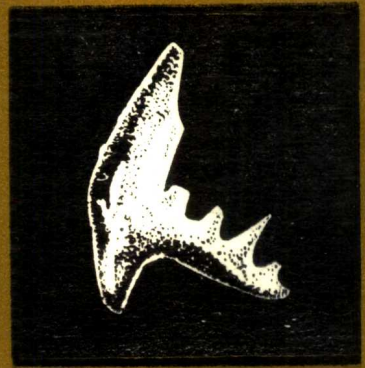


7826

鄂尔多斯盆地 周缘的 牙形石

安太庠 郑昭昌 著



科学出版社

鄂尔多斯盆地周缘的牙形石



鄂尔多斯盆地周缘的牙形石

安太庠 郑昭昌 著

科学出版社

1990

内 容 简 介

鄂尔多斯盆地周缘地处华北地台和祁连山、天山-兴安褶皱带之间,是我国南北方地层对比的有利场所。该区早古生代地层发育良好,尤其是奥陶系,牙形石异常丰富。本书作者在对盆地周缘所有含牙形石地层详细研究的基础上,建立了该区奥陶系完整的牙形石序列,提出了中国南北方奥陶系的对比方案,解决了一些长期存在的地层问题。全书附插图 16 帧,图版 17 幅。可供广大地质、古生物工作者及大专院校有关人员参考。

鄂尔多斯盆地周缘的牙形石

安太庠 郑昭昌 著

责任编辑 胡晓春

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1990 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1990 年 8 月第一次印刷 印张:13 插页:9

印数:001—600 字数:298 000

ISBN 7-03-001716-1/P·334

定价:15.40 元

目 录

一、前言	1
二、寒武纪牙形石	4
(一) 地层概述	4
(二) 牙形石层位	4
(三) 牙形石动物群的分析 and 对比	7
(四) 寒武、奥陶系界线	9
三、奥陶纪牙形石	12
(一) 概述	12
(二) 牙形石层位	23
(三) 牙形石动物群分析	91
(四) 牙形石生物地层对比	104
(五) 与国外有关地区奥陶系的对比	115
(六) 牙形石的生物相和生物地理区	127
四、志留纪牙形石	133
(一) 地层概况及牙形石层位	133
(二) 牙形石动物群时代	138
五、石炭纪牙形石	140
(一) 地层概况及牙形石层位	140
(二) 牙形石动物群时代	155
六、属种描述	158
(一) 寒武纪牙形石	158
(二) 奥陶纪牙形石	162
(三) 志留纪牙形石	174
(四) 石炭纪牙形石	175
主要参考文献	176
主要牙形石索引	185
英文摘要	187
图版说明	193

一、前 言

近二十余年来,牙形石研究工作取得了长足的进步,在古生物学、地质学的许多理论领域和生产实践中起到了积极的作用。对牙形石的研究已成为当代古生物学中最活跃的领域之一。中国牙形石的研究虽然起步较晚,从1974年北京大学举办第一届牙形石短训班开始也不过十余年,但它在中国寒武纪—三叠纪海相地层的生物地层、地层和界线层型、生物相、古地理、有机质成熟度等诸方面研究中已取得了一系列引人注目的成果,在生产实践中也发挥了重要的作用。

牙形石所以能起到如此重要的作用,是它所特有的若干特征所决定的。牙形石数量丰富、种类繁多、演化迅速、特征明显,而且分布广泛,对相的限制相对地较少。牙形石动物主要是游泳的,但也有底栖、漂浮者,故一般来讲,牙形石不受一定的岩相所限,只要是海相就有可能存在。因此,许多牙形石成了较理想的标准化石。牙形石主要由磷灰石质组成,且其中含有较多的有机质,这使我们有可能利用它来测定含牙形石地层的有机质成熟度,这就使牙形石有可能成为“地质温度计”。这种方法弥补了孢粉、镜质组反射率、定碳比、干酪根等方法的不足。有时甚至只能用牙形石色变指数方法来代替上述诸方法。牙形石最为重要的特征仍是形体微小,它一般不过1mm。这使我们有可能以厘米为单位探讨生物地层界线,研究无大化石的“哑”地层以及钻井地层(利用岩心或岩屑)。现代化学、电子和光学机械工业的发展使牙形石的上述诸特征得到了充分的发挥。很难设想,没有50年代醋酸工艺、70年代的电子显微镜技术的开发和发展,牙形石的研究能如此简便和易行。中国牙形石研究的勃起首先是石油天然气工业的需求所致,此后曾形成过一时的“牙形石热”。今后随着某一生产分野的需要有可能招来另一“热”,做为化石各方面具明显优势的牙形石是能够应允的。

《鄂尔多斯盆地周缘的牙形石》是作者曾参与著述的《华北及邻区牙形石》(安太庠等,1983)、“Study on the Cambrian conodonts from North and-Northeast China”(An Taixiang, 1982)、《湖北奥陶系牙形石研究》(安太庠等,1985)、《中国南部早古生代牙形石》(安太庠, 1987)的续集。它们大体上包罗了中国东部早古生代牙形石的主要内容,读者们也将发现本书把中国南、北方的牙形石做了连接。

所谓的鄂尔多斯地区是历史形成的地域概念,主要是指内蒙古伊克昭盟和相邻的宁夏后套地区及陕西榆林地区。它三面被黄河所环绕,是黄土高原北端的延伸部分,在地理上是一个相对独立的单元。15世纪中叶,蒙古鄂尔多斯部游牧于此而得名。我们现在所说的鄂尔多斯盆地则更多的是构造概念,其地理范围比上述含义大。北部三面被黄河环绕,西、南侧由贺兰山、青龙山、六盘山和秦岭所环绕。中生代时此地曾是一大型沉积盆地,而新生代时则是黄土堆积的主要地域。盆地内部被中、新生代沉积所掩覆,古生代地层仅出露于盆地周缘(插图1)。

