

叠层石研究的新进展——微生物岩

梁玉左 朱士兴

(内蒙古第一区域地质研究院)(地矿部天津地质矿产研究所)

高振家 杜汝霖 邱树玉

(中国地质科学院) (河北地质学院) (西北大学)

摘要 1992 年 10 月在天津召开的国际叠层石讨论会暨 IGCP 261 项全体会议上的资料表明,近年来在世界范围内的叠层石研究又取得许多重要进展。叠层石是底栖微生物群落(BMCS)^①与碎屑或化学沉积物之间相互作用而形成的生物沉积物的主要代表。

在我国,以叠层石为代表的微生物岩在不同时代地层中,尤其是元古宙地层中分布十分广泛。为了发展地质学、古生物学和沉积学的理论和新的找矿、找油方法,中国各有关地质学家对微生物岩开展全面的研究,积极参加 IGCP 344 项——《微生物岩隆的生物沉积学 and 对比》工作,是一个十分重要的途径。

1993 年 2 月由“国际地质对比计划(International Geological Correlation Project 简称 IGCP)”执行局批准的新项目为 IGCP 344 项,简称《微生物岩隆的生物沉积学 and 对比(Biosedimentology and Correlation of Microbial Buildups) 1993—1998》。它是上一个项目 IGCP 261 项《叠层石(Stromatolites) 1987—1992》的延续和发展,是叠层石工作的进一步深化研究。鉴于我国元古宙时期各种微生物岩的大量发育和广泛分布,故有必要将这项研究工作的情况,结合微生物岩的一些资料作概括性介绍,让有关研究者和区域地质填图工作者能对这一领域有所了解,并进而能引起各有关方面注意和达到开展研究的目的。

1 微生物岩的一般概念

微生物岩(Microbialites)为澳大利亚学者 R. V. Burne 和 L. S. Moore 于 1987 年正式命名^[1],意指由底栖微生物群落作用或影响下所形成的沉积岩石。微生物岩以各种微生物碳酸盐岩为代表,但还有其它的岩类,如磷块岩、硅质岩和铁质岩等。

微生物岩(包括未成岩的沉积物)常是孤立或紧密相连的丘状体或平坦的层状体产出。丘状体统称为微生物岩隆(Microbial buildups),也称微生物泥丘(Mud mounds^②),包括文献上所称的各种藻礁、藻粘岩、藻灰华、藻丘、海滩岩、叠层石、叠层石岩礁等;层状体即微生物纹层石(Microbial laminarites)包括文献上所描述的藻席、层状叠层石和隐藻纹层碳酸盐等。上述微生

① BMCS 系 Benthic Microbial Communities 的缩写,以下同。

② Mud mounds 按字义仅指“泥丘”而言,由于它多为灰质或钙质,故我国研究者多译为“灰泥丘”或“钙泥丘”,此处按成因又可译为“微生物泥丘”。

物岩的产出形态还有另外一些术语来描述,例如文献上常见的礁体、生物礁(Bioherms)和生物层(Biostromes)^①等。但“礁体”不但规模大,而且还有专门的沉积相(系)特点,生物礁和生物层也一般用来描述生物残余(骨骼)所形成的沉积物,因此,它们用来描述微生物岩似不妥。为此,Burne 和 Moore 于 1987 年建议用微生物岩礁(Microbial lithoherms)和微生物岩层(Microbial lithostromes)来描述微生物岩的产出状态,以此与通常的生物礁(Bioherms)和生物层(Biostromes)相区别。

与微生物岩成因有关的微生物群落,主要是底栖微生物群落(BMCs)。根据现代资料,它们通常包括光合原核生物(即蓝藻或称蓝绿藻,现国外划归细菌门,称为蓝细菌或译为蓝藻菌)、真核微体藻类(即除蓝藻以外的其它微体藻类,均属真核生物)、化学自养和异养微生物(即细菌的复杂生态组合)。底栖微生物群落通常以三种组合方式与沉积物相互作用:一是薄膜状(Films),在薄膜中底栖微生物群落散布在松散固结的碎屑沉积物中;二是席状(Mats 另译丛状),在席中底栖微生物与被捕获和粘结的碎屑沉积物形成一关系紧密的组合;三是结块状(Indutated masses),常为灰岩,由与底栖微生物群落密切相关的矿化作用所形成^[1]。

