文章编号: 0254 - 5357(2010)04 - 0475 - 03

X 射线粉晶衍射仪在山东蒙阴金伯利岩蚀变矿物鉴定中的应用

迟广成, 宋丽华, 王 娜, 崔德松, 周国兴
(沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110032)

摘要: 山东蒙阴金伯利岩组成矿物以蚀变矿物为主,X 射线粉晶衍射仪鉴定结果显示无矿金伯利岩矿物组分为方解石、白云石、石英、钙锆钛矿,标志性矿物为白云石和钙锆钛矿;贫矿金伯利岩矿物组分为蛇纹石、方解石、钙铝榴石、磁铁矿和金云母,标志性矿物为钙铝榴石;富矿金伯利岩矿物组分为蛇纹石、方解石、绿泥石、磷灰石、磁铁矿和金云母,标志性矿物为绿泥石和磷灰石。采用 X 射线粉晶衍射仪鉴定金伯利岩蚀变矿物组合,寻找蚀变矿物组分变化与金伯利岩含矿性的关系,利用标志性的蚀变矿物判断金伯利岩无矿、贫矿还是富矿,是非常有意义的。

关键词: 金伯利岩; 蚀变矿物; 含矿性判断; X 射线粉晶衍射法
中图分类号: P575.5; P588.125 **文献标识码**: B

Identification of Alteration Mineral Composition of Kimberlite from Shandong Mengy by X-ray Powder Diffractometer

CHI Guang-cheng, SONG Li-hua, WANG Na, CUI De-song, ZHOU Guo-xing
(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110032, China)

Abstract: The kimberlite from Shandong Mengy mainly consists of alteration minerals. X-ray powder diffraction results showed that the barren-kimberlite consists of calcite, dolomite, quartz, calzirtite with dolomite and calzirtite as the signature minerals, the lean-kimberlite consists of serpentine, calcite, grossular, magnetite and phlogopite with grossular as the signature mineral, the rich-kimberlite consists of serpentine, calcite, chlorite, apatite, magnetite and phlogopite with chlorite and apatite as the signature minerals. The research results indicate that X-ray powder diffraction is a powerful tool for identifying kimberlite alteration mineral composition, studying on the relationship between component change of alteration minerals and ore potentiality of kimberlite, and assessing barren-kimberlite, lean-kimberlite and bonanza-kimberlite based on the signature minerals.

Key words: kimberlite; alteration mineral; ore judgement; X-ray powder diffraction

山东省是中国金刚石矿资源第二大省,是中国最早发现金刚石原生矿床的省份。山东有金刚石矿产地 9 处,其中原生矿产地 5 处(大型 2 处,小型 3 处),该矿田均分布于蒙阴县,南起常马庄,北至坡里一带,矿化范围约 1000 km^2。矿田处于华北地台鲁西台背斜中心部位,郯庐断裂带东 40 ~ 70 km,次级北西向断裂发育,基底岩层为太古宇变质岩,岩浆岩除超基性浅成岩外,发育有中生代闪长岩、花岗闪长岩和一些小型脉岩。金伯利岩的侵入时代为古生代晚奥陶世至石炭纪和中生代,在矿化范围内发现百余个金伯利岩体,可划分为 3 个含金刚石金伯利岩矿带,Ⅰ号金刚石矿带位于蒙阴矿田南端、蒙阴县城南常马庄一带,带长约 14 km,宽约 5 km,沿 350°方向展布,由 9 条金伯利岩岩脉和 1 个金伯利岩岩管组成,岩体呈雁行左列式排列,岩体中的红旗 1 号金伯利岩岩脉和胜利 1 号金伯利岩岩管具工业价值,已经进行勘探,规模达大型;Ⅱ号金刚石矿带位于蒙阴矿田中部、距蒙阴县城 15 km 的西峪村一带,与Ⅰ号矿带相距 14 km,带长 12 km,宽 1 ~ 1.5 km,沿 5° ~ 20°方向展布,带内共发现 12 个金伯利岩岩管和 15 条金伯利岩岩脉,其中红旗 5 号金伯利岩岩脉具有工业意义,已进行勘探;Ⅲ号金刚石矿带位于矿田北部、蒙阴县城东北 35 km 的坡里一带,距Ⅱ号矿带约 16 km,矿带由 30 条金伯利岩岩脉组成,沿 30° ~ 40°方向展布。部分金伯利岩岩脉含金刚石,但品位低,不具工业价值。

