

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

陕西耀县、富平奥陶系牙形石及其地层意义

安太庠 张安泰 徐建民

本文论述陕西耀县、富平地区奥陶系牙形石。对大量牙形石标本鉴定描述基础上,作者建立了 *Yaoxianognathus yaoxianensis* 带, *Tasmanognathus borealis*-*T. gracilis* 带和 *Tasmanognathus shichanheensis* 带,并与邻区进行了牙形石动物群的对比。牙形石带范围从兰代洛期到阿什极早期。本文描述了二个新属和六个新种。

陕西耀县、富平地区处于华北地台区西南缘,其南与秦岭-祁连地槽区相接,因在本区奥陶系灰岩之中采得笔石,长期以来引起了我国地质界对本区奥陶系的关注。

首次报道本区奥陶系笔石的是俞隆美(1964)¹⁾。此后,地质矿产部第三普查大队、西北大学、陕西省地质矿产局区调队、西安地质矿产研究所、中国地质科学研究院、中国科学院南京地质古生物研究所以及各煤田、建材、水文地质等单位相继做了许多工作。但是,至今对本区奥陶系的划分和对比仍存在很大的分歧。

1981年北京大学地质系和陕西一三一煤田地质队配合渭北煤田水文地质工作,开展了韩城-耀县地区的奥陶系研究工作。所得大化石多数交南京地质古生物研究所鉴定,而牙形石则由我们研究。本文是此项研究工作的部分成果,我们在这里从牙形石出发,首先阐述耀县桃曲坡奥陶系的划分和时代,然后结合富平金粟山奥陶系剖面的层序和牙形石分布,试图说明本区与晋冀鲁地区奥陶系的对比问题。

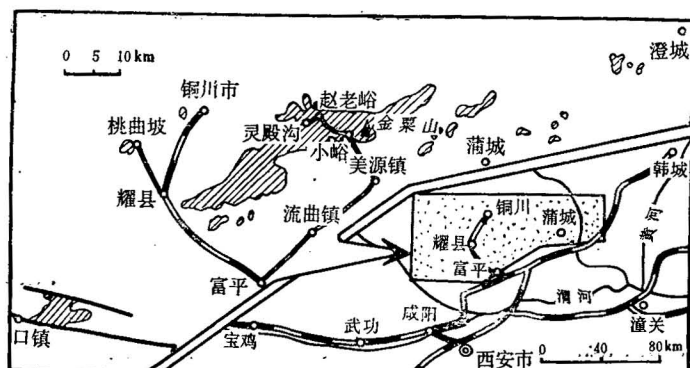


图 1 交通位置和奥陶系露头分布图

Fig. 1 Map showing the location and distribution of the Ordovician

1) 俞隆美 1964 年发表在鄂尔多斯石油地质通讯第 1 期的资料。

本文 1984 年 2 月收到, 10 月改回, 胡亚昌编辑。

一、剖面描述

因篇幅所限,仅列举耀县桃曲坡奥陶系剖面资料。

上覆地层:上石炭统太原组

桃曲坡组

23. 浅灰—灰色薄层微晶生物碎屑灰岩夹灰绿色页岩。含头足类: *Tanchiceras* sp.; 腕足类: *Latirhynchia* sp., *Christiania* sp.; 牙形石(标本号 Tp41, 下同) *Drepanoistodus* sp., *Panderodus* sp. 9.8 米
22. 浅灰色薄层夹厚层含生物碎屑泥晶灰岩。 8.1 米
21. 浅灰—褐灰色薄层微晶、亮晶生物碎屑灰岩夹泥晶灰岩(底部有一小断层)。含腕足类: *Ovalospira regularis* 牙形石 (Tp39): *Dapsilodus mutatus*, *Drepanoistodus* sp. 20.1 米
20. 浅灰—灰色、薄—中层泥晶灰岩, 顶部为混杂状微晶砂屑生物碎屑灰岩。含腕足类: *Rynchotrema* sp., *Ovalospira regularis*; 珊瑚: *Reuschia sperta*, *Farisitina* sp.; 牙形石 (Tp37—38): *Panderodus* sp., *Dapsilodus similis*; 头足类: *Richardsonoceras* sp., *Beloitoceras* sp. 22.4 米
19. 灰—深灰色薄层夹中层生物碎屑微晶灰岩, 顶部为亮晶含生物碎屑细粒砂屑灰岩, 底部是薄层灰白色凝灰岩。含腕足类: *Latirhynchia* sp., *Idiospira* sp.; 头足类: *Rizosceras* sp., *Staufferoceras* sp.; 牙形石 (Tp35—36): *Pseudobelodina dispansa*, *Belodina* sp., *Dapsilodus similis*, *D. mutatus*, *Belodella angusta* 6.9 米
18. 灰—深灰色、薄—厚层泥晶灰岩和生物碎屑泥晶灰岩。含牙形石: *Panderodus gracilis*, *Taoqupognathus blandus*, *Yaoxianognathus yaoxianensis*, *Oulodus? tunguskaensis*, *Teridontus* sp., *Dapsilodus mutatus*, *D. similis*, *Belodella angusta*, *Belodina* sp., *Pseudobelodina dispansa* 16.3 米
17. 大部被黄土掩盖, 断续出露灰色薄—中层微晶泥晶灰岩 20.3 米
16. 灰—深灰色中层含生物碎屑泥晶灰岩夹黄褐色页片状含生物碎屑泥晶灰岩和灰色薄层含泥微晶灰岩。含腕足类: *Rhynchotrema* sp., *Schizophorella multistriata*, 笔石: *Orthograptus quadrimucronatus* *O. truncatus socialis*, *O. cf. piculatus*, *Glyptograptus cf. teretiusculus orientalis*, *G. formosus*, *Climacograptus* sp., *Climacograptus cf. geniculatus*; 牙形石 (Tp30—31): *Yaoxianognathus yaoxianensis*, *Belodella angusta*, *Belodina* sp., *Dapsilodus mutatus*, *D. similis*, *Panderodus* sp., *P. gracilis*, *P. recurvatus*, *Bryantodina* sp., *Oulodus? tunguskaensis*, *Phragmodus undatus*, *Drepanoistodus* sp. 25.3 米
15. 浅灰—灰色、中—厚层微晶泥晶灰岩夹生物碎屑微晶泥晶灰岩。含腕足类: *Ovalospira* sp., *Rhynchotrema* sp., *Eospiriferina* sp.; 头足类: *Anaspyroceras? sp.*; 牙形石 (Tp28—29): *Yaoxianognathus yaoxianensis*, *Dapsilodus mutatus*, *D. similis*, *Panderodus gracilis* 48.2 米
14. 浅灰—灰色、薄—中层含生物碎屑泥晶灰岩和微晶碎屑灰岩。含腕足类: *Rhynchotrema* sp., *R. yaoxianensis*, *Ovalospira* sp., *O. ovalis*, *Eospiriferina taoqupoensis*; 珊瑚: *Catenipora* sp.; 牙形石 (Tp25—27): *Dapsilodus similis*, *D. mutatus*, *Eoligonodina robustus*, *Panderodus* sp. 10.2 米
13. 大部被黄土掩盖, 断续出露灰色薄层泥晶灰岩。含腕足类: *Cyclospira* sp., *Lepidocyclus* sp., *Eospiriferina* sp. 51.1 米
12. 浅灰—深灰色、薄—中层泥晶灰岩夹生物碎屑细粒微晶灰岩。含腕足类: *Rhynchotrema yaoxianensis*, *Ovalospira ovalis*; 牙形石 (Tp22—23): *Taoqupognathus blandus*, *Oulodus? tunguskaensis*, *Belodina compressa*, *Dapsilodus similis*, *Yaoxianognathus yaoxianensis*, *Panderodus* sp., *P. recurvatus*, *Pseudobelodina dispansa* 46.5 米
11. 黄灰—褐灰色薄层含粉砂质泥岩夹粉晶含泥灰岩。含腕足类: *Idiospira taoqupoensis*, *Schizophorella multistriata*; 笔石: *Orthograptus* sp., *O.? truncatus socialis*, *O. quadrimucronatus*, *Climacograptus* sp.,

