

中国地层研究二十年

(1979 - 1999)

中国科学院南京地质古生物研究所编著

中国科学技术大学出版社

目 录

序.....	(1)
第一章 寒武系.....	张文堂 朱兆玲(3)
1 中国寒武系研究新进展	
2 中国寒武纪地层划分	
3 世界各地寒武纪阶的对比	
第二章 斜坡相寒武系	彭善池(23)
1 我国寒武纪斜坡相地层的分布	
2 斜坡相寒武纪生物地层研究进展	
3 华南寒武系年代地层划分	
4 华南寒武系年代地层的对比	
第三章 奥陶系	陈 旭 周志毅 戎嘉余 李 军(39)
1 近二十年来奥陶系地层学研究的焦点	
2 中国奥陶纪生物地层序列	
3 中国奥陶系“统”、“阶”名考	
4 中国奥陶纪年代地层框架	
5 大区对比和应用	
第四章 志留系	戎嘉余 陈 旭 王 恂(59)
1 统的划分意见	
2 阶的划分方案	
3 附 录:中国志留纪年代地层学述评	
第五章 泥盆系	王成源(73)
1 泥盆系年代地层学与生物地层学研究的进展	
2 中国泥盆系的划分与对比	
第六章 非海相泥盆系	蔡重阳(95)
1 中国泥盆纪植物群及其分区	
2 南方植物区植物群组合特征及其代表岩组	
3 北方植物区植物群组合特征及其代表岩组	
4 建议和展望	
第七章 石炭系.....	张遵信(129)
1 中国石炭纪年代地层划分	
2 中国石炭纪生物地层划分及化石带	
3 中国石炭纪地层分区和岩石地层	
4 中国的石炭系与国外石炭系的对比	

第八章 非海相石炭系	吴秀元 朱怀诚(165)
1 关于非海相石炭系的建阶问题	
2 二十年来的主要进展	
3 中国非海相石炭纪植物地层及植物组合带	
4 中国石炭系孢粉组合带	
第九章 二叠系	金玉珩 尚庆华(189)
1 二叠纪年代地层	
2 生物地理分区	
3 生物地层序列	
4 对比	
第十章 非海相二叠系	刘陆军 王 军 赵修祜(213)
1 进展与成就	
2 关于二叠系非海相年代地层的建阶工作	
3 问题与展望	
第十一章 二叠系-三叠系界线层型	王成源(227)
1 长兴灰岩动物群与 P/T 界线研究的开路先锋	
2 长兴阶的建立——打开通向金钉子道路的关键的第一步	
3 层型选择、各有侧重、终究归一	
4 定义的确立——迈向金钉子道路的关键的第二步	
5 自由争论、服从真理,顾全大局、一致争取	
6 点位的确定——通往金钉子道路的关键的第三步	
7 剖面开放,消除最后的障碍	
第十二章 海相三叠系	陈楚震 何国雄 陈金华 孙东立 王志浩(241)
1 中国海相三叠系阶名问题	
2 中国海相三叠系阶名和区域标准剖面	
3 中国海相三叠系的底界	
4 司帕斯阶(Spathian)的顶界	
5 拉丁阶底界	
6 瑞替阶(Rhaetian)问题及中国海相三叠系顶界	
7 中国海相三叠系对比问题的几点说明	
8 存在问题	
第十三章 陆相三叠系	周志炎 陈金华 张璐瑾(259)
1 近二十年生物地层学的主要成就	
2 建立标准剖面的基础和存在问题	
第十四章 海相侏罗系	
..... 孙东立 沙金庚 何国雄 杨 群 何承全 章炳高 潘华璋(283)	

1 海相侏罗系的研究概况	
2 海相侏罗系的分布	
3 海相侏罗系生物地层的划分和对比	
4 海相侏罗系的顶界和底界	
第十五章 陆相侏罗系	顾知微 蔡华伟(309)
1 我国陆相侏罗系建阶问题	
2 陆相侏罗系与白垩系的分界问题	
第十六章 海相白垩系	文世宣 沙金庚 章炳高 蔡华伟(315)
1 西藏和新疆的海相白垩系	
2 中国东北的海相白垩系	
3 中国台湾的海相白垩系	
第十七章 陆相白垩系	陈丕基(329)
1 东北区	
2 东南沿海区	
3 华中区	
4 西南区	
5 西北区	
6 陆相侏罗系-白垩系界线的划分与对比	
第十八章 古近系和新近系	张一勇 兰 琇 杨恒仁(347)
1 中国古近纪和新近纪生物地层分区和主要特征	
2 中国古近纪和新近纪生物群	
3 地层对比	
第十九章 第四系	刘金陵 钟石兰(373)
1 第四系下限问题(即新近系-第四系界线)	
2 关于第四纪地层的划分问题	
3 关于第四纪地质年代表(推荐稿)的意见	
编辑后记	(379)

序

地层学是地质学中最重要基础学科之一,是研究构成地壳的所有岩石体的空间关系和时间顺序的科学。地层学研究对人类认识和理解地球上岩石圈、水圈、气圈和生物圈的组成和演化具有重要的科学价值,同时对国家的经济建设和社会发展,如国土资源调查、能源和矿产资源的勘探与开发、生态环境的保护及基础设施建设等,均具有重要的实践意义。

中国幅员辽阔,在地史时期中跨越了分属不同纬度和生物地理区的不同板块,不仅广泛发育着从前寒武纪到第四纪的地层,而且地层类型齐全,剖面连续完整,化石丰富多彩并保存精美。从泥盆纪开始,我国就开始出现大范围的非海相沉积,尤其是侏罗纪—白垩纪的非海相沉积在世界上首屈一指。国际上许多重要的地层问题的解决大都有赖于中国地层的研究。中国应当而且能够为世界地层学的发展作出较大的贡献。但因旧中国社会落后,国力薄弱,地层工作开展甚少。新中国成立以来,特别是近二十年来,我国的地层研究取得了突飞猛进的发展。广大地层工作者在相当艰苦的条件下,锲而不舍、顽强拼搏,以自己辛勤的劳动为祖国的经济建设和社会发展作出了重要的贡献,发表了大量的科学论著,以自己的出色成就为中国在国际地层学领域争得了重要的一席之地,为祖国赢得了荣誉,为国际地层学的发展作出了贡献。

