

汉中梁山南郑组的笔石

李 积 金

成 汉 钧

(中国科学院南京地质古生物研究所)

(西安地质学院)

长期以来,我国地层古生物学者对南郑组的时代归属意见分歧较大,有人主张归属晚奥陶世,而不少人则主张归属早志留世。李跃西等(1975)认为:“大巴山西段的达尔曼虫层*是在沉积间断面之上,与下志留统为连续沉积。因此,不论欧洲或我国其他各地怎样划法,大巴山西段的达尔曼虫层应该归属下志留统较为合适。”近年来,扬子区和江南区含 *Dalmanitina* 的观音桥层和偃口组均划归上奥陶统,那么,汉中梁山南郑组究竟归属早志留世,还是归属晚奥陶世,自然成为广大地层古生物学者所关注的问题。为此,笔者于 1985 年夏前往汉中梁山实地测制了南郑组的剖面,并详细采集化石,共发现笔石 8 属 25 种。这些笔石(除新种和 *Diclyonema* sp. 及过去仅见于中奥陶统的 *Climacograptus caudatus* 外)均系国内或国外上奥陶统常见的分子,其中不少是广泛分布于世界各大洲的属种,对南郑组地质时代的确定有重要意义,也为与笔石共生的三叶虫、腕足类、鹦鹉螺、双壳类、腹足类及介形类等化石的地质时代的精确确定,提供了可靠的依据。南郑组的笔石过去报道的较少,描述的更少,仅陈旭(1984)描述过两种,即 *Climacograptus angustus*(Perner)和 *Climacograptus mirnyensis* (Obut et Sobolevskaya)。本文描述 4 属 11 种,其中 2 新种,并根据笔石组合特征,把南郑组划分为三个笔石带,与国内外主要地区上奥陶统笔石带作了对比。

在野外工作期间,得到西安地质学院地质系,陕西省地矿局第二地质大队的支持和帮助,王展利、许东安、刘建华、朱小星协助测制剖面 and 采集化石;张文堂、戎嘉余、徐均涛、余汶、施

从广、王尚启、陈挺恩、王成源、朱志康等分别鉴定了三叶虫、腕足类、双壳类、腹足类、介形类、鹦鹉螺、牙形刺和锥石;张俊明帮助岩石薄片鉴定,宋之跃代为标本摄影,徐宝瑞清绘插图,在此一并致谢。

剖面简介

南郑组在汉中梁山地区分布广泛。由北向南我们共测得四条剖面,即上梁山朱家坡剖面,下梁山后沟剖面,中梁寺东北剖面和中梁寺东南剖面。其中上梁山朱家坡剖面笔石较丰富,分带清楚,可作为梁山地区南郑组的代表剖面。兹记述于后:

上覆地层: 下志留统龙马溪组 浅灰色硅质岩,具韵律状构造,含 *Diplograptus* cf. *diminutus* Elle et Wood, *Glyptograptus temalaensis* Jones, *Climacograptus normalis* Lapworth, *C. pseudonormalis* Li 等。

——整合——

11. 灰、暗红色泥页岩,具韵律状构造,含 *Diplograptus concinnus* Li, *Glyptograptus* cf. *temalaensis* Jones, *Rectograptus* sp.

0.69m

10. 灰黄色粉砂质泥岩,含 *Platycoryphe sinensis* (Lu), *Dalmanitina nanchengensis* Lu.

0.25m

9. 灰黄色粉砂质泥岩和硅质砂岩,石英颗粒大小为 0.1—0.6mm,小者棱角状,大者次浑圆状,硅质胶结,砂岩中含三叶虫 *Platycoryphe sinensis* (Lu); 笔石 *Climacograptus* sp.; 双壳类 *Deceitix* cf. *socialis* (Ulrich),

* 指南郑页岩(笔者注)。

Palaeoneilo sp.; 介形类 *Spinopleura* sp.; 腹足类 *Holopea* sp.; 鸚鵡螺 *Pleurothoceras* sp.; 腕足类及海百合茎等。 0.6m

8. 灰白色粉砂岩, 较硬, 含笔石 *Climacograptus pseudonormalis* Li, *Rectograptus viriosus* (Huang); 三叶虫 *Dalmanitina nanchengensis* Lu, *Platycoryphe sinensis* (Lu), *Odonopleurid*; 腕足类 *Paterura* sp.; 双壳类 *Deceptix* cf. *socialis* (Ulrich), *Palaeoneilo* sp.; 介形类 *Spinopleura* sp. 和腹足类等。 0.77m

7. 黄色含粉砂泥岩, 韵律状构造发育, 含笔石 *Diplograptus ojsuensis* (Koren et Mikhaylova), *Climacograptus pseudonormalis* Li, *C. hanzhongensis* Li (sp. nov.); 腕足类 *Orbiculoida* sp.; 介形类 *Spinopleura* sp.; 腹足类 *Phacelopora* 及双壳类等。 0.7m

6. 岩性同 8 层, 含腕足类 *Paromalomena* cf. *polonica* (Temple); 笔石 *Rectograptus* sp. 以及锥石、腹足类化石。 1.0m

5. 棕灰色中厚层状微晶泥灰岩。

0.42m

4. 灰色微晶泥灰岩, 呈透镜状。 1.1m

3. 粉砂质泥岩夹黄棕色硅质薄层 (5cm), 泥岩具明显的黄、灰、白相间的韵律状构造, 泥岩中含笔石 *Dictyonema* sp., *Dicellograptus* cf. *graciliramosus* Yin et Mu, *Orthograptus rigidus* Lee, *Climacograptus pseudonormalis* Li, *C. shilipaiensis* Li, *C. supernus* Elles et Wood, *C. leptothecalis* Mu et Ge, *Rectograptus* sp.; 三叶虫 *Shumadia* sp., *Kweichowilla* sp.; 介形类 *Spinopleura* sp.; 腕足类 *Leptaenospoma* cf. *trifidus* (Marek et Hevliček), *Manosia* sp.; 牙形刺 *Ligondina*? sp. 以及双壳类、腹足类、锥石、海百合茎等化石。

0.93m

2. 灰白及黄色页岩与硅质薄层 (层厚 3—5cm) 互层, 页岩中含笔石 *Dicellograptus ornatus* Elles et Wood, *Climacograptus pseudonormalis* Li, *C. supernus* Elles et Wood, *C. hastatus* T. S. Hall, *Arachniograptus* sp.; 腕足类 *Orbiculoida*? sp. 以及双壳类、鸚鵡螺、锥石等化石。 0.45m

1. 灰色硅质薄层夹暗紫色页岩 (厚 7

cm)。

0.45m

下伏地层: 上奥陶统临湘组 灰绿色钙质泥岩和灰色瘤状灰岩与浅黄色钙质泥岩互层, 上部泥岩中含三叶虫 *Cyclopygid*; 介形类 *Eukloedenella* sp., *Euprimitia* sp.; 以及鸚鵡螺、腕足类、腹足类、双壳类化石; 灰岩中含三叶虫 *Nankinolithus*? sp., *Telephina* sp.

上述第 1 层相当五峰组第 1 笔石带 (W₁) 的层位; 第 2 层以 *Dicellograptus ornatus* Elles et Wood 为特征, 可称为 *Dicellograptus ornatus* 带; 第 3 层以 *Climacograptus leptothecalis* Mu et Ge 为特征, 可称为 *Climacograptus leptothecalis* 带, 第 4—6 层归入此带; 第 7—11 层的笔石有 *Diplograptus ojsuensis* (Koren et Mikhaylova), *D. concinnus* Li, *Rectograptus viriosus* (Huang) 等, 这三种笔石均见于安徽泾县五峰组 *Diplograptus bohemicus* 带, 因此, 这一笔石组合应属 *Diplograptus bohemicus* 带。

在下梁山后沟剖面, 相当 *Dicellograptus ornatus* 带的笔石有 *Pleurograptus* sp., *Climacograptus* cf. *miserabilis* Elles et Wood, *C. liangshanensis* Li (sp. nov.), *C. hanzhongensis* Li (sp. nov.), *Rectograptus truncatus* (Lapworth), *R. abbreviatus* (Elles et Wood), *R. uniformis* (Mu et Lee), *R. pauperatus* (Elles et Wood) 等; 相当于 *Climacograptus leptothecalis* 带的笔石有 *Climacograptus normalis* Lapworth, *C. liangshanensis* Li (sp. nov.); 相当于 *Diplograptus bohemicus* 带的笔石有 *Rectograptus viriosus* (Huang)。

