

图 1 苏北盆地高邮凹陷构造单元与样品分布

一温度较低,为 60~90℃,而与 II 期有机包裹体同期形成的盐水包裹体的均一温度范围较大,为 70~130℃,反映了该期储层在埋深上的剧烈变化,下述油气运移期次分析表明,II 期包裹体形成于三垛期储层最大埋深至抬升期。

高邮凹陷上、下含油气系统目前已发现一些低熟、未熟油藏,早、晚两期有机包裹体的存在进一步证实了的低熟、未熟油的形成期要早于成熟油。

### 2.2 包裹体均一温度与油气运移时间、期次

特别在利用包裹体研究澳大利亚雅拉河盆地的流体运移时,强调了埋藏史和热史恢复的重要性。从深度、温度和时间 3 个尺度上来描述热史与烃类运移的关系,研究中考虑了地层的埋藏史,但对热史仍用等热流值来恢复古地温,因而难以较准确地确定烃类运移时间<sup>[1]</sup>。

本次研究在利用包裹体均一温度确定油气运移时间及期次之前,重点对研究区的埋藏史和热史进行了恢复。首先利用实测 震 资料和泥岩声波时差资料对研究区三垛末期的地层剥蚀量进行了定量计算,在此基础上利用磷灰石裂变径迹法和 震 反演法对研究区热史进行了模拟恢复,最后利用现代盆地模拟技术编制了各单井精细分层的时间-温度埋藏史曲线(图 2)。根据单井时间-温度埋藏史曲线结合单井包裹体均一温度资料,即可以确定油气二次运移的时间与期次。前人研究表明,有机包裹体均一温度一般低于捕获温度,也低于同期盐水包裹体均一温度<sup>[7]</sup>,而盐水包裹体均一温度经过压力校正可以反映捕获温度。本次研究采用同期盐水包裹体均一温度,考虑到沉积成岩作用中形成的包裹体,其压力校正值一般都比较小,因而对实测值未予校正。

上含油气系统 犢-2 井 犢犢储层两期包裹体均一温度分别为 70~90℃、70~120℃,从时间-温度埋藏史图(图 2)上可知,第一期油气注入发生于 45~43 犢犢,相当于垛二段早期,此时犢犢烃源岩

10μ犢,少数达 20~30μ犢以上;成分类型大多为油气两相液态烃包裹体、油水两相液态烃包裹体、纯油相液态烃包裹体及油气水三相气液态烃包裹体,含少量的纯气态烃包裹体;形态大多数不规则,常呈叶片状、树枝状、细弯管状,部分呈圆粒、椭圆粒等较不规则形状;单偏光下颜色为无色、淡红色、淡棕色、棕色、棕褐色等,荧光颜色多呈黄绿、淡黄、黄色、亮黄、蓝色及蓝白色。

根据有机包裹体赋存矿物的成岩先后次序、包裹体成分的相态类型、均一温度、荧光颜色及强度等资料的综合分析,上、下含油气系统储层样品中的有机包裹体的形成均可明显分为两期(表 1): I 期有机包裹体主要形成于早成岩期,包裹体成分以液态烃相为主,颜色以无色、淡红色等浅色为主,多呈黄绿、淡黄色荧光,反映当时油气的热演化程度较低。II 期有机包裹体主要形成于晚成岩期,包裹体成分以气液两相烃和液态烃为主,颜色以棕色、棕褐色为主,荧光呈黄色、亮黄色、蓝色、蓝白色,反映该期包裹体形成时油气的成熟度较高。需要指出的是,与 I 期有机包裹体同期形成的盐水包裹体的均

表 1 高邮凹陷储层有机包裹体特征

表 1 高邮凹陷储层有机包裹体特征

期次	赋存矿物	有机包裹体特征			同期盐水包裹体特征	
		相态组成特征	颜色	荧光	气液比/%	均一温度/℃
I	早期石英加大边、石英裂纹、方解石胶结物	以纯油相、油水两相液态烃包裹体为主	无色、淡红色	黄绿、淡黄	<5~10	60~90
II	晚期石英加大边、微晶石英、愈合石英裂纹、蚀变长石颗粒	以油气两相气液态烃包裹体、纯油相液态烃包裹体为主,含少量的纯气态烃包裹体	淡棕色、棕色、棕褐色	黄色、亮黄、蓝色、蓝白色	5~15	70~130



