

# 关于正笔石类分类的几个问题

俞剑华 方一亭

(南京大学地质系)

## 内 容 提 要

本文论述了分类的共同目的和共同原则,以及在笔石演化过程中的质变标志。在讨论正笔石类主要演化趋向的基础上,讨论了它的分类依据,并提出了科以上的分类方案。

关于正笔石类的分类,从1873年Lapworth对笔石进行系统分类后的一百多年来,许多笔石工作者发表过有关正笔石类分类方面的论文。在我国,尹赞勋教授、许杰教授、穆恩之教授等,对正笔石类的分类工作也作出了重要的贡献。正笔石类的分类工作可以说已有了较好的基础。

最早将笔石中轴的有无作为高级分类依据的是 Frech。1897年,他依据中轴的有无将笔石分为两个目:无轴目和有轴目。随后,Ruedemann (1904, 1908)在《纽约的笔石》一书中,把笔石分为树形笔石目和正笔石目,并把 Frech 的无轴目和有轴目作了修正,作为正笔石目的两个亚目。但有的笔石工作者不同意按中轴的有无作为分类单位。Bulman认为中轴系线管发育而成,两者性质相同,所以在他的著作中没有采用无轴亚目和有轴亚目的划分方案。Jaanusson (1960)将正笔石目划分为如下四个亚目:对笔石亚目、舌笔石亚目、双笔石亚目和棒笔石亚目。Bulman (1963, 1970)也将正笔石目分为四个亚目:对笔石亚目、舌笔石亚目、双笔石亚目和单笔石亚目。但 Обыт (1957)仍主张将中轴的有无作为高级分类单位的依据,并且将无轴亚目和有轴亚目提升为亚纲(他将正笔石目提升为纲)。Bouček (1972)则将无轴亚目和有轴亚目提升为超目,前者包括对笔石目、双头笔石目、棒笔石目,后者包括双笔石目和单笔石目。穆恩之(1950)在系统研究笔石的演化和分类时,主张采用无轴亚目和有轴亚目。1966年穆恩之和詹士高又建立了隐轴亚目,认为隐轴亚目是介于无轴亚目和有轴亚目之间,由无轴亚目演化而来,并且演化为有轴亚目。在此基础上,穆恩之(1974)又对正笔石目的科及科以上的分类作了系统的研究。

从上可知,正笔石类的分类工作虽然已有较好的基础,但是各级分类仍有一定的分歧。究其分歧原因,一则笔石是一类完全绝灭的动物,通常保存不好,且无软体保存下来,各类笔石之间的关系和演化不可避免地存在着或多或少的推测;二则各人对据以分类的标志和尺度各不相同。笔石的保存状态是无法改变的。虽然也有立体保存的标本,但是不仅在数量上较少,而且在种类上也不多。当然,随着工作的深入和研究手段的改进,可能会有更多、更好的材料发现。目前要在笔石分类上得到比较合适的分类方案,看来在研究笔石的构造形态和演化的同时,对于据以分类的标志进行探讨是十分重要的。本文作者就正笔石类的分类提出自己的粗浅意见供大家参考,内有不足和错误之处敬希批评指正。本文完稿之后,承蒙穆恩之教授审阅修改,在此表示衷心的感谢。

## 分类的共同目的和共同原则

分类工作是一项重要的工作,它是从事任何工作的基础。人们认识事物,首先要对事物进行分类,而正确和合理的分类反过来又促进人们对事物的进一步认识 and 了解。

对任何事物的分类都应当建立在内在规律的基础之上。在工作中不同的需要就有不同的分类,但是任何分类都有着共同的目的,即便于人们查考、使用和鉴别。任何分类也都有着共同的分类原则——共性和特性(或个性)的原则。

在古生物分类中,按演化规律的自然系谱分类就能符合上述分类的共同目的和共同原则。笔石的分类也不例外。

## 必须注意笔石演化过程中的质变标志

在根据生物演化规律进行分类时,应当注意生物的演化既有连续性,又有阶段性。也就是说,在生物演化过程中既有量变的过程,也有质变的飞跃。这一概念应当成为我们在进行分类工作中必须具有的重要的指导思想之一。在古生物的分类工作中,必须注意古生物演化中的质变标志。不同的分类单位之间都应有质变的标志作区别。只有这样,才能便于人们查考、使用和鉴别。笔石工作者在正笔石类中据以分类的演化质变标志,主要有以下几方面:

1. 中轴的有无; 2. 笔石枝的分枝方式和笔石枝的多少; 3. 胞管在笔石枝上的排列方式; 4. 横管的多少; 5. 在双芽胞管上芽孔位置的变化; 6. 胞管的形态特点; 7. 始部胞管的生长方向; 8. 胎管和胞管体壁的退化和局部加厚; 9. 附连物的有无及其特点; 10. 次枝和幼枝(胞管幼枝和胎管幼枝)的发育; 等等。

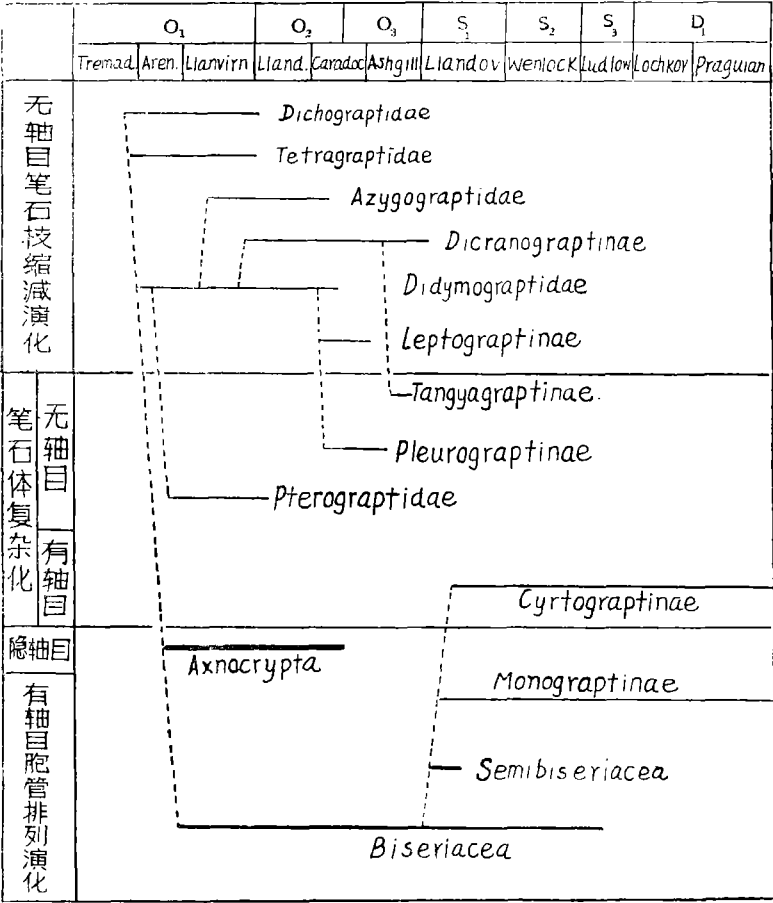
质变的标志是很多的,我们应分辨质变标志的主次作为不同分类级别的划分依据。前已述及,在正笔石类分类中,分歧的主要原因之一,就是据以分类的标志各人不一。如何抓不同分类级别的质变标志呢? 我们认为不仅要把笔石的演化作为笔石分类的依据,而且需要区别笔石演化过程中的主次关系,特别应注意主要演化趋向,也就是要注意寻找生物演化过程中的主要矛盾。在这样基础上进行的分类才能较正确地符合生物演化的规律。

正笔石类的主要演化趋向有:

1. 正笔石类由无轴演化到隐轴,由隐轴再演化到有轴,这一演化趋向非常明显。我们赞同穆恩之教授的意见,把这一演化系列的三个阶段,即无轴笔石、隐轴笔石和有轴笔石作为正笔石类之下的首级分类单位。

