地 质 学 报
1986 年 ACTA GEOLOGICA SINICA 第 4 期

华南长兴期菊石动物群的分区及演化特点

杨逢清 张义杰
(武汉地质学院) (新疆石油管理局地质勘探开发研究院)

华南长兴期菊石非常发育,计有11个科、33个属和154个种。它们分布在华南的南部和北部亚区,中部很少。南、北两亚区又根据菊石带发育情况和岩性特点分成6个小区。形成上述分布的因素可能是古地理环境和沉积相。华南长兴期菊石演化的特点是阶段性十分明显,其演化的历史是"爆发性"辐射、稳定演化和大量灭绝的交替进行史。大量绝灭和"爆发式"辐射的交替常常出现在阶(或亚阶)的界线上。

晚二叠世长兴期菊石动物群仅发现于苏联外高加索卓勒法[1] (Dzhulfa)、伊朗北部库-依-阿里巴什 (Kuh-e-Ali Bashi) 和中部阿巴德 (Abadeh) 地区[2] 及我国华南等地[3-5]的特提斯海域,尤以华南地区最为发育。据我们统计有11个科、33个属、154个种,遍布我国南部各省、自治区。长兴期菊石地理分布广,演化迅速,阶段性明显。据菊石在地层中的垂直分布情况,长兴阶可分出两个菊石带:下长兴亚阶的 *Tapashanites-Shevyrevites* 带(简称下带),主要成员除带化石外,还有 *Pseudostephanites*, *Sinoceltites*, *Mingyuexiaceras*, *Paratirolites* 等,此带可与赵金科等(1980)的 *Paratirolites-Shevyrevites* 带和 *Tapashanites-Pseudostephanites* 带相对比;第二个带为上长兴亚阶的 *Pseudotirolites-Rotodiscoceras* 带(称上带),主要分子尚有 *Pleuronodoceras*, *Dushanoceras*, *Pernodoceras* 等,相当于赵金科等的 *Rotodiscoceras* 带和 *Pseudotirolites-Pleuronodoceras* 带。两个带的菊石化石,据笔者目前掌握的资料,产地已有90余处。它们在华南的地理分布及演化,都有其一定的特点。本文试对上述两个方面作一些探讨。

一、华南长兴期菊石的地理分区

长兴期菊石在华南区 (province) 相对的集中于南部和北部。根据菊石面貌的差异,可分为两个亚区 (subprovince),贵阳—长沙—上饶一线之南为南亚区,此亚区菊石丰富,产于50余处;川北马角坝—黄石—杭州一线之北为北亚区,菊石分布于30余处,较富集;夹于两线之间的中部亚区菊石很少(图1)。

南、北两亚区的菊石动物群有明显的差异。如两亚区的菊石种,共有种27个,而南亚区独有种87个,北亚区独有种38个(表1)。除数量上的差异外,两个带的带化石 (*Pseudotirolites*, *Tapashanites*) 在两亚区的发育程度亦有很大的不同。南亚区的上长兴亚阶普遍含有 *Pseudotirolites*, 数量大,种类繁多。而北亚区此属并不十分繁盛,浙江长兴大煤

本文1985年10月收到,1986年4月改回,萧品芳编辑。

山的长兴阶典型剖面中，未发现此属。川北广元地区的剖面中，仅发现少量的 *Pseudotirolites*, *Pleuronodoceras*，它们常被与它们较相似的 *Chaotianoceras* 为主的菊石群所代替[3]。下长兴亚阶的带化石 *Tapashanites* 在北亚区十分发育，有 11 个种，而南亚区种数相对较少，仅有 6 种。

南、北两亚区内又根据二个菊石带的发育情况及沉积岩的特点，各分为 3 个小区（图 1）：

1. 南亚区（I）

(1) 黔中桂北小区（I_1） 岩性以硅质岩和灰岩为主，常常是硅质岩在上，灰岩在下。菊石群以上带为主，仅在局部地区如安顺轿子山发现下带分子 *Abichites*, *Paratirolites*, *Shevyrevites*。但是未见华南长兴期下带的主要分子 *Tapashanites*, *Pseudostephanites*, *Sinoceltites*, *Mingyuexiaceras*。