对于在微生物岩形成过程中的具体作用,Burne 和 Moore(1987)以及 Riding(1991)都曾以钙质微生物岩或微生物碳酸盐为例进行过详细研究,大致可归纳为三种主要方式:一是微生物对碎屑沉积颗粒的捕获和粘结作用;二是有机组织的生物矿化作用(指微生物于生长期内在生物体内或有机组织内的矿物沉淀作用);三是无机矿化作用,即矿物在生物和/或沉积物表面上的沉淀作用^[1,4]。此外 Burne 和 Moore(1987)还提到了一种骨骼钙化作用,但该作用对大多数微生物岩的形成来说无需考虑。上述三种作用方式对大多数微生物岩的形成都起着作用,其区别在于某种作用对某种微生物岩则是更主要的作用。例如叠层石的形成过程中微生物对碎屑沉积物的捕获和粘结则起着最主要的作用等等。

根据成因,Burne 和 Moore 在 1987 年对微生物岩作出如下定义:“微生物岩是生物沉积物,即由底栖微生物群落捕获和粘结碎屑沉积物和/或它们成为矿物沉淀中心而形成的沉积物。”^[1]。显然,微生物岩与主要由钙藻骨骼大量堆积而形成的“钙藻灰岩(Calcateous algal limestones)”有着本质的不同。因此,早在 60 年代 J. D. Aitken(1967)就曾对现含义的微生物灰岩提出用“隐藻灰岩(Cryptalgal limestones)”的术语来区别于钙藻灰岩。^[5]但从今天来看,一方面在各种隐藻灰岩形成过程中起主要作用的蓝藻在国际上已不再归于藻类,而是归于细菌,称为蓝细菌;另一方面,隐藻岩石中除碳酸盐岩外,还有磷质、铁质和硅质等其它岩石。因此,该术语显然不如微生物岩一词更能反映和概括客观的实际情况。

关于微生物岩的分类,目前国外已有两种分类方案:一是 Burne 和 Moore 提出的,分类依据主要是微生物岩的不同内部结构,可称为结构分类^[1]。该分类主要有叠层结构(面状纹层结构、核形结构(同心纹层结构)、凝块结构、隐生结构(不明显的斑状或补钉状结构)和球粒结构。与这些结构类型相对应的微生物岩可分为:叠层石、核形石、凝块石、隐生石^②(或隐生岩)和(或球粒岩)五大类。

另一种方案是 Riding(1991)根据研究微生物碳酸盐各方面标志提出的,他综合考虑了微生物岩的内部结构、宏观构造和微生物为沉积物之间的作用方式和特点等进行分类。可称为综

① Bioherms 和 Biostromes 已往曾译为“生物岩礁”和“生物层礁”^[2,3],按字义此处应译为“生物礁”和“生物层”为好。

② 此隐生石应包括前苏联学者所称花纹石(Catagraphia)和本文前述的微生物泥丘(Mud mounds)等。

合分类^[4]。按此方案,底栖微生物碳酸盐沉积的主要类型如下:

1、叠层石:宏观上呈纹层状的底栖微生物沉积。

(1)粘结叠层石:由微生物对微粒状沉积物的捕获或粘结作用而形成。

a. 细粒而纹层发育良好的叠层石;

b. 粗粒而纹层发育不好的叠层石。

(2)石灰华叠层石:为矿物在有机组织上的沉淀作用,即无机矿化作用而形成。

(3)骨骼叠层石:由微生物的原位钙化(矿化)作用而形成(微生物是钙质化石保存)。

(4)陆表叠层石:在干燥环境中主要由矿化作用而形成的纹层状微生物沉积(如钙质结壳等)。

2、树枝石:宏观上呈树枝状的底栖微生物沉积,无纹理,由生物矿化作用形成,主要指 Epiphyton 而言。

3、凝块石:宏观上呈凝块状的底栖微生物沉积,没有纹层理。

4、石灰华(钙华):具树枝状宏观结构的层状微生物沉积(即细菌或蓝细菌成因的丛状结构)。

5、隐微生物碳酸盐:具微晶、凝块、似球粒或亮晶微结构,但缺乏明确宏观结构的微生物沉积。

上述两种微生物岩划分方案,以 Burne 和 Moore 的结构分类方案较简单明了,也比较实用;Ridung 的综合分类方案较为详细,但把石灰华等主要由无机矿化作用形成的构造也包括在内,似乎范围过宽。由于我国对微生物岩研究尚未进行系统工作,现在只能以结构分类方案先行工作为好。

