

中国古星珊瑚(*Palaeosmilites* McCoy, 1851)分支系统学研究

林巍^{1,2}, 王向东¹

1. 中国科学院南京地质古生物研究所; 中国科学院资源地层学和古地理学重点实验室, 南京 210008
2. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要 中国确切报道的古星珊瑚(*Palaeosmilites*)共15种(不包含比较种、近似种等),包含1个广布种和14个中国地方种。部分学者以间壁形态为依据将其细分为多个属(*Acmoheliophyllum*, *Palaeosmilites*, *Parapalaeosmilites*)。通过对这类珊瑚某些种的薄片进行仔细观察,发现即使在单个群体中,间壁形态随着切片位置不同也有变化,该性状不宜作为分属标准。为了进一步验证这些属的建立是否合理,本文选取了16个性状,对中国报道的14个地方种中的13个种进行了分支分析,获得两个支序图并生成一个严格合意树。合意树表明,细分出的3个属均不为单系类群,它们仍应归入同一个属;支序图表明,互为姊妹群的*Palaeosmilites gracilis*和*P. gyorxtungensis*亲缘关系十分接近,有多数性状完全一致,且产于同地点同层位,可能为同一种。

关键词 *Palaeosmilites*; 分支系统学; 分类学; 间壁

中图分类号 P52

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2014.001

Cladistic Analysis of *Palaeosmilites* McCoy, 1851 from China

LIN Wei^{1,2}, WANG Xiangdong¹

1. LESP, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract Fifteen species (including 14 endemic and one epidemic) of *Palaeosmilites* were recorded in China. Some Chinese researchers subdivided *Palaeosmilites* into several genera including *Palaeosmilites*, *Acmoheliophyllum*, *Palaeosmilites*, and *Parapalaeosmilites* in light of characteristics of the epithecal wall. Detailed observations and examinations on some thin sections of *Palaeosmilites* show, however, the morphologic characters of the epithecal wall seem to vary largely even within the same colony. For further understanding the taxonomic classification of *Palaeosmilites* and its related taxa, 16 characters were chosen in this paper to make a cladistic analysis for 13 endemic species (with one being omitted) from China. The analysis yields two cladograms, on which one strict consensus tree can be generated. The tree shows that the three genera including *Acmoheliophyllum*, *Palaeosmilites*, and *Parapalaeosmilites* are polyphyletic, which indicates the generic subdivision in light of the epithecal wall is not appropriate. Those species included in these three genera by some researchers should belong to one genus, namely *Palaeosmilites*. The tree also shows that *Palaeosmilites gracilis* and *P. gyorxtungensis* are closely related and should be a sister group. They are identical in many characters and even occur in the same horizon at the same locality, therefore, could be the synonym.

Keywords *Palaeosmilites*; cladistics; taxonomic classification; epithecal wall

确定分类的标准和尺度是化石分类学的核心问题。化石形成过程中生物的软体部分被破坏,无法获得如基因等分子层面的完整信息,对它们的分类几乎以直接观察获

得的形态学资料为依据。由于研究对象的这种特殊性,对哪种性状更具有分类学意义、一种性状具有哪种程度的差异才能区分为不同类群、性状的变化是基因表型还是生态表型等

收稿日期: 2013-08-02; 修回日期: 2013-10-25

基金项目:《科技导报》“博士生创新研究资助计划”项目(kjdb2011007); 国家基础科学人才培养基金特殊学科点项目(J1210006)

作者简介: 林巍, 博士研究生, 研究方向为石炭纪四射珊瑚分类学与生物地层学, 电子信箱: xiii_ghost@126.com; 王向东, 研究员, 研究方向为晚古生代地层及珊瑚生物学, 电子信箱: xdwang@nigpas.ac.cn

引用格式: 林巍, 王向东. 中国古星珊瑚(*Palaeosmilites* McCoy, 1851)分支系统学研究[J]. 科技导报, 2014, 32(1): 15-21.

问题的判断,通常取决于过去研究中形成的默认标准和研究者自身的经验。因此,不同研究者对同一生物类群甚至同一块标本持有不同分类学意见的现象十分常见。

四射珊瑚是一类已绝灭的海生无脊椎动物。早期的四射珊瑚化石分类学研究主要通过模式标本的对比来判断标本是否能归入已有的类群或应建立新类群。随着资料的不断积累,不少过渡类型的标本被发现;同时,生态学中居群概念的引入,使得一些过去划归不同类群的标本被发现其实应为同一类群的不同变异类型。此间,有很多珊瑚的类群得到了详尽的修订,但仍有不少类群因为资料不足或是习惯问题,未经过重新审视。近20年来,随着计算机技术的普及和革新,生物识别技术(biometrics)、形态度量学(morphometrics)、分支系统学(cladistics)等定量分析技术蓬勃发展,并在古生物学中得到应用。在四射珊瑚分类学研究中,这些方法也取得了一些成果^[1-3]。

古星珊瑚(*Palastraea*)是石炭纪广布的复体四射珊瑚属,其延限从维宪期延续至宾夕法尼亚亚纪早期,在欧洲、北非、亚洲甚至北美均有报道。对于该属的属征,国外研究者的意见较统一,将单骸内部结构与单体的古剑珊瑚(*Palaeosmia*)相同的所有多角状、星射状和泡沫状的块状复体珊瑚均称作*Palastraea*。国内曾有部分学者根据单骸之间隔壁的形态和完整度的不同,将其分为数个亚属或属^[4-7]。那么,隔壁形态是否在古星珊瑚型珊瑚中具有属级分类意义?本文运用分支系统学的方法对中国已报道的种进行系统发育分析,以期对该问题获得合理的解释。

