

陕西宁强早志留世宁强组疑源类^{*}

李 军 王 悒

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

提 要 陕西宁强早志留世宁强组中产有丰富的疑源类化石, 其中大部分为西欧、北美同期地层中的常见分子。描述疑源类 11 属 21 种, 包括 2 新种: *Elektoriskos minutus* sp. nov. 和 *Palaeohystrichosphaeridium ningqiangense* sp. nov.。

关键词 疑源类 早志留世 宁强组 陕西

1 前 言

陕西宁强早志留世地层发育。宁强城郊玉石滩至小石咀子沟剖面(插图 1)的宁强组由一套巨厚的页岩和灰岩组成, 该组下部称杨坡湾段, 上部称神宣驿段(陈旭等, 1991)。杨坡湾段厚 1 232.4m, 为灰绿、黄绿色页岩夹少量灰岩瘤体、透镜层和海相红层。神宣驿段厚度大于 347m, 为灰岩夹海相红层。从杨坡湾段和神宣驿段底部采集的样品中(插图 2)获得丰

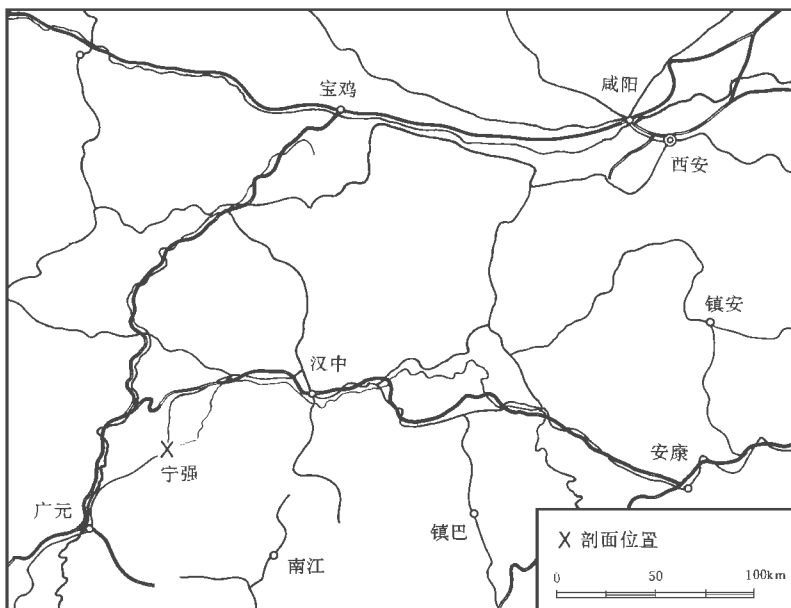


插图 1 化石产地图
Sketch map showing fossil locality

^{*} 国家自然科学基金(39500014)和中国科学院古生物与古人类学科基础研究特别支持费(940701)资助项目。

表 I 宁强组疑源类属种分布表
Occurrences of the species identified

种 名 (Species name)	标 本 号 (Sample number)					
	TT	TT	TT	TT	TT	TT
	155	160	166	218	263	264
<i>Baltisphaeridium brevispinosum callosum</i>						X
<i>Cymatiosphaera</i> cf. <i>brevicrista</i>					X	
<i>Elektoriskos pogonius</i>					X	
<i>E. minutus</i> sp. nov.		X			X	
<i>Filisphaeridium brevispinosum</i>	X					
<i>Gorgonisphaeridium</i> sp.					X	X
<i>Helosphaeridium clavispinulosum</i>	X					
<i>H.</i> sp.				X		
<i>Holothuriadeigma</i> sp. A	X					
<i>H.</i> sp. B	X					
<i>Leiosphaeridia laevigata</i>					X	
<i>Michystridium coronatum</i>					X	
<i>M. flandrianum</i>						X
<i>M. granocentricum</i>					X	
<i>M. leptoderma</i>						X
<i>M. pascheri</i>					X	X
<i>M. pentagonale</i>					X	X
<i>M. stellatum</i>					X	X
<i>M. vulgare</i>					X	
<i>Palaeohystrichosphaeridium ningqiangense</i> sp. nov.						X
<i>Tylotopalla caelamenicutis</i>	X	X				

富的疑源类化石。

2 地 层

宁强地区的志留系经众多学者多年研究,近年逐渐统一认识,认为宁强组时代属于早志留世(Llandovery)。陈旭等(1991)将宁强组细分为下部杨坡湾段与上部神宣驿段,根据神宣驿段下部产出的笔石 *Monograptus spiralis* 及 *Stomatograptus grandis* 等,划出 *spiralis-grandis* 笔石带,相当于 Telychian 末期的 *crenulata* 带。宁强组产牙形刺 *Ambalodus galerus*, *Pterospathodus celloni*, *P. pennatus* 等,归属牙形刺 *P. celloni* 带,与笔石 *griestoniensis* 带和 *spiralis-grandis* 带下部对比。宁强组产出腕足动物 *Salopinella minuta*-*Xinanospirifer flabellum* 组合,相当于 *griestoniensis* 带上部及 *spiralis-grandis* 带。广元宁强组三叶虫存在 *Coronocephalus* 组合带,包括 *Kailia*, *Parakailia*, *Chuanqianoproetus* 和 *Rongxiella* 等分子。大致相当于笔石 *griestoniensis* 带中部至 *spiralis-grandis* 带。宁强组还

