

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

安徽休宁陡山沱期后生植物化石的新认识

唐 烽

尹崇玉 高林志

(中国地质博物馆,北京)

(中国地质科学院地质研究所,北京)



本文对中国安徽省休宁地区震旦纪陡山沱期蓝田组的化石资料进行了综述,报道了类似现代某些高等藻类的生殖托化石结构和类似孢子囊裂开的化石结构,以及可能是合子萌发成胚,再发育成底栖固着的藻类成体的个体发育现象,这一现象为进一步探讨高等藻类世代交替的生活历史提供了有益的线索,是后生藻类植物性别分化的宏观化石证据。

关键词 陡山沱期 后生植物化石 生殖结构 世代交替 安徽休宁

震旦纪陡山沱期是地史上后生植物首次辐射分异、繁荣发展的重要时期。安徽休宁震旦系蓝田组(与陡山沱组时代相当)产出的后生植物宏观化石有复杂的形态分化,已有许多学者报道和研究^[1-6],证明确属多细胞的后生植物,并命名为“蓝田植物群”。1995年笔者对该化石产地更深入地采集和重新研究后认为,陡山沱期已经存在典型的后生植物,具有了性别分化和单倍体与双倍体世代交替的生活史。

真核生物出现后,有性生殖和减数分裂成为可能,在此基础上,发展分化出生殖体和营养体,即单倍体和双倍体,从而大大提高了生殖效率,遗传变异量大幅度增加,优留劣汰,使生物体能更好地适应环境,因此,有性生殖现象的发现对研究早期生命的演化史具有重要意义。

有性生殖结构确切的化石证据是张昫、袁训来^[7]通过切片观察中国贵州瓮安地区震旦系陡山沱组磷块岩,从保存的原植体化石上识别出类似于现代某些红藻的囊果状、果孢子囊状和精子囊群状的雌、雄生殖器官。此前,Schopf和Blasic^[8]、刘志礼^[9]等发现的化石显微构造中存在减数分裂产生的四分体细胞,化石层位的时限大致为距今1700—1800Ma。因此,至少在1700Ma左右真核藻类的有性生殖形式已经出现;至陡山沱期,由于全球规模的冰期结束,引起了气候、环境的有利变化,使得有性生殖现象相当普遍,并且遗传变异出堪与现代藻类媲美的各种纷繁复杂的多细胞后生藻类。从而在地层记录中不仅保存了细胞组织形态上的有性生殖的化石证据,而且可能反映在化石的宏观形态变化上。

1 化石产地和层位

化石产地位于我国安徽省黄山市休宁县西北蓝田乡皮园村,通达著名旅游胜地黄山的公路西侧(图1)。

蓝田组的岩性可分为:底部灰色厚层含锰白云岩;下部灰黑色薄层粉砂质、泥质含碳页岩,

注:本文为国家自然科学基金资助项目(编号49472084)。

本文1996年5月收到,1997年7月改回,萧品芳编辑。

纹层发育,风化后呈灰白色,其中出现三层厚1—3m的侵入岩体;中部深灰色厚层泥灰岩;上部灰黑色条带状薄层石灰岩夹薄层页岩及透镜状泥灰岩。本次采集的化石层位处于侵入岩层之上,不透水的泥灰岩层之下的薄层碳质页岩中,大致在陈孟莪等^[6]所测制剖面的第7层中。

2 化石资料的综述及认识

安徽休宁位于江南地层区的东缘,与华北地区产出宏观藻类的化石层位^[10]相比,蓝田组中含化石的碳质页岩孔隙度显著较大,发现的化石体部位均出现明显的空腔,表面尚保存排列整齐的有机碳颗粒,所采化石越新鲜,碳质颗粒保存越多、越清晰(图版 I-1, 8—10, 图版 III-9—11等),这有两种可能的解释:一是藻原植体成岩过程中,细胞原生质降解凝缩,以胞壁或孢囊壁圈定的单元形成规则的有机碳团块;二是碳化的化石体风化时,濡湿的碳质膜发生泥裂,出现许多多边形团块,干燥后变成越来越小的碳质颗粒。