鄂尔多斯盆地周缘的牙形石是最近几年才开始着手研究的。安太庠等(1983)曾描

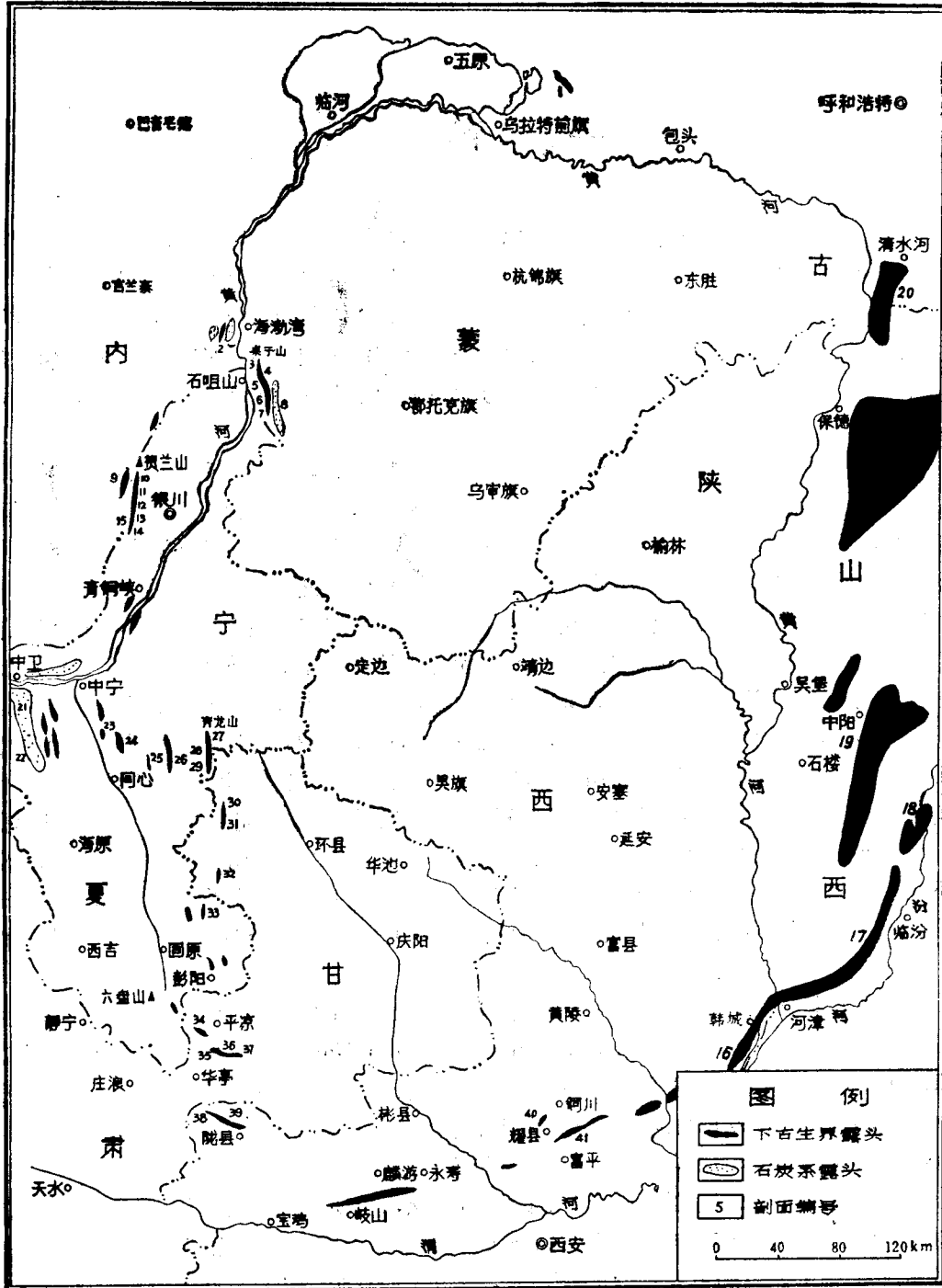


插图 1 工作区略图

剖面位置: 1.大余太,2.五虎山,3.桌子山老石旦东山,4.桌子山青年农场,5.桌子山拉什仲,6.桌子山乌云素,7.桌子山蛇山,8.桌子山呼查布其,9.胡基合,10.樱桃沟,11.中梁子,12.强岗岭,13.大南池,14.山字沟,15.榆树沟,16.韩城灰窑,17.临汾汾城,18.灵石富家滩,19.中阳南,20.清水河刘家窑,21.校育川,22.卡其盖,23.野猪沟,24.照花井,25.青山,26.煤山,27.鸽堂沟,28.酸枣沟,29.秦家涝子,30.涝池沟,31.井沟渠,32.车道坡,33.石节子沟(南阳沟),34.银洞官庄,35.麻川,36.水泉岭,37.三道沟,38.背锅山,39.龙门洞,40.桃曲坡,41.赵老峪

述过桌子山、吕梁山和韩城地区奥陶纪和石炭纪的个别牙形石。林宝玉等(1984)对内蒙古大余太奥陶系的珊瑚和牙形石曾做了研究,且建立了中、晚奥陶世地层系统。安太庠等(1985)对耀县中、上奥陶统曾做有系统的牙形石研究,建立了三个牙形石带,认为它们高于峰峰组。长庆油田的有关人员在本区做了大量的牙形石研究工作,其成果主要反映在费安琦、张吉森(1983)的“鄂尔多斯盆地西缘奥陶纪地层研究的新进展”和王志浩、罗坤泉(1984)的“鄂尔多斯地台边缘晚寒武世—奥陶纪牙形刺”。它们和陈均远等(1984)的“鄂尔多斯地台西缘奥陶纪生物地层研究的进展”是本区最重要的牙形石文献。地质矿产部第三普查大队的工作则反映在李晋僧、于芬玲(1983)和于芬玲、王志浩(1986)的文章中。上述工作为本研究奠定了重要基础。

