



普通高等教育地质矿产类规划教材

前寒武纪古生物学 及地史学

杜汝霖 编



地质出版社

P134.1-163

普通高等教育地质矿产类规划教材

前寒武纪古生物学及地史学

杜汝霖 编

地质出版社

(京)新登字085号

本书由西北大学葛万筹教授担任主审，于1989年12月经地矿部地史学课程教学指导委员会审查通过，同意作为高等院校教材出版。

※ ※ ※

普通高等教育地质矿产类规划教材

前寒武纪古生物学及地史学

地质矿产部教材编辑室编辑

王汝霖 编

责任编辑：王 璞

地质出版社出版

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所发行

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：12.75 铜版图：6页 字数：299000

1992年7月北京第一版·1992年7月北京第一次印刷

印数：1—1000册 定价：3.70元

ISBN 7-116-01087-4/P·917

前 言

本书是作者在总结长期从事前寒武纪古生物学和地史学的教学经验及科研成果的基础上,针对当前地质系高年级本科生和硕士研究生的教学需要而编写的我国第一部系统论述前寒武纪古生物学及地史学的教材。

在编写过程中较全面地收集和整理了国内外的新资料,着重介绍前寒武纪古生物学和地史学的新理论、新进展和新方法,以便开阔学生的思路和视野,培养独立思考和解决问题的能力。

本书共分两篇,第一篇前寒武纪古生物学,共分四章,由前寒武纪化石特征与分类、前寒武纪古植物(包括微古植物)、前寒武纪古动物(包括遗迹化石)、前寒武纪生物的起源与演化等组成。根据生物演化的顺序(化学化石—古植物—古动物)分别描述各类化石,并在总结上述化石的演替序列和主要生物事件的基础上,探讨前寒武纪生物的发生和演化的基本特征和规律。因此,第一篇的总结部分(第四章)也可算是前寒武纪地史学的内容,即前寒武纪生物演化史。

第二篇前寒武纪地史学,共分六章,由前寒武纪地质时代的划分、前寒武纪地层、前寒武纪沉积及古地理概况、前寒武纪古气候概况、前寒武纪的地质事件及前寒武纪的地质演化等组成。该篇以地层资料为基础,以有准确同位素年龄数据的地质事件为依据,以古生物史、沉积史及构造史为主要内容和顺序,全面地综合分析了前寒武纪各阶段的地史特征与演化历史。

自然界不论是有机界或是无机界,均以不同的时间间隔,交替出现相对稳定的缓慢渐变阶段和迅速变革的暂短突变阶段。只有这些大规模的突变事件,才能推动历史发生质的变化和产生新的飞跃。因此,地质的发展历史在一定意义上,可以说是各种地质事件的不断发生和变化的序列史。

本书在编写中注意了与已有课程的衔接,避免了不必要的重复,从而深化和提高了对原课程一些主要问题的理解程度和对某些概念的新评价,可以做为古生物学和地史学的一个重要补充和参考资料。

考虑到不同层次的取舍的需要,在每一篇章中保持了相对的全面性和系统性,以便独立成章。

为了便于查阅中外文原著出处,将主要参考文献目录附于全书之后。

本书初稿经过1989年12月地史学课程教学指导委员会审查通过,并提出宝贵的修改意见,此后修改稿经过主审翦万筹教授认真细致的审阅,并根据其提出的意见再次作了必要的修改、加工和润色。

在编写过程中得到了学院内外很多单位和个人的帮助,并引用了一些单位和个人的新成果,其中陈晋镛、孙大中、张惠民、罗其玲、秦正永、朱士兴等同志提供了大量珍贵的资料;刘效良、曹仁关、张昀、张录易、符俊辉等同志提供了珍贵的化石照片。学院地质系和地古教研室都给予了大力支持与帮助。

本书部分文字和图版由田立富、李培菊、裴天明、刘敏、吴锦珍、赵淑兰、胡华滨等同志参加整理、编绘和清抄。全书附图由李艳秋、崔雅琴、何艳玲等同志清绘和植字。特别是中国科学院学部委员、著名地质学家王鸿祯教授在百忙中撰写了序言，在此一并表示衷心的感谢。

本书的编写在内容上具有一定的开创性，由于现在资料 and 水平的限制，书中还有一些不足之处，敬希读者批评和指正。

序

前寒武纪的时限(570 Ma 以前)约占地球年龄(5000 Ma)的 88%, 约占有地质记录时期(3800 Ma)的 85%。前寒武纪所含矿产资源在资源总量中占有很高的百分比。所以前寒武纪地质研究对了解地球早期历史、解决地质基本理论问题和查明矿产资源, 都具有重要的意义。

前寒武地质研究开始于 19 世纪 30 年代(北美 W. E. Logan)。我曾将前寒武纪研究史分为: 初始阶段(1870 年以前)、奠基阶段(1871—1930)、过渡阶段(1931—1960)和繁荣发展阶段(1961 至今)。60 年代的地学革命是地质科学的一次全面飞跃。对前寒武纪地质来说, 30 年代到 50 年代是一个准备和过渡的时期。现阶段前寒武纪研究的特征, 一是多学科的综合, 二是新技术方法的运用。重要的成果和结论则表现在前寒武纪地质时代的合理划分和对前寒武纪构造格局阶段演变的认识。多学科主要是指地质年代学、变质地质学、同位素地质学、微体和超微体古生物学和层序地层学、构造地层学等。新技术则包括岩矿的年龄值和物质成分以及古温压条件的较精确测定和微体、超微体化石的处理等。