微生物虽然仅在少数特殊条件下才能成为化石被保存下来,但反映微生物群落及其生态系统的微生物岩则广泛存在;又由于微生物岩形成过程中的特殊作用以及所保存的特殊结构、构造等,它们往往与某些金矿的富集和油、气田的形成有密切关系。因此,微生物岩研究对查明地球,特别是前寒武纪的生命活动、生态系统特点、古气圈、古水圈的演化,以及有关的找矿、找油工作等都有着十重要的意义,并已成为当前地质—古生物研究中的前沿学科之一。我国的微生物岩报道甚多,尤其是在元古宙地层中分布十分广泛,并与某些重要的矿产和油田有关。如我国北方内蒙古中部的白云鄂博式铁、铌、稀土矿床和河北省中部、北部的任丘油田、宣龙式铁矿等,都是分布在与元古宇有关的微生物岩地层中^[6,7]①②。因此,在我国尽快的开展微生物岩研究工作,将是刻不容缓的任务,是今后找油、找矿的重要思路和途径。

2 IGCP 162 项研究暨国际叠层石讨论会的主要内容和成果

1992 年 10 月在天津召开的国际叠层石讨论会所取得的成果丰富,它是在 IGCP 261 项——《叠层石》研究基础上召开的,可以认为如果没有该项研究工作,也就不可能有国际叠层石讨论会的召开。现将这两项内容和成果介绍如后。

2.1 IGCP 261 项——《叠层石》研究的历程和取得的成果

① 王定一,1993,“沧县隆起地区中上元古界油气勘探前景分析”,未刊资料。

② 杜汝霖,刘志礼等,1991,“冀西北长城纪宣龙式铁矿中微化石发现及其成矿作用的探讨”,待刊。

该项研究工作始于 1987 年,至 1992 年,在天津召开的全体会议结束后。前期负责人为 R. V. Burne,当时确定的研究内容主要是叠层石的生物学、沉积学和地球化学等,由各国研究者分别进行如下的研究课题:1. 通过对现代藻席的研究来了解形成叠层石的微生物学机制;2. 研究现代和古代叠层石的生长环境;3. 研究叠层石的命名和分类方案;4. 研究叠层石的生物地层学意义等。这期间所发表的《微生物岩:底栖微生物群落的生物沉积物(Microbialites;Organosedimentary Deposits of Benthic Microbial Communities)》一文,就是有代表性的重要成果。该项目后期工作,自 1989 年改由美国学者 S. M. Awramik 领导,因而其工作重点有所变化,主要任务一是编写《叠层石及其有关构造的研究手册》,以统一叠层石的工作方法、名称术语和分类标志;另一是起草《叠层石命名法规》,以统一叠层石的分类和命名原则、标准。

自 IGCP 261 项——《叠层石》研究开展工作以来,总计有 24 个国家和地区的 171 位专家学者参与这项研究工作,共计有 170 余篇(部)论文和专著发表。现基本上查清了叠层石的成因、概念,并统一了研究者的认识,在微生物岩(或微生物岩隆)这个为绝大多数研究者所接受的总述语前提下,再进行更为深入和宽广的微生物岩全面研究工作,即前述的 IGCP 344 项研究工作。

2.2 国际叠层石讨论会的主要内容和成果^①

本次讨论会共计收到论文近 40 篇,在大小会上得到充分的讨论和交流。综合会议提交的论文和大小会议上的报告,这次讨论会交流和讨论的要点如下:

2.2.1 湖泊相的叠层石研究

本次会议关于湖泊相叠层石研究论文可以美国 S. M. Awramik 的“湖相叠层石在解释前显生宙叠层石方面的作用”和澳大利亚 K. Grey 等的“西澳普里斯顿湖湖相环境中的锥叠层石”两篇论文为代表,他们的主要结论:1. 现代海相叠层石中的造叠层石微生物主要是真粒微藻类(非蓝藻门的藻类),有关沉积物以砂级的生物碎屑为主,硅体内部基本层(纹层)不发育,叠层体的分叉少而简单,因而和前显生宙叠层石的特点有很大的不同;2. 相反,现代和较老的(中、新生代)湖泊叠层石,其造叠层石微生物以原核生物(即蓝细菌)为主,沉积物主要为泥级碳酸盐,硅体内部的基本层发育,叠层体的分叉较多,形态复杂,也能形成典型的锥状叠层石,因而和前显生宙的叠层石极为相似;3. 这些证据表明前显生宙叠层石可能是形成在与现代或时代略早的湖相沉积环境中,而与现代的海相沉积环境完全不同。

