



湘中地区晚特马道克期匿笔石属 (*Adelograptus*) 的研究

李明, 冯洪真, 季鑫鑫, 李丽霞

南京大学地球科学系, 南京, 210093

内容提要:湖南省益阳市南坝地区的上特马道克阶笔石地层保存较完整, 特别是匿笔石属(*Adelograptus*)化石材料非常丰富。参照国内外*Adelograptus*的研究资料, 并对研究区该属的始端发育形式研究发现,*Adelograptus*中一部分分类群第二个胞管所在一侧的胎管壁底部几乎全部被掩盖, 第一个胞管与第二个胞管夹角较小; 另一部分分类群第二个胞管所在一侧的胎管壁底部有较长部分未被掩盖, 第一个胞管与第二个胞管夹角较大。因此, 笔者等以上述*Adelograptus*的始端发育特征为分类依据, 将湖南益阳地区的*Adelograptus*划分为两个种, 即:*A. tenellus* Linnarsson, 1871和*A. altus* Williams, 1991。

关键词:分类;*Adelograptus*; 晚特马道克期; 湘中

匿笔石属(*Adelograptus*)产于下奥陶统上特马道克阶最底部, 依据该属的模式种*Adelograptus tenellus* Linnarsson, 1871的首现层位, 可将特马道克阶上下两分(Cooper et al., 1998, 2001; Finney, 2002), 因此,*Adelograptus*的分类学研究在笔石地层划分及国际同期地层的对比中具有重要意义。*Adelograptus*是一类笔石体下垂到水平伸展, 笔石枝纤细且不规则正分的两射型反称笔石。该属曾隶属于苔藓笔石属(*Bryograptus* Lapworth, 1880)。由于*Bryograptus*既包括具有两个原始枝的类群, 又包括具有三个原始枝的类群, 1941年, Bulman将具有两个原始枝的笔石类群独立出来, 建立了以*Adelograptus hunnebergensis* Moberg, 1892为模式种的属*Adelograptus*。当时, Bulman共转移了11个种, 其中在地层中出现较晚(阿伦尼格阶 Arenigian)的类群不具有副胞管。1987年, Maletz和Erdtmann提出,*Adelograptus*是典型的具有胎管副胞管和胞管副胞管的反称笔石, 因此, 排除了该属中不具有副胞管的笔石类群。此外, Maletz和Erdtmann(1987)认为, 曾归入枝笔石属(*Clonograptus*)的*Clonograptus tenellus* Linnarsson, 1871及其变种具有副胞管, 应该被转移到*Adelograptus*并全部归入*A. tenellus*中, 而*A. hunnebergensis*则是*A. tenellus*的异名, 因此, 该属模式种由*A. tenellus*替代。20世纪90年代初, 随着国际

奥陶系分会开始解决系内统间和阶间的 GSSPs, 在地层划分中具有重要意义的*Adelograptus*的分类学研究也取得了很大的进展。*Adelograptus*中胞管掩盖非常少且笔石枝更纤细, 笔石枝粗壮且分支较规则, 以及胎管底部孤立且笔石枝上攀生长的三个类群被分别独立成属, 即:*Paradelograptus* Erdtmann, 1987; *Aorograptus* Williams et Stevens, 1991 以及 *Ancoragraptus* Jackson et Lenz, 2003。

我国华南地区是特马道克阶研究的经典地区, 但由于受到化石材料的限制, 该地区上特马道克阶的笔石地层学研究几乎处于空白, 无法与国际同期笔石地层进行对比。根据前人的研究资料(方一亭等, 1991), 笔者等在湖南中部(湖南省益阳市南坝地区)发现了较为完整的上特马道克阶笔石地层, 该剖面的下部8个层位产出大量立体保存的*Adelograptus*(图1), 其中5个层位(YYN1, YYN2, YYN4.5, YYN5, YYN6)的*Adelograptus*个体保存完整, 为该属的研究提供了丰富的化石材料。由于化石保存状态较好, 笔者等对该属的始端进行了研究, 认为根据第一个胞管和第二个胞管相对胎管的分支位置, 即胎管底部的孤立程度不同, 可将益阳地区的*Adelograptus*划分为两个种, 即:*A. tenellus* Linnarsson, 1871和*A. altus* Williams, 1991。

反称笔石科 *Anisograptidae* Bulman, 1950

注: 本文为国家自然科学基金资助项目(编号 40472014)的成果。

收稿日期: 2006-04-10; 改回日期: 2006-08-16; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 李明, 女, 1978年生。现为南京大学地球科学系在读博士生。Email: ycx-lm@263.net。

