

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

下一中泥盆统界线层二个 牙形石种的演化及比较

白志强 白顺良

(北京大学地质学系)



Polygnathus costatus partitus (肋多颚牙形石分亚种) 是国际地层委员会 (ICS) 确定的中泥盆统底部的标准化石, 但它与共存的 *Polygnathus linguiformis bultyncki* 在形态上难以区分, 造成地层划分的困难。经过认真研究, *Polygnathus costatus partitus* 依据基腔位置可以划分出幼年期和成年期两个发育阶段。 *Polygnathus linguiformis bultyncki* 依据表面形态可以划分为幼年期、青年期和老年期三个发育阶段; 通过两者不同发育阶段的比较研究, 笔者提出了三点不同以在鉴定中将两者加以区别, 从而提高化石鉴定的精度。

关键词 下一中泥盆统 牙形石 个体演化

“中泥盆统和艾菲尔阶的底界位于 Heisdorf 组顶界之下1.9m处, 该点是牙形石 *Polygnathus costatus partitus* 带的底界”^[1,2]。这是国际地层委员会 (ICS) 定义的中泥盆统底界。根据这一定义国际地层委员会在 1985 年 2 月伦敦会议上以 21 票赞成, 0 票反对, 4 票弃权确定德国西部艾菲尔地区 Schönecken-Wetteldorf 附近的 Richtschnitt 剖面为下一中泥盆统界线层型剖面。从而确定了牙形石 *Polygnathus costatus partitus* (肋多颚牙形石分亚种) 具有重要的地层意义。但是 *Polygnathus costatus partitus* 在地层中数量并不多, 而且同 *Polygnathus linguiformis bultyncki* 的幼年期难以区别, 给与这一层型剖面对比, 带来一定困难。据此, 很有必要对这两个亚种进行详细研究以提高鉴定的精度。

笔者近年来在广西进行下一中泥盆统界线层研究中, 首先碰到的就是这个问题, 有的剖面的界线由于这个原因难以确定, 给研究工作带来困难。广西那艺剖面是我国首次发现牙形石 *Polygnathus costatus partitus* 的地点, 并依此确定了下一中泥盆统界线^[3]。为了解决上述问题笔者以那艺剖面为重点, 并结合天等把荷剖面, 大量地采集标本, 经过室内处理、分析, 获得了一定数量的 *Polygnathus costatus partitus* 和 *Polygnathus linguiformis bultyncki* 两个亚种的标本, 经过详细认真地研究, 初步揭示了它们各自的演化规律, 下面是具体的研究结果。

1 剖面描述

那艺剖面位于崇左县境内, 南宁市西南约 150 km。该剖面系白顺良教授及广西石油队 70 年代所测制^[3,4]。在该剖面发现了牙形石 *Polygnathus costatus partitus*, 精确确定了该剖面的下一中泥盆统界线。笔者为解决 *partitus* 个体发育的问题仅实测了该剖面界线附近约 35.78 m 厚的地

