

## 西藏白垩纪中期 Orbitolinids(有孔虫)的 分布与古地理意义

万晓樵 吴雁华 李国彪

中国地质大学岩石圈构造、深部过程与探测技术实验室,北京,100083

**内容提要** 白垩纪中期 Orbitolinids 在全球许多地区均有分布,其生存地区以环特提斯洋的滨浅海地带为主,当时它沿这一滨浅海区广泛扩散。在拉萨地块,该动物群大量分布于冈底斯南缘弧前盆地、冈底斯—念青唐古拉弧内盆地和藏北弧背盆地。沿拉萨地块这一构造单元向东西两侧的延续地段,Orbitolinids 发育于缅甸中—东部的 Central Cenozoic 带和 Shan-Tanintharyi 地块,以及克什米尔 Ladakh 一带。该动物群向北穿越班公湖—怒江缝合带往羌塘盆地扩散。受东特提斯洋的阻隔,其分布范围向南没有跨越印度河—雅鲁藏布江缝合带。印度板块当时可能已与非洲大陆分离并向北漂移,该动物群也没能从非洲大陆东侧越过海洋进入印度大陆。据 Orbitolinids、介形虫和双壳类的分布,识别出以印度河—雅鲁藏布江缝合带为界的两个生物地理分区。

**关键词** 西藏 白垩纪 Orbitolinids 大陆漂移 古地理

Orbitolinids(圆笠虫类)是一类砂质胶结壳类型的底栖大有孔虫。因其外形类似斗笠而得中文译名。该类生物常见于世界许多地区白垩纪中期的海相地层中,从早白垩世 Barremian 晚期开始出现,至晚白垩世 Cenomanian 期末消亡。它地理分布广、演化迅速,对地层划分具有重要作用。从生态学角度来看,Orbitolinids 生活于温暖近岸的浅海环境,常见于碳酸盐丰富的沉积区,又能适应浊度较高的水体环境。在浅海环境中,其形态常随海水深浅和近岸带水动力强弱不同而变化,其壳体结构也常随生活周围物质的不同而不同。在清洁的海底,它可以吸附细粒的碳酸盐颗粒构建自己的外壳,而在陆源物质大量注入的浑浊水底,它又以周围粗大的类型各异的颗粒组合壳体。这类生物的生存环境局限于温暖近岸的浅海地带,其古地理分布不仅受气候纬度分带的影响,而且更严格地受深海洋盆和陆地环境的阻隔。因此,对其地理分布的研究有助于恢复其生存时期古地理位置的演变。

白垩纪西藏处于特提斯海的东部。构造意义上的特提斯通常是指欧亚大陆南部一条全球性纬向展布的构造域,地质学家将其称为劳亚大陆与冈瓦纳大陆之间的、略呈东西走向的宽阔海洋,它最终闭合

消亡而形成现今大陆上的巨型特提斯造山带(刘增乾等,1990)。这一造山带是地球上地壳结构和岩石圈结构最复杂、造山带类型最多的构造域,它不但记录了南方冈瓦纳大陆裂解、亚洲大陆的增生以及最终汇聚拼合、隆升的地质历史,而且也记录了特提斯洋发生、发展和消亡过程中的一系列重大地质事件。一般认为青藏高原是由一系列微板块及板片组成,它们之间以深海残体、蛇绿岩和混杂岩等共同组成的板块消减带-缝合线为界,在三度空间上,青藏高原呈现出以活动的条与稳定的块相间的大地构造格局,并且主体呈东西向展布(王乃文,1984a,b;刘增乾等,1990;潘裕生等,1998)。班公湖—怒江缝合带是中侏罗世的一个中特提斯洋,而印度河—雅鲁藏布江缝合带则是从晚三叠世出现大规模张裂,经侏罗纪、白垩纪的扩张而形成的中生代特提斯大洋。它至晚白垩世开始收缩,古近纪完全闭合。王乃文(1983)将两缝合带之间的区域称为藏北陆块,一般用拉萨地块(或地体)来代表这一东西向延展的地区(麦尔西叶等,1984;潘裕生等,1998)。本地块内,前寒武系为中、深变质岩系,构成结晶基底,之上为以海相稳定型为主的古生代至古近纪的沉积盖层。白垩纪中期 Orbitolinids 动物群主要生活在拉萨地块

注:本文为国家重点基础研究发展规划项目(编号 G1998040800)和中国地质调查局地质调查项目(编号 20001300009111)资助的成果。

收稿日期:2002-05-08;改回日期:2002-07-03;责任编辑:王思恩。

作者简介:万晓樵,男,1950年生。1986年在中国地质大学(北京)获博士学位。现任中国地质大学(北京)教授、博士生导师,从事微体古生物学及古海洋学的教学与科研工作。通讯地址:100083,北京市海淀区学院路29号,中国地质大学;电话:010-82321040;Email:wanxq@cugb.edu.cn。

内,其北侧羌塘盆地的局部地区亦有发现。古构造格局的变化能影响生物区系的分异,反之,对古生物地理的研究将恢复大陆板块的相对位置。

## 1 西藏 Orbitolinids 的分布限于拉萨地块和羌塘盆地

在拉萨地块,白垩纪中期沉积分布在三种类型的沉积盆地中,由南向北为:冈底斯南缘弧前盆地、冈底斯一念青唐古拉弧内盆地和藏北弧背盆地(余光明等,1990)。在这三个沉积盆地中均产有丰富的 Orbitolinids 动物群,据目前研究结果,该动物群在西藏的分布仅限于这三个沉积盆地中。

冈底斯南缘弧前盆地位于拉萨地块以南沿印度河—雅鲁藏布江缝合带之北长约 550 km,宽约 20 km 的范围内。其古构造环境北依冈底斯岩浆弧,南接雅鲁藏布江蛇绿岩带及蛇绿混杂岩带。

