

目 录

第一章 绪 论	(1)
一、生物地层学的研究范围.....	(1)
二、生物地层学在地层学中的地位.....	(2)
三、生物地层学与其它学科的关系.....	(3)
四、生物地层学研究简史.....	(4)
第二章 生物地层学的一般理论基础	(11)
一、生物前进性发展和进化不可逆性.....	(11)
二、地质历史发展与生物演化的密切关系.....	(18)
第三章 物种形成与生物地层学	(28)
一、物种的概念.....	(28)
二、亚种.....	(34)
三、年代种.....	(39)
四、物种形成.....	(44)
五、物种形成与生物地层学.....	(58)
第四章 生物进化与生物地层学	(62)
一、近代物种形成的速度.....	(62)
二、表现型演化的线系速率.....	(65)
三、适应辐射的性质及其速度.....	(66)
四、年代种的生存期.....	(68)
五、属的生存期.....	(71)
六、指数增加的适应辐射.....	(72)
七、绝灭速率和物种形成速率.....	(75)
八、物种形成的速率和大分类等级演化的速率.....	(80)
九、活化石的解释.....	(82)
十、在适应辐射中成种步的数目.....	(86)
十一、控制演化速率的因素.....	(88)
十二、类群绝灭.....	(95)
十三、类别演化的特点.....	(105)
十四、演化方式.....	(109)
十五、总结.....	(116)
第五章 古生物地理学	(117)
一、引 论.....	(117)

二、生物地理单位.....(118)

三、生物地理分布的原因和格式.....(120)

四、生物地理与地壳变动的关系.....(124)

五、古生物地理学的研究方法.....(132)

上册参考文献.....(161)

试 用 教 材

生 物 地 层 学

(上册)

杨遵仪 徐桂荣 编著

.. (75)

武汉地质学院古生物教研室

一九八四年五月

出版：武汉地质学院教材科
印刷：武汉地质学院印刷厂
校对 陈业璋 俞艾卿

前 言

本书分上、下两册。上册内容主要包括生物地层学中的若干理论问题；分五章，第一章—绪论，第二章—生物地层学的一般理论基础，第三章—物种形成与生物地层学，第四章—生物进化与生物地层学，第五章—古生物地理学。下册内容有两部份：方法和中国生物地层学问题；分六章，第六章—生物地层研究方法，第七章—数学方法在生物地层学中的应用，第八章—地层分类，第九章—前寒武系生物地层学问题，第十章—古生代生物地层学问题，第十一章—中、新生代生物地层学问题。

本书为地层古生物专业的本科生和研究生的教材，地质类专业可用作参考书，并对地质工程师及研究人员有参考价值。

生物地层学的撰写是在十多年教学讲义的基础上不断充实而形成的，在国内还是第一本，在国外系统的编著也不多。所以难免有不少问题，在试用中逐渐修改，欢迎读者提出批评。

原 书 缺 页

地层学上一个有重要意义的发展，是被誉为“英国地质学之父”的威廉·史密斯（W. Smith, 1769—1839）的工作。史密斯是一个没有财产和社会地位的人。他在参加开凿运河时，注意研究岩层和生物化石，独立地论述了与魏尔纳等人不谋而合的叠覆原理，并注意到化石在地层划分对比中的重要作用，指出研究化石组成可以确定岩层的顺序，这种顺序与其沉积在海底上的年代次序相适应。在1799年他编制了《不列颠地层表解》，这就是世界上第一张地层表。当时这张地层表以手抄的形式传播出去后，立即引起了欧洲许多地质学家的重视。但过了约二十年，这第一张有科学根据的地层表才正式出版。在“表解”问世后史密斯就致力于绘制英国地质图，他步行了全英国，把观察的结果按地层表的划分填入地形图上，于1815年完成了英国第一幅地质图。1816年完成了他的名著《根据有机体化石所鉴定的地层》，他在序言中指出：“有机化石及其产地可以被所有的人，甚至是不识字的人所认识；它们为认识土壤及土壤下面的岩层从各方面提供了很好的线索”。史密斯实际上是标准化石法的创始人。

19世纪前半叶，“灾变论”与“进化论”的论战，对一系列自然科学：包括地质学、古生物学都有巨大的影响，对地层学的影响尤其深刻。“灾变论”以古生物家居维叶为首，他从物种不变的形而上学观点及神创论的唯心观出发，认为岩层中的不同动植物群是由世界规模的灾难和神的多次创造所形成的，其学生阿·道尔比尼（A. d'Orbigny, 1802—1857）甚至荒谬地说地史上曾有20次类似灾变。