本次采集的蓝田组化石,大致具有圆球(盘)形体、纺锤状体、丛状体、丝状体、扇状体、链状体和肾状体等宏观形态的分化,现分述如下。

2.1 圆球(盘)形体

本文化石材料中肉眼可分辨的圆球(盘)形碳质化石个体直径在80—2000 μm 不等,散布在层面上,与形态多样的其它后生植物共生。以往的文献中均笼统归入 Chuarid 类。事实上,圆球状体形类(coccolid habit)的藻类化石在冈弗林特(Gunflint)燧石(1900 Ma)中已经产出,碎屑岩中肉眼可见的源于球形、囊球形的圆盘状碳质膜化石,从华北蓟县长城系下部泥质白云岩^[11]到扬子区震旦系灯影组中均有发现,尤其在晚元古代青白口纪长龙山期和震旦纪陡山沱期出现大型个体,直径以毫米计^[10,12,13]。由于一直未发现确切的多细胞结构的证据,刘志礼等将 Chuarid 类仍看成是单细胞球形绿藻^[11](图版 IV, 图 4),甚至把发现于青白口系上部已长出柄状固着器的 *Longfengshania* 也看成是无隔壁的单细胞多核植物体。Sun Weiguo^[14]综合了前人的看法,利用揭片法找到了 *Chuarid* 是丝状藻类组成的群体的证据。北京大学张昀等(未刊论文)从安徽八公山晚前寒武纪刘老碑组的 *Chuarid* 材料中找到保存清楚的丝状体,但怀疑是表面附着生物。张昀、袁训来^[7]在贵州瓮安陡山沱组磷块岩切片中发现的多细胞结构原植体是否可对应于同期碎屑岩相中的 Chuarid 类,也存在探讨的必要。尹崇玉、高林志^[15]系统研究了中国早期具刺疑源类的演化历程后提出,陡山沱期极度繁盛大个体、壳壁结构复杂的具刺疑源类浮游生物,且多数达到宏观可见的1000 μm 左右。鉴于陡山沱期大规模海侵和融化冰水导致的水体密度降低、较为富养(氧)等有利的环境因素,球形疑源类刺饰类型的大量出现可能应该具有以下三个功用:①增加体表的表面张力,在低密度的水介质中更易于漂浮;②阻隔水流中的有机质养分,使之围绕体表形成扰动层,更利于养分的吸收;③管状分叉刺饰和多层结构似乎更适宜于呼吸氧气等气体交换。尽管在页岩相中具刺疑源类的壳饰肉眼很难看到,但可以肯定本文的 Chuarid 类化石中一定存在这样的类型。



图1 化石产地(x)地理位置图
(据陈孟莪等,1994^[6])

Fig. 1 The location map of the fossils
(from Chen Meng'e et al, 1994^[6])

综上所述,圆盘(球)形碳质化石 Chuarid 类可能是多源的,代表着多种类别的藻类或其个体发育不同阶段的产物。笔者统计了约 1.2m² 化石层面,发现这类化石个体直径和数量分布存在梯度分布现象(图 2),尤其在 2000 μ m 左右的数个个体中出现丝状突起(图版 I-1-3)。与青白口系长龙山组的 *Longfengshania* 明显不同的是这种突起态的原植体显著偏小(盘状体直径小于 2mm,丝状体宽度 0.1—0.25mm),且丝(柄)状体另一端未见其它固着器。

结合陡山沱期可能存在高级藻类——红藻的证据,笔者推测这些圆盘(球)形碳质化石中某些个体及其丝状突起形式可能是世代交替生活史中繁殖阶段的产物,即合子分裂增生,逐渐形成肉眼可见的圆盘状“胚”——Chuarid 类,这些“胚”再萌生成丝状或丛枝状的成体(图 4)。也可能是丝状藻类聚合体发生藻丝游离所形成。因此,在震旦纪地层中发现具丝(柄)状突起的圆盘形碳质化石,为 Chuarid 类与其它高级藻类的相关研究提供了线索。

Chuarid 类宏观藻类化石的生物学归属问题,已有人^{[16,]①}通过分析化石岩样的生物标志物(化学化石)进行过探讨,但大都只能确认化石生源是来自具叶绿素自养藻类。因此,只有当现代藻类赖以分类的各种色素降解后的生物标志物确定下来,才可能将这些宏观碳膜化石与现代藻类建立真正的生物学联系。

