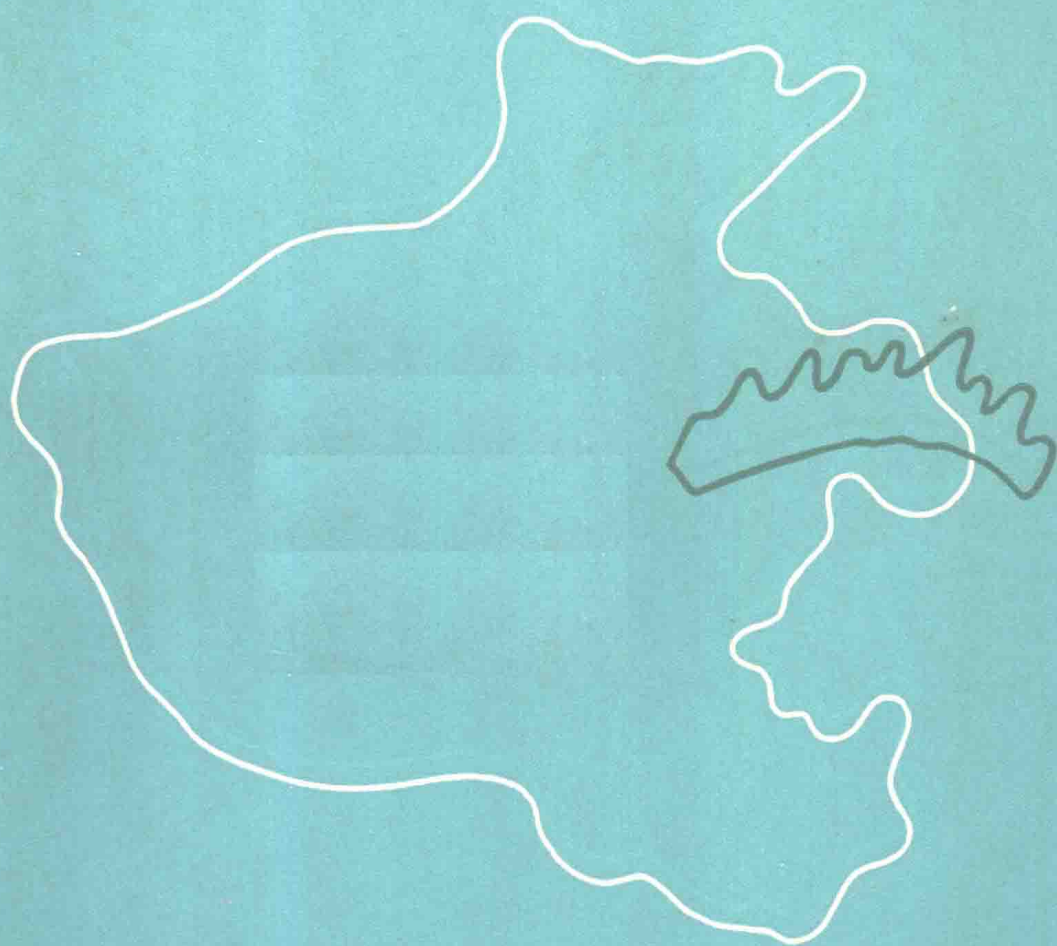


河南省奥陶纪牙形石

裴 放 蔡淑华 著



32

武汉地质学院出版社

河南省奥陶纪牙形石

河南省地质矿产局区域地质调查队

裴 放 蔡淑华 著

武汉地质学院出版社

河南省奥陶纪牙形石

裴 放 蔡淑华 著

责任编辑：褚松和

●
武汉地质学院出版社出版

武汉地质学院印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

●
开本 787×1092 1/16 印张 8.5 字数 208千字

1987年5月第1版 1987年5月第1次印刷

印数 1—1000 册

ISBN 7-5625-0011-8/P·6

统一书号：13414·031 定价：2.90元

前言

国际上奥陶纪牙形石研究程度较高。安太庠教授等(1983, 1985)对华北和华南奥陶纪牙形石的研究建立了中国东部奥陶纪牙形石序列。李晋僧(1983)、倪世钊(1983)等对我国奥陶纪牙形石也作过研究。

我省的牙形石研究开展较晚。安太庠、李晋僧、倪世钊都曾鉴定过我队采集的奥陶纪牙形石。河南省地矿局地质科研所、华北石油地质局地质大队也在我省作过奥陶纪牙形石研究工作。我队牙形石研究开始于1978年。鉴于我省奥陶系研究程度较低,华北地层区大化石贫乏,仅上马家沟组有一些头足类化石,牙形石研究比较零星,奥陶系划分、对比的许多问题没有解决,河南省地质局1982年下达科研项目,要求我队对河南省奥陶纪牙形石进行研究,为进一步划分和对比奥陶系提供依据。