我国一向重视前寒武纪地质研究。到了 60 年代, 在区域地层古生物、地质时代划分和基底构造轮廓等方面, 都已有了较好的基础。70 年代以来, 在沉积古地理、地层界线、微古植物、变质基底、构造格局以及岩浆活动、地球化学及成分方面都进行了较深入的研究, 取得了丰富的成果, 开展了广泛的国际交流。在前寒武纪地质时代划分方面提出了有我国特色的较系统的见解。这些丰硕的成果见于一系列的论文和专著, 但尚缺乏系统的总结和回顾。国际上前寒武纪研究近年思想活跃, 硕果累累, 但似乎也未有理想的、较全面的概括评价, 以资比较借鉴和推动我国前寒武纪研究的健康发展。因此, 杜汝霖教授《前寒武纪古生物学及地史学》的出版, 至少将能部分地起到这种作用, 因而是十分需要和及时的。这使我感到非常高兴。

杜汝霖同志多年从事前寒武纪地层古生物的研究, 多年从事地史学的教学, 特别是对元古宙生物化石的研究, 孜孜以求, 锲而不舍, 多有发现, 多有创见, 至堪钦佩。我粗翻书稿, 感到这不仅是一本很好的教材, 堪为地质专业师生使用, 同时也是一本较全面的总结综述, 同样可供专业研究人员参考。它的内容不独较全面地反映了国内近年的研究成果, 也尽量介绍了国际上的重要观点和有关成果。在古生物部分, 还探讨了生命起源和生物演替, 在地史部分也从地质事件的观点, 较多地论述了地球早期史和古地理、古气候等问题。其取材之广、用力之勤, 都是难能可贵的。

当然, 前寒武纪是一个广阔而深邃的研究领域。这本教材着重在古生物和地层方面, 不可能概括地质历史演化的全面内容。因此, 我殷切地期望近期能有一本姊妹专著, 对前寒武纪变质地质、地球化学、岩浆和构造演变等予以回顾和总结, 则必能将我国前寒武纪地质研究推向前进。

王鸿祯

1991年12月于北京

目 录

绪论	(1)
第一节 前寒武纪古生物学及地史学的任务和 内容	(1)
第二节 前寒武纪古生物学及地史学的发展简史	(2)
第三节 前寒武纪古生物学及地史学的研究现状及 展望	(6)
第一篇 前寒武纪古生物学	(9)
第一章 前寒武纪化石的特征与分类	(9)
第一节 前寒武纪化石的特征	(9)
第二节 前寒武纪化石的分类	(10)
第三节 前寒武纪分子古生物学	(11)
第二章 前寒武纪古植物学	(13)
第一节 前寒武纪微体古植物 (包括疑源类)	(13)
第二节 宏观藻类	(21)
第三节 叠层石	(26)
第四节 微植石	(36)
第三章 前寒武纪古 动物学	(41)
第一节 后生动物	(41)
第二节 遗迹 (痕迹) 化石	(51)
第四章 前寒武纪生物的起源与演化	(56)
第一节 关于生命的起源	(56)
第二节 关于世界与我国最古老的化石	(56)
第三节 关于真核生物的出现	(58)
第四节 关于宏体生物的起源	(60)
第五节 前寒武纪的重要生物事件及化石演替系列	(62)
第六节 关于生物的演化与自由氧的关系	(66)
第二篇 前寒武纪地史学	(68)
第五章 前寒武纪地质时代的划分	(68)
第一节 前寒武纪地质时代划分的原则	(68)
第二节 前寒武纪地质时代的划分	(69)
第六章 前寒武纪地层	(72)
第一节 太古宙的岩石和地层	(72)
第二节 中国太古宙地层	(80)
第三节 元古宙地层	(100)
第四节 中国元古宙地层	(115)
第七章 前寒武纪沉积及古地理概况	(139)
第一节 太古宙的沉积特征	(139)
第二节 太古宙的古地理概况	(140)

第三节	中国太古宙的古地理概况	(141)
第四节	元古宙的沉积特征及组合类型	(142)
第五节	元古宙的古地理概况	(144)
第六节	中国元古宙的古地理概况	(151)
第八章	前寒武纪古气候概况	(161)
第一节	太古宙的古气候概况	(161)
第二节	元古宙的古气候概况	(164)
第三节	大气圈的演化与生命形式的发展	(168)
第九章	前寒武纪的主要地质事件	(169)
第一节	地质事件的基本概念	(169)
第二节	太古宙的主要地质事件	(169)
第三节	元古宙的主要地质事件	(172)
第四节	中国前寒武纪的主要地质事件	(178)
第十章	前寒武纪的地质演化	(179)
第一节	原始地壳的形成	(179)
第二节	太古宙的地质演化	(180)
第三节	元古宙的地质演化	(183)
第四节	中国前寒武纪的地质演化	(185)
参考文献		(191)
图版说明及图版		(198)

