

文章编号: 0253- 9985(2004) 02- 0144- 05

传递带及其在砂体发育中的作用

陈发景¹, 贾庆素^{1, 2}, 张洪年²

(1. 中国地质大学能源地质系, 北京 100083;

2. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 有关传递带构造的讨论中, 以下三个问题应引起重视: (1) 褶皱冲断带中传递带(或称调节带)的概念和一般特征, 传递带可定义为挤压构造变形中区域上保持缩短量守恒而产生的调节构造, 它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型式的横向传递带实现的; (2) 伸展构造中传递带的概念和一般特征, 裂谷系中传递带可定义为区域上为保持伸展量守恒而产生的传递或调节构造, 它也可以分为纵向和横向传递带两类, 裂谷系中分段构造的形成是通过横向凸起型式的横向传递带完成的; (3) 传递带在沉积盆地内砂体发育的作用, 砂体分布与传递带关系密切, 一般是在对应横向传递带控制的地势低和河流入盆的地方, 在陡坡和湖盆中心才能依次发育冲积扇- 扇三角洲- 浊积扇的砂体。

关键词: 传递带; 褶皱冲断带; 伸展构造; 冲积扇- 扇三角洲- 浊积扇砂体

中图分类号: TE111.2 文献标识码: A

Transfer zone and its relation with distribution of sand bodies

Chen Fajing¹ Jia Qingsu^{1, 2} Zhang Hongnian²

(1. China University of Geosciences, Beijing; 2. Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing)

Abstract: Three topics are discussed in this paper. (1) Concept and general characteristics of transfer zones in fold-thrust zones. A transfer zone can be defined as an accommodation structure resulting from conservation of regional shortening strain during compressional deformation. 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. (2) Concept and general characteristics of transfer zones in extensional tectonics. A transfer zone in a rift system can be defined as an accommodation structure resulting from conservation of regional extensional strain. It can also be divided into vertical and lateral transfer zones. Segmentation of rift system is realized by lateral transfer zone with the pattern of lateral uplift. (3) Function of transfer zones in development of sand bodies in sedimentary basins. Distribution of sand bodies is closely related with transfer zones. Sand bodies of alluvial fan, fan delta and turbidite fan can successively develop in the steep slope and in the center of lake basins that are corresponding to topographic lows and associated drainages controlled by lateral transfer zones.

Key words: transfer zone; fold-thrust zone; extensional structure; alluvial fan fan delta turbidite fan bodies

褶皱冲断带和伸展构造中广泛地发育有传递带(或调节带)构造。传递带被定义为构造变形中在区域上保持缩短量或伸展量守恒而产生的调节构造。研究传递带有助于了解构造变形几何形态的变化和判断所编制的平衡剖面是否合理。此外, 传递带与砂体的分布关系密切。根据盆地边

缘横向传递带的分布, 结合盆地沉积时的地貌形态研究, 可以预测砂体和 Related 地层岩性油气藏的分布。自 20 世纪 70 年代以来, 广泛地讨论了褶皱冲断带和伸展构造中传递带的术语、概念、特征和对砂体分布的控制作用, 取得了重要的进展, 但目前在中国油气勘探工作中仍然缺乏对这一问题的

系统研究。为此, 讨论传递带的概念, 一般特征和其对砂体分布的控制作用是十分必要的。

1 褶皱冲断带中传递带的概念和特征

传递带 (transfer zone) 的概念是由 Dahlstrom^[1] 在研究挤压变形中褶皱冲断带的几何形态时首次提出的。挤压变形带的构造位移量在区域上是守恒的, 但逆冲断层带各段内的单个构造型式不是不变的。当逆冲断层带沿走向变化时, 可以见到一条主逆冲断层通过其他型式的构造 (如分支断层和褶皱) 传递到或者变换为另一条主逆冲断层。Dahlstrom^[1] 把这种首尾主逆冲断层之间的构造带称为传递带 (图 1)。