注: 本课题由国家自然科学基金 (项目编号 49102018) 和国家教委基金资助。
本文 1991 年 5 月收到, 1992 年 7 月改回, 萧品芳编辑。

层。自上而下描述如下（图 1）。

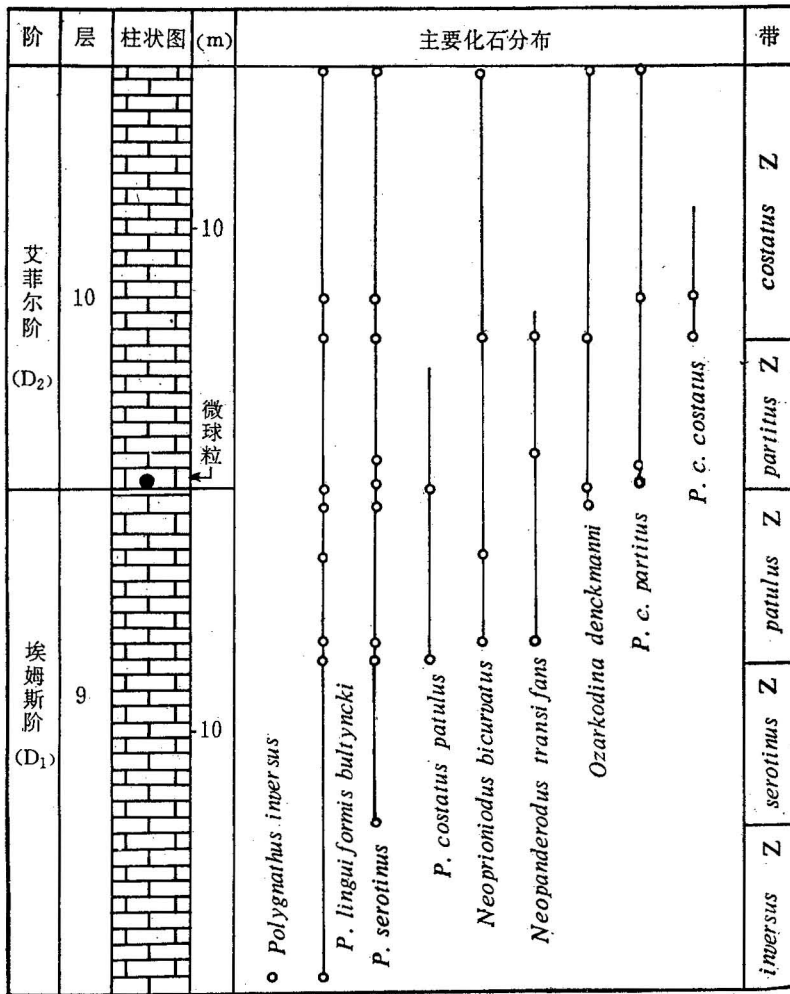


图 1 广西那艺剖面柱状图及主要化石分布

Fig. 1 Distribution of conodonts in Nayi Section, Guangxi

中泥盆统艾菲尔阶

10 层. 深灰色中层灰岩夹硅质条带, 含牙形石、竹节石、海绵骨针、微球粒

16.5 m

Y 10/16.5 *Polygnathus costatus partitus*, *P. serotinus*, *P. linguiformis bultyncki*, *Neopanderodus transitans*, *Ozarkodina denckmanni*, *Hindeodella priscilla*, *Neoprioniodus bicurvatus*, *Trichonodella symmetrica*

Y 10/14.1 *Hindeodella priscilla*, *Ozarkodina denckmanni*, *Belodella resima*

Y 10/7.5 *Polygnathus costatus costatus*, *P. c. partitus*, *P. serotinus*, *P. linglliformis bultyncki*

Y 10/6 *Polygnathus costatus costatus*, *P. linguiformis bultyncki*, *P. serotinus*, *Ozarkodina denckmanni*, *Hindeodella priscilla*, *Neoprioniodus bicurvatus*, *Trichonodella symmetrica*, *Neoprioniodus costatus costatus*, *Neopanderodus transitans*

Y 10/1.5 *Polygnathus serotinus*, *Belodella resima*, *Neopanderodus transitans*, *Hindeodella priscilla*

Y 10/0.8 *Hindeodella simplaria*, 海绵骨针

Y 10/0.5 *Polygnathus serotinus*, *P. lingui formis bultyncki*, *P. costatus partitus*, *Ozarkodina denckmanni*

Y 10/0.2 *Polygnathus serotinus*, *P. lingui formis bultyncki*, 微球粒 10 个

Y 10/0.05 *Polygnathus costatus partitus*, *P. serotinus*, *Ozarkodina denckmanni*

Y 10/0 *Polygnathus costatus partitus*, *P. c. patulus*, *P. lingui formis bultyncki*, *Ozarkodina denckmanni*, *Neoprioniodus costatus costatus*, *Belodella resima*, 微球粒 30 个

—— 整 合 ——

下泥盆统埃姆斯阶

9e 层. 上部黑色页岩 0.03 m

下部深灰色页岩 0.05 m

9a-d 层. 灰色中层灰岩夹硅质条带 19.2 m

Y 9/19.2 *Polygnathus costatus patulus*, *P. serotinus*, *P. lingui formis bultyncki*, *Ozarkodina denckmanni*

Y 9/19.05 *Polygnathus costatus patulus*

Y 9/18.9 *Polygnathus costatus patulus*, *P. lingui formis bultyncki*, *P. serotinus*, *Neopanderodus transitans*, *Ozarkodina denckmanni*, *Hindeodella priscilla*