绪 论

第一节 前寒武纪古生物学及地史学的任务和内容

前寒武纪是地球历史发展中的一个重要阶段。它以其久远的时期、复杂的经历、丰富的矿产资源,以及探索地球和生命的起源与演化的巨大魅力,吸引着全世界地质学界的注意。不少地质科学基本问题的解决,都有赖于前寒武纪地质研究的进展。但是由于早期的地质记录已大都被后来的地质作用破坏和改造,造成了研究前寒武纪地质特殊的困难,长期以来,对此所知甚少,成为地质学领域中一个薄弱的环节,以致人们还普遍地用显生宙和隐生宙这两个专有名词来表示地球历史中这两个极其明显区别的阶段。

60年代以来,随着地球科学及有关现代科学技术的迅速发展,使人们逐渐认识了前寒武纪时期地球表面所发生的各种复杂的地质事件的性质和演化,以及其中的丰富矿产资源,开始形成了前寒武纪地质研究的热潮。近些年来,一些新的成果不断涌现,新的概念和问题不断提出,使有些依据显生宙地质研究得出的传统理论,不断受到冲击和挑战,新的思潮和理论也正在酝酿形成,从而使前寒武纪地质研究成为当前地质学中一个十分活跃的研究领域。由于前寒武纪地壳的组成、演化、生命的形成和发展程度、成矿特点及方法学上均与其后的地质时期有显著的不同,因而在地质科学中形成了一个崭新的研究领域——前寒武纪地质学。

前寒武纪地质学的内容很广泛,几乎涉及到地质学的各个分支学科,如古生物学、地层学、岩石学、地史学、构造地质学、沉积学等。前寒武纪古生物学及地史学是古生物学和地史学的重要组成部分,也是前寒武纪地质学的分支学科。

前寒武纪古生物学的主要任务是研究前寒武纪生物的起源、演化、特征和生物的形态、构造、分类、生态及其时代和地理分布,并探讨其地层应用的可能性。这一开拓的新领域不仅有很大的可能为前寒武纪地层和地质历史提供重要的生物依据,而且会为解决生物的起源与演化等重大理论问题,提供重要的线索,因此它是前寒武纪地史学研究的基础。

前寒武纪地史学是地质历史学科中第一个断代地史学,是研究地球早期阶段的形成和发展、演化的历史学科。它的主要任务是研究前寒武纪各地质时期中,地球岩石圈、水圈、气圈和地表生物界所发生的各种地质事件的性质、作用、顺序、时间和相互关系,综合分析地壳的形成和演化的基本特征和规律,以及地史演化与成矿作用的关系等。

由此可见,前寒武纪古生物学和地史学是紧密联系的两个分支学科,它们都是为研究前寒武纪地壳演化这一总目标服务的。

世界上前寒武纪岩石和地层占陆地面积 $1/5$ 弱,而我国前寒武纪岩石和地层可以达到 $1/3$ 强,可见我国是一个前寒武纪岩石和地层很发育的国家,具有得天独厚的地质条件,如有些地区地质构造的复杂、地层剖面的完整、有些化石的发现及一些特大型矿床等在世界都属罕见,是研究前寒武地史的理想地区之一,引起了国外地质学家的关注,具有很大

的潜力。因此不断地发现、研究和总结我国前寒武纪古生物学和地史学的成果,不仅对发展我国前寒武纪地质学有重要意义,而且对于促进和丰富世界前寒武纪地质学也都有重要的理论和实际意义。

第二节 前寒武纪古生物学及地史学的发展简史

一、前寒武纪古生物学的发展简史

在前寒武纪地层中发现生物化石的记载,19世纪就有报道,但并未引起人们的注意,这一领域真正引起人们的重视,还是本世纪40年代的事。1947年斯普雷格(R. C. Sprigg)报道了澳大利亚南部伊迪卡拉(Ediacara)地区发现的大量水母、蠕虫等动物化石,引起世界地质学家和古生物学家的惊奇和震动。嗣后在西南非洲的纳玛群、英国的恰尼伍德森林等地也发现有后生动物化石。60年代中期以后,先后在苏联俄罗斯地台(东欧地台)和加拿大纽芬兰等地也发现有大量后生动物化石。叠层石的研究从本世纪初就已为一些地质学家所注意,但是这个学科的真正发展是60年代以来的事,目前已成为前寒武纪古生物学中研究人员最多、研究地区最广阔的门类之一。微古植物的报道也始于19世纪,本世纪60年代中期以后得到广泛的发展,研究人员之多和分布地区之广,可以和叠层石的研究并驾齐驱,成为研究前寒武纪地层的重要手段。

