

最古老的三叶虫及一些古杯组合的对比

章 森 桂

(中国科学院南京地质古生物研究所)

三叶虫是寒武纪地球上最特征、种类多、分布广、数量最多的动物,故寒武纪也有“三叶虫时期”之称。很长一个时期内,人们以三叶虫的出现,作为寒武纪开始的标志。只是近年来,才倾向于将最古老的多门类带壳动物化石的出现,作为寒武纪的开端。然而至今仍有人坚持以三叶虫的出现,作为寒武纪的开始,如在我国将寒武系的底界划在含三叶虫的第竹寺组、或九老洞组、或水井沱组之下(湖北省地质局三峡研究组,1978, 21—22 页)(王宝琛, 1978, 5—6

页),在国外也有以 *Hupetina*, *Lemdadella* 作为寒武纪开始的意见 (Sdzuy, 1978)。因此,含最古老的三叶虫层位的确定与对比,和寒武系与前寒武系界线的地层研究,有着密切的关系。本文主要从有关古杯组合的时代对比这一角度,探讨世界上最古老的三叶虫这一问题,以期引起对这方面研究的开展。

一 国外最古老的三叶虫

相当一段时间,摩洛哥 Anti-Atlas 山区 Ta-

表 I 摩洛哥早寒武世三叶虫和古杯的分布

Distribution of Trilobites and Archaeocyathids of Early Cambrian in Morocco

	三 叶 虫 带		古 杯 组 合
Aguilizien	VIII	<i>Kingaspis</i> , etc.	
	VII	<i>Gentilaspis</i> , <i>Protolenidae</i>	
Tasousektion	VI	<i>Longianda</i> , <i>Pageiellus</i> , <i>Callavia</i> , <i>Gigantopygus</i>	<i>Orbicyathus</i> , <i>Urcyathus</i> , <i>Echinocyathus</i> , <i>Monocyathus</i> , <i>Robustocyathus</i>
Timghitien	V	<i>Neltneria</i> , <i>Bondonella</i> , <i>Fallotaspis</i>	<i>Salairocyathus</i> (<i>Polystillicidocyathus</i>) <i>erbosimilis</i> ; <i>Chouberticyathus</i>
	IV	<i>Hebediscus</i> , <i>Pareops</i>	
Amouslékien	III	<i>Daguinaspis</i> , <i>Marcatsia</i>	<i>Agastrocyathus chouberti</i> , <i>Tumulocoscinus</i>
	II	<i>Choubertella</i>	<i>Aldanocyathus crassus</i> , <i>Coscinocyathus</i>
	I	<i>Pararedlichia</i> , <i>Bigotinops</i> , <i>Fallotaspis</i> , <i>Tazemmourtia</i> F. <i>tazemmourtensis</i>	
Assadassien	+ <i>Eofallotaspis</i> + <i>Hupetina</i> , + <i>Lemdadella</i>		<i>Coscinocyathus</i> *
			+ <i>Aldanocyathus cribratus</i> **

有“+”号,为近几年新发现。

* 还有 *Aldanocyathus*, *Neoloculicyathus*, *Afiacyathus*, *Tumulifungia*, *Gordonifungia*, *Retecoscinus*, *Axiculifungia*, *Protopharetra*, *Archaeopharetra*, ? *Dictyocyathus*, *Agastrocyathus* 等属。

** 系迄今所知摩洛哥最古老的古杯组合,有 *Aldanocyathus*, *Neoloculicyathus*, *Afiacyathus*, *Coscinocyathus*, *Axiculifungia*, *Protopharetra*, *Archaeopharetra*, *Agastrocyathus* 等属。

zemmour 地方的 *Fallotaspis tazemmourensis* Hupé, 被认为是世界上最古老的三叶虫, 其下仅有古杯化石 (参见表 I)。嗣后, 在这个三叶虫之下, 又陆续发现一些三叶虫和古杯化石。据 Sdzuy (1978) 报道, 迄今为止, 摩洛哥有 2 个地点的三叶虫最古老, 一是 Anti-Atlas 山区 Tiout 剖面上的后颊类三叶虫 *Hupetina antiqua* Sdzuy, 其上为无面线的 Olenellid 三叶虫 *Eofallotaspis*, 再上才出现 *Fallotaspis*; 另一是 High Atlas 山区 Ouncin 地区 Lemdad 河谷附近的后颊类三叶虫 *Lemdadella spectabilis* Sdzuy。从这些三叶虫的形态和所在层位看, Sdzuy 认为 *Hupetina* 与 *Lemdadella* 是世界上最古老的三叶虫, 早于北美的 *Fallotaspis*; 和西伯利亚地台 Atdabanian 阶底部的 *Profallotaspis* 等三叶虫相比, 至少不会迟, 可能还更早一些; 他建议以这些三叶虫出现的层位, 暂定为寒武系的下界。在 Tiout 剖面上, 这个界线与暂定文德系 (Vendian) 的顶界之间, 还有 275 米厚的时代未定的地层, 中间尚未找到任何化石。

在西伯利亚地台上, 最古老的三叶虫带是 *Profallotaspis* 带 (参见表 II)。有几个地点产 *Profallotaspis*, 一是勒拿河中游伊西特 (Иситель) 附近的几个剖面, 在 Кенядин 层上部或顶部产

