

中国地质科学新探索

石宝珩 主编

石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国地质科学新探索/ 石宝珩主编 .
北京: 石油工业出版社, 1998.4
ISBN 7 - 5021 - 2219 - 2

. 中...
. 石...
. 地质学 - 研究 - 中国 - 文集
. P5 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 05221 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)
石油出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787 × 1092 毫米 16 开本 16 印张 415 千字 印 1—600
1998 年 4 月北京第 1 版 1998 年 4 月北京第 1 次印刷
ISBN 7 - 5021 - 2219 - 2 TE·1861
定价: 35.00 元

献给母校
——北京大学校庆百周年！

前 言

母校——北京大学建校百周年即将来临，我们 1957 级地质学和地球化学专业的学子决定出版此专集以表示庆贺之心，衷心地祝福她更加灿烂光辉和昌盛繁荣。

转眼间，我们中大多数已进入耳顺之年，但是我们在校的学习和生活的种种情景：幽静的图书馆，美丽的未名湖畔，生气勃勃的运动场，热气腾腾的大食堂，老师谆谆教导，同学间的手足之情，仍时时浮现在我们的脑海中。我们被“四人帮”污蔑为“17 年培养的修正主义苗子”和“驯服工具”。然而，我们却是新中国接受社会主义和爱国主义教育最深刻的一代人，也是参加社会实践最广泛的一代人。我们从不后悔我们在母校的青春年华。正是在那个年代，我们了解了我们的祖国和人民，我们懂得了如何做人和求学问，我们明确了人生的奋斗目标。我们为在未名湖畔度过了青春年华而感到自豪和骄傲。

40 年后的今天，虽然我们工作在各种岗位上，有的已退休，但我们可以坦然地说，我们无愧于有光荣革命传统的母校。我们中有的身居要职的人民公仆，有的是生产第一线的指挥者和决策者，有的是科学研究上的带头人，有的是普通一兵。不管我们是什么，我们都勤勤恳恳工作，老老实实做人，为祖国和人民做了我们能做的一切。

我们曾在 1989 年为庆祝北京大学地质学系八十周年，编辑出版了《中国地质科学探索》一书，黄汲清老先生曾题词：“马神沙滩忆当年，未名湖畔且盘桓，八十生辰活大地，人才辈出我陶然”，李春昱先生也为之题词，留下生平之最后墨宝：“勤回顾，勇探索，发展中国地质学”。

为了迎接母校百年华诞，三年前我们就议论为母校贡献点什么。我们曾自己募捐，在新地学楼前建立了一座古老的硅化木根的纪念碑，让母校的“科学与奉献”的精神深深扎根在祖国大地，也永远扎根在我们的心中。而献给母校最好的礼物，还应是我们的工作成果。为此，我们筹备编辑和出版这本专集。由于我们 57 同学散居全国各地，有的还旅居海外，加之繁重的工作缠身，至今还未能收集到所有同学的论文。这不能不说是件遗憾的事。本专集收集的论文有些不是作者近期的研究成果，但至少是作者的代表作之一。它凝聚了我们对母校的一片赤子之心。

虽然我们都毕业于地质学系，但由于工作岗位不同和机遇不同，文集中涉及的领域自然也不同。我们不去刻求专业的统一，而着重于表述我们各自的工作和成果，作为新探索，也算是《中国地质科学探索》一书的续篇。从柏林、潘云唐、刘瑞旬、张抗等同学以及编辑王军芝女士为此书的编辑和出版付出了很大努力，特表谢意。

目 录

前言

古生物与地层

中国北方地槽区四射珊瑚生物古地理	郭胜哲 (3)
中国二叠纪腹足动物群综论.....	潘云唐 (30)
牙形刺生物古地理.....	王成源 (44)
福建晚二叠世长兴期—早三叠世溪口期古生态群落及古环境分析.....	吴 歧 (65)
广西早、中泥盆世腕足动物生态特征.....	杨德骊 (78)

岩石、矿物、地球化学

中国滇西变质地质学研究.....	从柏林等 (93)
试论中国沉积岩为主岩铅锌矿床分类及其矿物学和地球化学特征	宋学信 (111)
苏鲁—大别超高压变质带超镁铁岩的地球化学特征	张 旗 (124)
矿物—水反应动力学基本原理	张荣华 胡书敏 (132)

