

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

中国奥陶系的划分和对比概述

盛 莘 夫

一、中国奥陶系的研究简史及其分统沿革

中国奥陶系的研究,已有相当历史。1924 年李四光、赵亚曾调查长江三峡地质后,即创立艾家山系,并提出了艾家山系属于中奥陶统或上奥陶统的最底部。当时艾家山系包括下部扬子贝层、上部宝塔石灰岩。在艾家山系以下的地层,称宜昌石灰岩,定为下奥陶统。在下部扬子贝层中有下列化石:

腕足类 *Triplecia* (*Yangtzeella*) *poloi* Martelli (很丰富)

Clitambonites giraldii Martelli (很丰富)

Orthis calligramma Dalman (不少)

腹足类 *Eccyliopteris sinensis* Frech (丰富)

头足类 *Vaginoceras duplex* Wahlenb (丰富)

Discoceras eurasiaticum Frech (普通的)

Endoceras sp. (丰富)

Cycloceras sp. (很丰富)

Cytroceras sp. (稀少)

三叶虫 *Asaphus* cf. *expansus* Dalman (稀少)

1943 年张鸣韶^[15]曾谈及湖北南漳覆于宜昌石灰岩之上的艾家层,分为上、下两部。下部黄绿色页岩中含笔石 *Didymograptus murchisoni* Beck, 认为它与扬子贝层相当似无问题;上部黄绿色石灰岩含头足类 *Orthoceras chinense* (即 *Sinoceras chinense*) 及 *Vaginoceras chientzekouense* (赵金科等将其归属于 *V. peiyangense* Yü 的同种中,怀疑其采于牯牛潭组)与瑞典之直角石灰岩及苏联的欧洲部分之 *Vaginoceras* 石灰岩相对比。

许杰研究了宜昌层中的笔石与三叶虫后,于1948年与马振图共同发表了《宜昌层及宜昌期动物群》的论文^[18],肯定宜昌层相当于欧洲的特马豆克期和阿伦尼克期,属于下奥陶统。在其地层表中宜昌层之上,就是中奥陶统的扬子贝层。

从我国研究奥陶系的历史来看,在 1924—1959 年时期内,华中—西南区,基本上就是根据上述原则划分下、中、上奥陶统的。如 1956 年《中国区域地层表(草案)》^[1]中有 13 个地区均以艾家山统代表中奥陶统,它的上部为“宝塔灰岩”(广义的宝塔灰岩,包括上段含 *Sinoceras chinense*,即现在所称的宝塔灰岩组及下段含有 *Sinoceras rudum* 的牯牛潭灰岩组);下部为扬子贝层。《中国区域地层表(草案)》是总结过去资料写成的,可供进一步工作的参考。但认识是不断发展的,地层古生物工作也不例外。随着工作的进展和认识的不断深化,有些地层古生物的时代需要再作修改,而产生一些意见,也是可以理解的。就

是同一研究者,对于同一事物、也往往有前后不同的看法。在华中—西南地区,由于地层、古生物比较发育,研究较深入,因此前后修改变动较多。如三叶虫 *Lonchodomas yohi* (Sun) 在 1957 年是下奥陶统上部十字铺层^[4], 1965 年则改成中奥陶统下部十字铺层^[7]。腕足类 *Yangtzeella poloi* (Martelli), 在 1955 年为中奥陶统艾家山系^[3], 1959 年则改属为下奥陶统。头足类 *Dideroceras wahlenbergi* (Foord) 在 1957 年为中奥陶统后期^[4], 1965 年改属于下奥陶统^[13]。诸如此类,不一而足。由于某些改变,给具体工作也带来一些困难,我们对地层古生物时代的研究,忌带主观性、片面性和表面性。凡是前人正确的论点、应继承和发扬,凡是错误的东西,必须及时修改。对自己不正确的东西,更应勇于改正。对持有不同意见的同志,特别是对生产有直接关系的单位所提出的不同意见,必须耐心考虑,增进相互理解,逐渐取得一致认识,这样才能集中力量,协同努力,使地层古生物这门基础学科,能够及时而有效地为社会主义建设服务。

华北的马家沟石灰岩是 1922 年首次定名的,当时定为中奥陶统的理由,是它的生物群与北美占勃兰统 (Champlainian) 的生物群作对比的结果^[27, 28]。占勃兰统的下部为瑟西期 (Chazyan) 的沉积, 1959 年卢衍豪把华北的马家沟组下部及华中—西南等广大地区的扬子贝层与北美瑟西层的中段作了对比^[6]。1959 年张文堂把扬子贝层及马家沟石灰岩组下部亦与瑟西层作了对比^[5]。这说明了华北的马家沟组下部与华南的扬子贝层,大体上都与欧洲的兰威尔阶为同期的沉积。在 1956 年《中国区域地层表(草案)》^[1]中,把马家沟组作为中奥陶统的共计有 12 个地层表的广大地区。

1934 年许杰^[16]建立了长江下游奥陶、志留两系的笔石带。因当时在长江下游尚未发现对笔石 *Didymograptus munchisoni* 带,以为这个笔石带是因沉积上的不连续而缺失,乃把相当于 *Didymograptus bifidus* 带的 *Amplexograptus confertus* 带与 *Didymograptus hirundo* 带合在一起,称为宁国页岩,属下奥陶统,这是很自然的。英国在 1878—80 年亦将 *D. bifidus* 带作为下奥陶统阿伦尼克阶 (Arenigian) 最上部的笔石岩带; 但 1916 年出版的《英国的笔石专著》的垂直分布表,将 *D. bifidus* 与 *D. munchisoni* 两个笔石带列为兰威尔阶 (Llanvirnian) ^[12]。国际上与兰威尔同期的地层多列为中奥陶统。从此也就引出了中国的南、北中奥陶统沉积时代的差异。

1955 年《中国标准化石》第一分册中,将对笔石 *Didymograptus munchisoni* 带亦列为早奥陶世末期^[2], 从此把兰威尔的两个笔石带全部划为下奥陶统。于是南方三峡地区中奥陶统艾家山系的下部扬子贝组时代问题,就产生了分歧意见。

南方的扬子贝组与北方的马家沟组下部都是相当于兰威尔阶的沉积,如果把扬子贝组归属于下奥陶统,那末北方的马家沟组下部亦必须归属于下奥陶统, 1959 年《中国的奥陶系》^[5]就是根据这一原则划分的。但实际工作中,无论从岩相的角度或是从古生物的角度,都很难把马家沟组划分为上、下两组,并很难依此作为下、中奥陶统的界线。于是有人对华北马家沟组分布地区及华南扬子贝组分布地区详细进行了奥陶系划分“统”界的研究。其中研究头足类的,有王汝植¹⁾,他对华南扬子贝层归纳于下统还是中统,作了深入的研究。何原相对华北马家沟组下部是否有下奥陶统成分提出了重要的依据²⁾。兹将这两

1) 王汝植 1965 湖北宜昌奥陶纪笔石类化石及其地层意义。长春地质学院,研究生毕业论文。

2) 何原相 1965 河北开平及辽宁太子河流域奥陶纪地层及笔石类化石的研究。长春地质学院,研究生毕业论文。

篇论文作一简单的介绍。

(1) 王汝植提出了“华南的红花园组(相当于阿伦尼格期)有房角石(*Cameroceras*)、贵州角石(*Kueichouceras*)等,其特点之一,为体管部分大,位于腹部,具有复杂的内部结构;二,是外壁不易保存常见的仅为体管部分,体管被以内壁。大湾组¹⁾(指中部石灰岩中所采化石)保存最多的吉赛尔角石(*Chisiloceras*)、前环角石(*Protocycloceras*)两属,它们体管位置向中心,其中前环角石的体管直径显著缩小。大湾组内的化石,虽然也主要是大体管类型,但壳壁厚,体壁不具内壁。说明红花园组与大湾组的沉积有着明显的变化。而且红花园组的头足类与华北的同期地层亮甲山组中的头足类科属相同,说明当时两地区的沉积环境相同。但大湾组开始时华中与华北的生物化石有明显的区别,也说明红花园组与大湾组之间的环境有变化”。王汝植在讨论大湾组与牯牛潭组(相当于兰代洛期)鹦鹉螺类化石组合时说:“彼此既有区别又有联系,如大湾组有大体管类型,其体管位置移向中心的吉赛尔角石(*Chisiloceras*),牯牛潭组则有大体管类型,而体管位于腹部边缘的鞘角石(*Vaginoceras*),这是两组的区别,但两组有很多共同的分子,如米索思角石(*Mesosendoceras*)、前角石(*Protocycloceras*)、长阳角石(*Changyangoceras*)等属,说明这两组地层的沉积环境的差异是不大的。下、中统的界线划在大湾组与牯牛潭组之间,这样使统与统之间的界线反而不如划在属于下统内组与组之间明显,笔者认为应该改在红花园组(包括其上大湾组下部含笔石 *Azygograptus suecicus* 带)与大湾组(指中、上部)之间,“即阿伦尼克与兰威尔阶之间。