在中梁寺东北剖面, 相当 *Climacograptus leptothecalis* 带的笔石有 *Rectograptus abbreviatus* (Elles et Wood); 相当 *Diplograptus bohemicus* 带的笔石有 *Diplograptus charis* Mu et Ni。

南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带与扬子区五峰组和江南区新岭组 *Dicellograptus szechuanensis* 带和英国 Upper Hartfell 页岩 *Dicellograptus anceps* 带下亚带 (即 *Dicellograptus complexus* 亚带) 相当; 与美国阿拉斯加和加拿

大阿石极阶 *Dicellograptus ornatus* 带及澳大利亚 Bolindian 的 *Dicellograptus ornatus-Climacograptus latus* 带可对比。南郑组 *Climacograptus leptothecalis* 带可与江南区新岭组、于潜组 *Climacograptus leptothecalis-Climacograptus venustus* 带对比,与扬子区五峰组 *Tangyagraptus typicus* 带、英国 Upper Hartfell 页岩 *Dicellograptus anceps* 带上亚带(即 *Paraorthograptus pa-*

cificus 亚带)以及苏联阿石极阶 *Climacograptus supernus* 带上亚带(即 *Paraorthograptus pacificus* 亚带)相当。南郑组 *Diplograptus bohemicus* 带与英国、苏联和澳大利亚上奥陶统 *Climacograptus ? extraordinarius* 带和我国扬子区五峰组 *Diceratograptus mirus-Diplograptus bohemicus*带相当。对比情况见表 I。

表 I 汉中梁山地区与国内外主要地区上奥陶统笔石带对比表
Correlation of Upper Ordovician graptolite zones in Liangshan, Hanzhong with those in the main areas both at home and abroad

汉中梁山地区 本文	三峡东部地区 (穆恩之,1980)	英国莫发地区 (Williams, 1983)	苏联亚洲部分 (Karen et al., 1979)	澳大利亚深湾地区 (VendenBerg et al., 1984)
<i>D. bohemicus</i>	<i>D. bohemicus</i> <i>P. uniformis</i> <i>D. mirus</i>	<i>C. ? extraordinarius</i>	<i>G. ? persculptus*</i> <i>C. ? extraordinarius</i>	<i>C. ? extraordinarius</i>
<i>C. leptothecalis</i>	<i>T. typicus</i>	<i>P. pacificus</i>	<i>C. longispinus</i> <i>supernus</i> <i>P. pacificus</i>	?
<i>D. ornatus</i>	<i>D. szechuanensis</i>	<i>D. anceps</i> <i>D. complexus</i>	<i>C. longispinus</i> <i>C. longispinus</i>	<i>D. ornatus, C. latus</i>

* =*Diplograptus bohemicus*

笔石群的特征及其地理地质分布

南郑组的笔石以双列有轴笔石为主,其中尤以 *Climacograptus* 和 *Rectograptus* 占优势,无轴正笔石(如 *Dicellograptus* 和 *Pleurograptus*)仅有少数代表,网格化的笔石更为罕见,仅见到 *Arachniograptus*。南郑组如此单调的笔石组合,同五峰组丰富多彩的笔石组合,形成明显的对照。南郑组和五峰组均为扬子海盆五峰期沉积,为什么笔石面貌存在差异,这主要是生物本身内在因素(如生物本身的结构、演化、遗传等)所决定,同时外界的环境对生物内在因素也产生不同程度的影响。汉中梁山地区,在南郑组沉积时期,其古地理位置濒临古陆边缘,海水较动荡,不适于结构脆弱的笔石生活,只有结构坚固的笔石得以生存。这与江南区新岭组或于潜组的沉积环境和笔石组合的特征相似。

南郑组最重要的笔石有 *Pleurograptus* sp., *Dicellograptus ornatus* Elles et Wood, *Climacograptus supernus* Elles et Wood, *C. hastatus* T. S. Hall, *Rectograptus truncatus* (Lapworth), *R. abbreviatus* (Elles et Wood), *R. uniformis* (Mu et Lee), *R. pauperatus* (Elles et Wood) (见插图 7 c, d) 等。这些笔石均系世界性属种。*Pleurograptus* 广泛分布于各大洲晚奥陶世早期 *Pleurograptus linearis* 带,在我国此属可上延到五峰期 *Dicellograptus szechuanensis* 带;*D. ornatus* 和 *C. supernus* 是国内外晚奥陶世最具特征的笔石。这两个种初见於英国 Upper Hartfell 页岩 *Dicellograptus anceps* 带;此后,在澳大利亚 Bolindian 上部 *Dicellograptus cf. complanatus* 带(现改为 *Dicellograptus ornatus-Climacograptus latus* 带),美国 Phi Kappa 组 *Dicellograptus complanatus* 带和苏联曲克帕尔

组 *Climacograptus supernus* 带相继发现。Churkin, Carter 和 Eberlein (1971) 以 *D. ornatus* 作为带化石, 代表美国阿拉斯加东南部上奥陶统最高层位; 在加拿大, 以 *D. ornatus* 作为阿石极阶下部的带化石 (Lenz and McCracken, 1982)。在澳大利亚, *D. ornatus* 作为 Bolindian 顶部 *D. ornatus-C. latus* 带的带化石之一。在苏联, Keller (1956) 把 *C. supernus* 作为上奥陶统曲克帕尔组上部的带化石。在我国, *D. ornatus* 和 *C. supernus* 是上奥陶统五峰组及其相当层位最常见的笔石。*C. hastatus* 是澳大利亚、北美和我国上奥陶统重要分子。*R. truncatus* 在英国从 Lower Hartfell 页岩 *Dicranograptus clingani* 带开始出现, 上延到 *Pleurograptus linearis* 带; 在我国, 此种是扬子区五峰组常见的分子; 在苏联, 它是图林卡拉组 *Rectograptus truncatus* 带的带化石。*R. abbreviatus* 初见于英国 Upper Hartfell 页岩 *Dicellograptus complanatus* 带; 此后, 在澳大利亚 Bolindian 上部 *Dicellograptus ornatus-Climacograptus latus* 带, 美国 Richmond 和加拿大 English Head Bed 上部 *Dicellograptus complanatus* 带以及苏联曲克帕尔组 *Climacograptus supernus* 带相继出现; 此种在扬子区五峰组及其相当层位广泛分布, 通常被看作晚奥陶世五峰期的标志化石。*R. pauperatus* 在英国从 Lower Hartfell 页岩 *Climacograptus wilsoni* 带开始出现, 上延到 *Pleurograptus linearis* 带; 在瑞典, 它是上奥陶统 Vasagaard 阶 *Pleurograptus linearis* 带的重要分子 (Skoglund, 1963); 在我国, 此种笔石从上奥陶统润草沟组 *Dicellograptus johnstrupi* 带和斜壕组 *Climacograptus papilio* 带开始出现, 一直延续到上奥陶统新岭组 *Climacograptus leptothecalis-Climacograptus venustus* 带 (相当于五峰组 *Tangyagraptus typicus* 带)。此外, 南郑组比较重要的笔石还有 *Dicellograptus* cf. *graciliramosus* Yin et Mu (= *D. minor* Toghill), *Diplograptus ojsuensis* (Koren et Mishaylova), *D. charis* Mu et Ni, *Orthograptus*

rigidus Lee, *Rectograptus viriosus* (Huang); *Climacograptus leptothecalis* Mu et Ge 等。*D. graciliramosus* 是扬子区五峰组最常见的分子, 在英国它产于 Upper Hartfell 页岩 *Dicellograptus complanatus* 带和 *D. anceps* 带; *D. ojsuensis* 初见于苏联曲克帕尔组 *Climacograptus supernus* 带上亚带, 即 *Paraothograptus pacificus* 亚带 (Koren et al., 1980); 在我国, 此种笔石先后在西藏申扎上奥陶统申扎组、安徽泾县五峰组和浙江临安偃口组 *Diplograptus bohemicus* 带发现。*D. charis* 和 *R. viriosus* 首见于西藏申扎组 *D. bohemicus* 带 (穆恩之、倪离南, 1983; 黄枝高, 1982); 在安徽泾县五峰组 *D. bohemicus* 带也发现这两种笔石 (李积金, 1984)。*R. rigidus* 是扬子区五峰组常见的分子; *C. leptothecalis* 是扬子区五峰组和江南区新岭组、于潜组的重要笔石, 并被作为新岭组、于潜组 *Climacograptus leptothecalis-C. venustus* 带的带化石 (李积金, 1984)。根据上述对南郑组笔石组合的地理和地质分布的分析, 可以清楚看出, 南郑组的时代无疑属晚奥陶世。

