

鄂尔多斯地台南缘中奥陶统 树形笔石群

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

鄂尔多斯地台南缘(陕西中部耀县、陇县4个地点)中奥陶统树形笔石,是一个新发现的区域性较强的底栖为主的树形笔石动物群,包括 Dendroidea 目中的 *Dictyonema*, *Dendrograptus*, *Ptilograptus*, *Acanthograptus*, *Thallograptus*, *Medusaegraptus* 属和 Tuboidea 目中的 *Galeograptus* 属等2目7属15种(含6新种)。共生的双笔石类表明其层位应分别归属濊江期(相当 Caradocian 中晚期) *Orthograptus longithecalis* 带(耀县地区)或 *Climacograptus geniculatus* 带(陇县地区)。

关键词 树形笔石 中奥陶统 鄂尔多斯地台南缘

一、前 言

树形笔石在我国分布广泛,寒武系—石炭系均有发现,属种齐全,化石繁多且保存状态佳好。在以往记述的标本中,以上寒武统、下奥陶统的属种居多,中奥陶统树形笔石在我国乃至世界上报道不多、材料较少。1955年,穆恩之在《中国树形笔石》一书中描述过 *Dictyonema szechuanense* Mu, *D. sp. C* 和 *Ptilograptus glomeratus* var. *sinicus* Mu 等,笔者于1984年记述了陕西耀县、陇县中奥陶统 *Medusaegraptus* 属的几个种,赵裕亭(1985)描述了甘肃平凉太统山中奥陶统平凉组的 *Dendrograptus yangtzensis* Mu。肖承协等(1988)报道的贵州石阡十字铺组的树形笔石计有 *Dictyonema sp. C* Mu, *Dendrograptus cf. yini* Mu, *Airograptus sp.*, *Acanthograptus shiqianensis* Xiao et Zhong 和 *Nephelograptus giganteus* Xiao et Zhong。

本文材料系1977年秋我所华北奥陶纪地层队和笔者采自鄂尔多斯地台南缘,陕西中部耀县和陇县两个地区,其中包括耀县桃曲坡中奥陶统桃曲坡组和陇县曹家湾石拐子沟、黑鹰寺沟和新集川南龙门洞中奥陶统龙门洞组;一部分标本系1981年初冬葛梅钰和笔者观察桃曲坡剖面时采集的;还有1个标本系原地质部第3普查大队采自桃曲坡村并送我所笔石组鉴定而后馈赠的。

这一中奥陶统树形笔石动物群包括1984年笔者描述的 *Medusaegraptus hispidus* Lin, *M. setaceus* Lin, *M. pavonicus* Lin, *M. floralis* Lin, *M. divaricatus* Lin, *M. ? plumosus* Lin 等6种毛发笔石和本文描述的2目7属15种,其中6个新种,它们具体分布表如表I所示。

表 I 鄂尔多斯地台南缘中奥陶统树形笔石的分布
Distribution of Middle Ordovician Dendroid graptolites from South Border of Ordos Platform

属种名称 Name of Genera and Species	分布地点 Localities	耀县 Yaoxian	陇县 Longxian		
		桃曲坡 Taoqupu	石拐子沟 Shiguaizigou	黑鹰寺沟 Heiyingsigou	龙门洞 Longmendong
Dendroidea					
<i>Dictyonema ellipsoporiforme</i> sp. nov.		+			
<i>D. cf. szechuanense</i> Mu			+		
<i>D. sp. α</i>		+			
<i>D. sp. β</i>			+		
<i>Dendrograptus flexithecalis</i> sp. nov.		+			
<i>D. licroformis</i> sp. nov.			+		+
<i>D. longiculus</i> sp. nov.		+	+		
<i>Ptilograptus ex gr. glomeratus</i> Pocta			+	+	
<i>Acanthograptus mui</i> sp. nov.		+	+		
<i>A. sp.</i>			+		
<i>Thallograptus</i> sp.			+		
<i>Medusaegraptus divaricatus</i> Lin			+	+	
<i>M. floralis</i> Lin		+	+	+	
<i>M. hispidus</i> Lin		+	+	+	
<i>M. pavonicus</i> Lin				+	
<i>M. setaceus</i> Lin			+		
<i>M. ? plumosus</i> Lin		+	+		
<i>M. ? sp.</i>			+		
Tuboidea					
<i>Galeograptus coronatus</i> sp. nov.			+		

与这一树形笔石群共生的还有大量正笔石目双笔石科的分子,如 *Climacograptus geniculatus* Mu et Zhang, *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang, *O. ex gr. calcalatus* Lapworth, *O. pauperatus* Lapworth, *Diplograptus vespertinus* Ruedemann 和无轴亚目中少量平底的 *Dicellograptus* (可能为 *D. forhammeri* 一类),因此它们的层位分别应归属桃曲坡组 *Orthograptus longithecalis* 带(耀县地区)或龙门洞组 *Climacograptus geniculatus* 带(陇县地区)。此两笔石带相当于东祁连山中奥陶统斯家沟组 *C. geniculatus* 带和华南区中奥陶统潞江期 *C. spiniferus* 带。和国外相对比,大体上相当英国中奥陶统(Caradoc 阶)的 *D. clingani* 带。

笔者在野外考察、采集标本过程中承陈均远、邹西平、周志毅、王志浩、杨学长、葛梅钰;所外姚宝琦、沈后、罗坤泉、刘平均、张育国等协助;原地质部第 3 普查大队馈赠标本;室内工作期间承 1989—1990 年度所长择优基金的资助;邓东兴代为笔石标本照相,一并在此表示衷心的感谢。

二、树形笔石动物群的特征和属种概述

树形笔石是笔石中出现时代较早,延续时间最长的一类,最早可追溯到中寒武世,一直延续至早石炭世,而早奥陶世最为繁盛,少数漂浮型树形笔石和 *Dictyonema flabelliforme* (Eichwald), *Callograptus salteri* Hall 都是世界性的,分布广,且具有一定地层意义。但绝大多数的树形笔石均为固着底栖,因而属种单调、地区性强、分布范围狭小,地层意义不大。固着底栖的笔石其幼虫拥有一个自由生活的阶段,但时间非常短暂。因此它们不能游离其母体太远(Kozłowski, 1971),然后缓缓落于海底,附于底层,逐渐形成基盘(附着盘),赖此笔石体再生长和繁衍。由此而形成固着底栖笔石群的局限性,一般属种不多,单一性、地区性的种族居多,分布地域不大,所以人们常把它们视作新的动物群。

底栖笔石一般都具有主茎或附着盘,或两者兼有之,以便笔石体能固着生长,摄食繁衍。笔者所描述的 *Dendrograptus licroformis* sp. nov., *D. longiculus* sp. nov., *Acanthograptus mui* sp. nov. 均具有根形、蹼形的基盘,附着海底生长。附着盘的形状可能很大程度上取决于海底的岩性和依附体的硬度或形态(林尧坤, 1983, 1987),茎的长短可能和当时沉积环境相关。赵祥麟(1983)曾作过这方面的论述,认为海水平静、沉积缓慢,底栖笔石只需要较短的茎,反之必须较快地增长其茎部,以免被沉积物所掩埋。笔者支持这一观点。我们的标本中主茎比较矮短的,则笔石体亦较小,如 *Dendrograptus licroformis* sp. nov., *Acanthograptus mui* sp. nov., *Thallograptus* sp. 和一些 *Medusaegraptus* 的笔石体直径仅为 5—12mm,而主茎修长的,笔石体显得高大,如 *D. flexithecalis* 和 *D. longiculus* 似乎也包含着上述的因素。前几种在这种沉积环境中(沉积较快)不利生长,而后 2 种则得以发展。*Medusaegraptus* 属在这一底栖笔石动物群中占重要地位,笔者于 1984 年曾作专文论述。这些毛发笔石都是区域性的新种,其中 *M. pavonicus* Lin 是一种极小型的毛发笔石,直径仅 2—3mm。值得一提的是在陕西南部宁强下志留统宁强组发现(林尧坤, 1989)一种与其相似的小型毛发笔石,定名为 *M. cf. pavonicus*,从笔石体的主要特征看两者是非常接近的,由于标本太小,时代上相差稍远,以比较种处置。若实,一方面说明这种固着底栖的小型毛发笔石是向上延续的,另一方面至少说明它们生存的环境是类似的。本文描述的 *Medusaegraptus* ? cf. *plumosus* Lin 和 *M. ?* sp. 可能是新的毛发笔石或其他别的笔石,只因标本太少,保存不全,仅作比较种和未定种处理,并在属名之后置问号存疑。从保存完整或良好的标本上均可见到这些毛发笔石具有附着盘,证明它们都是底栖类型,它们的笔石体大小似乎和茎部的长短成正比。