组合 (Achab, 1976) 中的 *Cymatiosphaera*, *Leiosphaeridia*, *Micrhystridium stellatum* 和 *Palaeohystrichosphaeridium* 等亦见于宁强组。美国纽约 Llandovery 世早期 Medina 群疑源类 (Miller and Eames, 1982) 中与宁强组组合相同的有 *Cymatiopsphaera*, *Elektoriskos pogonius*, *Leiosphaeridia*, *Tylotopalla* 等。挪威奥斯陆地区 Llandovery - Wenlock 最早期地层中产有丰富疑源类化石 (Smelror, 1986)。其中有 5 个产于宁强组: *Elektoriskos pogonius*, *Helosphaeridium clavispinulosum*, *Micrhystridium stellatum*, *Tylotopalla caelamenicutis*, *Leiosphaeridia laevigata*。据 Eley 和 Legault (1988) 对加拿大安大略南部 Llandovery 世早期 Manitoulin 组疑源类及同一地区 Llandovery 世晚期 Fossil Hill 组疑源类 (Eley and Legault, 1992) 的描述, 宁强组与 Manitoulin 组相同的疑源类只有 *Micrhystridium stellatum* 一种, 相同的属有 *Tylotopalla*, *Leiosphaeridia*, *Cymatiosphaera* 等。而宁强组与 Fossil Hill 组相同的属种却有 *Elektoriskos*, *Cymatiosphaera*, *Filisphaeridium brevispinosum*, *Gorgonisphaeridium*, *Helosphaeridium clavispinulosum*, *Leiosphaeridia*, *Micrhystridium stellatum*, *Tylotopalla caelamenicutis* 等。

综上所述, 宁强组疑源类中产于北美、西欧 Llandovery 世地层中的常见分子有 *Elektoriskos*, *Helosphaeridium*, *Tylotopalla* 等, 故而可以得出与笔石、牙形刺等其它化石门类相一致的时代结论, 宁强组应为早志留世 Llandovery 期沉积。

4 属种描述

疑源类 Group Acritarcha Evitt, 1963

波罗的球藻属 Genus *Baltisphaeridium* (Eisenack, 1958) emend. Eisenack, 1969

模式种 *Baltisphaeridium longispinosum* (ex *filifera*) *longispinosum* Eisenack, 1959

短刺波罗的球藻美丽亚种(比较种) *Baltisphaeridium* cf. *brevispinosum callosum* (Downie et Sarjeant)

(图版Ⅲ, 图 17)

描述 膜壳轮廓圆形, 直径 $22\mu\text{m}$, 壳壁厚, 表面粗糙, 饰有众多突起, 周边可见 30 多个突起。这些突起呈圆锥状, 长约 $3-4\mu\text{m}$, 基部宽达 $2\mu\text{m}$, 向上渐收缩, 末端钝圆, 突起基部与壳腔不连通。未见开口。

比较 当前标本与产自德国泥盆纪 Givitian 的 *Baltisphaeridium brevispinosum callosum* 甚为相似, 但前者直径仅为后者的 $1/3$ 。

产地层位 陕西宁强宁强组杨坡湾段下部。

花边球藻属 Genus *Cymatiopsphaera* O. Wetzel ex Deflandre, 1954

模式种 *Cymatiopsphaera radiata* O. Wetzel, 1933

短脊花边球藻(比较种) *Cymatiopsphaera* cf. *brevicrista* Wicander

(图版Ⅲ, 图 16)

描述 膜壳轮廓近圆形, 直径约 $27\mu\text{m}$, 壳壁薄, 约 $0.5\mu\text{m}$, 表面粗糙, 被隆起的脊划分成小区, 每半球面上可见 12 个小区。脊宽约 $31.5\mu\text{m}$ 。开口为裂缝式。

比较 当前标本比美国俄亥俄州泥盆纪的 *Cymatiosphaera brevicrista* Wicander 个体小, 后者直径达 $70\mu\text{m}$ 。

产地层位 同上。

日射藻属 Genus *Elektoriskos* Loeblich, 1970

模式种 *Elektoriskos aurora* Loeblich, 1970

有须日射藻 *Elektoriskos pogonius* Loeblich

(图版 I, 图 1-3, 7, 11)

1970 *Elektoriskos pogonius* Loeblich, p. 719-719, Fig. 13A, B.

描述 膜壳近圆形, 直径 $19-27\mu\text{m}$, 壳壁 $<1\mu\text{m}$, 表面粗糙呈颗粒状。周边饰有众多长而纤细的突起, 这些突起实心, 不与壳腔连通, 末端尖锐, 长 $7-12\mu\text{m}$, 数目可达 50 余个。可见裂缝式开口。

产地层位 同上。

微小日射藻(新种) *Elektoriskos minutus* sp. nov.

