

新疆南天山东部阿尔皮什麦布拉克组的 牙形类及其意义^{*}

夏凤生

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

提要 阿尔皮什麦布拉克组的牙形类带自下而上分为 *delta* 带和 *pesavis* 带, 时代为早泥盆世晚洛赫柯夫期。含奥泽克刺相(ozarkodinian biofacies)牙形类的阿尔皮什麦布拉克组指示了一个浅水陆棚海环境, 它可以和中国及世界其它地区含同时代的牙形类地层对比。用多分子器官的概念扼要描述和详细讨论、比较了出现在该组的 8 个牙形类器官种或亚种。

关键词 牙形类带 洛赫柯夫阶 阿尔皮什麦布拉克组 多分子器官 南天山

1 研究简史

阿尔皮什麦布拉克组(Arpishmehulaq Formation)是诺林(Norin)于 1929 年 10 月在南天山东部觉罗塔格(Chöltagh = Qoltagh)南坡山前小山和山麓平原的硝尔布拉克(Shorbulag = Xorbulake)与阿尔皮什麦布拉克(Arpishmehulaq)之间进行地质路线勘察时发现, 根据海相化石认为可能是哥特兰系(Gotlandian), 但未命名(Norin, 1937)。直至 1941 年诺林才正式命名为阿尔皮什麦布拉克统(Arpishmehulaq Series)。该统地层出露于阿尔皮什麦布拉克(泉)东南偏东方向 50km 的范围内, 主要由灰岩、页岩和石英质杂色砂岩组成, 厚约 300—400m。标准剖面在阿尔皮什麦布拉克附近, 位于一背斜构造之南翼。根据岩性和化石, 诺林从下至上将其划分为 A—F 层, 共 6 层, Regnèll 主要根据珊瑚化石, 认为是晚志留世或泥盆纪(Norin, 1941)。他指出, 第 5 层(=Division E)以下的层段仅依据珊瑚化石很难确定是志留纪抑或泥盆纪, 但从其它化石(鱼类碎片和腕足类), 特别是第 6 层(=Division F)相当于背斜构造之北翼化石点 N11 的地层很可能是早泥盆世(Regnèll, 1941)。1956 年, 在中国地质学编辑委员会和中国科学院地质研究所编写的《中国区域地层表(草案)》中, 首次将 Arpishmehulaq Series 译为阿尔皮徐米泉系(bulaq, 维吾尔语即“泉”之意), 时代归入志留—泥盆纪。张日东, 俞昌民等(1959), 改定为阿尔皮斯米布拉克统, 并在标准地点阿尔皮什麦布拉克北东方向 2km 处, 俞昌民等另外测制了一条剖面, 还逐层采集了化石, 根据王钰鉴定的腕足类化石认为早泥盆世的可能性较大。这一意见也反映在他们后来编写的《中国的泥盆系》一书中, 但名称改为阿尔皮斯米布拉克群(王钰、俞昌民, 1962)。新疆维吾尔自治区区域地层表编写组(1981)首次将其改名为阿尔皮什麦布拉克组, 时代归入早泥盆世, 并认为除

^{*} 八五国家重点科技攻关项目(85-101-01-02-09)成果之一。

1997 年 8 月 20 日收到

标准地点外,该套地层在乌什塔拉以东,喀拉克孜勒山、衣格儿达坂、哈孜尔布拉克以北及帕尔冈塔格以北也有分布。自此以后,中国古生物学和地层学工作者都沿用新疆地层表编写组(1981)的名称,但其时代含义仍有不同的意见(表 I)。

表 I 阿尔皮什麦布拉克组研究沿革表

Chart showing classification on the type Arpishmebulaq Formation

作者	Norin, 1937		Norin, 1941		Regnèll, 1941		中国区域地层表, 1956		张日东、俞昌民等, 1959		王钰、俞昌民, 1962		新疆区域地层表, 1981		侯鸿飞、王士涛等, 1988		王宝瑜, 1988		廖卫华、夏凤生等, 1990		本文 (this paper)						
	地	F	E.Dev.?	F	志留	阿尔皮	早泥盆	阿尔皮	早泥盆	阿尔皮	早泥盆	阿尔皮	早泥盆	阿尔皮	晚志留	阿尔皮	早泥盆	晚洛赫柯夫	早泥盆	晚泥盆	早泥盆	晚洛赫柯夫	阿尔皮	阿	阿	阿	
层	Gottlandian (Silurian)		Silurian		Arpishmebulaq		泥盆	徐米	盆	布拉克	米布拉克	米布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	布拉克	
	C		C		C																						C
时	B		B		B		盆	泉	系	世	统	群	组	组	组	组	组	组	组	组	组	组	组	组	组	组	组
	A		A		A																						
代	A		A		A		世	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期	期
	1		1		1																						

侯鸿飞、王士涛等(1988)尽管也认为阿尔皮什麦布拉克组的时代为早泥盆世,但根据他们引自 1965 年新疆区域地质测量大队的资料,同意将阿尔皮什麦布拉克组划分为 3 个亚组。第一亚组,即相当于诺林(1941)和俞昌民(见张日东、俞昌民等, 1959)测制的剖面,但他们认为诺林的标准剖面的层位可能要低于俞昌民等剖面的层位,其生物组合具有志留—泥盆纪的过渡色彩。1984 年郭继易、王宝瑜在乌尊布拉克附近测制了剖面。后来,王宝瑜(1988)根据他在床板珊瑚和层孔虫化石方面的研究成果,认为阿尔皮什麦布拉克组的时代为晚志留世,并可以与南天山西部的科克铁克达坂组对比。王务严(1990)在《新疆志留系》中采用了王宝瑜(1988)的意见。

笔者同廖卫华等参加了《七五》和《八五》国家重点科技攻关项目《塔里木盆地油气资源》,为了进一步确定阿尔皮什麦布拉克组的时代,曾两次考察过 Norin(1941)标准剖面。第一次(1988)除采集大量的珊瑚、腕足动物、介形类化石外,也采集了一些牙形类样品,研究表明,阿尔皮什麦布拉克组的大部分层段(第 6—3 层)都属下泥盆统下部,代表洛赫柯夫世(Lochkovian)晚期的沉积,但底部层段(第 2—1 层)的时代因缺乏典型分子而未能肯定,暂时将它们置于晚志留世(廖卫华、夏凤生等, 1990)。为此,我们于 1992 年又重赴该地补充采集化石,这就为解决底部层段的时代归属问题取得了第一手资料。廖卫华、夏凤生(1996)和本文,即为这两次考察的研究成果,前者着重于地质时代方面的研究,后者着重于牙形类古生物学方面的研究。

廖卫华、朱怀诚、张进、詹士高等参加了第一次野外考察,廖卫华、阮亦萍、虞子冶、杨万蓉、方宗杰、朱自力、陈中强等参加了第二次野外考察。腕足类、四射珊瑚、床板珊瑚、介形类化石分别由戎嘉余、廖卫华、邓占球、张进鉴定。在研究过程中廖卫华同笔者讨论地层问题,王成源在牙形类研究方面给予热情的帮助和合作,茅永强摄制扫描电镜照片,除插图 1 是任玉皋清绘外,其它图表是孙奇珍帮助完成的,作者对此表示衷心的感谢。

2 阿尔皮什麦布拉克组剖面

阿尔皮什麦布拉克组剖面(插图 1)(Norin, 1937, 1941; Regn el, 1941)位于托克逊县境内吐鲁番盆地南缘觉罗塔格山南坡。

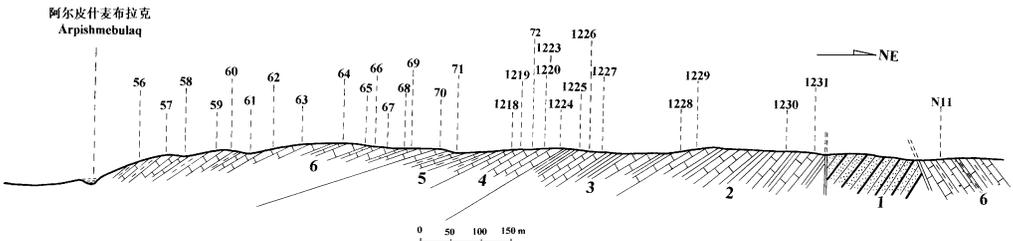


插图 1 阿尔皮什麦布拉克组剖面(根据 Norin 1941 略修改)

Section of the type Arpishmebulaq Formation

样品采集号以 AET 开头, N11 为 Norin(1941)的化石采集号

6. 深蓝灰色块状灰岩, 夹钙质页岩

厚度大于 100m

AET 63: 介形类 *Bairdiocypris cf. prominens* Polenova, *Coelonella?* sp., *Baschkirina cf. elongata* Polenova, *Microcheilinella* sp.

AET 64: 床板珊瑚 *Heliolites intersinctus* Wentzel, *Favosites interstinctus* Regn el

AET 65: 床板珊瑚 *Favosites* sp., *Heliolites* sp.; 四射珊瑚 *Entelophyllum* sp., *Peterzium?* sp., *Imenovia?* sp., *Cystiphyllodes* sp.; 牙形类 *Neopanderodus asymmetricus* Wang (Sa, ?Sd, ?M 分子), *N. cf. N. aequabilis* Telford (Sa, Sb, ?M 分子), *Ozarkodina r. remscheidensis* (Ziegler) (Pa, Pb 分子), *Pandorinellina optima* (Moskalenko) (Pa 分子)

AET 66: 床板珊瑚 *Mesofavosites* sp., *Coenites* sp., *Heliolites* sp.; 四射珊瑚 *Tryplasma cf. devonica* (Soshniva), *Pseudamplexus* sp., *Entelophyllum* sp., *Cystiphyllodes* sp., *Pseudamplexophyllum* sp.; 牙形类 *Neopanderodus n. sp.* Klapper et Barrick (Sa, Sb, M 分子), *Pandorinellina optima* (Moskalenko) (Pb, Sb, M 分子)

AET 67: 介形类 *Paraschmidtella plana* Polenova; 床板珊瑚 *Heliolites* sp., *Mesofavosites* sp., *Favosites* sp.; 四射珊瑚 *Pseudamplexus* sp.; 牙形类 *Belodella devonica* (Stauffer) (Sd, M 分子), *Neopanderodus asymmetricus* Wang (Sa, Sb, Sc, ?M 分子), *Pandorinellina optima* (Moskalenko) (Pb, Sb 分子)

AET 68: 床板珊瑚 *Favosites* sp.; 四射珊瑚 *Tryplasma aequabilis* Lonsdale; 牙形类 *Neopanderodus asymmetricus* Wang (Sb 分子)