本文描述的 *Galeograptus coronatus* sp. nov., 这是管笔石目(Tuboidea)在中奥陶统发现的新分子。严格地说这种笔石不属于树形笔石动物群,而是管笔石动物群,由于标本少,仅 1 个种,故暂与树形笔石相提并论,此类笔石以往发现甚少,全世界仅见几个种,主要分布于西北欧一带,我国至今仅见 2 种。它们的时代一直认为是晚奥陶世至中志留世,目前 *Galeograptus coronatus* 的发现,说明中奥陶统就有 *Galeograptus* 的代表,因此笔者认为此属的地层分布应该从中奥陶统至中志留统。*G. coronatus* sp. nov. 是当今世界上最古老的盔笔石,它拥有一个平圆盘形的基盘,附着为生。这种笔石的笔石体很小,相对地说拥有较大、较为发育的附着盘,能稳妥地附着硬实的海底。同时它无长或短的主茎存在,在基盘之上只有几个孤立“枝”,其实是正胞管的孤立部分,以便于摄食。这种笔石结构简单,笔石体不大,在沉积速

度较快的海域中常很快被沉积物掩埋。

文中记述的网格笔石 *Dictyonema ellipsoporiforme* sp. nov., *D. cf. szechuaense* Mu, *D. sp. α* 和 *D. sp. β*, 从笔石体结构看这些笔石均由纤细、平行状的笔石枝和细弱的横靶组成, 有的标本比较完整, 保存始部或近始部, 可见其宽阔的分散角(轴角)。这些特征似乎告诉人们这是一些漂浮的网格笔石。上述属种除 *Dictyonema ellipsoporiforme* 之外, 其余都比较破碎, 这种现象或可表明当时海域比较动荡或濒于岸边, 或受潮汐、洋流等外力冲击影响较大。纤细的笔石体、枝、横靶断裂, 而笔石体枝离破散, 难得完整的枝体。*Dictyonema szechuaense* Mu 最初为穆恩之(1955年)描述, 产于四川华蓥山中奥陶统艾家山统, 此次在本地区中奥陶统发现, 也为地层的对比提供一些依据。

这一树形笔石群中还有几个比较破碎的 *Ptilograptus* 的标本, 虽未定名, 但从其曲折型的笔石枝的特征看可能属 *Ptilograptus ex gr. glomeratus* Pocta 一类。*P. glomeratus* Pocta 是捷克 Bohemia 中奥陶统的笔石(Bulman, 1938), 这种羽笔石有“之”字形曲折的笔石枝, 因此枝的形状、排列和宽度和当前标本相近似。*Ptilograptus* 由 Hall 在 1885 年创名, 而后 Hopkinson (1895) 根据 *Ptilograptus* 的羽状侧枝, 建立 Ptilograptidae 科。100 多年来, 这类笔石被描述的甚少, 有人统计约 20 个种(俞剑华, 1962)至今可能也不会超过 30 种。若论 Ptilograptidae 科也只包括 *Ptilograptus* 一属。1962 年, 俞剑华在研究云南西部的笔石化石时, 曾根据笔石枝的曲直, 把原来的 *Ptilograptus* 属分成两个独立的属, 即: 笔石枝和分枝直的仍归入 *Ptilograptus* 属; 笔石枝和分枝呈锯齿状曲折的则从原 *Ptilograptus* 属中分出, 建立新属 *Zigzagigraptus*, 但据笔者对现有标本和所描述过的 *Ptilograptus* 图像观察和研究, 所谓曲折的枝是由于羽枝或胞管左右交错排列, 伸出羽枝或胞管处向外侧突出, 同时笔石枝或分枝折向突出的一侧(可能为拉力所致), 枝的另一侧也向生出羽枝或胞管的一侧折曲, 使得两侧似呈平行状; 下一代的羽枝或胞管又折向另一侧, 这样有规则地交错反复多次形成“之”字形或锯齿形的笔石枝或分枝。因此即使是“直”的笔石枝或分枝同样也存在着一定的曲度, 只是程度强弱的差异而已。当然笔石枝和分枝的折曲在一定程度上可能也取决于枝的硬度, 如在笔石体始部或邻近始部的部位, 即早先生出胞管和笔石枝的部位相对来说要坚韧些, 因而受拉力的影响小一些、笔石枝或分枝为直的, 而向末部, 即后期胞管或笔石枝形成的部位, 可能相对柔软些, 笔石枝或分枝往往容易折曲。两者之间无明显界线, 似乎是逐步变化的。如 Ruedemann 描述的 *Ptilograptus delicatulus* (Ruedemann, 1947, 图版 34, 图 1—12, 其中图 6 最显著), *P. alternus* (图版 34, 图 13, 14), *P. poctai* (图版 34, 图 15, 16), 上述这些图像都包含始部直形, 末部折曲的双重性特征, 因此要把它们分为独立的两属还是有一定难度, 特别是在标本破碎不全的情况下, 更使人难以定夺。

综上所述, 树形笔石动物群由于营固着底栖生活, 因而分布范围小, 地域性影响大, 属种单调而演化慢, 因而用作地层对比意义不大, 但对研究笔石的构造, 笔石的生态及其生存环境等还是很有意义。鄂尔多斯地台南缘作为一个新的地区所发现的树形笔石动物群也像其它地区新发现的树形笔石群一样, 拥有大量新的, 区域性特征明显的, 别的地方往往难于找到的种族。因而作为新的树形笔石动物群, 一方面从整体上来说, 它的发现丰富了中奥陶统笔石群的内容, 为笔石研究增添了新的材料; 另一方面对这一新笔石动物群的研究, 充实了中奥陶统笔石研究的薄弱环节, 以便更好地认识笔石的演化和发展。

三、属 种 描 述

树形笔石目 *Dendroidea* Nicholson, 1872

树笔石科 *Dendrograptidae* Roemer, 1897

网格笔石亚科 *Dictyoneminae* Mu, 1953

网格笔石属 *Genus Dictyonema* Hall, 1851

椭圆孔形网格笔石(新种) *Dictyonema ellipsoporiforme* sp. nov.

(图版 I, 图 1—4)

笔石体大,宽锥形,轴长 24mm,最大宽度 30mm,长与宽之比近于 1:1 或 1:1.5。原始枝由胎管分出,构成近于 120°的夹角。所有笔石枝均纤细,背视宽度仅 0.3—0.4mm,规则的正分枝,排列紧密,10mm 内有 10—12 枝,枝间空隙与枝宽相等或略大于枝宽。

横靶极细,宽 0.3mm,与相邻笔石枝正交,相交部份宽度增大,构成较规则的椭圆形网孔,5mm 内有 5—6 个横靶。由于所有笔石枝均为背向保存,胞管口部向下,对观察胞管性质比较困难。副模标本的枝上似有胞管,侧压为锯齿形,5mm 内有 10—12 个胞管。

讨论 从笔石体形状、笔石枝的平行性和横靶的紧密排列等特性来看新种接近于奥陶纪底部的 *Dictyonema flabelliforme* (Eichwald),但区别在于新种的网孔呈椭圆形,是由于横靶与相邻两枝相交时增宽的缘故。这种椭圆孔形的网孔对新种来说是非常特别的。

这种带椭圆孔形网孔的网格笔石与 *Desmograptus* 相近,但根本差别在于 *Dictyonema* 拥有横靶,与相邻笔石枝成正交或斜交而构成网孔,然而在 *Desmograptus* 属中仅见相邻笔石枝之间相连或绞结在一起,形成似圆似卵形的网孔,一般无横靶存在。

产地层位 陕西耀县桃曲坡,桃曲坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。

四川网格笔石(比较种) *Dictyonema* cf. *szechuanense* Mu

(图版 II, 图 4)

