



DOI:10.12404/j.issn.1671-1815.2406347

引用格式:孟璐莹,张莉,刘洪平,等.塔里木盆地雅克拉断凸及周缘亚格列木组扇三角洲群沉积特征及影响因素[J].科学技术与工程,2025,25(14):5767-5779.

Meng Luying, Zhang Li, Liu Hongping, et al. Depositional characteristics and influencing factors of the fan delta in the Yageliemu Formation of the Yakela faulted-convex area, Tarim Basin[J]. Science Technology and Engineering, 2025, 25(14): 5767-5779.

# 塔里木盆地雅克拉断凸及周缘亚格列木组 扇三角洲群沉积特征及影响因素

孟璐莹,张莉\*,刘洪平,毕小龙,杨沁超

(长江大学地球科学学院,武汉 430100)

**摘要** 近年塔里木盆地雅克拉断凸及周缘地区下白垩统亚格列木组岩性圈闭勘探取得重要进展,为了明确该区亚格列木组碎屑岩储层沉积相展布规律,促进碎屑岩储层的高效勘探开发。通过利用岩心、测井、三维地震等资料的方法,研究了塔里木盆地雅克拉断凸及周缘地区白垩系亚格列木组沉积相类型及空间展布特征,以源汇理论为指导分析物源区特征对扇三角洲的发育的控制作用。结果表明:雅克拉断凸及周缘地区亚格列木组发育扇三角洲群沉积。在亚格列木组沉积时期,雅克拉断凸地区的古隆起具有明显的分段性,呈北东东向的条带状隆起,呈现东、西两个凸起,中部地势低的特征。基于源-汇体系分析,明确扇三角洲群沉积物源来自古隆起风化剥蚀区域,多支古沟谷为扇三角洲群沉积提供了沉积物输送通道。可见古地貌、沟谷发育特征等控制着雅克拉断凸及周缘地区亚格列木组源-汇体系,形成多物源供给的沉积格局,古隆起西段主要表现为高隆起、沟谷面积较大;东段主要表现为低隆起、沟谷面积较小。物源区沟谷的发育规模控制了古隆起周缘三角洲沉积展布规模。古隆起以南发育缓坡型扇三角洲沉积体系,以北发育陡坡型和缓坡型扇三角洲沉积体系。源-汇体系分析降低了亚格列木组沉积相研究的不确定性,可以为油气勘探提供更多地质依据。

**关键词** 沉积特征;扇三角洲群;源-汇体系分析;亚格列木组;雅克拉断凸

中图法分类号 P624;

文献标志码 A

## Depositional Characteristics and Influencing Factors of the Fan Delta in the Yageliemu Formation of the Yakela Faulted-Convex Area, Tarim Basin

MENG Lu-ying, ZHANG Li\*, LIU Hong-ping, BI Xiao-long, YANG Qin-chao

(School of Geosciences, Yangtze University, Wuhan 430100, China)

**[Abstract]** In recent years, important progress has been made in the lithologic trap exploration of the Lower Cretaceous Yageliemu Formation in the Yakela fault convex and its surrounding areas in the Tarim Basin, in order to clarify the sedimentary facies distribution law of the clastic rock reservoir of Yageliemu Formation in this area, and promote the efficient exploration and development of the clastic rock reservoir. Based on an integrated analysis of core samples, well logging data, and 3D seismic surveys, the sedimentary facies types and spatial distribution patterns of the Cretaceous Yageliemu Formation in the Yakela fault convex and its surrounding areas in the Tarim Basin were investigated. Furthermore, under the framework of source-to-sink system theory, the controlling effects of source area characteristics on fan delta development were systematically examined. The results show that fan delta group deposits are developed in the Yageliemu Formation in the Yakela fault convex and its surrounding areas. During the deposition period of the Yageliemu Formation, the ancient uplift in the Yakela fault convex area was obviously segmented, with a banded uplift in the NEE direction, with two bulges in the east and west, and a low terrain in the middle. Based on the analysis of source-sink system, it is clear that the sediment source of the fan delta group is from the weathered denudation area of the ancient uplift, and the multi-branch ancient gullies provide sediment transport channels for the fan delta Group. It can be seen that paleogeomorphology and gully development characteristics control the source-sink system of Yageliemu formation in the Yakela fault convex and its surrounding areas, forming a sedimentary pattern with multiple sources supply. The western ancient uplift is mainly characterized by high uplift and large gully area, the eastern section is mainly characterized by low uplift and small gully area. The development scale of gullies in provenance area controlled the distribution scale of deltaic sediments around ancient uplift. The gentle slope fan delta sedimentary system developed in the south of the ancient uplift, and the steep slope and gentle slope fan delta sedimentary system developed in the north. The analysis of source-sink system reduces the uncertainty of

收稿日期:2024-08-23; 修订日期:2025-02-28

基金项目:国家自然科学基金(41902122)

第一作者:孟璐莹(1998—),女,汉族,河南三门峡人,硕士研究生。研究方向:碎屑岩沉积学。E-mail:1138236788@qq.com。

\*通信作者:张莉(1988—),女,汉族,山东聊城人,博士,副教授。研究方向:碎屑岩沉积学、储层地质学及油气田开发地质学。E-mail:zhangx0522@qq.com。

投稿网址:www.stae.com.cn

sedimentary facies study of Yageliemu Formation and can provide more geological basis for oil and gas exploration.

[Keywords] sedimentary characteristics; fan delta group; source-sink system; Yageliemu formation; Yakela fault convex

塔里木盆地塔北地区白垩系是重要的含油气层系<sup>[1-2]</sup>,该地区隐蔽岩性油藏是重要的勘探新目标<sup>[3]</sup>。近年塔北沙雅隆起雅克拉断凸及周缘地区下白垩统亚格列木组岩性圈闭勘探取得了重要进展,揭示出亚格列木组具有良好的勘探潜力。然而,受复杂的构造演化和沉积过程影响,目前针对雅克拉断凸及周缘地区亚格列木组砂体成因及分布模式的认识仍不够明确,导致该区岩性油藏的勘探落实面临很大的不确定性。梳理前人研究发现,塔北雅克拉断凸及周缘地区在白垩统亚格列木组沉积期,发育东西向延伸的古隆起<sup>[4]</sup>,是亚格列木组重要的沉积物源,古隆起与周缘沉积形成了一个较大规模的源-汇系统。

源-汇系统是一个沉积学领域的重要概念,相关研究强调沉积物从源到汇的搬运过程,可以为含油气

盆地沉积体系展布预测提供重要的理论依据<sup>[5-7]</sup>。近年已成为含油气盆地沉积学研究中不可忽视的重要前沿研究课题<sup>[8-10]</sup>。目前雅克拉断凸及周缘地区在白垩系仍处于勘探早期阶段,探井数量较少,传统沉积相编图研究方法十分受限,若充分利用研究区三维地震资料,重视古隆起的发育特征,引入源-汇体系分析新思路,则可以为砂体的分布预测提供依据,同时降低岩性圈闭勘探的不确定性。

因此,现以源汇理论为指导,通过取心井的岩心观察、三维地震资料解释,首先开展雅克拉断凸及周缘地区亚格列木组沉积微相特征识别;然后利用井震结合开展亚格列木组沉积相展布规律分析。基于源-汇沉积过程分析源汇系统发育特征以及内部的差异,总结源汇体系内部特征差异对扇三角洲群分布控制作用规律。源汇分析可以降低雅克拉

