

国家十五规划重点图书

GUIZHOUKAILISHENGWUQUN

ZAOLEIHUASHIJIGUSHENGTAIXUEYANJIU

# 贵州凯里生物群

## 藻类化石及古生态学研究

杨瑞东 / 著



贵州科技出版社



国家十五规划重点图书

贵州凯里生物群  
藻类化石及古生态学研究

杨瑞东 著

贵州科技出版社

·贵阳·

**图书在版编目(CIP)数据**

贵州凯里生物群藻类化石及古生态学研究/杨瑞东著.  
贵阳:贵州科技出版社,2006.10  
ISBN 7-80662-385-X

I.贵... II.杨... III.寒武纪—藻类—微体化石—研究—贵州省 IV.Q913.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 116523 号

出 版 贵州科技出版社  
发 行 贵阳市中华北路 289 号 邮政编码:550004  
地 址 贵州省新华书店  
经 销 贵州新华印刷厂印刷  
印 刷 890mm×1240mm 1/16  
开 本 310 千  
字 数 12.5  
印 张 2006 年 10 月第 1 版  
版 次 2006 年 10 月第 1 次印刷  
印 次 1~1 000  
印 数 38.00 元  
定 价

本书由国家自然科学基金“贵州早、中寒武世藻类化石研究”(批准号:40062001)、“贵州早寒武世早期生物群与环境关系研究”(批准号:40462001)、国家重大基础研究预研项目“贵州早期后生生物特征及其演化环境动力学研究”(2002CCC02600)、国家科技部、基金委攀登专项“地球早期生命演化与寒武纪大爆炸”(95-专-01)、贵州省优秀青年科技人才基金“贵州震旦纪—寒武纪生物演变与环境耦合关系”和贵州工业大学博士后基金、贵州省省长基金和贵州省高层次人才基金资助研究,贵州大学学科建设经费资助出版。

## 作者简介

杨瑞东,男,1963年生,白族,云南大理人。1984年于西南石油学院石油地质系毕业,获工学学士学位;1989年获得成都地质学院理学硕士学位;1999年毕业于南京大学地球科学系,获理学博士学位;2003年于中国科学院地球化学研究所博士后出站。现在是贵州大学教授、浙江大学博士生导师、贵州省第三批优秀青年科技人才,全国博士后壹等基金获得者、全国化石藻类委员会理事、国际地质对比计划447项目成员、国务院学位委员会地质学科博士点评议专家。

长期从事化石藻类、早期后生生物演化与环境地球化学耦合关系的研究,发表论文90余篇,其研究成果被“人民日报”、“光明日报”和“科学时报”等多次报道,获得贵州省科技成果二等奖、三等奖各一项。

## 内 容 简 介

本书是凯里生物群系列研究成果之一。全书共分九章,系统论述了贵州早、中寒武世凯里组中疑源类(微体藻类)的组合特征以及它们在中、下寒武统地层界线划分中的作用;论述了宏观藻类组合和形态特征及保存方式;探讨了宏观藻类的演化趋势及生物地理分区;介绍凯里生物群中发现的最古老的钙质珊瑚藻类化石和最古老的类似苔藓植物化石。结合凯里生物群化石埋藏特征、化石埋藏序列、沉积环境、沉积相和地球化学等综合分析,认为凯里生物群中相当一部分生物是异地埋藏,其埋藏方式类似加拿大 Burgess Shale 生物群。本书还系统地描述了凯里组中疑源类(微体藻类)化石属种,宏观藻类化石属种,附图版 24 幅。本书资料数据翔实,内容丰富,具有较强的科学性、创新性。

