

塔里木盆地西南缘石炭、二叠系腕足动物组合序列^{*}

陈 中 强

(澳大利亚Deakin大学 墨尔本Vic. 3168)

孙 东 立

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

提要 对塔里木盆地地西南缘石炭、二叠系腕足动物组合序列进行系统研究, 将其分为 10 个腕足动物组合。据腕足类及其共生的笔石类、非笔石有孔虫及牙形类等门类化石组合的分析, 将每个腕足动物组合给予较为精确的年代地层范围, 并讨论乌斯特利茨基(1960)所描述的石炭、二叠系腕足动物群的具体层位和时代。

关键词 腕足动物组合序列 石炭系 二叠系 塔里木盆地西南缘

1 前言

塔里木盆地西南缘海相石炭、二叠系分布广, 出露完好(插图 1), 共发育 10 个腕足动物组合。乌斯特利茨基(1960)对原地质矿产部 13 大队在昆仑山西部地区进行 1:20 万地质普查时所采集的腕足类化石标本作了系统研究, 根据腕足类化石组合特征将该区海相石炭、二叠系分成 6 个岩系, 自下而上分别为: 克里塔克岩系(下石炭统维宪阶)、 $C^{2m}+C^3$ 岩系(莫斯科阶和上石炭统下部)、阿尔图什雷克岩系下部(*Pseudoschwagerina* 层)、 P_1^{+a} 岩系(萨克马尔阶上部和阿丁斯克阶下部)、达里约尔和棋盘达里岩系(阿丁斯克阶下部)。后来, 赵治信等(1984)较全面地研究了本区石炭纪笔石类、非笔石有孔虫、牙形类及珊瑚等门类化石和生物地层, 为进一步系统研究塔里木盆地西南缘石炭、二叠纪的生物地层奠定了基础。遗憾的是, 他们未对本区的腕足动物作进一步研究。1992 年, 笔者等^{*}对该地区多门类生物地层作了较全面的研究, 采集了大量的腕足类化石标本。有关这些腕足类化石的系统描述将另文发表。本文系统地总结了石炭、二叠系的腕足动物组合序列, 并结合其它门类化石的研究, 澄清了以往本区存在的

某些腕足动物群层位不清的问题。笔石类化石资料由朱自力提供, 在此, 笔者一并谢忱。

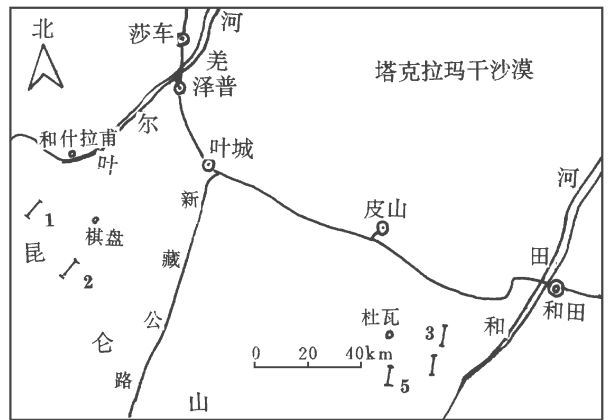


插图 1 塔里木盆地西南缘海相石炭、二叠系露头剖面位置图
Locations of marine Carboniferous-Permian sections from southwestern margin of the Tarim Basin
1. 达木斯剖面, 2. 棋盘剖面, 3. 塔哈奇剖面, 4. 克孜里奇曼剖面, 5. 杜瓦剖面。

2 石炭、二叠系腕足动物组合序列

2.1 杜内阶

本期沉积大致相当于克里塔克组上段, 主要为灰黑色中层状砂质泥灰岩及浅灰色厚层鲕粒灰岩、

收稿日期: 1998-10-21

^{*} 国家“八五”重点科技攻关项目(85-101-02-09)资助成果之一。

生屑灰岩。在该组下段底部发现有晚泥盆世法门期腕足类化石 *Cyrtospirifer-Tenticospirifer* 组合(陈中强, 1995), 计有: *Cyrtospirifer wangi* (Tien), *C. liujiatangensis* Hou, *C. hsinchiwænsis* (Ozaki), *Tenticospirifer vilis* Grabau, *Ptychomaletiochia* sp. 等, 但未发现有杜内早期的腕足类化石。

杜内阶上部的腕足动物组合称为 *Martiniella chinglungensis* Chu 组合, 产自克里塔克组上段中部的浅灰色厚层鲕粒灰岩、生屑灰岩之中, 其所在地层大约 30 m 厚。组合的属种单调, 主要由 *Martiniella chinglungensis* Chu 组成。此种在苏南的金陵组(朱森, 1933)及湘中地区的刘家塘组下部(谭正修, 1986)均有出现, 为华南早石炭世杜内晚期的特征分子(杨式溥, 1980)。在华南, 它通常和 *Eochoristites* 同时产出, 被称为 *Martiniella-Eochoristites* 组合, 并被认为是具有浓厚的华南地方色彩。与当前组合共生的有孔虫有 *Endothyra* sp., *Brunsiella* sp., *Palaeospiroplectammina* sp., *Calcisphaera* sp. 等。因此, 当前组合归为杜内阶上部是没有问题的。

应当指出, 乌斯特利茨基(1960)确定的克里塔克岩系不仅包括了本文的克里塔克组, 而且, 还包括其上覆的和什拉甫组。

2.2 维宪阶

本期沉积主要由和什拉甫组的大部分及克里塔克组顶部组成, 可划分出 2 个腕足动物组合, 自下而上为: (1) *Marginatia vauhani-Rugosochonetes hardensis* 组合; (2) *Pugilis hunanensis-Vitiliproductus dewuensis* 组合。

2.2.1 *Marginatia vauhani-Rugosochonetes hardensis* 组合

当前组合位于和什拉甫组第 2 段的下部, 所在地层厚约 100 m, 包括 16 属 25 种: *Schuchertella* sp., *Orthotetes plana* Ivanov, *O. kunlunensis* Chen, *Schizophoria* sp., *Tomiproductus dukhovae* Sarycheva, *Fluctuaria undata* (Defrance), *Plicochonetes weiningensis* Yang, *Rugosochonetes hardensis* (Phillips), *R. damusiensis* Chen, *R.* sp., *Vanguania pitangensis* Yang, *Acanthoplecta* sp., *Echinoconchus elegans* (McCoy), *E. subelegans* Yang, *Megachonetes dalmanianus* (Koninck), *Marginatia vauhani* Muir-Wood, *M. kaidensis* Galitz, *M. burlingtonensis* (Hall), *Cleiothyridina*

tenuilineata (Rowley), *C.* sp., *Athyris* sp., *A. regularis* Yang, *A. triangularis* Yang, *Punctospirifer scabricosta* (Hall), *Beecheria chouteauensis* Weller 等。*Schuchertella*, *Orthotetes*, *Plicochonetes* 等仅出现于本组合的下部; *Tomiproductus*, *Marginatia* 等出现于组合的中部; *Beecheria*, *Punotospirifer*, *Fluctuaria*, *Megachonetes* 等出现于组合的上部; 而 *Rugosochonetes*, *Vanguania*, *Echinoconchus* 等分子则在整个组合中都有分布。其中, 波斯通贝科的一些属种如: *Marginatia*, *Tomiproductus* 等丰度大, 特别是 *Tomiproductus* 通常保存于黑色泥岩或泥灰岩夹层中, 以贝壳层的形式产出; 戟贝科和小戴维斯贝科的一些属种如: *Rugosochonetes*, *Plicochonetes*, *Megachonetes* 亦占相当大的比例。特别是 *Rugosochonetes* 在本组合所在地层的黑色泥岩中均有发现。总之, 当前组合以波斯通贝科分子和皱戟贝分子的繁盛为特征。

