

# 准噶尔盆地西北缘三叠纪沉积体系与环境

何苗<sup>1</sup>, 张利伟<sup>2</sup>, 刘勇<sup>3</sup>, 李廷栋<sup>3</sup>, 张武<sup>1</sup>

HE Miao<sup>1</sup>, ZHANG Liwei<sup>2</sup>, LIU Yong<sup>3</sup>, LI Tingdong<sup>3</sup>, ZHANG Wu<sup>1</sup>

1. 中海石油(中国)有限公司上海分公司, 上海200335;

2. 河南理工大学资源环境学院, 河南焦作454150; 3. 中国地质科学院地质研究所, 北京100037

1. *Shanghai Branch of CNOOC Ltd, Shanghai 200335, China;*

2. *Institute of Resources & Environment, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454150, He'nan, China;*

3. *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China*

**摘要:**准噶尔盆地西北缘三叠系沉积体系划分与沉积环境演化是新疆地区值得探讨的2个问题,其中沉积微相的研究对恢复古环境及油气有利相带的预测有着重要的意义。综合运用露头、岩心、测井、地震资料,认为准噶尔盆地西北缘三叠系为冲积扇-扇三角洲,河流-三角洲和湖泊三类体系的组合,冲积扇-扇三角洲体系主要发育辫状河道、砂(砾)质漫滩等微相,河流-三角洲体系包含砂质和砂砾质辫状河,该体系进一步划分为分流河道、心滩、河漫滩、河漫湖、河漫沼泽等微相,湖泊体系以滨浅湖泥为主。此外,孢粉及C、O同位素分析显示,克拉玛依组上段所属时代为中三叠世,且盆地西北缘在三叠纪处于陆相环境。早-晚三叠世,盆地由干旱炎热的亚热带气候逐渐转为潮湿温暖适宜植被生长的温带气候。

**关键词:**准噶尔;沉积;微相;孢粉;古环境

**中图分类号:**P534.51;P512.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2017)06-1032-11

**He M, Zhang L W, Liu Y, Li T D, Zhang W. Sedimentary system and environment research on the Triassic strata in north-west Junggar Basin. *Geological Bulletin of China*, 2017, 36(6):1032-1042**

**Abstract:** Sedimentary microfacies research has great significance in reconstructing the palaeoenvironment and predicting the beneficial facies belt. Combining outcrop, core, logging and seismic data together, it is considered that the northwest Junggar Basin developed the combination of alluvial fan-fan delta, fluid-delta and lacustrine systems in Triassic period. The alluvial fan-fan delta system developed the braided stream channel and the sand (glutenite) floodplain microfacies and some other geological bodies, the fluid-delta system, containing sand and glutenite braided rivers, consisted of such geological bodies as the channel, the bar, the floodplain and the flood lacustrine microfacies, and the lacustrine system mainly developed the shore-shallow lacustrine mud microfacies. Furthermore, according to the analysis of pollen and  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ , it is suggested that the Upper Karamay belongs to the Middle Triassic period. Northwest Junggar Basin was in continental crust environment, and its climate gradually changed from the dry hot subtropical zone into wet warm temperate zone which was suitable for plants growth from Early to Late Triassic.

**Key words:** Junggar; sedimentology; microfacies; pollen; palaeoenvironment

准噶尔盆地是中国西北大型含油气盆地之一,迄今为止在盆地西北缘发现了夏子街、乌尔禾、百口泉、克拉玛依等多个油田(图1),盆地西北

边界为大型逆冲断裂带<sup>[1-4]</sup>。其中地层超覆、剥蚀、尖灭现象及褶皱、断裂广泛发育,并形成多种类型的圈闭,是具有较大勘探潜力的含油气有利区,在

收稿日期:2016-04-09;修订日期:2017-04-14

资助项目:国家科技重大专项《全国油气基础地质研究与编图》(编号:2011ZX05043-005)、中国地质调查局项目《西太平洋大陆边缘深部过程与成矿作用研究》(编号:1212011120181)和国家自然科学基金项目《陆相遗迹化石对二叠纪末大绝灭事件的响应特征——以豫西下三叠统为例》(批准号:U1204404)

作者简介:何苗(1988-),女,博士,工程师,从事沉积学及油气勘探研究。E-mail: peachlike1988@foxmail.com

二叠系、三叠系和侏罗系中发现油气藏或出油气井点<sup>[3-5]</sup>。

张纪易<sup>[6]</sup>通过对野外露头的综合分析认为,盆地西北缘三叠纪长期处于粗碎屑的洪积扇环境;随着钻探井位及取心井的不断增加,有学者又提出了西北缘三叠纪时期以冲积扇为主的多种沉积相组合的观点<sup>[7-8]</sup>;之后,随着油气田开发技术的不断成熟,有学者认为,盆地西北缘三叠纪主要为三角洲沉积环境<sup>[3,9-13]</sup>。文献调研发现,近年来盆地研究通常以单一资料为主,仅针对西北缘某一小区块而非整个西北缘地区进行沉积亚相及微相的划分,在层位上也局限于某一个统甚至段而非整个三叠系,同时,来自古气候及克拉玛依组时代归属方面的证据也较匮乏<sup>[14-15]</sup>。

利用新的资料对含油区块的沉积微相及环境进行再认识对剩余油分布预测有重要的意义<sup>[16]</sup>。本次研究以野外露头为重点,以测井、地震为辅,结合同位素及孢粉分析,对沉积微相及环境进行更加深入的研究,不仅为恢复准噶尔盆地古环境提供新的证据,而且为中国新疆石油二次勘探与开发的顺利进行提供基础地质支持。

## 1 地质概况

准噶尔盆地西北缘地区毗邻扎伊尔山,并靠近

古尔班通古特沙漠西北边界。三叠系露头位于克拉玛依市以北,总体呈近南西—北东走向,条带状分布,研究实测野外露头剖面 5 条:深底沟—大侏罗沟、花园沟、黑油山沟、水库沟和吐孜沟(图 2)。