- Glyptograptus* sp., *G. cf. teretiusculus orientalis* 3.8 米
10. 灰—深灰色薄层含生物碎屑微晶灰岩, 下部泥晶灰岩。含腕足类: *Rhynchotrema yaoxianensis*, *Idiospira angulata*, *Ovalospira yaoxianensis*, *Eospiriferina taoqupoensis*; 珊瑚: *Plasmoporella* sp.; 牙形石 (Tp19—20): *Yaoxianognathus yaoxianensis*, *Phragmodus undatus*, *Belodina compressa*, *Panderodus recurvatus*, *P. gracilis*, *Belodella angusta*, *Teridontus* sp., *Oulodus* sp., *Taoqupognathus blandus*, *Dapsilodus mutatus*, *D. similis*, *Oulodus? tunguskaensis* 29.8 米
- 耀县组
9. 灰—褐灰色薄层泥晶灰岩与褐灰色页片状钙质泥岩互层。含牙形石 (Tp18): *Tasmanognathus gracilis*, *Pseudobelodina dispansa*, *Belodina compressa*, *Belodella fenxiangensis*, *Oulodus? tunguskaensis*, *Plectodina* sp., *Panderodus* sp. 7.2 米
8. 灰—深灰色厚层亮晶含生物碎屑细粒砂屑灰岩。含腕足类: *Protozyga tianzuensis*, *P. nasuta*; 头足类: *Liulinoceras taoqupoensis*; 牙形石 (Tp17): *Tasmanognathus borealis*, *T. gracilis*, *Taoqupognathus blandus*, *Belodella angusta*, *Belodina compressa*, *Oulodus? tunguskaensis*, *O. sp.* Barnes, 1974, *Yaoxianognathus* sp., *Pseudobelodina dispansa*, *Ozarkodina* sp. 23.7 米
7. 浅灰—灰色厚层微晶砾屑灰岩, 下部为纹层微晶、亮晶细粒砂屑灰岩。含腕足类: *Didymelasma transversa*, *Gunnarella shanxiensis*, *Taphrorthis* sp.; 头足类: *Liulinoceras taoqupoensis*; 牙形石 (Tp14—16): *Tasmanognathus gracilis*, *T. borealis*, *Oulodus? tunguskaensis*, *Oulodus* sp., Barnes, 1974, *Taoqupognathus blandus*, *Belodina* sp., *Pseudobelodina dispansa*, *Belodella fenxiangensis*, *Phragmodus undatus*, *Cordylodus horridus*, *Periodon grandis*, *Yaoxianognathus* sp., *Dapsilodus mutatus*, *Panderodus* sp., *P. bergstroemi*, *Plectodina* sp. A., *Paroistodus* sp. 29.4 米
6. 灰色厚层亮晶、微晶砂屑灰岩及含生物碎屑砂屑灰岩。含有腕足类: *Gunnarella* sp., *Protospiriferina regularis*; 牙形石 (Tp13): *Tasmanognathus borealis*, *T. gracilis*, *T. sp.*, *Plectodina* sp. A., *Belodella angusta*, *Periodon grandis*, *Panderodus recurvatus*, *P. sp.*, *Drepanoistodus venustus* 25.3 米
5. 浅灰—灰色、厚层一块状砂屑灰岩, 泥晶灰岩, 微晶、亮晶细粒砂屑灰岩。含牙形石 (Tp11—12): *Tasmanognathus* sp., *Dapsilodus mutatus*, *Periodon grandis*, *Belodella angusta*, *Panderodus* sp., *Yaoxianognathus* sp., *Drepanoistodus* sp. 21.0 米
4. 浅灰—深灰色、中层一块状微晶亮晶细粒砂屑灰岩, 底部为团球状微晶灰岩。含牙形石 (Tp8—10): *Periodon grandis*, *Belodella angusta*, *Panderodus* sp., *P. bergstroemi*, *Drepanoistodus* sp. 22.5 米
3. 浅灰—深灰色、中—厚层泥晶亮晶细粒砂屑灰岩和细晶灰岩。含牙形石 (Tp5—7): *Dapsilodus mutatus*, *Tasmanognathus shichuanheensis*, *Panderodus* sp., *Oulodus? tunguskaensis*, *Belodella angusta*, *Belodina compressa* 12.7 米
2. 浅灰—灰色、中—厚层亮晶中粒砂屑灰岩和细晶灰岩。含腕足类: *Cyclospira* sp., *C. transversa*, *Bicuspina regularis*, *Gunnarella* sp.; 牙形石 (Tp3—4): *Periodon grandis*, *Panderodus* sp., *P. bergstroemi*, *Drepanoistodus* sp., *Belodella angusta* 8.5 米
1. 浅灰—灰色厚层亮晶微晶细粒砂屑灰岩, 顶部为薄层微晶含生物碎屑细粒砂屑灰岩。含腹足类: *Maclurites* sp.; 牙形石 (Tp1—2): *Tasmanognathus shichuanheensis*, *Periodon grandis*, *Drepanoistodus* sp., *Belodina* sp., *Dapsilodus mutatus*, *Belodella angusta* 2.2 米
- 未见底