1 古星珊瑚属(*Palastraea* McCoy, 1851)研究简史

McCoy^[8]于1849年报道了一类产自英国石炭系的多角状复体珊瑚化石,定名为*Astraea carbonaria*。1851年,McCoy建立了亚属*Astraea* (*Palastraea*),并将1849年的标本置于该亚属中^[9]。Thomson^[10]报道了数个产自苏格兰早石炭世地层的新种,认为*Palastraea*与其他类群的性状区分已达到属级,并将其提升为属。Hill^[11]对苏格兰石炭系的四射珊瑚进行了详尽的总结和评述,她认为*Palastraea*是*Palaeosmia* Edwards and Heime, 1848的同义名,将英国报道的该类群分子均修订为*Palaeosmia regia* (Phillips, 1836),并在该种的定义和描述中提到该种既包含星射状也包含半泡沫状的类型。之后,多数研究者^[12-15]采纳了Hill的意见,但仍有部分研究者^[16]将*Palastraea*作为独立的属名对待。1981年,Hill^[17]在编撰新版的*Treatise on Invertebrate Palaeontology*四射珊瑚和横板珊瑚分册时,认同了稳定的单体或复体生长形态的属级分类意义,并将*Palastraea*重新修订为独立的属。此后,国外对*Palastraea*的定义并无太大争议。

中国各地的密西西比亚纪地层中均有丰富的*Palastraea*产出,最早对该属分子的报道在1962年。秦洪宾^[4]研究了产自贵州独山维宪阶的一块块状复体四射珊瑚,认为其若干层

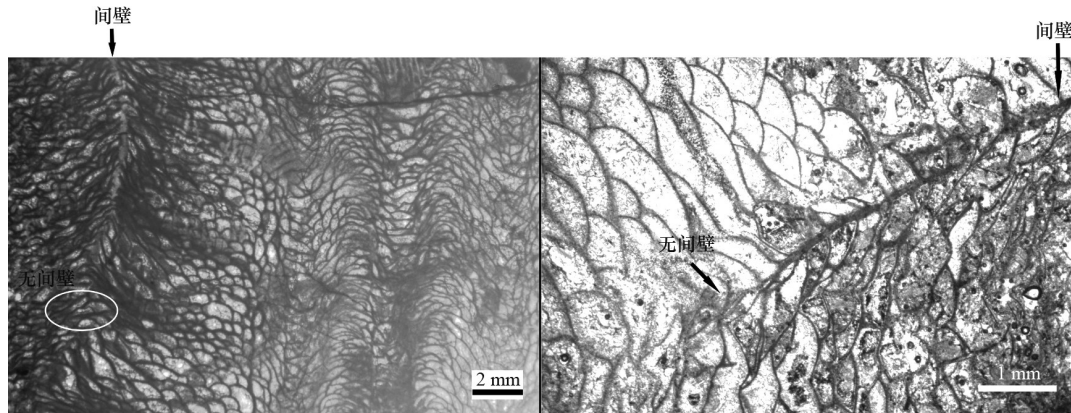
纤细的、不连续的、曲折的薄片状外壁可区分属,以“盛满状”(Acmoid)来描述该特征并建立新属*Acmohelephyllum*。他将模式标本定名为*A. bellum* (指定为属型种),并认为该属属于Phillipsastraeidae Roemer, 1983科。骆金锭等^[18]报道了青海省德令哈县石炭系怀头塔他组产出的*Palaeosmia regia* (= *Palastraea regia*)。俞建章等^[5]建立亚属*Palaeosmia* (*Palaeosmiastraea*),以其庙宇状隔壁、单骸间以泡沫板接触和间壁完全消失的特征与前两者区分^[5],并扩大了亚属*Palaeosmiastraea*的定义,将具有部分隔壁的类型也包含在内^[19]。王洪第^[20]认为,*Palaeosmiastraea*和*Acmohelephyllum*两属特征一致,前者应为后者的同异名,应按优先级仅保留后一属名。Hill^[17]认为,*Acmohelephyllum*、*Palaeosmiastraea*都应为*Palastraea*的同异名。但俞建章等^[6]仍以单骸间隔壁特征的区别将三者作为独立的属对待,且将亚属*Palaeosmiastraea*提升为属。之后,在国内文献中,以上3种属名仍在被使用。林英翎等^[7]认为,隔壁部分保存的特征很稳定,建立新的亚属*Palaeosmia* (*Parapalaosmia*)表示此类型,并提出让*Palaeosmiastraea*回归1962年的定义。还有研究者认同Hill的定义,主张只使用*Palastraea*一个属名^[21]。

