

国家自然科学基金资助项目



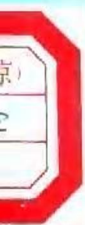
STROMATOLITES

IGCP Project 261

中国叠层石

朱士兴等著

天津大学出版社



国家自然科学基金资助项目

中国叠层石

朱士兴 等著

天津大学出版社

内 容 提 要

本专著是 IGCP 261 项（叠层石）我国国家工作组主要研究成果的总结。全书分八章，附图版38个和我国境内的叠层石名单。

本专著在总结我国不同地质时代叠层石的广泛分布基础上，着重论述了叠层石的术语和分类，叠层石组构的数量分析，叠层石的地层意义、构造变形特点、与岩相古地理的关系和在一些矿床生物成矿作用研究中的意义，以及叠层石的古生物学和成因机理问题，最后阐述了当前叠层石研究的进展和存在问题。

本专著可供地质研究人员、高等院校师生和生产部门有关专业人员参考使用。

（津）新登字012号

中 国 叠 层 石

朱士兴 等著

*

天津大学出版社出版

（天津大学内）

地矿部天津地质矿产研究所印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本：787×1092毫米1/16 印张：17 字数：421千字 插页：20

1993年3月第一版 1993年3月第一次印刷

印数：1—1000

ISBN 7-5618-0404-0

P·1

定价：20.00元

序 言

叠层石是一种微生物岩 (Microbialite), 在我国有着广泛分布, 尤其在元古宙地层中, 它们分布之广泛, 数量之丰富和种类之多样都是在世界上其他地区所少见的。因此, 叠层石之大量发育, 正是我国元古宙地层的显著特色之一, 叠层石的研究也就成为我国元古宙地质研究中不可回避的重要课题。

叠层石是由微生物 (主要是蓝藻, 部分为细菌和真核藻类) 和沉积作用联合形成的一种特殊的生物沉积构造。因此, 叠层石的研究必须从古生物学和沉积学两方面入手, 也就是说叠层石学是介于古生物学和沉积学两者之间的边缘学科。显然, 它的研究成果也必将推动两者以及其他相关学科的发展。

叠层石和其他地质体一样, 包含着各种有用的信息, 揭示这些信息, 使之更好地为人们认识自然和改造自然服务, 这正是叠层石研究的目标。叠层石的研究早期来源于前寒武纪生物地层对比的目的, 随着对叠层石属性的确定和研究的逐步深入, 叠层石不仅在形态特征上, 而且在组成成分、内部构造、所含化石、围岩性质, 甚至其属性本身都能为人们提供十分重要的信息。因此, 叠层石的研究不仅在前寒武纪生物地层对比方面, 而且在古生物学、沉积学、经济地质学, 甚至在天文地质学等各方面都有着现实的或潜在的重要意义。

我国前寒武纪叠层石的研究早在20年代就已开始, 但到60年代以后, 才随着晚前寒武纪地质研究的广泛展开, 得到了迅速发展。到80年代中期, 我国叠层石的研究已被国际上公认为发展快和成果显著的国家之一。

然而, 从60年代到80年代中期, 同国际上大多数国家一样, 我国叠层石研究主要是服务于晚前寒武纪地层对比的形态学研究, 对其他方面, 研究较少。因此, 在这一阶段, 虽然国内外的叠层石研究都有了很大发展, 但叠层石的成因问题尚未解决, 工作方法和分类方案极不统一, 新的资料反映出的矛盾也不断出现……。所有这些问题如不尽快解决, 就难以对叠层石在生物学、地层学、沉积学、成矿研究以及其他学科中的作用和意义作出确切的评价。为此, 国际IGCP执行局于1987年批准了一个关于叠层石研究的国际合作项目, 即IGCP261项 (1987—1992)。我国经IGCP全国委员会批准参加了该国际合作项目, 并以地矿部天津地质矿产研究所 (简称天津地矿所) 为挂靠单位, 成立了IGCP261项 (叠层石) 的国家工作组。国家工作组的正式成员有陈晋镛 (天津地矿所, 组长)、朱士兴 (天津地矿所, 秘书)、曹瑞骥 (南京地质古生物研究所)、梁玉左 (内蒙古地矿局第1区调队)、杜汝霖 (河北地质学院地质系)、张忠英 (南京大学地球科学系)、张昀 (北京大学地质系) 和张录易 (西安地矿所) 等8名研究人员; 此外, 尚有高振家、卜德安、邱树玉等12名通讯成员。国家工作组以国家自然科学基金资助项目《中国叠层石研究》为其依托项目, 项目负责人为朱士兴。

《中国叠层石研究》(1989—1991) 是以IGCP261项国家工作组正式成员为主体, 联合有关通讯成员和其他研究人员, 在前人的大量资料基础上, 针对当前叠层石研究中存

