

中国科学院
南京地质古生物研究所集刊

第七号

科学出版社

内 容 简 介

本“集刊”第七号只选载生物地层和古动物地理论文一篇,即《中国奥陶纪的生物地层和古动物地理》。笔者根据三叶虫、笔石、鹦鹉螺和腹足类等动物群的特征划分我国奥陶纪动物群为四大类型:(一)华北类型;(二)扬子类型;(三)东南类型;(四)过渡类型。认为“生物-环境控制论”适合于解释我国奥陶纪生物地层和古动物地理。文中讨论了华北区和扬子区奥陶纪生物地层的一些问题,特别着重讨论了腹足类、头足类、三叶虫和笔石动物群的体型、器官构造、分泌物的多少与古生态的关系等,进而讨论了我国奥陶纪地层、动物群与世界其他地区奥陶纪地层、动物群的关系及其对比问题。最后描述了一些有关的腹足类、鹦鹉螺和三叶虫,其中包括 1 新科、1 新亚科、15 新属、57 新种。

中 国 科 学 院 南京地质古生物研究所集刊

第七号

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

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

*

1976 年 12 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1976 年 12 月第一次印刷 印张:5 3/4 插页:8

印数:0001—3,480 字数:120,000

统一书号:13031·551

本社书号:809·13—16

定价: 1.20 元

中国奥陶纪的生物地层和古动物地理*

卢衍豪 朱兆玲 钱义元 周志毅 陈均远
刘耕武 余汶 陈旭 许汉奎

(中国科学院南京地质古生物研究所)

摘 要

本文据根三叶虫、笔石、头足类(鹦鹉螺类)等几个门类动物群的特征划分中国奥陶纪动物群为四大类型,即:(一)华北类型;(二)扬子类型;(三)东南类型;(四)过渡类型。各类型的地理分布不以所命名的地区为限,如天山-祁连山和北山在地理上位于我国西北,而其动物群则属东南类型。“生物-环境控制论”适合于解释中国奥陶纪的生物地层和古动物地理的情况。对华北地区新近建立的北庵庄组、阁庄组和八陡组予以明确的定义,附述其中的主要动物群。对扬子区奥陶纪各统的划分和几个组的含义加以讨论。文中着重讨论腹足类、头足类、三叶虫、笔石等动物群的体型、器官构造、虫体分泌物的多少与古生态的关系,及其在古动物地理分区中的作用,进而讨论我国各大动物群区与世界其他地区动物群的关系及我国奥陶纪地层与世界奥陶纪地层的分层和对比问题。文末记述一些对我国各大动物群分区和化石分带有关的腹足类、头足类和三叶虫,其中包括新科 1, 新亚科 1, 新属 15, 新种 57。

一、前 言

中国奥陶纪生物地层是研究时间比较早,研究的人比较多的生物地层之一。但是对于中国奥陶纪动物群的区系划分、地层的分层和对比、化石的分带等方面还存在不少问题,因此在生产实践方面,特别是在开展区域地质测量和填制地质图方面,造成不少困难,并引起许多争论。就目前世界范围来说,奥陶系究竟应该二分(即分为上统和下统)或三分(即分为上统、中统和下统),全球性的动物群的区系应该如何划分,区系划分的根据何在,以及动物群的发生、迁徙、演化等基本问题,都还是目前热烈讨论的问题。本文根据我国近年来发现的一些新资料,结合以往研究成果,对其中某些问题,作一试探,提出一些粗浅的看法。

在写作过程中,曾引用了近年来国内各地地质机构的一些新资料,其中不少是结合送与本所鉴定的野外地质队所采的化石标本进行综合分析研究的。

为了便于明了我国奥陶纪动物群分区的特点,我们选择了各大动物区比较具有代表性的腹足类、头足类和三叶虫加以描述,其中包括新科 1, 新亚科 1, 新属 15, 新种 57。

* 本文是集体写作,头足类化石由陈均远,笔石由陈旭,腕足类由许汉奎,腹足类由余汶,三叶虫由卢衍豪、钱义元、周志毅分别整理和提供资料,朱兆玲参加编制地层表工作。编写工作除大部分由卢衍豪承担外,文末所附的腹足类、头足类和三叶虫的描述,分别由余汶、陈均远、刘耕武、卢衍豪、周志毅等负责。

二、中国奥陶纪动物群的类型

卢衍豪等在中国科学院南京地质古生物研究所集刊第五号上发表的《生物-环境控制论及其在寒武纪生物地层学上和古动物地理上的应用》一文中,曾提出了全球性寒武纪动物群的分类,这个分类的主要内容如下:

- | | |
|-----------|-----------------|
| | 1. 华北型 |
| | { a. 华北-东北南部沉积区 |
| | b. 扬子沉积区 |
| A. 东方动物群 | { 2. 东南型 |
| | a. 江南沉积区 |
| | b. 珠江沉积区 |
| | 3. 过渡型 |
| B. 西方动物群 | { 1. 北美型 |
| | 2. 大西洋型 |
| | 3. 过渡型 |
| C. 中间型动物群 | |

中国的寒武纪动物群属于东方动物群(动物群的各种类型和各类型的沉积区的分布,参阅该文的插图9)。在奥陶纪时期,中国的海侵范围基本上承袭了晚寒武世(请将《生物-环境控制论及其在寒武纪生物地层学上和古动物地理上的应用》一文插图9与本文插图1作比较),但是在生物群的发展、古地形的变迁以及和世界动物群的沟通联系方面都起了很大变化。例如:(1)寒武纪时期华北型扬子沉积区的生物群到了奥陶纪已逐步发展成为与华北型不相同的独特的动物群,其中许多是华北所没有的,如三叶虫和笔石类,因此已经可以单独划出成为另一个类型,我们把这种类型叫做“扬子类型”。扬子类型的动物群在早奥陶世与华北类型有一定的联系,而到了晚奥陶世则与东南类型的江南沉积区的动物群有密切的关系。(2)在中寒武世和晚寒武世,扬子区除边缘地区是正常海之外,上扬子盆地中心的海侵区几乎都是属于不正常海的范围,区内沉积了巨厚的白云岩夹一些石膏、岩盐和红层,如娄山关群和三游洞群。到了奥陶纪,这种状态已逐步起了变化,上扬子盆地由不正常海逐步变为正常海,白云岩减少,石灰岩和碎屑岩逐步增多,各种动物也极为繁盛,一反晚寒武世时期娄山关群或三游洞群生物遗迹极为稀少的情况。(3)和寒武纪比较,奥陶纪时期的华北和东北南部的情况也起了很大的变化,全区极少碎屑岩的沉积,绝大部分是化学岩,特别是石灰岩占绝对优势。(4)东南区的江南沉积区岩相起了很大变化,寒武系都是灰岩,而奥陶系则除不多的灰岩外,都是泥岩。珠江沉积区和寒武纪时期相仿,仍为一大套复理石建造。

下面试论我国奥陶纪动物群的各类型及其地理分布(插图1, 2, 3):

