

文章编号: 1671-1505 (2005) 03-0305-16 文献标识码: A

中国古生代中期盔甲鱼类及其古地理意义^{*}

赵文金

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044

摘要 盔甲鱼类是古生代中期化石无颌类的主要类群, 其分布主要限于我国境内以及越南北部。至目前为止, 在我国已发现并鉴定的盔甲鱼类计有 48 属 68 种, 其中志留纪 14 属 19 种, 遍布川、陕、鄂、湘、皖、浙、赣、新等省(区); 泥盆纪 35 属 49 种, 遍布宁、川、黔、桂、滇等省(区)。本文不仅对含盔甲鱼类的地层进行了详细的对比研究, 而且根据盔甲鱼类在中古生代地层中出现的先后顺序, 自下而上划分了 9 个盔甲鱼化石组合与 1 个盔甲鱼层, 并认为这些化石组合和盔甲鱼层之间的演替与当时环境条件的变化及古地理、古构造的变迁密不可分。另外, 通过对盔甲鱼类形态学及古生态学的研究, 认为盔甲鱼类应是一类行底栖滤食性生活、运动能力不强的类群, 其主要生活环境为靠近古陆边缘的海域。由于其迁移扩散能力有限, 宽广的陆地以及宽阔的海洋均成为其迁移、扩散的障碍, 因此盔甲鱼类具有重要的古生物地理意义。最后, 根据盔甲鱼类在我国的地理分布特征, 并结合大地构造学及古地磁学方面的资料, 对中生代我国三大主要板块之间的古地理关系进行了初步的探讨性研究, 结果表明: 古生代中期中国三大板块具有十分密切的古地理关系, 它们彼此相接或相邻, 并同属于一个鱼类动物地理区系即泛华夏盔甲鱼类区系。

关键词 盔甲鱼类 古地理 古生代中期 中国

作者简介 赵文金, 男, 1968 年生, 2000 年毕业于中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 获博士学位。现为中国科学院古脊椎动物与古人类研究所副研究员, 主要从事早期脊椎动物及相关的动物古地理学的研究工作。通信地址: 北京西外大街 142 号, 100044; 电话: 010-88369290 或 13621156231; E-mail: zhao wenjin@paleo-ivpp.ac.cn 或 zhaowenjin@ivpp.ac.cn

Galeaspid of the Middle Paleozoic in China and its palaeogeographic significance

Zhao Wenjin

Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044

Abstract The Galeaspid is one major group of Agnatha in the Middle Paleozoic, and is mainly distributed in China and North Vietnam. Up to now, the fossil galeaspid agnathans found and described in China can be attributed to 68 species in 48 genera. 19 species in 14 genera of them are referred to the Silurian galeaspid agnathans, and are mainly distributed in Sichuan, Shaanxi, Hubei, Hunan, Anhui, Zhejiang, Jiangxi provinces and Xinjiang Autonomous Region. 49 species in 35 genera of them are referred to the Devonian galeaspid agnathans, and are mainly distributed in Sichuan, Guizhou, Yunnan provinces and Ningxia, Guangxi autonomous regions. The author firstly studied in detail the Middle Paleozoic galeaspid agnathans in China and the related correlation of galeaspid-bearing strata.

*国家重点基础研究发展规划项目(编号: G2000077704); 国家自然科学基金重点项目(编号: 40332017)及国际地质对比计划 IGCP491 项目资助

收稿日期: 2004-11-10 改回日期: 2004-12-13

ta. According to the occurrence orders of the Middle Paleozoic galeaspid nine galeaspid agnathans assemblages and one galeaspid-bearing stratum can be recognized from the Early Silurian to the Late Devonian in China. The succession of the Chinese galeaspid agnathans assemblages is closely related to the changes of palaeoenvironment, palaeogeography and palaeoconformation. Secondly, according to the study on the morphology and palaeoecology of galeaspid, most of them dwelt in the sea area close to palaeocontinents margin, including delta and estuary, and lived a benthic life as filter feeder. Both the continents and expansive oceans became the major obstacles for their migration and dispersal because of their limited locomotory and dispersal capabilities, and thus galeaspid are biogeographically useful. Lastly, based on the distribution of the Chinese galeaspid agnathans, and some information of the plate tectonics and palaeogeomagnetism, the study reveals that the palaeogeographical relationships among three major eastern Asian blocks (*i. e.* the South China, the North China and the Tarim blocks) are very close during the Middle Paleozoic. They were linked or neighboured near each other, and shared a highly endemic vertebrate fauna, namely "the Pan-Cathaysian Galeaspid Fauna".

Key words Galeaspid, palaeogeography, Middle Paleozoic, China

About the author Zhao Wenjin, born in 1968, was graduated from China University of Geosciences (Beijing) and obtained Ph. D. degree in 2000. Now he is an associate research professor of Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, and is engaged in the research of early vertebrate and related palaeogeography.

无颌类是鱼形动物中最原始的一类,也是整个脊椎动物中最原始的一类,它与真正的鱼类相比主要表现在口无真正的上下颌。现生的无颌类只有圆口纲 2 个目,大约有 50 个种,并且迄今尚未找到化石。而化石无颌类则是一类早已绝灭了类群,它们主要繁盛于志留纪及泥盆纪,在北美洲、南美洲及澳大利亚奥陶纪的地层中,曾先后发现了这种古老的无颌类化石(Ritchie and Gilbert-Tomlinson, 1977; Gagnier *et al.*, 1986)。但在我国,化石无颌类主要见于志留纪及泥盆纪的地层中,并且表现出极强的区域性特色,其成员主要为盔甲鱼类分子,可称之为盔甲鱼类鱼群。现有资料表明,该鱼群种类繁多,虽然经历了志留纪—泥盆纪这样漫长的历史时期,但其分布除中国及越南北部外,尚未发现扩散到世界其它地区。

自 1965 年刘玉海开始记述并研究中国的无颌类化石——盔甲鱼类以来,有关这方面的研究至今仍在进行。本文主要是在综合整理我国现有的盔甲鱼类研究资料的基础上,阐明其地史分布特点及古生态特征,揭示其所具有的特殊的古地理意义,并结合古地磁及大地构造学方面的资料来探讨古生代中期中国三大板块(华南板块、塔里木板块及华北板块)之间的关系。

1 中国无颌类——盔甲鱼类化石的地史分布

我国最早的盔甲鱼类化石发现于湘西北大庸地区的温塘,含鱼层位为早志留世溶溪组上部的红色泥岩,主要化石属种有 *Dayongaspis hunanensis* 及 *Konoceraspis grandoculus* (潘江和曾祥渊, 1985; Pan, 1992)。最晚的盔甲鱼类化石发现于宁夏中卫沙家湾红石湾,含鱼层位为晚泥盆世中宁组上部紫红色细砂岩层,由于当时采集到的标本均不甚完整,故未确定其属种名称,但依其不完整的头甲外模上鳃区的鳃囊特点及星状突起纹饰等特征,将其归属为头甲很大的盔甲鱼类(Galeaspidida)(潘江等, 1987)。据王俊卿面告,这些出现于晚泥盆世的无颌类化石可能为都匀鱼类(Duyunaspida)的一些新的属种,以具 33 对鳃囊区别于现已记述的几个都匀鱼类的属种。

据近 40 年来有关我国盔甲鱼类的所有记述资料,在我国已发现并鉴定的古生代中期(志留纪、泥盆纪)的盔甲鱼类化石计有 48 属 68 种,还有一个未定种,其中志留纪 14 属 19 种,泥盆纪 35 属 49 种,见表 1。

需要特别指出的是,有 7 个前人记述的属种因作为表 1 中部分所列属种的同义名而予以废弃,它们是

Latirostraspis chaohuensis (*Hanyangaspis chaohuensis* 的同义名), *Polybranchiaspis sinensis*, *P. yunanensis*, *P. rhombicus*, *P. gracilis* (均为 *Polybranchiaspis liaojiaoshanensis* 的同义名), *Sanqiaspis sichuanensis* (*Sanqiaspis rostrata* 的同义名) 及 *Sinoszechuanaspis gracilis* (*Sinoszechuanaspis yanmenpaensis* 的同义名)。

古生代中期, 中国的盔甲鱼类化石不仅属种繁多, 个体数量丰富, 而且地理分布广泛。志留纪的盔甲鱼类遍布陕西、四川、湖南、湖北、安徽、浙江、江西及新疆等省(区)。含鱼层位主要有属于

Llandovery (S₁) 世的溶溪组、坟头组及塔塔埃尔特格组, 属于 Llandovery 世晚期—Wenlock (S₂) 世早期的西坑组、茅山组、回星哨组、小溪峪组及依木干他乌组等, 见表 2。

中国泥盆纪的盔甲鱼类则遍布宁夏、四川、贵州、广西及云南等省(区), 含鱼层位主要有属于 Lochkovian 期的西山村组、西屯组, 属于 Pragian 期的徐家冲组、坡松冲组、莲花山组、那高岭组及平驿铺组, 属于 Emsian 期的郁江组、贺县组、乌当组、舒家坪组及缩头山组, 属于 Eifelian 期的信都组, 属于 Famennian 期的中宁组等, 见表 3。