当前组合中的优势分子 *Tomiproductus*, *Marginatia* 等曾出现于中国南方湘中地区的刘家塘组上部, 史晓颖(1988)称之为 *Marginatia-Finospirifer* 组合。它们在库兹涅茨盆地产自杜内晚期的下帖尔层(Sarycheva et al., 1963), 在北吉尔吉斯北部地区见于阿克切塔什层上部及卡德尔林层下部, 前者被认为是杜内晚期沉积, 后者被认为是维宪早期沉积(Galitzkaya, 1977); 在乌拉尔地区产自科斯文层及基捷洛夫层上部。目前对科斯文层的时代有不同看法, Rotai (1975, in Wagner et al. ed., 1979)认为属维宪早期沉积, 而 Nalivkin (1979)据腕足类化石的研究将其定为杜内晚期沉积。另外, *Marginatia vauhani* 在英国产自杜内期的 Z₁-C₁ 带(Muir-Wood, 1928); 在美国产自 Burlington 灰岩及 FernGlen 组。同时, 当前组合也很像加拿大的 *Avonia minewankensis-Marginatia burlingtonensis* 组合带, 后者产自阿尔伯塔地区西部 Bow 峡谷的 Banff 组上部至 Livingstones 组的下部, Carter (1987)认为该组合带为杜内晚期。

简而言之, 当前组合的一些特征分子如: *Marginatia*, *Tomiproductus* 等在国内、外同期的地层中广泛分布, 不同的学者对它们时代归属意见不一, 有的划为维宪早期, 有的归到杜内晚期。然而, 在当前组合中也出现一些维宪期的常见分子如: *Fluctuaria*, *Overtonia* 等, 前者曾出现于甘肃靖远

* 参加野外工作的还有: 廖卫华、阮亦萍、方宗杰、杨万容、夏凤生、吴秀元、虞子治、朱怀诚、朱自力、罗辉、张国芳等同志。

的臭牛沟组(李星学等, 1974), 后者曾见于欧、亚等地的维宪阶。此外, 与腕足类共生的其它门类动物化石还有: 双壳类 *Heteropecten* sp., *Strebloteria* sp., *Posidonia* sp. 等; 珊瑚类 *Eostaffella mosquensis* 等; 牙形类 *Gnathodus bilineatus*, *G. homopunctatus* 等。赵治信等(1984)将这些分子称为 *Eostaffella mosquensis* 带, 并认为能和安徽和县的 *Eostaffella hohsiensis* 带对比, 同属于维宪期。同样, 与其共生的牙形类化石组合亦支持了该段地层为维宪早期沉积的意见(赵治信等, 1984)。因此, 笔者认为将当前组合归为维宪期早期较为合理。

2.2.2 *Pugilis hunanensis*-*Vitilipproductus dewuensis* 组合

当前组合出现于和什拉甫组的第二段上部, 所在地层厚度约 90 m, 包括 17 属 18 种: *Pugilis hunanensis*(Ozaki), *Aulacella interlineata*(Sowerby), *Krotovia* sp., *Composita ovata* Yang, *Eliva lyra* Kutorga, *Martinia grabora* Chao, *M.* sp., *Orthotetes cardiformis* Ivanov, *Paulonia* sp., *Fusella* sp., *Vitilipproductus dewuensis* Yang, *Unispirifer* sp., *Antiquantonina hindi* (Muir-Wood), *Rugosochonetes* sp., *Dictyocladus* aff. *deruptus* Ustrisky, *Cleiothyrida tenuilineata*(Rowley), *Ovatia elongata* Muir-Wood and Cooper, *Brachythyris* sp. 等。其中 *Unispirifer*, *Martinia*, *Fusella*, *Paulonia*, *Eliva*, *Krotovia*, *Overtonia* 等分子出现于组合的下部; 而 *Vitilipproductus*, *Ovatia* 等分子出现于组合的上部。当前组合主要以 *Pugilis*, *Vitilipproductus* 等特征分子的出现为特征。而它们是我国南方大塘期早期沉积中的常见分子, 曾出现于湖南湘中地区的石碇子组, 贵州威宁鸭子塘组, 黔南的旧司组。因此, 当前组合能与上述各地的 *Vitilipproductus groberi*-*Pugilis hunanensis* 组合(谭正修, 1986; 史晓颖, 1988; 吴望始等, 1974; 杨式溥, 1978) 相对比, 同属维宪期。

2.3 谢尔普霍夫阶

本期沉积相当于和什拉甫组第三段上部, 所在地层约 100 m, 产丰富的腕足类化石, 包括 8 属 14 种: *Echinoconchus* sp., *Striatifera striata* (Fischer), *Eomarginifera setosa* (Phillips), *Athyris* sp., *Kansuella kansuensis* Chao, *Gigantoproductus edelburgensis* (Phillips), *G. superbus* (Sarycheva), *G. gigantous* (Martin), *G. geniculatus* Yang, *G. striatosulcatus* Schwetzw., *G. latissimus* (Sower-

by), *G. rectesius* (Grober), *Semiplanus semiplanus* (Schwetzow), *Beecheria* sp. 等, 可称为 *Gigantoproductus edelburgensis*-*Striatifera striata* 组合。

其中, *Gigantoproductus*, *Striatifera* 为组合的重要分子。*G. edelburgensis* Phillips 最早描述于英国下石炭统, 广泛分布于原苏联的石炭系中、在中亚、乌拉尔、顿巴斯地区的谢尔普霍夫阶下部最为丰富, 在我国维宪阶上部及谢尔普霍夫阶也有分布。*Striatifera striata* Fischer 最早发现于莫斯科盆地的下石炭统, 广布于西欧(英国、法国、比利时)及俄罗斯地台、顿涅茨盆地、乌拉尔、哈萨克斯坦和我国西南、新疆等地的维宪阶上部及谢尔普霍夫阶。*Kansuella* 亦为我国西北地区大塘期晚期沉积的常见分子, 在甘肃清远的臭牛沟组中也有发现(赵亚曾, 1927; 杨遵仪等, 1962; 李星学等, 1974)。当前组合的重要分子均能从贵州南部的摆佐组中找到。摆佐组中与上述腕足类共生的菊石有: *Cravenoceras*, *Proshumardites*, *Homoceratoidea* 等, 故该组被认为是纳缪尔早期沉积(杨逢清, 1985), 即相当于谢尔普霍夫期沉积。因此, 当前腕足动物组合应属谢尔普霍夫阶下部。与腕足类共生的还有珊瑚类: *Eostaffella mosquensis* Visarionua 等, 非珊瑚有孔虫: *Janischewskina typica* Mikhailov, *Bradyina lilia* Lin, *B. mirabilis* Lin, *Archaediscus moelleri* Rauser 等, 牙形类: *Gnathodus bilineatus*-*G. homopunctatus* 带, 珊瑚: *Dibunophyllum cofertum* Cofersky, *Clisophyllum* sp. 等。

当前组合就腕足动物群面貌来看基本包含了乌斯特利茨基(1960)所描述的克里塔克岩系动物群大部分分子。而乌斯特利茨基(1960, 93 页)认为: “克里塔克岩系动物群中, *Buxtonia scabricula* Martin., *Gigantoproductus superbus* Sarycheva 和 *Antiquantonina insculpta* Muir-Wood 仅见于维宪阶的上部及西欧的纳缪尔阶下部……, 鉴于这里出现纳缪尔阶中不能出现的 *Megachonetes papilionacea* (Phillips), 这样便可得出完全肯定的结论, 即克里塔克岩系的时代属维宪阶最上部, 可能相当俄罗斯地台塔鲁斯克(Тарусский)层和斯捷舍夫(Степешевский)层及英国的 *Dibunophyllum* 带的最上部”。据本次野外地质调查, 我们发现乌斯特利茨基所指的 *Megachonetes papilionacea* (Phillips) 应归于和什拉甫组第二段下部的腕足动物 *Marginatia vaughani*-*Rugosochonetes hardensis* 组合, 其产出层位明显要比当前组合产出的层位要低得多。因此, 乌斯特利茨基(1960)描述