在课题的研究中,作者共测制了25条奥陶系剖面(图1),系统采集了牙形石样品1361

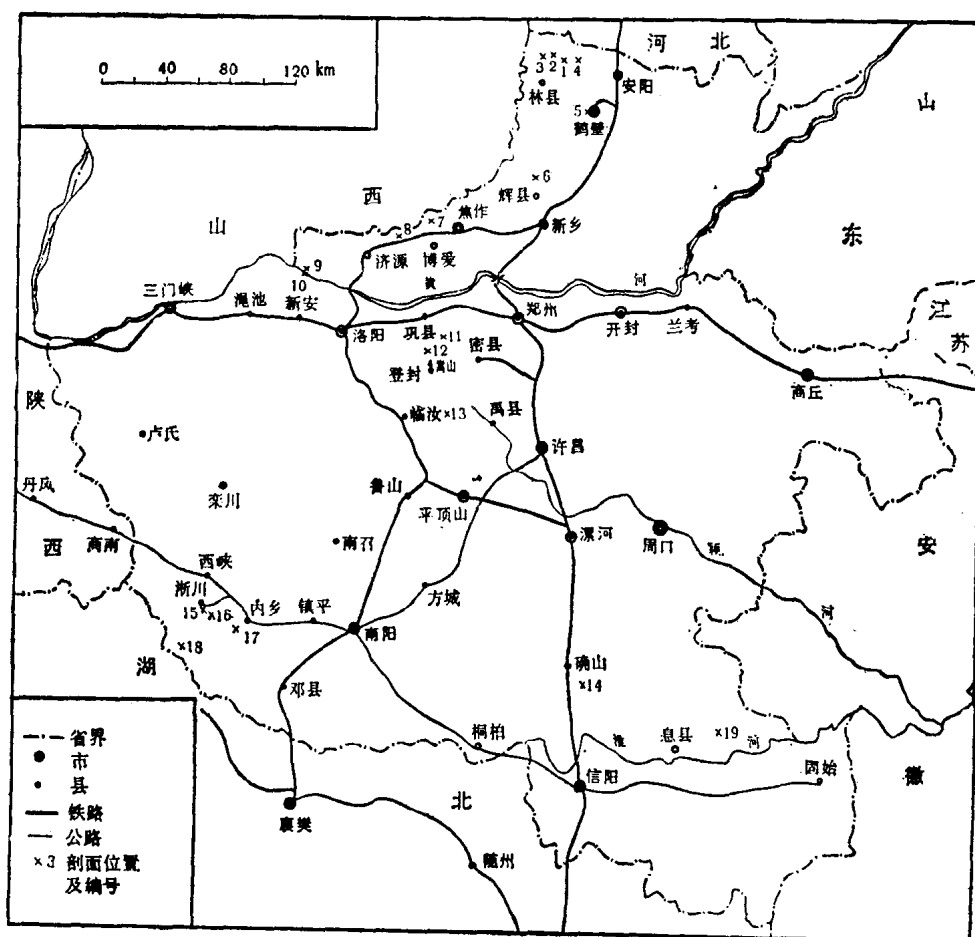


图1 河南省交通及剖面位置图

1. 林县白龙庙 2. 林县井头 3. 林县分水岭 4. 安阳铜冶 5. 鹤壁大峪 6. 辉县宋庄 7. 博爱后寨
8. 济源莲东 9. 新安庙上 10. 新安西沃 11. 巩县大凹岩 12. 巩县涉村 13. 禹县方山 14. 确山独山
15. 浙川牛尾巴山 16. 浙川梁凹 17. 内乡寺岗 18. 浙川秀子沟 19. 息县乌龙店(钻孔剖面)

个,分析出近万个牙形石个体。《河南省奥陶纪牙形石》是该科研项目的成果总结,1986年3月河南省地矿局聘请专家评审,通过验收。

目前,河南省奥陶纪牙形石动物群的性质及面貌基本清楚,牙形石序列初步建立,在华北地层区共建11个牙形石带,在秦岭地层区建6个牙形石带,提高了奥陶系的研究程度,为我省奥陶系划分与对比提供了依据。

本书共描述牙形石37属,72种,2亚种,1亲近种,7相似种,24未定种,5未定属种,其中1新属,19新种,1新亚种。对牙形石本身的研究,本书尽量谨慎地采用了近年来国际上兴起的“器官属”概念,共描述21器官种。对个别牙形石的微细构造也进行了初步研究。

本课题的研究得到河南省地矿局罗铭玖总工程师、伍英发副总工程师、楚新春主任工程师、庞传安主任工程师、屠森主任工程师、张克伟处长等领导同志的关心和重视。该课题是在区调队队长马仁义工程师、副队长曲明绪等同志领导下完成的,金守文总工程师、劳子强副总工程师、王卫民主任工程师审阅了本书初稿,提出了宝贵意见。本课题的研究还得到了中国科学院地学部学部委员郝诒纯教授的关心和支持,并仔细审阅了本书全部文稿,提出了宝贵意见。在牙形石鉴定过程中,承蒙安太庠教授热情指导,并仔细审阅本书全文,提出了珍贵意见。杨式溥教授,李晋僧副研究员,闫国顺工程师、王德有工程师审阅了本文,提出了宝贵意见。中国地质科学院地质研究所黄承彦工程师、武汉地质学院测试中心范永昌、张素新同志为牙形石拍摄电子扫描照片。金予刚同志参加样品分析工作。在此,一并致谢!

本书由裴放撰写,由于水平有限,错误之处请批评指正。

目 录

第一章 河南省奥陶系分区及划分	(1)
一、河南省奥陶系分区.....	(1)
二、河南省奥陶系划分.....	(2)
第二章 河南省华北地层区奥陶纪牙形石	(3)
第一节 研究简史.....	(3)
第二节 早奥陶世牙形石.....	(3)
一、地层概述.....	(3)
二、牙形石带的划分和动物群分析.....	(7)
三、牙形石带的对比.....	(8)
四、几个地层问题的讨论.....	(12)
第三节 中奥陶世下, 上马家沟组牙形石.....	(16)
一、地层概述.....	(16)
二、牙形石带的划分和动物群分析.....	(22)
三、地层划分及牙形石带对比.....	(27)
第四节 中奥陶世峰峰组牙形石.....	(30)
一、地层概述.....	(30)
二、牙形石动物群分析及牙形石带的划分.....	(32)
三、牙形石带的对比.....	(33)
第五节 覆盖区的奥陶系及零星露头.....	(35)
第六节 对河南省华北区奥陶系的几点认识.....	(36)
第三章 河南省秦岭地层区奥陶纪牙形石	(37)
第一节 研究简史.....	(37)
第二节 早奥陶世牙形石.....	(37)
一、地层概述.....	(37)
二、牙形石带的划分及动物群分析.....	(42)
三、牙形石带的对比.....	(43)
四、几个地层问题的讨论.....	(44)
第三节 中、晚奥陶世牙形石.....	(45)
一、地层概述.....	(45)
二、牙形石带的划分及动物群分析.....	(49)
三、牙形石带的对比.....	(50)
四、几个地层问题的讨论.....	(52)
第四章 河南省奥陶纪牙形石动物地理分区及演变和奥陶纪古地理概况	(54)
第一节 河南省奥陶纪牙形石动物地理分区及其演变.....	(54)

