

陕南奥陶纪圆尾虫类三叶虫的丰度及海平面变化^{*}

周志强

(西安地质矿产研究所 西安 710054)

周志毅 袁文伟

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

提要 上扬子区北缘米仓山地区 3 个宝塔组剖面的远岸水中浮游圆尾虫类三叶虫丰度变化研究表明, 该区海域在兰维恩晚期至阿什极尔早期曾出现 4 次海平面跌落和 3 次海平面上升, 与同期全球海平面变化有一定的可比性。证明圆尾虫类丰度变化的研究可能是揭示奥陶纪全球海平面变化规律的一个有效手段。

关键词 圆尾虫类丰度变化 全球海平面变化 奥陶纪 陕西南部

海洋生物群落的演替能反映海水相对深度的变化, 运用浅水陆棚区的底栖生物群落或组合来识别海平面的变化, 是近年国际上研究的热点。笔者等近年来通过上扬子区北缘米仓山地区中一晚奥陶世宝塔组生物及生态地层学的初步研究, 认为通过营远岸水中浮游(mesopelagic)生活的圆尾虫类(cyclopygids)三叶虫的丰度变化的研究也能有效指示海平面的升降, 与陆棚区底栖动物群落研究有异曲同工的作用, 应予重视。

圆尾虫类(cyclopygids)以其硕大的复眼和宽阔的中轴为特征, 是繁衍于奥陶纪的一类特化三叶虫, 营水中浮游生活, 占据海洋的 200—700m 深度带, 分布在大陆斜坡的上部和有朝外海的自由通道的深水边缘盆地(Fortey, 1985; Fortey and Owens, 1987)。周志毅等(1990)依据圆尾虫属(*Cyclopyge*)大量发现于新疆柯坪陆棚相其浪组之中, 认为其生活水层的上限深度应浅于 200m。经进一步研究, 周志毅等(Zhou *et al.*, 1994)指出圆尾虫类不同属虽然形态相似, 但可能各自生活于不同深度的水层, 即具有明显的深度分异现象, 根据塔里木地区的实际资料, 有些属如 *Microparia* (*Microparia*) 和 *Cyclopyge* 的生活水层深度上限可达 100m 或更浅。这一结论通过对滇西东部(印支地体)(Zhou *et al.*, 1998)和上扬子区南缘奥陶纪三叶虫分布研究(Zhou *et al.*, 1999)得到进一步支持。从我们工作区的情况来看, 圆尾虫类不同属的分布同样有深度

分带现象, 以 *Microparia* 和 *Sagavia* 为代表的组合, 其分布范围可以从斜坡区一直延伸到浅外陆棚区的南郑元坝、南江桥亭一带; 另一组合, 包括 *Cyclopyge*, *Pricyclopyge*, *Microparia* (*Quadrata-pyge*), *Degamella*, *Aspidaeglina*, *Gastropolus*, *Psilacella*, *Xenocyclopyge* 则分布于斜坡区至深外陆棚区。因此, 应当说圆尾虫类总体上分布在深于 100m 的水层中, 其中绝大部分圆尾虫类的生活上限应浅于 200m。

既然圆尾虫类的分布严格受到深度控制, 海水深度的变化必然会影响圆尾虫类在动物群中的相对丰度变化。因此根据圆尾虫类丰度变化就可以识别海平面的升降。工作区与上扬子区南缘(Zhou *et al.*, 1999)一样, 斜坡区的圆尾虫类在动物群中的相对丰度都在 70% 以上, 而在浅外陆棚区则仅有零星出现, 在位于这两个古地理单元的剖面上作圆尾虫类丰度变化研究显然不能灵敏反映海平面升降规律, 因此我们在区内选择 3 个深陆棚相剖面即南郑梁山、胡家坝竹叶沟和大木沟剖面进行圆尾虫类相对丰度的统计。这 3 个宝塔组剖面不仅从下到上均含圆尾虫类, 而且它们的丰度变化显著, 因而取得了较好的效果。

1 地质背景与时代

扬子陆块北缘仅在陕西南部米仓山一带发育有

收稿日期: 1999-08-31

^{*} 中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学与地层学开放研究实验室资助项目(No. 913113)和国家自然科学基金资助项目(No. 49772087)成果。

