

doi: [10.12097/gbc.2022.04.045](https://doi.org/10.12097/gbc.2022.04.045)

新疆准噶尔盆地西北缘克拉玛依-乌尔禾断裂带 推覆体上盘构造样式及影响因素

张磊¹, 白雨¹, 李梦瑶¹, 王涛^{2*}, 马银山², 杨亚洲²

ZHANG Lei¹, BAI Yu¹, LI Mengyao¹, WANG Tao^{2*}, MA Yinshan², YANG Yazhou²

1. 中国石油新疆油田分公司/勘探开发研究院, 新疆 克拉玛依 834000;

2. 中国地质科学院, 北京 100037

1. Research Institute of Exploration and Development, PetroChina Xinjiang Oilfield Company, Karamay 834000, Xinjiang, China;

2. Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China

摘要: 准噶尔盆地西北缘克拉玛依-乌尔禾断裂带(克-乌断裂带)及其周缘发现了大量的油气藏,尤其是推覆体上盘伴随着勘探程度及地质认识不断深化,已呈现出“百里油区”的态势。然而,受多期构造活动及断裂带内部复杂的岩性组合影响,石炭系内幕地层构造样式展现出多种类型及复杂的空间展布样式,因此需要对构造样式及成因进一步探讨。综合地震和钻井资料,结合区域构造格局,梳理了准噶尔盆地西北缘克-乌断裂带上盘构造变形特征与影响因素;根据构造样式与推覆体内的岩性组合类型,将克-乌断裂带推覆体上盘划分出南段、中段和北段 3 个变形单元;明确了上盘石炭系 5 期主要构造阶段,分段恢复了推覆体上盘构造演化期次及样式。综合上述研究,认为克-乌断裂带上、下盘原始岩性组合关系是造成上盘石炭系内幕地层原始形变差异的主要因素,上盘石炭系内幕地层岩性组合差异是造成原生构造保存的主要因素。上述因素共同造成了圈闭条件沿克-乌断裂带自南向北变化。该研究为克-乌断裂带上盘油气勘探提供指导,同时也为类似条件地区的油气勘探提供借鉴。

关键词: 准噶尔盆地; 克-乌断裂带; 构造样式; 构造演化; 石炭系; 油气勘探

中图分类号: P542; P618.13 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-2552(2024)05-0802-10

Zhang L, Bai Y, Li M Y, Wang T, Ma Y S, Yang Y Z. Structural patterns and influencing factors of the upper wall of the nappe in the Karamay-Wuerhe fault zone, northwestern Junggar Basin. *Geological Bulletin of China*, 2024, 43(5): 802–811

Abstract: Many oil and gas reservoirs have been discovered in the Karamay-Wuerhe (Ke-Wu) fault zone and its periphery in the northwestern margin of Junggar Basin. With the deepening of exploration level and geological understanding, the upper wall of nappe has already presented a situation of "Baili Oildom". However, due to the influence of multi-period tectonic activities and complex lithological assemblages inside the fault zone, the structural patterns show various types and complex spatial distribution patterns. Therefore, it is necessary to further explore the structural patterns and genesis. Based on seismic data, drilling data and regional tectonic framework, this study summarizes the structural deformation characteristics and influencing factors of the upper wall of the Ke-Wu fault zone in the northwestern margin of the Junggar Basin; the upper wall of the nappe of the Ke-Wu fault zone is divided into three deformation units: namely southern, central and northern segments; the five main tectonic stages of the Carboniferous strata on the upper side are clarified, and the stages and styles of tectonic evolution have been restored. In summary, the main factor for the difference in the original deformation of the Carboniferous inner strata is the original lithological assemblage relationship. And the difference of the lithologic assemblage in the upper wall is the main factor for the preservation of the original structure. The above

收稿日期: 2022-04-29; 修订日期: 2022-06-30

资助项目: 国家自然科学基金项目《基于仿生学模拟的致密砂体润湿性变化规律与油气运聚研究》(批准号: 41902142)和中国地质科学院基
本科研业务费项目《致密砂岩—页岩含油气系统评价研究》(编号: JKY202013)

作者简介: 张磊(1981-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事油气成藏及勘探地质研究。E-mail: zhanglei666@petrochina.com.cn

* 通信作者: 王涛(1987-), 男, 博士, 副研究员, 从事石油地质研究。E-mail: wangtao@cags.ac.cn

factors together result in different trap conditions from south to north along the Ke-Wu fault zone. This study has guidance for future hydrocarbon exploration of the upper wall of the Ke-Wu fault zone and other similar areas.

Key words: northwestern margin of Junggar Basin; Karamay-Wuerhe (Ke-Wu) fault zone; structural pattern; tectonic evolution; Carboniferous; hydrocarbon exploration

准噶尔盆地位于哈萨克斯坦-准噶尔板块东部,其时空演化与全球最大增生造山带——中亚造山带(CAOB)密不可分(Şengör et al., 1993; Jahn et al., 2004; Xiao et al., 2008)。自古生代以来,准噶尔板块经历了多期多块体的拼贴、陆内造山及山盆体系过程(秦克章, 2000),发育多期推覆和走滑构造,形成了如今独特的大地构造格局。克(克拉玛依)-乌(乌尔禾)断裂带位于准噶尔盆地西北缘地区,整体呈现为多期推覆的构造样式(王平在等, 2002; 谭开俊等, 2008)。近年来,围绕克-乌断裂带上盘,新疆油田持续加大勘探力度,大量钻井试油都获得了可观的工业油流,充分展示出勘探开发的巨大潜力(隋风贵, 2015; 邱争科等, 2020)。

准噶尔盆地西北缘自晚古生代以来经历了多期构造活动,构造变形复杂。宏观上,西准噶尔地区及周缘由于板块拼接形成多条大规模走滑断裂,其后期活动是区内构造形变的直接因素。其中,晚石炭世形成的达尔布特左行走滑断裂对西北缘构造变形的影响不可忽略(张琴华等, 1989)。达尔布特走滑断裂整体位于包古图地区北部,克-乌断裂带西北,总体为北东-南西走向(程怀蒙等, 2015),全长约 360 km(陈宣华等, 2015),具有多期活动的性质(赵瑞斌等, 1997; 林伟等, 2017)。

