

文章编号: 1000-0550(2012)03-0501-10

塔里木盆地西北缘乌恰地区晚白垩世—渐新世微相分析及沉积演化^①

张曼¹ 吴小斌¹ 闫宝华¹ 吴松¹ 孟庆泉¹ 方小敏² 宋春晖¹

(1. 兰州大学地质科学与矿产资源学院 兰州 730000; 2. 中国科学院青藏高原研究所 北京 100085)

摘要 塔里木盆地西部是我国发育中新世海相地层的少数地区之一。以沉积微相分析为手段,通过对塔里木盆地西北缘乌恰地区库孜贡苏剖面晚白垩世—古近纪岩性、生物组合、颗粒成分、基质类型及其沉积结构和构造特征等仔细研究,重点针对碳酸盐岩划分出(含)骨屑隐晶灰岩、隐晶灰岩、微(隐)晶白云岩、鸟眼隐晶灰岩、微晶鲕粒白云岩、生物碎屑灰岩、微晶球粒白云岩、生物灰岩、亮晶鲕粒灰岩等9个岩相类型。根据碳酸盐岩微相类型组合和剖面结构沉积特征,划分出潮上带、潮间带、潮下带、台地边缘浅滩和生物礁5个沉积相,并恢复了该区晚白垩世—古近纪的沉积环境演化过程,为查清白垩纪—古近纪特提斯洋演化以及重建该地区古环境和油气勘探研究提供重要的基础材料。

关键词 塔里木盆地西北缘 晚白垩世—渐新世 碳酸盐岩微相 沉积演化

第一作者简介 张曼 女 1986年出生 硕士研究生 沉积盆地与成藏动力学 E-mail: zhangm-09@lzu.cn

通讯作者 宋春晖 E-mail: songchh@lzu.edu.cn

中图分类号 P588.2 **文献标识码** A

0 引言

塔里木盆地是我国最大的中生代沉积盆地,其中蕴藏着丰富的石油天然气资源,是我国陆上油气勘探的重要地区之一。其西部地区是我国海相白垩系—古近系连续发育并出露良好的少数地区,从全球古海洋学角度看它是受特提斯洋演化的控制。前人对其地层数十年的潜心研究,取得了白垩纪—渐新纪地层划分以及古生物研究方面的重要进展,并获得关于新特提斯洋在塔里木盆地宏观演化的认识^[1-3]。鉴于该区缺乏系统、仔细的沉积相(微相)分析工作,本文在前人研究基础上,选择塔里木盆地西北缘乌恰库孜贡苏典型剖面(图1),重点通过对其碳酸盐岩微相系统研究(通过野外沉积特征研究以及室内近200块岩石标本和53件代表性岩石显微薄片的系统鉴定)结合501件样品的有机碳、碳酸钙等分析(在兰州大学西部环境教育部重点实验室完成测试),恢复乌恰地区晚白垩世至古近纪沉积演化过程,这不仅能丰富和完善我国新特提斯洋研究内容、为查清新特提斯洋重大地质事件和演化提供基础依据,而且对恢复

和重建该地区白垩纪—古近纪古沉积环境以及油气勘探都具有十分重要的意义。

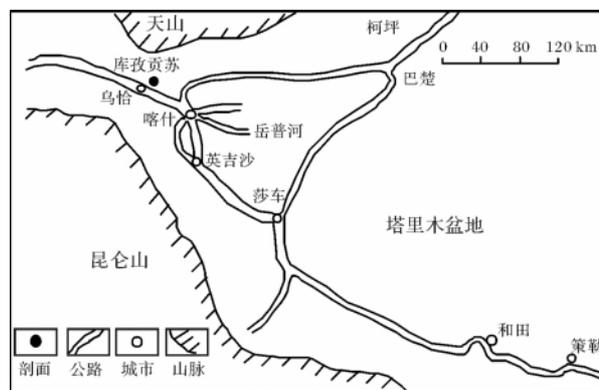


图1 研究剖面位置

Fig. 1 Location of the study area

1 地质背景

研究区位于塔里木盆地西北部天山和西昆仑山汇聚处的喀什凹陷,东接麦盖提斜坡,西与阿莱盆地相邻,北为南天山,南抵帕米尔高原东北侧的西昆仑山和喀喇昆仑山。该区主要出露侏罗纪至第四纪地

^①国家973重点基础研究发展计划项目(编号:2011CB403000、2010CB833401)、国家自然科学基金项目(批准号:40872029、40902015)和国家教育部博士点基金资助项目(编号:20090211120027)的资助。
收稿日期:2011-05-30;收修稿日期:2011-10-09

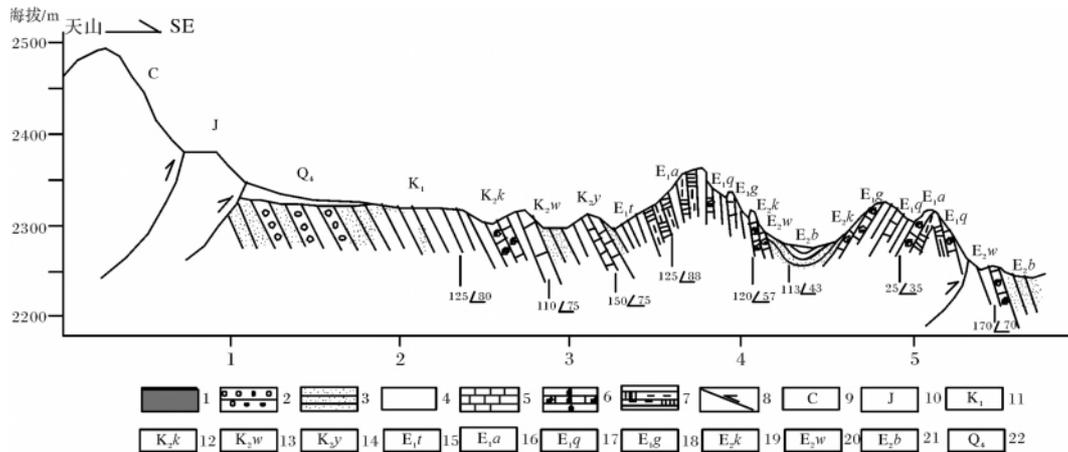


图2 新疆塔里木盆地西缘乌恰县库孜贡苏剖面

1. 基岩; 2. 砾岩; 3. 砂岩; 4. 泥岩; 5. 灰岩; 6. 生物灰岩; 7. 膏泥盐; 8. 断层; 9. 石炭系; 10. 侏罗系; 11. 下白垩系; 12. 上白垩统库克拜组; 13. 乌依塔克组; 14. 依格孜牙组; 15. 古新统吐依洛克组; 16. 阿尔塔什组; 17. 齐姆根组; 18. 盖克塔格组; 19. 始新统卡拉塔尔组; 20. 乌依塔克组; 21. 巴什布拉克组; 22. 第四系

