

doi: 10.19509/j.cnki.dzkq.2017.0314

于志松,卜建军,吴俊,等.广东郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组笔石动物群和地层对比[J].地质科技情报,2017,36(3): 110-117.

广东郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组 笔石动物群和地层对比

于志松¹,卜建军²,吴俊²,张克信¹,刘志远¹,姚成伟¹

(1.中国地质大学(武汉)地质调查研究院,武汉 430074; 2.中国地质调查局武汉地质矿产研究所,武汉 430205)

摘 要:广东省郁南县连滩镇大尖山的下志留统连滩组岩性主要为深灰色页岩,含丰富的笔石化石。通过对连滩组笔石化石的系统采集与研究,鉴定出6属12种,分别属于①*Demirastrites triangulatus*带;②*Demirastrites convolutus*带;③*Monograptus sedgwickii*带。研究区连滩组笔石化石组合与湖北宜昌龙马溪组、西秦岭南带安子沟组、陕南宁强龙马溪组、四川城口双河场组、北祁连山肮脏沟组和东秦岭东段张湾组的笔石化石组合可以进行对比,表明研究区连滩组的地质时代为早志留世埃隆期。

关键词:早志留世;连滩组;笔石带;地层对比

中图分类号:Q915.813⁺1

文献标志码:A

文章编号:1000-7849(2017)03-0110-08

广东郁南县连滩地区连滩组分布于连滩镇北侧,呈北东向展布,主要岩性为条带状页岩夹粉砂岩、砂岩,盛产丰富的、保存较好的笔石化石。连滩组的研究始于20世纪30年代,章熙林^[1]在广东郁南连滩文头山命名文头山组,因命名地点均位于广东郁南县连滩镇附近的大尖山和文头山一带,故认为其地质时代属于中志留世。1948年,穆恩之^[2]对该区经过详细研究,划分出8个笔石带,认为连滩组和文头山组分别为早志留世和中志留世地层。汪啸风^[3]研究了标准文头山组及其附近相应层位笔石后,认为文头山组的地质时代为早志留世晚期。从研究历史来看,不同学者对该地区连滩组的认识还存在争议。笔者对采集的笔石化石进行了详细的鉴定和描述,并结合近年来下志留统生物地层学的研究成果^[4-19],拟重新对本地区的生物地层进行划分,并对地层时代进行厘定,为连滩组地层时代的认识和生物古地理的研究提供新的材料。

1 连滩组实测剖面描述

该实测剖面(PM59)位于广东省郁南县连滩镇大尖山一带,出露较好,地层层序清楚。现将该剖面

逐层描述如下(图1)。

下志留统连滩组	总厚度 192.99 m
15.灰黑色薄层状泥岩,风化面呈褐红色,底部可见极少量红色泥岩夹层,水平层理发育。	3.28 m
14.灰黑色中薄层状泥岩,风化面呈褐红色,水平层理发育,含笔石化石,化石保存相对完整,主要有: <i>Petalolithus folium</i> , <i>Pristiograptus regularis</i> , <i>Monograptus gemmatus</i> , <i>Oktavites jui</i> , <i>Oktavites communis</i> , <i>Demirastrites convolutus</i> , <i>Streptograptus drepanoformis</i> , <i>Monograptus sedgwickii</i> , <i>Streptograptus admirandus</i>	10.17 m
13.灰黑色薄层状泥岩,风化面呈褐红色,局部风化较为严重,保存较好部位发育水平层理。	15.58 m
12.灰黑色薄层状泥岩,风化面呈黄褐色,底部可见极少量的粉细砂岩夹层,水平层理发育。	12.07 m
11.青灰色中薄层状泥岩,风化面呈黄褐色,水平层理发育。	25.73 m
10.青灰色薄层状泥岩,风化严重,较为破碎。	19.10 m
9.灰黑色中薄层状泥岩,风化面呈黄褐色,水平层理发育。	30.07 m
8.灰黑色薄层状泥岩,风化面呈褐红色,底部夹有少量红色泥岩,顶部夹有少量细砂岩,水平层理发育,含笔石化石,化石保存相对完整,主要有: <i>Pristiograptus</i> sp., <i>Monograptus</i> sp., <i>Demirastrites triangulatus</i>	9.00 m

收稿日期:2016-05-09

编辑:杨勇

基金项目:中国地质调查局项目“广东1:5万筋竹圩、连滩镇、泗纶圩、罗定县幅强烈风化区填图试点”子项目(12120114005901);二级项目“珠三角阳江—珠海地区海岸带1:5万填图试点”(121201009000150004)

