

渤海湾盆地秦皇岛探区两期应力场演化的 断裂响应特征

郭少婷, 童亨茂

中国石油大学(北京)油气资源与探测国家重点实验室, 北京, 102249

秦皇岛探区所在的渤海湾盆地油气资源极其丰富, 是一典型的裂陷盆地。秦皇岛探区面积 2380km², 位于渤海湾盆地东北部, 分为东西两部分, 其东部属于辽东湾拗陷西南部, 包括辽西凹陷南洼、辽西低凸起与辽中凹陷南部地区; 西部属于渤中拗陷北部, 包括秦南凹陷北部斜坡区、留守营凸起与姜各庄凸起。秦皇岛探区周边有 5 口探井, 其中 2 口井获得工业油气流, 1 口井有油气显示。该探区属于勘探新区, 可借鉴资料少; 另外, 已有的研究表明该周边地区油气分布复杂。本文在三维地震资料构造解析的基础上, 结合区域应力场演化的调研分析, 研究确定探区的断裂系统特征及其演化, 为后续勘探部署提供地质构造基础。

表 1 渤海湾盆地构造演化阶段表

地层			底界年龄 (Ma)	演化阶段	构造作用 及方向
系	组和段	地层代 号			
第四系		Q	2.0	拗陷	南北向伸展
新近系	明化镇组	N _{2m}	5.1		构造平静期
	馆陶组	N _{1g}	23.3		
古近系	东营组一段	E _{3d} ¹		裂陷	南北向伸展
	东营组二段	E _{3d} ²			构造平静期
	东营组三段	E _{3d} ³	36		
	沙河街组一段	E _{2s} ¹	38		北西-南东向伸展
	沙河街组二段	E _{2s} ²	40		
	沙河街组三段	E _{2s} ³	45.4		

童亨茂(2010, 2013)认为包括渤海湾盆地在内的中国东、南部盆地, 其新生代应力场演化经历了两期伸展的叠加: 以 40Ma 为界分为两个阶段,

40Ma 以前是 NW-SE 向伸展, 40Ma 以后是 S-N 向伸展, 并建立了渤海湾盆地地区的构造演化阶段表(表 1)。

三维地震资料细致的构造解析表明, 秦皇岛探区的断裂系统演化与中国东部盆地两期伸展的应力场演化模式是相匹配的: 秦皇岛探区 40Ma 以前为 NW-SE 向伸展, 40Ma 以后是 S-N 向伸展, 并受各自先存构造的影响。在两期伸展作用和先存构造影响下: 1) 第 1 期伸展作用时期, 在前新生界的先存构造影响下, 断裂系统如何形成和演化? 2) 第 2 伸展作用时期, 第 1 期伸展形成的断裂系统(作为先存构造)如何进一步控制和影响上部断裂系统的形成和发育? 上部断裂系统又如何影响下部断裂系统(包括断层的向下切割和链接)? 3) 该探区的主控断层——辽西 1、2 号及东南断裂在两期应力下如何演化发展? 本文旨在研究和解决上述科学问题。

前人裂陷盆地的断裂系统研究都采用经典的构造地质学理论—Anderson 断层模式(Anderson, 1905), 按照构造叠加的思想来解释断裂系统的复杂性。但由于前期断裂的形成(先存构造)使得地层已不再均一, 基于均匀介质的 Anderson 断层模式具有明显的局限性, 很多现象无法得到合理的解释。本文应用考虑先存构造的广义断层模式(童亨茂等, 2010; 2011)来研究分析秦皇岛探区两期伸展作用下断裂的响应特征, 即在先存构造条件下断裂系统的形成、演化以及叠加。广义断层模式是先存构造条件下的断层作用模式, 它把 Anderson 断层模式由均匀介质扩展到非均匀介质, 把 Anderson 应力状态扩展为任意应力状态, 可以很好地应用到

注: 本文为中国石油大学(北京)科研项目“秦皇岛探区构造样式及演化特征研究”的成果。

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

作者简介: 郭少婷, 女, 1992 年生, 硕士研究生, 地质学专业。Email: 571126343@qq.com。

裂陷盆地的断裂系统研究中。

系统的地震资料构造解析表明, 秦皇岛探区以沙二底界为界(约 38-40Ma)分为上下两套断裂系统。本文主要以 E_{2s^3} 底界(代表下部断裂系统, 图 1)与 E_{3d^2} 底界(代表上部断裂系统, 图 2)的断裂系统为例, 来阐述分析秦皇岛探区两期应力场演化过程中的断裂响应特征。

第一阶段(40Ma 前, 如 E_{2s^3} 期, 图 1), 盆地受到北西-南东向的伸展, 形成辽西 1 号断层(盆地的主控边界断层)、辽西 2 号断层, 以及其它次级断层。其中, 辽西 1 号断层北北东走向部分、辽西 2 号断层、以及等图 1 中其他红色的断层均为 E_{2s^3} 期形成的正断层; 辽西 1 号东西走向段等蓝色的断层为 E_{2s^3} 期的变换断层; 黑色与绿色的断层为 E_{3d} 期形成的正断层及变换断层向下切到 E_{2s^3} 底界反射层而形成。