的克里塔克岩系(下石炭统维宪阶)实际上包括了本文的和什拉甫组及下伏的克里塔克组,其动物群包括了晚泥盆世法门期、杜内期、维宪期及谢尔普霍夫早期腕足动物组合。

2.4 巴什基尔阶下部

大致包括卡拉乌依组的下部,以石英砂岩、粉砂岩、页(泥)岩及生屑灰岩沉积为主,产腕足类化石: *Productus productus* Martin, *Linoproductus cora* (d'Orbigny), *Antiquatonia hindi* (Muir-Wood), *A. sp.*, *Brachyrina sp.*, *Choristites sp.*, *C. gobicus* Chao, *Unispirifer sp.*, *Marginifera sp.*, *Muirwoodia sp.* 等,可称为: *Productus productus*-*Choristites gobicus* 组合。其中, *Marginifera*, *Lino-productus*, *Productus productus* 等分子通常在 *G. eldelburgensis*, *Striatifera* 绝灭后才大量出现。*Linoproductus*, *Marginifera*, *Muirwoodia* 等分子的地层分布时代较长,在晚石炭世至早二叠世地层中大量出现。此外, *Choristites* 属为新兴分子,反映腕足动物群面貌的更新。总之,当前组合具有早、晚石炭世腕足动物群更替的特征,既具有下石炭统延续上来的长身贝类的分子,同时又出现晚石炭世的新兴分子 *Choristites*,该属以粗线纹的种类为代表,在上覆地层中大量出现。当前组合的大部分分子在华南的摆佐组及其上覆的威宁组、莫斯科盆地的 Prikamsky 层有大量出现。这一腕足动物组合还与 *腕足类*: *Pseudostaffella antiqua* Dutkevich, *P. kanumai* Igo, *P. tikhovovich* Rauser, *P. ovata* Rauser 等共生,说明应属巴什基尔阶下部。

2.5 巴什基尔阶上部至莫斯科阶下部

本期地层在塔西南地区分布广泛,大致相当卡拉乌依组上部,产丰富的腕足类化石,计有: *Choristites jigulensis* Stuckenbergh, *C. planus* Rotai, *C. radiculosus* Ivanov, *C. latiahyulatus* Ivanov, *Brachythyryna longa* Chao, *B. Stranywayi* (Verneuil), *Linoproductus pratteniamiss* Norwood and Pattern, *Dictyoclostus sp.*, *Neospirifer kimsarifer* Ustrisky, *Punctospirifer sp.* 等分子,可称为: *Choristites*-*Neospirifer* 组合。这一组合以 *Choristites* 类群分子最为发育, *Neospirifer*, *Brachythyryna* 次之,长身贝类分子急剧减少,仅存 *Linoproductus*, *Dictyoclostus* 等从下伏腕足动物组合中上延而来的分子,它们的地层分布时限长,通常在石炭系及下二叠统均有分布。其中, *Choristites*, *Lino-productus*, *Dictyoclostus* 等分子在华南威宁组均有

分布。此外,当前组合的绝大部分分子(以 *Choristites* 为代表)在中亚、俄罗斯地台和顿巴斯等地的巴什基尔阶上部至莫斯科阶下部亚阶均有分布。又由于该组合与 *腕足类* *Profusulinella prolibrovichi* Rauser, *P. cybaea* Levontovich, *P. postaljutovica* Safonova 等,非 *腕足类* 有孔虫: *Bradyina*-*Plectogyra*-*Globivalvulina* 组合带,牙形类: *Idiognathodus delicatus*-*Neognathodus bassleri*-*Idiognathoides corrugata* 组合带及珊瑚: *Carinokninkophyllum*, *Ivanovia*, *Eokoninckocarina* 等共生,说明应归为巴什基尔阶上部至莫斯科阶上部亚阶,其所在地层相当俄罗斯地台的 Melesky 层和 Vereisky 层。

就腕足动物群面貌而言,当前组合实际上相当乌斯特利茨基(1960)所描述的 $C^{2m}+C^3$ 岩系的腕足动物群。乌斯特利茨基认为含有该动物群 $C^{2m}+C^3$ 岩系相当莫斯科阶下部亚阶,大致与俄罗斯地台的波多尔斯克(Podolsky)和米齐柯夫斯克(Miachkovsky)层对比,并认为塔西南地区缺失整个巴什基尔阶和莫斯科阶下部。据我们野外实地考察,在这一腕足动物组合所在的地层中并没有发现任何 *腕足类* *Triticites* 带的分子,却发现大量诸如: *Profusulinella prolibrovichi* Rauser 等属于 *Profusulinella* 带的分子(朱自力面告),说明应属巴什基尔阶上部至莫斯科阶下部亚阶,而不应属莫斯科阶上部亚阶。塔西南地区并不缺失巴什基尔阶上部至莫斯科阶下部亚阶的沉积。此外,乌斯特利茨基(1960)对 $C^{2m}+C^3$ 岩系的定义是模糊不清的,一方面,他指出:“ $C^{2m}+C^3$ 岩系之顶界明显地应划在俄罗斯地台的卡西莫夫阶和格泽里阶之间的某处”,另一方面,他又指出:“阿尔图什雷克岩系下部是指 C^{2m} 岩系顶部和 *Pseudoschwagerina* 层之间的地层”,即相当于俄罗斯地台的卡西莫夫阶和格泽里阶。因此,上述两个岩系是交叉的,其中有部分地层是重复的。本文认为乌斯特利茨基(1960)所指的 $C^{2m}+C^3$ 岩系实际上包括了部分卡拉乌依组上部、阿孜干组及塔哈奇组底部。

2.6 莫斯科阶上部亚阶

本亚阶主要以出现牙形类 *Streptognathodus parvus*-*S. suberectus* 组合和 *腕足类* *Fusulina*-*Fusulinella* 组合带为特征。在塔西南地区,这一时期的沉积即阿孜干组,从对该地区 5 条露头剖面的实地考察来看,腕足动物并不发育,仅零星分布一些如: *Choristites latiahyulatus* Ivanov, *C. sp.*, *Nothyris sp.*, *Linoproductus cora* (d'Orbigny), *Cancrinella sp.*, *Antiquatonia sp.* 等。它们基本上由下

伏地层上延而来。其中, *Choristites* 类群的数量大为减少, 而新兴的 *Notothyris*, *Cancrinella* 等分子通常分布时限较长, 在上石炭统至二叠系均有分布。因此, 这一时期腕足动物的组合特征不很明显, 还有待进一步工作。

2.7 卡拉莫西夫阶至格泽里阶

本期沉积主要包括塔哈奇组下部, 以䄠类 *Triticites* 带的分子大量出现为特征。据我们的野外调查, 塔西南棋盘河以西地区含 *Triticites* 带的地层中保存的腕足类化石相当贫乏, 除发现少量的 *Phricodothyris asiatica* (Chao) 外, 几乎没有其它分子出现。不过, 在塔西南东部的克孜里奇曼剖面上保存了丰富的腕足类化石(赵治信等, 1984), 主要包括如下属种: *Teguliferina irregularis* Wang, *Antiquatonia* sp., *Choristites volgensis* Stuckenberga, *C. aljutovens* Ustrisky, *Phricodothyris asiatica* (Chao), *Notothyris* sp., *Enteleles keyseri* (Waa-gen), *E.* sp., *Linoproductus cora* (d'Orbigny), *Punctospirifer* sp., *Meekella uralica* (Tschernyschew), *Pugnax* sp., *Crurithyris magna* (Ustrisky), *Orthotetina curvata* Ustrisky, *Orthotetes regaris* Wang 等, 可称为: *Enteleles keyseri*-*Meekella uralica* 组合。其中, *Antiquatonia*, *Choristites*, *Phricodothyris*, *Notothyris*, *Linoproductus*, *Punctospirifer*, *Orthotetes* 等分子是从下伏组合中上延而来。而 *Meekella*, *Crurithyris*, *Orthotetina*, *Enteleles* 等为新兴分子。此外, 该组合中的大部分分子如: *Enteleles*, *Meekella*, *Linoproductus*, *Phricodothyris*, *Teguliferina*, *Notothyris* 等在乌拉尔地区、哈萨克斯坦、南费尔干纳地区的阿舍尔阶中大量出现(Stepanov, 1951), 它们在南天山柯坪地区的 *Pseudoschwagerina* 带地层中也有发现(詹立培、吴绍祖, 1987)。而 *Orthotetina curvata* Ustrisky, *Crurithyris magna* (Ustrisky) 等在上覆地层的腕足动物组合中大量出现。