较好的奥陶纪深外陆棚及斜坡相沉积。笔者等对该区的宝塔组(包括原划的涧草沟组——见周志强等, 1999)进行了较详细的生物地层工作, 依据圆尾虫类属种进行了三叶虫带的划分, 同时也在杨铁汾的帮助下做了牙形石的分带工作。该区在宝塔组沉积时期, 在宁强—汉中一线以南海域属于浅外陆棚区; 在勉县—大安一线以北, 现今为碧口外来地体占据的地区, 推测为深边缘盆地; 二者之间则为深外陆棚—斜坡区(插图 1)。胡家坝镇附近的竹叶沟、大木沟剖面处于深外陆棚外缘, 这里宝塔组的底界属于牙形石 *Pygodus serra* 带之 *Eoplacognathus protoramosus* 亚带的底, 可与峡东地区宝塔组牯牛潭段上部至庙坡段下部同名亚带互比, 时代为兰维恩晚期(王志浩等, 1996)。南郑梁山剖面则处于深外陆棚的内缘, 宝塔组在此底界较高, 属于牙形石 *Hamarodus europæus* 带之底, 与峡东地区宝塔组普溪河段(=原狭义宝塔组, 见周志强等, 1999)底界相当, 时代为卡拉道克中期(杨铁汾, 1996^{*})。在大木沟剖面, 宝塔组的顶部缺失; 上述另外两个剖面, 宝塔组的顶部则发育了原划为涧草沟组的 *Nankinolithus* 层, 其时代为卡拉道克晚期—阿什极早期。笔者在宝塔组划分了 3 个三叶虫间隔带(插图 2), 分带化石均是圆尾虫类属种。*Microparia* (*Quadratapyge*) *lepida*—*Xenocyclopyge jaskovitchi* 带以 *Microparia* (*Quadratapyge*) *lepida* 的首次出现为底界, 以

Xenocyclopyge jaskovitchi 的首次出现为顶界, 依据剖面中共生的牙形石或与剖面中牙形石带的上下关系分析, 它大致与峡东宝塔组庙坡段牙形石 *Pygodus anserinus* 带上部至 *Prioniodus alobatus* 带对比, 属卡拉道克早期。*Xenocyclopyge jaskovitchi*—*Sagavia chuanxiensis* 带以 *Xenocyclopyge jaskovitchi* 的首次出现为底界, 以 *Sagavia chuanxiensis* 的首次出现为顶界, 它大致相当于峡东的宝塔组普溪河段, 属卡拉道克中期。*Sagavia chuanxiensis*—*Nankinolithus* 带则以 *Sagavia chuanxiensis* 的首次出现为底界, 以 *Nankinolithus* 的首次出现为顶界, 它大致相当于峡东地区宝塔组临湘段的主体, 时代属卡拉道克晚期。*Nankinolithus* 组合带则可与峡东临湘段顶部的 *Nankinolithus* 带互比, 为卡拉道克末期—阿什极早期。

2 圆尾虫类丰度变化曲线与海平面升降的关系

在上述 3 个剖面中, 化石样品采集的间距一般为 0.5—2m, 少量采集条件困难的地段间距放宽至 3—5m。绝大部分样品的采集量为 10kg 左右, 采集的岩块又被剥离成厘米级的小块。所含的三叶虫绝大部分呈头盖、活动颊、唇板、胸节、尾部分离状态保存。为使统计的标本数量尽可能接近个体数

