

四川盆地磨溪-高石梯地区灯影组气藏特征及成藏史

李 玲, 汪泽成, 王铜山, 姜 华

中国石油勘探开发研究院, 北京, 100083

磨溪-高石梯地区位于四川盆地乐山-龙女寺古隆起轴部东端(图 1), 古今构造呈继承性发展, 有利于油气聚集成藏^[1]。对于研究区的勘探工作开始于 20 世纪 50 年代, 证实了磨溪-高石梯含气构造带的存在^[2], 该区表现出良好的勘探潜力。2011 年高石 1 井在震旦系灯影组碳酸盐岩中获得高产工业气流, 进一步证实了该区广阔的勘探前景。

本文对磨溪-高石梯地区灯影组气藏特征进行了分析, 并在烃源岩演化和构造演化研究的基础上, 结合该区流体包裹体均一温度分析对其成藏史进行了系统的研究。关于气藏特征及成藏史的研究其成果必将丰富该区碳酸盐岩油气成藏理论, 提高对该区油气藏形成规律的认识, 指导该区进一步的油气勘探。

1 气藏特征

磨溪-高石梯地区震旦系分为上下两统, 上统为灯影组, 下统为陡山沱组, 其中灯影组又可以分为四段。该区主要烃源岩为下寒武统筇竹寺组, 为黑色页岩沉积; 灯三段黑色泥岩、灯影组藻云岩及陡山沱组黑色泥岩具备一定的生烃能力, 对此地区油气资源有一定贡献^[3]。该区储层主要为藻凝块、藻叠层云岩和藻砂屑云岩, 储层类型为裂缝-孔洞型和裂缝-孔隙型, 总体低孔、低渗, 局部发育高孔渗储层, 非均质性强^[4]。下寒武统筇竹寺泥页岩厚 100 多米, 为有效封盖层。且平面上分布稳定, 具有良好的保存条件。

1.1 气藏类型

磨溪-高石梯地区灯影组主要发育两类气藏(图 2), 其中灯二段为构造气藏, 有统一气水界面; 灯

四段气藏为受构造和残厚地层分布双重控制的岩性-构造复合气藏, 未见水。

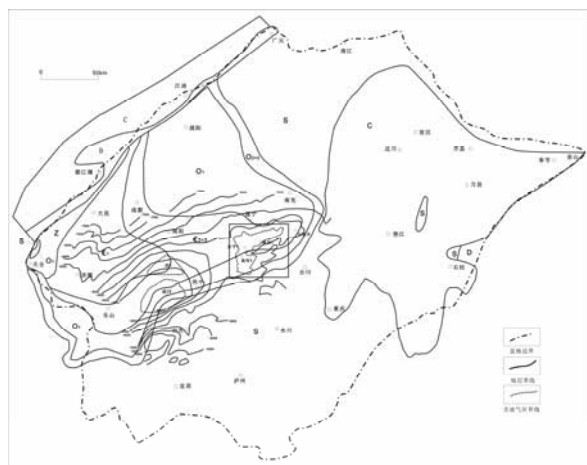


图 1 四川盆地加里东古隆起二叠纪前古地质图

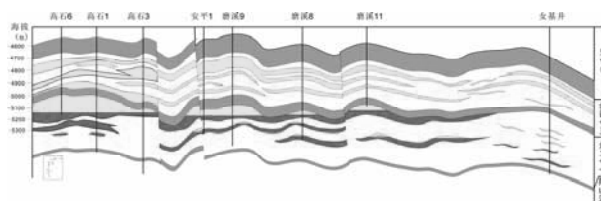


图 2 四川盆地磨溪—高石梯构造震旦系气藏剖面

1.2 流体性质及压力系统

该区灯影组天然气组分具有甲烷含量高、二氧化碳含量高的特点, 甲烷含量为 82.65%~94.6%, 干燥系数大于 0.95, 为成熟度较高的干气。与威远-资阳地区震旦系天然气相比, 具有“两低一重”特征: 低 N_2 、低 He; 乙烷碳同位素重。非烃类气体主要为 CO_2 , 含量为 4.14%~14.66%。地层水密度为 1.08802~1.20156g/cm³, 总矿化度为 125~220g/L, pH 值为 3.30~5.71, 水型为 $CaCl_2$ 型。气藏的压力

系数为 1.05~1.24, 属正常的压力系统。

2 烃源岩及其演化

磨溪-高石梯地区灯影组天然气烃源岩主要为下寒武统筇竹寺组黑色页岩及震旦系烃源岩。根据岩性、分层、剥蚀量等参数, 恢复了该区 8 口井单井埋藏史和热历史 (以高石 1 井为例) (图 3)。

