

The Structural Evolution and Its Characteristics of Sedimentary Response at the Fore Mountain Belt in South Margin of Junggar Basin

Chuanchun Song, Lin Chen, Yulei Qiao, Changling Cheng

Western Branch, Research Institute of Exploration & Development, Shengli Oilfield Company, Sinopec, Dongying Shandong
Email: songcc@126.com

Received: Oct. 8th, 2015; accepted: Oct. 22nd, 2015; published: Oct. 29th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Combined with the analysis of characteristics of regional geological structure, outcrop observation, regional seismic profile structure interpretation, drilling, logging and non-seismic data, the characteristics of structure evolution and its sedimentary response have been studied. The results show that the fore mountain belt at south margin of Junggar basin was an extensional depression at the Mesozoic, and was a strike-slip compressive depression at the Cenozoic, but do not have the characteristics of the typical foreland basin. Also it experienced times of development phases and the structure features formed later. The basin tectonic boundary is the complex of multiphase fracture combination, and the composite of fault and unconformity, which had the characteristics of split and three-dimensional fracture system. It could divide into four layer composite boundaries, which are interpreted as four sections of composite boundary structure type. At last the extrusion shrinkage in different geological periods and the total extrusion shrinkage in Middle Cenozoic were approximate and quantitative calculation at the southern margin of the basin fold belt by using the method of preparation of structural development section. The structural evolution characteristics effectively controlled the sedimentary of the basin.

Keywords

Junggar Basin, Structure Evolution, Sedimentary Response

淮南山前带构造演化与沉积响应特征

宋传春, 陈林, 乔玉雷, 程长领

中石化胜利油田勘探开发研究院西部分院, 山东 东营

Email: songcc@126.com

收稿日期: 2015年10月8日; 录用日期: 2015年10月22日; 发布日期: 2015年10月29日

摘要

通过区域地质构造特征分析、野外露头观察、区域地震大剖面构造解释、钻测和非震资料的综合研究, 认为南缘山前带中生代为伸展拗陷、新生代为走滑压扭拗陷, 不具备典型前陆盆地的特征。南缘构造发育期次多, 构造形态定型晚, 盆缘构造边界为多期断裂组合、断层与不整合联接的复合体, 具有拼合、立体断裂体系特征, 综合划分为4层复合边界结构, 解释为4段式复合边界结构类型。利用编制构造发育剖面的方法近似定量的估算了盆地南缘褶皱带在不同地质时期的挤压收缩量以及中新世代总的挤压收缩量, 构造演化特征对沉积盆地具有明显的沉积控制作用。

关键词

准噶尔盆地, 构造演化, 沉积响应

1. 引言

准噶尔盆地南缘构造带受南缘边界断裂控制(图 1), 经历多期构造运动破坏和改造, 受多次挤压、多期叠合, 边界断裂规模大, 断裂错断复杂, 其形成演化对构造特征、沉积体系的影响较大, 长期以来一直是关注的热点和研究的难点。

对准噶尔盆地南缘争论的焦点主要在于构造演化阶段及盆地类型的划分, 尤其新生代是否存在前陆盆地认识不一[1]-[3]。不同学者从区域构造特征分析、野外剖面观察、地震地质解释及磷灰石裂变径迹测年[4]-[8]等不同侧面, 分析了盆地的形成机制、盆地演化及盆地性质、盆山耦合和边缘褶皱带的形态特征, 为南缘断裂的综合分析评价奠定了基础。但分析方法、研究侧重点不同, 造成整体研究程度较低, 尤其是利用构造发育剖面的方法近似定量估算盆地周缘褶皱带在不同地质时期形变量的研究比较薄弱。而准噶尔盆地的挤压、推覆、复合叠加的程度在不同地质时期变化很大, 进而形成不同的盆地类型, 造成了沉积类型的差异, 淮南山前带最终叠加形成复合边界体系。因此对盆地南缘褶皱带构造形变特征进行分析研究具有重要的勘探实践和理论指导意义。

