科 学 通 报
第 42 卷 第 16 期 Chinese Science Bulletin 1997 年 8 月

【研究简报】

黔西南金锑矿床成矿流体中轻烃物质的初步研究

庄汉平① 卢家烂① 傅家谟① 刘金钟① 施继锡②
(①中国科学院广州地球化学研究所,广州 510640;②中国科学院地球化学研究所,贵阳 550002)

关键词 黔西南 金锑矿床 轻烃物质

成矿流体是金属元素沉淀的直接介质,成矿流体中的有机物质是研究有机质在金属成矿中的作用的最直接窗口之一[1]. 由于许多矿床成矿温度均已超过液态烃稳定存在的温度范围,在流体包裹体中仅存轻烃物质[1)]. 因此,轻烃物质就成为判识成矿流体中有机质的最直接标志之一. 本文选择了黔西南有代表性的金锑矿床(烂泥沟金矿床和大厂锑矿床),实验研究了矿物包裹体中的轻烃物质.

1 样品与方法

烂泥沟金矿床石英脉采自磺厂沟剖面,石英脉宽 2～20 mm,网脉状或雁行脉状,为晚期矿化石英脉. 从石英脉中挑选出较纯的乳白色石英作为分析样品,并作流体包裹体观测. 石英中的流体包裹体基本上为单期原生包裹体,以气液两相包裹体为主,气液比<10%;也可见气态包裹体,但数量较少(<10%). 包裹体均匀分布,均一温度 170～230℃,平均 205℃.

大厂锑矿萤石采自锑矿体,萤石呈淡绿色,四面体晶型较好,解理发育,晶面光滑平整. 萤石中的包裹体由单期的气液两相包裹体组成,亦为原生包裹体. 包裹体个体较大,2～20 μm,个别可达 30 μm,气液比 5%～30%,均一温度 157～175℃,平均约 170℃.

烂泥沟金矿床和大厂锑矿床详细的地质地球化学特征参见文献[2]和[3].

从原矿石中尽可能地挑选纯的石英或萤石,在不锈钢研钵中轻轻砸碎,然后在玻璃板上挑

4 Albaiges J, Algaba J, Grimalt J, et al. Extractable and bound neutral lipids in some lacustrine sediments. In: Schenck P A, de Leeuw J W, Lijmbach G W M eds. Advances in Organic Geochmistry 1983, Oxford: Pergamon, 1984. 223～236
5 Eglinton G, Hunneman D H. Gas chromatographic-mass spectrometric studies of long chain hydroxy acids- Ⅰ: the constituent cutin acids of apple cuticle. Phytochemistry, 1968, 7: 313～322
6 Eglinton G, Hunneman D H, Douraghi-Zaden K. Gas chromatographic-mass spectrometric studies of long chain hydroxy acids- Ⅱ: the hydroxy acids and fatty acids of a 5 000-year-old lacustrine sediment. Tetrahedron, 1968, 24: 5 929～5 941
7 Schenck P A. 作为沉环境指标的生物标志物. 中国科学院地球化学研究所有机地球化学开放实验室年报(1986),贵阳:贵州人民出版社,1987. 172～182
8 Eyssen H J, Parmentier G G, Compernolle F C, et al. Biohydrogenation of sterols by Eubacterium ATCC 21-408, Nova species. Eur J Biochem, 1973, 36: 411～421

(1996-12-09 收稿,1997-03-17 收修改稿)

1) 庄汉平. 中国科学院地球化学研究所博士学位论文,1996

选直径在约 1 mm 的、没有粘连其它矿物质的石英或萤石，再从初步挑选的石英或萤石中精选出表面光滑平整、无裂纹和无粘附物的矿物颗粒．经过三次挑选之后，样品基本上由纯净的石英或萤石组成．将物理纯化后的石英和萤石在烧杯中用无水乙醇轻轻淘洗，倒出无水乙醇后用 $CHCl_3$ 冲洗，如此反复多次除去矿物表面粘附的微粒和粉尘．然后，用 $CHCl_3$ 抽提，得到表面没有有机烃吸附的纯净石英和萤石．

