

中国晚前寒武纪地质研究成果之十二

燕山地区青白口纪宏观藻类

杜汝霖 田立富 著



4.81

河北科学技术出版社

前 言

近二十年来,在世界晚前寒武纪古生物工作中,对 *Chuarina* 等宏观藻类化石的发现和 研究,取得了重大的进展。这种大生物(宏体多细胞原叶体植物)的发生,是生物界 里程碑式的演化事件,对研究后生植物的起源有重要的价值。这种地理广布又易于识别 的生物遗迹,很可能成为潜在的标志化石。

我国自 1962 年在安徽发现该类化石后,相继在河北、河南、辽宁、江苏和湖北 等地发现了大量多种类型的宏观藻类化石,其中燕山西段河北怀来发现的宏观藻类的新类 型,引起了前寒武纪地质界和古生物界的很大兴趣和关注。它为广泛、深入地研究我国 特有的宏观藻类化石,提供了重要的资料和线索。

为了进一步查明该类化石的分布、层位、类型、组合特征和生态环境,并探讨其生 物分类位置、演化趋向和地层意义等问题,笔者在以前工作的基础上,参加了地质矿产 部的重点科研项目《中国晚前寒武纪地质研究》的科研工作,承担的课题是《燕山及邻 区青白口纪 *Chuarina* 等宏观藻类化石的研究》。

四年来,该项研究在各级领导和有关单位的支持与帮助下,取得了较重大的成果。 实践证明燕山青白口纪的宏观藻类分布广泛、含量丰富、层位稳定、保存完好,是我国 目前所知层位较低、个体较大、类型较多,并具区域特色的藻类生物群落。共有 2 科、 9 属、21 种,其中有 1 个新科、5 个新种和 1 个相似种。以燕山西段的龙凤山区和燕山 东段的兴隆区为其代表,该区龙凤山藻类化石的发现为国内外所罕见,化石体已具明显 的器官分化,不仅有叶状体和拟茎,而且有的还有假根(固着器),这是个有分类学意义 的特征,也是晚前寒武纪高级藻类发展演化的一个重要标志。拟茎和假根的出现,是地 质历史中一个重大的生物事件,并很可能成为世界上最早出现的宏观底栖藻类化石,具 有重要的价值。

根据对化石的形态、结构和成分的分析,初步证明化石为生物的有机质形成,微观 上具明显的生物结构,可能与绿藻或褐藻有密切的亲缘关系,初步认为化石为海生多细 胞,与高级藻类有关,由浮游到固着底栖的宏观藻类后生植物化石。

燕山青白口纪宏观藻类的发现和研究,对于丰富和扩大我国宏观藻类的研究成果, 阐明我国晚前寒武纪藻类生物群的面貌,探讨海生植物与陆生植物的关系以及解决地层 对比等问题,都有十分重要的意义。

本成果由地质矿产部推荐,经国家科学技术委员会正式批准为国家级重大科技成 果,已在国家科学技术委员会主办的《科学技术研究成果公报》总 47 期,1985 年 3 期予 以登记公布。本成果获河北省 1985 年科学技术进步奖三等奖。

本书是上述科研成果的系统总结，参加部分工作的有李汉棒、李培菊、孟荣、阎志广、裴天明、尚金梅、徐备等同志。工作中得到了河北地质学院地质系地史古生物教研室全体同志的热情帮助。

蒙邢裕盛、段承华、刘志礼、罗其玲等同志复查部分化石标本，任振纪、余耀基等同志为部分化石移离撕片和鉴定，李不惑同志对岩相分析给予帮助，刘亚民、庞其清、徐学敏、王齐政等同志帮助修改部分稿件，杨振东同志等为化石磨片，崔雅琴同志清绘全部图件，刘全喜同志协助同位素测试工作，崔耀云、王金荣二同志代为化石照像。在此一并表示深切的谢意。

