

安徽和县下奥陶统四礫潘组中的笔石

焦 世 鼎

(南京地质矿产研究所)

1963年冬、1964年夏,笔者与张全忠等先后两次前往安徽和县地区测制下古生代地层剖面,在下奥陶统四礫潘组中采得大量的笔石、三叶虫、腕足类等化石。其中笔石十分丰富,经鉴定计有4属70余种(见表I)。它们的组合特征显然不同于邻近的南京汤山,滁县琅琊山,以及浙西皖南、赣西北等地同时代的动物群组合。但它们和安徽无为、宿松,湖北南漳,保康,以及川北城口、川南长宁、黔北等地相类似地层中的

动物群组合相同。这个笔石动物群在扬子江下游地区,还未见报道。

为了节省篇幅,文中仅描述9个新种。老种仅附图象。代表四礫潘组笔石动物群全貌。

文稿是在中国科学院南京地质古生物研究所穆恩之教授指导下,在该所笔石组同志们热情帮助下完成的。笔者特表示衷心地感谢。我所何正斌、李伟代为摄影,均此致谢。

表 I 安徽和县下奥陶统笔石的地质分布表

Geological distribution of Lower Ordovician Graptolites at Hexian, Anhui,

出现层位 属种名称	笔石带	四 礫 潘 组					
		<i>Didymograptus sichuanensis</i>		<i>Didymograptus deflexus</i>		<i>Azygograptus suecicus</i>	
<i>Didymograptus abstractus</i> Jiao			+				
<i>D. approximatus</i> Ni	+		+				
<i>D. approximatus concinnus</i> Jiao			+				
<i>D. canadensis</i> Ruedemann			+				
<i>D. columbianus</i> Ruedemann			+				
<i>D. datanensis</i> sp. nov.	+		+				
<i>D. diapason</i> Chen et Xia			+				
<i>D. eobifidus</i> Chen et Xia			+				
<i>D. hexianensis</i> Jiao			+				
<i>D. intertextus</i> Ni			+				
<i>D. meitanensis</i> Chen	+		+				
<i>D. cf. nanus</i> Lapworth			+				
<i>D. nobilis</i> Chen et Xia	+		+				
<i>D. parallelus</i> Chen et Xia			+				
<i>D. parallelus angustifolius</i> subsp. nov.			+				
<i>D. parallelus pinguis</i> Jiao			+				
<i>D. protoartus</i> Decker			+				
<i>D. protobifidus</i> Elles	+		+				
<i>D. sandaobakouensis</i> Jiao			+				
<i>D. semicircularis</i> Jiao			+				
<i>D. sichuanensis</i> Ni	+		+				

表 1 (续)

出现层位 属种名称	笔石带		四 礫 潘 组			
			<i>Didymograptus sichuanensis</i>	<i>Didymograptus deflexus</i>	<i>Azygograptus suecicus</i>	
<i>D. sichuanensis gaoguanensis</i> Jiao	+	+				
<i>D. cf. smithvillensis</i> Berry	+	+				
<i>D. sinianpanensis</i> sp. nov.		+				
<i>D. subtilis</i> Chen	+	+				
<i>D. wudangensis</i> Chen	+	+				
<i>D. xiangquanensis</i> Jiao		+				
<i>D. xiaotianensis</i> sp. nov.		+				
<i>D. cf. mirificus</i> Ni	+					
<i>D. aequabilis</i> Chen et Xia				+	+	
<i>D. deflexus</i> Elles et Wood				+	+	
<i>D. inflexus</i> Chen et Xia				+	+	
<i>D. saukros</i> Ni					+	
<i>D. cf. scanicus</i> Tjervik					+	
<i>D. cf. stratus</i> Chen et Xia					+	
<i>D. undatus</i> Ni					+	
<i>D. vacillans camariformis</i> Jiao					+	
<i>D. minor</i> sp. nov.		+				
<i>D. minutus</i> Torquist	+					
<i>D. parvus</i> Chen et Xia		+				
<i>D. cf. cognatus</i> Harris et Thomas		+				
<i>D. kuroki</i> Torquist		+		+	+	
<i>D. nicholsoni</i> Lapworth		+			+	
<i>D. nicholsoni apartus</i> Monsen					+	
<i>D. pusillus</i> Tullberg		+				
<i>D. serpens</i> Monsen	+					
<i>D. cf. sinensis</i> Lee et Chen				+		
<i>D. nematoides</i> sp. nov.				+		
<i>D. slemestodi</i> Monsen				+		
<i>D. adamantius</i> T. S. Hall	+					
<i>D. lofuensis</i> Lee					+	
<i>D. stamineus</i> Chen	+					
<i>D. cf. torquisti</i> Ruedemann		+				
<i>D. subconvexus</i> Chen et Xia					+	
<i>Azygograptus suecicus</i> Moberg						+
<i>A. undulatus</i> Chen et Xia						+
<i>A. lapworthi</i> Nicholson						+
<i>A. hexianensis</i> sp. nov.						+
<i>Tetragraptus amii</i> Elles et Wood		+				
<i>T. harti</i> T. S. Hall		+				
<i>T. bigsbyi</i> (Hall)		+				
<i>T. cf. meijiangensis</i> Chen		+				
<i>T. cf. immaturus</i> Hsu		+				
<i>Phyllograptus acuminatus</i> Chen et Xia	+					
<i>P. anna</i> Hall	+				+	
<i>P. anna</i> mut. <i>ultimus</i> Ruedemann	+					

表 I (续)