将纯化的石英和萤石真空密封在硬质玻璃管中，放入马弗炉中加热，石英加热温度为(350 ±5)℃，萤石为(250±5)℃．6 h 后取出样品，冷却后开启玻璃管收集气体，测定气体产率，并作轻烃色谱分析．轻烃分析在 HP5890Ⅱ型气相色谱上完成．

2　结果

由于石英和萤石中不含有固体有机物质，排除了热解烃加入的可能性，从包裹体中释放出来的轻烃基本保持了包裹体中原始烃类成分．石英和萤石中的包裹体均为与矿化同期的单期原生包裹体．因此包裹体中的轻烃组成基本代表了成矿流体中的轻烃组成．

石英样重 6.876 2 g，产气 8.86 mL；萤石样重 5.930 9 g，产气 19.34 mL．萤石的产气率是石英的 2.5 倍．石英包裹体轻烃主要由甲烷组成(87.543%，体积百分数，下同)(图 1(a)，表 1)，其次为乙烷(6.242%)，丙烷(2.495%)和丁烷(1.173%)，这四种烷烃就占了总量的 97.453%．相对而言，烯烃占极小一部分，C_6^- 烯/C_6^- 烷 = 0.009(表 1)，烯烃与相同碳数的烷烃比值<0.2，表明烷烃占绝对优势．此外，还有一定数量的环烷烃，环构化指数为 0.069．

与石英相比，萤石中的烯烃含量明显增加(图 1(b))，烯烃含量也基本接近烷烃含量，C_6^- 烯/C_6^- 烷 = 0.716．$C_2 \sim C_5$ 烯烃比相应碳数的烷烃含量要高出许多倍，如乙烯/乙烷 = 41.499．萤石的另一特征是缺少环烷烃，环构化参数为 0．

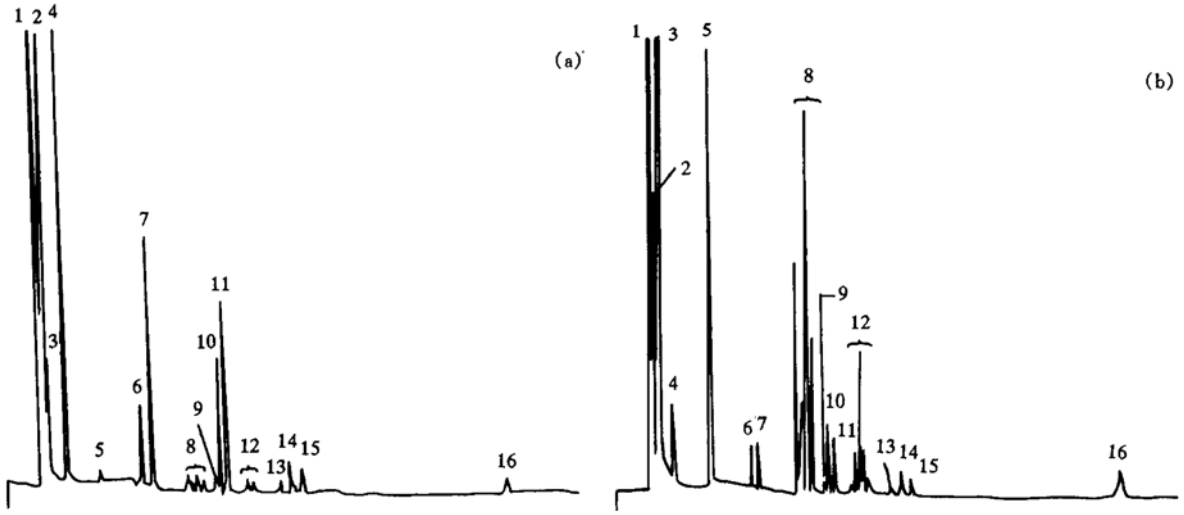

图 1　矿物包裹体中轻烃的气相色谱

(a)烂泥沟金矿床晚期石英脉；(b)大厂锑矿萤石

3　讨论

轻烃的组成是其母质类型和来源的反映，具相似结构的正烷烃在演化过程中具有很好的相关性；对于相同来源正庚烷与正己烷，它们的比值基本保持稳定[4]．因此，可用其比值判识