过去的二十年也是国际地层学迅速发展的二十年。板块构造理论的兴起引发了地球科学的革命,并形成了全新的地球观,推动了地层学理论和方法的进步。科学的发展和社会的进步要求人们更加重视从全球的角度来认识和理解地球各圈层的历史变迁、观察和理解地球历史中生物的和非生物的各种变化规律,日益尖锐的资源和生态环境问题也促使人类更加关注全球的变化。而要进行这一全球性的探索,就必须建立全球科学家的共同语言——建立全球标准年代地层(地质年代)表,没有这样一个全球统一的时代标尺,以上的各种研究将难以有效地开展。为此,国际地层学界创立了全球标准层型剖面 and 层型点(GSSP)(俗称“金钉子”)的概念,作为确定全球地质年代表中各等级年代地层单位界线唯一的全球标准。全球标准层型剖面 and 层型点的确立,体现了一个国家地质科学的综合实力和水平,代表着国家的荣誉。

我国地层工作者从 80 年代开始就积极参与这一领域的国际竞争,利用我国优越的地层和古生物条件以及高水平的研究成果,向国际地层委员会推荐了前寒武纪震旦亚界、前寒武系-寒武系、寒武系-奥陶系、奥陶系-志留系、泥盆系-石炭系、石炭系中间界线、二叠系-三叠系等界线层型候选剖面。进入 90 年代,浙江常山黄泥塘剖面被确定为全球奥陶系达瑞威尔阶底界的层型剖面,实现了中国“金钉子”零的突破。我国二叠系的吴家坪阶和长兴阶(此阶从 70 年代起就已被部分作者列入国际地层年表)被国际地层委员会正式确定为阶一级的国际标准年代地层单位,同时乐平统被国际地层委员会正式确定为国际地质年代表中统一级

的标准年代地层单位。

今年初,通过中国地层学家的锲而不舍的长期努力,浙江长兴煤山二叠系—三叠系剖面又被国际地层委员会二叠系-三叠系界线工作组通过作为全球界线层型剖面点,古生界-中生界界线“金钉子”有望落户到我国长兴煤山。

此外,我国广西来宾蓬莱滩的二叠系乐平统底界剖面、湖南永顺王村和花垣排碧的两个中-上寒武统界线剖面,新疆柯坪大湾沟和甘肃平凉官庄的上奥陶统底界剖面,均已被国际地层委员会二叠系分会、寒武系分会、奥陶系分会分别推荐为相关界线的全球层型候选剖面。

当我们欣慰地回顾二十年来所取得的巨大成绩的同时,应当清醒地看到我们工作上的薄弱环节和不足之处。从整体上看,我国地层学研究程度和水平与国际先进国家相比还有不小的差距。从地区上看,各地研究程度也很不平衡,我国还没有一个按照国际标准和程序建立起来的全国统一的年代地层系统(地质年代表),广大西部边远地区的地层研究程度较低。随着国家西部开发战略的实施,大量繁重的区域地层工作有待进一步开展。为了提高我国地层学研究水平,以适应学科进步和经济建设及社会发展的需要,从国家全局来看,当务之急是按照国际标准和程序完成我国的地层建阶工作,建立和完善全国统一的、与国际接轨的年代地层系统。与此同时,目前国际地质年代表中还有约四分之三的“金钉子”和很多阶(亚阶)及统级标准地层单位尚未确立,我国地层学工作者应当抓紧时机,努力工作,同心协力,充分利用我国某些断代地层剖面的天然优势,采用先进的理论与方法,争取更多的“金钉子”落户中国,争取国际地质年代表中出现更多的我国的阶和统级标准年代地层单位,为国际地层学的发展作出更大的贡献。

为了回顾第二届全国地层会议(1979)召开以来二十年间我国地层学研究的进展,分析当前我国地层学研究的现状和展望未来,我所收集部分专家撰写的论文编撰此书,作为向第三届全国地层会议的献礼。书中各章节由不同著者分头撰写,其内容的侧重和详略,学术观点和写作风格不尽相同。我们基本上保留了原文的形式和内容,以期达到百家争鸣,交流切磋,抛砖引玉的目的。本书侧重于生物地层和年代地层学领域,时代上限于显生宙。

穆西南 沙金庚

二〇〇〇年五月八日

第一章 寒武系

1 中国寒武系研究新进展

中国寒武纪生物地层及年代地层研究,在近二十年来取得了重要进展,现将这些进展简述于下:

1.1 关于寒武系年代地层划分

中国寒武系阶的划分在 1977 年已经完成(表 1-1),但留下阶名与岩石地层重名的问题。1994 年卢衍豪等提出了解决这一问题的建议,之后罗惠麟等(1994)立即行动,在保留云南东部下寒武统 3 个阶名的同时,另行分别命名了相应的岩石地层单位,如龙王庙阶——山邑村组、沧浪铺阶——乌龙箐组及红井哨组、筇竹寺阶——黑林铺组玉案山段。《中国地层典 寒武系》(项礼文、朱兆玲等,1999)将华北区凤山阶及长山阶的地层恢复使用“炒米店组”一名,把毛庄组及徐庄组这两个单位又归于馒头组内。现仅余下崮山组及张夏组应当改名、另立两个岩石地层单位。

年代地层的划分相当重要,它说明一个国家或地区对某一地质断代地层研究的水平。和其他系相比,全球寒武系的建阶工作比较滞后,还没有建立起全球一致的建阶方案。表 1-2、表 1-3 列出几个国家或地区寒武系建阶的状况,其中,西班牙、摩洛哥和美国(Palmer, 1998)等都是最近新建的统名或阶名;哈萨克斯坦是 1980 年以后,建起中、上寒武统的阶,其下寒武统引用了西伯利亚的阶名;澳大利亚 1993 年才完成中、上寒武统的建阶,下寒武统还没有完成建阶的工作。

1.2 关于寒武系顶、底界线

最近寒武系-奥陶系界线工作组决定寒武系与奥陶系之间的界线即 Tremadoc 的底界,置于牙形刺 *Cordylodus lindstromi* 带的底界(Shergold, 1997)。寒武系底界的 GSSP 放在加拿大纽芬兰 *Phycodes pedum* 带(上)和 *Haslaniella podolica* 带(下)两带之间,这两个化石带都是遗迹化石(钱逸等,1999:124—125 页),1990 年被界线工作组通过,1992 年为国际地科联执委会批准,到现在已有 8 年时间,影响不大,意见不少。

