

中国前寒武纪古生物研究成果 新元古代青白口纪龙凤山生物群

杜汝霖 田立富 著
胡华斌 孙黎明 陈洁



科学出版社

www.sciencep.com

中国药史研究进展研究报告
隋唐五代至宋元时期医药史研究

主编：王长华
副主编：王长华 王长华 王长华



中国医药史博物馆
CHINA MEDICAL HERITAGE MUSEUM

国家科学技术部和国土资源部(原地质矿产部)联合项目资助
中国科学院南京地质古生物研究所开放实验室项目资助
石家庄经济学院学术著作出版基金资助
中国石油化工股份有限公司项目资助

中国前寒武纪古生物研究成果 新元古代青白口纪龙凤山生物群

杜汝霖 田立富 胡华斌 孙黎明 陈 洁 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书全面、系统地介绍与总结了青白口纪龙凤山生物群的命名由来与发展、产地分布与时代、门类与属种、生态与环境、与国内外生物群对比,并深入探讨了宏观藻类的生物分类和归属问题。本书在系统论述地球早期生物起源与演化的基础上,阐明了龙凤山生物群在生物演化过程中的位置和地层意义。

本书对研究前寒武纪生物演化、生物群落分类、生态、环境及地层意义等具有重要意义,可供地质科研、地层古生物、区域地质调查和找矿人员及地质院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国前寒武纪古生物研究成果:新元古代青白口纪龙凤山生物群/杜汝霖等著. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-023554-1

I. 中… II. 杜… III. 元古代-生物群-古生物学-研究-河北省
IV. Q911.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 190822 号

责任编辑:杨 红 符 娜 / 责任校对:邹慧卿

责任印制:张克忠 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 5 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2009 年 5 月第一次印刷 印张:9 3/4 插页:6

印数:1—1 500

字数:186 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

序

近三十多年来,我国前寒武纪古生物学研究取得了令人瞩目的成就,在生物门类、群落生态、生物演化及方法技术等方面都取得了一系列重要的发现和研究成果。杜汝霖、田立富等对龙凤山生物群的发现和 research 就是这一系列重要进展中的一个突出成果。就目前所知,龙凤山生物群是新元古代早于 Ediacara 生物群而较早出现的一个有时代和区域特色的宏观生物群落,其代表分子龙凤山藻是最早具组织器官分化和底栖生态的藻类生物,组织器官的分化,证明它是真核多细胞较高级的藻类植物。这些地球早期的化石记录极大地改变了人们对前寒武纪生物界的面貌、起源和演化的认识。

近年来,对燕山地区原青白口系下马岭组三段,已多次测得有 13 多亿年的同位素年龄数据,故该组应属中元古界。据此,青白口系将被重新划分而仅包含长龙山组(或骆驼岭组)和井儿峪组。产出长龙山的龙凤山生物群将是青白口纪时代最早、类型独特、含量丰富、保存完好、罕见的生物群,这对于探讨宏观后生生物的起源与演化及地层对比都有重要的理论与实际意义。

杜汝霖等自 1978 年发现龙凤山藻后,就一直坚持研究,不断深化,取得了多项重要成果,《新元古代青白口纪龙凤山生物群》一书就是他们近三十年来对龙凤山生物群研究长期积累的一个全面系统的总结。书中详细地论述了龙凤山生物群的命名由来与发展、分布、层位与时代、门类与属种、生态、生物组合、生物演化位置、地层意义与国内外生物群对比等;系统地描述了宏观藻类化石和遗迹化石,并探讨了宏观藻类的生物分类和归属。全书内容丰富,是对前寒武纪古生物学研究的重要贡献。书中浸透着作者对古生物的研究心血和执着追求以及求实创新的科学精神,令人钦佩。相信该书的问世,一定会对我国前寒武纪古生物学研究有重要的推动、借鉴和参考价值,我衷心祝贺该书的出版。