出现层位 属种名称	笔石带	四 礞 潘 组					
		<i>Didymograptus sichuanensis</i>		<i>Didymograptus deflexus</i>		<i>Azygograptus suecicus</i>	
<i>P. claviger</i> Monsen				+			
<i>P. corgnephorus</i> sp. nov.				+			
<i>P. densus</i> Tornquist	+						
<i>P. densus opulentus</i> Monsen	+						
<i>P. hexianensis</i> sp. nov.					+		
<i>P. ilicifolius</i> Hall	+						
<i>P. regularis</i> Monsen			+		+		
<i>P. regularis fimbriata</i> Chen					+		
<i>P. typus</i> Hall					+		
<i>P. uniformis</i> Ge					+		
<i>P. ampullaceus</i> Ge					+		

笔石分带及对比

四礞潘组是一套混合相页岩, 夹一薄层透镜状石灰岩, 厚度有 13 米多。其岩性分为: 底部为秽绿色页岩, 腕足类十分丰富, 而笔石是个体细小的下斜、下垂类对笔石; 下部为黄绿色页岩, 笔石异常丰富, 主要是对笔石和叶笔石。对笔石是以下垂类最突出; 中部为灰绿色页岩夹一层透镜灰岩, 以下曲类对笔石为主, 也有大量的下斜对笔石和叶笔石、平伸类、下垂类对笔石少量; 顶部为青灰色页岩, 仅以断笔石为主, 及少量的三叶虫、腕足类化石。

根据笔石动物群在地层层序上的出现顺序及其组合特征, 可以分为下列三个笔石带(自上而下): (3) *Azygograptus suecicus* 带; (2) *Didymograptus deflexus* 带; (1) *Didymograptus sichuanensis* 带。

Didymograptus sichuanensis 带限于四礞潘组下部, 富产笔石、三叶虫、腕足类等化石。其中笔石全为下垂、下斜类对笔石, 其次为叶笔石、四笔石, 共 52 个种。这些笔石代表一套下层下垂对笔石类, 相当于西南地区下奥陶统 *Didymograptus deflexus* 带中的三个亚带, 即 *D. protobifidus*-*P. uniformis* 亚带 (N_{3c}); *D. sichuanensis*-*P. densus* 亚带 (N_{3b}) 和 *D. eobifi-*

dus 亚带 (N_{3a})。

西南地区 *D. deflexus* 带中的三个亚带, 均是下层下垂对笔石类。而安徽和县此组地层薄, 下垂对笔石类分带不明显, 尤其是 *D. protobifidus* 与 *D. eobifidus* 交互出现, 不能再分。和县这套下垂对笔石类位于下曲对笔石之下, 少数下垂对笔石类如: *D. protobifidus*, *D. parallelus*, *D. protoartus* 可出现在 *D. deflexus* 带最底部。西南地区下层下垂对笔石类出现在 *D. deflexus* 带范围之内。在四川城口, 下垂对笔石类出现在 *D. deflexus* 带中间, 甚至延续到 *D. deflexus* 带之上, 所以, 穆恩之等曾将下垂对笔石类作为 *D. deflexus* 带的三个亚带。和县下曲和下垂对笔石类分带明显, 这与湖北神农架及黔北湄潭相类似。

和县 *D. sichuanensis* 带和美国俄克拉何马州、阿肯色州及得克萨斯州的一套下垂类对笔石层, 在层位上是相当的。和县此带与澳大利亚出现在 Bendigonian 顶部至 Chowtonian 的 *D. protobifidus* 带大致相当。

在此带底部出现的笔石是些个体较小的下垂对笔石, 如: *D. subtilis*, *D. minutus*, 及个体细小的下斜对笔石, 如 *D. adamantius*, *D. pusillus*, *D. cf. nicholsoni* 等, 是黔南同高组、黔北湄潭组及川东北营盘组 *D. filiformis* 带中的

分子,有的与 *D. filiformis* 共生。因此,和县地区下奥陶统四礫潘组 *D. sichuanensis* 带底部,可能有 *D. filiformis* 带存在。这需要今后进一步工作得以证实。

Didymograptus deflexus 带,其层位在 *D. sichuanensis* 带和 *A. suecicus* 带之间。此笔石带限于四礫潘组中、上部。它们的主要特点通常是下曲类、下斜类对笔石及叶笔石,计有 19 个种。在这个笔石群中,除少量的下垂对笔石可以延伸此带底部,其余的种几乎均为本笔石带所特有的种属。有些种属是我国扬子区的特色。

在英国产于 Arenigian 期 *D. deflexus* 带。在美国纽约州 Deepkill 页岩 *D. protobifidus* 带之上出现 *D. aff. deflexus* E. et W., 和 *D. v-fractus* Salter。此外在澳大利亚 *D. protobifidus* 带之上也出现 *D. v-deflexus* Harris 这种情况和安徽和县相类似。

Azygograptus suecicus 带,此带主要为断笔石及少量三叶虫、腕足化石,限于四礫潘组最顶部。此带在我国扬子区及东南区都普遍发现,层位稳定。它对我国扬子区及东南区的地层对比,以及解决我国与欧洲的地层对比起着一定的作用。*A. suecicus* Moberg 等断笔石产于我国东南区宁国组下部 *D. abnormis*-*A. suecicus* 带。在西南地区断笔石产于湄潭组、营盘组 *A. suecicus* 带中。*A. suecicus* Moberg 在瑞典斯塔尼亚产于与 *I. gibberulus* Nicholson 互层的页岩中;在挪威奥斯陆地区见于 *Phyllograptus angustifolius elongatus* 带 (3b); 在英国产于 *D. deflexus* 带之上的 *D. nitidus* 带和 *I. gibberulus* 带。因此安徽和县四礫潘组的 *A. suecicus* 带应相当英国的 *D. nitidus* 带及 *I. gibberulus* 带这两个笔石带。这样下扬子地区发现的 *A. suecicus* Moberg 等断笔石,说明与欧洲有着密切关系,而与澳大利亚、新西兰及北美关系不大。因为在这些地区至今尚未发现真正的断笔石。