表 2 中国志留纪含盔甲鱼类化石地层对比表

Table 2 Correlation of Silurian galeaspids-bearing strata in China

地 层	四川 (秀山)	湖南 (大庸)	湖北 (汉阳)	安徽 (望县)	浙江 (长兴)	江西 (修水)	陕西 (紫阳)	塔里木 (柯坪 巴楚)	
志留系	泥盆系	云台观组 (D ₁)	云台观组 (D ₁)	云台观组 (D ₁)	五通组 (D ₁)	五通组 (D ₁)	瓦房店组	克兹尔塔格组	
	S ₁								
	S ₂								
	S						仙中沟组	依木干他乌组*	
	Eifelian	回星哨组*	小溪峪组*	茅山组	茅山组	茅山组*	西坑组*		
		秀山组	吴家院组 辣子壳组	坟头组*	坟头组*	康山组	夏家桥组	吴家河组*	
		溶溪组	溶溪组*	新滩组			清水组	崑山沟组	塔塔埃尔特格组*
	S ₁	小河坝组	小河坝组		高家边组	大白地组	墩背组	崑山沟组	
		龙马溪组	龙马溪组	龙马溪组	高家边组 下段	安吉组	梨树窝组	马柳树湾组	柯坪塔格组
	奥陶系				五峰组	堰口组	新开岭组	芭蕉口组	因宁组

注: 带有*号者为含盔甲鱼类地层单位

表3 中国泥盆纪含盔甲鱼类化石地层对比表
Table 3 Correlation of Devonian galeaspids-bearing strata in China

地层	宁夏		四川		贵州		广西				云南						
	中卫	中宁组	江油	赫章	都匀	乌当	横县	贵县	象州	平乐	博白	武定	彝良	昭通	广南	文山	曲靖
上覆地层	羊虎沟组 (C ₂)	中宁组	长滩子组	赫章	革老河组	汤耙沟组	E	英塘组	未分组	未分组	博白	T ₃	万寿山组	万寿山组	黄龙组	黄龙组	曲靖
	Famennian	茅坝组	茅坝组	未分组	者王组	高坡扬组	融县组	融县组	未分组	未分组	未分组	茶花菁组	宰格组	宰格组	樟江组	草当组	宰格组
D ₃	Frasnian	沙窝子组	小岭坡组	望城坡组	亮梭组	马鬃岭组	谷团组	巴漆组	东岗岭组	东岗岭组	信都组	鱼子甸组	曲靖组	曲靖组	分水岭组	东岗岭组	海口组
	Civetian	土桥子组	观雾山组	独山组	独山组	那叫组	民塘组	东岗岭组	长村组	信都组	信都组	旧城组	普门组	普门组	坡脚组	古木组	穿洞组
D ₂	Erfelian	金宝石组	养马坝组	独山组	独山组	那叫组	那叫组	未分组	古莲组	贺县组	莲花山组	边菁沟组	边菁沟组	达莲塘组	纸厂组	穿洞组	徐家冲组
	上部	二台子组	二台子组	独山组	独山组	那叫组	莫丁组	大乐组	古莲组	贺县组	莲花山组	边菁沟组	边菁沟组	达莲塘组	坡脚组	坡脚组	徐家冲组
D ₁	下部	谢家湾组	谢家湾组	独山组	独山组	莫丁组	郁江组	官桥组	官桥组	贺县组	莲花山组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	徐家冲组
	Pragian	甘溪组	甘溪组	独山组	独山组	郁江组	那高岭组	二塘组	二塘组	贺县组	莲花山组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	徐家冲组
Lochkovian	白柳坪组	白柳坪组	独山组	独山组	独山组	那高岭组	那高岭组	上伦组	上伦组	贺县组	莲花山组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	徐家冲组
	平彝群	平彝群	平彝群	独山组	独山组	那高岭组	那高岭组	那高岭组	那高岭组	贺县组	莲花山组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	徐家冲组
下伏地层	香山群 (E ₂)	回屋峭组	回屋峭组	独山组	独山组	那高岭组	那高岭组	莲花山组	莲花山组	贺县组	莲花山组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	徐家冲组
	博菜田组 (E-O)	回屋峭组	回屋峭组	独山组	独山组	那高岭组	那高岭组	莲花山组	莲花山组	贺县组	莲花山组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	徐家冲组
	玉龙寺组	回屋峭组	回屋峭组	独山组	独山组	那高岭组	那高岭组	莲花山组	莲花山组	贺县组	莲花山组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	坡脚组	徐家冲组

注: 带有*号为含盔甲鱼类地层单位

2 中国主要含无颌类——盔甲鱼类化石层的对比

2.1 下红层溶溪组的对比

中国含盔甲鱼类化石目前已知最早的层位为溶溪组,其岩性以紫红色泥岩为主,夹有少量黄绿、灰绿等杂色粉砂质泥岩和粉砂岩,顶、底均以紫红色粉砂质泥岩为特征,与下伏小河坝组以及上覆辣子壳组或秀山组均为连续沉积,相当于多数学者所称谓的下红层。该组命名剖面位于川东南秀山溶溪东南约 6 km 的秀山至溶溪公路旁,主要分布于川东南、黔东北、湘西北和鄂西南,大体上沿江南古陆的西北缘发育,但仅在湘西北大庸温塘的溶溪组上部发现了盔甲鱼类化石,即 *Dayongaspis hunanensis* 及 *Konoceraspis grandoculus*。这套地层中化石比较稀少,除无颌类以外,仅有腕足类 *Nalivkinia*, *Nucleospira*, *Isorthis*, *Striispirifer*, 三叶虫 *Lojiashania*, 笔石 *Hunanodendrum*, 海百合 *Pisocrinus*, 牙形石 *Spathognathodus parahassi* 及胞石 *Conochitina daxhenensis* 等。由于缺乏确定时代的标准化石,该套地层的时代一直未能得到很好解决,但多数学者将其划归 Llandovery 世。耿良玉(1990)及戎嘉余等(1990)依据胞石 *Conochitina daxhenensis* 认为该套地层的层位可与 *Spirograptus turriculatus* 及 *Streptograptus crispus* 笔石化石带相对比,本文也接受这一观点,即溶溪组应为 Llandovery 世 Telychian 早期的沉积,并与江西的清水组及湖北的新滩组层位相当,与浙江的大白地组及安徽的高家边组的上部层位也相当。

近年来,随着“八五”国家重点科技攻关项目“塔里木盆地油气资源”的开展,在塔里木盆地柯坪地区中,发现了志留纪的鱼类化石(王俊卿等,1996;2002)。含有 *Kalpinolepis tarimensis*, *Platycaraspis tianshanensis*, *Microphymaspis pani* 以及 *Nanjiangaspis kalpinensis* 等化石的塔塔埃尔塔格组可与溶溪组相对比,并且形成了中国第一个鱼类动物组合,即 *Dayongaspis-Kalpinolepis* 组合(Zhu and Wang, 2000)。

2.2 坟头组、吴家河组和依木干他乌组的对比

分布于苏、皖及鄂东南的坟头组,因其含有无脊椎动物化石组合 *Coronocephalus rex-Sichuanoceras-Orthonota perlata* 而与长江中游地区的秀山组相对比已被大多数学者所接受(戎嘉余等,1990;陈旭和戎嘉余,1996;王俊卿,1997)。其时代大体上为 Llandovery 世 Telychian 中期,即相当于笔石带 *griestoniensis* 带。该组上部灰绿色粉砂岩中因含有以 *Hanyangaspis guodingshanensis* 为主的无颌类而使其成为我国志留纪第二个含鱼层位。

新疆塔里木盆地西缘柯坪地区的依木干他乌组下段主要以低位体系域的红色泥岩为主(朱筱敏等,2001),其中也发现了汉阳鱼等鱼形动物化石(王俊卿等,1996),陕西紫阳地区吴家河组顶部灰色薄层粗粉砂岩及粉砂质板岩夹黑色板岩中也产有无颌类——汉阳鱼碎片(傅力浦和宋礼生,1986),据此可以把吴家河组上段、依木干他乌组下段与坟头组上段对比起来。**2.3 上红层回星哨组、小溪峪组、茅山组及西坑组的对比**

上红层的分布范围比下红层要小而且更靠近古陆,主要分布于扬子地台南缘,如展布于川东南的回星哨组、展布于湘西北的小溪峪组、赣西北的西坑组以及苏、皖、浙交界的茅山组等。尽管茅山组以砂岩为主,岩性与其它上红层略有不同,但层位上仍可作粗略的对比。分布于各地的上红层均可大致分为上、下两段,下段为泥岩、泥质粉砂岩段,上段为含虫管化石的细砂岩及粉砂岩段,即管状砂岩段。上红层中所含化石比较稀少,且属种单调,时代意义不强,但其岩性标记醒目,而且均整合于富含秀山动物群层位之上。据其下伏地层富含介壳相的秀山动物群,目前国内外学者大多认为这些地层单位大体上可以相互对比,并且基本上相当于 *spiralis-grandis* 带的上部——Llandovery 世 Telychian 晚期(戎嘉余等,1990;陈旭和戎嘉余,1996)。但这套地层中是否发育 Wenlock 世及其后志留纪各世的地层,目前还不能定论,有待获取更多的证据(陈旭和戎嘉余,1996;林宝玉等,1998;耿良玉等,1999;戎嘉余和陈旭,2000)。

尽管上红层中无脊椎动物化石稀少,但自上个世纪 80 年代以来先后在这套地层中发现了不少无颌类等脊椎动物化石(潘江和王士涛,1980,1983;刘时藩,1983),并划分出两个脊椎动物组合,即下部层位 *Sinoga leaspis-Xiushuiaspis* 组合及上部层位的