作者简介:于志松(1990—),男,现正攻读地质学专业硕士学位,主要从事地层古生物研究工作。E-mail:1967443491@qq.com

通信作者:卜建军(1972—),男,高级工程师,主要从事地层古生物研究和区域地质调查工作。E-mail:jianjunbu@cug.edu.cn

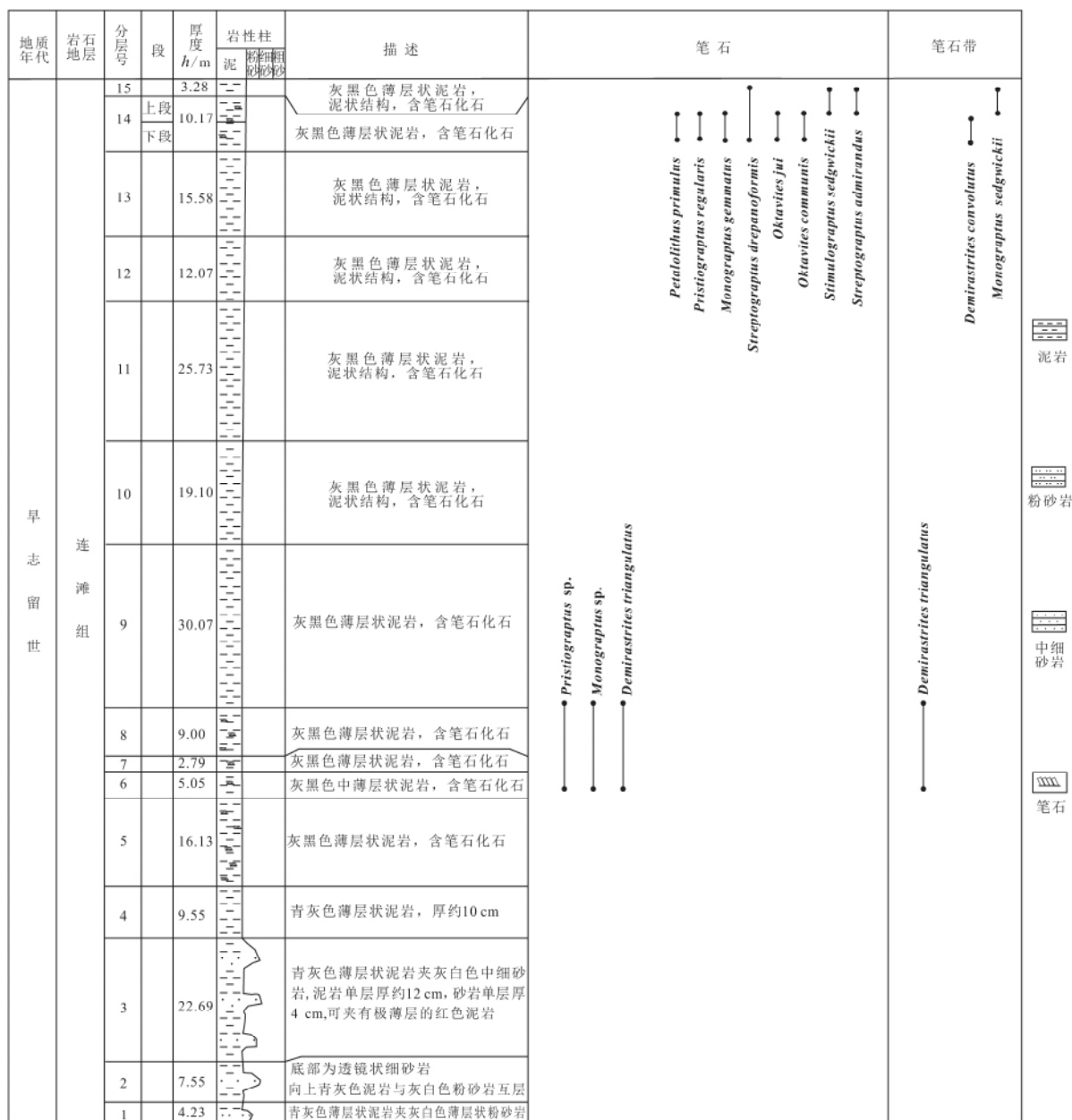


图 1 广东郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组笔石化石分布图

Fig.1 Distribution of graptolite of the Lower Sliurian Liantan Formation, Dajianshan, Liantan Town, Yunan County, Guangdong Province

7. 灰黑色中薄层状泥岩, 风化面呈褐红色, 水平层理发育, 含笔石化石, 化石保存相对完整, 主要有 *Pristiograptus* sp., *Monograptus* sp., *Demirastrites triangulatus* 2.79 m
6. 灰黑色薄层状泥岩, 风化面呈褐红色, 并夹有少量细砂岩, 另外可见极薄层红色泥岩, 水平层理发育, 含笔石化石, 化石保存相对完整, 主要有: *Pristiograptus* sp., *Monograptus* sp., *Demirastrites triangulatus* 5.05 m
5. 灰黑色薄层状泥岩夹细砂岩, 泥岩含量增多且砂泥比约为 1:3; 泥岩单层厚度不均匀, 厚者可达 15 cm, 薄者约为 9 cm; 砂岩厚度较均匀, 约为 4 cm; 水平层理发育。 16.13 m
4. 青灰色薄层状泥岩夹细砂岩, 砂泥比约为 1:3, 泥岩单层厚约 12 cm, 砂岩单层厚约为 4 cm, 水平层理发育。 9.55 m

3. 青灰色薄层状泥岩夹灰黄色中细砂岩, 砂泥比约为 1:4, 泥岩单层厚约 12 cm, 砂岩单层厚约 3 cm, 水平层理发育, 另外可见夹有极薄层的红色泥岩。 22.69 m
2. 底部为 15 cm 厚的透镜状细砂岩, 长约 9 m, 向两侧尖灭, 向上青灰色泥岩与灰白色粉砂岩互层, 砂泥比约为 1:3。 7.55 m
1. 青灰色薄层状泥岩夹灰黄色薄层状粉砂岩, 砂泥比约为 1:3, 泥岩单层厚约 15 cm, 粉砂岩单层厚约 5 cm。 4.23 m