* 章森桂先生审阅文稿并提供宝贵意见,在此深表感谢。

表 1-1 中国地台区寒武系年代地层划分及其化石带

	阶 Stages	化 石 带 Fossil zones	标准剖面的地点 Location of type sections
上 寒 武 统	凤山阶 Fengshanian	<i>C. intermedius</i> Zone <i>C. proavus</i> Zone <i>Mictosaukia</i> Zone <i>Changia</i> Zone <i>Tsinania-Ptychaspis</i> Zone	冀东北凤山 Fengshan, NE Hebei
	长山阶 Changshanian	<i>Kaolishania</i> Zone <i>Maladioidella</i> Zone <i>Changshania-Irvingella</i> Zone <i>Chuangia</i> Zone <i>Prochuangia-Paracoosia</i> Zone	冀东北长山 Changshan, NE Hebei
	崮山阶 Kushanian	<i>Drepanura</i> Zone <i>Blackwelderia</i> Zone	山东崮山 Gushan, Shandong
中 寒 武 统	张夏阶 Changhsian	<i>Damesella-Yabeia</i> Zone <i>Liopeshania</i> Zone <i>Taituzia-Poshania</i> Zone <i>Amphoton</i> Zone <i>Crepicephalina</i> Zone	山东张夏 Zhangxia, Shandong
	徐庄阶 Hsichuanian	<i>Bailiella-Lioparia</i> Zone <i>Poriagraulos</i> Zone <i>Inouyops</i> Zone <i>Metagraulos</i> Zone <i>Sinaspis</i> Zone <i>Sinopagetia jinnanensis</i> Zone <i>Ruichengaspis</i> Zone <i>Hsichuangia</i> Zone	山东徐庄 Xuzhuang, Shandong
	毛庄阶 Maochuangian	<i>Shantungaspis</i> Zone <i>Yaojiayuela</i> Zone	山东毛庄 Maozhuang, Shandong
下 寒 武 统	龙王庙阶 Lungwangmiaoan	<i>Redlichia nobilis</i> Zone <i>Redlichia chinensis</i> Zone <i>Hoffetella</i> Zone	云南昆明龙王庙 Lungwangmiao, Kunming
	沧浪铺阶 Tsanglangpuan	<i>Megapalaeolenus</i> Zone <i>Palaeolenus</i> Zone <i>Drepanuroides</i> Zone <i>Yunnanaspis</i> Zone <i>Yiliangella</i> Zone <i>Malungia</i> Zone	云南马龙 Malong, Yunnan
	筇竹寺阶 Chiungchussuan	<i>Eoredlichia-Wutingaspis</i> Zone <i>Parabadiella</i> Zone	云南昆明筇竹寺 Qiongzhusi, Kunming
	梅树村阶 Meishucunian	<i>Eonovitatus-Sinosachites</i> Zone <i>Siphonochites-Sachites</i> Zone <i>Anabarites-Circotheca</i> Zone	云南昆明梅树村 Meishucun, Kunyang

70年代以来,中国寒武系顶、底界的界线地层研究工作,取得很大成绩。寒武系底界以梅树村阶的 *Anabarites-Circotheca* 带为准,其下为上震旦统灯影峡阶,界线层型剖面在云南晋宁梅树村,曾入选为国际前寒武系-寒武系界线层型的候选剖面。80—90年代,关于寒武系顶界、亦即寒武系-奥陶系界线的划分也做了很多工作,如吉林浑江大阳岔、河北卢龙武山和浙江江山—常山等地区的寒武系-奥陶系界线剖面,其中吉林浑江大阳岔寒武系-奥陶系界线剖面、亦被选为寒武系-奥陶系界线层型的候选剖面,但最终均未成为全球界线层型剖面,究其原因,不外乎人为因素太多,不够尊重事实。

1.3 关于寒武系内部分统界线

美国上、中寒武统的分界原来划在 *Cedaria* 带的底界,1980年以后,由于进一步研究了球接子三叶虫化石,发现上、中寒武统的分界应在 *Cedaria* 带的内部。最近几年在摩洛哥发现 *Olenellid* 类三叶虫和 *Paradoxid* 类三叶虫混生的一小段地层,与此相似的情况在澳大利亚早有发现。这说明实践中发现生物地层在分统界线上产生了分歧,与旧有的分界标准产生了矛盾,需改变原有的标准,来推动生物地层学的发展。根据中国的实践,我们曾建议利用 *Redlichia* 的绝灭及中寒武世早期的 *Oryctocephalus* 的出现来确定下、中寒武统的分界,最近通过中、美古生物学家的共同努力,证明 *Oryctocephalus indicus* 在亚洲及北美都位于中寒武统底部, *Redlichia* 及 *Olenellus* 同时在各自的动物地理区绝灭。希望该项研究能够成功解决全球下、中寒武统分界问题。

1.4 参与编制全球寒武纪对比表

地层委员会寒武系分会负责编辑全球各地区寒武系对比表,并由国际地科联出版发行,这套书的出版发行对研究或了解某一地区的寒武系有着很重要的意义。据我们所知有六个地区的对比表已经出版发行,最早的是 Wolfart (1983, No. 15) 近东和中东地区的对比表(其中包括约旦,伊朗,阿富汗,阿拉伯半岛,巴基斯坦及克什米尔喜马拉雅地区等); Shergold, Jago, Cooper 及 Laurie (1985, No. 19) 编写了澳大利亚、南极洲及新西兰地区寒武系对比表; 张文堂 (1988, No. 24) 负责编写的是亚洲东部的寒武系(包括朝鲜、中国及东南亚地区); Astashkin 等 (1991, No. 27) 编写西伯利亚地台区的寒武系; Mens 等 (1990, No. 25) 编写东欧地台区寒武系(包括北欧、波兰及俄罗斯西部地区); 最近出版的是 Astashkin 等 (1995, No. 32) 编写的西伯利亚西南地区及蒙古褶皱带的寒武系(包括萨拉伊尔、阿尔泰、萨扬、图瓦、东萨扬、蒙古西部及西北部地区和俄罗斯远东地区等)。

1.5 寒武纪动物群研究

寒武纪三叶虫动物群研究,不仅是三叶虫的分类工作,而且还涉及三叶虫的生物地层。廿世纪80年代的研究成果重要的有中国新疆、西北、华北、西南、中南、华东等各大区化石图册内的三叶虫化石描述,西南地区寒武纪三叶虫动物群(张文堂等,1980),斯密桑机构保存的华北及东北地区寒武纪三叶虫(Chang W T & Jell, 1987),西天山寒武纪三叶虫(项礼文、张太荣,1985),浙西寒武纪三叶虫(卢衍豪、林焕令,1989),湘西寒武纪三叶虫(杨家骥,