(一)华北类型

(二)扬子类型

(三)东南类型

1. 江南沉积区 2. 珠江沉积区

(四)过渡类型

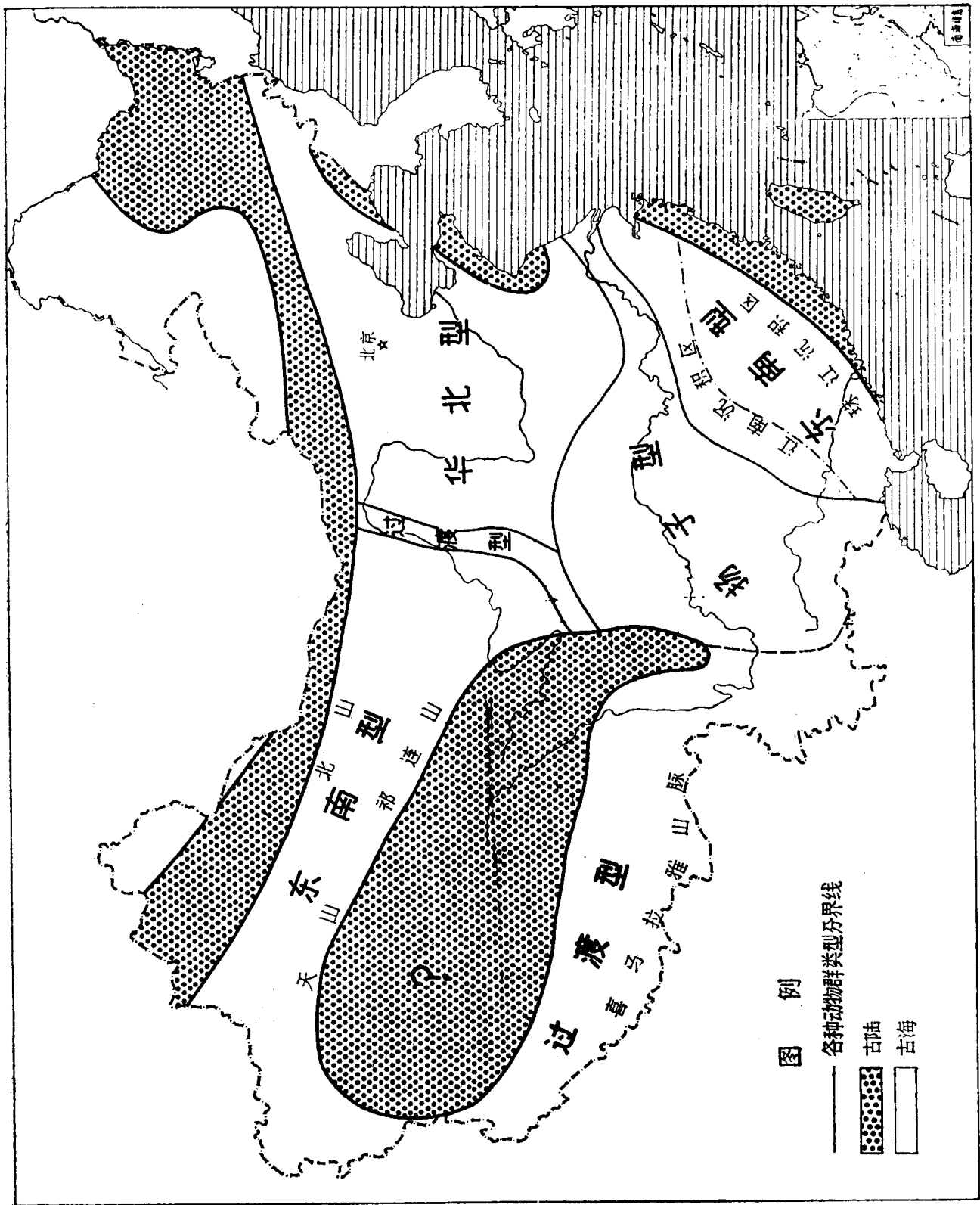


插图 1 中国早奥陶世各种类型动物群分布图

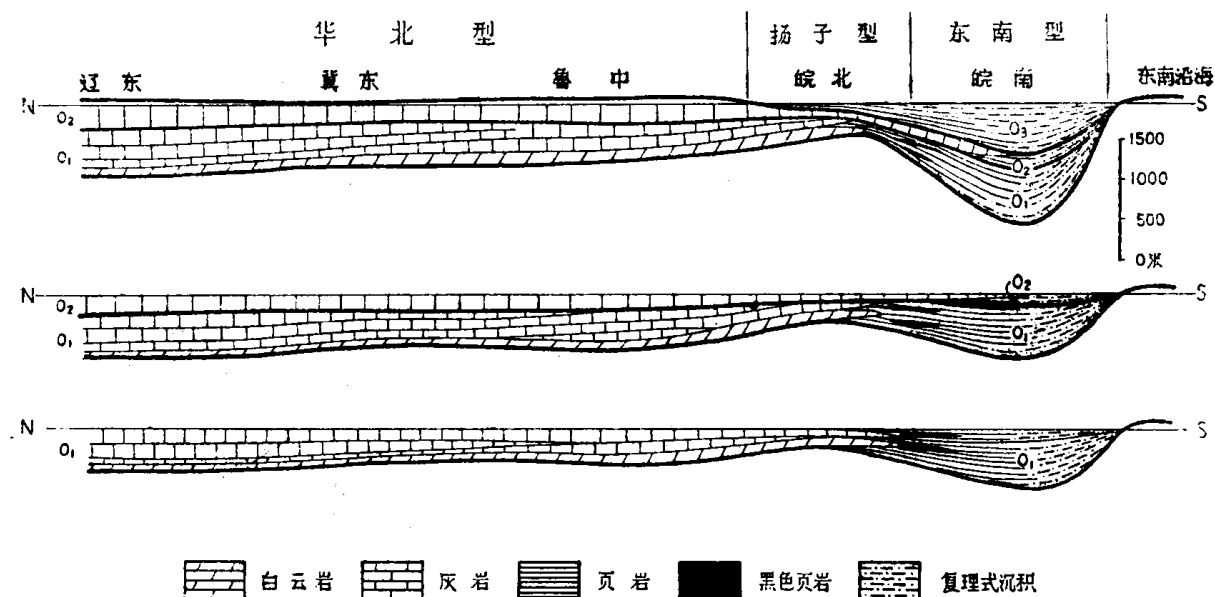


插图2 中国东部奥陶纪岩相变化示意图

(一) 华北类型动物群

华北类型的分布地区包括西起鄂尔多斯的桌子山以东、南至秦岭-淮阳山脉、北至内蒙古古陆以南的华北和东北南部地区(插图1)。这一区的奥陶纪生物地层的划分,解放后重新作了修正,变动较大,最重要的是:(1)把解放以前被日本人搅得很混乱的东北南部地层重新划分,与华北奥陶纪的分层作比较,并将两处地层名称统一使用(王钰等,1954, 89—91页)。(2)最近陈均远、邹西平(陈均远,1976)将山东地区的奥陶纪地层重新划分,建立了八陡组、阁庄组、北庵庄组三个新的地层名称,其层序如下:

中奥陶统(O_2)	{	八陡组
		阁庄组
下奥陶统(O_1)	{	马家沟组
		北庵庄组
		亮家山组
		冶里组

北庵庄组、阁庄组和八陡组的含义如下:

1. 北庵庄组 标准地点在山东新泰汶南附近的北庵庄。代表华北边缘地区与亮家山组相当的一段地层。其岩性及所含头足类动物群的面貌均与亮家山组不同。北庵庄组的岩性为棕灰色中厚层豹皮灰岩,下部为微层理灰岩或薄板状灰岩,顶部为棕灰色至灰色白云质灰岩,间夹白云质泥岩。共厚约150米。富含头足类化石,计有 *Polydesmia*, *Manchuroceras*, *Pararmenoceras*, *Ordosoceras*, *Wutinoceras*, *Kogenoceras jiaolongense* Chen et Liu (sp. nov.) *Pseudoskimoceras*, *Coreanoceras* 等,可以把它们分为两个化石带:

北庵庄组	{	上带: <i>Ordosoceras</i> 带
		下带: <i>Polydesmia</i> 带

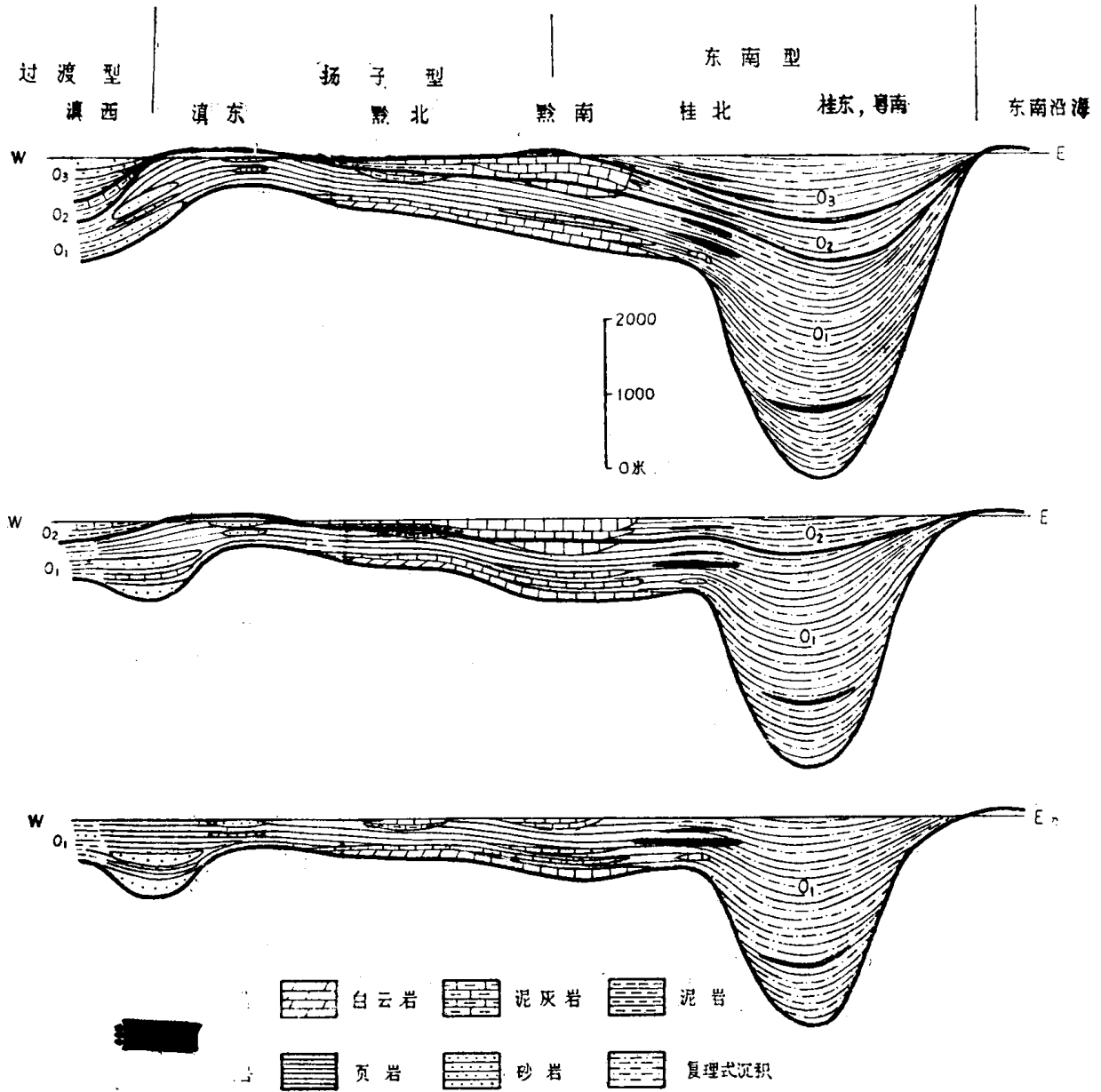


插图3 中国南部奥陶纪岩相变化示意图

2. 阁庄组 标准地点在山东新泰汶南附近的阁庄,紧接马家沟组之上及八陡组之下。岩性为浅黄色中至薄层泥质白云岩,夹蓝灰色白云质页岩,未见化石。厚度 65 米,向东略有增厚。由于没有获得化石,确实时代不能肯定,根据地层位置,推测其时代可能为中奥陶世早期。

3. 八陡组 标准地点在山东淄博八陡附近五阳山的北坡。八陡组整合在阁庄组之上,顶部与石炭系本溪统成假整合接触。八陡组的岩性为棕灰色厚层灰岩,夹豹皮灰岩,厚 90 米。产头足类、层孔虫等化石。所产头足类化石计有 *Goniceras badouense* Chen et Liu (sp. nov.), *Vaginoceras badouense* Chen et Liu (sp. nov.), *Badouceras pyriforme* Chen et Liu (gen. et sp. nov.), *Gorbyoceras densicostatum* Chen et Liu (sp. nov.), *G. planoconvexum* Chen et Liu (sp. nov.)。

Gonioceras 和 *Vaginoceras* 产于北美中奥陶统黑河阶 (Black River Stage), 只有少量可以上延到晚奥陶世。因此将八陡组时代暂定为中奥陶世中、晚期。

下面我们讨论奥陶纪各个时期华北类型动物群的性质和其他地区的关系。

在奥陶纪早期, 华北及东北南部冶里组不论在河北开平盆地 (张文堂, 1949, 131 页) 或辽宁太子河流域 (王钰等, 1954, 91—96 页) 都含笔石、三叶虫、介形虫以及少量的海百合、腕足类和 *Proterocameroceratidae* 科的头足类。

根据笔石和三叶虫, 开平盆地的冶里组自上而下可分为三个化石带, 各带所含的化石如下:

(3) *Dichograptus* 带

笔石: *Dichograptus separatus* var. *hopeiensis* Sun, *Desmograptus yehliensis* Sun, *Loganograptus logani* var. *kaipingensis* Sun, *Didymograptus fearnsidesi* Sun, *Didymograptus nitidus* (Hall), *Dendrograptus* cf. *grabau* Sun;

(2) *Callograptus* 带

Callograptus spp., *Obolus* sp.;

(1) *Dictyonema-Asaphellus* 带

笔石: *Callograptus bulmani* Sun, *C. sp.*, *Colonograptus sp.*, *Dictyonema flabelliforme* var. *orientale* Sun, *Dictyonema flabelliforme* var. *anglica* Bulman, *Dendrograptus grabau* Sun, *D. sp.*;

三叶虫: *Hystericurus kaipingensis* Chang, *Asaphellus trinodus* Chang, *A. homfrayi* var., *Bumastus* sp., *Bathyurus jenchuangensis* Chang;

腕足类: *Eoorthis* sp., *Lingulella* sp.

在辽东太子河流域, 冶里组也可以分为三个化石带, 自上而下为:

(3) *Callograptus? taitzeensis* 带

笔石: *Callograptus? taitzeensis* Mu, *C. sinicus* Mu, *C. curvithecalis* Mu, *C. sp. aff. stauferi* Ruedemann, *C. ? cf. bulmani* Sun, *Anisograptus lui* Mu, *Bryograptus yentaiensis* Mu, *Dictyonema uniforme* Mu, *D. flexiliramosum* Mu, *D. sp.*, *Airograptus sp. aff. furciferus* Ruedemann, *Dendrograptus odontocauloides* Mu, *D. suni* Mu, *D. thomasi* var. *sinensis* Mu, *D. y-wangi* Mu, *D. flexirami* Mu, *D. liaotungensis* Mu, *Reticulograptus yangi* Mu, *Inocaulis? sp.*, *Didymograptus sp.*;

三叶虫: *Asaphellus trinodosus* Chang, *A. homfrayi* var. Matthew, *Hystericurus penchiensis* Lu (sp. nov.), *Tienshihfuia penchiensis* Lu (gen. et sp. nov.), *T. sintabaoensis* Lu (gen. et sp. nov.), *Penchiopsis yintzensis* Lu (gen. et sp. nov.) *Dikelocephalina sp.*;

介形类: *Ctenobolbina sinensis* Hou, *C. sinensis* var. *wangi* Hou, *C. nanmanensis* Hou, *C. taitzeensis* Hou, *Primitia nanmanensis* Hou;

(2) *Dictyonema flabelliforme liaotungense* 带

Dictyonema flabelliforme liaotungense Mu, *Dendrograptus sp.*;

(1) *Dendrograptus lotolatzensis* 带

笔石: *Dendrograptus lotolatzensis* Mu, *D. ptilograptoides* Mu, *Inocaulis sinensis* Mu, *Medusaeograptus sp.*, *Callograptus aff. hopkinsoni* Bulman;

三叶虫: *Asaphellus praetrinodosus* Lu (sp. nov.)