当前组合与牙形类 *Streptognathodus elegantulus*-*S. oppletus* 组合共生, 大致相当于乌斯特利茨基(1960)描述的阿尔图什雷克岩系下部的动物群, 该岩系下部大致相当于本文的塔哈奇组下部。

2.8 阿舍尔阶至萨克玛尔阶

主要包括塔哈奇组含 *Triticites* 带之上的地层, 以䄠类 *Sphaeroschwagerina* 带的分子出现为特征。这一时期的沉积, 全区较为一致, 主要以浅灰色厚层亮晶生屑灰岩沉积为特征, 含丰富的䄠类化石, 腕足

类化石却极其贫乏, 仅见零星分布的 *Phricodothyris asiatica* (Chao), *Orthotetina* sp. 等分子。同时, 出现牙形类: *Streptognathodus gracilis*-*Lateralonchodina simplex* 组合。乌斯特利茨基(1960)描述的阿尔图什雷克岩系上部(*Pseudoschwagerina* 层)应属本期沉积, 他描述的该动物群大多数分子应产自上覆地层, 出现于上覆腕足动物组合之中。阿尔图什雷克岩系大致相当于本文的塔哈奇组, 为跨纪沉积。

2.9 阿丁斯克阶

本期沉积即克孜里其曼组, 产牙形类: *Neostreptognathodus pequopensis*-*Sweetognathodus whitei*-*Lonchodina festina* 组合带(赵治信等, 1984), 该组的下部产䄠类: *Eoparafusulina constans* Han and Zhao, *Staffella moellerana* Thompson, *S.* sp., *Nankinella* sp. 等属 *Eoparafusulina* 带的分子(朱自力面告)。这一时期的沉积中产丰富的腕足类化石, 据其在地层中的分布规律大致可分上、下两个腕足动物组合。

2.9.1 下部腕足动物组合

主要产自克孜里其曼组的下部, 包括: *Tenuichonetes tenuilirata* (Chao), *Lisschonetes* sp., *Chaoiella tenuireticulatus* (Ustrisky), *Juresania nebrascensis* (Owen), *Choristites* sp., *Antiquatonia* sp., *Spinomarginifera huangi* (Chao), *Muirwoodia mammata* (Keyserling), *Hystriculina texana* Muir-Wood and Cooper, *Reticulatia huecoensis* (King), *Martinia* sp., *Linoproductus* sp. 等, 其中, 大个体的长身贝超科的分子 *Chaoiella*, *Juresania*, *Reticulatia* 等尤为丰富, 本文称之为 *Chaoiella tenuireticulatus*-*Juresania nebrascensis* 组合。组合中 *Tenuichonetes*, *Lisschonetes*, *Spinomarginifera*, *Hystriculina* 等分子为首次出现, 占属总数的 40%。另外一些分子 *Antiquatonia*, *Martinia*, *Choristites* 等的地层时代分布较长, 自石炭系开始出现, 一直延续至下二叠统, 甚至有些分子可以在上二叠统中出现。 *Lisschonetes*, *Juresania*, *Chaoiella* 等则见于乌拉尔、巴基斯坦的阿丁斯克阶。

由于当前组合与䄠类 *Eoparafusulina* 带共生, 此后本区再也没有䄠类化石出现, 也就是说, 这一腕足动物组合与塔西南地区石炭、二叠系最高层位的䄠类化石带共生。此外, 本组合也与牙形类: *Neostreptognathodus pequopensis*-*Sweetognathodus whitei*-*Lonchodina festina* 组合带(赵治信等, 1984)

共生,因此,应属阿丁斯克阶无疑。值得指出的是:*Chaoella tenuireticulatus* (Ustrisky) (= *Dictyoclostus tenuireticulatus* Ustrisky) 是当前组合的重要分子,产自克孜里其曼组,即乌斯特利茨基(1960)的 P_1^{+a} 岩系,而不是产自阿尔图什雷克岩系下部。

2.9.2 上部腕足动物组合

见于克孜里其曼组上部,主要包括如下属种:*Orthotetina curata* Ustrisky, *O. ovalis* Ustrisky, *Derbyia suni* Ustrisky, *Anidanthus sinosus* Huang, *Crurithyris magna* (Ustrisky), *Urushtenia pseudomedusa* King, *Athyris postambigua* Ustrisky, *Alexenia latiplicata* Ustrisky, *Marginifera typica* Chao, *Liosotella cylindrica* (Ustrisky), *Linoproductus cora* (d'Orbigny), *Hustedia* cf. *pseudocardium* Ustrisky, *Spinomarginifera huangi* (Chao), *Martinia nucula* (Rothpletz), *Reticulatia huecoensis* (King), *Cancrinella pseudotruncata* Ustrisky, *Liraplecta paojiangensis* Chen, *Waagenoconcha pardoni* (Davidson), *Juresania nebrascensis* (Owen), *L. aspera* (Wang), *Kochiproductus victorioensis* (R E King) 等,可称为:*Orthotetina curata*-*Liraplecta paojiangensis* 组合。其中,以 *Orthotetina curata*, *Liraplecta aspera*, *Crurithyris magna*, *Spinomarginifera huangi*, *Liosotella* 等分子的数量最多。*Liraplecta*, *Juresania*, *Waagenconcha* 等仅分布于当前组合的上部地层, *Orthotetina*, *Derbyia*, *Spinomarginifera*, *Liosotella*, *Anidanthus*, *Marginifera*, *Urushtenia*, *Athyris*, *Alexenia*, *Hustedia* 等只出现于当前组合的下部地层,而 *Crurithyris magna* 则在整个组合中都有分布,且通常以密集成层的形式产出。

当前组合中有 11 属 13 种为首次出现,占该组合整个属总数的 60%,种总数的 70%。它们主要为如下分子:*Waagenoconcha*, *Kochiproductus*, *Liosotella*, *Anidanthus*, *Athyris*, *Urushtenia*, *Alexenia*, *Derbyia*, *Hustedia* 等,这些分子大多数可继续上延至二叠系更高层位的腕足动物组合之中。而另外的一些分子,如 *Crurithyris magna*, *Spinomarginifera huangi*, *Orthotetina curata*, *Linoproductus cora* 等从下伏地层的腕足组合中上延而来,在当前组合中大量出现。在这一组合中, *Liosotella* 也出现于上覆的棋盘组中,青海杂多及天峻等地的下二叠统(金玉藻等,1979),西藏革吉县财那哈组下部(栖霞阶下部)(孙东立,1991)及华南的