1978; Peng Shan-chi, 1992)。廿世纪 90 年代,重要寒武纪三叶虫研究工作,有秦岭地区寒武纪三叶虫研究(杨家骥等,1991),辽宁东部寒武纪三叶虫研究(郭鸿俊等,1996;郭鸿俊、张梅生,1992),华北及东北长山阶三叶虫研究(钱义元,1994)。

除了在三叶虫研究方面取得重大成就之外,对寒武纪其他化石的研究也有重要进展,查明一些重要类群的分类、系统演化、生物地层和生物地理分布,如古杯类(袁克兴、章森桂,1983; Zhang Sen-gui, 1989),金臂虫类(即古介形类,亦被称为高肌虫)(霍世诚等,1991),鹦鹉螺类(陈均远、Teichert C, 1983),笔石(林尧坤,1982)和牙形刺(安泰庠,1982;安泰庠等,1987)等。小壳动物不是一个生物分类学上的一个单位,它是个统称,包括了多个门类的个体微小的具钙化或磷酸盐化骨骼的化石。近二十年,我国在小壳化石的研究方面取得飞速的进步,发表的有关论著在一百五十篇以上。成就很大,初期围绕在对前寒武纪-寒武纪界线研究对化石进行描述,如罗惠麟等(1982,1984)、余汶(Yu Wen, 1987)、刘第墉(Liu Di-yong, 1987)、钱逸、本格森(1989)、钱逸(1989);90 年代以来处在研究加深的阶段,国内外学者合作从不同角度、不同方法来探索加深小壳化石分类的研究,《中国小壳化石分类学与生物地层学》(钱逸主编,1999)即是这一探索的成果。

1984 年 7 月 1 日在云南澄江帽天山发现的澄江动物群具有重大的科学意义。经过十余年的发掘、采集和研究,发现有二十多个类别,如节肢动物、甲壳动物、海绵动物、腔肠动物、蠕形动物、软舌螺、腕足动物、鳃曳动物、棘皮动物、钩爪类、假体腔内肛动物、脊索动物、藻类及大量分类位置不明的类群,多数门类还保存有软体组织。寒武纪早期有如此众多化石门类的出现,即所谓“寒武纪生命扩张”(Cambrian explosion),比人们原来想像的要突然得多。这个扩张,在我国可分为两幕,一是小壳化石的出现(距今约 5.4 亿年),二是澄江动物群的出现(距今约 5.3 亿年)。

凯里动物群是在贵州凯里地区台江县革东镇八郎村中寒武统凯里组中部发现的由十几个门类生物组成的一个中寒武世早期的动物群(赵元龙等,1994),以棘皮动物、水母状化石和蠕形动物为特征,并含有众多的三叶虫。从最新资料来看,凯里动物群的时代与加拿大布吉斯页岩动物群的时代是一致的,这个动物群还有哪些内容,和澄江动物群以及布吉斯页岩动物群的关系,有待进一步工作。

1.6 生物地理区划研究

生物地理分区是古生物学家们经常讨论的一个问题,对于决定寒武纪生物地理分区的因素,看法很多,有大地构造控制(Lochman-Balk & Wilson)、水温控制(Whittington & Hughes)、板块控制(Wilson; Dewey, Richards & Skevington)、纬度控制(Palmer)和生物—环境控制论(卢衍豪等)等。由于水温及深度不同,对生物可以产生生态隔离。因生态隔离而形成的称生态生物地理分区,我国扬子区及华北—一东北南部属浅海地台区,区内还可以分为近岸浅水及远岸浅水区;江南区,如桂西、湘西黔东、赣北皖南、浙西等地属斜坡相区,新疆的库鲁克塔格地区及朝鲜半岛的宁越、闻庆也属斜坡相区;槽区或盆地型地区,化石与斜坡相区的相似。因地理隔离形成的生物地理区为历史生物地理区,我国属 Redlichian 区或环冈瓦纳区,此区还包括了中亚、南亚、西亚、中南欧及北非、地中海地区、西伯利亚南部、澳大利亚及南极洲,以含 redlichiids、damesellids 类三叶虫为特征。

1.7 《中国地层典 寒武系》的出版

该书和各省、区岩石地层系列丛书的出版对全国寒武纪岩石地层单位的整理,对今后寒武系地层研究有重大的促进作用。

1.8 其他方面的研究

围绕滇东梅树村剖面寒武系底界的绝对年龄,我国地质学家进行了测定(罗惠麟等,1987),与世界通用的数据有一定差异。对磁性地层(罗惠麟,1987),事件地层学(许靖华、孙枢,1985)层序地层和化学地层也都开始进行了研究。

2 中国寒武纪地层划分

2.1 中国寒武系的年代地层划分

中国寒武系年代地层划分是逐步建立起来的。1911年以前只有上、中、下寒武统的建立(Willis *et al.*, 1907; Walcott, 1913)。1933年瑞典上寒武统下部 *Agnostus pisiiformis* 带内发现 *Drepanura eremita* Westergaard, 由此,孙云铸(1937)指出崧山组应归属上寒武统下部,从此改变了 Willis 等、Walcott、小林贞一及远藤隆次等将之归于中寒武统的观点。卢衍豪、董南庭(1952)对山东崧山及张夏地区寒武系再研究,认为馒头页岩上部应归属中寒武世早期,并建立徐庄组及毛庄组。钱逸(1977)在研究昆明地区小壳化石的同时,建立了梅树村阶。第一届全国地层会议(1959)将我国寒武系划分为8个阶(当时称为期,因为此时中国还没有地层规范或指南)(卢衍豪,1962);第二届全国地层会议(1979)分为10阶(项礼文等,1981)。从1907年到1977年,经过七十年的努力,完成我国寒武系3个统、10个阶的建立(表1-1)。