2 笔石动物群

2.1 笔石生物地层划分

连滩组岩性主要为页岩, 从第 6 层开始出现笔

石化石,第14层笔石最丰富。共鉴定出化石76枚,分属6属12种,依次为:*Pristiograptus* sp., *Monograptus* sp., *Demirastrites triangulatus*, *Petalolithus folium*, *Pristiograptus regularis*, *Monograptus gemmatus*, *Oktavites jui*, *Oktavites communis*, *Demirastrites convolutus*, *Streptograptus drepanoformis*, *Monograptus sedgwickii*, *Streptograptus admirandus*。对应国内志留系年代地层为龙马溪阶—大中坝阶,自下而上与之对应的共有8个笔石带,分别为龙马溪阶的 *Akidograptus ascensus* 带、*Parakidograptus acuminatus* 带、*Cystograptus vesiculosus* 带和 *Coronograptus cyphus* 带,大中坝阶的 *Demirastrites triangulatus* 带、*Pernerograptus argenteus* 带、*Demirastrites convolutus* 带和 *Monograptus sedgwickii* 带^[4]。对应国际志留系年代地层为鲁丹阶—埃隆阶,自下而上与之对应的共有8个笔石带,分别为鲁丹阶的 *ascensus* 带、*acuminatus* 带、*vesiculosus* 带和 *cyphus* 带,埃隆阶的 *triangulatus* 带、*argenteus* 带、*convolutus* 带和 *sedgwickii* 带。根据连滩组笔石属种特点,现将该剖面笔石化石划归3个笔石带,自下而上依次为:① *Demirastrites triangulatus* 带; *Demirastrites convolutus* 带;② *Monograptus sedgwickii* 带。

(1) *Demirastrites triangulatus* 带

Demirastrites triangulatus 带以 *Demirastrites triangulatus* 的首次出现为底界,本剖面中 *Demirastrites triangulatus* 产于第6层,并上延至第8层,因此将本剖面的第6~8层划归为 *Demirastrites triangulatus* 带。与 *Demirastrites triangulatus* 共生的笔石还有 *Pristiograptus* sp. 和 *Monograptus* sp.。

(2) *Demirastrites convolutus* 带

Demirastrites convolutus 带以 *Demirastrites convolutus* 的首次出现为底界,本剖面中 *Demirastrites convolutus* 产于第14层下半段,因此将本剖面第14层下半段划分为 *Demirastrites convolutus* 带。与 *Demirastrites convolutus* 共生的笔石还有 *Petalolithus folium*, *Pristiograptus regularis*, *Monograptus gemmatus*, *Oktavites jui*, *Oktavites communis* 和 *Streptograptus drepanoformis*。

(3) *Monograptus sedgwickii* 带

Monograptus sedgwickii 带以 *Monograptus sedgwickii* 的首次出现为底界,在本剖面中 *Monograptus sedgwickii* 产于第14层上半段,因此将本剖面第14层上半段划归为 *Monograptus sedgwickii* 带。与 *Monograptus sedgwickii* 共生的笔石还有 *Streptograptus drepanoformis* 和 *Streptogra-*

ptus admirandus。

其中,该剖面第9~13层的化石较少,且保存不好,没有鉴定出笔石属种。

综上所述,我们可以确定本剖面第6~15层的地层时代为早志留世埃隆期。

2.2 笔石生物地层对比

我国埃隆阶标准剖面位于湖北宜昌,现将本文研究区笔石生物地层与以湖北宜昌地区为代表的扬子地台下志留统笔石序列进行重点对比。

汪啸风等^[7]通过对湖北宜昌王家湾至马鞍山风子口剖面进行的详细研究,将龙马溪组自下而上划分为11个笔石带,分别为 *Glyptograptus persculptus* 带、*Parakidograptus acuminatus* 带、*Orthograptus vesiculosus* 带、*Lagarograptus acinaces* 带、*Coronograptus cyphus* 带、*Demirastrites triangulatus* 带、*Diplograptus magnus*-*D. thuringiacus* 带、*Pernerograptus argenteus* 带、*Demirastrites convolutus* 带、*Monograptus sedgwickii* 带和 *Coronograptus arcuata* 带。其中,本文研究区的 *Demirastrites triangulatus* 带和湖北宜昌的 *Demirastrites triangulatus* 带具有共同的带化石,因此两地区的 *Demirastrites triangulatus* 带可以进行对比;同样,因为共同的带化石 *Demirastrites convolutus*, 两地区的 *Demirastrites convolutus* 带可以进行对比;湖北宜昌地区 *Monograptus sedgwickii* 带的带化石为 *Monograptus sedgwickii*, 本文研究区 *Monograptus sedgwickii* 带的带化石为 *Monograptus sedgwickii*, 因此本文研究区 *Monograptus sedgwickii* 带可以与湖北宜昌地区 *Monograptus sedgwickii* 带进行对比。

此外,连滩组的笔石群在我国分布十分广泛,除湖北宜昌地区外,还可以将本地区笔石地层与我国其他很多地区相同时代的地层单元进行对比。

(1) *Demirastrites triangulatus* 带

Demirastrites triangulatus 带共含有3种笔石: *Demirastrites triangulatus*, *Pristiograptus* sp. 和 *Monograptus* sp.。其中, *Demirastrites triangulatus* 作为该笔石带的带化石在全国分布广泛,除分布在本地区外,还分布在陕南宁强^[6]、北祁连山^[9]和东秦岭东段^[10]的 *Demirastrites triangulatus* 带中。因此这些地区的 *Demirastrites triangulatus* 带可以进行对比(表1)。