2. 南缘山前带构造特征

2.1. 三分基本特征

南缘山前带在平、剖面上三分特征明显。平面上在东西方向上以红车、乌鲁木齐断裂为界划分为西、中、东 3 段, 自西而东, 山前带出露的地层从 E-N 到 J, 由新变老; 在南北方向上以东西向发育的长条形挤压背斜带组合特征为依据划分为第一、第二和第三 3 排构造(图 1), 其形成时间皆在喜山期, 但由早

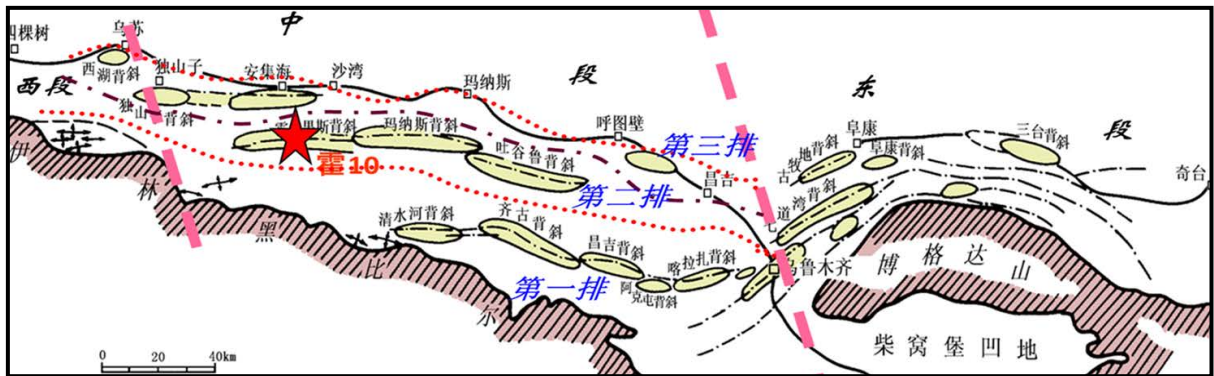


Figure 1. The regional tectonic position chart at the fore mountain belt of south margin in Junggar basin
图 1. 准噶尔盆地南缘区域构造位置图

变晚；而在剖面上根据构造及其演化特征划分为 C-P 下层、Mz 中层和 Kz 上层 3 个构造层，其形成时间也是由老到新，反映了山前构造带在发育过程中的幕式挤压走滑的构造形迹。

2.2. 重力剩余异常趋势面分析

根据从古生代、中生代到新生代不同时代地层的密度差值与重力剩余异常反演过程中迭代次数所对应的地层密度差的分析对比，可以确定重力剩余异常所对应的地质时代。再利用重力剩余异常高异常的展布方向可以大致确定构造主挤压力的方向。计算表明， $J_1 \sim J_3$ 末主挤压力方向为北东南西向，K 末为近东西向，R 末为南偏西方向。总体看构造挤压力主要方向具有顺时针旋转的特征，由此产生压扭构造背景。当南缘山前带压扭不平衡时可产伴随走滑，断层调节，从而边界主断裂产生分段错断现象。

2.3. Mz 盆地性质

对于 Mz 盆地的性质，很多学者从盆地沉积特征、演化过程及现有的一些野外露头剖面、钻井及地震等资料中发现大量准噶尔盆地南缘中生代至新生代在很长一段时间内都处于拉张伸展环境的证据，如李权忠等(1998)通过野外调查发现准噶尔盆地南缘的托斯台断褶区地表保留有中生代的大型兼具挤压特征的正断层，显示了托斯台断裂具多期活动的特征，早期中生代处于引张动力学环境，晚期(喜山晚期)才转变为近南北向的挤压环境，导致断裂后期发生反转。陈发景等(2006)根据钻井资料发现托 1 井在南妥斯泰背斜核部钻揭的中生界远比薄与南北两翼，证明了中生界沉积时该区处于一种拉张伸展环境，并通过大量二维地震剖面发现中生代地层沉积是伴随在一种伸展背景下的基底堑垒式构造格架的基础上进行的。