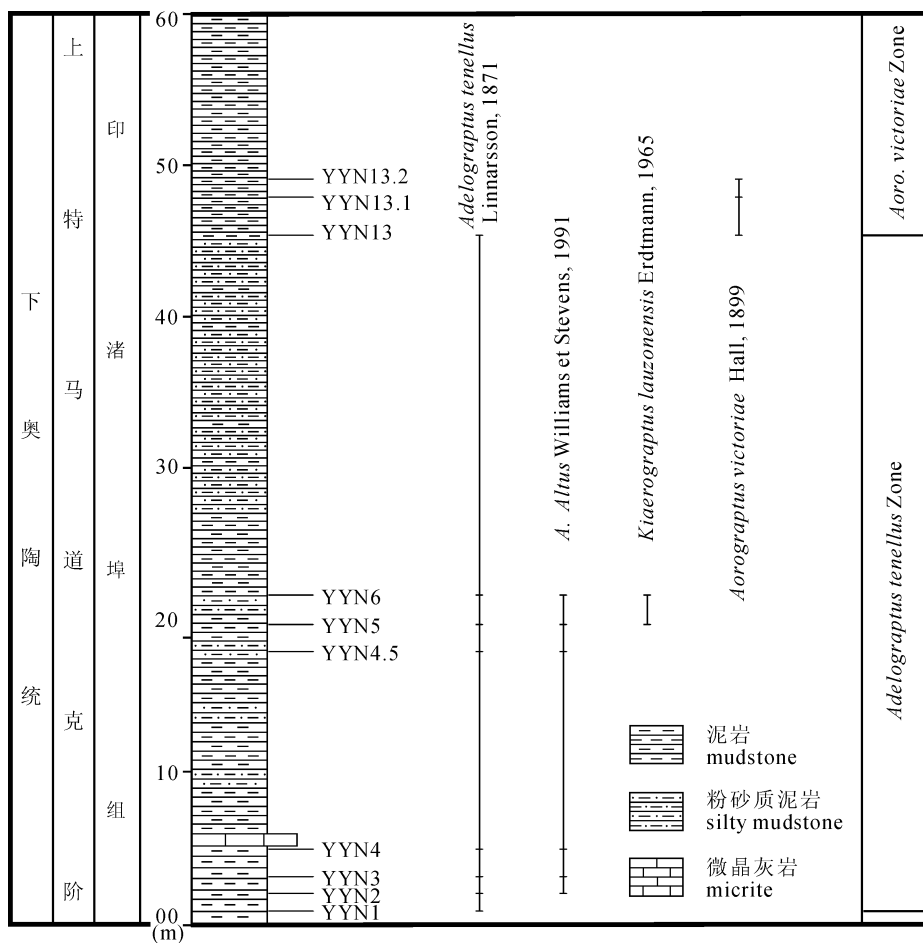


图1 湖南省益阳市南坝剖面上特马道克阶底部笔石垂向分布

Fig. 1 Base of upper Tremadocian Vertical Distributions in the Nanba Section in Yiyang City, Hunan Province

匿笔石亚科 Adelograptinae Mu, 1974

匿笔石属 *Adelograptus* Bulman, 1941

1941, *Adelograptus* Bulman, p. 114.

模式种: *Adelograptus Tenellus* (Linnarsson, 1871)

鉴定特征:[据 Maletz 和 Erdtmann (1987), Williams 和 Stevens (1991) 的定义修正]笔石体下垂到水平伸展,具两个原始枝,从原始枝生出的笔石枝纤细并弯曲。笔石枝正分支,分支密度小,分支形式较不规则,笔石枝分支间距随着与始端距离的增加而加大。胎管和胞管具有副胞管,胞管间以类似茎胞管的构造相连。正胞管一般为直管状,个别类型腹缘略弯曲,胞管倾角小,掩盖 $1/3 \sim 1/2$ 。

讨论:匿笔石属 (*Adelograptus*) 是具有两个原始枝, 分支不规则且笔石枝纤细的笔石类群。该属最早被归入均分笔石属 (*Dichograptus* Salter,

1863), 后又被归入苔藓笔石属 (*Bryograptus* Lapworth, 1880), 但由于 *Bryograptus* 具有三个原始枝, Bulman 于 1941 年把具有两个原始枝的笔石类群 (即: *B. hunnebergensis* Moberg, 1892; *Bryograptus Clarkei* Hall, 1899; *B. victoriae* Hall, 1899; *B. (Leptograptus) antiquus* T. S. Hall, 1899; *B. divergens* Elles et Wood, 1902; *B. kjerulfi* Ruedemann, 1902; *B. lapworthi* Ruedemann, 1904; *B. pusillus* Ruedemann, 1904; *B. simplex* Törnquist, 1904; *B. pauxillus* Benson et Keble, 1933; *B. crassus* Harris et Thomas, 1938) 从 *Bryograptus* 中独立出来, 建立了以 *A. hunnebergensis* Moberg, 1892 为模式种的匿笔石属 *Adelograptus*。与此同时, Bulman (1941) 明确定义该属为: 笔石体呈下垂到下斜伸展或几乎水平伸展, 笔石枝通常有些松散和弯曲, 分支密度小且不规则, 偶尔末端笔石枝不正分, 正胞管呈锯齿状, 地层中出