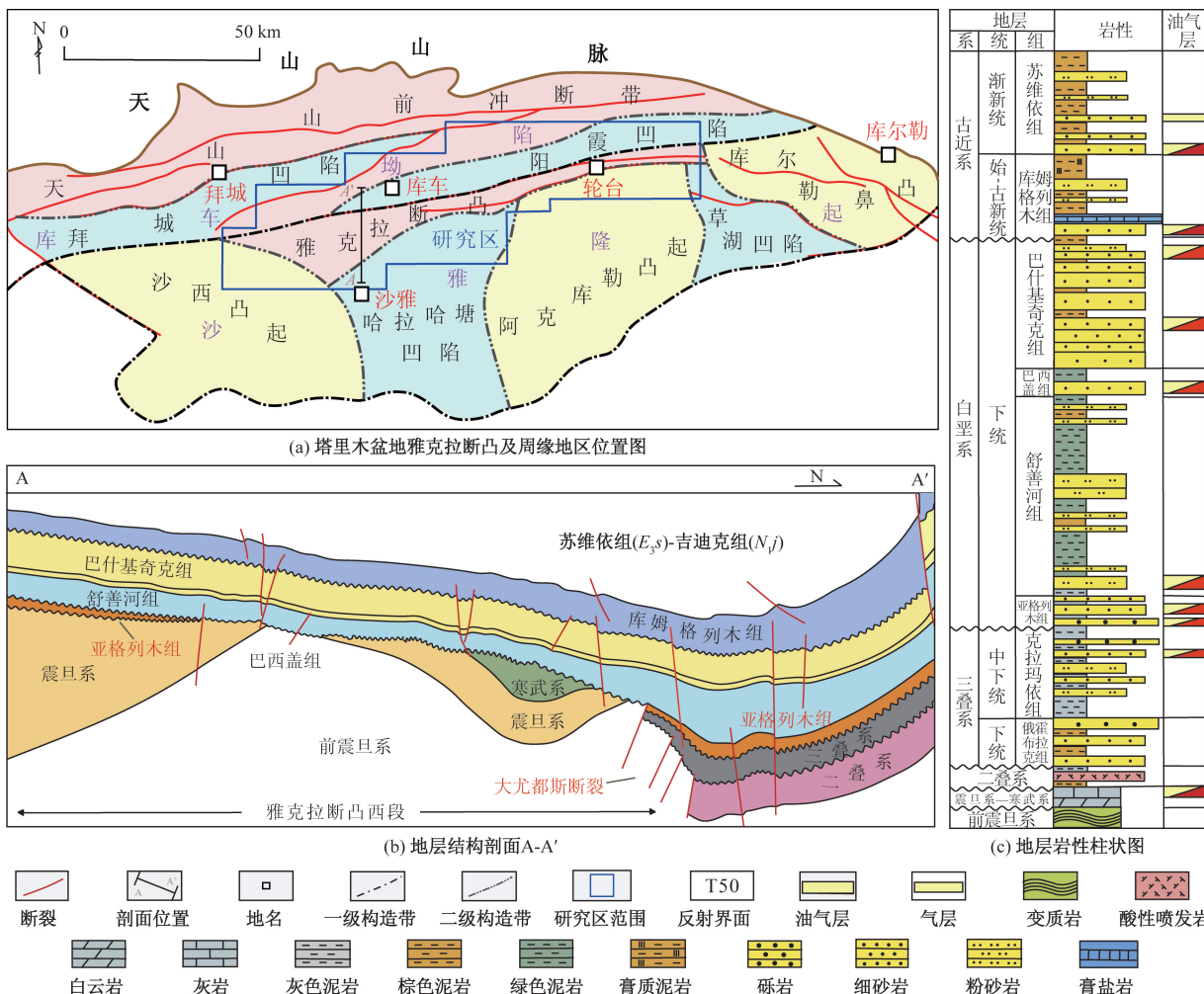


图1 塔里木盆地雅克拉断凸及周缘地区位置图、地层结构剖面和地层岩性柱状图

Fig. 1 Location map of Yakela fault convex and its surrounding areas, Tarim Basin, Stratigraphic structure profile and Stratigraphic lithology column diagram

断凸及周缘白垩系亚格列木组沉积相研究的不确定性,以期为岩性圈闭勘探提供理论依据。

## 1 区域背景

研究区雅克拉断凸及周缘地区位于塔里木盆地的北部,构造上位于沙雅隆起的北部,北邻库车坳陷,南接哈拉哈塘凹陷和阿克库勒凸起。雅克拉断凸是在沙雅—轮台断裂与亚南断裂两条边界大断裂控制长期隆升发育的继承性隆起。

雅克拉断凸构造演化共分为4个时期<sup>[11-12]</sup>,早古生代为凸起雏形发育期,塔北地区进入挤压期,开始发育轮台逆冲断裂,断凸逐渐隆升;晚古生代末期为凸起定形期,即石炭纪末-早二叠世期间,塔北地区挤压作用达到顶峰,牙哈和轮台等主干断裂再次逆冲,凸起强烈隆升;中生代为凸起萎缩期,即三叠纪—早白垩世期间,挤压后应力松弛,塔北地区接受沉积,凸起逐渐消失;新生代以来的凸起塌陷消亡期,整个隆起演化为库车再生前陆盆地南侧的北倾斜坡,凸起进一步埋藏和沉降<sup>[13]</sup>。

本文研究目的层白垩系亚格列木组沉积时期,雅克拉断凸处于萎缩期,白垩系地层在古隆起周缘大面积沉积。白垩系亚格列木组岩性以砾岩、含砾粗砂岩、粉砂岩、泥岩为主。白垩系亚格列木组与下伏地层为角度不整合接触。根据前人研究,亚格列木组主要发育扇三角洲-湖泊沉积相<sup>[14]</sup>。

塔北地区白垩系是近年来岩性圈闭勘探的重点地区。近年研究区新部署探井在白垩系亚格列木组发现了新的油气储层<sup>[15-16]</sup>,表明亚格列木组具有较好的油气成藏条件。由于研究区地质条件复杂,目前针对亚格列木组储层沉积相展布规律方面的认识仍不够深入。

## 2 研究方法

本文研究对象为雅克拉断凸及周缘地区钻井

岩心、测井曲线和三维地震数据。本研究以岩心、测井曲线和三维地震资料(4 400 km<sup>2</sup>)为基础,对亚格列木组进行了详细的岩心描述,以便于识别和解释沉积相。为了识别其他没有岩心的井中的沉积相,使用了测井曲线来识别沉积微相。此外,利用基于三维地震资料对三维地震资料覆盖区进行了振幅属性提取,进行砂岩分布的预测。在井震结合研究的协助下,通过测井相、地震属性、砂岩等厚图和砂地比图描述了亚格列木组沉积相带的平面分布。在此基础上,结合源汇系统分析,通过对古隆起区沟谷体系刻画,对比古隆起东部和西部不同段古地形差异以及古隆起南北两侧古地形差异,讨论源汇系统内部差异对三角洲沉积分布控制作用规律。

## 3 研究结果

### 3.1 岩心沉积特征分析

根据研究区亚格列木组取心分析,在雅克拉断凸周缘地区识别出了典型的扇三角洲沉积相。

在扇三角洲平原,主要发育分流河道和分流河道间沉积微相(图2)。分流河道主要发育块状层理、低角度交错层理含砾粗砂岩[图2(a)]和含砾中砂岩[图2(b)]。砾石的分选、磨圆度较差[图2(c)],沿层发育[图2(d)],体现较强的水动力条件。分流河道间以砂质泥岩沉积为主。

在扇三角洲前缘,主要发育水下分流河道、河口坝、间湾沉积微相(图3)。水下分流河道主要发育交错层理含砾粗砂岩[图3(a)]和含砾中砂岩[图3(b)],河口坝主要发育块状层理的细砂岩[图3(c)],间湾沉积以泥岩沉积为主[图3(d)]。