5. 红棕色泥质和钙质页岩、顶部有一层 2m 厚的浅灰色致密块状灰岩

厚约 50m

AET 69: 床板珊瑚 *Favosites* sp., *Pachyfavosites* sp.; 四射珊瑚 *Protopilophyllum* sp., *Enteporhyllum* sp., *Tryplasma cf. tomtchumyshensis* Zheltonogova, *Rhizophyllum enorme* Etheridge; 腕足类 *Atrypa* sp. 1 (丰富)

hespericus 带,后来才改回 *woschmidti* 带(Klapper and Johnson, 1977, 1980),但有人仍用 *hesperius* 带(Fordham, 1992)。此命名亚种和笔石 *Monograptus uniformis* 的出现不一致,它跨志留-泥盆系界线,广泛分布,通常出现在泥盆系底部,故常作为泥盆系底部的牙形类带,但比笔石 *uniformis* 首次出现的层位略低。例如,它在乌克兰 Podolia 的 Dzwino gorod 层的首次出现比笔石 *uniformis* 的首次出现低 2m,而在奥地利的 Cellon 剖面则比笔石 *uniformis* 低 2.2m(Klapper and Murphy, 1975; Jeppson, 1988)。此带最早发现于欧洲,后来陆续发现于北美洲西部和北极区以及澳大利亚东部(Klapper and Johnson, 1977, 1980; Klapper and Ziegler, 1979)。此带的牙形类在我国川北若尔盖的下普通沟组底部、滇西的相当层位内被陆续发现,主要包括 *Icriodus woschmidti*, *Ozarkodina r. remscheidensis*,但它们没有一处是与笔石 *uniformis* 同时产出(王成源, 1981, 1994; 王成源, 张守安, 1988; 白顺良等, 1982)。此带的牙形类在本文的剖面中未出现。

2. *eurekaensis* 带

此带以命名种 *Ozarkodina eurekaensis* 的首次出现为标志,主要发现在北美、欧洲和澳大利亚。在我国内蒙古达尔罕茂明安联合旗的阿鲁共组、疑为西别河组的底部和滇西宁蒺红崖子剖面等层位内,都可能含有此带的牙形类,主要包括 *Icriodus angustoides bidentatus*, *Ozarkodina eurekaensis yunnanensis*, *O. r. remscheidensis*, *O. e. excavata*, *O. aff. transitatus* 等(王成源, 1983, 1994; 白顺良等, 1982)。但问题是在阿鲁共组中的牙形类缺乏此带的标志种。另外,西别河组中仅有 *Icriodus a. angustoides* 的一个标本,而且也不是此带的标志种。至于滇西出现的 *Ozarkodina eurekaensis yunnanensis*,也正如王成源,张守安(1988)指出的,与典型的 *eurekaensis* 不同。同样,在本文的剖面中也未出现此带的牙形类。

3. *delta* 带

此带(= *Ozarkodina* n. sp. D Zone of Klapper 1977)以命名种 *Ozarkodina delta*(= *O. n. sp. D* Klapper 1977)的首次出现为标志,同洛赫柯夫阶上部其余 3 个带相比,在北美、欧洲和澳大利亚的同时代地层中有更广泛的分布。在我国,王成源和齐格勒(Wang Chengyuan and Ziegler, W., 1983)报道的西藏定结普鲁组上部的牙形类 *Ozarkodina stygia*(王成源面告,此种已归入最近命名的新属。下同), *O. remscheidensis*, *Ancyrodelloides cf. trigonicus*, *Ancoradella* sp. nov. A, 认为很可能是 *delta* 带的。但正如他们指出的,因缺少特征种,证据不足。*O. stygia* 虽常见于 *delta* 带内,但也出现在 *pesavis* 带内。王成源、张守安(1988)报道的新疆南天山库车河早泥盆世的牙形类 *Ancyrodelloides transitans*, *A. trigonicus*, *Ozarkodina stygia* gamma morphotype, *Amydrotaxis johnsoni* alpha morphotype(= *A. praejohnsoni*, 本文), *Panderodus unicostatus*, *Belodella triangularis*(= *B. devonica* Sa 分子, 本文)肯定是 *delta* 带的,前 4 个种都普遍见于北美、中欧同名带时代的地层内。

在本文剖面中的第 3-2 层产牙形类 *Amydrotaxis praejohnsoni*, *Belodella devonica*, *Neopanderodus asymmetricus*, *N. cf. N. aequabilis*, *Ozarkodina r. remscheidensis*, *Panderodus cf. P. spasovi*, *Pandorinellina optima*, 尽管其中不含此带的标志种,但证实这些牙形类都出现在 *delta* 带内。其中, *Amydrotaxis praejohnsoni*(= *A. johnsoni* alpha morphotype Klapper et Murphy 1980)通常被认为是 *delta* 带的一个特征种。此种的时限从 *delta* 带的底部向上延伸至 *pesavis* 带的底部(通常至 *delta* 带的顶部)(Klapper and Murphy, 1980; Murphy and

Springer, 1989)。它和其它几个种(亚种)的时限分布显示在插图 2 中。这些牙形类与上述王成源、张守安(1988)在库车河发现的显然都在同一带内。

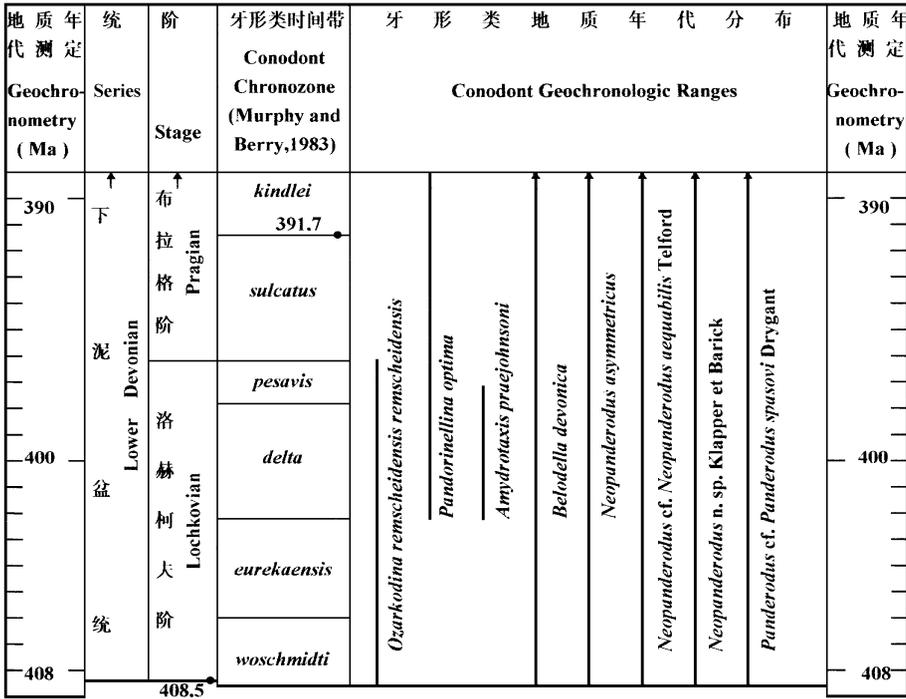


插图 2 阿尔皮什麦布拉克组中几种牙形类的地质时限分布*

Geologic time-scale for Lochkovium to Pragian and time range-chart for conodont taxa in the Arpishmebulaq Formation

4. *pesavis* 带

此带以命名亚种 *Pedavis p. pesavis* (= *P. striatus* Valenzuela-Rios, 1994a) 的首次出现为标志, 或者以含有命名亚种和丰富的 *Pandorinellina optima* 为特征 (Klapper and Johnson, 1977)。因此它也相当于 Mashkova (1978) 提议的 *Pedavis pesavis*-*Pandorinellina optima* 动物群 (= Fauna 4 of Klapper et al., 1971)。同 *delta* 带一样, 此带在洛赫柯夫阶上部分布也相当广泛。尽管目前关于此带的定义尚有不同的认识。Valenzuela-Rios (1994b) 认为, 鉴于 *Pedavis pesavis* 在分布上有很大的局限性 (目前仅限于欧洲) 和在系统演化上也不清楚, 为了便于洛赫柯夫阶上部地层全球性的精确对比, 建议 (间隔) 带的下限和上限分别以 *Ozarkodina pandora beta* 和 *Pedavis gilberti* 的首限为标志, 此 (间隔) 带名为 *pandora beta-gilberti* (= *P. pesavis* 和 *P. striatus* 的出现)。

* 地质年代测定参照 Fordham (1992) 文章第 711 页的图 2。Murphy 和 Berry (1983) 有关洛赫柯夫阶至布拉格阶的牙形类时间带的年代测定是根据 Ziegler (1971)、Klapper 等 (1971)、Klapper 和 Murphy (1975, 1980)、Klapper (1977)、Klapper 和 Ziegler (1979)、Lane 和 Ormiston (1979) 的牙形类分带 (其中 *hesperius*, 这里改成标准分带 *woschmedi*)。牙形类的地质时限分布详见文章中的有关讨论。普里多利-洛赫柯夫阶和布拉格阶中间界线的年代控制点引用 Harland 等 (1989) 的《地质年代表》。