属 种 描 述

双头笔石科 *Dicranograptidae* Lapworth, 1873

叉笔石属 Genus *Dicellograptus* Hopkinson, 1871

装饰叉笔石 *Dicellograptus ornatus* Elles et Wood

(图版 I, 图 3, 4; 插图 1)

- 1906 *Dicellograptus complanatus* var. *ornatus*, Elles and Wood (pars), pp. 140, 141, pl. 20, figs. 2a, b (non 2c), text-figs. 85a, b.
- 1954 *Dicellograptus complanatus ornatus*, 穆恩之, 165 页, 图版 1, 图 1, 2。
- 1947 *Dicellograptus complanatus* Lapworth var. *ornatus*, Ruedemann, pp. 377, 378, pl. 62, figs 16—20.
- 1963 *Dicellograptus ornatus*, Ross and Berry, pp. 103, 104, pl. 6, figs. 8, 12, 13, 17, 19.
- 1970 *Dicellograptus ornatus*, Toghill, pp. 14—16, pl. 6, figs. 2—4, text-figs. 3a, b.

- 1980 *Dicellograptus ornatus ornatus*, Koren *et al.*, pp. 121, 122, text-fig. 29e.
 1982 *Dicellograptus ornatus*, Williams, pp. 35, 36, pl. 1, figs. 6—8, text-figs. 6a—b.
 1984 *Dicellograptus ornatus*, 李积金, 图版 2, 图 8, 13。

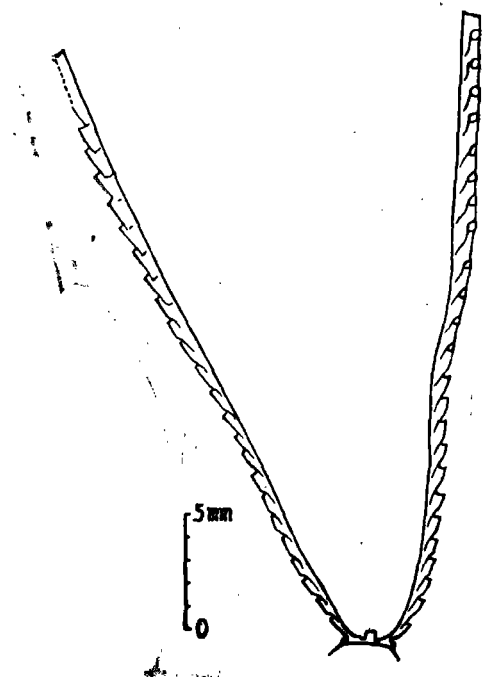


插图 1 *Dicellograptus ornatus* Elles et Wood
 登记号: 104503

有 3 个较完整的标本。笔石体两枝上斜生长, 轴角 30° — 50° , 两枝先向左右平伸而后向上斜伸, 两枝始部和胎管形成“山”字形。在两枝的转折处生出两个底刺, 底刺较粗壮, 长 2—45mm, 其中一个标本(图版 1, 图 4; 插图 1), 底刺短小, 长仅 1mm 左右。枝长 25—63mm, 始端宽 0.2—0.3mm, 至枝的转折处增至 0.3—0.4mm, 其后向上又逐渐加宽, 5mm 处宽 0.6—0.7mm, 10mm 处宽 0.7—0.8mm, 20mm 处宽 1mm, 至 50mm 处达最大宽度 1.2mm, 此宽度保持至末端。胎管长 1mm。胞管长 2mm, 基部宽 0.5mm, 向口部收缩为 0.2mm, 膝上腹缘直, 平行于轴向, 膝下腹缘斜入, 口部向内转曲; 由于笔石体多呈斜侧压保存, 口穴不清楚, 有的在枝上见到圆形的胞管口部; 相邻胞管间掩盖

1/2, 倾角 25° — 30° , 始部 10mm 内有 9—10 个胞管, 末部同样长度内有 7—9 个。

产地层位 上梁山朱家坡; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。

双笔石科 *Diplograptidae* Lapworth, 1873

双笔石亚科 *Diplograptinae* Lapworth, 1873

直笔石属 *Genus Orthograptus*

Lapworth, 1873

劲直直笔石 *Orthograptus rigidus* Lee

(图版 I, 图 7; 插图 2a, b)

- 1974 *Orthograptus rigidus*, 王举德, 746 页, 图版 29, 图 10, 11。

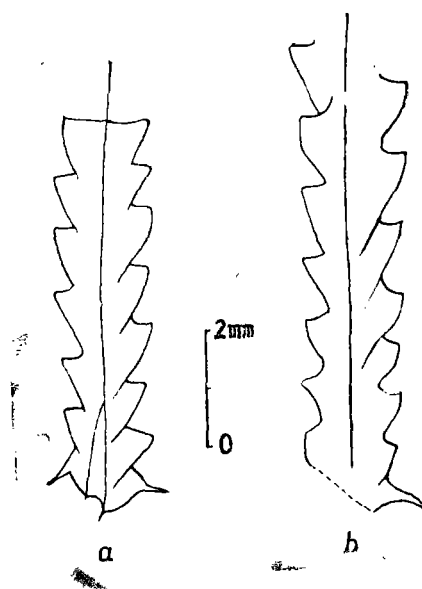


插图 2 *Orthograptus rigidus* Lee

a. 登记号: 104510。 b. 图版 I, 图 7 的始部放大。

2 个近于完整的标本。笔石体劲直, 两侧近于平行, 长 37mm, 始端宽 1.3mm, 向上逐渐加宽, 5mm 处宽 1.6mm, 10mm 处宽 1.9mm, 15mm 处宽 2.1mm, 20mm 处宽 2.4mm, 25mm 处宽 2.5mm, 30mm 处达最大宽度 2.6mm, 此宽度保持至末部, 至末端减缩到 2.2mm。由于始端破损, 仅见到第一个胞管的口刺, 刺粗短。胞管长 2.2mm, 口部宽 0.7mm, 腹缘末部微微外凸, 口缘直或微凹, 一般垂直于轴向, 口穴清楚, 占体宽 1/4, 相邻胞管间掩盖 1/2, 胞管明显交错排列, 始部 10mm 内有 10 个

胞管,末部同样长度内仅 7 个。另一标本(见插图 2a),笔石体长仅 7mm,最大宽度 1.8mm。胎管长 1.7mm,口部宽 0.3mm,胎管刺和第一对胞管的口刺均清楚可见,5 mm 内有 5.5—5 个胞管。中轴伸出体外。

产地层位 上梁山朱家坡;南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。

栅笔石亚科 *Climacograptinae* Frech, 1897

栅笔石属 *Genus Climacograptus* Hall, 1865

具尾栅笔石 *Climacograptus caudatus* Lapworth

(插图 3 a)

1906 *Climacograptus caudatus*, Elles and Wood, pp. 202, 203, pl. 27, figs. 7a—c.

1983 *Climacograptus caudatus*, 杨达铨等, 446, 447 页, 图版 160, 图 13。

1 个不完整标本。

笔石体末部断去,保存长度 24mm,始端尖削, 5mm 处宽 1.8mm, 10mm 处达最大宽度 2 mm, 此宽度稳定地保持至末部。胎管刺劲直, 长达 9.5mm。由于笔石体斜侧压,只见到两侧呈卵形的胞管口,两条纵线贯串于各个胞管口,此纵线可能是笔石体缝合线的投影,胞管交错排列,始部 10mm 内有 11 个胞管口,末部同样长度内有 9 个。

讨论 此种笔石在英国仅限于 Hartfell 页岩 *Dicranograptus clingani* 带,在我国浙江中奥陶世胡乐组也有此种笔石的报道(杨达铨等, 1983)。当前标本产于上梁山朱家坡南郑组 *Climacograptus leptothecalis* 带,与 *Dicellograptus cf. graciliramosus* Yin et Mu, *Climacograptus shilipaiensis* Li, *C. supernus* Elles et Wood, *C. leptothecalis* Mu et Ge 等笔石共生。

不显栅笔石(比较种) *Climacograptus cf. miserabilis* Elles et Wood

(图版 I, 图 9; 插图 3b)