殷鸿福

2008 年 7 月 13 日

前 言

近些年来我国晚前寒武纪古生物学的研究取得了重大的进展,其中一个突出的成果就是我国北部新元古代青白口纪龙凤山生物群的发现和研究。龙凤山生物群的发现已引起国内外古生物界和前寒武纪地质界的普遍关注。这个生物群包括大量肉眼可见的独特宏观藻类(Macroalgae)或宏观炭质化石(Carbonaceous megafossil),以及一些可靠的遗迹化石。据当前的资料可知,龙凤山生物群是地球上新元古代最早出现的具有代表性的宏观生物群落,是一个早于伊迪卡拉期的具多门类海相宏观后生生物群落。特别是龙凤山藻科生物,是最早的具初步组织器官分化的宏体生物,也是目前所知最早出现的宏观底栖藻类生物,具组织器官分化还证明它是具真核多细胞的较高级藻类后生植物。目前这种时代较早、类型独特、含量丰富、保存完好的生物群在世界上是罕见的。这些早期独特宏观生物的出现,无疑是宏观后生生物演化史上一个里程碑式的演化事件,对于探讨宏观后生生物的起源与演化以及地层对比都具有重要的理论与实践意义。

作者等自从 1978 年 8 月参加地质部部属重点项目“中国震旦亚界”,在河北怀来龙凤山区发现龙凤山藻化石后,就结合有关项目开始对龙凤山生物群进行系统深入的追踪研究。其中包括 1982~1985 年地质部的研究项目“中国晚前寒武纪地质研究”、1992~1994 年中国科学院南京地质古生物研究所开放实验室的“青白口纪龙凤山生物群”研究、1993~1995 年国家区域地质调查项目“新保安幅”(属龙凤山外围区域)以及 1993~1997 年由国家科学技术委员会和地质矿产部联合资助的攻关项目“古老宏观化石”等。通过上述研究,取得了相当丰富的资料和多方面较重大的研究成果以及对龙凤山生物群的新思路和新认识。本书就是作者等近三十年来对该生物群多项研究成果的一个综合系统的总结。

全书共八章,较全面地论述了龙凤山生物群的命名由来与发展、分布与时代、生物门类与属种、生态与环境、生物分类与归属、生物演化位

置与地层意义及与国内外生物群对比等方面,并系统地描述了宏观藻类2科10属28种化石、2属遗迹化石及可疑后生动物化石;在对宏观藻类化石成分和形态进行分析与微观鉴定及借鉴有关资料的基础上,探讨了宏观藻类的生物分类和自然归属,初步揭示出其在后生植物早期系统演化中的可能作用与地位,从而为全面系统地了解具有时代和中国特色的古生物群落,提供具有重要价值的研究成果。

与本书有关项目的研究过程得到了国家科学技术部和国土资源部(原地质矿产部)、河北省地质矿产勘查开发局(原河北省地质局)、中国科学院南京地质古生物研究所及石家庄经济学院(原河北地质学院)等相关领导的大力支持与协助。原国家科学技术委员会主任宋健亲自写信给作者,赞扬龙凤山藻的成就,并认为是一个重要的发现,还对古老宏观化石研究寄予殷切的期望,并由此促成了国家科学技术委员会和地质矿产部联合资助立项研究,取得了一系列的新发现和新认识,使认识上升到一个新的层次。河北省地质矿产勘查开发局“新保安幅”和中国科学院南京地质古生物研究所开放实验室的“龙凤山生物群”研究,则提高了对生物群的广度和深度的认识,取得了丰硕的成果。

2008年石家庄经济学院批准了学术著作出版基金资助本书出版。对上述各单位领导给予的关怀和支持,在此表示衷心的感谢。

本书在撰写过程中,承蒙中国科学院南京古生物研究所曹瑞骥研究员、尹磊明研究员、孙卫国研究员和袁训来研究员,中国地质科学院天津地质矿产研究所朱士兴研究员为本书提供宝贵的资料,从而丰富了本书的内容。中国地质科学院西安地质矿产研究所张录易研究员、石家庄经济学院庞其清教授审阅本书文稿并给予了充分的肯定,同时还提出修改意见。中国科学院院士殷鸿福教授在百忙中为本书作序并给予了高度评价。对上述专家们的鼓励、指导与帮助,在此一并表示衷心的感谢。

