塔里木盆地西南地区晚白垩世中晚期海相性南北分异研究

郭宪璞[1)],丁孝忠[1)],赵子然[1)],李建锋[2)]

1) 中国地质科学院地质研究所,北京,100037; 2) 中国地质科学院地质力学研究所,北京,100086

内容提要:塔里木盆地西南地区早白垩世中期(巴列姆期)至晚白垩世早期(赛诺曼—土伦期)的海相性以东西分异为主导,西强东弱,表现为特提斯海水经西部阿莱依海向东扩展,东部处于海侵末端。笔者最近在该盆地南部的皮山地区钻井地层和阿克彻依剖面发现的有孔虫化石,揭示了晚白垩世中—晚期(赛诺—马斯特里赫特期)海水展布及海相性呈现了南北分异的格局,即南部昆仑山前的海相性强于北部天山前,南强北弱。在原来认为处于海水分布几近末端的皮山地区此时出现了以 *Dentalina*、*Dentalinoides*、*Lagena* 等钙质微孔壳类型为主的有孔虫化石,代表了有一定深度的正常浅海;在阿克彻依剖面则出现包括 *Hadbergella*、*Heterohelix*、*Guembelitria*、*Conoglobigerina* 等4属4种浮游有孔虫在内的以钙质微孔壳类型为主有孔虫化石,表明了正常浅海环境。上述化石属种丰富、保存良好,这些证据的发现为重新认识和揭示塔西南盆地这一时期的海相性、海水展布、海流通道等古地理、古构造格局乃至油气资源评价均提供了新材料。

关键词:海相性; 南北分异; 赛诺—马斯特里赫特期; 有孔虫; 塔西南盆地

自晚二叠世结束海侵以来,经过近150 Ma陆相沉积漫长演化阶段之后,白垩纪特提斯海侵和海相沉积揭开了新的地质演化阶段,这是塔里木盆地地质发展史上的重要事件之一,与全球地史上海侵最大高潮期和大西洋再次裂解密切相关(Watts and Steckler, 1979; Hancock and Kauffman, 1979; Seymour, 1986; Barrera, 1994; Barrera and Johnson, 1999)。通过对海相沉积赋存的生物化石研究,许多学者认为塔里木盆地中、新生代的海侵是由西向东侵进的,即海水通道是由西部的阿莱依海进入塔里木盆地,海相性亦是由西而东逐渐减弱,乃至消失,海水自东而西退却。几十年来,这种观点一直流行,似乎不可逆转,因而,重视对西部的研究而对东部及其周缘地区的研究较为薄弱,资料相对较少。这可能与数据的获得受限和研究持续性不足所致。海相性和海水通道问题,是一个敏感话题,它与构造演化格局及古地理格局乃至能源矿产资源密切相关。笔者等在20世纪80年代末就在昆仑山前的阿克彻依地区发现了赛诺期—马斯特里赫特期的有孔虫化石,其海相性明显强于北部天山前各剖面,引发了对海水通道和海相性南北分异的新思索。近两年来在昆仑山前的皮山地区又发现了赛诺期—马斯特里赫特期的有孔虫化石,海相性也明显强于北部天山前各剖面。特提斯洋所特有的异化双壳类,即固着蛤繁盛于包括上述两地区在内的昆仑山前而非天山前。化石证据表明,塔里木盆地在赛诺期—马斯特里赫特期的海盆较为正常的浅海区位于昆仑山前缘一线,海相性南强北弱,海水来自南部西昆仑海,而非来自西部海域。因此,晚白垩世中晚期的海相性出现了南北分异格局,海平面、海水通道和海水侵进方向等都发生了改变,这是值得研究和探讨的重要问题。它必将引发对塔里木盆地晚白垩世至新生代海侵及海相性问题的重新探索和研究。

1 问题的提出

古生物化石和生物地层的精细研究,能为研究区构造运动性质和古地理格局提供可靠的基础依据。海相性、海水通道、海进方向的研究,是在生物

注:本文为中国石化集团石油勘探开发研究院项目(编号:G5800-15-ZS-WX027)、中国地质调查局项目(编号:DD2016-0345)和国家自然科学基金资助项目(编号:41672202)的成果。

收稿日期:2018-05-18;改回日期:2018-08-08;责任编辑:章雨旭。Doi: 10.16509/j.georeview.2018.05.003

作者简介:郭宪璞,男,1949年生,博士,研究员。主要从事塔里木盆地中—新生代微体化石和生物地层等项研究。Email: guoxianpu@cags.ac.cn。

