

埕岛潜山披覆构造带新近系断裂控藏分析

辛也^{1,2)}, 刘惠民³⁾, 马立驰¹⁾, 田雯^{1,2)}

1) 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司勘探开发研究院, 山东东营, 257022;

2) 中国石油化工集团公司胜利石油管理局博士后科研工作站, 山东东营, 257000;

3) 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司, 山东东营, 257022

关键词: 断裂系统; 封闭性; 控藏作用; 新近系

埕岛油田位于济阳坳陷与渤中坳陷交界处的埕北低凸起东南部, 是 1988 年在渤海湾南部浅海一极浅海海域发现的一个海上油田。目前已发现七套含油层系—明化镇组、馆陶组、东营组、沙河街组、中生界、古生界和太古界。埕岛潜山披覆构造带油藏类型丰富, 构造类、地层类、岩性类、复合类油藏均有发育。其周缘发育埕北、沙南、渤中、黄河口凹陷多个生油凹陷, 油源条件发育(张海娜, 2007)。埕岛地区新近系油藏为典型的“网毯式”成藏模式形成的“它源”油藏, 油气输导体系是油气成藏的关键因素, 而能够沟通古近系烃源岩与新近系储层的油源断层或与之相接的次级油源断层的输导性则成为成藏的主控因素成为成藏的主控因素。埕岛地区经历了多次构造运动, 导致构造格局及断裂系统非常复杂。通过系统的对研究区断裂系统进行研究, 明确了断裂对油气富集的控制因素。

1 埕岛潜山披覆构造带断裂系统

埕岛地区经历了 3 期大的构造运动, 即印支期、燕山期和喜马拉雅期运动, 研究区的断裂系统十分发育, 以 NW、NE、近 EW 向为主, 断层对沉积和构造发展的控制作用十分明显。

北西向断裂系统: 主要指埕北断层及其伴生的次级断层, 该断层是分隔埕北凹陷与埕北潜山披覆构造带的一条边界断层, 区域性北西走向、西南倾; 断层的下降盘为埕北凹陷, 它控制了凹陷内第三系的沉积, 是凹陷内生成的油气向上运移的主要通

道。

北东向断裂系统: 主要发育于埕北 30 断层附近, 包括了埕北 30 北和埕北 30 南断层。埕北 30 南断层走向北东东, 为渤南凸起与桩东凹陷的分界断层, 向西延伸至埕岛主体南与埕北断层交会, 向东至渤南凸起主体, 具有雁行排列特征。南断层断面东倾, 北断层断面西倾, 将埕北 30 块夹持在其间, 形成潜山地垒构造, 是联系古近系、新近系的枢纽与通道, 对浅层油气藏的形成起着至关重要的作用。

近东西向断裂系统: 主要发育于凹陷南部与埕东凸起间的飞雁滩、老河口油田, 活动期一般从沙一段沉积时开始, 明化镇组沉积时结束, 是局部应力场的产物, 对该区的沉积基本不起控制作用, 是浅层垂向运移的通道。

2 断层封闭性研究

2.1 断裂分级研究

根据研究区断层切穿层位, 可以将明化镇组的油源断层划分为 3 类: 主油源断层、主油源断层分支及次油源断层。通过精细解释大量地震剖面, 综合分析认为研究区内发育 8 条主油源断层、6 条主油源断层分支及 25 条非油源断层(输导断层)。

2.2 断裂活动性分析

通过计算新近系不同时期断层活动速率表明, 主油源断裂(埕北断裂、埕北 30 断裂)活动性最强, 但不同油源断裂也存在差异。以埕北断裂为例, 馆下段时期埕北断裂带西翼、中段、东翼活动性均较强, 但东翼活动性强于西翼及中段, 东翼馆下段油气也较为富集, 多为断层—岩性油藏或岩性—断层

注: 本文为胜利油田博士后项目(编号: YKB1604)的成果。

收稿日期: 2019-01-10; 改回日期: 2019-03-20; 责任编辑: 章雨旭。 Doi: 10.16509/j.georeview.2019.s1.087

作者简介: 辛也, 男, 1981 年生, 博士, 副研究员, 地质资源与地质工程专业, Email: xinye@126.com。

油藏；馆上段时期埕北断裂带中段、东翼活动性强于西翼，中段及东翼馆上段油气也较为富集且油藏类型较多。至明化镇组，埕北断裂带西翼断裂活动性明显大于中段及东翼，明化镇组油藏也集中发育于埕北断裂带西翼，中段及东翼油藏不发育。