Eugaleaspis 组合(潘江, 1986; Zhu, 2000), 这对于研究这套地层的展布、对比以及古地理、古气候具有重要的意义。

2.4 徐家冲组、坡松冲组、莲花山组、那高岭组与平驿铺组之间的对比

仅分布于滇东曲靖地区的徐家冲组, 其岩性特征以紫红色、黄绿色泥岩、泥质粉砂岩夹浅紫色、棕黄色石英砂岩为主, 除产有无颌类等脊椎动物化石外, 还产有植物化石: *Zosterophyllum yunnanicum*, *Z. spathulatum*, *Taenioarada* sp., *Drepanophycus spinaeformis* 等(方润森等, 1985), 以及孢子: *Retusotriletes triangulates*, *R. rotodus*, *Apiculiretusispora placata* 等(侯鸿飞等, 1988), 其时代大致相当于西欧和北美的 Pragian 期。

而坡松冲组出露范围较广, 不仅出露于滇东南文山、广南等地, 而且还出露于滇东北的昭通、彝良、武定等地, 位于坡脚组黑色碳质泥岩与寒武纪白云岩之间, 岩性特征主要为灰褐色中一厚层状细砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩, 含与徐家冲组类似的无颌类等脊椎动物化石及植物化石, 如 *Gantaros-traspis geni*, *Gumuaspsis rostrata*, *Sanqiaspsis rostrata* (王俊卿和王念忠, 1992; 赵文金等, 2002) 及 *Zosterophyllum australianum*, *Taenioarada* sp. 等(侯鸿飞等, 2000)。从其地层层序及所含的各种化石特征来看, 将坡松冲组作为 Pragian 期即济根期的沉积是比较适宜的(郝守刚, 1988; 朱敏等, 1994; 赵文金等, 2002), 并可与徐家冲组相对比。

出露于四川龙门山江油地区的平驿铺组, 含具吻突的华南鱼类: *Longmenshanaspis kiangyouensis*, *Sinosichuanaspis yanmenpaensis*, *Sanqiaspsis rostrata* 等, 据此该组可与徐家冲组及坡松冲组相对比(刘玉海, 1985; 朱敏等, 1994)。

在广西境内 2000 年以前记述的无颌类化石仅有 3 属 3 种, 即产于贵县龙山乡莲花山组顶部紫色石英砂岩中的 *Eugaleaspis lianhuashanensis* (刘时藩, 1986), 产于横县六景地区那高岭组底部灰绿色砂岩层中的 *Asiaspsis expansa* 及 *Antiquisagittaspis cornuta* (潘江等, 1975; 刘玉海, 1985; 朱敏等, 1994)。其中 *Eugaleaspis lianhuashanensis* 的性状和徐家冲组中所产的 *E. xujiachongensis* 最为相似, 具吻突的 *Asiaspsis expansa* 及 *Antiquis-*

agittaspis cornuta 也与徐家冲组中所产的 *San-chaspis* 及 *Gantaros-traspis* 等华南鱼类比较相近(潘江等, 1975; 朱敏等, 1994)。因此莲花山组上部及那高岭组下部能够与徐家冲组相对比。另外, 那高岭组中含有 Pragian 中晚期牙形石的带化石 *Eognathodus sulcatus*, 因此其时代上的确定与地层的对比已无异议(侯鸿飞等, 1988; 朱敏等, 1994)。

2.5 乌当组、舒家坪组、贺县组与缩头山组的对比

分布于贵阳附近的乌当组是我国目前含 Emsian 期早期脊椎动物化石比较确切的层位。据朱敏等(1994)研究, 该组中与无颌类 *Neoduyunaspis minuta* 共同产出的节甲类 *Kueichowlepis* 及瓣甲类 *Sinopetalichthys* 分别与澳洲 Emsian 期的 *Parabuchanosteus* 及 *Shearboneaspis* 具有较近的亲缘关系。在赫章及都匀地区相当于 Emsian 期的地层主要为丹林组及舒家坪组, 其中舒家坪组中除含比较丰富的 Emsian 晚期的腕足类化石以外, 还含有可与乌当组无颌类 *Neoduyunaspis* 相对比的 *Duyunolepis* 及 *Paraduyunaspis*, 它们共同组成盔甲鱼类中非常特化的一个类群——都匀鱼类(潘江和王士涛, 1978)。

产有无颌类 *Lopadaspsis pinglensis* 的桂东北平乐源头圩地区的贺县组、产有无颌类 *Tridensaspis magnoculus* 的象州大乐剖面的郁江组、以及产有无颌类 *Wumengshanaspis* 的滇东北彝良地区的缩头山组, 可能是我国华南地区含有 Emsian 期沉积的另外 3 个地层单位。贺县组一般以紫红、灰绿色页岩、泥岩、砂质页岩为主, 夹泥质砂岩、粉砂岩、细砂岩、白云岩及灰岩等, 除鱼类化石以外, 还含有少量的珊瑚、双壳类以及植物化石, 其时代应为早泥盆世晚期即 Emsian 期(侯鸿飞等, 2000; 王士涛等, 2001)。郁江组以泥岩夹灰岩为主, 含有较丰富的腕足类、珊瑚、双壳类等化石。根据上下地层的接触关系以及牙形石 *Polygnathus dehis-cens* 的发育情况, 郁江组的时代应为 Emsian 早期(侯鸿飞等, 2000)。而缩头山组中化石稀少, 至目前为止该组的时代还不能精确确定。实际上滇东北彝良地区缩头山组下部的含鱼层位位于鲕状赤铁矿层之上, 而主要分布于贵州境内的都匀鱼—新都匀鱼组合则产于赤铁矿层之下, 这两个含鱼层位略有

不同。从目前鱼类化石资料及其横向对比的结果来层位相当或略高,其时代可能归属早泥盆世晚期即 Emsian 晚期(王士涛和兰朝华,1984;朱敏等,1994)。

3 中国无颌类——盔甲鱼类化石组合

中国的化石无颌类——盔甲鱼类(图1)主要见于古生代中期志留纪—泥盆纪的地层中,根据其在各地层中出现的先后顺序,自下而上大致可组成9个盔甲鱼类化石组合和1个盔甲鱼层。

组合1:大庸鱼—柯坪鱼(*Dayongaspis-Kalpinolepis*)组合 这个无颌类化石组合是我国目前已知的最早的脊椎动物化石组合,该组合中无颌类分异度较低,计有6属6种,它们是 *Dayongaspis hunanensis* (图1-J), *Konoceraspis grandoculus*, *Kalpinolepis tarimensis*, *Platycaraspis tianshanensis*, *Microphymaspis pani* 以及 *Nanjiangaspis kalpinensis*, 分别产于湘西北大庸地区的溶溪组及新疆塔里木盆地西缘巴楚、柯坪地区塔塔埃塔格组中(潘江和曾祥渊,1985;Pan,1992;王俊卿等,1996,2002)。与上述无颌类化石同层产出的还有中华棘鱼(*Sinacanthus*)(王朴等,1988)。该组合与潘江(1986)所命名的大庸鱼—中华棘鱼组合及 Zhu and Wang (2000)所命名的脊椎动物组合 *Dayongaspis-Kalpinolepis-Sinacanthus* 组合基本一致。该组合的生存时代为 Llandovery 世 Telychian 早期。

组合2:汉阳鱼—秀甲鱼(*Hanyangaspis-Geraspis*)组合 这个组合中无颌类分异度仍较低,计有3属4种,它们是 *Hanyangaspis guodingshanensis* (图1-D), *H. chaohuensis*, *Pseudoduyunaspis bachuensis* 及 *Geraspis rara*, 分别产于湖北汉阳的坟头组(原称锅顶山组)、安徽巢县的坟头组、陕西紫阳的吴家河组及新疆塔里木盆地西缘柯坪、巴楚地区的依木干他乌组(潘江等,1975;潘江和陈烈祖,1993;王俊卿等,1996;傅力浦和宋礼生,1986)。与上述无颌类化石同层产出的还有中华棘鱼(*Sinacanthus*)(潘江等,1975;王士涛等,1980;王俊卿等,1996)。该组合与潘江(1986)所命名的 *Hanyangaspis-Sinacanthus* 组合及 Zhu and Wang (2000)所命名的脊椎动物组合 *Hanyangaspis guod-*

看,缩头山组下部含鱼层位应与舒家坪组中部含鱼 *ingshanensis-Sinacanthus* 组合基本一致。依据其共生的无脊椎动物化石组合——秀山动物群可以确定这套含汉阳鱼—秀甲鱼组合的地层时代为 Llandovery 世 Telychian 中期。

组合3:中华盔甲鱼—修水鱼(*Sinogaleaspis-Xiushuiaspis*)组合 这个组合中无颌类分异度已明显上升,计有4属7种,主要成员有: *Sinogaleaspis shankouensis* (图1-C), *S. xikengensis*, *S. zhejiangensis*, *Meishanaspis lehmani*, *Changxingaspis gui*, *Xiushuiaspis jiangxiensis* 及 *X. ganbeiensis* (潘江和王士涛,1980,1983;潘江,1986;Pan,1992;Wang,1991), 分别产于江西修水地区的西坑组下部及浙江长兴地区的茅山组下部,即上红层的下部层位。在茅山砂岩中还发现有 *Sinacanthus* 化石(潘江,1986)。该组合与潘江(1986)所命名的 *Sinogaleaspis-Xiushuiaspis* 组合及 Zhu and Wang (2000)所命名的志留纪脊椎动物组合3即 *Sinogaleaspis-Xiushuiaspis-Sinacanthus* 组合基本一致。依据其共生的无脊椎动物化石及其与下伏地层的关系,该无颌类化石组合的生存时代为 Llandovery 世 Telychian 晚期。