2.2 纺锤状体

这种纺锤状瓣叶化石与圆盘(球)状体有着密切联系,可能是圆盘(球)状体其中的一些个体沿长直径方向裂开(图版 I-8,9;图版 III-10,11)形成一端相连的两纺锤状瓣叶(图版 I-11),最大分散角可达 90°,类似孢子束的裂开过程。此外尚发现两枚具托的丫角状瓣叶化石(图版 I-9,12),这在前寒武纪地层中比较罕见,外形颇似褐藻中墨角藻(*Fucus*)的生殖托(图 3)。现代墨角藻为多年生的孢子体,二叉式分枝,生活史中无配子体世代,成熟时,经减数分裂直接产生精子和卵,精子囊和卵囊生长在藻体顶端膨大的生殖托上的生殖窝内,受精作用后的合子萌发,仍为习见的孢子体^[17]。该类藻体的化石最早见于山东淄博石炭系的 *Quasifucus* Bian et Zhang (1985),但未见可靠的生殖托状结构。生殖托及其上的生殖窝形态是墨角藻目(*Fucales*)的特殊构造,尚未见于其它的高级海生藻类。

本次化石资料中未保存单一的瓣叶化石,而多见圆盘状体,一端裂开仿佛呈两瓣叶的化石。阎永奎等^[5]将这种纺锤状瓣叶化石统一定名描述为纺锤藻 *Fusiphysa*,因与 Chuarid 类具丝状突起的分子共生,认为可能是行有性生殖的高级藻类生活史繁殖阶段的产物。因此,虽然未曾采到整株的成熟藻体^[5,6]和明显的具生殖窝的化石,但是这种“生殖托”结构的存在可能是可以确认的宏观生殖器官化石首例。国内外学者为了在晚前寒武纪冰碛岩层位附近寻找生殖器

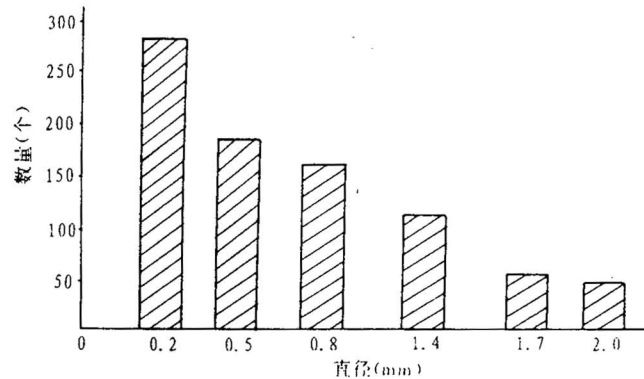


图 2 圆盘状碳质化石的个体直径和数量分布图

Fig. 2 Map showing distribution of the diameter and number for Chuarid

① 朱世兴, 陈能辉. 华北蓟县团山子组(1700Ma)的宏观藻类植物群, 1995 (未刊稿).

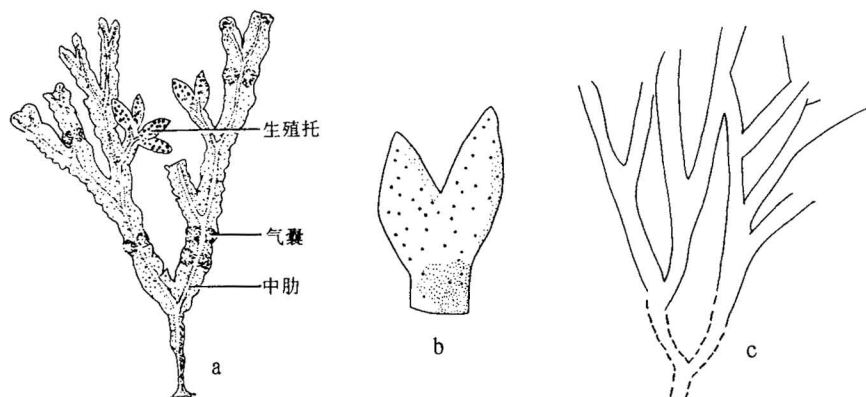


图3 现代藻类与蓝田组化石藻类对比图

Fig. 3 Contrast map showing modern algae and fossil algae in the Lantian Formation
 a—现代墨角藻外形(据李作新等,1982改绘); b—描述的宏观藻“生殖托”化石; c—*Enteromorpha siniansis* Zhu et Chen 中华拟浒苔(据陈孟戎等,1991,图版1,图1描绘),双叉分枝,中肋及顶端膨大未见保存