(2) 何原相提出:“下奥陶统治里组与亮甲山组中的鹦鹉螺化石比较近似,它们是属于爱丽斯木角石目(*Ellesmeroceratida*)中的一些类型,就其结构特征来看,它们的体管呈管状,隔壁颈为直短颈式和全颈式。这两组地层中的鹦鹉螺类相当于北美加拿大统(Canadian)中的同类化石,即属于下奥陶统。上、下马家沟组鹦鹉螺化石是属于珠角石目(*Actinoceratida*)中的一些类型。它们的体管节为算珠式,隔壁颈为湾短颈式,这两组中的鹦鹉螺类化石与北美的占勃兰统中的同类化石相当,即相当于中奥陶统。此外根据沉积环境的变化来看,亮甲山组与华南的红花园组中的鹦鹉螺类极为近似,说明当时的沉积环境是相似的。但从下马家沟组开始,华北与华南有明显的区别,说明那时的沉积环境曾经发生过较大的变化。综上所述,同意将下奥陶统的界限划在亮甲山组与下马家沟组之间”。

近年中国科学院南京地质古生物研究所在研究西南地区地层的过程中也讨论了奥陶系划分“统”界问题,它把下奥陶统的上界划到1959年《中国的奥陶系》中的中奥陶统牯牛潭组的顶部,认为“牯牛潭组的主要头足类动物群以瓦氏长颈角石(*Dideroceras wahlenbergi*)为主,说它与上覆地层的头足类有明显的 discontinuity,而与下伏地层的头足类关系则很密切,甚至相似。另外在城口牯牛潭组所产腕足类如隔板正形贝(*Phraemorphis*)和小四齿贝(*Tetradontella*)等与其下伏地层后坪组(相当于广义的湄潭组中、上部²⁾)所产者相

1) 大湾组下部为页岩产笔石 *Azygograptus suecicus* 带化石,为阿伦尼克期,中部为石灰岩产头足类 *Protocycloceras*, 上部灰绿色页岩夹石灰岩结核,产头足类及笔石,属 *Glyptograptus sinodentatus minor* 带^[5]中、上两部为扬子贝组。这里所指的大湾组,是指中、上两部,相当于兰威尔期。

2) 张文堂1959年的湄潭组中、上部,产扬子贝,相当于汪啸风1965年的龙咀坝组。参阅本文川南黔一带附表。

同,因此将牯牛潭组的时代划为早奥陶世晚期”。同时并提及“牯牛潭组的分布相当广泛,黔北十字铺组底部以鲕状石灰岩产长颈角石等应为牯牛潭组”。这说明了牯牛潭组与后坪组、十字铺组及广义的湄潭组上、中部是不可分割的一个“统”的组成部分,自然应归纳为同一“统”内,可是牯牛潭组及十字铺组(至少该组的中、上部)相当于兰代洛期(Landeilian)而属于中奥陶统的沉积,与它不可分割的部分自然也应归入中奥陶统。这里所说的牯牛潭组与其下相当于扬子贝组的后坪组关系密切,所产头足类和腕足类都不能作为划分两个“统”的根据,这与上述王汝植所提的下、中统的界线不应划在大湾组与牯牛潭组之间的观点是相同的,不同的是把牯牛潭组或十字铺组也归属于下奥陶统。这样只能说中国奥陶系下、中两统的划界差距,南方与北方的矛盾现象,愈走愈远,必须认真讨论,以求一致,才有利于地质工作。

为了认真讨论这一问题,必须首先确定牯牛潭组石灰岩究竟属于哪一个阶并与哪一个化石带相当的问题,笔者完全同意张文堂在《中国的奥陶系》中把牯牛潭组归属于兰代洛阶并相当于 *Glyptograptus teretiusculus* 带初期及中期^[1](也可能相当于全带)的观点,其理由是:牯牛潭组下界是扬子贝组,属兰威尔期的沉积,基本上已可作为定论。牯牛潭组上界是庙坡页岩,因此分析庙坡组的内容:对牯牛潭组的时代可以作出比较合理的结论。

根据葛梅钰(1963)的描述^[22]、庙坡组厚仅3—4米,分上、下两个笔石带,上带为 *Nemagraptus gracilis* 带。上带又分为三个亚带,下带为 *Glyptograptus teretiusculus* 带。各带化石彼此都有共生联系。牯牛潭组是否就是下带沉积中的组成部分,是现在所要考虑的内容。下带有五种笔石: 1. *Dicellograptus sextans* (Hall), 2. *D. sextans* vax. *exilies* Elles et Wood, 3. *Climacograptus parvus* (Hall), 4. *Orthograptus propinquus* (Hadding), 5. *Glyptograptus* cf. *teretiusculus* (Hisinger), 现将这些笔石进行具体分析。

上列1、2及4、5四种、在葛梅钰的文中、都延续至上带。1、2两种笔石,在美国是 *Nemagraptus gracilis* 带才开始,还可延续至更高的层带——*Climacograptus peltifer* 带,而 *Glyptograptus teretiusculus* (Hisinger) 在英国可延续至更上的层带 *Climacograptus wilsoni* 带。由此可知只有它出现后而 *Nemagraptus gracilis* 尚未出现的阶段,才是它所代表的带化石时期,以后就由其他笔石带来替代了。现在与这一相似种(cf.)共生的笔石,如1、2两种在美国已如上述是 *N. gracilis* 才出现的笔石,第3种 *Climacograptus parvus* (Hall) 怎样呢? 它发现于北美 Normanskill 页岩中,该页岩也产 *Nemagraptus gracilis*, 并有 *Dicranograptus nicholsoni* Hopkinson 共生,而 *D. nicholsoni* 在美国也是 *Nemagraptus gracilis* 带才开始出现,还可以延续至 *Dicranograptus clingani* 带,所以在下带虽尚未见到 *Nemagraptus gracilis*, 但在这样薄的沉积物(总厚度3—4米)中,五种笔石中却有三种在国外 *Nemagraptus gracilis* 带才开始出现,其它二种均可延续在 *N. gracilis* 带中,则庙坡页岩虽不能否定有 *Glyptograptus teretiusculus* 带的成分,而牯牛潭组是 *G. teretiusculus* 带的初期及中期的沉积则可以肯定的。总之,牯牛潭石灰岩组相当于兰代洛期的沉积,完全可以肯定无疑。迄今除认为奥陶纪可以二分者外,相当于兰代洛期的地层,国内外还没有把它放在下奥陶统的先例,那末与牯牛潭组不可分割的含有长颈角石(*Dideroceras*)的后坪组、十字铺组及扬子贝层应归属于中奥陶统,它是1956年《中国区域地层表(草案)》中的中奥陶纪艾家山统的主要组成部分。