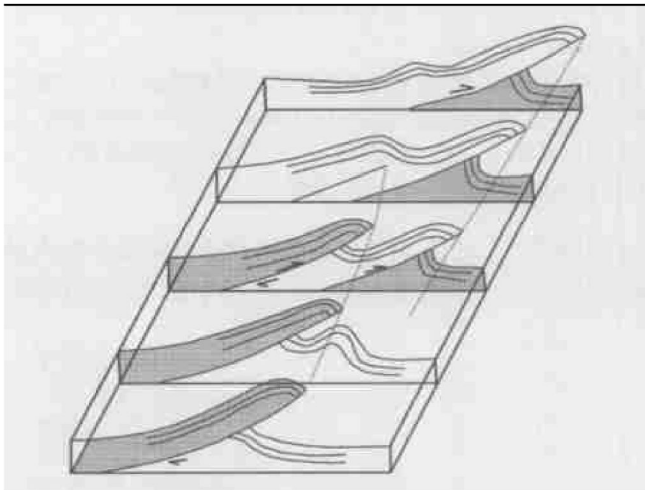


图1 两个叠覆的逆冲断层之间简单的传递带^[1]

Fig. 1 A simple transfer zone between two overlapping thrusts

塔里木盆地北部轮台和沙雅逆冲断层之间的传递带即属于这种类型 (图 2)^[2]。轮台断层断距自东北向西南方向减小, 并在其西南端消失。与此同时, 在其西北侧发育与之近于平行的沙雅断层, 轮台断层位移量的减小被转换到沙雅断层上。在这两条叠覆的逆冲断层之间的传递带内发育与区域构造走向平行的波斯坦褶皱、波斯坦和波斯坦南分支断层。这种类型的传递带也可称为纵向传递带, 其特点是位移量沿逆冲断层走向保持不变或逐渐变化。

除了纵向传递带外, 还广泛发育另一类横向传递带, 其特点与纵向传递带不同, 褶皱冲断带常沿其走向发生突然变化, 被分成若干变形区, 区内变形样式和变形程度相对均一, 区间则差异较大。不同区不同型式的褶皱冲断带为具走滑性质的横

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。

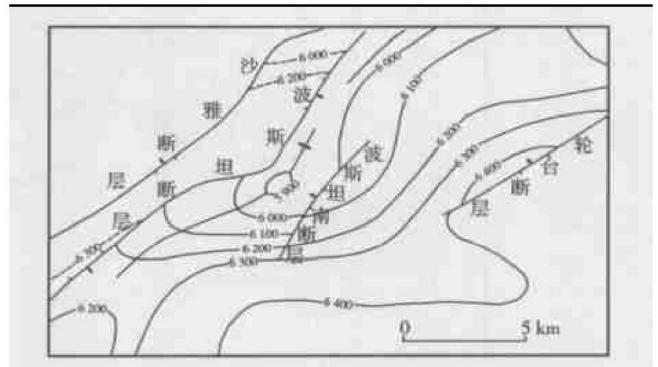


图2 在叠覆的轮台和沙雅逆冲断层之间的传递带示意图^[2]

Fig. 2 Diagram of the transfer zone between overlapping

Luntai and Shaya thrusts

图中等值线表示石炭-二叠系顶面等深线, 单位: m

在我国南天山山前拗陷褶皱-冲断带中发育有这类横向传递带和分段构造 (图 3)。其中皮羌、阿恰-图木休克、喀拉玉尔滚-柯吐尔、库尔勒等走滑断层将南天山山前拗陷褶皱冲断带分割成柯坪塔克西段、柯坪塔克东段、乌什-阿克苏段、库车-拜城段和他什店段, 各段构造特征有很大差异^[3]。鄂尔多斯西缘褶皱冲断带中也存在类似的分段构造^[4,5]。

2 伸展构造中传递带的概念和特征

20 世纪 80 年代起, 国外一些学者如 Morley 等^[6], Scott 等^[7] 和 Faults 等^[8] 将这种褶皱-冲断带中传递带的概念分别应用于研究东非裂谷系、北海维京地堑和盆岭区伸展构造。在裂谷发育期间, 控凹的一条主正断层沿走向通过其他型式的构造 (如分支正断层、凸起和走向斜坡等传递到或者变换为另一条控凹的主正断层。首尾主正断层和它们之间其他型式的构造在初期位移量是逐渐变化的, 后来趋于守恒。对于这类构造, Morley 等^[6] 称之为传递带 (transfer zone), Scott 等^[7] 称之为调节带 (accommodation zone)。

