

# 新疆柯坪—巴楚地区志留纪含鱼化石地层序列与加里东运动<sup>①</sup>

赵文金<sup>1)</sup> 王士涛<sup>2)</sup> 王俊卿<sup>1)</sup> 朱敏<sup>1)</sup>

1) 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所脊椎动物进化系统学重点实验室 北京 100044;

2) 中国地质科学院地质研究所 北京 100037

**摘要:** 塔里木盆地西北缘柯坪—巴楚一带发育一套古生代红色岩系, 包括塔塔埃尔塔格组、依木干他乌组和克兹尔塔格组, 其中的生物群以鱼类、腕足类、双壳类和腹足类等为主。重新厘定这套红色岩系各组的定义, 并依据鱼类化石资料, 将其与华南板块扬子区的有关地层进行了对比, 认为其皆为志留纪。现有资料表明, 志留纪期间塔里木板块与华南板块同属一个鱼类古动物地理区系, 即东原特提斯大区的泛华夏盃甲鱼类区系。依据地层格架和鱼群面貌等, 两大板块在志留纪温洛克世之前曾连在一起或靠得很近, 可能组成塔里木—华南联合板块; 晚期加里东运动在两大板块上产生了同样显著的影响, 皆表现为兰多维列世特列奇期之末发生的大规模整体上升。

**关键词:** 生物地层, 古动物地理, 加里东运动, 志留系, 柯坪, 巴楚, 新疆

中图法分类号: P 534.43

文献标识码: A

文章编号: 0253-4959(2009)03-0225-16

新疆柯坪—巴楚地区位于塔里木盆地的西北缘, 志留纪地层由下而上包括柯坪塔格组(中段和上段)、塔塔埃尔塔格组、依木干他乌组和克兹尔塔格组(图1)。近廿年来, 随着油气勘探工作的展开, 该地区生物地层工作取得较大进展。在柯坪塔格组发

现了笔石、腕足类、三叶虫、双壳类、腹足类、苔藓虫、介形类、胞石及疑源类等(张师本等, 1996、2001; 张师本、席与华, 1997; 江大勇等, 2001); 在塔塔埃尔塔格组发现了疑源类、孢子、腕足类、双壳类、腹足类、无颌类(盃甲鱼亚纲)、软骨鱼类(中华棘鱼科)和遗

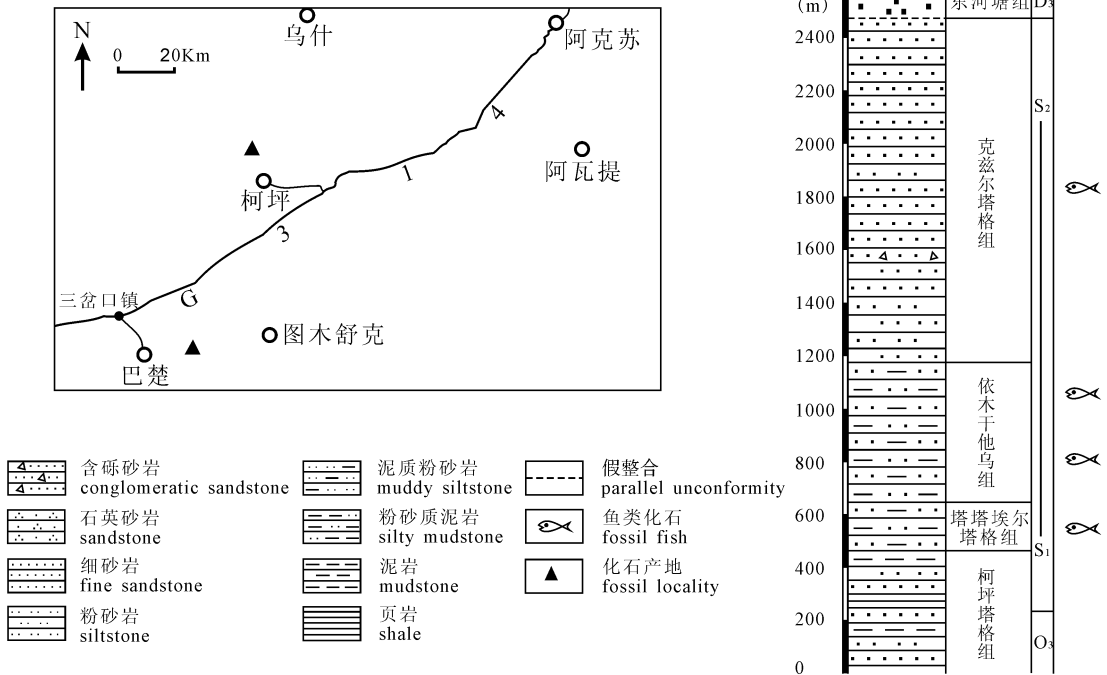


图1 新疆塔里木盆地志留纪鱼类化石产地及地层综合柱状图

Fig. 1 Sketch map of the Silurian synthetic stratigraphic column and fish localities in the Tarim Basin, Xinjiang

<sup>①</sup> 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-yw-156)、国家重点基础研究发展规划项目(No. 2006CB806400)、科技基础性工作专项(No. 2006Fy120300-6)、国家自然科学基金项目(No. 40572021, 40872020)和中石化集团前瞻性和基础性研究项目(No. W2704)联合资助。

文稿接受日期: 2009-01-15; 修改稿收到日期: 2009-04-17。

第一作者简介: 1968年8月生, 男, 辽宁锦州人, 主要从事古脊椎动物学及相关的地层学、古动物学方面的研究。

迹化石等(王朴等, 1988; 王俊卿等, 1996; 张师本、席与华, 1997; Zhu Min, 1998; 张师本等, 2001; 王俊卿等, 2002; 施振生等, 2005; 白忠凯等, 2007); 在依木干他乌组, 主要是下部发现了腕足类、双壳类、腹足类、介形类、胞石、牙形类、无颌类和软骨鱼类等(夏树芳等, 1991; 刘时藩, 1993、1995; 张师本、王成源, 1995; 余汶、席与华, 1995; 王俊卿等, 1996; 张师本、席与华, 1997; 王念忠等, 1998; Zhu Min, 1998; 张师本等, 2001); 在克兹尔塔格组发现了少量的疑源类、孢子、胞石和盾皮鱼类等(耿良玉, 1993; 张师本等, 1996、2001; 卢立伍等, 2007)。这些化石的发现, 加深了我们对该区志留系划分对比与沉积特征的认识, 但仍有一些疑难问题尚待解答, 如志留系-泥盆系界线和克兹尔塔格组的时代等。

1988 年以后, 大量的鱼类化石相继在柯坪—巴楚地区志留系中被发现, 为开展这一地区志留纪鱼类组合序列及地层对比研究提供了重要资料。这些鱼类化石包括无颌类、软骨鱼类和少量的盾皮鱼类等, 与长江中下游地区的志留纪鱼类极为相象, 指示了两个地区在志留纪期间的密切联系。笔者重新厘定了柯坪—巴楚一带的志留纪含鱼地层序列, 并讨论该地区鱼类动物地理区系的形成。在此基础上, 结合沉积序列和古地磁等资料, 进而探讨志留纪期间塔里木板块的古地理位置, 并评述加里东运动在该地区的表现。

## 一、塔里木盆地志留纪含鱼地层的时代与对比

柯坪—巴楚地区的志留系主要为一套浅海—滨海—陆相碎屑沉积, 岩性较单一, 厚度达 2 500m 以上, 颜色以红色为主, 前人常称之为红色岩系(王俊卿等, 1996; 张师本等, 1996)。虽然这套地层已有七十多年的研究历史, 并在若干层位发现一些孢子和无脊椎动物化石, 但由于缺乏能准确确定地层时代的化石资料, 特别是缺乏标准属种, 对这套地层的划分与对比, 长期以来争论不断。笔者通过对志留纪地层开展鱼类生物地层学的研究, 取得了此段地层划分对比工作的一些新认识(表 1)。

### 1 塔塔埃尔塔格组鱼类化石的特征及对比

塔塔埃尔塔格组由 1958 年原地质部十三大队命名的塔得埃尔塔格群演变而来<sup>①</sup>, 命名剖面位于柯坪县西南的塔塔埃尔塔格。柯坪县城西北约 10km 的铁力克瓦铁剖面为典型剖面。该组由薄层至中层灰绿色、灰色、浅灰色夹紫灰色、紫红色粉砂

质泥岩、泥质粉砂岩等组成, 沉积厚度 95—600m, 典型剖面厚 188m。巴楚地区可达 600m, 为潮坪—滨外陆架相。在柯坪铁力克瓦铁村, 该组与下伏的柯坪塔格组、上覆的依木干他乌组均为整合接触。本组化石主要有疑源类、隐孢子四分体微体植物、虫牙(李军等, 1997)、腕足类、双壳类、腹足类、无颌类和软骨鱼类等(张师本等, 1996、2001), 其中大多数化石为兰多维列世特列奇期的分子(李军等, 1997; 张师本等, 1996、2001)。柯坪塔格组中含笔石化石的下部属于奥陶纪, 而其中、上部则属兰多维列世早中期(张师本等, 2001); 依木干他乌组依生物组合面貌可确定为兰多维列世特列奇中期(赵文金, 2005)。因此, 从地层层序看, 塔塔埃尔塔格组应属于兰多维列世特列奇早期的沉积。

在柯坪, 该组产丰富的无颌类化石, 尤以上部含化石较多, 包括盔甲鱼类的 5 个属和中华棘鱼科的 *Sinacanthus* 和 *Neosinacanthus* 等。该组中的鱼类化石计有: 盔甲鱼亚纲 Galeaspidia 修水鱼科 *Xiushuiaspidae* 的潘氏小瘤鱼 *Microphymaspis pani*; 盔甲鱼亚纲 Galeaspidia 大庸鱼科 *Dayongaspididae* 的天山宽头鱼 *Platycaraspis tianshanensis*, 汉阳鱼目 *Hanyangaspidida* 汉阳鱼科 *Hanyangaspididae* 的锅顶山汉阳鱼 *Hanyangaspis guodingshanensis* 和汉阳鱼(未定种) *Hanyangaspis* sp., 柯坪南疆鱼 *Nanjiangaspis kalpinensis*, 张氏南疆鱼 *Nanjiangaspis zhang* 和塔里木柯坪鱼 *Kalpinolepis tarimensis*; 软骨鱼纲 Chondrichthyes 蒙古鱼目 *Mongolepidida* 中华棘鱼科 *Sinacanthidae* 的武昌中华棘鱼 *Sinacanthus wuchangensis*, 中华棘鱼(未定种) *Sinacanthus* sp., 平刺新中华棘鱼 *Neosinacanthus planispinatus* 和新中华棘鱼(未定种) *Neosinacanthus* sp.。过去通常将中华棘鱼科归入棘鱼纲, 近来研究表明中华棘鱼科应归入到软骨鱼纲或属于软骨鱼纲的基干类群(Zhu Min, 1998; Sansom *et al.*, 2000、2005)。