2. 笔石枝的缩减演化和笔石体的复杂化,在正笔石类整个演化过程中具有重要意义(表1)。由多枝的无轴笔石演化为两枝和单枝的无轴笔石,这一演化趋向是很明显的,据此分类也便于人们掌握。因此,我们认为按笔石枝的多少作为无轴笔石中的下一级分类单位是可取的。在笔石枝简化的一定阶段,有些已经简化了的笔石又产生次生枝和幼枝而使笔石体复杂化。这种复杂化也是笔石演化中一个重要的演化趋向。应当看到,笔石的演化过程,就是矛盾的发展过程。很明显,在正笔石类的演化过程中,笔石枝缩减(笔石体的简化)和笔石枝增多(笔石体的复杂化)是一个矛盾的两个方面。正是这一矛盾的发展,才使笔石在演化过程中产生笔石枝缩减和笔石体复杂化这样两个重要的演化趋向。但

表 I 正笔石类的地层分布及其演化关系



是,在这两个演化趋向中,正笔石类的整个演化过程中,笔石枝的缩减演化趋向显然是占据着主导地位的。

穆恩之(1956)在《几种正分枝的多枝笔石》一文中,对无轴笔石的笔石枝缩减作了深入的研究,并提出了缩减演化公式:

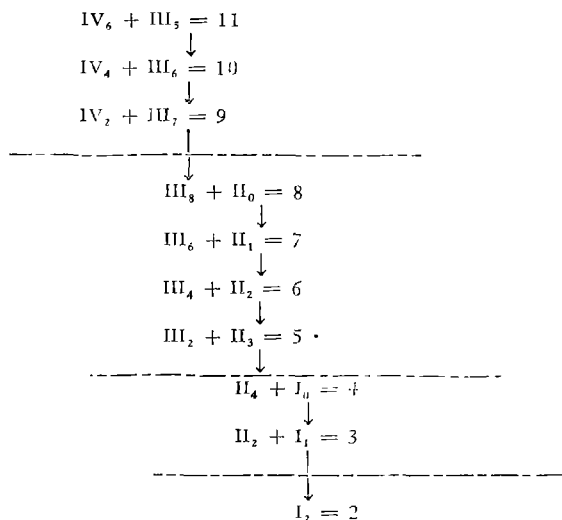
$$n = N_x + (N - 1)_y \tag{1}$$

$$N_x + (N - 1)_y \rightarrow N_{x-2} + (N - 1)_{y+1} \tag{2}$$

$n$ ——笔石枝数;  $N$ ——末枝的级别;  $x$ —— $N$  级的笔石枝数;  $y$ ——前一级 ( $N - 1$  级)失去分枝能力的笔石枝数。

按上述公式,从正分四次到正分一次,其笔石枝的缩减过程如下:

$$\begin{aligned} IV_{16} + III_0 &= 16 \\ \downarrow \\ IV_{14} + III_1 &= 15 \\ \downarrow \\ IV_{12} + III_2 &= 14 \\ \downarrow \\ IV_{10} + III_3 &= 13 \\ \downarrow \\ IV_8 + III_4 &= 12 \\ \downarrow \end{aligned}$$



从上图解中可以看到,从十六个笔石枝演变到两个笔石枝,是一个连续的量变过程,但其中从9枝到8枝,是由分枝四次到分枝三次;从5枝到4枝,是由分枝三次到分枝两次;由3枝到2枝,由分枝两次到分枝一次。这些情况,可以明显地看出是在连续的量变过程中的质的飞跃,从而分出四个阶段,表现出明显的阶段性。

据上所述,可以看出穆恩之教授的这一笔石枝缩减演化公式在正笔石类的分类上是具有重要的理论意义和实际意义的。

3. 在有轴笔石中,双列式的笔石逐渐演变为半双列式的笔石,再演化为单列式的笔石,这一演化趋向在有轴笔石中是非常明显的,它贯穿于有轴笔石演化的始终,并标志着三个不同发展阶段的两次质的飞跃。至于从双列式笔石到单列式笔石之间的半双列式笔石,究竟是从始端开始(如 *Dimorphograptus*)演变为单列式笔石,还是从末端开始(如 *Peiragraptus*)演变为单列式笔石,那是双列式笔石通过何种途径演化为单列式笔石的问题,这与存在两次飞跃,形成演化的三个阶段是没有矛盾的。因此,在有轴笔石中依据胞管在笔石枝上的排列方式把有轴笔石分为双列式笔石、半双列式笔石和单列式笔石三类是可取的,它既符合自然演化趋向,又便于人们鉴别。

