

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

中国奥陶系顶、底界线研究的新进展

赖 才 根

系与系间的界线目前仅志留系和泥盆系界线初步标定外,其它界线还在进行工作。至于奥陶系和志留系界线与寒武系和奥陶系界线在各个国家的划法都不一样:大多数国家以特马豆克统底界作寒武系和奥陶系界线;英国有的学者仍然以阿伦尼革统底界作为两系的界线;还有少数学者主张以上、下特马豆克统之间的界线作寒武系和奥陶系界线的;同样是把界线划在阿伦尼革统底界上,其含义亦不尽相同。奥陶系和志留系界线,苏联是放在 *Glyptograptus persculptus* 带的顶界,而英国有的学者仍主张放在该带的底界。总之,奥陶系顶、底界线在世界范围内正在进行争论。现就我国对这个问题的研究进展情况谈个人看法。

一、中国奥陶系和志留系的分界

英国威尔士阿伦尼革-巴拉 (Arenig-Bala) 区,阿希极尔统最顶部的赫南特阶以赫南特贝 (*Hirnantia*) 动物群为特征。瑞典和波兰等地的小达尔曼虫层是以三叶虫小达尔曼虫 (*Dalmanitina*) 命名的。这二类动物群分布广泛,正好位于奥陶系和志留系界线附近,因而奥陶系和志留系界线的划分实质上是这二类动物群的对比、归属及其与笔石带的关系问题。这二类动物群的产地除了上述地区外,还见于:摩洛哥前阿特拉斯 (Anti-Atlas) Deuxième Bani 组;利比亚西部 Mémouniat 组;缅甸北掸帮 Panghsa-Pye 组;马来西亚凌加卫岛 Setul 组之下碎屑岩段;哈萨克斯坦楚-伊犁东南 *Dalmanitina* 层;加拿大魁北克珀基 (Percé) 地区白头组;美国中部 Edgewood 组下部;北英格兰考特莱 (Cautley) 地区阿希极尔页岩上部;波希米亚地区 Kosov 组;澳大利亚维多利亚深谷地区 Deep creek 粉砂岩底部;苏联东北部科累马河上游 Tirekhtyakh 阶等地。

中国产 *Hirnantia* 动物群的层位系 1940 年盛莘夫在四川綦江首先发现,卢衍豪^[1]于 1959 年将其命名为观音桥组。1943 年卢衍豪在陕西汉中梁山亦发现有 *Dalmanitina*, 当时归于奥陶纪,1959 年又命名此含化石层为南郑页岩^[1],同时改归为志留系。此后,中国奥陶系和志留系界线的争论焦点同国际上一样,是围绕着这二个化石层的分布、对比和归属问题。

目前国际上把奥陶系和志留系界线置于上述二类动物群顶、底界和中间的意见都有。主张放在顶界的,也因对比意见不同,结果也不一样。如:有的认为二类动物群时限相同,代表 *Glyptograptus persculptus* 带的壳相生物群,因而奥陶系和志留系界线划在 *Glyptograptus persculptus* 带的顶界或底界;相反,有的认为这二类动物群位于 *Glyptograptus persculptus* 带之下,奥陶系和志留系界线应在 *Glyptograptus persculptus* 带的底部。

中国奥陶系和志留系界线一般放在 *Glyptograptus persculptus* 带的底界,但对上述动物群的对比和归属的看法同样是极不一致的,把 *Hirnantia* 动物群和 *Dalmanitina* 动物群

相提并论却是他们的共同点。最近几年,有关这方面的研究工作进展较大,许多新资料都证明上述结论都不甚完备。现就这方面问题着重在几类化石上进行讨论。

(一) 与奥陶系和志留系界线有关的生物地层研究新进展

在中国的许多地点奥陶系和志留系为连续沉积。最近几年很多研究者在许多地方发现了丰富的 *Hirnantia* 动物群,他们是(图 1): 贵州松坎韩家店^[2]; 四川綦江观音桥^{[2],1)}; 四川长宁双河²⁾; 四川秀山和云南盐津³⁾; 陕西南郑福成挂宝岩^[3]; 湖北宜昌分乡^[4]和宜昌黄花场^{2),4)}。上述地点除四川綦江外均伴有三叶虫 *Dalmanitina*。下述地点以产 *Dalmanitina* 动物群为主,共生的腕足类中无 *Hirnantia* 和 *Kinnella* 属: 如江西武宁新开岭^[5]; 贵州桐梓红花园^[2]; 甘肃古浪红土湾⁵⁾; 陕西南郑梁山^[1]; 贵州沿河甘溪²⁾; 大兴安岭哈拉哈河地区⁶⁾; 云南保山和江西瑞昌西北^[6]。这些生物群的上、下层位由于含有笔石或本身与笔石