从上述名单可见, 在塔塔埃尔塔格组中, 汉阳鱼科、修水鱼科和大庸鱼科的分子均共生在一起, 并常见软骨鱼类 *Sinacanthus* 和 *Neosinacanthus*, 构成一个分异度较高的鱼类组合。该组合的一些类群在长江中下游同时期(兰多维列世特列奇早期)的地层内也有产出, 如湘西北大庸等地的溶溪组产大庸鱼科的 *Dayongaspis hunanensis*, *Konceraspis grandoculus* 及软骨鱼类 *Sinacanthus* (潘江、曾祥渊,

① 地质部第十三大队三中队, 1958. 柯坪—乌什—吐鲁番一带 1/20 万地质测量与普查工作报告

表 1 新疆柯坪—巴楚地区志留—泥盆系划分沿革表

Tab. 1 Subdivision of the Siluro-Devonian strata in Kalpin and Bachu regions Xinjiang

地层系统		地质部十三大队 1958	张日东等 1959	曾亚参、肖世禄 1979	中国地层 1984 1988	王朴等 1988	周志毅、陈丕基 1990	刘时藩 1995	张师本等 1996	王念忠等 1998	张师本等 2001	本文		
系	统	阶										中段	下段	
泥盆系	上泥盆统	法门阶	沙拉克塔格群	沙拉依姆	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组	麻扎尔塔格组	巴楚组	东河塘组	巴楚组	东河塘组	
		弗拉阶												
	中泥盆统	吉维特阶	依木岗他乌群	塔得埃尔塔格群	塔塔埃尔塔格组	依木干他乌组	依木干他乌组	依木干他乌组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组
		艾菲尔阶												
	下泥盆统	埃姆斯阶	塔得埃尔塔格群	塔得埃尔塔格群	塔塔埃尔塔格组	塔塔埃尔塔格组	依木干他乌组	依木干他乌组	依木干他乌组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组	克兹尔塔格组
		布拉格阶												
		洛霍考夫阶												
	志留系	普里道利统	柯坪塔格岩系	柯坪塔格群	柯坪塔格组	柯坪塔格组	柯坪塔格组	柯坪塔格组	柯坪塔格组	塔塔埃尔塔格组	依木干他乌组	依木干他乌组	依木干他乌组	依木干他乌组
		罗德洛统												
		温洛克统												
卢德福德阶														
高斯特阶														
侯默阶														
申伍德阶														
奥陶系	上奥陶统	柯坪塔格岩系	柯坪塔格群	柯坪塔格组	柯坪塔格组	柯坪塔格组	柯坪塔格组	柯坪塔格组	塔塔埃尔塔格组	依木干他乌组	依木干他乌组	依木干他乌组	依木干他乌组	
	特列奇阶													
	埃隆阶													
	鲁丹阶													

1985; 曾祥渊, 1988; Pan Jiang, 1992)。依据鱼群面貌, 柯坪地区的塔塔埃尔塔格组可与长江中下游地区的下红层溶溪组相对比(表 2)。

2 依木干他乌组鱼类化石的特征及对比

依木干他乌组由原地质部十三大队 1958 年提出的依木岗他乌群演变而来的<sup>①</sup>, 1967 年新疆区测队正式提出建组, 建组剖面位于柯坪县西北的依木干他乌, 柯坪县铁力克瓦铁剖面为典型剖面。

依木干他乌组主要为紫红色泥岩、粉砂岩夹绿色薄层粉砂岩及细砂岩, 中部钙质含量增高, 常夹有绿色钙质砂岩、砂质灰岩, 甚而为鲕状灰岩透镜体或薄层灰岩, 为湖坪—湖相沉积。本组在柯坪塔格、印干山、铁力克瓦铁、巴楚小海子等地均有出露, 厚度

变化较大, 一般为 150—600m, 最大厚度在依木干他乌为 1170m, 典型剖面的厚度为 519m。产牙形类、无颌类、软骨鱼类、双壳类、腹足类、腕足类、介形类和遗迹化石等化石。从已有资料看, 本组与上覆及下伏地层均为整合接触, 其间并无任何沉积间断, 大套的紫红色泥岩、粉砂质泥岩的出现为依木干他乌组的开始。其岩性开始为紫红色泥岩、粉砂岩, 向上砂岩逐渐增多, 上部为灰紫色、紫红色的碎屑岩, 而且碎屑颗粒逐渐变粗。该组中下部常夹有钙质层沉积或鲕状灰岩, 含牙形类。夏树芳等(1991)依据在巴楚北闸库木勒克村依木干他乌组下段发现的牙形类 *Ozarkodina denckmanni* 等认为本组为下泥盆统。张师本、王成源(1995)认为夏树芳等鉴定的 *O. denck-*

① 地质部第十三大队三中队, 1958. 柯坪—乌什—吐鲁番一带 1/20 万地质测量与普查工作报告  
 ?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



*manni* 并不是 *O. denckmanni*, 而是 *O. cf. edithae*, 另外他们所鉴定的 *Ozarkodina* sp. A 标本, 与华南已发现但尚未描述的中埃隆阶至特列奇阶的标本很相似。据此张师本、王成源 (1995) 认为该组应归温洛克统或兰多维列统 (不低于中埃隆阶) 至温洛克统, 但也不排除本组全属兰多维列统的可能。与牙形类同层产出的尚有丰富的鱼类化石, 计有: 盔甲鱼亚纲 Galeaspida 汉阳鱼目 Hanyangaspida 汉阳鱼科 Hanyangaspididae 的锅顶山汉阳鱼 *Hanyangaspis guodingshanensis* 和汉阳鱼 (未定种) *Hanyangaspis* sp.; 多鳃鱼目 Polybranchiaspiformes 的巴楚假都匀鱼 *Pseudoduyumaspis bachuensis*; 软骨鱼纲 Chondrichthyes 蒙古鱼目 Mongolepidida 中华棘鱼科 Sinacanthidae 的武昌中华棘鱼 *Sinacanthus wuchangensis*, 三角中华棘鱼 *Sinacanthus triangulatus*, 巴楚塔里木棘鱼 *Tarimacanthus bachuensis*; 蒙古鱼科 Mongolepididae 多齿新疆鱼 *Xinjiangichthys pluridentatus*, 塔里木新疆鱼 *Xinjiangichthys tarimensis* 和石阡鱼科 Shiqianolepididae 的 Chondrichthyes indet. (王俊卿等, 1996, 图版 II-4, 5)。

需要说明的是中华棘鱼类很可能与蒙古鱼类是同一类, 前者基于鳍棘, 后者基于鳞片。朱敏 (Zhu Min, 1998) 最早指出蒙古鱼类与中华棘鱼类之间的可能联系, 并得到 Sansom 等 (Sansom *et al.*, 2000, 2005) 的支持。无论蒙古鱼类还是中华棘鱼类都隶属原始的软骨鱼类, 或属于软骨鱼类的基干类群 (Zhu Min, 1998; Sansom *et al.*, 2000, 2005)。王俊卿等 (1996) 描述了两枚采自依木干他乌组上段的软骨鱼类鳞片, 最初认为与图瓦盆地罗德洛世晚期—普里道利世的 *Elegestolepis* 比较接近。实际上 *Elegestolepis* 只有单个小齿单元 (odontode), 而王俊卿等 (1996) 所描述的鳞片, 更像 Sansom 等所描述的石阡鱼 (Sansom *et al.*, 2000), 石阡鱼的鳞片为小齿单元复合体。因此本文将其归入石阡鱼科。

上述鱼类在华南兰多维列世晚期的地层中均有报道。汉阳鱼类与中华棘鱼类在长江中下游地区常见于坟头组 (潘江等, 1975, 1978; 潘江, 1986; 刘时藩, 1997; Zhu Min, 1998), 而蒙古鱼科与石阡鱼科的分子在贵州石阡秀山组下段中上部, 即含 *Ozarkodina guizhouensis-Distomodus* sp. nov. 牙形类动物群的层段内也有发现 (Sansom *et al.*,

2000)。依据鱼群面貌, 依木干他乌组与坟头组、秀山组可以直接对比, 其地质时代相当 (表 2)。坟头组与秀山组上部均含无脊椎动物化石组合 *Coronocephalus rex-Sichuanoceras-Orthonota perlata*, 秀山组上部还含有标准化石带 *P. celloni* 牙形类带分子 (王成源、Aldridge, 1996), 相当于特列奇中期 *griestoniensis* 笔石带至 *spiralis* 笔石带的沉积 (陈旭、戎嘉余, 1996; 戎嘉余, 2005), 其时代为兰多维列世特列奇中期无疑 (戎嘉余等, 1990; 赵文金, 2005)。依据 *Ozarkodina guizhouensis-Distomodus* sp. nov. 牙形类动物群的发现, 王成源和 Aldridge (1996) 认为秀山组下段时代相当于英国 *D. staurorathoides* 牙形类生物带上部, 即特列奇早期—中期。耿良玉 (1990) 依据黔北溶溪组下部发现的胞石 *Eisenackitina daozenensis* (常与特列奇早期的笔石 *Streptograptus plumosus*、胞石 *Plectochitina brevicollis* 共生) 认为溶溪组是特列奇早期的沉积, 并得到了国内同行的认可 (陈旭、戎嘉余, 1996)。溶溪组之上与秀山组下段整合接触, 前已述及, 秀山组上段归属于特列奇中期。根据地层上下关系, 秀山组下段也应该归属于特列奇中期 (至少大部分地层应是特列奇中期的沉积), 秀山组主体的时代应为特列奇中期。依木干他乌组与秀山组层位相当, 因此, 笔者将其时代修订为特列奇中期。

### 3 克兹尔塔格组的时代

克兹尔塔格组是由 1958 年原地质部十三大队提出的克札尔塔格群演变而来<sup>①</sup>, 由新疆区测队 (1967) 正式建立, 命名剖面位于柯坪县的克兹尔塔格。在柯坪县铁力克瓦铁村剖面中本组出露最完整, 该剖面现已成为本组重要的参考剖面。该组在巴楚小海子水渠东岸一带也有出露。

克兹尔塔格组为一套滨海相的红色碎屑岩沉积, 以紫红色、棕红色厚层—块状砂岩、粉砂岩夹含砾砂岩为主。厚度变化较大, 一般 200—600m, 在铁力克瓦铁村剖面厚度最大, 达 1 275.6m。本组可分上下两段, 上段以砂岩为主, 其下部为含砾砂岩, 含有节甲鱼目的化石 (科属种均未定) 和胞石化石, 与上覆地层之间为假整合接触; 下段以粉砂岩为主, 含胞石、疑源类、孢子等化石, 与下伏地层为整合接触。