本书的前言、第一章到第六章由杜汝霖撰写，其中第六章由孟荣、冯庆来予以协助，第七章由田立富撰写，图表由李汉棒编制，化石图版由田立富编制。

全书脱稿后聘请地质出版社编辑张毓崧同志为技术顾问，对全书进行了审阅与修改。

由于这一工作是个开拓性的工作，探索性很强，过去研究程度很低，加之水平有限，时间仓促，难免会有缺点和问题，敬请读者给予批评和指正。

杜汝霖 田立富

1984年12月1日

目 录

第一章 宏观藻类的研究概况	(1)
一、宏观藻类研究简史	(1)
二、中国宏观藻类的研究概况	(2)
三、宏观藻类的形态特征和描述用语	(4)
(一) 形态特征	(4)
(二) 描述用语	(5)
四、宏观藻类的分类	(8)
五、宏观藻类研究方法简述	(10)
第二章 燕山地区青白口纪宏观藻类的分布、层位及类型	(12)
一、燕山地区青白口系发育概况	(12)
二、宏观藻类的分布、层位及类型	(14)
(一) 燕山西段区	(14)
(二) 燕山东段区	(21)
三、燕山东、西段宏观藻类的对比	(26)
(一) 化石层位的对比	(26)
(二) 化石类型的对比	(23)
(三) 化石个体大小的对比	(30)
第三章 宏观藻类的组合特征、演化趋向和地层意义	(32)
一、宏观藻类的组合特征	(32)
二、宏观藻类的演化趋向	(33)
三、宏观藻类的地层意义	(35)
四、世界各地宏观藻类组合及其层位对比	(39)
第四章 “怀来生物群”的初步研究	(42)
一、“怀来生物群”的主要特征	(42)
(一) 生物群的分布与层位	(42)
(二) 生物群的属种	(42)
(三) 生物群的特征	(43)
二、“怀来生物群”的生态环境	(43)
(一) 长龙山组的岩相特征	(43)
(二) 宏观藻类的产出规律	(48)
(三) 宏观藻类的生态环境分析	(49)

三、几个有关问题的探讨	(50)
(一) 化石体的原始形态问题	(50)
(二) 龙凤山藻拟茎(似叶柄)的功能问题	(51)
(三) 龙凤山藻属的各种与有固着器的长柄龙凤山藻的关系	(51)
(四) <i>Longfengshania</i> 与 <i>Chuaria</i> 等的关系问题	(52)
四、“怀来生物群”与“淮南生物群”的比较	(52)
第五章 宏观藻类的生物分类与归属问题	(54)
一、化石的成分分析	(54)
(一) 化石的固定碳和有机碳分析	(54)
(二) 化石的激光显微光谱和红外光谱分析	(54)
(三) 化石及围岩的氨基酸测定	(55)
(四) 化石的电子探针和电子显微镜分析	(57)
二、化石的共同特征和形态分析	(58)
三、化石的移离撕片、浸解及鉴定	(58)
(一) 纤维膜溶胶的制备	(58)
(二) 移离撕片操作方法	(59)
(三) 移离撕片的镜下观察与鉴定	(59)
(四) 微古植物化石描述	(59)
四、宏观藻类的分类和归属问题	(60)
第六章 运用数学地质方法对燕山长龙山组宏观藻类分类的初步尝试	(62)
一、化石形态变化规律的回归分析	(62)
(一) 回归分析方法的应用	(62)
(二) 解释与结论	(63)
二、宏观藻类演化过程的数学模拟	(65)
(一) 马尔科夫链和马尔科夫转移概率矩阵	(65)
(二) 数学模拟及解释	(65)
三、宏观藻类化石形态的数学分析	(67)
(一) 聚类分析	(67)
(二) 解释与讨论	(70)
四、过渡形态化石的归类问题	(71)
第七章 化石描述	(74)
一、丘阿尔藻科 <i>Chuariaceae</i> (Wenz), 1938 emend Duan, 1982	(74)
(一) 丘阿尔藻属 <i>Chuaria</i> Walcott, 1899	(74)
(二) 寿县藻属 <i>Shouhsienia</i> Xing, 1979	(76)
(三) 卵圆形藻属 <i>Ovidiscina</i> Zheng, 1980	(77)
(四) 舌形藻属 <i>Glossophyton</i> Duan et Du, 1983	(78)
(五) 鞋底形藻属 <i>Pumilixaxa</i> Zheng, 1980	(79)
(六) 美形藻属 <i>Phascolites</i> Duan et Du, 1983	(80)

(七) 塔乌藻属 <i>Tawuia</i> Hofmann, 1979.....	(81)
二、龙凤山藻科 (新科) Longfengshaniaceae Du et Tian(Fam.nov.), 1984.....	(81)
(一) 龙凤山藻属 <i>Longfengshania</i> Du, 1982.....	(81)
(二) 拟龙凤山藻属 <i>Paralongfengshania</i> Du et Duan, 1983.....	(85)
结束语	(87)
参考文献	(89)
附录	(91)
THE MACROALGAL FOSSILS OF QINGBAIKOU PERIOD IN YANSHAN	
RANGE (Abstract)	(91)
宏观藻类化石学名索引.....	(93)
名词术语索引	(95)
图版说明	(99)
图版 (书末插页)	