Faults 等^[8] 的分类和所采用术语的涵义与 Morley 等^[6] 和 Scott 等^[7] 有所不同。他们将这类构造分为两类。一类为传递带, 其内涵采用 Gibbs^[9] 的概念, 即传递带的标志是具有大量走滑运动分量的横断层, 分割两套不同的正断层和为其组成的伸展构造体系。但是, 在中国伸展断陷盆地中,

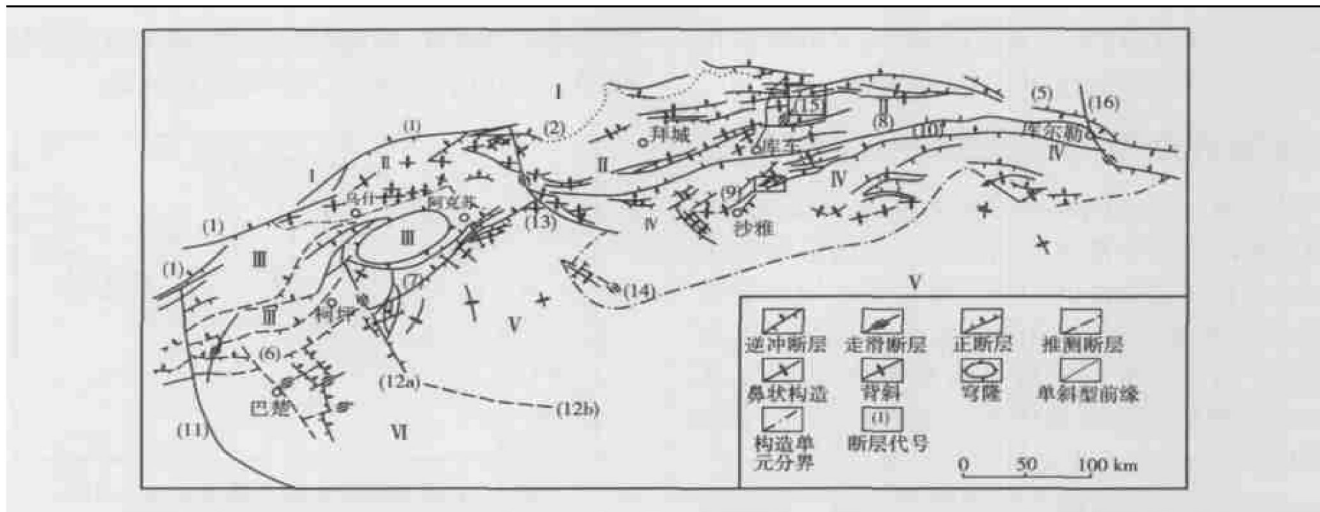


图 3 南天山山前拗陷褶皱冲断带的横向传递带和区域分段构造示意图^[2]

Fig. 3 Diagram of the lateral transfer zone and regional tectonic segmentation in the fold-thrust zone in the piedmont depression of southern Tianshan

I—南天山造山带; II—库车拗陷; III—柯坪隆起; IV—塔北隆起; V—阿瓦提—满加尔拗陷; VI—中央隆起区(巴楚隆起); (1)—喀拉提克断层; (2)—老虎台断层; (3)—克孜勒阔坦断层; (4)—北轮台断层; (5)—艾西买依根断层; (6)—柯坪断层; (7)—沙井子断层; (8)—亚南断层; (9)—沙雅断层; (10)—轮台断层; (11)—皮羌断层; (12)—阿恰—图木休克断层; (13)—喀拉玉尔滚断层; (14)—柯吐尔断层; (15)—羊布拉克厄根—皮羌布拉克厄肯护断层; (16)—库尔勒断层

