

准噶尔盆地南缘独山子—安集海地区构造变换特征

程光锁^{1,2}, 汪新文², 贺金胜², 朱世娇², 吕 嵘²

(1. 山东地质科学实验研究院, 济南 250013,

2. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083)

摘 要: 挤压地区的构造变换可定义为挤压构造变形中区域上保持缩短量守恒或者有规律的变化而产生的调节构造, 应该对褶皱—逆冲断层带作为一个整体来考虑构造活动的变化。它又可以分为纵向和横向传递带两类, 褶皱冲断带中分段构造的产生是通过走滑断层形式的横向传递带来完成的。独山子—安集海地区主要是通过铲状等逆冲断层主控的断展褶皱、冲起构造、构造楔入体形成南翼缓北翼陡的背斜。造成该区变形分区的主要原因主要有沉积层厚度的变化、造山带作用程度和作用方式、滑脱层的展布层位。

关键词: 构造变换; 传递带; 褶皱—逆冲断层带; 滑脱层

中图分类号: P542; P618. 130. 2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2006)04-0277-05

1 简介

构造变换(Tectonic transfer)的概念来源于对褶皱—逆冲断层带横剖面平衡的考虑, 是由 Dahlstrom 等^[1-3]在研究挤压变形中褶皱冲断带的几何形态时首次提出的。在垂直于褶皱—逆冲断层带的一系列相互平行的剖面上, 各断层和褶皱的缩短量(构造变形量总和)同一层面的位移总和应该相等或渐变, 但单一断层的位移量沿走向可以发生变化, 一条断层位移的减少应在其相邻断层上反映为位移的相应增加, 即位移从一条断层转换到与之相邻的另一条断层之上, 由此保持褶皱—逆冲断层缩短量沿走向近似均一(Dahlstrom, 1970; House 和 Gray, 1982; Sanderson 和 Spratt, 1982)。自 20 世纪 90 年代初, 中国石油地质学家^[4-6]采用上述传递带或调节带的概念研究渤海湾和松辽盆地伸展断陷盆地。由于 Transfer 这个词有传递、转换、变换等含义, 在中国不同的学者就有转换带、变换带、传递带或变换构造等不同的名词对应, 由于构造变换(Tectonic transfer)的中心含义应该是对褶皱—逆冲断层带作

为一个整体的构造活动(应力)对地层和基底(对象)的作用来考虑构造活动保持缩短量守恒或者有规律的变化而产生的调节构造。因此陈发景(2004)^[4]建议统一采用传递带, 再划分为纵向、斜向和横向传递带的观点值得赞同。

纵向传递带的转换方式一般为褶皱—逆冲断层带的缩短量或总位移沿走向保持近于均一或渐变。包括两种情况: 雁列状逆冲断层间的变换, 在断层叠覆带内往往形成复杂的纵向变换构造; 逆冲断层在其末端变换为断层上盘褶皱、复杂褶皱或分支断层。

横向传递带的转换方式一般将平行于构造迁移方向的构造带分割成不同的区段, 各区段之间变形样式和变形程度差异较大, 而区内则相对均一。不同地区、不同型式的褶皱冲断带被具走滑性质的横向传递带分隔开, 形成纵向分带、横向分块的构造格局。对其也可以称之为区域分段构造。

独山子、哈拉安德和安集海背斜位于准噶尔盆地南缘乌鲁木齐北西约 140 km 奎屯县至沙湾县一带, 构成准噶尔盆地南缘构造的第 3 排构造, 走向约 90°, 总长约 80 km, 呈右列式。其中独山子背斜地表核部出露的最老地层为中新统和上新统, 哈拉安

