

鄂尔多斯地台南缘中奥陶统 双笔石类笔石的研究^{*}

林尧坤

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

内 容 提 要

记述陕西中部耀县、富平、泾阳三县中奥陶统平凉和桃启坡组双笔石类: *Orthograptus*, *Glyptograptus*, *Climacograptus* 和 *Pseudoclimacograptus* 等 4 属中的 14 种, 其中包括 1 新种和 2 新亚种。建立了 *Climacograptus bicornis* 带和 *Orthograptus longithecalis* 带, 并讨论了桃启坡组的时代问题。

关键词 中奥陶统 双笔石类 鄂尔多斯

1 前 言

中奥陶统含笔石地层广泛分布于鄂尔多斯地台南缘——陕西中部耀县、富平和泾阳等地区。本文材料大部分系我所同事和笔者于 1977, 1981 年采自耀县桃曲坡、富平底店和小峪一带, 少数采自耀县和泾阳的标本系其他地质生产单位历年来的馈赠^{**}。耀县桃曲坡、柳林川、泾阳嵯峨山南坡和富平底店的标本产自中奥陶统桃启坡组、富平小峪的标本产自平凉组上部(插图 1), 除少数树形笔石(*Dictyonema*, *Dendrograptus*, *Acanthograptus* 和 *Medusae-graptus*)(笔者 1984 和 1994)之外均为双笔石类, 其中包括 *Orthograptus*, *Glyptograptus*, *Climacograptus* 和 *Pseudoclimacograptus* 等属, 以 *Orthograptus* 为大宗, 未见中奥陶统常见的无轴亚目分子。文中记述了双笔石类 4 属 14 种, 其中含 1 新种和 2 新亚种。

2 笔石带的划分和对比

陕西耀县桃曲坡村中奥陶统桃启坡组以前陈均远等(陈均运等, 1984)曾介绍了研究历史, 记述了剖面, 重新修订了桃启坡组的含义并初步进行了划分和阐述时代意见。笔者在详细研究了桃曲坡及其邻近地区相同层位所产的笔石之后, 将桃曲坡剖面以及耀县柳林川, 泾阳嵯峨山南坡、富平底店和小峪等化石点的笔石属种名和它们分布的层位顺序分述如下。

* 1991—1992 年度中国科学院南京地质古生物研究所所长择优基金资助项目和“华南型奥陶纪笔石研究”(920302)课题的成果之一。

** 在野外工作中得到陈均远、周志毅、杨学长、邹西平、王志浩、葛梅钰、罗坤泉、姚宝琦、沈后、张育国等协助; 地质部第三普查大队等单位馈赠标本; 我所邓东兴、任玉皋等代为标本照相和清绘插图, 对此, 笔者热忱致谢。

2.1 耀县桃曲坡村剖面

编号根据陈均运等(1984),自上而下:

Yt 52, 52a: *Dictyonema* sp., *Medusae-graptus hispidus* Lin, *M. floralis* Lin, *Climacograptus pseudoparvus* He, *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann, *G. daviesi* Williams, *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang, *O. truncatus pauperatus* Elles et Wood, *O. calcaratus basilicus* Lapworth, *O. calcaratus gracillimus* subsp. nov., *O. calcaratus vulgatus* Lapworth, *O. nodulus* sp. nov. .

Yt 50—52: *Dictyonema ellipsoporiforme* Lin, *D. sp.*. *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann, *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang, *O. calcaratus basilicus* Lapworth, *O. calcaratus vulgatus* Lapworth, *O. calcaratus gracillimus* subsp. nov. .

Yt 50: *Dictyonema ellipsoporiforme* Lin, *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang, *O. truncatus pauperatus* Elles et Wood.

Yt 49: *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang, *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann, *Climacograptus pseudoparvus* He.

Yt 44: *Callograptus* sp., *Medusae-graptus hispidus* Lin.

Yt 34—35: *Acanthograptus mui* Lin, *Medusae-graptus hispidus* Lin, *M. sp.*, *Callograptus* sp., *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann, *G. daviesi* Williams, *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang, *O. truncatus pauperatus* Elles et Wood, *O. calcaratus acanthocladus* subsp. nov., *O. calcaratus basilicus* Lapworth, *O. calcaratus vulgatus* Lapworth, *O. nodulus* sp. nov. .

2.2 耀县柳林川(苏家店北)

灰黑色薄层灰岩中含笔石:

63-耀-F-260: *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann, *Orthograptus* sp. .

2.3 泾阳县嵯峨山南坡

灰色薄层灰岩中富含笔石:

64-桃-Ⅱ-30: *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann, *Orthograptus* sp. (*O. cf. longithecalis* Mu et Zhang). .

2.4 富平县底店

黑色薄层钙质页岩中含笔石:

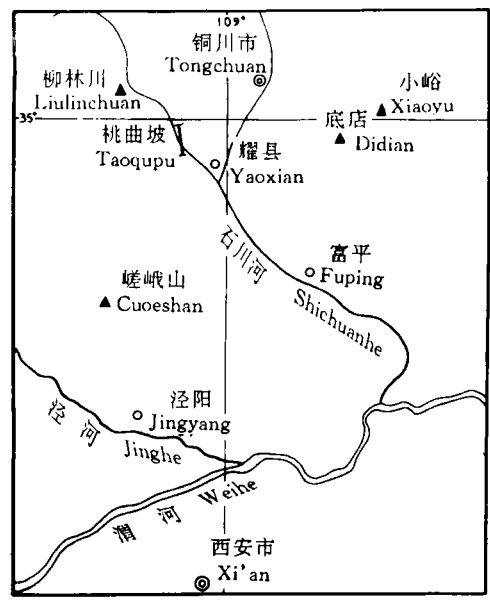


插图 1 鄂尔多斯地台南缘(陕西中部)
中奥陶纪剖面 and 双笔石类产地分布图

Index map of the south borders of the Ordos Platform (Central Shaanxi) showing the localities of the Middle Ordovician sections and the diplograptid graptolites
—— 剖面, ▲ 化石产地 (Localities of sections and fossils)

FD-3: *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann。

FD-4: *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann。

上述4地笔石层位均为桃启坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。

2.5 富平县金粟山小峪剖面

黑色—灰色、风化后呈浅灰色、黄灰色薄层灰岩,富含双笔石类笔石和三叶虫化石(自上而下):

FX-11: *Climacograptus bicornis* Hall, *C. bicornis tridentatus* Lapworth, *Pseudoclimacograptus scharenbergi* (Lapworth), *P. sp.*。

FX-2: *Climacograptus bicornis* Hall, *C. spp.*, *Glyptograptus sp.*。

富平小峪地区的笔石应属中奥陶统平凉组上部的 *Climacograptus bicornis* 带。

综上所述,本区中奥陶统所含笔石层位(自上而下)为耀县等地桃启坡组 *Orthograptus longithecalis* 带和富平小峪平凉组 *Climacograptus bicornis* 带。

2.5.1 富平小峪地区平凉组 *Climacograptus bicornis* 带中富含 *Climacograptus bicornis* Hall, *C. bicornis tridentatus* (Lapworth), *C. spp.*, *Pseudoclimacograptus scharenbergi* (Lapworth), *P. sp.* 和 *Glyptograptus sp.* 等。*Climacograptus bicornis* Hall 首先为 Hall 所描述,而后为 Ruedemann(1908,1947)和 Riva(1974)等所研究,其为北美中奥陶统 Norman-skill 页岩及其邻近地区相当地层中常见的分子,其时限为 *Nemagraptus gracilis* 带至 *Diplograptus multidentatus* 带。在英国(Elles and Wood, 1906)见于上 Glenkiln 页岩上部和 Hartfell 页岩的下部,自 *Nemagraptus gracilis* 带至 *Climacograptus wilsoni* 带。*Climacograptus bicornis tridentatus* 和 *C. bicornis* 共生或出现于略高于 *C. bicornis* 的层位。*Pseudoclimacograptus scharenbergi* 的地质历程较长,在英国自下奥陶统的 Arenig 期直至中奥陶统 Hartfell 页岩的下部,但常见于中奥陶统,并与前两种笔石共生。在我国西北地区 *C. bicornis* 曾大量见于中奥陶统平凉组和龙门洞组的 *Nemagraptus gracilis* 带或略高的层位(孙云铸,1933;陈均远等,1984),其它地区亦见报道,为中奥陶统常见的标准分子。在本区邻近的甘肃平凉银洞官庄(平凉组的创名地点)*C. bicornis* 大量见于平凉组 *Nemagraptus gracilis* 带的上部。为此,笔者(陈均远等,1984)曾将此带划分为上、下两个亚带:下部为 *Syndyograptus* 亚带,上部为 *C. bicornis* 亚带。从富平小峪地区笔石群特征看与 *C. bicornis* 亚带较为接近,其时代或应相当,鉴于其中包括 *C. bicornis tridentatus* 笔石或者还代表了比 *C. bicornis* 亚带稍高的层位。