4. 胞管是笔石虫的住室,胞管的形态特征必然要反映笔石虫的性质。因而胞管的形态特征及其演化在分类上同样有着重要的意义。

胞管形态的演化是十分复杂和多样的,但在其演化过程中,与笔石枝的演化一样,既有连续性,又有阶段性。也就是说,同样地存在着量变的过程和质变的飞跃。因而在分类中,同样应抓住胞管质变的标志来鉴别笔石。

胞管从直管型演化到弯曲型,再演化到褶曲型,这是胞管在一个演化系列中的三个阶段(插图1)。当然,其中还可以划分出若干小的阶段,如:弯曲型胞管还可分出简单弯曲和复杂弯曲(一次弯曲和两次弯曲<S形弯曲>);褶曲型胞管中仅有具背褶的和既具有背褶又具有腹褶的。

这里需要提出的是,自从穆恩之(1957)发现褶曲型胞管建立中国笔石科以来,国内外对于褶曲型胞管的研究盛行了起来。但是有些人对褶曲型胞管有着不同的理解,他们把

胞管的弯曲当作褶曲。因而对褶曲型胞管的含义有加以探讨的必要。穆恩之(1957)指出,中国笔石科的“胞管强烈褶曲,常形成背褶和腹褶”。因此,胞管不是强烈褶曲,不能形成背褶或腹褶的,只能称为胞管的弯曲,而不能称为褶曲型胞管。或者根据穆恩之教授同文中褶曲型胞管的图解(插图 2),可以理解为褶曲型的胞管是胞管强烈弯曲,其始端(原胞管)强烈弯曲后,腹壁紧密相靠形成背褶,或其末端部份(亚胞管)强烈弯曲后,背壁紧密相靠形成腹褶。在这里所以作这样的说明,是因为我们认为胞管的弯曲和褶曲代表胞管这一演化系列中两个不同的发展阶段。

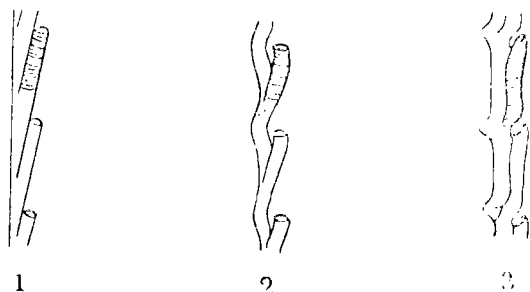


图 1 一个胞管演化系列的三个阶段

1. 直管型胞管;
2. 弯曲型胞管;
3. 褶曲型胞管。

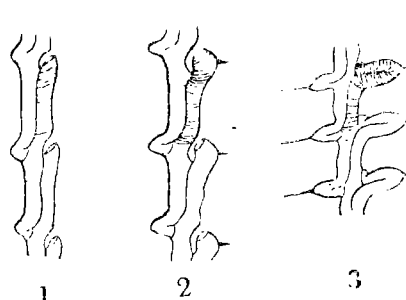


图 2 褶曲型胞管图解

1. 简单的瘤笔石式胞管;
2. 瘤笔石式胞管;
3. 中国笔石式胞管。(据穆恩之, 1957)

胞管质变的标志很多,不一一举例了。对于胞管在分类上的作用各人看法不一。有的笔石工作者把胞管形态的变化作为较高级分类单位的依据,比笔石枝更为重要。我们认为笔石枝的演化与胞管形态的演化相比,则笔石枝的演化较为重要。在正笔石类中,笔石枝的缩减演化趋向是贯穿其整个生存时代的。从早奥陶世到早泥盆世,笔石由多枝到少枝,而胞管则是在笔石枝演化的基础上演化的。很明显,不是笔石枝随着胞管的演化而演化,正相反,是胞管随着笔石枝演化的若干阶段而演化。

胞管发生显著变形主要有以下几个时期:

早奥陶世中期,是多枝笔石的胞管发生变形,但没有以后几个时期复杂。目前发现的主要是胞管的弯曲和褶曲(仅有背褶)。如 *Pseudologangraptus*, *Pseudodichograptus*。

早奥陶世晚期,多枝笔石已经缩减到两个甚至一个笔石枝,此时胞管的变形比较复杂了,主要有两个方向的变形。一是由简单的直管形演变为褶曲形,简单的仅有背褶,如瘤笔石 *Tylograptus*, 复杂的既有背褶又有腹褶,如中国笔石 *Sinograptus*。另一个演变方向是胞管向外卷曲,如反常笔石 *Atopograptus*。