2 隔壁性状的分类学意义

国内学者对古星珊瑚分类的争议主要是以隔壁特征将其分为数个属,以及对这些属定义尺度的把握等。本文重新研究了吴望始等描述的产自贵州威宁的*Palastraea planiuscula*标本,在其正模纵切面上(薄片号92355,图版XXI,图6b)观察到隔壁在一小段内不连续^[21],重摄照片见本文图1(a)。同样,Lin等报道的贵州惠水的*Palastraea cf. planiuscula*纵切面(标本号,YSR-34.5,图版1,图Q)也有隔壁不连续的现象^[22],重摄局部放大图见本文图1(b)。当然,虽然纵切面要求切面垂直于珊瑚的横截面,但由于在复体珊瑚中不同单骸的生长方向并不完全一致,隔壁的消失有可能是切面偏离了隔壁造成的,并不一定说明隔壁在纵向上的发育是不稳定的。那么,仅依据这种有可能随切片位置不同而观察到不同特征的性状来定义属是否合适呢?对整个群体(colony)制作大量切片并进行统计虽然能部分消除样品处理手段带来的偏差,但这种做法是既不经济也不太现实的。对于复体珊瑚,大多数情况下能获取的标本仅为代表单个群体一小部分的碎片,完整群体的标本非常稀少。即使能通过研究少数保存完好的标本确定隔壁保存的比例,按何种标准来区分属也是一个问题,毕竟在古星珊瑚中,几乎所有类型的隔壁都有一定程度的缺失,没有研究表明隔壁保存的比例是离散的。因此,这种形状并不宜作为区分属的特征。另外,对于*Acmohelephyllum*属征中所提到的“盛满状”(Acmoid,描述为若干层纤细的、不连续的、曲折的、薄片状的)外壁,在Hill展示的*Palastraea*的模式种*Astraea carbonaria* McCoy, 1894的选模标本照片(图245, 3a)^[17]和Lin等报道的

Palaeosmilaster cf. *planuscula* (图版1, 图P)^[22]中均可见。这种特征并非稳定特征, 当单骸间发育间壁时, 间壁附近排列密集的鳞板向间壁较陡的上升, 在横切面上则表现出此类结构, 在

不发育间壁处则并无此构造。此外, 这种“盛满状”和 *Palaeosmilaster* 属征中的“庙宇状”隔壁并无太大差异^[20]。因此, 以此特征为建属依据也值得商榷。



(a) *Palaeosmilaster planuscula* 纵切面, 正模标本重摄

(b) *Palaeosmilaster* cf. *planuscula* 纵切面局部放大

图1 *Palaeosmilaster planuscula* 和 *Palaeosmilaster* cf. *planuscula* 的纵切面照片

Fig. 1 Photos of longitudinal sections of *Palaeosmilaster planuscula* and *Palaeosmilaster* cf. *planuscula*

3 分支分析的性状选择

分支系统学是近30年来逐渐兴起并广泛应用到生物系统学研究中的方法, 其最大优点在于方法的相对严谨性和所得结果的民主性^[23], 减少了人为因素的影响。通过简约分析 (parsimony analysis) 能够检验之前的分类标准是否可靠 (如本文探讨的问题, 若古星珊瑚细分出的属在支序图中均为单系类群, 则证明提出的分类依据可靠, 反之则分类依据值得商榷)。为了更客观地探讨古星珊瑚的分类问题, 本文将使用该方法对中国报道的古星珊瑚种进行分支分析。

王向东^[4]在运用分支系统学的方法对逆珊瑚亚科 (Antiphyllinae) 进行修订时, 对选择的性状指定了演化极向。由于四射珊瑚较易获得个体发育信息, 根据重演率能较为直接地判断性状的演化极向。对于 *Palaeosmilaster*, 由于以往研究文献对标本的个体发育均没有涉及, 所以相关信息较缺乏。另外, 古星珊瑚中种间变异包含多种可能因幼态持续 (paedomorphism) 而形成的特征, 不宜将个体发育早期特征就判断为祖先特征。另一种判断性状演化极向的方法是通过外类群对比。通常认为古剑珊瑚与古星珊瑚的亲缘关系最近, 宜优先选择前者作为外类群。但事实上, 古星珊瑚和古剑珊瑚除前者为块状复体而后者不是的区别外, 在内部结构上基本一致, 出现的变异类型也相似, 不易识别祖征和衍征。为了减少人为因素的影响, 这里不对选取的性状指定极性, 而仅考虑成年期的特征。

中国共报道确切的古星珊瑚15种^[4, 5, 7, 18-21, 24-26] (不包含比较种、近似种等), 包含1个广布种和14个中国的地方种。由于未能获取报道 *Palaeosmilaster suni* Yu et Lin, 1962 的文

献, 无法获得其描述信息, 故未将该种列入分析。 *Palaeosmilaster regia* Milne-Edwards et Haime, 1848 为广布种, 在西欧、俄罗斯、中国都有发现, 它也是被描述最多、标本最多的种, 种内变异多样。若将该种列入考虑, 不少性状的状态 (state) 范围会与其他种重叠甚至完全包含在内, 不利于性状数据矩阵的编码, 故该种也未列入分析, 只考虑13个地方种。由于涉及的分群级别较低, 为种级, 多数用于鉴别种的性状是连续 (continuous) 的定量 (quantitative) 性状。对于这些加性 (additive)、连续的定量性状, 本文使用间隔加权 (gap-weighting)^[27] 方法进行编码。这样不仅能反映性状每个状态的位置, 也能反映性状之间间隔的相对大小 (如3个种对角线中值分别为40、30和15, 分别编码为4、3和0, 说明从状态3变化到0比状态4到3需要更多的变异)。利用公式 $x_n = \frac{(\max - x)}{(\max - \min)} \cdot n$ 对初始数据进行标准化 (x_n 为标准化后的值, x 为该分类群对应的原始数据, \max 为该性状的最大值, \min 为最小值, n 为软件编码取值的最大值, 本文取值范围是0~9, 故 $n=9$)。通过查阅文献, 本文选取16个常作为种间区分依据的成年期性状进行分析。以下是对这些性状的简单说明。