2.5.2 耀县桃曲坡、柳林川、泾阳嵯峨山南坡和富平底店等地区出现大量中奥陶统双笔石科分子,特别以 *Orthograptus*, *Glyptograptus* 为大宗,偶见 *Climacograptus* 等。与此同时,在桃曲坡剖面还发现大量树形笔石目的分子,包括 *Dictyonema*, *Callograptus*, *Dendrograptus*, *Medusaegraptus* 和 *Acanthograptus* 等属。这个树形笔石群中的 *Medusaegraptus* 笔者曾专文报道(林尧坤,1984),其它的属种亦已刊出(林尧坤,1994),它们大部分为固着底栖的树形笔石,且以区域性新种居多,难以作为确定精确时代的依据。但从笔石群总的面貌和笔石体形状、结构看都是演化上比较进步的族种,作为中奥陶统的树形笔石是可被接受的。而历来作为中奥陶笔石特征的、常见的无轴亚目的分子,诸如 *Nemagraptus*, *Dicellograptus* 和 *Dicranograptus* 等属在此均未见及。

Orthograptus longithecalis Mu et Zhang 首见于祁连山东部中奥陶世晚期斯家沟组 *Climacograptus geniculatus* 带(穆恩之, 1963; 穆恩之等, 1984), 为此带的重要分子。此种笔石在本区分布较广, 数量亦多, 地质历程短, 可视为带化石。 *Orthograptus truncatus pauperatus* Elles et Wood (1907) 在英国常见于 *Climacograptus wilsoni*-*Dicranograptus clingani*-*Pleurograptus linealis* 带。在本区与上述两种直笔石共生的, 还有大量的 *Orthograptus calcaratus* 一类的笔石出现, 如 *O. calcaratus* 的几个亚种 *basilicus*, *vulgatus*, *acanthocladus* 和 *gracilimus* 等, 其中后两种为区域性的新亚种。 *O. calcaratus basilicus* Lapworth 在英国常和 *O. truncatus pauperatus* 共生, *O. calcaratus vulgatus* 则常见于 *Dicranograptus clingani* 带。还有一个比较特殊的直笔石, 为 *Orthograptus nodulus* sp. nov., 虽系新种, 它和葛梅钰(1963)所描述鄂西中奥陶统庙坡组 *Nemagraptus gracilis* 带下部的 *Orthograptus disjunctus* Geh 较为接近, 也可能是后者演化而来的, 同样具有中奥陶统的特色。 *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann 乃北美中奥陶世晚期 Canajoharie 页岩中所含的笔石(Ruedemann, 1908, 1947)在本区广泛分布, 标本较多, 层位当和北美 *G. vespertinus* 相当。 *Glyptograptus daviesi* 是 Williams (1981) 所描述的新种, 初见於南苏格兰 Moffat 地区, 常见于 *Dicranograptus clingani* 带。我们的标本接近英国的标本, 其层位可能亦相当。还有一种 *Climacograptus pseudoparvus* He (见 Tzaj, 1974) 系哈萨克斯坦中奥陶统 *Diplograptus multidentatus* 带的分子, 但在本区这种笔石标本极少, 能否解释为上延子遗分子。综上所述, 桃启坡组所发现的双笔石动物群虽有个别分子如 *Orthograptus calcaratus basilicus* 和 *O. truncatus pauperatus* 最后可延续至 *Pleurograptus linealis* 带, 但大多数笔石属种的最高层位不超过 *Dicranograptus clingani* 带。因此从以上双笔石类地层分布看, 桃启坡组的时代应该为中奥陶世晚期(濞江期)。先前, 桃启坡组的时代问题一直存在着争论。1964 年葛梅钰鉴定原地质部第三普查大队在耀县桃曲坡村剖面所采桃启坡组的笔石标本时, 认为其时代属中奥陶世晚期; 其后, 1975 年西北地质研究所和陕西石油普查队认为下部为中奥陶世晚期沉积, 上部为晚奥陶世的产物。1981 年傅力浦在“陕西耀县桃曲坡中, 上奥陶统及其对比”一文中提出桃启坡组上部含笔石 *Diplograptus fastigatus* (Davies), *Orthograptus socialis* (Lapworth), *O. sp.*, *Climacograptus sp.* 等, 鉴于前二种笔石的分布时代而将其归属上奥陶统。从傅文所述剖面看, 其所含笔石层位与本文等同, 但笔者至今未见到上述笔石的标本和图像, 难以评述。1985 年赵裕亭描述了桃启坡组 3 种笔石, 即 *Orthograptus truncatus* var. *pauperatus* Elles et Wood, *O. truncatus socialis* Lapworth 和 *O. cf. pristis* Hisinger et Linn. (应该为 *Mesograptus cf. Diplograptus pristis* Hisinger, 请看 Davies, 1929, p. 3, Fig. 2), 并以此 3 种笔石为依据, 将桃启坡组归入上奥陶统。但从所描述的标本的特征、数据和绘制的图像看, 前二者应该为同一种, 均为 *Orthograptus truncatus pauperatus* Elles et Wood, 最后一种应该为 *O. longithecalis* Mu et Zhang, 所以从整个笔石群特征来分析, 笔者仍坚持 1984 年的观点(陈均远等, 1984), 耀县及其邻近地区的桃启坡组的时代应是中奥陶世晚期濞江期。 *Orthograptus longithecalis* 带可与祁连山东部斯家沟组 *Climacograptus geniculatus* 带或华南区 *Dicellograptus angustus*-*Climacograptus spiniferus* 带相对比。国外可能相当于英国中奥陶统 *Dicranograptus clingani* 带和美国 Trenton 晚期 Canajoharie 页岩的 *Climacograptus spiniferus* 带。

3 系统描述

正笔石目 Graptoloidea Lapworth, 1875

有轴亚目 Axonophora Frech, 1897

双笔石科 Family Diplograptidae Lapworth, 1873

雕笔石属 Genus Glyptograptus Lapworth, 1873

黄昏雕笔石 *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann

(图版 I, 图 1—8)

1908 *Diplograptus foliaceus* mut. *vespertinus* Ruedemann, pp. 352—354, pl. 25, figs. 4, 5, 18.

1947 *Diplograptus* (*Glyptograptus*) *vespertinus*, Ruedemann, p. 410, pl. 69, figs. 62—68.

10 个以上标本, 薄膜状保存于黑色或褐灰色薄层灰岩中。

笔石体保存长度经常为 20mm 左右, 最长者达 40mm, 始端(横过第一对胞管口部)宽为 0.8—1.0mm, 向末部缓缓增宽, 离始端 5mm 处为 1.5—1.7mm; 10mm 处 2.0—2.2mm, 1.5mm 处为 2.4—2.5mm, 此最大宽度一直延续至笔石体的末部, 两侧似呈平行状。

胎管性质不清。胎管刺短而粗壮, 口刺清晰, 和第一个胞管(Th_1^1)的刺构成笔石体始端 3 个底刺。

胞管为雕笔石式, 偶见标本始部胞管变形较剧, 似呈栅笔石式, 向后雕笔石式明显, 倾角 30°左右, 相邻胞管掩盖较少, 约为其长的 1/3, 腹缘直或微向外突, 口缘平, 内凹, 口穴宽为笔石体宽度的 1/4, 10mm 内有 11—13 个胞管。

讨论 所描述的标本特征和 Ruedemann(1908, 1947)所描述的北美 Canajoharie 页岩中 *Diplograptus* (*Glyptograptus*) *vespertinus* 模式标本基本一致。唯一差别在于 Th_1^1 的口刺, 在模式标本图像中为腹刺或膝刺(Ruedemann, 1947, pl. 69, fig. 66), 然而 Ruedemann 所示图像均为手绘, 须待查明了模式标本后才能确切定名。以前笔者(陈均远等, 1984)曾作此种近似种对待。鉴于标本较多, 其它特征、数据均与模式标本相同, 故本文暂且把我们的标本归入 *Glyptograptus vespertinus*。

产地层位 陕西耀县桃曲坡、柳林川, 泾阳县嵯峨山南坡, 富平县底店; 中奥陶统桃启坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。

戴维雕笔石 *Glyptograptus daviesi* Williams

(图版 II, 图 1—3)

1982 *Glyptograptus daviesi* Williams, pp. 251, 252, figs. 14b—d.