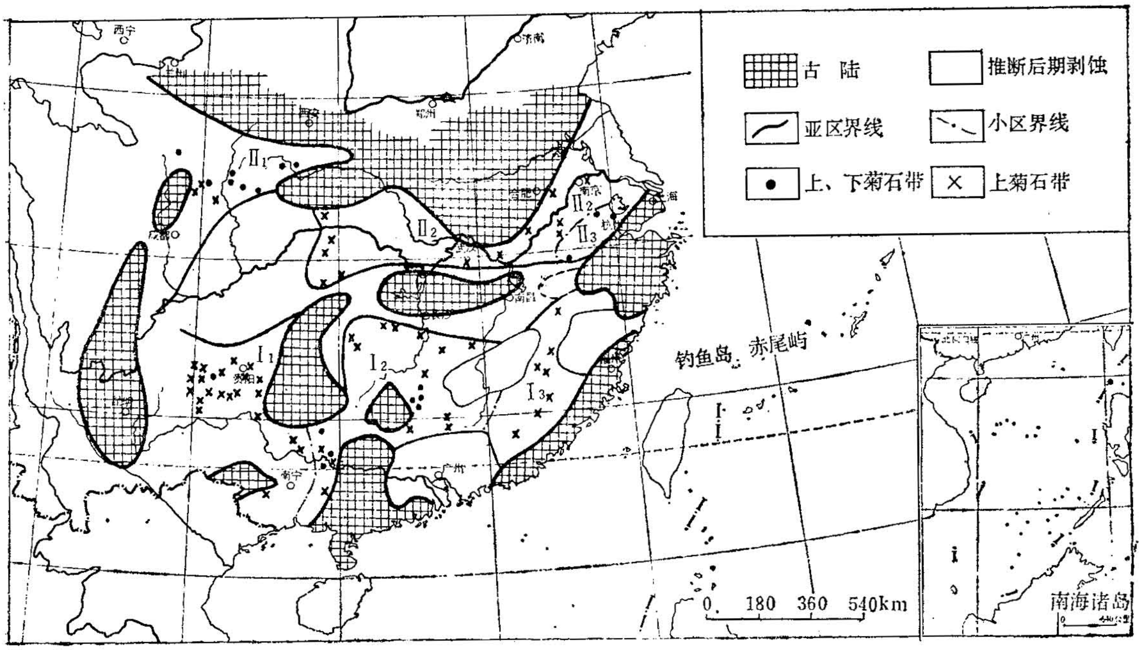


图 1 华南晚二叠世晚期菊石分区略图

I_1 黔中、桂北小区；I_2 桂东北、湘中、湘南小区；I_3 闽西小区；II_1 川北广元小区；II_2 鄂、皖、苏小区；II_3 浙北长兴小区

Fig. 1 Sketch map of distribution of late Late Permian ammonoids of South China

I_1 central Guizhou and northern Guangxi area I_2 north eastern Guangxi, central and Southern Hunan area I_3 western Fujian area II_1 Guangyuan of northern Sichuan area II_2-Hubei, Anhui, Jiangsu area II_3 Changxing of northern Zhejiang area

(2) 桂东北、湘中、湘南小区（I_2） 沉积岩以硅质碳酸盐岩为主，局部地区发育碎屑岩。菊石的上、下带都较发育，其中，上带的属种数量众多。湘中地区仅有上带。

(3) 闽西小区（I_3） 以海相碎屑岩为主，夹有灰岩。菊石仅发现上带分子，属种单调，常见的是 *Pseudotirolites*, *Pleuronodoceras*。

2. 北亚区（II）

表 1　华南长兴期菊石南、北亚区共同种、独有种统计表

Table 1　Statistice of common and special species of Changxingian ammonoid in southern and northern subprovince of South China

南亚区独有种（87）	南、北亚区共同种（27）	北亚区独有种（38）
Abichites (1)	*Chaotianoceras* (1)	*Changhsingoceras* (2)
Chaotianoceras (1)	*Mingyuexiaceras* (2)	*Chaotianoceras* (6)
Huananoceras (5)	*Pleuronodoceras* (4)	*Dushanoceras* (2)
Laibinoceras (1)	*Pseudogastrioceras* (4)	*Longmenshanoceras* (2)
Liuchengoceras (3)	*Pseudostephanites* (1)	*Pachydiscoceras* (1)
Mingyuexiaceras (2)	*Pseudotirolites* (6)	*Pentagonoceras* (1)
Pachydiscoceras (4)	*Rotodiscoceras* (2)	*Pernodoceras* (1)
Paratirolites (1)	*Sinoceltites* (3)	*Pleuronodoceras* (3)
Pleuronodoceras (17)	*Tapashanites* (3)	*Pseudogastrioceras* (2)
Penglaites (3)	*Xenodiscus* (1)	*Pseudostephanites* (2)
Pentagonoceras (5)		*Pseudotirolites* (1)
Pernodoceras (4)		*Rotodiscoceras* (1)
Pseudogastrioceras (3)		*Shangsites* (1) (MS.)
Pseudotirolites (14)		*Sinoceltites* (2)
Qianjiangoceras (3)		*Stacheoceras* (1)
Qinglongites (4)		*Tapashanites* (8)
Rongjiangoceras (1)		*Trigonogastrites* (1)
Rotodiscoceras (7)		*Shangsilites* (1)
Schizoloboceras (1)		
Shevyrevites (1)		
Sinoceltites (2)		
Tapashanites (3)		
Xenodiscus (1)		