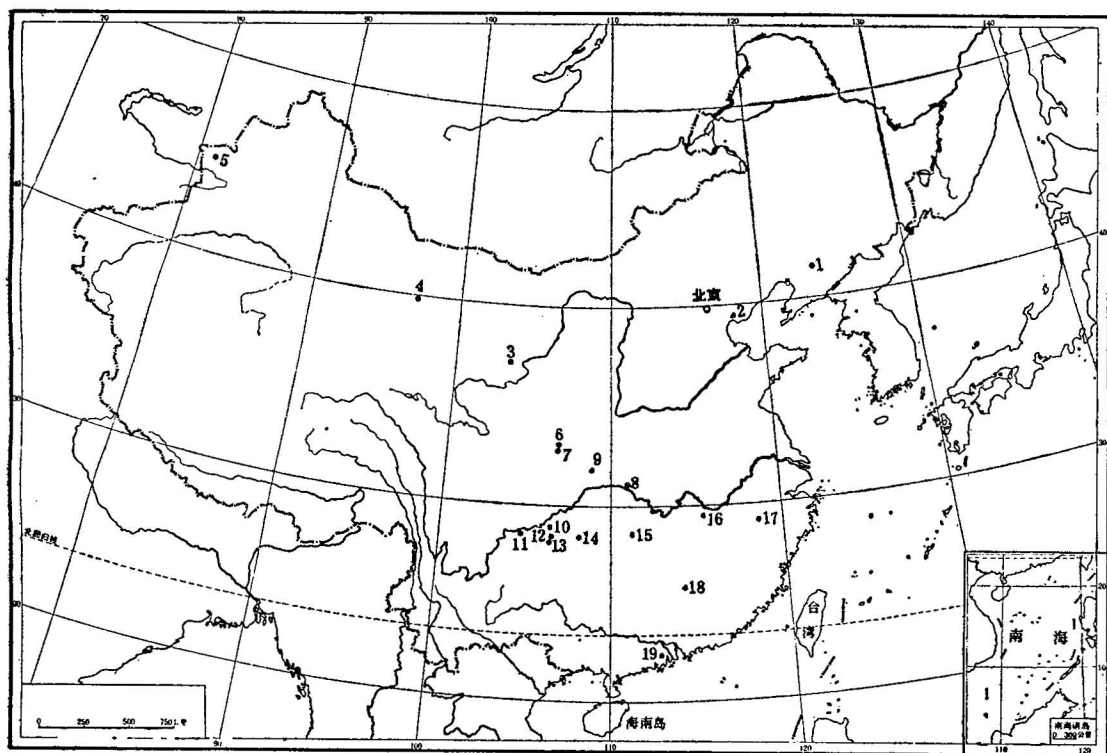


图 1 剖面位置图

1. 辽宁本溪; 2. 河北唐山; 3. 甘肃古浪; 4. 甘肃玉门; 5. 新疆霍城果子沟; 6. 陕西南郑; 7. 陕西南郑福成; 8. 湖北宜昌; 9. 四川城口; 10. 四川綦江; 11. 四川长宁; 12. 贵州松坎; 13. 贵州桐梓; 14. 贵州沿河; 15. 湖南桃江; 16. 江西武宁; 17. 浙江常山; 18. 江西崇义; 19. 广东台山

- 1) 叶少华、许庆建 1974 年资料。
- 2) 穆恩之等 1977 年资料, 四川区测队 1978 年资料。
- 3) 云南区测队和四川区测队 1977 年资料。
- 4) 宜昌地质所 1978 年资料。
- 5) 王建中 1978 年资料。
- 6) 黑龙江二区测队 1977 年资料。

共生,因而对其时限的确定、对奥陶系和志留系界线的标定就更为准确。

中国奥陶系最顶部的阶称五峰阶。五峰期的笔石,穆恩之^[7]划分为 6 个带,汪啸风最近将其归并为如下四个带:

4. *Diplograptus bohemicus* 带
3. *Paraorthograptus-Diceratograptus mirus* 带
2. *Tangyagraptus typicus* 带
1. *Dicellograptus szechuanensis* 带

D. szechuanensis 带之上的三个带与 *Hirnantia* 和 *Dalmanitina* 动物群关系密切,而且顶部 *Diplograptus bohemicus* (Marek) 在波希米亚和哈萨克斯坦也存在。志留纪 *Glyptograptus persculptus* 带的分布范围就更广泛,以他们进行国际间的对比还是可行的。

为了充分说明 *Hirnantia* 和 *Dalmanitina* 这两类动物群的时限、对比和对奥陶系与志留系界线标定的影响,以上述笔石层序为基准选如下剖面分析之:(图 2)

(1) 四川綦江观音桥的观音桥组厚 0.59 米,下部 0.27 米地层含 *Paraorthograptus* sp., 1978 年 9 月 Richards, R. B. 博士曾鉴定有: *Dicellograptus anceps* (Nicholson)。上部 0.32 米地层只含丰富的 *Hirnantia* 动物群并无笔石,志留系龙马溪组底部含笔石 *Glyptograptus persculptus* Salter, 此处观音桥组属奥陶纪 *Paraorthograptus-Diceratograptus mirus* 带和 *Diplograptus bohemicus* 带, *Hirnantia* 动物群的时限仅相当后一个笔石带。贵州松坎剖面的情况与四川綦江相似。

四川长宁双河和湖北宜昌黄花场的观音桥组亦以 *Hirnantia* 动物群为主,混生有 *Dalmanitina* 它位于 *Diplograptus bohemicus* 带之上, *Glyptograptus persculptus* 带之下,时限仅相当 *Diplograptus bohemicus* 带晚期。

(2) 贵州沿河甘溪观音桥组厚 2.1 米,下部 1.1 米地层含 *Dalmanitina* 动物群及一些腕足类(无 *Hirnantia*),上部含奥陶纪笔石 *Amplexograptus* cf. *sun*i (Mu) 而五峰组顶部有笔石 *Yinograptus disjunctus* (Yin et Mu), 属 *Tangyagraptus typicus* 带。此处观音桥组属奥陶纪,含 *Dalmanitina* 的层段相当 *Paraorthograptus-Diceratograptus mirus* 带。

江西武宁新开岭的新开岭组顶部厚 0.15 米地层中 *Dalmanitina* 与 *Paraorthograptus* 共生,其余 3.89 米地层均含 *Paraorthograptus* 等笔石,新开岭组全部属奥陶纪,含 *Dalmanitina* 的层段仅相当 *Paraorthograptus-Diceratograptus mirus* 带最顶部。

(3) 陕西南郑梁山的南郑组原来全部归在志留系内,最近在其南 30 公里的(南郑县福城挂宝岩)南郑页岩内发现丰富的 *Hirnantia* 和 *Dalmanitina*, 厚 0.1 米,其下的五峰组含 *Orthograptus truncatus abbreviatus* Elles et Wood, 其上的龙马溪组含 *Glyptograptus tamariscus* Nicholson 等笔石,此处南郑组可能属奥陶纪。把挂宝岩剖面与梁山剖面相比,梁山剖面 0.35 米厚的砂岩与挂宝岩 0.1 米厚含 *Hirnantia* 的砂岩在层序上很接近。因此,梁山的南郑组下部似与挂宝岩的五峰组对比,梁山的奥陶系和志留系界线位于南郑组顶部之下 0.3 米处。*Dalmanitina* 动物群穿越了奥陶系和志留系界线。

(4) 甘肃古浪红土湾 *Dalmanitina* 与 *Glyptograptus* cf. *persculptus* Salter 共生,石城子组上部应归志留系。