本书由石家庄经济学院杜汝霖、田立富、胡华斌、孙黎明、陈洁共同撰写。董明星副教授、谢吾和关琴两位同学参与了资料整理工作,对他们的劳动也表示感谢。

本研究是一项具有开拓性的工作,探索性很强,过去的研究程度较低,同时由于水平和资料有限,难免会有不足之处,恳请读者批评指正。

目 录

序

前言

第一章 龙凤山生物群命名的由来与发展	1
主要参考文献	3
第二章 龙凤山生物群的分布与时代	5
第一节 龙凤山生物群的产地与分布	5
第二节 龙凤山生物群的时代	28
主要参考文献	30
第三章 龙凤山生物群的门类与属种	32
第一节 宏观藻类	32
第二节 宏观藻类的形态特征和描述用语	36
第三节 龙凤山生物群中宏观藻类的分类	38
第四节 遗迹化石	40
第五节 可疑后生动物化石	43
主要参考文献	43
第四章 龙凤山生物群的生态与环境	46
第一节 怀来龙凤山长龙山组的岩相分析	46
第二节 龙凤山生物群的产出规律	51
第三节 龙凤山生物群的生态环境分析	52
主要参考文献	58
第五章 龙凤山生物群与国内外生物群对比	59
第一节 与国内生物群的对比	59
第二节 与国外生物群的对比	64
主要参考文献	66
第六章 龙凤山生物群中宏观藻类生物分类及归属的探讨	67
第一节 宏观藻类的生物分类及归属问题的争议概况	67
第二节 宏观藻类的分析与测试	68
第三节 河北怀来龙凤山区长龙山组微古植物分析	72
第四节 宏观藻类分类问题的探讨	74
主要参考文献	75

第七章 龙凤山生物群在生物演化及地层上的意义	77
第一节 地球早期生物演化历史简述	77
第二节 龙凤山生物群在前寒武纪生物演化中的位置	81
第三节 龙凤山生物群在宏观生物演化中的意义	83
第四节 龙凤山生物群的地层意义	87
主要参考文献	89
第八章 化石描述	91
第一节 宏观藻类化石	91
第二节 遗迹化石	118
第三节 可疑后生动物化石	118
中国新元古代青白口纪龙凤山生物群摘要	122
THE NEO-PROTEROZOIC QINGBAIKOU PERIOD LONGFENGSHAN BIOTA	
IN CHINA (Abstract)	127
索引	134
拉丁文化石学名索引	137
图版说明	139
图版	

Contents

Foreword

Preface

Chapter 1 The origin and development of the longfengshania biota	1
Reference	3
Chapter 2 The distribution and times of the Longfengshan biota	5
Section 1. The locality and distribution of the Longfengshan biota	5
Section 2. The Times of the Longfengshan biota	28
Reference	30
Chapter 3 The classification, genera and species of the Longfengshan biota	32
Section 1. Macroalgae(Macroscopic algae)	32
Section 2. The morphological features and description terminology of Macroalgae	36
Section 3. The classification of Macroalgae of the Longfengshan biota	38
Section 4. Ichnofossils	40
Section 5. Dubiofossils	43
Reference	43
Chapter 4 The ecology and environment of the Longfengshan biota	46
Section 1. The lithofacies analysis of the Changlongshan formation at Longfengshan in Huailai	46
Section 2. The regularity of occurrence of the Longfengshan biota	51
Section 3. The analysis of the ecological environment of the Longfengshan biota	52
Reference	58
Chapter 5 The correlation between the Longfengshan biota and others from China and aboard	59
Section 1. The correlation to other biotas in China	59
Section 2. The correlation to other biotas at abroad	64
Reference	66
Chapter 6 The discussion on the classification and natural system of macroacgae	

in the Longfengshan biota	67
Section 1. The survey of a dispute on the classification and natural system of macroscopic algae	67
Section 2. The analysis and determination of macroalgae	68
Section 3. The analysis of Micropalaeophyta from the Changlongshan Form- ation of Longfengshan, Huailai, Hebei	72
Section 4. The dissassion on the classification of macroalgae	74
Reference	75
Chapter 7 The significance of the Longfengshan biota in organic evolution and strata	77
Section 1. The sketchy history of evolutionary of the early life on Earth	77
Section 2. The seat of evolutionary of precambrian life of Longfengshan biota	81
Section3. The significance of evolutionary of Precambrian Megafossils on Longfengshan biota	83
Section 4. The stratigraphic significance of the Longfengshan biota	87
Reference	89
Chapter 8 The description of fossils	91
Section 1. The fossils of Macroalgae	91
Section 2. Ichnofossils	118
Section 3. Dubiofossils	118
The detailed abstract of <i>The Neoproterozoic Qingbaikou Period Longfengshan Biota in China</i>	122
THE NEO-PROTEROZOIC QINGBAIKOU PERIOD LONGFENGSHAN BIOTA IN CHINA (Abstract)	127
Index	134
Index of fossil Latin names	137
Plate explanation	139
Plate	