德背斜地表核部出露的最老地层为上更新统, 安集海背斜地表核部出露的最老地层为中新统和上新统。总体上背斜南翼缓、北翼陡, 主控断层大都发育在背斜的北翼。其中主控断层在北翼并不直接相连, 大体呈右列式, 而且在独山子背斜- 哈拉安德背斜中间和哈拉安德背斜- 安集海背斜有近 160° 方向的断层相间。在此地区不仅存在着纵向构造传递带而且存在横向- 斜向构造传递带; 从本次中部 3 区块的地震测线地质解释工作中证实了纵向传递带和横向- 斜向传递带的存在(图 1)。



图 1 准噶尔盆地南缘区域构造纲要图

Fig. 1 The regional tectonic sketch map of southern marginal area of Zunger basin

中部 3 区块地震测线范围主要包括的构造有独山子背斜、哈拉安德背斜、安集海背斜、西湖背斜、奎屯背斜、奎屯南背斜、沙湾东背斜、玛纳斯东背斜, 以及玛纳斯背斜和吐鲁番背斜的北翼(图 1)。通过对中部 3 区块地震测线的详细解释, 综合地面资料, 并结合该区最新研究成果, 本文重点对独山子、哈拉安德和安集海背斜之间的构造样式和构造变换加以分析。

2 纵向传递带

2.1 独山子- 哈拉安德- 安集海滑脱型褶皱- 逆冲断层纵向传递带

(1) 独山子褶皱- 逆冲断层带的构造变换特征。独山子主控逆冲断层发育在背斜的北翼, 在 Z02-Z-318. 22 测线主控逆冲断层倾向 S, 倾角上陡下缓, 呈铲状, 下部在 E-K 界面滑脱, 在上盘发育断展褶皱 (Fault propagation fold) 地表响应为独山子背斜, 褶皱轴向约 100°。向北发育前展式叠瓦状 2 条断层,

下盘地层依次逆冲, 幅度减少, 在北部滑脱层位于 K-J 界面, 控制奎屯南背斜的 2 条断层被白垩系覆盖, 侏罗系呈楔状逆冲, 地表响应为奎屯南背斜。独山子背斜的主控逆冲断层断距总体上自西向东减弱, 前展式叠瓦状 2 条断层消失, 控制奎屯南背斜的 2 条断层断距减少, 奎屯南背斜变缓。向东经过 2 条 NNW 向的横向- 斜向断层调节带, 主逆断层以发育分支断层和深部隐伏断层的形式过渡为哈拉安德褶皱- 逆冲断层带(图 2)。

(2) 哈拉安德褶皱- 逆冲断层带的构造变换特征。哈拉安德主控逆冲断层发育在背斜的南翼, 在 Z02-Z 326. 22 测线主控逆冲断层倾向 N, 倾角上陡下缓, 整体呈座椅状逆断层, 下部在 E-K 界面滑脱, 主控逆冲断层北部形成反向逆冲断层, 构成 Y 字型冲起构造 (pop up anticline), 形成哈拉安德背斜, 褶皱轴向约 90°, 轴向开始呈现右列。下部奎屯南背斜及其控背断层继续变缓。在哈拉安德背斜中部冲起构造的下滑脱层转移到 N-E 界面, 哈拉安德背斜变缓, 下盘发育的反向 (S 倾) 冲断层和上盘的冲断层构成上部冲起构造下部逆冲构造楔。在 Z02-Z-338. 22 测线冲起断层的消失, 冲起构造转换为断展褶皱, 背斜幅度继续变缓, 相对应下部逆冲构造楔活动增强; 并且构造楔的下部侏罗系产生反冲雁列式 3 条断层, 形成弱隐伏冲起构造, 弱隐伏冲起构造存在于 Z02-Z 338. 22 测线及以东东西长 4 km 的范围内。哈拉安德背斜北部奎屯南背斜趋于消失, 哈拉安德背斜的东端总体上仍然是上部断展背斜下部逆冲构造楔的格局, 只是弱隐伏冲起构造消失; 和东部的安集海背斜之间的横向- 斜向调节带为隐伏的 NNW 向红车断裂带(图 2)。