盆地呈东西向延伸,沉积了主要源于大陆邻区的巨厚陆源碎屑复理石相。沉积地层主要包括桑祖岗组和昂仁组。桑祖岗组为一套灰色厚层状生物碎屑灰岩及块状生物灰岩,富含孔虫、珊瑚和厚壳蛤等化石,Orbitolinids 动物群主要见于桑祖岗组的灰岩中。昂仁组是主要源于大陆邻区的巨厚陆源碎屑复理石相,在其底部的部分层位也见到 Orbitolinids 的化石(万晓樵等,1997)。桑祖岗组所含 Orbitolinids 经何炎等(1976)研究,有 *Orbitolina aperta* (Erman), *O. conica* (d'Archiac), *O. scutum* (Fritsch), *O. lamina* Ho, *O. concava* (Lamarck) 等,据 *O. concava* 的出现,将化石组合时代定为 Cenomanian 期。在随后的研究中,更多研究者对这一化石名单作了修正。根据重新鉴定,认为该化石组合时代为早白垩世 Aptian 期至 Albian 早期(王思恩,1988;尹集祥等,1988)。笔者对桑祖岗组化石做了再次研究,鉴定有 *Orbitolina conica* (d'Archiac), *O. scutum* (Fritsch), *O. texana* (Roemer), *O. aperta* (Erman) 和 *O. discoidea* Gras 等,同时根据其上覆昂仁组底部的 *Orbitolina* 和菊石化石的层位控制,进一步确定桑祖岗组的 Orbitolinids 动物群时代为 Aptian 期至 Albian 早期(万晓樵等,1997)。

冈底斯一念青唐古拉弧内盆地是指冈底斯岩浆弧区内存在的一系列以断裂为边界的拉张盆地,其形成与局部的火山-构造沉陷作用有关。盆地内的白垩系包括下统的林布宗组、楚木龙组、塔克那组和上统的设兴组。该盆地沉积地层在拉萨以北的林周一带出露最好,向西在谢通门、打加错等地也有发现。

Orbitolinids 动物群繁盛于塔克那组中,该组是以一套杂色粉砂岩、石英砂岩为主夹较多砂砾岩、板岩、页岩和灰岩的地层,产菊石、珊瑚、海胆、双壳类、腹足类、植物和有孔虫化石,其中 Orbitolinids 极为丰富。笔者对林周和谢通门两地的化石作了鉴定,有 *Orbitolina tibetica* Cotter, *O. minuta* Douglass, *O. trochus* (Fritsch), *O. scutum* (Fritsch), *O. planconvexa* Yabe and Hanzawa 和 *O. texana* (Roemer) 等。化石组合时代为 Aptian 至 Albian 期。

藏北弧背盆地位于冈底斯岩浆弧北侧,是以陆壳为基底的一种沉积盆地。该盆地沉积类型复杂,白垩系包括下统的多尼组、郎山组和上统的竞柱山组。Orbitolinids 动物群在这三组中均有发现,其中郎山组化石最为丰富,常构成圆笠虫灰岩。藏北弧背盆地在郎山组沉积时期达到了海侵高潮,形成了以郎山组灰岩为代表的碳酸盐台地沉积。该碳酸盐台地广布于日土至纳木错一带,地层厚度从盆地边缘的 300 m 到盆地中心的 4000 m。在西部的革吉地区,厚度最大,达 4300 m 左右。厚度向东逐渐减薄,至纳木错仅厚 300 m 左右。该弧背盆地在区域上亦显示为一东窄西宽的楔形盆地,西部的革吉一带为沉积盆地的中心。章炳高(1982,1986)对该盆地的化石作了细致的研究,对 Orbitolinids 作了新的分类和描述。他所研究的化石遍布在狮泉河、噶尔县、日土县、革吉县、改则县、措勤县、申扎县和班戈县等地区,主要是 *Orbitolina (E.) prisca* Zhang, *O. (E.) robusta* Zhang, *O. (C.) microsphaerica* Zhang, *O. (C.) parva* Douglass, *O. (C.) scitula* Zhang, *O. (C.) rutoensis* Zhang, *O. (C.) orientala* Zhang, *O. (C.) miniscula* Zhang, *O. (C.) alticonica* Zhang, *O. (C.) lepida* Zhang, *O. (P.) lenticularis* (Blumenbach), *O. (P.) umbellate* Zhang, *O. (P.) discoidea* Gras, *O. (P.) megasphaerica* Zhang, *O. (P.) complanata* Zhang, *O. (O.) aliensis* Zhang, *O. (O.) birmanica* Sahni, *O. (O.) deltoids* Zhang, *O. (O.) bangoonica* Zhang, *O. (O.) concava* (Lamarck) 等。据夏代祥和刘世坤(1997)的地层总结,在多尼组顶部的灰岩夹层中所见的 Orbitolinids 时代较早,应属于 Barremian 晚期,郎山组灰岩中所含大量化石的时代为 Aptian-Albian 期,竞柱山组中产 *Orbitolina bangoonica*, *O. concava* 等,时代已进入 Cenomanian 期。

在班公湖—怒江缝合带以北的羌塘盆地,以往工作没有白垩纪海相地层的报道。近年的地质调查在盆地中部的土门一带发现了白垩纪中期的海相地

层,化石主要有珊瑚和有孔虫。经笔者鉴定,有孔虫为 *Orbitolina birmanica* Sahni, *Orbitolina trochus* Mamgain, *O. sp.* 和 *Textularia sp.* 等。