上述开平盆地的三个化石带和太子河流域的三个化石带都同属于华北类型。开平盆地的 *Dictyonema-Asaphellus* 带大致相当于太子河流域的 *Dendrograptus lotolatzensis* 带和 *Dictyonema flabelliforme liaotungensis* 带；开平盆地的 *Callograptus* 带大致相当太子河流域的 *Callograptus ? taitzeensis* 带；开平盆地 *Dichograptus* 带的层位较上述诸带高。

从笔石动物群的性质看来，华北型的开平-太子河区的笔石群和北美洲的笔石群相接近(穆恩之, 1955, 7 页), 而与扬子区和东南区都有所不同。从三叶虫动物群看来, 情况也和笔石一样, 除 *Asaphellus* 一属是全球性的以外, *Hystricurus* 是北美型的, 而与扬子区和东南区的大不相同。

冶里期之后, 华北海的北部沉积了巨厚的亮家山组地层, 除其底部页岩夹层产笔石 *Herrmanograptus* 外, 以灰岩为主, 富产内角石类鸚鵡螺和海绵。如 *Coreanoceras*、*Hopeioceras*、*Manchuroceras*、*Archaeoscyphia* 等, 这些化石在扬子区红花园组也有出现。在同一时期, 华北海南及东边缘地区, 亮家山组相变白云岩为主, 厚度大为减薄, 其所含动物群也和亮家山组有一些差异, 差异虽然不是很大, 但已显示出它与岩相的差异是相关联的。

北庵庄期继亮家山期之后, 岩性为豹皮灰岩和薄板状或微层理灰岩, 其所含动物群和亮家山组比较, 面貌已为之一新, 以珠角石类 *Polydesmia*、*Ordosoceras*、*Wutnoceras*、*Mesowutnoceras* 等大量的出现和发展为主要特征。也发现很多腹足类, 主要有 *Maclurites*、*Lophospira* 等。这一动物群在祁连山、甘肃东部、鄂尔多斯西部以及西藏珠穆朗玛峰地区都有发现。

早奥陶世后期, 即马家沟期, 华北和东北南部沉积了块状灰岩, 含有丰富的鸚鵡螺和数量较少的三叶虫及腹足类, 自上而下可分为: (3) *Tofangoceras pauciannutum* 带, (2) *Discoactinoceras-Lophospira yentaiensis* 带和 (1) *Stereoplasmoceras pseudoseptum* 带。在马家沟组的下部, 产三叶虫 *Eoisotelus*, 这个属是地方性强的属, 迄今还没有在其它地区发现。

马家沟期之后, 沉积了以白云岩为主的阁庄组。阁庄组之上为八陡组, 此组为厚层灰岩夹豹皮灰岩, 产中奥陶世鸚鵡螺 *Gonioceras*、*Vaginoceras*、*Badouceras* 等。

华北类型的动物群分布很广, 在朝鲜北部、东南亚以及喜马拉雅山脉都有发现。其中早奥陶世北庵庄组的鸚鵡螺分布地区更广, 在我国西北的祁连山直至甘肃东部以及鄂尔多斯西部均有发现, 其中很多和典型的东南类型动物群相互交错出现。(参阅表1, 祁连山南部和北部, 甘肃东部和鄂尔多斯西部)

从动物群的性质看来, 华北类型动物群在冶里期具有北美色彩, 但在亮家山期和马家沟期, 除少量分子与北美相同外, 具有大量的独特的类群。到了中奥陶世八陡期, 独特的类群减少, 再次出现北美的类型。

(二) 扬子类型动物群

在寒武纪时期扬子区的动物群是包括在华北类型之内的, 不过由于扬子区和华北-东北南部区的沉积环境不同, 在扬子盆地中心地区, 中和上寒武统沉积白云岩夹岩盐、石膏和红层, 是一种不正常海的沉积, 在这种环境里, 不适于生物的生活, 因此生物遗迹极少。到了奥陶纪早期, 扬子盆地中心地区的海水逐步变为正常, 但是环境和华北-东北南部还

不完全相同,总的说来,扬子区已逐步抬起,碎屑岩的沉积增多,而华北区则相对的说逐步下降,海水变深,主要是碳酸盐类的沉积。

由于扬子区在寒武纪时期的动物群与华北是同一类型,因此到了早奥陶世,这一区的动物群一方面继承华北类型的特色,例如鹦鹉螺类就有与华北相同的 *Proterocameroceratidae* 科和 *Coreanoceras*、*Hopeioceras*、*Manchuroceras* 等属大量出现。但另一方面由于在奥陶纪时期扬子区的沉积环境与华北不同,又显示了与华北动物群迥异的独特的色彩,例如三叶虫类就有华北-东北南部地区所完全没有的属,如 *Dactylocephalus*, *Wanliangtingia*, *Loshanella*, *Lohanpopsis*, *Chungkingaspis*, *Tungtzuella*, *Psilocephalina* 等。就笔石而言,扬子区分乡组出现的以 *Acanthograptus sinensis* 等为代表的独特的刺笔石群,多达 10 种,即使南津关组的 *Dictyonema*, *Dendrograptus*, *Callograptus* 等属,它们的种也与华北类型的不同。虽然,在早奥陶世早期和中期,扬子区动物群与华北-东北南部的动物群的分野还不算十分明显,特别是红花园期,还有不少华北型的鹦鹉螺类,但总的说来,已经出现了明显的分异,尤其是在早奥陶世后期,分异更加显著,因此我们把它从华北类型划出来,单独成为一个类型,叫做“扬子动物群”。

早奥陶世后期,扬子区从西到东出现明显的岩相变化和生物相变化。在滇东、川西、川西南、黔北一带基本上以碎屑岩(页岩、砂岩)为主,即湄潭组;川东南则部分变为泥灰岩相,即紫台组;鄂西则碳酸岩类继续增多,黔北的红花园组在此处增厚,其上为大湾组,再往东至宁镇山脉和上海、昆山地区则全部成为灰岩相,即“仑山灰岩”的上部(“仑山灰岩”下部属寒武系,参阅林天瑞,1965,552—553 页)。扬子区从西到东的岩相变化关系,请参阅插图 2。