中国奥陶系中、上两统分界问题, 开始于 1931 年发现了五峰页岩¹⁾。当时把五峰页岩划为上奥陶统²⁾, 其下即为中奥陶统。1943—1949 年期间, 曾有人将五峰页岩划归下志留统底部; 其后于 1957 年发表的《三峡区喀拉多克和阿希极尔笔石群和五峰页岩的时代问题》, (地质学会会讯, 第 11 期) 将五峰页岩归属于上奥陶统。但他们同时提出的相当于喀拉多克期 (Caradocian) 的笔石群及狭义的宝塔石灰岩都归属于上奥陶统^{[1], [4]}的观点, 使得上奥陶统的底界, 发生了长时期的争论。

五峰页岩属于上奥陶统问题, 在 1943 年以前, 王钰、盛莘夫及穆恩之 (1945) 等也曾提出过报告^[5], 而盛莘夫所指的五峰页岩, 还包括其上厚约 0.5 米的灰岩或泥灰岩的介壳相地层^[20]。这一介壳相地层, 即以后被称为观音桥组部分。

关于中国上奥陶统的论述, 还有 1937 年许杰的一篇重要文章, 《浙西之上奥陶纪及下志留纪》中所述的, 现在被采用为钱塘江统, 它的下界就是胡乐页岩。

讨论上奥陶统的底界, 也就是中、上统的划界问题。对这一问题的分歧意见大体可分为两种, 一种是把上统底界划在狭义的宝塔石灰岩底部 (为含有中华震旦角石的石灰岩底部), 其下庙坡页岩, 即含 *Nemagraptus gracilis* 带及 *Glyptograptus teretiusculus* 带的页岩, 作为中奥陶统的顶部。另一种意见划在宝塔灰岩上段或砚瓦山组上段, 这是由于发现南京三瘤虫而提出的底界, 并将南京三瘤虫所在岩组划出来另叫一个新的地层名称, 如南京的汤头组, 浙西的黄泥岗组, 鄂西的临湘组, 贵州的洞草沟组。南京三瘤虫或其他上奥陶统三叶虫如哈马托克虫 (*Hammatoconemius*) 的地层单位, 一般在岩性上与被分割的原来岩组没有明显的界线, 只是含泥质较多。上述第一种意见因岩性的递变难分产生了怀疑, 同时由于这些岩层中都含有中华震旦角石 (*Sinoceras chinense*) 乃提出划在宝塔石灰岩底部的意见。这样, 就引起一些研究者到宝塔石灰岩中寻找南京三瘤虫及其他上奥陶统的三叶虫化石。后来在临湘石灰岩与其相当的层位中, 发现了中华震旦角石, 而在宝塔石灰岩中亦陆续发现南京三瘤虫及其他上奥陶统三叶虫。特别在浙江的“砚瓦山组中采到大量上奥陶统标准种属, 绝大部分种属为黄泥岗组所共有。据统计共有 17 属, 其中 14 属为二组所共有, 被认为属于上奥陶统黄泥岗组的标准化石南京三瘤虫, 亦出现在砚瓦山组中。从岩性上看, 砚瓦山组与胡乐页岩截然不同, 而与黄泥岗组则类似, 因此将砚瓦山组归入上奥陶统为宜”(摘自浙江地层表说明书)。目前皖南已照浙江办法, 将砚瓦山组划为上奥陶统。安徽和县境内的宝塔石灰岩中有三叶虫: *Hammatoconemius*, *Amphytrion*, *Cyclopyge* 等, 与头足类中华震旦角石同属一个层位中。前两属三叶虫为欧洲晚奥陶世化石。*Cyclopyge* 在晚奥陶世则普遍分布。汉中梁山区的宝塔石灰岩中有三叶虫 *Hammatoconemius tetrasulcatus* var. *ovatus* Sheng, *Geragnostus sinensis* Sheng 与 *Sinoceras chinense* (Foord) 共生^[21], 川西北广元上寺附近的磨刀垭与湘西北永顺石堤西等处, 在宝塔石灰岩中均有欧洲的晚奥陶世三叶虫 *Hammatoconemius*, *Phillipsinella* 及 *Cyclopyge* 等与 *Sinoceras chinense* (Foord) 共生 (系笔者采集)。由此可见, 宝塔石灰岩完全有条件与砚瓦山组同样可以归属于上奥陶统。

滇西上蒲缥组下段, 与宝塔石灰岩属同期沉积物。在保山县蒲缥剖面为紫色泥质石

1) 中国地层名词汇编(草稿)尹赞勋等编, 1959, 全国地层会议文件。

2) 五峰页岩系孙云铸 1931 年定名, 产地为湖北五峰县城东约 60 公里的渔洋关。

灰岩夹紫色与绿色页岩,由下而上,页岩成分递增。含三叶虫 *Dionide* cf. *decorata* Kielan, *Zbirovia longifrons* (Olin), *Geragnostus sinensis* Sheng, *Cyclopyge* sp. 等,在保山县沙河剖面暗红色泥质灰岩中,产三叶虫 *Symphysops armatus* (Barrande), *Cyclopyge* sp.,在保山自家房、酒房剖面紫色钙质页岩中产三叶虫: *Hammatocnemis tetrasulcatus* Kielan 及 *Phillipsinelle* sp., *Zbirovia* sp., *Cyclopyge* sp. 等。上蒲缥组在 1959 年全国地层会议上已肯定属于上奥陶统。

宝塔石灰岩及其相当的地层中,除上述含有上奥陶统三叶虫外,乐森珥 1959 年描述的贵州黄平县翁谷壑宝塔石灰岩顶部,产有 *Favistella major* Yoh 的蜂房星珊瑚属新种。又描述贵州炉山县旁海区宝塔石灰岩顶部,产有 *Troedssonites compactus* Yoh 的徒氏珊瑚属新种,均与 *Sinoceras shinense* (Foord) 共生^[8]。*Favistella* 属为祁连山麓上奥陶统扣门子组主要化石^[5], *Troedssonites* 属过去仅见于格陵兰的上奥陶统^[8]。

二、从古生物演化与沉积变异对奥陶系下、中、上三统的划分

(一) 从古生物演化讨论分统的界线

1. 笔石 笔石是奥陶纪最重要的古生物,在《中国标准化石》^[2]第一分册,笔石纲部分写着:正笔石的地层价值大,由奥陶纪初期到志留纪末期,变化显著,可以分作三个阶段来看:(1)下奥陶纪的正笔石几乎全是无轴亚目,笔石枝多,胞管形状简单,体壁薄,只有一个横管,大多数是下垂或平伸生长。(2)中奥陶纪期间,无轴亚目和有轴亚目同时并进,为正笔石的鼎盛时期。笔石枝大为减少,多为两枝,两个横管,胞管开始变形,主要的胞管口部向内卷,造成显著的口穴。胞管体壁开始变化,附连物大量出现。(3)志留纪的正笔石全是有轴亚目,无轴正笔石已经绝迹。作者认为根据这一演化规律,作为分统原则,基本上是正确的。

中国的笔石化石分布情况,就目前所知,在兰威尔期新发展的正笔石无轴亚目 *Tylograptus* (由阿伦尼克末期 3 种发展至 9 种), *Sinograptus* (由阿伦尼克末期 1 种发展至 3 种)及正笔石有轴亚目 *Climacograptus* (由阿伦尼克末期 1 种发展至 7 种) *Glossograptus* (由阿伦尼克末期 2 种发展至 8 种)等。在兰威尔期初出现的新属,计有正笔石无轴亚目 *Nicholsonograptus* 及正笔石有轴亚目 *Cryptograptus*, *Paraglossograptus*, *Amplexograptus*, *Diplograptus* 等属。在阿伦尼克末期灭绝而未出现于兰威尔期的,计有正笔石无轴亚目 *Pseudoclichograptus*, *Azygograptus*, *Cardiograptus*, *Allograptus* 等属。说明在兰威尔初期是无轴亚目渐趋衰亡,而有轴亚目的大量新生时期。

葛梅钰(1964)研究浙江宁国页岩组中的四笔石后,属于阿伦尼克期的四笔石 18 种,属于兰威尔期的仅发现四笔石二种,且其中之一,即 *Tetragraptus insuetus* Keble et Benson,在兰威尔期才开始出现,即阿伦尼克期的 18 种,遗留于兰威尔期的仅一种^[23],也说明无轴亚目四笔石在兰威尔期的没落和演变。

