

# 油源断裂内油气运移优势通道识别方法 及其应用



Pre-pub. on line: www.  
geojournals.cn/georev

王浩然<sup>1)</sup>, 宿碧霖<sup>2)</sup>, 付广<sup>1)</sup>

1) 东北石油大学地球科学学院, 黑龙江大庆, 163318;

2) 大庆油田有限责任公司第四采油厂地质研究所, 黑龙江大庆, 163318

**内容提要:** 为了研究含油气盆地地下生上储式生储盖组合中油源断裂附近油气分布规律, 在油源断裂内油气运移优势通道及其影响因素研究的基础上, 通过确定油源断裂凸面脊和断裂填充物油气运移分布区, 二者耦合建立了一套识别油源断裂内油气运移优势通道的方法, 并将该方法应用于渤海湾盆地冀中坳陷廊固凹陷大柳泉地区沙三中亚段 F3 油源断裂内油气运移优势通道的识别中, 结果表明: F3 油源断裂内可识别出 5 条油气运移优势通道, 其中 4 条油气运移优势通道分布在断裂南部, 1 条油气运移优势通道分布在断裂北部, 与目前 F3 油源断裂附近沙三中亚段已发现油气分布在中南部和北部相吻合, 表明该方法用于识别油源断裂内油气运移优势通道是可行的。

**关键词:** 油源断裂; 油气运移; 优势通道; 识别方法

油源断裂(连通有效源岩与储层, 并且在油气成藏期活动开启的断裂)作为含油气盆地地下生上储式生储盖组合中油气的重要输导通道, 在某种程度上控制着油气在含油气盆地中的分布。然而, 油气勘探结果表明, 并不是含油气盆地地下生上储式生储盖组合中油源断裂附近均有油气分布, 油气仅仅分布在某些部位处, 这除了受到砂体和圈闭是否发育的影响外, 很大程度上受到了油源断裂内油气运移优势通道分布的影响, 只有位于油源断裂内油气运移优势通道及其附近的圈闭, 才能从下伏源岩处获得油气, 进行运聚成藏; 否则其他条件再好, 也无油气分布。能否准确地识别出油源断裂内油气运移优势通道应是含油气盆地地下生上储式生储盖组合油气勘探的关键。关于油源断裂油气运移通道前人曾做过一定研究和探讨, 主要是利用三维地震资料追索油源断裂断层面埋深, 根据断层面埋深计算其油气势能, 由断层面油气势能等值线法线方向汇聚线确定油源断裂内油气运移优势通道(罗群等, 2005; Hooper, 2010; 孙同文等, 2014; 姜贵璞等, 2017), 这一研究成果对正确认识油源断裂与油气分布之间关系起到了非常重要的作用。然而, 油气沿油源断裂的运移并非完全受到其断层面油气势能场(断层面

形态)的控制, 在很大程度上还要受到断裂填充物孔渗性(或泥质含量)的制约(Bouvier, 1989; Yielding et al., 1997; 杨智等, 2005; 吴智平等, 2010; 王超等, 2017), 应是二者共同控制的结果。由于受到目前研究手段及资料的限制, 致使至今在研究油源断裂内油气运移优势通道时, 还没将整条断裂填充物泥质含量空间分布考虑进去, 有也仅仅是某些部位处油源断裂内油气运移优势通道研究时会考虑断裂填充物泥质含量的影响(Hesthammer et al., 2000; 陈伟等, 2010), 缺少整条油源断裂空间断裂填充物泥质含量空间分布的影响, 至于从油源断裂断层面形态和断裂填充物泥质含量二者之间耦合关系, 研究其内油气运移优势通道至今未见到文献报导, 这无疑不利于含油气盆地地下生上储式生储盖组合油气勘探的深入。因此, 开展油源断裂内油气运移优势通道识别方法研究, 对于正确认识含油气盆地地下生上储式生储盖组合油气分布规律和指导油气勘探均具有重要意义。

## 1 油源断裂内油气运移优势通道 及其影响因素

大量野外观察和油气钻探结果表明, 油源断裂

注: 本文为黑龙江省自然科学基金资助项目(编号: LH2022D011), 东北石油大学引导性创新基金资助项目(编号: 15071202203)和东北石油大学人才引进科研启动经费资助项目(编号: 1305021841)的成果。

收稿日期: 2022-06-24; 改回日期: 2023-02-07; 网络首发: 2023-02-20; 责任编辑: 刘志强。Doi: 10.16509/j.georeview.2023.02.001