0) 单骸的大小。通过对每个群体的单骸进行测量和统计, 以定量的特征来区分复体珊瑚的种已被证明是非常有效的方法^[28-30]。对于块状复体珊瑚, 横板带的宽度相对比较稳定。以往文献描述 *Palaeosmilaster* 时均只给出了“直径”或对角线长度范围。由于单骸均为多角状, 对角线长度变化范围较广, 另外描述中的“直径”是指对角线长还是对边距无从得知。尽管如此, 这些数据还是能在一定程度上反映单骸的大

小。本文将“直径”一律作为对角线长对待,并选取对角线的中值表示单骸的大小。此性状为加性连续的定量性状,利用上述公式将原始数据标准化,四舍五入取整数为编码值。

1) 隔壁数。隔壁数的均值在复体珊瑚种的鉴定中有重要意义。以前的文献中多记载的是该种单骸的隔壁数范围,这里选取其中值。和上个性状相同,隔壁数也是加性连续的定量性状,数据同上个性状处理。

2) 主隔壁长度。对于古星珊瑚,主隔壁有缩短和不缩短两种状态。该性状为离散的定性性状,为了与定量性状的加权对等,这里将不缩短编码为0,缩短编码为9。对于下文出现的二元或三元的类似性状,也将做类似处理。

3) 隔壁始端。该性状有隔壁多数达外壁、部分达外壁和均不达外壁3种状态,依次编码为0、5、9。

4) 脊板。该性状有不具脊板和具脊板两种状态,依次编码为0和9。

5) 庙宇状隔壁。该性状有不具此构造和具此构造两种状态,依次编码为0和9。

6) 主内沟。该性状有主内沟显和不显两种状态,依次编码为0和9。

7) 一级隔壁长度。该性状有一级隔壁达中心和不达中心两种状态,依次编码为0和9。

8) 二级隔壁长度。选取的性状为二级隔壁与一级隔壁的比值。该性状测量数值变化较多,且单骸为多角状,随测量部分不同数值也可能不同。但根据文献记录,可明显分

为 $\leq 1/2$ 和 $\geq 2/3$ 两类。于是将前者编码为0,后者编码为9。

9) 隔壁加厚。该性状有隔壁不加厚和加厚两种状态,依次编码为0和9。

10) 轴横板宽。选取的性状为轴横板宽度占整个横板带宽度的比例。原始数据基于文献描述和图版观察,数据按上文公式标准化处理,未描述该性状且图版不清晰的编码为“?”。

11) 横板密度。选取性状为平均每5 mm 轴部横板的条数。原始数据按上文公式标准化处理,状态未知的编码为“?”。

12) 鳞板带宽度。选取性状为鳞板带宽度和单骸直径的比值。综合文献的描述和图版看来,该性状拥有1/3、1/2和2/3三种状态,依次编码为0、5、9。

13) 鳞板列数。选取性状为鳞板列数范围的中值,原始数据按上文公式标准化处理,状态未知编码为“?”。

14) 鳞板形态。古星珊瑚的鳞板整体特征都为内圈较小、倾斜较陡,外圈较大、倾斜较缓,但还可细分为两种状态:一种从内圈到外圈均匀变大,另一种自内圈起就有大小参杂的鳞板出现。前者编码为0,后者编码为9。

15) 间壁形态。该性状有多数保存、部分保存和少数保存/完全消失3种状态,依次编码为0、5、9。

对13个中国的地方种按以上方式编码后,得到数据矩阵(表1)。性状一栏表头的数字对应上文中性状的编号,上一行为十位,下一行为个位。

表1 对古星珊瑚各性状编码的数据矩阵

Table 1 Data-matrix compiled from morphological character states presenting in species of *Palaeostraea*

种名	性状															
	0										1					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
<i>Palaeostraea planiuscula</i>	5	1	9	5	0	9	0	9	0	9	0	?	9	2	0	5
<i>Palaeostraea weiningensis</i>	4	0	0	0	0	0	9	9	9	9	5	3	5	0	9	5
<i>Palaeosmilastrea gigantea</i>	6	4	9	9	0	9	0	0	9	9	5	2	5	2	0	9
<i>Palaeosmilastrea naotica</i>	4	3	9	9	0	9	9	0	0	9	6	?	9	?	9	5
<i>Palaeosmilastrea florida</i>	0	0	9	9	0	9	9	9	0	0	?	6	9	?	0	9
<i>Palaeosmilastrea gracilis</i>	2	1	9	5	0	9	0	0	0	0	5	1	5	1	9	5
<i>Palaeosmilastrea gyorxtungensis</i>	1	0	9	5	0	9	9	0	0	0	5	?	5	0	9	5
<i>Palaeosmilastrea hunanense</i>	2	1	9	9	9	9	0	0	0	9	?	0	9	?	9	5
<i>Acmoheliophyllum bellum</i>	6	3	9	5	0	9	9	9	0	9	9	9	9	?	0	0
<i>Acmoheliophyllum baijinense</i>	2	1	9	5	0	9	9	0	9	9	2	3	5	?	9	0
<i>Acmoheliophyllum guizhouense</i>	5	3	9	9	0	9	0	0	9	9	2	7	5	?	9	0
<i>Parapalaeosmilium intermedia</i>	2	2	9	5	9	0	9	0	0	9	2	?	0	?	9	5
<i>Parapalaeosmilium multitalulata</i>	9	9	9	0	9	0	0	9	0	9	2	6	9	9	0	5