李积金(1961)研究鄂西黔南大湾组后,提出各种笔石分布表^[10],其中发现于阿伦尼克期 *Azygograptus succicus* 带的有笔石 19 种,均为正笔石无轴亚目,但延续至兰威尔期 *Glyptograptus sinodontatus minor* 带的只有三种,同时在兰威尔期新出现的计有三种,其中

之一为正笔石有轴亚目的 *G. sinodentatus minor* Mu 的带化石, 这也是阿伦尼克末期笔石生物群新旧交替的具体事例。

穆恩之(1953)^[25]提出笔石体有七次的复杂化, 其中一次就是在兰威尔期, 主要为均分笔石动物群翼笔石科 (Pterograptidae) 的侧枝增多。其实兰威尔期还有胞管曲折形成背褶或腹褶, 并具背刺或腹刺的中国笔石科 (Sinograptidae) 的大量出现, 这是笔石体复杂化的另一方向的发展。这些对划分地层都很有意义。作者曾依中国奥陶纪正笔石垂直分布表的统计数字的比例证明正笔石无轴亚目与有轴亚目种数之比, 说明了下奥陶统几乎全是无轴亚目, 如下表所示:

地质时代 种属数量比例		O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	O ₆
无轴亚目数	科	2	5	7	6	2	2
	属	3	20	17	11	3	3
	种	7	76	80	34	7	6
有轴亚目数	科	0	2	2	3	2	1
	属	0	5	7	11	5	3
	种	0	11	46	50	14	10
种数的比例	无轴	7	7	1.74	0.68	0.5	0.6
	有轴	0	1	1	1	1	1

附注

O₃ 阿基极阶 } 钱塘江统 O₂ 兰代洛阶 } 艾家山统 O₁ 阿伦尼克阶 } 宜昌统
 O₃ 喀拉多克阶 } O₂ 兰威尔阶 } O₁ 特马豆阶 }

上述情况说明兰威尔期与阿伦尼克期作为中统与下统的界线, 是完全合乎笔石生物群的演化规律的。同时这一界线笔石种属的灭亡与新生, 比之兰威尔期与其上兰代洛期的灭亡与新生程度, 则后者远远不如前者。说明后者只能作为次一级单位“阶”的界线。

中国奥陶系相当于喀拉多克期的地层, 普遍为介壳相的沉积, 因此对中、上奥陶统的划分, 笔石化石已不能起决定性的作用, 必须配合其他化石与岩性的变化。但某些地区发现笔石时仍有极重要的作用, 如对笔石 (*Didymograptus*) 的最高层位可达到丝笔石 *Nemagraptus gracilis* 带, 而 *N. gracilis* 带之上, 中国常为介壳相沉积, 在 *N. gracilis* 带中, 中国普遍有对笔石共生 (如胡乐页岩、平浪页岩、庙坡页岩等都有对笔石与 *N. gracilis* 共生), 但在该带以上的笔石页岩中, 国内迄今尚未发现对笔石的痕迹。说明这一笔石带作为中统的上部, 即符合于生物群更新的原则, 在区测工作中也易于掌握。这也是作者仍然把 *N. gracilis* 带, 归属于兰代洛阶中奥陶统的主要理由。

2. 三叶虫 作者根据穆尔 (Moore, R. C.) 等编的世界三叶虫材料^[29], 编了一张世界奥陶纪三叶虫垂直分布图 (图 1), 从这幅垂直分布图来看, 奥陶纪三叶虫计有 58 科, 包括 500 个以上的属, 其中在阿伦尼克末期有七科 (其中三个亚科) 完全灭亡, 有六科突然衰颓, 有 10 科 (包括二个亚科) 新出现于兰威尔期。又初见于阿伦尼克期, 至兰威尔期大量

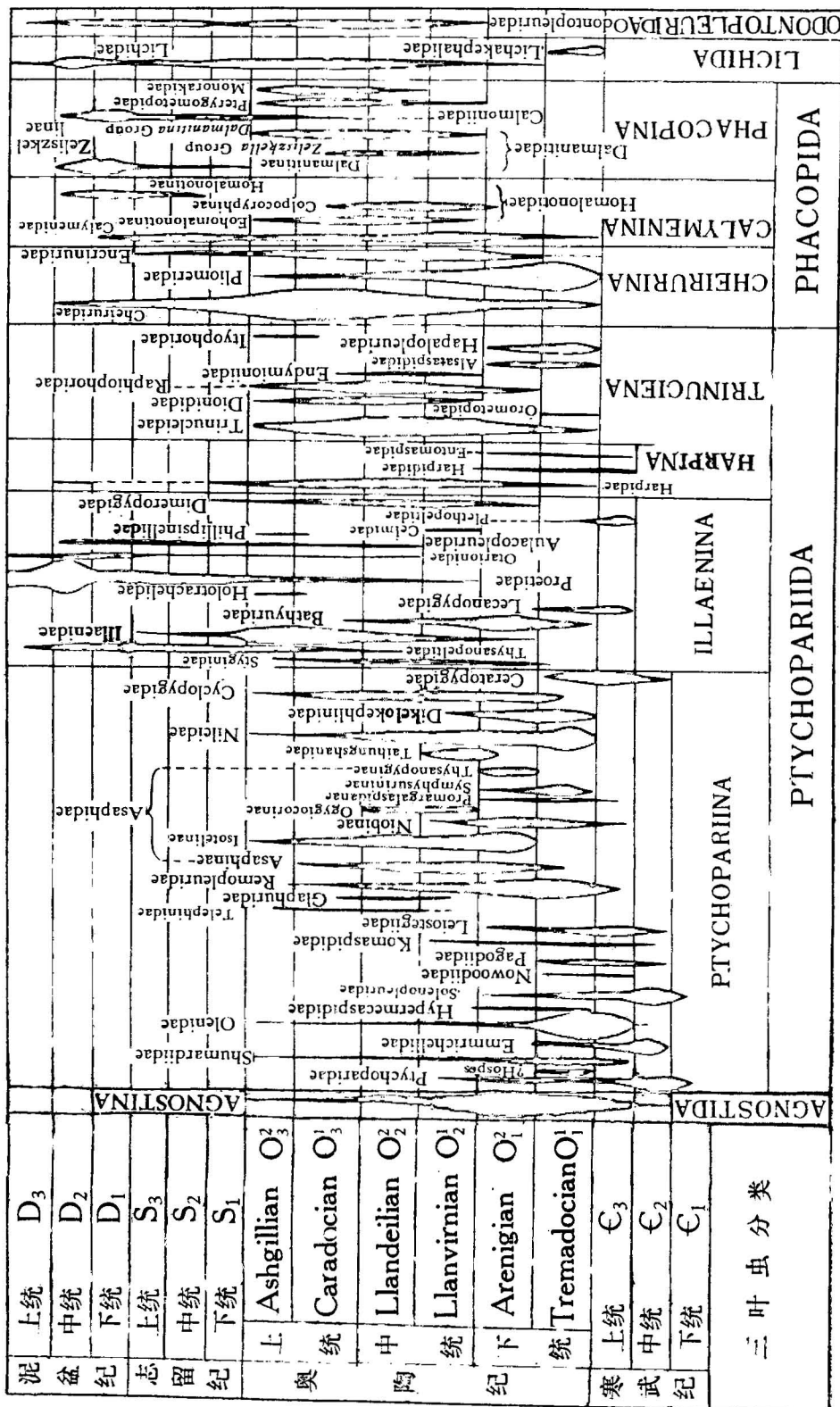


图 1 世界奥陶纪三叶虫垂直分布图

发展的亦有 5 科。分析兰威尔期与兰代洛期中间的变化情况,则兰威尔末期完全灭亡的有 6 科,这与阿伦尼克末期灭亡的数字相仿,但在兰威尔期延续到兰代洛期的其他种属则变化不大,不象阿伦尼克期延续到兰威尔期即很快灭绝的数字为多。并且在兰代洛期新出现的只有五科,较兰威尔期新出现的数字减少二分之一,这又说明兰威尔初期,是一个自然环境变化较大的时期。从以上数字的比较,说明奥陶系划分中、下统的界线,应选择变化较大的阿伦尼克期与兰威尔期之间比较自然;至于兰威尔期与兰代洛期之间,和笔石分析结论一样,只能作为划分次一级的地层单位“阶”的界线。