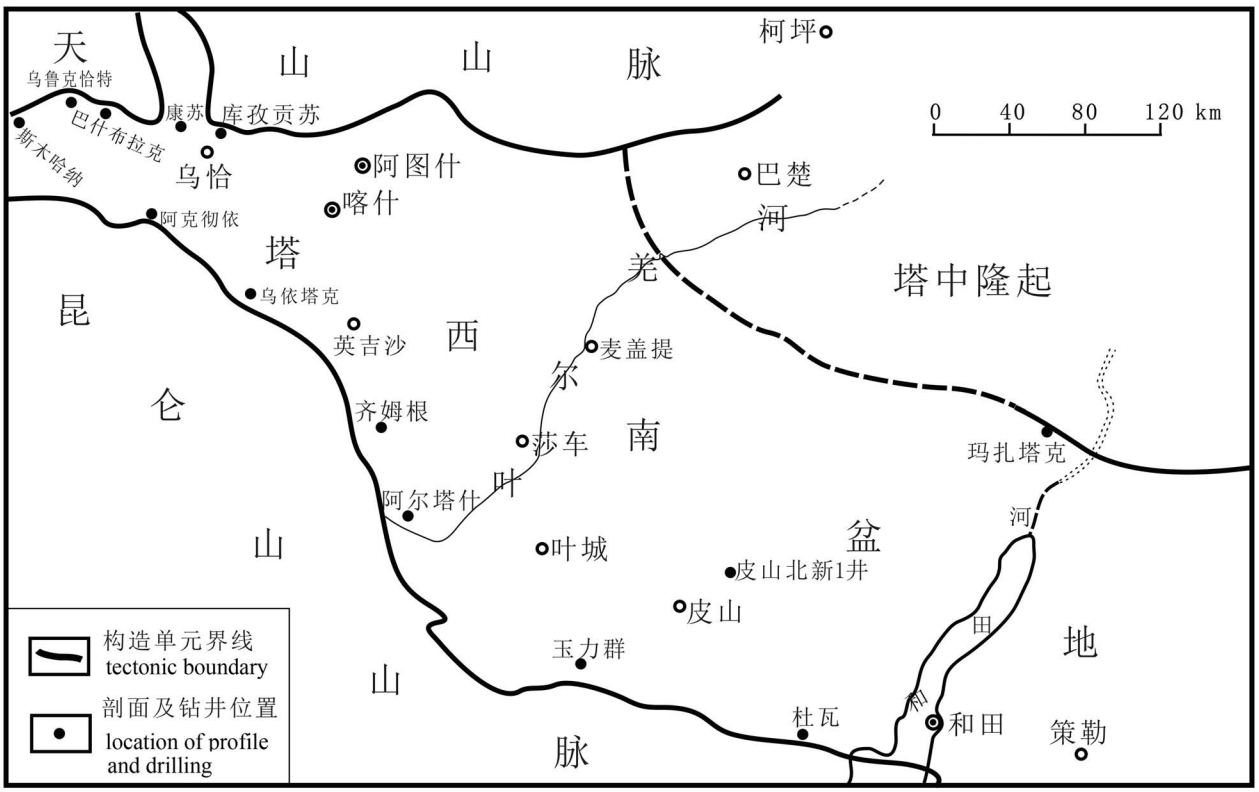


图 1 塔里木西南盆地研究剖面及钻井位置图

Fig. 1 Study profile and drilling locations in the southwest Tarim Basin

与地层研究基础上,对古环境的推断和演绎。而对于海相性和海水通道的判断主要依赖两个因素,一是对研究区生物地层实际资料的掌控和熟悉,二是对生物地层长期持续跟踪研究,这样才能将零散的、局部的资料放在大格局中显现它的古环境价值。

塔里木盆地中—新生代海相生物及地层研究始于 19 世纪后叶,主要是俄、西德、印度等国的地学家们进行的一般性路线地质调查,涉及范围狭窄。真正的较为系统的研究是在解放后展开的。20 世纪 50 年代初,原苏联地质保矿部 13 航测队在喀什西部对中—新生代地层作了系统划分,与原苏联西天山、费尔干纳盆地、塔吉克盆地进行对比并引用了上述地区地层的名称。嗣后,我国石油、地质部门、相关院校和研究机构围绕石油地质普查勘探做了大量基础地质工作,积累了丰富的实际数据;1976 年,新疆地层表的编写,是对本区地层的系统总结,它废弃了以往沿用的原苏联中亚地层名称,以本区标准地点重新命名;1978 年以来,全国科学院系统、各大专院校、石油地质部门对塔里木盆地进行了多次综合性和专题性地质考察研究,使中—新生代的地层及古生物研究有了长足进展。

那么,塔里木盆地中—新生代海侵的最低层位(亦即海侵开始时间)如何呢? 海水从何而来呢? 郝诒纯等(1984)根据前人的一些资料提出,如果"乌鲁克恰特组"属海相沉积或已受到海水影响,则"乌鲁克恰特组"应作为海侵的开始。郭宪璞(1991)根据在克孜勒苏群下亚旋回上部和上亚旋回中发现的有孔虫、遗迹化石、自生海绿石矿物、碳、氧稳定同位素和地球化学数据,证实下亚旋回上部为海侵最低层位,推测时代为巴列姆期。郭宪璞等(2002)又根据新发现的化石并结合前期成果,绘制了塔里木盆地早白垩世海侵的范围,推测早期海水由西部而来经天山前库孜贡苏等地一直延伸至阿图什地区。晚白垩世早期的赛诺曼—土伦期,塔里木盆地海侵达到第一个高潮期。百余种的以钙质微孔壳为主的有孔虫化石出现在盆地最西端,与阿莱依海密切相连的斯姆哈纳地区就有 80 种以上(并产有 3 属 4 种浮游类型),多为正常浅海分子。向东则与外海逾远,有孔虫数量和正常海相分子渐次减少。在天山前库孜贡苏地区为 40 种。昆仑山前的阿尔

塔什地区则为 12 种,而且全是胶结壳类型,海相性大为降低。有孔虫多样性向东降低主要由于海水含盐度变低所致(郝诒纯等,1984)。

塔里木盆地早白垩世巴列姆期至土伦期,西部有孔虫化石多样性高,浮游有孔虫及钙质微孔壳类型较为发育,表明了海盆西部与外海关系更为密切,当为与外海通道之所在。海水经最西端的阿莱依海这一通道由西向东侵进,海相性亦由西而东渐弱。不仅有孔虫化石展示了上述特征,其它伴生生物化石也同样展现西强东弱甚至消失的趋势特征,例如菊石、双壳类、海胆类、钙质超微化石、沟鞭藻及介形虫等化石。那么,晚白垩世中—晚期的格局又将如何呢?下文将予以剖析。

2 昆仑山前缘地区晚白垩世中—晚期正常浅海相化石的发现

塔西南盆地晚白垩世中—晚期,即赛诺期—马斯特里赫特期较为正常的浅海相地层主要分布于盆地南部的昆仑山前缘地区。而北部的天山山前这一时期以棕红色泥岩和膏盐沉积为主,海相化石极少,属于耐广盐和潟湖环境分子,沉积环境是潮间带上部和潮上带潟湖相(郝诒纯等,1984)。唐天福等(1989)和钟石兰(1992)认为,天山前与昆仑山前这一时期在沉积相、沉积物、生物相和生物组合存在明显不同,很难划分出昆仑山前的乌依塔克组、依格孜牙组和吐依洛克组,而将这段地层命名一个新的地层单位—东巴组,以示与昆仑山前地层的区别,时代为土伦晚期—马斯特里赫特期。本文与之观点不一致的地方是,这一时期不应包含吐依洛克组地层,仅包含乌依塔克组和依格孜牙组。塔西南盆地南、北两部分差异如此之大,正是本文想要探讨和研究的主要问题,即这一时期的海平面和海水通道发生了改变,海水通道和海水来自南部,海水由南向北侵进,海盆被分为两大部分:昆仑山前为正常浅水相环境,天山前主要为潟湖和潮间带上部环境。盆地地层的海相性南强北弱。