未见到这类类似于褶皱冲断带中具走滑断层性质的传递带, 而代之以横向正断层及为其组成的横向凸起。另一类称为调节带, 它相当于 Morley 等所称的调节带, 类似于褶皱冲断带中的纵向传递带, 传递、调节主尾侧列正断层之间应变和位移的变化。

自 20 世纪 90 年代初起, 中国石油地质学家采用了上述传递带或调节带的概念研究渤海湾和松辽伸展断陷盆地^[10~16]。由于 Transfer 这个词除了传递含义外, 还有转换、变换等涵义, 故也有上述一些学者称为转换带、变换带或者变换构造。

综合上述, 笔者建议: (1) 统一采用传递带(或者是调节带, 或者是变换带) 术语表示这类构造^[17], 本文暂统之为传递带; (2) 按照传递带传递、调节应变和位移变化方向与伸展构造走向的关系, 也可以像褶皱冲断带那样, 分为纵向、斜交传递带和横向传递带。而后按照断层间叠覆程度进一步分为趋近型、叠覆型或完全叠覆型和共线性, 按照断层倾向分为同向型、背向型和对向型; (3) 以上讨论的大都是控盆规模的传递带, 实际上还可以进一步研究不同期的次一级和更小规模的传递带。

东濮凹陷沙河街组三段沉积期传递带是这种伸展构造体系中传递带的典型实例(图4)。刘剑平等^[15]将东濮凹陷传递带基本上划分为 3 种类

型: 即西部同向叠覆型走向斜坡传递带(如胡状集、清河头、六塔和仙庄传递带); 中部为背向和同

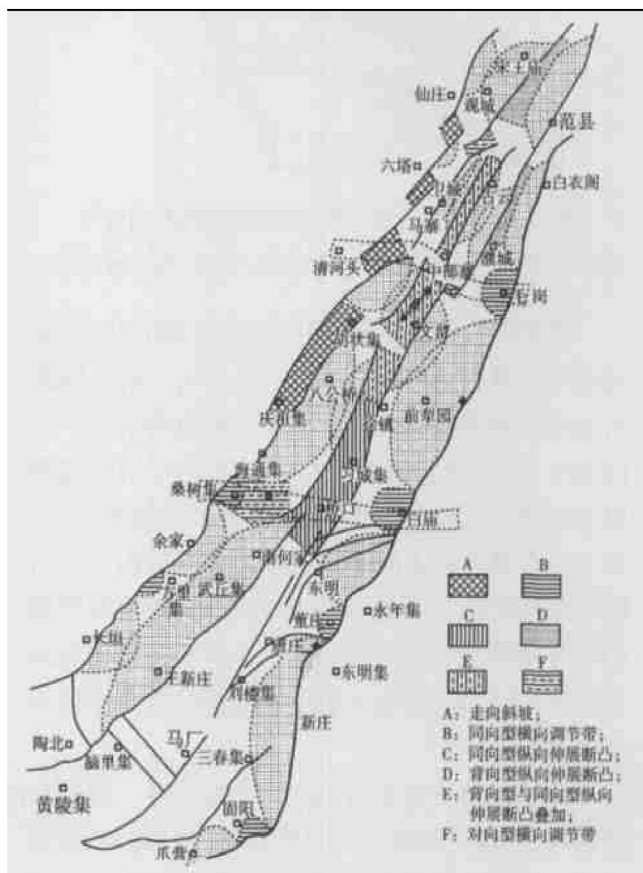


图 4 东濮伸展断陷传递带类型示意图

Fig. 4 Diagram of transfer zone types in Dongpu extensional fault depression

向完全叠覆型凸起(或背斜)传递带(如文留背斜等)和东部同向接近型鼻状凸起传递带(如毛岗、白庙、董庄、固阳传递带)。前两类为斜交和纵向传递带,后一类为横向传递带。由于缺乏位移传递和变换等特征,其中中部完全覆覆型凸起传递带也有可能为背向和同向伸展断凸。