Profallotaspis jakutensis Repina, *P. privica* Repina, *Fallotaspis sibirica* Repina, *F. explicata* Repina, *Bigotina malykanica* Suvorova, *Bigotinops patzius* Suvorova (据 Хоментовский и Репина, 1965); 二是勒拿河下游 Хараулах 地区 *Majatheca tumefacta* 带中产三叶虫 *Fallotaspis explicata* Repina 与 *Fallotaspinae* gen. indet. (据 Л. Н. Репина, Н. П. Лазаренко, и др., 1974); 三是阿纳巴尔地盾西北的弗里契河 (Фомич) 流域的露头点 М 317、*Dokidocyathus lenaicus*-*Majatheca tumefacta* 带古杯礁之上 3—5 米, 产三叶虫 *Pseudojudomia egregia* Jegerova, *Profallotaspis* sp., *Pagetiellus* sp., Olenellidae gen. et sp. indet. (据 Л. И. Егорова и В. Е. Савицкий, 1969)。

最近, 在 Tommotian 阶下化石带 *Aldanocyathus sunnaginicus* 带的层型剖面所在地 Дворцы 的 *A. sunnaginicus* 带中发现了三叶虫 (Федоров, А. Б., Егорова, Л. И. и Савицкий, В. Е., 1979)。尽管这些化石保存不佳, 不能确切定名, 仅定为 gen. et sp. indet. 1 (? *Bigotinops* sp.) 和 gen. et sp. indet. 2, 但意义重大。过去 Tommotian 期被认为是“非三叶虫期”, 生物发展上属于另一个阶段; 现在, 材料证明 Tommotian 期也属三叶虫时期, 从而证实了 Журавлева

表 II 西伯利亚地台早寒武世早期三叶虫和古杯的分布

Distribution of Trilobites and Archaeocyathids of early Early Cambrian in Siberian Platform

	三 叶 虫	古 杯
Atdabanian	<i>Judomia</i> <i>Judomia</i> 带 <i>Pagetiellus lenaicus</i>	具 <i>Fansycyathus lemontovae</i> 层 具 <i>Nochorocyathus kokoulini</i> 层
	<i>Nevadella</i> <i>Pagetiellus anabarus</i> 带 <i>Paedeumias</i> <i>Pagetiellus anabarus</i>	<i>Porocyathus pinus</i> 带
	<i>Bigotinops</i> <i>Profallotaspia</i> 带 <i>Bigotina</i> <i>Fallotaspis</i> <i>Profallotaspis</i>	<i>Leptosocyathus polyseptus</i> - <i>Retecoscinus zegebarti</i> 带
		<i>Dokidocyathus lenaicus</i> 带 <i>Dokidocyathus regularis</i> 带 <i>Aldanocyathus sunnaginicus</i> 带
Tommotian	gen. et sp. indet. 1 (? <i>Bigotinops</i> sp.)	

表 III 北美(以加利福尼亚为代表)早寒武世三叶虫和古杯的分布

Distribution of Trilobites and Archaeocyathids of Early Cambrian in North America (California)

		三 叶 虫	古 杯
Harkless 组	Bonnia-Olenellus 带 <i>Paedeumias</i>	<i>Coscinocyathus</i> , <i>Archaeocyathus</i> ?, <i>Pycnoidocyathus</i> , <i>Cambrocyathus</i> , <i>Metethmophyllum</i>
Polita 组		<i>Fremontia</i> , <i>Laudonia</i> , <i>Judomia</i> (?)	<i>Ethmophyllum</i> , <i>Ajacycyathus</i> , <i>Archaeocyathus</i> ?
	Nevadella 带	<i>Nevadella</i> , <i>Holmia</i>	<i>Ethmophyllum</i> , <i>Archaeocyathus</i> ?
		<i>Nevadia</i> , <i>Holmia</i> , <i>Laudonia</i> , <i>Judomia</i> (?)	Polita 组下部古杯组合**
Campito 组	Fallotaspis 带	<i>Fallotaspis</i> , <i>Daguinaspis</i> <i>Parafallotaspis</i> * <i>Fallotaspis</i> cf. <i>tazemmourtensis</i>	Montenegro 段古杯组合

* 见于加拿大马肯齐山区。

** 包括 *Ethmophyllum*, *Ajacycyathus*, *Archaeocyathus*, *Annulofungia*, *Archaeopharetra*?, *Protopharetra*, *Pycnoidocyathus*, *Nevadacyathus*, *Erbocyathus*?, *Rotundocyathus*, *Syringocyathus*, *Robustocyathus*, *Cambrocyathus*.

(1970, p. 432) 的论断。Tommotian 阶中发现的三叶虫材料尚太少,不能独立建带,笔者认为仍可归入 *Profallotaspis* 带, *Bigotinops* 本身是 *Profallotaspis* 带的一个重要分子, *Profallotaspis* 带不过向下延伸几十米地层而已。

澳大利亚最古老的三叶虫是 *Eoredlichia*, 它产于澳大利亚南部弗林德斯山脉 Daily (1956) 所分的组合 2 之中,共生化石有 *Tannuella*, *Pelagiella*, *Helcionella*, *Lapworthella*, *Stenothecopsis*, *Hyolithellus*, *Hyolithida*, *Problematica*, "*Micromitra*" *etheridgei* 等。Daily 认为稍早于 Atdabanian 期。

北美最古老的三叶虫带是 *Fallotaspis* 带(参见表 III), 分布于加利福尼亚 (California)、马肯齐山区 (Mackenzie Mountains) 和不列颠哥伦比亚 (British Columbia), 其中最早出现的三叶虫是 *Fallotaspis* cf. *tazemmourtensis*。Fritz (1972) 认为北美的 *Fallotaspis* 带与西伯利亚地台的 *Profallotaspis* 带、摩洛哥的 I—IV 带相当。