(5) 贵州桐梓红花园的观音桥组比较复杂,厚 8.9 米,全组均含 *Dalmanitina* 及 *Leona-*

图2 中国奥陶/志留系界线主要剖面相对比图

四川长宁 甘肃古浪 贵州桐梓 贵州松坎 四川綦江 南郑福成 陕西南郑 贵州沿河 四川城口 湖北宜昌 江西武宁

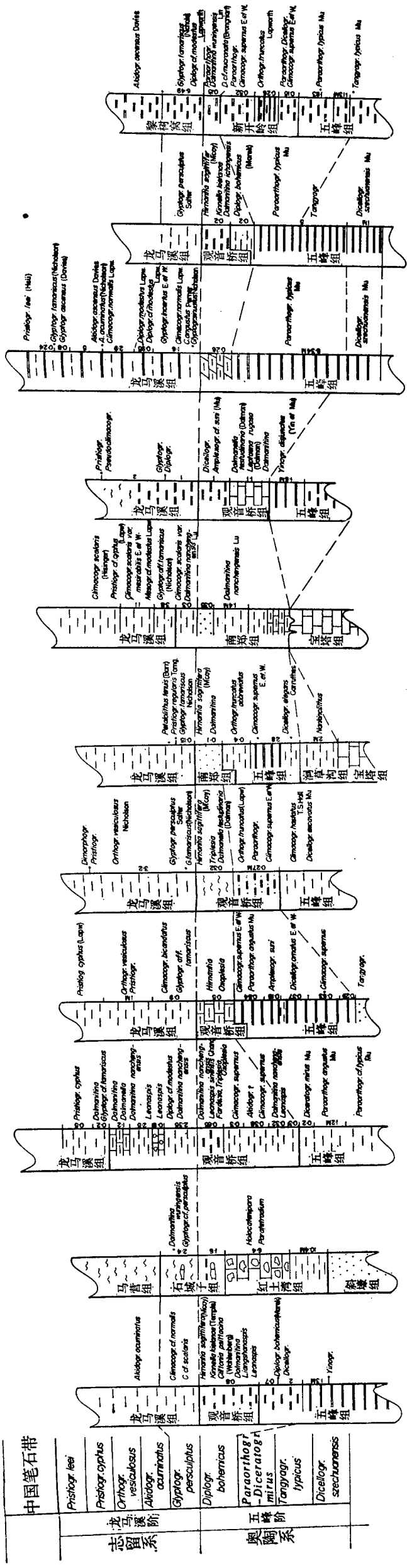
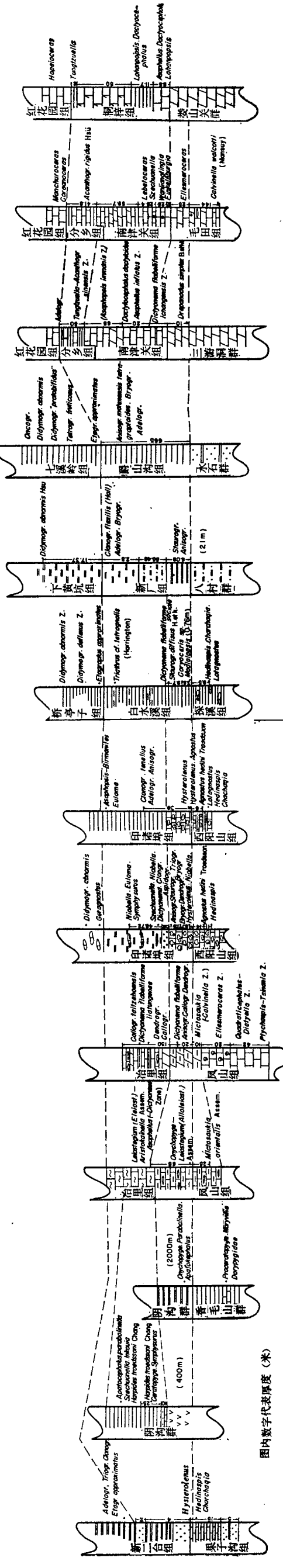


图3 中国寒武/奥陶系界线主要剖面相对比图

新疆霍城 甘肃玉门 甘肃玉门阴沟西 河北唐山 辽宁本溪 江西武宁 浙江常山 湖南桃江 广东台山 江西崇义 湖北宜昌 贵州沿河 贵州桐梓



spis。五峰组顶部笔石 *Diceratograptus mirus* Mu 距观音桥组之底小于 0.2 米。志留纪龙马溪组含 *Glyptograptus* cf. *tamariscus* Nicholson, *Dalmanitina* 及 *Pristiograptus cyphus* Lap. 的层位距观音桥组顶 0.7 米。此处观音桥组似应相当奥陶纪 *Diplograptus bohemicus* 带至志留纪 *Akidograptus acuminatus* 带。观音桥组下部 2.05 米厚的地层含笔石: *Climacograptus supernus* E. et W. 及腕足: *Fardenia*, *Triplexia*, *Ookoplesia*, 应归奥陶系; 上部 6.85 米厚因在底部含有笔石: *Diplograptus* cf. *modestus* Lapworth 可归志留系。此处奥陶系和志留系界线位于观音桥组内, *Dalmanitina nanchengensis* Lu 的时限范围中。在这一剖面中 *Akidograptus*? 位于 *Climacograptus supernus* E. et W. 之下是值得注意的问题。

从上述剖面分析中可知各个地方 *Hirnantia* 和 *Dalmanitina* 动物群的延伸时限不甚一致, 因地而异。还应指出: 扬子区各地现用的观音桥组的岩性并不一样, 应根据岩石地层命名规则加以清理, 本文因篇幅有限未能加以讨论。

(二) 中国 *Hirnantia* 动物群 *Dalmanitina* 动物群的时限与奥陶系和志留系界线

从上节分析可知长宁和宜昌等地的 *Hirnantia* 动物群的时限最短, 仅相当 *Diplograptus bohemicus* 带晚期, 而綦江、松坎等地其时限为 *Diplograptus bohemicus* 带。永宁、桐梓、沿河、南郑和古浪等地以 *Dalmanitina* 动物群为主, 其时限以五峰晚期 *Paraorthograptus-Diceratograptus mirus* 带和 *Diplograptus bohemicus* 带占主要, 但至志留纪 *Glyptograptus persculptus* 带还很繁盛(如古浪、南郑、桐梓), 有的地方甚至可达 *Orthograptus vesiculosus* 带(如桐梓)。因此, 在标定奥陶系和志留系界线时, 对 *Hirnantia* 动物群和 *Dalmanitina* 动物群应分别对待, 不应等同视之。奥陶系和志留系界线可划在 *Hirnantia* 动物群的顶界, 但对 *Dalmanitina* 动物群就要因地而异, 国际上亦有类似的情况。如以 *Dalmanitina* 动物群的顶界作奥陶系和志留系界线, 那么相当 *Glyptograptus persculptus* 带的志留纪地层必然要归奥陶系, 而且在个别地方相当 *Orthograptus vesiculosus* 带的地层亦要归奥陶系; 如若以 *Hirnantia* 动物群或 *Dalmanitina* 动物群的底界作奥陶系和志留系界线, 那么相当 *Diplograptus bohemicus* 带的地层将归入志留系, 而且相当 *Paraorthograptus-Diceratograptus mirus* 带(等于 *Dicellograptus anceps* 带顶部)的地层亦必将归入志留系, 结果奥陶系和志留系界线就划在五峰阶内部或阿希极尔统 *Dicellograptus anceps* 带内部了。这一界线显然更不可取。为了充分说明这一问题看看奥陶系和志留系界线在国际上的分布就更清楚了(表 1)。