二、耀县桃曲坡奥陶系牙形石动物群分析

耀县桃曲坡剖面的牙形石可划分为上、下两个组合。

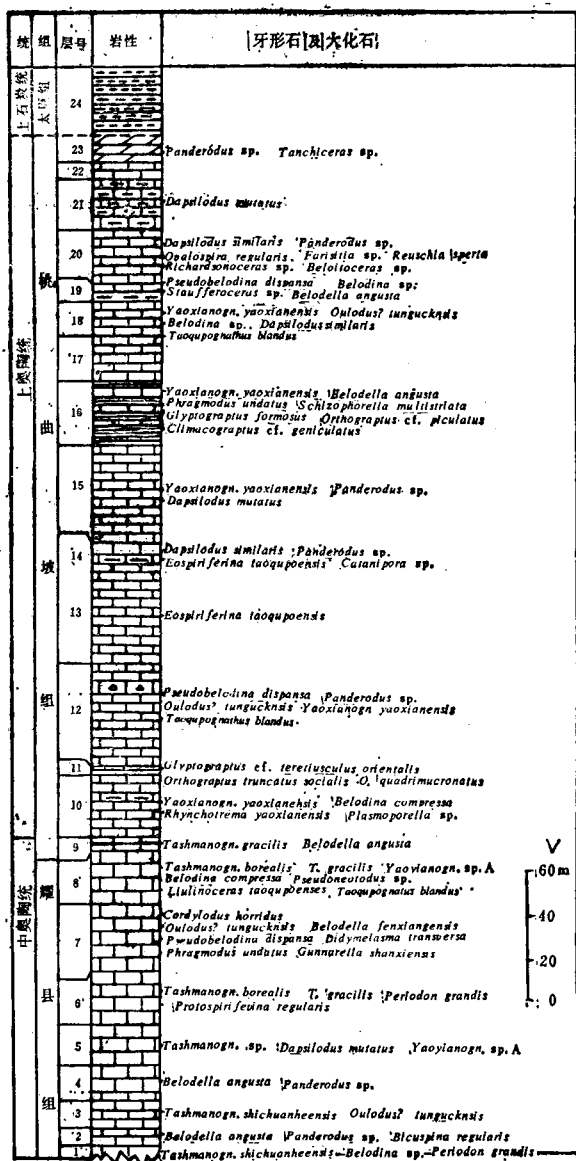


图2 陕西耀县桃曲坡奥陶系柱状图

Fig. 2 Columnar section of the Ordovician in Taoqupo of Yaoxian, Shaanxi

1. 下部组合(包括1—9层)以复合型牙形石为主,其中以 *Tasmanognathus* 最为特征和常见。还有: *Oulodus*, *Plectrodina*, *Periodon*, *Phragmodus*, *Belodina*, *Culumbodina*, *Dapsilodus mutatus*, *Belodella*, *Taoquopognathus*, *Panderodus*, *Drepanoistodus* 等。这一牙形石动物群无疑属华北型^[1],与北美中大陆区同属一个牙形石动物群,与华南型有重要差别。本组合依 *Tasmanognathus* 的演化系列可建立下部的 *Tasmanognathus shichuanheensis* 带和上部的 *T. borealis*-*T. gracilis* 带。

2. 上部组合(包括10—22层)兼有复合型和单锥型牙形石,以 *Yaoxianognathus yaoxi-*

anensis 最醒目。而个体数量以单锥型的 *Panderodus*, *Dapsilodus* (*D. similaris* 多于 *D. mutatus*) 最丰富, 还有 *Oulodus*, *Belodina*, *Taoqupognathus*, *Belodella*, *Pseudobelodina*, *Phragmodus*, *Teridondus*, *Bryantodina* 及 *Drepanoistodus* 等。第 10 层中牙形石属种数量多, 其上较少, 顶部 20—22 层(厚约 60 米)中, 牙形石更少, 仅有 *Panderodus*, *Dapsilodus*, *Drepanoistodus* 等。本组合的牙形石除不含 *Tasmanognathus*, *Periodon* 外, 与下部组合没有重要差别, 均表现为北美中大陆区牙形石动物群的性质。依目前研究程度, 本组合只能归在一个牙形石带——*Yaoxianognathus yaoxianensis* 带内。