二 我国最古老的三叶虫

众所周知,我国早寒武世地层发育最全、三叶虫出现最早的是西南地区,其中三叶虫、古杯分布的情况如表 IV 所示。在此区中,由于岩相古地理、生物分区、海侵迟早等因素的影响,各地情况不一,如表 V 所示,大致可分为 3 种情况:

① 最早出现的是 *Parabadiella*, 其后才出现 *Mianxiandiscus* *Wutingaspis*, 如云南晋宁梅树村、陕西宁强滴水铺和勉县大河坝、四川南江沙滩和广元王家村等剖面;

② 首先出现的是 *Mianxiandiscus*, 而后才出现 *Wutingaspis* *Eoredlichia* *Tsunyidiscus* *Zhenbaspis*, 但未见有 *Parabadiella* 出现, 如云南武定狮山、川西峨眉遇仙寺、贵州金沙岩孔和遵义松林等剖面;

③ *Parabadiella* 和 *Mianxiandiscus* 同时出现, 如陕西南郑梁山。

由此可见, *Parabadiella* 可以比 *Mianxiandiscus* 较早出现, 而没有见到相反的情况, *Para-*

表 IV 我国西南地区早寒武世早期三叶虫和古杯的分布

Distribution of Trilobites and Archaeocyathids of early Early Cambrian in SW China

	三 叶 虫	古 杯 组 合
沧浪铺阶 Tsanglangpu stage	<i>Drepanuroides</i> <i>Drepanuroides</i> 带 <i>Drepanopyge</i> <i>Yinites</i>	鹰咀岩古杯组合 Yingzuiyan Archaeocyathid Assemblage
	<i>Pseudoredlichia</i> <i>Yunnanaspis</i> - <i>Yiliangella</i> 带 <i>Kuesichowia</i> <i>Shatania</i>	
	<i>Malungia</i> 带 <i>Hupeidiscus</i> <i>Zhenbaspis</i> <i>Malungia</i>	凉水井古杯组合 Liangshuijing Archaeocyathid Assemblage
筇竹寺阶 Chiungchussu stage	<i>Tsunyidiscus</i> <i>Eoredlichia</i> 带 <i>Yunnanocephalus</i> <i>Eoredlichia</i> <i>Wutingaspis</i>	筇竹寺古杯组合 Chiungchussu Archaeocyathid Assemblage
	<i>Mianxiandiscus</i> <i>Parabadiella</i> - <i>Mianxiandiscus</i> 带 <i>Wutingaspis</i> <i>Parabadiella</i>	

表 V 我国西南地区一些下寒武统剖面中三叶虫最早出现的情况

Occurrences of the Earliest Trilobites in Some Sections of Lower Cambrian of SW China

地 区	剖 面	最早出现三叶虫的层位	最早出现的三叶虫	次后出现的三叶虫
滇 东	晋宁梅树村	筇竹寺组下部	<i>Parabadiella</i>	<i>Wutingaspis</i> , <i>Mianxiandiscus</i>
	武定狮山	筇竹寺组下部	<i>Mianxiandiscus</i>	<i>Eoredlichia</i>
	华宁火特	筇竹寺组下部	Eodiscid	<i>Eoredlichia</i>
川 西	峨眉张山*	九老洞组上段	<i>Mianxiandiscus</i> , <i>Pachyredlichia</i> , <i>Chaoaspis</i>	<i>Wutingaspis</i>
	峨眉遇仙寺	九老洞组上段	<i>Mianxiandiscus</i>	<i>Pachyredlichia</i> , <i>Chaoaspis</i>
川 北	广元王家村	长江沟组	<i>Parabadiella</i>	
	南江沙滩	郭家坝组上部	<i>Parabadiella</i>	<i>Wutingaspis</i> , <i>Eoredlichia</i>
陕 南	宁强滴水铺	郭家坝组上部	<i>Parabadiella</i>	<i>Mianxiandiscus</i>
	勉县大河坝	郭家坝组上部	<i>Parabadiella</i>	<i>Pachyredlichia</i> , <i>Wutingaspis</i> , <i>Mianxiandiscus</i>
	南郑梁山	郭家坝组上部	<i>Parabadiella</i> <i>Mianxiandiscus</i>	<i>Pachyredlichia</i>
黔 北	遵义松林	牛蹄塘组底部	<i>Mianxiandiscus</i>	<i>Tsunyidiscus</i> , <i>Zhenbaspis</i>
	金沙岩孔	牛蹄塘组底部	<i>Mianxiandiscus</i> (?)	<i>Tsunyidiscus</i> , <i>Zhenbaspis</i>
鄂 西	宜昌石牌	水井沱组底部	<i>Tsunyidiscus</i> , <i>Shizhudiscus</i> , <i>Zhenbaspis</i> (?)	<i>Sinodiscus</i>

* 系根据钱义元、陈旭(1978)的资料,李善姬(1980)认为情况同峨眉遇仙寺剖面。

badiella 是我国已知最古老的三叶虫, *Mianxia-* 文堂等的结论(张文堂等, 1979, 50 页)。因
ndiscus 则是我国最古老的古盘虫类, 证实了张 *Parabadiella* 的分布范围有限, 用 *Parabadiella-*

Mianxiandiscus 带来代表整个西南地区最古老的一个三叶虫带,即筇竹寺阶的下带是合适的。*Parabadiella-Mianxiandiscus* 带之上是 *Eoredlichia* 带(参见表 IV)。