近20年来,随着对地球生物圈的形成与演化的国际合作研究地广泛开展,地质学和古生物学中大量先进的测试手段地应用,世界各国的前寒武纪古生物学者在古老的变质岩或沉积岩中,正努力搜寻着生命的直接或间接的证据。这是因为任何真实的发现都有助于人们对生命进化的若干重大事件(这些事件都肯定地发生在前寒武纪)的了解,一个又一个新的发现,完全打破了那种认为前寒武纪找不到化石的保守观点,填补了前寒武纪生物活动的空白,积累了大量的新资料。现在我们已经知道至少在距今35亿年前就有生物的存在,在世界许多地区的前寒武纪地层中都发现了罕见的丰富的化石,有些化石特征之明显,含量之丰富,保存之完好,完全可以和显生宙的化石相媲美,使人耳目一新。有关地球生命和生物的许多概念也逐渐起了变化。一个新的学科——前寒武纪古生物学逐渐酝酿形成。1966年格莱斯奈(M. F. Glaessener)首先提出了“前寒武纪古生物学(Precambrian Palaeontology)”这个词组,得到了普遍的承认。随着资料的不断丰富和研究对象的不同又逐渐分化出前寒武纪古植物学、前寒武纪古动物学和前寒武纪微古生物学三个部分。近十多年来,上述研究领域已得到飞速的发展,一个新兴的前寒武纪古生物学即将问世。

我国前寒武纪古生物研究是从叠层石的研究开始的。1922年葛利普(A. W. Grabau)报道了“南口灰岩”中的叠层石。以后,李四光(1924)、高振西(1934)、熊永先(1934)、杨杰(1935)等也对三峡、蓟县、五台山等地前寒武系中的叠层石作过报道。60年代以来,我国在前寒武纪古生物研究方面进入了一个新阶段,研究的主要目的是探讨古生物的地层意义。梁玉佐、曹瑞骥从叠层石的角度,邢裕盛、刘桂芝从微古植物的角度重点对蓟县晚前寒武纪地层进行了研究。70年代以后,我国叠层石和微古植物的研究在人员、地区、研究深度和广度等方面都有很大发展,研究方法也有很大改进,在研究方向上除继续对地层意义加强研究外,已开始探讨生物演化的问题,这标志着研究水平已进入较高的阶段。在

其他生物门类如宏观藻类、后生动物方面也有新的发现。自1962年郑文武在安徽寿县刘老碑组发现一些化石,并由邢裕盛1975年鉴定为*Chuarina*后,相继由曹瑞骥、段承华、杜汝霖、林蔚兴、邢裕盛等先后在三峡、皖北、辽南和云南昆明等地晚前寒武纪地层中发现大量的宏观藻类化石。目前这类化石已成为研究我国晚前寒武纪地层的重要古生物资料。我国关于前寒武纪后生动物化石的研究是从50年代开始的。自1958年廖士范报道了四川峨眉震旦系灯影组有软舌螺之后,1973年唐天福等在湖南沅陵天坪震旦系发现蠕形动物化石,相继有邢裕盛在三峡震旦系发现蠕虫及海绵骨针化石;邢裕盛、刘桂芝、林蔚兴、陈孟莪等在辽宁复县震旦系长岭子组发现蠕虫化石;1979年以后丁启秀、孙蔚国等还研究了三峡震旦系的恰尼虫(*Charnia*)和海绵骨针。在前寒武纪遗迹化石研究方面,近年来也取得一定进展,主要有杨式溥、杜汝霖等在北京昌平和冀西怀来青白口系长龙山组中发现目前我国最古老的遗迹(龙山迹和漫移迹)化石;张录易在陕西安康震旦系上统发现丰富的遗迹化石。上述事实说明,我国在前寒武纪古生物研究方面,具有得天独厚的条件,研究时期较早,研究力量较强,前寒武纪地层广泛出露,化石发现较多,化石含量较丰富且保存完好,具有很大的潜力,目前正酝酿着新的突破,因此不断地发现、研究和总结我国前寒武纪古生物的成果,不仅对发展我国前寒武纪古生物学研究有重要意义,而且对于推动和促进及丰富世界前寒武纪古生物学的研究,阐明生物早期的系统演化和探讨其地层意义等方面也都有重要的意义。

二、前寒武纪地史学的发展简史

前寒武纪地史学的研究是从地层及其时代研究开始的。早在1838年英国塞奇威克(S. Sedgwick)建议所有的比寒武纪更老的地层命名为原生界(Protozoic),这是对前寒武纪地层提出的第一个术语。1854年英籍加拿大地质学家洛根(W. E. Logan)将加拿大产化石的沉积层之下的变质岩称为劳伦系,第一次划出前寒武纪地层。1872年美国丹纳(J. D. Dana)提出太古界(Archaen)一词用于全部前寒武纪岩石。1887年艾蒙斯(S. F. Emmons)提议对介于太古界和寒武系之间的地层命名为元古界。1889年沃尔科特(C. D. Walcott)将上述同类地层命名为阿尔冈“界”(Algonkian),这个名词常作为元古界的同义词。从此前寒武系两分的方案逐渐被人们广泛的接受。前寒武纪的年代名称创建于19世纪末,1872年丹纳用太古生“代”(Archeozoic)作为太古“界”相应的年代名称。20世纪初范海斯(C. R. Vanhise)将北美的太古界和太古生“代”、阿尔冈和元古界(代)对比应用到世界范围。1961年斯托克威尔(C. H. Stockwell)首次将加拿大前寒武纪地层时代划分为两个宙:太古宙包括太古代,元古宙分成三个代,以新名称由老到新命名为阿菲宾(Aphebian)代、赫利克(Helikian)代和哈德林(Hadrynian)代。