上述两个牙形石组合的划分与岩性组划分基本一致。下部以厚层一块状灰岩为主; 上部以薄层—中层灰岩为主夹有页岩。第 9 层为薄层灰岩, 与其上部的岩性组接近, 但其中的牙形石却与下部组合一致, 其牙形石组合仍属于下部组合。

前人对本区奥陶系划分和对比, 名称是各不相同的^[2,3]。在未充分研究区域地层的情况下, 本文仍沿用本区已有的地方性地层名称。下部以厚层一块状灰岩为主的地层称耀县组, 厚 135 米; 上部以薄层—中层灰岩为主夹有页岩的地层称桃曲坡组, 厚 335 米。

三、耀县桃曲坡奥陶纪牙形石地层对比

耀县组下部(1—3 层) *Tasmanognathus shichuanheensis* 带, 含 *Periodon grandis* (Ethington), *Belodella angusta* An sp. nov., *Drepanoistodus* sp., *Culumbodina* sp., *Panderodus* spp., *Oulodus? tunguskaensis* (Moskalenko), *Tasmanognathus shichuanheensis* An sp. nov., *Dapsilodus mutatus* (Branson et Mehl), *Belodina* sp. 等牙形石。

T. shichuanheensis 与河北、山东、山西的峰峰组带化石, *T. sishuiensis* 接近, *Panderodus*, *Dapsilodus* 和 *Belodina* 是峰峰组和耀县组共有的。因此, 耀县组和峰峰组同属于 *Tasmanognathus* 牙形石动物群发展阶段。但峰峰组中常见的 *Microcoelodus*, *Erismodus*, *Scandodus* 等在耀县组中没有或甚少见到; 而 *Belodella angusta*, *Periodon grandis*, *Oulodus? tunguskaensis* 等牙形石则仅在耀县组中发现。产生这一差别的原因可能是: (1) 两组同属一个时代, 牙形石属种差别是因沉积环境的差异而产生; (2) 峰峰组与耀县组的时代不同。本文倾向于后者, 我们将在下面富平金粟山剖面中看到耀县组和峰峰组牙形石组合有上、下关系, 故前者的地质时代新于后者。

耀县组上部(4—8 层)和桃曲坡组底部(9 层) *Tasmanognathus borealis*-*T. gracilis* 带, 含 *Belodella angusta* An, sp. nov., *B. fenxiangensis* An, *Pseudobelodina dispansa* (Glenister), *Culumbodina* sp., *Belodina compressa* (Branson et Mehl), *Plectodina* sp., *Panderodus recurvatus* (Rexroad), *P. gracilis* (Branson et Mehl), *Periodon grandis* (Ethington), *Tasmanognathus gracilis* An sp. nov., *T. borealis* An sp. nov., *T. sp.*, *Dapsilodus mutatus* (Branson et Mehl), *Yaoxianognathus* sp., *Paroistodus* sp., *Pseudoneotodus* sp., *Oulodus? tunguskaensis* (Moskalenko), *Cordylodus horridus* Barnes et Poplawski., *Phragmodus undatus* Branson et Mehl, *Taoqupognathus blandus* An gen. et sp. nov. 等牙形石。其中 *Tasmanognathus* 最丰富, 本带的 *Tasmanognathus* 种与 *T. sishuiensis* 和 *T. shichuanheensis* 比较, 齿体形态更为高级。*T. borealis* 突起上的锯齿大小相间。它们与澳大利亚 Benjamin 灰岩 (Gordon 亚群) 中所产的 *T. careyi* Burrett 接近。在那里 *T. careyi* 与 *Panderodus* sp., *Erismodus gracilis* 以

及 *Chirognathus monodactyla* 共生,其上不远含 *Phragmodus undatus*。Burrett (1979) 认为 *T. careyi* 的时代大体相当于北美中大陆区牙形石 7^[4]。在耀县, *Phragmodus undatus* 在本带上部开始少量出现。这个种在北美中大陆区是牙形石组合 8 (Trentonian 下部)才开始出现。故本带与北美中大陆区牙形石组合 7 可做对比,其上部可能包含有与牙形石组合 8 相当的地层。本带中的 *Cordylodus horridus*, *Pseudobelodina dispansa*, *Panderodus recurvatus* 等是美国、加拿大等地大体同一层位中或开始出现的分子。

桃曲坡组目前仅建有 *Yaoxianognathus yaoxianensis* 带,其中含有 *Oulodus? tunguskaensis* (Moskalenko), *Belodella angusta* An sp. nov., *Panderodus gracilis* (Branson et Mehl), *P. recurvatus* (Rexroad), *Taoqupognathus blandus* An gen. et sp. nov., *Dapsilodus mutatus* (Branson et Mehl), *D. similis* (Rhodes), *Pseudobelodina dispansa* (Glenister), *Belodina compressa* (Branson et Mehl), *Phragmodus undatus* Branson et Mehl, *Bryantodina* sp., *Eolignodina robusta* Branson et Mehl, *Teridontus* sp., 以及 *Yaoxianognathus yaoxianensis* An gen. et sp. nov. 等牙形石。该带与下伏牙形石带比较,在复合型牙形石方面有了明显的变化, *Tasmanognathus* 和 *Periodon* 不再出现,但单锥型牙形石则无重要区别。复合型牙形石变化发生在 9 与 10 层之间,即傅力浦(1981)^[2]的第 5 与 6 层之间(1982 年赖才根所说“原三道沟组顶部 10 米薄层灰岩”^[3]相当于本文的 9 层)。它们之间,也不存在重要的间断,因为许多牙形石是连续向上延伸的。