本次通过综合建立野外沉积序列，分析不整合 - 沉积旋回也证实了拉张伸展环境这一观点。即正旋回沉积物不整合地超覆在前一反旋回地层之上，沉积范围逐步扩大，直到最大湖进期。这种超覆不整合一般位于伸展断陷、弱伸展或稳定大陆拗陷的边缘。相反，反旋回地层以退覆递进式削截不整合为特征，沉积范围逐步缩小，直到湖水完全从盆地退出和最后完全反转，遭受削截。反旋回沉积期间盆地的形成受到缩短和挠曲作用的控制。根据中生界地层充填序列的沉积旋回显示，早 - 中侏罗世八道湾组、三工河组和西山窑组构成正旋回，从中侏罗世晚期头屯河组开始进入反旋回，到晚侏罗世晚期喀拉扎组为较典型的磨拉石堆积(图 2)。

2.4. Kz 盆地性质

对于 Kz 盆地的性质，前人做过大量研究，主要是在前陆、类前陆、陆内前陆和挤压盆地之争。但从

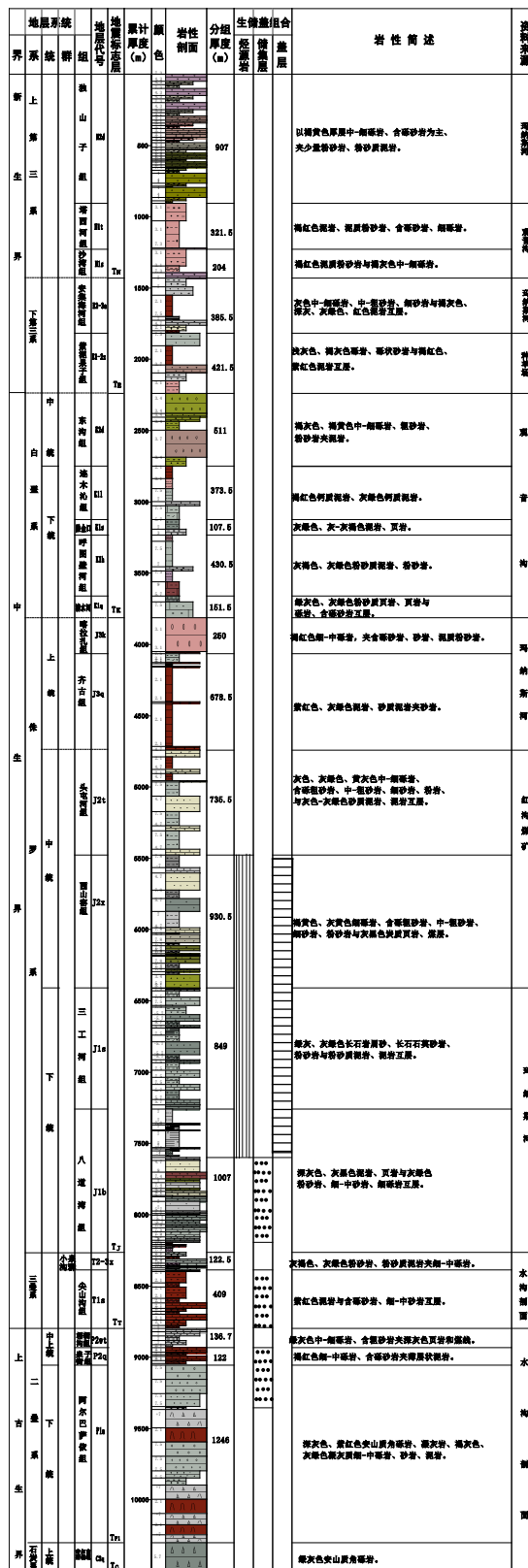


Figure 2. The stratigraphic column of at the fore mountain belt of south margin in Junggar basin
 图 2. 准噶尔盆地南缘地层综合柱状图

国外经典前陆盆地特征分析,前陆盆地通常定义为发育在线性收缩造山带和稳定克拉通之间的狭长槽地,从构造系统上发育楔冲带、前渊带、前隆带和隆后带系统,而淮南山前带在 Kz 沉积期为南倾的大单一斜坡背景,缺少前隆和隆后带。从沉积特征上分析,经典前陆盆地在山前带一侧发育复理石和磨拉石,在盆地中心一侧发育被动陆缘碳酸盐岩等,而淮南山前带 Kz 沉积了一套冲积砂砾岩粗相砂泥岩沉积(图 2),主要为冲积扇、扇三角洲等。从外部形态上也明显不同,经典前陆为蝶状,而淮南山前带为楔状,综合分析认为淮南山前带不具备典型前陆盆地特征,而为压扭走滑背景下的山前拗陷。