本书涉及到了本区含牙形石的所有地层——寒武系、奥陶系、志留系和石炭系。鄂尔多斯盆地周缘的寒武系主要由白云岩组成,其中牙形石甚少。我们仅在贺兰山、五虎山和清水河得到少量长山期和凤山期的牙形石。贺兰山是建立本区寒武纪牙形石序列最理想之地,尤其今后对徐庄期的研究引人注目。本区奥陶系内容极为丰富、多彩,既有壳相,又有笔石相;既有华北型牙形石,也有华南型牙形石;既有下奥陶统,又有中、上奥陶统,是华北地层区中唯一存在 Caradocian—Ashgillian 地层的区,借助本区层序,我们可建立华北地层区的近乎完整的奥陶系层序。本区的“下马家沟期”早期为止的层序、岩性和牙形石与吕梁山以东(或称华北区腹地)类似。从“下马家沟期”晚期开始,鄂尔多斯盆地西缘陆续变为笔石相,牙形石也随之变为华南型。而其东侧则与华北区腹地类同,只是中奥陶统的层序更为完整。至晚奥陶世,除个别地区外,全区变为壳相灰岩和华北型牙形石。本区奥陶系中壳相和笔石相兼有,它是鄂尔多斯盆地周缘奥陶系的最重要特点,这使我们有可能在本区探究它们之间的地层对比关系。鄂尔多斯盆地西、南缘的中奥陶统呈现了大陆边缘的特征,这是目前我们在华北板块上所见到唯一清晰的大陆边缘。本书对奥陶纪生物相做了初步的探讨。我们所得志留纪牙形石资料较少,但在长期争论的照花井组中却找到了牙形石,照花井组应归入下志留统。本区石炭系分布广泛。盆地西缘的石炭系受其西侧海区的影响具有过渡的性质。香山地区石炭系与甘肃靖远地区类同,而桌子山地区找到 Namurian 晚期的地层。本书最后描述了各时代的牙形石 28 属 38 种和亚种,其中包括 1 新属、2 新种和 1 新亚种。

在我们的工作过程中,始终得到了北京大学地质学系和宁夏地质局地质研究所的指导和大力支持¹⁾;李玉珍、贺正轩和梅士龙曾参加了部分野外工作;杨遵仪、董熙平、舒桂明、李小凤、许鉴儒等协助完成了化石的拍摄、洗印、绘图和外文摘要。在此我们表示诚挚的谢意。

水平所限,文中难免有错误和不当之处,切盼批评指正。

1) 本研究曾获高等学校博士学科点专项科研基金和国家自然科学基金的资助。

二、寒武纪牙形石

(一) 地层概述

鄂尔多斯盆地周缘地区寒武系分布甚广,大体围绕盆地呈环带状分布。东缘自内蒙古清水河向南进入山西境内,主要分布在岢岚、中阳和稷山三地。韩城地区寒武系亦相当发育,由此向西过三原,经乾县、岐山至陇县等地,大体沿渭河北岸作北东东向展布。盆地西缘则断续出露于平凉、环县、双井、青龙山、贺兰山及桌子山等地,其中以贺兰山地区出露最为完好。北缘见于大余太和大青山地区。根据钻井和物探资料证实,除乌兰格尔古陆外,鄂尔多斯盆地内部新地层之下仍有寒武系存在。

本区的寒武系和太行山以东地区基本类似。韩城以西至贺兰山,在馒头组之下还有猴家山组(在贺兰山称苏峪口组、在陕西称辛集组)。猴家山组之下,有些地区还有与凤台砾岩相当的地层。除吕梁山腹地之外,馒头组和毛庄组全区都有分布。在鄂尔多斯盆地的南缘和西缘,明显的可以看到,早寒武世地层由盆地腹地向南、西缘厚度变大,且其底界层位时代愈来愈老,个别地区(岐山、麟游等地)具轻微变质现象。徐庄组至上寒武统,全区都有分布。

本区与太行山以东寒武纪各时期的岩性相似。全区由于受怀远运动的影响,下奥陶统和上寒武统不同程度的遭受剥蚀。在贺兰山北段的胡鲁斯台陶思沟,上寒武统完全缺失,桌子山一般仅保留有崮山组,陇县景福山的上寒武统也保留不多。然而,本区许多地方的上寒武统则是完整的,如贺兰山中段的强岗岭和苏峪口、韩城园山、清水河董家梁等等。寒武系和奥陶系接壤的三山子组状况也和华北中、南部地区相似。即三山子组白云岩的底界随地而异,一般来说,愈向北,其底界时代愈新。例如陇县景福山的张夏阶大部分由三山子组白云岩所组成(张夏组共厚 175m,其中仅底部 28m 为灰岩)。这里的三山子组底界约相当于 *Crepicephalina* 带(张夏阶第一化石带);韩城园山则约相当于崮山阶 *Blackwelderia* 带下部;清水河董家梁则相当于凤山阶 *Tsinania-Ptychaspis* 带顶部;而在贺兰山强岗岭,凤山阶的中上部与三山子组相当的地层,虽然主要以白云岩为主,但灰质含量较高,故其中产有多量牙形石。

本区寒武系三叶虫与太行山以东地区者基本类似。但有下列较突出的现象:馒头期的三叶虫很不发育;徐庄期地层发育,厚度较大,且含有丰富的三叶虫动物群;西南缘的张夏期三叶虫组合与太行山以东地区有较大差异;张夏期以后因各地陆续出现白云岩(三山子组),三叶虫的数量随之大减。

(二) 牙形石层位

至今为止,世界各国对寒武纪的牙形石研究甚少。我国是寒武纪牙形石发现最多,而

且研究的最系统、细致的国家 (An, 1981, 1982), 其他各国只是对若干地区的寒武系顶部牙形石做了研究 (Landing, 1983; Miller, 1980; Müller, 1959, 1973; Druce et Jones, 1971)。在中国, 寒武纪最古老的牙形石产于华北徐庄阶 (An, 1981), 但这个时期的牙形石非常稀少。自张夏阶中部开始, 在华北东部地区有较多的牙形石出现。以基腔大而深的牙形石为主, 如 *Westergaardodina* 类和各种深基腔单锥类型。这种状况一直持续到寒武纪晚期, 只是到了寒武纪末期才出现原始的复合型牙型石, 且仅为一属一种。

由于本区从张夏期开始各地相继处于白云岩沉积的环境, 故本区寒武系牙形石稀少。我们在贺兰山强岗岭上寒武统上部获得较多的牙形石资料。另外, 在清水河地区上寒武统中亦获少量的牙形石。

