

# Tectonic Deformation Mechanism and Traps Development Characteristics in Kelasu Area

Yunchao Wang<sup>1,2,3</sup> Lijun Song<sup>1,2</sup> Yonglei Liu<sup>3</sup> Jun Liu<sup>3</sup> Yongxing Gu<sup>3</sup>

1. Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

2. Key Laboratory of Oil and Gas Accumulation of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

3. Korla Institute of BGP, CNPC, Korla, Xinjiang, 841000, China

## Abstract

Kelasu structural belt is the most abundant natural gas belt in Tarim Basin, China. In recent years, Kela 2, Keshen 2, Bozi 1, Dabei 12 and other atmospheric reservoirs have been discovered successively, which is the main gas source of west to east gas transmission. With the deepening of exploration and development, there are fewer and fewer reserve traps in Kelasu structural belt. It is urgent to explore the structural deformation mechanism and trap development characteristics and find new traps. The analysis shows that the unbalanced nappe of South Tianshan orogeny, local paleouplift barrier and gypsum salt rock thickness difference are the main factors controlling the structural deformation and forming the current structural pattern. In the process of structural deformation, a series of regulating faults are formed at the turning part, and a series of traps are developed in the hanging wall of the fault, which is characterized by oblique distribution. Therefore, the "oblique fault slope structural style" is established in the structural transformation zone, and a number of traps are found, which lays a foundation for subsequent exploration and development.

## Keywords

Kelasu; oblique faults; oblique fault slopes; structural development characteristics

## 克拉苏地区构造变形机理及圈闭发育特征

王云超<sup>1,2,3</sup> 宋立军<sup>1,2</sup> 刘永雷<sup>3</sup> 刘军<sup>3</sup> 谷永兴<sup>3</sup>

1. 西安石油大学, 中国·陕西 西安 710065

2. 陕西省油气成藏重点实验室, 中国·陕西 西安 710065

3. 中国石油东方地球物理公司研究院库尔勒分院, 中国·新疆 库尔勒 841000

## 摘要

克拉苏构造带是中国塔里木盆地天然气最富集区带。近年来, 相继发现了克拉2、克深2、博孜1、大北12等大气藏, 是西气东输的主力气源地。随着勘探开发的深入, 克拉苏构造带储备圈闭越来越少, 探索构造变形机理及圈闭发育特征, 发现新圈闭是当务之急。分析认为南天山造山运动的不均衡推覆、局部古隆起阻挡及膏盐岩厚度差异是控制构造变形, 形成现今构造格局的主要因素。构造变形过程中, 在转折部位形成一系列调节断层, 断层上盘发育一系列圈闭, 呈斜列式展布特征。由此, 在构造转换带建立了“斜断坡构造样式”, 新发现一批圈闭, 为后续勘探开发奠定基础。

## 关键词

克拉苏; 斜列断层; 斜断坡; 构造发育特征

## 1 引言

克拉苏区带是中国库车前陆盆地最富油气的区带。目前克拉苏构造带的勘探程度相对较高, 但是后备勘探目标较少, 亟需寻找有利区带填补后备勘探领域空白。前期构造研究中发现构造结合部位存在空白构造带, 与整体构造展布格局不匹配。结合克拉苏构造带构造发育有一定规律, 如克深、博孜、大北区带南部构造呈现斜列式展布特征, 而北部资料品质相对较差的区域, 构造呈现南北平行成带

式展布特征。因此研究构造展布特征, 探索构造发育机理, 从而指导我们搜寻有利区带与新的圈闭是工作的重中之重。

## 2 构造发育特征分析

### 2.1 南天山不均衡推覆作用在克拉苏构造带东西向上形成了不同的应力区

南天山是控制克拉苏构造带形成的主控因素。从山界看, 其在东西向推覆距离有差异, 如大北推覆距离比较远, 克深推覆距离比较近(见图1)。根据推覆距离的差异, 我们将克拉苏构造带分为三个挤压区。分别是阿瓦特段、大北段和克深段。而挤压区之间, 也就是构造转折部位, 我