根据四礫潘组笔石动物群分带剖析,这个笔石群向西经安徽宿松、湖北神农架,直到四川

城口及黔北等广大地区范围内,在不同程度上都有分布。这就充分地说明四礫潘组和上述各地的相当地层均可进行确切对比。

此外四礫潘组中的一些重要笔石,如: *A. suecicus*, *P. anna*, *P. angustifolius*, *P. typus*, *D. minutus*, *D. protobifidus*, *D. protoartus*, *D. deflexus*, *D. canadensis*, *D. columbianus* 等,在欧洲、北美、澳大利亚等地区的下奥陶统相当地层中皆为常见的种属。根据四礫潘组笔石组合情况,及出现的地层层序等,可以和上述地区的相类似的笔石地层进行对比。

种的描述

对笔石科 *Didymograptidae* Mu, 1950

对笔石属 Genus *Didymograptus*

Sedgwick et McCoy, 1851

大滩对笔石(新种) *Didymograptus*

datanensis sp. nov.

(图版 I, 图 14, 15)

笔石体长 18—23 毫米,两枝下垂,微向背侧凸出,几乎接近平行。始端尖圆,始部分散角 90° — 100° 。笔石枝始端宽为 0.6 毫米,向下逐渐加宽,至 10 毫米处,宽达 1.6 毫米,此宽度一直保持至末部,末端稍有收缩。

胎管长约 1.3 毫米,口部宽 0.3 毫米。胞管为直管状,腹缘直,口缘平,口尖微弱,倾角 40° ,掩盖 $2/3$ — $3/4$, 10 毫米内有 15—13 个胞管。

比较 新种在笔石体两枝下垂这一特征上,与 *Didymograptus parallelus* Chen et Xia 相似,但后者枝宽,笔石体大,始端尖削。我们新种在外形上与 *Didymograptus* sp. (Berry, 1970, D66, fig. a.) 较近似,但他的标本始端浑圆,分散角大,笔石枝略宽,胞管排列稍密。

小滩对笔石(新种) *Didymograptus*

xiaotanensis sp. nov.

(图版 I, 图 3, 4)

笔石体细小,由两个下垂的笔石枝组成。

始端浑圆,分散角 110° — 120° 。笔石体长不超过 9 毫米。两枝平行下垂,枝的背侧微向外凸。笔石枝始端宽 0.7 毫米,向下 5 毫米处,宽 1.5 毫米,此宽度保持至末部,末端收缩部分很短。

胎管长 1.5 毫米,口部宽 0.3 毫米。胞管为直管状,腹缘直或微曲,口缘平直,口尖微弱,倾角 35° — 40° ,掩盖 $1/2$ — $3/4$,5 毫米内有 9—8 个胞管。

比较 新种与 *D. cobifidus* Chen et Xia 极为相似,不易区别,但后者笔石枝比新种长,笔石枝宽度逐渐增宽,而新种增宽迅速,5 毫米内,宽达 1.5 毫米,宽度稳定。后者胞管排列较新种略疏。新种与 *Didymograptus subtilis* Chen 相似,而后者始端分散角大,枝窄,胞管排列略松,易于与新种区别。

四碾潘对笔石(新种) *Didymograptus sinianpanensis* sp. nov.

(图版 I, 图 6, 7)

笔石体短小,两枝下垂,长 6 毫米左右。始端浑圆,始部分散角 90° — 110° ,末部分散角小,几乎两枝平行。笔石枝始端宽 0.7 毫米,向末部逐渐增宽,最大宽度在末端,达 1.7 毫米。

胎管细长,为 1.5 毫米,口部宽 0.3 毫米。胞管为直管状,腹缘直或微曲,口缘平,口缘与腹缘斜交成锐角,口尖较显。倾角 30° — 40° ,掩盖 $1/2$ — $2/3$,5 毫米内有 8—7 个胞管。

比较 新种与 *Didymograptus subtilis* Chen 相似,但后者始端分散角大,宽度较小,胞管排列略松,易于区别。新种与 *Didymograptus meitanensis* Chen 甚为相似,但后者笔石枝最大宽度小,胞管排列疏松。

平行对笔石狭窄亚种(新亚种) *Didymograptus parallelus angustifolius* subsp. nov.

(图版 II, 图 5, 6)

标本许多。笔石体两枝下垂,长 28—35 毫米。始端尖削,分散角小,仅 70° — 80° ,随后两

枝转曲下垂,相互平行。笔石枝始端宽 0.7 毫米,向下缓慢增加,至 15 毫米处,宽 1.7 毫米,为最大宽度,此宽度一直保持至末部。

胎管长 1.4 毫米,口部宽 0.25 毫米。胞管为直管状,腹缘直或微曲,口缘平直,口缘与腹缘斜交,口尖微弱,倾角 40° ,掩盖 $2/3$ — $3/4$,末部胞管长 2—2.3 毫米,口部宽 0.4 毫米。10 毫米内有 15—13 个胞管。

比较 新亚种与 *Didymograptus parallelus* Chen et Xia 极为相似,但后者枝宽稳定在 2.2 毫米左右,胞管间掩盖大。而新亚种笔石枝狭窄,又与 *Didymograptus parallelus pinguis* Jiao 易于区别。

小型对笔石(新种) *Didymograptus minor* sp. nov.

(图版 II, 图 11, 12)

笔石体细小,枝长不超过 5 毫米。笔石体由两个下斜笔石枝组成,始部分散角小,仅 40° 左右。笔石体外形十分特征,成狭窄的“人”字形或呈倒“V”字形。笔石枝宽度均匀,宽为 0.4—0.5 毫米。

胎管细长,长 1.3 毫米,顶端伸出极纤细的线管,长 1.5 毫米。胞管为细长管状,长 1.3 毫米,口部宽 0.3 毫米,胞管腹缘直,口缘平、倾角小,仅 20° ,掩盖 $1/3$ — $1/2$ 。在 2.5 毫米内有 3 个胞管。

比较 我们新种外形特征,成倒“V”字形,易于与 *Didymograptus exilis* Ni 相区别。

丝状对笔石(新种) *Didymograptus nematoides* sp. nov.

