

doi:10.3799/dqkx.2015.046

晚泥盆世牙形刺及软骨鱼类在西准噶尔塔克台组中的发现及意义

王志宏¹, 纵瑞文¹, 龚一鸣^{1*}, 王成源²

1. 中国地质大学生物地质与环境地质国家重点实验室, 湖北武汉 430074

2. 中国科学院南京地质古生物研究所, 江苏南京 210008

摘要: 新疆西准噶尔哈拉也门地区原有一套地层划分为下石炭统和布克河组, 岩性组合与标准剖面差异较大, 因此, 新建塔克台组。在该组参考剖面 TK01 第3层含化石的灰岩透镜体中, 发现了少量非常重要的浅水相牙形刺, 包括3属6种1未定种: *Icriodus alternatus alternatus*, *Icriodus cornutus*, *Icriodus expansus*, *Polygnathus krestovnikovi*, *Polygnathus procerus*, *Polygnathus makhlinae*, *Ancyrognathus* sp., 与这些牙形刺共生的还有软骨鱼类化石 *Protacrodus* sp. 和 *Phoebodus* sp.。该化石组合表明, 新建的塔克台组的时代为晚泥盆世法门期早期。

关键词: 牙形刺; 软骨鱼类; 塔克台组; 晚泥盆世; 西准噶尔; 古环境; 古生物学。

中图分类号: P52

文章编号: 1000-2383(2015)03-0588-09

收稿日期: 2014-07-22

Late Devonian Conodonts and Chondrichthyes from Taketai Formation in Western Junggar, NW China

Wang Zhihong¹, Zong Ruiwen¹, Gong Yiming^{1*}, Wang Chengyuan²

1. State Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China

Abstract: The Devonian Famennian conodont and chondrichthy have been found from the newly established Taketai Formation which previously was assigned to the Early Carboniferous Hebukehe Formation in Halayemen region, western Junggar. Conodont fossils include 3 genera, 6 species and 1 indeterminate species: *Icriodus alternatus alternatus*, *Icriodus cornutus*, *Icriodus expansus*, *Icriodus* sp. 1, *Icriodus* sp. 2, *Polygnathus krestovnikovi*, *Polygnathus procerus*, *Polygnathus makhlinae*, *Polygnathus* sp. 1, *Polygnathus* sp. 2, *Polygnathus* sp. 3, *Ancyrognathus* sp. Chondrichthyes include 2 genera: *Protacrodus* sp. and *Phoebodus* sp. It indicates that Taketai Formation belongs to early Famennian of Late Devonian.

Key words: conodont; chondrichthy; Taketai Formation; Late Devonian; western Junggar; paleoenvironment; paleontology.

位于新疆西准噶尔盆地西北缘的沙尔布尔提山地层小区, 从福海地区向南西西方向一直延伸至哈萨克斯坦境内, 呈条带状分布(图1)。本区分布有古生代及中、新生代地层, 其中晚古生代地层出露连续、化石丰富, 因此, 生物地层学研究程度较高, 地层

年代格架基本完整(吴乃元和王明倩, 1983; 许汉奎等, 1990; 吴乃元, 1991; 肖世禄等, 1991, 1992; 王志宏等, 2014)。鉴于人们对灭绝事件的关注, 近年来在西准地区 F/F 界线剖面的工作程度有了非常显著的提高, 吸引了国内外学者的广泛关注(Waters *et*

基金项目: 中国地质调查局项目“西准噶尔克拉玛依后山地区三维地质调查试点”(No. 1212011220245); 新疆 1:25 万铁厂沟镇幅(L45C002001)与克拉玛依市幅(L45C003001)区调修测项目(No. 1212011120502); 国家自然科学基金项目(Nos. 41290260, 41072252); 高等学校博士学科点专项科研项目(No. 20120145110012)。

作者简介: 王志宏(1988-), 男, 博士研究生, 古生物学与地层学专业。E-mail: cugwzh@gmail.com

* **通讯作者:** 龚一鸣, E-mail: ymgong@cug.edu.cn

引用格式: 王志宏, 纵瑞文, 龚一鸣, 等, 2015. 晚泥盆世牙形刺及软骨鱼类在西准噶尔塔克台组中的发现及意义. 地球科学——中国地质大学学报, 40(3): 588-596.