此种笔石拥有 3 个完整的标本。

笔石体长 12—16mm, 始部(Th_1^1 口部)宽 0.7—0.9mm, 向末部急剧增宽, 在离笔石体始端 5mm 处增宽至最大宽度 1.6—2.0mm, 然后此一宽度一直保持到笔石体的末部。笔石体始端圆润, 带一个短而粗壮的胎管刺, 两侧近于平行。

胎管性质不明, 仅见一显著的胎管刺, 长达 0.5mm。

胞管为雕笔石式, 左右交错排列, 腹缘呈“S”形弯曲, 口缘浅, 约佔笔石体宽度的 1/5, 10mm 内约有 13—15 个胞管。

讨论 从笔石体特征和胞管的形状看,所描述的标本和 Williams(1982)所描述的北威尔士(North Wales)的 *Glyptograptus daviesi* 的模式标本(Fig. 14-c)相吻合,差别在于我们的标本宽度大于英国的标本(宽为 0.9—1.4mm)。

几年前,笔者(陈均远等,1984)曾在桃曲坡所采的标本中鉴定一种 *Glyptograptus lorrainensis* (Ruedemann,1947),这种笔石最早发现于北美 Lorraine 页岩中,为 Ruedemann 所描述,取名为 *Climacograptus lorrainensis*,这种小型的栅笔石的最初描述:笔石体长度一般为 7—9mm,最长为 13.5mm,宽 1.0mm,胞管为真正的栅笔石式,10mm 内有 12—14 个胞管。笔者从所绘制的正模标本图像(Ruedemann,1947,pl. 72,fig. 27)看,其胞管较接近 *Glyptograptus* 式胞管。1986 年 Riva 正式将这种笔石归入雕笔石属。这次重新研究耀县标本时笔者发现我们的标本无论从笔石体形状、大小,还是从胞管性质等特征看均与 *G. lorrainensis* 差别较大,而接近 *G. daviesi* Williams,故将其归入后一种。

产地层位 陕西耀县桃曲坡村,层位同上。

栅笔石属 Genus *Climacograptus* Hall, 1865

双刺栅笔石 *Climacograptus bicornis* (Hall)

(图版 I, 图 10,11;图版 II,图 4)

1865 *Climacograptus bicornis* (Hall), pp. 111,112,pl. A,figs. 13—17.

1906 *Climacograptus bicornis*, Elles and Wood, pp. 193—195,pl. 26,figs. 8a,c,e,f(8b,d?).

1908 *Climacograptus bicornis*, Ruedemann, pp. 80—85,pl. A,text-figs. 12—17,pp. 433—437,textg-fig. 404(non 405).

1933 *Climacograptus bicornis*, Sun, p. 17,pl. 3,figs. 2a—g.

1947 *Climacograptus bicornis*, Bulman, pp. 59—62,pl. 8,figs. 9,10;pl. 9,figs. 10—13;textg-figs. 30—32.

1960 *Climacograptus bicornis*, Berry, p. 79,pl. 16,figs. 10,11;pl. 19,fig. 4.

1974 *Climacograptus bicornis*, Riva, pp. 6—11,pl. 1,figs. 1—3,5—7;text-figs. 1a—b.

1976 *Climacograptus bicornis*, Tzaj, p. 32,pl. 4,figs. 1—3.

1980 *Climacograptus bicornis*, 穆恩之等,316 页,图版 77,图 27.

有 6 个以上的薄膜标本,保存于黑色或灰色灰岩里。

笔石体长,达到或超过 60mm,宽度均匀增长,横过第一对胞管的口部,宽度为 0.7—0.8 mm,离始端 10mm 处增宽至 1.2—1.5mm,至末部宽达 2.5—3.0mm,两侧呈平行状。

胎管为细长锥管,长 1.1mm,胎管刺短,约长 0.38mm。

胞管为栅笔石式,膝上腹缘直,几乎与笔石体中轴线呈平行状,口缘平,口穴宽,笔石体未成熟时呈半圆形,随着笔石体的成长而逐渐变狭变浅,宽为笔石体的宽度的 1/4—1/2。膝角为锐角状,笔石体始部一对胞管的两个底刺特别发育,相邻胞管掩盖为其长的 1/3 左右,笔石体始部 5mm 内有 5—7 个胞管,向末部为 4—5 个(10mm 内 8—9 个)胞管。

讨论 本文描述的标本,其基本特征和 Hall (1865), Ruedemann(1908,1947), Sun (1933), Riva(1974)所报道的 *Climacograptus bicornis* 描述和图像相符,但我们标本的笔石体较为长大,可能为成熟的标本,1982 年穆恩之等描述的陕西陇县 *C. bicornis* 的标本,笔石体较为细小,最大宽度为 2.0mm,其他特征相似,可能是未成熟的标本。

产地层位 陕西富平小峪,中奥陶统平凉组 *Climacograptus bicornis* 带。

双刺栅笔石三齿亚种 *Climacograptus bicornis tridentatus* Lapworth

(图版 I, 图 9; 图版 II, 图 7; 插图 2)

1906 *Climacograptus bicornis tridentatus* Lapworth, Elles and Wood, pp. 195, 196, pl. 26, figs. 9a—c.

1947 *Climacograptus bicornis* Hall var. *tridentatus*, Ruedemann, p. 426, pl. 72, figs. 5, 6.

有两个保存较差的标本及它们的反对面,保存于风化后呈黄灰色的页岩中。

笔石体劲直、粗壮和两侧平行,长 43mm,横过始部第一对胞管口部,宽为 0.9mm,在离始端 5mm 处,宽为 1.3mm;10mm 处为 1.6mm;20mm 处为 2.2mm;30mm 处为 2.7mm,此为最大宽度,向末部又逐渐收缩至 2.4mm。笔石体始端圆,带 3 个长约 1.6—4.0mm 的底刺,它们由胎管刺和可能为第一对胞管的口刺所组成(插图 2)。

胎管性质不明,仅见其口部和胎管刺。胎管刺粗直、向下垂伸。

胞管为栅管石式,和 *C. bicornis* 相同,膝上腹缘直,经常和笔石体轴线相平行,口缘呈水平状,口穴半椭圆形,宽约为笔石体宽度的 1/4,10mm 有 10—12 个胞管。

讨论 *Climacograptus bicornis tridentatus* Lapworth 是 *C. bicornis* 中最有特征的亚种,这种亚种胎管刺特别发育,它和始端第一对胞管两个长大的底刺构成三叉形底刺。其它特征与 *C. bicornis* 相一致。

本文所描述的标本,其基本特征和 Elles 和 Wood(1906)所记载的 *C. bicornis tridentatus* 的原始描述相同,但根据她们的记述,这些底刺常常被薄膜所包裹,因而其宽度常超过正常不带膜的标本。我们的标本中未见带薄膜的现象。

产地层位 陕西富平小峪,中奥陶统平凉组 *Climacograptus bicornis* 带。

假微小栅笔石 *Climacograptus pseudoparvus* He

(图版 I, 图 15, 16)

1976 *Climacograptus pseudoparvus* He, Tzaj, pp. 35, 36, pl. 5, figs. 7, 8.

有 2 个标本,其中 1 个有反对面,薄膜状保存于浅灰色、灰色薄层灰岩中,保存状态佳。

笔石体两侧似呈平行状,始端尖圆,带有一细小、劲直的胎管刺。长超过 28mm,始端横过第一对胞管的口部宽为 0.6—1.0mm,向末部微微增宽,在离始端 5mm 处宽为 1.1—1.3mm;10mm 处为 1.3—1.6mm;最大宽度在离始端 20mm 处,为 1.6—2.0mm,向末部逐渐减为 1.8—1.9mm。

胎管性质不明,胎管刺醒目,长 1.0—1.2mm。

胞管为栅笔石式,膝上腹缘直,与笔石体轴线相平行或微向外倾,口缘平,膝角清晰,口穴宽约佔笔石体宽度的 1/4,10mm 内有 10—12 个胞管。

讨论 这次所描述的标本,其主要特征和 Tzaj(1976)所描述哈萨克斯坦中奥陶统 *Diplograptus multidens* 带所产的 *Climacograptus pseudoparvus* He 标本相一致,两者差别

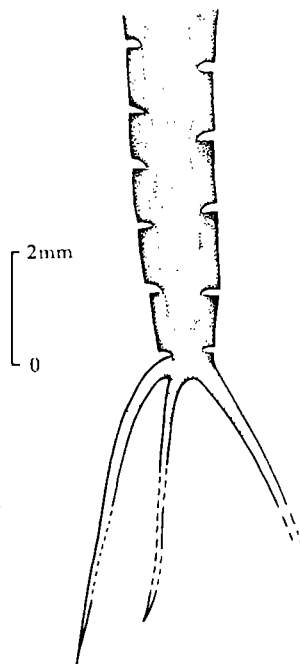


插图 2 *Climacograptus bicornis tridentatus* Lapworth 的始部,示始部胞管和 3 个底刺。

Showing the thecae and three basal spines of the proximal position of *C. bicornis tridentatus* Lapworth

在于我们的标本宽度略宽于哈萨克斯坦的标本(0.7—2.0mm 末部收缩为 1.4mm),特别在笔石体末部更为明显,口穴较浅(1/4:1/2 笔石体的宽度)。

这种笔石外形、胞管等特征与 *Climacograptus parvus* Hall (Ruedemann, 1908, p. 426, text-fig. 388) 最为接近,但区别在于 *C. parvus* Hall 拥有一个较长的胎管刺外,还有两个不甚显著的侧刺。

产地层位 陕西耀县桃曲坡,中奥陶统桃启坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。

假栅笔石属 Genus *Pseudoclimacograptus* Pribyl, 1947

夏氏假栅笔石 *Pseudoclimacograptus scharenbergi* (Lapworth)

(图版 I, 图 5)

1906 *Climacograptus scharenbergi* Lapworth, Elles and Wood, pp. 206—208, pl. 27, figs. 14a—e.