【作者简介】王云超(1989-), 男, 中国山东德州人, 本科, 工程师, 从事地震资料解释及地质综合研究。

们划分为牵引区<sup>[1]</sup>(见图2)。

根据推覆距离可以看出,挤压区受力相对比较单一,主要受到垂向的挤压应力。而牵引区在同时受到挤压压力的同时,还要受到由于东西两侧推覆距离不同而形成的互相拉拽作用,我们称之为牵引力。牵引力为斜向的,所以既在水平方向有分量又在垂直方向有分量。牵引力在水平方向的分量就是剪切力,因此牵引区应力环境相对复杂,同时受到挤压应力与剪切应力的作用,处于压剪环境下。

## 2.2 应力控制了断裂的发育规律,断裂决定了构造的展布特征

应力作用控制构造在纵向和横向上的展布特征。通过物理模拟可以看到,纵向上,是逆冲推覆形成的叠瓦状构造。横向上,在长距离不平衡推覆的作用下,在压剪应力环境下形成一系列斜列式发育的断层,使得构造呈鳞片状叠置(见图3)。不同的应力环境下,断裂的发育规律是不一致的<sup>[2]</sup>。

南天山推覆产生作用力首先在水平白垩系地层上产生垂直作用力方向的水平断层,随着推覆距离的增加,断层逐渐变多,在南北向上形成逆掩推覆构造体。由于推覆距离的差异,在推覆过程中,不同区带之间开始产生相互牵引,在斜向牵引作用力与垂向挤压应力的综合作用下,在构造结合部开始形成一系列斜向发育的断层,斜列断层控制了构造的走向,使得构造呈现斜列式展布特征,同时也在横向上形成鳞片状叠置的构造模式(见图4)<sup>[3]</sup>。

## 2.3 在剪应力环境下发育斜断坡,为构造发育提供了空间

斜断坡是构造易发部位逆掩推覆形成的逆断层由断坡

与断坪组成。断坪与断坡的确定主要是根据上、下盘岩层产状与逆冲断层产状之间的关系。上、下盘岩层产状与逆冲断层产状一致的区段,为断坪;上、下盘岩层产状与逆冲断层产状交切,其断层切层部位,为断坡。断坪顺层发育,产于岩性较弱的岩层之中或岩性差异显著的界面之上。断坡切层发育,产于较强硬的岩层中。总体上构成下缓上陡,凹面向上的铲状(见图5)。

根据断坡走向与逆冲断层位移方位的关系,断坡可分为前断坡、侧断坡和斜断坡<sup>[4]</sup>。前断坡位于逆冲岩席前侧,是断坡走向与逆冲方向直交的断坡,表现为逆倾向滑动,处于挤压应力状态;侧断坡是断坡走向与逆冲方向一致的断坡,表现为走向滑动,处于剪切应力状态;斜断坡是断坡走向与逆冲方向斜交的断坡,兼具走向滑动与倾向滑动,处于压剪性应力状态(见图6)。

克拉苏构造带处于压剪应力环境下的构造结合部位,在南天山推覆作用下开始发育一系列斜列式断层。斜列式断层的斜断坡对构造发育起到阻挡作用。随着推覆距离的增加,斜断坡上用来吸收地层缩短量的距离减小,因此容易在斜断坡上盘“憋”出一个短轴背斜,所以斜断坡上盘是构造易发部位。图7为东委内瑞拉盆地构造图,可以看到在斜列式断层上盘发育一系列短轴背斜。因此揭示了“斜断坡构造模式”在指导我们搜索发现新圈闭上有非常重要的作用<sup>[5]</sup>。