本书是多学科、多领域对凯里生物群的综合研究成果,具有丰富的实际材料和深入的理论分析,可供地质科学领域教学、科研和地质勘探人员参考。

## ·前 言·

最近 10 年来,由于古生物学中对后生生物研究的兴起,加之全球范围内非常重视对早期后生生物的研究,因而使它成为上世纪末至本世纪初古生物学研究的一大热点。我国在这方面的研究可以说是处在国际领先地位的,就 20 世纪 90 年代以来,我国科学家在 Science 和 Nature 上发表的相关论文就有 20 多篇,而以中国发现的化石作为研究材料的论文就远不止这个数了。由此可以看出,我国已成为全球研究早期后生生物最有利地区之一。国家科技部、国家自然科学基金委员会对这一研究也非常重视,“九·五”期间设立了攀登专项,“十·五”设立了重大基础研究规划项目。本书就是国家自然科学基金“贵州早、中寒武世藻类化石研究”(批准号:40062001)、“贵州早寒武世早期生物群与环境关系研究(批准号:40462001)、国家科技部重大基础研究预研项目“贵州早期后生生物特征及其演化环境动力学研究”(2002CCC02600)、国家科技部、国家自然科学基金委员会攀登专项“地球早期生命演化与寒武纪大爆炸”(95 - 专 - 01)、贵州省优秀青年科技人才基金项目“贵州震旦纪—寒武纪生物演变与环境耦合关系”的研究成果之一。贵州早、中寒武世凯里组中发现的凯里生物群是当今全球重要的早期后生生物群之一,目前已发现 11 个门类的生物化石 120 多个属,其属种数量仅排在寒武纪澄江动物群和 Burgess Shale 生物群之后。

尽管凯里生物群的研究工作已取得了许多成果,但在生物群的特异埋藏机理和藻类化石的研究方面还很薄弱,特别是近年来在生物群中发现越来越多的褐藻、红藻和绿藻化石之后,以前认为生物群是生活在陆棚环境和原地埋藏的观点就与生物群的组合面貌产生了明显的矛盾;凯里

生物群中的大量宏观藻类化石可与同时期加拿大 Burgess Shale 生物群和西伯利亚早寒武世藻类群媲美,是早期非钙质藻类中演化程度较高的藻类植物群,对其藻类化石系统研究并与更早期的庙河生物群、蓝田植物群等中的藻类化石进行对比研究,可以了解早期藻类的体形变化。

通过对大量的化石分析处理和鉴定,取得了以下一些成果:

1. 建立了中、下寒武统界线附近 3 个疑源类组合带: *Cymatiosphaera cf. cristata*—*Fimbriaglomerella membranacea* 组合(I 组合)、*Cristallinium*—*Micrhystridium*—*Pterospermella* 组合(II 组合)和 *Dictyotidium*—*Granomarginata* 组合(III 组合),对每一个组合的特征进行了深入的研究。并与北美和东欧地台中、下寒武统界线附近疑源类组合进行对比,根据疑源类组合的面貌认为,台江八郎剖面上中、下寒武统界线应在第 9—2 层底部,这一结论与目前流行的以掘头虫类三叶虫 *Oryctocephalus indicus* 出现作为中寒武世开始或以褶颊虫类三叶虫大量绝灭作为中寒武世开始的两种划分方案所划分的界线基本吻合。同样地,以这种方法在辅助剖面——丹寨平寨剖面上也能划分中、下寒武统界线。它不仅丰富了国内寒武系内界线的研究方法和手段,而且对缺少寒武纪标准三叶虫化石带地区的地层划分也具有一定意义。

2. 描述了 22 属 27 种宏观藻类化石(其中包括 3 个新属 4 个新种和 3 个未定种),并在凯里组中划分出两个宏观藻类组合: *Bosworthia*—*Eolaminaria* 组合和 *Marpolia*—*Thamnophyton* 组合。同时发现了类似藓类植物和隐孢子(?)化石、钙质珊瑚藻化石等。其中的钙质珊瑚藻化石 *Paraamphiroa* Yang 是目前报道的最古老的珊瑚藻类化石,也是目前报道的时代最老的具有钙质本体的钙质藻类化石。由于这一发现而修订了前人的珊瑚藻类演化模式,同时,这对研究钙质藻类以及珊瑚藻类的起源和演化具有重要意义。而类似藓类植物和隐孢子(?)化石的发现,对研究早期高等植物的起源和演化具有非常重要的意义。

3. 对凯里组宏观藻类和前寒武纪宏观藻类进行了比较研究。划分出宏观藻类的 4 个发展阶段,即(1 800 ~ 900Ma)最古老的原始宏观藻类阶段,(900 ~ 700Ma)底栖宏观藻类发生和发展阶段,(700 ~ 600Ma)宏观藻类辐射、高度繁盛阶段,(600 ~ 500Ma)宏观藻类全面发展和钙质藻类发生阶段。并认为其中 1 700Ma 左右的宏观藻类辐射事件和 650Ma 左右的宏观