远在“灾变论”形成之前，以自然进化发展的观念为根据的派别已逐渐兴起，法国学者拉马克（J. B. P. A. Lamarck, 1744—1829）研究各种动物化石，得出了物种与物种之间是过渡的，低级属种逐渐向高级发展的结论。达尔文（C. Darwin, 1809—1882）的天才巨著《物种起源》（1859）的出版，使生物学和地质学中的进化论取得决定性的胜利。同期，英国地质学家莱伊尔（C. Lyell, 1797—1875）的《地质学原理》的出版，把地质学引入进化论的轨道，莱伊尔引用了达尔文的许多重要观点，把进化论观点贯穿在他的著作中。正象恩格斯指出的：“莱伊尔破天荒第一次把理性带进地质学中来，因为他以地球缓慢的变化的渐进作用代替了由于造物主的一时兴发所引起的突然的革命。”（恩格斯：《自然辩证法》，1957年，人民出版社，第10页）在这部名著中，莱伊尔提出了现实主义的原理，认为现在是了解过去的一把钥匙，为要解释地史上发生的地壳变化，不必去求助于任何特殊力量，不必求助于灾变；同时，他批判把地质时期幻想地缩短而产生的谬误。但是，“莱伊尔见解的缺点—至少在其最初的形式中—是在于：他认为在地球上起作用的各种力是不变的，无论在质上或量上都是不变的。地球的冷却对于他是不存在的；地球不是按照一定的方向发展着，它只是偶然地、毫无联系地变化着。”（恩格斯：《自然辩证法》，1957年，人民出版社，第10页）

在史密斯的《不列颠地层表解》出版后，欧洲的许多地质学家以极大的兴趣投入建立地层表的工作。1822年康尼比亚按岩石特征提出了石炭系（Carboniferous），石炭纪首先命名于英格兰上部地层，由于这地层中蕴藏着丰富的煤矿而得名。同年，比利时地质学家奥·达卢阿（O. d'Alloy, 1783—1875）把西欧普遍分布的岩石命名为白垩系（Cretaceous），首先命名于英吉利海峡地区的白垩层。这两系完全以岩性命名，后来经化石的研究，地质学家知道岩性特征相同的地层可以属于不同时代，而岩性特征完全不同的地层可以属于同一时代。如石炭系可以完全不是煤系；白垩系在英国、比利时等地是细粒灰质白垩，在中国可以是红层。为了更能确切地反应叠层原理，对地层命名必须改变方法。

1829年法国地质学家亚·布朗雅尔(A·Brongniart)以瑞士山名建立了侏罗系(Jurassic),同年,法国人杰努阿依(Genuair)从魏尔纳的第三系中分出第四系(Quaternary)。1834年德国采矿工程师阿尔别尔基(F.V.Alberti)综合西德南部地层称为三叠系(Triassic),当地地层可明显分为三部分,因而得名。1835年威尔士人莫企逊(Murchisoni)描述威尔士特别是希罗普郡的沉积岩,以该地区以前部落的名称命名为志留系(Silurian)。1836年英国薛得维克(Sidgwick)把英国西部的正常沉积物的最老部分划分出来,以北威尔士的寒武山脉命名为寒武系(Cambrian)。1839年薛得维克和莫企逊两人在英国泥盆州(得文郡Devonshire)调查,共同建立泥盆系(Devonian)。1841年莫企逊在俄国东部的帕尔姆(Перм)城(现名莫洛托夫城)调查,建立了二叠系(Permian)。1841年英国地质学家菲利浦斯(Phillips)根据地层中的生物面貌,把寒武系至二叠系等五个系归纳为古生界,把三叠系至白垩系归纳为中生界,把最新的两系合并为新生界。在居维叶等人工作的基础上,莱伊尔于1828年用古生物属种的百分比法,把第三系划分为三个统:始新统、中新统和上新统。1865年和1866年,莱伊尔又归纳前人的工作,并在他的《地质学纲要》和《地质学原理》第十版中,把地质年代系统和地层系统对照分列为两序列,第一次公布了地层系统分类。1879年拉普华斯(C.Lapworth)把薛得维克命名的寒武系和莫企逊命名的志留系的重复部分命名为奥陶系(Ordovician),奥陶是英国古老部族的名称。这就形成了现代公认的地层系统。寒武系以前的古老地层没有统一的名称,我国称之为震旦系、前震旦系。

虽然在19世纪中叶基本上建立了地层系统表,但还没有一套表达地层系统的固定单位。当时用的单位术语十分混乱,如类、地带、顺序、系、组、统、群和层等,而且没有明确的等级。科学地统一术语是科学发展必不可少的条件。因此,1878年在巴黎召开的第一次国际地质会议上组成国际委员会,专门研究“地质报告中关于术语和图的符号的统一”。1881年在波伦亚举行的第二次国际地质会议上,“国际委员会”提出了地层分类的方案,会议通过了两套术语,见表1—1。

表1—1 1881年第二次国际地质会议采用的地层单位分类

年代术语(时间间隔)	地层术语(岩石剖面)
代	界
纪	系
世	统
期	阶
—	组(亚阶、层组)
—	地层、层等

这些单位术语来源于一些有影响的地质学家,并且基本保留了他们原来应用的含意,只作了必要的修改,“系”是18世纪末魏尔纳提出的,与系对应的“纪”是乔·阿都伊诺等人最初应用于代表“山系”,而后用于地质年代。“界”是1841年菲利浦斯提出的,与界对应的“代”第一次正式作为地质年代单位见于莱伊尔的著作。而“统”则早在1762年德国医师乔·克·富克西尔(G.C.Fuchsel)划分图林吉亚的九个岩石单位时就应用了,他把与统对应的时间单位称之为“世代”。莱伊尔在研究第三系时采用“统”作为“系”的次级单