(图版 II, 图 14, 15, 插图 1)

笔石体两枝水平伸展,长约 12 毫米。始端分散角 180° 。笔石枝宽度均匀,为 0.5—0.55 毫米。

胎管长 1.2 毫米,口部宽 0.25 毫米,口缘凹入。胎管顶端伸出一条极其纤细柔弱的线管,呈抛物线状,延伸长达 2.5 毫米。线管一直伸



插图 1 *Didymograptus nematoides* sp. nov.
Holotype, $\times 1.7$

到第一枝的背缘,即第三个胞管口部,特征极为明显。胞管为直管状,腹缘直或微曲,口缘平或微凹,口尖不显,倾角 20° ,掩盖 $1/2$ 。胞管长 1.2 毫米,宽 0.25 毫米。始部第一对胞管腹缘弯曲,明显地联成弧形。5 毫米内有 6 个胞管。

比较 新种两枝水平,宽度窄而均匀,线管特长,柔弱纤细呈抛物线状,长达 2.5 毫米,伸至第三个胞管,易于与其他种对笔石相区别。

断笔石科 *Azygograptidae* Mu, 1950

断笔石属 Genus *Azygograptus*

Nicholson, 1875

和县断笔石 (新种) *Azygograptus hexianensis* sp. nov.

(图版 II, 图 31, 32; 插图 2)

胎管轮廓清楚,长 1.3 毫米,口部宽 0.25 毫米,顶端伸出线管,长 0.7 毫米,口缘凹入,口刺极其短小。

笔石体由一个弯曲的笔石枝组成,枝长 20 毫米。笔石体始部劲直下垂,中末部弯曲下斜生长。始端宽 0.15—0.2 毫米,向下逐渐增宽,最大宽度在末部,宽 0.6—0.7 毫米。

第一个胞管自胎管近口部生出,起初与胎管壁近垂直约 0.2 毫米,然后弯曲下垂伸展。胞管长 1.8 毫米,口部宽 0.2 毫米,第二个胞管从第一个胞管始部生出,下垂伸展,胞管长 2.2 毫米,口部宽 0.3 毫米。第三个胞管从第二个胞管生出,弯曲下斜生长,长 1.8 毫米,口部宽 0.3 毫米。第四个胞管从第三个胞管生出,弯曲下斜或接近水平生长,胞管长 2.2 毫米,口部宽 0.3 毫米。以下胞管生长依次类推。

始部胞管倾角很小,仅 5° ,几乎与笔石枝平行。中末部胞管倾角 20° 左右。胞管腹缘弯曲或直,口缘微曲或平,口尖不显,胞管间掩盖



插图 2 *Azygograptus hexianensis* sp. nov.,
Holotype, $\times 4$

$1/3-1/2$ 。10 毫米内有 6—8 个胞管。

比较 新种外形特殊,易于与属内其他种区别。而 *Azygograptus undulatus* Chen et Xia 笔石枝的原胞管始端弯曲成平缓的背褶,使笔石枝的背缘呈波浪状起伏,与新种较容易区分。新种与 *Azygograptus lapworthi* Nicholson 比较接近,但后者最初胞管是向下斜伸,与胎管轴向之间夹角为 $30^\circ-40^\circ$ 。

叶笔石科 *Phyllograptidae* Lapworth, 1873

叶笔石属 Genus *Phyllograptus* Hall,

1858

棍棒状叶笔石 (新种) *Phyllograptus corynephorus* sp. nov.

(图版 II, 图 2—4)

笔石体呈棍棒状,两侧近乎平行,长 17 毫米。始端尖削,向上逐渐增宽,最大宽度在末部,宽达 4.5—5 毫米,末端钝圆形。

胎管明显,呈长锥管状,长 1.5 毫米,口部宽 0.3 毫米。胞管皆向上斜伸,为细长管状,长达 3.5—4 毫米,口部宽 0.7 毫米,胞管腹缘微曲或直;口缘平直,与轴向几乎平行;口缘相联形成极其光滑的轮廓线;倾角 $35^\circ-40^\circ$ 。10 毫米内有 14—12 个胞管。

比较 新种与 *Phyllograptus claviger* Monsen 相似,但后者个体小,宽度窄,胞管排列紧密,易于区别。新种与 *Phyllograptus uniformis* Ge 相似,但后者宽度大,刺状口尖清楚为其特征。而

我们新种口缘平直,与轴向几乎平行,口缘相联形成极其光滑的轮廓线。

和县叶笔石(新种) *Phyllograptus hexianensis* sp. nov.

(图版 II, 图 7—9)

笔石体极小,呈椭圆形,长 5 毫米左右,始端尖圆,宽 2 毫米(包括第一对胞管口刺),向上逐渐增宽,最大宽度在中部,达 4 毫米(包括刺状口尖),向末部稍微收缩,末端钝圆,宽 3 毫米。始端呈梭标状或似锚状。

胎管清楚易见,伸至第三对胞管,长 1.5 毫米。第一对胞管从胎管中、下部生出,与胎管呈 60° 夹角向外向上斜伸,以后胞管皆向上斜伸。胞管倾角由始部向末部逐渐变小,即 60° — 40° 。胞管腹缘微曲,口缘内凹,刺状口尖极明显,一般长 0.3—0.4 毫米。始部胞管掩盖 $1/2$, 向末部很快增到掩盖 $4/5$ 。胞管长 1.5—2 毫米,宽 0.3—0.5 毫米。5 毫米内有 9—10 个胞管。