Y 9/18.8 *Polygnathus serotinus*, *P. lingui formis bultyncki*

Y 9/18.6 *Polygnathus lingui formis bultyncki*, *P. serotinus*, *Belodella resima*, *Ozarkodina denckmanni*, *Neoprioniodus bicurvatus*

Y 9/18.5 *Polygnathus serotinus*, *P. lingui formis bultyncki*, *Ozarkodina denckmanni*, *Hindeodella priscilla*

Y 9/16.5 *Polygnathus lingui formis bultyncki*, *P. serotinus*, *Neopanderodus transitans*

Y 9/13.2 *Polygnathus lingui formis bultyncki*, *P. serotinus*, *Neoprioniodus bicurvatus*, *Belodella resima*, *Neopanderodus transitans*

Y 9/12.5 *Polygnathus costatus patulus*, *P. lingui formis bultyncki*, *P. serotinus*

Y 9/0.5 *Polygnathus lingui formis bultyncki*

2 *Polygnathus costatus partitus* 的个体发育

那艺剖面第 10 层下部含有牙形石 *Polygnathus costatus partitus*, 但是数量并不多, 为获得更多的牙形石个体, 笔者在野外采集牙形石样品时都加大了样品的重量, 每块样品一般重达 4—5 kg, 而在第 10 层底部可达 10 多公斤。在 Y 10/0 样品中获得了数十枚牙形石个体, 其形态各异, 大小不同, 在此基础上对这些个体进行了详细研究。

Polygnathus costatus partitus 是 G. Klapper, W. Ziegler 和 T. V. Mashkova 在 1978 年研究捷克巴郎德 (Barrandian) 地区下一中泥盆统界线时定的一个新亚种^[5], 其特征是: 齿台窄, 内缘及外缘在前部直, 在后部相合呈披针形, 前缘近平行, 外后缘膝折。

从以上描述可以看出, 这是一个成年个体, 没有涉及幼年个体及其个体发育的情况。由此造成了地层研究中的不便。笔者在那艺剖面 Y 10/0 样品中找到了大小不一, 形态类似的牙形石个体, 经过仔细、认真地研究, 这些大小各异的个体均属于 *Polygnathus costatus partitus*, 个体大小的不同代表了该亚种不同的发育阶段, 根据基腔的位置将 *partitus* 划分出幼年期和成年期两个发育阶段。

幼年期阶段: 基腔的前缘超出齿台的前边缘时期。一般个体小于 0.5 mm, 个体宽小于 0.12 mm, 齿台的后端相会呈披针形, 隆基达齿台的后端点。齿台的外缘、隆基和齿台的内缘同样高, 齿台前部平直, 隆脊两侧的隆脊旁槽较深, 宽度基本相同, 齿台的两边均发育有小肋脊, 基腔较大,

前 endpoint 超出齿台前端 (图 2, 1—2; 图版 I -1—5, 7)。

成年期阶段：基腔前缘不超出齿台前缘的时期。个体较大，一般个体大于 0.5 mm，个体宽大于 0.12 mm。齿台两缘在后端相会呈披针形，隆基直达齿台的后 endpoint。齿台外边缘、隆脊、齿台内边缘同样高，齿台前部平直，齿台外边缘后部膝折，齿台两边均发育有小肋脊。基腔小，前端不超出齿台的前缘 (图 2, 3—6; 图版 I -5—6, 8—11)。