现较早的类群具有副胞管和茎胞管。

此后,随着地层研究工作的进一步细化,*Adelograptus* 的分类学研究也取得了重要进展。1987 年, Maletz 和 Erdtmann 通过对采自瑞典 Hunneberg 地区的标本详细研究, 提出 *Clonograptus* (*Dichograptus*) *tenellus* Linnarsson, 1871 及其变种 *C. tenellus* var. *hians* Moberg, 1892; *C. tenellus* var. *callavei*, Elles et Wood 1902 和 *C. tenellus* var. *grandis* Westergård, 1909 都应该被转移到 *Adelograptus*, 归入 *A. tenellus*, 并认为 *Adelograptus hunnebergensis* 是 *A. tenellus* 的异名。此外, Maletz 和 Erdtmann (1987) 提出, 该属所有种类均具有胞管副胞管和类似胞管茎的构造, 而不仅仅是原始类群所特有。根据这个定义, 原 *Adelograptus* 中不具有副胞管的类群 (即: *A. kjerulfi*, *A. lapworthi*, *A. pusillus*, *A. crassus*) 应从该属排除。1987 年, Erdtmann 等把 *Adelograptus* 中胞管掩盖极少, 腹缘弯曲, 笔石枝纤细且只有胎管副胞管的类群 *A. antiquus* 分离出来, 归入新属 *Paradelograptus* 中。1991 年, Williams 和 Stevens 根据加拿大纽芬兰岛西部的笔石及地层资料提出, *Adelograptus* 中笔石体大, 笔石枝粗壮, 分支规则, 在地层中出现时间相对较晚的笔石类群 (包括: *A. clarkei*, *A. victoriae*, *A. simplex*, *A. pauxillus*) 应独立成属。根据这一原则, 他们建立了新属 *Aorograptus*, 并对 *Adelograptus* 的定义进行了修订, 即: 笔石体下斜或水平伸展, 从两个原始枝生出的笔石枝有点松散并弯曲, 笔石枝正分支, 分支形式有的规则, 有的不规则, 随着与始部距离的增加, 分支间距增大; 胎管具有副胞管, 部分个体可见副胞管和茎胞管; 正胞管直管状, 倾角小, 笔石枝纤细。2003 年, Jackson 和 Lenz 在地层中发现形态与 *A. bulmani* Spjeldnaes, 1963 相似, 但个体保存更为完整的笔石体, 该类笔石体的两个枝向上攀升, 胎管底部裸露接近胎管长度的一半, 因此, 他们将 *A. bulmani* 从 *Adelograptus* 中独立出来, 建立了以 *Ancoragraptus bulmani* 为模式种的新属 *Ancoragraptus*。

Williams 和 Stevens (1991) 修正的 *Adelograptus* 定义比较完善, 但该属的定义并不包括笔石体下垂伸展的类群。下垂伸展的类群均被归入 *Aorograptus* 中, 其中包括 *Adelograptus asiaticus* Mu, 1955。根据 *A. asiaticus* Mu, 1955 的资料显示, 该种产出于下特马道克阶的印渚埠组, 笔石枝纤细 (侧压最宽 0.6 ~ 0.7 mm), 分支形式不规则且具有副胞管, 从形态特征上看与 *Adelograptus* 的特征更为相近。该种与

Anisograptus 同层位产出, 层位低于同属的其它类群, 可能是 *Adelograptus* 中较原始的种类。

结合国内外的研究资料, 笔者等认为, *Adelograptus* 的特点是: 笔石体具有两个原始枝, 呈下垂到水平伸展, 笔石枝纤细且略弯曲; 胞管为直管状, 倾角小, 个别类群胞管腹缘略弯曲, 胞管掩盖一般为 1/3 ~ 1/2; 胎管和胞管均带有副胞管, 胞管之间以类似茎胞管的构造相连。

研究区的 *Adelograptus* 资料比较丰富, 始部保存状况较好。笔者等通过对该地区 *Adelograptus* 始端发育形式进行研究发现, 该地区 *Adelograptus* 依据始端发育形式的差别, 可划分为两个类群: 一部分笔石类群的胎管相对较短 (长 1.20 mm), 第二个胞管 $th1^2$ 从第一个胞管 $th1^1$ 较高的位置生长出来 (距 $th1^1$ 生长点 0.25 ~ 0.30 mm), 以一个相对缓和的角度向外伸展 ($th1^1$ 与 $th1^2$ 夹角约 $93^\circ \sim 104^\circ$), $th1^2$ 所在的一侧胎管壁几乎全部被掩盖或底部少部分出露 (0.1 mm $\pm$), 侧向保存且具有分支的个体笔石枝呈水平到近下垂伸展; 另一个类群胎管相对较长 (1.35 ~ 1.62 mm), $th1^2$ 从距离 $th1^1$ 生长点约 0.4 mm 处生出, 并以一个相对较大的角度 ($th1^1$ 与 $th1^2$ 夹角约 $115^\circ \sim 125^\circ$) 向外伸展, $th1^2$ 所在的一侧胎管壁底部出露部分较多 (0.2 ~ 0.42 mm), 侧向保存且具有分支的个体呈水平到略下斜伸展 (图 2, 3)。上述两个类群始部形态特征明显不同, 特别是胎管底部孤立程度差别明显, 因此笔者等认为, 可以胎管底部的孤立程度为分类依据, 将研究区的标本划分为两个种, 即: *A. tenellus* 和 *A. altus*。