中国相当于兰威尔期的地层中,也出现不少新的种属,如 *Nescoretus*, *Isotelus*, *Ningbianolithus*, *Ichangolithus*, *Hanchungolithus*, *Basiliella* 及 *Taihungshania* 的某些种或变种等;与相当于阿伦尼克期的三叶虫群有显然不同的面貌,也可以说明阿伦尼克期与兰威尔期之间是三叶虫群的重要更新期。

中国相当于喀拉多克期的地层中,三叶虫又出现不少新的种属,如 *Hammatocnemis*, *Phillipsinella*, *Dionide*, *Cyclopyge*, *Symphysops*, *Nankinolithus*, *Amphytrion* 等。

3. 头足类 根据头足类化石划分下、中、上的界线,目前尚有不少分歧。本文在第一部分为奥陶系下、中统的划分问题,已介绍王汝植与何原相分别研究华南与华北鸢鹗螺类化石的结论外,曾对中国的奥陶系的头足类也编了一张统计表,并依统计表绘制了中国奥陶纪头足类垂直分布图,证明头足类与笔石化石垂直分布情况,大体上是互相一致的。但有一个问题须提及一下,就是内蒙棹子山灰岩中的头足类问题,棹子山灰岩含有少量北方马家沟组同属的头足类,如链角石 (*Ormoceras*)、阿门角石 (*Armenoceras*) 等,也含有南方扬子贝组常见的鞘角石 (*Vaginoceras*) 与米契林角石 (*Michelinoceras*), 因此就产生两种不同的意见,不是把马家沟灰岩下部划入下奥陶统,就是把棹子山灰岩划入中奥陶统。笔者认为两者既有相同的地方,也有不同的地方,如棹子山灰岩尚有南方红花园组常见的房角石 “*Cameroeras*”, 还有河北马家沟组所少见的鄂尔多斯角石 (*Ordosoceras*) 与多泡角石 (*Polydesmia*) 多种。并且马家沟组下部的主要头足类灰角石 (*Stereoplasmoceras*) 在棹子山灰岩中却没有发现。尤其重要的是,在棹子山灰岩之上的克里摩里组,为含有兰威尔期两个化石带的沉积,即紧密围笔石 (*Amplexograptus comfertus*) 与精密翼笔石 (*Pterograptus elegans*) 两带。因而把棹子山灰岩认为相当于阿伦尼克期而定为下奥陶统最上部是比较合适的。但考虑棹子山灰岩为什么含有少量南方与北方的中奥陶统很常见的同属头足类呢? 我们有以下两点设想: 第一,它是阿伦尼克末期的沉积,当时已出现一些中奥陶统兰威尔期的先驱属种,这些先驱分子,以后就在华北发展成为马家沟组的主要生物群,在华南则成为扬子贝组的主要生物群,这是下奥陶统至中奥陶统头足类由量变到质变或渐变到突变的体现;第二,棹子山地区在早奥陶世晚期,可能是沟通南北的中间地带,由于早奥陶世末与中奥陶世初的地壳运动,使古地理环境发生了南北的阻隔,因而在中奥陶世形成了南北彼此不同的生物地理区。

4. 腕足类 我国还缺乏系统采集和研究的资料,因此尚难从腕足类本身的更新来解决奥陶系的分统划界问题。过去对腕足类本身所能代表的时代,完全依笔石化石所定的时代为准则,例如 1924 年把扬子贝层或正形贝层的腕足动物群定为中奥陶统,是以扬子贝层或正形贝层中发现了莫氏对笔石 (*Didymograptus murchisoni* Beck), 为主要依据的,

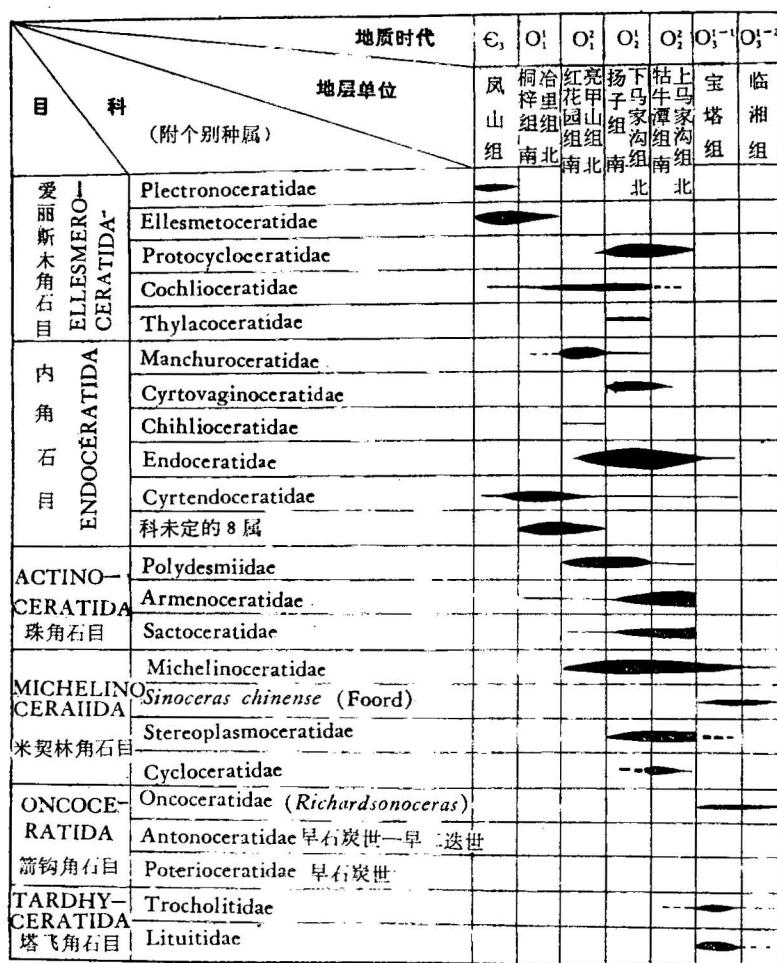


图 2 中国奥陶纪头足类垂直分布图

其后把莫氏对笔石改属于下奥陶统, 则扬子贝就改属于下奥陶统¹⁾, 因此本文对腕足类暂时不作为分统问题的材料来讨论。

5. 珊瑚 贵阳附近的乌当, 在扬子贝层中发现贵阳乐氏珊瑚 (*Yohophyllum kueiyangense* Yoh), 乐森珪当时误为 *Streptelasma* 属珊瑚, 他以世界各地的早奥陶世尚未发现该属珊瑚化石, 不同意将扬子贝组放在中奥陶世以前^[8]。林宝玉鉴定贵阳乌当的扬子贝组上部珊瑚, 计有贵阳乐氏珊瑚、罗氏孔壁珊瑚 (*Calostylis loi* Lin) 及贵阳普罗太利珊瑚 (*Protaraca guijiangensis* Lin)。认为这三属珊瑚从未发现于早奥陶世, 并且 *Calostylis* 在欧洲发现于志留纪; *Protaraca* 属, 欧洲发现于中一晚奥陶世 (Caradocian-Ashgillian), 由于同样的种属, 在四川宁南县华弹及会东新街口子两处的中奥陶统巧家组上部发现很多, 林

1) 1955 年《中国标准化石》腕足动物部分以扬子贝 *Yangtzeella poloi* (Martelli) 为中奥陶统, 在 1964 年《中国的腕足动物化石》将其改属于下奥陶统, 而把十字铺层的扬子贝 *Yangtzeella kueiyangensis* Yoh 也改属于下奥陶统, 据主编人意见, 因为扬子贝层中, 发现了对笔石与四笔石。其实对笔石可延续至 *Nemagraptus gracilis* 带, 四笔石也能延续到兰威尔期。