山东蒙阴矿田的金刚石含矿性自南向北由富渐贫,Ⅰ号矿带富,Ⅱ号矿带中富,Ⅲ号矿带贫;在同一矿带中,中部金伯利岩岩脉(管)含矿富,两侧的金伯利岩岩体含矿贫[1-6]。金伯利岩含矿性除与空间位置相关外,尚与金伯利岩体的岩性、岩石化学、围岩蚀变和空间分布有关,岩石中外来物质愈少,含镁铝榴石愈多,含 Ni、Co 等微量元素愈高,围岩蚀变愈强,越近于矿体延深最大部位,含矿性愈

收稿日期: 2009-10-08; **修订日期**: 2010-01-14
基金项目: 国土资源部《金刚石矿床标型矿物的 X 射线衍射特征》项目资助(200811120)
作者简介: 迟广成(1964 -),男, 辽宁庄河人,高级工程师,从事岩矿测试工作。E-mail: chiguangcheng@126.com。

All rights reserved. http://www.ykcs.ac.cn

高[7-13]。蒙阴金刚石原生矿分布在含矿金伯利岩中,矿区金伯利岩组成矿物以蚀变矿物为主,有的风化严重,用常规的显微镜鉴定技术鉴定矿物的种类及估计含量是相当困难的。本文采用 X 射线粉晶衍射仪鉴定矿物的种类,估计岩石矿物的含量,寻找蚀变矿物组分变化与金伯利岩含矿性的关系是非常有意义的。

1　金伯利岩显微镜下鉴定

山东蒙阴金伯利岩主要岩石类型有:细粒金伯利岩、斑状金伯利岩、含碎屑斑状金伯利岩和碎屑金伯利岩。细粒金伯利岩(或显微斑状金伯利岩)具块状构造,细粒结构,偶见橄榄石假象斑晶及金云母斑晶。斑状金伯利岩和含碎屑斑状金伯利岩呈斑杂状或块状构造,常见的斑晶矿物有橄榄石、镁铝榴石、金云母,偶见铬透辉石、铬铁矿、金刚石等。橄榄石含量最多可达 50% ~60%,一般 5% ~20%,含有少量同源捕虏体和异源碎屑,已知成分为细粒金伯利岩、纯橄橄岩、镁铝榴石榄橄岩、石灰岩、片麻岩等;含碎屑斑状金伯利岩中同源和异源碎屑除上述成分外,还有斑状金伯利岩和二辉橄榄岩等。碎屑金伯利岩常呈角砾状构造,胶结物具斑状结构,碎屑成分由同源和异源岩屑组成,同源捕虏体有细粒金伯利岩、斑状金伯利岩球、榄橄岩、纯橄榄岩、二辉橄榄岩等。异源岩屑有各种石灰岩、泥质页岩、钙质页岩、片麻岩、斜长角闪岩等。这些碎屑的种类和大小在岩体内分布不均匀,有的以石灰岩为主,有的以片麻岩为主。岩球状金伯利岩是一种特殊成因的细粒金伯利岩,绝大多数有球核,核多为浑圆形橄榄石假象,个别为片麻岩、灰岩岩屑或长石晶屑,橄榄石、金云母、含钛矿物及其他金属矿物等围绕核成环状分布[14-16]。

2　金伯利岩的 X 射线粉晶衍射鉴定

2.1　仪器和测量条件

Bruker-D8 型 X 射线粉晶衍射仪(德国布鲁克公司),测量条件为:X 射线管选用铜靶,管压 40 kV,管流 40 mA,扫描范围:2θ 角为 4° ~65°;检测器为固体计数器(XOL-D),DS(发散狭缝)和 SS(防散射狭缝)均为 2.0 mm,RS(接收狭缝)为 0.1 mm,步长为 0.03°/步,扫描速度为 0.4 s/步[17-18]。