作者简介: 王浩然, 男, 1989年生, 博士, 讲师, 主要从事油气藏形成与保存研究; Email: wanghaoranpro@163.com。

内部是由断层核和两侧诱导裂缝带构成的 (Clausen et al., 2003; 付晓飞等, 2005; 宋胜浩, 2006; 高君等, 2007; Choi et al., 2016), 只是不同断裂由于其活动特征和被其错断地层岩性特征的不同, 造成油源断裂内部结构特征不同而已。诱导裂缝带由于受到断层两盘地层岩性的影响, 造成其在断裂两侧不同部位特征也就发育不同, 脆性地层部位岩石发育, 而塑性地层部位岩石不发育, 造成诱导裂缝带沿油源断裂不同部位分布往往并不连续, 难以成为油气沿油源断裂运移的长距离连续分布的输导通道。而断层核内填充物中伴生裂缝发育, 虽然填充物内有大量泥质成分, 但由于断裂活动开启, 其孔渗性好, 且连续分布, 应是油源断裂内油气运移通道。然而, 由于受到油源断裂断层面形态和断裂填充物泥质含量的影响, 油源断裂内油气并非大面积向上进行运移, 而是沿着某些优势通道进行运移的 (付广等, 2018; 于英华等, 2021)。油源断裂断层面形态控制着油气运移方向, 断层面的凸面脊由于构造位置相对较高, 是油气运移的低势区; 而凹面脊构造位置相对较低, 是油气运移的高势区。油气在沿油源断裂由下至上运移过程中, 凹面脊处油气会向凸面脊处汇聚运移, 形成油气沿油源断裂运移的优势方向, 因此凸面脊的分布控制了油源断裂内油气运移优势通道的分布 (Hooper, 2010; 孙同文等, 2014)。然而, 油源断裂内油气运移优势通道除了受到断层面形态的影响外, 还要受到断裂填充物泥质含量的影响, 只有断裂填充物泥质含量低, 孔渗性好, 方可成为油气沿油源断裂运移区; 相反, 如果断裂填充物泥质含量高, 孔渗性差, 油气不能沿断裂运移, 则不是油气沿油源断裂运移区, 因此断裂填充物油气运移分布区也控制了油源断裂内油气运移优势通道的分布 (杨智等, 2005; 吴智平等, 2010)。综上所述不难看出, 油源断裂纵向断穿多套层位 (图 1), 油源断裂内部填充物泥质含量分布差异控制油气运移分布区, 油源断裂凸面脊控制油气运移优势方向, 因此只有断裂填充物油气运移分布区内的凸面脊才是油源断裂内油气运移优势通道 (图 1a), 二者均不可或缺; 只发育凸面脊, 但缺少断裂填充物油气运移分布区, 不是油源断裂内油气运移优势通道 (图 1b); 只发育断裂填充物油气运移分布区, 但不发育凸面脊, 也不是油源断裂内油气运移优势通道 (图 1c)。

## 2 油源断裂内油气运移优势通道的识别方法

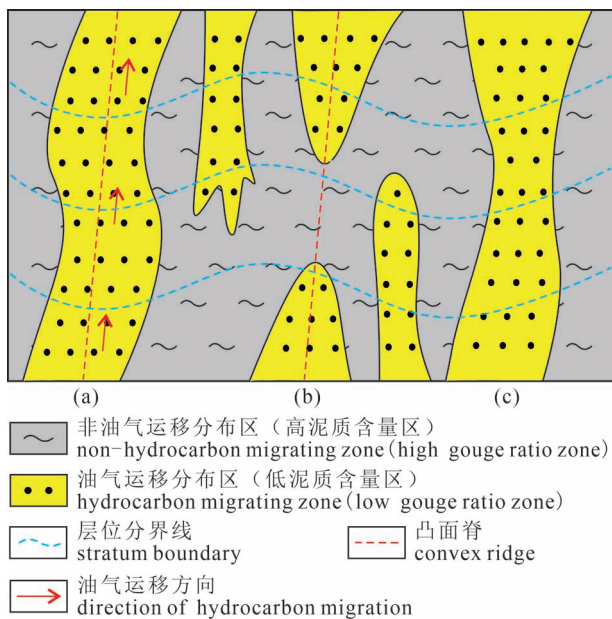


图 1 油源断裂内油气运移优势通道厘定剖面示意图

Fig. 1 Profile sketch of determining preferential pathway for hydrocarbon migration inside source-fault

由上可知, 要识别油源断裂内油气运移优势通道, 就必须确定出油源断裂填充物油气运移分布区和凸面脊分布, 二者耦合便可以识别出油源断裂内油气运移优势通道。

大量野外观察和钻井结果显示, 油源断裂填充物主要来自断层两盘被错断的地层岩石, 其泥质含量主要受到油源断裂断距和被其错断地层的岩层厚度及泥质含量大小的影响, 可由式 1 计算求得 (吕延防等, 2009; 付广等, 2014)。为了研究油源断裂填充物泥质含量的空间分布, 如图 2 所示, 通过选取油源断裂附近多口探井, 根据每口井剖面上油源断裂断距和被其错断地层的岩层厚度和泥质含量, 由式 1 计算其附近断裂填充物泥质含量, 并根据每口井仅控制半个井距之间断裂填充物泥质含量的分布, 精细刻画整条油源断裂填充物泥质含量空间分布。以此克服以往用一口井断裂填充物泥质含量或多口井断裂填充物泥质含量平均值表示整个剖面断裂填充物泥质含量分布, 导致断裂填充物泥质含量呈条带状分布的不足。再通过统计研究已知井点处被断裂侧向封闭含油气砂体断裂填充物泥质含量大小, 取其最小值作为油气沿断裂填充物运移所需的最大泥质含量。据此将油源断裂填充物泥质含量小于油气沿断裂填充物运移所需的最大泥质含量的区域圈在一起, 即为断裂填充物油气运移分布区。

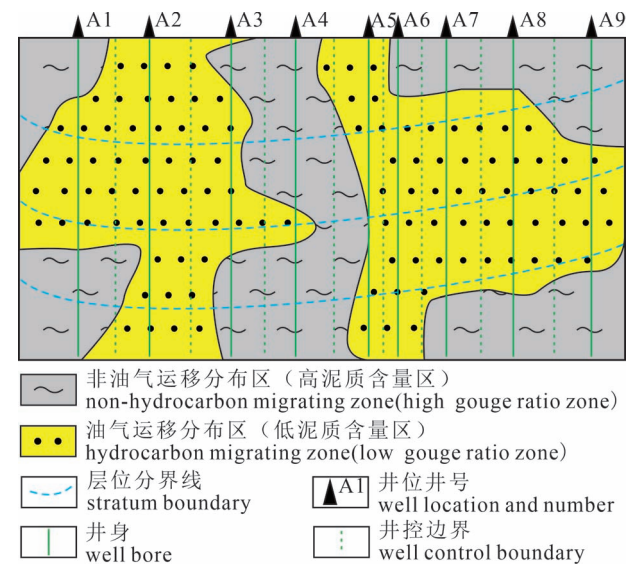


图2 多井条件下断裂填充物泥质含量空间分布预测剖面示意图

Fig. 2 Profile sketch of predicting gouge ratio distribution inside filler of fault in condition of poly-wells