中国寒武系建阶工作的完成,不仅引起国际上的重视,而且在国际范围内开始广泛引用中国的寒武系年代地层标准,如对中东及近东、还有亚洲东部寒武系的划分。地球历史从寒武纪开始,就清楚地显示了两个大的生物地理区,一个 Redlichiina 区,另一个 Olenellina 区。寒武系年代地层划分,基本上是建立在寒武纪生物地层学基础之上。因此,中国寒武系的阶,不仅是中国的标准,同时也是国际上的重要标准之一,例如最近 Shergold (1997)在美国出版的《无脊椎古生物学论著 三叶虫卷》(修订版)第一卷上发表的世界寒武系对比表中,列有8个地区,其中只有中国寒武系上、中、下三统建阶齐全;北欧虽有上、中、下三统的地层,但没有正式的阶名;北美也分有上、中、下三统,但中、下两统没有阶名,而上统列有两套阶名,显示情况混乱。Palmer(1998)虽建立有4统6阶,今后还有无变动,不能肯定;其他5个地区,西班牙没有上寒武统地层;摩洛哥只有下寒武统阶名,中寒武统沉积不全,上寒武统无沉积;西伯利亚没有上寒武统阶名;哈萨克斯坦没有下寒武统阶名;澳大利亚寒武系沉积齐全,至今下寒武统未曾建阶。从上述情况看,中国寒武系的10个阶显示了它在目前世界上寒武系研究中的地位。

中国寒武纪生物地层单位是随着阶的建立而逐步建立起来的,从早寒武世到晚寒武世

有 41 个化石带,其中早寒武世层位最低的是 3 个小壳化石带,晚寒武世层位最高的是 2 个牙形刺化石带,其他 36 个全部是三叶虫化石带。现把中国上、中、下寒武统、10 个阶、41 个化石带以及阶的标准剖面位置等,列述如表 1-1。关于各阶的年龄时限,由于我们没有进行过具体测定工作,无法列出。以下就表 1-1 所列的化石带的命名,对比或使用等方面的问题,补充说明如下:

近来经过认真的仔细采集,在昆阳磷矿及澄江地区,*Parabadiella* 这一最古老的三叶虫没有与古盘虫类三叶虫 *Mianxiandiscus* (张文堂、Jell, 1987 认为 *Mianxiandiscus* 是 *Tsunyidiscus* 一属的次定同物异名) 共生,在昆阳及澄江与后一属共生的是 *Wutingaspis*。因此,我们认为筇竹寺阶内包含了两个三叶虫带,下面一个为 *Parabadiella* 带,上面一个为 *Eoredlichia-Wutingaspis* 带。澄江动物群产于筇竹寺阶。西伯利亚的 Atdabanian 阶和我国的筇竹寺阶是否相当、如何对比、顶底界线是否一致,由于没有可靠的化石证据,目前尚说不清楚。哈萨克斯坦小卡拉套地区早寒武世 Shabakty 组底部地层较薄,产有磷矿,含有 *Hupei-discus orientalis* (Chang) 化石。哈萨克斯坦的古生物学家把含有这个化石的地层称 Atdabanian 阶,这个阶的底界和顶界是否和筇竹寺阶的底界及顶界相当,也没有证据,这个盘虫化石的层位在三峡地区位于水井沱组的底部,而峡东水井沱的底部大致相当筇竹寺阶的上部。

Eoredlichia-Wutingaspis 带与沧浪铺阶 *Malungia* 带的关系问题。在昆明筇竹寺及武定地区,红井哨组以灰色砂岩或红色砂岩为主,其中没有化石,但在云南马龙标准剖面上,红井哨组是以页岩及薄层砂岩为主的地层,底部以 *Malungia laevigata* 为主,个体较大,数量极多。在马龙个体较小、出现较早的 *M. laevigata* 与 *Wutingaspis* 共生在筇竹寺阶顶部;在澄江大坡头,则与 *Eoredlichia* 共生在筇竹寺阶顶部。*M. laevigata* 最早出现的小个体在筇竹寺阶顶部与 *Wutingaspis* 或与 *Eoredlichia* 共生。我们在最初建立 *Malungia* 带时,就指明这个带仅限 *Malungia* 不与 *Wutingaspis* 或 *Eoredlichia* 共生的地层。这个化石带是否可以作为一个“顶峰带”来看待,值得再详细研究。*Malungia* 非常重要,它是与南欧早寒武世 *Dolerolenus* 层位对比的证据,这两属之间有亲缘关系。*Malungia* 仅有 14 个胸节,尾部有一对像剪刀状的尾刺;*Dolerolenus* 则有 15 个胸节,尾部的尾刺可有可无,如有尾刺则不呈剪刀状,尾刺较短。由于这种理由,将 *Malungia* 作为 *Dolerolenus* 的一个亚属处理(张文堂 in Kaesler, 1997)。

沧浪铺期早期由上至下有 4 个三叶虫化石带:*Drepanuroides* 带、*Yunnanaspis* 带、*Yiliangella* 带及 *Malungia* 带。这 4 个化石带是根据 1962 年古生物研究所与昆明工学院地质系合作在宜良小龙对(南盘江河谷)及马龙红井哨,四旗田等地测量红井哨组,详细研究该组的三叶虫属种及其地层分布后建立的*。红井哨组(沧浪铺期早期)有大量莱得利基虫类异时发育的属种,是该类三叶虫演化上一个重要阶段。

滇东早寒武世地层发育良好,地层厚度不大,化石丰富。早寒武世的龙王庙阶、沧浪铺阶、筇竹寺阶共有三叶虫化石带 11 个、梅树村阶小壳化石带 3 个,这是世界上连续的具有最完整生物地层单位的下寒武统。

* 张文堂,林焕令,任显,肖荣吾,易定容,王举德,1973. 云南东部的寒武纪地层. 见:成都地质矿产研究所(编),西南地层古生物通讯,第 3 号:1—21.