准噶尔盆地西北缘地区野外露头普遍缺失下三叠统,但三叠系经钻井及地震资料证实自下而上发育有百口泉组、克拉玛依组和白碱滩组。根据 R<sub>2</sub>M、RT 等测井曲线幅度变化,认为下三叠统百口泉组可进一步划分为 3 段 6 砂层组,中三叠统克拉玛依组可进一步划分为 2 段 7 砂层组 14 砂层,上三叠统白碱滩组可进一步划分为 3 段 7 砂层组。其中,白碱滩组以泥岩为主,测井曲线多呈高 R<sub>2</sub>M 幅值指状,与下部克拉玛依组呈突变接触;克拉玛依组以砂泥岩互层为主,测井曲线多呈低 R<sub>2</sub>M 幅值指状、尖峰状和箱状,代表厚砂广泛发育;百口泉组发育砂砾岩与泥岩互层,测井曲线多呈中—低 R<sub>2</sub>M 幅值指状和箱状(表 1)。

## 2 沉积微相及特征

早—晚三叠世准噶尔盆地西北缘主要经历了 3 类体系演化,分别是冲积扇—扇三角洲体系,河流—三角洲体系和湖泊体系,并进一步在各个沉积体系中识别出相、亚相及微相(表 2)。其中冲积扇发育