在的主要问题进行专门的集中的研究项目。项目的主攻问题是叠层石的古生物学和成因机理。此外,也对我国以元古宙为主的叠层石在垂直分布、形态分析和术语分类、地层意义、构造变形、沉积环境和成矿作用等多方面的问题进行了深入研究和总结。本专著即是该项目各专题研究成果的综合,也是我国IGCP261项(叠层石)国家工作组对这一国际合作项目的主要贡献。

本专著是我国叠层石研究的最新成果,与同类著作相比有如下主要特色。

1.在成果的研究方法上,突破了前人纯形态描述的方法,而是采用先进的测试手段及与相邻学科相结合的综合研究方法。例如,对叠层石组构采用了空间频率功率谱分析,对含矿叠层石进行了形态学、岩石学、古生物学、地球化学、有机地球化学、同位素地球化学等方法的综合研究,对叠层石的成因采用叠层石形态学、沉积学、岩相古地理、古生物学和古生态学等方法的综合研究。

2.在反映的成果内容上,也突破了前人着重叠层石群(形态属)的描述及其生物地层意义的研究,而是在继续探讨其地层意义的同时,以更大的份量讨论了它们的形成条件、构造变形特点、在沉积学中的应用和在探讨磷块岩、沉积赤铁矿床及菱铁矿床生物成矿作用中的作用和意义,并在较为丰富的古生物资料和相关的岩相古地理资料基础上对其成因机理的深入探讨,等等。

3.在反映成果的形式上,也突破了以一种观点为主系统论述的形式,而是参照了国外有关专著(如Walter, 1976),采取了专题讨论的形式。这种形式不但有利于问题讨论的深入,也有利反映不同作者对不同问题的意见,从而客观地暴露出矛盾,有利于读者发现叠层石研究中还存在的问题以及进一步研究的课题。

通过《中国叠层石研究》项目的工作,在上述各方面,尤其是在叠层石与生物成矿作用的关系以及叠层石的成因机理方面取得了重要进展。显然这必将较大幅度地推动叠层石研究的进一步深入。然而,由于叠层石学研究的复杂性,加上项目规定的研究时限很短,经费有限,因此,尚有许多问题留待今后的工作加以解决。

最后,衷心感谢 IGCP国家委员会、国家自然科学基金会、地矿部天津地矿所、中科院南京地质古生物研究所、内蒙古地矿局、南京大学地球科学系和生物系、北京大学地质系、西北大学地质系、河北地质学院地质系、地矿部西安地矿所等单位及有关工作人员对本项目的支持。对文中的疏漏和不当之处敬请批评指正。

目 录

序 言	朱士兴 (1)
第一章 叠层石的分布	(3)
第一节 中国的元古宙叠层石	朱士兴、梁玉左 (3)
一、古元古代叠层石	
二、中元古代叠层石	
三、新元古代叠层石	
四、结 论	
第二节 华北的早古生代叠层石	杜汝霖、胡华宾、田立富 (15)
第三节 广东南雄盆地下第三系与管状化石相关的叠层石	曹瑞骥 (20)
第四节 现代藻席和叠层石	刘志礼、刘雪娴 (24)
第二章 叠层石的组构分析及术语和分类	(28)
第一节 叠层石组构的空间频率功率谱分析	
张 昀、金丽芳、肖书海、梁玉左	(28)
第二节 中国叠层石研究的术语和分类	梁玉左、朱士兴 (39)
第三章 叠层石的生物地层学意义	(50)
第一节 华北地台西缘的中元古界和叠层石	梁玉左、朱士兴 (50)
第二节 华北地台南缘和西缘中元古代微小类型叠层石	
邱树玉、华 洪	(62)
第三节 新疆天山及毗邻地区中、上元古界叠层石及其地层意义	
高振家	(73)
第四章 叠层石的生长节律、构造变形和古环境分析	(85)
第一节 河北庞家堡长城系高于庄组 <i>Siphonophycus inornatum</i> 藻席的 昼夜生长节律	张忠英 (85)
第二节 阴山地区渣尔泰山群阿古鲁沟组叠层石的构造变形及其古生态 分析	梁玉左、王 辑、朱士兴、刘长安 (92)
第三节 辽东复州湾上寒武统叠层石和古环境	
崔智林、华 洪、邱树玉	(101)
第五章 叠层石与生物成矿作用	(108)
第一节 华南晚震旦世的磷质叠层石及其与磷酸盐富集的关系	
朱士兴、陈辉能、罗其玲、曹 芳	(108)
第二节 甘肃庙沟泥盆纪叠层石状菱锌矿	
陈辉能、朱士兴	(123)
第三节 宣龙地区的铁质叠层石及其与铁矿富集的关系	
杜汝霖、胡华宾、刘 敏、李凤臣、梁 新、刘志礼	(132)
第四节 叠层石与矿产资源的关系	张录易 (139)