位，把与“统”对应的年代单位称为“世”。界、系、统和代、纪、世这三级较大的单位在第二次国际地质会议通过后，被世界一致接受，“阶”的概念是由道尔比尼在1842年提出的，他把北欧的侏罗系划分为十个阶。第二次国际地质会议接受了“阶”这个术语，并把它作为低于统的一级单位。道尔比尼提出“阶”这一术语时，他把阶与化石带紧密联系在一起，因此后来许多地层学家主张把“阶”作为生物地层单位。

1897年的第七次地质会议上又重新讨论地层分类单位的问题。1900年巴黎召开的第八次国际地质会议上，采用多少修改了的方案（表1—2），这个方案是由雷纳维耳（E·Renevier）为首的委员会提出的（国际地层分类委员会，1901）。取消“层”和“地层”作为正式单位，而把“带”列入分类表，这一点意义重大。“带”是奥佩尔（Oppel，1856—1858）提出来的，用来强调化石的层位意义。

表1—2 1900年第八次国际地质会议采用的地层单位分类

年代术语	地层术语
代	—
纪	系
世	统
期	阶
（时）相	带

当时在地层学中有两种不同认识。一种认为岩石单位的界线不会到处同期，它不能作为时间单位的根据，因此岩石单位应与时间单位分开。这就是第八次国际地质会议放弃“组”和“层”的缘故。另一种认为每个岩石单位都代表一定的时间。在美国由于乌尔里克（Edward Oscar Ulrich）的影响，1933年制定的美国地层规范中取消了阶和带，代之以组、段、层等岩石单位。

经过反复的争论后，许多学者主张把岩石单位与时间单位分列，并认为生物地层单位“带”也不能与时间单位混淆。1937年赫德勃（Hedberg）提出如表1—3的地层方案。这个方案成为1972年以赫德勃为主席的国际地层划分分会提出的“指南”的基础（见第8章）。

表1—3、赫德勃1937年提出的地层分类表

时 间	时间地层	岩石地层	生物地层
代			
纪	系	统	
世	统	系	带
期	阶	带	

(3)地层学发展的新时期

在最近的30年来，地层学一方面向深广的方向前进；另一方面与其它学科攀亲结缘，利用现代科学的各种方法手段，使地层学得到新的动力。

区域性的地层已摆脱一般的描述，更多的是综合提高，区域性阶的建立在60年代曾经是各国地层学者努力的主题，现在这个工作虽然不能说已完备，但已被别的主题所替代。国际

地层划分委员会及许多国家的地层工作者，现以很大的力量致力于地层界线划分的合理性和地质对比的精确性。世界各地所有各纪的界线现又重新加以探讨。层型概念的应用，生态地层学的提出，都是在这个势头下的产物。

古生物中的一些新理论，如同断平衡论等，影响生物地层学的理论和方法。古生物学各种新门类（尤其是微体）的大量深入的研究，对地层学提出了许多新问题。沉积岩中浊流的理论，碳酸岩的成因等研究，使沉积相的理论跨出了老传统，反过来极大地影响地层学的发展。

生物化学和超微化石的研究使隐生宙地层的研究中引入了生物地层方法，古老地层的划分对比和原岩的恢复工作提到了新的高度。第四纪地层中碳同位素的广泛应用，古地磁测定的全面开展，使第四纪年代地层对比，达到前所未有的精确度。