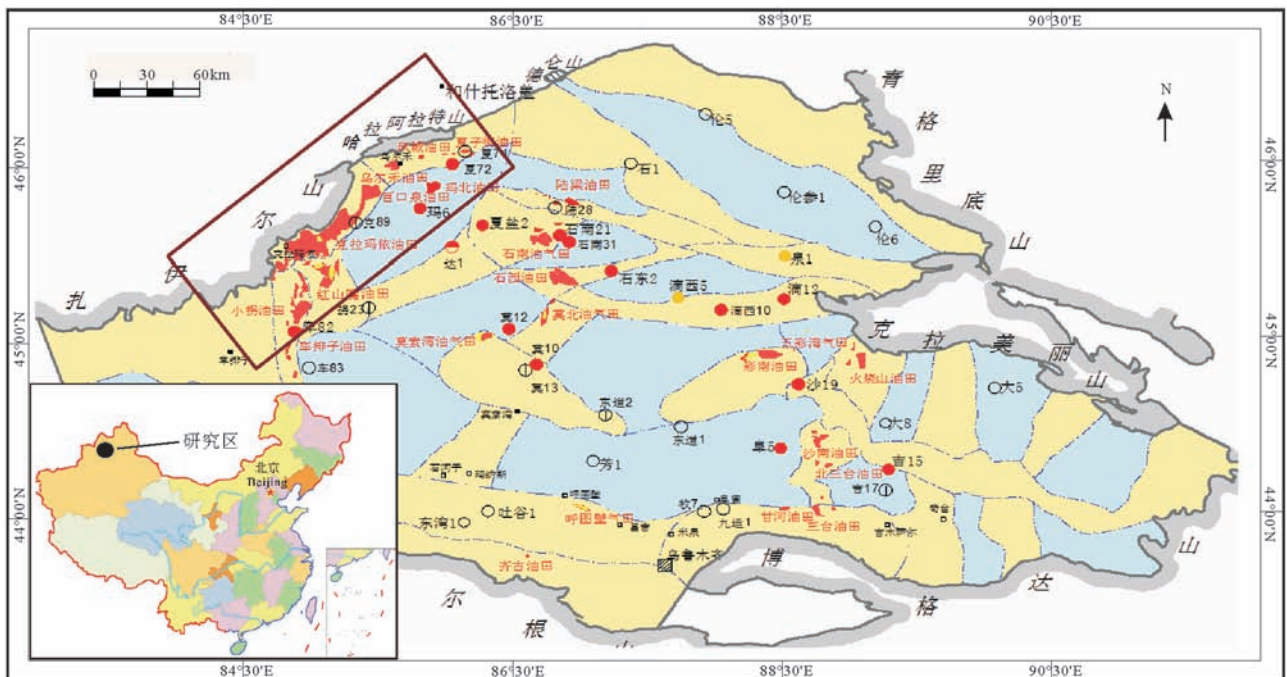


图 1 准噶尔盆地西北缘工区位置图

Fig. 1 Geological location of northwest Junggar Basin

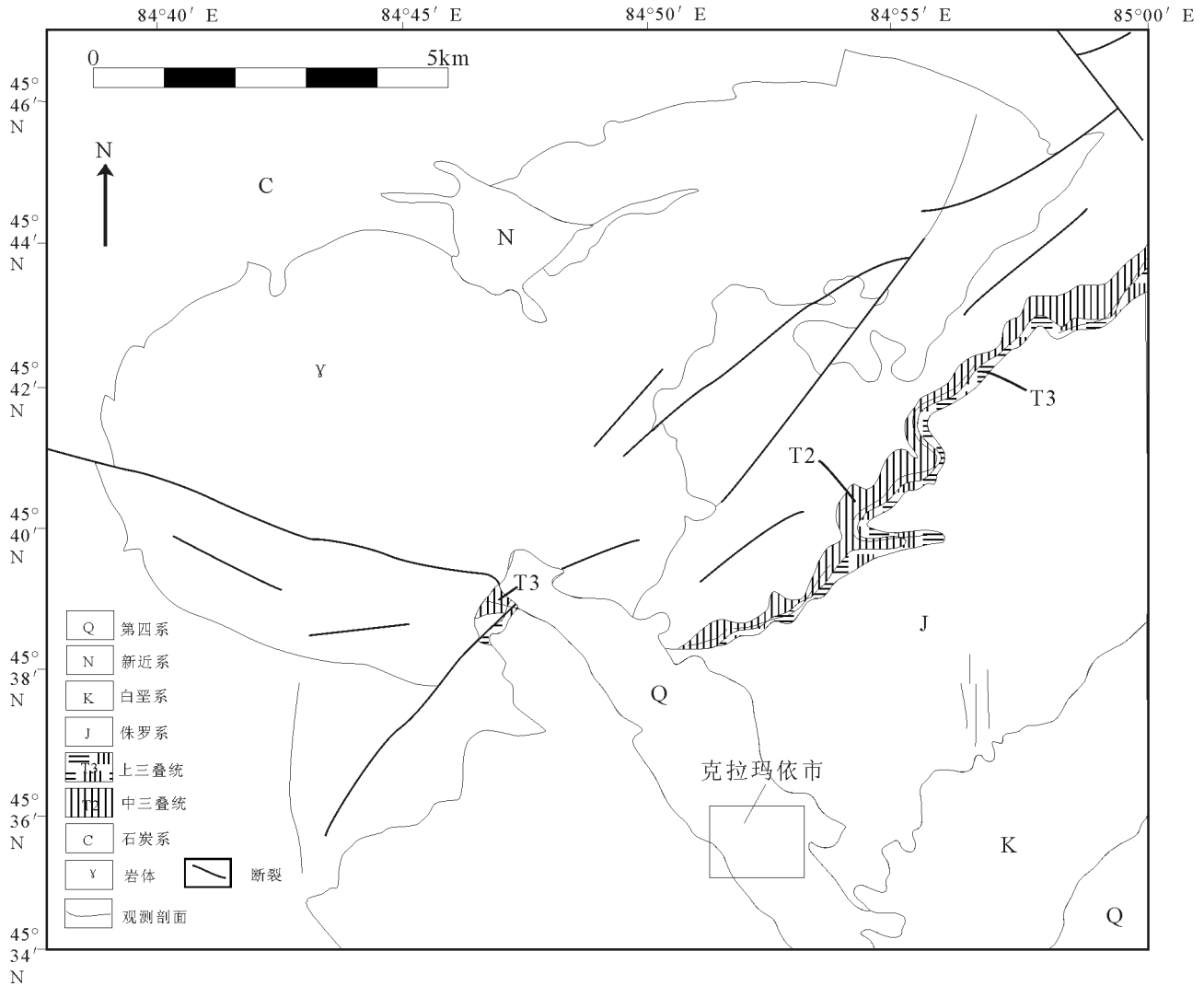


图2 准噶尔盆地西北缘三叠系地质图

Fig. 2 Geological map of the Triassic strata in northwest Junggar Basin

扇根、扇中到扇缘沉积,三角洲以发育三角洲平原和前缘为主,河流上发育大量物性较好的河道沉积,湖泊则以滨浅湖泥岩为主(图3)。

### 2.1 冲积扇-扇三角洲体系

冲积扇上扇根-扇中-扇缘亚相发育粗碎屑辫状河道,其间充填粒度较细的砂砾质漫滩或砂质漫滩。扇三角洲发育扇三角洲平原-扇三角洲前缘,其沉积物来源与盆地西北缘大型冲积扇群一致,均为石炭系火山碎屑岩,继承了冲积扇粗碎屑沉积体,辫状河道和砂质漫滩自西北向东南发散分布;同时泥质含量增多,发育交错层理和少量水平层理,河漫滩通常发育于工区西南远端,沼泽通常沉积较薄,仅为几米到十几米。该体系主要发育于三

叠系下部百口泉组-克拉玛依组下段(图3)。

通过西北缘百口泉油田连井地震剖面 1750~2500m处的研究也可看出,受西北缘大断裂的影响,靠近西北缘附近辫状河道同相轴呈杂乱排列,且该体系具无序的杂乱反射到同相轴低角度前积的特征(图4),总体上同相轴连续性一般,反射较杂乱,与上覆 1700~1725m的河流体系连续平滑的同相轴形成对比。冲积扇主要由紫红色-棕红色砾岩、砂砾岩组成<sup>[17-18]</sup>(图版 I-a),扇三角洲上则以棕红色-灰绿色砾岩、砂砾岩为主(图版 I-b),砾石混杂,砾径多为 1~3mm,分选磨圆较差,次棱角-棱角状,测井曲线呈中低 R<sub>M</sub>、R<sub>T</sub> 值箱状或尖峰状(图3)。

砂(砾)质漫滩主要由紫灰色-灰色砂砾岩、粗

表 1 准噶尔盆地西北缘三叠系特征  
Table 1 Characteristics of the Triassic strata in northwest Junggar Basin

组	砂层	主要岩性	测井	曲线
白碱滩组	T <sub>3</sub> b <sub>1</sub> -T <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	黄色泥岩	高幅值指状	
克拉玛依组	S <sub>1</sub> -S <sub>7</sub>	灰色砂岩、砂泥岩	低幅值指状、尖峰状和箱状	
百口泉组	T <sub>1</sub> b <sub>1</sub> -T <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	棕红色砾岩、砂砾岩	中-低幅值指状和箱状	

砂岩组成,泥质含量高,席状砂通常由分选性较好的褐色-灰紫色细砾岩、含砾粗砂岩组成(图版 I - c),自北西向南东发散,测井曲线呈中-低幅值钟形或中幅值尖峰状(图 3)。

此外,克拉玛依组顶部的扇三角洲平原还发育河漫沼泽微相,发育煤层 8~15cm(图版 I -d),上下可有炭质泥岩或含煤线泥岩过渡。扇三角洲前缘可见含石膏炭质泥岩(图版 I -e),石膏大小约为 2mm,结晶程度较高,为白色半透明粒状,为干旱-半干旱环境下的淡水湖泊微相沉积物,晚期发育大套灰色-灰黑色含有机质泥页岩(图版 I -f),测井曲线均处于临界最低幅值处。该体系长期暴露于水上,呈近源堆积特征。

### 2.2 河流-三角洲体系

根据沉积物粒度差异,西北缘发育砂质和砂砾质 2 种辫状河。砂质辫状河以分选性、磨圆度一般-较好的含砾砂岩、粗砂岩为主,砂砾质辫状河以分选性较好、磨圆度较差的砂砾岩为主;辫状河上分别发育河道(包括主、支河道)和泛滥平原亚相,曲流河上发育河道、堤岸和河漫亚相。河道发育次棱角-次圆状含砾砂岩、砂砾岩的河床滞留沉积微相。辫状河心滩通常呈箱状曲线,曲流河边滩呈尖峰状(图 3)。泛滥平原以泥岩、粉砂质泥岩及家煤线沉积为主,包括河漫滩、河漫湖、河漫沼泽微相。辫状河三角洲平原和辫状河三角洲前缘也发育河道及河道间沉积,粒度近似于砂质辫状

表 2 准噶尔盆地西北缘三叠系沉积微相划分  
Table 2 Sedimentary microfacies subdivision of the Triassic strata in northwest Junggar Basin

相	亚相	微相
冲积扇	扇根、扇中、扇缘	辫状河道、砂(砾)质漫滩
扇三角洲	扇三角洲平原、扇三角洲前缘	辫状河道、砂质漫滩、河漫滩、河漫湖、河漫沼泽
辫状河三角洲	辫状河三角洲平原	分流河道、河漫滩、河漫沼泽
	辫状河三角洲前缘	水下分流河道、支流间湾
砂(砾)质辫状河	主(支)河道	河床滞留沉积、心滩
	泛滥平原	河漫滩、河漫湖、河漫沼泽
曲流河	主(支)河道	河床滞留沉积、边滩
	堤岸	天然堤
	河漫	河漫滩、河漫湖、河漫沼泽
湖泊	滨浅湖	砂坝、滨浅湖泥