桃曲坡组牙形石以单锥型为主,其中的带化石 *Yaoxianognathus yaoxianensis* 为新属、新种,它的地质、地理分布情况还不清楚,因此桃曲坡组的准确时代对比尚有困难。内蒙古大余太 *Tasmanognathus* 牙形石动物群覆于扬子区宝塔组上部带化石 *Protopanderodus insculptus* 之下^[5]。因此,耀县组不能晚于宝塔期晚期。故其上的桃曲坡组大体上相当于宝塔组上部一五峰组下部。

四、富平金粟山奥陶系和华北区奥陶系层序

富平金粟山和赵老峪地区的奥陶系出露较好,厚度逾 1000 米。我们在此地所得牙形石较少,现概略地介绍如下:

本区奥陶系从岩性、层序和化石组合看可划分为上、下部。(1)下部以薄层—厚层灰岩为主,间夹白云岩,牙形石以 *Microcoelodus* 和 *Erismodus* 为主,另有: *Panderodus* spp., *Tasmanognathus badouensis* (Zhang H. J.), 厚度约 150 米。(2)上部又分为四段:第一段为粉晶、泥晶白云岩,其中尚未分析到牙形石,厚度约 170 米;第二段为薄层泥晶灰岩夹硅质层,厚度 76 米,含 *Periodon aculeatus* Hadding, *P. grandis* (Ethington), *Oulodus? tunguskaensis* (Moskalenko), *Drepanoistodus venustus* (Stauffer), *Panderodus* sp., *P. gracilis* (Branson et Mehl), *Protopanderodus* sp., *Scolopodus* sp. 和 *Belodina compressa* (Branson et Mehl) 等;第三段为薄层灰岩夹角砾状灰岩,厚 240 米;第四段为薄层灰岩夹凝灰岩,厚度 438 米。三、四段中的牙形石类似,产: *Tasmanognathus borealis* An sp. nov., *T. gracilis* An sp. nov., *Dapsilodus mutatus* (Branson et Mehl), *Panderodus gracilis* (Branson et Mehl), *Microcoelodus* sp. 及 *Drepanoistodus venustus* (Stauffer)。下部地层中所含牙形石类似于峰峰组牙形石组合,而上部所含牙形石(二—四段)与耀县组牙形石组合一致。三—四段的

牙形石属 *T. borealis*-*T. gracilis* 带。而二段中虽然尚未分析到典型分子,但根据上、下层序来看理应可以与耀县组底部的 *T. shichuanheensis* 带对比。下部地层的岩性与峰峰组类似,故本区仍可称峰峰组。上部第一段为白云岩,它对区域的地层对比将起重要作用,我们称其为赵老峪白云岩段。第二—四段厚度很大,近 800 米(其中可能因断层重复),所含牙形石虽与耀县组的牙形石一致,但其岩性层薄、含有硅质层和角砾,大化石少,与以高能环境沉积为主的耀县组不同。本文建议与赵老峪白云岩段合起来称金粟山组。

金粟山剖面的奥陶系可衔接河北邯郸的峰峰组与耀县桃曲坡剖面的耀县组。河北邯郸的峰峰组由下部的阁庄白云岩段和上部的八陡灰岩段组成,其上被石炭系太原组所覆盖;桃曲坡的耀县组底部没有出露。八陡灰岩段相当于金粟山剖面的下部地层;耀县组下部相当于金粟山剖面赵老峪组第二段。

通观华北地层区奥陶系牙形石似由六个牙形石组合所组成,即冶里组、亮甲山组、下马家沟组、上马家沟组、峰峰组和耀县组、桃曲坡组牙形石组合。河北和辽宁的上马家沟组中部含有西欧 Llanvirian 后期的亚带化石 *Eoplacognathus suecicus*, *E. pseudoplanus* 和牯牛潭组中部的带化石 *E. pseudoplanus*^[6]。故上马家沟组中、上部可能属牯牛潭期;而其上的峰峰组和耀县组的 *Tasmanognathus* 牙形石动物群在内蒙古大余太是伏于宝塔组上部 *Protopanderodus insculptus* 牙形石带之下,故峰峰组和耀县组属庙坡期—宝塔期早期;而桃曲坡组属宝塔期晚期—五峰期早期。

前人对本区奥陶系曾做了极不相同的划分和对比(表 1)。对耀县组时代,前人多归牯牛潭期,也有与上马家沟组或三道沟组对比的。但是,耀县组牙形石与上马家沟组牙形

表 1 耀县桃曲坡奥陶系划分对比表

Table 1 Correlation of subdivision of the Ordovician in Taoqupo of Yaoxian

作者 阶名	本文	赖才根 1982		傅力浦 1981	张文堂等*1979	林宝玉**1977
五峰阶				上背锅山组		背锅山组
临湘阶	桃曲坡组	桃曲坡组		下背锅山组		— ? — 桃曲坡组
宝塔阶	耀县组	三 道 沟 组	上部	泾河组	桃曲坡组	
庙坡阶			中部		?	
牯牛潭阶	未出露		下部	三道沟组	耀县组	三道沟组

* 张文堂等, 1979, 中国各纪地层对比表及说明书。

** 林宝玉, 1977, 西北地区奥陶纪的几个地层问题。

石差别甚大,其间几乎没有一个共同的种,相同的属也不多,耀县组是更为进化的类型,不仅高于上马家沟组,而且比峰峰组还高。

近十年来,对华北区奥陶系的研究已有了重大进展。在对唐山标准剖面的重新研究基础上,华北区中、南部发现了唐山剖面所缺失的更高的奥陶纪层位,即峰峰组。这是从1963年陈均远和邹西平对山东奥陶系头足类研究开始^[7],并经1973年以来安太庠等牙形石的研究证实^[6]。耀县、富平地区的耀县组是晋冀鲁地区“马家沟灰岩”向西延伸的地层。通过本研究,晋冀鲁地区的峰峰组和本区耀县组层位关系业已清楚,使华北地层区奥陶纪层序更为明确。现已查明华北地层区奥陶系的由下而上的完整层序是:冶里组、亮甲山组、下马家沟组、上马家沟组、峰峰组、耀县组和桃曲坡组,最高层位是晚奥陶世阿什极期。华北地层区奥陶纪海盆最后由西南缘退出。

五、新牙形石属、种描述

小针牙形石属 Genus *Belodella* Ethington, 1959

模式种 *Belodus devonicus* Stauffer, 1940

分布时代 亚、美、欧洲,奥陶纪—泥盆纪。

窄小针牙形石(新种) *Belodella angusta* An sp. nov.