宝玉定贵阳乌当扬子贝组(泥质灰岩间夹页岩,厚 40—80 米)属于中奥陶统^[12]。

宝塔石灰岩中,也有珊瑚化石,在贵州黄平县翁谷垄宝塔石灰岩顶部产有蜂房星珊瑚(*Favistella*) 贵州炉山县旁海产有徒氏珊瑚(*Troedssonites*) 均与中华震旦角石共生。蜂房星珊瑚为祁连山南麓上奥陶统扣门子组主要化石,徒氏珊瑚过去仅见于格陵兰的上奥陶统^[8]。

最近林宝玉、邹鑫祜等研究浙江奥陶系硃瓦山组、黄泥岗组及长坞组等珊瑚化石后,他们在过去传统认为中奥陶世晚期的硃瓦山组中,发现四射珊瑚两个属,床板珊瑚 6 个属,四射珊瑚 4 个属,共计 12 个属(表 1)。其中 9 个属是在硃瓦山组开始出现的。3 个属出现较早,在世界公认为中奥陶世的地层中业经发现。9 个属中有 6 个属,在世界公认的晚奥陶世盛行发展,浙江的长坞组中已发现 29 种。这些情况说明硃瓦山组与其下的沉积间生物的变化较大,有量变转为质变的现象;而硃瓦山组与黄泥岗组之间则变化较少表示有连续性,以量变为主,前者可以划统,后者可以分阶。这样与本文主张硃瓦山组改属于上奥陶统,对珊瑚的发展来说,是完全符合生物地层分统划界之原则的。

表 1

地质时代与地层名称 珊瑚化石		早奥陶世		中 奥 陶 世		晚 奥 陶 世			
		印埠渚组 (O ₁)	宁贡国岩 (O ₂)	牛 上 组 (O ₃)	胡 乐 组 (O ₄)	硃山瓦组 (O ₅)	黄岗泥组	三山衢组 (O ₇)	长组 坞 (O ₈)
四射珊瑚	<i>Palaeophyllum</i>								
	<i>Yohophyllum</i>								
床板珊瑚	<i>Eofletcheria</i>								
	<i>Reuschia</i>								
	<i>Rhabdotetradium</i>								
	<i>Lichenaria</i>								
	<i>Amssasia</i>								
	<i>Catenipora</i>								
	日射珊瑚	<i>Proheliolites</i>							
<i>Heliolites</i>									
<i>Plasmoporella</i>									
<i>Jiangshanolites</i>									

(二) 从沉积变异(岩性变化)讨论分统的界线

根据上下岩性的不同,现在把中国研究较详地区的一般情况,分述如下:

1. 河北开平盆地及石门寨附近,属于兰威尔阶的马家沟灰岩底部为灰黄色薄层泥质石灰岩,它与属于阿伦尼克阶的亮甲山组上部厚层状含有燧石结核的石灰岩显然不同。在唐山开平盆地马家沟组底部还有明显的角砾状灰岩。

2. 辽宁太子河流域及辽宁锦州、南票等处的马家沟灰岩底部有含石灰岩的砾岩或泥质角砾岩,与亮甲山组上部黄色白云质石灰岩易于划分。

在上述地区的马家沟灰岩中要找出相当于兰威尔与兰代洛阶的界线来划分下统与中统,则是困难很多的,即使局部能勉强划分,也很难在区测填图工作中正确地广泛利用。只能在大比例尺的详测中,必须划分到阶的情况下,才能作为分阶的标志。

3. 内蒙棹子山地区属于兰威尔阶的克里摩里组为黑色到深灰色泥质灰岩夹页岩,最底部笔石页岩中含有紧密围笔石 (*Amplexograptus confertus*) 带化石;属于阿伦尼克阶的棹子山石灰岩为灰色及浅灰色石灰岩,两者易于区别。

4. 祁连山南坡柴达木盆地东北边缘,阿伦尼克阶的多泉山石灰岩组与其上属于兰威尔阶的石灰沟页岩组显然不同。

5. 甘肃祁连山北麓,属于阿伦尼克阶的阴沟群中部(100 米)为薄层石灰岩夹页岩;其上属于兰威尔阶的阴沟群上部(500—600 米),为火山角砾岩。

6. 湖北宜都、长阳及宜昌三峡一带,艾家山系下部扬子贝层与其下属于阿伦尼克阶的红花园灰岩和“大湾组底部页岩”,其岩性有区别。

7. 大巴山西段西南部南郑、宁强间,属于兰威尔阶的西梁寺页岩(30—40 米)与阿伦尼克-兰威尔阶的赵家坝组(0—50 米)均为笔石相,赵家坝组底部为 0.5—4 米砾岩,平行不整合覆于下寒武统地层之上,说明阿伦尼克末期是古地理环境开始变化时期,原为陆地的某些地区亦开始沉积;至兰威尔期,则新的沉积环境全面展开。在赵家坝组中产对笔石 *Didymograptus nicholsoni* Lapuorth。它本是兰威尔期主要化石之一,但它在阿伦尼克期的中-后期已经出现,而该区赵家坝组并未普遍沉积,正说明赵家坝组是阿伦尼克-兰威尔期的地壳变动中的产物。

8. 湖南湘中桃江县响涛源剖面中,产燕形对笔石 (*Didymograptus hirundo* Salter) 的桥亭子组,为灰白色、灰绿色条带状粉砂质页岩,其上属于兰威尔阶的烟溪组下段为黑色页岩产中国翼笔石 (*Pterograptus sinicus* Mu),它相当于 *Didymograptus munchisoni* 带,说明其间还缺乏相当于兰威尔期底部化石带——两分对笔石 (*Didymograptus bifidus*) 或紧密围笔石 (*Amplexograptus confertus*) 带。可能表示沉积的间断。

9. 川南、黔北一带,汪啸风¹⁾所提出的产扬子贝的龙咀坝组底部介壳相地层,与其所谓马路口页岩或湄潭页岩(灰黄灰绿色页岩)含有笔石化石,岩性上也有明显的分别。前者属于兰威尔阶,后者是阿伦尼克阶。这一地区,工作比较深入,张文堂等²⁾及汪啸风¹⁾的报导中,也可以说明这一界线是比较清楚的。他们将过去所谓湄潭组的地层中分为 6 个化石带:

- (6) *Glyptograptus sinodentatus minor* 带;
- (5) *Didymograptus nexus*-*Ichangolithus ichangensis* 带;
- (4) *Azygograptus suecicus* 带;
- (3) *Didymograptus deflexus* 带;