组合4:秀山真盔甲鱼(*Eugaleaspis xiushanensis*)组合 该组合中的主要分子是 *Eugaleaspis xiushanensis*, 产于湘西北大庸地区的小溪峪组及川东南秀山地区的回星哨组上部的管状砂岩层中(刘时藩,1983)。同层还产出有节甲鱼类 *Wangolepis*, 该组合相当于潘江(1986)所称谓的脊椎动物组合4,即 *Eugaleaspis xiushanensis-Wangolepis sinensis* 组合。该组合的生存时代为 Llandovery 世 Telychian 晚期至 Wenlock 世早期(Zhu and Wang,2000)。

组合5:多鳃鱼—东方鱼(*Polybranchiaspis-Dongfangaspis*)组合 这个组合由多鳃鱼类及真盔甲鱼类的分子组成,它们是多鳃鱼、东方鱼、坝鱼、五窗鱼、憨鱼及云南盔甲鱼等,计有7属13种,主要成员为: *Polybranchiaspis liaojiaoshanensis* (图1-L), *P. minor*, *P. zhanyiensis*, *P. miandiancunensis*, *P. yulingssus*, *Dongfangaspis qujingensis*, *D. paradoxus*, *D. yunnanensis*, *Damaspis vartus*, *Yunnanogaleaspis major* (图1-B), *Pentathyraspis pelta*, *Diandongaspis xishancunensis* 及 *Nochelaspis maendrine* 等。这一组合中的所有成员在外部形态上均表现出吻部钝圆、胸角钝而短且不向两侧展出的特征。该组合仅产于滇东曲靖地区的西山村组,其时代

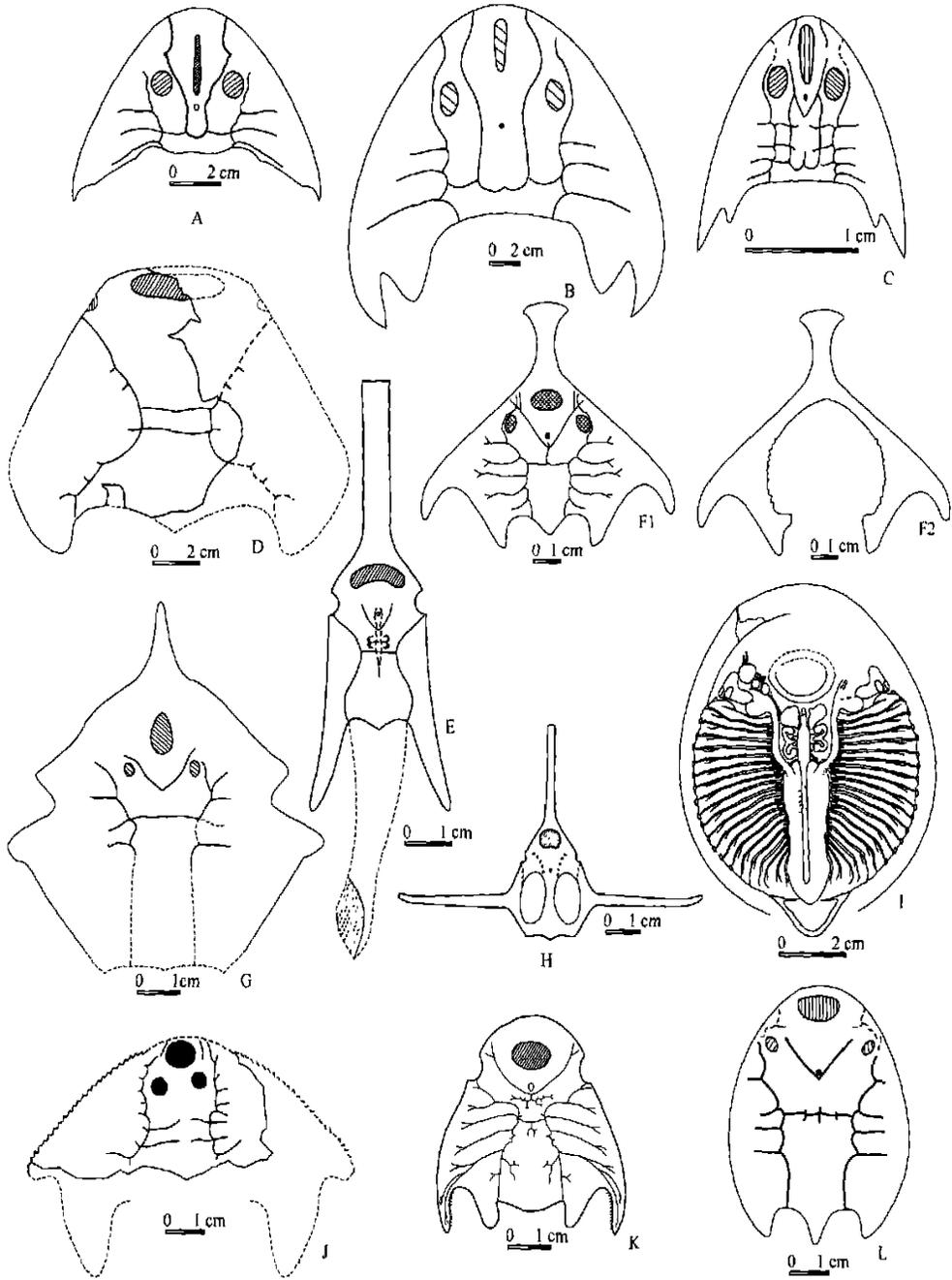


图1 中国古生代中期(志留纪—泥盆纪)主要盔甲鱼类头甲复原图

Fig. 1 Restoration of the cephalic shield of the major Middle Paleozoic (Silurian-Devonian) galeaspid agnathans from China

A—*Eugaleaspis xujiachongensis* (云南曲靖, 徐家冲组, 早泥盆世 Pragian 期); B—*Yunnanogaleaspis major* (云南曲靖, 西山村组, 早泥盆世 Lochkovian 早期); C—*Sinogaleaspis shankouensis* (江西修水, 西坑组, 志留纪 Llandovery 世 Telychian 晚期); D—*Hanyangaspis guodingshanensis* (湖北汉阳, 坟头组, 志留纪 Llandovery 世 Telychian 中期); E—*Sanchaspis rostrata* (云南文山, 坡松冲组, 早泥盆世 Pragian 期); F1—*Sanchaspis magalarostrata* in dorsal view; F2—*S. magalarostrata* in ventral view; (产地层位同 A); G—*Nanpanaspis microculus* (云南曲靖, 西屯组, 早泥盆世 Lochkovian 晚期); H—*Macrothyraspis longiornis* (云南文山, 坡松冲组, 早泥盆世 Pragian 期); I—*Duyunaspis paoyangensis* (贵州都匀, 舒家坪组, 早泥盆世 Emsian 期); J—*Dayongaspis hunanensis* (湖南大庸, 溶溪组, 志留纪 Llandovery 世 Telychian 早期); K—*Wenshanaspis zhichangensis* (云南文山, 坡松冲组, 早泥盆世 Pragian 期); L—*Polybranchiaspis liaojiaoshanensis* (云南曲靖, 西山村组及西屯组, 早泥盆世 Lochkovian 期)

为 Lochkovian 早期, 这个组合与王俊卿(1984)、刘时藩(1984)及 Zhu *et al.* (2000) 所称谓的泥盆纪鱼化石组合 *Polybranchiaspis liaojiaoshanensis-Laxaspis qujingensis* 组合基本相当。与该组合同层产出的还有其它一些鱼类化石, 如瓣甲鱼类 *Dianongpetalichthys liaojiaoshanensis* (潘江和王士涛, 1978; Zhu, 1991) 及胴甲鱼类 *Yunnanolepis* sp. 等。另外还有一些尚待描述的总鳍鱼类 *Youngolepis* sp. 及节甲鱼类 *Szelepis* sp. 等。

组合 6: 宽甲鱼—南盘鱼 (*Laxaspis-Nanpanaspis*) 组合 这个组合主要由多鳃鱼类、南盘鱼类、真盔甲鱼类及耸刺鱼类的分子组成, 但仍以多鳃鱼类分子为主, 总共计有 8 属 9 种, 主要成员有: *Laxaspis qujingensis*, *L. rostrata*, *Nanpanaspis microculus* (图 1—G), *Eugaleaspis changi*, *Polybranchiaspis liaojiaoshanensis* (图 1—L), *Cyclodiscaspis ctenus*, *Siyingia altuspinosa*, *Microrhoplonaspis mictothyris* 及 *Hyperaspis acclivis* 等。该组合主要产于滇东曲靖地区的西屯组, 其时代为 Lochkovian 晚期。该时期因各种鱼类化石众多, 前人曾先后将这一时期的脊椎动物化石组合称之为 *Yunnanolepis-Qujinolepis* 组合 (刘时藩, 1984)、*Yunnanolepis chii-Youngolepis praecursor* 组合 (王俊卿, 1984)、*Procondylolepis-Chuchinolepis* 组合 (朱敏等, 1994) 及 *Diabolepis-Nanpanaspis* 组合 (Zhu *et al.*, 2000)。与该无颌类化石组合一起保存或一起共生的鱼类主要有胴甲鱼类, 如 *Yunnanolepis chii*, *Y. parvus*, *Phymolepis cui Fengshanensis*, *Zhanjilepis aspratilis*, *Chuchinolepis gracilis*, *C. qujingensis* 等, 节甲鱼类 *Szelepis yunnanensis*, 以及肉鳍鱼类 *Youngolepis praecursor*, *Diabolepis speratus*, *Psarolepis romeri* 等。其中云南鱼类是较为重要的一个类别, 不仅化石数目非常多, 而且在西屯组内从底到顶均能可见, 同时见有相当多保存下来的完整个体。长胸节甲类的斯氏鱼 (*Szelepis*) 由于地理分布非常广泛, 几乎遍及世界各个大洲, 这对于我国早泥盆世含鱼地层进行全球对比具有重要的意义。