构造地质

工程地基的裂隙影响及对裂隙的显微鉴定	刘瑞璠 (147)
华夏碰撞造山带	水 涛 (151)
东海陆架盆地构造	王灿林 (167)
古构造运动研究与探索	王汉卿 (175)
与工程建设有关的活断层性状研究	汪一鹏 (184)
油田区现代构造应力场研究及其在油田开发中的应用	叶 洪 (193)
塔里木盆地的大地构造及油气前景	张 抗 (207)

其 他

中国的地震区划图	李裕彻 葛治州 (221)
西藏地热活动一般性模式的建立	鲁连仲 (225)
数学地质在鹿厂铜矿研究中的应用	王鸿冀 (232)
生物波：生命活动的本质——试论酶催化的基础	周康靖 (244)
全球环境变化促使地球科学和环境科学携手走向新世纪	张大任 (251)
我国发展天然气汽车战略思考	石宝珩 (255)

古生物与地层

中国北方地槽区四射珊瑚生物古地理

郭胜哲

(地质矿产部沈阳地质矿产研究所)

中国北方地槽区泛指塔里木地台及华北地台以北的兴蒙—北疆广大地区。根据古生代海相地层分布及四射珊瑚产生的特点，可以划分出阿尔泰、西准噶尔、东准噶尔、北天山、中天山、南天山、北山、阿拉善、内蒙草原、东乌旗、大兴安岭、小兴安岭、滨东（指哈尔滨以东地区）、密山—宝清、昭乌达、吉中及延边等地区（地体）。下面按照不同时代分别论述。

1 中、晚奥陶世

这一时期的四射珊瑚处于初步发育和繁盛阶段，分布零星，属种分异不大（见表1）。区内以西准噶尔产出属种较多，称为 *Dalmanophyllum* - *Kenophyllum* 组合。其中 *Brachyelasma*, *Grewingkia*, *Kenophyllum* 广泛分布于北美、波罗的海沿岸、中亚及西伯利亚；*Dalmanophyllum* 见于北美和中亚；*Primitophyllum* (= *Sinkiangolasma*, Yu, 1960) 则产于波罗的海沿岸及北美西部；其余两属 *Streptelasma* 及 *Tryplasma* 广布世界各地。化石分异度中等，属原地埋藏，与中亚哈萨克斯坦关系密切，称准噶尔亚区。郭胜哲（1983）在本区东部大、小兴安岭及东乌旗建立了 *Sinkiangolasma* - *Streptelasma* 组合，共生的还有 *Crassilasma* 及床板珊瑚 *Sibiriolites*，海绵化石 *Archaeoscyphia Profundum* (Ivanovsky)，具有明显的西伯利亚生物群色彩，可称为兴安亚区，化石个体数量少，属种分异度低，时代自中奥陶世 Llandeilian 期延至晚奥陶世。阿拉善地块上奥陶统巴丹吉林组除产有 *Brachyelasma*, *Primitophyllum*, *Tryplasma* 等属外，还有 *Palaeophyllum* 及 *Cantrillia*，后者见于西北欧及我国浙江 - 江西一带。北山地区所见 4 属 *Orthophyllum*, *Brachyelasma*, *Protosyringaxon*, *Protopilophyllum* 具西伯利亚生物群特点。它们是准噶尔亚区与兴安亚区的过渡地带。

表1 中国北方地槽区中—晚奥陶世四射珊瑚分布

属名	西准噶尔	中天山	南天山	北山	阿拉善	新安岭东乌旗
<i>Brachyelasma</i>	*			*	*	
<i>Cantrillia</i>					*	
<i>Dalmanophyllum</i>	*					
<i>Grewingkia</i>	*					
<i>Kenophyllum</i>	*					
<i>Orthophyllum</i>				*		

属名	西准噶尔	中天山	南天山	北山	阿拉善	新安岭东乌旗
<i>Palaeophyllum</i>		*			*	
<i>Protopilophyllum</i>				*		
<i>Protosyringaxon</i>				*		
<i>Protozaphrentis</i>			*			
<i>Sinkiangolasma</i> (= <i>Primitophyllum</i>)	*				*	*
<i>Streptelasma</i>	*					*
<i>Tryplasma</i>	*				*	
<i>Crassilasma</i>						*