在贺兰山地区, 寒武系出露广 (主要分布在贺兰山中段), 层序清晰, 化石丰富。1943年, 李士林、边兆祥和李星学将贺兰山早古生代灰岩统称为寒武奥陶系。1950年, 杜恒俭发现中寒武世早期的若干三叶虫, 将该地层称胡鲁斯台层。1980年, 周志强、郑昭昌 (1980) 建立了贺兰山地区寒武系的完整地层系统。随后, 郑昭昌、李玉珍 (1987) 研究了寒武、奥陶系界线。现仅就我们所得有关牙形石层位列述如下。

贺兰山强岗岭上寒武统剖面(插图2):

上覆地层: 下奥陶统下岭南沟组(底部)

22. 灰、浅灰色灰岩、白云质灰岩、白云岩, 下部和底部产牙形石
 He-8, Qi-54, Qi-52: *Scolopodus primitivus* An, *Cordylodus* aff. *proavus* Müller, C.
 cf. *intermedius* Furnish, *Proconodontus notchpeakensis* Miller 15.3m

——— 整 合 ———

上寒武统凤山组 (60.4m)

21. 上部为灰、深灰色厚层白云岩; 下部是浅灰色厚层白云岩, 产遗迹化石和牙形石:
 He-6: *Cordylodus proavus* Müller 6.5m
20. 灰色薄层泥质条带灰岩与深灰色白云岩互层, 下部含少许燧石团块。产牙形石:
 Qi-45: *Cordylodus proavus* Müller, *Proconodontus rotundatus* (Druce et Jones),
Teridontus nakamurai (Nogami), *T. qianggangensis* sp. nov.¹⁾ 3.7m
19. 灰色薄—中厚层泥质灰岩夹厚层白云岩及少许中薄层竹叶状灰岩。产牙形石:
 He-4: *Teridontus nakamurai* (Nogami), *Cordylodus proavus* Müller, *Proconodontus muelleri* Miller;
 Qi-43: *Proconodontus notchpeakensis* Miller;
 Qi-42: *Cordylodus proavus* Müller, *Teridontus nakamurai* (Nogami), *Proconodontus notchpeakensis* Miller;
 Qi-41: *Teridontus nakamurai* (Nogami), *Cordylodus proavus* Müller, *Proconodontus notchpeakensis* Miller, *P. muelleri* Miller 12.8m
18. 灰、深灰色厚层结晶白云岩夹少许灰色薄层灰岩, 含三叶虫: *Tsiania bigranosa*
 Zhou et Zheng, *Pagodia pergranosa* Zhou et Zheng, *Calvinella xialingnangouensis* Zhou et Zheng, *Paracalvinella semigyroides* Zhou 6.2m
17. 灰色薄层结晶白云岩夹少许灰色薄层泥质灰岩, 底部为中薄层—厚层块状结晶白云质灰岩 31.2m

上寒武统长山组 (88.2m)

1) 本文发表的新属种均由安太庠鉴定。

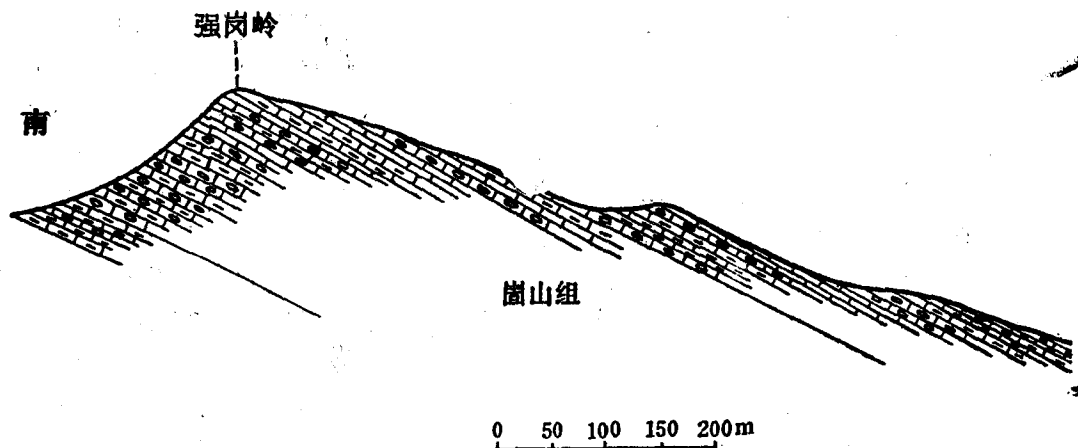
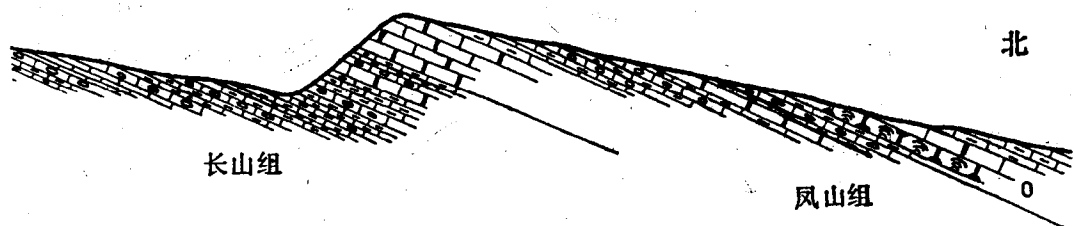