中、晚奥陶世,主要也是两枝类和单枝类笔石的胞管发生变形,其演变的主要方向是向内卷曲,如纤笔石 *Leptograptus*、叉笔石 *Dicellograptus*。此外,在向内卷曲演变的同时,并有形成褶曲的,如江西笔石 *Jiangxiograptus*。

早志留世时主要是有轴单列式笔石的胞管变形,这一时期的胞管变形最为复杂,有内卷、外卷,也有成孤立的,这以单笔石科为代表。

当然,主张把胞管变形作为较高级分类单位的依据也不是没有理由,但从整个演化系统和使用方便来说,似乎还是以笔石枝演化为较高一级分类单位的依据较好。

## 关于正笔石类的分类方案

关于笔石动物的分类位置,已几经变迁。自本世纪四十年代末期提出把笔石动物列入半索动物后,虽然有人提出异议,而大多数还是接受的。但近年来,波兰 Urbanek 用电子显微镜研究笔石皮层的超微构造,发现与半索动物的翼鳃类仍有较大的差异,他认为笔石最终将排除于半索动物门之外并上升到门。

鉴于笔石动物目前置于任何门中都不太合适,所以独立为门还是适宜的。

在笔石动物门中,我们同意 Обыт (1957) 的意见,依据芽茎的有无,分为实茎笔石纲(包括树笔石目、茎笔石目、管笔石目、腔笔石目、介壳笔石目)和正笔石纲。

在正笔石纲中,前面已经提及,根据中轴的有无和特点,分为无轴目、隐轴目和有轴目。

无轴目依据笔石枝的多少分为多枝超科和少枝超科。我们把具有两个以上笔石枝的笔石列入多枝超科,把仅具有一或二个笔石枝的笔石列入少枝超科。这是因为列入少枝超科的笔石,其笔石枝的性质都属原始枝。而超过两个笔石枝的,除两个原始枝外必然有再分枝的。因此,多枝超科和少枝超科不仅仅表现为笔石枝数目上的多少,而且从原始枝有无分枝这一特性来看,在这两个超科之间应是一个较大的质的飞跃。

在多枝超科中,我们修订了一个科,新建了三个科。依据前面关于笔石枝缩减演化的质变阶段,我们修订了均分笔石科的含义。原义的均分笔石科过于庞杂。我们把均分笔石科仅限于正分三次的笔石,具有 5—8 个末枝,包括 *Dichograptus*, *Pseudodichograptus*, *Pseudobryograptus* 等笔石属。我们把正分四次以上的笔石归之于新科——劳氏笔石科 (*Loganograptidae*), 包括 *Loganograptus*, *Herrmannograptus*, *Temnograptus*, *Zygograptus*, *Stellatograptus*, *Calamograptus*, *Orthodichograptus*, *Pseudologanograptus*, *Anomalograptus* 等笔石属。在原均分笔石科中的 *Goniograptus*, *Hemigoniograptus*, *Yushanograptus* 属于稜笔石式分枝,与新建的劳氏笔石科和修订的均分笔石科有着不同的分枝型式。因此,把这些属从原均分笔石科中分出,单独建立一新科——稜笔石科 (*Goniograptidae*)。

穆恩之 (1974) 在讨论 *Kinnegraptus* (肯乃笔石) 的两个种 *K. kinnekullensis* 和 *K. multiramusus* 时,认为这两个种的性质差别很大,建议以 *K. multiramusus* Skogland 为模式种,建立一个新属 *Prokinnegraptus*, 同属于 *Kinnegraptidae* Mu, 1974。我们认为 *Kinnegraptus* 与 *Prokinnegraptus* 在笔石枝性质上有明显不同。*Kinnegraptus* 为两枝,而 *Prokinnegraptus* 为多枝,因此建议后者单独建立一新科——古肯乃笔石科 (*Prokinnegraptidae*)。

在隐轴目中,胞管在笔石枝上的排列显然有两种明显不同的形式。一种是胞管背靠背双肋式地排列,如叶笔石科和心笔石科。另一种是侧靠侧地单肋式排列,如隐笔石科。因此,依据胞管在笔石枝上明显不同的两种方式,将隐轴目再分为双肋超科和单肋超科还是适宜的。

有轴目依据胞管在笔石枝上的排列方式可以分为双列超科、半双列超科和单列超科,前面已经论及,这里不再重复。

### 正笔石类的分类方案

正笔石纲 *Graptoloidea* Lapworth, 1875, emend. Обыт, 1957

一、无轴目 *Axonolipa* Frech, 1897(一) 多枝超科(新超科) *Multistipitinacea* (superfam. nov.)