第一章 龙凤山生物群命名的由来与发展

龙凤山生物群或怀来生物群,是指在河北北部(包括北京、天津部分地区)、辽宁西部的燕山地区及辽南地区青白口系骆驼岭组^①(长龙山组)发现的以龙凤山藻(*Longfengshania*)为代表,包括多种共生宏观藻类(*Macroalgae*)和遗迹化石,一个有时代和区域特色的后生生物群落的总称。

1976年杜汝霖和李培菊参加了原地质部重点项目“中国震旦亚界”科研工作。1978年8月在河北怀来调查青白口系时,在龙凤山南坡骆驼岭组(长龙山组)二段底部粉砂质岩及黏土岩中发现宏观的藻类化石,其中有一新类型很独特,即叶状体或片状体边缘有一似叶柄突出物,尖端逐渐收缩,似有叶和茎分化的趋势,因此定名为龙凤山藻,记入《燕山西段震旦亚界》研究的论文中。在1979年国家地质总局召开的“中国震旦亚界”评审交流会上进行交流,并汇集成论文集于1980年出版(杜汝霖和李培菊,1980)。

1980年杜汝霖、郑学信和李培菊对在河北怀来青白口系长龙山组发现的多种藻类实体化石的产地、层位、时代、化石特征、类型及重要意义等进行了初步论述。鉴于该藻类化石组合与已往发现的生物群都不甚相同,又是我国时代较早的宏观藻类群落,因此,建议以怀来生物群来命名(杜汝霖等,1980)。

1982年杜汝霖对冀西北青白口系长龙山组的宏观藻类化石进行了较系统的描述,建立了龙凤山藻(*Longfengshania* Du)新属及其模式种托柄龙凤山藻(*L. stipitata* Du),并提出其片状体基部有似叶柄突出物可能为水中固着的原始器官的观点(杜汝霖,1982)。

1983年杜汝霖和田立富在北京昌平和河北兴隆等地又找到了大量龙凤山藻化石,鉴定为1属3种,同位素年龄为860~900Ma。

1983年9月杜汝霖和田立富在天津召开的“国际晚前寒武纪地质讨论会”上展出了龙凤山藻化石标本,受到国内外同行高度评价与赞扬。“想不到晚前寒武纪竟会有如此类似现代根茎叶分化的植物,真是太好了”,当时国际古生物学会主席、前苏联科学院院士B.S.索科洛夫说,“龙凤山藻化石是国际上罕见的,是晚前寒武纪中最重要的发现之一,我迫切地等待你们的文章尽快公开发表。”^②

① 长龙山组经1996年《中国地层典》编委会对新元古界的地层名词进行清理厘定为骆驼岭组,现考虑长龙山组在北京及燕山地区沿用已久,已有共识,又是建立标准剖面地区,作为地方岩石地层单位仍可沿用且历史资料应尽量保持原样。

② 据冯秀章1984年1月9日在河北地质学院学报记述杜汝霖开展科研事迹的报道。

1984 年林蔚兴等在辽宁复州地区驼山头道河子细河群中发现龙凤山藻化石,又在复州三台子大孤山长岭子组上部页岩中也发现有龙凤山藻化石(林蔚兴,1984)。目前对此尚存疑议(洪作民等,1991)。

1985 年杜汝霖和田立富对河北怀来、兴隆等长龙山组发现的龙凤山藻属形态学特征进行了详细的描述,在采集的二百多件标本中又鉴定出两个新种,即卵圆龙凤山藻(*L. ovalis*)和伸长龙凤山藻(*L. elongata*),并提出了“藻体出现的器官分化和与古片藻的亲缘关系,可以作为多细胞高级藻类的一个重要证据”的论点(杜汝霖和田立富,1985)。