Contents

Chapter One	The general research situation on Macroalgal Fossils.....	(1)
I	The research history	(1)
II	The general research situation on Macroalgal Fossils in China.....	(2)
III	The morphological features and the terminologys of Macroalgal Fossils	(4)
	A. The morphological features.....	(4)
	B. The terminologys of macroalgal fossils.....	(5)
IV	The classification of Macroalgal Fossils.....	(8)
V	The description of the research methods.....	(10)
Chapter Two	The distribution, horizons and types of Macroalgal Fossils of Qingbaikou period in the Yanshan Ranges.....	(12)
I	The development of Qingbaikou Period in the Yanshan Ranges	(12)
II	The distribution, horizons and types of Macroalgal Fossils	(14)
	A. Western Yanshan Ranges.....	(14)
	B. Eastern Yanshan Ranges.....	(21)
III	The correlation of Macroalgal Fossils from Eastern and Western Yanshan Ranges	(26)
	A. The correlation of horizons.....	(26)
	B. The correlation of types.....	(28)
	C. The correlation of individual size.....	(30)
Chapter Three	The assemblage features, evolutionary trend and stratigraphic significance of Macroalgal Fossils.....	(32)
I	The assemblage features of Macroalgal Fossils.....	(32)
II	The evolutionary trend of Macroalgal Fossils.....	(33)
III	The stratigraphic significance of Macroalgal Fossils.....	(35)
IV	The assemblage and correlation of Macroalgal in China and abroad.....	(39)
Chapter Four	The preliminary research on the Huailai Biota.....	(42)
I	The main features of the Huailai Biota.....	(42)
	A. The distribution, horizons Biota	(42)
	B. The genus and species of Biota	(42)

C.	The main feature of Biota	(43)
II	The ecological environment of the Huailai Biota.....	(43)
A.	the lithofacies features of the Changlongshan Formation.....	(43)
B.	The regularity of the fossils occurrence.....	(48)
C.	The analysis of ecological environment.....	(49)
III	Discussions on some problems.....	(50)
A.	The original form of fossil bodies.....	(50)
B.	The function of the parastem of <i>Longfengshania</i>	(51)
C.	The relation between the species of <i>Longfengshania</i> with holdfast and the others <i>Longfengshania</i>	(51)
D.	The relation between <i>Longfengshania</i> and <i>Chuarina</i>	(52)
IV	The correlation between "Huailai Biota" and "Huainan Biota".....	(52)
Chapter Five	The classification and natural system of Macroalgal	
Fossils.....		(54)
I	The analysis of fossils composition.....	(54)
A.	The analysis of fixed carbon and organic carbon.....	(54)
B.	The analysis of laser microspectrography and infrared spectral.....	(54)
C.	The determination of amino acid in fossils and wall rocks.....	(55)
D.	The analysis of electron probing and electron microscope.....	(57)
II	The general features and form of Macroalgal Fossils.....	(58)
III	The methods of transfer peel and meceration and identification of Macroalgal Fossils.....	(58)
A.	The preparation of fibred membrane sol.....	(58)
B.	The operation methods of transfer peel.....	(59)
C.	The observation and identification of transfer peel.....	(59)
D.	The description of fossils of the Microplants	(59)
IV	The classification and the natural system.....	(60)
Chapter Six	The preliminary application of Mathematical Geology to the classification of the Macroalgal Fossils from the Changlongshan Formation in the Yanshan Ranges.....	(62)
I	The return analysis on formal morphological changes of the fossils.....	(62)
A.	The application of return analysis.....	(62)
B.	Explanation and conclusion.....	(63)
II	The mathematical model of evolutionary procedure of Macroalgals.....	(65)
A.	Markov's chain and Markov's transfer probability matrix.....	(65)
B.	Mathematical model and its explanation.....	(65)
III	The mathematical classification of formal of Macroalgal Fossils.....	(67)
A.	Cluster Analysis.....	(67)

B. Explanation and discussion.....	(72)
IV The classification of transitional types of fossils.....	(73)
Chapter Seven The descriptions of fossils.....	(74)
I Chuariaceae(Wenz), 1938 emend Duan, 1982.....	(74)
A. <i>Chuarina</i> Walcott, 1899.....	(74)
B. <i>Shouhsienia</i> Xing, 1979.....	(76)
C. <i>Ovidiscina</i> Zheng, 1980.....	(77)
D. <i>Glossophyton</i> Duan et Du, 1983.....	(78)
E. <i>Pumilibaxa</i> Zheng, 1980.....	(79)
F. <i>Phascolites</i> Duan et Du, 1983.....	(80)
G. <i>Tawuia</i> Hofmann, 1979.....	(81)
II Longfengshaniaceae Du et Tian(Fam, nov), 1984.....	(81)
A. <i>Longfengshania</i> Du, 1982.....	(81)
B. <i>Paralongfengshania</i> Du et Duan, 1983.....	(85)
Conclusion	(87)
Reference.....	(89)
Appendix.....	(91)
Abstract	(91)
Index of Latin names for the Macroalgal Fossils	(93)
Index of terms.....	(95)
Explanation of plates.....	(99)
Plates	

第一章 宏观藻类的研究概况

宏观藻类或宏体多细胞原叶体植物是一个暂拟的名称, 纯属化石藻类 (Fossilalgae) 的范畴。是指根据目前的研究程度, 与现代藻类的亲缘关系尚未完全确定, 在前寒武纪地层中肉眼可见的, 以 *Chuar* 等为代表的藻类后生植物印痕或实体化石。