### 3.2 单井沉积微相解释

在岩心沉积解释基础上,结合测井曲线开展砂体的单井沉积微相解释。分流河道砂体发育正韵律,曲线呈钟型或箱型,垂向可存在多期叠置,可形

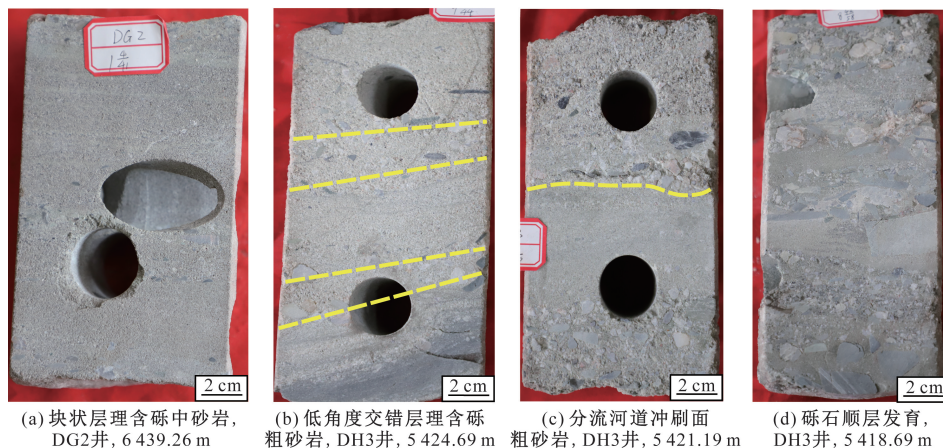


图2 扇三角洲平原典型岩石相

Fig. 2 Typical rock facies of fan delta plain

成厚层砂体。以 DH3 井为例(图 4), 分流河道砂体, 测井曲线为钟型或箱型。分流河道上部一般沉积物粒度较细, 体现分流河道在洪水期水动力较

强, 以粗粒沉积为主, 在洪水间歇期沉积水动力逐渐减弱的过程。

河口坝砂体发育重复反韵律(图 5), 曲线呈漏

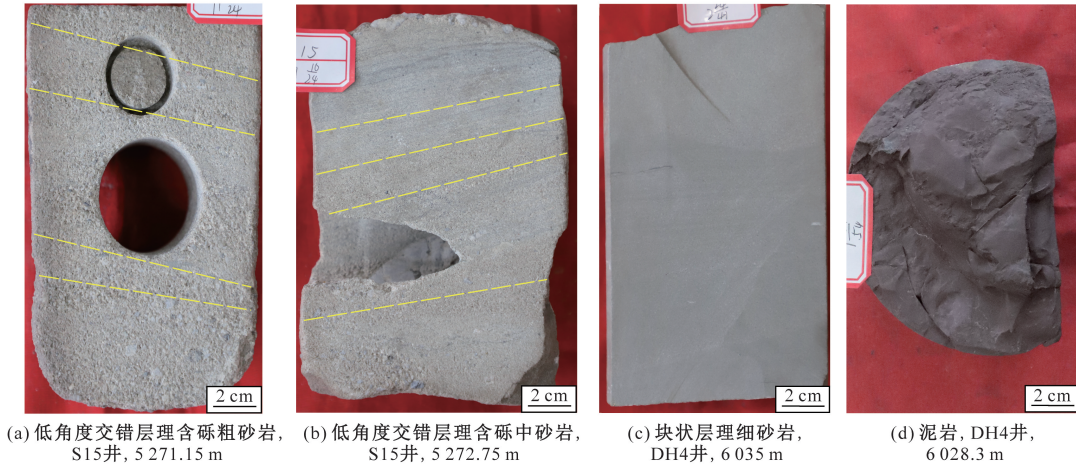
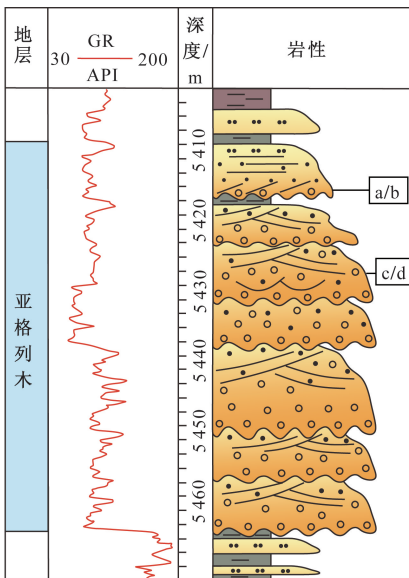
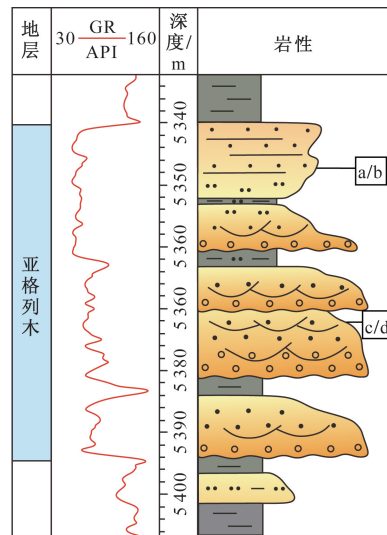


图 3 扇三角洲前缘典型岩石相  
Fig. 3 Typical rock facies of fan delta front



(a) DH3井综合柱状图



(a) Y4井综合柱状图

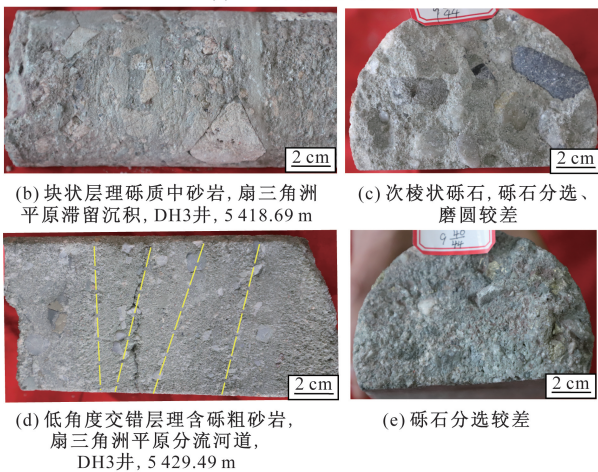


图 4 DH3 井沉积特征图

Fig. 4 Sedimentary characteristic diagram of well DH3

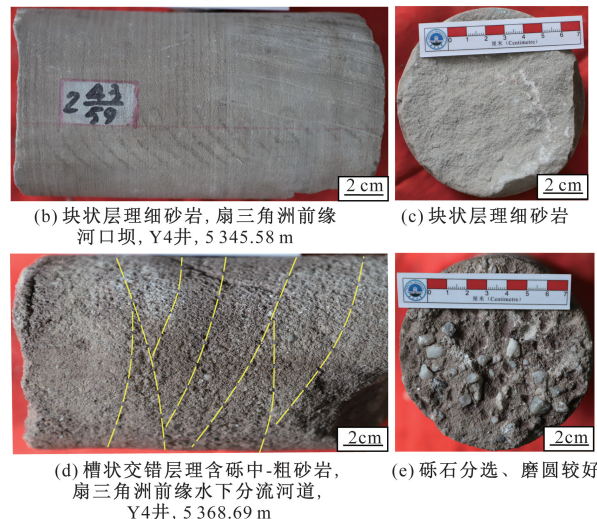


图 5 Y4 井沉积特征图

Fig. 5 Sedimentary characteristic diagram of well Y4

斗型, 构成加积型沉积序列, 可形成厚层砂体, 与分流河道砂体互层。在三角洲前缘河口区, 入湖河流携带大量沉积物卸载堆积, 形成了河口砂坝。在远源方向以细粒沉积为主, 靠近河口区位置发育粗粒沉积物, 三角洲入湖推进后形成了反韵律沉积结构。

### 3.3 沉积相剖面解释

为进一步明确古隆起周缘扇三角洲展布规律, 在单井沉积解释基础上, 选取垂直于古隆起延伸方向以及沿古隆起延伸方向的井震结合对比剖面进行分析。

剖面显示亚格列木组三角洲砂体的展布主要分布在古隆起两侧, 在垂直于古隆起延伸方向的近南北向剖面上(图6和图7), 古隆起以北扇体延伸距离较近, 古隆起以南地形坡度较北部更为平缓, 扇体延伸距离更远。在沿古隆起延伸方向的近东西向剖面上(图8), 可见不同位置, 扇三角洲发育的规模具有差异。西部扇三角洲砂体规模大, 向东部砂体规模减小。

### 3.4 古隆起周缘沉积相展布特征

在单井相和剖面沉积相认识基础上, 根据钻井资料和三维地震资料, 预测古隆起周缘亚格列木组

沉积相展布特征。首先根据单井层序划分和三维地震层序界面解释追踪(白垩系亚格列木组底界面  $T_4^0$  和舒善河组底界面  $T_3^3$  约束), 利用残余厚度分析方法<sup>[17-18]</sup>结合井震剖面验证落实, 识别了雅克拉断凸及周缘地区白垩系古隆起的边界。在此基础上, 提取了白垩系亚格列木组均方根振幅属性, 根据钻井解释和井间振幅属性分布, 对扇三角洲砂砾岩体分布范围进行了初步的预测。扇三角洲沿着古隆起的南部和北部呈现环绕式分布格局。

结合钻井资料, 绘制了亚格列木组砂地比平面展布图(图10)。靠近古隆起区域, 砂地比较高, 数值最大可达0.9以上, 远离古隆起地区砂地比减小。砂地比等值线分布表明, 研究区雅克拉断凸周缘地区存在多个沉积供给路径, 沉积物沿着多个沉积供给路径由向周缘地区搬运沉积, 形成了多个独立的、局部分布的砂体沉积中心。