笔石体破碎,未见其全貌,仅见 4—5 个笔石枝和若干横靶,保存高度 4mm,宽度 1.8mm,笔石枝直或微曲,似呈平行状,保存长 3.6—3.8mm,宽 0.2—0.25mm,4 个枝中有 1 枝正分 1 次,夹角 60°,2mm 内有 4—5 个枝。相邻两枝间的间隙相等或略大于枝宽。

横靶纤细,直或折曲,宽约为枝宽的 1/5,分布无规则,与相邻两枝正交或斜交,构成不规则的,大小不等的网孔,2.5mm 内有 3—4 个横靶。胞管性质不清,由于笔石枝背面保存所致,偶见笔石枝上有圆或椭圆形小孔,可能是胞管的口部,未见口突或口刺。

讨论 所描述的标本可能是一种笔石体较大的网格笔石,但保存部分极小,难能了解其全貌。从笔石枝和横靶特征看可能是一种营漂浮生活的笔石。当前标本与穆恩之(1955)所描述的四川华蓥山中奥陶统的 *Dictyonema szechuanense* Mu 最为接近,但由于我们标本比较破碎,故作为此种的比较种与本文图版中 *Dictyonema* sp. β 虽出于同一地点和层位,同时又都是比较破碎的标本(这种保存状态可能和当时环境有关),但从保存下来的笔石枝和横靶特征看,两者差别甚大,不属同一种。

产地层位 陕西陇县石拐子沟,龙门洞组 *Climacograptus geniculatus* 带。

树笔石亚科 Dendrograptidae Roemer emend. Mu, 1953**树笔石属 Genus Dendrograptus Hall, 1858****曲胞管树笔石(新种) *Dendrograptus flexithecalis* sp. nov.**

(图版Ⅱ, 图3)

笔石体粗壮, 小树形, 高 18mm, 宽 10mm。两个笔石枝从 1 个短而粗壮的主茎上分出, 长 7mm, 宽为 0.6—0.7mm, 两枝夹角近 90°。笔石枝始部弯曲, 向末部变直或微曲, 5mm 宽度内有 9 个枝。两个笔石枝中有一枝分枝多次, 分枝间距为 4mm, 3.2mm, 1mm, 1.2mm, 2mm 不等, 夹角均在 30°—40°之间, 所有笔石枝宽度均一, 背视宽为 0.3mm, 侧视(横过胞管口部)宽为 0.6mm。胞管(可能为正胞管)相对地比较大, 侧视为明显的三角锯齿形, 胞管口缘润圆, 有时外突, 5mm 距离内有 12—14 个胞管。副胞管性质不明。

讨论 新种奇特的弯曲形胞管和笔石枝的排列等可与其他树笔石相区别。此种笔石的分枝特点和辽宁本溪下奥陶统里组的 *D. sinensis* Mu(穆恩之, 1955)有些相似, 即先分为两个主枝, 再无规则地分枝几次, 但 *D. sinensis* 的枝更为纤细, 通常较挺拔劲直。

产地层位 陕西耀县桃曲坡, 桃曲坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。

鹿角树笔石(新种) *Dendrograptus licroformis* sp. nov.

(图版Ⅱ, 图8, 9; 插图1a, b)

笔石体小, 鹿角形, 高 4.8mm, 宽 4.5mm, 其始端有 1 个三角形的蹼状附着盘, 直径约 0.4mm, 与一短茎相连。短茎直、纤细, 长 0.5mm 左右, 其末端分出两个笔石枝, 夹角 40°。枝直或微曲, 宽 0.3—0.4mm, 分枝 2—3 次, 间距不等, 分枝无规律性, 成角在 50°—70°之间。

胞管(可能为正胞管)偶见于末枝上, 为细长直管, 侧压如锯齿状, 腹缘直, 口缘平, 口尖不显, 掩盖少, 倾角小(10°左右), 排列松驰, 2.5mm 内有 3 个胞管。副胞管特征不甚清楚。

讨论 这是一种极小的树笔石, 长宽相当, 不足 5mm, 笔石枝相对较壮实。小小的笔石体带有蹼形基盘, 说明这是一种底栖的树笔石。新种和笔者(1980)曾描述过的安徽宿县上寒武统凤山组上部的 *Dendrograptus jiagouensis* Lin(陈均远等, 1980b, 图版6, 图9—10)的笔石体形状大小和笔石枝的某些特征比较接近, 但后者笔石枝的分枝无规则, 往往形成簇状分叉, 而在新种的标本上未能见及。穆恩之(1955)描述的辽宁本溪下奥陶统里组的 *D. lotolatzensis* Mu(20 页, 图版6, 图9—14)也是一种极小型的带附着盘的树笔石, 但其笔石体大小约为新种的 2—3 倍, 分枝较多, 常呈弯曲状。

产地层位 陕西陇县龙门洞、石拐子沟, 龙门洞组 *Climacograptus geniculatus* 带。

长茎树笔石(新种) *Dendrograptus longiculmus* sp. nov.

(图版Ⅱ, 图1, 2; 插图2)

笔石体小, 树形, 高 20mm, 宽 8mm, 始部有一个细直的长茎, 长 6mm。长茎的始端拥有一个蹼形的附着盘(基盘), 直径约 0.7—0.8mm, 其末端分出两枝, 夹角 30°, 两笔石枝向上生长, 先后分枝若干次(最多可见 6 次), 分枝间距不等、无规则, 分枝直或微呈弯曲, 夹角在 30°—60°之间。主茎、笔石枝和分枝的宽度均一, 为 0.3mm。

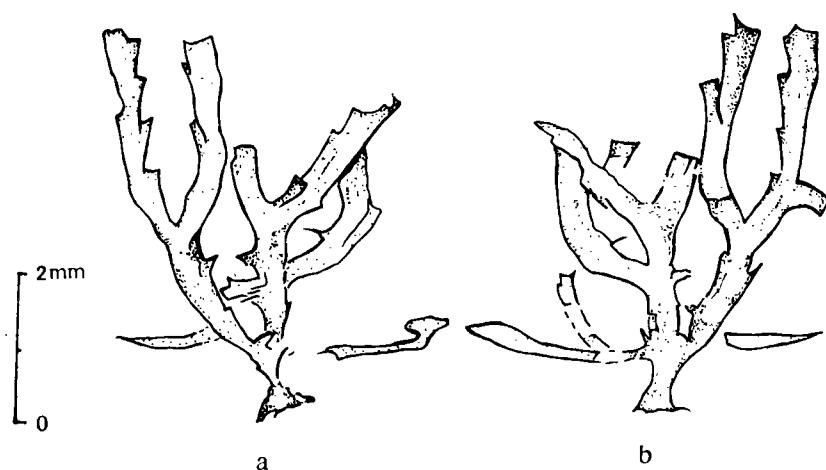


插图 1 *Dendrograptus licroformis* sp. nov.

正模标本的正反面, 示笔石体始端的蹼形基盘 (Showing the web-like basal disc at the proximal end of the rhabdosome), 登记号: 115598a, b

偶见胞管(正胞管)于末枝上, 为细长直管, 侧压似锯齿状, 倾角小, 相邻胞管掩盖不大, 5mm 距离内有 4 个胞管。副胞管性质不明(插图 2)。

讨论 新种从其细直的主茎和分枝形式区别于已知的树笔石。从笔石体外形大小, 笔石枝的粗细和分枝角等特征看比较接近湖北长阳下奥陶统的两种树笔石, 即 *Dendrograptus hsui* Mu (穆恩之, 1955, 21 页, 图版 7, 图 1—4) 和 *D. yangtzensis* Mu (穆恩之, 1955, 21 页, 图版 7, 图 5—10), 但仔细对比起来, 差别还是明显的。与 *D. hsui* Mu 不同之处在于后者无劲直细长的主茎, 笔石枝分成几组, 排列于主枝的左右两侧, 这是新种标本上没有显示出来的; 与 *D. yangtzensis* Mu 相比, 后者具有 1 个很短的主茎, 分枝特征上笔石体始部分枝距离较远, 末部分枝频繁, 距离较短, 形成很多末枝, 末枝劲直, 当前新种无这些特征。