这类化石在世界各地已有不少的发现, 通常以炭质薄膜的方式, 呈各种规则的形状保存在富含泥质的岩层中。多数学者认为应属植物界范畴, 推测是一种个体呈球形的浮游藻类或疑源类。

1981 年霍夫曼 (H. J. Hofmann) 和陈晋镛在讨论天津蓟县长城系串岭沟组的这类化石时, 曾使用“炭质宏观化石” (Carbonaceous megafossils) 一词^[17]。其后段承华在论述中国东部晚前寒武纪的 *Chuar* 和 *Tawuia* 化石时, 又提出了“藻类宏观化石” (Algal megafossils) 一词^[20]。上述名词都反映了这类化石的基本特征。1983 年段承华、邢裕盛、杜汝霖等在初步总结中国该类化石时, 又使用了“宏观古藻”一词^①。

笔者在撰写本专著中, 对该类化石名称问题做了进一步的讨论, 认为宏观大生物的发生, 是前寒武纪生物演化中的重要事件, 其藻类的生物归属问题, 最近已获得较大的进展, 因此认为用“宏观藻类”一词能比较确切地反映该类化石的特征、实质和当前研究程度, 建议正式使用“宏观藻类” (Macroalga) 一词。

一、宏观藻类研究简史

宏观藻类的发现与研究已有一百多年的历史, 但进展缓慢, 停滞在零星报道的水平上。只在最近二十年, 才获得较大的进展。

1879 年鲍威尔 (J. W. Powell) 在美国亚利桑纳州科罗拉多大峡谷的“志留系”一套未变质岩系中, 发现了炭质小圆盘状化石。1893 年沃尔科特 (C. D. Walcott) 将上述岩系划归前寒武系, 分为两部分: 下部为恩卡 (Unkar) 群; 上部为包括含化石层的丘阿尔 (Chuar) 群^②。在地质词典上, 沃尔科特首先使用了“Chuar”一词。1899 年沃尔科特将丘阿尔群中的小圆盘状化石定名为 *Chuar* *circularis* Walcott^[18]。与此大致同时和以后, 世界各地也陆续发现这种炭质小圆盘状化石, 如 1894 年瑞典的维辛索组 (Visingsö Fm.), 1932 年印度的温德亚系 (Vindhya system), 1952 年苏联的上里菲系

① 参见《中国晚前寒武纪古生物及其地层意义的研究》第三章的宏观古藻部分。

② 对大峡谷超群的划分, 近些年来倾向于三分: 下部为恩卡群; 中部为南科威珀群; 上部为丘尔群。丘尔群, 有的称丘阿尔群。

(Upper Riphean), 1963 年伊朗的索尔坦组查鲍鲁页岩 (Chpoghlu shales), 1963 年澳大利亚的阿德雷德群 (Adeleide group), 1974 年美国犹他州的红松组 (Red Pine Fm.), 1979 年加拿大的小达尔群 (Little dal group) 以及法国等地都有发现。

由于这类化石属种少 (很长时间只发现一个种), 个体小, 构造简单和缺少现代对应的生物, 因此, 对其生物分类位置、属种的确定与命名等都存在争论和分歧。

沃尔科特最初认为 *Chuar* 是原始腕足类盘形贝的壳^[18]。温茨 (Wenz, 1938) 认为 *Chuar* 是腹足类, 并把它定为 Tribidiacea 超科下的一个新科 (Chuaridae)^[19]。尼夫 (Neave, 1939) 认为是可疑生物^[20]。布罗兹 (Brotzen, 1941) 认为是几丁质有孔虫^[21]。季莫菲也夫 (Timofeev, 1970)^[22]、福特 (Ford, 1972) 和布里德 (Breed, 1972)^[23] 均认为属疑源类。霍夫曼 (Hofmann, 1972) 认为是可疑化石^[24]。最近郑文武等在描述苏皖地区晚前寒武纪的 *Chuar* 等化石时, 又提出了一个新的分类名称“大型疑源类” (Magniacritarch)^①等。

疑源类 (Acritarch) 的命名是 1963 年美国埃维特 (W. R. Evitt) 正式提出来的, 其主要含义是指前寒武纪到新生代期间, 呈各种形态和表面装饰的、生物亲缘关系不明的单细胞或多细胞群体的微体化石。其个体大小一般不超过 500 微米, 其中以 20~200 微米最为常见。由于苏皖地区晚前寒武纪的 *Chuar* 等化石的个体大小一般多为 2~4 毫米, 最大可达 10 毫米, 所以郑文武等将该类化石定名为“大型疑源类”。

