

渤海湾盆地上古生界储层发育特征与控制因素

张雨培

中国石化胜利油田分公司胜利采油厂, 山东东营, 257015

关键词: 渤海湾盆地; 上古生界; 储层特征; 控制因素

位于华北地台的渤海湾盆地晚古生代沉积了一套广泛分布的含煤建造, 具有良好的煤系生烃条件(张津宁等, 2019)。近年来, 渤海湾盆地上古生界不断探明新区块、新储量, 展示出巨大的勘探前景。然而, 受中、新生代的后期构造改造影响, 盆地结构复杂, 古生界多演化成山, 给该区油气勘探与开发工作带来了挑战(金凤鸣等, 2019; 赵贤正等, 2021)。本次研究以渤海湾盆地中部的上古生界为解剖对象, 通过岩心观察、普通薄片、铸体薄片、阴极发光、扫描电镜及压汞分析等多种分析测试, 明确上古生界储层发育特征, 剖析优质储层发育的控制因素, 以期为中国东部深部地层油气成藏理论与勘探实践提供理论支撑与数据支持。

1 上古生界储层发育特征

通过对地层残留区域部分探井进行岩心观察、普通薄片、铸体薄片、阴极发光、扫描电镜及压汞分析等多种分析测试, 认为渤海湾盆地黄骀坳陷上古生界储层主要为碎屑岩储层, 其中二叠系储层较为发育, 其上石盒子主要发育富石英砂岩储层, 下石盒子组发育贫石英砂岩储层(图 1)。

上石盒子组储层以中砂岩、粗砂岩及含砾砂岩为主, 岩石沉积构造多表现为块状层理或正粒序层理, 偶见斜层理。砂岩主要表现为成分成熟度高, 石英富集, 砂岩类型主要有石英砂岩、长石质石英砂岩及岩屑质石英砂岩。其中, 石英含量主要集中在 70%~95% 之间, 长石主要集中在 0~30% 之间, 以钾长石为主, 岩屑含量较低, 主要集中在 0~30% 之间。砂岩颗粒粒径分布区间以 0.25~2.00 mm 为主, 结构成熟度中等, 颗粒圆度主要为次棱角-次圆状, 分选中等。根据实测物性数据统计, 研究区上石盒子组储层整体表现为中低孔、中低渗的特征。

通过薄片鉴定、扫描电镜等资料, 结合孔隙结构分析认为, 研究区上石盒子组砂岩储集空间主要为原生粒间孔隙、次生孔隙及晶间微孔等。

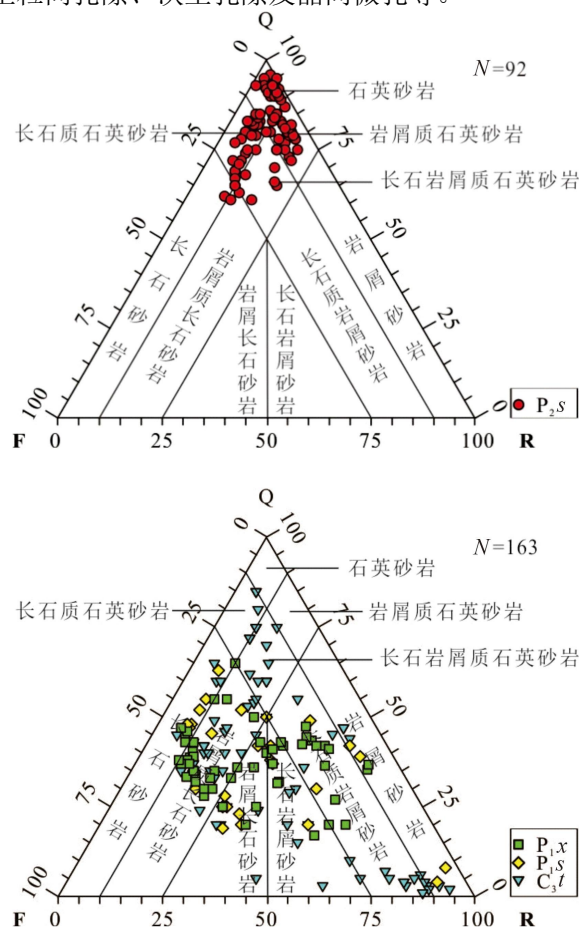


图 1 渤海湾盆地上古生界砂岩储层成分三角图解

下石盒子组储层以中砂岩、细砂岩为主, 岩石沉积构造多表现为块状层理、平行层理或斜层理。砂岩主要表现为成分成熟度高, 石英富集, 砂岩类型主要有长石砂岩、岩屑质长石砂岩、岩屑长石砂岩和长石质岩屑砂岩等。其中, 石英含量主要集中在 25%~70% 之间, 长石主要集中在 10%~55% 之间, 以钾长石为主, 岩屑含量主要集中在 5%~60%

之间。砂岩颗粒粒径分布区间以 0.10~0.25 mm 为主, 结构成熟度中等, 颗粒圆度主要为次棱角-次圆状, 分选中等。根据实测物性数据统计, 上石盒子组储层整体表现较为致密, 储集空间以次生孔隙为主, 其次为少量微孔隙和裂缝, 原生孔隙几乎不发育。