三 有关古杯组合的对比

寒武纪时,全世界的三叶虫群,分为若干动物地理区,各个区有其独特的三叶虫群,彼此平行演化,很不相同。在早寒武世尤为明显,如我国第一批出现的三叶虫是 redlichiid 的 *Parabadiella*, *Pachyredlichia*, *Wutingaspis*, *Chaoaspis* 和 eodiscid 的 *Mianxiandiscus*; 在摩洛哥最早出现的是 olenellid 的 *Eofallotaspis*, *Fallotaspis* 与后颊类的 *Hupetina*, *Lemdadella*, 在西伯利亚地台最早出现的是 olenellid 的 *Profallotaspis*, *Fallotaspis*, protolenid 的 *Bigotina*, *Bigotinops* 及 eodiscid 的 *Pagetiellus*; 在北美最早出现的是 olenellid 的 *Fallotaspis*, *Parafallotaspis* 和 *Daguinaspis*; 在澳大利亚则是 redlichiid 的 *Eoredlichia*。由于种属差异很大,要精确比较这些属种出现的迟早,存在一定困难,意见分歧也较大: 有人认为不同动物地理区的三叶虫,大致同时开始出现的,如小林贞一(1972)、卢衍豪等(1974); 有人认为非同时出现的,如 Cowie (1960, 1971), Daily (1972), Rozanov & Debrenne (1974) 等。对世界上最古老的三叶虫在何处,分歧更是纷纭,如 Daily (1972) 认为我国和澳大利亚的 redlichiid 三叶虫似早于 olenellid 三叶虫,时代为 Tommotian 末期; Rozanov & Debrenne (1974) 则认为西伯利亚地台上 *Fallotaspis* 的出现,早于摩洛哥与北美等地; Sdzuy (1978) 认为摩洛哥的 *Hupetina*, *Lemdadella* 三叶虫,不迟于西伯利亚地台最古老的三叶虫。仅靠三叶虫研究本身,难以解决“哪个是最古老的三叶虫”这一问题,必须结合其它类群化石(特别是在早寒武世早期地层划分与对比中,起重要作用的古杯化石与其他带壳动物化石)的对比和其它手段(同位素年龄资料等),才能很好地解决。在我国、摩洛哥、西伯利亚地台、澳大利亚、

北美等地,最低的三叶虫层位之上或下,都存在着大量古杯化石,这些古杯组合的正确对比,就为这些地区古老三叶虫的对比提供了重要的依据。

在摩洛哥,原先以为古杯出现的层位,低于最古老的三叶虫的层位, I 带之下产古杯 *Coscynocyathus*, *Protopharetra*, 这些古杯的时代被认为相当于 Atdabanian 早期(Debrenne, 1964; Позанов, 1973)。以后发现的最低的古杯,层位高于最低的三叶虫层位(表 I), Debrenne 认为最古老的古杯组合,时代是 Atdabanian 早期(Debrenne & Debrenne, 1978)。

在西伯利亚地台,最古老的三叶虫带——*Profallotaspis* 带的层位,相当于 Atdabanian 阶下部的 *Leptosocyathus polyseptus-Retecoscinus zegebarti* 带(见表 II), 此带的主要属群是 *Archaeolynthus*, *Ajacycyathus**, *Robustocyathus*, *Nochoroicyathus*, *Leptosocyathus*, *Geocyathus*, *Compositocyathus*, *Coscynocyathus*, *Paranacyathus* 等; 在 Atdabanian 阶之下是 Tommotian 阶**, 这个阶有 3 个古杯带(表 II): 上带是 *Dokidocyathus jenaicus* 带,主要有 *Archaeolynthus*, *Dokidocyathus*, *Aldanocyathus*, *Robustocyathus*, *Nochoroicyathus*, *Batchatocyathus*, *Dictyocyathus*, *Okulitchicyathus*, *Cambrocyathellus*, *Coscynocyathus*, *Protopharetra* 等; 中带为 *Dokidocyathus regularis* 带,主要有 *Archaeolynthus*, *Dokidocyathus*, *Aldanocyathus*, *Robustocyathus*, *Nochoroicyathus*, *Coscynocyathus*, *Retecoscinus*, *Batchatocyathus*, *Dictyocyathus*, *Cambrocyathellus*, *Paranacyathus* 等; 下带称 *Aldanocyathus sunnaginicus* 带,主要分子有 *Aldanocyathus*, *Robustocyathus*, *Nochoroicyathus*, *Okulitchicyathus*, *Cambrocyathellus* 及 *Archaeolynthus* 等。笔者以为从三叶虫看, Tommotian 阶也可归入 *Profallotaspis* 带。

* 本文所引用的 *Ajacycyathus* 系广义的 *Ajacycyathus*, 包括了 *Aldanocyathus*。

** Журавлева (1970) 认为在 Tommotian 期三叶虫是存在的,相信将来一定可以发现,现已证实。

在北美,古杯出现在三叶虫之后,最早的古杯位于 Compito 组 Montenegro 段上部(表 III),主要有 *Ethmophyllum*, *Ajacicyathus*, *Archaeocyathus*, *Annulofungia*, *Pycnoidocyathus*, *Cambrocyathus*, *Rotundocyathus*, *Syringocyathus*, *Copleicyathus*, *Metethmophyllum*, *Nevadacyathus*, *Robustocyathus* *Protopharetra*, 归属于 *Nevadella* 带, Gangloff (1976) 认为这一组合相当于 Atdabanian 期晚期。