梁山期沉积中(金玉藻等,1985)。此属的模式种 *L. rugosa* Cooper 产自北美,出现于 Cathedral Mountain 组、Road Canyon 组(Artinskina 阶),也可上延至 Guadalupian 阶或更高层位,但其数量大大减少。此外,该属和 *Kochiproductus* 一道在乌拉尔、中亚、南费尔干纳等地的阿舍尔阶至阿丁斯克阶也有分布。*Urushtenia* 广泛分布于华南小江边组、孤峰组下部等层位,同时分布于乌拉尔、达瓦兹、顿涅茨盆地的萨克玛尔阶,泰国南部 Khao Tok Nam 和 Komuk 东北的 Artinskian 阶,但此属也分布于欧洲一些地区的上石炭统,还出现于本区的棋盘组之中。

金玉藻、方润森(1985)较系统地描述了华南梁山期的腕足类化石群落,将它们分为:*Orthotichia*-*Liraplecta* 群落、*Liosotella* 群落及先驱群落。其中, *Orthotichia*-*Liraplecta* 群落及 *Liosotella* 群落绝大多数分子均可在当前组合中找到。因此,它们可直接对比,应归为阿丁斯克阶。这一组合实际上包括了乌斯特利茨基(1960)所描述的阿尔图什雷克岩系上部(*Pseudoschwagerina* 层) P_1^{+a} 岩系的腕足动物群。当前腕足动物组合面貌与华南梁山期腕足动物群的关系显然要比它与乌拉尔及西欧等地同期的腕足动物群的关系更为密切。乌斯特利茨基(1960)所描述的 P_1^{+a} 岩系大致相当于克孜里其曼组,为早二叠世阿丁斯克期沉积。

2.10 栖霞阶

本期沉积大致相当于棋盘组,产牙形类:*Neostreptognathodus pequopensis*, *N. sulcaplicatus*, *Sweetognathodus whitei*, *Hindeodella variabilis*, *Anchignathodus minutus* 等。这一时期的沉积中产丰富的腕足类化石,主要包括如下属种:*Ascorina indica* (Waagen), *Elliotella* sp., *Cancrinella villiersi* (d'Orbigny), *C. pseudotruncata* Ustrisky, *Martinia nucula* (Rothpletz), *Urushtenia* sp., *Spinomarginifera kueizhouensis* Huang, *S. huangi* (Chao), *S. pseudosintanensis* (Huang), *Phricodothyris* sp., *Neoplicatifera sintanensis* (Huang), *N. typica* (Chao), *Plicatifera minor* (Schellwien), *Derbyia* sp., *Chaoia reticulata* Ching, *Linoproductus cora* (d'Orbigny), *Liraplecta aspera* (Wang), *Orthotetina curata* Ustrisky, *O. ovalis* Ustrisky, *Liosotella cylindrica* (Ustrisky), *Haydenella* sp., *Crurithyris magna* (Ustrisky), *Notothyris nucleolus* Kutorga, *Chaoella tenuireticulatus* (Ustrisky), *Beecheria minima* Merla,

Teguliferina irregularis Wang, *Athyris pstambigua* Ustrisky, *Kochiproductus victorioensis* (R E King), *Dictyoclostoides kingsiensis* Wang et Ching 等, 可称为: *Ascorina indica*-*Liraplecta aspera* 组合。其中, *Ascorina*, *Cancrinella*, *Plicatifera* 等分子分布于整个棋盘组, *Liraplecta*, *Dictyoclostoides*, *Linoproductus* 等个体较大的分子仅仅分布于棋盘组的上部, 其余的属种则分布于该组的下部。当前组合中有 70% 以上的分子是从下伏腕足动物组合中上延而来的。因此, 当前组合与下伏阿丁斯克阶的腕足动物 *Orthotetina curata*-*Liraplecta aspera* 组合的关系密切。不过, 当前组合中也出现一些新兴分子, 如 *Ascorina*, *Neoplicatifera*, *Haydenella*, *Elliotella* 等。其中, *Ascorina indica* 广泛分布于华南的栖霞组和小江边组, 在巴基斯坦、泰国南部的 Baigendzhinian 阶也有发现。*Neoplicatifera* 则始见于华南的栖霞组, 大量出现于茅口组之中。*Elliotella* 见于北美的 Guadalupian 阶。

当前组合相当乌斯特利茨基(1960)描述的达里约尔和丘磐达里岩系(P^{d+q}) (阿丁斯克阶下部)腕足动物群。金玉等(1978)曾报道华南栖霞组的腕足类有如下分子: *Orthotichia chekiangensis* (Chao), *O. fushanensis* Liao, *Tyloplecta richthofeni* (Chao), *Monticulifera*, *Dictyoclostoides*, *Chaoia*, *Spirigerella*, *Pygmochonetes*, *Haydenella*, *Urushtenoidea* 等。显然, 这一腕足动物群中大多数分子可从棋盘组腕足动物组合中找到。

当前组合中有许多属种可在华南栖霞组和小江边组的腕足动物群中找到, 因此, 棋盘组的腕足动物群面貌总体上与华南栖霞期腕足动物群可以对比。

当前腕足动物群与南天山柯坪地区巴立克立克组的腕足动物群也有着惊人的相似性, 两者均以 *Liraplecta*, *Spinomarginifera*, *Ascorina indica*, *Liosotella* 等分子的出现为特色, 其它如: *Orthotetina*, *Ambocolia*, *Araxathyris*, *Athyris*, *Dielasma*, *Neoplicatifer* 等均为两地共有的分子。巴立克立克组经廖卓庭等(1990)、詹立培、吴绍祖(1987)对该组的腕足类及朱秀芳、张致民(1987)、郑元泰、林甲兴(1991)对䗴类及非䗴有孔虫的研究, 认为该组为栖霞期沉积, 大致可与华南的栖霞组对比。

与当前腕足动物组合共生的除牙形类外, 还有孢粉植物群。王蕙(1989)、朱怀诚(1996)报道了棋盘组的孢粉化石 *Cordaitina*-*Vestigisporites* (CV) 组合带。应当指出, 与当前腕足动物组合一样, 棋盘组

的牙形类及孢粉化石组合等均与下伏克孜里其曼组生物群关系十分密切。牙形类除 *N. sulscaplicatus* 为该组新出现的外, 其余均是从下伏克孜里其曼组上延而来(赵治信等, 1984)。从孢粉植物群来看, 棋盘组中 CV 组合与下伏克孜里其曼组 *Striolatospora*-*Qipanapollis* (SQ) 组合的关系密切, 它们的差异主要在于 SQ 组合中孢子含量较高, 类型丰富, 而 CV 组合中孢子含量明显降低。它们之间大同小异, 基本特征一致, 同属早二叠世的孢粉植物群。

综上所述, 棋盘组的腕足动物群归为栖霞阶更为合理。乌斯特利茨基(1960)所描述的达里约尔和丘磐达里岩系大致相当本文的棋盘组。

3 浅析塔西南地区 C/P 系界线附近腕足动物的变化特征

关于石炭-二叠系界线, 目前被大多数地层学者所接受的方案是: 将界线置于阿舍尔阶之底, 即䗴类 *Triticites* 带与 *Sphaeroschwagerina* 带之间 (Jin et al., 1994)。在塔西南地区, 该界线位于塔哈奇组中部的 *Triticites* 带与 *Sphaeroschwagerina* 带之间。从前文论述可知, 塔西南地区卡拉莫夫阶至格泽里阶(即 *Triticites* 带)的腕足动物组合为: *Enteletes keyseri*-*Meekella uralica* 组合, 而 C/P 系界线之上的阿舍尔阶和萨克玛尔阶的腕足动物极不发育。这为研究该地区 C/P 系界线附近腕足动物的变化特征带来困难。其实, 由于 C/P 系界线附近通常为纯净灰岩相沉积, 其古环境有利于䗴类动物生活, 却不利于腕足动物的生存, 造成 C/P 系界线附近腕足动物极其贫乏的现象, 这非塔西南地区所特有, 华南广西宜山、隆林地区的 C/P 系界线附近地层中的腕足动物也是如此。