电子显微镜、电子计算机在地层学工作中正在逐步推广，而且已取得一批成果。数理统计方法已成为地层学各个课题研究中的一种必要的手段。

（4）我国地层学发展简史

我国地层学的发展，大体上可分为两个时期：解放前半封建半殖民地色彩的发展和新中国成立后健康迅速的发展。

19世纪中叶欧美帝国主义相继侵入我国，进行殖民主义活动，随之西方的一些地质学者在我国领土上进行地质调查。如德国人李希霍芬(F. V. Richthofen, 1833—1905)是对华北地层进行研究的第一个外国人，他提出了震旦系这一有名的术语。美国人B. 维理士(B. Willis)等都曾在我国东北、华北、华中等地作过地层工作，对山东的寒武系和奥陶系进行了比较详细的分层，并把前寒武系变质岩划分为泰山杂岩和五台系。尤其是美国人A. W. 葛利普(A. W. Grabau, 1870—1946)，自1920年来中国后做了大量工作，著有《中国地层学》等重要著作。在抗日战争之前，我国地质学家对地层和古生物工作也作出了许多重要贡献，虽然社会条件的限制，但地质学家努力自强的精神，使地层学在我国有很大的发展。当时，地层工作包括在许多区域地质及门类古生物的研究中，同时也有一些地层专题研究。前者重要的有1920年叶良辅的《北京西山地质志》；1929年赵亚曾、李春昱、侯德封的《开平盆地及附近地质》；王景尊、王日伦关于河北正定至山西太原一带地层（《正太铁路沿线地质矿产》，1930）；1934年高振西、熊永先、高平的《华北震旦纪地质》；1931年赵西雪、黄汲清的《秦岭及四川地质》；1925年李四光、谢家荣、赵亚曾等的《三峡地质》……等。地层专著重要的有：关于华北太原系时代的有李四光、赵亚曾、尹赞勳等人几篇专著；南京地层有李捷等关于宁镇山脉地层专著；田奇瓛（1929）、王晓青（1933）关于湖南地层的著作；浙赣交界地层有赵亚曾、刘李庄等浙江西部之地质（1927）；两广地层（冯景兰、张席褊等，1929—1930）；华北寒武系分统分带（孙云铸：中国北方寒武纪动物群，1924）；华北奥陶系划分（葛利普：中国北方奥陶纪动物群，1922）；滇东志留系划分（葛利普：滇东志留纪动物群，1926）；扬子下游奥陶系志留系划分（许杰：扬子下游的笔石，1931），湖南泥盆系划分（田奇瓛：湖南泥盆纪腕足类，1938）；中国石炭系（田奇瓛：中国之丰宁纪，1936；丁文江、葛利普，1934；俞建章，1931—1934及1933的珊瑚专著）；华北石炭系划分：（筵：李四光，腕足类：赵亚曾）；华南石炭系；二叠系划分（陈旭等：中国南方二叠系（黄汲清，1932）；华北侏罗系（斯行健：中生代植物，1936。潘钟祥，1936）；山东中生代及老第三纪地层（谭锡畴，1923）；华北第三系（秉志，1929，1931；德日进、杨钟键，1931、1936等）；广西第三系第四系、南京第四系（许杰，1935、1936）；

周口店第四系划分(斐文中, 1929、1930、1937; 杨钟健, 1930、1931、1933)……等。

日本军国主义的侵略, 爆发抗日战争, 由于蒋介石反动统治卖国求荣、坚持不抵抗政策, 以致祖国东部地区沦陷。爱国的地质工作者大多数迁往西南, 在此时期以李四光为首的中央研究院地质研究所集中力量调查广西地质及构造, 对该省地层划分与对比研究甚详(如赵金科、张文佑: 广西地层表, 1941; 赵金科, 1947)。同时西南联大地质系集中研究滇东和滇西地层(卢衍豪: 昆明下寒武统的划分; 孙云铸; 保山上寒武统; 郭文魁: 昆明附近奥陶系; 王鸿祯: 滇东志留系及泥盆系; 顾知微: 滇东泥盆系; 王鸿祯: 滇东石炭系); 中山大学(后来参加西南联大)的德国人米士研究滇东震旦系及大理地层。中央地质调查所杨钟健, 卞美年等从事禄丰层化石研究, 许德佑从事鄂、黔、滇三叠纪地层研究; 以孟宪民为首完成东川地质矿产报告, 包括该区地层划分(1947); 地质调查所对黔北、川南下古生界进行划分, 还派人研究新疆天山第三系含油地层; 尹赞勳总结华南志留系(1949); 乐森珥调查贵州地质, 重点在地层划分。四川地质所建立了四川地层系统。这期间孙云铸写了若干地层总结, 李四光(1939)写了《中国地质学》一书。

1949年中华人民共和国成立, 由于党的巨大关怀和重视, 我国地质事业迅速发展。

二、建国以来生物地层学的发展

建国以来我国地层学工作有飞跃的发展, 以两次全国地层会议为标志。对各区域的地层开展了系统工作, 集中编制了各区域的地层表和古生物化石图册。对于前寒武纪的研究进展显著。

1. 太古界和下元古界 五十年代初王曰伦研究山西的“五台系”, 纠正了维理士的错误论断。五十年代末各地质院校在辽宁、河北、山东等地区进行了大范围的调查研究。1959年第一届全国地层会议对这些研究工作做了总结。1957年到1961年程裕琪等拟定了区域变质岩分类草案, 并提出划分区域性混合岩和边缘带混合岩的地质特征方案。李璞、董申保等对变质岩进行了比较深入的研究, 并提出了一些新见解。六十年代以来山西区队调和河北区队分别对五台山和太行山的古老地层建立了比较详细的地层系统。七十年代以来太古界和下元古界的研究形成了新的高潮, 取得了重要进展。在同位素分析、地质构造和变质岩, 地球化学研究等方面取得很多成就。地球化学研究表明华北太古代岩石有普遍含钾高的趋势, 其平均化学成分和南非、澳大利亚、加拿大等陆核相差较大而和苏联某些陆核相近。

2. 中、上元古界(原称震旦界)

1959年第一次地层会议着重讨论了当时存在的“震旦系”问题。主要有四个方面:(1)“震旦系”的上限问题;(2)“震旦系与滹沱系的关系问题;(3)南方的昆阳群和板溪群的归属和对比问题;(4)“震旦系”的时代归属问题。