澳大利亚南部的早寒武世动物群序列,由 Daily (1956, 1972) 建立,最古老的组合 1 没有三叶虫,仅有古杯类, Daily 认为 Taylor (1910), Bedford & Bedford (1934, 1936, 1937, 1939) 所描述的古杯大部分属此组合*,最古老的三叶虫 *Eoredlichia* 位于组合 2,与 *Eoredlichia* 共生的古杯, Daily 未列名单,无从比较。据 Kruse & West (1980) 报道,澳大利亚中部 Amadeus 盆地的 Todd River 白云岩与 Daily 的组合 2 相当的层位,产古杯 *Aldanocyathus greeni* Kruse, *Coscinocyathus bilateralis* (Taylor), '*Dictyocyathus*' spp., *Aruntacyathus toddi* Kruse, ? *Aruntacyathus rossi* Kruse, *Beltanacyathus* 及 *Radiocyathus minor* (Bedford & Bedford), 他们认为是 Atdabanian 期。Walter (1967) 将澳大利亚南部 Wilkawillina 河谷的早寒武世古杯动物群分为 4 个组合,下面的 2 个组合属于 Wilkawillina 灰岩,最老的组合 1,包括 *Dokidocyathus*, *Ajacicyathus*, *Robustocyathus*, *Coscinocyathus*, *Nochoroicyathus*, *Spirocyathella*, *Coscinoptya* 及若干分别属于 *Ajacicyathidae*, *Ethmocyathidae*, *Cyclocyathellidae*? *Archaeocyathidae* 科的新属。Walter 将这一组合与 Tommotian 晚期对比,可能相当于 Daily 的组合 1,古杯的出现稍早于三叶虫化石,最古老的三叶虫见于本组合(因未鉴定,本文故不加讨论)。组合 2 大致相当于 Daily (1956) 的组合 2,主要有 *Ajacicyathus*, *Coscinocyathus*, *Robustocyathus* 及 *Ajacicyathidae* 的新属,和 Atdabanian 阶可以对比。

在我国西南地区,是三叶虫出现在先,古杯

出现在后,古杯组合在含最古老三叶虫的层位之上出现(表 IV)。最古老的古杯组合称筇竹寺古杯组合,主要属群为 *Aldanocyathus*, *Rotundocyathus*, *Dictyocyathus*, 其中没有 *coscinocyathid* 的分子,共生的三叶虫有 *Yunnanoccephalus*, 相当于筇竹寺阶 *Eoredlichia* 带。其后的是凉水井古杯组合(或称仙女洞或金沙古杯组合),主要有 *Aldanocyathus*, *Rotundocyathus*, *Sibirecyathus*, *Taylorcyathus*, *Coscinocyathus*, *Chengkoucyathus*, *Protopharetra*, *Dictyocyathus* 等,共生的三叶虫有 *Malungia*, *Micangshania*, 相当沧浪铺阶底部的 *Malungia* 带。

Rozanov & Debrenne (1974) 提出了他们对 中国以外世界各地,古杯组合的时代与对比意见,认为摩洛哥最早的古杯组合,相当于西伯利亚地台 Atdabanian 期中期,北美 Montenegro 古杯组合,相当于 Atdabanian 期晚期,摩洛哥和北美的 *Fallotaspis* 是整个 *Fallotaspis* 延限期(range)的晚期,澳大利亚 Wilkawillina 灰岩中的古杯组合,最早超不过 Atdabanian 期。按这个对比意见,西伯利亚地台的 *Profallotaspis* 和 *Fallotaspis*, 是世界上最古老的三叶虫,它早于摩洛哥与北美的最古老三叶虫 *Fallotaspis*。其后,摩洛哥又发现了更古老的三叶虫与古杯组合,且三叶虫的出现早于古杯。Debrennes (1978) 认为新发现的最古老的古杯组合是 Atdabanian 早期的,但非最早期,那里最古老的三叶虫是相当于 Atdabanian 阶最下部的地层。

笔者认为摩洛哥最古老的古杯组合,与我国的凉水井古杯组合有密切的关系,因为这两个组合中占很大比例的 *Aldanocyathus* 和 *Coscinocyathus* 形态相近,摩洛哥特有的 *Agastrocyathus*, 在我国是在凉水井古杯组合之后才出现,摩洛哥的这一古杯组合可能相当或稍迟于我国的凉水井古杯组合。因此,从古杯组合对比的角度看,我国的最古老三叶虫 *Parabadiella* 很可

* Walter (1967), Rozanov & Missarzhevsky (1966) 都不同意此观点,认为这些古杯来自不同的地点,与 Daily 的化石序列无法对比。