(3) 安集海褶皱- 逆冲断层带的构造变换特征。

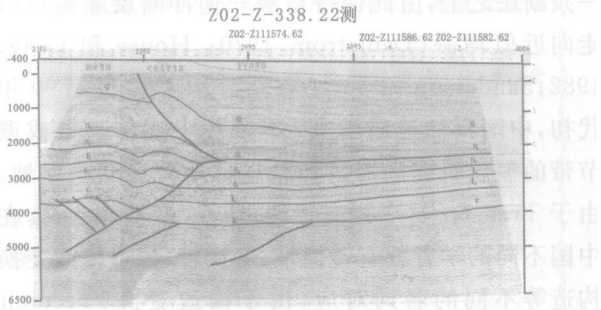


图 2 Z02-Z 338. 22 测线地震剖面地质解释图

Fig. 2 Geological interpretation map of seismic section along line Z02-Z 338. 22

安集海背斜主控逆冲断层发育在背斜的北翼, 在安集海背斜的西部主控逆冲断层倾向 S, 倾角上陡下缓, 整体呈铲状, 在主导逆冲断层北侧发育前展式次级断层; 南侧发育反向对冲逆断层, 构成 Y 字型冲起构造, 形成安集海背斜。下部在 J-K 界面滑脱不明显, 北部白垩系覆盖的隐伏断层仍然存在, 是一条连续性的断层并形成深部叠瓦状逆冲断层堆叠(或双重)构造。在 Z02-Z-350.22 测线主控逆冲断层南侧次级断层转换为沿 N₁-N₂ 界面滑脱的逆冲断层, 构成倒向前陆的三角带; 其他格局不变。在 Z02-Z-350.22 测线以东主控逆冲断层北侧次级断层恢复切割 N₁-N₂ 界面; 南侧霍尔果斯背斜的加速隆起, 和主控逆冲断层一起构成大型背冲型冲凹构造(Pop down)内叠加小型冲起构造; 然后处于安集海背斜及主控逆冲断层减弱和过渡阶段。在 Z02-Z-370.22 测线安集海背斜原主控逆冲断层减弱发展为次级对冲逆断层; 南侧反向对冲逆断层发展为主控逆冲断层, 并沿白垩系塑性泥岩层滑脱(图 3)。而安集海背斜东部倾向 N 的主控逆冲断层发育后展式次级断层, Z02-Z-370.22 测线的倾向 S 的对冲逆冲断层消失, 在北侧上盘发育成断展褶皱, 继续沿白垩系塑性泥岩层滑脱。深部与主控安集海背斜的逆冲断层相连的反向(倾向 S)逆冲断层继续存在叠瓦状逆冲断层堆叠(或双重)构造; 并和上部的逆冲断层(倾向 N)形成构造楔。继续向东安集海背斜的主控逆冲断层(倾向 N)消失, 安集海背斜逐渐倾没。