第二阶段(40Ma 后, 如 E_{3d^2} 期, 图 2), 盆地受到南北向伸展, 其中辽西 1 号断层作为先存构造, 力学性质薄弱, 在新的应力状态作用下复活, 继续活动并作为边界控凹断层, 断层的位置保持不变, 但断层的性质发生了根本的变化。其北北东走向部

分发育成走滑断层, 其东西走向部分复活正断层, 而且较 E_{2s^3} 期在断层断距上明显增大; 辽西 2 号断层也作为先存构造, 原先的断层成为复活走滑断层, 并被错断为南北两段; 东南断层是在中生界先存构造的基础上在新应力状态下形成的走滑断层并形成了一系列东西走向的新生正断层; 图中部 E_{2s^3} 的变换断层转变为复活正断层, 并在断距上有所变大。 E_{3d^2} 期南北应力作用下产生了大量东西向的新生正断层。总之, 下部断裂系统中正断层都为北北东走向, 而上部断裂体系中, 新生正断层则均为东西走向。

参 考 文 献

童亨茂, 赵宝银, 曹喆等. 2013. 渤海湾盆地南堡凹陷断裂系统成因的构造解析. 地质学报, 87(11): 1647~1661.
童亨茂, 孟令箭, 蔡东升等. 2009. 裂陷盆地断层的形成和演化—目标砂箱模拟实验与认识. 地质学报, 83(6): 759~774.
童亨茂. 2010. “不协调伸展”作用下裂陷盆地断层的形成和演化模式. 地质通报, 29(11): 1606~1613.
童亨茂, 蔡东升, 吴永平等. 2011. 非均匀变形域中先存构造活动性的判断. 中国科学, 41(2): 158~168.

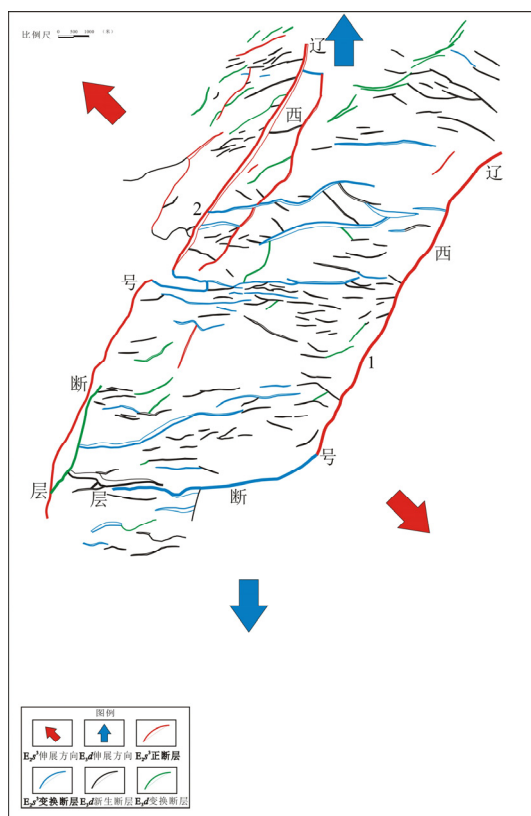


图 1 沙三段断裂系统及应力场演化分布图

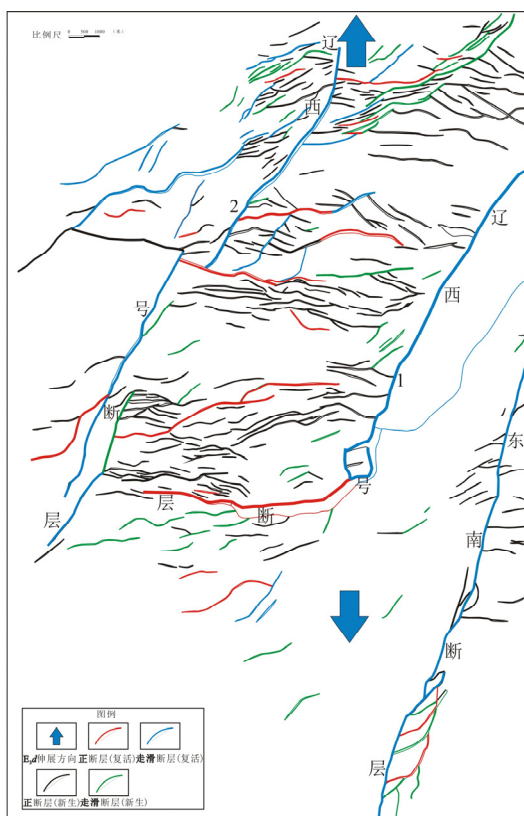


图 2 东二段断裂系统及应力场演化分布图