第二节 河南省奥陶纪古地理概况.....	(56)
结束语.....	(57)
牙形石属种描述.....	(59)
参考文献.....	(112)
英文摘要.....	(118)
图版说明.....	(120)
牙形石图版.....	(129)

第一章 河南省奥陶系分区及划分

一、河南省奥陶系分区

河南省大地构造位置处于华北地台南缘和秦岭褶皱系东段。根据地壳运动, 地层发育特征, 沉积相型, 古生物特征, 岩浆活动, 变质作用等综合考虑, 河南省可以分为两个一级地层区, 以卢氏-确山-固始大断裂为界, 断裂以北为华北地层区, 断裂以南为秦岭地层区(图1-1)。河南省奥陶系亦相应分为华北区和秦岭区。

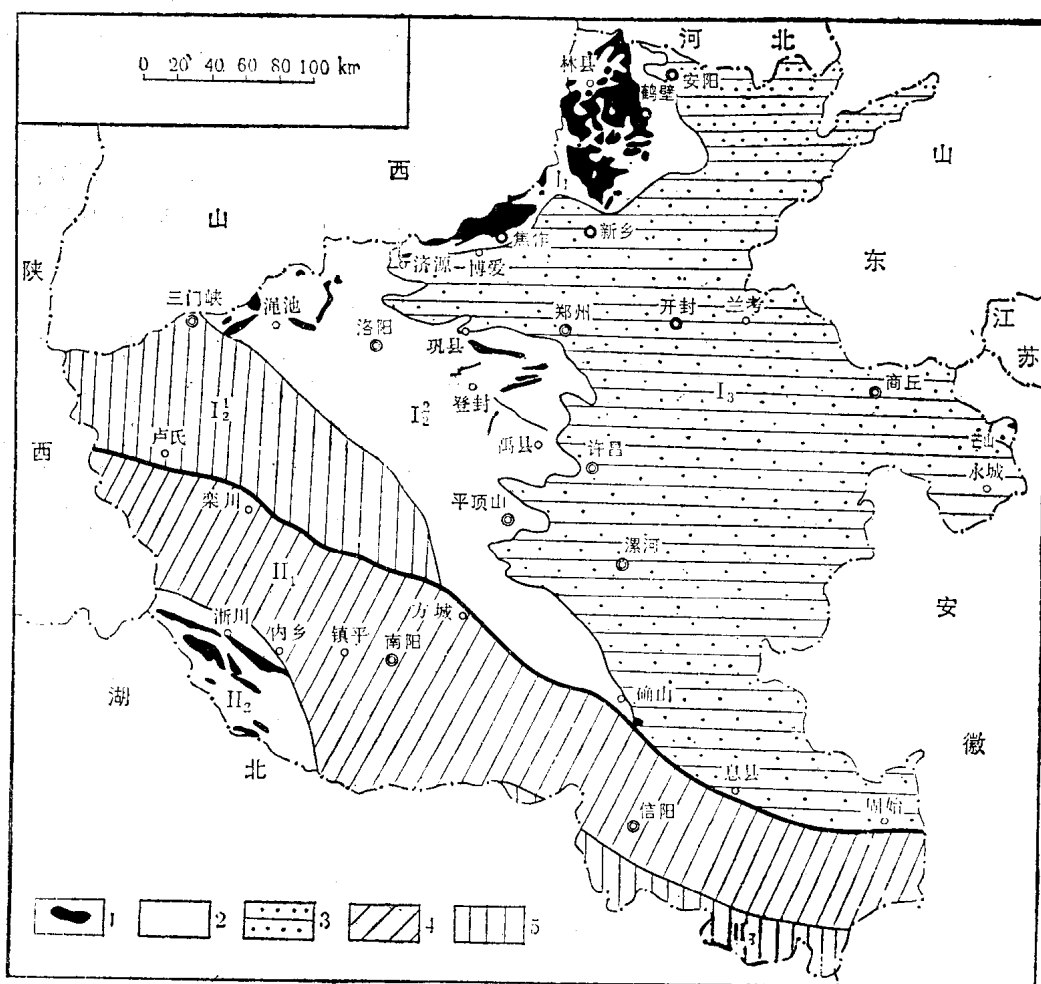


图1-1 河南省奥陶系分布图

1. 奥陶系露头 2. 沉积剥蚀区 3. 第四系覆盖区 4. 可能沉积区 5. 奥陶纪陆地
I 华北区: I₁ 太行山分区 I₂ 豫西分区 I₂¹ 熊耳山小区 I₂² 渑池-确山小区 I₃ 华北平原分区
II 秦岭区: II₁ 北秦岭分区 II₂ 南秦岭分区 I₃ 桐柏-大别分区

1. 华北区

华北区奥陶系主要由碳酸盐岩组成，岩相稳定，属地台沉积型，下奥陶统与上寒武统为连续沉积，中奥陶统与中石炭统为平行不整合接触，下统内有两个沉积间断，中、下统之间为平行不整合，缺失上统。生物有底栖游泳的头足类和牙形石动物，与北美所产相似。该区奥陶系属于海底平坦，海水宁静而不深的华北海中的沉积。

华北区可以根据奥陶系发育特征分为太行山分区，豫西分区和华北平原分区。其中豫西分区的熊耳山小区没有发现奥陶系，奥陶纪时为陆地。华北平原分区为第四系覆盖区，确山独山和永城芒山有零星露头。

2. 秦岭区

秦岭区分为南秦岭、北秦岭和桐柏一大别三个分区。南秦岭和北秦岭分区以商南—镇平断裂为界。南秦岭分区奥陶系自下而上为碳酸盐岩、基性火山岩和泥岩夹灰岩，轻度变质。下奥陶统与上寒武统为连续沉积，上奥陶统与下志留统为整合接触(?)，下统上部火山岩之下有一个平行不整合。生物有珊瑚、腕足类、腹足类、头足类、三叶虫和牙形石动物。下统生物与扬子区相似，中统顶部和上统牙形石与华北地台西缘、北缘的牙形石相似，属北美中大陆区。

北秦岭分区大都是变质岩，主要由各种片岩、片麻岩夹大理岩、变质火山岩组成。1982年张思纯、唐尚文在西峡二郎坪湾潭二郎坪群的硅质岩夹层中发现了放射虫和海绵骨针，认为是早古生代化石，因而北秦岭分区可能有奥陶系存在。桐柏一大别分区奥陶纪时为陆地。