白顺良等(1982)描述的我国滇西宁蒗红崖子剖面中的 *Icriodus* sp. nov. L, 王成源、张守安(1988)认为应归入 *Pedavis* 属, 并指出可能是 *pesavis* 带的。问题在于此种与竹节石 *Nowakia praecursor* 共生(白顺良等, 1982), 但后者的层位按原作者的意见已到下埃姆斯阶(Lower Emsian)。在我们剖面第 6 层中产的牙形类 *Belodella devonica*, *Neopanderodus asymmetrycus*, *N. n. sp.* Klapper et Barrick, *Ozarkodina r. remscheidensis*, *Pandorinellina optima* 等宜归入 *pesavis* 带, 这可能是迄今我国在洛赫柯夫阶上部发现的最高的牙形类带, 理由如下: 1) 尽管 *Pandorinellina optima* 不是此带的特征种, 它的时限分布从 *delta* 带经 *pesavis* 带延续至布拉格阶的 *sulcatus* 带, 但它在中亚乌兹别克泽拉夫善山脉(Zeravshan Range) *pesavis*-*optima* 动物群中是一个很重要的种, 而此动物群由于它含有 *Pedavis p. pesavis* 亚种, 故一般可与北美西部的 *pesavis* 带对比, 但欧洲没有发现 *Pandorinellina optima* (Klapper and Ziegler, 1979)。丰富的, 保存较好的 *optima* 器官种的各种分子主要出现在本文剖面的第 6 和第 4 层中, 第 5 层中未见任何牙形类(表 II)。2) *Ozarkodina r. remscheidensis* 也是一个重要的种, 它的一个精美的 Pa 分子和 Pb 分子出现于剖面的第 6 层中。此亚种是洛赫柯夫阶的标准化石, 仅偶尔和志留系普里多利统的 *eosteinhornensis* 带重叠(王成源, 1983)。Pickett(1980)明确地指出, 此亚种的上限不会进入布拉格阶的 *sulcatus* 带。3) 阿尔皮什麦布拉克组剖面中除第 1 层和第 2 层之间为断层接触外, 均为正常连续沉积(插图 1), *delta* 带的特征种 *Amydrotaxis praejohnsoni* (= *A. johnsoni* alpha morphotype of Klapper and Murphy, 1980) 出现在剖面中的第 2 至第 4 层, 但第 6 层中不再出现, *pesavis* 带的重要种 *Pandorinellina optima* 出现于剖面的第 4 层和第 6 层中, 上述两个种在第 4 层中重叠出现。根据 Klapper 和 Murphy(1980)和 Klapper 和 Johnson(1980), 此两种的时限分布, 前者从 *delta* 带至 *pesavis* 带底部, 后者从 *delta* 带经 *pesavis* 带和 *sulcatus* 带至 *kindlei* 带, 故第 4 层可能是 *delta* 带, 也可能为 *pesavis* 带, 第 5 层中不含牙形类, 但从地层顺序上推断可能是 *pesavis* 带, 故第 6 层为 *pesavis* 带的可能性大。

综上所述, 迄今我国洛赫柯夫阶中的 4 个牙形类带已全部发现, 但都不在一个连续的剖面中出现。阿尔皮什麦布拉克组剖面跨 *delta* 带至 *pesavis* 带, 其中第 2—3 层为 *delta* 带, 很可能第 6 层为 *pesavis* 带, 第 4—5 层为 *delta/pesavis* 带, 第 1 层推测可能为 *delta* 带, 洛赫柯夫阶不全, 缺失下部的 *eurekaensis* 带和 *woschmidti* 带的地层。

4 牙形类相类型和环境

不同的牙形类相类型能反映不同的古地理环境, 因而牙形类相类型是重建古地理环境的有力工具。自从 Sandberg(1976)最早提出上法门阶下 *expansa* 带的 5 个牙形类相类型, 以后又进行了多次修订(Sandberg and Ziegler, 1979; Sandberg and Dreesen, 1984)。Sandberg 等(1988)和 Ziegler 和 Sandberg(1990)提出了一个比较完整的牙形类相类型。这些相类型从远岸至近岸方向以罗马字编号命名为 I—XI 相类型, 其中 I—IV 4 个相类型相当于远岸外海至较近岸内海环境; V—XI 7 个相类型相当于最近岸内海环境, 其中每一个相类型又代表最近岸内海中的某一个特殊环境。根据 Sandberg 等先前的总结(Sandberg et al., 1988)和以后 Ziegler 和 Sandberg(1990)又重申的牙形类相类型的概念, 牙形类相类型是以

台形(Pa)分子占优势(一般占台形分子总数的 70%—80%)的一个或两个属名命名的。

从阿尔皮什麦布拉克组剖面中获取的牙形类很少。笔者采集的 30 个样品每个样品重 1.5kg, 仅 10 个样品获得能鉴定的牙形类共 67 个标本(表 II), 其中台型分子中全部是奥泽克刺(*Ozarkodina*)(Pa)分子, 分别归入 *Amydrotaxis*, *Ozarkodina* 和 *Pandorinellina* 3 个属。其它都是单锥型分子, 分属于 *Belodella*, *Neopanderodus* 和 *Panderodus* 3 个属, 笔者称其为奥泽克刺相(ozarkodinian biofacies), 指示一个很浅的浅水陆棚内海的环境, 与大化石指示的环境一致。该剖面中含有很丰富的腕足类、床板珊瑚、四射珊瑚、层孔虫等, 而这些生物一般都栖于很浅的浅海区。

表 II 阿尔皮什麦布拉克组多分子牙形类在样品中的分布

Distribution of conodont taxa and its elements within multielement species/subspecies in the Arpishmebulaq Formation

分 层		6				4			3		2
Division of Norin, 1937		F				D			B		C
样品 (samples AET)		65	66	67	68	72	1221	1224	1225	1226	1231
<i>Amydrotaxis praejohnsoni</i> Murphy et Sringer, 1989	Pa								1	3	
	Pb					1					
<i>Belodella devonica</i> (Stauffer), 1940	Sa									1	
	Sb									1	
	Sc									1	
	Sd			2							
	M			1		1					2
<i>Neopanderodus asymmetricus</i> Wang, 1982	Sa	1		2					1		
	Sb			1	2				2		
	Sc			1							
	?Sd	1									
	?M	1		5						1	
<i>N. cf. N. aequabilis</i> Telford, 1975	Sa	4							1		
	Sb	1					1		4		1
	?M	3					1		1		
<i>N.n.sp.</i> Klapper et Barrick, 1983	Sa		2								
	Sb		1								
	M		1								
<i>Ozarkodina remscheidensis remscheidensis</i> (Ziegler), 1960	Pa	1									
	Pb	1						1			
<i>Panderodus cf. P. spasovi</i> Drygant, 1974	Sb					1					
	M					1					
<i>Pandorinellina optima</i> (Moskalenko), 1966	Pa	1						2			
	Pb		1	1							
	Sb		1	1							
	Sc		1								
	M		1								

无独有偶, 跨洛赫柯夫阶 *delta*、*pesavis* 和布拉克阶 *sulcatus* 3 个带的属于奥泽克刺相的动物群也在南半球的澳大利亚东部发现 (Mawson *et al.*, 1988; Sorentino, 1989), 其中, 奥泽克刺分子占绝对优势, 也含有许多单锥型的潘德尔刺类(panderodids)和很少的贝刺类(icriodontans), 大化石中腕足类、床板珊瑚、四射珊瑚和层孔虫同样也相当丰富。这一奥泽

克刺相动物群被认为是澳大利亚(至少在东部地区)所特有的,而与此相对的是北半球贝刺相(iceriodontan biofacies)动物群。至于为什么繁盛于北半球的同样指示浅水环境的贝刺相的动物群只有极少数能迁移至南半球,以及为什么不大量繁殖于南半球?目前尚不清楚。

新疆南天山阿尔皮什麦布拉克组剖面奥泽克刺相的动物群的发现,说明该相的动物群并不只限于澳大利亚东部,两地相似的动物群,都代表浅水内陆棚海环境,两地可能相距不远,气候温暖,可能都同属于一个近赤道的动物地理区。

5 年代和对比

上述研究结果表明,阿尔皮什麦布拉克组剖面跨洛赫柯夫阶上部的两个牙形类带:*delta* 和 *pesavis* 带,时代为早泥盆世洛赫柯夫晚期。

最近,Fordham(1992)已注意到将图示对比分析方法和同位素研究方法用来测定中生代牙形类带的年代,尽管这些方法应用起来尚有困难,也有缺点,但对于测定牙形类带的年代无疑是一个很好的开端。本文插图2中的洛赫柯夫阶至布拉格阶的地质年代表参照了他的研究成果,我们利用此表得到 *delta* 带至 *pesavis* 带的年代为 402.5Ma—396.2Ma,这就是标准剖面阿尔皮什麦布拉克组比较精确的年代。但我们也应注意到,由于 Fordham 的志留—泥盆纪界线年代比国际地科联 1989 年的全球地层表标定的年代 410Ma 推迟了 1.5Ma,如果按照后者推算,*delta* 带和 *pesavis* 带的年代也要相应推迟。但可以确信,阿尔皮什麦布拉克组的地质时代为早泥盆世洛赫柯夫晚期。

阿尔皮什麦布拉克组同国内其它地区和北美、中欧、澳大利亚含同时代牙形类的一些地层对比见表Ⅲ。该组剖面的第2—3层含 *delta* 带的牙形类,同库车河剖面含 *Ancyrodelloides transitans* 等牙形类的地层可以对比。该组剖面中的第6层含 *pesavis* 带的牙形类,可能是我国迄今知道的洛赫柯夫阶上部最高的牙形类带。该组剖面中的第4—5层,介于上述两带之间。而且由于该剖面跨 *delta* 带和 *pesavis* 带,也可以同国外含同时代牙形类的地层对比。本剖面含有大化石床板珊瑚、四射珊瑚、腕足类和层孔虫等,与澳大利亚新南威尔士中部 Eurimbla 的奥泽克刺相动物群尤为相近。

6 结论

1. 阿尔皮什麦布拉克组剖面包含牙形类带 *delta* 带和 *pesavis* 带。
2. 阿尔皮什麦布拉克组的地质时代为早泥盆世晚洛赫柯夫期,即距今 402.5Ma—396.2Ma。
3. 阿尔皮什麦布拉克组含奥泽克刺相的牙形类,指示内陆棚海浅水环境。
4. 阿尔皮什麦布拉克组可以同国内其它地区和国外、特别是澳大利亚东部同时代的含牙形类的地层对比。

7 多分子器官属种的描述

nan element)。M 是修订的矛刺分子(lonchodinan element),即具有公认的两个齿突和一个正常的有细齿的齿突而不是前主齿。S 是对称过渡系列。Sa 是三分刺分子(trichonodellan element),Sb 是矛刺分子,Sc 是锄刺分子(ligonodinan element)。所有分子的基腔发育。在 S 分子中,基腔膨大,位于主齿下方,向侧方收缩,并延续主齿突顶尖。所有分子的细齿侧方扁平(Klapper and Murphy, 1980)。

前约翰逊模糊刺 *Amydrotaxis praejohnsoni* Murphy et Springer, 1989

(图版 I, 图 1, 2, 4, 5, 8-10)

Spahognathodus johnsoni Klapper, 1960, p. 18-19 (*pars*), pl. 5, figs. 8-16 (*excl figs. 8-10, 14-16*) (Pa element).

Spahognathodus n. sp. C Klapper in Klapper *et al.*, 1977, p. 288 and text-fig. 1 (Pa element).

Ozarkodina johnsoni (Klapper, 1969), Lane and Ormiston, 1979, p. 56, pl. 3, ? figs. 4, 6 (Pa element).

Ozarkodina n. sp. C Klapper, Klapper, 1977, p. 40, 52 (Pa element).

Ozarkodina johnsoni (Klapper, 1969) alpha morphotype Klapper et Murphy, Klapper and Johnson, 1980 p. 416 (in Table 2), p. 450, pl. 1, figs. 5, 6, 17 (Pa element).

