谨将此书献给第三十届国际地质大会

国家自然科学基金资助项目

震旦纪
庙河生物群

丁莲芳　李　勇　胡复燕
肖娅萍　苏春乾　黄建成　著



(北京)
631

地质出版社

135572
Q+65 Q915.631
001

国家自然科学基金资助项目

震旦纪庙河生物群

丁莲芳　李　勇　胡夏嵩
肖娅萍　苏春乾　黄建成　著

5342/09

石油大学（北京）藏书

石油大学0139528

地质出版社
·北　京·

内 容 简 介

本书是全面介绍了我国三峡地区晚震旦世陡山沱组庙河生物群的研究成果。书中对该区地层中的古生物材料进行了系统描述，这些化石包括微古植物、疑源类、宏体藻类以及腔肠动物、海绵动物、蠕虫动物及遗迹化石，共140个属322个种；其中，新属38个，新种102个。笔者在介绍了该区地层以及庙河生物群的含义、组成、特征及生物分类的基础上，对上述各类生物、沉积及古生态特征作了详细的讨论，并附有各类图表及插图近30幅。

本书可供地质和生物教学、研究人员及地层古生物、沉积、古生态等有关专业工作者参考。

图书在版编目（CIP）数据

震旦纪庙河生物群/丁莲芳等著. －北京：地质出版社，1996.7
ISBN 7-116-02099-3

Ⅰ.震… Ⅱ.丁… Ⅲ.生物群-中国-三峡-震旦纪 Ⅳ.Q145

中国版本图书馆CIP数据核字（96）第11988号

地质出版社出版发行
（100083 北京海淀区学院路29号）
责任编辑：王 瑛

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销
开本：787×1092 1/16 印张：14.5 图版：20页 字数：336000
1996年7月北京第一版·1996年7月北京第一次印刷
印数：1—500册 定价：28.50元

ISBN 7-116-02099-3
Q·07



谨将此书献给
第三十届国际地质大会

丁莲芳　李　勇　胡夏嵩
肖娅萍　苏春乾　黄建成



This book is dedicated to the

30TH INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS

Ding Lianfang, Li Yong,
Hu Xiasong, Xiao Yaping,
Su Chunqian, Huang Jiancheng

前　言

漫长的前寒武纪分别占地球历史和地球生命历史的八分之七和七分之六。它以其岁月悠悠为自己蒙上了一道神秘的面纱，吸引着各国学者纷至沓来，涌向这迷人的领域，成为世界地学界研究的热点之一。1947—1949 年，在澳大利亚南部埃迪卡拉(Ediacara)地区，首次发现了距今 600—700 Ma 的大量腔肠动物、环节动物及节肢动物化石，被称为 Ediacara 动物群。以后，在西南非洲纳玛群(Nama Group)、英国恰尼伍德森林(Charnwood Forest)、加拿大东南部的康塞普辛群(Conception Group)、俄罗斯东欧地区及西伯利亚地台的文德系(Vendian System)上部相继发现了类似的后生动物化石。与此同时，微古植物的研究也得到了迅速发展，在前寒武纪地层中不仅发现了大量的藻类化石，如蓝藻、褐藻、绿藻等，而且也发现有大型的宏体藻类化石。

在我国，前寒武纪古生物的研究是在 1922 年从叠层石开始的。60 年代初期，我国前寒武纪古生物的研究主要是限于叠层石和微古植物方面。70 年代以后，除叠层石、微古植物的研究外，又发展到其它生物门类，如宏体藻类、后生动物、带壳动物及遗迹化石等各方面的研究。80 年代中期到 90 年代初，对建国以来的发现及成果作了系统的总结，出版有《中国晚前寒武纪古生物》(邢裕盛等，1985)，《中国云南晋宁梅树村震旦系—寒武系界线层型剖面》(罗惠麟等，1984)，《燕山地区青白口纪宏观藻类》(杜汝霖等，1986)，《扬子地台北缘晚震旦世—早寒武世早期生物群研究》(丁莲芳等，1992)及《中国叠层石》(朱士兴等，1993)；与此同时，还有上百篇论文相继问世，呈现出一派欣欣向荣的局面。

峡东地区是我国震旦系的标准剖面所在地，自葛利普(A. W. Grabau，1922)对震旦系的定义明确提出后，经李四光教授(1924)研究，首先在此建立了该系的标准层序，迄今已有半个多世纪，它一直作为我国南方同时期地层划分与对比的标准。

1990 年始，笔者在峡区开展了对震旦纪及震旦—寒武纪过渡期生物的研究。为了使前寒武纪古生物的研究工作向深层次发展，本课题研究人员在原有工作的基础上，又在震旦系发育的三峡地区黄陵背斜西翼陡山沱组分布的地带进一步进行调查，以寻找更多的后生动植物化石及其生命活动过程中遗留下来的种种痕迹，追溯生物在漫长而遥远的距今 6.5—7 亿年间地质时期中的演化历史，探索前寒武纪生物圈与环境之间的关系，为建立生物等时面及进行全球性生物地层对比提供依据。几度寒暑，终于发现了庙河生物群。

庙河生物群是笔者于 1991 年在提交国家自然科学基金报告《扬子地台北缘晚震旦世—早寒武世早期生物群研究》中正式提出并命名的。其基础是 1990 年 5 月笔者在测制黄陵背斜西翼陡山沱组剖面时，在陡山沱组上部黑色粉砂质页岩中发现了大量宏体藻类及虫管化石。后于 1992 年在专著中再次给予论证。现已逐渐为众人所接受。当时，课题任务虽已结束，但研究工作并未停止，进一步的发掘，又不断有所发现。为此，作者再次申请国家自然科学基金并获得资助。本专著就是第二次自然科学基金资助的成果之一。

本书主要内容是介绍庙河生物群中已发现的化石门类，即微古植物(包括大型带刺疑源

类)、宏体藻类[包括蓝藻、绿藻、红藻、褐藻、硅藻(?)]、后生动物(包括腔肠动物、蠕虫动物)、海绵动物及遗迹化石的研究成果。本书不仅在形态上对化石进行了详细的描述,同时也对其组成成分、结构构造、动植物组合的特征及空间分布等方面进行了深入的研究。在与现代生物类比的基础上,笔者初步提出了庙河生物群的生物分类,对化石遗迹学、埋藏学、生物进化以及生物与环境的关系等方面进行了讨论,并与世界著名的埃迪卡拉动物群作了对比。我们的成果对后生动物的起源、演化以及生物绝灭的研究提供了重要线索。

本书是课题组集体研究的成果之一。除西安地质学院的同志外,还有陕西师范大学生物系的肖娅萍老师、刘全宏老师和黄建成教授参加。另外,西安地院刘吉庆高级工程师参加了部分野外工作;本校89级李峰、孔凡德、李兰梅、张继纯、韦军等几位同学也参加了部分野外工作;研究生杨剑绘制了古生物素描图;南京地质古生物研究所邓东兴和西安地质学院王瑶培、张明环代为照相;陕西师范大学杨章民进行电镜扫描工作。在工作中还得到了西安地质学院科研处、地质系以及陕西师范大学生物系有关同志提供的方便和热情帮助。全书脱稿后,聘请邢裕盛研究员和杜汝霖教授对全书进行了审阅和修改,提出了许多宝贵意见。在研究过程中还得到了北京大学张昀教授、河北地质学院杜汝霖教授、中国地质科学院邢裕盛研究员以及南京地质古生物研究所、天津地质矿产研究所、宜昌地质矿产研究所、中国地质大学(北京)等单位和个人的大力支持和帮助。对上述各方面的友好帮助,在此一并表示深切的谢意。

由于时间仓促,加之水平有限,对文中的疏漏和不当之处,敬请批评指正。

目　　录

前言

第一章　地层…… 丁莲芳　胡夏嵩　李　勇（1）

第一节　概述 ……（1）

第二节　地层剖面 ……（2）

第二章　庙河生物群及其生物分类…… 丁莲芳　黄建成　肖娅萍　胡夏嵩（12）

第一节　研究概况 ……（12）

第二节　庙河生物群的主要特征 ……（13）

第三节　生物分类 ……（19）

第四节　庙河生物群在前寒武纪生物演化中的位置及其意义 ……（24）

第五节　庙河生物群与国内外同期生物群的对比 ……（27）

第三章　微古植物…… 肖娅萍　胡夏嵩　丁莲芳　刘全宏（32）

第一节　微古植物研究简史 ……（32）

第二节　微古植物的基本形态特征及描述用语 ……（33）

第三节　微古植物（疑源类）化石组合及其地层分布 ……（34）

第四节　微古植物的分类系统 ……（43）

第五节　微古植物属种描述 ……（47）

第四章　宏体藻类…… 丁莲芳　胡夏嵩　肖娅萍（62）

第一节　研究简史 ……（62）

第二节　基本结构形态和术语 ……（63）

第三节　宏体藻类的特征 ……（66）

第四节　分类与命名 ……（69）

第五节　化石描述 ……（70）

第五章　后生动物及海绵动物…… 李　勇　丁莲芳　黄建成（96）

第一节　后生动物 ……（96）

第二节　海绵动物……（100）

第三节　化石描述……（103）

第六章　遗迹化石 …… 李　勇　丁莲芳（120）

第一节　研究简史……（120）

第二节　遗迹化石的特性及研究方法……（121）

第三节　遗迹化石的分类命名……（121）

第四节　庙河生物群中遗迹化石的特征、分布及组合……（124）

第五节　遗迹化石描述……（125）

第七章　沉积相、环境及古生态 …… 苏春乾　李　勇　丁莲芳（128）

第一节　沉积岩石类型……（128）

第二节　岩相及岩相组合……（133）
第三节　沉积地球化学特征……（137）
第四节　沉积相区划分及沉积模式……（140）
第五节　古生态及埋葬环境……（142）
结束语 …… 丁莲芳（145）
主要参考文献……（147）
英文摘要……（151）
图版说明及图版……（209）

Contents

Introduction

Chapter 1 The Stratigraphy ····· *Ding Lianfang, Hu Xiasong, Li Yong* (1)

Section 1 An Outline of the Stratigraphy ····· (1)

Section 2 Stratigraphic Sections ····· (2)

Chapter 2 The Miaohe Biota and it's classification of organisms ·····

····· *Ding Lianfang, Huang Jiancheng, Xiao Yaping, Hu Xiasong* (12)

Section 1 Sketchy History on Study of the Miaohe Biota ····· (12)

Section 2 Main Characteristics of the Miaohe Biota ····· (13)

Section 3 The Classification of Organisms ····· (19)

Section 4 The Position and Significance of the Miaohe Biota in the Evolution of Precambrian Life ····· (24)

Section 5 Correlation of the Miaohe Biota with the Territory of China and abroad ····· (27)

Chapter 3 Micropalaeophyta ·····

····· *Xiao Yaping, Hu Xiasong, Ding Lianfang, Liu Quanhong* (32)

Section 1 Sketchy History on Study of the Microflora ····· (32)

Section 2 The Form Characteristics and Description Terms of Microflora ····· (33)

Section 3 The Fossil Assemblages and Stratigraphical Distribution of the Micropalaeophyta ····· (34)

Section 4 The Systematics of Micropalaeophyta ····· (43)

Section 5 Description of fossils ····· (47)

Chapter 4 Macroscopic Alge fossil ····· *Ding Lianfang, Hu Xiasong, Xiao Yaping* (62)

Section 1 Sketchy History on Study of the Macroscopic Alge fossil ····· (62)

Section 2 Morphologicol structure and Phraseology ····· (63)

Section 3 Characteristics of the Macroscopic Alge ····· (66)

Section 4 Classification and Nomenclature ····· (69)

Section 5 Description of fossils ····· (70)

Chapter 5 Eumetazoa and Porifera ··· *Li Yong, Ding Lianfang, Huang Jiancheng* (96)

Section 1 Eumetazoa ····· (96)

Section 2 Porifera ····· (100)

Section 3 Description of Fossils ····· (103)

Chapter 6 Trace Fossils ····· *Li Yong, Ding Lianfang* (120)

Section 1 Sketchy History on Study of the Trace Fossils ····· (120)

Section 2 Caracteristics of the Trace Fossils and Analysis Method ····· (121)

Section 3 Classification and Nomenclature ..... (121)
Section 4 The Features and Distribution and Assemblages of Trace Fossils in the Miaohe Biota ..... (124)
Section 5 Description of Fossils ..... (125)
Chapter 7 Sedimentary Facies and Environments and Palaeoecology ..... *Su Chunqian, Li Yong, Ding Lianfang* (128)
Section 1 Types of Sedimentary rock ..... (128)
Section 2 Lithofacies and Assemblage of Lithofacies ..... (133)
Section 3 Caracteristis of Sedimentary Geochemistry ..... (137)
Section 4 Division of Sedimentary Facies Province and the Sedimentary Model ..... (140)
Section 5 The Palaeoecology and Taphonomic Environment ..... (142)
Conclusions ..... *Ding Lianfang* (145)
References ..... (147)
Summary in English ..... (151)
Explanations of plates and Plates ..... (209)

第一章 地 层

第一节 概 述

峡东地区是我国震旦系广泛发育的地区之一，驰名中外的三峡剖面就位于黄陵背斜的东南翼（图 1—1）。这里震旦系层序完整，界线清楚，岩性标志明显，化石丰富。1924 年李四光教授首先研究并建立了该系的标准层序一直沿用至今。震旦系的下界年龄为 800 Ma 左右，上界年龄为 600±10 Ma。震旦系不整合在变质的三斗坪群之上，与上覆寒武系之间为连续沉积。本系分两统四组，下统为莲沱组和南沱组，上统为陡山沱组和灯影组。

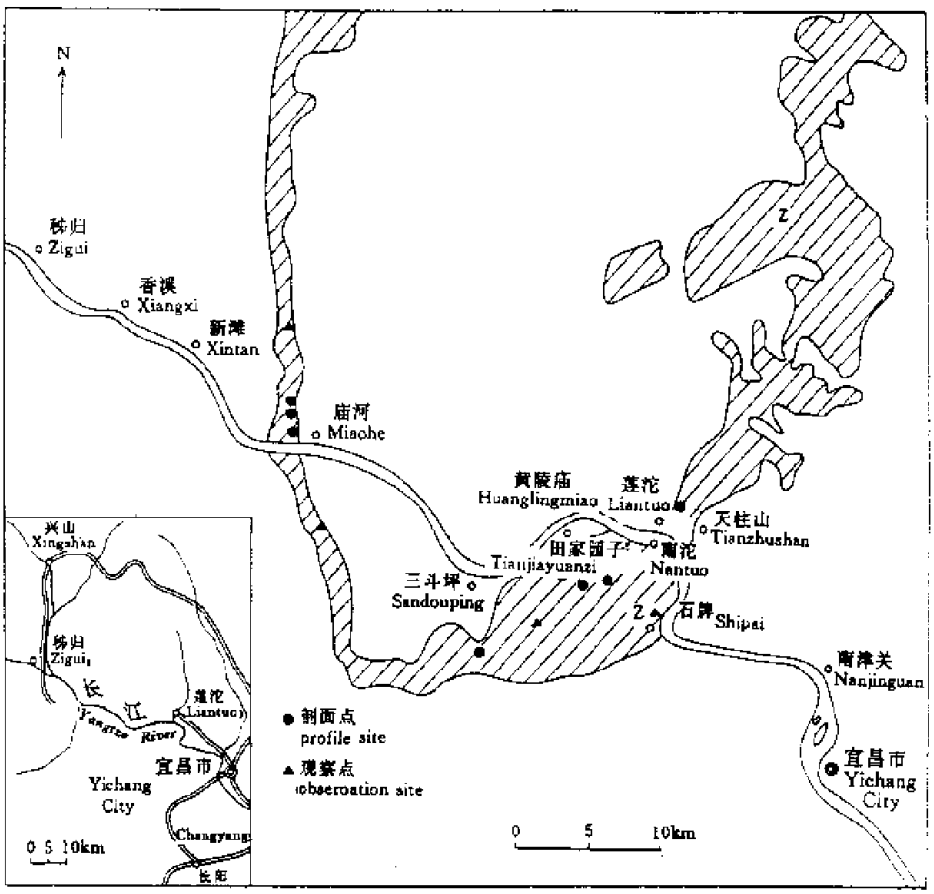


图 1—1 研究区剖面位置及露头分布简图

Fig. 1—1 The sketch map of distribution of section and outcrops in the research region

下统莲沱组岩性主要为长石石英砂岩和凝灰质砂岩，底部有砾岩。南沱组岩性主要为灰绿色的冰碛砾岩，与下伏莲沱组为平行不整合接触，上统陡山沱组为灰色至灰黑色薄层

至中厚层泥质灰岩、泥质白云岩，夹多层黑色页岩；上部为黑色炭质页岩及燧石层与下伏南沱组为平行不整合接触，产微古植物、宏体藻类、后生动物、海绵动物及遗迹化石等。灯影组其上部及下部主要为灰白色中厚层至块状白云岩夹硅质岩；中部为黑色含沥青的白云岩。根据岩性可分为蛤蟆井段、石板滩段、白马沱段和天柱山段四个岩性段。与下伏陡山沱组有沉积间断，产微古植物、宏体藻类、后生动物、蠕形动物及遗迹化石（图 1—2）。

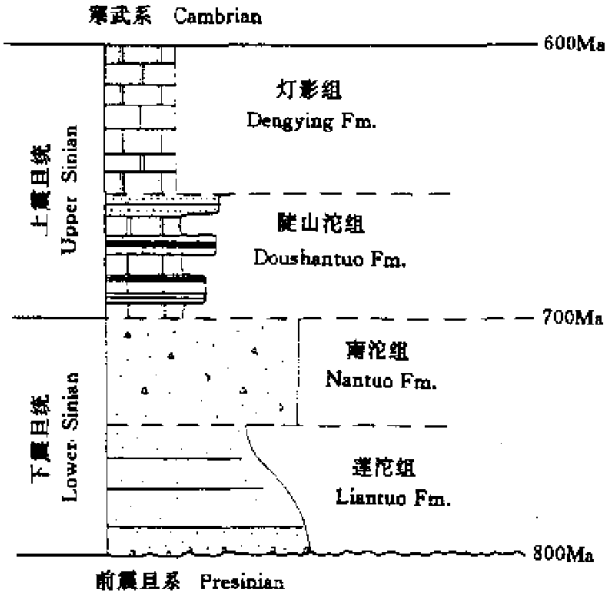


图 1—2 震旦纪地层划分简图

Fig. 1—2 The sketch map of stratigraphic division of the Sinian

第二节 地层剖面

笔者在研究区内共测制了 8 条陡山沱组剖面，它们分别为庙河吊崖坡剖面、庙河煤炭窝剖面、庙河四方洞剖面、田家园子老虎口剖面、田家园子马儿坡剖面、田家园子水桶崖剖面、莲沱王丰岗剖面和三斗坪花鸡村剖面，同时还踏勘了三斗坪头顶石陡山沱组剖面、莲沱沿江陡山沱组剖面、庙河江南周家岭剖面及江北李家沟剖面，限于篇幅，仅列部分代表性剖面，区内露头分布及剖面位置见图 1—1。

1. 湖北秭归庙河吊崖坡陡山沱组剖面（SM_1）

剖面位于庙河村西吊崖坡，其地理位置坐标为东经 31°13′，北纬 110°22′。高程 520 m，如图 1—3 所示。

上覆地层 上震旦统灯影组蛤蟆井段浅灰色厚层白云岩

-------- 间　　断--------

陡山沱组（182 m）

(16)（10—4）. 黑色薄层炭硅质粉砂岩，下部为黑色、紫黑色粉砂质页岩与炭硅质粉砂岩互层，本层又可详细分为 7 层，具体层号为 10—4；

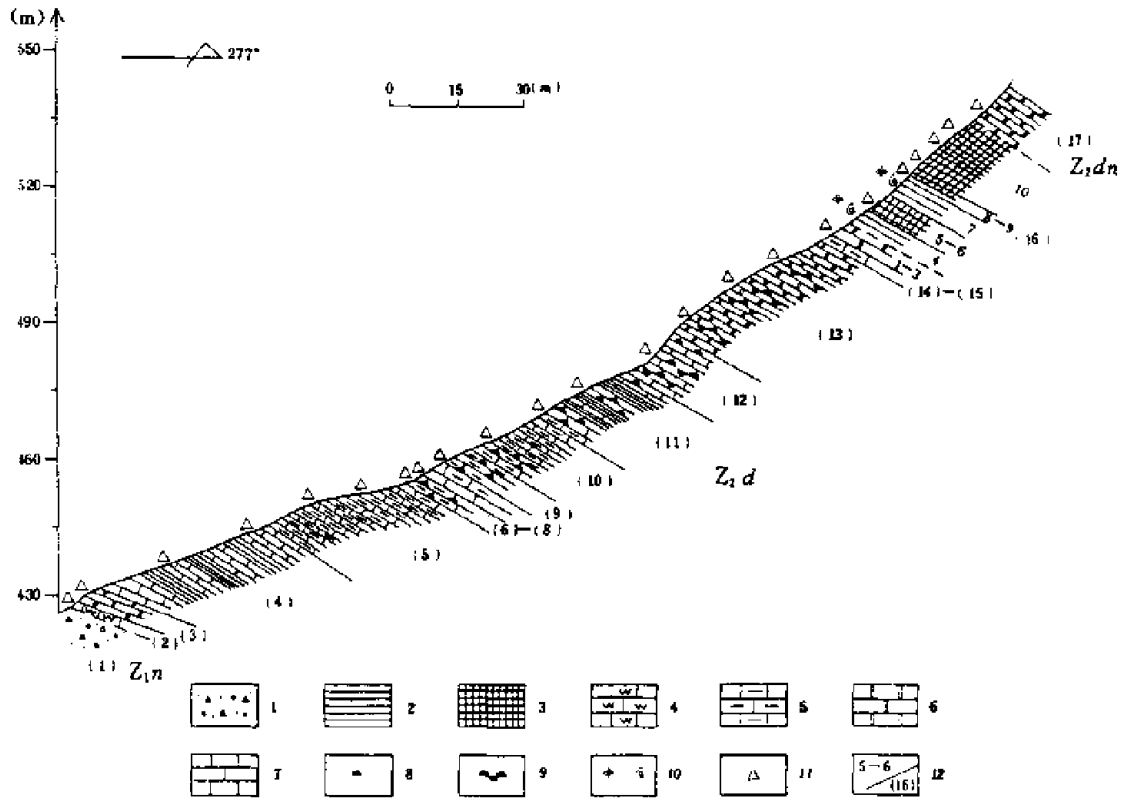


图 1—3　秭归庙河吊崖坡（SM_t）上震旦统陡山沱组实测剖面图

Fig. 1—3　Stratigraphical section of the Doushantuo Formation at the Upper Sinian in the Diaoyapo, Miaohe, Zigui (SM_t)

1—冰碛层；2—炭质粉砂质页岩；3—炭硅质粉砂岩；4—铁质皮壳灰岩；5—泥灰岩；6—白云岩；7—灰岩；8—硅质结核；9—硅质条带；10—宏体化石采集位置；11—微体化石采集位置；12—分层号

1—glacial till; 2—carbonaceous and silty shale; 3—siliceous siltstone; 4—iron-bearing limestone; 5—argillaceous limestone; 6—dolomite; 7—limestone; 8—siliceous nodule; 9—siliceous bens-like; 10—macrofossil location; 11—microfossil location; 12—stratigraphical sequence

(10) 灰黑色薄层炭硅质粉砂岩与叶片状硅质页岩互层，产微古植物化石：球藻群 *Sphaerophycus mediatus* (sp. nov.)、*Huroniospora* sp.；微刺球藻群 *Micrhystridium* sp.　20.76 m

(9) 灰黑色薄层炭硅质粉砂岩夹灰黑色页岩　1.73 m

(8) 灰黑色页岩夹黑色炭硅质粉砂岩，产微古植物化石及少量宏体藻类化石。微古植物化石有球藻群 *Lophosphaeridium acietatum*、*Melasmatosphaera* sp. *Collirata laxiuscula* (gen. et sp. nov.)、*C. radialis* (gen. et sp. nov.)；宏体藻类 *Gracilogia sphaericusa*、*G. dierana*、*G. rugosa*　1.31 m

(7) 黑色炭质粉砂质页岩夹少量炭硅质粉砂岩薄层，含微古植物化石及丰富的宏体化石，如微古植物化石球藻群 *Caryosphaeroides pristina*、*Melasmatosphaera magna*、*Sphaerophycus mediatus* (sp. nov.)、*Zonosphaeridium* sp.，线状藻群 *Oscillatoriopsis schopfii*、*Spirostilus robustus* (gen. et sp. nov.)、*S. refractus* (gen. et sp. nov.)；

宏体藻类 *Miaohenella typicura*、*M. eleganta*、*M. conica* (sp. nov.)、*M. nana* (sp. nov.)、*M. rhomba* (sp. nov.)、*Gracilogia sphaericusa*、*G. rugosa*、*G. dicrana*、*Eoscytosiphon pristinus*、*Eocolpomenia dictydroma* (gen. et sp. nov.)、*E. levigata* (gen. et sp. nov.)、*Ovidiscina minor* (sp. nov.)、*Longfengshania minima* (sp. nov.)、*Paraporphyra prota* (gen. et sp. nov.)、*Palmalga glumacea* (gen. et sp. nov.)、*Syshaera spissa* (gen. et sp. nov.)、*Circalga irregularia* (gen. et sp. nov.)、*Vendotaenia* sp.、*Enteromorphites epicharis* (sp. nov.)、*E.* sp.、*Doushantuophyton lineare*、*D. sinuolatum* (sp. nov.)、*Sectoralga typica* (gen. et sp. nov.)、*S. supervoluta* (gen. et sp. nov.)、*S. umbellulata* (gen. et sp. nov.)、*S.* sp.、*S. specialis* (gen. et sp. nov.)、*Palaeoscinaia ramulosa* (gen. et sp. nov.)、*Gymnogongrusoides regularis* (gen. et sp. nov.)、*G. irregularis* (gen. et sp. nov.)、*Axalga adaequata* (gen. et sp. nov.)、*A. brachyclada* (gen. et sp. nov.)、*Palaeocodium perelegans* (gen. et sp. nov.)、*Konglingiphyton erecta*、*K. regularum* (sp. nov.)、*Furcatalga sinuosa* (gen. et sp. nov.)、*Archaeocladiphyton jinyugani*、*A. quyuania*、*Anomalophyton zhangzhongyini*、*Villosalga filamentacea* (gen. et sp. nov.)、*Ramalga sparsula* (gen. et sp. nov.)、*Cilialga vesca* (gen. et sp. nov.)、*Yichangella erecta* (gen. et sp. nov.)；蠕虫动物 *Niuganmafeia obesa*、*N. typica* (sp. nov.)、*Xilinxiaella bella* (gen. et sp. nov.)、*X. minuta* (gen. et sp. nov.)、*Ziguivermites tentaculitiformis*、*Z.* sp.、*Jiuqunaoella simplicis*、*J. convoluta* (sp. nov.)、*J. minia* (sp. nov.)、*Rugosilina farciminiforma* (gen. et sp. nov.)；海绵动物 *Sinospongia chenjunyuani*、*S. dictyoforma* (sp. nov.)、*Cuculus fraudulentus*、*Rugospongia conica* (gen. et sp. nov.)、*R. miaoheensis* (gen. et sp. nov.)；腔肠动物 *Sanxiamedusa pentamera* (gen. et sp. nov.)、*Maopingimedusa circularis* (gen. et sp. nov.)、*Palaeomedusa circvittata* (gen. et sp. nov.)、*P. polycarpa* (gen. et sp. nov.)；遗迹化石 *Planotaenichnus* (kind nov.)；*Linbotulichnus* (kind nov.)

(6) 黑色薄层炭硅质粉砂岩夹极薄层页岩，产微古植物化石球藻群 *Pseudozonosphaera rugosa*、*Trachysphaeridium incrassatum*、*T. minor*、*T. simplex*；宏体藻类 *Gracilogia sphaericusa*、*G. rugosa*、*G. dicrana* 0.43 m

(5) 黑色薄层炭硅质粉砂岩，产微古植物化石球藻群 *Microsphaeroides* sp.、*Caryosphaeroides* sp.、*C. gregarius* (sp. nov.)、*Glenobotrydion* sp.、*Leiominuscula minuta*、*Lophominuscula* sp.、*Collirata radialis* (gen. et sp. nov.)，多面藻群 *Quadratimorpha simplisis*，刺球藻群 *Micrhystridium* sp.、*Comorhachia convoluta* (gen. et sp. nov.)、*Radialorhachia hemisphaerica* (gen. et sp. nov.)，线状藻群 *Spirostilus trivialis* (gen. et sp. nov.)、*S. robustus* (gen. et sp. nov.)；宏体藻类 *Gracilogia sphaericusa*、*G. rugosa*、*G. dicrana* 1.74 m

(4) 灰黑色—紫黑色薄层页岩，产宏体化石，如宏体藻类 *Chuaria circularis*、*Ovidiscina minor* (sp. nov.)、*Eovlothrix fibrillatus* (gen. et sp. nov.)、*Cometphyllum pinnatus* (gen. et sp. nov.)、*Eocolpomenia dictyodroma* (gen. et sp. nov.)、*Gracilogia sphaericusa*、*G. rugosa*、*G. dicrana*、*Sectoralga typica* (gen. et sp. nov.)、*S.* sp.、*Doushantuophyton lineare*、*Cilialga vesca* (gen. et sp. nov.)，蠕虫动物 *Jiuqunaoella simplicis*、*Palaeohirudo pristina* (gen. et sp. nov.)、*Niuganmafeia obesa*、*N.* sp.，海绵动物 *Doushantuospongia cylindrica* (gen. et sp. nov.)、*Rugospongia conica* (gen. et sp. nov.)、*Sinospongia chenjunyuani*、*S.* sp.、*Cuculus fraudulentus*；遗迹化石 *Linbotulichnus* (kind nov.)、*Eilscoptichnus* (kind nov.)

2.0 m

--------间　　断--------

(15)(3—1). 灰白色中厚层白云岩　7.29 m

(3) 灰白色白云岩，表面刀砍纹发育　3.88 m

(2—1) 灰白色中层白云岩，底部含一极薄层的绿灰色粉砂质页岩，白云岩中含少量微古植物化石，如球藻群 *Clonophycus elegans*、*Phanerosphaerops capitaneus*、*Caryosphaeroides* sp.，线状藻类 *Palaeolyngbya* sp.　3.41 m

14. 灰色细晶白云质灰岩夹黑色硅质条带，下部为灰白色薄层白云质灰岩夹硅质条带　28.83 m

13. 灰黑色中层细晶灰岩，偶夹少量硅质条带　6.92 m

12. 灰黑色中薄层细晶灰岩　3.8 m

11. 灰色细晶泥质灰岩，夹棕黑色薄层硅质岩　5.51 m

10. 中至薄层灰色细晶灰岩与灰褐色页岩互层含硅质结核和硅质薄层　14.12 m

9—6. 灰黑色泥质灰岩与钙质页岩互层，含硅磷结核，向上灰岩成分增加　60.84 m

5. 下部为黄色页岩，上部为灰黑色页岩与灰岩互层　21.62 m

4. 灰色厚层硅质灰岩夹大于 1 m 的硅质层　6.97 m

3. 灰色薄层灰岩，含小砾石　0.67 m

2. 黄褐色含铁皮壳状灰岩　0.61 m

-------- 平行不整合 --------

下伏地层　下震旦统　南沱组

1. 灰绿色冰碛层，砾石大小不等，磨圆度不等　>10 m

2. 湖北秭归庙河煤炭窝陡山沱组剖面（SM$_2$）

剖面位于庙河村煤炭窝，其地理坐标为东经 31°13′，北纬 110°22′。起点高程 590 m，如图 1—4 所示。

上覆地层　上震旦统灯影组蛤蟆井段浅灰白色厚层白云岩

--------间　　断-------

陡山沱组（202 m）

20. 灰黑色中—薄层炭硅质粉砂岩，水平纹层理发育，顶部见 0.6 m 左右的灰白色灰岩，炭硅质粉砂岩中含有较丰富的微古植物化石，如球藻群 *Sphaerophycus mediatus*（sp. nov.）、*Eosphaera miaoheensis*（sp. nov.）、*Clonophycus* cf. *elegans*、*Trematosphaeridium holtedahlii*，刺球藻群 *Tianzhushania* sp.、*Micrhystridium* sp.　18.9 m

19. 灰黑色炭硅质粉砂岩夹黑色粉砂质页岩，水平纹层理发育　2.0 m

18. 灰黑色粉砂质页岩夹灰黑色薄层炭硅质粉砂岩，含少量微古植物化石及宏体藻类化石，微古植物化石有球藻群 *Collirata virgata*（gen. et sp. nov.）、*C. laxiuscula*（gen. et sp. nov.）、*Melasmatosphaera* sp.、*Lophosphaeridium* sp.，线状藻群 *Spirostilus spiralus*（gen. et sp. nov.）、*Balbiriniella praestans*、*Filiconstrictosus majuscula*；宏体藻类化石有 *Gracilogia sphaericusa*、*G. rugosa*、*G. dicrana*　1.5 m

17. 灰黑色—黑色炭质粉砂质页岩，含极其丰富的宏体化石及微古植物化石，微古植物化石有球藻群 *Clonophycus elegans*、*Trachysphaeridium hyalinum*、*Caryosphaeroides gregarius*（sp. nov.）、*C. pristina*、*Eosynechococcus spinus*（sp. nov.）、*Collirata laxiuscula*

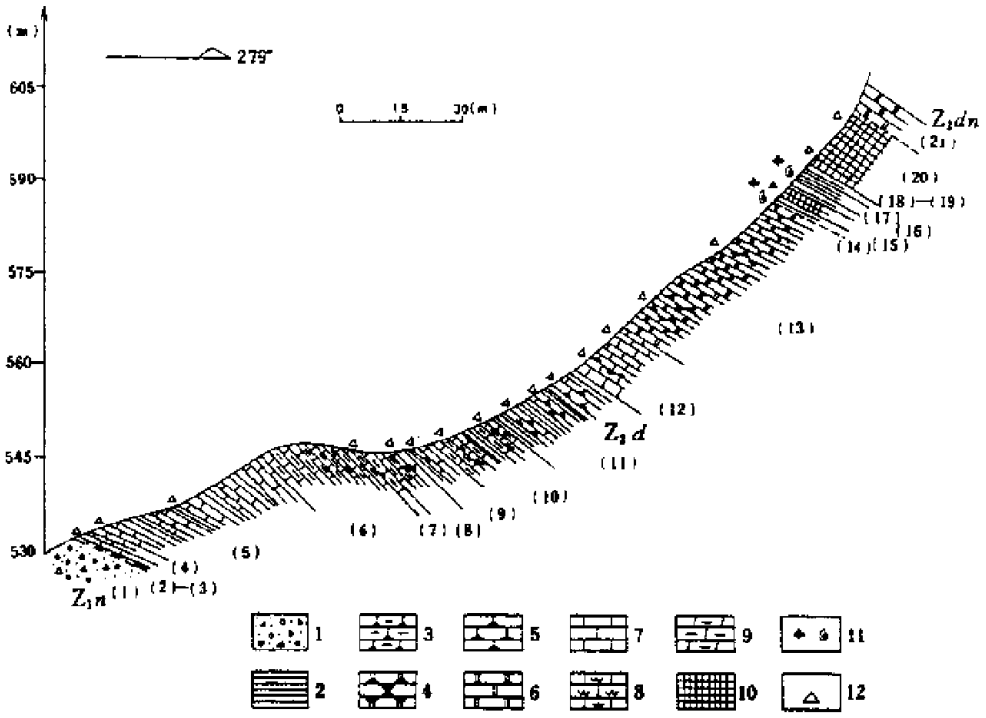


图 1—4　秭归庙河煤炭窝（SM$_1$）上震旦统陡山沱组实测剖面图

Fig. 1—4　Stratigraphical Section of the Doushantuo Formation at the Upper Sinian in the Meitanwo, Miaohe, Zigui (SM$_1$)

1—冰碛层；2—炭质粉砂质页岩；3—硅质结核泥灰岩；4—硅质透镜体白云岩；5—硅质结核灰岩；6—白云岩；7—灰岩；8—铁质皮壳灰岩；9—泥灰岩；10—炭硅质粉砂岩；11—宏体化石采集位置；12—微体化石采集位置

1—glacial till; 2—carbonaceous and silty shale; 3—siliceous nodule and argillaceous limestone; 4—siliceous lens-like dolomite; 5—siliceous limestone; 6—dolomite; 7—limestone; 8—iron-bearing limestone; 9—argillaceous limestone; 10—carbonaceous and siliceous siltstone; 11—macrofossil location; 12—microfossil location

(gen. et sp. nov.)、*Maculosphaera magna*、*Latisphaera* cf. *wrightii*、*Phancrosphaerops capitaneus*、*Sphaerophycus mediatus* (sp. nov.)、*Eosphaera miaoheensis* (sp. nov.)、*Zonosphaeridium* sp.，线状藻群 *Spirotilus spiralus* (gen. et sp. nov.)、*Rhicnonema* sp.、*R. antiquum*、*Oscillatoriopsis* sp.、*O. schopfii*、*Cephalophytarion* sp.、*Spirotilus hubeiensis* (gen. et sp. nov.)、*S. refractus* (gen. et sp. nov.)、*S. robustus* (gen. et sp. nov.)，异形藻群 *Retinarites* sp.；宏体藻类 *Miaohenella tgpicura*、*M. eleganta*、*M. conica* (sp. nov.)、*M. nana* (sp. nov.)、*M. rhomba* (sp. nov.)、*Gracilogia sphaericusa*、*G. rugosa*、*G. dicrana*、*Eoscytosiphon longitubulosum* (sp. nov.)、*Eocolpomenia levigata* (gen. et sp. nov.)、*Ovidiscina minor* (sp. nov.)、*O. longa*、*Chuaria circularis*、*Eoulothrix fibrillata* (gen. et sp. nov.)、*Circalga irregularia* (gen. et sp. nov.)、*Enteromorphites flexuosus* (sp. nov.)、*E. compressus* (sp. nov.)、*Doushantuophyton lineare*、*Sectoralga umbellulata* (gen. et sp. nov.)、*S.* sp.、*Konglingiphyton erecta*、*K.* sp.、*Zhongbaodaophyton palmatum* (sp. nov.)、*Tubulalga minuta* (gen.

et sp. nov.)、*Palaeoscinaia constricta* (gen. et sp. nov.)；蠕虫化石 *Niuganmafeia obesa*、*N. typica* (sp. nov.)、*N.* sp.、*Xilinxiaella bella* (gen. et sp. nov.)、*Ziguivermites toutaculitiformis*、*Z.* sp.、*Jiuqunaoella simplicis*、*J. convoluta* (sp. nov.)、*Changjiangivermia hamata* (gen. et sp. nov.)、*Latizonivermes megista* (gen. et sp. nov.)；海绵动物 *Sinospongia chenjunyuani*、*S. dictyoforma* (sp. nov.)、*S.* sp.、*Cuculus fraudulentus*；腔肠动物 *Sanxiamedusa parva* (gen. et sp. nov.)；遗迹化石 *Planotaenichnus* (kind nov.)、*Linbotulichnus* (kind nov.) 4.31 m

16. 灰黑色—黑色薄层状炭硅质粉砂岩夹黑色炭质粉砂质页岩，含宏体藻类和微古植物，微古植物有球藻群 *Lophosphaeridium* sp.、*Pseudozonosphaera asperella*、*P. nucleolata*、*P. rugosa*、*P. verrucosa*、*Trachysphaeridium cultum*、*T. hyalinum*、*T. incrassatum*、*T. rugosum*、*T. minor*、*T. planum*、*T. rude*、*T. simplex*；多面藻群 *Triangumorpha tenera*，刺球藻群 *Cymatiosphaera* sp.，异形藻群 *Lignum nematoideum*、*L.* sp.、*Cornutosphaera* sp.；宏体藻类 *Gracilogia sphaericusa*、*G. rugosa*、*G. dicrana* 1.57 m

15. 灰黑色薄层状炭硅质粉砂岩，含微古植物化石，如球藻群 *Pseudofavososphaera* sp.、*Leiominuscula incrassata*、*L. minuta*、*Leiopsophosphaera apertus*、*Lophominuscula* sp.、*Lophosphaeridium yichangensis* (sp. nov.)；*Collirata latiuscula* (gen. et sp. nov.)、*C. virgata* (gen. et sp. nov.)、*C. laxiuscula* (gen. et sp. nov.)、*C. radialis* (gen. et sp. nov.)、*Sphaerophycus mediatus* (sp. nov.)、*Microspheroides miaoheensis* (sp. nov.)、*M.* sp.、*Caryosphaeroides* sp.、*Myriasporella pyriformis*、*Myxococcoides cantabrigiensis*、*Caryosphaeroides gregarius* (sp. nov.)、*Clonophycus biattina*、*Tetraphycus acinulus*、*Eosynechococcus grandis*、*Glenobotrydion* sp.、*G. majorinum*，多面藻群 *Quadratimorpha simplisis*、*Triangumorpha magna* (sp. nov.)，刺球藻群 *Paracymatiosphaera huainnanensis*、*Acrosphaeridium amabile* (gen. et sp. nov.)、*Archaeohystrichosphaeridium* sp.、*Micrhystridium longispiniferum*、*Micrhystridium* sp.、*Baltisphaeridium* sp.、*Comorhachia cespitosa* (gen. et sp. nov.)、*C. convoluta* (gen. et sp. nov.)、*C. miaoheensis* (gen. et sp. nov.)、*Radialorhachia brachyblasta* (gen. et sp. nov.)、*R. gracilenta* (gen. et sp. nov.)、*R. hemisphaerica* (gen. et sp. nov.)、*R. robustispina* (gen. et sp. nov.)、*Eomicrhystridium* sp.、*E. aremoricanum*，线状藻群 *Nostocomorpha desmoides*、*Polysphaeroides contextus*、*Archaeonema longicellulare*、*Spirostilus* sp.、*S. microscopicus* (gen. et sp. nov.)、*S. trivialis* (gen. et sp. nov.)、*Siphonophycus* cf. *kestron*、*Spirostilus refractus* (gen. et sp. nov.) 2.4 m

14. 灰黑色粉砂质页岩，含一定数量的宏体、藻类及蠕虫等后生动物，如 *Chuaria* sp. 等 2.6 m

-------- 间　　断 -------

13. 灰白色中厚层状微晶白云岩，底部夹有硅质条带，含微古植物化石，如球藻群 *Circulimorpha concentrica*、*Clonophycus elegans*、*Myxococcoides grandis*、*Latisphaera* sp.、*Phanerosphaerops capitaneus*，刺球藻群 *Radialorhachia hemisphaerica* (gen. et sp. nov.)、*Eomicrhystridium* sp.、*Archaeohystrichosphaeridium* cf. *resstens*，线状藻群 *Raxumovskia gracilis*、*Palaeolyngbya* sp.，异形藻群 *Homomorpha* sp.、*Brocholaminaria* sp.、aff. *B. nigrita* 44.7 m

12. 灰黑色薄层状灰岩，夹硅质条带；含微古植物化石，如球藻群 *Trachysphacridium incrassatum*、*T. minor*、*T. planum*、*Lophosphaeridium acietatum*、*Sphaerophycus*

mediatus (sp. nov.)、*Clonophycus elegans*、*Microsphaeroides miaoheensis* (sp. nov.)、*Myxococcoides* sp.、*Glenobotrydion majorimum*、*Caryosphaeroides* sp.，船形藻群 *Leiofusa bicornuta*、*Leiofusa* aff. *digitata*，刺球藻群 *Cymatiosphaera* sp.、cf. *C. radiata*、*Paracymatiosphaera* sp.、*P. regularis*、*Archaeohystrichosphaeridium* cf. *parradoxum*，线状藻群 *Volyniella* sp.、*Oslillatoriopsis magna*，异形藻群 *Lignum nematoideum* 15.3 m

11. 灰黑色中薄层灰岩与炭质粉砂质页岩互层，上部灰岩中夹硅质条带；含微古植物化石，如球藻群 *Tylosphaeridium induratum*、*Leiominuscula orientalis*、*Trachysphaeridium incrassatum*、*Trachysphaeridium induratum*、*T. minor*、*T. simplex*、*Collirata radialis* (gen. et sp. nov.)、*Globophycns* sp.、*Huroniospora psilata*、*Glenobotrydion* sp.、*Latisphaera* sp.、*Campanisphaera gigantea* (gen. et sp. nov.)、*Xenosphaera* sp.、*X. lianyuoensis*、*Sphaerophycus parvum*、*Microsphaeroides* sp.、*Nanococcus* sp.，船形藻群 *Leiofusa* aff. *digitata*，多面藻群 *Triangumorpha striata*、*T. miaohensis* (sp. nov.)、*Ceratophyton* sp.，刺球藻群 *Eomicrhystridium barghornii*，线状藻群 *Siphonophycus inornatum*、cf. *Nostocomorpha desmoides Nematophylla solida* (gen. et sp. nov.)、*N. pulcha* (gen. et sp. nov.)、*N. caespitosa* (gen. et sp. nov.)、*Polysphaeroides contextus*，异线藻群 *Lignum nematoideum*、*Homomorpha* sp. 23.7 m

10. 灰色泥灰岩夹灰黑色粉砂质页岩，含微古植物化石，如球藻群 *Microsphaeroides miaoheensis* (sp. nov.)、*Eosynechococcus* cf. *grandis*，多面藻群 *Quadratimorpha* aff. *tenera*，线状藻群 *Nostocomorpha desmoides* 12.1 m

9. 黑色粉砂质页岩夹灰岩，中部页岩含硅质结核；含微古植物化石，如球藻群 *Myxococcoides grandis*、*Nanococcus* sp.、*Archaeoellipsoides grandis*，线状藻群 *Siphonophycus inornatum*、*Nostocomorpha desmoides*、*Salome* sp.，异形藻群 *Lignum* aff. *nematoideum*、*L. nematoideum* 4.71 m

8. 灰—浅灰色薄层状泥灰岩，上部含硅质结核，底部有一层灰岩；含微古植物化石，如球藻群 *Margominuscula antiqua*、*M. tenella*、*Leiopsophosphaera densa*、*L. favosus*、*L. pelucidus*、*Trachysphaeridium stipticum*、*T. incrassatum*、*T. minor*、*T. planum*、*T. simplex*、*Nucellosphaeridium* sp.、*N. hyalinum* Yin (MS)、*N. zonale*，船形藻群 *Leiofusa bicornuta*、*L.* sp.，线状藻群 *Cephalophytarion* sp.，异形藻群 *Cornutosphaera* sp.、*Lignum punctulosum* 5.07 m

7. 浅灰色薄层状泥灰岩，中上部含硅质结核；含微古植物化石，如球藻群 *Microsphaeroides miaoheensis* (sp. nov.)、*Myxococcoides grandis*、*Sphaerophycus parvum*、*Eoentophysalis belcherensis*、*Bigeminococcus* sp.、*Microconcentrica cricoida* (sp. nov.)、*Lophosphaeridium* sp.、*Microsphaeroides* sp.、*Caryosphaeroides pristina*，刺球藻群 *Archaeohystrichosphaeridium* cf. *resstens*，线状藻群 *Spirostilus spiralus* (gen. et sp. nov.)、*Phycomycetes* sp.、*Oscillatoriopsis breviconvexa*、*Razumovsia* sp.、*Salome robusta*、*S. svalbardensis*、*Eomycetopsis robusta*，异形藻群 *Lignum* sp. 3.14 m

6. 黄灰—浅灰色泥灰岩，风化后似页岩，含少量微古植物化石，如球藻群 *Eosynechococcus* sp.，线状藻群 *Spirostilus spiralus* (gen. et sp. nov.) 19.4 m

5. 灰—深灰色薄层状含炭泥质微晶砂屑灰岩夹绿灰色页岩，含少量微古植物化石，如球藻群 *Synsphaeridium* aff. *conglutinatum*、*Archaeoellipsoides* sp.、*Huroniospora* sp.、*Clonophycus eleguns*、*Microsphaeroides miaoheensis* (sp. nov.)、*Eosynechococcus* cf. *grandis*、*Sphaerophycus* aff. *parvum*，船形藻群 *Leiofusa bicornuta*，异形藻群 *Retinarites* sp.、*Lignum* sp. 34.8 m

4. 灰色中层状含泥质砂屑灰岩，含少量微古植物，如球藻群 *Eozygion* cf. *laevis*、*Collirata virgata*（gen. et sp. nov.），多面藻群 *Triangumorpha* aff. *magna* 2.16 m

3. 灰色中层状灰岩，含少量微古植物化石，如刺球藻群 *Cymatiosphaera* cf. *membrahacea* 2.40 m

2. 黄褐色铁皮壳状灰岩，偶见微古植物化石球藻群 *Circulimorpha concentrica* 0.48 m

-------- 平行不整合 --------

下伏地层　下震旦统　南沱组

1. 灰绿色冰碛岩层 >10 m

3. 湖北宜昌三斗坪田家园子陡山沱组剖面（ST$_3$）

剖面位于田家园子南山坡老虎口西侧，其地理坐标为东经 31°21′，北纬 111°6′。如图 1—5 所示。

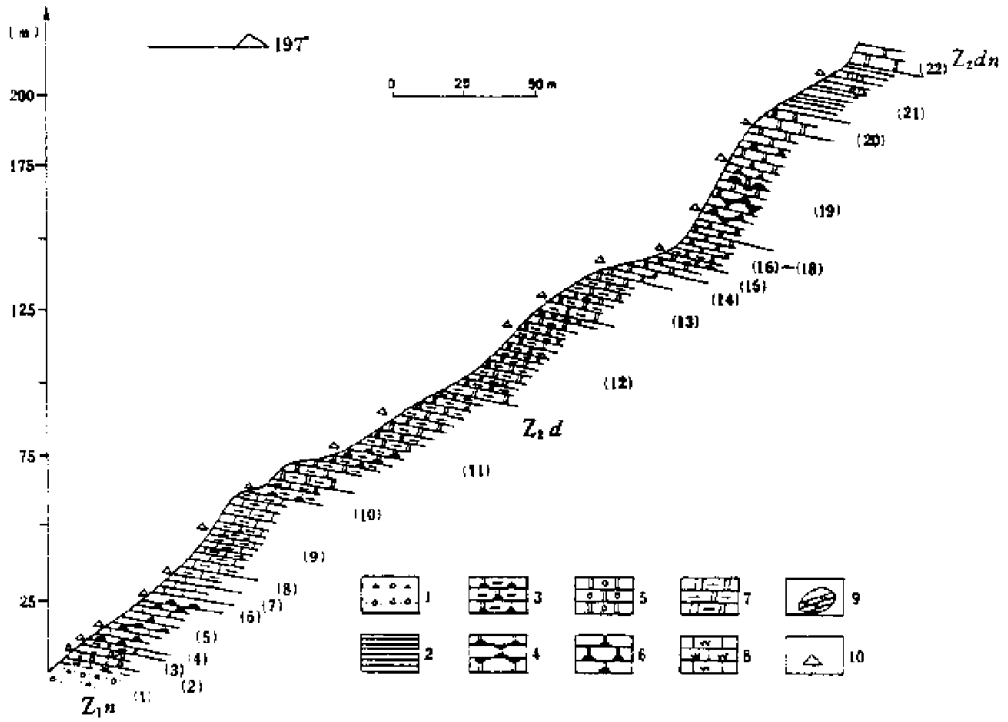


图 1—5　宜昌三斗坪田家园子上震旦统陡山沱组测实剖面图

Fig. 1—5　Stratigraphical Section of the Doushantuo Formation at the Upper Sinian in the Tianjiayuanzi, Sanduoping

1—冰碛层；2—炭质粉砂质页岩；3—硅质结核泥质白云岩；4—硅质透镜体白云岩；5—含砾白云岩；6—硅质结核白云岩；7—泥质白云岩；8—铁皮壳灰岩；9—白云岩透镜体；10—微古采集位置

1—glacial till; 2—carbonaceous and silty shale; 3—siliceous nodule and argillu dolomite; 4—siliceous banding dolomite; 5—gravel dolomite; 6—silicrous nodule dolomite; 7—argillaceous dolomite; 8—iron-bearing limestone; 9—lens-like dolomite; 10—microfossil location

上覆地层　上震旦统灯影组蛤蟆井段微晶—细晶白云岩

-------- 整　　合 --------

陡山沱组（232.9 m）

21. 黑色炭质粉砂质页岩，中上部含白云岩透镜体及泥砂质结核，顶部见薄层硅质条带

及透镜体，多风化呈粉红色；含少量微古植物化石刺球藻群 *Michystridium* sp. 等 26.47 m

20. 灰—深灰色中厚层状白云岩，底部含硅质条带，中部含硅质结核及硅质透镜体 30.99 m

19. 灰白色中—薄层状白云岩夹薄层硅质层，中部出现大量的硅质结核；含丰富的微古植物化石，如球藻群 *Sphaerophycus mediatus*(sp. nov.)、*Clonophycus* sp.、*Bigeminococcus* sp.、*Melasmatosphaera magna*、*Microconcentrica circoidea*(sp. nov.)、*Nucellosphaeridium* cf. *zonale*、*Pandorinopsis* aff. *jixianensis*、*Archaeoellipsoides* sp.、*A. grandis*，刺球藻群 *Cymatiosphaera* sp.、*C. membranacea*、*C. radiata*、*Michystridium mininum*、*Paracymatiosphaera irregularis*，线状藻群 *Nostocomorpha desmoides*、*Cyanonema* sp.、*Palaeolyngbya* sp.、*Eremosimorpha* sp.、*Polythrichaider* sp.、*Siphonophycus inornatum*，异形藻群 *Lignum* sp. 16.96 m

18. 灰—深灰色泥质白云岩，水平纹层理发育，风化后呈叶片状 3.59 m

17. 灰白色白云岩，水平纹层理发育 3.52 m

16. 浅灰—灰色泥质灰岩，风化后似页岩，局部呈球状风化 1.87 m

15. 灰—深灰色白云岩，含微古植物化石，如球藻群 *Lophosphaeridium* sp.、*L. crassum*、*Leiopsophosphaera hyalinum* (sp. nov.)，船形藻群 *Leiofusa crassa*，多面藻群 *Quadratimorpha tenera*，异形藻群 *Laminarites antiquissimus* 9.39 m

14. 浅灰—灰色泥质白云岩夹炭质页岩，水平纹理发育 4.47 m

13. 浅灰色泥质白云岩，含微古植物化石，如球藻群 *Leiopsophosphaera minor*、*Margominuscula* aff. *tenella*、*Trachysphacridium* sp.、*Trematosphaeridium* sp.、*Tylosphaeridium* sp.、*Lophosphaeridum* sp.、*L. crassum*、*Clonophycus* sp.、*Myxococcoides grandis*、*Phanerosphaerops asperulus* (sp. nov.)，多面藻群 *Triangumorpha magna* (sp. nov.)，刺球藻群 *Micrhystridium* sp.，异形藻群 *Lignum* sp. 12.57 m

12. 灰—深灰色泥质白云岩，水平纹层理发育，局部球状风化 16.44 m

11. 灰—深灰色泥质白云岩，含灰黑色内碎屑呈球粒状，水平纹层理发育；含微古植物化石，如球藻群 *Trachysphaeridium minor*、*T. planum*、*T. simpex*、*T. rugosum*、*Phanerosphaerops* cf. *asperulus*、*Leiopsophosphaera* sp.、*Globophycus* sp.，船形藻群 *Leiofusa bicornuta*、*Macroptycha* sp.，线状藻群 *Spirostilus spiralus* (gen. et sp. nov.)、*Oscllatoriopsis* sp.，异形藻群 *Lignum* sp. 38.72 m

10. 深灰色含硅质结核泥质白云岩，局部含约 2 mm 大小的灰黑色包球粒，构成球粒状结构，含大量微古植物化石，如球藻群 *Leiopsophosphaera dense*、*Leiopsophosphaera minor*、*Eozygion laaevis*、*Tetraphycus grandis*、*Pterospermopsis* sp.、*Synsphaeridium* sp.、*Sphaerophycus mediatus* (sp. nov.)、*S. parvum*、*Jilinella lepida*、*Palaeoanacystis vulgaris*、*Paleasosphaeridium zonale*、*Nanococcuo* sp.、*Eosynechococcus* sp.、cf. *E. grandis*、*E.* sp.、*Archaeoellipsoides grandis*，船形藻群 *Leiofusa* cf. *digitata*、*L. oborata*、*Macroptycha uniplicata*，多面藻群 *Triangumorpha* sp.，线状藻群 *Nostocomorpha desmoides*、*Palaeolynghya* sp.、*Nostocomorpha prisca*、*Paleamorpha heziaoensis*、*Polythrichoides* sp.、*Siphonophycus kestron*.，异形藻群 *Lignum* sp. 14.26 m

9. 灰白色薄层状泥质灰岩，中部夹硅质结核；含微古植物化石，如球藻群 *Sphaerophycus* aff. *parvum*、*Sphaerophycus mediatus* (sp. nov.)、*S. parvum*，线状藻群 *Nostocomorpha desmoides* 14.76 m

8. 黄灰色中层状泥质灰岩，含微古植物化石，如球藻群 *Naaococcus* aff. *vulgaris*、*Phanerosphaerops* sp.、*Globophycus rugosum*、*Melasmatosphaera parra*、*Sphaerophycus parvum*，线状藻群 *Nostocomorpha desmoides* 8.42 m

7. 灰一浅灰色亮晶灰岩，薄层状，偶有硅质结核；含极少微古植物化石，球藻群 *Sphaerophycus parvum* 3.09 m

6. 灰一深灰色薄层状含硅质结核灰岩 4.04 m

5. 灰一深灰色含硅质白云质灰岩，薄层状，含少量微古植物化石球藻群 *Nanococcus vulgaris*、*Sphaerophycus parvum* 12.78 m

4. 灰黑色薄层状含泥质灰岩，含丰富的微古植物化石，如球藻群 *Lophosphaeridium inconfertum*、*Margominuscula antiqua*、*Nucellosphaeridium zonale*、*Trachysphaeridium incrassatum*、*Trachysphaeridium minor*、*T. planum*、*T. simplex*、*Margominusculs* aff. *tenella*、*Lophosphaeridium crassum*、*Leiopsophospheera densa*、*Sphaerophycus parvum*、*Mastigophycus* sp.，船形藻群 *Leiofusa* cf. *digitata*、*L. oborata*、*L. bicornuta*，刺球藻群 *Micrhystridium tornatum*，线状藻群 *Polysphaeroides contextus*、*Taeniatum simplex*，异形藻群 *Lignum nematoideum*，多面藻群 *Ceratophyton* aff. *conicum*、*Quadratimorpha* sp. 2.56 m

3. 灰白色中厚层状含砾石钙质白云岩，含少量微古植物化石，如球藻群 *Myxococcoides grandis*、*Microsphaeroides miaoheensis* (sp. nov.)、*Megalytum diacenum* 7.04 m

2. 灰白一浅灰色含硅质铁皮壳状灰岩 0.32 m

--------平行不整合-------

下伏地层 下震旦统 南沱组

1. 灰绿色冰碛层 >10 m

第二章　庙河生物群及其生物分类

第一节　研究概况

1978年马国干和陈孟莪在黄陵背斜西翼，追索震旦系—寒武系界线，在长江北岸野猫面到庙河村的半山坡路旁，震旦系陡山沱组上部黑色页岩中由马国干发现一块宏体藻类化石标本。由于此化石为马国干所发现，所以正模由马国干收藏，带回宜昌所；副模由陈孟莪带回北京。后于1984年由朱为庆、陈孟莪署名在植物学报上发表“峡东区上震旦统宏体化石藻类的发现”（1984. 26.（5）：558—560）。在文中作者将6年前发现的藻类化石鉴定为中华拟浒苔 *Enteromophites siniansis*，归属于绿藻门。

1990年4—5月间，丁莲芳等为了完成国家自然科学基金项目“扬子地台北缘晚震旦世生物群研究”，带领西安地质学院86级毕业生6名，在庙河吊崖坡测制陡山沱组剖面时，在陡山沱组上部黑色页岩中发现了许多宏体藻类和虫管化石。在室内编写报告时，将部分化石作了鉴定，定名为标准庙河藻 *Miaohenella typicura*、美丽庙河藻 *M. eleganta*、原始古管藻 *Eoscytosiphon pristinum*、球形纤细藻 *Gracilogia sphaericusa*、皱纹纤细藻 *G. rugosa*、分叉纤细藻 *G. dicrana*、圆形丘阿尔藻 *Chuaria circularis*、寿县寿县藻 *Shouhsienia shouhsienensis*、八公山卵圆形藻 *Ooidiscina bagongshaenica* 等。部分化石因受当时资料限制暂未定名。但考虑到化石门类很多，而且植物体有明显的器官分化现象，与已知的龙凤山生物群、淮南生物群相比较，其进化程度高得多；再结合带刺大型疑源类和海绵骨针的发现，认为研究价值很高，应作为一个特殊的生物群来研究，所以以产出此类化石的地点庙河来命名，称为庙河生物群。同年6—7月间，我组成员张录易函告陈孟莪，通报我课题组在庙河陡山沱组发现了很好的分枝型宏体藻类化石，并准备命名为庙河生物群。陈复函称庙河生物群名称很好，我也同意，并于该年12月赴三峡采集标本。

1991年8月，我课题组向国家自然科学基金委员会提交了报告，并组织以王鸿祯教授为首的专家评审组进行评审。评审组认为报告“成果资料充实，内容丰富，……观点新颖，是一部高质量高水平的优秀成果……对进一步研究前寒武纪生物演化、洲际性前寒武纪地层对比及地壳演化历史均具有重大科学意义和学术价值，报告已达到国内领先，部分达到国际先进水平”。评审后，我们根据专家意见和建议作了修改，并于1992年出版了专著《扬子地台北缘晚震旦世—早寒武世生物群研究》。

接着，在1992年、1993年、1994年作者连续多次去三峡进行野外调研工作，并于1993年再次申请国家自然科学基金，题为《峡东震旦纪庙河生物群》，获得基金委员会批准资助。本专著就是此项基金的成果之一。

与此同时，陈孟莪在1991—1995年间也报道了上述地区相当层位中的宏体化石，厘订了相当多的新属种。袁训来等（1995）也发表有关陡山沱期宏体植物的报道。这些材料对

该生物群的深入研究起到了积极的推动作用。

在微体古生物方面，邢裕盛、刘桂芝（1978、1985）曾报道过峡东地区陡山沱组的微古植物21属40种，建立了微古植物组合。同时发现有具刺疑源类 *Micrhystridium*。张忠英（1981、1982、1984、1986）对峡区陡山沱组的燧石进行了较为全面的岩石切片研究，发现了很多微古植物化石。它们有丝状体和球状体两类，其中还包括带毛发状刺的大型发球藻 *Comasphaeridium magnum*。尹磊明（1978、1985、1986）报道了峡区陡山沱组燧石切片中发现的微化石，其中有许多带刺的化石，如 *Micrhystridium*、*Vandalosphaeridium*、*Baltisphaeridium* 和 *Comasphaeridium*。曹芳（1985）在峡东陡山沱组底部黑色燧石结核中发现了6个属6个种的微化石。尹崇玉等（1990，1995）也报道了他在峡区陡山沱组发现有关刺球类及丝状体微化石。丁莲芳等（1992）在进行专题研究时，通过切片和浸解法，在峡东陡山沱组发现了许多微体化石，共有35属，70多个种，21个未定种，包括球形藻、丝状体及刺球类 *Tianzhushania*、*Micrhystridium*、*Comasphaeridium* 等。

另外，1978年唐天福等通过岩石切片观察，在峡区陡山沱组中发现海绵骨针 *Archaeospongia* 及藻类化石。同年赵自强、赵亚秀在峡区陡山沱组岩石切片中也发现钙质（三射式）、硅质（单轴式）海绵骨针，后经丁启秀等研究，前者被定名为 *Eospicula? yichangensis*；后者被定名为 *Hazelia liantuoensis*。1989年笔者在莲沱王丰岗剖面岩石薄片中也发现有硅质单轴海绵骨针。

由上可见，峡区陡山沱组的生物研究已多有发现，特别是我课题组连年来大量的发现和系统的研究，深化了认识，将其命名为庙河生物群已经引起了各方面的关注，正在逐渐形成为前寒武纪研究领域中的热点之一。它对建立我国震旦系层型剖面，进行世界性生物地层对比，有着十分重要的意义。

第二节　庙河生物群的主要特征

一、庙河生物群的含义

1990年5月，笔者在庙河测制陡山沱组剖面时，在陡山沱组上部黑色粉砂质硅质页岩中发现大量宏体藻类及虫管化石，于是将这一生物组合称为庙河生物群。其含义是：庙河生物群是指发现于峡东黄陵背斜西翼庙河村，上震旦统陡山沱组黑色粉砂质页岩中以宏体藻类庙河藻 *Miaohenella*、纤细藻 *Gracilogia*、拟浒苔 *Enteromophites* 为代表的多种共生宏体藻类，以及微体藻类和管状体生物的动植物群落的总称（丁莲芳，1992）。以后，经过几年连续的发掘和研究，庙河生物群的内容更加丰富。它包括了9大门类：在微体化石方面，包括了球藻群、丝状藻群及形态复杂的刺球藻群等；在宏体藻类方面，有蓝藻、绿藻、红藻、褐藻和硅藻（?），几乎囊括了现存藻类的各个门类，还有一些归类未定的化石；在后生动物方面，包括有腔肠动物门、蠕虫动物及海绵动物门；在海绵动物中，不但有了骨针化石，而且还找到了海绵体化石；另外还有后生动物所遗留下来的遗迹化石。鉴于上述丰富的生物门类，很有必要将庙河生物群的含义进行补充。补充后的含义为：庙河生物群是指发现于峡东黄陵背斜西翼庙河村，上震旦统陡山沱组黑色粉砂质、硅质页岩中，以宏体藻类、微体化石、后生动物、海绵动物及遗迹化石为代表的，包括峡东地区陡山沱组所有动植物化石群落的总称；它的名称，来源于该生物群典型发育的地区，湖北秭归县庙河村。

庙河生物群是一个门类众多，属种丰富，数量较大，形态多样，个体差异显著，既有单细胞生物，又有多细胞生物，既有植物化石，又有动物化石，既有软躯体生物，又有具硬体的生物，既有实体化石，又有遗迹化石的，由底栖型和浮游型共存的一个特殊的生物群。

陡山沱组的年龄，根据三斗坪田家园子顶部所采样品在澳大利亚国立大学地球科学院及宜昌所测定的 Rb-Sr 等时线年龄值为 700±5 Ma 和 691±29 Ma（赵自强等，1985）。但由于该样品中含有陆源碎屑，因此马国干等认为此两组年龄值可能偏高。又据马国干对峡东莲沱王丰岗南沱组进行 Rb-Sr 测定结果为 664 Ma，672 Ma，他结合贵州、云南的测试数据，推测南沱冰期的上限年龄在 650—680 Ma 范围内（马国干，1989）。邢裕盛根据陡山沱（主要是下部）各种沉积岩的全岩 Rb-Sr 等时线年龄值为 693±66 Ma、691±29 Ma、700±5 Ma，长阳古城大塘坡段为 739 Ma，所以提出陡山沱组的底界年龄为 700 ±30 Ma（邢裕盛，1989）。杨杰东等在贵州、江西等地陡山沱组上部，采用 Sm-Nd 法测得年龄值 645.4±23 Ma，代表了陡山沱组近顶部地层的年代（杨杰东等，1994）。据此可以认为陡山沱组的顶界可定在 650 Ma。莲沱组下部凝灰岩锆石 U-Pb 同位素年龄值为 748±12 Ma（赵自强等，1985）。依据这些数据，结合地质背景考虑，可推定陡山沱村阶的下限年龄为 700±20 Ma，陡山沱村阶的上限年龄值（灯影峡阶底界年龄值）应为 650 Ma（赵自强、邢裕盛等，1988；邢裕盛，1989；杨杰东，1994）。所以庙河生物群的时限大致应为 700—650 Ma（图 2—1）。

二、庙河生物群的主要特征

庙河生物群主要特征有化石门类众多，形态多姿多态，数量较大，个体保存完好，生态领域广阔，现分别叙述如下：

1. 门类众多，组成内容丰富

根据化石特征大致可以分为五个大的类别，即微体藻类、宏体藻类、后生动物、海绵动物及遗迹化石。在以上类别中，发现和描述了各类化石 140 个属，322 个种，其中新属 38 个，新种 102 个，分属了九个主要的动植物门和类，有腔肠动物门、环节动物门、海绵动物门、蓝藻门、绿藻门、红藻门、硅藻门（?）、褐藻门及遗迹化石类。

其中宏体藻类为庙河生物群化石材料的主体，大约有 1800 余件，占总数的 60%以上，蠕虫化石约占总数的 15%左右，遗迹化石约占 10%左右，海绵动物约占 3%左右，类水母化石虽然较少，只占总数的 2%左右，但它在生物群中的地位相当重要，还有其它暂未归类的化石约占总量的 10%左右。

2. 形态多样

（1）微体藻类　本类又可分为球形藻群、刺球藻群及多细胞丝状体。球形藻群的膜壳形态可有圆形、椭圆形、梭形、方形等，表面纹饰有光面、粗面、瘤面、疣面、蜂巢状、穴面，还有具环的、具拟环的，或具放射状褶皱、脊状斑纹等，它们数量多，分布广，在各种岩性中均有保存，是陡山沱组微古植物的基本分子。刺球藻群在黑色硅质岩中发现最多，且保存好，化石个体特征明显，个体通常较大，表面棘刺形态多样，顶端封闭不分叉，如 *Tianzhushania Comasphaeridium*、*Radialorhachia* 等。多细胞丝状体主要赋存于硅质岩中，形态多样，有弯曲的管状丝体或不分枝的单丝体，还有作规则螺旋状弯曲的丝体。

（2）宏体藻类　本类是庙河生物群最重要的组成部分。它们类型多样，形态各异。有直立的、匍伏的；有简单分枝的，还有复杂分枝的；有丝状体、球状体、片状体和囊状体。

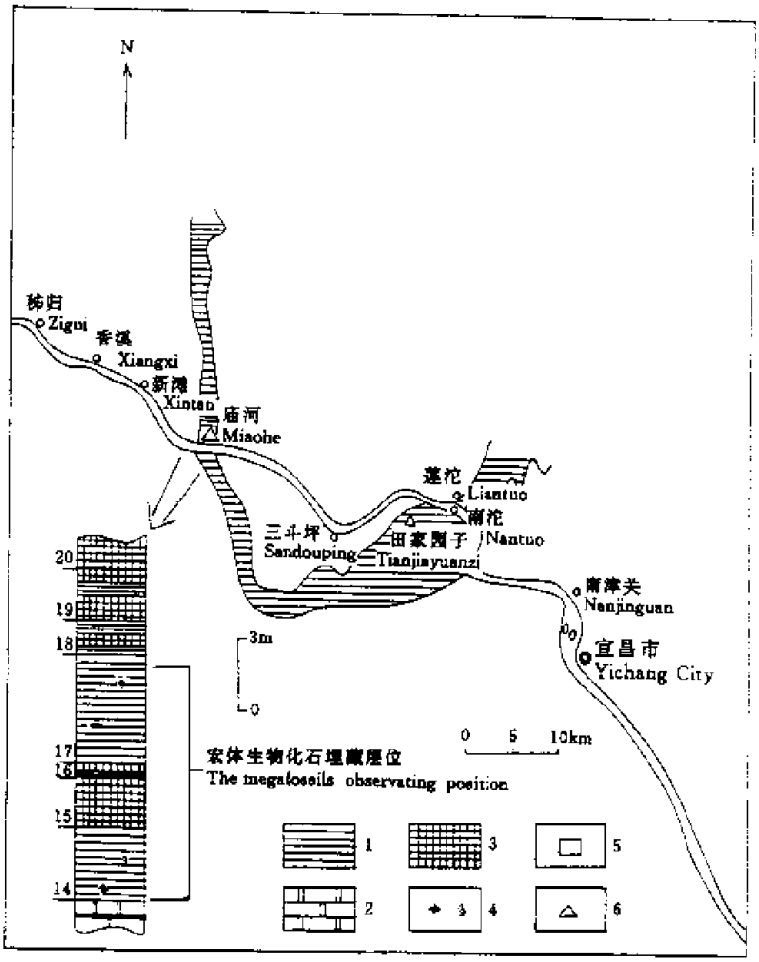


图 2—1 庙河生物群宏体化石产出位置图

Fig. 2—1 Stratigraphic Positions of Macrofossils of Miaohe Biota

它们有类似根、茎、叶的组织分化。个体大小一般均为厘米级。无论从大小、形态、结构方面看，它们已脱离了古老的面貌。

（3）后生动物 它们是组成庙河生物群不可缺少的一个重要方面。是与其它生物群对比的主要依据之一。包括有腔肠动物门的类水母、环节动物门的寡毛纲及其它蠕虫动物。它们个体一般均较大，为厘米级。

（4）海绵动物 它们是庙河生物群唯一具有硬体的化石。除了有海绵骨针外，还有海绵体化石的发现。

（5）遗迹化石 庙河生物群的遗迹化石主要是水平移动的层面迹，包括层面拖痕和啮痕。另外还有在层面上呈浅平的带状痕，没有形成明显的凹槽，如平带迹（*Planotaenichnus*）和线肠迹（*Linbotulichnus*）。

3. 数量较多

庙河生物群中化石的埋藏数量很多，仅本课题组就采集到标本 3000 余件，代表着 9 个门和类。其中宏观藻类中又以纤细藻 *Gracilogia* 为最丰富，差不多每块标本上均有许多化石分布，平均每一平方米面积上就有 200 余个化石体，是野外寻找宏体化石有无的标志化石。

微体化石在庙河生物群中也相当丰富，平均每一薄片中都有各种不同类型的微体化石10个以上。众多的化石，为我们深入研究庙河生物群提供了一个良好的条件。

4. 保存方式多样

三峡地区陡山沱组的化石，保存方式多种多样，归纳起来可分为以下几种：

(1) 薄膜方式　以炭质薄膜方式保存于层面上，一般化石均可沿层面分开为正负两种，有时为外模，有时可为内核。这种保存方式在已采化石标本中占主要地位，如宏体藻类中的绝大部分均为此种方式。

(2) 印痕方式　在层面上留下印痕而被保存为化石，如软躯体后生动物中的大部分均为此方式，像类水母、蠕虫、遗迹及少数宏体藻类。

(3) 立体方式　少数后生动物及厚度较大的宏体藻类，可在层面上呈立体保存的方式，如有一定厚度的宏体藻类和海绵体化石。

(4) 原位方式　在硅质岩中保存的微体化石主要为原位保存，在碳酸盐岩及泥质岩中也有保存，除少数在成岩过程中受压变形外，一般均为原位保存。纹饰及瘤刺保存极好。

5. 生态领域广阔

庙河生物群是典型的浅海相生物群，其生态类型是多种多样的，主要有以下几类：

(1) 底栖固着型　如一些具有固着器的藻类，它们发育有器官初步分化了的“根”，以固着在海底，直立生长，有的“根”垂直向下，深扎海底，有的“根”则水平延伸较长，如*Miaohenella*，有的则是一个很小的固着器，如*Doushantuophton*，还有海绵动物，它们靠基部固着在基底上。这种生态类型约占整个庙河生物群的50%左右。

(2) 底栖爬行型　它们在海底爬行进行觅食，靠身体的蠕动或刚毛进行爬行，如某些蠕虫动物，根据它们的保存情况，在庙河生物群中可能部分生物已经初步具备了钻凿软质基底的能力。这种生态类型约占庙河生物群的20%左右。

(3) 浮游型及漂浮型　它们没有真正的游泳器官，经常漂在水中，随波逐流，为了适应漂浮生活，身体一般为辐射对称的圆形或球形，个体一般也较小，如*Gracilogia*及某些藻类，它们死后遗体广泛地分布在岩层中。还有的是浮游生物，身体很薄，比重很小，往往具有水压器作用，可以在水中作垂直运动，如类水母等。这类生物约占庙河生物群的30%左右。

总之，庙河生物群是生物分异度较大，进化程度较高的一个特殊的生物群。它与淮南生物群相比，则淮南生物群化石门类单调，进化程度较低。它与蓝田生物群比较，则蓝田生物群只有植物化石而无动物化石发现。它与淮北生物群相比，则后者只有动物化石，而缺乏植物宏体化石。所以庙河生物群是迄今为止，在我国南方晚震旦世地层中化石门类众多，数量较大，保存方式多样，生态领域广阔的微体与宏体，动物与植物，软躯体及具硬体，实体与遗迹，底栖与浮游共存的最为典型的一个生物群（图2—2）。

三、庙河生物群化石的分布与层位

庙河生物群化石的分布与层位，可以从微观与宏观两个方面来讨论：

1. 微观方面

从微体化石的特征来看，可以分为微古植物和微体动物两部分。

1) 微古植物　庙河生物群的微古植物相当于峡区震旦系第二微古植物组合。它们主要分布在黄陵背斜两翼的庙河村、莲沱、陡山沱、三斗坪、王丰岗、田家园子、铁匠垭等地

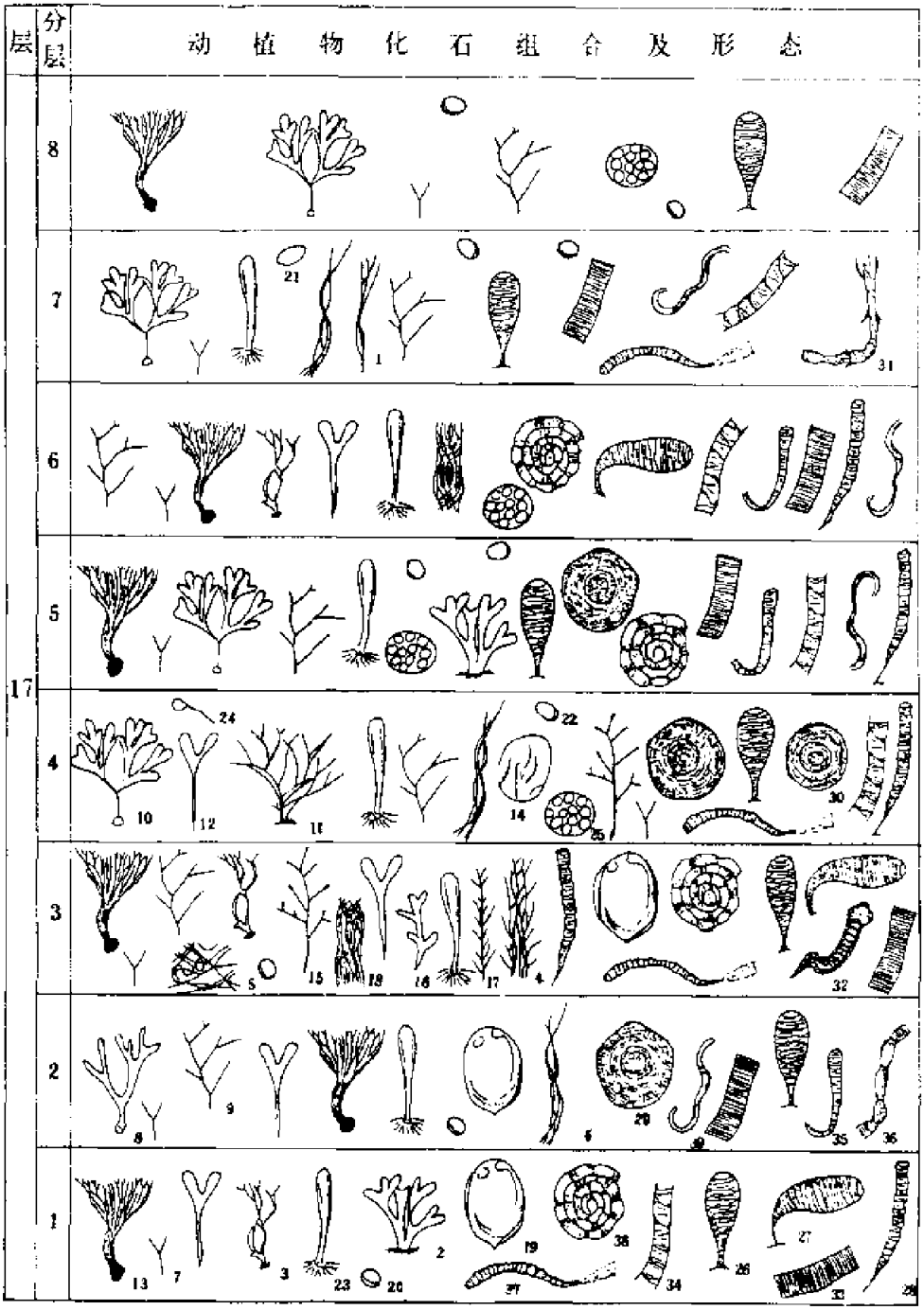


图 2—2 庙河生物群化石类型图

Fig. 2—2 Fossil types of Miaohe Biota

1—*Cilialga*（纤毛藻）；2—*Palaeocodium*（古松藻）；3—*Enteromorphites*（拟浒苔）；4—*Villosalga*（长毛藻）；5—*Longenema*（长丝藻）；6—*Eoulothrix*（古丝藻）；7—*Gracilogia*（纤细藻）；8—*Zhongbaodaophyton*（中堡岛藻）；9—*Doushantuophyton*（陡山沱藻）；10—*Palaeoscinaia*（古鲜奈藻）；11—*Gymnogongrusoides*（拟叉枝藻）；12—*Konglingiphyton*（蛇岭藻）；13—*Sectoralga*（扇形藻）；14—*Paraporphyra*（拟紫菜）；15—*Archaeocladiphyton*（古枝藻）；16—*Tubulalga*（管状藻）；17—*Axalga*（轴藻）；18—*Eosc ytosiphon*（古囊藻）；19—*Eocolpomenia*（古囊藻）；20—*Chuaria*（丘阿尔藻）；21—*Shouhsienia*（寿县藻）；22—*Ovidiscina*（卵圆形藻）；23—*Miaohenella*（庙河藻）；24—*Longfengshania*（龙凤山藻）；25—*Sysphaera*（聚球藻）；26—*Sinospongia*（震旦海绵）；27—*Rugospongia*（皱纹海绵）；28—*Cuculus*（袋状海绵）；29—*Sanxiamedusa*（三峡水母）；30—*Palaeomedusa*（古水母）；31—*Rugosilina*（皱线虫）；32—*Changjiangvermis*（长江虫）；33—*Niuganmafeia*（牛肝马肺虫）；34—*Ziguivermites*（秭归虫）；35—*Niuganmafeia typica*（标准牛肝马肺虫）；36—*Jiuqunaoella*（九曲脑虫）；37—*Xilinxiaella*（西陵峡虫）；38—*Jiuqunaoella convoluta*（旋卷九曲脑虫）；39—*Planotaenichnus*（平带迹）