近些年来大陆漂移思想在古地磁和海底扩张等证据的支持下,已在地质界获得了广泛的承认,在时间上愈来愈向前推移,已有一些学者探讨晚前寒武时期的古大陆的再建,尽管在这些方面还有不同的争论,但从总的趋势看认为至少在晚前寒武纪就有古大陆板块的活动已逐渐为多数人所接受。康迪(K. C. Condie, 1976)和克伦尼尔(A. Kroner, 1981)等都提出了在晚前寒武纪有古大陆板块活动的证据。赛弗特(C. K. Seyfert)和西尔金(L. A. Sirkin)1979年根据古地磁资料恢复古大陆,提出了元古代时期存在着分离的五个古大陆,并根据视极移曲线确定了各大陆的相对位置。

70年代以来在早前寒武纪地质研究方面取得了很大的进展,提出了一些新的概念和问题,从而动摇了地质学家早已建立起来的,主要以沉积岩为依据的原有地层对比方法和模式,如花岗岩-绿岩地体的研究、高级变质区的研究、太古宙灰色片麻岩研究、地壳初始时期的壳岩问题研究、稳定型和非稳定型古地块研究、古大陆边缘带的研究、地质事件的研究及早前寒武纪地壳演化的研究等。

在晚前寒武纪地质研究中,近些年来也取得了一定的进展。70年代初就从元古宙着手,选择典型地区标准剖面,建立能反映全球重大地质事件的地层单位,元古宙的分纪问题近年来已提出了初步系统的划分方案。前寒武系与寒武系的分界是整个有岩石记录地质历史上最重要的一条地质界线,近年来这方面研究已获得相当大的进展。对元古宙以来的古构造、古地理和古气候等方面已有少数人进行过研究,并取得了一定的成果。

我国前寒武纪地层和岩石研究历史较早,早在19世纪末就有一些中外地质学者进行了开拓性的工作。在早前寒武纪地层研究方面,1871年德国人李希霍芬(F. V. Richthofen)由河北张家口经大同到五台山进行地质调查后,提出五台山北坡的片麻岩与桑干河流域的片麻岩可相对比,称为桑干片麻岩,属太古代。1903—1904年美国人维里斯(B. Willis)等由河北阜平进入五台山区,将该区古老片岩命名为五台系,属元古代;变质较浅的岩层称“溇沱系”属元古代后期的产物。1887年维里斯等人来泰山地区调查,把该区古老的片麻岩、片岩及侵入花岗岩统称为泰山杂岩,属太古代。以后章鸿钊、翁文灏、叶良辅等继续调查,基本接受了维里斯的划分方案。1936年冯景兰等把泰山杂岩由老到新划分为南天门注入片麻岩、玉皇顶花岗片麻岩、二虎庙片麻花岗岩及红门基性侵入岩。辽东地区在解放前日本地质工作者的工作较多,根据内野敏夫等人的总结:前震旦系总称辽河系,含铁矿的鞍山统也归于辽河系中。秦岭地区的早前寒武纪地层,经过赵亚曾、黄汲清等人的研究,将深变质的片麻岩、片岩及大理岩称为秦岭系,属太古代至早元古代。变质较浅的部分称为柞水系,相当中晚元古代至早古生代。在我国晚前寒武纪地层研究史中“震旦”一词的使用颇有影响,它用于地层名称始于1882年。1922年葛利普将“震旦”一词明确为“系”一级地层单位,认为它代表寒武系之下,变质地层之上的一个沉积地层单位,其分布是世界性的。1924年李四光在研究三峡地质时,建立了三峡震旦系剖面。1934年高振西等对蓟县震旦系进行了研究,划分了三群十个组,成为我国北方震旦系划分对比的依据。

解放后,随着地质普查勘探工作的迅速发展,对矿产地区附近的前寒武纪地层也进行较广泛的研究,初步建立了地层层序,取得了丰富的新资料。1951年以王曰伦为首的五台山队在山西五台山系统地研究了五台系,澄清了维里斯的混乱,重新建立了地层层序,为解决我国北部早前寒武纪地层问题,奠定了初步的基础。从1958年起地质部和中国科学院等单位开始使用同位素年龄测定方法,重新厘定前寒武纪地层的年代和顺序,为进一步的地层对比创造了条件。1959年第一届全国地层会议上,程裕淇等在当时有关区域地质调查资料的基础上对我国前寒武系的划分问题进行了总结,指出不论南方和北方都大致可分为太古界、元古界和震旦系三套地层。其中震旦系的年代尚未解决。随着我国对震旦系研究的不断深入,大量实际资料证明南北方震旦系不能等同对比,以三峡剖面为代表的“震旦系”实际位于以蓟县剖面为代表的“震旦系”之上。1975年召开了“中国震旦系”讨论会,进一步明确两者是上下关系,并建议三峡震旦地层称震旦系,蓟县的震旦地层划分为长城系、蓟县系和青白口系三个系。