注：括号内表示种的数量

（1）川北广元小区（II_1）　岩性以硅质灰岩为主，顶部具碳酸盐岩。上、下两个菊石带十分发育，尤以 *Tapashanites*, *Chaotianoceras* 最为繁盛。

（2）鄂、皖、苏小区（II_2）　以硅质岩和硅质泥岩为主，仅发现菊石的上带，属种亦较单调。

（3）浙北长兴小区（II_3）　碳酸盐岩沉积，上、下两个菊石带较发育。

华南长兴期菊石地理分区的形成，可能与下列两个因素有关。

1. 古地理环境的控制　晚二叠世晚期，华南海是一个障壁发育的陆表海，其内部又被多个岛屿或隆起相分隔，造成一定程度上的地理阻隔，对小区间菊石群的分异起着某种作用。再者，当时华南海中部发育着东西向的碳酸盐台地（中亚区），其台地的岩性，生物的生态和类别与现代碳酸盐台地研究的资料相比，长兴期的碳酸盐台地应属于陆表海潮下带上部，水浅，水动力较强，这种环境不适宜菊石的生长。因此，中亚区菊石很少。相对在台地两侧至古陆边缘的海域，海水较深，水动力很弱。据现代鹦鹉螺喜生活在较深而温暖的静水中，推知，上述碳酸盐台地两侧的海域环境是适合于菊石生活的。因而由碳酸盐台地相隔开的南、北亚区菊石十分丰富，而且呈现出明显的分异也是自然的。但必须说明的是碳酸盐台地局部水较深的地区，菊石同样很发育，长兴的局限海碳酸盐台地就是这样的

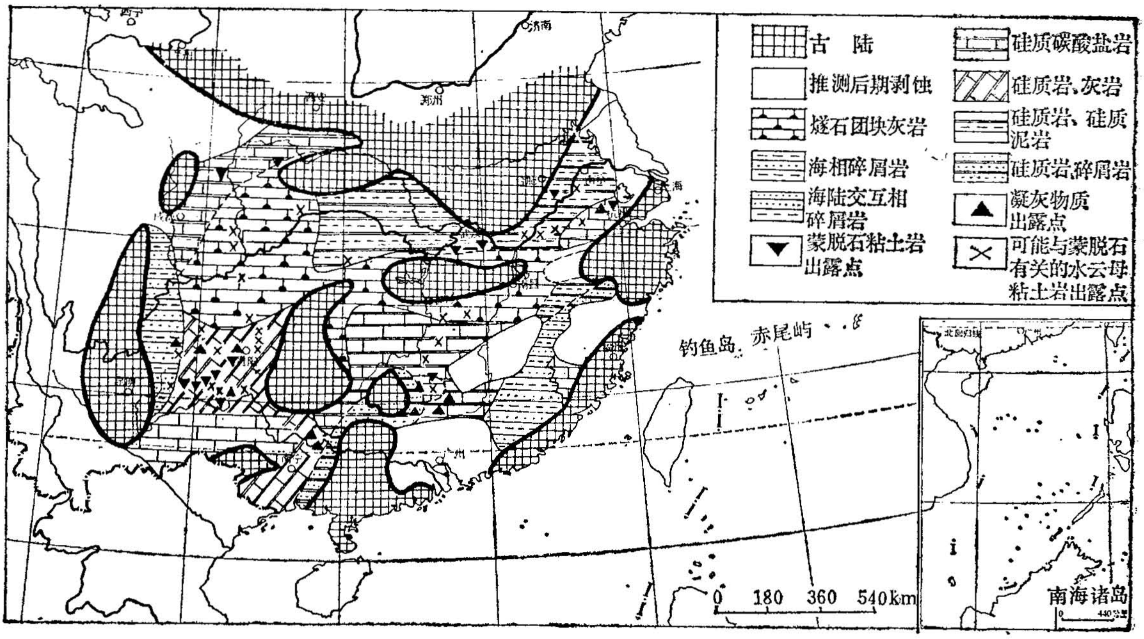


图 2 华南晚二叠世晚期岩相略图和凝灰岩及其有关沉积物质产出点
(据武汉地质学院二叠-三叠系界线工作组)
Fig. 2 Sketch map of lithofacies and distribution of tuff and related deposits of the late Late Permian in South China (from Permo-Triassic boundary group of Wuhan College of Geology)