二、河南省奥陶系划分

目前国内外对奥陶系分统意见极不统一，三分和两分的都有。奥陶纪生物发展阶段只有两个，生物分区在 Llanvirnian 之前较为明显，因而目前主张奥陶系两分的呼声很高，但主张三分的仍然居多。国内奥陶系的统与统的界线很不一致，但都能在国际上找到与之对应的界线。本书作者参考北美奥陶系三分的方案，根据河南省奥陶系发育及牙形石组合特征，并考虑在多年生产实践中的应用，将河南省奥陶系三分。两地层区奥陶系划分见表 1-1。

表 1-1 河南省奥陶系分区及划分表

系	统	华 北 区	秦 岭 区
奥 陶 系	上 统		石 燕 河 组
			寺 岗 组
	中 统	峰 峰 组	许 慎 组
		上 马 家 沟 组	
		下 马 家 沟 组	
	下 统	分 水 岭 组	梁 凹 组
		亮 甲 山 组	牛 尾 巴 山 组
		冶 里 组	龙 泉 组

第二章 河南省华北地层区奥陶纪牙形石

第一节 研究简史

河南省华北区奥陶系研究较早。解放前，顾知微、楚旭春、曹世禄在河南省调查煤和其它矿产时，曾对奥陶系做了一些工作。解放后，不少院校、科研、生产单位对该区奥陶系做了大量工作。我队和山西、河北区测队对我省北部奥陶系均作了划分（表 2-1），为研究奥陶系奠定了基础。

表2-1 河南省北部奥陶系划分、对比表

系	长 治 幅 (山西区测队, 1972)			邯 郸 幅 (河北区测队, 1974)		陵 川 幅 (山西区测队, 1977)			鹤 壁 幅 (河南区测队, 1979)		本 文		
奥陶系	中统	上马家沟组	二 段	中统	上马家沟组	中统	上马家沟组	二 段	中统	峰 峰 组	中统	峰 峰 组	
			一 段				中马家沟组			一 段			上马家沟组
		下马家沟组					下马家沟组			下马家沟组			
		下 统					未 分			下 统			
												下统	分水岭组 亮甲山组 冶里组

安太庠1978年鉴定过鹤壁地区奥陶纪牙形石，李晋僧1979年鉴定过巩县北洼奥陶纪牙形石，倪世钊1975年和1979年鉴定过巩县涉村、博爱丹河电厂奥陶纪牙形石。他们的工作对我省奥陶纪牙形石研究起到了促进作用。

第二节 早奥陶世牙形石

一、地层概述

河南省华北区下奥陶统自博爱开始出露，向北逐渐加厚，地层逐渐增多，至林县最厚，岩性为细晶白云岩，含燧石团块细晶白云岩，燧石条带细晶白云岩，泥晶白云岩，石英岩状砂岩，与上寒武统凤山组为连续沉积，与中奥陶统下马家沟组为平行不整合接触。在林县，下统内存在两个沉积间断。根据沉积特征及牙形石组合特点，下奥陶统可以分为三部分，自下而上分别称为冶里组，亮甲山组和分水岭组。

