科学通报
第40卷 第11期 CHINESE SCIENCE BULLETIN 1995年6月

火山活动对沉积有机质演化的影响及其油气地质意义*

—— 以辽河盆地东部凹陷为例

孙永革 傅家谟 刘德汉 盛国英 陈振岩 吴铁生
(中国科学院广州地球化学研究所，广州 510640) (辽河石油勘探局研究院，盘锦 124010)

关键词 火山活动 有机质 成熟作用 烃类

异常热作用(如火山喷发、岩浆侵入)对沉积有机质演化的影响已被广泛地受到重视[1~3]，目的在于了解这种热烘烤所引起有机物质化学结构的变化，从而对煤和石油的演化能获得较好的认识．研究表明，这种异常热作用对油页岩的主要影响则表现为石油烃的生成以及其从邻近岩层的排出，残留烃具有高芳香度的特征．本文以我国辽河盆地东部凹陷下第三系烃源岩为研究对象，首次揭示了该区域早第三纪火山活动对油气生成、聚集的影响．

1 火山活动在时间、空间上的分布特征

以裂谷发育为主体的辽河盆地，第三纪火山活动频繁，主要表现为碱性玄武岩喷发或溢流，以东部凹陷火山活动最为强烈，具有多期喷发、大面积分布的特点．凹陷内，随着时代变新，火山活动由凹陷中部逐渐向南北转移，如沙三中晚时期，在于楼－青尤台地区有两次喷发，最大厚度达数百米，沙一时期则扩展到黄金带、牛居、茨榆坨地区，东营组沉积时期则转移到黄金带以南地区(图1)．

2 火山活动对油气生成、聚集的影响

2.1 火山活动促使烃源岩有机质早熟并向烃类转化

异常热源对沉积有机质演化的影响首先表现在有机质成熟度增加．辽河盆地早第三纪火山活动主要表现为大面积、多期性的喷溢，区域性的作用是使该盆地地温场升高[4]，局部作用则是加速下伏地层沉积有机质的演化．如荣16井在1 550 m处发现近80 m厚的火山岩，其下伏1 676和1 681 m处两个源岩由于受火山岩的烘烤作用，其有机地球化学指标(镜质体反射率、热解温度等)出现反常(表1)，到1 782 m深处源岩这种影响已趋消失，显然其影响程度与源岩同火山岩体的距离及火山岩的厚度有关[5]．这种快速热作用对生物标记物演化的影响表现得特别明显，图2是荣16井4个样品藿烷类生物标记物的分布特征比较，1 676和1 681 m两个源岩由于受异常热源作用导致了藿烯的消失，以及β β藿烷在地层浅处较早地向α β藿烷

