

宜昌中间坪磷钾矿矿物学研究

刘艺玮¹, 覃远航¹, 王存文¹, 罗惠华², 王为国¹, 黄志良³, 池汝安¹, 丁一刚¹

(1. 武汉工程大学化工与制药学院, 绿色化工过程教育部重点实验室, 湖北 武汉 430073;

2. 武汉工程大学环境与城市建设学院, 湖北 武汉 430073;

3. 武汉工程大学材料科学与工程学院, 湖北 武汉 430073)

摘要:对宜昌中间坪的磷钾伴生矿的化学组成、矿物组成及嵌布特征进行了研究。结果表明,该矿的主要矿物为钾长石(27%)、石英(51%),以及少量的胶磷矿(7%),黄铁矿(6%)、白云母(9%),杂质含量较高。形貌分析显示,钾长石为零星分布的细粒状结构,胶磷矿为不规则粒状嵌布。有用矿物与石英、黄铁矿等脉石矿物共生关系十分密切。根据矿石工艺性质,回收利用该磷钾矿,要考察磨矿细度,尽量使钾长石、胶磷矿与石英等脉石矿物解离。

关键词:磷钾矿;嵌布特征;工艺矿物学

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2014.01.017

中图分类号:TD989;P577 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2014)01-0069-03

氮、磷、钾是农作物必须的三种元素,它们对农作物的生长有不可替代的作用。在我国肥料元素比例严重失调,多氮少磷缺钾现象十分严重,急需大力发展磷钾肥^[1]。我国磷矿资源丰而不富,基本储量和经济储量虽都居世界前列^[2],但贫矿多、富矿少,难选矿多、易选矿少;我国可溶性钾资源短缺,仅占世界已探明储量钾盐的1.74%^[3]。我国以钾长石为主的难溶性钾资源分布广泛且丰富,因此利用难溶性钾资源制取钾肥前景广阔^[4]。

湖北宜昌的磷钾矿是我国迄今为止发现的少数的磷钾共生型矿,普查储量达30亿t。其主要成分是胶磷矿和钾长石,含 P_2O_5 4%~12%,含 K_2O 5%~9%。此磷钾伴生矿的磷存在于磷灰石中,钾存在于钾长石中,品位都比较低,单独作磷矿或钾矿使用,均无经济价值。如果能在不分离两种矿的情况下,同时提取出P和K,制取高质量的磷钾复合肥,达到磷钾伴生矿综合利用的目的具有重大意义,有利于促进我国磷钾肥行业的发展^[5]。

为了研究宜昌磷钾矿制取磷钾复合肥的新工艺,需对宜昌磷钾矿的矿石性质和工艺学进行综合的评价,为该矿的破碎工序和选矿方案的选择以及

选矿流程提供依据。本文对宜昌磷钾矿的物质组成,矿石中磷、钾、硅的赋存状态、主要矿物的嵌布特性等进行了研究。

1 宜昌磷钾矿的化学性质

1.1 化学多元素分析

表1 原矿化学组成/%

Table 1 The chemical components of the raw ore

P_2O_5	K_2O	SiO_2	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3
4.70	8.95	53.34	7.75	12.67	3.73
MgO	TiO_2	H_2O	Na_2O	MnO	烧失量
1.11	0.90	0.70	0.33	0.03	4.92

宜昌磷钾矿主要分布于湖北宜昌夷陵地区中间坪、太阳山两个矿区。本研究矿样来自宜昌中间坪矿区,其化学分析结果见表1。由表1可知,宜昌磷钾矿 $P_2O_5+K_2O$ 约为14%, $Al_2O_3+Fe_2O_3$ 约为16%, SiO_2 约为53%。可见,宜昌磷钾矿属于中低品位矿,杂质含量较高。

1.2 矿物组成

宜昌磷钾矿成分复杂,杂质含量高,因此需对其矿物组成及含量进行全面的分析。本文对宜昌磷钾

收稿日期:2013-03-27;改回日期:2013-06-17

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51274153);湖北省自然科学基金重点项目(2011CDA120)

作者简介:刘艺玮(1989-),女,硕士研究生,主要从事磷钾矿研究。

矿进行了 X 射线衍射分析。

X'Pert HighScore 软件包定量相分析以参比强度(RIR)为基础进行相含量计算,是一种高精度无标样的定量相分析^[6-9]。按照 RIR 定量相分析理论和方法,混合物中*i*相的质量分率 X_i 由下式计算:

$$X_i = \frac{I_i/R_i}{\sum_{i=1}^n I_i/R_i}$$

注:式中: I_i 为物相*i*实测的最强衍射峰强度; R_i 为物相*i*的参比强度,其值来源于国际粉末衍射中心数据库(PDF 2002 电子版)。

表 2 原矿 XRD 分析结果

Table 2 The XRD analysis results of the raw ore

矿物名称	化学分子式	含量/%
胶磷矿	$\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$	7
钾长石	KAlSi_3O_8	27
石英	SiO_2	51
白云母	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	9
黄铁矿	FeS_2	6