现以林县河顺白龙庙和林县分水岭两条剖面为例，将下奥陶统简介如下。

(一) 林县河顺白龙庙剖面（图2-1，表2-2）

上覆地层：中奥陶统下马家沟组贾汪段

10. 灰黄色薄层泥晶泥质白云岩，含砂砾

— — — — 平行不整合 — — — —

下奥陶统

亮甲山组

厚 23.07m

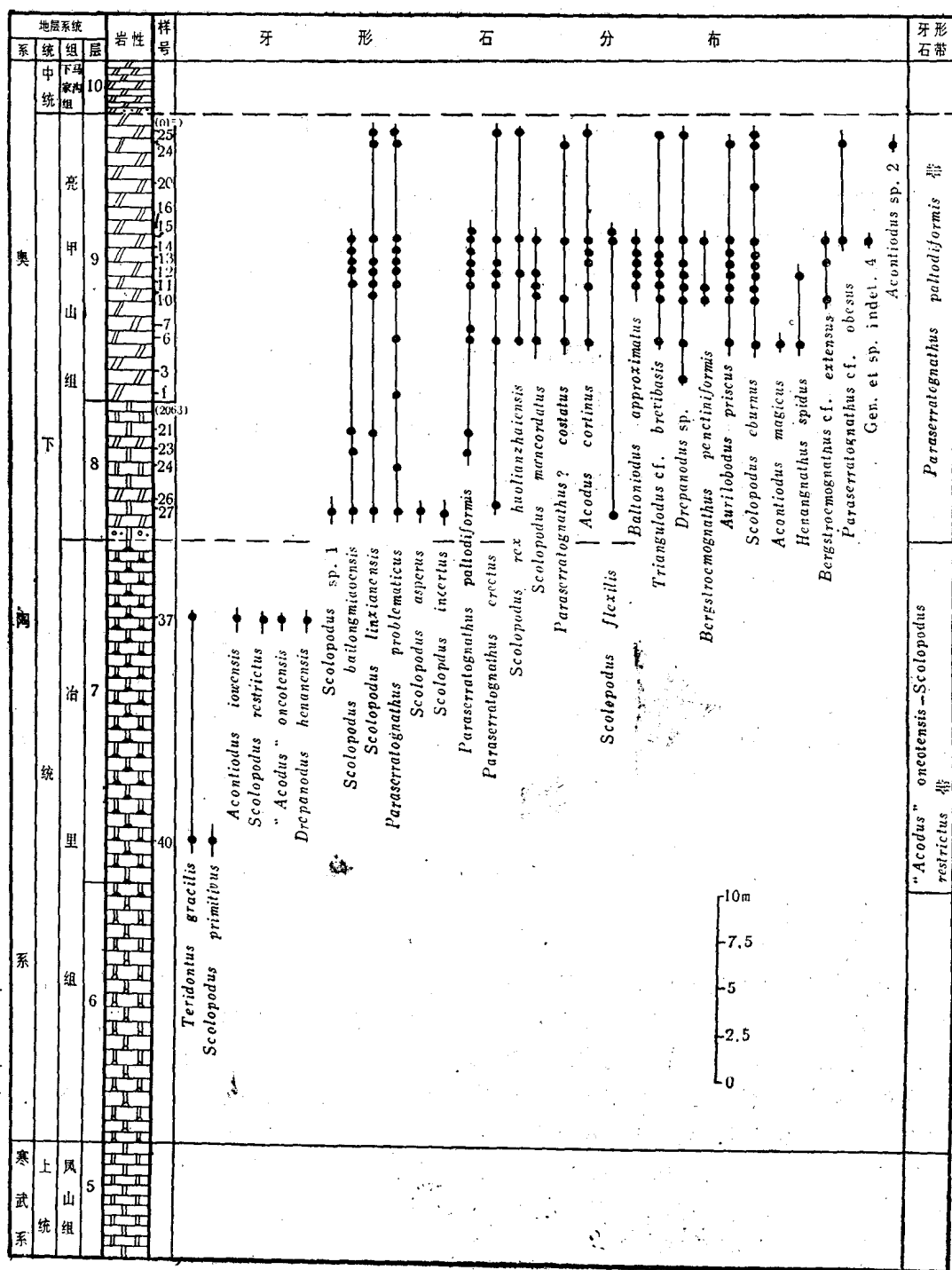


图2-1 河南省林县河顺白龙庙早奥陶世牙形石分布图

表2-2

河南林县白龙庙早奥陶世牙形石统计表

化石名称	地质点号		I _c -2063										D _g v-015												
	组	层	样品号	冶里组		亮甲山组																			
				7		8										9									
				40	37	27	26	24	23	21	1	3	6	7	10	11	12	13	14	15	16	20	24	25	
<i>Scolopodus primitivus</i>	1																								
<i>Teridontus gracilis</i>	1	9																							
<i>Acontiodus tiowensis</i>		1																							
" <i>Acodus</i> " <i>oneotensis</i>		1																							
<i>Drepanodus henanensis</i>		9																							
<i>Scolopodus restrictus</i>		5																							
<i>Scolopodus</i> sp. 1			1																						
<i>Scolopodus asperus</i>			1																						
<i>Scolopodus incertus</i>			3																						
<i>Scolopodus flexilis</i>			1															1	1						
<i>Scolopodus bailongmiaoensis</i>			5			1	1						1	4	1	3	6								
<i>Scolopodus linxianensis</i>		11				2						1	3	1	2		1			2	1				
<i>Paraserrato9nathus problematicus</i>		3		1					4				5	3	2	1	10			13	16				
<i>Paraserrato9nathus erectus</i>				1						1			1	2	2		2					1			
<i>P. paltodiformis</i>						2	1	1		9	1		4	13	3	2	14	2							
<i>P. cf. obesus</i>																	1				1				
<i>Paraserrato9nathus? costatus</i>										1		1					3			1					
<i>Scolopodus rex huolianshaiensis</i>										1				2			3				2				
<i>Scolopodus mancordatus</i>										1		6	1	1	1		3								
<i>Acodus cortinus</i>											8			2		3	7	2							
<i>Scolopodus eburnus</i>										2		1	3	5	3	4	5			1	1	1			
<i>Aurilobodus priscus</i>										2		2	1	4	1	1	3			1					
<i>Acontiodus magicus</i>										1												1			
<i>Henan9nathus spidus</i>										1				2											
<i>Drepanodus</i> sp.										1	3		5	1	3		2					1			
<i>Baltoniodus</i>	{	tetraprioniodiniiform el.															2								
		prioniodontiiform el.													1	7	2	1	1						
		oistodontiiform el.														7		1	1						
		gothodontiiform el.														1		1	2						
<i>Triangulodus</i>	{	trichonodelliiform el.																							
		oistodontiiform el.													2	1									
cf. <i>brevibasis</i>	{	trichonodelliiform el.								5		1	1	1	2	5	8				2				
<i>Bergstroemo9nathus</i>	{	trichonodelliiform el.																							
cf. <i>extensus</i>		prioniodiniiform el.																1							
<i>Ber. pectiniiformis</i>		prioniodiniiform el.										2			2		1								
		falodontiiform el.										1	1				1								
Gen. et sp. indet. 4																			1						
<i>Acontiodus</i> sp. 2.																			1						

9. 灰色含燧石泥晶白云岩, 含丰富的牙形石, 以 *Scolopodus rex huolianshaiensis* An et Xu, *S. mancordatus* An et Xu, *S. linxianensis* Pei (sp. nov.), *Acodus cortinus* An, *Paraserrato gnathus paltodiformis* An, *P. problematicus* Zhang F. et Yang C. S., *P. erectus* Pei (sp. nov.), *P. ? costatus* Pei (sp. nov.), *Baltoniodus approximatus* Zhang F. 为主, 其次有 *Triangulodus* cf. *brevibasis* (Sergeeva), *Bergstroemognathus penctiniformis* Yang C. S. et Zhang F., *B. cf. extensus* (Graves et Ellison), *Aurilobodus priscus* Pei (sp. nov.), *Scolopodus eburnus* Jiang, *S. asperus* An, Du et al., *S. flexilis* An, *S. bailongmiaoensis* Pei (sp. nov.), *Acontiodus magicus* Pei (sp. nov.), *Henanognathus spidus* Pei (gen. et sp. nov.), *Drepanodus* sp., *Acontiodus* sp. 2, Gen. et sp. indet. 4 15.64m
8. 灰色细晶白云岩, 底部含砂砾, 产牙形石, *Scolopodus incertus* Pei (sp. nov.), *S. linxianensis* Pei (sp. nov.), *S. asperus* An, Du et al., *S. bailongmiaoensis* Pei (sp. nov.), *S. flexilis* An, *S. sp. 1*, *Paraserrato gnathus paltodiformis* An, *P. erectus* Pei (sp. nov.), *P. problematicus* Zhang F. et Yang C. S., *Oistodus* sp. 7.43m