4 数据分析及讨论

使用软件 Winclada 1.00.08 输入矩阵,用软件 TNT 1.1^[31] 进行数据处理。对于未指定极向的性状来说,外类群的选择并不十分重要。本文主要是为了验证从古星珊瑚分出的其他新属是否有效,选择鉴定为 *Palaeostraea* 的种 *P. planiuscula* 作为外类群。处理数据时使用 Traditional search, 参数设定如

下: random seed 设为0, swapping algorithm 使用 TBR, trees to save per replication 设为100, 其他保持默认。运算结果获得两个支序图(图2(a)、(b)), 并生成严格合意树(strict consensus tree, 图2(c))。图2中 *Palaeosmilastrea gyorxtungensis* 缩写为 *Palaeosmilastrea gyorxt*; 支序图步长(length of steps) 302, 一致性指数 CI 为0.47, 保持性指数

RI 为 0.50; 分支上的圆圈上面为性状编号, 下面为性状状态。

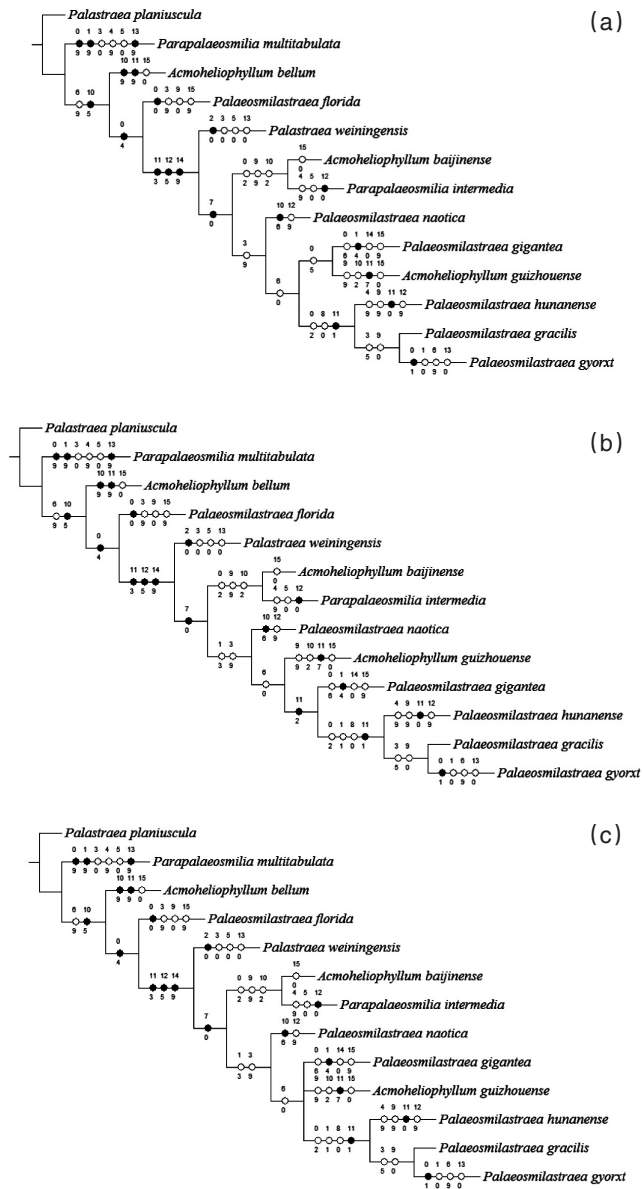


图2 *Palaestraea* 属的支序图(a)、(b)和严格合意树(c)
Fig. 2 Cladograms (a), (b) and strict consensus tree (c) of genus *Palaestraea*

两个支序图的差异仅仅在于 *Acmoheliophyllum guizhouense* 和 *Palaestraea gigantea* 互为姊妹群还是前者较早分支出来。支序图的 CI 和 RI 较低, 说明选取的性状中有不少为非同源的趋同或平行演化。如性状(15)隔壁形态, 在支序图上出现 3 次状态 5 演化到 0, 2 次状态 5 演化至 9; 性状(9)隔壁加厚, 在支序图上出现 2 次由加厚演化到不加厚, 该性状的变化很可能只是一种环境表型而与基因无关。尽管如此, 从分析结果中仍可获得一些能作为分类参考的信息。两个支序图中, *Acmoheliophyllum*、*Palaestraea* 和 *Parapalaestraea* 均不构成单系类群, 而划归至不同属的种却

可构成姊妹群, 如 *Acmoheliophyllum bajinense* 和 *Parapalaestraea intermedia*。这说明仅仅依据隔壁的形态划分出数个属是不合适的, 它们仍应都归入同一个属 *Palaestraea*。 *Palaestraea gracilis* 和 *P. gyorstungensis* 互为姊妹群位于支序图的最末端, 说明两者的亲缘关系非常接近。两者 16 个性状中有 11 个完全一致, 有差别的 5 个性状中, 单骸直径和隔壁数数值非常接近, 两者又产于同一地点同一层位, 很可能为同一种。

