

新晃贡溪一天柱大河边重晶石矿床 有机地球化学成因标志*

吴朝东 曾凡刚

(北京大学地质系, 北京)

提 要: 本文采用有机地球化学方法分析了湘西—黔东一带重晶石矿床中的有机质特征。结果表明, 矿石中有机碳含量较低, 但具有原生残留有机质的明显特征; 重晶石矿床形成于缺氧环境, 但较形成上覆富碳质页岩的还原条件弱; 矿质来源主要为热液喷气作用。生物的发育为 Ba 的转化和沉淀提供了条件, 海水硫酸盐为重晶石的形成提供了充分的硫源。

关键词: 有机地球化学 重晶石 黑色岩系 热液沉积

热水沉积成矿作用的提出为一些矿床的成因研究提供了新的理论和思路, 尤其对晚前寒武纪至早古生代的热液沉积岩研究获得了很大进展^[1~3]。目前普遍认为新晃贡溪一天柱大河边重晶石矿床是一种热液喷气沉积矿床^[4]。然而对层状重晶石矿床中含有的百分之几的有机物质^[5,8]还缺乏研究。本文采用 GC-MS 实验方法探讨了有机质特征对热液沉积型重晶石矿床的成因指示作用。

1 矿床地质背景

新晃贡溪一天柱大河边重晶石矿床位于湘黔边界贡溪复向斜内。沿凯里、新晃一线曾发育一条深大断裂^[6], 该条深大断裂在中元古代—早古生代活动较为强烈, 局部地区形成了裂隙槽。重晶石矿层沿该深断裂附近分布, 发育在下寒武统底部的黑色页岩中。矿区上震旦统灯影组为灰色、深灰色中厚层状不连续条带状硅质岩、硅质灰岩夹透镜状重晶石岩, 下寒武统牛蹄塘组为黑色硅质岩、碳质页岩夹磷块岩、重晶石矿层和碳质页岩。矿石以重晶石矿物为主, 含少量有机质、黄铁矿, 具纹层构造, 主矿层(体)呈层状稳定产出, 局部为透镜状, 厚度一般为 2~3 m, 矿层底板为黑色硅质磷块岩, 在铜仁下河等地发育有沉凝灰岩薄层(0~1.24 m), 顶板为碳质页岩, 富集有多种金属元素。

2 样品和实验

从野外采集的样品中选择了重晶石(D10)、矿层底板硅质磷块岩(D11)、顶板黑色页岩(D7)以及碳质页岩(G14)进行了显微观察和 X-衍射全岩定量分析。矿石主要由重晶

* 国家自然科学基金资助项目(批准号 49772125)

吴朝东, 男, 1965 年生, 博士后, 从事沉积地球化学和生物成矿作用研究工作。邮政编码: 100871

石矿物组成,含量达78%,脉石矿物为方解石、黄铁矿及少量有机质、胶磷矿和高岭石,偶见绢云母、白云母、磷灰石、斜长石等。硅质磷块岩主要由碳氟磷灰石组成,钾长石含量为6.7%。黑色页岩中的主要矿物有石英、伊利石和黄铁矿以及有机质,顶板钾长石含量达45.5%,黄铁矿含量为6.6%。经ICP-MS分析D7、D11样品Ba的含量分别为0.18%和0.83%,而远离矿层的围岩仅为0.09%~0.17%,这可能与重晶石矿层顶、底板岩石中具高含量的富钾长石存在有关。韩发(1989)认为富钾长石岩在化学成分上具有以富Al、K、Ba的特点,说明了它们形成于富Ba的环境^[2]。

为了消除污染,在进行有机抽提前将样品表面用氯仿作了清洗,所用试剂均进行过二次蒸馏。样品中可溶有机质的提取,以氯仿作溶剂,用索氏抽提器连续抽提72小时,对氯仿沥青含量低的样品适当增加了抽提时间。然后对沥青“A”进行分离、定量。对饱和烃和芳烃组分用多离子方式进行了色谱分析。