a—*Fucus* (from Li Zuoxin), b—The fossil genital algae butt described in this paper,
 c—*Enteromorpha siniansis* Zhu et Chen (from Chen Meng'e 1991, Plate I-1)

官化石和世代交替的早期证据,做了大量的工作,已有多次类似的报道,但都有不同的解释, Gnivolovskaya^[18]报道发现文德带藻类的生殖器官(孢子囊),但 Vidal^[19]认为是降解产物;1990年 Vidal^[20]亦将 Spjeldnaes 发现的可能是“二倍体”为主的宏体绿藻——乳突膜

藻 *Papillomembrana* Spjeldnaes (1963), 归入巨型刺形源类。可能是由于磷酸盐具有较高的复制能力,在成岩过程中可以分别通过置换作用或包膜作用将生物体的微细构造复制下来^[21],因而张昀等^[7]在贵州瓮安陡山沱组黑色磷块岩中找到了确凿的类似于现生红藻类的“生殖窝”状结构(切片观察)。笔者在安徽蓝田组页岩中发现的与现代黑角藻生殖托外形相似的具托纺锤状瓣叶化石,恰与其时代相当。若今后在微观结构方面进一步观察研究,可以确认其归属高级藻类生殖器官化石的话,则表明南沱冰期以后,植物界世代交替的现象已广泛出现,以水为媒的有性生殖作用普遍存在,在温暖的海洋中形成缤纷多彩的“海底丛林”。

2.3 丝状体和扇状体

蓝田组产出的化石中除上述圆盘(球)状体以外,以丝状体和丛状体、扇状体居多,已相继见于报道,如 *Huizhouella* Yan, Xing et Xu; *Cyathophyton* Xing, Bi et Wang; *Xiuningia* Xing, Bi et Wang; *Lantiania* Xing, Bi et Wang; *Flabelliphyton* Yan, Xing et Xu; *Semisphaerophyton* Xing, Bi et Wang 等^①,笔者认为它们之间颇多联系,因而在本文中笼统归在一起综述。

保存较好的丝状体大致可分为三类:①疏且紧挺的纤细丝状体双叉分枝,丝体宽 0.1mm 以下,未见横隔构造,如 *Lantiania* Xing, Bi et Wang(图版 II-8,图版 III-4b,8),②柔弱分枝的丝状体,分枝不规则,丝状体常聚集成束,宽在 0.12—0.15mm 之间,有时保存清晰的横隔构造,但难以分辨是细胞间隔还是丝体降解形成,如 *Xiuningia* Xing, Bi et Wang(图版 II-9,图版 III-5,6)。③丛状体、杯状体和扇状体,可能是藻体生长的不同阶段,由于保存的原因呈现不同状态。藻体下部丝状体密集、错综接合成杯状、扇状的假膜体,两侧具明显的边缘,多数可见钙质充填的纵列和横隔构造(图版 II-1,4—6),可能是前寒武纪钙藻的化石证据(邢裕盛,1995 会议报告);偶见与现代钙扇藻(*Udotea* Lamouroux)相似的重圈状线(图版 II-2),可能是藻丝在

① 前人(邢、毕、阎、陈)文章中同物异名的属种较多,本文在此仅列上述若干属名。

分枝点缢缩形成^[17]。若保存基部,则有圆盘状(图版Ⅱ-3a)、块状(图版Ⅱ-1,图版Ⅲ-7b)、膨大成球状(图版Ⅲ-2,7c)、头状(图版Ⅲ-4a),可能是“胚”体逐渐萌生丝体而形成的不同状态。若保存冠部,则可见杂乱丛生、游离分枝的丝状体(图版Ⅱ-4,6,图版Ⅲ-1,5)。属种如 *Cyathophyton* Xing, Bi et Wang; *Huizhouella* Yan, Xing et Xu; *Flabelliphyton* Yan, Xing et Xu; *Semisphaerophyton gracile* Xing, Bi et Wang 等。