中国中朝地台区的下寒武统发育不全,仅有早寒武世辛集组(或猴家山组)及馒头组的沉积,中、上寒武统出露完整、发育良好,分布的地域较广,是中国寒武系研究最早的地区,至今已有 117 年的历史。在这一地区进行中、上寒武统的建阶工作正好弥补云南部或西南地区不足。

中朝地台区的中、上寒武统,每个统都有 3 个阶,在国际寒武系分会及全国地层委员会,对中、上寒武统的分界尚没有定论的情况下,我们这里仍然按传统的划分,把崮山阶归入上寒武统下部。

中寒武统分为 3 个阶,即毛庄阶,徐庄阶及张夏阶,这 3 个阶的标准剖面都在山东张夏车站的馒头山及虎头山,岩性及厚度,卢衍豪、董南庭(1952)已有详细叙述,这里不再重复。这 3 个阶内三叶虫动物群的演化趋向也比较清楚,毛庄期以 *Ptychopariid* 类三叶虫为主,它们是从早寒武世晚期开始出现的该类三叶虫,如 *Yuehsienszella* 及 *Inouyiidae* 科的 *Qiaotouaspis* 等属演化而来的;此外还有较少 *Solenopleurid* 类三叶虫出现。总的说来,属种不是太多,分异度不大。进入徐庄期,*Ptychopariida* 目的三叶虫科分异度加大,属种增多,如 *Proasaphiscidae*, *Conocoryphidae*, *Holanshaniidae*, *Lorenzellidae*, *Wuaniidae*, *Inouyiidae*, *Agraulidae*, *Sunaspidae*, *Oryctocephalidae*, *Luaspiidae* 等科的属有数十个之多,种的数量有百余种。球接子类三叶虫 *Peronopsidae* 科 *Peronopsis* 属的个别种在徐庄期中晚期出现;*Ptychagnostidae* 科的 *Ptychagnostus* 个别种在徐庄阶顶部 *Bailiella-Lioparia* 带内出现,这两个球接子属的个体数量极少。进入张夏期,三叶虫有 *Corynexochida* 目的 *Dorypygidae*, *Dolichometopidae* 等科,*Ptychopariida* 目的 *Lisaniidae*, *Proasaphiscidae*, *Solenopleuridae*, *Crepicephalidae*, *Anomocarellidae*, *Manpaniidae* 等科,还有 *Damesellidae* 科的一些早期出现属。球接子类三叶虫以 *Hypagnostus* (*Spinagnostidae* 科), *Peronopsis* (*Peronopsidae* 科), *Baltagnostus*, *Iniospheniscus* (*Diplagnostidae* 科)等为主,有时个体数量较多,但属种分异度不大。这里需要指出的是,张夏阶 *Crepicephalina* 带与徐庄阶顶部 *Bailiella-Lioparia* 带之间还有一段地层,其中化石需要详细研究,化石带有待以后补充。

中朝地台区的上寒武统分为崮山阶、长山阶及凤山阶。崮山阶的标准剖面在山东崮山(卢衍豪、董南庭,1952),长山阶及凤山阶标准剖面在河北唐山附近的长山及凤山(卢衍豪等,1982)。这几处的剖面都先后经卢衍豪等重新研究,其岩性、厚度、上、下接触关系以及化石内容都有详细记载,这里不再重复。长山阶底部的 *Prochuangia-Paracoosia* 带是郭鸿俊、张梅生(1992)在辽东半岛研究长山组时增加的一个化石带。根据钱义元(1994)研究, *Eochuangia* 产在 *Changshania-Irvingella* 带中,因此,没有必要再建立一个 *Eochuangia* 带。

Shergold (1997)认为 *Cordylodus lindstromi* 与 *Cordylodus intermedius* 两个牙形刺化石带的界线应当与 Tremadoc 的底界相当,而 Tremadoc 的底界也就是奥陶系的底界。按照国际上已经确定的分界,则中国的凤山阶顶部应当加上 *Cordylodus proavus* 带和 *Cordylodus intermedius* 带,这两个牙形刺化石带在河北唐山地区及完县是存在的(卢衍豪等,1982;梅仕龙,1993)。

2.2 中国斜坡相带寒武系年代地层的建阶问题

由于我国寒武系研究工作逐步深入,自廿世纪 80 年代以来,先后有不少有关斜坡相区

寒武纪三叶虫动物群的著作发表(项礼文、张太荣,1985;彭善池,1987、1992;卢衍豪、林焕令,1989)。斜坡相区三叶虫动物群分布较广,可用作国内及国际间生物地层对比,这些三叶虫动物群指示原来的生态环境,用来阐述古地理及某些地质构造或生物地理区的问题。以下从几个方面来讨论这个问题:

2.2.1 中国寒武系斜坡相的分布

斜坡相区依附于地台区,地台区向洋的一方有斜坡相带的分布,但不同的地台区有不同的情况。中国的地台区中最长的斜坡相带是西南或扬子地台东缘的江南带,中朝地台的斜坡相带位于朝鲜半岛,不在中国境内。中朝地台的北部边缘可能有寒武系斜坡相的地层出露,具体情况尚不清楚。在塔里木地台北缘的库鲁克塔格西部地区,1937年 Troedsson 描述的寒武—奥陶纪三叶虫应属斜坡相区。滇西地区发现的寒武纪三叶虫当中有些应属斜坡相区所产,西藏南部还没有发现有寒武纪地层,但在克什米尔地区的 Pohru Valley、Liddar Valley、印度喜马拉雅 Kuru 及 Kurgiakh 地区以及 Spiti 地区都有寒武纪斜坡相三叶虫的发现(Jell & Hughes,1997),上述这些地区,有可能属冈瓦纳大陆的北部边缘地区。

2.2.2 中国寒武系斜坡相生物地层及三叶虫动物群研究历史

1937年起,Troedsson 研究新疆东部库鲁克塔格地区的寒武—奥陶纪三叶虫动物群,是对斜坡相区三叶虫研究的开始。以后由于抗日战争的爆发,环境及条件不许可有更多的研究工作。1949年以后,新中国开始国家经济建设,科学研究工作蓬勃发展,卢衍豪等(1955)对浙西的寒武纪及奥陶纪地层进行研究,揭开了对江南带研究的序幕。该项研究断断续续,直到1989年才把浙西寒武纪生物地层及三叶虫动物群正式发表(卢衍豪、林焕令,1989)。1959年第一届全国地层会议编写各纪地层总结时,我们开始对江南带的认识加深,与此同时美国有一些古生物学家也在讨论三叶虫的生态分布及其与大地构造的关系。此后有关江南带的寒武纪地层及三叶虫的文章逐渐多起来,如叶戈洛娃、项礼文等(1963),杨家骥(1978),杨家骥等(1991)及彭善池(1987,1992)等,还有近年来袁金良等(1997)及赵元龙等(1973,1994)对贵州东部早期中寒武世地层及三叶虫研究。新疆地区有张日东等(1959),章森桂(1985),林焕令等(1990)及项礼文、张太荣(1985)对寒武系的研究。

2.2.3 目前中国寒武系斜坡相区中、上寒武统生物地层格架

根据已经发表的文献分析,新疆库鲁克塔格(章森桂,1985;林焕令等,1990)、新疆霍城(项礼文、张太荣,1985)、湖南西部(彭善池,1989、1990;宋燕平,1989稿*)及浙西(卢衍豪、林焕令,1989)等地区的中、上寒武统剖面比较完整,综合上述地区,中、晚寒武世斜坡相区广布的球接子及多节类三叶虫化石带是:*Lotagnostus hedini* 带、*Lotagnostus punctatus* 带、*Pseudoglyptagnostus* 带、*Glyptagnostus reticulatus* 带、*Glyptagnostus stolidotus* 带、*Proagnostus sinensis* 带、*Lejopyge laevigata* 带、*Goniagnostus nathorsti* 带、*Ptychagnostus punctuosus*

* Song Yang-ping, 1989. Cambrian trilobites biostratigraphy of Western Hunan, China. [MS thesis]. Lawrence: University of Kansas.