细弱匿笔石 *Adelograptus tenellus* (Linnarsson)

图版 I, 图 4, 6 ~ 9; 图 2(a) ~ (b); 图 3(a) ~ (g)

Plate I, figs. 4, 6 ~ 9; Fig. 2(a) ~ (b); Fig. 3(a) ~ (g)

1871 *Dichograptus* ? *tenellus* Linnarsson, p. 794, pl. 16, figs. 13 ~ 15 1871

1892 *Clonograptus tenellus* var. *hians* var. Moberg, p. 92, fig. 4

1892 *Bryograptus* ? *hunnebergensis* Moberg, p. 92, pl. 1, figs. 5 ~ 7, ? 8, 9

1892 *Bryograptus* ? *sarmentosus* Moberg, p. 95, pl. 1, figs. 10 ~ 12

1902 *Clonograptus tenellus* var. *callavei*, Elles et Wood, p. 84, pl. 11, figs. 3a ~ c, texfig. 47

1906 *Clonograptus tenellus* , Moberg et Segerberg, p. 60, pl. 1. fig. 8

1906 *Clonograptus tenellus* var. *hians*, Moberg et Segerberg, p. 61, pl. 1, fig. 11

1906 *Clonograptus tenellus* var. *callavei* , Moberg et Segerberg, p. 60, pl. 1, figs. 9, 10

1909 *Bryograptus hunnebergensis*, Westergård, p. 64, pl. 5, figs. 10 ~ 20, 23, 21, 22

1909 *Clonograptus tenellus* var. *hians*, Westergård, p. 69, pl. 4, figs. 27, 28

1909 *Clonograptus tenellus*, Westergård, p. 68, pl. 4, figs. 14 ~ 26, 29, pl. 5, figs. 1a, b

1909 *Clonograptus tenellus* var. *callavei*, Westergård, p. 69, pl. 1, figs. 1 ~ 13, pl. 5, fig. 2

1909 *Clonograptus tenellus* var. *grandis* var. Westergård, p. 69, pl. 5, figs. 3a, b, 4 ~ 6

1964 *Adelograptus messaoudi* Legrand, pp. 295 ~ 304, figs. 3a, b

1985 *Adelograptus tenellus*, Maletz et Erdtmann, pp. 179 ~ 190, pl. 1, figs. A ~ C; pl. 2, figs. A ~ M

1991 *Adelograptus* cf. *A. tenellus*, Williams et Stevens, pp. 33 ~ 4, pl. 2, figs 2, 3; text-figs. 13A ~ J.

2003 *Adelograptus* cf. *A. tenellus*, Jackson et Le-nz, pp. 140 ~ 141, figs. 9i, j, l ~ o; figs. 11f, g.

鉴定特征:笔石体水平或近下斜伸展,胎管长约 1.2mm,第一个胞管(th1¹)和第二个胞管(th1²)的夹角相对较小,约 93° ~ 104°,th1²所在的一侧胎管壁几乎全被 th1² 所掩盖,或出露少部分,约 0.1mm。

描述:笔石体水平或近下斜伸展,分支不规则,一般分支密度比较小,笔石体保存部分分支最多可达 5 级,随着分支级数的增加,笔石枝长度呈递增趋势。成年笔石体一般呈水平保存,由于岩层很薄,笔石体没有完全出露,可见保存部分直径最长达