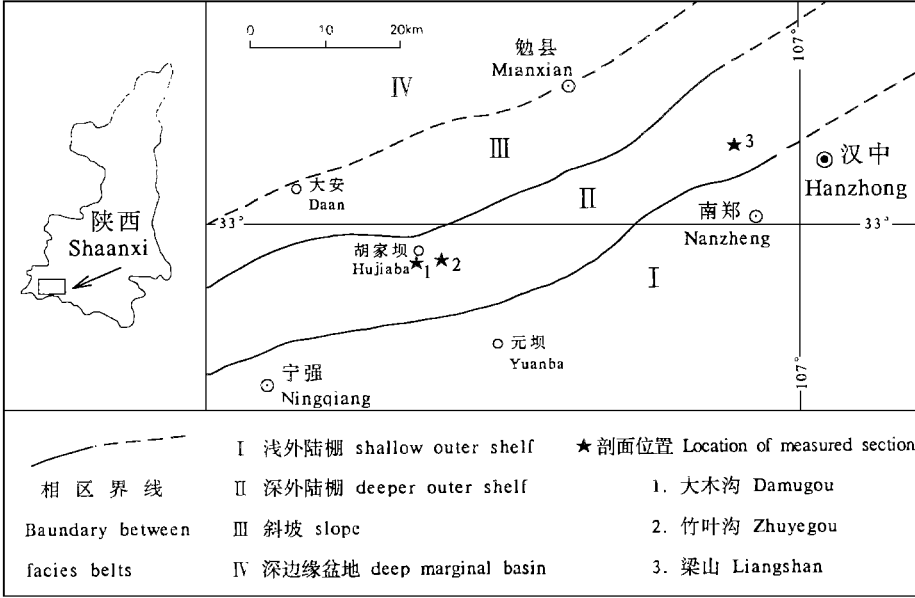


插图 1 陕南米仓山区中一晚奥陶世古地理和剖面位置图

Sketch map showing palaeogeography and location of Middle-Upper Ordovician sections in the Micangshan area of southern Shaanxi

^{*} 杨铁汾, 1996: 陕南宝塔组穿时性研究及奥陶系层序地层初探. 西安地质学院研究生学位论文.
(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