结合沉积相解释, 细化了沉积相带边界, 落实了沿古隆起分布的扇三角洲群分布。

亚格列木组沉积期, 雅克拉断凸地区发育古隆起供源的扇三角洲群。古隆起风化剥蚀产生的碎屑沉积物经过短距离输送, 沿古隆起周缘呈朵叶状

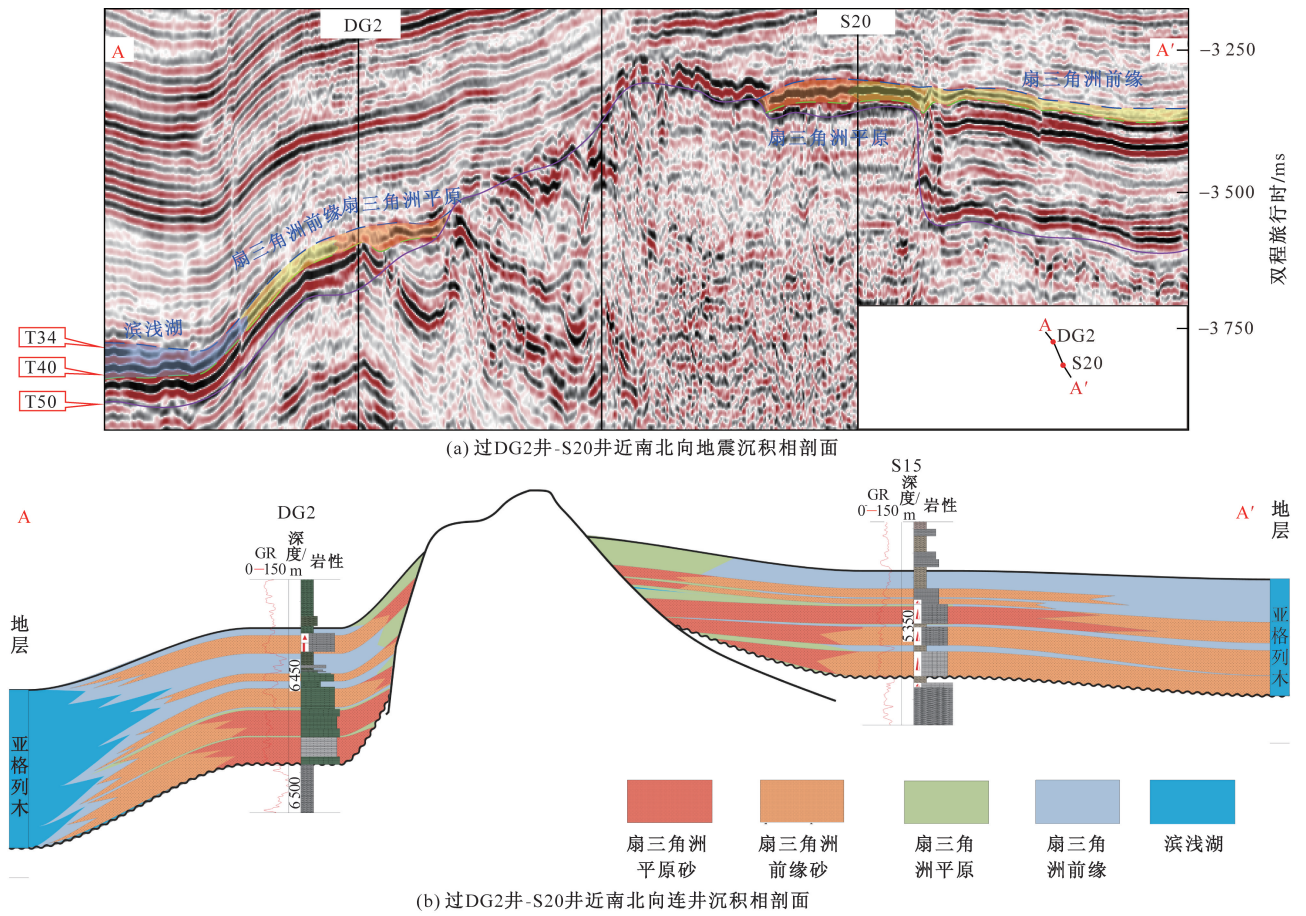


图6 连井沉积相剖面  
Fig. 6 Connecting well sedimentary facies profile

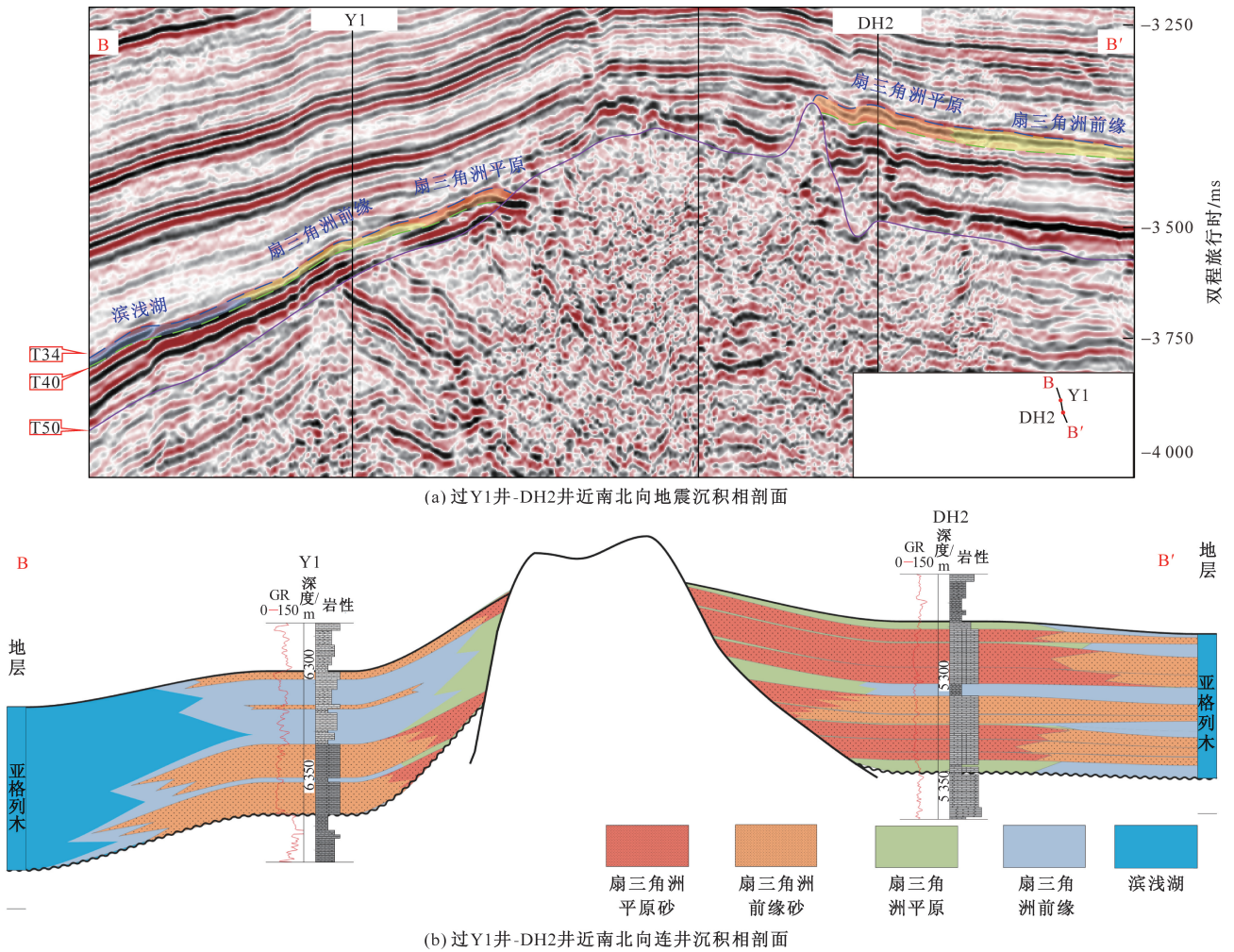


图7 连井沉积相剖面

Fig. 7 Connecting well sedimentary facies profile

分布,发育近岸的扇三角洲沉积体系。

在古隆起北侧,东西两侧发育13个扇三角洲,发育规模较小,扇体的轴向为北西—南东向分布;中部发育的缓坡型扇三角洲展布规模较大,扇体的轴向为南北向分布,中部扇体与东西侧扇体相比,展布范围较大,砂体规模较大。在古隆起南侧,均匀地分布着17个缓坡型扇三角洲,与北侧相比,展布规模较大。南侧西部扇体的轴向为北西—南东向,中部扇体的轴向近南北向,东部扇体的轴向为北东—西南向。

### 4 讨论

#### 4.1 物源区沟谷刻画及对三角洲沉积展布的控制

通过上述井震结合的沉积研究,本文研究基本明确了东西向延伸的古隆起控制的雅克拉断凸及周缘白垩系亚格列木组扇三角洲群的分布。在研究过程中发现扇三角洲群的发育受控于古隆起剥蚀区的沉积物搬运路径,这些搬运路径即物源区沟

谷这些古沟谷在古隆起区广泛发育,为古隆起南北两侧的扇三角洲沉积提供了沉积物输送通道,将物源区与沉积区联系起来,形成了源汇系统。

利用古隆起区的三维地震剖面,结合古地貌特征,可以识别出沟谷的发育特征<sup>[19-20]</sup>。这些在地震剖面上呈现出同向轴局部下凹地层加厚并呈现透镜状反射的特征,在平面上,这些沟谷为弱弯曲条带状(图13)。物源区沟谷形态复杂,整体呈汇聚态势进入古隆起周缘沉积区。古隆起不同部位,沟谷的发育特征存在差异。总体上来看,雅克拉古隆起西段主要为高隆起、沟谷面积较大;东段主要为低隆起、沟谷面积较小(图12)。

沟谷的发育规模对古隆起周缘三角洲沉积展布规模有一定的控制作用<sup>[21-24]</sup>。整体来看,古隆起西部沟谷规模较大,在其下游沉积区发育了若干个较大规模的扇三角洲沉积,如古隆起西南缘地区的扇三角洲。局部来看,不同的扇三角洲朵叶体规模差异也可以与上游物源区沟谷的差异建立联系。