南天山因产有 *Protozaphrentis* 可能与塔里木地台关系密切，似应另划为一个区。

中、晚奥陶世，全球大致分为北美—西伯利亚及欧亚两个生物大区。本区应属北美—西伯利亚大区的西伯利亚区（见图 1）。根据 Scotese (1986) 及王鸿桢等 (1989) 的全球古地理再造图，中、晚奥陶世本区与西北欧很靠近，故而 *Primitophyllum* 属在本区扩散繁衍。

图 1 中国北方地槽区中—晚奥陶世四射珊瑚生物古地理

I—北美—西伯利亚大区：IA—西伯利亚区；IA₁—准噶尔亚区；IA₂—兴安亚区；

DK - *Dalmanophyllum* - *Kenophyllum* 组合；PS - *Primitophyllum* - *Streptelasma* 组合；II—欧亚大区：

IIA1—南天山亚区 (?)；Pz - *Protozaphrentis* 属；IIA2—华北北缘亚区；1—大区界线；2—平移断层；3—陆地

2 中—晚志留世

本区下志留统分布在东西部，为笔石页岩相，不含珊瑚；中志留统四射珊瑚层位较少，见于东、西准噶尔，中天山及昭乌达等地；上志留统四射珊瑚分布广泛。各地区化石分布见表 2。

中志留统：以产于西准噶尔沙尔组的 *Holmophyllum* - *Junggarephyllum* 组合及中天山基夫克组的 *Yassia* - *Protopilophyllum* 组合为代表。除地方性属 *Junggarephyllum* 外，另外

3 属均见于西伯利亚、哈萨克斯坦及东乌拉尔。组合中其它各属，如 *Microplasma*, *Zelophyllum*, *Palaeophyllum*, *Crassilasma*, *Kyphophyllum*, *Strombodes*, *Amplexoides*, *Calostylis*, *Entelophyllum* 等，均可在本区上志留统发现，显示了生物组合演化发展的延续性和生物古地理的一致性。东准噶尔的白山色组以含腕足类 *Tuvaella* 为特征，珊瑚化石很稀少。昭乌达地区的晒切苏组产有 *Dinophyllum*, *Mucophyllum*, *Palaeophyllum*, *Streptelasma* 等属，它们也可延至上志留统。

上志留统：以内蒙草原的西别河组及东准噶尔的考克赛尔盖组为代表。四射珊瑚极为繁盛，属种分异度高，分别达到 36 属及 26 属，通过聚类计算，它们的大家相似系数达 51，对比性很好。我们建立 *Kodonophyllum* - *Pilophyllum* 组合。其中包含许多世界性的及欧亚大陆常见的志留纪 - 泥盆纪（尤其晚志留世）分子。例如，*Mucophyllum*, *Entelophyllum*, *Spongophyllum*, *Kyphophyllum*, *Pilophyllum*, *Kodonophyllum*, *Ptychophyllum*, *Zelophyllum*, *Streptelasma*, *Strombodes*, *Calostylis*, *Trypasma*, *Holmophyllum*, *Rhizophyllum*, *Cystiphyllum* 等属；也有一些常见于北美西部及澳大利亚的分子 *Stylopleura*, *Pycnostylus*, *Neomphyma*, *Loboplasma*, *Kozlowiaphyllum* 等；还有哈萨克斯坦及西伯利亚的类型 *Pilophylloides*, *Crassilasma*, *Dentilasma*, 西欧类型 *Cymatella*, *Cymatelasma* 和 *Wenlockia* 以及陕西、甘肃、华南常见的 *Nanshanophyllum*, *Amplexoides* 等属。根据共生多门类化石的研究，其时代可定为晚志留世，更可能为 Pridolian 期。相邻的昭乌达、吉中等地区亦有相应的四射珊瑚组合。西准噶尔及中天山等地的上志留统四射珊瑚不够发育。阿拉善地区北部上志留统尚未命名，除产有西别河组常见的 *Pilophyllum*, *Kodonophyllum*, *Tryplasma* 外，还产北美西部的 *Wintunastraea*, *Prohexagonaria* 属，与塔里木板块可能有联系。