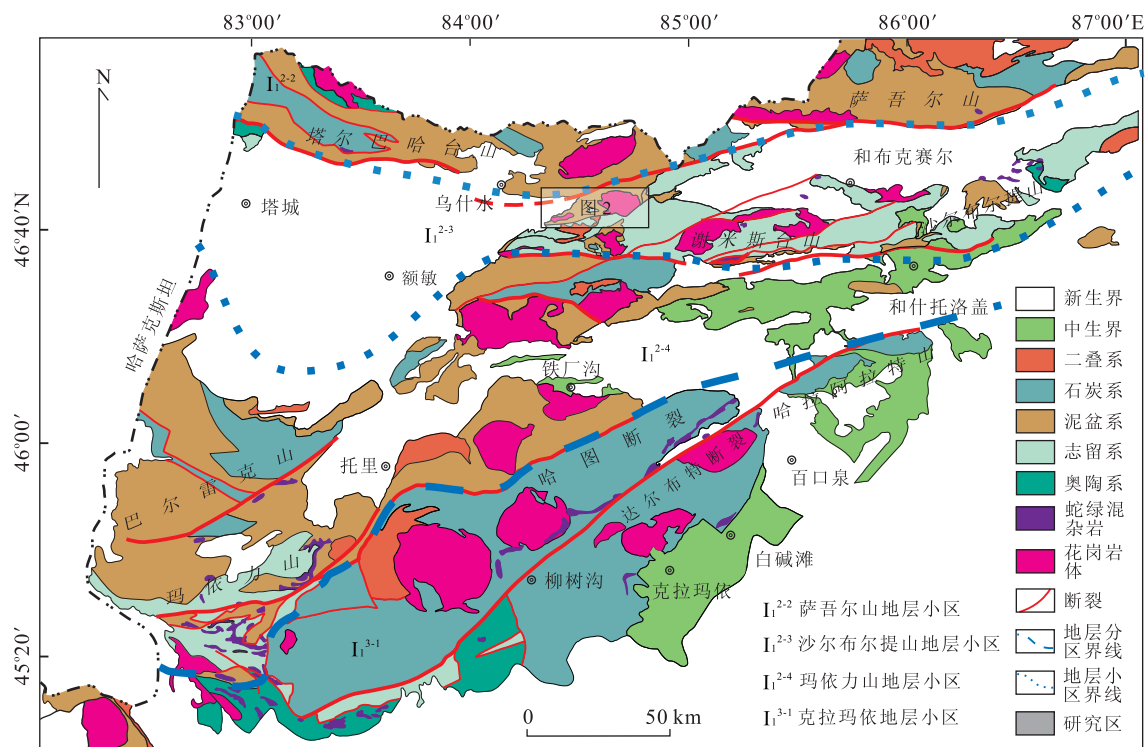


图1 西准噶尔及邻区地层区划与研究区位置

Fig. 1 Sketch showing stratigraphic regionalization in western Junggar and its adjacent regions as well as location of the study area
据纵瑞文等(2015)修改

al., 2003, 2012; Chen *et al.*, 2009; Ma *et al.*, 2011, 2012; 马学平等, 2013; Carmichael *et al.*, 2014; Suttner *et al.*, 2014; Xu *et al.*, 2014). 尽管此方面研究获得了许多新的发现,但是由于该地区地质构造复杂、交通不便以及自然条件恶劣,在岩石地层单位的划分对比及其地质年代的确定上仍存在不少问题有待解决. 近年来,笔者在参与 1:25 万《铁厂沟镇幅》、《克拉玛依市幅》区调修测工作时,在灰岩地层中系统采集了大量化石,特别加强了牙形刺生物地层的研究,其中在哈拉也门附近原始划分在早石炭世和布克河组的地层中,处理得到了晚泥盆世法门早期牙形刺及软骨鱼类化石,这一发现不仅改变了该套地层的时代归属,也为新建岩石地层单位塔克台组(纵瑞文等, 2015)时代的确定和西准噶尔地区古环境、古地理恢复提供了重要资料.

1 剖面概况

塔克台组为新建组名(纵瑞文等, 2015),主要分布在新疆额敏县东北部的塔克台高原周围. 由于所选命名剖面 TP23(图 2)位于背斜构造一翼,上覆及下伏地层出露不全,因此在哈拉也门煤矿附近实测

了 TK01 剖面作为塔克台组上段地层的补充.

该剖面全长约 1 043.60 m, 真实厚度 355.6 m. 其顶底出露不全,但代表了塔克台组上段的沉积,现将其地层层序描述如表 1.

塔克台组上段与洪古勒楞组的生物组合面貌相似,发现的化石门类基本一致,但化石层呈夹层或透镜体出现,没有大套灰岩,且出现了明显的含煤层,两者岩性组合差异巨大,沉积环境有明显不同,尤其是塔克台组下段的一大套火山碎屑岩夹火山岩在区域上都无法与洪古勒楞组进行对比;下段与时代相近的朱鲁木特组岩性相似,仅火山物质含量较高,但二者沉积环境差异较大,前者含生物灰岩透镜体,属于浅海相沉积环境,而后者为一套河流相的磨拉石建造. 因此,塔克台组与朱鲁木特组及洪古勒楞组可能属于同时异相关系,其原因可能与研究区海水自西向东侵入并退出有关(纵瑞文等, 2015).

2 代表性牙形刺及软骨鱼类化石描述

2.1 贝刺属 *Icriodus* Branson et Mehl, 1938

模式种 *Icriodus expansus* Branson et Mehl, 1938(Branson and Mehl, 1938).

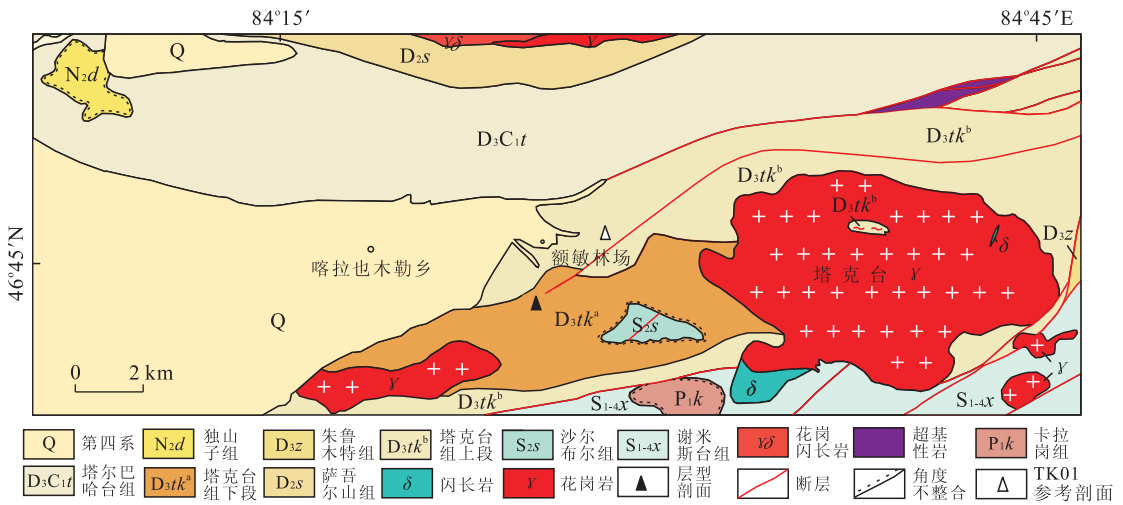


图 2 新疆额敏林场地区地质简图及采样位置

Fig. 2 Geological sketch map and sampling location in Emin forestry centre region, Xinjiang of NW China