2.4 链状体和肾状体

链状体藻体呈链状,由多个空心的椭圆形链环联结而成。最早由阎永奎等发现定名为 *Catenasphaerophyton kongkengensis* Yan, Xing et Xu(1992),后由陈孟莪等^[6]异名描述。本文所附图版为单列链和单个链环(图版Ⅰ-6,7),可能由于保存时受挤压,链环两端有部分叠覆。形态类似蓝藻门的念珠藻类,但个体甚大,肉眼可见,且未见胶鞘呈膜状保存。若是成熟藻体,其生长方式难以想象,而可能是附生于其它成熟藻体上,串生或单生,行飘浮功能的气囊式结构,压实降解后中空的气囊逐渐形成空心的链环。肾状体(图版Ⅰ-5)亦由扁盘状体相互联缀而成,可见明显双分叉,个别仍呈链环状,可能是上述气囊囊膜未完全降解的产物。链状体和肾状体是安徽休宁蓝田组产出的一类较为特殊的化石形态,尚未见于同层位的其它地区,这可能与前文所述的保存条件优越有关。

3 结论

(1) 目前仅在皖南休宁震旦纪陡山沱期蓝田组发现的具丝状突起的圆盘形 Chuarid 藻类化石为江南地层分区晚元古代地层中所首见,它与华北地台晚元古代青白口纪地层中产出的具柄状突起及固着器的盘状碳膜化石可能不同,而是高级藻类世代交替生活史的中间阶段,即可能是“胚”体发育成丝体的初始阶段。

(2) 在皖南休宁蓝田组出现了丫角状、纺锤状瓣叶化石,可能是与代高级藻类“生殖托”结构相似的藻类生殖器官化石,进一步的研究若能证实这一点,将成为可以确认的宏观生殖器官化石的首列。

(3) 通过讨论蓝田组产出的丝状体、丛状体、杯状体和扇状体等化石形态之间的联系,认为这些形态多数是藻体世代交替生活史中不同生长阶段的化石保存,基部的圆盘状、头状及块

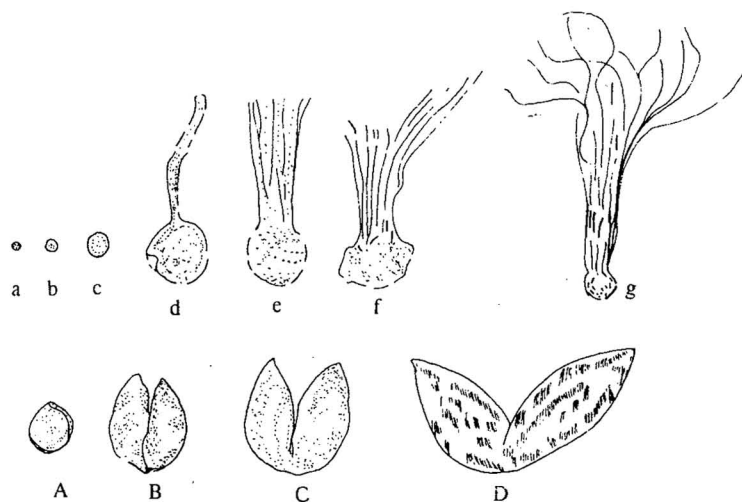


图4 “蓝田植物群”藻体生长阶段示意图

Fig. 4 Sketch map showing the growth stage of the fossils in "Lantian Flora" Chuarid 类特点: a-c—*Chuaridia*; d—*Parachuaridia simplicis*, 具丝状突起(据图版Ⅰ-1, from Plate I-1); e—*Huizhouella typicus* (据图版Ⅱ-2, from Plate II-2); f—*Flabelliphyton formosus*(据图版Ⅱ-3b, from Plate II-3b); g—*F. formosus* (据图版Ⅱ-6, from Plate II-6)。Chuarid 类演化关系: A—*Chuaridia*; B—*Fusiphysa simplex*(据图版Ⅲ-10, from Plate III-10); C—*F. simplex*(据图版Ⅰ-8, from Plate I-8); D—*F. simplex*(据图版Ⅰ-11, from Plate I-11)