作为达尔布特走滑断裂带向盆地一侧的过渡性断裂,克-乌断裂自身断裂性质及样式较复杂。一方面,前人对断裂带的性质、成因等存在不同认识。包括西北缘断裂带是逆冲推覆导致的(王平在等, 2002; 谭开俊等, 2008),还是发育走滑构造(邵雨等, 2011; 张越迁等, 2011; 汪仁富, 2012; Choulet et al., 2013),亦或是走滑与推覆兼具(张越迁等, 2011; 李宗浩等, 2018)。断裂带成因,西北缘断裂带是早期造山带向盆地逆冲推覆形成的冲断带(管树巍等, 2008; 孟家峰等, 2009),还是基底卷入形成的高角度冲断带(杨庚等, 2011),或是受达尔布特断裂控制形成的汇聚型走滑构造(邵雨等, 2011; 张越迁等, 2011),亦或与达尔布特断裂无关,是转换挤压反转形成的走滑构造(陈石等, 2016)。另一方面,在准噶尔板块向中亚板

块俯冲过程中,石炭纪洋陆转换背景下,多期火山及岩浆活动在平面上与残余洋盆叠合,造成沿断裂带岩性组合存在巨大差异。加之受克-乌断裂带上盘石炭系火山岩体地震成像效果的影响,进一步增加了认识的难度。因此,有必要进一步加强对断裂带构造样式及变形影响因素的研究。本文结合前人研究,基于西北缘克-乌断裂带地区的三维地震资料精细构造解释,梳理了断裂带上盘的构造样式特征,探讨西北缘石炭纪-白垩纪以来的构造演化,进一步分析影响因素,这对未来断裂带推覆体上盘和掩覆带深部石炭系的油气勘探具有一定的指导意义。

1 区域地质背景

克-乌断裂带位于新疆维吾尔自治区准噶尔盆地西北缘中段,与南段红车断裂带、北段乌夏断裂带自南西向东北呈长条状分布于扎伊尔山-哈拉阿拉特山东南部,共同组成准噶尔盆地西北缘构造带(尤绮妹, 1983)。其中,在克-乌断裂带中部,北西向的大侏罗沟走滑断裂向东南一直切至玛湖斜坡区(吴孔友等, 2014)(图 1)。

克-乌断裂带发育晚古生代以来的沉积地层,断裂带下盘自下而上钻遇石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系等。包括研究区在内的西准噶尔地区大部分石炭系以火山岩为主,部分为沉积岩和变质岩(张晓杰, 2016)。本文所述的上盘石炭系,岩相较复杂,整体以火山岩相为主,临近下盘靠近盆地一侧则转变为凝灰岩等过渡相,局部发育沉积岩相。由于多期推覆活动,上盘石炭系顶部缺失二叠系和部分三叠系,顶部由于长期遭受风化剥蚀形成了一层风化壳。其上的三叠系、侏罗系及白垩系整体位于较稳定沉降的背景下,主要发育一套陆相河流沉积体系,沉积超覆范围逐渐变大(靳军等, 2018)。

2 构造样式特征

克-乌断裂带在反演电阻率剖面上整体表现为与达尔布特断裂组成走滑背冲构造样式,即由达尔布特走滑断裂作为直立深大主控断裂,而克-乌断裂

带一系列的逆冲推覆断裂为派生断裂,在浅部断面较缓,中深层逐渐变陡,在深部与主控断裂相接(图2)。其动力学特征具有走滑与挤压的双重应力作用,但越靠近达尔布特断裂,走滑特征越明显,向盆地一侧

则以逆冲叠瓦状推覆构造为主。
垂向上,克-乌断裂带逆冲推覆体与下伏走滑呈现共生的构造特征。该构造样式的存在是强推覆作用的结果。多期逆冲断层呈叠瓦状将石炭系推覆至

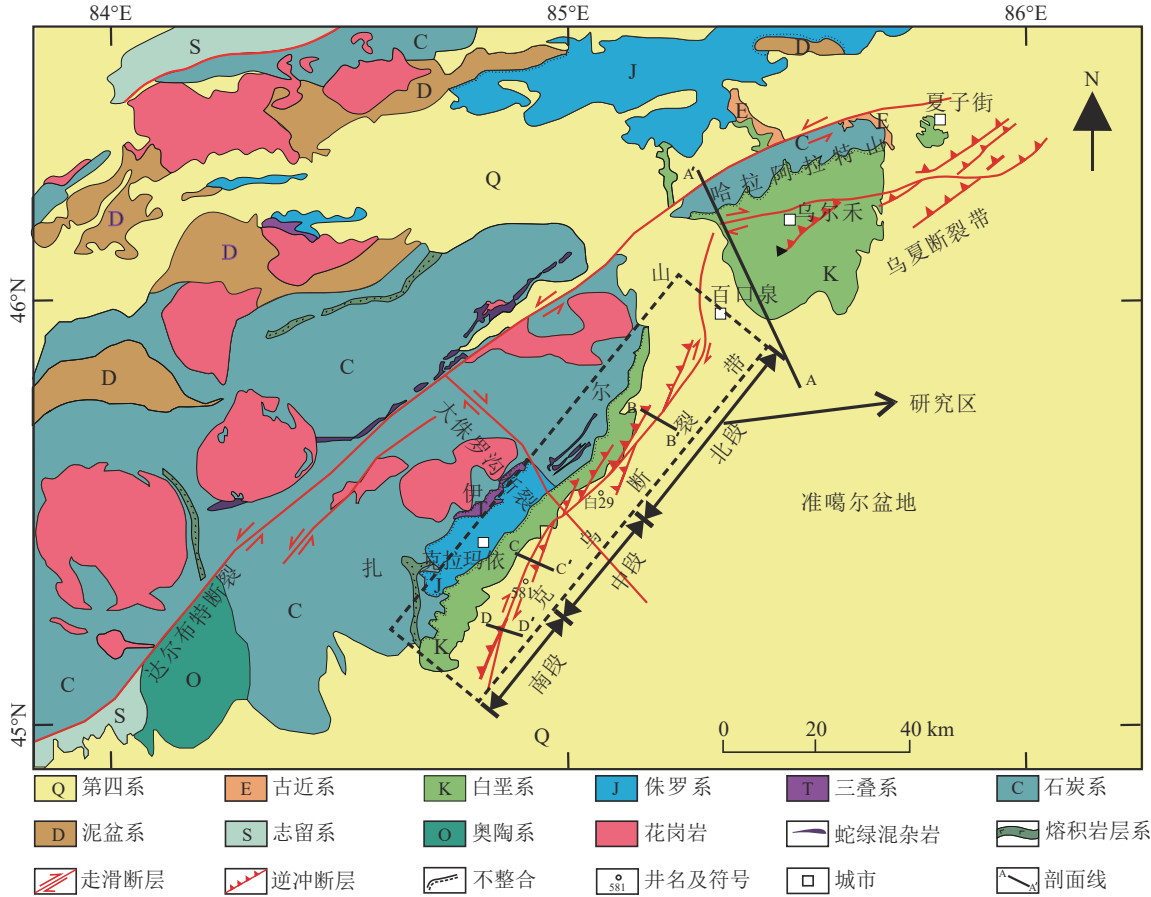


图1 准噶尔盆地西北缘地质简图(据陈石等,2016修改)