根据已往的绝大多数研究资料,对前显生宙叠层石,一般认为是形成在海相的沉积环境中,而根据上述的研究资料,则认为它可能是存在于湖相或与湖相环境相近似的海相沉积环境中。虽然,这是一种新认识和新观点,它对我们如何理解前显生宙叠层石的所谓海相沉积环境有重要的启发意义。

2.2.2 前显生宙叠层石的形成环境及其与微生物的关系

已往由于在前显生宙叠层石研究中很少发现微生物化石,因而从成因机制上来探讨前显生宙叠层石的资料很少。近年来由于在叠层石微生物研究中的手段方法的进展,在使用较高倍显微镜观察下获得不少的微生物资料,因而,在本次讨论会上这方面资料能成为重点的讨论内容之一。该研究成果可以我国学者曹瑞骥和朱士兴的“华南黔中震旦系陡山沱组中的微生物及它们与三种形态磷质叠层石的关系”和“论元古宙叠层石与微生物的关系”两篇论文为代表。前

^① 本节主要是依据 1992 年 10 月在我国天津大学召开的国际叠层石讨论会上论文摘要综合节选而成。

者以晚元古代震旦纪的资料为基础,后者以中元古代长城纪和蓟县纪的资料为基础,两者都从叠层石中的微生物化石和有关的沉积相资料,分别从相区和相序两方面的角度,来讨论叠层石的形态、微生物和沉积环境三者之间的关系,即对叠层石形态成因机制方面的研究。两文的论点基本上一致,都认为不同形态的叠层石,虽然是由不同的微生物群落所形成,但两者又统一受不同的沉积环境所制约,即在不同的环境条件下有不同的微生物群落的分布。不同的微生物群落和不同环境条件下的不同沉积作用才联合形成不同的叠层石类型。这是从成因机制的角度,而不是单纯从形态学的角度来研究、探讨前显生宙叠层石的资料。显然,这在前显生宙叠层石研究中前进了一大步,反映了在叠层石研究中的新进展和新水平。

2.2.3 叠层石鉴定标志方面的定量化研究

当前,叠层石在分类、命名方面的混乱现象相当严重,这直接影响了叠层石资料的交流和在使用上的困难,是叠层石研究中的重大难题之一。要解决这方面困难,除制定叠层石的统一命名法规外,并将叠层石鉴定标志的定量化也是应予考虑的途径之一。这方面成果可以我国张昉等的“叠层石组构图象的空间频谱分析”研究为代表。该成果提出用光学处理和数据处理相结合的方法来分析研究叠层石图象的新方法。他们通过对假裸枝叠层石14个形(种)的模式照片(图象)分解研究后表明,叠层石组构的主要形态学特征在其图象的频率谱上都有相应的反映。因此,认为空间频率功率谱分析结合数据处理是识别和划分叠层石组构型式的一个有效途径。显然这是在叠层石研究方法上的新思路和新途径。

2.2.4 叠层石的生物地层学意义研究

这方面的论文较多,可以俄罗斯学者 M. A. Semikhatov 和我国学者梁玉左、邱树玉等人的“欧亚北部晚前寒武纪叠层石的分异度”、“华北地台西缘中元古代地层积叠层石研究”和“华北地台南缘和西缘的中元古代微小型叠层石”等研究成果的代表。他们一致认为叠层石在一定范围内的生物地层学意义是勿容置疑的,特别是那些以假裸枝叠层石(Pseudogymnosolen)为代表的微小型叠层石,不仅在我国的1200~1400Ma年地层中有广泛的分布,而且在欧亚北部的情况也大致如此。因此,它们可以作为在大范围内的区域地层划分、对比的标志,是有效的地层对比依据。对比引起与会者的广泛兴趣,成为本次会议的热门话题之一。

2.2.5 微生物在微生物泥丘和巨型、超巨型叠层石形成过程中的作用研究

微生物泥丘是微生物岩中的重要组成部分,一般的微生物岩仅指此而言,它在自然界中有广泛的分布,是生物泥沉积学中的典型代表。法国学者 C. L. V. Monty 通过对显生宙泥丘构造研究后,指出微生物在泥丘构造的形成和后来的演化过程中都起着重要的作用。