生物群方面,除少数地区是介壳相动物群之外,大部分地区是介壳相和笔石相的混合相动物群,还有个别层段则以笔石为主,介壳相动物较少(如陕南的赵家坝组)。在湖北西部,大湾组(表 1)自上而下分为三个化石带:(3) *Glyptograptus sinodentatus minor* 带,(2) *Protocycloceras deprati* 带,(1) *Azygograptus suecicus* 带,其下即为红花园组,产头足类 *Manchuroceras*, *Hopeioceras* 和海绵 *Archaeoscyphia* 等。除了中间 *Protocycloceras deprati* 产头足类,上下两个带都有丰富的三叶虫、腕足类和笔石。腕足类 *Metorthis*, *Martellia*, *Sinorthis*, *Lepidorthis*, *Yangtzeella* 都是扬子区的特产。三叶虫群中 *Ningjianolithus*, *Ceratoithus*, *Omeipsis*, *Hammatocnemis primitivus*, *Eucalymene* 等都是扬子区的特产。另外,还有一些属,如 *Hanchungolithus*、*Phorocephala*、*Taihungshania*、*Ellipsocoryphe*、*Liomegaspidetes*、*Neseuretus*、*Megalaspides*, 有的见于欧洲、土耳其、中亚和东南亚;还有少量的属分布较为广泛,散见于世界的一些地区(如 *Carolinites*),但都不是华北类型和东南类型动物群的分子。笔石动物群方面,早奥陶世扬子类型是以对笔石为主的一个笔石群,其中又特别是以下垂类和下曲类的对笔石为主要成分。在这两类对笔石中,扬子区地方色彩的成分是主要的,兼有欧洲和北美的分子,如 *Didymograptus cobifidus*, *D. bifidus*, *D. cf. protobifidus*, *D. deflexus*, *D. filiformis* 等。此外也出现了少量东南类型平伸的对笔石,如 *D. hirundo*, *D. niidus* 等。这种情况不仅说明了扬子型与东南型动物群性质上的不同,同时又说明了海盆是相通的,一种类型中混有其它类型的少量分子。

从岩相变化和生物相变化来说,扬子区都远比东南区复杂(插图 4)。在扬子区,湄潭

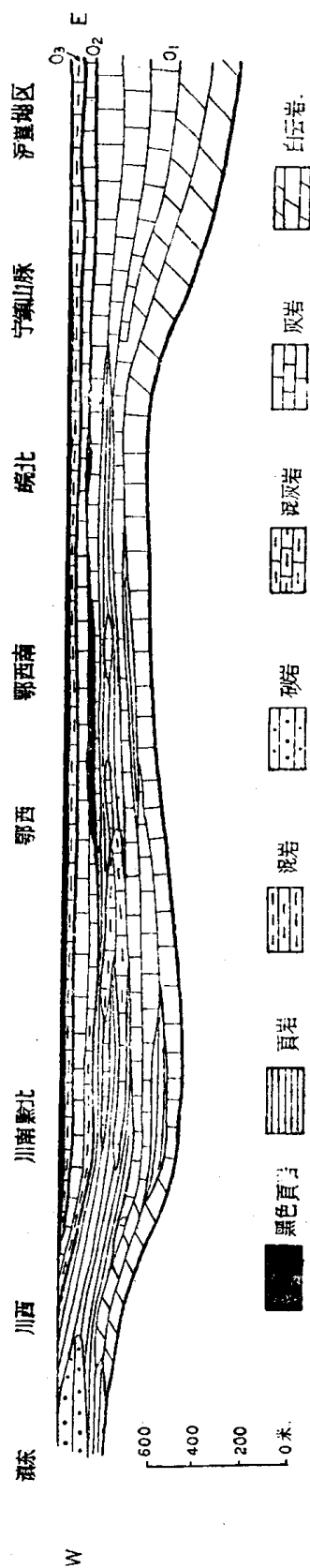


插图 4 扬子区奥陶系岩相变化示意图

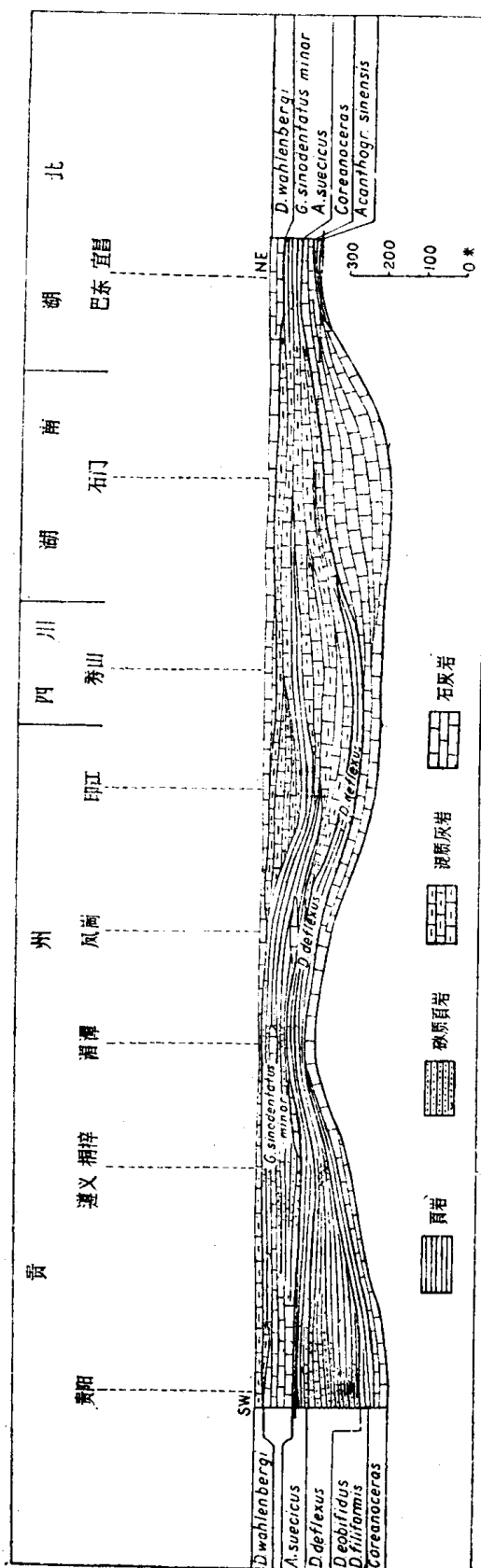


插图 5 黔北—鄂西早奥陶世中期及晚期岩相变化示意图

期的动物群实质上是笔石相和介壳相的混合相。从黔北到鄂西(插图5),相当于此组的地层,灰岩不断增加,至黔东北、川东南及湘西北,*D. filiformis* 带及 *D. eobifidus* 带含笔石的地层都相变为含头足类的红花园灰岩。这两个带以上的地层,至此亦相变为一套以紫红色泥灰岩及灰岩为主、夹黄绿色页岩的紫台组,其中所含笔石数量减少,而头足类等却大为增加。到了鄂西南和鄂西一带,不但不见 *D. filiformis* 带和 *D. eobifidus* 带的笔石,而且在这两个带以上的 *D. deflexus* 带也都相变为含头足类的红花园组灰岩了。这种情况不仅在早奥陶世中期如此,而且在早奥陶世晚期也甚为明显。例如在黔北, *Glyptograptus sinodontatus minor* 带之上,相当于牯牛潭组的地层,仅只有一层很薄的鲕状灰岩。向东灰岩逐渐加厚,在鄂西已达厚约20米的灰岩,即牯牛潭组。过去把牯牛潭组放在中奥陶统的底部,根据最近几年的研究,这个组可以分为二个部分:(1)上部为泥质的灰岩,产三叶虫 *Birmanites hupeiensis* Yi、*Lonchodomas brevicus* Lu、*Nileus convergens* Lu, 其中 *Birmanites hupeiensis* 和 *Nileus convergens* 都在紧接其上的中奥陶统庙坡组中发现。因此我们主张把过去所称的牯牛潭组的顶部产上述三叶虫的一段地层归入中奥陶统。(2)中、下部,其下部为灰岩,产头足类 *Dideroceras wahlenbergi*, *Protocycloceroides*, *Meitanoceras*, *Michelinoceras*, *Palaeonautilus* 等。从这些头足类看来,其时代以归入早奥陶世较为恰当,因此我们暂时把过去牯牛潭组下部产头足类化石这一段划归下奥陶统,作为下奥陶统的顶部。这个组的带化石 *Dideroceras* 在华北马家沟组上部也有少量发现,这为解决早奥陶世晚期扬子区和华北区两大动物群的地层对比提供了依据。