(图版 II-16—20)

为 *Belodella* 型的单分子牙形石。

本新种与 *Panderodus serratus* (Rexroad) 在齿体的一般形态方面较为接近。但前一种齿体较扁,内侧稜脊靠前方,隐约可辨认锯齿,锯齿向后倾斜,产出时代更老,为奥陶纪。

产地层位 陕西耀县桃曲坡,耀县组和桃曲坡组。

桃曲坡牙形石属(新属) Genus *Taoqupognathus* An gen. nov.

模式种 *Taoqupognathus blandus* An gen. et sp. nov.

附注:当前的新属仅知一个种,故其属征、产地、层位同模式种。

光滑桃曲坡牙形石(新属、新种) *Taoqupognathus blandus* An gen. et sp. nov.

(图版 II-18—19)

描述 *Belodina* 型的单分子牙形石。

齿体稍扁,基部具有细线纹。前缘圆滑地弯曲,近前基角凹入,内侧不平整。后缘波状弯曲,齿踵(heel)长度约占齿体长度的1/2,齿踵上后部稍低凹,无锯齿。外侧稍平整。近反口缘处具有明显的、与反口缘平行的褶隆带。齿体外侧中部具有沟线,类似于 *Panderodus* 的潘得尔沟。其后方可有与此大体平行的线沟。齿踵后上部突起。

讨论 本新种依其外型无疑归入 *belodinids*。但它与 *Culumbodina*、*Belodina*、*Parabelodina*、*Pseudobelodina* 以及 *Plegagnathus* 具有明显的区别,如单分子种,不具锯齿,齿体外侧近反口缘处具有褶隆带等。

产地层位 耀县桃曲坡, 耀县组和桃曲坡组。

塔斯满牙形石属 Genus *Tasmanognathus* Burrett, 1979

模式种 *Tasmanognathus careyi* Burrett, 1979

分布时代 中国华北、澳大利亚, 中奥陶世。

北方塔斯满牙形石(新种) *Tasmanognathus borealis* An sp. nov.

(图版 I-13—16, 20)

描述 由 ozarkodiniform、prioniodiniform、trichonodelliform、zygognathiform 和 cordylodiform 组成的复合型牙形石。后三个分子的锯齿大小相间, 齿体较扁, 多成骨片型。ozarkodiniform 的锯齿大小几乎相同, 主齿与锯齿大小近等。prioniodiniform 齿体扁, 主齿明显, 前、后骨片与主齿结合处较高, 向两侧明显变低。zygognathiform 两侧突起一大一小, 一侧突起上仅具有一个锯齿, 而另一侧突起较长且弯曲, 微向后方翘, 始部的锯齿大小相间。cordylodiform 的锯齿大小相间。

比较 本新种与 *Yaoxianognathus yaoxianensis* An gen. et sp. nov. 在分子的组成; ozarkodiniform、zygognathiform、prioniodiniform 和 cordylodiform 的齿体一般形态上较为接近。其区别是 hindeodellids 型锯齿不典型, 突起较厚, 锯齿大而少。trichonodelliform 无后突起。cordylodiform 的后突起向下弯曲。

产地层位 耀县桃曲坡, 耀县组; 富平赵老峪, 金粟山组。

纤细塔斯满牙形石(新种) *Tasmanognathus gracilis* An sp. nov.

(图版 I-7—12)

描述 ozarkodiniform、prioniodiniform、trichonodelliform、ligonodiniform、cordylodiform 和 cyrtioniodiform 分子组成的复合型牙形石。齿体突起多呈骨棒型。trichonodelliform、ligonodiniform 和 cordylodiform 的突起稍厚, 且较长, 其上的锯齿稀少。cyrtioniodiform 的反口缘几乎平直, cordylodiform 的主齿和锯齿几乎同样粗。ligonodiniform 的齿体除前侧突起之外与 cordylodiform 相似, 前侧突起小, 具有 2 个锯齿。trichonodelliform 突起较长, 呈骨棒型, 后隆脊不发育, 主齿横切面近圆型, 其两侧具侧缘脊。

比较 本新种与 *Tasmanognathus shichuanheensis* An sp. nov. 接近。其区别是齿体较粗, trichonodelliform、ligonodiniform 和 cordylodiform 的突起呈骨棒型, 主齿纤细。

产地层位 耀县桃曲坡, 耀县组; 富平赵老峪, 金粟山组。

石川河塔斯满牙形石(新种) *Tasmanognathus shichuanheensis* An sp. nov.

(图版 I-1—6)

描述 由 ozarkodiniform、prioniodiniform、trichonodelliform、ligonodiniform、cordylodiform 和 cyrtioniodiform 分子组成的复合型牙形石。齿体稍扁, 约呈骨片型, 锯齿少而简单。ozarkodiniform 的后骨片锯齿低, 反口缘向上稍凸。prioniodiniform 稍内弯, 两个突起末端下部圆润, 主齿大。trichonodelliform 的两个侧突起末端圆润。ligonodiniform 主齿大

而明显,后突起与前突起交汇处呈沟线。*cyrtoniodiform* 的反口缘几乎成一直线,前基角可具一小锯齿。

比较 本新种与 *Tasmanognathus careyi* Burrett 和 *T. sishuiensis* Zhang Y. Q. 接近(与后者更为相近)。本种与 *T. sishuiensis* 的区别是 *prioniodiniform* 的突起发育, *ligonodiform* 的前、后突起交汇处具有明显的沟线, *ozarkodiniform* 反口缘向下稍弯曲,锯齿更规则,具有 *cyrtoniodiform* 分子。与 *T. careyi* 的区别是各分子的突起短,锯齿少, *trichonodelliform*、*prioniodiniform* 和 *ligonodiform* 分子的突起末端圆润。

产地层位 耀县桃曲坡,耀县组。

耀县牙形石属(新属) Genus *Yaoxianognathus* An gen. nov.