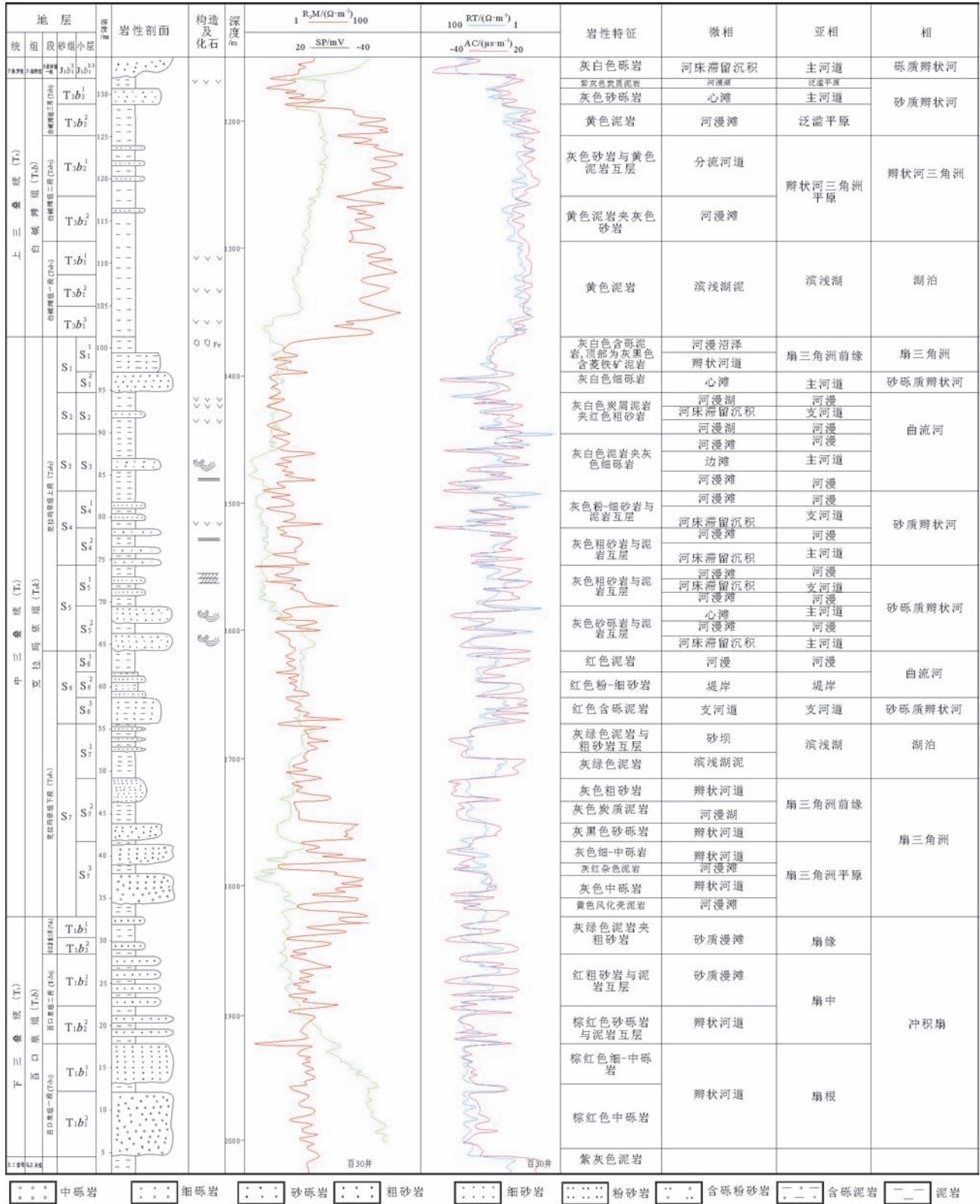


图3 准噶尔盆地西北缘三叠系地质综合柱状图

Fig. 3 Comprehensive geological column of the Triassic strata in northwest Junggar Basin