3 传递带在砂体发育中的作用

在挤压变形区,山间河流常沿侧列控盆逆冲断层之间隐伏断层(或单斜层前缘)处或横向走滑断层传递带低地势处携带碎屑物质注入盆地。例如鄂尔多斯西缘上侏罗统芬芳河组砂砾岩体山麓堆积就是这样的实例。为逆冲断层带控制的芬芳河组砂砾岩体,其最大沉积厚度对应于正义关走滑断层传递带(图5),表明了传递带对山前坳陷中砂体分布的控制作用。

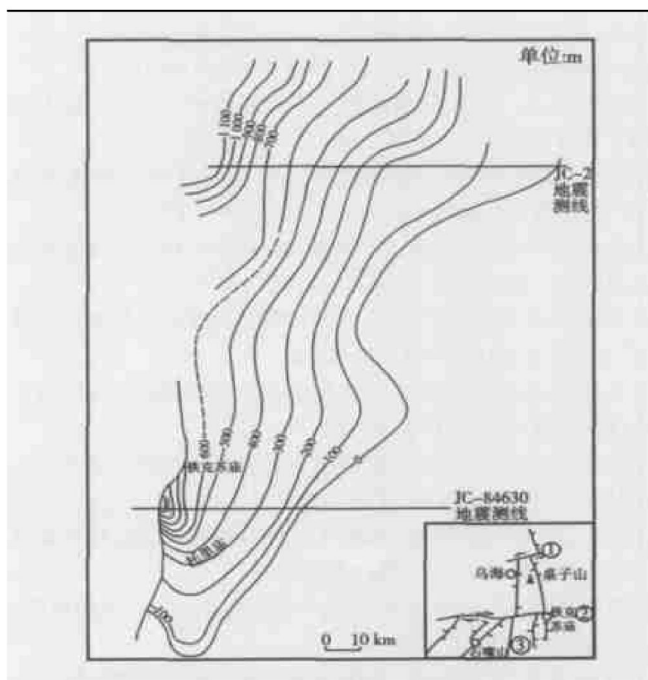


图5 鄂尔多斯西缘上侏罗统芬芳河组沉积厚度图

Fig. 5 Isopach map of the upper Jurassic Fengfanghe Formation in western margin of Ordos basin

- ①—千里沟走滑断层; ②—正义关走滑断层;
③—铁克苏庙逆冲断层

伸展构造体系中传递带对砂体分布的控制作用表现为3种情况。

(1) 一种情况是横向传递带常常是山间河流进入盆地的入口处,这与首尾主断层中心地带断层位移量大,其下盘为幅度较大的凸起,而在其末

端传递带处断层位移量减至最小有关。传递带处呈现出地势高差减小,主水系通常利用此横向传递带相对较低的地形作为通道进入盆地,并沿陡坡发育扇三角洲,而后横越盆内纵向正断层进入湖盆中心,发育滑塌浊积扇砂体。例如东濮凹陷白庙横向传递带(图6),山间河流进入湖盆,在陡坡发育三角洲体系,而后越过杜寨断层进入湖盆中心,发育浊积扇砂体。