值得庆幸的是, 在本区 *Triticites* 带所在的地层中保存了丰富的腕足类化石, 其中, 大约 65% 的属种是从下伏地层中上延而来的, 约 35% 的属种为新兴分子, 并且, 一半以上的分子可继续上延至二叠系阿舍尔阶或更高层位。

此外, 在与本区相邻的南天山柯坪地区, 詹立培、吴绍祖(1987)将木兹杜克区的扎尔加克组腕足类分成 4 个重要组合: *Linoproductus*-*Chaoiella* 组合、*Schizophoria*-*Brachythyridina* 组合、*Neospirifer*-*Enteletes* 组合及 *Eliva*-*Enteletes* 组合。其中, *Linoproductus*-*Chaoiella* 组合相当 *Triticites* 带和 *Pseu-*

doschwagerina 带中的 *Pseudoschwagerina* 亚带, 其属种单调, 仅 3 属 5 种, 而属种较为丰富的腕足动物组合则出现于萨克玛尔阶的 *Pseudofusulina robusta*-*Robustoschwagerina* 亚带所在的层位, 被称为: *Schizophoria*-*Brachythyridina* 组合。不过, 该组合带分子 *Schizophoria*, *Brachythyridina* 本身也可出现于下石炭统中, 组合中保存了许多从石炭系较低层位上延而来的分子, 并没有出现腕足动物的重大变革。

虽然塔西南地区 C/P 系界线之上阿舍尔阶和萨克玛尔阶的腕足动物不发育, 但阿丁斯克阶的腕足动物却非常丰富。克孜里其曼组丰富的腕足类化石, 可建立两个组合带: *Chaoiella tenuireticulatus*-*Juresania nebrascensis* (C-J) 组合及 *Orthotetina curata*-*Liraplecta paojiangensis* (O-L) 组合。其中, C-J 组合产自阿丁斯克阶下部, 有大约 40% 属种为新兴分子, 60% 的分子是从下伏石炭系腕足动物组合中上延而来的, 说明当前组合与石炭纪动物群的关系仍较为密切, 具石炭、二叠纪过渡色彩。而腕足动物的重大变革则出现于克孜里其曼组的上、下腕足动物组合之间, 即本文的 O-L 组合与 C-J 组合之间。其中, O-L 组合中有 11 属 13 种为新兴分子, 大约占属总数的 60% 和种总数的 70%, 其中, 70% 以上的分子可继续在上覆棋盘组中出现, 说明当前组合与下伏地层中的腕足动物群的关系远没有它与上覆棋盘组的腕足动物群的关系密切。不过, 在当前的腕足动物组合中新出现的类群中有些分子在乌拉尔、中亚及其它地区可以出现于阿舍尔阶或萨克玛尔阶之中。

应当指出, 本文的 *Orthotetina curata*-*Liraplecta aspera* 组合实际包括了乌斯特利茨基 (1960) 的阿尔图什雷克岩系上部 (*Pseudoschwagerina* 层) 及 Pi^{1a} 岩系动物群。因而, 乌斯特利茨基 (1960, 97 页) 得出: “昆仑山 *Schwagerina* 层或更准确地说 *Pseudoschwagerina* 层中的腕足类与二叠纪较高层位中的腕足类有着密切联系, 然而与下伏晚石炭世沉积几乎没有共同的种类” 的结论就不足为奇了。然而, O-L 组合却产自 *Pseudoschwagerina* 带之上的地层之中, 与腕足类 *Eoparafusulinella* 带共生, 为阿丁斯克期的腕足动物群。因此, 就腕足类而言, 乌斯特利茨基 (1960, 96 页) 得出的: “石炭和二叠纪界线上的腕足类化石变化与低层位或高层位相比, 则特别显著, 这就证实了界线划在这一层位上即 *Pseudoschwagerina* 带的底部是正确的” 的结论是值得商

榷的。诚然, C/P 系界线置于 *Pseudoschwagerina* 带之底可以被人接受, 但是, 至少在塔西南地区, 这一界线上、下的腕足动物并没有发生非常明显的变化, 更明显的变化发生在阿丁斯克期中期 (或晚期), 相当于华南梁山期与前梁山期之间。其实, 廖卓庭 (1979) 早就指出了这一问题, 他研究了贵州西部 C/P 系界线附近地层中的腕足类化石后, 认为乌斯特利茨基上述的结论过于武断, *Triticites* 带与 *Pseudoschwagerina* 带之间的腕足动物并没有发生像乌斯特利茨基 (1960) 所说的极其重要的变化, 并认为这一时期腕足动物群的重大变革出现在 *Pseudoschwagerina* 带之上, 即发生于栖霞期与前栖霞期之间 (腕足动物 *Dictyoclostus uralicus*-*Neochonetes puanensis* 组合与 *Orthotichia chekiangensis*-*Tyloplecta richthofeni* 组合之间)。

综上所述, C/P 系界线上、下腕足动物群并没有发生重大变革, 腕足动物较明显的变化发生于阿丁斯克期中期 (或晚期), 相当于华南梁山期与前梁山期之间。

4 结 论

1. 塔里木盆地西南缘石炭、二叠系共发育 10 个腕足动物组合。其中, 杜内阶 1 个, 维宪阶 2 个, 谢尔普霍夫阶 1 个, 巴什基尔阶至莫斯科阶下亚阶 2 个, 卡拉莫夫阶至格泽里阶 1 个, 阿丁斯克阶 2 个, 栖霞阶 1 个。莫斯科阶上亚阶及阿舍尔阶至萨克玛尔阶腕足动物不发育 (表 I)。

2. 乌斯特利茨基 (1960) 描述的克里塔克岩系大致相当本文的克里塔克组及和什拉甫组, 其时代为晚泥盆世法门晚期至早石炭世谢尔普霍夫早期; $C^{2m}+C^3$ 岩系大致相当本文的卡拉乌依组、阿孜干组及塔哈奇组底部, 其时代为晚石炭世巴什基尔期至莫斯科期; 阿尔图什雷克岩系大致相当本文的塔哈奇组, 其时代为晚石炭世卡拉莫夫期至早二叠世萨克玛尔期; Pi^{1a} 岩系大致相当本文的克孜里其曼组, 其时代为早二叠世阿丁斯克期; 达里约和丘磐达里岩系大致相当本文的棋盘组, 其时代为中二叠世栖霞期 (表 I)。

3. C/P 系界线附近地层中腕足动物的变化并不明显, 该时期腕足动物的重要变革发生于阿丁斯克期中期 (或晚期), 相当于华南梁山期与前梁山期之间。

表 I 塔里木盆地西南缘石炭、二叠系腕足动物组合序列与其它生物化石带对比表
Correlation of the Carboniferous—Permian brachiopod assemblages and other biozones from
the southwestern margin of the Tarim Basin

本文	乌氏(1960)	腕足动物组合	䄂带	牙形化石带	标准阶
棋盘组	达里约尔和丘磐达里岩系	<i>Ascorina-Liraplecta</i>		<i>P. pequopensis</i> - <i>S. whitei</i> <i>-L. festiva</i>	栖霞阶
克孜里其曼组	P ₁ ^{1a} 岩系	<i>Orthotetina-Liraplecta</i> <i>Chaoiella-Juresania</i>	<i>Eoparafusulina</i>		阿丁斯克阶
塔哈奇组	阿尔图什雷克岩系上部		<i>Pseudoschwagerina</i>	<i>S. gracilis</i> - <i>L. simplex</i>	萨克玛尔阶 阿舍尔阶
	阿尔图什雷克岩系下部	<i>Meekella-Enteletes</i>	<i>Triticites</i>	<i>S. elegantulus</i> - <i>S. oppletus</i>	格泽里卡拉莫夫阶
阿孜干组	C ^{2m} +C ³		<i>Fusulina-Fusulinella</i>	<i>S. parvus</i> - <i>S. suberectus</i>	莫斯科阶
卡拉乌依组		<i>Choristites-Neospirifer</i> <i>Productus-Choristites</i>	<i>Profusulinella</i> <i>Pseudostaffella</i>	<i>I. delicatus</i> - <i>N. bassleri</i> <i>-I. corrugata</i>	巴什基尔阶
和什拉甫组	克里塔克岩系	<i>Gigantoproductus-Striatifera</i>	<i>Eostaffella mosquensis</i>	<i>G. bilineatus</i> - <i>G. homopunctatus</i>	谢尔普霍夫阶
		<i>Vitiliproductus-Pugilis</i> <i>Marginiatia-Rugosochonetes</i>			维宪阶
克里塔克组		<i>Martiniellachinglungensis</i>			杜内阶
		<i>Cyrtospirifer-Tenticospirifer</i>			法门阶

参考文献

王 蕙,1989.塔里木盆地棋盘-杜瓦地区早二叠世孢粉植物群及生态环境.古生物学报,28(3):402—414.