2 宜昌磷钾矿的嵌布特征

2.1 钾长石

钾长石的 SEM 图像见图 1,其中 A、B 处为钾长石,在显微镜下观察主要为微斜长石及透长石,粒径范围为 0.05 ~ 0.1 mm,颜色微红,常见破碎现象也有大量钾长石风化为黏土类矿物。

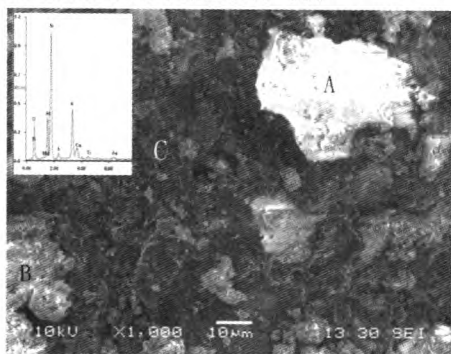


图 1 钾长石 SEM 图

Fig. 1 The SEM image of phosphate potassium

宜昌磷钾矿中钾长石嵌布特征主要分为三类:含细粉砂的微细片状结构、近水平微纹尾状结构和零星分布的细粒状结构。在正交偏光下有大量同时消光的页理化。主要脉石矿物石英浸染于钾长石中,呈均匀分布的细粉砂结构,其含量约为 50%。能谱分析进一步表明钾长石中除含有石英外,还含有 Fe、Mg、Ca 等有害组分,所以钾长石是一种含有 Si、Fe、Mg、Ca 等有害组分的多矿物集合体。

2.2 胶磷矿

低品位胶磷矿以不规则粒状嵌布为主(凝胶状、块状、内碎屑、生物屑),其嵌布结构见图 2,主要嵌布粒度范围为 0.05 ~ 0.1 mm,为细粒嵌布。胶磷矿在单偏光下呈浅褐色 ~ 深褐色,正交偏光下全消光,而少量重结晶的胶磷矿呈现出碳氟磷灰石的晶体光学特征,正交偏光下呈工级灰 ~ 灰白干涉色^[10]。扫描电镜下可观察到部分胶磷矿被包裹于黄铁矿及片状黏土矿物集合体见图 3。能谱分析进一步表明胶磷矿是一种含有 Si、Fe、Mg、Ca 等有害组分的多矿物超细粒集合体。

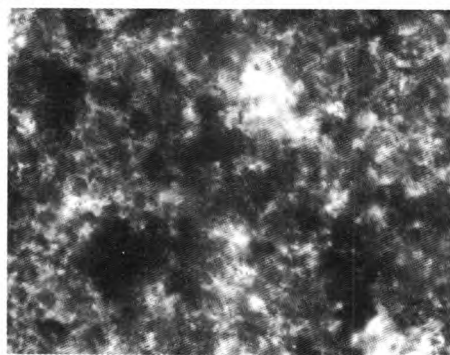


图 2 胶磷矿不规则粒状嵌布

Fig. 2 The irregular grain-size distribution of collophanite

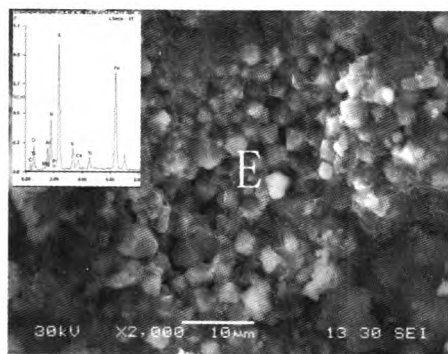


图 3 黄铁矿 SEM 图

Fig. 3 The SEM image of pyrite

在现有技术经济条件下,通过磨矿的方法解离磷块岩矿石中嵌布粒度小于 0.01 mm 的脉石矿物是不可行的^[11]。因此,在工艺矿物学研究中可以把胶磷矿中嵌布粒度小于 0.01 mm 的包裹体看成胶磷矿的组成部分。同理,在制定胶磷矿的选矿工艺指标时应该合理考虑胶磷矿中所含的难以脱除的有害组分,而不同矿种胶磷矿中碳氟磷灰石的结构碳酸根含量也不相同,并且结构碳酸根含量还影响到胶磷矿的可选性,因此,精矿中胶磷矿的含量与回收