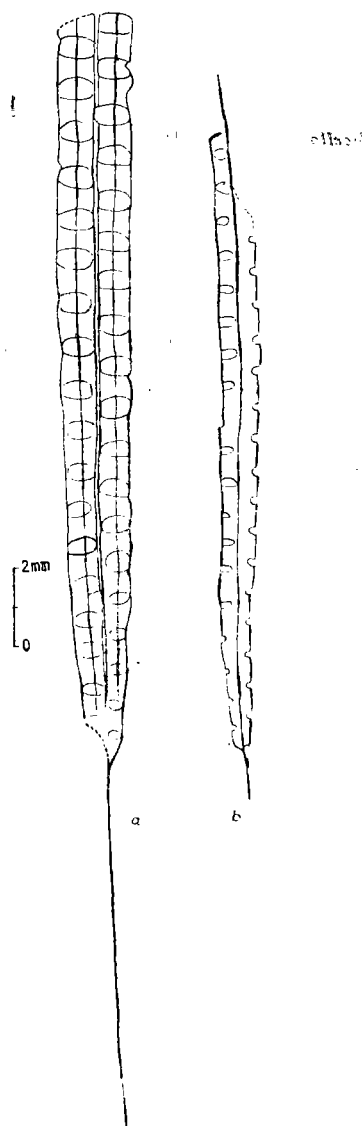


插图 3

a. *Climacograptus caudatus* Lapworth, 登记号: 104520。

b. *Climacograptus cf. miserabilis* Elles et Wood, 登记号: 104514。

Cf. 1906 *Climacograptus scalaris* var. *miserabilis*, Elles and Wood, p. 186, pl. 26, figs. 3a—h, text-figs. 120a—c.

Cf. 1970 *Climacograptus scalaris miserabilis*, Toghill, p. 23, pl. 12, figs. 1—11.

Cf. 1982 *Climacograptus miserabilis*, Williams, p. 247, figs. 10k—n.

Cf. 1984 *Climacograptus mirnyensis*, 陈旭, 38, 39 页, 图版 2, 图 12—14; 插图 3f, h。

Cf. 1984 *Climacograptus miserabilis*, 李积金, 169 页, 图版 6, 图 4。

1 个完整的标本。笔石体长 17mm, 两侧近于平行, 始部宽 0.65mm, 向上微微加宽, 5mm 处宽 0.9mm, 10mm 处宽 1.1mm, 此宽度保持至末部。胎管刺细小, 向下垂伸, 长 1mm。胞管膝上腹缘直, 与轴向平行, 膝下腹缘凹入, 口缘微凹, 口穴浅, 呈半圆形, 占体宽 1/5, 在笔石体左侧, 仅见一排扁圆形的胞管口, 胞管交错排列, 始部 10mm 内有 12 个胞管, 末部同样长度内有 10 个。中隔板直而完整。中轴伸出体外。

比较 当前标本与英国标本相比, 笔石体宽度较大, 而后者最大宽度不超过 1mm。在笔石体的宽度变化上, 它与 *C. mirnyensis* Obut et Sobolevskaya 相一致, 但后者胞管密度大, 10mm 内有 12—14 个胞管。

产地层位 下梁山后沟; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。

梁山栅笔石(新种) *Climacograptus liangshanensis* Li (sp. nov.)

(图版 I, 图 10, 11; 图版 II, 图 6)

有 6 个保存较完整的标本。

笔石体长 24—35mm, 两侧近于平行, 始端钝圆, 横过第一对胞管口部宽 1.1—1.3mm, 向上逐渐加宽, 5mm 处宽 1.6—1.9mm, 10mm 处宽 1.8—2.2mm, 15mm 处宽 1.9—2.5mm, 20mm 处宽 1.8—2.7mm, 25mm 处宽 2—2.7mm, 其后向末部减缩到 2—2.2mm。胎管仅在个别标本见到, 长 1.5mm。口部宽 0.3mm, 口缘明显凹入, 胎管刺长 1—1.7mm。胞管为栅笔石式, 由于笔石体均呈斜侧压保存, 通常只一侧见到胞管, 膝上腹缘直 (长 0.7—0.8mm), 平行于轴向, 或微向外斜, 膝下腹缘凹入, 口缘凹, 口穴浅, 呈半圆形, 占体宽 1/8—1/6; 另一侧仅见到一排扁圆形的胞管口, 个别标本笔石体两侧仅见到扁圆形的胞管口, 但一侧清楚, 另一侧隐约可见, 胞管交错排列, 始部 10mm 内有 10—9 个

胞管, 末部同样长度内 9—8 个。中轴稍粗, 伸出体外。

比较 此新种在笔石体大小和胞管排列密度上, 与 *Climacograptus normalis* Lapworth 相象, 但后者笔石体宽度稍小, 最大宽度为 1.8—2mm, 而且末部胞管相对排列。

产地层位 下梁山后沟; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带和 *Climacograptus leptothecalis* 带。

汉中栅笔石(新种) *Climacograptus hanzhongensis* Li (sp. nov.)

(图版 II, 图 2—5; 插图 4a—d)

有 7 个保存较为完整的标本。

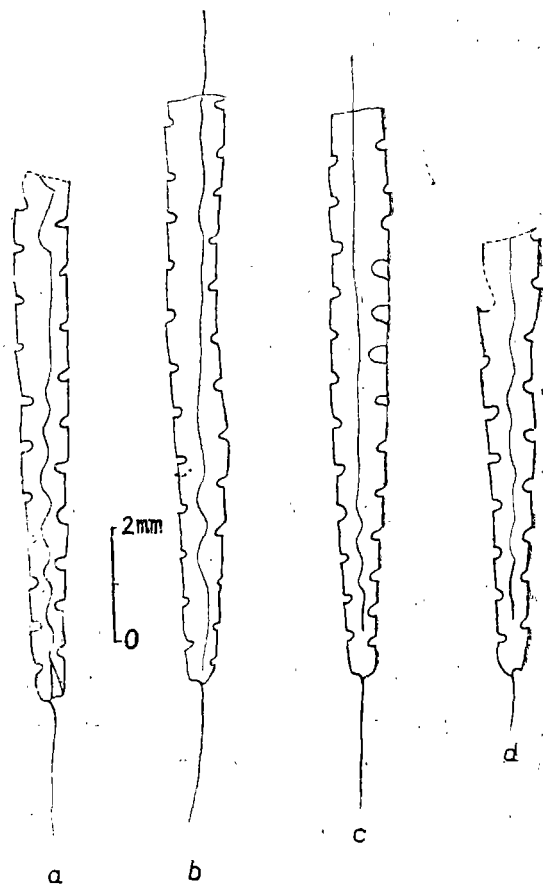


插图 4 *Climacograptus hanzhongensis* Li (sp. nov.)
a, c, d. 登记号: 104527, 104523, 104526。b. 据图版 II,
图 5 (Holotype), 登记号: 104525。

笔石体短小, 两侧平行。保存完整的标本体长 11—15mm, 始端宽 0.6—0.7mm, 向上微加宽, 5mm 处宽 0.9mm (个别达 1—1.1mm), 10mm 处达最大宽度 1—1.2mm, 至末端又略收缩。胎管刺细, 长度可达 2.5—2.8mm。胞管为栅笔石式, 膝上腹缘直, 长 0.6—0.7mm, 平行于轴向, 膝下腹缘凹入, 口缘平或凹, 口穴呈半圆形, 一般占体宽 $1/6—1/5$, 胞管长 1.2—1.8mm, 口部宽 0.2—0.25mm, 相邻胞管间掩盖 $1/2$, 胞管交错排列, 密度较大, 始部 10mm 内有 12—13 个胞管。中轴在体中呈波状折曲, 但在笔石体末部通常变直。

比较 骤然看来, 此新种象假栅笔石, 但笔石体波状折曲的中线系中轴所形成。在笔石体大小和胞管排列密度上, 此新种与 *Climacograptus mirnyensis* (Obut et Sobolevskaya) 相象, 但新种中轴在体中呈波状折曲和胎管刺细长。

产地层位 下梁山后沟; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。上梁山朱家坡; 南郑组 *Climacograptus leptothecalis* 带和 *Diplograptus bohemicus* 带。

纤胞栅笔石 *Climacograptus leptothecalis* Mu et Ge

(图版 II, 图 7, 8; 插图 5a, b)