Amydrotaxis johnsoni (Klapper, 1969) alpha morphotype Klapper et Murphy, 1980, p. 498, fig. 2, no. 1-3, 5-14, 16; fig. 3, no. 1-20 (*excl fig. 2, no. 4, 15, 17-19*) (multielement); Murphy and Matti, 1982, p. 34 (multielement); Mawson, 1986, p. 50-51, pl. 8, figs. 1-23 (multielement); [non] Wang Chengyuan and Zhang Shou'an, 1988 (in Chinese), p. 147-148, pl. I, figs. 9, 10.

Amydrotaxis praejohnsoni Murphy et Springer, 1989, p. 349-350, fig. 2 and text-fig. 1 (Pa element · no. 33, 34 = Holotype).

特征 此种 Pa 分子的窄的台型齿叶横侧面向下缘渐渐下斜或者从其中间向下呈微角度弯曲,但不形成肩状弯曲。窄的台型齿叶的外缘平行刺体或者向刺体后方变尖变细,以致整个基腔的形状呈 L 形而不呈 T 形。

讨论和比较 此种系多分子器官种,目前已知可能由六分子(Pa, Pb, M, Sa, Sb, Sc)构成。Pa 分子的 4 个标本和 Pb 分子的 1 个标本分别采自阿尔皮什麦布拉克组剖面中的第 3 层和第 4 层(表 II),标本保存不完整。Pa 分子标本的刺体前端有一个大的细齿(但顶端已折断),其后有 8 个高度大致相等的细齿,窄的台型齿叶的上表面横侧面向下缘逐渐下斜,这些特征和内华达、新南威尔士的标本最接近(Klapper and Murphy, 1980; Murphy and Springer, 1989; Mawson, 1986)。迄今已知报道了此属中的 4 种: *A. johnsoni* (Klapper, 1969) s. s., *A. sexidentata* Murphy et Matti 1982, *A. druceana* (Pickett, 1980) 和 *A. praejohnsoni* Murphy et Springer 1989。Klapper 和 Murphy (1980) 根据台型齿叶的形态变化,将原先建立的 *A. johnsoni* (Klapper, 1969) s. l. 分成有地层意义的两个形态: alpha morphotype 和 beta morphotype, 在地层中的出现,前者要早于后者。后来, Murphy 和 Springer (1989) 根据 *A. johnsoni* s. l. 中的 Pa 分子所显示的有统计意义的形态变化,将前者提升成种 *A. praejohnsoni* (= *A. johnsoni* alpha morphotype), 而后者改成 *A. johnsoni* s. s. (= *A. johnsoni* beta morphotype)。在演化谱系中前者是后者的直接祖先,而早先认为 *Amydrotaxis* 可能起源于 *Ozarkodina r. remscheidensis*。另外,从细齿和齿叶的形态变化,也认为 *sexidentata* 是 *johnsoni* s. s. 的直接祖先,但 *corniculans* 要早于 *johnsoni* s. s., 而晚于 *sexidentata*, *praejohnsoni* 是 *sexidentata* 和 *johnsoni* s. s. 之间的过渡类型(也见 Murphy and Matti, 1982 和 Mawson, 1986)。这样看来, *druceana* 可能是此属中最年轻的代表了。因此,上述 4 种的演化关系从下至上为: *sexidentata* - *corniculans* - *praejohnsoni* - *johnsoni* s. s. 它们的时限分布,

前 3 种在 *delta* 带内, 后 1 种在 *pesavis* 带内。王成源、张守安(1988, 147—148 页, 图版 I, 图 9, 10) 图示的标本的刺体前端有一个小的和一个最大的细齿, 以及其后有高度和大小大致相等的更多的细齿, 这些特征和 *A. praejohnsoni* 的典型标本不同, 而 *A. praejohnsoni* 的典型标本的特征是, 刺体前端从侧视有一个最大的三角形细齿(如在正模标本中的那样)或者代之以有几个大小几乎相等的细齿(如在晚期出现的标本中那样)(Murphy and Springer, 1989, p. 349—354, fig. 2)。因此, 王成源、张守安的标本可能不是 *praejohnsoni* (= *johnsoni* s.l. alpha morphotype)。

小针刺属 Genus *Belodella* Ethington, 1959

模式种 *Belodus devonicus* Stauffer, 1940

泥盆纪小针刺 *Belodella devonica* (Stauffer), 1940

(图版 I, 图 3, 6, 7, 11—13)

Belodus devonicus Stauffer, 1940, p. 420, pl. 59, figs. 47, 48(Sd element) .

Belodus triangularis Stauffer, 1940, p. 420, pl. 59, fig. 49(Sa element) ; Bischoff and Sanneman, 1958, S. 94, Taf. 15, Fig. 8(M element) . 9(Sa element) ; Jentsch, 1962, S. 964, Taf. I, Bild. 2, 3(Sa element) ; Schulze, 1968, S. 185, Taf. 16, Fig. 14(Sa element) ; Drygant, 1984(in Russian), p. 79—80, pl. 2, fig. 33(Sa element) .

Belodus asiatica Moskalenko, Moskalenko, 1966(in Russian), p. 83—84, pl. 11, fig. 4(Sd element), text-figs. 1a, b(Sd element) .

Belodus subtriangularis Moskalenko, Moskalenko, 1966(in Russian), p. 84—85, pl. 11, fig. 5, text-fig. 1c-d(Sb element) .

Belodus multidentatus Moskalenko, Moskalenko, 1966(in Russian), p. 85—86, pl. 11, figs. 6—7, text-figs. 1e, f(Sc element) .

Belodella resina (Philip, 1965), Philip, 1966, p. 444, pl. 1, figs. 14—17(Sb element) ; [non] Rexroad and Craig, 1971, p. 687, pl. 80, figs. 1—3(Sa-Sb element) ; [non] Pollock and Rexroad, 1973, pl. 1, fig. 12(Sa-Sb element) ; Telford, 1975, p. 11, pl. 1, figs. 10—16, pl. 2, figs. 3—4(Sb element) ; Lane and Ormiston, 1976, pl. 1, fig. 10(? Sb element) ; Wang Chengyuan and Wang Zhi-hao, 1978(in Chinese), p. 335—336, pl. 39, fig. 3(Sb element) ; Drygant, 1984(in Russian), p. 78—79, pl. 2, fig. 32(Sb element) ; Mawson, 1987a, pl. 41, figs. 5—8(Sb element), 1987b, pl. 5, figs. 9—12(Sb element) .

Belodella devonica (Stauffer, 1940), Barnett *et al.*, 1966, p. 436, pl. 58, fig. 1(Sd element) ; Clark and Ethington, 1966, p. 677, pl. 82, figs. 8, 9(? Sc) ; [non] Serpagli, 1967, p. 53—54, Text-fig. 6(? Sa-Sc element) ; Druce, 1970, p. 32, pl. 4, fig. 3(Sd element) ; [non] Manara and Vai, 1970, p. 478—479, pl. 63, figs. 24—26(multielement) ; Fähræus, 1971, p. 674, pl. 78, figs. 28—31(Sd element) ; Druce, 1972, p. 27—28, pl. 2, figs. 1—4, text-fig. 9(Sd element) ; Telford, 1975, p. 10, pl. 1, figs. 5—9 ; Lane and Ormiston, 1976, p. 103, pl. 1, fig. 6(Sd element) ; Savage *et al.*, 1977, p. 2935, pl. 2, figs. 23—24(Sd element) ; [non] Wang Chengyuan, 1982(in Chinese), p. 438, pl. I, fig. 1(Sc element) ; Klapper and Barrick, 1983, p. 1223—1224, fig. 7II(Sa element, viz. Sc element sensus Klapper and Barrick, 1983), J(Sd element) ; Mawson, 1987a, pl. 41, figs. 1—4(Sd element), 1987b, pl. 5, figs. 4—8(? Sc-Sd element) ; [non] Walliser and Wang, 1989, pl. 2, fig. 39(Sd element) .

Belodella sp. cf. *B. devonica* (Stauffer, 1940), Philip, 1966, p. 444, pl. 1, figs. 22—24(Sd element) ; [non] Cooper, 1976, p. 207—208, pl. 1, figs. 12—15(Sa-Sd element) .

Belodella n. sp. A Fähræus, 1971, p. 674, pl. 78, figs. 23—24(Sd element) .

Belodella triangularis (Stauffer, 1940), Barnett *et al.*, 1966, p. 436, pl. 58, fig. 4(Sa element) ; Clark and Ethington, 1966, p. 677, pl. 82, figs. 1, 7(Sa element) ; Philip, 1966, p. 444, pl. 1, figs. 20—20(Sa element) ; Durdanovic, 1968a, p. 86, Tab. I, sl. 4, 5(Sa element), 1968b, p. 95—96, Tab. I, sl. 1(? M element) ; Carls and Gandl, 1969, S. 204, Taf. 20, Fig. 23—25(Sa element) ; Druce, 1970, p. 32, pl. 4, figs. 1, 2(Sa element) ; Link and Druce, 1972, p. 28—29, pl. 2, figs. 5—10, text-fig. 10(Sa element) ; Telford, 1975, p. 11—12, pl. 1, figs. 1—4, pl. 2, figs. 1, 2(Sa element) ; Lane and Ormiston, 1976, p. 103, pl. 1, fig. 7(Sa element) ; Wang Chengyuan and Wang Zhi-hao, 1978(in Chinese), p. 336, pl. 39, figs. 1, 2, 21, 22(? Sa-Sb ele-

ment): [non] Wang Cheng-yuan, 1982(in Chinese), p. 438, pl. II, fig. 9, text-fig. 1 (Sa element); Drygant, 1984(in Russian), pl. 2, fig. 33(Sa element); Mawson, 1987a, pl. 41, fig. 9(Sa element), 1987b, pl. 5, fig. 13(Sa element).

Belodella triangularis lata Wang et Z. H. Wang, Wang Cheng-yuan and Wang Zhi-hao, 1978(in Chinese), p. 336, pl. 39, fig. 20 (Sa element).

Coelocerodontus biconvexus Bultynck, 1970, p. 94, pl. XXVII, figs. 13, 14(Sc element).

Coelocerodontus devonicus (Stauffer, 1940), Bultynck, 1970, p. 94—95, pl. XXVII, figs. 7, 8(Sd element).

Coelocerodontus triangularis (Stauffer, 1940), Bultynck, 1970, p. 95, pl. XXVII, figs. 6, 9, 16(Sa element).