除上述外,近些年来对各地区前寒武系的原岩建造、成岩环境、变质作用、混合岩化及花岗岩化作用、岩浆活动的研究,也都有了不同程度的进展。同位素地质年代学的研究已积累了相当数量的年龄数据,并已在一些太古界出露地区,如冀东、鞍山、豫中等地获得了近于30亿年和大于30亿年的年龄数值。

80年代以来,我国前寒武纪地质工作在新的理论和方法指导下,取得了突破性的进展。突出表现在,由过去偏重于岩石学研究的岩性描述阶段、同位素测年阶段,进入到对前寒武纪变质地质、地质构造及其演化的研究阶段。程裕淇、孙大中等人在有关变质原岩建造火山沉积旋回、岩浆作用和混合岩化作用以及地质年代学研究的基础上,对中国华北地台早前寒武纪地质做了较全面的总结,概括为以四个火山-沉积巨旋回为代表的四个演化阶段。沈其韩将华北地台前寒武纪变质岩的变质作用主要分为五期(太古宙三期、早元古代两期)。变质作用类型是:早、中太古代以高温麻粒岩相变质作用为主;晚太古代以高中温角闪岩相变质作用为主;早元古代是区域动力热流变质作用。姜春潮将华北地台前寒武纪地壳演化划分为四个巨旋回阶段,第一巨旋回为克拉通形成阶段,其中包括两个构造旋回。前期(早中太古代)为陆核形成阶段;后期(晚太古代)为陆核增生阶段。第二巨旋回(早元古代)为裂谷阶段,包括三个构造旋回。第三巨旋回(中元古代)为准地台阶段,第四巨旋回(晚元古代)为地台阶段。在晚前寒武纪地层研究方面,主要是对以蓟县剖面为代表的北方上前寒武系和以三峡剖面为代表的南方震旦系以及四川、云南等地前寒武系与寒武系界线等进行深入、系统地研究,取得了重大成就。我国云南梅树村剖面已成为全球前寒武系—寒武系界线层型的唯一候选剖面。我国的震旦系通过广泛深入地研究,积累了丰富的资料,已基本解决了国内各地区及国外的对比问题。

最近,王鸿楨(1986)发表了《论中国前寒武纪地质时代及年代地层的划分》的论文,对过去的方案作了进一步变更和补充。刘鸿允(1981—1987)也多次提出我国前寒武系划分的原则和方案,这些都对推动和深化我国前寒武纪地层的研究有重要意义。

我国研究地质时代古气候较早的是刘菊祥、张树森,他们在1959年就论述了“中国地质时代的古气候”,对中国晚元古代气候特征作了初步论述。近些年来,对古地理、古气候和古构造研究渐有较多的著作发表,主要有王鸿楨、王自强等(1981年)对中国北方中上元古界古地理的研究;王曰伦、陈晋镛及乔秀夫等(1981年—1985年)对中国晚元古代构造—古地理的研究;陆松年、马国干、高振家、林蔚兴等(1983年)对中国晚前寒武纪冰成岩的研究;秦正永(1985年)对早元古代中国最早红层的研究;孙枢、陈志明、张国伟等(1985年)对华北南部古地理、古构造的研究;关士聪等(1987年)对中国晚元古代以来的中国海陆变迁的研究,以及杜汝霖(1988年)对中国太古宙和元古宙古气候的研究等。

在古地磁的研究方面,有刘椿、李普、张惠民、张文治等(1980—1988)对中国元古宙地磁及古地理的研究;徐道一、张勤文等(1982—1987)对天文地质与元古宙古地理、古气候的研究。

在构造地质研究方面,有张文佑、李继亮等(1980)对华北断块构造演化的研究;马杏垣、白瑾、索书田等(1987)对我国前寒武纪构造演化的基本特征的研究;李春昱、郭令智等(1980—1982)对中国板块的研究,以及钱祥麟、姜春潮、张国伟、刘如琦、施央申、冯本智等对区域构造的研究。所有这些都为中国元古宙古地理、古气候及古构造的研