1983 *Climacograptus leptothecalis*, 李积金, 151 页, 图版 3, 图 16。

1984 *Climacograptus leptothecalis*, 李积金, 176 页, 图版 9, 图 11—14; 插图 8d。

有 4 个完整的标本。

笔石体长 5.4—16mm, 始端宽 0.7—0.8mm, 向上逐渐加宽, 5mm 处宽 0.9—1mm, 10mm 处宽 1.2—1.8mm, 此宽度保持至末部。始端有三个底刺, 中央一个为胎管刺, 十分细小, 斜向第二个胞管 (th_2^1) 一边, 有一个标本 (图版 II, 图 8) 则斜向第一个胞管 (th_1^1) 一边, 另两个为第一对胞管的腹刺, 向下向外伸展, 长度可达 4.3—5.7mm。胞管为纤笔石式, 腹缘直, 长 0.8mm, 稍向外斜, 口缘微凹, 后一胞管的膝

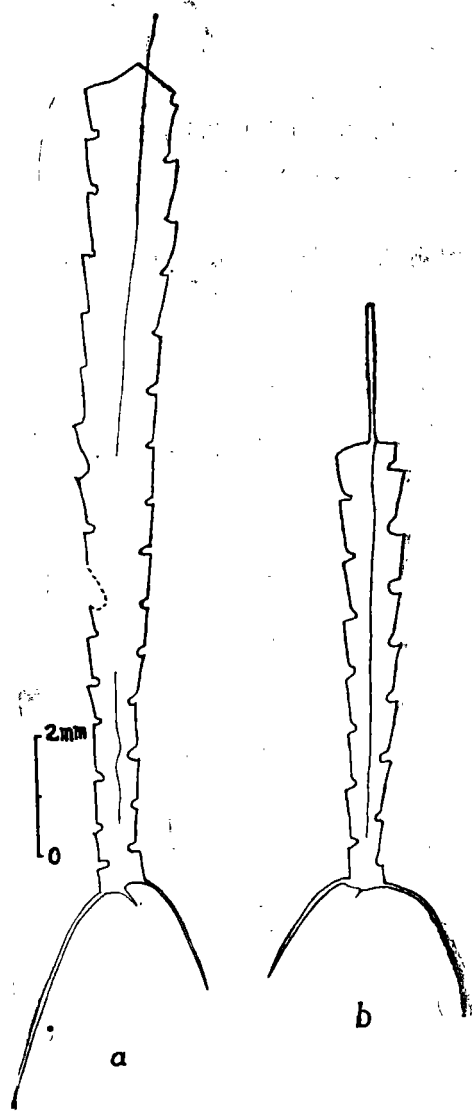


插图 5 *Climacograptus leptothecalis* Mu et Ge
a, b. 登记号: 104533, 104532。

角一般对着前一胞管口缘的中部, 口穴浅, 呈半圆形, 占体宽 $1/6—1/4$, 胞管交错排列, 始部 10mm 内有 12—14 个胞管, 末部同样长度内有 10 个。中轴细或稍粗, 直或呈波状折曲, 伸出体外。

比较 此种在笔石体大小, 底刺性质和胞管排列密度上, 与 *C. supernus* 较为相象, 但胞管性质不同。Riva (1974) 和 Williams (1982) 曾记述, *C. supernus* 的笔石体无中隔板, 稍呈

波形中线是中轴所形成。在梁山发现的 *C. supernus* 和 *C. leptothecalis* (见图版 II, 图 7) 中, 也见到这一特征。

产地层位 上梁山朱家坡; 南郑组 *Climacograptus leptothecalis* 带。

矛状栅笔石 *Climacograptus hastatus* T. S. Hall

(图版 II, 图 9; 插图 6a, b)

- 1902 *Climacograptus hastatus*. T. S. Hall, pp. 54, 55, pl. 14; figs. 1, 3.
1960 *Climacograptus hastatus*, Berry, p. 80, pl. 20, fig. 11.

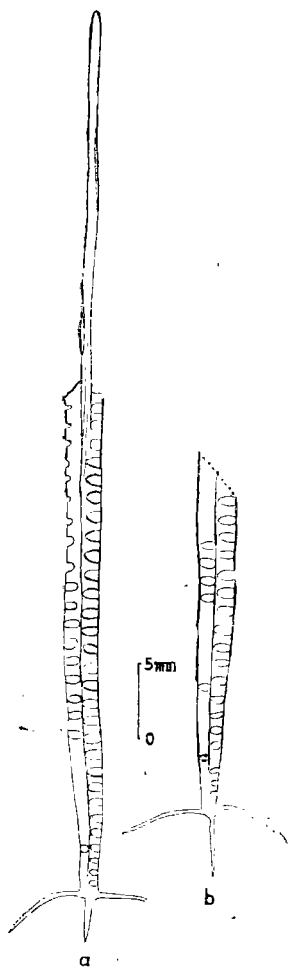


插图 6 *Climacograptus hastatus* T. S. Hall
a, b. 一个标本及其反对面; 登记号: 104534。

1977 *Climacograptus hastatus*, 汪啸风等, 330 页, 图版 100, 图 19。

1984 *Climacograptus hastatus*, 李积金, 172 页, 图版 10, 图 15。

2 个标本, 其中之一为反对面。笔石体长 36mm, 始端尖削, 横过第一对胞管口部宽 1mm, 向上逐渐加宽, 5mm 处宽 1.7mm, 10mm 处宽 2.1mm, 15mm 处宽 2.2mm, 20mm 处达最大宽度 2.5mm, 此宽度稳定地保持至末部。始端有 3 个粗壮的底刺, 中央一个为胎管刺, 长 6mm, 另两个为第一对胞管的腹刺, 呈缓弧形伸展, 长 6mm, 由于笔石体斜侧压保存, 只能见到两排扁圆形的胞管口, 始部 10mm 内有 10 个胞管, 末部同样长度内有 8 个。中轴膨胀成囊状, 宽 0.7—0.8mm, 伸出体外 20mm 以上。

产地层位 上梁山朱家坡; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。

花瓣笔石亚科 *Petalolithinae* Bulman, 1955, emend. Li, 1984

直管笔石属 *Genus Rectograptus* Pribyl, 1949; emend. Li, 1982 截切直管笔石 *Rectograptus* *truncatus* (Lapworth)

(图版 II, 图 10; 插图 7a)

- 1907 *Diplograptus* (*Orthograptus*) *truncatus*, Elles and Wood, pp. 233, 234, pl. 29, figs. 3a—e, text-figs. 154a, b.
1949 *Rectograptus truncatus*, Pribyl, p. 27, pl. 1, figs. 6, 7.
1956 *Rectograptus truncatus*, Keller, pp. 71, 72, fig. 6.
1960 *Orthograptus truncatus*, Thomas, pl. 10, fig. 140.
1963 *Orthograptus truncatus*, Ross and Berry, pp. 148, 149, pl. 11, fig. 25.
1974 *Orthograptus truncatus*, 穆恩之等, 160 页, 图版 70, 图 17。

2 个标本, 其中一个完整。笔石体长 2.4—31mm, 始端宽 0.9mm, 向上开始迅速加宽, 5mm 处宽 1.9mm, 10mm 处宽 3mm, 其后加宽缓慢, 15mm 处达最大宽度 3.3mm, 此宽度保持一段距离后又减缩, 25mm 处宽为 3mm, 并

(Mu et Lee)

(图版 II, 图 13; 插图 7b)

1907 *Diplograptus* (*Orthograptus*) *truncatus* var. *abbreviatus*, Elles and Wood, p. 235, pl. 29, fig. 6e (non 6a—c).

1977 *Orthograptus uniformis*, 汪啸凤等, 338 页, 图版 102, 图 19。

2 个标本, 其中一个相当完整。笔石体两侧近于平行, 长 17.5—19mm, 始端宽 1.1mm, 向上逐渐加宽, 5mm 处宽 1.9mm, 10mm 处宽 2.6mm, 15mm 处达最大宽度 2.8mm, 末部收缩。另一标本(图版 II, 图 13) 最大宽度为 3.1—3.2mm。始端具有三个底刺, 即胎管刺、胎管口刺和第一个胞管的腹刺。胞管长 1.8—2mm, 口部宽 0.5—0.7mm, 口缘微凹, 向外倾, 相邻胞管间掩盖 1/2—2/3, 倾角 35°, 始部 10mm 内有 12 个胞管, 末部同样长度内有 11—9 个。中轴纤细, 伸出体外。

产地层位 同前一种。

直管笔石(未定种) *Rectograptus* sp.