2.2　样品采集和制备

本次工作在Ⅰ号金刚石矿带联城乡王村胜利 1 号小岩管取 10 件金伯利岩样品;在Ⅱ号金刚石矿带高都镇西峪红旗 6 号岩管取 9 件金伯利岩样品;Ⅲ号金刚石矿带岱崮镇坡里取 6 件金伯利岩样品。每件金伯利岩岩石样品采集 20 kg。

将岩石样品破碎缩分至 200 g,细磨至 45 μm,待测金伯利岩岩石样品放在玛瑙钵中,研磨至 15 μm 左右,制成待测样品[19-20]。

2.3　样品测试

在给定的仪器测试条件下,用 X 射线粉晶衍射仪对金伯利岩岩石样品进行扫描测试,获得相应的 X 射线粉晶衍射矿物图谱。

2.4　样品 X 射线衍射图谱特征解译

本次实验所测得的 25 个样品 X 射线粉晶衍射图谱特征解译[21]详见表 1 ~表 3。

表 1 的 6 件样品采集于无矿(Ⅲ号矿带)金伯利岩岩脉,矿物组分以方解石和白云石为主,含少量石英、钙锆钛矿、钾石膏和蒙脱石,其中方解石含量 62.7% ~71.3%,平均含量为 65.5%;白云石含量 28.5% ~35.6%,平均含量为 32.5%;石英含量 0.1% ~2.9%,平均含量为 1.2%;钙锆钛矿含量 0.1% ~0.2%,平均含量为 0.1%;钾石膏含量 0.0% ~1.1%,平均含量为 0.6%。有 3 件样品中未检出钾石膏;只有 1 件样品检出蒙脱石,含量为 0.7%。

表 1　无矿金伯利岩蚀变矿物特征 X 射线粉晶衍射半定量分析①

Table 1　Semi-quantitative analysis of alteration mineral characteristics of barren-kimberlite by X-ray powder diffraction

样品	w_B/%						
	方解石	白云石	石英	钙锆钛矿	钾石膏	蒙脱石	矿物总量
P1	63.7	35.6	0.5	0.2	–	–	100.0
P2	65.9	30.0	2.9	0.1	1.1	–	100.0
P3	62.7	34.7	1.3	0.1	1.1	–	99.9
P4	65.8	31.9	2.1	0.1	–	–	99.9
P5	63.5	34.2	0.4	0.2	1.0	0.7	100.0
P6	71.3	28.5	0.1	0.1	–	–	100.0
平均值	65.5	32.5	1.2	0.1	0.6	0.1	

① 测试单位:沈阳地质矿产研究所实验测试中心,“–”表示未检出。

表 2 的 9 件样品采集于贫矿(Ⅱ号矿带)金伯利岩岩管,矿物组分以蛇纹石和方解石为主,含少量钙铝榴石、磁铁矿和金云母,以及风化蚀变矿物蛭石,其中蛇纹石含量 26.2% ~67.0%,平均含量为 56.9%;方解石含量 14.4% ~64.3%,平均含量为 24.4%;钙铝榴石含量 2.3% ~7.3%,平均含量为 5.4%;磁铁矿含量 1.3% ~4.7%,平均含量为 3.6%;金云母含量 0.0% ~10.5%,平均含量为 1.9%,有 6 件样品中未检出金云母;蛭石含量 3.9% ~14.1%,平均含量为 7.8%。

表 2　贫矿金伯利岩蚀变矿物特征 X 射线粉晶衍射半定量分析①

Table 2　Semi-quantitative analysis of alteration mineral characteristics of lean-kimberlite ore by X-ray powder diffraction

样品	w_B/%						
	蛇纹石	方解石	蛭石	钙铝榴石	金云母	磁铁矿	矿物总量
XH6-1	48.3	18.6	14.1	5.4	10.5	3.0	99.9
XH6-2	67.0	16.6	4.1	5.7	3.5	3.2	100.1
XH6-3	26.2	64.3	5.8	2.3	–	1.3	99.9
XH6-4	66.4	15.7	7.7	5.5	–	4.7	100.0
XH6-5	65.9	14.4	8.8	6.7	–	4.1	99.9
XH6-6	54.3	23.8	13.3	5.2	–	3.4	100.0
XH6-7	65.1	17.2	3.9	7.3	3.0	3.5	100.0
XH6-8	62.1	23.7	4.1	5.3	–	4.7	99.9
XH6-9	56.5	25.6	8.2	5.5	–	4.2	100.0
平均值	56.9	24.4	7.8	5.4	1.9	3.6	