状结构可能是合子发育的“胚”。它与 Chuarid 类也有相关性(图 4)。

(4) 链状体和肾状体化石可能是藻类行漂浮功能的“气囊”式结构。

4 化石描述

丘阿尔藻科 *Chuariaceae* Wenz, 1938 emend. Duan, 1982

拟丘阿尔藻属 *Parachuararia* Yan, Xing et Xu, 1992

简单拟丘阿尔藻 *Parachuararia simplicis* Yan, Xing et Xu

(图版 I -1—3)

1992, *Parachuararia simplicis* Yan, Xing et Xu, 48 页, 图版 26, 图 18—20。

材料 3 块标本。

描述 圆盘状体为黑色碳质薄膜, 风化后略显棕色, 边缘界线分明, 表面光滑无饰, 仅中心颜色比边缘稍浅, 似乎是有机质(原生质)经挤压后集中到边缘所致。直径 1.2—1.5mm。丝体宽 0.08—0.25mm, 可见长度 1.5—4mm, 其中可见丝状体末端呈钩形弯曲。

比较和讨论 与华北燕山地区青白口系发现的具柄 *Longfengshania* Du 相比, 个体明显较小, 叶状体小两倍以上, 丝状体也不如 *Longfengshania* 的柄(拟茎)坚挺, 常纤细弯曲, 且未见末端的固着器构造。

本文将具丝状突起的圆盘状化石归入阎永奎等^[5]定名的 *Parachuararia simplicis*, 认为它处于高级藻类的“胚”体发育成丝状体的初始阶段。

产地及层位 安徽休宁县蓝田皮园村, 震旦系蓝田组。

纺锤藻属 *Fusiphysa* Yan, 1984

简单纺锤藻 *Fusiphysa simplex* Yan, 1984

(图版 I -8—12, 图版 III -10, 11)

1984, *Fusiphysa simplex* Yan, 199 页, 图版 13, 图 7。

1992, *Fusiphysa simplex* Yan, 47 页, 图版 26, 图 15A, B, C。

材料 10 块以上标本。新鲜面黑色, 风化后呈棕褐色。

描述 单体为纺锤状, 长 2—3mm, 宽 1mm 左右, 常组合成一对, 侧面贴合, 一端裂开, 贴合紧密的外形似具一缺口的圆盘 *Chuararia*, 沿长直径隐约可见一裂隙, 裂开角由小变大, 可达 90°, 呈丫角状。纺锤状单体表面黑色碳质团块保存似呈两侧对称性。其中两枚化石贴合部具托。

比较和讨论 前寒武纪宏体化石中还未见这种纺锤状藻类, 因可见系列变化, 在此暂归于 *Fusiphysa*, 笔者认为为器官属, 可能仅是高级藻类的生殖器官部分——孢子束或生殖托, 在藻体逐渐成熟时分别脱落保存成化石(图 4)。

产地及层位 安徽休宁县蓝田乡皮园村, 震旦系蓝田组。

中国地质科学院邢裕盛研究员全面指导, 中国科学院地质研究所陈孟莪研究员提供野外信息, 安徽 332 地质队傅家聪高级工程师协助野外工作, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所曹颖同志帮助录入文稿, 中国地质博物馆叶青培同志清绘图件, 笔者在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 1 邢裕盛. 震旦系及其在地质年代表中的位置. 国际交流地质学术论文集, 北京:地质出版社. 1984. (1): 37—48 页.
- 2 邢裕盛, 毕治国, 王贤方. 皖南震旦系发现宏观藻类化石. 中国地质科学院地质研究所所刊, 1985, (12): 32.