(图版 I, 图 4-6, 8-10, 12)

词源 *minutus*, 小的, 细微的。种名据标本特征而定。

特征 膜壳近圆形, 个体较小($20\mu\text{m}$ 左右), 具纤细实心突起, 突起基部与壳腔不连通, 末端不分叉。

描述 (据 14 个标本)膜壳圆形, 直径 $18-24\mu\text{m}$, 单层壁, 壁厚约 $0.5\mu\text{m}$, 表面光滑具微小颗粒。周边饰有众多突起, 突起纤细实心, 基部与壳腔不连通, 简单不分叉, 末端尖锐, 长 $6-8\mu\text{m}$, 数目 $18-38$, 未见开口。

讨论 Loeblich (1970)描述美国 Maplewood 页岩的疑源类时发现这个独特类型, 因其只有一个标本而定为未定种。当前标本数量众多, 特征明显, 故定新种。本新种与 *Elektoriskos* 其它种区别在于个体较小且突起较短较少。

产地层位 陕西宁强城郊玉石滩至小石咀子沟剖面宁强组杨坡湾段下部。

线球藻属 Genus *Filisphaeridium* Staplin et al., 1965

模式种 *Filisphaeridium setasessitante* (Jansonius, 1962) Staplin et al., 1965

短刺线球藻 *Filisphaeridium brevispinosum* Lister

(图版 IV, 图 14)

1970 *Filisphaeridium brevispinosum* Lister, p. 72-73, pl. 7, fig. 8.

描述 膜壳近圆形, 直径 $28-36\mu\text{m}$, 单层壁, 壁厚 $<1\mu\text{m}$, 壁表面具众多实心短刺状突起, 突起末端尖锐, 长 $1-1.5\mu\text{m}$, 突起的长度与密度较均一。开口为裂缝式。

产地层位 陕西安强宁强组神宣驿段底部。

棘突球藻属 Genus *Gorgonisphaeridium* Staplin et al., 1965**模式种** *Gorgonisphaeridium winslowii* Staplin et al., 1965**棘突球藻(未定种) *Gorgonisphaeridium* sp.**

(图版 I, 图 13, 14)

描述 膜壳近圆形, 直径 $22-31\mu\text{m}$, 单层壁, 壁表面光滑, 具有分布均匀的突起。突起实心, 简单不分叉, 末端尖锐, 长 $4-8\mu\text{m}$ 。开口为裂缝式。**产地层位** 陕西宁强宁强组杨坡湾段下部**钉球藻属 Genus *Helosphaeridium* Lister, 1970****模式种** *Helosphaeridium clavispinulosum* Lister, 1970**棒刺钉球藻 *Helosphaeridium clavispinulosum* Lister**

(图版 II, 图 17)

1970 *Helosphaeridium clavispinulosum* Lister, p. 76, p1. 8, figs. 8, 12, 16, text-figs. 18g, 27b.**描述** 膜壳椭圆形, 直径 $23-31\mu\text{m}$, 单层壁, 壁厚 $<0.5\mu\text{m}$, 表面均匀分布众多短刺状突起。突起实心, 末端呈头状, 长 $1-2\mu\text{m}$, 突起间距 $1.5-2\mu\text{m}$ 。具裂缝式开口。**产地层位** 陕西宁强宁强组神宣驿段底部。**钉球藻(未定种) *Helosphaeridium* sp.**

(图版 II, 图 18)

描述 膜壳近圆形, 直径 $32-39\mu\text{m}$, 单层壁, 壁表面饰有众多短突起。突起中空, 基部与壳腔连通, 向上变细, 但在末端处膨大, 呈头状。突起长 $1.6-2\mu\text{m}$, 突起之间间距为 $3\mu\text{m}$ 左右。具裂缝式开口。**讨论** 当前标本与 *Helosphaeridium* 其它种的区别在于前者突起较为稀少, 并且突起中空。**产地层位** 同上。**海参藻属 Genus *Holothuriadeigma* Loeblich, 1970****模式种** *Holothuriadeigma heterakainum* Loeblich, 1970**海参藻(未定种 A) *Holothuriadeigma* sp. A.**

(图版 I, 图 16)

描述 膜壳呈豆状轮廓, 长 $59\mu\text{m}$, 宽 $39\mu\text{m}$, 壁表面密布短刺状突起, 突起空心, 基部与壳腔连通, 简单不分叉, 末端尖锐。突起长 $3-5\mu\text{m}$, 基部宽 $1-15\mu\text{m}$ 。未见开口。**比较** Loeblich (1970) 建立 *Holothuriadeigma* 属时只描述了一个种, 即该属模式种 *H. heterakainum*, 它的一个显著特征是突起纵向排列成行。当前描述标本未见此特征。**产地层位** 同上。

海参藻 (未定种 B) *Holothuriadeigma* sp. B

(图版 II, 图 16)

描述 膜壳豆状, 长 $35\mu\text{m}$, 宽 $26\mu\text{m}$, 壁表面饰有短刺状突起, 突起中空, 呈圆锥状, 基部宽大, 与壳腔连通, 向末端迅速变尖。突起长 $3-5\mu\text{m}$, 基部宽 $3\mu\text{m}$ 。未见开口。

比较 当前标本突起不呈纵行排列, 与 *H. sp. A* 的区别在于个体较小, 突起呈明显的圆锥状。

产地层位 同上。

光面球藻属 Genus *Leiosphaeridia* Eisenack, emend. Downie et Sarjeant, 1963

模式种 *Leiosphaeridia boltica* Eisenack, 1958

光滑光面球藻 *Leiosphaeridia laevigata* Stockmans et Willière

(图版 I, 图 15)

1963 *Leiosphaeridia laevigata* Stockmans et Willière, p. 473, 474, p1. 3, fig. 28.