## 3 斜断坡构造模式在构造研究中的应用

### 3.1 构造结合部位构造模式再认识

大北与克深结合部位以及大北与博孜结合部位,地震

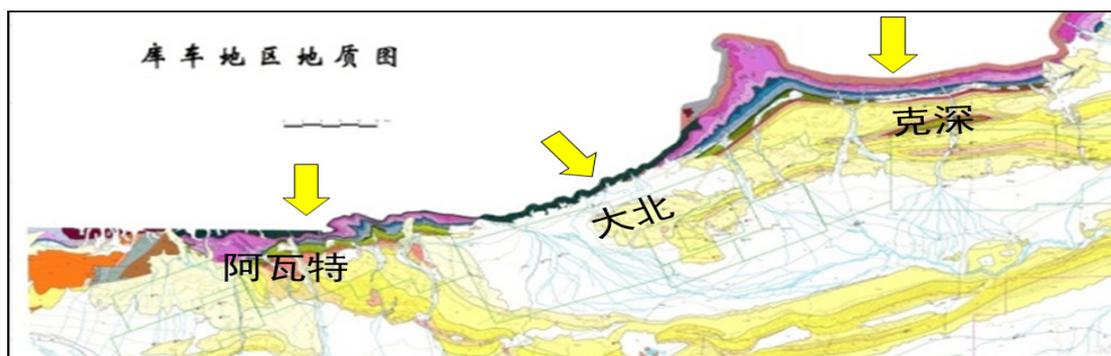


图1 克拉苏地区地质图

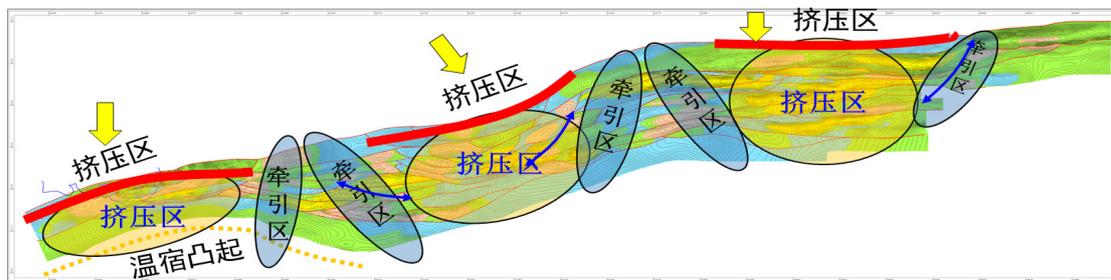


图2 克拉苏构造带应力分区图

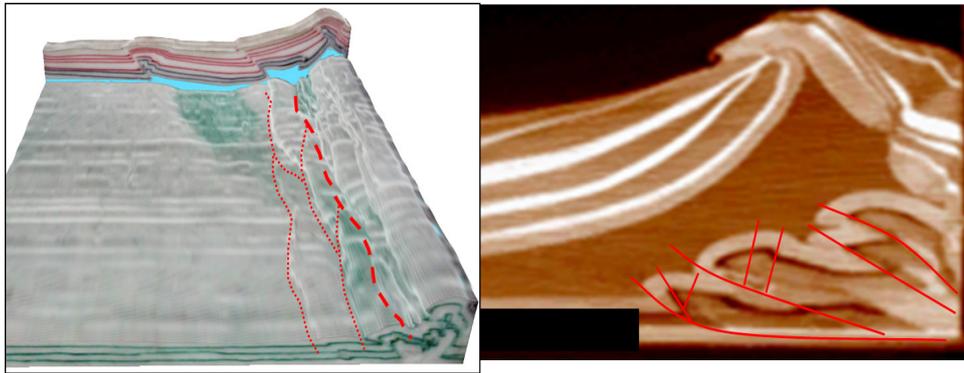


图3 构造物理模拟实验结果

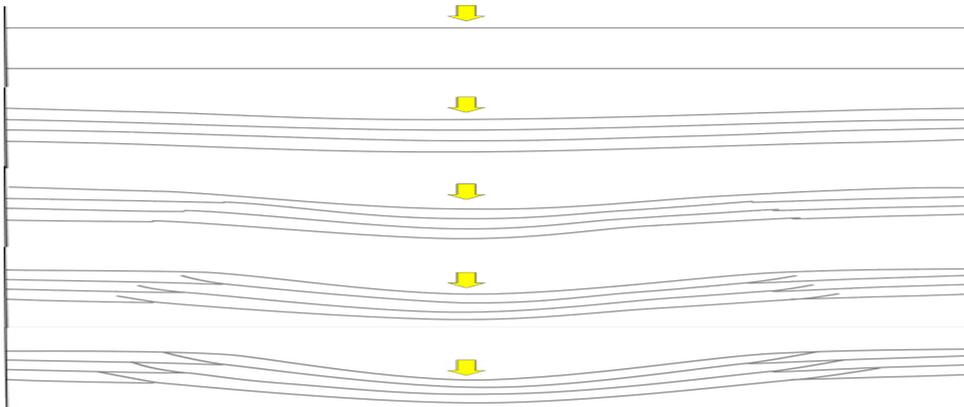