综上所述, 独山子背斜为倾向 S 的铲式逆冲断层控制的断展褶皱; 背斜轴线 NEE 向, 其滑脱面发育在 K-E 界面, 下部滑脱面在 K-J 界面, 形成楔入

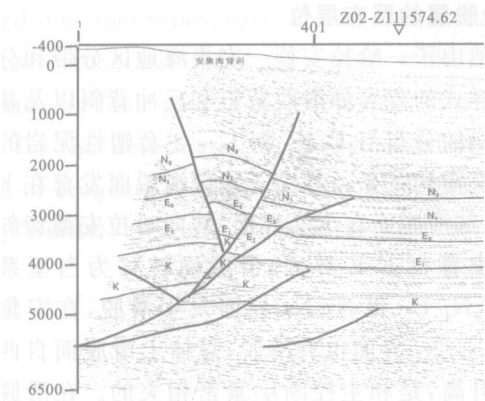


图 3 Z02-Z-350.22 测线地震剖面地质解释图

Fig. 3 Geological interpretation map of seismic section along line Z02-Z-350.22

体。经过 NNW 向的左行走滑断层调节带, 主断层在传递带发育走向 NW 的分支断层, 估计是深部隐伏断层的地表响应, 转变为哈拉安德背斜, 背斜轴线近 EW 向, 东端偏南, 是倾向 N 的主控逆冲断层发育冲起构造形成的背斜, 主滑脱面发育在 K-E 界面, 自西向东冲起构造转变为断展构造, 断层下盘的楔入体发育为三角带构造。在倾向 W 的近 SN 向的左行红车断裂带调节带转换为安集海背斜。安集海背斜较为复杂, 整体背斜轴线为 EW 向的 S 型, 西段为倾向 S 的主控逆冲断层在上盘发育反向逆冲断层形成冲起背斜, 主滑脱面在侏罗系内部, 中间冲起构造的两条断层此长彼消, 反向断层发展为主控断层, 滑脱面转移为白垩系内部, 然后倾向 S 的逆冲断层消失, 背斜形态发展为断展褶皱, 在冲起构造主逆冲断层转变的位置, 地表地势高差减少, 水系利用此传递带相对较低的地形作为通道, 安集海河即经过此处。安集海背斜东段冲起构造转换断展褶皱的位置, 地表响应为两条 NE 向的小走滑断层(图 4)。

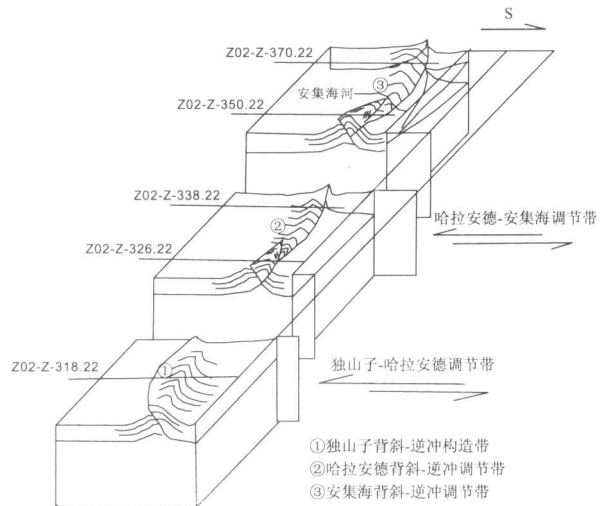


图 4 独山子—哈拉安德—安集海构造模式图

Fig. 4 Tectonic model of Dushanzi-Halaande-Anjihai area

2.2 西湖—奎屯滑脱型褶皱—逆冲断层

西湖背斜, 奎屯南背斜属准噶尔盆地南缘构造的第 4 排构造。但它们的构造样式和独山子—安集海背斜第 3 排大不相同, 虽然深层地震资料品质局部比较差, 但仍然可以看出它们之间的区别。西湖背斜, 奎屯南背斜都是被白垩系覆盖之下的铲状逆冲断层控制的上盘断展背斜, 背斜幅度由深部到地表逐渐变缓, 主控逆冲断层在白垩系下构成简单叠瓦状堆叠(或称双重)构造(simple imbricate stack

or duplex), 侏罗系依次逆冲, 主控逆冲断层连续都是倾向 S, 倾角上陡下缓, 呈铲状。

3 横向传递带

独山子—安集海地区发育规模不一的两处横向—斜向构造带, 它们具有横向传递带的构造特征并使该区构造变形具东西分区的特点。

(1) 独山子—哈拉安德横向传递带。通过对 EW 向的测线解释, 结合地表构造形态, 独山子背斜—哈拉安德背斜之间, 发育倾向 W 的隐伏走滑断层, 未切穿白垩系, 断层下盘侏罗系基本未变形; 断层与区域构造呈高角度斜交, 属基底卷入性断裂; 在地表独山子背斜北翼断层东端转向南, 哈拉安德背斜北翼断层西端发育雁列式断裂, 指示断层具有左行性质, 地表褶皱为盖层滑脱型背斜。