(2) *Demirastrites convolutus* 带

Demirastrites convolutus 带共含有7种笔石: *Demirastrites convolutus*, *Petalolithus folium*, *Pristiograptus regularis*, *Monograptus gemmatus*, *Oktavites jui*, *Oktavites communis* 和 *Streptograptus drepanoformis*。

tograptus drepanoformis。其中, *Demirastrites convolutus* 作为该笔石带的带化石在全国分布广泛,除分布在本地区外,还分布在陕南宁强^[6]和北祁连山^[9]的 *Demirastrites convolutus* 带中,因此这些地区的 *Demirastrites convolutus* 带可以进行对比。*Petalolithus folium* 在本地区仅出现在 *Demirastrites convolutus* 带中,同时在四川城口地区^[8]作为带化石仅出现在 *Petalolithus folium* 带中,因此本地区的 *Demirastrites convolutus* 带可以与四川城口地区的 *Petalolithus folium* 带进行对比。*Oktavites communis* 在本地区仅出现在 *Demirastrites convo-*

lulus 带中,同时在东秦岭东段^[10]作为带化石仅出现在 *Oktavites communis* 带中,在西秦岭南带^[5]仅出现在 *Rastrites apporoximatus* 带中,因此本地区的 *Demirastrites convolutus* 带可以与东秦岭东段的 *Oktavites communis* 带和西秦岭南带的 *Rastrites apporoximatus* 带进行对比。而在本节(1)中讨论得出连滩地区 *Demirastrites triangulatus* 带也可与西秦岭南带 *Rastrites apporoximatus* 带进行对比,可以推测出连滩地区 *Demirastrites triangulatus* 带和 *Demirastrites convolutus* 带分别相当于西秦岭南带的 *Rastrites apporoximatus* 带的下部和上部。

表1 广东郁南县连滩镇大尖山连滩组笔石带与国内其他地区笔石带对比

Table 1 Comparison of graptolite zones between Dajianshan, Liantan Town, Yunan County, Guangdong Province and other parts of our country

研究区 (本文)	西秦岭南带 ^[5]	陕南宁强 ^[6]	湖北宜昌 ^[7]	四川城口 ^[8]	北祁连山 ^[9]	东秦岭东段 ^[10]
下志留统	连滩组	王家湾组				
	尖泥沟组	王家湾组				
	<i>Stomatograptus grandis</i> <i>Oktavites spiralis</i>	<i>Streptograptus sinicus</i>				
	各子组	崔家沟组				
	<i>Streptograptus crispus</i> <i>Spirograptus turriculatus minor</i>	<i>Streptograptus nodifer</i>				
	<i>Monograptus sedgwickii</i>	<i>Monograptus sedgwickii</i>	<i>Monograptus sedgwickii</i>			
	<i>Demirastrites convolutus</i>	<i>Demirastrites convolutus</i>	<i>Demirastrites convolutus</i> <i>Pernerograptus argenteus</i> <i>Diplograptus magnus-D. ihuringiacus</i> <i>Demirastrites triangulatus</i>	双河场组	航脏沟组	张湾组
	<i>Demirastrites triangulatus</i>	<i>Pristiograptus cyphus-Monoclimacis lunata</i>	<i>Coronograptus cyphus</i> <i>Lagarograptus acinaces</i> <i>Orthograptus vesiculosus</i> <i>Parakidograptus acuminatus</i> <i>Glyptograptus persculptus</i>	<i>Petalolithus folium</i> <i>Pristiograptus leptotheca</i> <i>Pristiograptus leei</i> <i>Orthograptus vesiculosus</i> <i>Prakidograptus modestus</i> <i>Diplograptus acuminatus</i> <i>Glyptograptus persculptus</i>	<i>Demirastrites convolutus</i> <i>Demirtes triangulatus</i> <i>Pristiograptus leei</i> <i>Pristiograptus cyphus</i> <i>Diplograptus modestus</i> <i>Akidograptus sp.</i> <i>Glyptograptus persculptus</i>	<i>Monograptus sedgwickii</i> <i>Oktavites communis</i> <i>Demirtes triangulatus</i>
	安子沟组	龙马溪组	龙马溪组			
	<i>Rastrites apporoximatus</i> <i>Pristiograptus leei</i> <i>Pristiograptus cyphus</i> <i>Orthograptus vesiculosus</i> <i>Prakidograptus cf acuminatus</i>	<i>Climacograptus miserabilis</i>				

(3) *Monograptus sedgwickii* 带

Monograptus sedgwickii 带共含 3 种笔石: *Monograptus sedgwickii*, *Streptograptus drepanoformis* 和 *Streptograptus admirandus*, *Streptograptus drepanoformis* 是由上一笔石带上延而来。*Monograptus sedgwickii* 作为该笔石带的带化石在全国分布广泛,除本地区外,还分布于西秦岭南带^[5]、陕南宁强^[6]、北祁连山^[9]和东秦岭东段^[10]的 *Monograptus sedgwickii* 带中,因此这些地区的 *Monograptus sedgwickii* 带可以进行对比。

3 化石描述

笔石纲 Graptolithina

正笔石目 GRAPTOLOIDEA Lapworth, 1875

有轴亚目 Axonophora Frech, 1897 emend. Ruedemann, 1904

双笔石科 Diplograptidae Lapworth, 1873

花瓣笔石属 *Petalolithus* Suess, 1851

属征:两枝上攀呈叶片状,横切面长方形,胞管为细长的直管,排列紧密,大部被掩盖,始部 2 个胞管伸长。

叶状花瓣笔石 *Petalolithus folium* Boucek et Pribyl(本文图 2-1)