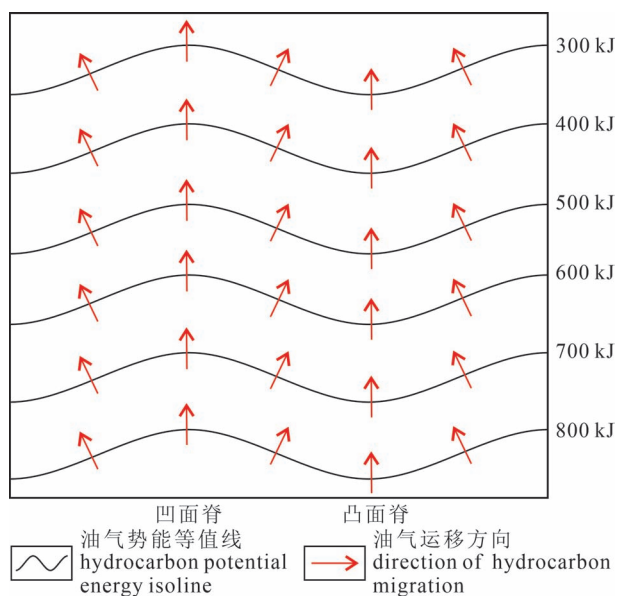


图3 断层面凸面脊与凹面脊厘定剖面示意图

Fig. 3 Profile sketch of determining convex ridges and concave ridges on fault plane

$$R_f = \frac{\sum_{i=1}^n H_i \times R_i}{L} \quad (1)$$

式中:  $R_f$  为断裂填充物泥质含量, 质量分数;  $H_i$  为被断裂错断第  $i$  层岩层厚度, m;  $R_i$  为被断裂错断第  $i$  层岩层泥质含量, 质量分数;  $n$  为断裂错断岩层数;  $L$  为断裂垂直断距, m。

由三维地震资料追索油源断裂断面空间分布, 根据油气成藏期恢复断层面古埋深, 再由式 2~式 4 计算断层面古油气势能值 (罗群等, 2005; 彭文绪等, 2008; 付广等, 2018; 王浩然等, 2018), 如图 3 所示, 根据断层面古油气势能等值线剖面分布特征, 其中流体势等值线的法线方向通常指示油气运移方向, 进而识别断层面古油气势能等值线法线的汇聚处, 便可以确定出油源断裂的凸面脊分布。

$$\Phi = gZ + \frac{P}{\rho_o} \quad (2)$$

$$\rho_o = 1 - \frac{Z}{16000} \quad (3)$$

$$P = \rho_w gZ \quad (4)$$

式中:  $\Phi$  为油气成藏期油源断裂断面油气势能, kJ;  $Z$  为油气成藏期油源断裂断面埋深, m;  $P$  为油气成藏期油源断裂断面流体压力, MPa;  $\rho_o$  为不同埋深处油气密度, g/cm<sup>3</sup>;  $\rho_w$  为地层水密度, g/cm<sup>3</sup>;  $g$  为重力加速度, 取 9.8 m/s<sup>2</sup>。

将上述所确定出的油源断裂填充物油气运移分布区和凸面脊耦合, 便可以得到油源断裂内油气运移优势通道, 即断裂填充物油气运移分布区内的凸面脊。

### 3 实例应用

本文选取渤海湾盆地冀中坳陷廊固凹陷大柳泉地区 F3 油源断裂为例, 利用上述方法识别其内油气运移优势通道, 并通过识别结果与目前该断裂附近沙三中亚段油气分布之间关系分析, 验证该方法用于识别油源断裂内油气运移优势通道的可行性。

大柳泉地区位于廊固凹陷西部, 构造上为一大型鼻状构造。该区从下至上发育的地层有古近系的孔店组 ( $E_{1-2k}$ )、沙河街组 ( $E_{2-3s}$ )、东营组 ( $E_3d$ ) 和新近系的馆陶组 ( $N_1g$ )、明化镇组 ( $N_2m$ ) 以及第四系的平原组 ( $Qp$ )。目前已发现的油气主要分布在沙三中亚段, 油气主要来自其下伏的沙四段, 盖层为上覆沙三上亚段发育的巨厚泥岩, 为典型的下生上储式生储盖组合。F3 断裂是位于大柳泉地区中北部, 属于旧州断裂的一条分支组成断裂, 呈 NE 走向展布, 长约 22 km, 断裂向 SE 方向倾斜, 倾向为 312°, 倾角为 60°~73° (图 4)。F3 断裂从下至上断穿了沙河街组至馆陶组地层, 为一长期发育的断裂。F3 断裂沟通了下伏沙四段源岩和沙三中亚段目的层, 且在油气成藏期——沙二段—馆陶组沉积时期