Fig. 2 The Kuzigongsu cross section in the northwestern Tarim Basin

层并沿昆仑山前缘和天山前缘呈条带状展布,在天山前缘由北向南从老到新依次出露,而昆仑山前缘则与之相反。其中晚白垩世—古近纪海相地层发育完整,海相化石较为丰富,岩石类型多样。

2 研究剖面地层特征

关于塔里木盆地西部白垩纪至古近纪地层划分,目前广泛接受郝诒纯等研究成果(表1)^[4]。本文选取塔里木盆地西北缘乌恰县库孜贡苏典型剖面(南天山前缘、乌恰县北东约8 km沿库孜贡苏河分布)(图1 2),该剖面白垩系和古近系出露完整,根据地层接触关系、岩性和生物等特征,其地层由下而上如下:

克孜勒苏群(K_1):与下伏侏罗系呈不整合接触,进一步划分为上、下亚旋回。上亚旋回主要为紫红、砖红、灰—浅绿色含海绿石石英砂岩、岩屑石英砂岩、砂砾岩,底部为燧石石英砾岩。下亚旋回主要为紫红砾岩与砂岩。根据郝诒纯等在邻区康苏剖面下亚旋回上部以及上亚旋回中发现了大量海相遗迹化石,在邻区巴什布拉克剖面的上亚旋回中发现有孔虫化石 *Saccamina globosa* 和 *Nodosaria* sp., 确定克孜勒苏群中上部年代属早白垩世巴列姆—赛诺曼早期^[5]。

库克拜组(K_2k):主要岩性为灰绿、灰黑色泥岩和页岩夹灰黄—灰色灰岩和生物灰岩,底部棕褐、灰绿色泥质砂岩夹砖红色钙质砂岩,厚度为104 m。该组泥岩含有孔虫和介形虫类化石,灰岩中富含腹足类、双壳类、有孔虫、介形虫、沟鞭藻、菊石、海胆化石,

为一套正常海相沉积地层,与下伏地层克孜勒苏群呈整合接触。郝诒纯等根据该组从下而上发现的 *Migros - Ammobaculites*、*Talimuella - Ammobaculites*、*Discorbis - Hedbergella* 有孔虫组合,确定该组年代属晚白垩世早期(赛诺曼中晚—土仑期)^[4]。

乌依塔克组(K_2w):棕红、杂色泥岩、粉砂岩夹砂岩、膏泥岩和泥灰岩,厚度为202 m,与下伏库克拜组整合接触。该组含少量双壳类、介形虫和有孔虫化石,根据郭宪璞等^[6]和郝诒纯等^[4]在邻区阿克切依剖面同层位从下而上发现 *Migros - Ammobaculites*、*Pararotalia - Nonionella*、*Cibicidina - Quinqueloculina* 和 *Quinqueloculina - Massilina* 四个有孔虫组合带,结合 *Bythocypris luminosa*、*Cytherella comonchensis*、*Haplocytheridea punctyra*、*Cythereis praetexta*、*Brachycythere taylorensis*、*Pontocypris fragilis*、*P. obstiois* 等介形虫化石,确定该组年代属晚白垩世中期。

依格孜牙组(K_2y):灰红、灰色块状藻灰岩、白云质灰岩、泥灰岩夹红色泥质砂岩、泥岩,含有孔虫、介形虫、藻类和双壳类化石,厚度为16.3 m,与下伏乌依塔克组呈整合接触。郭宪璞等^[7]和郝诒纯等^[4]根据邻区阿克切依剖面同层位有孔虫 *Bolivina* 属以及双壳类固着蛤类 *Biradiolites*、*Duramia*、*Sauwagensia* 等属化石,确定该组年代属晚白垩世末期。

吐依洛克组(E_1t):上部为灰白色厚层石膏夹红色膏泥岩,下部为棕红色砂质泥岩、膏泥岩夹一层灰绿色砂质泥灰岩,厚度为30.7 m,与下伏依格孜牙组

表 1 塔里木盆地西部地区白垩系—新近系划分沿革表(据郝诒纯, 郭宪璞等, 2001)

Table 1 A historical view of subdivision of Cretaceous—Neogene in the western Tarim Basin

新疆地层表 (1981)				原苏联十三航测队 (1951 ~ 1953)			郝诒纯等 (1982)			郝诒纯等 (2001)							
系	统	群	组	系	统	组	系	统	组	系	统	组					
新近系	上新统		阿图什组	新近系	上新统	苍棕色组	新近系	上新统	阿图什组	新近系	上新统	阿图什组					
	中新统	乌恰群	帕卡布拉克组		中新统	上褐色组		中新统	帕卡布拉克组		中新统	帕卡布拉克组					
			安居安组			杂色组							安居安组	安居安组			
			克孜洛依组			下褐色组							克孜洛依组	克孜洛依组			
古近系	渐新统	喀什群	巴什布拉克组	古近系	渐新统	苏木扎克组 - 利什坦组	古近系	渐新统	巴什布拉克组	古近系	渐新统	巴什布拉克组					
	始新统		乌拉根组		始新统	土尔克斯坦组		始新统	乌拉根组		始新统	乌拉根组	始新统	乌拉根组			
			卡拉塔尔组			阿莱依组			卡拉塔尔组			卡拉塔尔组					
			齐姆根组			苏扎克组			盖吉塔格组			盖吉塔格组					
	古新统				阿尔塔什组	古新统		布哈尔组阿克得亚尔层	古新统		齐姆根组	古新统	齐姆根组	古新统	阿尔塔什组		
	白垩系		上白垩统		英吉莎群			吐依洛克组			白垩系		上白垩统		吐依洛克组	白垩系	上白垩统
						依格孜牙组		依格孜牙组	依格孜牙组								
						乌依塔克组		乌依塔克组	乌依塔克组								
库克拜组		库克拜组		库克拜组													
	下白垩统	克孜勒苏群	白垩系	下白垩统	克孜勒苏群	白垩系	下白垩统	克孜勒苏群	白垩系	下白垩统	克孜勒苏群						

呈整合接触关系。根据该组下部夹的灰绿色砂质泥灰岩中产 *Cibicides - Cibicidoides* 有孔虫组合和介形虫化石,其年代属古新世早期^[4]。

阿尔塔什组(E_1a): 为一套巨厚白色隐晶质石膏层夹十几层薄层白云岩、白云质灰岩、泥灰岩和膏泥岩,含少量有孔虫、介形虫、双壳类和腹足类化石,厚度为 265.5 m,与下伏吐依洛克组之间呈整合接触。根据双壳类和介形虫以及上下地层关系,该组的年代属古新世早—中期^[4,8,9]。