组合 7: 三岔鱼—亚洲鱼 (*Sanchaspis-Asiaspis*) 组合 这个组合主要由华南鱼类及多鳃鱼类的分子组成, 计有 17 属 21 种, 主要的成员有: *Sanchaspis magalarostrata* (图 1—F), *Asiaspis ex-*

pana, *Huananaspis wudinensis*, *Sanqiaspis rostrata* (图 1—E), *S. zhaotongensis*, *Lungmenshanaspis yunnanensis*, *L. kiangyouensis*, *Antiquisagittaspis cornuta*, *Gumuaspsis rostrata*, *Gantarostrataspis geni*, *Szechuanaspis yanmenpaensis*, *Qingmenaspis microculus*, *Macrothyraspis longicornis* (图 1—H), *Pterogonaspis yuhaii*, *Eugaleaspis xujiachongensis* (图 1—A), *E. qujingensis*, *E. lianhuashanensis*, *Kwangnanaspis subtriangularis*, *Dongfangaspis major*, *Zhaotongaspis janvieri*, *Wenshanaspis zhichangensis* (图 1—K) 等。这些无颌类化石主要产于滇东曲靖地区的徐家冲组、滇东北昭通及滇东南文山等地的坡松冲组、广西贵县的莲花山组、广西横县的那高岭组以及川西北龙门山地区的平驿铺组等。该组合最主要的特点是多数成员为华南鱼类, 具有较长的吻部和发育的胸角, 有的向两侧伸出呈展翼状。该组合的生存时代为 Pragian 期。与该组合无颌类化石共同产出的早期脊椎动物还有一些节甲类, 如 *Yujian-golepis liujiangensis*, *Asiacanthus multituberculatus* (刘时藩, 1982), 及胴甲类 *Grammaspis callima*, *Nakaolinaspis devonica* (潘江和王士涛, 1978) 等。

组合 8: 都匀鱼—新都匀鱼 (*Duyunaspis-Neoduyunaspis*) 组合 这个组合主要由都匀鱼类、华南鱼类的分子组成, 计有 6 属 6 种, 主要成员有: *Neoduyunaspis minuta*, *Duyunaspis paoyangensis* (图 1—I), *Paraduyunaspis hezhangensis*, *Wumengshanaspis cuntianensis* 及 *Tridensaspis magnoculus*, *Lopadaspis pinglensis* 等, 分别产于贵阳乌当地区的乌当组及赫章、都匀等地的舒家坪组、广西象州大乐的郁江组、平乐源头圩的贺县组以及滇东北彝良地区的缩头山组。在贵阳乌当, 同层产出的还有节甲类 *Kueichowlepis sinensis* 及瓣甲类 *Sinopetalichthys kueiyangensis* 等 (潘江等, 1975)。该组合的生存时代为 Emsian 期, 与 Zhu *et al.* (2000) 所称谓的 *Kueichowlepis-Sinopetalichthys* 组合基本一致。

组合 9: 近中显眶鱼 (*Clarorbis apponomedianus*) 组合 该组合中无颌类化石比较稀少, 仅有 1 属 1 种, 即 *Clarorbis apponomedianus* (潘江和姬书安, 1993), 产于广西博白地区信都组灰白色薄层至中厚层粉砂质泥岩中, 同层产出的还有瓣甲鱼

类: *Guangsipetalichthys bobeiensis*; 胴甲鱼类: *Bothriolepis sinensis*, *Hunanolepis tieni* 等; 以及双壳类: *Tanaodon* ? sp., *Sphenotus* ? sp. 等; 腹足类: *Euomphalus* ? sp.; 腕足类: *Lingula* sp. 等。该无颌类组合的时代为 Eifelian 期(潘江和姬书安, 1993; Zhu *et al.*, 2000)。

中卫盔甲鱼层 该无颌类化石层主要产出于宁夏中卫地区中宁组上部, 由于所产标本均为一些盔甲鱼类碎片, 至目前为止尚未做进一步的鉴定。潘江等(1987)曾认为这些晚泥盆世的无颌类应为多鳃鱼类。前已述及, 这些晚泥盆世的无颌类可能为都匀鱼类, 具 33 对鳃囊为其显著特征。

与该无颌类化石层同层产出的还有胴甲鱼类 *Remigolepis zhongweiensis* 及 *R. xiangshanensis* 等以及肉鳍鱼类、早期四足动物 *Sinostega pani* 等(潘江等, 1987; Zhu *et al.*, 2002), 另外还见有植物化石如 *Leptophloeum rhombicum* 等(潘江等, 1987), 据此可以确定该无颌类化石层的时代为晚泥盆世 Famennian 期。

4 中国古生代中期无颌类——盔甲鱼类化石组合的变化特征

古生代中期是我国化石无颌类——盔甲鱼类主要的繁盛时期。盔甲鱼类是化石无颌类三个最主要的亚纲之一, 从早志留世一直延续到晚泥盆世, 其中早泥盆世是其鼎盛时期。在志留纪—泥盆纪这段时期的不同时间间隔内生活着不同的无颌类组合类型, 本文将它们分别识别为不同的盔甲鱼类化石组合或盔甲鱼层, 即前文中已分别阐述的 9 个各具特点的盔甲鱼类化石组合和 1 个盔甲鱼层。

志留纪共有 4 个盔甲鱼类化石组合。组合 1 在我国代表了盔甲鱼类的首次发生, 该组合主要以比较原始的汉阳鱼类及多鳃鱼类的分子为主, 化石属种单调, 丰度及分异度不高; 组合 2 仍以汉阳鱼类及多鳃鱼类为主, 但出现了典型的汉阳鱼类分子; 组合 3 中则出现了比较丰富的中华盔甲鱼类分子, 这是盔甲鱼类在经过 Llandovery 世 Telychian 早中期辐射演化以后所达到的第一个高峰期; 组合 4 中则仅发育有真盔甲鱼类的分子, 随后在 Llandovery 世末期—Wenlock 早期发生了一次比较明显的生物事件, 中华盔甲鱼类 (*Sinogaleaspidae*) 及汉阳鱼

类 (*Hanyangaspididae*) 的分子全部消失。

泥盆纪共有 5 个盔甲鱼类化石组合及 1 个盔甲鱼层, 其中有 4 个组合的时代限于早泥盆世, 由此可见早泥盆世是我国无颌类——盔甲鱼类的主要繁盛时期。早泥盆世 Lochkovian 早期以组合 5 为主, Lochkovian 晚期则以组合 6 为主, 多鳃鱼类是这两个组合中的主要成员。这两个组合中盔甲鱼类化石属种的丰度及分异度相差不大, 均达到中等水平, 这是盔甲鱼类从志留纪进入到泥盆纪以后, 由于外界环境条件变得越来越有利于其生存、发展的结果。组合 5 代表着我国盔甲鱼类在泥盆纪的第一次辐射发生事件。多鳃鱼类及真盔甲鱼类分子的分异度似乎在早泥盆世 Lochkovian 早期突然迅速增加, 但这并不能肯定地说这是一次生物界的突变事件, 因为在志留纪 Pridoli (S₄) 末期已可见到这次生物界变革事件的先兆, 这次生物事件对于无颌类盔甲鱼类来说似乎是一次渐变的事件 (Zhu, 2000)。组合 6 则代表着盔甲鱼类的适应发展阶段。进入到 Pragian 期以后, 真盔甲鱼类分子仍继续得到发展, 并与新出现的华南鱼类分子共同组成了我国无颌类最鼎盛时期的一个盔甲鱼类化石组合, 即组合 7, 随后盔甲鱼类遭受了一次规模较大的绝灭事件, 大部分类型都消失绝灭了, 仅有少数属种逃过这次劫难。早泥盆世 Emsian 期, 盔甲鱼类又出现了一些新的类型——都匀鱼类, 并形成了中国盔甲鱼类的第 8 个组合。进入到中泥盆世以后, 中国盔甲鱼类几乎全部消失, 仅在广西博白 Eifelian 期地层中发现有近中显眶鱼, 本文中将其命名为组合 9。晚泥盆世则仅在宁夏中卫中宁组上部发现一些盔甲鱼类化石, 本文中将其命名为中卫盔甲鱼层。在进入石炭纪之前, 中国的无颌类——盔甲鱼类全部消失。

古生代中期中国无颌类——盔甲鱼类化石组合或盔甲鱼层之间的变化不仅仅表现在一些属种的死亡与另一些属种的新生上, 而且更为主要地是反映了当时环境条件的变化以及古地理、古构造的变迁。

晚奥陶世阿什及尔 (Ashgill) 晚期, 由于受巨大冰川活动的影响, 全球海平面发生剧烈下降, 导致喜温生物的大规模灭绝, 这次绝灭事件是显生宙以来 5 次集群绝灭事件之一 (戎嘉余等, 1984)。志留纪初期, 气候开始转暖, 冰川消融, 同时导致全球性海侵的发生, 生物界的总体面貌也随志留纪初期