2.1 皮山北新 1 井晚白垩世中晚期有孔虫化石的发现

皮山北新 1 井位于昆仑山前缘地区及塔西南盆地中东部、皮山县东北约 45 km(图 1)。该井主要层段的碎屑岩中获得新的油气发现,展示了玉北地区西南部新层系良好的勘探前景。但是,目前对于这套厚约 175m 的灰质、白云质角砾岩和白云岩的时代归属,由于缺少确凿的化石依据,争论较大。这套储油层系以砾岩为主,岩石无磨圆、无分选、无搬运,砾石尖棱角状—棱角状,砾石和胶结物成分都是灰质和白云质,实为同沉积角砾岩(该砾岩成因另文发表)。本次,笔者等在该套地层岩石薄片中发现有孔虫 12 属 39 种(相似种、变种、未定种),隶属 3 亚目、6 超科及 6 科(图 2)。化石全部为底栖类型,未见浮游类型出现。它们是:

Ammobaculites garvenori, *A. fragmentaria*, *A. spiritensis*, *Massilina planoconvexa*, *M. texasensis*, *M.* sp., *M.* cf. *giginensis*, *M.* cf. *vulgaris*, *Pyrgo* sp.1, *Pyrgo* sp.2, *Quinquiloculinarotunda*, *Q.* cf. *coonesis*, *Q. affinis*, *Triloculina* cf. *sphaeroides*, *T.* sp., *Ophthalmipora* sp.1, *O.* sp.2, *Nodosaria adtenuens*, *N.* sp., *N. Larva*, *N. corsicanana*, *N. fontannesi* var. *velascoensis*, *Dentalinaghorabi*, *Dentalinoidescanulina*, *D. anntennula*, *D.* sp., *Lagenajacobi*, *L. striatocarinata*, *L. raricosta* var. *gracilina*, *L. pyxis*, *L. amphora* var. *cylindrical*, *L. acuticosta* var. *brevipostica*, *L.* sp., *L. adepta*, *L. diffringens*, *L.. exomala*, *L. octogona*, *Uvigerinaseligi*, *Nonion cretaceun*。

该有孔虫组合的特点是:① 钙质微孔壳类型占优势,可达种数的 59%,似瓷质壳类型次之,占 33%,胶结壳类型占 8%;② 节房虫超科 21 种,占总数的 54%,该超科又以 *Dentalina*, *Dentalinoides* 和 *Lagena* 三个属为主;小粟虫超科以 *Quinquiloculina* 为主;③ 考虑到 *Dentalinoides*, *Lagena* 和 *Quinquiloculina* 三属的种数和数量较多,时代意义明显,故将该有孔虫组合命名为似齿形虫—瓶虫—五玦虫组合(*Dentalinoides*—*Lagena*—*Quinquiloculina* assemblage)。

该有孔虫组合所有分子均为白垩纪分子,且晚白垩世分子居多,未见古近纪分子。同国外特提斯洋沿岸国家的有孔虫完全可以对比,它们同属特提斯生物区。该组合主要属种与世界各地的有孔虫地质时代对比如下:

胶结壳有孔虫:*Ammobaculitesfragmentaria* 在加拿大西部,产于晚白垩世;*A. spiritensis* 在加拿大西—中部的阿尔伯特地区,时代为晚白垩世晚赛诺曼期。

似瓷质壳有孔虫:*Massilina texasensis* 和 *M. planoconvexa* 在美国得克萨斯分布在白垩纪;*M.* cf. *giginensis* 在西澳大利亚,产于晚白垩世;*Quinquiloculina* cf. *coonesis* 在美国田纳斯州分布在