图4 克拉苏地区断裂发育机理示意图

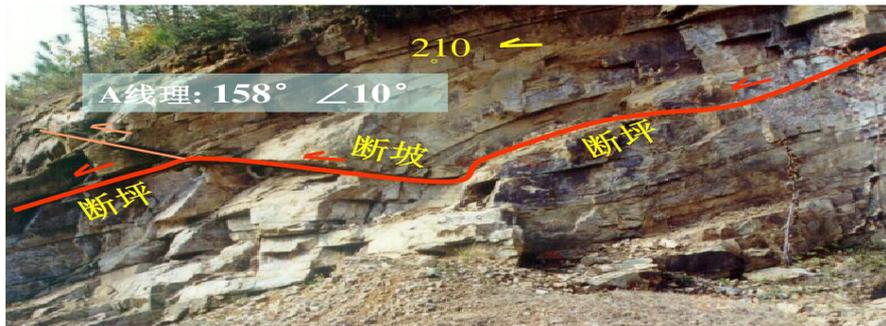


图5 断坡与断坪示意图

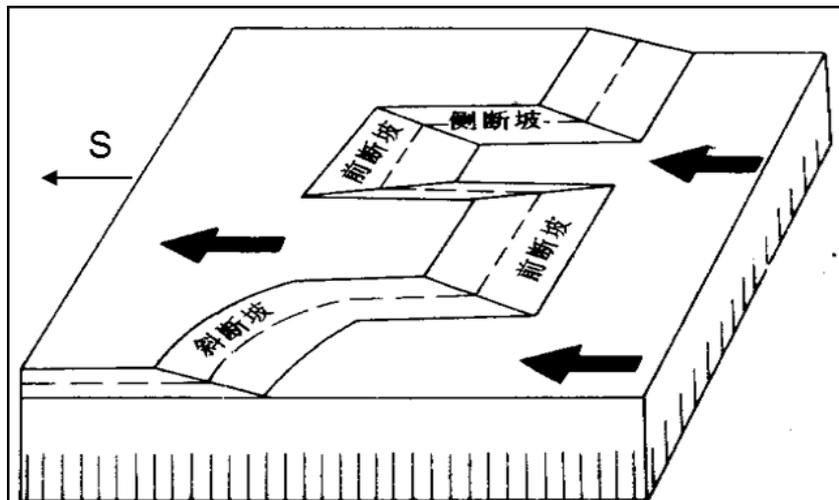


图6 断坡构造模式图

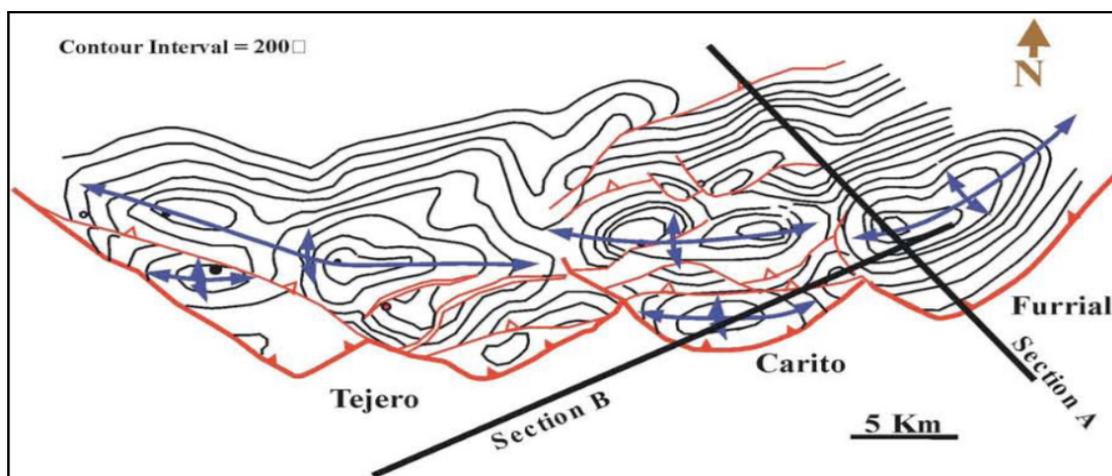


图7 东委内瑞拉盆地斜断坡模式构造图

资料品质较差，构造存在多解性。目前认为构造是南北平行成带展布的。但构造结合部位处于牵引区，物理模拟以及从构造发育机理上分析认为构造应该是呈鳞片状叠置的。所以目前的构造模式存在一定问题。