南天山的中—上志留统科克铁克达坂群，除产世界性及欧亚大陆常见的 *Kodonophyllum*, *Holmophyllum*, *Pilophyllum*, *Ketophyllum*, *Tryplasma*, *Cystiphyllum*, *Microplasma*, *Hedstroemophyllum* 等属外，还见有许多中亚常见的类型 *Brachyelasma*, *Dendroholmia*, *Dentilasma*, *Orthopaterophyllum* 等属，反映与哈萨克斯坦关系密切，而和东准噶尔及内蒙平原有一定区别。

表 2 中国北方地槽区中—晚志留世四射珊瑚分布

属名	西准噶尔	东准噶尔	中天山	南天山	北山	阿拉善	内蒙草原	昭乌达	吉中	兴安岭东乌旗
<i>Acervularia</i>					*					
<i>Amplexoides</i>	*		*	*			*			
<i>Atelophyllum</i>		*								
<i>Brachyelasma</i>				*						
<i>Calostylis</i>	*						*			
<i>Chiamydophyllum</i>	*	*								
<i>Circophyllum</i>									*	
<i>Crassilasma</i>			*				*			
<i>Craterophyllum</i>		*					*			
<i>Cyathophylloides</i>		*					*			
<i>Cymatelasma</i>		*								
<i>Cymatella</i>							*			

属名	西准噶尔	东准噶尔	中天山	南天山	北山	阿拉善	内蒙草原	昭乌达	吉中	兴安岭东乌旗
<i>Cystiphyllum</i>		*		*	*		*			
<i>Dalmanophyllum</i>										*
<i>Dendroholmia</i>				*						
<i>Dentilasma</i>				*			*			
<i>Dinophyllum</i>		*					*	*		
<i>Diplophyllum</i>							*			
<i>Entelophyllia</i>		*								
<i>Entelophyllum</i>	*	*					*			
<i>Enterolasma</i>										*
<i>Hedstroemophyllum</i>				*						
<i>Holmophyllum</i>	*	*		*			*			
<i>Holophragma</i>					*					
<i>Junggarephyllum</i>	*									
<i>Ketophyllum</i>				*			*			
<i>Kodonophyllum</i>		*		*		*	*			
<i>Kozlowiaphyllum</i>							*			
<i>Kyphophyllum</i>	*	*	*				*		*	
<i>Loboplasma</i>							*			
<i>Microplasma</i>	*		*	*					*	
<i>Micula</i>		*								
<i>Mucophyllum</i>							*	*		
<i>Nanshanophyllum</i>		*					*			
<i>Neomphyma</i>							*	*		
<i>Palaeocyathus</i>				*	*					
<i>Palaeophyllum</i>			*				*	*		
<i>Paliphyllum</i>					*					
<i>Petraia</i>				*						
<i>Phaulactis</i>					*					
<i>Pilophylloides</i>							*			
<i>Pilophyllum</i>	*	*		*		*	*			
<i>Plasmophyllum</i>							*			
<i>Prohexagonaria</i>						*				
<i>Protopilophyllum</i>			*							
<i>Pseudocampophyllum</i>		*								
<i>Ptychophyllum</i>							*			
<i>Pycnostylus</i>				*			*			
<i>Ramulophyllum</i>		*								
<i>Rhizophyllum</i>		*					*			

属名	西准噶尔	东准噶尔	中天山	南天山	北山	阿拉善	内蒙草原	昭乌达	吉中	兴安岭东乌旗
<i>Schlotheimophyllum</i>		*			*	*				
<i>Spongophylloides</i>		*					*			
<i>Spongophyllum</i>		*					*		*	
<i>Streptelasma</i>							*	*		*
<i>Stylopleura</i>							*			
<i>Syringaxon</i>	*	*								
<i>Strombodes</i>			*				*			
<i>Tabularia</i>	*									
<i>Tryplasma</i>	*	*		*	*	*	*	*	*	*
<i>Wenlockia</i>							*			
<i>Wintunastraea</i>						*				
<i>Yassia</i>			*							
<i>Zelophyllum</i>		*	*		*		*	*		
<i>Zenophila</i>							*			