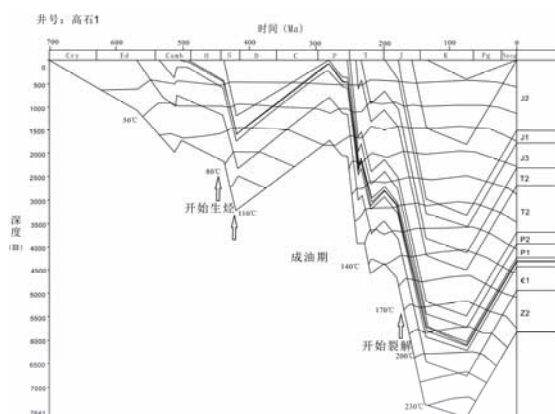


图 3 高石 1 井灯影组烃源岩热演化图

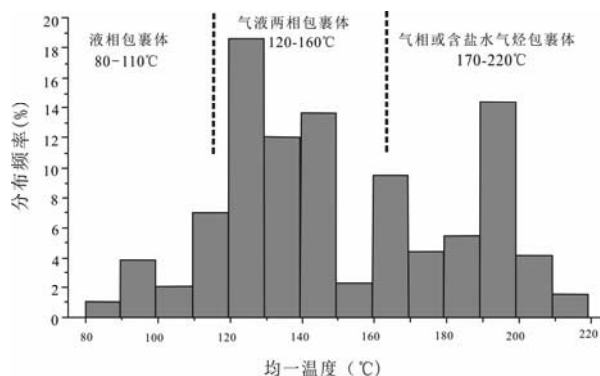


图 4 磨溪-高石梯地区灯影组储层流体包裹体均一温度直方图

对烃源岩的热演化史分析可知, 震旦、寒武系烃源岩在晚奥陶世进入生烃门限, 开始生成少量的液态烃, 晚志留世进入主要成油期, 此时高石梯高点和磨溪构造连结为一体, 但比磨溪构造低, 生成的油主要聚集在磨溪构造。之后的加里东运动造成该区构造大幅度抬升, 烃源岩生烃中断, 一直到中二叠世烃源岩才又开始深埋, 此时震旦系高点由磨溪地区转移至高石梯, 液态烃又开始向高石梯运聚。到中晚三叠世烃源岩埋深达到 4500 多米, 镜质体反射率达到 1.3%, 圈闭中的古油藏裂解成气。发生在早、晚第三纪之间的早喜山运动及之后发生在晚第三纪与第四纪间的喜山晚幕运动都使盆地盖层

发生强烈褶皱, 高石梯高点圈闭范围增大、比磨溪圈闭高点更高。在地动力和地静压力的驱使下, 天然气向高石梯再次运聚和重新分配, 形成现今格局。

3 成藏期次

依据震旦系储层流体包裹体赋存状态及其与矿物的共生关系、均一温度, 结合单井埋藏史确定震旦系储层主要存在三期流体充注, 相应的存在三期成藏事件。

震旦系储层流体包裹体均一温度从 80°C 到 220°C 连续分布, 反映了从成岩、成烃到成藏过程的连续性, 其分布频率主要存在三期峰值 (图 4), 第一期均一温度在 80°C~110°C 之间, 主要表现为液相的液态烃包裹体, 反映早期古油藏形成时期液态烃的充注; 第二期均一温度 120°C~160°C, 为气液两相包裹体, 是干酪根大量裂解生气和古油藏早期裂解生气时期气液两相烃类流体充注的反映; 第三期均一温度在 170°C~220°C 之间, 主要为气相或盐水气烃包裹体, 包裹体类型相对丰富, 部分包裹体边缘可见沥青, 反映了古油藏大量裂解生气时期天然气的规模充注或抬升期气水混溶规模充注的成藏事件。

4 结论

四川盆地磨溪—高石梯构造震旦系包含两类气藏, 其中灯二段为具有统一气水界面的构造圈闭气藏, 灯四气藏受构造和残厚地层分布双重控制, 为岩性—构造复合气藏。

下寒武统筇竹寺组黑色页岩为主要烃源岩, 震旦系烃源岩也有一定的贡献。油气三期充注, 抬升期调整充注定型, 喜山期构造及保存决定气藏规模。

参考文献 / References

- 张林, 魏国齐, 汪泽成, 吴世祥, 沈珏红. 2004. 四川盆地高石梯—磨溪构造带震旦系灯影组的成藏模式. 天然气地球科学, 15(6): 584~589.
- 宋文海. 1996. 乐山—龙女寺古隆起大中型气田成藏条件研究. 天然气工业, 15 (增刊): 13~26.
- 姚建军, 郑浚茂, 宁宁, 陈孟晋, 丁国生. 2002. 四川盆地高石梯—磨溪构造带震旦系含油气系统研究. 天然气地球科学, 13(5~6): 74~79.