齐姆根组(E_1q): 灰绿—灰黑色泥岩夹灰色生物灰岩、介壳灰岩,含丰富的双壳类、腹足类、海胆、有孔虫、介形虫、苔藓虫及鲨鱼牙等海相化石,厚度为 99.5 m,与下伏阿尔塔什组整合接触。郝诒纯等^[4]根据该组自下而上发现的 *Spiroplectammina - Textularia*、*Laganammina - Haplophragmoides*、*Discorbis - Globigerina - Globorotalia*、*Nonionellina - Anomalina* 有孔虫组合,确定该组的年代属古新世中晚期。

盖吉塔格组(E_1g): 厚层棕红色泥岩、膏泥岩层夹石膏层及少量薄层灰岩,厚度为 86 m,与下伏齐姆

根组整合接触。郝诒纯等^[10]在该组地层中发现了始新世有孔虫,并根据岩性特征建立了这个新的岩石地层单位,确定该组的年代为始新世早期。

卡拉塔尔组(E_2k): 主要由黄灰色亮晶鲕粒灰岩、灰色骨屑隐晶灰岩、牡蛎灰岩和生物灰岩组成。化石以牡蛎为主,还含腹足类、有孔虫、多毛类虫管等。厚度为 21m。根据双壳类、腹足类和介形类化石,该组与中亚地区阿莱盆地始新世中期地层大致相当,确定其时代为始新世中期^[8]。

乌拉根组(E_2w): 主要由灰色、灰绿色泥岩、含骨屑岩屑石英细砂岩、泥灰岩、生物灰岩组成,富含双壳类、腹足类、海胆、介形类、颗石藻类、沟鞭藻类等化石,厚度为 47 m。根据有孔虫 *Nonion - Anomalinoides - Cibicides* 组合、腹足类、双壳类等生物组合,确定该组的时代为始新世中晚期^[8]。

巴什布拉克组(E_2b): 主要由棕红、暗紫色泥岩和粉砂岩组成,底部夹石膏层和膏泥岩,顶部为厚层灰绿色牡蛎介壳层。含少量双壳类、介形类、有孔虫、苔藓虫、腹足类、颗石藻类和沟鞭藻类等化石。厚度

为104 m。郝诒纯^[10]根据含有孔虫,将该组定为渐新世。

巴什布拉克组之上地层属乌恰群(包括克孜洛依组、安居安组和帕卡布拉克组),二者为整合接触。乌恰群主要为泥岩、粉砂岩互层夹砂岩和泥灰岩(未见海相碳酸盐岩),含介形虫、轮藻、植物碎片以及少量有孔虫等化石,典型的海相化石消失^[8,10],主要为陆相沉积产物。

3 碳酸盐岩岩相分析

该区白垩系—古近系除下白垩统克孜勒苏群外,各组均有碳酸盐岩地层的分布。以Wilson^[11]、Folk^[12]碳酸盐岩结构—成因分类为基础,根据沉积结构和构造、生物组合、颗粒成分及基质类型等特征,将该区碳酸盐岩划分出9个岩相。

岩相1(含)骨屑隐晶灰岩:主要分布于库克拜组、齐姆根组和卡拉塔尔组。库克拜组白云石化骨屑隐晶灰岩主要由隐晶方解石和生物碎屑组成,其中生物碎屑以双壳类为主,次为龙介虫管和有孔虫,隐晶方解石已被白云石化,微晶自形白云石常生长入骨屑边缘形成交代结构(图版I-1),具潮下带沙滩相沉积特征。齐姆根组含骨屑隐晶灰岩主要由隐晶方解石组成,其中生物碎屑以有孔虫、龙介虫管为主,双壳类、棘皮类、腕足类次之,灰泥基质中含少量石英、长石粉砂,生物扰动构造明显,并有轻微白云石化(图版I-2),这类岩石多形成于潮下带环境^[9]。

岩相2 隐晶灰岩:主要分布于库克拜组和盖吉塔格组。库克拜组隐晶灰岩主要由隐晶方解石构成(含量90%左右),含少量细脉状藻丝、粉砂级陆源石英碎屑以及有孔虫、介形虫、龙介虫管等生物碎片,偶见生物扰动和潜穴构造。此岩类主要形成于潮间带低能条件的泥坪环境(图版I-3);盖吉塔格组隐晶灰岩主要由陆源粉砂和微晶方解石组成,其中陆源粉砂碎屑成分主要为长石和石英,含量20%~30%。无生物碎屑,发育水平层理。此岩类主要形成于能量中等的潮上一潮间带。

岩相3 微(隐)晶白云岩:主要分布于库克拜组和阿尔塔什组。库克拜组含粉砂微晶白云岩主要由微晶白云石组成,含少量生物细粒屑、陆源砂和石膏。阿尔塔什组隐晶白云岩含分散的有孔虫以及球粒状、细脉状的藻团块,石膏脉及石膏溶孔穿插其间,疑似缝合线构造(图版I-4)。这类岩石为潮上带沉积产物^[9]。

岩相4 鸟眼隐晶灰岩:主要分布于依格孜牙组。岩石呈灰—灰红色,主要矿物为隐晶方解石,含大量褐红色藻丝和团、10%左右的石英等碎屑以及少量团粒,岩石内分布着大小不等的鸟眼孔(图版I-5),并有干缩缝伴生以及石膏被溶解残留“针孔状溶孔”。属潮间—潮上环境形成的产物^[9]。

岩相5 微(隐)晶鲕粒白云岩:主要分布于阿尔塔什组。鲕粒多为椭球形,少数为长条形,微晶白云石胶结,部分鲕粒周围具小马牙状白云石胶结环边,含少量石膏团块,但大多已成溶孔(图版I-6)。这种类型的碳酸盐岩常形成于暴露大气条件下的强蒸发的高盐度环境中^[8]。

微相6 生物碎屑灰岩:主要分布于齐姆根组。灰岩由多门类的砂级生物碎屑及粉屑—隐晶为主的隐晶方解石组成,生物碎屑总含量高达60%以上,其中有孔虫室大都为黄铁矿或海绿石充填(图版I-7)。这种类型的碳酸盐岩多形成于开敞潮下带到水稍深的浅海环境^[4]。

岩相7 微晶球粒白云岩:主要分布于盖吉塔格组。球粒已全部白云石化,使部分球粒已模糊不清,缺乏生物碎屑。充填物由隐晶白云石组成,部分被溶蚀形成粒间孔再被石膏充填(图版II-1),属潮间带低能环境的产物。