获得的支序图不太理想, 可能受以下几个因素影响:

1) 原始数据。用作矩阵编撰的原始数据来自各种文献, 对本标描述的详细程度和图版的质量参差不齐, 部分性状未做描述, 数据缺失。对于较早期的文献, 一些需进行定量描述的地方, 如横板密度, 只使用了诸如“密”或“疏”等较模糊的词汇。另外, 一些种的建立仅基于一块标本的少数几个薄片, 且绝大多数种除首次报道的文献外, 并无更多的记录(本文列入分析的地方种中仅 *Acmoheliophyllum bellum* 有两次记录^[4, 20]), 从而造成对于种内变异了解不够; 某些视为种征的性状可能只是生态表型而与基因无关, 将这些性状加入分支分析后, 会使分析产生偏差。

2) 编码方法。通常进行分支分析会优先选择离散性、定性的性状。由于本文涉及的分属群级别较低, 多数用作鉴别种的性状都是连续的、定量的, 虽然使用了一种简单的间隔加权的方法对原始数据编码, 但仍需改进。

3) 外类群选择。虽然对未指定极向的性状, 外类群的选择并不十分重要, 但由于外类群通常是首先加入支序图的分属群, 软件生成树的过程中, 会将外类群的性状状态作为较原始的状态来对待, 对结果还是有一定影响。

Nudds^[30]和 Poty^[28, 29]对同为复体的 Lithostrotionidae 科进行了详细的研究。通过对大量标本的统计, 他们发现隔壁数和单骸大小这两个性状是最为稳定的。对于丛状复体珊瑚而言, 各个种均具有较小的隔壁数和单骸直径的变化范围, 且在这个范围内大致呈正态分布。对于块状复体而言, 则是隔壁数和单骸鳞板带直径(块状复体中单骸横切面为多边形, 不管是对角线还是对边距变化范围都较广, 还和测量方向有关, 而横板带直径的测量值则相对稳定)。迄今为止还没有人对 *Palaestraea* 属进行过类似研究, 这可能因为相对 Lithostrotionidae 科的分子, 前者的产出丰度相对较低, 且由于前者单骸大, 相同体积的样品中切片获得的单骸数量较少, 不便于进行大量的统计。但通过对一定数量的标本进行隔壁数和横板带直径的测量和统计, 并以此建立区分种的标准是可行且合理的。

5 结论

选取 16 个性状, 对中国的 13 个古星珊瑚地方种进行了分支分析, 获得两个支序图并生成一个严格合意树。支序图的 CI 和 RI 较低, 说明用作识别种的性状中有不少为非同源的趋同或平行演化。所有的支序图都表明 *Acmoheliophyllum*、

Palaeosmilatraea 和 *Parapalaeosmilium* 均不是单系类群, 说明仅仅依靠间壁形态来划分属是不太合适的, 它们不应是独立的属, 而应该是 *Palaeosmilium* 的同异名。互为姊妹群的 *Palaeosmilatraea gracilis* 和 *P. gyorxtungensis* 亲缘关系十分接近, 有多数性状完全一致, 且产于同地点同层位, 可能应该归为同一种。

参考文献 (References)