河北井陘下奥陶统冶里组上部的 *Dendrograptus liangduensis* Lin (陈均远等, 1980a, 140—141 页, 图版 6, 图 1, 2) 和新种相比, 前者的主茎相对较短, 且笔石枝劲直, 分枝角小, 仅 10° 左右, 笔石体末部的笔石枝排列紧密, 似呈平行状, 两者不能视为同种。

新种与文中描述的另一新种 *Dendrograptus flexithecalis* sp. nov. 相比, 不但主茎的长短和笔石枝分枝形式上存在差异, 最根本的差别在于胞管(正胞管)的形式和特征。

产地层位 陕西陇县石拐子沟, 龙门洞组 *Climacograptus geniculatus* 带和耀县桃曲坡, 桃曲坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。

羽笔石科 Ptilograptidae Hopkinson et Lapworth, 1875

羽笔石属 Genus *Ptilograptus* Hall, 1865

旋转羽笔石(类群种) *Ptilograptus* ex gr. *glomeratus* Pocta

(图版 II, 图 5—7)

所描述的 3 个标本均比较破碎, 为单一的笔石枝。完整的笔石体不甚清楚。笔石枝纤细,

呈“之”字形折曲,长2.8—4.2mm,宽1.4—1.75mm(包括羽枝在内,宽为0.18—0.3mm)。羽枝细直如针,长1.2—1.5mm,宽略细于笔石枝宽度,经常断去,规则地交错排列于笔石枝的两侧,夹角 40° — 50° ,两侧相邻羽枝的间距基本相等,似呈平行状,2.5mm内有3—4个羽枝。

讨论 笔石体虽然比较破碎,但从曲折的笔石枝和两侧交错排列的羽枝等特征看,无疑是羽笔石的碎片。由于未见较为完整的标本难于确定定名,这类笔石在中奥陶统发现甚少,故在此作简要的记述,以资参考。

当前标本从笔石体大小,形状等特征看和穆恩之(1955)所描述的四川华蓥山中奥陶统的 *Ptilograptus glomeratus* var. *sinicus* Mu 比较接近,但对照标本和图像仔细观察,发现两者之间是不同的,最主要的差别在于我们的标本笔石枝呈锯齿状曲折,而 *P. glomeratus sinicus* 的枝直,显然不能归入此亚种。笔者查阅捷克 Bohemia 奥陶纪的 *P. glomeratus* Pocta (Bulman, 1938, p. D19, Fig. 12 d, c) 的标本图像,此种笔石的笔石枝却是呈锯齿状折曲的。显然,当前标本应该属于 *P. glomeratus* 这一类。看来 *sinicus* 亚种不宜归入 *P. glomeratus*。笔者同意俞剑华(1962)的意见,将 *sinicus* 亚种独立成种,为 *P. sinicus* Mu。

产地层位 陕西陇县黑鹰寺沟、石拐子沟,龙门洞组 *Climacograptus geniculatus* 带。

刺笔石科 Acanthograptidae Bulman, 1933

刺笔石属 Genus Acanthograptus Spencer, 1878

穆氏刺笔石(新种) *Acanthograptus mui* sp. nov.

(图版Ⅲ,图1—3)

笔石体小,灌木形,高6—11mm,宽5.5—11.5mm,由主茎、3个强烈弯曲的主枝和若干侧枝组成,侧枝以不等间距分布于主枝的四周。主茎短,粗壮,长仅1.65mm,宽0.4—0.5mm,始部拥有一个小而圆形的附着盘,直径为1.2mm,从主茎的末端以 30° — 40° 的夹角生出3个主枝。所有笔石主、侧枝宽度均一、纤细,包含芽枝在内宽度为0.3—0.5mm,芽枝细长,长为0.3—0.4mm,伸出枝外和末枝的末端以外,5mm内有8个芽枝(即2.5mm内有4个芽枝)。

讨论 新种的笔石枝分枝形式比较接近于鄂西下奥陶统分乡组的 *Acanthograptus sinensis* Hsü(许杰等,1948),差别在于新种笔石体极小,约是后者的 $1/5$ — $1/4$,另外芽枝稀少,排列极不规则。

从新种的笔石体大小和芽枝的性质看,和许杰(许杰、马振图,1948)所描述鄂西宜昌分

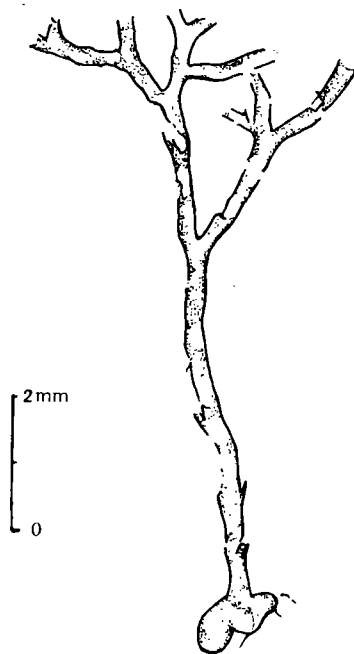


插图2 *Dendrograptus longiculus* sp. nov.

正模标本,示笔石体的始部、长茎及其始端为附着盘(Showing the proximal part of the rhabdosome, the longer stem with a basal disc of attachment);登记号:115600

乡组的 *A. macilentus* Hsü 有些相似,区别在于后者主枝的分枝方式比较奇特,弯曲甚剧。

此种笔石于 1964 年首先为穆恩之教授所鉴定,建议建立新种,并归入 *Acanthograptus* 属。笔者今以穆氏刺笔石命名,以志纪念。

产地层位 陕西耀县桃曲坡,桃曲坡组 *Orthograptus longithecalis* 带和陇县石拐子沟,龙门洞组 *Climacograptus geniculatus* 带。

毛茎笔石科 Inocaulidae Ruedemann, 1947

芽笔石属 Genus *Thallograptus* Ruedemann, 1925

芽笔石(未定种) *Thallograptus* sp.

(图版 III, 图 4; 插图 3)

笔石体小,灌木形,高 5mm,宽 3mm。笔石体始部为 1 个短茎,向上分叉成两枝,夹角约 30° ,其中一枝在很短的距离内迅速地又分出 1 枝,夹角 $30^\circ-40^\circ$,因此粗看上去犹如同时分出 3 枝,笔石枝纤细、劲直,宽约 0.1mm,分枝无规则,间距不等,夹角 $40^\circ-50^\circ$ 。

笔石枝和分枝似乎均以芽胞管组成,芽胞管极为细长,排列紧密,一般不伸出枝外,在末枝上偶见芽胞管伸出枝或枝的末端之外。未见芽枝,这是和刺笔石 *Acanthograptus* 的根本区别(插图 3)。

讨论 当前标本具有 *Thallograptus* 的一般特征,笔石枝或分枝上的芽胞管束保存虽不甚清楚,但却存在。在末枝可以见到芽胞管伸出枝外或末枝的末端。*Thallograptus* 以往见于志留纪居多,我国华北、西南亦见于下奥陶统,中奥陶统的芽笔石发现不多。

产地层位 陕西陇县石拐子沟,龙门洞组 *Climacograptus geniculatus* 带。

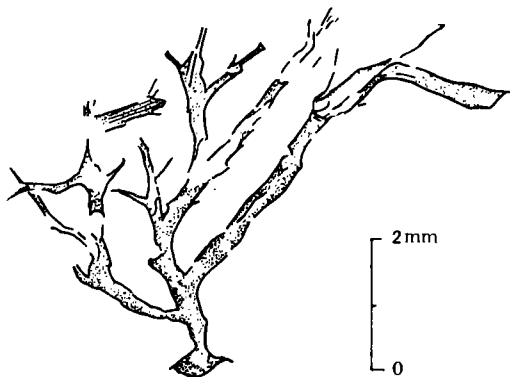


插图 3 *Thallograptus* sp.