特征 多分子器官种由两类单锥型分子组成,一类系无细齿的 M 分子,另一类系有细齿的 S 分子。S 分子系对称过渡系列,根据底部横切面形态有 Sa, Sb, Sc, Sd 分子。Sa 分子为对称三角形, Sb 分子为不对称三角形, Sc 为不对称的双凸形, Sd 为对称的双凸形。所有分子下部都比较宽,并有很深的三角形的基腔,基腔深达刺体高度的 $3/4$ 。

讨论和比较 过去许多学者都是将此种作为单分子形态种(相当于现在理解的 Sd 分子)来描述的。以前有些学者描述的发现于泥盆系的另一些形态种,例如 *Belodella triangularis*, *B. resima*, *B. multidentatus*, *B. aciatica*, *B. subtriangularis*, *Coelocerodontus biconvexus*, *C. devonicus*, *C. triangularis* 等,根据现在多分子器官种概念的认识,它们仅是此种中的一个分子而已(Fähræus, 1971; Lane and Ormiston, 1976)。至于有一些标本发现于志留纪 Ludlow—Prídolí 具有细齿的细长单锥型的被某些学者当作 *Belodella devonica*, *B. triangularis*, *B. resima*, 可能应归到 Barrick (1977, p. 50) 建立的多分子器官种 *Belodella silurica* 的某一对应分子。迄今为止,未有人做过有关 *Belodella triangularis* 多分子器官种的复原工作。事实上,有些学者已将它作为本种的一个同义名(Klapper and Barrick, 1983, p. 1223—1224; Kozur, 1984, p. 151; Ramovš, 1989b, p. 72), 作为 Sa 分子的典型代表,但也有人将它理解为 Sc 分子(Klapper and Barrick, 1983, p. 1223—1224)。笔者注意到 Jeppson (1989, p. 22—26) 提出的有关多分子器官属 *Belodella* 的 7 个位置标记(f, u, doc, dtc, dts, atc, ats, tr), 因过于繁琐不易识别,未予考虑,但笔者同时也兴趣地注意到了 Ramovš (1989a, p. 40—44) 提出的关于多分子器官属 *Belodella* 的概念,他认为 *Belodella* 也由五分子(M, Sa, Sb, Sc, Sd) 组成,但所有分子的口缘(后缘)都具有细齿,缺少无细齿的分子,与 Barrick (1977, p. 49) 的多分子概念不同。本文基本上接受了 Barrick 的意见。事实上,上述两类分子可以出现于同一样品中。在我们的剖面中,本种的 Sd 分子的 2 个标本和 M 分子的 1 个标本出现于第 6 层中, Sa, Sb, Sc 分子的各一个标本和 M 分子的 2 个标本出现于第 3 层中(表 II)。Sd 分子标本的刺体下部宽大,底部横断面对称双凸形,后缘中下部有 10—12 个大部分离的细齿,有细齿的部分约占刺体高度的 $2/3$ 。M 分子标本的刺体宽大的下部两侧面略凹下,底部横断面对称扁椭圆形,向后明显弯曲。上述 Sd 分子标本的特征很接近于被描述为 *Belodus asiaticus* Moskalenko (Moskalenko, 1966, p. 83—84, pl. XI, fig. 4 and text-figs. la, b; Mawson, 1987a, pl. 41, figs. 1—4, especially in figs. 1, 2; 1987b, pl. 5, figs. 4—8, especially in fig. 7)。

新潘德尔刺属 Genus *Neopanderodus* Ziegler et Lindström, 1971

横式种 *Neopanderodus perlineatus* Ziegler et Lindström, 1971

特征 五分子(M, Sa, Sb, Sc, Sd) 器官属。所有的分子都是纤细伸长均匀后弯的单锥型牙形刺,基腔深,向顶尖延伸达到刺体高度的一半以上。侧面有粗的细肋脊(grobe

Längsteifung, $\geq 0.7\mu\text{m}$), 前面可能是平的, 后面有窄而深的纵齿沟(Längsfurche, longitudinal furrow)。有底部皱纹带(Runzelzone, wrinkle zone)。肋脊(Rippe, costa)不发育。M 分子刺体扁平片状, S 分子底部横切面圆, 由对称过渡系列的分子(Sa, Sb, Sc, Sd)组成, 其中 Sd 分子刺体顶尖扭向正面。

比较 除了在后面 *Panderodus* 的讨论和比较中指出的本属和 *Panderodus* 的区别外, 本属一般不发育肋脊。

不对称新潘德尔刺 *Neopanderodus asymmetricus* Wang, 1982

(图版 I, 图 14-20; 图版 II, 图 1-3, 14)

Neopanderodus asymmetricus Wang, Wang Cheng-yuan, 1982(in Chinese), p. 441, pl. II, figs. 28-31 (? M element).

特征 正反面都有一条纵齿沟和不对称分布的粗的细肋脊, 但正面的齿沟深, 粗的细肋脊与齿轴方向大致平行, 反面的齿沟浅, 粗的细肋脊近后缘在齿沟处或齿沟内与齿轴平行, 近前缘呈锐角相交。

讨论和比较 王成源(1982)首次描述的是一个形态种, 它可能是一个 M 分子。以后, 此种的多分子器官种尚未被认识。这里笔者首次认识的多分子器官种, 由四分子(M, Sa, Sb, Sd)构成。其中, M 分子的刺体底部向前后方向明显伸展, 但不及 *Neopanderodus aequabilis* 的对应分子强烈, S 分子底部横切面前宽后窄的椭圆形, 两侧具近对称至不对称的凹口, 与仅具有一个凹口的 *Neopanderodus aequabilis* 不同。

匀称新潘德尔刺(比较种) *Neopanderodus* cf. *N. aequabilis* Telford, 1975

(图版 II, 图 4-6, 9, 12, 13, 16, 17)

cf. *Neopanderodus aequabilis* Telford, 1975, p. 30-32, pl. 2, figs. 5-9, 11-12 (M element); [non] Wilson, 1989, pl. 1, figs. 13-16(? Sa element).

特征 正反面都有纵齿沟, 但正面的深, 居中, 从顶尖一直延伸至基部, 反面的浅, 仅限于中下部。正反面有近对称分布的粗的细肋脊, 与齿轴大致平行, 但反面的近后缘有时呈很小的锐角相交。

讨论和比较 Telford(1975)首次描述的是一个 M 分子的形态种, 多分子器官种尚未被认识。这里笔者仅认识 M, Sa, Sb, Sc 分子。其中, M 分子刺体底部向前向后方向明显伸展, 但不如典型标本(Telford, 1975, pl. 2, figs. 5, 6, 8, 9)强烈。笔者的标本与上述 *Neopanderodus asymmetricus* 的标本有些相似, 但齿沟和粗的细肋脊发育形式不同, 前者正面的齿沟居中, 从顶尖伸至基部, 反面的粗的细肋脊与齿轴平行或仅呈很小的锐角与后缘相交, 而后者正面的齿沟近后缘, 反面的仅发育于刺体中下部或完全不发育, 反面的粗的细肋脊在后缘呈较大的锐角相交。另外, 笔者的标本与 Wilson(1989, pl. 1, figs. 13-16)采自澳大利亚新南威尔士中部通过洛赫柯夫阶和布拉格阶界线的 *Neopanderodus aequabilis* 图示的标本不同, 典型的 *aequabilis* 标本的正反面粗的细肋脊匀称分布, 而後者的标本正面的粗的细肋脊与齿轴平行, 反面粗的细肋脊呈较大的锐角与后缘相交(从照片看), 此特征也不同于笔者的标本中呈很小的锐角与后缘相交的少量标本。

新潘德尔刺(未定名新种) *Neopanderodus* n. sp. Klapper et Barrick, 1983

(图版Ⅲ·图 1, 4, 9, 12)

Paderodus (*Neopanderodus*) *perlineatus* Ziegler et Lindström, Chatterton, 1979, pl. IX, fig. 1 (Sd element), 3 (M element).
cf. *Neopanderodus* n. sp. Telford, 1975, p. 32, pl. 2, fig. 10, 13 (? Sb element).

Neopanderodus n. sp. Klapper et Barrick, 1983 (*pr. max. p.*), p. 1219—1221, fig. 7G, K·L·P—V (*excl* fig. R)

Neopanderodus aequabilis Telford, Wilson, 1989, pl. 1, figs. 13—16 (Sb element).

特征 此种的所有分子仅在正面有一条纵齿沟, 正反面都有粗的细肋脊, 反面近前缘呈较大的锐角相交, 除 Sa, Sd 分子的正面和反面有同样发育的粗的细肋脊外, 其余分子正面的粗的细肋脊与齿轴平行。另外, 所有分子的刺体底部都有比较宽的皱纹带。

讨论和比较 Klapper 和 Barrick (1983) 认为此未定名新种应该由五分子 (M, Sa, Sb, Sc, Sd) 组成。但他们以为所有分子的正反面都有比较少的粗的细肋脊是此种的主要特征。笔者的材料中仅有 M, Sa, Sb 分子 (M 分子仅有的一个标本在电子扫描照相后不幸丢失), 正反面都有较多的粗的细肋脊, 笔者认为纵齿沟和粗的细肋脊的发育形式才是识别种级的主要特征。笔者材料中的 Sa, Sb 分子最接近于 Klapper 和 Barrick (1983, figs. 7G, P, Q——Sa element, fig. 7V——Sb element) 和 Wilson (1989, pl. 1, figs. 13—16——Sb element) 分别图示的标本, 它们都应视为同一种。

奥泽克刺属 Genus *Ozarkodina* Branson et Mehl, 1933

模式种 *Ozarkodina typica* Branson et Mehl, 1933

累姆沙伊德奥泽克刺累姆沙伊德亚种*

Ozarkodina remscheidensis remscheidensis (Ziegler), 1960

(图版Ⅱ·图 7, 8, 10, 11; 图版Ⅲ·图 5, 6)

Pa element:

Spathognathodus remscheidensis Ziegler, 1960, S. 194—196, Taf. 13, Fig. 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 14; Barnett, Kohut, Rust and Sweet, 1966, p. 438, pl. 58, figs. 10, 11, 16, 17, 19, 20; Klapper and Ormiston, 1969, p. 21—22, pl. 4, figs. 1—12; Barnett, 1971, p. 288—289, pl. 35, 36, text-figs. 6, 16; Link and Druce, 1972, p. 92, pl. 10, text-fig. 60, figs. 1—7; Drygant, 1984 (in Russian), p. 124—125, pl. 13, figs. 16—30; pl. 14, figs. 1—9; Wang Chengyuan, 1981 (in Chinese), p. 81, pl. I, figs. 1—6, 1982 (in Chinese), p. 444—445, pl. I, figs. 13, 14, 19.