表 1 塔克台组上段岩性与分层描述

Table 1 Lithology and stratigraphy of Upper Devonian Taketai Formation

未见顶		总厚度 355.6 m
上泥盆统塔克台组上段(D _{3tk^b})		
12.	黑色劣质煤层,夹中细粒砂岩薄层或透镜体.	2.5 m
11.	灰白、灰黄色厚—巨厚层含砾粗砂岩、细砾岩,夹少量青灰色中粗粒砂岩,含大量的植物茎干化石.	43.8 m
10.	黑色劣质煤层.	18.4 m
9.	灰黄色中—厚层中粗粒砂岩,夹少量细砾岩,含较多的植物碎片化石.	13.4 m
8.	灰黄色中粗粒砂岩,岩石较破碎.	10.2 m
7.	灰黄、黄绿色薄—中层状中细粒砂岩,夹少量灰色泥质粉砂岩,含丰富的腕足类、腹足类等碎片化石.	9.1 m
6.	灰—青灰色、灰绿色中—厚层凝灰质粉—细砂岩,底部为一套含砾粗砂岩,夹少量中粗粒砂岩,含腹足类化石.	18.9 m
5.	灰—灰绿色中—厚层凝灰质中细粒砂岩与黄绿色薄—中层状泥质粉砂岩不均匀互层,含腕足类、双壳类、腹足类等化石.	29.9 m
4.	灰—青灰色中—厚层状凝灰质细砂岩,夹少量泥质粉砂岩,含大量的海相动物化石.	102.6 m
3.	灰—青灰、灰绿色凝灰质粉—细砂岩,夹灰岩透镜体,含腕足类、双壳类、鹦鹉螺亚纲角石类及少量植物碎片化石,处理得到微体化石有牙形刺: <i>Icriodus alternatus alternatus</i> 、 <i>Icriodus cornutus</i> 、 <i>Icriodus expansus</i> 、 <i>Icriodus</i> spp.、 <i>Polygnathus krestovnikovi</i> 、 <i>Polygnathus makhlinae</i> 、 <i>Polygnathus procerus</i> 、 <i>Polygnathus</i> spp.、 <i>Ancyrognathus</i> sp.、软骨鱼类: <i>Protacrodus</i> sp.、 <i>Phoebodus</i> sp. .	47.4 m
2.	浅灰—灰色中—厚层细砂岩,夹少量灰岩透镜体.	12.9 m
1.	灰—浅灰、灰褐、灰绿色薄—中层状凝灰质粉—细砂岩、泥质粉砂岩,夹一层厚约 5 cm 的浅灰色凝灰质粉砂岩,其中含丰富的三叶虫、腕足类、海百合茎、腹足类、苔藓虫、珊瑚、植物茎干及遗迹化石.	46.5 m
=====断层=====		
上泥盆统塔克台组上段(D _{3tk^b})		

特征:齿台呈泪滴或纺锤形,具有 3 纵列齿脊,齿台较高,侧边直或近底缘向外膨大呈喇叭状.中齿列较长,无前齿片,部分种具有侧齿突.基腔深,可贯穿整个反口面.

附注:*Icriodus* 比较明显的特征为:(1)有明显的 3 列齿脊,通常中齿脊比侧齿脊更长;(2)基腔可贯穿整个反口面;(3)部分种具有一个或多个侧齿突.该属的种内鉴别依据有基腔的轮廓和形态、后侧齿突的有无和数量、口面轮廓的形态和口面 3 列齿脊的细齿形态和位置.

时代分布:泥盆纪.

(1)交替贝刺交替亚种 *Icriodus alternatus alternatus* Branson et Mehl, 1934(Branson and Mehl, 1934)(表 2,图 4a).

1934: *Icriodus alternatus* Branson et Mehl-Branson and Mehl, pl. 13, figs. 4-6.

1980: *Icriodus iowaensis iowaensis* Youngquist et Peterson, Morphotype I—Dressen and Houilleberghs (Dressen, 1980), pl. 1, figs. 4-6.

1984: *Icriodus alternatus* Branson and Mehl-Sandberg and Dreesen, p. 158-159, pl. 2, figs. 5, 11.

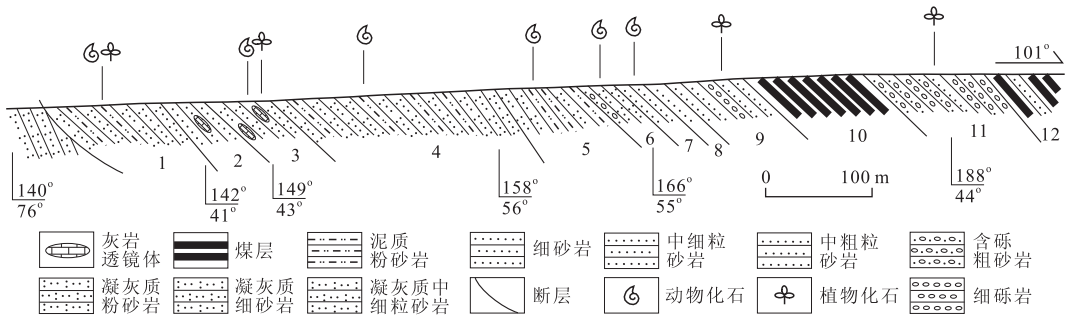


图 3 西准噶尔哈拉也门煤矿上泥盆统塔克台组上段实测地层剖面 TK01

Fig. 3 The measured stratigraphic section of the Upper Devonian Taketai Formation in Halayemen coal mine, western Junggar (TK01)