从地震资料上看，大北两侧构造结合部位在东西向上发育一系列的斜列式断层，符合物理模拟以及构造研究的规律，所以大北两侧应该按照斜断坡构造模式来重新认识（见图8、图9）<sup>[6]</sup>。

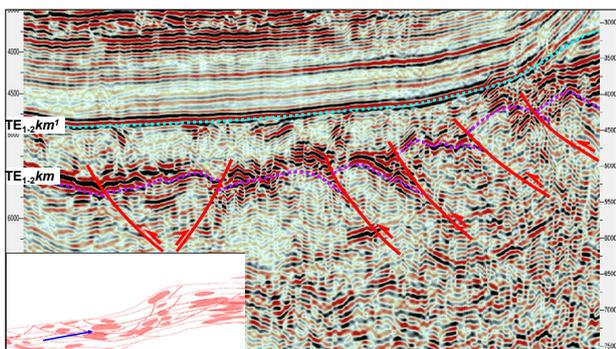


图8 大北-博孜地区东西向叠前深度偏移剖面

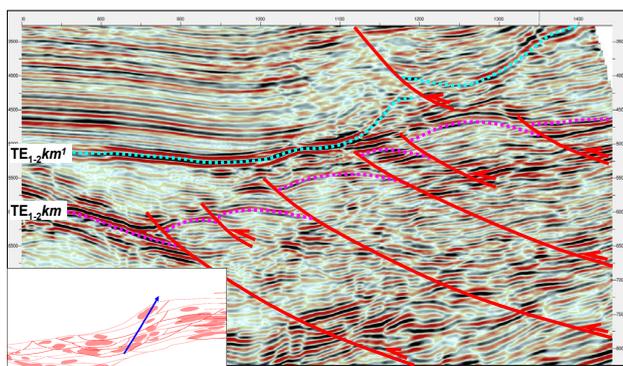


图9 大北-克深地区任意线叠前深度偏移剖面

大北西侧为典型的右旋斜断坡构造模式，东侧为左旋斜断坡构造模式。在大北与博孜结合部位发育一系列北西南

东向断层。在大北与克深结合部位发育一系列北东南西向断层。断层的发育切割了构造，为构造在东西向上的发育提供了空间，是圈闭搜寻的有利部位（见图10）。

### 3.2 “斜断坡构造模式”在寻找后备勘探目标中的应用

我们以运动产生应力，应力控制断裂，断裂决定构造发育为导向，以寻找斜断坡构造模式为目标，对构造结合部位的断裂系统进行了重新梳理<sup>[7]</sup>。

阿瓦特段东西两侧发育一系列斜列式断层，为典型的斜断坡构造模式，所以新老对比图断裂系统基本一致。而大北与博孜结合部位以及大北与克深结合部位老资料对断裂的刻画明显不够精细，大北西段发育少量斜列式断层但没有展开，大北东侧没有斜列式断层发育（见图11）<sup>[8]</sup>。而新断裂系统图通过精细的落实，在大北东西两侧发现了一系列的斜列式断层，组成了一条“金腰带”区域，为构造易发部位（见图12）。

在新断裂系统的控制下，在构造结合部位斜断坡上发现了一系列的短轴背斜构造，作为后备勘探目标（见图13）。

## 4 结论与建议

①南天山不均匀推覆作用在克拉苏构造带东西向形成挤压区与牵引区，挤压区在挤压应力下发育垂直应力方向的平行断层，牵引区在压剪应力环境下发育斜列式断层，使得构造呈斜列式展布特征。