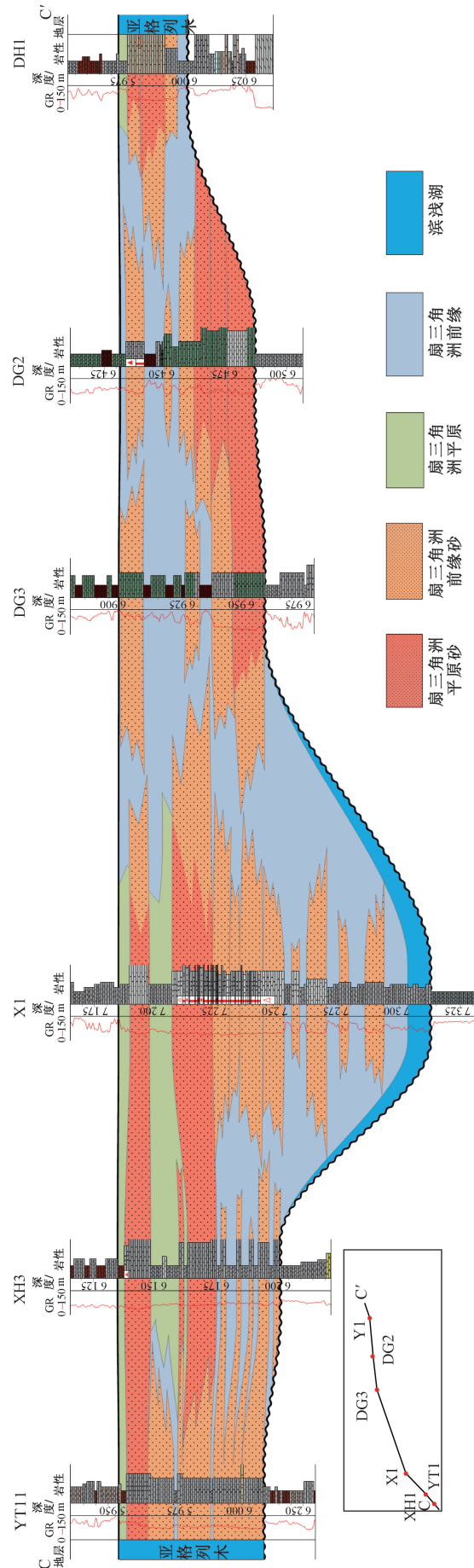


图8 过Y11井-DH2井东西向连井沉积相剖面  
 Fig.8 Depositional facies profile from Y11-DH2 connecting wells

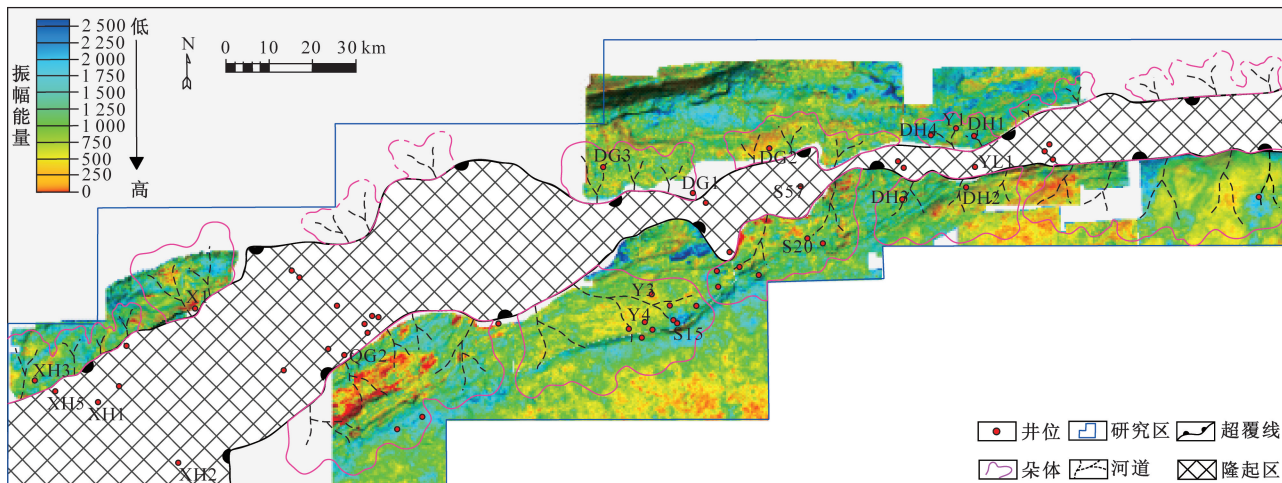


图9 塔里木盆地雅克拉断凸及周缘地区白垩系亚格列木组 RMS 属性图

Fig. 9 RMS attribute map of Cretaceous Yageliemu Formation in Yakela fault bulge and its surrounding areas in Tarim Basin

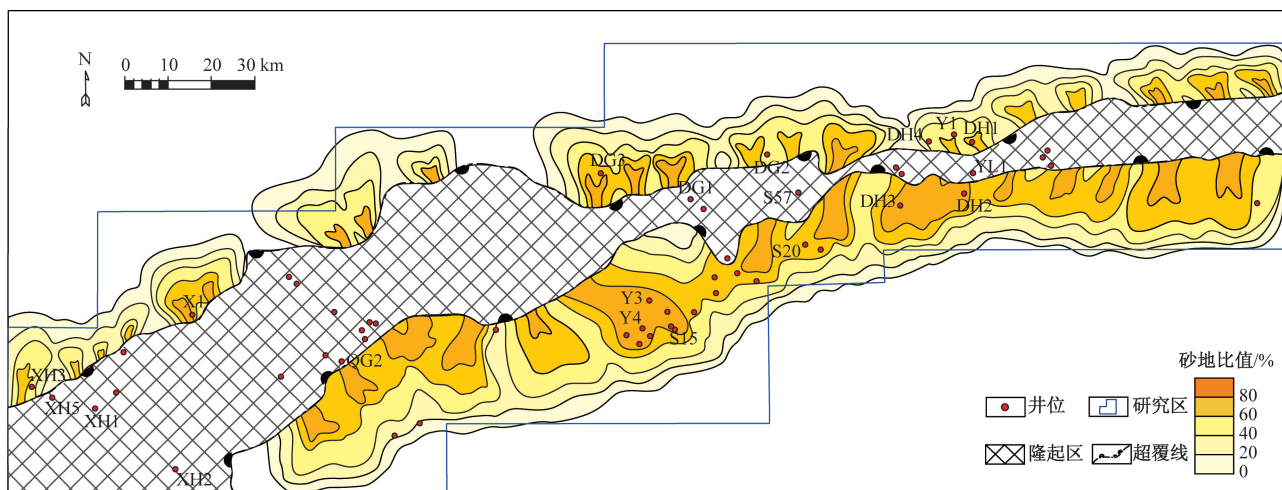


图10 塔里木盆地雅克拉断凸及周缘地区白垩系亚格列木组砂地比图

Fig. 10 Sand-land ratio map of Cretaceous Yageliemu Formation in Yakela fault convex and its surrounding area, Tarim Basin

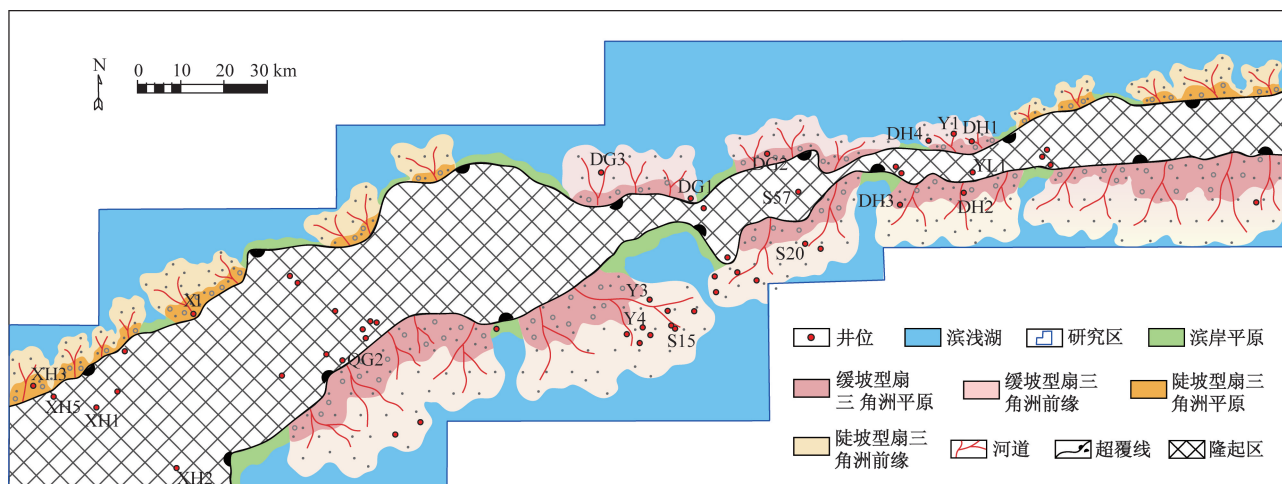


图11 塔里木盆地雅克拉断凸及周缘地区白垩系亚格列木组沉积相图

Fig. 11 Sedimentary facies map of Cretaceous Yageliemu Formation in Yakela fault convex and its surrounding area, Tarim Basin