能早于摩洛哥最古老的三叶虫。我国的古杯组合与西伯利亚地台上的古杯组合,在对比上存在一定的困难,很可能是由于生物地理区的不同。我国未曾发现过西伯利亚地台及其它地区所有的 *monocyathids*、*nochorocyathids* 和具瘤疱状外壁的古杯;但也有些可作对比的依据,如我国筇竹寺古杯组合中尚无 *coscinocyathids*,凉水井古杯组合中才出现此类古杯,而 *coscinocyathids* 在西伯利亚地台是在 Tommotian 期中期开始出现;西伯利亚地台 Tommotian 的特有分子 *Cambrocyathellus* 在我国仙女洞古杯组合大量出现;*Dictyocyathus* 在西伯利亚地台繁盛于 Tommotian 期中期与晚期,在我国则繁盛于筇竹寺与凉水井古杯组合之中。从目前掌握的材料来看, Tommotian 中、晚期的古杯与凉水井古杯组合最为接近,从这一点看,我国最古老的三叶虫应早于西伯利亚地台的最古老三叶虫。北美的 Montenegro 古杯组合,含不少不规则古杯 (*irregulares*) 和进化类型的规则古杯 (*regulares*),只能和我国鹰咀岩古杯组合或更新的古杯组合相当,北美的 *Fallotaspis* 显然迟于我国的最古老三叶虫。分析一下 Taylor、Bedford 描述过的澳大利亚南部的古杯动物群,可以看到有不少在演化上处于进化类型的分子,如外壁具简单瘤疱的 (*Tumuliolynthus*, *Ethmocoscinus*), 具两层带孔的外壁的 (*Tomocyathus*, *Polycoscinus*), 内壁具复杂环圈的 (*Salairocyathus annulatus*) 或分枝状孔管的 (*Zonacyathus*), 而我国的凉水井古杯组合,缺乏这些进化类型的代表。澳大利亚中部 Todd River 白云岩中的古杯组合和凉水井古杯组合相比,虽 *Aldanocyathus*, *Dictyocyathus*, *Coscinocyathus* 相似,但 *Aruntacyathus* 较进化,此组合可能迟于凉水井古杯组合。同样, Walter 的 Wilkawillina 灰岩中的两个古杯组合,也含有一些进化的古杯,如 *Ethmocyathidae*, *Spirocyathella*, 因而澳大利亚最古老的三叶虫,迟于我国的 *Parabadiella* 这一点,从古杯化石的对比中可得到支持。

四 最古老的三叶虫

从上述世界各地有关古杯组合的对比意见看,我国的 *Parabadiella* 出现最早,是世界上最古老的三叶虫;摩洛哥的最古老三叶虫 *Hupetina* 与 *Lemdadella*, 不迟于西伯利亚地台的 *Profallotaspis* 与 *Fallotaspis*; 北美的 *Fallotaspis* 迟于摩洛哥和西伯利亚地台的最古老三叶虫。

从一些三叶虫的分布看,情况也如此。在最古老的三叶虫群中,分布范围较广的有 *Fallotaspis*, *Bigotina*, *Bigotinops*, *Pagetiellus* (参见表 I、II、III)。 *Fallotaspis* 见于摩洛哥的 I—V 带、西伯利亚地台 Atdabanian 阶底部 *Profallotaspis* 带与北美的 *Fallotaspis* 带。 *Bigotinops* 在摩洛哥见于 I 带,与 *Fallotaspis* 共生,在西伯利亚地台见于 Atdabanian 底部,也与 *Falloataspis* 共生, Tommotian 阶可能也有分布。 *Bigotina* 在西伯利亚地台见于 *Profallotaspis* 带,在澳大利亚的层位相当于 Daily 所分的组合 4—5。 Öpik (1975) 正是依据 *Bigotina* 将澳大利亚的组合 4—5, 与西伯利亚地台相当于 Atdabanian 阶下部的地层、萨扬-阿尔泰区的 Bazaikha 层对比。 *Pagetiellus* 在西伯利亚地台开始出现在 *Profallotaspis* 带,主要分布在此带之后,与 *Nevadella* (此属在北美见于 *Nevadella* 带) *Paedumias* 共生,在摩洛哥则出现于 VI 带,也在 *Fallotaspis* (I—V) 之后出现。 *Daguinaspis* 在摩洛哥出现在 III 带,在 *Bigotinops* 之后,与 *Fallotaspis* 共生,在北美出现在 *Fallotaspis* 带。摩洛哥 I 带中的 *Pararedlichia*, 与我国、澳大利亚的 *Eoredlichia* 相似,被张文堂等(1980)作为一个属的两个亚属。从这些三叶虫的分布,可以看出西伯利亚地台, *Fallotaspis* 出现的时间并不比摩洛哥早,北美 *Fallotaspis* 出现的时间可能迟于摩洛哥,澳大利亚的 *Eoredlichia* 可能早于西伯利亚地台的 *Fallotaspis*, *Profallotaspis*。这与 Rozanov & Debrenne (1974) 根据古杯对比所得的意见有些不同,与上述本文所述的意见并不矛盾。我们的看法与 Daily (1972), Opik

(1975), Sdzuy (1978) 等对三叶虫的研究所得的结论是一致的。

我国最古老的三叶虫, 早于西伯利亚地台的最古老三叶虫这一结论, 还得到了“带壳动物化石”对比与同位素年龄资料的支持。“带壳动物化石”包括了软舌螺类、似软舌螺类、单瓣类、腹足类、喙壳类、托马特壳类及其它一些分类位置不明的壳片, 它们在寒武纪早期地层的对比, 也起着重要的作用。与仙女洞或金沙古杯组合共生的带壳动物化石, 有 *Circotheca*, *Trapezotheca*, *Anabarella*, *Bemella*, *Igorella*, *Latouchella*, *Tommotia*, *Fomitchella* 及 *Chancelloria* 等, 这些化石主要分布在或仅仅限于西伯利亚地台的 Tommotian 阶, 从同位素年龄的资料看, 我国宜昌含三叶虫的水井沱组底部 (可能相当于 *Eoredlichia* 带上部) 的同位素年龄值为 6.13 ± 0.23 亿年, 昆明王家湾筇竹寺组底部的年龄值为 6.03 ± 0.31 亿年, 而西伯利亚 Aldan 河畔 *Aldanocyathus sunnaginicus* 带之底的同位素年龄值为 5.78 亿年, 西伯利亚寒武系底的同位素年龄值为 5.5—5.75 亿年。我国含三叶虫层的同位素年龄值大于西伯利亚“前三叶虫层”的年龄(所取衰变常数不同所产生的影响已考虑在内)。