率或许是一个更加准确的选矿指标^[12]。

2.3 脉石矿物

脉石矿物中石英主要呈零星分布的次角状碎屑、均匀分布的片状结构,主要嵌布粒度为0.05~0.1mm。石英的嵌布粒度也较细,在选矿中,要想降硅,就得加大磨矿细度。黄铁矿(E)呈颗粒状产出并包裹有粉砂级石英、胶磷矿及钾长石。黏土矿物一般呈细粒片状集合体产出,常包裹胶磷矿、微细粒石英、褐铁矿以及碳质,构成杂基支撑结构。钾长石与白云母主要与脉石矿物毗连镶嵌。

3 结 论

(1)宜昌磷钾矿主要有用矿物为钾长石、白云母、胶磷矿,脉石矿物为石英、黄铁矿,此外还有少量褐铁矿、白云石。

(2)胶磷矿呈不规则粒状产出,与黄铁矿、石英、连生,属于细粒嵌布。钾长石主要呈细粒状、片状结构,约50%的石英浸染于钾长石中。脉石矿物嵌布细小,黏土矿物均为包裹体。

(3)在选矿中,要想降硅,就得加大磨矿细度。通过磨矿的方法解离部分脉石矿物,将嵌布粒度小于0.01mm的脉石矿物看作有用矿物的组成部分。

参考文献:

- [1]李寿生,牛波. 关于我国化肥工业发展的几个问题[J]. 现代化工,1998(5):3-7.
- [2]Sims JT, Sharpley AN. Phosphorus: Hammondll, VanSjkau-Wenbergh[M]. USA: American Society of Agronomy, 2005.
- [3]李金生,王石军. 国产钾肥现状及发展前景[J]. 化工矿物与加工,2000,29(1):1-5.
- [4]田改仓. 论钾长石制钾肥的开发前景[J]. 化学工业,1997,24(2):18-20.
- [5]吕莉,张允湘. 汉源磷钾矿矿石性质及工艺特性研究[J]. 矿产综合利用,2004(2):28-31.
- [6]CHUNG FH. Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns, I. Matrix-flushing method of quantitative multi-component analysis[J]. Appl. Cryst. 1974(7):513-519.
- [7]CHUNG FH. Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns, II. Adiabatic principle of X-ray diffraction analysis of mixture[J]. Appl. Cryst. 1974(7):526-531.
- [8]CHUNG FH. Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns, III. Simultaneous determination of a set of reference intensities[J]. Appl. Cryst. 1975(8):17-19.
- [9]周贵云,张允湘. 我国几种典型磷矿反应特性和发泡性的研究[J]. 磷肥与复肥,1996(4):13-15.
- [10]张杰,张覃. 贵州织金含稀土中低品位磷块岩工艺矿物学特征[C]. 中国稀土资源综合利用暨中国第五届稀土学会地采选专业委员会第一次学术研讨会,2009,111-113.
- [11]刘光碧. 晋宁磷矿中、低品位磷块岩内胶磷矿的工艺特征[J]. 云南冶金,1998,27(1):57-59.
- [12]石和彬,王树林,梁永忠,等. 云南中低品位硅钙质磷块岩工艺矿物学研究[J]. 武汉工程大学学报,2008,30(2):5-8.

Study on Process Mineralogy for Phosphate Potassium Ore in Zhongjianping, Yichang

Liu Yiwei¹, Qin Yuanhang¹, Wang Cunwen¹, Luo Huihua²,
Wang Weiguo¹, Huang Zhiliang³, Chi Ruan¹, Ding Yigang¹

- (1. Key Laboratory for Green Chemical Process of Ministry of Education, School of Chemical Engineering and Pharmacy of Wuhan Institute of Technology, Wuhan, Hubei, China;
2. School of Environment and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan, Hubei, China;
3. School of Material Science and Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan, Hubei, China.)

Abstract: In this paper, we analyzed the chemical composition, mineral composition, embedded features of phosphate potassium ore in Zhongjianping, Yichang were analyze in this paper. The results indicate that the main minerals distributed in the ore are 27% of potash feldspar, 51% of quartz and and small quantity of collophanite, pyrite and muscovite, which are 7%, 6% and 9% respectively. While the content of impurities is relatively high. The morphology analysis indicates potash feldspar exists in the form of grain and collophanite in the form of irregular grain dissemination. The relationship between desired minerals and gangue minerals such as quartz and pyrite is close. To recover the phosphate potassium ore better, a fine grinding of the potash feldspar should be investigated to dissociate potash feldspar, collophane and quartz according to the processing characteristics of the ore.

Keywords: Potash feldspar; Dissemination characteristics; Process mineralogy