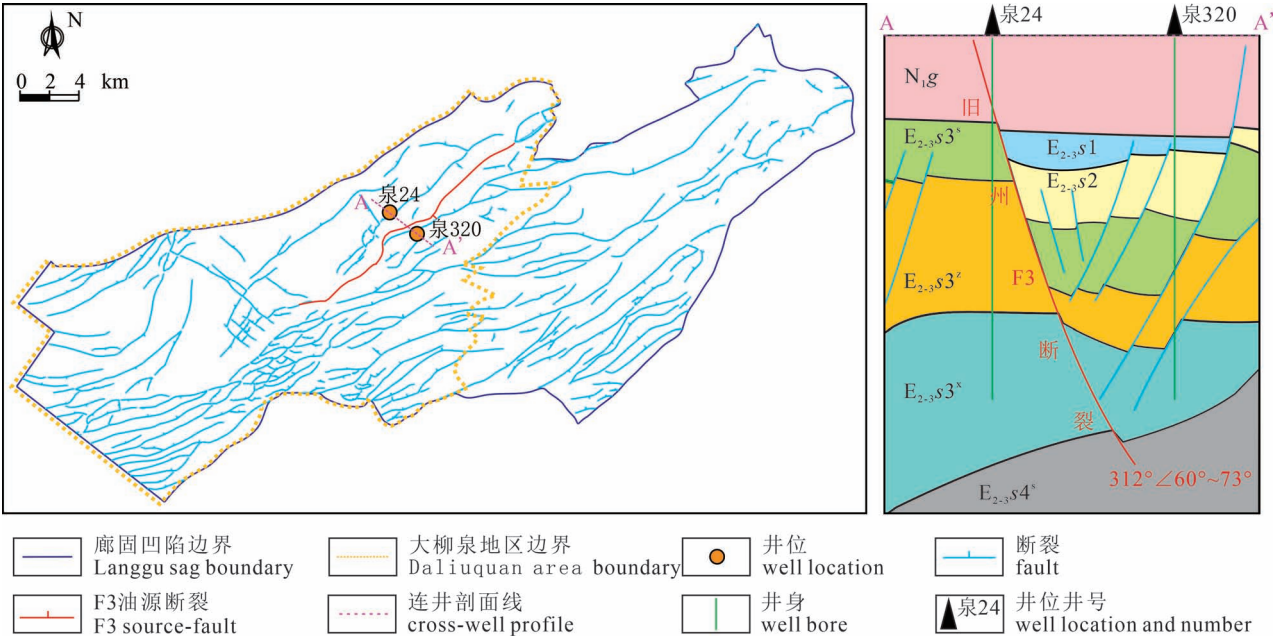


图 4 廊固凹陷大柳泉地区 F3 油源断裂发育分布平剖面图  
Fig. 4 Plan and profile of F3 source-fault in Daliquan area, the Langgu sag

和馆陶组—明化镇组沉积时期(刘滨莹等,2017;付广等,2018)活动,应是沙三中亚段油气运移的油源断裂。目前油气钻探已在 F3 油源断裂附近的沙三中亚段找到了大量油气,但并不是其附近所有部位沙三中亚段均有油气分布,油气主要分布在其中南部和北部,而其中北部则无油气分布。能否准确地识别出 F3 油源断裂内油气运移优势通道,对于正确认识其附近沙三中亚段油气分布规律及指导油气勘探均具有重要意义。

由三维地震资料追索 F3 油源断裂断层面现今空间分布,读取 F3 油源断裂上盘顶面与主要地震反射界面相交点的三维坐标,进而汇总之后合成现今 F3 油源断裂断层面埋深形态。再利用地层回剥技术(武凤良,1989;张廷山等,2016)将 F3 油源断裂断层面埋深恢复至主要成藏期——沙二段—馆陶组沉积时期的古埋深,最后由式 2 计算油气成藏期 F3 油源断裂断层面古油气势能值,由断层面古油气势能等值线的法线汇聚线便可以得到 F3 油源断裂凸面脊的空间分布,F3 油源断裂共

发育 6 条凸面脊(图 5)。其中 F3 油源断裂中南部发育 4 条凸面脊,中北部发育 2 条凸面脊。

由 F3 油源断裂附近 28 口井点断裂断距和被其错断地层岩层厚度及其泥质含量,由式 1 计算每口井处 F3 油源断裂填充物泥质含量,将所有井断裂填充物泥质含量按照前文方法投影至 F3 油源断裂断层面上,每口井断裂填充物泥质含量仅控制半个井距,便可以得到整条 F3 油源断裂填充物泥质含量空间分布,F3 油源断裂填充物泥质含量的高值区主要分布在其北部和南部局部地区(图 6),其断裂填充

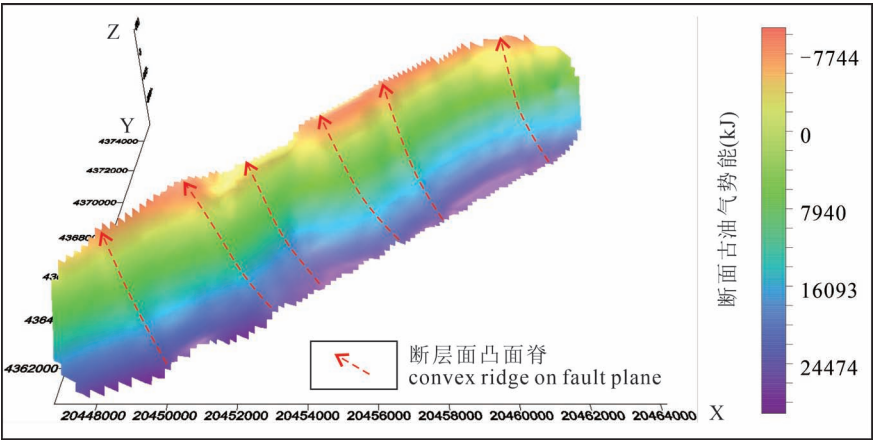
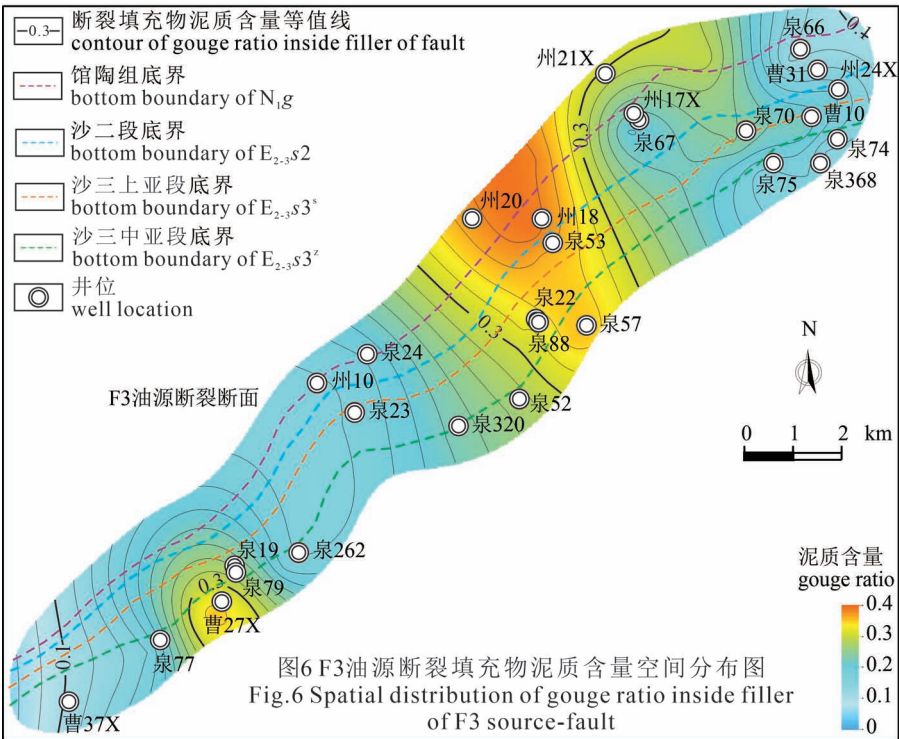