五 结 语

从多方面情况来看, *Parabadiella* 是迄今所知世界上最古老的三叶虫, 最低的三叶虫层位是在我国西南地区。在这个地区, 最低的三叶虫层位之下, 还有世界上最古老的带壳动物化石组合, 它老于西伯利亚地台 Tommotian 阶的带壳动物化石组合, 把寒武系的底界放在梅树村阶的底比放在 Tommotian 阶之底合适。

认为 *Parabadiella* 是世界上最古老的三叶虫, 并不意味着在这之前就没有三叶虫存在, 种种迹象*表明, 在此之前相当长的时期, 三叶虫早已存在, 不过那时它的外壳可能不利于保存, 因而未能成为化石保存下来。从前寒武纪末到寒武纪初, 三叶虫和其它动物的发展经历了一大转折, 壳体中的钙质成份大量增加, 导致能保

存成为化石。 *Parabadiella* 不过是迄今所知最早能保存成为化石的三叶虫, 随着研究工作的深入, 情况或许会有所变化。

参 考 文 献

- 王宝琛, 1980: 昆明市晋宁王家湾震旦系剖面——兼论云南东部震旦系的划分。地质论评, 26 卷 1 期, 1—6 页。
- 马国干、李华芹、薛啸峰, 1980: 映东地区震旦系同位素年龄及我国震旦系地质年表的讨论。中国地质科学院院报, 宜昌地质矿产研究所分刊, 1 卷 1 号, 39—55 页。
- 卢衍豪、朱兆玲、钱义元、林焕令、周志毅、袁克兴, 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, 27—116 页。
- 李善姬, 1980: 四川西部峨眉老九洞组三叶虫。古生物学报, 19 卷 1 期, 42—50 页。
- 罗惠麟、蒋志文、徐重九、宋学良、薛啸峰, 1980: 云南晋宁梅树村、王家湾震旦系—寒武系界线研究。地质学报, 52 卷 2 期, 95—111 页。
- 张文堂、袁克兴、周志毅、钱逸、王宗哲, 1979: 西南地区的寒武系。西南地区碳酸盐生物地层。科学出版社。39—107 页。
- 张文堂、卢衍豪、朱兆玲、钱义元、林焕令、周志毅、章森桂、袁金良, 1980: 西南地区寒武纪三叶虫动物群。科学出版社。
- 袁克兴、章森桂, 1980: 华中—西南区早寒武世古杯化石。古生物学报, 19 卷 5 期, 380—392 页。
- 钱义元、陈旭, 1978: 四川峨眉山地区的寒武—奥陶系。地质学报, 52 卷 2 期, 124—134 页。
- 湖北省地质局三峡地层研究组, 1978: 映东地区震旦纪至二叠纪地层古生物。地质出版社。
- Cowie, J. W., 1971: Lower Cambrian faunal provinces. *Geol. Jour. Spec. Issue*, (4), p. 31—46.
- & Glaessner, M. F., 1975: The Precambrian-Cambrian boundary: A symposium. *Earth-Sci. Rev.*, 11, p. 209—251.
- Daily, B., 1956 The Cambrian in South Australia. XX Congreso Geol. Internacional, Mexico. El sistema Cambrico su paleogeografia y el problema de su base. 2, p. 91—147.
- , 1972: The base of the Cambrian and the first Cambrian faunas. Centre for Precambrian Research. University of Adelaide, Special Paper 1, p. 13—42.
- Debrenne, F., 1964: Archaeocyatha. Contribution a l'etude des faunes cambriennes du Maroc de Sardaigne et de France. *Note Mem. Serv. Geol. Maroc*, 179.
- Debrenne, F., 1969: Lower Cambrian archaeocyatha

* 印痕化石 *Rusophycus* (一种由三叶虫停留而形成的化石) 的存在; 萨扬—阿尔泰褶皱区的 *Базань* 层下部未见有三叶虫化石, 在其上部“突然”见到了 19 属的三叶虫; 在原来认为“无三叶虫”的 Tommotian 阶中现已找到了三叶虫。如此等等, 都是迹象的组成部分。