1) 汪啸风, 1965, 黔北早奥陶世笔石。北京地质学院, 地层古生物专业研究生论文摘要, “贵州古生代地层与古生物”。

2) 张文堂等, 1964, 贵州北部的奥陶系。中国科学院地质古生物所编印。

表 2 川南、黔北一带奥陶系中、下统划分表

张鸣韶 1940 及 1958		盛孝夫	张文堂等 1964	汪啸风 1965	四川綦江观音桥	贵州桐梓红花园	贵州涪潭五里坡	贵州涪潭兴隆场	贵州思南英武溪	主要化石及化石带
中奥陶统		文家山(十字铺层)下部	十字铺组		浅灰色灰岩。 8.6米	灰黄薄层灰岩夹蓝灰色页岩。 9.3米	灰黄色钙质页岩。 31米	上部钙质页岩,中、下部泥质灰岩及结晶灰岩。 59.4米	灰色厚层灰岩,下部略带红色。 10米	<i>Protozygoceras wongi</i> (Yü), <i>Dideroceras endoclyndricum</i> (Yü) <i>Calymenesun tingi</i> (Sun), <i>Glyptograptus</i> cf. <i>teretiusculus</i> <i>Glyptograptus teretiusculus</i> var. <i>englyhus</i> Sun
				龙咀坝组	灰黄褐色砂页岩夹少量灰岩。 110米	灰黑色及灰黄色砂质页岩。 31米	灰黑及灰黄色砂质页岩近底部夹1.5米灰岩。 93.5米	黄褐色砂页岩及黄绿色页岩。 139米	<i>Glyptograptus sinodontatus</i> minor 带 <i>Ichangolithus ichangensis</i> 带 (= <i>Didymograptus nexus-Ichangolithus ichangolithus</i> 带)	
下奥陶统		马路口页岩	涪潭页岩组	涪潭页岩组	灰岩夹页岩。 48米	薄层至中层介壳灰岩。 3米	深灰色瘤状灰岩。 20米	结晶灰岩及瘤状灰岩。 12.9米	暗紫色或红色瘤状泥灰岩。 12米	<i>Yangtzeella poloi</i> (Martelli), <i>Mimella</i> sp. <i>Eocylionophalus sinensis</i> (Frech) <i>Megalaspis</i> sp. <i>Maclurites meitanensis</i> (Yü)
					灰黄色砂质页岩底部夹结晶灰岩。 130米	灰黄色砂岩页岩底部夹1.2米薄灰岩。 93米	灰黄、灰绿色页岩。 63米	灰黄色砂质页岩及页岩。 94米	黄绿色页岩。 68米	<i>Azygograptus suecicus</i> 带 <i>Didymograptus deflexus</i> 带 <i>Didymograptus protobifidus</i> 带 <i>Didymograptus filiformis</i> 带
			红花园组	红花园灰岩组	36.3米	25.05米	20米	20米	?	<i>Caneroceras hupehense</i> Yü <i>Caneroceras trifurcatum</i> Yü <i>Archaeosyphia chihliensis</i> Grabau
			桐梓组		109.15米	72.2米	73.3米	?	?	上部 <i>Tungtzuella kwichowensis</i> 带 下部 <i>Lohanopsis lohanpoensis</i> 带

(2) *Didymograptus protobifidus* 带;

(1) *Didymograptus filiformis* 带。

以上 1—4 带属于阿伦尼克期, 5、6 带属于兰威尔期。在第 4 带与第 5 带间常有一段石灰岩, 这段石灰岩的厚度一般为 3—20 米(有时夹少量页岩, 则厚度增大)。这段石灰岩以下, 几乎全为含笔石的灰绿色及黄褐色页岩, 厚 60—140 米, 即下奥陶统上部的马路口页岩^[20]即汪啸风 1965 年新定的涪潭页岩组。由于这一地区中、下奥陶统发育较全, 地层名称较多, 同一地层名称前后定义常不相同, 为今后统一定义起见, 结合岩性与生物群, 特列一简表(该表主要依汪啸风所提出的材料)。

10. 川东南秀山、酉阳及黔东北松桃县黄堰一带, 阿伦尼克阶为厚达 200 余米的红花园灰岩, 兰威尔阶为棕灰色或灰绿色页岩, 间夹透镜状泥质灰岩或灰质结核。含有丰富的腕足类正形贝及扬子贝, 此外尚有笔石、三叶虫等。此即扬子贝组的地层。与红花园灰岩分界很清楚。

11. 皖南、浙西及赣东北一带, 属于阿伦尼克阶的宁国页岩中、下部, 一般为暗灰及灰黄绿色含有绢云母的粘土质页岩。属于兰威尔阶的宁国页岩上部, 一般为黑色粘土质硅质页岩及黑色薄层状硅质笔石页岩, 层理清楚, 易于沿层面劈成板状, 黑色硅质页岩经风化后呈灰白黄色。这两个阶的界线很清楚。上部含有兰威尔期的两个带化石, 即下段紧密围笔石 (*Amplexograptus confertus*) 带及上段精美翼笔石 (*Pterograptus elegans*) 带。浙江把这部分从宁国页岩组中划出, 划为中奥陶统下部, 另立新名, 叫牛上组。

12. 广东省粤北、粤中的下黄坑组上部的紧密围笔石带属于兰威尔阶, 下部燕形对笔石 (*Didymograptus hirundo*) 带, 属于阿伦尼克阶。上部以灰黑色薄层状硅质粉砂质页岩及硅质页岩为主, 层理清楚, 单层厚 0.5—2 厘米, 有时底部夹黑色炭质泥质页岩及火山岩数层(霏细斑岩、长石斑岩)及火山角砾岩等, 厚 37—128 米。下部为黑色炭质页岩夹灰绿色粉砂质页岩, 厚 50—70 米。这说明了下黄坑组的上、下两部间, 正是地壳运动相当明显的时期, 不但有岩性的变化, 且有火山岩流的活动。

13. 滇西奥陶系的上、中两统分界, 向来以上蒲缥组作为上统, 它的下段是与宝塔石灰岩同期沉积的紫色泥质石灰岩夹紫色与绿色页岩, 向上页岩成分递增, 厚 350—500 米。它与中奥陶统的褐色页岩为主的下蒲缥组上段的界线很清楚。在《中国的奥陶系》^[5]一书, 97 页里所载的中奥陶世蒲缥页岩组下部(即下蒲缥组)所记述的上化石带为 *Climacograptus peltifer* 带, 也说明是这一界线。不过从其“中国奥陶系对比简表”来看, 则说明与表内划分似乎不一致。这与对过去资料的认识有关。

滇西保山区与大理区属于兰威尔期的地层与其下较老的地层, 一般是很容易划分的。保山区蒲缥剖面, 属于兰威尔期的地层称施甸组, 为灰黄色与灰褐色页岩, 风化后呈红黄色, 产笔石 *Didymograptus munchisoni* 及三叶虫 *Basiliella yunnanensis*, 厚 300—500 米, 它直接与上寒武统地层相接触。属于下奥陶统的地层, 称兵斗组, 为千枚状页岩夹泥灰岩, 厚 200 米, 在兵斗以西的溪谷中, 采到笔石 *Dictyonema* 及树枝状笔石颇多, 似为特马豆期的沉积, 它与兰威尔期的地层未见直接联系。保山区是否有阿伦尼克期的沉积, 尚待进一步工作。在大理洱海以东的向阳区, 兰威尔期地层上部, 也产笔石 *Didymograptus munchisoni*, 并有三叶虫共生, 其中以 *Hangchungolithus xiangyanensis* (新

种)¹⁾为主,其下部则以三叶虫 *Nesuretus birmanica* (Reed) 及 *Hoekaspis daliensis* (新种)¹⁾ 等为主,上、下部共厚 350 米称为向阳组。其下为厚 400—500 米轻微变质的石英砂岩,下段不含化石,上段产腕足类 *Lingulepis* sp. 属下奥陶统称为海东组。该组与其上向阳组容易划分。

综合上述各地区情况,将我国奥陶纪地层初步编制分区划统沿革及对比表。

三、从地壳运动来解释小达尔曼虫层 (*Dalmanitina* beds) 属于上奥陶统的问题

关于小达尔曼虫层(即观音桥层与南郑页岩)的时代问题自 1959 年以来,已经讨论过数次²⁾,并对有关地区含有小达尔曼虫的剖面以及与其共生的三叶虫作了描述。国内外对这个层位和古生物方面也均有新的发现和描述。我国在观音桥层与南郑页岩中陆续发现了五峰期的标准化石: 栅笔石 *Climacograptus supernus* E. et W. 和叉笔石 *Dicellograptus* sp. 以及腕足类赫南特贝动物群(*Hirnantia* 为欧洲波希米的上奥陶统腕足动物群)。因此对它的时代问题,在此不再予以讨论。这里想谈谈地壳运动与这层沉积关系。

1. 在奥陶系与志留系之间,人们皆知有地壳运动存在,过去曾把它称为“宜昌上升”(Ichang uplifting) 作为奥陶、志留两系划界的运动。国内外学者也有认为奥陶、志留两系之间的地壳运动是加里东运动的最大一幕。但是这一幕的界线究竟哪里比较重要? 如果能够解决这一问题,则“小达尔曼虫层”的时代问题亦迎刃而解。笔者认为,小达尔曼虫层与龙马溪笔石页岩之间,是奥陶系过渡到志留系的一幕较重要的运动。其理由如下:

(1) 岩相的突变: 它具有浅海沉积的介壳相转变为深海或外洋沉积的黑色笔石页岩相的重大变化现象,变化后的志留系笔石页岩的分布之广,沉积之厚,均超过于含小达尔曼虫的观音桥层以下的五峰页岩。五峰页岩与观音桥层之间没有沉积间断,而观音桥层与其上黑色笔石页岩的底部笔石带,各地常见有不同程度的缺失。凡观音桥层较薄的剖面,则缺失的现象更较明显,因此在观音桥层沉积后与志留纪海进之前,当有大区域性地壳运动存在。

(2) 生物群的突变: 小达尔曼虫 (*Dalmanitina*) 为小达尔曼虫层(观音桥层)中极旺盛的三叶虫,分布很广。在上奥陶统五峰页岩与下志留统龙马溪笔石页岩之间,如果有介壳相地层存在之处都有发现小达尔曼虫的可能。我国现有七省(陕、鄂、川、黔、滇、浙、赣) 26 处(图 3) 发现了小达尔曼虫。但在小达尔曼虫层以上的地层中却没有见到它的化石,与它同时出现同一亚科的三叶虫也完全绝迹³⁾。在它以上的地层中则出现面貌不同的另一新属,即 *Dalmanites* 属。并以这一运动为界线,即可见晚奥陶世 34 科三叶虫中有 18 科,在奥陶纪末期绝迹。其余 16 科亦改变了旧的面貌。笔石化石方面,正笔石无轴亚目亦完全绝迹。

1) 滇西奥陶系三叶虫与划分地层的意义。(未刊稿)

2) 1960,再论奥陶纪统与统的划分问题。地质论评,20 卷,2 期。1964,川黔晚奥陶世三叶虫的研究并讨论上奥陶统的上下界线问题。古生物学报,12 卷,4 期。

3) *Dalmanitina* 属于 *Dalmanitidae* 科,该科又分 *Dalmanitinae*, *Zeliszkeellinae*, *Acastavinae* 及 *Asteropyginae* 等四亚科, *Dalmanitina* 属于 *Zeliszkeellinae* 亚科,这一亚科开始出现于中奥陶世,至晚奥陶世末灭亡,在志留纪是否有此亚科,为一疑问。*Dalmanites* 属 *Dalmanitinae* 亚科,这一亚科时代为志留纪到中泥盆世。

(3) 小达尔曼虫 (*Dalmanitina*) 在国内尚未确认志留纪地层中有可靠的发现。过去所谓志留系的南郑页岩与观音桥层, 由于陆续发现五峰期的标准化石及晚奥陶世的赫南特贝动物群, 已否定其为志留系。而云南西南部平达街、三村, 云南区测队在下志留统地层中采到了云南达尔曼虫 (*Dalmanites yunnanensis*) 它与小达尔曼虫有明显的区别。这一实例也说明因地壳运动所形成的古地理的变异导致当时生物群的更新与演化乃是必然的趋势。

兹为表达上述情况, 特绘制中国晚奥陶世小达尔曼虫层 (*Dalmanitina* beds) 分布、地层剖面及地壳运动示意图(图 3)。

四、结 语

根据奥陶纪笔石、三叶虫、头足类及珊瑚等的演化都说明阿伦尼克末期-兰威尔初期, 比较兰威尔末期-兰代洛初期的自然环境变化为大, 使当时的生物群的更新较为显著, 说明奥陶系下统与中统的界线, 划在阿伦尼克期与兰威尔期两者之间较为合理。

根据中国广大地区奥陶系岩层性质与它的上下接触关系, 将下统与中统的界线划在阿伦尼克阶与兰威尔阶中间, 分界一般清楚, 百分之九十以上的地区, 都可以从岩性上找出划分界线的标志, 有利于地质工作者的实际应用。

属于盐津阶(包括喀拉多克上段三个带)的宝塔石灰岩与临湘石灰岩(瘤状石灰岩)因岩性近似, 缺乏清楚界线, 作上、中两统划界不够明显; 且其中有不少同种的三叶虫、头足类及珊瑚类等化石, 作为划分统以下的地层单位, 才使实际工作中不致发生较大的错误。

含有中华震旦角石的宝塔石灰岩与其下含丝笔石 *Nemagraptus gracilis* 带的页岩或其他地层, 一般岩性不同, 生物群的差别也较大, 可作为奥陶系中统与上统的界线。中国小达尔曼虫层与志留系页岩间, 存在着世界性的地壳运动, 可以作为划分奥陶、志留两系的主要依据。

参 考 资 料

- [1] 中国科学院地质研究所, 1956, 中国区域地层表(草案)。科学出版社。
- [2]—[4] 中国科学院地质古生物研究所编辑, 1955—1957, 中国标准化石(无脊椎动物)第 1、2 分册(1955), 3 分册(1957)。地质出版社。
- [5] 全国地层委员会, 1962, 中国的奥陶系。全国地层会议学术报告汇编。科学出版社。
- [6] 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。
- [7] 卢衍豪等, 1965, 中国的三叶虫。(中国各门类化石)科学出版社。
- [8] 乐森璁, 1959, 贵州奥陶纪珊瑚化石的新资料。北京大学学报(自然科学), 4 期。
- [9] 李四光, 1924, 峡东地质及长江之历史。中国地质学会志, 3 卷 3—4 期。
- [10] 李积金, 1961, 鄂西、黔南下奥陶统大湾组中的笔石。古生物学报, 9 卷 1 期。
- [11] 易庸恩, 1957, 长江三峡区上奥陶纪 Caradocian 期三叶虫化石。古生物学报, 5 卷 4 期。
- [12] 林宝玉, 1965, 川黔地区奥陶纪珊瑚化石。古生物学报, 13 卷 1 期。
- [13] 赵金科等, 1965, 中国的头足类化石,(中国各门类化石)。科学出版社。
- [14] 洪友崇, 1957, 三峡区上奥陶纪初期(Caradoc)笔石群的发现及其地层意义。地质学报, 37 卷 4 期。
- [15] 张鸣韶, 1934, 中国中部艾家层下部的腕足类化石。中国古生物志, 乙种第 1 号 3 册。
- [16] 许杰, 1934, 长江下游之笔石。前中央研究院地质研究所专刊, 甲种 4 号。
- [17] 许杰, 1937, 浙西之上奥陶纪及下志留纪。中国地质学会志, 17 卷 1 期。
- [18] 许杰、马振图, 1948, 宜昌层及宜昌期动物群。前中央研究院地质研究所丛刊, 第 8 号。
- [19] 许杰, 1959, 柴达木下奥陶系一个新的笔石群。古生物学报, 7 卷 3 期。
- [20] 盛莘夫, 1958, 中国西南部奥陶纪三叶虫。古生物学报, 6 卷 2 期。
- [21] 盛莘夫, 1964, 川黔晚奥陶世三叶虫的研究并讨论上奥陶统的上下界线问题。古生物学报, 12 卷 4 期。
- [22] 葛梅钰, 1963, 鄂西中奥陶统庙坡组中的笔石。古生物学报, 11 卷 1 期 71—91 页, 2 期 240—269 页。
- [23] 葛梅钰, 1964, 浙江宁国页岩中的四笔石。古生物学报, 12 卷 3 期。
- [24] 穆恩之, 1945, 五峰页岩中的笔石。中国地质学会志, 25 卷。
- [25] 穆恩之, 1963, 笔石体的复杂化。古生物学报, 11 卷 3 期。
- [26] Elles G. L. et Wood E. M. R., 1916, A Monograph of British Graptolites. Palaeontographical society, London.
- [27] Grabau A. W., 1922, Ordovician fossils from North China. *Paleont. Sinica*, Ser. B, vol. 1.
- [28] Grabau A. W., 1924, Stratigraphy of China. *Geol. Surv. China*.
- [29] Moore R. C., Harrington H. J., etc., 1959, Treatise on Invertebrate Paleontology part O, Arthropoda 1, Geological Society of America & University of Kansas Press.