笔石体全貌,示笔石体始端的附着盘和末枝上的芽枝(图版 III, 图 4 所用照片照相时掩盖,后修出)(Showing complete rhabdosome, short stem with a disc of attachment in proximal end of the rhabdosome and twigs in the terminal branches)

登记号:115609

毛发笔石属 Genus *Medusaegraptus* Ruedemann, 1925

蓬松毛发笔石 *Medusaegraptus hispidus* Lin

(图版 III, 图 5; 图版 IV, 图 1—5)

1984 *Medusaegraptus hispidus* Lin, 林尧坤, 474, 475, 479 页, 图版 I, 图 1—7。

讨论 标本均产于同一层位,笔石体较多(仅选 6 个),且笔石体大(保存最大的达 $30\text{mm} \times 20\text{mm}$),因此完整的笔石体不易取得。但从这些标本所示的茎部、冠部和纤细似丝的胞管等基本特征看和 1984 年笔者所描述的 *Medusaegraptus hispidus* Lin 是完全一致的,应视为同一种。

产地层位 陕西耀县桃曲坡,桃曲坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。

羽毛毛发笔石? (比较种) *Medusaegraptus* ? cf. *plumosus* Lin

(图版Ⅳ, 图9, 10)

标本不完整, 笔石体形状不清楚。从保存的标本所示, 可能为笔石体的茎部的一部分, 长9mm, 宽4mm。笔石枝纤细、劲直, 不计胞管的孤立部分, 宽0.3—0.15mm。

胞管为简单直管状, 纤细似丝, 向口部突然增宽, 急剧收缩如瓶口, 长2.5mm, 宽0.08mm, 与枝轴倾角40°。

讨论 从所保存标本形状和大小看这是一种毛发笔石的部分茎部。从标本所示特征看, 比较接近本地区相当层位的 *Medusaegraptus* ? *plumosus* Lin 的茎部(林尧坤, 1984, 477 页, 图版2, 图9, 10; 插图5-1, 2)。不同的是这次描述的标本胞管更为狭小和修长(*M.* ? *plumosus* 胞管的孤立部分长为1—1.2mm, 宽不足0.1mm), 可能是一种新的笔石, 但由于标本太少, 且保存不全, 暂作为 *M.* ? cf. *plumosus* 的比较种处置。

产地层位 陕西耀县桃曲坡, 桃曲坡组 *Orthograptus longithecalis* 带。

毛发笔石? (未定种) *Medusaegraptus* ? sp.

(图版Ⅲ, 图7, 8)

笔石体不全, 仅知一断枝, 可能为一种毛发笔石茎部的一段。笔石枝弯曲似新月形, 长14mm, 宽0.6mm, 偶见枝壁为纤细管状物所组成。

笔石枝的四周见有圆形或椭圆形乳状突起物交错或螺旋形排列, 可能为胞管的口部伸出枝外部分, 2.5mm 内约有3个胞管口突(一侧)。

讨论 从标本所示的特征看, 这一奇怪的笔石枝可能为 *Medusaegraptus* 的茎部的一段断裂部分或者是别的新笔石, 但由于标本太少又未见完整的标本, 无法来证实, 仅在属名后置问号存疑。本地区同一层位的 *M.* ? *plumosus* Lin 的标本中, 其中有几个(林尧坤, 1984, 图版Ⅲ, 图9, 10; 亦即插图5-(1), (2))特别是图9的标本(插图5-(1))和当前标本最为接近, 差别在于当前标本乳状突起物(可能为胞管口部)向外突出的程度不如前者, 可能是同一种, 只是生长的阶期差异而已。

产地层位 陕西陇县石拐子沟, 龙门洞组 *Climacograptus geniculatus* 带。

管笔石目 *Tuboidea* Kozlowski, 1938**奇管笔石科 *Idiotubidae* Kozlowski, 1949****盔笔石属 *Genus Galeograptus* Wiman, 1901****王冠盔笔石(新种) *Galeograptus coronatus* sp. nov.**

(图版Ⅲ, 图9, 10; 图版Ⅳ, 图11)

笔石体小, 呈盘状, 高3mm, 宽2.4—3.5mm, 由平底的基盘和直立部分的“枝”所组成。基盘底平, 似呈圆形, 直径为0.7—0.9mm, 孤立的“枝”细直, 一般外围可见5—6个“枝”, 为纤细胞管构成, 长2.4—3mm, 宽0.17—0.2mm, 在其中、末部分叉1次, 偶见2次, 夹角30°, “枝”的始部相互靠拢, 直立或辐射状向上斜方向伸展。

正胞管的直立部分形成盘上的“枝”, 直立、纤细, 其末部微微收缩, 形成瓶状口部突起

(可能为正胞管的口部),中、末部分叉,有的枝上分叉两次。副胞管沿着“枝”向上展伸,偶见圆或椭圆形孔呈现于正胞管的直立部分,这些小圆孔可能为副胞管的口穴。

讨论 *Galeograptus* 一名由 Wiman 于 1901 年所创立,并把当时唯一的种 *G. wannersteni* Wiman(产于瑞典 Gotland 岛下志留统)作为模式种(Bulman, 1938, P. D23; 1970, p. V49, fig. 29-2),但此后这种笔石发现不多。我国四川秀山下志留统雷家屯组曾发现 *G. sinensis* Mu *et al.* (穆恩之等, 1974, 211 页, 图版 100, 图 3), 宁夏中宁下志留统照花井组上部发现 *G. zhongningensis* Ge(葛梅钰, 1990, 55 页, 图版 1, 图 1a, b)。当前标本与 *Galeograptus* 属的模式种及我国志留纪其它两种相比较, 具有类似的特征, 只是当前标本的时代较早, 为中奥陶统, 因而是目前世界上最古老的 *Galeograptus*。

新种是以碳质薄膜状保存于薄层灰岩中, 保存状态良好, 从笔石体外形看接近模式种 *G. wannersteni* Wiman, 但新种笔石体大小仅为后者的 1/4—1/3, 正胞管直立部分亦较纤细, 偶见两次分叉, 外围“枝”的数目也不相同, 新种有 5—6“枝”, 而模式种则有 8—10“枝”, 胞管口部突起不显, 不能归入同种。从笔石体大小、形状看, 新种和 *G. zhongningensis* Ge 比较相似, 差别在于后者只有极少的孤立“枝”(仅 4 个), 分叉一次。穆恩之等(1974)在描述 *G. sinensis* Mu *et al.* 时曾记述: 正胞管的直立部分组成 5—6“枝”向上斜伸, 但笔者查阅了图片和模式标本, 仅见 2—3 枝, 可能是描述时的疏忽或是排印、校对上的问题, 因此在对比上有一定困难。

产地层位 陕西陇县石拐子沟, 龙门洞组 *Climacograptus geniculatus* 带。

参 考 文 献

- 中国科学院南京地质古生物研究所编著, 1974: 西南地区地层古生物手册, (四)志留纪。科学出版社。
- 孙云铸, 1924: 中国北部寒武纪动物化石。中国古生物志, 乙种, 第 1 号, 第 4 册。
- 孙云铸, 1933: 中国奥陶纪及志留纪笔石。中国古生物志, 乙种, 第 14 号, 第 1 册。
- 孙云铸, 1935: 中国北部下奥陶纪笔石群。中国古生物志, 乙种, 第 14 号, 第 2 册。
- 许 杰、马振图, 1948: 宜昌层及宜昌期动物群。前中央研究院地质研究所丛刊, 8 号, 1—51 页。
- 陈均远、周志毅、邹西平等, 1980a: 太行山地区奥陶纪地层及古生物特征。中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 16 号, 111—158 页。科学出版社。
- 陈均远、周志毅、邹西平等, 1980b: 苏鲁皖北方型奥陶纪地层及古生物特征。中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 16 号, 159—195 页。科学出版社。
- 肖承协、钟公佩, 1988: 贵州石阡十字铺组的树形笔石类。古生物学报, 27(2): 213—217。
- 林尧坤, 1983: 辽宁太子河流域上寒武统树形笔石。古生物学报, 22(3): 262—277。
- 林尧坤, 1984: 几种新的奥陶纪的毛发笔石(*Medusaegraptus*)。古生物学报, 23(4): 472—480。
- 林尧坤, 1987: 鲁中南地区上寒武统树形笔石。中国科学院南京地质古生物研究所集刊 23 号, 155—188 页。科学出版社。
- 林尧坤, 1989: 宁强组几种笔石的发现及其意义。古生物学报, 28(6): 700—710。
- 俞剑华, 1962: 云南西部的羽笔石科(*Ptilograptidae*)化石。南京大学学报, 1962(2): 47—53。
- 赵祥麟, 1983: 辽宁本溪新厂期早期的树形笔石。古生物学报, 22(4): 369—385。
- 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—157 页。
- 葛梅钰、郑昭昌、李玉珍, 1990: 宁夏及其邻近地区奥陶志留纪笔石地层及笔石群。南京大学出版社。
- 穆恩之, 1953: 辽东太子河流域笔石的初步研究。古生物学报, 1(1): 23—35。