1908 *Climacograptus scharenbergi*, Ruedemann, pp. 428—431, text-figs. 394—399; pl. 28, fig. 31.

1934 *Climacograptus scharenbergi*, Hsü, p. 68, pl. 5, figs. 8a—d.

1947 *Climacograptus scharenbergi*, Ruedemann, pp. 438, 439, pl. 74, figs. 41—54.

1947 *Climacograptus scharenbergi*, Bulman, pp. 65—70, pl. 8, figs. 1, 5, 7; pl. 10, figs. 1—7; text-figs. 34—38.

1947 *Pseudoclimacograptus scharenbergi*, Pribyl, p. 8, pl. 2, figs. 2—6.

1949 *Climacograptus scharenbergi*, 穆恩之, 185—188 页, 插图(1)。

1960 *Pseudoclimacograptus scharenbergi*, 穆恩之等, 94, 95 页, 图版 16, 图 6a, b.

1976 *Pseudoclimacograptus scharenbergi*, Tzaj, pp. 38, 39, pl. 5, figs. 12—14.

1988 *Pseudoclimacograptus scharenbergi*, 黄枝高等, 123 页, 图版 19, 图 9, 10.

有 3 个半立体状标本,保存于灰黑色薄层灰岩中。

笔石体小,两侧近于平行,长 6.3—14mm,横过第一对胞管的口部宽为 0.6—0.7mm,其后此宽度急剧增至 1.6—1.7mm,并一直保持到笔石体的末部。中沟清楚,明显地呈“之”字形曲折,每一转折的尖端向外水平伸出一小横沟。

胎管性质不明,仅见胎管刺粗壮,长约 0.5mm。

胞管细长,作“S”形弯曲,膝上腹缘直或呈凸弧形,口缘平,口穴呈长方形,相邻胞管掩盖甚少,10mm 内有 12—14 个胞管。

讨论 所描述的标本其基本特征和 Elles 和 Wood(1906)所描述英国 *Climacograptus scharenbergi* Lapworth 的模式标本相一致,但我们的标本笔石体较小。

产地层位 陕西富平小峪,中奥陶统平凉组 *Climacograptus bicornis* 带。

假栅笔石? (未定种) *Pseudoclimacograptus?* sp.

(图版 I, 图 6)

笔石体小,两侧平行,始端圆带有较短的胎管刺,长 9—17mm,横过始部第一对胞管的口部宽为 0.9—1.0mm,在离始端 5mm 处宽为 1.5—2.0mm,10mm 处增至最大宽度 2.5mm,并一直保持到末端。

胎管性质不明。胞管弯曲呈“S”形,口缘平带有较深的口穴,其宽度为笔石体总宽度的 1/3,5mm 内有 5—6 个胞管。

讨论 此种假栅笔石(?)和 *Pseudoclimacograptus scharenbergi* (Lapworth) 接近,与后者不同之处:1) 胞管排列较松弛;2) 中间曲折缝合线不甚清楚。曲折缝合线(或中沟)乃

Pseudoclimacograptus 属区别于 *Climacograptus* 属的基本特征,由于它不清晰,无法确切相比。但从胞管等其他特征看,此种笔石还是较接近假栅笔石属,故暂将它归入该属,属名后置问号存疑。

产地层位 同前一种。

直笔石属 Genus *Orthograptus* Lapworth, 1873

鸡爪直笔石刺枝亚种(新亚种) *Orthograptus calcaratus acanthocladus* subsp. nov.

(图版 I, 图 12—14)

3 个薄膜标本,其中 2 个完整,均保存于黑色或灰色薄层灰岩里。

笔石体细长,两侧平行,常见长度为 20—30mm,最长的达 33mm,横过第一对胞管口部的宽度为 0.6—0.7mm,离始端 5mm 处宽为 1.5mm;10mm 处为 1.5—1.6mm,20mm 处 1.6mm;最后至 30mm 处为 1.7mm,宽度增宽缓慢,两侧平行明显。始部尖圆带有 3 个清晰的底刺,即胎管刺,第一对胞管的两个腹刺。

胎管为细长锥管,长约 2mm,口部宽 0.2mm,口缘平,带有细小而醒目的口刺;长 0.5mm 和向下垂伸的胎管刺长 0.6—0.7mm,胎管顶端和第二个胞管(Th_2)的口部齐平。

胞管为直笔石式,长 1.0—1.5mm,口部宽 0.4—0.6mm,腹缘直或微向外突,口缘平或斜向内倾,相邻胞管掩盖为其长的 $1/4$ — $1/3$,10mm 内有 10—14 个胞管。

讨论 新亚种的胞管特征清楚地属于 *Orthograptus calcaratus* 组,区别在于新亚种笔石体细小,始端 3 个底刺:胎管刺、第一对胞管 2 腹刺均短而纤细,不如后者发育。

新亚种和本文描述的另一新亚种 *Orthograptus calcaratus gracillimus* subsp. nov. 相接近,但后者笔石体更纤细(宽度细小)平行性更明显。

产地层位 陕西耀县桃曲坡,中奥陶统桃启坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。

鸡爪直笔石帝王亚种 *Orthograptus calcaratus basilius* Lapworth

(图版 II, 图 8—11; 图版 III, 图 6—9)

1907 *Diplograptus* (*Orthograptus*) *calcaratus* var. *basilius* Lapworth in Elles and Wood, p. 243, pl. 30, figs. 2a—d.

1982 *Orthograptus calcaratus basilius*, Williams, p. 249, figs. 12(u—y), 13.

超过 14 个薄膜标本,保存于黑灰色薄层灰岩里。

笔石体狭长、平行状,长 5.6—25mm,最长的一个超过 45mm,横过第一对胞管的口部宽为 0.8—1.0mm,离始端 5mm 处宽为 1.4—1.7mm,10mm 处宽为 1.8—2.0mm,20mm 处为最大宽度 2.4—2.7mm,此宽度一直保持到笔石体的末部。始端圆润,带有一小的胎管刺,胎管刺和第一对胞管的两个清晰的腹刺,构成始端 3 个底刺。

胎管为细小的锥形管,长约 1.0mm,口部宽为 0.3mm,含纤细的胎管刺和胎管口刺、胎管顶端伸延至第二对胞管的口部的高度。

胞管直管状,为长管口平的典型的 *calcaratus* 组的胞管,长 1.5—2.0mm,宽为 0.2—0.3mm,腹缘直或微向外突,口缘平或内斜,相邻胞管掩盖为其长的 $1/3$ — $1/2$,10mm 内有 12—13 个胞管。

讨论 我们的标本其基本特征和 Elles 和 Wood(1907)及 Williams(1982)所描述 *Or-*

thograptus calcaratus basilicus 的英国标本相一致,只是我们的标本胞管排列较为紧密(10mm 内 12—13:9—11 个胞管)。

1984 年陈均远等“鄂尔多斯地台西缘奥陶纪生物地层研究的进展”一文中笔者曾把这个亚种中的一些标本鉴定为 *Orthograptus amplexicaulis pertenuis* (Ruedemann),从笔石体形状、大小看,它们之间均有相似之处,但根本差别在于胞管形状的不同,尽管同属直笔石属,但 *O. amplexicaulis pertenuis* 胞管趋向为直管状,而不是 *calcaratus* 式的直笔石胞管,故在本文中作了修改。

产地层位 同前一亚种。

鸡爪直笔石纤细亚种(新亚种) *Orthograptus calcaratus gracillimus* subsp. nov.