早在 1928 年, 美国的戴维·怀特 (David White) 就提出了 *Chuar* 可能属于藻类的观点, 最近二十多年来, 这一观点已得到较多人的支持, 如豪维尔 (Howell)、格拉斯纳 (Glassner)、克劳德 (Cloud)、霍夫曼、邢裕盛、段承华等。

1971 年苏联的格尼罗夫斯卡娅 (М. Б. Гниловская) 描述了俄罗斯地台文德 (Венда) 系中带状藻类化石的两个新属, 包括两个新种: 古文德带藻 (*Vendotaenia antiqua*) 和帕道里基拉索带藻 (*Tyrasotaenia podoica*)^[24]。认为这些化石属于褐藻, 是上前寒武系中层位最高的藻类化石。

1979 年霍夫曼等报道了加拿大麦肯齐山脉 (Mackenzie Mountains) 小达尔群发现丰富的大型炭质压型化石, 包括 *Chuar circularis*、*Beltina danai* Walcott、*Morania* 和新建一个属 *Tawuia*。他们认为这些化石可能是藻类的亲缘体, 并与其他共生的藻类微体化石等组成小达尔群的化石群。

二、中国宏观藻类的研究概况

中国晚前寒武纪地层的宏观藻类化石分布广泛, 层位稳定, 自从 1962 年郑文武等在安徽淮南地区相当青白口系的刘老碑组薄层泥灰岩、页岩内发现该类化石, 并于 1975 年经邢裕盛鉴定为 *Chuar circularis* Walcott 之后, 相继在我国东部的辽宁、吉林、

① 参见郑文武等, 1983 年, 《苏皖北部晚前寒武纪的“大型疑源类”》。

河北、北京、天津、江苏、河南、湖北、山东等地的青白口系、震旦系或相当的层位中，陆续发现了大量多种类型的宏观藻类化石。

1978年，邢裕盛、刘桂芝和曹瑞骥大约同时研究了湖北三峡地区震旦系灯影组所产的文德带藻 (*Vendotaenia*) 化石^[1]。曹瑞骥等根据其对称性特征，建立了一个新种：对称文德藻 (*Vendotaenia didymos* Cao et zhao)^[2]。1979年，邢裕盛基于安徽寿县刘老碑组宏观藻类化石的标本，建立了一个新属和两个新种：寿县藻 (*Shouhsienia*)、寿县寿县藻 (*Shouhsienia shouhsienensis*)、长寿县藻 (*Shouhsienia longa*)。1980年郑文武对皖北地区青白口系刘老碑组和震旦系九里桥组中发现的 *Chuaria* 化石群进行了较全面的描述，建立了3个新属和4个新种：鞋底形藻 (*Pumilibaxa*)、卵形藻 (*Ovidiscina*)、蚕豆形藻 (*Nephroformis*)、环形丘阿尔藻 (*Chuaria annularis*)、八公山卵形藻 (*Ovidiscina bagongshanica*)、淮河鞋底形藻 (*Pumilibaxa huaiheiana*) 和刘老碑蚕豆形藻 (*Nephroformis liulaobeiensis*)^[4]。郑文武将这一化石群，包括共生的带藻类、蠕虫类以及后生动物遗迹化石合称为“淮南生物群”，时限范围在950~650百万年间。认为 *Chuaria* 可能是一种多细胞的生物机体。1982年段承华对天津蓟县青白口系、吉林浑江和辽宁复县的细河群的宏观藻类化石做了较系统的描述与比较，建立了一个新种：中国塔乌藻 (*Tawuia sinensis*)，探讨了 *Chuaria* 与 *Tawuia* 的亲缘关系，提出了二者都属于浮游多细胞藻类的观点。1982年杜汝霖对燕山西段怀来龙凤山区青白口系长龙山组发现的多种宏观藻类化石进行了描述，建立了一个新属和一个新种：龙凤山藻 (*Longfengshania*)、托柄龙凤山藻 (*Longfengshania stipitata*)，认为是与褐藻类有关的多细胞藻类化石^[6]。1983年，段承华、邢裕盛、杜汝霖等对近些年来我国上前寒武系中发现的宏观藻类化石，进行了初步的系统总结^①。文中描述的化石共有1科、2群、10属、17种，其中有4个新属、11个新种和1个相似种。现列化石名单于下：

Chuariaceae (Wenz), 1938 emend Duan, 1982

Chuaria Walcott, 1899

C. circularis

C. multirugosa Du et Tian (sp. nov.)

Tawuia Hofmann, 1979

T. dalensis Hofmann

T. sinensis Duan

Shouhsenia Xing, 1979

Sh. shouhsienensis Xing

Sh. magna Duan (sp. nov.)