- 穆恩之, 1955: 中国树形笔石。中国古生物志, 新乙种, 第 5 号, 1—62 页。科学出版社。
- 穆恩之、葛梅钰、陈 旭等, 1979: 西南地区下奥陶统的笔石。中国古生物志, 新乙种, 第 13 号。科学出版社。
- Boucek, B., 1957: The dendroid graptolites of the Silurian of Bohemia. Ustred. Ustav Geol., Rozpravy, **23**: 1—294.
- Bulman, O. M. B., 1938: Graptolithina. In O. H. Schindewolf, Handbuch der Palaeozoologie, v. 2D, p. 1—92. Borntraeger (Berlin).
- Bulman, O. M. B., 1970: Graptolithina. In C. Teichert (ed.) Treatise on Invertebrate Paleontology, Pt. V, p. V148. Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press.
- Kozłowski, R., 1971: Early development stages and the mode of life of Graptolites. Acta Paleont. Polonica, **16**: 313—343.
- Mu, A. T., 1963: Research in graptolite faunas of Chilianshan. Scientia Sinica, **12** (3): 347—371.
- Ruedemann, R., 1908: Graptolites of New York. N. Y. State Mus., Men. 11.
- Ruedemann, R., 1947: Graptolites of North America. Geol. Soc. Am. Men. 9.

[1991 年 2 月收到, 1993 年 8 月修改]

A STUDY OF DENDROID GRAPTOLITE FAUNA (MIDDLE ORDOVICIAN) FROM SOUTHERN BORDER OF ORDOS PLATFORM

Lin Yao-kun

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

Key words dendroid, Middle Ordovician, southern border of Ordos

Summary

The dendroid graptolites of China have been studied for more than five decades. Many important species of the genera *Dictyonema*, *Desmograptus*, *Callograptus*, *Dendrograptus* and *Acanthograptus* have been described by Professors Y. C. Sun, T. H. Yin, Singwu C. Hsu, A. T. Mu and other researchers. All these dendroids have been found from different localities of China, ranging from Upper Cambrian to Lower Carboniferous, mostly collected and described from the Upper Cambrian and Lower Ordovician. The Middle Ordovician dendroids were previously less known in China. A. T. Mu (1955) first described 3 species of them in his monograph entitled "The New Materials of the Dendroid Graptolites of China", namely *Dictyonema szechuanense* Mu, *Ptilograptus glameratus* var. *sinicus* Mu from Huayingshan of Sichuan and *Dictyonema* sp. C. from Meitan of Guizhou. Later, the present writer (1984) collected and described some new materials of the genus *Medusaegraptus* from the central Shaanxi region, while Zhao Yu-ting (1985) noted the dendroid graptolite

Dendrograptus yangtzensis Mu from the Pingliang Formation of Pingliang, Gansu. Recently, Xiao and Zhong (1988) reported from Shiqian, Guizhou 5 species, i. e., *Dictyonema* sp. C Mu, *Dendrograptus* cf. *yini* Mu, *Airograptus* sp., *Acanthograptus shiquanensis* Xiao et Zhong and *Nephelograptus gigateus* Xiao et Zhong.

The Middle Ordovician dendroid graptolite specimens described here were collected by the author and his colleagues in 1977 and 1981 from the Taoqupu Formation at Taoqupu, Yaoxian and the Longmendong Formation at Shiguizigou, Longmendong and Heiyingsigou, Longxian of Central Shaanxi (southern border of Ordos Platform), including one specimen found by the Third Geological Survey and Prospecting Team, Ministry of Geology, in 1963 from Taoqupu, Yaoxian county. This dendroid graptolite fauna comprises: (1) 6 species of the genus *Medusaegraptus* which were first described by the present writer in 1984, namely, *Medusaegraptus hispidus* Lin, *M. setaceus* Lin, *M. pavonicus* Lin, *M. floralis* Lin, *M. divaricatus* Lin, and *M. ? plumosus* Lin; and (2) 2 orders, 7 genera and 15 species (including 6 new species) as described in this paper, which are, the dendroids *Dictyonema ellipsopori-forme* sp. nov., *D. cf. szechuanense* Mu, *D. sp. α*, *D. sp. β*, *Dendrograptus flexithecalis* sp. nov., *D. licroformis* sp. nov., *D. longiculmus* sp. nov., *Ptilograptus* ex gr. *glomeratus* Pocta, *Acanthograptus mui* sp. nov., *A. sp.*, *Medusaegraptus hispidus* Lin, *M. ? plumosus* Lin, *M. ?* sp. and the tuboid *Galeograptus coronatus* sp. nov. The distribution of the dendroid graptolites is tabulated in the introduction of the Chinese text.

The dendroid graptolite fauna mentioned above was found in association with the graptoloids *Climacograptus geniculatus* Mu et Zhang, *Orthograptus longithecalis* Mu et Zhang, *O. ex gr. calcaratus* Lapworth, *O. pauperatus* Lapworth, *Diplograptus vespertinus* Ruedemann, and a few *Dicellograptus* ex gr. *forchhameni* Geinitz, forming an assemblage which belongs to the *Climacograptus geniculatus* zone or *Orthograptus longithecalis* zone of the late Middle Ordovician and corresponds to the *Climacograptus geniculatus* zone of Eastern Chilianshan and to the *Climacograptus spiniferus* zone of the South China Region. All these indicate that they are roughly equivalent to the *Dicranograptus clingani* zone of Britain.

The late Middle Ordovician dendroid graptolite fauna from the southern border of the Ordos Platform is dominated by the endemic or new forms except *Dictyonema* cf. *szechuanense* Mu and *Ptilograptus* ex gr. *glomeratus* Pocta, representing a new dendroid graptolite bed in China. Most forms in this fauna are considered as benthonic; only some species of the genus *Dictyonema* seem to be planktonic forms, such as *D. ellipsopori-forme* sp. nov., *D. cf. szechuanense* and *D. spp.* On the other hand, these species are bottom-living forms in the Middle Ordovician Sea, as indicated by the presence of a thickened stem with a basal disc of attachment in *Dendrograptus licroformis* sp. nov., *Acanthograptus mui* sp. nov., *Thallograptus* sp. and several species of *Medusaegraptus*, and of a long stem in *Dendrograptus flexithecalis* sp. nov., *D. longiculmus* sp. nov., etc. The length of the stem in the

proximal rhabdosome is probably related to the sedimentary environment. The benthic forms possessing a root-like or web-like structure might anchor on a soft sea bottom. *Galeograptus coronatus* sp. nov. is the oldest representative of the tuboid genus *Galeograptus*, which was established by Wiman in 1901, with *G. wannersteni* Wiman from Lower Silurian, Gotland Island of Sweden as the type species. This genus was formerly known only from Upper Ordovician to Middle Silurian. Recently it was found for the first time from late Middle Ordovician in China. In this regard, the author believes that the genus probably ranged from Middle Ordovician to Middle Silurian. The new form *G. coronatus* sp. nov. possesses a very small rhabdosome and a rounded or even proximal end (basal discoidal disc) which indicate that it probably attached to an even and relatively hard sea bottom.

All these suggest that the order Dendroidea include a relatively small number of planktonic species with a worldwide distribution, such as *Dictyonema flabelliforme* (Eichwald) and *Callograptus salteri* Hall, while the vast majority of dendroids, all tuboids and other graptolites lived a benthonic mode of life. Therefore, many benthonic species are very limited in geographical distribution and stratigraphical significance but they are important to the studies of dendroid ecology and benthonic environments. Besides the localities yield a number of new dendroid graptolite species which have not been recorded elsewhere. The new endemic dendroid graptolite fauna described in this paper also reveals this important character.

