要杂质矿物的在偏光显微镜下的特征如图 3 所示^[3-5]。

1)菱镁矿: $MgCO_3$ 。化学组成: MgO47.81%, CO₂ 52.19%。常含钙、锰和铁,有时含镍和钴。矿石中菱镁矿的浸染粒度较粗,是以粗粒嵌布为主,不均匀分布,细粒很少。菱镁矿的浸染粒度统计结果如表 3 所示,累计 +0.074mm 粒级分布率为 96.82%, -0.074mm 粒级分布率为 3.18%,其中 -0.037mm 粒级分布率仅为 0.28%,所以该矿石菱镁矿浸染粒度是很粗的,菱镁矿易单体解离。

表 2 菱镁矿矿石的各粒级化学成分/%

粒级/mm	产率	MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	LOI
+1.6	8.62	46.53	0.94	0.44	0.17	0.35	51.57
-1.6+1.25	11.95	46.50	0.88	0.41	0.17	0.35	51.69
-1.25+1.0	12.54	46.51	0.97	0.33	0.16	0.37	51.66
-1.0+0.80	8.67	46.45	0.95	0.44	0.15	0.38	51.63
-0.80+0.60	12.55	46.49	0.83	0.45	0.16	0.39	51.68
-0.60+0.40	11.84	46.49	0.94	0.47	0.17	0.37	51.56
-0.40+0.20	13.83	46.43	0.90	0.69	0.18	0.47	51.33
-0.20+0.15	4.62	46.18	1.04	0.96	0.23	0.51	51.08
-0.15+0.125	2.29	46.29	1.15	0.97	0.25	0.43	50.91
-0.125+0.10	2.37	46.03	1.19	1.21	0.27	0.44	50.86
-0.10+0.075	2.47	45.85	1.22	1.33	0.27	0.46	50.87
-0.075	8.26	45.03	1.65	2.78	0.28	0.72	49.54
合计	100.00	46.23	1.00	0.73	0.19	0.42	51.20

表 3 菱镁矿浸染粒度统计结果

粒级/mm	+1	-1+0.5	-0.5+0.15	-0.15+0.10	-0.10+0.075	-0.075+0.053	-0.053+0.037	-0.037
分布率/%	23.95	26.21	42.56	1.61	2.49	2.44	0.46	0.28
累计/%	23.95	50.16	92.72	94.33	96.82	99.26	99.72	100.00