以来海侵的发生而逐渐发生了重大改观。在中国, 盔甲鱼类已开始于志留纪 Llandovery 世 Telychian 早期兴起, 并迅速得以发展。盔甲鱼类的发生及发展与当时中国大陆板块的主体处于赤道附近的低纬度地区, 并具有温暖、干热的气候条件有关。在志留纪 Llandovery 世末期—Wenlock 初期, 由于受加里东运动的影响, 盔甲鱼类的主要生活地区如华南板块的大部分地区已开始拼接并逐渐上升直至隆起成陆(吴浩若, 2000), 同时伴随有海退的发生, 当时的古地理面貌又发生了重大改变, 这一切因素的综合导致了海洋无脊椎动物及早期脊椎动物在中国境内几乎全部绝灭消失。中晚志留世, 我国华南具有独特的地理面貌——在滇东曲靖地区为一狭长海盆(万方和许效松, 2003)、在钦防地区尚存一残留海盆, 这种古地理面貌为生物界尤其是早期脊椎动物提供了生存养息之所。

泥盆纪时, 我国的盔甲鱼类主要发现于华南板块之上。当时的华南板块仍处于赤道低纬度地区, 气候温暖, 但由于受板块内部裂隙构造及全球海平面变化的影响, 其古地理面貌与志留纪完全不同, 在早泥盆世出现了“山高水深”的独特地貌, 再加上当时处于海侵的初期, 海侵规模较小, 因此存在着严重的古生物迁移障碍, 这为古生物的发展提供了丰富的、十分有利的生存空间, 从而导致生物界的大发展, 我国的盔甲鱼类在此时期达到了其发展过程中的鼎盛阶段。自中泥盆世以后, 华南板块上构造活动减弱, 再加上受泥盆纪第二次海侵的影响逐渐增强, 逐渐形成了山已不再高、水已不再深的古地理面貌, 古生物迁移障碍也随之逐渐消失, 我国具有浓厚区域性特色的无颌类盔甲鱼类分子也逐渐被具全球性分布特征的有颌类的鱼类分子所替代而逐渐消亡。

5 中国古生代中期无颌类——盔甲鱼类的古生态及其古地理意义

中国古生代中期的无颌类主要为盔甲鱼类分子, 其最主要的特征是没有上下颌的分化。在脊椎动物的进化历史中, 颌的出现具有非常重大的意义。因为有了颌, 不但加强了动物个体主动捕食的能力, 而且能够扩大其食物范围, 这有利于其自由生活方式的发展和种族的繁衍。而没有上下颌分化

的盔甲鱼类, 其主动捕食的能力显然很弱, 它只能被动地获取食物。对现代鱼类口的位置与食性的关系的研究表明, 这两者之间关系极为密切。例如: 以浮游生物为食的鱼类, 口为上位; 以底栖生物或以附着在石头上的藻类为食的鱼类, 如鲮鱼等, 口为下位; 而口为端位者, 则一般为以吃中上层水中的食物为主的鱼类。通过近 40 年来对盔甲鱼类的研究表明, 盔甲鱼类的口孔位于其头部的腹面, 为口下位者, 其食物应为底栖生物、或附着在石头上的藻类、或水底沉积物中的有机质等, 盔甲鱼类是一种滤食性生物。

现代鱼类均是以鳍来运动, 鳍有奇鳍与偶鳍之分, 有了偶鳍的鱼类, 其运动能力会大大加强。盔甲鱼类缺少胸鳍、腹鳍这样成对的附肢, 表明其运动能力不强。目前所发现的盔甲鱼类几乎全部都具有平扁型的体形, 这种体形背腹轴特别短, 左右轴特别长, 类似于现代的鳐类, 其动作比较迟钝, 行底栖生活, 盔甲鱼类头部被有骨质甲片也表明其应为底栖类群。

从盔甲鱼类的生态特征来看, 盔甲鱼类应是一类行底栖滤食性生活、运动能力不强的类群, 其主要生活环境为靠近古陆边缘的海域中, 包括三角洲、海湾地带(刘玉海, 1985), 以及陆相淡水盆地中(潘江和曾祥渊, 1985)。由于其迁移扩散能力有限, 不仅陆地可以成为其迁移的障碍, 而且海洋也会造成一种隔离, 因此盔甲鱼类具有重要的古生物地理意义, 在古生物地理研究中占据着特殊的位置。

6 中国古生代中期无颌类——盔甲鱼类古地理初步研究

古生物地理学是研究地质历史时期生物化石的地理分布及其变化的一门学科, 古生物地理区系是判断古板块位置、重建古地理最有利的证据。因此, 古生物地理学与古地磁学、古气候学一同构成了现代古地理学的三大支柱。古生代中期中国的无颌类化石——盔甲鱼类根据其生态特点被认为是一类游泳能力不强、迁移扩散能力有限的早期脊椎动物, 具有十分重要的古生物地理学方面的意义。近年来, 伴随着板块构造学说及隔离分化生物地理学说的兴起, 其地理分布正日益受到关注, 并开始为

古全球重建提供强有力的证据, 为古生代中期中国三大板块的大地构造演化提供重要的化石资料。

古生代中期, 中国的无颌类主要为盔甲鱼类分子, 该类群形成了一个地区性特别强、特征非常明显的鱼类动物地理区系, 本文中将其称为“泛华夏盔甲鱼类区系”。该鱼类区系至今只发现于中国的三大陆块(华南板块、华北板块及塔里木板块)和越南的北部, 根据区域大地构造分析, 越南北部可划入我国的华南板块。由此可见, 泛华夏盔甲鱼类区系在古生代中期只限于中国的三大陆块, 这表明该时期中国三大陆块可能共同处于一个与世界其它地区相对隔离的位置, 且它们三者之间有着十分密切的关系。

目前, 国内外多数学者根据海生底栖动物——珊瑚类、腕足类等研究, 将全球志留纪生物古地理分为4个大区: 北方大区(Boreal realm), 东和西原特提斯大区(East and West Pro-Tethyan realm)及南方大区或马尔维诺—卡弗列克大区(Malvinokaftric realm); 将泥盆纪生物古地理分为3个大区: 北方大区, 特提斯大区以及南方大区(殷鸿福等, 1988)。我国古生代中期古生物地理分区, 从总的来说分属两个大区——北方大区和特提斯大区, 而中国的三大板块当时主要属于特提斯大区。上个世纪70年代以来, 对古生代中期脊椎动物古地理的研究日益增多, Halstead *et al.* (1979)认为志留纪—泥盆纪时由于中国含有独特的无颌类——盔甲鱼类而将其单独区分出一个独立的生物区, Young (1981, 1990)根据脊椎动物化石资料将全球划分为5个生物大区, 即欧美区、西伯利亚区、图瓦区、东冈瓦纳区及华南区, 其中华南区是最具特色的一个区。Liu (1991)在研究中国古生代中期脊椎动物化石之后认为当时的塔里木、祁连、扬子和珠江区共同形成了一个中国生物地理区, 并根据鱼化石组合的差异, 分出祁连、扬子及珠江3个生物分区。潘江等(1994)认为中国鱼化石在古生代中期的分布特征并不支持将中国划分出扬子及珠江两个生物区, 这二区在化石组合上的区别可能是含化石层位时代不同所造成的。

中国志留纪盔甲鱼类化石主要分布于华南板块和塔里木板块上, 在扬子中下游地区及新疆柯坪、巴楚地区共同繁盛着以汉阳鱼类等为特色的盔甲鱼类, 中华棘鱼(*Sinacanthus*)在两地均亦十分繁盛

(刘时藩, 1993)。两地极为相似的脊椎动物化石资料说明, 华南板块和塔里木板块在志留纪时应彼此相接或相近, 并且共同组成了一个鱼类生物地理区系, 本文将之命名为塔里木—华南区。该生物地理区系在泥盆纪时仍继续存在, 但盔甲鱼类化石的分布及面貌已发生了一些重要的变化, 泥盆纪的盔甲鱼类化石主要分布于云南曲靖地区, 以多鳃鱼类、华南鱼类为代表。另外, 在华北板块的祁连区也发现有泥盆纪的盔甲鱼类化石, 这说明华北板块与华南板块在此时即使没有相连在一起, 也相距不远, 至多仅有陆缘浅海相隔, 并且共同处于一个鱼类生物地理区系中。由此可见, 根据盔甲鱼类动物地理分布特征, 古生代中期中国三大板块具有十分密切的古地理关系, 它们同属于一个鱼类动物地理区系。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。

近年来, 国内的一些知名学者曾先后以板块构造理论为基础, 并根据全球各大陆陆块和微陆块的相对亲缘性、统一性和独立性提出, 在整个古生代期间, 全球大陆可划分为三大陆块群, 即冈瓦纳陆块群、劳亚陆块群和泛华夏陆块群(李兴振等, 1995; 许效松等, 1996), 其中泛华夏陆块群既不属于北方的劳亚陆块群, 也不属于南方的冈瓦纳陆块群, 而是介于这两个大陆陆块群之间的、具有相同的特提斯暖水动物群的众多陆块的集合体, 中国的三大陆块华北陆块、华南陆块及塔里木陆块均属于该陆块群, 这表明它们三者当时处于同一个构造域内, 即特提斯构造域内, 这为古生代中期中国三大板块十分密切的古地理关系提供了有力的大地构造学方面的证据。三大陆块群中, 泛华夏陆块群可能与冈瓦纳陆块群关系较为密切, 这有待古生物资料(包括脊椎动物及无脊椎动物的资料)以及古地磁资料提供更为可靠的依据。

在本文撰写的过程中, 与朱敏研究员进行了多次有益的讨论, 在此表示感谢!