插图 2 贺兰山强岗

- | | |
|--|-------|
| 16. 灰色中薄层泥质灰岩与灰色中厚层结晶白云质灰岩互层 | 20.8m |
| 15. 灰色中薄层泥质灰岩夹灰色中厚层竹叶状灰岩及少量薄层生物碎屑灰岩。含三叶虫: <i>Chuangia helanshanensis</i> Zhou, <i>Lioparia obsoleta</i> Zhou, <i>L. punctata</i> Zhou | 4.8m |
| 14. 灰色中薄层泥质灰岩与灰色中厚层白云质结晶灰岩互层 | 4.8m |
| 13. 灰色厚层结晶白云质灰岩 | 3.8m |
| 12. 灰色薄层泥质灰岩夹灰色中厚层竹叶状灰岩 | 5.7m |
| 11. 灰色、紫灰色中厚层竹叶状灰岩夹薄层泥质条带灰岩 | 3.9m |
| 10. 灰色薄层泥质灰岩、泥质条带灰岩与灰—深灰色中至厚层灰岩、灰色薄—中厚层竹叶状灰岩互层。下部含腕足类化石: <i>Mesonomia</i> sp., <i>Eoorthis</i> sp. | 23.5m |
| 9. 灰色薄层泥质灰岩夹薄—中厚层竹叶状灰岩及少许鲕状灰岩。底部产三叶虫: <i>Chuangia qianguanglingensis</i> Zhou, <i>Lioparia latatiformis</i> Zhou, <i>L. peculiaris</i> Zhou; 牙形石: Qi-13; <i>Furnishina furnishi</i> Müller | 17.8m |
| 8. 灰色中厚层灰岩 | 3.1m |
| 上寒武统崮山组 (174.8m) | |
| 7. 灰色薄层泥质灰岩夹灰色中厚层灰岩和竹叶状灰岩 | 22.9m |
| 6. 灰色块状灰岩 | 1.4m |
| 5. 灰色薄层泥质灰岩夹灰色中厚层灰岩。含三叶虫: <i>Homagnostus</i> sp., <i>Mansuyia</i> sp., <i>damesellids</i> | 17.5m |
| 4. 灰色薄层泥质灰岩夹中厚层竹叶状灰岩, 顶、底各有一层瘤状灰岩, 顶部含三叶虫碎片 | 8.1m |
| 3. 灰色薄层含泥质条带灰岩夹灰色中厚层灰岩及少许灰色薄—中厚层竹叶状灰岩和鲕状灰岩。底部及上部含三叶虫: <i>Blackwelderia petila</i> Zhou, <i>Cyclolorenzella</i> sp. | 46.9m |
| 2. 灰色薄层泥质条带灰岩、泥质灰岩夹灰色中厚层竹叶状灰岩。上部含丰富的三叶虫: <i>Blackwelderia fortis</i> Zhou, <i>B. petila</i> Zhou, <i>B. tenuilimbata</i> Zhou, <i>Cyclolorenzella normalis</i> Zhou | 77.1m |



岭上寒武统剖面图

1. 深灰色厚层叠层石灰岩

0.9m

—— 整合 ——

下伏地层：中寒武统张夏组泥质条带灰岩，含三叶虫：*Poshania* sp., *Taitzia* sp.

(三) 牙形石动物群的分析 and 对比

1. 长山阶

在贺兰山强岗岭剖面，长山组底部产牙形石 *Furnishina furnishi* Müller，它与 *Chuangia qiangganglingensis* Zhou, *Lioparia lataliformis* Zhou 和 *L. peculiaris* Zhou 等三叶虫共生。*F. furnishi* Müller 在世界各地分布较广，已见于欧、亚、美洲和澳大利亚。在亚洲，见于朝鲜、伊朗、土耳其、苏联和中国等地。在中国则主要见于辽宁、河北、山西和山东，也见于江南地层区的浙江西部、湖南西部和贵州东部。*Furnishina furnishi* Müller 见于世界各地长山阶—凤山阶及与之相当的地层中，但主要集中产于长山阶。它是一深基腔薄壳壁类型的牙形石，基腔的侧、后壁常不易保存下来。如果在一个样品中，缺少一般数量众多而易保存的真牙形石类，且仅有 *Furnishina furnishi* Müller 的话，它常成为确定长山组的依据(真牙形石类从凤山组才开始出现)。故当前的标本时代可确定为长山期，与与其共生的三叶虫(*Chuangia* 和 *Lioparia*)时代结论是一致的。*F. furnishi* 也见于贺兰山北端的五虎山长山组。

2. 凤山阶

在贺兰山强岗岭剖面凤山组中共获得 5 层牙形石。最低的一层牙形石产于三叶虫 *Calvinella xialingnangouensis* Zhou et Zheng, *Paracalvinella semigyroides* Zhou, *Tsinania bigranosa* Zhou et Zheng 和 *Pagodia pergranosa* Zhou et Zheng 层之上约 1m 处。计有 *Terodontus nakamurai* (Nogami), *T. qianggangensis* sp. nov., *Proconodontus muelleri* Miller, *P. noichpeakensis* Miller 以及 *Cordylodus proavus* Müller。其中，C.

proavus Müller 的出现最为重要,是泛球型的牙形石,世界各地产出的层位是上寒武统顶部 *Saukia* 带的 *Corbinia apopsis* 亚带或与其相当的层位。在北美,它产在犹他州的 Notch Peak 灰岩 (Miller, 1969, 1980)、内华达州的 Whipple Cave 组上部和 Hales 灰岩上部、俄克拉何马州的 Signal 山灰岩 (Müller, 1959)、得克萨斯州的 Wilberns 组和 San Saba 段上部、南达科他州的 Deadwood 组、宾夕法尼亚州的 Stonebenge 组 Stoufferstown 段等。在格陵兰东部 (Miller and Kurtz, 1979)、加拿大纽芬兰、阿尔伯达省和马更些 (Landing, Taylor and Erdtmann, 1978; Derby and Lane, 1972; Tipnis, Chatterton and Ludvigsen, 1978), 墨西哥 (Ronison and Pantoja-Alor, 1968), 澳大利亚 (Druce and Jones, 1971; Jones, 1971), 瑞典 (van Wamel, 1974), 苏联 (Abaimova, 1975; Abaimova and Markov, 1977), 和伊朗 (Müller, 1973) 等地都产在寒武系顶部。在中国,其分布也很广泛:在崑崙隆起—乌兰格爾古陸以北的寒武系灰岩顶部,无处不有;在华南则主要产于江南地层区,但其北的西南地层区一些地点上寒武统顶部白云岩中有时也有产出 (安太庠, 1986)。对 *Cordylodus proavus* Müller 的地层分布,一般认为是从寒武系顶部 *Saukia* 带 *Corbinia apopsis* 亚带出现,经 *Missisquoia* 带 (下奥陶统),止于 *Symphysurina* 带下部。但是,安太庠 (An, 1982; 安太庠, 1987) 认为寒武系和奥陶系 *C. proavus* Müller 的圆形分子 (rotunded element) 在齿体基部的高度、口缘形态、基部前后方向的横切面形状、锯齿形态和数量等方面有区别,是由下而上演变的过程。并且认为 *C. proavus* Müller 演化的晚期阶段,可能缺失扁形分子 (compresed element), 故建议以 *C. proavus* Müller 和 *C. aff. proavus* Müller 分别作为寒武系和奥陶系的代表。由于它们之间是一演化的过程,特征变化的界线不易确定,因此,一般情况下,寒武系和奥陶系界线多以与其共生的牙形石组合划分。这样,安太庠 (1982) 建议 *Cordylodus proavus* 带仍限于寒武系顶部。这对地层的划分和对比是有益的。

