萤石矿床，激光件，氢，氧，同位素，
维普资讯 http://www.cqvip.com

地质与勘探
第30卷 第4期 GEOLOGY AND PROSPECTING 1994年9月

热液脉型萤石矿床萤石气液包裹体氢、氧同位素特征*

曹俊臣
（中国科学院广州地质新技术研究所）

P 619.215

我国萤石资源丰富。除在河南、内蒙古、浙江省（区）发现有部分沉积型或沉积变质型矿床外，余者大多数为热液脉型充填式矿床。这些热液脉状矿床的大多数，又处于岩浆岩或火山岩出露地区。本项工作的重点是通过对萤石气液包裹体氢、氧同位素的测试研究，讨论那些在空间上与花岗岩有密切关系的脉状萤石矿床成矿流体的性质及成因。研究的矿床均赋存于燕山期黑云母花岗岩（少数为二长岩）内外接触带，均一温度为110～150℃，属低温热液作用产物。测试结果见表和图，并得出以下几点认识：

萤石气液包裹体氢、氧同位素测定结果表

样品号	萤石矿床	围 岩	δD(‰)	$\delta^{18}O$(‰)
GH－1.2	广东河源到吉	γ_5^3黑云母花岗岩，K_2砂岩	－46	－3.0
GL－A－1.2	广东乐昌张枯岭	γ_5^3黑云母花岗岩，ϵ_{PC}变质岩	－49	－3.3
Jr－1	江西瑞金谢坊	γ_5^3黑云母花岗岩，K_2^1砂岩	－51	－4.8
F8－4	福建将乐常口	γ_5^3黑云母花岗岩，J_2ZH砂岩	－51	－4.2
F8－6	福建将乐常口	γ_5^3黑云母花岗岩，J_2ZH砂岩	－63	－4.7
Fj－6	福建建阳洄潭	γ_5^3二长花岗岩，An_2d_1变质岩	－63	－4.7
Fj－8	福建建阳洄潭	γ_5^3二长花岗岩，An_2d_1变质岩	－61	－4.7
Lb－1[1]	浙江龙泉八都	γ_5^3黑云母花岗岩	－65	－10.5
Jh－2	江西上饶怀玉山	γ_5^3二云母花岗岩，震旦系变质岩	－71	－6.3
Lu－2	山东蓬莱巨山沟	γ_5^3黑云母花岗岩	－76	－7.1
D－13	湖北大悟板仓	γ_5^3花岗岩，元古代太古代变质岩	－54	－4.3
Ju－6[2]	江西永丰南坑	γ_5^3花岗岩	－52	－5.4
N－479	内蒙古四子王旗	γ_5^3黑云母花岗岩	－102	－13.2
N－219	内蒙古四子王旗	γ_5^3黑云母花岗岩	－105	－9.5

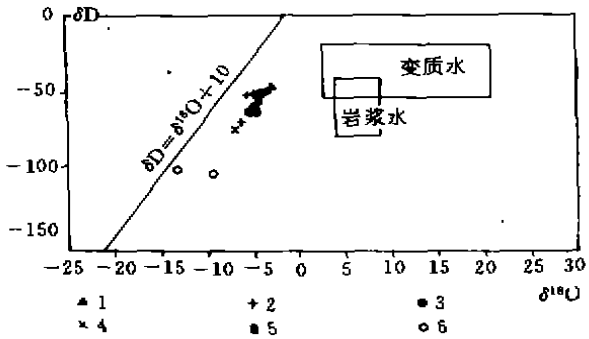
1）引自李长江等（1991）；2）引自黄时胜（1989）；测试者：虞福基。

1. 研究区萤石矿床中萤石气液包裹体水的氢、氧同位素变化范围为：δD－63‰～－43‰，$\delta^{18}O$－6.3‰～－3.0‰，投在δD—$\delta^{18}O$坐标图上，所有点均落在Craig大气降水线的右下方，靠近大气降水，而远离岩浆水和变质水的δD和$\delta^{18}O$分布区。同时还发现这些点几乎都分布在与Craig大气降水线近似平行的一条斜线上，只是沿横轴向右平移3.2‰～3.6‰的$\delta^{18}O$值。而且这些点均处于Sheppard标出的雨水热液范围内（沈渭洲等，1987），与张理刚所圈定的大气降水成矿热液范围也相近（张理刚，1985），表明该区萤石矿床成矿溶液主要由大气降水组成。^{18}O向右漂移，是因为大气降水在形成成矿溶液过程中，必然与岩石（矿物）的氢、氧同位素交换，但岩石中氢与大气降水相比是微不足道的，因而氢同位素保持不变，而氧同位素已发生了明显的改变。加之所研究的萤石矿床围