印度河—雅鲁藏布江缝合带以南的沉积区属于喜马拉雅被动陆缘盆地(余光明等,1990)。白垩纪中期该区处于陆棚海环境,西藏境内有孔虫化石丰富,在岗巴一定日盆地广泛发育有以 *Rotalipora-Dorothia* 为代表的浮游—底栖混合型的小有孔虫动物群(万晓樵,1990,1992),同时代的 Orbitolinids 没有出现。向南至尼泊尔,在 Thakkhola 地区也发育有良好的白垩纪中期海相地层。Aptian 早期地层中含海扇、牡蛎和菊石等门类化石,其上出现丰富的有孔虫动物群,以 *Hedbergella* 和 *Globigerinelloides* 为主(Gibling et al., 1994)。印度 Spiti 地区的海相白垩系发育完整(Mamgain et al., 1975; Nagappa, 1959),岩性和有孔虫化石组合均可与西藏岗巴一定日地区直接对比。巴基斯坦的印度河下游地区的海相白垩系中也保存有与西藏岗巴一定日地区相近的有孔虫动物群(Nagappa, 1959; Kureshy, 1977)。

## 2 Orbitolinids 在全球广泛分布

Orbitolinids 在全球许多地区均有发现,一般分

布在白垩纪中期环特提斯洋的陆棚浅海地带,主要见于中国西藏、缅甸、日本、马来西亚、印度尼西亚、克什米尔、阿富汗、中东地区、西欧、南欧、非洲北部和加勒比海等地区(图 1)。据已有报道统计,该动物群主要发现于北半球,仅非洲中部的 Tanganyika 地区是一例外(Berthou et al., 1978; Cita et al., 1959; Desio, 1959; Drooger, 1984; Douglass, 1960, 1961; Hasimoto et al., 1974, 1977; Hofker, 1963, 1966; Mamgain et al., 1965; Nagappa, 1959; Mehes, 1971; Moullade et al., 1985; Schroeder, 1975; Schlager, 1984; Yabe et al., 1926)。据统计,在西半球,它一般分布在  $0 \sim 30^{\circ}\text{N}$  之间,但在北欧地区,其分布可向北发展至  $50^{\circ}\text{N}$ 。在东半球,它一般分布在  $5^{\circ}\text{S} \sim 40^{\circ}\text{N}$  的区域内。

如上所述,西藏 Orbitolinids 限于拉萨地块和羌塘盆地内,在西藏境外这一构造单元东西两端的延续地段仍有大量出现(图 2)。向东至缅甸一带,该种群生物十分丰富。缅甸被分为南北向的 4 个构造单元,由西至东分别是:Rakhine Coastal 带、Western Ranges 带、Central Cenozoic 带和 Shan-Tanintharyi 地块(Thein, 1973)。据仰光大学 Chit Saing 教授的未发表资料及与其个人交流,Orbitolinids 发育于缅

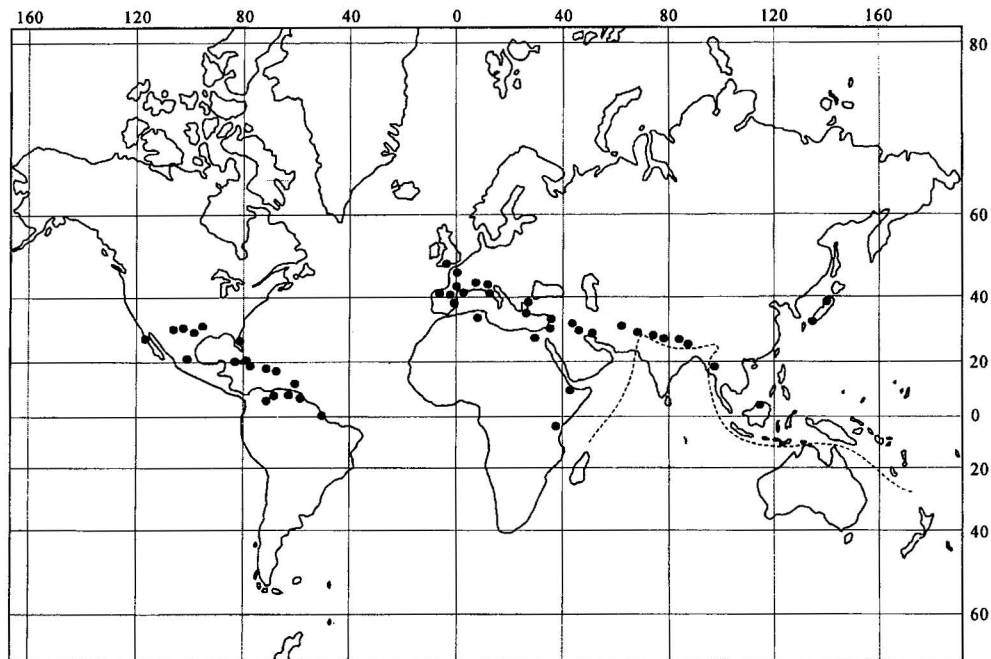


图 1 白垩纪中期 Orbitolinids 的全球分布图

Fig. 1 Global distribution of Orbitolinids during mid-Cretaceous

圆点表示 Orbitolinids 的产出位置,主要限于  $5^{\circ}\text{S} \sim 40^{\circ}\text{N}$  的纬度带内;虚线代表印度与欧亚大陆生物分区的界线

Black dots show the occurrence of Orbitolinids, between  $5^{\circ}\text{S} \sim 40^{\circ}\text{N}$ . Dotted line is the biotic province

boundary between Indian and Eurasian Plates

甸中—东部的 Central Cenozoic 带和 Shan-Tanintharyi 地块。在 Central Cenozoic 带, Orbitolinids 出露于北部的 Hukawng 山谷和 Chindwin-Hkamti 地区, 以 *Orbitolina texana* 和 *O. concava* 为代表。在 Shan-Tanintharyi 地块, Orbitolinids 见于 Ayeyarwady 和东岸的 Tagaung 地区。该区含 Orbitolinids 的厚层灰岩地层夹于蛇绿岩和火山岩层中, 化石主要有 *Orbitolina birmanica*, *O. concava*, *O. texana*, *O. lenticularis*, *O. minuta*, *O. parva* 等。产化石地层的时代被认为是 Albian-Cenomanian 期。缅甸 Orbitolinids 所分布的广大地区属于欧亚大陆的西南缘, 该地区以西由 Rakhine Yoma 和 Chi Hills