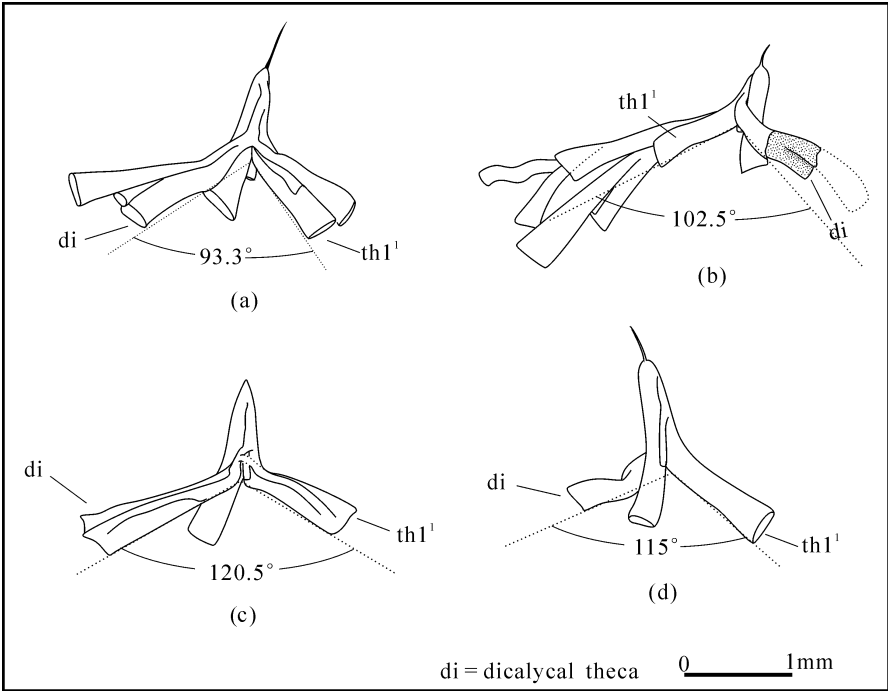


图2 *Adelograptus tenellus* 和 *A. altus* 幼体的始端发育形式比较

Fig.2 Comparison of *Adelograptus tenellus* and *A. altus* proximal development of juvenile

(a), (b) ×15; *Adelograptus tenellus* Linnarsson, 1871. (a) 标本背面保存,右旋;(b) 标本背面保存,左旋。(c), (d) ×15; *Adelograptus altus* Williams et Stevens, 1991. (c) 标本背面保存,右旋;(d) 标本正面保存,左旋

(a), (b) ×15; *Adelograptus tenellus* Linnarsson, 1871. (a) shows reverse view of a dextral specimen; (b) shows reverse view of a sinistral specimen; (c), (d) ×15; *Adelograptus altus* Williams et Stevens, 1991. (c) shows reverse view of a dextral specimen; (d) shows obverse view of a sinistral specimen

2.75cm。一级枝具有 1 ~ 3 个胞管,两个一级枝的胞管数呈 (1 个,1 个), (1 个,2 个), (1 个,3 个), (2 个,3 个), (3 个,3 个) 的形式出现,仅有 1 个标本的两个一级枝均由 2 个胞管构成。水平保存的笔石体,一级枝呈直线或呈 175°左右的夹角。大部分幼体为侧向保存,侧向保存时,一级枝夹角约 100° ~ 150°。笔石枝纤细,枝宽度均匀,侧压和背压宽度差别不大,一般背压宽 0.27 ~ 0.37mm,侧压宽 0.27 ~ 0.33mm。始端具有左旋和右旋两种发育类型。胎管长 1.10 ~ 1.20mm,个别幼体保存有细长线管,长约 0.3 ~ 0.5mm,胎管底部口宽 0.39 ~ 0.50mm。笔石体胞管密度大约为 10mm 内 9 ~ 10 个胞管,第一个胞管(th1¹)从大约距胎管顶端 0.12mm 处生长出来,第二个胞管(th1²)从 th1¹ 生长出来的位置也比较早,从距 th1¹ 最初生长点 0.25 ~ 0.30mm 处生出,与 th1¹ 夹角约 93 ~ 104°,th1²