据纵瑞文等(2015)修改

表 2 图 4 牙形刺及软骨鱼类产出层位

Table 2 Output layer of conodont and chondrichthyes of Fig. 4

化石	产出层位
牙形刺	
a. <i>Icriodus alternatus alternatus</i>	口视,西准噶尔哈拉也门塔克台组上段 TK01 实测剖面第 3 层,晚泥盆世,登记号 TK01-3-001.
b. <i>Icriodus cornutus</i>	口视,产地层位同上,登记号 TK01-3-002.
c. <i>Icriodus expansus</i>	口视,产地层位同上,登记号 TK01-3-003.
d. <i>Polygnathus krestovnikovi</i>	口视,产地层位同上,登记号 TK01-3-011.
e. <i>Polygnathus makhlinae</i>	口视,产地层位同上,登记号 TK01-3-012.
f. <i>Polygnathus procerus</i>	口视,产地层位同上,登记号 TK01-3-013.
g. <i>Ancyrognathus</i> sp.	口视,产地层位同上,登记号 TK01-3-021.
h~i. <i>Polygnathus</i> spp.	口视,产地层位同上,登记号 TK01-3-014, TK01-3-015.
j~l. <i>Icriodus</i> spp.	口视,产地层位同上,登记号 TK01-3-004, TK01-3-005, TK01-3-006.
软骨鱼类	
m. <i>Protacrodus</i> sp.	侧视,产地层位同上,登记号 TK01-3-031.
n. <i>Phoebodus</i> sp.	侧视,产地层位同上,登记号 TK01-3-032.

特征:齿台细长,两侧齿列近于平行,侧边底缘膨大呈喇叭状.中齿列共有 8 颗细齿,与侧齿列细齿交替出现,靠近底缘中齿列不发育.两侧细齿断面近圆形,中齿列细齿呈压扁椭圆状.

附注:*Icriodus alternatus alternatus* 共有 2 种形态类型,一种是中齿列细齿为圆形的,另一种是中齿列被侧向压扁为椭圆形的.2 种形态可能是多起源造成的,在起源地 2 种形态均有发现,而其他地方则以某一种为主,两者都起源于 Late rhenana 带,但后者略早.本剖面所见为后者.

(2)角突贝刺 *Icriodus cornutus* Sannemann, 1955(表 2,图 4b).

1999: *Icriodus cornutus* Sannemann-Yazdi (Yazdi, 1999), pl. 2, figs. 14.

2006: *Icriodus cornutus* Sannemann-Ashouri (Ashouri, 2006), pl 1, figs. 14-22.

2009: *Icriodus cornutus* Sannemann-Gholamalian (Gholamalian et al., 2009), pl 1, figs. 7-9.

特征:主齿强大,并向后倾斜,中齿脊在后方和主齿有愈合趋势.中齿列细齿和侧齿列细齿交替出现.

附注:*Icriodus cornutus* 口视直,具有突出的后倾主齿,是本种的主要特征.与 *Icriodus alternatus alternatus* 的区别是具有突出的主齿,与 *Icriodus costatus* 和 *Icriodus iowaensis* 的区别是中齿列和侧齿列的交替出现.

(3)膨胀贝刺 *Icriodus expansus* Branson et Mehl (Branson and Mehl, 1938)(表 2,图 4c).

1938: *Icriodus expansus* Branson et Mehl-Branson and Mehl, pl. 26, figs. 18-21.

1999: *Icriodus expansus* Branson et Mehl-Yazdi, pl. 2, Figs. 11-12.

特征:口视为双凸形,齿台中轴直,最宽部位于齿台中部.中齿列及侧齿列细齿较粗,本标本中齿列后部及右侧侧齿列有磨损.侧齿列位置略靠后.反口面基腔发育,贯穿整个刺体,后端近圆形.

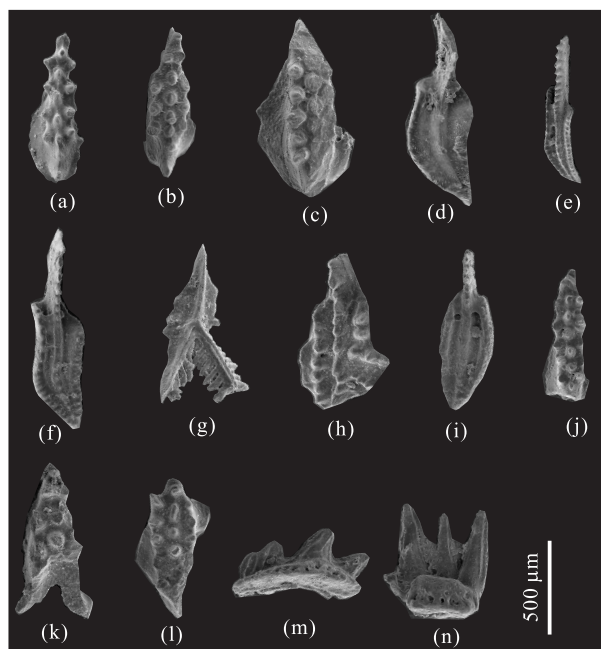


图 4 代表性牙形刺及软骨鱼类化石

Fig. 4 Representative conodont and chondrichthyes fossils
图版 I

附注: *Icriodus expansus* 具有明显的圆瘤齿, 基腔近对称. 尽管标本中齿列有磨损, 但从截面看出中齿列很发育, 两侧齿列略向外凸. 而 *Icriodus alternatus alternatus* 两侧近平行, 中齿列也没有这么发育, 因此可以将二者进行区分.

2.2 多颚刺属 *Polygnathus* Hinde, 1879

模式种 *Polygnathus dubius* Hinde, 1879 (Hinde, 1879).

特征: 刺体由自由齿片和齿台构成, 自由齿片长度不一, 与齿台中部连接. 齿台光滑或具有瘤齿、横脊, 前后两端较窄. 反口面通常有基腔, 通过齿槽或龙脊与自由齿片相连接. 齿台反口面有龙脊和同心生长线.

附注: 以上为 *Polygnathus* 的 Pa 分子特征.

时代分布: 早泥盆纪晚期到早石炭世.