图 5 F3 油源断裂凸面脊识别及其空间分布图  
Fig. 5 Recognition and spatial distribution of convex ridges on F3 source-fault plane



物泥质含量大于 0.3,由此 2 个高值区向其四周 F3 油源断裂填充物泥质含量逐渐降低,在南部和北部边界减小至 0.1 以下。

由大柳泉地区已知井点沙三中亚段油气层附近断裂泥质含量统计结果可知,大柳泉地区断裂侧向封闭油气所需的最小填充物泥质含量约为 0.27,即油气运移所需的最大断裂填充物泥质含量约为

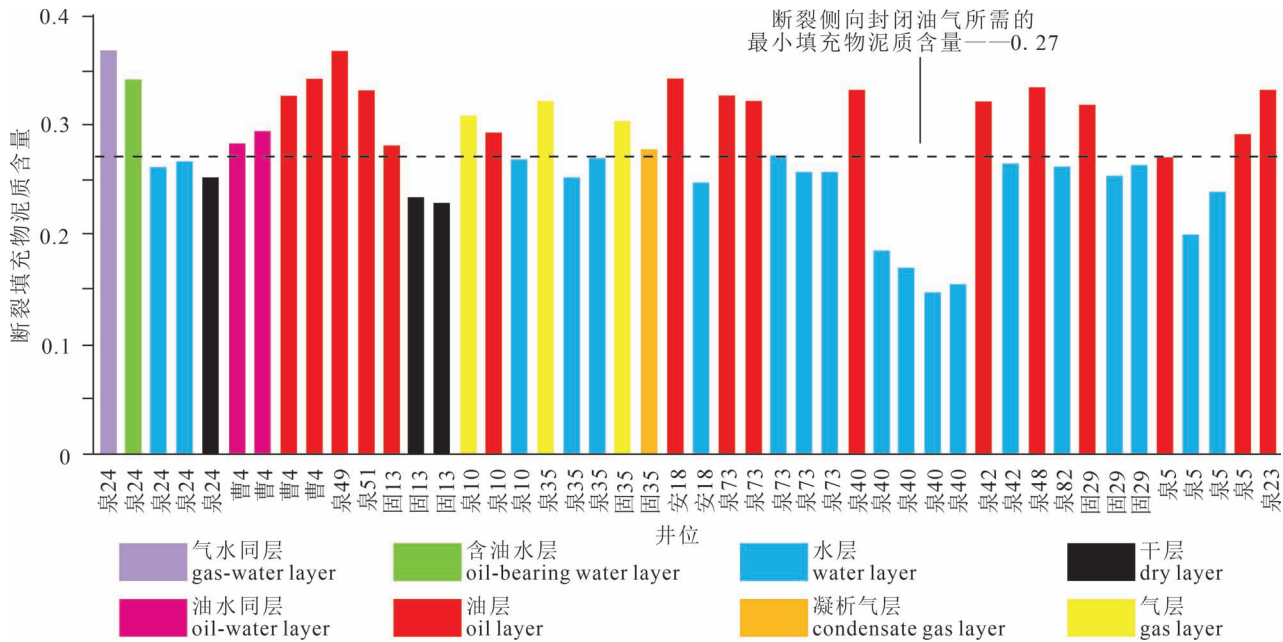


图 7 大柳泉地区油气运移所需的最大断裂填充物泥质含量厘定图  
Fig. 7 Determination of maximum gouge ratio inside filler of fault necessary for hydrocarbon migration in Daluquan area

0.27(图 7)。因此由图 6 划分出 F3 油源断裂填充物泥质含量小于 0.27 的区域,即为 F3 油源断裂填充物油气运移分布区,F3 油源断裂中除去中北部和南部局部地区外,其余广大区域皆为断裂填充物油气运移分布区(图 8)。

将上述已确定出来的 F3 油源断裂凸面脊与断裂填充物油气运移分布区耦合,便可以得到 F3 油源断裂内油气运移优势通道,F3 油源断裂内共发育 5 条油气运移优势通道(图 8),其中 4 条分布在 F3 油源断裂的中南部,1 条分布在 F3 油源断裂的北部,只有中北部只发育凸面脊,但不发育断裂填充物油气运移分布区,故无油气运移优势