1. 劳氏笔石科(新科) *Loganograptidae* (fam. nov.)
2. 均分笔石科 *Dichograptidae* Lapworth, 1873, emend. Mu, 1950, emend.
3. 稜笔石科(新科) *Goniograptidae* (fam. nov.)
4. 全笔石科 *Holograptidae* Mu, 1950
5. 翼笔石科 *Pterograptidae* Mu, 1950
6. 古肯乃笔石科(新科) *Prokinnegraptidae* (fam. nov.)
7. 四笔石科 *Tetragraptidae* Mu, 1950

(二) 少枝超科(新超科) *Paucistipitinacea* (superfam. nov.)

8. 对笔石科 *Didymograptidae* Mu, 1950
9. 柯坪笔石科 *Kalpinograptidae* Qiao, 1977
10. 中国笔石科 *Sinograptidae* Mu, 1957
11. 肯乃笔石科 *Kinnegraptidae* Mu, 1974
12. 反常笔石科 *Atopograptidae* Harris, 1924
13. 娇笔石科 *Abrograptidae* Mu, 1958
14. 纤笔石科 *Leptograptidae* Lapworth, 1879
  - (1) 纤笔石亚科 *Leptograptinae* Lapworth, 1879
  - (2) 肋笔石亚科 *Pleurograptinae* Mu, 1950
15. 双头笔石科 *Dicranograptidae* Lapworth, 1873
  - (1) 双头笔石亚科 *Dicranograptinae* Lapworth, 1873
  - (2) 棠垭笔石亚科 *Tangyagraptinae* Mu, 1963
16. 断笔石科 *Azygograptidae* Mu, 1950
17. 棒笔石科 *Corynoidae* Bulman, 1944

二、隐轴目 *Axonocrypta* Mu et Zhan, 1966(一) 双肋超科(新超科) *Dipleurinacea* (superfam. nov.)

1. 叶笔石科 *Phyllograptidae* Lapworth, 1873, emend. Hsu, 1934
2. 心笔石科 *Cardiograptidae* Mu et Zhan, 1966

(二) 单肋超科(新超科) *Monopleurinacea* (superfam. nov.)

3. 隐笔石科 *Cryptograptidae* Hadding, 1915

三、有轴目 *Axonophora* Frech, 1897(一) 双列超科(新超科) *Biseriacea* (superfam. nov.)

1. 双笔石科 *Diplograptidae* Lapworth, 1873
2. 毛笔石科 *Lasiograptidae* Lapworth, 1879
3. 罟笔石科 *Reteograptidae* Mu, 1974
4. 古网笔石科 *Archiretiolitidae* Bulman, 1955
5. 细网笔石科 *Retiolitidae* Lapworth, 1873
6. 辫笔石科 *Plectograptidae* Bouček & Munch, 1952