长期以来, 本组的时代一直被认为是晚泥盆世或中、晚泥盆世, 但均无可靠的化石依据 (张师本等, 1996)。本组化石稀少, 上世纪 90 年代以来才陆续

① 地质部第十三大队三中队, 1958. 柯坪—乌什—吐鲁番一带 1/20 万地质测量与普查工作报告

发现少量的胞石、疑源类、孢子及盾皮鱼类等化石。耿良玉(1993)在该组的下段上部发现 *Cingulochitina wronai*、*Eisenackitina granulate* 等胞石化石,它们在布拉格盆地均有发现,并主要分布在笔石 *bohemicus* 带至 *ultimus* 带之间(Kriz *et al.*, 1986; Paris, 1989),据此,他认为铁力克瓦铁剖面上的克兹尔塔格组的时代为罗德洛世晚期至普里道利世早期,尚未进入泥盆纪。本组中的疑源类也仅发现于下段,主要有 *Lophosphaeridium*、*Leiosphaeridium* 和 *Leiofusa*(张师本等, 2001); 孢子化石主要有 *Ambitisporites*、*Synorisporites*、*Apiculiretusispora*、*Leiotriletes*、*Archaeozonotriletes?* 和 *Tetraedraletes*(张师本等, 1996、2001)。上述疑源类及孢子化石在英格兰、威尔士和北非的利比亚等地均主要产自普里道利统,因此,克兹尔塔格组下段应归属于普里道利统(张师本等, 1996、2001)。值得注意的是: 孢子化石中的 *Archaeozonotriletes?* sp. 与兰多维列世晚期—艾菲尔早期的 *Archaeozonotriletes chulus chulus* 具有相似之处(张师本等, 2001),因此并不排除本组部分地层属于兰多维列世晚期的可能。克兹尔塔格组上段化石稀少,迄今仅发现一块盾皮鱼类的躯甲骨片(张师本等, 1996、2001; 卢立伍等, 2007)。张师本等(1996, 2001)认为该类化石多繁盛于早、中泥盆世,据此将本组上段的时代定为早、中泥盆世。我们近年来的野外工作则表明,此类具有胸棘的盾皮鱼类化石在长江中下游地区秀山组的上段、回星哨组和滇东岳家山组内均有发现。因此,仅凭一件不能鉴定到属种甚至科的鱼化石将克兹尔塔格组上段划归到泥盆系的论据并不充分(王俊卿等, 2002)。再者,塔里木板块上的古地磁数据也从另一个侧面说明不宜将克兹尔塔格组划归到志留纪晚期及泥盆纪早—中期。现有的古地磁结果中,志留系的数据主要来自依木干他乌组,泥盆纪的数据来自克兹尔塔格组,以二者为代表所取得的古地磁数据显示志留纪和泥盆纪的古磁极、古纬度值基本一致,已近于误差范围,因此前人大都认为: 塔里木板块在志留纪—泥盆纪期间只有小幅度漂移与旋转,属于地壳运动相对平静期(李燕平等, 1989; 李永安等, 1995; 方大钧等, 1991、1996a、b)。实际上这种情况完全有可能与克兹尔塔格组大部分的地层和依木干他乌组同属于志留纪兰多维列世的沉积有关。

综上所述,克兹尔塔格组为一套连续的红色碎屑岩沉积,之间并没有发现任何沉积间断或侵蚀面,因此,笔者认为: 1)在没有充分而又可靠化石证据

的情况下,不宜将该组一分为二,并归入不同的时代; 2)克兹尔塔格组与下伏的依木干他乌组连续沉积,依据鱼类化石材料基本上可与华南地区的回星哨组、小溪峪组相对比(表 2),而依木干他乌组现已归属于兰多维列世特列奇中期,因此克兹尔塔格组的时代下限应为特列奇晚期,其上限同回星哨组、小溪峪组的上限应大体相当。戎嘉余等(1990)认为回星哨组、小溪峪组的时代上限以兰多维列世特列奇末期为主,不排除可上延到温洛克世最初期的可能性,因此克兹尔塔格组的时代上限也可能上延至温洛克世最初期,但具体上延到什么年代还需要做进一步工作。

## 二、塔里木板块志留纪鱼群与古动物地理

在生物演化史上,泥盆纪常被称为鱼类的时代,目前全球志留纪大量鱼类化石的新发现,已使我们可以将鱼类的时代推前至志留纪。鱼类的几大类群如无颌类、盾皮鱼类、棘鱼类、软骨鱼类和硬骨鱼类在志留纪均已出现,一些类群如无颌类在志留纪更是得到了空前的发展,并在早泥盆世达到了其发展的顶峰。从志留纪—早泥盆世最主要的鱼类——无颌类的生态特征来看,该类群披有厚的骨甲,是一类营底栖滤食性生活的早期脊椎动物,游泳能力不强、迁徙能力较差,不能作远距离的扩散,主要生活于靠近古陆边缘的海域中(刘玉海, 1985; Janvier, 1996; 赵文金, 2005),成片的陆地和宽广的海洋均成为其迁移、扩散的障碍,具有典型的地区性色彩(Pan Jiang & Dineley, 1988; 赵文金, 2005; Zhao Wen-jin & Zhu Min, 2007),往往在不同的古板块上形成各具特色的鱼类古动物地理区系。上世纪 70 年代以来,对志留纪—泥盆纪鱼类古动物地理的研究日益增多(Halstead *et al.*, 1979; Young, 1981、1993; Liu Shi-fan, 1991; 潘江等, 1994; 赵文金, 2005),其成果在判断这一时期全球的古板块位置与重建古地理的研究中起着越来越重要的作用。

中国志留纪—泥盆纪期间的无颌类主要为盔甲鱼类,并主要分布于塔里木、华南及华北三大板块上。刘时藩(Liu Shi-fan, 1991)与潘江等(1994)曾先后做过鱼类古动物地理方面的深入研究。然而自 1995 年以来,在塔里木板块及华南板块上发现了大量的鱼类化石,尤其是发现了大量的志留纪盔甲鱼类,在此基础上,赵文金(2005)系统地整理了中国志留纪—泥盆纪期间的盔甲鱼类化石资料,并依据其在中国各板块上的古动物地理分布特征,重新探讨了我国古生代中期鱼类古动物地理问题,认为志留

纪—泥盆纪期间华南板块与塔里木板块同属一个鱼类动物区系, 即泛华夏盔甲鱼类区系, 若进一步细分, 志留纪时只有一个鱼类动物地理区系, 即塔里木—华南区, 泥盆纪时则除此之外, 还可分出一个祁连区。泛华夏盔甲鱼类区系隶属于殷鸿福等(1988)依据珊瑚类、腕足类等所划分的东原特提斯大区。

塔里木板块上志留纪期间的早期脊椎动物化石是在最近二十多年来才相继被发现和研究的, 目前所有的研究资料表明这一时期的鱼类主要包括大量的盔甲鱼类和软骨鱼类、以及少量的盾皮鱼类(王朴等, 1988; 刘时藩, 1995; 王俊卿等, 1996、2002; Zhu Min, 1998; 王念忠等, 1998; 卢立伍等, 2007)。塔塔埃尔塔格组中的鱼化石主要发现于柯坪铁力克瓦铁村附近, 以无颌类(盔甲鱼类)与软骨鱼类为主, 非常丰富。最初王俊卿等(1996)称之为第一组合, 即 *Hanyangaspis-Sinacanthus* 组合, 分布于塔塔埃尔塔格组的上段。朱敏和王俊卿在综合分析塔里木板块和华南板块志留纪鱼类化石的基础上提出一个新的组合, 即 *Dayongaspis-Kalpinolepis-Sinacanthus* 组合(Zhu Min & Wang Jun-qing, 2000)。本文将塔塔埃尔塔格组的鱼群组合称为 *Platycaraspis-Kalpinolepis-Sinacanthus* 组合。这一鱼群的面貌与华南区下红层的 *Dayongaspis-Sinacanthus* 组合的鱼群面貌大致相同, 其生存时代为兰多维列世特列奇早期。依木干他乌组中的鱼化石主要发现于巴楚木库勒克村附近, 该组的上、下段均发现有大量的鱼化石, 也主要以无颌类(盔甲鱼类)与软骨鱼类为主。王俊卿等(1996)曾称依木干他乌组中鱼群为第二组合即 cf. *Mongolepis rozmana-Sinacanthus* 组合, 朱敏和王俊卿在综合分析塔里木板块和华南板块志留纪鱼类化石的基础上提出一个新的组合, 即 *Hanyangaspis guodingshanensis-Sinacanthus* 组合(Zhu Min & Wang Jun-qing, 2000), 笔者将之改称为 *Hanyangaspis-Xinjiangichthys-Sinacanthus* 组合。这一组合鱼群的面貌与华南区的相近并可以对比, 其生存时代为兰多维列世特列奇中期。迄今为止, 克兹尔塔格组中仅报道了产于其上段中的盾皮鱼纲前腹侧片与胸棘化石材料(卢立伍等, 2007)。由于仅有一件化石, 而且难以作进一步鉴定。鉴于此, 笔者并未在柯坪—巴楚地区建立兰多维列世特列奇晚期及其后的鱼类化石组合, 但相信随着进一步工作的开展, 应能建立起该区第 3 个鱼类化石组合。

综上所述, 塔里木板块柯坪—巴楚地区志留系中的鱼类主要以汉阳鱼类和中华棘鱼类的繁盛为特

征, 并主要以 *Platycaraspis-Kalpinolepis-Sinacanthus* 组合和 *Hanyangaspis-Xinjiangichthys-Sinacanthus* 组合为代表。在同时期的华南板块扬子中下游地区同样繁盛着以汉阳鱼(*Hanyangaspis*)为代表的地区性色彩极浓的盔甲鱼类、以中华棘鱼(*Sinacanthus*)为代表的中华棘鱼类(刘时藩, 1993)。从上述两地鱼群的性质、组合特征来看, 塔里木板块与华南板块鱼群的内容基本上是一致的。盔甲鱼类和中华棘鱼类原是华南所特有的早期脊椎动物化石, 其在塔里木地区被发现, 充分说明塔里木板块与华南板块在志留纪应归属于同一个古动物地理区系, 即塔里木—华南鱼类动物地理区, 隶属于东原特提斯大区的泛华夏盔甲鱼类区系(赵文金, 2005), 该鱼类古动物地理区系的鱼群面貌以汉阳鱼类和中华棘鱼类的繁盛为特征。两大板块上的鱼群同为一个古动物地理区系指示两个板块在志留纪期间具有非常密切的古地理关系, 它们彼此相接或相邻, 并处于同一构造域内。

### 三、塔里木板块与华南板块的关系

中国志留纪的古板块格局大体上沿袭了奥陶纪的特征, 三大板块即华北板块、塔里木板块和华南板块构成了古中国大陆的主体(陈孝红、汪啸风, 1996)。就三大板块间的关系而言, 长期以来, 国内外地质学家一直把塔里木板块与华北板块或中朝板块联系在一起编制地质图和古地理图, 认为加里东运动导致华北板块与塔里木板块相碰撞, 并拼接成为北方大陆(李春昱等, 1982; 王鸿祯, 1985; 侯鸿飞、王士涛, 1985)。然而, 生物地层、古地磁和古气候资料均表明: 泥盆纪之前, 塔里木板块与华北板块之间存在较大的差异, 它们之间碰撞拼合的时间可能在晚二叠世或稍晚(Mattaue *et al.*, 1985; 王廷印等, 1993); 而塔里木板块与华南板块相比则具有高度的相似性, 指示相同或相近的地质发展历史。