Fig. 1 Simplified geological map of northwestern margin in the Junggar Basin

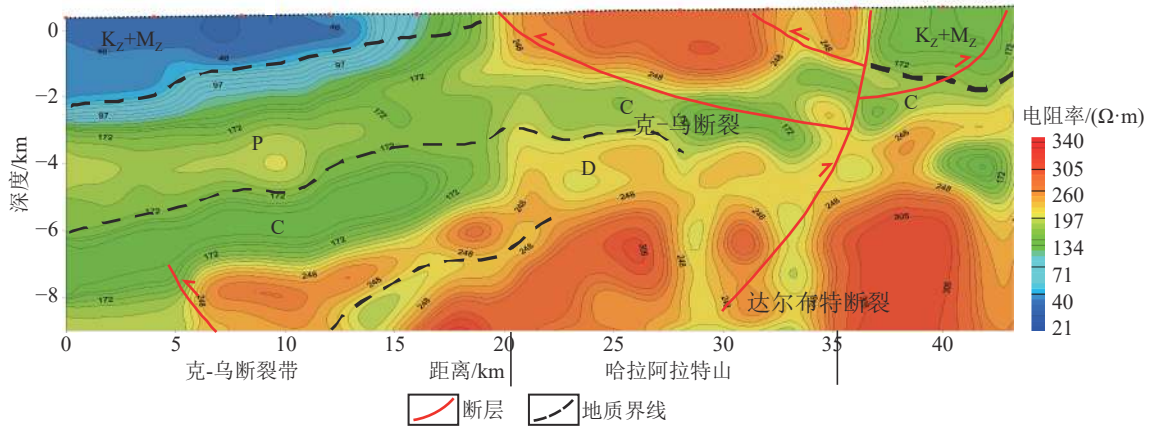


图2 克-乌断裂带地区反演电阻率剖面(A-A'剖面位置见图1)

Fig. 2 Inversion resistivity profile of Ke-Wu fault zone

K_z+M_z—新生界与中生界;P—二叠系;C—石炭系;D—泥盆系

二叠系、三叠系之上,局部地区断层向上切穿侏罗系,上盘由于岩性及地层组合不同,发育不同样式的褶皱变形;多条北西走向的基底走滑断层发育在断裂带下盘的石炭系内部,向上延伸造成上覆下二叠统发育断层传播褶皱。

逆冲推覆过程中,由于挤压作用,褶皱主要表现为在断层的上盘发育前翼陡窄后翼宽缓的背斜、掩覆带区域地层挠曲变形等特征。根据断裂特征、地层变形程度、岩性组合等构造特征,将断裂带在平面上分为北、中、南三段(图 1),基于各段自身的构造-地层特征和成因类型,针对上盘石炭系确定了 4 种断层相关褶皱类型(表 1)。

2.1 北 段

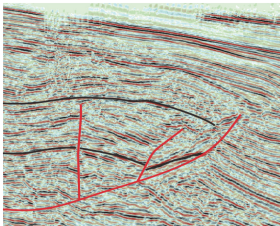
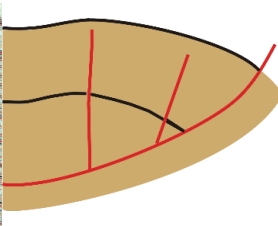
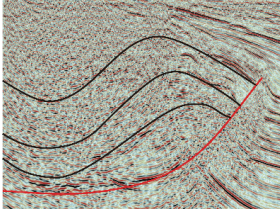
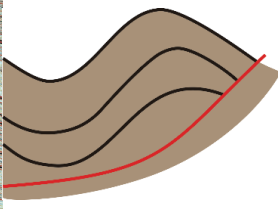
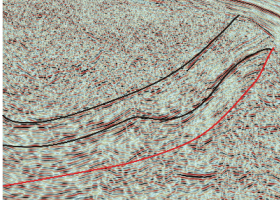
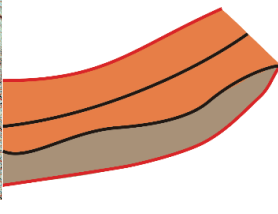
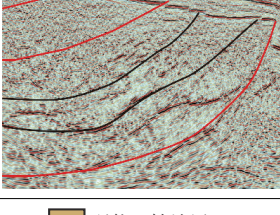
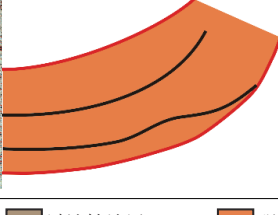
克-乌断裂带北段涉及的区域为白 29 井至断裂

带的北部边界(图 1)。沿垂直断裂带走向的剖面(图 3),石炭系推覆体中发育主推覆断层 F_1 , 向上延伸可局部切穿侏罗系,向下收敛于石炭系滑脱层中,石炭系内部还发育早期密集的原生高角度断裂。地震剖面反射特征较连续。部分沉积岩性地层被卷入上盘推覆体中,上下盘地层整体以火山凝灰岩、角砾岩、砂砾岩等岩性为主。上侏罗统、白垩系超覆不整合于上盘推覆体之上。在推覆体下盘二叠系—石炭系掩覆带规模较大,且抬升幅度较大,具有断层传播褶皱特征。

2.2 中 段

克-乌断裂带的中段范围包括白 29 井至 581 井之间的区域。在近垂直断裂带走向的剖面中(图 4),推覆体规模较大。上盘发育 2 条石炭系逆冲推覆断层 F_1 和 F_2 。断面自推覆体至盆地方向向上逐渐变

表 1 克-乌断裂带上盘构造样式
Table 1 Structural patterns of the hanging wall of Ke-Wu fault zone

主要类型	剖面样式	构造样式	分布区域	构造-地层要素
改造展展褶皱			克-乌断裂带北段	扎伊尔山推覆-哈拉阿拉特山走滑垂向叠合区 弱能干性上盘-弱能干性下盘
断弯褶皱			克-乌断裂带中段	扎伊尔山推覆控制区 过渡性上盘-过渡性下盘
挤压褶皱			克-乌断裂带南段	扎伊尔山推覆控制区 强能干性-过渡性上盘-过渡性下盘
地层刚性破裂			克-乌断裂带南段	扎伊尔山推覆控制区 强能干性上盘-强能干性下盘