(三) 奥陶系和志留系界线的国际对比

马来西亚凌加卫岛奥陶系和志留系界线位于下塞图尔灰岩与下碎屑岩段之间^[8], 下碎屑岩段底部厚 1.4 米地层含 *Glyptograptus persculptus* Salter 和 *Diplograptus* aff. *modestus* (Lapworth.), 其上 0.4 米厚地层含 *Dalmanitina*, 再上 20 米地层出现 *Pristiograptus cyphus* (Lapworth) 等一系列笔石带。马来西亚的 *Dalmanitina* 属志留纪 *Glyptograptus persculptus* 带或者还包括 *Akidograptus acuminatus* 带。

缅甸北掸邦的帮萨比耶层 (Panghsa-Pye) 为页岩, 下部厚 1.5 米地层含 *Dalmanitina*, *Leonaspis* 等, 其上含 *Glyptograptus* cf. *persculptus*, *Orthograptus vesiculosus* 等一系列志留

表 1 中国奥陶系和志留系界线与国外主要剖面间的对比表

中国笔石带	马来西亚加卫岛 (Kobayashi, T. and Hamada, T. 1971)	缅甸北掸邦	哈萨克斯坦第一 伊犁东南 (Nikitin, I. F. 1976)	英格兰威尔士 (Williams, A. et al. 1976)	苏格兰莫法特	波希米亚 (Havlíček, V. and Vaněk, J. 1966)	波兰兰博克 (Tomczyk, H. and Tomczykowa, E. 1976)	澳大利亚维多 利亚峡谷地区 (Webby, B. D. 1976)
<i>Pristiogr. cyphus</i>	(<i>cyphus</i>)	(<i>cyphus</i>)			(<i>cyphus</i> ?)		(<i>cyphus</i>)	
<i>Orthogr. vesiculosus</i>		(<i>vesiculosus</i>)			(<i>vesiculosus</i>)		(<i>vesiculosus</i> 1.7m)	
<i>Akidogr. acuminatus</i>	Lower Detrital Member (D. O. 4m)	Panghsa-Pye beds	Salamat Form. (<i>ascensus</i>)		Birkhill shales (<i>acuminatus</i>)	(<i>acuminatus</i>)	(<i>acuminatus</i> , 1m) Rastrites beds (<i>ascensus</i> 0.5m)	Deep Creek siltstone
<i>Glyptogr. persculptus</i>	(<i>persculptus</i> 1.4m)	(<i>cf. persculptus</i>)	(<i>D. bohemicus</i> , <i>cf. persculptus</i> , 66m) Dalmanitina	Cwmyr Aethnen Mudstone (<i>persculptus</i>)	(<i>persculptus</i> , 1m)	[Llandovery shales	(<i>persculptus</i> , 0.5 m)	(<i>persculptus</i>)
<i>Diplogr. bohemicus</i>		(D. 15m)	beds (<i>D. persculptus</i> , 35m)	Hirnant ls. (H.) Foelydinas muds.	Barren Mudstone 3m	(H, D.) Kosov Form (<i>bohemicus</i>)	(D.)	(D. 40m)
<i>Paraorthogr. -Diceratogr. mirus</i>	Lower Setul limestone		Kysylsai Form (<i>supernus</i>)	Moselfryn Muds. (<i>anceps</i>)	(<i>anceps</i> , 1m) Hartfell shales	(H., D., <i>anceps</i>)	Dalmanitina beds (<i>cf. complanatus</i>)	
<i>Tengyagr. typicus</i>		Nyaungbaw limestone				Kralův Dvůr Form.		Bolindian mudstones and sandstones
<i>Dicellogr. Szechuanensis</i>					(<i>complanatus</i>)			

(H.) Hirnantia (D.) Dalmanitina

纪笔石带, 奥陶系和志留系界线位于帮萨比耶层内^[8], 而不是位于它与下伏良保灰岩(Nyaungbau)之间, *Dalmanitina* 动物群似应归奥陶纪。

哈萨克斯坦楚-伊犁山、阿希苏河上游, *Dalmanitina* 与 *Diplograptus bohemicus* (Marek), *Glyptograptus persculptus* Salter 混生于 *Dalmanitina* 层内^[9], 这是比较奇怪的现象, 关系到 *Diplograptus bohemicus* 带和 *Glyptograptus persculptus* 带的位置问题, 但这个地区分层似乎粗了些, *Dalmanitina* 层厚 101 米, 只分二层。但奥陶系和志留系界线位于该层内部似可肯定。

英格兰威尔士阿伦尼革-巴拉区是 Hirnantian 阶的典型地区, 兰德维列统 Rhuddanian 阶 Cwm Yr Aethnen 泥岩含 *Glyptograptus persculptus* Salter, 阿希极尔统 Hirnantia 阶 Hirnant 灰岩和 Foel Y Ddinas 泥岩含丰富 Hirnantia 动物群^{[9], [10]}, 这与中国四川綦江的情况一致, 奥陶系和志留系界线都位于 *Glyptograptus persculptus* 带与 Hirnantia 动物群之间。Foel Y Ddinas 泥岩之下 Rawtheyan 阶 Moelfryn 泥岩有 *Dicellograptus anceps* (Nicholson), 部分可与 *Paraorthograptus-Diceratograptus mirus* 带对比, 因此, Cautleyan 阶(含 *D. anceps*) 及 Pusgillian 阶可分别与 *Tangyagraptus typicus* 带和 *Dicellograptus szechuanensis* 带对比。则中国五峰期笔石带在层位上比英国的高不了多少。

苏格兰莫法脱的 Dobb's Lin 剖面, 被许多人选为奥陶系和志留系界线层型^[9], 那里的 *Dicellograptus anceps* 带与 *Glyptograptus persculptus* 带之间有 3 米厚的哑层归奥陶系。一般人把此哑层与 Hirnantian 阶对比, 最近英厄姆博士(J. K. Ingham)介绍, 他在此哑层内发现了笔石和三叶虫: *Glyptograptus* cf. *persculptus* Salter, *Climacograptus* cf. *normalis* E. et W., *Climacograptus* cf. *extraordinarius* (Sobolevskaya), 对苏格兰奥陶系和志留系附近的笔石序列作出了重大贡献。可惜 Hirnantia 在此剖面上并未发现。