1977, *Petalolithus folium* Boucek et Pribyl, 中南地区古生物图册(一) 早古生代部分,湖北地质科学研究所等, P340, 图版 103, 图 13

1984, *Petalolithus folium* Boucek et Pribyl, 湖北省古生物图册, 湖北省区域地质测量队, P492, 图

版 190,图 12,13

1990, *Petalolithus folium* Boucek et Pribyl, 中国古生物志:四川城口志留纪笔石,葛梅钰, P69, 图版 7, 图 1~6

描述:笔石体保存不完整,花瓣状,长 15 mm 左右,呈楔形,宽度由始端 2.5 mm 迅速增大到 5 mm 左右。胞管细长,倾角 20°左右,腹缘微内弯,口缘凹,掩盖 4/5, 10 mm 内有 7~8 个胞管。

比较:该种特点是向上宽度迅速增大, *Petalolithus ensiformis* 具有类似特点,但不同点是 *Petalolithus ensiformis* 的胞管排列更紧密, 10 mm 内有 10~11 个胞管。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 14 层下段。

单笔石科 Monograptidae Lapworth, 1873

单笔亚石科 Monograptinae Lapworth, 1873

锯笔石属 *Pristiograptus* Jachel, 1889, *emend. Frech*, 1897

属征:笔石体仅有上攀的一枝,直或曲,胞管为简单的直管状,腹缘直或轻微弯曲。

分布及时代:亚洲、欧洲、大洋洲及北美洲;志留纪

(1) 锯笔石(未定种) *Pristiograptus* sp. (本文图 2-2a, 2b)

描述:共有 2 个标本,且均没有始部,笔石微向腹侧作弧形弯曲,较细长,长度分别为 90 mm 和 54 mm,宽度均匀,约为 1 mm。胞管为简单的直管状,腹缘平,口缘直,倾角约为 20°。相邻胞管之间掩盖约 1/2, 10 mm 内有 9 个胞管。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 6~8 层。

(2) 规则锯笔石 *Pristiograptus regularis* Tornquist (本文图 2-3)

1982, *Pristiograptus regularis* Tornquist, 西北地区古生物图册(陕甘宁分册)(一),地质矿产部西安地质矿产研究所, P333, 图版 80, 图 22

1984, *Pristiograptus regularis* Tornquist, 湖北省古生物图册, 湖北省区域地质测量队, P504, 图版 192, 图 2

1984, *Pristiograptus regularis* Tornquist, 中国古生物志, 陕南及川北志留纪笔石并论单笔石的分类, 陈旭, P60, 图版 10, 图 10

1962, *Pristiograptus regularis* Tornquist, 中国各门类化石:中国的笔石, 穆恩之, 陈旭, P120, 图版 19, 图 4a-b

描述:笔石体直且细长,保存长度约为 72 mm。

始部较细,宽度约为 0.5 mm,向上均匀而缓慢的增宽,至 1.5 mm 左右。胞管为细长的直管状,口缘平,腹缘直,倾角约为 20°,相邻胞管之间相互掩盖约 1/2, 10 mm 内有 9 个胞管。

比较:该种胞管特征与 *Pristiograptus concinnus* 相似,但 *Pristiograptus concinnus* 笔石体宽度均匀,且宽度较大。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 14 层下段。

单笔石属 *Monograptus* Geinitz, 1852

属征:笔石体单枝上攀直或曲,胞管口部向外弯曲,呈钩状。

(1) 单笔石(未定种) *Monograptus* sp. (本文图 2-4a, 4b)

描述:标本保存不完整,笔石体近直,宽度约 1.3 mm。胞管腹缘弯曲,口端渐变窄,口缘呈钩状,胞管伸出部分占笔石体的 1/3 左右,相邻胞管掩盖约 1/3, 10 mm 内有 10 个胞管。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 6~8 层。

(2) 赛氏单笔石 *Monograptus sedgwickii* (Portlock) (本文图 2-5a, 5b)

1977, *Monograptus sedgwickii* (Portlock), 中南地区古生物图册(一) 早古生代部分, 湖北地质科学研究所等, P360, 图版 110, 图 4

1983, *Monograptus sedgwickii* (Portlock), 西北地区古生物图册(新疆维吾尔自治区分册)(一), 新疆区域地质调查大队等, P259, 图版 92, 图 2, 15

1982, *Monograptus sedgwickii* (Portlock), 西北地区古生物图册(陕甘宁分册)(一), 地质矿产部西安地质矿产研究所, P335, 图版 81, 图 3

1978, *Monograptus sedgwickii* (Portlock), 西南地区古生物图册(四川分册)(一), 西南地质科学研究所, P480, 图版 179, 图 8

1962, *Monograptus sedgwickii* (Portlock), 中国各门类化石:中国的笔石, 穆恩之, 陈旭等, P126, 图版 19, 图 18

1984, *Monograptus sedgwickii* (Portlock), 中国古生物志, 陕南及川北志留纪笔石并论单笔石的分类, 陈旭, P52, 图版 9, 图 3, 4

描述:共 2 个标本。笔石体微弯曲,长度约为 39 mm,宽度均一,均为 2.5 mm 左右,胞管口部向下弯曲,形成不太显著的钩状,具有近乎平伸的口刺,掩盖部分很小, 10 mm 内有 9 个胞管。