在扬子区,早奥陶世不论是大湾组,红花园组或与其相当的地层(紫台组,湄潭组),由西向东,砂页岩不断相变为灰岩,到了皖中和县,只夹有少数含混合相的动物群的夹层,如四礪潘组中笔石与三叶虫、腕足类共生(张全忠等,1966)。到了宁镇山脉则相变为灰岩,笔石页岩完全消失。

在中奥陶世庙坡期,扬子区岩相和生物相的变化进一步发展,可以明显地分为三种不同的相:

(1)笔石相:黑色笔石页岩,即庙坡组。分布于鄂西到川东北城口一带。其中有丰富的笔石,同时还有不少三叶虫和少量的腹足类化石。笔石中以 *Nemagraptus*、*Dicellograptus*、*Orthograptus*、*Prolasiograptus* 等属为主,共有13属50种之多(葛梅钰,1963),自上而下可分为: *Nemagraptus gracilis* 带(包括三个亚带)和 *Glyptograptus teretiusculus* 带两个笔石带。三叶虫有 *Ampyx*, *Ampyxinella*, *Birmanites*, *Illaenus*, *Miaopopsis*, *Lonchodomas*, *Nileus*, *Reedocalymene*, *Stenopareia*, *Tangyaia*, *Telephina* 等11属。这些三叶虫在 *Nemagraptus gracilis* 带中只有 *Birmanites*, *Lonchodomas*, *Miaopopsis*, *Reedocalymene*, *Telephina* 等5属,而在 *Glyptograptus teretiusculus* 带则有 *Ampyx*, *Ampyxinella*, *Birmanites*, *Illaenus*, *Miaopopsis*, *Nileus*, *Reedocalymene*, *Stenopareia*, *Tangyaia*, *Telephina* 等10属。这两个带的动物群不论是笔石或三叶虫,不少是具有连续性的。因此,不能将 *Nemagraptus gracilis* 带和 *Glyptograptus teretiusculus* 带分开为两个组,因而,也就不能象 Whittington 和 Williams (1964) 建议的那样,将下奥陶统与上奥陶统的分界线划在 *Nemagraptus gracilis* 带与 *Glyptograptus teretiusculus* 带之间(Whittington & Williams, 在1964年的论文内将奥陶系两分,即上奥陶统和下奥陶统,上奥陶统包括 Ashgill 和 Caradoc 两个阶,下奥陶统包括 Llandeilo, Llanvirn

和 Arenig 三阶。Tremadoc 阶归入寒武系)。

(2) 混合相：代表这种相的岩性是灰绿色钙质页岩及黄白色泥质灰岩，同时也有一些泥质砂页岩。这就是分布在黔北和川西南一带的十字铺组。动物群方面以三叶虫和腕足类为主，笔石次之。三叶虫有：*Amphilichas*, *Ampyx*, *Atractopyge*, *Basiliella*, *Birmanites*, *Bumastus*, *Calymenesun*, *Dicranurus*, *Illaenus*, *Lichas*, *Lonchodomas*, *Pharostoma*, *Prosopiscus*, *Remopleurides*。笔石有 *Cymnograptus*, *Glyptograptus*, *Dicellograptus*, *Prolasiograptus* 等属。

(3) 介壳相：岩性为泥质条带灰岩，有时微具小型干裂纹，即大田坝组。分布于黔东北、川东南、湘西北及鄂西南一带，所含化石几乎都是头足类，尤以 *Lituites* 为特征。

以上三种岩相和生物相由西向东的变化，可以归纳如下表：

黔北、川西南	黔、湘、川、鄂四省交界地区	鄂西、川东北
混合相(十字铺组)	介壳相(大田坝组)	笔石相(庙坡组)
底栖动物与浮游动物混合	浮游动物	

由此可见，中奥陶统早期扬子区西部和南部以底栖和浮游动物混合为特征，自黔东北向东向北则几乎全属浮游动物(笔石及头足类)，由于其本身器官构造、生活适应性和沉积环境的不同，又分异为介壳相(头足类)和笔石相两种相。

在中奥陶统中期(宝塔期)和晚期(梅江期)，上述相变关系大大减弱，扬子区普遍沉积灰岩，根据头足类，暂分为两个化石带，即宝塔组的 *Sinoceras chinense* 带和梅江组的 *Richardsonoceras* 带。*Richardsonoceras* 带的头足类有 *Richardsonoceras*, *Trocholitoceras*, *Discoceras*, *Sinoceras* 和 *Eosomichelinoceras*。*Sinoceras chinense* 带有 *Sinoceras chinense*, *Miche-linoceras*, *Eosomichelinoceras* 等。这两个组的动物群既和华北类型同一时期的八陡组所产的完全不同，与东南类型的砚瓦山组的动物群比较，也存在一定的差异。但总的说来，宝塔期以后，扬子区和东南区动物群的差异性已经逐渐缩小。

晚奥陶世早期扬子区普遍沉积以含三叶虫为主的涧草沟组和临湘组。涧草沟组分布在黔北，主要由黄色砂页岩组成，有时亦有灰岩层；临湘组分布范围较广，主要为灰黄色、灰绿色泥质瘤状灰岩。晚奥陶世早期的三叶虫有：*Nankinolithus*, *Ampyxinella*, *Atractopyge*, *Calymenesun*, *Hammatocnemis*, *Lonchodomas*，等属。就其动物群的性质来说，是中奥陶世宝塔组三叶虫动物群的发展，然而 *Nankinolithus* 这一属则为宝塔组或与其相当的砚瓦山组(东南类型)所没有的，同时又发现了与它同产的有欧洲 Caradocian 阶晚期 *Pleurograptus linearis* 带的笔石 *Dicellograptus cf. johnstrupi* Hadding，因此其时代应该相当于 Caradoc 晚期，而不能和宝塔组混为一谈。

晚奥陶世后期即五峰期，扬子区几乎全为单纯的笔石相动物群所占有，其中只有极少量的三叶虫存在，如 *Robergia*, *Triarthrus*, *Kweichowilla*, *Diacanthaspis* 几个属。这一时期的扬子海已演变成为一个半封闭的海盆，处于还原或半还原的环境之下，大大有利于漂浮的笔石动物群的发育，平静的海水又便于复杂化的笔石和体壁退化了的笔石的生活，因此五峰期的笔石动物群就成了世界上晚奥陶世最发育、也最独特的笔石动物群。据初步估计，五峰期的笔石共有八科三十余属二百余种之多。这个笔石动物群的主要组成分子是无轴亚目的 *Dicranograptidae* 科和有轴亚目的 *Diplograptidae*, *Retiograptidae* 及 *Retiolitidae*

科的分子。据穆恩之等的意见,五峰期笔石动物群的主要特点是:(1)复杂化的笔石发育。例如具有次生枝的 *Tangyagraptus* 和 *Pleurograptus* 等;(2)体壁退化的笔石多,有的体壁部分退化,有的则已全部退化,有的网线结构疏松简单,不少属种网线结构十分复杂;(3)附连物非常发育。有的 *Dicellograptus* 具有底囊,有的 *Climacograptus* 具有奇特的刺状附连物和囊膜。

五峰期笔石动物群自上而下可以分为五个带:

上部	{	<i>Paraorthograptus uniformis</i> 带
		<i>Diceratograptus mirus</i> 带
		<i>Tangyagraptus typicus</i> 带
下部	{	<i>Dicellograptus szechuanensis</i> 带
		<i>Pleurograptus lui-Amplexograptus disjunctus yangtzensis</i> 带