究奠定了基础。

在前寒武纪变质岩石研究方面,主要有程裕淇、董申葆、张秋生、王泽九、李树勋、游振东等,对中国东部前寒武纪变质地质、变质作用和混合岩化作用及早期演化的研究。

在成矿作用研究方面主要有,张秋生、叶连俊、钱祥麟、宋叔和、沈保丰、胡维兴、冀树楷等对前寒武纪成矿作用及铁、铜、磷等矿床的研究。

第三节 前寒武纪古生物学及地史学的 研究现状及展望

当前国内外对前寒武纪古生物学的研究非常活跃,研究领域不断扩大,已积累了十分广泛的新资料,古生物学的这些发展主要表现在四个方面:首先是晚前寒武纪化石的发现进展迅速,如伊迪卡拉动物群及其它动物化石的分子和产地的增加,微古生物种属在薄片中发现二、三百种,叠层石也有许多新发现;其次是结合显生宙类似化石的研究,应用了精密的仪器和设备,提高了认识的深度;再有是探讨的问题由化石描述、地层对比发展到古生物学的广阔领域,如讨论生物演化和生物化学以及化石性质和古生态学等;最后是出现了一些有关某些前寒武纪生物的定义和分类等基本概念,当前的主要理论问题是真核生物和原始后生动物的出现时间、条件及其演化。晚前寒武纪古生物学在我国近年来的发展较快,几乎在全国各地都发现大量微体化石和叠层石,古动物化石也有重要发现。从各门类化石的种属或群形数量上看,接近或超过了国外已发现的化石数量的总和,但我们的工作大多还仅限于化石描述和生物地层研究,不仅在利用精密仪器和设备方面不足,而且在古生物分类学、古生态学等方面的研究也开展得不够,至于提出建立在近代生物学基础上的演化假说和某些基础理论的研究方面则尤为贫乏,这是需要今后及时赶上弥补缺陷的问题。

对前寒武纪地史学的研究也不断发展,研究领域也不断扩大和深入,首先是地质年代学和同位素地球化学的研究已取得显著的成绩。在澳大利亚已测定世界最古老的岩石年龄为 4.1 Ga。我国最近在冀东太古宙岩石中已测定出 3.6 Ga 的数据,现已可靠地测定了一些典型地区的主要地质事件的年代,为探讨地壳演化提供了重要的证据和线索。在对早前寒武纪的构造研究方面,针对变质岩多次变形的特点,不少人提出应建立构造序列,研究构造变形史及演化规律。同时,对变质构造岩的构造分析方法也得到了很大的发展,成为变质岩构造研究的重要基础工作。有些人还指出,构造变形和变质作用具有一定的成因关系,所以只有将变形和变质作用结合起来研究,才能正确理解变质构造的全过程。因此构造变形和变质作用关系的研究正在蓬勃展开。目前对早前寒武纪地史研究的趋势,多从变质地质、构造学、地球化学、同位素年代学及上壳岩的地层层序等方面综合研究早前寒武纪地史和演化。

板块学说的兴起,促使人们重新认识晚前寒武地壳(或岩石圈)的性质、大陆地壳的演化及动力学特点。例如,有人认为自太古宙以来,许多小而薄的板块,通过岛弧中铁镁质和钙碱质岩石的增加和合并,使 85% 的现在陆壳快速地形成厚大的刚性地块,从而在元古宙时第一次出现稳定的克拉通,到 700 Ma 年前则更加稳定,其增长速度则逐渐缓慢到显生宙的平均水平。还有人认为,3700 Ma 前大陆地壳分异之后,只有微不足道的大陆增

生。也还有人认为,非洲大陆至少在元古宙不是增生而是解体。再如元古宙是否存在一个联合古陆或超级大陆,也是引人注意的问题。元古宙大陆克拉通内大陆边缘盆地的产生机制,许多地质学家认为张裂作用是产生大陆边缘盆地以及大陆内盆地的主要起始原因,但也有不少地质学家提出一些其他动力学机制。在我国,近年来应用板块学说和活动论观点,探讨晚前寒武纪构造的地质学家亦颇不乏人。但和国外相比,应用多种方法和资料尚嫌不够,而更重要的是提出适合我国地质情况的新模式或假说尚不多见。近20年来找矿工作在元古宙中有很大的突破,因此应该加强元古宙或晚前寒武地质研究工作。

由上述的前寒武纪研究动向中可以看出全球性的前寒武地质研究热潮仍在深入持续地向前发展,新资料、新假说、新发现和新理论也不断地展现,因此展望2000年国内外前寒武纪地史研究的前景,在下列方面将可能有新建树和突破:

(1)国际上在早前寒武系典型地区研究的基础上,特别是结合地球化学、地球物理的新资料进一步总结它们的演化规律,由粗到细地进行对比,提出各地区演化特点的详细分类,并进一步总结其与矿产的分布关系,使演化模式更可靠更趋向于被多数人所接受。运用稀土元素地球化学方法研究前寒武纪,特别是早前寒武纪地壳演化是当前一个新的动向,由于稀土元素在地质作用中的稳定性(不发生分异,仅在变质作用中偶然发生变化),因而可以恢复原岩的性质,判定岩石的成因,从而揭示古老地壳的演化历史。国内早前寒武地质的研究围绕以地质找矿为中心,初步澄清绿岩带和高级变质区的分布范围,年代学、微量元素和同位素地球化学的水平将有一个显著的提高,结合中国的古老地壳的演化特点,可能提出适合我国情况的新假说和新模式,并与找矿工作密切配合,可望在寻找早前寒武系地区的金矿、铜矿、铁矿和其它非金属矿床方面有新的突破。