① 测试单位:沈阳地质矿产研究所实验测试中心,“–”表示未检出。

表 3 的 10 件样品采集于富矿(Ⅰ号矿带)的金伯利岩岩管,矿物组分以蛇纹石和方解石为主,含有少量滑石、绿泥石、磷灰石、磁铁矿和金云母,其中蛇纹石含量 37.6% ~80.4%,平均含量为56.4%;方解石含量 10.1% ~44.5%,平均含量为 32.1%;绿泥石含量 0.0% ~8.2%,平均含量

All rights reserved. http://www.ykcs.ac.cn

为3.7%;磁铁矿含量 0.0% ~3.8%,平均含量为1.4%;金云母含量 0.0% ~20.0%,平均含量为5.0%;磷灰石含量 0.0% ~1.6%,平均含量为0.9%。只有 1 件样品检出滑石,含量为 3.9%。

表 3　富矿金伯利岩蚀变矿物特征 X 射线粉晶衍射半定量分析①

Table 3　Semi-quantitative analysis of alteration minerals characteristics of rich-kimberlite ore by X-ray powder diffraction

样品	w_B/%							
	蛇纹石	方解石	绿泥石	磁铁矿	金云母	磷灰石	滑石	矿物总量
SX1 - 1	56.7	31.2	8.2	1.5	1.8	0.5	-	99.9
SX1 - 2	62.3	29.5	4.6	1.4	1.4	0.9	-	100.1
SX1 - 3	54.1	40.1	3.9	1.0	-	0.8	-	99.9
SX1 - 4	57.6	33.1	3.9	1.3	3.2	0.9	-	100.0
SX1 - 5	80.4	10.1	4.3	3.8	-	1.4	-	100.0
SX1 - 6	45.6	44.5	3.0	1.5	4.0	1.3	-	99.9
SX1 - 7	60.2	26.4	4.1	1.7	5.9	1.6	-	99.9
SX1 - 8	60.3	31.6	2.5	1.6	3.2	0.8	-	100.0
SX1 - 9	49.6	39.3	-	1.0	10.1	-	-	100.0
SX1 - 10	37.6	35.1	2.6	-	20.0	0.9	3.9	100.1
平均值	56.4	32.1	3.7	1.4	5.0	0.9	0.4	

① 测试单位:沈阳地质矿产研究所实验测试中心,“-”表示未检出。

3　蒙阴金伯利岩的组成特征

根据矿物在山东蒙阴无矿、贫矿和富矿金伯利岩中的含量组成特征,可以得出以下结论。

(1) 无矿金伯利岩的矿物组分特征以碳酸盐为主,方解石和白云石二者含量之和大于95.0%。白云石只在无矿金伯利岩中出现,贫矿和富矿金伯利岩中则没有白云石出现,因此白云石的大量出现可以作为判断山东蒙阴金伯利岩含矿和无矿的标志。

(2) 方解石在无矿、贫矿和富矿金伯利岩中都有出现,表明该地区金伯利岩普遍受到方解石化作用,虽然在无矿金伯利岩岩脉中方解石含量比贫矿和富矿金伯利岩中含量略高,但不能作为判断山东蒙阴金伯利岩无矿、贫矿和富矿的依据。

(3) 蛇纹石、磁铁矿和金云母矿物只在贫矿和富矿金伯利岩中出现,可以作为判断山东蒙阴金伯利岩含矿和无矿的标志。由于 3 种矿物含量在山东蒙阴贫矿和富矿金伯利岩中没有明显的差异,因此这 3 种矿物不能作为划分贫矿和富矿金伯利岩的依据。