一个例子。

2. 沉积相的控制 华南长兴期南、北亚区的大多数岩层内含有硅质物，形成硅质岩、硅质碎屑岩和硅质碳酸盐岩(图 2)。据武汉地质学院二叠—三叠系界线工作组对沉积岩的研究[1]，认为硅质沉积物的形成环境很可能是不畅通的陆表海滞流水域环境。硅质主要来自火山物质。火山物质一部分以火山碎屑岩沉积，另一部分在海水中水解产生游离的 SiO_2，在合适的温压和 pH 值条件下，SiO_2 过饱和而沉积形成硅质岩。如果水中有碎屑物质或碳酸钙物质，SiO_2 就吸附在碎屑上或碳酸钙物质上，形成硅质碎屑岩和硅质碳酸盐岩。长兴期菊石大部分保存在与火山物质水解有关而形成的硅质岩、硅质碎屑岩和硅质碳酸盐岩中，与硅质沉积物的关系非常密切(图 3)。由此可推知形成硅质沉积物的滞流水域，平静而温暖的水体和 pH 值较低的环境也是当时菊石生活的有利环境，致使一度达到极盛。这种环境对底栖生物是不利的，因而只有少量的腕足和双壳类与菊石伴生。反之，不含硅质或硅质含量很少的岩层内，保存的菊石化石数量少，种类也少，含菊石的层位更少。闽西长兴期海相碎屑岩内仅含少量的菊石，就是一个例证。

综上所述，长兴期菊石与硅质沉积物有着亲密的关系，而硅质沉积物的形成又与火山物质有关。因此，火山物质发育的地区往往也是菊石繁盛的地区。图 1.2 就可证明这一点。华南地区长兴期凝灰岩及其有关的沉积物质分布相当广泛，其中尤以贵州、广西、湖

1) 华南二叠系-三叠系界线地层及动物群(印刷中)

南最为发育，苏、浙、皖及川北也有不少分布。这种分布与菊石繁盛的地区是吻合的。

二、长兴期菊石演化的特点

晚二叠世菊石的演化，赵金科等[3]提出了以科属为单位的演化模式，我们在模式中加进了近几年来发现的新属，综合概略如图 4。从图上可看出菊石演化的阶段分异性十分明显。晚二叠世早期的 Anderssonoceratidae 科和 Araxoceratidae 科的成员几乎都在吴家坪阶的上部或顶部灭绝，仅有个别属如 *Konglingites* 延伸至长兴阶；长兴早期的 Tapashanitidae 科仅限于下长兴亚阶；而上长兴亚阶主要是 Pseudotirolitidae 科和 Pleuronodoceratidae 科的分子。各时期菊石特征分异清楚，阿拉斯菊石科和安德生菊石科壳体外卷至半外卷，盘状或轮状，脐缘凸，腹部具腹棱，壳表饰以细生长纹，缝合线为棱菊石式或齿菊石式。大巴山菊石科壳外卷，呈盘状，腹部穹圆，侧面饰有横肋纹，内部旋环具瘤状肋，齿菊石式缝合线。假提罗菊石科和肋瘤菊石科的壳形、壳饰和缝合线与大巴山菊石科相似，但前者横肋的外端在腹侧缘处结为瘤状物，具腹中棱。上述菊石演化的阶段性特点在华南晚二叠世菊石新生、绝灭的曲线图(图 5) 上，也呈现得很清晰，各时期菊石属种的绝灭数和新生数都超过其属种总数的一半以上，其新生和绝灭的曲线图形基本一致。大量的新生又有大量的绝灭，标志着一个旧时期的结束，一个新时期的开始。从而可看出菊石演化基本上沿着"爆发式"新生—稳定持续演化—突然大量灭亡的阶段性模式进行。形成这种模式的原因，是一个值得探索的问题。下面对"爆发式"新生和大量灭绝的问题谈一些粗浅的看法。