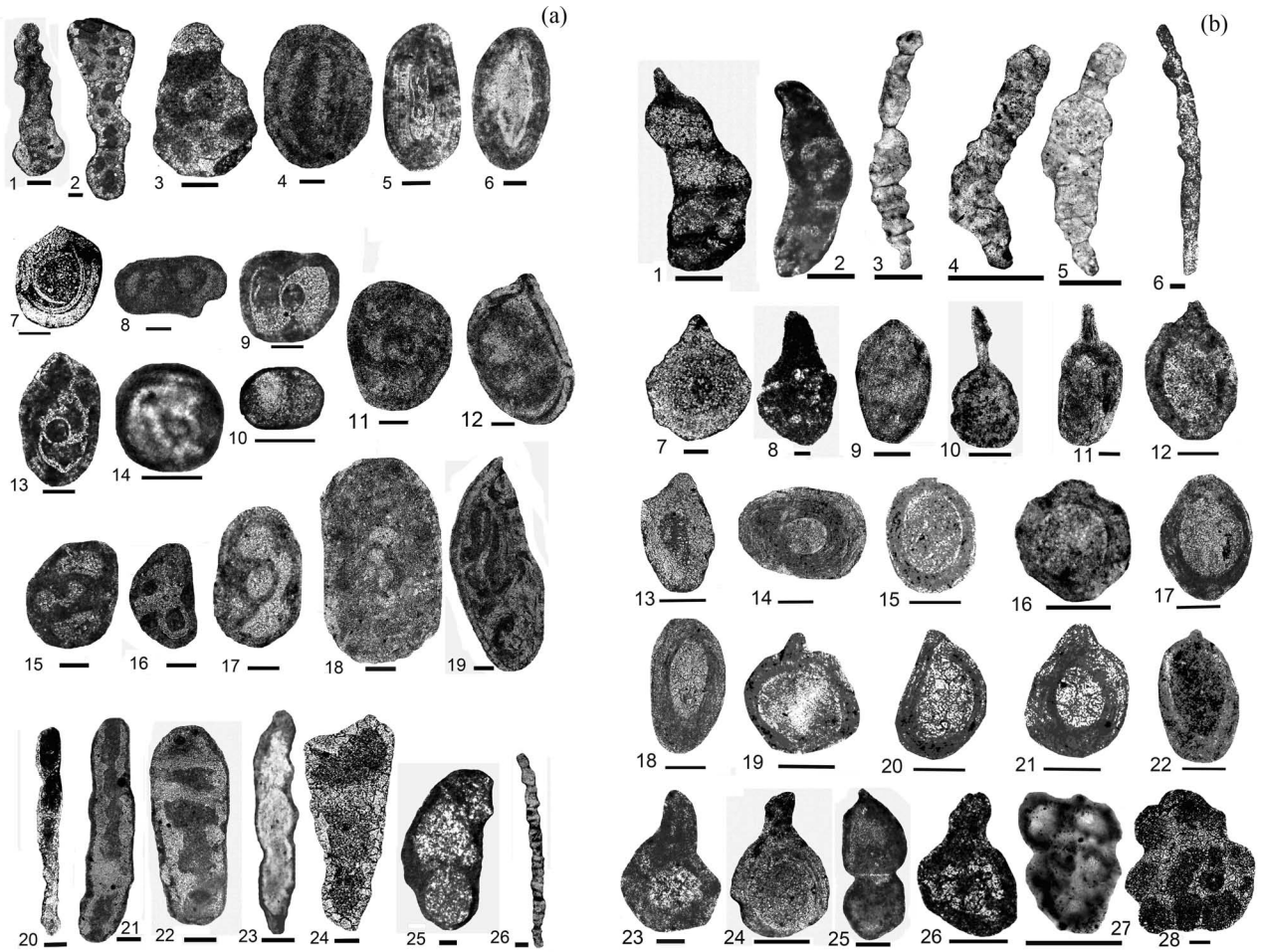


图 2 皮山北新 1 井赛诺期至马斯特里和特期底栖有孔虫(各幅照片下比例棒长均为 0.1 mm)

Fig. 2 The Senonian—Maastrichtian benthic foraminifera at the strata of the Well PSBX1 in Southwest Tarim Basin, Xinjiang(the scale bar under each photo equal 0.1 mm)

(a): 1—*Ammobaculites gravenori*; 2—*A. fragmentaria*; 3—*A— spiritensis*; 4— *Massilina planoconvexa*; 5—*M. texasensis*; 6—*Massilina* sp.; 7— *M.* cf. *giginensis*; 8—*M.* cf. *vulgaris*; 9—*Pyrgo* sp. 1; 10—*Pyrgo* sp. 2; 11—*Quinquiloculinarotunda*; 12—*Q.* cf. *coonesis*; 13—*Q. affinis*; 14—*Q. rotunda*; 15—*Triloculina* cf. *sphaeroides*; 16—*Triloculina* sp. ; 17—*T.* cf. *Sphaeroides*; 18—*Ophthalmipora* sp. 1; 19—*O.* sp. 2; 20—*Nodosaria adtenuens*; 21—*N.* sp.; 22—*N. larva*; 23—*N. corsicanana*; 24—*N. fontannesi* var. *Velascoensis*; 25—*Dentalinaghorabi*; 26—*Dentalinoidescanulina*

(b): 1—*Dentalinoides* sp. 1; 2— *D.* sp. 2; 3—*D. anntennula*; 4 ~ 5—*D. anntennula*; 6— *D. canulina*; 7—*Lagena jacobi*; 8, 23, 26—*Lagena striatocarinata*; 9, 17 ~ 18 *L. raricosta* var. *gracilina*; 10— *L. pyxis*; 11— *L. amphora* var. *cylindrical*; 12, 22, 24—*L. acuticosta* var. *brevipostica*; 13—*L.* sp. 1; 14—*L.* sp. 2; 15—*L. adepta*; 16—*L. diffringens*; 19—*L. exomala* ; 20, 21— *L. octogona*; 25— *L.* sp. 3; 27—*Uvigerinaseligi*; 28—*Nonion cretaceun*

晚白垩世; *Q. rotunda* 在美国得克萨斯分布在 Navarro 组之中,该组时代为马斯特里赫特期。

钙质微孔壳有孔虫; *Nodosaria fontannesi* var. *velascoensis* 在墨西哥湾分布于晚白垩世; *N. adtenuens* 在波兰东部见于晚白垩世赛诺曼期; *N. corsicanana* 和 *N. larva* 这两个种均可见于美国得克萨斯州白垩纪; *Dentalinaghorabi* 一种是标志性化石,在埃及西奈半岛东北部见于晚白垩世马斯特里赫特晚期,分布于生壳灰岩中的浮游有孔虫 *Globotrucana* 带中,即位于白垩系最顶部的一个典型化石; *Dentalinoidescanulina* 和 *D. anntennula* 两种均见于法国巴黎盆地晚白垩世坎佩尼期; *Dentalinoides* 一属在法国巴黎盆地见于晚白垩世地层; *Lagenaacuticosta* var. *brevipostica* 见于北美加利佛尼亚的晚白垩世坎佩尼期; *L. amphora* var. *cylindrical*, *L . jacobi*, *L. octogona*, *L. acuticosta* var. *brevipostica*, *L. striatocarinata* 等诸种(变种)均见于欧洲法国巴黎盆地晚白垩世坎佩尼期; *L. diffringens* 在法国见于晚

白垩世；*L. pyxis* 在北非见于晚白垩世赛诺期；*L. exomala* 在美国中部堪萨斯州分布于白垩纪；*Uvigerinaseligi* 在美国路易斯安那州见于晚白垩世；*Nonion cretaceun* 在美国见于白垩纪。

由此对比分析可见，本组合有孔虫化石的时代基本集中于晚白垩世，限定于赛诺和马斯特里和特期之间。值得一提的是 *Dentalinoides* 和 *Dentalinaghorabi*，前者据 Loeblich and Tappan (1964, 1980)的研究，该属为西欧、北美晚白垩世赛诺期的典型化石。后者位于该井化石产出的最高层位，它是马斯特里赫特期晚期的标志性分子，与 *Globotrucana* 带化石共生、同赋存于一个层位，可以确定为白垩系顶部分子，那么白垩系与古近系的界线应该就在该种分布的层位附近。本组合的一个重要特征是节房虫科的 *Lagena* 一属的含量最为丰富，达 11 个种，占总种数 1/3，这与法国巴黎盆地的晚白垩世赛诺期所产化石情况十分相似，从查阅的相关数据中可以发现，两盆地同样都是碳酸盐岩岩石薄片中可以发现数量颇多该属的出现，而且种一级类型特征极为一致。综上所述，从目前所掌握的资料研究与分析，本化石组合所限定的地层时代属于晚白垩世的赛诺—马斯特里赫特期，与全球特提斯区主要地区可以对比。