* 国家自然科学基金资助项目部分内容。
本文1994年1月收到，张旭明编辑。

维普资讯 http://www.cqvip.com

岩为岩浆岩、砂岩、砾岩等富^{18}O岩石，使得平衡交换后的热液中$\delta^{18}O$增多，导致在$\delta D-\delta^{18}O$坐标图上，出现偏离大气降水的"^{18}O漂移"。当然并不排除有建造水和来自深部水的混入。



萤石气液包裹体 $\delta D-\delta^{18}O$ 坐标图

1—广东；2—江西；3—福建；4—山东；5—湖北；6—内蒙古

2. 萤石气液包裹体的氢同位素组成，具有明显的纬度效应：即随纬度的升高，δD逐渐降低。例如：广东河源(23°1′42″)→广东乐昌(25°7′33″)→江西瑞金(25°45′24″)→福建将乐(26°43′47″)→福建建阳(27°24′7″)→浙江龙泉(28°4′51″)→江西上饶(28°50′24″)→山东蓬莱 (37°48′22″)→内蒙古四子王旗(44°0′0″)，δD值依次为−46→−49→−51→−57→−62→−65→−71→−76→−105。在$\delta D-\delta^{18}O$坐标图上，依次由上而下分布。但氧同位素纬度效应不如氢同位素那样明显，这是因为，水、岩相互作用后，大气降水热液氧同位素组成，由于平衡交换作用已发生了改变，交换后的$\delta^{18}O$值，主要受主岩的^{18}O含量、W/R比值以及温度等因素影响，不再具有原来大气降水的那种纬度或高度效应(张理刚，1985)。但由于我们讨论的矿床围岩、形成温度都相近，因此$\delta^{18}O$值仍显示出原始大气降水的纬度效应痕迹。例如：广东乐昌、河源为−3.3～−3.0，福建建阳、将乐等地平均为−4.43，江西上饶地区为−6.3，与这些萤石成矿时代、围岩特征和均一温度都相同或相近的山东蓬莱、内蒙古四子王旗的$\delta^{18}O$分别为−7.1和−9.5～−13.2。可以看出，成矿热液中氧同位素仍保留一部分原有纬度效应特征，即$\delta^{18}O$有随纬度增高而降低的趋势。萤石气液包裹体氢、氧同位素(主要是氢同位素)表现出的纬度效应，更进一步证明萤石矿床成矿溶液主要由大气降水组成。

3. 这些萤石矿床，大部分都处于燕山期花岗岩(主要是黑云母花岗岩)或中生代火山岩的内外接触带。部分矿床的萤石年龄测定结果表明，萤石成矿年龄大约为70～90Ma，亦即比当地花岗岩(110～180Ma)迟后40～90Ma左右，δD平均值为−57‰，与张理刚总结出的南岭地区中生代大气降水的δD平均值(−60±10‰)相近，在中国东部区域中生代大气降水δ分布图中，与图中标出的−50‰≥δD≥−70‰相符合(张理刚，1989)。毫无疑问，华南地区脉状萤石成矿溶液主要是来源于中生代大气降水。

根据以上研究，再结合其他地球化学研究结果可以确认，华南地区脉状萤石矿床，是在燕山期造山运动以后，原有沉积(变质)岩、已固结的花岗岩、火山岩，遭受构造变动破坏，形成破碎带，以大气降水为主的成矿热液沿破碎带循环、淋滤主岩石，使F、Ca等元素重新活化、转移、成矿。

本研究内容为涂光炽教授主持、领导的国家自然科学基金重点课题"低温地球化学"中的一部分，王联魁教授、于津生教授曾对本工作提出过许宝贵意见和建议，虞福基同志完成了氢、氧同位素分析测试任务，在此一并致谢。

参考文献

1 张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用. 西安：陕西科学技术出版社，1985，235～238.

2 张理刚. 成岩成矿理论与找矿——中国主要类型矿床及花岗岩类岩石的稳定同位素地质学. 北京工业大学出版社，1989，112～133.

3 沈渭洲等. 稳定同位素地质. 北京：原子能出版社，1987，132～136.