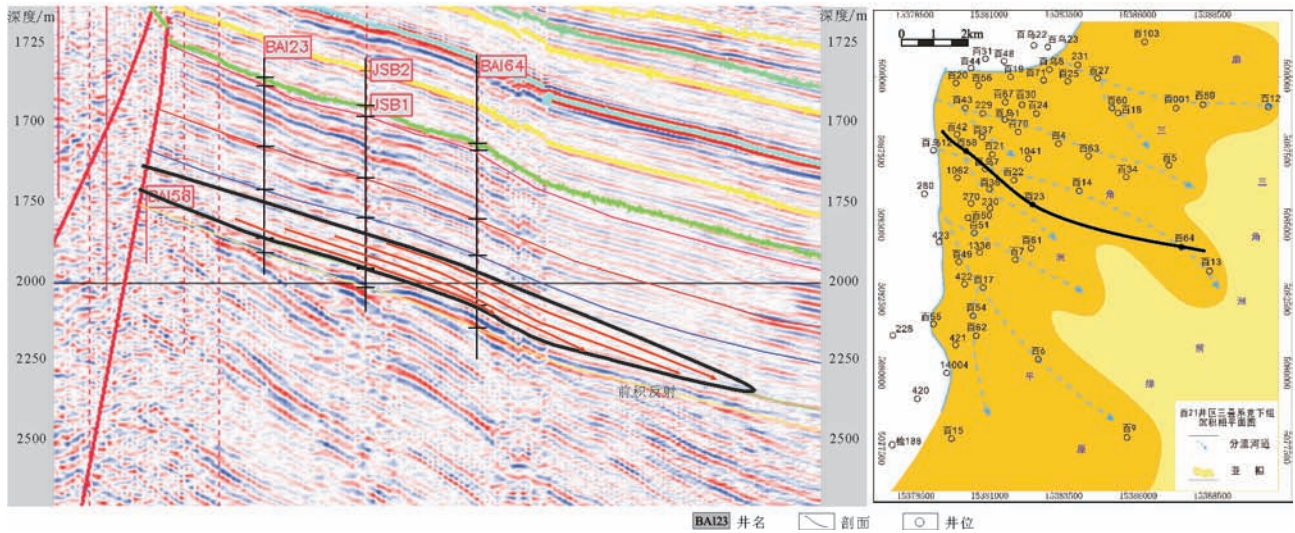


图4 百口泉地区连井地震剖面

Fig. 4 Well-to-well seismic profile in Baikouquan area

河沉积物。该体系主要发育于三叠系中部克拉玛依组。

三角洲水下分流河道及分流河道属于河道充填沉积物,主要由灰色-灰绿色细砂岩及少量含砾岩砂岩组成(图版 I-g)。三角洲支流间湾具粉砂岩与泥岩交互沉积特征,伴生有小型交错层理及爬升波纹层理(图版 I-h);三角洲平原河漫滩则由带有水上特征的灰红杂色泥岩组成,在野外剖面中厚 3~6m(图版 I-i)。河床滞留沉积、心滩主要由灰色-灰黑色粗砂岩、含砾砂岩组成,局部含油,发育大型交错层理,如槽状、楔状层理(图版 I-j)。曲流河边滩通常为粗砂岩,天然堤为粉-细砂岩与泥岩的交互沉积,常见小型交错层理;河漫滩以氧化色泥岩或灰色含植物化石泥岩为特征(图版 I-k),有时可发育河漫湖、河漫沼泽灰黑色炭质泥岩。由此说明,该体系间歇暴露于水上,具过渡特征。

### 2.3 湖泊体系

该体系广泛稳定发育于中-上三叠统,为大套灰色、灰白色、灰绿色泥岩或炭质泥岩(图版 I-l),可见植物碎屑和褐铁矿条带顺层发育(图版 I-m),表现为还原环境,具滨浅湖泥微相特征。克拉玛依组下段通常有 5~8m 的小段湖侵,而在上三叠统沉积初期的广泛湖侵体系可达 50~80m(图 3),多由灰色-灰绿色质纯的大套块状泥岩组成,均可作为稳定标志层。该体系横向分布稳定,长期处于安静水体中沉积形成。

### 3 孢粉与古气候分析

通过鉴定岩石中孢粉化石的属种,可以更好地判断地层所属时代及沉积环境<sup>[19-22]</sup>。本次对吐孜沟克拉玛依组上段炭质泥岩中的孢粉进行了研究,样品内裸子植物孢粉的平均含量略高于蕨类植物,蕨类孢粉组合以圆形、光面或具微弱纹饰的三缝孢子,如 *Retusotriletes mesozoicus*(图版 II-a), *Retusotriletes scaber*(图版 II-b),以及 *Concavisporites toralis*(图版 II-c), *Verrucosporites gladiiformis*(图版 II-d)等为主。裸子植物孢粉可见具肋双囊类花粉 *Taeniaesporites*(图版 II-e)、两气囊花粉 *Alisporites*(图版 II-f), *Pinuspollenites*(图版 II-g), *Cycadopites* 及 *Verrumonocolpites rugulatus*(图版 II-h)等。样品内其他类型孢粉数量很少,缺乏 *Quar-daculina*, *Classopollis* 等侏罗纪、白垩纪的常见花粉。而在北疆早三叠世的孢粉组合中含有大量的各种具肋双囊类花粉,其中仅 *Taeniaesporites* 一属花粉即占组合的 10%~22%,而在中三叠世的组合中,其含量一般都小于 2%<sup>[23]</sup>。*Cycadopites* 通常见于世界各地的二叠纪-三叠纪地层中<sup>[24-25]</sup>,分布于热带-亚热带, *Pinuspollenites*, *Alisporites* 大多分布于温带,生长于湖泊外围平原或山地<sup>[26]</sup>。由于含化石的地层发生轻微变质,孢粉保存受到一定影响,样品中孢粉的确切时代尚不能确定,但从化石整体面貌看,属早三叠世的可能性很小。当前组合中

图版 I Plate I

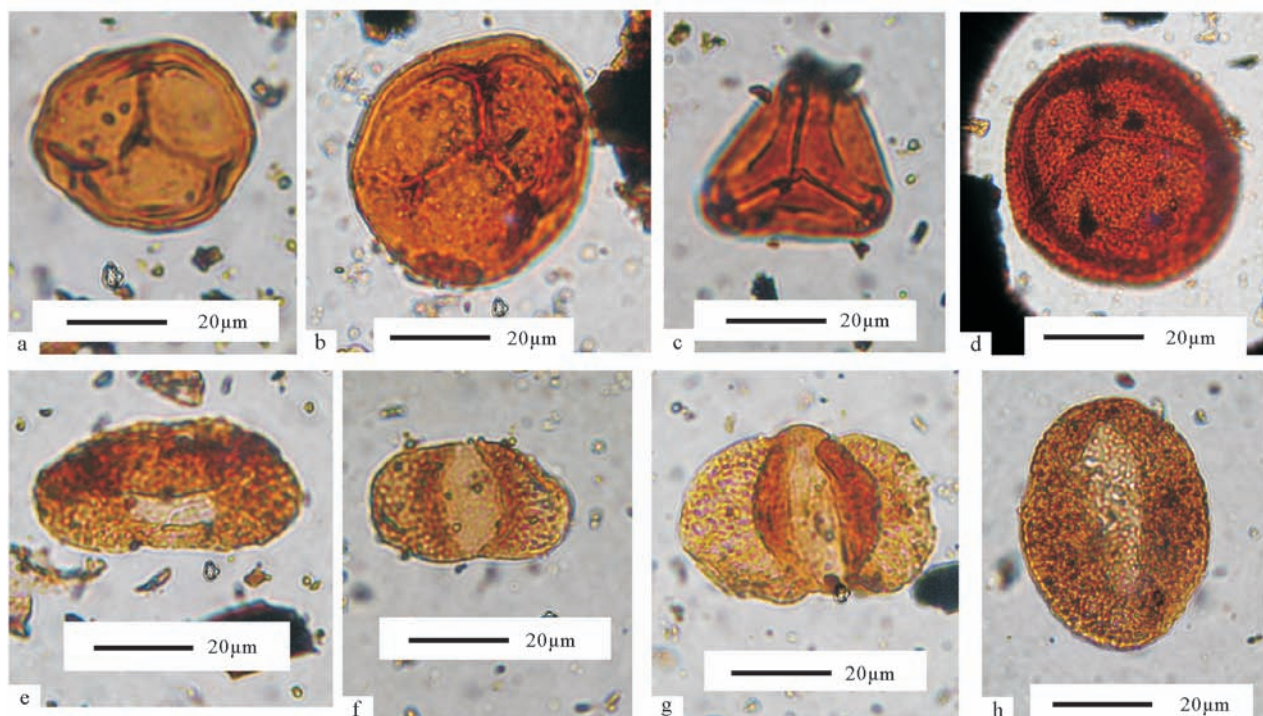


a.灰褐色中砾岩,黄3井2525.3m;b.灰色砂砾岩,水库沟;c.灰紫色砂砾岩,百36井1372.9m;灰色砂砾岩,水库沟;d.黑色含煤泥岩,吐孜沟;e.灰白色含石膏炭质泥岩,水库沟;f.灰色炭质泥岩,水库沟;g~h.灰色粉-细砂岩,艾参1井,2880.1~2880.22m;i.灰红杂色泥岩,深底沟-大侏罗沟;j.灰黑色含油粗砂岩,吐孜沟;k.灰色含植物化石泥岩,黑油山沟;l.灰白色泥岩,水库沟;m.灰色泥岩,百61井,1720.8m