弱能干性地层

过渡性地层

强能干性地层

断层

褶皱

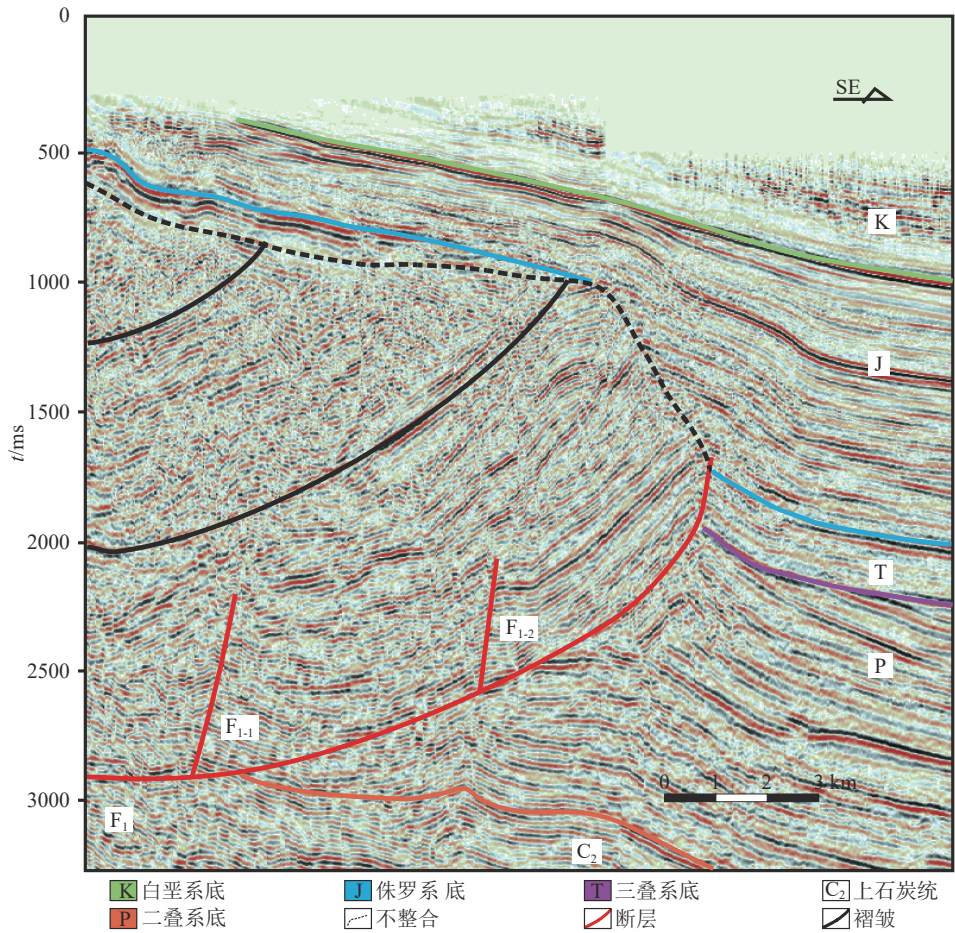


图 3 克-乌断裂带北段地震解释剖面(B-B'剖面位置见图 1)

Fig. 3 Seismic section of the northern part of Ke-Wu fault zone

陡,断层向上延伸一定程度。局部切穿侏罗系,极少切穿白垩系,总体构成逆冲叠瓦状构造。该段推覆体上盘相较于北段区域,地震剖面表现出明显的杂乱反射特征。在 F_2 与 F_1 断层之间的过渡性地层中,易发生小规模类似蛇头背斜状的褶皱变形。下盘二叠系、三叠系及其上覆侏罗系沉积厚度逐渐增加,发育明显的单倾掀斜构造。

2.3 南 段

克-乌断裂带南段范围为 581 井至断裂带南部边界的区域(图 1)。在地震剖面中(图 5),发育石炭系逆冲推覆断层 F_1 和内部 2 条推覆断层 F_2 、 F_3 。其中被逆冲断层推覆至上盘形成的石炭系推覆体厚度大,整体以火山凝灰岩、火山角砾岩为主,地震剖面以杂乱发射为特征, F_1 前缘地震反射相对较连续,反射较强。上盘火山岩性的物质增多,地层中褶皱变形减少。上侏罗统和白垩系覆盖于石炭系推覆体和第二期推覆体之上。下盘三叠系超覆于石炭系,但

受物源及原始地貌格局影响,生长速率相对较低,地层厚度较小。

综合分析其上盘构造样式,不同位置具有一定的特征和组合样式(表 1):北段区域在上盘石炭系内部主要发育一系列的断展褶皱,并与断层传播褶皱相互叠加。该位置的区域挤压应力强度相对较小,地层中沉积岩性的物质比例增加,整体表现出弱能干性地层的特点。由于北部位于哈拉阿拉特山区域早期走滑的影响范围内,在逆冲推覆发生之前,石炭系内部早期发育密集原生的高角度断裂,在褶皱变形的同时局部沿早期垂向破碎发生滑脱,后期推覆、抬升剥蚀等改造作用发生,顶部被削截,造成其褶皱形态不具有典型性。