(2) 哈拉安德—安集海横向传递带。通过对以上 EW 向测线的认识, 在哈拉安德背斜—安集海背斜之间红车隐伏断层为 2 条, 相互平行、性质相同穿过此处, 被侏罗系覆盖, 侏罗系在此处轻微隆起, 倾向 W, 断层倾角较陡, 总体规模大、切割深, 兼具走向滑移和逆冲滑移分量, 为斜向扭动断层, 与 EW 向区域构造斜交, 夹角约 70° , 地表哈拉安德背斜北翼断层东端偏向南, 安集海德背斜北翼断层西端偏向北, 二者的北翼主控断层倾向相反, 指示断层具有左行性质(图 4)。

4 纵向分带、横向分块的控制因素

由于上述横向构造调节带的发育, 独山子—哈拉安德—安集海地区划分为 3 个变形区, 不同区的变形有明显的差异。自南向北为独山子—哈拉安德—安集海滑脱型褶皱—逆冲断层, 西湖—奎屯南盖层滑脱型褶皱、沙湾东—玛纳斯东沉降迁移型褶皱。造成该区变形分区的主要控制因素如下。

4.1 沉积层厚度的变化

独山子背斜、哈拉安德背斜、安集海背斜在地表并不连续, 之间地形和地层都有起伏, 而且在露头主控断层空间分布有一定的位移, 地震资料上在 3 个背斜的中间地层厚度都较背斜之间大。深部可以看出自二叠纪以来, 沉降中心一直在东西往复式迁移, 造成地层厚度存在差异。据 Calassou 等(1993)模

拟实验结果显示, 如果滑脱程度、后推负荷边界形态等其他条件一致, 沉积厚度发生较明显变化的地方容易导致横向断层的发育, 并使沉积层较厚处向前陆推进、突出。因此在独山子背斜、哈拉安德背斜、安集海背斜之间的地层较薄, 容易形成横向断层。

4.2 造山作用程度和作用方式

引起准噶尔盆地南缘变形的主要构造运动——喜马拉雅中晚期运动使北天山复活, 发生 SN 向的挤压和逆冲, 使基底隐伏逆冲断层复活, 产生逆冲推覆构造和滑脱型褶皱—冲断带, 在独山子—哈拉安德—安集海地区通过深部滑脱面传递到上部, 并发生较强烈的变形和共轭剪切, 产生 NNW 向走滑断层(图 5)。

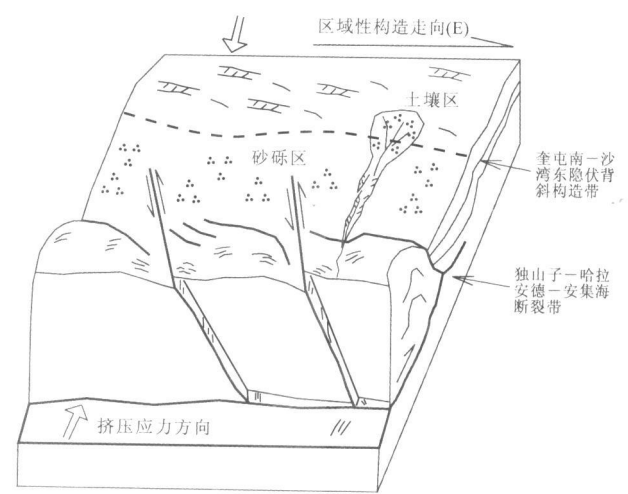


图 5 准噶尔盆地南缘区域应力示意图
Fig. 5 Regional stress sketch of the southern marginal area of Zungar basin