(图版 II, 图 15)

1 个完整的标本。笔石体长 14mm, 两侧近于平行, 始端钝圆, 宽 1.1mm, 向上缓慢加宽, 5mm 处宽 1.3mm, 10mm 处宽 1.6mm, 11mm 处达最大宽度 1.7mm。胎管刺细小。胞管为简单的直管状, 长 1.8mm, 口部宽 0.25mm, 腹缘直, 向外斜, 口缘直, 微向外倾, 相邻胞管间掩盖 1/2, 胞管相对排列, 10mm 内有 10.5 个。中轴较粗壮, 伸出体外 11.5mm。

比较 当前标本与穆恩之、倪寓南 (1983) 描述的 *Orthograptus* sp. 十分相象, 可能为同种。在笔石体的一般特征上, 它与黄枝高 (1982) 描述的 *Orthograptus* sp. 2 也较相象, 但后者始端尖削和中轴细直。

产地层位 上梁山朱家坡; 南郑组 *Diplograptus bohemicus* 带。

参 考 文 献

王萃德, 1974: 笔石类。云南化石手册, 733—761 页。云南出

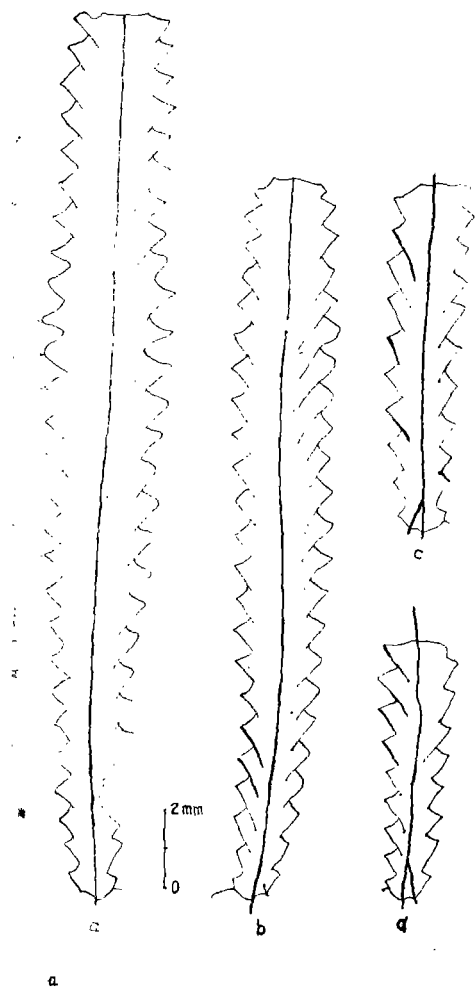


插图 7

a. *Rectograptus truncatus* (Lapworth); 登记号: 100536. b. *Rectograptus uniformis* (Mu et Lee); 登记号: 104541. c, d. *Rectograptus pauperatus* (Elles et Wood); 登记号: 104543, 104544。

保持至末部。胞管为简单的直管状, 在笔石体中部, 胞管长 2.2—2.4mm, 口部宽 0.6—0.8mm, 腹缘末部微微外凸, 向外斜, 口缘凹入, 明显外倾, 相邻胞管间掩盖在始部和末部为 1/2, 中部为 2/3, 倾角 35°, 胞管交错排列, 始部 10mm 内有 12 个胞管, 末部同样长度内有 10—9 个。

产地层位 下梁山后沟; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。

等宽直管笔石 *Rectograptus uniformis*

- 版社。
- 朱兆玲、林尧坤、陈挺恩、章森桂、俞昌民, 1986: “南郑页岩”的新认识。地质学杂志, 10(2): 109—118。
- 陈旭, 1984: 陕南及川北志留纪笔石并论单笔石的分类。中国古生物志, 新乙种, 20号。
- , 林尧坤, 1978: 黔北桐梓下志留统的笔石。中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 12号, 1—106页。
- 李积金, 1983: 皖南奥陶系的分带、对比及一些重要笔石的记述。中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 6号, 135—155页。
- , 1984: 皖南上奥陶统新岭组的笔石。中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 20号, 145—194页。
- 李耀西、宋礼生、周志强、杨景尧等, 1975: 大巴山西段早古生代地层志。地质出版社。
- 汪啸风、金玉琴等, 1977: 笔石类。中南地区古生物图册, 467—470页。地质出版社。
- 黄枝高, 1982: 西藏申扎地区奥陶纪末期和志留纪早期的笔石组合及奥陶-志留系分界。青藏高原地质文集(7), 地层古生物, 27—52页。地质出版社。
- 穆恩之, 1954: 论五峰页岩。古生物学报, 2(2): 153—170。
- , 1980: 中国笔石的研究。古生物学报, 19(2): 143—151。
- , 李积金、葛梅钰、陈旭、倪寓南、林尧坤、穆西南, 1974: 西南地区地层古生物手册, 奥陶纪、志留纪笔石部分。154—164页, 211—221页。科学出版社。
- Berry, W. B. N., 1960: Graptolite faunas of the Marathon region, West Texas. -Univ. Texas Publ., (6005).
- Churkin, M. Jr., Carter, C. and Eberlein, G. D., 1971: Graptolite succession across the Ordovician-Silurian boundary in South-eastern Alaska. -Quart. Jour. Geol. Soc. London, 126: 319—330.
- Elles, G. L. and Wood, E. M. B., 1901—1918: Monograph of British graptolites. -Palaeont. Soc. London.
- Hadding, A., 1915: Undre och mellersta Dicellograptus-kiffern i Skane och a Bornholm. -Dansk Geol. For., 4: 361—382.
- Hall, T. S., 1902: The graptolites of new South Wales. -New South Wales Geol. Surv., Rec., 7(2): 49—59.
- Keller, B. M., 1956: Ordovician graptolites of the Chu-Ili-iski Mountains. -Acad. Sci. USSR Stud. Geol. Inst., 1: 50—102. [in Russian].
- Koren, T. N., Sobolevskaya, N. F., Mikhaylova, N. F. and Tzai, D. T., 1979: New evidence on graptolite succession across the Ordovician-Silurian boundary in the Asian part of the USSR. -Acta Palaeont. Polonica, 24(1): 125—136.
- , Mikhaylova, N. P. and Tzai, D. T., 1980: Class Graptolithina. In Appollonov, M. K. and Others (eds.): The Ordovician-Silurian Boundary in Kazakhstan. pp. 121—169. «Nauka» Kazakh. SSR. Publ. House, Alma-Ata.
- Lenz, A. C. and McCracken, A. D., 1982: The Ordovician-Silurian boundary, northern Canadian Cordillera: graptolite and conodont correlation. -Canadian Journal of Earth Sciences, 19(6): 1308—1322.
- Li Ji-jin, 1984: Graptolites across the Ordovician-Silurian boundary from Jingxian, Anhui. Stratigraphy and Palaeontology of Systemic Boundaries in China. Ord.-Sil. Boundary, 1: 309—388. Anhui Science and Technology Publishing House.
- Mu En-zhi and Ni Yu-nan, 1983: Uppermost Ordovician and lowermost Silurian graptolites from the Xainza area of Xixang (Tibet) with discussion on the Ordovician-Silurian boundary. -Palaeont. Cathayana, 1: 155—180.
- Obut, A. M., Sobolevskaya, R. F. and Nikolaev, A. A., 1967: Graptolity i stratigrafiya nizhne go silura okrainnykh podnyatti Kolymского massiva (Severo Vostok SSSR). -Akad. Nauk SSSR Sibirsk. Otdel. Inst. Geol. Geofiz., 162pp. [In Russian].
- Pribyl, A., 1949: Revision of the Diplograptidae and Glosso-graptidae of the Ordovician of Bohemia. -Bull. intern. Acad. tcheque Sciences, 50(1): 1—51.
- Riva, J., 1974: A revision of some Ordovician graptolites of eastern North America. -Palaeontology, 17(1): 1—40.
- Ross, R. J. and Berry, W. B. N., 1963: Ordovician graptolites of the Basin Ranges in California, Nevada, Utah, and Idaho. -Geol. Surv. Bull., 1134.
- Ruedemann, R., 1947: Graptolites of North America. -Geol. Soc. Amer., 19.
- Skoglund, R., 1963: Uppermost Viruan and Lower Harjuan (Ordovician) stratigraphy of Vastergötlands and Lower Harjuan graptolite faunas of Central Sweden. -Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala, 42 (45): 1—55.
- Thomas, D. E., 1960: The zonal distribution of Australian graptolites. -Journ. Proc. Roy. Soc. N. S. Wales, 94.
- VandenBerg, A. H. M., 1981: Victorian stages and graptolite zones. In Webby, B. D. (ed.): The Ordovician System in Australia, New Zealand and Antarctica. Correlation Chart and explanatory notes. -I. U. G. S. Publ., 6: 2—7.
- , Rickards, R. B. and Holloway, D. J., 1984: The Ordovician-Silurian boundary at Darraweit Guim, Central Victoria. -Alcheringa, 8: 1—22.
- Williams, S. H., 1982: Upper Ordovician graptolites from the top Lower Hartfell Shale Formation (*D. clingani* and *P. linearis* zones) near Moffat, southern Scotland. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 72 (for 1981): 229—255.
- , 1982: The Late Ordovician graptolite fauna of the Anceps Bands at Dob's Linn, southern Scotland. -Geol. Palaeont., 16: 29—56.
- , 1983: The Ordovician-Silurian boundary graptolite fauna of Dob's Linn, southern Scotland. -Palaeontology, 26(3): 605—639.