从志留纪鱼群的整体面貌来看, 塔里木板块与华南板块共有以 *Sinacanthus* 为代表的中华棘鱼类以及蒙古鱼类相同或相似的属种、以 *Hanyangaspis* 为代表的汉阳鱼类以及修水鱼科与大庸鱼科相同或相似的属种。这些鱼类均为生活在东亚地区的地方性属种, 两地鱼群面貌的高度一致性, 充分说明二者在志留纪期间有着非常密切的联系, 远比塔里木板块与华北板块之间的古地理关系要紧密得多。中国志留纪期间塔里木板块与华南板块之间这种密切的联系也得到了古地磁数据方面的印证(刘椿等, 1984; 李燕平等, 1989; 方大钧等, 1991、1996a、b), 两

大板块均位于赤道附近的中低纬度地区(陈旭等, 2001), 华南板块可能较塔里木板块稍靠南些。无脊椎动物主要是腕足动物的综合研究表明两大板块均含有 *Retziella* 动物群而归入同一个古生物地理区系即中—澳省(Rong Jia-yu *et al.*, 1995), 也指示二者之间具有密切的关系。从脊椎动物研究的角度出发, 二者在志留纪期间十分密切的古地理关系初步归纳起来主要有以下 3 个方面的依据: 1) 从塔里木西北缘发现的众多的鱼类化石来看, 不论是中华棘鱼类还是盔甲鱼类均是地方性属种, 与华南区的相同, 两地兰多维列世的鱼群内容基本相同; 2) 两

地的沉积环境也非常相似, 地层均属红色海相碎屑岩系, 王念忠等(1998)根据柯坪—巴楚地区志留系中发现的软骨鱼类化石认为, 这套红色岩系同华南志留纪红层一样, 也应属较浅的海水环境或滨海环境沉积物; 3) 两地具有相同的志留纪地层格架, 华南板块的中古生代地层格架是志留系直接覆盖在上奥陶统之上、中或上泥盆统直接盖在志留系之上; 塔里木中古生代的地层格架是兰多维列统直接覆盖在上奥陶统之上、上泥盆统直接盖在志留系之上(图 2)。

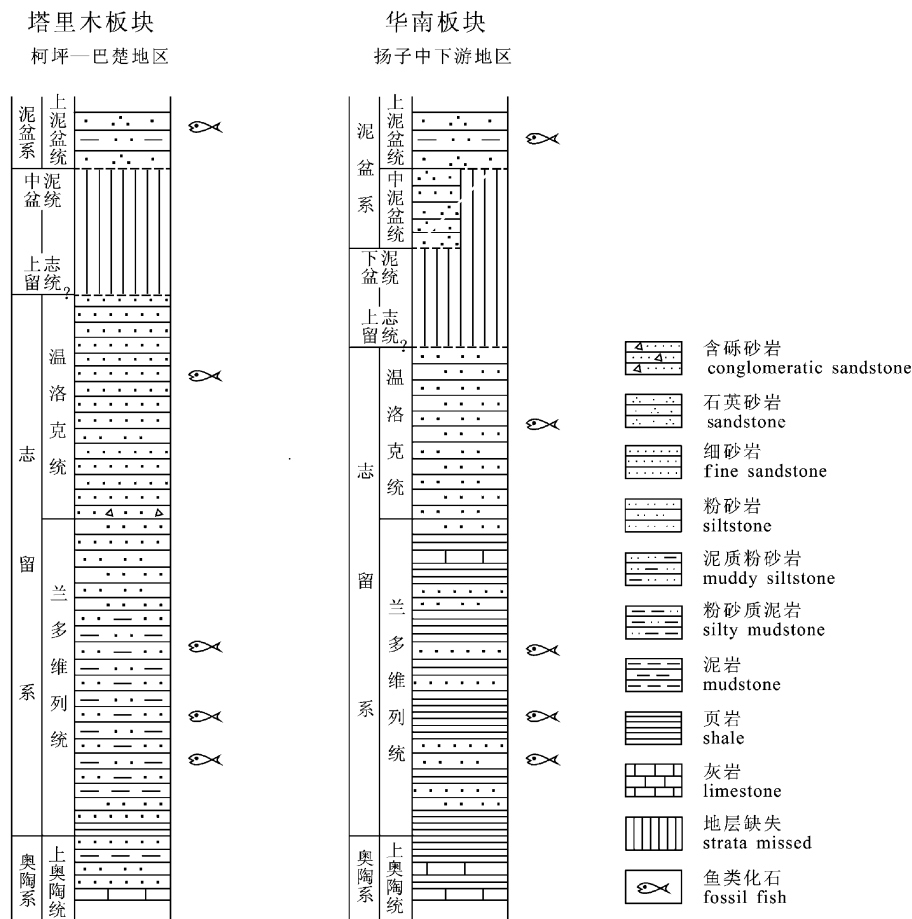


图 2 塔里木板块和华南板块志留纪地层格架对比

Fig. 2 Correlation of the Silurian stratigraphic sequences between the Tarim and South China blocks

综上所述, 志留纪期间, 塔里木板块与华南板块具有高度的相似性。实际上, 这种高度的相似性可以一直追溯到中晚元古代(许效松等, 1996), 概括起来主要有以下 4 个方面具有完全可比性: 1) 二者的结晶基底均为中上元古界, 其固结时间均在 1 800—1 400Ma 期间(四川省地质矿产局, 1991; 新疆自治区地质矿产局, 1993; 许效松等, 1996); 2) 二者晚元古代的两冷事件是同时发生的。塔里木板块上的冰碛砾岩层主要有两套, 展布于下部巧恩布拉克组

和上部尤尔美那克组之中, 分别与华南板块(主要是扬子地块)上古城组与长安组、南沱组中的冰碛岩层相当(高振家, 1983; 新疆自治区地质矿产局, 1993); 3) 两个板块上早寒武世最大海泛面和含磷地层沉积序列具有同时性, 其地质记录为早寒武世梅树村期的含磷沉积和筇竹寺期的黑色页岩(许效松等, 1996); 4) 两个板块上早古生代大陆边缘碳酸盐台地的沉积序列与演化完全一致, 具有同一构造域的演化过程(许效松等, 1996)。结合前面对塔里木板块



上志留纪早期脊椎动物及相关地层学的研究结果, 笔者初步得出这样一个结论: 在志留纪温洛克世之前, 塔里木板块与华南板块可能是联合在一起的, 组成了塔里木—华南联合板块, 位于古昆仑秦岭洋的

南缘(图 3)。正是由于联合板块的存在, 在志留纪兰多维列世至温洛克世期间, 在两个板块的边缘发育有一套相似的海相红层, 生存着相同的早期脊椎动物类群——盔甲鱼类和软骨鱼类。

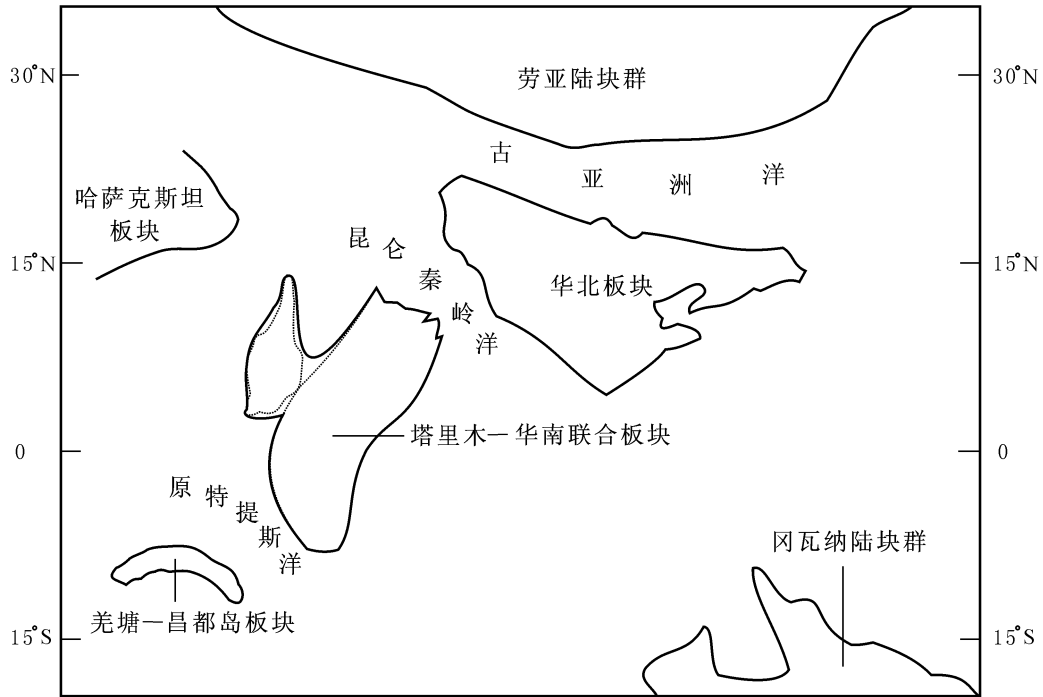


图 3 志留纪兰多维列世中国各板块关系示意图

Fig. 3 Illustrative map showing the relationship among the major Chinese blocks during the Llandovery of Silurian

塔里木板块与华南板块脱离的时间, 不同的学者曾先后给出不同的解释。Mattaue 等认为, 泥盆纪时塔里木板块才脱离华南板块, 直至晚二叠世或稍晚才与华北板块相连(Mattaue *et al.*, 1985)。陈丕基和 Norling(1994)认为, 在晚三叠世早期, 由于西藏构造楔的犁头羌塘—印支地体从南向北冲撞过来, 才把塔里木板块和华南板块从中分开。许效松等(1996)认为, 塔里木板块是在奥陶纪时从泛扬子陆块群离开并向北漂移, 至志留纪末才迁移到古亚洲洋的南缘。塔里木板块与华南板块上早期脊椎动物群组合、地层格架、岩相以及古地磁等诸多方面资料均指示, 塔里木板块脱离华南板块的时间应在罗德洛世或稍晚。塔里木—华南联合板块的裂解可能主要与羌塘—昌都岛板块从南向北的冲撞有关。联合板块裂解以后, 塔里木板块才成为一个独立的板块, 按着顺时针的方向, 向西北方向漂移(Mattaue *et al.*, 1985)。

#### 四、加里东运动在塔里木板块上的反映

加里东运动由休斯(E. Suess)于 1888 年创立, 主要指欧洲西北部上志留亚纪(包括罗德洛世和普

里道利世)至泥盆纪形成北东向山地的褶皱运动。广义的加里东运动包括所有发生在早古生代的褶皱运动(刘本培, 1986)。中国南方尤其是滇黔桂地区, 早古生代期间曾经发生过较为强烈的加里东运动, 主要包括 3 幕: 寒武纪末期—奥陶纪初期的广西运动、中奥陶世末期的都匀运动以及晚奥陶世—早志留世的崇余运动(卢华复, 1962; 吴浩若, 2000a、b; 梅冥相等, 2005)。华南地区志留纪末并无造山运动(吴浩若, 2000a、b)。这里的广西运动代表经过时代校正后发生于寒武纪末期—奥陶纪初期的一次古生代褶皱运动, 最重要的表现是大明山—大瑶山褶皱带, 原来常称为郁南运动(尹赞勋等, 1978), 鉴于广西运动早就命名且影响深远, 郁南运动由广西运动所取代(吴浩若, 2000a、b)。发生于晚奥陶世—早志留世的另一次重要的古生代褶皱运动, 即崇余运动(卢华复, 1962; 吴浩若, 2000a、b), 代表广西运动的扩展过程(陈旭、戎嘉余, 1999), 这次运动所形成的轴向近南北的早古生代褶皱带虽然包括桂东北地区的震旦系—下志留统褶皱带, 但其主体主要分布在湘赣两省, 并且在早志留世后期可能已弱化, 其后以整体上升和剥蚀为主(吴浩若, 2000a、b)。华南地区