C. proavus 带的厚度一般很薄,在美国仅限于 *Corbinia apopsis* 亚带,在得克萨斯州 Threadgill Creek-Lange Ranch 剖面,厚 6.3m,俄克拉何马州的 Wichita 山区 Chandler Creek 剖面也不过 9m。在中国,大体上限于 *Mictosaukia* 带,且稍厚一些,在辽宁小阳岔和火连寨分别是 17 和 19m; 河北涑水马各庄也不过 27m。

总之, *Cordylodus proavus* Müller 在贺兰山上寒武统顶部第 19—21 层中的发现甚为重要,为本区寒武、奥陶系界线的确定提供了重要依据。至少第 19—21 层为 *C. proavus* 带,约相当于三叶虫 *Mictosaukia* 带。同时,它还佐证了其下第 18 层中产 *Tsinania bigranosa* Zhou et Zheng 和 *Calvinella xialingnangouensis* Zhou et Zheng 的地层层位也不低,应相当于凤山组中部,大体上与三叶虫 *Changia* 带可做对比。

第 19 层中还产有 *Proconodontus muelleri* Miller 和 *Proconodontus notchpeakensis* Miller。它们的地理分布也很广,前者的出现早于后者。在美国利用上述两个种分别建立了两个牙形石亚带,各代表 Trempealeauan 中部 *Saukia* 带 *S. junia* 亚带的下部和上部 (Miller, 1980)。王志浩 (Wang, 1984), 周志毅等 (1983) 也据此划分为两个亚带,代表大体上与台湾沟灰岩段相当的地层。我们在贺兰山所得牙形石不多,故不可能讨论此两个种在本区能否建立两个牙形石亚带的问题。*Proconodontus muelleri* Miller, *P. notchpeakensis* Miller 与 *Cordylodus proavus* Müller 共生的这一段地层只能归入到 *C. proavus* 带。另外,第 19 层中还产有 *Proconodontus rotundatus* (Druce et Jones) 和 *Teri-*

dontus nakamurai (Nogami), 前者是长山阶繁盛, 并可延伸到凤山阶的分子; 后者是凤山阶 *Tsinania-Ptyhaspis* 带开始出现, 并可延至冶里组的分子。

上述讨论可归结为一点, 即强岗岭剖面第 19—21 层应属寒武系顶部 *Cordylodus proavus* 带。

我们在内蒙古清水河县刘家窑的凤山组下部也采有少量牙形石, 计有 *Teridontus nakamurai* (Nogami), *Proconodontus muelleri* Miller 和 *P. notchpeakensis* Miller。无疑属 *Proconodontus* 带(安太摩, 1981), 更具体的层位则尚难确定。

王志浩和罗坤泉(1984)在清水河刘家窑曾分析得更多的牙形石。计有 *Proconodontus muelleri* Miller, *P. notchpeakensis* Miller, *Hirsutodontus?* sp., ? *Teridontus gracilis* (Furnish) 和 *Prosagittodontus cf. dunderbergiae* (Müller), 它们均产于一个层位(标本号: Q1 8-6)。就他们所示图版来看, 尽管不够清晰, 但这些化石产于上寒武统凤山阶无疑。它们都是吕梁山以东凤山阶中的常见分子, 其具体层位难以确定, 以缺少 *Cordylodus proavus* Müller 为由, 他们认为归入 *Proconodontus muelleri* 亚带或 *P. notchpeakensis* 亚带 [Miller (1980)、王志浩等 (1984)] 也是困难的。王志浩等 (1984) 的 *Oneotodus gracilis* Furnish 则应归入 *Teridontus* Miller, 1980 属之内, 其种名则有疑问。

综上所述, 我们可得出如下结论: 鄂尔多斯盆地周缘的寒武系由于寒武纪末期地层中白云质含量高, 因此牙形石较少。其程度南部甚过北部。在北部凤山组中可见上部的 *Cordylodus proavus* 带和下部的 *Proconodontus* 带, 它们分别可与吕梁山以东的华北区相应牙形石带对比; 长山组中见有在世界各地与长山阶相当的地层中常见的 *Furnishina furnishi* Müller, 但目前尚难对比化石带。本区长山阶和凤山阶的牙形石组合面貌和序列特征与吕梁山以东的华北区无别。

(四) 寒武、奥陶系界线

本区寒武、奥陶系界线上下的地层多由白云岩组成, 故其中所得牙形石很少。但北部有些地方则以灰岩为主(如内蒙古清水河一带)或灰质成分增多(如贺兰山中梁子一带), 当然也有通为白云岩的地区(如内蒙古大余太)。我们在贺兰山地区寒武、奥陶系界线上下分析到较丰富的牙形石, 兹列述相关层段如下:

下奥陶统下岭南沟组(部分)

25. 灰色薄至中厚层泥质条带灰岩。含牙形石:

Qi-62; *Scolopodus triplicatus* Druce et Jones;

Qi-60; *Drepanodus subarcuatus* Furnish, *Scolopodus triplicatus* Druce et Jones,