第六章 元古宙叠层石的古生物学——论叠层石成因之一	(146)
第一节 元古宙的造叠层石微生物及其特征和演化	
.....	朱士兴、罗其玲 (146)
第二节 元古宙叠层石的微生物组构模式和叠层石基本层的成因	
.....	朱士兴、高建平 (156)
第三节 元古宙叠层石各种构造的含义.....	朱士兴、高建平 (165)
第四节 内蒙古乌拉特前旗什那干群丛柱叠层石 <i>Lochmecolumella</i> 及其中	
的微体化石.....	张忠英、梁玉左 (180)
第七章 叠层石与微生物和环境的关系——论叠层石成因之二	(187)
第一节 燕山西段长城系团山子组叠层石与沉积环境和微生物的关系	
.....	朱士兴 (187)
第二节 华南黔中震旦纪陡山沱组微生物与三种形态磷质叠层石之间的关系	
.....	曹瑞骥 (198)
第八章 叠层石研究的进展和问题	陈晋镛 (205)
参考文献	(215)
附录：中国境内的叠层石名单和简介	张录易、华 洪 (227)
图版说明	(251)
图 版	

CONTENTS

Preface.....	Zhu Shixing (1)
Chapter 1 Distribution of stromatolites in China	(3)
1. On the Proterozoic stromatolites of China	
.....	Zhu Shixing, Liang Yuzuo (3)
2. The early Paleozoic stromatolites in North China	
.....	Du Rulin, Hu Huabin and Tian Lifu (15)
3. The stromatolites associated with tube-like fossils from the early Tertiary of Nanxiong basin, Guangdong	Cao Ruiji (20)
4. Living algal mats and stromatolites	
.....	Liu Zhili, Liu Xuexian (24)
Chapter 2 Analysis of fabrics, terms and classification for stromatolites.....	(28)
1. Morphometric analysis of stromatolite fabric using spacial-frequency power-spectrum analysis system	
.....	Zhang Yu, Jin Lifang, Xiao Shuhai and Liang Yuzuo (28)
2. The nomenclature and classification for stromatolites in China	
.....	Liang Yuzuo, Zhu Shixing (39)
Chapter 3 On biostratigraphic significance of stromatolites	(50)
1. A study on the Mesoproterozoic sequence and stromatolites along the west margin of the North China Platform	
.....	Liang Yuzuo, Zhu Shixing (50)
2. A study of Middle Proterozoic ministromatolites in the southern and western border of the North China platform	
.....	Qiu Shuyu and Hua Hong (62)
3. Stromatolites and their stratigraphic significance of Middle and Late proterozoic at the Tianshan Mts. and contiguous region, Xinjiang	
.....	Gao Zhenjia (73)
Chapter 4 Growth rhythm and tectonic deformation of stromatolites and palaeoenvironmental analysis for them	(85)
1. Noctidiurnal growgh rhythm of <i>Siphonophycus inornatum</i> mats in the Gaoyuzhuang Formation (Changchengian System) , Pangjiabu, Hebei province.....	Zhang Zhongying (85)
2. The tectonic deformation of stromatolites from Agulugou Formation of Zhaertaishan Group, Yinshan Mountain, and the palaeoecological analysis of them.....	Liang Yuzuo, Wang Ji et al. (92)
3. Palaeoenvironment of the Upper Cambrian stromatolite from Fuzhouwan, Eastern Liaoning	

.....Cui Zhilin, Hua Hong and Qiu Shuyu	(101)
Chapter 5 Stromatolites and biomineralization.....	(108)
1. On the phosphatic stromatolites from the Upper Sinian of Southern China and their relation to the concentration of phosphate	Zhu Shixing, Chen Huineng et al. (108)
2. A preliminary study on stromatolite-like zinksparrh from Miaogou area, Gansu province.....	Chen Huineng and Zhu Shixing (123)
3. Iron stromatolites and their mineralization in the Xuanlong area	Du Rulin, Hu Huabin et al. (132)
4. The relationship between stromatolites and sedimentary mineral resources.....	Zhang Luyi (139)
Chapter 6 Palaeontology of the proterozoic stromatolites—On the Genesis of stromatolites (1)	(146)
1. The Proterozoic stromatolite-building microorganisms, their characteristics and evolution.....	zhu Shixing and Luo Qiling (146)
2. The models of biofabrics for the proterozoic stromatolites and the formation of the basic laminae of stromatolites	Zhu Shixing and Gao Jianping (156)
3. Signification of different structures for the Proterozoic stromatolites	Zhu Shixing and Gao Jianping (165)
4. The stromatolite <i>Lochmecolumella</i> and associated microfossils from the Shinagan Group, Wulateqianqi, Inner Mongolian Autonomous Region.....	Zhang Zhongying and Liang Yuzuo (180)
Chapter 7 The relationship between stromatolites, microbiota and environment —On the genesis of stromatolites (2)	(187)
1. On the relationship between stromatolites, sedimentary environment and microbiota in the Changchengian Tuanshanzi Formation, Western Yanshan.....	Zhe Shixing (187)
2. Microorganisms and their relation with three morphotypes of phosphatic stromatolites in the Sinian Doushantuo Formation of central S. China Guizhou,	Cao Ruiji (198)
Chapter 8 Progresses and problems in study on stromatolites.....	Chen Jinbian (205)
References	(215)
appendix, A brief introduction to the List of stromatolites in China	Zhang Luyi and Hua Hong (227)
explanations for plates	(251)
Plates	