比较 新种与葛梅钰描述四川城口 *Phyllograptus elegans* Ge 较为相似,从外形上看,后者呈长椭圆形,两侧平行,胞管排列松,易于区别。然而与他的图版 41, 图 11 的副型标本,从外形上看,与我们新种有些类似,但它们的层位高,位于下奥陶统营盘组 *Azygograptus succicus* 带。新种与 Monsen 描述的 *P. rodustatus* 极为相似,但 Monsen 的标本,笔石体始端胞管水平生长,与我们标本始端胞管上斜生长,易于区别。

参 考 资 料

中国科学院南京地质古生物研究所, 1974: 西南地区地层古生物手册。科学出版社。
云南省地质局, 1974: 云南化石手册。云南人民出版社。
湖北地质科学研究所等, 1977: 中南地区古生物图册(一)。地质出版社。

西南地质科学研究所, 1978: 西南地区古生物图册, 四川分册第一部分。地质出版社。
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。
李积金, 1961: 鄂西黔南下奥陶统大湾组中的笔石。古生物学报, 9 卷 1 期。
张全忠等, 1966: 安徽和县奥陶纪地层。地层学杂志, 1 卷 1 期。
卢衍豪等, 1976: 中国奥陶纪的生物和古动物地理。中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 七号。科学出版社。
张文堂, 1962: 中国的奥陶系。全国地层会议学术报告汇编。科学出版社。
穆恩之, 1963: 笔石体的复杂化。古生物学报, 11 卷 3 期。
穆恩之, 1974: 正笔石及笔石式树形笔石的演化、分类和分布。中国科学, 2 期。
穆恩之等, 1978: 四川长宁双河附近奥陶纪地层。地层学杂志, 2 卷 2 期。
穆恩之, 1980: 中国笔石的研究。古生物学报, 19 卷 2 期。
Berry, W. B. N., 1960: Graptolite faunas of the Marathon Region west Texas. Univ. Texas. Publication 6005. 179p. 20pls.
Berry, W. B. N., 1968: British and American Lower Ordovician correlations. -Geol. soc. Amer. 79 (9).
Berry, W. B. N., 1970: Pendent didymograptids from Northern Arkansas -U. S. Geol. Surv. Prof Paper 700D, P. D62—D70.
Bulman, O., 1931: South American Graptolite with special reference to Nordenskiöld collection. -Arkiv for Zool. 22A (3).
Decker, C., 1944: Pendent Graptolite of Arkansas, Oklahoma and Texas. -Jour. Palaeont. 18 (4).
Ekstrom, G., 1937: Upper Didymograptus shale in Scania. -Sver. Geol. Unders. Arssk., 30 (10).
Elles, G. L., 1933: The Lower Ordovician Graptolite faunas with special reference to the Skiddaw Slater. -Summ. Progr. Geol. Surv. for 1922.
Elles, G. L. and Wood, E. M. R., 1901—1918: A Monograph of British Graptolite. -Mon. Palaeont. Soc. London.
Hall, J., 1865: Graptolites of the Quebec Group, Figures and Descriptions of Canadian organic remains. -Canada. Geol. Surv., Dec. 2.
Monsen, A., 1937: Die Graptolithen fauna im Unteren Didymograptus -Schiefer (Phyllograptus schiefer) Norwegens. -Norsk Geol. Tidss. 16.
Ruedemann, R., 1947: Graptolites of North America. -Geol. Soc. Amer., Mem. 19.
Thomas, D., 1960: The zonal distribution of Australian Graptolites. -Jour. Proc. Roy. Sci. N. S. W., 94.
(1981年5月收到)

GRAPTOLITES FROM THE LOWER ORDOVICIAN SINIANPAN FORMATION OF HEXIAN, ANHUI

Jiao Shi-ding

(Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

A large number of graptolite specimens were collected from the Sinianpan Formation (Lower Ordovician), at the locality near Sinianpan of Hexian district, Anhui Province by Zhang Quan-zhong, Qiu Hong-an and the author in 1963. The Sinianpan Formation is of mixed facies, yielding rich graptolite faunas in association with trilobites, brachiopods etc..

According to the fossil contents, the Sinianpan Formation may be divided into three zones in the descending order: (3). *Azygograptus suecicus* Zone; (2). *Didymograptus deflexus* Zone; (1). *Didymograptus sichuanensis* Zone. The assemblages of the graptolite zones indicate that the Sinianpan Formation is Arenigian in age. The formation corresponds to the Yingpan Formation of Chengkou, NE. Schauan, the middle part of the Shuanghe Formation of Changning, S. Sichuan and the lower part of the Meitan Formation of Tongzi, N. Guizhou.

Description of new species

Didymograptus datanensis sp. nov.

The rhabdosome is 18—23 mm in length, consisting of two pendent stipes which diverge from the sicula at 90°—100°. Initial end of the stipe is narrow, about 0.6 mm in width, widening gradually to the maximum breadth of 1.6 mm within the first 10 mm, then maintaining to the distal end, but usually decreasing near the distal extremity owing to the imperfectness of the last thecae.

The sicula is conical, measuring 1.3 mm in length and 0.3 mm in width. The thecae are tube-like; the ventral margins are nearly straight and apertural margins are nearly even, inclining to the axis of the stipes at 40° and

overlapping 2/3—3/4. There are 15—13 thecae in 10 mm.

Comparison: In character of the rhabdosome, this form resemble *Didymograptus parallelus* Chen et Xia, but differs from the latter in narrower stipes and smaller size of the rhabdosome.

Horizon and locality: This new species occurs in the *Didymograptus sichuanensis* Zone of Sinianpan Formation at Hexian, Anhui.

Didymograptus xiaotansensis sp. nov.

