

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

# 塔里木盆地中新世海侵和海相地层研究的新进展

郭宪璞<sup>1)</sup> 丁孝忠<sup>1,2)</sup> 何希贤<sup>1)</sup> 李汉敏<sup>3)</sup> 苏新<sup>2)</sup> 彭阳<sup>1)</sup>

1) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037; 2) 中国地质大学, 北京, 100083

3) 中国新星石油总公司西北石油地质局, 乌鲁木齐, 830011

**内容提要** 中新世海侵是塔里木盆地地质发展史上的重要事件之一。通过对新近发现的古生物化石和海相地层资料研究, 本文提出了早白垩世、晚白垩世、古近纪的海侵范围的新认识。同时, 依据露头 and 钻井资料提出了中新世海水分布的新范围。这些新成果对厘定塔里木盆地中新世地层时代、建立整个盆地中新世地层格架和油气远景分析具有重要意义。

**关键词** 海相化石 海侵 海相地层 中新世 塔里木盆地

我国中新世地层绝大部分为陆相沉积, 塔里木盆地是我国发育中新世海相地层的少数地区之一。中新世塔里木盆地在大地构造上主要经历了前陆盆地稳定沉降和碰撞后快速沉降两个发展阶段。中新世特别是白垩纪至古近纪的海侵是塔里木盆地地质发展史上的重要事件之一, 其海进与海退和印度板块向北推移及当时的洋中脊扩张期和收缩期大体相一致(田在艺等, 1990; 丁道桂等, 1996; 刘训等, 1997)。塔里木盆地中新世海相地层主要沿昆仑山山前和天山山前呈东西向展布, 中央隆起区和塔东南区目前尚未发现。海相地层发育完整, 海相化石较为丰富, 岩石类型多样, 从有机和无机两方面可以反映出海平面变化及古海盆的历史变迁。这一断代的地层和古生物群经过各方面专家几十年的研究(郝诒纯等, 1979, 1980, 1982, 1984, 1987, 2000, 2001; 雍天寿等, 1986; 唐天福等, 1989; 范璞等, 1990; 周志毅等, 1990; 郭宪璞, 1990, 1994a, 1994b, 1995b, 1995c; 郭宪璞等, 1995, 2000; 杨藩等, 1994; 陈荣林等, 1995; 童晓光等, 1996; 康玉柱, 1996; 康玉柱等, 1997), 建立了较为完整的地层层序和古生物群演化序列。但由于种种原因, 对于早白垩世是否存在海侵, 海侵范围如何分布; 塔北地区有否白垩纪的海相层; 古近纪海侵的分布范围; 中新世的海水分布范围等问题仍存在分歧意见。本文根据在露头剖面和钻井中新近发现的海相化石, 对上述几个问题提出新

认识。这些新进展对塔里木盆地中新世的海相地层、海陆交互相地层及陆相地层时代厘定对比, 建立完整、准确的地层格架和油气远景分析等方面具有重要意义。

## 1 早白垩世海相地层和海水分布范围

早白垩世昆仑山和天山总体处于隆升时期, 沉积物表现为冲积和洪积相的磨拉石建造, 塔西南区以克孜勒苏群, 塔北区以卡普沙良群和巴什基奇克组中下部为其地层代表。卡普沙良群为陆相地层, 而克孜勒苏群中上部则断续发育海相层(郝诒纯等, 1987; 郭宪璞, 1991)。

克孜勒苏群为一套厚逾千米的棕红、灰绿色块状石英砂岩、石英质杂砂岩, 底部为砾岩, 交错层理发育, 可分为上、下两个亚旋回(新疆维吾尔自治区区域地层表编写组, 1991)。郝诒纯等(1987)、郭宪璞(1991)根据在下亚旋回上部 and 上亚旋回中发现的有孔虫化石、海相遗迹化石、双壳类化石以及自生海绿石和地球化学等方面的证据, 论证了克孜勒苏群中上部存在海相层并说明塔里木盆地在巴列姆—赛诺曼早期曾受到海侵, 海侵范围限于天山山前库孜贡苏地区以西的狭小地带。

本次在喀什地区的康苏剖面(克孜勒苏群命名地点)、库孜贡苏剖面除原来报道的海相遗迹化石外, 又发现了以前未见的两个新种: 即在康苏剖面该

注: 本文为国家“九五”重点科技攻关项目(编号 96-111-02-01-01、99-111-01-02-07)和国家自然科学基金项目(编号 49972072)的成果。

收稿日期: 2001-10-22; 改回日期: 2002-05-31; 责任编辑: 王增吉、王思恩。

作者简介: 郭宪璞, 男, 1949年生, 博士, 现为中国地质科学院地质研究所研究员, 从事有孔虫生物地层、事件地层、非史密斯地层等研究。通讯地址: 100037, 北京市百万庄路26号, 中国地质科学院地质研究所; 电话: 010-68327784; Email: guoxianpu@chinaren.com。

群之下亚旋回上部采到 *Thalassinoides suevicus*, 在库孜贡苏剖面之上亚旋回采到大量 *T. saxonicus*。另外, 在阿图什地区的温古尔剖面该群的上、下亚旋回首次发现数量丰富、保存极佳的 *Ophiomorpha* sp. 和 *Thalassinoides suevicus*。*Ophiomorpha* 一直被地质学家认为是近岸浅海到半咸水环境的指示者 (Frey et al., 1978); 同时 *Thalassinoides* 亦常产于潮间带滨海环境, 可以指示海岸线位置 (杨式溥<sup>①</sup>)。鉴于温古尔地区海相遗迹化石的发现, 笔者推断塔里木盆地早白垩世的海侵已抵达阿图什地区, 这比原来确定的海侵范围向东延伸了约 100 km (图 1)。塔里木盆地与其西部的塔吉克盆地、费尔干盆地此时均为前陆盆地, 三者经阿莱依洼地 (或阿莱依海峡) 而互相联通。它们之间的海相层完全可以对比 (郭宪璞, 1991)。同时, 塔里木盆地与英国著名的早白垩世韦尔登层 (Wealden bed) 和我国藏北弧后盆地的早白垩世海相层也可以对比, 它们都产有共同的海相遗迹化石, 反映大致类似的滨浅海环境。