本区东部兴安岭及东乌旗的志留纪地层通常为砂岩、粉砂岩等细碎屑沉积，珊瑚化石稀少。仅在小兴安岭卧都河及东乌旗巴润德勒组的钙质砂岩中发现 4 属。除 *Streptelasma*, *Tryplasma* 等世界常见属外，还有西伯利亚常见的 *Dalmanophyllum* 及西欧，北美分子 *Enterolasma*。它们与腕足类地方性属 *Tuvaella* 共生，时代相当于晚志留世 *Ludlowian* 期，层位低于东准噶尔的考克赛尔盖组及内蒙单元的西别河组。后者不与 *Tuvaella* 共生，一般发育在加里东期造山活动之后的剥蚀面上，与下伏地层呈角度不整合接触。

王鸿桢等（1989）提出志留纪四射珊瑚三大生物地理区：1) 西原特提斯大区（Western Proto - Tethyan Realm），包括北美、西北欧、西伯利亚及蒙古；2) 东原特提斯大区（Eastern Proto - Tethyan Realm），包括哈萨克斯坦、塔里木，中朝、扬子、印支、南欧；3) 澳大利亚—太平洋大区（Australo - Pacific Realm），包括澳大利亚、南极洲、印度等地。

本区四射珊瑚可划分两个生物地理区（见图 2）。

1) 哈萨克斯坦—中朝区：在我国境内包括东西准噶尔、天山、北山、阿拉善、内蒙草原、昭乌达及吉中等地区，应划归东原特提斯大区。

哈萨克斯坦—南天山亚区：在我国境内面积较小，以含较多的与哈萨克斯坦共有的属为特征。

准噶尔—华北北缘亚区：面积最为广泛，西起西准噶尔，东至吉林中部。西部中志留世四射珊瑚发育，晚志留世属种较少。自东准噶尔巴里伸向东至吉中，以晚志留世四射珊瑚动物群繁盛为特点，反映了与西欧、北美西部及澳大利亚的某些联系。

2) 西伯利亚—蒙古区：西部包括我国阿尔泰、克拉麦里、蒙古湖区、苏联萨彦—阿尔泰、图瓦盆地；东部包括我国东乌旗、大兴安岭中段、小兴安岭西北坡、蒙古东部及前苏联外贝加尔等地。以产中—晚志留世腕足类地方性属 *Tuvaella* 为特征。受岩相及沉积建造控制，珊瑚化石十分稀少。其西部称阿尔泰亚区，东部称兴安亚区，动物群与西伯利亚关系密切，应划归西原特提斯大区。由于西伯利亚—蒙古地块北移，可能处于较高纬高，造成珊瑚化石不发育。

图 2 中国北方地槽区中—晚志留世四射珊瑚生物古地理

I—西原特提斯大区：IA—西伯利亚—蒙古区；IA₁—阿尔泰亚区，IA₂—兴安亚区；DE—*Dalmanophyllum* - *Enterolasma* 组合；II—东原特提斯大区：IIA—哈萨克斯坦—中朝区；IIA₁—准噶尔—华北北缘亚区；IIA₂—哈萨克斯坦—南天山亚区；HJ - *Holmophyllum* - *Junggarephyllum* 组合；YP - *Yassia* - *Protopilophyllum* 组合；KP - *Kodonophyllum* - *Pilophyllum* 组合；Dh - *Dendroholmia* 属；1—大区界线；2—亚区界线；3—平移断层；4—陆地

3 泥盆纪

泥盆纪是区内分布最广的古生代地层，含有丰富的四射珊瑚。其中兴安岭地区发育最合，具代表性。

3.1 早泥盆世

早泥盆世以兴安岭及东乌旗地区为代表，主要分两个层位。

1) 兴安岭地区的泥鳅河组及东乌旗地区的巴润特花组，含有 *Syringaxon*, *Neaxon*, *Barrandeophyllum*, *Paterophyllum*, *Petronella* 等小型单体珊瑚动物群，属种分异度低，个体数量少，代表波浪带以下，水体较深，安静而光线较弱，水温较低的生态环境。时代为 *Lochkovian* - *Pragian* 期。东、西准噶尔，北天山与兴安岭—东乌旗地区四射珊瑚生物群亦有较高的相似关系。除 *Syringaxon*, *Barrandeophyllum* 外，还产有 *Orthophyllum*, *Palaeocyathus*, *Enterolasma* 等属，代表相似的生态环境。我们统称本区早泥盆世早—中期的这一珊瑚动物群为 *Syringaxon* - *Barrandophyllum* 组合。这些珊瑚多见于西伯利亚、萨彦—阿尔泰、中亚及中欧等地，但与西伯利亚关系密切。