The rhabdosome is small with a round top, consisting of two pendent stipes, less than 9 mm in length. Stipes diverge from the sicula at 110°—120°, the initial stipe is 0.7 mm in width, widening gradually to the maximum width of 1.5 mm within 5 mm and then maintaining to the distal end.

The sicula is tube-like, measuring 1.5 mm in length, the thecal ventral margins are nearly straight or concave and apertural margins are even, inclining to the axis of the stipes at 35°—40°, and overlapping 1/2—3/4. There are 9—8 thecae in 5 mm.

Comparison: In shape of the rhabdosome, this new species very closely resembles *Didymograptus eobifidus* Chen et Xia, but differs from the latter in narrower width, closer arrangement of the thecae and larger divergent angle of stipes.

Horizon and locality: Same as the preceding species.

Didymograptus sinianpanensis sp. nov.

The rhabdosome is small, with a round top, about 6 mm in length, composed of two pendent stipes, diverging at 90°—110°, then gra-

dually diminishing toward distal portion and almost parallel to each other. The initial end of the stipes is 0.7 mm in width, widening gradually to the maximum breadth of 1.7 mm at the distal extremity.

The sicula is slender and long, measuring 1.5 mm in length and 0.3 mm in width. Thecae are tube-like, the ventral margins are straight or slightly curved and apertural margins are even, providing with distinct apertural mucronate, overlapping $1/2-2/3$, inclining at an angle of $30^{\circ}-40^{\circ}$. There are 8—7 thecae in 5 mm.

Comparison: This form resembles *D. subtilis* Chen. *D. meitimensis* Chien, but differs from the latter in smaller angle of divergence, wider width of the stipes and closer arrangement of the thecae.

Horizon and locality: Same as the preceding species.

***Didymograptus parallelus angustifolius* subsp. nov.**

The rhabdosome is 28—35 mm in length, consisting of two pendent stipes. The proximal end of the rhabdosome is acuate. Two stipes diverge from the sicula at $70^{\circ}-80^{\circ}$, then turn curved pendent forming parallel to each other. Width at the proximal end is about 0.7 mm, widening gradually to the maximum breadth of 1.7 mm with the first 15 mm and then maintaining to the distal end.

The sicula is conical, measuring 1.4 mm in length and 0.25 mm in width. The thecae are tube-like, their ventral margins are nearly straight or concave slightly and their apertural margins are even, inclining to the axis of the stipes at 40° and overlapping $2/3-3/4$. There are 15—13 thecae in 10 mm.

Comparison: This new subspecies closely resembles *D. parallelus* Chen et Xia in shape of rhabdosome and in the arrangement of the thecae, but differs from the latter in narrower stipe and smaller thecal overlapping. While the narrower stipes serve to distinguish this new subspecies from *D. parallelus pinguis* Jiao.

***Didymograptus minor* sp. nov.**

The rhabdosome is very small and an inverted V-shaped, consisting of two short and nearly straight reclined stipes, less than 5 mm in length, and the breadth is uniform about 0.4—0.5 mm. The angle of divergence at the proximal portion is about 40° .

The sicula is longiconical, measuring 1.3 mm in length with a flaccid nema, about 1.5 mm in length. The thecae are slender tubes, measuring 1.3 mm in length and 0.8 mm in width. The ventral margins of the thecae are straight and the apertural margins are even, inclining at an angle of 20° , and overlapping $1/3-1/2$. There are 3 thecae in 2.5 mm.

Comparison: In size of the rhabdosome, the present form resembles *D. exilis* Ni, but evidently differs from the latter which is pendent didymograptid in the shape of the rhabdosome.

Horizon and locality: This new species occurs in *D. deflexus* Zone of the Sinianpan Formation at Hexian, Anhui.

***Didymograptus nematoides* sp. nov.**

The rhabdosome is small, two stipes diverge from the sicula at 180° , about 12 mm in length and 0.5—0.55 mm almost uniform in width.

The sicula is longiconical measuring 1.2 mm in length and 0.25 mm in width, with slightly curved apertural margin. The very flaccid nema is 2.5 mm in length. Its apex reaches aperture of the third pairs of the thecae.

The thecae are simple tubes, 1.2 mm in length and 0.25 mm in width; the ventral margins are nearly straight or slightly concave; the apertural margins are even or slightly concave, inclining at an angle of 20° and overlapping $1/2$. There are 6 thecae in 5 mm.

Comparison: In character of the nema and stipes, this new species differs from all other known species of the genus *Didymograptus*.

Horizon and locality: Same as the preceding species.

***Azygograptus hexianensis* sp. nov.**

The sicula is conspicuous, 1.3 mm in length

and 0.25 mm in width. Its apertural margin is slightly concave and apertural spine is very short. The flaccid nema is 0.7 mm in length.

The rhabdosome is small, consisting of a curved stipe 20 mm in length. The stipe is narrow at origin, about 0.15—0.2 mm, widening gradually to the maximum width of 0.6—0.7 mm in the distal portion.

The earliest theca originate from lower portion of the sicula, 1.8 mm in length and 0.2 mm in width. The second theca grows from initial portion of the first theca, 2.2 mm in length and 0.3 mm in width. The third theca grows from the second theca, then reclined, 1.8 mm in length and 0.3 mm in width. The theca inclined at a low angle of about 5° proximally and at about 20° distally. The ventral margins are slightly concave or straight and the apertural margins are slightly concave or even, overlapping 1/3—1/2. There are 6—8 thecae in 10 mm.

Comparison: In outline of the rhabdosome this form closely resembles *A. Lapworthi* Nicholson, but the earlier thecae are reclined with the axis of sicula at an angle 30°—40°.

***Phyllograptus corynephorus* sp. nov.**

The rhabdosome is clavate with nearly parallel-sides, measuring 17 mm in length, widening gradually upward to the maximum of 4.5—5 mm in the distal portion.