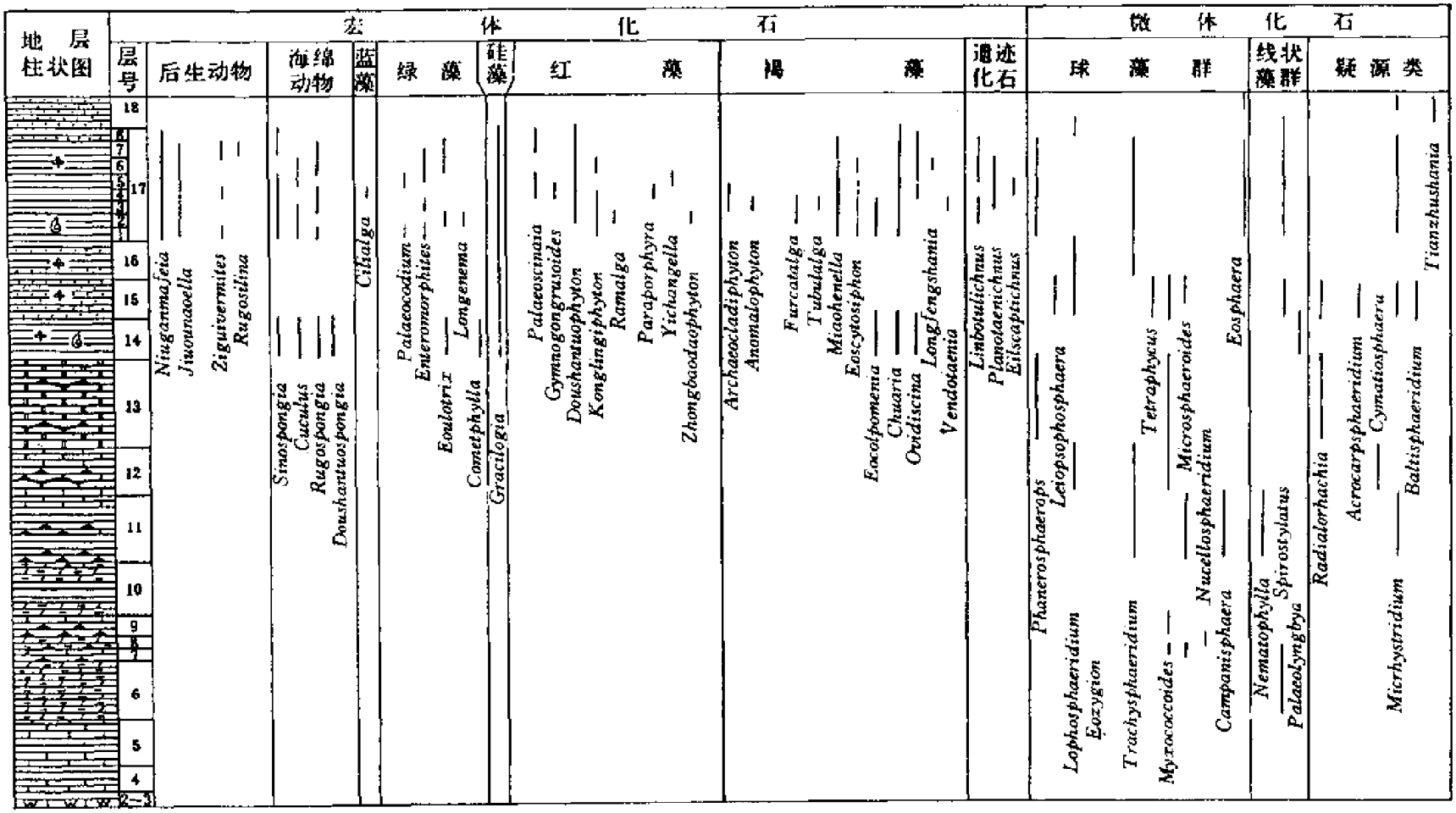


图 2—3　庙河生物群化石垂直分布图

Fig. 2—3　Vertical distribution of fossils of the Miaohe Biota

的陡山沱组地层中，主要赋存于碎屑岩、硅质岩及碳酸盐岩的沉积中。关于这些，过去已有较多的研究者进行过报道，并发现较多的属种。1992年笔者研究后发现陡山沱组共有微古植物化石35属，70多种，21个未定种。最近再次研究，发现微古植物共有96属，241种，57个未定种，其中8个新属，35个新种。

2）微体动物　这里主要是指海绵骨针，分布在宜昌石牌—秭归庙河一带，以莲沱王丰岗陡山沱组赋存为最多。同时在莲沱的陡山沱组底部还存在有网孔几丁虫 *Sagenaporellachitina*（唐天福，1978）。

2. 宏观方面

从宏体化石的特征来看，包括宏体藻类及宏体动物。它们主要分布在黄陵背斜的西翼，长江南北两岸，北起李家沟脑，南至周家岭，全长18 km，共有化石点5个。化石主要赋存在陡山沱组上部的硅泥质岩中，层位较为稳定。在黄陵背斜的东南翼陡山沱组上部黑色泥质岩中，目前还未发现宏体化石，看来化石的产出及分布与岩相有较密切的关系。

庙河剖面共分21层，微体化石从下到上均有分布，其中宏体化石主要集中在Ⅰ剖面的14—17层和Ⅰ剖面的16（4—7）层。其中7层或17层又可进一步划分为8个小层，化石的垂向分布与类型见（图2—3）。

第三节　生物分类

一、前寒武纪古生物化石分类回顾

现在生存在地球上的生物，估计有180万种以上，其中属于藻类的约3万余种，对数目如此众多、千差万别的现代生物，动、植物学家经历一段漫长的研究和认识的历史，建立了现代的生物分类系统。系统的建立，首先需将性质相近的生物进行分门别类，然后寻找各类群之间的相同点，了解它们之间可能的亲缘关系，再根据其关系的密切程度，加以排列，这样就可能从整个系统中看出生物或是某一门类生物发生和发展的过程。但因十分缺乏化石的资料，研究它们的系统发生仍然存在不小困难。

最近20年来，在前寒武纪地层中发现了不少微体及宏体古生物化石，人们为了便于深入研究和进行交流，对各类生物进行了分类。比较常见的有微古植物和叠层石。

1. 微古植物

在前寒武纪微古植物研究中，当前存在着两种基本的分类系统。

1）完全按照形态特点进行分类　代表性的有季莫菲也夫（Б. В. Тимофеев 1996、1973、1979）的分类；唐尼（C. Downie）、艾维特（W. R. Evitt）和塞兰特（W. A. S. Sarjeant）1963年的分类；戴佛和皮特（W. L. Diver and C. J. Peat）1979年的分类以及我国邢裕盛1985年的分类。他们都将化石分为群、亚群、属、种四个级别。

2）以现生生物（菌、藻植物）的分类系统为基础的分类　门、纲、目、科的分类往往完全采用现生生物的分类系统，如蓝藻门则按照蓝藻门的纲、目、科分类，褐藻门则按照褐藻门的纲、目、科分类。而属、种二级则基本上还是形态的分类。

2. 宏体藻类

由于前寒武纪宏体藻类发现较少，目前还没有形成一个统一的分类方案。1985年段承华、邢裕盛、杜汝霖在总结宏体藻类化石时，提出从形态出发，建立一个人为的分类系统，

如 Chuariaceae 类（科）、Vendotaenides 类（科）和 Longfengshanides 类（科）。刘志礼、杜汝霖（1991）建议采用原始后生藻类门（Protometaphycophyta）来代表一批已经绝灭了的类型。

3. 叠层石

叠层石的分类、命名，由于研究者的不同认识，各家观点也不统一，分类方案也较多，在我国目前基本能统一到描述性定义的基础上，既包括了生物方面的因素，又包括了沉积环境方面的因素，即使用生物和非生物相结合的形式，将叠层石分为总类（Supertype）、类（Type）、"科（Family）"、群（Group）和形（Forma）五个等级分类系统和沿用一般拉丁文双名法命名形式（梁玉左、朱士兴，1993）。

据一些资料记录，认为前寒武纪和古生代地层中发现蓝藻化石如葛万藻（*Girvanellen*），确实是属于蓝藻中的束藻属（*Symploca*）的种类。W. N. Croff 和 E. A. George（1959）的研究证实蓝藻中的多列藻科化石的两个新属（*Rhyniella* 和 *Kidstoniella*）在泥盆纪已达到了现代类型的体制阶段。而这次在峡东黄陵背斜西翼庙河村、上震旦统陡山沱组黑色粉砂质、硅质页岩中发现的古念珠藻属 *Nostocomorpha* 更是正确无误，它属念珠状单列排列，有异形胞，与现代的念珠藻属的藻类，从大小、形状、结构各方面十分相似，我们定名为古念珠藻。

绿藻化石很多，比较早的化石大约发现在 14—12 亿年前。在我国河北蓟县雾迷山组地层中，发现的震旦塔藻化石，经鉴定属于绿藻纲、管藻目、多毛藻科，个体中央为一中轴，两侧有许多轮状排列的侧枝。此外绿藻中的某些科在早志留世、三叠纪、侏罗纪的地层中也有大量的化石。

在距今 700±5 Ma 至 650 Ma 的庙河生物群中已出现了囊状、柱状、管状的各种类型的藻类，有叉状分枝或不分枝的，某些化石的形状表现为高度形态学上和结构上的组织特征，这些藻类经鉴定分属蓝藻门、绿藻门、红藻门、褐藻门。在动物化石方面，它包括有腔肠动物、海绵动物、蠕虫动物等种类，它们不但在体形上和大小上有千差万别的变化，就是在内部结构上也日趋复杂化，因而断定在前寒武纪的庙河生物群中已出现与现代藻类相似的藻类类群和后生生物。然而它们的进化路线仍有待更进一步的探讨。

二、庙河生物群分类原则

庙河生物群如此多的种类，形态结构又那么多样化，要将它们正确无误的归入各门、纲、目、科、属、种还存在困难，因为这些化石中，主要在形态和某些结构能够保留下来，而缺乏三维空间及内部结构，我们虽采用了切片、扫描电镜等技术，还不能完全确定各类化石的归属，这些困难只能待今后技术的进步，动植物学家和古生物学家以及技术专家共同努力，才可完成。庙河生物群化石的归属，我们采用以形态划分为主，参照现代的种类作为对照，采用切片、扫描电镜等技术确定他们的归属。因为变化万千的生物形态，它们都是历史演化的产物，各种形态都是各种类群、种族系统发展的内在反应。内因总是要在古代和现代的物种形态上表现出来，内因是变化的根据，外因是变化的条件，物种主要是受物种的内因决定的。因此必然在形态上相对地表现其远近差别，即使是已绝种的古生物，还是可以从形态上找出和现代某种类型的关系。当然有些种类应归入植物界和动物界仍有不同的看法，这可能是他们有共同祖先的结果，这些种类将归入门、纲、目、科待定的栏目中。由于以比较形态学的分类为主要依据，所以错误的地方再所难免，请多提出宝贵意见，

为促进前寒武纪古生物化石的归属共同努力。

"门"被作为最高级的分类单位，它们是单元起源的一个自然的生物群，这个群是以一定的形态学和生理学为特征的，以及一致的物质代谢的特征为依据。门下面的单位能够排列成一条或多条发展路线。各门之间被认为没有亲缘关系，并且它们的发展史也是没有关系的。我们根据这一原则，与现代生活的各生物群从比较形态学、古生物学、比较解剖学各方面来划分，不同类型的分别归入各门。

要给古代生物化石的"种"，下一个概括适当的定义，与现代生物一样是困难的，况且从化石中认识它们，仅能得到一个形态特征、个体表面的褶皱、花纹、分枝特征等的表面现象，目前尚无办法了解其内部结构，划分属哪"种"生物仍有困难，所以我们对庙河生物群中对种的界定仍采用传统的方法。即"种"是个体的总合，这个种在特征上与它们的后代是一致的，而这些特征对研究者来说又是重要的（R. Wettstein，1935）；"种"是个体的一个类群，这个类群在重要的特征上，同样与其后代是一致的（E. G. Pringsheim，1953）。我们就是根据上述原则来考虑庙河生物群的分类划定的。

三、庙河生物群的系统分类

1. 庙河生物群宏体藻类植物化石系统分类

蓝藻门 Cyanophyta
蓝藻纲 Cyanophyceae
段殖藻目 Hormogonales
念珠藻科 Nostocaceae
古念珠藻属 *Nostocomorpha* Sin et Liu，1978
目、科未定 Order and Family uncertain
纤毛藻属（新属）*Ciliaga*（gen. nov.）
绿藻门 Chlorophyta
绿藻纲 Chlorophyceae
丝藻目 Ulotrichales
丝藻科 Ulotrichaceae
古丝藻属 *Eoulothrix*（gen. nov.）
长丝藻属 *Longenema*（gen. nov.）
带叶藻属 *Cometiphylla*（gen. nov.）
管藻目 Siphonales
松藻科 Codiaceae
古松藻属 *Palaeocodium*（gen. nov.）
石莼目 Ulvales
石莼科 Ulvaceae
拟浒苔属 *Enteromorphites* Zhu et Chen，1984
目、科未定 Order and Family uncertain
长毛藻属 *Villosalga*（gen. nov.）
红藻门 Rhodophycophyta

红藻纲 Rhodophyceae

海索面目 Nemalionales

总状藻科 Chaetangiaceae

古鲜奈藻属 *Palaeoscinaia*（gen. nov.）

杉藻目 Gigartinales

育叶藻科 Phyllophoraceae

拟叉枝藻属 *Gymnogongrusoides*（gen. nov.）

江蓠科 Gracilariaceae

陡山沱藻属 *Doushantuophyton* Chen，1991

红毛菜目 Bangiales

红毛菜科 Bangiaceae

拟紫菜属 *Paraporphyra*（gen. nov.）

掌藻属 *Palmalga*（gen. nov.）

目、科未定 Order and Family uncertain

多枝藻属 *Polyladalga*（gen. nov.）

枝藻属 *Ramalga*（gen. nov.）

蛵岭藻属 *Konglingiphyton* Chen et Xiao，1992

宜昌藻属 *Yichangella*（gen. nov.）

中堡岛藻属 *Zhongbaodaophyton* Chen，Xiao and Yuan，1992

扇形藻属 *Sectoralga*（gen. nov.）

硅藻门（?）Bacillariophyta（?）

硅藻纲（?）Bacillariophyceae（?）

目、科未定 Order and Family uncertain

纤细藻属 *Gracilogia* Ding，1992

褐藻门 Phaeophyta

异型世代纲 Heterogeneratae

海带目 Laminariales

海带科 Laminariaceae

庙河藻属 *Miaohenella* Ding，1992

网管藻目 Dictyosiphonales

萱藻科 Scytosiphonaceae

古萱藻属 *Eoscytosiphon* Ding，1992

古囊藻属 *Eocolpomenia*（gen. nov.）

圆孢子纲 Cyclosporae

墨角藻目 Fucales

马尾藻科 Sargassaceae

轴藻属 *Axalga*（gen. nov.）

纲、目未定 Class and Order uncertain

丘阿尔藻科 Chuariaceae

丘阿尔藻属 *Chuaria* Walcott，1899

卵圆形藻属 *Ovidiscina* Zheng，1980

龙凤山藻科 Longfengshaniaceae

龙凤山藻属 *Longfengshania* Du，1982

文德带藻科（类）Vendotaenides

文德带藻属 *Vendotaenia* Gnilovskaja，1971

纲、目、科未定 Class，Order and Family uncertain

管状藻属 *Tubulalga*（gen. nov.）

古枝藻属 *Archaeocladiphyton* Chen，Xiao et Yuan，1994

叉藻属 *Furcatalga*（gen. nov.）

奇异藻属 *Anomalophyton* Chen，Xiao et Yuan，1994

门、纲、目、科未定 Phylum，Class，Order and Family uncertain

聚球藻属 *Sysphaera*（gen. nov.）

环形藻属 *Circalga*（gen. nov.）

2. 庙河生物群无脊椎动物化石系统分类

腔肠动物门 Coelenterata

类水母 Medusoid

三峡水母属 *Sanxiamedusa*（gen. nov.）

茅坪水母属 *Maopingmedusa*（gen. nov.）

古水母属 *Palaeomedusa*（gen. nov.）

环节动物门 Annelida

寡毛纲 Oligochaeta

目、科未定 Order and Family uncertain

西陵峡虫属 *Xilinxiaella*（gen. nov.）

长江虫属 *Changjiangivermia*（gen. nov.）

皱线虫属 *Rugosilina*（gen. nov.）

古蛭虫属 *Palaeohirudo*（gen. nov.）

秭归虫属 *Ziguivermites* Chen，1994

宽带虫属 *Latizonivermes*（gen. nov.）

九曲脑虫属 *Jiuqunaoella* Chen，1991

蠕虫动物 Vermes

门、纲、目、科未定 Phylum，Class，Order and Family uncertain

牛肝马肺虫属 *Niuganmafeia* Chen，1991

蛹形虫属 *Pupillivermia*（gen. nov.）

双尖虫属 *Ambomurica*（gen. nov.）

残缺化石 A Fragmentary fossil A

海绵动物门 Porifera

纲、目、科未定 Class，Order and Family uncertain

震旦海绵属 *Sinospongia* Chen et Xiao，1992

皱纹海绵属 *Rugospongia*（gen. nov.）
陡山沱海绵属 *Doushantuospongia*（gen. nov.）
袋状海绵属 *Cuculus* Steiner，1994

第四节 庙河生物群在前寒武纪生物演化中的位置及其意义

从生物演化的观点来看，在占地球历史 6/7 以上的前寒武纪这一漫长的地质时期中，生物经历了一系列复杂的变化。生物从无到有，从原核生物到真核生物，再出现后生植物和软躯体后生动物，而后进入早期带壳后生动物阶段。每一个大的阶段的形成，都标志着一个划时代的变革的发生。

目前的古生物研究表明，地球上最早的生物出现于距今 32 亿年的地层中。如南非斯瓦茨兰系（Swaziland System）、昂威尔特群（Onverwacht Series），其时代为距今 37—34 亿年，从中发现有藻状微化石（E. J. Albert et al.，1968）；南非无花果树系（Fig. Tree Series），其时代为 31 亿年，也发现藻状微体化石和菌状微化石（E. S. Barghoorm and J. W. Schopf，1967）。

在这些最早的菌、藻类生物出现之前，地球生命还经历了大约几亿年的化学演化阶段。在这个前生命的化学演化阶段中，地球的物质记录（岩层）中保存了大量与生命物质有关的有机高分子化合物，如干酪根、氨基酸、核糖核酸、卟啉等。古生物学家建议将地史中这些不具生物形态，而又与生物有关的生命有机物称之为化学化石（Chemical fossil）。

在菌藻类生物出现之后，从原核生物（Prokaryata）进化到真核生物（Eukaryata）的时间，按克劳德的观点大约在 19—20 亿年左右（P. E. Cloud，1976）。而 J. W. Schopf（1977）根据现代真核生物细胞直径明显大于原核细胞这一点出发，大量统计了前寒武纪生物化石的细胞直径，得出结论认为 14—15 亿年前，才可能是真核生物起源的时间。所以，关于真核生物起源的时间问题，还是存在着意见分歧的。

至于多细胞后生生物出现的时间，现在也还无法确定。这是因为虽然它们的机体组织可能已发展到后生生物水平，并可在岩层中留下痕迹，但还没有被人们所发现，还需进一步发掘。一般认为，在后生生物中，后生植物比后生动物出现的时间要早。在后生植物（Metaphyta）方面，中国青白口系（距今 8.5—9 亿年），产有 *Longfengshania*（杜汝霖，1982），它们具有初步的器官分化；加拿大的小达尔群（Little Dal Group），距今 10 亿年，产有 *Tawuia* 和 *Longfengshania*（H. J. Hofmann，1981）；在蓟县长城系高于庄组（距今 14 亿年）发现了 *Grypania* 宏体藻类（杜汝霖，1986）；在团山子组（距今 17 亿年）发现有宏体藻类 *Tuanshanzia*（阎玉忠，1995）。它们具有个体较大，形态多样，边缘清楚等特征，说明此类生物已演化到一定的水平。阎玉忠 1982 年在蓟县长城系串岭沟组（18 亿年）发现了肉眼可见的宏体多细胞藻类丝状体化石，推断它是具真核藻类特征的原始绿藻分子，这为真核生物的出现，提供了新的证据。这是我国目前最早的宏体化石，也是迄今为止世界上最早的宏体藻类化石。以上事实表明 17—18 亿年以前真核生物已经出现，与克劳德的意见比较接近。

在后生动物（Metazoa）方面，南澳的 Ediacara 动物群，它包括腔肠动物、海绵动物、环

节动物、节肢动物等，几乎全是软躯体的动物。其出现的时间大约为距今 6.8 亿年左右（Glaessner，1971；J. W. Schopf，1975），这被大家公认为最早的后生动物。但是随着工作的不断深入，新材料的不断被发现，这一观点已需要修正。中国三峡陡山沱组的庙河生物群（700—650 Ma）和灯影组的西陵峡生物群（650—600 Ma）可以视为其同期产物。前者有腔肠动物类水母、海绵动物、蠕虫动物、遗迹化石，及大量具器官分化的宏体藻类。后者有腔肠动物的海腮类、海绵动物、蠕虫动物及宏体藻类。值得强调的是，在三峡地区陡山沱组庙河生物群中出现了具内骨骼的海绵动物（丁莲芳，1992），在贵州陡山沱组则出现了古老的海百合茎的节片（薛耀松，1992），这都表明这些动物已具有分泌骨骼的能力，虽然数量还较少，但已经开始出现。这更表明软躯体动物的出现时间还应更早，也就是说它们的出现应早于庙河生物群、早于 Ediacara 动物群。在这一点上庙河生物群的作用已超越了 Ediacara 动物群的作用。另外，在中国皖北刘老碑组（840 Ma）产有 *Anhuiella*、*Sinosabellidites*，这一事实将软躯体动物出现的时间又向前推进了 150 Ma，至此，我们就可以认为后生动物最早出现的时间应在 9—10 亿年之前。

多门类带壳化石的出现是生物演化史上又一个极其重要的事件。它们是一批具有硬体的化石，包括有软舌螺类、腕足类、腹足类、单板类、古杯类、腔肠类、齿形类、球形类及一些分类位置不定的化石，由于它们比较微小，而且具有外壳，故统称为小壳化石。梅树村生物群（宽川铺生物群）为其代表。它们虽然还很原始，但却都具有壳体，它们与不带壳的软躯体 Ediacara 动物群有本质的区别。具壳动物演化的成功，标志着生物发展史上的一次重大的质的飞跃，从而改变了地球上生物圈的面貌。

我国是前寒武纪地层发育最好的国家之一，也是世界上在前寒武纪古生物学研究方面积累资料最多的国家。正式报道的化石点有 30 多个，遍布 12 个省区。无论在化石数量上，还是在门类及种属多少方面，都超过世界其它地区。现根据化石产出的层位、年代、形态特征、生物门类将中上元古界从长城系到震旦系的生物划分为七个生物群（杜汝霖，1990；丁莲芳，1992）（表 2—1）。

1）桑树鞍生物群　长城纪串岭沟—高于庄期，1800—1400 Ma，此生物群是标志真核生物出现及宏体藻类最早出现的生物群。串岭沟组的 *Nucellosphaeridium*、*Schizofusa* 是真核单细胞浮游藻类，是真核生物存在的有力证据（阎玉忠，1982、1985）。在距今 14 亿年的高于庄组发现了 *Grypania* 藻（杜汝霖，1986），在距今 17 亿年的团山子组中发现了宏体藻类 *Tuanshanzia*、*Eopalmaria*（阎玉忠，1995），它们是最早宏观藻类的代表。

2）下花园生物群　蓟县纪雾迷山—洪水庄期，1400—1200 Ma，此生物群是以分枝丝状体真核藻类和多细胞组织体藻类的出现及其多样性为特点的生物群，如雾迷山组的 *Cylindrothrix*（刘志礼，1982）、洪水庄组的 *Beltina*（杜汝霖，1990）等。

3）赵家山生物群　青白口纪早期，1050—900 Ma，此生物群以 *Chuaria* 和 *Shouhsienia*（杜汝霖，1986）为代表，类型较低级，属种和数量也较少，个体亦较小，生物发展处于原始状态。

4）龙凤山生物群　青白口纪晚期，900—850 Ma，此生物群的特点是藻体构造较为复杂，器官已有初步分化，出现了拟茎、假根，个体一般均较大，已由浮游类型逐渐演化为固着底栖类型，是最早出现底栖宏体藻类的生物群，以 *Longfengshania*、*Glossophyton* 为代表。

5）淮南生物群　青白口纪末期—早震旦世，850—700 Ma（郑文武，1979、1980），以最早出现宏体后生动物蠕虫而著名，如 *Anhuiella*、*Huaiyuanella* 它是世界性前寒武纪大冰期前含大量而可靠的后生动物实体化石的生物群，也是最早的宏体海相动物群，被称为前 Ediacara 生物群，这个生物群的发现，将后生动物实体化石记录的时间大约提前了两亿年。因此，虽然它还比较原始，但却具有重要意义。

表 2—1　庙河生物群在前寒武纪生物演化中的位置

Table 2—1　The position of Miaohe Biota in Precambrian Biological Evolution

地层 stratigraphy		生物群名称 names of the biota	代表分子 representative elements	时限 time interval	生物阶段 biological stages
下寒武统 ϵ_1	灯影组 Dengying Fm.	宽川铺生物群 Kuanchuanpu Biota	*Chancelloria* *Cambroclavus* *Siphogonuchites* *Sachites*	600—570 Ma	Ⅵ
上震旦统 Z_2	灯影组 Dengying Fm.	高家山生物群（西陵峡生物群） Gaojiashan (Xinlinxia) Biota	*Charnia* *Gaojiashania* *Protolagena* *Vendotaenia*	650—600 Ma	Ⅴ
	陡山沱组 Doushantuo Fm.	庙河生物群 Miaohe Biota	*Miaohenella* *Gracilogia* *Palaeoscinaia* *Maopingimedusa* *Xinlinxiaella* *Sinospongia* *Planotaenichnus* *Nematophylla* *Radialorhachia*	700—650 Ma	
下震旦统 Z_1	南沱—莲沱组 Nantuo-Liantuo Fm. 景儿峪组 Jingr'yu Fm.	淮南生物群 Huainan Biota	*Anhuiella* *Huaiyuanella*	850—700 Ma	Ⅳ
青白口系 Qn	长龙山组 Changlongshan Fm.	龙凤山生物群 Longfengshan Biota	*Longfengshania* *Glossophyton*	900—850 Ma	Ⅲ
	下马岭组 Xiamaling Fm.	赵家山生物群 Zhaojiashan Biota	*Chuaria* *Shouhsienia*	1050—900 Ma	Ⅱ
蓟县系 Jx	洪水庄—雾迷山组 Hongshuizhuang—Wumishan Fm.	下花园生物群 Xiahuayuan Biota	*Beltina* *Cylindrothrix*	1400—1200 Ma	Ⅰ
长城系 Ch	高于庄—串岭沟组 Gao'yuzhuang—Chuanlinggou Fm.	桑树蔽生物群 Sangshuan Biota	*Grypania* *Tuanshanzia*	1800—1400 Ma	

6）庙河生物群　晚震旦世陡山沱期，700—650 Ma（丁莲芳等，1992），它是前寒武纪世界性冰期以后的第一个生物群，它包括有腔肠动物的类水母、海绵动物、蠕虫动物及遗迹化石，还有各种演化较高级的宏体藻类，如褐藻、绿藻、红藻、硅藻（?）及微体藻类、刺球类，它们有细胞结构和组织分化。庙河生物群是由生物类型比较单调和比较原始的状况转向多门类、较高级后生生物的产物，是它们对环境适应辐射的典范，此时物种分异度猛增，出现了 140 属 322 个种，这是一种由长期缓慢增长到爆发式增长的突变，是地质演化史上一次重大海洋生物大爆发事件。

7）西陵峡生物群（高家山生物群） 晚震旦世灯影峡期，650—600 Ma，它是庙河生物群的延伸，物种由爆发式的发生而转入稳定水平上的发展，化石有腔肠动物的海鳃类 *Charnia*、海绵骨针、蠕虫类及大量的遗迹化石、褐藻等．西陵峡生物群与庙河生物群前后相接，其持续时间相当于南澳 Ediacara 动物群生存的时间。

再后为梅树村生物群（宽川铺生物群），属早寒武世梅树村期 600—570 Ma，它是一个门类众多，个体微小，具硬体或壳体的动物及微体植物的生物群，由软舌螺类、腹足类、腕足类、单板类、球壳类、喙壳类、似牙形类、微古植物及一些分类不明的类群组成．也称为前三叶虫生物群。

从生物演化的角度可将上述 8 个生物群的演化过程划分为六个阶段：

第一阶段 1050 Ma 以前（长城纪—蓟县纪）是真核生物出现及宏体藻类出现的阶段，也是宏体藻类演化较原始的阶段。

第二阶段 1050—900 Ma（青白口纪早期）是最古老的浮游宏体藻类的演化阶段。

第三阶段 900—850 Ma（青白口纪晚期）是后生植物器官发生初步分化及最早底栖宏体藻类发生和演化的阶段。

第四阶段 850—700 Ma（青白口纪末期—早震旦世）是最早后生动物出现和发展的阶段。

第五阶段 700—600 Ma（晚震旦世）是后生动植物适应辐射的阶段，其特点是由前期的缓慢增长转入到此时的爆发式增长。

第六阶段 600—570 Ma（早寒武世）是多门类带壳生物大发展的阶段。

从上述情况可以清楚地观察到生物界在演化的进程中，生物愈简单、低级，则演化愈慢；而愈趋于复杂、高级时则演化愈快．演化速度是以加速度的方式在前进着，也就是说它们各个发展阶段所占据的时间间隔是随着演化进程的推移而越来越短。它们不断地向着适合自己生存的环境扩张和迁移，按着自然演化的进程发生和发展．从末元古宙诸多生物群的特征来看，这些生物群既有联系，又有显著差别。尤其是在末前寒武纪全球最后一次冰期以后，海平面广泛上升，生物占领了更广阔的生态领域。同时较温暖的气候也提供了一个生物生存发展的有利条件。于是使得以宏体藻类、腔肠动物、蠕虫类、海绵类为代表的庙河生物群应运而生，反映了这时期的生物已向更高级的阶段发展。也就是向生物门类更多的、生态更为多样的和机体分化程度更高的阶段发展。而庙河生物群中的微体生物，大型浮游刺球类和海底后生植物的发展，又为后生动物，带壳动物的产生和发展创造了条件，提供了重要食物来源。所以生物大量发育繁盛的晚震旦世陡山沱期是末前寒武纪冰川事件以后气候变暖条件下第一个生物大爆发时期，而此时期庙河生物群的形成则是一个重要的生物事件，生物群初始地全方位占领了生存空间。因此庙河生物群在生物演化进程上起到了一个承前启后的作用，反映了生物演化进程中的质变和飞跃，这不仅对晚前寒武纪全球生物地层对比和研究有重要的现实意义，而且对晚前寒武纪生物历史的研究也具有重要的理论意义。

第五节 庙河生物群与国内外同期生物群的对比

庙河生物群是中国南方震旦纪冰川活动以后所产生的一个独特的生物群。南沱冰碛层

在我国华南地区相当普遍，滇、黔、川、桂、鄂、皖、浙均有分布，它们一般分布在扬子地台及周缘地区。尽管对其成因有不同的看法，但属于受洲际性寒冷气候的影响及控制是没有异议的。它们的年龄大约为 700 Ma±。这是我国规模最大、活动最强烈的一次冰川活动，也是一个全球性的冰川事件。南沱冰期以后，气候普遍变暖，海平面上升，海洋中各种生物又相继繁盛起来，生物占领了更广阔的生态领域。所以很多人推测，晚前寒武纪的冰期触发了后生生物的大发展。庙河生物群就是在这种背景下繁盛起来的。下面把庙河生物群与各地生物的产出状况、层位及同位素年龄值作一比较（表 2—2）。

安徽　1981 年毕治国等在皖南震旦系上统下部的蓝田组页岩中，发现了一批宏体藻类化石，包括 *Chuaria*、*Shouhsienia*、*Epiphyton*、*Tyrasotaenia* 等，后来又发现有 *Xiuningia*、*Paraxiuningia*、*Cyathophyton* 它们均为炭质压膜化石（邢裕盛，1985、1989；毕治国，1987），其层位与化石均可与庙河生物群对比。

贵州　在贵州瓮安陡山沱组黑色磷块岩中，发现有保存完好的多细胞藻类化石，具有完好的细胞和组织结构，如 *Thallophyca*、*Thallophycoides*、*Wangania*、*Corticina*、*Paramecia*（Zhang，1989；Zhang et Yuan，1992）。在瓮安陡山沱组上段磷质白云岩中，还发现有动物骨骼化石，海百合 *Sinocyclocyclicus* 震旦圆圆茎及与锥石类似的方形管 *Quadratitubus*（薛耀松、唐天福等，1992）。其层位与本区陡山沱组相当。

云南　云南王家湾组（陡山沱组）也是在澄江冰碛层以后的沉积，由于地区关系，虽在岩性岩相上与峡区不同，但所含的微古植物组合面貌与庙河生物群却相似，共有 11 属 23 种，均为球形藻类，如 *Pseudozonosphaera asperella*、*P. verrucosa*、*Lophosphaeridium*、*Trachysphaeridium*、*Fuchunshania*、*Hubeisphaera radiata* 等。其海绿石 K-Ar 同位素年龄值为 626 Ma、658 Ma（李璞，1964）。因此两者可以作对比。

四川　四川峨眉喇叭岗组，其组成岩性与峡区有一定的差异，但微古植物面貌却与庙河生物群相似，有 7 属 21 种，*Trachyspheridium rugosum*、*T. rude*、*Pseudozonosphaera sinica*、*P. verrucosa*、*P. asperella*、*Leiopsophosphaera* 等（丁莲芳，1980）。这些化石在峡区陡山沱组都存在。根据侵入在观音崖组的核桃坪花岗岩 K-Ar 同位素年龄为 679.3 Ma（袁海华，1980）及川北中坝花岗岩 K-Ar 同位素年龄为 687.4 Ma（袁海华，1980），喇叭岗组底界年龄不应大于 679—687 Ma。笔者认为峨眉喇叭岗组可与峡东陡山沱组对比。

苏皖地区　苏皖北部九里桥组上部出现有须腕动物 *Paleolina* 和 *Sabellidites*，蠕虫化石 *Huaiyuanella* 和 *Anhuiella*，这是目前世界上发现最早的蠕形动物，时限约为 700 Ma。在赵圩组，还有宏体藻类 *Chuaria*，微古植物 *Leiofusa*、*Micrhystridium*、*Symplassosphaeridium*。在倪园组和九顶山组岩石切片中见有保存很好的丝状体及球状体化石 *Siphonophycus*、*Myxococcoides* 及 *Eomycetopsis*。这些化石均可与本区庙河生物群对比，时限不早于 700 Ma。

辽南地区　上震旦统辽南群南关岭组产水母化石 *Cyclomedusa*、*Liaomingia* 等（邢裕盛，1979；段吉业，1980）；上部产有宏体藻类 *Chuaria*、*Shouhsienia Tawuia* 及微体藻类 *Trachysphaeridium*、*Lophosphaeridium*、*Pseudofavososphaera*、*Hubeisphaera*、*Micrhystridium* 等，从微古植物面貌看，具有震旦纪的特点。兴民村组的同位素年龄数据为 650 Ma。辽南地区的沉积特点虽与峡区震旦纪的沉积特点迥然不同，但这些化石及同位素年龄值基本可与峡东陡山沱组对比。

澳洲　澳大利亚南部弗林德斯山脉阿德雷德地区的庞德亚群为代表的地层是举世闻名

的 Ediacara 动物赋存的层位。Ediacara 动物群是一个多门类的软躯体无脊椎动物化石群，包括有腔肠动物门（水母类、水螅类、海腮类）占标本总数的 67%，环节动物门占 25%，还有节肢动物门、扁虫动物门等及一些分类位置不定的生物，已鉴定的有 32 个属种（据不完全统计），时限为距今 680—590 Ma（J. W. Schopf，1975）。它与我国震旦系上统的地层相当（包括灯影组、陡山沱组）时限为距今 700±30—600 Ma（邢裕盛，1989；马国干，1989）。震旦系上统赋存有两个生物群，即灯影组的西陵峡生物群和陡山沱组的庙河生物群。西陵峡生物群包括有海腮目的化石 *Charnia* 和海绵骨针，还有蠕虫类 *Micronemaites* 及虫管 *Sinotubulites*、褐藻类化石 *Vendotaenia* 和 *Tyrasotaenia*。庙河生物群有类水母、环节动物、海绵动物、遗迹化石及大型宏体藻类。其中宏体藻类占总数的 60%以上，环节等蠕虫动物占 15%左右，腔肠动物的类水母仅占 2%，海绵动物占 3%，遗迹化石占 10%，还有其他化石，这些与 Ediacara 动物群在化石内容和成分上有许多相似之处，但是在各种化石的比重方面则相差甚远。其中最大的差别在于 Ediacara 动物群没有大量的宏体藻类化石以及带有硬体的海绵类和棘皮动物（贵州），而这些恰恰是我国庙河生物群（陡山沱组）及西陵峡生物群（灯影组）中所特有的。

俄罗斯 在俄罗斯地台北部文德期的瓦尔代(Valday)组中也发现有丰富的 Ediacara 类型的，以软躯体为主的后生生物群，由于化石是在白海的南岸和东岸发现的，故被称为白海（White Sea）生物群，它们有腔肠动物门、扁形动物门、环节动物门、节肢动物门和可疑的棘皮动物门及遗迹化石，还有宏体藻类，共计 34 个属种。此生物群类型多样，含量丰富，保存完好，与 Ediacara 动物群相比，有惊人的相似性，尤其是在门类物种的比例上，腔肠动物占了总数的 63%，但它与 Ediacara 动物群有一个共同的特点，就是生物均缺乏矿化的骨骼，均为软躯体化石，而庙河生物群是有硬体化石存在的，这一点是白海生物群所不及的。但有宏体藻类这一点却与我国的庙河生物群相近似，而其门类和属种却远不及庙河生物群丰富。

英国 在英格兰前寒武纪查尼超群（Charnian Supergroup）中，在 50 年代就发现有腔肠动物海腮目的 *Charnia*。近年在有关地层中发现有类水母化石，其同位素年龄值一般常认为是 680 Ma，因此在英国含有 *Charnia* 动物化石的一套晚前寒武纪地层与我国上震旦统进行对比是可行的。

加拿大 在加拿大麦肯齐山脉 1979 年霍夫曼报道了哈德伦界的小达尔群（Little Dal Group），富含宏体藻类 *Chuaria*、*Shouhsienia* 等化石，1985 年霍夫曼又报道了该群产有 *Longfengshania*，并与 *Chuaria* 及 *Tawuia* 共生，所以笔者认为小达尔群的时代要比庙河生物群赋存的层位即陡山沱组可能要老。

上面我们把庙河生物群与 Ediacara 动物群、白海动物群、辽南生物群、蓝田生物群等作了对比，它们的古地理位置相距甚远，跨越了几大洲，生存环境也有较大的差异，遗体埋藏所在的岩性有石英岩、碳酸盐岩、泥质岩或硅质岩，但它们的化石组分、化石丰度以及有机体发育水平竟是如此相似，充分地说明生物演化在全球发展上的同步性，因此我们可以利用它们进一步研究此时期的生物进化史并进行世界范围的地层对比。

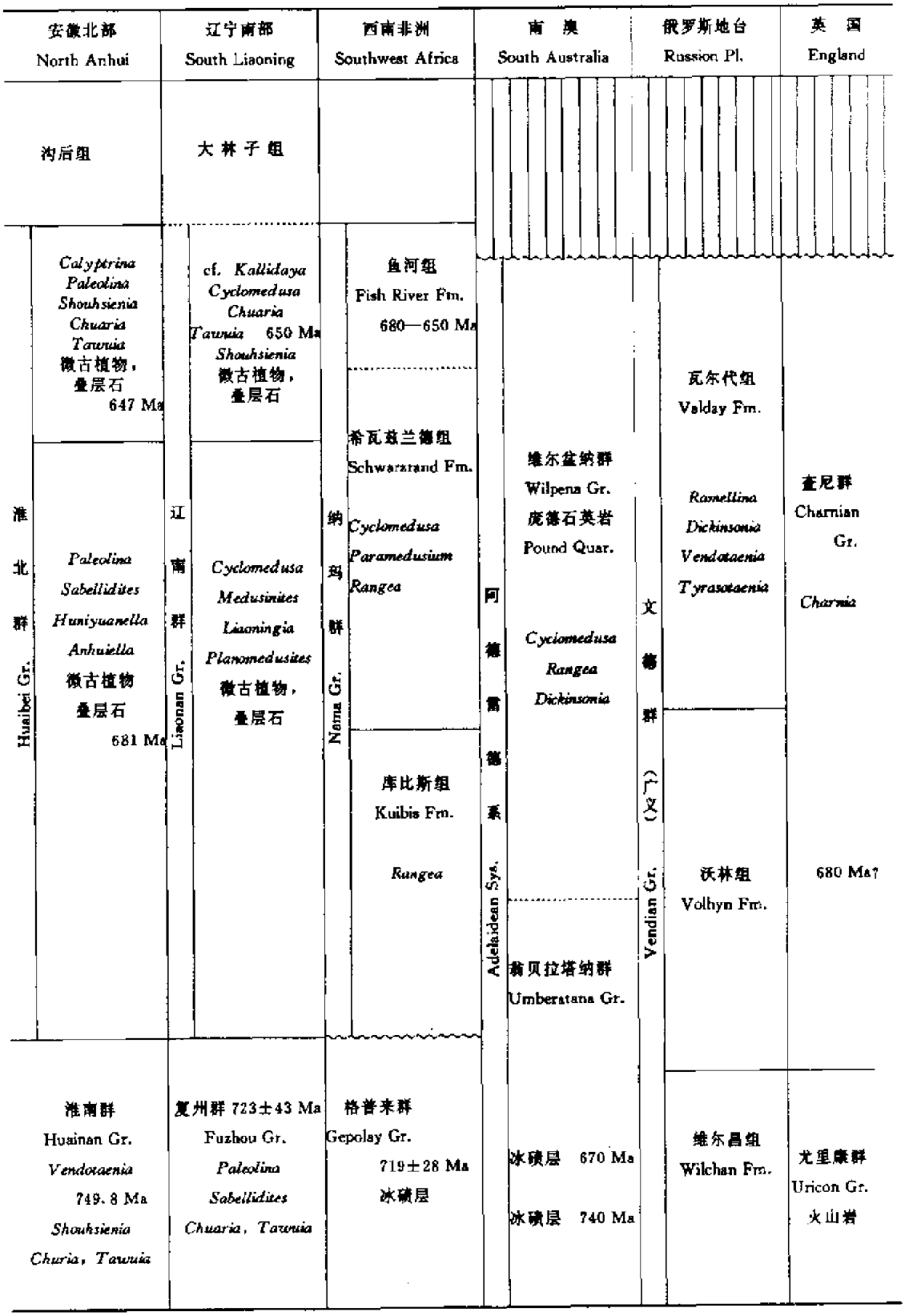
表 2—2 庙河生物群与国内外

Table 2—2 Correlation of the Miaohe Biota with

地层 \ 地区	湖北东部 East Hubei		贵州东部 East Guizhou		云南东部 East Yunnan		安徽南部 South Anhui	
下寒武统	灯影组 Dengying Fm.	天柱山段 产小壳化石	灯影组 Dengying Fm.	冒龙井段	渔户村组 Yuhucun Fm.	小歪头山段	荷塘组	
—600±10Ma—		*Micronemaite* *Saarina* *Charnia* *Sinotubulites* *Vendotaenia* 微古植物				*Vendotaenia* *Chuaria* *Tawuia* *Shouhsienia* 微古植物	皮园村组 Piyuancun Fm. 微古植物	
上震旦统 Upper Sinian	陡山沱组 Doushantuo Fm.	*Sagenaporella-chitina* *Sanxiamedusa* *Palaeomedusa* *Xilingxiella* *Changjiang-ivermia* *Sinospongia* *Miaohenella* *Gracilogia* *Palaeoscinaia* *Vendotaenia* *Chuaria* *Shouhsienia* 微古植物	陡山沱组 Doushantuo Fm.	*Sinocyclo-cyclicus* *Quadratitubus* *Thallophyca* *Wang'ania* *Corticina* *Paramecia* 700—680 Ma	王家湾组 Wangjiawan Fm.	658 Ma 微古植物	蓝田组 Lantian Fm.	*Epiphyton* *Cyathophyton* *Paraxiuningia* *Xiuningia* *Shouhsienia* *Chuaria* 微古植物
—700±30Ma—								
下震旦统 Lower Sinian	南沱组 Nantuo Fm. 冰碛层 微古植物		南沱组 Nantuo Fm. 冰碛层		南沱组 Nantuo Fm. 冰碛层 微古植物		雷公坞组 Leigongwu Fm. 冰碛层	

相关生物群对比

Relative Biotas from China and Abroad



第三章　微古植物

第一节　微古植物研究简史

有关前寒武纪微体古植物的报道始于19世纪中叶。1951年，原苏联古生物学家纳乌莫娃（С. Н. Наумова）报道了南乌拉尔西坡里菲系中的“孢子”。随后不久，原苏联科学家季莫菲也夫（Б. В. Тимофев）、安德列也娃（Е. М. Андреева）等分别对东欧地台晚前寒武纪至早古生代沉积中的微古植物作了大量的研究。1959年季莫菲也夫发表了世界上第一部前寒武纪及早古生代最早微古植物研究方面的专著，首次提出了一个分类方案。60年代后半期，原苏联在前寒武纪微古植物研究方面硕果累累，大量论文、专著相继问世，其代表人物除以上三位外，还有谢皮辽娃（Е. Д. Шепелева）、沃尔柯娃（Н. А. Волкова）等，这些学者的研究方向除着重其地层意义外，亦开始探讨微体古植物分子的生物分类问题。

60年代初，纳乌莫娃报道了苏格兰陶里东群（Torridon Group）的微古植物，标志着西欧及北欧前寒武纪微古植物研究的开始。70年代中期，瑞典科学家维达尔（G. Vidal）研究了维辛索组（层）（Visingso Formation）的微古植物，并探讨了其地层意义及生物分类。

泰勒和巴洪（Tyler，S. A. and Barghoorn，E. S.）50年代初至中期，研究了北美加拿大地盾岗弗林特组（Gunflint Formation）岩石薄片中的微古植物。其后有克劳德（P. E. Cloud）、肖夫（J. W. Schopf）、霍夫曼（H. J. Hofmann）、阿洛米克（S. M. Awramik）等古生物学家先后发表了大量有关前寒武纪微体化石的文章。

60年代中晚期，巴洪和肖夫首次报道了澳大利亚中部苦泉组（Bitter Springs Formation）硅质岩中的微体古植物，并将其归属为绿藻和蓝藻。他们还报道了南非时代为31亿年的无花果树系（Fig Tree Series）中的藻状及菌状微体化石。

我国微古植物的研究始于50年代后期，有关微古植物研究论文的发表则是在60年代中期。1965年邢裕盛、刘桂芝等发表了他们对河北蓟县晚前寒武纪地层剖面中的微古植物研究的结果，建立了各岩群的微古植物组合。其后，他们又对辽宁西部和南部的晚前寒武纪地层中的微古植物做了系统研究，同时与化学分离法相结合，首次在中国使用岩石切片法研究前寒武纪微古植物获得成功。70年代，欧阳舒、尹磊明发表了西南（川、黔、滇）地区震旦系的微古植物研究成果。80年代以来，朱浩然（1980）、刘志礼（1982）、张鹏远（1981、1982）等主要运用岩石切片法研究了蓟县晚前寒武纪地层中的微古植物，获得了球状体及丝状体藻类。王福星（1981）、宋学良（1980、1981）、邢裕盛（1982）分别报道了云南昆明附近震旦系—寒武系界线附近的微古植物研究成果。丁莲芳（1979、1980、1986）对扬子地台西北边缘四川峨嵋、甘洛及陕南等地的震旦系微古植物做了系统的研究，建立了两个微古植物组合；尹磊明（1978、1984、1987）、张钧（1978）、王福星（1984）、王自强（1982）、彭昌文（1985）、阎永奎（1984）、罗其玲（1984）等分别对我国四川、云南、贵州、新疆、安徽及华北等地前寒武纪的微古植物进行了广泛地研究，取得了很大进展。

近十年来，峡东地区微古植物的研究取得了可喜的成果。1978年邢裕盛、刘桂芝发表了对三峡震旦系标准剖面微古植物的研究成果，建立了中国上前寒武系各系标准剖面的微古植物组合。80年代以来，张忠英（1981、1984a、1984b、1984c、1986）以岩石切片法系统地研究了三峡震旦系陡山沱组微古植物，其中以丝状体为主（1986年报道了似颤藻科丝状蓝藻3属6种），还有一些球形体，并包括一个大型带毛发状刺的浮游藻类分子（*Comasphaeridium magnum*）。1985年，阿洛米克等（Awramik，S. M. et al.）报道了峡东陡山沱组黑色燧石层中所发现的一个保存极好的、类型多样的、底栖与浮游生物混合生长的独特生物群。尹磊明（1985、1986）报道了峡区陡山沱组燧石切片中带刺微化石，其中有 *Micrhystridium lanceolatum*、*Vandalosphaeridium* sp.、*Baltisphaeridium* sp. 和 *Comasphaeridium* sp. 等。1988年，赵自强、邢裕盛等系统研究了包括本区在内的微古植物，特别是运用岩石切片法在燧石结核中发现了丰富的微古植物，并出版了专著。1989年，段承华、曹芳发表了峡东区陡山沱组中的瓶状化石，共计9属13种。1990年尹崇玉等报道了湖北长阳地区陡山沱组中丝状藻类以及相当数目的表面带有不同形态的刺状微化石，最重要的是以刺状波罗的藻（*Beltisphaeridium*）为代表。1992年，丁莲芳等在系统研究扬子地台北缘晚前寒武纪—早寒武世早期生物群的基础上，发表了论文和专著。1995年，尹崇玉等发表了湖北峡东区灯影组石板滩段与宏体藻类伴生的微化石，共计10属6种和8个未定种。

通过上述研究，为今后更进一步系统地开展对峡东区晚前寒武纪微古植物的研究打下了良好的基础。

第二节　微古植物的基本形态特征及描述用语

一、微古植物的基本形态特征

前寒武纪微古植物主要包括一些单细胞或群体的藻类、部分宏体藻类的局部构造以及少量的菌类等。就植物体的细胞结构而言，应包括细胞壁、原生质体、色素体、细胞核（除原核生物外）等基本结构。但是由于前寒武纪植物所处的生态环境与现代植物所处的生态环境大不相同，植物的种类也有很大的差异，加之，这些微古植物在经历了长期的地质历史变迁以后，从外形到内部结构都发生了一系列的变化，其细胞内的一些不稳定的成分大都已被破坏而消失，仅留下那些化学成分相对稳定的部分，且已发生形变，因此不能完全反映它们的原始形态。所以，一般状况下，从岩石中所观察到的微古植物往往只能看到细胞壁，部分种类具有胶鞘，个别种类还可见到已发生形变的细胞核等，而原生质体及色素体就看不到了，仅在细胞内可见到一些有机物颗粒分散或聚成团块状。因此对于绝大多数的前寒武纪微古植物来说，我们只能从经过变形后遗留下的细胞轮廓、细胞壁上的纹饰、胶鞘及某些内部结构来进行观察研究，并利用它们来和现代生物进行对比，按古生物学“将今论古”的原则，探讨古生物的原貌和特征。

二、微古植物的基本描述用语

膜壳　膜壳是微古植物分子的本体，是最基本的结构，也就是植物的细胞壁。其平面投影的几何形态称为膜壳轮廓，近轮廓线的部分称为膜壳边缘。若膜壳的轮廓由于退化而局部残存呈“虚线”状，则称为粒状壁。

核　核指在细胞内部存在的外表结构特征有如现代生物“核”的构造，包括暗色球体、

椭球体或不规则体等。一般而言，细胞生物在死后通常要发生变化，细胞质等细胞内容物甚至细胞壁都有可能凝缩成似“核”结构，而前寒武纪的植物细胞经过了长期的地史变迁，细胞核极难保存下来，所以本文中所用的“核”与现代生物的“核”并不完全等同。

胶鞘 胶鞘代表位于植物膜壳外方的较均匀、规则、有一定形态的膜状物。

粘液鞘 代表无一定外形、厚度不一的细胞粘液质遗物，其表面有时附有颗粒状物质。

纹饰 指膜壳表面的纹饰，是鉴定微古植物，进行分类描述的重要依据之一。无任何纹饰，表面平滑的膜壳为光面；有许多微小的颗粒或斑点密集分布的为粗面，粗面膜壳的轮廓线呈微波形；略大的突起形成糙面；疣面则由规则或不规则的块状突起组成，其宽度大于高度，顶部扁平，基部不收缩；瘤状突起一般为半圆形，宽度也大于高度，瘤面的轮廓线为宽波状；若瘤状突的顶端明显变尖，其高度与宽度接近，则为刺瘤面；膜壳上分布有圆形或近圆形的凹陷为孔穴面；假如孔穴密集分布，整体呈蜂巢状，则称为蜂巢面等。以上几种纹饰在膜壳上的分布基本是均匀的，还有一些纹饰仅分布在膜壳的局部区域，如：“脊”指膜壳表面的一种细长的隆起，弯曲、直或有分叉，脊是膜壳表面固有的纹饰特征；“褶皱”则是细胞收缩变形所引起的次生构造，其形态、大小及宽窄往往反映出膜壳的某种特征。

环 膜壳轮廓边缘均匀加厚或由细小褶皱密集成的环状构造。

刺、毛 部分前寒武纪微古植物所具有的一种膜壳表面纹饰，由顶端明显变尖的圆锥状突起组成，刺的高度一般大于其基部的宽度。根据刺的形态，又可将刺分为棘刺、锥形刺、剑形刺等。具刺的膜壳轮廓线明显呈刺状。假如膜壳上的突起较柔软、细弱，通常高度为其宽度的 2 倍以上，则称之为毛，毛的表面光滑至粗糙，根据毛的表面是否光滑又可将毛分为柔毛、粗毛、刺毛、刚毛等。

第三节 微古植物（疑源类）化石组合及其地层分布

本区晚震旦世陡山沱组的沉积环境由正常浅海过渡为滞流海盆。陡山沱组垂向地层序列中的微古植物的分布形式、类型特征及数量多寡等都具有规律性，可以划分出三个亚组合，各亚组合之间的演化关系基本吻合于陡山沱期沉积环境间的变迁规律。

一、微古植物化石组合的划分及特征

关于区内微古植物组合的研究，前人已作过一些工作。邢裕盛等（1973—1975、1985）、丁莲芳等（1980、1992）将峡东区震旦纪划分出Ⅰ、Ⅱ两个微古植物组合，即莲沱组、南沱组为Ⅰ组合，陡山沱阶、灯影峡阶为Ⅱ组合。本文在此基础上进一步将陡山沱阶详细划分为三个亚组合（即Ⅰ’、Ⅱ’、Ⅲ’亚组合）。

第Ⅰ’亚组合 位于陡山沱组的下部，秭归庙河剖面中相当于 2—10 层（多分布在 5、7、8、9 层），田家园子剖面 2—8 层（3、4 层最多）。岩石类型为泥灰岩、白云质灰岩、页岩和白云岩等。主要微古植物化石有：球藻群 *Leiopsophosphaera*、*Margominuscula*、*Trachysphaeridium*、*Eosynechococcus*、*Myxococcoides*、*Nanococcus*、*Huroniospora*、*Archaeoellipsoides*、*Microspheroides*、*Sphaerophycus*、*Nucellosphaeridium*、*Microconcentrica*、*Bigeminococcus* 等；船形藻群 *Leiofusa*；多面藻群 *Quadratimorpha*；刺球藻群 *Micrhystridium* 等；线状藻群 *Spirostilus*、*Taeniatum*、*Salome*、*Polysphaeridium*、*Polythrichoides*、*Nostomorpha*、*Oscillatori-*

opsis、*Gunflinta*；异形藻群 *Mastigophycus*、*Lignum* 等。该亚组合特征为：①球藻群约占 60%，大多数膜壳表面光滑或略粗糙，表面纹饰形态较单一，其次为线状藻群约占 19%．异形群约 11%，船形藻群约 3.8%，多面藻群约 3.8%，刺球藻群约 1%；②*Micrhystridium* 分子的出现是峡东区陡山沱组刺球藻群的最低层位。

第Ⅰ'亚组合 位于陡山沱组中部，庙河剖面 11—13 层（集中在 11—12 层），田家园子剖面 9—17 层（以 10、11、13 层最多）。岩石类型主要为灰岩、白云岩、泥质白云岩、页岩等，其中含有硅质结核、硅质透镜体及硅质条带。主要微古植物化石有：球藻群 *Lophosphaeridium*、*Tylosphaeridium*、*Campanisphaera*、*Trachysphaeridium*、*Tetraphycus*、*Myxococcoides*、*Archaeoellipsoides*、*Latisphaera*、*Homomorpha* 等；船形藻群 *Macroptycha*、*Leiofusa* 等；多面藻群 *Triangumorpha*；刺球藻群 *Eomicrhystridium* 、*Micrhystridium*、*Cymatiosphaera*、*Paracymatiosphaera* 等；线状藻群 *Nematophylla*、*Polysphaeroides*、*Volyniella*、*Polythrichoides*、*Razumovskia*、*Oscillatoriopsis*、*Siphonophycus* 等；异形藻群 *Laminarites*、*Lignum* 等。该亚组合特征表现在：①球藻群膜壳开始复杂化，具有同心圆排列或不规则状的柔皱，并且出现了小瘤或疣，其数量仍居首位约含 48%；②该亚组合中，刺球藻群无论在类型上，还是在数量方面均明显增多。在秭归庙河剖面，其数量仅次于球藻群而居第二位，约占 24%，其它类型依次为线状藻群约占 15%（宜昌三斗坪田家园子剖面，线状藻群数量列球藻群之后，居第二位），多面藻群约 6%，异形藻群约 6%，船形藻群约 3%。

第Ⅱ'亚组合 位于陡山沱组上部，庙河剖面 4—20 层（以 15 层最丰富），田家园子剖面 18—21 层（以 19 层最多）。岩石类型主要为炭质粉砂质页岩、炭硅质粉砂岩及少量含硅质透镜体、硅质结核白云岩。该亚组合中，在秭归庙河剖面陡山沱组上部黑色炭质粉砂质页岩中含有丰富的宏体多细胞后生动、植物化石。主要微古植物化石有：球藻群 *Pseudofavososphaera*、*Lophominuscula*、*Lophosphaeridium*、*Collirata*、*Trematosphaeridium*、*Trachysphaeridium*、*Tetraphycus*、*Glenobotrydion*、*Eosphaera*、*Myxococcoides*、*Maculospaera*、*Clonophycus*、*Eosynechococcus*、*Zonosphaeridium*、*Eomycetopsis* 等；多面藻群 *Quadratimorpha*、*Triangumorpha* 等；刺球藻群 *Baltisphaeridium*、*Conorhachia*、*Radialorhachia*、*Tianzhushania*、*Cymatiospheara*、*Eomicrhystridium*、*Paracymatiosphaera*、*Micrhystridium* 等；线状藻群 *Palaeolyngby*、*Spirostilus*、*Oscillatoriopsis*、*Siphonophycus*、*Rhicnonema* 等；异形藻群 *Lignum* 等。该亚组合中，刺球藻群的类型和数量在区内陡山沱期最为丰富，球藻群约占 63%，仍然是区内最多的种类，其膜壳基本特征类似于第Ⅰ'亚组合之球藻群。其它依次为线状藻群约占 15%、多面藻群约占 3.5%、船形藻群和异形藻群各约占 1%。

二、微古植物地层分布

笔者等自 1991 年始，围绕峡东区黄陵背斜的周边，先后在秭归庙河、宜昌三斗坪田家园子、花鸡村、头顶石等地大量地采集了陡山沱组不同岩性的微体样品，室内采用化学浸解法和岩石切片法等手段进行处理，结果获得了大量的微古植物化石。尤为引人注目的是碳酸盐岩中 的硅质结核、硅质透镜体、硅质条带中含有丰富的微古植物化石，这些微古植物在区内陡山沱组中的分布见表 3—1 及 3—2。

表 3—1　庙河剖面上震旦统陡山沱组微古植物化石垂向组合分布表

Table 3—1　The vertical stratigraphi distribution of the Microfossils in Doushantuo Formation at the Upper Sinian in the Miaohe section

微古植物化石属种名称	陡山沱组																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Ⅰ'亚组合									Ⅰ'亚组合			Ⅱ'亚组合						
Circulimorpha concentrica	—											—							
Cymatiosphaera cf. *membranacea*		—																	
Triangumorpha aff. *magna*			—																
Eozygion cf. *laevis*			—																
Leiofusa bicornuta				—			—				—								
Synsphaeridium aff. *conglutinatum*				—															
Archaeoellipsoides sp.				—															
Sphaerophycus aff. *parvum*				—															
Huroniospora sp.				—															
Retinarues regularis				—												—			
Clonophycus elegans				—							—	—				—			
Microspheroides miaoheensis				—		—			—		—			—					
Eosynechococcus cf. *grandis*				—					—										
Eosynechococcus sp.					—														
Myxococcoides grandis						—		—				—							
Sphaerophycus parvum						—				—									
Phycomycetes sp.				—		—													
Eoentophysalis belcherensis						—													
Oscillatoriopsis breviconvexa						—													
Razumovskia sp.						—													
Bigeminococcus grandis						—													
Microconcentrica subcoalita																			
Lignum sp.						—													
Salome robusta						—													
S. svalbarensis						—													
Archaeohystrichosphaeridium cf. *resistens*						—						—							
Eomycetopsis robusta						—													
Microspheroides sp.						—				—				—					
Margominuscula antiqua							—												
M. tenella							—												
Nucellosphaeridium sp.							—												
N. hyalinum							—												
N. zonale							—												
Leiopsophosphaera densa							—												
L. favosus							—												
L. pelucidus							—												
Lignu punctulosum							—												
Leiofusa sp.							—												
Cornutosphaera sp.							—									—			
Cephalopytarion sp.							—									—			
Trachysphaeridium stipticum							—												
Siphonophycus inornatum								—		—									
Archaeoellipsoides grandis								—											

续表

微古植物化石 属种名称	陡山沱组																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Ⅰ'亚组合									Ⅰ'亚组合			Ⅱ'亚组合							
Salome sp.								—												
Lignum aff. *nematoideum*								—												
L. nematoideum								—		—	—				—	—				
Nanococcus prinsca								—		—										
Quadratimorpha aff. *tenera*									—											
Nostocomorpha desmoides								—	—					—						
cf. *N. desmoides*									—	—										
*Campanisphaera gigantea**										—										
Ceratophyton sp.										—										
Triangumorpha striata										—										
T. miaohensis										—										
Tylosphaeridium induratum										—										
Xenosphaera sp.										—										
X. liantuoensis										—										
Eomicrohystridium barghornii										—										
Globophycus sp.										—										
Leiofusa cf. *digitata*										—										
Leiominuscula orientalis										—										
*Nemaphylla solida**										—										
N. pulchra										—										
N. cespitosa										—										
Micrhystridium minutum										—										
Huroniospora psilata										—										
Polysphaeroides contextus										—				—						
Leiopsophosphaera densum										—										
Trachysphaeridium induratum										—										
*Homomorpha affina**										—										
Jilinella sp.										—										
Latisphaera sp.										—		—								
Myxococcoides sp.											—									
Lophosphaeridium sp. 1											—									
Cymatiosphaera sp.											—			—						
cf. *C. radiata*											—									
C. radiata						—					—									
Volyniella sp.											—									
Oscillatoriopsis magna											—									

续表

微古植物化石属种名称	陡山沱组																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	I'亚组合									I'亚组合			II'亚组合						
Paracymatiosphaera elegantat										—									
P. regularis										—									
Archaeohystrichosphaeridium cf. parradoxum										—									
Brocholaminaria sp.											—								
aff. *B. nigrita*											—								
Razumovskia gracilis											—								
Phanerosphaerops capitaneus											—					—			
Archaeoellipsoides princeps											—								
Palaeolyngbya sp.													—						
Paracymatiosphaera nunnanensis														—					
*Acrosphaeridium amabile**														—					
Archaeohystrichosphaeridium sp.														—					
A. testudine														—					
Mastigophyton cricoideus														—					
*Microsphaeroides miaoheensis**														—					
Archaeonema longicellulare														—					
Micrhystridium longispiniferum														—					
Baltisphaeridium sp.														—					
Maculosphaera licari														—					
Caryosphaeroides sp.										—				—					
Myriasporella pyriformis														—					
Myxococcoides cantabrigiensis														—					
Quadratimorpha simplex														—					
Spirostilus sp.														—					
*S. microscopicus**														—					
*S. trivialus**														—					
*Caryosphaeroides gregarius**														—					
Micrhystridium sp.														—		—			
Clonophycus biattina														—					
*Comarhachia caespitosa**														—					
*C. convoluta**														—					
*C. miaoheensis**														—					
*Radialorhachia brachyblasta**														—					
*R. gracilenta**														—					
*R. hemisphaerica**												—		—					
*R. robustispina**														—					

续表

微古植物化石属种名称	陡山沱组																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Ⅰ'亚组合									Ⅱ'亚组合			Ⅲ'亚组合						
Tetraphyous acinulus														—					
Eomicrhystridium sp.												—		—					
E. aremoricanum														—					
Eomycetopsis sp.														—					
Eotynechococcus grandis														—					
Pseudofavososphaera sp.														—					
Glenobotrydion sp.										—				—					
G. majorinum											—			—					
Leiominuscula incrassatum														—					
L. minuta														—					
Siphonophycus cf. *kestron*														—					
Triangumorpha magna'														—					
Leiopsophosphaera apertus														—					
Lophominuscula sp.														—					
Lophosphaeridium yichangense														—					
Closterimopsis sp.															—				
Lignum striatum															—				
Lophosphaeridium sp. 2						—									—				
Leiosphaeridium solidum											—				—				
Pseudozonosphaera asperella															—				
P. nucleolata															—				
P. rugosa															—				
P. verrucosa															—				
Trachysphaeridium cultum															—				
T. hyalinum															—	—			
T. incrassatum							—			—	—				—				
T. minor							—			—	—				—				
T. planum							—				—				—				
T. rude															—				
T. rugosum															—				
T. simplex							—			—					—				
T. stipticum															—				
Triangumorpha tenera															—				
Caryosphaeroides incrassatunor														—	—	—			

续表

微古植物化石属种名称	陡山沱组																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Ⅰ'亚组合									Ⅱ'亚组合			Ⅲ'亚组合						
C. pristina						—										—			
Rhicnonema sp.																—			
R. antiquum																—			
Eosynechococcus tianjiayuanziensis																—			
*Collirata latiuscula**														—		—			
Maculospaera kingstonensis																—			
Melasmatosphaera magna																—			
Oscillatoriopsis sp.																—			
O. schopfii																—			
Siphonophycus mediatum																—			
Laxisphaera cf. *wrightii*																—			
L. majorium				—												—			
*Spirotilus hubeiensis**																—			
*S. refractus**														—		—			
*S. robustus**																—			
Zonasphaeridium grandis																—			
Balbiriniella praestans																	—		
Melasmatosphaera sp.																	—		
M. conjuncta																	—		
Lophosphaeridium acietatum											—						—		
Closterimopsis currus																—	—		
*Collirata virgata**														—			—		
*C. laxiuscula**			—											—			—		
*C. radialis**										—				—			—		
Filiconstrictosus majuscula																	—		
*Sphaerophycus mediatus**											—			—		—			—
*Eosphaera miaoheensis**																—			—
Micrhystridium tornatum																—			—
Clonophycus cf. *elegans*																			—
Huroniospora ornata																			—
Tianzhushania sp.																			—
Trematosphaeridium holtedahlii																			—

* 表示新种。

表 3—2　田家园子剖面上震旦统陡山沱组微古植物化石垂向地层分布表

Table 3—2　The vertical stratigraphic distribution of the Microfossils in Doushantuo Formation at the Upper Sinian in the Tianjiayuanzi section

微古植物化石属种名称	陡山沱组																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Ⅰ'亚组合							Ⅱ'亚组合									Ⅲ'亚组合			
Megalytrum diacenum	—																			
Microspheroides miaohensis	—																			
Ceratophyton cff. *conicum*			—																	
Lignum nematoideum			—																	
Lophosphaeridium linconfertum			—																	
Margominuscula antiqua			—																	
Mastigophycus sp.			—																	
Micrhystridium tornatum			—																	
Nucellosphaeridium zonale			—																	
Polysphaeroides contextus			—																	
Protasphaeridium sp.			—																	
Taeniatum simplex			—																	
Quadratimorpha sp.			—																	
Trachysphaeridium incrassatum			—																	
Nanococcus vigaris				—																
Nanococcus aff. *vulgaris*							—													
Phanerosphaerops sp.							—													
Gunflinta circumflexa							—													
G. minuta							—													
Globophycus rugosum							—													
Melasmatosphaera parva							—													
Sphaerophycus aff. *parvum*								—												
*S. mediatus**								—	—									—		
S. parvum			—	—		—	—	—	—											
Nostocomorpha desmoides							—	—	—									—		
Palaeolyngbya sp.									—									—		
Jilinella lepida									—											
Leiofusa cf. *digitata*			—						—											
L. oberata			—						—											
Leiopsophosphaera densa			—						—											
Macroptycha uniplicata									—											
Manococcus sp.									—											
Nostocomorpha prisca									—											
Nucellosphaeridium incrassatum									—											
Palaeoanacystis vulgaris									—											
Palaemorpha heziaoensis									—											
Palaesphaeridium zonale									—											
Eosynechococcus sp.									—											
cf. *E. grandis*									—											
E. sp.									—											

续表

微古植物化石属种名称	陡山沱组																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Ⅰ'亚组合							Ⅱ'亚组合									Ⅲ'亚组合			
Eozygion laevis									—											
Polythrichoides sp.									—											
Leiopsophosphaera densum									—											
Pterospermopsis sp.									—											
Rhicnonema crassivaginata									—											
Siphonophycus kestron									—											
S. grandis									—											
Synsphaeridium sp.									—											
Tetraphycus grandis									—											
Triangumorpha sp.									—											
T. nucleiferum									—											
Oscillatoriopsis sp.										—										
Macroptycha sp.										—										
Leiopsophusphaera pelucidus										—										
Phanerosphaerops cf. *asperulus*										—										
Spirostylatus truncatulus										—										
Leiofusa bicornuta			—							—										
Leiosphaeridium solidum			—							—										
Trachysphaeridium minor			—							—										
T. planum			—							—										
T. simplex			—							—										
Trachysphaeridium rugosum										—										
Leiopsophosphaera minor									—			—								
Synsphaeridium conglutinatum												—								
Leiosphaeridium pusillum												—								
Margominuscula aff. *tenella*			—																	
Microhystridium sp.												—								
Myxococcoides grandis		—										—								
Trachysphaeridium sp.												—								
Trematosphaeridium sp.												—								
*Triangumorpha magna**												—								
Tylosphaeridium sp.												—								
Lignum sp.									—					—						
Lophosphaeridium sp.												—		—						
L. crassum			—									—		—						
Quadratimorpha tenera														—						
Leiofusa crassa														—						
Laminarites antiquissimus														—						
Leiopsophosphaera hyalina														—						
Archaeoellipsoides sp.																		—		
Archaeoellipsoides grandis									—									—		
Brocholaminaria sp.																		—		
Bigeminococcus sp.																		—		
Clonophycus sp.												—						—		
Cyanonema sp.																		—		

续表

微古植物化石 属种名称	陡山沱组																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Ⅰ'亚组合							Ⅱ'亚组合									Ⅲ'亚组合			
Cymatiosphaera sp.																	—			
C. membranacea																	—			
C. radiata																	—			
Eosynechococcus spinalis																	—			
aff. *E. datangpoensis*																	—			
Eremosimorpha sp.																	—			
Globophycus sp.										—							—			
Lignum vascularis																	—			
Melasmatosphaera magna																	—			
Micrhystridium minimum																	—			
Microconcentrica complexa																	—			
Nucellosphaeridium cf. *zonale*																	—			
Pandorinopsis aff. *jixianensis*																	—			
Paracymatiosphaera irregularis																	—			
P. regularis																	—			
Polythrichoides induviatus																	—			
Siphonophycus inornatum																	—			
Micrhystridium lanatum																				—

* 表示新种。

第四节 微古植物的分类系统

关于前寒武纪微古植物的分类研究，世界各国的学者做了大量的工作，提出了多个分类系统，总的来说，可分为以下两种：

一、以现代菌藻植物的分类系统为基础的分类系统

该分类系统主要为一些利用岩石薄片研究前寒武纪微古植物的研究人员所采用，如：美国的 J. W. Schopf、S. M. Awramik 以及中国的刘志礼等。这类系统在属级以上的分类完全采用现代生物的分类系统，属级以下就其本质而言，仍然属于形态分类范畴。

二、完全按照微古植物的形态特点进行分类

这类分类系统在前寒武纪的研究中应用比较广泛，它主要是根据微古植物现存的外部形态特征来进行分类的，没有科级以上（包括科）的分类单位。根据化石植物的特征将其分为 几个群，如球藻群、刺球藻群、疑源群等，群以下又有亚群，如双极藻亚群、梭形藻亚群等，群下面是属、种。对于群以及亚群的区分，不同的学者提出了不同的方案。比较流行的有以下几种：①季莫菲也夫 1979 年的分类方案，在这个方案中，他将现在已经发现的微古植物分为球藻群、船形藻群、刺球藻群、椭球藻群等七个群，其下又分了几个亚群、属、种等；②唐尼（C. Downie）、艾维特（W. R. Evitt）和塞兰特（W. A. S. Sarjeant）1963 年的分类方案，该方案提出了疑源群的概念，在凝源群下又分出刺球藻亚群、双极藻亚群、膜环藻亚群等十三个亚群和一个未定亚群；③戴弗（W. L. Diver）和皮特（C. J. Peat）1979 年的分类方案，该方案在唐尼等 1963 年分类方案的基础上，又增加了

一个隐源群，其下建立了线状亚群、粘连亚群及球状亚群等三个亚群，除此之外，他们还重新修订了疑源群的定义；①邢裕盛分类方案，这是我国学者邢裕盛在季莫菲也夫1975年分类方案的基础上，结合我国具体情况建立的分类方案，主要包含球藻群、船形藻群、多面藻群、刺球藻群、卵形藻群、双极藻群、线状藻群、异形藻群等八个类群，群以下又有某些亚群。目前我国从事前寒武纪微古植物研究的人员，大都利用形态分类系统。

三、本文所采用的分类系统

正如本文前面所指出的，前寒武纪的植物在经历了长期的地质历史变迁后，无论是其形态还是其内部结构都发生了很大的变化，现在保留下来的部分，也基本上都发生了形变，并不能完全反映其原始状态，所以，笔者以为，就前寒武纪的微古植物而言，应以形态分类为主，但是，在研究过程中，若发现能与现代生物比较的种类，最好还是将其分类归属与现代生物尽可能的统一起来，这样对于探讨和研究前寒武纪的微古植物的系统演化显然是有利的。正是基于这一点，本文在属级以下的分类单位将主要采用形态分类的方法，属级以上的分类单位将尽可能与现代生物相一致，另外采用微古植物（疑源类）的概念，将一些分类位置不明的种类置于其中，在疑源类中，依据邢裕盛的分类方案分群。本文所采用的现代藻类植物分类系统主要参考科学出版社《藻类名词名称》。

本文所采用的分类方案如下：

（一）蓝藻门 CYANOPHYTA

1. 古圆球形藻属 *Sphaerophycus* Schopf，1968
2. 聚脊藻属（新属）*Collirata* Hu et Xiao（gen. nov.）
3. 古集球藻属 *Eosynechococcus* Hofmann，1976
4. 古石囊藻属 *Eoentophysalis* Hofmann，1976
5. 鞭球藻属 *Mastigophycus* Wang，1982
6. 同心藻属 *Microconcentrica* Naumova，1960
7. 纤丝藻属（新属）*Nematophylla* Xiao et Hu（gen. nov.）
8. 螺管藻属（新属）*Spirostilus* Xiao et Hu（gen. nov.）
9. 古鞘颤藻属 *Palaeolyngbya* Schopf，1968
10. 交叉四分球藻属 *Bigeminococcus* Schopf & Blacic，1971
11. 多球藻属 *Myriasporella* Oehler，1978
12. 聚球藻属 *Clonophycus* Oehler，1978
13. 始菌藻属 *Eomycetopsis* Schopf，1968
14. 管状藻属 *Siphonophycus* Schopf，1968
15. 古颤藻属 *Oscillatoriopsis* Schopf，1968
16. 古拟念珠藻属 *Nostocomorpha* Sin et Liu，1978
17. 大鞘藻属 *Megalytrum* Knoll，Barghoorn & Awramik，1978
18. 古粘球藻属 *Myxococcoides* Schopf，1968
19. 古小球藻属 *Nanococcus* Oehler，1977
20. 古组囊藻属 *Palaeoanacystis* Schopf，1968
21. 具头丝藻属 *Cephalophytarion* Schopf，1968
22. 岗弗林特丝藻属 *Gunflintia* Barghoorn，1965

23. 蓝绿丝藻属 *Cyanonema* Schopf，1968
24. 萨罗姆藻属 *Salome* Knoll，1982
25. 多丝藻属 *Polythrichoides* Hermann，1974
26. 拟实球藻属 *Pandorinopsis* Liu，1982

（二）绿藻门 CHLOROPGYCEAE

27. 四分球藻属 *Tetraphycus* Oehler，1978
28. 原始球形藻属 *Protosphaeridium* Timofeev，1966
29. 核球藻属 *Caryosphaeroides* Schopf，1968
30. 古对胞藻属 *Eozygion* Schopf & Blacic，1971
31. 菇状藻属（新属）*Campanisphaera* Xiao et Hu（gen．nov.）
32. 古球形藻属 *Eosphaera* Barghoorn，1965
33. 始小球藻属 *Microsphaeroides* Wang，1988
34. 有核球形藻属 *Nucellosphaeridium* Timofeev，1963
35. 球形藻属 *Globophycus* Schopf，1968
36. 巴尔比林藻属 *Balbiriniella* Oehler，1978
37. 眼孔球藻属 *Glenobotrydion* Schopf，1968
38. 拟独球藻属 *Eremosimorpha* Yin et Li，1978
39. 圆形藻属 *Circulimorpha* Yin et Li，1978
40. 似新月藻属 *Closterimopsis* Yin et Li，1978
41. 古丝藻属 *Archaeonema* Schopf，1968

（三）微古植物 MICROPALAEOPHYTA（疑源类 ACRITARCHA）

一）球藻群 SPHAEROMORPHIDA

42. 有环球形藻属 *Zonosphaeridium* Timofeev，1959
43. 光球藻属 *Leiopsophosphera*（Naumova，1960）Schepeleva，1967
44. 瘤面球形藻属 *Lophosphaeridium* Timofeev，1959
45. 粗面球形藻属 *Trachysphaeridium* Timofeev，1959
46. 疣面球形藻属 *Tylosphaeridium* Timofeev，1959
47. 穴面球形藻属 *Trematosphaeridium* Timofeev，1959
48. 光面小球藻属 *Leiominuscula* Naumova，1960
49. 异球藻属 *Xenosphaera* Yin，1984
50. 休仑藻属 *Huroniospora* Barghoorn，1965
51. 拟环球形藻属 *Pseudozonosphaera* Sin et Liu，1973
52. 连球藻属 *Synsphaeridium* Timofeev，1966
53. 显著球形藻属 *Phanerosphaerops* Schopf et Blacic，1971
54. 黑包体球藻属 *Melasmatosphaera* Hofmann，1976
55. 球形藻属 *Globophycus* Schopf，1968
56. 膜环藻属 *Pterospermopsis* W. Wetzel，1952
57. 拟蜂巢球形藻属 *Pseudofavososphaera* Xing，1982
58. 瘤面小球藻属 *Lophominuscula* Naumova，1960

59. 斑点球藻属 *Maculospaera* Licari，1978
60. 厚缘小球藻属 *Margominuscula* Naumova，1960
61. 大球藻属 *Latisphaera* Licari，1978

二）船形藻群 SCAPHOMORPHIDA

62. 梭形藻属 *Leiofusa* Eisenack，1938
63. 大褶藻属 *Macroptycha* Timofeev，1973
64. 指形藻属 *Dactylofusa* Brito et Sant，1965

三）多面藻群 EDROMORPHIDA

65. 三角藻属 *Triangumorpha* Sin et Liu，1973
66. 角藻属 *Ceratophyton* Kirjanov，1979
67. 方形藻属 *Quadratimorpha* Sin et Liu，1973
68. 吉林藻属 *Jilinella* Yin，1984

四）刺球藻群 ACANTHOMORPHIDA

69. 辐刺藻属（新属）*Radialorhachia* Xiao et Hu（gen. nov.）
70. 发刺藻属（新属）*Comorhachia* Xiao et Hu（gen. nov.）
71. 顶刺藻属（新属）*Acrosphaeridium* Xiao et Hu（gen. nov.）
72. 微刺藻属 *Micrhystridium*（Deflandre，1937）emend. Downie and Sarjeant，1963
73. 花盘藻属 *Cymatiosphaera*（O. Wetzel，1933）Deflandre，1954
74. 波罗的刺球藻属 *Baltisphaeridium* Eisenack，1958
75. 古刺球藻属 *Archaeohystrichosphaeridium* Timofeev，1959
76. 始微刺藻属 *Eomicrhystridium* Deflandre，1968
77. 拟花盘藻属 *Paracymatiosphaera* Wang，1984
78. 天柱山藻属 *Tianzhushania* Yin et Li，1978

五）卵形藻群 OOIDOMORPHIDA

79. 古拟椭圆藻 *Archaeoellipsoides* Horodyski et Donaldson，1980

六）线状藻群 NEMATOMORPHIDA

80. 沃林藻属 *Volyniella* Schepeleva et Aseeva，1974
81. 多球藻丝属 *Polysphaeroides* Hermann，1976
82. 曲线藻属 *Rhicnonema* Hofmann，1976
83. 收缩丝藻属 *Filiconstrictosus* Schopf & blacic，1971
84. 拉祖莫夫藻属 *Razumovskia* Vologdin，1939
85. 带藻属 *Taeniatum* Sin，1962
86. 菌藻属 *Phycomycetes*

七）异形藻群 VERSIMORPHIDA

87. 网状残片属 *Retinarites* Ouyang，Yin et Li，1974
88. 同形藻属（新属）*Homomorpha* Xiao et Hu（gen. nov.）
89. 植物碎片属 *Ligum* Sin，1962
90. 膜球藻属 *Paleasphaeridium* Yin，1985
91. 穴面膜片属 *Brocholaminaria* Ouyang，Yin et Li，1974

92. 角球体 *Cornutosphaera* Sin，1973

93. 片藻属 *Laminarites* Sternberg，1854

94. 膜片藻属 *Paleamorpha* Sin et liu，1978

第五节　微古植物属种描述

（一）蓝藻门　CYANOPHYTA

色球藻纲　CHROOCOCCOPHYCEAE

色球藻目　CHROOCOCCALES

色球藻科　CHROOCOCCACEAE

古圆球形藻属　*Sphaerophycus* Schopf，1968

中等古圆球形藻（新种）*Sphaerophycus mediatus* Xiao et Hu（sp. nov.）

（图版 3，图 21；图版 10，图 20）

词源　mediat-拉丁文，中间的。

描述　膜壳球形至椭球形，单个存在或少数几个细胞疏松排列成不规则群体，或组成几个细胞长的单列集合体；膜壳表面粗糙；偶为颗粒状，细胞直径 5—10 μm。

比较　新种以较大的个体直径及粗糙的膜壳表面区别于属内其它各种。

产地层位　湖北秭归庙河、宜昌三斗坪田家园子，上震旦统陡山沱组。

聚脊藻属（新属）*Collirata* Xiao et Hu（gen. nov.）

词源　Col-拉丁文，合、同、聚之意；lirat-拉丁文，具脊的。

属型种　*Collirata laxiuscula* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

属征　膜壳轮廓大致呈球状，单生，直径约 5—20 μm，细胞壁清晰、较清晰或呈断续状，壁厚约 0.2—0.5 μm。细胞内由数条近弧形的线状脊纹联合成数束呈褐色的脊条，脊条直径 0.25—0.7 μm，部分脊条在弯曲处呈收缩状。脊条在细胞内一般呈放射状排列、枝状排列或散射分布。

比较　本属以膜壳内特征性的脊条及其规律性的排列等特点区别于其它以前发表的属。与 *Guizhousphaera* 的区别是新属膜壳内不具脊状突，而有由脊纹聚合而成的脊条，且新属的膜壳直径一般较小。

分布时代　湖北，晚震旦世。

疏松聚脊藻（新属新种）*Collirata laxiuscula* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 2，图 20；图版 3，图 1、8、10）

词源　laxiuscul-拉丁文，疏松的。

描述　膜壳轮廓球形，直径 10—20 μm，外壁清晰，局部有间断，壁厚 0.5 μm，膜壳内沿径轴方向散射出若干条分枝的脊条，藻体呈浅黄褐色。

比较　本种以膜壳内沿径轴向散射的分枝的脊条区别于属内其它各种。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

宽带聚脊藻（新属新种）*Collirata latiuscula* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 3，图 3、4、11、35）

词源　latiuscul-拉丁文，略宽的。

描述　膜壳球形至近球形，直径 13.6—16 μm，壁表面粗糙，完整程度不一。膜壳内有 2—5 条粗大的脊条，脊条长度及宽度在不同的细胞中有一些变化，藻体黄褐色。

比较　新种以其膜壳内具有粗大的脊条区别于 *Colirata laxiuscula*。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

密枝聚脊藻（新属新种）*Collirata virgata* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 1，图 16；图版 2，图 10；图版 3，图 2、5、16、36）

词源　virgat-拉丁文，多小枝的。

描述　膜壳轮廓球形，直径为 11.2—24 μm，壁不完整，部分区域缺失。膜壳内密集分布有许多较细的脊条，脊条分叉或否，藻体浅褐色。

比较　本新种以密集分布的脊条区别于 *Collirata laxiuscula*，而与 *Collirata latiuscula* 的区别则是脊条较细。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

辐射聚脊藻（新属新种）*Collirata radialis* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 2，图 8；图版 3，图 9、12、22）

词源　radial- 拉丁文，辐射状的。

描述　膜壳球形，直径 10.5—16 μm，壁表面平滑，完整程度不一。膜壳内由中心向外放射出几条较粗的脊条，脊条末端又形成许多分叉。藻体黄褐色。

比较　新种以其膜壳内由中心向外发出的放射状脊条区别于属内其它各种。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

古集球藻属 *Eosynechococcus* Hofmann，1976

具刺古集球藻（新种）*Eosynechococcus spinus* Hu et Xiao（sp. nov.）

（图版 10，图 18）

词源　spin-拉丁文，具刺的。

描述　藻体大小为 6 ×5 μm，内部有直径为 2 μm 的球形体彼此相接触，球形体上分布有长约 1.3—1.5 μm 的刺状突。

比较　新种以其大小及球体上的刺状突区别于属内其它种。

产地层位　湖北宜昌三斗坪田家园子，上震旦统陡山沱组。

古对胞藻属 *Eozygion* Schopf et Blacic，1971

古对胞藻（未定种）*Eozygion* sp.