2) 兴安岭地区的霍龙门组及东乌旗地区的敖包亭浑迪组，含有 *Glossophyllum*, *Chlamydoephyllum*, *Schlotheimophyllum*, *Siphonophrentis* 等较大型单体珊瑚。它们常见于欧洲、中亚、西伯利亚及北美。东、西准噶尔地区则与中亚及欧洲关系密切，除 *Tryplasma*, *Rhizophyllum* 等世界性属之外，多为欧洲及北美类型 *Acrophyllum*, *Mesophyllum*, *Calceola*, *Diplochne* 以及常见于乌拉尔、中亚的 *Gurievskiella*, *Radiophyllum*, *Pseudomicroplasma*, *Schlotheimophyllum* 等属。生态环境为波浪带以下，水体较平静，透光性好，营养物充足，因而属种分异度较高。南天山地区与东、西准噶尔有较高的相似关系，但未见 *Syringaxon* 及 *Barrandeophyllum*，可能相当于上部层位，时代大致相当 Emsian 期。

内蒙草原、昭乌达和吉中地区处于华北地台北缘的狭长地带，早泥盆世四射珊瑚动物群

有很大的一致性。吉中地区的二道沟组具代表性，被称为 *Stylopleura* - *Carlinastraea* 组合。其中有世界常见属 *Cystiphyllum*, *Rhizophyllum*, *Mucophyllum*, *Entelophyllum*, *Tryplasma*, 北美类型的 *Stylopleura*, *Carlinastraea* 等属，其余如 *Diplochone*, *Mesophyllum*, *Microplasma*, *Lyrielsma*, *Oseudomicroplasma*, *Tabularia*, *Amplexoides* 等常见于欧洲，乌拉尔、中亚以及华南、澳大利亚。该动物群具有志留—泥盆纪的过渡性质，以前多置于晚志留世晚期。根据 *Carlinastraea* 等泥盆纪分子，将其时代定为早泥盆世早期，可与昭乌达盟的下石碑组与二道沟组对比，而前坤头沟组产有中欧的 *Pseudamplexus*, *Chlamydophyllum*, *Glossophyllum* 及北美的 *Amplexiphyllum* 等属，时代相当于 Emsian 期。总之，华北地台北缘与西伯利亚差别较大、而和中亚，欧洲及北美关系密切（见表 3）。

表 3 中国北方地槽区早泥盆世四射珊瑚分布

属名	西准噶尔	东准噶尔	北天山	南天山	阿拉善	内蒙草原	昭乌达	吉中	东乌旗	兴安岭
<i>Acrophyllum</i>		*								
<i>Aemulophyllum</i>					*					
<i>Amplexiphyllum</i>							*			
<i>Amplexoides</i>								*		
<i>Aulacophyllum</i>					*					
<i>Australophyllum</i>					*					
<i>Barrandeophyllum</i>		*	*						*	*
<i>Bethanyphyllum</i>					*					
<i>Calceola</i>		*			*					
<i>Carlinastraea</i>						*		*		
<i>Cavanophyllum</i>					*					
<i>Chlamydophyllum</i>							*		*	
<i>Cystiphyllum</i>				*		*	*	*		*
<i>Diplochone</i>		*						*		
<i>Embolophyllum</i>					*					
<i>Entelophyllum</i>								*		
<i>Enterolasma</i>			*							
<i>Glossophyllum</i>							*			*
<i>Gurievskiella</i>	*				*					
<i>Hallia</i>					*					
<i>Hetrotrapezophyllum</i>					*					
<i>Homalophyllum</i>					*					
<i>Leptoinophyllum</i>				*						
<i>Lyrielsma</i>								*		
<i>Mesophyllum</i>		*						*		
<i>Microplasma</i>							*	*		
<i>Mucophyllum</i>						*		*		