比较:该种相对于该属其他种的显著特点是笔石体较宽且宽度均匀,具有口刺,易于区分。



1. *Petalolithus folium*, 登记号 0675, 产出层位为连滩剖面第 14 层下段; 2a, 2b. *Pristiograptus* sp., 登记号 0526, 登记号 0579, 产出层位为连滩剖面第 6~8 层; 3. *Pristiograptus regularis*, 登记号 0538, 产出层位为连滩剖面第 14 层下段; 4a, 4b. *Monograptus* sp., 登记号 0690; 登记号 0622, 产出层位为连滩剖面第 6~8 层; 5a, 5b. *Monograptus sedgwickii*, 登记号 0619, 登记号 0657, 产出层位为连滩剖面第 14 层上段; 6. *Monograptus gemmatus*, 登记号 0654, 产出层位为连滩剖面第 14 层下段; 7. *Streptograptus admirandus*, 登记号 0609, 产出层位为连滩剖面第 14 层上段; 8. *Streptograptus drepanoformis*, 登记号 0679, 产出层位为连滩剖面第 14 层; 9. *Oktavites jui*, 登记号 0606, 产出层位为连滩剖面第 14 层下段; 10. *Oktavites communis*, 登记号 0697, 产出层位为连滩剖面第 6~8 层; 11. *Demirastrites convolutes*, 登记号 0645, 产出层位为连滩剖面第 14 层下段; 12. *Demirastrites triangulatus*, 登记号 0700, 产出层位为连滩剖面第 6~8 层

图2 广东郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组笔石

Fig.2 Graptolite of the Lower Sliurian Liantan Formation, Dajianshan, Liantan Town, Yunan County, Guangdong Province

产地和层位: 广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 14 层上段。

(3) 发芽单笔石 *Monograptus gemmatus* (Barrande) (本文图 2-6)

1982, *Monograptus gemmatus* (Barrande), 西北地区古生物图册(陕甘宁分册)(一), 地质矿产部西安地质矿产研究所, P335, 图版 81, 图 1, 2

1962, *Monograptus gemmatus* (Barrande), 中国各门类化石: 中国的笔石, 穆恩之, 陈旭等, P124, 图版 19, 图 13

1984, *Monograptus gemmatus* (Barrande), 湖北省古生物图册, 湖北省区域地质测量队, P510, 图版 196, 图 7, 8

1977, *Monograptus gemmatus* (Barrande), 中南地区古生物图册(一) 早古生代部分, 湖北地质科学研究所等, P359, 图版 110, 图 6

描述: 笔石体细, 直或微向背侧弯曲, 长约 11 mm, 平均宽度约 0.4 mm, 胞管细长, 掩盖少, 倾角约 5°。其特征为胞管末端向外转, 形成弯钩形, 约占笔石体宽度的 1/2。胞管排列稀疏, 10 mm 内有

6 个胞管。

比较:该种相对于该属其他种的显著特点是笔石体宽度均匀且十分纤细,易于区分。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 14 层下段。

卷笔石属 *Streptograptus* Yin, 1937

属征:笔石体常弯曲,胞管口部向外,卷曲形成显著的球形,掩盖部分极小。

(1) 奇异卷笔石 *Streptograptus admirandus* Boucek-Pribyl(本文图 2-7)

1982, *Streptograptus admirandus* Boucek-Pribyl, 西北地区古生物图册(陕甘宁分册)(一),地质矿产部西安地质矿产研究所, P338, 图版 81, 图 17

描述:笔石体保存不完整,微向腹侧弯曲,保存长度为 15 mm,宽度较均一,约为 0.5 mm。胞管向外卷曲,形成显著的球状,约占笔石体宽度的 1/2。相邻胞管之间掩盖少,10 mm 内有 11 个胞管。

比较:该种与 *Streptograptus wimani* 相似,最明显的区别是前者胞管末部内卷成球,后者胞管末部未成球形。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 14 层上段。

(2) 镰形卷笔石 *Streptograptus drepanoformis* (Toghill and strachan)(本文图 2-8)

1984, *Streptograptus drepanoformis* (Toghill and strachan), 中国古生物志:陕南及川北志留纪笔石并论单笔石的分类,陈旭, P73, 图版 17, 图 3, 9, 10

1984, *Streptograptus drepanoformis* (Toghill and strachan), 湖北省古生物图册, 湖北省区域地质测量队, P514, 图版 197, 图 9

描述:笔石体细小,保存长度为 8 mm,向腹侧弯曲形成镰刀状,宽度由始部的 0.3 mm 逐渐增大至末部的 0.5 mm。胞管向外卷曲呈球状,相邻胞管之间几乎不掩盖,5 mm 内有 4 个胞管。

比较:该种相对于该属其他种的显著特点是笔石体向腹侧弯曲呈镰刀状。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 14 层。

奥氏笔石属 *Oktavites* Levina, 1928

属征:上攀单列的笔石体,通常弯曲或旋转;胞管始末一致,全为三角形。

(1) 朱氏奥氏笔石 *Oktavites jui* (Sun)(本文图 2-9)

1977, *Oktavites jui* (Sun), 中南地区古生物图册(一):早古生代部分,湖北地质科学研究院等,

P367, 图版 116, 图 8

1962, *Oktavites jui* (Sun), 中国各门类化石:中国的笔石,穆恩之、陈旭, P131, 图版 20, 图 15

1982, *Oktavites jui* (Sun), 西北地区古生物图册(陕甘宁分册)(一),地质矿产部西安地质矿产研究所, P342, 图版 82, 图 4, 5