## 2 晚白垩世的海相地层和海水分布

晚白垩世塔里木盆地除部分地区均属于持续稳定沉降的前陆盆地, 特提斯海水由西向东大举入侵, 并在赛诺曼中期至土伦期形成高潮。此时, 北方海亦大举南下, 与特提斯洋相联通, 塔里木盆地同时产有特提斯型和北方型有孔虫混生动物群即是明证 (Barrera et al., 1999; Seymour, 1986; Hancock et al., 1979)。塔里木盆地此时遭受的海侵大约持续 30 Ma, 构成一级海水进退旋回, 内部又可分为 3 个次一级旋回。新鲜海水的侵入为塔里木盆地带来了丰富的海相生物群, 经统计有菊石、双壳类 (包括特提斯洋特有的固着蛤类)、腹足类、介形类、有孔虫 (包括 4 属 5 种浮游有孔虫)、钙质超微化石、藻类等十几个门类的化石, 这些化石为准确划分晚白垩世地层、恢复古海洋和古地理提供了可靠佐证 (Stehli et al., 1964; Boucot, 1981; Dodd, 1981)。

关于海水通道问题目前流行的看法是海水从西部之阿莱依海峡进入塔里木盆地, 但从笔者对海相地层和化石生物群的研究发现, 南部西昆仑地区乌依塔克—阿克彻依一线上白垩统乌依塔克组产有 4 属 4 种浮游有孔虫: *Hedbergella holmdelensis*, *H. lata*, *Guembelitria cretacea*, *Conoglobigerina kellert* 和 *Heterohelix* sp. (郭宪璞, 1995a), 而靠近阿莱依海峡的天山

山前的斯姆哈那一库孜贡苏一线则仅见个别底栖有孔虫; 在西昆仑南部的依格孜牙组产有丰富且保存极佳的固着蛤化石, 而天山山前斯姆哈那一库孜贡苏一线未见。这些事实说明西昆仑南部地区上述两组的海相性远比天山山前要强。因此, 不排除海水从西昆仑南部当时的低洼地带进入塔里木盆地的可能性, 这有待于今后更详细地工作和研究。

晚白垩世塔里木盆地的海侵事件目前流行的看法是仅限于塔西南地区前陆盆地。此时的地层是英吉莎群, 对该群地层的划分对比、层序、古生物序列和古地理沉积相的研究已十分详尽, 在此不再赘述。那么现在的问题是塔北地区是否遭受到此次海水的入侵, 是否存在晚白垩世的海相地层。这些问题涉及到塔里木盆地此次海侵的分布范围和海相地层的分布对比等一系列地质问题, 也是关心塔里木盆地研究的石油、地质界十分重视的问题。

1997 年和 2000 年笔者等两次深入塔北库车和拜城前陆盆地进行白垩纪—古近纪地层的研究, 先后在十余条地层剖面进行工作和采样, 结果在库车的库车河剖面 and 拜城的克拉苏剖面原定为早白垩世的巴什基奇克组之上部首次发现 11 属 16 种钙质超微化石, 主要是: *Arkangelskiella cymbiformis*, *Nannoconus multicaudus*, *Quadrum gartneri*, *Calculites obscurus*, *Cyclagelosphaera margerelli* 和 *Micula concava* 等。这些化石的时代从晚白垩世的土伦期到马斯

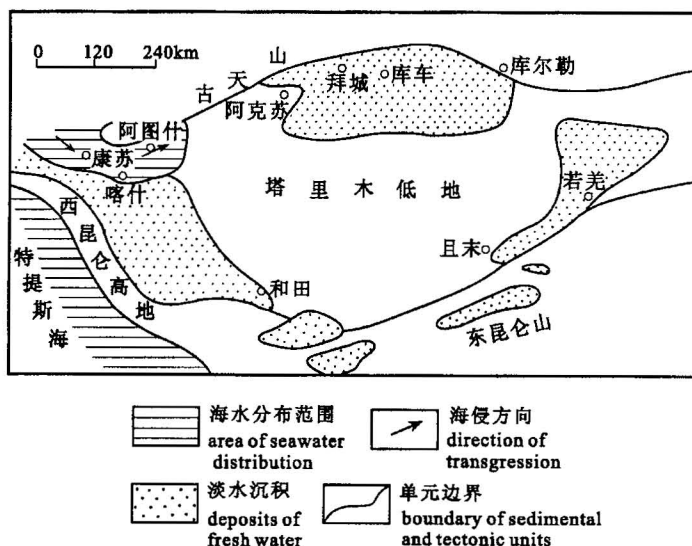


图 1 塔里木盆地早白垩世海侵范围分布图

Fig. 1 Showing the marine transgression during Early Cretaceous in Tarim Basin

① 杨式溥, 1983. 古生态学及遗迹化石学 (内部教材).

特利赫特期。依据这些化石笔者将巴什基奇克组之上部划归晚白垩世,中下部仍划为早白垩世。这一重要发现说明塔北地区确实存在晚白垩世的海相地层,晚白垩世的海水已抵达塔北地区(郝诒纯等,2000)。

众所周知,钙质超微化石为浮游类型,绝大多数为海生,只有极少数既能适应半咸水,也可适应淡水,有些生活于近岸水域。本次发现的这类化石为海

相化石,无淡水类型。至少从目前所掌握的文献来看,上述化石在世界各地的产出地层均为海相沉积,未见有非海相沉积的记录。

塔北地区钙质超微化石的发现,打破了以往认为晚白垩世的海侵范围仅限于塔西南地区的看法,扩大了塔里木盆地晚白垩世海水分布范围(图2)。关于海水的通道,笔者认为沿着天山前低地在靠近柯坪隆起的低洼处侵入到塔北地区的。