藻类辐射事件与地球大气圈中的含氧量突变和古大陆拼合有着密切关系。此外,还划分出宏观藻类的 5 个形态阶段,即: *Tuanshanzia*, *Chuar*, *Tawuia* 形态阶段; *Grypania*, *Nucellosphaeridium*, *Schizofusa* 形态阶段; *Chuar*, *Tawuia*, *Longfengshania* 形态阶段; *Miaohennella*, *Konglingiphyton*, *Doushantuophyton*, *Enteromorphites* 形态阶段; *Marpolia*, *Paraamphiroa*, *Eolaminia*, *Batinevia* 形态阶段。探讨了藻类的早期形态变化趋势以及引起藻类演化的主要原因。

4. 建立了凯里生物群埋藏机理,恢复了凯里生物群的生活环境和埋藏环境。从藻类生态出发,结合其他生物组合、沉积和地球化学特征,认为凯里生物群部分分子是异地埋藏,与加拿大 Burgess Shale 生物群有很相似的埋藏特征。根据前寒武纪宏观藻类分布特征,以及凯里生物群中的藻类和动物化石与同期的加拿大 Burgess Shale 生物群的相似性,探讨了影响早期生物地理分区因素,并建立了中寒武世以前早期生物地理分区模式,由此较好地解释了寒武纪澄江、凯里和加拿大 Burgess Shale 生物群为什么生物组合是如此相似的原因。

寒武纪生命大辐射是地球上最大的生命演化事件之一,凯里生物群在时间上位于寒武纪生命大辐射事件的两个重要窗口——澄江动物群和加拿大 Burgess Shale 生物群之间,起着承上启下的连接作用,对寒武纪生命大辐射过程的研究具有重要的科学意义。由于研究内容多,时间紧,研究手段与方法所限,许多方面的研究还只是开始和探索性的,因此,该研究成果还存在不如人意的错漏之处,敬请批评指正。



## Study on Algae Fossils And Palaeoecology of Kaili Biota, GuiZhou Prouince

### Summary

Algae are the primary producers in marine ecosystem, and are a fundamental part of the marine food chain. Therefore, the evolution and development of algae have direct impact on evolution and development of marine animals. A large number of macroalgae fossils have been found from the Kaili Formation of Early to Middle Cambrian in Taijiang County, Guizhou Province, which constitute the most abundant and diversified Cambrian algae flora in China. As far as the abundance and diversity are concerned, this flora is comparable to the algae floras from the Early Cambrian of Siberia and the Burgess Shale of Canada. Because the macroalgae and acritarchs occurred together with the well - preserved early metazoan at the same horizon in the Kaili Formation, study on the flora would provide important data for the reconstruction of the ecology and taphonomy of the Kaili fauna. Moreover, a comparison between the algae flora in the Kaili Formation and the algae floras from other areas of the same age will help to understand the palaeobiogeography of Cambrian and the evolutionary trend of algae in the early history.

Up to date, 44 genera and 66 species of algae from the Kaili fauna have been described, of which 22 genera and 39 species (including 15 spp.) are assigned to acritarchs, whereas 22 genera (including 3 new genera) and 27 species (including 4 new species) belong to macroalgae.

Based on the study of acritarchs fossils, three acritarchs assemblages have been established near the boundary between the Early and the Middle Cambrian for the first time in China, which are (with an ascending order):

*Cymatiosphaera cf. cristata* - *Fimbriaglomerella membranacea* Assemblage;

*Cristallinium* - *Micrhystridium* - *Pterospermella* Assemblage;

*Dictyotidium* - *Granomarginata* Assemblage.