(2)加强对地质事件的研究,分析各种地质事件的相互关系,逐步建立起区域性的地质事件演化序列。这方面工作国外已有一些进展。国内则刚刚开始,通过区域调查,从构造分析入手,建立以构造事件序列为骨架的包括原岩建造事件、变质作用事件及岩浆侵位事件在内的区域性事件演化序列柱。如英国苏格兰地区的前寒武纪的刘易斯(Leiwsian)和拉克斯弗德(Laxfordian)片麻岩分布区,曾在距今29亿年到18亿年的演化历史中,鉴别出10次具有实际内容的地质事件,并进行测年工作。根据不同内容、不同级别地质事件演化序列的时空分布就可以全面系统地研究区域地质演化的历史,划分地史演化的阶段。这里要强调指出的是在对区域构造研究中,特别要注意对韧性剪切带的研究,它是了解地壳深部层次物质状态和构造特征的窗口,已成为变质地质学特别是前寒武纪变质地质学中受到普遍重视的重要构造现象,成为研究更高层次的区域构造和地壳深部构造型式的重要手段。对全面了解地壳早期构造演化有重要意义。韧性剪切带又是某些金属(金、银)的成矿有利场所。近些年来对它已开始地球化学方面的研究,以了解地壳深部构造活动带中化学元素活动状况及其与成矿的关系,可望今后能发现大型金属矿床。

(3)元古宙的分纪问题将可能得到初步的解决,对元古宙的内部划分标志和方法可能提出一些新的为人们所接受的意见,国际上将大力开展各系参考剖面的选择。我国根据自然条件的优越性和良好的工作基础,除了云南昆明梅树村剖面可能被公认为寒武系—前寒武系或显生宇—元古宇的分界外,将可能提出部分元古宇内系一级的参考剖面。与这些工作相对应的岩相古地理、古生物学、地质年代学、古地磁学、矿床学等方面将有相应的发展,并在某些方面可能总结出一些新规律,提出一些新见解或新发现。

(4) 对于太古宙以前的地史和深部地质, 由于行星地质学和深部钻进的新技术, 可能获得一些新进展, 对于验证和修改某些现行的地质理论将起到一定的作用。不久的将来, 我国也将在这些领域迎头赶上, 与国际合作可望取得重大的成果。

(5) 在大陆地壳较深入研究的基础上, 联系现代板块构造理论、均变论和非均变论在前寒武大地构造中的应用, 在国外将提出趋向性的意见。我国将在吸取外国经验的基础上, 结合我国前寒武系地质条件和类型复杂而齐全的特点, 可能提出一些新理论、新概念和新观点, 并总结其成矿规律, 为前寒武地质和矿产的发展做出我们的贡献。

第一篇 前寒武纪古生物学

第一章 前寒武纪化石的特征与分类

第一节 前寒武纪化石的特征

众所周知,化石是保存在各地史时期岩层中石化了的生物遗体和遗迹。化石必须具有一定的生物特征,如形状、结构、大小、纹饰和成分等。根据化石的保存条件,化石可以分为实体化石、模铸化石和遗迹化石等。

从上述化石的概念来衡量前寒武纪化石,就可以发现它们中有些是符合上述条件的,如表 1—1 所列的生物遗体和遗迹化石,这些遗体化石可以形成实体化石或者印痕化石。还有一些(见表 1—1)可以说是扩展了化石的概念和范畴,如前寒武纪微古植物化石,它虽然是起了变化的生物遗体(或遗体一部分),但却没有石化或者没有完全石化(有时可有一定的炭化)。还有叠层石,它只是生物参与作用的生物沉积构造体,它既有生物的遗迹,又可能有生物的遗体,还包括有沉积作用的产物。此外如化学化石,它没有生物的形态只有生物成因的有机物质,这些情况说明,化石的类型是多种多样的。综上所述,前寒武纪古生物化石的概念,应指保存在前寒武纪各地史时期的岩层中的生物遗体和遗迹,以及与生物活动有关的有机物质和构造体,它们能够证明过去生物(生命)的存在和活动。

前寒武纪化石与显生宙的化石相比,具有下列的一些特点:①前寒武纪化石一般缺少可供保存的硬体(即内外骨骼)部分;②在化石记录中占绝对优势的是个体微小、演化速度缓慢的低等藻类的遗迹和残体;③化石多遭受到不同程度的变质和变形,以致原来的生物面貌有些难以恢复;④缺少显生宙以来和现代生物的对应用,致使生物亲缘关系的研究存在很多困难;⑤在时间和空间的分布上极不平衡,造成某些层位化石很丰富(主要在晚期),而另一些层位则很稀少,当然生物稀少还与生物的类型、生态条件及埋藏情况等有关;⑥由于古老的生物形态与现代的生物形态大不相同,其较原始的化石个体很小,结构也简单,含量也较少(一般是时代越老则化石个体越小,结构越简单,含量也越少),因而很容易将一些非生物成因的结构,误认为生物化石或将真正化石误认为无机结构物。上述一些特点无疑的限制了古生物的方法在划分和对比前寒武纪地层中的应用(特别是对太古宙地层的应用),对探讨生物的亲缘关系也增加了更大的困难,但是随着前寒武纪地质研究的进展,化石资料的不断积累,在晚前寒武纪地层的划分和对比中前寒武纪古生物学已逐渐发挥重要的作用,可以肯定的认为今后还会发挥越来越大的作用,同时对早前寒武纪地层的研究,也可能会有有一定的作用。