序 言

叠层石是一种微生物岩 (Microbialite), 在我国有着广泛分布, 尤其在元古宙地层中, 它们分布之广泛, 数量之丰富和种类之多样都是在世界上其他地区所少见的。因此, 叠层石之大量发育, 正是我国元古宙地层的显著特色之一, 叠层石的研究也就成为我国元古宙地质研究中不可回避的重要课题。

叠层石是由微生物 (主要是蓝藻, 部分为细菌和真核藻类) 和沉积作用联合形成的一种特殊的生物沉积构造。因此, 叠层石的研究必须从古生物学和沉积学两方面入手, 也就是说叠层石学是介于古生物学和沉积学两者之间的边缘学科。显然, 它的研究成果也必将推动两者以及其他相关学科的发展。

叠层石和其他地质体一样, 包含着各种有用的信息, 揭示这些信息, 使之更好地为人们认识自然和改造自然服务, 这正是叠层石研究的目标。叠层石的研究早期来源于前寒武纪生物地层对比的目的, 随着对叠层石属性的确定和研究的逐步深入, 叠层石不仅在形态特征上, 而且在组成成分、内部构造、所含化石、围岩性质, 甚至其属性本身都能为人们提供十分重要的信息。因此, 叠层石的研究不仅在前寒武纪生物地层对比方面, 而且在古生物学、沉积学、经济地质学, 甚至在天文地质学等各方面都有着现实的或潜在的重要意义。

我国前寒武纪叠层石的研究早在20年代就已开始, 但到60年代以后, 才随着晚前寒武纪地质研究的广泛展开, 得到了迅速发展。到80年代中期, 我国叠层石的研究已被国际上公认为发展快和成果显著的国家之一。

然而, 从60年代到80年代中期, 同国际上大多数国家一样, 我国叠层石研究主要是服务于晚前寒武纪地层对比的形态学研究, 对其他方面, 研究较少。因此, 在这一阶段, 虽然国内外的叠层石研究都有了很大发展, 但叠层石的成因问题尚未解决, 工作方法和分类方案极不统一, 新的资料反映出的矛盾也不断出现……。所有这些问题如不尽快解决, 就难以对叠层石在生物学、地层学、沉积学、成矿研究以及其他学科中的作用和意义作出确切的评价。为此, 国际IGCP执行局于1987年批准了一个关于叠层石研究的国际合作项目, 即IGCP261项 (1987—1992)。我国经IGCP全国委员会批准参加了该国际合作项目, 并以地矿部天津地质矿产研究所 (简称天津地矿所) 为挂靠单位, 成立了IGCP261项 (叠层石) 的国家工作组。国家工作组的正式成员有陈晋镛 (天津地矿所, 组长)、朱士兴 (天津地矿所, 秘书)、曹瑞骥 (南京地质古生物研究所)、梁玉左 (内蒙古地矿局第1区调队)、杜汝霖 (河北地质学院地质系)、张忠英 (南京大学地球科学系)、张昀 (北京大学地质系) 和张录易 (西安地矿所) 等8名研究人员; 此外, 尚有高振家、卜德安、邱树玉等12名通讯成员。国家工作组以国家自然科学基金资助项目《中国叠层石研究》为其依托项目, 项目负责人为朱士兴。

《中国叠层石研究》(1989—1991) 是以IGCP261项国家工作组正式成员为主体, 联合有关通讯成员和其他研究人员, 在前人的大量资料基础上, 针对当前叠层石研究中存

在的主要问题进行专门的集中的研究项目。项目的主攻问题是叠层石的古生物学和成因机理。此外,也对我国以元古宙为主的叠层石在垂直分布、形态分析和术语分类、地层意义、构造变形、沉积环境和成矿作用等多方面的问题进行了深入研究和总结。本专著即是该项目各专题研究成果的综合,也是我国IGCP261项(叠层石)国家工作组对这一国际合作项目的主要贡献。