波希米亚 Barrand 盆地^{[11], [12]}的情况与中国宜昌、长宁等地相似, Kosov 组底部有 *Diplograptus bohemicus* (Marek), 上部有 Hirnantia, *Dalmanitina* 等与宜昌和长宁的五峰组 *Diplograptus bohemicus* 带及其上含 Hirnantia, *Dalmanitina* 的观音桥组完全相当, 不同处是中国在 Hirnantia 动物群之上覆有含 *Glyptograptus persculptus* 带的地层, 而波希米亚地区只发现了 *Akidograptus acuminatus* (Nicholson), 但奥陶系和志留系界线的划法与中国相同。波希米亚的 Kralûv Dvur 组亦含 *Dalmanitina*, Hirnantia, *Dicellograptus anceps* (Nicholson) 等可与中国五峰组的 *Tangyagraptus typicus* 带和 *Paraorthograptus-Diceratograptus mirus* 带对比。

波兰兰博克, 奥陶系和志留系界线划在 *Glyptograptus persculptus* 带与 *Dalmanitina* 层之间^[13], *Dalmanitina* 层属奥陶纪。

澳大利亚维多利亚深谷地区的 Deep Creek 粉砂岩底部产 *Dalmanitina*^[14], 其上 40 米地层产 *Glyptograptus persculptus* Salter, 奥陶系和志留系界线应置于 Deep Creek 粉砂岩中而不是它与下伏 Bolindian 泥岩(含 *Dicellograptus* cf. *complanatus* Lapworth) 之间。

(四) 展望

从中国和国外情况看, 奥陶系和志留系界线问题的研究最近都有很大进展, 但要最后定下来还有许多问题急待解决。例如 ① 在中国 *Diplograptus bohemicus* 带与 *Glyptograptus*

persculptus 带之间是否还有笔石带? ② *Diplograptus bohemicus* 带与苏格兰 Dobb's Lin 剖面内 3 米厚的哑层对比仅是根据上、下层位控制, 认为 *Diplograptus bohemicus* 带应与 *Climacograptus extraordinarius* 带相当, 并无直接证据。③ 桐梓红花园 *Akidograptus*? 的层位为什么出现的那样低? ④ *Dalmanitina* 动物群分布广泛, 便于对比, 但要达到准确标定时限需要作更仔细的、亚种一级的分类。

最近林宝玉研究天山地区的珊瑚群, 发现有相当哈萨克斯坦 Ulkuntas 层的分子存在。何心一研究了贵州毕节燕子口观音桥组内的珊瑚群, 认为应归奥陶纪, 但他们与笔石带的准确对比尚无依据, 目前难以用来论述奥陶系和志留系界线问题。总之要解决奥陶系和志留系界线还有许多生物地层工作急待我们去做。

目前看来, 中国奥陶系和志留系界线置于 *Glyptograptus persculptus* 带之底或 *Hirnantia* 动物群之顶, 以及多数地区 *Dalmanitina* 动物群之顶还是可行的, 我们暂时使用此条界线。但是, 从世界范围奥陶系和志留系界线研究的最新资料看来, 把奥陶系和志留系界线置于 *Akidograptus acuminatus* 带之底就可把绝大部分地区的 *Dalmanitina* 动物群包括在奥陶纪内, 在极个别地点更高层位出现的种可作孑遗看待。不论奥陶系和志留系界线置于何处, *Dalmanitina* 动物群的顶、底界线和 *Hirnantia* 动物群的底界线都存在穿时现象。若用上述二种动物群的底界线作奥陶系和志留系界线更不理想, 因在中国上述二种动物群的时限可下延至相当英国 *Dicellograptus anceps* 带范围内。

中国扬子区奥陶系和志留系界线标定工作更精确些, 解决这一问题的理想地区还在扬子区和江南区。

二、中国奥陶系与寒武系的分界

在英国奥陶系比寒武系创立晚, 典型剖面不连续、定义又有含混的地方, 因而奥陶系和寒武界线置于特马豆克统之顶、之底和中间的世界性争论还在进行。

中国许多地方奥陶系与寒武系为连续沉积, 是研究两系分界的理想地区, 过去奥陶系和寒武系界线都被置于特马豆克统之底, 其理由在 1959 年全国地层会议文件和最近卢衍豪等^[15]的文章中均有阐述。本文仅根据许多同志的最近研究成果, 着重论述这一界线的等时性问题, 及其在各地的表现形式和所引起的后果。

(一) 寒武系和奥陶系界线附近生物地层研究的新进展

以前, 中国寒武系和奥陶系界线, 在华北区一般置于冶里组 *Dictyonema-Asaphellus* 带与凤山组 *Mictosaukia-Calvinella* 带之间; 扬子区划在南津关组 *Asaphellus inflatus* 带 (或 *Wanliangting-Loshanella* 带或 *Dactyocephalus dactyloides* 带) 之下; 江南区位于印渚埠组 *Dictyonema-Hysterolenus* 带与西阳山组含 *Hedinaspis*, *Charchaia* 的地层之间; 祁连山区划在阴沟群 *Ceratopyge-Apatokcephalus* 带的底界。

最近, 寒武系和奥陶系界线附近的生物地层研究进展很大, 发现了许多重要生物群, 明确了许多化石的层位关系, 因而对以前所使用的界线在某些地区应作相应的调整, 以保持界线的等时性。具体论述如下:

东南区, 穆恩之^[7]、南颐³⁾在广东台山新厂组发现了 *Staurograptus*, *Anisograptus* 等笔石群, 证明该区存在相当下特马豆克统的地层。金玉琴、汪啸风^[16]在湖南桃江白水溪组内发现 *Staurograptus diffusus* H. et K. 等笔石, 说明江南区下特马豆克统的笔石群与东南区类同。江西永宁新开岭^[5]印诸埠组底部的 *Hysterolenus* 位于 *Staurograptus*, *Anisograptus*, *Triograptus*, *Bryograptus* 等笔石群之下, 证明了过去把 *Hysterolenus* 作为奥陶纪底部化石带是正确的, 特别最近又发现 *Hysterolenus* 与 *Agnostus* 共生^[17], 更说明了这一点。(图3)