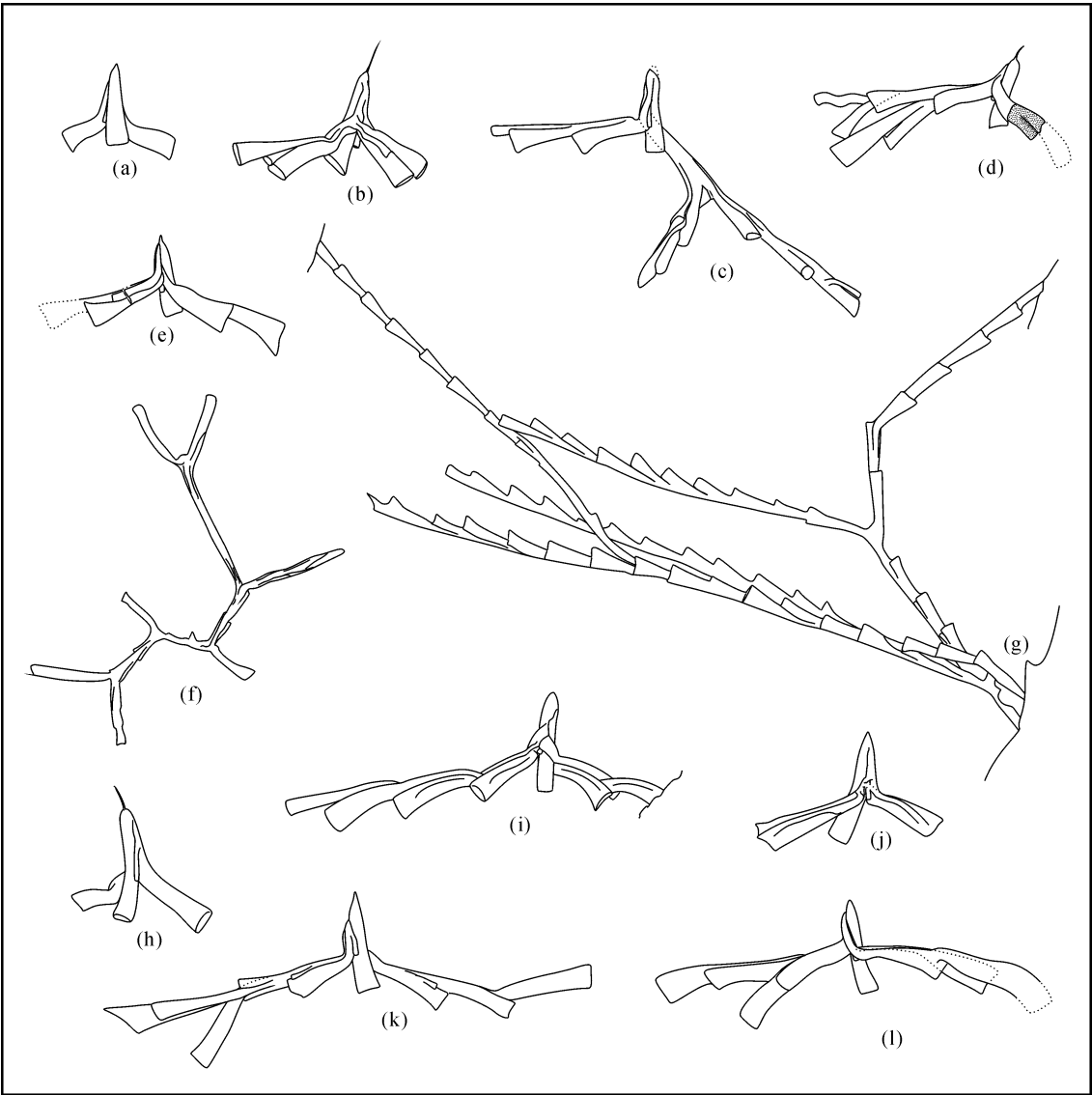


图 3. 湖南益阳南坝地区的 *Adelograptus tenellus* 和 *A. altus*

Fig 3 *Adelograptus tenellus* and *A. altus* from Nanba area, Yiyang city, Hunan province

(a) ~ (e) $\times 10$, (f) ~ (g) $\times 5$; *Adelograptus tenellus* Linnarsson, 1871;

(h) ~ (l) $\times$; *Adelograptus latus* Williams et Steven, 1991

掩盖胎管至胎管底部,或出露很少部分的胎管壁,一般 0.1mm 左右。 $th1^2$ 是双芽胞管,在生长点不远处 (约 0.2mm) 迅速生出第三个和第四个胞管。胎管和胞管均保存有副胞管。

讨论:研究区内,层位 YYN1 的笔石体两个原始枝只具有 1 个胞管(1 个,1 个);在层位 YYN2 中,出现了一个原始枝具有 2 个胞管,另一个原始枝只有 1 个胞管的类型(1 个,2 个),同时并存两个原始枝只具有 1 个胞管(1 个,1 个)的类型;相应的,在 YYN4.5 层两个原始枝胞管个数组为(1 个,2 个),(2 个,2 个);在 YYN5 层的原始枝胞管个数组

合为(1 个,1 个),(1 个,2 个),(1 个,3 个),(2 个,2 个);在 YYN6 层中原始枝胞管个数组为(1 个,1 个),(1 个,2 个),(2 个,2 个)(3 个,3 个);YYN13 中仅保存较长的具分支的断枝,未见始端。所有层位中以两个原始枝长度不等的个体偏多,并且几乎每层都存在两个原始枝只有 1 个胞管的类群。根据上述资料,笔者等认为, *Adelograptus tenellus* 的原始枝胞管个数具有随时间推移逐渐增加的趋势:原始枝胞管个数组由(1 个,1 个)向(1,1 + n 个)或(1 + n,1 + n 个)的方向演变。随着时间的推移,不仅原始枝有增长的趋势,较高级别的笔石枝长

表 1 南坝剖面不同层位中 *Adelograptus tenellus* 的测量数据
Table 1 *Adelograptus tenellus* biometric data from different output level in Nanba section

标本产出层位	胎管长度 (mm)	横索长度 (mm)	两个原始枝 胞管个数		二级枝长 (mm)	三级枝长 (mm)	四级枝长 (mm)	笔石枝宽度(mm)		10mm 内胞 管个数
								背压	侧压	
YYN1	—	1.70 ~ 1.80	1	1	1.50 ~ 2.16	2.7 ~ 3.38	—	0.31 ~ 0.34	0.50 ±	9 ~ 10
YYN2	1.12 ~ 1.17	1.76 ~ 3.03	1	1 ~ 2	2.27 ~ 5.76	2.94 ~ 6.67	4.53 ~ 7.56 ^①	0.30 ±	0.40 ±	10
YYN4.5	1.14	1.70 ~ 2.58	1 ~ 2	1 ~ 2	2.20 ~ 3.58 ^①	—	—	0.32 ±	0.40 ~ 0.42	9 ~ 10
YYN5	1.10	1.72 ~ 4.15	1 ~ 2	1 ~ 3	3.10 ~ 4.38 ^①	—	—	0.27 ~ 0.3	0.43 ~ 0.49	9 ~ 10
YYN6	1.10 ~ 1.20	1.80 ~ 4.69	1 ~ 2	1 ~ 4	5.98 ~ 6.24	—	—	0.30 ~ 0.37	0.45	9 ~ 10