带、*Acidusus atavus* 带、*Triplagnostus gibbus* 带及 *Oryctocephalus* 带。

2.2.4 中国寒武系斜坡相区建阶问题

我们赞同在斜坡相区建阶,因为中国不仅有发育良好的地台型寒武纪地层,而且也有极为完整的富含化石的寒武纪斜坡型沉积,具备建阶的条件。如果建阶的工作做得深入细致,符合要求,斜坡相区建立的阶有可能选作世界上通用的“阶”。但在斜坡相区建阶,有下列问题需要考虑:

1) 湘西花桥组之下是敖溪组,前者产中寒武世晚期众多的球接子类三叶虫化石,后者为厚层白云岩地层,不见化石。因而敖溪组与贵州东部的凯里组如何对比,目前尚没有做详细的工作; 2) 湘西的沈家湾组生物地层单位与浙西、新疆果子沟组及库鲁克塔格地区突尔沙克塔格群上部的生物地层单位不同; 3) 贵州的凯里组非常重要,需要认真研究; 4) 在中国 *Triplagnostus gibbus* 带是否存在; 5) 皖南有很发育的斜坡相的生物地层,并发现有大量的寒武纪三叶虫(仇洪安等,1983),目前看来,地层及古生物研究的深度不够,如果要在我国斜坡相区建立寒武系的“阶”,这里可能是潜在的更好的地区; 6) 早寒武世斜坡相区地层的研究尚需进一步工作,为建阶打好基础; 7) 斜坡相生物地层与地台区生物地层的对比问题。

考虑上述一些问题,我们认为目前在斜坡相区建阶,还需做更多工作,目前主要的是要做更踏实的工作,对中国斜坡相寒武纪生物地层有更全面了解,对斜坡相区生物相和岩相的变化规律要有更深入研究,三叶虫的分类要有更过硬的工作。建阶工作需要付出大量的辛勤劳动,如 A. A. Öpik 于 1948 年从欧洲定居澳大利亚,通过三十多年的出色的寒武纪工作,晚年在 Templetonian 阶与 Idamean 阶之间建立 Floran、Undilian、Boomerangian 及 Mindyallan 四个阶,而后来被引用的仅仅是 Mindyallan 一个阶,这个阶大致与中国的崮山阶相当。

2.3 关于我国寒武系建阶的建议

1994 年卢衍豪等 13 人在《地层学杂志》(18 卷,4 期)上发表“关于我国寒武系建阶的建议”,其中提出 3 点建议,现将这些建议抄录如下:

1) 不改变原有的阶名。我国寒武系的阶名国内外都已广泛引用,影响面大,一旦我们改变,势必引起混乱,在国际上产生不良影响。目前国际地层委员会寒武系分会正着手解决全世界寒武系阶的统一及寒武系分统界线问题,因而就更有必要不再改动我国寒武系已用的 10 个阶名。

2) 阶名与组名相同时,如过去曾另有组名,后又废弃不用的,建议恢复使用。例如原称晚寒武世中、晚期地层为凤山组和长山组,已为阶名占用,建议山东可以恢复使用炒米店组。

3) 阶名与组名相同而原来又没有另建组名的,建议维持现状或另创新组名。

六年过去了,现在再看这 3 点建议依然正确。可喜的是,1994 年罗惠麟、蒋志文、唐良栋在《中国下寒武统建阶层型剖面》一书中,把滇东地区龙王庙组改名为山邑村组;沧浪铺组改为乌龙箐组及红井哨组;筇竹寺组改为黑林铺组(上部玉案山段,下部石岩头段),保留已在国内外通用的龙王庙阶、沧浪铺阶及筇竹寺阶。山东的原崮山组及张夏组建议改为唐王

寨组 and 虎头山组(另文发表)。徐庄组及毛庄组是从馒头页岩内分出的岩石地层单位,项礼文等(1999)已建议仍归属馒头组,也可以将这二个组称馒头组(上部)、馒头组(中部),而现在的馒头组(即 1952 年以后馒头组)改称为馒头组(下部)。

3 世界各地寒武系阶的对比

世界上寒武系建阶的国家(或地区)尚不太多,已知的有西班牙、摩洛哥、北欧(斯堪的纳维亚半岛)、西伯利亚、北美、澳大利亚及中国。南极横断山脉寒武系发育较全,但没建立阶,作为世界上的一个特殊地区,我们也把它包括在内。由于世界各地地质情况不同,沉积差别较大,三叶虫类别不同,阶与阶的对比难度较大。看来国际上欲求得寒武系阶的统一,亦非易事。现将各地区的情况作一概略的介绍:

3.1 西班牙

西班牙地区在早寒武世及晚寒武世时,生物地理区属环冈瓦纳(Perigondwana)区,但在中寒武世时则属 Acado-Baltic 区。西班牙下寒武统由下至上分为 Cordubian、Ovetian、Mariarian 及 Bilbilian 4 个阶(表 1-2);Cordubian 阶仅有痕迹化石,大致相当我国的梅树村阶;Ovetian 阶产 *Lemdadella*、*Bigotina*、*Serrania*、*Pararedlichia* 等三叶虫,前一属与 *Eoredlichia* 相似,最后一属是 *Eoredlichia* 的次定同物异名,*Bigotina* 与 *Serrania* 都是早寒武早期的介于 *Redlichioidea* 与 *Ellipsocephaloidea* 之间的三叶虫,Ovetian 阶相当中国的筇竹寺阶;Mariarian 阶产 *Redlichia*、*Perrector*、*Eops*、*Saukianda*、*Gigantopygus*,这些三叶虫都是莱德利基虫超科的属,除 *Redlichia* 外,其他各属都是 *Saukiandidae* 科或 *Redlichidae* 科异时发育的一些属群,和中国沧浪铺阶的 *Yinitidae* 科有些相似,从这些三叶虫分析,Mariarian 阶可能与沧浪铺阶相比;西班牙的 Bilbilian 阶产 *Pseudolenus*、*Protolenus* 等三叶虫,这些三叶虫与中国龙王庙阶的三叶虫完全不同,没有对比的证据。西班牙中寒武世的阶产 *Paradoxides* 及欧洲类型的一些特殊的褶颊虫类,与中国的中寒武世阶无法确切对比。