(1) 马卡丽娜多颚刺 *Polygnathus makhlinae* Kirilishina et Kononova, 2010 (Kirilishina and Kononova, 2010)(表 2, 图 4e).

2010: *Polygnathus makhlinae* Kirilishina et Kononova-Kirilishina and Kononova, pl. 9, figs. 1-16.

特征: 刺体窄长, 略不对称, 前缘呈阶梯状, 齿台左侧更靠前突出. 齿台呈弧形. 两侧边缘近于平行, 且高度与齿台相近. 自由齿片锯齿状, 与齿台相连后

部变光滑. 齿槽深窄, 可达齿台后缘. 反口面基腔小, 位于齿台中部.

附注: 该种主要特征是齿台狭长, 左侧总比右侧更靠近自由齿片, 呈阶梯状, 此特征在成年种更明显.

(2) 高片多颚刺 *Polygnathus procerus* Sannemann, 1955(表 2, 图 4f).

2008: *Polygnathus procerus* Sannemann-Sánchez de Posada, et al., pl. 1, figs. 18-19.

特征: 自由齿片高, 有 3~5 个高的细齿, 自由齿片较齿台略短, 其前缘与底缘呈较大锐角. 齿台窄长, 向上轻微拱曲, 表面光滑或出现肋脊.

附注: 本种主要以高而长的自由齿片与其他种相区别.

2.3 锚颚刺属 *Ancyrognathus* Branson et Mehl, 1934

锚颚刺未定种 *Ancyrognathus* sp. (Branson and Mehl, 1934)(表 2, 图 4g).

特征: 台型牙形刺, 齿台拱曲, 有不规则的 3 个齿叶. 齿台表面光滑或有瘤状装饰, 通常有短而强壮、具有细齿的自由齿片. 它延续到一个齿叶的后端成为瘤状齿脊. 次级齿脊延伸到另一个齿叶的后端. 2 个齿脊形成的角向后张开.

附注: 本属由晚泥盆世早期宽齿台的 *Polygnathus* 演化而来. 其种内特征主要为齿台轮廓以及齿叶发育程度.

2.4 原尖齿鲨属 *Protacrodus* Jaekel, 1921

原尖齿鲨未定种 *Protacrodus* sp. (表 2, 图 4 m).

特征: 齿冠由 3 颗低矮的圆的细齿组成, 中间细齿最高. 细齿表面有清晰的线状肋棱, 基部很低, 呈拉长弧形, 分布有多个营养孔. 左侧细齿由 2 颗低矮的细齿愈合而成.

附注: 晚泥盆世地层中比较常见, 常出现于浅海富氧的广阔陆源海环境.

2.5 亮齿鲨属 *Phoebodus* St John et Worthen, 1985

亮齿鲨未定种 *Phoebodus* sp. (表 2, 图 4 n).

特征: 齿冠由 3 颗细齿组成, 中间的主齿比两侧细齿更窄更小, 齿尖表面有清晰的线状肋棱, 基部分布有多个营养孔.

附注: 该属时代意义显著, 是软骨鱼类化石在晚泥盆世地层划分对比中的重要属种.

3 牙形刺及软骨鱼类化石的时代

在塔克台组参考剖面 TK01 的第 3 层灰岩透镜体中,笔者采集了约 3.5 kg 的牙形刺样品 TK01-3-1,共获牙形刺 3 属 6 种 1 未定种(图 5),以浅水相分子 *Polygnathus* 和 *Icriodus* 两属为主,包括 *Icriodus alternatus alternatus*、*Icriodus cornutus*、*Icriodus expansus*、*Polygnathus krestovnikovi*、*Polygnathus procerus*、*Polygnathus makhlinae* 以及 *Ancyrognathus* 属的 1 个未定种。

浅水相 *Icriodus* 与深水相 *Palmatolepis* 已建立了比较好的对比关系(Sandberg and Dreesen, 1984),多数浅水相牙形刺分子都有可靠的时限,依据浅水相牙形刺分子的共同时限,可以确定较精确的地层时代。

Icriodus alternatus alternatus 开始被认为起源于 Lower *triangularis* 带(Ziegler, 1971),后来发现其最早出现在 Late *rhenana* 带(Sandberg and Dreesen, 1984),上限一般认为在 *crepida* 带,尤其在 Lower *triangularis* 带最为常见,以中齿列和侧齿列交替出现,侧齿列比中齿列更发育为主要特征;*Icriodus cornutus* 时限位于 *triangularis* 带到 *mar-*

giniifera 带(Ziegler, 1962; Sandberg and Dreesen, 1984),以主齿发育并后倾,中齿脊后方与主齿愈合为主要特征,中齿列与侧齿列细齿也为交替出现;*Icriodus expansus* 的时限分布比较长,目前所知,在美国密苏里、俄亥俄、明尼苏达、艾奥瓦等地常见于吉维特阶至弗拉阶(Hinde, 1879; Ulrich and Bassler, 1926), Bai(1994)在中国华南报道的位置可达 *crepida* 带;*Polygnathus krestovnikovi* 在西班牙比利牛斯山脉中部 F/F 界线附近(Sánchez de Posada *et al.*, 2008)、德国和俄罗斯地台(Ziegler *et al.*, 2000)弗拉期末的 *rhenana* 带至法门期早期的 *triangularis* 带都有报道;*Polygnathus makhlinae* 为 Kirilishina and Kononova(2010)新建种,主要鉴定特征是齿台窄,齿台左侧总比右侧更靠近自由齿片,两侧呈阶梯状,与 *Polygnathus krestovnikovi* 常同时出现;*Polygnathus procerus* 常见层位在 Late *triangularis* 带到 *crepida* 带(Ziegler, 1962)。另外在该样品中还有牙形刺 *Ancyrognathus* sp.,有相当不规则的 3 个齿叶,该属仅在弗拉期 Late *hassi* 带到 *crepida* 带出现(王成源,1989),分布时限并不长。