天山兴安区, 寒武系和奥陶系界线在新疆霍城果子沟地区, 原置于果子沟组与新二台组之间。果子沟组上部厚15米, 含三叶虫 *Hedinaspis*, *Charchagia* 等。最近张太荣²⁾在果子沟组顶部发现奥陶纪三叶虫 *Hysterolenus*, *Inkonia* 等, 说明寒武系和奥陶系界线应向下移至果子沟组内。现在, 果子沟组内寒武纪与奥陶纪三叶虫层位间相距不超过2米, 该区界线问题研究在层位控制上已达到相当精度了。宁夏巴丹吉林地区³⁾界线上、下的生物群与果子沟地区相同。这些事实说明 *Hysterolenus* 的地理分布还是较广泛的。

华北区寒武系和奥陶系界线上、下的生物地层研究工作进展也很大。在河北唐山^[18], 原归寒武系凤山组顶部65米厚的粘土质灰岩底部发现了 *Onychopyge* 等三叶虫, 建立 *Onychopyge-Leiostegium* (*Alloleiostegium*) 组合, 周志毅、张进林将其与澳大利亚昆士兰地区的 Datsonian 阶进行比较, 认为是奥陶纪最低化石层位。该三叶虫组合位于 *Dictyonema-Asaphellus* 带之下65米处。相似的生物群亦见于祁连山区甘肃玉门阴沟之西二道川⁴⁾, 在2000米厚的硅质岩夹砂质板岩内发现 *Onychopyge*, *Parabolinella*, *Apatokēphalus* 等, 其层位应在原阴沟群 *Ceratopyge-Apatokēphalus* 带之下, 代表该区奥陶纪的最低化石层位。

在辽宁本溪凤山组楸树沟段中上部岩层内发现 *Dictyonema flabelliforme* var., *Callograptus*, *Anisograptus*, *Dendrograptus* 等笔石群⁵⁾, 寒武系和奥陶系界线在该区需下移到凤山组内。

扬子区的宜昌地区, 在 *Asaphellus inflatus* 带之下发现 *Dictyonema flabelliforme yichangensis* Wang^[4], 最近又在原归寒武系三游洞群顶部10米厚度地层内发现牙形石⁶⁾ *Drepanodus simplex* Branson & Mehl, *Acanthodus costatus* Druce & Jones 等, 可与澳大利亚昆士兰区的 Datsonian 阶进行对比, 因此寒武系和奥陶系界线亦需下移至三游洞群内。贵州沿河甘溪⁷⁾毛田组产三叶虫 *Calvinella* 的层位距南津关组底界169米, 南津关组底部含 *Wanliangtingia*, 该属在唐山地区产于 *Onychopyge* 化石层之上的 *Dictyonema-Asaphellus* 带内。该区相当 *Onychopyge* 的层位可能落在毛田组上部, 更可能相当产头足类的那一层位。相似情形在贵州桐梓红花园剖面上亦存在, 寒武系和奥陶系界线应下移至娄山关群内。

由上数例可以看出, 过去寒武系和奥陶系界线从全国范围看并非等时: 即江南区最

1) 南颐 1961 年资料。

2) 张太荣 1978 年 1979 年资料。

3) 周志强、郑昭昌 1979 年资料。

4) 甘肃一区测队 1969 年资料。

5) 赵祥麟 1978 年资料。

6) 安太庠 1978 年资料。

7) 穆恩之等 1977 年资料。

低,位置相当于下特马豆克统之底;华北区稍高,位于特马豆克统中间;扬子区和祁连区更高,有的地方可能仅相当于上特马豆克统底界位置。如若将寒武系和奥陶系界线按等时线划齐,那么,在许多地方此界线必然要划在相同的岩性中了。

(二) 寒武系和奥陶系界线与岩石地层单位

由于奥陶纪最早期化石群不断在原寒武系顶部岩层内被发现,寒武系和奥陶系界线则相应下移到同一岩性的地层内,从而不断引起了寒武系“组”一级岩石地层单位的肢解。譬如:辽宁本溪原归凤山组楸树沟段厚30米的泥质白云岩,上部20米归奥陶系“组”内,下部10米仍归于楸树沟段;河北唐山原凤山组顶部65米厚的粘土质灰岩归奥陶纪后,其下归寒武纪的还是粘土质灰岩;浙江常山产 *Agnostus*, *Hysterolenus* 的黄绿色页岩划归奥陶系后,寒武系和奥陶系界线又正好位于与寒武纪西阳山组同一岩性地层内部;江西武宁产 *Hysterolenus*, *Staurograptus* 的岩层和寒武纪西阳山组均为透镜状灰岩,况且此笔石层之上还有0.25米厚的砾岩,寒武系和奥陶系界线自然位于同一岩性单位内部;东南区,如广东台山等地,界线本来就处于同一砂质泥岩层内;扬子区,湖北宜昌原归寒武系三游洞群顶部厚10米含牙形石 *Drepanodus simplex* 带的地层归奥陶纪后,寒武系和奥陶系界线亦位于同是硅质白云岩的岩层内部;贵州桐梓红花园、贵州沿河和新疆霍城等地都有类似的情况。

上述例子说明寒武系和奥陶系界线在许多地方都位于同一岩性的岩层内部,从岩石地层角度看,这些岩层自然应归并为同一个岩石地层单位,即同一个组内,不应因其时代不同而将其肢解。因为同一岩性单位代表相同或相似的形成环境,并不代表同一形成时代。岩石地层单位的穿时性是客观存在的,因而必须把岩石地层单位和年代地层单位严格区分开,这才有可能较准确地了解各个地方沉积环境的演变历史及其异同,才易于了解海侵、海退方向及其性质。作者认为许多地方寒武系和奥陶系界线可以而且实际上也是位于同一岩石地层单位内的,这对研究生物发展阶段性变化还更为有利,不必将原先许多合理的岩石地层单位肢解,更不应把岩石地层单位与年代地层单位合并使用。

中国寒武系和奥陶系分界线,根据界线上、下生物群性质和界线所处的岩性特征可归纳为下述三种类型:

(1) 界线处于复理石式沉积层序中,以广东台山作代表,构造上属冒地槽区,东南区属此例。界线以上为太平洋型笔石群,界线以下只有无铰纲腕足类。目前以 *Staurograptus-Anisograptus* 带的底界做寒武系和奥陶系界线。根据洲际笔石带对比,这一界线比较接近奥陶系底界了。

(2) 界线处于碳酸盐沉积层序中,以河北唐山和湖北宜昌等地作代表,构造属地台区,扬子区、华北区和塔里木区属此例。界线以下有 *Mictosaukia-Calvinella* 带或 *Calvinella* 带控制,界线以上有 *Onychopyge-Leiostegium* (*Alloleiostegium*) 三叶虫组合或 *Drepanodus simplex* 牙形石带控制。这一类型在界线以上的生物群地方性色彩浓厚,但距界线稍高的层位,一般有 *Dictyonema flabelliforme* 的不同变种,有的地方还混生了反称笔石类,可与其他区对比。