巨型和超巨型叠层石是指那些宏观高度(指形成时隆起高度)在1~10m和10m以上的特殊类型叠层石。英国的 R. Riding 曾对它进行了专门研究,认为这些特殊类型的叠层石是由于微生物大量捕获或沉淀作用,或两者共同作用的结果。其中对巨型叠层石可能是微生物的捕获作用占优势;而对超巨型叠层石则可能是微生物的沉淀作用为主导。

上述两方面研究成果,使人们对微生物沉积作用的类型和方式又有进一步的了解,这大大的开扩了我们的眼界和思路。

2.2.6 叠层石成矿作用的研究

叠层石的成矿作用是当前研究者对其探讨的热门内容之一。会议收到铁质和磷质叠层石论文若干篇,另外,还有铅锌矿的叠层石论文。其中以我国胡华斌的论文“宣龙式铁矿铁质叠层石和核形石的形成环境”最具代表性。在会上引起国外代表的浓厚兴趣和热烈讨论。争论的焦

点是组成叠层石的赤铁矿为原生沉积还是次生交代的问题。

除上述六方面的研究内容外,本次会议还讨论了现代藻席和叠层石的关系,寒武纪叠层石的古生态现象和礁体特征等方面的内容。总之,这次讨论会参加者一致认为是成功的,它大大推动了叠层石研究的进程,代表了当前国际上在叠层石研究上的新方向、新进展和新成果,正如 IGCP 261 项主席 S. M. Awramik 教授在最后总结的那样:“这些文章和报告对当前的叠层石研究,在许多方面都提供了新知识,从科学的角度上看,它证明了本次叠层石讨论会和 IGCP 261 项研究工作者获得了真正的成功,是我们的最大收获。”

3 IGCP 344 项—《微生物岩隆的生物沉积学 and 对比》研究简介^①

该项目全称为《前寒武纪和显生宙微生物岩隆的生物沉积学和比较:成因、演化、变异和对比(Comparative Biosedimentology of precambrian and Phanerozoic Microbial Buildups; Genesis, Evolution Biodiversity and Correlation)》,简称为《微生物岩隆的生物沉积学 and 对比(Biosedimentology and Correlation of Microbial Buildups)》。此为法国 Nantes 大学生物沉积学实验室的 C. L. V. Monty 教授建议和主持的研究项目,并于 1993 年由 IGCP 执行局批准。从上一个研究项目 IGCP 261 项的研究情况看,它虽然取得了很大的成就和进展,但还有一些重要的问题,需要进一步的研究解决,故是该项目的延续和扩展。目的在于继续协调和鼓励在全球范围内对叠层石和其它的微生物岩进一步开展在成因、性质和意义等方面较深入的研究和认识。从而能更深入地探讨生命的起源、演化和生物圈的发展历史,并阐明各种微生物岩在地质、生物和经济作用等方面的意义。

本研究项目所要研究解决的问题和内容主要有如下几点:

1. 用“渐进分析法”来总结研究从太古宙到文德和从寒武纪到新生代的微生物岩形成特征和演化规律。如对叠层石、核形石、凝块石和微生物泥丘等的全球性分布规律和在地质历史中的演化特征;了解其生态系统的情况和形成机制等,以阐明叠层石与有关岩隆之间的关系和发展历史。

2. 加强对太古宙叠层石的研究工作,以扩大人们对太古宙叠层石的知识范围,提高对它的认识水平,并进一步了解叠层石是否只限于在太古宙以后产生,在 3850Ma 以前的冥生宙能否存在。

3. 从岩石学、形态学来分析研究海相和非海相叠层石的特点和彼此间的区别,论述它在显生宙以来各时期中的特征,特别是自中生代以来叠层石显著减少的突出变化及和磷质叠层石的关系等等。

4. 研究白垩纪以后海相叠层石显著减少的原因,搜集有关这方面的证据,研究叠层石中有关这方面的可能变化,以期获得论述这一问题的实际材料。

5. 进一步研究现代叠层石的微生物学问题,在叠层石形成过程中都有些什么微生物参加,形成机制怎样? 什么微生物在死亡后可形成为化石,这或许能研究清楚叠层石的成因机制。

① 本节主要依据 1992 年 10 月在我国召开的《国际叠层石讨论会暨 IGCP 261 项全体会议》上的未来 IGCP 344 项负责人 C. L. V. Monty 教授对该项目的发言和有关材料撰写而成。