1977年开始多单位多兵种协作。在地层方面详细研究并重新审查、肯定了蓟县剖面的层序, 同时对塔里木区、祁连山区、辽东区和江南区的层序进行了比较深入的研究, 并提出辽吉、徐淮和湘鄂地区的剖面可能在建立基本层序上有重要意义。古生物上在迭层石、微体植物和后生动物、痕迹化石等方面都有若干专家负责进行研究。根据大量微古植物分子的研究, 已摸索出它们在各地史阶段的“演化”规律, 为解决地层划分对比提供依据。其它古地磁、同位素、岩石地层和无机地球化学方面都取得进展。有机地球化学已开始研究。在内蒙古鄂博群下部十六亿年的黑色页岩和暗灰色灰岩中分析出十二种氨基酸。

寒武纪以来地层工作的进展在本书第9章生物地层学问题中系统介绍。

在古生物学方面, 建国以来专业人员发展到一千余人。在空白地区, 如新疆、西藏、青

海和南海大陆架等作了专门调查。门类研究从建国前的十几个发展到近四十个门类。特别是微体古生物和孢粉；介形虫、轮藻、几丁虫、有孔虫、放射虫、牙形石等均有蓬勃的发展。

超微化石和痕迹化石的研究开始受到重视。在研究手段上，电子显微镜、扫描电子显微镜、电子计算机等新技术已开始被应用。

基础资料大量积累和全面总结性著作不断发表。如《中国各门类化石》，各大区的古生物图册。杂志方面有《中国古生物志》、《古生物学报》、《古脊椎动物与古人类学报》、《地层古生物论文集》、《南京地质古生物所集刊》，其它《地质学报》、《地球科学》、《地质科学》等也常有古生物论文。

第二章 生物地层学的一般理论基础

生物地层学所以能成为独立的学科，是因为它依赖于自身的规律，有区别于其它学科的理论基础。一方面是生物前进性发展成为地层顺序的最主要标志；另一方面地质历史的发展与生物历史发展互相辉映，生物发展与地壳变迁的密切关系，使生物进化成为反映地壳历史的一个重要方面。

一、生物前进性发展和进化不可逆性

生物前进性发展是达尔文学说的一个重要组成部分。生物由低级到高级，由简单到复杂，由不完善到趋于完善的发展路线是全部古生物学证明了的事实。正确反映这种事实的进化思想在生物科学、地质科学和哲学社会科学等各种科学中影响很大。正如英国托·亨·赫胥黎所指出的：“进化排除了创世及其它各种超自然的干涉。作为一个固定秩序的体现，其每一阶段都是依据一定规律而起作用的一些原因造成的结果。进化这个概念也同样排除了偶然性的概念。”（《天演论》）。进化论使各种科学从神创论的束缚中解放出来，使科学去寻找自己固有的规律。

1. 最古老的化石

前寒武纪的化石的研究对揭示生命起源有重要的意义。但是在古老地层中发现的化石稀少，其原因是古老的低等生物的保存可能很不容易，并且研究这些单细胞生物有一定的难度。

恩格尔等（Engel, A. E. J., B. Nagy, L. A. Nagy, C. G. Engel, C. W. W. Kremp, C. M. Drew; 1968）在南非Onverwacht系的浅燧石岩中，发现了球状或杯状的有机体，年龄推测在32亿年以上。恩格尔等将浅燧石磨成粉末，让它与热盐酸及氢氟酸作用，除掉无机物，接着用金一钼进行真空喷涂，发现了图2—1所示的有机体。

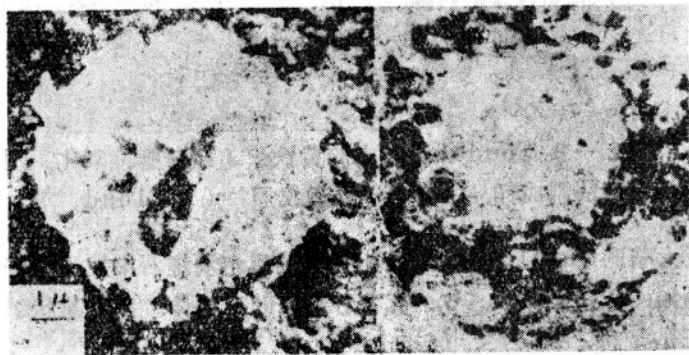


图2—1 在Onverwacht系浅燧石岩中发现的类似有机体物质。右图直径106 μ（据Engel, 1968）

著名的无花果树系 (Fig Tree) 的浅燧石, 在南非特兰斯巴尔, 同位素年代测定为31亿年。巴珙、肖夫 (Barghoorn, E.S., Schopf, J.W., 1966) 在黑色浅燧石岩 (含碳质高) 发现类似棒状细菌的结构, 它们的大小是 $0.24 \times 0.56 \mu$ (图2—2)。