岩相8 生物灰岩:主要分布于卡拉塔尔组。存在二种,一类为牡蛎生物灰岩,牡蛎属种单一,数量丰富,个体完整,呈紧密堆积,局部支撑形成大的格架孔由灰泥基质充填,潜穴及生物扰动构造发育;另一类为隐晶生物灰岩,生物以腹足类和龙介虫管为主,腹足类大多具完整壳体,壳质被粒状方解石充填,内被灰泥充填。龙介虫管以角管虫类和旋鳃虫类为主,常附着在双壳类、腹足类等介壳表面,或互相包附结成小型生物丘(图版II-2、3、4)。这类岩石属生物礁环境沉积产物。

岩相9 亮晶鲕粒灰岩:主要分布于卡拉塔尔组和乌拉根组,卡拉塔尔组的鲕粒具放射和同心层构造,粒内溶孔发育,大多以亮晶方解石充填。粒间方解石胶结物重结晶呈等粒状,并交代鲕粒边缘;乌拉根组的鲕粒多达粗砂级,以团粒或生物屑为核心,呈放射—同心层纹状。粒间由陆源砂、灰泥以及亮晶方解石胶结组成。局部鲕粒密集呈压溶接触(图版II-5、6)。这类岩石代表高能鲕滩或鲕粒砂坝沉积环境^[13]。

4 沉积相分析与沉积演化

根据上述碳酸盐岩微相分析,结合剖面结构沉积特征,库孜贡苏剖面划分出潮上带、潮间带、潮下带、台地边缘浅滩和生物礁5个沉积相类型,其特征如下:

潮上带:进一步可划分为萨布哈和正常潮上带沉积环境。前者主要发育于吐依洛克组、阿尔塔什组,由厚层石膏夹碳酸盐岩岩相3、5组成,并且厚层石膏岩具潮上带蒸发成因典型标志的“鸡笼铁丝构造”,说明该时段在干旱气候条件下,研究区海退形成潮上超咸海水导致了大量自生石膏岩形成,同时在蒸发条件下也提高了地下水中的 Mg^{2+}/Ca^{2+} 比值,并引起沉积物的白云石化作用。如果地下水的成分始终保持在石膏沉淀作用的范围内,则石膏大量沉淀^[13];后者主要发育于乌依塔克组和巴什布拉克组,由棕红色砂泥岩、泥质细砂岩、膏泥岩、石膏岩和碳酸盐岩岩相2组成,生物贫乏,具水平层理、缺乏大型交错层理,属于低能潮上带环境产物^[14]。

潮间带:主要发育于库克拜组、依格孜牙组和盖吉塔格组,少量分布于吐依洛克组中部和巴什布拉克上部,碳酸盐岩主要由岩相2、4、7组成,生物碎屑稀少,含少量内碎屑,具鸟眼构造和水平层理,属中低能潮间带环境产物^[14]。

潮下带:主要发育于库克拜组和齐姆根组,由灰绿-灰黑色泥岩、页岩与碳酸盐岩岩相1、6组成,生物种类丰富,主要有双壳类、有孔虫、棘皮类、苔藓虫、腕足类及龙介虫管等,其中苔藓虫个体较完整、形状为窄喇叭形,可能为原地生长(图版I-8),反映其为弱-中等动荡、较深的沉积环境^[15]。

台地边缘浅滩相:由碳酸盐岩岩相9组成,主要发育于卡拉塔尔组和乌拉根组,内碎屑以呈同心鲕粒和磨蚀的生物砂屑(主要为双壳类和孔虫)为主,亮晶方解石充填,代表水动力较强的浅滩环境^[14]。

生物礁相:主要发育于卡拉塔尔组,由碳酸盐岩岩相8组成,生物含量高,主要为单一牡蛎(*Ostrea* (*Turkostrea*) *stritiplicata*)种群组成,并含大量腹足类、龙介虫管及少量有孔虫,壳体间由骨屑、砂屑和泥晶充填,胶结物少。在某些部位有腹足类和龙介虫的附生生物层存在,形成于静-中等动荡的水环境中。

根据上述沉积相在剖面中的分布、区域资料以及前人研究成果,可以推知,受燕山运动影响,塔里木盆地西缘隆升,在西北缘乌恰地区早白垩世克孜勒苏群

下部旋回冲积和洪积磨拉石不整合于侏罗纪地层之上,早白垩世晚期巴列姆-赛诺曼早期特提斯海水侵入该区,形成克孜勒苏群上部旋回含自生海绿石以及少量有孔虫、双壳类和海相遗迹化石的滨海环境沉积产物,但这次海侵范围较小,限于天山山前库孜贡苏地区以西的狭小地带^[5]。

表2 库孜贡苏剖面沉积物碳酸钙和有机碳含量参数统计
Table 2 The calcium carbonate and organic matter of the sediments from the late Cretaceous to Oligocene in the Kuzigongsu section

地层	总碳酸钙/%			总有机碳/%		
	Min	Max	平均值	Min	Max	平均值
巴什布拉克组	1.32	73.64	12.46	0.04	0.64	0.25
乌拉根组	0.31	84.14	20.46	0.06	0.77	0.32
卡拉塔尔组	21.61	82.39	65.41	0.02	0.10	0.06
盖吉塔格组	0.98	75.29	14.13	0.04	0.37	0.16
齐姆根组	0.92	84.77	33.07	0.08	0.88	0.31
阿尔塔什组	0.57	79.09	12.72	0.04	0.49	0.19
吐依洛克组	0.63	38.85	6.91	0.03	0.32	0.15
依格孜牙组	3.10	79.59	5.26	0.06	0.19	0.13
乌依塔克组	0.69	83.51	13.91	0.04	0.27	0.14
库克拜组	0.56	79.56	17.31	0.03	0.75	0.32

晚白垩世早期赛诺曼中晚-土仑期特提斯海水大规模入侵塔里木盆地,这是研究区中生代晚期以来的第一次大规模的海侵,使研究区海平面上升、水体加深,形成了库克拜组潮下带灰绿、灰黑色泥岩和页岩夹碳酸盐岩沉积(图3)。宋春晖等通过对该剖面白垩纪地层的沉积和生物特征以及沉积物色度、有机质和氧、碳同位素研究,结合前人研究成果,揭示该套灰绿、灰黑色泥岩和页岩属晚白垩世OAE₂大洋缺氧事件沉积产物,并认为该区这次海洋缺氧可能存在四期^[16]。由于新鲜海水的侵入为塔里木盆地西缘带来了丰富的海相生物,在库克拜组中部四次OAE₂大洋缺氧事件之间形成四层潮下带隐晶灰岩、骨屑隐晶灰岩和生物灰岩沉积。到土仑期晚期乌依塔克组开始海退,该区形成了潮上带沉积(图3),同时该组有机碳(平均值为0.14%)和碳酸钙(平均值为13.91%)含量相对库克拜组降低(表2)。晚白垩世末期依格孜牙组时期该区接受小规模海侵(图3),形成一套以肉红色、具鸟眼及干裂构造的潮间-潮上带碳酸盐岩为主沉积。