王增吉等,1982.中国石炭系,中国地层概论.北京:地质出版社.

史晓颖,1988.湖南中部早石炭世腕足动物组合及几个问题讨论.现代地质,2(3):342—354.

乌斯特利茨基 В И,1958.苏联石炭二叠纪的动物地理区,古生物学报,6(4):337—347.

乌斯特利茨基 В И,1959.中国西部石炭、二叠纪腕足类主要化石组合.古生物学报,7(3):243—250.

乌斯特利茨基 В И等,1960.昆仑山西部石炭、二叠纪地层及其动物群.地质部地质研究所专刊,乙种,地层学古生物学,5(1).

孙东立,1991.西藏革吉县二叠纪萨克玛尔(Sakmarian)阿丁斯克(Artinskian)期腕足动物群及其生物地理区系意义.在:孙东立等,西藏日土地区二叠纪、侏罗纪、白垩纪地层及古生物.南京:南京大学出版社.215—275.

朱怀诚,1997.塔里木盆地二叠系孢粉组合及生物地层学.古生物学

报,36(增刊):38—64.

朱秀芳,张致民,1987.䄂类.见:新疆地质矿产局地质矿产研究所.中国地质科学院地质研究所著,新疆柯坪地区石炭系、二叠系及其生物群.北京:海洋出版社.126—190.

吴望始,张遵信,金玉䄂,1974.贵州西部的石炭系.中国科学院南京地质古生物所集刊,6:72—87.

李 莉等,1987.广西隆林地区晚石炭—早二叠世腕足类及其界线,中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊,(11):187—266.

李星学、姚兆奇等,1974.甘肃靖远石炭纪生物地层.中国科学院南京地质古生物研究所集刊,6:99—117.

陈中强,1995.塔里木盆地西南缘达木斯剖面晚泥盆世 *Cyrtospirifer* 动物群的发现.古生物学报,34(4):495—504.

杨式溥,1964.黔东南下石炭统杜内阶之腕足类.古生物学报,12(1):82—110.

杨式溥,1978.贵州下石炭统腕足动物及地层意义,地层古生物文集,第五辑.北京:地质出版社.78—142.

杨式溥,1980.中国丰宁统(下石炭统)腕足动物的地层和地理分布.地质论评,26(6):472—478.

杨逢清,1985.贵州西部下、中石炭统及菊石动物群,地层古生物文集,第五辑.北京:地质出版社.143—199.

- 杨遵仪, 1948. 新疆东北部石钱滩石滩建造石炭二叠纪的腕足类, 清华大学学报, 丙种, **1**(3): 196—214.
- 杨遵仪等, 1962. 祁连山区石炭纪、二叠纪和三叠纪腕足类动物群. 祁连山地质志, **4**(4): 1—126.
- 张守信, 金玉璩, 1976. 珠穆朗玛峰地区古生界腕足动物化石, 珠穆朗玛峰地区科学考察报告(1966—1968), 古生物, 第二分册. 北京: 科学出版社. 159—242.
- 郑元泰, 林甲兴, 1991. 有孔虫. 见: 新疆石油管理局南疆石油勘探公司著, 塔里木盆地震旦纪至二叠纪地层古生物(Ⅱ). 柯坪-巴楚地区分册. 北京: 石油出版社. 158—190.
- 金玉璩, 1961. 下扬子区金陵组腕足类化石新资料. 古生物学报, **9**(3): 272—290.
- 金玉璩, 1963. 我国下二叠统的乌鲁希腾贝(*Urushtenia* Licharew, 1975). 古生物学报, **11**(1): 1—32.
- 金玉璩, 方润森, 1985. 云南陆良下二叠统矿山组的腕足动物化石兼论梁山期古地理特征. 古生物学报, **24**(2): 216—228.
- 金玉璩, 孙东立, 1981. 西藏古生代腕足动物群, 西藏古生物, 第三分册. 北京: 科学出版社. 127—176.
- 金玉璩, 胡世忠, 1978. 安徽南部及宁镇山脉孤峰组的腕足化石. 古生物学报, **17**(2): 101—128.
- 赵亚曾, 1927. 栖霞灰岩之腕足化石, 中国地质学会志, **6**(3—4): 83—120.
- 赵治信, 韩建修, 王增吉, 1984. 塔里木盆地西南缘石炭纪地层及其古生物群. 北京: 地质出版社. 1—45.
- 周志毅, 陈丕基, 1992. 塔里木生物地层和地质演化. 北京: 科学出版社. 226—250.
- 胡世忠, 1983. 赣南小江边灰岩的腕足类及其时代的讨论. 古生物学报, **22**(3): 338—346.
- 侯鸿飞, 1965. 湘中界岭早石炭世孟公坳组腕足类化石兼论石炭系下界. 地质部地质科学研究所论文集, 乙种, **1**: 111—159.
- 湖南省地质矿产局区域地质调查队, 1987. 湖南晚泥盆世和早石炭世地质及古生物群. 北京: 地质出版社. 35—64.
- 葛利普, 1936. 广西及贵州下二叠纪马平灰岩中之动物群, 中国古生物志, 乙种, (4): 1—69.
- 新疆地质矿产局地质矿产研究所, 中国地质科学院地质研究所, 1987. 新疆柯坪地区石炭、二叠系及其动物群. 北京: 海洋出版社. 40—42; 48—50, 200—231.
- 新疆维吾尔自治区区域地层表编写组编著, 1981. 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.
- 新疆地质矿产局地质矿产研究所, 新疆地质矿产局第一区调查大队著, 1991. 新疆古生界, 新疆地层总结之二(下). 乌鲁木齐: 新疆人民出版社.
- 詹立培, 吴绍祖, 1987. 腕足类. 见: 新疆地质矿产局地质矿产研究所、中国地质科学院地质研究所著, 新疆柯坪地区石炭系、二叠系及其生物群. 北京: 海洋出版社. 200—231.
- 谭正修, 1986. 湘中早石炭世刘家塘组的腕足类化石. 古生物学报, **25**(4): 426—444.
- 廖卓庭, 1979. 贵州西部晚石炭世腕足动物. 古生物学报, **18**(6): 527—544.
- 廖卓庭, 王玉净, 王克良, 1990. (7). 石炭系. 见: 周志毅、陈丕基(主编). 塔里木生物地层和地质演化. 北京: 科学出版社. 192—225.
- Brunton C H C, 1968. Silicified brachiopods from the Visean of county fermanagh(Ⅱ). Bulletin of the British Museum(Natural History) Geology. London, **16**(1): 1—70.
- Campbell K S W, 1957. A lower Carboniferous brachiopod, coral fauna from New South Wales. J. Palaeont., **31**(1): 34—98.
- Carter J L, 1987. Lower Carboniferous brachiopods from the Banff Formation of Western Alberta. Geological Survey of Canada Bulletin, **378**: 1—183.
- Carter J L, 1988. Early Mississippian brachiopods from the Glen Park Formation of Illinois and Missouri. Bull. of Carnegie Museum of Natural History, (27): 5—82.
- Galitzkaya A Y, 1977. Productids of early Middle Carboniferous from northern Kirghizia. Frunze ILIM. 298p. (In Russian).
- Jin Yu-gan, Glenister B F, Kotlyar G V, Sheng Jin-zhang, 1994. An operational scheme of Permian chronostratigraphy. In: Jin Yugan, Utting J and Wardlaw B R eds., Permian Stratigraphy, Environments and Resources Vol. 1. Palaeontology and Stratigraphy, Palaeoworld No. 4, Nanjing University Press, Nanjing. 1—13.
- Nalivkin D V, 1979. Tournaisian brachiopods from Ural region. 238p. (In Russian).
- Sarycheva T G, Sokolskaya A N, Veznosova G A, Maksimova S V, 1963. Carboniferous brachiopods and palaeogeography of Kuznetsk basin. Trudy Paleontologicheskogo Instituta, Akademiya Nauk SSSR, **95**: 1—547. (In Russian).
- Sheng Jin-zhang, Jin Yu-gan, 1994. Correlation of Permian deposits in China. In: Jin Yugan, Utting J and Wardlaw B R eds., Permian stratigraphy, Environments and Resources, Vol. 1. Palaeontology and Stratigraphy, Palaeoworld No. 4 Nanjiang University Press, Nanjing. 14—114.
- Muir-Wood H M, 1928. The British Carboniferous producti Ⅱ, *Productus* (sensu stricto) *semirecticulatus* and *longispinus* groups. Geol. Surv. Great Britain(Palaeont.) Mem. 3, pt. 1: 1—217.
- Muir-Wood H M, Cooper G A, 1960. Morphology, Classification and life habits of the productoidea(Brachiopoda). The Geological Society of America, Memoir 81. 447p.
- Muir-Wood H M, 1962. On the morphology and classification of the brachiopod suborder Chonetioidea. Brit. Mus. Nat. Hist. Mon. 1—132.
- Roberts J, 1976. Carboniferous Chonetacea and Productacean brachiopods from eastern Australia. Palaeontology, **19**(1): 17—77.
- Wagner R H, Higgins A C *et al.* (ed.), 1979. The Carboniferous of the U.S.S.R. Yorks. Geol. Soc. Occasional Publication, (4).
- Waterhouse J R, 1976. World correlations for Permian marine fauna. Papers, Dept. of Geol., University of Queensland, **7**(2): 119—232.
- Waterhouse J R, Carter B G, 1975. Global distribution and character of Permian biomes based on brachiopod assemblages. Can. Jour. Earth Sci., **12**(7): 1085—1146.