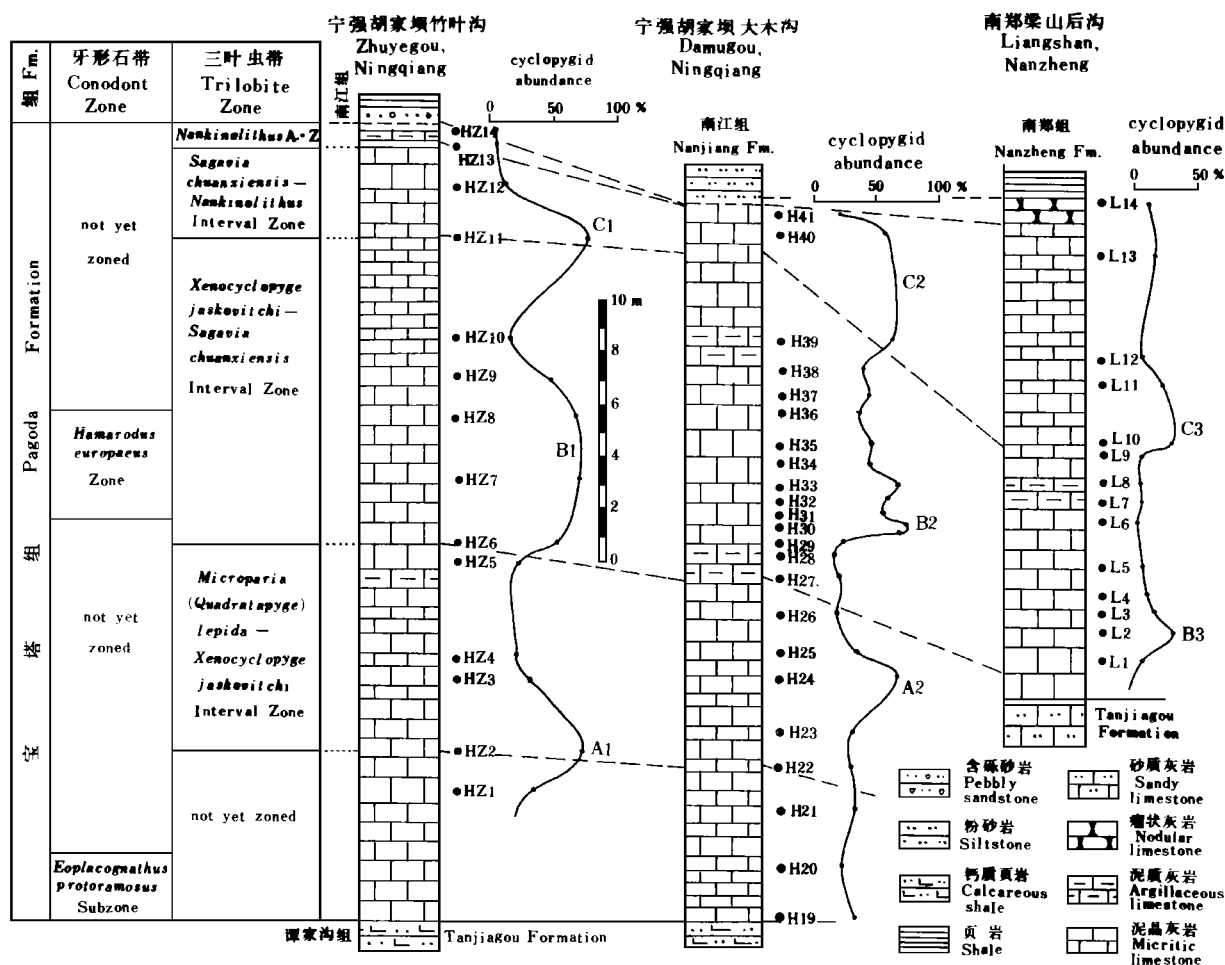


插图 2 陕南米仓山区宝塔组圆尾虫类相对丰度变化曲线图

Curves of relative abundances of cyclopygids through the Pagoda Formation in the Micangshan area of southern Shaanxi

量,同属一个种的标本只统计数值最大的分离部件,假如某一层位某种有 100 个头盖、15 个活动颊、5 个唇瓣、60 个尾部,统计其数量为 100 个。笔者统计了每一采集层位的圆尾虫类数量及三叶虫的总数量,然后依次算出每一层位圆尾虫类相对丰度的百分比值,并将剖面上各采集层位的丰度值连成丰度变化曲线(插图 2)。

从插图 2 可见, 3 个宝塔组剖面圆尾虫类丰度变化曲线基本上是相似的。在 *Microparia* (*Quadratapyge*) *lepida*-*Xenocyclopyge jaskovitchi* 间隔带的下或中部、*Xenocyclopyge jaskovitchi*-*Sagavia chuanxiensis* 间隔带的中部及 *Sagavia chuanxiensis*-*Nankinolithus* 间隔带的下部分别出现了圆尾虫类丰度的 3 次高峰值 (A₁, A₂, B₁, B₂, B₃, C₁, C₂, C₃)。至于大木沟剖面在第二个峰值 B₂ 之上的次一级变化, 则是由于该剖面化石采集密度较大所致。相应的丰度低谷值则分别出现在牙形石 *Eoplacognathus protoramosus* 亚带之上, 三叶虫 *Mi-*

croparia (*Quadratapyge*) *lepidæ*-*Xenocyclopyge jaskovitchi* 带顶部至 *Xenocyclopyge jaskovitchi*-*Sagavia chuanxiensis* 带底部、*Xenocyclopyge jaskovitchi*-*Sagavia chuanxiensis* 带中上部及 *Nankinolithus* 带。这种相似性显然不是偶然的,它说明在兰维恩末期-阿什极早期米仓山地区所属海域曾出现了海平面 3 次显著上升、4 次显著跌落的过程。

为了便于和同时期的全球海平面升降变化曲线作比较,笔者等将 3 个剖面的圆尾虫类丰度变化曲线作了综合并放置在插图 3 的左侧。

该曲线在 *Sagavia chuanxiensis*-*Nankinolithus* 带之下取自化石采集最充分的大木沟剖面, 在 *Sagavia chuanxiensis*-*Nankinolithus* 带至 *Nankinolithus* 带则主要依据竹叶沟的资料, 以弥补大木沟剖面宝塔组顶部缺失的短处。相应时期的海平面变化曲线则根据 Ross 和 Ross (1992) 关于北美, Fortey (1984) 关于全球海平面变化的成果 (插图 3)。两个海平面变化曲线在卡拉道克初期和末期出现的两次