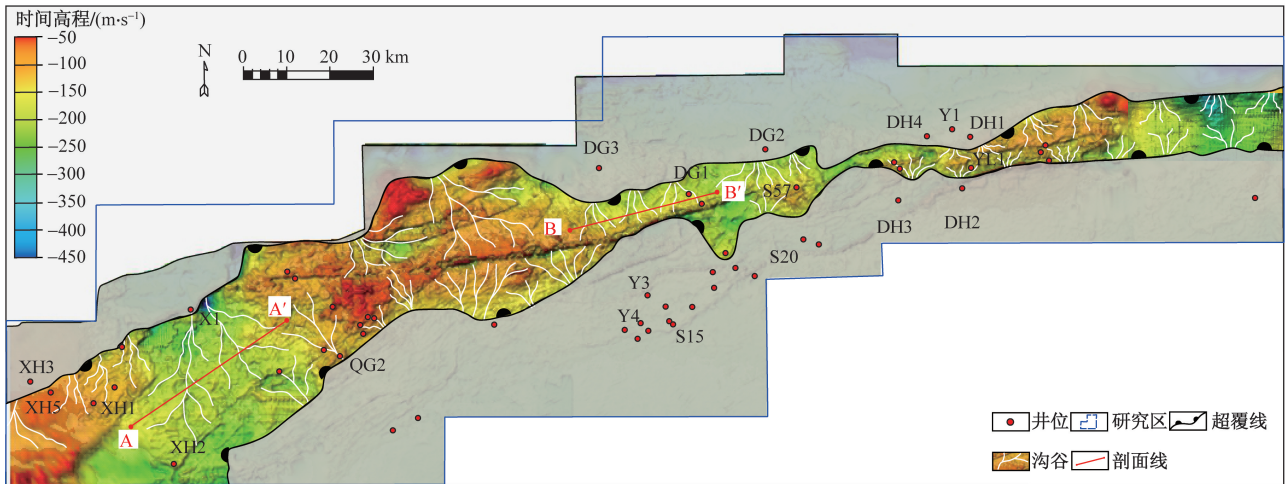
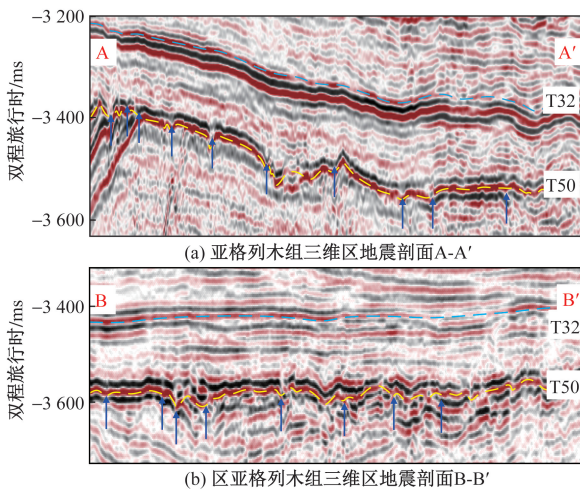


图 12 塔里木盆地雅克拉断凸及周缘地区亚格列木组源区沟谷平面分布图

Fig. 12 Plane distribution map of gully and valley in source area of Yageliemu Formation in Yakela fault convex and its surrounding area, Tarim Basin



(a) 亚格列木组三维地震剖面A-A'

(b) 亚格列木组三维地震剖面B-B'

显示沟谷剖面发育特征, T32 界面为白垩系界面, T50 界面为三叠系底不整合面; 具体剖面线位置如图 10 所示

图 13 雅克拉断凸及周缘地区亚格列木组三维地震剖面  
Fig. 13 The 3D seismic section of Yageliemu Formation in the Yakela fault convex and its surrounding areas

以新和地区为例, XH3 井地区上游的物源沟谷体系流域面积较小, 沉积区扇体规模较小。相比较而言, 位于 X1 井地区上游的沟谷体系面积广阔, 沉积区扇体规模较大。

### 4.2 古隆起南北两侧地形差异对扇体分布控制作用

在古隆起展布形态特征分析过程中发现, 古隆起南北两侧地形差异明显。整体表现为南缓、北陡的特点; 进一步分析可见古隆起南侧表现为东段缓坡、西段略陡, 中段为过渡; 北侧表现为东段陡坡、西段断坡、中段为过渡。

通过对古隆起物源区南北两侧地形差异以及相对应的沉积区三角洲沉积的差异联合分析, 发现

古隆起南北两侧地形差异也控制了沉积体系的分布格局。为进一步明确研究区近源扇三角洲源-汇体系沉积模式。通过井震结合的沉积剖面以及沉积相平面图可以看到, 位于古隆起北部的东西两侧陡坡带扇体延伸范围较小, 单一扇体厚度较大, 发育陡坡型扇三角洲; 雅克拉断凸以南整体坡度较小, 单一扇体厚度较小, 发育缓坡型扇三角洲, 扇体延伸距离更远。

通过对比沉积区南北两侧不同地形坡度取心井发现, 陡坡型扇三角洲沉积粒度明显比缓坡型扇三角洲沉积物粒度大。在古隆起物源区以北, XH3 井[图 15(a)]主要发育陡坡型扇三角洲, 分流河道砂体厚度大, 测井曲线为钟型或箱型, 沉积物岩性以砾岩为主; DG2 井[图 15(b)]和 DH4 井[图 15(c)]发育缓坡型扇三角洲, 沉积物岩性以含砾中砂岩和中砂岩为主, 粒度明显比 XH3 井小。

受地形坡度差异影响, 坡度越小, 扇体延伸范围越大, 相应的沉积物粒度随延伸距离变大而减小。在古隆起物源区以南, DH3 井[图 15(d)]发育扇三角洲平原亚相, 分流河道砂体厚度大, 测井曲线为钟型或箱型, 沉积物主要以含砾砂岩为主; Y4 井[图 15(e)]和 S15 井[图 15(f)]发育扇三角洲前缘亚相, 沉积物卸载堆积, 形成了河口砂坝, 曲线呈箱型—漏斗型, 沉积物粒度明显变小, 其中 S15 井沉积物粒度小于 Y4 井。对比古隆起南北两侧同类型的扇三角洲也可发现, 坡度小的单一扇体, 延伸距离相对较大, 且扇体远端的沉积物粒度较小。

从以上分析来看, 古地貌、物源区沟谷等源-汇体系要素控制着雅克拉断凸及周缘地区亚格列木组沉积格局。通过源—汇体系分析, 增加了沉积相

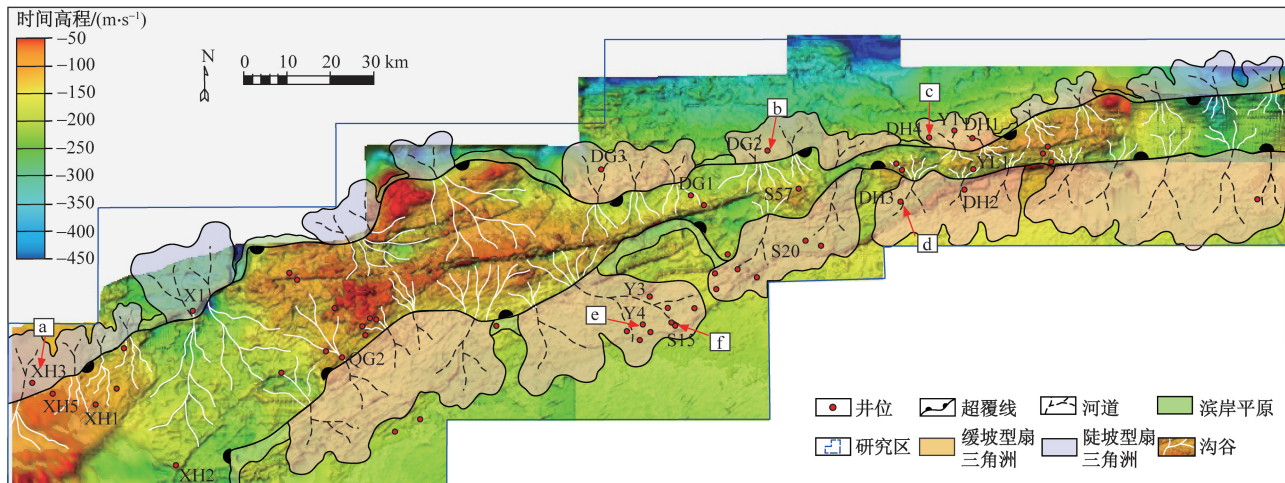


图 14 塔里木盆地雅克拉断凸及周缘地区古地貌扇体叠合图

Fig. 14 Superimposed map of fan body of palaeogeomorphology of Yakela fault convex and its surrounding areas, Tarim Basin