通道。

由图 8 中可以看出,F3 油源断裂附近沙三中亚段目前已发现的油气均分布在其 5 条油气运移优势通道处或附近,这是因为只有位于 5 条油气运移优势通道处或附近,才能从下伏沙四段源岩处获得大量油气,聚集成藏;否则,即使其他油气成藏条件再

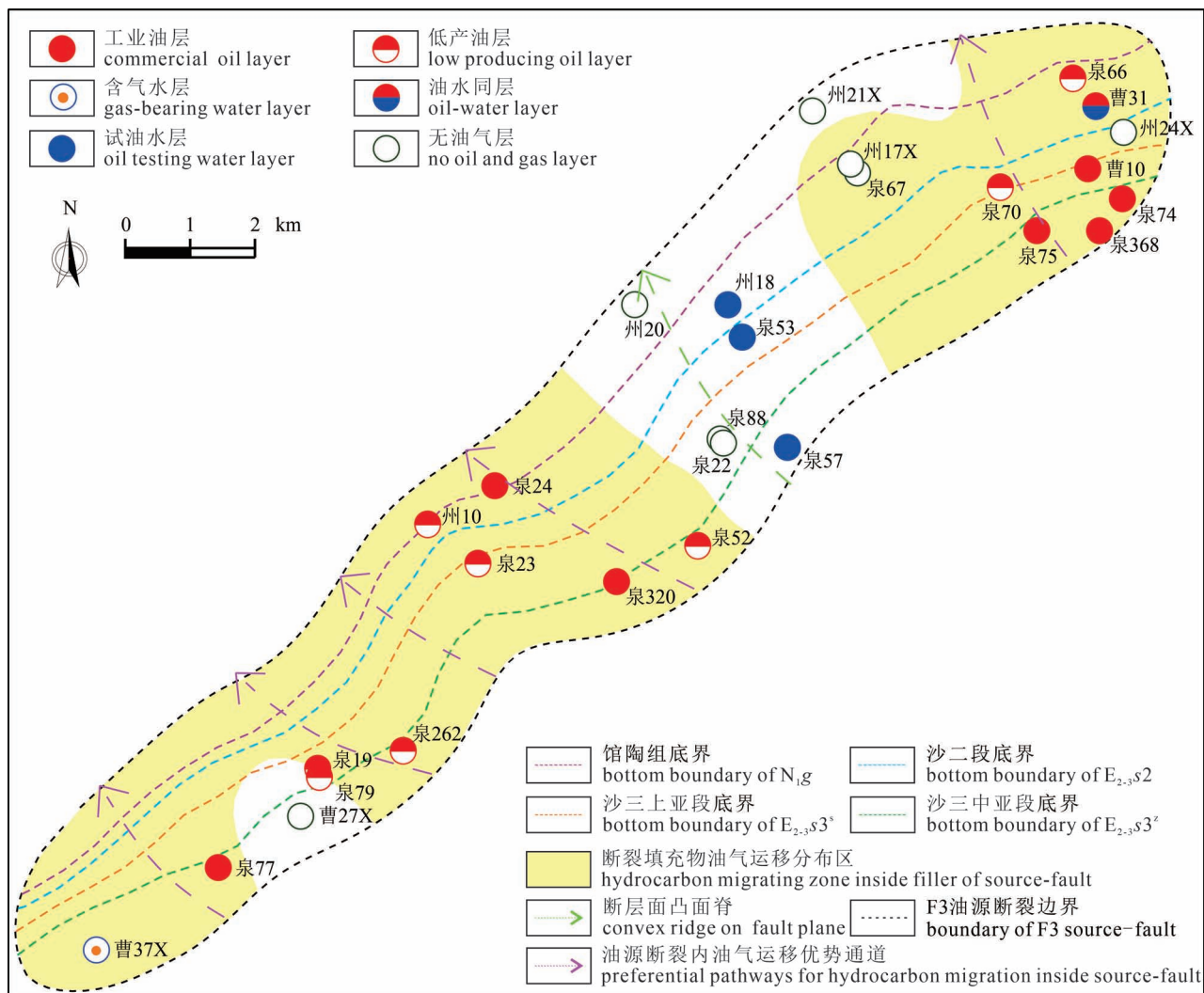


图 8 F3 油源断裂内油气运移优势通道及油气空间分布图

Fig. 8 Spatial distribution of hydrocarbon and preferential pathways for hydrocarbon migration inside F3 source-fault

好,也无油气聚集成藏,如中北部因无油气运移优势通道而无油气分布。

## 4 结论

(1) 油源断裂内油气运移优势通道主要受到断裂填充物油气运移分布区和凸面脊耦合的控制, 应为断裂填充物油气运移分布区内的凸面脊。

(2)通过确定油源断裂凸面脊和断裂填充物油气运移分布区,二者耦合建立了一套油源断裂内油气运移优势通道识别方法,并将其应用于渤海湾盆地冀中拗陷廊固凹陷大柳泉地区 F3 油源断裂内油气运移优势通道的识别中,结果表明,F3 油源断裂内识别出 5 条油气运移优势通道,4 条油气运移优势通道分布在其中南部,1 条油气运移优势通道分

布在其北部。

(3) F3 油源断裂内油气运移优势通道及其附近是油气在沙三中亚段聚集成藏的有利部位,与目前 F3 油源断裂附近沙三中亚段已发现油气分布在中南部和北部相吻合,表明该方法用于识别油源断裂内油气运移优势通道是可行的。

## 参 考 文 献 / References

(The literature whose publishing year followed by a “&” is in Chinese with English abstract; The literature whose publishing year followed by a “#” is in Chinese without English abstract)

陈伟, 吴智平, 侯峰, 孔菲. 2010. 断裂带内部结构特征及其与油气运聚关系. 石油学报, 31(5): 774~780.