与 *Polygnathus costatus partitus* 共生的齿台型牙形石分子有 *Polygnathus costatus patulus*,

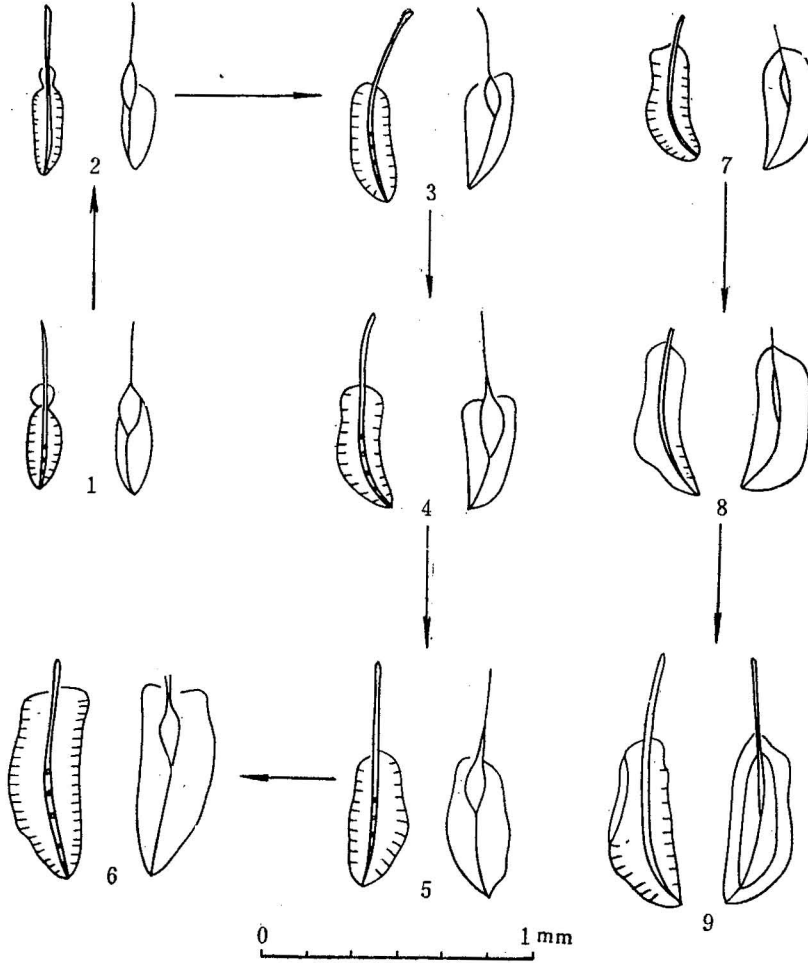


图 2 *Polygnathus costatus partitus* 个体发育图

(用 Wild 显微绘图仪绘制)

[Fig. 2 Phylogenetic evolution of *Polygnathus costatus partitus*

(Drawn with Wild microscope)

P. serotinus, *P. linguiformis bultyncki* 和 *P. costatus costatus. patulus* 以齿台展开, 隆脊旁槽浅与 *partitus* 较好区别。 *serotinus* 以基腔外缘发育耳突, 及齿台后部转折近直角同 *partitus* 区别。 *costatus* 以平台前部有明显收缩这一特征同 *partitus* 区别。 *bultyncki* 同 *partitus* 的区别在成年阶段是比较明显的, 但是它们的小个体的特征相近, 分辨比较困难。为此对 *bultyncki* 也进行了较为详细的研究。

3 *Polygnathus linguiformis bultyncki* 的个体发育

Polygnathus linguiformis bultyncki (舌形多颚牙形石普丁亚种) 是 K. Weddige 于 1977 年据 *Polygnathus linguiformis linguiformis* α 型定名的一个亚种^[5]。定义是: 前齿台窄, 后部具有舌状体, 可占齿台长的三分之一或更多, 上面发育有贯穿横脊。隆脊和隆脊旁槽结束在舌状体前边, 舌状体起始处, 外缘通常陡然内弯, 外侧没有发生肿胀。

这一牙形石亚种在地层中较为丰富, 但延续时间较长, 所以该亚种的地层意义并不十分明显, 但是它们的小个体同一些有重要地层意义的化石难以区分, 影响了化石鉴定, 降低了地层划分的精度。

