

北黄海盆地东部坳陷 X 构造断层封堵性分析*

杜民, 刘金萍, 万晓明, 简晓玲

国土资源部海底矿产资源重点实验室, 广州海洋地质调查局, 广州, 510075

1 引言

北黄海盆地是发育于中朝地台上的中生代断陷盆地, 可分为六个二级构造单, 东部坳陷是其中最具油气潜力的区域(蔡乾忠, 2005; 刘振湖等, 2007)。研究区 X 构造为东部坳陷内油气最为活跃的构造之一, 是由多条断裂所控制断块圈闭。本文以地震、钻井等资料为基础, 对构造部位的断层进行封堵性分析, 以期为今后的油气勘探及井位部署奠定基础。

2 研究方法

断层封堵性分析是断块圈闭勘探和断块油藏开发不可或缺的研究内容(Peter et al, 2003)。断层封堵的成因机制主要有四种, 即岩性并置、粘土涂抹、破裂作用和成岩作用(Yielding et al, 1997; Knipe, 1997; Knott, 1993; Smith, 1980)。断层封堵定量算法主要有三种, 即泥岩断层泥比(SGR)、粘土涂抹潜力(CSP)、泥岩涂抹因子(SSF), 其中以 SGR 方法较为常用, 效果也最好。本研究以 TrapTester5.4 软件为工具, 利用岩性并置与 SGR 值计算完成了 X 构造的断层封堵性分析。

2.1 断层两侧岩性并置关系

当断层两盘岩层以“面”接触时, 能否形成封闭主要取决于断层两侧对接岩层排替压力的相对大小。一般而言, 砂泥对接形成封堵, 砂砂对接则不封堵。

2.2 泥岩断层泥比

对于断面上的任意一点, SGR 算法计算断层上滑过该点的岩石的泥质含量/粘土净含量(图 1)。其计算公式为: $SGR = \sum(V_{sh} \cdot \Delta Z) / t \times 100\%$, 式中 ΔZ 、 V_{sh} 和 t 分别表示地层带的厚度、地层带的泥

质百分含量和断层的断距。

SGR 算法中隐含了在滑动段内的围岩中以相同比例混合形成断层泥的假设。若此假设成立, 那么 SGR 提供了断裂机械作用过程中所形成断层带岩石类型的直接估算方法。当 $SGR < 15\% \sim 20\%$ 时, 对应典型的碎裂岩或岩石崩解带, 而当 $SGR > 50\%$ 时为完全泥岩涂抹, 中间状态指泥岩骨架断层泥或层状硅酸盐骨架断层泥。

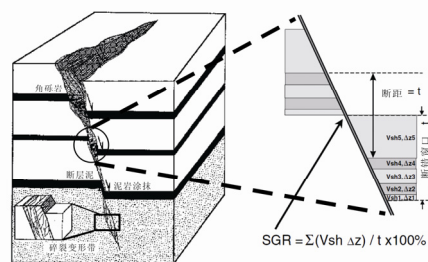


图 1 SGR 计算模型图

3 断层封堵能力评价

断层封堵性研究可分为两个阶段, 一是通过断层面岩性并置图分析断层是否具备封堵能力形成并置圈闭, 二是通过断层面上 SGR 分布图分析断层通过泥岩涂抹是否具备封堵能力而形成有效圈闭。

3.1 岩性并置条件分析

红色区域表示断层上升盘砂岩和下降盘砂岩在断层面上并置的区域, 即为砂砂并置区(图 2)。岩性并置圈闭是指断层一侧的渗透层(如砂岩)被断层另一侧的不渗透层(如泥岩)封堵。研究区各断层面下白垩统和上侏罗统均存在一定的砂砂并置区, 表明研究区的断层均难以通过岩性并置形成断层侧向封堵条件。因此, 需要计算断层面上 SGR 值进一步确定封堵性。