表1 烂泥沟金矿床石英脉和大厂锑矿萤石流体包裹体中轻烃分析

峰号	名称	化学式	占总有机气体体积的比例/%		轻烃参数		
			石英	萤石	参数	石英	萤石
1	甲烷	CH_4	87.543	56.218	iC_4/nC_4	0.344	0.871
2	乙烷	C_2H_6	6.242	0.877	iC_5/nC_5	0.667	1.144
3	乙烯	C_2H_4	0.560	36.395	C_6^- 烯/C_6^- 烷	0.009	0.716
4	丙烷	C_3H_8	2.495	0.326	C_2 烯/C_2 烷	0.090	41.499
5	丙烯	C_3H_6	0.079	2.496	C_3 烯/C_3 烷	0.032	7.656
6	异丁烷	C_4H_{10}	0.403	0.169	C_4 烯/C_4 烷	0.117	6.458
7	正丁烷	C_4H_{10}	1.173	0.174	C_5 烯/C_5 烷	0.061	2.134
8	丁烯	C_4H_8	0.184[a)]	2.215[c)]	正构烷参数[e)]	2.784	1.368
9	环戊烷	C_5H_{10}	0.026	0.000	环构化参数[f)]	0.069	0.000
10	异戊烷	C_5H_{12}	0.350	0.135	正庚烷/正己烷	0.693	3.410
11	正戊烷	C_5H_{12}	0.525	0.118			
12	戊烯	C_5H_{10}	0.053[b)]	0.540[d)]			
13	甲基环戊烷	C_6H_{12}	0.035	0.000			
14	异戊烯	C_6H_{14}	0.140	0.090			
15	正己烷	C_6H_{14}	0.114	0.056			
16	正庚烷	C_7H_{16}	0.079	0.191			

a) 4个小峰总和; b) 2个小峰总和; c) 4个小峰总和; d) 5个小峰总和; e)正构化参数 $=\Sigma(nC_4\sim nC_7)/\Sigma(iC_4\sim iC_7)$; f)环构化参数 $=\Sigma(cC_4\sim cC_7)/\Sigma(iC_4\sim iC_4)$

有机质来源. 石英的正庚烷/正己烷=0.69, 而萤石为3.41, 两者相差很大, 表明它们具有明显不同的有机质来源.

环戊烷、环己烷及其低分子量的同系物($<C_{10}$)是原油的重要组分[4], 石英包裹烃环构化参数为0.069, 而萤石中该参数为0, 表明石英包裹烃可能为石油来源, 而萤石包裹烃为非石油来源. 石英烷烃 C_1/C_2-C_1/C_3-C_1/C_4 比值投影介于原油和天然气之间, 萤石位于天然气之上(图略), 表明石英中轻烃来源于腐泥-腐殖型成油母质, 而萤石中轻烃来源于腐殖型产气母质.

异构烷烃还可能指示成烃环境, 在成煤的酸性-弱酸性环境下, 轻烃的形成通常以碳阳离子断裂(异裂)为主, 主要产物是异构烷烃, 即使在烃源岩进入高成熟阶段, 异构烷烃与相应碳数的正构烷烃比值仍然趋于1, 甚至>1. 萤石的 iC_4/nC_4 和 iC_5/iC_5 分别为0.971和1.144, 可能表明萤石烃来自含煤地层.

iC_4/nC_4 和 iC_5/nC_5 比值被认为是成熟度指标[4], 随有机质成熟度增加, 该比值降低. 由此可以推测石英包裹烃成熟度比萤石包裹烃成熟度高, 这与包裹体均一温度是一致的.