综上所述,塔克台组牙形刺层位的时代主要为法门期早期 *triangularis* 带到 *crepida* 带,但不排除上延到 *marginifera* 带的可能(图 5)。

泥盆纪的软骨鱼类化石记录非常丰富,最早的化石来自欧洲的早泥盆世地层。在样品 TK01-3-1 中,还发现 2 枚软骨鱼类化石:*Protacrodus* sp. 和 *Phoebodus* sp.,这 2 属通常在浅海大陆架比远洋环境更占优势,显示当时的环境为浅海,海水中有充足的氧气。该化石在波兰(Ginter and Ivanov, 1992)、伊朗(Ginter, 2002; Habibi *et al.*, 2013)以及在我国贵州(王士涛和苏珊·特纳,1985)、新疆(夏凤生,1997)的晚泥盆世地层中都有过报道,Ginter and Ivanov(1995)甚至利用 *Phoebodus* 建立了吉维特阶到法门阶的 6 个生物带,与标准牙形刺带可以进行对比。这说明利用软骨鱼类牙齿化石也可以对地层时代进行控制。

Sandberg *et al.* (2002)研究了发生在晚泥盆世的 18 次海平面变化,在法门早期(Middle *triangularis* 带—Early *marginifera* 带)的 3 次波动中存在明显的海退趋势,TK01 剖面中由岩性及化石记录的这次海退,应该代表着其中的一段过程,证实了这个阶段的海退是全球普遍发生的。

前人在 1:20 万《塔克台、和布克赛尔幅》中,曾发现有腕足:*Schellwienella* sp., *S. heishantouen-*

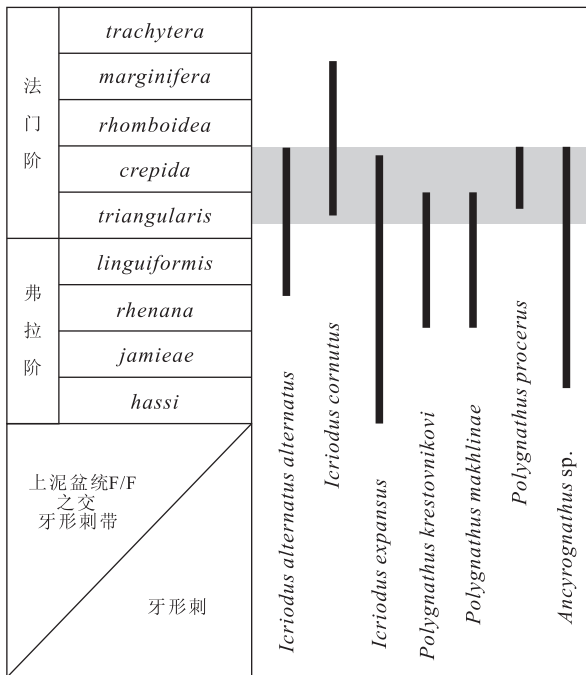


图 5 西准噶尔上泥盆统塔克台组牙形刺化石的时代

Fig. 5 Sketch showing the age range of the Upper Devonian conodonts found from the Taketai Formation in western Junggar, NW China

sis Zhang, *Schizophoria* sp., *Cyrtospirifer* sp., *C. fusiformis* Zhang, *C. regularis* Zhang, *Tenticospirifer* sp., *T. koketekensis* Zhang, *T. planasulciferus* Zhang, *Mucrospirifer* sp., *M. pseudoposterus* Besnossova, *Goungjunspirifer* sp., *G. sinicus* Zhang, *G. honggulelengensis* Zhang, *Composita* sp., *C. trilobatus* Zhang (M. S.), *Rugauris* sp., *Mesoplica* sp.; 珊瑚: *Caninia* sp., *Kassinella* sp., *Zaphrentes* sp.; 腹足: *Loxonema* sp., *Serpulospira* sp.; 苔藓虫: *Leioclema* sp., *Rhombopora* sp.; 植物: *Lepidosigillaria* sp., *Lepidodendropsis?* sp., *Sublepidodendron?* sp. 新疆维吾尔自治区地质矿产局(1986)根据其中的腕足动物群,认为其中既包含繁盛于晚泥盆世的属种,又包含繁盛于早石炭世的属种,还有过渡分子,因此具有典型的晚泥盆世—早石炭世过渡色彩,根据其新生物种的出现,推测该套地层时代为早石炭世,并划分至和布克河组,即现在的洪古勒楞组。由此可见,前人对这套地层时代的确定主要是依据腕足类化石,逻辑上应该是牙形刺演化迅速,它是该时期的标准化石,比腕足类更准确。该组下段数千米厚火山碎屑岩中缺少化石,但根据上覆地层中的牙形刺及软骨鱼类化石时代证据,塔克台组下部至少应下延至弗拉期,其上限为法门期早期。

4 结论

(1)笔者在塔克台组参考剖面 TK01 上段处理得到了牙形刺及软骨鱼类化石,指示其时代为法门期早期,因此前人认为的早石炭世地层实际上形成于晚泥盆世末期。而该组下段厚达数千米的火山碎屑岩中缺少有时代意义的化石,但从其厚度及上覆地层中的化石给出的时代,可以推测塔克台组至少应下延至弗拉期,因此将塔克台组的时限确定为晚泥盆世弗拉期至法门期是合适的。

(2)在该剖面中,笔者处理得到的牙形刺均为浅水型分子,但可以与深水相牙形刺进行对比,这不仅使塔克台组牙形刺层位的时代得到较精确的确定,也使整个塔克台组的时代得到了确认。剖面上部海相化石消失并出现煤层,煤层上下还产有丰富的植物化石,反映出塔克台组上段部分形成于海退环境,发生在该地区的海退与晚泥盆世法门早期的全球性海退事件相耦合。