中段位于北部弱能干性上盘与南部强能干性上盘的过渡地段。其上盘变形也介于上述两者之间。整体上盘推覆体中较硬的地层与盆地区域较软的地

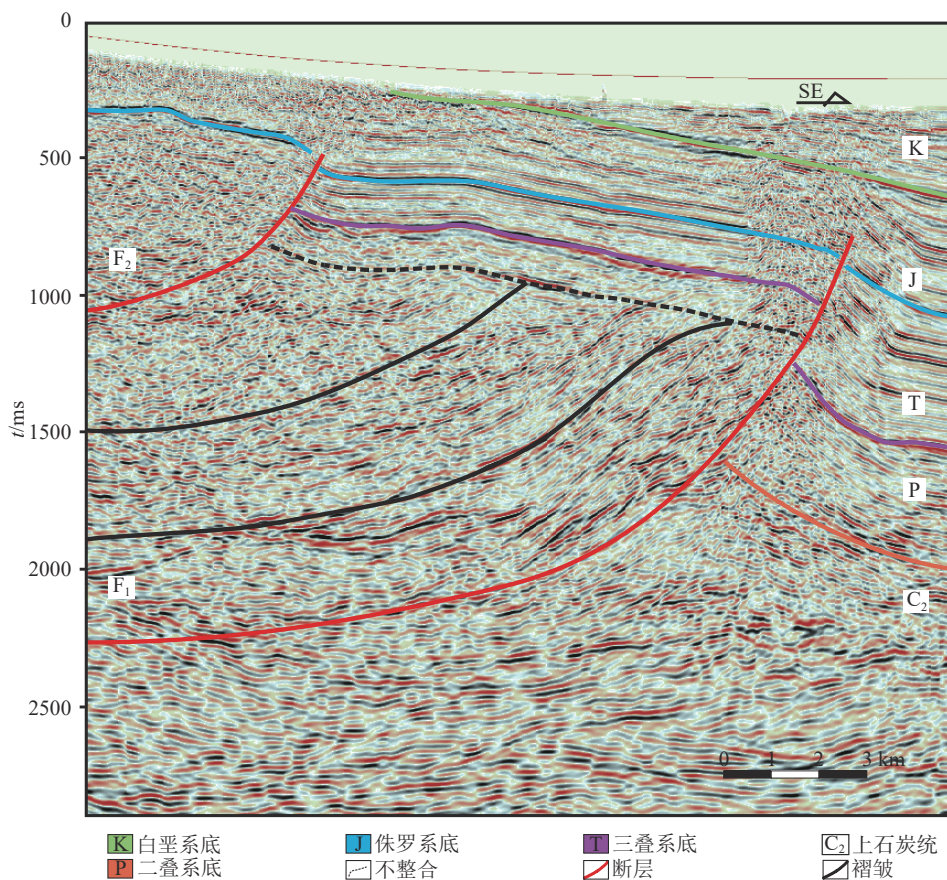


图 4 克-乌断裂带中段地震解释剖面(C-C'剖面位置见图 1)

Fig. 4 Seismic section of the central part of Ke-Wu fault zone

层相接触,在 multi 期推覆过程中呈现渐变状的形变。当 F_1 与 F_2 所夹地层都以凝灰质及火山角砾岩为主,且邻近的沉积盆地也多以近源的砾岩体为主时,几种岩性变化差异较小,在 F_2 沿地层界面推覆过程中,上盘 F_1 及 F_2 之间形成断弯褶皱形态;当 F_2 所夹地层以火山岩为主,而 F_1 所夹地层主要为过渡相的火山凝灰岩,同时邻近的沉积盆地也多以近源的砾岩体为主时,在 F_2 沿地层界面推覆过程中,上盘 F_1 及 F_2 之间应力较集中,易于发生明显的褶皱变形,形成断展褶皱。与此同时,断层作用与沉积作用同时进行,褶皱前翼和后翼可见明显的生长三角,但由于上盘顶部大部分地层中存在风化淋滤带,生长三角顶部几乎都不同程度地遭受了剥蚀。抬升剥蚀速率和沉积速率的相对大小,决定了最终保存褶皱的几何形状。

南段区域的上盘构造变形具有三角剪切带断展褶皱的特点。该区域主要受到扎伊尔山构造域内走滑背冲构造的影响。在克-乌断裂带内部呈现为单

纯的逆冲推覆样式。上盘上部大多都是火山质的强能干性地层,同时邻近的盆地一侧整体可容纳空间较小,沉积物质也相对较少,推覆体与盆地石炭系直接拼接。因此在 multi 期推覆的过程中,应力能够直接快速地传导至盆地石炭系基底,应力传导过程中基本不受阻碍,上盘地层与下盘地层同时发生破碎变形(表 1),地震剖面中的波形起伏特征更多地表现为早期石炭系火山的喷发期次。

3 演化阶段

为了进一步在时空上分析克-乌断裂带演化基本特征和序列,本文进一步分段恢复了断裂带自晚古生代以来的构造演化。克-乌断裂带经历了 multi 期复杂的构造演化,前人也进行了大量的研究(蔡忠贤等, 2000; 陈发景等, 2005; 曲国胜等, 2009; 何登发等, 2018)。通过对克-乌断裂带及周边不整合面、分布特征、地震剖面反射特征、构造变形样式特征、区域构造演化历史等综合分析,认为其石炭纪以来的构

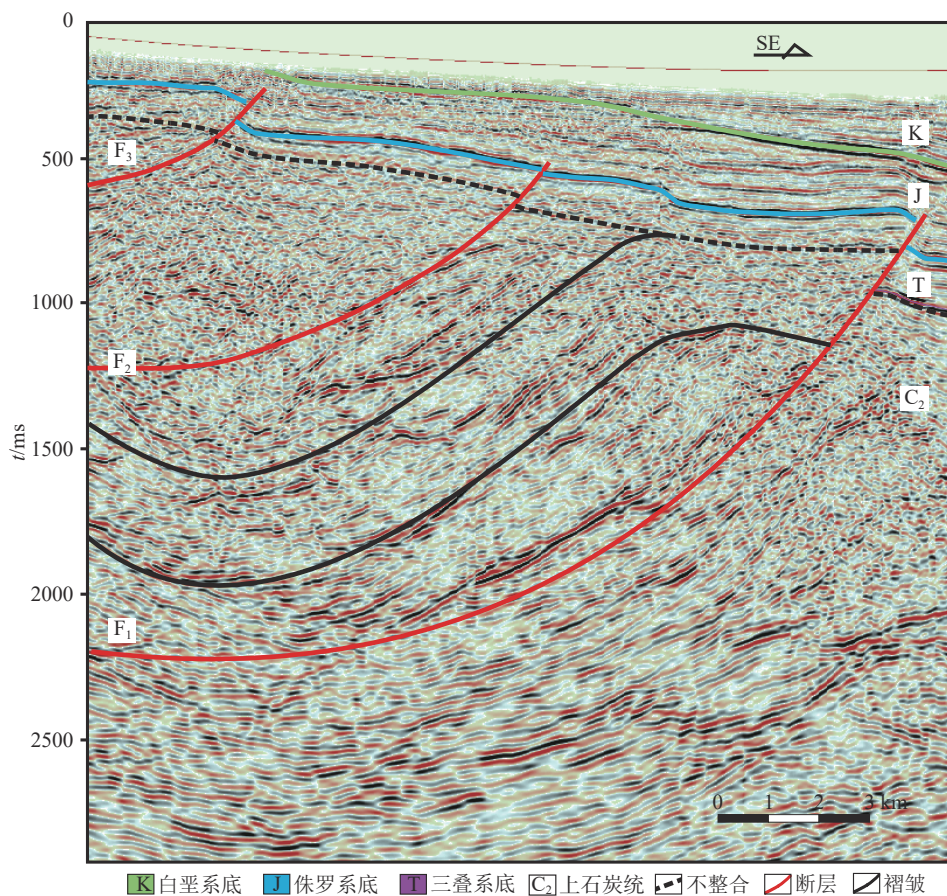


图 5 克-乌断裂带南段地震解释剖面(D-D'剖面位置见图 1)