Glossophyton Duan et Du (gen. nov.), 1983

G. huailaiensis (gen. et sp. nov.)

① 参见《中国晚前寒武纪古生物及其地层意义的研究》第三章。

G. foliformis (gen. et sp. nov.)
G. mucronatus Duan et Du (gen. et sp. nov.)
Phascolites Duan et Du (gen. nov.), 1983
Ph. symmetricus (gen. et sp. nov.)
Longfengshanides
Longfengshania Du, 1982
L. stipitata Du
L. ovalis Du et Duan (sp. nov.)
L. elongata Du et Duan (sp. nov.)
Paralongfengshania Du et Duan (gen. nov.) 1983
P. sicyoides Du et Duan (gen. et sp. nov.)
Vendotaenides
Vendotaenia Gnilovskaja, 1971
V. antiqua Gnilovskaja, 1971
Tyrasotaenia Gnilovskaja, 1971
T. cf. podolica Gnilovskaja, 1971
Fasciculella Duan (gen. nov.)
F. bagongshanensis Duan (gen. et sp. nov.)

三、宏观藻类的形态特征和描述用语

(一) 形态特征

宏观藻类化石体具有如下形态特征:

化石体 (*fossil body*) 呈单体产出。

以炭质薄膜的方式保存在岩层面上, 可劈开为正负两模。

具稳定、规则的形态轮廓, 可分为简单型和具茎型两个类型: 简单型, 即化石的原植体为简单的球形、叶状体或丝状体等, 如 *Chuarina* 和 *Vendotaenia*; 具茎型, 即化石的原植体 (*thallus*) 分化为叶状体和拟茎 (似叶柄) 两部分, 有的可分化为叶状体、拟茎和假根三部分, 如 *Longfengshania longipetiolata* 等 (图 1-1)。

化石体都具有明显的对称性和扩展型的特征。

个体肉眼可见, 大小均在 0.5 毫米以上, 一般多在 2~6 毫米间, 最大可达 32 毫米。河北怀来、兴隆等地个体较大, 一般为 5~10 毫米。

化石体的边缘部位, 大都具有宽窄不等的边缘带, 边缘带上有 1~5 圈凸凹型同心状环纹, 也有的具不规则的皱纹, 边缘带内侧的盾面平坦光滑, 有的微向上凸。

化石体的横切面一般呈平缓的凸镜状 (*lentiformis*), 也有的呈平直的线纹状 (图 1-2)。

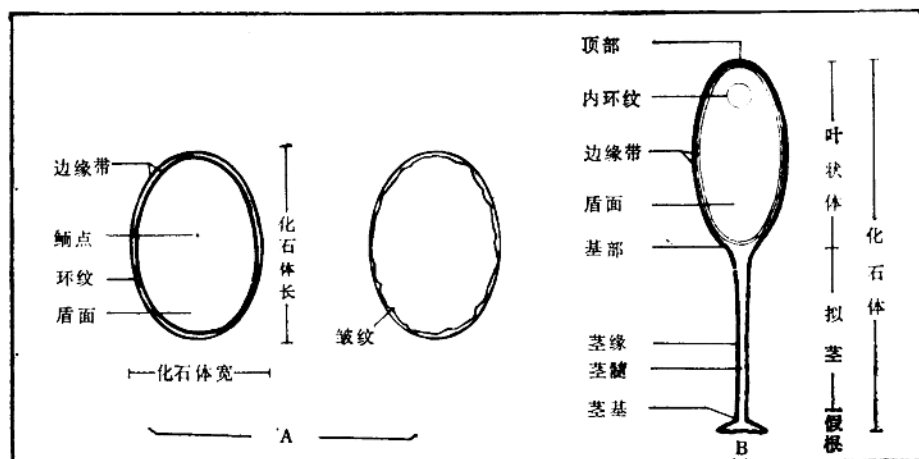


图 1-1 简单型和具茎型形态构造

A 简单型 B 具茎型

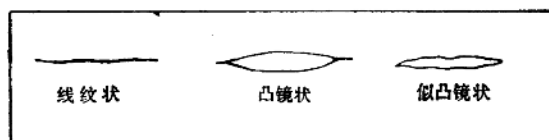
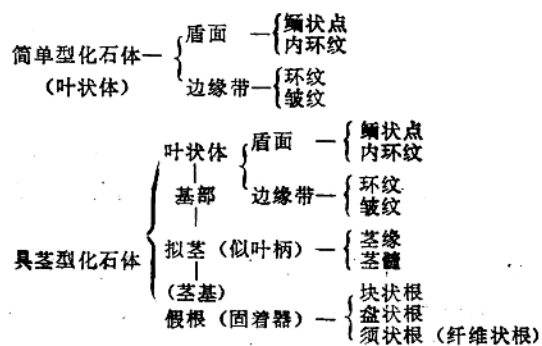


图 1-2 *Chuaria* 横切面图

同一类型或不同类型的化石体常群聚共生，有时可见到互相紧靠甚至叠覆的现象。(图版Ⅳ，图 22)。

(二) 描述用语

宏观藻类化石的描述用语体系列下：



1. 简单型 (simply type)