(3)新疆西准噶尔地区的洪古勒楞组、朱鲁木特

组和塔克台组时代均为晚泥盆世,但沉积环境不同,各组顶底界线的精细对比仍不清,需做大量工作。

致谢:对参加野外剖面测制及采样工作的晏文博,样品室内处理中给予帮助的武慧君,在此表示衷心感谢。同时,感谢匿名审稿人提出的宝贵修改意见。

References

- Ashouri, A. R., 2006. Icriodus and Polygnathus (Conodonts) from the Late Devonian of Eastern Iran, and Middle-Late Devonian of Northern Iran. *JUST*, 32(2): 39—67.
- Bai, S. L., 1994. Devonian Events and Biostratigraphy of South China. Peking University Press, Beijing, 1—303.
- Branson, E. B., Mehl, M. G., 1934. Conodonts from the Grassy Creek Shale of Missouri, in *Conodont Studies* No. 3. *Missouri University Studies*, 8(3): 171—259.
- Branson, E. B., Mehl, M. G., 1938. The Conodont Genus *Icriodus* and Its Stratigraphic Distribution. *Journal of Paleontology*, 12(2): 156—166.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Xinjiang Uygur Autonomous Region, 1986. Regional Geological Survey Report of Taketai and Hebukesar, Scale 1:200 000 (in Chinese).
- Carmichael, S. K., Waters, J. A., Suttner, T. J., et al., 2014. A New Model for the Kellwasser Anoxia Events (Late Devonian): Shallow Water Anoxia in an Open Oceanic Setting in the Central Asian Orogenic Belt. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 399: 394—403. doi:10.1016/j.palaeo.2014.02.016
- Chen, X. Q., Mawson, R., Suttner, T. J., et al., 2009. Late Devonian (Latest Frasnian-Famennian) Faunas from the 'Hongguleleng Formation' and the F-F Boundary in Northern Xinjiang, NW China. In: Suttner T. J., Hubmann B., Piller W. E., eds., *Berichte des Institutes für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz, Band 14: Paleozoic Seas Symposium (Abstract Volume)*. Paleozoic Seas Symposium, Graz, 18—20.
- Gholamalian, H., Ghorbani, M., Sajadi, S. H., 2009. Famennian Conodonts from Kal-e-Sardar Section, Eastern Tabas, Central Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 115(2): 141—158.
- Ginter, M., Ivanov, A., 1992. Devonian Phoeboodont Shark Teeth. *Acta Palaeontologica Polonica*, 37(1): 55—75.
- Ginter, M., Ivanov, A., 1995. Middle/Late Devonian Phoeboodont-Based Ichthyolith Zonation. *Geobios*, 28: 351—355. doi:10.1016/S0016-6995(95)80137-5
- Ginter, M., 2002. Chondrichthyan Fauna of the Frasnian-

- Famennian Boundary Beds in Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, 47(2):329—338.
- Habibi, T., Yazdi, M., Zarepoor, S., et al., 2013. Late Devonian Fish Micro-Remains from Central Iran. *Geopersia*, 3(1):25—34.
- Hinde, G. J., 1879. On Conodonts from the Chazy and Cincinnati Group of the Cambro-Silurian, and from the Hamilton and Genesee-Shale Divisions of the Devonian, in Canada and the United States. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 35(1—4):351—369. doi:10.1144/GSL.1879.035.01—04.23
- Kirilishina, E. M., Kononova, L. I., 2010. New Conodonts of the Genus Polygnathus from the Evlanovian and Livnian (Upper Devonian) of the Voronezh Antecline (Central Devonian Field). *Paleontological Journal*, 44(1):68—78.
- Ma, X. P., Zong, P., Becker, R. T., et al., 2012. Famennian Stratigraphic and Faunal Sequence of Western Junggar, Northwestern China. Abstracts of the 34th International Geological Congress. Australian Geosciences Council, Brisbane, 3528.
- Ma, X. P., Zong, P., Sun, Y. L., 2011. The Devonian (Famennian) Sequence in the Western Junggar Area, Northern Xinjiang, China. *SDS Newsl.*, 26:44—49.
- Ma, X. P., Zong, P., Zhang, Y. B., et al., 2013. Subdivision of Famennian (Late Devonian) Strata in the Northwest Border of the Junggar Basin, Xinjiang, Northwest China. *Earth Science Frontiers*, 20(6):255—268 (in Chinese with English abstract).
- Sánchez de Posada, L. C., Sanz-López, J., Gozalo, R., 2008. Ostracod and Conodont Faunal Changes across the Frasnian-Famennian (Devonian) Boundary at Els Castells, Spanish Central Pyrenees. *Revue de Micropaléontologie*, 51(3):205—219.
- Sandberg, C. A., Dreesen, R., 1984. Late Devonian Icriodontid Biofacies Models and Alternate Shallow-Water Conodont Zonation. *Geological Society of America Special Papers*, 196:143—178. doi:10.1130/SPE196—p143
- Sandberg, C. A., Morrow, J. R., Ziegler, W., 2002. Late Devonian Sea-Level Changes, Catastrophic Events, and Mass Extinctions. *Geological Society of America Special Papers*, 356:473—488.
- Suttner, T. J., Kido, E., Chen, X. Q., et al., 2014. Stratigraphy and Facies Development of the Marine Late Devonian near the Boulougour Reservoir, Northwest Xinjiang, China. *Journal of Asian Earth Sciences*, 80:101—118. doi:org/10.1016/j.jseaes.2013.11.001
- Ulrich, E. O., Bassler, R. S., 1926. A Classification of the Toothlike Fossils, Conodonts, with Descriptions of American Devonian and Mississippian Species. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Wang, C. Y., 1989. Conodont. Science Press, Beijing, 139—140 (in Chinese).
- Wang, S. T., Turner, S., 1985. Vertebrate Microfossils of the Devonian-Carboniferous Boundary, Muhua Section, Guizhou Province. *Vertebrata Palasiatica*, 23(3):223—234 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Z. H., Gong, Y. M., Zong, R. W., et al., 2014. New Knowledge on the Late Devonian Zhulumute Formation in the Wulankeshun Region, Western Junggar. *Journal of Stratigraphy*, 38(1):51—59 (in Chinese with English abstract).
- Waters, J. A., Carmichael, S. K., Dereuil, A. A., et al., 2012. Recognition of the Kellwasser Event (Late Devonian) in the Hongguleleng Formation, Xinjiang, China. Abstracts of the 34th International Geological Congress. Australian Geosciences Council, Brisbane, 3720.
- Waters, J. A., Maples, C. G., Lane, N. G., et al., 2003. A Quadrupling of Famennian Pelmatozoan Diversity: New Late Devonian Blastoids and Crinoids from Northwest China. *Journal of Paleontology*, 77(5):922—948.
- Wu, N. Y., Wang, M. Q., 1983. The Carboniferous System and Its Fossil Assemblage Characteristics in Northern Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 1(2):17—30 (in Chinese with English abstract).
- Wu, N. Y., 1991. Carboniferous System. In: Institute of Geology and Mineral Resources, No. 1 Regional Geological Surveying Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of Xinjiang Uygur Autonomous Region, eds., The Palaeozoic Erathem of Xinjiang (No. 2 Stratigraphic Summary of Xinjiang). Xinjiang People's Publishing House, Urumqi, 168—171 (in Chinese).
- Xia, F. S., 1997. A Discussion on the Age of the Hebukehe Formation in Northwestern Margin of Junggar Basin, Northern Xinjiang. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 14(3):341—349 (in Chinese with English abstract).
- Xiao, S. L., Hou, H. F., Wu, S. Z., et al., 1992. The Researches of Devonian System in North Xinjiang. Xinjiang Science and Technology and Hygiene Publishing House, Urumqi, 25—39 (in Chinese).
- Xiao, S. L., Wu, S. Z., Wang, B. Y., et al., 1991. Some New Advances in Study on Devonian in Sarburti Region of West Junggar, Xinjiang. In: The Editorial Committee of Geoscience of Xinjiang of Project 305, Geoscience of Xinjiang (No. 3), ed., Geological Publishing House, Beijing, 1—9 (in Chinese with English abstract).