参 考 文 献

- 陈旭, 戎嘉余. 1996. 中国扬子区兰多维尔列统特列齐阶及其与英国的对比. 北京: 科学出版社, 1~162
- 方润森, 江能人, 范健才, 等. 1985. 云南曲靖地区中志留世—早泥盆

- 世地层及古生物. 昆明: 云南人民出版社, 1~171
- 傅力浦, 宋礼生. 1986. 陕西紫阳地区(过渡带)志留纪地层及古生物. 中国地质科学院西安地质矿产研究所刊, (14): 1~198
- 耿良玉, 王震, 张允白, 等. 1999. 扬子区后兰多维列世(志留纪)胞石的发现及其意义. 微体古生物学报, 16(2): 111~151
- 耿良玉. 1990. 黔北石阡雷家屯志留系埃隆阶一特列奇阶附近几种胞石之记述. 古生物学报, 29(5): 623~636
- 郝守刚. 1988. 早泥盆世始叶蕨(新属)及叶子起源的讨论. 植物学报, 30(4): 441~448
- 侯鸿飞, 曹宣铎, 王士涛, 等. 2000. 中国地层典·泥盆系. 北京: 地质出版社, 1~119
- 侯鸿飞, 王士涛, 等. 1988. 中国地层(7)·中国的泥盆系. 北京: 地质出版社, 1~348
- 李兴振, 许效松, 潘桂棠. 1995. 泛华夏大陆群与东特提斯构造演化. 岩相古地理, 15(4): 1~13
- 林宝玉, 苏养正, 朱秀芳, 等. 1998. 中国地层典·志留系. 北京: 地质出版社, 1~104
- 刘时藩. 1982. 广西六景节甲鱼化石. 古脊椎动物与古人类, 20(2): 106~114
- 刘时藩. 1983. 对我国早期脊椎动物生物地理特征的一些认识. 古脊椎动物与古人类, 21(4): 292~300
- 刘时藩. 1984. 我国泥盆纪古地理研究的回顾与希望. 古脊椎动物学报, 22(4): 324~329
- 刘时藩. 1986. 广西盔甲鱼类化石. 古脊椎动物学报, 24(1): 1~9
- 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
- 刘玉海. 1965. 云南曲靖地区早泥盆世无颌类化石. 古脊椎动物与古人类, 9(2): 125~134
- 刘玉海. 1985. 盔甲鱼类 *Antiquisagittaspis 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
- 潘江. 1986. 中国志留纪脊椎动物群的初步研究. 中国地质科学院院报, 15: 161~190
- 潘江, 陈烈祖. 1993. 皖北志留纪盔甲鱼类的新发现. 古脊椎动物学报, 31(3): 225~230
- 潘江, 霍福臣, 曹景轩, 等. 1987. 宁夏陆相泥盆系及其生物群. 北京: 地质出版社, 1~237
- 潘江, 姬书安. 1993. 中泥盆世盔甲鱼类在中国的首次发现. 古脊椎动物学报, 31(4): 304~307
- 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, 第3~4期: 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. 1980. 盔甲鱼类在华南的新发现. 古生物学报, 19(1): 1~7
- 潘江, 王士涛. 1983. 江西修水西坑组多鳔鱼目化石一新科. 古生物学报, 22(5): 505~509
- 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. 见: 中国地质科学院地层古生物论文集编委会. 地层古生物论文集. 1. 北京: 地质出版社, 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, 陈旭. 2000. 中国志留纪年代地层学述评. 地层学杂志, 24(1): 27~35
- 戎嘉余, 陈旭, 王成源, 等. 1990. 论华南志留系对比的若干问题. 地层学杂志, 14(3): 161~177
- 戎嘉余, Markes E. Johnson, 杨学长. 1984. 上扬子区早志留世(兰多维列世)的海平面变化. 古生物学报, 23(6): 672~687
- 万方, 许效松. 2003. 川滇黔桂地区志留纪构造—岩相古地理. 古地理学报, 5(2): 180~186
- 王俊卿. 1984. 我国泥盆纪鱼类的分布、组合和性质. 古脊椎动物学报, 22(3): 219~229
- 王俊卿. 1997. 苏皖志留纪鱼群及相关问题讨论. 古脊椎动物学报, 35(4): 307~311
- 王俊卿, 王念忠. 1992. 滇东南早泥盆世无颌类. 古脊椎动物学报, 30(3): 185~194
- 王俊卿, 王念忠, 张国瑞, 等. 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、古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
- 王朴, 胡继宗, 宋杉林, 等. 1988. 新疆柯坪地区 *Sinacanthus* 的发现及其地层意义. 新疆地质, 6(3): 47~50
- 王士涛, 兰朝华. 1984. 滇东北彝良泥盆纪多鳔鱼类的新发现. 中国地质科学院院报或中国地质科学院地质研究所刊, 9: 113~123
- 王士涛, 王俊卿, 王念忠, 等. 2001. 广西东部早泥盆世晚期盔甲鱼类一新属. 古脊椎动物学报, 39(3): 157~167
- 王士涛, 夏树芳, 杜森官, 等. 1980. 安徽巢县志留纪无颌类和鱼类化石的发现及其地层意义. 中国地质科学院院报 地质研究所分刊, 1(2): 101~112
- 吴浩若. 2000. 广西加里东运动构造古地理问题. 古地理学报, 2(1): 70~76
- 许效松, 徐强, 潘桂棠, 等. 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
- 殷鸿福等著. 1988. 中国古生物地理学. 武汉: 中国地质大学出版社, 1~329
- 赵文金, 朱敏, 贾连涛. 2002. 云南文山早泥盆世盔甲鱼类的新发现. 古脊椎动物学报, 40(2): 97~113
- 朱敏, 王俊卿, 范俊航. 1994. 云南曲靖地区桂家屯组与徐家冲组早期脊椎动物化石及相关生物地层问题. 古脊椎动物学报, 32(1): 1~20
- 朱筱敏, 王贵文, 谢庆宾. 2001. 塔里木盆地志留系层序地层特征. 古地理学报, 3(2): 64~71

References

- Chen Xu, Rong Jiayu. 1996. Telychian(Llandovery) of the Yangtze Region and its Correlation with British Isles. Beijing: Science Press 1~162(in Chinese with English abstract)
- Fang Runsen, Jiang Nengren, Fan Jiancai, et al. 1985. The Middle Silurian and Early Devonian Stratigraphy and Palaeontology in Qujing