THE CARBONIFEROUS AND PERMIAN BRACHIOPOD ASSEMBLAGE SEQUENCES FROM THE SOUTHWESTERN MARGIN OF THE TARIM BASIN, XINJIANG, NW CHINA

CHEN Zhong-Qiang

(School of Ecology and Environment, Deakin University, Rusden Campus, 662 Blackburn Rd., Clayton, Vic 3168, Australia)

SUN Dong-Li

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Key words: Carboniferous-Permian, brachiopod assemblage sequences, southwestern margin of the Tarim Basin

Summary

Marine Carboniferous-Permian strata are widely distributed on the southwestern margin of the Tarim Basin. Those rocks are well exposed in simpler structures and bear rich and varied fossils including fusulinids, foraminifers, conodonts, corals and brachiopods etc. In recent years, thousands of brachiopod fossils were collected from the Damusi and Qipan sections of the Yecheng county, and the Keziliqiman, Tahaqi and Duwa sections of the Pishan county (Text-fig. 1). Those brachiopods are assigned roughly to 10 brachiopod assemblages. The correlation of brachiopod assemblages and other biozones of the researched areas is shown in table I (in Chinese). The marine Carboniferous-Permian may be divided into 7 formations as follows:

The Lower Carboniferous Series contains the Kelitag Formation below and the Heshilafu Formation above. The Upper Carboniferous Series comprises the Kalawuyi, Azigan and Tahaqi formations in ascending order. The marine Permian is divided into the Kziliqiman Formation below and the Qipan Formation above. The rocks of those formations spread over the studied areas. The brachiopod assemblages and ages of the above mentioned formations are introduced in ascending order as follows:

The Kelitag Formation, distributed mainly in the Shache district, overlies conformably the Tiznap Formation of Upper Devonian. The brachiopod *Cyrtospirifer-Tenticospirifer* assemblage, assigned to the Famennian (Late Devonian) in age, is yielded at the basal part of this formation, and the *Martiniella chinglungensis* assemblage, thought as the Late Tournaisian (Early Carboniferous) in age, is recorded at its upper part. This assemblage

is considered as the representative of the Tournaisian deposits of this area in this paper. The Heshilafu Formation contains three brachiopod assemblages in ascending order as follows: *Marginatia voughai-Rugosochonetes hardrensis* ass., *Pugilis hunanensis-Vitiliproductus dewuensis* ass. and *Gigantoproductus edelburgensis-Stratifera stratifer* ass. The first two assemblages are referred to the Visean (Lower Carboniferous), and the third assemblage is considered as the Serpukhovian (equivalent to Early Namurian) in age. The Kalawuyi Formation includes the *Productus productus-Choristites gobicus* assemblage below and *Choristites-Neospirifer* assemblage above. The lower assemblage, associating with *Pseudostaffella* zone, is assigned to the Lower Bashkirian, and the upper assemblage, intergrowing with *Profusulinella* zone, is attributed to the Upper Bashkirian and the lower Substage of Moscovian. The Azgan Formation, marked by the *Fusulina-Fusulinella* zone, contains few brachiopods, and its characters of brachiopod assemblage are vague. The Tahaqi Formation is divided into two parts; the lower part, characterized by the *Triticites* zone, records the brachiopod *Meekella-Enteletes* assemblage, which is referred to the Kasimovian and Gzhelian in age; the upper part, containing *Pseudoschwagerina* zone assigned to Asselian and Sakmarian, yields few brachiopods. But no brachiopod assemblage can be established clearly. The Keziliqiman Formation yields the *Chaoiella tenuireticulatus-Juresania nebrascensis* assemblage below and *Orthotetina curata-Liraplecta paojiangensis* assemblage above. The lower assemblage, intergrowing with the topmost fusulinid *Eoparafusulina* zone of the southwestern margin of the Tarim Basin, is considered as Artinskian in age. This assemblage is also associated with conodont *Neostreptognathodus spequopensis-Sweetognathodus*

whitei-*Lonchodina festina* zone. Owing to intergrowing with the same conodonts mentioned above, the upper brachiopod assemblage of the Keziliqiman Formation is also assigned to Artinskian in age. The Qipan Formation, the uppermost marine deposits of Carboniferous-Permian in the researched areas, records abundant brachiopods, which are referred to the *Acosarian indica*-*Liraplecta aspera* assemblage. Based on the brachiopod correlation of the Qipan Formation and that of other areas, this assemblage is considered as the Chihstian of South China in age.

On the basis of the comprehensive analysis of the above brachiopod assemblages, unlike some conclusions of the previous authors, the abrupt change of brachiopod fauna does not occur at the strata near C/P boundary, it appears at the horizon equivalent to the Middle or Upper Artinskian (approximately between *Chaoiella tenuireticulatus*-*Juresania nebrascensis* assemblage below and *Orthis curata*-*Liraplecta aspera* assemblage above of this paper). Only few brachiopods are yielded at the horizon near C/P boundary of the studied areas.