②斜列式断层对地层起到阻挡作用，斜断坡为构造发育提供了空间，斜断坡上盘是构造易发部位，是勘探的有利部位。

③“斜断坡构造模式”可以有效地指导我们搜索与发现圈闭。

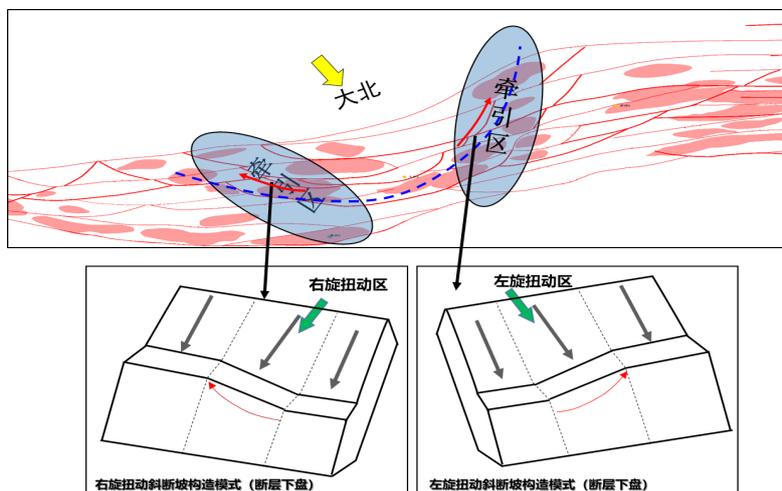


图 10 构造结合部位斜断坡模式示意图

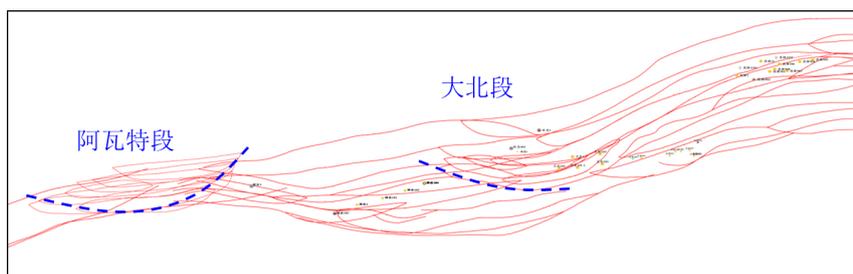


图 11 克拉苏构造带西段断裂系统图 (老)

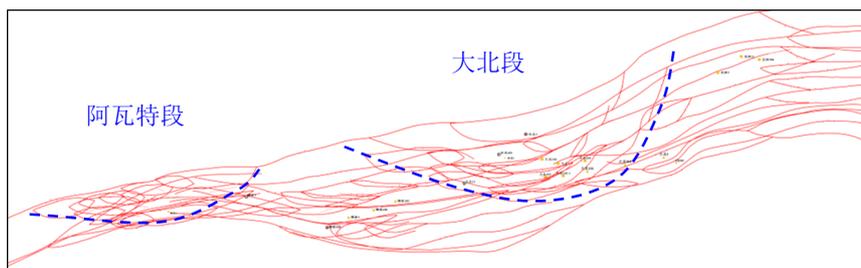


图 12 克拉苏构造带西段断裂系统图 (新)

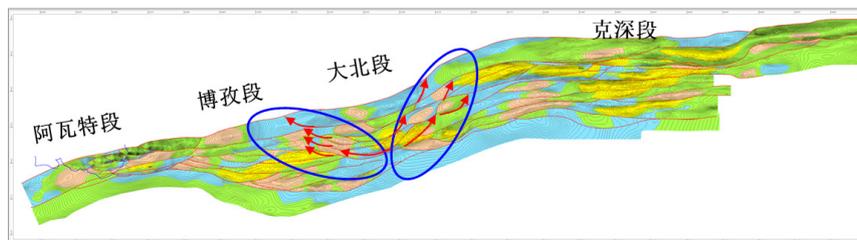


图 13 克拉苏构造带白垩系顶面构造图

参考文献

[1] 康玉柱,康志江.地质力学在塔里木盆地油气勘查中的重大进展[J].地质力学学报,1995,1(2):10.

[2] 曾联波,王贵文.塔里木盆地库车山前构造带地应力分布特征[J].石油勘探与开发,2005,32(3):59-60.

[3] 顿宗萍,王新海,黄波.基于库车山前构造带地应力的定量评价新方法研究[J].内江科技,2006(8):2.

[4] 张仲培,王清晨.库车坳陷节理和剪切破裂发育特征及其对区域应力场转换的指示[J].中国科学:D辑,2004,34(A01):11.

[5] 张凤奇,王震亮,鲁雪松,等.库车坳陷现今构造应力场与天然气分布关系[J].新疆石油地质,2012,33(4):3.

[6] 张明利,谭成轩,汤良杰,等.塔里木盆地库车坳陷中生代构造应力场分析[J].地球学报,2004,25(6):5.

[7] 黄玉平,姜正龙,李景瑞,等.塔里木盆地新构造运动时期构造应力方向[J].油气地质与采收率,2013,20(3):5-9+17+111.

[8] 马润勇,彭建兵,门玉明,等.逆冲断层发育的力学机制研究[J].西北大学学报(自然科学版),2003(2):196-200.