注：① 保存长度。

度也具有逐渐加长的趋势。从整体上看, *A. tenellus* 从首现到末现层位, 呈现出原始枝逐渐加长, 笔石枝密度逐渐缩减的演化趋势(表 1)。Williams 和 Stevens(1991)曾描述了 *A. tenellus* 的相似种, 其各级分支相对 *A. tenellus* 均较短, 但始端发育和分支特征都与 *A. tenellus* 相似, 笔者等认为该相似种可能是 *A. tenellus* 较原始的类型。

高匿笔石 *Adelograptus altus* Williams et Stevens

图版 I, 图 1 ~ 3, 5; 图 2 (c) ~ (d); 图 3 (h) ~ (l)

Plate I, figs. 1 ~ 3, 5; Fig. 2 (c) ~ (d); Fig. 3 (h) ~ (l)

1979 *Adelograptus* sp. Cooper et Stewart, p. 789, text-figs. 7d ~ f, h

1991 *Adelograptus altus* Williams et Stevens, pp. 31 ~ 21, pl. 5, figs 9 ~ 13; text-figs 12A ~ G

鉴定特征: [据 Williams et Stevens(1991)修正] 笔石体水平或略下斜伸展, 胎管长约 1.35 ~ 1.62mm, 第一个胞管(th1¹)和第二个胞管(th1²)的夹角相对较大, 约 115° ~ 125°, th1² 所在的一侧胎管壁底部裸露 0.2 ~ 0.42mm。

描述: 笔石体水平或略下斜伸展, 分支不规则, 一级枝具有 1 ~ 4 个胞管。笔石体基本上都侧向保存, 笔石枝纤细, 侧压宽 0.40 ~ 0.48mm。笔石体始端左旋和右旋两种发育类型都存在。胎管长 1.35 ~ 1.62mm, 胎管口部宽 0.23 ~ 0.28mm。个别幼体的胎管保存有细长线管, 长约 0.34mm。笔石体胞管密度大约为 10mm 内 9 ~ 10 个胞管, 第一个胞管(th1¹)从大约距胎管顶端 0.16 ~ 0.18mm 处生长出来, 沿胎管壁生长 0.76mm 后以近 90° 的夹角迅速向外伸展。第二个胞管(th1²)从距离 th1¹ 最初生长点 0.4mm 左右处生长出来, 与 th1¹ 夹角 115° ~ 125°。th1² 所在的一侧胎管壁底部裸露 0.20 ~ 0.42mm。

胎管和胞管均保存有副胞管。

讨论: 研究区的 *Adelograptus altus* 在形态上与 Williams 和 Steven(1991)定义的模式标本很类似, 始端发育形式也与原始定义接近, 只是胎管长度比原始定义(1.5 ~ 1.8mm)略短, 这可能与笔石体保存状态或笔石个体差异有关。此外, *A. altus* 原始定义的标本则产出于 *A. tenellus* 带的上覆笔石带 *Aorograptus victoriae* 带, 本文的标本产出于 *A. tenellus* 带。研究区内, *A. altus* 的首现层位为 YYN2, 所有侧向保存的个体均水平伸展或亚水平伸展, 胎管底部孤立部分的长短介于 *A. tenellus* Linnarsson, 1871 和 *Ancoragraptus bulmani* Spjeldnaes, 1963 之间。原始枝的夹角(th1¹ 和 th1² 的夹角)也介于两个种之间。笔者等认为, 该种可能是 *A. tenellus* 和 *An. bulmani* 的演化过渡类型或形态过渡类型。因此, 作为 *A. tenellus* 的过渡类型, 该种有可能产出于 *A. tenellus* 带中。

标本来源: 标本采自湖南益阳南坝剖面, 时代属晚特马道克早期。标本采集层位是 YYN2, YYN4, YYN4.5, YYN5, YYN6。大部分标本矿化, 呈立体保存。

参 考 文 献 / References

方一亭, 俞剑华, 胡晓春, 1991. 湖南益阳南坝地区早奥陶世新厂期含笔石地层. 南京大学学报, 1: 35 ~ 38.
穆恩之, 1955. 中国树形笔石. 中国古生物志, 总号第 138 册, 新乙种第 5 号. 北京科学出版社: 1 ~ 62.
张元动, 王志浩, 冯洪真等, 2005. 中国特马豆克阶评述. 地层学杂志, 29(3): 215 ~ 235.
Benson W N, 1933. The Geology of the region about Preservation and Chalky Inlets, South — West Fiordland, New Zealand. Transactions of the Royal Society of New Zealand Geology, 63: 393 ~ 432.
Bulman O M B, 1941. Some Dichograptids of the Tremadocian and Lower Ordovician. Annals Magazine of Natural History, 11 (7): 100 ~ 121.
Cooper R A et Stewart I, 1979. The Tremadoc graptolite sequence of Lancefield, Victoria. Palaeontology, 22(4): 767 ~ 797.
Cooper R A, Maletz J, Wang H F, Erdtmann B D, 1998. Taxonomy and

evolution of earliest Ordovician graptoloids. Norsk Geologisk Tidsskrift, 78;3 ~ 32.