模式种 *Yaoxianognathus yaoxianensis* An gen. et sp. nov.

附注:本新属仅知一个种,故其属征、产地和层位同模式种。

耀县耀县牙形石(新属、新种) *Yaoxianognathus yaoxianensis* An gen. et sp. nov.

(图版 II-1—7)

描述 由 *ozarkodiniform* *hibbardelliform*、*trichonodelliform*、*zygognathiform*、*prioniodiniform* 和 *cordylodiform* 组成的复合型牙形石。齿体呈骨片型,锯齿多,或多或少大小相间排列。*ozarkodiniform* 齿体较高,反口缘向下稍凸,前骨片大于后骨片一倍以上,由前端向后依次倾斜,主齿明显的呈矢状,锯齿大小约等,有时亦可稍微有大小之别,基腔稍微向两侧张开。*prioniodiniform* 齿体高,主齿明显,前骨片高,锯齿向前依次变小,后骨片锯齿大小相间排列,后端圆润,主齿下端的基腔处向两侧稍微膨胀。*hibbardelliform* 前缘的下部圆滑弯曲,其两侧具稜脊,向两侧稍张开,稜脊下部具锯齿。后骨片上的锯齿呈 *Phragmodus* 型,基腔在前端最宽,呈三角锥状。*zygognathiform* 主齿和锯齿细而长,两侧的骨片明显不对称,一侧仅有一个锯齿,而另一侧的骨片稍弯曲,锯齿大小略有区别,基腔呈裂缝状。*cordylodiform* 主齿明显,后骨片长,末端圆滑,主齿前面可有小锯齿,后骨片的锯齿呈 *hindeodellids* 型,基腔前端稍微向两侧张开。

讨论 无一个已知属可与 *Yaoxianognathus* 做比较,故建新属。仅就其器官分子的组成上来看,本属与 *Tasmanognathus careyi* Burrett 有类似之处,但两者间除 *ozarkodiniform* 之外的其它分子齿体形态差别甚大。在牙形石的系统演化史上锯齿呈 *hindeodellid* 型的多在志留纪开始才出现。*Yaoxianognathus* 各分子的锯齿或多或少呈现此种锯齿,但典型的却仅见于 *cordylodiform* 分子。这表现了本属在牙形石演化系列中的地位。

产地层位 耀县桃曲坡,桃曲坡组。

参 考 文 献

- [1] An Taixiang, 1981, Recent progress in Cambrian and Ordovician conodont biostratigraphy of China. Geol. Soc. America spec. paper 187, pp. 209—225.
- [2] 傅力浦, 1981, 陕西耀县桃曲坡中、上奥陶统及其对比。中国地质科学院院报, 西安地质矿产研究所分刊, 第2卷, 第1号。
- [3] 赖才根, 1982, 陕西耀县地区上奥陶统的头足类。中国地质科学院院报, 第3卷, 第1号。

- [4] Burrett, C. F., 1979, *Tasmanognathus*: a new Ordovician conodontophorid genus from Tasmania. *Geologica et Palaeont.*, n. 13, pp. 31—38.
- [5] 林宝玉, 邱洪荣, 许长城, 1984, 内蒙古乌拉特前旗余太镇地区奥陶纪地层的新认识. *地质论评*, 第 30 卷, 第 2 期, 95—105 页。
- [6] 安太庠等, 1983, 华北及邻区牙形石. 科学出版社。
- [7] 陈均远, 1976, 中国北方奥陶纪地层及头足类化石研究的进展. *古生物学报*, 第 15 卷, 第 1 期。
- [8] Barnes, C. R. and Poplawski, M. L. S., 1973, Lower and Middle Ordovician conodonts from the Mystic Formation, Quebec, Canada. *Journ. Paleont.*, Vol. 47, pp. 760—790.
- [9] Bergström, S. M., 1971, Conodont biostratigraphy of the Middle and Upper Ordovician of Europe and eastern North America. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, n. 127, pp. 83—157.
- [10] Moskalenko, T. A., 1973, Conodonts from the Middle and Upper Ordovician on the Siberian platform. *Acad. Sci. USSR, Siber. Bran. Trans. Inst. Geol. Geoph.*, Vol. 137, pp. 1—143. (in Russian)
- [11] Rexrode, C. B., 1967, Stratigraphy and conodont paleontology of the Brassfield (Silurian) in the Cincinnati Arch area. *Indiana Geol. Survey, Bullet.*, n. 36, pp. 1—64.
- [12] Sweet, W. C., 1979, Late Ordovician conodonts and biostratigraphy of the western Midcontinent province. *Brigham Young Univ., Geol. Studies*, Vol. 26, part 3, pp. 45—86.

ORDOVICIAN CONODONTS FROM YAOXIAN AND FUPING, SHAANXI AND THEIR STRATIGRAPHIC SIGNIFICANCE

An Taixiang, Zhang Antai and Xu Jianmin

Abstract

Ordovician conodonts were examined in order to establish the sequence of conodont species. Over 2000 specimens from 300 trough-samples representing a total of 470 meter of section were identified. The conodonts represent biozones ranging from Llandeilian to earliest Ashgillian. Three new zones are distinguished. The conodont faunas are compared with those of equivalent age in other areas. Two new genera and six species are described in Chinese.