3. 南缘山前带复合边界结构

3.1. 盆地边界的形成

准噶尔盆地经历多次伸展沉积、挤压收缩的构造旋回,自下而上盆地周缘边界平面上呈逐构造层变小的“缩边”形态,而盆地单一边界呈不同期次“缩边”组合的边界断裂结构特征,是盆地幕式挤压构造活动的结果[5]。通过编制构造发育剖面分析计算,发现中生代以来准噶尔盆地周边断裂主要有侏罗纪前、白垩纪前和新近纪前 3 个主活动期(图 3),分段、分期挤压,不同期压缩量不同,总体上南缘挤压强度明显大于东、西方向,尤其是自第三纪喜马拉雅运动以来,地层发生强烈的逆冲,不同期的地层在纵向上交替叠加,仅南缘东段-博格达-柴窝堡地区的地壳缩短总量为 56~75 km,缩短率为 38%~41%,具西部大、东部小的变化规律(陈发景等, 2005),南缘一侧受挤压推覆逆冲, C-P 向北推覆距离最大可达 40~50 Km,如加上南缘断褶带的推覆,压缩量会更大。

3.2. 南缘山前带复合边界结构特征

盆地南缘构造最为复杂,受西伯利亚板块和塔里木板块南北向挤压,形成“东西分段、南北分带、上下分层”的构造特征[9]。可分为东段阜康断裂带、中段山前冲断带和西段四棵树凹陷 3 个构造单元(图 1),三段的形变时期及断裂结构样式不同,向东俯冲减弱,平面上主断裂由三段错断拼接,自西而东冲断出露地层由新变老,并且中段受力最强,变形最严重。

盆地南缘主断裂活动期最晚,主要在新近纪前和白垩纪前,在盆地南缘边界断裂附近可以划出 4 部

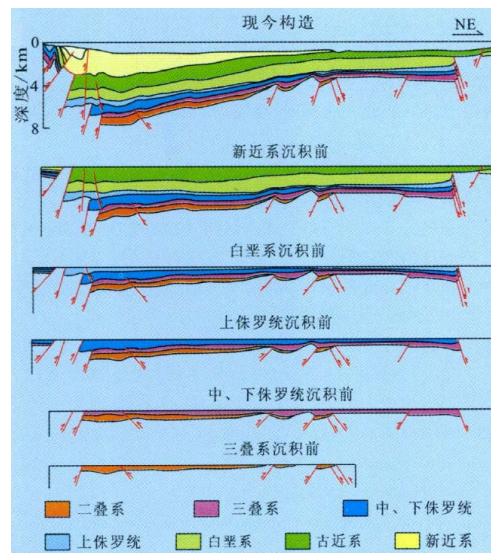


Figure 3. The North South tectonic development section of Junggar basin

图 3. 准噶尔盆地南北向构造发育剖面示意

分, ① 底部石炭 - 二叠系向下俯冲; ② 下部三叠系不整合; ③ 上部石炭系逆掩; ④ 顶部中新界断超, 构成了石炭系和二叠系俯冲 - 三叠系不整合 - 石炭系逆掩 - 中生界冲断的盆地南缘复合边界结构。

3.3. 南缘山前带变形特征

淮南山前带的主要发育期和活动规律可以通过区域构造演化剖面 and 不同褶皱时间地层的超剥、断冲关系分析来确定。

从地层超、剥关系分析, 西缘 T 前冲断, J、K 和 N 依次上超于 J 前不同层位之上, 东缘 K 前冲断, K 和 N 上超于 J-C 褶皱之上, 而南缘 N 冲断, Q 上超其上, 也表明了周缘三边主要活动期具有顺时针的特征

分析表明, 盆地周缘三边的主要形成时间除具有顺时针旋转特征外, 盆地东、西、南边缘的活动性也具有交替变化的特征, 即在相对方向上, 两端的主、次挤压变形不是同期的, 当一侧挤压力增大时, 别一侧则相对减小。如西缘在 T 强烈, J 稳定, K-E 活动, 东缘则 J 活动剧烈, T、K-E 稳定, 而南缘主要是 N 为主要活动期, J 相对比较稳定。