同年邢裕盛、段承华、杜汝霖等对我国晚前寒武纪宏观藻类的发现和研究进行了初步总结,对龙凤山地区发现的宏观藻类化石进行了系统的描述和鉴定,并建立了 3 个新属和 5 个新种:拟龙凤山藻属(*Paralongfengshania*)葫芦拟龙凤山藻(*P. sicyoides*),舌形藻属(*Glossophyton*)怀来舌藻(*G. huailaiensis*)、叶形舌藻(*G. foliformis*)、尖突舌藻(*G. mucronatus*),荚藻属(*Phascolites*)对称荚藻(*Ph. symmetricus*)(邢裕盛等,1985)。

同年杜汝霖、田立富对河北怀来龙凤山区长龙山组与龙凤山藻共生的宏观藻类化石进行较系统描述,共有 2 个科、9 个属、21 个种(Du and Tian,1985)。

同年加拿大霍夫曼(H. J. Hofmann)在加拿大西北部麦肯齐山脉的小达尔群(Little Dall Group)中有龙凤山藻化石的报道,只发现一块标本,其龙凤山藻呈长卵圆形炭质膜簇生在一起,近似葡萄状(Hofmann,1985)。

1986 年杜汝霖、田立富将怀来生物群改名为龙凤山生物群并对该生物群的概念、主要特征、生态环境与淮南生物群及国外有关生物群的对比等进行了初步的论述(杜汝霖和田立富,1986a)。

同年杜汝霖和田立富对燕山全区青白口系宏观藻类的 11 个化石产地和 17 个化石点进行了较全面系统的描述与总结。根据龙凤山藻属种的不断发现,提出了建立龙凤山藻科(*Longfengshaniaceae*)的建议,科下分龙凤山藻和拟龙凤山藻 2 属,并补充描述了龙凤山藻属的 3 个新种:芽状龙凤山藻(*L. gemmiforma*)、球状龙凤山藻(*L. spheria*)和长柄龙凤山藻(*L. longipetiolata*),还对宏观藻类的生物分类与归属问题进行初步探讨(杜汝霖和田立富,1986b)。

1987 年杜汝霖和田立富根据燕山地区青白口系宏观藻类的组合特征、演化趋向及地层意义进行了初步探讨,指出宏观藻类有可能成为伊迪卡拉动物群出现以前地质时期的标志化石(杜汝霖和田立富,1987b)。

1988 年张忠英对龙凤山藻的形态学特征提出了新的解释,认为是可能的最早的苔藓植物化石,或与苔藓植物有关的化石孢子体(张忠英,1988)。

1989 年杜汝霖和田立富对中国北部晚前寒武纪宏观藻类组合特征和生物群进行系统的总结,指出“龙凤山生物群组成晚前寒武纪第四个宏观藻类组合,即龙凤山藻-舌藻组合,不仅是最早具器官分化的个体宏观生物,同时也是目前所知最

早出现的宏观底栖生物,与加拿大麦肯齐山脉的小达尔群的生物群可以对比”(杜汝霖和田立富,1987b)。

同年,陈孟莪对中国晚前寒武纪的宏体化石(包括动物和植物)进行了较系统的总结,指出龙凤山藻等化石是最早具组织器官分化的宏体化石,有可能成为晚前寒武纪潜在的标准化石(陈孟莪,1989)。

1990年肖宗正在北京西山青白口系命名地点的长龙山组内发现了龙凤山藻等宏观藻类化石,并据此建立了青白口龙凤山藻(*L. qingbaikouensis*)新种(肖宗正,1990)。

刘志礼和杜汝霖(1991)对龙凤山藻形态学特征和归属进行了研究,指出:“龙凤山藻是后生植物中低级类型藻类、藻类有囊状体、柄和固着器的分化,可暂作原始后生藻类(Protometa algae)的1个目或科,下分2属,它不具苔藓植物孢子体的特征,难以对比。”

1994年朱士兴、邢裕盛和杜汝霖等对华北地台中上元古界生物地层序列进行了研究,指出:“*Longfengshania*、*Paralongfengshania*、*Phascolites*、*Glossophyton*、*Vendotaenia*”等宏观藻类化石特征明显、层位稳定,成为宏观藻类中的标准分子或生物组合的特征属种,有较重要的地层意义,还指出龙凤山藻具有类似“根、茎、叶”器官分化是真核生物具多细胞体型的重要证据(朱士兴等,1994)。

1995年唐烽在北京西山青白口和芹峪地区骆驼岭组(长龙山组)也发现了大量龙凤山生物群的宏观藻类化石,并描述了两个新种:狭叶龙凤山藻(*L. stenophylla*)和芹峪拟龙凤山藻(*Paralongfengshania qinyuensis*)(唐烽,1995)。