（图版 10，图 19）

描述　细胞半球形，常成对存在，细胞相接的一边平截，略缢缩；膜壳表面光滑，细胞直径为 8—9.6 μm，壁厚约 0.5—1 μm，细胞内结构不是很均匀的，部分细胞内可见到直径为 2—3 μm 的致密结构。

比较　本种与 *E. laevis* 的区别是较小的细胞直径，且细胞内结构不均一。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

显著球形藻属 *Phanerosphaerops* Schopf et Blacic，1971

糙面显著球形藻（新种）*Phanerosphaerops asperulus* Xiao et Hu（sp. nov.）

（图版 2，图 15；图版 5，图 20；图版 6，图 1；图版 7，图 5）

词源　asperul- 拉丁文，粗糙的。

描述　细胞单生，圆球形，个体较大，直径为 35—65 μm，细胞壁薄，结构上呈一层或二层；膜壳表面具疣突，细胞内均匀或不均匀分布有一些有机质颗粒；多呈棕褐色。

比较　新种以其特有的较大的个体，及具有疣状突的表面区别于属内其它种。

产地层位　湖北宜昌三斗坪田家园子，上震旦统陡山沱组。

显著球形藻（未定种）*Phanerosphaerops* sp.

（图版 5，图 3；图版 6，图 14；图版 7，图 3）

描述　细胞球形，通常单生，个体巨大，膜壳直径在 300 μm 以上，细胞内结构较均一；呈浅褐色。

比较　以其巨大的个体直径区别于属内已发表的种。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

科未定 Family uncertain

鞭球藻属 *Mastigophycus* Wang，1982

环纹鞭球藻（新种）*Mastigophycus circoideus* Xiao et Hu（sp. nov.）

（图版 10，图 4）

词源　Circ- 拉丁文，环，圆；oideus- 拉丁文，形似，类似。

描述　膜壳球形，直径 25 μm，表面粗糙，不是很坚密，近膜壳边缘处有 3—5 轮环纹，每轮环纹基本等宽，较整齐；膜壳上着生有一条等粗的、直径约 6—7 μm 的鞭毛，鞭毛上分布有平行的、几乎等宽的条纹，鞭毛长约 30 μm。

比较与讨论　新种就膜壳形态而言，与王福星 1982 年发表的 *Mastigophycus variabilis* 有些相似，但是二者有明显的一些区别，如鞭毛形状不同，个体大小不同，新种仅为后者的 1/2，最主要的是新种近膜壳边缘处及鞭毛上均具有明显而整齐的条纹。然而，由于数量尚且不是很多，所以暂置于 *Mastigophycus* 属中。从新种整体的形态结构来分析，该种膜壳外方似乎具有个体胶鞘，并且胶鞘有层理（即环纹）。在长期的地质历史变迁中，可能由于某种原因使得它的个体胶鞘断裂，胶鞘部分与膜壳脱离时，便形成类似“鞭毛”的构造。这一点，我们从“鞭毛”与膜壳相连续的条纹也可看出。所以，关于本种鞭毛的性质尚待进一步研究。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

光球藻属 *Leiopsophosphaera*（Naumova，1960）Schepeleva，1967

膜壁光球藻（新种）*Leiopsophosphaera hyalina* Hu et Xiao（sp. nov.）

（图版 7，图 1、2）

词源 hyalin- 拉丁文，透明的。因化石膜壳呈透明薄膜状而命名。

描述 膜壳轮廓多为圆形，少数种类为椭圆形，直径 30—64 μm，膜壳薄而坚密，表面光滑，无褶皱或稍具褶皱。膜壳边缘较清晰，其外缘颜色较深，常吸附一些颗粒状物质。

比较 新种以其较小的直径及膜壳表面有轻微的褶皱而区别于属内其它各种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

大型光球藻（相似种）*Leiopsophosphaera* cf. *gigantea*

（图版 7，图 6）

描述 膜壳轮廓基本呈椭球状，直径约 32—44 μm。膜壳薄，透明或半透明，表面光滑，具许多不规则分布的窄褶皱，部分褶皱重叠。膜壳暗灰色。

比较与讨论 本种与 *Leiopsophosphaera gigantea* 在形态上很相似，但是前者个体直径明显要小得多，考虑到本种仅个体大小与 *Leiopsophosphaera gigantea* 差别较大，而其它特征均相似，且本种数量尚欠丰富，故定为相似种。

产地层位 湖北秭归庙河村、宜昌三斗坪田家园子，上震旦统陡山沱组。

瘤面球形藻属 *Lophosphaeridium* Timofeev，1959 emend. Downie，1963

瘤面球形藻（未定种）*Lophosphaeridium* sp.

（图版 9，图 4）

描述 膜壳球形，直径 45—60 μm，膜壳厚，坚密，表面具密集的小瘤，部分小瘤有时在基部相互连接。膜壳边缘有许多同心圆状排列的柔皱，这些柔皱具有大致相等的宽度。膜壳上具有一条明显的脊状褶 。

比较与讨论 本种以表面密集而基部有时相连的瘤状纹饰区别于 *Pseudozonosphaera* 属内各种，以边缘同心圆状排列的柔皱及明显的脊状褶区别于 *Lophosphaeridium* 属内各种，由于数量欠丰，故作为一未定种。

产地层位 湖北秭归庙河村、宜昌三斗坪田家园子，上震旦统陡山沱组。

同心藻属 *Microconcentrica* Naumova，1960

环状同心藻（新种）*Microconcentrica circoidea* Hu et Xiao（sp. nov.）

（图版 6，图 7、9）

词源 circ- 拉丁文，圆，环；-oidea 拉丁文，形似，类似。

描述 膜壳轮廓宽椭圆形，细胞长径 40—45 μm，短径 32—35 μm，膜壳厚，基密，边缘略呈波状，表面平滑至有颗粒。膜壳上具有多层同心状密集排列的环纹。藻体黄褐色。

比较 新种以其明显的同心状密集排列的环纹区别于属内其它各种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

藻殖段纲 HORMOGONOPHYCEAE

颤藻目 OSCILLATORIALES

胶须藻科 RIVULARIACEAE

纤丝藻属（新属）*Nemaphylla* Xiao et Hu（gen. nov.）

词源 nema- 希腊文，丝，线；phyll- 希腊文，叶，叶状的。

属型种 *Mollinematophylla solida* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

属征 藻体由许多单列的丝体相互交织形成近球状及不规则形等。单条丝体粗细较均匀，直径约为 0.5—1.0 μm，丝体多数较直，分节或否，偶而可见弯曲的丝体；藻丝表面较光滑，显微镜下呈褐色。

比较与讨论 本属以其较细的光滑丝体及密集丛生或交织等特点区别于其它各属。新属在丝体直径上类似于 *Gunflintia*，但前者无明显的细胞隔膜，且丝体长度远小于后者；本属与 *Eomycetopsis* 的区别是，新属不呈皮革质状，无显著的不规则粒状表面结构，其直径仅为 0.5—1 μm 左右。根据化石总的形态和大小，该新属不具备明显的真核细胞的形态特征。在现代藻类中，蓝藻门颤藻目的胶刺藻属（*Gloeotrichia echinulata* J. S. Smith）生活状态呈现多种形态的群体，然而它们尽管群体大小不一，但是就单条丝体而言，通常都有分叉，一般无分节现象。新属外貌很象 *Gloeotrichia echinulata* J. S. Smith，只是群体直径及个体直径要小得多，而且丝体不分叉，至于细胞分节的明显程度及内部结构尚不清晰，则可能是由于矿化而造成了部分细胞结构被破坏的缘故。

分布时代 湖北，晚震旦世。

密集纤丝藻（新属新种）*Nemaphylla solida* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 4，图 3、4）

词源 solid- 拉丁文，结实的，实心的。

描述 藻丝体密集交织成近球状，中部紧密缠结成核状物，几乎分不出丝体，仅在外缘才可清晰地分辨出单条丝体。丝体直径 0.8—1 μm，直或弯曲。部分丝体的局部区域有明显的分“节”，节部略凹，长 1.5—2 μm。丝体先端逐渐变细；显微镜下呈黄褐色。

比较 该新种以其密集交织成近球状的藻丝体和部分丝体的分“节”现象区别于属内其它各种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

美丽纤丝藻（新种）*Nemaphylla pulcha* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 4，图 1、2）

词源 pulch- 拉丁文，美丽。

描述 藻丝体由大致相互平行的藻丝组成，藻丝彼此间相互重叠或部分重叠，整体上看结构较疏松。丝体直或弯曲，直径约为 0.5—1 μm，部分丝体先端略膨大；黄褐色。

比较 此新种以其疏松的藻丝体及部分丝体先端略膨大而区别于 *N. solida*。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

丛生纤丝藻（新属新种）*Nemaphylla caespitosa* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 4，图 6）

词源　caespitos- 拉丁文，象草皮中的草一样作密簇状。

描述　藻丝体基部有一边缘平滑的“垫状”结构，形成藻丝体的“基座”。“基座”较坚实，似为一胶质构造，藻丝密集丛生在“基座”上。丝体表面光滑，先端逐渐变细，直径为 0.51—1 μm；黄褐色。

比较　该新种以其特有的“基座”及丛生的藻丝区别于属内其它各种。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

科未定 Family uncertain

螺管藻属（新属）*Spirostilus* Xiao et Hu（gen. nov.）

词源　spiro-拉丁文，缠绕；stil- 拉丁文，柱。

属型种　*Spirostylatus hubeiensis* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

属征　原植体管状或圆筒状至有些压扁状，单列，不分叉，末端稍变细，直径约为 20—30 μm。管状体中空或具暗色细胞降解物，隔膜明显或否，隔膜处收缩或轻微收缩，鞘不明显或无，藻体平直或多少有些弯曲，有时扭曲。藻体表面具明显的螺纹或其它较复杂的纹饰。

比较与讨论　就藻体形态而言，本属近似 *Obruchevella meishucunensis* 和 *Megathrix* 的部分种类。但是 *Obruchevella meishucunensis* 无明显的细胞结构，而 *Megathrix* 膜壳表面的花纹多为曲折密集的横纹，且藻体较粗大。由于本属形态特征明显，故定为新属。目前在前寒武纪地层中已发现的螺旋管状化石已经有几个属，如 *Obruchevella*、*Heliconema*、*Megathrix* 等，对于这类化石的归属问题，不同的学者有不同的看法，以 *Obruchevella* 为例，里特林格认为可能是藻成因的有孔虫；王福星认为它们只能代表其鞘为螺旋状的许多丝状藻生物所抛弃的空鞘，它们至少不只是一种生物种；一部分学者则将它们归属于蓝藻门颤藻目葛万藻科。*Spirostilus* 与 *Obruchevella* 、*Heliconema* 等还不同，从 *Spirostilus* 化石标本中我们不难发现这类化石结构上的一致性，所以我们推测 *Spirostilus* 在生活状态时应为丝状体，外壁较厚，其上分布有螺旋状的条纹，这种螺纹的组成成分可能类似于细胞壁，所以经过长期的地质历史变迁得以较好的保存下来，而其内部细胞的结构则受到不同程度的破坏。

分布时代　湖北，晚震旦世。

湖北螺管藻（新属新种）*Spirostilus hubeiensis* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 8，图 12；图版 11，图 3、5）

词源　Hubei 产地名；-ensis 拉丁词尾。

描述　藻体管状，略有些压扁，藻体直径 23—25 μm，壁厚 1.8—2.2 μm。单列，不分枝，隔膜处不收缩，无鞘，管体弯曲，有时扭曲，末端圆钝。藻体表面具规则的螺纹，螺纹宽 3—4 μm，螺距 2—2.4 μm。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

普通螺管藻（新属新种）*Spirostilus trivialus* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 8，图 5、9；图版 10，图 3）

词源　trivial- 拉丁文，普通的，平常的。

描述　藻体管状，基本呈压扁状，直径 8—11 μm，壁完整程度不一，部分区域呈粒状壁。藻体单列，不分枝，隔膜明显，隔膜处不收缩，末端细胞渐细，顶端圆钝。藻体表面粗糙，其上具有较规则的螺旋状纹饰，螺纹宽度及螺距在该种内有一些变化。

比较　新种以其较小的个体及渐细的末端区别于 *Spirostilus hubeiensis*。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

微小螺管藻（新属新种）*Spirostilus microscopicus* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 10，图 16）

词源　microscopic- 拉丁文，微观的。

描述　藻体微小，管径 2 μm，壁坚密，厚约 0.5 μm，表面粗糙，具规则的螺旋近梯状纹饰，螺纹宽 0.2—0.4 μm，螺距 1 μm，藻体两端圆钝，中部部分区域缢缩变细。

比较　新种与 *Spirostilus hubeiensis* 的区别是微小的个体，与 *Spirostilus trivialus* 的区别则是坚密的壁及规则的螺旋近梯状纹饰，并以其明显的梯状纹饰区别于 *Eomycetopsis*。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

破裂螺管藻（新属新种）*Spirostilus refractus* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 8，图 6、8；图版 10，图 15）

词源　refract- 拉丁文，打破了的，骤折的。

描述　藻体不完整，许多区域呈颗粒状，管径 10—40 μm，具宽窄不一的螺旋斜纹，斜纹宽约 2—10μm，其偏斜方向也不一致，有时甚至断裂。

比较　本种以其极不完整的膜壳及不规则分布的斜纹区别于属内其它各种。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

坚实螺管藻（新属新种）*Spirostilus robustus* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 9，图 11；图版 10，图 8、10、12、14）

词源　robust- 拉丁文，粗状，强状。

描述　膜壳较完整，基本等粗，直径 8—12 μm，表面光滑，具有较宽的斜纹，斜纹宽约 4—5 μm，螺距 1—1.5 μm。

比较与讨论　由于化石标本保存的原因，本新种的部分标本螺纹有些模糊，使整个藻体显得较紧密，但是在藻体的纵剖面上，我们还是可以清楚地看到，螺纹加厚处及螺距的宽度，所以我们还是将此类标本置于 *Spirostilus* 中，它与属内其它各种的区别是膜壳坚密，螺纹不很明显。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

螺纹螺管藻（新属新种）*Spirostilus spiralus* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 10，图 9、13）

词源　spiral- 拉丁文，螺旋状的。

描述　膜壳管状，完整，长 112 μm，宽 20—21.6 μm，壁坚厚，厚 3.5—4.2 μm，表面粗糙，稀疏分布有不规则的刺状突及瘤状突，管体两端平截，其中一端有两个耳状突，膜

壳上的纹饰为规则的斜纹，宽 3.2—3.5 μm，螺距为 1—1.2 μm。

比较 新种以其坚厚的壁及平截的管体末端区别于属内其它各种。

产地层位 湖北宜昌三斗坪田家园子，上震旦统陡山沱组。

螺管藻（未定种）*Spirostilus* sp.

（图版 10，图 6）

描述 膜壳规则管状，直或弯曲，宽 24—50μm，壁厚 2—3.6 μm，部分区域可见质壁分离（?），膜壳表面粗糙，分布有规则的斜纹，宽 1.44—10 μm，螺距 0.8—3.6 μm，斜纹表面与壁同样粗糙，管体末端斜向一侧渐变细。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

颤藻科 OSICILLATORIACEAE

古鞘颤藻属 *Palaeolyngbya* Schopf，1968

古鞘颤藻（未定种）*Palaeolyngbya* sp.

（图版 9，图 5；图版 10，图 11）

描述 由多数细胞构成的单列丝状体，略弯曲，胶鞘透明，厚约 1.7—2.4 μm，细胞分化明显；丝状体中的单个细胞呈立方体状，细胞大小为 10×2.6 μm—22.4×2.6 μm²。

比较 本种以较细的藻丝体及明显的胶鞘区别于 *P. sinica* Yin et Li。

产地层位 湖北秭归庙河村、宜昌三斗坪田家园子，上震旦统陡山沱组。

（二）绿藻门 CHLOROPHYTA

绿藻纲 CHLOROPHYCEAE

团藻目？ VOLVOCALES?

科未定 Family uncertain

菇状藻属（新属）*Campanisphaera* Xiao et Hu（gen. nov.）

词源 Campani- 希腊文，铃、钟；sphaer-希腊文，球。

属型种 *Campanisphaera gigantea* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

属征 植物体为一类近球形的复杂构造体，由球状体和菇状体组成。植物体通常单生，细胞较大，直径 50—100 μm。球状体表面光滑至粗糙，壁厚 1.5—3 μm，近壁处有 2—3 轮同心圆状环纹。菇状体生于球状体边缘，分布均匀或不均匀，菇状体形似蘑菇，有柄和头之分。

比较与讨论 这是一类很特殊的化石，其构造较复杂，在前寒武纪微古植物化石研究中尚未见报道过类似膜壳。但是 E. S. Barghoorn 1965 年曾在加拿大苏比利尔湖北岸 19 亿年的岗弗林特地层中发现并命名了 *Eosphaera*，该属的某些特征与新属有类似之处，如两个属均为复杂的球状构造体，然而新属以表面不均匀分布的裸露的菇状体而明显区别于 *Eosphaera*。从本属的结构与生存环境来分析，这很可能是一类营漂浮生活的群体光合生物，其表面的菇状体大致属于营养繁殖体，在营养繁殖中发挥一定的作用。

分布时代 湖北，晚震旦世。

大型菇状藻（新属新种）*Campanisphaera gigantea* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 6，图 3）

词源　gigant- 希腊语，巨大的。

描述　植物体单生，构造复杂，由球状体和分布于表面的菇状体组成。球状体表面较光滑，直径 95—100 μm，细胞壁明显，厚约 2—3 μm，近壁处有 2—3 轮同心圆状环纹；菇状体表面平滑，分布不均匀，有显著的头和柄，菇状体头部比较平坦，高 3—4 μm，宽 2—3 μm，柄长 3—4 μm。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

科未定 Family uncertain

古球形藻属 *Eosphaera* Barghoorn，1965

庙河古球形藻（新种）*Eosphaera miaoheensis* Xiao et Hu（gen. nov.）

（图版 3，图 13、17）

词源　Miaohe 产地名；-ensis 拉丁词尾，示来源处。

描述　由厚壁的内部球体和外部规则的或不规则的圆锥状球体组成的复杂结构。厚壁球体完整、部分区域不完整或形成凹陷；表面粗糙，球体直径为 10—12 μm。分布于厚壁球体外表面的圆锥状球体排列紧密，表面光滑，大约 5 个左右，每个直径约为 2.5—3.5 μm；每个圆锥形球体又包括两部分，先端是直径 0.6—0.8μm 的小球，表面光滑，后端为较大的球体，直径为 2.5—3.2 μm，表面光滑或略粗糙。

比较与讨论　本种的形态特征，类似于 Barghoorn1965 年建立的 *Eosphaera* 属，但是本种以其外部的圆锥状球体的复杂结构，区别于产于加拿大苏比利尔湖北岸的 *E. tyleri*，所以建立一新种。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

绿球藻目 CHLOROCOCCALES

绿球藻科 CHLOROCOCACEAE

始小球藻属 *Microsphaeroides* Wang，1988

庙河始小球藻（新种）*Microsphaeroides miaoheensis* Hu et Xiao（sp. nov.）

（图版 11，图 1、4）

词源　Miaohe 产地名；-ensis 拉丁词尾，示“生长地”。

描述　膜壳球形或略不规则，个体微小，直径约 3—4 μm，细胞壁表面光滑，壁薄而韧，常多个细胞聚集构成较疏松的群体。

比较　本新种以其光滑、薄而坚韧的壁以及疏松的群体区别于属内其它各种。

产地层位　湖北秭归庙河村、宜昌三斗坪田家园子，上震旦统陡山沱组。

科未定 Family uncertain

有核球形藻属 *Nucellosphaeridium* Timofeev，1963

有核球形藻（未定种）*Nucellosphaeridium* sp.

（图版 7，图 7）

描述　膜壳椭圆形，直径 18.4—32 μm，膜壳薄，半透明，表面粗糙，沿膜壳边缘密集分布着几层同心圆状排列的柔皱，其中部有一近圆形、直径为 5 μm 的“核”。

比较与讨论　该种与属内已知种比较，个体直径较大，还有一个主要差异在于其膜壳边缘密集分布着几层同心圆状排列的柔皱，并依此区别于 *Nucellosphaeridium* 属内其它各种。又因为膜壳内有一“核”而区别于 *Pseudozonosphaera* 属内各种，所以本种归入已知种显然不妥，但建立一新种，标本数量又有限，故暂列为未定种。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

小球藻科 CHLORELLACEAE

核球藻属 *Caryosphaeroides* Schopf，1968

群集核球藻（新种）*Caryosphaeroides gregarius* Hu et Xiao（sp. nov.）

（图版 11，图 2）

词源　gregari-拉丁文，群居的。

描述　球形细胞密集成群体，偶而可见到单个细胞存在。细胞内具有致密的核残余物及其它的内部构造；部分细胞可见到“质壁分离”现象；细胞表面光滑至粗糙，直径 10—20 μm，通常看不到明显的个体细胞鞘。

比较　新种以其密集的群体区别于属内其它各种。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

（三）微古植物 MICROPALAEOPHYTA（疑源类 ACRITARCHA）

辐刺藻属（新属）*Radialorhachia* Xiao et Hu（gen. nov.）

词源　radial-拉丁文，辐射状的；rhach-希腊词，刺。

属型种　*Radialorhachia robustispina* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

属征　膜壳半球形或近球形，直径 2—20 μm，单生，偶而可见 4—5 个细胞聚成疏松的群体。膜壳表面均匀或不均匀分布着较大的剑形刺，刺基部较宽，末端钝尖，一般其高度大于基部的宽度，刺分叉或否，其表面略粗糙。膜壳基部有一个“固着器”，“固着器”的形状多为圆形或椭圆形，表面光滑或有颗粒。

比较与讨论　在已发表的前寒武纪疑源类化石中未见有如此形状的标本。由于这类标本较多，而且形状比较稳定，故定为新属。与 *Baltisphaeridium* 的区别是新属的膜壳直径较小，一般小于 20 μm，而与 *Micrhystridium* 的区别是新属有明显的“固着器”。从化石保存的情况来分析，这类植物在前寒武纪很可能是营固着生活的，至少在它们生活初期，是以其特有的固着器固着在基质上生活，而在其生长期的后一阶段则是营浮游生活。也就是说，在这类植物的生活史中存在着两种生活方式，即固着和浮游。它们的固着生活可能有两种情况：一种是一开始就固着在一些浮游动物或植物体上，这种可能性比较小，因为从岩石切片上很难发现其“固着器”与固着基质之间的关系；另一种可能则是起初固着在底部的岩石上或其它基质上，经过一段时间的生长，个体长大、成熟或衰老时，“固着器”脱落或者与基质脱离；若“固着器”存在，那么在植物的浮游阶段，“固着器”可能或多或少起气囊的作用，以利于其漂浮。这类化石尽管标本很多，但由于尚未发现其繁殖构造，所以真正的系统归类仍无法确定。

分布时代　湖北，晚震旦世。

粗刺辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia robustispina* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 1，图 4、9；图版 2，图 6）

词源 robustispin- 拉丁文，粗刺的。

描述 膜壳近球形，完整程度很不一致，直径为 10—20 μm。膜壳表面较均匀地分布着粗大、不分叉的剑形刺，刺长 4—7 μm，刺基部宽 1—2 μm。膜壳基部有一个椭圆形的“固着器”，“固着器”表面光滑，直径约为 1.5—3 μm。

比较 该新种以其膜壳表面均匀分布着粗大的剑形刺区别于属内其它各种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

半球辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia hemisphaerica* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 1，图 1、2、12；图版 2，图 7）

词源 hemi-希腊文，半；sphaeric-希腊文，球形的。

描述 膜壳半球形至近球形，直径 9.6—13 μm。膜壳表面平滑或略粗糙，在其较平截的一端表面分布有较粗大的剑形刺，刺长 3—6 μm，刺先端多分叉。膜壳基部有一近圆形“固着器”，表面平滑，直径 1—2 μm。

比较 与 *R. robustispina* 的区别是本新种的膜壳多为半球形，刺先端分叉仅分布于膜壳表面的局部区域。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

纤细辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia gracilenta* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 1，图 11；图版 2，图 2；图版 3，图 18）

词源 gracilent- 拉丁文，纤细的。

描述 膜壳球形或沿水平方向被压扁，呈椭圆形或不规则形，中部常形成空腔，单生或成对出现。膜壳直径为 5—6 μm，其表面密集分布着剑形刺，刺纤细，表面粗糙，刺长 2—3 μm，基部宽 0.3—0.8 μm。“固着器”表面平滑，直径 1.5—2.5 μm。

比较 本新种以其密集分布的纤细剑形刺及膜壳中部不规则的空腔区别于属内其它各种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

枝状辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia brachyblasta* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 1，图 2、15；图版 2，图 1、4、5；图版 3，图 20）

词源 brachyblast- 希腊文，短枝的。

描述 膜壳近球形或有时轮廓不很清楚，直径约为 2—3 μm。膜壳单生或成对出现。膜壳表面不均匀地分布有 2—5 丛枝状刺，每个分枝基部较细，直径约 0.5—1 μm，分枝上部变宽且又分出许多丛生的刺。“固着器”椭圆状，表面平滑，直径 2.5—3.5 μm，“固着器”下端有一小突起，高约 1—1.5 μm。

比较 以较小的膜壳直径及枝状刺与属内其它各种相区别。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

发刺藻属（新属）*Comorhachia* Xiao et Hu（gen. nov.）

词源 com-希腊词，毛发；rhach- 希腊词，刺。

属型种 *Comorhachia convoluta* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

属征 植物体由刺体和“固着器”两部分组成。刺体高 3—16 μm，宽 1.5—7 μm，刺分叉或否，刺体丛生、直立、弯曲或向一个方向旋卷。“固着器”变化较大，圆形、椭圆形、棒状或不明显。

比较与讨论 本新属在形态上类似于 *Radialisrhachia* 也是具有“固着器”及刺体的种类，二者的区别是：后者具有明显的近球形膜壳，在膜壳表面均匀或不均匀地分布有较粗大的剑形刺，而前者从形态上分不出膜壳与刺体的界限，所以在本文中将这类化石“固着器”以上的部分笼统地称为刺体。就化石的保存情况看，本新属与 *Radialisrhachia* 所处的生态环境相似，所以我们推测，这两类化石可能有较近的亲缘关系，其生活方式也类似。

分布时代 湖北，晚震旦世。

旋卷发刺藻（新属新种）*Comorhachia convoluta* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 1，图 3、13；图版 2，图 9；图版 3，图 15）

词源 convolut- 拉丁文，旋卷的。

描述 刺体由多个刺向一个方向旋卷而成，颇似现代种子植物的卷伞花序，刺长 3—5 μm，刺基部宽 1—2 μm，部分刺具有分叉现象。刺体的下端为“固着器”，“固着器”棒状。

比较 该模式种以其特有的旋卷刺体区别于属内其它各种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

庙河发刺藻（新属新种）*Comorhachia miaoheensis* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 1，图 5、17、18、19；图版 2，图 3、19）

词源 Miaohe 产地名；-ensis 拉丁词尾，示“产地的”。

描述 刺体单生或整体上形似盆花。刺通常多分叉，偶尔也可见到单一直立的刺，刺体高约 4.8—8 μm。“固着器”圆形或近圆形，表面光滑至粗糙，直径 2.5—4 μm。

比较 新种与 *C. convoluta* 的区别是具有单生、直立、多分叉的刺，而不是旋卷的刺体。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

丛生发刺藻（新属新种）*Comorhachia caespitosa* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 1，图 6、7、20）

词源 caespitos- 拉丁文，象草皮上的草一样作密簇状的。

描述 刺体直立丛生，分叉或不分叉，刺体高 9.6—16 μm。“固着器”近圆形或多不明显。

比较 该种以较长而丛生的刺与 *C. convoluta* 相区别，又以其不明显的“固着器”区别于 *C. miaoheensis*。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

顶刺藻属（新属）*Acrosphaeridium* Xiao et Hu（gen. nov.）

词源 acro- 希腊语，顶点，极点；sphaeri- 希腊语，球形的。

模式种 *Acrosphaeridium amabile* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

属征 植物体由膜壳和“固着器”组成。“固着器”棒状或不明显。膜壳小，直径通常小于 20 μm，呈球形或不规则形状，其完整程度很不一致，有的区域明显破损形成“凹陷”。膜壳表面粗糙，刺多不均匀地分布于膜壳一侧。表面上所分布的刺为实心刺，刺基部与膜壳不通，刺末端增大，圆钝，但不呈漏斗状，偶见相邻的刺连成膜。

比较与讨论 本新属为小型疑源类膜壳。由于尚未发现其生殖细胞及结构，所以这类化石分类位置不明。新属与 *Comorhachia* 的区别是其表面不均匀地分布有末端增大的刺；与 *Radialorhachia* 的区别则是新属的“固着器”为棒状或不明显；而以其较小的个体及实心而不呈漏斗状的刺与 *Skiagia* 相区别。

分布时代 湖北，晚震旦世。

美丽顶刺藻（新属新种）*Acrosphaeridium amabile* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 1，图 14；图版 2，图 11、18）

词源 amabil-拉丁文，可爱的，娇美的。

描述 膜壳球形或近球形，直径 7—14.4 μm，表面分布有小颗粒或小棘突，膜壳较完整，偶见部分区域残缺，刺实心仅分布于膜壳的一侧，刺的末端增大成球状或短棒状，个别种类可见到相邻的刺相互连成膜。“固着器”柄状。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

三角藻属 *Triangumorpha* Sin et Liu，1973

大型三角藻（新种）*Triangumorpha magna* Xiao et Hu（sp. nov.）

（图版 6，图 4；图版 7，图 9）

词源 magn- 拉丁文，大。

描述 藻体轮廓三角状，大小为 44×56 μm，底边略内凹，两侧边则稍凸，膜壳较厚，约 1.5—2 μm，边缘不是很清晰，表面粗糙，具三条纵向分别由底边发出的脊条，脊条汇合于三角形的顶点。藻体棕黄色。

比较 新种与 *Triangumorpha striata* 的区别是，前者壳壁较大，只有三条通向三角形顶点的脊条，而无大量的放射状脊条。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

庙河三角藻（新种）*Triangumorpha miaoheensis* Xiao et Hu（sp. nov.）

（图版 3，图 24、30；图版 8，图 2）

词源 Miaohe 产地名；-ensis 拉丁词尾，示“生长地”的意思。

描述 膜壳轮廓基本为等边圆三角形，边长 48—140 μm，膜壳厚，表面粗糙，近边缘处有一些细褶皱，膜壳腔内有一些有机残余物，偶尔可见到直径约 20 μm 的“核”，膜壳单生，棕黄色。

比较 新种以其规则的形状及近边缘处分布的细褶皱区别于属内其它各种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

角藻属 *Ceratophyton* Kirjanov，1979

锥形角藻（相似种）cf. *Ceratophyton conicum* Yin，1991

（图版 4，图 9）

描述 有机质组成的角锥形碎片，壁厚 0.5 μm，表面光滑；角突长 20 μm，角突基部宽 12 μm；棕黑色。

比较 碎片形态规则，与尹磊明在鲁西上元古界佟家庄组发现的 *C. conicum* 的区别是个体小，壁坚韧，但不厚。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

花盘藻属 *Cymatiosphaera*（O. Wetzel，1933）Deflandre，1954

放射状花盘藻（相似种）cf. *Cymatiosphaera radiata* O. Wetzel

（图版 6，图 6、12）

描述 膜壳轮廓圆形，整体结构包括两部分，中央部分直径为 40 μm，结构较均匀，偶尔可见到分布有少数有机质颗粒；近外方由较密集的辐射刺组成，直径约为 66—86 μm。

比较 本种与 *C. radiata* 的区别在于中央部分结构较均匀，无明显的“核”状物。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

网状残片属 *Retinarites* Ouyang，Yin et Li，1974

网状残片（未定种）*Retinarites* sp.

（图版 6，图 15）

描述 化石长方形，平直或略弯曲，大小为（18—32 μm）×（32—60 μm）；表面粗糙或有不整齐的棘突；壁完整或不完整，厚约 1 μm；整体是由一些较粗的肋条相互交织成大网，在大网的网格内又由部分较细的脊条交织成细网。

比较 本种以其规则的形状及特有的交织网格区别于属内已发表的各种，由于化石数量有限，暂作为未定种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

同形藻属（新属）*Homomorpha* Xiao et Hu（gen. nov.）

词源 homo- 希腊文，共同的，相等的；morph- 希腊文，形状，造形。

属型种 *Homomorpha affina* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

属征 膜壳轮廓为长方形至宽带形，宽 80—100 μm，长 150—200 μm，边缘不完整，膜壳表面粗糙；膜壳上均匀分布着多数直径为 40—44 μm 的多边形穴，穴中央有直径为 10—12 μm 的、呈暗褐色的、较致密的“核”状结构，核均匀或近外缘较致密而内部较疏松；由核向外放射出许多条纹，条纹明显或不明显。

讨论 这是一类很特殊的前寒武纪化石，从它的整体结构来看，似乎是有机质的一部分，即某类动物或植物残留的碎片。然而这类化石特征又很明显，形态又规则，由于标本数量尚少，所以关于这类化石的生物分类问题尚不好确定。

分布时代 湖北，晚震旦世。

连接同形藻（新属新种）*Homomorpha affina* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 8，图 10；图版 11，图 8）

词源 affin- 拉丁文，相关的，邻近的。

描述 膜壳轮廓长方形，大小为 85×156 μm²，边缘较整齐，膜壳上均匀分布有 5—8 个近五边形的穴，穴的直径约为 44 μm，穴壁薄而坚韧，明显或略不明显，穴中央有一个直径为 10—12 μm 的“核”，“核”内结构均匀或近外缘有厚约 2 μm 的致密环，环内较均匀，由“核”向外散射出多条放射纹。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

第四章　宏体藻类

第一节　研究简史

宏体藻类（macroalgal fossils）是指那些出现在晚前寒武纪、肉眼可见的藻类或叶状体植物化石的总称，属化石藻类（fossil algae），是一个暂定的名称。

宏体藻类的发现与研究，已有100多年的历史，但在60年代以前大多为零星的报道。1879年鲍威尔（J. W. Powile）在美国亚利桑纳州科罗拉多大峡谷的一套未变质的“志留系”岩系中发现了炭质小圆盘状化石。1893年瓦尔科特（C. D. Walcott）将上述岩系划归为前寒武系，含化石的地层称为丘阿尔（Chuar）群。1899年瓦尔科特将丘阿尔群的小圆盘状化石正式命名为*Chuaria circularis* Walcott。自此以后，世界各地在前寒武纪地层中也陆续发现这种炭质小圆盘状化石。如在瑞典的维辛索组（Visingso Fm.）、印度的温德亚系（Vindhya System）、俄罗斯的上里菲系（Upper Riphean System）、澳大利亚的阿德雷德群（Adeleide Group）、加拿大的小达尔群（Little Dal Group）以及美国、法国等地都有发现。虽然对化石的生物分类及属种命名，不同学者提出了不同的看法（略），但大多数学者认为可能属于藻类。1971年俄罗斯的格尼罗夫斯卡娅（М. Б. Гниловская）描述了东欧地台文德群（Vendian Group）中两个带状藻类化石新属种，即古文德带藻（*Vendotaenia antiqua*）和帕道里基拉索带藻（*Tyrasotaenia podolica*），并认为这些藻类应归属于褐藻门。

在我国，前寒武纪地层的宏体藻类化石研究也很早，分布也相当广泛。1962年郑文武等在安徽淮南地区刘老碑组中发现了炭质小圆盘状化石。1975年邢裕盛将此化石鉴定为*Chuaria circularis* Walcott。以后在我国辽宁、吉林、河北、江苏、河南等地的青白口系、震旦系及其相当地层中，此种化石也不断有所发现。1978年邢裕盛、刘桂芝、曹瑞骥、赵文杰大约在同时研究了湖北三峡地区震旦系灯影组中的*Vendotaenia*和*Tyrasotaenia*，并建立了一新种，为对称文德带藻（*Vendotaenia didymos* Cao et Zhao）。1979年，邢裕盛将安徽寿县刘老碑组中的宏体藻类化石建立了一个新属，即寿县藻（*Shouhsienia*）和两个新种，即寿县寿县藻（*S. shouhsienensis*）和长寿县藻（*S. longa*）。1980年郑文武对皖北地区刘老碑组和九里桥组中的*Chuaria*化石进行了较全面的描述，建立了三个新属四个新种：*Pumilibibaxa*和*P. huaiheiana*；*Nephroformis*和*N. liulaobeiensis*；*Ovidiscina*和*O. bagongshanica*；*Chuaria annularis*并将这一化石群包括共生的带藻类、蠕虫类及后生动物遗迹化石，统称为“淮南生物群”，时限为950—700 Ma。1982年段承华对天津蓟县青白口系、吉林浑江和辽宁复县细河群的宏体藻类进行了研究，建立了一个新种*Tawuia sinensis*，并讨论了*Chuaria*与*Tawuia*的关系，提出了两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体藻类进行了研究，建立了一个新属，一个新种，即*Longfengshania*和*L. stipitata*。认为是与褐藻有关的多细胞藻类化石。1983年段承华、邢

裕盛、杜汝霖对近年来我国晚前寒武纪地层中发现的宏体藻类化石进行了初步总结。描述了化石共有1科、2群、10属、17种，其中包括4个新属，11个新种，1个相似种。1984年朱为庆、陈孟莪报道了湖北峡东上震旦统陡山沱组在1978年由马国干所发现的宏体藻类化石，定名为中华拟浒苔 *Enteromophites siniansis*，归属于绿藻门。1986年杜汝霖、田立富对燕山地区青白口纪的宏体藻类进行了总结，发表了专著。1989年邢裕盛等报道了安徽休宁蓝田组的宏体藻类化石 *Lantiania*、*Cyathophyton*、*Epiphyton*、*Semisphaeraphyton*、*Shouhsienia*、*Xiunningia*、*Paraxiunningia* 等。1990年丁莲芳等在峡东陡山沱组发现了保存极好的宏体藻类化石，它们是 *Miaohenella*、*Gracilogia*、*Eoscytosiphon*、*Chuaria*、*Shouhsienia* 等。与其它共生藻类和微体藻类及管状体生物组成的群落，被称为庙河生物群。其描述和论证都反映在1992年的专著中。与此同时，陈孟莪在1991—1995年间也报道了上述地区的宏体化石，厘订了相当多的新属种。1991年张仁杰等报道了海南岛晚前寒武纪石碌群的宏体藻类化石，有 *Chuaria*、*Tawuia*、*Shouhsienia*。1994年郑文武等又报道了皖北上前寒武系史家组炭质大化石的新发现 *Bipatinella*。1995年阎玉忠又在我国蓟县剖面团山子组（17亿年）发现了宏体藻类化石，有 *Tuanshanzia*、*Eopalmaria* 二属，包括5个种。这是目前已知地球上最古老的后生植物，对研究生物的发生和进化有重要意义。

第二节　基本结构形态和术语

虽然前寒武纪宏体藻类的报道在国内已有不少，最多的要算 *Chuaria*、*Tawuia*、*Shouhsienia*、*Vendotaenia*、*Tyrasotaenia* 及 *Longfengshania* 等。它们可以分别归入 Chuariaceae、Vendotaenides 和 Longfengshanides 三类。但大多为零星的报道，仅对 Longfengshanides（杜汝霖，1986）作了详细的剖析。

本书试图沿着这条轨迹去讨论宏体藻类的基本结构形态。从我们采集到的大量化石标本看，它们与显生宙出现的高等植物保存情况极为相似。它们都具有稳定的形态轮廓，具有明显的对称性，而且均为炭质薄膜或立体方式保存。某些种类，它们已有初步的组织及器官分化，已具有营养和繁殖功能各异的多细胞藻体。而且在多个标本上还发现有薄壁细胞分化出来的表皮、皮层和髓部。以上这些特征已充分说明这些化石既不是什么无机体，也不是什么微生物集合体的沉积结构，更不是什么归类不定的动物、蠕虫或可能的腕足类，而是确确实实的植物体。由于所描述的化石较多，不能一一进行讨论，我们就地层中出现机率最多的褐藻与红藻的基本结构形态作如下的讨论。

一、褐藻

化石藻体一般均较大，通常在10 mm以上，为厘米级。构造较为复杂，形态差异也较显著。从现代褐藻的形态构造上可以分为几种类型：

异丝体型　具有匍匐枝和直立枝的。

假膜体型　由分枝的丝体互相紧密结合，形成假薄壁组织。

膜状体型　具组织分化的藻体，可分化为表皮层、皮层和髓三部分。但在化石藻类中，目前观察到的膜状体（管状体）类型占多数。

膜状体（管状体）型　为藻类中比较高级的一种进化体制。从外形上看已有了类似于“根”、“茎”、“叶”或气囊等器官的分化，如高等植物的根、茎、叶一样，但它们与高等植

物又有本质的区别。庙河生物群中的宏体藻类化石体的“根”，仍然是由许多圆柱形的藻丝组成，显示出原始和低等的特征（图 4—1）。而它们的“茎”则由薄壁细胞分化为表皮、皮层和髓部，这一点又类似于高等植物，但髓部依然由许多藻丝集合而成，显示了其藻类的本质。

现以褐藻门中的 *Miaohenella* 为代表，将其构造名称及术语列于（图 4—1）。

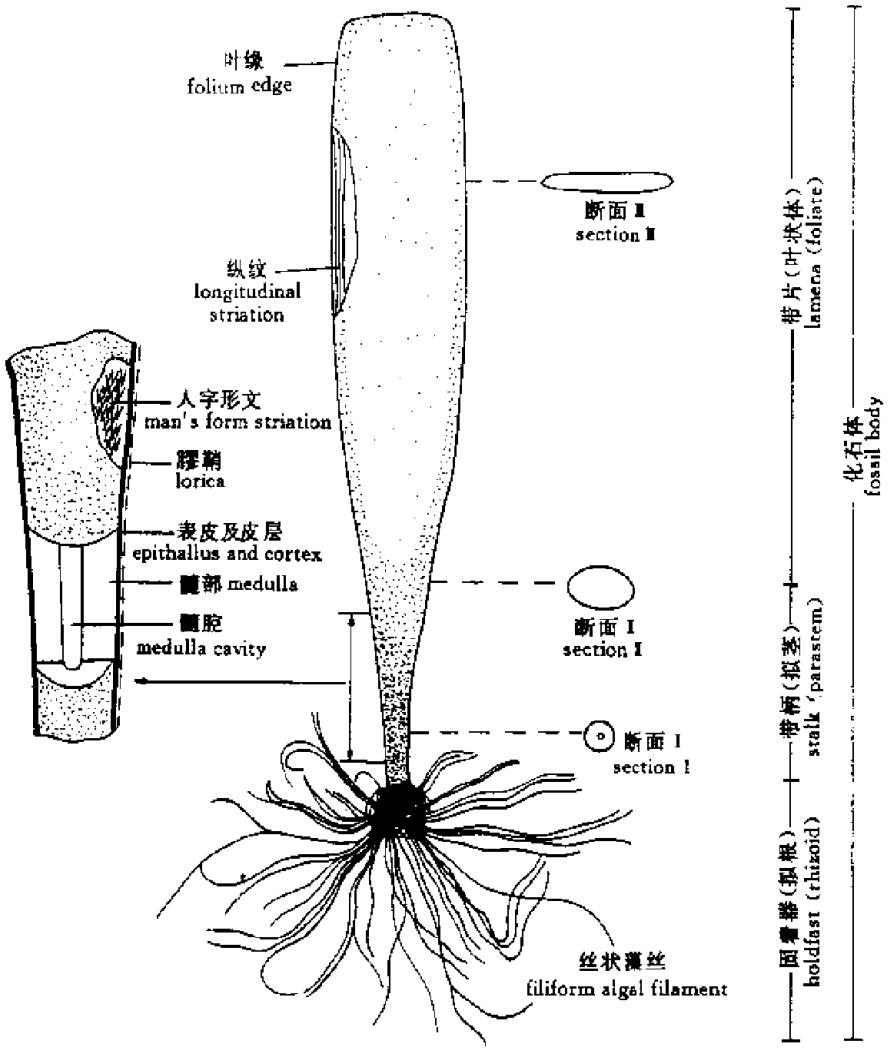


图 4—1 *Miaohenella* 形态构造图

Fig. 4—1 Organ structure of *Miaohenella*

从图 4—1 可见化石体可分为固着器（拟根）、带柄（拟茎）和带片（叶状体）三个部分。

1）固着器（holdfast），也可称拟根（rhizoid）。它是植物体固着的器官。根据形态特征可分为球状固着器（spherical holdfast）、锥形固着器（conicol holdfast）、菱形固着器（rhomboidal holdfast）及简单球形固着器（simple sphere holdfast）四种（图 4—2）。

2）带柄（stalk），也可称拟茎（parastem）。是带片的支撑部分，也是带片与固着器的连接部分。带柄向上与带片，向下与固着器均为过渡关系。带柄圆柱形，压实后有时为椭圆形，可分为表皮、皮层和髓。在皮层内常见有人字形纹饰，说明其藻体内部由许多藻丝

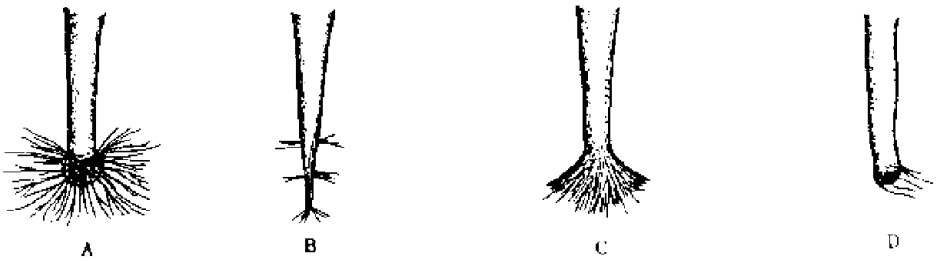


图 4—2 *Miaohenella* 属固着器类型

Fig. 4—2 Holdfast type of *Miaohenella*

A. 球形固着器；B. 锥形固着器；C. 菱形固着器；D. 简单球形固着器

A. spherical holdfast; B. conicol holdfast; C. rhomboidal holdfast; D. simple sphere holdfast

状的拟薄壁组织组成（图 4—1）。

3）带片（lamena），也称叶状体（foliate）。根据化石保存情况可分为营养叶和生殖叶两类。

营养叶 一般光滑无饰，有时在边缘有一些平行叶缘的纵向条纹或斜向条纹，它可能是藻体本身所具有的特征，也可能是在成岩压实过程中形成的。有一定的厚度。主要具有在海洋中（海底）进行光合作用等营养功能。

生殖叶 叶状体在叶片的中上部较膨大，在化石中可以找到生殖叶成长系列的不同类型。如叶片上有许多高低起伏的纹饰，即横向的细褶、横向的粗褶、圆形丘状突起及繁殖器官等（图 4—3）。笔者认为这可能是生殖叶发育的不同阶段在化石上的反映。所以这些特征没有作为化石分种的依据。推测它们的繁殖方式可能是通过藻体生殖叶进行繁殖。

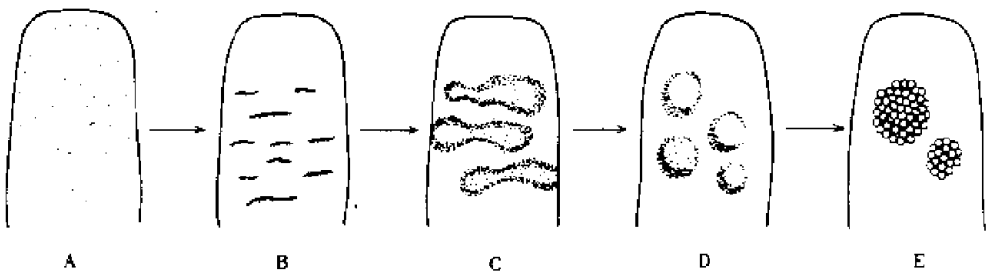


图 4—3 *Miaohenella* 属生殖叶发育阶段示意图

Fig. 4—3 Schema of growth stages of *Miaohenella* gonophyll

A. 平整；B. 具细褶；C. 具粗褶；D. 圆形丘状突起；E. 繁殖器官

A. even; B. finely folded; C. big folded; D. tubercle ; E. propagative organ

二、红藻

化石为多细胞藻类，丝状或两次以上叉状分枝，也有形成假薄壁组织的叶状体或枝状体。假薄壁组织的种类中可分为枝状、鹿角状、叉枝状、丝状四种类型。藻体呈丛状，个体大小为厘米级。根据藻体上下宽窄有规律性的变化，又可分为复杂型藻体和简单型藻体两类。

（一）复杂型藻体

藻体呈密集灌丛状，由三部分组成，即基部的固着器，清晰完整；中部拟茎部，短而

纤细；上部为枝状体。枝状体一般分枝4—5次，根据分枝前后枝体上下宽度的变化，又可分为二种类型，分别以二种不同类型的藻体为代表。

古鲜奈藻型　藻枝体由下而上逐渐变宽，一般开始较细，有时第一次或第二次分叉还不明显，后随着分枝次数的增加，分枝逐渐变粗、变宽，至枝顶呈浑圆状或舌状，如 *Palaeoscinaia ramulosa*（图4—4）。

拟叉枝藻型　藻体经多次分枝后形成对称的丛状，枝体具有由下而上，逐渐由宽变细的特点，枝体末端为披针形，如 *Gymnogongrusoides regularis*（图4—4）。

（二）简单型藻体

藻体由丝状体所组成的丛状藻体，枝体纤细，叉状分枝数次。它们由固着器、拟茎部和枝状体三部分组成，根据丝状体组合的类型和形态可以分为两种类型。

扇形藻型　藻体基部固着器由藻丝组成，向上丝体彼此缠绕在一起形成拟茎，由下向上逐渐变宽、散开，顶端丝体分叉纤细而致密，形成扇形，如 *Sectoralga typica*。

陡山沱藻型　一种类似树枝状的藻体，叉状分枝多次，分枝细如线形，分布稠密，如 *Doushantuophyton lineare*。

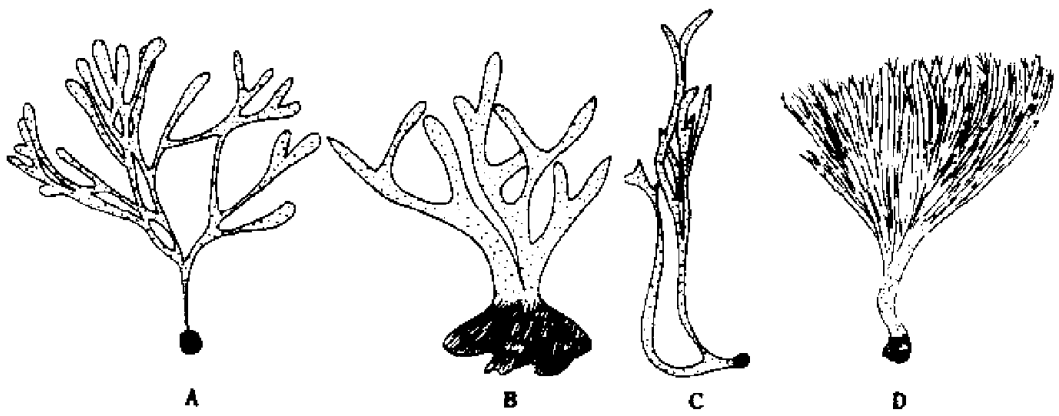


图4—4　红藻分枝类型图

Fig. 4—4　Braching types of Rhodophyta

A. 古鲜奈藻型；B. 拟叉枝藻型；C. 陡山沱藻型；D. 扇形藻型

A. *Palaeoscinaia* type；B. *Gymnogongrusoides* type；C. *Doushantuophyton* type；D. *Sectoralga* type

第三节　宏体藻类的特征

在整个庙河生物群中，宏体藻类化石占了总数的60%以上，有化石标本1800余件。这么丰富的材料使我们对其特征有一个比较可靠的全面的认识。据观察研究，它们具有以下8个特点：

1. 以炭质薄膜或炭质实体方式保存

庙河生物群中的所有宏体藻类均以炭质薄膜方式或炭质实体方式保存。以炭质薄膜方式保存的有 *Gracilogia*（图版23，图1）、*Chuaria*（图版30，图9）、*Palmalga*（图版20，图2）、*Paraporphyra*（图版20，图1）、*Vendotaenia*（图版29，图5）等。以实体方式保存的典型代表有 *Miaohenella*（图版25，图1—5）、*Sysphaera*（图版20，图3—7）、*Palaeocodium*

(图版 16，图 9)、*Enteromorphites* (图版 15，图 7) 等。尤其是在其固着器及拟茎部，表现最为突出，经常可见圆形的炭质柱内核。

2. 个体大小均肉眼可见

发育成熟的植物体，除 Chuariaceae 直径在 2—5 mm 外，其余化石绝大部分均为厘米级。有的化石长度可在 15 cm 左右 (图版 21，图 6)。有的化石作面形扩展，其面积为 40 cm^2 左右 (图版 20，图 2)。

3. 具稳定的和对称的形态轮廓

这些宏体藻类化石都具有其本身固有的稳定的形态。大多为左右对称。如带片状的 *Miaohenella* (图版 26、27)、球形的 *Chuaria* (图版 30)、扇形的 *Sectoralga* (图版 12、13)，还有的藻类呈丛状的二次以上分枝的 *Konglingiphyton* (图版 13，图 4、6) 以及一些丝状体化石 *Longenema* (图版 21) 等。它们都具有一个稳定的形态特征，从这一点可以说明它们都具有各自不同的但稳定的遗传信息。

4. 具显著的多样的形态分化

庙河生物群中的宏体藻类有显著的形态分化及形态上的多样性特征，至少可以分为以下几种类型：

丝状体　二歧分枝体，如 *Sectoralga*
　　不分枝体，如 *Longenema*、*Eoulothrix*
带状体　二歧分枝体，如 *Palaeocodium*、*Konglingiphyton*
　　不分枝体，如 *Miaohenella*、*Eoscytosiphon*
叶状体　如 *Paraporphyra*
球状体　单球体，如 *Chuaria*
聚球体　如 *Sysphaera*
囊状体　如 *Eocolpomenia*

5. 具器官的分化

庙河生物群的宏体藻类，大多均具有器官的分化，如拟根的固着器、拟茎的柄和叶状体。如果说青白口纪的 *Longfengshania* 藻的拟根还比较原始的话，那么庙河生物群的拟根则相当粗壮了。可以说已形成了强大的“根系”，如 *Miaohenella* (图版 26、27)，同时叶 (枝) 状体还可以分化出营养叶 (枝) 和生殖叶 (枝) (图版 28)，说明器官的分化已达到相当的水平。这是多细胞高级藻类的标志之一，具有分类学的意义。

6. 具有细胞和组织的分化

对 *Miaohenella* 化石研究，通过观察，它已具有薄壁组织，在拟茎部可以分出表皮、皮层、髓部等不同的部分。表皮和皮层在标本上可直接用肉眼观察到。髓部则已完全变为圆柱形的炭质铸模 (立体保存)。髓腔则已被次生石英所充填。在部分髓部炭质剥落处，则可露出细管状的次生石英。此现象说明藻体已具有由薄壁组织分化而来的多种组织。

7. 生态与埋藏

宏体藻类大多为底栖固着类型，如褐藻、红藻等，它们都具有大小不等的固着器，直立或匍匐生长。也有少数为漂浮藻类，如硅藻 (?)。根据宏体藻类的生态特征及化石保存特点，可以判定它们为原地埋藏，基本反映了其生存时的原始状态。

8. 垂向分布特征

宏体藻类在地层中的垂直分布，均反映在表 4—1 中，其中 14 层中以 *Chuaria* 为主，还

表 4—1　宏体藻类化石纵向分布表

Table 4—1　Vertical distribution of Macroalgafossils in strata

门类	宏体藻类化石名称	层号								
		14	15-16	17						18
				1	2	3	5	6	7	8	
蓝藻	*Cilialga Vesca*(g. et s. n.)										
绿藻	*Villosalga filamentacea*(g. et s. n.)										
	Palaeocodium yichangicum(g. et s. n.)										
	Palaeocodium perelegans(g. et s. n.)										
	Enteromorphites flexuosus(s. n.)										
	E. tubulosus(s. n.)										
	E. compressus(s. n.)										
	E. epicharis(s. n.)										
	Eoniotrix fibrillata(g. et s. n.)										
	Longenema bellum(g. et s. n.)										
	Cometiphylla pinnata(g. et s. n.)										
硅藻(?)	*Gracilogia sphaericusa*										
	G. rugosa										
	G. dicrona										
红藻	*Sectoralga typica*(g. et s. n.)										
	S. supervoluta(g. et s. n.)										
	S. specialis(g. et s. n.)										
	S. umbellulata(g. et s. n.)										
	S. grassa(g. et s. n.)										
	Palaeoscinaia ramulosa(g. et s. n.)										
	P. constricta(g. et s. n.)										
	Gymnogongrusoides regularis(g. et s. n.)										
	G. irregularis(g. et s. n.)										
	Doushantuophyton sinuolatum(s. n.)										
	D. lineare										
	Konglingiphyton erecta										
	K. regularum(s. n.)										
	Ramalga sparsula(g. et s. n.)										
	Palmalga glumacea(g. et s. n.)										
	Paraporphyra prota(g. et s. n.)										
	Yichangella erecta(g. et s. n.)										
	Zhongbaodaophyton palmatum(s. n.)										
	Polycladalga ramispina(g. et s. n.)										
褐藻	*Archaeocladiphyton jinyugani*										
	A. quyuani										
	A. dendriticum(s. n.)										
	Anomalophyton zhongzhangyini										
	Azalga brachyclada(g. et s. n.)										
	A. adaequata(g. et s. n.)										
	Furcatalga sinuosa(g. et s. n.)										
	Tubulalga minuta(g. et s. n.)										
	Miaohenella typicura										
	M. conica(s. n.)										
	M. rhomba(s. n.)										
	M. elegania										
	M. nana(s. n.)										
	Eoscytosiphon longitubulosum(s. n.)										
	E. pristinus										
	Eocolpomenia dictyodroma(g. et s. n.)										
	E. levigata(g. et s. n.)										
	Chuaria circularis										
	Ovidiscina bagongshania										
	O. minor(s. n.)										
	O. longa										
	Longfengshania minina(s. n.)										
	Vendotaenia sp.										
未分	*Sysphaera spisa*(g. et s. n.)										
	Circalga irregularia(g. et s. n.)										

有少量的 *Eocolpomenia* 及 *Cometiphylla*。17 层又可细分为 8 个小层，下部藻类较多，但以 *Miaohenella* 为主，兼有 *Sectoralga*、*Konglingiphyton* 等；中部藻类无论在种类及数量上都达到顶峰，除下部出现的属种外，还有 *Doushantuophyton*、*Palaeoscinaia*、*Enteromorsphites*、*Archaeocladiphyton* 等，上部藻类逐渐减少。其中，*Miaohenella*、*Gracilogia*、*Chuaria*、*Sectoralga*、*Doushantuophyton*5 个属，自开始起一直存在于整个沉积中，而 *Eocolpomenia* 主要分布在下部，*Sysphaera*、*Palaeoscinaia* 则主要分布在中上部。

宏体藻类作为晚前寒武纪的重要生物记录，已经是客观存在的。它将在阐明前寒武纪植物群的面貌，探讨晚前寒武纪及其以后植物界的系统演化等问题上，起着不可低估的作用。我国是宏体藻类化石非常丰富的国家，峡东震旦纪陡山沱组发现如此众多的宏体藻类，说明了宏体藻类此时已经达到了空前的繁盛，是后生植物第一次大辐射时期。笔者相信，对它的深入研究，必将推动和发展世界晚前寒武纪的古生物学研究，对研究现代藻类的发生和发展也将起重要的作用（表 4—1）。

第四节　分类与命名

现代藻类的分类主要是依据光合作用色素的不同、贮存养分的不同，以及细胞壁的成分和特征、鞭毛着生的位置和类型、生殖方式的不同等特征来进行。但是这些特征对于化石藻类来讲几乎大部在地质作用过程中都已经丧失，因此对于前寒武纪的化石藻类的分类，就存在较多的困难。发现的材料较少，研究程度不高，大多停留在零星的报道上，这是造成对前寒武纪藻类缺乏一个能令研究工作者满意的分类系统的原因。因此，一般均根据藻类化石的形态特征进行初步的分类，分为圆形、椭圆形、条带状等几种类型。尽管如此，人们还是在努力寻找它们的生物分类归属，建立了几个不同于现生藻的新类（科），如 Chuariaceae 科、Longfengshanceae 科和 Vendotaenides 科。它们可能归属于一个共同的门。刘志礼、杜汝霖（1991）建议称为原始后生藻类门（Protometaphycophyta）。它们也可能是一批已经绝灭了的类型。

可喜的是最近几年在中国随着宏体藻类化石不断的被发现，使得对宏体藻类进一步的研究成为可能。张昀（1989，1992）对贵州瓮安磷矿中保存在震旦纪陡山沱组（6.9 亿年）的后生植物 *Thallophyta* 属，通过切片观察到 *Th.* 具有完好的细胞和组织结构，细胞大小及形态的分化，具有类似于现代藻类的生殖窝状结构，因此认为该类化石与现代红藻可能存在亲缘关系。作者（1992）在峡东庙河生物群的 *Miaohenella* 属中，发现了它具有固着器（拟根）、带柄、带片，说明它已有器官功能的分化。最近的研究结果还发现，*Miaohenella* 不但具有器官功能的分化，而且还具有细胞及组织的分化。在拟茎部可以清楚地看到由薄壁细胞分化的表皮、皮层、髓部。说明庙河藻已经是一种比较高级的多细胞藻类。另外庙河藻还具有营养叶与生殖叶之分化，在生殖叶上能见到发育的各个阶段。与现代褐藻门中的海带 *Laminaria* 非常相似。因此，笔者根据庙河藻与现代褐藻的功能特征及形态类比，将其归入现代的褐藻门。又如 *Gracilogia* 属，笔者根据电镜扫描观察，发现 *Gracilogia* 属是由许多单个细胞组成的丝体，而且其细胞结构如同现代的硅藻一般，非常相似，因此认为 *G.* 属与现代硅藻可能有亲缘关系。诸如此类的情况也还不少。因此作者主张只要有条件，有证据，应该尽可能的与现生藻类进行类比。本书就试图应用化石藻类稳定的形态特征和器官

分化等结构特点，如固着器、营养叶、生殖叶、藻体的分枝方式和形态，以及组织和细胞的分化等特点与现生藻类进行类比。在其分类上尽可能采用现生藻类的分类系统，如褐藻门、绿藻门、红藻门及硅藻门。其中当然也不可避免地包含着许多不尽合理的地方。但笔者抱着抛砖引玉的诚恳愿望，希望有兴趣的同行共同为完善和解决化石藻类的生物学分类和自然归属而努力。对于一些特征性还不清的化石，暂时只能给予一个属种名，归入尚不确定的类型，期待进一步寻找证据加以研究解决。

化石藻类的分类请见第二章。

第五节　化石描述

蓝藻门 Cyanophyta

蓝藻纲 Cyanophyceae

目科未定 Order and Family nucertain

纤毛藻属（新属）*Cilialga* Hu（gen. nov.）

词源　cili-拉丁词，纤毛之意；alg-拉丁词，藻类之意。

属型种　*Cilialga vesca* Hu（gen. et sp. nov.）

属征　藻体由丝状体构成，具叉状分枝，下部藻丝单条或分为两条，中部向上分枝明显，最多时可达 4—5 条，藻丝体的宽度上下基本一致。

分布时代　湖北；晚震旦世。

小纤毛藻（新属新种）*Cilialga vesca* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 14，图 11）

词源　vesc- 拉丁词，弱，小之意。

描述　基本特点同属征所述。藻丝体长 1.0—10 mm，宽约 0.09 mm。

产地层位　湖北秭归庙河村；上震旦统陡山沱组上部。

绿藻门 Chlorophyta

绿藻纲 Chlorophyceae

丝藻目 Ulotrichales

丝藻科 Ulotrichaceae

长丝藻属（新属）*Longenema* Ding（gen. nov.）

词源　longe- 拉丁语，长之意；nema- 拉丁语，丝、线的意思。

属型种　*Longenema bellum* Ding（gen. et sp. nov.）

属征　藻体为丝状体，如同毛发互相缠绕在一起。丝体较长，可见长度为 10—21 mm 不等，宽约在 0.3—0.5 mm 之间，丝体上下宽狭相同，边缘光滑，有一定的厚度，常单根或多根藻丝合并成束状，蜿蜒曲折的保存在层面上。在藻丝上可见有许多小横隔，藻丝间有纵向条纹存在，此为多根藻丝叠置在一起而形成的。经电镜扫描观察，藻丝是由许多扁

圆形细胞排列而成的，藻丝上的小横隔即为细胞与细胞的界线。正视观细胞宽度大于长度，侧视观，细胞长度大于或等于厚度。

讨论 由于藻丝在成岩作用下被压扁变形，因此化石宽度、长度、厚度均不相同，导致化石保存类型上存在两种类型，即正视型（细胞宽大于长）及侧视型（细胞长大于或等于厚度）两种，因此在鉴定时应注意此现象并非不同的属种。

分布时代 湖北，晚震旦世。

美丽长丝藻（新属新种）*Longenema bellum* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版 21，图 1—6）

词源 bellum- 拉丁语，美丽的意思。

描述 同属征。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

古丝藻属（新属）*Eoulothrix* Ding（gen. nov.）

1992 *Liuling jitaenia alloplecta* Chen et Xiao，陈孟莪、萧宗正，515 页，图版 1，图 1—2，3—4。

词源 eo-古的意思，以区别于现代丝藻。

属型种 *Eoulothrix fibrillata* Ding（gen. et sp. nov.）

属征 丝体简单，不分枝，化石为多根藻丝集合而成，有时往往形成多束，藻丝束可见长度为 80 mm 或更长，宽一般为 0.5—1 mm。藻丝相互不规则缠绕，下部较紧密，上部较松散，往往散开，边缘不规则，外部可见一胶鞘包裹。

讨论与比较 1992 年陈孟莪原定的 *Liuling jitaenia alloplecta*，其中图版 1 图 1—2 为正模，图版 1 图 3—4 为副模，根据化石所表现的特征，这是两块不同类型的化石，特征相差较远。图版 1 图 1—2，是由许多藻丝相互缠绕而成的，丝体向上均匀散开，宽狭不等，有时外部还有一胶鞘包裹，应属绿藻门丝藻目。而图版 1 图 3—4 是一种有收缩现象的管状体植物，外表具双螺纹的加厚细胞，应归入褐藻门的萱藻目。所以这是两种外表似乎相似，但实质相差甚远的化石。陈氏将其描述为同一植物种，并分别将其订为正副模式标本，这显然是不恰当的，因此，*Liuling jitaenia* 不应成立，而作为裸记名处理。

分布时代 湖北，晚震旦世。

纤维古丝藻（新属新种）*Eoulothrix fibrillata* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版 17，图 5—8）

词源 fibrillat- 拉丁语，纤维之意，表示化石形态之特征。

描述 同属征。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

帚叶藻属（新属）*Cometiphylla* Ding（gen. nov.）

词源 comet- 拉丁语，彗星、帚状之意；phylla- 拉丁语，叶的意思。

属型种 *Cometiphylla pinnata* Ding（gen. et sp. nov.）

属征 藻体棕色，呈帚丛状，下部有一模糊的“固着器”，较细小，约 0.5 mm 左右，向

上藻体逐渐变宽，最宽处为 2.5 mm，总长为 6 mm 左右。藻体由许多分枝状藻丝组成，藻丝断面圆形，直径约为 50 μm 左右。化石为立体保存，部分可见有机质残块。电镜扫描观察，藻丝由许多扁圆形细胞组成，化石体顶部可见藻丝互相交织成网状。

讨论 化石以其形态而命名，保存较好，藻丝表面见有光泽，可能是在成岩过程中，部分被钙质充填交代所致。

分布时代 湖北，晚震旦世。

羽状帚叶藻（新属新种）*Cometiphylla pinnata* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版 22，图 1、2、4—5）

词源 pinnata- 拉丁语，羽状的意思。

描述 同属征。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

管藻目 Siphonales

松藻科 Codiaceae

古松藻属（新属）*Palaeocodium* Hu（gen. nov.）

词源 palaeo- 希腊词，古老之意；codium 来源于松藻属 *Codium* Stackhouse，1797。

属型种 *Palaeocodium perelegans* Hu（gen. et sp. nov.）

属征 藻体丛生，呈黑色，保存在岩层面上，大型或较大型，叉状分枝多次，展开形态呈对称状扇形。化石藻下部固着器呈盘状。上部分枝，每枝上下宽度近于相同或下部稍细，分枝间距下部略稀而向上渐密。藻体呈扁平的薄带或薄片状，保存在层面上，有一定的厚度。

讨论比较 该类藻体，是庙河生物群宏体藻类丛状分枝类型中，藻体分枝最为密集，形体最大的一类。

分布时代 湖北，晚震旦世。

美丽古松藻（新属新种）*Palaeocodium perelegans* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 16，图 9）

词源 perelegans 拉丁词，很美丽之意。

描述 藻体大型丛生，叉状分枝 5—6 次，固着器未能保存。上部分枝，枝宽上下基本一致，宽约 0.5 mm，分枝间距上部密下部稀，藻枝末端略浑圆，藻体顶端最大展开约 14 mm。

比较 新种同属内另外一种 *P. Yichangicum* 的差异在于：本新种藻枝上下宽基本一致，分叉次数略少，枝体相对稀疏。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

宜昌古松藻（新属新种）*Palaeocodium yichangicum* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 18，图 2）

词源 Yichang 产地名。

描述 藻体呈褐棕色，丛生状藻枝密集，直而生硬，叉状分枝五次以上。固着器呈盘状。上部分枝状，分枝密，叉状分枝多发生于藻枝基部和顶端，尤以顶部明显，枝体由下而上略为变细，下部宽 0.9—1.1 mm，上部宽 0.3—0.4 mm，藻体高 24 mm。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

石莼目 Ulvales

石莼科 Ulvaceae

拟浒苔属 *Enteromorphites* Zhu et Chen，1984

曲拟浒苔（新种）*Enteromorphites flexuosus* Hu（sp. nov.）

（图版 16，图 7）

词源 flex-拉丁语，曲折之意。

描述 藻体丛状，叉状分枝。固着器呈椭球状，大小 1.5×0.8 mm。柄部短小，边缘清晰，长 0.7—1.0 mm，宽 0.4—0.5 mm，呈圆柱状，上部分枝稀疏，藻枝柔软弯曲，由下向上渐细，藻体化石有一定的保存厚度，似圆柱状，顶部枝体略压扁，分枝长度不等，宽 0.1—0.3 mm，藻体高约 12 mm。

讨论比较 该新种分枝下宽而上细，是构成与中华拟浒苔 *Enteromorphites sinians* Zhu et Chen，1984 的主要区别之一。关于 *Enteromorphites sinians* Zhu et Chen，1984 藻体的分枝宽窄变化的描述，朱为庆等（1984）报道认为“各次分叉后的藻体宽度增加不明显”。陈孟莪等（1991）发表文章认为“每次分叉后枝体宽增加不明显”。新种从形态及其分枝类型，相似于现代绿藻门石莼科（Ulvaceae）浒苔属（*Enteromorphites*）中 *Enteromorphites prolifora* (Muell) J. Ag，但在个体大小方面有差异。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

管拟浒苔（新种）*Enteromorphites tubulosus* Hu（sp. nov.）

（图版 15，图 7）

词源 tubulos-拉丁词，管状的、多小管之意。

描述 藻体呈褐棕色，束状，固着器呈开阔的盘状，表面可见一些缠绕的藻丝，向上由数条不分枝的丝状体构成，柔软弯曲，每条藻丝体其下部保存在岩层面上，稍具厚度，似为圆柱状或次圆柱状，藻丝体上部多已压扁，呈扁平状或带状。藻体由下而上渐细，偶有分枝，藻体宽 0.1—0.2 mm，长约 19 mm。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

扁拟浒苔（新种）*Enteromorphites compressus* Hu（sp. nov.）

（图版 14，图 5）

词源 compress-拉丁词，压扁之意。

描述 藻体丛生，叉状分枝 3 次以上。固着器呈椭球状，表面具短小的藻丝，固着器之上生出两列藻枝，其中一列叉状分枝明显，分枝处似有缢缩现象，藻枝长约 1 mm，宽约 0.4 mm；另一列藻枝略小，显灰白色，保存不太完好，枝体顶端呈浑圆状。

比较 新种藻体形态特征相类似于 *Enteromorpha compressa* (L.) Grev. 但大小不及后

者。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

美丽拟浒苔（新种）*Enteromorphites epicharis* Hu（sp. nov.）

（图版 17，图 3）

词源 epichar-拉丁词，美丽之意。

描述 藻体分枝状，上部叉状分枝 3 次以上，具固着器，呈舌形，长约 1.3 mm，宽约 0.5 mm。其上呈弧形弯曲，宽约 0.35 mm，边缘具有一层浅色薄层，厚 0.1 mm 以下，似为表皮层。表皮层下具有一定厚度的形如圆柱状的黑色炭质有机质，似为其髓部。上部藻体呈柔软弯曲，顶部藻枝二次分枝，上下宽度均一，分枝间距不等，枝宽约 0.2 mm。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

拟浒苔（未定种）*Enteromorphites* sp.