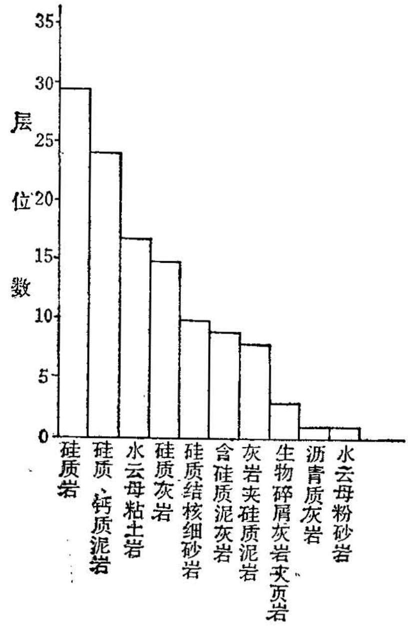


图 3　华南长兴期含菊石的岩性层位统计图

Fig. 3　Statistics diagram of lithohorizon bearing Changxingian ammonoid in South China

所谓"爆发式"新生是指地质上可以忽略不计的短时间内大量形成新种。这种实例较多，如华南晚二叠世各时期产生的菊石新种数远远超过旧种的留存数(图 6)。又如广西来宾蓬莱滩剖面晚长兴期初，菊石出现 9 个属 31 个种，只有一个属是由早长兴期延续来的。K. J. Müller[1)] (1957) 对 597 个菊石属的统计，属的平均延续年龄为 1—3Ma，种的延续时间平均为 1Ma。从地质年表上查得晚二叠世延续 30Ma，以长兴期延续约 15Ma，每个亚期延续约 7.5Ma 计，晚长兴期出现 87 个菊石新种，则菊石新种的平均增加速度为几万余年 (平均几万余年出现一个新种)。一般估计[6]菊石类种的纯增加速度大约每 Ma 为 0.5 个种。两者相比，前者的成种速率比后者快许多倍。迅速而大量形成新种的原因，用传统的物种形成论——物种变异经过自然选择，逐步积累性状分歧，然后形成新种的理

1) 据殷鸿福编的头足纲专题教材 (1964)