1994-10-22收稿，1995-01-26收修改稿
* 国家"八五"科技攻关资助项目

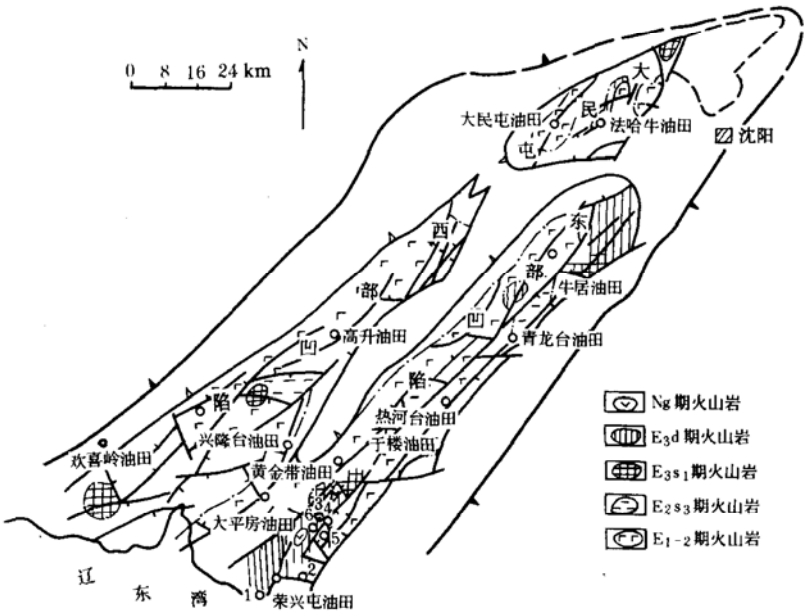


图 1 辽河盆地早第三纪火山岩分布特征

1—— 荣 16 井，2—— 荣 80 井，3—— 大 11 ～ 15 井，4—— 大 17 井，5—— 大 33 井，6—— 大 26 井

表 1 烃源岩有机地球化学参数分析结果

井 号	深度/m	R_0/%	OEP[a)]	T_{max}[b)]/℃	饱＋芳[c)]	备 注
大 11～15	1 754	0.50	0.91	446	57.04	上覆火山岩
大 33	2 242	0.51	1.16	450	54.54	同上
大 33	2 397	–	–	579	68.49	同上
荣 16	1 676	0.54	1.83	436	44.00	同上
荣 16	1 681	0.52	1.72	440	47.70	同上
大 17	2 397	0.49	2.13	436	45.39	远离火山岩
荣 16	1 418	0.32	3.58	424	20.50	同上
荣 16	1 782	0.42	3.01	426	20.00	同上

a) $OEP=\dfrac{C_{25}+6C_{27}+C_{29}}{4C_{26}+4C_{28}}$

b) T_{max} 为源岩裂解最高峰温

c) 饱＋芳为氯仿沥青“A”族组成中饱和烃和芳烃之和

转化，甚至有大量的 $\beta\alpha$ 藿烷形成，其浅层生物标记物的未成熟特征已基本消失．根据区域有机质演化程度研究，东部凹陷成烃门限一般在 2 700 ～ 2 900 m左右，其南端正常演化程度是：在 2 000 m 深左右源岩，对应镜质体反射率 ±0.40%．表 1 所列的一些受火山岩影响样品，均处在生油门限以上，属于典型的未熟源岩，这些研究结果充分说明了盆地中烃源岩由于受外来异常热源的作用，使得有机质提前成熟并向烃类转化．有机岩石学研究结果则可以直观地发现这种烃类生成现象．利用共聚焦激光扫描显微镜技术(CLSM)对受岩浆烘烤作用影响源岩进行详细镜检后发现了大量的沥青渗出体(图 3)，这些源岩同样处在生油门限以上，一般沥青渗出体只有在门限以下达到成熟的生油岩中见到，它是有机质向烃类转化并发生初次运移的最直接标志．在未成熟烃源岩中检测到的沥青渗出体充填在矿物基质中间，具有较强的

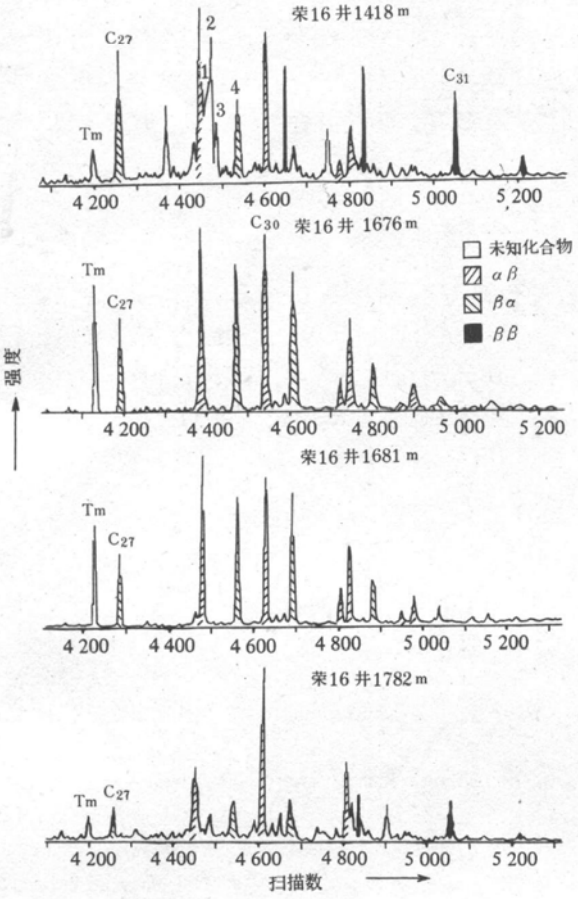


图 2　藿烷化合物分布对比

1 为奥利 -13(18)- 烯，2 为奥利 -12- 烯，3 为奥利 -18- 烯，4 为乌散 -12- 烯 + $C_{29}\beta\alpha$ 藿烷

荧光特征，从三维照片上可以明显地观察到其产出特征具有孤立状，充分说明这些沥青渗出体不可能是从另外地方运移进来的，是未成熟烃源岩受岩浆异常热效应形成了烃类并发生初次运移的标志．渗出沥青体的出现说明了异常热作用确实导致了烃类的形成，这种成烃作用对辽河盆地东部凹陷下第三系油气资源的贡献值得进一步深入研究．