低谷分别对应于圆尾虫类丰度变化曲线在牙形石 *Eoplacognathus protoramosus* 亚带和三叶虫 *Microparia* (*Quadratapyge*) *lepidar*-*Xenocyclopyge jaskovitchi* 间隔带之间以及三叶虫 *Nankinolithus* 组合带之内出现的 2 个低谷点。Fortey (1984)所识别的卡拉道克世中期全球海平面上升的顶峰期与圆尾虫类丰度变化曲线在牙形石 *Hamarodus europaeus* 带下部出现的高峰期相应。Ross 和 Ross (1992)的

曲线显示在卡拉道克世早、中期曾出现两次海平面上升的高峰期,它们分别可与圆尾虫类丰度变化曲线在三叶虫 *Microparia* (*Quadratapyge*) *lepidar*-*Xenocyclopyge jaskovitchi* 带中部和牙形石 *Hamarodus europaeus* 带下部出现的两次高峰期相对应。这表明在兰维恩晚期—阿什极早期米仓山区宝塔组剖面的圆尾虫类丰度变化曲线可能与全球海平面的升降变化相关。

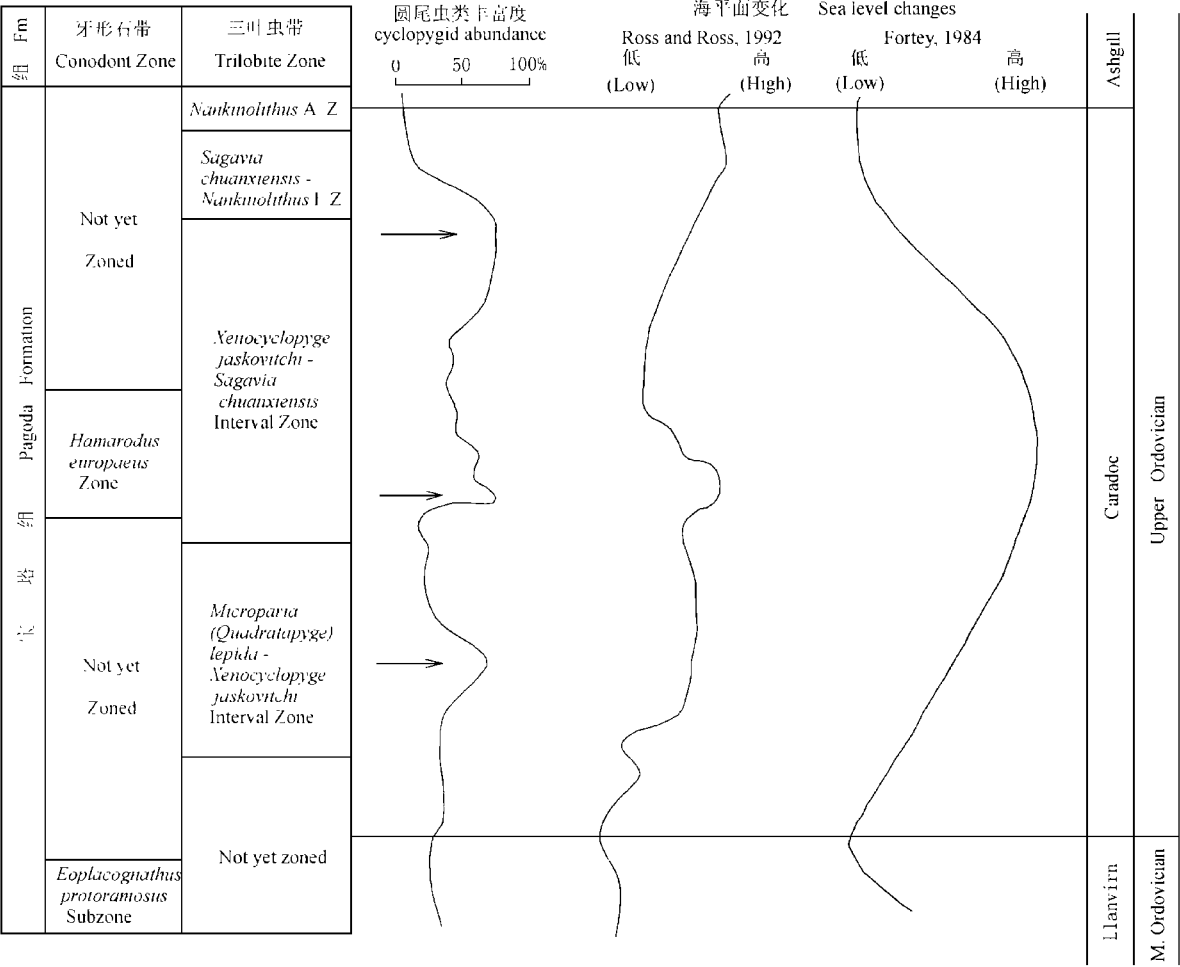


插图 3 陕南米仓山区宝塔组圆尾虫类丰度变化曲线与全球海平面升降变化曲线对比图

Curves showing changes of relative abundances of cyclopygids in southern Shaanxi in relation to the global sea-level fluctuations

3 结语

在远岸营水中浮游的圆尾虫类三叶虫,对海水深度的变化颇为敏感,其丰度随之发生明显变化;它们分布于全球,较少受生物地理区及岩相控制。相信通过全球各地奥陶纪圆尾虫类丰度变化规律的研究,必将促进关于奥陶纪全球海平面升降的研究。

赵江天参加该项研究的野外工作,杨铁汾提供有关牙形石的研究成果,戎嘉余对本文提供宝贵意

见,笔者等谨表深切谢意。

参考文献

王志浩, S M 伯格斯特龙, H R 莱恩, 1996. 中国奥陶纪牙形刺分区和生物地层. 古生物学报, 35(1): 26-59.
周志强, 周志毅, 袁文伟, 1999. 扬子区奥陶纪宝塔组的划分. 地层学杂志, 23(4): 283-286.
周志毅, 陈旭, 王志浩等, 1990. 奥陶系. 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, 56-130.

Fortey R A, 1984. Global earlier Ordovician transgressions and regressions and their biological implications. In: Bruton D L (ed.), Aspects of the Ordovician system. Palaeontological contributions from the University of Oslo, no. 295. Universitets-forlaget. 37—50.

Fortey R A, 1985. Pelagic trilobites as an example of deducing the life habits of extinct arthropods. Trans. Roy. Soc. Edinburgh: Earth Sci., 76:219—231.

Fortey R A, Owens R M, 1987. The Arenig Series in South Wales. Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.), Geol., 41:69—307.