4.3 滑脱层的展布层位

在独山子—哈拉安德—安集海地区分带和分段中构造样式的差异如滑脱背斜和反冲背斜以及基底卷入背斜的分布与 E、K₁ 和 J₁₋₂ 3 套塑性泥岩的发育程度有密切关系。独山子地区滑脱面发育在 K-E 界面, 下部滑脱面在 K-J 界面, 转向哈拉安德背斜主滑脱面发育在 K-E 界面, 滑脱面转移为白垩系内部, 并在 N₁-E₂ 和 N₂-N₁ 界面发生滑脱, 在安集海背斜内 N₂-N₁ 界面也有滑脱; 总体上滑脱面自西向东层位升高, 是和主控断层紧密相关的。在滑脱面转变之处发育横向—斜向(红车断裂和独山子—哈拉安德之间 NNW 向的走滑断层)调节带。滑脱面的发育程度和分布范围直接控制了变形程度沿走向的变化。

5 结语

挤压地区的构造变换是在区域性的挤压变形中因沉积相的差异、岩性能干性的不同(夹有软弱层),在相同的构造活动下造成褶皱—逆冲断层带分区、分带、分段;纵向上构造带为雁列式排列的独山子—哈拉安德—安集海滑脱型褶皱—逆冲断层带和西湖—奎屯滑脱型褶皱—逆冲断层带。横向上构造带性质的差异:独山子、哈拉安德、安集海褶皱—逆冲断层带依次被 NW 向的断层错断分成 3 段,而且独山子、安集海背斜主控逆冲断层倾向 S,中间哈拉安德背斜逆冲断层倾向 N;独山子背斜构造样式为断展褶皱,哈拉安德、安集海背斜构造样式为 Y 字型冲起构造。

参考文献:

- [1] Dahlstrom C D A. Structural geology in the eastern margin of the Canadian Rocky mountains[J]. Bull of Canadian petroleum Geology, 1970, 187: 332-406.
- [2] House W M, Gray G R. Displacement, Transfer at Thrust Termination in Southern Appalachians-Saltville thrust as Example[J]. A. A. P. G., 1982, 66(7): 201-206.
- [3] Sanderson D A, Spratt D A. Triangle zone and Displacement Transfer Structure in the Eastern Front ranges, Southern Canadian Rocky Mountains[J]. A. A. P. G., 1982, 66(7): 161-165.
- [4] Calassou S, Larroque C, Malavieille J. Transfer Zones of Deformation in Thrust wedges: an experimental study[J]. Tectonophysics, 1993, 221, (3/4): 235-239.
- [5] 陈发景, 贾庆素, 张洪年, 等. 传递带及其在砂体发育中的作业[J]. 石油与天然气, 2004, 25(2): 144-148.
- [6] 陈发景, 汪新文, 张光亚, 等. 新疆塔里木盆地北部构造演化与油气关系[M]. 北京: 地质出版社, 1996. 129-140.
- [7] 邓起东, 冯先岳, 张培震, 等. 天山活动构造[M]. 北京: 地震出版社, 2000. 127-146.

THE CHARACTERISTICS OF DUSHAZI-ANJIHAI TRANSFER ZONE IN A COMPRESSIONAL ENVIRONMENT

CHENG Guang-suo^{1,2}, WANG Xin-wen², HE Jin-sheng², ZHU Shi-jiao², LV Rong²

(1. Shandong Geosciences and Tests Institute China; 2. Faculty of Earth

Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Tectonic transfer in a compressional environment can be defined as an accommodation structure resulting from conservation or regular conversion of regional shortening strain during compressional deformation. When the change of tectonic activities are concerned the folding-thrusting fault belt should be considered a entirely tectonic activity (stress) to play role on regional strata and basement. It can be divided into two types: vertical and lateral transfer zones. Segmentation of fold-thrust is realized by lateral transfer zone with the pattern of strike-slip fault. Dushazi-Hala'ande-Anjihai asymmetric anticline is formed by fault propagation fold, pop-up anticline, tectonic wedge controlled by listric trust. the main reason for this deformation zone are considered as thickness of variational sedimentary stratum, grade and action of orogenic belt and locality of detachment surface.

Key Words: tectonic transfer; transfer zone; fold-thrust; detachment surface