（图版 16，图 3）

描述 藻体叉状分枝二次，下部为固着器，近球形。具短柄，长约 1 mm，宽 0.4 mm，呈圆柱状。上部的枝宽上下一致或上部稍宽，分枝角度 25°。枝体表面具有纵向纹，宽 0.3—0.4 mm，藻体高约 10 mm。

讨论 该未定种从其藻枝体看，似较坚硬，尚欠拟浒苔藻枝弯曲柔软之特性，因化石数量有限，暂按未定种论置。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

目、科未定 Order and Family uncertain

长毛藻属（新属）*Villosalga* Hu（gen. nov.）

词源 villos- 拉丁词，长柔毛之意；alg- 拉丁词，藻类之意。

属型种 *Villosalga filamentacea* Hu（gen. et sp. nov.）

属征 藻体呈束状，由多条丝状藻丝所构成，藻丝基本呈单条，少数叉状分枝，单条藻丝向上略为变细，宽约 0.1 mm，丝状束宽 1—1.5 mm，固着器似由藻丝缠绕而成。

比较 新属与 *Capilliphyca* Yuan，Li and Chen，1994 的差异在于：新属藻体是由藻丝所构成的束状。

分布时代 湖北，晚震旦世。

丝状长毛藻（新属新种）*Villosalga filamentacea* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 15，图 5）

词源 filamentacea 拉丁词，丝状之意。

描述 同属征。单条藻丝宽约 0.1 mm，丝状束宽 1—1.5 mm。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

红藻门 Rhodophyta

红藻纲 Rhodophyceae

海索面目 Nemalionales

总状藻科 Chaetangiaceae

古鲜奈藻（新属）*Palaeoscinaia* Hu（gen. nov.）

词源　palaeo-希腊词，古老之意；scinaia 来源于鲜奈藻属（*Scinaia* Bovona，1822）。

属型种　*Palaeoscinaia ramulosa* Hu（gen. et sp. nov.）

属征　化石藻体呈褐棕色—黑色，叉状分枝多次。下部具固着器，呈圆盘或次圆盘形，表面附着丝状藻丝；中部呈枝状，由下而上稍有增宽，多数枝较短；上部枝状体多次分枝，下窄而上宽，枝状体基部多呈细枝状，同中上部相差较大，藻体分枝基部基本呈圆柱状而顶部压扁。

讨论比较　新属与 *Konglingiphyton* Chen et Xiao，1992 的差异在于：①新属藻体分枝基部呈细枝状，而中—上部为粗枝状，粗细变化较悬殊；②新属藻体叉状分枝多次，形成繁密的藻枝体。本类藻体根据形态及其藻枝体分枝变化特征，类似于现代红藻门 Chaetangiceae 科 *Scinaia tsinglanensis* Tseng，只是大小悬殊，后者高 70 mm。

分布时代　湖北，晚震旦世。

多枝古鲜奈藻（新属新种）*Palaeoscinaia ramulosa* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 14，图 2，3，10；图版 16，图 8）

词源　ramul-拉丁词，多枝之意。

描述　藻体分枝多次，呈黑色。固着器呈次圆盘形，表面偶见毛发状藻丝；中部呈细枝状，短小，长 0.6—6 mm，宽 0.1—0.5 mm；上部分枝，由第一、第二次叉状分枝所形成的枝基本细小，第三、第四次叉状分枝后枝宽增大，而且它们间粗细差距悬殊，其宽分别为 0.2—0.35 mm 和 0.4—0.7 mm，藻体最大展开约 12 mm，高 25 mm。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

缢缩古鲜奈藻（新属新种）*Palaeoscinaia constricta* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 14，图 4）

词源　constrict-拉丁词，缢缩之意。

描述　藻体棕色，叉状分枝约五次。其下部固着器未能完整地保留下来；中部直立状，由下向上稍增宽，长约 2 mm，宽 0.1—0.2 mm；上部分枝呈下窄上宽且变化稳定，枝宽 0.2—0.5 mm，藻体最大宽 10 mm，高约 14 mm。

比较　新种与 *Konglingiphyton erecta* Chen et Xiao，1992 的差异是：①新种分枝基部明显具有缢缩现象；②新种藻体中部（相当于 *K. erecta* 原枝）较短且向基部变细不明显。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

红藻门 Rhodophyta

红藻纲 Rhodophyceae

杉藻目 Gigartinales

育叶藻科 Phyllophoraceae

拟叉枝藻属（新属）*Gymnogongrusoides* Hu（gen. nov.）

词源 gymnogongrus- 来源于叉枝藻属(*Gymnogongrus* Martius，1833)；-oides 拉丁词，与……相似之意。

属型种 *Gymnogongrusoides regularis* Hu（gen. et sp. nov.）

属征 该藻类化石叉状多次分枝，密枝状，由三部分构成。下部固着器呈圆盘形—椭圆盘形；中部短枝状，似茎，直或偏弯曲，呈圆状保存，边缘平整，宽窄上下均一，长 1.1—1.9 mm，宽 0.3—0.6 mm；上部枝状分枝，其枝体宽由下向上逐渐变细，分枝末端基本呈尖形，基部基本以圆柱状保存，顶部多已被压扁。

比较讨论 本类藻体其分枝具有下粗上细的变化规律，分枝末端以呈尖形为特征，故建一新属。另外，该新属藻体的形态以及分枝方式等特点较类似于 *Gymnogongrus* Martius，1833，但大小不同。

分布时代 湖北，晚震旦世。

规则拟叉枝藻（新属新种）*Gymnogongrusoides regularis* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 14，图 8）

词源 regular- 拉丁词，正规，规则之意。

描述 藻体呈繁茂的分枝形，叉状分枝多次，两侧基本对称。固着器呈椭球状。中部呈直或微弯曲形，粗细变化均一，基本呈圆柱状保存，边缘整齐，长约 1.1 mm，宽 0.15 mm。上部分枝状，枝体下宽上窄末端尖，宽 0.3—0.4 mm，长 1.1—1.9 mm，枝的顶部保存部分已被压扁，基部藻枝是具有一定厚度的黑色炭质有机体，炭质块局部脱落。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

不规则拟叉枝藻（新属新种）*Gymnogongrusoides irregularis* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 14，图 6）

词源 ir-拉丁词，否或无的意思；regular-拉丁词，正规、规则之意。

描述 藻体分枝形，叉状分枝 3 次以上，高约 10 mm。固着器呈盘状，表面具密集的藻丝。固着器以上化石藻体呈一短枝，边缘整齐，宽度上下一致，地层中保存部分明显较厚，黑色有机质脱落，多呈浅槽状，长约 1.9 mm，宽约 0.6 mm。上部分枝状，由下向上枝节渐细，末端呈渐尖，宽 0.3—0.8 mm，长 1.5—1.9 mm。枝体保存厚度大，标本上枝体空间立体感强，藻枝体已炭化，形成近方形或长方形的小炭质块。

比较 新种藻枝宽显然大于属内另一新种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

江蓠科 Gracilariaceae

陡山沱藻属 *Doushantuophyton* Chen et Xiao，1991

细弯陡山沱藻（新种）*Doushantuophyton sinuolatum* Hu（sp. nov.）

（图版 19，图 1）

词源 sinuolat- 拉丁词，细弯之意。

描述　藻体黑色，分枝状，藻枝细如线形，叉状分枝 3—4 次。固着器略微胀大呈小圆球或次圆球形；柄短小；上部藻体分枝密集，上下宽基本一致或上部略宽，宽约 0.1 mm，藻体高约 10 mm。

比较　新种与 *Doushantuophyton lineare* Chen et Xiao, 1992 的差异在于：新种保存有完整的小圆球或次圆球形固着器。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

线状陡山沱藻 *Doushantuophyton lineare* Chen, 1992

（图版 15，图 1、4、6；图版 19，图 2、3、4、10）

描述　藻体叉状分枝多次，藻枝细而密集，地层中数量颇丰，其固着器未见完好者。中下部多短小，长约 0.5 —6 mm，宽约 0.15 mm；上部藻体多为分枝状，藻枝茂密，由下而上渐宽，宽 0.05 —0.1 mm，分枝间距介于 0.9—2.5 mm 不等，藻体高约 14 mm。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

红毛菜目 Bangiales

红毛菜科 Bangiaceae

掌藻属（新属）*Palmalga* Ding（gen. nov.）

词源　palm-拉丁语，手掌的意思；alga-藻类的意思。

属型种　*Palmalga glumacea* Ding（gen. et sp. nov.）

属征　藻体薄膜状，个体较大，有深分裂现象，沿边缘有褶皱。基部楔形，有短而分枝的固着器，向上很快扩大，散开成薄膜状，薄膜边缘常可见椭圆形细胞存在。在藻体膜片上还有发状丝体及褶皱存在。藻体浅棕色，褶皱处颜色较深为深棕色。

讨论　此化石特征与现代紫菜属较为相似，尤其是在深分裂这点，更像边紫菜，基部楔形，有较弱的固着器，被压在裂片下面。但化石膜片上具有分叉发状丝体，这是紫菜属所不具有的，故又不像紫菜属而定新属。化石颜色为棕色，有少数炭质颗粒残存，这不是藻体生长时的颜色，而是在成岩作用过程中所留下的炭质产物。因其形态结构如掌状，故命名为掌藻属。

分布时代　湖北，晚震旦世。

膜状掌藻（新属新种）*Palmalga glumacea* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版 20，图 2）

词源　glumace- 拉丁语，膜状之意，化石之特征。

描述　藻体薄膜状，个体较大，化石完整，长约 70 mm，宽约 60 mm，膜片厚度约为 0.1 mm。基部呈楔形，下部由细小分枝的拟根为固着器，向上迅速扩大，散开成膜片状，膜片从基部到边缘形成各种深度的分裂。藻体膜片上有较细的发状丝体束，在膜片分裂处，发状丝体束也一分为二。有时膜片边缘可见椭圆形细胞，直径为 1—2 mm。膜片上还有较多的深色褶皱分布于藻体边缘或中部。藻体为浅棕色，褶皱处为深棕色。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

拟紫菜属（新属）*Paraporphyra* Ding（gen. nov.）

词源 para-希腊文，近似的意思；*Porphyra*，为现代紫菜之属名。

属型种 *Paraporphyra prota* Ding（gen. et sp. nov.）

属征 藻体大，扁平，基部锥形，向下延伸假根丝而成为固着器，向上迅速扩张变为叶片状，叶片很薄，光滑，叶片上有较多较狭的大致平行轴向的褶皱，藻体浅褐色，褶皱处颜色较深。

讨论 标本仅为一枚，基部已被压在藻体中心部位，褶皱可能是在成岩过程中迭压而形成的。关于标本的分类归属，因缺乏更多的证据已无法确认，所以只能根据其形态，即标本有较大的、薄的、光滑的片状和小的假根丝固着器，与现代紫菜属相似，而归入红毛菜科，因叶片上未见发状丝体，故不能归与掌状藻而另定一新属。

分布时代 湖北，晚震旦世。

原始拟紫菜（新属新种）*Paraporphyra prota* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版 20，图 1）

词源 prot-希腊文，原始的意思。

描述 藻体大，可见长度为 40 mm，宽度为 32 mm，扁平，基部锥形，被压在藻体中部，由向下延伸的假根丝为固着器，向上迅速扩张变为叶片状，叶片很薄、光滑，表面无发状丝体，叶片上有较多狭而长的平行轴向的褶皱，褶皱长一般为 10—20 mm，宽大多为 1—1.3 mm，两端较细，中间较粗。藻体浅褐色，褶皱处颜色较深，未见边缘。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

目、科未定 Order and Family uncertain

扇形藻属（新属）*Sectoralga* Hu（gen. nov.）

词源 sector-拉丁词，扇形的；alg-拉丁词，藻类之意。

属型种 *Sectoralga typica* Hu（gen. et sp. nov.）

属征 藻体呈黑—棕色，形如撑开的扇子，由三部分组成。下部固着器，呈圆球或椭球状，表面系发散的藻丝；固着器上部似“茎”，略弯曲，由下而上稍有增宽，下部呈短的圆柱状，其中少数具有表皮层，其上部分由数条藻丝紧密缠绕而成。上部藻体，由藻丝构成，藻丝纤细致密，微弯、弯曲或扭曲。在藻体顶端，藻丝多具丛状的二歧分枝。

比较讨论 扇形藻属内有少数部分藻体其形态及组成特点等与陈孟莪等所报道的 *Guimenguania umbrellulata* Chen，Xiao and Yuan，1994 似具相似之处，但陈等对 *Guimenguania* 一属既没有做属征描述，亦未标明其属型种并缺少建属时间等，因此本文将 *Guimenguania* 属归入新建扇形藻属中。*Sectoralga* 藻体具独特的外形，即扇形，故以此命名。

分布时代 湖北，晚震旦世。

标准扇形藻（新属新种）*Sectoralga typica* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 13，图 1）

词源 typic-拉丁词，典型的意思。

描述 藻体呈棕色，具固着器，圆球或椭圆球形，大小约 0.8 mm。中部似“茎”，弧

形弯曲，其边缘清晰，上、下宽基本一致，长约 2.5 mm，宽 0.4 mm；上部藻丝分布密集，缠绕弯曲，藻体顶部藻丝具丛状的二歧分枝，使藻体呈扇形张开，藻体顶部最大展开约 9 mm，分散角为 50°，藻体高约 8 mm。

比较 该藻具有较长的上部藻体，而“茎”部较短小，二者长度之比接近于 2∶1，并以此区别于属内其它种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

扭曲扇形藻（新属新种）*Sectoralga supervoluta* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 12，图 1；图版 13，图 8）

词源 supervolut- 拉丁词，扭曲的意思。

描述 藻体呈棕色，固着器圆球形或椭球形，表面具发散状藻丝。其上拟“茎”，长而略弯曲，向上稍变宽，呈圆柱状或次圆柱状，炭质有机质小块脱落后，留下内表面略为光滑的浅槽，该段长约 2 mm，宽 0.2—0.6 mm，拟“茎”长约 14 mm，宽 0.2—1.1 mm；上部藻丝密集或稀疏状分布，呈半张开扇形，顶部丛状扇形分枝不明显。藻体高约 17.5 mm。

比较 该藻最大特征在于具有较长的“茎”，其长近似于上部藻体长度的两倍，以此可区别于属内其它种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

奇异扇形藻（新属新种）*Sectoralga specialis* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 17，图 1）

词源 speci-拉丁词，特别的意思。

描述 藻体下部为固着器，形态为透镜状和次圆球形，表面有密集的藻丝，大小 3.5 × 1.0 mm；拟“茎”弯曲，其边缘可见略为发亮的薄壁，即表皮层，厚约 0.01—0.04 mm，该部长 4—5 mm，宽 0.1—0.4 mm；上部藻体其藻丝左右分散，形成不对等的两束，其中一束藻丝延伸特长，14—20 mm。

比较讨论 藻体上部藻丝左右分散成两束，是构成区别其它类型特征之一。另外，拟“茎”其最外层为外表皮层、内部为髓部。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

伞状扇形藻（新属新种）*Sectoralga umbellulata* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 12，图 3—7；图版 13，图 3、7）

1994 *Guimenguania umbellulata* Chen，陈孟莪等，394 页，图版 I，图 1、图 2。

1994 *Longifuniculum disselutum* Steiner, Steiner, M. 等，106 页，图版 13，图 1、图 2。

词源 Umbellulata- 拉丁词，小伞形的意思。

描述 藻体呈黑—棕色，固着器呈扁球状或椭球状，表面有藻丝附着；拟“茎”短而微弯—弯曲，向上稍变宽，宽 0.5—0.9 mm，长 2—3 mm，两侧边缘可见表皮层，厚约 0.05—0.1 mm；上部藻丝弯曲或扭曲，最大展开 19 mm，分散角 25°—70°，藻体高 28 mm。

比较 新种与属内其它种藻体区别在于：①新种藻体上部藻丝比属内其它种更为细密；

②新种中部拟“茎”普遍短小于属内其余各种；③新种固着器较属内其它种明显庞大而且表面所系藻丝长而密集。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

粗扇形藻（新属新种）*Sectoralga grossa* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 13，图 2）

词源 gross-拉丁词，粗的、厚的意思。

描述 藻体呈黑色，固着器呈椭球状，长约 2 mm，宽约 1.1 mm；拟“茎”呈弯曲粗状，边缘清晰，长约 6 mm，宽 1.1 mm，上、下宽基本一致；上部扇状，藻丝纤细，下部呈弧形弯曲，中上部弯曲或微弯。藻体上部最大展开 7 mm，分散角约 15°。藻体高约 22 mm。

比较 其最大特征表现在拟“茎”呈粗状，这是属内其它种所未有的。此外其藻体上部最大展开很小，也不同于其它各种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

枝藻属（新属）*Ramalga* Hu（gen. nov.）

词源 ram- 拉丁词，枝的意思；alg-拉丁词，藻类的意思。

属型种 *Ramalga sparsula* Hu（gen. et sp. nov.）

属征 化石藻体呈稀疏叉状分枝 3—5 次，由两部分组成。下部固着器末端呈尖形，似为“主根”，固着器之上一侧生有发状的数条藻丝，类似“根毛”；上部二叉枝体，每枝基部窄向上渐宽，藻体多呈片状或薄带状保存。

分布时代 湖北，晚震旦世。

稀疏枝藻（新属新种）*Ramalga sparsula* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 15，图 3）

词源 sparsul- 拉丁词，稍稀疏的意思。

描述 同属征。藻体枝长 3—3.5 mm，藻枝下部宽 0.2 —0.8 mm，上部宽 0.9—1 mm。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

崆岭藻属 *Konglingiphyton* Chen et Xian，1992

规则崆岭藻（新种）*Konglingiphyton regularum* Hu（sp. nov.）

（图版 14，图 12）

词源 regular- 拉丁词，规则的意思。

描述 藻体呈褐棕色，稀疏，二次叉状分枝，由三部分组成。固着器呈须状假根形分布；中部拟“茎”，边缘平整，直立状；其下部细小，向上变宽明显，长约 3 mm，宽 0.1—0.3 mm。向上叉状分枝，下狭而上宽，基本呈膜状或薄片状保存，宽 0.2 —0.5 mm，藻体高约 4.7 mm。

比较 新种与 *Konglingiphyton erecta* Chen et Xiao，1992 的差异表现在：后者藻体尚未见描述有保存完整的固着器，新种藻体固着器的出现弥补了原来属征之不足。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

直立崆岭藻 *Konglingiphyton erecta* Chen et Xiao，1992

（图版 13，图 4、6；图版 15，图 2；图版 18，图 8）

描述 藻体枝状，直立，叉状分枝两次或两次以上，由三部分构成。下部固着器未能完整保留下来；其上拟“茎”，边缘平直，直立状，始端细线状向上渐粗，长约 8 mm，宽 0.1—0.5 mm；上部二叉分枝，由下而上增宽，枝节末端多数呈浑圆状或近于舌形，呈薄膜状薄片保存，长约 4—8 mm，宽 0.3—1 mm，枝体顶部最大展开约 23 mm。藻体高 20 mm。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

宜昌藻属（新属）*Yichangella* Hu（gen. nov.）

词源 Yichang 产地名，宜昌之意；ella- 拉丁化结尾词，表示小的意思。

属型种 *Yichangella erecta* Hu（gen. et sp. nov.）

属征 藻体分枝状，叉状分枝多次，藻枝体基本对称，具椭球状固着器，固着器以上连接柄部，柄两侧边缘，为其表皮层，表皮层以下由黑色有机质及保留一定厚度且立体感较强的炭质构成，似为柄之髓部；上部藻体呈扇形展开，藻枝体顶部二叉分枝普遍发生，每次分叉后藻枝渐变宽。

分布时代 湖北，晚震旦世。

直立宜昌藻（新属新种）*Yichangella erecta* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 14，图 1）

词源 erect- 拉丁词，直立、直的意思。

描述 同属征。藻体叉状分枝 3—4 次，柄部长 1.0 mm，宽 0.4—0.5 mm；上部藻体宽 0.2—0.4 mm。藻体高约 14 mm。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

中堡岛藻 *Zhongbaodaophyton* Chen，Xiao et Yuan，1994

掌状中堡岛藻（新种）*Zhongbaodaophyton palmatum* Hu（sp. nov.）

（图版 16，图 1）

词源 palm- 拉丁词，掌状的意思。

描述 藻体分枝，二叉分枝 3 次，呈圆柱状或次圆柱状。下部固着器盘状，末端略呈尖形，固着器表面见丝状藻丝；上部藻体分枝明显，藻枝下粗上细，下宽约 0.6 mm，上宽 0.4 mm，分枝角为 33°。

比较 新种同 *Zhongbaodaophyton crassa* Chen，Xiao et Yuan，1994 的不同在于新种藻枝体较宽。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

多枝藻属（新属）*Polycladalga* Hu（gen. nov.）

词源 polyclad- 拉丁词，多小枝之意；alg- 拉丁词，藻类之意。

属型种 *Polycladalga ramispina* Hu（gen. et sp. nov.）

属征 藻体分枝状，叉状分枝，具有一定的保存厚度，顶端多压扁，由上、中、下三部分构成。下部为固着器；中下部为拟“茎”，短小，宽度均一。上部为枝状分枝的藻体，下略宽向上渐细，基部偶生短小的刺状枝。

比较讨论 新属与 *Doushantuophyton* Chen，1991 的差异在于：①该新属枝宽；②新属藻枝向上渐细；③新属柄部以上出现短刺状枝。

分布时代 湖北，晚震旦世。

茎刺多枝藻（新属新种）*Polycladalga ramispina* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 16，图 2）

词源 ramispin- 拉丁词，枝状刺之意。

描述 基本同属征。其拟“茎”长约 0.7 mm，宽约 0.4 mm。上部藻体多分枝，宽 0.11—0.2 mm，末端分枝 0.06 mm，较陡山沱藻属小。藻体向上分散角仅有 14°。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

硅藻门（?）Bacillariophyta（?）

硅藻纲（?）Bacillariophyceae（?）

目、科未定 Order and Family Uncertain

纤细藻属 *Gracilogia* Ding，1992

1991 *Miaohephyton* Chen，1991，图版 I，图 1—13。

1992 *Yemaomianiphyton* Chen et Xiao，1992，图版 I，图 1—2。

属型种 *Gracilogia sphaericusa* Ding，1992。

属征 藻体为多个单细胞组成的一列细胞群体，长短不一，常见者为 1—4 mm，个别可达 15 mm，宽度为 0.15—0.5 mm 左右（图 4—5），一般保存为群体的一部分。群体可分叉或不分叉，群体边缘平滑，表面凹凸不平，密布有圆形纹饰或不规则垂直或平行长轴方向的皱纹。经电镜观察，圆形纹饰和皱纹是细胞壁上的纹饰，群体上细胞之间界线清楚，每一个细胞间由很细的连接物将多个细胞连在一起，形成丝状或分枝丝状群体。

讨论 1991 年陈孟莪将此化石称为 *Miaohephyton*，特征描述为“原叶体，细小，带状。双分叉，表面不平。”此属征描述过于简单，不能表达化石之本质特征，而且所指定的模式标本与模式种的文字描述两者不吻合。陈氏于 1991 年发表 *Miaohephyton bifurcatum* 时在属型种的特征中描述过“……偶见纵向细线构造”，而在 1992 年陈氏又将同一化石作为新属发表，命名为 *Yemaomianiphyton* 藻。既然纵向细线构造是 *Miaohephyton bifurcatum* 的特征，又怎可将一个模式种的特征定为另一新属 *Yemaomianiphyton* 属的特征呢？其次，陈氏将细胞的表面纹饰误作为纵向排列的丝状体，这显然也是不合适的，难以应用。

关于化石分类归属问题，根据电镜观察其特征与现代已有生物门类比较，尤其从比较形态学观点来看，化石具有长方形的细胞个体及细胞壁上具有复杂的纹饰结构，在光学显微镜下还见到细胞壁结构以及细胞外形及类似硅藻的壳边形态，因此，接近于硅藻门的特点。不过它们是一些已经绝灭了的属种，更多的证据还有待今后深入研究，所以目前暂时将此化石归入硅藻门，待进一步工作后，再作最后的讨论。但是单个硅藻体在化石记载上最早出现于早侏罗世，可靠的是从白垩纪开始到现代，而我们的标本则是远在震旦纪晚期。

如果我们的归类正确的话，那硅藻门的出现时间则将大大的向前推进，即推进了约 5.6 亿年。

化石以细小群体保存而得名，细胞壁上的突起等构造有利于浮游生活。根据保存特点，化石以黑色炭质薄膜型分散在黑色炭硅质页岩及硅质岩之层面上，数量较多。

分布时代 湖北，晚震旦世。

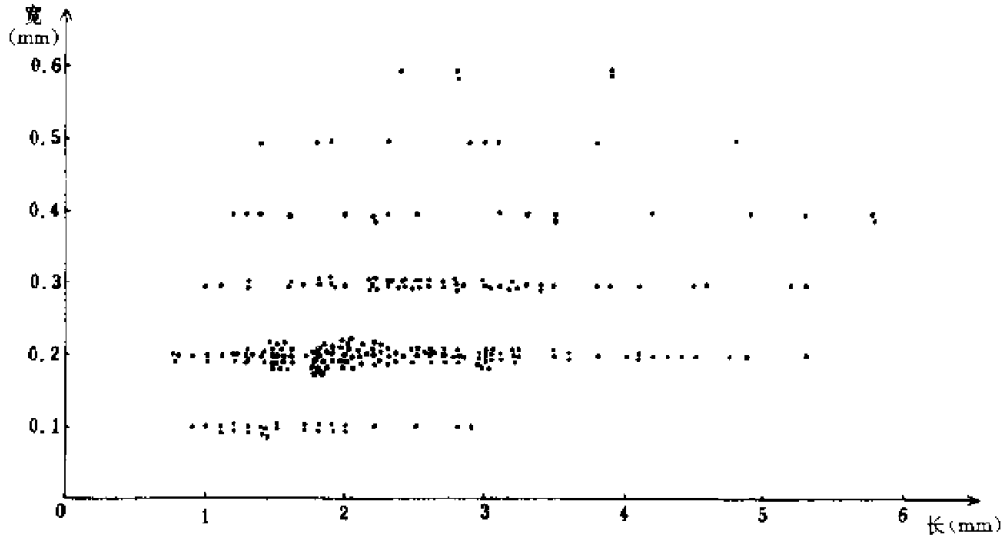


图 4—5 *Gracilogia* 标本度量 n=241

Fig. 4—5 Dimensions of specimens *Gracilogia*

球形纤细藻 *Gracilogia sphaericus* Ding，1992

(图版 23，图 1、5；图版 24，图 1、2、3；图版 25，图 1—5)

描述 藻体为多个单细胞组成的丝状群体，长度常见为 1—4 mm，宽度一般为 0.25 mm 左右，群体边缘平滑，表面凹凸不平，在细小的群体上常密布有圆锥形小突起，圆锥形小突起正型、负型相间或随意排列，在圆锥形小突起周围有凹形的边缘，小突起与小突起间有线形突起相隔，有时在群体一端，小突起分布小而密，常可见 2—3 个排列在一起，在群体另一端则逐渐变大，有时整个群体宽度被一个又圆又大的突起所占据。经扫描电镜观察，群体由多个长方形细胞连接而成，单个细胞长约 300 μm 左右，宽约 250 μm 左右。小突起乃为细胞壁上的纹饰，小突起由高低相间的环形隆脊和槽沟组成。根据观察，细胞壁由内、中、外三层组成，中外两层表面较平滑，仅有不规则环形细纹密布，内层则由许多具空隙的叠瓦状的环状同心纹组成，而具空隙的叠瓦状环状同心纹又被许多放射纹分隔成许多网眼，形成蛛网状结构。有时在群体的一端，可见到分裂的小细胞，其构造特征及纹饰与大细胞基本一致。

讨论 此种在标本中出现的机率最多，保存也最好，故以此种作为本属的属型种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

皱纹纤细藻 *Gracilogia rugosa* Ding，1992

(图版 24，图 4、5)

描述 藻体为单细胞列组成的群体，长度不等，常见为 1—4 mm，宽一般为 0.25 mm 左右。藻体边缘光滑，表面凹凸不平，细胞与细胞连接清楚，单个细胞长约 300 μm 左右，宽约 250 μm 左右。化石上常保存有胞间连接构造，整个群体被垂直群体长轴方向的不规则横脊和横槽所覆盖，有时还有平行群体长轴方向的细纹，如同柔皱的授带。

比较 本种与 *G. sphaericus* 都属单细胞组成的群体，它们的区别在于两者细胞壁上之纹饰不同，*G. sphaericusa* 为圆形小突起和蛛网状纹饰，而本种以密布不规则横脊、横槽及纵向细纹纹饰为特征。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

分叉纤细藻 *Gracilogia dicrona* Ding，1992

(图版 23，图 2—4，图版 24，图 6；图版 25，图 6—7)

1991 *Miaohephyton bifurcatum* Chen，1991，319 页，图版 I，图 1—13；图版 W，图 6。

1992 *Yemaomianiphyton bifurcatum* Chen et Xiao，1992，517—518 页，图版 I，图 1—2。

描述 藻体为单细胞列组成的群体，由于细胞间连接方式不同而有明显的分叉现象，群体可二分叉，也可三分叉或分叉后又连接在一起。可见长度一般为 1.5—4 mm，最大长度为 15.4 mm，群体宽一般为 0.3—0.5 mm，群体分叉前后宽度不同，一般分叉后群体宽度比分叉前宽度要小，群体边缘平直，表面凹凸不平，满布不规则的圆形突起，或横脊，或纵向细纹等纹饰。在分叉处细胞大而且细胞壁纹饰更为清楚，但分叉前后细胞壁纹饰相同。

讨论 本种以细胞分裂引起的细胞连接方式不同，而形成的分叉现象为主要特征，区别于本属其它种。至于分叉的角度则受细胞连接方式及埋藏挤压方向而定。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

褐藻门 Phaeophyta

异型世代纲 Heterogeneratae

海带目 Laminariales

海带科 Laminariaceae

庙河藻属 *Miaohenella* Ding，1992

1991 *Diaoyapalites longiconoidalis* Chen，321 页，图版 W，图 6；图版 W，图 1—6。

1992 *Miaohenella typicura* Ding，110 页，图版 X W，图 3；图版 X X，图 1。

1994 ? *Gesinella gracilis* Steiner，P. 121，Taf. 20，Fig. 1—7.

1995 *Baculiphyca taeniata* Yuan，Li and Chen，96 页，图版 I，图 2—3，5—6。

属型种 *Miaohenella typicura* Ding，1992。

属征 藻体为管状体，长 11—75 mm，压实，压实后管状体宽 0.4—3.8 mm。藻体单条，直立，不分枝，下狭上宽，边缘光滑。根据化石保存特征，可见到比较明显的器官组织分化现象，可区分为固着器、带栖和带片三部分。下部为固着器，中部为带栖，上部为带片。基部固着器可分为球形、圆锥形、菱形。由分叉的藻丝所组成，根状藻丝可多次分叉，也可成束出现，或向四周随意散开，形成庞大的似假根系的固着器以固着在基质上。带柄为圆柱状，向上逐渐变为椭圆柱状，直径一般变化在 0.3—1.5 mm 之间，中空，化石在大多数情况下形成内核，内核上常见有一纵向浅沟。皮层厚度为 50—100 μm，在皮层内表

面或内核上常可见有长菱形或长形的纵向条纹，带柄的横切面上可区分出表皮、皮层及髓部三部分，有时还保存有皮膜状的胶鞘。带片扁平，顶常为平截，一般宽为 1.0—3.8 mm，但最宽处往往在中部，带片边缘平直，光滑，边缘常有纵纹或斜纹。有时带片面上也有纵纹；宽狭不一的横向褶皱；丘状突起类似的孢子囊等。带柄与带片之间常为过渡，并无截然界线。本属目前仅描述有五个种：*M. typicura*、*M. conica*、*M. rhomba*、*M. eleganta*、*M. nana*。

讨论　1991 年陈孟莪将此类化石归于蠕形动物，定一新属新种，即长锥形吊崖坡虫 *Diaoyapolites longiconoidalis*，属征描述为“大型长锥形化石体，大体直，略弯或始端弯曲呈钩”。后于 1994 年改为吊崖坡藻。根据国际植物法规，一个分类群名称的发表，除名称的构成等符合法规要求外，还要伴以对生物本身的详细的描述，特征集要等等，只有这样的发表才是合格的发表。而陈氏上述描述过于简单，不符合法规要求，没有反映该类化石之本质特征，令人无法清楚地了解该类化石为何物，可作多解，因此只能作为 nom. nud. 处理。本来化石体有比较明显的器官分化现象，有固着器、带柄、带片，已经无疑属植物类，经笔者进一步研究后发现化石体具有薄壁组织，可以分为表皮、皮层和髓三部分，因此可以肯定此标本是植物而非动物。1994 年 M. Steiner 新定 *Gesinella gracilis*，实际上是笔者 *M. typicura* 的同物异名；*Baculiphyca taeniate*（1995 年袁训来等）也应为 *M. typicura* 同物异名（图 4—6）。

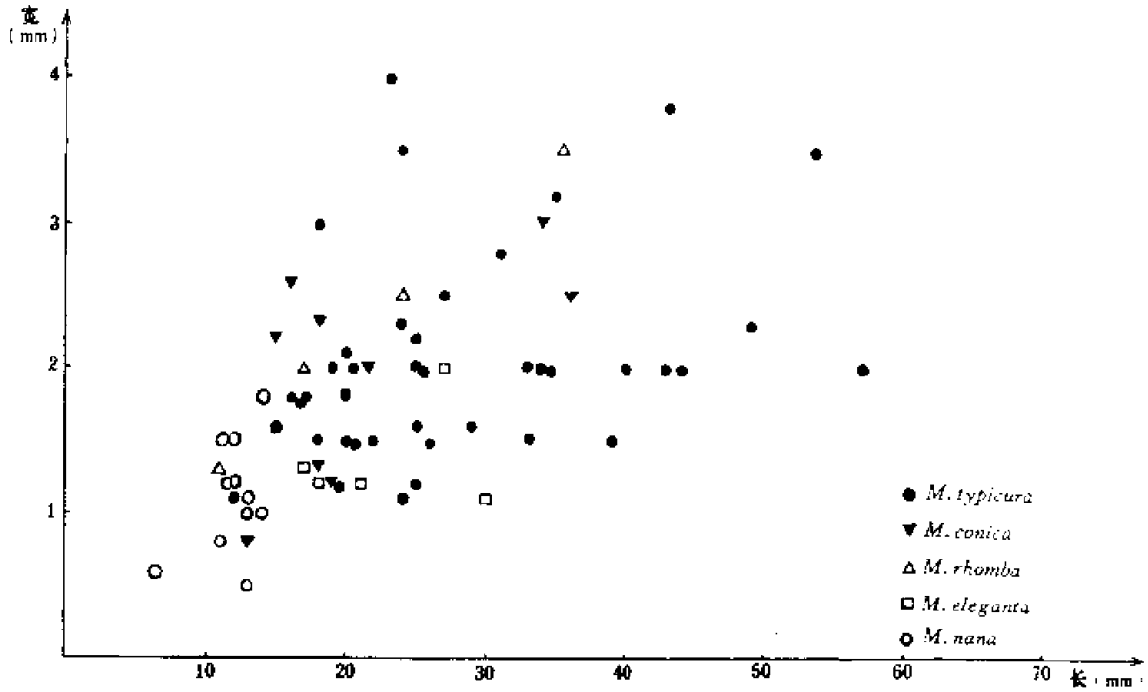


图 4—6　*Miaohenella* 藻各种个体大小分布图

Fig. 4—6　Distribution of individual size of species among *Miaohenella*

分布时代　湖北，晚震旦世。

标准庙河藻 *Miaohenella typicura* Ding，1992

（图版 26，图 1、5、6、11、12；图版 27，图 8、10、11；图版 28；图 1—4、7—8）

描述　藻体为管状体，不分枝，直立，长 16—57 mm，上宽下狭，上部为 1.2—3.8 mm，下部为 0.5 —1 mm。藻体基部固着器膨大为球形，由许多分枝的藻丝所组成，有时可见 15 条以上，长短不一，向四周随意散开，有些藻丝伸展可达 20 mm，保存很好，其上可见纵条纹，它是由圆柱状的丝体组成的。带柄部较细，为圆柱状，向上逐渐变为扁圆柱状，常见有炭质内核存在，其上经常有一纵向浅沟。带柄中空，常被石英充填，直径约 0.15—0.3 mm。在带柄之内表面，可见纵向细纹及横向环纹。在带柄的横切面上可清楚地看到带柄由表皮、皮层及髓部组成。有时在带柄上可见“分节”现象，可能是化石在僵结过程中炭质干裂而形成的。带柄向上逐渐变宽变薄，过渡为带片。带片扁平，一般中部较宽，顶常平截，带片边缘可见纵向条纹，有时可见斜向条纹与带片中轴斜交 30°，带片中上部表面略有起伏，有时为粗细不等的横向褶皱，或圆形或椭圆形丘状突起，可能是繁殖器官。

讨论　在多块化石带柄部，可见圆柱形的柄内有一被次生石英充填之孔洞，故可以认为带柄髓部中空，为髓腔所在，向上孔洞变小。另外，带片中上部表面起伏不平，有宽狭不等的褶皱。圆或椭圆形丘状突起等，笔者认为此种纹饰是化石体生殖叶的固有的特征，是个体在发育过程中不同生长阶段的表现。故认为它们均为一个种，而不再另定新名。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

锥形庙河藻（新种）*Miaohenella conica* Ding（sp. nov.）

（图版 26，图 3；图版 27，图 1—4、7）

词源　conic- 拉丁语锥形之意，形容固着器的形态。

描述　藻体为管状体，不分枝，直立，藻体长 15—35 mm。上宽下狭，上部宽为 1.2 —3 mm，下部宽为 0.8—1.2 mm。藻体基部有锥形的拟根，藻丝围绕其上分段分布，类似假根，共同形成固着器。向上逐渐过渡为带柄。带柄圆柱状，其上有断续的横脊，带柄部可见炭质内核，其上有一纵向浅沟，带柄向上过渡为带片，带片扁平，顶平截，边缘直，沿叶缘有纵向条纹，有的标本可见有与中轴斜交 40°的斜纹存在。

比较　新种主要以其基部锥形固着器及分段分布的藻丝假根区别于其它种。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

菱形庙河藻（新种）*Miaohenella rhomba* Ding（sp. nov.）

（图版 26，图 4、9；图版 27，图 6）

词源　rhomb-拉丁语菱形之意，形容固着器的形态。

描述　藻体为管状体，不分枝，直立，藻体长 17—35 mm，上宽下狭，上部宽 2.0—3.5 mm，下部宽为 1.1—1.3 mm。藻体基部粗壮，劲直，在压实后的标本上，固着器整体形态为菱形，由柄向下向两侧扩张形成固着器，分散角为 90—100°，下部逐渐收缩形成三角形，时 有横纹，可见须状藻丝着生其上，数量较多，时有分叉现象，或见有纵向条纹，此为圆柱状的藻丝体所致。带柄圆柱状，表面可见细小纵向条纹，带柄向上变扁，逐渐过渡为带

片。带片叶缘光滑，顶平截，带片面上可见有斜向条纹与其中轴夹角为 30—40°。时有不连续纵向直纹或不明显的丘状隆起。

比较 新种以其固着器与带柄连接处为 90—100°角度相交，整体形态为菱形面而与本属其它种相区别。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

美丽庙河藻 *Miaohenella eleganta* Ding，1992

（图版 26，图 2、10）

描述 藻体为不分枝的管状体，全长为 17—35 mm，压实后管状体宽 0.8—1.6 mm。管状体基部膨大，由圆形固着器及少量分散的须状藻丝固着在基质上。管状体下部较狭为带柄。带柄断面可清楚的分为髓部、皮层、表皮和包裹在外的胶鞘。胶鞘浅黄色，厚、坚密，已固化成皮膜状，镜下观察结构均匀，没有细胞结构。髓部内核表面及皮层内侧有细小的人字型纵纹。带柄向上逐渐变宽，压扁为条带状的带片，带片表面平坦，边缘较直、平滑。有时自藻体中部有两条平行管状体长轴的纵纹，纵纹向上发展为纵沟，宽约 0.05 mm。

比较 本种以带片表面平坦，具纵向浅沟、圆形固着器及不发达的须状藻丝区别于本属其它种。目前仅在本种发现有固化的胶鞘。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

矮小庙河藻（新种）*Miaohenella nana* Ding（sp. nov.）

（图版 26，图 7、8；图版 27，图 5）

词源 nan- 希腊语矮小的意思。

描述 藻体为管状体，不分枝，直立，藻体较矮小，长度一般均在 6.5—14 mm 之间。但宽度仍保持较宽，上宽下狭，上部宽 0.5—1.5 mm，下部宽 0.2—0.8 mm，长宽比大约为 7∶1。固着器为球形或亚球形，有藻丝着生。带柄和带片表层可见有细小斜纹，带片相对较宽，顶平截，有时在边缘可见到纵向条纹，表面起伏不平，时有圆形小丘。

比较 此种以其个体小区别于本属其它种。但它不是其它 *Miaohenella* 藻之幼体。因其粗壮、矮小不同于其他种的成年体，其带片上表面不平，时有圆形小丘之特征，不应是 *Miaohenella* 藻其它各种的幼年个体，而应是它自身的特征，故定一新种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

网管藻目 Dictyosiphonales

董藻科 Scytosiphonaceae

古董藻属 *Eoscytasiphon* Ding，1992

属型种 *Eoscytosiphon pristinus* Ding，1992。

属征 化石藻体为黑色炭质薄膜，已压扁，为多细胞管状体，长约 12—140 mm 不等，平均宽为 1—5 mm，单条，直立，整个藻体平滑，无节，或在细胞壁上有螺纹加厚，边缘较光滑，有收缩或无收缩现象，上宽下狭，基部较细，为一圆形或椭圆形固着器。

讨论 化石藻体均已压扁，且已炭化，根据其有一固着器这点，可以证明此化石在生活期间营固着生活。关于化石归属问题，由于近来化石发现较多，所以特征性状较为明显，

如藻体有收缢现象，有固着器，有螺纹加厚及单条、直立、管状体等特征，经与现代藻类类比，将其置于褐藻门萱藻目中。化石上有炭质残留。

分布时代 湖北，晚震旦世。

长管古萱藻（新种）*Eoscytosiphon longitubulosum* Ding（sp. nov.）

（图版 22，图 3、6；图版 28，图 5）

1992 *Liulingjitaenia alloplecta* Chen et Xiao，515 页，图版 I，图 1—4。

词源 longitub- 拉丁语，长管之意。

描述 藻体为多细胞管状体，已压实、单条、直立，藻体大小、宽狭不一，可见长度最大为 140 mm，宽 4.8—5.0 mm，所见化石大部分为管状体的一部分，但一般上端较宽，下端较细，未见固着器。管状藻体表面细胞壁有规则的螺纹加厚，宽 0.6—1.0 mm，螺纹为双螺纹，有的地方长而疏，有的地方短而密，常可见收缢现象，收缢程度为 1/4—1/8 不等。

讨论 1992 年陈氏描述一新属新种，名为 *Liulingjitaenia alloplecta*，此属模式种 *L. alloplecta* 的模式标本正模 HBM-73（图版 I 图 1—2）与副模 HBM-89（图版 I 图 3—4），实际为两个性质不同的化石，它们应归属于两个不同的类别。现陈氏将两个分属于不同类别的化石作为一个模式种的正副两模来处理，这使后人很难加以应用。至于在描述时，陈将此化石作为带藻处理，又何以在高一级归类时归入蓝藻门呢？据几个化石体测量，其藻体上宽下狭，分散角约为 3°左右，如按此角度推测，则藻体长度最少也应在 300 mm 左右。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

古囊藻属（新属）*Eocolpomenia* Ding（gen. nov.）

词源 eo- 拉丁语，始之意。

属型种 *Eocolpomenia dictyodroma* Ding（gen. et sp. nov.）

属征 藻体囊球状或不规则球状，藻体中空，体壁很薄，但无孔，有时体壁光滑，有时体壁上有不规则的脑纹状丝体交织成不规则网状，基部有一较小的固着器。化石体棕褐色。

讨论 化石均已压扁，从标本上的多层状及不规则褶皱这两点，可推测其生活时为一囊状球体。化石保留有部分炭质。

分布时代 湖北，晚震旦世。

网状古囊藻（新属新种）*Eocolpomenia dictyodroma* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版 29，图 3—4）

词源 dictyodrom- 希腊语，网状的意思。

描述 藻体为囊球形，囊球已压扁，压扁后的长径为 25—45 mm 不等，短径为 20—30 mm，中空，体壁很薄，膜状，无孔，体壁上有不规则的脑纹状丝状体覆盖，粗细不等，相互交织成不规则的网状，基部有一短小的固着器。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

光滑古囊藻（新属新种）*Eocolpomenia levigata* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版 29，图 1—2）

词源　levigat- 拉丁语，光滑之意。

描述　藻体为不规则球状或几个不规则膨胀的球体叠置在一起，囊球已压扁，压扁后长径为 40—73 mm，短径为 35—60 mm，体壁膜状，很薄，无孔，体壁光滑无饰，但有粗细不等的长形及弧形褶皱覆盖在其上，它是在成岩过程中叠压而成的。未见固着器，藻体棕色，褶皱处色深，有少量炭质残留。

比较　新种以个体较大和表面光滑区别于本属 *E. dictyodroma*。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

古囊藻（未定种）*Eocolpomenia* sp.

（图版 29，图 6）

描述　藻体为囊球状，已压扁，压扁后藻体宽约 35 mm 左右，化石为两个叠置在一起的囊球，体壁很薄，膜状，藻体表面有细丝覆盖。其中一囊球有一较长的柄，固着器不显。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

无孢子纲 Cyclosporae

墨角藻目 Fucales

马尾藻科 Sargassaceae

轴藻属（新属）*Axalga* Hu（gen. nov.）

词源　axi- 拉丁词，轴生的、轴的之意；alg- 拉丁词，藻类之意。

属型种　*Axalga brachyclada* Hu（gen. et sp. nov.）

属征　藻体化石枝状，单轴分枝，主枝劲直，下粗上细，或基本一致，主枝两侧为短而密的侧枝，分叉基部粗，顶端微尖，主、侧枝区别明显。

比较　该新属形态及单轴分枝方式等是庙河生物群宏体藻类中发展较为“高级”的种类。化石保存数目稀少，较罕见。

分布时代　湖北，晚震旦世。

短枝轴藻（新属新种）*Axalga brachyclada* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 19，图 6）

词源　brachyclad- 拉丁词，短枝之意。

描述　藻体呈黑色炭质膜，单轴分枝，主枝劲直，下粗上细，长约 22 mm，宽 0.6—0.15 mm。主枝两侧为长短不均一的侧枝，其长约 0.5—2 mm，其中一枝，枝长约 15 mm，分枝基部较粗顶端呈尖形，略弯曲，与主枝夹角呈 26°，分枝间距介于 0.5—1.5 mm 不等。

讨论　主枝基部向上约 8 mm，由 3—4 条清晰的丝状条纹彼此平行或接触，推测该化石种主枝表面由丝状排列的细胞所构成。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

等轴藻（新属新种）*Axalga adaequata* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 19，图 5）

词源　adaequat- 拉丁词，相等之意。

描述 藻体单轴分枝，主枝基本劲直，基部略弯折，主枝上下宽基本一致，长 14 mm，宽 0.6—0.8 mm。两侧生有长短不一的侧枝，多数为短而尖的毛发状，少数较长并呈弧形弯曲，最长达 7 mm，分枝间距不等，与主轴成 27°夹角。

比较 新种与属型种的差异在于：主枝上下宽基本一致，而且沿主枝生有许多密集的毛发状侧枝，类似于刺状毛发物。藻体因其顶部及基部未能完整地保留下来，有待进一步观察。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

纲和目未定 Class and Order uncertain

丘阿尔藻科 Chuariaceae (Wenz)，1938 emend，Duan，1982

丘阿尔藻属 *Chuaria* Walcott，1899

属型种 *Chuaria circularis* Walcott，1899。

特征 化石体轮廓为圆盘形。直径在 0.5 mm 以上，一般在 2—4 mm 之间，最大可达 5—6 mm，边缘带具有同心状环纹或不规则的似同心状皱纹 1—3 圈。盾面均较光滑，横切面为透镜状。化石表面经常覆有一炭质薄膜。

讨论 1982 年杜汝霖将 Chuariaceae 与 Laminarites 作了比较，认为两者有亲缘关系，所以笔者暂将此科归入褐藻门。

分布时代 美国、瑞典、伊朗、印度、中国和俄罗斯，晚元古代。

圆形丘阿尔藻 *Chuaria circularis* Walcott，1899

(图版 30，图 9、11—15、19)

描述 化石体轮廓为小圆盘形或似圆盘形，直径为 2—4 mm，少数可达 6 mm。边缘带较宽，在边缘带上具有明显的同心状环纹或似同心状皱纹 1—3 圈。中心盾面平坦、光滑。有时微突起，横切面呈透镜状。化石保存为炭质薄膜。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

卵圆形藻属 *Ovidiscina* Zheng，1980

属型种 *Ovidiscina bagongshanica* Zheng，1980。

属征 化石体轮廓为卵圆形，边缘带宽窄不等，通常在化石体膨大一端加宽，在收缩一端变狭，边缘带上具有同心状环纹或皱纹。盾面较为平滑。化石保存为炭质薄膜。

分布时代 安徽、河北、湖北，青白口纪、震旦纪。

小型卵圆形藻（新种）*Ovidiscina minor* Ding（sp. nov.）

(图版 30，图 4、6—8)

词源 minor 拉丁语，较小的意思。

描述 化石体轮廓为卵圆形，上面覆盖有一层炭质薄膜，长轴为 2.5—2.8 mm，最大宽度为 1.8—2.0 mm，边缘带各处宽度不等，一般为 0.4 mm 左右，在收缩一侧变宽，边缘带上有许多极为细小的皱纹。盾面低平，较光滑。横切面为似透镜状。

讨论 此种以具有卵圆形轮廓归入此属，以个体微小区别于本属其它种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

八公山卵圆形藻 *Ovidiscina bagongshanica* Zheng，1980

（图版 30，图 3、18）

1980 *Ovidiscina bagongshanica* Zhang，61 页，图版 I，图 8。

描述 化石体轮廓为卵圆形，上面覆盖有一层炭质薄膜，长轴为 3.9—5 mm，最大宽度为 2—4 mm，边缘带宽度不等，但边缘均有细纹 1—3 圈，盾面平坦光滑，横切面似透镜状。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

长卵圆形藻 *Ovidiscina longa* Du et Tian，1986

（图版 30，图 2）

1986 *Ovidiscina longa* Du et Tian，77 页，图版 VI，图 3—5。

描述 化石体整体轮廓为长卵圆形，有炭质薄膜覆盖，长轴为 6.7 mm，最大宽度为 3.3 mm，位于长轴 1/3 处，边缘带不宽，靠边缘有 1—2 条细褶，在盾面上，长卵圆形两端可见大小不同的两个圆环状环纹，横切面为似透镜状。

讨论 此化石与模式种比较，则个体较小，但从其长宽比率来看则较相近，本文描述的化石长宽比为 0.5。与 *O. bagongshanica* 相比，则相差甚远，后者长宽比为 0.7—0.8。与 *Glossophyton* 属相比，虽两者在长宽比率来看较为接近，但其形态及大小相差甚远，故现暂将此标本归于 *O. longa* 为宜。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

龙凤山藻科 Longfengshaniaceae Du et Tian，1984

龙凤山藻属 *Longfengshania* Du，1982

属型种 *Longfengshania stipitata* Du，1982

属征 化石体具黑色炭质薄膜，分化为叶状体和拟茎两部分。叶状体轮廓呈椭圆形、卵圆形、圆盘形和长舌形等。叶状体具宽窄不等的边缘带或无，具 1—3 圈同心状细纹。盾面平坦光滑。在叶状体基部有一拟茎状的突出物，拟茎较长，其基部可收缩或不收缩，有的基部具假根（固着器）。

讨论 1982 年杜汝霖将 *Longfengshania* 与现代褐藻和绿藻中大体相似的类型（*Paracolpomenia stipitata* 和 *Parabornetella*）进行比较，认为可能属褐藻门也可能归入绿藻门。本文暂将其归入褐藻门。

分布时代 中国河北和湖北、加拿大，晚前寒武纪。

最小龙凤山藻（新种）*Longfengshania minima* Ding（sp. nov.）

（图版 30，图 1）

词源 minim- 拉丁语，最小的意思，为化石之特征。

描述 化石体具黑色炭质薄膜，由叶状体和拟茎两部分组成。叶状体轮廓为圆盘形至亚圆盘形，最大直径为 0.7 mm，边缘带狭，可见一圈同心状环纹。盾面上有一似五射的放

射状凹槽，中心有一隐约可见的内环纹，叶状体有一定的厚度，在卵圆形较窄的一端（基部）向外延伸为一拟茎，两者接触关系为分化型，正柄式。拟茎可见长度为 4 mm，宽 0.25 mm，拟茎表面有明显的与茎长方向垂直或斜交的细纹。未见固着器。

讨论 本种以具圆盘状叶状体和拟茎两部分而归入 *Longfengshania* 属。本种又以个体特小而不同于本属其它种。虽叶状体也为圆盘形，但与 *L. spheria* 在个体大小及拟茎方面完全不同。在个体大小方面 *L. spheria* 的叶状体大小为本种的 10 倍左右，本种拟茎相对较宽，但也只是 *L. spheria* 的 1/10 左右，且在拟茎上密布有与拟茎长轴方向垂直和斜交的纹饰。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

文德带藻科（类）Vendotaenides

文德带藻属 *Vendotaenia* Gnilovskaja，1971

属型种 *Vendotaenia antiqua* Gnilovskaja，1971。

属征 长而直或微弯曲的带状藻体，不分枝，带较宽，表面具纵纹。

讨论 此属为俄罗斯学者格尼罗夫斯卡娅 1971 年描述的，她将此属归于现代褐藻门。笔者赞同这一归类。

分布时代 俄罗斯，文德纪；中国，震旦纪。

文德带藻（未定种）*Vendotaenia* sp.

（图版 29，图 5）

描述 藻体窄带状，薄，带宽约 1.2—1.5 mm，可见长度为 15—30 mm，边缘有纵向条纹，在岩层面上为直或弯曲，或旋转保存。褐色。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

纲、目、科未定 Class，Order and Family uncertain

管状藻属（新属）*Tubulalga* Hu（gen. nov.）

词源 tubul- 拉丁语，小管之意；alg-藻类之意。

属型种 *Tubulalga minuta* Hu（gen. et sp. nov.）

属征 藻体单轴状分枝，分枝下细上宽，主枝呈弧形弯曲，侧枝不对称地分列主枝两侧，分枝间距不等，侧枝长短不一，侧枝的顶部具圆形管口，其立体感强烈，类似中空管状。

比较 新属与 *Archaeocladiphyton* Chen，Xiao and Yuan，1994 的差异：①新属主枝并非呈“之”字型弯曲；②新属藻体主、侧枝宽窄变化不悬殊；③新属主、侧枝宽均不及后者。

分布时代 湖北，晚震旦世。

小管状藻（新属新种）*Tubulalga minuta* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 14，图 9）

词源 minut- 拉丁词，小之意。

描述 基本同属征。主枝宽 0.2—0.4 mm，侧枝宽 0.2—0.9 mm。侧枝长分别为 1.7 mm、7 mm、4 mm 不等。分枝间距依次为 1.3 mm、1 mm 和 0.9 mm 不等。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

古枝藻属 *Archaeocladiphyton* Chen，Xiao and Yuan，1994

树状古枝藻（新种）*Archaeocladiphyton dendriticum* Hu（sp. nov.）

（图版 17，图 2；图版 18，图 4—5）

词源 dendritic- 希腊词，树状之意。

描述 藻体树枝状，单轴分枝，或二叉分枝，藻体下窄上宽，略弯曲，主枝下宽 0.06 mm，上宽 0.2 mm，主枝两侧为左右排列的侧枝，与主枝夹角 25—35°，分枝处细向上渐宽，下部宽 0.05 mm，上部宽 0.1 mm，侧枝末端常二叉状。

比较 新种同 *Archaeocladiphyton quyuani* Chen，Xiao and Yuan，1994 及 *Archaeocladiphyton jinyugani* Chen，Xiao and Yuan，1994 的差异：①新种主枝并非呈“之”字型弯曲；②新种侧枝较长，主侧枝宽度相差不大。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

屈氏古枝藻 *Archaeocladiphyton quyuani* Chen，Xiao and Yuan，1994

（图版 18，图 3；图版 19，图 7）

描述 藻体单轴分枝至假单轴分枝，因主枝向左或向右发生折弯，略表现出“之”字型。主枝与侧枝明显可分，主枝下宽 0.05 mm，上宽 0.1 mm，侧枝呈不对称状排列，长短不一，多 0.2—2.5 mm，其中最长达 4.5 mm，宽 0.04—0.15 mm 不等，分枝间距 0.5—2 mm，与主枝夹角 30—40°。藻体高 9 mm。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

金氏古枝藻 *Archaeocladiphyton jinyugani* Chen，Xiao and Yuan，1994

（图版 18，图 6）

描述 藻体单轴分枝，直立。藻体主枝下细而上粗，较宽于侧枝，但不悬殊，主枝下部宽 0.15 mm，上部宽 0.1 mm，主枝两侧交替生长着侧枝，其长 0.9—2 mm，宽 0.04—0.09 mm，侧枝顶端常叉状分枝，枝间距 0.6—0.9 mm 不等。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

叉藻属（新属）*Furcatalga* Hu（gen. nov.）

词源 furcat- 拉丁词，意为“二歧的”；alg- 意为“藻类”。

属型种 *Furcatalga sinuosa* Hu（gen. et sp. nov.）

属征 藻体叉状，为 1 次叉状分枝，由三部分构成。下部固着器，呈椭球状；中部为柄，约占藻体 1/3，直或略弯曲，地层中有一定的保存厚度，形如圆柱状或次圆柱状，下细上粗；上部二叉分枝，顶端平整，下细而上渐宽。

比较 新属同 *Yemaomianphyton* Chen et Xiao，1992 的差异：①新属藻枝下细上宽；②新属藻体其枝体并非由微细纵向排列的丝状体所组成。

产地层位 湖北秭归庙河村，晚震旦世。

弯曲叉藻（新属新种）*Furcatalga sinuosa* Hu（gen. et sp. nov.）

（图版 16，图 5—6）

词源 sinuos- 拉丁词，弯曲之意。

描述 同属征。柄部宽 0.3—0.4 mm，长约 4 mm，以 45°向上生长，约占藻体的 1/2。上部藻枝长 3—5.5 mm，宽 0.4—0.6 mm。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

奇异藻属 *Anomalophyton* Chen，Xiao and Yuan，1994

张氏奇异藻 *Anomalophyton zhangzhongyini* Chen，Xiao and Yuan，1994

（图版 19，图 8）

描述 藻体枝状，呈黑色炭质薄膜保存，同一块岩石标本见两株，一株长约 15.5 mm，宽 0.09—0.15 mm，另一株长 7 mm，宽 0.08 mm。藻体中央为主枝，劲直状，从基部向上约 6.5 mm（枝长三分之一）处，主枝折曲形成 100°或 128°夹角。主枝两侧生长多数毛刺状侧枝，短而密集，顶端呈尖形，与主枝成 32°夹角，近基部略粗，长 0.5—2.5 mm，宽约 0.01—0.04 mm，分枝间距 0.3—1.0 mm 不等。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

门、纲、目、科未定 Phylum，Class，Order and Family uncertain

聚球藻属（新属）*Sysphaera* Ding（gen. nov.）

词源 sy- 希腊语，联合的意思；sphaera 希腊语，球之意。

属型种 *Sysphaera spissa* Ding（gen. et sp. nov.）

属征 为多细胞集合在一起的群体，群体为圆球状，已压实，压实后群体厚度为 1.5—2 mm 左右，保存较完整，可见群体直径为 9—17 mm，内由多个细胞组成，可见 20—46 个不等。细胞为圆球形，有时相互紧密排列叠置而形成圆三角形或多边形，有时排列较稀疏为圆球形。各细胞大小略有差别，通常变化在 1.2—2.0 mm 之间，一般排列在边缘的细胞略大，中间的细胞略小，细胞压实后可见厚度为 0.3—0.7 mm 之间。细胞内一般为中空，被矿物质或炭质充填。尚未发现有其它特殊构造，仅个别细胞内见少量同心圆。细胞壁厚度一般为 100—160 μm，成分不明。有时可见有机质细胞外壁干缩褶皱。细胞相互之间被有机质所充填，时而在其边缘能见到少量丝状体存在。

讨论 本类标本，目前尚无法与现代类型进行类比，但从具有炭质且立体保存这一点，笔者认为属植物似无疑。

分布时代 湖北，晚震旦世。

密集聚球藻（新属新种）*Sysphaera spissa* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版 20，图 3—7）

词源 spiss-希腊语，密集之意。

描述 同属征。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

环形藻属（新属）*Circalga* Ding（gen. nov.）

词源 circ- 拉丁语，圆环形的意思；alg- 拉丁语，藻之意。

属型种 *Circalga irregularia* Ding（gen. et sp. nov.）

属征 藻体为椭圆形环状，较大，长径变化在12—18 mm之间，短径变化在11—15 mm之间，环体各处宽狭不等，环宽在2.5—3.5 mm，有一定的厚度。经电镜扫描观察，环体是由许多丝状体组成的。棕色。

讨论 此类化石未有现生生物的对称物可供类比，但从其为炭质保存，并有一定厚度及环形由许多丝状体组成这几点，可将其归入藻类植物。

分布时代 湖北，晚震旦世。

不规则环形藻（新属新种）*Circalga irregularia* Ding（gen. et sp. nov）

（图版30，图16）

词源 irregular- 拉丁语，不规则的意思。

描述 同属征。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

第五章　后生动物及海绵动物

第一节　后生动物

一、研究简史

对晚前寒武纪后生动物化石的大量发现和研究始于本世纪40年代后期，最具代表性的是发现于澳大利亚的埃迪卡拉动物群（Ediacara Fauna）。其中包括大量腔肠动物和蠕虫动物，以及一些分类位置不定的动物化石（R. C. Sprigg，1947）。地质时限为600—680Ma。在此之前，除1908年在纳米比亚发现的海鳃类化石 *Rangea* 外，很少发现公认的后生动物化石。

本世纪50—60年代，除对埃迪卡拉动物群进一步深入研究（M. F. Glaessner，1958）外，1958年福特（I. D. Ford）研究了英格兰恰尔伍德森林（Charnwood Forest）的海鳃类化石，建立了 *Charnia* 和 *Charniodiscus* 两个属。另外在西非纳玛群（Nama Group）、加拿大康塞普辛群（Conception Group）和原苏联的文德系（Vendian）中均发现了大量软躯体后生动物化石。萨卡洛夫对产于俄罗斯地台和西伯利亚地台区文德系中的须腕动物化石作了专门研究，并建立了皱节虫科 Sabelliditidae 和萨伦虫科 Saarinidae。

70年代以来，在俄罗斯地台和中国华北及扬子地台区的上前寒武系中也有大量后生动物化石发现。费当肯（M. A. Fedonkin，1981）对发现于俄罗斯地台白海南岸和东岸文德期瓦尔代群（Waldai Group）中的大量后生动物化石进行了系统研究和描述，并命名为白海动物群。其地质时代与埃迪卡拉动物群相当。

在我国，有关晚前寒武纪后生动物化石，首先发现于扬子地台区。1973年邢裕盛、刘桂芝等，在三峡震旦系灯影组中上部发现蠕虫动物化石 *Micronemaites* 和 *Saarina*（邢裕盛等，1976、1978）。同年，张俊明等在湖南沅陵留茶坡组发现有蠕虫化石（唐天福等，1978）。1976年陈孟莪等报道了陕西宁强宽川铺地区灯影组上部（高家山段）的“皱节虫科”化石，后据邢裕盛等研究，认为这种标本是遗迹化石。1977年陈孟莪、王义昭报道了三峡地区震旦系灯影组白马沱段的管状动物化石，并认为可能属于 *Cloudina*。后又改定为一新属 *Sinotubulites*（陈孟莪等，1981）。1981年丁启秀、陈忆元描述了峡东震旦系灯影组石板滩段的腔肠动物化石 *Charnia*。1986年张录易等在陕西宁强胡家坝震旦系灯影组高家山段发现了蠕虫动物和遗迹化石，并建立了高家山生物群。时代为600—650Ma。1987—1990年丁莲芳等在完成《扬子地台北缘晚震旦世—早寒武世早期生物群研究》项目的过程中，不仅在陕西宁强胡家坝一带的灯影组高家山段中新发现大量具矿化壁的后生动物化石，补充了高家山生物群的内容，而且在湖北秭归庙河陡山沱组顶部黑色页岩中首次发现了大量后生动物化石和宏体藻类、海绵动物及遗迹化石，并将其命名为“庙河生物群”（丁莲芳等，1992）。1990年下半年，陈孟莪得知消息后赶赴化石产地庙河，在同一层位中采集了标本，并对这些化

石标本作了描述和报道（陈孟莪等，1991、1992）。

除此之外，在我国华北地台区的辽南和淮南等地，也相继发现大量晚前寒武纪后生动物化石。关于辽南生物群的研究，首先由刘桂芝（1974）在辽南震旦系中发现了水母类化石。经邢裕盛、刘桂芝（1979）研究鉴定了水母化石 3 属 9 种。1977—1978 年，段吉业、林蔚兴又对相同地区和层位的水母化石进行了采集，并首次发现了一批遗迹化石及可疑的原始海绵骨针化石（段吉业、林蔚兴，1980）。1980 年林蔚兴、张丕孚和陈孟莪等在复县西三台子的长岭子组上部发现了蠕虫动物化石。翌年，林蔚兴等又专门进行了化石采集，经林蔚兴、邢裕盛（1984）研究，鉴定了蠕虫化石 2 属 3 种。1987—1988 年，洪作民、刘效良等先后报道了辽南震旦系兴民村组和葛屯组中发现的水母和蠕虫化石。鉴定类水母化石 3 属 6 种，及宏体藻类化石 *Chuaria* 和 *Tawuia*。这些研究表明，辽南生物群分布较广，层位跨度大。下部在长岭子组中仅产蠕虫类和遗迹化石，年龄为 750 Ma。上部在南关岭组和兴民村组中以产水母类化石为特点，在葛屯组中以水母、蠕虫和宏体藻类化石共生为特点。其中兴民村组的年龄值为 650 Ma。

另外，郑文武等（1980）在安徽寿县刘老碑组和九里桥组中发现了大量蠕虫动物和须腕动物化石，包括 *Sinosabellidites*、*Paleolina*、*Anhuiella*、*Huaiyuanella*、*Paleorhynchus* 等。

综上所述，晚前寒武纪后生动物化石在全球范围都有广泛分布。依据其产出的地质时代可划分为埃迪卡拉期（6—7 亿年）后生动物和前埃迪卡拉期（>7 亿年）后生动物。前者分布范围较广，在英国、瑞典、南非、原苏联、澳大利亚、加拿大和中国都有大量发现。主要包括腔肠动物、环节动物、须腕动物和一些分类位置不明的后生动物，常与遗迹化石共生。后者目前仅在我国淮南和辽南有发现，主要包括一些归属于须腕动物门和环节动物门的蠕虫动物，常与大型宏体藻类化石 *Chuaria*、*Tawuia* 等共生。

庙河生物群中的后生动物化石主要产于我国湖北秭归庙河村陡山沱组中，是我国扬子地台区层位最低的后生动物群，在地质时代上应归属于埃迪卡拉期。不仅包括类水母化石、蠕虫化石等典型的埃迪卡拉动物分子，同时还共生有海绵动物、宏体藻类、微古植物和遗迹化石。这种特殊的共生组合特点，使其成为我国乃至世界研究埃迪卡拉期后生动物最理想的生物群之一。

二、化石保存方式及研究方法

从目前发现的晚前寒武纪后生动物化石来看，主要保存方式有以下三种：一是软躯体动物死亡后在层面上留下的印痕被保存为化石，其代表是一些类水母和蠕虫的印痕，它们基本能反映类水母和蠕虫的大小、形态和表面纹饰，但仅仅是一些印痕，而这些印痕化石与遗迹化石不同；二是软躯体动物呈炭化膜保存于层面上，这类化石可比较全地保存动物的形态、大小、表面纹饰和内部构造特征，如某些类水母及蠕虫；三是少数具矿化壁的后生动物在层面或层内呈立体状保存，如高家山生物群中的 *Dingella*、*Qinella*、*Cloudina*、*Chenella* 等。

因此，对这些具有不同保存方式和特点的后生动物化石我们采用不同的研究方法。

形态特征描述法 即对化石标本详细地进行形态、大小、外部纹饰等外观特征的观察和描述，便于形态学的比较讨论。这也是研究各种后生动物化石最基本的方法。

切片法 对那些具有硬体或矿化壁，或是呈立体保存的后生动物化石，可采用切片（薄片或光片）的方法，借助显微镜对其内部微细结构进行观察和研究。

揭片法 主要对那些以炭化膜形式保存的平面状后生动物化石可采用揭片的方法获得透明膜片，便于观察其微细构造。本次采用揭片法对一些类水母和蠕虫化石研究，取得了很好的效果。许多在标本上肉眼看不清的构造现象（对炭化膜状化石而言）通过揭片都能在镜下观察得比较清楚。

三、庙河生物群中后生动物化石类群及其分布

经研究，庙河生物群中后生动物化石约占 20%。描述的属种有类水母 *Sanxiamedusa pentamera* Ding (gen. et sp. nov.)；*S. parva* Ding (gen. et sp. nov.)；*Maopingimedusa circularis* Ding (gen. et sp. nov.)；*Palaeomedusa circvittata* Ding (gen. et sp. nov.)；*P. polycarpa* Ding (gen. et sp. nov.) 和蠕虫类 *Xilinxiaella bella* Li (gen. et sp. nov.)；*X. minuta* Li (gen. et sp. nov.)；*Rugosilina farciminiforma* Li (gen. et sp. nov.)；*Changjiangivermia hamata* Li (gen. et sp. nov.)；*Palaeohirudo pristina* Li (gen. et sp. nov.)；*Ziguivermites tentaculitiformis* Chen，1994；*Latizonivermes megista* Li (gen. et sp. nov.)；*Jiuqunaoella simplicis* Chen，1991；*J. convoluta* Li (sp. nov.)；*J. minia* Li (sp. nov.)；*Niuganmafeia obesa* Chen，1991；*N. typica* Li (sp. nov.)；*Pupillivermia robusta* Li (gen. et sp. nov.)；*Ambomurica saligna* Li (gen. et sp. nov.) 等 13 属 19 种，分别归属于腔肠动物门、环节动物门和目前分类位置暂不明的类群。它们与大量宏体藻类、微古植物、海绵动物和遗迹化石共生，分布于湖北秭归庙河一带（黄陵背斜西南翼）的陡山沱组顶部黑色炭硅质页岩中，共同构成内容丰富的庙河生物群。

据庙河一带剖面中（见第一章剖面）化石统计，类水母化石主要分布于陡山沱组顶部黑色炭硅质页岩相段（相当 I 剖面的第 16 大层或 II 剖面的第 17 大层）中第 2 至第 5 小层，其中以第 4 小层最丰富；蠕虫类化石则在上述大层的第 1 至第 7 小层都有分布，并在第 3 至 5 小层最多（见化石分布表）。

四、后生动物化石各类群的特征

庙河生物群中产出的后生动物化石，主要包括类水母和蠕虫两个类群。现将它们的特征分别归纳如下：

1. 类水母化石

庙河生物群中保存的类水母化石有 3 属 5 种，其共同的特点有如下 4 点：

1) 既有实体化石也有印痕化石。前者以黑色炭化膜形式保存，与围岩不仅边界清楚，而且质感差别大，同心状和放射状纹饰保存清晰，易于进行揭片研究；后者呈浅色印痕保存，无炭化膜，与围岩虽然有清楚边界，但质感差别不明显，纹饰相对模糊，难以揭下膜片。

2) 所有类水母化石都平坦地保存于层面上，没有明显的拱突和立体感。这和其它地区保存的水母化石（辽南的水母化石在层面上有凹凸）有所不同。

3) 类水母化石的大小在 1—5 cm，形态呈圆形或圆五边形。显示明显的辐射对称。

4) 除个别类水母化石上见到少量短的缘触手构造之外，多数标本未见到发育的缘触手和口腕等构造。

2. 蠕虫类化石

蠕虫类化石是由蠕虫动物埋藏保存而成的实体化石。关于蠕虫动物和蠕形动物在本书中的含义不尽相同。

蠕虫动物（vermes）不是一个单一来源的动物类群，其名称是18世纪时，由林奈提出的。由于当时生物学系统分类尚不完善，分类较粗，将身体大致呈长形，缺少骨骼或硬体，依靠皮肤肌肉蠕动而运动的动物，统称蠕虫动物。它包括了扁形动物门、纽虫动物门、线虫动物门和环节动物门等多门类原口动物。由于地史中保存的这类化石，除少数保存较好，特征明显的可确定到具体的门以外，大多数都难以准确归入到门。因而用蠕虫动物化石或蠕虫类化石来统称它们。

在有的文献报道的生（动）物群中，不仅描述有蠕虫动物化石，而且还描述有属于后口动物的须腕动物化石。虽然这两类化石都具有蠕虫的外形特征，但它们在生物演化中具有不同的意义。在统称它们时则用蠕形类或蠕形动物（vermes-like）。也就是说蠕形动物比蠕虫动物含义更广，更不确定。当使用蠕虫动物这一术语时，至少作者是将后口动物排除在外的。

庙河生物群中的蠕虫类化石有10属14种，大多属于环节动物门，少数属种的分类位置不明。它们具有如下共同特征：

1）所有的蠕虫化石均以炭化膜形式保存于岩层面上，与围岩界线分明，质感差别大。部分标本还具有较强的立体感。

2）虫体化石保存比较完整。除少量标本有残缺外，大多数虫体首尾齐全。虫体上的环节和生长纹保存清晰。在一些对揭成两半的虫体标本上还保存了虫体内部的分节和肠道构造（图5—1）。

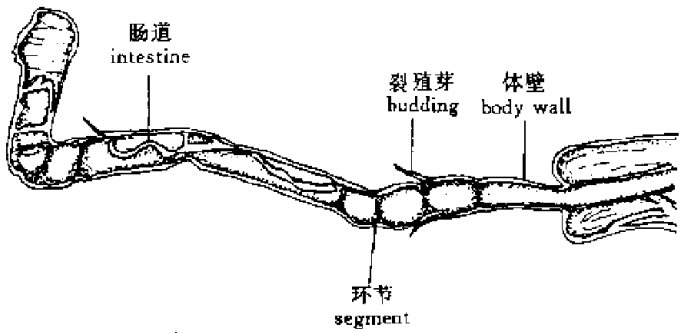


图5—1 肠状皱线虫（新属新种）纵剖视图

Fig. 5—1 *Rugosilina farciminiforma* Li (gen. et sp. nov.)