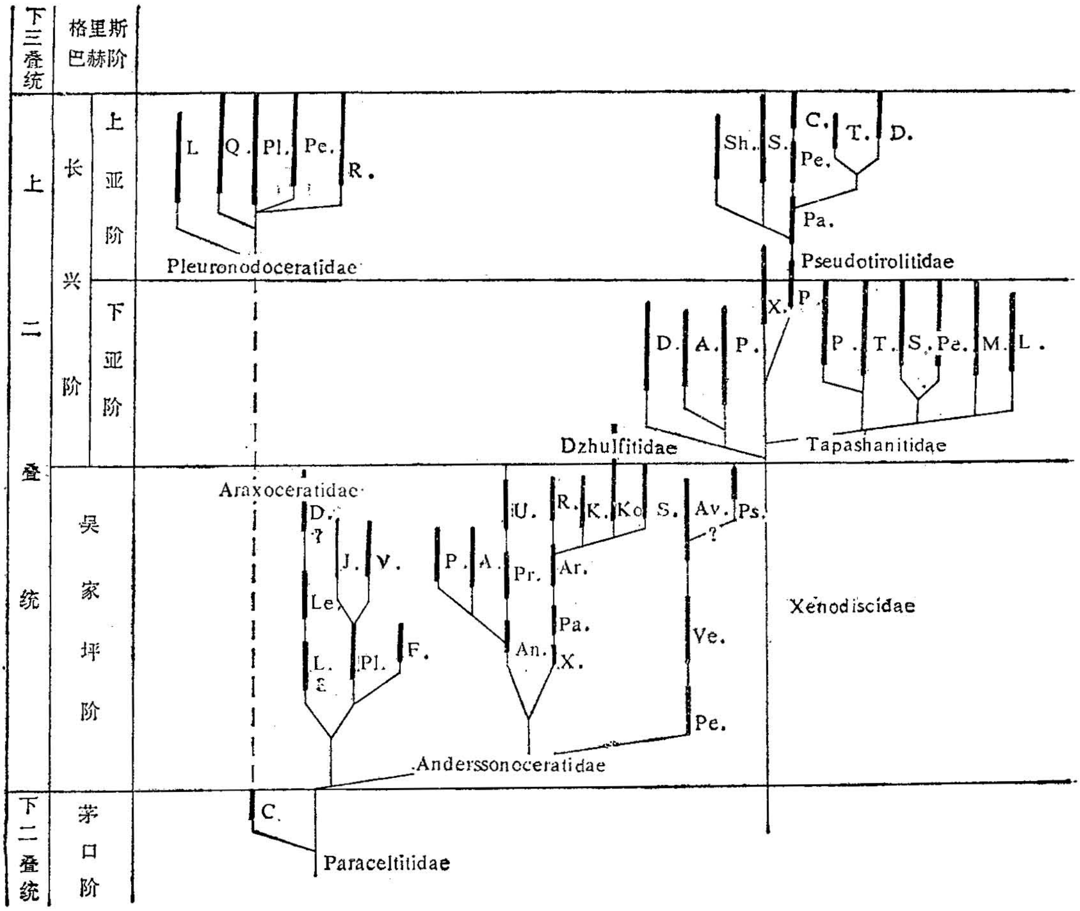


图 4 华南晚二叠世菊石重要科、属演化图(据赵金科等，1978，略编绘)

Fig. 4 Evolution of main families of Late Permian ammonoid in South Chian

(after Zhao ginke et al., 1978)

Paraceltitidae: *C. Cibolites*

Anderssonoceratidae: *L. Leptogyroceras, Le. Lenticoceltites, Pl. Planodiscoceras, F. Fenchengoceras, An. Anderssonoceras X. Xiangulingites, Pa. Pachyrotoceras, Pe. Pericarinoceras*

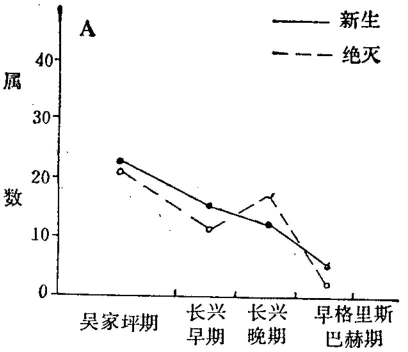
Araxoceratidae: *D. Dzhulfoceras, J. Jinjiangoceras, V. Vescotoceras, P. Periptychoceras, A. Anfuceras, Pr. Prototoceras, U. Urartoceras, Ar. Araxoceras, R. Rotaraxoceras, K. Kiangsiceras, Ko. Konglingites, S. Sanyangites, Ve. Vedioceras, Av. Avushoceras, Ps. Pseudotoceras*

Dzhulfitidae: *D. Dzhulfites, A. Abichites, P. Paratirolites*

Tapashanitidae: *P. Pseudostephanites, T. Tapashanites, S. Sinoceltites, Pe. Penglaites* (MS.), *M. Mingyuexiaceras, L. Laibinoceras* (MS.)

Pseudotirolitidae: *Sh. Shangsites* (MS.), *S. Schizoloboceras, P. Pseudotirolites, Pa. Pachydiscoceras, Pe. Pernodoceras, C. Chaotianoceras, T. Trigonogastrites, D. Dushanoceras*

Pleuronodoceratidae: *L. Longmenshanoceras, Q. Qianjiangoceras, Pl. Pleuronodoceras, Pe. Pentagonoceras, R. Rotodiscoceras*



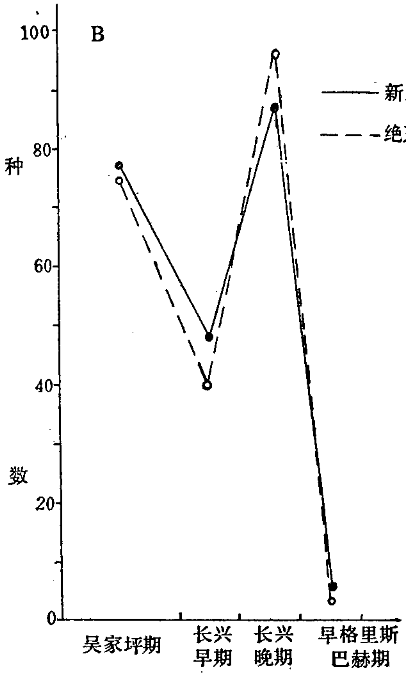


图 5 A	吴家坪期	长兴期		早格里斯巴赫期
		早期	晚期	
属总数	23	17	18	6
绝灭属数	21	11	17	2
新生属数	23	15	12	5

图 5 B	吴家坪期	长兴期		早格里斯巴赫期
		早期	晚期	
种总数	77	50	97	6
绝灭种数	75	40	96	3
新生种数	77	48	87	5

图 5　华南晚二叠世菊石属（A）、种（B）新生绝灭曲线图

Fig. 5　Broken-line graph of extinction and origination of Late Permian ammonoid (genera-A, species-B) in South China