(3) 界线处于硅质岩及其泥岩或瘤状灰岩中,以江西武宁和浙江常山为代表,构造属

表 2 中国寒武系和奥陶系界线与国外主要剖面间的对比表

中 国 化 石 带	澳大利亚维多利亚	澳大利亚昆士兰	瑞 典	英 格 兰 和 北 威 尔 士	北 美	泰国特鲁陶岛
奥 陶 系	<i>Etagr. approximatus</i> Z.	(La ₃)	Hunneburg	?		
	<i>Dichogr. separatus</i> Z.					
	<i>Callogr.-Anisogr.</i> Z.	(La ₂) Lancefieldian	Ceratopyge	Upper Tremadoc	Canadian	
	<i>Dictyonema-Asaphellus</i> Z.		Beds			Tarutao
	<i>Straurogr.-Hysteroletenus</i> Z. or <i>Onychopyge</i> Z.	(La ₁)	Dictyonema Shale (<i>Dictyonema flabel- liforme desmograptol- ites</i> Z.) (<i>Hysterolet- nus</i>)	(<i>Anisogr. & Dictyo- nema</i>) Lower Tremadoc. (<i>Dictyonema flabel- liforme sensu lata</i>)	(<i>Missisquoiia</i> Z.)	Sandstone (asaphoid)
寒 武 系	<i>Mictosaukia-Calvinella</i> Z.		(<i>Acerocare ecorne</i> Z.)		(<i>Saukia</i> Z., <i>Calvi- nella</i> , <i>Mictosaukia</i>)	(<i>Coreanocephalus</i> , "Eosaukia")
	<i>Ellesmeroceras</i> Z.	Mount William	Olenid Shale		Trempealeuan	
	<i>Quadrancephallus</i> Z.	Group		?		
	<i>Ptychaspis-Tsinania</i> Z.					

地台边缘或地槽中的隆起带。江南区、天山兴安区和祁连区的局部地带属于此例。界线向上顺序出现 *Hysterolesus-Staurograptus*, *Anisograptus-Clonograptus*, *Ceratopyge* 等,界线以下一般为 *Hedinaspis*, *Charchagia* 等三叶虫。该类型中还见 *Agnostus* 与 *Hysterolesus* 共生或 *Agnostus*, *Proceratopyge* 与 *Symphysurus* 共生的现象,可说近乎一种过渡层性质。这种类型是中国寒武系和奥陶系界线目前划的较正确的一类。

(三) 寒武系和奥陶系界线的国际对比

北美寒武系和奥陶系界线置于 Canadian 统(底部是 *Missisquoia* 带)与 Trempealeau 阶之间^{[19],[20],[21]}, 后者的顶部含 *Calvinella*, *Tellerina* 等化石与中国凤山阶 *Mictosaukia-Calvinella* 带大体相当(表 2)。

泰国特鲁陶岛的特鲁陶砂岩中含 *Coreanocephalus*, “*Eosaukia*” 的化石层与含 asaphoid 的化石层之间是寒武系和奥陶系界线所在^[22]。 *Coreanocephalus* 亦是凤山阶顶部的主要化石。

澳大利亚维多利亚地区 Goldie 页岩之上为 La_1 带^[24], 此带与中国 *Staurograptus-Hysterolesus* 带相当, 属下特马豆克统。而澳大利亚昆士兰区, 寒武系和奥陶系界线划在 Datsonian 阶与 Payntonian 阶之间^[20], 他们各自含化石 *Onychopyge* 和 *Calvinella*, *Mictosaukia*, 可分别与中国的冶里组下部和整个凤山阶对比。

瑞典寒武系和奥陶系界线置于 *Dictyonema* 页岩和 Olenid 页岩之间^[23], *Dictyonema* 页岩最低化石带为 *Dictyonema flabelliforme desmograptoides* 带, 包括 *Hysterolesus* 和 *Boeckaspis hirsuta* 带等化石, 大体可与印诸埠组最低化石带 *Staurograptus-Hysterolesus* 带对比, 而 Olenid 页岩最顶部 *Acerocare ecorne* 带与中国 *Mictosaukia-Calvinella* 带尚难直接对比。

(四) 展望

中国寒武系和奥陶系界线研究的进展证明以 *Mictosaukia-Calvinella* 带作寒武系顶部化石带, *Hysterolesus-Staurograptus* 带或 *Onychopyge* 组合作奥陶纪最低化石带是合适的, 这样所划的界线正好位于特马豆克统之底。

中国过去寒武系和奥陶系界线划的较正确的地点是浙江常山。最有希望准确标定寒武系和奥陶系界线的地区是江南区、天山兴安区的局部地段和华北区。目前寒武系和奥陶系界线标定接近实际情况的地点是: 河北唐山、江西永宁、湖南桃江、广东台山、湖北宜昌和新疆霍城果子沟等地。中国寒武系和奥陶系界线上、下还有数米—数十米地层无生物证据, 如河北唐山有 25 米; 浙江常山 8 米; 湖南桃江 9.8 米……等。这要求我们继续深入地生物地层工作, 其中牙形石生物地层研究工作对解决扬子区和华北区寒武系和奥陶系界线的标定工作将起巨大作用。