付广,王浩然,胡欣蕾. 2014. 断层垂向封闭的断—储排替压力差法及其应用. 石油学报, 35(4): 685~691.

付广,王浩然. 2018. 不同时期油源断裂输导油气有利部位确定方

法及其应用. 石油学报, 39(2): 180~188.

付晓飞, 方德庆, 吕延防, 付广, 孙永河. 2005. 从断裂带内部结构出发评价断层垂向封闭性的方法. 地球科学, 30(3): 328~336.

高君, 吕延防, 田庆丰. 2007. 断裂带内部结构与油气运移及封闭. 东北石油大学学报, 31(2): 4~7.

姜贵璞, 付广, 孙同文. 2017. 利用地震资料确定油源断裂输导油气能力及油气富集的差异性. 地球物理学进展, 32(1): 160~166.

刘滨莹, 姜海燕, 付广, 刘哲, 连晓亮, 万琰. 2017. 下生上储式油气富集程度的定量研究方法及其应用——以廊固凹陷大柳泉构造带沙三中亚段为例. 地球物理学进展, 32(5): 2035~2043.

罗群, 庞雄奇, 姜振学. 2005. 一种有效追踪油气运移轨迹的新方法——断面优势运移通道的提出及其应用. 地质论评, 51(2): 156~162.

吕延防, 黄劲松, 付广, 付晓飞. 2009. 砂泥岩薄互层段中断层封闭性的定量研究. 石油学报, 30(6): 824~829.

彭文绪, 周心怀, 彭刚, 王丽君, 杨波. 2008. 渤海海域油气藏特征统计分析. 中国海上油气, 20(1): 18~21.

宋胜浩. 2006. 从断裂带内部结构剖析油气沿断层运移规律. 东北石油大学学报, 30(3): 17~20.

孙同文, 付广, 吕延防, 胡明, 刘哲, 王浩然. 2014. 南堡1号构造中浅层油气富集主控因素分析. 天然气地球科学, 25(7): 1042~1051.

王超, 付广, 董英洁, 杨德相, 曹兰柱, 胡欣蕾. 2017. 基于SGR算法的断层侧向封闭性评价方法改进及其应用. 地质学报, 91(7): 1641~1650.

王浩然, 付广, 宿碧霖, 孙同文, 汤文浩. 2018. 下生上储式油气运移优势路径确定方法及其应用. 石油与天然气地质, 39(6): 1237~1245.

吴智平, 陈伟, 薛雁, 宋国奇, 刘惠民. 2010. 断裂带的结构特征及其对油气的输导和封堵性. 地质学报, 84(4): 570~578.

武凤良. 1989. 应用测井、地震资料进行地层压实校正的方法. 石油地球物理勘探, 24(1): 68~79.

杨智, 何生, 王锦喜, 刘琼. 2005. 断层泥比率(SGR)及其在断层侧向封闭性评价中的应用. 天然气地球科学, 16(3): 347~351.

于英华, 陈达, 袁红旗, 张亚雄, 曹文瑞. 2021. 渤海湾盆地冀中坳陷大柳泉地区F8断裂不同时期输导油气能力对油气成藏贡献. 地质论评, 67(5): 1478~1486.

张廷山, 张志诚, 伍坤宇. 2016. 滇黔北地区地层压实恢复及沉积速率反演. 岩性油气藏, 28(5): 99~106.

Bouvier K S J D. 1989. Three-Dimensional Seismic Interpretation and Fault Sealing Investigations, Nun River Field, Nigeria. Aapg Bulletin, 73(11): 1397~1414.

Chen Wei, Wu Zhiping, Hou Feng, Kong Fei. 2010. Internal structures of fault zones and their relationship with hydrocarbon migration and accumulation. Acta Petrolei Sinica, 31(5): 774~780.

Choi J H, Edwards P, Ko K, Ys Kim. 2016. Definition and classification of fault damage zones: A review and a new methodological approach. Earth-Science Reviews, 152: 70~87.

Clausen J A, Gabrielsen R H, Johnsen E, Korstga rd J A. 2003. Fault architecture and clay smear distribution. Examples from field studies and drained ring-shear experiments. Norwegian Journal of Geology, 83(2): 131~146.

Fu Guang, Wang Haoran, Hu Xinlei. 2014. Modification and application of fault—reservoir displacement pressure differential method for vertical sealing of faults. Acta Petrolei Sinica, 35(4): 685~691.

Fu Guang, Wang Haoran. 2018. Determination method and its application of favorable positions for hydrocarbon transport in oil-source fault during different periods. Acta Petrolei Sinica, 39(2): 180~188.

Fu Xiaofei, Fang Deqing, Lü Yanfang, Fu Guang, Sun Yonghe. 2005. Method of Evaluating Vertical Sealing of Faults in Terms of the Internal Structure of Fault Zones. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 30(3): 328~336.

Gao Jun, Lü Yanfang, Tian Qingfeng. 2007. Analysis of hydrocarbon migration through the fault based on the interior structure of fault zone. Journal of Daqing Petroleum Institute, 31(2): 4~7.

Hesthammer J, Johansen T E S, Watts L. 2000. Spatial relationships within fault damage zones in sandstone. Marine and Petroleum Geology, 17(8): 873~893.

Hooper E C D. 2010. Fluid migration along growth faults in compacting sediments. Journal of Petroleum Geology, 14(S1): 161~180.

Jiang Guipu, Fu Guang, Sun Tongwen. 2017. Seismic data is used to determine the transportation oil—gas ability of oil source faults and the difference of oil—gas accumulation. Progress in Geophysics, 32(1): 160~166.

Liu Binying, Jiang Haiyan, Fu Guang, Liu Zhe, Lian Xiaoliang, Wan Yan. 2017. Quantitative research method and application to the enrichment degree of the down generated up stored hydrocarbon accumulation—case of Es3z in the Daliuquan structure zone of the Langgu sag. Progress in Geophysics, 32(5): 2035~2043.