的 *Verrucosiporites gladiiformis* 曾见于陕甘宁盆地的中三叠统铜川组<sup>[27]</sup>。此前 *Verrumonocolpites rugulatus* 只发现于吐鲁番中三叠统克拉玛依组<sup>[28]</sup>。因此,该

克拉玛依组上段属于中三叠世的可能性最大,且在中三叠世末盆地西北缘很可能仍处于亚热带-温带过渡气候。

图版 II Plate II



a. *Retusotriletes mesozoicus* (中生弓脊孢); b. *Retusotriletes scaber* (粗糙弓脊孢); c. *Concavisporites toralis* (膨胀凹边孢);  
 d. *Verrucosporites gladiiformis* (剑唇圆形块瘤孢); e. *Taeniaesporites* (四肋粉); f. *Alisporites* (微小阿里粉);  
 g. *Pinuspollenites* (双束松粉); h. *Verrumonocolpites rugulatus* (皱瘤瘤面单沟粉)

#### 4 C、O同位素分析

碳酸盐岩的  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\delta^{18}\text{O}$  值可以作为沉积环境的标志<sup>[29-31]</sup>。由于西北缘以碎屑岩为主,将在黑油山沟、水库沟吐孜沟采出的灰质泥岩及钙质结核泥岩样品送至国家测试中心进行C、O同位素分析(表3),利用Keith等<sup>[32]</sup>提出的区分海水和淡水的相灰岩的经验公式:  $Z = a(\delta^{13}\text{C} + 50) + b(\delta^{18}\text{O} + 50)$ ,式中a为2.048, b为0.498; Z值大于120时为海相环境,小于120时为陆相环境。结果表明,  $\delta^{13}\text{C}$  值介于-6~-9之间,属于淡水相,  $Z < 120$ , 为陆相环境,而准噶尔盆地自晚古生代残余洋盆消失后就再未被海水淹没,而陆相沉积物在盆地内及边缘广布,此结果与前人研究结论一致<sup>[33-34]</sup>,而中生代气候转暖,水体加深,水分蒸发速率大大降低,从而使含盐度降低。