续表

属名	西准噶尔	东准噶尔	北天山	南天山	阿拉善	内蒙草原	昭乌达	吉中	东乌旗	兴安岭
<i>Neason</i>									*	*
<i>Neospongophyllum</i>					*					
<i>Odontophyllum</i>					*					
<i>Orthophyllum</i>		*					*			
<i>Palaecyathus</i>	*	*			*					
<i>Palaephyllum</i>							*			
<i>Papiliophyllum</i>						*				
<i>Paterophyllum</i>									*	
<i>Petronella</i>										*
<i>Pseudamplexus</i>							*			
<i>Pseudochlamydothyllum</i>					*					
<i>Pseudomicropasma</i>	*	*		*				*		
<i>Qinghephyllum</i>		*								
<i>Radiophyllum</i>		*			*					
<i>Rhizophy</i>		*		*			*	*		
<i>Schlotheimophyllum</i>	*			*	*				*	
<i>Sinkiangophyllum</i>				*						
<i>Siphonophrentis</i>					*				*	
<i>Stylopleura</i>						*		*		
<i>Syringaxon</i>	*	*	*		*				*	*
<i>Tabularia</i>								*		
<i>Thamnophyllum</i>					*					
<i>Trapezophyllum</i>					*					
<i>Tryplasma</i>		*		*		*	*	*		
<i>Wintunastraea</i>					*					
<i>Xystriphyllum</i>					*		*			
<i>Zelophyllum</i>										

阿拉善地块早泥盆世四射珊瑚动物群不同于相邻地区，产有大量北美类型的属，如 *Aemulophyllum*, *Aulacophyllum*, *Hallia*, *Odontophyllum*, *Siphonophrentis*, *Homalophyllum*, *Wintunastraea*, *Bethanyphyllum*, *Embolophyllum* 等，其它各属 *Australophyllum*, *Gurievskiella*, *Xystriphyllum*, *Thamnophyllum*, *Palaecyathus*, *Radiophyllum*, *Schlotheimophyllum*, *Cavanophyllum*, *Trapeophyllum* 常见于萨拉伊尔、乌拉尔、中亚及澳大利亚等地。

阿尔泰、中天山、北山以及密山—宝清等地区缺失下泥盆统或早泥盆世不产四射珊瑚。

泥盆纪全球可划分为三个生物地理大区。

1) 旧世界大区 (Old World Realm): 包括北美西部及极地、欧亚大陆、北非及澳洲，代

表古赤道两侧 30° 纬度内的暖水海域。

2) 北美东部或阿帕拉阡大区 (Eastern Americas Realm Or Appalachian Realm): 包括北美东部及南美北部, 它与南半球向西的冷流与美洲温带海岸的阻隔范围一致。

3) 马尔文卡夫里大区 (Malvinolaffric Realm): 包括南美中南部、非洲南部及南极洲组成的冈瓦纳古陆, 与极区及近极区的寒流一致。

王鸿桢等 (1989) 考虑泥盆纪西伯利亚向北位移至高纬地区, 建议分出北方大区 (Boreal Realm)。

早泥盆世本区分为两部分: 1) 北方大区的准噶尔—兴安区, 包括东、西准噶尔, 北天山及南天山组成的准噶尔—天山亚区及大、小兴安岭, 东乌旗等地区组成的兴安亚区; 2) 旧世界大区的塔里木—华北区, 包括由内蒙草原, 昭乌达和吉林中部构成的华南北缘区及阿拉善地块构成的巴丹吉林亚区 (见图 3)。

图 3 中国北方地槽区早—中泥盆世四射珊瑚生物古地理

I—北方大区: IA—准噶尔—兴安区; IA₁—准噶尔—天山亚区; IA₂—兴安亚区; SB - *Syringaxon* - *Barrandeophyllum* 组合; GS - *Gurievsiella* - *Syringaxon* 组合。II—旧世界大区: IIA—塔里木—华北区; IIA₁—巴丹吉林亚区; IIA₂—华南北缘区; PC - *Pseudamplexus* - *Chlamydoephyllum* 组合; AH - *Aemulophyllum* - *Hallia* 组合; 1—大区界线; 2—亚区界线; 3—平移断层; 4—近海盆地及陆相沉积; 5—陆地