示内部构造. 放大2.5倍

Showing internal structure

3）蠕虫化石的虫体大小悬殊，形态多样。一般的蠕虫体宽4—8 mm，长30—50 mm；大者宽达20 mm，保存长度约30 mm；小者宽约2 mm，长约20 mm。虫体有线带状、弯锥状、宽带状、盘曲带状等多种形态。

4）除长江虫属有明显膨大呈扇形的头部外，其它的蠕虫化石头部都不发育。头部与身体渐变过渡，无明显分界，也没有特殊的头部构造。

5）除在个别蠕虫标本上见到虫体两侧保存有刚毛之外，其它所有的蠕虫化石标本上均未发现疣足和刚毛等运动器官保存。

6）除牛肝马肺虫属，双尖虫属和蛹形虫属尚未确定虫体是否分节外，其它各属种的蠕虫体都具有明显的分节现象。有的分节细密，节长均匀；有的分节稀疏，节长短不一。

从庙河生物群中蠕虫类化石的上述特征看，与我国淮南生物群和辽南生物群中的蠕形动物化石有如下差异：

①在蠕虫类化石的类群组合上，庙河生物群以环节动物为主，部分为分类位置不明的蠕虫化石，尚未见有须腕动物。在辽南生物群和淮南生物群中则以须腕动物和环节动物为主。

②在蠕虫化石的个体大小上，庙河生物群中的蠕虫个体普遍比较大，而且不同种类的蠕虫化石大小悬殊。最小的蠕虫体直径都在 2 mm 左右，长达 20 mm 以上；最粗的虫体直径达 2 cm，最长的虫体达 14 cm。而淮南生物群和辽南生物群中的蠕虫化石个体都比较小，一般虫体直径没有超过 2 mm。

③在蠕虫化石的形态类型上，庙河生物群中的蠕虫比较复杂多样，已鉴定的有 10 属 14 种。而淮南和辽南的蠕虫在形态上相对要单调一些。

④庙河生物群中的蠕虫类化石，在结构构造上也比较复杂。可以分辨出明显不同的前后端，个别虫体前端有膨大的头区，其宽度达虫体宽度的 3—4 倍；环节类化石不仅环节明显，而且环节上还有细密横纹，环节的节长有等间距和不等间距之分；个别虫体标本上可见分节处有裂殖现象；在一些对揭成两半的虫体标本上可见到肠道构造；个别虫体两侧有刚毛保存。这些特点在晚前寒武纪蠕虫中很少有报道。

⑤庙河生物群中的蠕虫与大量遗迹化石共生。从遗迹学和生态学的分析研究，表明这些遗迹的形成与蠕虫的活动有密切关系，蠕虫类是庙河生物群中的主要造迹者。

通过上述对比可以看出，庙河生物群中的蠕虫比我国辽南和淮南的蠕虫个体大，类型多，形态构造更复杂。表明它们比淮南和辽南的蠕虫在层位上更高，在产出时代上更晚，是更进化的蠕虫类群。

第二节　海绵动物

海绵动物虽属多细胞动物，但其细胞分化程度不高，无组织与器官，缺少胚层发育基础；海绵体中还有带鞭毛的襟细胞，这是其它多细胞动物所没有的；就目前所知，海绵动物并没有演化为其它动物。说明海绵动物是多细胞动物演化过程中一个孤立的侧支，被称为侧生动物（parazoa）以区别于真正的后生动物（Eumetazoa）。我们将海绵动物单列一节讨论的原因也在于此。

一、研究简史

关于晚前寒武纪的海绵动物化石，目前除在法国布里塔尼半岛发现海绵骨针化石 *Eospicula* 外，仅在我国峡东地区的陡山沱组中有大量海绵骨针和海绵体化石的发现和报道。1973 年，邢裕盛等在宜昌莲沱震旦系采集的微古植物样品中发现了众多微体海绵骨针化石（大小 20—70 μm）。同年，唐天福等也在宜昌莲沱一带的陡山沱组燧石条带中经切片发现硅质海绵骨针化石，定名为 *Archaeoprotospongia*。1980 年，赵雅秀、赵自强等在宜昌莲沱王丰岗的陡山沱组切片中发现钙质（三射式）和硅质（单轴型）海绵骨针化石。其中的钙质三射骨针由丁启秀等研究定名为？*Eospicula yichangensis*；硅质单轴型骨针与唐天福等

(1973) 发现的 *Archaeoprotospongia* sp. 属于同一产地及层位的同一种类型，丁启秀等认为该化石应归入 *Hazelia* 属，并描述为? *Hazelia liantuoensis*。1990 年丁莲芳等在完成《扬子地台北缘晚震旦世—早寒武世早期生物群研究》课题时，不仅在宜昌莲沱一带陡山沱组经切片发现海绵骨针化石，而且在湖北秭归庙河陡山沱组顶部黑色页岩中发现大量具有一定外部形态和明显水道系统的海绵体化石。后来陈孟莪和德国的施提勒 (Steiner) 等先后到该地采集了标本，并描述了 *Sinospongia* 等属。

二、海绵动物化石的保存特点和研究方法

从目前资料看，所有地史中保存的海绵动物化石可分两种情况，一是由海绵动物个体保存的化石，二是由零散的海绵骨针保存的化石。前者称为海绵体化石，后者称为海绵骨针化石。

海绵体化石 (spongia fossil)，是由海绵动物个体被保存而形成的化石。虽然多不完整，但能反映海绵动物个体的大致形态、大小、水道系统、骨丝和骨针的大小、形态与排布等基本结构构造特征，可以直接进行属种的描述鉴定和比较。这类化石一般可直接从野外露头上发现和采集，采用传统的古生物学方法直接对其进行研究。

海绵骨针化石 (spicule fossils)，是由海绵体中的硬体骨针零散保存而形成的化石。这类化石很少成架状保存，多是散乱的，偶尔形成骨针层。无论这些骨针化石个体多么完整，形态多么特殊，它们都仅仅是海绵体的一个组成部分，不能完全反映海绵个体的特征。现代海绵动物的研究表明，在同一海绵体中可以存在不同形态和大小的多种骨针，不同种类的海绵体中可以有相同大小和形态的骨针存在。因此，零散的海绵骨针化石不宜按属种来描述和鉴定。这类化石在地史中分布较广，由于比较小，主要是通过岩石切片或化学浸解的方法获得。在古生代以来的地层中亦可在野外露头上偶尔观察到。对海绵骨针化石（特别是零散杂乱保存者），笔者主张按形态特征进行类型描述（表 5—1）。

三、庙河生物群中海绵动物化石特征及层位分布

庙河生物群的海绵动物化石包括海绵体化石和海绵骨针化石两种类型。它们在保存特点和层位分布上各不相同。现分述如下：

1. 海绵体化石

由海绵动物个体保存的海绵体化石，在庙河生物群中约占属种总数的 3%。已描述鉴定的有：*Sinospongia chenjunyuani* Chen，1992；*S. dictyoforma* Li (sp. nov.)；*Rugospongia conica* Li (gen. et sp. nov.)；*R. miaoheensis* Li (gen. et sp. nov.)；*Doushantuospongia cylindrica* Li (gen. et sp. nov.)；*Cuculus fraudelentus* Steiner 1994；*C. homotropus* Li (sp. nov.)；*C. complexus* Li (sp. nov.) 等。这些化石主要分布在庙河一带的陡山沱组顶部黑色页岩中。从庙河剖面上化石统计，在第 14 层和第 17 层有分布，与大量蠕虫类、水母类、宏体藻类和遗迹化石共生。这些海绵体化石的发现，是庙河生物群有别于其它埃迪卡拉期生物群的主要特征之一。

经过研究，庙河生物群中的海绵体化石具有如下特征：①海绵体化石可在野外露头上直接用肉眼发现和观察；②化石体呈压扁的炭化有机质保存于岩层面上，具有一定的厚度和外形，部分标本具立体感，沿岩层面劈开后，可观察到海绵体内部的结构构造；③海绵体化石的形态在平面上多呈上宽下窄的锥带状，恢复其立体形态主要为上粗下细的角锥状、锥管状或囊袋状，直或弯曲；④海绵体的大小（从标本度量看），一般长 20—70 mm，粗

表 5—1 海绵骨针化石形态分类表

Table 5—1 Morphological classification of spicule fossils

大类	类 (kind)	类型 (type)
规则骨针 regular spicules	单轴单射骨针类 monaxon-monactins	瘤柱骨针 tylostyle spicule (原名 tyloetyle)
	单轴双射骨针类 monaxon-diactins	扁担骨针 susiform spicule Ding et Qian, 1988
	双轴三射骨针类 diaxon-triactins	T 形骨针 T-form spicule Ding et Qian, 1988
		Y 形骨针 Y-shaped spicule
	双轴四射骨针类 diaxon-tetractins	十字骨针 stauract spicule (原名 stauract)
	三轴三射骨针类 triaxon-triactins	三射骨针 triactin spicule (原名 triactins)
	三轴五射骨针类 triaxon-pentactins	三轴五射针 triaxon-pentactin spicule (原名 pentactins)
	三轴六射骨针类 triaxon-hexactins	三轴六射针 triaxon-hexactin spicule (原名 calcihexactins)
	四轴四射骨针类 tetraxon-tetractins	蒺藜骨针 calthrop spicule (原名 calthrops)
不规则骨针 irregular spicules	五轴五射骨针类 pentaxon-pentactins	针状五轴针 pentaxon acicularis
		膨大五轴针 pentexon inflatus
	五轴六射骨针类 pentaxon-hexactins	五轴六射针 pentaxon-hexactin spicule (hunanospongia delicata)
	束状骨针类 sarcineformis	五枝束状骨针 sarciniformis pentacladium
	尖头星状骨针类 oxaster	六刺尖头星状骨针 oxaster hexacanthum
		七刺尖头星状骨针 oxaster heptacanthum
		八刺尖头星状骨针 oxaster enneacanthum
		九刺尖头星状骨针 oxaster enneacanthum
	角状骨针类 cornilites	三刺角状骨针 cornilites tricanthum
		四刺角状骨针 cornilites tetracanthum
		鹿角角状骨针 cornilites licroformis
		多刺角状骨针 cornilites polycanthum
	栎星骨针类 tholiasterella	六刺栎星骨针 tholiasterella sexadiata Bailey, 1932
	肿大骨针类 atrumatum	直刺肿大骨针 atrumatum orthacanthus
	多枝骨针类 polycladium	七指多枝骨针 polycladium heptadactyles (原名 p. yurtusensis)
	雪片骨针类 niphadus	扁射雪片骨针 niphadus complanatus Duan, 1983
		圆射雪片骨针 niphadus oycloact (原名 n. xihaopingesis)
	刺棘骨针类 vepreclformis	三足刺棘骨针 vepreclformis tripodanum
		四足刺棘骨针 vepreclformis tetrapodanum
	棘球骨针类 acanthosphaera	刺猬棘球骨针 acanthosphaera echinus Duan, 1983

8—22 mm，最长者达 140 mm；⑤化石上保留了海绵的外壁、水孔、水沟系、网状骨丝和骨针等基本构造，其中以骨丝、水孔和水沟系保存较好，骨针较小，在个别标本上见到十字形和单轴型骨针，个体微小约 350 μm，成分不详（图 5—2）；⑥部分标本上可见海绵体的出芽繁殖现象。依据上述特征，我们暂将这类海绵动物化石置于海绵动物门（Spongia）的普通海绵纲（Demospongia）。

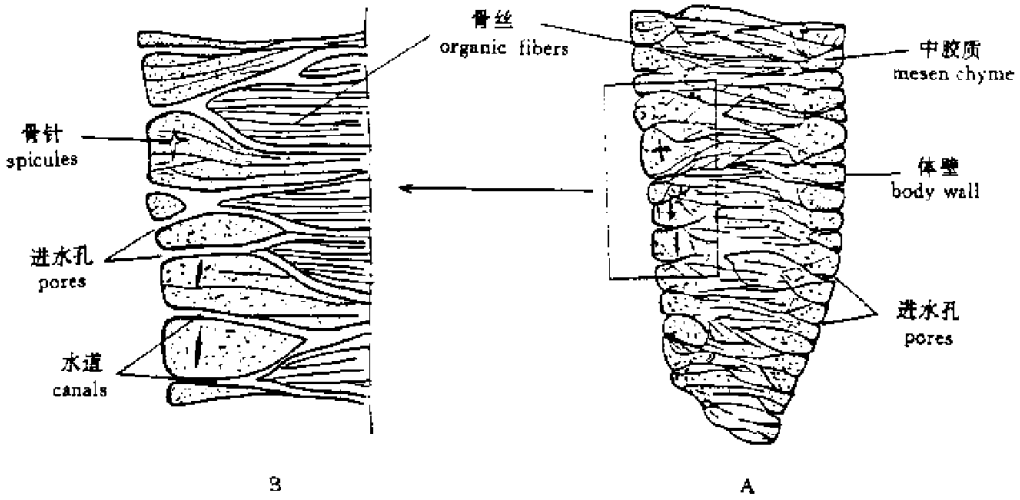


图 5—2 中国湖北庙河晚前寒武纪陈氏震旦海绵结构素描图

Fig. 5—2 Architecture of *Sinospongia chenjunyuani* Chen (emend nov.), Late Pre-Cambrian, Miaohe, Hubei, China

A. 放大 2 倍，示体壁、中胶层、水孔等；B. 局部放大，示水道、骨针等

A. ×2, showing the Body Wall, Mesenchyme and the Pores;

B. Partly enlarged, Showing the Spicules, the Pores, the Canals and the Organic Fibers

2. 海绵骨针化石

由零散骨针保存而成的海绵骨针化石，前人在峡区陡山沱组中已有发现和报道。我们在研究中通过切片也发现了这些微小的骨针化石。现将其特征和分布简述如下：

1）骨针化石多是零散保存的微小个体，一般都在 1mm 以下，仅几十微米。野外很难通过肉眼观察发现，主要是通过切片和化学浸解获得。目前在峡东地区陡山沱组的不同层位都有发现，主要是产在硅质层、硅磷质结核和泥质白云岩中。

2）骨针化石的形态多样，有扁担形、十字形、三叉形和不规则形（如根状、棘刺状）。

3）骨针化石的成分主要为钙质和硅质。据邢裕盛等人（1985）研究，发现有些骨针的成分为角质。

第三节 化石描述

一、后生动物（Eumetazoa）

1. 腔肠动物

腔肠动物门 Coelenterata

类水母 Medusoid

三峡水母属（新属）*Sanxiamedusa*（gen. nov.）

词源 Sanxia 一词来源于化石产地；-medusa 拉丁语，水母之意。

属型种 *Sanxiamedusa pentamera* Ding（gen. et sp. nov.）

属征 轮廓呈亚五边形，个体大小不一，盘体直径约在4—40 mm左右，呈薄膜状。化石体可明显分为中央盘与外环盘两部分，两者界线清楚。中央盘为深褐色，平坦，直径为0.5—15 mm，内有一深色的中心区，盘内可见多个椭圆形构造，可能为口腕痕，未见同心环纹。外环盘为浅褐色，环盘较宽，有很细的同心环状纹饰，部分区间见有放射状的辐射管细纹，但多数未达中央盘。水母体与围岩界线清楚。

讨论 被描述的标本有几枚，它们均为软躯体化石，在成岩过程中已被压成有机质的薄膜，故盘体整体形态为平坦状。化石与原苏联文德系中的 *Beltanelloides sovichevae* Sokolov 有所相似，但两者也有明显区别，主要表现为：1. 本文所描述的化石盘体中部有椭圆形构造，且呈辐射对称。2. 外环盘有细的放射状纹饰，而 *Beltanelloides sovichevae* 没有上述特征，故将此类化石暂归入类水母类。以上这些特征，可能是类水母体的下伞面印痕，但也有可能是复合印模（composite mould）。另外其外形为圆五边形，不仅外环盘为圆五边形，而且其中央盘也为圆五边形，所以，这圆五边形应为该水母固有的特点，区别于其它属而定一新属。

分布时代 湖北，晚震旦世。

五边三峡水母（新属新种）*Sanxiamedusa pentamera* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版38，图1—3）

词源 pentamer- 希腊语，五边之意，为化石体外部特征。

描述 轮廓为亚五边形，个体中等大小，盘体直径约为40 mm，呈薄膜状，化石体可分为中央盘与外环盘两部分，中央盘平，直径为13—15 mm，其它特征同属征。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

小三峡水母（新属新种）*Sanxiamedusa parva* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版38，图4）

词源 Parv- 拉丁文，小的意思。

描述 化石体轮廓为亚五边形，小而平坦，直径为4 mm，分外环盘及中心盘两部分。中央盘直径为0.5 mm，呈五边形，不很平坦，在中央盘之外为圆形外环盘。外环盘上有较多较细的同心纹，同时还见有相当数量的放射纹，共同组成蛛网状纹饰。在外环盘外缘的局部地方还可见到细密而短的缘触手印痕。

讨论与比较 新种以个体特小而区别于本属其它种。化石的直径几乎进入 *Chuaria* 的范围，但是从化石体特征看，尤其具有中央盘及放射纹这两点，是 *Chuaria* 所不具备的。另外它是否可能是 *S. pentamera* 的幼体尚不能确定，因本化石标本已属半风化状态，所以更多的结构构造已不能见到，不便定为 *S. pentamera* 而另定一新种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

茅坪水母属（新属）*Maopingimedusa*（gen. nov.）

词源 Maoping 化石产地附近一地名；-medusa 拉丁语，水母之意。

属型种 *Maopingimedusa circularia* Ding（gen. et sp. nov.）

属征 化石呈圆盘状，盘体直径为28mm，整体凸起不大，比较平坦，表面有多个同心

环状的浅沟槽和微凸的环皱，可区分为中央盘和外环盘两部分。中央盘平或微凸，直径为6.5—7 mm左右，在外环盘的边缘有一较宽的凹槽，外边缘挠起形成环边，环边宽1.5 mm。在外环盘的部分区域，可见清楚的放射状辐管细纹，有时可达中央盘。整个水母体表面有间断环状细皱，水母体与围岩界线清楚。

讨论　标本一枚，在成岩过程中已被压扁，残留部分有机质薄膜，因而盘体较平坦。但标本明显的分为中央盘和外环盘及有清楚的环边和放射细纹而将化石归于水母类。由于本属与 *Sanxiamedusa* 属形态及构造特点不同，因而另定一新属。

分布时代　湖北，晚震旦世。

圆形茅坪水母（新属新种）*Maopingimedusa circularis* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版38，图5）

词源　circular-拉丁文，圆形的意思，为化石体外部形态特征。

描述　同属征。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

古水母属（新属）*Palaeomedusa*（gen. nov.）

词源　palaeo-希腊词，古老之意；medus-拉丁文，水母之意。

属型种　*Palaeomedusa circvittata* Ding（gen. et sp. nov.）

属征　化石体为圆形，平，薄，时有炭质膜覆盖，常单个或多个聚集在一起，个体大小变化在10—25 mm之间，化石体不易区分中央盘和外环盘，但在盘体中心常有一颜色加深部分。盘体边缘可见有同心状细褶、细纹及放射状细纹，有时盘体中部有半圆形或半椭圆形印痕，盘体边缘有缘触手。化石体与围岩界线清楚。

讨论　关于这类大小在10—25 mm之间的圆形化石不同作者有不同的看法：1965年索科洛夫认为是水母类，定名为 *Beltanelloides*；1974年门纳将同类化石作为原始水母类，定名为 *Beltaneniformis*；近年来，H. J. Hofmann（1985）和 Gnilovskaya 等（1988）则将 *Beltanelloides* 改归为 *Chuaria* 并认为 *Beltaneniformis* 是 *Beltanelloides* 的同异名。1994年H. J. Hofmann正式将 *Beltanelloides*、*Beltaneniformis* 归入 Chuariaceae 科。对于形态为圆形，而大小在10—25 mm之间的化石，我们认为不能一概而论的归属于某一类生物。球形、盘形及圆形的生物当被保存为化石时，由于受到成岩压实作用的影响，都可能形成相似的印痕。所以我们应根据各类化石自身的特征来进行鉴别。在庙河发现的类水母化石，大多保存在炭硅质岩层面上，单个或成群的出现，化石体薄而平坦，没有中央盘与外环盘之分，有一定的层位。陈孟莪根据其形态和大小特点将圆盘状化石归属于 *Beltanelloides podolicus*（1993）。我们通过大量的标本观察和研究，认为在庙河发现的圆盘状化石与 *Beltanelloides* 有相似的地方，但也有明显的区别。主要是化石体具有一很薄的炭质膜，证明该圆盘状化石是生物并非印痕，2. 此圆盘状化石具有较多的同心纹圈，一直到达盘体中部，3. 具有很细而长的放射纹，4. 在接近盘体的中部见有较多的半圆形，半椭圆形的构造，根据以上各点，本文将此类化石归于类水母化石。

分布时代　湖北，晚震旦世。

环纹古水母（新属新种）*Palaeomedusa circvittata* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版 38，图 6；图版 39，图 3）

1993，*Beltanelloides podolicus* Chen，陈孟莪等，P. 312—317，图版 1，图 1—4。

词源 circ-拉丁文，圆环之意；vittat-拉丁文，有条纹。

描述 化石为圆形盘体，薄，常有一炭膜覆盖，呈单个或多个聚集在一起保存于层面上，个体大小变化在 10—25 mm 之间。化石体平，不易区分中央盘和外环盘，有时在中部可见到有机质颜色加深的特点。在盘体边缘可见清楚的同心状细褶，向内变细为同心环纹，同心环纹可直达盘体中部。盘体复有放射线，局部区段特别清楚。在盘体中部还可见较多半圆形或半椭圆形的印痕。盘体与围岩界线清楚。

讨论 在观察标本时发现，有的标本上放射纹线清楚，但半圆形或半椭圆形的印痕不甚清楚，有的标本则半圆形或半椭圆形的印痕清楚，而放射纹则依稀可见。由于盘体本身就很薄，所以他们是否是下伞面不同层次的特点还很难确定。以上这些特征在风化后的标本上均不易见到。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

多腕古水母（新属新种）*Palaeomedusa polycarpa* Ding（gen. et sp. nov.）

（图版 39，图 1—2）

词源 poly- 希腊文，多之意；carp- 希腊文，腕之意。

描述 化石体中等大小，压实后为圆形，直径为 15—25 mm，单个保存或群集出现。盘体边缘带清楚，较宽，一般为 1.5—2.0 mm，内有许多细褶。在盘体边缘有向外伸出的触手，长短不一，有时可分叉，触手基部有一明显的触手球，盘体上见有同心纹，中心能见到放射纹。

讨论 此种以有较多的不等长的触手区别于 *P. circvittata* 放射纹仅在中心有发现，可能是因为化石已风化，所以不易发现，因为这些构造一般均保存在较新鲜的化石个体上。也不排除发现的化石以上伞面保存，而未见到放射纹。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

2. 环节动物

环节动物门 Annelida

寡毛纲 Oligochaeta

目、科未定 Order and Family uncertain

西陵峡虫属（新属）*Xilinxiaella*（gen. nov.）

词源 Xilinxia 为化石产地名；-ella 拉丁文词尾，意为产地的。

属型种 *Xilinxiaella bella* Li（gen. et sp. nov.）

属征 蠕虫动物化石，以压扁的黑色炭质体保存于层面上。虫体呈“S”状弯曲的长锥形。头部不发达；向前略收缩，呈浑圆状，向后与虫体中部渐变过渡，粗细无明显变化。虫体从中部向后逐渐变细；尾部细长。虫体上环节明显，节间有收缩，造成虫体两侧边缘不平直。在环节上还有清楚的细密横纹。

讨论 新属虫体完整，个体大小悬殊，长 19—60 mm，形态特殊，还无法归入其它已

知蠕虫化石属。从其环节明显，头部不发达，无疣足等特点，可归入环节动物门寡毛纲。另外，从标本上发现，虫体后部的岩层面上保留有一浅色拖痕，与虫体尾部相连。这一拖痕与现代蜗牛动物爬过后留下的浅色有机膜拖痕类似。这一特点说明新属虫体可能在体表存在有粘液，也反映该类化石保存的环境是非常平静的，以至于这些粘液拖痕也被保存下来。该新属据虫体大小，可分为两个种：*Xilinxiaella bella* 和 *Xilinxiaella minuta*。

分布时代 中国湖北，晚震旦世早期。

美丽西陵峡虫（新属新种）*Xilinxiaella bella* Li（gen. et sp. nov.）

（图版 32，图 9）

词源 bell-拉丁文，美丽之意。

描述 蠕虫化石以压扁的炭质体保存于层面上，外形呈“S”弯曲的长锥形。虫体前部粗宽，后部细窄。头部不发达，向前略收缩，向后与身体渐变过渡，无明显的构造差异和粗细变化，宽约 6 mm；从虫体中部向后逐渐变细，尾部细长，末端宽约 1 mm；虫体总长 60 mm 左右。虫体的环节构造明显，节间有收缩，造成两侧边缘不平直。1cm 长度上有 11—12 个环节。其上有细密横纹（见素描图 5—3）。

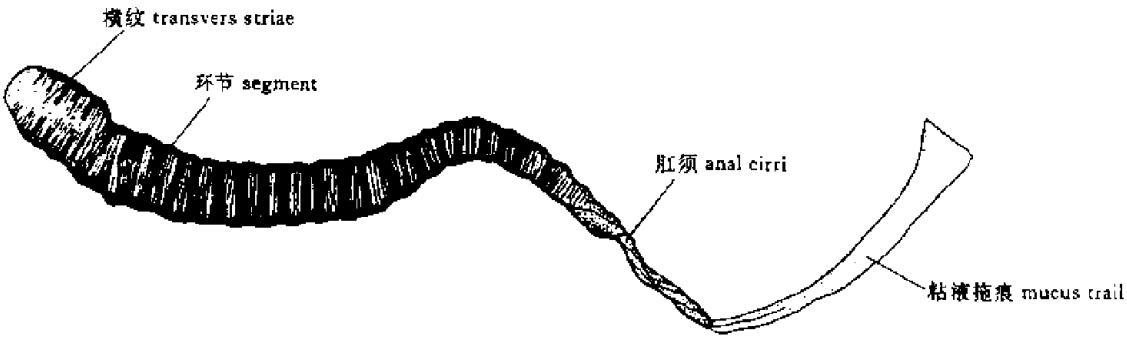


图 5—3 美丽西陵峡虫（新属新种）素描

Fig. 5—3 Sketch of *Xilinxiaella bella* (gen. et sp. nov.)

放大 1.5 倍

×1.5, Showing Segment, Transvers striae and Anal cirri.

比较 新种在虫体外形及环节构造等特征上与 *Xilinxiaella minuta*（gen. et sp. nov.）非常相似，但在虫体大小和环节密度上有明显差异。另外，从新种模式标本上发现虫体尾部有细丝状有机物，可能为虫体尾端的肛须（*anal cirri*?）。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

微小西陵峡虫（新属新种）*Xilinxiaella minuta* Li（gen. et sp. nov.）

（图版 32，图 3）

词源 minut-拉丁文，微小之意。

描述 虫体化石呈压扁的黑色炭质体保存于层面上。外形呈前粗后细“S”形弯曲的长锥状。头部不发达，宽约 2 mm，向前略收缩，向后渐变过渡，无明显的粗细变化。从虫体中部向后逐渐变细，尾部细长，粗约 1 mm 左右。尾端保存不全，保存长度 19 mm。虫体

上环节明显，节间有收缩，1 mm 长度上有 3—5 个环节，其上有细密横纹（图 5—4）。

比较 新种与 *Xilinxiaella bella* 非常相似，但新种个体微小，环节密集的特点可明显区别于后者。从新种模式标本上发现，虫体尾部表层脱落后，其内部有类似于肠道的纵向构造。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

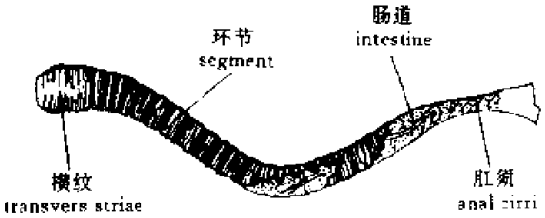


图 5—4 微小西陵峡虫（新属新种）素描图
Fig. 5—4 Sketch of *Xilinxiaella minuta* (gen. et sp. nov.)
放大 3 倍
×3, Showing Segment, Transvers striae, Intestine and Cirri

长江虫属（新属）*Changjiangivermia* Li（gen. nov.）

词源 Changjiang 为化石产地地名；-verm 拉丁文，蠕虫之意。

属型种 *Changjiangivermia hamata* Le（gen. et sp. nov.）

属征 化石呈黑色或褐色炭质层保存。虫体长 65 mm 左右，前部粗宽而直，后部细窄，弯曲呈钩状。头部膨大，呈扇形，最大宽度约 20 mm；前边缘弧形，向后迅速变细与身体渐变过渡。头部横纹构造不明显，但在扇形最宽处的左右两侧"眼区"可见对称向中部突出的多条弧形细纹。虫体中部宽约 5 mm，向后逐渐变细，尾部宽约 2 mm，尾端保存不全。虫体上环节清楚，1 mm 长度有 1—2 个环节，环节上有细密横纹。在虫体两侧保存有细密的刚毛，其密度与横纹密度一致。刚毛长 1 mm 左右（见素描图 5—5）。

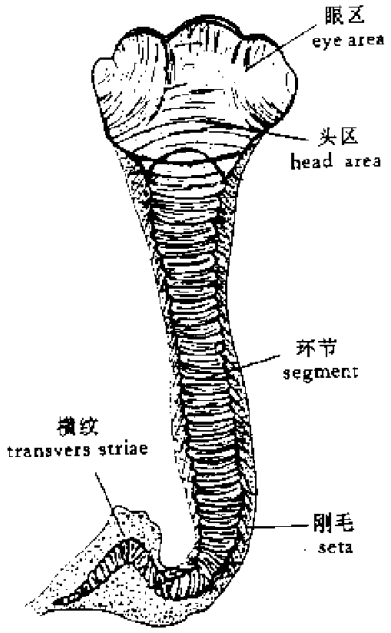


图 5—5 钩状长江虫（新属新种）素描
Fig. 5—5 Sketch of *Changjiangivermia hamata* (gen. et sp. nov.)
×1.5

讨论 新属虫体头部膨大呈扇形，向后迅速收缩变细，与身体渐变过渡，以及身体从前向后逐渐变细的特殊外形可明显区别于已知的蠕虫化石属。从虫体有明显的环节、两侧有刚毛、无疣足等特征，可将其归入环节动物门寡毛纲。新属虫体头部膨大呈扇形的特点，可能是该类蠕虫适应在层面上有效觅食的结果。

分布时代 中国湖北，晚震旦世。

钩状长江虫（新属新种）*Changjiangivermia hamata* Le（gen. et sp. nov.）

（图版 31，图 2）

词源 hamat-拉丁文，钩状之意，因虫体外形呈钩状而命名。

描述 与属征同。

比较 新种在虫体大小和具环节等特点与 *Xilinxiaella bella*（gen. et sp. nov.）相似，但前者头部膨大呈扇形，虫体两侧有刚毛的特征可明显区别于后者。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

皱线虫属（新属）*Rugosilina* Li（gen. nov.）

词源 rugos-拉丁文，皱纹之意；-lina 拉丁文，线之意，因虫体细长呈线状多皱而命名。

属型种 *Rugosilina farciminiformis* Li（gen. et sp. nov.）

属征 化石以炭化的有机体保存于层面上，呈弯曲的细长带状，不完整，可见长度45mm，虫体有明显的膨大—收缩现象，两侧边缘不平直，外形呈肠状，其宽窄变化在1—2mm左右。头部不发达，向前略收缩，前端呈截形，向后渐变过渡，无明显的宽窄变化，虫体外表有横纹。局部因标本对揭成两面，未反映外表特征，但可观察到内部有呈"S"形弯曲的纵向细沟和横向的分节槽或横隔。一般在虫体分节处有明显的收缩现象，节长在2—5 mm不等。在虫体中部的两个分节处可见虫体体壁向外分裂的现象（见图5—1）。这种分裂现象是虫体繁殖的固有特点，并非是因标本保存而造成的。在不完整的虫体后部有突然对称膨大现象，宽4—5 mm，向后因标本保存不全，特征不详。

讨论 新属虫体具有不等分布，局部突然膨大至虫体宽度2—3倍，以及体壁在分节处有向外分裂等特征，可明显区别于所有晚前寒武纪的已知蠕虫化石属。从虫体不等分节、体壁向外分裂以及无疣足等特点，与 *Aeolosoma* 非常相似，故将新属置于环节动物门寡毛纲。

分布时代 中国湖北，晚震旦世早期。

肠状皱线虫（新属新种）*Rugosilina farciminiforma* Li（gen. et sp. nov.）

（图版31，图8—10）

词源 farciminiform-拉丁文，腊肠状之意。

描述 与属征同。

比较 新种虫体在大小、表面具横纹和虫体分布等特征与 *Paleolina evenkiana* 和 *Anhuiella sinensis* 有些相似。但新种在虫体为不等分节、体壁有向外分裂及特殊外形等方面可明显区分于后两者。新种虫体体壁在分节处向外分裂的特点与飘体虫（*Aeolosoma*）类似，属于虫体的分裂繁殖现象。新种模式标本上所见虫体中部的纵向细沟，可能是虫体肠道保存下来的痕迹；虫体后部突然膨大的部分可能是虫体上类似于蚯蚓的生殖带一样的构造。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

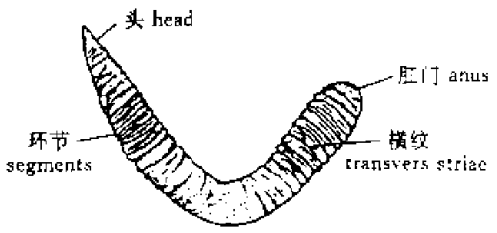


图5—6 原始古蛭虫（新属新种）素描

Fig. 5—6 Sketch of *Palaeohirudo pristina* (gen. et sp. nov.) ×3

古蛭虫属（新属）*Palaeohirudo* Li（gen. nov.）

词源 palaeo-希腊文，古之意；hirud-拉丁文，水蛭之意；因化石外形象水蛭而命名。

属型种 *Palaeohirudo pristina* Li（gen. et sp. nov.）

属征 蠕虫化石以炭化的有机层保存于岩层面上。外形象水蛭，前端尖细，粗约1 mm，向后逐渐变粗；后端粗宽，呈浑圆状半圆形，粗达3 mm。虫体呈弧形弯曲，总长达17 mm；炭化有机层龟裂后，使虫体表面粗糙，隐约可见细密横纹。虫体边缘平滑。前后端未见吸

盘（见图 5—6）。

讨论 新属虫体在个体大小，弧形弯曲，一端尖细一端粗宽呈半圆形的特殊形态，以及隐约可见的细密横纹等特征上明显不同于晚前寒武纪的已知蠕虫化石属种，而与现代的水蛭相似，但前后端未见吸盘。故将其定名为一新属（古蛭虫属），置于环节动物门寡毛纲。

分布时代 中国湖北，晚震旦世早期。

原始古蛭虫（新属新种）*Palaeohirudo pristina* Li（gen. et sp. nov.）

（图版 34，图 9）

词源 pristin-拉丁文，原始之意。

描述 与属征同。

比较 新种虫体完整，外形呈弓形弯曲的锥状，前端细尖，后端宽圆，身体无明显收缩—膨大，表面可见细密横纹等特征，可区别于其它已知蠕虫化石种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

秭归虫属 *Ziguivermites* Chen，Xiao et Yuan，1994

属型种 *Ziguivermites tentaculitiformis* Chen et al.，1994。

属征 蠕虫化石呈压扁的炭化有机层保存于岩层面上。宏观上呈弧形弯曲的长带状，两端保存不全，保存长度一般 30—70 mm，保存最大长度达 110 mm。虫体宽窄变化不明显，一般宽度 6—7 mm，最大的个体宽达 9mm，小者仅 4 mm 宽。虫体上有明显而稀疏的环脊，环脊向体表突出，突度达 0.3—0.4 mm，环脊宽 0.2—0.5 mm。环脊在保存面上平直，或向前后呈弧形弯曲；环脊上的细密横纹清楚明显。脊间区平，可有少量横纹；脊间距不等，一般 1—2 mm 宽，少数宽达 7 mm。虫体两侧边缘呈疏缓波状，局部可见有纵向线纹。

讨论 由于标本均呈不完整的片段保存，无法了解虫体的完整形态和大小。陈孟莪等在建立该属时，将其置于分类位置不明的后生动物?。在讨论时曾认为该类化石是管栖蠕虫的有机质外壳，还疑为是藻类。同年，德国的 M. Steiner(1994)曾将该类化石归属于 *Sinospongia*（震旦海绵）属，并建立一新种 *Sinospongia tubulata*。经我们研究，*Sinospongia* 具有明显的水沟系、交叉的海绵骨丝和微小骨针等特殊构造，而 *Ziguivermites* 完全不具有海绵动物的特征，不能归入 *Sinospongia* 属。从该类化石保存的特点看，既不是栖管也不是藻类，而是蠕虫动物实体，应将其置于环节动物门寡毛纲。

分布时代 中国湖北，晚震旦世早期。

竹节石形秭归虫 *Ziguivermites tentaculitiformis* Chen，Xiao and Yuan，1994

（图版 31，图 3—4）

1994 *Sinospongia tubulata* Steiner，Pl. 15，fig. 10—12.

描述 与属征同。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

宽带虫属（新属）*Latizonivermes* Li（gen. nov.）

词源 latizon-拉丁文，宽带之意；vermes-拉丁文，蠕虫；因该蠕虫化石呈宽带状而命

名。

属型种 *Latizonivermes megista* Li（gen. et sp. nov.）

属征 蠕虫化石呈压扁的炭化有机层保存于岩层面上。虫体保存不全，总体形态不详。化石保存长度 3 cm，弓形弯曲，两端粗细无明显变化，宽度达 2.4 cm；虫体上有明显的环脊和环纹。环脊向外略突，宽约 3—4 mm；脊间区低凹或微向内收缩，宽 0.5—1 mm。虫体两侧边缘呈波状。在环节和节间上有细密环纹，其密度达 2—4 条/mm（图 5—7）。

讨论 新属以虫体宽大、粗宽的环脊和具有细密环纹等特征区别于其它已知蠕虫化石属。据虫体有明显环节、无疣足等特征将其归入环节动物门寡毛纲。

分布时代 中国湖北，晚震旦世早期。

巨大宽带虫（新属新种）*Latizonivermes megista* Li (gen. et sp. nov.)

（图版 34，图 10）

词源 megist-拉丁文，巨大之意。

描述 与属征同。

比较 新种虫体上有明显环节和细密环纹的特点，与 *Xilinxiaella bella*（gen. et sp. nov.）相似。但新种虫体宽大，环节稀疏的特征可明显区别于后者。另外新种环节稀疏的特点与 *Ziguivermites tentaculitiformis* Chen（1994）相似，但后者环脊与环脊之间隔明显大于环脊宽度，且间距不等；而新种是环节宽度大于节间宽度，环节间隔均匀，虫体宽度也大得多，可明显区别于后者。

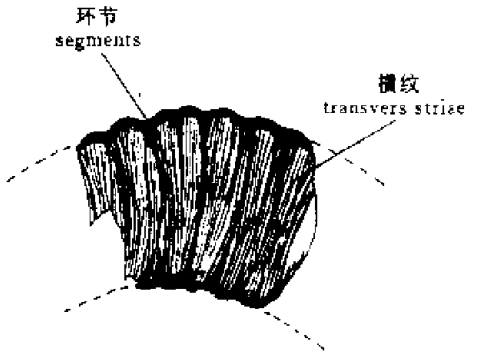


图 5—7 巨大宽带虫（新属新种）片段素描

Fig. 5—7 Sketch of the fragmentary fossil of *Latizonivermes megista* (gen. et sp. nov.) ×1

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

九曲脑虫属 *Jiuqunaoella* Chen，1991（emend. nov.）

属型种 *Jiuqunaoella simplicis* Chen，1991。

属征 虫体呈细长肠状，弯曲或盘旋；个体保存不完整，首尾难辨；虫体一端粗，一端略细，中部渐变过渡。一般宽 0.2—2 mm，保存长度 8—60 mm。虫体分节明显，长短不一，分节处有收缩，使虫体呈藕节状；两侧边缘平直或呈波状。虫体表面有细密横纹。在劈开成两半的标本上，可见虫体内部有不规则的凹坑和斜向突褶；收缩分节处横隔明显。

讨论 陈孟莪 1991 年建该属时，对该属特征仅记述为“蜿蜒曲折的压扁带状体，黑色，分节不清楚。宽度在不同个体或同一个体上有变化”。对其模式种在特征描述时也不断改变（陈孟莪等，1991、1992、1994），甚至把一些特征明显不同于模式种的蠕虫标本也描述为同一种（陈孟莪等，1992 图版 I，图 7 和图版 V，图 7）。使人无法清楚了解该属征。经我们对大量标本的研究，发现该属有如下三点主要特征可限定该属而区别于其它已知属：①虫体有分节，分节长短不一，分节处有收缩；②虫体有弓形弯曲和盘旋状态，往往盘旋者虫体要比弓形弯曲或直形虫体的保存长度长得多，我们认为这是不同种的虫体在生活习性上的差异所致，而非陈氏认为的“运动态”和“休止受惊态”；③虫体宽度在 0.2—2 mm 之

间。据特征①可将该属置于环节动物门寡毛纲，据特征②和③可将该属划分为 *Jiuqunaoella simplicis* Chen；*J. convoluta*（sp. nov.）和 *J. minia*（sp. nov.）三个种。

分布时代 中国湖北，晚震旦世早期。

简单九曲脑虫 *Jiuqunaoella simplicis* Chen，1991

（图版 32，图 5；图版 33，图 1、4、10；图版 34，图 11）

描述 化石以黑色或棕色炭化有机层保存于层面上，外形似肠状，直或弯曲。虫体多不完整，首尾难辨；一端粗（1.2—2 mm），一端略细（0.5—1 mm），中部渐变过渡；保存长度 8—20 mm。虫体分节，分节处有收缢，呈藕节状，节长不等；表面有细密横纹。在劈开成两半的标本上可见虫体内部有不规则凹坑或斜向突褶，分节处有横隔。

比较 这里描述的特征与陈氏建种时的模式标本特征一致，与陈氏后来（1992、1994）描述成该种的其它标本（图示）特征差别较大。因为它们可能不是同一种的虫体标本。在该种一些对劈成两半的标本上所显示的内部特征与 *Rugosilina farciminiformis*（gen. et sp. nov.）较相似，但后者虫体在分节处有体壁向外分裂以及虫体局部膨大至体宽 3 倍的特征可区别于前者。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

旋卷九曲脑虫（新种）*Jiuqunaoella convoluta* Li（sp. nov.）

（图版 33，图 2—3）

1994 *Jiuqunaoella simplicis* Chen，陈孟莪、萧宗正、袁训来，P. 396，Pl. Ⅳ，fig. 8—9。

词源 convolut-拉丁文，旋卷之意，因化石虫体呈旋卷保存而命名。

描述 化石以黑色炭化有机层保存于岩层面上。虫体细长，其长度大于 40 mm，宽度 1—2mm，呈线带状在层面上旋卷盘曲保存。一般保存有 3—4 个旋圈，内圈虫体较细，宽约 1—1.5 mm；外圈虫体较粗，宽约 1.5—2mm。虫体不完整，首尾难辨。虫体有明显的收缢现象；分布清楚，但节长不等，其变化在 2—4 mm 之间。在收缢或分节处的虫体表面具有细密横纹。

比较 新种以虫体保存长度大，呈平面旋卷盘曲之特点可区别于属内其它种。虫体表面的细密横纹因标本劈揭时的影响，仅在虫体收缢或分节的低凹处有保留。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

小九曲脑虫（新种）*Jiuqunaoella minia* Li（sp. nov.）

（图版 32，图 6）

词源 mini-拉丁文，小。

描述 化石呈压扁的炭化膜保存于岩层面上。虫体呈线状，长度大于 14 mm，宽度仅 0.5 mm，呈蛇形弯曲盘叠。头部呈长椭圆形，前端浑圆，向后略膨大，至颈部收缩变细；中部宽窄均匀，局部有收缢；尾部保存不全；虫体具不等分节特点；表面特征保存不清，内部具有不规则的横向和斜向突脊与凹坑。

比较 新种以虫体微小，宽度仅 0.5 mm，保存有长椭圆形头部之特征可明显区别于属内其它种。新种在虫体大小上，与 *Paleolina evenkinana* 相似，但新种虫体有收缢现象，头部

呈长椭圆形，颈部较细，内部具不规则的横向和斜向突脊和凹坑等特点可明显区别于后者。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

3. 分类位置不明的蠕虫动物（Vermes incertae sedis）

牛肝马肺虫属 *Niuganmafeia* Chen，1991

属型种 *Niuganmafeia obesa* Chen，1991。

属征 蠕虫化石呈压扁的炭化膜保存。虫体呈直或弯曲的带状，一端粗宽，另一端细窄，中部渐变过渡。两端保存不全，首尾难辨。保存长度一般为 20—50 mm，最大保存长度达 70 mm。虫体宽一般 3—7 mm，最宽达 9mm。虫体两侧边缘平直；表面有细密横纹，横纹平直或呈波状，彼此平行或局部为分叉相接，密度为 8—11 条/mm。虫体未见明显分节，无疣足。

讨论 陈孟莪（1991）在建立该属时，仅描述为“虫体宽带状，横分节清楚”，在讨论中又将“横节”认为是“生长纹”。德国的 M. Steiner 将该属的模式种 *Niuganmafeia obesa* Chen，1991 作为裸记名（nom. nud.）归入 *Sinospongia chenjunyuani* 中（1994）。经过我们的研究，该类化石的蠕虫特征明显，不具有水沟系、海绵骨丝和骨针等海绵动物之特征。不宜归入 *Sinospongia* 属。现沿用原属名，给于补充描述。并依据虫体大小和横纹疏密程度以及细端特征分为 *Niuganmafeia obesa* Chen 和 *Niuganmafeia typica*（sp. nov.）两个种。

分布时代 中国湖北，晚震旦世早期。

肥胖牛肝马肺虫 *Niuganmafeia obesa* Chen，1991

（图版 32，图 1、2、4；图版 33，图 7—8）

描述 化石呈黑色炭化膜保存。虫体呈直或微弯曲的宽带状，一端粗宽，另一端略细，中部渐变过渡，粗端多保存不全，细端浑圆状。保存长度一般 20—50 mm，最大保存长度 70 mm。虫体宽 5—9 mm，一般粗端宽 6—9 mm，细端宽 5—6 mm。虫体两侧平直，表面具有细密横纹。横纹平直或呈波状，彼此平行或分叉相交。每毫米长度内有 8—9 条横纹。

比较 该种蠕虫因标本保存不完整，虫体的总体形态、结构不详，尚无法确定其确切的分类位置。该种蠕虫在虫体不分节，无疣足，表面具细密横纹，虫体两侧平直无收缩的特点与 *Niuganmafeia typica*（sp. nov.）很相似。但后者虫体较小，最大宽度不超过 4 mm；外形呈细长锥状、直或弯曲；横纹很细密的特征可明显区别于 *Niuganmafeia obesa* Chen。陈孟莪（1994）曾将部分 *N. typica*（sp. nov.）标本认为是 *N. obesa* 的细端而描述为同一种（陈孟莪等，1994，Pl. Ⅲ，fig. 8；Pl. Ⅳ，fig. 5）。作者经过对大量标本的观察研究，发现了细端完整的 *N. obesa* 标本，其细端并非细长锥状，而是呈粗短浑圆状，宽度大于 5 mm（图版 32，图 2）。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

典型牛肝马肺虫（新种）*Niuganmafeia typica* Li（sp. nov.）

（图版 32，图 8；图版 33，图 6；图版 34，图 1—2、5、7）

1994 *Niuganmafeia obesa* Chen，Xiao et Yuan，Pl. Ⅱ，fig. 8；Pl. Ⅳ，fig. 5.

词源 typic-希腊文，典型之意。

描述 蠕虫化石以炭化膜形式保存。外形呈细长的直或弯锥状。细端尖细或浑圆，宽0.6—1.6 mm；粗端宽3—4 mm；中部渐变过渡，保存长度20—45 mm。虫体多在细端发生弯曲或扭折，局部有明显的收缩；表面横纹清晰，平直或呈波状，疏密不等，一般在1 mm长度有9—11条横纹。

比较 新种虫体不分节，无疣足，表面具有平直或波状细密横纹的特征与 *Niuganmafeia obesa* Chen 相似。但新种虫体多呈弯锥状，最大宽度不超过4 mm，多保留细端，横纹密度不均匀等特征，可明显区别于后者。陈孟菽（1994）将该类蠕虫化石认为是 *Niuganmafeia obesa* 虫体的端部，归为同一种。从图示标本上未见两者相接的直接证据。我们通过对大量标本的研究，亦未发现新种虫体与 *N. obesa* 的直接联系。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

***Niuganmafeia typica* 标本度量** （单位 mm）

标本号	保存长度	细端宽	粗端宽	备注
SM I -7-A-012	40	1	3	细端完整
SM I -7-B-238	45	1.5	3.5	细端完整
SM I -7-6-22a	26	0.6	2	细端完整
SM I -7-6-22b	26	0.6	2	细端完整
SM I -7-B-308	37	2	3	两端不全
SM I -17-5-1a	20	1.6	3	两端不全
SM I -17-5-1b	20	1.6	3	两端不全
SM I -7-2-10a, b	30	1.8	3.2	两端不全
SM I -7-B-238	43	2	4	两端不全
SM I -7-5-32a, b	15	1.5	3	两端不全
SM I -7-5-27	18	1.5	3	两端不全
SM I -7-A-108a, b	17	1.5	3.5	两端不全

双尖虫属（新属）*Ambomurica* Li（gen. nov.）

词源 ambo-拉丁文，双之意；muric-拉丁文，尖细、尖端之意，因新属虫体两端尖细而命名。

属型种 *Ambomurica saligna* Li（gen. et sp. nov.）

属征 蠕虫动物化石，以暗褐色炭质膜保存于岩层面上。虫体无分节，呈压扁带状保存，外形似微弯曲细长的柳叶形，长达10 cm。虫体前部细长，宽约3—4 mm，无明显的头部，向前端渐细，两侧边缘平直；中后部粗宽，最宽处达6 mm，两端边缘呈波状，显示虫体有蠕动收缩的特点；尾端渐细呈尖锥状。虫体前后的粗细变化为渐变过渡；表面无横纹；两侧无疣足和刚毛。

讨论 新属虫体中部粗宽，两端尖细的外形，虫体无分节，表面无横纹等特征可明显区别于已知的蠕虫化石属。由于虫体化石呈带状保存，无分节，无横纹，无疣足，无刚毛，很难确定其分类位置，暂置于分类位置不明的蠕虫类。

分布时代 中国湖北秭归，晚震旦世早期。

柳叶形双尖虫（新属新种）*Ambomurica saligna* Li（gen. et sp. nov.）

（图版 32，图 7；图版 34，图 3—4）

词源 salign-拉丁文，柳叶形之意。因化石外形呈柳叶状而命名。

描述 与属征同。

比较 新种虫体在大小、外形，以及无分节无横纹的特点上可明显区别于任何已知蠕虫化石种，而与一些带状遗迹化石相似。但新种化石上有暗褐色炭质膜保存，虫体有明显的宽窄变化可区别于遗迹化石。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组顶部。

蛹形虫属（新属）*Pupillivermia* Li（gen. nov.）

词源 pup-拉丁词，蛹之意；verm-拉丁词，蠕虫之意；因新属虫体外形呈蛹形而命名。

属型种 *Pupillivermia robusta* Li（gen. et sp. nov.）

属征 蠕虫动物化石呈黑色炭质膜保存于岩层面上。虫体粗短，长约 12mm，前后粗细一致，宽约 4—5mm，两端浑圆，整体弓形弯曲，外形似蚕蛹状。虫体不分节，两侧边缘微呈波状，表面有间隔不等的横向弧形皱纹。虫体两侧无疣足、刚毛等运动器官。无明显的头部构造，首尾难辨。

讨论 新属虫体以其特殊的外形特征而区别于已知的蠕虫化石属。暂置于分类位置不定的蠕虫类。

粗壮蛹形虫（新属新种）*Pupillivermis robusta* Li（gen. et sp. nov.）

（图版 33，图 5）

词源 robust-拉丁文，粗壮之意。

描述 与属征同。

比较 从新种化石保存的形态、大小特征看，目前尚无相似者。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组顶部黑色碳硅质页岩。

残缺化石 A Fragmentary fossil A

（图版 37，图 9）

描述 化石呈炭化有机膜保存于岩层面上，风化后呈褐色。保存长度 50mm，两端不全；宽度 24—26mm；化石体两侧边缘平滑，在中段的一侧略有收缩。化石体中部可见 5 条宽约 0.5mm 的浅色横带呈彼此平行的分节状排列，其间隔不等，在 3—7mm 之间，向两端再未见有这种分节状横带。

讨论 该化石因残缺不全，无法了解其总体特征，更难确定其分类位置。但从具有分节状横带特征看，类似于沙蚕的一些特征，暂作简单描述，以便在今后的研究中留意该类化石。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

二、海绵动物（Porifera）

海绵动物门 Porifera

纲、目、科未定 Class，Order and Family uncertain

震旦海绵属 *Sinospongia* Chen，1992（emend. nov.）

属型种 *Sinospongia chenjunyuani* Chen，1992。

属征 海绵体呈直或微弯曲的锥柱状或囊状，保存长度3—7cm，直径15—20mm。海绵体外壁薄而致密，其上分布有内外相通的水孔，孔径大小0.1—0.3mm。与水孔相接的水道有两种类型，一是呈分叉管状，在近外壁处水道管较粗，垂直或斜交外壁与水孔相接；二是较复杂的水道，先在外壁内侧形成宽窄不等的纵向水道，然后再向内分叉形成横向水道（见素描图5—7、5—8）。条带状骨丝束以横向分叉为主，彼此连接成网状。局部可见十字形骨针分布于网状骨丝中。

讨论 陈孟莪（1992）建立该属时，仅描述为“大型长管状海绵，单层骨针、大骨针组成菱形网格，有时稀疏，小骨针单轴双尖形”。在讨论时又强调“骨针的组织度明显较差”。笔者在详细研究该类标本后，又赴南京对陈氏的模式标本进行了观察，发现陈氏明显将海绵骨丝束视为大骨针。并且对海绵体外壁上内外相通的水孔和水道特征未予描述。故作补充描述和讨论。

分布时代 中国湖北，晚震旦世。

陈氏震旦海绵 *Sinospongia chenjunyuani* Chen，1992

（图版35，图4；图版36，图1）

描述 海绵体呈直或微弯曲的长柱状，始末端保存不全，长度大于70 mm，宽15—20 mm。外壁薄而致密，其上分布内外相通的水道孔，孔径0.08—0.2 mm。水道呈分叉管状，垂直或斜交外壁与水孔相连。近外壁处水道管较粗，向内分叉变细，与横向骨丝束相接。横向分布的条带状骨丝束彼此连接成菱形网格状。局部可见十字形骨针，大小仅0.05—0.08 mm（图5—2）。

比较与讨论 该种以垂直外壁分布的分叉管状水道、横向骨丝束连接成菱形网格和具有十字小骨针之特征区别于属内其它种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

网状震旦海绵（新种）*Sinospongia dictyoforma* Li（sp. nov.）

（图版35，图2—3）

词源 dicty-拉丁文，网之意；-form 拉丁文，具……形。

描述 海绵体呈短柱状，始末端保存不全，长度大于30mm，宽14—15mm。外壁薄而致密，其上分布内外相通的水道孔，水道系统较复杂，先在外壁内侧形成宽窄不等的纵向水道，然后再向内分叉形成横向水道。条带状骨丝束连接成网状（图5—8）。

比较与讨论 新种以骨丝束呈多叉状或放射状连接成网状及特殊的水道特征区别于属内其它种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

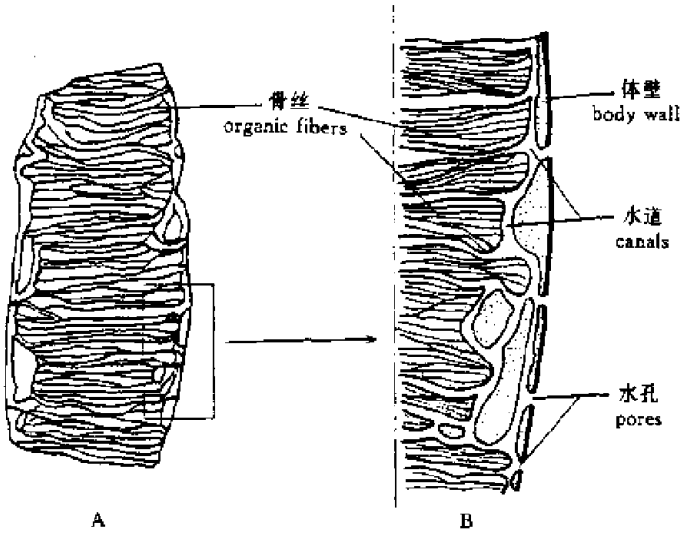


图 5—8　网状震旦海绵（新种）结构特征

Fig. 5—8　Architecture of *Sinospongia dictyoforma* (sp. nov.)

A 为 SM I -7-B-228a 标本素描；B 为局部放大，示水道和水孔

A. Sketch of the specimen No.

SM I -7-B-228a; B. partly enlarged, showing the Canals and the Pores

皱纹海绵属（新属）*Rugospongia* Li（gen. nov.）

词源　rug- 拉丁词，皱纹之意；spong- 希腊语，海绵之意。

属型种　*Rugospongia conica* Li（gen. et sp. nov.）

属征　海绵体呈弯锥状或囊状。始端尖细、弯曲，有固着部。向末端逐渐膨大呈锥形或囊状。保存长度 20—40mm，宽度 7—9mm（个体最宽处）。海绵体外壁薄，表面具有横向波状细密皱纹。水道呈分叉管状斜交或垂直外壁与水孔相通。向内与分叉的骨丝束联接成网状；海绵体上有出芽生殖现象。未见骨针。

讨论　新属依据其具有固着生长的固着端、多层结构、水道系统及出芽繁殖等特征，将其置于海绵动物门中。并依据其弯锥形或囊状形态，保留有固着端，表面具细密皱纹及出芽繁殖等特征可区别于晚前寒武纪所有的已知海绵属。

分布时代　中国湖北，晚震旦世。

锥形皱纹海绵（新属新种）*Rugospongia conica* Li（gen. et sp. nov.）

（图版 35，图 1；图版 36，图 4、6；图版 37，图 5）

词源　conic-希腊语，圆锥形的。

描述　海绵体呈弯锥状，保存长度 20—30 mm，始部细窄，弯曲，宽仅 2—3 mm，在始端有球状固着器；向上逐渐膨大成锥状，最宽处约 7—9 mm；末端保存不全。海绵体外壁薄，外表面上具横向波状皱纹。

比较　新种以弯锥状外形和具体固着端等特征区别于属内其它种。

产地层位　湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

庙河皱纹海绵（新属新种）*Rugospongia miaoheensis* Li（gen. et sp. nov.）

（图版 37，图 1、4）

词源 Miaohe 化石产地名；-ensis 拉丁文，产地之意。

描述 海绵体呈囊状，始端不全，保存长度 38 mm，最大宽度 15 mm，末端略收缩，呈浑圆状。外壁薄，其上分布有内外相通的水孔，表面有横向波状皱纹。内部的水道呈分叉细管状，垂直外壁与水孔相通，向内分叉变细或成束的骨丝相连接。海绵体上有侧向出芽繁殖特点，芽体呈弯或直的细管状从外壁上长出，粗 2—3 mm，长 10—20 mm。

比较与讨论 新种以侧向出芽繁殖和囊状外形之特点，可明显区别于属内其它种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

陡山沱海绵（新属）*Doushantuospongia* Li（gen. nov.）

词源 Doushantuo 化石产地名；spong-希腊语，海绵之意。

属型种 *Doushantuospongia cylindrica* Li（gen. et sp. nov.）

属征 化石体呈圆筒状或锥状。始端保存不全，末端圆形或椭圆形，保存长度 40mm，直径约 20 mm。末端中央有一圆形出水口，大小 5—7 mm。外壁薄而致密，在外壁与中央腔之间呈环状和放射状分布的骨丝，彼此攀结成网架状。在末端侧壁上有一芽体，其断面特征与母体一致，直径为 11 mm，与母体共壁生长。

讨论 依据新属具有锥状或角柱状外形，末端具出水口，外壁与中央腔之间有网架状骨丝构造，以及侧向出芽生殖等特征，将其置于海绵动物门中。详细分类位置未定。在新属化石中未见骨针和水道系统可区别于其它已知海绵属。

分布时代 中国湖北，晚震旦世。

锥形陡山沱海绵（新属新种）*Doushantuospongia cylindrica* Li（gen. et sp. nov.）

（图版 36，图 2）

描述 与属征同。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

袋状海绵属 *Cuculus* Steiner，1994（emend. nov.）

属型种 *Cuculus fraudelentus* Steiner，1994。

属征 大型长袋状海绵体化石。呈压扁的黑褐色炭化层保存于岩层面上。完整个体极少，多保存为不完整片段，最大保存长度 170mm，一般片段长 30—80mm，宽度在 12—30mm。海绵体基部窄细，具固着生长特点；向上渐变粗大，末端浑圆，总体呈长袋状。海绵体沿长轴方向有粗细变化，压扁后在两侧边缘显示有“收缩—膨大”的特点。海绵体中空，外壁薄，在压扁保存时易变形。在海绵体炭化层上有许多不规则的皱纹状或网状构造。未见骨针。

讨论 Michael Steiner（1994）曾将该类化石作为分类位置不定的生物描述为 *Cuculus fraudelentus*，在讨论中说由于在模式标本中见到小的卵圆形东西（直径≤15 μm），认为是石化的菌体，故将该类化石认为是大型的“细菌持有者”。陈孟莪（1994）曾将该类化石作为震旦海绵属的一个新种 *Sinospongia hubeiensis* 进行了报道。事实上，新种特征与 *Sinospon-*

gia 属的特征相差甚远，不能归为同一属。笔者通过对该类化石的大量标本研究，发现该类化石在具有长袋状外形、基部固着、中空、外壁薄且呈膜网状等特征方面，与现代海绵动物的“借老同穴”非常相似。故将该化石置于海绵动物门，目和科未定。

分布时代 中国湖北，晚震旦世。

可疑袋状海绵 *Cuculus fraudelentus* Steiner，1994

（图版 35，图 5—6）

1994 *Sinospongia hubeiensis* Chen，Xiao et Yuan. Pl. Ⅱ，fig. 7；Pl. Ⅳ. fig. 1，

1994 *Cuculus fraudelentus* Steiner，Pl. 14，fig. 1—3，7—9.

描述 与属征同。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

弧形袋状海绵（新种）*Cuculus homotropus* Li（sp. nov.）

（图版 36，图 3、5；图版 37，图 3、6—7）

词源 homotrop-拉丁文，同向弯曲之意；因化石上皱纹同向弯曲而得名。

描述 长袋状海绵，个体保存不全，保存长度 30—40 mm，宽 15—20 mm。海绵体收缩不强烈。压扁后的两侧较平滑。弧形皱纹均向同一方向弯曲，均匀分布。其它特征与属征一致。

比较 新种主要以压扁保存的化石体两侧较平滑，弧形皱纹向同一方向弯曲，均匀分布等特点区别于属内其它种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

环纹袋状海绵（新种）*Cuculus complexus* Li（sp. nov.）

（图版 37，图 2、8）

词源 complex-拉丁文，环纹之意；因化石上线纹前后弯曲呈环圈状而命名。

描述 长袋状海绵。化石保存不全，保存长度 30—50 mm，宽 20—25 mm；压扁保存的化石体两侧边缘呈波状。弧形皱纹稀疏不均匀，前后弯曲呈环圈状。其它特征与属征一致。

比较 新种的主要特征是压扁保存的化石，体两侧边缘呈明显波状，环圈状皱纹有向前后弯凸的特点，且不均匀，据此可区别于属内其它种。

产地层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组。

第六章　遗迹化石

第一节　研究简史

我国晚震旦世遗迹化石的发现和研究始于70年代。1973年丁启秀等在三峡石牌沿红测制震旦系剖面时，于灯影组顶部发现一种管状化石，由钱逸研究定名为 *Scolithos*（=*Skolithos*）（钱逸，1978）。后经陈孟莪等重新进行研究比较，认为该类化石与 *Skolithos* 不同，遂另建 *Shipaitubulus cylindricus*（陈孟莪，1981）。1973—1977年期间，邢裕盛、王义昭、张树森等先后在湖北秭归庙河一带灯影组上部发现 *Scolithos*（=*Skolithos*）*miaoheensis*。1977—1978年间，湖北震旦系专题研究组在湖北宜昌天柱山、黄山洞、泰山庙等地的灯影组天柱山段下部发现了 *Planolites*（*Paraplanolites*）*taishanmiaoensis*（丁启秀等，1984）。1983年S. M. Awramik 等在宜昌莲沱王丰岗及三斗坪田家园子陡山沱组燧石结核中，发现微米级回填潜穴（backfilled burrow），认为是蠕虫动物在通过沉积物作蠕动时所留下的痕迹（S. M. Awramik 等，1985）。1984—1987年，赵自强、邢裕盛等分别在湖北南漳邓家崖和钟祥太极垭的灯影组上部发现 *Planolites* sp.，*Skolithos hubeiensis*、*Codonichnus wujiensis* 等遗迹化石（赵自强、邢裕盛等，1988）。1989—1990年，丁莲芳、张录易等在进行扬子地台北缘晚震旦世—早寒武世生物群研究的过程中，分别在陕西宁强胡家坝灯影组高家山段和湖北宜昌三斗坪、天柱山、计家坡等地灯影组石板滩段、白马沱段和天柱山段中发现大量新的遗迹化石：*Dengyingella shibantanensis*、*Planolites sinensis*、*Funisichnus wuheensis*、*F. grammatus*、*Bucerusichnus octoideus*、*Neonereites dengyingensis* 等（丁莲芳等，1992）。

此外，在扬子地台上，1984年东野等在贵州福泉县陡山沱组中发现微体遗迹化石 *Microptychoites fuquanensis* Dong。1986年张录易等报道了陕西宁强高家山地区灯影组高家山段中的遗迹化石 *Shaanxilithes*、*Planolites* 等多种类型。1989年，殷继成等在川西与滇东的灯影组上部发现 *Skolithos*、*Planolites* 等遗迹化石（殷继成等，1990）。

除此之外，1984年杨式溥等在宁复贺兰山地区震旦系正目观组中发现大量遗迹化石。1980年段吉业等在辽宁复县长岭子组发现 *Skolithos* aff. *cylindrichnus* 等遗迹化石。

从上述资料看，我国晚震旦世的遗迹化石，除在华北地台区的宁夏、辽南等地有报道外，大多发现于扬子地台区。主要分布在云南、贵州、四川、陕南和峡东地区的灯影组中。只有S. M. Awramik 和东野经切片研究，分别在峡东和贵州的陡山沱组中发现显微遗迹化石。

因此，本文所描述湖北秭归庙河陡山沱组中的宏体遗迹化石尚属首次发现。这不仅填补了我国陡山沱期宏体遗迹化石的空白，丰富了庙河生物群的化石内容，而且对研究庙河生物群中蠕虫动物与遗迹的关系，用遗迹化石来分析判断蠕虫动物的生活习性，以及研究庙河生物群的特殊埋藏环境都具有重大意义。

第二节　遗迹化石的特性及研究方法

随着遗迹化石资料的不断丰富，人们对遗迹化石的认识和研究越来越深入。在对所有遗迹化石的成因讨论上，无不力求从凝固呆板的遗迹化石静态中去分析探寻造迹者在造迹过程中的动态。这样就把遗迹很自然地与动物活动联系在一起，这也更便于理解和掌握遗迹化石之特性。

一、遗迹化石的特性

所有的遗迹，包括各种爪痕、足印、拖痕、钻孔和潜穴系统，都是动物在其生活活动的过程中与沉积物发生作用时保留下来的作用界面。这些作用界面如果保留在层面上，则形成特殊的点、线、槽、带和凹坑等开放界面；如果保留在层内则形成闭合界面（开口除外）。这些闭合界面可围成一定的空间，当空间被充填就形成一些“体状”遗迹。无论如何，这些“体状”遗迹也只是由作用界面和填充物构成的，与造迹者的物质实体无关。所以，遗迹化石最本质的特性是一种界面化石，而非生物实体及其遗物。

遗迹一但形成，都属原地保存，不会被搬运迁移。因而遗迹化石是判断沉积环境和确定沉积相的重要依据之一。

遗迹的形态大小和保存类型，不仅与造迹动物的体态、大小有关，而且与造迹动物的生活习性、沉积底质的特性有关。在造迹动物与遗迹之间还存在着“异物同态”和“同物异态”的复杂关系。因此，在分析遗迹化石的成因时要综合考虑。在利用各种形态和遗迹化石进行地层对比时，不同依据某一种遗迹化石而下断语，最好考虑其组合。

二、研究方法及内容

鉴于遗迹化石的上述特性，在研究方法和研究内容上也有别于其它生物化石。目前，对遗迹化石的研究，不仅包括对其形态特征的描述和分类，而且包括对遗迹化石成因、造迹动物的生活习性、沉积底质的特性等方面的探讨；不仅要搞清各类遗迹化石本身的特点，而且要更多的研究那些共生在一起的不同类型遗迹化石的组合特征，进而确定和建立遗迹相，为古环境和古生态学方面的研究提供信息。

在研究方法上，一是通过野外研究，大量采集遗迹化石标本，收集遗迹与层面的关系、遗迹与遗迹的共生组合关系、遗迹与沉积相的关系等方面资料，为其分类描述、成因探讨和相分析奠定基础。二是进行室内研究，主要是对采集的标本进行遗迹化石形态特征的观察，对一些层内遗迹化石可采用岩石切面法来观察其三度空间的形态构造特征。然后将其与已知遗迹化石进行对比研究。如有新的遗迹化石类型，还要对其进行命名、描述，通过报道以利交流。

第三节　遗迹化石的分类命名

对遗迹化石的分类命名，最初多沿用古生物的分类命名方法，把遗迹化石描述成某某属，某某种。而属和种是生物分类的专用术语，其特殊含义已为世人所接受，这样就造成遗迹化石与生物实体化石在分类命名上的混淆。虽然后来一些研究者建议使用遗迹属和遗迹种的术语，亦未消除混淆的烙印。对所有遗迹化石仅仅使用遗迹属和遗迹种两级单元，在分类上不成系统，亦不可取。

目前关于遗迹化石的分类主要有习性分类（A. Seilacher，1953）、形态分类（Simpson，1975）和遗迹化石的拓朴分类（龚一鸣，1994）。在这些分类中，分类依据比较客观、明瞭、易于掌握的当属遗迹化石形态分类。作者在对收集和采集的遗迹化石资料进行系统的形态特征研究后，提出一个遗迹化石形态分类方案（表 6—1），供大家参考。新方案中的分类

表 6—1 遗迹化石形态分类表

Table 6—1 Morphological Classification of Taree Fossils

级 Garde	别 Categorg	形 Form	状 Type	型 Mould	类（举例） Kind	四字命名	中译俗名
层面遗迹级 Grade Exichnus	星团孤立别 Category Isolata	星轮放射形 Aartenformis	星射有轴状 Radiata	突中心型 Exochcentrum	*Asterosoma*	星瓣叶体	星叶迹
					Ichmocumulus	疱瘤累累	疱形迹
				平中心型 Plancentrum	*Eilscaptichnus* *	旋掘迹撅	旋掘迹
					Oldhamia	奥哈疑踪	欧哈姆迹
			星射无轴状 Asterodeus	空中心型 Vacucentrum	*Asterichnites*	星光爪痕	星爪迹
					Asteopolithon	天外星石	平星迹
					Glackeria	格洛克迹	万洛克迹
					Lorenzinia	洛伦茨迹	洛伦茨迹
		环盘团粒形 Misciformis	凹凸团粒状 Scrobiculata	粪石型 Coprolites	*Lumbricaria*	团肠盘曲	蚓形迹
					Microspirolithus	微旋石迹	微旋迹
				核粒型 Drupformis	*Lockeia*	洛克石迹	洛克迹
					Ovatiichnus	卵形迹撅	卵形迹
				撅粒型 Excavasinus	*Sagittichnus*	矢奇遗迹	箭头迹
					Rusophycus	露宿非窟	皱饰迹
				奇特型 Proprimorphe	*Bifungites*	双菌哑岭	双菌迹
					Wammillichnis	乳形迹撅	乳形迹
			环盘状 Placentiform	圆盘型 Discmorphe	*Spirophyton*	旋轮圆迹	旋轮迹
				圆环型 Annumorphe	*Annulus*	环形石迹	环迹
	延伸盘绕别 Categorg Prolongatum	连续延伸形 Conunicata	凹槽状 Sulciform	单槽型 Monosulcatus	*Climactichnites*	梯形石迹	梯形迹
					Gyrichnites	旋螺移迹	环节迹
				双槽型 Bisulcatus	*Didymaulichnus*	二槽沟迹	双槽迹
					Crossopodia	双轨纵横	交叉迹
				三槽型 Trisulcatus	*Scolicia*	石可理析	环带迹
			隆脊状 Porcatiform	单脊型 Monoporcatus	*Planolites*	游移漫迹	平管迹
					Cochilichnus	螺旋丝迹	螺丝迹
				分叉脊型 Dichotomus	*Arthrophycus*	节茎盘错	节茎迹
					Yakutatia	桠柯太光	雅库迹
				网格型 Dictyform	*Paleodictyon*	古网蜂格	古网迹
					Protopaleodictyon	始古网迹	始古网迹
			线带状 Taenilines	宽带型 Taeniformis	*Taenioichnus*	带状遗迹	带状迹
					Planotaenichnus *	平带移迹	平带迹
				细线型 Lineformis	*Linbotulichnus* *	线肠迹撅	线肠迹
					Gordia	金线蠕痕	线形迹

* 新描述的遗迹类。

续表

级 Grade	别 Categorg	形 Form	状 Type	型 Mould	类（举例） Kind	四字命名	中译俗名
层面遗迹级 Grade Exichnus	延伸盘绕别 Categorg Prolongatum	间断延伸形 Interrupta	等点趾痕状 Maculiconform	单列型 Haplofarius	*Laekrymatichnus*	泪滴遗痕	泪滴迹
					Spirodesmos	螺龙单索	旋链迹
				双列型 Didymfarius	*Saerichnites*	撒旋迹痕	萨里迹
					Xizongichnus	西藏遗痕	西藏迹
				三列型 Trifarius	*Paleoheliura*	古痕蝎迹	古拖拉迹
					Triavestigia	三列趾迹	三列趾迹
			分叉趾痕状 Ornichopoda	双列型 Bifarius	*Octopodichnus*	八趾腕迹	八趾迹
					Protichnites	古踪原迹	原趾迹
			同形爪痕状 Unguiconform	单列型 Monofarius	*Protorirgularia*	原羽穗迹	原枝条迹
					Pterichnus	多足羽迹	羽线迹
				双列型 Diplofarius	*Ichnyspica*	迹痕穗花	梳齿迹
					Incisifex	印息恩非	刻槽迹
			异形爪痕状 Mistmacula	双痕型 Bimacula	*Diplichnites*	双痕翅趾	双趾迹
					Dimorphichnus	双形遗迹	双形迹
				三痕迹 Trimacula	*Copeza*	雇行虫迹	雇行迹
					Mesichnium	中趾疑踪	中趾迹
				多痕型 Polymacula	*Monomorphichnus*	单形迹痕	单形迹
					Merostomichnites	似鲎行迹	鲎行迹
层内遗迹级 Grade Intrichnus	具膜遗迹别 Categorg Weblentua	具膜分叉形 Furcatus	膨胀管穴状 Habitinflata	旋选型 Rosularis	*Gyrophllites*	旋叶迭扇	旋叶迹
					Taenidium	塔泥填痕	枝带迹
				复杂型 Complicatum	*Hydromcylus*	羽尾圈扇	水柱迹
					Phycosiphon	海藻曲管	藻管迹
		具膜无叉形 Indivisus	简单膜面状 Simplwebs	墙穴型 Muralform	*Teichichnus*	梯痕遗迹	墙状迹
				管穴型 Tubatus	*Diplocraterion*	火山双颈	双杯迹
					Corophioides	曲管植根	蠕蛰迹
				旋穴型 Spiroconicus	*Zoophycus*	食食蛰扇	动藻迹
					Dictyodora	荷边网锥	网锥迹
	无膜遗迹别 Categorg Webless	无膜分叉形 Ozotoform	充填状 Lensfistula	二分枝型 Dichotoma	*Lennea*	兰痕疑蛭	平侧管迹
					Thalassinoides	塌拉迹痕	海生迹
				束分枝型 Coacivatum	*Phycodes*	节茎藻根	节藻迹
				树分枝型 Dendromorphe			
					Chondrites	行行石黍	丛藻迹
		无膜管穴形 Loculeria	弯曲管状 Scolifistula	U型管型 Hyoculata	*Arenicolites*	曲管砂居	砂居迹
					Lapispira	卿缆旋曲	卷旋迹
				螺旋管型 Gyrateulata	*Daimonelex*	达摩旋杖	旋杖迹
					Gyrolithes	旋螺立石	螺管迹
			垂直管状 Verticalis	圆柱型 Stylaris	*Bergoueria*	波谷立凹	
					Kulindrichnus	莫林疑迹	海莫迹
				圆锥型 Cylindricus	*Skolithos*	石柯立砂	针管迹，石针迹
					Ceratomorpha	角形迹痕	角形迹

单位采用级（Grade）、别（Category）、形（Form）、状（Type）、型（Mould）和类（Kind）以区别于其它分类系统。有关这方面的详细内容，将另文发表（见西安地质学院学报1996年第一期）。

第四节　庙河生物群中遗迹化石的特征、分布及组合

一、遗迹化石种类及其特征

经过对庙河生物群的系统研究，从中发现了大量的宏体遗迹化石。依据形态特征可分为平带迹（新类）*Planotaenichnus*（Kind nov.）、线肠迹（新类）*Linbotulichnus*（Kind nov.）和旋掘迹 *Eilscaptich nus*（Kind nov.）。它们具有如下特征：

1）全部为层面遗迹，包括层面拖痕和啮痕，呈水平遗迹产出。属于生物在海底表层泥底活动而形成的，表明当时的环境中水动力条件很弱，造迹动物多在层面活动而不具有钻埋的生活习性。

2）遗迹在层面上多呈浅平的带状，没有形成明显的凹槽。部分遗迹上还保留有褐色锈斑，这些锈斑很可能是动物体表分泌的粘液物被保留而形成的。在一块蠕虫化石标本上，虫体后部就保留有和现在蜗牛爬过留下的粘液膜一样的浅色膜痕。说明这些遗迹的形成不仅与蠕虫的活动有关，而且与生物体表的粘液有关。

3）遗迹和蠕虫可同时保存在岩层面上。遗迹的宽窄与蠕虫化石的粗细近于一致。蠕虫化石首尾有明显的粗细变化，在同一遗迹上无宽窄变化。另外蠕虫化石多保存有炭化有机膜，而遗迹化石则只是拖痕。推测当时的造迹生物就是这些游移底栖的蠕虫类。

二、遗迹化石的时空分布

关于庙河生物群中遗迹化石的时空分布，就我们目前掌握的资料看，在时间上主要分布于陡山沱晚期，空间上主要分布于庙河一带陡山沱组顶部的黑色炭质页岩中，与大量宏体藻类、蠕虫、海绵和水母类化石共生，构成庙河生物群的一个重要组成部分。

三、峡东晚震旦世遗迹化石组合序列

结合笔者获自研究区灯影组和陡山沱组的遗迹化石材料及前人的有关资料（表 6—2），可初步建立峡东地区晚震旦世的遗迹化石组合序列如下：

1. *Planotaenichnus-Linbotulichnus* 组合

该组合主要分布于秭归庙河一带的陡山沱组顶部黑色炭硅质页岩中，包括 *Planotaenichnus*（平带迹）、*Linbotulichnus*（线肠迹）和 *Eilscaptichnus*（旋掘迹）三个新类，其中以前两类最丰富，最具代表性。它们均属蠕虫动物在静水盆地中沿层面活动所形成的层面遗迹。与大量蠕虫、水母、海绵和藻类化石共生。

2. *Skolithos-Codonichnus* 组合

该组合分布于峡东地区灯影组底部的蛤蟆井段。属垂直层面的简单潜穴，呈针柱状或穹状保存于泥质白云岩中。这类遗迹的出现表明生物对环境的适应性明显增强。目前在蛤蟆井段中仅发现这两类遗迹化石。虽然它们在其上的地层中仍有产出，但都与大量其它化石共生。

3. *Dengyingella-Funisichnus* 组合

该组合分布于峡东地区灯影组石板滩段，包括 *Dengyingella*、*Funisichnus*、*Skolithos*、*Codonichnus*、*Gordia*、*Planolites*、*Neonereites* 等多类，属于层面移迹、水平潜穴和垂直潜穴。层面移迹和水平潜穴主要保存在石板滩段的黑色薄层灰岩中，与文德带藻化石共生；垂直潜穴则主要保存在浅灰色厚层白云岩中。表明造迹生物在不同环境中具有不同的生活习性。

除 *Dengyingella* 和 *Funisichnus* 仅见于石板滩段外，其它各类遗迹还可在其上的地层中出现，故以这两类遗迹为该组合的代表。

表 6—2 峡区上震旦统遗迹化石垂向分布及组合序列表

Table 6—2 Asemblages and votical distribution of Trace Fossils from Upper Sinian in Eastern Yangtze Gorges

地层 strata / 化石名单 list of fossils			*Planotaenichnus*	*Linbotulichnus*	*Eilcaftichnus*	*Codonichnus*	*Skolithos*	*Dengyingella*	*Funisichnus*	*Neonereites*	*Planolites*	*Helminthoida*	*Suzmites*	*Gordia*	*Chondrites*	*Shipaitubulus*	遗迹化石组合序列 assemblage sequence of Trace Fossils
上震旦统 Upper Sinian	灯影组 Dengying Fm.	白马沱段															Sequence Ⅳ *Chondrites-Helminthoida*
		石板滩段															Sequence Ⅲ *Dengyingella-Funisichnus*
		蛤蟆井段															Sequence Ⅱ *Codonichnus-Skolithos*
	陡山沱组 Doushantuo Fm.																Sequence 1 *Planotaenichnus-Linbotulichnus*

4. *Chondrites-Helmintoida* 组合

该组合分布于灯影组上部的白马沱段，常见的遗迹类有 *Chondrites*、*Helmintoida crassa*、*Neonereites uniserialis*、*Skolithos miaoheensis*、*Planolites*、*Codonichnus*、*Suzmites* 等，是一个包括了层面移迹、水平潜穴、垂直潜穴和分叉潜穴系统的多样化遗迹化石组合。分叉潜穴系统（*Chondrites*）的出现，反映了造迹生物觅食本领的进化。

另外在灯影组顶部的天柱山段中也发现了较多的遗迹化石，包括 *Planolites taishanmiaoensis* 和 *Shipaitubulus cylindricus* 等，因其归属寒武系而未作讨论。

第五节 遗迹化石描述

层面遗迹级 Grade Exichnial

延伸盘绕别 Category Prolongatum

连续延伸形 Form Comunicata

线带状 Type Taenilinea

宽带型 Mould Taeniformis

平带迹（新类）*Planotaenichnus*（kind nov.）

（图版 40，图 2—7）

词源 plan-拉丁文，扁平之意；-taen-希腊文，带之意；ichn-希腊文，迹、辙之意。

材料 保存在黑色炭质页岩层面上的遗迹化石标本 20 多块。

描述 平坦而呈流线型弯曲的宽带型遗迹。在层面上呈浅平的带状保存，宽 3—5 mm，同一条遗迹的宽窄无明显变化。遗迹上未见纹饰和分叉现象，偶见彼此交切重叠。遗迹保存长度不一，一般 3—10 cm，长者 20 cm。

讨论 该类遗迹是由蠕虫动物在层面上移动形成的。其宏观特征与 *Taenioichnus* Yang，1983 相似，但后者有清楚的横纹和细沟，可明显区别于新类。另外该类遗迹还与 *Cavaulichnus* 和 *Gordia* 相似，新类在层面上凹陷极浅，呈平坦带状的特点可区别于后两者。

产地及层位 湖北秭归庙河村，上震旦统陡山沱组上部。

细线型 Mould Lineformis

线肠迹（新类）Linbotulichnus（kind nov.）

（图版 40，图 1）

词源 lin-拉丁文，线之意；botul-拉丁文，腊肠之意；-ichn-希腊文，迹、辙之意。因遗迹呈细的线肠状而命名。

材料 保存在黑色炭质页岩层面上的遗迹化石标本 10 余块。

描述 强烈蠕曲的线带状层面遗迹，呈平而窄的细线型保存于层面上。遗迹蠕曲弯折强烈，有重叠，局部密集成片。线带宽 1—2 mm，受蠕曲弯折的影响而粗细不一，偶尔显示念珠状特点。保存长度 5 cm 以上。

讨论 从该类遗迹强烈蠕曲、重叠和局部密集成片的特点，推测是由蠕虫类动物在层面上觅食而形成的。在特征上与 *Helminthoida* 较相似，但后者蠕曲规则、从不相交的特征可明显区别于新类。