——— 平行不整合 ———

冶里组

7. 灰黄色燧石条带白云岩, 产牙形石 "*Acodus*" *oneotensis* Furnish, *Teridontus gracilis* (Furnish), *Drepanodus henanensis* Pei (sp. nov.), *Scolopodus restrictus* An, *S. primitivus* An, *Acontiodus iowensis* Furnish 18.53m
6. 灰黄色厚层含燧石团块白云岩 13.91m

——— 整合 ———

下伏地层: 上寒武统凤山组

5. 黄灰色中厚层细晶白云岩, 底部产三叶虫 *Changia* sp. 34.05m
4. 灰黄色中薄层含泥质细晶白云岩 5.96m
3. 灰黄色中薄层细晶白云岩, 产三叶虫 *Prosaukia* sp. 2.65m
2. 灰黄色薄层含泥质细晶白云岩, 产牙形石 *Proconodontus notchpeakensis* Miller, 三叶虫 *Mictosaukia* sp., *Prosaukia* sp., *Haniwa* sp., *Changia* sp. 1.85m
1. 灰色巨厚层粗晶白云岩 已测23.86m

(二) 林县姚村分水岭亮甲山组、分水岭组剖面 (图2-2)

上覆地层: 中奥陶统下马家沟组贾汪段

13. 灰黄色薄层泥晶泥质白云岩, 底部含砂砾

——— 平行不整合 ———

下奥陶统

分水岭组

12. 浅肉红色石英岩状砂岩 厚6.56m
11. 浅肉红色砾岩, 含砾砂岩 0.94m
10. 浅肉红色石英岩状砂岩, 石英砂岩, 斜层理发育 0.94m
- 4.68m

——— 平行不整合 ———

亮甲山组

9. 灰色中厚层含灰质泥晶白云岩, 含牙形石, *Scolopodus mancordatus* An et Xu, *Acodus cortinus* An, *Bergstroemognathus* cf. *extensus* (Graves et Ellison), *Scolopodus linxianensis* Pei (sp. nov.), *Paraserrato gnathus problematicus* Zhang F. et Yang C. S. 厚35.41m 9.59m
8. 灰色中厚层细晶白云岩 12.19m
7. 灰黄色细晶白云岩 0.71m
6. 灰色泥晶白云岩 0.71m
5. 灰色细晶白云岩 1.79m
4. 灰褐色厚层含燧石中晶白云岩 6.91m
3. 灰黄色含燧石中晶、细晶白云岩 1.95m

1.56m

下伏地层：下奥陶统冶里组

1. 灰色燧石条带白云岩, 顶部产牙形石: *Scolopodus restrictus* An, *S. primitivus* An

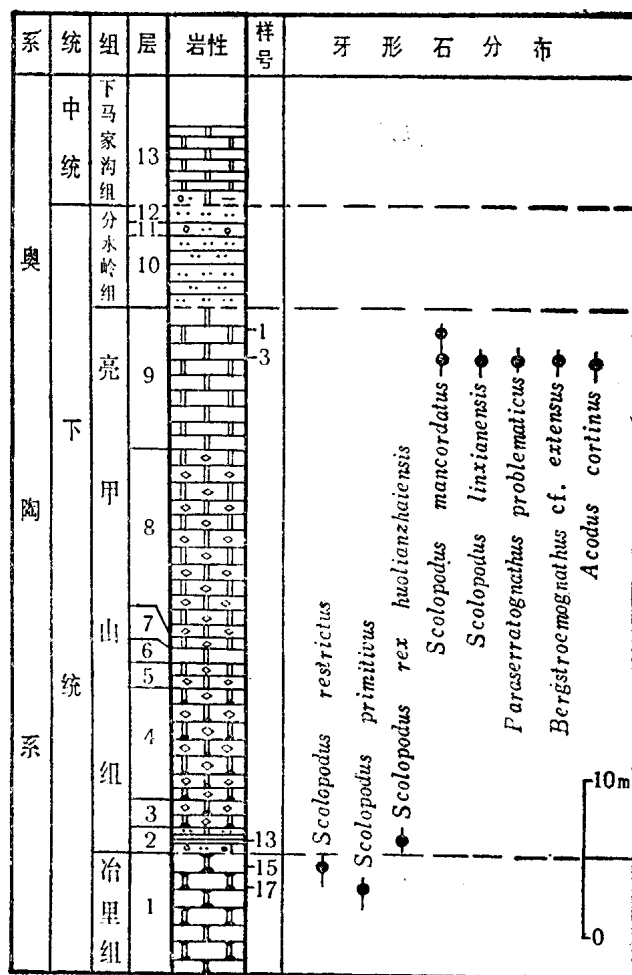


图2-2 河南省林县分水岭早奥陶世牙形石分布图

二、牙形石帶的划分和动物群分析

林县早奥陶世牙形石是本区首次发现的早奥陶世化石。早奥陶世是真牙形石类繁盛的时代。在林县白龙庙、井头、分水岭及鹤壁南荒等地都做了较系统的工作，获得了较为丰富的牙形石，计有11属，24种，1亚种，3近似种，5未定种，1未定属种，其中1新属，9新种。现以地层发育较全、牙形石较多的林县白龙庙剖面为主，结合分水岭剖面，井头剖面，对早奥陶世牙形石动物群作一简要分析，并建立牙形石带。

1. 冶里组

冶里期是真牙形石第一次繁衍期，牙形石都是单锥型，特征是齿体纤细，齿锥横切面大都是圆形或透视镜形，表面光滑或具少量肋沟，白色物质比较清晰，多呈圆锥形。

根据发现的牙形石属种,在冶里组可以建“*Acodus*” *oneotensis*-*Scolopodus restrictus* 带,包括林县白龙庙剖面第6、7层,岩性为含燧石团块细晶白云岩,燧石条带细晶白云

岩, 厚 32.44m, 牙形石以 “*Acodus*” *oneotensis* Furnish, *Teridontus gracilis* (Furnish), *S. restrictus* An, *S. primitivus* An, *Drepanodus henanensis* Pei (sp. nov.) 为主, 其次还有 *Acontiodus iowensis* Furnish.