西班牙东北部有段地层产 *Pagodia*、*Lajishanaspis*、*Langyashania*、*Maladioidella*、*Parachangshania* 等三叶虫(Shergold, Linan, & Palacios, 1983; Shergold & Sdzuy, 1991),这段地层相当中国的长山阶。西班牙中寒武世以上的地层沉积不全,没有阶的命名。

3.2 摩洛哥

摩洛哥早寒武世的 Issendalenian 阶(表 1-2)产 *Lemdadella*、*Pararedlichia*、*Abadiella* 等三叶虫,与中国早寒武世筇竹寺阶的 *Eoredlichia*-*Wutingaspis* 带相当。摩洛哥的 *Abadiella* 与中国的 *Parabadiella* 并不是如 Jell (in Bengtson *et al.*, 1990)所述两者是一个属,摩洛哥的 *Abadiella* 头盖较窄、头鞍窄而前端尖圆、facial line 与 *Eoredlichia* 的相似,而中国的 *Parabadiella* 头盖较宽、头鞍也宽、前端宽而平圆、facial line 与 *Wutingaspis* 的相似。两属的头鞍沟也有不同,层位也不相同,前者层位较高,中国的 *Parabadiella* 层位较低。因此, *Abadiella* 与 *Parabadiella* 的区别明显,应是两个独立的属,两者不应混为一谈。1953 年建

立 *Abadiella* 时,只有个线条图,没有化石照片发表(Hupé,1953),张文堂把这两个属的模式种照片都发表在美国出版的《无脊椎古生物论著 三叶虫纲》(修订版)第一卷内(Chang W T in Kaesler,1997),方便所有的古生物学家,了解这两个属的差别;他在“环冈瓦纳区寒武纪地层对比”(Chang W T,1998)一文中认为澳大利亚的 *Abadiella* 标本(Jell in Bengtson *et al.*,1990)既不是摩洛哥的 *Abadiella*,更不是中国的 *Parabadiella*。摩洛哥与西班牙在地理位置上一南一北,中间有地中海相隔,早寒武世地层十分相似。摩洛哥 Issendalenian 阶上部与 Banian 阶有 Saukiandidae 科及 Gigantopygidae 科异时发育的三叶虫属群,这些三叶虫的发育及演化阶段与中国的沧浪铺阶的相似。Tissafinian 阶的底部有早寒武世 Olenellid 三叶虫与 *Paradoxides* 共生(Geyer & Landing,1995),他们把这个阶置于中寒武世早期。传统的下、中寒武统的分界是产 *Paradoxides* 的地层归中寒武世,产 Olenellid 三叶虫的地层隶属早寒武世。如果两种类型三叶虫共同在地层内出现,其时代归属中寒武世或早寒武世则无所适从。目前澳大利亚也是如此,如澳大利亚的 Ordian 阶产 *Redlichia* 为主的三叶虫,与中国的龙王庙阶相当,可澳大利亚的古生物学家说,Ordian 阶上部有 *Xystridura* 的发现,而 *Xystridura* 隶属 Paradoxididae 科,所以 Ordian 阶应当是中寒武世。前些年在中国发现早寒武世晚期有 Ptychoparid 类三叶虫与 *Redlichia nobilis* 共生,有些同志就怀疑中国下、中寒武统的分界问题。不过这个问题后来没有争论起来。中国早寒武世地层以 Redlichid 类为标准,不产这类三叶虫的地层是中寒武统;其次是 Ptychoparid 类三叶虫在早寒武世中期(沧浪铺期)即已出现,它在早寒武世晚期与 *Redlichia* 三叶虫共生,并不奇怪。如果大家的意见能统一到产 Redlichid 类和 Olenellid 类三叶虫的地层是早寒武世的标准,其上不产这两大类三叶虫的地层即属中寒武统(或中寒武世),与这两大类三叶虫共生的 Paradoxid 类或 Xystridurid 类,或 Ptychoparid 类三叶虫只不过是较早出现而已,这是古生物或生物地层学家对传统生物地层划界认识上的飞跃。生物地层的界线,包括化石带的界线,看来都是相对的,而不是绝对的。摩洛哥的 Toudianian 阶产 *Paradoxides* 三叶虫,此阶之上有 *Bailiella* 的出现,说明这个阶与产 *Bailiella* 的地层合起来,大致相当于中国徐庄阶地层。在摩洛哥产 *Bailiella* 层位以上的寒武纪没有沉积。

3.3 斯堪的纳维亚

斯堪的纳维亚地区的寒武系实际上主要是瑞典的寒武系,这里的寒武纪地层不厚,以黑色页岩为主,其中还有瘤状灰岩及砂岩。晚寒武世以 Olenid 类三叶虫为主;中寒武世以广布的球接子类及 Paradoxid 类三叶虫为主;早寒武世以 Olenellid 类及 Protolenid 三叶虫为主。这里上、中寒武统分界及其生物地层单位,传统上视为世界上对比的标准。长时期北欧的寒武系没有建立阶,上寒武统仅有 6 个化石带;中寒武统以 Paradoxid 类三叶虫种名代表 3 个阶名;下寒武统以 *Protolenus*, *Holmia* 及 sub-*Holmia* 来代表 3 个阶(表 1-2)。

这里的寒武纪三叶虫动物群即过去所称的大西洋动物群,亦称阿克多-波罗的动物地理区(Acado-Baltic Faunal Realm)。由于这里动物群与中国差异较大,精确对比相对困难。现就有关证据的记录,简述如下。在中国南方及西北相当凤山阶发现 *Lotagnostus*,该球接子化石曾在北欧 *Peltura* 带及 *Acerocare* 带发现,这二个带大致相当凤山阶。*Leptoplastus* 带至 *Olenus* 带有 *Olenus*、*Glyptagnostus reticulatus*,相当我国长山阶。*Agnostus pisiiformis* 带相