科学通报
第40卷 第20期 CHINESE SCIENCE BULLETIN 1995年10月

白云鄂博矿床流体包裹体中稀土矿物的发现

谢奕汉 王英兰 张汝藩
(中国科学院地质研究所，北京 100029)

关键词 流体包裹体 稀土元素 矿物

白云鄂博矿床是一个稀土、铁、铌元素共生的矿床，是世界上罕见的多来源、多阶段、多成因的综合性矿床[1]. 它位于我国内蒙古自治区中部，处于华北地台与内蒙古海西地槽交界附近，矿体赋存在中元古白云鄂博群的白云岩中. 矿体呈层状、似层状、透镜状和帚状；产状与围岩基本一致. 矿床矿物种类繁多，组合复杂，已经查明的矿物有140余种[2]，涉及硅酸盐类、氧化物类、碳酸盐类、硫化物类、硫酸盐类和磷酸盐类等11个矿物大类，其中以前3种为主. 矿区工业矿物有Fe-磁铁矿、赤铁矿、菱铁矿；Nb-铌铁金红石、铌铁矿、易解石、烧绿石；REE-独居石、氟碳铈矿、氟碳铈钡矿等；在地球化学上具有鲜明的特点：富ΣLe贫Y、富Nb贫Ta、富Th贫V和富Ba贫Sr[1].

关于矿床成因有多种观点：① 特种高温热液交代成矿(李英，1959)，② 同生沉积稀土-铁建造(裘愉卓等，1981)，③ 岩浆/火山碳酸岩型(白鸽，袁忠信，1983)，④ 深源热卤水蒸发沉积-变质-热液成矿(曾久吾等，1981,1990)，⑤ 沉积变质-热液迭加(中国科学院地球化学研究所，1988)，⑥ 后成热液交代(赵景德等，1992)，⑦ 地幔流体交代成矿(曹荣龙等，1993). 尽管各家成矿观点不同，但都认为是热液成矿(或热液交代成矿)，而且在成矿物质来源方面通过对岩石、矿物、包裹体的C, H, O, S稳定同位素测试，做出了许多卓有成效的工作，相形之下成矿热液成分、性质方面获得的资料较少，尚有待进一步工作.

近来作者在普通光学显微镜观察白云鄂博矿床流体包裹体的基础上，选择含有子矿物包裹体的样品，于扫描电镜下作子矿物的鉴定，发现子矿物中除了一般常见的石盐、钾盐外，还有方解石、重晶石和许多稀土矿物. 这类包裹体应属于含稀土的流体包裹体.

含稀土流体包裹体特征：该类包裹体在白云鄂博矿区的脉状萤石-石英中大量出现. 在H8白云岩的白云石中亦有发现，在重晶石脉中存在大量的含子矿物包裹体[1]，无疑，随着工作的深入将有更多的发现. 包裹体形态呈主矿物的负晶形，例如脉石英中的呈六边形或五边形，白云石中的呈菱形或四边形. 包裹体大小为5～8 μm，随机分布，子矿物中除具正方形的石盐外，还有一些小于1 μm的浑圆状矿物.

在显微冷-热台上，室温(20℃ ±)，包裹体气相部分出现环状液态CO_2，介于水溶液与气泡之间，其临界温度为25.6～27.8℃，加热过程中子矿物石盐消失温度为280～302℃，相应包裹体含NaCl的重量百分数浓度为36.5～37.9. 其它子矿物全部消失温度为407～428℃，即包裹体的均一温度.

1995-01-06收稿，1995-05-05收修改稿

1　稀土子矿物的鉴定

扫描电镜样品制备：由于电子束不能穿过包裹体的主矿物，要求待鉴定的包裹体子矿物必须暴露在空间．在光学显微镜下选择单个包裹体，然后放置扫描电镜观察并鉴定子矿物是不可能的，在大多数情况下，将含子矿物包裹体的样品（岩石、矿物）随机破碎，选择包裹体主矿物颗粒较多的碎片作为样品[3]．本文采用此法制样，然后在扫描电镜下寻找暴露在空间的包裹体子矿物．

采用的电镜型号为 KA-1000B 型，其分辨率 6 nm，放大倍数 25 万倍，能谱仪型号为 TN-5400 型，其探头分辨率 128EV，可以分析元素 Na_{11}- U_{92}．

子矿物鉴定结果：见图 1，图 2．由图 1 可见，萤石－石英脉中流体包裹体形态为典型的石英负晶形、随机分布、属原生包裹体，与光学显微镜下见到的情况基本一致．根据子矿物的晶体形态和特征元素的能谱线，可以确定子矿物除多种稀土矿物外，还有重晶石、方解石和石盐、钾盐．这些子矿物在光学显微镜下常共存于一个包裹体中．