Spathognathodus cf. *remscheidensis* Ziegler 1960, Wang Chengyuan, 1979 (in Chinese), p. 403—404, pl. I, figs. 23, 24.

Spathognathodus canadensis Walliser, 1960, p. 34, pl. VIII, figs. 1—3.

Spathognathodus cf. *canadensis* Walliser, 1960, p. 34, pl. VIII, figs. 4a, b, 5a—c; Ziegler, 1960, S. 196, Taf. 13, Fig. 3, 9, 11, 16.

Spathognathodus steinhornensis subsp. indet., Walliser, 1964, Taf. 21, Fig. 3—6; Fähræus, 1969, p. 16, 17, pl. 1, figs. 13, 14.

Spathognathodus steinhornensis remscheidensis Ziegler, Walliser, 1964, S. 87, Taf. 9, Fig. 24, Taf. 20, Fig. 26—28, Taf. 21, Fig. 1, 2; Schulze, 1968, S. 228, Taf. 17, Fig. 12; Carls and Gandl, 1969, S. 197, Taf. 19, Fig. 2; Pölsler, 1969, S. 433, Taf. 2, Fig. 15—20; Bultynck, 1971, p. 11—18, text-figs. 4—10.

Spathognathodus mashkovae Drygant, 1984 (in Russian), p. 125—126, pl. 14, figs. 10—21.

? *Spathognathodus* cf. *optima* Moskalenko, 1966, Wang Chengyuan, 1981 (in Chinese), p. 80, pl. I, figs. 16—21.

Pb element:

Ozarkodina denckmanni Ziegler, 1956, S. 103, Taf. 6, Fig. 30, 31; Taf. 7, Fig. 1, 2; Bischoff and Sannemann, 1958, S. 99, Taf. 14, Fig. 22, 23; Ziegler, 1960, Taf. 15, Fig. 13—15; Walliser, 1960, p. 31, pl. VIII, figs. 13, 14; Barnett, Kohut, Rust and

* 曾译成累姆斯特奥泽克刺累姆斯特亚种 (王成源, 1983, 155 页)。

Sweet, 1966, p. 437, pl. 58, fig. 7; Moskalenko, 1966 (in Russian), p. 87–88, pl. XI, fig. 11; Fährhaus, 1971, p. 676, pl. 78, figs. 25–27; Telford, 1975, p. 33–34, pl. 12, figs. 5–9; Wang Cheng-yuan and Wang Zhi-hao, 1978 (in Chinese), p. 339, pl. 39, figs. 31, 32; Wang Cheng-yuan, 1979 (in Chinese), p. 400, pl. I, fig. 2 and 1981 (in Chinese), p. 79, pl. I, figs. 26, 27; Xiong Jian-fei, 1983 (in Chinese), p. 310, pl. 70, fig. 10.

Ozarkodina cf. denckmanni Ziegler, 1956, [non] Fordham, 1976, p. 70, pl. 4, figs. 18, 20–22.

Ozarkodina typica denckmanni Ziegler, 1956, Walliser, 1964, S. 61, Taf. 9, Fig. 14, Taf. 26, Fig. 3–11; Durdanović, 1968, p. 87, Tab. I, sl. 7.

M element:

Prioniodina bicurvata pronoides Walliser 1960, Ziegler, 1960, S. 193, Taf. 15, Fig. 23.

Synprioniodina bicurvata pronoides (Walliser), Moskalenko, 1966 (in Russian) p. 89–90, pl. XI, figs. 16–18.

Sa element:

Trichonodella n. sp. aff. symmetrica (Branson and Mehl, 1933), Ziegler, 1960, S. 197, Taf. 15, Fig. 1, 2.

Sb element:

Plectospathodus cf. extensus Rhodes 1953, Ziegler, 1960, S. 191, Taf. 15, Fig. 6, 7.

Sc element:

Hindeodella n. sp. Walliser, 1960, S. 30, Taf. 8, Fig. 16; Ziegler, 1960, S. 183, Taf. 15, Fig. 3, 4.

Multielement:

Ozarkodina steinhornensis remscheidensis (Ziegler, 1960), Mashkova, 1972, p. 83–84, pl. 2, figs. 19–24.

Ozarkodina remscheidensis (Ziegler, 1960), Pickett, 1980, p. 84, figs. 13A–G.

Ozarkodina remscheidensis remscheidensis (Ziegler, 1960), Ziegler (ed.), 1973, p. 241–242, *Ozarkodina*, pl. 2, fig. 4 (Pa element); Klapper and Murphy, 1974, p. 41–43, pl. 7, figs. 22, 25–30 (Pa element); Mehrtens and Barnett, 1976, p. 497, pl. 1, figs. 7, 10 (Pa element); Chatterton and Perry, 1977, p. 786–791, pl. 3, figs. 28–35, pl. 4, figs. 31, 33–36 (alpha morphotype), pl. 4, figs. 23–26 (beta morphotype), pl. 4, figs. 1–3, 7–9, ? 30 (gamma morphotype) (all Pa element); Lane and Ormiston, 1979, p. 57, pl. 1, figs. 3–5, 8, 15, 17, 18, 34–36, 43; Wang Cheng-yuan, 1983 (in Chinese), p. 155–156, pl. II, figs. 22, 26 (Pa element); Mawson, 1986, p. 49, pl. 6, figs. 1–20; Sorentino, 1989, p. 93–94, pl. 3, figs. 1–9, 12–13, 15, 17–19, pl. 4, figs. 1–7, 17, 19–20; Wilson, 1989, p. 138, pl. 11, figs. 8–16.

特征 此亚种的 Pa 分子的刺体向内侧微微弯曲, 前端的第 2 个和基腔上方的 1 个细齿都比其它的任何细齿高而粗。基腔位于刺体中央, 两侧齿叶几乎对称。刺体前方和后方仅口缘较直, 但前方稍内凹, 后方稍突出, 两者相交成约 150° 角。

讨论和比较 此亚种由六分子 (Pa, Pb, M, Sa, Sb, Sc) 构成。当前材料中 Pa 分子的仅有 1 个标本采自研究剖面的第 6 层中 (表 II), 保存完整精美。刺体微微内弯, 由 17 个细齿组成, 前方第 2 个和基腔上方 1 个细齿比其它任何的细齿都要高而粗大, 基腔位于刺体中央, 两侧齿叶大致对称。这些特征十分接近于德国的正模标本 (Ziegler, 1960, Taf. 13, Fig. 4, 也见 Ziegler ed., 1973, *Ozarkodina*, pl. 2, fig. 4), 但后者刺体前方和下方反口缘 (从侧视) 几乎成直线。前者刺体反口缘前方微上凹, 后方微微下凸, 前后方相接向上形成大致 150° 角 (从侧视), 而这一特征也和西巴基斯坦的 (很可能产于早泥盆世最早期的 Nowshera 礁灰岩) *Spathognathodus remscheidensis* 的标本相似 (Barrett, Kohut and Sweet, 1960, pl. 58, fig. 10)。Chatterton 和 Perry 根据细齿的形态变化, 将 *Ozarkodina r. remscheidensis* 分为颇有地层意义的 3 种形态: alpha, beta, gamma, 前者最接近于本亚种的概念, 它在 3 种形态中的层位最低, 为洛赫柯夫期最常见的一种类型 (Chatterton and Perry, 1977, p. 790, pl. 3, figs. 28–35; pl. 4, figs. 31, 33–36), 当前的标本从形态上看可能属于此种类型。至于王成源 (1981) 以为是 *Spathognathodus cf. optimus* Moskalenko 的标本, 其刺体前方第 3 个和基腔上方都有明显

大的细齿,它和 Mehrtens 和 Barnett 描述的标本很相似(Mehrens and Barnett, 1976, p. 497, pl. 1, figs. 7, 10)。

潘德尔刺属 Genus *Panderodus* Ehtinton, 1959

模式种 *Paltodus unicastatus* Branson et Mehl, 1933

特征 多分子器官属由无肋脊的 M 分子和有肋脊的 Sa, Sb, Sc, ?Sd 分子组成。所有的分子都是细长向上伸屈的,不同程度后弯的单锥型牙形刺。基腔深,至少达到刺体高度的一半以上。侧面有纵齿沟和细肋脊(costellae, Feinstreifung, $< 0.7 \mu\text{m}$),底部一般有发育的皱纹带。M 分子双凸形,底部横切面为前宽后窄的卵形。S 系对称过渡系列分子。Sa 分子系双肋脊,底部横切面为对称的三角形。Sb 分子系双肋脊至单肋脊,底部横切面为微不对称的三角形。Sc 分子系双突单肋脊,底部横切面为不对称卵形。另外,可能有 Sd 分子,如果有的话,它类似于 Sb 分子,但刺体顶端部分扭向另一侧面。

讨论和比较 Ehtinton(1959, p. 284)将原归入 *Paltodus* 中的具有深的基腔的和两侧面具有纵齿沟、肋脊的单锥型牙形刺分出,建立了 *Panderodus*, 其时代一般限于早奥陶世以后。后来由于扫描电子显微镜的应用,Ziegler 和 Lindström(1971, S. 629—632)将 *Panderodus* 中具有粗的细肋脊、底部有细弱皱纹带的和一般无肋脊的一些单锥型牙形刺又分出,建立了 *Neopanderodus*, 其时代一般多见于早泥盆世至中泥盆世。有关 *Panderodus* 和 *Neopanderodus* 两属的多分子器官的识别,主要是根据 Cooper(1976, p. 213—214)、Barrick(1977, p. 54)以及 Klapper 和 Barrick(1983, p. 1219)的观点。此两属的区别在于 *Neopanderodus* 一般有粗的细肋脊、微弱发育甚至缺失的底部皱纹带,但如果不应用扫描电子显微镜,在实际工作中要识别此两属是相当困难的。

斯巴索夫潘德尔刺 *Panderodus* cf. *P. spasovi* Drygant, 1974

(图版 II, 图 15)

cf. *Panderodus gracilis* (Branson et Mehl), Liebe and Rexroad, 1977, pl. 2, fig. 23(Sb element).

cf. *Panderodus spasovi* Drygant, Wang and Ziegler, 1983, S. 71, Fig. 3, No. 6, 21(Sb, M element); Drygant, 1984 (in Russian), p. 67, pl. 2, figs. 1—3(Sb element); Barrick, 1977, p. 56, pl. 3, figs. 13—21(multielement).