依格孜牙组与吐依洛克组之间K/T界线(白垩系-古近系界线)的沉积记录反映从白垩纪末到新

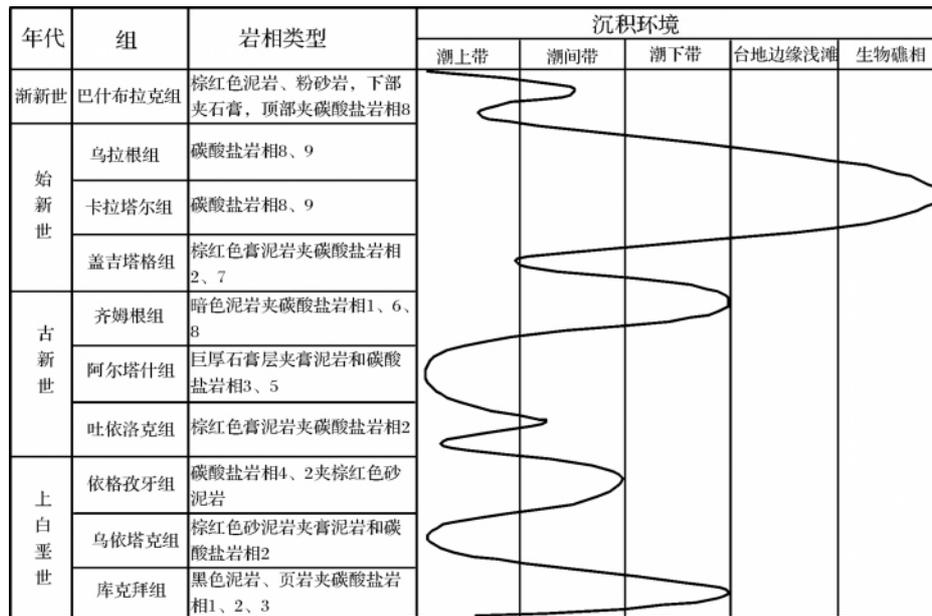


图3 新疆塔里木盆地西北缘乌恰县库孜贡苏剖面海相沉积演化过程

Fig. 3 The process of marine sedimentary evolution of the Kuzigongsu section in the northwestern Tarim Basin

生代初, 该区沉积环境的变化^[4, 17, 18]。进入新生代古新世早—中期该区处于潮上带环境(图3), 同时气候炎热, 形成了吐依洛克组—阿尔塔什组萨布哈巨厚红色膏泥岩和大量石膏沉积, 并夹有数十层白云岩和白云化碳酸盐岩。古新世晚期齐姆根组早—中期特提斯海的大规模海侵, 在该区形成了一套富含浮游有孔虫暗色泥岩为主的沉积组合, 并且有机碳(平均值0.31%)和碳酸钙(平均值33.07%)含量相对上下两组明显增高(表2), 表明该时期是塔里木盆地中生代海盆发育最好的时期, 这与雍天寿^[16]推测古近纪海水的范围比晚白垩世扩大一倍的观点一致。始新世早期全区海退(图3), 形成了盖吉塔格组潮间—潮上带红色膏泥岩和大量石膏沉积。进入始新世中期该区遭受第三次大规模海侵(图3), 形成了卡拉塔尔组生物礁相和乌拉根组早期的浅滩相沉积。乌拉根组晚期至渐新世巴什布拉克组早期该区处于海退状态(图3), 渐新世早期因干燥、炎热气候条件下的强烈蒸发作用形成巴什布拉克组下部的膏质砂岩、膏泥岩以及紫红色砂、泥岩沉积。巴什布拉克组晚期该区又发生一次小规模海侵(图3), 海侵范围不大, 在该区形成了最后一层近0.5~0.8 m厚牡蛎贝壳层。巴什布拉克组上伏地层乌恰群(包括克孜洛依组、安居安组和帕卡布拉克组)主要由泥岩与粉砂岩互层夹砂岩和泥灰岩组成, 含介形虫、轮藻、植物碎片以及少量有孔虫等化石, 典型海相化石消失^[8, 10], 未见海相

碳酸盐岩, 说明渐新世中晚期特提斯海水已经完全退出塔里木盆地西北缘地区, 之后转为陆相咸水湖泊(含残留海水)环境沉积。

5 结论

塔里木盆地西北缘乌恰地区库孜贡苏剖面晚白垩世—渐新世碳酸盐岩主要发育9种微相类型: (含)骨屑隐晶灰岩、隐晶灰岩、微(隐)晶白云岩、鸟眼隐晶灰岩、微晶鲕粒白云岩、生物碎屑灰岩、微晶球粒白云岩、生物灰岩、亮晶鲕粒灰岩; 根据碳酸盐岩微相和剖面沉积特征, 库孜贡苏剖面晚白垩世—渐新世主要存在潮上带、潮间带、潮下带、台地边缘浅滩和生物礁5个沉积相。根据沉积相在剖面中的分布、区域资料以及前人研究成果, 推测白垩纪至古近纪该区曾发生3次大规模海侵(分别存在于库克拜组、齐姆根组和卡拉塔尔组)以及2次小规模海侵(分别存在于依格孜牙组和巴什布拉克组晚期)。

致谢 在野外工作中得到了中国地质科学院地质研究所郭宪璞研究员和中石化石油勘探开发研究院西部分院原总工程师叶留生先生的具体指导, 以及兰州大学孟昌、杨进云、魏引杰、王雪鹏等的帮助。室内样品测试分析由兰州大学西部环境教育部重点实验室完成。同时审稿人提出了很好的建设性意见。在此谨向上述单位和个人深表谢意。

参考文献(References)