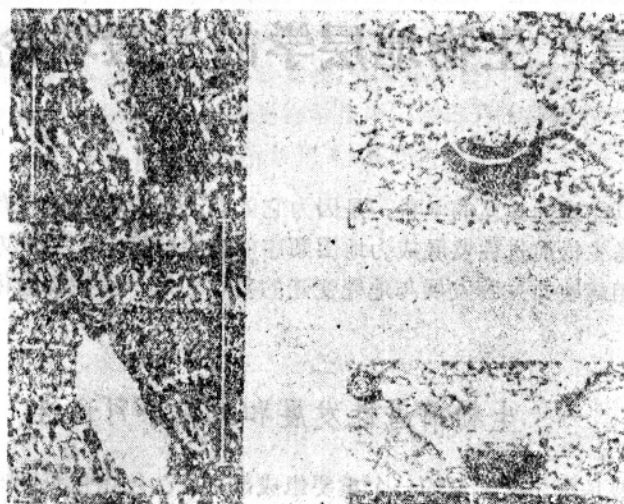


图2—2 在无花果树系(Fig Tree)浅燧石中发现的类似棒状细菌的物质。①棒状物, ②③球状物可看作棒状物的断面。图中线的长度表示 1μ , 图②的浅色外层被认为是双层的细胞膜 (据Barghoorn, Schopf, 1966)

美国明尼苏达州的Soudan页岩, 年龄测定为27亿年, 含许多碳质, 有的页岩含黄铁矿, 在黄铁矿中发现如图2—3的形态, 大小为 $0.8 \sim 1.5 \mu$, 推测可能是古老的兰藻或细菌。

在南非罗得西亚, 在年龄大约为27亿年的灰岩中发现碳质结构。人们认为是生物活动的产物。同样的结构, 也发现于北美和非洲其它地方。

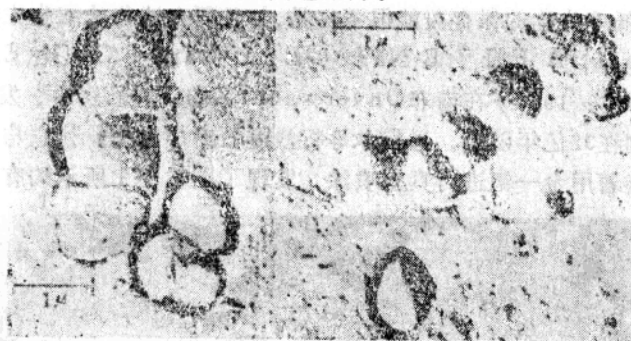


图2—3 Soudan页岩中的黄铁矿, 经研磨、氧化, 用钼和碳按复型法制成样品, 得电子显微镜照片 (据Cloud, 等, 1965)。

在加拿大安大略的Gunflint 浅燧石组底部的黑色浅燧石中发现很好的微化石, 岩石的年龄为19亿年。如图2—4、5、6, 有各种形态的有机体。其中星状结构被认为是水螅纲 (Hydrozoa) 的一种。

在美国密执安州休伦系, 时代可能在20亿年左右的铁矿层中发现形似杆状的铁细菌 (如图2—7)。杆线古铁细菌与现代的线状铁细菌很相象, 它们都有皮鞘。现代沼泽湖泊中

的铁细菌摄取可溶的二价铁，经过酶的催化作用氧化成不溶的三氧化二铁：

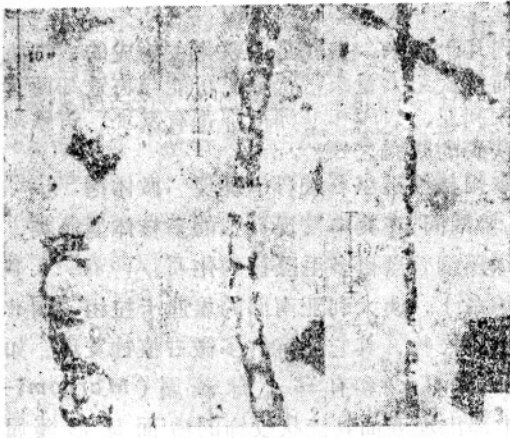


图2—4 Gunflint浅燧石中的纤维状结构。细胞由细胞壁分开（据Barghoorn等，1965）。（1，2）*Gunflintia grandis* Barghoorn，（3）*Gunflintia minuta* Barghorn。

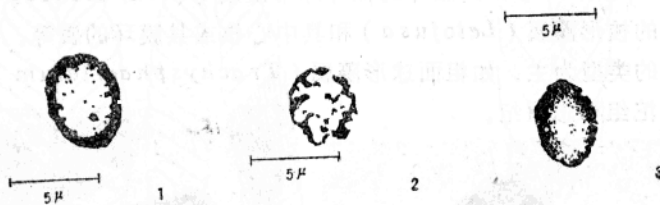


图2—5 Gunflint浅燧石中类似孢子的球形体（据Barghoorn等，1965）。（1）*Huroniospora microreticulata* Barghoorn，（2）*H. macroreticulata* Barghoorn，（3）*H. psilata* Barghoorn。



图2—6 Gunflint 浅燧石中的星状结构物（据Barghoorn等，1965）。（1，2）*Eoostrion simplex* Barghoorn，（3）*E. bifurcatum* Barghoorn。