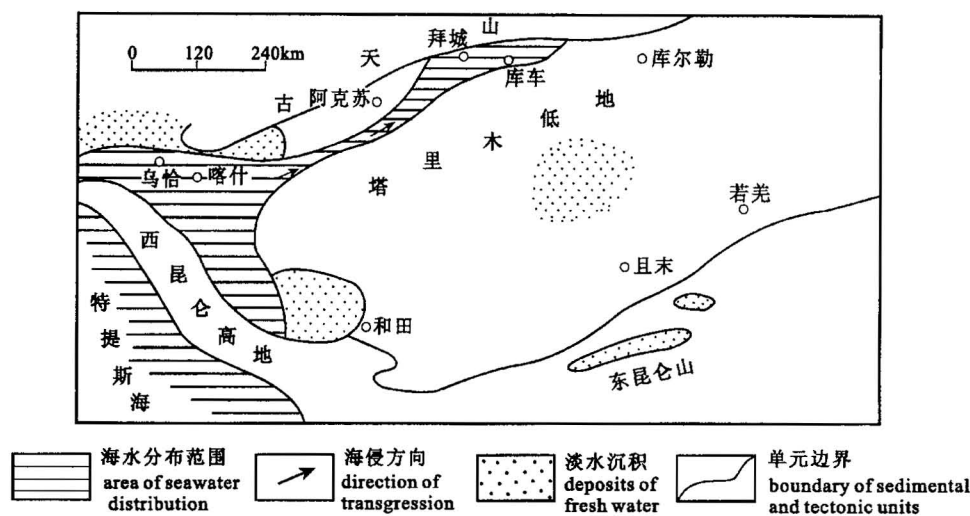


图2 塔里木盆地晚白垩世海侵范围分布图

Fig. 2 Showing the marine transgression during Late Cretaceous in Tarim Basin

塔里木盆地晚白垩世化石生物群的面貌和性质与中亚地区、欧洲南部、美国、加拿大等国家和地区的十分相近,而且有着共同的属种和代表分子,它们属于同一古生物地理区即特提斯生物区(Dilley, 1971; Hondt et al., 1996; Schroder-Adams et al., 1996)。因而证明塔里木盆地晚白垩世的海盆属于特提斯洋的一部分,只不过它是更加深入大陆的海湾。

### 3 古近纪的海相地层和海水分布

古近纪是塔里木盆地中生代海盆发育最好的时期,海相性强,海水分布范围最广,据雍天寿(1980)<sup>①</sup>估测古近纪塔里木海要比白垩纪的扩大一倍,整个塔里木形成统一的海盆。古近系在塔西南地区称为喀什群,厚度可逾千米,主要岩性为浅海相的灰岩、泥岩、砂岩和潟泻湖相的石膏岩和膏泥岩,产有丰富的海相化石,计有双壳类、腹足类、有孔虫(包括2属8种浮游有孔虫)、钙质超微化石、鲨鱼牙等门类。喀什群构成一级海水进退旋回,其内部又可分为3个次一级旋回。塔北地区的古近系称为库姆

格列木群,厚度亦可达千米,主要岩性为海湾、泻湖相的含膏盐的碎屑沉积,可见少量灰岩,产有较丰富的海相、海陆交互相及陆相化石,计有腹足类、海相双壳类、介形虫、有孔虫、轮藻、钙质超微化石等。

古新世和始新世时期,塔里木海的海水分布最广。在盆地南缘,西起斯姆哈那,经阿克彻依沿昆仑山山前向东抵洛浦县阿其克、克里阳至麻扎塔克、古董山以东地区。由于该线以东地区被沙漠区覆盖,海侵的东部边界目前尚无法确定。在库车前陆盆地沿天山山前的柯坪音干、温宿的塔拉克、小库孜拜、包孜东、拜城的大宛其、盐水沟、库车的库车河至库尔勒东一线均有古近纪海相地层分布。据钻井资料曾提及在孔雀河地区产有货币虫,但至今未见正式报道。从上述含海相化石地层的分布和对比来看,古近纪的海侵波及到库车前陆盆地的广大地区。另外,在塔北地区沙雅东南的跃参1井(井深1340~1590 m)、塔西南地区麦盖提的麦1井(井深2610~2770

① 雍天寿, 1980. 新疆塔里木盆地石油地质论文集。

m)、麦 2 井(井深 750~1740 m)中的新近系中发现古近纪正常海相有孔虫化石,这与过去在上述三口钻井中同一层位发现的古近纪海相介形虫化石的情况相似。无论这些古近纪海相化石是再沉积作用或是构造活动的产物,都说明它们确实存在过。这为进一步确定库车前陆盆地古近纪海侵范围提供了线索,值得今后工作予以重视。

从塔里木盆地古近纪海侵南强北弱的情况来看,海水是由西南侵进的。关于海水的通道,我们认为有两条,一是海水经麻扎塔格至阿其克一线以东,沿巴楚隆起之东缘向北侵入阿瓦提凹陷;二是沿柯坪—巴楚隆起的低洼部位向北侵入阿瓦提凹陷。两股海流在阿瓦提交汇形成了巴楚岛(图 3)。