本组合有孔虫化石全部为底栖类型。有孔虫三大类(即钙质微孔壳、似瓷质壳及胶结壳)不同壳质类型的比例关系，具有明显的环境意义是地学界公认的。该井有孔虫以钙质微孔壳为主，这类有孔虫一般生活在盐度、温度适中的中、低纬度的浅海环境。Greiner (1969)在解释这种分异的原因时指出，$CaCO_3$ 的可取得性控制了有孔虫三大类型的分布。在温暖、盐度适度的浅海中，$CaCO_3$ 处于饱和或过饱和状态，有利于钙质微孔壳的形成和发育。同时，暖水与冷水相比，海水的黏度和密度要低，为了避免在暖水中下沉，有孔虫壳体发育的多孔而使重量变轻，以适应环境。钙质微孔壳有孔虫按壳型又可分为平旋类、螺旋类、瓶虫类和列式壳类。大量数据证明，前两种类型主要生活在海陆过渡相或近岸浅水相，后两类的高含量见于陆坡区或更深的海域(如海槽)。本组合以瓶虫类和列式壳类为主(其它两类仅见平旋类，1 属 1 种)，即包含了大量的 *Lagena*(瓶虫属)以及 *Nodosaria*(节房虫)、*Dentalina*(齿形虫)、*Dentalinoides*(似齿形虫)和 *Uvigerina*(葡萄虫)等列式壳类型(列式壳全部包含在节房虫科和葡萄虫科两科内)，占总种数的 54%。这两类有孔虫均为较深水类型，在我国东海、南黄海西北部主要分布于 50m 以上中陆架区和海槽区(汪品先等，1980)。因此，本组合有孔虫生境总体代表了具一定深度的陆坡区域和浅海，水深应大于 50m，与外海联通较为通畅。考虑到组合中小粟虫类型在后期亦占一定数量，反映水体向上变浅，代表海退序列。本组合因此构成一个完整的海水进退过程(图 3)。

2.2 对阿克彻依剖面晚白垩世中晚期有孔虫化石的古环境分析

阿克彻依剖面属于昆仑山前缘地区，位于乌恰县西南约 60 km。该剖面是塔西南盆地经典剖面之一，其晚白垩世中晚期地层包括了乌依塔克组中上部和依格孜牙组两个岩石地层单元。这两个单元的有孔虫化石时代及组合划分等相关地质问题已发表(郭宪璞，1995a、b；郝诒纯等，2001)，在此不再赘述。本次就两地层单元所含有孔虫化石三大类比例关系等及其所反映的古环境作一论述和深入分析。

该剖面两地层单元所含有孔虫化石包括了 3 个

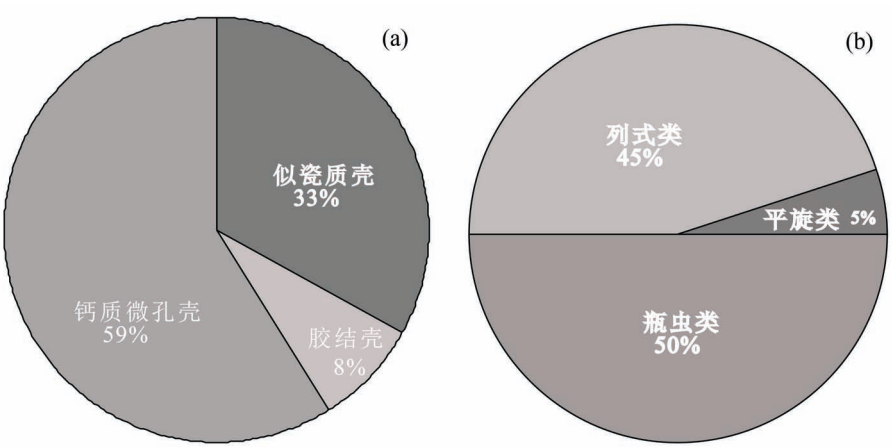


图 3 皮山北新 1 井钻遇地层中有孔虫类型比例关系：
(a) 三大壳质类型比例；(b) 钙质微孔壳中各类型比例

Fig. 3 Show the ratio of major groups of the Senonian—Maastrichtian benthic foraminifera at the strata of the Well PSBX1 in Southwest Tarim Basin, Xinjiang: (a) the ratio of three major groups basin on shell composition (agglutinated, porecelaneous, hyaline); (b) the ratio of shell types in hyaline (planispiral, lagene, serial)

组合,自下而上是:

Pararotalia—Nonionella—Cibicidina 组合;

Quinqueloculina—Massilina 组合;

Quinqueloculina—Triloculina 组合。

Pararotalia—Nonionella—Cibicidina 组合仅见于昆仑山前的阿克彻依、乌依塔克地区。典型地区为阿克彻依。该群落赋予乌依塔克组中上部灰绿色泥岩中,厚约 50m。时代为赛诺期。该组合包括 18 属 26 种,以钙质微孔壳类型有孔虫占绝对优势,占总个体数的 89%,似瓷质壳类型次之,占总个体数的 11%;胶结壳罕见。钙质微孔壳类型中包含 4 属 4 种浮游类型有孔虫,占总种数的 15%;其它全部为底栖类型的螺旋壳类型,未见平旋壳类、瓶虫类及列式壳类。

组合里包含有一定量的浮游类型反映了海相性较强。浮游有孔虫为大洋型生物,是典型正常海有孔虫,它对于环境的变化反映比底栖有孔虫更为敏感,这主要与盐度有关。该类有孔虫壳体微孔发育,与水体保持着比底栖有孔虫更为开放的物质交流。在正常海中,它的内部原生质的生理化学性质与外围水体维系着一种生理生化平衡关系。在我国南海北部该类有孔虫向近岸的扩布常随 34‰等盐线而进退,在海水盐度低于 34‰的区域内,其含量陡然下跌,以致绝迹。因此,34‰等盐线显然是接近浮游有孔虫的适盐下限,难以逾越(郑执中和郑守仪,1964)。据此推测,此时海水盐度接近正常值,环境为正常浅海,适宜该类有孔虫的生存繁衍。底栖类型以螺旋类型为主,大量数据证实该类有孔虫主要生活在浅海海域,要求深度稍逊瓶虫类和列式壳类。*Pararotalia* 和 *Nonionella* 两属要求具一定的水深,如在我国南黄海它们多栖息与盐度正常,大于 50 m 水深的海域(汪品先等,1980);*Cibicides* 及 *Cibicidina* 为正常浅海窄盐性分子,在我国南黄海分布水深 20~50 m,有的可达 50~70 m(郝诒纯等,1982),在墨西哥湾和美国得克萨斯海湾分布水深分别为 50~70 m 和 60 m(Phleger,1960)。综上所述,本组合有孔虫属于分布水深约在 50 m 左右的浅海环境(图 4)。