论，难以解释清楚。而用新的演化理论——间断平衡论[7]来解释，则能得到较圆满的回答。根据间断平衡论，大多数物种不是渐变式的形成，而是在短时间内通过突变而形成。形成的机制不是自然选择，而是基因突变。一旦新种属形成，可在相当长时间内保持稳定。晚二叠世各时期的菊石“爆发式”地出现许多新属、新种，并演变出一些新科。这些科、属、种的出现，除需要一定的地理隔离外，主要与菊石本身的基因突变有关。但必须指出的是，虽大部分物种形成是通过突变，也有少部分的新种，可以经过渐变而形成，如 *Pseudotirolites* 在早长兴期末开始出现。此时个体较小，肋瘤较弱，数量少，呈现出原始的状态。以后逐渐演化至晚长兴期，此属达到了繁盛的顶峰。个体大，肋瘤高度发育，种的数量亦多，成为菊石群的主体。由上可知，新种形成中，突变与渐变不是截然相对立的，突变中包含着渐变的因素，仅是以快速的突变为主。

突然大量绝灭的现象在长兴期菊石的演化中，也表现得十分清晰(图 7)。华南晚二

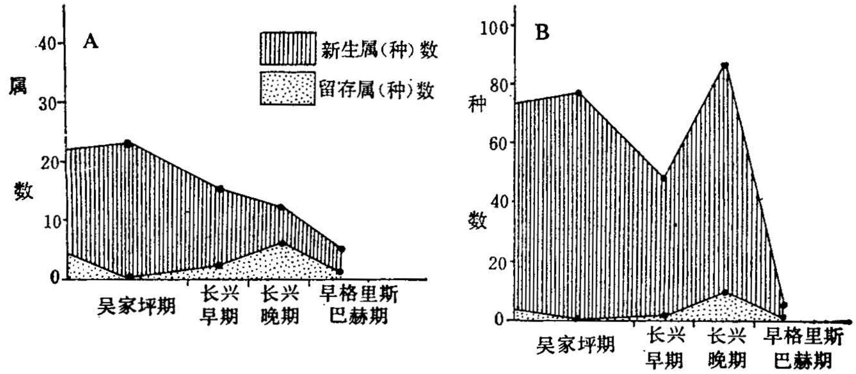


图 6A	吴家坪期	长兴期		早格里斯巴赫期
		早期	晚期	
新生属数	23	15	12	5
留存属数	0	2	6	1

图 6B	吴家坪期	长兴期		早格里斯巴赫期
		早期	晚期	
新生种数	77	48	87	5
留存种数	0	2	10	1

图 6 华南晚二叠世菊石属（A）、种（B）新生留存比较图

Fig. 6 Comparison diagram of survival and origination of Late Permian in South China

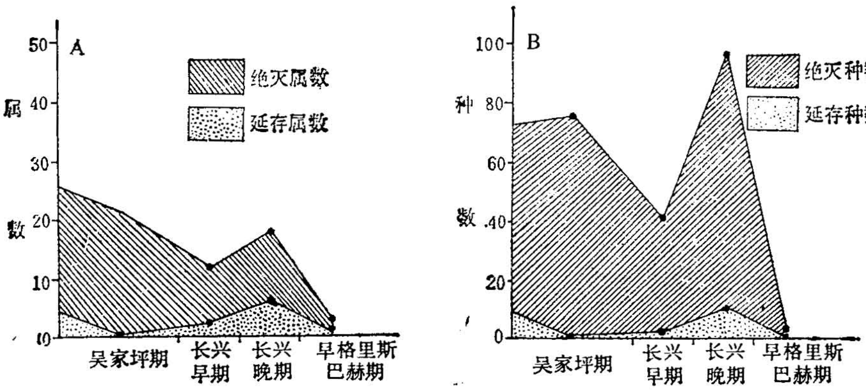


图 7A	吴家坪期	长兴期		早格里斯巴赫期
		早期	晚期	
绝灭属数	21	11	17	2
延存属数	0	2	6	1

图 7B	吴家坪期	长兴期		早格里斯巴赫期
		早期	晚期	
绝灭种数	75	40	96	3
延存种数	0	2	10	1

图 7 华南晚二叠世菊石属（A）、种（B）绝灭延存比较图

Fig. 7 Comparison diagram of survival and extinction of Late Permian of South China