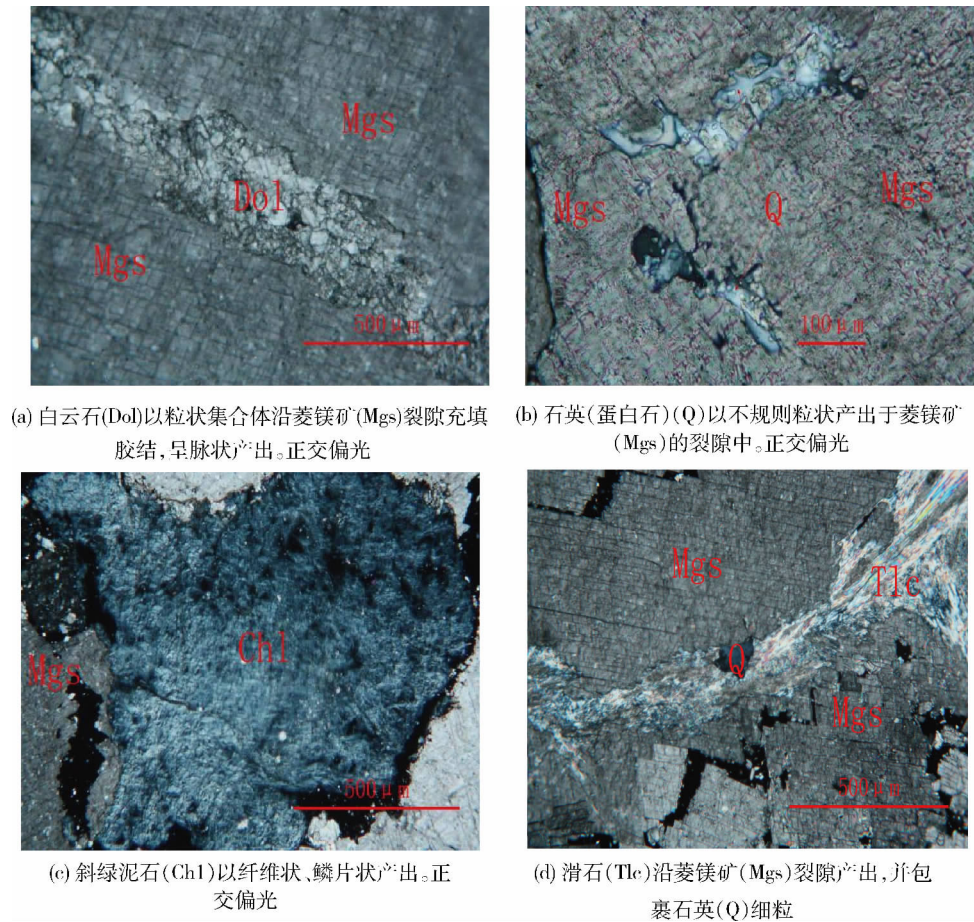


图 3 菱镁矿矿石主要矿物的鉴定图

菱镁矿在矿石中以粒状、不规则状及其集合体产出,菱面体解理比较发育。在菱镁矿的裂隙中有白云石脉充填穿插(图 3(a));在菱镁矿裂隙中常夹杂石英(蛋白石)(图 3(b));同时在菱镁矿的孔隙中有斜绿泥石分布(图 3(c))。因此可知菱镁矿与其他矿物均有一定程度的接触关系。

2) 滑石: $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ 。化学组成: MgO 31.72%, SiO_2 63.52%, H_2O 4.76%。

滑石在矿石中多以叶片状、放射状和纤维状及其集合体产生(图 3(d)),并在菱镁矿的裂隙和颗粒间隙充填胶结,同时对菱镁矿有交替作用,甚至包裹菱镁矿和石英颗粒,滑石与菱镁矿紧密共生,与其他矿物接触较少。

3) 白云石: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 。化学组成: CaO 30.41%, MgO 21.86%, CO_2 47.73%。

白云石在矿石中多以粒状、不规则状以及集合体产出,并沿菱镁矿裂隙以脉状充填穿插,对菱镁矿有交替作用,二者接触边缘不规则,呈弯曲状,说明具有交替作用发生(图 3(a)),白云石在矿石中产出不多,分布不普遍。

4) 石英(蛋白石): SiO_2 。石英在矿石中多以他

形粒状、短脉状产出,分布在菱镁

矿的粒间或裂隙处,充填和胶结菱镁矿(图 3(b));石英在矿石中产出不多,分布不甚普遍。

5) 斜绿泥石: $(\text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe})_{12}[(\text{Si}, \text{Al})_8\text{O}_{20}](\text{OH})_{16}$ 。斜绿泥石在矿石中以鳞片状、纤维状和蠕虫状及其集合体产出,主要分布在菱镁矿的孔隙中,对菱镁矿具有交代作用,二者边缘接触呈锯齿状,证明二者有交代作用发生(图 3(c));斜绿泥石在矿石中局部较集中产出,分布不甚普遍。

6) 独立铁矿物。由显微镜观察可以看到,原生的金属矿物主要有黄铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿及赤铁矿,而经过风化作用,绝大部分黄铁矿均转变为褐铁矿,硫化物只作为残余物出现。

4 讨论

根据检测结果可知,矿石中主要回收的目标矿物为菱镁矿(MgCO_3)。菱镁矿呈较粗粒度分布,细粒较少,分布不均。粒度分析结果表明,粒度越细,杂质矿物的含量越高。因此选矿过程中宜采用阶段磨矿流程避免过磨,同时也能使杂质矿物得到充分解离。杂质矿物的脱除可以有针对性的进行,通过

(下转第 137 页)

否需要更换钻头。如在施工高位钻场中 4 号钻孔在钻进到 158m 时,在钻压基本稳定的条件下钻参仪显示扭矩逐渐减小,钻速由 2cm/min 逐渐下降为 1.0cm/min。分析认为,出现这种情况的原因是该钻头已经磨钝,应更换钻头。提钻后发现与分析结果一致,换用新钻头后又恢复到以前的钻进速度。

通过试验,可以看出所研制的钻进参数检测装置可以对钻孔施工过程中孔内情况的分析判断提供一定的帮助,根据钻进参数的监测,可以指导钻孔的施工,为避免发生孔内事故,提高成孔质量,为钻进作业科学打钻提供了新的技术手段。