3.2 中泥盆世

本区古地理环境有一些变化。密山—宝清地区接受沉积并带来四射珊瑚的繁盛, 阿尔泰山地区发育许多珊瑚; 内蒙草原及昭乌达地区缺失中泥盆统, 北天山及北山地区无四射珊瑚的记录。

兴安岭、东乌旗与密山—宝清地区四射珊瑚生物群有较高的相似系数, 属种分异度高, 内容丰富。它包括有世界性的属 *Acanthophyllum*, *Dohmophyllum*, *Leptoinophyllum*, *Hexagonaria*, *Temnophyllum*, *Metriophyllum*, *Cystiphyllodes*, *Cyathophyllum*, *Phacellophyllum*, *Tryplasma*; 常见于欧亚大陆及澳大利亚的类型 *Calceola*, *Endophyllum*, *Fasciophyllum*, *Stringophyllum*, *Dialytophyllum*, *Lythophyllum*, *Chalcidophyllum*; 产于乌拉尔、中亚、萨彦—阿尔泰山及华南等地的 *Grypophyllum*, *Lyrielsma*, *Thamnophyllum*, *Ceratophyllum*, *Zonophyllum*, *Peripaedium*, *Sinospogophyllum* 等属以及北美常见属 *Amplexiphyllum*, *Breviphyllum*, *Briantelsma*, *Cayugaea*, *Exilifrons*, *Siphonophrentis*, *Cylin-*

drophyllum, *Heliophyllum*, *Pseudoblothophyllum* 等。我们称其为 *Zonophyllum* - *Grypophyllum* 组合并建立兴安—宝清亚区，它与中亚、欧洲及北美关系密切（见表4）。

阿尔泰，东、西准噶尔，中天山及南天山在本区西部构成准噶尔—天山亚区。它与兴安—宝清亚区有很大相似性，有许多共同的属。该亚区主要特点是增加了更多的中亚及欧洲分子 *Zonodigonophyllum*, *Pseudomicroplasma*, *Trapezophyllum*, *Digonophyllum*, *Diplochone*, *Neosponophyllum*, *Xystriphyllum* 及北美类型 *Asterobillingsia*, *Charactophyllum*, *Heterophrentis*, *Sterolasma*, *Stewartophyllum*, *Synaptophyllum*, *Tabulophyllum*, *Zaphrentis* 等，其中有的属多分布于北美的晚泥盆世早期。该亚区与中亚、欧洲及北美关系更为密切。

表4 中国北方地槽区中泥盆世四射珊瑚分布

属名	阿尔泰	西准噶尔	东准噶尔	中天山	南天山	阿拉善	吉中	东乌旗	兴安岭	密山—宝清
<i>Acanthophyllia</i>								*		*
<i>Acanthophyllum</i>						*			*	
<i>Acrophyllum</i>					*					
<i>Amplexiphyllum</i>								*	*	
<i>Aristophyllum</i>						*				
<i>Asterobillingsia</i>			*							
<i>Atelophyllum</i>							*			
<i>Barrandeophyllum</i>		*	*							
<i>Breviphyllum</i>					*			*	*	
<i>Briantelasma</i>									*	
<i>Calceola</i>	*	*				*			*	
<i>Cayugaea</i>								*	*	
<i>Ceratophyllum</i>										
<i>Chalcidophyllum</i>									*	
<i>Charactophyllum</i>			*							
“ <i>Columnaria</i> ”							*			
<i>Cayugaea</i>		*	*		*	*		*		
<i>Cylindrophyllum</i>			*					*		*
<i>Cystiphyllodes</i>		*							*	*
<i>Dendrostella</i>							*			
<i>Dialytophyllum</i>						*		*		
<i>Digonophyllum</i>				*	*					
<i>Diplochone</i>					*					*
<i>Disphyllum</i>			*		*					*
<i>Dohmophyllum</i>				*		*			*	
<i>Embolophyllum</i>						*				
<i>Endophyllum</i>	*	*	*	*		*			*	
<i>Exilifrons</i>									*	*