描述 膜壳近圆形, 直径 $47\mu\text{m}$, 单层壁, 壁厚约 $1\mu\text{m}$, 壳壁表面光滑, 具有一些不规则褶皱。具有圆形开口, 开口直径达 $41\mu\text{m}$ 。

产地层位 陕西宁强宁强组杨坡湾段下部。

微刺藻属 Genus *Micrhystridium* (Downie et Sarjeant), 1963

模式种 *Micrhystridium inconspicuum* Deflandre, 1973, as *Hystichosphaera inconspicua* Diflandre, 1935

王冠微刺藻 *Micrhystridium coronatum* Stockmans et Willière

(图版 III, 图 1, 2)

1963 *Micrhystridium coronatum* Stockmas et Willière, p. 467, p1. 2, fig. 9; text-fig. 28.

描述 膜壳多角状, 直径 $17-21\mu\text{m}$, 单层壁, 壁厚 $<0.5\mu\text{m}$, 壁表面光滑。从每个角上延伸出一个突起, 突起中空, 基部与壳腔连通, 末端尖锐。突起长 $8-11\mu\text{m}$, 基部宽 $1-1.5\mu\text{m}$, 突起数目 $12-14$ 。未见开口。

产地层位 同上。

弗兰德微刺藻 *Micrhystridium flandrianum* Stockmans et Willière

(图版 III, 图 3-6)

1963 *Micrhystridium flandrianum* Stockmans et Willière, p. 464, p1. 2, fig. 12; text-fig. 22.

描述 膜壳近圆形到多角形, 直径 $14-21\mu\text{m}$, 单层壁, 壁厚 $0.5\mu\text{m}$, 壁表面具颗粒状, 饰有长刺而弯曲的突起。突起中空, 基部与壳腔连通, 简单不分叉, 末端尖锐。突起长 $12-17\mu\text{m}$, 基部宽 $2\mu\text{m}$, 突起数 $8-10\mu\text{m}$ 。未见开口。

产地层位 同上。

粒圆微刺藻 *Micrhystridium granocentricum* Cramer et Diez

(图版Ⅲ,图 7,8)

1972 *Micrhystridium granocentricum* Cramer et Diez, p. 167–168, p1. 36, figs. 67, 68.

描述 膜壳近圆形,直径 13–16 μm ,单层壁,壁厚 $<0.5\mu\text{m}$,壁表面具颗粒状装饰及众多长刺状突起。突起中空,基部与壳腔不连通,末端尖锐不分叉。突起长 9–12 μm ,基部宽 2 μm ,突起数目 18–24。未见开口。

产地层位 同上。

薄皮微刺藻 *Micrhystridium leptoderma* (Wicander, 1974) Eisenack et al.

(图版Ⅲ,图 9)

1974 *Ecmelostoiba leptoderma* Wicander, p. 21, p1. 8, fig. 12.

1979 *Micrhystridium leptoderma* (Wicander), Eisenack et al., p. 455.

描述 膜壳轮廓近矩形,边长 15–17 μm ,单层壁,壁厚 $<0.5\mu\text{m}$,壁表面光滑,每个角上延伸出一长突起,基部宽,与壳腔连通,向末端变尖。突起长度 18–21 μm ,突起数目 6 个。未见开口。

产地层位 同上。

帕舍尔微刺藻 *Micrhystridium parscheri* Stockmans et Willièrè

(图版Ⅱ,图 1–10, 13)

1962 *Micrhystridium parscheri* Stockmans et Willièrè, p. 64, p1. 2, fig. 13; text-fig. 24.

描述 膜壳近圆形,直径 13–22 μm ,单层壁,壁厚约 0.5 μm ,壁表面光滑,饰有许多长突起。突起中空,基部与壳腔连通,末端不分叉,尖锐。突起长 9–16 μm ,基部宽 1–1.5 μm ,突起数目 8–12。未见开口。

产地层位 同上。

五角微刺藻 *Micrhystridium pentagonale* Stockmans et Willièrè

(图版Ⅲ,图 10–15)

1963 *Micrhystridium pentagonale* Stockmans et Willièrè, p. 470–471, p1. 3, fig. 8; text-fig. 32.

描述 膜壳近五角形,直径 14–19 μm ,单层壁,壁厚约 0.5 μm ,壁表面粗糙,每个角上延伸出较粗壮的长突起。突起中空,基部与壳腔连通,末端尖锐。不分叉。突起长 8–14 μm ,基部宽 1.5–2 μm ,突起数目 6–8。未见开口。

产地层位 同上。

星状微刺藻 *Micrhystridium stellatum* Deflandre

(图版Ⅱ,图 11, 12)

1945 *Micrhystridium stellatum* Deflandre, p. 65, p1. 3, figs. 16–19.

描述 膜壳近圆形,直径 11–16 μm ,单层壁,壁厚度 $<0.5\mu\text{m}$,壁表面饰有长突起。突起中空,基部与壳腔连通,末端尖锐,不分叉。突起长 8–10 μm ,基部宽约 1 μm ,突起数目 8–12 个。未见开口。

产地层位 同上。

普通微刺藻 *Micrhystridium vulgare* Stockmann et Willière

(图版 II, 图 14, 15)

1962 *Micrhystridium vulgare* Stockmans et Willière, p. 63—64, pl. 2, figs. 12, 14, 15; text-fig. 23.

描述 膜壳多角状, 直径 16—22 μm , 单层壁, 壁厚度 $<1\mu\text{m}$, 壁表面光滑。每个角延伸长突起。突起中空, 基部与壳腔连通, 末端尖锐不分叉。突起长 9—13 μm , 基部宽约 1 μm , 突起数目 10—12 个。未见开口。

产地层位 同上。

古刺球藻属 Genus *Palaeohystrichosphaeridium* Eiserhardt, 1986

模式种 *Palaeohystrichosphaeridium wimani* (Eiserhardt), 1986

宁强古刺球藻(新种) *Palaeohystrichosphaeridium ningqiangense* sp. nov.