据穆恩之1973年报道,最近又在 *Paraorthograptus uniformis* 带之上增加了一个 *Diplograptus bohemicus* 带。

国外晚奥陶世笔石的最高层位为 Ashgillian 阶的 *Dicellograptus anceps* 带,这个带仅相当于我国五峰组的 *Dicellograptus szechuanensis* 带的中部。因此,国外的晚奥陶世顶部缺少相当于五峰组上部(包括四个笔石带)的大套笔石地层。

(三) 东南类型动物群

东南类型的动物群分布在我国东南区和西北区(天山、祁连山、北山一带)。东南区按沉积物的性质和各种动物群的分布情况又可再分为:(1)江南沉积区,(2)珠江沉积区。

东南类型的动物群不论在东南区或西北区都是继承这两区的寒武纪动物群的性质发展起来的。把卢衍豪等的《生物-环境控制论及其在寒武纪生物地层学和古动物地理上的应用》一文中的插图9“中国寒武纪各种类型动物群分布图”和本文的插图1“中国奥陶纪各种类型动物群分布图”作一比较,就可以看出:(1)西北区的东南类型的界线在奥陶纪早期已向东移动,它与华北类型之间出现一个比较明显的过渡类型。(2)早奥陶世扬子类型与东南类型之间的过渡类型很难单独划出,虽然在某些地区(如黔东南三都一带),表现出扬子型与东南型有明显的过渡性质(见后文),但大部分地区都不那么明显(这也与工作还不够细详有关)。(3)在寒武纪时期喜马拉雅区和云南西部原属于华北类型(大部分地区)和东南类型(滇西潞西)到了早奥陶世都变为过渡类型。

以上所说的是寒武纪与奥陶纪之间各类型动物群分布情况的变动。在沉积物的变化方面,东南类型在寒武纪时期绝大部分地层都是在还原环境之下成形的(珠江沉积区为复理石建造,情况稍有不同)。到了奥陶纪,除珠江沉积区继续为复理石建造的沉积外,西北区(天山、祁连山和北山)和东南区的江南沉积区碎屑岩迅速增加,碳酸盐类岩迅速减少,同时黑色碳质物质也迅速减少。除少数层段出现黑色页岩和黑色燧石层外(如胡乐组),有的反而变成红色或紫红色(如砚瓦山组和黄泥岗组中出现的紫红色瘤状灰岩和紫红色页岩),这表明当时的沉积环境已不如寒武纪时期那么稳定了。

下面我们把东南类型的动物群作一简单的分析:

早奥陶世早期,不论江南沉积区的印渚埠组和西北区的阴沟组下部(祁连山北部)或下却尔却克群(天山东部)(参阅表1),都有相当多的三叶虫。江南区和西北区虽然相隔很远,但三叶虫类却有几个共同的特点:(1)都有 Olenidae 科(如 *Triarthrus*, *Inkonia*, *Parabolinella*), (2)都有 Ceratopygidae 科(如 *Hysterolesus*, *Ceratopyge*), (3)都有 *Symphysurus* 这个属。在寒武纪晚期,东南类型(不论是江南沉积区或西北区)中最重要的非球接子类三叶虫也恰好就是 Olenidae 科(如 *Olenus*, *Hedinaspis*, *Parabolinella*, *Protopeltura*, *Westergaardites*) 和 Ceratopygidae 科(如 *Diceratopyge*, *Proceratopyge*), 而这二科三叶虫都是华北类型所没有的或是非常稀少的(只有 *Proceratopyge* 一个属在华北晚寒武世有其发现,但数量极少),因此我们可以获得这样一个结论:东南类型奥陶纪的 Olenidae 科和 Ceratopygidae 科的三叶虫是从寒武纪的 Olenidae 科和 Ceratopygidae 科的三叶虫演化而来的,而且有一些属(如 *Parabolinella*) 一直由寒武纪延续到奥陶纪。

在介壳相动物群中,西北区早奥陶世的灰岩相地层中还含有一些鸚鵡螺类,如 *Wutinosceras*, *Manchuroceras*, *Polydesmia* 等。这和华北类型早奥陶世的鸚鵡螺类相似,这点说明西北区和华北区当时海水是相通的,在地壳下沉海水加深的时候,就接受由华北携入的一些华北类型动物群。

笔石方面,西北区早奥陶世早期(Tremadocian)笔石极少,东南区如浙江西部则笔石与三叶虫共生,在浙西的(自上而下)(3) *Asaphopsis-Birmanites* 带, (2) *Clonograptus-Triarthrus* 带和(1) *Hysterolesus* 带三个化石带中,只有中间一个化石带,即 *Clonograptus-Triarthrus* 带产笔石,其中有 *Clonograptus tenellus* var. *calvavei*, *Anisograptus* cf. *matanensis*, *tetragraptoides* Bulman, *Bryograptus chekiangensis* Mu, *Adelograptus asiaticus* Mu, *A. sinicus* Mu, *Didymograptus*? 等几种。据穆恩之的意见(1955, 7 页),这个笔石带可以和华北的 *Callograptus* 带对比,因为这二个带中都有 *Anisograptus* 的发现。但是浙江西部的 *Clonograptus-Triarthrus* 带中的树形笔石群与欧洲树形笔石群的关系比较密切,而华北的 *Callograptus* 带的树形笔石群则与北美的笔石动物群相接近,因此这两个笔石带虽然可以对比,但它们的性质是各不相同的。

和扬子区比较,东南类型的三叶虫动物群也有较大的差别,扬子区没有或极少东南类型的 Olenidae 科和 Ceratopygidae 科三叶虫,只有 *Chungkingaspis* 一属是 Olenidae 科的,然而这个属却没有在东南区发现。同时东南区也没有扬子区的特产,如 *Loshanellidae* 科的三叶虫(如 *Loshanella*, *Wanliangtingia*)以及 *Lohanopsis*, *Dactylocephalus*, *Tungtzuella* 等属。

早奥陶世中期和晚期,扬子区和东南区差别仍然很大,它不但表现在笔石动物群的性质上,而且在沉积物的特征方面也是如此(插图3)。东南型笔石动物群在宁国期早期(Arenigian)远比同时期的扬子区笔石复杂、丰富。例如,在多枝笔石中,扬子区只见有 2 种 *Schizograptus*, 1 种 *Dichograptus* 和 4 种 *Tetragraptus*; 而东南区则有一种 *Clonograptus*, 7 种 *Loganograptus*, 1 种 *Herrmanograptus*, 3 种 *Dichograptus*, 1 种 *Yushanograptus*, 1 种 *Pseudobryograptus*, 1 种 *Schizograptus*, 1 种 *Tridensigraptus*, 1 种 *Etagraptus* 和 25 种 *Tetragraptus*。因此东南型不独在数量上,而且在种类上都远远超过了扬子区。以对笔石而言,东南型以平伸类 *Didymograptus* 为主,而扬子区则以下垂和下曲类对笔石为主。此外,东南型独有的 *Allograptus*, *Pseudodichograptus*, *Oncograptus*, *Cardiograptus*, *Pseudocar-*

diograptus、*Skiagraptus*、*Pseudoclimacograptus* 和 *Glossograptus* 等则是同时期的扬子型笔石动物群中所没有的。上述情况明显地看出东南型与扬子型确实是两个性质不同的笔石动物群类型。从沉积物看来,东南区特别是珠江沉积区,是一套巨厚的复理石建造,而扬子区则是一套混合相的页岩,有时夹些石灰岩。扬子区的许多三叶虫、腕足类,头足类也都是东南区所完全没有的,因为宁国组是纯笔石相的页岩层,没有三叶虫、腕足类、头足类的动物群。