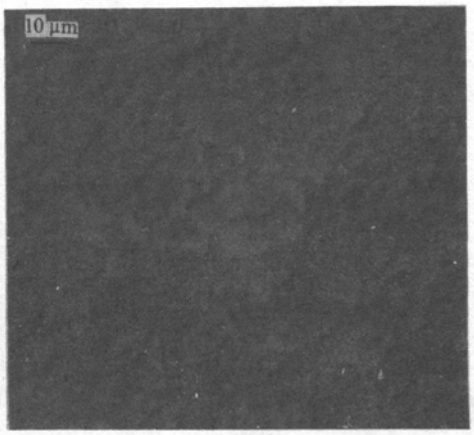


图 3　渗出沥青体的 CLSM 三维扫描图象

2.2　火山岩体可作为良好的储层和盖层

国内外的勘探已证实，盆地内的岩浆活动 (或热液活动)，除了极罕见的情况外，对油气的生成、运移和聚集是有利的．一方面是快速的热效应促进了有机质提前成熟并向烃类转化．另一方面火山岩体本身对油气生成有着良好的储集和封盖作用．辽河盆地早第三纪的火山活动形成玄武岩其产状主要为岩被式，这种产状成层性能好，并且具有良好的封盖作用．表 2 是对泥岩、未蚀变玄武岩、蚀变玄武岩盖层性能分析结果，从表 2 中可以看出，未蚀变玄武岩盖层的突破压力极大，远远超过泥岩盖层的突破压力，属于极好的盖层，而蚀变后，盖层质量明显下降，但和同样深度的泥岩相比较，仍具有较好的封盖能力，这充分说明了本区火山岩的存

表 2　盖层微孔隙结构参数测试结果

井　号	深　度/m	岩　　性	突破压力/MPa	中值半径/nm	封盖高度/m	遮盖系数/%
荣 80	1 412.26	未蚀变玄武岩	>250	<0.3	>5 000	>99
荣 80	1 417.70	蚀变玄武岩	0.21	26.54	20	41
大 26	1 182.49	泥　岩	0.18	41.65	18	35

在对油气起着良好的封盖作用．勘探实践已证实了这一点，如在盆地西部凹陷的曙光潜山油藏、欢喜岭油田锦45断块地层岩性构造油藏其盖层即是火山岩体．另一方面虽然受风化蚀变的玄武岩作为盖层性能变差，但由于玄武岩风化后疏松多孔，所以可作为油气良好的储集场所，如盆地东部凹陷的热24井玄武岩裂缝油藏就是一例．

3 结论

(1)首次在辽河盆地东部凹陷下第三系烃源岩中发现早第三纪火山活动对沉积有机质演化的影响．

(2)第三纪火山活动使区域地温场升高，导致了生油门限以上生油岩沉积有机质提前成熟并向烃类转化，对区域油气资源形成起着积极的有利作用，进一步深入研究对搞清该区域油气成因、资源量的正确评估具有重要的意义．

(3)研究表明，未蚀变玄武岩对区域油气具有良好的封盖能力，其性能优于泥岩．而风化后玄武岩由于变得疏松多孔，则可作为油气良好的储集场所．

参 考 文 献

1 George S C. Effect of igneous intrusion on the organic geochemistry of a siltstone and an oil shale horizon in the Midland Valley of Scotland. Org Geochem, 1992, 18: 705～724

2 Saxby J D, Stephenson L C. Effect of an igneous intrusion on oil shale at Rundle (Australia). Chemgeol, 1987, 63: 1～16

3 Simoneit B K T, Bernner S, Peters K E *et al*. Thermal alteration of Cretaceous black shale by diabase intrusions in the Eastern Atlantic——II. effects on bitumen and kerogen. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1981, 45: 1 582～1 602

4 汪集暘，汪辑安．辽河裂谷盆地地壳上地幔热结构．中国科学，B辑，1986, (8): 856～866

5 Raymond A C, Murchison D G. Effect of volcanic activity on level of organic maturation in Carboniferous rocks of East Fife, Midland Valley of Scotland. Fuel, 1988, 67: 1 164～1 166