从形变量分析, 南缘的形变量最大, 西北缘次之, 而东缘形变量相对较小, 表明主应力方向以近南北方向为主, 造成了南缘挤压、逆冲构造发育, 并伴随深大边界断裂的形成[6]。

4. 构造演化控制盆地沉积

4.1. 构造演化特征

准噶尔盆地受西北缘、东北缘和南缘褶皱带挟持, 具有多期构造挤压、多期构造旋回、多期沉积发展演化和多期盆地复合叠加的复杂演变特征[9] [10]。但不同盆地边缘的形变特征受不同期构造运动的控制, 不同构造幕所发生的形变强度、产生的构造形迹也不一样。据此可将准噶尔盆地中、新生代构造演化期次划分为三期 9 幕, 自下而上依次为印支期 2 幕, 燕山期 4 幕和喜山运动 3 幕。其中影响最大的有 5 幕, 并形成区域性不整合面。

综合分析认为, Mz 为伸展拗陷构造演化阶段, Kz 为具有走滑背景的压扭拗陷构造演化阶段(图 3)。构造演化控制盆地沉积, 并且 Mz、Kz 的地质构造背景与沉积类型不一样。

4.2. Mz 压扭背景下的伸展拗陷湖盆沉积

Mz 具有幕式逆冲挤压条件下伸展拗陷的沉积特征。随构造幕的变化, 当一个构造旋回结束后、下一个构造旋回开始时, 盆地呈拗陷形态, 沉积呈伸展超覆特征。

T 末印支 II 幕发生中生代以来第一次强烈的构造挤压运动, 盆地区域性抬升并遭受剥蚀, 形成中生代以来盆地第一个大的区域性的不整合面。

J₁₋₂ 沉积期, 湖盆呈拗陷伸展沉积, 四周物源注入(图 4), 在邻近的西缘、东缘同期底超顶剥特征明显。J₃ 沉积期后, 遭受 J 末燕山 II 幕是 Mz 第二次强烈的挤压, 南缘博格达隆升成山, 中部形成隆起, 造成了 J、K 区域性角度不整合, 在准中地区车 - 莫构造顶部形成 J_{2x}-J_{3q} (175~145.6) 近 30 Ma 的地层剥蚀。

K 沉积期, 四周物源注入, 三角洲砂体发育, K₂ 燕山 IV 幕盆地基底开始发生南降北升的区域性掀斜作用, 盆地基底初次掀斜, 但四周物源注入, 但南缘物源充足, 形成了第一个区域性的东沟组楔状体。

4.3. Kz 压扭走滑背景下的山前拗陷陆相冲积体

综合边界断层的分段交叉、沉积厚度的东西转移及应力场偏转, 南缘 Kz 具压扭走滑背景。古近纪应力测量表明应力场偏转 10°~20°与 80°~90°形成共轭走滑构造。

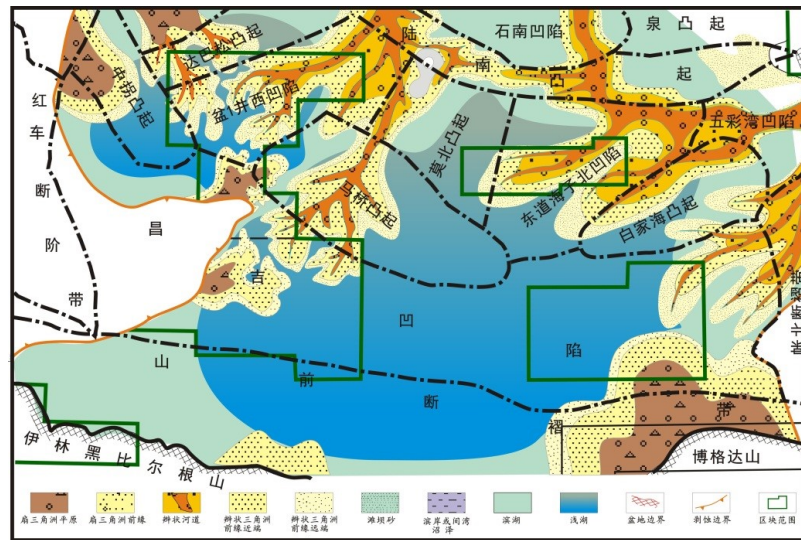


Figure 4. The extensional depression sedimentary map under the condition of episodic reverse-compression at middle and lower Jurassic
图 4. 幕式逆冲挤压条件下 J1-2 伸展拗陷沉积图