化石原植体为叶状体 (foliate), 形状常呈规则的圆盘形、椭圆形、卵圆形、囊形、豆荚形、梨形、球形、盾形或片状体。

正视化石体的表面, 由盾面和边缘带两部分组成。

(1) 盾面 (shield face) 为化石体表面的中心部分, 一般为平坦光滑的平面, 有的微向上凸。有的盾面上具有鲕状点突起, 有的有内环纹。

鲕状点 (Oolitic spot) 指盾面上直径小于 0.25 毫米的点突起。有的盾面上只有一个鲕状点, 均居盾面的中心位置, 个别盾面上有 4 个以上鲕状点, 围绕盾面中心呈圆环状排列。

内环纹 (inside ringvien) 指盾面内部的环形纹圈, 位于盾面中上部或中下部, 纹圈 1~2 圈, 其直径一般在 3~6 毫米, 在龙凤山藻的盾面上常见有内环纹, 个别盾面上还见有上部和下部两个内环纹。

(2) 边缘带 (marginal zone) 为化石体表面边缘部位, 由环纹或皱纹组成的纹带, 是最常见的一种构造特征。

环纹 (ring vien) 是一种比较完整、连续且规则的圆环状凸起的细纹。在相邻两条凸起细纹之间, 有一凹状环沟相隔, 形成凸凹状纹带。环纹与外缘轮廓平行, 以与外缘的距离作为环纹的宽度, 最窄者 0.01 毫米, 最宽者 0.25 毫米, 一般由 1~3 圈组成, 最多的可有 5 圈。

皱纹 (wrinkle) 是一种不完整、不连续且不规则的似同心状或皱曲状的细纹。细纹距外缘的距离各处不等, 并常有互相叠置的现象, 这一现象多出现在较长的叶状体两端, 有的皱纹甚至可呈脊状突出, 一般由 1~3 圈组成。

环纹与皱纹在标本中是可以区别的, 但有的标本二者也不易区分, 一般由环纹组成的边缘带较窄, 而由皱纹组成的边缘带较宽。

若边缘带的宽度大于 1 毫米, 并具 4 圈以上同心状环纹或似同心状皱纹者, 为密纹构造或多皱构造。均匀、规则、多圈的密纹构造 (最多可达 7 圈) 的出现, 证明大多数边缘带是化石体固有的特征, 而不可能是球体压平的结果 (图版 IV, 图 13~21)。

2. 具茎型 (stem type)

化石原植体分化为叶状体和拟茎 (似叶柄) 两部分, 有的还分化为叶状体、拟茎、假根 (固着器) 三部分。

(1) 叶状体 与简单型叶状体一致, 呈规则的圆盘形、椭圆形、卵圆形、囊形、球形、豆荚形或片状体等。叶状体表面也由盾面和边缘带两部分组成, 所不同的是叶状体的基部边缘都有一拟茎突出物存在。有的拟茎基部逐渐收缩尖灭, 有的基部膨大成假根 (固着器)。

(2) 拟茎 (parastem) 为叶状体靠近中轴部位的基部边缘 (个别部位有些偏离) 有一类似茎状 (或柄状) 的突出物。拟茎是龙凤山藻科化石的重要特征, 也是与其他宏观藻类化石相区别的一个标志。拟茎的长度变化较大, 最短仅 1 毫米, 最长达 20 毫米。

按照化石体中拟茎与叶状体的相对长度的比例，可分为三个等级：短茎级，小于叶状体长轴长度的 1/2，通常在 1~3 毫米；中茎级，为叶状体长轴长度的 1/2 到二者相等，通常在 5~10 毫米；长茎级，大于叶状体长轴的长度，通常在 10 毫米以上。拟茎的宽度一般为 0.5~1 毫米，少数可达 1.5 毫米。拟茎的内部叫茎髓 (stem pith)，拟茎的边缘叫茎缘 (stem edge)，在有些较宽的拟茎中，可以看出这两部分的界线。拟茎的基部叫茎基 (stem base)，形态多样，其特征是鉴定某些种的重要依据，也是判断生态的一个标志。可分为楔状型、柄状型、假根三种类型 (图 1-3)。楔状型是由拟茎两侧的茎缘向茎基

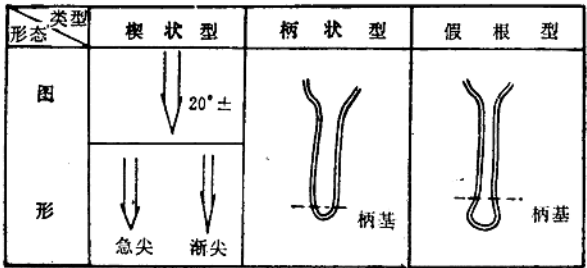


图 1-3 拟茎的茎基类型示意图

收缩尖灭而成。一般交角在 20° 左右，根据交角的大小，可分为急尖 (20° 左右) 和渐尖 ($10^\circ \sim 15^\circ$) 两种。柄状的类型较为常见，拟茎两侧的茎缘近于平行，基端呈浑圆状或钝圆状。假根是茎基发育膨大的特殊类型，是一个已具有特殊功能的独立器官，因此，应从茎基中分出，单独予以描述。