- [1] Sorauf J E, MacKey S D. Variation and biometrics in rugose corals[C]//Jell P A, Pickett J W. Fossil Cnidaria 5: Proceedings of the Fifth International Symposium on Fossil Cnidaria including Archaeocyatha and Spongiomorphs. Brisbane: Association of Australasian Palaeontologists, 1989, 8: 23-31.
- [2] 王向东. 运用分支系统学方法对逆珊瑚亚科的修订[J]. 古生物学报, 1994, 33(1): 118-129.
Wang Xiangdong. Revision of Antiphyllunae Iliina, 1970 with a method of cladistics analysis[J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1994, 33(1): 118-129.
- [3] 徐桂荣, 龚淑云, 王永标. 进化序列系统学——以二叠纪瓦岗珊瑚类为例[J]. 中国地质大学学报: 地球科学, 2000, 25(1): 1-10.
Xu Guirong, Gong Shuyun, Wang Yongbiao. Evolutionary sequence systematics: case analysis of Permian waagenophylloid corals[J]. Journal of China University of Geosciences: Earth Science, 2000, 25(1): 1-10.
- [4] 秦洪宾. 下石炭纪皱壁珊瑚一新属及意义[J]. 成都地质学院学报, 1962(1): 58-61.
Qin Hongbing. Discovery and significance of a new rugose coral Genus from Lower Carboniferous[J]. Journal of Chengdu Geological Institute, 1962(1): 58-61.
- [5] 俞建章, 林英翎, 范影年. 新疆青海石炭二叠纪皱纹珊瑚[C]//长春地质学院庆祝建院十周年科学论文集. 长春: 长春地质学院, 1962: 13-35.
Yu Jianzhang, Lin Yingtang, Fan Yingnian. Permo-carboniferous Rugosa of the Chinghai Province and Shinjiang Province, China[C]//Scientific Articles for the Commemoration of 10th Anniversary of the Changchun Geological College. Changchun: Changchun Geological College, 1962: 13-35.
- [6] 俞建章, 林英翎, 时言, 等. 石炭二叠纪珊瑚[M]. 长春: 吉林人民出版社, 1983.
Yu Jianzhang, Lin Yingtang, Shi Yan, et al. Carboniferous and Permian Corals[M]. Changchun: Jilin Peoples's Publication House, 1983.
- [7] 林英翎, 武世忠, 许寿永. 吉中地区早石炭世大塘期珊瑚[J]. 长春地质学院院报, 1984(2): 43-68.
Lin Yingtang, Wu Shizhong, Xu Shouyong. The Datangian corals of the Lower Carboniferous in central Jilin[J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 1984(2): 43-68.
- [8] McCoy F. On some new genera and species of Palaeozoic corals and foraminifera[J]. The Annals and Magazine of Natural History, 1849, 3(13): 119-136.
- [9] McCoy F. Description of the British Palaeozoic Fossils in the geological museum of the university of Cambridge[M]//Sedgewick A. A Synopsis of the Classification of the British Palaeozoic Rocks, with a Systematic Description of the British Palaeozoic Fossils in the Geological museum of the University of Cambridge. London, Cambridge: John W. Parker and Son & Cambridge University Press, 1851: 1-184.
- [10] Thomson J. On the occurrence of species of the Genus Palaeosmilium (McCoy) in the Lower Carboniferous strata of Scotland, with a description of some new species, and notices of varieties[J]. Transactions of the Geological Society of Glasgow, 1852, 20: 1-11.
- [11] Hill D. A monograph on the Carboniferous rugose corals of Scotland, Part III[C]// Palaeontographical Society Vol. 94. London: Palaeontographical Society, 1940: 115-204.
- [12] Easton W H. New Chester Corals from Alabama and Tennessee[J]. Journal of Palaeontology, 1943, 17(3): 276-280.
- [13] Hill D. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part F, Coelenterata, Rugosa[M]. New York, Lawrence: Geological Society of America & University of Kansas, 1956.
- [14] Vasilyuk N P. Lower Carboniferous corals of the Donetz Basin[M]//Trudy Instituta Geologicheskikh Nauk, Seriya Stratigrafiya i Paleontologiya. Kiyev: Izdatel'stvo Akademiya Nauk Ukrainkoioy SSR, 1960, 13: 1-180.
- [15] Semenoff - Tien - Chansky P. Recherches sur les tétracoralliaires du Carbonifère du Sahara occidental[M]. Mémoire du Muséum National D'Histoire Naturelle Série C, 30. Paris: Editions du Muséum, 1974: 1-316. (In French).
- [16] Ehlers G M, Stumm E C. A new species of the teracoral genus Palaeosmilium from the Mississippian of Kentucky [C]. Michigan Academy of Science, Arts and Letters, 1953, 38: 383-385.
- [17] Hill D. Treatise on Invertebrate Paleontology, part F, Coelenterata, supplement 1, Rugosa and Tabulata[M]. Boulder, Lawrence: Geological Society of America Inc & University of Kansas, 1981.
- [18] 骆金锭, 赵嘉明. 祁连山区下石炭统四射珊瑚[C]//祁连山地质志. 第四卷第三分册. 北京: 科学出版社, 1962: 111-199.
Luo Jinding, Zhao Jiaming. Lower Carboniferous rugose corals from Qilianshan region[C]// A Monograph on Geology of Qilianshan Region. Vol 4, Part 3. Beijing: Science Press, 1962: 111-199.
- [19] 俞建章, 林英翎, 黄柱熙, 等. 新疆东部早石炭世地层及珊瑚[C]//中国地质科学院地层古生物论文集第五辑. 北京: 地质出版社, 1978: 1-77.
Yu Jianzhang, Lin Yingtang, Huang Zhuxi, et al. Early carboniferous stratigraphy and corals of Eastern Xingjiang[C]// Professional Papers of Stratigraphy and Palaeontology, No. 5. Beijing: Geological Publishing House, 1978: 1-77.
- [20] 王洪第. 珊瑚纲[C]//贵州地层古生物工作队. 西南地区古生物图册, 贵州分册(二) 石炭纪——第四纪. 北京: 地质出版社, 1978: 106-187, 图版29-61.
Wang Hongdi. Anthozoa[C]// Guizhou Working Group of Stratigraphy and Palaeontology. Palaeontological Atlas of Southwest China Volume of Guizhou (2) Carboniferous: Quaternary. Beijing: Geological Publishing House, 1978: 106-187, plates 29-61.
- [21] 吴望始, 赵嘉明. 黔西、滇东石炭纪和早二叠世早期的四射珊瑚[M]. 北京: 科学出版社, 1989.
Wu Wangshi, Zhao Jiaming. Carboniferous and Early Permian Rugosa from Western Guizhou and Eastern Yunnan, SW China[M]. Beijing: Science Press, 1989.
- [22] Lin W, Wang X D, Poty E, et al. Late Viséan to Early Serpukhovian rugose corals from the Yashui section, Guizhou, South China[J]. Geologica Belgica, 2012, 15(4): 329-339.
- [23] 王晓鸣. 近代分支系统学的回顾与展望[J]. 第四纪研究, 1994(4): 307-315.
Wang Xiaoming. Current state of cladistics: Problems and developments [J]. Quaternary Sciences, 1994(4): 307-315.
- [24] 姜水根. 珊瑚纲[C]//湖南省地质局, 中华人民共和国地质矿产部. 地质专报(二), 地层古生物(第1号), 湖南古生物图册. 北京: 地质出版社, 1983: 81-150.