编图的考量要素,降低了沉积相研究的不确定性,因此源汇体系分析对亚格列木组沉积体系的分布预测具有重要的控制作用,同时可以为岩性圈闭油气勘探提供更多的地质依据。

## 5 结论

(1) 雅克拉断凸及周缘地区白垩系亚格列木组发育扇三角洲沉积,沉积物主要来源于雅克拉断凸的风化剥蚀区域,碎屑沉积物经由古隆起的古沟谷搬运后,汇入古隆起南北两侧的斜坡带,形成围绕古隆起发育的扇三角洲群。

(2) 雅克拉断凸古隆起呈北东东向展布具有明显的分段性,呈现东、西两个凸起,中部地势较低。整体表现为南缓、北陡的特点。古隆起发育沟谷,沟通了剥蚀区和沉积区形成源汇系统。古沟谷在古隆起西段主要表现为高隆起,沟谷分布面积较大;东段主要表现为低隆起,沟谷分布面积较小。

(3) 通过物源区沟谷发育特征与沉积区扇三角洲对比分析发现,沟谷的发育规模对古隆起周缘三角洲沉积展布规模有一定的控制作用,古隆起西部沟谷规模较大,在其下游沉积区发育了若干个较大规模的扇三角洲沉积。

(4) 古隆起南北两侧地形差异也控制了沉积体系的分布格局,位于古隆起北部的东西两侧陡坡带扇体延伸范围较小,单一扇体厚度较大,发育陡坡型扇三角洲;雅克拉断凸以南整体坡度较小,单一扇体厚度较小,发育缓坡型扇三角洲,扇体延伸距离更远。

(5) 通过源-汇体系分析,可以增加区域沉积相编图理论依据,降低了沉积相研究的不确定性,有

利于沉积相分布的精准预测,可以为岩性圈闭油气勘探提供更多的地质依据。

## 参 考 文 献

- [1] 何春丰, 张翔, 田景春, 等. 塔北新和地区下白垩统舒善河组薄砂体沉积相特征及沉积模式[J]. 岩性油气藏, 2023, 35(1): 120-131.  
He Chunfeng, Zhang Xiang, Tian Jingchun, et al. Sedimentary facies characteristics and sedimentary model of thin sand bodies of Lower Cretaceous Shushanhe Formation in Xinhe Area, northern Tarim Basin[J]. Lithologic Reservoirs, 2023, 35(1): 120-131.
- [2] 张亮, 朱毅秀, 周露, 等. 塔里木盆地库车坳陷英买力地区白垩系巴什基奇克组中深层砂岩储层孔隙保存机制[J]. 石油实验地质, 2024, 46(5): 1075-1087.  
Zhang Liang, Zhu Yixiu, Zhou Lu, et al. Preservation mechanism of pores in middle and deep sandstone reservoirs Bashijigike Cretaceous Formation in Yingmaili Area, Kuga Depression, Tarim Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2024, 46(5): 1075-1087.
- [3] 周学文, 林会喜, 郭景祥, 等. 塔里木盆地库车坳陷南斜坡新和地区白垩系亚格列木组沉积模式及油气意义[J]. 石油实验地质, 2023, 45(2): 266-279.  
Zhou Xuwen, Lin Huixi, Guo Jingxiang, et al. Depositional model and petroleum significance of the Cretaceous Yageliemu Formation in Xinhe Area on the southern slope of Kuqa Depression, Tarim Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2023, 45(2): 266-279.
- [4] 杨勇, 汤良杰, 刁新东, 等. 塔里木盆地雅克拉断凸断裂差异变形特征及其控制因素[J]. 石油与天然气地质, 2018, 39(1): 89-97.  
Yang Yong, Tang Liangjie, Diao Xindong, et al. Differential deformation and its control mechanism of fault structures in Yakela fault-salient, Tarim Basin[J]. Oil and Gas Geology, 2018, 39(1): 89-97.
- [5] 徐长贵, 龚承林. 从层序地层走向源-汇系统的储层预测之路[J]. 石油与天然气地质, 2023, 44(3): 521-538.  
Xu Changgui, Gong Chenglin. Predictive stratigraphy: from se-