6. 以实际材料来研究论述叠层石在地质历史中的演化关系及其所在层位的沉积环境和生成条件,分析研究有关这一方面的最直接证据。

7. 对非海相的生物隆起现象进行客观的描述、分析、研究它的宏观构造、显微结构和沉积环境等各方面特征,了解底栖微生物群落在其形成过程中的作用,以增进人们对这一方面的知识领域。

8. 研究太古宙海相和非海相的生物沉积物,找出识别它的特点,了解它的各方面情况,现人们对它的认识还很不充分,有关这方面的知识了解不多,有待今后深入工作。

9. 研究古太古代出现的凝块状和碳酸盐质的微生物泥丘,了解它的分布情况、演化关系,以及其它方面的特征等等。

10. 研究元古宙时期的微生物泥丘及与此有关的隆起物等等,这可能包括有机的和无机的多种类型沉积物,即一般所指海底隆起的非正常沉积现象。对此,已往多认为是无机沉积物,由于人们对这方面知识的深化,现在认为这方面的沉积物是有机的。

11. 研究微生物岩的成因机制,性质和建造模式等等,特别是微生物岩在前寒武纪是怎样形成的,微生物化石又是怎样在硅化沉积物中被保存下来,这在晚前寒武纪时期有着重要的实际意义。

12. 根据现代微生物泥丘沉积形成的实际材料,来分析、研究从寒武纪—新生代以来的微生物泥丘沉积形成的特点和演化规律,其中特别是新生代以来的微生物泥丘生长发育情况等。

13. 根据现代沉积、生长发育的实际资料,如用现代在生长或死亡的叠层石和藻席资料,来验证、论述据“渐进分析法”所获得的关于微生物岩的系统演化规律和形成发展历史。

14. 研究现代的磷酸盐沉积过程和形成环境,了解其中藻席是在什么情况下发育存在,生长环境怎样?以说明形成磷酸盐时,为什么在一些情况下有藻席,而又在另一些情况下则没有藻席。

15. 分析研究微生物岩的分类方案,对此,虽有一些不同的分类方案提出;但还存在不少问题,对建立一个科学的而又为广大研究者所接受的系统分类方案,将是一个很艰巨的任务。

上述15项研究要点,是本研究项目的最主要研究内容。主要目标是发展微生物、微生物生态、古生物、古生态、地球化学、沉积学和结晶学等各方面专家之间的密切联系和合作,以便能深入研究从现代到太古宙之间的各个时期中,在不同环境条件下的微生物岩生态、类型和微构造等各方面的实际资料,特别是对显生宙微生物岩的研究。要鼓励上述专家能用现代的相分析、矿化作用和生物结晶等方面的技术和理论,来研究、分析对微生物岩的理论解释,最终目的是寻找与微生物岩有关的矿产资源。

对微生物岩研究项目的预期成果,主要有两点:一是阐明叠层石和其它的微生物岩在随时间和空间的演化和分布规律上的生态学特点;区分微生物岩在反映底栖微生物群落的演化性质,形成环境和沉积作用之间的相互作用和关系;确定微生物岩,特别是叠层石在地质发展史上的总的趋势和演化方式,并应用这些知识来进行地质对比和古生态学方面的研究。二是综合分析研究叠层石和其它微生物岩在随时间演化规律上的时空分布特点和先后的出现方式,以便应用于古地理研究。

4 我国微生物岩的分布概况和研究意义

微生物岩特别是元古宙微生物岩在我国十分发育,它在不同地区和不同构造单元中都有极为丰富的发现。其中不但它的代表性类型叠层石丰富,就是其它的类型如核形石、凝块石、球粒石、隐生石和各种的微生物粘结岩等也很丰富。微生物岩分布最广的构造单元,现知是中国北方的华北地台,其次为华南地台和秦岭褶皱系。在华北地台上,它不但在其北部和东北部的燕山和辽宁省北部的清河地区有广泛的分布,在其中部、南部和西部的中条山、太行山、小秦岭、鄂尔多斯、贺兰山和阴山等地也都有分布^[2,8,9]。最近更在华北地台北缘西段的白云鄂博到四子王旗的东西一线,在典型的白云鄂博群中也发现有丰富的微生物岩,并与燕山地区的中元古代高于庄组到雾迷山组在岩性、岩相和叠层石组合等方面极为相似,其中找到大量的微小型叠层石^[6]。如果华北地台北缘西段和东段形成时为统一的整体,处于类似于陆表海的相同沉积环境中,则其东西的延伸长度可达 1000km 左右,南北的宽度也有 100~200km。可见其分布面积相当广泛,不但是我国微生物岩分布的重要地区,也是世界上微生物岩分布的主要地区之一。在华北地台的西部和南部,如果当时沉积范围也为统一的整体,则其南北长度也应有 500~600km,东西宽约 300~400km 的微生物岩分布。尽管各地的情况不尽相同,但其地层的厚度较大,延续的时间较长,并多为含有微小型叠层石的沥青质碳酸盐岩所组成的特点很突出,各地的情况基本相同。