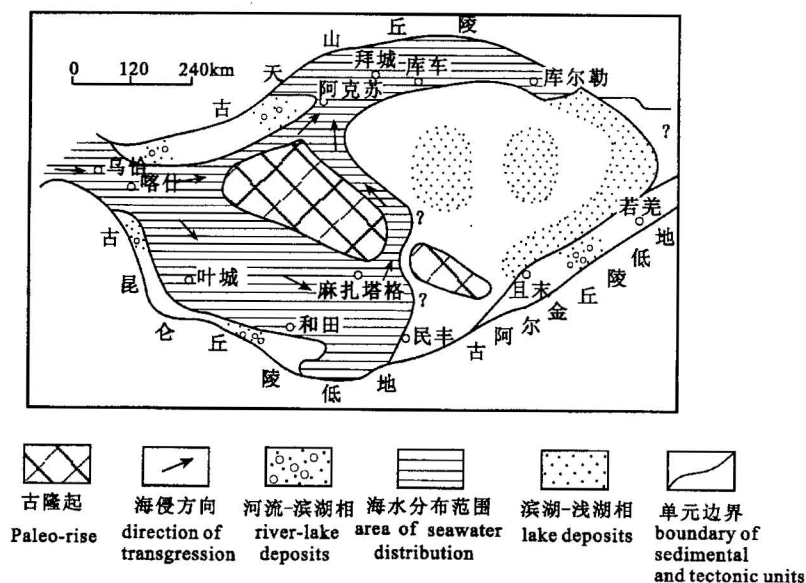


图 3 塔里木盆地古近纪海侵范围分布图

Fig. 3 Showing the marine transgression during Paleogene in Tarim Basin

#### 4 中新世的海相地层和海水分布

始新世印度板块与欧亚大陆碰撞后,欧亚大陆南部活动陆缘不复存在,特提斯洋最后消亡(Oberhänsli et al., 1986)。因此,塔里木新近纪之后不再与活动大陆边缘相联系,而与喜马拉雅碰撞事件及其后印度板块向欧亚大陆楔入产生的远程效应有关,在空间上与中生代—古近纪碰撞前陆盆地有一定继承性,形成典型的碰撞后继盆地(Graham et al., 1993)。渐新世之后,海盆开始抬升,海水逐渐从盆地西部退出,使塔里木盆地在中新世成为名副其实的巨大泻湖。塔西南地区中新世地层称为乌恰群,自下而上分为克孜洛依组、安居安组和帕卡布拉克组,基本上为泻湖相和陆相的碎屑岩沉积,个别层位含石膏,厚度约 3000 m。塔西南地区残留海相地层主要分布于乌鲁克恰特、巴什布拉克、库孜贡苏、杨叶、康希威尔至小阿图什等天山前缘地带,昆仑山山前未见。郝诒纯等(1982)根据有孔虫特征将喀什西部天山前残留海盆划分为 *Cibicidoides* 有孔虫生物

相和 *Ammonia* 有孔虫生物相等两个生物相区。前一个相区反映的环境为较正常浅海,后一个相区反映的环境为半咸水泻湖。

塔北地区中新世地层自下而上分为苏维依组、吉迪克组和康村组。基本上为一套泻湖相和河泻湖相的碎屑沉积,厚度可逾 2000 m。过去关于塔北地区半咸水生物群和泻湖分布范围的报道仅见于少数地区(郝诒纯等, 1982; 胡兰英, 1982),本次笔者等在塔北地区十余个钻井中的上述三个岩组中首次发现了大量有孔虫化石,共有 4 属 1 种,它们是 *Ammonia beccarii* vars., *Cribrononion* sp., *Elphidium* sp., *Anomalina* sp. 以及半咸水介形虫 *Cyprideis* sp. (表 1)。这就为圈定塔里木盆地中新世海水分布提供了充分依据。上述有孔虫以 *Ammonia* 为主,数量丰富,可称为 *Ammonia* 有孔虫动物群。

依据露头 and 钻井资料的分析, *Ammonia* 动物群沿天山前从乌恰经喀什、库车,直至库尔勒以东的群克地区均有发现,延伸千余千米。以 *Ammonia* 为主的有孔虫动物群是典型半咸水泻湖环境的产物

表 1 塔里木盆地中新世 *Ammonia* 动物群分布表

Table 1 Showing the distribution of *Ammonia* Fauna of Miocene in Tarim Basin

| 地区                     | 塔 北 地 区                                                                                                                            |                                   |                                                               |                                         |                                    |                                                  |                                                                                       |                                    |                                    |                                    |                                         |                                    |                                    |                                    | 地区                   |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 地层                     | 克孜洛依                                                                                                                               | 阿图什                               | 吐格勒明                                                          | 轮一井                                     | 阿克库木 S9井                           | 阿克库勒 S18井                                        | 西达里 S22井                                                                              | 阿克库勒东 S31井                         | 库希克满 1井                            | 轮台S43井                             | 秋里S49井                                  | 阿克库勒 S17井                          | 库南一井                               | 群克一井                               | 地层                   |
| 帕卡布拉克组 N <sub>1p</sub> | <i>Ammonia</i> spp.                                                                                                                |                                   | 上下部 <i>Ammonia</i> , <i>Cyprideis</i> .                       | 上下部 <i>Ammonia</i> , <i>Cyprideis</i> . | 2933                               | <i>Ammonia beccarii</i> vars.                    | <i>Ammonia beccarii</i> vars. <i>Cribronion</i> , <i>Elphidium</i> , <i>Anomalina</i> | 2581                               | 1944                               |                                    |                                         | 2718                               | 2751                               | 1195                               | 康村组 N <sub>1k</sub>  |
| 安居安组 N <sub>1a</sub>   | 上部 <i>Ammonia</i> 及 <i>Cyprideis</i> .<br>下部 <i>Cibicides boristavensis</i>                                                        | <i>Ammonia</i> , <i>Cyprideis</i> | 上部 <i>Ammonia</i> , <i>Cyprideis</i> .<br>下部 <i>Cibicides</i> | 上部 <i>Cyprideis</i> .                   | <i>Ammonia beccarii</i> vars. 3532 | <i>Ammonia beccarii</i> vars. (A. tepida 多) 3319 | <i>Ammonia beccarii</i> vars. 2872                                                    | <i>Ammonia beccarii</i> vars. 3185 | <i>Ammonia beccarii</i> vars. 2442 | <i>Ammonia beccarii</i> vars. 4520 | <i>Ammonia beccarii</i> vars. 4030-4040 | <i>Ammonia beccarii</i> vars. 3257 | <i>Ammonia beccarii</i> vars. 2978 | <i>Ammonia beccarii</i> vars. 1450 | 吉迪克组 N <sub>1j</sub> |
| 克孜洛依组 N <sub>1kz</sub> | <i>Pullenia quinqueloba</i><br><i>Cibicides ovaliformis</i><br><i>C. amygdaliformis</i><br><i>Cibicides</i> sp., <i>Nonion</i> sp. |                                   |                                                               |                                         |                                    |                                                  |                                                                                       |                                    |                                    | <i>Ammonia beccarii</i> vars. 4760 |                                         |                                    |                                    |                                    | 苏维依组 N <sub>1s</sub> |

(Murry, 1968; Nigam, 1984)。根据这一动物群的产出情况,笔者推断塔里木盆地中新世半咸水泻湖相海水呈条带状东西展布(图 4)。这一新的发现使笔者对塔里木盆地中新世的海水分布范围的认识又向前推进了一大步。相信随着地质和石油勘探的深入,

将会有更多的发现。中新世晚期至上新世以后,塔里木盆地的巨大泻湖变成了淡水河湖,淡水介形虫和轮藻等生物得以繁衍生息,盆地从此结束了海侵的历史,开始了陆相沉积演化的新阶段。