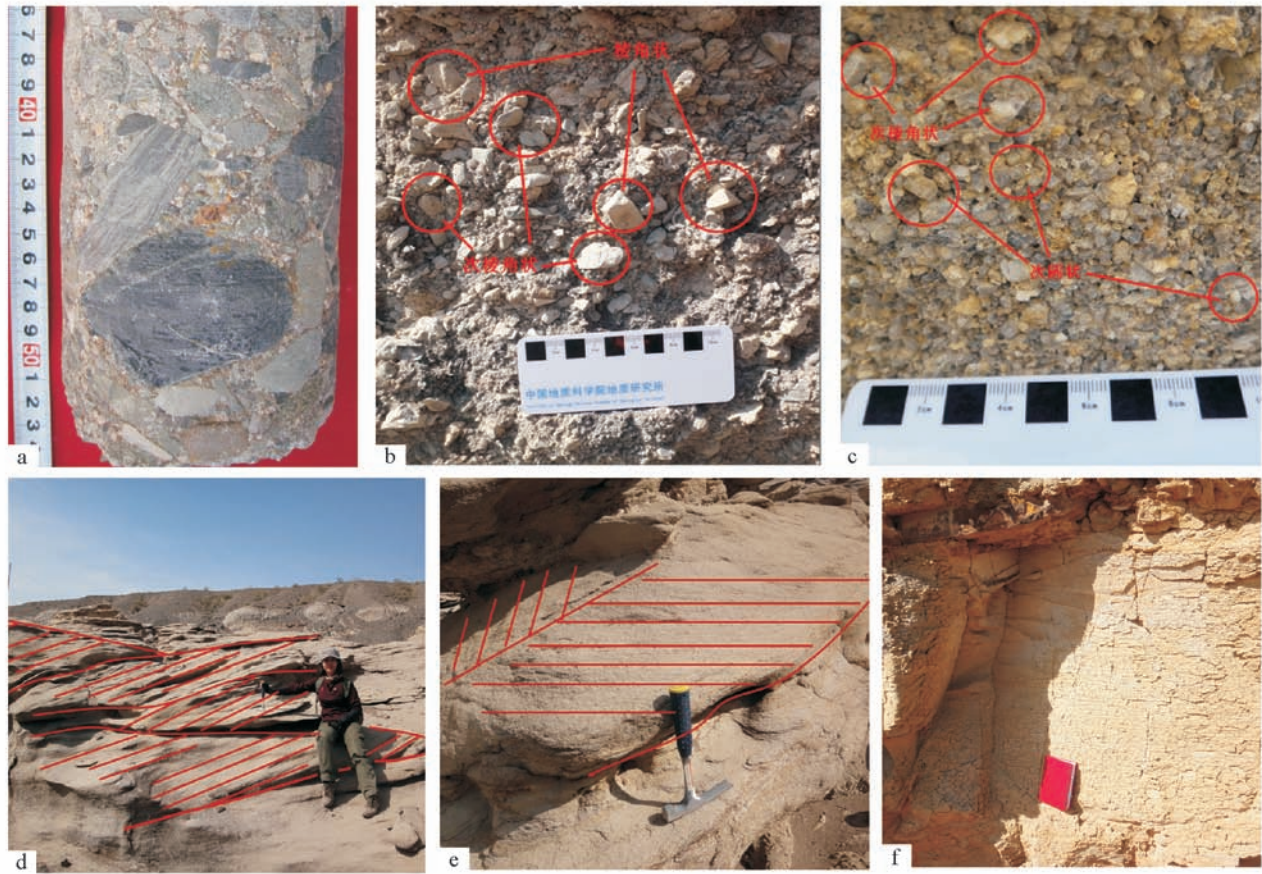
#### 5 讨论

前人对准噶尔盆地西北缘做了大量的工作,通

常认为,三叠纪以发育大型冲积扇和三角洲为主要特征<sup>[6-13]</sup>。前期研究中,大多是从比较单一的运用测井、岩心方面的证据对局部三叠系进行沉积相研究,对整个三叠系沉积背景仍有深入研究的空间。本次研究以野外露头资料及分析化验结果为主要依据,结合测井、地震手段,完善了前人的研究成果,提出了不同的沉积相组合,认为盆地西北缘三叠纪沉积情况比较复杂,发育有多种沉积体系,尤其野外露头及岩心显示,下三叠统、中三叠统下部选性极差的次棱角-棱角状砾石(图版III-a、b)与中三叠统上部、上三叠统分选较好的次圆状-次棱角状砾石(图版III-c)的差异明显。下三叠统、中三叠统下部岩石多呈块状构造(图版III-a),可见楔状、槽状大型层理(图版I-d、j),反映快速堆积、水动力条件较强的沉积环境,这与中三叠统上部、上三叠统发育小型交错层理(图版I-e、g、h)、块状泥岩(图版I-f、l)等代表相对安静的水体环境形成鲜明对照,再度证明西北缘三叠纪时期存在多种沉积



图版 III Plate III



a.百52井1329m,灰色中砾岩;b.水库沟,灰色中砾岩;c.黑油山沟上部,灰色细砾岩;d.黑油山沟下部,大型楔状交错层理;e.黑油山沟上部,板状交错层理;f.深底沟-大侏罗沟上部,黄色块状泥岩

体系交替过渡的可能性。三叠系底部发育厚层紫红色、棕红色沉积物,中部变为灰绿色、灰色互层沉积物,上部夹有炭质泥岩、煤线、褐铁矿条带(图版 I -k, m),说明沉积环境有由氧化到还原的变化趋势。

此外,前人对克拉玛依组时代归属问题探讨的

表3 准噶尔盆地西北缘三叠系 C、O 同位素分析

Table.3 The carbon and oxygen isotopes analysis of Triassic, NW Junggar Basin

岩性	采样点	层位	$\delta^{13}C_{V-PDB}/\text{‰}$	$\delta^{18}O_{V-PDB}/\text{‰}$	Z
灰质泥岩	黑油山沟	白碱滩组	-7.3	-9.8	107.5
灰质泥岩	黑油山沟	白碱滩组	-8.7	-10.6	104.2
含石膏砂岩	水库沟	克拉玛依组下段	-6.9	-12.4	107
钙质结核泥岩	吐孜沟	克拉玛依组上段	-6.1	-9.8	110
钙质结核泥岩	吐孜沟	克拉玛依组上段	-6.4	-9.6	109.4

较少,有学者认为克拉玛依组上段归属于上三叠统<sup>[4]</sup>。本次研究也对西北缘三叠系孢粉特征进行了简单的探讨,通过鉴定出三叠系具对比性的典型孢粉 *Verrucosisporites gladiiformis*、*Taeniaesporites*,认为克拉玛依组上段应属于中三叠统,而不是上三叠统,克拉玛依组上段与克拉玛依组下段继承性的发育特征,以及与白碱滩组突变的接触特征也同样佐证了这一点。由于本区大量发育碎屑岩,碳酸盐岩基本不可见,但通过对其中的钙质结核或碳酸盐岩夹层进行 C、O 同位素分析,表明三叠纪盆地西北缘处于淡水陆相环境。

准噶尔盆地西北缘三叠系自下而上总体由粗变细,沉积体系逐渐过渡,

总趋势为一湖侵-湖退过程(图3)。构造上准噶尔盆地三叠纪为由二叠纪末期碰撞挤压形成的山前挠曲盆地,为挤压造山之后的应力松弛时期<sup>[35]</sup>。根据露头、岩性、测井、地震等证据,同时综合孢粉及C、O同位素分析结果,认为准噶尔盆地西北缘早三叠世继承了二叠纪末期特征,刚刚褶皱隆起的山系发育导致地势起伏较大,发育大型冲积扇群,沉积物主要呈红色基调,含有丰富而新鲜的正长石、基性斜长石、黑云母等不稳定矿产,陆地上植被也很贫乏,表明当时为亚热带干旱气候;中三叠世早期盆地逐渐进入平稳期,高大山系不断被夷平,沉积物变细,发育河流-三角洲过渡沉积,气候也逐渐转为半干旱;中三叠世晚期地壳稳定性逐渐增强,以发育辫状河和曲流河交替的过渡相为主,气候变得潮湿;在晚三叠世早期发生了整个三叠纪以来最大规模的湖侵,以湖沼相为主,湖水宽阔,呈浅水和静水状态,与中三叠世比较,气候温暖湿润的程度有所提高;晚三叠世末的印支运动对盆地影响不大,但地壳仍可能产生了轻微的动荡,开始发育砂质辫状河,气候由半潮湿转化为潮湿气候,并逐渐过渡到含煤系的早侏罗世潮湿气候。

## 6 结论

(1)研究区三叠系整体为冲积扇-扇三角洲、河流-三角洲、湖泊三类体系的组合。其中,冲积扇-扇三角洲体系以发育粗碎屑的辫状河道及砂(砾)质漫滩沉积为主,河流-三角洲体系以发育物性较好的河流相河道及三角洲平原和前缘(水下)分流河道为主,湖泊体系则以发育大量滨浅湖泥为标志。

(2)研究区三叠系孢粉以蕨类和裸子植物类为主,孢粉组合以 *Retusotriletes mesozoicus*, *Retusotriletes scaber*, *Alisporites* 等为主,典型孢粉结合测井曲线及岩性突变接触的特征,显示克拉玛依组上段时代属于中三叠世。

(3)三叠系总体为淡水陆相环境。早三叠世-晚三叠世沉积物由红色基调变为灰色基调,岩石类型由粗碎屑沉积过渡为分选、磨圆较好的砂砾,再变为以细粒砂岩和泥岩为主的交替沉积,整体为一个大型的湖侵-湖退过程,沉积环境为由氧化-还原转化,气候由干旱-半干旱-潮湿转化。