的褶皱复理石带与印度板块相隔(Thein, 1973)。其西侧属于印度板块的东北缘, 那里没有出现 Orbitolinids, 而产有浮游和底栖小有孔虫动物群。

向西至克什米尔一带, Orbitolinids 见于印度河缝合带北侧的 Ladakh 和 Kohistan 地区。在该区的 Dras 岛弧火山岩中, 含 Orbitolinids 的灰岩以透镜体或条带状产出。据 Mamgain 和 Rao(1965)描述, 化石主要有 *Orbitolina trochus*, *O. discoidea*, *O. bulgarica* 和 *Orbiqia drasensis* 等。对 Ladakh 和 Kohistan 地区的 Orbitolinids 化石有较多报道, 一般认为其时代为 Aptian-Albian 期(Nagappa, 1959; Pudsey, et al., 1985; Garzanti et al., 1987)。

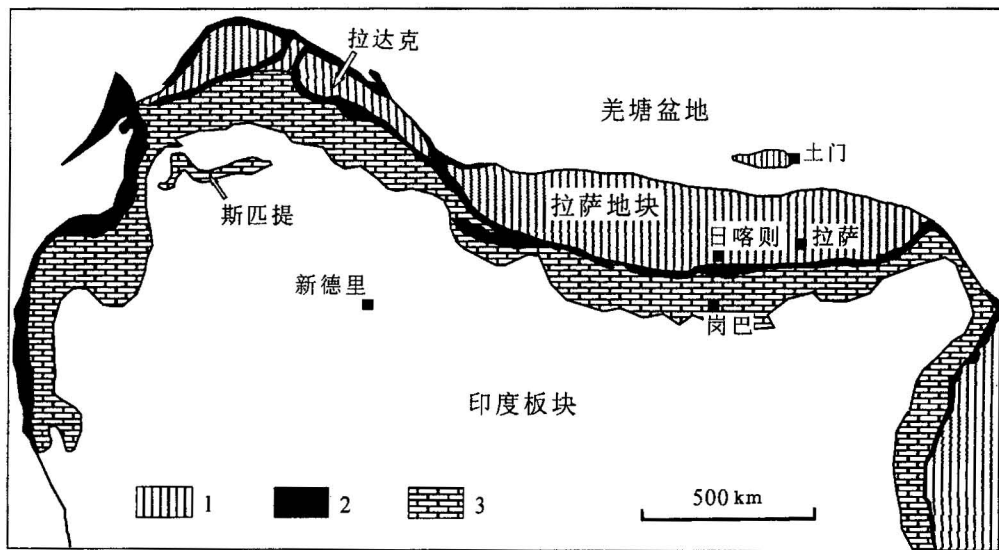


图 2 印度河—雅鲁藏布江缝合带两侧白垩纪中期生物地理分区示意图

Fig. 2 Sketch map showing the mid-Cretaceous paleobiogeography at both sides of the Indus-Yarlung Zangbo Suture

1—Orbitolinids 分布区; 2—印度河—雅鲁藏布江缝合带; 3—印度型小有孔虫—介形虫分布区

1—Orbitolinids distribution area; 2—the Indus-Yarlung Zangbo Suture; 3—Indian smaller foraminifera and domestic ostracods distribution area

### 3 西藏 Orbitolinids 的沉积环境

Orbitolinids 的生存环境可与现今底栖大有孔虫的生活区域相似, 它生活于热带和亚热带的沿岸浅水带内。其壳体大小和形态变化比较大。个体大小一般 1~7mm, 最大者可达 60 mm。形态由高圆锥状至低圆锥状、圆盘形、钟形和周边向上翘起的圆斗笠形均有出现。其外形和壳质成分复杂, 且多受外界环境因素的影响而变化, 与自身演化关系不大。所以, 对凭借外形的生物分类造成了困难。现将此类生物分类的依据放在了内部构造上, 重点考虑其胚壳构造及演化, 以此确定属和种一级的分类特征。而其

多变的外形和壳质成分对外界环境的恢复又是有用的依据。在白垩纪, 它常与厚壳蛤类生物共生, 进一步反映这类生物限于盐度正常、温暖的近岸环境。

冈底斯南缘弧前盆地桑祖岗组的碳酸盐岩主要为微亮晶和泥晶胶结的生物碎屑灰岩和圆笠虫灰岩, Orbitolinids 外壳物质主要是外界底质中的碳酸盐颗粒和少量陆源细粒物质, 反映当时沉积环境为弧前盆形成之前的局部碳酸盐台地, 水体清洁, 陆源物质较少。Orbitolinids 壳体以扁平形态为多, 显示当时海水很浅, 水动力较强, 扁平的壳体有利于在这一动荡的底质上生存。

冈底斯—念青唐古拉弧内盆地是一种构造盆

地,岩石类型复杂,各种陆源碎屑岩、火山碎屑岩均有出现。Orbitolinids 动物群生存时期火山活动相对较弱,沉积物以碳酸盐岩和陆源碎屑岩为主,其壳体多由胶结的碳酸盐颗粒组成,个体相对较小。推测塔克那组沉积水深可能稍小于桑祖岗组的沉积深度。

藏北弧背盆地代表白垩纪的一个广阔浅海环境,Orbitolinids 动物群生存时期盆地主体为碳酸盐台地沉积组合,盆地南北边缘带为狭长分布的陆源粗碎屑岩与碳酸盐岩混合沉积的边缘相组合。Orbitolinids 动物群类型多样,扁平形、锥形、钟形均有出现。在西部盆地中心地区多表现为较细颗粒的胶结壳类型,而在东部和盆地边缘地带则以陆源碎屑颗粒为壳质的主要成分,反映了盆地总体西深东浅的格局。