(图版Ⅲ,图 1—5)

几个保存较好的薄膜标本,位于灰色,深灰色薄层灰岩里。

笔石体细直、狭长,两侧似呈平行状,始端尖圆,长超过 31mm,横过始部第一对胞管的口部,其宽为 0.6—1.0mm,向末部方向迅速增宽,在离始端 5mm 处宽增至 1.4—1.5mm,10mm 处为 1.6—1.7mm,20mm 处 1.9—2.0mm,最大宽度在离始端 25mm 处,宽达 2.0—2.2mm,再向末端宽度则缓缓缩减。始端常见有 3 个细而醒目的底刺,即胎管刺和第一对胞管的两个腹刺。

胎管性质不明,但见清楚的胎管刺。

胞管为 *calcaratus* 类型的直笔石式的胞管,有时拥有口尖、口片或微向内卷的口部,口部为其宽的 1/5—1/4,10mm 内有 11—14 个胞管。

讨论 新亚种 *Orthograptus calcaratus gracillimus* subsp. nov. 具有 *calcaratus* 类直笔石的特征,特别是 *calcaratus* 类型的胞管特征。从细长的笔石体(最大宽度 2.1—2.2mm)和始端 3 个醒目的底刺等特征来看接近 *O. calcaratus basilicus* Lapworth,但和后者的区别在于新亚种的笔石体较狭,同时向末部有明显的收缩趋势。

从笔石体形状和大小等特征看,使人联想到新亚种和 Elles 和 Wood(1907)所描述英国的 *O. calcaratus tenuicornis* Elles et Wood,但后者的笔石体始部第一对胞管拥有 2 个细长的口刺(长 7mm 左右)和 1 个短而不甚清楚的胎管刺。底刺的性质在上述两个亚种中是不同的。

产地层位 同前亚种。

鸡爪直笔石通常亚种 *Orthograptus calcaratus vulgatus* Lapworth

(图版Ⅲ,图 12,13;图版Ⅳ,图 8)

1907 *Diplograptus* (*Orthograptus*) *calcaratus* var. *vulgatus* Lapworth, in Elles and Wood, pp. 241, 242, pl. 30, figs. 5a—d.

? 1963 *Orthograptus calcaratus vulgatus*, 葛梅钰, 248 页;图版 4,图 6。

1982 *Orthograptus calcaratus vulgatus*, Williams, p. 249, figs. 12(h—n), 13.

4 个较完整的标本,薄膜状保存于黑灰色薄层灰岩里。

笔石体粗大,长超过 40mm,横过第一对胞管的口部宽约 10mm,向末部急剧增宽,在离始端 5mm 处增宽至 1.7mm,10mm 处增宽至 2.0mm,至 15mm 处增至最大宽度 3.0mm,此

一宽度一直延续到末部。始端含 3 个醒目的底刺。

胎管不清,仅见向下垂伸的胎管刺。

胞管为 *calcaratus* 类型的直笔石式胞管。腹缘直、口缘平,或多或少地向外翻转,相邻胞管掩盖为胞管长度的 $1/3-1/2$,10mm 内有 12—13 个胞管。

讨论 从笔石体形状,大小等特征看我们的标本和 Elles 和 Wood(1907)所描述 *Diplograptus* (*Orthograptus*) *calcaratus* var. *vulgatus* Lapworth 的英国标本相一致,只是我们标本的笔石体比英国的模式标本略短小些,可视为同种。我们标本中有 2 个标本,以前(陈均远等,1984)笔者曾把它鉴定为 *Diplograptus* (*Orthograptus*) *pageanus* var. *mucracanthus* Elles et Wood(1906),嗣后发现其笔石体宽度较小,始端底刺性质不同,胞管特征亦相异,这次笔者均把它们归入 *O. calcaratus vulgatus* Lapworth。

1963 年葛梅钰所描述的鄂西中奥陶统庙坡组的这种笔石,从其标本看两者之间差别较大,差别在于:(1)发育过程中自始至终未见出现两个底刺(第一对胞管两腹刺),仅见一胎管刺;(2)笔石体宽,增宽虽然比较迅速,但两侧平行性不显。笔者怀疑其不属这个亚种。且笔石所产层位也略低。

产地层位 同前一亚种。

表 1 *Orthograptus calcaratus* 几个亚种的特征对比表
Specific characters of subspecies belonging to *Orthograptus calcaratus*

亚种名称 Name of sub- species	笔石体 Rhabdosome										胞管 Thecae	
	特征 Characters	长度 length	宽度变化 variation in width								掩盖 overlap	胞管数 number in 10mm
			initial	5mm	10	15	20	25	30	max		
<i>acanthocladus</i> subsp. nov.	细长、平行状 始端尖圆	33	0.6— 0.7	1.5	1.5— 1.6		1.6		1.7	1.7	1/4— 1/3	10— 14
<i>basilicus</i>	狭长、平行状 始端圆	45	0.8— 1.0	1.4— 1.7	1.8— 2.0		2.4— 2.7			2.7	1/3— 1/2	12— 13
<i>gracillimus</i> subsp. nov.	狭长、平行状 始端尖圆 末部收缩	31	0.6— 1.0	1.4— 1.5	1.6— 1.7		1.9— 2.0	2.0— 2.2		2.0— 2.2	1/5— 1/4	11— 14
<i>vulgatus</i>	粗大,中末部 似呈平行状 始端尖圆	40	1.0	1.7	2.0	3.0				3.0	1/2— 2/3	12— 13

长胞管直笔石 *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang

(图版 I, 图 17; 图版 III, 图 14—18; 图版 IV, 图 9—12)

1963 *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang, in Mu, p. 352.
1982 *Orthograptus longithecalis*, 穆恩之等, 324 页, 图版 79, 图 11, 12。
1985 *Orthograptus* cf. *pristis* Hisinger, 赵裕亭, 150 页, 图版 2, 图 9, 10。

10 个以上标本,薄膜状保存于黑色、深灰色薄层灰岩里。
笔石体瘦小、纤长,一般常在 10mm 左右,始部尖削,横过第一对胞管口部宽为 0.6—

0.7mm,向末部急剧增宽,在离始端 5mm 处宽增至 1.1—1.2mm,而后这一最大宽度一直保持到笔石体的末端,两侧呈平行状。笔石体始端尖圆,带有 3 个醒目的底刺,即:胎管刺,胎管口刺和第一个胞管(Th₁)的腹刺。

胎管为细长锥管,长 1.5—2.0mm,口部宽 0.25mm,带细直的胎管刺,长 0.35mm 和极细的口刺,胎管顶端位于第三个胞管口部的水平线上。

胞管为细长的直管,长 1.2—1.5mm,口部宽 0.2—0.3mm,倾角 15°—20°,相邻胞管掩盖为其长的 1/2,腹缘直,微外倾,口缘平或内斜,10mm 内有 14—15 个胞管。

讨论 我们的标本和穆恩之(1982)所描述的东祁连山中奥陶统斯家沟组的 *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang 的模式标本相一致,但最初描述对其笔石体始端刺的性质未加阐述。从我们的标本看这种笔石的笔石体始端尖圆,拥有 3 个明显的底刺,即胎管刺,胎管口刺和第一个胞管(Th₁)的腹刺。

1985 年赵裕亭所描述耀县桃曲坡中奥陶统桃启坡组笔石标本时,有一种 *Orthograptus* cf. *pristis* Hisinder et Linn (应该为 *Mesograptus* sp. cf. *Diplograptus pristis* Hisinger, Davies, 1929, p. 3, fig. 2)可能不是 Davies 所描述的近似种,从赵的描述和图像(图版 2, 图 9, 10)来看,赵在桃曲坡所采标本应该为 *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang。

产地层位 同前一种。

截切直笔石干瘦亚种 *Orthograptus truncatus pauperatus* Elles et Wood

(图版 I, 图 17; 图版 III, 图 19, 20; 图版 IV, 图 13—15)

1907 *Orthograptus truncatus* var. *pauperatus* Elles et Wood, p. 237, pl. 29, figs. 5a—d.

1963 *Orthograptus pauperatus*, Skoglund, pp. 45, 46, pl. 1, fig. 11.

1970 *Orthograptus truncatus pauperatus*, Toghiani, p. 24, pl. 16, figs. 1, 2.

1982 *Orthograptus?* *pauperatus*, Williams, p. 251, figs. 14a, f. h.