冶里组牙形石具明显的对称性, 肋沟简单 (2条), 是本区奥陶纪较为原始的牙形石。

2. 亮甲山组

亮甲山期是真牙形石类又一次繁衍期, 牙形石动物群属种众多, 单锥型牙形石个体一般较大, 肋沟强壮而多, 变化大, 形态多变, 细线纹也较发育, 基腔浅而多样化。复合型牙形石齿体大者居多, 锯齿多, 基腔特殊。

根据发现的牙形石组合特征, 在亮甲山组可建 *Paraserratognathus paltodiformis* 带, 包括林县白龙庙剖面第8、9层, 岩性底部为含砂砾细晶白云岩 (在分水岭、井头为砾岩), 下部为细晶白云岩, 中上部为灰色泥晶白云岩, 厚 23.07m。

亮甲山组牙形石十分丰富, 主要有 *Paraserratognathus paltodiformis* An, *P. problematicus* Zhang F. et Yang C. S., *Acodus cortinus* An, *Scolopodus rex huolianshiensis* An et Xu, *S. mancordatus* An et Xu, *S. linxianensis* Pei (sp. nov.), *Baltoniodus approximatus* Zhang F., *Scolopodus bailongmiaoensis* Pei (sp. nov.), *Aurilobodus priscus* Pei (sp. nov.), *Henangnathus spidus* Pei (gen. et sp. nov.) 等, 其次还有 *Scolopodus incertus* Pei (sp. nov.), *S. eburnus* Jiang, *S. asperus* An, Du et al., *S. flexilis* An, *S. sp. 3*, *Triangulodus cf. brevibasis* (Sergeeva), *Paraserratognathus? costatus* Pei (sp. nov.), *P. cf. obesus* Jiang, *P. erectus* Pei (sp. nov.), *Bergstroemognathus cf. extensus* (Graves et Ellison), *B. pentiniformis* Yang C. S. et Zhang F., *Acontiodus magicus* Pei (sp. nov.), *A. sp. 1*, *A. sp. 2*, *Scolopodus sp. 1* 等分子。

亮甲山组 *Paraserratognathus paltodiformis* 带的牙形石主要特点是齿体大, 多分子属种大量繁盛, 如 *Baltoniodus approximatus* (图版Ⅱ, 图1-5)。单锥形牙形石齿体表面肋沟复杂多变, 而尤以肋锋后倾的类型为主, 如 *Scolopodus rex huolianshiensis*, *S. mancordatus*, *S. linxianensis*, *Paraserratognathus paltodiformis* 等, 基腔浅, 不对称的分子相当多。复合型牙形石齿体硕大, 锯齿多而明显, 基腔形态也比较特异而多变, 如 *Henangnathus spidus* Pei (图版Ⅱ, 图12-14)。

值得一提的是, 在林县井头亮甲山组发现了一枚本区早奥陶世最大的单锥型牙形石 *Scolopodus sp. 3* (图版Ⅱ, 图25), 长 2.74mm, 肋脊粗壮, 线纹发育。此外, 白龙庙产的完整的 *Henangnathus spidus* 的锯齿、基腔形态特异, 均反映出 *Paraserratognathus paltodiformis* 带的牙形石动物十分繁盛, 生长自由, 没受压抑的状况。

三、牙形石带的对比 (表2-3)

1. 河北唐山

林县属于华北地层区, 早奥陶世牙形石大都是河北早奥陶世分子。林县冶里组 “*Acodus*” *oneotensis*-*Scolopodus restrictus* 带的主要分子在唐山冶里组 *Cordylodus rotundatus*-“*Acodus*” *oneotensis* 带中比较繁盛, 可以相互对比。但林县冶里组都是细晶白云岩, 含牙形石稀少, 未发现唐山冶里组底部的牙形石。林县白龙庙冶里组 “*Acodus*” *oneotensis*-*Scolopodus restrictus* 带的化石距冶里组之顶仅有 4m, 未发现唐山冶里组上部的

Scolopodus quadraplicatus 带的主要化石。而林县冶里组燧石条带白云岩的上覆地层具一层底砾岩,含砾白云岩,其中已见到 *Scolopodus rex huolianshaiensis* 等亮甲山组牙形石,因此林县可能缺失河北冶里组顶部的 *Scolopodus quadraplicatus* 带。

林县亮甲山组的牙形石大部分与唐山亮甲山组上部第四个牙形石带即 *Paraserratognathus paltodiformis* 带可以对比。林县白龙庙亮甲山组底界以上 3m 见到 *Paraserratognathus problematicus*, 底界以上 5m 见到 *P. paltodiformis*, 因而林县可能缺失唐山亮甲山组下部三个牙形石带,这与该组底砾岩代表的沉积间断有关(见后述)。但林县分水岭亮甲山组底部砾岩的页岩夹层中产 *Scolopodus rex huolianshaiensis*,不排除林县有唐山亮甲山组第三个牙形石带即 *Serratognathus extensus* 带上部地层的可能性。林县亮甲山组顶部未发现 *Scolopodus sunanensis*,说明河南亮甲山组顶界比河北平泉低,缺失 *S. sunanensis* 组合。

2. 湖北宜昌

在林县没有发现宜昌南津关组之下的西陵峡组牙形石。南津关组底部为 *Acanthodus costatus*-“*Acodus*” *oneotensis* 带(安太庠,杜国清等,1981,1985)。其中的“*Acodus*” *oneotensis*, *Acontiodus iowensis*, *Scolopodus restrictus*, *S. primitivus*, *Teridontus gracilis* 等在林县冶里组“*Acodus*” *oneotensis*-*Scolopodus restrictus* 带已经发现,可以互相对比。因林县冶里组和亮甲山组之间地层有缺失,故未发现宜昌地区南津关组上部 *Scolopodus quadraplicatus* 带和分乡组 *Paltodus deltifer* 带。