Cooper R A, Nowlan G S, Williams S H. 2001. Global stratotype section and point for the base of the Ordovician System. Episodes, 24(1): 19 ~ 28.

Elles G L et Wood E M R, 1902. A monograph of British graptolites. Palaeontographical Society, London, 55 ~ 102.

Hall T S, 1899. Victorian graptolites; Part II. The graptolites of the Lancefield Beds. Proceedings of the Royal Society of Victoria, 11; 164 ~ 178.

Harris W J et Thomas D E, 1938. A revised classification and correlation of the Ordovician graptolite beds of Victoria. Min. Geol. J. Vict, 1 (3): 62 ~ 72.

Lapworth C, 1880. On new British graptolites. Annals Magazine Natural History, 5 (V): 149 ~ 177.

Legrand P, 1964. Deux nouvelles espèces du genre *Adelograptus* (Graptolites) dans l'Ordovicien inférieur du Sahara algérien. Bulletin de la Société géologique de France, 7 (6): 295 ~ 304.

Linnarsson J G O, 1871. Om några försteningar från Sveriges och Norges "Primordialzon." Öfversigt af Kongl. Vetenskaps - Akademiens Förhandlingar, 6: 789 ~ 796.

Maletz J et Erdtmann B D, 1987. *Adelograptus tenellus* (Linnarsson 1871): its astogenetic development and its stratigraphical and palaeogeographical distribution. Bulletin of the Geological Society of Denmark, 35: 179 ~ 190.

Moberg J C, 1892. Om skiffern med *Clonograptus tenellus* Linnarsson, dess fauna och geologiska ålder. Geologiska Föreningens Stockholm Förhandlingar, 14: 87 ~ 102.

Erdtmann B D, Maletz J et Gutierrez M J C, 1987. The new Early Ordovician (Hunneberg Stage) graptolite genus *Paradelograptus* (Kinnegraptidae), its phylogeny and biostratigraphy. Paläontologische Zeitschrift, 61 (1/2): 109 ~ 131.

Jackson D E et Lenz A C, 2003. Taxonomic and biostratigraphical significance of the Tremadoc graptolite fauna from northern Yukon Territory, Canada. Geological Magazine, 140(2): 131 ~ 156.

Ruedemann R, 1902. Graptolite (Levis) facies of the Beekmantown Formation in Rensselaer County. New York State Museum natural History, 52 (Palaeontology 6): 546 ~ 575.

Ruedemann R, 1904. Graptolites of New York. Part 1. Graptolites of the lower beds. Memoir of the New York State Museum, 7: 458 ~ 803.

Spjeldnaes N, 1963. Some Upper Tremadocian graptolites from Norway. Palaeontology, 6: 268 ~ 285.

Törnquist S L, 1904. Researches into the graptolites of the lower zones of the Scanian and Vestrogothian Phyllo- Tetragraptus beds. Lunds Universitets ? rsskrift, 40(2): 1 ~ 29.

Westergård A H, 1909. Studier öfver Dictyograptusskiffern, 2 (5): 1 ~ 79.

Williams S H et Stevens R K, 1991. Late Tremadoc graptolites from western Newfoundland. Palaeontology, 34: 1 ~ 47.

图 版 说 明

1 ~ 3, 5. *Adelograptus altus* Williams et Stevens, 1991。标本号依次为: YYN5-30b、YYN5-16、YYN5-61、YYN5-69。
4, 6 ~ 9. *Adelograptus tenellus* Linnarsson, 1871。标本号依次为: YYN6-14、YYN2-25、YYN6-20、YYN5-19、YYN2-1-a。

Study on Late Tremadoc *Adelograptus* from Central Hunan, China

LI Ming, FENG Hongzhen, JI Xinxin, LI Lixia
Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing, 210093

Abstract

The upper Tremadocian graptolite-bearing stratum from the Nanba area of Yiyang City, Hunan Province is completely preserved, and *Adelograptus* is especially abundant. Based on the international data and our current study on the proximal development of this genus, it is very clear that there exists an apparent proximal development differentiation in the level of divergence of the first two thecae from the sicula. Therefore, the proximal development character is selected as the principle for the taxonomy of *Adelograptus*, and the current graptolite materials from the study area can be assigned into the two species of *Adelograptus*, named *A. tenellus* Linnarsson, 1871 and *A. altus* Williams, 1991.

Key words: taxonomy; *Adelograptus*; late Tremadoc; central part of Hunan Province