- District, Yunnan, Kunming; Yunnan People Press, 1~171(in Chinese with English abstract)
- Fu Lipu, Song Lisheng. 1986. Stratigraphy and Paleontology of Silurian in Ziyang region(Transitional Belt). Bulletin of the Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences 14; 1~198(in Chinese with English abstract)
- Gagnier P-Y, Blicke A R M, Rodrigo G. 1986. First Ordovician vertebrates from South America. Geobios, 19; 629~634
- Geng Liangyu, Wang Yue, Zhang Yunbai, *et al.* 1999. Discovery of Post-Llandovery Chitinozoans in the Yangtze Region and their significance. Acta Micropalaeontologica Sinica, 16(2); 111~151(in Chinese with English abstract)
- Geng Liangyu. 1990. Chitinozoa near Aeronian-Telychian boundary at Leijiatun of Shiqian, north Guizhou. Acta Palaeontologica Sinica 29(5); 623~636(in Chinese with English abstract)
- Hao Shougang. 1988. A new lower Devonian genus from Yunnan, with notes on the origin of leaf. Acta Botanica Sinica, 30(4); 441~448(in Chinese with English abstract)
- Halstead L B, Liu V, Pan K. 1979. Agnathans from the Devonian of China. Nature 282(5741); 831~833
- Hou Hongfei, Cao Xuanduo, Wang Shitao, *et al.* 2000. China Strata Lexicon • Devonian. Beijing: Geological Publishing House 1~119(in Chinese)
- Hou Hongfei, Wang Shitao, *et al.* 1988. Stratigraphy of China(No. 7): The Devonian System of China. Beijing: Geological Publishing House 1~348(in Chinese with English abstract)
- Li Xingzhen, Xu Xiaosong, Pan Guitang. 1995. Evolution of the Pan-Cathaysian Landmass Group and eastern Tethyan tectonic domain. Sedimentary Facies and Palaeogeography, 15(4); 1~13(in Chinese with English abstract)
- Lin Baoyu, Su Yangzheng, Zhu Xiufang, *et al.* 1998. China Strata Lexicon • Silurian. Beijing: Geological Publishing House 1~104(in Chinese)
- Liu Shifan. 1982. Preliminary note on the Arthrodira from Guangxi, China. Vertebrata Palaeontologica 20(2); 106~114(in Chinese with English abstract)
- Liu Shifan. 1983. Biogeography of Silurian and Devonian vertebrates in China. Vertebrata Palaeontologica 21(4); 292~300(in Chinese with English abstract)
- Liu Shifan. 1984. The sequence of early Devonian vertebrate assemblages in China. Vertebrata Palaeontologica 22(4); 324~329(in Chinese with English abstract)
- Liu Shifan. 1986. Fossil Eugeleaspid from Guangxi. Vertebrata Palaeontologica, 24(1); 1~9(in Chinese with English abstract)
- Liu Shifan. 1991. Biogeography of early vertebrates in China. In: Chang Mee-Mann, Liu Yuhai, Zhang Guorui(eds). Early vertebrates and related problems of evolutionary Biology. Beijing: Science Press, 499~504
- Liu Shifan. 1993. The palaeogeographic significance of Sinacanthus. Chinese Science Bulletin, 38(21); 1977~1978(in Chinese)
- Liu Yuhai. 1965. New Devonian agnathans of Yunnan. Vertebrata Palaeontologica 9(2); 125~134(in Chinese with English abstract)
- Liu Yuhai. 1985. A Galeaspid (Agnatha), Antiquisagittaspis Cornuta Gen. Sp. Nov., from lower Devonian of Guangxi, China. Vertebrata Palaeontologica 23(4); 247~254(in Chinese with English abstract)
- Pan Jiang. 1986. Note on Silurian vertebrates of China. Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences, 15; 161~190(in Chinese)
- Pan Jiang, Chen Liezu. 1993. Geraspididae, a new family of Polybranchiaspidida (Agnatha) from Silurian of northern Anhui. Vertebrata Palaeontologica 31(3); 225~230(in Chinese with English abstract)
- Pan Jiang, Huo Fuchen, Cao Jingxuan, *et al.* 1987. Continental Devonian System of Ningxia and its Biotas. Beijing: Geological Publishing House 1~237(in Chinese with English abstract)
- Pan Jiang, Ji Shu'an. 1993. First discovery of middle Devonian Galeaspid in China. Vertebrata Palaeontologica 31(4); 304~307(in Chinese with English abstract)
- Pan Jiang, Lu Liwu, Ji Shu'an. 1994. A brief review on Chinese Paleogeography of vertebrates during the Middle Palaeozoic. Acta Geoscientia Sinica, Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences (3~4); 200~210(in Chinese with English abstract)
- Pan Jiang, Wang Shitao. 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(in Chinese)
- Pan Jiang, Wang Shitao. 1980. New finding of Galeaspidiformes in south China. Acta Palaeontologica Sinica 19(1); 1~7(in Chinese with English abstract)
- Pan Jiang, Wang Shitao. 1983. Xiushuiaspididae, a new family of Polybranchiaspidiformes from Xiushui of Jiangxi Province. Acta Palaeontologica Sinica 22(5); 505~509(in Chinese with English abstract)
- Pan Jiang, Wang Shitao, Liu Yunpeng. 1975. Early Devonian Agnatha and Pisces of south China. In: Editorial Committee of Professional Papers of Stratigraphy and Palaeontology, Chinese Academy of Geological Sciences (ed). Professional Papers of Stratigraphy and Palaeontology, No. 1. Beijing: Geological Publishing House 135~169(in Chinese)
- Pan Jiang, Zeng Xiangyuan. 1985. Dayongaspididae, a new family of Polybranchiaspidiformes (Agnatha) from early Silurian of western Hunan, China. Vertebrata Palaeontologica, 23(3); 207~213(in Chinese with English abstract)
- Pan Jiang. 1992. New Galeaspid (Agnatha) from the Silurian and Devonian of China. Beijing: Geological Publishing House 1~86
- Ritchie A, Gilbert-Tomlinson J. 1977. First Ordovician vertebrates from the South Hemisphere. Alcheringa, 1; 351~368
- Rong Jiayu, Chen Xu. 2000. Comments on Silurian Chronostratigraphy of China. Journal of Stratigraphy, 24(1); 27~35(in Chinese with English abstract)

- Rong Jiayu, Chen Xu, Wang Chengyuan, *et al.* 1990. Some problems on the Silurian correlation in south China. *Journal of Stratigraphy*, 14 (3): 161 ~ 177 (in Chinese with English abstract)
- Rong Jiayu, Markes E Johnson, Yang Xuechang. 1984. Early Silurian (Llandovery) sea-level changes in the upper Yangtze region of central and south western China. *Acta Palaeontologica Sinica* 23(6): 672 ~ 687 (in Chinese with English abstract)
- Wan Fang Xu Xiaosong. 2003. Tectonic-Lithofacies Palaeogeography of the Silurian in Sichuan-Yunnan-Guizhou-Guangxi Region. *Journal of Palaeogeography*, 5(2): 180 ~ 186 (in Chinese with English abstract)
- Wang Junqing. 1984. Geological and paleogeographical distribution of Devonian fishes in China. *Vertebrata Palasiatica* 22(3): 219 ~ 229 (in Chinese with English abstract)
- Wang Junqing. 1997. Silurian fish fossil fauna of Anhui and Jiangsu Provinces and related problems. *Vertebrata Palasiatica*, 35 (4): 307 ~ 311 (in Chinese with English abstract)
- Wang Junqing, Wang Nianzhong. 1992. Early Devonian Galeaspid Agnatha from southeast of Yunnan, China. *Vertebrata Palasiatica*, 30 (3): 185 ~ 194 (in Chinese with English abstract)
- Wang Junqing, Wang Nianzhong Zhang Guorui *et al.* 2002. Agnathans from Llandovery (Silurian) of Kalpin, Xinjiang, China. *Vertebrata Palasiatica* 40(4): 245 ~ 256 (in Chinese with English abstract)
- Wang Junqing, Wang Nianzhong, Zhu Min. 1996. Middle Paleozoic vertebrate fossils from the north-western margin of the Tarim Basin, and the related stratigraphy. In: Tong Xiaoguang, Liang Digang, Jia Chengzao (eds). *New Advances on the Study of Petroleum Geology in Tarim Basin*. Beijing: Science Press, 8 ~ 16 (in Chinese with English abstract)
- Wang Nianzhong. 1991. Two new Silurian galeaspids (jawless craniates) from Zhejiang Province, China with a discussion of galeaspid-gnathostome relationships. In: Chang Mee-Mann, Liu Yuhai, Zhang Guorui (eds). *Early Vertebrates and Related Problems of Evolutionary Biology*. Beijing: Science Press, 41 ~ 66
- Wang Pu Hu Jizong, Song Shanlin, *et al.* 1988. The discovery of *sinacanthus* in Kalpin region, Xinjiang, and its stratigraphic significance. *Xinjiang Geology*, 6(3): 47 ~ 50 (in Chinese with English abstract)
- Wang Shitao, Lan Chaohua. 1984. New discovery of Polybranchiaspids from Yiliang County, northeast Yunnan Province. *Bulletin of Chinese Academy of Geological Sciences*, 9: 113 ~ 123 (in Chinese with English abstract)
- Wang Shitao, Wang Junqing, Wang Nianzhong, *et al.* 2001. A new Genus of Galeaspida from the Late Early Devonian of Eastern Guangxi, South China. *Vertebrata Palasiatica* 39(3): 157 ~ 167 (in Chinese with English abstract)
- Wang Shitao, Xia Shufang, Du Senguan, *et al.* 1980. On the discovery of Silurian Agnathans and Pisces from Chaoxian County, Anhui Province and its stratigraphical significance. *Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences Series II*, 1(2): 101 ~ 112 (in Chinese with English abstract)
- Wu Haonuo. 2000. A discussion on the tectonic Palaeogeography related to the Caledonian movement in Guangxi. *Journal of Palaeogeography*, 2(1): 70 ~ 76 (in Chinese with English abstract)
- Xu Xiaosong, Xu Qiang, Pan Guitang *et al.* 1996. Palaeogeography of the South China Continent (SCC) and its Contrast with Pangea. Beijing: Geological Publishing House, 1 ~ 161 (in Chinese with English abstract)
- Yin Hongfu, *et al.* 1988. *Paleobiogeography of China*. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1 ~ 329 (in Chinese)
- Young G. 1981. Biogeography of Devonian vertebrates. *Alcheringa*, 5: 225 ~ 243
- Young G. 1990. Devonian vertebrate distribution pattern, and cladistic analysis of palaeogeographic hypotheses. *Geological Society of London Memoir*, 12: 243 ~ 255
- Zhao Wenjin, Zhu Min, Jia Liantao. 2002. New discovery of Galeaspids from Early Devonian of Wenshan southeastern Yunnan, China. *Vertebrata Palasiatica* 40(2): 97 ~ 113 (in Chinese with English abstract)
- Zhu Min, Wang Junqing. 2000. Silurian vertebrate assemblages of China. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 223: 161 ~ 168
- Zhu Min, Ahlberg P E, Zhao Wenjin, *et al.* 2002. First Devonian tetrapod from Asia. *Nature*, 420: 760 ~ 761
- Zhu Min, Wang Junqing, Fan Junhang. 1994. Early Devonian fishes from Gujiatun and Xujachong Formations of Qujing, Yunnan, and related biostratigraphic problems. *Vertebrata Palasiatica* 32(1): 1 ~ 20 (in Chinese with English abstract)
- Zhu Min, Wang Nianzhong, Wang Junqing. 2000. Devonian macro- and microvertebrate assemblages of China. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 223: 361 ~ 372
- Zhu Min. 1991. New information on *Diandongpetalichthys* (Placodermi; Petalichthyida). In: Chang Mee-Mann, Liu Yuhai, Zhang Guorui (eds). *Early vertebrates and related problems of evolutionary Biology*. Beijing: Science Press, 179 ~ 194
- Zhu Min. 2000. Catalogue of Devonian vertebrates in China with notes on bio-events. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 223: 373 ~ 390
- Zhu Xiaomin, Wang Guiwen, Xie Qingbin. 2001. Sequence stratigraphy of Silurian in Tarim Basin. *Journal of Palaeogeography*, 3(2): 64 ~ 71 (in Chinese with English abstract)

(责任编辑 王海华)