S. restrictus An

16.0m

24. 灰色中厚层白云质灰岩

8.0m

23. 深灰色厚层块状白云岩, 其下部为含泥质白云岩, 顶部含黑色燧石团块和叠层石

4.0m

22. 灰色、浅灰色灰岩、白云质灰岩和白云岩, 下部中薄层泥质灰岩中含牙形石 He-8:

Scolopodus primitivus An; 近底部产牙形石 Qi-54; *Cordylodus aff. proavus*

Müller; Qi-52; *Cordylodus cf. intermedius* Furnish, *Proconodontus notchpeakensis*

Miller

15.3m

上寒武统凤山组(部分)

21. 上部为灰色、深灰色厚层白云岩;下部是浅灰色厚层白云岩,含遗迹化石和牙形石:
He-6: *Cordylodus proavus* Müller 6.5m
20. 灰色薄层泥质条带灰岩与深灰色白云岩互层,下部含少许燧石团块。含牙形石
Qi-45: *Cordylodus proavus* Müller, *Prooneotodus rotundatus* (Druce et Jones),
Teridontus nakamurai (Nogami), *T. qianguangensis* sp. nov. 3.7m
19. 灰色薄—中厚层竹叶状灰岩。产牙形石:
He-4: *Teridontus nakamurai* (Nogami), *Cordylodus proavus* Müller, *Proconodontus muelleri* Miller;
Qi-43: *Proconodontus notchpeakensis* Miller;
Qi-42: *Cordylodus proavus* Müller, *Teridontus nakamurai* (Nogami), *Proconodontus notchpeakensis* Miller;
Qi-41: *Teridontus nakamurai* (Nogami), *Cordylodus proavus* Müller, *Proconodontus notchpeakensis* Miller, *P. muelleri* Miller 12.8m
18. 灰色、深灰色厚层结晶白云岩夹少许灰色薄层灰岩。含三叶虫: *Tsinania bigranosa* Zhou et Zheng, *Pagodia pergranosa* Zhou et Zheng, *Calvinella xialingnangouensis* Zhou et Zheng, *Paracalvinella semigyroides* Zhou 6.2m

对第 19—21 层牙形石的时代意义我们在前面已较详细的谈到,不再赘述。第 22 层中的 He-8, Qi-54, Qi-52 号化石甚为重要,计有: *Scolopodus primitivus* An, *Teridontus nakamurai* (Nogami), *Proconodontus notchpeakensis* Miller, *Cordylodus* aff. *proavus* Müller 和 *C. cf. intermedius* Furnish。其中 *P. notchpeakensis* Miller 和 *T. nakamurai* (Nogami) 是凤山组延伸过来的种,故它们对寒武、奥陶系分界的讨论意义不大。*Cordylodus proavus* Müller 和 *C. intermedius* Furnish 类似,演化末期的 *C. proavus* 和初期的 *C. intermedius* 常常不易区别,故即使有经验的牙形石工作者有时也不能判别。

作为种, *C. proavus* Müller 和 *C. intermedius* Furnish 可以成立,因为它们之间有一主要区别:前者的基腔深,后者浅;它们的圆形分子基腔前坡前者是向前凸或直,而后者则是向后凸或直(另外,扁形分子的基部也不一样,但更不易区别)。并且, *C. proavus* Müller 的出现早于 *C. intermedius* Furnish。但作为一个划分界线的标准则很难应用,因为基腔的深浅和其前坡的凸凹度是相对的,某一地史阶段中可能是逐渐变化的,故一般人认为 *C. intermedius* 就是 *C. proavus* 演化而来。标本号 Qi-52 和 He-8 中 *Scolopodus primitivus* An 的出现甚为重要,它在吕梁山以东北地区从未出现于寒武系,是冶里组底部或下部最常见的分子,它的出现常常与奥陶系底界吻合。故而,在没有出现带化石——*Monocostodus sevierensis* (Miller) 或 *Utahconus beimadaoensis* Cui et Zhang 的情况下,常把 *S. primitivus* An 的出现视为奥陶系的底界 (A 等 1981)。就牙形石大的演化来说,始牙形石(protoconodont)经副牙形石(paraconodont)至真牙形石(euconodont)的演化是不同大阶段。安太庠等(1983, 33 页)曾指出“副牙形石类转变到真牙形石类的演化是明显可见的,在牙形石的演化史上这是一重大飞跃”。把这个转变阶段

做为寒武、奥陶系分界是最恰当的。

真牙形石的最原始代表出现于凤山阶底部,它可能由长山阶的 *Prooneotodus rotundatus* (Druce et Jones) 通过基腔深度的减弱、齿锥和基部分化程度的加强演变而来。这个过程是渐变的,其间不易确定界线。整个上寒武统中,真牙形石类仅为一属一种 *Teridontus nakamurai* (Nogami)。因此,作为演化阶段,上寒武统仍不失称副牙形石阶段。而奥陶系底部开始即大量出现真牙形石类,且数量上占统治地位,如 *Scolopodus primitivus* An, *S. restrictus* An, *Monocostodus sevierensis* (Miller), *Utahconus beimadaoensis* Cui et Zhang, *Teridontus huanghuachangensis* (Ni), *T. gracilis* (Furnish), *Drepanodus tangshanensis* Yang, *D. subarcuatus* Furnish 等。上寒武统的 *Teridontus nakamurai* (Nogami) 在寒武纪末期可能有几个演化方向:(1)齿锥里的白色物质底界与生长轴垂直,即寒武纪的 *T. nakamurai* (Nogami) → 底界与生长轴斜切,即 *T. huanghuachangensis* (Ni) → 白色物质仅限于生长轴,即 *T. gracilis* (Furnish); (2)齿锥上部横切面圆,即 *T. nakamurai* (Nogami) → 齿锥上部具有后棱脊(即横切面非圆) *Monocostodus sevierensis* (Miller); (3)齿锥横切面圆,即 *T. nakamurai* (Nogami) → 两侧具有棱脊,即 *Scolopodus primitivus* An。上述(1)是渐变的,故实际应用不易掌握;而(2)(3)从无棱脊到有棱脊的变化,可认为是质的变化,其区分比较容易。这些变化与寒武、奥陶系的分界大体相吻合,故可做寒武、奥陶系界线划分的标志。当然,这只是从牙形石角度而提出的较为理想的方案。