注: 本文为国家自然科学基金项目(编号 41302100)资助的成果。

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。

作者简介: 杜民, 男, 1985 年生。硕士, 工程师, 海洋地质专业。Email: dumin.0120@163.com。

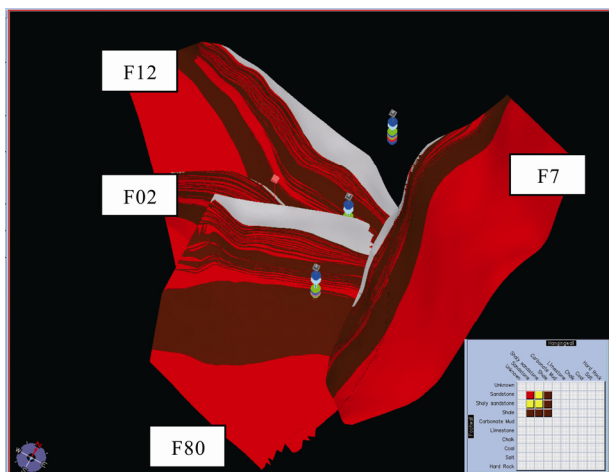


图 2 X 构造区四条断层的断面岩性并置图

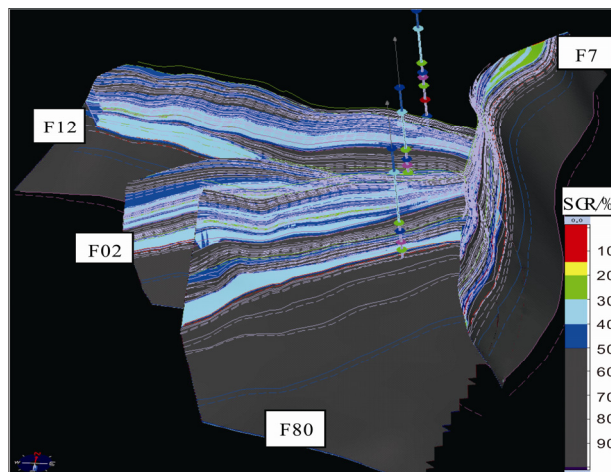


图 3 X 构造区四条断层的断层面 SGR 分布图

3.2 有关 SGR 值的封堵性分析

由于研究区缺乏油水界面方面的信息，未能建立 SGR 值与封堵性之间的联系。普遍研究认为 20% 的泥岩断层泥比应该是临界值，大于此值泥岩涂抹能形成完整封堵性(Yielding et al, 2010)。研究区四条断层的断面 SGR 分布图中(图 3)：红色及黄色表示 SGR 值小于 20%，即该区域不具备泥岩涂抹封堵能力；绿色及蓝色表示 SGR 值较大，指示较好的断层封堵能力。以 F02 为例,单条断层的 SGR 分布图显示(图 4)，主要储集层段下白垩统(R4-R5)和上侏罗统(R5-R5-4)的 SGR 值均大于 20%，推测断层通过泥岩涂抹具较好的封堵能力；其它三条断层的 SGR 分布特征与 F02 类似。

4 结论

北黄海盆地东部坳陷 X 构造的断层封堵性分析结果表明：①四条控制断层在主要储集层段存在一定的砂岩并置区；②各断层在下白垩统和上侏罗统的 SGR 值均大于临界值，推测该构造的断层封堵性很好，若此处已存在油气聚集，则基本不会发生漏失。

参 考 文 献 / References

蔡乾忠. 2005. 横贯黄海的中朝造山带与北、南黄海成盆成烃关系. 石油与天然气地质, 26(2): 185~196.
 刘振湖, 高红芳, 胡小强, 白志琳, 陈玲. 2007. 北黄海盆地东部坳陷中生界含油气系统研究. 中国海上油气地质, 19(4): 229~233.

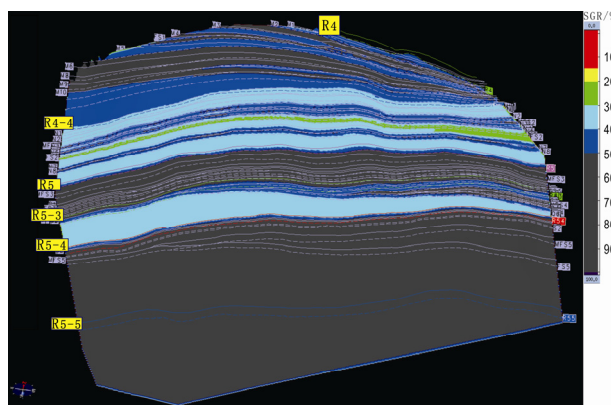


图 4 F02 断层面 SGR 分布图

Knipe R J. 1997. Juxtaposition and seal Diagrams to help analyze faults seals in hydrocarbon reservoirs. AAPG, 81(2): 187~195.
 Knott S D. 1993. Fault seal analysis in the North Sea. AAPG, 77(5): 778~792.
 Peter B, Graham Y, Helen J. 2003. Using Calibrated shale gouge ratio to estimate hydrocarbon column heights. AAPG, 87(3): 397~423.
 Smith D A. 1980. Sealing and nonsealing faults in Louisiana Gulf Coast salt basin. AAPG, 64(2): 145~172.
 Yielding G, Freeman B, Needham T. 1997. Quantitative fault seal prediction. AAPG, 81(6): 897~917.
 Yielding G, Bretan P, Freeman B. 2010. Fault seal calibration: a brief review. Reservoir Compartmentalization. Geological Society, London, Special Publications, 347, 243~255.