- 1 王永,傅德荣. 塔里木盆地西南部白垩纪一早第三纪沉积构造演化[J]. 地球学报, 1996, 17(1): 32-40 [Wang Yong, Fu Derong. The sedimentary-tectonic evolution of the southwest Tarim Basin from Cretaceous to Paleogene [J]. Acta Geoscience Sinica, 1996, 2(1): 32-40]
- 2 郭宪璞,丁孝忠,何希贤,等. 塔里木盆地中新生代海侵和海相地层研究的新进展[J]. 地质学报, 2002, 76(3): 299-307 [Guo Xianpu, Ding Xiaozhong, He Xixian, et al. New progress in the study of marine transgressive events and marine strata of the Meso-Cenozoic in the Tarim Basin [J]. Acta Geologica Sinica, 2002, 76(3): 299-307]
- 3 谭红兵. 塔里木盆地西部古盐岩地球化学与成钾预测研究[D]. 中国科学院盐湖研究所, 2005 [Tan Hongbing. Geochemical Research on Ancient Salt Rock and Prospect of Sylvite Deposit Formation in Western Tarim Basin [D]. Qinghai Institute of Salt Lakes, 2005]
- 4 郝治纯,郭宪璞,叶留生,等. 塔里木盆地西南地区海相白垩系—第三系界线[M]. 北京:地质出版社, 2001 [Hao Yichun, Guo Xianpu, Ye Liusheng, et al. The Boundary between the Marine Cretaceous and Tertiary in the Southwest Tarim Basin [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001]
- 5 郝治纯,曾学鲁,郭宪璞. 新疆塔里木盆地西部海相白垩纪及其沉积环境探讨[J]. 地质学报, 1987, 61(3): 205-217 [Hao Yichun, Zeng Xuelu, Guo Xianpu. The sedimentary environment of the Marine Cretaceous in the western Tarim Basin, Xinjiang [J]. Acta Geologica Sinica, 1987, 61(3): 205-317]
- 6 郭宪璞. 新疆西部乌依塔克组的时代[J]. 地层学杂志, 1995, 19(3): 208-213 [Guo Xianpu. The age of the Wuytak Formation in Western Xinjiang [J]. Journal of Stratigraphy, 1995, 19(3): 208-213]
- 7 郭宪璞. 塔里木盆地西部白垩纪-古新世有孔虫群落的划分及其意义[J]. 地球学报, 1995, 1: 77-85 [Guo Xianpu. Foraminifera community division and its significance of the western Tarim Basin in Cretaceous-Paleocene [J]. Acta Geoscience Sinica, 1995, 1: 77-85]
- 8 周志毅. 塔里木盆地的各纪地层[M]. 北京:科学出版社, 2001 [Zhou Zhiyi. Stratigraphy of the Tarim Basin [M]. Beijing: Science Press, 2001]
- 9 唐天福,薛耀松,俞从流. 新疆塔里木盆地西部晚白垩世至早第三纪海相沉积特征及沉积环境[M]. 北京:科学出版社, 1992: 1-75 [Tang Tianfu, Xue Yuesong, Yu Congliu. Characteristics and Sedimentary Environments of the Late Cretaceous to Early Tertiary Marine Strata in the Western Tarim Basin, Xinjiang [M]. Beijing: Science Press, 1992: 1-75]
- 10 郝治纯,曾学鲁,李汉敏. 塔里木盆地西部晚白垩世—第三纪地层及有孔虫[J]. 地球科学:地层古生物专辑, 1982: 1-161; [Hao Yichun, Zeng Xuelu, Li Hanmin. Western Tarim Basin Late Cretaceous-Tertiary stratigraphy and foraminifera [J]. Earth Science: Stratigraphy Paleontology Album, 1982: 1-161]
- 11 Wilson J L. Carbonate Facies in Geological History [M]. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1975: 1-471
- 12 Robert L. Folk. Practical petrographic classification of limestones [J]. AAPG Bulletin, 1959(43): 1-38
- 13 贾振远,李之琪. 碳酸盐岩沉积相和沉积环境[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1989: 1-186 [Jia Zhenyuan, Li Zhiqi. Carbonate Sedimentary Facies and Depositional Environments [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1989: 1-186]
- 14 冯增昭. 碳酸盐岩岩相古地理学[M]. 北京:石油工业出版社, 1989: 1-186 [Feng Zengzhao. Lithofacies Paleogeography of Carbonate [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1989: 1-186]
- 15 孙宝亮,巩恩普,关长庆,等. 贵州紫云扁平村石炭纪珊瑚礁剖面微相分析与沉积相[J]. 沉积学报, 2007, 3(25): 351-357 [Sun Baoliang, Gong Enpu, Guan Changqing, et al. Sedimentary environment and microfacies analysis of a Carboniferous coral reef in the Bianping village of Ziyun County, Guizhou [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007, 3(25): 351-357]
- 16 宋春晖,张曼,魏引杰,等. 塔里木盆地西北缘白垩纪OAE₂大洋缺氧事件[J]. 地球环境学报, 2011, 2(4): 541-548 [Song Chunhui, Zhang Man, Wei Yinjie, et al. Late Cretaceous Ocean anoxic event OAE₂ in the western Tarim Basin [J]. Journal of Earth Environment, 2011, 2(4): 541-548]
- 17 郭宪璞,郝治纯,叶留生,等. 新疆塔里木盆地西南地区海相白垩系—第三系界线的地球化学异常[J]. 现代地质, 2000, 14(3): 348-354 [Guo Xianpu, Hao Yichun, Ye Liusheng, et al. Abnormal geochemical characteristics of the boundary between the marine Cretaceous and Tertiary in the southwest Tarim Basin [J]. Geoscience, 2000, 14(3): 348-354]
- 18 孟昌,孟庆泉,杜芳芳,等. 塔里木盆地西北缘海相白垩系—古近系界线沉积物环境指标研究[J]. 沉积学报, 2011, 29(2): 246-254 [Meng Chang, Meng Qingquan, Du Fangfang, et al. Study on environmental proxies of the marine Cretaceous-Paleogene boundary from Wuqia area in the northwestern Tarim Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2011, 29(2): 246-254]
- 19 雍天寿,单金榜. 白垩纪及早第三纪塔里木海湾的形成与发展[J]. 沉积学报, 1986, 4(3): 67-75 [Yong Tianshou, Shan Jinbang. The development and formation in the Tarim bay in Cretaceous-Paleogene ages [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1986, 4(3): 67-75]
- 20 余素玉. 化石碳酸盐岩[M]. 北京:地质出版社, 1989: 1-167 [Yu Shuyu. Microfacies of Fossil Carbonate [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989: 1-167]
- 21 Flugel E. Microfacies Analysis of Limestone [M]. Berlin Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1982: 1-633

Sedimentary Evolution and Microfacies Analysis of the Late Cretaceous–Oligocene from Wuqia Area in the Northwestern Tarim Basin