关于其沉积时限,如果中元古代高于庄组的底界为 1600Ma^[10],到雾迷山组中、上部的时限应为 1200Ma,则其延续的时间为 400Ma 左右,关于其具体厚度,若以这种含有微小型叠层石的沥青质碳酸盐岩特征为对比标志,则各地厚度一般多在 500~600m 到 1000 余 m。最厚处在燕山东段的宽城到蓟县一带,可达 3000~5000m 以上,超过华北地台上的自显生宙以来任何段代海相地层的厚度。据此很容易把它从显生宙地层中区分出来,如最近研究的内蒙古中部地区的白云鄂博群中 H₆—H₈ 岩段,则可据此特征和华北地台上的中元古代地层相对比,而不能和任何早古生代地层相对比^[11],更不能和其它的显生宙地层对比。

上述地区微生物岩中的叠层石工作,在中、上元古界(震旦亚界或上元古界)会战和上一阶段 IGCP 261 项研究工作以来,已较高级别的研究和总结,在成因机制方面也取得了一定的进展^[2,3,8],但其它类型的微生物岩则基本上未进行系统工作。因此,我国极需要开展微生物岩的全面研究工作,以跟上当前国际上对微生物岩研究在形成热门的总趋向。

从现有的微生物岩研究资料来看,它本身就是有用的矿产资源和容矿岩体。如石油的形成,有的就与微生物岩有着密切的关系,它本身既可能是生油母岩,又可能是很好的储油岩层。已知微生物岩中的微生物泥丘构造,是良好的储油层位和铅—锌矿的容矿体,具有重要的经济意义。对我国中元古代高于庄组到雾迷山组含有微小型叠层石的沥青质碳酸盐岩层位,已有相当多的地点发现油苗现象,有的研究者则认为这是很好的生油层位;著名的任丘油田,其储油层位则是在中元古代的雾迷山组中。因此,开展我国的微生物岩研究工作,不但具有一定的科学价值,还将具有重大的经济意义。将开创微生物在沉积作用和成矿作用方面的新思路,促进我国对微生物沉积学这一新的边缘学科的完善和发展。

5 结束语

虽然在近30多年来,人们对叠层石性质、分类、描述和应用等各方面研究都已取得了显著的进展,刚结束的IGCP 261项——《叠层石》研究又进一步提高了对叠层石的认识,但在叠层石研究领域中依然存在着许多亟待解决的问题。

Burne和Moore(1987)提出的用“微生物岩”这一术语来概括在微生物沉积作用过程中所产生的各种形态、结构和成分的微生物沉积物,是具有十分重要的意义。这一术语的提出不仅使单一的叠层石研究发展到对整体的微生物岩研究,而且,反过来必将促进对叠层石和其他类型微生物石的更高层次的认识。因此,对微生物岩的研究,完全可以看作是叠层石研究中的一个新阶段和新标志,是叠层石研究的扩展和延续。

我国的叠层石分布十分广泛,其它类型的微生物岩也有丰富的发育,不仅有大量碳酸盐和各种类型微生物岩,而且还有一些与沉积矿床形成密切相关的含矿微生物岩。因此,“微生物岩”术语和概念的引进和应用,必将迅速的推动和促进以微生物岩为中心的新的IGCP项目(IGCP 344项)的研究工作。它不仅能促使我国赶上国际上的研究趋势,进一步推动我国叠层石和其它类型的微生物岩研究工作,并且也将能更有成效的推动相邻学科和地质找矿事业的发展,使我国的地质事业前进一步。