本专著是我国叠层石研究的最新成果,与同类著作相比有如下主要特色。

1.在成果的研究方法上,突破了前人纯形态描述的方法,而是采用先进的测试手段及与相邻学科相结合的综合研究方法。例如,对叠层石组构采用了空间频率功率谱分析,对含矿叠层石进行了形态学、岩石学、古生物学、地球化学、有机地球化学、同位素地球化学等方法的综合研究,对叠层石的成因采用叠层石形态学、沉积学、岩相古地理、古生物学和古生态学等方法的综合研究。

2.在反映的成果内容上,也突破了前人着重叠层石群(形态属)的描述及其生物地层意义的研究,而是在继续探讨其地层意义的同时,以更大的份量讨论了它们的形成条件、构造变形特点、在沉积学中的应用和在探讨磷块岩、沉积赤铁矿床及菱锌矿床生物成矿作用中的作用和意义,并在较为丰富的古生物资料和相关的岩相古地理资料基础上对其成因机理的深入探讨,等等。

3.在反映成果的形式上,也突破了以一种观点为主系统论述的形式,而是参照了国外有关专著(如Walter, 1976),采取了专题讨论的形式。这种形式不但有利于问题讨论的深入,也有利反映不同作者对不同问题的意见,从而客观地暴露出矛盾,有利于读者发现叠层石研究中还存在的问题以及进一步研究的课题。

通过《中国叠层石研究》项目的工作,在上述各方面,尤其是在叠层石与生物成矿作用的关系以及叠层石的成因机理方面取得了重要进展。显然这必将较大幅度地推动叠层石研究的进一步深入。然而,由于叠层石学研究的复杂性,加上项目规定的研究时限很短,经费有限,因此,尚有许多问题留待今后的工作加以解决。

最后,衷心感谢 IGCP国家委员会、国家自然科学基金会、地矿部天津地矿所、中科院南京地质古生物研究所、内蒙古地矿局、南京大学地球科学系和生物系、北京大学地质系、西北大学地质系、河北地质学院地质系、地矿部西安地矿所等单位及有关工作人员对本项目的支持。对文中的疏漏和不当之处敬请批评指正。

第一章 叠层石的分布

我国前寒武纪的叠层石极为发育，但主要分布在元古宙地层中，在太古宙地层中迄今还无可靠的叠层石报道。在显生宙地层中，每个系都已有叠层石报道（张荫本，1974^①；刘洪福、邱树玉，1985；高振家等，1986；曹瑞骥，1987；李不惑、王立峰，1989），其中以早古生代寒武系和奥陶系的叠层石分布相对较广，早中生代三叠系的叠层石有时可富集成可观的生物礁，其它层位的叠层石则都较零散。我国现代未成岩的淡水叠层石目前仅见于三峡地区长江的岸边（王自强、金秋琦，1982），但现代海相藻席则有较广泛的分布，其中以海南岛三亚和福建沿海的一些盐场中，发育最好。本章对上述各层位的叠层石不一一重复论述，仅以“中国的元古宙叠层石”，“华北的早古生代叠层石”和“广东南雄第三纪叠层石”等新的总结资料为例予以介绍。此外，本章还增加了“现代藻席和叠层石”一节，以便能“将今论古”，促进对化石叠层石成因机制的认识和理解。

第一节 中国的元古宙叠层石

在中国目前还未发现可靠的太古宙叠层石，但元古宙叠层石极其发育，并构成了中国元古宙地层和古生物的显著特色之一。

根据国际地层委员会前寒武纪地层分会(IUGS Subcommission)关于前寒武纪划分的建议(1988)，元古宙的时限下限为2500Ma，上限为570(或540)Ma，可分三个代，即古元古代(2500—1600Ma)、中元古代(1600—1000Ma)和新元古代(1000—570Ma)。根据这一建议及其背景，也考虑到我国元古代地层，尤其是现长城系的实际情况和便于国际间的对比，本章支持将燕山区长城系和蓟县系的界线由高于庄组与杨庄组之间(约1400Ma)改在高于庄组与大红峪组之间的建议(Zhu et Chen, 1992)。这样，我国的古元古代地层就包括五台山-蓟县群及其相当层位和新义的长城系(约2500—1600Ma)，中元古代地层就相当新义的蓟县系^②(约1600—1000Ma)，而新元古代地层就是青白口系和震旦系。

关于我国中晚元古代的叠层石已进行过多次总结(曹瑞骥等，1980；梁玉左等，1987)，对于早元古代蓟县群及其相当地层中的叠层石也进行过不同层次的研究(曹瑞骥、赵文杰，1981；Zhu Shixing, 1982；朱士兴等，1987；Zhu et Chen, 1992)。本章则是将两者结合起来，按上述新的划分意见，从整个元古宙的角度对它们进行介绍和总结。其分布可见图1-1-1。