3 结果和讨论

通过对重晶石和47个黑色页岩样品的有机碳含量分析,结果表明有机碳含量一般变化在2.11%~12.75%之间,而磷块岩、重晶石两种岩石类型有机质含量相对较低,分别为0.86%和1.89%,说明有机质在成岩期经历了较强的消耗。重晶石矿石中氯仿沥青“A”含量一般小于0.1%,饱和烃15.29%~36.12%,芳烃1.04%~7.13%,非烃46.57%~65.12%,沥青质14.40%~27.87%,饱和烃>芳烃。总体来看,氯仿沥青“A”中饱和烃、芳烃含量较低,以非烃和沥青质为主。

重晶石矿石中有机质饱和烃的甾、萜烷分布见图1。本文选择了部分生物标记化合物地球化学参数(表1),分析了重晶石中有机质的来源和形成环境。重晶石、黑色页岩有机质一方面来自发育盆地的藻类,另一来源是海水从台地、斜坡迁移来的有机质。一般认为C₂₇甾烷主要来自浮游生物,而C₂₉甾烷则主要来自高等植物和一些藻类,重晶石的C₂₇,5 α ,14 α ,17 α 甾烷20R/C₂₉,5 α ,14 α ,17 α 甾烷20R比值为2.28,而围岩比值仅为1.75~1.98。另外,较高的甾烷/藿烷比值也可反映浮游或底栖类生物对有机质的贡献,重晶石的规则甾烷/17 α (H)-藿烷比值达1.38,说明重晶石的形成时期有大量浮游类和菌类生物发育。

虽然重晶石与黑色页岩的有机质特征存在许多类似之处,并都形成于还原环境,但还原程度仍有所差别,因为较强还原条件不利于硫酸盐沉积^[7]。三环萜烷与还原环境有很强的依赖关系,G14、D7、D10和G12的 Σ 三环萜/ Σ 五环萜比值分别为0.34、0.12、0.16和0.17,重晶石比值明显偏低,反映其还原程度较弱。另外,重晶石矿石有机质中姥鲛烷/植烷比值(Pr/Ph)高于围岩有机质也可做为还原程度较弱的辅助标志。重晶石形成时,由于陆源碎屑物补充较低,使与粘土矿物有关的生物标志化合物含量均较低,如重排甾烷是在酸性和富含粘土的沉积环境中由重排甾烷烯演化而来,而重晶石的C₂₇,13 β ,17 α -重排甾烷20S、20R和C₂₉, $\alpha\alpha$ 甾烷20R的比值仅为0.1左右,黑色页岩一般为0.23~0.35。17 α (H)-重排藿烷也与富含粘土的沉积环境有关,黑色页岩中17 α (H)-重排藿烷与18 α (H)-30降新藿烷比值的变化范围为0.39~0.48,而重晶石中为0.35,反映了重晶石形成于贫陆源粘土和较黑色页岩水体深的环境。高峰度的孕甾烷(或升孕甾烷)是超咸水沉积环境的指标。湘西