奥陶系与志留系的残留不全和晚奥陶世至志留纪大片古陆——滇黔桂古陆的展布是加里东运动的重要体现(梅冥相等, 2005)。

由于前人通常把塔里木板块上的柯坪塔格组下部时代归为奥陶纪晚期、其中上部时代归为志留纪早期, 克兹尔塔格组下段归属于志留系普里道利统, 而上段则归属于下、中泥盆统, 地层从下向上连续沉积(张师本等, 1996、2001; 江大勇等, 2001、2006), 因此认为塔里木板块上的上奥陶统至下泥盆统各地层之间均呈整合接触, 晚期加里东运动对塔里木板块的影响不明显(周志毅、林焕令, 1995)。

塔里木板块西北缘的志留系经重新厘定后, 包括兰多维列世早中期——鲁丹期至埃隆期的柯坪塔格组中段及上段、兰多维列世特列奇早期的塔塔埃尔塔格组、特列奇中期的依木干他乌组以及特列奇晚期-温洛克世的克兹尔塔格组, 其上为晚泥盆世的东河砂岩, 缺失温洛克统上部、上志留亚系、下一中泥盆统及上泥盆统下部的一大套地层。这一地层序列与华南板块扬子区志留系—泥盆系的地层序列完全一致。据此笔者认为, 晚期加里东运动在塔里木板块和华南板块上产生了同样显著的影响。

在中国南方晚奥陶世—早志留世期间发生的晚期加里东运动, 主要由华夏地块与扬子地块之间的碰撞挤压所造成(陈旭、米切尔, 1996; 吴浩若, 2003、2005), 在扬子区主要表现为以上升为主的造陆运动, 包括宜昌上升、西乡上升及扬子上升, 扬子区真正大规模的整体上升是发生于特列奇期之末的扬子上升(戎嘉余等, 1990; 陈旭等, 1990; Rowley *et al.*, 1993; 陈旭、戎嘉余, 1996), 是崇余运动的结果。塔里木板块西北缘的志留纪地层格架表明兰多维列世特列奇期之末同样发生了一次大规模的整体上升, 到温洛克世已逐渐隆升成陆, 直到晚泥盆世才沉于水下再继续接受沉积, 导致缺失温洛克统上部至上泥盆统下部的大部分地层。

两位评审专家在本文成文过程中提供了建设性的修改意见, 在此表示衷心感谢!

## 参 考 文 献

- 安徽省地质矿产局. 1987. 安徽省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1—721
- 白忠凯, 胡 斌, 齐永安, 张国成. 2007. 塔里木盆地西北缘志留系塔塔埃尔塔格组上段的遗迹化石. 古生物学报, 46(2): 249—256
- 陈丕基 Norling E. 1994. 西藏构造楔与塔里木—华南地块的裂解. 科学通报, 39(16): 1512—1515
- 陈孝红, 汪啸风. 1996. 中国志留纪古地理与古生物地理. 地层古生物论文集, 27: 56—73
- 陈 旭, 米切尔. 1996. 塔康运动与广西运动的地层学依据. 地层学杂志, 20(4): 305—313
- 陈 旭, 戎嘉余. 1996. 中国扬子区兰多维列统特列奇阶及其与英国的对比. 北京: 科学出版社. 1—162
- 陈 旭, 戎嘉余. 1999. 从生物地层学到大地构造学——以华南奥陶系和志留系为例. 现代地质, 13(4): 385—389
- 陈 旭, 阮亦萍, 布科 A J. 2001. 中国古生代气候演变. 北京: 科学出版社. 1—325
- 陈 旭, 徐均涛, 成汉钧, 汪明洲, 陈祥荣, 许安东, 邓占球, 伍鸿基, 丘金玉, 戎嘉余. 1990. 论汉南古陆及大巴山隆起地层学. 地层学杂志, 14(2): 81—116
- 方大钧, 金国海, 陈汉林, 郭亚滨, 殷苏杭, 谈晓东. 1992. 塔里木板块晚古生代、中生代古地磁研究与构造演化. 见: 中国塔里木盆地北部油气地质研究 第 2 辑(构造与油气); 96—104
- 方大钧, 金国海, 姜莉萍, 王朋岩, 王兆梁. 1996a. 塔里木盆地古生代古地磁结果及其构造地质意义. 地球物理学报, 39(4): 522—532
- 方大钧, 谈晓东, 姜莉萍, 王朋岩. 1996b. 塔里木盆地北部显生宙古地磁与构造演化. 见: 董晓光, 梁狄刚, 贾承造主编. 塔里木盆地石油地质研究新进展. 北京: 科学出版社. 196—205
- 盖志琨, 朱 敏, 赵文金. 2005. 浙江长兴志留纪真盔甲鱼类新材料及真盔甲鱼目系统发育关系的讨论. 古脊椎动物学报, 43(1): 61—75
- 高振家. 1983. 关于震旦纪冰成岩的几个问题讨论. 新疆地质, (1): 80—89
- 葛治洲, 戎嘉余, 杨学长, 刘耕武, 倪寓南, 董得源, 伍鸿基. 1979. 西南地区的志留系. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所. 西南地区碳酸盐生物地层. 北京: 科学出版社. 155—220
- 耿良玉. 1990. 黔北石阡雷家屯志留系埃隆阶—特列奇阶界线附近几种胞石之记述. 古生物学报, 29(5): 623—636
- 耿良玉. 1993. 塔里木板块北缘早古生代地质发展几个问题的探讨. *Palaeoworld*, 2: 211—233
- 侯鸿飞, 王士涛. 1985. 中国泥盆纪古地理. 古生物学报, 24(2): 186—197
- 侯鸿飞, 王士涛等. 1988. 中国地层 中国的泥盆系. 北京: 地质出版社. 1—348
- 江大勇, 郝维城, 白顺良, 王新平, 姚建新. 2001. 新疆塔里木盆地晚奥陶世—早石炭世地层划分对比研究新突破. 北京大学学报(自然科学版), 37(4): 529—536
- 江大勇, 皮学军, 孙作玉, 陈 颖, 吴飞翔, 郝维城. 2006. 新疆柯坪大湾沟剖面柯坪塔格组中段底部笔石生物地层初步分析. 地层学杂志, 30(3): 253—257
- 李春昱, 王 荃, 刘雪亚, 汤耀庆. 1982. 亚洲大地构造图说明书. 北京: 地图出版社. 1—45
- 李 军, 朱怀诚, 方宗杰. 1997. 新疆柯坪志留系塔塔埃尔塔格组微体化石. 古生物学报, 36(增刊): 136—143
- 李燕平, 李永安, 张正坤, 翟永健, 李 强, 高振家, Sharps R, Mc-Williams M. 1989. 中国塔里木地块的视极移曲线. 地质学报, 63(3): 193—203
- 李永安, 李 强, 张 慧, 孙东江, 曹运动, 吴绍祖. 1995. 塔里木及其周边古地磁研究与盆地形成演化. 新疆地质, 13(4): 293—376
- 林宝玉等. 1984. 中国地层 中国的志留系. 北京: 地质出版社. 1—245
- 林宝玉, 苏养正, 朱秀芳, 戎嘉余. 1998. 中国地层典 志留系. 北