(4) 钙铝榴石只在贫矿金伯利岩中出现,该地区富矿和无矿金伯利岩中没有钙铝榴石出现,可以作为山东蒙阴贫矿金伯利岩的标志性矿物。绿泥石和磷灰石只在富矿金伯利岩中出现,该地区贫矿和无矿金伯利岩中没有绿泥石和磷灰石出现,二者可以作为山东蒙阴富矿金伯利岩的标志性矿物。因此,钙铝榴石、绿泥石和磷灰石可以作为判断山东蒙阴金伯利岩无矿、贫矿和富矿的依据。

4　结语

利用 X 射线粉晶衍射仪半定量分析山东蒙阴金刚石矿区金伯利岩蚀变矿物组合特征,对蚀变矿物发育矿区找矿有指导意义。如果已知富矿蚀变矿物组合特征,可以利用蚀变矿物组合填图的方式寻找未知的金刚石矿床富矿区。

通过蚀变矿物组合特征判断金伯利岩无矿、贫矿和富矿的方法,由于未在其他相似的矿区检验,这种方法仅对山东蒙阴金刚石矿区找矿有指导意义。

5　参考文献

[1] 刘继太. 山东金刚石原生矿找矿前景探讨[J]. 山东地质,2002,18(3-4):100-104.

[2] 张成基. 山东省区域矿床成矿谱系概论[J]. 山东国土资源,2005,21(2):30-38.

[3] 朱英. 中朝准地台大地构造和深部构造的若干问题——再论华北地块[J]. 物探与化探,1986,10(4):247-256.

[4] 池际尚,路凤香. 华北地台金伯利岩及古生代岩石圈地幔特征[M]. 北京:科学出版社,1996:36-37.

[5] 张培元,周永芳,王家枢. 世界金刚石矿床的形成和分布规律[M]. 北京:地质出版社,1982:121-123.

[6] 王照波,张晓梅,程光锁,王伟德. 次火山岩筒的特征与成因分析[J]. 地质找矿论丛,2003,18(1):54-58.

[7] 董振信. 我国金伯利岩型金刚石矿床的若干地质特征及其找矿标志[J]. 矿床地质,1991,10(3):255-264.

[8] 张培元. 论金刚石的成因和成矿作用及找矿方向[J]. 地质科技管理,1999(4):28-36.

[9] 董振信,周剑雄. 我国金伯利岩中铬铁矿的标型特征及其找矿意义[J]. 地质学报,1980,54(4):284-299.

[10] 赵秀英. 辽宁某地金伯利岩中铬铁矿与金刚石的关系[J]. 矿物学报,1982(1):21-29.

[11] 董振信. 中国金伯利岩地球化学[J]. 中国地质科学院院报,1991(23):99-114.

[12] 董振信. 我国金伯利岩稀土元素特征[J]. 岩石矿物学杂志,1992,11(2):125-134.

[13] 董振信,丛安东,韩柱国. 金伯利岩含金刚石性的矿物学标志[J]. 矿床地质,1993,12(1):47-54.

[14] 罗声宣,任喜荣,朱源. 山东金刚石地质[M]. 济南:山东科学技术出版社,1999:69-70.

[15] 董振信. 中国金伯利岩[M]. 北京:科学出版社,1994:121-123.

[16] 董振信. 金伯利岩中的云母[J]. 矿物岩石,1991,11(4):33-43.

[17] 迟广成,赵爱林,宋丽华. X 射线粉晶衍射仪分析磷化膜组成[J]. 岩矿测试,2007,26(2):155-156.

[18] 迟广成,李俊杰,钟辉,温海成,王娜. X 射线粉晶衍射法分析磷化膜不同成分衍射强度比[J]. 岩矿测试,2008,27(5):397-398.

[19] 迟广成,王娜,吴桐. X 射线粉晶衍射仪鉴别鸡血石[J]. 岩矿测试,2010,29(1):82-84.

[20] 刘粤惠,刘平安. X 射线衍射分析原理与应用[M]. 北京:化学工业出版社,2003:72-77.

[21] 叶大年. X 射线粉末法及其在岩石学中的应用[M]. 北京:科学出版社,1984:76-128.

All rights reserved. http://www.ykcs.ac.cn