Orbitolinids 动物群的生态特征限定它只生在滨—浅海环境中,这一特点影响其古地理的分布。白垩纪中期拉萨地块普遍出现碳酸盐岩沉积,富含浅海相的 Orbitolinids 动物群。全球 Orbitolinids 的分布反映其生存地区为环特提斯洋的滨浅海地带,当时它沿这一滨浅海区广泛扩散。

#### 4 Orbitolinids 及相关生物记录了雅鲁藏布江缝合带两侧的古地理特征

以印度河—雅鲁藏布江缝合带为界,白垩纪中期 Orbitolinids 动物群繁盛于北侧的拉萨地块和羌塘盆地的局部地区,而在南侧的印度板块却没有出现。根据当时有孔虫的分布特征,可以识别出以印度河—雅鲁藏布江缝合带为界的两个生物地理分区(图 2)。生物地理区系的形成和演化受控制分类单元的地理因素的影响。西藏 Orbitolinids 生物区的局限性受古大陆构造位置的控制。它限于拉萨地块和羌塘盆地、东侧缅甸的 Central Cenozoic 带和 Shan-Tanintharyi 地块、以及西侧的 Ladakh 和 Kohistan 地区,明显没有向南跨越印度河—雅鲁藏布江缝合带,使该缝合带成为生物分区的界线。

从板块构造的观点来看,白垩纪中期 Orbitolinids 生物地理区系的形成与中生代新特提斯洋形成和拉萨地块与印度板块的地理位置有关。一般认为,冈瓦纳大陆在古生代以来解体,其北缘裂解成数个地块,由南向北漂移,不断增生到北方劳亚大陆的南缘。拉萨地块在晚三叠世晚期与北方的欧亚大陆拼合。该板块及其北侧羌塘盆地内分布的 Orbitolinids 与西特提斯及东亚日本形成一个完整的生物区系(图 3),说明拉萨地块在白垩纪早期之前已完成它

的北移,与欧亚大陆拼合为一个整体,成为欧亚大陆的南缘。这时的班公湖—怒江缝合带对 Orbitolinids 的向北迁移已不形成阻隔。白垩纪中期 Orbitolinids 动物群沿欧亚大陆的东缘—南缘广泛扩散。冈瓦纳大陆北缘裂解的地块与冈瓦纳大陆之间形成中生代的特提斯洋,而介于印度板块与拉萨地块之间的北喜马拉雅海域最迟在晚侏罗世张开,形成以蛇绿岩套为主体的洋中脊,随后发展成为洋壳(刘增乾等,1990)。白垩纪中期该大洋是陆生和浅海底栖生物迁移的障碍,使拉萨地块与印度板块之间出现生物区系的分异,Orbitolinids 动物群始终没能向印度大陆扩散。图 1 表明,在东半球 Orbitolinids 分布在 5°S~40°N 的区域内,它在印度大陆的缺失一方面说明该板块当时所处的位置远离这一分布区,应在较高的南纬度地带。

另外,新特提斯洋在形态上呈东宽西狭的海域,东部海域覆盖赤道两侧的热带—亚热带区,南北两岸具有对应的相似气候条件。如果只有气候为控制因素,Orbitolinids 动物群在 40°S 以北的区域均有条件出现,但事实不是如此。所以,气候不是生物分区的唯一制约因素。东部宽阔的大洋无疑对生物迁移形成了障碍,但西端狭窄的浅海可构成南北两岸浅水动物迁移的通道,非洲北部和东北部 Orbitolinids 的出现就说明了这一事实。然而,该动物群却没有通过非洲大陆东侧进入印度板块,这说明印度板块当时已与非洲大陆分离并向北漂移,其间形成的海洋成为生物迁移的阻隔(图 3)。

西藏和印度大陆其他生物的分布也具有相似的特点。拉萨地块的改则一带产早白垩世双壳类动物群,包括 *Isodomella choinbaensis* Wen, *Caestocorbula* (*Parmicorbula*) *perlonga* Wen, *Noetia* (*Incanopsis*) cf. *lebanonensis* (Vokes) 和 *Anomia* cf. *subobliqua* (Conrad) 等 9 种(文世宣,1992)。*Isodomella* 属于北温域生物地理大区日本—东亚亚省的特有分子,*Noetia* (*Incanopsis*) cf. *lebanonensis* 和 *Anomia* cf. *subobliqua* 所比较的原种见于黎巴嫩 Aptian 期的双壳类动物群,生物地理区都属于特提斯域东地中海亚省。这一生物地理区系特征与 Orbitolinids 动物群的分布完全相同,均说明拉萨地块当时已与欧亚大陆拼合为一个整体。此时欧亚大陆的生物群已扩散到拉萨地块,却没有再向南越过印度河—雅鲁藏布江缝合带。