- 京: 地质出版社, 1—104
- 刘本培编. 1986. 地史学教程. 北京: 地质出版社, 1—408
- 刘 椿, 梁其中. 1984. 云南曲靖玉龙寺组和翠峰山群界线的磁性  
地层学研究. 科学通报, (4): 232—234
- 刘时藩. 1993. 中华棘鱼(*Sinacanthus*)化石的古地理意义. 科学通  
报, 38(21): 1977—1978
- 刘时藩. 1995. 塔里木西北的中华棘鱼化石及地质意义. 古脊椎动  
物学报, 33(2): 85—98
- 刘时藩. 1997. 中国的棘鱼鳍刺化石. 古生物学报, 36(4): 473—  
484
- 刘玉海. 1985. 盔甲鱼类 *Antiquisagitta sp. cornuta* (新属, 新种)在  
广西六景下泥盆统的发现. 古脊椎动物学报, 23(4): 247—254
- 卢华复. 1962. 赣南崇庾山区前泥盆纪地层中角度不整合的发现及  
其意义. 南京大学学报(地质学版), (1): 75—87
- 卢立伍, 潘 江, 赵丽君. 2007. 新疆柯坪中生代无颌类及鱼类  
新知. 地球学报, 28(2): 143—147
- 梅冥相, 马永生, 邓 军, 李 浩, 郑宽兵. 2005. 加里东运动构造  
古地理及滇黔桂盆地的形成——兼论滇黔桂盆地深层油气勘探  
潜力. 地学前缘, 12(3): 227—236
- 潘 江. 1986. 中国志留纪脊椎动物群的初步研究. 中国地质科学  
学院报, 15: 161—190
- 潘 江, 卢立伍, 姬书安. 1994. 中国中生代脊椎动物古地理研  
究回顾. 地球学报, 15(3-4): 200—210
- 潘 江, 王士涛. 1978. 中国南方泥盆纪无颌类及鱼类化石. 见: 中  
国地质科学院地质矿产研究所主编. 华南泥盆系会议论文集.  
北京: 地质出版社, 298—333
- 潘 江, 王士涛, 刘运鹏. 1975. 中国南方早泥盆世无颌类及鱼类  
化石. 地层古生物论文集, 1: 135—169
- 潘 江, 曾祥渊. 1985. 湘西早志留世溶溪组无颌类的发现及其意  
义. 古脊椎动物学报, 23(3): 207—213
- 戎嘉余. 2005. 再论志留纪年代地层的统、阶层型研究. 地层学杂  
志, 29(2): 160—164
- 戎嘉余, 陈 旭, 王成源, 耿良玉, 伍鸿基, 邓占球, 陈挺恩, 徐均  
涛. 1990. 论华南志留系对比的若干问题. 地层学杂志, 14  
(3): 161—177
- 施振生, 朱筱敏, 王贵文, 钟大康, 张新培. 2005. 塔里木盆地塔中  
地区志留系塔塔埃塔格组潮坪沉积中的遗迹化石. 沉积学  
报, 23(1): 91—99
- 四川省地质矿产局. 1991. 四川省区域地质志. 北京: 地质出版社,  
1—730
- 汪啸风, 陈 旭, 陈孝红, 朱慈英. 1996. 中国地层典 奥陶系. 北  
京: 地质出版社, 1—126
- 王成源, Aldridge R. J. 1996. 牙形刺. 见: 陈 旭, 戎嘉余主编. 中  
国扬子区兰多维统特列奇阶及其与英国的对比. 北京: 科学  
出版社, 46—54
- 王鸿祯主编. 1985. 中国古地理图集. 北京: 地图出版社, 1—283
- 王俊卿, 王念忠, 张国瑞, 王士涛, 朱 敏. 2002. 新疆柯坪志留纪  
兰多维列世无颌类化石. 古脊椎动物学报, 40(4): 245—256
- 王俊卿, 王念忠, 朱 敏. 1996. 塔里木盆地西北缘中、中生代脊椎  
动物化石及相关地层. 见: 董晓光, 梁狄刚, 贾承造主编. 塔里  
木盆地石油地质研究新进展. 北京: 科学出版社, 8—16
- 王念忠, 张师本, 王俊卿, 朱 敏. 1998. 新疆巴楚早志留世软骨鱼  
类微体化石. 古脊椎动物学报, 36(4): 257—267
- 王 朴, 胡继忠, 宋杉林, 杨笑春. 1988. 新疆柯坪地区 *Sinacan-*  
*thus* 的发现及其地层意义. 新疆地质, 6(3): 47—50
- 王廷印, 王金荣, 刘金坤, 王士政, 吴家弘. 1993. 华北板块和塔里  
木板块之关系. 地质学报, 67(4): 287—300, 387
- 吴浩若. 2000a. 重新解释广西运动. 科学通报, 45(5): 555—558
- 吴浩若. 2000b. 广西加里东期构造古地理. 古地理学报, 2(1):  
82—88
- 吴浩若. 2003. 赣东北蛇绿岩带和相关地质问题的构造古地理分  
析. 古地理学报, 5(3): 328—342
- 吴浩若. 2005. 下扬子区加里东期构造古地理问题. 古地理学报, 7  
(2): 243—248
- 夏树芳, 陈云棠, 张大良, 王新平. 1991. 塔里木盆地北缘志留系与  
泥盆系分界问题的研究. 见: 贾润青编. 中国塔里木盆地北部  
油气地质研究(第一辑) 地层沉积. 武汉: 中国地质大学出版社,  
57—63
- 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 1993. 新疆维吾尔自治区区域地质  
志. 北京: 地质出版社, 1—841
- 许效松, 徐 强, 潘桂棠, 刘巧红, 范影年, 何原相. 1996. 中国南  
大陆演化与全球古地理对比. 北京: 地质出版社, 1—161
- 殷鸿福等. 1988. 中国古生物地理学. 武汉: 中国地质大学出版社,  
1—329
- 尹赞勋, 张守信, 谢翠华. 1978. 论褶皱幕. 北京: 科学出版社,  
69—77
- 余 汶, 席与华. 1995. 新疆巴楚和柯坪地区奥陶纪—泥盆纪腹足  
类. 古生物学报, 34(4): 488—494
- 曾祥渊. 1988. 湘西溶溪组的棘鱼化石及其层位. 古脊椎动物学报,  
26(4): 287—295
- 曾亚参, 肖世禄. 1979. 新疆的泥盆系. 新疆区调, (2)(地层专辑):  
1—162
- 张日东, 俞昌民, 陆麟黄, 张遵信. 1959. 新疆天山南麓古生代地  
层. 中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 2: 1—43
- 张师本, 高琴琴, 陈钦保, 蔡习尧, 梁西文, 刘 颀. 1996. 塔里木  
盆地西北缘志留—泥盆纪地层研究新进展. 见: 董晓光, 梁狄  
刚, 贾承造主编. 塔里木盆地石油地质研究新进展. 北京: 科  
学出版社, 54—66
- 张师本, 高琴琴, 耿良玉, 王俊卿, 陈钦保, 蔡习尧, 刘 颀, 梁西  
文. 2001. 志留系. 见: 周志毅主编. 塔里木盆地各纪地层. 北  
京: 科学出版社, 81—102
- 张师本, 王成源. 1995. 从牙形刺动物群论依木干它乌组的时代.  
地层学杂志, 19(2): 133—135
- 张师本, 席与华. 1997. 塔里木盆地西北缘早古生代红层腹足类化  
石. 古生物学报, 36(增刊): 144—154
- 赵文金. 2005. 中国古生代中期盔甲鱼类及其古地理意义. 古地理  
学报, 7(3): 305—320
- 浙江省地质矿产局. 1989. 浙江省区域地质志. 北京: 地质出版社,  
1—688
- 周志毅, 陈丕基主编. 1990. 塔里木生物地层和地质演化. 北京: 科  
学出版社, 1—366
- 周志毅, 林焕令主编. 1995. 西北地区地层、古生物和板块构造. 南  
京: 南京大学出版社, 1—299
- Bai Zhong-kai, Hu Bin, Qi Yong-an & Zhang Guo-cheng. 2007.  
Trace fossils from the Upper Member of Lower Silurian Tata-  
aiertage Formation, Kalpin Area, Tarim Basin, Xinjiang, Chi-  
na. *Acta Palaeontologica Sinica*, 46(2): 249—256
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Anhui Province. 1987.  
Regional geology of Anhui Province. Beijing: Geological Pub-  
lishing House, 1—721
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province.  
1991. Regional geology of Sichuan Province. Beijing: Geol-  
ogical Publishing House, 1—730
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Xinjiang Uygur Auton-

- omous Region. 1993. Regional geology of Xinjiang Uygur Autonomous Region. Beijing: Geological Publishing House. 1—841
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Zhejiang Province. 1989. Regional geology of Zhejiang Province. Beijing: Geological Publishing House. 1—688
- Chen Pei-ji & Norling E. 1994. Tibetan tectonic wedge and the divergence of Tarim-Huanan Block. *Chinese Science Bulletin*, **39** (16): 1512—1515
- Chen Xiao-hong & Wang Xiao-feng. 1996. Palaeogeography and biogeography of Silurian in China. *Professional Papers of Stratigraphy and Paleontology*, **27**: 56—73
- Chen Xu & Mitchell C E. 1996. Stratigraphic evidences on Taconican and Guangxian Orogeny. *Journal of Stratigraphy*, **20**(4): 305—313
- Chen Xu & Rong Jia-yu eds. 1996. Telychian (Llandovery) of the Yangtze region and its correlation with British Isles. Beijing: Science Press. 1—162
- Chen Xu & Rong Jia-yu. 1999. From biostratigraphy to tectonics; with Ordovician and Silurian of South China as an example. *Geoscience*, **13**(4): 385—389
- Chen Xu, Ruan Yi-ping & Boucot A J. 2001. The climate changes of Paleozoic in China. Beijing: Science Press. 1—325
- Chen Xu, Xu Jun-tao, Cheng Han-jun, Wang Ming-zhou, Chen Xiang-rong, Xu An-dong, Deng Zhan-qiu, Wu Hong-ji, Qiu Jir-yu & Rong Jia-yu. 1990. On the Hannan Old Land and Dabashan Uplift. *Journal of Stratigraphy*, **14**(2): 81—116
- Fang Da-jun, Jin Guo-hai, Chen Han-lin, Guo Ya-bin, Yin Su-hang & Tan Xiao-dong. 1992. Preliminary discussion on Paleozoic and Mesozoic paleomagnetic results and tectonic evolution of north Tarim. In: The research of oil and gas geology of the north Tarim Basin, Series 2 (Tectonics and Petroleum): 96—104
- Fang Da-jun, Jin Guo-hai, Jiang Li-ping, Wang Peng-yan & Wang Zhao-liang. 1996a. Paleozoic paleomagnetic results and the tectonic significance of Tarim Plate. *Acta Geophysica Sinica*, **39** (4): 522—532
- Fang Da-jun, Tan Xiao-dong, Jiang Li-ping & Wang Pen-yan. 1996b. The Phanerozoic paleomagnetic results and the tectonic evolution of the north Tarim Basin. In: Tong Xiao-guang, Liang Di-gang & Jia Cheng-zao eds. New progress in the studies in petroleum geology of Tarim Basin. Beijing: Science Press. 196—205
- Gai Zhi-kun, Zhu Min & Zhao Wen-jin. 2005. New material of eugaleaspids from the Silurian of Changxing, Zhejiang, China, with a discussion on the Eugaleaspid phylogeny. *Vertebrata Palasiatica*, **43**(1): 61—75
- Gao Zhen-jia. 1983. Discussion about some problems of glacial rocks of Sinian, China. *Xinjiang Geology*, (1): 80—89
- Ge Zhi-zhou, Rong Jia-yu, Yang Xue-chang, Liu Geng-wu, Ni Yun-nan, Dong De-yuan & Wu Hong-ji. 1979. Silurian System of southwest China. In: Zhang Wen-tang ed. The carbonate biostratigraphy of Southwest China. Beijing: Science Press. 155—220
- Geng Liang-yu. 1990. Chitinozoa near Aeronian-Telychian boundary at Leijiatuan of Shiqian, north Guizhou. *Acta Palaeontologica Sinica*, **29**(5): 623—636
- Geng Liang-yu. 1993. Discussions on some problems concerning Early Palaeozoic history of northern margin of Tarim Plate. *Palaeoworld*, **2**: 211—233
- Halstead L B, Liu Yu-hai & Pan Jiang. 1979. Agnathans from the Devonian of China. *Nature*, **282**(5741): 831—833
- Hou Hong-fei & Wang Shi-tao. 1985. Devonian palaeogeography of China. *Acta Palaeontologica Sinica*, **24**(2): 186—197
- Hou Hong-fei, Wang Shi-tao *et al.* 1988. Stratigraphy of China. The Devonian System of China. Beijing: Geological Publishing House. 1—348
- Janvier P. 1996. Early vertebrates. Oxford: Oxford University Press. 1—393
- Jiang Da-yong, Hao Wei-cheng, Bai Shun-liang & Yao Jian-xin. 2001. New progress of the study on Late Ordovician—Early Carboniferous stratigraphic division and correlation in Tarim Basin, Xinjiang. *Acta Scientiarum Naturalium-Universitatis Pekinensis*, **37** (4): 529—536
- Jiang Da-yong, Pi Xue-jun, Sun Zuo-yu, Chen Ying, Wu Fei-xiang & Hao Wei-cheng. 2006. Report on graptolite biostratigraphy of the basal part of the Middle Member of the Kepingtage Formation at Dawangou Section, Keping, Xinjiang. *Journal of Stratigraphy*, **30**(3): 253—257
- Kriz J, Jaeger H, Paris F & Schonlaub H P. 1986. Pridoli-the Fourth Subdivision of the Silurian. *Jahrbuch Der Geologischen Bundesanstalt*, **129**(2): 291—360
- Li Chun-yu, Wang Quan, Liu Xue-ya & Tang Yao-qing. 1982. Specification of Asian tectonic map (1: 8, 000, 000). Beijing: SinoMaps Press. 1—45
- Li Jun, Zhu Hua-cheng & Fang Zong-jie. 1997. Microfossils from the Silurian Tataaiertage Formation of Kalpin, Xinjiang. *Acta Palaeontologica Sinica*, **36**(Suppl.): 136—143
- Li Yan-ping, Li Yong-an, Zhang Zheng-kun, Zhai Yong-jian, Li Qiang, Gao Zhen-jia, Sharps R & McWilliams M. 1989. Apparent polar wander path of the Tarim Massif in China. *Acta Geologica Sinica*, **63**(3): 193—203
- Li Yong-an, Li Qiang, Zhang Hui, Sun Dong-jiang, Cao Yun-dong & Wu Shao-zu. 1995. Palaeomagnetic study of Tarim and its adjacent area as well as the formation and evolution of Tarim basin. *Xinjiang Geology*, **13**(4): 293—376
- Lin Bao-yu *et al.* 1984. Stratigraphy of China. The Silurian System of China. Beijing: Geological Publishing House. 1—245
- Lin Bao-yu, Su Yang-zheng, Zhu Xiufang & Rong Jia-yu. 1998. China Stratigraphic Lexicon: Silurian System. Beijing: Geological Publishing House. 1—104
- Liu Ben-pei ed. 1986. A course of historical geology. Beijing: Geological Publishing House. 1—408
- Liu Chun & Liang Qi-zhong. 1984. The magnetism stratigraphy study of the boundary between Yulongsi Formation and Cuifengshan Group in Qujing, Yunnan. *Chinese Science Bulletin*