参 考 文 献

- [1] 卢衍豪, 1959, 中国南部奥陶纪地层的分类和对比。中国地质学基本资料专题总结论文集, 第 2 号, 地质出版社。

- [2] 张文堂等, 1964, 贵州北部的古生代地层(黔北地层现场会议)。中国科学院地质古生物研究所编。
- [3] 傅力浦, 1977, 西北地区的上奥陶统。地层古生物论文集, 第3辑, 第209—332页。
- [4] 湖北省地质局三峡地层研究组, 1978, 峡东地区震旦纪至二叠纪地层古生物。地质出版社。
- [5] 俞建华、夏树芳、方一享, 1976, 江西修水流域的奥陶系。南京大学学报(自然科学版), 第2期, 第57页。
- [6] 盛莘夫, 1974, 中国奥陶系划分和对比。地质出版社。
- [7] 穆恩之, 1974, 正笔石及正笔石式树形笔石的演化、分类和分布。中国科学, 第2期, 第174页。
- [8] Kobayashi, T., and Hamada, T., 1971, Silurian trilobites from the Langkawi Islands, West Malaysia, with notes on the Dalmanitidae and Raphiophoridae. *Geol. and Palaeont. Southeast Asia*. vol. IX, pp. 87—134.
- [9] Nikitin, I. F., 1976, Ordovician—Silurian deposits in the Chu-Ili mountains (Kazakhstan) and the problem of the Ordovician—Silurian boundary. in Bassett, M. G. (Ed.), *The Ordovician system*, pp. 293—300. Univ. Wales Press and Nat. Mus. Wales, Cardiff.
- [10] Williams, A. et al., 1972, A correlation of Ordovician rocks in the British Isles: *Geol. Soc. London. Spec. Report*, no. 3.
- [11] Havlíček, V. & Vaněk, J., 1966, The Biostratigraphy of the Ordovician of Bohemia. *Shorník Geologických Věd Paleontologie řada P. sv. 8*.
- [12] Havlíček, J. & Marek, L., 1973, Bohemia Ordovician and its international correlation. *Casopis pro Mineralogii A Geologii: r. 18, c. 3*.
- [13] Tomczyk, H. and Tomczykowa, E., 1976, Development of Ashgill and Llandovery sediments in Poland. in Bassett, M. G. (Ed.), *The Ordovician System*, pp. 327—347. Univ. Wales Press and Nat. Mus. Wales, Cardiff.
- [14] Webby, B. D., 1976, The Ordovician System, in South-Eastern Australia, in Bassett, M. G. (Ed.), *The Ordovician System*, pp. 417—446. Univ. Wales Press and Nat. Mus. Wales, Cardiff.
- [15] 卢衍豪等, 1974, 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。中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 第5号。
- [16] 金玉琴、汪啸风, 1977, 湘中早奥陶世白水溪组笔石群的发现及桥亭子组多枝笔石。地层古生物论文集, 第3辑, 第74—107页。
- [17] 卢衍豪等, 1976, 中国奥陶纪的生物地层和古动物地理。中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 第7号。
- [18] 周志毅、张进林, 1978, 唐山地区寒武系与奥陶系的分界及有关三叶虫的记述。古生物学报, 17卷1期, 1—28页。
- [19] Barnes, C. R., Jackson, D. E. and Norford, B. S., 1976, Correlation between Canadian Ordovician zonations based on graptolites, conodonts and benthic macrofossils from Key successions. in Bassett, M. G. (Ed.), *The Ordovician system*, pp. 209—226. Univ. Wales Press and Nat. Mus. Wales, Cardiff.
- [20] Jones, P. J., Shergold, J. H. & Druce, E. C., 1971, Late Cambrian and Early Ordovician stages in Western Queensland. *Jour. Geol. Soc. Australia*, vol. 18, pt. 1, pp. 1—32.
- [21] Ross, R., J. Jr., 1976, Ordovician sedimentation in the Western United States, in Bassett, M. G. (Ed.), *The Ordovician System*, pp. 73—105. Univ. Wales Press and Nat. Mus. Wales, Cardiff.
- [22] Hamada et al., 1975, Older and middle Palaeozoic formations and fossils of Thailand and Malaysia, *Geology and Palaeontology of Southeast Asia*, vol. XV.
- [23] Henningsmoen, G., 1973, The Cambro-Ordovician boundary. *Lethaia* 6, no. 4, pp. 423—439.
- [24] 张文堂, 1962, 中国的奥陶系。全国地层会议学术报告汇编。科学出版社。
- [25] 穆恩之, 1959, 中国含笔石地层。中国地质学基本资料专题总论文集, 第3号, 地质出版社。
- [26] 卢衍豪, 1975, 华中及西南奥陶纪三叶虫动物群。中国古生物志, 新乙种, 第11号。
- [27] Skevington, D., 1973, Ordovician Graptolites: Atlas of Palaeobiogeography. pp. 27—35.
- [28] Berry, W. B. N., 1976, Aspects of correlation of North American shelly and graptolitic faunas. in Bassett, M. G. (Ed.), *The Ordovician system*, pp. 154—169. Univ. Wales Press and Nat. Mus. Wales, Cardiff.
- [29] Chugaeva, M. N., 1976, Ordovician in the North-Eastern U. S. S. R. in Bassett, M. G. (Ed.), *The Ordovician system*, pp. 283—292. Univ. Wales Press and Nat. Mus. Wales, Cardiff.

NEW ADVANCES ON THE LOWER AND UPPER BOUNDARIES OF THE ORDOVICIAN SYSTEM IN CHINA

Lai Caigen

(*Institute of Geology of the Chinese Academy of Geological Sciences*)

Abstract

The disputed problems of the Lower and Upper boundaries of the Ordovician system have attracted the attention of many stratigraphers and palaeontologists in different countries. In China there are many continuous Ordovician/Silurian or Cambrian/Ordovician sequences, containing a great variety of fossils, which may serve to solve the boundary problems.

Basing upon the lithologic and biostratigraphic correlation of 11 sections, which show the passage from the Upper Ordovician to the Silurian, the following conclusions are made:

1. The base of *Hirnantia* and *Dalmanitina*-bearing beds is diachronous, and so is the top of the *Dalmanitina*-bearing beds. If the Ordovician/Silurian boundary is placed at the base of the *Glyptograptus persculptus* zone, as done at present in China, it should be drawn at the top of the *Hirnantia*-bearing beds, if the latter fauna is present, but it can't be placed at the top of the *Dalmanitina*-bearing beds, as the latter fauna ranges into the *Glyptograptus persculptus* zone, even up to the *Akidograptus acuminatus* zone.

2. The *Paraorthograptus-Diceratograptus mirus* zone of China is considered equivalent to the top of the *Dicellograptus anceps* zone of Britain. The *Hirnantia* stage (uppermost Ashgill Series) is correlated to the *Diplograptus bohemicus* zones of the Wufeng stage. While the *Diplograptus bohemicus* zone corresponds probably to the *Climacograptus extraordinarius* zone.

The Cambrian/Ordovician boundary was formerly placed differently in various regions of China. In the Jiangnan region it was placed as low as the base of the Lower Tremadocian, while in the Qilian region it was set as high as the base of the Upper Tremadocian.

Discoveries made recently from the once-called the uppermost Cambrian strata — *Onychopyge* from the Fengshan formation of Tangshan and *Anisograptus*, *Diclyonema* from the Fengshan formation of Benxi and *Drepanodus simplex* from Sanyoutung group of Yichang — indicate the Cambrian/Ordovician boundary falls within the uppermost Fengshan formation or Sanyoutung group and Loushankwan group. Biostratigraphically this boundary at present lies between the *Onychopyge* Assemblage or *Staurograptus-Hysterolenus* zone and *Calvinella-Mictosaukia* zone.