该剖面赛诺末期—马斯特里赫特期的有孔虫组合为 *Quinqueloculina—Massilina* 组合和 *Quinqueloculina—Triloculina* 组合。这是两个底栖有孔虫组合,未见浮游类型出现。两个组合以似瓷质壳类型占绝对优势,该类型个体数量丰富,可达 65%~85%,胶结壳和钙质微孔壳类型次之,二者之和仅占 15%~35%。似瓷质壳类型有孔虫只在超咸水和一般潟湖、超咸水沼泽带占优势,在陆架浅海和半咸水中含量较低或者不存在(Murray,1973)。以似瓷质壳为主的有孔虫是浅水的标志,如在我国南黄海西北部,水深 0~20 m,盐度 30‰,该类有孔虫含量在 10 % 以上(汪品先等,1980);在美国佛罗里达湾,*Quinqueloculina* 和 *Triloculina* 占优势,其含量可达 60%的区域,水深 0~12 m,盐度 20‰~50‰,水温 15 ~ 40℃ (Phleger, 1960);在波斯湾,*Quinqueloculina* 含量占 40~70 的水域,水深为 5.5 m,盐度在 42‰~55‰之间(Murray,1968)。Brasier (1982)根据似瓷质壳类型有孔虫的形态功能分析和大量实际数据认为,形成于高盐潟湖和沼泽的似瓷质壳有孔虫个体小,具有细长的壳体,而正常海相中的个体大,呈椭圆或近圆形。该剖面的这两个组合的似瓷质壳个体均较细小,呈细长形态的居多,如 *Quinqueloculina coonensis*, *Massilina planoconvexa* 等数量丰富的属种,通常壳长为壳宽的 2 倍或 2 倍以

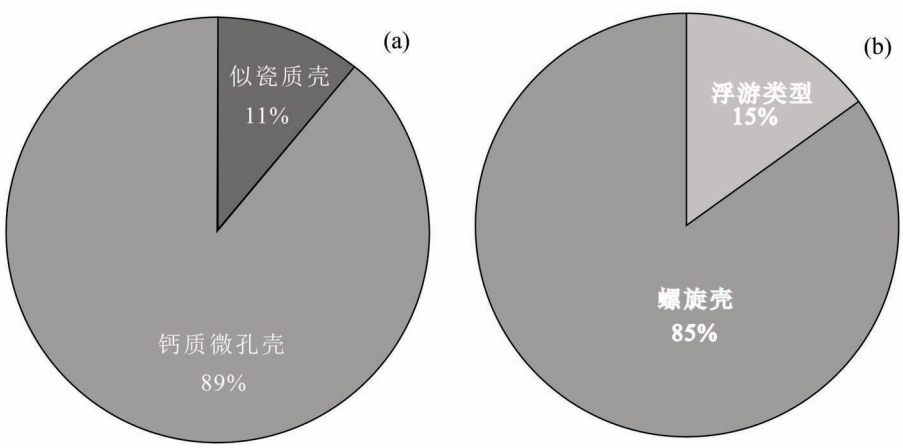


图 4 乌恰县阿克彻依剖面赛诺期有孔虫类型比例关系:
(a) 三大壳质类型比例;(b) 钙质微孔壳中各类型比例

Fig. 4 Show the ratio of major groups of the Senonian benthic foraminifera from the Arkchey Section in theWuqia County, Xinjiang: (a) the ratio of three major groups basin on shell composition (agglutinated, porecelaneous, hyaline); (b) the ratio of shell types in hyaline (trochspiral , planktonic)

上。据上述分析,可推测两组合有孔虫所代表的的生态环境为近岸浅水且盐度偏高。

因此,该剖面第一组合生态环境代表了具一定深度的陆坡区域和浅海,水深应在 50 m 左右,有一定数量的浮游类型出现说明与外海联通较为通畅;考虑到后两个组合中小粟虫类型占优势数量,反映水体向上变浅变咸,代表海退序列。3 个组合构成一个完整的海水进退过程。

3 讨论

过去几十年,传统流行的认识是塔西南地区中—新生代的海侵是由西而东进行的,海相性西强东弱,海水通道由西而东侵进乃至海退也是由东而西渐次退却的。囿于这种思维,对塔西南地区南部、东部的海相研究相对滞后,甚至空白。

皮山北新 1 井所在地区正常海相环境的有孔虫化石的发现是一个重要的地质进展,也是对塔西南盆地晚白垩世—古新世甚至到渐新世古环境的认识发生转折的地区,与之前的认识不一致。在已有的研究中认为,晚白垩世海水并未抵达皮山北部地区,属纯陆相环境;笔者在该地发现了晚白垩世有孔虫化石组合,从而提出了新认识。那么,这种情况是孤立的现象吗? 最近笔者在位于皮山北新 1 井南 2 km 的昆仑 1 井发现了与皮山北新 1 井大致相同的有孔虫组合,有孔虫化石几乎全是瓶虫类和列式壳,未见到似瓷质壳类型,表明向南海相性更强。另外,在麦盖提斜坡的巴探 4 井(具体位置介于麦盖提县和巴楚县中间几乎等距离 80 km)的岩芯样品中,新近发现了中—晚白垩世的标准代表分子钙质超微化石 *Uniplanarrius gothicus* 和 *Micula swastica*(化石由苏新鉴定),说明这一地区存在中—晚白垩世海相地层,海水也曾到达此处。凡此迹象均表明,在晚白垩世时期,昆仑山前缘乃至麦盖提斜坡地区存在海相化石和海相地层的范围,可能比目前已知的要大,有待深入研究。

阿克彻依、皮山北新 1 井及乌依塔克、阿尔塔什、齐姆根、依格孜牙及克里阳等剖面晚白垩世中晚期的正常海相的海水沿昆仑山山前一线展布,主要岩性为生物灰岩和礁灰岩,海相生物化石较为丰富;天山山前一线此时生物化石锐减,种属极为单调,处于咸化潟湖—半咸水环境。从海相性强弱角度看,此时海水是由南而北侵进展开的。古地理格局与原来传统的认识出入较大。海盆被分成两个部分,沿昆仑山山前地区一线为正常浅水环境,天山山前为舄湖相或潮间带上部环境,盆地的海相性明显呈南强被弱的态势。