- 3 邢裕盛等. 中国的前寒武系. 中国地层, 3. 北京: 地质出版社, 1989. 1—314 页.
- 4 毕治国等. 皖南震旦系. 地层古生物论文集, 第 19 辑. 1987. 27—60 页.
- 5 阎永奎, 蒋传人, 张世恩, 杜森官, 毕治国等. 浙、赣、皖南地层震旦系研究. 中国地质科学院南京地质矿产研究所刊, 1992, 12(增刊): 1—144.
- 6 陈孟莪, 鲁刚毅, 萧宗正. 皖南上震旦统蓝田组的宏体藻类化石—蓝田植物群的初步研究. 中国科学院地质研究所集刊, 1994, (7): 252—267.
- 7 张昉, 袁训来. 元古宙末多细胞红藻有性生殖结构的发现. 中国科学, B 辑, 1995, 25(7): 749—754.
- 8 Schopf J W, Blasic J M. New microorganisms from the Bitter Springs Formation(Late Precambrian) of the north—central Amadeus Basin, Australia. Jour. Paleont., 1971, 45: 925—960.
- 9 刘志礼. 河北蓟县雾迷山组微体藻类化石群及其地质意义. 南京大学学报(藻类专辑), 1982, 121—166.
- 10 唐烽. 北京地区青白口纪长龙山期宏观藻类的新发现. 地层古生物论文集, 第二十六辑, 1995. 24—34 页.
- 11 阎玉忠, 刘志礼. 论长城系微化石群的真核生物意义. 微体古生物学报, 1993, 10(2): 167—180.
- 12 阎玉忠. 中国蓟县团山子组(17 亿年)宏观藻类的发现和初步研究. 微体古生物学报, 1995, 12(2): 107—126.
- 13 陈孟莪, 萧宗正. *Beltanelloides podolicus* 在中国上震旦统首次发现. 地质科学, 1993, 28(4): 312—315.
- 14 Sun Weigu. Palaeontology and biostratigraphy of Late Precambrian macroscopic colonial algae: *Chuarua* Walcott and *Tawuia* Hofmann. Palaeontographica, Abt. B, Bd. 1987, 203: 109—134.
- 15 尹崇玉, 高林志. 中国早期具刺疑源类的演化及生物地层学意义. 地质学报, 1995, 69(4): 360—371.
- 16 刘志礼, 刘雪娟. 河北下花园洪水庄组含炭质化石岩样的生物标志物. 古生物学报, 1992, 31(4): 483—487.
- 17 李伟新等. 海藻学概论. 上海科学技术出版社: 1982. 1—249 页.
- 18 Gnilovskaya M B. Vendoeoids. In: Brbanek A, Rozanov A Yu. eds. Upper Precambrian and Cambrian Paleontology of the East European Platform. Publishing House Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1983, 46—56.
- 19 Vidal G. Are late Precambrian carbonaceous megafossils metaphytic algae or bacteria? Lethaia, 1989, 22: 375—379.
- 20 Vidal G. Giant acanthomorph acritarchs from the Upper Proterozoic in Southern Norway, Paleontology, 1990, 33(part 2): 287—298.
- 21 Runnegar B. Shell microstructures of cambrian molluscs replicated by phosphate. Alcheringa, 1985, 9: 245—257.

图 版 说 明

标本保存于北京中国地质博物馆, 均采自安徽休宁县蓝田乡皮园村新修公路西侧. 图中标尺长度 2mm.

图版 I

- 1—3. 简单拟丘阿尔藻 *Parachuarua simplicis* Yan, Xing et Xu, 1992; 标本号: 1. LT-12, 2. LT-56, 3. LT-37.
4. 蓝田中华带藻 *Simotaenia lantiansis* Yan, Xing et Xu, 1992; 标本号: LT-13a.
- 5—7. 孔坑链球藻 *Catenasphaerophyton kongkengensis* Yan, Xing et Xu, 1992; 标本号: 5. LT-12, 6. LT-41, 7. LT-13b.
- 8—12. 简单纺锤藻 *Fusiphysa simplex* Yan, 1992; 标本号: 8. LT-24, 9. LT-34, 10. LT-25, 11. LT-22, 12. LT-08.