The sicula is slender and long tube-like, measuring 3.5—4 mm in length and 0.7 mm in width. The ventral margins of the thecae are slightly curved or straight and apertural margins are straight, which are almost parallel to axis of the rhabdosome. The thecae overlap almost throughout their length and incline at 35°—40°. There are 14—12 thecae in 10 mm.

Comparison: This form resembles *Phyllograptus claviger* Monsen in general shape of the

rhabdosome, but differs from the latter in larger rhabdosome, wider stipes and looser arrangement of the thecae. The new species is easily distinguished from all other known forms of the genus *Phyllograptus* by apertural margins of the thecae which are straight, resulting in smooth lateral margins of the rhabdosome. In the parallel sides of rhabdosome, this form resembles *P. uniformis* Ge, but differs from the latter in wider rhabdosome and undistinguished apertural denticle.

Horizon and locality: This new species occurs in the *Didymograptus deflexus* Zone of the Sinianpan Formation at Hexian, Anhui.

***Phyllograptus hexianensis* sp. nov.**

The rhabdosome is very small, oval in shape, measuring 5 mm in length and 2 mm in width at origin, widening gradually to the maximum width of 4 mm in middle part, slightly decreasing near the distal extremity.

The sicula is longiconical, expanding upward to the third theca, measuring 1.5 mm in length. The first theca originates from middle and lower portion of the sicula, then grows outwards and upwards.

The thecae are about 1.5—2 mm in length and 0.5 mm in width. The ventral margins are slightly concave and apertural margins are concave, provided with distinct apertural denticle, overlapping 1/2—4/5 and inclining at 60°—40°. There are 9—10 thecae in 5 mm.

Comparison: In shape of the rhabdosome this new species closely resembles *Phyllograptus elegans* Ge, but differs from the latter in shorter rhabdosome and closer arrangement of the thecae. This form resembles *Phyllograptus rodustatus* Monsen in shape, but the proximal thecae of the latter grow nearly horizontal.

Horizon and locality: Same as the preceding species.

图 版 说 明

标本保存在南京地质矿产研究所

图 版 I

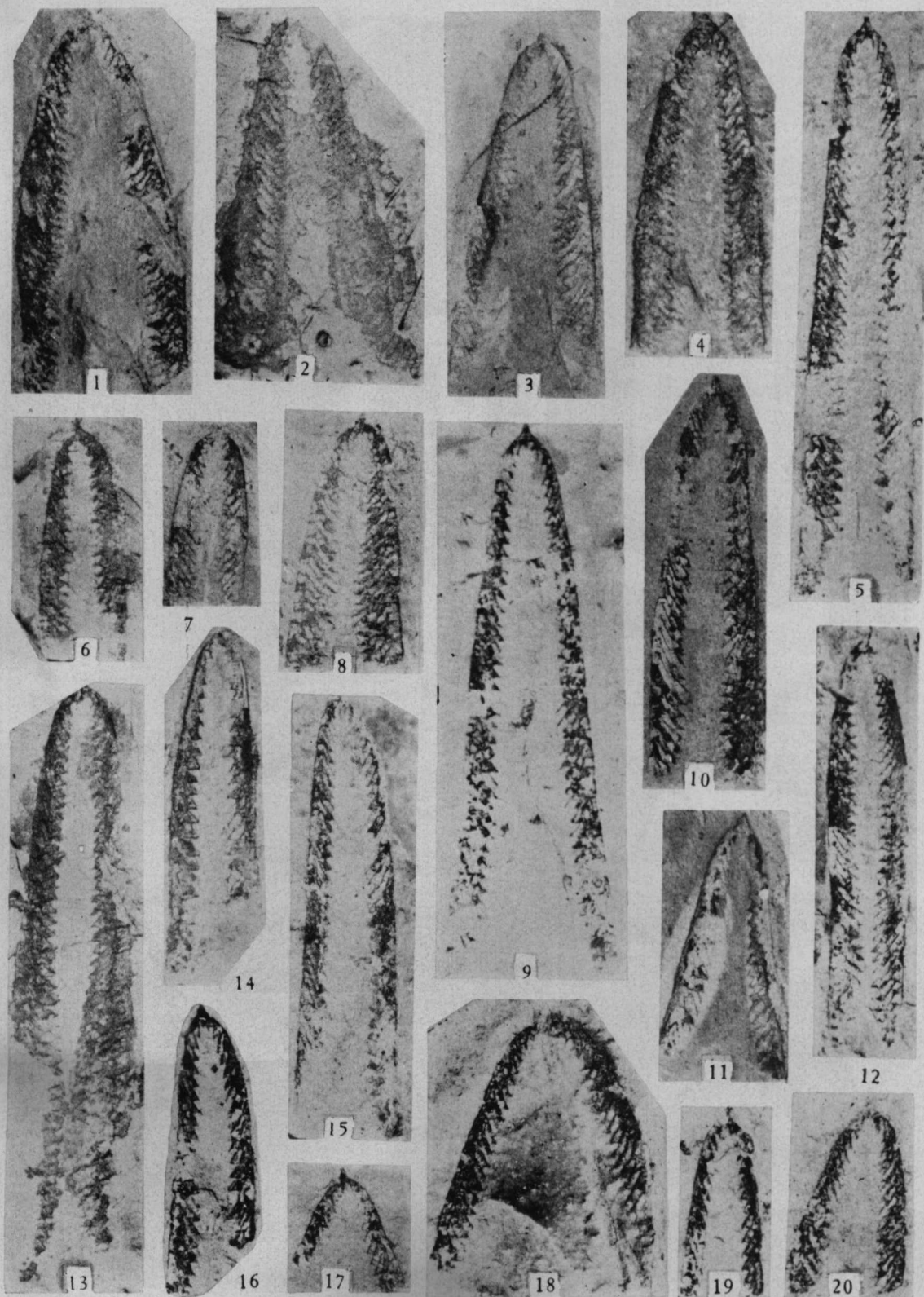
1. *Didymograptus hexianensis* Jiao
×3, 登记号 HGo 104. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus sichuanensis* 带。
2. *Didymograptus sichuanensis* Ni
×3, 登记号 HGo 137. 产地层位同上。
- 3, 4. *Didymograptus xiaotianensis* sp. nov.
3. ×3, 登记号 HGo 121 (Holotype), 4. ×3, 登记号 HGo 116 (Paratype). 产地层位同上。
5. *Didymograptus parallelus* Chen et Xia
×3, 登记号 HGo 120. 产地层位同上。
- 6, 7. *Didymograptus sinianpanensis* sp. nov.
6. ×3, 登记号 HGo 166 (Holotype), 7. ×3, 登记号 HGo 128 (Paratype). 产地层位同上。
8. *Didymograptus sichuanensis gaoquanensis* Jiao
×3, 登记号 HGo 114. 产地层位同上。
9. *Didymograptus diapason* Chen et Xia
×3, 登记号 HGo 111. 产地层位同上。
10. *Didymograptus approximatus* Ni
×3, 登记号 HGo 150. 产地层位同上。
11. *Didymograptus cobifidus* Chen et Xia
×3, 登记号 HGo 164. 产地层位同上。
12. *Didymograptus approximatus concinnus* Jiao
×3, 登记号 HGo 118. 产地层位同上。
13. *Didymograptus parallelus pinguis* Jiao
×3, 登记号 HGo 109. 产地层位同上。
- 14, 15. *Didymograptus datanensis* sp. nov.
14. ×3, 登记号 HGo 125 (Holotype), 15. ×3, 登记号 HGo 123 (Paratype).
16. *Didymograptus meitanensis* Chen
×3, 登记号 HGo 100. 产地层位同上。
17. *Didymograptus protoartus* Decker
×3, 登记号 HGo 161. 产地层位同上。
18. *Didymograptus semicircularis* Jiao
×3, 登记号 HGo 133. 产地层位同上。
19. *Didymograptus protobifidus* Elles
×3, 登记号 HGo 164.
20. *Didymograptus wudangensis* Chen
×3, 登记号 HGo 156. 产地层位同上。