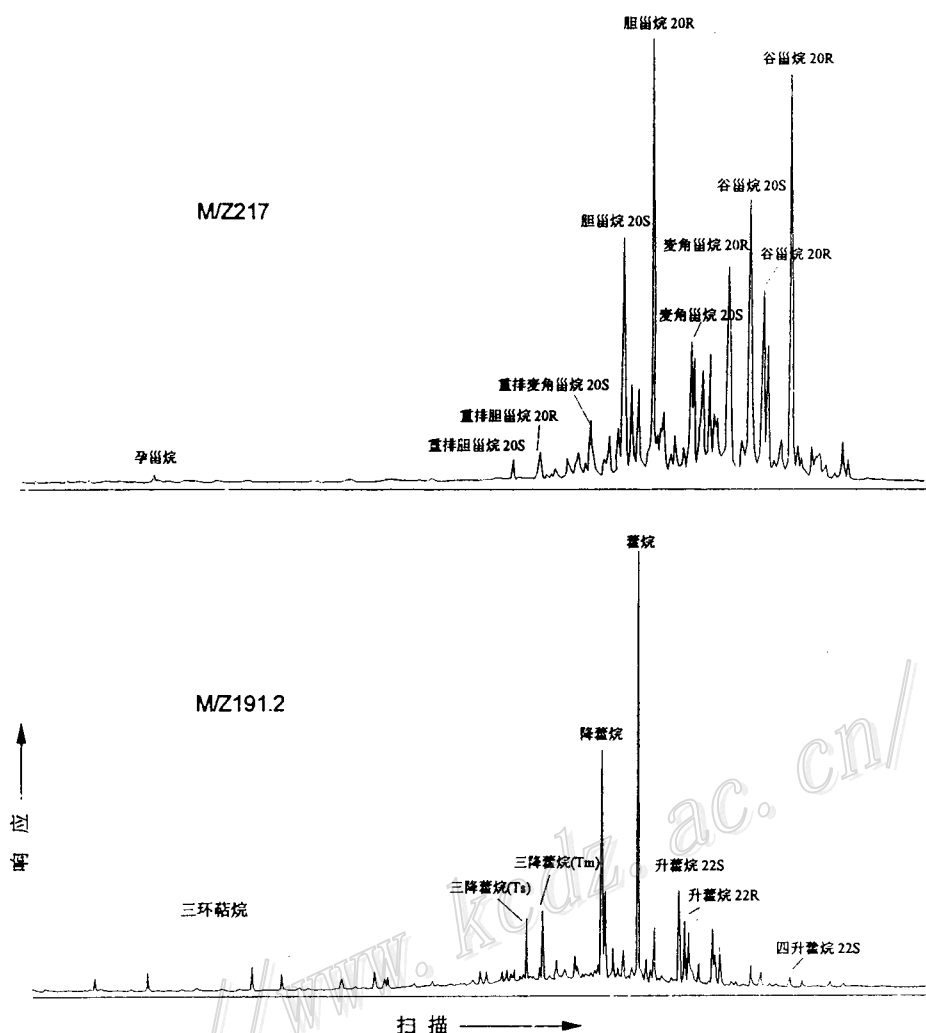


图 1 重晶石矿石中饱和烃甾、萜烷分布

地区上震旦统、下古生界孕甾烷/ C_{29} 甾烷 20R 比值较低，一般在 0.02~0.14，而重晶石仅为 0.001，表明该时期水介质并没咸化，重晶石形成时离子成分较为单一。

表 1 重晶石、黑色页岩生物标志物地球化学参数

样号	Pr/Ph	$\frac{C_{27}\text{甾烷 } 20R}{C_{29}\text{甾烷 } 20R}$	$\frac{\text{规则甾烷}}{17\alpha(H)\text{-甾烷}}$	$\frac{T_m}{T_m + T_s}$	$\frac{\text{三环萜烷}}{17\alpha(H)\text{-萜烷}}$	$\frac{C_{27}\text{重排甾烷}}{C_{29}\text{甾烷 } 20R}$	$\frac{17\alpha(H)\text{-重排甾烷}}{18\alpha(H)\text{-30-降新甾烷}}$	$\frac{\text{孕甾烷}}{C_{29}\text{甾烷 } 20R}$
G14	0.80	1.81	0.40	0.47	0.47	0.23	0.48	0.14
D7	0.83	2.04	1.30	0.54	0.17	0.11	0.35	0.018
D10	0.89	2.28	1.38	0.54	0.23	0.10	0.35	0.001
G12	0.79	1.98	0.92	0.52	0.24	0.11	0.39	0.02

$T_s/(T_m + T_s)$ 是反映有机质成熟度的指标，黑色页岩的 $T_s/(T_m + T_s)$ 比值一般为 0.47~0.52，而重晶石中为 0.54，说明重晶石矿石已经历了较强的热演化过程。