GRAPTOLITES FROM NANCHENG FORMATION AT LIANGSHAN, HANZHONG OF SHAANXI

Li Ji-jin

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

Cheng Han-jun

(Xi'an College of Geology)

Summary

For a long period of time, there have been greater controversies over the age of the Nancheng Formation. Some people hold it to be of the Late Ordovician age, but most people consider it as belonging to the Early Silurian. During the recent years, with the attribution of the *Dalmanites*-bearing Kuanyinchiao Bed in the Yangtze Region to the Upper Ordovician, whether the Nancheng Formation at Liangshan, Hanzhong belongs to the Early Silurian or to the Late Ordovician has become a problem drawing the attention of numerous stratigraphical and palaeontological workers. In order to solve this problem, the writers made an investigation into Liangshan, Hanzhong in the summer of 1985, measuring the section of the Nancheng Formation, with the collection of fossils in greater detail.

Based on the characters of graptolite assemblages, the Nancheng Formation is divided into 3 graptolite zones, namely 1. *Dicellograptus ornatus* Zone, 2. *Climacograptus leptothecalis* Zone and 3. *Diplograptus bohemicus* Zone, which can be correlated with those both at home and abroad. All these correlations are shown in a table in the Chinese text.

The graptolites from the Nancheng Formation are mainly characterized by the biserial axonophorous graptoloids, among which the *Climacograptus* and *Rectograptus* are particularly predominant, with only a few representatives of axonolipous graptoloids, such as *Dicellograptus* and *Pleurograptus*; while reticular graptolites are still rare, with only *Arachniograptus* observable. The

graptolite assemblages of the Nancheng Formation are so monotonous that they contrast sharply with those of the Wufeng Formation which are particularly rich and varied. Both the Nancheng Formation and the Wufeng Formation are the contemporaneous deposits of the Wufengian in the Yangtze Sea Basin. But why there exist great differences in the features of the graptolites from these two formations? This is mainly determined by the internal factors of the organisms themselves (such as their texture, evolution, inheritance, etc.); at the same time, the external environments also exert influences in different degrees on the internal factors of the organisms. During the depositional period of the Nancheng Formation, the Liangshan area of Hanzhong bordered on the margin of the Old Land in palaeogeographical position, and the sea water there was relatively turbulent and unsuitable for the life of those graptolites with fragile structures; only those with solid structure could survive under such conditions. All these are very similar to the depositional environment and the graptolitic characteristics of the Xinling Formation or Yuqian Formation in the Jiangnan Region.

The biotas of the Nancheng Formation mainly including graptolites, trilobites, brachiopods, nautiloids, bivalves and ostracods are the contemporaneous products closely related to those of the Late Ordovician both at home and abroad, and therefore can be correlated with each other. The geographical and geological distributions of these graptolites can be related as follows:

The most significant graptolites from the Nancheng Formation include such species as *Pleurograptus* sp., *Dicellograptus ornatus* Elles et Wood, *Climacograptus supernus* Elles et Wood, *C. hastatus* T. S. Hall, *Rectograptus truncatus* (Lap.), *R. abbreviatus* (E. et W.), *R. pauperatus*, all representing cosmopolitan species. Among these graptolites, *Pleurograptus* sp. is extensively distributed in the *Pleurograptus linearis* Zone from the early stage of the Late Ordovician in Asia, Europe, Oceania and North America; moreover, this genus might have extended upward into the *Dicellograptus szechuanensis* Zone of the Wufengian in China. *Dicellograptus ornatus* and *Climacograptus supernus* are the graptolites most characteristic of the Late Ordovician inside and outside China. These two species were first found from the *Dicellograptus anceps* Zone of the Upper Hartfell Shale in Britain; later, they have been successively found to appear in the upper Bolindian *Dicellograptus ornatus-Climacograptus latus* Zone in Australia, the *Dicellograptus complanatus* Zone of the Phi Kappa Formation in USA, and the *Climacograptus supernus* Zone of the Chokpar Horizon in USSR. In America, *D. ornatus* has been regarded by Churkin, Carter and Eberlein (1971) as the zonal fossil representing the highest position of the Upper Ordovician in southeastern Alaska, USA.; in Canada, it is also regarded as the zonal fossil for the lower Ashgillian (Lenz and McCracken, 1982); while in Australia, it is regarded as one of the zonal fossils for the *C. ornatus-C. latus* Zone at the upper part of the Bolindian. In USSR, *C. supernus* has been regarded by Keller (1956) as the zonal fossil for the Chokpar Horizon of the Upper Ordovician; whereas in China, both *D. ornatus* and *C. supernus* are the most frequent graptolites from the Upper Ordovician Wufeng Formation and its equivalent horizons. *C. hastatus* represents an important element from the Upper Ordovician in Australia, North America and China. *R. truncatus* makes its first appearance in the *Dicranograptus clingani* Zone of the Lower Hartfell Shale and extends upward into the *Dicellograptus anceps* Zone of the Upper Hartfell Shale in Britain; however, this

graptolite is the zonal fossil for the *Rectograptus truncatus* Zone of the Dulankarin Horizon in USSR. *R. abbreviatus* was first found from the *D. complanatus* and *D. anceps* Zones of the Upper Hartfell Shale in Britain; later, it has been successively found to appear in the *D. cf. complanatus* Zone (now known as *Dicellograptus ornatus-Climacograptus latus* Zone) of the Upper Bolindian in Australia, the *D. complanatus* Zone of Richmond in USA., the upper part of the English Head Bed in Canada, and also the *C. supernus* Zone of the Chokpar Horizon in USSR; this graptolite also has an extensive distribution in the Wufeng Formation and its equivalent horizons in China, usually being regarded as an index fossil for determining the Wufengian of the Late Ordovician. In Britain, *R. pauperatus* first appears in the *Climacograptus wilsoni* Zone of the Lower Hartfell Shale and persists into the *Pleurograptus linearis* Zone of the same shale; in Sweden, it represents an important element in the *Pleurograptus linearis* Zone of the Vasagaard Stage; while in China, this species makes its first appearance in the *Dicellograptus johnstrupi* Zone in the Jiantaokou Formation in Guizhou and the *Climacograptus papilio* Zone in the Xiehao Formation of the Upper Ordovician in Gansu, and continuously persists into the *C. leptothecalis-C. venustus* Zone (which is corresponding to the *Tangyagraptus typicus* Zone of the Wufeng Formation in the Yangtze Region).