- tin*, (4): 232—234
- Liu Shi-fan. 1991. Biogeography of early vertebrates in China. In: Chang M ee-mann, Liu Yu-hai & Zhang Guo-rui eds. Early vertebrates and related problems of evolutionary biology. Beijing: Science Press. 499—504
- Liu Shi-fan. 1993. The palaeogeographic significance of *Sinacanthus*. *Chinese Science Bulletin*, **38**(21): 1977—1978
- Liu Shi-fan. 1995. The geological significance of *Sinacanthus* from Tarim, China. *Vertebrata Palasiatica*, **33**(2): 85—98
- Liu Shi-fan. 1997. Fin spines of Acanthodii from the Silurian of China. *Acta Palaeontologica Sinica*, **36**(4): 473—484
- Liu Yu-hai. 1985. A Galeaspid (Agnatha), *Antiquisagittaspis cornuta* gen. sp. nov., from Lower Devonian of Guangxi, China. *Vertebrata Palasiatica*, **23**(4): 247—254
- Lu Hua-fu. 1962. Discovery of an angular unconformity within pre-Devonian strata in the Chongyi-Dayu district of southern Jiangxi. *Journal of Nanjing University (Geology)*, (1): 75—87
- Lu Li-wu, Pan Jiang & Zhao Li-jun. 2007. New findings of Middle Paleozoic Agnatha and fishes from Kalpin, Xinjiang. *Acta Geoscientica Sinica*, **28**(2): 143—147
- Mattauer M, Matte P, Malavieille J, Tapponnier P, Maluski H, Xu Zhi-qin, Lu Yi-lun & Tang Yao-qin. 1985. Tectonics of the Qinling Belt: build-up and evolution of eastern Asia. *Nature*, **317**: 496—500
- Mei Ming-xiang, Ma Yong-sheng, Deng Jun, Li Hao & Zheng Kuan-bing. 2005. Tectonic palaeogeographic changes resulting from the Caledonian Movement and the formation of Dianqiangui Basin; discussion on deep exploration potential of oil and gas in the Dianqiangui Basin. *Earth Science Frontiers*, **12**(3): 227—236
- Pan Jiang. 1986. Notes on Silurian vertebrates of China. *Bulletin of Chinese Academy of Geological Sciences*, **15**: 161—190
- Pan Jiang. 1992. New Galeaspid (Agnatha) from the Silurian and Devonian of China. Beijing: Geological Publishing House. 1—86
- Pan Jiang & Dineley D L. 1988. A review of early (Silurian and Devonian) vertebrate biogeography and biostratigraphy of China. *Proceedings of the Royal Society of London*, **B235**: 29—61
- Pan Jiang, Lu Li-wu & Ji Shu-an. 1994. A brief review on Chinese palaeogeography of vertebrates during the Middle Palaeozoic. *Acta Geoscientica Sinica*, **15**(3-4): 200—210
- Pan Jiang & Wang Shi-tao. 1978. Devonian Agnatha and pisces of South China. In: Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences ed. Symposium on the Devonian System of South China. Beijing: Geological Publishing House. 298—333
- Pan Jiang, Wang Shi-tao & Liu Yun-peng. 1975. The Lower Devonian Agnatha and pisces from South China. *Professional Papers of Stratigraphy and Paleontology*, **1**: 135—169
- Pan Jiang & Zeng Xiang-yuan. 1985. Dayongaspididae, A new family of Polybranchiaspiformes (Agnatha) from Early Silurian of Hunan, China. *Vertebrata Palasiatica*, **23**(3): 207—213
- Paris F. 1989. Chitinozoans. In: Holland C H & Bassett M G eds. A global standard for the Silurian System. *National Museum of Wales (Geological Series)*, **9**: 280—284
- Rong Jia-yu. 2005. A reappraisal of the Silurian GSSPs. *Journal of Stratigraphy*, **29**(2): 160—164
- Rong Jia-yu, Boucot A J, Su Yang-zheng & Stusz D L. 1995. Biogeographical analysis of Late Silurian brachiopod faunas, chiefly from Asia and Australia. *Lethaia*, **28**: 39—60
- Rong Jia-yu, Chen Xu, Wang Cheng-yuan, Geng Liang-yu, Wu Hong-ji, Deng Zhan-qiu, Chen Ting-en & Xu Jun-tao. 1990. Some problems on the Silurian correlation in South China. *Journal of Stratigraphy*, **14**(3): 161—177
- Rowley D B, Nie Shang-you, Jin Yu-gan, Rong Jia-yu & Chen Xu. 1993. Regional tectonics of South China: Is the Qinzhou Trough succession a Taconic-style allochthon? Abstracts of All GSA Meeting in 1993.
- Sansom I J, Aldridge R J & Smith M M. 2000. A microvertebrate fauna from the Llandovery of South China. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, **90**: 255—272
- Sansom I J, Wang Nian-zhong & Smith M M. 2005. The histology and affinities of sinacanthid fishes: primitive gnathostomes from the Silurian of China. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **144**: 379—386
- Shi Zhen-sheng, Zhu Xiao-min, Wang Gui-wen, Zhong Da-kang & Zhang Xin-Pei. 2005. Trace fossils of tidal flat Tataertage Formation (Silurian) in Central Tarim Basin. *Acta Sedimentologica Sinica*, **3**(1): 91—99
- Wang Cheng-yuan & Aldridge R J. 1996. Conodonts. In: Chen Xu & Rong Jia-yu eds. Telychian (Llandovery) of the Yangtze region and its correlation with British Isles. Beijing: Science Press. 46—54
- Wang Hong-zhen ed. 1985. Atlas of the palaeogeography of China. Beijing: SinoMaps Press. 1—283
- Wang Jun-qing, Wang Nian-zhong, Zhang Guo-rui, Wang Shi-tao & Zhu Min. 2002. Agnathans from Llandovery (Silurian) of Kalpin, Xinjiang, China. *Vertebrata Palasiatica*, **40**(4): 245—256
- Wang Jun-qing, Wang Nian-zhong & Zhu Min. 1996. Middle Paleozoic vertebrate fossils from the north-western margin of the Tarim Basin and the related stratigraphy. In: Tong Xiao-guang, Liang D-gang & Jia Cheng-zao eds. New advances on the study of petrolic geology in Tarim Basin. Beijing: Science Press. 8—16
- Wang Nian-zhong, Zhang Shi-ben, Wang Jun-qing & Zhu Min. 1998. Early Silurian chondrichthyan microfossils from Bachu County, Xinjiang, China. *Vertebrata Palasiatica*, **36**(4): 257—267
- Wang Pu, Hu Ji-zhong, Song Shan-lin & Yang Xiao-chun. 1988. The discovery of *Sinacanthus* in Kalpin Region, Xinjiang, and its stratigraphic significance. *Xinjiang Geology*, **6**(3): 47—50
- Wang Ting-yin, Wang Jir-rong, Liu Jir-kun, Wang Shi-zheng & Wu Jia-hong. 1993. Relationships between the North China Plate and the Tarim Plate. *Acta Geologica Sinica*, **67**(4): 287—300, 387

- Wang Xiao-feng, Chen Xu, Chen Xiao-hong & Zhu Ci-ying. 1996. China Stratigraphic Lexicon: Ordovician. Beijing: Geological Publishing House. 1—126
- Wu Hao-ruo. 2000a. Reinterpretation of the Guangxian Orogeny. *Chinese Science Bulletin*, **45**(5): 555—558
- Wu Hao-ruo. 2000b. A discussion on the tectonic palaeogeography related to the Caledonian Movement in Guangxi. *Journal of Palaeogeography*, **2**(1): 82—88
- Wu Hao-Ruo. 2003. Tectonopalaeogeographic analysis of the geologic problems related to ophiolitic belt in northeastern Jiangxi Province. *Journal of Palaeogeography*, **5**(3): 328—342
- Wu Hao-ruo. 2005. Discussion on tectonopalaeogeography of Lower Yangtze area during the Caledonian period. *Journal of Palaeogeography*, **7**(2): 243—248
- Xia Shu-fang, Chen Yun-tang, Zhang Da-liang & Wang Xin-ping. 1991. The research of the boundary between Silurian and Devonian in the north of the Tarim Basin. In: Jia Rui-xu ed. The research of oil and gas geology of the north Tarim Basin, Series 1 (Stratigraphy and Sedimentology). Wuhan: China University of Geosciences Press. 57—63
- Xu Xiao-song, Xu Qiang, Pan Gui-tang, Liu Qiao-hong, Fan Ying-nian & He Yuan-xiang. 1996. Paleogeography of the South China Continent (SCC) and its contrast with Pangea. Beijing: Geological Publishing House. 1—161
- Yin Hong-fu *et al.* 1988. Paleobiogeography of China. Wuhan: China University of Geosciences Press. 1—329
- Yin Zan-xun, Zhang Shou-xin & Xie Cui-hua. 1978. On folding phases. Beijing: Science Press. 69—77
- Young G C. 1981. Biogeography of Devonian vertebrates. *Alcheringa*, **5**: 225—243
- Young G C. 1993. Vertebrate faunal provinces in the Middle Palaeozoic. In: Long J A ed. Palaeozoic vertebrate biostratigraphy and biogeography. London: Belhaven Press. 293—323
- Yu Wen & Xi Yu-Hua. 1995. Ordovician—Devonian gastropods from Bachu and Kalpin districts, Xinjiang. *Acta Palaeontologica Sinica*, **34**(4): 488—494
- Zeng Xiang-yuan. 1988. Some fish spines of Acanthodii from Early Silurian of Hunan, China. *Vertebrata Palasiatica*, **26**(4): 287—295
- Zeng Ya-cen & Xiao Shi-lu. 1979. The Devonian of Xinjiang. *The Regional Geology of Xinjiang*, (2)(Strata): 1—162
- Zhang Ri-dong, Yu Chang-min, Lu Lin-huang & Zhang Lin-xin. 1959. The Paleozoic strata in South Tianshan Mountains, Xinjiang. *Memoirs of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology* (Academia Sinica), **2**: 1—43
- Zhang Shi-ben, Gao Qin-qin, Chen Qin-bao, Cai Xi-yao, Liang Xi-wen & Liu Jie. 1996. New progress in the studies of Silurian-Devonian stratigraphy on the northwest margin of Tarim Basin. In: Tong Xiao-guang, Liang Di-gang & Jia Cheng-zao eds. New progress in the studies in petroleum geology of Tarim Basin. Beijing: Science Press. 54—66
- Zhang Shi-ben, Gao Qin-qin, Geng Liang-yu, Wang Jun-qing, Chen Qin-bao, Cai Xi-rao, Liu Jie & Liang Xi-wen. 2001. Silurian. In: Zhou Zhi-yi ed. Stratigraphy of the Tarim Basin. Beijing: Science Press. 81—102
- Zhang Shi-ben & Wang Cheng-yuan. 1995. Conodont-based the age of the Yimugantawu Formation (Silurian). *Journal of Stratigraphy*, **19**(2): 133—135
- Zhang Shi-ben & Xi Yu-hua. 1997. Gastropods from Lower Paleozoic red strata of the northwestern margin of the Tarim Basin, Xinjiang. *Acta Palaeontologica Sinica*, **36** (Supplement): 144—154
- Zhao Wen-jin. 2005. Galeaspids of the Middle Paleozoic in China and its palaeogeographic significance. *Journal of Palaeogeography*, **7**(3): 305—320
- Zhao Wen-jin & Zhu Min. 2007. Diversification and faunal shift of Siluro-Devonian vertebrates of China. *Geological Journal*, **42** (3-4): 351—369
- Zhou Zhi-yi & Chen Pei-ji eds. 1990. Biostratigraphy and geological evolution of Tarim. Beijing: Science Press. 1—366
- Zhou Zhi-yi & Lin Huan-ling eds. 1995. Stratigraphy, paleogeography and plate tectonic in Northwest China. Nanjing: Nanjing University Press. 1—299
- Zhu Min. 1998. Early Silurian *Sinacanthus* (Chondrichthyes) from China. *Palaeontology*, **41**: 157—171
- Zhu Min & Wang Jun-qing. 2000. Silurian vertebrate assemblages of China. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **223**: 161—168