(图版 IV, 图 1—13)

词源 种名根据模式标本产地命名。

特征 膜壳圆形, 双层壁; 具中空管状突起, 突起基部与壳腔不连通, 末端开口。

描述 (据 22 个标本)膜壳圆形到近圆形, 直径 14—22 μm , 双层壁, 外壁粗糙, 并饰有均匀分布圆筒状突起, 突起中空, 基部与壳腔不连通, 末端开口, 突起长 6—10 μm , 宽 1—1.5 μm , 突起数目 14—16。

表 II 新种与 *Palaeohystrichosphaeridium* 其它种比较

Camparison of the new species to other species of *Palaeohystrichosphaeridium*

种 名 (Species name)	膜壳直径 (Vecicle diameter)	突起长度 (Process length)	突起数目 (Process number)
<i>Palaeohystrichosphaeridium wimani</i>	47—60 μm	11.5—21 μm	22—30
<i>P. williereae williereae</i>	10—18 μm	10—18 μm	5—11
<i>P. williereae dameryense</i>	15—20 μm	20—30 μm	8—12
<i>P. ningqiangense</i> sp. nov.	15—22 μm	7—21 μm	14—16

讨论 Loeblich (1970)根据英国 Shropshire 地区 Wenlock 阶和 Ludlow 阶的材料建立的 *Dilatisphaera* 属, *D. laevigata* Lister 为其模式种, 主要特征是膜壳双层壁, 突起末端开口, 有顶孔及板式。同时他将产于比利时志留系 Llandovery 阶的 *Hystrichosphaeridium williereae* Martin 改为 *Dilatisphaera williereae*。其后被归于此属的还有产自英国 Llandovery 阶的 *D. dameryensis* Dorning。Eiserhardt (1986)根据 Gotland 晚奥陶世的材料建立 *Palaeohystrichosphaeridium* 属时, 指定 *P. wimani* 为其模式种, 并修订 *Hystrichosphaeridium williereae* Martin 为 *P. williereae williereae*, *Dilatisphaera dameryensis* Dorning 为 *P. williereae dameryensis*。Eiserhardt (1986)认为 *Dilatisphaera* 因具有顶孔及板式呈沟鞭藻特征, 是早期带刺沟鞭藻; 而 *Palaeohystrichosphaeridium* 尽管具双层壁, 管状、末端开口的突起, 因不具顶孔及板式, 仍归于疑源类。当前描述的标本因没有顶孔及板式, 故归于 *Palaeohystrichosphaeridium*。模式种 *P. wimani* 的直径较大 (47—60 μm), 突起数较多

(22—30个),而 *P. ningqiangense* 直径为 15—22 μm ,突起 14—16 μm 个,与 *P. wimani* 有显著差异。与 *P. willierae willierae* 及 *P. willierae dameryensis* 的差别在于本新种突起较短,突起数较多(表 II)。

产地层位 陕西宁强城郊玉石滩至小石咀子沟剖面宁强组杨坡湾段下部。

瘤球藻属 Genus *Tylotopalla* Loeblich, 1970

模式种 *Tylotopalla digitifera* Loeblich, 1970

雕皮瘤球藻 *Tylotopalla caelamenicutis* Loeblich

(图版 IV, 图 15—17)

1970 *Tylotopalla caelamenicutis* Loeblich, p. 738, fig. 33A—C.

描述 膜壳圆形或近圆形,直径 19—22 μm ,单层壁,壁厚 <1 μm ,壁表面呈颗粒状纹饰,具众多圆锥状短突起,突起中空,基部与壳腔连通,末端呈槽口状。突起长 2—4 μm ,基部宽 2—3 μm 。未见开口。

产地层位 陕西宁强宁强组神宣驿段底部及杨坡湾段顶部

参 考 文 献

- 方晓思, 1989: 四川綦江观音桥志留纪微体古植物。微体古生物学报, **6**(3): 301—310。
- 方晓思、何圣策, 1988: 浙西唐家坞组的微古植物及其时代。地质论评, **34**(4): 327—333。
- 尹磊明、袁效奇、张吉森、傅智雁, 1993: 鄂尔多斯盆地西南缘东庄页岩的疑源类化石组合及其地质时代。Palaeoworld, **2**: 175—183。南京大学出版社, 南京。
- 邢裕盛、刘桂芝, 1985: 长江西陵峡区奥陶—志留纪微古植物群。第一届全国化石藻类学术会议论文选集, 145—154 页。地质出版社, 北京。
- 陈 旭、戎嘉余等, 1991: 川陕边境广元宁强间的志留系。地层学杂志, **15**(3): 1—25。
- Achab, A., 1976: Les acritarches de la Formation d'Awantjish (Llandoveryien supérieur) du sondage Val Brillant, Vallée de Matapédia, Québec. Canadian Journal of Earth Sciences, **13**: 1310—1318.
- Cramer, F. H. and Diez, M. d. C. R., 1972: North American Silurian palynofacies and their spatial arrangement: Acritarchs. Palaeontographica, Abt. B, **138**: 107—180.
- Deflandre, G., 1945: Microfossiles des calcaires siluriens de la Montagne Noire. Annales de Paleontologie, **31**: 39—75.
- Downie, C. and Sarjeant, W. H. S., 1963: On the interpretation and status of some hystrichosphere genera. Palaeontology, **6**: 83—96.
- Eisenack, A., Cramer, F. H. and Diez, M. d. C. R., 1979: Katalog der fossililen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien, Band VI, Teil 13, 533p.
- Eiserhardt, K. H., 1986: Palaeohystrichosphaeridium wimani (Eisenack 1968) n. g. — ein ordovizischer Dinoflagellat? Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, (3): 175—191.
- Eley, B. E. and Legault, J. A., 1988: Palynomorphs from the Manitoulin Formation (Early Llandovery) of southern Ontario. Palynology, **12**: 49—63.
- Eley, B. E. and Legault, J. A., 1992: Acritarchs from the Hill Formation (Silurian) of southern Ontario, Canada. Palynology, **16**: 73—92.
- Fensome, R. A., Williams, G. L., Barss, M. S., Freeman, J. M. and Hill, M. J., 1990: Acritarchs and fossil prasinophytes: an index to genera, species and infraspecific taxa. AASP Contr. Ser., **25**: 1—771.