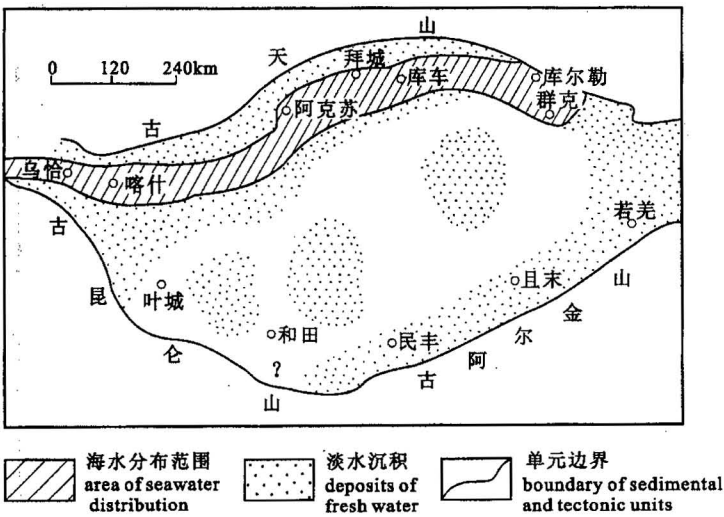


图 4 塔里木盆地中新世海水分布图

Fig. 4 Showing the distribution of marine deposits during Miocene in Tarim Basin



## 5 结论

综上所述,塔里木盆地中新生的海侵可分为四个一级海水进退旋回,即早白垩世、晚白垩世、古近纪和中新世各一次。其内部又可分为七个次一级旋回。塔西南地区海相层发育较好,现以它为代表将塔里木盆地中新生的海侵旋回示于图 5。本文依据新近发现的海相化石,并综合以前我们的工作和前海水侵进提供了佐证,而且填补了该区没有海相上

人成果,对塔里木盆地早白垩世、晚白垩世、古近纪和中新世海侵和海水分布范围做了最新的概括和总结。这些新进展的重要意义有两方面。

### 5.1 地层时代的厘定和对比

以往塔里木盆地西南地区和塔北地区中新生的地层的对比存在很大分歧,主要是缺少标准的海相化石作为依据。本次在塔北地区发现的晚白垩世 11 属 16 种钙质超微化石不仅为该区曾遭受晚白垩世白垩统的空白,确定了原定为早白垩世的巴什基奇

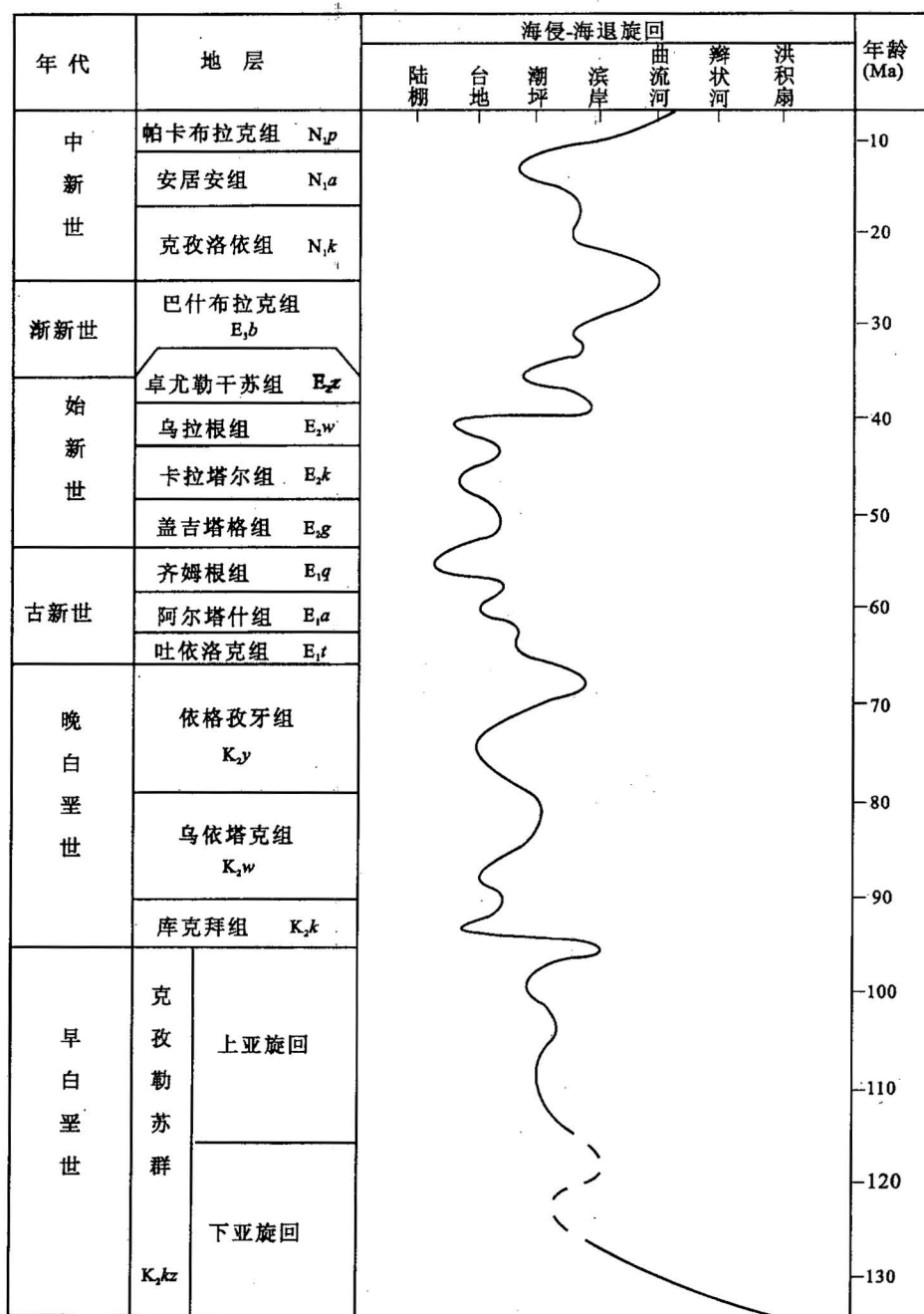


图 5 塔里木盆地西南地区中新生的海水进退旋回图

Fig. 5 Showing cycles of marine transgression and regression of Mesozoic and Cenozoic in southwestern Tarim Basin