印度 Kuchchh 地区产有白垩纪非海相介形虫,属于 *Limnocythere falsocarinata* - *Frambocythere*

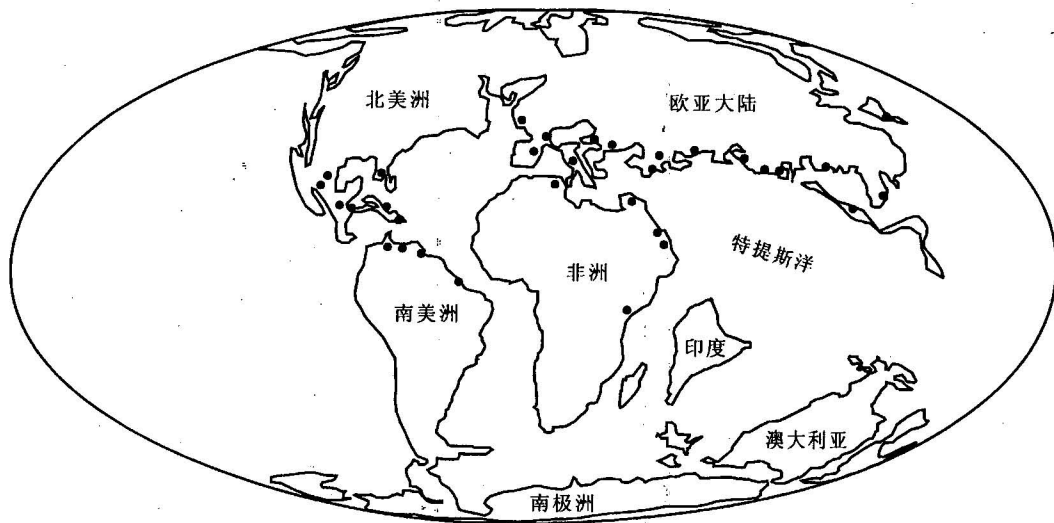


图3 白垩纪中期板块构造位置与 *Orbitolinids* 分布的关系

Fig. 3 The control of plate tectonics to the distribution of *Orbitolinids* in mid-Cretaceous

圆点表示化石的分布地点,主要位于环特提斯洋地区。当时印度板块位于南半球,已脱离冈瓦纳大陆向北漂移,北侧由特提斯洋与欧亚大陆相隔,出现不同的生物区系

Black dots show the occurrence of *Orbitolinids* surrounding the Tethys Ocean. The Indian plate was in the south hemisphere. It drifted to the north from the Gondwana land and was separated from the Eurasian continent by the Tethys Ocean. Different biotic provinces existed as the barrier of Tethys

*tumiensis-Gomphocythere gomphiomatos* 动物群。这是一个印度地方性的动物群,与北方中国和蒙古的动物群截然不同(Whatley and Bajpai, 2000)。印度白垩纪介形虫动物群强烈的地方性色彩,说明当时印度大陆孤立于周围大陆,四面大洋的阻隔使非海相的生物无法迁移扩散。这与白垩纪环特提斯海 *Orbitolinids* 动物群未能向印度大陆迁移同理,均说明白垩纪中期印度大陆已完全脱离冈瓦纳大陆向北漂移,与北方的欧亚大陆仍有特提斯洋盆的阻隔(图3)。

## 5 结论

(1) *Orbitolinids* 动物群在西藏的分布限于拉萨地块和羌塘盆地的局部地区,向南没有越过印度河—雅鲁藏布江缝合带。它的分布时代主要为早白垩世的 Aptian-Albian 期,在藏北弧背盆地的一些地区,其时代可能进入晚白垩世的 Cenomanian 期。

(2) 白垩纪中期 *Orbitolinids* 在全球许多地区均有分布,反映其生存地区为环特提斯洋的滨浅海地带,当时它沿这一滨浅海区广泛扩散。

(3) 白垩纪中期拉萨地块和羌塘盆地均出现 *Orbitolinids*, 该动物群和双壳类动物群与日本—东亚亚省和特提斯域东地中海亚省动物群相似,说明

拉萨地块当时已与欧亚大陆拼合为一个整体。*Orbitolinids* 没能向印度大陆迁移、印度地方性动物群的形成都表明特提斯洋阻碍了陆生和浅海底栖生物的交流。当时的印度大陆已脱离冈瓦纳大陆向北漂移,与非洲大陆也已形成海洋的生物隔离。

## 参 考 文 献

- 何炎,章炳高,胡兰英,盛金章. 1976. 珠穆朗玛峰地区中生代及新生代有孔虫. 见: 珠穆朗玛峰地区科学考察报告(1966~1968), 古生物(第二分册). 北京: 科学出版社, 1~124.
- 刘增乾,徐宪,潘桂棠,李秦钊,余光明,余希静,蒋兴治,卫管一,王成善. 1990. 青藏高原大地构造与形成演化. 见: 中华人民共和国地质矿产部地质专报(五), 构造地质地质力学第10号. 北京: 地质出版社, 1~174.
- 麦尔西叶,达包尼叶等. 1984. 印度—欧亚碰撞带的西藏一侧. 见: 李光岑等主编. 中法喜马拉雅考察成果, 1980. 北京: 地质出版社, 1~16.
- 潘裕生,孔祥儒,钟大贵,王谦身,熊绍柏,丁林,阎雅芬. 1998. 高原岩石圈结构、演化和动力学. 见: 孙鸿烈,郑度主编. 青藏高原形成演化与发展. 广州: 广东科技出版社, 1~71.
- 万晓樵. 1990. 西藏白垩纪—早第三纪有孔虫与特提斯—喜马拉雅海的演化. 微体古生物学报, 7(2): 169~186.
- 万晓樵. 1992. 从有孔虫分析西藏南部白垩纪海平面升降. 现代地质, 6(4): 392~398.
- 万晓樵,王成善,旺罗. 1997. 西藏日喀则弧前盆地白垩纪有孔虫的发现及年代地层. 地质学报, 71(3): 193~201.