- Hill, P. J., 1974: Stratigraphic palynology of acritarchs from the type area of the Llandovery and the Welsh Borderland. *Rev. Palaeob. Palyn.*, **18**, 11—23.
- Lister, T. R., 1970: The acritarchs and chitinozoa from the Wenlock and Ludlow Series of the Ludlow and Millichope areas of Shropshire. Part I. *Palaeontographical Society Monograph*, **124**, 1—100.
- Loeblich, A. R. Jr., 1970: Morphology, ultrastructure and distribution of Paleozoic acritarchs. *North American Paleontological Convention, Chicago, Proceedings, G*, 705—788.
- Martin, F., 1966: Les acritarches du sondage de la brasserie de Lust a Kortrijk (Courtrai) (Silurien belge). *Bull. soc. Belg. Geol. Paleont. Hydrol.*, **74**, 423—444.
- Mortin, F., 1968: Les acritarches de l'Ordovicien et du Silurien belges. *Mem. Inst. R. Sc. Nat. Belgique.*, **160**, 1—175.
- Miller, M. A. and Eames, L. E., 1982: Palynomorphs from the Silurian Medina Group (Lower Llandovery) of the Niagara Gorge, Lewiston, New York, U. S. A. *Palynology*, **11**, 97—105.
- Sannemann, D., 1955: Hystrichosphaerideen aus dem Gotlandium und Unter Deven eds Frandenwaldes und ihr Feinbau. *Senckenbergiana leth.*, **36**, 321—346.
- Smelror, M., 1987: Early Silurian acritarchs and prasinophycean algae from the Ringerike District. Oslo Region (Norway). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **52**, 137—159.
- Stockmans, F. L. and Willièvre, Y., 1962: Hystrichospheres du Devonien belge (Sondage de l'Asile d'aliènes a Tournai). *Bull. Soc. belge geol. paleontol. d'hydrol.*, **71**, 41—77.
- Stockmans, F. and Willièvre, Y., 1963: Les Hystrichospheres ou mieux les Acritarches du Silurien belge. Sondage de La Brasserie Lust a Coutrai (Kortrijk). *Bull. Soc. Belge Geol.*, **71**, 450—481.
- Stockmens, F. and Willièvre, Y., 1966: Les Acritarches du Dinantien du sondage de l'asile d'aliènes a Tournai (Belgique). *Bull. Soc. belge Geol.*, **74**, 462—477.
- Wicander, E. R., 1974: Upper Devonian—Lower Mississippian acritarchs and prasinophycean algae from Ohio, U. S. A. *Palaeontographica Abt. B*, **148**, 9—43.

[1996 年 6 月 4 日收到]

ACRITARCHS FROM THE EARLY SILURIAN NINGQIANG FORMATION (LATER LLANDOVERY) OF NINGQIANG, SHAANXI, CHINA

Li Jun and Wang Yi

(*Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Nanjing 210008*)

Key words: acritarchs, Early Silurian, Ningqiang Formation, Shaanxi

Summary

This paper presents the results of the study of the acritarchs recovered from the Ningqiang Formation of Ningqiang, southern Shaanxi (Text-figure 1). The Nangqiang Formation has been divided into two members. The lower part Yangpowan Member, consists of shales with a few carbonate rocks and marine red beds, corresponding to the upper part of *griestoniensis* Zone.

The upper part Shenxunyi Member, consists of carbonate rocks with bioherms, biostromes and marine red beds, corresponding to the *spiralis-grandis* Zone, the latest Zone of Telychian. Faunas of graptolites, conodonts and trilobites suggest that the age of the Ningqiang Formation is Later Telychian (Chen Xu *et al.*, 1991). Samples have been collected from the Ningqiang Formation for palynological study, with 4 of them from Yangpowan Member and 2 from the Shenxunyi Member (Text figure 2). All samples yield well-preserved acritarchs, with 21 species belonging to 11 genera, including 2 new species (Table 1).