克组之上部为上白垩统。同时,也为两地区晚白垩世海相层对比提供了可靠证据。再如,中新世钻井资料中 *Ammonia* 有孔虫动物群的发现,依据其赋存的层位,大致可以提出如下看法,即塔西南地区的克孜洛依组可与塔北地区苏维依组相对比,安居安组可以与吉迪克组相对比,帕卡布拉克组可以与康村组相对比。这样就为塔西南地区和塔北地区中生代地层对比并建立统一的地层格架奠定了基础(另文发表)。塔北地区中生代地层时代的确定对于与之有密切关系的西北地区的陆相地层时代的校正具有重要意义。

## 5.2 有利于油气远景分析

在研究晚白垩世海侵和海相地层的过程中,笔者在乌恰县阿克彻依至克里阳一线长达 300 km 的昆仑山山前依格孜牙组中发现了保存完整的生物丘构造,生物丘灰岩的形成、固着蛤化石的发育以及与上下层位的关联构成了一个较为完整的油气生储盖组合,有着很好的油气远景,应作为塔西南地区油气重点勘探目标。

同时,笔者还在塔西南地区发现了中白垩缺氧事件(郭宪璞等,1995),缺氧环境对于碳烃类的保存和运移是十分有利的,厚约几十米的库克拜组之中部泥岩和泥灰岩地层是很好的生油层。

塔中地区巴楚隆起是一个夭折了的大陆内部断褶皱山带,自海西晚期夭折(张宗命等,1996),石炭系披覆于其上,白垩纪—古近纪一直处于隆起状态,未接受沉积,古近纪形成巴楚岛。而后被巨厚的新近纪和第四纪地层所覆盖,形成了众多的圈闭,构成有利的油气聚集带,是寻找非构造油气藏的有利地区。

## 参 考 文 献

- 陈荣林,朱宏发,等. 1995. 塔里木盆地中生界沉积特征与石油地质. 南京: 河海大学出版社.
- 丁道桂,汤良杰,等. 1996. 塔里木盆地的形成与演化. 南京: 河海大学出版社.
- 范璞,马宝林. 1990. 塔里木油气地质总结. 北京: 科学出版社.
- 郭宪璞. 1990. 塔里木盆地西部海相白垩系—第三系界线研究. 地球科学, 15(3): 325~335.
- 郭宪璞. 1991. 新疆克孜勒苏群的沉积环境探讨—兼论塔里木盆地西部白垩系最低海相层位. 地质学报, 65(2): 188~198.
- 郭宪璞. 1994a. 化石群落演替与海平面变化—以塔里木为例. 地球学报, 3~4: 235~245.
- 郭宪璞. 1994b. 论塔里木盆地西部海相古新统的划分. 地质论评, 40(4): 322~329.
- 郭宪璞. 1995a. 论新疆西部乌依塔克组的时代及地质意义. 地层学杂志, 19(3): 208~213.
- 郭宪璞. 1995b. 塔里木盆地西部白垩纪—古新世有孔虫组合划分. 地质研究(中国地质科学院地质研究所所刊), 28: 141~152.
- 郭宪璞. 1995c. 塔里木盆地西部白垩纪—古新世有孔虫群落的划分及其环境意义. 地球学报, 1: 75~86.
- 郭宪璞,姚培毅. 1995. 新疆塔里木盆地西部发现中白垩缺氧事件. 地质论评, 41(6): 552, 557.
- 郭宪璞,郝治纯,叶留生等. 2000. 新疆塔里木盆地海相白垩系—第三系界线的地球化学异常. 现代地质, 14(3): 348~354.
- 郝治纯,曾学鲁. 1979. 新疆喀什地区第三纪有孔虫组合及沉积环境的初步分析. 中国微体古生物学学会第一次学术会论文集, 6~14.
- 郝治纯,曾学鲁. 1980. 新疆喀什地区早第三纪有孔虫. 古生物学报, 19(2): 152~167.
- 郝治纯,曾学鲁,李汉敏. 1982a. 塔里木盆地西部晚白垩世—第三纪地层及有孔虫. 地球科学, 地层古生物专辑(I): 1~161.
- 郝治纯,曾学鲁,袁松余,何希贤. 1982b. 新疆塔里木盆地中新世有孔虫及其地质意义. 中国地质科学院院报, 第四号: 69~79.
- 郝治纯,曾学鲁. 1984. 从有孔虫的特征探讨中生代西塔里木古海湾的演变. 微体古生物学报, 1(1): 1~16.
- 郝治纯,曾学鲁,郭宪璞. 1987. 新疆塔里木盆地西部海相白垩纪及其沉积环境探讨. 地质学报, 61(3): 205~217.
- 郝治纯,苏新,郭宪璞,丁孝忠. 2000. 塔北库车前陆盆地晚白垩世钙质超微化石的首次发现. 现代地质, 14(3): 246.
- 郝治纯,郭宪璞,叶留生等. 2001. 塔里木盆地西南地区海相白垩系—第三系界线研究. 北京: 地质出版社.
- 胡兰英. 1982. 塔里木盆地晚第三纪有孔虫古生态及地质意义. 科学通报, 15: 938~941.
- 刘训,吴绍祖,傅德荣等. 1997. 塔里木板块周缘的沉积—构造演化. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社.
- 康玉柱. 1996. 中国塔里木盆地石油地质特征及资源评价. 北京: 地质出版社.
- 康玉柱,叶留生,康志宏等. 1997. 中国西北地区油气地质特征及资源评价. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社.
- 唐天福,杨恒仁等. 1989. 新疆塔里木盆地西部白垩纪至早第三纪海相地层及含油性. 北京: 科学出版社.
- 田在艺,柴桂林,林梁. 1990. 塔里木盆地的形成与演化. 新疆石油地质, 11(4): 259~275.
- 童晓光,梁狄刚,贾承造. 1996. 塔里木盆地石油地质研究新进展. 北京: 科学出版社.
- 新疆石油管理局南疆石油勘探指挥部地质研究所,北京师范大学地理系新生代古地理研究室. 1989. 塔里木古海湾岩相古地理. 北京: 科学出版社.
- 新疆维吾尔自治区区域地层表编写组. 1991. 西北地区区域地层表新疆维吾尔自治区分册. 北京: 地质出版社.
- 杨藩,唐文松,魏景明等. 1994. 中国油气区第三系(II)西北油气区分册. 北京: 石油工业出版社.
- 雍天寿. 1984. 西塔里木盆地海相晚白垩世—早第三纪地层. 新疆石油地质, 专辑: 1~75.
- 雍天寿,单金榜. 1986. 白垩纪及早第三纪塔里木海湾的形成与发展. 沉积学报, 4(3): 67~75.
- 张宗命,吕炳全,曹统仁等. 1996. 塔里木盆地中央隆起的构造特征与演化. 见: 童晓光,梁狄刚等. 塔里木盆地石油地质研究新进展.