一、古元古代叠层石

我国古元古代叠层石分布不广，目前仅知在华北地区有较多产出，在其它地区尚无

^①张荫本，指示地层顶底的叠层石，西北地质科技情报，1974，第1期。

^②对长城系和蓟县系的分界，本文作者主张放在高于庄组底部，时限约为1600Ma。本书的其他作者则按现时中国的划分方案放在高于庄组顶部，时限约1400Ma。

确切报道(见图1-1-1)。

(一) 概述

我国古元古代叠层石的主要产出层位是五台山的滹沱群及其邻区的相当地层,如太行山区的甘陶河群、中条山区的中条群、吕梁山区的岚河群和嵩山地区的嵩山群等。这些地层普遍遭受低-中级区域变质作用,一般以区域不整合覆于晚太古代五台群及与其时代相当的地层之上,其上(包括五台山区的郭家寨亚群、太行山区的东焦群和中条山区的担山石群)则为基本不变质的中元古代或时代更新的地层所不整合覆盖。根据当前的资料,滹沱群及其相当地层的时限约在2500—1850Ma之间(白瑾等,1986;朱士兴等,1987),因此,滹沱群及其相当地层可视为古元古代成铁纪(Siderian)至造山纪(Orosirian)的产物。

在上述各地区古元古代地层中,目前已发现了56个群和110个形的叠层石,但其中绝大部分(51个群和95个形)却是在滹沱群中发现的(朱士兴等,1987)。根据当前的划分和同位素年龄资料(白瑾等,1986),滹沱群被分为三个亚群,自下而上为豆村亚群、东冶亚群和郭家寨亚群,它们各自的时限约为2500—2300Ma、2300—2050Ma和2050—1850Ma,大致分别相当于古元古代早、中期的成铁纪、层侵纪(Rhyacian)和造山纪。在滹沱群中目前已知有120个以上产叠层石的层位,其中绝大部分产于东冶亚群(层侵纪),仅部分分布在豆村亚群(成铁纪)上部层位(大石岭组和青石村组),而郭家寨亚群(造山纪)则迄今尚未发现叠层石。

产古元古代叠层石的另一个重要层位是燕山区和太行山区的长城系。长城系基本不变质,不整合在太古宇(燕山区)或上述古元古代地层的中、下部层位(滹沱群或甘陶河群)之上,长城系之上则为中元古界(高于庄组)所平行不整合覆盖。根据当前的同位素年龄资料,长城系的时限约在1800—1600Ma之间,大致相当于古元古代末期的固结纪(Statherian)。长城系自下而上分常州沟组、串岭沟组,团山子组和大红峪组,如综合燕山和太行山两区的资料,则它们每一个组都产叠层石(朱士兴等,1985)。

(二) 古元古代的叠层石组合

根据上述资料,我国古元古代的叠层石可以五台山滹沱群和燕山-太行山区长城系的叠层石为代表(图版1),它们少数产于成铁纪的晚期(豆村亚群上部),大多数产于层侵纪(东冶亚群、甘陶河群、中条群、岚河群和嵩山群)、部分则产于固结纪(燕山-太行山区)。它们可分为三大组合和若干亚组合(Zhu et Chen, 1992)。现就三大组合分别介绍如下。

组合1,即成铁纪叠层石组合或*Kussoidella-Segosia*组合。

本组合可以*Kussoidella*和*Segosia*两群的分子为代表,主要分子有*Conistratifera irregularis* Zhu, *Djulfmekella tuanshanziensis* (Liang et Tsao) Zhu, *Kussoidella planicolumnaris* Zhu, *Kanpuria buibosa* Zhu, *Segosia*(?)*minijsa* Dolnik, *Zhongtiaoshania qingshicunensis* Zhu等。这些分子总的以个体较小,具平行分叉,侧部无壁,具带状微构造和通常呈小的生物岩礁产出为共同特征。本组合主要产于滹沱

表1-1-1

中国元古宙叠层石垂直分布和组合划分

地 质 年 代			叠 层 石 组 合	地 层	
宙	代	纪 (Ma)			
元 古 宙	新 元 古 代	570	8 <i>Boxonia-Gaaradakia</i>	上 统	震 旦 系
		新元古Ⅲ纪		下 统	
		650	7 <i>Linella-Katavia</i>	青 白 口 系	
		成冰纪			
	850	6 <i>Chih sienella-Tielingella</i>	蓟 县 系		
	拉伸纪				
	1000				
	中 元 古 代	狭带纪	5 <i>Conophyton-Pseudogymnosolen</i>	长 城 系	
		1200			
		延展纪			
	古 元 古 代	1400	4 <i>Conophyton-Tabuloconigera</i>	郭家寨亚群	溥 沱
盖层纪					
1600		3 <i>Gruneria-Eucapsiphora</i>	东冶亚群	沱 群	
固结纪					
1800		2 <i>Pilbaria-Asperia</i>	豆村亚群		
造山纪					
2050					
古 元 古 代	层侵纪	1 <i>Kussoidella-Segosia</i>			
	2300				
	成铁纪				
	2500				