Within the Yangtze Platform, two Lower Silurian acritarch assemblages have been reported. The assemblages from the Lungmachi Formation and Lojoping Formation of Yangtze Gorges (Xing and Liu, 1985) have sphaeromorphs, netromorphs, and a few acanthomorphs. None of the species occurs in the Ningqiang Formation. The Lower Silurian assemblage from Qijiang, Sichuan has six taxa in common with the present assemblage: *Leiosphaeridia laevigata*, *Tylotopalla caelamenticutis*, *Micrhystridium coronatum*, *M. stellatum*, *M. pentagonale*, *M. pascheri* (Fang, 1989).

The Tangjiawu Formation of Zhejiang yields *Leiofusa*, *Laiosphaeridia*, *Dactylofusa cabottii* and the age of the Tangjiawu Formation was supposed to be Middle Silurian (Fang and He, 1988). Acritarch assemblage from the Dongzhuang Formation of central Shaanxi was illustrated and the Later Llandovery to Early Wenlock age was proposed for the Dongzhuang Shale (Yin *et al.*, 1993). *Micrhystridium stellatum* is the only taxon occurring both in the Dongzhuang Formation and in the Ningqiang Formation.

Most of the known species of the present assemblage are common taxa from the Early Silurian of West Europe and North America. *Elektoriskos pogonius*, *Tylotopalla caelamenticutis*, *Holothuriadeigma* were named from the Maplewood Shale and the Neahga Shale of New York (Loeblich, 1970), and *Filisphaeridium brevispinosum*, *Helosphaeridium clavispinulosum* from the Early to Middle Silurian of England (Lister, 1970). Most species of *Micrhystridium* from the Ningqiang Formation were first described from the Llandovery of Belgium (Stockmans and Williere, 1963).

With the common occurrence of characteristic taxa like *Elektoriskos pogonius*, *Holosphaeridium clavispinulosum*, *Micrhystridium stellatum* and *Tylotopalla caelamenticutis*, the Ningqiang Formation assemblage is correlative with the coeval assemblages from the Llandovery of Wales (Hill, 1974), the Medina Group of New York (Miller and Eames, 1982), the Llandovery of Oslo Region (Smelror, 1986) and the Fossil Hill Formation of southern Ontario (Eley and Legault, 1992).

From the palynological data, the Ningqiang Formation is thus confirmed to be Later Llandovery in age which coincides with the conclusion drawn from the study of other fossil groups such as graptolites, conodonts and trilobites.

Genus *Elektoriskos* Loeblich, 1970

Type species: *Elektorikos aurora* Loeblich, 1970

Elektoriskos minutus sp. nov.

(Pl. I, figs. 4–6, 8–10, 12)

1970 *Elektoriskos* sp., Loeblich, p. 719, Fig. 13c.

Etymology: The species name *minutus* is derived from the Latin *minutus*, very small.

Diagnosis: Vesicle circular, small-sized (ca. $20\mu\text{m}$); processes slender, solid, not communicating with vesicle cavity, distally simple.

Description: Vesicle circular in outline, single walled. vesicle wall psilate or granulate, $0.5\mu\text{m}$ thick with numerous processes. Processes slender, solid, not communicating with vesicle cavity, distally simple and tapering. No excystment structure observed.

Dimensions (14 specimens measured); Diameter of vesicle $18\text{--}24\mu\text{m}$, length of process $6\text{--}8\mu\text{m}$, process number $18\text{--}38$.

Remarks: Loeblich (1970) described this distinctive form from the Maplewood Shale of New York; he only recovered a single specimen. *Elektoriskos minutus* differs from other species of *Elektoriskos* in having smaller vesicle with shorter and fewer processes.

Locality and Horizon: Yushitan-Xiaoshizuizigou Section of Ningqiang County, Shaanxi Province, China; the Yangpowan Member of the Ningqiang Formation.

Genus *Palaeohystrichosphaeridium* Eiserhardt, 1986

Type species: *Palaeohystrichosphaeridium wimani* (Eisenack, 1968) Eiserhardt, 1986

Palaeohystrichosphaeridium ningqiangense sp. nov.

(Pl. IV, figs. 1–13)

Etymology: The specific name is from the locality of holotype.

Diagnosis: Vesicle circular, double walled, with hollow and tubiform processes; processes separated from the vesicle cavity and distally open.

Description: Vesicle circular to subcircular in outline, double walled; surface of the outer wall granulate and decorated with evenly distributed tubiform processes, processes hollow, proximally closed to the vesicle cavity and distally open.

Dimensions (22 specimens measured); Diameter of vesicle $14\text{--}22\mu\text{m}$, length of process $6\text{--}10\mu\text{m}$, breadth of process $1\text{--}1.5\mu\text{m}$, process number $14\text{--}16$.

Remarks: From Wenlock and Ludlow of Shropshire Lister (1970) erected the genus *Dilatisphaera* which has double-walled vesicle, distally open processes, apical excystment aperture and obvious suture. He assigned *D. lavigata* Lister 1970 as type species and transferred *Hystrichosphaeridium williereae* Martin 1966 to *Dilatisphaera williereae*. Later another species is attributed to the genus *Dilatisphaera dameryensis* Dorning 1981 which is from the Llandovery of England.

Eiserhardt (1986), however, based on new material from uppermost Ordovician of Gotland, erected the genus *Palaeohystrichosphaeridium* and took *D. williereae* (Martin) Lister 1970 and *D. dameryensis* Dorning 1981 combinations as *Palaeohystrichosphaeridium williereae williereae* and *Palaeohystrichosphaeridium williereae dameryensis*. He considered *Dilatisphaera lavigata* Lister as probably the direct precursor of the hystrichosphaerid dinocysts for having archeopyl and some indication of paratabulation and *Palaeohystrichosphaeridium*; otherwise, it should be considered as an acritarch with protodinoflagellate for having double-walled vesicle, tubiform and distally open processes but lacking archeopyl and paratabulation. Since no archeopyl and paratabulation are seen the present form is attributed to *Palaeohystrichosphaeridium*.