北京:科学出版社.

周志毅,陈丕基,等. 1990. 塔里木生物地层和地质演化. 北京:科学出版社.

中国地质科学院地质研究所等. 1990. 青海、新疆部分地区白垩纪—第三纪含油盆地微古植物群的研究. 北京:中国环境科学出版社.

## References

- Barrera E. 1994. Global environmental changes preceding the Cretaceous—Tertiary boundary: Early—Late Maastrichtian. *Geology*, 22: 877~880.
- Barrera E, Johnson C C. 1999. Evolution of the Cretaceous ocean-climate system. *Geol. Soc. Amer. SP332 Boulder, Colorado*, 1~445.
- Boucot A J. 1981. Principles of benthic marine paleoecology. Academic Press, New York, 177~356.
- Chen Ronglin, Zhu Hongfa et al. 1995. The characteristics of the Meso—Cenozoic sedimentation and petroleum geology in the Tarim Basin. Hehai Univ. Press House, Nanjing, 1~118 (in Chinese).
- Dilley F C. 1971. Cretaceous foraminiferal biogeography. *J. Geol. Spec. Iss.* 4: 169~190.
- Ding Daogui, Tang Liangjie. 1996. Formation and evolution of the Tarim Basin. Hehai Univ. Press House, Nanjing, 1~302 (in Chinese).
- Dodd J R, Stanton R J. 1981. Paleocology, concepts and applications: A Wiley-Interscience Publication, New York, 1~559.
- D'Hondt S, Arthur M A. 1996. Late Cretaceous oceans and the cool tropic paradox. *Science*, 271: 1838~1841.
- Frey R W, Howard J D, Pryor W A. 1978. *Ophiomorpha*: its morphologic, taxonomic, and environmental significance. *J. Paleogeogr. Paleoclim. Paleoc.*, 23(3~4): 199~220.
- Gary O G G. 1969. Recent benthonic foraminifera: environmental factors controlling their distribution. *Nature* 223: 168~170.
- Graham S A, Hendrix S M, Wang L B, Carroll A R. 1993. Collisional successor basin of western China: Impact of tectonic inheritance on sand composition. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 105: 323~344.
- Guo Xianpu. 1990. Study on the boundary of marine Cretaceous—Tertiary in the western Tarim Basin. *Earth Science*, 15(3): 325~335 (in Chinese with English abstract).
- Guo Xianpu. 1991. The depositional environment of the Cretaceous Kezilsu Group in Xinjiang—with a discussion of the Lowermost marine horizon of the Cretaceous in the Western Tarim Basin. *Acta Geol. Sinica*, 4(4): 441~454.
- Guo Xianpu. 1994a. The stratigraphic division of the marine Paleocene in the western Tarim Basin. *Geological Rev.*, 40(4): 322~329 (in Chinese with English abstract).
- Guo Xianpu. 1994b. Succession of fossil communities and relationship with change of sea level. *Acta Geol. Sinica*, 3~4: 235~245 (in Chinese with English abstract).
- Guo Xianpu. 1995a. The age of the Wuytak Formation in western Xinjiang. *J. Stratig.*, 19(3): 208~213 (in Chinese with English abstract).
- Guo Xianpu. 1995b. Foraminiferal assemblages from the Cretaceous to the Paleocene in the western Tarim Basin. *Geosci. Resea.*, 28: 141~152.
- Guo Xianpu. 1995c. Cretaceous—Paleocene foraminiferal communities from the western Tarim Basin and their environmental significance. *Acta Geosci. Sinica*, 1: 75~86 (in Chinese with English abstract).
- Guo Xianpu, Hao Yichun, Ye Liusheng et al. 2000. Abnormal geochemical characteristics of the boundary between the marine Cretaceous—Tertiary in the southwestern Tarim Basin. *Geosci.*, 14(3): 348~354 (in Chinese with English abstract).
- Hancock J M, Kauffman E G. 1979. The great transgressions of the Late Cretaceous. *J. Geol. Soc.*, 136: 175~186.
- Hao Yichun, Zeng Xuelu. 1979. Tertiary foraminifera and environment of sedimentation in the Kashi region of south Xinjiang. Selected Papers on the 1st convention of Micropalaeot. Soci. China: 6~14 (in Chinese).
- Hao Yichun, Zeng Xuelu. 1980. Foraminifera of the Early Tertiary in Kashi region of Xinjiang. *Acta Palaeont. Sinica*, 19(2): 152~167 (in Chinese with English abstract).
- Hao Yichun, Zeng Xuelu, Li Hanmin. 1982. Late Cretaceous and Tertiary strata and foraminifera in western Tarim Basin. *Earth Science*, 2: 1~154 (in Chinese with English abstract).
- Hao Yichun, Zeng Xuelu, Qiu Songyu, He Xixian. 1982. Miocene foraminifera of Tarim Basin, Xinjiang and their geological significance. *Bulletin Chinese Acad. Geol. Sci.*, 4: 69~79 (in Chinese with English abstract).
- Hao Yichun, Zeng Xuelu. 1984. On the evolution of the west Tarim Gulf from Mesozoic to Cenozoic in terms of characteristics of foraminiferal fauna. *Acta Microp. Sinica*, 1(1): 1~16 (in Chinese with English abstract).
- Hao Yichun, Zeng Xuelu, Guo Xianpu. 1987. The marine Cretaceous in the western part of the Tarim Basin of Xinjiang and its depositional environments. *Acta Geol. Sinica*, 61(3): 205~217 (in Chinese with English abstract).
- Hao Yichun, Zeng Xuelu, Guo Xianpu. 1988. The marine Cretaceous in the Western Part of the Tarim Basin of Xinjiang and its depositional environments. *Acta Geol. Sinica*, 1(1): 13~27.
- Hao Yichun, Guo Xianpu. 1990. Cretaceous—Paleocene foraminifera communities from the Western Tarim Basin and their environmental significance. *J. China Univ. Geosc.*, 1(1): 34~42.
- Hao Yichun, Guo Xianpu, Ye Liusheng et al. 2001. The boundary between the marine Cretaceous and Tertiary in the southwest Tarim Basin. *Geology Publishing House. Beijing*: 1~108 (in Chinese).
- Liu Xun, Wu Shaozu, Fu Derong et al. 1997. The sedimentary-tectonic evolution of Tarim Plate and its surrounding area. Xinjiang Science Technology and Hygiene Publishing House(K). Urumqi: 1~257 (in Chinese).
- Institute of Geology, CAGS. et al. 1990. The study on the micropalaeobotany from Cretaceous—Tertiary of the oil bearing basins in some regions of Qinghai and Xinjiang. *China Environ-*