- 王乃文. 1983. 中国白垩纪特提斯地层学问题. 青藏高原地质文集, 3: 148~180.
- 王乃文. 1984a. 藏北湖区中生代地层发育及其板块构造含义. 青藏高原地质文集, 8: 29~40.
- 王乃文. 1984b. 青藏印度古陆及其与华夏古陆的并合. 见: 李光岑等主编. 中法喜马拉雅考察成果, 1980. 北京: 地质出版社, 39~62.
- 王思恩. 1988. 西藏的日喀则群及其在板块构造上的意义. 地层古生物论文集, 20: 133~138.
- 文世宣. 1992. 白垩纪双壳类 *Isodomella* 在藏北的发现及其意义. 古生物学报, 31(4): 377~394.
- 尹集祥, 孙晓兴, 闻传芬. 1988. 西藏南部日喀则弧前盆地复理石沉积——日喀则群. 中国科学院地质研究所集刊, 第 3 号, 96~118.
- 夏代祥, 刘世坤. 1997. 西藏自治区岩石地层, 全国地层多重划分对比研究, 54: 1~302. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 余光明, 王成善. 1990. 西藏特提斯沉积地质. 中华人民共和国地质矿产部地质专报(三)岩石矿物地球化学第 12 号. 北京: 地质出版社, 1~153.
- 章炳高. 1982. 西藏的圆笠虫(*Orbitolina*)动物群. 青藏高原科学考察丛书, 西藏古生物(第四分册). 北京: 科学出版社, 51~80.
- 章炳高. 1986. 申扎、班戈早白垩世圆笠虫. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 第 10 号, 101~122.
- port on the Scientific Exploration to the Mt. Everest Region (1966~1968), *Paleontology*, (2): 1~76. (in Chinese)
- Hofker Jr J. 1963. Studies on the genus *Orbitolina* (Foraminiferida). *Leidse Geol. Meded.*, 29: 181~254.
- Hofker Jr J. 1966. Studies on the family Orbitolinidae. *Palaeotographica Abt. A*, 126: 1~34.
- Kureshy A A. 1977. The Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy of Pakistan. *Palaeont. Soc. Japan, Special Papers*, 21: 223~231.
- Liu Zengqian, Xu Xian, Pan Guitang, Li Taizhao, Yu Guangming, Yu Xijing, Jiang Xingzhi, Wei Guanyi, Wang Chengshan. 1990. Tectonics, geological evolution and genetic mechanism of Qinghai-Xizang Plateau. in: *Geological Memoirs*. Beijing: Geological Publication House 5(10): 1~174 (in Chinese with English abstract).
- Mamgain V D, Rao B R J. 1965. Orbitolines from the limestone intercalations of Dras volcanics, Jammu and Kashmir State. *Jour. Geol. Soc. India*, 6: 122~129.
- Mamgain V D, Sastry M V A. 1975. The Upper Cretaceous microfauna of Spiti and Niti areas of the Himalaya. *Mem. Geol. Surv. India, N. C.* 18: 1~49.
- Mehes K. 1971. Orbitolinidae problems of evolution and stratigraphic evaluation. *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae Tomus*, 15: 173~196.
- Moullade M, Peybernes B, Ray J. 1985. Biostratigraphic interest and paleobiogeographic distribution of Early and Mid-Cretaceous Mesogean Orbitolinids (Foraminifera). *J. Foraminiferal Research*, 15(3): 149~158.
- Nagappa Y. 1959. Foraminiferal biostratigraphy of the Cretaceous-Eocene succession in the India-Pakistan-Burma region. *Micropaleontology*, 5(2): 145~192.
- Pan Yusheng, Kong Xiangru, Zhong Dalai, Wang Qianshen, Xiong Shaobo, Ding Lin, Yan Yafen. 1998. Lithosphere structure, evolution and dynamics of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau. In: Sun Honglie, Zhengdu, eds. *Formation, Evolution and Development of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau*. Guangzhou: Guangdong Science & Technology Press, 1~71 (in Chinese).
- Pudsey C J, Schroeder R, Skelton P W. 1985. Cretaceous (Aptian/Albian) age for island-arc volcanics, Kohistan, N Pakistan. *Geology of Western imalayas*, 3: 150~168.
- Schroeder R. 1975. General evolutionary trends in Orbitolines. *Revista Espanola de Micropaleontologia, Numero Especial*: 117~128.
- Schlager W. 1984. Reworked Middle Cretaceous Orbitolinid foraminifers from southeastern gulf of Mexico (Deep Sea Drilling Project Leg 77, site 535). *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Volume LXXVII*: 585~587, Washington.
- Thein M. 1973. A preliminary synthesis of the Geologic evolution of Burma with reference to Tectonic development of Southeast Asia. *Bull. Geol. Soc. Malaya*, 6: 87~116.
- Wan Xiaoqiao. 1990. Cretaceous-Tertiary foraminifera and evolution of Tethys-Himalaya sea. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 7(2): 169~186 (in Chinese with English abstract).
- Wan Xiaoqiao. 1992. Cretaceous foraminifera from southern Xizang (Tibet): a study on eustatic change. *Geoscience*, 6(4): 392~398 (in Chinese with English abstract).
- Wan Xiaoqiao, Wang Chengshan, Wang Luo. 1997. Discovery of Cretaceous foraminifera in the Xigaze forearc basin, Xizang——with a chronostratigraphic discussion. *Acta Geologica Sinica*, 71