2.3 断裂断面正压力分析

通过对断面正压力计算，明确馆陶早期断面正压力在 12~25 MPa，整体东高西低，北高南低，除受断层倾角影响之外，主要受计算断层点埋深影响。通过断面正压力与油藏匹配表明：断面正压力大的断裂封闭性好，多形成岩性一断层油藏，正压力小的断裂输导性好，断裂不封堵油气，油气沿断裂向上垂向运移至上部地层中聚集成藏。馆陶晚期断面正压力多在 7~10 MPa，以埕北断裂为例，中段与东翼正压力大于西翼，封堵性也更好，油藏也多富集于中段与东翼馆上段 3~5 砂组，形成断层一岩性及岩性一断层油藏。

3 断裂封闭性评价

研究区新近系地层多为砂泥岩互层，本次以断层泥比率作为评价手段。研究区新近系岩性一断层油藏沿着主要油源断层的高点成层状分布，含油层位多，主要分布在馆上 4~6 砂层组，地层均为砂泥岩互层。来自同一油源、沿着同一油源断层运移到新近系的油气聚集成岩性一断层油藏的含油高度和充满度都有所差异。因此，断层封闭能力的强弱，决定了岩性一断层圈闭中聚集油气藏能力的大小（王根照，2013）。平面上，岩性一断层油藏分布在埕北断层的上下盘，断层上倾封堵成藏，断层的侧向封闭性将会影响油气的聚集成藏（薛永安，2016）。因此，本次研究以埕北断层进行侧向封闭性分析。

埕北断层馆陶组泥岩涂抹特征：与馆下段相比，馆上段的 SGR 值总体偏高，涂抹效果较好，

封闭性好。随着深度的逐渐增加，SGR 值逐渐变小，反映出泥岩涂抹作用逐渐变弱，封闭性变差。油浸、油斑显示井段集中，主要位于馆上段，且在 SGR >45% 时出现。根据油气显示与 SGR 的关系，确定出 SGR <45%，闭性差，SGR >45%，封闭性好。

埕岛地区断层的封闭性与新近系油藏的含油高度和充满度存在一定的正相关性。随着断层 SGR 值的增大，断层封闭能力逐渐增强，新近系油藏的含油高度和充满度呈逐渐增大的趋势；明化镇组断层的 SGR 值普遍偏高，但是相对而言，充满度值偏低，主要是因为油气沿着断层运移到明化镇组聚集成藏时，油气运移动力减小，不利于成藏。

4 结论

通过对断裂分级、断层活动速率、断面正压力及 SGR 分析等评价方法对埕岛潜山披覆构造带新近系油源断层进行有效性评价，其标准为 3 种分析方法都为有效的油源断层为 I 类油源断层；断层活动速率及断面正压力分析为有效的油源断层是 II 类有效油源断层；仅有一种方法分析结果为有效的油源断层是 III 类油源断层。

评价结果表明研究区内有 4 条 I 类主油源断层、3 条 II 类主油源断层和 4 条 II 类主油源断层分支，构成了埕岛地区有效油源输导网。从有效油源输导网和油气分布的匹配关系可以看出，馆陶组油藏主要集中分布在埕北断裂中段及东翼，与分支断裂多形成岩性一断层油藏；明化镇组油藏主要集中在有效油源断裂网附近；特别是 I 类主油源断层和 II 类主油源断层发育较多的埕北断层下降盘附近油气集中聚集，探井油气显示也好于有效油源断层不发育区，从而证实了本文提出的断层输导性判断方法的有效性。

参 考 文 献 / References

- 王根照, 姜本厚, 王富东. 2013. 渤海海域新近系构造一岩性圈闭油气成藏特征与勘探方法. 石油天然气学报, 35(9): 40~44.
- 薛永安, 杨海风, 徐长贵. 2016. 渤海海域黄河口凹陷斜坡带差异控藏作用及油气富集规律. 中国石油勘探, 21(4): 65~74.
- 张海娜. 2007. 渤海湾盆地埕岛油田馆上段沉积相研究. 石油实验地质, 29(1): 52~56.

XIN Ye, LIU Huimin, MA Lichi, TIAN Wen: Neocene fault controlling reservoir analysis in Chengdao buried mountain overlay structural area

Keywords: fault system ; encapsulated characteristic; controlling reservoir factor; Neocene