- mental Science Press. Beijing: 1~179 (in Chinese with English abstract).
- Kang Yuzhu, Ye Liusheng et al. 1997. Petroleum geology and resource assessment in the northwestern China. Xinjiang Sci. Techn. Hygie. Publishing House(K). Urumqi: 1~301 (in Chinese).
- Murray J M. 1968. Living foraminiferal of lagoon and estuaries. Micropaleontology, 14(4): 435~455.
- Nigam R. 1984. Living benthonic foraminifera in a tidal environment; gulf of Khamblat(India). J. Geol. 58(3~4): 415~428.
- Oberhansli H, Hsu K J. 1986. Paleocene—Eocene paleoceanography. Geodynamics Series, 15: 85~100.
- Phleger F B. 1960. Ecology and distribution of recent foraminifera. Johns Hopkins Press, 125~185.
- Reyment R A. 1980. Biogeography of Saharan Cretaceous and Paleocene epicontinental transgression. Cretaceous Res., 1: 299~327.
- Richard E Z. 2001. Seawater pH and isotopic paleotemperature of Cretaceous oceans. J. Paleogeogr. Paleoclim. Paleoc., 170: 49~57.
- Rogl F. 1976. Late Cretaceous to Pleistocene foraminifera from the Bellingshausen Sea (Leg 35, Antarctica). Initial Reports of the DSDP, 35: 539~555.
- Russell D A. 1979. The Cretaceous—Tertiary boundary problem. Episodes, 4: 21~24.
- Schroder-Adams C J, Leckie D A, et al. 1996. Paleoenvironmental changes in the Cretaceous (Albian to Turonian) Colorado Group of Western Canada: microfossil, sedimentological and geochemical evidence. Cretaceous Res., 17: 311~365.
- Seymour O S. 1986. High frequency sea-level fluctuations in Cretaceous time; An emerging geophysical problem. Amer. Geophy. Un. Washington D. C., 15: 61~74.
- Spero H J, Bijma J. et al. 1997. Effect of seawater carbonate concentration on foraminiferal carbon and oxygen isotopes. Nature, 390: 497~500.
- Stehli F G, Creuth W B. 1964. Foraminifera ratios and regional environment. Amer. Assoc. Petrol. Ged. Bull., 48: 1810~1827.
- Tang Tianfu, Yang Hengren et al. 1989. Marine Late Cretaceous and Early Tertiary stratigraphy and petroleum geology in western Tarim Basin, China. Science Publishing House. Beijing: 1~153 (in Chinese).
- Tian Zaiyi, Chai Guilin, Lin Liang. 1990. Formation and evolution of the Tarim Basin. Xinjiang Petroleum Geol., 11(4): 259~275 (in Chinese with English abstract).
- Yang Fan, Tang Wensong et al. 1994. Tertiary in petroliferous regions of China (II): the northwest region of China. Petroleum industry Press. Beijing: 1~253 (in Chinese).
- Yong Tianshou. 1984. The marine strata from Late Cretaceous to Early Tertiary in west Tarim Basin. Xinjiang Petroleum Geology. Special Paper: 1~75 (in Chinese with English abstract).
- Yong Tianshou, Shan Jinbang. 1986. The development and formation in the Tarim Bay in Cretaceous—Paleogene ages. Acta Sediment. Sinica, 4(3): 67~75 (in Chinese with English abstract).
- Zachos J C, Scott L D, Lohmann K. C., 1994. Evolution of early Cenozoic marine temperatures. Paleocceanography, 9: 353~387.
- Zhang Zongming, Lü Bingquan, Cao Tongren et al. 1996. Tectonic characteristics and evolution of central uplift in Tarim Basin. Science Publishing House, Beijing: 110~119 (in Chinese).

## New Progress in the Study of Marine Transgression Events and Marine Strata of the Meso-Cenozoic in the Tarim Basin

GUO Xianpu<sup>1)</sup>, DING Xiaozhong<sup>1,2)</sup>, HE Xixian<sup>1)</sup>, LI Hanmin<sup>3)</sup>, SU Xin<sup>2)</sup>, PENG Yang<sup>1)</sup>

1) Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037

2) China University of Geosciences, Beijing, 100083

3) Northwest Bureau of Petroleum, China National Star Petroleum Corporation, Urumqi, 830011

### Abstract

The cycles of marine transgression and regression during the Mesozoic and Cenozoic are important events in geological history of the Tarim Basin. By studying the marine fossils (foraminifera, nannofossils, marine trace fossils etc.) found recently in the southwestern and northern parts of the Tarim Basin, this paper presents new knowledge of the distribution of marine transgressions of the Early Cretaceous, Late Cretaceous and Paleogene in this basin. On the basis of *foraminiferal fauna Ammonia* found in samples from field outcrops and drillholes, the distribution of Miocene marine deposits in the Tarim Basin is suggested. The new progress is of great significance for the division and correlation of the Mesozoic and Cenozoic marine strata, establishment of the marine stratigraphic pattern and evaluation of oil and gas resources in the basin.

**Key words:** marine fossils; transgression; marine strata; Mesozoic and Cenozoic; Tarim Basin