Ross J R P, Ross C A, 1992. Ordovician sea-level fluctuations. In: Webby B D and Laurie J R (eds.), Global perspectives on Ordovician Geology. Balkema Rotterdam. 327—344.

Zhou Zhi-yi, McNamara K J, Yuan Wenwei, Zhang Tairong, 1994. Cyclopygid trilobites from the Ordovician of Northeastern Tarim, Xinjiang, Northwest China, Rec. West. Aust. Mus., 16(4): 593—622.

Zhou Zhiyi, Dean W T, Luo Huilin, 1998. Early Ordovician trilobites from Dali, west Yunnan, China, and their palaeogeographical significance. Palaeontology, 41(3):429—460.

Zhou Zhiyi, Zhou Zhiqiang, Yuan Wenwei, 1999. Middle Caradoc trilobite biofacies of western Hubei and Hunan, South China. Acta Universitatis Carolinae-Geologica, 43(1/2):385—388.

RELATIVE-ABUNDANCE CHANGES OF CYCLOPYGID TRILOBITES DURING THE MIDDLE TO UPPER ORDOVICIAN IN SOUTHERN SHAANXI WITH REFERENCE TO SEA-LEVEL FLUCTUATIONS

ZHOU Zhi-Qiang

(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054)

ZHOU Zhi-Yi and YUAN Wen-Wei

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

Key words: relative-abundance changes of cyclopygids, eustatic changes of sea-level, Ordovician, southern Shaanxi

Abstract

The relative-abundance changes of mesopelagic cyclopygid trilobites through the Pagoda Formation in the Micangshan area of southern Shaanxi, northwestern margin of the Yangtze Block, indicate that 4 major falls and 3 major rises in sea level may have taken

place in the Yangtze Sea during the late Llanvirn—early Ashgill. These relative-abundance change approximate coincide with global sea-level fluctuations as revealed by Ross and Ross (1992) and Fortey (1984). This suggests that the alternation of the relative abundances of cyclopygids may be closely related to the eustatic changes of sea-level.