那艺剖面中最丰富的牙形石化石就是 *Polygnathus linguiformis bultyncki*, 有的样品中可

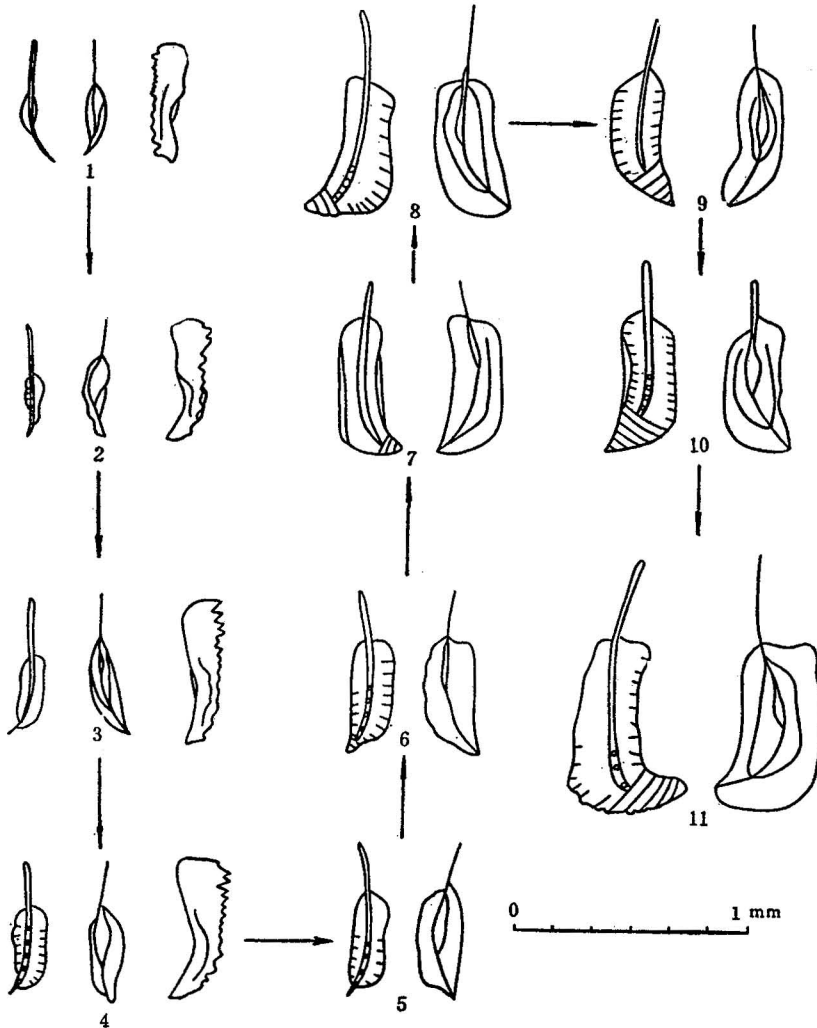


图 3 *Polygnathus linguiformis bultyncki* 个体发育图
(用 Wild 显微绘图仪绘制)

Fig. 3 Phylogenetic evolution of *Polygnathus linguiformis bultyncki*

达几十枚，个体有大有小，有的仅有舌状体的雏形，有的舌状体上仅有一条或二条贯穿横脊，经过研究发现本亚种的个体发育可以分为幼年期、青年期、成年期三个阶段。

幼年期阶段：出现舌状体 (tongue) 之前的阶段。个体小，体长一般小于 0.5 mm，体宽小于 0.1 mm，齿台较小，占整体长一半不足，隆脊一般高于齿台边缘。齿台往往结束于隆脊后端之前，外齿台往往比内齿台长，隆脊后端一般内弯，开始出现舌状体的雏形，隆基口面约三分之一发育有小圆齿，后三分之二发育小瘤。基腔较大，往往位于近齿台前端的部位(图 3, 1—5；图版 I -21—22)。

青年期阶段：出现舌状体到舌状体上有三条贯穿横脊的阶段。个体中等大小，体长一般为 0.5—0.8 mm，体宽一般为 0.1—0.2 mm，齿台长约占整体长的三分之二，齿台外缘，隆脊及齿台内缘高度相同。齿台向后增长形成舌状体，隆脊口面的瘤，横向膨大形成横脊。基腔变小，位于齿台近前端处(图 3, 6—7；图版 I -12, 13, 15, 17—18)。

成年期阶段：牙形石个体舌状体上的横脊数大于三条的阶段。个体比较大，体长一般大于 0.8 mm，体宽一般大于 0.2 mm，这是一般研究所描述的阶段。前齿台窄，具有一对窄的隆脊旁槽，边缘近平行，由齿台中部伸出向内及向下弯曲的长舌，长舌为横脊贯穿，基腔小，周围有升高的边缘，一般位于齿台前三分之一处(图 3, 8—11；图版 I -14, 16, 19, 20, 23)。