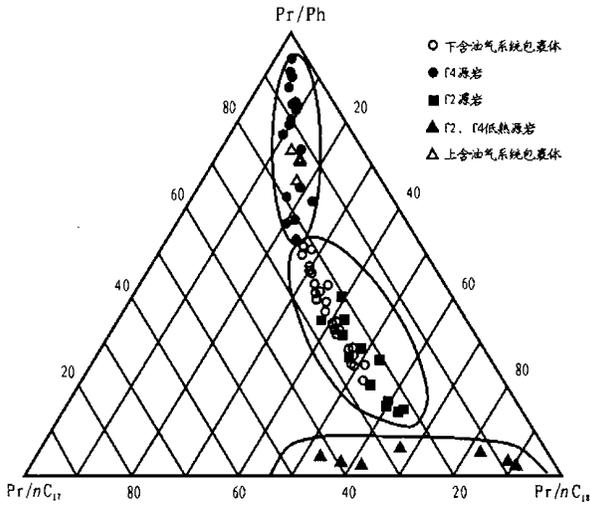


图 3 高邮凹陷上、下含油气系统有机包裹体及源岩类异戊二烯烃三角图

图 3 有机包裹体及源岩类异戊二烯烃三角图

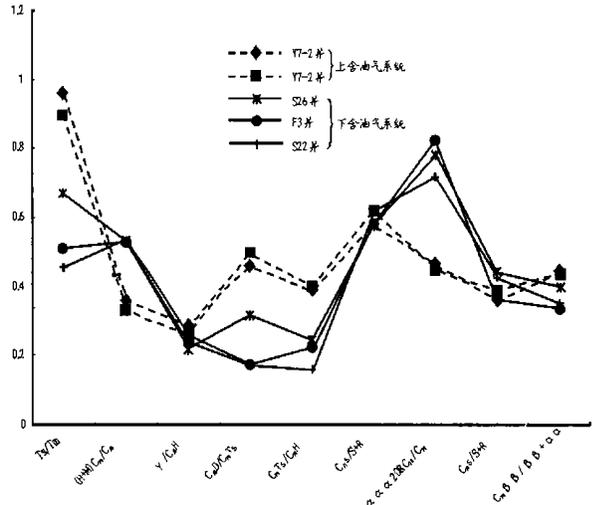


图 4 高邮凹陷上、下含油气系统有机包裹体甾萜烷生物标志物参数对比图

图 4 有机包裹体甾萜烷生物标志物参数对比图

17.46%, 表明母源有机质成烃时沉积环境水体介质以还原性为主, 样品点在类异戊二烯烃三角图中处于中上部, 母源处于淡水湖泊环境; 下含油气系统样品 $\Sigma\text{植}_1^- / \Sigma\text{植}_2^+$ 介于 21.05% ~ 51.19%,  $(\text{植}_1 + \text{植}_2) / (\text{植}_8 + \text{植}_9)$ 介于 26.03% ~ 52.77%, 反映出原始母源处于典型的半咸水 - 咸水还原环境。上、下含油气系统的甾萜烷生物标志物参数也存在较明显分异, 也反映了母源性及其成熟度的差异(图 4)。

2.4 有机包裹体成分与油气运移方向

人们常用原油中能够反映地质作用的某些地球化学参数来研究油气运移方向及油藏的油气注入方向, 但实际应用时常发现这些地化参数由于受到成藏过程中及成藏后的物理化学环境的变化而发生改变, 使得地质效应不明显而难以应用。而有机包裹体形成后, 其物理化学环境相对较封闭, 其中的流体受外界影响作用小, 因此其成分分析能较好地应用于油气运移研究。

本文利用有机包裹体成分地化参数对高邮凹陷

北部斜坡带<sup>犛</sup>地区的油气运移方向进行了研究, 取得较好应用效果。<sup>犛</sup>地区位于高邮凹陷北斜坡中段, 是由一系列北掉断层所控制的复杂断块、断鼻构成的构造高带, 自南而北已发现一系列断块、断鼻油藏, 含油层位为<sup>犛</sup>和<sup>犛</sup>。有机包裹体成分分析表明,<sup>犛</sup>和<sup>犛</sup>油气均来自<sup>犛</sup>烃源岩, 由南向北包裹体烷烃的轻组分相对富集(表 2), <sup>犛</sup>22、<sup>犛</sup>14、<sup>犛</sup>19、<sup>犛</sup>26 井的  $\Sigma\text{植}_1^- / \Sigma\text{植}_2^+$  分别为 0.23、0.31、0.33、2.29,  $(\text{植}_1 + \text{植}_2) / (\text{植}_8 + \text{植}_9)$  分别为 0.46、0.51、0.61、0.81; 甾萜烷中的重排甾烷含量自南而北也呈增大趋势(表 2), <sup>犛</sup>22、<sup>犛</sup>14、<sup>犛</sup>19、<sup>犛</sup>26 井的重排甾烷/规则甾烷分别为 0.11、0.13、0.23、0.26。这些参数均表现出较明显的地质效应, 反映该区油气主要来自南边<sup>犛</sup>烃源岩区, 自南向北为主要运移方向(图 5)。这一结论与该区含氮化合物研究结果<sup>[8]</sup>相吻合。

有机包裹体中油气的成熟度参数也表现出一定的规律性,<sup>犛</sup>22、<sup>犛</sup>14、<sup>犛</sup>19、<sup>犛</sup>26 井的甾萜 $\text{植}_9/20\text{植}$

表 2 高邮凹陷<sup>犛</sup>地区有机包裹体运移参数

表 2 高邮凹陷<sup>犛</sup>地区有机包裹体运移参数

井号	层位	深度/米	$\Sigma\text{植}_1^- / \Sigma\text{植}_2^+$	$(\text{植}_1 + \text{植}_2) / (\text{植}_8 + \text{植}_9)$	重排甾烷/规则甾烷	$\text{植}_9/20\text{植}$ (20 <sup>犛</sup> +20 <sup>肆</sup> )
<sup>犛</sup> 22	<sup>犛</sup>	3 015.8	0.23	0.46	0.11	0.43
<sup>犛</sup> 14	<sup>犛</sup>	2 385.2	0.31	0.51	0.13	0.40
<sup>犛</sup> 19	<sup>犛</sup>	2 546.5	0.33	0.61	0.23	0.45
<sup>犛</sup> 26	<sup>犛</sup>	2 197.5	2.29	0.81	0.26	0.49
<sup>犛</sup> 26	<sup>犛</sup>	2 224.3	2.29	0.81	0.26	0.48