6 主要参考文献

- [1] Burne R. V. and Moore L. S., 1987, Microbialites organosedimentary deposits of benthic microbial communities, *Palaios*, 1987, V. 2, P. 241—254.
- [2] 朱士兴等, 1993, 中国叠层石, 天津大学出版社, 天津。
- [3] 邢裕盛、段承华、梁玉左、曹仁关等, 1985, 中国晚前寒武纪古生物, 地质专报, 地质古生物, 第2号, 地质出版社。
- [4] Riding R. (ed), 1991, Calcareous algae and stromatolites, chapter 2, Classification of microbial carbonates.
- [5] Aitken J. D., 1967, Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites, with illustrations from the Cambrian and Ordovician of southwestern Alberta, *J. sedimentary petrology*, V. 37, P. 1163—1178.
- [6] 梁玉左、王棋、杜汝霖, 1993, 内蒙古白云鄂博群中微小型叠层石(Microstromatolites)的构造变形及其地质意义, *中国区域地质*, 第3期(总46期), 229—238页。
- [7] 张录易, 1991, 叠层石与沉积矿产的关系, *中国地质科学院西安地质矿产研究所刊*, 第32号, 71—86页。
- [8] 梁玉左、曹瑞骥、张录易等, 1984, 晚前寒武纪假裸枝叠层石, 地质出版社, 北京。
- [9] 邱树玉、梁玉左、曹瑞骥、张录易等, 1992, 晚前寒武纪叠层石及相关矿产, 西北大学出版社。
- [10] 孙大中、陆松年, 1985, 中国前寒武系划分, *中国地质科学院院报*, 11号, 17—36页。
- [11] 冯增昭等, 1990, 华北地台早古生代岩相古地理, 地质出版社。

NEW PRIGRESS IN THE STUDY OF STRATOMALITES ——MICROBIALITE

Liang Yuzuo, Zhu Shixing, Gao Zhemjia, Tu Rulin and Qiu Shuyu

Abstract

The data and materials from the International Symposium on Stromatolites and the
(下转第43页)

- [16] Muhling, J. R. , 1990, The Narryer gneiss complex of Yilgarn block, western Australia; segment of Archaean lower crust uplifted during Proterozoic orogeny. *Journal of Metamorphic Geology*, 8, 47—64.
- [17] Nisbet, E. C. , 1987, *The Young Earth: An Introduction to Archaean Geology*, Allen & Unwin, Inc. , Boston.
- [18] Sandiford, M. , 1989, Horizontal structures in granulite terrains; a record of mountain building or mountain collapse? *Geology*, 17, 449—452.
- [19] Sengupta, S. , Paul, D. K. et al. , 1991, Mid—Archaean evolution of the eastern India craton; geochemical and isotopic evidence from the Bonai pluton. *Precambrian Research*, 49, 23—37.
- [20] Smith, M. S. , Dymek, R. F. et al. , 1992, Petrogenesis of Archaean Malene supracrustal rocks, NW Buksefjorden region, West Greenland; geochemical evidence for highly evolved Archaean crust. *Precambrian Research*, 57, 49—90.
- [21] Van Reene, D. D. , Roering, C. et al. , 1990, The granulite—facies rocks of the Limpopo belt, southern Africa. In: *Granulites & Crustal Evolution* (eds. D. Vielzeuf & Ph. Vidal). Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

THE LATE ARCHEAN GEOLOGICAL EVENTS SERIES OF THE HENGSHAN METAMORPHIC TERRAIN AND ITS SIGNIFICANCE FOR CRUSTAL EVOLUTION

Li Jianghai and Qian Xianglin

Abstract

Detailed structural—lithologic mapping in typical sectors of the Hengshan metamorphic terrain indicates that there exist basement complexes of the Archean Wutai Group in the terrain. During the Late Archean to Early Proterozoic the terrain underwent the event of formation of supracrustal sequences and emplacement of plutons and polyphase structural deformation (folding and shearing) and metamorphism. Among other things, large—scale subhorizontal shearing resulted in superimposition of different structural units and anatexis of basement complexes. Geological events series recorded accretion, differentiation and finally cratonization of the continental crust and subsequent continental rifting in the Early Precambrian in the Hengshan area.

(上接第 65 页)

Plenary Meeting of IGCP Project 261 held in Tianjin, China, in October 1992, show that many major advances in the study of stromatolites have been made again in the world in recent years. Stromatolites are the main representative of biogenic deposits formed by interaction between benthic microbial communities and detrital or chemical deposits, in China, microbialites are widely distributed in strata of different ages, especially in the Proterozoic. Thus it is an important way for all relevant Chinese geologists to start a comprehensive research on all kinds of microbialites and take an active part in the work of IGCP Project 344 (biosedimentology and Correlation of Microbial Buildups) In order to develop geological, paleontological and sedimentological theories and new methods for mineral and oil prospecting.