1995年杜汝霖、王齐政和田立富等主要根据龙凤山生物群并结合其他地区资料提出了中国元古代宏观藻类化石目录,共有23属35种,其中龙凤山生物群就有9属25种(Du et al., 1995)。

1999年唐烽和高林志对北京及邻区青白口系骆驼岭组宏观藻类生物相进行了研究,认为北京西山青白口、芹峪的宏观藻类产于静水深湖相,河北怀来则为正常的滨海潮坪相环境,并得出了青白口纪微古植物和宏观藻类在区域丰度和形态变化方面与水深、水动力条件及水团性质等环境因素的变化密切相关的结论(唐烽和高林志,1999)。

近年来,笔者等在国家科技部和国土资源部(原地质矿产部)的联合资助下,在以前工作基础上对龙凤山生物群进行了较全面、系统深入的研究。发现和补充了一些化石产地和化石新类型(包括宏观藻类、遗迹化石和可疑化石),本书就是这些最终新成果的全面系统的总结。

主要参考文献

- 陈孟莪. 1989. 中国晚前寒武纪的宏体化石概况. 地质科学, (3): 244~255, 图版 I
杜汝霖. 1982. 冀西北青白口系 *Chuaria* 等化石的发现及其意义. 地质论评, 28(1): 1~6

- 杜汝霖,李培菊. 1980. 燕山西段震旦亚界、中国震旦亚界. 天津:天津科学技术出版社: 314~357
- 杜汝霖,田立富. 1985. 燕山青白口系宏观藻类龙凤山藻属的发现和初步研究. 地质学报, 59(3): 183~190,图版 III
- 杜汝霖,田立富. 1986a. 我国晚前寒武纪“龙凤山生物群”. 河北地质学院学报. 9(3,4):299~304
- 杜汝霖,田立富. 1986b. 燕山地区青白口纪宏观藻类. 石家庄:河北科学技术出版社:1~88,图版 I-XV
- 杜汝霖,田立富. 1987a. 中国北部晚前寒武纪的宏观藻类. 河北地质学院学报, 12(4):441~450
- 杜汝霖,田立富. 1987b. 中国燕山地区青白口系宏观藻类化石及其地层意义. 北京:地质出版社: 495~511,图版 I、II
- 杜汝霖,郑学信,李培菊. 1980. 冀西北怀来震旦亚界青白口系长龙山组 Chuaia 等藻类化石的发现及其意义. 河北地质学院学报, 19~27
- 洪作民等. 1991. 辽东半岛南部上前寒武系地质. 北京:地质出版社:81~91
- 林蔚兴. 1984. 辽东半岛南部晚前寒武纪地层中炭质宏观化石的初步研究. 沈阳:辽宁科学技术出版社:131~146,图版 II
- 刘志礼,杜汝霖. 1991. Longfengshania 的形态学特征和归属. 古生物学报, 30(1):106~114
- 唐烽. 1995. 北京地区青白口纪长龙山期宏观藻类化石新发现// 中国地质科学院地层古生物论文集编委会. 地层古生物论文集. 第 26 辑. 北京:地质出版社:24~34
- 唐烽,高林志. 1999. 北京及邻区青白口纪化石生物相研究. 地质论评, 45(1):50~57,图版 I、II
- 肖宗正. 1990. 北京西山宏观藻类化石的发现. 地质科学, (4):403~407
- 邢裕盛,段承华,杜汝霖等. 1985. 中国晚前寒武纪古生物. 北京:地质出版社:68~77,图版 16,17
- 张忠英. 1988. 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(4):416~425,图版 I、II
- 朱士兴,邢裕盛,张鹏远等. 1994. 华北地台中上元古界生物地层序列. 北京:地质出版社:117~129,图版 35~39
- Du R L, Tian L F. 1985. Algal macrofossils from the Qingbaikou System in the Yenshan Range of North China. Precambrian Res, 29:5~14
- Du R L, Wang Q Z, Tian L F. 1995. Catalogue of algal megafossils from the Proterozoic of China. Precambrian Research, 73(1995): 291~298
- Hofmann H J. 1985. The Mid-Proterozoic Little Dal macrobiota Mackenzie Mountains, north-west Canada. Palaeontology, 28(2):331~354