Luo Qun, Pang Xiongqi, Jiang Zhenxue. 2005. A New Method for Effective Trace Petroleum Migration Path—Concept of Fault Section Dominant Migrating Channel and Its Application. Geological Review, 51(2): 156~162.

Lü Yanfang, Huang Jinsong, Fu Guang, Fu Xiaofei. 2009. Quantitative study on fault sealing ability in sandstone and mudstone thin interbed. Acta Petrolei Sinica, 30(6): 824~829.

Peng Wenxu, Zhou Xinhui, Peng Gang, Wang Lijun, Yang Bo. 2008. A statistical analysis of hydrocarbon pool characteristics in Bohai sea. China Offshore Oil and Gas, 20(1): 18~21.

Song Shenghao. 2006. Analysis of hydrocarbon migration based on the interior structure of fault zone. Journal of Daqing Petroleum Institute, 30(3): 17~20.

Sun Tongwen, Fu Guang, Lü Yanfang, Hu Ming, Liu Zhe, Wang Haoran. 2014. Main controlling factors on the hydrocarbon accumulation in the middle-shallow layer of 1st structure, Nanpu sag. Natural Gas Geoscience, 25(7): 1042~1051.

Wang Chao, Fu Guang, Dong Yingjie, Yang Dexiang, Cao Lanzhu, Hu Xinlei. 2017. SGR algorithm-based improvement of fault lateral sealing evaluation method and its application. Acta Geologica Sinica, 91(7): 1641~1650.

Wang Haoran, Fu Guang, Su Bilin, Sun Tongwen, Tang Wenhao. 2018. A method to determine preferential pathways for hydrocarbon migration in “lower source rock and upper reservoir” combination and its application. Oil & Gas Geology, 39(6): 1237~1245.

Wu Fengliang. 1989. The method for making stratigraphic compaction correction with the use of logging and seismic data. Oil Geophysical Prospecting, 24(1): 68~79.

Wu Zhiping, Chen Wei, Xue Yan, Song Guoqi, Liu Huimin. 2010. Structural characteristics of faulting zone and its ability in transporting and sealing oil and gas. Acta Geologica Sinica, 84(4): 685~691.

570~578.

Yang Zhi, He Sheng, Wang Jinxi, Liu Qiong. 2005&. Shale Gouge Ratio and Its Application in the Fault Seal Estimation Across the Faulted Zone. *Natural Gas Geoscience*, 16(3): 347~351.

Yielding G, Freeman B, Needham D T. 1997. Quantitative Fault Seal Prediction. *Aapg Bulletin*, 81(6): 897~917.

Yu Yinghua, Chen Da, Yuan Hongqi, Zhang Yaxiong, Cao Wenrui. 2021&. Contribution of hydrocarbon transport capacity of the Fault F8 to hydrocarbon accumulation in different periods in Daliuquan area, Langgu Sag, Jizhong Depression, Bohai Bay Basin. *Geological Review*, 67(5): 1478~1486.

Zhang Tingshan, Zhang Zhicheng, Wu Kunyu. 2016&. Restoration of formation compaction and inversion of deposition rate in Dianqianbei exploration area. *Lithologic Reservoirs*, 28(5): 99~106.

A method to recognize preferential pathway for hydrocarbon migration inside source-fault and its application

WANG Haoran<sup>1)</sup>, SU Bilin<sup>2)</sup>, FU Guang<sup>1)</sup>

1) College of Earth Science, Northeast Petroleum University, Daqing, Heilongjiang, 163318;

2) The Geological Team of The Fourth Oil Extraction Plant of Daqing Oilfield Company, Daqing, Heilongjiang, 163318

**Objectives:** In order to study hydrocarbon distribution law around source-fault in combination of lower source and upper reservoir of petroliferous basin, we established a method to recognize preferential pathway for hydrocarbon migration inside source-fault, and this method was applied into recognizing preferential pathway for hydrocarbon migration inside F3 source-fault in Es<sub>3</sub><sup>z</sup> of Daliuquan area in Langgu sag, Jizhong depression of Bohaiwan basin.

**Methods:** Based on study of preferential pathway for hydrocarbon migration inside source-fault and its affecting factors, through determining convex ridge of source-fault plane and hydrocarbon migrating zone inside filler of source-fault, combining these two factors to establish a method to recognize preferential pathway for hydrocarbon migration inside source-fault.

**Results:** There were 5 preferential pathways for hydrocarbon migration inside F3 source-fault, 4 of them were in the south of fault, and 1 of them was in the north of fault, and preferential pathways for hydrocarbon migration inside F3 source-fault coincide with presently discovered hydrocarbon distribution in Es<sub>3</sub><sup>z</sup> around south—central part and north part of F3 source-fault.

**Conclusions:** This method is feasible to recognize preferential pathway for hydrocarbon migration inside source-fault.

**Keywords:** source-fault; hydrocarbon migration; preferential pathway; recognition method

**Acknowledgements:** This study was supported by Natural Science Foundation of Heilongjiang Province (No. LH2022D011), Guiding Innovation Foundation of Northeast Petroleum University (No. 15071202203) and Scientific Research Start-up Project of Talent Introduction of Northeast Petroleum University (No. 1305021841)

**First author:** WANG Haoran, male, born in 1989, Ph. D., lecturer, mainly engaged in the research on the formation and preservation of oil and gas reservoirs; Email: wanghaoranpro@163.com

**Manuscript** received on: 2022-06-24; **Accepted** on: 2023-02-07; **Network published** on: 2023-02-20

**Doi:** 10.16509/j.georeview.2023.02.011

**Edited by:** LIU Zhiqiang