Belodella angusta An sp. nov. is somewhat similar to *Panderodus serratus* from Silurian of North America, but is distinguished from the latter by having smaller denticles and a flatter unit.

Taoqupognathus blandus An gen. et sp. nov. is similar to *Culumbodina*, *Belodina*, *Parabelodina*, *Pseudobelodina* and *Plegagnathus*, but it is single element without denticles.

Tasmanognathus borealis An sp. nov. differs from any other previously described *Tasmanognathus* by having hindeodellid denticles.

T. gracilis An sp. nov. is a bar-like conodont.

T. shichuanheensis An sp. nov. is similar to *T. careyi* Burrett, but its processes are short and its denticles few.

Yaoxianognathus yaoxianensis gen. et sp. nov., a multi-element species, is dissimilar to any other previously described conodonts.

图 版 说 明

(图版中的标本产自陕西省耀县桃曲坡, 标本存放在北京大学地质学系)

图 版 I

1—6. *Tasmanognathus shichuanheensis* An sp. nov.

1. ligonodiniiform 分子, 内侧视, $\times 256$, 全型, 耀县组 Tp2y1, 84501; 2. ozarkodiniiform 分子, 侧视, $\times 112$, 耀县组, Tp2y1, 84502; 3. cyrtioniodiniiform 分子, 内侧视, $\times 196$, 耀县组 Tp2y1, 84503; 4. trichonodelliform 分子, 后侧视, $\times 221$, 耀县组 Tp2y1, 84504; 5. cordylodiform 分子, 内侧视, $\times 170$, 耀县组 Tp7y6, 84505; 6. prioniodiniiform 分子, 外侧视, $\times 176$, 耀县组 Tp2y1, 84506。

7—12. *T. gracilis* An sp. nov.

7. ozarkodiniiform 分子, 侧视, $\times 170$, 耀县组 Tp16y15, 84507; 8. cyrtioniodiniiform 分子, 内侧视, $\times 160$, 耀县组 Tp13y11, 84508; 9. prioniodiniiform 分子, 外侧视, $\times 238$, 耀县组 Tp16y15, 84509; 10. cordylodiform 分子, 侧视, $\times 165$, 全型, 耀县组 Tp16y15, 84510; 11. ligonodiniiform 分子, 内侧视, $\times 162$, 耀县组 Tp16y15, 84511; 12. trichonodelliform 分子, 后视, $\times 255$, 耀县组 Tp16y 15, 84512。

13—16, 20. *T. borealis* An sp. nov.

13. zygognathiform 分子, 内侧视, $\times 272$, 全型, 耀县组 Tp13y2, 84513; 14. ozarkodiniiform 分子, 侧视, $\times 192$, 耀县组 Tp13y11, 84514; 15. cordylodiform 分子, 内侧视, $\times 192$, 耀县组 Tp13y11, 84515; 16. prioniodiniiform 分子, 外侧视, $\times 176$, 耀县组 Tp13y2, 84516; 20. trichonodelliform 分子, 前视, $\times 224$, 耀县组 Tp13y11, 84517。

17. *Plectodina* sp. A

prioniodiniiform 分子, 内侧视, $\times 187$, 耀县组 Tp14y11, 84518。

18, 19. *Phragmodus undatus* Branson et Mehl

18. dichognathiform 分子, 外侧视, $\times 255$, 耀县组 Tp16y4, 84519;

19. Phragmodiform 分子, 侧视, $\times 204$, 桃曲坡组 Tp20y20, 84520。

图 版 II

1—7. *Yaoxianognathus yaoxianensis* An gen. et sp. nov.

1—3. cordylodiform 分子, 侧视, $\times 90$, $\times 78$, $\times 127$, 桃曲坡组 Tp31y13, 84521—84523; 4. zygognathiform 分子, 内侧视, $\times 161$, 全型, 桃曲坡组 Tp31y13, 84524; 5. hibbardelliform 分子, 侧视, $\times 272$, 桃曲坡组 Tp34y5, 84525; 6. ozarkodiniiform 分子, 侧视, $\times 127$, 桃曲坡组 Tp31y13, 84526; 7. prioniodiniiform 分子, 侧视, $\times 149$, 桃曲坡组 Tp31y13, 84527。

8. *Y. sp. A*

cordylodiform 分子, 侧视, $\times 108$, 耀县组 Tp14y8, 84528。

9. *Oulodus? tunguskaensis* (Moskalenko)

侧视, $\times 85$, 耀县组 Tp17y7, 84529。

10. *Cordylodus horridus* Barnes et Poplawski

侧视, $\times 110$, 耀县组 Tp16y4, 84530。

11. *Bryantodina* sp. A

侧视, $\times 170$, 桃曲坡组 Tp31y8, 84531。

12, 13. *Oulodus* sp. Barnes 1974

后视, $\times 122$, $\times 102$, 耀县组 Tp16y15, Tp17y13, 84532, 84533。

14, 15. *Plectodina* sp. A

14. zygognathiform 分子, 后视, $\times 160$, 耀县组 Tp13y2, 84534; 15. cordylodiform 分子, 侧视, $\times 111$, 耀县组 Tp16y6, 84535。

16, 20. *Belodella angusta* An sp. nov.

16. 内侧视, $\times 150$, 全型, 桃曲坡组 Tp20y6, 84536;

20. 外侧视, $\times 127$, 桃曲坡组 Tp35y5, 84537。

17, 21. *Panderodus recurvatus* (Rexroad)

17. 外侧视, $\times 161$, 桃曲坡组 Tp31y4, 84538; 21. 外侧视, $\times 144$, 桃曲坡组 Tp20y8, 84539。

18, 19. *Taoqupognathus blandus* An gen. et sp. nov.

18. 内侧视, $\times 221$, 耀县组 Tp16y15, 84540; 19. 外侧视, $\times 130$ 全型, 耀县组 Tp17y18, 84541。