关于塔西南地区晚白垩世海侵的海水通道和海侵方向,是一个热门话题。以前认为海水是从西部阿莱依海而来。从目前的资料和研究动向来看,这一时期的海水极有可能是从南部的特提斯海进入塔里木,海侵方向是由南而北的。根据刘训等(1997)的研究和研讨面告,当时的昆仑山还没有隆升,只是几十米至百余米的山地丘陵地带,不构成海水的屏障,海水完全可以从这些山地之间甚至漫过山地长驱直入塔里木。晚白垩世的海相沉积除了在昆仑山北侧的塔里木西南缘普遍见到外,同时在昆仑山南坡和喀喇昆仑地区也有大面积分布,也是一套以碳酸盐岩为主的沉积,两者之间存在很大的相似性,应具有很好的一致性和联通性。晚白垩世早期的海水是从西部侵进,海相性西强东弱,从西部带来北方海洋的较为厚重的浮游有孔虫存在于天山山前缘,昆仑山前未见;而晚白垩世中—晚期自南部侵进的海水则带来特提斯所特有的特化双壳类—固着蛤,只沿昆仑山前繁育分布,天山山前未见。

皮山北新 1 井、昆仑 101 井及巴探 4 井晚白垩世中晚期海相地层和海相化石(埋深约 6900~7100 m)的发现,展示了这一时期海相地层和化石存在更大的空间。它说明:① 由于后期印度板块北移与塔里木强烈碰撞,把原有的海相地层挤到地下深处;② 后期昆仑山隆升可致使海相地层掩覆于断裂之下;③ 受构造影响前陆盆地的沉降和沉积中心通常是移动的。因此,极有可能在皮山及其周缘地区乃至皮山以东地区存在晚白垩世正常海相的沉积地层和海相化石。塔西南地区昆仑山前的这一套正常海相地层如何展布,是值得深入探讨和研究,以获得更多详尽相关地质数据加以左证和圈定。由此推广开来,在同一古构造、古地理大背景下,塔西南地区晚白垩世至渐新世的海相沉积除了存在东西分异,是否存在过南北分异的情况呢? 这也是值得引申和探讨的问题。

4 结论

依据有孔虫、钙质超微化石和双壳类的属种分异度和丰度分析,在晚白垩世中晚期(赛诺期—马斯特里赫特期),塔里木盆地西南地区南部地区(即昆仑山前缘地区)地层的海相性远强于北部地区(即天山前缘地区),揭示了这一时期海相地层的海相性存在南北分异;

(1) 皮山北新 1 井岩心地层中晚白垩世中晚期有孔虫化石及麦盖提斜坡钙质超微化石的发现是认识上述事实的转折点,展示了塔西南地区这一时期的海相地层的分布要比目前已知的范围要大;

(2) 基于昆仑山前缘及毗邻的南部喀喇昆仑地区的古地理格局和沉积相分析,塔西南地区这一时期的海水通道是由南而北侵进,海水来自南部的西昆仑海。

参 考 文 献 / References

(The literature whose publishing year followed by a "&" is in Chinese with English abstract; The literature whose publishing year followed by a "#" is in Chinese without English abstract)

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. 1995a. 新疆西部乌依塔克组的时代. 地层学杂志, 19(3): 208~213.

郭宪璞. 1995b. 塔里木盆地西部白垩系—古新世有孔虫组合. 地学研究, 28:141~152.

郭宪璞, 丁孝忠, 何希贤, 李汉敏, 苏新, 彭阳. 2002. 塔里木盆地中新生代海侵和海相地层研究的新进展. 地质学报, 76 (3):299~307.

郝诒纯, 曾学鲁, 李汉敏. 1982. 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(1):1~161.

郝诒纯, 曾学鲁. 1984. 从有孔虫的特征探讨中新生代西塔里木海湾的演变. 微体古生物学报, 1(1):1~16.

郝诒纯,郭宪璞,叶留生,姚培毅,付德荣,李汉敏,阮培华,王大宁. 2001. 塔里木盆地西南地区海相白垩系—第三系界线. 北京: 地质出版社:1~108.

刘训,吴绍祖,付德荣,丁孝忠,王永. 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:1~257.

汪品先,闵秋宝,卞云华. 1980. 南黄海西北部底质中有孔虫. 海洋微体古生物论文集, 北京: 海洋出版社:1~191

唐天福, 杨恒仁, 蓝琇, 俞从流, 蒋耀松, 张一勇, 魏景明, 胡兰英, 钟石兰. 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:1~155.

郑执中, 郑守仪.1964.南海北部的浮游有孔虫. 海洋与湖沼, 6(1): 38~77.

钟石兰. 1992. 新疆塔里木盆地西部晚白垩世至早第三纪钙质超微化石(颗石藻类). 北京: 科学出版社:1~121.

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. Sco. Amer. SP332 Boulder, Colorado, 1~445.

Brasier M D. 1982. Architevture and evolution of the foraminiferid test——a theoretical approach. Aspect of Micropleontology , George Allen and Unwin, 1~41.

Greiner O G. 1969. Recent benthonic foraminifera: environmental factors controlling their distribution. Nature, 223: 168~170.

Guo Xianpu. 1991&. An approach to the depositional environment of the Cretaceous Kizilso Group: the lowermost marine horizon of the Cretaceous in the western Tarim Basin. Acta Geologica Sinica, 2: 188~198.

Guo Xianpu. 1995a&. The age of the Wuytak Formation in Western Xinjiang. J. of Stratigraphy. 19(3): 208~213.

Guo Xianpu. 1995b&. The foraminiferal assemblages from the Cretaceous to the Paleocene in theWestern Tarim Basin. Geosceinces Research, 28: 141~152.

Guo Xianpu, Ding Xiaozhong, He Xixian, Li Hanmin, Su Xin, Peng Yang. 2002&. New progress the study of marine transgressional events and marine strata of the Meso—Cenozoic in the Tarim Basin. Acta Geologica Sinica, 76(3): 299~307.

Hancock J M, Kauffman E G. 1979. The great transgressions of the Late Cretaceous. J. Geol. Soc. 136 : 175~186.