A detailed study has been conducted to investigate the composition of each assemblage, the relative abundance of major genera and species, and the variation of acritarchs abundance

in the Kaili Formation. The acritarchs assemblages established in the Kaili Formation could be correlated very well with those of the same age abroad. The result of the correlation suggests that the boundary between the Early Cambrian and the Middle Cambrian should be placed at the bottom of layer 9 - 2 in the Balang section in Taijiang. The boundary defined by the acritarchs assemblages is consistent with the boundary marked by the appearance of trilobite - *Oryctocephalus indicus* or the extinction of large number of species of *Bathynotus*, *Redlichia*, and *Protoryctocephalus*. The acritarchs assemblages can also be used in the Pingzhai section in Danzhai County to determine the boundary between the Early and the Middle Cambrian. This demonstrates that acritarchs assemblages are of particular importance for the study of Cambrian stratigraphy in the area where other index fossils are absent.

Based on the study of macroalgae fossils in the Kaili Formation, two macroalgae assemblages have been established, which are (with an ascending order):

*Bosworthia* - *Eolaminaria* Assemblage;

*Marpolia* - *Thamnophyton* Assemblage.

At the same time, the evolutionary relationship between the macroalgae in the Kaili Formation and those in the Precambrian has also been proposed, and four evolutionary stages of early macroalgae have been recognized, which are:

The evolutionary stage of the earliest primitive macroalgae;

The origin and evolution of benthonic macroalgae;

The evolutionary radiation and development of macroalgae;

The appearance of calcareous algae.

Furthermore, it is believed that the events of evolutionary radiation of macroalgae in 1700 Ma and in 650 Ma are closely related to the sudden rise of PLA and the continent collision. The study on the morphology of macroalgae has suggested that there are five morphologic stages in the evolution of macroalgae, which are:

*Tuanshanzia*, *Chuarua*, *Tawuia* Stage;

*Qingshania*, *Grypania*, *Nucellosphaeridium*, *Schizofusa* Stage;

*Chuarua*, *Tawuia*, *Longfengshania* Stage;

*Miaohenella*, *Konglingiphyton*, *Doushantuophyton*, *Enteromophites* Stage;

*Marpolia*, *Paraamphyros*, *Eolaminia*, *Batinevia* Stage.

An attempt has been made to systematically explore the morphologic trend in the evolution of early algae and to explain the major causes of algae evolution.

The discovery of Bryophyte fossil – *Parafunaria sinensis* Yang and Cryptospores (?) assemblage and calcareous Corallina fossils from the Kaili Formation provide important data for the study of the evolution of early metaphyte. Specifically, the Corallina fossil – *Paramphiroa siniansis* Yang from the Kaili Formation is the earliest corallina as well as the earliest algae with calcareous living thallus ever reported. This new material is of great importance for the study of origin and evolution of Corallina algae and calcareous algae. Therefore, the evolutionary model of the Corallina has been revised in this paper. The discovery of Bryophyte fossils and Cryptospores (?) assemblage is important for the further study on the origin and evolution of early Metaphyte whereas the characteristics of the middle Cambrian suggest that Bryophyte fossil and cryptospores (?) assemblage probably have appeared before the Middle Cambrian.

In order to understand the ecology and preserved environment of Kaili fauna, a systematic study has been carried out to investigate the algae ecology, other fossil assemblages, and features of sedimentation and geochemistry in the Kaili Formation. It turns out that most fossils in the Kaili fauna were reworked, suggesting that the mechanism of taphonomy of the Kaili fauna is similar to that of the fauna in the Burgess Shale. Based on the pattern of geographic distribution of the Precambrian macroalgae and the similarities between the algae and metazoan fossils in the Kaili fauna and those in the Burgess Shale, the factors controlling the provincialization of early biogeography has been discussed. The pattern of the provincialization of early biogeography established in this paper could explain the similarities among the composition of “Chengjiang fauna”, the Kaili fauna and the Burgess fauna.

A most amazing yet unexpected discovery made in the field trip is the “Zunyi Fauna”, a fauna consisting of abundant algae and early metazoan, and predates the world – renowned “Chengjiang fauna”. Meanwhile, a preliminary study has been carried on the algae fossils in Zunyi fauna, and an effort has been exerted to explore the relationship between the environmental change in the palaeocean of early Cambrian and the development of the organisms at that time. It is believed that further study on “Zunyi fauna” will shed new light on the puzzle of “Cambrian Explosion”, as well as the origin and evolution of earth life in the early geologic history.