4 结论

1)为解决目前瓦斯钻孔完孔程度差和成孔率低的现状,以 ZDY 系列钻机为研究基础,通过分析研究确定了钻孔钻进参数测定装置设计方案,装置构成和分析软件等。

2)钻孔钻进参数测定装置主要由 ARM9 处理模块,5 路(4-20MA)模拟量采集,1 路开关量,1 路频率信号采集,TFT256K 色液晶,SD 卡及 E2ROM 存储,键盘,串口,电源等功能模块构成。具有实时显示当前钻进情况的功能;在整定时间内的柱状图显示功能;在整定时间内的曲线图显示功能;在整定参数情况下的报警显示功能。

3)在实验室进行了推进力、钻压、扭矩、功率和转速值、曲线的准确性,时间准确性,数据保存容量的试验;实验结果表明检测装置的数据储存功能正常,数据保存容量大,文件保存时间正确,数据测试

(上接第 127 页)

浮选可以降低 Ca、Si、Al 等的含量,而含 Fe 的杂质矿物可以通过强磁设备加以脱除。

5 小结

1)海城菱镁矿矿石的矿物组成除主要矿物菱镁矿外,存在少量的杂质矿物如滑石、白云石、石英、斜绿泥石等。另见很少量的黄铁矿及其风化产物褐铁矿,还有极少量的磁黄铁矿、磁铁矿和赤铁矿。

2)菱镁矿矿石中的杂质矿物按类型大致划分如下:硅来自石英,另见少量绿泥石;钙来自白云石、磷灰石;铁来自黄铁矿及其风化产物褐铁矿,另见很少量的磁铁矿等。

3)矿石中菱镁矿的浸染粒度较粗,是以粗粒嵌布为主,不均匀分布,细粒很少。累计+0.075mm 粒级分布率达 96.82%,菱镁矿极易单体解离。在显微镜下观察,菱镁矿与其他矿物均有一定的接触

数值与给定数值误差小于 1%,在允许的误差范围之内,满足设计要求。

4)现场工业性试验结果表明,钻进参数检测装置测定数据与操作台压力表值两者基本一致,通过应用钻进参数检测装置对钻进过程中钻进参数的监测,可以及时准确地测量并数字显示钻压、转速、扭矩等的大小,为获得最大钻速采取措施提供了科学依据,利用钻进参数检测装置还可进行初步的判层和判断钻头的磨损情况,为科学钻探提供了新的技术手段。

参考文献

[1] 石智军,田宏亮,田东庄等.煤矿井下随钻测量定向钻进使用手册[M].北京:地质出版社,2012.

[2] 石智军,董书宁,姚宁平等.煤矿井下近水平随钻测量定向钻进技术与装备[J].煤炭科学技术,2013,41(3):1-5.

[3] 补家武,补生蓉,李吉春. WZY-1 型钻参仪的研究与应用[J].探矿工程:岩土钻掘工程,2003(2):35-37.

[4] 赵大军,李文华,孙友宏等.工程地球物理勘探随钻测量钻机的研制[J].吉林大学学报:地球科学版,2012,42(1):144-148.

[5] 姚克. ZDY4000LD 定向钻机关键技术研究[J].煤田地质与勘探,2012,40(4):82-85.

[6] 赵大军,罗启钟,王君等. JSL-30 型钻机钻进参数检测系统的研究[J].2006,42(3):97-98.

[7] 刘鲁新,权进国,林孝康. ARM9 处理器与 ARM7 处理器比较[J].电子技术应用,2004(11):13-15.

[8] 郭迪.煤矿井下电气设备防爆性能研究和设计[J].煤矿机械,2012,33(4):61-62.

关系。

4)采用阶段磨矿的方法有利于菱镁矿选矿过程的进行,矿石中的 Ca、Si、Al 等杂质元素可以通过浮选降低,含 Fe 杂质则可以通过强磁设备脱除。

参考文献

[1] 成田亮.菱镁矿工业[M].北京:地质出版社,1959:47-48.

[2] 李志锋.辽宁低品位菱镁矿的综合开发利用研究[J].国土资源,2008(S1):78-79.

[3] 周乐光.工艺矿物学[M].北京:冶金工业出版社,2002:163-164.

[4] 马鸿文.工业矿物与岩石[M].北京:地质出版社,2002:217-218.

[5] 彭真万,刘青宪,徐明.矿物学基础[M].北京:地质出版社,2008:224.