1985 *Orthograptus truncatus* var. *pauperatus*, 赵裕亭, 149, 150 页, 图版 2, 图 5—8。

1985 *Orthograptus truncatus* var. *socialis*, 赵裕亭, 150, 151 页, 图版 2, 图 11—16。

1988 *Orthograptus pauperatus*, 黄枝高等, 161, 162 页, 图版 26, 图 7。

有几个标本,薄膜状保存于深灰色薄层灰岩里。

笔石体长 20mm 以上,横过始部第一对胞管的口部宽为 0.6—0.8mm,向上迅速增宽,在离始端 5mm 处宽度增至 1.3mm,10mm 处 1.35—1.4mm,15mm 处 1.4mm,20mm 处达到最大宽度,为 1.6—2.0mm,向末部逐渐收缩。始部拥有胎管刺,胎管口刺和第一个胞管(Th₁)的口刺组成的 3 个醒目的底刺。

胎管不甚清楚,仅见其口部宽 0.3mm,胎管刺和胎管口刺清晰。

胞管为 *truncatus* 类型的直笔石式胞管,简单直管状,长 1.0—1.1mm,口部宽 0.25—0.4mm,倾角 30°左右,腹缘直,向外倾斜,口缘平或内斜,相邻胞管掩盖为其长的 1/2,10mm 内有 12—14 个胞管。

讨论 我们的标本在其笔石体、胞管等基本特征上和 1907 年 Elles 和 Wood 所描述的英国标本 *Orthograptus truncatus* var. *pauperatus* 相一致,可视为同种。赵裕亭(1985)所描述耀县桃曲坡所采 *Orthograptus truncatus* var. *socialis* 的标本可能亦为 *O. truncatus pauperatus* Elles et Wood。由于鉴定之误,赵在讨论中曾提到他所描述的 *O. truncatus* var. *so-*

cialis (1)笔石体的底刺较细弱;(2)相邻胞管排列陡峭,倾角较大。因而和真正的 *O. truncatus socialis* 不尽相同,可能就是这个缘故。

产地层位 同前一种。

多节直笔石(新种) *Orthograptus nodulus* sp. nov.

(图版Ⅲ,图10,11,图版Ⅳ,图1—7)

有10余个标本,大部分为半立体状,少数为薄膜状,保存于黑色、深灰色薄层灰岩里,保存状态佳。

笔石体小,细直,两侧似呈平行,始端圆润,长达27mm,但一般约在6.3—12mm之间,始部(横过第一对胞管口部)宽为0.7—1.1mm,向上迅速增宽,在离始端5mm处宽为1.7—2.0mm,10mm处宽为2.1—3mm,最宽达3.1mm,此宽度一直延续到笔石体的末端。笔石体始部胞管间壁线平,呈水平状,相互平行,每个胞管的中部形成一条清晰的“横沟”。

胎管为细小锥体,长约10mm,口部宽0.3—0.4mm,带有细小而清楚的胎管刺和胎管口刺。

胞管为直笔石式,两侧左右交错排列,形成“之”形曲折缝合线。第一个胞管(Th_1^1)自胎管中部生出后,沿胎管壁向下,至口部时向外侧伸展,在其口部形成一个清楚的口刺。第二个胞管(Th_2^1)由 Th_1^1 生出后伸向另一侧,先水平再向上斜方向生长。所有胞管直,带微向内转的口部,腹缘直或微内凹,口缘平凹,形成较深的口穴,其宽约占笔石体总宽度的1/4,相邻胞管掩盖为其长的1/3—2/3,倾角 20° — 30° ,10mm内有12—14个胞管。

讨论 新种笔石体的外形主要特征最接近于1963年葛梅钰所描述湖北宜昌分乡中奥陶统庙坡组的 *Orthograptus disjunctus* Geh,但经过仔细比较之后,笔者认为与后者的差别在于(1)底刺(包含胎管刺、胎管口刺和 Th_1^1 的口刺)的存在;(2)笔石体宽度变化急剧,始端宽比后者小而向末部宽度比后者大;和(3)胞管排列不同,我们的标本左右交错排列特征明显,后者不显,且向末部出现劲直的缝合线。

从笔石体的外形、大小、始端胞管生长特色带有3个明显的底刺和中间曲折缝合线等特征看使人联想到穆恩之等(1974)所描述的黔北遵义上奥陶统五峰组底部的 *Amplexograptus disjunctus yangtzensis* Mu et Lin,但最根本的差别在于这两种笔石的胞管类型的不同,*O. nodulus* sp. nov. 具有比较典型的直笔石式胞管,而 *A. disjunctus yangtzensis* 的胞管为围笔石式,从而分归不同的两属。

产地层位 同前一种。

参 考 文 献

- 孙云铸,1933: 中国奥陶纪及志留纪之笔石。中国古生物志,乙种,14号,1—71页。
- 许杰,1934: 长江下游之笔石。前中央研究院地质研究所专刊,甲种,4号,1—108页。
- 陈均远、周志毅、林尧坤、杨学长、邹西平、王志浩、罗坤泉、姚宝琦、沈后,1984: 鄂尔多斯地台北缘奥陶纪生物地层研究的进展。中国科学院南京地质古生物研究所集刊,20号,1—31页。
- 林尧坤,1984: 几种新的奥陶纪的毛发笔石(*Medusaeograptus*)。古生物学报,23(4):472—480。
- 林尧坤,1994: 鄂尔多斯地台南缘中奥陶统树形笔石群。古生物学报,33(2):180—199。

- 赵裕亭, 1985: 甘肃平凉及陕西耀县奥陶纪的笔石。地层古生物论文集, 12 辑, 141—149 页。地质出版社。
- 黄枝高、肖承协、夏天亮, 1988: 江西崇义—永新地区中、上奥陶统重要笔石动物群。1—322 页。地质出版社。
- 葛梅钰, 1963: 鄂西中奥陶统庙坡组的笔石(Ⅱ)。古生物学报, 11(1): 240—262。
- 傅力浦, 1981: 陕西耀县桃曲坡中、上奥陶统及其对比。中国地质科学院西安地质矿产研究所分刊, 2(1): 105—111。
- 穆恩之, 1949: 栅笔石的两种生长形式。地质论评, 14(4-6): 185—188。
- 穆恩之, 1963: 笔石体的复杂化。古生物学报, 11(3): 346—377。
- 穆恩之、陈旭, 1960: 中国的笔石。1—171 页。科学出版社。
- 穆恩之、李积金、葛梅钰、陈旭、倪寓南、林尧坤、穆西南, 1974: 奥陶纪笔石。中国科学院南京地质古生物研究所编: 西南地区地层古生物手册。154—164 页。科学出版社。
- 穆恩之、宋礼生、李晋僧、徐宝政、张有魁, 1982: 笔石纲。西北地区古生物图册、陕甘宁分册(一), 294—347 页(地质矿产部西安地质矿产研究所主编)。地质出版社。
- Berry, B. N., 1960: Graptolite faunas of the Marathon Region, West Texas. Texas Univ., Bur. Econ. Geol., Publication no. 6005, 1—179.
- Bulman, O. M. B., 1947: Monograph of Caradoc(Balclatchie) graptolites from limestones in Laggan Burn, Ayrshire. pt. Ⅱ, Palaeont. Graphical Soc., London, pp. 1—78.
- Davies, K. A., 1929: Notes on the graptolite faunas of the Upper Ordovician and Lower Silurian. Geol. Mag., 66(1): 1—27.
- Elles, G. L. and Wood, E. M. R., 1906, 1907: A monograph of British Graptolites. Palaeont. Graphical Soc., London, pp. 184—273.
- Hall, J., 1865: Graptolites of the Quebec Group. Canadian Org. Rem. Geol. Surv. Canada, Dec. 2.
- Mu, A. T. (Mu En-zhi), 1963: Research on Graptolite faunas of Chilianshan. Scientia Sinica, 7(3): 347—371.
- Pribyl, A., 1947: Classification of the genus *Climacograptus* Hall, 1865. Bull. Intern. Acad. Theque des Sciences, XLV Ⅱ (2).
- Riva, J., 1974: A revision of some Ordovician graptolites of eastern North America. Palaeontology, 17(1): 1—40.
- Ruedemann, R., 1908: Graptolites of New York, pt. Ⅱ. N. Y. State Mus., Mem. 11.
- Ruedemann, R., 1947: Graptolites of North America. Geol. Soc. America, Mem. 19.
- Skoglund, R., 1963: Uppermost Viruan Lower Harjuan (Ordovician) Stratigraphy of Vastergotland and Lower Harjuan graptolite faunas of Central Sweden. Bull. Geol. Univ. Uppsala, 42: 1—55.
- Toghill, P., 1970: Highest Ordovician (Hartfell shales) graptolite faunas from the Moffat area, South Scotland. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geol), 19: 1—26.
- Tzaj, D. T., 1976: Middle Ordovician graptolites from Kazakhstan (in Russian). "Nauka" Kaz. SSR Pub. House. Alma-ata.
- Williams, S. H., 1982: Upper Ordovician graptolites from top Lower Hartfell Shale Formation (*D. clingani* and *P. linealis* zones) near Moffat, Southern Scotland. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences, 12: 229—255.