Ez 发育山前砂砾岩体和红色膏泥岩沉积(图 2), 地层厚度中心位于大断层北侧。E 末喜山 II 幕, 南北向挤压活动最强烈的时期, 天山隆升成高山, 盆地基底向南大幅度倾斜, 形成楔状体。

N 沉积期形成山前砂砾岩粗相冲积体, 与 E 比, 厚度中心向西南偏移。N 末喜山 III 幕, 形成山前陆相粗相楔状体, 是盆地南缘主要构造的形成定型期。

4.4. 控制沉积特征、盆地收缩变小

在压扭沉积背景下, 盆地边界自下而上不均衡收缩变小, 自盆地边缘向中心方向, 后期沉积物常常叠置于前期沉积地层之上, 因而在盆地边部粗相带常具有反旋回特征。在强烈挤压期, 下部沉积地层往往为晚期沉积提供物源, 从而形成沉积物的再分配。

4.5. 控制沉积旋回、形成层序界面

当挤压作用达到最强时, 盆地基底抬升出露水面, 遭受剥蚀, 形成区域不整合面, 如 J/T、K/J 之间都是区域性不整合面, 控制一套大的沉积旋回。也是大的层序界面。

大型叠合盆地边界断裂的复合结构样式、时空配置关系对山前带盆地边界的改造和对沉积作用的影响将是下步研究的方向。

5. 结论

- (1) 南缘山前带 Mz-Kz 具有压扭走滑构造背景, 发育多段、多层、多期复合边界结构, 形成复杂的边界体系。
- (2) 南缘山前带具有幕式构造演化特征, 原始盆地边界压缩量 40~50 Km, 构造定型期晚。
- (3) 南缘山前带 Mz 为伸展拗陷沉积, Kz 发育压扭走滑的山前粗相砂砾岩体, 不具备典型的前陆盆地特征。
- (4) 大型叠合盆地边界断裂的复合结构样式、时空配置关系对山前带沉积作用的影响和对盆地边界的改造将是下步研究的方向。

基金项目

国家科技重大专项(2008ZX05002002)。

参考文献 (References)

- [1] 陈新, 卢华复, 舒良树, 等 (2002) 准噶尔盆地构造演化分析新进展. *高校地质学报*, **3**, 257-266.
- [2] 康玉柱 (2003) 准噶尔盆地天山山前油气前景展望. *新疆地质*, **2**, 163-166.
- [3] 吴孔友, 查明, 王绪龙, 等 (2005) 准噶尔盆地构造演化与动力学背景再认识. *地球学报*, **3**, 217-222.
- [4] 王京彬, 徐新 (2006) 新疆北部后碰撞构造演化与成矿. *地质学报*, **1**, 23-31.
- [5] 谭明友, 张云银, 宋传春, 等 (2004) 准噶尔盆地油气幕式成藏规律探讨. *油气勘探与开发*, **1**, 28-31.
- [6] 宋传春 (2012) 准噶尔盆地周缘褶皱带形变特征. *油气地质与采收率*, **3**, 4 p.
- [7] 何登发, 石昕, 尹成, 等 (2004) 前陆冲断带构造分段特征——以准噶尔盆地西北缘断裂构造带为例. *地学前缘*, **3**, 91-101.
- [8] 陈涛, 魏东涛, 杨海, 等 (2006) 淮南前陆冲断带构造特征及其对油气成藏的影响. *天然气地质科学*, **5**, 711-718.
- [9] 张功成, 陈新发 (1999) 准噶尔盆地结构构造与油气田分布. *石油学报*, **1**, 13-18.
- [10] 曲国胜, 马宗晋, 张宁, 等 (2008) 准噶尔盆地及周缘断裂构造特征. *新疆石油地质*, **3**, 290-295.