特征 (Sb 分子)纤细、高而扁的单锥体。刺体顶尖部分强烈弯曲近水平状伸展,略扭向另一侧面。正反面(内、外侧面)各有一条肋脊,位于前缘 1/3,从底部皱纹带上方一直延伸至顶尖,肋脊之后形成 V 形切口状齿沟,齿沟后大致有 15 条彼此平行的细肋脊,底部皱纹带发育,高度约 $100 \mu\text{m}$ 。底部横切面略不对称三角形。

讨论和比较 根据 Barrick(1977, p. 56),此种应该由四分子(M, Sa, Sb, Sc)组成(可能还有 Sd 分子)。我们仅从一个样品中发现 Sb, M 分子(表 II)。Sb 分子的形态酷似 Barrick 描述的见于美国俄克拉何马 Clarita 组 *amorphognathoides* 带的对应分子(Barrick, 1977, p. 56, pl. 3, fig. 21),但他既未描述也未图示细肋脊和底部皱纹带的发育情况,笔者还不能肯定它一定是与 Barrick 描述的同一种。除刺体顶尖部分水平状弯曲外,此种也相似于限于晚志留世至早泥盆世的 *Panderodus gracilis* (Branson et Mehl, 1933),它们都具有双肋脊和双齿沟的特征(Telford, 1975, p. 37, pl. 3, fig. 12)。另外,我们的标本与 Wang 和 Ziegler(1983, Fig.

3, No. 6) 采自西藏聂拉木中志留统上部相当于 *Kockelella variabilis* 带中的 Sb 分子也不同, 后者刺体低而粗大。

似潘德尔刺属 Genus *Pandorinellina* Müller et Müller, 1957

模式种 *Pandorina insita* Stauffer, 1940

佳似潘德尔刺 *Pandorinellina optima* (Moskalenko), 1966

(图版 III. 图 2, 3, 7, 8, 10, 11, 13—18)

Pa element:

Spathognathodus optimus Moskalenko, 1966 (in Russian), p. 88—89, pl. XI, figs. 12—15, text-fig. 3 (fig. 12 and text-fig. 3 = holotype); Klapper, 1969, p. 20—21, pl. 4, figs. 13—29; Fähræus, 1971, p. 679—680, pl. 77, figs. 19—31 (excl figs. 15—18, 23, 24, 31); Telford, 1975, p. 61—67, pl. 14, figs. 1—9; [non] Fordham, 1976, p. 70, pl. 4, figs. 1, 2, 4, 5; Wang Cheng-yuan and Wang Zhi-hao, 1978 (in Chinese), p. 343, pl. 40, figs. 17, 18, pl. 41, fig. 27; Xiong Jian-fei, 1983 (in Chinese), p. 319, pl. 69, fig. 9.

Spathognathodus steihornensis buchanensis Philip, 1966, p. 450—451, pl. 2, figs. 1—28, text-fig. 8 (excl figs. 16, 21, 24—28, text-figs. 8b, c).

Spathognathodus steihornensis optimus Moskalenko, Pedder, Jackson and Philip, 1970, pl. 38, figs. 4—8, 10—12.

M element:

Prioniodina bicurvata pronoides Walliser, 1960, p. 33, pl. VIII, figs. 8—10; Ziegler, 1960, S. 193, Taf. 15, Fig. 8, 9.

Synprioniodina bicurvata pronoides (Walliser), Moskalenko, 1966 (in Russian), p. 89—90, pl. XI, figs. 16—18.

Sa element:

Trichonodella zeravshanica Moskalenko, 1966 (in Russian), p. 90—91, pl. XI, figs. 19, 20, text-fig. 4.

Sc element:

Hindeodella kshtuensis Moskalenko, 1966 (in Russian), p. 86—87, pl. XI, figs. 8—10.

Multielement:

Ozarkodina steinbornensis optima (Moskalenko, 1966), Mashkova, 1972, pl. 2, figs. 7—12.

Pandorinellina optima (Moskalenko, 1966), Klapper and Philip, 1972, p. 99, pl. 1, figs. 1—11; Ziegler (ed.), 1973, p. 323—324, *Ozarkodina*, pl. 2, fig. 12 (Pa element); Lane and Ormiston, 1979, p. 59, pl. 3, fig. 10 (Pa element); Savage, 1981, p. 849—851, pl. 1, figs. 17—20 (Pa element); Murphy and Matti, 1982, p. 27—28, pl. 4, figs. 13, 19 (Pa element); Higgins and Austin, pl. 4.1, fig. 16 (Pa element); Sorentino, 1989, p. 94, pl. 4, figs. 8—16, 18; Wilson, 1989, p. 143, pl. 10, fig. 20, pl. 11, figs. 1—7.

Pandorinellina cf. *P. optima* (Moskalenko, 1966), Murhphy and Matti, 1982, p. 27, pl. 2, figs. 1—3 (Pa element); [non] Savage, Churkin and Eberlein, 1977, p. 2934, pl. 2, figs. 11—14 (Pa element).

特征 此种 Pa 分子的刺体前方有 4 个较大和基腔上方有 1 个稍大的细齿, 基腔不对称, 位于刺体中偏后。

讨论和比较 此多分子器官种由六分子器官 (Pa, M, Sa, Sb, Sc, Sd) 构成。Pa 分子的 3 个标本中, 一个采自研究剖面的第 6 层, 另二个采自第 4 层中 (表 II)。前者保存较完整, 后者刺体后部大部破碎。前者刺体前方尽管多数细齿的顶端已折断, 但仍可辨认出有 4 个较高的细齿, 基腔位于刺体中偏后, 不对称, 其上方中偏前有 1 个稍大的细齿。此标本以刺体前方下缘较平直、后方下缘稍上拱和具有较多的细齿 (15 个) 等特征, 与乌兹别克泽拉夫善山脉含笔石 *Monograptus hercynicus* 层的正模 (Moskalenko, 1966, pl. XI, fig. 12 and text-fig. 3) 和后模 (Klapper and Philip, 1972, pl. 1, fig. 1) 最接近。正模或后模的特征是: 1) 刺体前方 1/3 有几个较大的细齿, 而基腔上方也有 1 个稍大的细齿; 2) 基腔位于刺体中偏后, 不对称。

而笔者的标本刺体较长,更像加拿大育空地区(Yukon Territory)洛赫柯夫阶(=Gedinnian)的标本(Klapper and Ormiston, 1969, pl. 4, figs. 29, 30)。而且,笔者的标本也同 *Ozarkodina prolata* Mawson(1987, p. 290—292, pl. 39, figs. 1—16)的 Pa 分子相似,但后者以刺体长而窄、细齿多而细和基腔位于刺体中央为特征而与笔者的标本不同。另外,笔者的标本与以刺体前有几个和基腔上方有 1 个明显大的细齿为特征的被指定到 *Ozarkodina r. remscheidensis*(Ziegler, 1960) alpha morphotype 的标本也相似,但后者的基腔位于刺体的中前部(Chat-terton and Perry, 1977, p. 790, pl. 4, figs. 1—3, 7—9)(也见上述亚种 *O. r. remscheidensis* 的讨论和比较)。

参 考 文 献

- 王务严, 1990. 志留系. 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队编: 新疆古生界(新疆地层总结之二)(上), 第三篇. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社. 147—219
- 王成源, 1979. 广西象州四排组的几种牙形刺. 古生物学报, **18**(4): 395—407, 图版 I
- 王成源, 1981. 四川若尔盖早泥盆世普通沟组的牙形刺. 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊, **3**: 76—84, 图版 I
- 王成源, 1982. 云南丽江上志留和下泥盆统牙形刺. 古生物学报, **21**(4): 436—447, 图版 I—II, 插图 1—3
- 王成源, 1983. 内蒙古达尔罕茂明安联合旗志留纪和早泥盆世牙形刺. 李文国、戎嘉余、董得源主编: 内蒙古达尔罕茂明安联合旗巴特敖包地区志留—泥盆纪地层与动物群. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社. 153—164, 图版 I—II
- 王成源, 1994. 泥盆系全球界线层型剖面点(GSSP). 地层学杂志, **18**(1): 69—77
- 王成源, 王志浩, 1978. 广西、云南早、中泥盆世的牙形刺. 中国地质科学院地质矿产研究所主编: 华南泥盆系会议论文集. 北京: 地质出版社. 334—345, 表 I, 图版 39—41
- 王成源, 张守安, 1988. 新疆库车地区早泥盆世早期牙形刺的发现. 地层学杂志, **12**(2): 147—149, 图版 I, 插图 1—2, 表 1
- 王宝瑜, 1988. 新疆天山志留纪生物群及古地理特征. 新疆地质, **6**(4): 40—51
- 王 钰, 俞昌明, 1962. 中国的泥盆系. 北京: 科学出版社. 1—140
- 中国地质学编辑委员会, 中国科学院地质研究所, 1956. 中国区域地层表(草案). 北京: 科学出版社. 1—693
- 白顺良, 金善通, 宁宗善, 1982. 广西及邻区泥盆纪生物地层. 北京: 北京大学出版社. 1—203
- 张日东, 俞昌明, 陆麟黄, 张逸信, 1959. 新疆天山南麓古生代地层. 中国科学院古生物研究所集刊, **21**(2): 1—43
- 侯鸿飞, 王士涛等, 1988. 中国的泥盆系. 北京: 地质出版社. 1—348
- 新疆维吾尔自治区区域地层表编写组, 1981. 西北地区区域地层表(新疆维吾尔自治区分册), 北京: 地质出版社. 1—496
- 廖卫华, 夏凤生, 1996. 新疆南天山东部阿尔皮什麦布拉克组的地质时代. 新疆石油地质, **17**(2): 138—142
- 廖卫华, 夏凤生, 朱怀诚, 张 进, 詹士高, 1990. 泥盆系. 周志毅, 陈丕基主编: 塔里木生物地层和地质演化(塔里木油气地质 4), 北京: 科学出版社. 167—191
- 熊剑飞, 1983. 泥盆纪牙形石. 地质矿产部成都地质矿产研究所主编: 西南地区古生物图册《微体古生物分册》. 北京: 地质出版社. 30—320, 图版 69—72
- Austin, R. B., Orchard, M. J., Stewart, I., 1985. Conodonts of Devonian System from Great Britain. In: Hingins, A. and Austin, R. L. (eds.); A Stratigraphical Index of Conodonts, Ch. 4: 93—166. Published by Ellis Horwood Limited, Chichester
- Barnett, S. G., 1971. Biometric determination of the evolution of *Spathognathodus remscheidensis*: A method for precise intrabasinal time correlations in the Northern Appalachians. J. Paleont., **45**(2): 274—300. 17 text-figs, pls. 35—37
- Barnett, S. G., Kohut, J. J., Rust, C. C., Sweet, W. G., 1966. Conodonts from Nowshera Reef Limestones (Uppermost Silurian of Lowermost Devonian), West Pakistan. J. Paleont., **40**(2): 435—438, pl. 58
- Berrick, J. E., 1977. Multielement simple-cone conodonts from the Clarita Formation, Oklahoma. Geologica et Palaeontologica,

11; 47—68, 1 text-fig., 2 tables, 3 pls.