[1995 年 1 月 30 日收到]

RESEARCH ON MIDDLE ORDOVICIAN DIPLOGRAPTID GRAPTOLITES FROM SOUTHERN BORDER OF ORDOS PLATFORM

Lin Yao-kun

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

Key words: Middle Ordovician, diplograptid, Ordos

Summary

Middle Ordovician graptolite-bearing strata are well developed on the southern border of the Ordos Platform, where the Ordovician rocks may be divided into the Pingliang Formation below and the Taoqupu Formation above. A great number of Middle Ordovician graptolites were collected by the writer and his colleagues from Taoqupu, Liulinchuan of Yaoxian, Cao'eshan Mountain of Jingyang, and Didian and Xiaoyu of Fuping, central Shaanxi (Text-fig. 1), with the graptolites from different localities in the mentioned area listed in the Chinese text of this paper.

The graptolite-bearing strata in the southern border area of the Ordos Platform may be divided into two zones: (1) *Climacograptus bicornis* zone of the Pingliang Formation (early Middle Ordovician), which can be directly correlated with the *Climacograptus bicornis* subzone of the *Nemagraptus gracilis* zone in Pingliang of Gansu province. It is known that the *Nemagraptus gracilis* zone of the Pingliang Formation in Pingliang area may be subdivided into the *Syndyograptus* subzone below and the *Climacograptus bicornis* subzone above (Chen and others, 1984). The *Climacograptus bicornis* zone in this area may correspond to the same zone in North America (Berry, 1960), and therefore the Pingliang Formation in the Fuping area is probably middle and late Huloan or early Caradocian in age. (2) *Orthograptus longithecalis* zone of the Taoqupu Formation (late Middle Ordovician), which can be correlated with the *Climacograptus geniculatus* zone of the Sijiagou Formation (Middle Ordovician) in the eastern North Qilianshan (Chilianshan) Mountains, and the *Dicellograptus angustus-Climacograptus spiniferus* zone of Late Hanjiangian from the South China Region (Mu, 1974; Huang and others, 1988). Outside China, this zone corresponds roughly to the *Dicranograptus clingani* zone in Britain and the *Climacograptus spiniferus* zone in the Canajoharie shale of North America.

The new materials under study consist of 5 genera and 14 species (including 1 new species and 2 new subspecies), namely, *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann, *G. daviesi*

Williams, *Climacograptus bicornis* Hall, *C. bicornis tridentatus* Lapworth, *C. pseudoparvus* He, *Pseudoclimacograptus scharenbergi* Lapworth, *P. ?* sp., *Orthograptus calcaratus acanthocladus* subsp. nov., *O. calcaratus basilicus* Lapworth, *O. calcaratus gracillimus* subsp. nov., *O. calcaratus vulgatus* Lapworth, *O. longithecalis* Mu et Zhang, *O. truncatus pauparatus* Elles et Wood, and *O. nodulus* sp. nov.

***Orthograptus calcaratus acanthocladus* subsp. nov.**

(Pl. I, figs. 12—14)

Rhabdosome long, narrow and parallel-sided, usually 20—30mm and occasionally up to 33mm in length, 0.6—0.7mm in width measured at the aperture of first theca (Th_1^1), and attaining a maximum width of 1.7mm at distal end. Proximal end of rhabdosome acutely round, with three distinct basal spines, consisting of virgella and ventral spines of the first pair of thecae.

Sicula slender, conical, tube-shaped, 2mm long, and 0.2mm wide; apertural margin even, with a visible apertural spine; apex reaching the apertural level of the second theca (Th_2^1).

Thecae of *Orthograptus calcaratus* type, straight, with everted apertures, 1.0—1.5 mm long and 0.4—0.6mm wide, numbering 10—14 in 10mm; ventral margins even and oblique inward, overlapping one-third or one-fourth of their length.

Remarks: In thecal characters, the new subspecies distinctly belongs to the *Orthograptus calcaratus* group, but differs from the latter in the smaller size of the rhabdosome, the thinner, shorter virgella and the basal spines.

The new subspecies bears a resemblance to *O. calcaratus gracillimus* subsp. nov., but differs from the latter in its smaller, thinner, and distinctly parallel-sided rhabdosome.

Horizon and locality: *Orthograptus longithecalis* zone, Taoqupu Formation (Late Ordovician); Taoqupu village of Yaoxian county, Shaanxi province.

***Orthograptus calcaratus gracillimus* subsp. nov.**

(Pl. II, figs. 1—5)

Rhabdosome narrow and parallel-sided, over 31mm long, rapidly increasing in width from 0.6—1.0mm at the aperture of Th_1^1 to a maximum width of 2.1—2.2mm. Both sicula and first pair of thecae commonly possessing small, thin but conspicuous spines. Sicula obscure, but with a distinct virgella.

Thecae typical of *calcaratus* style, straight, but sometimes mucronate, with pronounced apertural lists and slightly introverted apertures normally about $1/5$ — $1/4$ as wide as total rhabdosome, numbering 11—14 in 10mm.

Remarks: In thecal characters the new subspecies is closely allied to the orthograptid group. This narrow form with a maximum width of 2.0—2.1mm and only three small

basal spines nearly approaches to *O. calcaratus basilicus* Lapworth, but differs from the latter in the narrower rhabdosome which decreases in width at the distal end.

In the shape and size of the rhabdosome the present form recalls *O. calcaratus tenuicornis* Elles et Wood described in 1907, but in the latter, the basal thecae are furnished with two long, slender apertural spines and the virgella is short and inconspicuous.

Horizon and locality: same as the preceding subspecies.

***Orthograptus nodulus* sp. nov.**

(Pl. II, figs 10, 11; Pl. N, figs. 1—7)

Rhabdosome small, slender, with subparallel-sided and rounded base, measuring 24—27mm in length and 0.7—1.1mm in width at the aperture of first theca (Th_1^1), 3.1 mm in maximum width and then remaining unchanged throughout.

Sicula small, conical, about 1.0mm long, and 0.3—0.4mm wide across aperture, with a small conspicuous virgella and an apertural spine.

Thecae of orthograptid type, arranged alternately on both sides, forming zigzag median sutures, numbering 12—14 in 10mm. Th_1^2 initially growing downwards along sicula before bending slightly upwards, producing a conspicuous apertural spine; Th_1^1 horizontal before bending up. All remaining thecae straight, with simple everted apertures. Ventral margin straight or slightly concave; apertural margin even or concave, forming deep excavation, occupying one-fourth the total width of rhabdosome, overlapping one-third to two-thirds of width, inclined to axis of rhabdosome at an angle of 20° — 30° . Interthecal septa of proximal thecal portion even, horizontal and parallel to each other, with a clear "transverse furrow" seen in middle part of each theca.

Remarks: In general aspect of the rhabdosome the new species is closest to *Orthograptus disjunctus* Geh described by Geh Mei-yu (Ge Mei-yu) in 1963 from the Miaopo shale (Middle Ordovician) at Fengxiang, Yichang area, W. Hubei. After a careful comparison, the writer noticed that it differs from the latter species in: (1) the presence of basal spines containing virgella, apertural spines of sicula and first theca (Th_1^1); (2) the more abrupt widening from initial to distal ends of the rhabdosome, and (3) the arrangement style of these thecae.

In the shape and size of rhabdosome at the proximal end with three basal spines and in the zigzag median sutures, the present form recalls *Amplexograptus disjunctus yangtzensis* Mu et Lin (Mu and others, 1974) from the Wufeng Formation (Upper Ordovician) of the Yangzi Region in China, but in the new species the thecae are typical of the *Orthograptus* style, instead of the amplexograptid type.

Horizon and locality: same as the preceding subspecies.

图 版 说 明

标本保存于中国科学院南京地质古生物研究所,除注明产地层位的标本外,其余均产于陕西耀县桃曲坡村,中奥陶统桃启坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。

图 版 I

1—8. *Glyptograptus vespertinus* Ruedemann

1. $\times 3$, 采集号: Yt 34—35, 登记号: 118638; 2. $\times 2$, 3. $\times 9.5$, 图 2 的始部放大, 采集号: FD-3, 登记号: 118639, 陕西富平底店桃启坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。4. $\times 3$, 采集号: 64-桃-Ⅱ-30, 登记号: 118640, 陕西泾阳嵯峨山南坡, 桃启坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。5. $\times 3$, 采集号: 64-桃-F-14, 登记号: 118641, 6. $\times 3$, 采集号: 63-耀-F-26, 登记号: 118642, 陕西耀县柳林川, 桃启坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。7, 8. $\times 3$, 采集号: Yt 50—52, Yt 52a, 登记号: 118643, 118644。

9. *Climacograptus bicornis tridentatus* Lapworth

$\times 3$, 采集号: FX-11, 登记号: 118652, 陕西富平小峪, 中奥陶平凉组 *Climacograptus bicornis* 带。

10, 11. *Climacograptus bicornis* (Hall)

10. $\times 9.5$, 11. $\times 2$, 采集号: FX-2, 登记号: 118649, 118650, 产地层位同上。

12—14. *Orthograptus calcaratus acanthocladus* subsp. nov.