Fig. 5 Seismic section of the southern part of Ke-Wu fault zone

造变形期次主要经历了 5 个阶段(图 6)。

第一阶段(早石炭世—中石炭世): 准噶尔盆地西北缘的构造演化在该时期离不开古亚洲洋及西伯利亚等相关板块的活动。区域构造背景研究表明, 准噶尔地体南北皆以断裂带和缝合带形式与其他块体分隔, 发育许多蛇绿混杂岩体, 证明了古洋壳、洋壳俯冲带的存在(陈发景等, 2005)。准噶尔块体周缘环绕众多小洋盆, 洋盆内部发育许多原生的走滑断裂。至早石炭世, 古亚洲洋主体消亡, 各陆块之间发生俯冲—增生作用, 也可能发生残余洋盆的被动垮塌(陈石等, 2010)。这一阶段岩浆活动开始逐渐增强, 包括西北缘在内的准噶尔盆地开始沉积大规模火山岩, 主要发育在克-乌断裂带的南段。

第二阶段(晚石炭世—早二叠世): 这一阶段是研究区完成了洋陆转换, 进入陆内演化的过渡阶段。哈萨克斯坦—准噶尔板块与西伯利亚板块和塔里木板块拼贴, 可能伴随着洋壳俯冲过程(张弛等, 1992; 陈石等, 2010), 西准噶尔残余洋盆最终在这一

阶段消亡。准噶尔盆地开始形成(Buckman et al., 2004), 研究区开始隆起, 盆地内也出现地貌起伏(张元元等, 2021)。研究区这一阶段构造背景为伸展作用主导的拉张环境(隋风贵, 2015), 岩浆活动伴随着大量侵入岩(陈宣华等, 2016)。

第三阶段(中二叠世—晚二叠世): 该时期发生挤压应力增强, 发生第一期逆冲推覆运动。石炭纪和部分二叠纪地层沿滑脱构造层被推覆, 下盘掩覆带发生破碎变形。深部走滑断裂进行了一定程度的生长。整体构造隆升造成二叠系被严重抬升剥蚀。北段在该时期上盘及下盘石炭系以刚性破裂为主, 中段过渡性及南段断裂上盘也在强大的挤压应力下发生推覆抬升。

第四阶段(三叠纪—中侏罗世): 该时期研究区继续发生第二期逆冲推覆运动, 总体构成逆冲叠瓦状构造, 对第一期造成的构造变形产生了进一步影响。盆山过渡带及盆地方向沉积了一定厚度的三叠系, 走滑断裂在局部发生继承性活动。北段在该时

期上盘及下盘石炭系仍以刚性破裂为主,应力在多个断块之间快速传导,使得整体呈现出阶梯式叠瓦状抬升样式。中段过渡性地层发育在 2 期推覆断裂之间,由于上盘自身的岩性组合关系,发生不同程度的褶皱变形。北段弱能干性地层受推覆应力的作用发生挤压变形,但受原生走滑断裂、上盘地层厚度等的影响,褶皱规模相对较小。

第五阶段(晚侏罗世—白垩纪):该时期构造活动相对减弱,盆地内大部分地区由于地层整体抬升,受到一定程度的剥蚀,最终沉积了相对平缓的侏罗系和白垩系。北、中及南段上盘石炭系开始接受沉积,受北高南低的原始古地貌的影响,北段沉积厚度

较小,南段沉积厚度较大。

4 影响因素

准噶尔盆地作为一个叠合盆地,自晚古生代以来时空演化具有多期叠合的特点。断裂带上盘石炭系经过逆冲推覆之后,不同位置发生层间滑脱,层内褶皱变形程度不同。通过地震剖面相分析、井震对比及平面地震属性分析、岩心录井中岩性统计等工作,对岩性组合单元进行了识别和划分,发现克乌断裂带上盘整体岩性以火山岩为主,但沉积岩和部分变质岩的混杂导致地层岩性物理性质不同于常规储层。但整体来说,断裂带由北至南,由以火山岩与沉