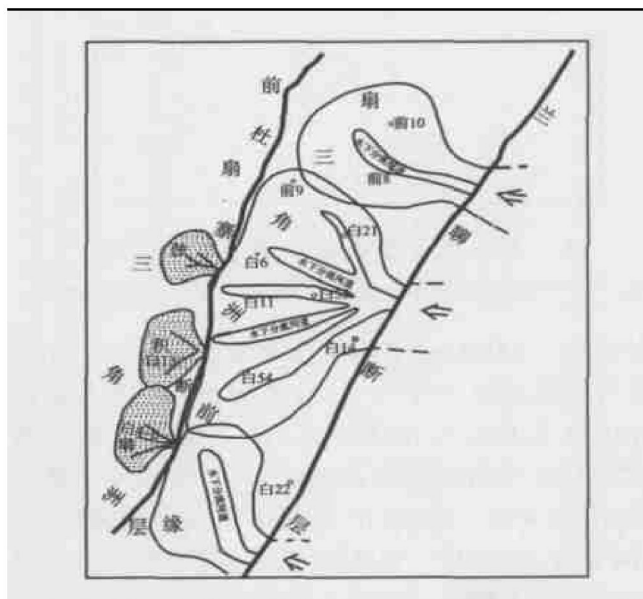


图6 白庙地区沙河街组三段扇三角洲体系

Fig. 6 The Es₃ fair delta system in Baimiao area

(2) 第二种情况是沿侧列断层同向叠覆型走向斜坡传递带,主水系从下盘地形高处沿走向斜坡进入盆地。在东濮凹陷西侧(图4),山间河流可能是以此方式进入盆地的。

(3) 第三种情况是横向凸起传递带构造幅度很大,地形相应也高,它常常分隔开两个凹陷,并起阻碍粗碎屑物注入的障壁作用,表现为第一个凹陷分布砂质岩,另一个凹陷分布泥质岩。例如图7中黄骅坳陷分隔中区和南区的羊三木—扣村地垒状凸起传递带,在其北侧的中区分布水下扇、砂滩、砂坪,而在其南区分布沼泽化泥坪^[18]。

最后简要地讨论一下传递带与“坡折带”在控制砂体分布作用中的相互关系。

(大陆)坡(slope)和折点(break)的术语一般是用以表示海底地貌的,如用于表示大西洋型被动大陆边缘的海底地貌,大陆架水深一般为200 m,平均坡度为0.07°,大陆架边棱至大陆坡底水深一

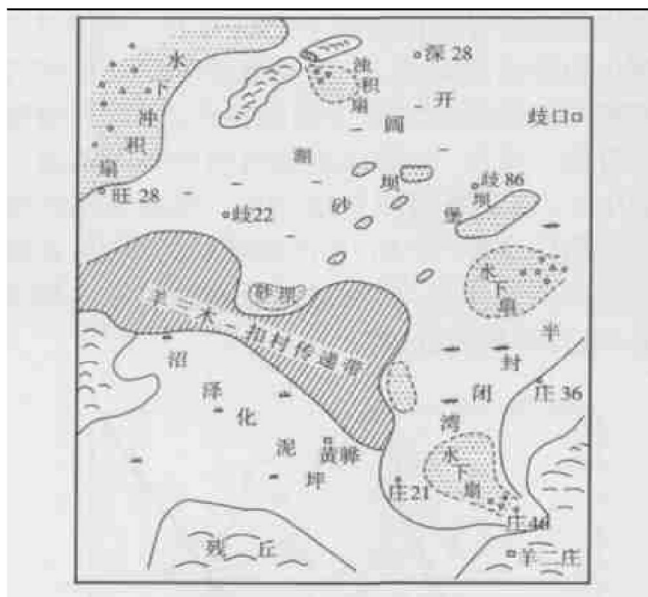


图7 南大港区沙河街组三段沉积环境图

Fig.7 Sedimentary environment of Es₃ in Nandagang area

一般为1 500~ 3 000 m,平均坡度通常为2°~ 6°。在大陆架与大陆坡之间有一个明显的折点,从大陆架经过折点至大陆坡和陆隆处,并非被动陆缘所有地方都发育三角洲和深海扇砂体。在大西洋被动陆缘,沿原来的三联点中发育不足的坳拉槽一支(另两支发育大洋),大陆河流携带的碎屑物质进入大陆架和大陆坡,陆隆才有可能发育三角洲、深海扇砂体,易言之,也即是与沿坳拉槽河流入口处相对应的大陆架、大陆坡和陆隆地区才发育三角洲、深海扇砂体,例如尼日尔三角洲、深海扇砂体。

近年来,中国一些学者将上述“坡折带”概念应用于大陆内裂谷型盆地和裂谷期后大陆内坳陷型盆地(例如渤海湾、松辽和准噶尔盆地)^[19~ 22]。其中有的采用构造或断裂坡折带术语,由于被正断层控制的断块体已有断阶、断坪、断坡等术语,没有必要另起新名。有的将此术语限于湖盆地貌,但缺乏定量表示缓坡、陡坡和它们之间的折点,因目前构造坡度并不能准确地反映地貌坡度。特别需要指出的是,仅强调依靠“坡折带”可以准确地预测湖盆砂体分布是不准确的。如上所述,只有在与传递带—河流入口处对应的“坡折带”(即本文中的陡坡、湖盆中心)才有可能大体上指出扇三角洲、浊积扇砂体分布的地带。