图版 II

- 1—3. 标准徽州藻 *Huizhouella typicus* Yan, Xing et Xu, 1992; 标本号: 1. LT-20, 2. LT-47, 3. LT-32.
- 4—6. 美丽扇形藻 *Flabelliphyton formosus* Yan, Xing et Xu, 1992; 标本号: 4. LT-30, 5. LT-15, 6. LT-05.
- 7a, 7b. 蓝田中华带藻 *Simotaenia lantiansis* Yan, Xing et Xu, 1992; 标本号: LT-40. 图 7b 是图 7a 的局部放大, 该标本可能是杯状、扇状体仅保存冠部(图 5, 6)的杂乱丛状的藻丝体.
8. 丝线形蓝田藻 *Lantiania nematoformis* Xing, Bi et Wang (MS), 1985; 标本号: LT-48.
9. 厚休宁藻 *Xiuningia crassa* Xing, Bi et Wang (MS), 1985; 标本号: LT-48.

图版 III

1. 精细半球藻 *Semisphaerophyton gracile* Xing, Bi et Wang, 1989; 标本号: LT-26.
- 2—4a. 标准徽州藻 *Huizhouella typicus* Yan, Xing et Xu, 1992; 标本号: 2. LT-18, 3. LT-28, 4a. LT-16.
- 5, 6. 厚休宁藻 *Xiuningia crassa* Xing, Bi et Wang (MS), 1985; 标本号: 5. LT-17, 6. LT-01.
- 7a. 蓝田中华带藻 *Simotaenia lantiansis* Yan, Xing et Xu, 1992; 标本号: LT-38.
- 7b. 简单杯形藻 *Cyathophyton simplicis* Xing, Bi et Wang (MS), 1985.
8. 丝线形蓝田藻 *Lantiania nematoformis* Xing, Bi et Wang (MS), 1985; 标本号: 8. LT-21.
9. 圆型丘阿尔藻 *Chuarua circularis* Walcott, 1899; 标本号: 9. LT-33
- 10—11. 简单纺锤藻 *Fusiphysa simplex* Yan, 1992; 标本号: 10. LT-11, 11. LT-41.

A NEW DEB OF METAPHYTE FOSSILS FROM THE LATE SINIAN DOUSHANTUO STAGE AT XIUNING, ANHUI PROVINCE

Tang Feng

Yin Chongyu and Gao Linzhi

(National Geological Museum of China, Beijing) · (Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Science, Beijing)

Abstract

The carbonaceous shale of the Late Sinian Doushantuo Stage of the Lantian Formation in Xiuning area, Anhui Province, Southern China, contains an exceptionally well-preserved carbonaceous megafossil assemblage of Metaphyta called the "Lantian Flora", which is the product of the first radiation of Metaphyta in the earth history. Xing Yusheng (1984, 1985, 1989), Bi Zhiguo et al. (1987), Yan Yongkui et al. (1992), Chen Menge et al. (1994) outlined the Neoproterozoic macro-algal fossils, which are represented by disc-, spindle-, cup-, fan- or clump-shaped carbonaceous thalli. And the new fossils evidence supports the authors' analysis which as follows: (1) The disc-shaped films, generally called "Chuarids", can be of different origins. After the glacial epoch, many Chuarids with coccooid habit emerged; (2) The spindle-shaped algal fossils were first found in 1984 and described in 1992. Morphologically compared with modern algae, they are very similar in outline to the genital butt of *Fucus L.*, with the sporophyte comparable to a kind of branched algae fossil *Enteromorphites sinianensis* Zhu et Chen (1984) from the Doushantuo Formation at Miaohu, Hubei Province. (3) The cup-, fan- and clump-shaped carbonaceous thalli might be preserved in different growth stages of the rhodophyte filaments. The cup-shaped fossils consist of filaments like rafts which are fused laterally, and are crowded closely in a thin membrane. The filaments branched constantly during their growth and the thalli broadened and became a fan-shaped outline. When the metaphyta matured into propagating alga which might give rise to a lot of free spores with connection to the Chuarids, the filaments bursted and drifted freely to show a clump-shaped feature.

Key words: Doushantuo Stage, metaflora fossils, genital form, alternation of generations, Xiuning

作者简介

唐烽, 1965年生, 1987年毕业于南京大学地球科学系, 1993年在中国地质科学院获理学硕士学位。现任中国地质博物馆副研究员, 从事前寒武纪地层古生物方面的研究。通讯地址: 北京西四中国地质博物馆, 邮政编码: 100034。