## THE SUBDIVISION AND CORRELATION OF THE SILURIAN FISH-BEARING STRATA AND CALEDONIAN MOVEMENT IN KALPIN AND BACHU REGIONS, THE TARIM BASIN, XINJIANG

ZHAO Wen-jin<sup>1)</sup>, WANG Shi-tao<sup>2)</sup>, WANG Jun-qing<sup>1)</sup> and ZHU Min<sup>1)</sup>

1) *Laboratory of Evolutionary Systematics of Vertebrates, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044;*

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

**Abstract** The Silurian red sandstones and mudstones, also termed the “Old Red Rock Series”, are widely distributed in the northwestern margin of the Tarim Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China.

The strata of about 2 500m in thickness have been subdivided into four formations in ascending order: the Kalpintag, Tataertag, Ymogantau and Kezirtag formations. The geological survey in this area was initiated in 1930s, however it is not until late 1980s that first Paleozoic fish (*Sinacanthus*) was reported (Wang *et al.* 1988). Since then, more Paleozoic fish fossils, which are mainly endemic (Pan & Dineley, 1988; Zhao, 2005; Zhao & Zhu, 2007), have been collected from this area, thus providing new data for the study of biostratigraphy and vertebrate biogeography.

Until now, no fish fossil has been found from the Kalpintag Formation. The Silurian fish-bearing strata in the Kalpin and Bachu areas only include the Tataertag, Ymogantau and Kezirtag formations.

The Tataertag Formation is composed of grey, greyish-white siltstone, sandstone and mudstone intercalated with light-purple, purplish-red siltstone and marlstone, and yields abundant agnathans including: *Nanjiangaspis kalpinensis*, *Kalpinolepis tarimensis*, *Hanyangaspis guodingshanensis*, *H.* sp. (Hanyangaspididae), *Microphymaspis pani* (Xiushuiaspididae), *Platycaraspis tianshanensis* (Dayongaspididae), *Sinacanthus wuchangensis* and *Neosiacanthus planispinatus* (Chondrichthyes) etc. *Nanjiangaspis* is very similar to *Hanyangaspis* from Wuchang, Hubei Province and *Latirostraspis* from Chaoxian, Anhui Province. *Platycaraspis* is very similar to *Dayongaspis* from Dayong, Hunan Province, and *Microphymaspis* is similar to *Xiushuiaspis* from Xiushui, Jiangxi Province and *Changxingaspis* from Changxing, Zhejiang Province. *Hanyangaspis*, *Latirostraspis*, *Dayongaspis*, *Xiushuiaspis*, *Sinacanthus* and *Neosiacanthus* in the South China are only present in the Llandovery of Silurian. Hence, the Tataertag Formation could be assigned to the early Telychian of Llandovery, Silurian.

The fossil fishes from the Ymogantau Formation include *Sinacanthus wuchangensis*, *S. triangulatus*, *Tarimacanthus bachuensis*, *Hanyangaspis guodingshanensis*, *H.* sp., *Pseudoduyunaspis bachuensis*, cf. *Mongolepis rozmanae*, cf. *Elegestolepis*, *Xinjiangichthys pluridentatus*, *X. tarimensis*. *Xinjiangichthys pluridentatus* and *X. tarimensis* could be assigned to the Mongolepididae, which was first found from the late Llandovery in the western Mongolia. The same ichthyofauna in association with the conodont *Ozarkodina guizhouensis*, was found from the lower part of the Xiushan Formation in Shiqian, Guizhou Province. We suggest that the age of Ymogantau Formation, like that of the Xiushan Formation in South China, corresponds to the middle Telychian of Llandovery.

The age of the Kezirtag Formation has been regarded as the Late Devonian, the Early Devonian or the Silurian (Wenlock) since it was erected in 1958. Geng (1993) reported the chitinozan *Cingulochitina wronai* Paris et Kriz from the middle-upper part of this formation. Considering that *C. wronai* was found between the *bohemicus* zone and *ultimus* zone in the Koleč of the Prague Basin (Kriz, 1986; Paris, 1989), the age of the Kezirtag Formation might correspond to the Wenlock-Přdoř. Recently, Lu *et al.* (2007) described a part of the placodem trunk-shield (anterior ventral lateral and spinal plates) from the upper part of the Kezirtag Formation. Similar placoderm fossils were also found from the Xiushan, Xiaoxiyu and Yuejiadashan formations, which are dated as the late Llandovery - early Wenlock of Silurian. Thus, the Kezirtag Formation may range from the late Telychian to the early Wenlock. Although its upper age limit still remains unsettled, the Kezirtag Formation should not be considered as the deposits of the Devonian.

Abundant fossil fishes including the endemic agnathans and chondrichthyans are found from the Silurian of the Tarim Block. Two fossil fish assemblages are described in this paper. The first assemblage (Tataertag Formation), referred to the *Platycaraspis - Kalpinolepis - Sinacanthus* assemblage, is composed of galeaspids *Nanjiangaspis zhangi*, *N. kalpinensis*, *Kalpinolepis tarimensis*, *Microphymaspis pani*, *Platycaraspis tianshanensis*, *Hanyangaspis guodingshanensis*, *H.* sp., and chondrichthyans *Sinacanthus*, *Neosiacanthus*. The second assemblage (Ymogantau Formation), referred to the *Hanyangaspis - Xinjiangichthys - Sinacanthus* assemblage, includes galeaspids *Pseudoduyunaspis bachuensis*, *Hanyangaspis guodingshanensis*, *H.* sp., and chondrichthyans *Sinacanthus wuchangensis*, *S. triangulatus*, *Tarimacanthus bachuensis*, *Xinjiangichthys pluridentatus*, *X. tarimensis*, cf. *Mongolepis rozmanae*, cf.

*Elegastolepis*. These two assemblages are similar to of the Silurian ichthyofauna from South China, indicating that the Tarim and the South China blocks might share a highly endemic vertebrate fauna, namely the Pan-Cathaysian Galeaspid Fauna during the Silurian (Zhao, 2005).

Traditionally, the South China and the Tarim blocks were referred to two separated blocks based on paleogeographic analysis of the Middle Paleozoic. However, recent findings of Silurian galeaspid and chondrichthyans from the Tarim Basin indicate that the Tarim and South China blocks were linked with each other, and perhaps formed a united Tarim-South China Block during the Llandovery and Wenlock. The united block was divided into two blocks in the Ludlow or later, when the Tarim Block began to drift away to the northwest. This viewpoint has also been corroborated by paleomagnetic data and the close similarity in mid-Paleozoic stratigraphic sequences between the South China and Tarim blocks.

The last episode of the Caledonian Movement in South China occurred during the late Ordovician and Llandovery of Silurian (Rowley *et al.*, 1993; Chen & Rong, 1996). It is mainly characterized by the Yangtze Uplift in Yangtze Region. Some mid-Paleozoic strata are missing in the Tarim Basin, resulting in the Upper Devonian deposits directly overlying the late Llandovery to early Wenlock formations. It is very similar to Yangtze Region, and should be related to the Chongyu Movement (Lu, 1962; Wu, 2000a, b, 2003, 2005). This unconformity indicates that the Tarim Block underwent a continental-scale vertical movement—the uplift movement at the end of Llandovery of Silurian, and the Tarim Block was gradually drained of water from Wenlock to Přídolí. The Caledonian Movement has the same significant influence in the Tarim Block as in the South China Block.

**Key words** biostratigraphy, vertebrate paleogeography, Caledonian Movement, Silurian, Kalpin, Bachu, Tarim Basin, Xinjiang

## 第四届全国地层会议将于 2011 年召开

第四届全国地层会议计划在 2011 年年初召开,这样就决定了 2010 年是调整、准备和积蓄之年,任务十分繁重。这一年将举行一系列的会议,为第四届全国地层会议的召开做准备,希望大家从现在起就思考这个问题:第一,要保证目前进行的项目能保质保量地向第四届地层会议提交一批重要成果,包括:建阶项目总结,中国地层表,同时还要完成《中国岩石地层名称辞典》的出版;第二,要组织地层委员会专家对《中国地层指南》进行第四次修编;第三,在我们建阶研究的基础上,根据这次会议的建议,组织、协调有关方面提出保护我国标准(或典型)地层剖面的建议,争取通过行政部门予以实施和保护,这方面前人已做了很多工作,我们要推动它、完善它,争取纳入国土资源管理部门的职责当中去。这方面我们也希望大家提出意见和建议,特别是各时代哪个标准剖面应该予以保护,要有具体的建议;第四,第四届全国地层委员会和各分委员会的组成还需要与各方面协商提出方案,有大量的组织工作要做;第五,为开好第四届全国地层会议,还要通知全国各地地质单位总结近十年来的地层学研究取得的成果,在会上进行交流,组织编辑出版十年来地层学研究新成果的论文集;第五,对下一阶段,也就是“十二五”期间地层研究如何搞,在已有地层规划的基础上,去年地质调查局已召开了一次“十二五”地层学研究项目的讨论会。我们建阶项目、我国重要成矿区带地层格架建立项目和第三代岩相古地理编制项目等已列入规划中。但具体实施还要进一步落实,也要求各位专家从地层工作的需要和国内外研究的现状以及所从事的专业需要的角度提出拟研究的课题来,以便汇总纳入“十二五”规划中去。

摘自王泽九“第三届全国地层委员会第十一次常委扩大会议总结发言”