第二章 龙凤山生物群的分布与时代

第一节 龙凤山生物群的产地与分布

目前龙凤山生物群都发现在河北省北部(包括北京、天津部分地区)和辽宁西部的燕山地区及辽南地区。燕山地区地理范围大致为东经 $115^{\circ} \sim 120^{\circ}$; 北纬 $39^{\circ}40' \sim 41^{\circ}21'$, 北京以西为燕山西段、以东为燕山东段(图 2-1)。



图 2-1 龙凤山生物群化石产地分布图

1. 青白口; 2. 昌平; 3. 芹峪; 4. 怀来; 5. 涿鹿; 6. 兴隆; 7. 宽城;
8. 丰润; 9. 蓟县; 10. 平泉; 11. 凌源; 12. 金州; 13. 复县

燕山地区大地构造位置属华北地台燕山台褶皱带的北部。此地区的地史特征是古元古代后期基底褶皱、中元古代起沉积盖层开始发育、新元古代以后逐渐进入稳定的地台发展阶段。因此,燕山地区是我国中新元古界盖层发育的地区,中外有名的蓟县中新元古界剖面即位于该区中部。

燕山地区内青白口系分布广泛,层序完整,与下伏蓟县系和上覆寒武系均呈平行不整合接触。微古植物、叠层石及宏观藻类化石丰富。岩性以滨海相到浅海相的碎屑岩-泥质岩-碳酸盐岩为主,形成两个较大的正向沉积旋回。由下往上可分为下马岭组、长龙山组(骆驼岭组)和井儿峪组三个组。各组间都有明显的沉积间断面,最大厚度为 765m(图 2-2)。

燕山地区青白口系宏观藻类化石分布较广泛。东起辽宁凌源及河北省平泉、宽城、丰润、古冶,中经河北兴隆、天津蓟县和北京昌平、青白口、芹峪,西到河北怀来、涿鹿等地,已发现 13 个化石产地和 20 个化石点、化石层位稳定,都分布在长龙山组二段中下部的页岩中(图 2-2)。

地层单位	代号	岩性描述	厚度/m	岩性柱	1:7000	古生物			同位素 年龄值	构造运动
						叠层石	微古植物	宏观藻类		
寒武系	府君山组	灰黑色厚层状豹皮灰岩					Archaeofavosina Kildinella	Chuarina circularis C. annularis	-800Ma	荆县上升
	上井儿岭组	杂色泥灰岩、底部为含砾薄层状灰岩、长石砂岩	100					C. multirugosa		
	二段	微绿色、灰黑色粉砂质页岩、黑色粉砂质页岩、底部为含砾灰岩	38				Asperatoposphaera	Shousienia shousienensis	850Ma	
	长龙组	灰白色、微层状、长石砂岩、底部为含砾灰岩	91				Polypora Orymatosphaeridium Trachysphaeridium	Sh. longa Sh. multirugosa Ovidiscina bagongzhania O. longa		
青白口系	四段	灰白色、微层状、长石砂岩、底部为含砾灰岩	131			Inzarlia Juriscania Gymnasolen Qingbaikouella Katavia Linella	Archaeofavosina Letoposphaera Macropycha Magesaculina Microconcentrica Peotoleosphaeridium	Glossophyon huailiensis G. foliformis G. macronatus Pumilitaxa sp. Phascallites symmetricus Long fengshania L. stipitata L. ovalis L. elongata L. gemmiforma L. longipetiolata Parelongfengshania sicyoides	-900Ma	荆县运动
	三段	黑色、微层状、长石砂岩、底部为含砾灰岩	216						956Ma	
	二段	红褐色、微层状、长石砂岩、底部为含砾灰岩	53.4				Protosphermopats Quadratomorpha Stictosphaeridium Sretimophis Synrhaeridium Turachanica			
	一段	灰白色、微层状、长石砂岩、底部为含砾灰岩	136			Telingella Botallia		Chuarina Shousienia Ovidiscina Tavalia	-1046Ma	
荆峰组	IV	叠层石灰岩								荆峰运动

灰岩

硅质岩

泥灰岩

含铁砂岩

海绿石页岩

粉砂质页岩

页岩

粉砂岩

砂岩

砾岩

产宏观藻类化石层位

图2-2 燕山地区青白石系综合柱状图