烯烃是一种不饱和烃, 其C═C双键具很大的化学活性, C═C双键的键能是611 kJ/mol, 比一般的单键374 kJ/mol大得多. 因此, 在有催化剂的条件下很容易和 H_2 或卤化物通过加氢反应生成烷烃和卤代烃[5]. 萤石中异常丰度的烯烃可能是煤系有机质近地表较温和的氧化作用以及萤石的封闭的保存条件共同作用的结果, 是煤系有机质参与硫酸盐近地表热化学还原的产物.

总之, 矿物包裹烃的分析表明烂泥沟金矿床中石英包裹烃可能来源于原油, 具有较高的成熟度. 大厂锑矿萤石包裹烃可能来源于煤系有机质, 具有相对较低的成熟度, 异常含量的烯烃表明煤系有机质层参与过近地表环境下的硫酸盐热化学还原作用.

致谢 本工作为国家"攀登"计划(PA30)资助项目.

科 学 通 报
第 42 卷 第 16 期 Chinese Science Bulletin 1997 年 8 月

【研究简报】

煤成油排驱主要制约因素

赵长毅 程克明
(石油勘探开发科学研究院地质研究所,北京 100083)

关键词 煤成油 排驱 孔隙 表面化学

煤成油的排驱是指煤在热成熟作用过程中,生成的烃类物质在某种动力的驱动下从煤层母体排出至输导层的过程. 煤所生烃类排出母体一方面取决于煤所具有的固有内在属性,它包括两个含义:其一是煤原始生烃潜力,它决定了煤中烃类达到含油饱和度的难易程度;其二是煤分子排列格架及分子质点表面性质,它决定了烃类储存空间大小与烃类流动的难易程度. 另一方面,外生地质营力的存在是煤层发生排烃作用的必要条件. 适当的构造挤压应力及存在通过源岩的输导层(如断裂、层理面、剥蚀面等)以便形成差异应力,为烃类排驱与运移提供了外在条件,这两方面缺一不可. 吐哈盆地煤成油的排驱亦正是煤内在属性与外部构造挤压力共同作用的结果.

1 烃类分子与煤孔隙表面质点相互作用机理与本质

煤在热演化过程中,其大分子由于内部键能的差异导致随热力学条件的变化而逐渐降解脱落成小分子烃类. 脱落的小分子首先与有机固体颗粒表面相互作用,被煤孔隙表面质点所"捕捉"(图 1).

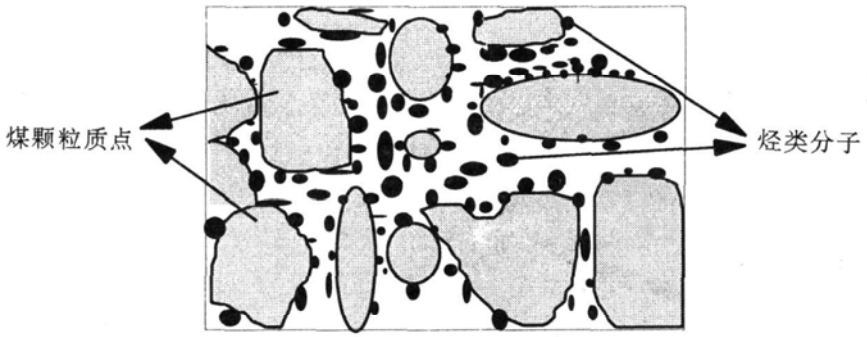

图 1 煤孔隙表面与烃类作用示意图

参 考 文 献

1 庄汉平,卢家烂,温汉捷,等. 成矿流体中的有机物质. 地质地球化学,1997,(1):85~91
2 罗孝恒. 贵州贞丰烂泥沟金矿床地质特征、成矿机理及找矿. 见:刘东升主编. 中国卡林型(微细浸染型)金矿床,南京:南京大学出版社,1995. 79~99
3 叶造军. 有机质在晴隆大厂锑矿成矿中的作用. 地质地球化学,1995,(6):111~113
4 林壬子. 轻烃技术在油气勘探中的应用,武汉:中国地质大学出版社,1992. 1~155
5 徐寿昌. 有机化学,第二版. 北京:高等教育出版社,1993. 1~543

(1996-12-16 收稿,1997-03-17 收修改稿)