- Bischoff, G., Santermann, D., 1958. Underdevonische Conodonten aus dem Frankenwald. Notizbl. Hess. Landesamtes Bodenforsch Wiesbaden, **86**; 87—110, Taf. 12—15
- Bultynck, P., 1970. Révision Stratigraphique et paléontologique (Brachiopodes et Conodontes) de la Coupe Type du Couvinien. Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain, **26**; 1—152, 16 text-figs., 39 pls.
- Bultynck, P., 1971. Le Silurien Supérieur et le Dévonien inférieur de la Sierra de Guadarrama (Espagne centrale). Deuxième partie; Assemblages de Conodontes *Spathognathodus* (1). Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg., **47**(3); 1—43, 21 text-figs., 5 pls.
- Carls, P., Gandl, J., 1969. Stratigraphie und Conodonten des Unterdevon der ? slichen Iberischen Ketten (NE-Spanien). N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **132**; 155—218 (mit Tafel 15—20 sowie 3 Abbildungen und 1 Tabelle in Text und 2 Beilagen)
- Clark, L. D., Ethinton, R. L., 1966. Conodonts and Biostratigraphy of the Lower and Middle Devonian of Nevada and Utah. J. Paleont., **40**(3); 659—689, pls. 82—84, 10 Text-figs.
- Chatterton, B. D. E., Perry, D. G., 1977. Lochkovian Trilobites and Conodonts from Northwestern Canada. J. Paleont., **51**(4); 722—796
- Chatterton, B. D. E., 1979. Aspects of late Early and Middle Devonian Conodont Biostratigraphy of Western and Northwestern Canada. In: Stelck, C. R. and Chatterton, B. D. E. (eds.), Western and Arctic Canadian Biostratigraphy. The Geological Association of Canada Special Paper **18**; 161—231, 9 pls., 11 tables, 7 text-figs., New Hampshire. Lawrence, Kansas
- Cooper, B. J., 1976. Multielement conodont from the St. Clair Limestone (Silurian) of southern Illinois. J. Paleont., **50**(2); 205—217, 2 text-figs., 1 table, 2 pls.
- Djurđanović, Ž., 1968a. Konodonte donjeg devona Medvednice (Zagrebačke Gore)/Conodonten des unteren Devons des Gebirges Medvednica (Zagrebačke Gora). Geol. Vjesn., **21**; 83—91, text-fig. 1, pl. 1
- Djurđanović, Ž., 1968b. Konodonte donjeg devona in donjeg karbona zapadno od Dvora na Uni (Hrvatska—Jugoslavija)/Conodonten des Unterdevons und westlich von Dvor na Uni (Kroatien—Jugoslawien). Geol. Vjesn., **21**; 93—103, text-fig. 1, pl. 1
- Drygant, D. M., 1984. Correlations and conodonts from the Siluro—Lower Devonian deposition of Volyno-Podoli (in Russian). Naukova Dumka; 1—192, text-figs. 1—33, tables 1—23, pls. 1—16, Kiev
- Druce, E. C., 1970. Conodonts from the Garra Formation (Lower Devonian). New South Wales. Australia Bur. Min. Res. Geol. Geophys. Bull. **116**; 29—52, 3 text-figs., pls. 4—9
- Ethington, R. L., 1959. Conodonts of the Ordovician Galena Formation. J. Paleont., **33**(2); 257—292, 2 text-figs., pls. 39—41
- Fåhræus, L. E., 1969. Conodont zones in the Ludlovian of Gotland and a correlation with Great Britain. Sveriges Geol. Undersökning, **63**(2); 1—33, pls. 1—2
- Fåhræus, L. E., 1971. Lower Devonian conodonts from the Michelle and Prongs Creek Formation, Yukon Territory. J. Paleont., **45**(4); 665—683, pls. 77, 78, 4 Text-figs.
- Fordham, B. G., 1976. Geology and Lower—Middle Devonian Coal Conodont Biostratigraphy of the Nogoa Anticline, Spring-sure district, central Queensland. Proc. R. Soc. Qd., **87**; 63—76, 4 text-figs., 3 pls., 1 table
- Fordham, B. G., 1992. Chronometric calibration of mid-Ordovician to Tournaisian conodont zones; a compilation from recent graphic correlation and isotope studies. Geol. Mag., **129**(6); 709—721
- Jentzsch, I., 1962. Conodonten aus dem Tentaculitenknollenkalk (Unterdevon) in Thüringen. Geologie, **11**(8); 961—985, 4 pls.
- Jeppsson, L., 1988. Conodont biostratigraphy of the Silurian-Devonian boundary stratotype at Klouk, Czechoslovakia. Geologica et Palaeontologica, **22**; 21—31, 2 text-figs., 1 tab.
- Jeppsson, L., 1989. Latest Silurian Conodonts from Klouk, Czechoslovakia. Geologica et Palaeontologica, **23**; 21—37, 1 text-fig., 3 pls.
- Klapper, G., Barrick, J. E., 1983. Middle Devonian (Eifelian) Conodonts from the Spillville Formation in Northern Iowa and Southern Minnesota. J. Paleont., **57**(6); 1212—1243, text-figs. and pls. 1—12

- 11; 47—68, 1 text-fig., 2 tables, 3 pls.
- Bischoff, G., Santermann, D., 1958. Underdevonische Conodonten aus dem Frankenwald. Notizbl. Hess. Landesamtes Bodenforsch Wiesbaden, **86**; 87—110, Taf. 12—15
- Bultynck, P., 1970. Révision Stratigraphique et paléontologique (Brachiopodes et Conodontes) de la Coupe Type du Couvinien. Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain, **26**; 1—152, 16 text-figs., 39 pls.
- Bultynck, P., 1971. Le Silurien Supérieur et le Dévonien inférieur de la Sierra de Guadarrama (Espagne centrale). Deuxième partie; Assemblages de Conodontes *Spathognathodus* (1). Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg., **47**(3); 1—43, 21 text-figs., 5 pls.
- Carls, P., Gandl, J., 1969. Stratigraphie und Conodonten des Unterdevon der ? slichen Iberischen Ketten (NE-Spanien). N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **132**; 155—218 (mit Tafel 15—20 sowie 3 Abbildungen und 1 Tabelle in Text und 2 Beilagen)
- Clark, L. D., Ethinton, R. L., 1966. Conodonts and Biostratigraphy of the Lower and Middle Devonian of Nevada and Utah. J. Paleont., **40**(3); 659—689, pls. 82—84, 10 Text-figs.
- Chatterton, B. D. E., Perry, D. G., 1977. Lochkovian Trilobites and Conodonts from Northwestern Canada. J. Paleont., **51**(4); 722—796
- Chatterton, B. D. E., 1979. Aspects of late Early and Middle Devonian Conodont Biostratigraphy of Western and Northwestern Canada. In: Stelck, C. R. and Chatterton, B. D. E. (eds.), Western and Arctic Canadian Biostratigraphy. The Geological Association of Canada Special Paper **18**; 161—231, 9 pls., 11 tables, 7 text-figs., New Hampshire. Lawrence, Kansas
- Cooper, B. J., 1976. Multielement conodont from the St. Clair Limestone (Silurian) of southern Illinois. J. Paleont., **50**(2); 205—217, 2 text-figs., 1 table, 2 pls.
- Djurđanović, Ž., 1968a. Konodonte donjeg devona Medvednice (Zagrebačke Gore)/Conodonten des unteren Devons des Gebirges Medvednica (Zagrebačke Gora). Geol. Vjesn., **21**; 83—91, text-fig. 1, pl. 1
- Djurđanović, Ž., 1968b. Konodonte donjeg devona in donjeg karbona zapadno od Dvora na Uni (Hrvatska—Jugoslavija)/Conodonten des Unterdevons und westlich von Dvor na Uni (Kroatien—Jugoslawien). Geol. Vjesn., **21**; 93—103, text-fig. 1, pl. 1
- Drygant, D. M., 1984. Correlations and conodonts from the Siluro—Lower Devonian deposition of Volyno-Podoli (in Russian). Naukova Dumka; 1—192, text-figs. 1—33, tables 1—23, pls. 1—16, Kiev
- Druce, E. C., 1970. Conodonts from the Garra Formation (Lower Devonian). New South Wales. Australia Bur. Min. Res. Geol. Geophys. Bull. **116**; 29—52, 3 text-figs., pls. 4—9
- Ethington, R. L., 1959. Conodonts of the Ordovician Galena Formation. J. Paleont., **33**(2); 257—292, 2 text-figs., pls. 39—41
- Fåhræus, L. E., 1969. Conodont zones in the Ludlovian of Gotland and a correlation with Great Britain. Sveriges Geol. Undersökning, **63**(2); 1—33, pls. 1—2
- Fåhræus, L. E., 1971. Lower Devonian conodonts from the Michelle and Prongs Creek Formation, Yukon Territory. J. Paleont., **45**(4); 665—683, pls. 77, 78, 4 Text-figs.
- Fordham, B. G., 1976. Geology and Lower—Middle Devonian Coal Conodont Biostratigraphy of the Nogoa Anticline, Spring-sure district, central Queensland. Proc. R. Soc. Qd., **87**; 63—76, 4 text-figs., 3 pls., 1 table
- Fordham, B. G., 1992. Chronometric calibration of mid-Ordovician to Tournaisian conodont zones; a compilation from recent graphic correlation and isotope studies. Geol. Mag., **129**(6); 709—721
- Jentzsch, I., 1962. Conodonten aus dem Tentaculitenknollenkalk (Unterdevon) in Thüringen. Geologie, **11**(8); 961—985, 4 pls.
- Jeppsson, L., 1988. Conodont biostratigraphy of the Silurian-Devonian boundary stratotype at Klouk, Czechoslovakia. Geologica et Palaeontologica, **22**; 21—31, 2 text-figs., 1 tab.
- Jeppsson, L., 1989. Latest Silurian Conodonts from Klouk, Czechoslovakia. Geologica et Palaeontologica, **23**; 21—37, 1 text-fig., 3 pls.
- Klapper, G., Barrick, J. E., 1983. Middle Devonian (Eifelian) Conodonts from the Spillville Formation in Northern Iowa and Southern Minnesota. J. Paleont., **57**(6); 1212—1243, text-figs. and pls. 1—12