产地及层位 同上。

星团孤立别 Category Isolata

星轮放射形 Form Asterformis

星射有轴状 Type Radiata

平中心型 Mould Plancentrum

旋掘迹（新类）*Ellscaptichnus*（kind nov.）

（图版 40，图 8）

词源 eil- 希腊词，旋卷之意；scapt-希腊语，挖掘之意；-ichn-希腊语，迹、辙之意。

材料 保存于黑色炭质页岩层面上的遗迹化石标本 2 块

描述 呈旋绕星射状层面啮食迹，由八条宽窄一致的带状啮食痕从同一中心向外辐射并右旋构成星轮状，保存于同一层面上。星轮直径 4—5 cm，呈椭圆形。带状啮食痕宽 2 mm，长 3—6 cm，外端分离或攀连。

讨论 该类遗迹可能是蠕虫类动物沿沉积层表面啮食而形成的特殊表层觅食构造。该

类遗迹在外形上与 *Asterichnites* 相似，但后者由八根放射状刻槽组成，且不交汇于中心，可明显区别于新类。

产地及层位 同上。

第七章　沉积相、环境及古生态

为了揭示庙河生物群的生存环境及生态埋藏机理，在全面研究庙河生物群的古生物学的同时，我们对庙河生物群赋存的地层——峡东地区的陡山沱组进行了沉积岩石学及古生态学、埋藏机理的研究。在研究过程中，重点对庙河剖面、花鸡村剖面、田家园子剖面进行了岩相资料的野外收集。同时，还对南到长阳、东到钟祥一带的剖面资料进行了室内综合研究。以剖面岩相资料研究为基础，辅以必要的地球化学样品测试手段，分析了峡东地区陡山沱组的沉积相、沉积环境。提出了庙河生物群的沉积环境及生态埋藏模式。

第一节　沉积岩石类型

区内陡山沱组地层的岩石类型由细碎屑岩、碳酸盐岩及硅质岩组成。在各个小区的剖面上，上述岩石类型的组合比例存在明显差异。现以各剖面为代表分述如下：

一、庙河剖面

庙河剖面陡山沱组的岩石类型以粘土岩为主、其次为细碎屑岩及碳酸盐岩。碳酸盐岩包括石灰岩和白云岩两大类。在碳酸盐岩中，以白云岩类为主，灰岩次之。现将庙河剖面的沉积岩石类型及特征详述如下：

1. 粘土岩类

该剖面粘土岩类可分为两大类，一类是深灰色、黄绿色页岩。另一类为黑色炭质页岩和含粉砂炭质板岩。

深灰色、黄绿色页岩主要分布在陡山沱组下部，多与深灰色细晶泥质灰岩互层，或相互间夹。岩石中含有大量水云母，晶体细小，排列致密。具显微晶质结构，呈鳞片状构造。含少量碳酸钙。局部常可见有硅质条带，此类硅质条带常产于泥灰岩底面上，即位于页岩之顶面。此页岩层理清楚，以水平层理为特点。

黑色炭质页岩主要分布在陡山沱组的上部。与深灰—黑色含炭粉砂质板岩或含炭泥质粉砂岩互层。岩石中矿物晶体很细，为隐晶质结构。有少量显微晶质级别的成岩重结晶的伊利石矿物晶体，组成显微鳞片结构。岩石中还含有大量炭化了的有机质。绝大部分呈分散状均匀分布在岩石中，但也有许多炭质相对集中成团块状（<2 mm）分布在岩石的层面上。炭质团块形状大多不规则。其中部分炭质团块就是庙河生物群中宏体化石的炭化印模。

部分黑色炭质页岩中常含有数量不等的（0%—40%）粉砂及泥级的石英碎屑。含量最高可达30%—40%。碎屑成分均为石英，最大粒度为0.06 mm，平均粒度在0.02 mm以下。磨圆度较差、分选性良好，粒度分布均匀。

黑色含粉砂炭质板岩与黑色炭质页岩一样主要分布在陡山沱组上部，且两者经常共生。这类岩石中经常含数量不等的粉砂级以下粒级的碎屑，一般含量达15%，最高达40%。碎屑成分为石英。最大粒径0.1 mm，平均粒度为0.03 mm以下。磨圆度差，主要呈棱角状。分选性良好。岩石的主要成分为粘土，其矿物成分以伊利石为主，晶体很小，具显微晶质

结构及隐晶质结构。伊利石晶体延长方向一般平行层理面。除此而外，岩石中也含有数量不等的有机质炭化物。最高含量可达 20%。呈细粒集合体状散布于岩石之中，使岩石呈黑色。同时，这种岩石中也常含有少量硅质，在岩石中多以自生石英、玉髓产出。具有放射状生长及晶粒结构，在泥质纹层中呈细纹状产出，分布不均。正是由于这些硅质、砂质的存在，使人们在宏观上长期以来误将此类岩石认为是硅质岩。

2. 粉砂岩

主要分布于陡山沱组的上部，常与黑色炭质页岩、粉砂质板岩共生或伴生。这类岩石也含有机质炭化物，使岩石颜色呈现黑色，与粉砂质板岩外貌相似。

陡山沱组粉砂岩中很少有纯粉砂岩。常有数量不等的粘土及炭质。粘土含量可达 30% 以上，炭质也可达 10%。它们或均匀分布在岩石中，或相对集中成条带、条纹状分布于岩石之中。粉砂岩中的碎屑成分为石英。粒度为 0.02—0.1 mm 不等。磨圆度较差，呈棱角状，但分选性良好。显示明显的碎屑结构。宏观上表现为稍有起伏的波状纹层理。

3. 碳酸盐岩

在庙河剖面上，陡山沱组碳酸盐岩主要产在剖面的底部及中部。按岩石类型主要有灰岩和白云岩两大类。

(1) 白云岩

在庙河剖面上，陡山沱组白云岩既有颗粒白云岩，也有晶粒白云岩。在颗粒白云岩中又以藻粒白云岩为主。

藻粒白云岩　此种岩石主要产于陡山沱组中部的碳酸盐岩地层中。岩石的结构组分以颗粒为主，其次是灰泥和胶结物。颗粒以藻粒为主，主要是藻团块及藻屑。藻粒形状不规则，有圆球状、椭球状及似葡萄状，富含有机质，色暗。在某些藻屑中可清楚地看到藻体内部的丝状体。在该剖面上，藻粒粒度较小，一般为 0.04—0.12 mm，但含量较高，可达 70%。大多为颗粒支撑，微晶云泥孔隙式胶结。也有少量呈云泥基底或胶结。当岩石中云泥含量小于 20%，以泥—微晶为主时，则表面较脏。当胶结物为亮晶白云石，晶体粒度达 0.07 mm 时，则表面干净，但含量较少。岩石中的细层具有相互收敛的特征，构成波状层理。另外，此种白云岩中也发育有顺层方向的层状溶孔，孔洞长度 0.2—1.5 mm，宽度 0.05—0.3 mm。形状极不规则，延伸方向均与层理面一致。在此孔洞中充填有亮晶方解石，并至少可显示两个世代的充填序列。此类白云岩依据结构组分的相对比例，还可进一步划分为亮晶藻粒白云岩、泥晶藻粒白云岩及藻粒泥晶白云岩。

细晶白云岩和微晶白云岩　主要产于庙河剖面陡山沱组的底部及中部的局部层位。依据白云石晶体的结晶粒度可进一步划分为微晶白云岩和细晶白云岩。此类岩石一般都为晶粒结构，纹层状构造。晶体粒度在剖面上也呈规律性变化。在细晶白云岩中，白云石晶体粒度一般为 0.03—0.1 mm 不等，粒度的分布是均匀的。在微晶白云岩中，白云石晶体粒度一般<0.01 mm，个别较大者可达 0.04 mm。这两种岩性呈规律性的相互间夹就构成了旋回式的韵律层。这种韵律层的反复出现就使岩石在宏观上表现为纹层构造。纹层的单位厚度一般为 0.5 cm。在庙河剖面陡山沱组的底界处，有一层宏观特征明显的细晶白云岩。岩石纹层发育，但在底层面上具有似葡萄状的底面构造。在这种构造中，同纹层面向外延伸生长成丘状起伏的表面，前人称之为铁皮壳白云岩。丘状体大小不等，小者生长高度为 2—3 mm，大者生长高度可达 6 mm。在层面上看相似于葡萄状，其实质是渗流皮壳构造。

砂屑白云岩　主要分布在庙河剖面陡山沱组底部的皮壳白云岩之上。岩石中主要结构组分为砂屑、云泥及胶结物。砂屑的主要成分为细晶白云岩、微晶白云岩。其砂屑内部晶粒粒度为 0.02—0.04 mm。砂屑粒度为 0.1—0.5 mm，偶尔有 2—2.5 mm 的砾屑，砾屑成分除细、微晶白云岩外，也有云泥砾屑。砂屑边界清楚，磨圆度较好，为次圆—圆状。碎屑分选性良好，大小排列有序。岩石结构属颗粒支撑，孔隙式胶结。从岩石的结晶情况看，白云石晶体在成岩过程中有明显的重结晶作用发生，晶体粒度增大，使砂屑边界呈锯齿状，因此，砂屑的原岩可能是泥晶白云岩。岩石层理发育，层理厚 2—10 cm 不等，层理面波状起伏，相互交切明显，使单层厚度变化明显，组成小规模的帐篷构造。

(2) 石灰岩

在庙河陡山沱组剖面中，石灰岩主要分布在剖面的中—下部。按岩石结构组分进一步可划分为泥晶灰岩、细晶灰岩及砂屑灰岩和泥质灰岩几种：

砂屑灰岩　常与泥晶灰岩、泥质灰岩及深灰色或黄绿色页岩伴生。岩石本身颜色较深，以深灰色为主。层理发育，呈波状起伏，为微波状层理。岩石中砂屑含量较高，可达 80% 以上。主要有两类砂屑。其一为褐色泥晶灰岩砂屑，呈现明显碎屑形态，以近等轴状和短棒状为主。磨圆度不甚均匀，为次圆状—次棱角状。分选性较差些，粒度在 0.01—0.07 mm 之间。常呈相对集中的条带状分布，条带宽 0.5—1.5 mm，延伸稳定。在条带外的其它岩性中也有零星分布，在条带内含量可达 60%，在条带以外含量仅为 15%。其二为暗色泥晶灰岩砂屑，碎屑形态明显，边界也较清晰，由于后期重结晶作用而不平整。形状以球形为主，粒度明显地比前者大，最大可达 0.5 mm，平均为 0.075—0.25 mm。含量 75%，在岩石中分布均匀，构成岩石结构组分的主体。岩石呈颗粒支撑，孔隙式泥晶充填。亮晶方解石呈条纹状或层状孔洞式充填，与纹层理面平行。岩石中还含有数量不等（<30%）的陆源泥质及少量炭化物质。依据结构组分还可进一步划分为含泥砂粉屑灰岩、含铁泥质砂屑灰岩、砂屑灰岩和含炭泥质微晶砂屑灰岩。

泥晶和细晶灰岩　此类岩石在宏观上成层性好，层理发育，层理面平整，具水平层理。单层较薄（<20 cm），延伸较远。颜色以深灰色为主，岩石中矿物细而致密，锤击有臭味，有机质丰富。岩石中矿物成分以方解石为主。依据方解石矿物的结晶粒度可进一步划分为泥晶灰岩、粉晶灰岩及细晶灰岩。泥晶灰岩中结晶粒度<0.005 mm，具显微晶质或隐晶质结构。在粉晶灰岩中粒度为 0.01—0.05 mm，具显微晶质结构。细晶灰岩中结晶粒度为 0.02—0.15 mm，但粒度差别较明显。岩石中常含有少量泥质，如果泥质增多则相应变为泥质灰岩及钙质页岩。

泥质灰岩　此类岩石在宏观上常显示深灰色或浅灰色，风化后呈黄绿色。岩石层理极发育，局部呈页片状，层理面平整光滑。为典型的水平层理。岩层在横向上延伸稳定。岩石中碳酸盐矿物为方解石，其结晶程度一般都较低，粒度<0.005 mm，含量一般大于 50%。岩石中的粘土矿物一般为隐晶质，细而致密。如果粘土含量进一步升高，则向钙质页岩过渡。此岩石在产出状态上也与钙质页岩、灰色页岩紧密共生。并常常有硅质条带或硅质结核与之伴生。

二、宜昌三斗坪花鸡村、头顶石剖面

该剖面位于黄陵背斜南端转折端。在该剖面上，陡山沱组主要以碳酸盐岩和粘土岩为特征，缺少细碎屑岩。碳酸盐岩又可分为白云岩、石灰岩及泥灰岩。在头顶石附近，陡山

沱组的下部含有大量的硅质岩透镜体和薄层。

1. 粘土岩

该剖面的粘土岩类同样可分为两类，一类是深灰色、黑色页岩，另一类是黑色炭质页岩和含粉砂炭质页岩。

深灰色、黑色页岩主要分布在陡山沱组下部。常与灰黄色或灰色泥灰岩、细晶灰岩甚至粗晶灰岩互层或相互间夹。风化后岩石颜色变浅，少量呈灰黄色。岩石中的主要矿物成分以伊利石类为主，表现为显微晶质结构。岩石中常含有钙质，如果钙质增加，则与泥灰岩过渡。岩石致密、性脆，页理发育，具水平层理。岩层横向延伸稳定。

在该类岩石中常伴生有黑色、褐色炭硅质结核。结核直径平均为 0.5—2 cm 不等，较大者可达 4 cm。形状多以椭圆形为主，也有圆形者。此类结核不具同心层，而其中却发育水平层理。结核成分以炭、铁、硅、磷、钙质为特征，属多成分结核。常由其中的富铁、泥、磷质条纹组成水平层理。在中央部位此纹层与围岩纹层相连，而在上、下两侧，围岩层理弯曲，绕结核而过。结核内部主要由泥质、铁质、钙质等碎屑组成。而硅质在结核内却呈更小的结核，其直径为 1—3 mm 不等，成分为玉髓。上述特征说明此类结核为成岩结核。

黑色炭质页岩和含粉砂炭质岩主要产于陡山沱组上部。常被黑色炭质灰岩所夹。局部页理不发育，为黑色炭质泥岩。但水平层理清楚，单纹层厚度仅 3—4 mm。

该岩石中的主要矿物成分为粘土矿物伊利石。其结晶细小，仅为显微微晶质结构。在镜下呈不透明或半透明状。含量可大于 80%。炭化有机质在镜下呈细分散状不透明小质点，均匀分布，但含量常有较大变化。除此之外，岩石中还常含有不等量的细粉砂，碎屑成分为石英，粒度<0.02 mm，磨圆度较差，呈棱角状，分选较好，含量可达 80%。

2. 白云岩类

在该剖面上，白云岩类主要产于陡山沱组的底部及中部局部地段。按岩性可分为砾屑白云岩、砂—粉屑白云岩及泥晶白云岩。现将它们的特征详述如下：

砾屑白云岩　此剖面上砾屑白云岩产出在陡山沱组底界面之上，并以此不整合于南沱冰碛层之上。不整合面横向延伸不平整，呈明显的坑洼状。岩石中砾屑成分主要为条纹状、条带状泥晶白云岩。砾屑的矿物成分为泥晶白云石，粒度<0.01 mm，结晶均匀，呈晶粒结构。其中的条纹或条带是由褐色、褐红色泥晶白云石条带和灰色泥晶白云石条带相间构成的。条带横向延伸有弯曲起伏，显示原岩具波状纹层理。砾屑的直径大小不均匀，最大可达 1 m 左右，小者仅 5 cm 左右。磨圆度中等，呈次棱角状—次圆状。分选性较差。除泥晶白云岩砾石外，岩石中偶含有下伏冰碛层的泥质岩砾石。砾屑含量不均匀，纵向迅速变小变少。总体结构为泥晶及亮晶白云石基底式充填。在岩石底层面上也发育皮壳状白色淡水方解石沉淀。其宏观特点与庙河剖面发育的皮壳状相似。

砂粉屑白云岩　该类岩石产于陡山沱组底部和上部。岩石中具有颗粒结构，结构组分主要为颗粒和泥晶基质。颗粒为砂屑和粉屑，粒度分别为 0.05—0.15 mm 和 0.006—0.01 mm。成分为泥晶白云石。圆度较好、分选性中等。含量可达 70%—80%。颗粒支撑，泥晶孔隙式充填。岩石层理较薄，层理厚度一般小于 3 cm，面平整，岩石具有水平层理及平行层理。

泥晶白云岩　该岩石一般产于砂粉屑白云岩之上。岩石细密，层理发育，层理面平整，具有水平层理。为低水动力条件下的产物。岩石中常发育细而致密的纹层构造。岩石中矿

物成分为白云石，晶体粒度在 0.005—0.01 mm 之间，结晶均匀，为晶粒结构白云岩。

3. 石灰岩

石灰岩主要产于剖面的中上部，在剖面下部的黑色页岩中也常有薄层石灰岩产出。依据岩性特征可进一步划分为含粉及砂屑泥晶灰岩、泥晶灰岩、含泥泥晶灰岩、泥质灰岩、细晶灰岩等。

该剖面上石灰岩均以深灰色、灰色为特点。地层产状稳定，延伸较远。依据其中方解石的结晶粒度可分出几个等级：0.1—0.25 mm、0.05—0.01 mm 以及<0.005 mm。岩石呈晶粒结构，结晶粒度均匀。岩石水平纹层理发育。

在此类岩石中常有少量的粉屑。其粉屑粒度在 0.01 mm 左右，成分为泥晶灰岩，含量较低，通常不超过 10%。除粉屑而外，石灰岩中常含有数量可观（20%—40%）的陆源泥质沉积物，如果泥质物含量超过 50%时，则变为钙质页岩或钙质泥岩。在野外可见到该类岩石也常与上述岩石共生。不是石灰岩中夹有页岩，就是页岩中夹有石灰岩。

4. 硅质岩

硅质岩主要产出在花鸡村头顶石附近。相当于实测剖面中的下部页岩层位。此区硅质岩主要是亮晶鲕粒硅质岩，其特征如下：

1）硅质岩在野外产状上表现为结核状、团块状、透镜状。其长轴方向与页岩层理面保持一致，但围岩层理常绕其而过，显示出硅质团块在成岩前就已存在，可能为异地产物。

2）硅质岩具有硅质鲕粒结构。其结构组分为鲕粒和亮晶硅质填隙物两部分。鲕粒有两种类型：其一是放射鲕，切面为圆形，立体形态为球形，具有明显的放射纹，鲕粒成分为玉髓，直径一般为 0.06—0.02 mm，较大者为 0.1—0.2 mm，各种大小的鲕粒相对集中成条纹状产出，在纹层内部具有由下向上粒度由大变小的粒序层，各纹层中鲕粒分选良好；其二是正常鲕，这种鲕粒具明显的同心纹层，一般粒度在 0.07—0.1 mm，明显比放射鲕的平均粒度大，常集中在粒序层的下部，同心层可达 7—8 层。岩石中鲕粒含量可达 70%以上，具有鲕粒支撑—基底式支撑，以前者为主，胶结物为硅质（玉髓），主要以孔隙式充填为主。

三、宜昌田家园子剖面

该剖面位于黄陵背斜南部东翼上。底部为灰白—浅灰色白云岩。下部为灰—深灰色泥晶灰岩、白云质灰岩。中部为浅灰——深灰色泥质白云岩。上部为灰色、灰白色白云岩夹薄硅质层。顶部为黑色粉砂质页岩夹硅质结核。因此，该剖面的岩石类型主要是白云岩、灰岩和黑色页岩，另有少量硅质岩透镜体或条带。

1. 白云岩

此剖面白云岩主要为含砾泥晶白云岩、泥晶白云岩及泥质白云质岩。含砾泥晶白云岩产出于剖面底界面之上。砾石成分有砂岩、绿泥片岩、燧石岩及白云岩等。砾石大小不均匀，较大者达 3—4 cm，一般粒度均在 2.5 cm 以下。分选性较差，圆度也较差，呈次棱角状。砾石含量一般小于 20%。岩石主体成分为细晶白云岩。白云石晶体粒径在 0.1—0.2 mm 之间。岩石主要为晶粒结构，其砾石被细晶白云石基底式支撑。在底面有不规则的含硅铁质白云岩皮壳。其特征相似于庙河剖面。泥晶白云岩占该剖面白云岩的绝大部分。矿物成分主要是泥晶白云石，晶体粒度<0.005 mm，分布均匀。岩石为泥级晶粒结构。层理面平整，水平层理发育。

泥质白云岩主要分布在剖面上部。其成分中除含较多的粘土外，主要成分与泥晶白云

岩相同。此外尚有少量炭质。岩石也具有水平层理。

2. 灰岩

岩石颜色主要表现为灰色和黄灰色。在该剖面上，石灰岩主要有两大类：即泥晶灰岩和泥质灰岩。矿物成分主要为泥晶方解石。因含泥质而出现上述两类岩石。层理发育，一般呈细纹层状产出。风化后呈页片状，表现为水平纹层理。

3. 黑色页岩

黑色页岩集中产出于陡山沱组顶部，是陡山沱组与灯影组的分界标志。

黑色页岩中矿物成分以隐晶质粘土为主。岩石细密。由于细分散状硫化物含量较高，而使岩石呈现黑色，也含有少量炭质。岩石具有水平层理。

此页岩段中常出现薄层状的泥灰岩条带及透镜体。透镜体一般长 10—15 cm、宽 2.5—3.5 cm。向顶部其透镜体有所增加。

四、荆襄矿区钟祥胡集剖面

钟祥胡集剖面陡山沱组属碳酸盐岩型沉积剖面。有少量多层位磷块岩沉积，但普遍含有磷质。碳酸盐岩主要是白云岩，也有少量石灰岩。

1. 白云岩

该剖面白云岩以薄层或条带状泥晶白云岩、细晶白云岩为主，有少量含砾白云岩。

泥晶白云岩在宏观上显示灰白色、灰色。上部为紫红色、土黄色。多具薄层状、条带状、纹层状构造。岩石中矿物成分以泥晶、细晶白云石为主，组成晶粒白云岩。常含少量砂屑及核形石颗粒，有些颗粒呈豆状，直径达 1—1.5 cm。为泥晶白云石基底式支撑。岩石主要显示水平层理。局部层面有小型不对称波痕。

含砾白云岩主要产在陡山沱组底界面之上。矿物成分主要是泥质细晶白云石。此外，岩层中常有少量（5%）陆源砾石。砾石成分主要为花岗岩、脉石英。最大粒径为 8 cm，平均粒度为 1—1.5 cm。圆度中等，呈次圆状。岩石结构为泥晶白云石基底式充填。

2. 磷块岩

磷块岩宏观呈现深灰色、紫红色、肉红色，多以薄层状、纹层状、条带状产出。磷质多以隐晶质为主。局部磷块岩显示出碎屑磷块岩特点，其中砾屑成分为纹层状磷质岩。砾屑形状呈竹叶状，粒度大小不均匀，较大者为 2×10 cm。砾屑延长方向与围岩层理相交，呈旋转状排列。具有风暴沉积的特点。

五、长阳高家堰新村剖面

此剖面陡山沱组为白云岩型沉积。缺少石灰岩及碎屑岩、粘土岩沉积。

白云岩主要为泥晶、粉晶、细晶白云岩。岩石中矿物成分主要是白云石。因其结晶程度不同而形成上述各种晶粒白云岩。岩石中富含硅质。硅质岩多以薄层状、条带状、透镜状产出。岩石层理发育，以水平纹层理为主。

第二节　岩相及岩相组合

岩相及岩相组合是研究前寒武纪沉积环境的主要工作手段。依据上述区内各剖面的沉积岩石类型特点、各类岩石的相对比例及岩相标志特点，可以看出各剖面所在区域地层的沉积特点、岩相及岩相结合有明显的差异。现将各区域代表性剖面的岩相及岩相组合特点

简述如下。

一、庙河及花鸡村剖面

此两剖面陡山沱组依据上述岩性特点可划分为四个岩相段（图 7—1）。由下而上依次为下白云岩相段、灰色页岩和泥晶灰岩相段、上白云岩相段及黑色炭质页岩相段。花鸡村剖面缺失黑色炭质页岩相段的大部分地层。因而庙河生物群宏观化石类也缺失。现将各相段特征简述如下：

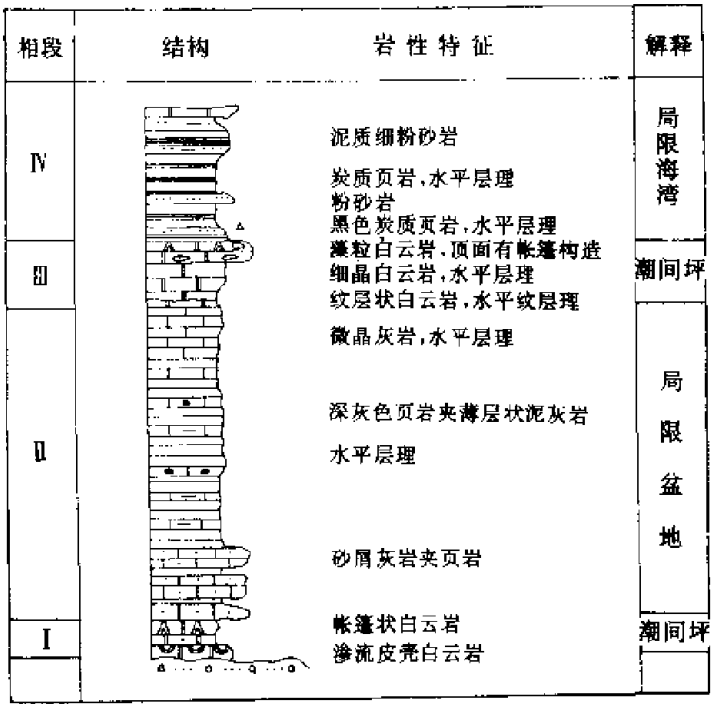


图 7—1　秭归庙河剖面层序结构示意图

Fig. 7—1　Section sedimentary sequence organization in Miaohe, Zigui

1. 下白云岩相段

位于陡山沱组底部，由灰色泥晶白云岩组成。岩石纹层发育，纹层面起伏变化较大，具有微型帐篷构造。底部具渗流皮壳构造。反映浅水潮间坪环境。

2. 深灰色页岩、泥晶灰岩、泥质灰岩相段

位于陡山沱组中下部，由深灰色页岩夹泥晶、泥质灰岩组成，发育硅磷质结核。除下部灰岩具有砂屑灰岩，反映其为局限台地边缘沉积外，主体岩石具有水平层理，反映其为水动力极弱的局限盆地相沉积。

3. 上白云岩相段

此段位于陡山沱组中部，由下而上分别由纹层状白云岩、藻粒白云岩和细晶白云岩组成。下部具有水平层理和波纹状层理，上部具有帐篷构造，反映浅水潮间坪沉积环境，为海平面下降期的高水位顶部体系。

4. 黑色炭质页岩相段

位于陡山沱组上部，由黑色炭质页岩、炭质粉砂质页岩及黑色炭质粉砂岩组成。岩石具水平层理，局部微波状层理。反映沉积时水动力条件低。庙河生物群即产于此段下部。岩

石中有机质丰富，化石保存良好，为滞流还原海盆沉积，相当于凝缩段沉积。

二、田家园子剖面

田家园子剖面陡山沱组由四个岩相段组成。主要由碳酸盐岩相组成，顶部有少量黑色页岩（图 7—2）。

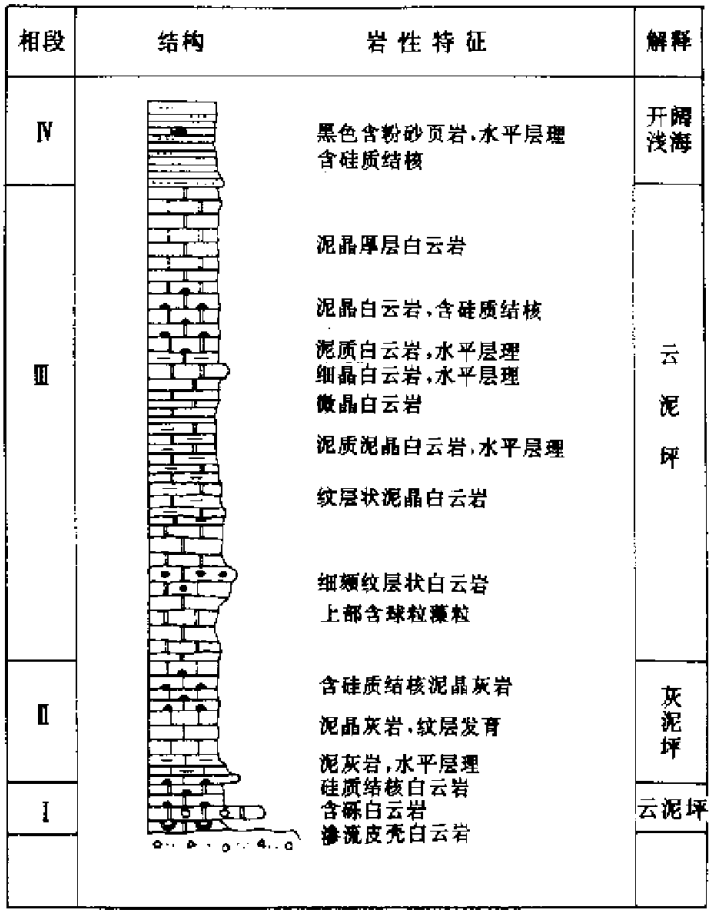


图 7—2　田家园子剖面层序结构示意图

Fig. 7—2　Section sedimentary sequence organization in Tian jiayuanzi, Yichang

1. 下白云岩相段

位于陡山沱组底部。由泥晶白云岩、含砾白云岩组成。顶部含丰富的硅质条带及透镜体。底部具渗流皮壳构造。为浅水云泥坪沉积。

2. 泥晶、泥质灰岩相段

位于陡山沱组下部，由泥质、泥晶灰岩组成，顶底部富含硅质结核及透镜体，具水平层理，反映低水动力条件下的灰泥坪沉积，相当于海侵体系域沉积。

3. 上白云岩相段

该相段占陡山沱组的大部分地层。由泥晶白云岩、泥质白云岩、细晶白云岩组成，岩石中纹层发育，局部地段纹层极细密，具水平层理，反映为局限台地云泥坪沉积，相当于高水位体系域。

4. 黑色页岩相段

位于陡山沱组顶部，由黑色页岩、黑色粉砂质页岩组成，含灰岩透镜体，具水平层理，为浅海沉积。

三、荆襄矿区钟祥胡集剖面

该剖面为碳酸盐岩相型剖面。整个陡山沱组由白云岩占主导地位，另有少量磷块岩堆积（图 7—3）。

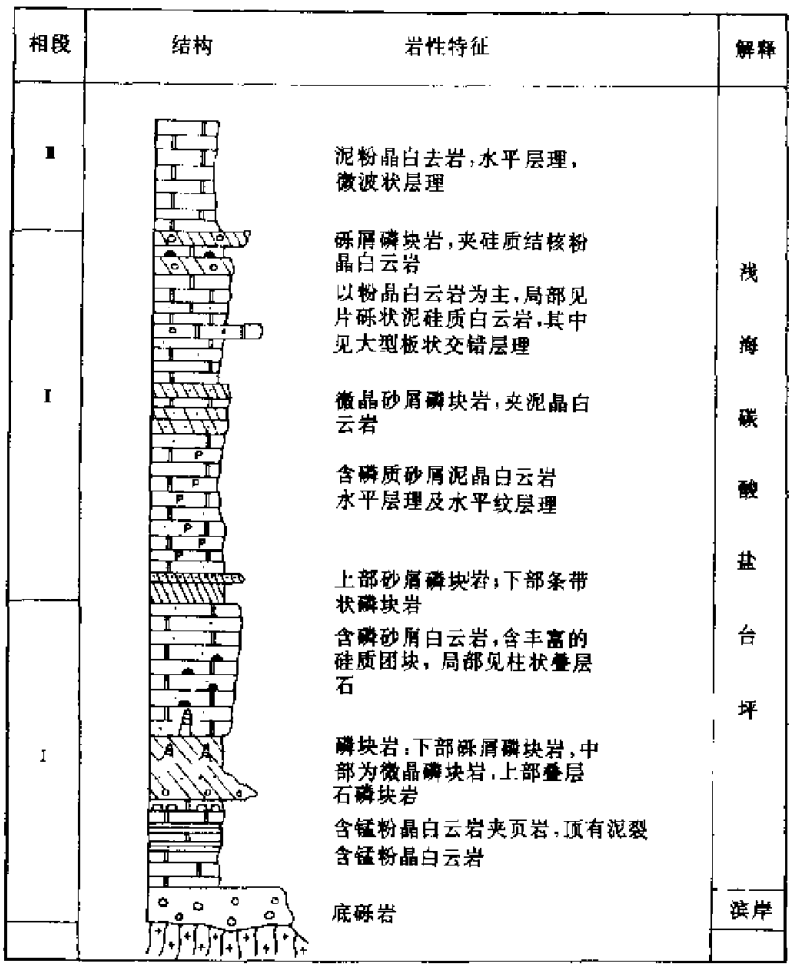


图 7—3　荆襄矿区（钟祥胡集）陡山沱组岩相序列示意图

Fig. 7—3　Section sedimentary sequence organization in Jingxiang mining area (Huji, Zhongxiang)

白云岩相段由粉晶和泥晶白云岩、含叠层石白云岩及砂屑白云岩组成。岩石具波状层理、水平层理，叠层石呈现柱状生长，局部层位可见到泥裂，为浅水台地潮坪沉积。

磷块岩相段由条带状和条纹状磷块岩、砾屑和砂屑磷块岩组成。为潮间泥坪沉积。

四、长阳高家堰新村剖面

该剖面陡山沱组全为碳酸盐岩，由白云岩相和灰岩相段组成，局部含硅质结核及条带。水动力条件较弱，为浅海碳酸盐岩台坪沉积。依据白云岩和灰岩分布层位可把整个陡山沱组划分为五个岩相段（图 7—4）。

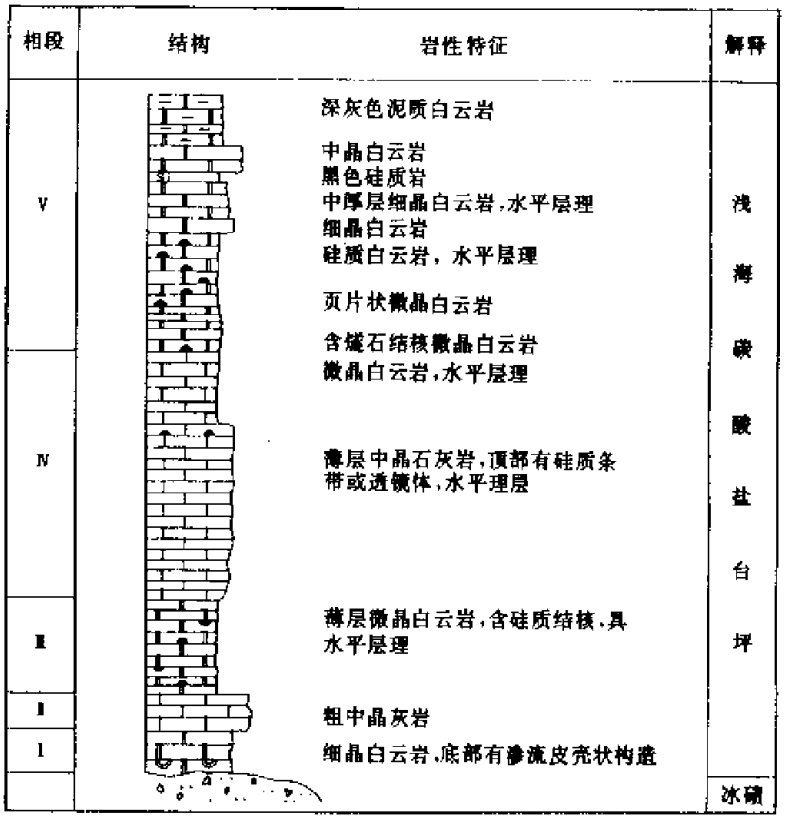


图 7—4　长阳高家堰新村剖面岩相序列图

Fig. 7—4　Section sedimentary sequence organization in New Village, Gaojiayan, Changyang

第三节　沉积地球化学特征

沉积地球化学是沉积学领域中的一门新兴分支学科。近年来，由于科学理论水平的提高和先进分析测试手段的改进，该学科取得了长足的发展，它已经渗透到沉积学研究的各个领域。但由于理论和实际应用方面还存在某些问题尚未解决，影响了它在岩相古地理及沉积环境研究方面更广泛地应用。我们在庙河生物群的研究过程中，试作了必要的地球化学样品，初步研究了庙河生物群的生存环境的水介质条件。收到了较为满意的结果。

一、氧同位素

现已证明，在一定温度下，硅质岩的氧同位素组成是水介质氧同位素组成的函数（$\delta^{18}O_{SiO_2}=\delta^{18}O_{水}+A$，A 与温度有关），而水介质的氧同位素组成又是盐度的函数（$\delta^{18}O_{水}=BS+C$，S 代表盐度，B、C 为常数）。因此，根据硅质岩氧同位素组成可以推断其形成介质的盐度，进而判别形成环境类型。

我们在庙河生物群赋存的围岩中测试了硅质岩的六个样品的氧同位素组成，其测定结果在 23.8—25.1（SMOW 标准）之间。

R. K. O'Neil（1973）对现代不同环境条件下形成的硅质岩氧同位素分布范围作了总结。把我们所测试样品的氧同位素值投影到 R. K. O'Neil 的图解中（图 7—5），结果表明，

本区硅质岩并非淡水成因。那为什么其值却比海相硅质岩的值低得多？在这里，我们要注意硅质岩氧同位素变化的年代趋势。M. L. Keith 和 J. N. Weber（1964）以及 J. Veizer 和 J. Hoefs（1976）等人研究证明，海相原生硅质岩的 $\delta^{18}O$ 值随地质时代的变化而变化，时代愈老，其值愈低。研究某一时代硅质岩的成因，其 $\delta^{18}O$ 值要与同时代的原生海相硅质岩相比较。据 L. P. Knauth（1976）等人的研究，前寒武纪硅质岩 $\delta^{18}O$（SMOW）值为 23.4，寒武纪为 25.6。而本区硅质岩的 $\delta^{18}O$（SMOW 标准）值介于 23.8—25.1 之间。因此，可以推断，区内硅质岩形成时的水介质条件为正常盐度的海水。

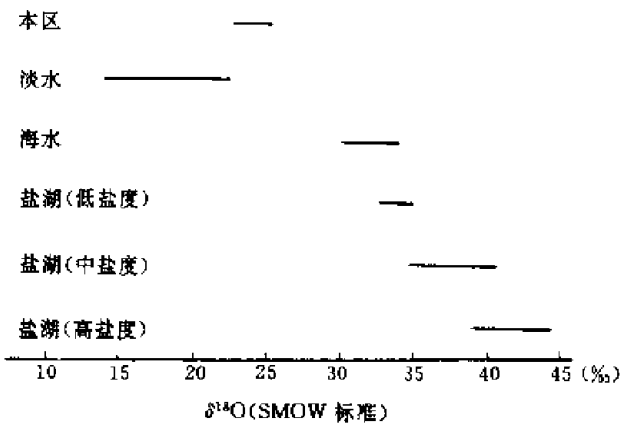


图 7—5　不同环境硅质岩中氧同位素分布及本区氧同位素投影
（据 O'Neil，1973）

Fig. 7—5　Distribution of Oxygen isotope in the different sedimentary environment siliceous rock and projection of the oxygen isotope value in the native siliceous rock

二、有机地球化学

干酪根为沉积岩中不溶于有机溶剂的有机质。不同沉积环境中由不同生物群来源的有机质形成的干酪根，其性质差别很大。因此用沉积岩中的干酪根样品测试方法可大致判别生物群的性质。

对于干酪根的类型划分，从不同角度出发可以有多种划分方案。在以干酪根元素组成为主的分类中，最常用的是蒂索（1978）等人的分类方案。他把干酪根分为三大类。这三大类干酪根各有各的有机质来源：Ⅰ型干酪根，即有机质主要来源于现代湖相藻类物质；Ⅱ类型干酪根，即有机质生成主要与海相沉积物有关，来源于浮游植物、浮游动物和微生物的混合有机质；Ⅲ型干酪根：这类干酪根常见于三角洲沉积的砂质粘土中，由于大量快速沉积和埋藏，在沉积物中，微生物的降解作用受到一定限制，由大量陆源植物分解形成有机质。

在本次研究中，采集了庙河生物群赋存的黑色炭质页岩样品 4 件。把测试结果投影到蒂索等人的干酪根类型划分图中，结果显示，投影点位于 H/C=0.5 线以下，四个投影点具直线性关系。连线呈水平状（图 7—6）。不属于上述三个类型中的任何一类的范围。从总的分布关系看，也不是由成岩作用强而造成 H/C 和 O/C 值的减小。因为只是 H/C 值低，O/C 值并不低，而成岩强度会使两者都降低。因此，我们是否可以这样考虑：该投影点代表了晚前寒武纪庙河生物群的有机质特点，因为该生物群是由古藻类和古海绵等生物组成，由于成分中缺少木质素所以造成了这种状况。

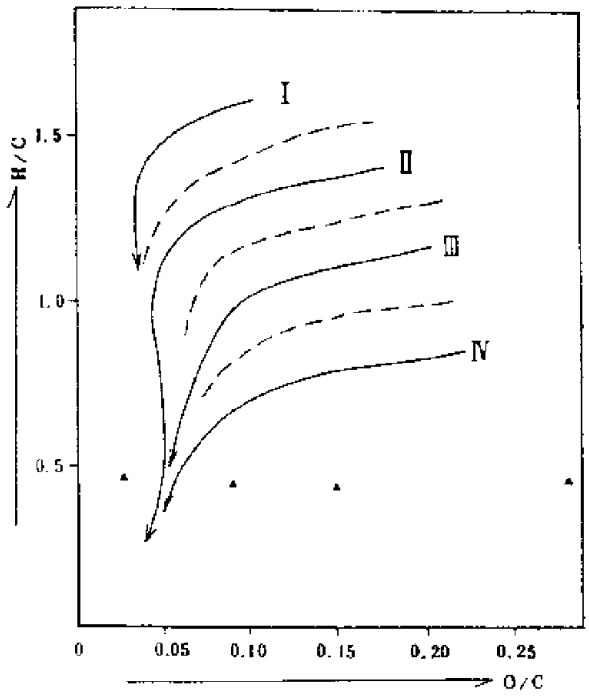


图 7—6　测区干酪根类型分布投影图

Fig. 7—6　The projection map of kerogen type in study area

三、稀土元素特征

稀土元素在探索岩浆成因和地球演化方面得到了广泛的应用。沉积作用过程中稀土元素的地球化学行为有其独特之处。首先，沉积作用的大部分，特别是海洋沉积作用是在水体中发生的。不同的稀土元素在海水中的络合效应的差别，就造成了某些元素的独特分馏。其次，稀土元素主要为正三价态，然而 Ce^{3+} 可以氧化成为不溶于海水的 Ce^{4+} 价态而沉淀在沉积物中，使 Ce^{4+} 在岩石的稀土配分曲线中呈现正异常。但由于沉积环境中水体的氧化还原电位不同，可以造成 Ce 的富集或亏损。

笔者在研究过程中，对庙河生物群赋存的黑色炭质页岩采集了四件稀土元素测试样品。其测结果见表 7—1。对其结果用平均页岩标准化后的数据见表 7—2。稀土元素配分曲线见图 7—7。可以看出，本区页岩的稀土元素值绝大部分低于标准页岩。与标准页岩相比，其值明显地亏损，特别是 Ce 元素严重亏损。

现已研究证实，沉积岩中 Ce 异常主要受环境的氧化还原电位和 pH 值变化制约。Ce 的行为可作为沉积环境中氧化还原变化的指标。根据这一原理，我们可以反推：陡山沱组黑色炭质页岩中 Ce 的严重亏损说明，环境中的氧化还原电位条件没能使 Ce^{3+} 氧化成 Ce^{4+} 沉积，环境处于强烈还原状态，使 Ce^{3+} 保留在水体中，而未能进入沉积物中，所以使区内黑色炭质页岩中出现了 Ce 严重亏损。

根据以上讨论，庙河生物群的生长环境及埋藏环境至少是一种较强的还原环境。

表 7—1　宜昌庙河剖面黑色炭质页岩的稀土元素含量

Table 7—1　REE content of black carbonaceous shale in Miaohe section, Yichang

样品编号	岩石名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dr	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
SmI-6-2	黑色炭质页岩	27.56	33.45	7.40	25.75	6.04	0.96	7.01	1.41	7.99	1.74	4.62	0.57	5.17	0.86	56.76
SmI-8-2	黑色炭质页岩	15.00	17.35	2.65	15.79	4.41	0.59	3.01	0.71	4.19	1.04	2.84	0.36	2.26	0.37	25.34
Sh3w	黑色炭质页岩	17.03	27.08	3.62	16.03	4.46	0.71	4.31	0.72	4.08	0.78	1.39	0.24	1.49	0.25	17.34
Sh6w	黑色炭质页岩	13.18	22.85	2.34	11.51	2.33	0.66	3.81	0.49	2.55	0.55	0.83	0.13	0.83	0.16	11.73

表 7—2　对表 7—1 进行页岩标准化后的数据

Table 7—2　Data of REE standarded for shale of table 7—1

样品编号	岩石名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
SmI-6-2	黑色炭质页岩	0.67	0.40	0.73	0.68	0.81	0.60	1.1	1.15	1.45	1.30	1.23	0.90	1.46	1.41	
SmI-8-2	黑色炭质页岩	0.37	0.21	0.26	0.40	0.59	0.37	0.47	0.58	0.76	0.78	0.76	0.57	0.64	0.61	
Sh3w	黑色炭质页岩	0.42	0.33	0.36	0.42	0.59	0.44	0.68	0.58	0.74	0.58	0.37	0.38	0.42	0.41	
Sh6w	黑色炭质页岩	0.32	0.28	0.23	0.30	0.31	0.41	0.6	0.39	0.46	0.41	0.22	0.21	0.24	0.26	

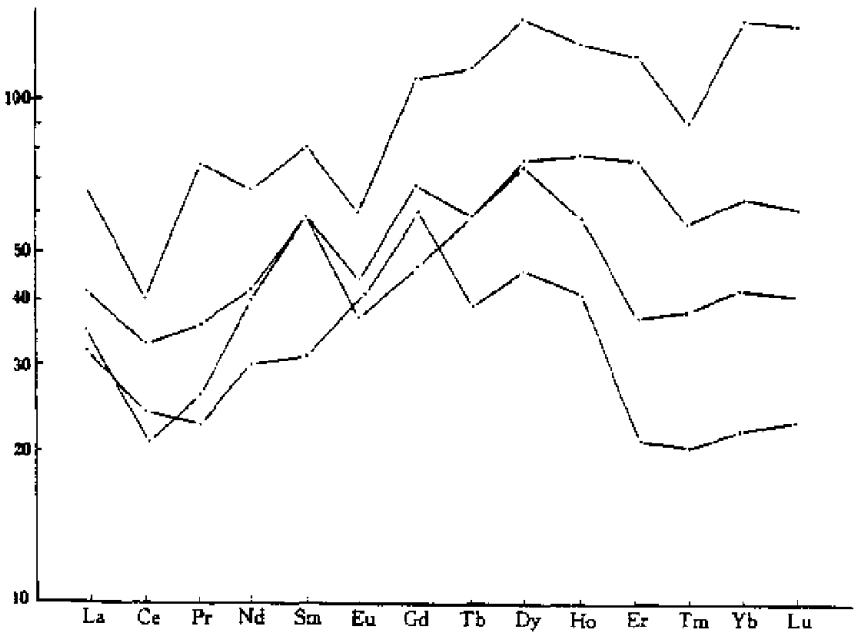


图 7—7　陡山沱组黑色炭质页岩稀土元素配分曲线

Fig. 7—7　Model curve of REE distribution in black carbonaceous shale of Doushantuo Formation

第四节　沉积相区划分及沉积模式

中国南方震旦纪南沱期是前寒武纪最末一个陆相冰川发育期，经早震旦世长期的风化

夷平作用，在陡山沱期开始时，已基本夷平为平原性质。当由东南方向侵向本区的大规模海浸作用开始时，在这个准平原上形成了浅海陆棚沉积环境。但由于各地夷平程度不均匀，地形高低不平整，随着沉积作用的进一步进行，沉积相也进一步分化。

一、沉积相分区

研究区沉积相分区如图 7—8 所示。各相区特点如下：

1. 鄂西浅海台地相区

该相区的代表性剖面为钟祥荆襄矿区剖面、宜昌田家园子剖面和长阳高家堰新村剖面。其沉积相特点是它们的岩性均为碳酸盐岩，缺少碎屑岩沉积，属浅海陆棚上发育起来的碳酸盐台地。

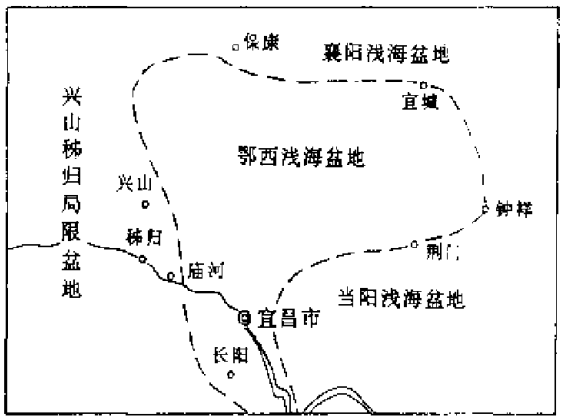


图 7—8　研究区沉积相区划分图

Fig. 7—8　Map of sedimentary facies province in studied area

2. 襄阳—当阳浅海盆地相

此相区的剖面特点是沉积岩性以灰绿色或深灰色页岩、粉砂质页岩为特征，缺少碳酸盐岩沉积。

3. 兴山—秭归局限盆地相区

该相区是在浅海台地间形成的位于陆棚上的洼地形成的。其沉积岩性特点是以粘土岩为多，而碳酸盐岩较少的岩性组合。其代表剖面是秭归庙河剖面和宜昌花鸡村剖面。

二、庙河生物群的生存环境模式

庙河生物群生存在兴山—秭归局限盆地中。经过几年的工作，也已证明该生物群中的宏体化石在宜昌田家园子剖面中没有产出。究其原因，很可能是它们未能爬上碳酸盐台地。在庙河生物群宏体化石发生、演化、绝灭的过程中，田家园子地区只有清水碳酸盐沉积，而庙河生物群宏体化石的生长基底需要粘土质软底，同时水体需要具备滞流还原条件，才能使宏体化石保存。

因此，理想的庙河生物群的生存环境模式如图 7—9 所示。微体藻类、浮游生物遍布全区，宏体化石仅限于兴山—秭归局限盆地中。在台地上沉积界面处于氧化还原界面之上，而

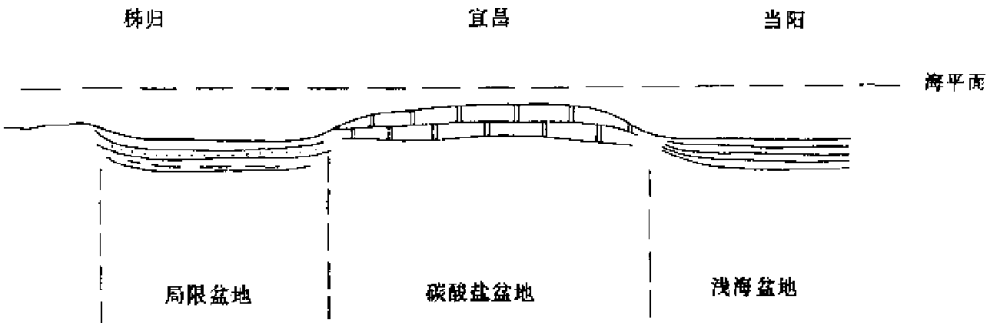


图 7—9　庙河生物群的沉积环境模式图

Fig. 7—9　Sedimentary environment model of the Miaohe Biota

在此盆地中，沉积界面附近处于较强的还原环境。

第五节　古生态及埋葬环境

一、庙河生物群的埋葬环境

通过前面对庙河一带陡山沱组地层剖面的岩性和岩相分析、沉积地球化学特征研究以及与相邻地区陡山沱组沉积环境的对比，确定了峡东地区赋存庙河生物群的陡山沱组总体属于一套浅海沉积。

结合研究区陡山沱组各剖面上岩性、岩相的垂向和横向变化，以及庙河生物群各类生物化石的分布与保存特点，可将庙河生物群的生存埋葬环境确定为正常浅海环境和局限滞流海盆环境两种类型。前者持续时间较长，分布范围较广；后者持续时间较短，分布局限。除了庙河一带陡山沱组顶部的黑色炭质、硅质页岩相段为滞流海盆环境的沉积产物之外，研究区的其它陡山沱组地层均属正常浅海环境沉积。

据庙河一带陡山沱组中下部地层及相邻地区陡山沱组整个岩性所反映的沉积微相差异（见第二节），还可进一步将研究区陡山沱期的正常浅海环境确定为浅海碳酸盐岩台地（以发育潮间、潮坪相浅水碳酸盐岩为特点）和浅海盆地（以发育深灰色泥晶灰岩、泥质灰岩和泥质岩为特点）两种微环境。

在上述正常浅海环境中，海水具有正常的温度、盐度和正常的水体循环，水动力条件相对较强，水体和海底有充足的氧气，使环境处于氧化状态。这种氧化环境和较强的水动力条件，是生物遗体被保存为完整化石的不利因素。所以，目前在峡区陡山沱组的正常浅海沉积中除发现微体藻类化石和零散的骨针化石外，尚未发现其它生物化石。

而在局限滞流海盆环境中，上部水体与周邻地区正常浅海环境的水体相通，其物化性质与正常浅海环境的水体一致（以保存有大量营漂浮生活的类水母和微体藻类为据）；而下部水体处于滞流状态（以沉积类型、化石保存及沉积地球化学特征为据），由于下部水体安静不动，导致氧气不能到达海底，而形成相对还原的环境。这种相对还原环境的存在，以及大量细粒泥质沉积的发育，使得庙河生物群中的各类生物化石在这个局限滞流的海盆环境中得到精美完整的保存。

关于庙河一带局限滞流海盆的形成，笔者通过对庙河及相邻地区陡山沱组岩性岩相的分析研究认为，随着峡东地区陡山沱早中期正常浅海环境中，碳酸盐岩台地沉积与浅海盆地沉积的差异发育（一般碳酸盐岩台地比浅海盆地沉积速度快），造成海底地形的高低分异。到陡山沱晚期，便在庙河一带形成了一个海底地形相对低凹，海水深度相对较大，下部水体基本处于滞流状态的局限滞流海盆（见沉积相模式）。

上述分析讨论表明，峡东地区庙河生物群各类生物化石的分布与保存，在很大程度上受沉积环境和埋藏因素的控制。例如营漂浮生活的类水母，虽在整个浅海区域的上层水体中广泛生存，但死后沉落到海底后，仅在滞流海盆的还原沉积环境中才得以保存为化石，而在正常浅海的氧化环境中不能保存。因此，我们不能完全依据庙河生物各类生物化石的分布和保存情况来确定庙河生物群各类生物的生存分布情况。目前虽然在研究区陡山沱组的正常浅海沉积中缺少类水母化石、海绵体化石及蠕虫类化石，但不能断言在研究区陡山沱期的正常浅海环境中没有这些生物生存。

二、古生态及生态模式

研究古生物与古环境之间的相互关系，是古生态学的主要内容之一。这方面的工作，在很大程度上取决于化石的埋葬保存情况。目前在峡东陡山沱组的正常浅海沉积中，仅发现有微体藻类和零散的海绵骨针化石。而且这些微化石主要是通过切片法和化学浸解法获得的，难以对其进行古生态学的分析和研究。在庙河一带的局限滞流海盆沉积中，则保存了庙河生物群各个类群的生物化石，其标本保存完整精美，是研究古生态的理想材料。现分类议论如下：

1. 类水母和微体藻类

类水母和微体藻类均属水体中营漂浮生活的生物，它们的生存与分布，多和上层水体的物化性质有关，而与下部水体的物化性和沉积底质关系不大。当类水母和微体藻类死亡后，便从上层水体沉落到不同环境的海底中，有的被保存为化石，有的不能被保存为化石。水母无硬体易被分解破坏，微体藻类会被其它动物吞食，因此水母和微体藻类化石的分布与保存，与埋葬保存环境有关，尚不能据此确切判断它们的生存环境。

2. 宏体藻类

庙河生物群中的宏体藻类化石仅在陡山沱组顶部的黑色炭质、硅质页岩中十分丰富，保存完整精美。大部分藻体呈细长的丝带状，有的分叉，有的不分叉；绝大多数藻体上有明显的固着器。表明这些宏体藻类主要是营固着底栖生活。一些藻体细小，无固着器的属种（如纤细藻）可能是营漂浮生活的。整个宏体藻类藻体纤细的特点，表明它们是对滞流静水环境的适应。固着底栖藻类固着器的形态变化，一方面可能是藻类属种的差异，另一方面可能是对沉积底质的不同适应。宏体藻类中大量红藻和褐藻的分布，表明滞流海盆的水体可以较深。但因有蓝藻和绿藻共生，故水体深度也不会太大。

当宏体藻类死亡后，便沉落或倒于底部的沉积物软泥上。由于底部水体滞流，处于还原条件，藻体不会很快被分解破坏，有利于沉积的泥质将其就地埋葬，最后保存为完好的化石。

3. 海绵动物

海绵动物属于广生生固着底栖生物，在研究区陡山沱组各个相段的沉积中都有海绵动物化石分布。其中以陡山沱组顶部滞流海盆的黑色炭质、硅质页岩中保存的海绵动物化石最丰富、最完整，包括海绵体的形态、骨丝、骨针和水道系统都得到完整保存。这种保存特点，以及海绵体呈细长管状生长的特点，都表明与局限滞流海盆中水动力条件很弱有关。而在陡山沱组的正常浅海沉积中只有零散的骨针化石保存。说明海绵在正常浅海环境中死亡后，遗体遭到了分解破坏，只有微小的骨针硬体被保存为化石。

4. 蠕虫动物和遗迹化石

在庙河的局限滞流海盆沉积中保存了大量移动底栖生活的蠕虫和遗迹化石。在同一层面上可见到蠕虫和遗迹同时保存，甚至在蠕虫化石的尾部就保留有拖痕。所有的遗迹均呈平坦的线带状分布于层面上，其宽窄变化正好与蠕虫化石的宽窄吻合。表明这些遗迹化石就是由蠕虫动物活动形成的。由于这些蠕虫是在滞流的静水条件生活，它们只形成大量的层面遗迹，未见任何钻孔或钻埋遗迹。这些蠕虫动物的食物大多来自水体中的微体藻类。

通过对上述各类生物生态习性的讨论，初步建立了庙河一带陡山沱晚期局限滞流海盆环境的古生态模式如图 7—10 所示。

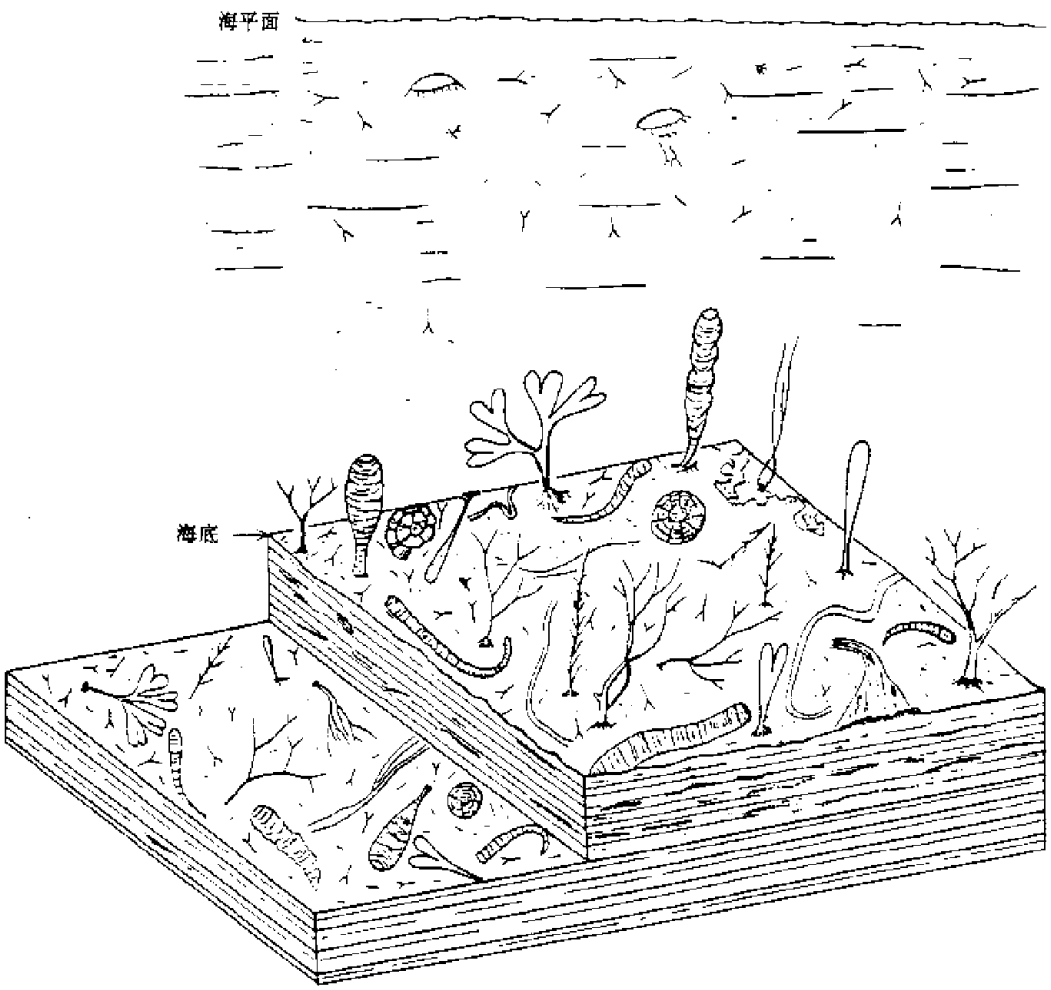


图 7—10　庙河生物群的生态模式

Fig. 7—10　Ecologic model of the Miaohe Biota

结 束 语

实践证明，我国是世界晚前寒武纪化石异常丰富的国家之一，因此不断的发现和总结我国已有的研究成果至关重要。通过对庙河生物群的研究和讨论，我们得出如下几点结论：

1）进一步揭示了庙河生物群的面貌，丰富了这一时期的生物内容，发现和描述了各类化石 140 个属，322 个种，其中新属 38 个，新种 102 个。并对上述化石按现代生物的系统进行了分类，包括了 9 个主要的动植物门和类，为进一步研究陡山沱期的生物，奠定了坚实的基础。

2）通过研究，证明庙河生物群是一个门类众多，属种丰富，数量较大，形态多样，个体大小差异显著，化石保存完整，既有单细胞生物，又有多细胞生物；既有植物，又有动物；既有软躯体生物，又有具硬体的生物；既有实体化石，又有遗迹化石，由底栖型和浮游型共存的国内外罕见的一个特殊的海洋生物群。

3）微古植物报道了 8 个新属，35 个新种，发现了以辐刺藻属（*Radialisrhachia*）为代表的多种具有固着器的刺球藻类，首次提供了可靠的微观底栖藻类化石证据，建立了陡山沱村阶三个微古植物亚组合，它们基本上代表着陡山沱村阶早、中、晚期的微古植物组合面貌。在峡东区内具有一定的代表性。它的建立既有利于区内微古植物的划分和对比，又有利于同邻区乃至世界其它地区进行对比。同时也为现生藻类的分类及演化提供了化石依据。

4）在宏体藻类中发现有蓝藻、绿藻、红藻、硅藻（?）和褐藻多个门类，其中某些类别开始出现原始的器官分化，可分化出表皮、皮层和髓部，说明了陡山沱期的宏体藻类已进入到由较原始的状态向较为复杂和高级的藻类进化发展的新阶段。

5）腔肠动物中类水母化石的发现，在峡区还是首次，它结束了扬子地台没有水母化石的历史。庙河生物群与世界其它地区的 Ediacara 动物群可以进行确切的对比，证明它们时代上的同时性，为我国与国际末前寒武纪地层对比提供了重要的古生物依据。

6）蠕虫动物化石共发现 10 属 14 种，主要是环节动物和一些分类不明的蠕虫。它们在个体大小、形态类型和结构构造（肠道构造、分节特征和裂殖现象）上独具特色。表现出和白海动物群、辽南生物群、淮南生物群中的蠕虫化石群有较大差异，而与埃迪卡拉动物群中的蠕虫较相近。这不仅对蠕虫化石的世界对比具有重要意义，而且对研究晚前寒武纪蠕虫动物的发展演化具有重要的生物学意义。

7）海绵动物中海绵体化石及骨针化石的发现，是庙河生物群中唯一具硬体的化石，也是目前世界上已发现的最低层位的硬体化石。它的存在，打破了长期以来认为 Ediacara 动物群生存时期是由软躯体动物统治的认识，从而将具硬体生物的演化进程向前推进了大约 1 亿年。

8）庙河生物群中的宏体遗迹化石的发现尚属首次，不仅丰富了庙河生物群的化石内容，同时也填补了陡山沱期宏体遗迹化石的空白，它是震旦系遗迹化石组合序列的第 I 组合。同

时笔者在总结前人工作的基础上提出了遗迹化石的分类方案。

9）庙河生物群具有超越其它生物群的优越性。与淮南生物群相比，后者化石门类单调，进化程度较低；与蓝田生物群相比，后者只有植物，而无动物化石发现；与淮北生物群相比，后者只有动物，而缺乏宏观植物；与南澳的 Ediacara 动物群相比较，后者缺乏宏体藻类及具硬体的化石；与俄罗斯的白海生物群相比较，后者缺乏硬体化石，在宏体藻类方面，门类及种属远没有庙河生物群丰富。因此庙河生物群是迄今为止比较完整、比较典型、比较理想，能代表前寒武纪末期生物面貌的一个生物群。

10）通过沉积学研究，确定研究区为浅海陆棚沉积环境，并划分出三个沉积相区。根据地球化学测试数据，分析了水介质条件。结合生态特点，认为庙河生物群微体藻类及浮游生物分布广泛，宏体化石仅存在于局限滞流盆地。首次提出了庙河生物群的沉积环境及生态埋藏模式。

11）庙河生物群是生物由比较单调和比较低级原始转向多门类、较高级的后生动物的中间产物，是最早适应辐射的典范。生物分异度猛增，其中 140 个属，322 个种的发现，证明庙河生物群是长期缓慢增长到爆发式增长的突变，是地质演化史上一次重大的海洋生物大爆发事件。

尽管庙河生物群的研究取得了显著的成果，但还需要进一步的完善和补充。在分类方面，为了与现代生物分类接轨，为了澄清某些混乱的概念，我们在进行与现代生物形态类比的同时，尽可能的采用了现代生物系统分类。当然，这仅仅是初步的，还有待逐步完善，至于它们之间的亲缘关系和系统演化过程还远未解决。相信今后还会不断有所发现，不断有所前进，愿与国内外同行们共同努力，为揭开前寒武纪生物的奥秘而奋斗。

主要参考文献

丁莲芳、张录易、李勇、董军社等，扬子地台北缘晚震旦世—早寒武世早期生物群研究。北京，科学技术文献出版社，1992。

丁莲芳、李勇、陈会鑫，湖北宜昌震旦系—寒武系界线地层 *Micrhystridium regulare* 化石的发现及其地层意义。微体古生物学报，9卷3期，303—309，1992。

丁莲芳，晚前寒武纪重要生物事件。西安地质学院学报，第16卷4期，10—16，1994。

丁启秀、陈忆元，湖北峡东地区震旦纪软躯体后生动物化石的发现及其意义。地球科学，第2期，53—56，1981。

王福星、殷永云，云南晋宁王家湾震旦系微化石新发现及其意义。中国地质科学院成都地质矿产研究所集刊，3，99—110，1982。

王福星、陈乔、赵霞，我国西南震旦纪疑源类化石新资料及其意义。科学通报，28（18），1130—1133，1983。

王福星、赵霞，四川会东震旦系波罗的藻属的发现及其意义。中国地质科学院成都地质矿产研究所所刊，8，7—56，1987。

王福星等，中国西南前寒武纪藻类化石及其地质意义。重庆，重庆出版社，1988。

尹磊明、李再平，西南地区前寒武纪微体植物群及其地质意义。中国科学院南京地质古生物研究所集刊，10，41—102，1978。

尹磊明、长江三峡地区震旦系的微体植物化石。地层学杂志，10卷4期，262—269，1986。

尹磊明，鲁西上元古界侯家庄组的微体植物化石。微体古生物学报，8（3），253—269，1991。

尹崇玉，峡东震旦系陡山沱组燧石中的带刺化石及其地质意义。微体古生物学报，7（3），265—270，1990。

马国干等，华南地区震旦纪时限范围的研究。中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊，第8号，1—29，1984。

马国干、张自超、李华芹等，扬子地台震旦系同位素年代地层学的研究。中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊，第14号，83—124，1989。

齐文同，事件地层学概论。北京，地质出版社，1990。

朱浩然等，藻类名词及名称。北京，科学出版社，1978。

朱浩然等，中国淡水藻志。北京，科学出版社，1991。

朱为庆、陈孟莪，峡东区上震旦统宏体化石藻类的发现。植物学报，26卷5期，558—560，1984。

刘志礼，河北蔚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），121—166，1982。

刘雪娴、刘志礼等，江苏睢宁县晚前寒武纪藻类化石群的研究。微体古生物学报，2（1），171—182，1984。

刘志礼、杜汝霖，*Longfengshania* 的形态特征和归属。古生物学报，30卷1期，106—112，1991。

邢裕盛、刘钰芝，燕辽地区震旦纪微古植物群及其地质意义。地质学报，47（1），1—64，1973。

邢裕盛，云南昆明附近震旦纪及早寒武世微古植物群及其地质意义。地质学报，56（1），42—49，1982。

邢裕盛、殷承华等，中国晚前寒武纪古生物（中国晚前寒武纪地质研究成果之三）。北京，地质出版社，1985。

邢裕盛等，中国的上前寒武纪。中国地层3，北京，地质出版社，1989。

邢裕盛、孙卫国，国际末前寒武系研究展望。地层学杂志，第13卷第3期，228—230，1989。

李日辉、杨式溥，滇东、川中地区震旦系—寒武系界线附近的遗迹化石。现代地质，2卷2期，158—174，1988。

李勇、秦洪宾、丁莲芳，论遗迹化石的分类命名。西安地质学院学报，18卷1期，28—35，1996。

李大庆，云南梅树村震旦系—寒武系边界层水平状遗迹化石形态功能分析和环境意义。矿物岩石，第10卷4期，29—35，1990。

李伟新、朱钟嘉、刘凤贤编，海藻学概论。上海，上海科学技术出版社，1982。

东野、姬奇子、王素娟，我国西南地区震旦系陡山沱组微体遗迹化石的发现。地质科学，第3期，346—347，1984。

杜汝霖等，冀西北青白口系 CHUARIA 类化石的撕片观察及生物归属。河北地院学报，第2期，37—39，1983。

杜汝霖、田立富、李汉棒，蓟县长城系高于庄组宏观生物化石的发现。地质学报，第2期，115—120，1986。

杜汝霖、田立富，燕山地区青白口纪宏观藻类。石家庄，河北科学技术出版社，1986。

杜汝霖，我国晚前寒武纪宏观藻类研究进展。地质科技通报，第4期，24—27，1990。

杜汝霖编，前寒武纪古生物学及地史学。北京，地质出版社，1992。

杨式溥、郑昭昌，宁夏贺兰山震旦纪正目观组遗迹化石。地球科学——武汉地质学院学报特刊 地层古生物专辑（Ⅰ），9—18，1985。

杨杰东、薛耀松、陶仙聪，中国南方震旦系陡山沱组Sm-Nd同位素年龄测定。科学通报，第39卷第1期，65—68，1994。
杨关秀主编，古植物学。北京，地质出版社，1994。
郑重、李少菁、许振祖编著，海洋浮游生物学。北京，海洋出版社，1984。
陈孟莪、陈祥高、劳秋元，陕南震旦系上部地层中的后生动物化石及其地层意义。地质科学，第2期，160—181，1975。
陈孟莪、王义昭，峡东地区上震旦统灯影组中段的管状动物化石。科学通报，22卷，4—5，1977。
陈孟莪、陈忆元、钱逸，峡东区震旦系—寒武系底部的管状动物化石。中国地质科学院，天津地质矿产研究所所刊，3号，117—120，1981。
陈孟莪、林蔚兴、张丕孚等，辽宁复县震旦系高家屯组皱节虫化石的发现。地质科学，第3期，339—340，1982。
陈孟莪、萧宗正，峡东区上震旦统陡山沱组发现宏体化石。地质科学，第4期，317—324，1991。
陈孟莪、萧宗正，峡东震旦系陡山沱组宏体生物群。古生物学报，31卷5期，513—520，1992。
陈孟莪、萧宗正、袁训来，*Beltanelloides podolicus* 在中国上震旦统首次发现。地质科学，第28卷4期，312—315，1993。
陈孟莪、萧宗正、袁训来，晚震旦世的特种生物群落——庙河生物群新知。古生物学报，33卷4期，391—400，1994。
汪贵翔，安徽淮南晚期前寒武纪环节和须腕动物化石。中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊，第6号，9—15，1982。
汪贵翔，前寒武系宏观化石及其意义。地层学杂志，8卷4期，271—276，1982。
林蔚兴、邢裕盛，辽东半岛南部震旦纪辽南群后生动物化石的研究。中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊，第10号，52—62，1984。
林蔚兴，辽东半岛南部晚前寒武纪地层中炭质宏观化石（Carbonaceous megafossils）的初步研究。中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊，10号，131—147，1984。
林世敏、张录易等，陕南震旦系上统高家山组发现的后生动物、遗迹化石和宏观藻类。陕西地质，4卷1期，9—16，1986。
郑伯林、王筱庆，海藻学。北京，农业出版社，1961。
郑文武、穆玉英等，皖北上前寒武系史家组炭质大化石的发现及生物地层意义。古生物学报，33卷4期，455—471，1994。
胡鸿钧等，中国淡水藻类。上海，上海科学技术出版社，1980。
洪作民、刘敬良，辽宁南部复州—大连凹陷震旦系兴民村组、葛屯组发现后生生物化石。中国区域地质，第2期，145—146，1987。
洪作民、黄镇福等，辽南震旦系兴民村组类水母化石。地质学报，62卷3期，200—209，1988。
罗其玲，安徽北部上前寒武系史家组的微古植物群及其地质意义。中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊，第12号，169—179，1985。
唐天福、张俊明、蒋先键，湘、鄂西部晚震旦世地层与古生物的发现及其意义。地层学杂志，2卷1期，32—44，1978。
张昀著，前寒武纪生命演化与化石记录。北京，北京大学出版社，1989。
张忠英，峡东地区震旦纪陡山沱组微体化石新知。地质论评，27卷5期，452—454，1981。
张忠英，峡东震旦系浮游植物的新资料。植物学报，26（1），94—98，1984。
张忠英，湖北西部震旦纪陡山沱组微体植物群。国际交流地质学术文集1——为二十七届国际地质大会撰写，129—139，1984。
张忠英，峡东陡山沱组丝状蓝藻化石的新资料。地质科学，第1期，30—37，1986。
张忠英，龙凤山苔属（新修订）——可能的最早的苔藓植物化石。古生物学报，27卷4期，416—425，1988。
张忠英，浅议峡东陡山沱组的“瓶状微化石”。微体古生物学报，11卷3期，369—371，1994。
张仁杰、冯少南、马国干等，海南岛晚前寒武纪宏观藻类化石。古生物学报，30卷1期，116—125，1991。
张录易，陕西宁强晚震旦世晚期高家山生物群的发现和初步研究。中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊，第13号，67—87，1986。
张录易、李勇，陕西宁强震旦纪末期的瓶状微化石。中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊，第31号，77—86，1991。
夏文杰等，中国南方震旦纪岩相古地理文集。成都，成都科技大学出版社，1992。
徐兆良，华北蓟县高于庄组原核生物化石的研究。植物学报，26卷2期，216—222，1984。
殷吉业、林蔚兴，辽南晚期前寒武纪后生动物群的特征及其时代范围。长春地质学院学报，第2期，20—28，1980。
殷承华、曹芳，湖北峡东前寒武纪瓶状微化石的新发现。中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊，21号，129—145，1989。
阎玉忠，蓟县长城系串岭沟组裂枝藻。中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊，第6号，1—7，1982。

闻玉忠，蓟县串岭沟组微古植物群初介。中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊，12号，137—153，1985。
闻玉忠，蓟县串岭沟组页岩相藻丝体。天津地质矿产研究所所刊，第21号，149—165，1989。
闻玉忠，论长城系微化石群的真核生物意义。微体古生物学报，10（2），167—180，1993。
闻玉忠，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，12（2），107—126，1995。
殷鸿福、徐道一、吴瑞棠，地质演化突变观。武汉，中国地质大学出版社，1988。
殷维成、丁莲芳、何廷贵等，四川峨眉—甘洛地区震旦纪地层古生物及沉积环境。成都，四川人民出版社，1980。
殷维成等，四川西南部震旦系研究专辑。成都地质学院学报，增刊（1），1984。
殷维成、李大庆，川西与滇东震旦系—寒武系边界层遗迹化石比较及地质意义的探讨。矿物岩石，10卷4期，22—28，1990。
殷维成等，四川盆地周边及邻区震旦亚代地质演化与成矿作用。成都，成都科技大学出版社，1993。
曹芳，震旦系陡山沱组藻类化石新资料。中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊，第12号，183—188，1985。
钟国芳，黄陵背斜南翼上震旦统与下寒武统的微古植物。地层学杂志，14卷1期，70—75，1990。
符俊辉，安徽寿县八公山刘老碑组弯曲大型疑源类化石及其数学模拟。西北大学学报，16卷1期，76—88，1986。
符俊辉，安徽寿县晚前寒武纪淮南生物群新材料。古生物学报，28卷1期，72—75，1989。
符俊辉，淮南生物群的组合面貌及其特征。古生物学报，28卷5期，642—652，1989。
赵自强、邢裕盛、马国干、陈忆元等，长江三峡地区生物地层学（1），震旦纪分册。北京，地质出版社，1985。
赵自强、邢裕盛等，湖北震旦系（中国震旦系建系研究项目成果之二）。武汉，中国地质大学出版社，1988。
薛耀松、唐天福、俞从流，贵州晚震旦世陡山沱期骨骼动物化石的发现及其意义。古生物学报，31卷5期，530—539，1992。
中国科学院海洋研究所编辑，中国经济海藻志。北京，科学出版社，1962。
中国科学院海洋研究所编，我国西沙中沙群岛海域海洋生物调查研究报告集。北京，科学出版社，1978。
武汉大学、南京大学、北京师范大学合编，普通动物学。北京，人民教育出版社，1978。
武汉地质学院古生物教研室编著，古生物学教程。北京，地质出版社，1980。
厦门水产学院主编，海洋浮游生物学。北京，农业出版社，1981。
湖北省地质局三峡地层研究组，峡东地区震旦纪至二叠纪地层古生物。北京，地质出版社，1978。
李菊英等译（约翰李．瑞著），钙藻。北京，地质出版社，1982。
张志强编译，新的前寒武地质年代表。地球科学进展，第2期，51—53，1992。
罗迪安译（捷克，B. 福迪著），藻类学。上海，上海科技出版社，1980。
萧前柱等译（B.C. 马特维也夫等著），动物学教程，上卷，第一分册。北京，高等教育出版社，1957。
曹瑞骥、齐文同等译（E. 弗吕格尔主编），化石藻类。北京，科学出版社，1984。
Du Rulin and Tian Lifu, Algal Macrofossils from the Qingbaikou System in the Yenshan Range of North China. Precambrian Research, 29: 5—14, 1985.
Du Rulin, Wang Qizheng, Tian Lifu, Catalogue of Algal Megafossils from the Proterozoic of China. Precambrian Research, 73: 291—298, 1995.
Duan Chenghua, Late Precambrian Algal Megafossils *Chuaria* and *Tawuia* in Some Areas of Eastern China. Akcheringa, 6: 57—68, 1982.
Farme, J., Vidal, G., Moczydlowska, M., Strauss, H., Ahlberg, P. & Siedlecka, A., Ediacaran fossils from the Innerelv Member (Late Proterozoic) of the Tanafjorden Area, Northeastern Finnmark. Geol. Mag. 129 (2). P. 181—195. 1992.
Glaessner, M. F., Geographic distribution and Time-range of the Ediacaran Precambrian Fauna. Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 82, No. 2, 509—514, 1971.
Glaessner, M. F., The Emergence of Metazoa in the Early History of Life. Precambrian Res., 20: 427—441, 1983.
Hofmann, H. J. and Chen Jinbiao, Carboneceous Megafossils from the Precambrian (1800 Ma) near Jixian, Northern China. Canadian Journal of Earth Sciences. vol. 18. No. 3, 443—447, 1981.
Hofmann, H. J., Precambrian Caboneceous Megafossils. Palaeoalgology: Contemporary Research and Application. 20—33, 1985.