## (二) 半双列超科(新超科) Semibiseriacea (superfam. nov.)

7. 尝试笔石科 Peiragraptidae Jaanusson, 1960

8. 两形笔石科 Dimorphograptidae Elles et Wood, 1908

## (三) 单列超科(新超科) Uniseriacea (superfam. nov.)

9. 单笔石科 Monograptidae Lapworth, 1873

(1) 单笔石亚科 Monograptinae Lapworth, 1873

(2) 弓笔石亚科 Cyrtograptinae Bouček, 1933, emend. Yin, 1937

## 主 要 参 考 文 献

- 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。
- 尹赞勋, 1937: 施甸奥陶纪及志留纪化石简述(英文)。中国地质学会志, 第16卷。
- 孙云铸、许杰、穆恩之, 1957: 笔石纲。中国标准化石, 第一分册。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, 第四号。
- 许杰、赵裕亭, 1976: 中国笔石科的演化和分类。地质学报, 第2期。
- 朱敏达, 1965: 中国笔石科的新材料。古生物学报, 13卷1期。
- 乔新东, 1977: 柯坪笔石——新疆柯坪萨尔干组中的一个新笔石属。古生物学报, 16卷2期。
- 汪啸风, 1975: 关于拟对笔石和尼氏笔石的分类与演化。地质学报, 第1期。
- 贵州省地层古生物工作队, 1978: 西南地区古生物图册, 贵州分册(一)。地质出版社。
- 湖北省地质科学研究所等, 1977: 中南地区古生物图册(一)。地质出版社。
- 穆恩之, 1950: 关于笔石的演化和分类。地质评论, 15卷4—6期。
- 穆恩之, 1953: 介绍两种侧分枝之笔石。古生物学报, 1卷4期。
- 穆恩之, 1956: 几种正分枝的多枝笔石。古生物学报, 4卷3期。
- 穆恩之, 1957: 浙江常山宁国页岩中的一些新笔石。古生物学报, 5卷3期。
- 穆恩之、李积金, 1960: 笔石。科学出版社。
- 穆恩之、陈旭, 1962: 中国的笔石。科学出版社。
- 穆恩之、葛梅钰、尹集祥, 1962: 祁连山的笔石。祁连山地质志, 4卷2分册。
- 穆恩之, 1963: 笔石体的复杂化。古生物学报, 11卷3期。
- 穆恩之、詹士高, 1966: 舌笔石的发育型式和系统分类位置。古生物学报, 14卷2期。
- 穆恩之, 1974: 正笔石及正笔石式树形笔石的演化、分类和分布。中国科学, 第2期。
- Bulman, O. M. B., 1963. The Evolution and Classification of the Graptoloidea, *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, 119.
- Bulman, O. M. B., 1970: Graptolithina, *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Pt. V 2nd ed.
- Elles, G. L. & Wood, E. M. B., 1901—1918: A Monograph of British Graptolites. Paleont. Soc.
- Jaanusson, V., 1960: Graptoloids from the ontikan and viruan (Ordov.) limestones of Estonia and Sweden. Univ. Uppsala, Bull. Geol. Inst., 38.
- Jaeger, H., 1978: Entwicklungszüge (Trends) in der Evolution der Graptolithen, *Schriften der Geol. Wiss., Berlin* 10.
- Ruedemann, R., 1904, 1908: Graptolite of New York. N. Y. State Mus., Mem. 7, 11.
- Ruedemann, R., 1947: Graptolites of North America. Geol. Soc. America, Mem. 19.
- Обут, А. М., 1957: Классификация и указатель родов граптолитов Ежегодник Всесоюзного Палеонтологического общества, т. 36.

[1979年5月22日收到]



## ON THE CLASSIFICATION OF GRAPTOLIDS

Yu Jian-hua      Fang Yi-ting

*(Department of Geology, Nanjing University)*

### Abstract

This paper deals with the classification of graptoloids. When classifying the graptoloids, one should not neglect the branching of stipe, an important feature in the evolution of graptoloids. Evolutionarily, the reduction of stipes and the complication of rhabdosome are very important, as theca is the living chamber of zooid. In the course of evolution, the changes of theca are distinct, for instance, from straight type to curved type and folded type, from straight type to introverted type and extroverted type, the reduction and partial increase in thickness of the thecal periderm, the development of appendage of theca, etc. Since Professor A. T. Mu (1957) pointed out the folded theca and set up the Sinograptidae, the problem of thecal fold has attracted extensive attention both in China and abroad. But there exists different understanding. Thus, it is necessary to state the definition of the folded theca. Bending of theca is not to be confused with fold of theca. In folded theca, the ventral walls of dorsal fold came close to each other after the protheca was folded, while those of ventral fold came close to each other, after the metatheca was folded. Besides, such important features in graptoloid evolution as the reduction and partial increase in thickness of sicula wall, the variation in the number of crossing canal, and the arrangement manner of thecae on stipe need to be considered in the classification of graptoloids.

During the evolution of graptoloids, the theca has undergone changes in several stages of stipe evolution and therefore in the classification of graptoloid, a higher grade of criteria should be used to represent the features of stipe evolution, not those of theca evolution. For the classification scheme, see the Chinese text (pp. 440—442).