描述:笔石体向腹部弯曲成弧形,长度为 19 mm,宽度由始部的 0.9 mm,向末端增大为 1.1 mm 左右。胞管为三角形,口部下弯。相邻胞管之间掩盖少,约为 1/3,10 mm 内有 11 个胞管。

比较:该种相对于该属其他种的显著特点是笔石体向腹侧弯曲,而其他大部分种笔石体均向背侧弯曲。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 14 层下段。

(2) 通常奥氏笔石 *Oktavites communis* (Lapworth)(本文图 2-10)

1977, *Oktavites communis* (Lapworth), 中南地区古生物图册(一):早古生代部分,湖北地质科学研究院等, P366, 图版 115, 图 4

1978, *Oktavites communis* (Lapworth), 西南地区古生物图册(四川分册)(一),西南地质科学研究所, P482, 图版 180, 图 8

1984, *Oktavites communis* (Lapworth), 中国古生物志:陕南及川北志留纪笔石并论单笔石的分类,陈旭, P68, 图版 13, 图 12; 插图 2a

1982, *Oktavites communis* (Lapworth), 西北地区古生物图册(陕甘宁分册)(一),地质矿产部西安地质矿产研究所, P340, 图版 81, 图 33

1984, *Oktavites communis* (Lapworth), 湖北省古生物图册, 湖北省区域地质测量队, P517, 图版 199, 图 2

1983, *Oktavites communis* (Lapworth), 华东地区古生物图册(一),地质矿产部南京地质矿产研究所, P507, 图版 175, 图 21

1962, *Oktavites communis* (Lapworth), 中国各门类化石:中国的笔石,穆恩之,陈旭等, P131, 图版 20, 图 11

描述:笔石体向背侧弯曲成弓形,保存长度为 16 mm,始部较细,宽约 0.9 mm,向末部逐渐增宽,约 1.2 mm。胞管短小,呈三角形,相邻胞管之间掩盖较小,10 mm 内有 10 个胞管。

比较:该种与 *Oktavites planus* 相似,笔石体均向末部增宽,但后者相对于前者始部宽度较窄,因此增宽比较明显。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 6~8 层。

半耙笔石属 *Demirastrites* Eisel, 1912

属征:笔石体常弯曲或旋转,始部胞管孤立,似耙笔石式,末端胞管呈三角形。

(1) 盘旋半耙笔石 *Demirastrites convolutes* (Hisinger)(本文图 2-11)

1977, *Demirastrites convolutes* (Hisinger), 中南地区古生物图册(一):早古生代部分,湖北地质科学研究所等, P365, 图版 114, 图 7, 8

1984, *Demirastrites convolutes* (Hisinger), 湖北省古生物图册, 湖北省区域地质测量队, P515, 图版 198, 图 2

1962, *Demirastrites convolutes* (Hisinger), 中国各门类化石:中国的笔石, 穆恩之, 陈旭等, P129, 图版 20, 图 6

1984, *Demirastrites convolutes* (Hisinger), 中国古生物志:陕南及川北志留纪笔石并论单笔石的分类, 陈旭, P64, 图版 12, 图 6

描述:笔石体向背部弯曲旋转呈盘香状, 长轴方向长度约为 20 mm。始部细, 胞管孤立; 向末部宽度逐渐增大到 2.8 mm 左右, 末端胞管大部伸出, 呈三角形, 掩盖较少。10 mm 内有 8 个胞管。

比较:该种相对于该属其他种的显著特点是笔石体向背部呈盘香状弯曲, 此特点明显区别于其他种。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 14 层下段。

(2) 三角半耙笔石 *Demirastrites triangulatus* (Harkness)(本文图 2-12)

1982, *Demirastrites triangulatus* (Harkness), 西北地区古生物图册(陕甘宁分册)(一), 地质矿产部西安地质矿产研究所, P339, 图版 81, 图 30

1984, *Demirastrites triangulatus* (Harkness), 湖北省古生物图册, 湖北省区域地质测量队, P516, 图版 199, 图 1

1962, *Demirastrites triangulatus* (Harkness), 中国各门类化石:中国的笔石, 穆恩之, 陈旭等, P130, 图版 20, 图 9-a, b

1983, *Demirastrites triangulatus* (Harkness), 华东地区古生物图册(一), 地质矿产部南京地质矿产研究所, P507, 图版 175, 图 11, 12

1977, *Demirastrites triangulatus* (Harkness), 中南地区古生物图册(一):早古生代部分, 湖北地质科学研究所等, P366, 图版 115, 图 3

描述:笔石体始部向背侧弯曲呈近环状, 末部渐直, 保存长度为 35 mm。始部较细, 宽度约为 0.8 mm, 向末端宽度逐渐增大, 最大宽度约为 1.8 mm。