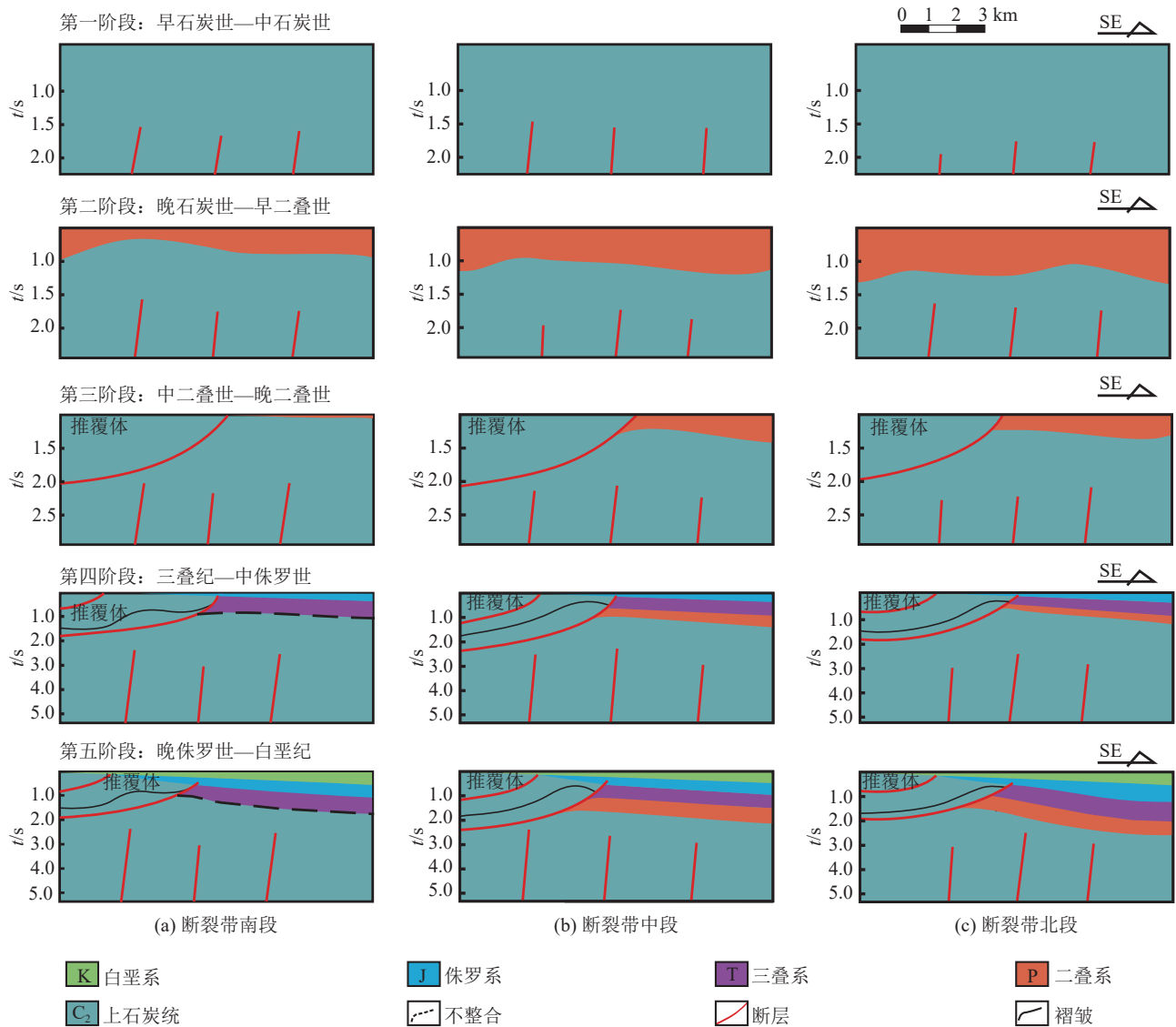


图 6 克-乌断裂带构造演化阶段

Fig. 6 Tectonic evolution stages of Ke-Wu fault zone

积岩为主的弱能干性地层逐渐过渡为以火山岩为主的强能干性地层。通过分析,认为地层及岩性组合是导致断裂带上盘不同区域构造样式不同的主要影响因素,因此在平面上对其分布进行了描述(图 7)。

地层中火山岩与沉积岩这种强弱能干性岩层的相对多少,是造成地层变形难易的关键(陈书平等, 2007)。克-乌断裂带自南向北上盘石炭系厚度总体减少,火山岩相逐渐向沉积岩相过渡(图 7),在地层能干性整体减弱的条件下,沿多个推覆断层发生滑脱,呈现出断展及断滑褶皱增多的趋势。

断裂带南段整体临近扎伊尔山,石炭系原生地层厚度大,分布较广泛。上盘及下盘基本都是强能干性的火山物质,偏北部局部区域中间包含较薄的弱能干性地层,挤压应力传播距离近。上盘推覆体内部形变主要为刚性块体的挤压活动,地层变形程度小,以破裂为主。

断裂带中部地震品质不是十分理想,断层及地层岩性组合关系,整体呈现火山物性向沉积岩相过

渡, F_1 、 F_2 所夹地层沉积物质增多,褶皱发育强度大,挤压应力向前传递距离远。克-乌断裂带多期不整合及不同位置剥蚀强度与沉积速率的差异,对背斜式褶皱等都形成了不同程度的破坏。

进一步向北,断裂带北部沉积岩相物质较多,断裂带北部上盘石炭系相对较少,逐渐过渡到以沉积岩性为主,形成了下盘的地层及过渡带较弱的能干性地层。虽然地层具有更易变形的条件,但石炭纪地层厚度的差异及应力的减弱造成褶皱发育强度较小,众多小断裂使地层更加破碎。

5 结 论

(1)根据断裂及地层变形特征,可将准噶尔盆地西北缘克-乌断裂带分为北、中、南 3 段,上盘发育多种断层相关褶皱。

(2)准噶尔盆地西北缘在古生代—中生代主要经历了早石炭世—中石炭世、晚石炭世—早二叠世、中二叠世—晚二叠世、三叠纪—中侏罗世、晚侏罗世—白垩纪 5 期构造变形,最终形成了现今的构造

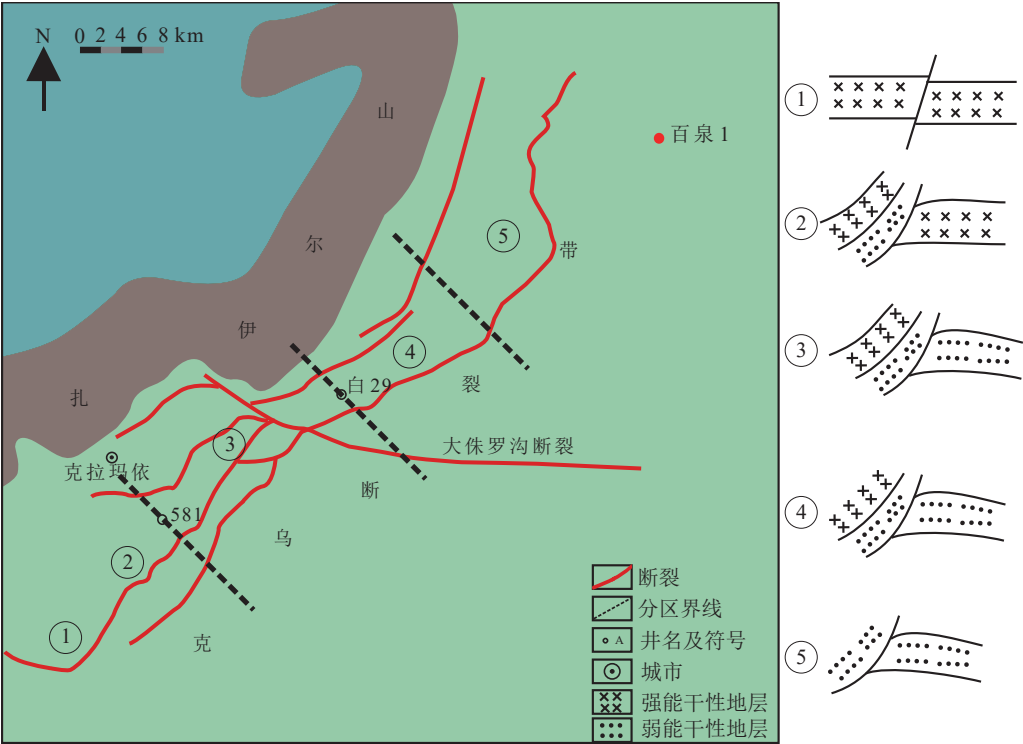


图 7 克-乌断裂带能干性地层分布

Fig. 7 Distribution of deformability strata in the Ke-Wu fault zone

①—强能干性-强能干性; ②—强能干性-弱能干性-强能干性; ③—强能干性-过渡性-弱能干性;
④—强能干性-弱能干性-弱能干性; ⑤—弱能干性-弱能干性

格局。

(3) 克-乌断裂带石炭系在海西期和印支期强烈的挤压应力构造背景下, 地层中火山岩与沉积岩分布不均一性极强, 总体厚度差异性较大, 地层及岩性组合因素对地层变形产生了重要影响。