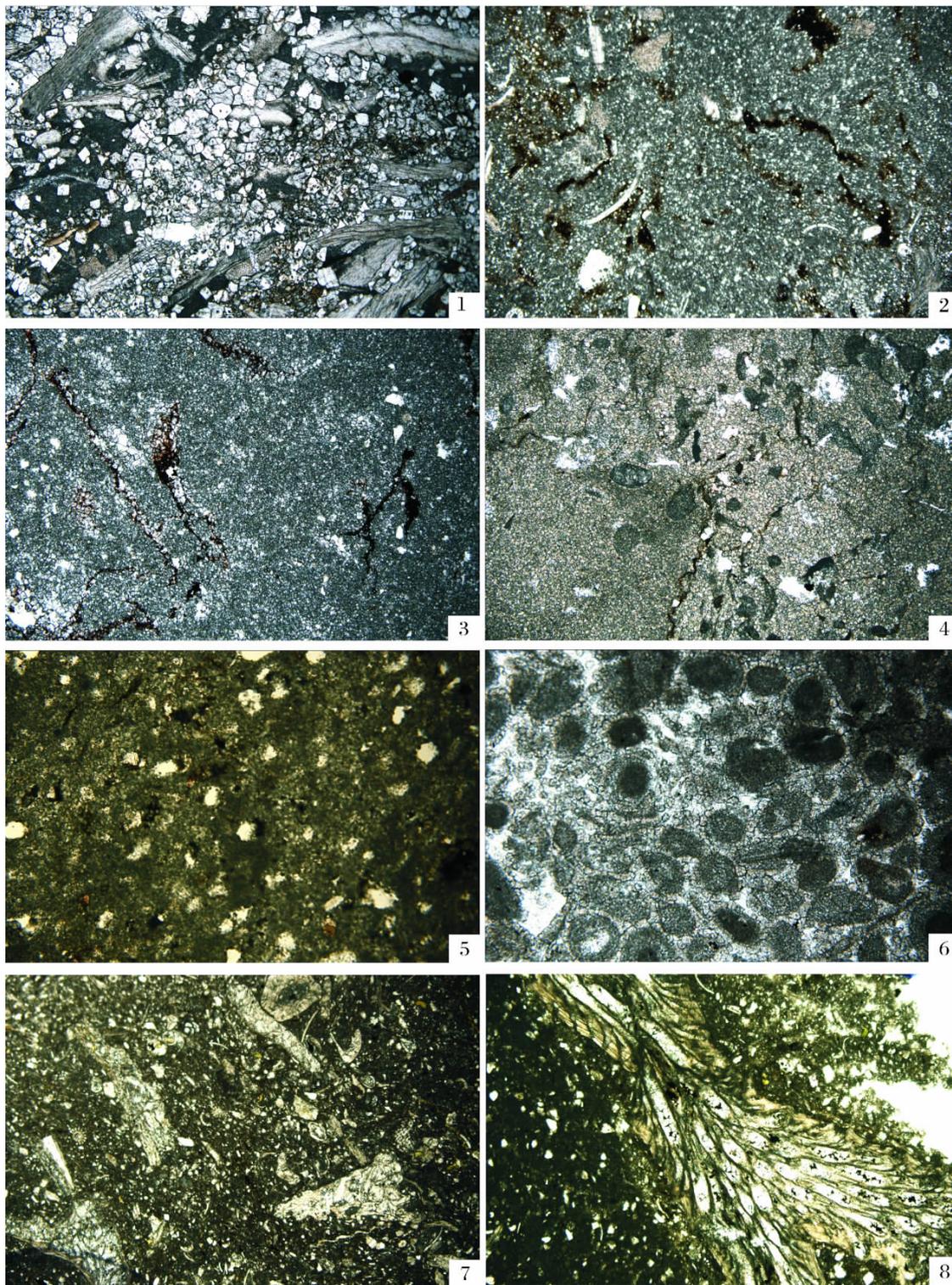
ZHANG Man¹ WU Xiao-bin¹ YAN Bao-hua¹ WU Song¹ MENG Qing-quan¹
FANG Xiao-min² SONG Chun-hui¹

(1. School of Earth Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000;

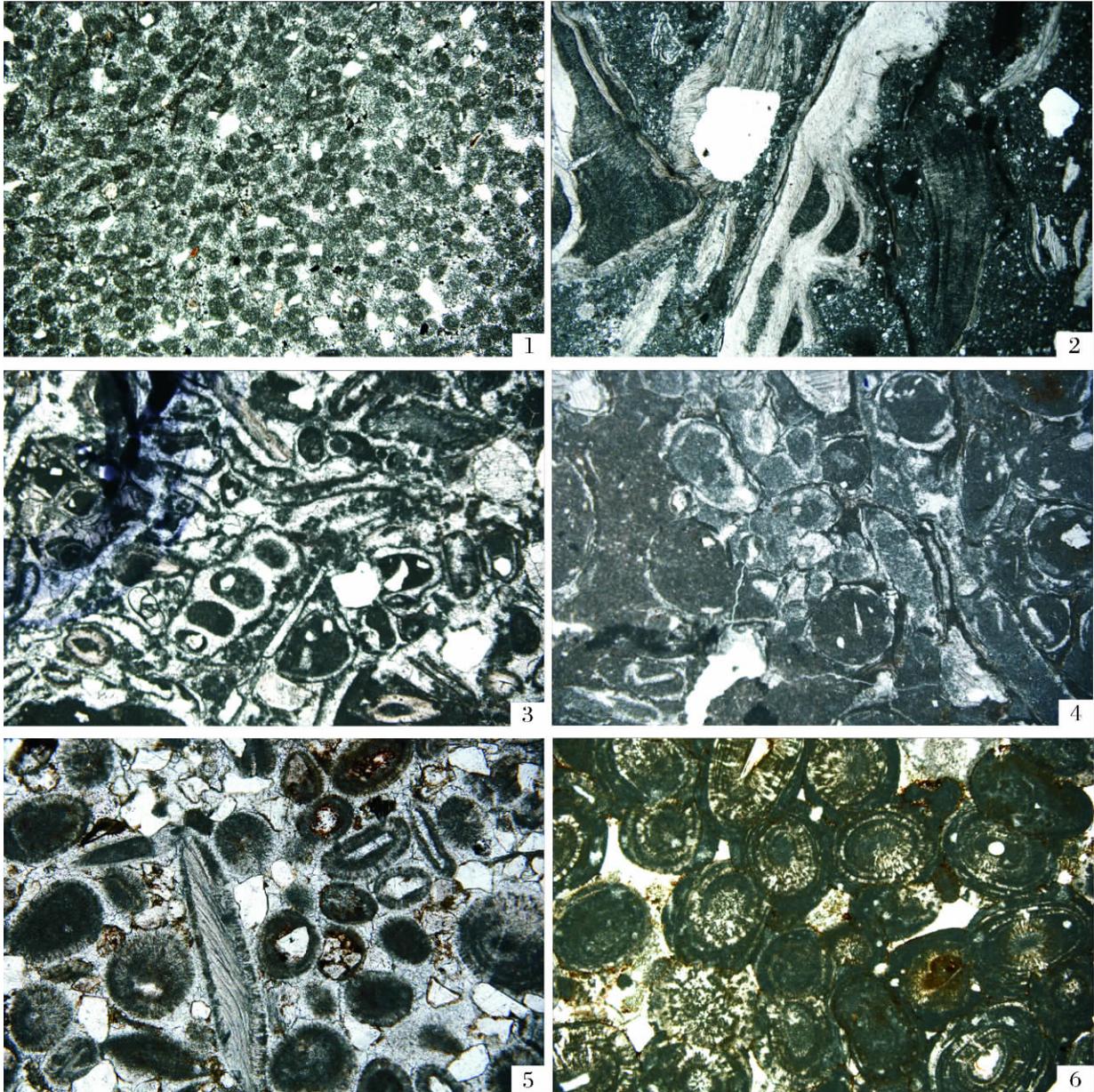
2. Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085)