始部胞管相对孤立, 掩盖很少, 末部胞管呈三角形, 10 mm 内有 9 个胞管。

比较:该种显著特点是笔石体始部向背侧弯曲较明显, 呈环状或近环状, 末部渐直, 此特点明显区别于其他种。

产地和层位:广东省郁南县连滩镇大尖山下志留统连滩组剖面第 6~8 层。

在化石鉴定和成文过程中, 得到了武汉地质调查中心王传尚研究员的悉心指导, 在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- [1] 章熙林. 广东连滩志留纪笔石群之研究[J]. 自然科学, 1938, 8(1): 1-24.
- [2] 穆恩之. 连滩之志留纪地层及笔石群[J]. 中国地质学会志, 1948, 20: 207-231.
- [3] 汪啸风. 对广东连滩文头山组笔石群及其时代的新认识[J]. 地质学报, 1978(4): 303-317.
- [4] 全国地层委员会. 中国区域年代地层(地质年代)表说明书[M]. 北京:地质出版社, 2002: 1-72.
- [5] 宋礼生. 西秦岭南带志留纪笔石生物地层[J]. 甘肃地质学报, 1999, 8(2): 28-46.
- [6] 陈旭. 中国古生物志:陕南及川北志留纪笔石并论单笔石的分类[M]. 北京:科学出版社, 1984: 1-19.
- [7] 汪啸风. 长江三峡地区生物地层学(2)[M]. 北京:地质出版社, 1987.
- [8] 葛梅钰. 中国古生物志:四川城口志留纪笔石[M]. 北京:科学出版社, 1990: 1-24.
- [9] 何永鲸. 北祁连山早志留世笔石带[J]. 中国区域地质, 1983, 5: 77-81.
- [10] 林尧坤. 东秦岭下志留统的笔石[J]. 古生物学报, 1996, 35(6): 672-684.
- [11] 张树岐. 西藏北部申扎地区志留纪岩石地层和生物地层[J]. 地质通报, 2003, 22(11/12): 964-969.
- [12] 戎嘉余, 陈旭. 中国志留系研究之今昔[J]. 古生物学报, 1990, 29(4): 395-401.
- [13] 樊隽轩. 华南奥陶—志留系龙马溪组黑色笔石页岩的生物地层学[J]. 中国科学:地球科学, 2012, 42(1): 130-139.
- [14] 陈旭. 英国奥陶纪和志留纪笔石带的最新划分方案[J]. 地层学杂志, 2010, 34(2): 161-164.
- [15] 汪啸风. 中国奥陶系和下志留统下部年代地层单位的划分[J]. 地层学杂志, 2004, 24(1): 1-17.
- [16] 江大勇. 新疆柯坪大湾剖面柯坪塔格组中段底部笔石生物地层初步分析[J]. 地层学杂志, 2006, 30(3): 964-969.
- [17] Loydell D K. Upper aeronian and lower telychian (llandovery) graptolites from western mid-wales [J]. Monograph of the Palaeontographical Society, 1992, 1: 1-55.
- [18] Loydell D K. Upper aeronian and lower telychian (llandovery) graptolites from western mid-wales [J]. Monograph of the Palaeontographical Society, 1993, 2: 56-180.
- [19] Loydell D K, Kaljo D, Mannik P. Integrated biostratigraphy of the Lower Silurian of the Ohesaare core, Saaremaa, Estonia [J]. Geol. Mag., 1998, 135(6): 769-783.

(下转第 143 页)

Simulation on Remaining Oil Enrichment Pattern of Sandstone Reservoir Water Drive in Double High Stage

Li Jiqing

(Exploration and Development Research Institute of Jiangnan Oilfield Company, SINOPEC, Wuhan 430223, China)

Abstract: In order to clarify the distribution and enrichment patterns of the remaining oil of high permeability sandstone reservoirs during the stage of high water and high recovery, this study truly and accurately presents water displacing oil process and remaining oil distribution form in the north fault block reservoir Wangchang Oilfield, Qianjiang Depression, Jiangnan Basin by physical simulation and numerical simulation technology. This simulation reveals the water displacing oil characteristics and remaining oil enrichment model of high water cut stage and the structural characteristics of the north fault block, reservoir physical properties and the control of hydrodynamic filed over the remaining oil. The study of the reservoir rhythm, interlayer distribution and the effect of injection position on the remaining oil distribution should provide technical support for the water flooding development and the oil recovery for the middle high permeability sandstone reservoir of the north fault block in high water cut stage.

Key words: remaining oil distribution; physical simulation; numerical simulation; percolation characteristics; enrichment model

(上接第 117 页)

Graptolite Biostratigraphy of Liantan Formation of Lower Silurian of the Dajianshan in Liantan, Yunan County, Guangdong Province

Yu Zhisong¹, Bu Jianjun², Wu Jun², Zhang Kexin¹, Liu Zhiyuan¹, Yao Chengwei¹

(1. Geological Survey, China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan 430074, China;

2. Wuhan Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Wuhan 430205, China)

Abstract: The Lower Silurian Liantan Fm, consisting of shales, is well developed at Dajianshan, in Liantan, Yunan County, Guangdong Province. Based on detailed research on the graptolite of Liantan Fm, 6 genera and 12 species were found in the Dajianshan section. They respectively belong to 3 graptolite zones: ① *Demirastrites triangulates*; ② *Demirastrites convolutus*; ③ *Monograptus sedgwickii*. These graptolite assemblages of Liantan Fm in the study area could be correlated with the graptolite assemblages of Longmaxi Fm in Yichang, Hubei Province, Anzigou Fm in the south of the West Qinling Mountains, Longmaxi Fm in Ningqiang, Shanxi Province, Shuangchanghe Fm in Chengkou, Sichuan Province, and Angzanggou Fm in the Northern Qilian Mountains and Zhangwan Fm in the east of the Eastern Qinling Mountains. Hence, the age of Liantan Formation in the study area should be Aeronian in the Early Silurian.

Key words: Early Silurian; Liantan Formation; graptolite zone; stratigraphic correlation