宜昌地区的红花园组为 *Serratognathus* 带。*Serratognathus diversus* An 在宜昌,四川,宁镇山脉,安徽和县红花园组中都很丰富(安太庠,杜国清等,1985;安太庠,丁连生,1982,1985)。*Serratognathus* 带下亚带以 *Serratognathus*, *Bergstroemognathus*, *Scolopodus asperus* 等为主,林县亮甲山组未发现 *Serratognathus*,所产 *Bergstroemognathus* 与 *Paraserratognathus* 共生,因而林县可能不存在红花园组下亚带。红花园组上亚带出现大量的牙形石 *Baltoniodus*, *Triangulodus brevibasis*, 这和林县亮甲山组 *Baltoniodus approximatus*, *Triangulodus cf. brevibasis* 出现的情况可以对比。但是亮甲山组大量的牙形石 *Paraserratognathus*, *Aurilobodus priscus* 等在华南红花园组上亚带未发现,表明林县亮甲山期晚期牙形石分异程度高,牙形石动物地理分区发生了分异。

3. 北美

美国是北美中大陆牙形石动物地理区的标准地区,下奥陶统称加拿大统(Canadian Series)。Ethington et Clark (1971) 在下奥陶统建立了 5 个牙形石动物群(Fauna A-E)。其中 Fauna A 的 *Cordylodus proavus*, Fauna B 的 *Cordylodus angulatus*-*C. rotundatus* 在河南均未发现。林县冶里组的“*Acodus*” *oneotensis* 最早描述于密苏里州和依阿华州的 Oneota 组(Furnish, 1938),在亚利桑那州和得克萨斯州 El Paso 组(Ethington et Clark, 1964)也有出现。Ethington et Clark (1971) 把科罗拉多州中部 Mantain 组以及犹他州西部 House 组的 *Acodus oneotensis* 作为北美早奥陶世牙形石动物群 Fauna C 的重要分子。因此,本区冶里组“*Acodus*” *oneotensis*-*Scolopodus restrictus* 带相当北美的 Fauna C。

由于林县冶里组和亮甲山组之间有地层缺失,没有相当北美 Fauna D 的地层。北美 Fauna E 产 *Baltoniodus communis*,可与林县亮甲山组 *B. approximatus* 互相对比。但亮甲山组 *Paraserratognathus*, *Aurilobodus priscus* 等在北美 Fauna E 中没有发现,应是

中国华北区的地方性分子。

4. 伊朗

Muller (1973) 研究了伊朗北部的上寒武统至下奥陶统的牙形石, 共建 7 个牙形石带。第 1—5 个带在林县没有发现。第 6、7 带产 *Acodus oneotensis*, 可与林县冶里组 "*Acodus*" *oneotensis*-*Scolopodus restrictus* 带对比。

5. 澳大利亚

澳大利亚昆士兰及西北部地区上寒武统至下奥陶统牙形石研究比较详细 (Druce et Jones, 1971; Druce, 1978), 建立了许多牙形石带。Druce (1978) 将 *Cordylodus proavus* 作为 Tremadocian 阶之底, 比安太庠等 (1983) 的划分略低。Druce (1978) 的 Datsonian 阶的三个带在林县没有发现。Warendian 阶的 *Cordylodus prion*-*Scolopodus* 带中的 *Scolopodus* 具简单的肋, *Cordylodus rotundatus*-*C. angulatus* 带和 *Chosonodina herfurthi*-*Acodus* 带以大量 *Scolopodus* 出现为标志, 其中的 *Scolopodus bassleri* (Furnish) 即是林县冶里组的 *S. restrictus* An, 因此, 林县冶里组 "*Acodus*" *oneotensis*-*Scolopodus restrictus* 带可与澳大利亚上述三个牙形石带对比。但因林县冶里组之上地层有缺失, "*Acodus*" *oneotensis*-*Scolopodus restrictus* 带之顶可能比澳大利亚 *Chosonodina herfurthi*-*Acodus* 带顶界要低些, 同时也缺失 Past Warendian 阶地层。

Cooper (1981) 对澳大利亚中部地区 Amadeus 盆地 Horn Valley 粉砂岩中的牙形石进行了研究。Horn Valley 粉砂岩产牙形石 *Bergstroemognathus extensus* (Graves et Ellison), 在林县亮甲山组已经发现其相似种, Horn Valley 粉砂岩中的 *Drepanostodus pitjanti* Cooper 的 Sd (drepanodontiform) element (pl. 26, fig. 7) 与林县亮甲山组的 *Scolopodus bailongmiaoensis* Pei (sp. nov.) (图版 I, 图 25—30) 十分相似, 因此, 澳大利亚中部 Horn Valley 粉砂岩下部可与林县亮甲山组对比。

6. 阿根廷

Serpagli (1974) 研究了阿根廷西部 Procordellera 地区阿伦尼格阶牙形石, 在 San Juan 灰岩共建 5 个牙形石组合带 (Zone A—E), 其中 A 带产 *Bergstroemognathus extensus*, 林县亮甲山组产 *B. cf. extensus*, 因此, 阿根廷 San Juan 灰岩的 A 带可大致与本区亮甲山组 *Paraserratognathus paltodiformis* 带进行对比。

7. 欧洲

欧洲早奥陶世牙形石研究较为详细 (Lindström, 1971; Bergström, 1971), 是北大西洋牙形石生物地理分区的典型地区。Tremadocian 阶下部牙形石甚少。Lindström (1971) 建的 *Cordylodus angulatus* 带中产 *C. rotundatus*, 在河北冶里组第二个牙形石带 (安太庠等, 1983) 中出现, 大致相当林县冶里组 "*Acodus*" *oneotensis*-*Scolopodus restrictus* 带。欧洲的 *Paltodus deltifer* 带化石稍多, 但因林县冶里组之上有地层缺失, 没有发现。欧洲 Arenigian 阶下部产 *Paroistodus proteus*, 在河北见于亮甲山组。但本省亮甲山组产丰富的 *Paraserratognathus*, *Aurilobodus* 等, 在欧洲没有发现, 这是牙形石动物地理分区不同的明显标志。

8. 西伯利亚

苏联西伯利亚地台奥陶纪牙形石属于北美中大陆区类型 (Moskalenko, 1983)。该地区 Tremadocian 阶建立一个牙形石带, 即 *Acanthodus lineatus* 带。但 Moskalenko (1983) 的认识与许多学者不一致。一方面他把 *Acanthodus lineatus* 带与北美加拿大统