Hofmann, H, J., Proterozoic Caboneceous Compressions ("Metaphytes" and "Worms"). Bengtson. s (ed) Early Life on Earth, Nobel Symposium No. 84, 1994.

Horodyski, R. J., Paleontology of Proterozoic Shales and Mudstones, Examples from the Belt Supergroup, Chuar Group and Pahrump Group, Western USA. Precambrian Res., 61: 241—278. 1993.

Knoll, A. H., End of the Proterozoic. Eon. Sci. Am., 265 (4) 64—73, 1991.

Moore, R. C., Treatise on Invertebrate Paleontology, Part E, Archaeocyatha and Porifera. Geological Society of America and University of Kansas Press, 1963.

Narbonne, G. M., Hofmann, H. J., Ediacaran Biota of the Wernecke Mountains, Yukon, Canada. Palaeontology, vol. 30, Part 4, P. 647—676, Pls. 73—75, 1987.

Schopf, J. W., Precambrian Paleobiology: Problems and Perspectives. Ann. Rev., Earth Planetary Sci., 3. 213—249, 1975.

Seilacher, A., Vendozoa: Organismic Construction in the proterozoic Biosphere. Lethaia, 22, 229—239, 1989.

Steiner, M., Erdtmann, B. D. & Chen Junyuan, Preliminary Assessment of New Late Sinian (Late Proterozoic) Large Siphonous and Filamentous "Megaalgae" from Eastern Wulingshan, North-Central Hunan, China. Berliner geowiss. Abh. (E) 3, 305—319, 1992.

Steiner, M., Mehl, D., Reitner, J. & Erdtmann, B. D., Oldest Entirely Preserved Sponges and Other Fossils from the Lowermost Cambrian and a New Facies Reconstruction of the Yangtze Platform (China). Abh. (e), 9: 293—329, Berlin,. 1992.

Wang Fuxing, Zhang Xuanyang and Guo Ruihuan, The Sinian Microfossils from Jinning. Yunnan, South-West China. Precambrian Research, 23, 1983.

Wang Fuxing, Middle -Upper Proterozoic and Lowest Phanerozoic Microfossil Assemblages from SW China and Contiguous Area. Precambrian Research, 29, 33—43, 1985.

Yin Leiming, Ecological History of Doushantuo Period in Yangtze Gorge District, S. China. Palaeoecology of China, vol. 1, 1—10, Nanjing University Press, 1991.

Zhang Yun, Multicellular Thallophytes with Differentiated Tissues from Late Proterozoic Phosphate Rocks of South China. Lethaia, vol. 22, 113—132, 1989.

Zhang Yun and Hoffmann, L., Blue-Green Algal Mats of the Salinas in San-ya, Hai-nan Island (China), Structure, Taxonomic Composition, and Implications for the Interpretation of Precambrian Stromatolites. Precambrian Res., 56, 275—290, 1992.

Zhang Yun ang Yuan Xunlai, New data on Multicellular Thallophytes and Fragments of cellular Tissues from Late Proterozoic phosphate Rocks, South China. Lethaia, vol. 25, 1—18, 1992.

Steiner, M., Die Neoproterozoischen Megaalgen Sudchinas, Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe E. Band 15, Fu. Tu. TFH, Berlin, 1994.

Sinian Miaohe Biota of China

Summary

Ⅰ. Introduction

The eastern region of the Yangtze Gorges in China is the place where is located the standard Sinian section. This region is characterized by wholeness of the Sinian sequence, clear boundaries of strata, obvious lithological characters and abundant fossils. In 1924 Professor Li Siguang (J. S. Lee) first studied and established the standard sequence of the Sinian System, which was followed by geologists down to the present day. The age of lower limit of the Sinian System is dated at 800 Ma, while the upper—600±10 Ma. The Sinian System is divided into two series and four formations, the lower series consists of the Liantuo Formation and the Nantuo Formation, whereas the upper series—the Doushantuo Formation and the Dengying Formation (Fig. 1—1, 1—2).

In May 1990 the authors discovered a great number of macroscopic algae and Vermes fossils from the Doushantuo Formation at the western limb of Huangling anticline, and then named this biological assemblage "the Miaohe Biota" and gave it normal definition in the monograph "The Study of the Late Sinian-Early Cambrian Biota from the Northern Margin of Yangtze Platform" in 1992. In 1993 the authors gained again the National Natural Science Funds on the project "A Study of the Miaohe Biota from the Sinian System in the Eastern Yangtze Gorges". In the process of study for several years the authors had made the survey of eight geological sections, collected more than 3000 fossil specimens, including microfossils, macroscopic algae, Coelenterata, Spongia, Vermes, and trace fossils, six kinds of fossils in total. This monograph is an outcome of researches on the Miaohe Biota from the Sinian System in the eastern region of the Yangtze Gorges.

The major contents of this book are that micropalaeophytes (include gigantic spine-bearing acritarches), macroscopic algae (include green, red, brown and siliceous (?) algae), metazoans (Coelenterata, worms), sponges and trace fossils, belonging to the Miaohe Biota, had been studied particularly by the authors, not only their shapes are described in detail, but also their components, structure, assemblage characters and distribution are analysed in depth. On the basis of comparison with present organisms the authors provide a initial biological classification of the Miaohe Biota. Besides, the authors give discussion on ichnology, taphonomy, organic evolution and relations of organisms with the environment; supply important leads for further researches on origin and evolution of metazoans and extinction of species; compare the Miaohe

Biota with the world-famous Ediacara fauna.

Ⅱ. Principal features and distribution of the Biota

1. Definition of the Miaohe Biota

In May 1990 the authors surveyed a section of the Doushantuo Formation at the Miaohe Village and discovered plentiful macroscopic algae and verme-tube fossils in black silty siliceous shale at the upper part of the Doushantuo Formation and therefore this biological assemblage was called "the Miaohe Biota". After making continuous exploration and research by the authors for several years, the contents of the Miaohe Biota become more and more plentiful. It contains 9 phyla and types as follows: microfossils: group Sphaeromorphida, group Nematomorphida and Acanthomorphida group having complex forms; macroscopic algae: blue, green, red, brown and siliceous (?) algae, almost include all kinds of algae living in present time; besides there are a few of unclassified fossils; metazoans: Coelenterata, Vermes and sponges, among sponges we discovered not only spicular fossils, but also spongeous fossils; trace fossils remained by metazoans. In view of the above-mentioned variety of organic kind, it is necessary to complement the definition of the Miaohe Biota. The complete definition is that the Miaohe Biota is a summation of all kinds of plant and animal fossil community from the Doushantuo Formation in the east region of Yangtze Gorges, with the representative biota of macroscopic algae, micropalaeophytes, metazoans, sponges and trace fossils, contained in black silty siliceous shale of the Doushantuo Formation of the Upper Sinian Series at Miaohe Village on west limb of Huangling anticline in the Eastern Yangtze Gorges. The biota was nominated from the typical locality of thriving development of this biota, the Miaohe Village of Zigui County in Hubei Province.

The Miaohe Biota is a special biological assemblage, of which the kinds of organisms are numerous, genera and species are abundant, quantity of fossils is great, the form is various, difference of individuals is evident; in which there are organisms not only unicellular but also multicellular, not only soft-bodied but also hard-bodied, not only botanical but also animal; moreover both material fossil and trace, both plankton and benthos lived together.

The age of the Doushantuo Formation determined by the National University of Australia and Yichang Institute of Geology and Mineral Resource of China with Rb-Sr method on analysis of specimens collected from upper part of the Doushantuo Formation in Sandouping and Tianjiayuanzi was dated at 700±5 Ma and 691±29 Ma (Zhao Ziqiang 1985). The U-Pb isotopic age of zircons in tuffs from lower part of the Liantuo Formation is 740±16 Ma (Zhao Ziqiang 1985). Based on these data, considering the geological background, the authors could infer the age of the lower boundary of the Doushantuocun Stage to be 700±20 Ma, while its upper boundary age (lower boundary age of the Dengyingxia Stage), 650 Ma (Zhao Ziqiang 1988). Thus the age of the Miaohe Biota should be about 700—650 Ma (Fig. 2—1).

2. Principal characteristics of the Miaohe Biota

The principal characteristics of the Miaohe Biota are numerous fossil phyla and types, very plentiful species, great amount of fossils, well preservation of individuals, various forms of fossils and wide ecological spheres.

These are enumerated separately as follows:

(1) Plenty of phyla and types

According to their features all fossils may be grouped into 5 types, namely, micropalaeophytes, macroscopic algae, metazoans, sponges, and trace fossils.

From these types we discovered and described more than 140 genera including 322 species, among them 38 new genera, 102 new species, belonging to 9 main phyla and types of flora and fauna (Coelenterata, Annelida, sponges, blue algae, green algae, red algae, siliceous (?) algae, brown algae and trace fossils).

Among these fossil specimens macroscopic algae are the chief part of Miaohe biotic fossil records, over 1800 pieces, amounting to 60 per cent of total specimens. The Vermes about 15%, trace fossils about 10%, sponges about 3%, medusoid fossil about 2% (but its position in biota is important), and temporarily unclassified fossils about 10%.

(2) Variety of morphological properties

A. Micropalaeophytes

They may be divided into group Sphaeromorphida, group Acanthomorphida and multicellular filaments.

a. Group Sphaeromorphida

The vesicles have different forms: spherical, elliptical, spindle etc.. The surface may be even, rough, with ornament as warts, tumours, honeycombs, holes, girdles, radial folds, ridge striae and so on. The group Sphaeromorphida is abundant, widespread, preserved in different rocks, and is the basal element among micropalaeophytes of the Doushantuo Formation.

b. Group Acanthomorphida

They were discovered in black siliceous rocks plentifully. Their individuals bear obvious feature and large size. On the surface the spines are diversiform, unbranched, well-preserved, as *Tianzhushania*, *Comasphaeridium Radialisrhachia* etc.

c. Multicellular filaments

They are chiefly contained in siliceous rocks and are diversiform, such as curved tube-like filaments, unbranched monofilaments and regular spired filaments.

B. Macroscopic algae

They are a very important part of the Miaohe Biota. Their form is various, shape is different: such as vertical, creeping, simply branched, complexly branched, filamentous, spheroidal, bladed, vesicular. They have organic differentiation, the similarity of roots, stems and leaves. Individuals commonly are centimetric in size. Their old appearance greatly changed in size, form and structure.

C. Metazoans

They are an indispensable important component of the Miaohe Biota, one of evidences for

comparison with other biotas. They embrace medusoid of coelenterate, Oligochacta of Annelida, Vermes, all having bigger individual in centimetric size.

D. Sponges

They are the only fossils bearing hardbody in the Miaohe Biota. In addition to sponge-spicules there are still spongeous fossils discovered.

E. Trace fossils

Among the Miaohe Biota trace fossils there are mainly horizontaly moved traces (Epichnia), including drag trace and gnawing trace (fodinichnia). Besides, on the bedding surface there are shallow tape-like traces, not having obvious grooves, as *Planotaenichnus*, *Limbotulichnus*.

(3) Great quantity of fossils

The burial quantity of Miaohe biotic fossils is great. The authors collected specimens more than 3000 pieces in total representing 9 phyla of organisms. Among macroscopic algae the *Gracilogia* is very plentiful, almost every species yields a large amount of fossil individuals, on an average there are more than 200 pieces of fossil bodies in a square meter area, being the indicators for finding megascopic fossils.

Microscopic fossils within the Miaohe Biota are plentiful too, on an average there are more than 10 pieces of various microscopic fossils in a thin section.

Therefore a large amount of fossils supplied a good condition for our deep studying the Miaohe Biota.

(4) Diversification of preservation of fossils

Preservation forms of fossils may be grouped as follows:

A. Film form

Fossils remained on a bedding surface as carbonaceous film, commonly may be divided into 2 parts (positive and negative) along a bedding surface, sometimes it is an external mould, sometimes an internal core. This conservational form dominates among collected fossil specimens, such as a great part of macroscopic algae was conserved in this form.

B. Ichnite form

On a bedding surface ichnite had been remained and became fossil. Among soft-bodied metazoans medusoid, worms, trace fossils and a few of macroscopic algae all had this form.

C. Stereoscopic form

Less metazons and macroscopic algae having big thickness could preserve stereoscopically on a bedding surface, such as some macroscopic algae and sponge fossils.

D. Original form

In siliceous rocks microfossils were mainly preserved in this form. In carbonaceous and argillaceous rocks this form may be met too. Under this form fossils were commonly well preserved originally with ornaments, nodules and spines, except some fossils were being pressed and deformed in diagenetic process.

(5) Width of ecological sphere

The Miaohe biota is a biota of typical shallow sea facies. The ecological distribution is diverse as follows:

A. Benthic fixed type

Some of algae had a primitive "root", fixed themselves to sea bottom, with the "root" and grew up vertically. Some "root" perpendicularly got into the sea bottom, some horizontally extend longer, as *Miaohenella*, some only have a small holdfast, as *Doushantuophyton*. While the sponges fixed themselves on the sea bottom by a basal part.

This ecological type makes up about 50% of the Miaohe Biota.

B. Benthic creeping type

Organisms crept on sea bottom to find food by body wriggle or bristle, such as some Vermes.

Among the Miaohe Biota perhaps some organisms already were initially able to drill the soft bottom.

This ecological type makes up 20% of the Miaohe Biota.

C. Planktonic and floating type

Floating organisms do not bear a real swimming organ, often floating in the water and drifting along with the current. For the purpose of fitting in with a floating life the shape of organisms commonly is radial symmetric circular or spheroidal. The body size generally is small, as *Gracilegia* and some algae. After death their corpses widely spread in strata.

The planktons' body is very thin, specific gravity is little, ususlly they possess the action of hydraulic press and thus can make perpendicular movement in the water, as medusoid.

Organisms of this type amount to 30% of the Miaohe Biota.

In a word, the Miaohe Biota is a special biota, of which life diversification is great and evolutional degree is higher. In comparing with the Huainan Biota, the latter is less in fossil phyla and is lower in evolutional degree. In comparing with the Lantian Biota, the latter only contains flora fossils but lacks fauna fossils. In comparing with Huaibei Biota, the latter only contains fauna fossils but lacks megascopic flora fossils. Therefore, the Miaohe Biota is characterized by plentiful phyla, great amount of fossils, various preservation forms, wide ecological sphere, and embraces both microscopic and megascopic organisms, both flora and fauna, both soft-bodied and hard-bodied, both substance and trace, both benthos and plankton, and is the most typical biota in South China in the Late Sinian Epoch up to now (Fig. 2—2).

3. Distribution and horizon of Miaohe biotic fossils

The distribution and horizon of Miaohe biotic fossils may be discussed from microscopic and macroscopic aspects:

(1) Microscopic aspect

According to features of microfossils we will describe micropalaeophytes and microfauna respectively.

A. Micropalaeophytes

Micropalaeophytes of the Miaohe Biota is equivalent to the second micropalaeophyte as-

semblage in the Sinian in the Yangtze Gorge district. They were mainly distributed in the Doushantuo Formation in localities: Miaohecun, Liantuo, Doushantuo, Sandouping, Wangfenggang, Tianjiayuanzi, Tiejiangya and were contained in clasolites, silicolites and carbonate rocks at two limbs of Huangling anticline. In the past researchers had reported micropalaeophyte. But, on the basis of our study in 1992 the authors found that micropalaeophytes from the Doushantuo Formation represent 35 genera including more than 70 species and 21 unclassified species. Recently the authors researched once more and discovered these micropalaeophytes represent 96 genera including 241 species and 57 unclassified species, among them there are 8 new genera and 35 new species.

B. Microfauna

Here we mainly point to sponge-spicules. They are distributed in a belt from Shipai of Yichang City to Miaohe of Zigui County and are contained mostly in the Doushantuo Formation in Liantuo and Wangfenggang. In the same time at the bottom of the Doushantuo Formation in Liantuo there is *Sagenaporellachitina* (Tang Tianfu 1978).

(2) Macroscopic aspect

According to features of macrofossils there are macroscopic algae and macroscopic fauna in the biota. They are chiefly distributed along the southern and northern Yangtze riversides from Lijiagounao to Zhoujialing with length 18 km at west limb of Huangling anticline, having 5 fossil spots in this belt. Fossils are mainly contained in the upper part of the Doushantuo Formation in siliceous and argillaceous rocks. The horizon is persistent. In the upper part of the Doushantuo Formation of southeastern limb of Huangling anticline in black argillaceous rocks macrofossils have not been discovered at present yet. It seems that fossils' occurrence and their distribution are related with lithofacies closely.

Vertical distribution of fossils is shown in Fig. 2—3.

Ⅲ. Classification of the Miaohe Biota

1. Classification of micropalaeophytes of the Miaohe Biota

(1) Cyanophyta

Sphaerophycus Schopf, 1968

Collirata (gen. nov.)

Eosynechococcus Hofmann, 1976

Eoentophysalis Hofmann, 1976

Mastigophycus Wang, 1982

Microconcentrica Naumova, 1960

Nematophylla (gen. nov.)

Spirostilus (gen. nov.)

Palaeolyngbya Schopf, 1968

Bigeminococcus Schopf & Blacic, 1971

Myriasporella Oehler, 1978

Clonophycus Oehler, 1978

Eomycetopsis Schopf, 1968

Siphonophycus Schopf, 1968

Oscillatoriopsis Schopf, 1968

Nostocomorpha Sin et Liu, 1978

Megalytrum Knoll, Barghoorn & Awramik, 1978

Myxococcoides Schopf, 1968

Nanococcus Oehler, 1977

Palaeoanacystis Schopf, 1968

Cephalophytarion Schopf, 1968

Gunflintia Barghoorn, 1965

Cyanonema Schopf, 1968

Salome Knoll, 1982

Polythrichoides Hofmann, 1974

(2) Chlorophyceae

Tetraphycus Oehler, 1978

Protosphaeridium Timofeev, 1966

Caryosphaeroides Schopf, 1968

Eozygion Schopf & Blacic, 1971

Campanisphaera (gen. nov.)

Eosphaera Barghoorn, 1965

Microsphaeriodes Wang, 1988

Nucellosphaeridium Timofeev, 1963

Globophycus Schopf, 1968

Balbiriniella Oehler, 1978

Glenobotrydion Schopf, 1968

Eremosimorpha Yin et Li, 1978

Circulimorpha Yin et Li, 1978

Closterimopsis Yin et Li, 1978

Archaeonema Schopf, 1968

Pandorinopsis Liu, 1982

(3) Micropalaeophyta (Acritarcha)

A. Sphaeromorphida

Leiopsophosphera (Naumova, 1960) Schepeleva, 1967

Lophosphaeridium Timofeev, 1959

Trachysphaeridium Timofeev, 1959

Tylosphaeridium Timofeev, 1959

Trematosphaeridium Timofeev, 1959

Leiominuscula Naumova, 1960

Xenosphaera Yin, 1984

Huroniospora Barghoorn, 1965

Pseudozonosphaera Sin et Liu, 1973

Synsphaeridium Timofeev, 1966

Phanerosphaerops Schopf et Blacic, 1971

Melasmatosphaera Hofmann, 1976

Globophycus Schopf, 1968

Pterospermopsis W. Wetzel, 1952

Pseudofavososphaera Xing, 1982

Lophominuscula Naumova, 1960

Maculospaera Licari, 1978

Margominuscula Naumova, 1960

Latisphaera Licari, 1978

Zonosphaeridium Timofeev, 1959

B. Scaphomorphida

Leiofusa Eisenack, 1938

Macroptycha Timofeev, 1973

Dactylofusa Brito et Sant, 1965

C. Edromorphida

Triangumorpha Sin et Liu, 1973

Ceratophyton Kirjanov, 1979

Quadratimorpha Sin et Liu, 1973

Jilinella Yin, 1984

D. Acanthomorphida

Radialorhachia (gen. nov.)

Comorhachia (gen. nov.)

Acrosphaeridium (gen. nov.)

Micrhystridium (Deflandre, 1937) emend. Downie and Sarjeant, 1963

Cymatiosphaera (O. Wetzel, 1933) Deflandre, 1954

Baltisphaeridium Eisenack, 1958

Archaeohystrichosphaeridium Timofeev, 1959

Eomicrhystridium Deflandre, 1968

Paracymatiosphaera Wang, 1984

Tianzhushania Yin et Li, 1978

E. Ooidomorphida

Archaeoellipsoides Horodyski et Donaldson, 1980

F. Nematomorphida

Volyniella Schepeleva et Aseeva, 1974

Polysphaeroides Hermann, 1976

Rhicnonema Hofmann, 1976

Filiconstrictosus Schopf & Blacic, 1971

Razumovskia Vologdin, 1939

Taeniatum Sin, 1962

Phycomycetes

G. Versimorphida

Retinarites Ouyang, Yin et Li, 1974

Homomorpha (gen. nov.)

Ligum Sin, 1962

Paleasphaeridium Yin, 1985

Brocholaminaria Ouyang, Yin et Li, 1974

Cornutosphaera Sin, 1973

Laminarites Sternberg

Paleamorpha Sin et Liu, 1978

2. Classification of Macroscopic Algae of the Miaohe Biota

Cyanophyta

Cyanophyceae

Hormogonales

Nostocaceae

Nostocomorpha Sin et Liu, 1978

Order and family uncertain

Ciliage (gen. nov.)

Chlorophyta

Chlorophyceae

Ulotrichales

Ulotrichaceae

Eoulothrix (gen. nov.)

Longenema (gen. nov.)

Cometiphylla (gen. nov.)

Siphonales

Codiaceae

Palaeocodium (gen. nov.)

Ulvales

Ulvaceae

Enteromorphites Zhu et Chen, 1984

Order and family uncertain

Villosalga (gen. nov.)

Rhodophycophyta
  Rhodophyceae
    Nemalionales
      Chaetangiaceae
        Palaeoscinaia (gen. nov.)
    Gigartinales
      Phyllophoraceae
        Gymnogongrusoides (gen. nov.)
    Gracilariaceae
      Doushantuophyton Chen, 1991
    Bangiales
      Bangiaceae
        Paraporphyra (gen. nov.)
        Palmalga (gen. nov.)
    Order and family uncertain
        Polycadalga (gen. nov.)
          Ramalga (gen. nov.)
          Konglingiphyton Chen et Xiao, 1992
          Yichangella (gen. nov.)
          Zhongbaodaophyton Chen, Xiao and Yuan, 1992
          Sectoralga (gen. nov.)
Bacillariophyta (?)
  Bacillariophyceae (?)
    Order and family uncertain
        Gracilogia Ding, 1992
Phaeophyta
  Heterogeneratae
    Laminariales
      Laminariaceae
        Miaohenella Ding, 1992
    Dictyosiphonales
      Scytosiphonaceae
        Eoscytosiphon Ding, 1992
        Eocolpomenia (gen. nov.)
    Cyclosporae
      Fucales
        Sargassaceae
          Axalga (gen. nov.)
Class and order uncertain

Chuariaceae

Chuaria Walcott, 1899

Ovidiscina Zheng, 1980

Longfengshaniaceae

Longfengshania Du, 1982

Vendotaenides

Vendotaenia Gnilovskaja, 1971

Class, Order and Family uncertain

Tubulalga (gen. nov.)

Archaeocladiphyton Chen, Xiao and Yuan, 1994

Furcatalga (gen. nov.)

Anomalophyton Chen, Xiao et Yuan, 1994

Phylum, Class, Order and Family Uncertain

Sysphaera (gen. nov.)

Circalga (gen. nov.)

3. Classification of invertebrate animal fossils of the Miaohe Biota

Coelenterata

Medusoid

Sanxiamedusa (gen. nov.)

Maopingimedusa (gen. nov.)

Palaeomedusa (gen. nov.)

Annelida

Oligochaeta

Order and family uncertain

Xilinxiaella (gen. nov.)

Changjiangivermia (gen. nov.)

Rugosilina (gen. nov.)

Palaeohirudo (gen. nov.)

Ziguivermites Chen, 1994

Latizonivermes (gen. nov.)

Jiuqunaoella Chen, 1991

Vermes

Phylum, Class, Order and Family Uncertain

Niuganmafeia Chen, 1991

Pupillivermia (gen. nov.)

Ambomurica (gen. nov.)

Fragmentary fossil A

Porifera

Class, Order and Family Uncertain

Sinospongia Chen et Xiao, 1992
Rugospongia (gen. nov.)
Doushantuospongia (gen. nov.)
Cuculus Steiner, 1994

Ⅳ. Position and significance of the Miaohe Biota in Precambrian life evolution

From the life evolutionary point of view, in the long time of the Precambrian which occupies six-sevenths of the Earth history, organism experienced a series of complex changes. The organism was from no existence to appearance, from a prokaryote to an eukaryote, then to metaphytes and softbodied metazoans, then entering into an initial stage of shelly metazoans. Every long stage marked the occurrence of an epochal transform.

Palaeontological materials known in present time show that before life the chemical evolution only prolonged about 300—500 Ma. This substance, not having the form of an organism, was preserved in rocks only by organic matters, as kerogen, amino acid, porphyrin, to be called chemical fossils.

The evolution of cells from the occurrence of primitive unicellular life through prokaryotes and eukaryotes to the appearance of abundant metaphytes and metazoans prolonged more than 2500 Ma.

The earliest life appeared about 3200 Ma ago, such as algae microfossils were discovered from the Onverwacht Series of the Swaziland System about 3700—3400 Ma in age (E. J. Albert et al., 1968), from the Fig Tree Series in South Africa about 3100 Ma in age the algae microfossils and bacteria microfossils were discovered too (E. S. Barghoorn and J. W. Schopf, 1967).

The progress from prokaryotes to eukaryotes, as considered E. Cloud, occurred during the time about 1900—2000 Ma (E. Cloud, 1976). Based on that the cellular diameter of present eukaryotes is obviously greater than that of prokaryotes, J. W. Schopf (1977) made statistics of cellular diameters of Precambrian fossils and came to the conclusion that the period about 1400—1500 Ma ago should be the original time of eukaryotes. Hence, there is a difference of opinion for the origin time of eukaryotes.

The time of appearance of metaphytes and metazoans can not be yet determined presently. Although their organic part may be developed enough to remain traces in strata, they can not be discovered by the people, and it is needful to excavate further. However, it is commonly considered that metaphytes appeared earlier than metazoans. Now, on the basis of known metabiotic materials for the origin time of the metaphytes and metazoans we make a rough estimation.

In the aspect of metaphytes, the Qingbaikou System in China, with an age of 900—850 Ma, yields *Longfengshania* (Du Rulin, 1982), which has the primitive differentiation of or-

gans. The Little Dal Group in Canada, about 1000 Ma in age, yields *Tawuia* and *longfengshania* (Hofmann, 1987). From the Gaoyuzhuang Formation of the Changcheng System in Jixian, having the age of 1400 Ma, was found macroscopic algae *Grypania* (Du Rulin, 1986), and from the Tuanshanzi Formation, 1700 Ma, was found macroscopic algae *Tuanshanzia* (Yan Yuzhong, 1995). According to their great individual, various form and clean margin it is explained that these organisms had developed to a certain level. From the Chuanlinggou Formation (1800 Ma) of the Changcheng System in Jixian County Yan Yuzhong discovered macroscopic multicellular algae filaments visible to naked eyes and inferred them to be primitive green algae elements having features of eukaryote algae. That provided new evidence for the occurrence of eukaryotes. These fossils not only are the earliest macroscopic fossils in China, but also the earliest in the world up to now. Therefore, that the appearance of eukaryotes should be 1700—1800 Ma ago may be deduced, and it is near Cloud's view.

In the aspect of metazoans, the Ediacara Fauna in South Australia consists of Coelenterata, Spongia, Annelida, Arthropoda etc., almost wholly soft-bodied. Its appearance is nearly 680—590 Ma ago (Glaessner, 1971; Schopf, 1975). As is generally recognized, this is the earliest time for the occurrence of metazoans. However, with the deepening of the researches and with the discovery of new materials this point of view needs to revise. The Miaohe Biota (700—650 Ma) of the Doushantuo Formation in the Chinese Yangtze Gorges and the Xilingxia Biota (650—600 Ma) of the Dengying Formation in total may be looked as the equivalent to Ediacara Fauna. The former (Miaohe Biota) contains medusoid of Coelenterata, Spongia, Vermes, trace fossils and abundant differential in organs macroscopic algae. The latter (Xilingxia Biota) contains pennatulid of Coelenterata, Spongia, Vermes and macroscopic algae. It is important that the Doushantuo Formation in the Yangtze Gorges yields sponges bearing inner skeleton among the Miaohe Biota (Ding Lianfang et al., 1992); in Guizhou Province from the Doushantuo Formation fragments of ancient crinoidal stems had been found (Xue Yuesong, 1992). All these indicate that the fauna was able to secrete skeletons already. Although the skeleton amount is small, yet the skeleton begins to appear. And this indicates soft-bodied animals should be present even earlier than the Miaohe Biota, namely, even earlier than the Ediacara fauna. At this point the Miaohe Biota plays a role better than the Ediacara Fauna. Besides, the Liulaobei Formation (840 Ma) in Anhui Province of China yields *Anhuiella*, *Sinosabellidites*, and it moves the time of appearance of soft-bodied animals up 150 Ma. Now, we could say that the first appearance of the metazoans should be 900—1000 Ma ago.

The appearance of multi-phylum shelly fossils is another very important event in life evolution history. They are a host of hard-bodied fossils, including hyolithids, brachiopods, gastropods, monoplacophorans, archaeocyatha, coelenterates, conodontomorphs, globomorphs and some unclassified fossils. Because of their small size and shells, they are called small shelly fossils. The Meishucun Biota (equivalent of the Kuanchuanpu Biota) is their representive. Being very primitive, but all have the shell, they are essentially different from the soft-bodied Ediacara Fauna. The successful evolution of shell-bearing animals marked an important qualitative leap

in the history of life development which changed the feature of biosphere on the Earth.

Our country is one of the countries in which Precambrian strata are well spread and Precambrian palaeontological materials are very rich. As is formally reported, fossil spots amount to more than 30 localities, spreading throughout 12 provinces or regions. For the Precambrian Period both quantity of fossils and number of phyla, genera and species in China exceed that in other areas in the world. Now based upon horizons containing fossils, age, shape characters and biological phyla the organisms of Middle-Upper Proterozoic Erathem from the Changcheng System to the Sinian System may be divided into 7 biotas (Du Rulin 1990. Ding Lianfang et al., 1992) (Table 2—1).

1. The Sangshu'an Biota (The Changcheng Period. Chuanlinggou-Gaoyuzhuang Age. 1800—1400 Ma)

It is the biota marking the appearance of eukaryotes and the first appearance of macroscopic algae. *Nucellosphaeridium* and *Schizofusa* from the Chuanglinggou Formation are unicellular planktonic eukaryote algae, and it is the powerful evidence of existence of eukariotes (Yan Yuzhong 1982, 1985). From the Gaoyuzhuang Formation, being 1400 Ma in age, *Grypania* algae was discovered (Du Rulin, 1986). From the Tuanshanzi Formation, being 1700 Ma in age, were discovered macroscopic algae *Tuanshanzia* and *Eopalmaria* (Yan Yuzhong, 1995), which are the first representatives of macroscopic algae.

2. The Xiahuayuan Biota (The Jixian Period. Wumishan—Hongshuizhuang Age. 1400—1200 Ma)

This biota is characterized by the appearance and diversification of branched filamentous eukaryote algae and multicellular algae, such as *Cylindrothrix* from the Wumishan Formation (Liu Zhili, 1982), *Beltina* from the Hongshuizhuang Formation (Du Rulin, 1990).

3. The Zhaojiashan Biota (Early Qingbikou Period. 1050—900 Ma)

Representatives of this biota are *Chuaria* and *Shouhsienia* (Du Rulin, 1986). The number of genera and species and quantity of fossils are small, and individuals are also small. This shows the development of organisms was in primitive state.

4. The Longfengshan Biota (Late Qingbaikou Period. 900—850 Ma)

Features of this biota are as follows: the more complex structure of algae, initially differentiated organs, visible parastem and rhizoid (holdfast), big individuals, gradual transition from plankton to benthos, being the first benthic macroscopic algae. Representatives are *Longfengfshania*, *Glossophyton*.

5. The Huainan Biota (The end of Qingbaikou Period-Early Sinian Epoch. 850—700 Ma) (Zheng Wenwu, 1979, 1980)

This biota is famous for the first occurrence of macroscopic metazoans, Vermes, as *Anhuiella*, *Huaiyuanella*. It is a biota composed of numerous realizable fossils of metazoans before the world Precambrian glacial epoch and is the first megascopic marine fauna, called pre-Ediacara biota. Since this biota was discovered, the time of realizable fossil records of metazoans could be moved upward about 200 Ma, and so the biota gained important significance.

6. The Miaohe Biota (The Doushantuo Age of Late Sinian Epoch, 700—650 Ma) (Ding Lianfang et al., 1992)

It is the first biota after Precambrian world glacial epoch and consists of medusoid of Coelenterata, Spongia, Vermes and trace fossils; besides, various macroscopic algae, as brown, red, green, siliceous (?) algae, micropalaeophytes and Acanthomorphida with cellular structure and organic differentiation. The Miaohe Biota is the product of transition from more primitive life type to multiphylum and more complex metazoans and is the model of adaptive radiation to its surrounding. In this time the degree of diversification of species increased vigorously, appeared 160 genera including 322 species. This was a sudden change from long slow increase to bursting increase, and was a bursting event about marine life, in geological evoluitionary history.

7. The Xilingxia Biota (equivalent to the Gaojiashan Biota) (the Dengyingxia Age of Late Sinian Epoch. 650—600 Ma)

It is the continuation of the Miaohe Biota. Species developed from bursting occurrence to stable state. The fossils are pennatulid of Coelenterata, *Charnia*, sponge-spicules, worms, trace fossils, brown algae etc.. The time interval for the Xilingxia Biota plus the Miaohe Biota is equivalent to that for the existence of the Ediacara Fauna in South Australia.

The next is the Meishucun Biota (Kuanchuanpu Biota) (the Early Cambrian Meishucun age, 600—570 Ma). This biota is characterized by multiphylum, small individual, fauna bearing hard-body or shell and microphytes; the biota consists of hyoliths, gastropods, brachiopods, monoplacophorans, globomorphs, rostroconchia, micropalaeophytes and some unclassified groups. Sometimes the biota is called pre-trilobite biota.

From biological evolutionary point of view the evolutional process of biotas mentioned above may be divided into 6 stages:

1. The first stage, 1050 Ma ago (the Changcheng Period—the Jixian Period). In this stage eukaryotes and macroscopic algae had occurred.

2. The second stage, 1050—900 Ma (the Early Qingbaikou Period). In this stage the earliest planktonic megascopic algae evolved.

3. The third stage, 900—850 Ma (the Late Qingbaikou period). In this stage the first benthic macroscopic algae occurred and evolved. This stage is characterized by preliminary differentiation of organs of metaphytes.

4. The fourth stage, 850—700 Ma (the end of the Qingbaikou Period—the Early Sinian Epoch). In this stage the first metazoans occurred and developed.

5. The fifth stage, 700—600 Ma (the Late Sinian Epoch). This stage is the stage of adaptive rediation of metaphytes and metazoans. Its feature is the alteration from the past slow increase to the present bursting increase of organism types.

6. The sixth stage, 600—570 Ma (the Early Cambrian Epoch). In this stage the multiphylum shell-bearing organisms stormly developed (Table 2—1).

From the above-mentioned it is clear that in the evolutionary process of biotic kindom the

simpler and lower were organisms, the slower was their evolution, the more complex and higher, the faster. The evolutional speed go on with acceleration, namely, the time interval of each developing stage was gradually decreased with passage of developmental process. Organisms were interruptedly expanding and transmigrating to the surroundings fitting in with their existence and were occurring and developing in accordance with natural evolutional laws. After the last world glacial age by the end of Precambrian the sea level rose extensively. Organisms occupied much wider ecological spheres. At the same time the hotter climate provided favourable conditions for the existence and development of organisms. As a result the Miaohe Biota represented by macroscopic algae, coelenterates, worms, sponges had appeared. It reflected that at that time life already developed to even higher stage, namely, to a stage in which biotic phyla were even more, ecological types were even more various and organic differentiation was even higher. Among the Miaohe Biota micro-organisms, megascopic planktonic Acanthomorphida and benthic metaphytes were growing well, created favourable conditions for the occurrence and development of metazoans, shell-bearing fauna, and provided important food source, so that a food chain had been prolonged. Therefore, the Doushantuo Age of Late Sinian Epoch, in which organisms full flourished, is the first stage of organism bursting after Precambrian glacial event under warm climate condition, at that time the emergence of the Miaohe Biota was an important biological event. The biota initially occupied space for existence all sidedly. Hence in process of life evolution the Miaohe Biota played a role as a link between past and future, and showed a qualitative change and big leap in this process. It possesses important practical and theoretical significance not only for Late Precambrian global biostratigraphic comparison and researches but also for studying Late Precambrian biological evolutionary history.

V. Comparison of the Miaohe Biota with coexisting biotas at home and abroad

The Miaohe Biota is a special biota appearing after glacial action in South China in the Sinian Period. The Nantuo drift sheet was widespread in South China, as in: Yunnan, Guizhou, Sichuan, Guangxi, Hubei, Anhui, Zhejiang provinces (region), namely, spread in Yangtze Platform and its periphery. No matter how different views about the origin of glacial sheet may be, the control and influence on life by intercontinental cold climate are accepted identically. The glacial sheet is nearly 700 Ma in age. It was the strongest and the largest in scale glacial action in our country, and was a global glacial event. After Nantuo glacial age the climate became warm, sea level rose, organisms in seas thrived gradually and occupied the most wide ecological sphere. Therefore, people infer that the glacial action in Late Precambrian Period promoted a great development of metaphytes and metazoans. Under this background the Miaohe Biota got flourishing.

Below we give the comparison of the Miaohe Biota with organisms of different localities in occurrence, horizon and isotopic age (Table 2—2).

1. Anhui Province

In 1981 Bi Zhiguo and others discovered from the Lantian Formation of Upper Sinian Series in South Anhui in shale a host of macroscopic algae fossils including *Chuaria, Shouhsienia, Epiphyton, Tyrasotaenia* etc., besides, later discovered *Xiuningia, Paraxiuningia, Cyathophyton*. Fossils all are carboneceous compression (Xing Yusheng, 1985; Bi Zhiguo, 1987). The horizon and fossils are all comparable with the Miaohe Biota.

2. Guizhou Province

In Weng'an of Guizhou from the Doushantuo Formation in black phosphorite were found well preserved multicellular algae fossils, bearing complete cell and tissues as *Thallophca, Thallophycoides, Weng-ania, Corticina, Paramecia* (Zhang, 1989; Zhang et Yuan, 1992). From Upper member of the Doushantuo Formation in Weng'an in phosphatic dolomite were found skeleton-bearing animal fossils, as Crinoidea, *Sinocyclocyclicus* and *Quadratitubus* similar to Conularida (Xue Yaosong, Tang Tianfu, 1992). The horizon is equivalent to the Doushantuo Formation of the Gorge area.

3. Yunnan Province

The Wangjiawan Formation (equivalent to the Doushantuo Formation) is sediment after Chengjiang glacial sheet. Due to different localities lithofacies and lithological characters here are not alike to Gorge area, but the feature of micropalaeophyte assemblage, including 11 genera, 23 species, being sphaeromorphida, as *Peudozonosphaera asperella, P. verrucosa, Lophosphaeridium, Trachysphaeridium, Fuchunshania, Hubeisphaera radiata* etc is, like that of the Miaohe Biota. The K-Ar isotopic age of glauconite in this formation is dated at 626 Ma, 658 Ma (Li Pu, 1964). Hence, they both are comparable.

4. Sichuan Province

The Labagang Formation in Emei County of Sichuan, of which lithological characters are partly different from that of the Yangtze Gorge area, contains micropalaeophytes similar to that of the Miaohe Biota. There are 7 genera including 21 species, as *Trachyspheridium rugosum, T. rude, Pseudozonosphaera sinica, P. verrucosa, P. asperella, Leiopsophosphaera* in the Labagan Formation (Ding Lianfang 1980). These fossils all were existing in the Doushantuo Formation in Yangtze Gorge area. Based on K-Ar isotope of Hetaoping granite, being 679.3 Ma in age intruding under the Guanyinya Formation equivalent to the Labagang Fm. (Yuan Haihua, 1980) and K-Ar isotope of equivalent Zhongba granite, being 687.4 Ma in age (Yuan Haihua, 1980), the lower limit of the Labagang Formation should be not more than 679—687 Ma in age. The authors considered the Labagang Formation comparable with the Doushantuo Formation in Eastern Yangtze Gorges.

5. Jiangsu-Anhui area

In this area in upper part of the Jiuliqiao Formation, age of which is dated at 700 Ma, appear Pogonophora: *Paleolina, Sabellidites*, worm fossils: *Huaiyuanella, Anhuiella*. These are the earliest worm fauna in the world known at present. In the Zhaoyu Formation macroscopic algae: *Chuaria*, micropalaeophytes: *Leiofusa, Micrhystridium, Symplassosphaeridium* are con-

tained. From the Yiyuan Formation and the Jiudingshan Formation in thin sections were found well conserved filaments and spheroidal fossils: *Siphonophycus*, *Myxococcoides* and *Eomycetopsis*. These fossils, being not more than 700 Ma in age, may be comparable with that of the Miaohe Biota.

6. South Liaoning area

The Nanguanling Formation of the Liaonan South Liaoning Group of Upper Sinian Series yields medusae fossils: *Cyclomedusa*, *Liaomingia* etc. (Xing Yusheng, 1979; Duan Jiye, 1980), the upper part yields macroscopic algae: *Chuaria*, *Shouhsiensis*, *Tawuia* and microscopic algae: *Trachysphaeridium*, *Lophosphaeridium*, *Pseudofavososphaera*, *Hubeisphaera*, *Micrhystridium* etc.. According to features of micropalaeophytes the Nanguanling Formation bears Sinian characters. Isotopic age of the Xingmincun Formation is 650 Ma. Although between South Liaoning and Yangtze Gorge area sediments have different characters, the isotopic age and fossils are comparable.

7. Australia

The Pound subgroup in Adelaide district in Flinders mountains of South Australia is famous in the world for containing Ediacara Fauna. Ediacara Fauna is a multiphylum soft-bodied animal assemblage including coelenterates (medusae, Hydroid, Pennatulid), making up 67% of the total specimens, Annelida—25%, Arthropoda, Platyhelminthes etc. and some unclassified fossils. There were identified 32 genera and species (after in complete statistics). The age is dated at 680—590 Ma (Glaessner, 1971; Schopf, 1975). The subgroup is equivalent to strata of Upper Sinian Series in China (including the Dengying Formation and the Doushantuo Formation (700±30—600 Ma, Xing Yusheng, 1989; Ma Guogan, 1989). Upper Sinian Series contain two biotas, namely, the Xilinxia Biota in the Dengying Formation and the Miaohe Biota in the Doushantuo Formation. The Xilinxia Biota includes *Charnia* of Pennatulid, sponge-spicules, Vermes *Micronemaites* and Verme-tube: *Sinotubulites*, brown algae: *Vendotaenia*, *Tyrasotaenia*. The Miaohe Biota contains medusoid, sponges, Vermes, macroscopic algae and trace fossils. These biotas are rather similar to Ediacara Biota with respect to the content and composition of fossils, but differ from the latter remarkably with respect to the proportion of various fossils. The most important difference lies in that for Ediacara Fauna it has not been reported having numerous macroscopic algae and hard-bodied sponges and Echinodermata (in Guizhou), which are the most specifical for the Doushantuo Formation in China.

8. Russia

From Valday Formation in Northern Russian platform in Vendian age was discovered Ediacarian metabiota dominated by soft-bodied. As these fossils were found in south and east sides of White Sea, they were called the White Sea Biota, including coelenterates, Platyhelminthes, Annelida, Arthropoda, doubted Echinodermata, trace fossils and megascopic algae, in total 34 species. This biota is characterrized by various types, numerous quantity and complete preservation. As Ediacara Fauna, White Sea Biota did not have the skeletonbearing animals, organisms all are soft-bodied. But its trace fossils and macroscopic algae make it similar

to the Miaohe Biota.

9. England

In England in 1950s from Charnian Super-group of Precambrian Period, Pennatulid, *Charnia* of coelenterate had been found. Recently in relative strata were found medusaelike fossils, their isotopic age is 680 Ma. Therefore a set of Late Precambrian strata containing animal fossils *Charnia* in England may be comparable with Chinese Upper Sinian strata.

10. Canada

In 1979 Hofmann reported from Little Dal Group of the Hadrynian Erathem in Mackenzie Mountains they abundantly found macroscopic algae *Chuaria*, *Shouhsienia*. In 1985 Hofmann reported again this group yields *Longfengshania*, coexisting with *Chuaria* and *Tawuia*. Then the authors considered the age of Little Dal Group should be older than that of the Doushatuo Formation, containing the Miaohe Biota.

Above we make a comparison of the Miaohe Biota with Ediacara Fauna, White Sea Fauna, South Liaoning Biota, Lantian Biota etc.. Their palaeogeographic positions were far from each other, across continents; their living surroundings had a more difference; the lithological characters are quartzite, carbonate rocks, argillaceous rocks, silicolites, in which remains were preserved, but the fossil component, fossil abundance and organic developing level all are so similar to one another that fully show the synchroneity of evolution of organisms in the world. Therefore, in the future we can utilize this for further researching life evolution in this period and for comparison of strata in the world range.

Ⅵ. Description of new genera and species

1. Micropalaeophyta (Acritarcha)

Genus *Radialorhachia* Xiao et Hu (gen. nov.)

Type species Radialorhachia robustispina Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Vesicles spheroidal or hemispheroidal, 2—20 μm in diameter, with numerous sword-shaped spines on the surface, occurring singularly, or socially. Spines have blunt tip, wide base, which smaller than the height generally, branched or not, with rough surface. There is a round or elliptical "fixer" with smooth surface or not on the base of vesicle.

Comparison and discussion In the published issues on the fossil of the Precambrian acritarcha, we can't find specimen with this form, so we set it to be new genus. Compared with *Baltisphaeridium*, the difference is that the diameter of the new genus is smaller than 20 μm, but compared with *Micrhystridium*, the difference is that the new genus has the distinct "fixer". According to the situation of preserved fossil, the plant lived in fixed living before the Precambrian, at least at the begnning of their living period, they lived on the base with its particular "fixer". In the last period of their living, they lived in a floating form. That is to say, there are two kinds of form of living in its life cycle, fixing and floatation. There may be two

conditions in their living, one is that they sticked to some floating animals or plants at the begnning of their life, but the possibility of this kind is very small, because we cant't find the relation between the "fixer" and "fixed-base", from the rock slice; another possibility is that they sticked to the bottom rock or some bases, when they grow large, senile, the "fixer" fell off or departed from the base. If the "fixer" exists, then, in their floating period, it will act as air sac more or less, and benifit to the fossil. Because the breeding structure has not been found, so the exact systematic classification can't be defined.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Radialorhachia robustispina* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 1, Fig. 4, 9; Plate 2, Fig. 6)

Description Round to irregularly round vesicles, 10—20 μm in diameter; wall complete or not; well-distributed and thick, unbranched sword-shaped spines on the surface, 4—7 μm long and 1—2 μm wide in base of spines. There is an elliptical, "fixer" with smooth surface, 1.5—3 μm in diameter on the base of vesicle.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Habei Province.

***Radialorhachia hemisphaerica* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 1, Fig. 1, 2, 12; Plate 2, Fig. 7.)

Description Spheroidal or hemispheroidal vesicles, 9.6—13 μm in diameter, with smooth or rough surface, there are numerous branched, 3—6 μm long, thick sword-shaped spines on the plane region of vesicles, a similar to spheroidal, smooth "fixer", 1—2 μm in diameter on the base of the vesicle.

Comparison The new species is distinguished from *R. robustispinum* in that the shape of vesicle is usually hemispheroridal, the tip of its spines has branches and only lies in some part of the vesicle.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

***Radialorhachia gracilenta* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 1, Fig. 11; Plate 2, Fig. 2; Plate 3, Fig. 18)

Description Rounded and elliptical or irregularly vesicles which pressed flat in level, hollowly, occuring singly or double, 5—6 μm in diameter. With dense cover of sword-shaped spines, the spines are thin, 2—3 μm long, 0.3—0.8 μm wide in its bases, with rough surface, but the surface of its "fixer" is smooth, about 1.5—2.5 μm in diameter.

Comparison The new species is distinguished from other species by its dense cover of thin, sword-shaped spines and irregular, hollow vesicle.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui

County, Hubei Province.

***Radialorhachia brachyblasta* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 1. Fig. 2. 5; Plate 2. Fig. 1. 4. 5; Plate 3. Fig. 20)

Description Round or not clearly shaped vesicles, 2—3 μm in diameter, occurring singly or doubly, irregularly covered with branch-shaped spines, 2—3 lines, each branch has relatively thin base, 0.5—1 μm in diameter, with rather wide, numerous spines covered tip; elliptical "fixer" is smooth, 2.5—3.5 μm in diameter, with a small protrusion on its base, about 1—1.5 μm long.

Comparison The new species is distinguished from other species by its branch-shaped spines and its smaller vesicles.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Genus *Comorhachia* Xiao et Hu (gen. nov.)

Type species *Comorhachia convoluta* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis The vesicle includes spines and "fixer", the spines are 3—16 μm long and 1.5—7 μm wide; spines have branches or not, the spines grow thickly, straight or curl in a single direction, the "fixer" round, elliptical, clubbed or not clear.

Comparison and discussion The new genus is similar to *Radialorhachia* in the shape: it also belongs to the species, which have "fixer" and spines, differences between them are that the latter have clearly round vesicles, evenly or not evenly distributed big, rough sword-shaped spines; but the former have no bounds for the vesicles and spines. In this text, such part is wholly called the spines. As far as the preservation of fossils is concerned, the new genus is similar to *Rodialorhachiae* in ecological environment, and their life patterns are also similar to each other's.

Distribution Late Sinian, Hubei province.

***Comorhachia convoluta* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 1, Fig. 3. 13; Plate 2. Fig. 9; Plate 3. Fig. 15)

Description Many spines curl in a single direction; the spines are 3—5 μm long, wiht 1—2 μm wide base; some spines branched. Club-shaped "fixer" on the base.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

***Comorhachia Miaoheensis* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 1. Fig. 5. 17. 18. 19; Plate 2. Fig. 3. 19)

Description Spines grow singly, have branches, straight, 4.8—8 μm long; round or nearly round "fixer", with smooth or rough surface. 2.5—4 μm in diameter.

Comparison The new species is distinguished from *C. convoluta* by its single, straight, branched spines, not by curlled spines.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

***Comorhachia caespitosa* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 1, Fig. 6, 7, 20)

Description Spines straight, grow thickly, have branches or not, 9.6—16 μm long, "fixer" nearly round or not clear.

Comparison The new species is distinguished from *C. convoluta* by its straight, thickly grown spines.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Genus *Acrosphaeridium* Xiao et Hu (gen. nov.)

Type species *Acrosphaeridium amabilis* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis The microfossil made of vesicle and "fixer". The "fixer" club-shaped or not clear; small, spheroidal or irregular vesicles, 20 μm in diameter, occurring hollowly by break, with rough surface; solid spines distributed on the side of vesicle; the spine with inflate and blunt tip. Occasionally spines are contiguous and grow into a film occasionally.

Comparison and discussion The new genus is small acritarcha; the classified position of this fossil is not determined, because the reproductive cell and their structure have not been discovered. The new genus is distinguished from *Comorhachia* by the unevenly distributed spines with inflated-tip; it is distinguished from *Radialorhachia* by the club-shaped "fixer" or not clear; while it is different from *Skiagia* in that it is relatively small and has solid.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Acrosphaeridium amabilis* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 1, Fig. 14, ; Plate 2, Fig. 11, 18)

Description Spheroidal or similar to spheroidal vesicles, integral or incomplete, 7—14.4 μm in diameter, small grains or thorns on the surface; solidspines distributed only on a side of vesicles; tip inflated into the spheroid or short club; spines are linked to each other into film in few species, "fixer" handle-shaped.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

***Homomorpha* Xiao et Hu (gen. nov.)**

Type species *Homomorpha affina* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Rectangled or broad-band vesicle, about 800—100 μm wide, 150—200 μm

long, with rough surface: many polygon caves evenly distributed on the vesicles; 40—44 μm in diameter; there is a "nucleus" dark-brown, dense, 10—12 μm in diameter in the center of cave; the "nucleus" is even or uneven; many stripes radiated from the "nucleus".

Discussion This is a special microfossil. Based on the stucture, it seems a part of organic matter or oddments of some animal or plant.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Homomorpha affina* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 8, Fig. 10; Plate 11, Fig. 8)

Description Vesicles are rectangular, about 85 μm wide, 156 μm long, 5—8 pentagon caves, 44 μm in diameter. The cave wall is thin and tough, clear or not, there is a "nucleus" in the center of a cave, 10—12 μm in diameter. The structure of the "nucleus" is even, the "nucleus" has a dense cycle, many stripes radiated from the "nucleus".

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Phylum Cyanophyta

Class Chroococcophyceae

Order Chroococcales

Family Chroococcaceae

Genus *Sphaerophycus* Schopf, 1968

***Sphaerophycus mediatus* Xiao et Hu (sp. nov.)**

(Plate 3, Fig. 21, Plate 10, Fig. 20)

Description Spheroidal to ellipsoidal cells; they occur singularly and loosely grouped in aggregate composed of a few cells; with rough surface, sometimes with granulated surface, 5—10 μm in diameter.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Genus *Collirata* Xiao et Hu (gen. nov.)

Type species *Collirata laxiuscula* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis The vesicle is round, about 5—20 μm in diameter, cell wall is clear or disjointedly. The cell wall is thin, 0.2—0.5 μm in thickness, a few brown bind of thick ridges composed of numerous lined ridges on the cell wall. The ridge 0.25—0.7 μm in width, radiant, branched, scattered on the vesicle.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

Collirata laxiuscula **Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 2. Fig. 20; Plate 3. Fig. 1. 8. 10)

Description Vesicle spherical, 10—20 μm in diameter; vesicle wall is clear, discontinuous in part of the wall, single-walled, thin about 0.5 μm. Many branches of ridges radiate from the vesicle's axis. Vesicle is pale yellowish brown.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Collirata latiuscula **Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 3. Fig. 3. 4. 11. 35)

Description Vesicle spherical or sub-spherical, about 13.5—16 μm in diameter; wall intact or dilapidated, with rough surface; 2—5 folds distributed at the center or margin of vesicles. The vesicle is yellowish-brown.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Collirata virgata **Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 1. Fig. 16. Plate 2. Fig. 10. Plate 3. Fig. 2. 5. 16. 36)

Description Vesicle spherical, about 11.2—24 μm in diameter; the part of wall is damaged. Many small branched or non-branched folds densely distribute at the center or margin of vesicles. The vesicle is pale brown.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Collirata radialis **Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 2. Fig. 8; Plate 3. Fig. 9. 12. 22)

Description Vesicle spherical, 10.5—16 μm in diameter; wall intact or dilapidated, with smooth surface. Many thick branched folds radiate from the center of vesicles. The vesicle is yellowish-brown.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Genus *Eosynechococcus* Hofmann, 1976

Eosynechococcus spinus **Hu et Xiao (sp. nov.)**

(Plate 10. Fig. 18)

Description The new species is 6 μm long and 5—5.5 μm wide, 3—5 μm spines distributed on spheroids.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Tianjiayuanzi, Sandouping Village, Yichang County, Hubei Province.

Class Hormogonophyceae

Order Oscillatoriales

Family Rivulariaceae

Genus *Nematophylla* Xiao et Hu (gen. nov.)

Type species *Nematophylla solida* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Filaments are non-branched and septate or non-septae, straight, sometime sinuous or curved, aggregated in groups into spheroid-like or irregular forms, and densely entwined; the diameter of an individual filament is constant along its long axis (0.5—1.0 μm). The filament is brown.

Discussion The microfossil occurs in the Doushantuo Formation from Miaohe of Zigui. In general morphology, the genus described here are similar to *Gunflintia* and *Eomycetopsis*, except for the slender filaments and thick or interwoven growth. The diameter of an individual filaments are similar to *Gunflintia*, but the new genus has not of clear septa and is short in length of filaments. The present genus is different from *Eomycetopsis* which exhibits leathern and granular surface. According to morphology and size of the microfossil, the present genus have not clear characteristic of eucaryotic cell.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Nematophylla solida* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 4, Fig. 3, 4)

Description Many of filaments aggregated in groups into spheroidal like form. The filament got tangled up at the center or near center of the group. Filaments are non-branched and clear septate in somewhere of sectional filaments; straight or sinuous; 0.8—1.0 μm in diameter, with widened base.

Comparison The species is distinguished from the others of this genus by its clear septa and densely interweaving.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

***Nematophylla pulcha* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 4, Fig. 1, 2)

Description The filament body is composed of roughly parallel filaments, which are stacked and form a loose structure. Filaments straight or sinuous, 0.5—1 μm in diamenter.

Part of filaments have the expanded top.

Comparision The species is distinguished from *N. solida* n. sp. by its loose filaments.

Type horizon and locality Upper part of the Doushantuo Formation, Miaohe Village,

Zigui County, Hubei Province.

***Nematophylla cespitosa* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 4, Fig. 6)

Description There is a cushion, with smooth margin, forming a solid "base-seat" of the filament. The base-seat seems gluey structure; filament groups thickly on that. Filaments with smooth surface, and widened base, 0.5—1 μm in diameter.

Comparison The new species is distinguished from the other members of the genus by its base-seat and thick growth.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Family ?

Genus *Spirostilus* Xiao et Hu (gen. nov.)

Type species *Spirostilus hubeiensis* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Tubular, coiled, ring-like, unbranched, septate or non-septate filaments without clear cell structure. The coiled structure is 20—30 μm in diameter. The long axis of the coiled structures is straight or slightly bent to tortuous. Dark internal residues in the tubular filament, whorled or other complicated veins on the surface.

Discussion In general morphology, the present genus is similar to *Obruchevella meishucunesis* and some species of *Megathrix*, but *Obruchevella meishucunesis* has not clear cell structures, and the size of tubular filament of *Megathrix* is thicker than *Spirostilus*. Based on the obvious characteristics of the species, these are assigned to the new genus and given a new name *Spirostilus* n. g.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Spirostilus hubeiensis* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 8, Fig. 12; Plate 11, Fig. 3, 5)

Description Tubular, monostichous, slightly bent or tortuous, unbranched, septate or non-septate filaments without any sheath, with regular whorl on the surface. The coiled structure is 23—25 μm in diameter. The distance between two single rings of the coil is about 2—2.4 μm.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

***Spirostilus trivialis* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 8, Fig. 5, 9; Plate 10, Fig. 3)

Description Tubular, oblate, monostichous, unbranched, septate filaments, rough surface with whorled venis. The coiled structure is 8—11 μm in diameter.

Comparison The new species is distinguished from the type species *S. hubeiensis*. by its smaller dimension (8—11 μm).

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

***Spirostilus microscopicus* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 10. Fig. 16)

Description In general morphology, the new species are some what similar to *S. trivialis*, but with smaller filament dimension, about 2 μm in diameter, and with regularly ladder veins on the rough surface.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

***Spirostilus refringens* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 8. Fig. 6, 8; Plate 10, Fig. 15)

Description Without complete wall of filaments and present granular wall of part of filaments, 10—40 μm in diameter, with whorled venis that have different width about 2—10 μm.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

***Spirostilus robustus* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 9. Fig. 11; Plate 10. Fig. 8. 10. 12. 14)

Description The filament has a complete dense structure, 8—12 μm in diameter. with smooth surface. wide dimmer whorled veins on the surface.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village. Zigui County, Hubei Province.

***Spirostilus turncatulus* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 9. Fig. 11; Plate 10. Fig. 9. 13)

Description Tubular, unbranched, monostichous filament; thick wall; rough surface with thorns, distributed. The filament with rather regular whorled veins.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, in Tianjiayuanzi, Sandouping of Yichang, Western Hubei Province.

Class Chlorophyceae

Order Volvocales

Family?

Genus *Campanisphaera* Xiao et Hu (gen. nov.)

Type species *Campanisphaera gigantea* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis The microfossil is similar to spheroidal structure made of spheroid and mushroom body occurring singly, 50—100 μm in diameter. Spheroid with rough to smooth surface, having 1.5—3 μm wall and 2—3 concentric rings on the wall; mushroom body with handle and head distributed near edge of spheroid.

Discussion Such vesicles which are very special and have complex composition has not been reported in the research of Precambrian acritarcha fossils. Some characteristics of the new genus are similar to *Eosphaera*, which was discovered and named by Barghoorn in 1965 for example, both of the genera are spheroidal, but there are no mushroom bodies on the surface of the new genus. The new genus may be a kind of floating, phototrophic, colony formation, based on its structure and living environment.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Campanisphaera gigantea* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.)**

(Plate 6, Fig. 3)

Description Microfossil solitary, with complex composition, including spheroid and mushroom bodies. Spheroid with relatively smooth surface, 95—100 μm in diameter, wall clear, 2—3 μm thick; mushroom bodies with smooth surface, including tip (3—4 μm high, 2—3 μm wide) and stem (3—4 μm long), unevenly distributed on the spheroid.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Order Chlorococcales

Family Chlorococaceae

Genus Microsphaeroides Wang, 1988

***Microsphaeroides miaoheensis* Hu et Xiao (sp. nov.)**

(Plate 11, Fig. 1, 4)

Description Vesicles spheroidal or irregular, small, 3—4 μm in diameter, with smooth surface and thin, tough wall, commonly grouped in aggregates composed of many cells.

Type horizon and locality Upper Sinian Doushantuo Formation, Miaohe Village, Zigui County and Tianjiayuanzi, Sandouping Village, Yichang County, Hubei Province.

2. Macroscopic Algae

Phylum cyanophyta

Class cyanophyceae

Order and family uncertain

***Cilialga* Hu (gen. nov.)**

Etymology "Cili-", Latin, slender; "Alg-", Latin, Alga.

Type species *Cilialga vesca* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algae consisting of filaments, bifurcating for many times. Only one or two filaments in lower parts, beginning from medial parts the numbers of filaments ranging from four to five, increasing obviously, and each filament's width is equal.

Distribution Late Sinian: Hubei Province.

***Cilialga vesca* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 14. Fig. 11)

Etymology "vesc-", Latin, slim.

Discription Basical characters the same as for genus. Algal filaments ranging from 1 to 10 mm long, 0.09 mm wide.

Type horizon and Locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Phylum Chlorophyta

Class Chlorophyceae

Order Ulotrichales

Family Ulotrichaceae

Genus *Longenema* Ding (gen. nov.)

Etymology "longe-", Latin: long; "nema-", Latin: wire, line.

Type species *Longenema bellum* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagnosis The algae body is filaments interwinding each other as hair. Filaments long, 10—21 mm in visible length, 0.3—0.5 mm in width, having some thickness, often displaying a monofilament or a bunch of filaments, wriggling on bedding surfaces. Under electron-microscope the filament consists of a lot of oblate cells, and then on a filament there are tabular, namely, margins of cells.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Longenema bellum* Ding (gen. et sp. nov.)**

(Plate 21. Fig. 1—6)

Etymology "bellum-", Latin: beautiful.

Description The same as for the genus.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Genus *Eoulothrix* Ding (gen. nov.)

1992 *Liuling jitaenia alloplecta* Chen et Xiao p515. Plate 1. Fig. 1—4.

Etymology "eo-", ancient, differentiating from modern *Ulothrix*.

Type species *Eoulothrix fibrillata* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Filaments are simple, unbranched. The fossil was composed of some filaments, forming bunches. The bunch is more than 80 mm in length, 0.5—1 mm in width. The fila-

ments interwind each other irregularly, closely at lower part and loosely, even dispersively at upper part, embraced by a lorica.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Eoulothrix fibrillata* Ding (gen. et sp. nov.)**

(Plate 17, Fig. 5—8)

Etymology "fibrillat", Latin: fibre, the character of fossils.

Description As for the genus.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Genus *Cometiphylla* Ding (gen. nov.)

Etymology "comet-", Latin: comet, broom; "phylla-", Latin: leaf.

Type species *Cometiphylla pinnata* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagnosis The algae body is brown, broom-like, having an unclear small holdfast (0.5 mm in size), widening upward gradually to a maximum of 2.5 mm, 6 mm in total length. An algae body consists of many branched filaments. The transverse section of filaments is circular, a diameter of which nearly 50 μm. The fossils preserved stereoscopically. Under electron-microscope algae filaments were composed of numerous oblate cells. At the top of fossils, filaments interweaving into the net may be seen.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Cometiphylla pinnata* Ding (gen. et sp. nov.)**

(Plate 22, Fig. 1, 2, 4, 5)

Etymology "pinnata-", Latin: feather-like.

Description As for the genus.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Order siphonales

Family Codiaceae

***Palaeocodium* Hu (gen. nov.)**

Etymology "Palaeo-", Greek, age-old; "Codium" from *Codium* stackhouse, 1779

Type species *Palaeocodium perelegans* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algae showing clumpy, maga-sized, preserved as a carbonaceous films on the surface of shale. It's consisting of two parts. Holdfast discoid, in upper part, bifurcating for many times, similar to symmetrical fan-shaped, and its branches nearly equal in width.

Distribution Late Sinian: Hubei Province.

Palaeocodium perelegans Hu (gen. et sp. nov.)

(Pl. 16, Fig. 9)

Etymology "Perelegans", Latin, beautiful.

Description Algal clumpy, maga-sized, bifurcating for 5—6 times. Holdfast unpreserved, algal branches from 0.5 mm to 0.3 mm wide, and Algal branches ending in round forms.

Type horizon and Locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Order Ulvales

Family Ulvaceae

***Enteromorphites* Zhu et Chen 1984**

Enteromorphites flexuosus Hu (sp. nov.)

(Pl. 16, Fig. 7)

Etymology "Flexuosus", Latin, Curvaceous.

Description Algae consisting of three parts, and a total height of about 12 mm. Holdfast is elliptical, with 1.5 mm long, 0.8 mm wide. Parastalk is short, its margins clear, cylindrical-like, length ranging from 0.7 mm to 1.0 mm. In upper part, with bifurcating for many times, algal branches showing softly and slenderly, branches narrow in top part, wider in lower part, ranging from 0.3 mm to 0.1 mm, also algal apices parts compressed in some degrees.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Enteromorphites tubulosus Hu (sp. nov.)

(Pl. 15, Fig. 7)

Etymology "tubulosus", Latin, small tube.

Discription Algae consisting of two parts. Holdfast is discoid, composing algal filaments. Above on it, branches are cylindrical or subcylindrical ones, each branch preserved as carbonaceous films with some "thickness" on surface of shale, branch'es width from 0.1 mm to 0.2 mm, 19 mm long, branch's apex parts mostly compressed, and obviously flat.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Enteromorphites compressus Hu (sp. nov.)

(Pl. 14, Fig. 5)

Etymology "compressus", Latin, flat.

Description Algae consisting of two parts. Holdfast ellipsoidal, composing algal filaments. Two band-like algal branches grow over the holdfast, one of them bifurcating obviously, and in its basal part, algal branches constricted, branch'es width 0.4 mm, long 1 mm, another one is small, and preserved imperfectly.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Enteromorphites epicharis **Hu (sp. nov.)**

(Pl. 17, Fig. 3)

Etymology "epicharis", latin, beautiful.

Description Algae consisting of three parts. Holdfast with "tongue-like" shape, 1.3 mm long, 0.5 mm wide. Parastalk parts curved, 0.5 mm in diameter, also parastalk's margins have surface cortex, the same as black carbonized organisms, with some "thickness". In upper part, algal branches soft and bent, 0.2 mm wide, cylindrical form.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Enteromorphites **sp.**

(Pl. 16, Fig. 3)

Description Algae consisting of three parts, Holdfast is spherical. Parastalk's shape is cylindrical, 1 mm long, 0.4 mm wide. In upper part, bifurcating for two times, with divergent angle of about 25°.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Order and Family uncertain

Villosalga **Hu (gen. nov.)**

Etymology "villos", Latin, long soft hair.

"alg-", Greek, Alga.

Type species *Villosalga filamentacea* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algae consisting of bundle of filaments, mostly in single, only a few ones bifurcating, each filament wider in lower part, and narrower in upper, width ranging from 0.15 mm to 0.1 mm.

Comparison The new genus differs from *Capilliphyca* Yuan, Li and Chen 1994, because the former's ones composing bundle of filaments.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

Villosalga filamentacea **Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 15, Fig. 5)

Etymology "filamentacea", latin, filiform.

Description Basical characters the same as for the genus.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Phylum Rhodophyta

Class Rhodophyceae

Order Nemalionales

Family Chaetangiaceae

Palaeoscinaia Hu (gen. nov.)

Etymology "Palaeo-". Latin. age-old; "scinaia" from Scinaia Eovona. 1822

Type species *Palaeoscinaia ramulosa* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algae consisting of three parts, bifurcating for many times, with discoid or subdiscoid holdfast, composed of filaments. Midpart is a short branch. In upper part there are algal branches, bifurcating strongly, algal top branches distributed in dendritic form, and wider in top part, narrower in lower part.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

Palaeoscinaia ramulosa Hu (gen. et sp. nov.)

(Pl. 14. Fig. 2. 3. 10; Pl. 16. Fig. 8)

Etymology "ramulosa". Latin, many branches.

Description Algae consisting of three parts, with 25 mm in total height. Holdfast discoid. composed of hair-like filaments. Midpart has short branch. 0. 6—6 mm long. 0. 1—0. 5 mm wide. Upper part has algal branches bifurcating obviously, from the first bifurcating to second one there are very fine filamentous branches, width from 0. 2 to 0. 35 mm, but from third bifurcating to fourth one filamentous branches, have width slight wider.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Palaeoscinaia constricta Hu (gen. et sp. nov.)

(Pl. 14. Fig. 4)

Etymology "Constricta". Latin, reduce in width.

Description Algae consisting of three parts, with total height 14 mm. Holdfast imperfect. Mid part with constrictive phenomenon (in basal part), with length 2 mm, width 0. 1 mm —0. 2 mm. In upper part, algal branches wider in top part, narrower in lower, and width from 0. 2 mm to 0. 5 mm.

Comparison New species differs from *Konglingiphyton erecta* Chen et Xiao. 1992: the former has its basal part of branches with constrictive phenomenon.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Phylum Rhodophyta

Class Rhodophyceae

Order Gigartinates

Family Phyllophoraceae

Gymnogongrusoides Hu (gen. nov.)

Etymology "Gymnogongru-", from *Gymnogongrus* Martias 1833; "oides". Latin, similar to.

Type species *Gymnogongrusoides regularis* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algal fossils consisting of three parts, bifurcating for many times, with discoid-elliptical holdfast. Midpart is short branch, erect, winding and plane margins, with a uniform width, 1.1—1.9 mm long, 0.3—0.6 mm wide. Upper part, algal branches bifurcating, branch's width narrower in the top part, wider in lower part, also branches ending mostly in pointed shapes.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Gymnogongrusoides regularis* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 14, Fig. 8)

Etymology "regularis", Latin, regular.

Description Algae consisting of three parts, bifurcating for many times, bush-like. Holdfast is elliptical. Midpart is parastalk, erect or slightly flexion, shows cylindrical shaped in some degree, and preserved as carbonaceous films with some "thickness", 1.1 mm long, 0.5 mm wide. Upper part mostly compressed, and each branch wider in lower part, narrower in top part, with width 0.3—0.4 mm, length 1.1—1.9 mm.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

***Gymnogongrusoides irregularis* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 14, Fig. 6)

Etymology "irregularis", Latin, irregular.

Description Algae consisting of three parts. Holdfast is discoid, composed of algal filaments. Midpart is a short brairch, with obvious "thickness" on bedding, cylindrical form, 0.6 mm in diameter, 1.9 mm long. In upper part bifurcating branches shows unsymmetrical distribution, with obvious carbonization, algal branches wider in basal part, narrower in top part, and branches ending in pointed shape.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Family Gracilariaceae

***Doushantuophyton* Chen et Xiao 1991**

***Doushantuophyton sinuolata* Hu (sp. nov.)**

(Pl. 19, Fig. 1)

Etymology "Sinuolata", Latin, thin curvature.

Description Algae consisting of three parts, bifurcating for 3—4 times, about 10 mm in fotal height. Holdfast small, spherical. Parastalk is very short. In upper part, algal branches wider in top part, and narrower in lower part.

Comparison New species differs from *Doushantuophyton lineare* Chen et Xiao, 1992, is that the former has well-preserved spherical-shape.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Order Bangiales

Family Bangiaceae

Genus *Palmalga* Ding (gen. nov.)

Etymology "Palma-", Latin: palm; alg-, alga; referring to the fossil shape.

Type species *Palmalga glumacea* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagnosis The algae body film-like, big individual, with deep splits; basal part wedgy, with a short and branched holdfast. Algae quickly expand upward and spread into a film, on which are hair-like filaments and folds, and of which elliptical cells visible at periphery. Algae light brown, but at place where are folds the brown colour darken.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Palmalga glumacea* Ding (gen. et sp. nov.)**

(Plate 20, Fig. 2)

Etymology "glumace-", Latin: film-like, the name is from the character of fossils.

Description Essentially as for the genus. The dimensions of individual are 70×60×0.1 mm (length×width×thickness). The diameter of elliptical cells is 1—2 mm.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian Series, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Genus *Paraporphyra* Ding (gen. nov.)

Etymology "Para-", Greek: similar; the name is from the modern genus *Porphyra*.

Type species *Paraporphyra prota* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagnosis An algae body bigger, flat; basal part wedgy; rhizoids prolong downward and become a holdfast. Algae quickly expand upward, turning into blades, which are thin and glossy, and have many narrow folds parallel nearly to the axis. Algae ligh brown and the colour darken in folding parts.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Paraporphyra prota* Ding (gen. et sp. nov.)**

(Plate 20, Fig. 1)

Etymology "Prota", Greek: primary.

Description An algae body big, flat, with a visible length of 40 mm and a width of 32 mm. Its basal part wedgy, prolonging downward and becoming the rhizoids, as a holdfast. Algae quickly expand upward, turning into blades, which are very thin and glossy. On surface of blades no hair-like filaments, but many narrow and long folds visible, with a length of 10—20 mm and a width of 1—1.3 mm, parallel to the axis. The two ends of a fold thin, its middle part thick. Algae light brown, darkened in the part of folds. The margin of algae body unclear.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village.

Zigui County, Hubei Province.

Order, Family uncertain

***Sectoralga* Hu (gen. nov.)**

Etymology "sector", Latin, fan-shaped. "Alg-", Latin, Alga.

Type species *Sectoralga typica* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algae consisting of three parts, like fan-shaped. Holdfast is spherical or elliptical, composed of radical algal filaments. Midpart, parastalk is slihgtly curved, short or long cylindrical shape, and with cortical tissue in the margins of parastalk. Upper part, algae consist of algal filaments, which are slender and curved or distorted, with bifurcating in some algal filaments' ends.

Distribution Late Sinian, Hubei.

***Sectoralga typica* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 13, Fig. 1)

Description Algae consisting of three parts. Holdfast is epherical or elliptical, about 8 mm in total height. Parastalk curved obviously, with clear margins 2.5 mm long, 0.4 mm wide. In upper part, algal filaments are distributed densely, with bifurcating in filament's top part.

Comparison New species with long upper part, short parastalk, their ratio of length is about two to one, by which it differs from the other species in the same genus.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

***Sectoralga supervoluta* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 12, Fig. 1; Pl. 13, Fig. 8)

Etymology "Supervolut-", Latin, twist.

Description Algae consisting of three parts. Holdfast is spherical or ellipsoidal, composed of some radlical algal filaments. Parastalk is long, curved, cylindrical or subcylindrical, 14 mm long, 0.2—1.1 mm wide. In upper part, algal filaments show fan-shaped and the symmetry is imperfect.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

***Sectoralga specialis* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 17, Fig. 1)

Etymology "Specialis", Latin, particular.

Description Algae consisting of three parts. Holdfast is lens-shape or spherical, 3.5 mm long, 1.0 mm wide. Parastalk curved, and its margin is cortical issue, very thin, with width ranging from 0.01 to 0.04 mm, parastalk's width from 0.4 to 0.1 mm, length 4—5 mm. In upper part, algal filaments showing sheaf-like, asymmetric, one of the sheaf is elongated, near 14—20 mm.

Comparison New species differs from other species in same genus: (1) The former with

algal filaments unsymmetrically in its upper part. (3) The former's midpart, parastalk is composed of cortical tissue, inner part is medulla.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

***Sectoralga umbellulata* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 12, Fig. 3—7; Pl. 13, Fig. 3, 7)

1994 *Guimenguania umbrellulata* Chen et al. page. 394. Pl I Fig1. 1. Fig. 2.

1994 *Longifuniculum dissolutum* Steiner et al. page. 106. Pl. 13. Fig. 1. Fig. 2.

Etymology "umbellulat-", Latin, small fan-shaped.

Description Algae consisting of three parts, about 25 mm in total height. Holdfast is oblate or elliptical, composed of filaments. Parastalk short, curved slightly, with length 2—3 mm, width 0.5—0.9 mm, and margin of parastalk is cortical tissue, 0.05—0.1 mm wide. In upper part algal filaments slender or distorted.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

***Sectoralga grossa* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 13, Fig. 2)

Etymology "Grossa", Latin, wide in diameter or thick.

Description Algae consisting of three parts, about 22 mm in total height. Holdfast is spherical, 2 mm long, 1.1 mm wide. Parastalk curved, with clear margins, 6 mm long, 1.1 mm wide. In upper part, its maximal width 7 mm, algal filaments with divergent angle of 15°.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

***Ramialga* Hu (gen. nov.)**

Etymology "Rami-", Latin, branches; "Alg-", Latin, Alga.

Type species *Ramialga sparsula* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algal fossils consisting of two parts, bifurcating for 3—5 times. Holdfast is "main roofs", its ending in pointed from, and beside it, with some radical algal filaments. In upper part, algal branches bifurcating, and wider in top part, narrower in lower part.

Distribution Late Sinian, Hubei.

***Ramalga sparsula* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 15, Fig. 3)

Etymology "Sparsula", Latin, few or rare.

Description Basical characters the same as the genus has. Algal branches with length 3—3.5 mm, width 0.2—1 mm.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Konglingphyton **Chen et Xiao, 1992**

Konglingiphyton regularum **Hu (sp. nov.)**

(Pl. 14, Fig. 12)

Etymology "regular", Latin, regular.

Description Algae consisting of three parts, bifurcating for 2 times, about 4.7 mm in total height. Holdfast composed of filaments. Midpart parastalk, erect, with plane margins, and narrower in lower part, obviously wider in upper part. In upper part, 3 mm long, 0.1—0.3 mm wide, algal branches wider in top part, and narrower in lower, and preserved as carbonaceous forms on bedding, some of branches' ending in round shapes.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Yichangella **Hu (gen. et sp. nov.)**

Etymology "Yichang-", show Yichang city; Hubei province.

Type species *Yichangella erecta* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algae consisting of three parts, bifurcating for many times. Holdfast is elliptical, and above it, with stem part, with clear epidermis, under it, there's medulla. Upper part, algal branches symmetricaly bifurcating, and algal branches wider in top part, and narrower in lower part.

Distribution Late Sinian, Hubei.

Yichangella erecta **Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 14, Fig. 1)

Etymology "erect-", Latin, straigh or vertical.

Description Basical characters the same as for the genus, about 14 mm in total height. Bifurcating for 3—4 times, stem part 1.0 mm long, 0.4—0.5 mm wide. Upper part algal branches wider, ranging from 0.2 mm to 0.4 mm.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Zhongbaodaophyton **Chen, Xiao et Yuan 1994**

Zhongbaodaophyton Palmatum **Hu (sp. nov.)**

(Pl. 16, Fig. 1)

Etymology "Palm-", Latin, palm-shaped.

Description Algae consisting of two parts. Bifurcating for 3 times. Holdlfast is discoid, composed of algal filaments. In upper part, branches distributed symmtrically, with cylindrical or subcylindrical shapes, algal branches narrower in lower part, and wider in upper. Width ranging from 0.6 mm to 0.4 mm.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Polycladalgaa Hu (gen. nov.)

Etymology "Polyclad-", Latin, many small branches, "Alg-", Latin, alga.

Type species *Polycladalga ramispina* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algae consisting of three parts, bifurcating for many times, and preserved as carbonaceous forms, also with some "thickness", mosty compressed. Parastalk is short, small, especially, beside the parastalk, with some spinal branches.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

Polycladalga ramispina Hu (gen. et sp. nov.)

(Pl. 16. Fig. 2)

Etymology "ramispina", Latin, branches with spinal.

Description Basic characters the same as the genus has, its stem part, 0.7 mm long, 0.4 mm wide. In upper part algal branches, width 0.11—0.2 mm.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Phylum Bacillariophyta (?)