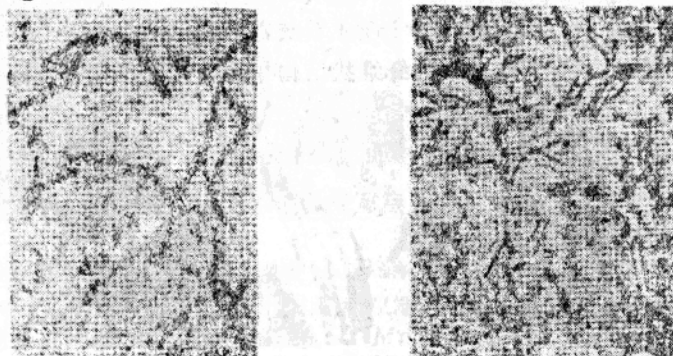
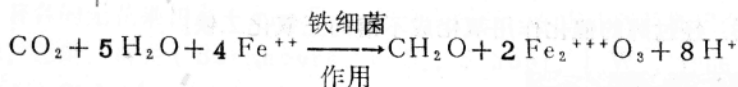


图2—7 美国密执安州元古代休伦系上部的铁矿层中的菌藻化石。（甲）铁细菌，星杆状（放大120倍）；（乙）兰藻，形如细丝，有时分叉（放大200倍）。



铁细菌是没有形成细胞核的单细胞，直径几微米到几十微米，皮鞘是以铁为主构成的，细菌可伸出皮鞘重新另建新鞘，旧鞘沉积水底。推测前寒武纪大量条带状铁矿可能与古铁细菌有关，这种铁矿在我国、美国、苏联、加拿大、澳大利亚、印度和非洲南部都有发现。古铁细菌比现代的铁细菌大得多，可能这是能形成巨型铁矿的原因之一。

1915年华尔科用高倍显微镜观察从美国蒙大拿州基维诺组石灰岩中发现“微体菌”。

我国华北雾迷山组的黑色燧石，大约12—14亿年期间，在其中发现真核的多核体型藻类，中央为中基，两测有许多轮状排列的侧枝，属于绿藻纲管藻目多毛藻科的化石。

我国的震旦系，苏联的里非界上部（包括文德系），澳大利亚南部的埃迪卡拉组，南非的纳玛系（？）都有迭层石的沉积，被认为是钙藻的产物，其它还有许多微古植物发现。如我国华北串岭沟组中发现光面小球藻属（*Leiominuscula*）和有环小球藻属（*Margominuscula*）等个体小于10微米的类型。在震旦系中部出现表面具疣状纹饰的糙面球形藻属（*Asperatopsosphaera*），具假环的拟环球形藻属（*Pseudozonosphaera*），两端延伸形成细角或长刺的梭形藻属（*Leiofusa*）和具中心核或具膜环的属等。在青白口统以个体较大，表面粗糙的类型为主，如粗面球形藻属（*Trachysphaeridium*）的一些种，此属也见于华南的陡山沱组和志留纪。

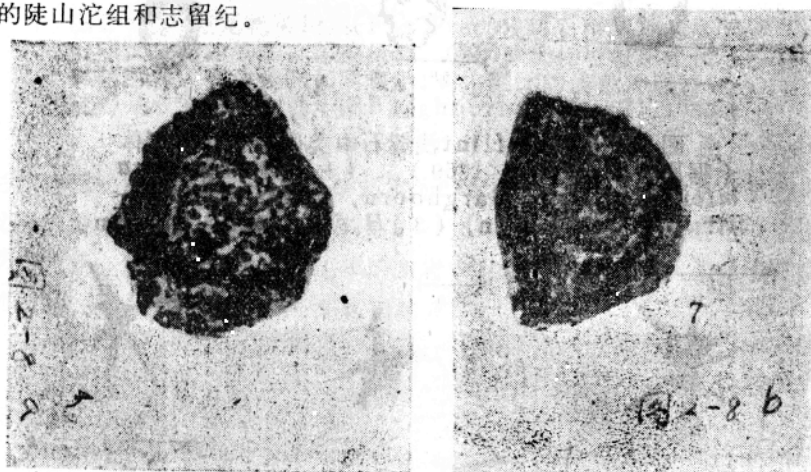


图2—8 前寒武纪的微古植物。a. 糙面球形藻属（*Asperatopsosphaera*），湖北震旦纪；b. c. 粗面球形藻属（*Trachysphaeridium*），湖北震旦陡山沱组。

澳洲中部的皮特泉（Bitter Spring）石灰岩中，巴洪、肖夫（1965）发现保存很好的多细胞及单细胞化石，有节的多细胞纤维状结构和无节的纤维状物（图2—9）



图2—9 在皮特泉石灰岩中发现的类似植物化石。1—2. 有节的纤维状物；3—4. 无节的纤维状物；5. 类似球状藻结构物。黑线长10μ（据Barghoorn, Schopf, 1965）。