## ·目 录·

第一章 绪 论 .....	( 1 )
第二章 研究概况 .....	( 3 )
第一节 前人研究概述 .....	( 3 )
一、宏观藻类 .....	( 3 )
二、疑源类(微体古植物) .....	( 8 )
第二节 凯里藻类生物群及其生物地层意义 .....	( 11 )
第三章 区域地质 .....	( 12 )
第一节 地质概况 .....	( 12 )
第二节 地层剖面 .....	( 14 )
一、台江八郎剖面 .....	( 15 )
二、台江邓州苗板坡剖面 .....	( 21 )
三、丹寨平寨剖面 .....	( 28 )
第四章 研究材料和方法 .....	( 33 )
第一节 研究材料来源 .....	( 33 )
第二节 研究方法 .....	( 33 )
一、野外工作方法 .....	( 33 )
二、室内研究方法 .....	( 34 )
第五章 早、中寒武世凯里组疑源类(微体藻类)的特征、组合及地层划分 .....	( 36 )
第一节 疑源类组合及分布特征 .....	( 36 )
一、八郎剖面 .....	( 36 )
二、丹寨剖面 .....	( 41 )
第二节 凯里组疑源类组合及其与已知同期组合的比较 .....	( 47 )



第三节	疑源类在中、下寒武统界线划分中的作用	(49)
一、中、下寒武统界线研究概况		(49)
二、疑源类在划分中、下寒武统中的作用		(50)
第六章	贵州早、中寒武世宏观藻类	(58)
第一节	凯里组中宏观藻类分布及组合	(58)
第二节	凯里组宏观藻类特征	(60)
一、宏观藻类保存方式及形态特征		(60)
二、显微结构特征		(62)
第三节	凯里组宏观藻类的保存和分布与凯里生物群之间的关系	(64)
第七章	宏观藻类的形体变化	(66)
第一节	贵州早、中寒武世宏观藻群在藻类早期发展演化中的位置	(66)
第二节	贵州凯里生物群中重要藻类和类似高等植物的发现及其古植物学演化意义	(70)
一、珊瑚藻类化石的发现及演化意义		(70)
二、古海带藻与前寒武纪褐藻之间的演化关系		(72)
三、类似藓类植物及隐孢子及隐孢子的发现及其意义		(74)
第三节	早期藻类的体形变化趋势探讨	(76)
一、前寒武至寒武纪宏观藻类的发展史		(76)
二、早期宏观藻类的体形变化趋势		(80)
第八章	藻类在凯里生物群古生态恢复中的应用	(83)
第一节	凯里组沉积特征及化石组合	(83)
一、凯里组沉积特征		(84)
二、动物化石埋藏与藻类化石保存的关系		(86)
三、凯里生物群埋藏和生活环境的恢复		(88)
第二节	凯里组疑源类的保存及其与沉积环境的关系	(93)
一、疑源类在剖面上的分布规律		(93)
二、疑源类的横向分布特征		(96)
第三节	凯里组中宏观藻类的保存与沉积环境关系	(97)
第四节	利用沉积地球化学恢复凯里生物群生活环境	(98)
第五节	藻类的古生物地理区	(104)
一、早、中寒武世宏观藻群对比研究		(105)

## 目 录

二、控制藻类发育因素分析 .....	(106)
三、早期生物地理分区模式 .....	(107)
<b>第九章 系统古生物学 .....</b>	<b>(111)</b>
<b>第一节 疑源类和宏观藻类分类系统简介 .....</b>	<b>(111)</b>
一、疑源类分类系统简介 .....	(111)
二、宏观藻类分类系统简介 .....	(112)
三、宏观藻类的形态分类 .....	(112)
<b>第二节 化石描述 .....</b>	<b>(113)</b>
一、疑源类 .....	(113)
二、宏观藻类 .....	(124)
<b>结束语 .....</b>	<b>(142)</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>(143)</b>
<b>图版说明 .....</b>	<b>(155)</b>
<b>图版 I ~ XXIV</b>	