2 优质储层发育的控制因素

渤海湾盆地黄骅坳陷上古生界经历了多期抬升、沉降, 受到大气淡水、煤系烃源岩相关的有机成因酸等地质流体的影响, 经历了复杂的成岩环境。

2.1 大气淡水淋滤

多期构造抬升导致的大气淡水淋滤主导了优质储层的形成。初始沉降阶段, 二叠系埋藏至 3000 m, 上覆三叠系。三叠纪晚期, 地层发生第一期隆升, 二叠系整体水平抬升, 上覆三叠系及二叠系石千峰组遭受剥蚀, 上石盒子组暴露地表并接受长时间的大气水淋滤作用, 形成溶蚀孔隙, 在表层形成淋滤溶解带, 溶蚀产物原地下渗(刘震等, 2012)。侏罗纪晚期, 地层再次沉降, 二叠系埋藏至 2000 m, 此阶段沉降幅度小于初次沉降, 淋滤形成的次生孔隙未经强烈压实得以有效保存。白垩纪末期构造第二次抬升, 地层拉分断陷, 导致倾斜, 潜山形成, 潜山顶部中生界完全剥蚀, 上石盒子组再次暴露地表, 大气淡水淋滤砂体并在重力作用下顺砂层向下流动。古近纪末期地层再次沉降, 二叠系埋藏至 2000 m, 古近系直接覆盖于上石盒子组砂体之上。总的来说, 二叠系两次长期的暴露剥蚀和大气淡水淋滤作用形成了大量次生溶孔, 后期两次地层沉降深度均未超过初次沉降, 有效保存了储集空间(图 2)。

2.2 酸性流体溶蚀

储层成岩演化分析表明, 埋藏过程中煤系地层生成的酸性流体控制了优质储层的发育。海西期至印支运动早期, 石炭系-二叠系沉积后, 逐渐埋深, 此过程中压实作用明显, 孔隙度迅速降低。三叠纪晚期, 地层发生第一期隆升, 二叠系整体水平抬升, 三叠系遭受剥蚀, 上石盒子组储层并未接受大气水淋滤。侏罗纪晚期, 地层再次沉降, 二叠系顶部覆盖侏罗系及白垩系地层, 此次埋深未超过初次沉降, 压实作用较弱, 且此过程中碳酸盐胶结作用较强, 充填部分孔隙原生及次生孔隙。白垩纪末期构造第二次抬升, 此过程地层抬升幅度较小, 对储层影响较弱。古近纪末期地层再次沉降, 煤系地层成因酸持续溶解长石等矿物, 改善储层物性。总的来说, 研究区上石盒子地层未经受大气水淋滤溶蚀,

埋藏过程中的有机成因酸控制了优质储层的发育。

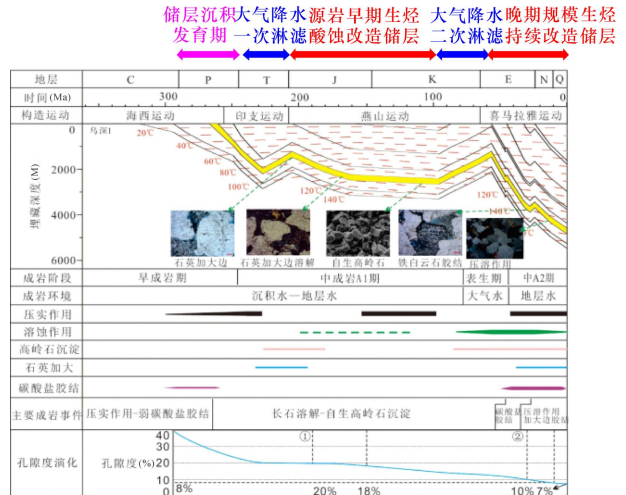


图 2 渤海湾盆地上古生界储层成岩演化分析图

3 结论

渤海湾盆地黄骅坳陷上古生界储层主要为碎屑岩储层, 其中上石盒子主要发育富石英砂岩储层, 下石盒子组发育成熟度较低的贫石英砂岩储层。黄骅坳陷上古生界砂岩储层原生孔隙不发育, 以次生孔隙为主, 是重要储集空间, 其发育规模受大气水淋滤与煤系源岩生烃共同作用。构造活动控制地层抬升沉降与煤系源岩生烃区间, 对储层进行多期次淋滤与酸蚀改造。

参 考 文 献 / References

- 金凤鸣, 王鑫, 李宏军, 吴雪松, 付立新, 楼达, 张津宁, 冯建园. 2019. 渤海湾盆地黄骅坳陷乌马营潜山内幕原生油气藏形成特征. 石油勘探与开发, 46(3): 521~529.
- 刘震, 黄艳辉, 潘高峰, 刘静静, 吴迅达, 王菁, 张胜斌. 2012. 低孔渗砂岩储层临界物性确定及其石油地质意义. 地质学报, 86(11): 1815~1825.
- 张津宁, 付立新, 周建生, 楼达, 李宏军, 赵勇刚, 冯建园, 王鑫. 2019. 渤海湾盆地黄骅坳陷古潜山的宏观展布特征与演化过程. 地质学报, 93(3): 585~596.
- 赵贤正, 李宏军, 付立新, 崔宇, 韩国猛, 楼达, 蒲秀刚, 刘国全, 姜文亚, 董雄英, 邹磊落. 2021. 渤海湾盆地黄骅坳陷上古生界煤成凝析气藏特征、主控因素与发育模式. 石油学报, 42(12): 1592~1604.

ZHANG Yupei: Development characteristics and controlling factors of Upper Paleozoic reservoirs in Bohai Bay Basin

Keywords: Bohai Bay Basin; upper Paleozoic; reservoir characteristics; control factors