澳洲南部埃迪卡拉山(Ediacara Hill)的崩德砂岩里发现最老的海相动物化石,其年代范围是5.9—7亿年。采集到种类繁多的化石,其中67%是腔肠动物门,包括水母,水螅,锥石,钵水母类的其它类别,珊瑚虫纲(海鳃类)的代表。环节动物门占25%。节肢动物占5%,包括甲壳类和似三叶虫类(或螯肢类)。以及其它亲缘关系不明的化石和痕迹化石。化石代表见图2—10。埃迪卡拉动物群的分子在弗林德斯山脉(距埃迪卡拉山不远),在西南非洲纳马岩系的库比斯石英岩,英国莱斯特郡强伍德森林(Charnwood forest)地区,瑞典北部的托内湖区,乌克兰西南部(波多利亚),俄罗斯北部莫斯科东北的亚连斯克,西伯利亚北部“文德杂岩系”以及中国湖北峡东地区都有发现,地理分布见图2—11。这些地区都记载了可靠的后生动物化石。

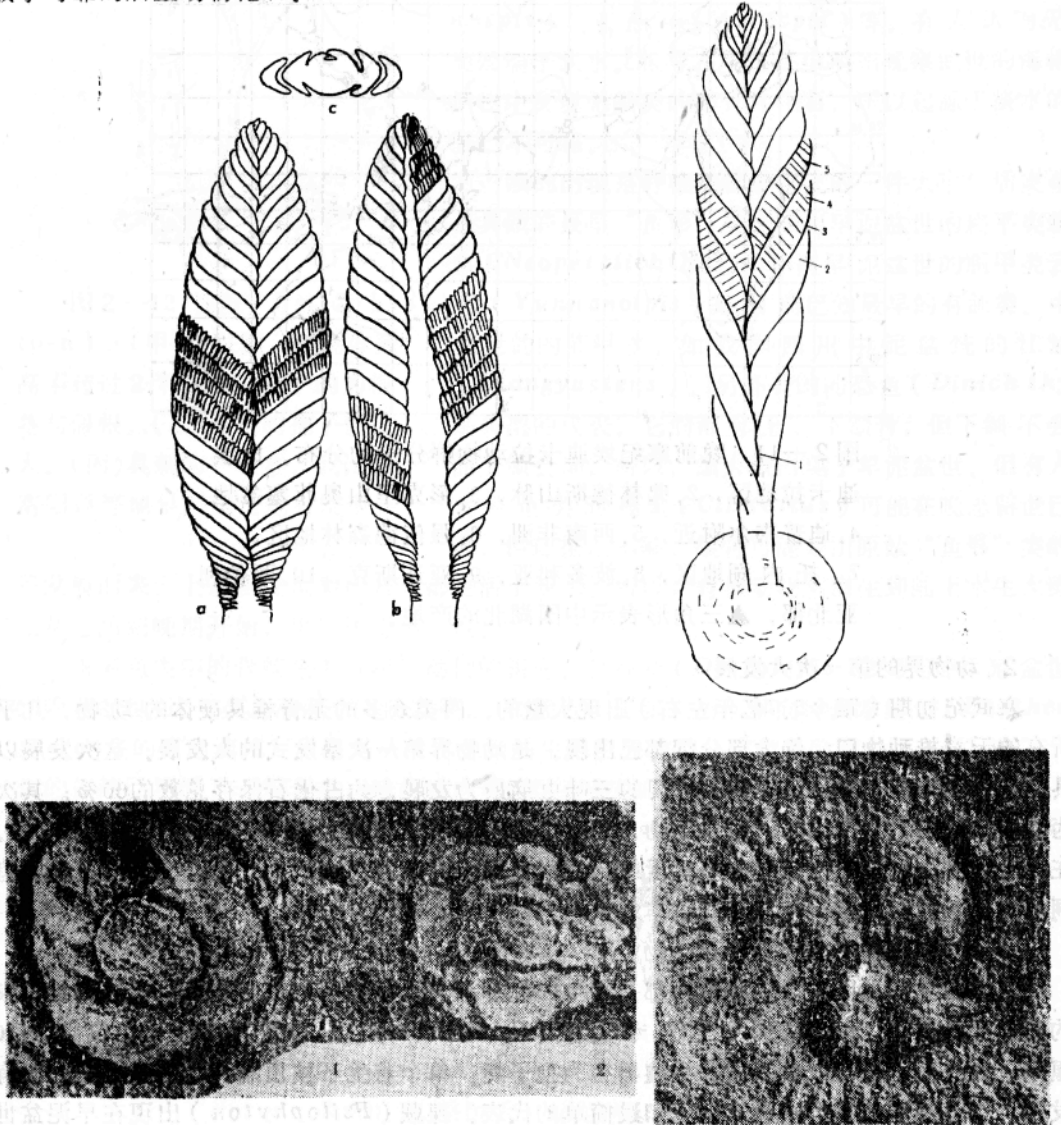


图2—10 埃迪卡拉动物群化石代表。A. *Rangea longa*, a—腹视, b—背视, c—沿横线的断面, 产于埃迪卡拉地区, $\times 0.5$ 。B. *Charnia*, 英国强伍德森林地区及中国湖北等地。C. *Medusinites*, 埃迪卡拉地区, $\times 2$ 。D. *Tribrachidium*。A—B属于海鳃类; C. 为水母类; D. 分类位置不明。