就东南型本身而言,含笔石最丰富的是江南沉积区,包括浙西、皖南、赣东北等地,而珠江沉积区则为复理石建造。珠江沉积区所产笔石群的性质,虽然都属于东南类型,但笔石数量大为减少,而沉积物的厚度则大为增加。

宁国期早期的笔石群中,就其大部分的分子看来,含有多枝的笔石和 *Didymograptus*、*Phyllograptus* 等,大都是欧、美、大洋洲所共有的分子。但是东南型中的一些特殊分子,如 *Tetragraptus fruticosus* (Hall)、*Oncograptus* spp.、*Cardiograptus*、*Paracardiograptus* (*Paracardiograptus abnormis* Yao 近似于澳大利亚的 *Glossograptus crudus* H. et T.)、*Skiagraptus*、*Glyptograptus austrodentatus* H. et K. 等的出现,这说明我国东南型的笔石动物群的面貌更接近同时期的澳大利亚笔石动物群。

宁国期晚期 (Llanvirnian) 的东南型笔石群非常丰富,是同时期扬子型笔石群所不能比拟的。这时期扬子区除了湄潭组上部的 *Glyptograptus sinodentatus minor* 等少量双列攀合笔石之外,大都相变为含头足类的牯牛潭组石灰岩。从东南型笔石动物群的本身看来,江南沉积区仍然比珠江沉积区丰富,主要是数量上的多少不同,但是在性质上也略有差异。江南沉积区的 *Sinograptidae* 科 (*Tylograptus*、*Sinograptus*)、*Pterograptus* 和 *Nicholsonograptus* 等在珠江区不见,代之为一套 *Cryptograptus gracilicornis* (Hsü)、*C. sp. nov.*、*Phyllograptus angustifolius* var. nov. 及 *Glossograptus* 等稳轴亚目以及 *Pseudoclimacograptus* 等有轴亚目的攀合笔石。

这一时期在我国西北的祁连山出现了一套石灰沟期的笔石动物群,它的性质和东南区笔石群甚为相似,在 *Didymograptus*、*Phyllograptus*、*Glyptograptus*、*Amplexograptus*、*Pseudoclimacograptus*、*Cryptograptus*、*Glossograptus* 等属中,有许多种都是一样的,虽然也有一些笔石如 *Paraglossograptus* 等是本地独特的、而为东南区所少见,但是基本性质和东南区仍然是相同的。因此,笔者等亦以东南型笔石动物群来代表祁连山石灰沟期的笔石动物群。这个动物群,特别是 *Amplexograptus* 带中的分子,和澳大利亚是完全一样的或十分近似的 (穆恩之等, 1962, 32 页)。

中奥陶世早期即胡乐期,东南类型的笔石和扬子区庙坡期的笔石基本上是相似的,所不同的是东南区完全是笔石相,没有三叶虫,而且有独特的娇笔石 *Abrograptus*, 而扬子区则有不少三叶虫与笔石共生。此后,到中奥陶世晚期,江南区和珠江区在沉积上分异趋于明显,珠江区仍保持着巨厚的复理石建造,例如赣西的韩江组和石口组共厚四千多米 (魏秀喆等, 1966), 而江南区则此时普遍沉积了一套壳相的砚瓦山组的石灰岩。在珠江区的复理石建造中,主要的化石是笔石,但有时也出现一些三叶虫,这些三叶虫几乎全是属于圆尾虫科的 (*Cyclopygidae*), 包括 *Cyclopyge*、*Symphysops*、*Novakella*、*Microparia*、*Psilacella*、*Ellipsotaphrus*、*Priscyclopyge* 以及 *Bohemilla* 等属,而几乎没有别的科的三叶虫。

这种情况对于说明生物本身器官结构与沉积环境的关系极为重要，我们将在后面讨论动物群的类型和分布的控制因素中再加叙述。硃瓦山组有丰富的头足类及三叶虫，如 *Sinoce-
ras*、*Xiushuilithus* (新属)、*Jiangsilithus* (新属)、*Hammatocnemis*、*Telephina*、*Sarkia*、*Pa-
raphillipsinella*、*Cyclopyge* 等，其中有的属(如 *Sarkia*、*Hammatocnemis*) 过去只有在捷克斯
洛伐克和波兰发现。有的属(如 *Hammatocnemis*、*Ampyxinella*、*Paraphillipsinella*、*Telephina*)
在扬子区也有发现。这说明到了中奥陶世晚期，扬子型和东南型(包括江南沉积区和西北
区)的动物群的差异性已大为减弱，相同的或相似的属已逐步增加，这与此时期两区的沉
积环境颇为相似是有一定关系的。

晚奥陶世早期，江南区仍为介壳相沉积，即黄泥岗组的紫红色或桔黄色钙质泥岩，其
中三叶虫 *Nankinolithus* 为扬子区临湘组和涧草沟组的标准化石。另外还有不少欧洲的
属，如 *Sarkia*、*Dindymene*、*Thomondia* 和圆尾虫类的 *Cyclopyge*、*Microparia* 等等。黄泥
岗组的三叶虫是继承硃瓦山组发展而来的，这点可以从两个组中三瘤虫类各属的演化关
系看得最清楚，因此把硃瓦山组和黄泥岗组混为一谈是不恰当的。

黄泥岗组，除含有 *Nankinolithus* 与扬子区涧草沟组或临湘组相似之外，扬子区其它三
叶虫动物群在东南区也大量出现。不过有些分子如 *Leiagnostus*、*Sphaeragnostus*、*Microparia*、
Thomondia、*Sarkia*，至今只见于东南区的黄泥岗组，而未见于扬子区的涧草沟组。

晚奥陶世晚期，在江南沉积区接近珠江沉积区的边缘地带，已逐渐过渡到复理石建造，
这就是浙西的长坞组或浙西北的于潜组。在复理石建造中，化石较少，除一些三叶虫如
Corrugatagnostus、*Ampyxinella*、*Cyclopyge* 等属之外，只有少量笔石，如 *Dicellograptus* cf.
complanatus Lapworth、*Orthograptus truncatus* cf. *abbreviatus* Elles et Wood 和 *Climacograptus*
sp. 等。相当于这个笔石层位的五峰组 *Dicellograptus szechuanensis* 带的笔石，自浙西、皖
南向西到湘中资水一线，都有发现。在江南沉积区靠近扬子区的边缘地带(例如江西修水
流域)，相当于五峰组晚期的复杂化的笔石如 *Tangyagraptus* 已有发现。此外，在浙西江山
(俞昌民，1960)和江西玉山(林宝玉，1960)，晚奥陶世的复理石建造地层中夹有巨型石灰
岩的透镜体，其中除产珊瑚外，还有头足类和腹足类，在本文中 will 选择一些加以描述。巨
型石灰岩透镜体的存在，说明这一地区并不是一个稳定的复理石建造沉积区，而是江南沉
积区和珠江沉积区的过渡交接沉积区，同时也说明江南沉积区和珠江沉积区的分界不是
固定不变的，可以由时间的转移而有所变化。

至于珠江沉积区的绝大部分地区，则自晚奥陶世早期直至晚奥陶世晚期都是复理石
建造，即田岭口组(表1)，产一些 *Dicellograptus*。

(四) 过渡类型动物群

在《生物-环境控制论及其在寒武纪生物地层学上和古动物地理上的应用》一文中，曾
提出“过渡类型动物群”一词，本文中所述的“过渡类型动物群”的含义和该文是一致的，意
思就是东南类型和华北类型两种动物群或则互为夹层或则相互混合出现在一个地层的单
层中。本文与该文有区别的是由于增加了一个扬子类型动物群，因此过渡类型动物群也
就成为东南型与华北型的过渡，东南型和扬子型的过渡或华北型与扬子型的过渡，甚至是