Comparison: *P. ningqiangense* differs from other species of *Palaeohystrichosphaeridium* in the vesicle size and the length and number of processes (Table II).

Locality and Horizon: Yushitan-Xiaoshizuiqu section of Ningqiang County, Shaanxi Province, China; the Yangpowan Member of the Ningqiang Formation.

图 版 说 明

所有图影未加修饰, 均放大 1 000 倍。全部标本保存于中国科学院南京地质古生物研究所。化石产于陕西宁强志留系宁强组。

图 版 I

- 1—3, 7, 11. *Elektoriskos pogonius* Loeblich
1. 标本号: TT264-3, M28。2. 标本号: TT263-3, M46/2。3. 标本号: TT263-3, M46/30。7. 标本号: TT263-2, S43/2。11. 标本号: TT263-2, G28。
- 4—6, 8—10, 12. *Elektoriskos minutus* sp. nov.
4. 标本号: TT160-3, Y41/2。5. 标本号: TT263-1, N43。6. 标本号: TT160-1, Q32。8. 标本号: TT160-3, K39。9. 标本号: TT160-3, F20。10. Holotype, 标本号: TT263-1, E41。12. 标本号: TT263-3, G27/1。
- 13, 14. *Gorgonisphaeridium* sp.
13. 标本号: TT263-3, N34/3。14. 标本号: TT264-3, T43。
- 15. *Leiosphaeridia laevigata* Stockmans et Williere
标本号: TT263-3, R28/1。
- 16. *Holothuriadeigma* sp. A.
标本号: TT218-2, V52。

图 版 II

- 1—10, 13. *Micrhystridium parscheri* Stockmans et Willière
1. 标本号: TT263-3, N46/2。2. 标本号: TT263-1, P47/1。3. TT263-1, H48。4. 标本号: TT263-2, F42/4。5. 标本号: TT263-1, Q52/1。6. 标本号: TT263-3, H30。7. 标本号: TT263-3, N46/2。8. 标本号: TT263-1, B45。9. 标本号: TT263-1, N39/3。10. 标本号: TT263-2, Q37。13. 标本号: TT63-1, H502。
- 11, 12. *Micrhystridium stellatum* Deflandre
11. 标本号: TT263-1, Z46/2。12. 标本号: TT263-1, B43/1。
- 14, 15. *Micrhystridium vulgare* Stockmans et Willière
14. 标本号: TT263-3, Z26。15. 标本号: TT263-2, L26/1。

- 16. *Holothuriadeigma* sp. B
标本号: TT166-2, H37/2。
- 17. *Helosphaeridium clavispinosum* Lister
标本号: TT155-2, Q33/2。
- 18. *Helosphaeridium* sp.
标本号: TT155-3, J27。

图 版 III

- 1, 2. *Micrhystridium coronatum* Stockmans et Willière
1. 标本号: TT263-3, M33/1。 2. 标本号: TT263-1, K46/1。
- 3—6. *Micrhystridium flandrianum* Stockmans et Willière
3. 标本号: TT264-2, F26/4。 4. 标本号: TT264-1, F28。 5. 标本号: TT264-3, M48/2。 6. 标本号: TT264-2, T38。
- 7, 8. *Micrhystridium granocentricum* Cramer et Diez
7. 标本号: TT263-2, P27/1。 8. 标本号: TT263-2, L43/4。
- 9. *Micrhystridium leptodermum* (Wicander) Eisenack *et al.*
标本号: TT264-3, J29/4。
- 10—15. *Micrhystridium pentagonale* Stockmans et Willière
10. 标本号: TT263-1, R44/1。 11. 标本号: TT263-3, J32/3。 12. 标本号: TT264-1, F23/2。 13. 标本号: TT263-2, F42。 14. 标本号: TT263-3, D35/44。 15. 标本号: TT263-1, P51。
- 16. *Cymatiosphaera* cf. *brevicrista* Wicander
标本号: TT263-1, A45/4。
- 17. *Baltisphaeridium* cf. *brevispinosum callosum* (Downie et Sarjeant)
标本号: TT264-2, V37/1。

图 版 IV

- 1—13. *Pal ohystrichosphaeridium ningqiangense* sp. nov.
1. 标本号: TT264-3, M28。 2. Holotype, 标本号: TT264-3, M45。 3. 标本号: TT264-2, L45。 5. 标本号: TT264-3, T31/1。 6. 标本号: TT264-1, D28。 7. 标本号: TT264-2, R45/3。 8. 标本号: TT264-1, L31/2。 9. 标本号: TT264-1, S22。 10. 标本号: TT264-3, M33/4。 11. 标本号: TT264-1, X42/2。 12. 标本号: TT264-1, W3。 13. 标本号: TT264-1, D28。
- 14. *Filisphaeridium brevispinosum* Lister
标本号: TT155-3, R27/2。
- 15—17. *Tylotopalla caelamenicutis* Loeblich
15. 标本号: TT160-3, E42/3。 16. 标本号: TT160-3, D39。 17. 标本号: TT160-3, F29/4。