- from the Ajax Mine, Beltana, South Australia. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. (Geol.)*, 17, p. 297—376.
- & Debrenne, M., 1978: Archaeocyathid fauna of the lowest fossiliferous levels of Tiout (Lower Cambrian, Southern Morocco), *Geol. Mag.* 115, (2), p. 101—120.
- Fritz, W. H., 1972: Lower Cambrian trilobites from the Sekwi Formation type section, Mackenzie Mountains, Northwestern Canada. *Geol. Surv. Can., Bull.* 212, p. 1—90.
- Gangloff, R. A., 1976: Archaeocyatha of Eastern California and Western Nevada. *Depositional Environments of Lower Paleozoic Rocks in the White-Inyo Mountains, Inyo County, California. Pacific Coast Paleogeography Field Guide*, 1, p. 19—30. Los Angeles, California.
- Handfield, R. C., 1971: Archaeocyatha from the Mackenzie and Cassiar Mountains, Northwest Territories, Yukon Territory and British Columbia. *Geol. Surv. Can., Bull.* 201, p. 1—111.
- Hupé, P., 1960: Sur le Cambrien inférieur du Maroc. XXI Internat. Geol. Congr., Copenhagen, Part VIII, p. 75—85.
- Kabayashi, T., 1972: The Faunal Provinces in the Early Cambrian Period. *Proc. Jap. Acad.*, 48, (4), p. 242—247.
- Kruse, P. D. & West, P. W., 1980: Archaeocyatha of the Amadeus and Georgina Basins. *BMR Jour. Aust. Geol. Geophys.* 5, p. 165—181.
- Meek, E. H. & Gangloff, R. A., 1969: Stratigraphic Distribution of Archaeocyathids in the Silver Peak Range and the White and Inyo Mountains, Western Nevada and Eastern California. *J. Paleont.* 43, (3), p. 716—726.
- Nelson, C. A., 1978: Late Precambrian-Early Cambrian stratigraphic and faunal succession of Eastern California and the Precambrian-Cambrian boundary. *Geol. Mag.*, 115, (2), p. 121—126.
- Öpik, A. A., 1975: Cymbric Vale Fauna of New South Wales and Early Cambrian Biostratigraphy. Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, *Bull.* 159, p. 1—65.
- Rozanov, A. Yu. & Debrenne, F., 1974: Age of archaeocyathid assemblages. *Amer. Jour. Sci.*, 274, p. 833—848.
- Sdzuy, K., 1978: The Precambrian-Cambrian boundary beds in Morocco (Preliminary Report). *Geol. Mag.*, 115, (2), p. 83—94.
- Walter, M. R., 1967: Archaeocyatha and the biostratigraphy of the Lower Cambrian Hawker Group, South Australia. *Jour. Geol. Soc. Australia*, 14, pt. 1, p. 139—152.
- Zhuravleva, I. T., 1970: Marine faunas and Lower Cambrian stratigraphy. *Amer. Jour. Sci.*, 269, p. 417—445.
- Егорова Л. И. и Савицкий В. Е., 1969: Стратиграфия и биофауна кембрия Сибирской платформы. Западное Прианбарье. изд. «Недра», Москва. стр. 1—277.
- Журавлева И. Т., Коршунов, В. И. и Розанов А. Ю., 1969: Атабанский ярус и его обоснование по археоциатам в стратигическом разрезе. в сб. «Биостратиграфия и палеонтология нижнего кембрия Сибири и Дальнего Востока». (1), изд. «Наука». Москва. стр. 5—59.
- Репина Л. Н., Хоментовский В. В., Журавлева И. Т. и Розанов А. Ю., 1964: Биостратиграфия нижнего кембрия Саяно-Алтайской складчатой области. Изд. «Наука». Москва. стр. 5—150.
- Репина Л. Н., Лазаренко Н. П., Мешкова Н. П., Коршунов В. И., Никифоров Н. И. и Аксарина Н. А., 1974: Биостратиграфия и фауна нижнего кембрия Хараулаха (хр. Туора-Сис). Тр. Института Геологии и Геофизики. (235), изд. «Наука», Москва. стр. 1—240.
- Розанов А. Ю., 1973: Закономерности морфологической эволюции археоциат и вопросы ярусного расчленения нижнего кембрия. Тр. Геол. Инст., (241), Изд. «Наука», Москва, стр. 87—152.
- Федоров А. Б., Егорова Л. И. и Савицкий В. Е., 1979: Первая находка древнейших трилобитов в нижней части стратотипа Томмотского яруса нижнего кембрия р. Алдан Доклады АН СССР, 249, (5), 1979, стр. 1188—1190, рис. стр. 1118—1119.
- Хоментовский В. В. и Репина Л. Н., 1965: Нижний кембрий стратигического разреза Сибири. Изд. «Наука». Москва, стр. 1—199.

[1981年7月6日收到]

OLDEST TRILOBITE IN THE WORLD AND CORRELATION OF SOME ARCHAEOCYATHID ASSEMBLAGES

Zhang Sen-gui

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

Abstract

This paper briefly discusses the oldest trilobite in the world. Trilobites are very important in Cambrian biostratigraphy, as the first occurrence of trilobites has been regarded as the beginning of Cambrian. However, it now appears that the older trilobite genera tend to be provincial during the early Early Cambrian. *Parabadiella*, *Hupetina* and *Lemdadella*, *Profallotaspis* and *Fallotaspis*, *Eoredlichia*, *Fallotaspis* are the oldest trilobites in China, Morocco, the Siberian Platform, Australia and North America respectively (Tables 1, 2, 3, 4). The endemic oldest trilobites offer little chance of precise intercontinental correlation. Therefore, which trilobite is the oldest have been a problem up to now. It seems to the writer that the problem cannot be solved, unless the time-correlation is adopted by using the biologic groups, such as archaeocyatha, small shelly fossils and others (isotopic dating, etc.). Archaeocyatha is an important fossil for the division and correlation of the Lower Cambrian, for the archaeocyatha-bearing beds in the areas mentioned above are just overlying

or underlying trilobite-bearing horizons. As to the archaeocyatha, in my opinion, the oldest fauna of Morocco, the assemblage of the lowest Atdabanian in the Siberian Platform and the assemblage in Australia (equivalent to Daily's Cambrian Faunal Assemblage No. 2) are all younger than the Liangshuijing Assemblage of Southwest China. Furthermore, the archaeocyathid assemblage of the Montenegro Member in North America with abundant irregular archaeocyathids is also younger than the Assemblage of Southwest China. In this regard, the author would like to say that *Parabadiella* of China is the oldest trilobite in the world, while *Hupetina* and *Lemdadella* of Morocco are older than *Fallotaspis* of North America and *Profallotaspis* and *Fallotaspis* of the Siberian Platform. This conclusion does not conflict with the opinions of Daily (1972), Opik (1975) and Sdzuy (1978), based on the distribution of some trilobites, and it is also confirmed by the correlation of small shelly fossils between Siberia and China and by the data of absolute age as well.