Abstract: The evolution of the New Tethys has been attracting the interest of many geologists around the world for it separated Eurasia and Gondwana during the Mesozoic era. In addition to creating the Alps-Himalayan orogenic system, the diminishing and closing of the New Tethys may have played a major role in changing the Cenozoic global climate and causing the Asian inland aridity. The Tarim Basin is one of the few areas in China where Meso-Cenozoic marine strata are exposed. In this study, Kuzigongsu section of Late Cretaceous to Oligocene strata is selected to investigate the lithology and biological assemblage, particle composition and substrate type as well as sedimentary structure of the Late Cretaceous to Oligocene marine stratum by means of sedimentary microfacies analysis. Focusing on carbonate rocks, nine main types of carbonate facies in the section can be recognized, including debris cryptocrystal limestone, cryptocrystal limestone, microcrystalline (cryptocrystalline) dolomite, bird's eye cryptocrystal limestone, microcrystalline oosparite dolomite, bioclastic limestone, microcrystalline spherulite dolomite, bio-limestone, and sparite oosparite limestone. Combining with sedimentary characteristics of the section, we identify five sedimentary facies (supratidal zone, intertidal zone, sublittoral zone, shallow of platform edge, and reefs) and restore the sedimentary evolution process from the late Cretaceous to Oligocene in the section. Based on the distribution of sedimentary facies and the regional information, there are five cycles of marine transgression along the northwestern margin of Tarim Basin from the Cretaceous to Paleogene. Three large-scale transgression are found in Kukebai group, Qimugen group and Kalataer group and two small-scale transgression are found in Yigeziya group and the late of Bashenbulake group. No numerous marine paleontology fossils are found in the strata lying above the oyster layer in the uppermost part of Bashenbulake Formation, which implicate that the New Tethys finally retreat from the northwestern margin of Tarim Basin in Oligocene at the top of Bashenbulake Formation. Thus, these will surely provide some references for finding out evolution of the Tethys Ocean from the Cretaceous to Oligocene and reconstructing regional paleoenvironment of Tarim Basin.

Key words: northwestern margin of Tarim Basin; Late Cretaceous to Oligocene; carbonate microfacies; sedimentary evolution



图版 I 说明 1. 库克拜组-白云石化骨屑灰岩, 双壳类、棘皮类等方解石质生物骨屑丰富, 可达支撑程度, 泥晶基质大部分被白云石化, 微晶自形白云石生长入骨屑边缘形成交代结构, $\times 50$; 2. 齐姆根组-含骨屑隐晶灰岩, 骨屑以有孔虫、龙介虫管为主, 双壳类、棘皮类、腕足类次之, 生物扰动构造明显, 并有轻微白云石化, $\times 50$; 3. 库克拜组-隐晶灰岩, 主要由隐晶方解石构成, 其含量 90% 左右, 局部含少量细脉状藻丝, 见少量有孔虫、介形虫、龙介虫管等生物碎片, 偶见生物扰动和潜穴构造, $\times 50$; 4. 阿尔塔什组-隐晶白云岩, 几乎全由亮晶方解石灰泥构成, 可见多个分散的有孔虫及深灰色的藻团块, 发育缝合线构造, $\times 50$; 5. 依格孜牙组-鸟眼隐晶灰岩, 分布着大小不等的鸟眼孔, 并有干缩缝伴生, 还有褐红色藻类呈脉状均匀分布, 未见其他明显生物碎片存在, $\times 50$; 6. 阿尔塔什组-微晶鲕粒白云岩, 鲕粒均已微晶化, 隐约可见同心层构造, 大部分鲕粒表面保存有小马牙状白云石胶结环边, 含少量石膏团块。粒间胶结物已变成均粒状半自行-自行的微晶白云石, $\times 100$; 7. 齐姆根组-生物碎屑灰岩, 生物碎屑主要是双壳类、介形虫、有孔虫和苔藓虫等, 总含量高达 60% 以上, 化石遭受不同程度的破碎, 生物颗粒之间主要由灰泥充填, $\times 50$; 8. 齐姆根组-生物碎屑灰岩中的一完整苔藓虫化石, $\times 50$



图版 II 说明 1. 盖吉塔格组-球粒微晶白云岩, 颗粒支撑结构, 泥晶胶结, 颗粒类型主要为粪粒和砂屑, 球粒分选较好, 边缘轮廓较模糊, 含量约 70-80%, 砂屑含量 10% 左右, $\times 50$; 2. 卡拉塔尔组-牡蛎生物灰岩, 牡蛎属种单一, 数量丰富, 个体完整相互紧密堆积, 局部可支撑形成大的格架孔, 灰泥基质, 胶结物少, 潜穴及生物扰动构造发育, $\times 50$; 3. 卡拉塔尔组-腹足类生物灰岩, 有腹足类完整壳体, 壳体具晶粒结构, 内被灰泥充填, $\times 50$; 4. 卡拉塔尔组-龙介虫管生物灰岩, 龙介虫管以角管虫类和旋鳃虫类为主, 常附着在双壳类、腹足类等介壳表面, 或互相包附结成小型生物丘, $\times 50$; 5. 乌拉根组-亮晶鲕粒灰岩, 鲕粒部分以砂屑为核心, 具厚薄不等的放射-同心层纹构造, 并发育暗色辐射状构造, 以圆球及椭圆形为主, $\times 100$; 6. 乌拉根组-亮晶鲕粒灰岩, 鲕粒以团粒或生物屑为核心, 放射-同心层纹构造发育, 粒间有陆源砂和灰泥充填, 亮晶方解石胶结, $\times 50$