三、奥陶纪牙形石

(一) 概 述

1. 华北区奥陶系研究概况

当我们论述鄂尔多斯盆地周缘的奥陶系之前,有必要首先了解一下该盆地以东的华北奥陶系研究现状。

唐山地区的奥陶系层序及其各组的主要生物群内容已于20年代初被基本建立和了解。自那时起,在中国地质界一直认为在华北、东北南部,唐山的奥陶系最发育,为华北区奥陶系的标准剖面。实际上,国内外文献中也都以对这个剖面的认识来理解华北区的奥陶系,并以此剖面为基础在华北其他区进行奥陶系的划分和对比工作。张文堂(1962)在其《中国的奥陶系》一书中以Grabau(1922),孙云铸(1935),张文堂(1949)和王钰等(1954)在唐山和太子河流域的研究为基础把华北区奥陶系划分如下:

中奥陶统

马家沟组上部

Tojangoceras 带

Lophospira 带

下奥陶统

马家沟组下部

Stereoplasmodoceras pseudoseptatum 带

Eoisotelus orientalis 带

亮甲山组

Manchuroceras-Archaeoscyphia 带

冶里组

Dichograptus 带

Callograptus taitzehoense 带

Dictyonema flabelliforme liaotungense 带

Dendrograptus lotolatzensis 带

在华北区奥陶系研究中,于70年代中期以导入牙形石手段为契机,近十余年来获得了一系列重要成果。安太庠等认为70年代中期以前,在华北区奥陶系研究中产生混乱局面的原因主要是我们对唐山剖面缺乏系统的研究,使各组合义不清所致¹⁾。因此,他们首先由唐山剖面的重新研究入手,详细测制剖面、重新厘定和澄清各组合义,建立化石带,然后把这个成果推广到华北南部,直止鄂尔多斯盆地西缘。这个期间,南京地质古生物研究所、长春和河北地质学院、河南、山西、河北和辽宁地质局等许多单位做了许多重要研究。

1) 北京大学地质地理系古生物地层专业73级师生,1975,河北唐山、峰峰地区奥陶纪地层兼论华北奥陶系底界及其划分和对比。

鄂尔多斯盆地以东(或简称吕梁山以东)围绕华北区奥陶系最近取得的成果可概括如下:

(1) 20年代以来作为奥陶系底界的具氧化圈的枣状砾岩不是奥陶系底界,寒武系和奥陶系分界位于其上¹⁾。其具体位置各人所得结果不完全一致(周志毅、张进林,1978;安太庠,1986; Kuo *et al.*, 1982)。陈均远等(Chen, 1986)在吉林浑江大阳岔获得了重要成果,得到了国内外学者的好评,并被选为寒武-奥陶系界线层型候选剖面。他们以牙形石 *Cordylodus intermedius* 带底界为奥陶系底界。1980年以来,安太庠则主张寒武、奥陶系分界应以副牙形石类时代到真牙形石类时代的转变为准。认为这个“转变是牙形石初期演化阶段最为重要的环节,在晚寒武世末期至早奥陶世初期尚无与之比拟的重要事件”(安太庠等,1980,12页)。这个转变意义比某一牙形石种或属的产生(或灭绝)要大得多。但尽管近来提出的标准各人不一,但具体界线却很接近。

(2) 在唐山地区,亮甲山组底部可建 *Scalpellodus tersus* 带。该带牙形石面貌具 Tremadocian 末期色彩,亦即亮甲山组底部包括有 Tremadocian 期地层(安太庠等,1983)。最近宋力生²⁾在亮甲山组的标准地点——秦皇岛石门寨做了如下的对比(表1):

表1 石门寨冶里组的牙形石带与笔石带关系

	牙形石带	笔石带	
亮甲山组 (底部)	<i>Scalpellodus tersus</i>	<i>Adelograptus-Clonograptus</i>	新三
冶里组	<i>Glyptoconus quadraplicatus-S. opimus</i>	<i>Muenzhiograptus-Psigraptus</i>	新二、五
	<i>Cordylodus rotundatus-Rossodus manitouensis</i>	<i>Dendrograptus lotolatzensis</i>	新二
凤山组 (顶部)	<i>Utahconus beimadaoensis-Monocostodus severiensis</i>	<i>Dictyonema flabelliforme</i>	新一

周志毅等(1983)怀疑孙云铸的“*Dichograptus separatus* var. *hopeiensis* 和 *Loganograptus logani* var. *kaipingensis* 应属于 *Callograptus* sp., 而 *Didymograptus fearnsidesi* 及 *D. nitidus* 应为 *Kiaerograptus*”。它们可能采自冶里组顶部或亮甲山组底部,属 Tremadocian 晚期。安太庠(1986)曾指出王钰等(1954)在太子河流域所建 *Callograptus? taitzehoensis* 带、*Dictyonema flabelliforme liaotungense* 带和 *Dendrograptus lotolatzensis* 带层位也不低,它们约相当于唐山的冶里组上部 *Glyptoconus quadraplicatus-Scolopodus opimus* 带。

(3) 包括唐山在内的华北北部的亮甲山组由两个岩性段组成:下段为灰岩段;上段为白云岩段。安太庠等首次指出该白云岩段的底界时代由北而南愈来愈老。例如:河北平泉是亮甲山组 *Jumudontus gananda-Scolopodus sunanensis* 带底界,河南博爱为冶里组底部,而河南鲁山是张夏组底部,为一明显的穿时面。华北各地此白云岩都被下马家沟组所覆,大约从河北曲阳开始向南,白云岩顶界时代愈来愈老,亦即白云岩与上覆的下马家沟组之间从曲阳开始向南,白云岩上部缺失地层愈来愈多。郑州—陕县以南的白云岩顶部层位分别是:登封关口为凤山阶、禹县方山为长山阶,鲁山辛集为崮山阶,叶县杨寺庄

1) 同上一页脚注。

2) 宋力生,1987,河北秦皇岛石门寨地区下奥陶统冶里组的笔石和牙形石生物地层研究。