DESCRIPTION OF NEW SPECIES

Order Dendroidea Nicholson, 1872

Family Dendrograptidea Roemer, 1897

Subfamily Dictyoneminae Mu, 1953

Genus *Dictyonema* Hall, 1851

Dictyonema ellipsopori forme sp. nov.

(Pl. 1, figs. 1—4)

Rhabdosome broadly conical, with an axial length of 24mm and a maximum width of 30mm, forming a length to breadth ratio of about 1 : 1 or 1 : 1.5. Primary stipes diverging from sicula at an angle of ca. 120°. All stipes very thin, only 0.3—0.4mm wide in dorsal view, regularly dichotomizing and closely arranged, numbering 10—12 in a space of 10mm transversally. Interspaces between stipes equal to or slightly greater than the width of stipes.

Dissepiments very fine, 0.3mm wide, straight and perpendicular to stipes, numbering 5—6 in a length of 5mm and forming elliptical meshes.

Characters of thecae difficult to observe, due to all stipes preserved in dorsal view. In one paratype specimen these denticulates in laterally preserved stipes numbering 10—12 in

a length of 5mm. Autothecae and bithecae also difficult to distinguish.

Remarks In the form of the rhabdosome, the parallel stipes and the close arrangement of dissepiments this new species resembles *Dictyonema flabelliforme* (Eichwald), but differs in the character of the meshes and the wider dissepiments. The new species is characterized by the elliptical meshes.

Horizon and locality *Orthograptus longithecalis* zone, Taoqupu Formation, Middle Ordovician; Taoqupu, Yaodian county, Central Shaanxi.

Subfamily Dendrograptinae Roemer, emend. Mu, 1953

Genus *Dendrograptus* Hall

Dendrograptus flexithecalis sp. nov.

(Pl. I, fig. 3)

Rhabdosome dendroid, 18mm high and 10mm wide. Two stipes diverging from a short and robust stem, with a length of 7mm and a width of 0.6—0.7mm, forming an angle of 90°. Stipes flexuous proximally and rigid or slightly flexuous distally, numbering 9 in a length of 5mm. One of two stipes bifurcating several times at intervals of 4mm, 3mm, 2mm, 1mm, 1.2mm, 2mm, and at small angles of 30°—40°. All stipes with a uniform width, 0.3mm in dorsal view and 0.6mm (across thecal aperture) in lateral view.

Thecae (probably autothecae) relatively larger, with strongly projecting denticulate in lateral view; apertural margins broad and slightly convex, hook-like, numbering 12—14 in a length of 5mm. Bithecae unknown.

Remarks This new species is characterized by the peculiar shape of thecae and the arrangement of stipes. In the branching of the stipes this species seems similar to the Lower Ordovician (Yehli Formation) species *Dendrograptus sinensis* Mu, but in the latter, the branches are much slenderer and usually rigid.

Horizon and locality *Orthograptus longithecalis* zone of Taoqupu Formation, Middle Ordovician; Taoqupu, Yaodian county, Central Shaanxi.

Dendrograptus licroformis sp. nov.

(Pl. I, figs. 8, 9; Text-fig. 1a, b)

Rhabdosome small, antler-shaped, 4.8mm high and 4.5mm wide. A short thin stem preserved, 0.5mm in length, with a very small web-like basal disc of about 0.4mm in diameter at proximal end. From the distal end of a short stem spreading out two main stipes, forming an angle of ca. 40°. Stipe straight or slightly flexuous, with a width of about 0.3—0.4mm, branching two or three times at irregular intervals and at angles of 50°—70°.

Thecae (probably autothecae) occasionally preserved in lateral view of terminal stipes, long and rigid; ventral margins straight, and apertural margin even, steeply inclined to axis of stipe, overlapping 1/4 of their length, numbering 3 in a length of 2.5mm. Bithe-

cae obscure (Text-fig. 1).

Remarks The presence of a thickened stem with a web-like basal disc of attachment in the very small rhabdosome indicates that this form is a bottom-living dendroid in the sea.

In the shape and size of the rhabdosome and some characters of the stipes, the new species resembles *Dendrograptus jiagouensis* Lin (in Chen Jun-yuan *et al.*, 1980b, pl. 6, figs. 9, 10) from the Fengshan Formation, Upper Cambrian of Suxian, Anhui, but differs from the latter in the mode of branching.

Dendrograptus lotolatzensis from the Yehli Formation, Lower Ordovician of Benxi, Liaoning (A. T. Mu, 1955, p. 20, pl. 6, figs. 9—14) is also a very small form of the genus with a small disc of attachment, but it can be distinguished by the bigger rhabdosome (2—3 : 1), more branches of the stipes and the more flexuous stipes.

Horizon and locality *Climacograptus geniculatus* zone of Longmendong Formation, Longmendong and Shiguizigou, Longxian county, Central Shaanxi.

Dendrograptus longiculmus sp. nov.

(Pl. I, figs. 1, 2; Text-fig. 2)

Rhabdosome small, dendroid, 20mm in length and 8mm in width, seemingly with a very small web-shaped basal disc of 0.7—0.8mm in diameter. Main stem slender and straight, 6mm long. Two stipes originating from distal end of main stem, forming an angle of 30°. Stipes bifurcating several times up to sixth order at angles of 30°—60°. Branches straight or slightly flexuous. All stipes and branches with a uniform width of about 0.3mm.

Autothecae observed in laterally preserved terminal branches, with small denticulates and steeply inclined, numbering 4 in a length of 5mm. Bithecae unknown (text-fig. 2).

Remarks By the peculiar characteristic features such as the longer main stem and the mode of branching of the stipes, this new form can be easily distinguished from other species of the genus.

In the size and feature of the rhabdosome, the width and branching angles of the stipes, the new species is very similar to *Dendrograptus hsui* Mu and *D. yangtzensis* Mu (Mu, A. T., 1955, p. 21, pl. 7, figs. 1—4 and 5—10) from Lower Ordovician of Changyang, Hubei. However, a careful observation has demonstrated that *Dendrograptus hsui* Mu is characterized by the peculiar shape of rhabdosome and the alternate group of stipes, while *D. yangtzensis* Mu by the shorter stem, and the repeatedly bifurcating stipes with numerous rigid terminal branches. Both are easily distinguished from the new species.

In the character of the slender main stem and the elongated rhabdosome, this new species bears a resemblance to *Dendrograptus liangduensis* Lin described in 1980 by the present writer (in Chen Jun-yuan and others, 1980a, pp. 140—141, pl. 6, figs. 1, 2) from the

Yehli Formation, Lower Ordovician of Jinxing, Hebei, but the latter differs in the shorter stem, the thinner stipes, smaller branching angles (only 10°) and the closer arrangement of the parallel terminal branches.

In the form of rhabdosome this new species resembles *Dendrograptus flexilithecalis* sp. nov. described in the paper, but the latter may be distinguished by the wider stipes, the mode of branching of stipes and the characteristics of thecae. In addition, this new species has a more rigid stem with more slender stipes.

Horizon and locality *Climacograptus geniculatus* zone of Longmendong Formation, Shiguizigou, Longxian county; *Orthograptus longithecalis* zone of Taoqupu Formation, Middle Ordovician, Taoqupu, Yaodian county, Central Shaanxi.

Family Acanthograptidae Bulman, 1938

Genus *Acanthograptus* Spencer, 1878

Acanthograptus mui sp. nov.

(Pl. II, figs 1—3)

Rhabdosome small, bush-shaped, 6—11mm in length and 5.5—11.5mm in width, composed of a stem, three strongly flexuous main stipes and some lateral stipes originating from both sides of the main stipes at irregular intervals. Stem short and robust, 1.65mm long and 0.4—0.5mm wide, with a small basal disc (about 1.2mm in diameter). From distal end of stem originating 3 main flexuous stipes, forming 2 angles of 30° and 40° . Main stipes and lateral stipes thin, 0.3—0.5mm in width. Twigs slender, 0.3—0.4mm in length, numbering 8 in a length of 5mm.