4 *Polygnathus costatus partitus* 和 *Polygnathus linguiformis bultyncki* 的比较

两个亚种在剖面中是共存的，在它们的成年期阶段是比较容易区别的。*bultyncki* 亚种具有舌状体，而且舌状体上面发育有贯穿横脊。而 *partitus* 没有舌状体。但是在幼年期阶段及青年期阶段早期，却难以区别，经过两者个体发育的研究，笔者以为可以从以下几个方面不同将它们加以区别(图 4)。

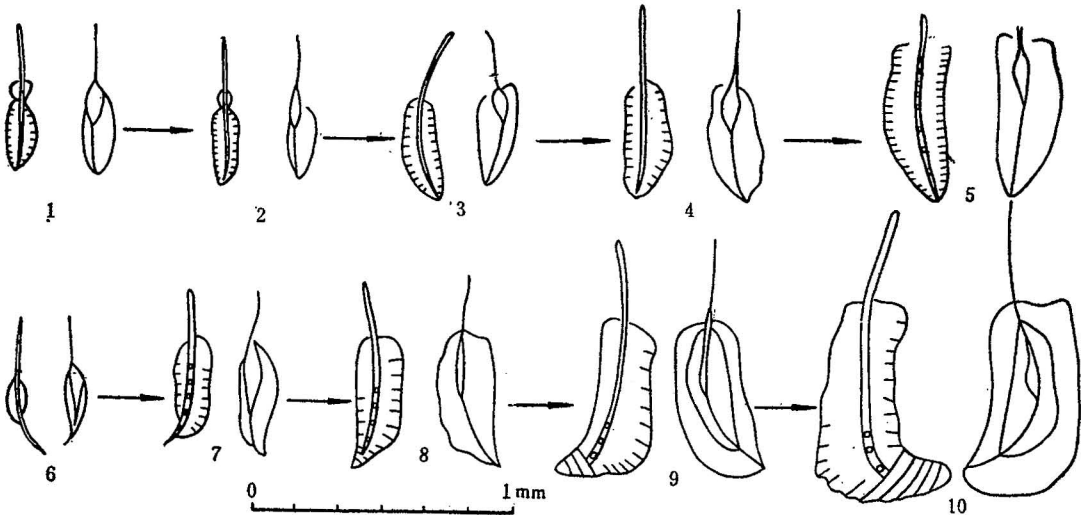


图 4 *Polygnathus costatus partitus* 与 *Polygnathus linguiformis bultyncki* 个体演化比较图

Fig. 4 Evolution and comparison diagram of *Polygnathus costatus partitus* and *Polygnathus linguiformis bultyncki*

1—5—*Polygnathus costatus partitus*

6—10—*Polygnathus linguiformis bultyncki*

1. *partitus* 的隆脊在个体发育的过程中始终到达齿台的后端点。而 *bultyncki* 在幼年期隆脊超出齿台后端, 在青年期和老年期结束在舌状体之前。

2. *partitus* 齿台后端点呈披针形, 而 *bultyncki* 齿台后端发育舌状体, 该舌状体向下向内弯曲。

3. *partitus* 的基腔在幼年期前边缘超出齿台的前端, 成年期, 基腔靠近齿台的前缘。*bultyncki* 在幼年期基腔靠近齿台的前缘, 成年期, 基腔位于齿台前三分之一处。

partitus 及 *bultyncki* 的个体研究所提供的证据提高了化石鉴定的精度。这一成果在实际应用中很有意义。广西把荷剖面为过渡相地层, 该剖面最初找到的 *partitus* 亚种, 个体均不大 (图 2, 7—9, 图版 I-5, 6, 11), 这些个体是否属于 *partitus* 笔者曾有过很长时间的疑虑; 经过那艺剖面个体发育的研究及对比研究, 可以确定这些小个体属于 *partitus*, 相当于成年期早中期阶段 (图 1), 并且在后来找到了较为标准的 *partitus*。从此确定了把荷剖面下一中泥盆统的界线^[7]。