## References

- Berthou P Y, et Schroeder R. 1978. Les Orbitolinidae et Alveolinidae l'Albien Superieur—Cenomanien Inferieur et le probleme de la limite Albien/Cenomanien dans le sud-ouest de la region de Lisbonne (Portugal). *Cahiers de Micropaleontologie*, 3: 51~85.
- Cita M B, Ruscelli M A. 1959. Cretaceous microfacies from western Pakistan and Afghanistan. *Rivista Italiana Paleontologia e Stratigrafia*, LXV (3): 231~253.
- Douglass R C. 1960. The foraminiferal genus *Orbitolina* in North America. *U S Geol. Survey, Prof. Paper*, 333: 1~52.
- Douglass R C. 1961. *Orbitolina* from Caribbean Islands. *Journal of Paleontology*, 35(3): 375~479.
- Desio A. 1959. Cretaceous beds between Karakorum and Hindu Kush ranges (Central Asia). *Rivista Italiana Paleontologia e Stratigrafia*, LXV (3): 221~229.
- Drooger C W. 1984. Evolutionary partterns in lineages of Orbitoidal foraminifera. *Palaeontology, Proceedings B*, 87(1): 103~130.
- Garzanti E, Baud A, Mascle G. 1987. Sedimentary recod of the northward flight of India and its collision with Eurasia (Ladakh Himalaya, India). *Geodiamica Acta (Paris)*, 1 (4/5): 297~312.
- Gibling M R, Gradstein F M, Kristiansen I L, Nagy J, Sarti M, Wiedmann J. 1994. Early Cretaceous strata of the Nepal Himalayas: conjugate margins and rift volcanism during Gondwanian breakup. *Journal of the Geological Society of London*, 151: 269~290.
- Hasimoto W, Matsumaru K. 1974. *Orbitolina* from the Seberuang Cretaceous, Kalimantan Barat (West Kalimantan), Indonesia. *Geol. Pal. Southeast Asia*, 14: 89~99.
- Hasimoto W, Matsumaru K. 1977. *Orbitolina* from West Sarawak, East Malaysia. *Geol. Pal. Southeast Asia*, 18: 49~57.
- He Yan, Zhang Binggao, Hu Lanying, Sheng Jinzhang. 1976. Mesozoic and Cenozoic foraminifera from the Mt. Everest region. Re-

- (3):193~201 (in Chinese with English abstract).
- Wang Naiwen. 1983. The Tethyan Cretaceous stratigraphy of China. Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, 3: 148~180 (in Chinese with English abstract).
- Wang Naiwen. 1984a. Development of the Mesozoic formations in the Lake region, north Tibet and its plate tectonic implications. Contribution to the geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) plateau, 8: 29~40 (in Chinese with English abstract).
- Wang Sien. 1988. The Xigaze Group of Xizang and its plate tectonic implications. Professional Papers of Stratigraphy and Palaeontology, 20: 133~138 (in Chinese with English abstract).
- Wen Shixuan. 1992. On discovery of *Isodomella* (Cretaceous bivalvia) in northern Xizang (Tibet), China. 31(4):377~394 (in Chinese with English abstract).
- Whatley R C, Bajpai S. 2000. A new fauna of Late Cretaceous non-marine ostracoda from the Deccan Intertrappean Beds of Lakshimpur, Kachchh (Kutch) District, Gujarat, Western India. Riv. Esp. de Micropleont., 32(2): 385~409.
- Yabe H, Hanzawa S. 1926. Geological age of Orbitolina-Bearing rocks of Japan. Tohoku Imp. Univ. Sci. Reports, Ser. 2 (Geology), 9 (1): 13~20.
- Yin Jixiang, Sun Xiaoxing, Wen Chuanfen. 1988. Xigaze Group-the flysch successions of the Xigaze forearc basin in South Xizang. Bulletin of the Geological Institute, Academia Sinica, (3): 96~118 (in Chinese with English abstract).
- Yu Guangming, Wang Chengshan. 1990. Sedimentary Geology of the Xizang (Tibet) Tethys. Geological Memoirs, Beijing: Geological Publication House, 3 (12): 1~153 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Binggao. 1982. Orbitolina (foraminifera) from Xizang. Paleontology of Xizang, The Series of the Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau, (4): 51~80. Beijing: Science Press (in Chinese with English abstract).

## Distribution of Mid-Cretaceous Orbitolinids in Xizang (Tibet) and Its Paleobiogeographic Implications

WAN Xiaoqiao, WU Yanhua, LI Guobiao  
China University of Geosciences, Beijing, 100083

### Abstract

Orbitolinids is a kind of larger foraminifera. It occurred frequently during late Barremian to Cenomanian of Cretaceous and distributed worldwide, especially in the shallow marine belts surrounding the Tethys ocean. Its distribution in Xizang (Tibet) is limited in the Lhasa Block and some parts of the Qiangtang Basin. To both sides of this area, the distribution extends to Myanmar in the east and Ladakh to the west. Along the coast of Tethys, it migrated to Japan, Malaysia, Indonesia, Kashmir, Afghanistan, Mid-East, West and South Europe, North Africa and Caribbean regions. It never migrated into the Indian Plate where a mixed planktonic and smaller benthic foraminiferal fauna appeared during that time. Orbitolinids was found in the Tanganyika region in east Africa, but it did not migrate eastward into the Indian Plate either. Like Orbitolinids, a bivalve fauna of *Isodomella*-*Caestocorbula* found in the Lhasa Block belongs to the Japanese-East Asia sub-province (Wen, 1992), and no affinity has been found from the Indian continent. Whatley and Bajpai (2000) described an ostracod fauna of *Limnocythere falsocarinata*-*Frambocythere tumiensis*-*Gomphocythere gomphiomatos*. The fauna is shown to be an endemic Indian fauna without links to the specific level with China or Mongolia. The distribution of Orbitolinids and relative biotas support the tectonic geography. It is firmly established that the rise of the Tibetan plateau is the result of convergence of different terranes. During mid-Cretaceous, the Lhasa block had attached to the Eurasian continent. The Bangong Lake—Nujiang River suture closed at the end of Jurassic. By that time the Lhasa block was at the south margin of the Eurasian continent, thus the shallow water faunas like Orbitolinids and bivalves could migrate along the east and west margin of the Eurasian continent. Paleobiogeographically, the Lhasa Block belongs to the north temperate realm. The Indian Plate started to move away from Africa by early Cretaceous and drifted to the north. It was isolated from Eurasian continent to the north and from Africa to the west by Neo-Tethys ocean that was a barrier for migration of shallow water faunas. No Orbitolinids have been found from Indian Plate where faunas are shown not to be closely related to contemporary shallow water biota of the Eurasian continent.

**Key words:** Xizang (Tibet); Cretaceous; Orbitolinids; continental drift; paleogeography