- Xu, H. H., Marshall, J. E. A., Wang, Y., et al., 2014. Devonian Spores from an Intra-Oceanic Volcanic Arc, West Junggar (Xinjiang, China) and the Palaeogeographical Significance of the Associated Fossil Plant Beds. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 206: 10–22.
- Xu, H. K., Cai, C. Y., Liao, W. H., et al., 1990. The Hongguleleng Formation and the Devonian-Carboniferous Boundary in Western Junggar. *Journal of Stratigraphy*, 14(4): 292–301 (in Chinese with English abstract).
- Yazdi, M., 1999. Late Devonian-Carboniferous Conodonts from Eastern Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 105: 167–200.
- Ziegler, W., 1962. Taxonomie und Phylogenie Ober-devonischer Conodonten und Ihre Stratigraphische Bedeutung. *Hessisches Landesamt Bodenforschung Abh.*, 38: 1–166.
- Ziegler, W., 1971. Conodont Stratigraphy of the European Devonian in Symposium on Conodont Biostratigraphy. *Geological Society of America Memoir*, 127: 227–284. doi: 10.1130/MEM127-p227
- Ziegler, W., Onvatanova, N., Kononova, L., 2000. Devonian Polygnathids from the Frasnian of the Rheinisches Schiefergebirge, Germany, and the Russian Platform. *Senckenbergiana Lethaea*, 80(2): 593–645.
- Zong, R. W., Wang, Z. H., Gong, Y. M., 2015. Taketai Formation: A New Lithostratigraphic Unit of Late Devonian in Western Junggar, Xinjiang of NW China. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, in press (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 新疆维吾尔自治区地质矿产局, 1986. 1: 20万《塔克台、和布克赛尔幅》(L45-V II、V III)区域地质调查报告.
- 马学平, 宗普, 张宇波, 等, 2013. 新疆准噶尔盆地西北缘晚泥盆世法门期地层之划分. *地质前缘*, 20(6): 255–268.
- 王成源, 1989. 牙形刺. 北京: 科学出版社, 139–140.
- 王士涛, Turner, S., 1985. 贵州陆化泥盆系—石炭系界线剖面的鱼类微化石. *古脊椎动物学报*, 23(3): 223–234.
- 王志宏, 龚一鸣, 纵瑞文, 等, 2014. 西准噶尔乌兰柯顺地区晚泥盆世朱鲁木特组地层新知. *地层学杂志*, 38(1): 51–59.
- 吴乃元, 1991. 石炭系. 见: 新疆地质矿产局地质矿产研究所, 新疆地质矿产局第一区调大队著, 新疆古生界(新疆地层总结之二). 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 168–171.
- 吴乃元, 王明倩, 1983. 新疆北部石炭系地层层序和其化石组合特征. *新疆地质*, 1(2): 17–30.
- 夏凤生, 1997. 新疆准噶尔盆地西北缘和布克河组时代的讨论. *微体古生物学报*, 14(3): 341–349.
- 肖世禄, 侯鸿飞, 吴绍祖, 等, 1992. 新疆北部泥盆系研究. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 25–39.
- 肖世禄, 吴绍祖, 王宝瑜, 等, 1991. 新疆西准噶尔沙尔布尔提山地区泥盆系研究新进展. 见: 305项目《新疆地质科学》编委会编, 新疆地质科学(第3辑). 北京: 地质出版社, 1–9.
- 许汉奎, 蔡重阳, 廖卫华, 等, 1990. 西准噶尔洪古勒楞组及泥盆—石炭系界线. *地层学杂志*, 14(4): 292–301.
- 纵瑞文, 王志宏, 龚一鸣, 2015. 西准噶尔晚泥盆世新建岩石地层单位: 塔克台组. *地球科学——中国地质大学学报*, 待刊.