图 版 II

1. *Phyllograptus regularis* Mosen
×3, 登记号 HGo 229. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus sichuanensis*-*D. deflexus* 带。
- 2-4. *Phyllograptus corynephorus* sp. nov.
2. ×3, 登记号: HGo 232 (Holotype), 3, 4. 正反面, 均 ×3, 登记号 HGo 233. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus deflexus* 带。
- 5, 6. *Didymograptus parallelus angustifolius* subsp. nov.
5. ×3, 登记号 HGo 268, 6. ×3, 登记号 HGo 266 (Holotype). 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus sichuanensis* 带。

7-9. *Phyllograptus hexianensis* sp. nov.

- 7, 8. 正反面, 均 ×3, 登记号 HGo 244 (Holotype).
9. ×3, 登记号 HGo 245. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus deflexus* 带。
10. *Phyllograptus uniformis* Ge
×3, 登记号 HGo 231. 产地层位同上。
- 11, 12. *Didymograptus minor* sp. nov.
11. ×3, 登记号: , HGo 191 (Holotype), 12. ×3, 登记号: HGo 193 (Paratype). 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus sichuanensis* 带。
13. *Phyllograptus claviger* Mosen
×3, 登记号 HGo 235. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus deflexus* 带。
- 14, 15. *Didymograptus nematoides* sp. nov.
正反面标本, 均 ×3, 登记号 HGo 221 (Holotype). 产地层位同上。
16. *Didymograptus stamineus* Chen
×3, 登记号 HGo 220. 产地层位同上。
17. *Didymograptus lofuensis* Lee
×3, 登记号 HGo 222. 产地层位同上。
18. *Didymograptus deflexus* Elles et Wood
×3, 登记号 HGo 175. 产地层位同上。
19. *Didymograptus nicholsoni apartus* Mosen
×3, 登记号 HGo 195. 产地层位同上。
20. *Didymograptus subtilis* Chen
×3, 登记号 HGo 155. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus sichuanensis* 带。
21. *Tetragraptus bigsbyi* (Hall)
×3, 登记号 HGo 225. 产地层位同上。
22. *Didymograptus parvus* Chen et Xia
×3, 登记号 HGo 188. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus deflexus* 带。
23. *Didymograptus saukros* Ni
×3, 登记号: HGo 170. 产地层位同上。
24. *Tetragraptus harti* T. S. Hall
×3, 登记号 HGo 227. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus sichuanensis* 带。
25. *Didymograptus* cf. *stratus* Chen et Xia
×3, 登记号 HGo 178. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus deflexus* 带。
26. *Didymograptus pusillus* Tullberg
×3, 登记号 HGo 199. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Didymograptus sichuanensis* 带。
27. *Didymograptus adamantius* T. S. Hall
×3, 登记号 HGo 217. 产地层位同上。
28. *Azygograptus undulatus* Chen et Xia
×6, 登记号 HGo 262. 安徽和县; 下奥陶统四礫潘组 *Azygograptus succicus* 带。
29. *Azygograptus lapworthi* Nicholson
×6, 登记号 HGo 265. 产地层位同上。
30. *Azygograptus succicus* Moberg
×6, 登记号 HGo 261. 产地层位同上。
- 31, 32. *Azygograptus hexianensis* sp. nov.
31. ×6, 登记号 HGo 264 (Holotype), 32. ×6, 登记号 HGo 266. 产地层位同上。



Graptolites from the Lower Ordovician Sinianpan Formation of Hexian, Anhui