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 张光亚. 塔里木盆地构造转换形式及其成因[J]. 现代地质, 1997, 11(2): 452~ 460
- 3 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. 177
- 4 田在艺. 鄂尔多斯盆地西缘地质构造与油气前景[A]. 见: 杨俊杰, 赵重远, 刘和甫, 等主编. 鄂尔多斯盆地西缘掩冲带构造与油气[C]. 兰州: 甘肃出版社, 1990. 31~ 39
- 5 陈发景, 孙家振, 王波明. 鄂尔多斯西缘褶皱—逆冲断层带的构造特征和找气前景[J]. 现代地质, 1987, 1(1): 103~ 113
- 6 Morley C K, Nelson R A, Patton T L, et al. East African rift system and their relevance to hydrocarbon exploration in rifts[J]. AAPG Bull, 1990, 74(8): 1 234~ 1 253
- 7 Scott D L, Rosendahl B R. North Viking graben: an East African prospective[J]. AAPG Bull, 1989, 73(2): 155~ 165
- 8 Faulds J E, Varga R J. The role of accommodation zone and transfer zone in the regional segmentation of extended terranes[A]. In: Faulds J E, Stewart J H. Accommodation zones and transfer zones: the regional segmentation of the basin and range provinces[C]. Geology Society of America Special Paper, 1998, 323: 1~ 45
- 9 Gibbs A D. Structural evolution of extensional basin margins[J]. Geological Society of London Journal, 1984, 141: 609~ 620
- 10 刘德来, 王伟, 马莉. 伸展盆地转换带分析——以松辽盆地北部为例[J]. 地质科技情报, 1994, 13(2): 5~ 9
- 11 胡望水, 王燮培. 松辽盆地北部变换构造及其石油地质意义[J]. 石油与天然气地质, 1994, 15(2): 164~ 172
- 12 周建生, 杨池银, 陈发景, 等. 黄骅坳陷横向变换带的构造特征及成因[J]. 现代地质, 1997, 11(4): 425~ 433
- 13 陆克政, 漆家福, 戴俊生, 等. 渤海湾新生代含油气盆地构造模式[M]. 北京: 地质出版社, 1997. 251
- 14 郭光辉, 漆家福. 黄骅盆地一级构造变换带的特征与成因[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(2): 125~ 128
- 15 刘剑平, 汪新文, 周章保, 等. 伸展地区变换构造研究进展[J]. 地质科技情报, 2000, 19(3): 27~ 32
- 16 王纪祥, 陈发景, 李趁义. 山东惠民凹陷伸展构造及调节带特征[J]. 现代地质, 2003, 17(2): 201~ 208
- 17 陈发景. 调节带(或传递带)的基本概念和分类[J]. 现代地质, 2003, 17(2): 186
- 18 王德发, 张服民, 孙永传, 等. 黄骅坳陷第三系沉积相及沉积环境[M]. 北京: 地质出版社, 1987. 180
- 19 李思田, 潘元林, 陆永潮, 等. 断陷湖盆油气藏预测及勘探的关键技术——高精度地震预测基础上的层序地层学研究[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2002, 27(5): 592~ 596
- 20 林畅松, 潘元林, 肖建新, 等. “构造坡折带”——断陷盆地层序分析和油气预测的重要概念[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2000, 25(3): 260~ 265
- 21 王英民, 刘豪, 李立诚, 等. 准噶尔大型坳陷湖盆地坡折带的类型和分布特征[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2002, 27(6): 683~ 688
- 22 王英民, 金武弟, 刘书会, 等. 断陷湖盆多级坡折带的成因类型、展布及勘探意义[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(3): 199~ 203