参考文献

- Buckman S, Aitchison J C. 2004. Tectonic evolution of Palaeozoic terranes in West Junggar, Xinjiang, NW China[J]. *Geological Society London Special Publications*, 226(1): 101-129.
- Choulet F, Chen Y, Cogné J, et al. 2013. First Triassic palaeomagnetic constraints from Junggar (NW China) and their implications for the Mesozoic tectonics in Central Asia[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 78: 371-394.
- Jahn B, Windley B, Natal'in B, et al. 2004. Phanerozoic continental growth in Central Asia[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 23: 599-603.
- Şengör A M C, Natal'in B A, Burtman V S. 1993. Evolution of the Altaid tectonic collage and Palaeozoic crustal growth in Eurasia[J]. *Nature*, 364(6435): 299-307.
- Xiao W, Han C, Yuan C, et al. 2008. Middle Cambrian to Permian subduction-related accretionary orogenesis of Northern Xinjiang, NW China: Implications for the tectonic evolution of central Asia[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 32(2/4): 102-117.
- 蔡忠贤, 陈发景, 贾振远. 2000. 准噶尔盆地的类型和构造演化[J]. *地学前缘*, (4): 431-440.
- 陈发景, 汪新文, 汪新伟. 2005. 准噶尔盆地的原型和构造演化[J]. *地学前缘*, (3): 77-89.
- 程怀蒙, 张胜业. 2015. 西准噶尔达尔布特断裂带电性特征及成像[J]. *地球物理学进展*, 30(6): 2440-2447.
- 陈石, 郭召杰. 2010. 达拉布特蛇绿岩带的时限和属性以及对西准噶尔晚古生代构造演化的讨论[J]. *岩石学报*, 26(8): 2336-2344.
- 陈石, 郭召杰, 漆家福, 等. 2016. 准噶尔盆地西北缘三期走滑构造及其油气意义[J]. *石油与天然气地质*, 37(3): 322-331.
- 陈书平, 漆家福, 于福生, 等. 2007. 准噶尔盆地南缘构造变形特征及其主控因素[J]. *地质学报*, (2): 151-157.
- 陈宣华, 聂兰仕, 丁伟翠, 等. 2015. 西准噶尔走滑断裂系元素分布特征及其成矿意义[J]. *岩石学报*, 31(2): 371-387.
- 陈宣华, 陈正乐, 白彦飞, 等. 2016. 中亚成矿域西部巴尔喀什-准噶尔成矿带晚古生代成矿作用大爆发[J]. *地球科学与环境学报*, 38(3): 285-305.
- 管树巍, 李本亮, 侯连华, 等. 2008. 准噶尔盆地西北缘下盘掩伏构造油气勘探新领域[J]. *石油勘探与开发*, (1): 17-22.
- 何登发, 张磊, 吴松涛, 等. 2018. 准噶尔盆地构造演化阶段及其特征[J]. *石油与天然气地质*, 39(5): 845-861.
- 靳军, 王剑, 刘金, 等. 2018. 准噶尔盆地克-百断裂带石炭系深部岩性岩相及时空分布特征[J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 48(2): 238-245.
- 林伟, 孙萍, 薛振华, 等. 2017. 西准噶尔达拉布特断裂带中段晚古生代构造分析[J]. *岩石学报*, 33(10): 2987-3001.
- 李宗浩, 刘海磊, 卞保力, 等. 2018. 准噶尔盆地西北缘掩伏带构造特征及勘探潜力分析[J]. *特种油气藏*, 25(5): 56-60.
- 孟家峰, 郭召杰, 方世虎. 2009. 准噶尔盆地西北缘冲断构造新解[J]. *地学前缘*, 16(3): 171-180.
- 秦克章. 2000. 新疆北部中亚型造山与成矿作用[D]. 中国科学院研究生院(地质与地球物理研究所) 博士学位论文.
- 邱争科, 李婷, 杨兴, 等. 2020. 准噶尔盆地克-百断裂带石炭系内幕成藏特征[J]. *西南石油大学学报(自然科学版)*, 42(5): 39-47.
- 曲国胜, 马宗晋, 陈新发, 等. 2009. 论准噶尔盆地构造及其演化[J]. *新疆石油地质*, 30(1): 1-5.
- 邵雨, 汪仁富, 张越迁, 等. 2011. 准噶尔盆地西北缘走滑构造与油气勘探[J]. *石油学报*, 32(6): 976-984.
- 隋风贵. 2015. 准噶尔盆地西北缘构造演化及其与油气成藏的关系[J]. *地质学报*, 89(4): 779-793.
- 王平在, 何登发, 雷振宇, 等. 2002. 中国中西部前陆冲断带构造特征[J]. *石油学报*, (3): 8, 11-17.
- 谭开俊, 张帆, 吴晓智, 等. 2008. 准噶尔盆地西北缘盆山耦合与油气成藏[J]. *天然气工业*, (5): 10-13, 136.
- 吴孔友, 瞿建华, 王鹤华. 2014. 准噶尔盆地大侏罗沟断层走滑特征、形成机制及控藏作用[J]. *中国石油大学学报(自然科学版)*, 38(5): 41-47.
- 汪仁富. 2012. 准噶尔盆地西北缘克拉玛依-夏子街走滑构造[D]. 浙江大学博士学位论文.
- 杨庚, 王晓波, 李本亮, 等. 2011. 准噶尔西北缘斜向挤压构造与走滑断裂[J]. *地质科学*, 46(3): 696-708.
- 尤绮妹. 1983. 准噶尔盆地西北缘推复构造的研究[J]. *新疆石油地质*, (1): 6-16.
- 张弛, 黄莹. 1992. 新疆西准噶尔蛇绿岩形成时代和环境的探讨[J]. *地质论评*, (6): 509-524.
- 张琴华, 魏洲龄, 孙少华. 1989. 西准噶尔达尔布特断裂带的形成时代[J]. *新疆石油地质*, (1): 35-38.
- 张晓杰. 2016. 准噶尔盆地西北缘横断层特征及其在油气成藏中作用[D]. 中国石油大学(华东) 硕士学位论文.
- 张元元, 曾宇轲, 唐文斌. 2021. 准噶尔盆地西北缘二叠纪原型盆地分析[J]. *石油科学通报*, 6(3): 333-343.
- 张越迁, 汪新, 刘继山, 等. 2011. 准噶尔盆地西北缘乌夏走滑构造及油气勘探意义[J]. *新疆石油地质*, 32(5): 447-450.
- 赵瑞斌, 李进云, 石树中, 等. 1997. 达尔布特断裂中段构造活动性[J]. *内陆地震*, (4): 295-301.