# 第一章

## 绪论

藻类是早期后生生物中重要的组成部分,很多学者一直为此而进行研究和探索,并取得了一系列重要进展。早在 1919 年 Walcott 就对加拿大 Burgess Shale 中的藻类进行了系统的研究,此后又在南非 34~31 亿年的斯瓦茨兰系(Swaziland System)、昂威尔特群(Onverwacht Series)和无花果树系(Fig. Tree Series)中发现了藻状微化石(Albert et al., 1968; Barghoorn and Schopf, 1967)。然而,一些 18 亿年至 5 亿年更重要的藻类化石群却是在中国发现的,其中有 17 亿年前的长城系团山子藻群(阎玉忠等, 1995, 1997; 朱士兴, 1994), 14 亿年前的桑树湾生物群(杜汝霖, 1986), 14~12 亿年的下花园生物群(刘志礼, 1982; 杜汝霖, 1990), 10 亿年左右的赵家山生物群(杜汝霖, 1986), 9 亿年左右的龙凤山生物群(杜汝霖, 1982), 8.5~7 亿年的淮南生物群(郑文武, 1979, 1980), 7.5~6 亿年西陵峡生物群(邢裕盛等, 1985), 7~6.5 亿年的庙河生物群(陈孟莪等, 1991, 1994; 丁莲芳等, 1992, 1996)、蓝田植物群(陈孟莪等, 1991, 1994; 阎永奎等, 1992)、高家山生物群(林世敏等, 1986)、辽南生物群(林蔚兴, 1984; 洪作民等, 1991)、海南生物群(张仁杰等, 1987, 1989, 1991, 1995)和瓮安生物群(Zhang, 1989; Zhang and Yuan, 1991; 薛耀松等, 1995; 袁训来等, 2002), 5.3 亿年的澄江动物群(陈均远等, 1995; 侯先光等, 1999; 罗惠麟等, 1999)和 5.2 亿年的凯里生物群(赵元龙等, 1994)。中国在 18~5 亿年这段地质历史时期有如此多的藻类化石群,是研究早期藻类演化的理想地区。

贵州台江凯里生物群中藻类化石非常丰富,在早期藻类演化中占有重要的位置,是早期藻类第三个繁盛高峰期的典型代表,其系统古生物学以及与陡山沱期庙河生物群、蓝田植物群等和更古老藻类之间的演化关系的研究是具有重要的生物演化意义的;早期藻类的古地理分布与古板块、古纬度关系如何,也是亟待解决的问题。凯里生物群中大量宏观藻类与生物群的古生态、埋藏环境之间有什么关系,这一问题解决凯里生物群特异埋藏机理的关键。

疑源类个体小,数量丰富,分布广,特征明显,可出现在不同海相沉积中。国内、外学者已对寒武纪疑源类做了大量的研究工作,在一些地区建立了一系列疑源类化石组合,并就疑源类在古地理、古环境上的应用和疑源类生物地理分区等方面进行了探索,但过去多注重于疑源类的系统古生物学研究。贵州台江八郎剖面下、中寒武统界线附近的三叶虫化石非常丰富,现已建立起了可供全球进行对比的化石带。这

个剖面上疑源类与三叶虫具有很好的对应关系,是研究疑源类划分下、中寒武统界线的很好剖面,并可与国外下、中寒武统界线的疑源类相对比。

凯里生物群自 1982 年由赵元龙教授等发现以来,已进行了各门类系统古生物学的研究工作,取得了一系列的重要成果。然而,近年来在生物群中发现了大量的藻类化石(宏观藻类和疑源类),其不仅丰富了生物群的内容,更重要的是为研究早期藻类的演化、恢复凯里生物群古生态和划分下、中寒武统界线等问题提供了重要的材料,这也是本书要叙述的重要内容。凯里生物群以前一直被认为是生活在陆棚环境中的生物在原地埋藏形成的,但生物群中大量藻类(红藻、绿藻和褐藻等)的发现,以现代藻类的生态特征是难以解释分异度这么高、丰富度如此大的藻类生物群生活在水深为 150~200 m 的环境中。因此,有必要利用藻类及其他化石,地球化学和沉积特征对生物群的古生态环境、埋藏机理做出新的认识。

利用生物组合面貌划分生物地理区,恢复古板块的位置和了解板块作用过程的方法早已被采用。凯里生物群与加拿大 Burgess Shale 生物群都属于中寒武世生物群,两者的生物化石,包括藻类都有很大的相似性,对两个生物群中藻类进行对比研究,可以间接解释中寒武世华南大陆与北美大陆的相对位置。