12. $\times 3$, Holotype; 13. $\times 2$, Paratype; 14. $\times 6$, Paratype, 始部放大, 采集号: Yt 34—35, 登记号: 118660 (Holotype)—118662。

15, 16. *Climacograptus pseudoparvus* He

$\times 3$, 采集号: Yt 52a, Yt 49, 登记号: 118654, 118655。

17. *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang 和 *Orthograptus truncatus pauperatus* Elles et Wood

$\times 3$, 示笔石体保存形式, 采集号: Yt 52a, 登记号: 118689。

图 版 II

1—3. *Glyptograptus daviesi* Williams

$\times 10$, 采集号: Yt 34—35, Yt 52, Yt 34—35, 登记号: 118646—118648。

4. *Climacograptus bicornis* Hall

$\times 6$, 采集号: FX-11, 登记号: 118651, 陕西富平小峪, 中奥陶统平凉组 *Climacograptus bicornis* 带。

5. *Pseudoclimacograptus scharenbergi* (Lapworth)

$\times 10$, 采集号: FX-11, 登记号: 118656, 产地层位同上。

6. *Pseudoclimacograptus* ? sp.

$\times 6$, 采集号: FX-11, 登记号: 118658, 产地层位同上。

7. *Climacograptus bicornis tridentatus* Lapworth

$\times 10$, 图版 I, 图 9 反对面的始部放大。

8—11. *Orthograptus calcaratus basilicus* Lapworth

8, 10, 11. $\times 10$; 9. $\times 9.5$, 采集号: Yt 52a, Yt 34—35, Yt 34—35, Yt 52, 登记号: 118663—118666。

图 版 III

1—5. *Orthograptus calcaratus gracillimus* Subsp. nov.

$\times 3$, 1, 2, 4, 5. Paratypes, 3. Holotype, 采集号: Yt 34—35, Yt 50—52, 桃-V-F-11, Yt 52a, Yt 34—35, 登记号: 118671—118673 (Holotype), 118674, 118675。

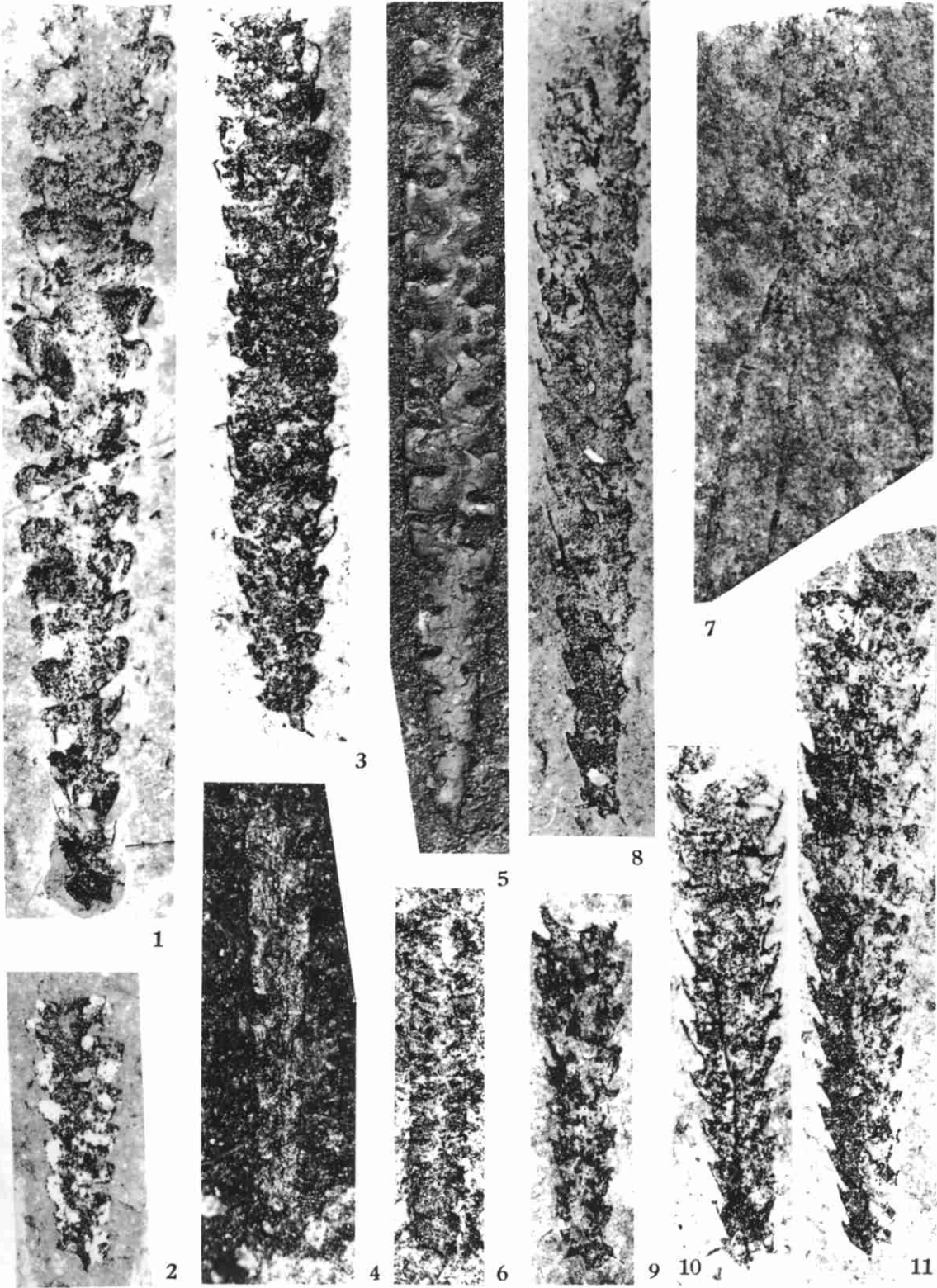
6—9. *Orthograptus calcaratus basilicus* Lapworth

6. $\times 2, 7-9, \times 3$, 采集号: Yt 50—52, Yt 52, Yt 49, Yt 52, 登记号: 118667—118670。
- 10, 11. *Orthograptus nodulus* sp. nov.
- $\times 3, 10$. Paratype, 侧面保存, 11. Paratype, 采集号: Yt 52, Yt 52a, 登记号: 118695, 118696。
- 12, 13. *Orthograptus calcaratus vulgatus* Lapworth
12. $\times 3, 13. \times 2$, 采集号: Yt 52a, Yt 50—52, 登记号: 118677, 118678。
- 14—18. *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang
14. $\times 3, 15. \times 6$, 示胎管。笔石体始部胞管(上)的完整的笔石体(下), 16. $\times 9.5$, 示始部放大, 17, 18. $\times 6$, 采集号: Yt 34—35, Yt 52a, Yt 50, Yt 50, Yt 52a, 登记号: 118680—118684。
- 19, 20. *Orthograptus truncatus pauperatus* Elles et Wood
19. $\times 3, 20. \times 6$, 采集号: Yt 50, Yt 52a, 登记号: 118690, 118691。

图 版 IV

- 1—7. *Orthograptus nodulus* sp. nov.
1. $\times 6$, Holotype 2, 4, 7. $\times 6; 3, 6. \times 10; 5. \times 3$, Paratypes, 采集号: Yt 52a(1—3), Yt 52(4—7), 登记号: 118697 (Holotype), 118698—118703。
8. *Orthograptus calcaratus vulgatus* Lapworth
- $\times 9.5$, 采集号: Yt 34—35, 登记号: 118679。
- 9—12. *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang
- 9, 10. $\times 20$, 笔石体始部放大, 11. $\times 9.5, 12. \times 10$, 完整的笔石体, 采集号: Yt 50, Yt 50, Yt 52a, Yt 52a, 登记号: 118685—118688。
- 13—15. *Orthograptus truncatus pauperatus* Elles et Wood
- 13—15. $\times 9.5$, 采集号: Yt 52a, Yt 52a, Yt 52a, 登记号: 118692—118694。





Research on Middle Ordovician Diplograptid Graptolites from Southern Border of Ordos Platform

Plate III