Remarks In the mode of branching of the stipes, the new species resembles *Acanthograptus sinensis* Hsü from the Lower Ordovician Fenshiang Formation of W. Hubei, but differs from the latter in the much smaller size of the rhabdosome and the irregular, looser arrangement of the twigs. In the shape of the small rhabdosome and characters of the twigs the new forms bears some resemblance to *Acanthograptus macilentus* Hsü from the Fenshiang Formation, but differs from the latter in the mode of branching of the main stipes.

The species was named in honour of Prof. Mu En-zhi who first proposed to erect a new species under the genus *Acanthograptus* in 1964.

Horizon and locality *Orthograptus longithecalis* zone of Taoqupu Formation, Middle Ordovician, Taoqupu, Yaodian county of central Shaanxi; *Climacograptus geniculatus* zone of Longmendong Formation, Middle Ordovician, Shiguizigou, Longxian county, Shaanxi Province.

Order Tuboidea Kozłowski, 1938**Family Idiotubidae Kozłowski, 1949****Genus *Galeograptus* Wiman, 1901*****Galeograptus coronatus* sp. nov.**

(Pl. I, figs. 9, 10; Pl. V, fig. 11)

Rhabdosome very small, bush-shaped, measuring 3mm high and 2.4—3.5mm wide, consisting of both basal disc of attachment and erect portions of autothecae ("branches"). Basal disc evenly discoidal, 0.7—0.9mm in diameter. Peripheral "branches" thin and slender, relatively less (5—6) in number, 2.4—3.0mm in length, 0.17—0.20mm in width, usually bifurcating once or twice near their mid-length or posterior mid-length at an angle of about 30°.

Autothecae slender, forming erect "branches"; proximal autothecae with umbellate apertural processes. Bithecae extending along the "branches", with some circular or elliptic pits of bithecal apertures occasionally preserved along the erect portion of autothecae.

Remarks In 1901, Wiman established the genus *Galeograptus*, with *Galeograptus wannersteni* Wiman from Lower Silurian, Gotland of Sweden as the genotype (see Bulman, 1938, p. D23; 1970, p. V49, fig. 29-2). In China, Mu En-zhi and his colleagues (1974) first described *Galeograptus sinensis* Mu *et al.* (p. 211, pl. 100, fig. 3) from the Lejiatun Formation, Lower Silurian, Xiushan county of Sichuan. Later, Ge Mei-yu described a second form, *G. zhongningensis* Ge (Ge, 1990, p. 55, pl. 1, figs. 1a, 1b), from the Zhaohuajing Formation, Lower Silurian, Zhongning county of Ningxia. In major characters, *G. coronatus* sp. nov. is similar to Wiman's genotype and the Chinese species; therefore the present new species apparently belongs to the genus *Galeograptus*. This genus was formerly known only from Upper Ordovician to Middle Silurian (Wenlock) of NW Europe and China. The form *Galeograptus coronatus* sp. nov. from the late Middle Ordovician is the oldest *Galeograptus* in China and in the world.

The new species seems to resemble *G. wannersteni* Wiman, but differs in the smaller size ($1/4$ — $1/3$) of the rhabdosome and in the less (5—6 : 8—10) peripheral "branches".

In the small size of the rhabdosome and the small thickness of the stipes the new species bears some resemblance to *G. zhongningensis* Ge, but differs in the larger number of erect "branches" which are more than those (only 4) in the latter.

Since the type specimen of *G. sinensis* Mu *et al.* is incomplete, it is difficult to make a comparison with the new species.

Horizon and locality *Climacograptus geniculatus* zone of Longmendong Formation (Middle Ordovician), Shiguizigou, Longxian county of Shaanxi Province.

图 版 说 明

所用标本均采自陕西耀县桃曲坡中奥陶统桃曲坡组 *Orthograptus longithecalis* 带和陇县石拐子沟、黑鹰寺沟、龙门洞的中奥陶统龙门洞组 *Climacograptus geniculatus* 带,保存于中国科学院南京地质古生物研究所。

图 版 I

1—4. *Dictyonema ellipsoporiforme* sp. nov.

1. Holotype, $\times 2$, 桃曲坡。采集号: Yt50—52; 登记号: 115590。2, 3. Paratype 的正反面, $\times 3$, 产地同上。采集号: Yt52; 登记号: 115591a, b。4. Paratype, $\times 3$, 产地同上。采集号: Yt52; 登记号: 115592。

5. *Dictyonema* sp. β

$\times 9.5$, 石拐子沟。采集号: Ld39; 登记号: 115596。

6, 7. *Dictyonema* sp. α

6. $\times 2$, 桃曲坡。采集号: Yt50—52; 登记号: 115594。7. $\times 3$, 产地同上。采集号: Yt52; 登记号: 115595。

图 版 II

1, 2. *Dendrograptus longiculmus* sp. nov.

1. Holotype, $\times 6$, 石拐子沟。采集号: Ld39; 登记号: 115600。2. Paratype, $\times 10$, 桃曲坡。采集号: Yt34—35; 登记号: 115601。

3. *Dendrograptus flexithecalis* sp. nov.

Holotype, $\times 6$, 桃曲坡。采集号: Yt52; 登记号: 115597。

4. *Dictyonema* cf. *szechuanensis* Mu

$\times 9.5$, 石拐子沟。采集号: Ld 34b; 登记号: 115593。

5—7. *Ptilograptus* ex gr. *glomeratus* Poeta

5. $\times 9.5$, 黑鹰寺沟。采集号: Lh22; 登记号: 115603。6. $\times 9.5$, 石拐子沟。采集号: Ld41; 登记号: 115604。7. $\times 20$, 产地同上。采集号: Ld36; 登记号: 115605。

8, 9. *Dendrograptus licroformis* sp. nov.

8. Paratype, $\times 9.5$, 石拐子沟, 采集号: Ld39; 登记号: 115599。9. Holotype, $\times 9.5$, 龙门洞。采集号: Lj50; 登记号: 115598。

图 版 III

1—3. *Acanthograptus mui* sp. nov.

1, 2. Paratype 的正反面, $\times 9.5$, 石拐子沟。采集号: Ld49; 登记号: 115607a, b。3. Holotype, $\times 6$, 桃曲坡。采集号: 桃-F-23; 登记号: 115606。

4. *Thallograptus* sp.

$\times 9.5$, 石拐子沟。采集号: Ld36; 登记号: 115609。

5. *Medusaegraptus hispidus* Lin

Holotype, $\times 3$, 石拐子沟。采集号: Ld36; 登记号: 75348。

6. *Medusaegraptus divaricatus* Lin

Paratype, $\times 10$, 产地同上。采集号: Ld36; 登记号: 75362。

7, 8. *Medusaegraptus* ? sp.

7. $\times 3$, 8. $\times 6$, 图 7 放大, 产地同上。采集号: Ld36; 登记号: 115617。

9,10. *Galeograptus coronatus* sp. nov.

9. Holotype, $\times 9.5$, 产地同上。采集号:Ld39, 登记号:115618, 10. Paratype, $\times 9.5$, 产地同上。采集号:Ld39, 登记号:115619。

11. *Acanthograptus* sp.

$\times 9.5$, 产地同上。采集号:Ld39, 登记号:115608。

图 版 IV

1—5. *Medusaegraptus hispidus* Lin

1—4. $\times 3$, 桃曲坡。采集号:Yt34—35a, 登记号:115610—115613, 5. $\times 3$, 产地同上。采集号:Yt44, 登记号:115614。

6. *Medusaegraptus floralis* Lin

Holotype 的冠部反面对面(林尧坤, 1984, 图版 I, 图 5 的反对面放大), $\times 20$, 石拐子沟。采集号:Ld36, 登记号:57357b。

7. *Medusaegraptus divaricatus* Lin

Holotype, $\times 3$, 黑鹰寺沟。采集号:Ld56, 登记号:75360。

8. *Medusaegraptus setaceus* Lin

Holotype, $\times 5$, 石拐子沟。采集号:Ld34a, 登记号:75353。

9,10. *Medusaegraptus* ? cf. *plumosus* Lin

$\times 6$, 示笔石体基部, 桃曲坡。采集号:Yt34—35a, 登记号:115616a, b。

11. *Galeograptus coronatus* sp. nov.

Holotype, 图版 III, 图 9 的放大, $\times 20$ 。