文中图件由北京大学地质系绘图室李方桂同志绘制, 孙元林、王琨协助完成野外工作, 牙形石电镜照片由舒桂敏同志完成, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 Bassett M G. Towards a "Common Language" in Stratigraphy. *Episodes*, 1985, 8(2): 87—92.
- 2 Ziegler W and Klapper G. Stages of the Devonian System. *Episodes*, 1985, 8(2): 104—109.
- 3 白顺良, 金善燧, 宁宗善, 何锦汉. 广西泥盆纪台型牙型石及塔节石类. *北京大学学报*, 1979, (4): 57—84.
- 4 白顺良, 金善燧, 宁宗善. 广西及邻区泥盆纪生物地层. *北京大学出版社*, 1982, 39—66 页.
- 5 Klapper G, Ziegler W, Mashkova T V. Conodonts and Correlation of Lower-Middle Devonian boundary beds in the Barrandian area of Czechoslovakia. *Geologica et Palaeontologica*, 1978, (12): 103—116.
- 6 Weddige K. Die Conodonten der Eifel-Stufe im Typusgebiet und in benachbarten Faziesgebieten. *Senckenbergiana lethaea*, 1977, (54): 271—419.
- 7 Bai Z and Bai S. Conodont biostratigraphy of the Devonian *Zdimir* from Bahe, Guangxi, China. In the *Devonian of the World—Proceedings of the Second International Symposium on the Devonian System*, 1988, 3: 529—534.

图 版 说 明

标本保存在北京大学地质学系

1—11 b *Polygnathus costatus partitus*, Klapper, Ziegler et Mashkova, 1978

1—4, 7. 幼年体, 正口面, ×40; 样品号: Y 10/0。

5—6, 8—11. 成年体, ×40; 5a—5b. 样品号: F 9/0.06; 6. 样品号: F 10/3.07; 8—9. 样品号: Y 10/0; 10. 样品号: F 9/2.2; 11. 样品号: Y 10/7.5。

12—23. *Polygnathus linguiformis bultyncki*, Weddige, 1977

12—13, 15, 17—18. 青年体, ×40; 12, 17—18. 样品号: Y 10/7.5; 13. 样品号: Y 9/0.7; 15. 样品号: Y 10/16.5。

14, 16, 19—20, 23. 成年体, ×40; 14. 样品号: Y 10/7.5; 16. 样品号: Y 10/6; 19. 样品号: F 16/13.38; 20. 样品号: F 9/0.47; 23. 样品号: F 8/2.03。

21—22. 幼年体, 21 a. 正口面, ×200; 21 b. 正口面, ×40, 样品号: F 9/0.7; 22 a. 正口面, ×200; 22 b. 正口面, ×40; 样品号: F 9/0.7。

EVOLUTION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO CONODONT SUBSPECIES NEAR THE LOWER-MIDDLE DEVONIAN BOUNDARY

Bai Zhiqiang and Bai Shunliang

(Dept. of Geology, Beijing University, Beijing)

Abstract

Polygnathus costatus partitus is the standard fossil at the base of the Middle Devonian. But it is difficult to distinguish it in morphology from *Polygnathus lingui formis bultyncki* occurring together with *Polygnathus costatus partitus*, which makes it difficult to define the Lower-Middle Devonian boundary. Detailed study shows that two developmental stages (young stage and adult stage) of *partitus* may be distinguished on the basis of the position of the cavity. The ontogenetic development of *bultyncki* involves three stages (larval stage, young stage and adult stage) on the basis of its morphology. Comparison of the developmental stages of the two subspecies reveals three differences between *partitus* and *bultyncki*,

1. *Partitus*'s carina reaches the posterior end during its very early stage and retains this position through life; but *bultyncki*'s carina oversteps the posterior end of the platform during its larval stage, and terminates before the tongue during the young stage and adult stage.

2. The inner and outer posterior margins of *partitus* are characteristically straight, converging to form a sagittat outline, whereas *bultyncki* develops a tongue.

3. The cavity of *partitus* of young stage oversteps the anterior end of the platform and is located near the anterior end of the platform during its adult stage; but the cavity of *bultyncki* is located near the anterior end of the platform in the larval stage and at one third length of the platform in the young stage and adult stage.

These results supply the evidence for the fossil identification.

Key words: Lower-Middle Devonian, conodont, ontogenetic development

作者简介

白志强, 男, 1956年生。1987年北京大学地质学系古生物学及地层学专业研究生毕业, 获博士学位。现任北京大学地质学系副教授。通讯地址: 北京大学地质学系。邮政编码 100871。