致谢:中国地质科学院游国庆研究员对本次

工作提供支持与资助,中科院南古所黎文本老师对孢粉样品进行鉴定和处理,中国地质科学院宋天锐老师对文章提出修改意见,中国地质科学院测试中心对C、O同位素样品进行处理工作,在此一并表示感谢。

## 参考文献

- [1]陶国亮,胡文瑄,张义杰,等.准噶尔盆地西北缘北西向横断裂与油气成藏[J].石油学报,2006,27(4):23-28.
- [2]辛也,王伟锋,李宝刚,等.准噶尔盆地西北缘乌夏断裂带二叠系油气成藏组合[J].大庆石油学院学报,2009,33(4):13-18.
- [3]陈奋雄,李军,师志龙,等.准噶尔盆地西北缘车一拐地区三叠系沉积相特征[J].大庆石油学院学报,2012,36(2):22-28.
- [4]谭开俊,潘建国,姚清洲,等.车拐地区侏罗系岩性油气藏形成条件及主控因素[J].岩性油气藏,2007,19(2):41-44.
- [5]王昌勇,郑荣才,王建国,等.准噶尔盆地西北缘八区下侏罗统八道湾组沉积特征及演化[J].岩性油气藏,2008,20(2):37-42.
- [6]张纪易.粗碎屑洪积扇的某些沉积特征和微相划分[J].沉积学报,1985,3(3):75-85.
- [7]刘顺生,焦养泉,朗凤江,等.准噶尔盆地西北缘露头区克拉玛依组沉积体系及演化序列分析[J].新疆石油地质,1999,20(06):485-489.
- [8]张继庆,江新胜,刘志刚,等.准噶尔盆地西北缘三叠-侏罗系沉积模式[J].新疆石油地质,1992,13(3):206-216.
- [9]苏维强,张廷山,胡新平,等.油田开发中后期精细岩相单元对比——以克拉玛依油田五2西克下组为例[J].天然气地球科学,2005,16(06):752-757.
- [10]姜向强,李德江,朱筱敏,等.克百地区三叠系储层成岩层序研究[J].西南石油大学学报(自然科学版),2009,31(2):23-26.
- [11]朱世发,朱筱敏,鲜本忠,等.准噶尔盆地西北缘克一百地区侏罗系储集层特征及主控因素分析[J].古地理学报,2009,11(6):681-688.
- [12]朱世发,朱筱敏,王一博,等.准噶尔盆地西北缘克百地区三叠系储层溶蚀作用特征及孔隙演化[J].沉积学报,2010,28(3):547-555.
- [13]吴志雄,杨兆臣,丁超,等.准噶尔盆地西北缘三叠系克拉玛依组扇三角洲沉积微相特征——以W16井区为例[J].天然气地球科学,2011,22(4):602-609.
- [14]黄嫫.新疆准噶尔盆地西北缘三叠纪孢粉组合[J].微体古生物学报,1993,10(4):363-395.
- [15]刘兆生.新疆鄯善照壁山克拉玛依组孢粉组合[J].微体古生物学报,2000,(3):291-298.
- [16]刘刚.沾化凹陷垦西地区新近系馆陶组沉积微相研究[J].地球学报,2011,32(6):739-746.
- [17]宫清顺,黄革萍,倪国辉,等.准噶尔盆地乌尔禾油田百口泉组冲积扇沉积特征及油气勘探意义[J].沉积学报,2010,28(6):1135-1144.
- [18]宫清顺,倪国辉,芦淑萍.准噶尔盆地乌尔禾油田百口泉组储层特征及控制因素分析[J].中国石油勘探,2010,13(5):11-16.

- [19] Hui Z, Li J, Xu Q, et al. Miocene vegetation and climatic changes reconstructed from a sporopollen record of the Tianshui Basin, NE Tibetan Plateau[J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2011, 308(3/4): 373–382.
- [20] Yao J, Xiao X, Gao L, et al. Discovery of Permian sporopollen from Daffar, Taxkorgan, Xinjiang and their geological implications[J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2007, 252(1): 66–71.
- [21] Xiao X, Jiang Q, Liu X, et al. High resolution sporopollen record and environmental change since Holocene in the Wulungu Lake, Xinjiang[J]. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 2005, 23(1): 77–86.
- [22] Lu Y, Deng S. Triassic–Jurassic sporopollen assemblages on the southern margin of the Junggar basin, Xinjiang and the TJ boundary[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2004, 79(1): 15–27.
- [23] 刘兆生. 新疆吐哈盆地北缘黄山街组孢粉组合[J]. *微体古生物学报*, 2001, 18(2): 163–172.
- [24] 高联达. 石炭纪、二叠纪孢子花粉[M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [25] 姚建新, 肖序常, 侯静鹏, 等. 新疆阿图什市木吉地区木吉群孢粉化石的发现[J]. *地质通报*, 2007, 26(1): 77–80.
- [26] 江德昕, 王永栋, 魏江. 陕西铜川晚三叠世孢粉植物群及其环境意义[J]. *古地理学报*, 2006, 8(1): 23–33.
- [27] 曲立范, 杨基端, 白云洪, 等. 中国三叠纪孢粉组合特征及其分区的初步探讨[J]. *中国地质科学院院报*, 1983, 5(1): 81–94.
- [28] 刘兆生. 吐哈盆地北缘二叠系与三叠系界线[J]. *地层学杂志*, 2000, (4): 310–314.
- [29] 杨捷, 曾佐勋, 蔡雄飞, 等. 贺兰山地区震旦系碳酸盐岩碳氧同位素分析[J]. *科学通报*, 2014, 59(4/5): 355–368.
- [30] 吴俊, 汪远征, 高志前. 利用碳氧同位素识别碳酸盐岩层序界面[J]. *科学技术与工程*, 2013, 13(19): 5579–5585.
- [31] 林畅松, 杨海军, 蔡振中, 等. 塔里木盆地奥陶纪碳酸盐岩台地的层序结构演化及其对盆地过程的响应[J]. *沉积学报*, 2013, 31(5): 907–919.
- [32] Keith M L, Weber J N. Carbon and Oxygen Isotopic Composition of Selected Limestones and Fossils[J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1964, 28: 1787–1816.
- [33] Xiao W, Han C, Yuan C, et al. 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*, 2008, 32(2/4): 102–117.
- [34] 徐新, 周可法, 王煜. 西准噶尔晚古生代残余洋盆消亡时间与构造背景研究[J]. *岩石学报*, 2010, (11): 3206–3214.
- [35] 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 196–205, 753–754.