Hao Yichun, Zeng Xuelu, Li hanmin. 1982&. Late Cretaceous and Tertiary strata and foraminifera in Western Tasim Basin. Earth Science, 2 (Special paper I): 1~161.

Hao Yichun, Zeng Xuelu. 1984&. On the Evolution of the westTarim Gulf from Mesozoic to Cenozoic in term of characteristics of foraminiferal fauna. Acta Micropalaeontologica Sinica, 1(1): 1~16.

Hao Yichun, Guo Xianpu, Ye Liusheng, Yao Peiyi, Fu Derong, Li Hanmin, Ruan Peihua, and Wang Daning. 2001. The Boundary between the Marine Cretaceous and Tertiary in the Southwest Tarim Basin. Beijing: Geological Publishing House: 1-108.

Liu Xun, Wu Shaozu, Fu Derong, Ding Xiaozhong, Wang Yong. 1997&. The Sedimentary—Tectonic Evolution of Tarim Plate and Its Surrounding Area. Urumqi: Xinjiang Science Technology and Hygiene Publishing House: 1~257.

Loeblich A R and Tappan J H. 1964. Treatise on Invertibrate Paleontology. Part C, Vols. 1~2. Geol. Soc. America and Univ. Kansaa Press: 1~900.

Loeblich A R and Tappan J H. 1980. Foraminiferal Genera and Their Classification. New York: Van Nostrand Reinhold Company: 1~970. Plates 1~847.

Murray J M. 1968. Living foraminifera of lagoon and estuaries. Micropaleontology, 14 (4): 435~455.

Murray J W. 1973. Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids. New York: Crane Russak and Co.: 1~274.

Phleger F B. 1960. Ecology and Distribution of Recent Foraminifera. Johns Hopkins Press: 125~185.

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.

Tang Tianfu, Yang Hengren, Lan Xiu, Yu Congliu, Xue Yaosong, Zhang Yiyong, Hu Lanying, Zhong Shilan. 1989&. Marine Late Cretaceous and Early Tertiary Stratigraphy and Petroleum Geology in Western Tarim Basin, China. Beijing: Science Press. 1~155.

Wang Pinxian, Min Qiubao, Bian Lanhua. 1980&. Distribution of Foraminifera and Ostracoda in Bottom Sediments of the Northwestern Part of the Southern Yellow Sea and Its Geological Significance. Beijing: Oceanologica Publishing House: 61~83.

Watts A B, Steckler M S.1979. Subsidence and eustasy at the continental margin of eastern North America. In:Maurice Ewing Symp. Ser. No. 3, America Geophysical Union, Washington, D.C.: 218~234.

Zheng Zhizhong and Zheng Shouyi. 1964&. Planktonic foraminifera from the northern part of the South Sea of China. Oceanologia et Limnologia Sinica, 6(1): 38~77.

Zhong Shilan.1992&. Calcareous Nannofossils from the Upper Cretaceous and Lower Tertiary in the Western Tarim Basin, South Xinjiang, China. Beijing:Science Press: 1~121.

The North—South Differentiation on the Marine Feature in the Southwest Tarim Basin during Middle—Late of the Late Cretaceous

GUO Xianpu[1)], DING Xiaozhong[1)], ZHAO Ziran[1)], LI Jianfeng[2)]

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

2) *Institute ofGeomechanics, Academy of Geological Sciences, Beijing*, 100086

Objectives: The Mesozoic—Cenozoic transgression of the Southwest Tarim Basin has conventionally been thought that the sea water came from western Alay region and the marine feature of the strata was gradually getting weak from west to east. Recently, on the basis of feraminifera fossils, authors have been found that the direction of the Middle—Late of Late Cretaceous transgression and marine feature in this basin once changed. Studying on this change is of great significance to reconstruct tectonic paleo-geography and paleo- environment for this basin.

Methods: In the South Southwest Tarim Basin, authors have firstly found the Middle—Late Late of Cretaceous feraminifera fossils in two localities. The first locality is the Arcchey section where exist 18 genera and 26 species feraminifera fossils, in which the planktonic type and trochspiral type occupy 15% and 74% of the total amount, respectively. The second site is the drilling core from 6903.93 to 7079.81 meters of well depth in the New 2 well at northern Pishan County, where preserve 12 genera and 39 species benthic feraminifera fossils in which the serial type and lagene type occupy 45% and 50% of the total amount, respectively. According to paleo-ecological analysis for feraminifera fossils as mentioned above, the paleo- environment represent normal shallow sea with deeper water. Nevertheless, the feraminifera fossils are very poor or have not been observed, representing upper intertidal zone or lagoon in the North Southwestern Tarim Basin.

Results: The occurrence of feraminifera fossils shows that the Senonian—Maastrichtian normal shallow sea was distributed on leading edge area of the Kunlun Mountains of the South Southwest Tarim Basin. The marine feature of the south is strongerly demonstrated than the north, and direction of transgression once changed.

Conclusions: The marine feature of the Senonian—Maastrichtian strata in the south of this basin, i.e., the Kumlun Mountains front region, is stronger than the north, i.e., the Tianshan Mountains front region. Thus, the south—north differentiation occurred, and the northern margin of the sea was located on the edge of this basin. The discovery of feraminifera fossils in the New 2 well and nannofossils in the Maigaity slope has implication in that the distribution scope of the marine strata is wider than the conventionally recognized. During the Senonian—Maastrichtian, the sea water came from the West Kunlun Ocean and invaded from south to north in this basin.

Keywords: marine feature; north—south differentiation; Senonian—Maastrichtian, foraminifera; Southwest Tarim Basin

Acknowledgements: This study was supported by the outsourcing project of *the Petroleum exploration and development research institute* ,*China Petroleum and Chemical Corporation* (No:G5800-15-ZS-WX027); the geologic survey project of China Geological survey—*Meta-synthesis of the geological tectonic zoning and the regional geological survey in China* (No. DD2016-0345) and surface project of *the National Natural Science Foundation China* (No:41672202)

First author: GUO Xianpu, male, professor, mainly engaged in the study on the Mesozoic—Cenozoic bio-stratigraphy and microfossil of the Tarim Basin. Email:guoxianpu@ cags.ac.cn

Manuscript received on:2018-05-18;Accepted on:2018-08-08; Edited by: ZHANG Yuxu

Doi: 10.16509/j.georeview.2018.05.003