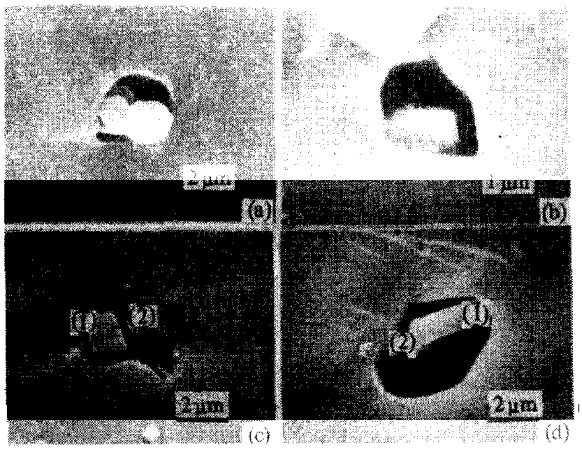

图 1　白云鄂博萤石－石英脉中含子矿物的流体包裹体扫描电镜图

包裹体主矿物均为石英．(a)稀土子矿物，六边形；(b) 稀土子矿物，六边形；(c)石盐(1)，钾盐(2)子矿物，立方体；(d)子矿物为方解石(2)，菱形；重晶石(1)，长板状

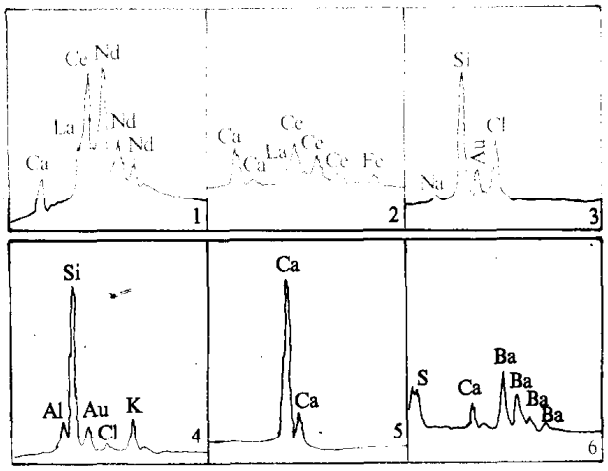

图 2　流体包裹体中子矿物的扫描电镜能谱图

子矿物中的小白圆点为测试成分时电子束痕迹，能谱图上的元素 Si 为包体主矿物石英的 Si，Au 为样品喷涂的 Au．1 为图 1(a) 子矿物的 X 射线能谱图；2 为图 1(b) 子矿物的能谱图；3,4 分别为图 1(c) 子矿物 (1)、(2) 的能谱图；5,6 分别为图 1(d) 子矿物 (2)、(1) 的能谱图

2　讨论

(1) 在电镜能谱扫描时，包裹体主矿物石英完全没有稀土元素谱线的显示，可以排除包裹体的稀土子矿物来自主矿物粉尘的污染．

(2) 流体包裹体中存在稀土子矿物，可以认为是成因复杂的白云鄂博矿床稀土存在的形式之一．

(3) 萤石石英脉中包裹体子矿物除了稀土矿物外，还有石盐、钾盐、方解石、重晶石等，表明形成石英脉的流体成分十分复杂，为高温、高盐、富含 CO_2（包裹体气相中含液相 CO_2）、富含稀土的流体．包裹体的子矿物是高温流体自然冷却过程中结晶析出的，包裹体测温时已经高

温均一的流体冷却后能重复出现均一前的子矿物.

(4) 在白云鄂博地区含子矿物流体包裹体的重晶石脉,部分碳酸岩脉和部分H8白云石,是否也含有稀土子矿物,是值得注意的.

致谢 本文样品由王凯怡研究员、周少平博士提供,成文后得到张培善研究员、金成伟研究员、赵瑞副研究员的审阅,并提出许多宝贵意见,在此一并致谢.

参 考 文 献

1 中国科学院地球化学研究所著. 白云鄂博矿床地球化学. 北京: 科学出版社, 1988
2 张培善,陶克捷著. 白云鄂博矿物学. 北京: 科学出版社,1986
3 Shepherd T J, Rankin A H, Alderton D H. A Practical Guide to Fluid Inclusion Studies. New York: Blackie & Son Limited, 1985
4 Chao E C T, Bake J M, Minkin J A *et al*. Applied Geochemistry, printed in Great Britain. Vol. 7, 1992, 443～458