鉴于上述原因,作者主要研究凯里生物群中藻类的系统古生物学和生物群的古生态学、埋藏学,探讨早期藻类的演化特征、生物地理分区及藻类与古纬度、古板块之间的关系。

主要实物工作为(1)处理分析疑源类岩样 80 件,制薄片约 500 张,观察化石标本:疑源类约 5 万粒,宏观藻类约 500 多块,照相约 500 张;(2)鉴定化石约 60 属 115 种,统计描述化石约 1 万粒(件);(3)粒度分析,地球化学分析 32 件,岩石薄片 22 张;(4)测制苗板坡剖面(约 300m)1 条。

本研究的选题、野外工作部署于 1997 年年初由导师张忠英教授指导下进行,为本课题的完成奠定了基础,在此谨以最崇高的敬意和怀念导师张忠英教授,感谢他的教育之恩,并以此成果来告慰他的在天之灵。

本书的出版得到中国科学院南京古生物研究所的尹磊明、曹瑞骥、孙卫国、袁训来、袁金良研究员,中国科学院地质地球物理研究所陈孟莪研究员,南京大学生命科学系刘志礼教授、南京大学地球科学系杨湘宁、边立曾教授,贵州大学赵元龙教授,地质科学院尹崇玉研究员,河北石家庄经济学院杜汝霖教授,天津地质矿产研究所朱士兴、阎玉忠研究员,合肥工业大学郑文武教授和长安大学丁莲芳教授,贵州地矿局王砚耕研究员等的帮助,他们在百忙之中审阅了本书的初稿,并提出了许多宝贵意见,使本书更加完善,作者在此表示衷心的感谢。

另外,作者特别要感谢贵州大学赵元龙教授,他提供了大量的研究标本,为本研究奠定了基础。在研究工作中还得到德国柏林工业大学 Erdtmann 教授、Steiner 博士、贵州大学朱立军教授、黄友庄副教授,南京大学叶俊、方一亭、冯洪真教授和施贵军、刘家润副教授,西北大学舒德干教授和云南地质所罗惠麟教授的帮助,在此表示感谢。



## 第二章

# 研究概况

### 第一节 前人研究概述

#### 一、宏观藻类

宏观藻类(Macroalgae fossil)是指那些由肉眼可见的炭质膜状藻类或叶状体植物化石的总称,属化石藻类(fossil algae),是一个暂定名称(邢裕盛等,1982;杜汝林等,1986;丁莲芳等,1996)。

宏观藻类的发现与研究已有 100 多年的历史。1879 年 Powile 在科罗拉多大峡谷的一套未变质的“志留系”(注:当时志留系包含震旦系、寒武系和奥陶系)岩系中发现炭质小圆盘状化石。Walcott(1899)将上述岩系划归前寒武系,并随后将炭质小圆盘化石正式命名为 *Chuarina circularis*。自 1924 年戴维、怀特(David et White)提出 *Chuarina* 可能属于藻类的意见以后,得到较多数古生物工作者的支持。自此以后,在世界各地的前寒武纪地层和寒武纪地层中陆续发现了炭质小圆盘状化石和其他炭质薄膜藻类化石。1919 年美国学者 Walcott 对加拿大中寒武世 Burgess Shale 中大量的宏观藻类进行了系统描述,其奠定了寒武纪宏观藻类研究的基础,并由此确定了宏观藻类这一新的化石藻类,从此掀开了宏观藻类研究的序幕。

目前,宏观藻类主要分布在前寒武纪和寒武纪地层,经过 100 年来的发现和研究,大量的宏观藻类分布在各个大陆(Hofmann,1985)。宏观藻类的研究取得了一系列重要成果,现将前人的研究概况分前寒武纪、寒武纪两部分分别进行介绍。

#### (一)前寒武纪宏观藻类

自从 1879 年 Powile 在科罗拉多大峡谷发现 *Chuarina circularis* 之后,瑞典的维辛索组(Visingsö Fm.)、印度文德亚系(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)都发现了这种炭质小圆盘状化石。然而,对炭质小圆盘状宏观藻类的生物归