In addition, there are still some other important graptolites in the Nancheng Formation, such as *D. cf. graciliramosus* (= *D. minor* Toghil), *D. ojsuensis*, *D. concinnus*, *D. charis*, *O. rigidus*, *R. viriosus*, *C. shilipaiensis*, *C. leptothecalis*, etc. Among these graptolites, *D. graciliramosus* represents a frequent element from the Wufeng Formation in the Yangtze Region and also has been found from the *D. complanatus* and *D. anceps* Zones of the Upper Hartfell Shale in Britain. *D. ojsuensis* was first found from the *C. supernus* Zone of the Chokpar Horizon in USSR (Koren *et al.*, 1980); in China, this species has been successively discovered from the *D. bohemicus* Zone of the Upper Ordovician Xainza Formation

in Xainza, Xizang, the Wufeng Formation of Jingxian, Anhui and the Yankou Formation of Zhejiang. *D. concinnus* was found from the *D. bohemicus* Zone of the Wufeng Formation in Jingxian of Anhui. *D. charis* and *R. viriosus* were first found from the *D. bohemicus* Zone of the Xainza Formation in Xizang (Mu En-zhi and Ni Yu-nan, 1983; Huang, 1982); later, they have been discovered from the *D. bohemicus* Zone of the Wufeng Formation in Jingxian of Anhui; while *D. charis* also has been reported from Lin'an, Zhejiang, occurring in the *D. bohemicus* Zone of the upper Ordovician Yankou Formation (Ge Mei-yu, 1984). *O. rigidus* represents a frequent element of the Wufeng Formation in the Yangtze Region. *C. shilipaiensis* was found from the *D. szechuanensis* Zone of the Xinling Formation in Jixi, Anhui (Li Ji-jin, 1984). As an important element from the Wufeng Formation of the Yangtze Region and the Xinling and Yuqian Formations of the Jiangnan Region, *C. leptothecalis* is regarded as the zonal fossils for the *C. leptothecalis*-*C. venustus* Zone of the Xinling and Yuqian Formations (Li Ji-jin, 1984). According to analysis on geological and geographical distributions of the graptolite assemblages from the Nancheng Formation, it can be clearly seen that the age of the Nancheng Formation undoubtedly belongs to the Late Ordovician.

Description of new species

Climacograptus liangshanensis Li (sp. nov.)

(Pl. I, figs. 10, 11; Pl. II, fig. 6)

Material: Five specimens preserved as films.

Description: Rhabdosome 24—35 mm in length, with nearly parallel sides; proximal end blunt-circular in shape, 1.1—1.3 mm in width at the first thecal pair, widening gradually to 1.6—1.9 mm at 5 mm, to 1.8—2.2 mm at 15 mm, and to a maximum width of 2.2—2.7 mm at 20 mm until the distal end. Sicula seen only in one specimen (Pl. II, fig. 6), 1.5 mm long and 0.3 mm wide at its aperture, with apertural margins concave, and virgella clear, 1.0—1.7 mm long. The-

cae of climacograptid type, alternate in arrangement, numbering 9—10 proximally and 8—9 dorsally in 10 mm, often with the thecal apertures only seen on the two sides of the rhabdosome, due to oblique orientation of the rhabdosome in preservation; thecal apertures oblate in shape. Virgula slightly robust, extending beyond the distal extremity.

Comparison: In the size of the rhabdosome and the density of the thecal arrangement in the same length, the new species is similar to *C. normalis* Lapworth, but differs from the latter in the greater width of the rhabdosome and the alternate arrangement of the thecae throughout the rhabdosome.

Locality and Horizon: *Dicellograptus ornatus* Zone of Nancheng Formation, Hougou, Xialiangshan.

Climacograptus hanzhongensis Li (sp. nov.)

(Pl. II, figs. 2—5; Text-figs. 4a-d)

Material: Six specimens preserved as films.

Description: Rhabdosome small, with nearly parallel sides, 11—15 mm in length in the completely preserved specimens, 0.6—0.7 mm at the proximal end, widening slightly to 0.9 mm (rarely 1—1.1 mm) at 5 mm, to a maximum width of 1.0—1.2 mm at 10 mm, but diminishing slightly towards the distal end. Virgella thin, 2.5—2.8 mm long. Thecae of climacograptid type, alternate in arrangement, numbering 12—13 in 10 mm. Supragenicular wall straight, 0.6—0.7 mm in length, parallel to the rhabdosomal axis; infragenicular wall concave. Apertural margins even or concave; excavation semicircular in shape, occupying $1/6$ — $1/5$ the total width of the rhabdosome. Thecae 1.2—1.8 mm in length and 0.2—0.5 mm in width in their apertures, overlapping half the thecal length. Virgula undulate, particularly in proximal portion of the rhabdosome, extending beyond the distal extremity.

Comparison: At the first glance, the new species seems belonging to the genus *Pseudoclimacograptus*, but its undulate median line is formed

by the virgula. In the size of the rhabdosome and the density of the thecal arrangement in the same length, the new species resembles *C. mirnyensis* (Obut et Sobolevskaya), but differs in the undulate virgula and the long virgella.

Locality and Horizon: *Climacograptus leptothecalis* Zone of Nancheng Formation, Zhujiapo, Shangliangshan; *Dicellograptus ornatus* Zone of the same formation, Hougou, Xialiangshan.

图 版 说 明

所有标本保存在中国科学院南京地质古生物研究所。

图 版 I

1. *Dictyonema* sp.
×6. 上梁山朱家坡; 南郑组 *Climacograptus leptothecalis* 带。采集号: LS 3; 登记号: 104500。
2. *Pleurograptus* sp.
×3. 下梁山后沟; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。采集号: LS 18; 登记号: 104501。
- 3, 4. *Dicellograptus ornatus* Elles et Wood
×3. 上梁山朱家坡; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。采集号: ZH-12, LS 2; 登记号: 104502, 104503。
5. *Diplograptus charis* Mu et Ni
×3. 中梁寺东北; 南郑组 *Diplograptus bohemicus* 带。采集号: ZH II-2; 登记号: 104506。
6. *Diplograptus concinnus* Li
×3. 上梁山朱家坡; 南郑组 *Diplograptus bohemicus* 带。采集号: ZH(21)-2-23; 登记号: 104507。
7. *Orthograptus rigidus* Lee
×3. 上梁山朱家坡; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。采集号: ZH 12-2; 登记号: 104509。
8. *Climacograptus normalis* Lapworth
×3. 下梁山后沟; 南郑组 *Climacograptus leptothecalis* 带。采集号: LS 19; 登记号: 104511。
9. *Climacograptus* cf. *miserabilis* Elles et Wood
×6. 下梁山后沟; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。采集号: LS 18; 登记号: 104514。
- 10, 11. *Climacograptus liangshanensis* Li (sp. nov.)
×3. 10. Holotype, 11. Paratype。下梁山后沟; 南郑组 *Climacograptus leptothecalis* 带。采集号: LS 19; 登记号: 104515, 104516。
12. *Rectograptus abbreviatus* (Elles et Wood)
×3. 下梁山后沟; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。采集号: LS 18; 登记号: 104537。

图 版 II

1. *Climacograptus pseudonormalis* Li

- ×6. 上梁山朱家坡; 南郑组 *Diplograptus bohemicus* 带。采集号: ZH(21)-2-19; 登记号: 104512。
- 2—5. *Climacograptus hanzhongensis* Li (sp. nov.)
2. ×10, 4, 5. ×6. 2, 4. Paratype, 5. Holotype
下梁山后沟; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。采集号: LS 18; 登记号: 104522, 104524, 104525。
3. ×6. 上梁山朱家坡; 南郑组 *Diplograptus bohemicus* 带。采集号: LS 5; 登记号: 104523。
6. *Climacograptus liangshanensis* Li (sp. nov.)
×3. Paratype。下梁山后沟; 南郑组 *Climacograptus leptothecalis* 带。采集号: LS 19; 登记号: 104517。
- 7, 8. *Climacograptus leptothecalis* Mu et Ge
7. ×15, 8. ×6. 上梁山朱家坡; 南郑组 *Climacograptus leptothecalis* 带。采集号: LS 3; 登记号: 104530, 104531。
9. *Climacograptus hastatus* T. S. Hall
×3. 上梁山朱家坡; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。采集号: LS 2; 登记号: 104534。
10. *Rectograptus truncatus* (Lapworth)
×3. 下梁山后沟; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。采集号: LS 18; 登记号: 104535。
- 11, 12. *Rectograptus abbreviatus* (Elles et Wood)
11. ×3, 12. ×8. 产地层位同上。采集号: LS 18; 登记号: 104538, 104539。
13. *Rectograptus uniformis* (Mu et Lee)
×6. 产地层位同上。采集号: LS 18; 登记号: 104542。
14. *Rectograptus viriosus* (Huang)
×3. 上梁山朱家坡; 南郑组 *Diplograptus bohemicus* 带。采集号: LS 6; 登记号: 104545。
15. *Rectograptus* sp.
×3. 产地层位同上。采集号: ZH(21)-2-8; 登记号: 104547。
16. *Arachniograptus* sp.
×6. 上梁山朱家坡; 南郑组 *Dicellograptus ornatus* 带。采集号: LS 2; 登记号: 104548。