(3) 假根 (rhizoid) 为拟茎基部的发育膨大部分，起固着叶状体和拟茎的作用，是一个固着的器官 (fixed organ) 或叫固着器 (holdfast)。为鉴定种的一个重要特征。通常假根型 (rhizoid) 有块状根、盘状根 (Discoid holdfast)、须状根 (纤维状根) 三种类型。必须指出，拟茎在有些标本中常保存不够完整，有的认为是茎基，实际只是拟茎中上部的一部分，并不是真正的茎基，鉴定时要注意区别。

叶状体与拟茎的关系，主要表现在二者的连接部位上，该部位的特征是鉴定“种”的依据之一，根据化石叶状体与拟茎的接触关系，可分为分化型和过渡型两类 (图 1-4)。

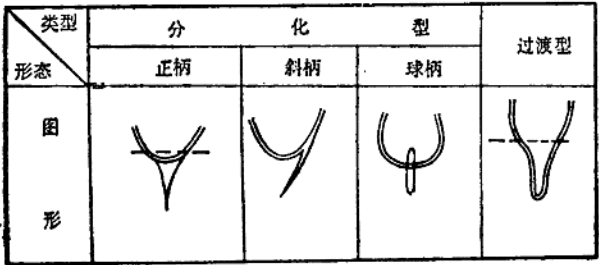


图 1-4 叶状体与拟茎接触类型示意图

分化型 (defferential type):是指叶状体与拟茎的接触界线截然分明,叶状体基部一般不收缩,叶状体的边缘带横绕拟茎。根据拟茎在叶状体基部的位置,可分为正柄、斜柄和球柄三种。正柄即拟茎位于叶状体中轴的基部,这种类型多见,斜柄即拟茎位于叶状体中轴的两侧,斜柄少见^①;球柄为拟茎位于叶状体的内部(图版 XI,图 4),也较少见,可能为球体压平的产物。过渡型 (transitiant type):是指叶状体与拟茎的接触呈连续渐变的过渡关系。由叶状体靠近中轴的基部收缩延长而成拟茎,叶状体的边缘带与茎缘渐相连通。

侧视化石体横切面,其厚度大约在 0.02~0.07 毫米间,多呈平缓的双凸镜状或平直的线纹状、线条状,也有的呈扁平的凸镜状及似凸镜状等。

化石体的定向:简单型的叶状体如其形态有宽窄的变化则可以定向,其较窄的部分向下为基部(basic part),较宽的部分向上为顶部(apex part)。具茎型化石体都可以定向,即拟茎或假根部分向下,叶状体部分向上。

四、宏观藻类的分类

关于宏观藻类的分类问题,目前国内外尚处在积累资料的探讨阶段。

在过去很长一段时间里,各国发现的宏观炭质化石,虽然都是 *Chuarial circularis* Walcott 这样一种简单的类型,但却赋与不同的名称,如印度、伊朗就称这种化石为 *Fermoria minima*。

1936 年沙尼(Sahni)依据 *Fermoria* 化石,创建一个新科 *Fermoridae*^[27]。

1938 年温兹以美国标本 *Chuarial circularis* 为基础,建立了一个新科 *Chuaridae*,列入了腹足类的分类系统,但一直未被引用^[10]。

1972 年福特和布里德等将北美的 *Chuarial* 和亚洲的 *Fermoria* 联系起来研究,正确提出了 *Fermoria* 是 *Chuarial* 的同义语之后,自然 *Fermoridae* 的新科就废弃了。

1982 年段承华根据中国发现多种宏观藻类化石的事实,建议保留温兹原科的命名,并对其含义和归属等问题给予了补充和修正。提出了 *Chuariaceae* (丘阿尔藻科)代表了较原始、较低级的类型,属浮游类藻体^[20]。

笔者认为龙凤山藻中拟茎的出现,是个具有分类学意义的特征,随着拟茎的出现,不论在形态、大小、构造、器官和生态上都有较大的变化和分化。近年来又增加了一些新的属和种,因此,有必要建立一个以龙凤山藻属为基础的新科(龙凤山藻科)。

根据上述化石体的形态特征,可将中国燕山地区及邻区的宏观藻类化石定为 2 科:丘阿尔藻科 (*Chuariaceae*) 和龙凤山藻科 (*Longfengshaniaceae*),科内属和种的鉴定,主要依据是:

化石体的形态特征 (是鉴定属的重要依据)。

① 在河北怀来龙凤山区长龙山组中采到几块斜柄类标本,本书未予描述。