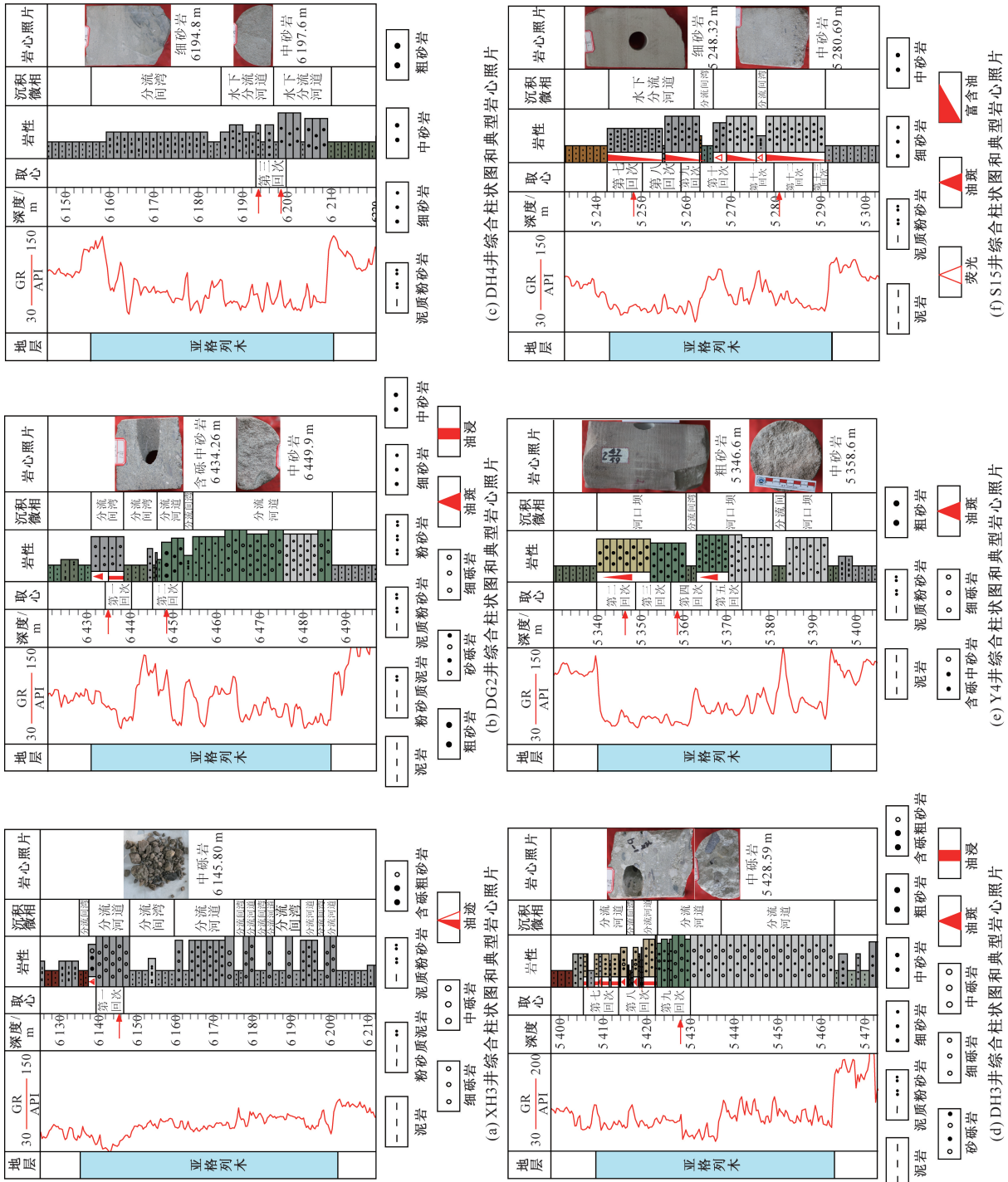


图15 单井综合柱状图和典型岩心照片  
 Fig.15 Comprehensive column chart and typical core photos

- quence stratigraphy to source-to-sink system[J]. *Oil and Gas Geology*, 2023, 44(3): 521-538.
- [6] 朱珍君, 李琦, 陈贺贺, 等. 东海陆架盆地丽水凹陷古新统源-汇系统耦合及时-空演化[J]. *石油与天然气地质*, 2023, 44(3): 735-752.
- Zhu Zhenjun, Li Qi, Chen Hehe, et al. Source-to-sink coupling and temporal-spatial evolution in the Lishui Sag of East China Sea Shelf Basin during the Paleocene[J]. *Oil and Gas Geology*, 2023, 44(3): 735-752.
- [7] 陈贺贺, 朱筱敏, 施瑞生, 等. 断陷盆地缓坡带物源转换与沉积响应——以渤海湾盆地饶阳凹陷蠡县斜坡古近系源-汇系统为例[J]. *石油与天然气地质*, 2023, 44(3): 689-706.
- Chen Hehe, Zhu Xiaomin, Shi Ruisheng, et al. Provenance transformation and sedimentary response of ramp facies in downfaulted basins: a case study on the Paleogene source-to-sink system in Lixian slope, Raoyang Sag, Bohai Bay Basin[J]. *Oil and Gas Geology*, 2023, 44(3): 689-706.
- [8] 郭刚, 李林致, 廖计华, 等. 椒江凹陷古新统月桂峰组“源-汇”体系及勘探意义[J]. *科学技术与工程*, 2024, 24(15): 6172-6180.
- Guo Gang, Li Linzhi, Liao Jihua, et al. “Source-sink” system of paleocene Yueguifeng formation in Jiaojiang depression and its exploration significance[J]. *Science Technology and Engineering*, 2024, 24(15): 6172-6180.
- [9] 朱筱敏, 刘强虎, 谈明轩, 等. 深时源-汇系统综合研究和沙垒田实例分析[J]. *沉积学报*, 2023, 41(6): 1781-1797.
- Zhu Xiaomin, Liu Qianghu, Tan Mingxuan, et al. Comprehensive investigation of deep-time source-to-sink systems: a case study of the Shaleitian Area[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2023, 41(6): 1781-1797.
- [10] 操应长, 徐琦松, 王健. 沉积盆地“源-汇”系统研究进展[J]. *地质前缘*, 2018, 25(4): 116-131.
- Cao Yingchang, Xu Qisong, Wang Jian, et al. Progress in “source-to-sink” system research[J]. *Earth Science Frontier*, 2018, 25(4): 116-131.
- [11] 侯施睿. 塔北地区雅克拉断凸白垩系储层特征及其主控因素研究[D]. 石家庄: 河北地质大学, 2022.
- Hou Shirui. Study on the characteristics of the Yakla Fault Convex Cretaceous reservoir and its main controlling factors in the northern part of Tabei[D]. Shijiazhuang: Hebei GEO University, 2022.
- [12] 罗小龙, 汤良杰, 谢大庆, 等. 塔里木盆地雅克拉断凸走滑作用及其形成机理[J]. *石油与天然气地质*, 2013, 34(2): 257-263.
- Luo Xiaolong, Tang Liangjie, Xie Daqing, et al. Strike-slip movement and its genetic mechanism in Yakela faulted salient, the Tarim Basin[J]. *Oil and Gas Geology*, 2013, 34(2): 257-263.
- [13] 杨帅. 压性盆地破裂冲断隆起带构造—沉积分析及其石油地质意义[D]. 北京: 中国地质大学, 2014.
- Yang Shuai. Tectono-sedimentary analysis and petroleumgeological significance of broken thrust upliftbelt in compressive basin: a case of Yakela uplift in Tarim Basin[D]. Beijing: China University of Geosciences, 2014.
- [14] 高志勇, 冯佳睿, 安海亭, 等. 库车前陆盆地白垩系亚格列木组浊流沉积特征与意义[J]. *沉积学报*, 2013, 31(2): 237-247.
- Gao Zhiyong, Feng Jiarui, An Haiting, et al. Sedimentary process and reservoir characteristics of turbidite fan of cretaceous Yagelie-mu Formation in Kuqa Foreland Basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2013, 31(2): 237-247.
- [15] 严德天, 王华, 王家豪, 等. 库车坳陷东部白垩系沉积体系分析及有利油气勘探区带预测[J]. *地质学报*, 2006(3): 382-389.
- Yan Detian, Wang Hua, Wang Jiahao, et al. Analysis of depositional systems and prediction of favorable regions of the cretaceous in the east part of the Kuqa Depression, Tarim Basin, Xinjiang[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2006(3): 382-389.
- [16] 王清华, 徐振平, 张荣虎, 等. 塔里木盆地油气勘探新领域、新类型及资源潜力[J]. *石油学报*, 2024, 45(1): 15-32.
- Wang Qinghua, Xu Zhenping, Zhang Ronghu, et al. New fields, new types of hydrocarbon explorations and their resource potentials in Tarim Basin[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2024, 45(1): 15-32.
- [17] 李进步, 王继平, 王龙, 等. 古地貌恢复及其对三角洲前缘沉积砂体的控制作用——以鄂尔多斯盆地庆阳气田二叠系山西组1~3亚段为例[J]. *石油与天然气地质*, 2021, 42(5): 1136-1145, 1158.
- Li Jinbu, Wang Jiping, Wang Long, et al. Paleogeomorphologic restoration and its controlling effect on deposition of delta-front sand bodies: a case study of Shan 1~3 sub-member of the Permian Shanxi Formation, Qingyang gas field, Ordos Basin[J]. *Oil and Gas Geology*, 2021, 42(5): 1136-1145, 1158.
- [18] 何文军, 郑孟林, 费李莹, 等. 陆相拗陷盆地边缘沉积区古地貌恢复: 以准噶尔盆地玛湖地区三叠系百口泉组为例[J]. *古地理学报*, 2019, 21(5): 803-816.
- He Wenjun, Zheng Menglin, Fei Liying, et al. Ancient landform restoration of marginal sedimentary areain the continental depression basin: a case study of the Triassic Baikouquan Formation in Mahu Area of Junggar Basin[J]. *Journal of Palaeogeography*, 2019, 21(5): 803-816.
- [19] 蒋钧, 唐曼, 王彬, 等. 前侏罗系古地貌特征及其对油藏富集的影响: 以鄂尔多斯盆地 QY 地区延安组为例[J]. *科学技术与工程*, 2024, 24(22): 9334-9341.
- Jiang Jun, Tang Man, Wang Bin, et al. Pre-jurassic paleogeomorphology and its influence on oil accumulation: case of Yan'an formation in QY Area, Ordos Basin[J]. *Science Technology and Engineering*, 2024, 24(22): 9334-9341.
- [20] 李佳洋, 尹太举, 雷晓红, 等. 塔里木盆地哈拉哈塘-哈得地区三叠系克拉玛依组地震沉积学研究[J]. *科学技术与工程*, 2024, 24(2): 480-494.
- Li Jiayang, Yin Taiju, Lei Xiaohong, et al. Edimentology of the triassic Karamay Formation in the Halahtang-Hadet Region of the Tarim Basin[J]. *Science Technology and Engineering*, 2024, 24(2): 480-494.
- [21] 姚兴宗, 封从军, 屈红军, 等. 琼东南盆地宝岛凹陷陵水组—三亚组海底扇沉积模式及源-汇过程[J]. *天然气地球科学*, 2023, 34(12): 2075-2086.
- Yao Xingzong, Feng Congjun, Qu Hongjun, et al. Depositional pattern and source-sink process of submarine fans in Lingshui Formation and Sanya Formation, Baodao Sag, Qiongdongnan Basin[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2023, 34(12): 2075-2086.
- [22] 郭帅, 曾清波, 杨海长, 等. 琼东南盆地松南—宝岛凹陷三亚组“源-汇”体系与主控因素分析[J]. *天然气地球科学*, 2023,

- 34(12): 2062-2074.
- Guo Shuai, Zeng Qingbo, Yang Haizhang, et al. Analysis of "source-sink" systems and major controlling factors of Sanya Formation in the Songnan-Baodao Sag of Qiongdongnan Basin [J]. *Natural Gas Geoscience*, 2023, 34(12): 2062-2074.
- [23] 卫欢, 单长安, 朱松柏, 等. 库车坳陷克深地区白垩系巴什基奇克组致密砂岩裂缝发育特征及地质意义[J]. *岩性油气藏*, 2025, 37(1): 149-160.
- Wei Huan, Shan Chang'an, Zhu Songbai, et al. Fracture development characteristics and geological significance of tight sandstone of Cretaceous Bashijiqike Formation in Keshen Area, Kuqa Depression [J]. *Lithologic Reservoirs*, 2025, 37(1): 149-160.
- [24] 李涛, 佟伟桀, 胡忠贵, 等. 塔里木盆地三道桥北地区古近系白垩系油气成藏模式[J]. *长江大学学报(自然科学版)*, 2023, 20(6): 1-12.
- Li Tao, Tong Weijie, Hu Zhonggui, et al. Preservation mechanism of pores in middle and deep sandstone reservoirs of Cretaceous Bashigike Formation in Yingmaili Area, Kuga Depression, Tarim Basin [J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2023, 20(6): 1-12.