Class Bacillariophyceae (?)

Order and Family uncertain

Genus *Gracilogia* Ding, 1992

1991 *Miaohephyton* Chen, Plate I, Fig. 1—13.

1992 *Yemaomiaiphyton* Chen et Xiao. Plate I, Fig. 1—2.

Type species *Gracilogia sphaericusa* Ding, 1992.

Diagnosis An algae body consists of a set of cells with the length of 1—4 mm to 15 mm, width 0.15—0.5 mm. Usually preserved a part of an algae body. Algae branched or unbranched. The algae body has a smooth periphery, but surface uneven. On the surface circular ornament or irregular folding ornament, perpendicular or parallel to the long axis, was closely distributed. Under electron-microscope circular or folding ornaments all are the ornament of the cell wall. Cells combined into filamentous crowds, in which bounds of cells distinct.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

Gracilogina sphaericusa Ding 1992

(Plate 23, Fig. 1, 5; Plate 24, Fig. 1, 2, 3; Plate 25, Fig. 1—5)

Description An algae body consists of many cells, displaying a filament, of which length —1—4 mm, width—0.25 mm. The body has a glossy periphery, but its surface uneven. On the body usually cone-shaped salients and pits are closely distributed. Around salients is a concave ring. Salients are separated by ridgy lines. Sometimes on an end of the body, several small salients are distributed closely, but on the other end only one big salient. Under electron-microscope that the algae body consists of many quadrate cells, which are 300×250 μm (length×

width), may be seen. The salient is ornament on cell walls. On salients around its center are circular ridges and grooves. A cell wall is composed of inner, middle and external layers. The surface of middle and external layers are glossier than that of inner layer. An inner layer is covered by concentric cycles folding stereoscopically in scales and complicated by radial lines. to display the net structure.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Gracilogia rugosa Ding 1992

(Plate 24, Fig. 4, 5)

Description The algae body is made up of many cells; length of algae is 1—4 mm, width —0.25 mm. The periphery of algae body is smooth; the surface is uneven. Dimensions of a cell are 300×250 μm (length×width). The algae body is covered by irregular ridges and grooves perpendicular to the long axis of a body, sometimes parallel to it, as a wrinkly ribbon.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Gracilogia dicrona Ding 1992

(Plate 23, Fig. 2—4; Plate 24, Fig. 6; Plate 25, Fig. 6—7)

1991 *Miaohephyton bifurcatum* Chen p. 319, Plate I, Fig. 1—13; Plate VI, Fig. 6.

1992 *Yemaomianiphyton bifurcatum* Chen et Xiao p. 517—518, Plate I, Fig. 1—2.

Description An algae body consists of many cells. The body may be branched bipartitely or tripartitely and connected again. A length of a body usually ranges from 1.5—4 mm to 15.4 mm, width—0.3—0.5 mm. The body has a smooth periphery and a rough surface. A surface of body is covered by ornaments being irregularly circular salients or transverse ridges or longitudinal veins.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Phylum Phaeophyta

Class Heterogeneratae

Order Laminariales

Family Laminariaceae

Genus *Miaohenella* Ding 1992

1991 *Diaoyapolites longiconoidalis* Chen p. 321, Plate II, Fig. 5; Plate IV, Fig. 1—6.

1992 *Miaohenella typicura* Ding p. 110, Plate III, Fig. 3; Plate II, Fig. 1.

1994?*Gesinella gracila* Steiner p. 121, Taf. 20, Fig. 1—7.

1995 *Baculiphyca taeniata* Yuan, Li and Chen p. 96, Plate I, Fig. 2—3, 5—6.

Etymology Miaohe, where the type species of the genus was found.

Type species *Miaohenella typicura* Ding, 1992.

Diagnosis The algae body is tubular, with a length of 11—75 mm, a width of 0.4—3.8 mm, monostichous, vertical, unbranched. A lower part narrow, an upper part wide. The periphery smooth. Organic differentiation visible: a holdfast, a stalk and a lamena. The holdfast is spherical, conical and rhomboidal. A rhizoid consists of fascicular multiply branched filaments, spreading in all directions. A stalk columnar, its diameter ranges from 0.3 to 1.5 mm, with a central cavity. Commonly a stalk was an inner core, on which ofter a longitudinal groove. In a transverse section of a stalk, an epithalus, a cortex and a medulla may be seen, sometimes a gluey lorica was preserved. The thickness of a cortex is 50—100 μm. A flat lamena commonly is 1.0—3.8 mm in width; the maximum width is in middle part. The periphery of a lamena smooth; longitudinal or diagonal veins often in marginal zone. Sometimes on surface of a lamena, longitudinal veins, or transverse wrinkles, or tubercle-like sporangiums can be seen too.

This genus contains 5 species: *M. typicura; M. conica; M. rhomba; M. eleganta; M. nana.*

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

Miaohenella typicura Ding 1992

(Plate 26, Fig. 1, 5, 6, 11, 12; Plate 27, Fig. 8, 10, 11; Plate 28, Fig. 1—4, 7—8)

Description The algae body is tubular, unbranched, vertical, 16—57 mm in length, with a wide upper part (1.2—3.8 mm) and a narrow lower part (0.5—1.0 mm). The holdfast expands into a spheroid, consisting of many branched filaments, sometimes over 15 pieces, spreading in all directions, well preserved. On filaments longitudinal veins visible. The stalk thin, columnar, usually displaying a carbonaceous inner core and having a longitudinal groove and an inner-cavity filled by quartz of 0.15—0.3 mm in diameter. It may be seen obviously that the stalk was composed of an epithalus, a cortex and a medulla. A stalk makes a gradual transition upward into a lamena. The lamena is flat, widened at middle part; longitudinal or diagonal veins on periphery of a lamena. Transverse wrinkles or spherical tubercles on middle and upper surface of a lamena. Tubercles may be reproduceable organs.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Miaohenella conica Ding (sp. nov.)

(Plate 26, Fig. 3; Plate 27, Fig. 1—4, 7)

Etymology "Conica", Larin: cone; the name refers to the form of a holdfast.

Description The algae body is tubular, unbranched, vertical, 15—35 mm in length, with a wide upper part of 1.2—3 mm; a narrow lower part of 0.8—1.2 mm, having a conic rhizoid, gradually turning into a stalk. The stalk, as a carbonaceous core, columnar; transverse ridges and a longitudinal groove on a stalk. The stalk gradually upward making up a lamena, which is flat; longitudinal veins on periphery of a lamena; sometimes slanting veins visible.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Miaohenella rhomba Ding (sp. nov.)

(Plate 26, Fig. 4, 9; Plate 27, Fig. 6)

Etymology "rhomba", Latin: rhomb; the name is from the form of a holdfast in rhomb.

Description An algae body is tubular, unbranched, vertical, 17—35 mm in length. The upper part wider, 2.0—3.5 mm; the lower part narrow, 1.1—1.3 mm. The basal part is thick and strong. After compression the form of a fossil holdfast was rhomboidal, comprised by branched filaments. A stalk is columnar; fine longitudinal veins on its surface. A lamena has an entire periphery; slanting veins, or discontinuous longitudinal veins, or unclear tubercles visible on surface of a lamena.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Miaohenella eleganta Ding 1992

(Plate 26, Fig. 2, 10)

Description The algae body is an unbranched tube, 17—35 mm in length, 0.8—1.6 mm in width after compression. A tube-like body expands at basal part. The body is fixed by a spherical holdfast and hair-like filaments on the base. A stalk consists of a medulla, a cortex and an epithalus. Outside the epithalus there is a lorica, which is yellow, thick, no cell structure. Longitudinal veins on surfaces of a medulla and a cortex. The surface of a lamena is even; periphery entire. Sometimes at the central part of a tube, two longitudinal veins went upward and turned into two grooves (0.05 mm in width) parallel to the axis of a tube.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Miaohenella nana Ding (sp. nov.)

(Plate 26, Fig. 7, 8; Plate 27, Fig. 5)

Etymology "nana", Latin: short.

Description An algae body is tubular, unbranched, vertical, small and short, 6.5—14 mm in length. The width ranges from 0.5—1.5 mm (at upper part) to 0.2—0.8 mm (at lower part). A holdfast spherical with algae filaments. A stalk and a lamena has thin slanting veins or tubercles on the surface. Sometimes longitudinal veins may be seen at periphery.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Order Dictyosiphonales

Family Scytosiphonaceae

Genus *Eoscytosiphon* Ding 1992

Type species *Eoscytosiphon pristinus* Ding 1992

Diagnosis Fossil algae were compressed into a flat, a black carbonaceous film. The algae body is a multicellular tube, 12—140 mm in length, 1—5 mm in average width, monostichous, vertical, smooth, with spiral striation on cell walls, having or no constriction, with a wider upper part and a narrower lower part, gradually tapering downward to basal part into a spherical or ellipsoidal holdfast.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

Eoscytosiphon longitubus Ding (sp. nov.)

(Plate 22, Fig. 3, 6; Plate 28, Fig. 5)

1992 *Liuling jitaenia alloplecta* Chen and Xiao, p. 515, Plate 1, Fig. 1—4.

Etymology "longitubus", Latin: long tube, the name is from the form of algae.

Description The algae body is multicellular, tubular, compressed, monostichous, vertical, with different length and width: visible maximum length is 140 mm, width is 4.8—5.0 mm. Most of found fossils are the part of a tube. A holdfast was not seen. On the surface of tubular algae, the cell wall was thicken by the regular spiral striation going in two opposite directions. The algae tube often constricted.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Genus *Eocolpomenia* Ding (gen. nov.)

Etymology "Eo", Latin: ancient.

Type species *Eocolpomenia dictyodroma* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagnosis The algae body is cystic or irregular spherical, with a central cavity. The body-wall is thin, smooth, or on its surface irregular curved filaments interweaved into a net. At basal part a small holdfast. A fossil body brown.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

Eocolpomenia dictyodroma Ding (gen. et sp. nov.)

(Plate 29, Fig. 3—4)

Etymology "Dictyo", Latin: net.

Description The algae body is cystic. A cyst was compressed into an ellipsoid with a long diameter of 25—45 mm, a short diameter of 20—30 mm and with a central cavity. The body-wall very thin, film-like, no hole. On bodywall, irregular curved filaments covered, to interweave into a net. At basal part a short holdfast.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian. Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

***Eocolpomenia levigata* Ding (gen. et sp. nov.)**

(Plate 29. Fig. 1—2)

Etymology "levigata", Latin: smooth.

Description The algae body is irregularly spherical or in aggregate of some cystic spheroids. Cystic spheroids had been compressed into ellipsoids with long diameter of 40—73 mm, short diameter of 35—60 mm. The body-wall very thin, no hole, smooth, with linear and curved folds on the wall-surface. The holdfast was not seen on algae bodies. The colour brown.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinain, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Class Cyclosporae

Order Fucales

Family Sargassaceae

***Axalga* Hu (gen. nov.)**

Etymology "Axi-", Latin, axle-shaped; "Alg-", Latin, Alga.

Type species *Axalga brachyclada* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algal fossils single branch types, single axial branching. Main branch is erect, wider in lower, narrower in upper, and main branch's margins is collateral branches, wider in lower part, narrower in upper part. There are existing enormous difference in width between main branches and collateral ones.

Comparison New genus have a special branch types, and it is of advanced types in megalgae from Miaohe Biota.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Axalga brachyclada* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 19. Fig. 6)

Etymology "Brachyclada", Latin, short branches.

Description Algae fossils preserved as carbonaceous membrane, with single axial branching. Main branch erect, wideer in lower part, narrower in upper, 22 mm long, 0.6—0.15 mm wide, collateral branches curved slightly, wideer in basal part, narrower in upper, it's 0.5—2 mm long, but one of them 15 mm long, the angle between main branches and collateral ones is 26°.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

***Axalga adaequata* Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 19, Fig. 5)

Etymology "Adequata", Latin, equal.

Description Single axial branching, main branches is curving slightly in its basal part, wide ranging from 0.6 mm to 0.8 mm, 14 mm long, collateral branches shows curves, its maximal length 7 mm, and angle with main branches is 27°.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Ovidiscina* Zheng 1980

***Ovidiscina minor* Ding (sp. nov.)**

(Plate 30, Fig. 4, 6—8)

Etymology "minor", Latin: small.

Description The figure of fossil-body ellipsoidal, covered by a carbonaceous film, with a long diameter of 2.5—2.8 mm and a width of 1.8—2.0 mm. The width of a marginal zone different, commonly 0.4 mm. On a marginal zone many fine folds. The shield face plane and smooth. A transverse section lenslike.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Family Longfengshaniaceae Du et Tian 1984

Genus *longfengshania* Du 1982

***longfengshania minima* Ding (sp. nov.)**

(Plate 30, Fig. 1)

Etymology "minima", Latin: very small, the name is from the character of the fossil.

Description The fossil-body has a black carbonaceous film, consisting of a foliate and a parastem. The foliate discal or subdiscal, with the maximum diameter of 0.7 mm and some thickness. The marginal zone narrow, with concentric circle. On a shield face a parapentaradial groove. The parastem is 4 mm in length and 0.25 mm in width. On its surface obvious fine veins perpendicular or diagonal to the long axis of a parastem. The holdfast unclear.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Class, order and Family uncertain

***Tubulalga* Hu (gen. nov.)**

Etymology "tubul-", Latin, small tnbe; "Alg-", Latin, alga.

Type species *Tubulalga minuta* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algae with single axial branching, main branch is curved, margin of main branch grows out unsymmetrical branches, and wider in upper part, narrower in lower, also

collateral branches have strong three dimensions.

Distribution Upper Sinian, Hubei.

Tubulalga minuta **Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 14, Fig. 9)

Etymology "minuta", Latin, small.

Description Basic characters the same as the genus. Collateral branches wide 0.2—0.9 mm, long ranging from 1.7 mm to 7 mm.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Archaeocladiphyton dendriticum **Hu (sp. nov.)**

(Pl. 18, Fig. 4—5; Pl. 17, Fig. 2)

Etymology "dendritic-", Latin, small tree-like.

Description Single axial branching or bifurcating, wider in upper part, narrower in lower, Main branch 0.06—0.2 mm wide, collateral branches 0.05—0.1 mm wide, the angle between main branches and collateral ones is 25°—35°. In upper part, collateral branches ending often bifurcating.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Furcatalga **Hu (gen. nov.)**

Etymology "Furcat-", Latin, bifurcating; "Alg-", Latin, alga.

Type species *Furcatalga sinuosa* Hu (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Algae consisting of three parts, bifurcating for one time. Holdfast is elliptical. Midpart stem, erect or slight curves, cylindrical or subcylindrical. Upper part branches bifurcating, with plane margins.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

Furcatalga sinuosa **Hu (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 16, Fig. 5—6)

Etymology "Sinuosa", Latin, bending.

Description Basic characters the same as the genus has, its stem 4 mm long, the angle of main branches and collateral ones is 43°. In upper part, branches 3—5.5 mm long, 0.6 mm wide.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Phylum, Class, Order and Family uncertain

Genus *Sysphaera* Ding (gen. nov.)

Etymology "Sy", Greek: combination; "Sphaera", Greek: spheroid.

Type species *Sysphaera spissa* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagnosis An algae body is a group of cells. The group spherical, compressed, with a thickness of 1.5—2 mm, a diameter of 9—17 mm, well preserved, consisting of many cells, commonly 20—46 cells. A cell spherical, sometimes round-triangular or polygonal for tight stack. Cells in different size ranging from 1.2 to 2.0 mm, their thickness 0.3—0.7 mm after compression. Commonly cells have a central cavity, filled by mineral or carbonaceous materials. The wall of cell is 100—160 μm in thickness and sometimes cell walls contracted into folds.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Sysphaera spissa* Ding (gen. et sp. nov.)**

(Plate 20, Fig. 3—7)

Etymology "spissa", Lating: crowd.

Description The same as for the genus.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinan, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

Genus *Circalga* Ding (gen. nov.)

Etymology "Circ-", Latin: forming a ring "alg-", Latin: algae.

Type species *Circalga irregularis* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagnosis The algae body is a ellipsoidal ring, bigger, with a long diameter of 12—18 mm, a short diameter of 11—15 mm. The ring in different width, 2.5—3.5 mm, with some thickness. Under electron-microscope the ring consists of many filaments, brown colour.

Distribution Late Sinian, Hubei Province.

***Circalga irregularis* Ding (gen. et sp. nov.)**

(Plate 30, Fig. 16)

Etymology "Irregularis", Latin: irregular.

Description The same as for the genus.

Type horizon and locality The Doushantuo Formation of Upper Sinian, Miaohe Village, Zigui County, Hubei Province.

3. Eumetazoa

①Coelenterate (?)

Medusoid

Genus *Sanxiamedusa* Ding (gen. nov.)

Etymology Referring to its occurrence in Sanxia, Hubei.

Type species *Sanxiamedusa pentamera* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagonsis Umbrella flat, sub-pentagon in outline, 4 to 40 mm in diameter, commonly preeserved with carbonaceous films. Umbrella is composed of central disc and surrounding disc. The central disc flat, 13—15 to 0.5 mm in diameter, dark brown in colour, with a dark center

showing many elliptic impressions of oral arms (?). The surrounding disc fairly wide, light brown in colour, showing numerous, extremly fine, concentric and radial striae extending from the outline of central disc to the margin of umbrella.

Distribution Late Sinian, Hubei, China.

***Sanxiamedusa pentamera* Ding (gen., et sp. nov.)**

(Pl. 38, Fig. 1—3)

Etymology From *pentamera*, Latin (pentagon) referring to the umbrella in the shape of pentagon.

Description Umbrella flat, sub-pentagon in outline, commonly preserved as a very thin disc with the maximum diameter 40 mm, covered with carbonaceous film. Umbrella is composed of central disc and surrounding disc. The central disc flat, 13—15 mm in diameter. Other charcters are the same as for the genus.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

***Sanxiamedusa parva* Ding (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 38, Fig. 4)

Etymology From *parva*, Latin (Small) referring to the umbrella very small.

Description Umbrella small, flat, sub-pentagon in outline, commonly preserved as a very thin disc with a diameter about 4 mm, covered with carbonaceous film. Umbrella is composed of central disc and surrounding disc. The central disc in the shape of pentagon, 0.5 mm in diameter, slightly uneven. The surrounding disc circular, showing mumerous, extremely fine, concentric and radial striae. Margin entire and distinct, fringed with many fine short impressions of marginal tentacles.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Maopingimedusa* Ding (gen. nov.)

Etymology *Maoping*-a locality in Hubei, where the fossils occur nearby.

Type species *Maopingimedusa circularis* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Umbrella small, circular, generally flattened but slightly convex towards the center, commonly preserved as a thin discwith a diameter about 28 mm. On the surface of disc with many concentric rings (grooves and ridges). Umbrella consists of a central disc, flat or slightly convex, 0.5—7 mm in diameter and a surrounding disc with a marginal flange about 1.5 mm wide. On the outer part of the disc very distinct striae of radial canals extending from the central disc to the margin. Margin entire and distinct.

Distribution Late Sinain, Hubei, China.

Maopingmedusa circularis Ding (gen. et sp. nov.)

(Pl. 38. Fig. 5)

Etymology From *circularis*, Latin (circular) referring to the umbrella in circular shape.

Description As for the genus.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Palaeomedusa* Ding (gen. nov.)

Etymology From *Palaeo*, Latin (old), referring to the medusa in simplicity.

Type species *Palaeomedusa circvittata* Ding (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Disc small, 10 to 25 mm in diameter, circular, flat and thin, sometimes covered with carbonaceous films. The central part of the disc, generally in deep colour, showing some semi-circular or elliptic impressions of oral arms. The outer part of the disc scuptured with numerous, extremely fine, concentric and radial striae. Margin entire and distinct, with marginal tentacles.

Distribution Late Sinian, Hubei, China.

Palaeomedusa circvittata Ding (gen. et sp. nov.)

(Pl. 38. Fig. 6; Pl. 39. Fig. 3)

1993. *Beltanelloides podolicus* Chen, P312—317, Pl. 1, Fig. 1—4.

Etymology Form *circ*, Latin (circular) and *vittata*, Latin (striae) referring to the distinct concentric striae on the disc.

Description Umbrella small, 10—25 mm in diameter, circular, commonly preserved as a very thin disc, covered with carbonaceous film. Occurring in a single or in groups on the bedding surface. The central part of the disc, commonly in deep colour, showing many semi-circular and semi-elliptic impressions. Surface of the disc scuptured with numerous concentric and radial striae. Margin entire and distinct.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Palaeomedusa polycarpa Ding (gen. et sp. nov.)

(Pl. 39. Fig. 1—2)

Etymology From *poly*, Greek (more) and *carpum*, Greek (tentacles) referring to the medusa with many marginal tentacles.

Description Umbrella small, ranging from 10 to 25 mm in diameter, generally flattened into a circular disc, preserved in a single or in groups. Disc consisting of many concentric striae and a marginal flange which is about 1.5—2 mm wide. At the central part of the disc showing many radial striae. Margin entire and distinct. Marginal tentacles variable in length, branched or unbranched.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

②Annelid

Phylum Annelida

Class Oligochaeta

Order and Family uncertain

Genus *Xilinxiaella* (gen. nov.)

Etymology Referring to its occurrence in *Xilinxia*, Hubei.

Type species *Xilinxiaella bella* Li (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Strongly segmented worms, preserved as carbonaceous films on the surface of black shales, S-form curved, elongated conical in outline, 2—6 mm in diameter and 19—60 mm in length. The anterior end fairly broad, without a head; body becomes narrow gradually backwards, ony 0.5—1 mm diameter at the rear end. The somites, commonly ringlike ridges, with more than 11 somites in 1 cm length of body. The inter-segments contracted. The body without setae and parapodia.

Distribution Late Sinain, Hubei, China.

***Xilinxiaella bella* Li (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 32, Fig. 9)

Etymology From *bellus*, Latin (beautiful) referring to the worm preserved very well.

Description Strongly segmented worms, preserved as carbonaceous films on the surface of black shales, S-form curved, elongated conical in outline, 60 mm long, 5—6 mm in diameter. The somites narrow, commonly ringlike ridges, with 11—12 somites in 1 cm length; the inter-segments contracted; without state and porapoida.

Type horizon and locality Doushanturo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

***Xilinxiaella minuta* Li (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 32, Fig. 3)

Etymology From *min-*, Latin (very small) referring to the worms in very small size.

Description Worms very small, 19 mm long and 2 mm in diameter. Somites narrow, commonly ringlike ridges, closely spaced; with 20—30 somites in 1 cm length. Other characters as for the genus.

Comparison The main differences between *Xilinxiaella bella* and *X. minuta* are the size of worms and density of somites.

Type horizon and locality Doushantno Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Changjiangivermia* Li (gen. nov.)

Etymology Referring to its occurrence on the bank of *Changjiang* river and *verm-*, Latin (worms).

Type Species *Changjiangivermia hamata* Li (gen et sp. nov.)

Diagnosis Segmented vormes, generally preserved as carbonaceous films, 65 mm long and 5 mm in diameter. The fan-shaped head area fairly broad with the maximum wide about 20 mm, and slowly becoming marrow backwards to the rear end, 5 mm mide at the middle and 2 mm wide at the end. The somites marrow, closely spaced; with 1—2 somites in 1 mm length; on the both sides of the worms closely fringed with mumerous, fine, short sotes.

Distribution Late Sinian, Hubei China.

***Changjiangivermia hamata* Li (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 31, Fig. 2)

Etymology From *hamat-*, Latin (hook-like) Referring to the worms in a hook-like shape.

Description As for the genus.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Rugosilina* Li (gen. nov.)

Etymology Form *Rugos*, Latin (wrinkles) and *lina*, Latin (wire) referring to the shape fo the worms.

Type species *Rugosilina farciminiforma* Li (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Fragments fo large worms with broad annulation, preserved as carbonaceous films, outline in intestine-like shape. Preserved length more than 45 mm and 1—2 mm in width. Without a head. Surface covered with mumerous, extremely fine, transverse grooves. The somites variable in length form 2 to 5 mm; inter-segments contracted. The boly wall of the worms, sometimes, splitting at the inter-segments (perhapes the worms reproduced by this way).

Distribution Late Sinian, Hubei China.

***Rugosilina farciminiforma* Li (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 31, Fig. 8—10)

Etymology From *farciminiformis*, Latin (intestine-shaped), referring to the shape of the worm body.

Description Same as for the genus.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Palaeohirudo* Li (gen. nov.)

Etymology From *palaeo*, Latin (ancient, older), *hirudo*, Latin (leech), referring to the worm fossils like the leeches in shape.

Type species *Palaeohirudo pristina* Li (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Segmented worms, preserved as carbonaceous films on the surface of black shales, elongated cone-shape, slightly curved, with a total length 17 mm, and 3 mm in width.

No distinct head, blunt at one end, and sharp at the other. The surface of body faintly showing extremely fine transverse grooves.

Distribution Late Sinian, Hubei, China.

Palaeohirudo pristina **Li (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 34, Fig. 9)

Etymology From *Pristinus*, Latin (primitive) referring to the simple structures of the worms.

Description Same as for the genus.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hugei.

Genus *Latizonivermes* Li (gen. nov.)

Etymology From *Latizon*, Latin (wide zone) and *vermes*, Latin (worms) referring to the worms in wide zone shape.

Type species *Latizonivermes megista* Li (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Strongly segmented worms, preserved as carbonaceous films, with a large wide about 24 mm. Somites broad, commonly ringlike ridges, 3—4 mm wide; inter-somites contracted, 0.5—1 mm wide. The surface of the worms showing numerous transverse grooves.

Distribution Late Sinian, Hubei, China.

Latizonivermes megista **Li (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 34, Fig. 10)

Etymology Form *megistus*, Latin (very large) referring to the very wide worms.

Description Fragments of fairly large worms strongly segented, preserved as carbonaceous films, 24 mm wide and more than 30 mm long. The somites broad, commonly ringlike ridges, 3—4 mm wide; inter-somites contracted, 0.5—1 mm wide. Surface of the worms showing numerous transverse grooves.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Jiuqunaoella* Chen, 1991

Jiuqunaoella convoluta **Li (sp. nov.)**

(Pl. 33, Fig. 2—3)

Etymology Form *convolutus*, Latin (spiral) referring to the worms preserved in a spiral form.

Description Fragments of long worms, preserved as carbonaceous films, more than 40 mm long, and only 1—2 mm in diameter. The body of the worms, generally spiralled, closely spaced, 3—4 circules, strongly segmented. Somites variable in length from 2 to 4 mm, and separated by transverse grooves. Inter-somites contracted.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Jiuqunaoella minia **Li (sp. nov.)**

(Pl. 32. Fig. 6)

Etymology From *minor*. Latin (small) referring to the worms in a very small size.

Description Segmented worms, preserved as carbonaceous films, showing a snake-like shape. 14 mm long and 0. 5 mm in diameter. Somites variable in length from 0. 5 to 1 mm, and separated by transverse grooves. Median smites contracted.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

③Vermes incertae sedis

Genus *Niuganmafeia* Chen, 1991.

***Niuganmafeia typica* Li (sp. nov.)**

(Pl. 32. Fig. 8; Pl. 33. Fig. 6; Pl. 34. Fig. 1—2. 5. 7)

1994. *Niuganmafeia obesa* Chen. Xiao et yuan, Pl. Ⅱ, Fig. 8; Pl. Ⅳ, Fig. 5.

Description Fragments of worms, preserved as carbonaceous films, elongated cone-shape, with a preserved length of 20—45 mm. The tapered end 0. 6—1. 6 mm in diameter, and the other end broad, 3—4 mm in diameter. The body, un-segmented, showing numerous extremely fine straight or wavelike grooves.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Ambomurica* Li (gen. nov.)

Etymology From *Ambo*. Latin (both) and *murica*. Latin (sharp) referring to the both sharp ends of the worm.

Type species *Ambomurica Saligna* Li (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Non-sgemented worms, preserved as carbonaceous films. The body is elongate and cylindrical, tapered at each end, 100 mm long and 6 mm in diameter; Both ends 3—4 mm in diameter. Surface of the body smooth.

Distribution Late Sinian, Hubei, China.

***Ambomurica saligna* Li (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 32. Fig. 7; Pl. 34. Fig. 3—4)

Etymology From *salign-*, Latin (willow-leaf-shape) referring to the worms in a willow-leaf-shape.

Description As for the genus.

Type horizon and Locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Pupillivermia* Li (gen. nov.)

Etymology From *pupil*. Latin (silk worm) and *verm-*, latin (worms) referring to the worms like the silk worm in shape.

Type species *Pupillivermia robusta* Li (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Non-segmented worms, preserved as carbonaceous films. The body short and thick, slightly curved, perfeclty round at each end, silk-worm-like in outline, 12 mm long and 4—5 mm in diameter. Surface showing many variously spaced, curved, transverse wrinkls. Without setae and parapoldia.

Distribution Late Sinian, Hubei, China.

***Pupillivermia robusta* Li (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 33, Fig. 5)

Etymology From *robusta*, Latin (sturdy, thickest) referring to the worms in a short and thick shape.

Descripton As for the geuns.

Type horizon and locality Doushantuo Formaton, Miaohe, Zigui of Hubei.

Fragmentary fossil A.

(Pl. 37, Fig. 9)

Description Fragments of large worms with broad annulaiton, preserved length about 50 mm and 24—26 mm in diameter. Somites black and white inter-somictes.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

4. Porifera

Phylum Porifera

Class, Order and Family uncertain

Genus *Sinospongia* Chen 1992 (emend nov.)

Type species *Sinospongia chenjunyuani* Chen, 1992.

Diagnosis Sponge in medium sized, cylindrical in shape, straight or gently curved, more than 70 mm long and 15—20 mm in diameter. Epidermis thin and dense, which showing many exhalant pores with a diameter 0.1—0.3 mm. Mesenchyme very thick, sparse, and composed of four-rayed and diactinal spicules, and spongin fibers arranged in a branching or in a network. The canals distinct, simple or complex (Text, Fig. 5—7 and Text, Fig. 5—8).

Distribution Late Sinian, Hubei, China.

***Sinospongia dictyoforma* Li (sp. nov.)**

(Pl. 35, Fig. 2—3)

Etymology From *dictyoformis*, Latin (network) referring to the spongin fibers arranged in a network.

Description Fragments of sponge, cylindrical in shape, being carbonaceous compressions, more than 30 mm long and 14—15 mm in diameter. Epidermis thin and dense, showing many exhalant pores. The Mesenchyme, thick and sparse, ramified by a complex system of branching

canals. Spongin fibers arranged in a network (Text. Fig. 5—8).

Comparison The new species differs form *Sinospongia chenjunyuani* in its special canal system and the spongin fibers arranged in a network.

Type horizon and locality Doushantuo Formation. Miaohe. Zigui of Hubei.

Genus *Rugospongia* Li (gen. nov.)

Etymology From *Rugo.* Latin (wrinkes) and *spongia.* Latin (sponge) referring to the surface of the sponge with many wrinkles.

Type species *Rugospongia conica* Li (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Sponges in small size, long-cone shaped or bag-shaped, more than 40 mm long and 7—9 mm in diameter, with a short stem to attach to the battom of the sea. Epidermis thin and dense, showing many exhalant pores. Surface of the sponges with numerous circular wrinkles.

Distribution Late Sinian, Hubei, China.

Rugospongia conica Li (gen. et sp. nov.)

(Pl. 35. Fig. 1; Pl. 36. Fig. 4. 6; Pl. 37. Fig. 5)

Etymology From *Coica,* Latin (cone-shaped) referring to the sponges in the shape of long cone.

Description Sponges in small size, commonly being carbonaceous compressions, more than 40 mm long and 7—9 mm in diameter, gently curved, long cone-shaped, with a shor stem to attach to the bottom of the sea. Epidermis, thin and dense, showing many exhalant pores. Surface of the body wall with mumerous cirular wrinkles.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Rugospongia miaoheensis Li (gen. et sp. nov.)

(Pl. 37. Fig. 1. 4)

Etymology Referring to its occurrence at Miaohe, Zigui of Hubei.

Description Sponges in medium size, preserved length more than 38 mm and 15 mm in diameter, bag-shaped, being carbonaceous compressions. Epidermis, thin and dense, showing many exhalant pores. Surface of the body wall with mumerous transverse wrinkles. Two tubu-like shoots extend from the body wall. 10—20 mm long and 2—3 mm in diameter.

Comparison The species *Rugospongia miaoheensis* can be distinguished from *R. conica* by the size, bag-shaped, and with two tubu-like shoots.

Type horizon and locality Doushantuo Formation. Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Doushantuospongia* Li (gen. nov.)

Etymology Referring to its occurrence from the Doushantuo Formation.

Type species *Doushantuospongia cylindrica* Li (gen. et sp. nov.)

Diagnosis Sponges in medium size, preserved length more than 40 mm and 20 mm in diameter, conical in shape. Osculum, at the top of the body, circular, 5—7 mm in diameter. Epidermis thin and dense, surface smooth. The layer of mesenchyme consists of spicules and fibers arranged in a network. One bud extends from the body wall near the side of osculum, with a diameter 11 mm.

Distribution Late Sinian, Hubei, China.

***Doushantuospongia cylindrica*: Li (gen. et sp. nov.)**

(Pl. 36, Fig. 2)

Etymology From *cylindrica*, Latin (conical) referring to the sponges in a conical shape.

Description As for the genus.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Genus *Cuculus* Steiner 1994 (emend. nov.)

Type species *Cuculus fraudelentus* Steiner, 1994.

Diagnosis Sponges in medium size or large size, preserved the maximum length about 170 mm, commonly preserved length 30—80 mm and 12—30 mm in diameter, cylindrical, long conical or long bag-like in shape. The body wall very thin, surface sculptured with numerous extremely fine, curved transverse striae.

Distribution: Late Sinian, Hubei, China.

***Cuculus homotropus* Li (sp. nov.)**

(Pl. 36, Fig. 3, 5; Pl. 37, Fig. 3, 6—7)

Etymology From *homotropus*, Latin (curved towards the same direction) referrring to the transverse striae sculptured on the surface of the sponges, curved in one direction.

Description Fragments of long bag-shaped sponges, commonly being carbonaceous compressions, preserved length 30—40 mm and 15—20 mm in diameter. The transverse striae sculptured on the surface of sponges, extremely fine, curved towards the same direction.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

***Cuculus complexus* Li (sp. nov.)**

(Pl. 37, Fig. 2, 8)

Etymology From *complexus*, Latin (circul-like) referring to the transveres striae curved like a circul.

Description Fragments of long bag-shaped sponges, preserved length 30—50 mm and 20—25 mm in diameter, commonly preserved as carbonaceous films. On the surface of the carbonaceous films, the transverse striae curved forwards and backwards showing in circular.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

5. Trace Fossils

Grade Exichnial

Category Prolongatum

Form Comunicata

Type Taenillinea

Mould Taeniformis

***Planotaenichnus* Li (kind nov.)**

(Pl. 40, Fig. 2—7)

Etymology From *plano*, Latin (flat), *taeni*, Latin (belt) and *ichnus*, Greek (trace) referring to the trace fossils like a flat belt in outline.

Material more than 20 specimens.

Description Meandering traces on the top surface of black shales, comprising a very flat and smooth belt with the same width (3 or 5 mm) along the trace. Preserved length commonly 3—10 cm, and the longest one about 20 cm.

Comparision The new kind of trace, *planotaenichnus*, is closely similar to *Taenioichnus* Yang, 1983, in the flat belt-shape, but differs from the latter in its surface without transverse striae.

Type horizon and locality Doushantuo Formantion, Miaolhe, Zigui of Hubei.

***Linbotulichnus* Li (kind nov.)**

(Pl. 40, Fig. 1)

Etymology From *Lin*, latin (line), *botul*, Latin, (intestine-like) and *ichnus* (trace) referring to the trace fossils in an intestine-like line shape.

Material more than 10 specimens.

Description Strongly squirmed traces on the top surface of shales, comprising an intestine-like line, 1—2 mm wide and more than 50 mm long, commonly showing in a beadroll form.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

Category Isolata

Form Asterformis

Type Radiata

Mould plancentrum

***Eilscaptichnus* Li (kind nov.)**

(Pl. 40, Fig. 8)

Etymology From *Eil*, Greek (spiral), *scapt*, Greek (dig) and ichnus, Greek (trace) referring to this trace formed by worm's digging on the surface of sediments spirally.

Material Ony one specimen.

Description Sea star-like structure, preserved on the surface of black shales. This struc-

ture has 8 arms which radiate from a center wihith is flat, disclike, with 4 mm in diameter. The arms, 3—6 cm long and 2 mm wide, curved and turned to the right, showing a radiating structure.

Type horizon and locality Doushantuo Formation, Miaohe, Zigui of Hubei.

图版说明及图版

所有标本均保存在西安地质学院地勘系地古教研室，除特殊注明外，化石均产自湖北秭归庙河陡山沱组。

图 版 1

1，8，12 半球辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia hemisphaerica* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—5—03，1. ×1025，2—3. ×1150，湖北秭归庙河。

2，15 枝状辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia brachyblasta* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—15—01，×1150，湖北秭归庙河。

3，13 旋卷带刺藻（新属新种）*Cometrhachia convoluta* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—5—03，×1150，湖北秭归庙河。

4，9 粗刺辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia robustispina* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—5—03，4. ×1150，9. ×1025，湖北秭归庙河。

5，17，18，19 庙河发刺藻（新属新种）*Comorhachia Miaoheensia* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) 5，17，19. SM_1—15—01，18. SM_1—5—03，×1150，湖北秭归庙河。

6，7，20 丛生带刺藻（新属新种）*Comorhachia caespitosa* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) 6. SM_1—5—03，7，20. SM_1—15—01，×1150，湖北秭归庙河。

10 辐刺藻（未定种）*Radialorhachia* sp. SM_1—15—01，×1150，湖北秭归庙河。

11 纤细辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia gracilenta* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—15—01，×1025，湖北秭归庙河。

14 美丽顶刺藻（新属新种）*Acrosphaeridium amabile* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—5—03，×1815，湖北秭归庙河。

16 密枝聚管藻（新属新种）*Collirata virgata* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—4—8—1，×1025，湖北秭归庙河。

图 版 2

1，4，5 枝状辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia brachyblasta* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) 1，4，SM_1—15—01，5. SM_1—5—03，×1150，湖北秭归庙河。

2 纤细辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia gracilenta* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—5—03，×1150，湖北秭归庙河。

3，19 庙河发刺藻（新属新种）*Comorhachia miaoheensis* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—15—01，×1150，湖北秭归庙河。

6 粗刺辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia robustispina* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—15—01，×1150，湖北秭归庙河。

7 半球辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia hemisphaerica* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

8 辐射聚管藻（新属新种）*Collirata radialis* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—11—06，×726，湖北秭归庙河。

9 旋卷发刺藻（新属新种）*Comorhachia convoluta* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—5—03，×1150，湖北秭归庙河。

10 密枝聚脊藻（新属新种）*Collirata virgata* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）SM_1—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

11，18 美丽顶刺藻（新属新种）*Acrosphaeridium amabile* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）11. SM_1—15—01，18. SM_1—5—03，11. ×1150，18. ×1815，湖北秭归庙河。

12 连球藻（未定种）*Synsphaeridium* sp. ST_1—10—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

13 吉林藻（未定种）*Jilinella* sp. SM_1—11—06，×330，湖北秭归庙河。

14 拟花盘藻（未定种）*Paracymatiosphaera* sp. 1 ST_1—3—02，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

15 糙面显著球形藻（新种）*Phanerosphaerops asperulus* Xiao et Hu（sp. nov.）ST_3—10—01，×250，湖北宜昌三斗坪田家园子。

16 拟蜂巢球形藻（未定种）*Pseudofavososphaera* sp. SM_1—15—01，×1025，湖北秭归庙河。

17 庙河古球形藻（新种）*Eosphaera miaoheensis* Xiao et Hu（sp. nov.）SM_1—10—03，×1815，湖北秭归庙河。

20 疏松聚脊藻（新属新种）*Collirata laxiuscula* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）SM_1—4—8—1，×1025，湖北秭归庙河。

图 版 3

1，8，10 疏松聚脊藻（新属新种）*Collirata laxiuscula* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）1，10. SM_1—4—8—1，8. SM_1—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

2，5，16，36 密枝聚脊藻（新属新种）*Collirata virgata* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）16. SM_1—18—02，2，5，36. SM_1—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

3，4，11，35 宽带聚脊藻（新属新种）*Collirata latiuscula* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）3，4. SM_1—7—B—001，11，35. SM_1—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

6 拟蜂巢球形藻（未定种）*Pseudofavososphaera* sp. SM_1—15—01，×1025，湖北秭归庙河。

7 微刺藻（未定种）*Micrhystridium* sp. SM_1—7—B—001，×1025，湖北秭归庙河。

9，12，22 辐射聚脊藻（新属新种）*Collirata radialis* Xiao et Hu（sp. nov.）9. SM_1—18—02，12，22. SM_1—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

13，17 庙河古球形藻（新种）*Eosphaera miaoheensis* Xiao et Hu（sp. nov.）SM_1—7—B—001，×1025，湖北秭归庙河。

14 聚脊藻（未定种）*Collirata* sp. SM_1—4—8—1，×1025，湖北秭归庙河。

15 旋卷发刺藻（新属新种）*Comorhachia convoluta* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）SM_1—15—01，×1150，湖北秭归庙河。

18 纤细辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia gracilenta* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）SM_1—15—01，×1150，湖北秭归庙河。

19*，29* 尖顶瘤面球形藻 *Lophosphaeridium gibberosum* 19. SM_1—18—02，×625，29. SM_1—12—01，×1025，湖北秭归庙河。

20 枝状辐刺藻（新属新种）*Radialorhachia brachyblasta* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）SM_1—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

21 中等古圆球形藻（新种）*Sphaerophycus medianus* Xiao et Hu（sp. nov.）SM_1—15—01，×1025，湖北秭归庙河。

23* 薄壁三角藻 *Triangumorpha tenera* SM_1—16—01，×1025，湖北秭归庙河。

24，30 庙河三角藻（新种）*Triangumorpha miaohensis* Xiao et Hu（sp. nov.）SM_1—11—03，×1025，湖北秭归庙河。

25* 坚密光球藻 *Leiopsophosphaera densa* SM_1—08—01，×1025，湖北秭归庙河。

26 辐刺藻（未定种）*Radialorhachia* sp. 1 SM_1—5—03，×1150，湖北秭归庙河。

27 三角藻（未定种）*Triangumorpha* sp. 1 ST_1—10—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

28* 植物碎片（未定种）*Lignum* sp. ST_1—15—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

31* 双角梭形藻 *Leiofusa bicornuta* ST_3—4—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

32 三角藻（未定种）*Triangumorpha* sp. 2 ST_1—10—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

33 辐刺藻（未定种）*Radialorhachia* sp. 2 SM_1—5—03，×1815，湖北秭归庙河。

34* 古拟椭圆藻（未定种）*Archaeoellipsoides* sp. ST_1—10—01，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

图 版 4

1*，2* 美丽纤丝藻（新属新种）*Nematophylla pulcha* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—11—01，×1815，湖北秭归庙河。

3*，4* 密集纤丝藻（新种）*Nematophylla solida* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—11—01，×1815，湖北秭归庙河。

5* 椭圆梭形藻 *Leiofusa obovata* ST_1—4—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

6* 丛生纤丝藻（新种）*Nematophylla caespitosa* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—11—01，×1815，湖北秭归庙河。

7* 三角藻（未定种）*Triangumorpha* sp. SM_1—4—01，×1025，湖北秭归庙河。

8* 大褶藻（未定种）*Macroptycha* sp. ST_1—11—60，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

9* 锥形角藻（相似种）cf. *Ceratophyton conicum* ST_1—4—01，×825，湖北宜昌三斗坪田家园子。

10 膜壁粗面球形藻 *Trachysphaeridium hyalinum* SM_1—17—98，×1025，湖北秭归庙河。

11* 指状梭形藻（相似种）cf. *Leiofusa digitata* ST_1—4—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

12 大型有眼孔球藻 *Glenobotrydion majorinum* SM_1—5—03，×550，湖北秭归庙河。

13* 多丝藻（未定种）*Polythrichoides* sp. ST_1—4—01，×825，湖北宜昌三斗坪田家园子。

图 版 5

1*，14* 瘤面拟环球形藻 *Pseudozonosphaera verrucosa* SM_1—16—01，1. ×625，14. ×220，湖北秭归庙河。

2* 粗面球形藻（未定种）*Trachysphaeridium* sp. SM_1—4—01，×1025，湖北秭归庙河。

3 显著球形藻（未定种）*Phanerosphaerops* sp. ST_1—8—03，×100，湖北宜昌三斗坪田家园子。

4 方形藻（未定种）*Quadratimorpha* sp. SM_1—11—03，×330，湖北秭归庙河。

5* 厚缘粗面球形藻 *Trachysphaeridium inorassatum* SM_1—16—01，×625，湖北秭归庙河。

6 黑包体球藻（未定种）*Melasmatosphnera* sp. SM_1—18—02，×1025，湖北秭归庙河。

7 光滑古对胞藻（相似种）cf. *Eozygion laevis* SM_1—7—03，×330，湖北秭归庙河。

8 密枝束首藻（新属新种）*Collirata virgata* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—5—03，×825，湖北秭归庙河。

9 大型拟粘球藻 *Myxococcoides grandis* SM_1—7—03，×330，湖北秭归庙河。

10 大球藻（未定种）*Latisphaera* sp. SM_1—11—03，×330，湖北秭归庙河。

11*，16* 有褶拟环球形藻 *Pseudozonosphaera rugosa* SM_1—08—01，11. ×330，16. ×625，湖北秭归庙河。

12 薄壁粗面球形藻 *Trachysphaeridium cultum* SM_1—16—01，×625，湖北秭归庙河。

13，15 放射状花盘藻 *Cymatiosphaera radiata* SM_1—12—01，13. ×165，15. ×330，湖北秭归庙河。

17 有环膜球藻 *Paleasphaeridium zonale* ST_1—10—01，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

18* 有褶粗面球形藻 *Trachysphaeridium rugosum* SM_1—16—01，×625，湖北秭归庙河。

19* 粗面拟环球形藻 *Pseudozonosphaera aspevella* SM_1—16—01，×100，湖北秭归庙河。

20* 糙面显著球形藻（新种）*Phanerosphaerops asperulus* Xiao et Hu (sp. nov.) ST_1—11—60，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

图 版 6

1* 糙面显著球形藻（新种）*Phanerosphaerops asperulus* Xiao et Hu (sp. nov.) ST_1—11—60，×625，湖北宜昌三斗坪田家园子。

2 具膜花盘藻（相似种）cf. *Cymatiosphaera membranacea* SM_1—7—03，×330，湖北秭归庙河。

3 大型蘑状藻（新属新种）*Campanisphaera gigantea* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM_1—11—06，×330，湖

北秭归庙河。

4 大型三角藻（新种）*Triangumorpha magna* Xiao et Hu（sp. nov.）ST$_1$—13—03，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

5 拟花盘藻（未定种）*Paracymatiosphaera* sp. 2 ST$_1$—3—02，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

6，12 放射状花盘藻（相似种）cf. *Cymatiosphaera radiata* SM$_2$—12—01，×330，湖北秭归庙河。

7，9 环状同心藻（新种）*Microconcentrica cricoidea* Hu et Xiao（sp. nov.）SM$_1$—7—03，×330，湖北秭归庙河。

8* 坚壁光球藻 *Leiopsophosphaera solida* SM$_1$—08—01，×1025，湖北秭归庙河。

10 巨大四分球藻 *Tetraphycus grandis* ST$_2$—10—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

11 异球藻（未定种）*Xenosphaera* sp. SM$_1$—11—03，×330，湖北秭归庙河。

13* 三角藻（未定种）*Triangumorpha* sp. SM$_1$—4—01，×330，湖北秭归庙河。

14 显著球形藻（未定种）*Phanerosphaerops* sp. ST$_2$—10—01，×625，湖北宜昌三斗坪田家园子。

15 网状残片（未定种）*Retinarites* sp. SM$_1$—7—B—001，×330，湖北秭归庙河。

16 精致吉林藻 *Jilinella lepida* ST$_2$—10—01，×250，湖北宜昌三斗坪田家园子。

图 版 7

1*，2* 膜壁光球藻（新种）*Leiopsophosphaera hyalina* Hu et Xiao（sp. nov.）1. ST$_2$—15—01，2. ST$_1$—11—60，×625，湖北宜昌三斗坪田家园子。

3* 显著球形藻（未定种）*Phanerosphaerops* sp. ST$_1$—10—01，×625，湖北宜昌三斗坪田家园子。

4* 膜环藻（未定种）*Pterospermopsis* sp. ST$_2$—11—60，×625，湖北宜昌三斗坪田家园子。

5* 糙面显著球形藻（新种）*Phanerosphaerops asperulus* Xiao et Hu（gen. nov.）ST$_1$—11—60，×625，湖北宜昌三斗坪田家园子。

6* 大型光球藻（相似种）cf. *Leiopsophosphaera gigantea* SM$_1$—8—01，×1025，湖北秭归庙河。

7* 有核球形藻（未定种）*Nucellosphaeridium* sp. SM$_1$—8—01，×625，湖北秭归庙河。

8* 粗面拟环球形藻 *Pseudozonosphaera asperella* SM$_1$—16—01，×625，湖北秭归庙河。

9* 大型三角藻（新种）*Triangumorpha miaoheensis* Xiao et Hu（sp. nov.）ST$_1$—13—03，×625，湖北宜昌三斗坪田家园子。

10* 有指粗面球形藻 *Trachysphaeridium rugosum* SM$_2$—16—01，×625，湖北秭归庙河。

图 版 8

1* 显著粗面球形藻 *Trachysphaeridium rude* SM$_1$—16—01，×625，湖北秭归庙河。

2 庙河三角藻（新种）*Triangumorpha miaoheensis* Xiao et Hu（sp. nov.）SM$_1$—11—03，×165，湖北秭归庙河。

3 拟独球藻（未定种）*Eremosimorpha* sp. ST$_2$—3—13，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

4* 拟环球形藻（未定种）*Pseudozonosphaera* sp. SM$_1$—16—01，×625，湖北秭归庙河。

5，9 普通螺管藻（新属新种）*Spirostilus trivialis* Xiao et Hu（gen. et. sp. nov.）SM$_1$—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

6，8 破裂螺管藻（新属新种）*Spirostilus refractus* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）6. SM$_1$—7A—230，8. SM$_1$—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

7 多丝藻（未定种）*Polythrichoides* sp. ST$_1$—4—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

10 连接同形藻（新属新种）*Homomorpha affina* Xiao et Hu（gen. et sp. nov.）SM$_1$—11—03，×165，湖北秭归庙河。

11 具刺天柱山刺球藻 *Tianzhushania emend* ST$_1$—19—2，×165，湖北宜昌三斗坪田家园子。

12 湖北螺管藻（新属新种）*Spirostilus hubeiensis* Xiao et Hu（gen. et. sp. nov.）SM$_1$—5—03，×330，湖北秭归庙河。

13 丝纹状植物碎片 *Lignum nematoidea* ST$_1$—10—01，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

图 版 9

1 巨大四分球藻 *Tetraphycus grandis* ST$_1$—10—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

2 大型古拟椭圆藻 *Archaeoellipsoides grandis* ST$_1$—10—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

3* 交织多球藻丝 *Polysphaeroides contertus* SM$_1$—11—01，×625，湖北秭归庙河。

4* 瘤面球形藻（未定种）*Lophosphaeridium* sp. SM$_1$—16—01，×625，湖北秭归庙河。

5，13 古鞘颤藻（未定种）*Palaeolyngbya* sp. SM$_1$—4—8—1，×1025，湖北秭归庙河。

6 具头丝藻（未定种）*Cephalophytarion* sp. SM$_1$—7—B—001，×1025，湖北秭归庙河。

7 相似大古集球藻 cf. *Eosynechococcus grandis* SM$_1$—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

8 肖夫古颤藻 *Oscillatoriopsis Schopfii* SM$_1$—17—98，×625，湖北秭归庙河。

9 美丽多丝藻 *Polythrichoides formosus* ST$_1$—4—01，×625，湖北宜昌三斗坪田家园子。

10，14 粗面管状藻 *Siphonophycus kestron* 10. ST$_1$—4—01，×165，14. SM$_1$—5—03，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

11 坚实螺管藻（新属新种）*Spirostilus robustus* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM$_1$—7—A—230，×165，湖北秭归庙河。

12 具刺天柱山刺球藻 *Tianzhushania emend* ST$_1$—19—2，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

图 版 10

1* 美丽多丝藻 *Polythrichoides formosus* ST$_1$—4—01，×625，湖北宜昌三斗坪田家园子。

2* 角藻（未定种）*Ceratophyton* sp. SM$_1$—11—04，×1025，湖北秭归庙河。

3 普通螺管藻（新属新种）*Spirostilus trivialis* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM$_1$—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

4* 环纹鞭球藻（新种）*Mastigophycus cricoideus* Xiao et Hu (sp. nov.) SM$_1$—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

5 多丝藻（未定种）*Polythrichoides* sp. ST$_1$—4—01，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

6 螺管藻（未定种）*Spirostilus* sp. SM$_1$—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

7 坚实萨洛姆藻 *Salome bobusta* SM$_1$—7—03，×370，湖北秭归庙河。

8，10，12，14 坚实螺管藻（新属新种）*Spirostilus robustus* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) 8，12. SM$_1$—7—A—231，10，14. SM$_1$—7—A—230，×330，湖北秭归庙河。

9，13 规则螺管藻（新属新种）*Spirostilus turncatulus* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) ST$_1$—11—60，×625，湖北宜昌三斗坪田家园子。

11 古鞘颤藻（未定种）*Palaeolyngbya* sp. SM$_1$—4—8—1，×1025，湖北秭归庙河。

15 破裂螺管藻（新属新种）*Spirostilus refractus* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM$_1$—5—03，×250，湖北秭归庙河。

16 微小螺管藻（新属新种）*Spirostilus microscopicus* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM$_1$—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

17 管藻（未定种）*Siphonophycus* sp. SM$_1$—5—03，×1025，湖北秭归庙河。

18 具刺古集球藻（新种）*Eosynechococcus spinus* Hu et Xiao (sp. nov.) ST$_1$—3—13，×1025，湖北宜昌三斗坪田家园子。

19 古对胞藻（未定种）*Eozygion* sp. ST$_1$—10—01，×330，湖北宜昌三斗坪田家园子。

20 中等古圆球形藻（新种）*Sphaerophycus mediatus* Xiao et Hu (sp. nov.) SM$_1$—17—01，×330，湖北秭归庙河。

21 古拟念珠藻 *Nostocomarpha prisca* Xing ST$_1$—10—01，×1150，湖北宜昌三斗坪田家园子。

图 版 11

1，4 庙河始小球藻（新种）*Microsphaeroides miaoheensis* Hu et Xiao (sp. nov.) 1. SM$_1$—5—01，×1025，4. SM$_1$—5—03，×165，湖北秭归庙河。

2　群集核球藻（新种）*Caryosphaeroides gregarius* Hu et Xiao (sp. nov.) SM₁—5—03，×625，湖北秭归庙河。

3，5　湖北螺管藻（新属新种）*Spirostilus hubeiensis* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM₁—5—03，×165，湖北秭归庙河。

6，7　光滑管藻 *Siphonophycus inornatum* ST₁—3—02，×330。湖北宜昌三斗坪田家园子。

8　连接同形藻（新属新种）*Homomorpha affina* Xiao et Hu (gen. et sp. nov.) SM₂—11—03，×625，湖北秭归庙河。

注：有＊号的为浸解法所获得的微古植物，其它为岩石切片中所保存的微古植物。

图 版 12

1　扭曲扇形藻（新属新种）*Sectoralga supervoluta* Hu (gen. et sp. nov.)
×3，SM₁—17—1—58（正模）。

2，9　扇形藻（未定种）*Sectoralga* sp.
2. ×6，SM₁—7—B—238；9. ×2，SM₁—7—B—294a。

3—7　伞状扇形藻（新属新种）*Sectoralga umbellulata* Hu (gen. et sp. nov.)
3. ×2，SM₂—17—1—56（正模）；4. ×2，SM₁—7—B—17a；5. ×4，SM₂—7—A—15；6. ×3，SM₁—7—1—8a；7. ×3，SM₁—7—3—1（副模）。

8　古丝藻（未定种）*Eoulothrix* sp.
×2，SM₁—17—7—19。

图 版 13

1　标准扇形藻（新属新种）*Sectoralga typica* Hu (gen. et sp. nov.)
×6，SM₁—7—A—191b（正模）。

2　粗扇形藻（新属新种）*Sectoralga grossa* Hu (gen. et sp. nov.)
×4，SM₂—17—8—6a（正模）。

3，7　伞状扇形藻（新属新种）*Sectoralga umbellulata* Hu (gen. et sp. nov.)
3. ×4，SM₁—7—A—143；7. ×6，SM₂—17—1—57a。

4，6　直立艮岭藻 *Genlingiphyton erecta* Chen et Xiao，1992
4. ×4，SM₂—17—2—23；6. ×4，SM₁—17—2—7a。

5　拟浒苔（未定种）*Enteromorphites* sp.
×4，SM₁—7—24。

8　扭曲扇形藻（新属新种）*Sectoralga supervoluta* Hu (gen. et sp. nov.)
×6，SM₁—7—4b（副模）。

图 版 14

1　直立宜昌藻（新属新种）*Yichangella erecta* Hu (gen. et sp. nov.)
×4，SM₁—17—1—100a（正模）。

2—3，10　多枝古鲜奈藻（新属新种）*Palaeoscinaia ramulosa* Hu (gen. et sp. nov.)
2. ×1.5，SM₁—7—4—7a；3. ×1.5，SM₁—7—A—182a；10. ×3，SM₁—7—A—180a（正模）。

4　缩缢古鲜奈藻（新属新种）*Palaeoscinaia constricta* Hu (gen. et sp. nov.)
×2，SM₂—17—8—4a（正模）。

5　扁拟浒苔（新种）*Enteromorphites compressus* Hu (sp. nov.)
×3，SM₁—17—3—7。

6　不规则拟叉枝藻（新属新种）*Gymnogongrusoides irregularis* Hu (gen. et sp. nov.)
×3，SM₁—7—B—275（正模）。

7　古管藻（未定种）*Eoscytosiphon* sp.
×1，SM₁—7—8a。

8 规则拟叉枝藻（新属新种）*Gymnogongrusoides regularis* Hu（gen. et sp. nov.）
×2，SM$_1$—7—A—175a（正模）。

9 小管状藻（新属新种）*Tubulalga minuta* Hu（gen. et sp. nov.）
×4，SM$_1$—17—3—17（正模）。

11 小纤毛藻（新属新种）*Ciliatga vesca* Hu（gen. et sp. nov.）
×2，SM$_1$—7—1a（正模）。

12 规则崆岭藻（新种）*Konglingiphyton regularum* Hu（sp. nov.）
×8，SM$_1$—7—1—9a（正模）。

图 版 15

1，4，6 线状陡山沱藻 *Doushantuophyton lineare* Chen，1991
1. ×1.5，SM$_1$—17—8—3；6. ×4，SM$_1$—7—5—8a；4. ×5，SM$_1$—7—3—35a。

2 直立崆岭藻 *Konglingiphyton erecta* Chen et Xiao，1992
×6，SM$_1$—7—6—2a。

3 稀疏枝藻（新属新种）*Ramalga sparsula* Hu（gen. et sp. nov.）
×4，SM$_1$—7—B—300a（正模）。

5 丝状长毛藻（新属新种）*Villosalga filamentadcea* Hu（gen. et sp. nov.）
×3，SM$_1$—7—B—46（正模）。

7 管拟浒苔（新种）*Enteromorphites tubulosus* Hu（sp. nov.）
×4，SM$_1$—7—B—6a（正模）。

图 版 16

1 掌状中堡岛藻（新种）*Zhongbaodaophyton palmatum* Hu（sp. nov.）
×6，SM$_1$—17—2—4a（正模）。

2 茎刺多枝藻（新属新种）*Polycladalga ramispina* Hu（gen. et sp. nov.）
×6，SM$_1$—7—B—289（正模）。

3 拟浒苔（未定种）*Enteromorphites* sp.
×6，SM$_1$—7—A—44。

4 直立崆岭藻 *Konglingiphyton erecta* Chen et Xiao，1992
×3，SM$_1$—17—3—3b。

5—6 弯曲叉藻（新属新种）*Furcatalga sinuosa* Hu（gen. et sp. nov.）
5. ×5，SM$_1$—7—B—3—1（正模）；6. ×5，SM$_1$—7—3—9（副模）。

7 曲拟浒苔（新种）*Enteromorphites flexuosus* Hu（sp. nov.）
×2，SM$_1$—17—1—68（正模）。

8 多枝古鲜奈藻（新属新种）*Palaeoscinaia ramulosa* Hu（gen. et sp. nov.）
×2，SM$_1$—7—A—178（副模）。

9 美丽古松藻（新属新种）*Palaeocodium perelegans* Hu（gen. et sp. nov.）
×4，SM$_1$—7—A—187a（正模）。

图 版 17

1 奇异扇形藻（新属新种）*Sectoralga specialis* Hu（gen. et sp. nov.）
×3，SM$_2$—7—8—78a（正模）。

2 树状古枝藻（新种）*Archaeocladiphyton dendriticum* Hu（sp. nov.）
×5，SM$_1$—7—24（副模）。

3 美丽拟浒苔（新种）*Enteromorphites epicharis* Hu（sp. nov.）
×8，SM$_1$—7—6—20（正模）。

4　古枝藻（未定种）*Archaeocladiphyton* sp.

×5，SM₁—7—2—4。

5—8　纤维古丝藻（新属新种）*Eoulothrix fibrillata* Ding（gen. et sp. nov.）

5，×2，SM₁—17—7—6a（正模）；6. ×4，SM₁—7—A—169；7. ×2，SM₁—4a；8. ×1.5，SM₁—17—2—29。

图 版 18

1　扭曲扇形藻（新属新种）*Sectoralga supervoluta* Hu（gen. et sp. nov.）

×4，SM₁—7—A—215（副模）。

2　宜昌古松藻（新属新种）*Palaeocodium yichangicum* Hu（gen. et sp. nov.）

2a. ×1.5；2b. ×3，示固着部特征，SM₁—7—1—4b（副模）。

3　屈氏古枝藻 *Archaeocladiphyton quyuani* Chen，Xiao et Yuan，1994

×5，SM₁—7—B—225a。

4—5　树状古枝藻（新种）*Archaeocladiphyton dendriticum* Hu（sp. nov.）

4. ×4，SM₁—7—A—168（正模）；5. ×5，SM₁—7—24。

6　金氏古枝藻 *Archaeocladiphyton jingyugani* Chen，Xiao et Yuan，1994

×6，SM₁—7—B—086a。

7　扇形藻（未定种）*Sectoralisalga* sp.

×3，SM₁—17—1—59。

8　直立岭岭藻 *Konglingiphyton erecta* Chen et Xiao，1992

×2，SM₁—7—A—072。

图 版 19

1　细弯陡山沱藻（新种）*Doushantuophyton sinuolatum* Hu（sp. nov.）

×5，SM₁—7—6—12（正模）。

2—4，10 线状陡山沱藻 *Doushantuophyton lineare* Chen，1991

2. ×1.5，SM₁—17—8—3；3. ×4，SM₁—7—A—701；4. ×5，SM₁—7—24；10. ×4，SM₁—17—3—40。

5　等轴藻（新属新种）*Axalga adaequata* Hu（gen. et sp. nov.）

×2. SM₁—7—A—003（正模）。

6　短枝轴藻（新属新种）*Axalga brachyclada* Hu（gen. et sp. nov.）

×2，SM₁—7—A—131（正模）。

7　屈氏古枝藻 *Archaeocladiphyton quyuani* Chen，Xiao et Yuan，1994

×4，SM₁—7—A—60。

8　张氏古枝藻 *Archaeocladiphyton zhangzhangyini* Chen，Xiao et Yuan，1994

×4，SM₁—7—9—299。

9　古枝藻（未定种）*Archaeocladiphyton* sp.

×2. SM₁—7—B—287b。

图 版 20

1　原始拟紫菜（新属新种）*Paraporphyra prota* Ding（gen. et sp. nov.）

×1.5，SM₁—7—4—3（正模）。

2　膜状掌藻（新属新种）*Palmalga glumacea* Ding（gen. et sp. nov.）

×1，SM₁—7—5—22（正模）。

3—7　密集聚球藻（新属新种）*Sysphaera spissa* Ding（gen. et sp. nov.）

3. ×5，SM₁—17—8—18b；4. ×8，SM₁—17—8—18a（正模）；5. ×4. 5，SM₁—7—7a（副模）；6. ×

4.5，SM$_1$—7—7b；7. ×8，SM$_1$—7—4—9。

图 版 21

1—6 美丽长丝藻（新属新种）*Longenema bellum* Ding (gen. et sp. nov.)

1. ×2.5，SM$_1$—7—B—237a（正模）；2—6. 为SM$_1$—7—B—237标本上不同比例的电镜扫描照片，示丝体及细胞结构。

图 版 22

1—2,4—5 羽状骨叶藻（新属新种）*Cometiphylla pinnata* Ding，(gen. et sp. nov.)

1. ×12，SM$_1$—0—4—6a（正模）；2. 4—5，为SM$_1$—0—4—6b上不同部位电镜扫描，示丝体及扁圆形细胞。

3，6 长管古管藻（新种）*Eocytosiphon longitubulosum* Ding (sp. nov.)

3. ×6；6. ×1，SM$_1$—17—3—15（正模）。

图 版 23

1，5 纤细藻 *Gracilogia* 群体分布状况

1. ×4，SM$_1$—7—6—12；5. ×16，SM$_1$—7—3—47b。

2—4 分叉纤细藻 *Gracilogia dicrona* Ding，1992

2. ×10，SMZ—16（9—2'）；3. ×16，SM$_1$—7—A—73；4. ×16，SM$_1$—7—1—7a。

图 版 24

1—3 球形纤细藻 *Gracilogia sphaericusa* Ding，1992

1—3. 不同倍数电镜扫描特征，SM$_1$—7—A—177。

4—5 皱纹纤细藻 *Gracilogia rugosa* Ding，1992

4. SM$_1$—7—3—47；5. ×20，SMZ2d9—10—1。

6 分叉纤细藻 *Gracilogia dicrona* Ding，1992

×16，SM$_1$—7—6—17。

图 版 25

1—5 球形纤细藻 *Gracilogia sphaericusa* Ding，1992

电镜扫描照片，示三层表皮及内部结构。SM$_1$—7—A—177。

6—7 分叉纤细藻 *Gracilogia dicrona* Ding，1992

6. ×4，SM$_1$—7—A—177；7. ×3，SM$_1$—17—2—10a。

图 版 26

1，5—6、11—12 标准庙河藻 *Miaohenella typicura* Ding，1992

1. ×4，SMZ2—16（9—1—1）；5. ×4，示变形，SM$_1$—17—3—16a；6. ×3，示固着器，SM$_1$—7—4—6a；11. ×3，SM$_1$—7—3—7a；12. ×3，SM$_1$—7—A—222a。

2，10 美丽庙河藻 *Miaohenella elegans* Ding，1992

2. ×4，SM$_1$—17—7—5b；10. ×6，SM$_1$—7—B—164a。

3 锥形庙河藻（新种）*Miaohenella conica* Ding (sp. nov.)

×4，SM$_1$—17—1—4a。

4，9 菱形庙河藻（新种）*Miaohenella rhomba* Ding (sp. nov.)

4. ×3，SM$_1$—17—3—3（副模）；9. ×2，SM$_1$—17—4—4a。

7—8 矮小庙河藻（新种）*Miaohenella nana* Ding (sp. nov.)

7. ×3，SM$_1$—7—5—6a；8. ×4，SM$_1$—7—5—16a。

图 版 27

1—4，7 锥形庙河藻（新种）*Miaohenella conica* Ding（sp. nov.）

1. ×4，SM₁—7—B—307；2. ×6，SM₁—17—3—13；3. ×4. 5，SM₁—7—B—269a；4. ×2，SM₁—7—A—203a（正模）；7. ×4.5，SM₁—17—1—71（副模）。

5，9 矮小庙河藻（新种）*Miaohenella nana* Ding（sp. nov.）

5. ×2，SM₁—7—A—133（正模）；9. ×5.5，SM₁—7—B—267。

6 菱形庙河藻（新种）*Miaohenella rhomba* Ding（sp. nov.）

×3，SM₁—7—B—256。（正模）

8,10—11 标准庙河藻 *Miaohenella typicura* Ding，1992

8. ×2，SM₁—17—1—39a；10. ×3，示固着器，SM₁—17—1—61；11. ×3. 示固着器，SM₁—7—4—39。

图 版 28

1，2，4 标准庙河藻 *Miaohenella typicura* Ding，1992

1. ×8，示粗褶，SM₁—7—5—15a；2. ×10，示细褶，SM₁—7—3—7a；4. ×25，示繁殖器官，SM₁—17—1—18。

3，7，8 标准庙河藻 *Miaohenella typicura* Ding，1992

3. ×3，示髓部及髓腔，SM₁—7—B—295.7. ×10，示髓部及髓腔，SM₁—17—1—11a；8. ×15.示髓部及髓腔，a. 髓腔，b. 髓，SM₁—7—B—295b。

5 长管古囊藻（新种）*Eoscytosiphon longitubulosum* Ding（sp. nov.）

×7，SM₁—17—6—1。

6 美丽庙河藻 *Miaohenella elegans* Ding，1992

6. ×15，示髓部及胶鞘，SM₁—7—B—164a。

图 版 29

1—2 光滑古囊藻（新属新种）*Eocolpomenia levigata* Ding（gen. et sp. nov.）

1. ×1.5，SM₁—17—1—55a（副模）；2. ×1，SM₁—17—2—2a（正模）。

3—4 网状古囊藻（新属新种）*Eocolpomenia dictyodroma* Ding（gen. et sp. nov.）

3. ×3，SM₁—0—27（正模）；4. ×1.5，SM₁—7—3—31。

5 文德带藻（未定种）*Vendotaenia* sp.

×2，SM₁—7—30b。

6 古囊藻（未定种）*Eocolpomenia* sp.

×1.5，SM₁—17—2—20a。

图 版 30

1 最小龙凤山藻（新种）*Longfengshania minima* Ding（sp. nov.）

×12，SM₁—7—A—222（正模）。

2 长卵圆形藻 *Ovidiscina longa* Du et Tian，1986

×16，SM₁—17—7—1。

3，18 八公山卵圆形藻 *Ovidiscina bagongshanica* Zheng，1980

3. ×10，SMZ2—16（9—4）；18. ×12，SM₁—7—4—7b。

4，6—8 小型卵圆形藻（新种）*Ovidiscina minor* Ding（sp. nov.）

4. ×8，SM₁—7—A—17；6. ×8，SM₁—17—4—4（正模）；7. ×6，SM₁—7—4—5；8. ×3，SM₁—17—1—17a。

5 寿县寿县藻 *Shouhsienia shouhsienesis* Xing，1978

×10，SMZ2—16（9—12—2—2）。

9，11—15，圆彩丘阿尔藻 *Chuaria circularis* Walcott，1899

9. ×6，SM_1—17—7—3a；11. ×10，SMZ2—16（9—12—2）；12. ×8，SM_1—0—26；13. ×8，SM_1—0—7；14. ×6，SM_1—7—4—2；15. ×4，SM_1—0—4—1a；19. ×3，SM_1—17—5—9a。

10 未定名藻类 Algaceus（gen. et sp. indet）

×2，SM_1—7—4a。

16 不规则环形藻（新种）*Circalga irregularia* Ding（gen. et sp. nov.）

×1.5，SM_1—7—12a（正模）。

17 未定名藻类 Algaceus（gen. et sp. indet）

×4，SM_1—7—B—167a。

图 版 31

1，16，11 秭归虫（未定种）*Ziguivermites* sp.

1. ×1.5，SM_1—7—31；2. ×2，SM_1—17—5—2a；11. ×1，SM_1—7—B—144a。

2 钩状长江虫（新属新种）*Changjiangivermia hamata* Li（gen. et sp. nov.）

×1.5，SM_1—17—3—20a（正模）。

3—4 竹节石形秭归虫 *Ziguivermites tentaculitiformis* Chen，Xiao et Yuan，1994

3. ×1，SM_1—17—6—12a；4. ×1.5，SM_1—17—6—12b。

5 简单九曲脑虫 *Jiuqunaoella simplicis* Chen，1991

×3，SM_1—7—3—14b。

7 牛肝马肺虫（未定种）*Niuganmafeia* sp.

×3，SM_1—7—B—148b。

8—10 脑状皱线虫（新属新种）*Rugosilina farcininiforma* Li（gen. et sp. nov.）

8a. ×1.5，8b. 局部放大示裂殖现象，SM_1—7—A—95a（正模），9. ×3，10. ×4，局部放大，SM_1—7—A—95b（副模）。

图 版 32

1，2，4 肥胖牛肝马肺虫 *Niuganmafeia obesa* Chen，1991

1. ×1.5，$SM_1$0—4—22a；2. ×1.5，示浑圆状细端，SM_1—17—4—8a；4. ×1.5，SM_1—17—2—26。

3 微小西陵峡虫（新属新种）*Xilinxiaella minuta* Li（gen. et sp. nov.）

×5，SM_1—7—3—4a（正模）。

5 简单九曲脑虫 *Jiuqunaoella simplicis* Chen，1991

×4，SM_1—17—4—8。

6 小九曲脑虫（新种）*Jiuqunaoella minia* Li（sp. nov.）

×6，SM_1—7—B—19（正模）。

7 柳叶形双尖虫（新属新种）*Ambomurica saligna* Li（gen. et sp. nov.）

×1，SM_1—17—4—2b（正模）。

8 标准牛肝马肺虫（新种）*Niuganmafeia typica* Li（sp. nov.）

×2，SM_1—7—2—10b（副模）。

9 美丽西陵峡虫（新属新种）*Xilinxiaella bella* Li（gen. et sp. nov.）

×1.7，SM_1—17—4—101a（正模）。

图 版 33

1，4，10 简单九曲脑虫 *Jiuqunaoella simplicis* Chen，1991

1. ×2，示细端扭曲及横纹，SM_1—17—5—1a；4. ×3，示虫体弯曲重叠及分布，SM_1—17—99a；10. ×3，示虫体收缩现象，SM_1—7—B—208a。

2—3 旋卷九曲脑虫（新种）*Jiuqunaoella convoluta* Li (sp. nov.)

2. ×3，SM_1—7—B—302a（正模）；3. ×6，SM_1—7—A—30（副模）。

5 粗壮蛹形虫（新属新种）*Pupilliformia robusta* Li (gen. et sp. nov.)

×6，SM_1—7—B—310（正模）。

6 标准牛肝马肺虫（新种）*Niuganmafeia typica* Li (sp. nov.)

×3，SM_1—7—6—22a（副模）。

7—8 肥胖牛肝马肺虫 *Niuganmafeia obesa* Chen，1991

7. ×3，SM_1—4；8. ×1.5，SM_1—17—4—3a。

9 小型原锥虫 *Protaconites minor* Chen，Xiao et Yuan，1994

×4，SM_2—17—5—11a。

图 版 34

1—2，5，7 标准牛肝马肺虫（新种）*Niuganmafeia typica* Li (sp. nov.)

1. ×4，SM_1—7—A—186a；2. ×4，SM_1—7—B—139；5. ×2. SM_1—7—A—12（正模）；7. ×1.5，SM_1—7—B—238。

3—4 柳叶形双尖虫（新属新种）*Ambomurica saligna* Li (gen. et sp. nov.)

3. ×1.5，SM_1—7—B—49；4. ×1.5，SM_1—7—B—20a。

6 九曲脑虫（未定种）*Jiuqunaoella* sp.

×4. SM_1—7—B—277。

8 牛肝马肺虫（未定种）*Niuganmafeia* sp.

×1.5，SM_2—17—2—15。

9 原始古蛭虫（新属新种）*Palaeohirudo pristina* Li (gen. et sp. nov.)

×3，SM_1—402—16（正模）。

10 巨大宽带虫（新属新种）*Latizonivermes megista* Li (gen. et sp. nov.)

×2，SM_2—17—4—24b（正模）。

11 简单九曲脑虫 *Jiuqunaoella simplicis* Chen，1991

×7，SM_1—7—B—284。

图 版 35

1 锥形皱纹海绵（新属新种）*Rugospongia conica* Li (gen. et sp. nov.)

×3，SM_1—7—A—139a（副模）。

2—3 网状震旦海绵（新种）*Sinospongia dictyoforma* Li (sp. nov.)

2. ×6，局部放大示水道，3. ×2，示整体特点，SM_1—7—B—228a（正模）。

4 陈氏震旦海绵 *Sinospongia chenjunyuani* Chen，1992

×2. 2，示水道和骨丝构造，SM_2—17—3—8a。

5—6 可疑袋状海绵 *Cuculus fraudelentus* Steiner，1994

5. ×1，SM_2—17—4—28；6. ×1，示整体，SM_2—17—4—90。

图 版 36

1 陈氏震旦海绵 *Sinospongia chenjunyuani* Chen，1992

1a. ×2，示海绵体，1b. ×100，海绵体中扫描到的骨针，SM_2—17—8—20a。

2 锥形陡山沱海绵（新属新种）*Doushantuospongia cylindrica* Li (gen. et sp. nov.)

×1.5，SM_1—0—10a（正模）。

3，5 弧纹袋状海绵（新种）*Cuculus homotropus* Li (sp. nov.)

3. ×1.5，SM_1—0—11a；5. ×1.5，SM_2—17—4—12（正模）。

4，6 锥形皱纹海绵（新属新种）*Rugospongia conica* Li (gen. et sp. nov.)

4. ×3，SM_1—7—1—13（正模）；6. ×3，SM_1—7—6—16a（副模）。

7—8　单轴海绵骨针 Monaxon spicule

7. ×100，示切片中的骨针，Ld4—1—1—1；8. ×100，切片中的骨针，Ld4—1—1—2；产地层位：宜昌莲花王丰岗，上震旦统陡山沱组。

图 版 37

1，4　庙河皱纹海绵（新属新种）*Rugospongia miaoheensis* Li（gen. et sp. nov.）

1. ×1.5，SM_1—7—3—1b（正模）；4. ×1.5，SM_1—7—3—1a（副模）。

2，8　环纹袋状海绵（新种）*Cuculus complexus* Li（sp. nov.）

2. ×1.5，SM_1—7—1—3（副模）；8. ×1，SM_1—17—4—14（正模）。

3，6—7　弧纹袋状海绵（新种）*Cuculus homotropus* Li（sp. nov.）

3. ×1.5，SM_1—7—3—23a（副模）；6. ×2，SM_1—17—5—6b；7. ×1，SM_1—7—6—3a。

5　锥形皱纹海绵（新属新种）*Rugospongia conica* Li（gen. et sp. nov.）

×2，SM_1—7—A—001a。

9　残缺化石（沙蚕?未定名），×1.5，SM_1—4。

图 版 38

1—3　五边三峡水母（新属新种）*Sanxiamedusa pentamera* Ding（gen. et sp. nov.）

1. ×2，示整体；2. ×6，局部放大；SM_1—7—4—8a（正模）；3. ×1.5，SM_1—7—5a（副模）。

4　小三峡水母（新属新种）*Sanxiamedusa parva* Ding（gen. et sp. nov.）

×8，SM_1—17—2—8a（正模）。

5　圆形芽坪水母（新属新种）*Maopingimedusa circularis* Ding（gen. et sp. nov.）

×2，SM_1—4—12（正模）。

6　环纹古水母（新属新种）*Palaeomedusa circvittata* Ding（gen. et sp. nov.）

×3，SM_1—7—B—223a（正模）。

图 版 39

1—2　多腕古水母（新属新种）*Palaeomedusa polycarpa* Ding（gen. et sp. nov.）

1. ×1，示整体；2. ×2，局部放大；SM_1—7—9a（正模）。

3　环纹古水母（新属新种）*Palaeomedusa circvittata* Ding（gen. et sp. nov.）

×1.5，示群集产出（标本已风化），SM_1—7—B—220a。

4　袋状海绵（未定种）*Cuclus* sp.

×1，SM_1—17—4—22a。

5　未定名化石（蠕虫?），×1，SM_1—7—B—188b。

图 版 40

1　线脑迹（新类）*Linbotulichnus* Li（kind，nov.）

×1，SM_1—7—25（正模）。

2—7　平带迹（新类）*Planotaeichnus* Li（kind，nov.）

2. ×1，SM_1—7—5—4b；3. ×1，SM_1—7—B—162a（副模）；4. ×0.8m，SM_1—7—6—14a；5. ×1，SM_1—7—B—149a；6. ×0.8，SM_1—7—6—5a；7. ×1，SM_1—17—4—27（正模）。

8　旋掘迹（新类）*Eiscaptichnus* Li（kind，nov.）

×1.5，SM_1—4—4a（正模）。