在氯仿沥青“A”中检测出的主要芳烃化合物有萘、菲、芘、蒽、联苯、茚、氧茚、蒽烯、蒽蒾等系列的烷基取代基同系物(表2),另外还有一定含量的苯并蒽、苯并芘、苯并噻吩、苯并蒾。

表2 黑色页岩、重晶石有机质芳烃沉积环境地化参数

样品	海烯松	萘烯	蒽蒾	芘	蒽	苯并 [K] 蒽蒾	4-甲基二苯并噻吩	三芳甾烃	三芳系列相对含量/%		
	SUM	SUM	SUM	SUM	SUM	SUM	SUM	SUM	氧茚	硫茚	茚
G14	0.0015	0.40	0.62	0.81	0.05	0.01	0.38	0.03	0.21	98.87	0.92
D7	0.0013	0.31	1.61	0.82	0.11	0.05	0.12	0.06	0.17	99.31	0.52
D10	0.0012	0.45	2.17	1.28	0.21	0.07	0.14	0.03	0.48	98.49	1.03
G12	0.0007	0.20	1.88	0.78	0.09	0.03	0.05	0.03	0.77	97.38	1.86

注: SUM = (菲 + 甲基菲异构体之和) / 5, 作为各芳烃化合物含量的参比值

可燃物的燃烧会伴有大量多环芳烃产生, 主要包括蒽、芘、苯并 [a] 蒽、苯并 [e] 芘和苯并 [a] 芘等。扬子地区上震旦统和寒武系藻类非常发育, 它们在火山喷发热或岩浆活动热的作用下, 可形成多环芳烃, 这可能是芘、蒽、蒾、苯并芘、苯并蒽等芳烃含量高的原因, 它们分布的规律性比较一致(表2)。深海沉积物中的萘烯主要来自细菌、藻类等低等生物, 黑色页岩中萘烯相对含量比值为 0.12~0.40, 而重晶石中为 0.58, 说明热效应对萘烯含量也有明显影响。

三芳系列(茚、氧茚、硫茚)相对比值可作为沉积-成岩环境的良好指标。氧茚含量高, 反映环境的氧化性强, 硫茚含量高表征沉积环境具有还原性。湘西地区硫茚与总茚比值普遍较高, 为 97.38%~99.31%, 表明沉积环境中 SO_4^{2-} 离子含量高, 硫酸盐还原菌发育, 为重晶石的形成提供了丰富的硫源。

参 考 文 献

- 1 陈先沛. 热水沉积作用的概念和几个岩石学标志. 沉积学报, 1992, 10 (3): 124~132.
- 2 韩发, R W 哈钦森. 大厂锡多金属矿床热液喷气沉积的证据——含矿建造及热液沉积岩. 矿床地质, 1989, 8 (2): 25~37.
- 3 侯增谦, 莫宣学. 现代海底热液成矿作用研究现状及发展方向. 地学前缘, 1996, 3 (3~4): 263~273.
- 4 祁思敬. 喷气沉积矿床国内近期研究的若干认识. 见: 北京大学地质系编. 北京大学国际地质科学学术研讨会论文集, 北京: 地震出版社, 1998, 804~810.
- 5 李任伟. 扬子地台早古生代沉积有机质的聚集、热演化及成矿作用研究. 见: 叶连俊主编. 生物成矿作用研究. 北京: 海洋出版社, 1993: 65~83.
- 6 李文炎, 余洪云编著. 中国重晶石矿床, 北京: 地质出版社, 1991.
- 7 王忠诚, 范德廉, 陈锦石. 大巴山下寒武统黑色岩系中毒重石矿床的成因探讨. 地质科学, 1992, (3): 237~248.
- 8 Cox D P, Singer D A. Mineral Deposits Models. U. S. Geological Survey Bulletin, 1986.