群豆村亚群上部大石岭组和青石村组, 形成时代略老于 2300Ma, 为成铁纪晚期的产物。

组合2, 即层侵纪叠层石组合或 *Pilbaria-Asperia* 组合。

本组合以 *Pilbaria* 和 *Asperia* 两群的许多形为特征, 主要分子有 *Columnacollenia rantamaa* Krylov et Perttunen, *Nanolouella bulbosa* Cao et Zhao, *Discorsia subhastata* Zhu, *Gymnosolen simplex* Zhu, *G. cf. altus* Semikhatov, *Carnegia daguanshanensis* Zhu, *Collumnaefacta composita* Zhu, *Gruneria strumata* Zhu, *Tibia evidens* Zhu, *Pilbaria perplexa* Walter, *P. beidaxingensis* Cao et Zhao, *P. cf. inzeriaformis* Bertrand-Sarfati, *Paraboxonia connexa* Zhu, *Niushania niushanensis* Zhu et Chen, *Mistassinia niushanensis* Zhu et Chen, *Conophyton beidaxingense* Zhu et Xu, *C. hebiancunense* Zhu, *C. balios* Zhu, *Jacutophyton bulbosum* Zhu, *J. digitatum* Zhu, *J. microstylum* Zhu, 以及相当丰富的微小叠层石 (Ministromatolites), 例如, *Liaoheella fasciculata* Bu, *Asperia leniaformis* Zhu, *A. cf. aspera* Semikhatov, *A. minuta* Zhu, *A. regularis* Zhu, *Minicolumella styliiformis* Zhu, *Pseudogymnosolen beidaxingense* Zhu 和 *Alcheringa majuscula* Zhu. 它们形成在层侵纪, 时限约为 2300—2050Ma. 该组合可以锥叠层石 *Conophyton* 或大、中型的柱状叠层石 *Pilbaria* 常与微小叠层石 (Ministromatolite) 相间产出而区别于上述成铁纪的叠层石

组合。此外,在本组合的下部层位也见有部分层柱状和无壁的柱状叠层石,如 *Collumnacollenia*, *Gruneria*, *Eucapsiphora* 等。根据叠层石的垂向变化,本组合尚能进一步划分为四个亚组合(地方性组合),它们自下而上分别产于纹山组和河边村组、建安村组至槐荫村组、北大兴组和天蓬瑶组及太行山甘陶河群的牛山组(朱士兴等,1987)。

组合3,即固结纪叠层石组合或 *Gruneria-Eucapsiphora* 组合。

本组合以燕山和太行山中、南段长城系中的叠层石为代表,时限约为 1850—1600 Ma,大致相当于固结纪。如果仅以蓟县剖面的资料为代表,则该组合的叠层石主要是一些层柱状类型的分子,典型柱状类型的分子极为个别,如 *Xiayingella xiayingensis* Zhu et al., *X. Primigenia* Zhu et al., *Gruneria sinensis* Zhu et al., *Djulfmekella tuanshanziensis* (Liang et Tsao) Zhu, *Yanshanian simplex* Zhu et al., *Cryptozoon haplum* Liang et al.。但如果从燕山-太行山的区域资料来看,则除了上述层柱状的类型外,尚有许多通常是硅化的柱状叠层石,甚至还有典型的锥叠层石 *Conophyton* 及其衍生的 *Jacutophyton*。因此,综合蓟县及区域上的资料,本组合的常见分子有 *Gruneria biwabikia* Cloud et Semikhatov, *G. Yantongshanensis* Zhu, *Eucapsiphora Kuanchengensis* Zhu, *E. multiramis* Zhu, *Nordia cf. laplandica* Krylov et Perttunen, *Gaoyuzhuangia cf. bulbosa* Zhu et al., *Jacutophyton nankouense* Zhu, *Conophyton garganicum* Korolyuk 等,且以 *Gruneria* 和 *Eucapsiphora* 两群的分子最发育,因而也最具代表性。还须指出,本组合中除大量的碳酸盐质和硅化的分子外,在燕山西段尚有丰富的铁质叠层石,它们产于串岭沟组的底部,是著名的宣龙式铁矿中最主要的富矿矿石类型。综合蓟县剖面 and 区域上的资料,本组合的主要特征可概括为:①叠层石呈不同大小的生物岩礁产出;②叠层石的形态中,以层柱状类型较为发育;③叠层石的微构造主要为带状和线状类型,显微结构以斑点状和丝状两种类型最为常见;④除大量碳酸盐质和硅化的分子外,还有特殊的铁质叠层石。