- Jiang Shuigen. Anthozoa[C]//Geological Bureau of Hunan, Ministry of Geology and Mineral Resources, Peoples Republic of China. Geological Memoir (2), Stratigraphy and Palaeontology (1), The palaeontological atlas of Hunan. Beijing: Geological Publishing House, 1983: 81-150.
- [25] 范影年. 皱纹珊瑚亚纲[C]//西南地区古生物图册, 四川分册(二). 北京: 地质出版社, 1978: 149-201.
- Fan Yingnian. Rugosa[C]//Palaeontological Atlas of Southwest China, Volume of Sichuan(2). Beijing: Geological Publishing House, 1978: 149-201.
- [26] Fan Y N, Yu X G, He Y X, et al. The Late Palaeozoic rugose corals of Xizang (Tibet) and adjacent regions and their palaeobiogeography[M]. Changsha: Hunan Science & Technology Press, 2000.
- [27] Thiele K. The holy grail of the perfect character: The cladistics treatment of morphometric data[J]. Cladistics, 1993, 9(3): 275-304.
- [28] Poty E. Recherches sur les tétracoralliaires et les hétérocoraliaires du viséen de la Belgique[M]. Mededelingen Rijks Geologische Dienst, 35. The Netherland: H. van der Marck & Zonen, 1981: 1-161.
- [29] Poty E. Heterochronic processes in some Lower Carboniferous rugose corals[J]. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 1993, 164: 141-152.
- [30] Nudds J R. An illustrated key to the British lithostrotionid corals[J]. Acta Palaeontologica Polonica, 1980, 25(3): 385-394.
- [31] Goloboff P A, Farris J S, Nixon K C. TNT, a free program for phylogenetic analysis[J]. Cladistics, 2008, 24(5): 774-786.

(责任编辑 侯澄芝, 马宇红)

·学术动态·



申维辰在“李象益科普事迹报告会暨首席科学传播专家聘任大会”上讲话， 就进一步做好科普工作提出4点意见

2013年12月26日，中国科协召开“李象益科普事迹报告会暨首席科学传播专家聘任大会”，中国科协常务副主席、党组书记、书记处第一书记申维辰发表讲话强调，党的十八大提出实施创新驱动发展战略，十八届三中全会对全面深化改革作出重要部署，为我们进一步做好新时期全民科学素质工作指明了方向。确保实现到2015年我国公民具备基本科学素质的比例超过5%的目标，对于深入实施创新驱动发展战略、建设创新型国家和人才强国具有重要意义。中央把实现全民科学素质目标的牵头任务交给了中国科协，我们责任重大、使命光荣。

在讲话中，申维辰就进一步做好科普工作提出4点意见：

第一，牢牢把握服务创新驱动发展战略主线，在党和国家大局中找准科普工作的定位和目标。要围绕经济社会发展紧迫需求开展科普工作，大力普及最新科技创新成果，开展科技创新方法的普及，推动提高全社会科技创新意识和创新能力。加强对创新驱动发展新理念新成就的宣传和传播，形成公众理解科技、支持创新的良好社会环境，为科技创新注入持久、强大的动力。要通过开展科技教育等活动，激发青少年的科技创新意识，养成创新创造能力，为实施创新驱动发展战略打下坚实的科技人力资源基础。

第二，面向基层、贴近群众，让科技更好地惠及民生。科协工作和科普工作要深耕基层，特别是要把农村科普突出出来。要做好面向农村、面向基层一线的科普工作，围绕公众生活、应急响应等做科普，把科普渗透到群众日常生活中，采取多种方式，大力普及科学知识，围绕公众关注热点、焦点问题背后的科学问题，及时答疑解惑，弘扬科学精神，坚决抵制封建迷信，引导人民群众建立科学文明健康的生活方式，增强应对各种突发事件和自然灾害的能力，理性对待经济社会发展中的问题，促进人民群众的安全健康与社会和谐稳定。

第三，紧跟时代潮流，创新工作方式，努力增强科普工作的时效性和实效性。人类社会已经进入信息时代，互联网的广泛应用极大地改变着人们的阅读方式、信息获取方式和行为方式，大数据、云计算、物联网等新技术的发展，为科普技术和手段的创新提供了极大的发展空间。应加强科普技术和手段创新、实现科普现代化，通过准确把握互联网科普传播的规律和特点，积极占领网上科普宣传阵地，引领科学传播潮流。

第四，开展科普是科学家应当承担的社会责任，要调动激发广大科技工作者支持科普、参与科普的热情。科普也是一种科学活动，离不开广大科技工作者的支持和参与。科学家做科普有着天然的优势。各级科协及所属学会一定要认真做好服务工作，吸引更多的科技工作者参与到科普事业中，特别是支持科技工作者在承担科技计划项目、科技重大专项和重大工程项目时，通过撰写科普文章等方式向公众传播最新科技发现和创新成果，及时组织科技工作者围绕社会热点焦点问题和突发公共事件，开展应急科普服务，为公众解读事件背后的科学知识，正确引导社会舆论，弘扬科学精神。

详见中国科协网 <http://www.cast.org.cn/n35081/n35096/n10225918/15312010.html>。