本组合中的叠层石在垂向上也有一定变化,故也可进一步划分为三个亚组合,它们分别以串岭沟组底部的铁质叠层石,串岭沟组中、上部的白云质叠层石和团山子组的叠层石为代表。

顺便指出,在蓟县剖面大红峪组顶部层位,叠层石的总体特征与上述组合似乎有显著区别,因而仍与上覆高于庄组下部的叠层石合并,并归于中元古代的叠层石的序列之中。

(三) 古元古代叠层石的特征

综合以上资料,我国古元古代的叠层石有如下基本特征。

1. 古元古代叠层石有许多特殊的分子,它们迄今尚未在中、新元古代地层中发现。这些分子包括 *Pilbaria*, *Externia*, *Kussoidella*, *Confunda*, *Discorsia*, *Vertexa*, *Tibia*, *Eucapsiphora*, *Kanpuria*, *Gruneria*, *Alcheringa*, *Djulfmekella*, *Hutuoia*, *Dongyeella*, *Jiananella*, *Shugongsiella*, *yaochicunia*, *Zhongtiaoshania* 等群的有关形。

2. 古元古代的叠层石组合,无论在代表分子方面,还是在不同分子在地层中产出的

次序方面,都明显区别于中、新元古代的叠层石(详见后述)。

3. 古元古代叠层石的微构造以带状和线状类型为主,凝块状类型仅偶然见到,而后者在中、新元古代的叠层石中较为常见。

4. 古元古代的造叠层石微生物以十分纤细的丝状体(宽度 $<5\mu\text{m}$)和孤立的球状体占优势,显示出较原始、低级的生物特点(详见第六章,第一节)。

二、中元古代叠层石

我国中元古代的叠层石分布最为广泛,因已有专著阐述,这里仅略述如下。

(一) 概述

我国中元古代的叠层石,可以燕山地区蓟县系的叠层石为代表,它们主要分布在高于庄组、杨庄组、雾迷山组和铁岭组。根据当前资料,高于庄组的时限约为1600—1400 Ma,杨庄组—雾迷山组(加洪水庄组)的时限约为1400—1200 Ma,铁岭组的时限为1200—1050 Ma,因此它们分别相当于盖层纪(1600—1400 Ma)、延展纪(1400—1200 Ma)和狭带纪(1200—1000 Ma)。蓟县纪叠层石相当于这三个纪的产物。

(二) 中元古代的叠层石组合

主要根据燕山地区蓟县一带的剖面资料(图版2),同时考虑区域上的分布情况,中元古代的叠层石可以较清楚地分为三个组合:组合4—组合6。

组合4,即盖层纪叠层石组合或*Conophyton-Tabuloconigera*组合。

该叠层石组合主要分布在高于庄组的中、下部,同时也包括大红峪组顶部层位的叠层石。代表性分子有*Tabuloconigera paraepiphyta* Zhu et al., *Confusoconophyton multiangulum* Zhu et al., *Conophyton cylindricum* Maslov, *C. garganicum* Korolyuk, *Gaoyuzhuangia gaoyuzhuangensis* Zhu et al., *G. bulbosa* Zhu et al., *G. crassibrevis* Zhu et al.等。此外,还有*Jacutophyton*和一些微小型叠层石群的某些分子局部产出。

该组合下部的叠层石以中、小型生物岩礁产出为特征,上部的叠层石主要成生物层礁产出。叠层体以柱状类型为主,中至大型或巨大型,常具多次平行到散开式复杂分叉(如*Gaoyuzhuangia*和*Svetliella*);柱体形态规则或不规则,普遍具壁;具有规则或不规则的带状微构造和斑点状及丝状的显微结构。该组合中锥形叠层石也很发育,包括有规则的*Conophyton*、形态变异的*Tabuloconigera*和*Confusoconophyton*等三个群。*Conophyton*群以*C. cylindricum* *C. garganicum*为代表,它们以线状微构造为主,但偶有小凝块状微构造;而*Tabuloconigera*和*Confusoconophyton*群的叠层石则常为具断续线状、带状和凝块状等多种类型的复合微构造。

上述盖层纪的叠层石组合在燕山地区较为稳定,各小区均能见到*Conophyton garganicum*和*C. cylindricum*等锥叠层石及其衍生类型的*Tabuloconigera*和*Confusoconophyton*,还间夹有发育程度不一的柱状或层柱状叠层石,如*Gaoyuzhuangia*, *Svetliella*, *Colleniella*和*Cryptozoon*等。在华北地台,该叠层石组合除在燕山地区广泛分布外,在北缘东段辽宁省汛河地区汛河群的下部层位,西段阴山地区什那干群下部层位和