叠世各期菊石的灭绝数大大超过延存数。广西来宾蓬莱滩剖面早长兴期末的 9 个属 18 个种中，除 *Pseudotirolites* 延存外，其余全部灭绝。至长兴期末，9 个属 32 个种全部灭绝。S. M. Stanley 和 D. M. Raup[8] 提出某个类别的绝灭速率是这个类别平均持续期

的倒数。如某类别 5 种的平均持续期为 5Ma，5 个种随时间均匀分布，在每 Ma 的间隔中有一个种绝灭，因此它的绝灭速率是每 Ma0.2，可看作每 Ma 绝灭 1/5（图 8）。前已述及菊石种的持续期为 1Ma，因而它的绝灭速率为每 Ma 绝灭 1 个种。按这个绝灭速率与早长兴期（40 个种绝灭）和晚长兴期（96 个种绝灭）的绝灭率相比，后者可称得上突然大量灭绝。

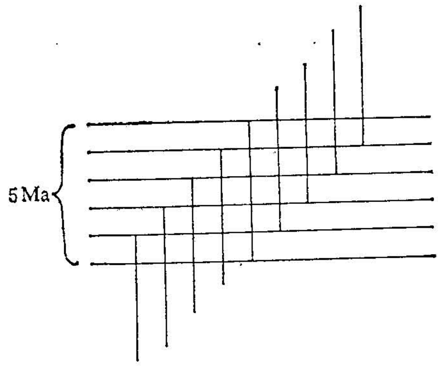


图 8　生物绝灭速率与持续期的关系图
（据 D. M. Raup 和 S. M. Stanley, 1978）
Fig. 8 Relation diagram of extinction rate and duration of organism (from D. M., Raup and S. M., Stanley, 1978)

对于生物突然大量灭绝的原因，有着各种不同的学说。与菊石大量灭绝有关的有下列几种。

许多学者认为海退是造成菊石大量灭亡的原因。W. J. Kennedy[9] 指出，菊石的适应辐射、绝灭同海平面的变化有显著的一致性。晚二叠世、晚三叠世、晚侏罗世和晚白垩世的几次大规模海退均伴以菊石大规模的绝灭。反之，适应辐射则与重新海侵相联系。

S. M. Stanley[6] 认为“成种和绝灭速率高的类别易遭受大量绝灭”。他用假设的例子说明了这一点。他假设两个成种和绝灭速率不同而纯增长速率相同的类别，都经恶劣的环境之后，绝灭速率增加两倍，而成种速率仅为原速率的一半。原来绝灭速率和成种速率高的类别迅速绝灭，而低的类别能渡过难关，然后开始辐射。菊石是成种和绝灭速率高的类别，自然易遭大量灭绝。

另外有些学者提出磁极反转、外星体撞击等事件造成了各类生物的大量灭亡，菊石也不例外。

笔者认为长兴期菊石突然大量绝灭除上述原因外，还有以下两点：一是由于突变，菊石在不同的时期大量形成新种。新类型的生存能力往往超过旧类型。因此，新类型的迅速发展必然造成旧类型的迅速绝灭；二是外界环境的变化。晚二叠世早期的菊石大多数保存在泥砂岩及煤系内，反映当时海水比较浅。至长兴期海水相对加深，而且形成了有利于硅质沉积的环境。环境的改变，致使 Anderssonoceratidae 科和 Araxoceratidae 菊石科在吴家坪阶与长兴阶交界处附近大量灭绝。又如长兴期末，亦即古、中生代交替时期，华南长兴期的生物遭到了大量灭绝，菊石动物也是其中之一。造成这次绝灭除了生物自身演化的原因外，火山再次爆发可能是一个重要的原因，它加快了灭亡的速度。依据是华南二叠一三叠系交界处往往出现一层或几层粘土岩。粘土层的主要成分是由火山碎屑经蚀变作用而形成的伊利石、蒙脱石。有的交界处则出现凝灰岩或凝灰质岩（图 2）。

长兴期菊石从科、属和种的分布上，可以看到“爆发性”辐射、稳定演化和大量绝灭的模式反复出现的情况。在 W. J. Kennedy (1977) 编的菊石演化中属的高速转换图上也可看到类似现象。有意义的是广泛绝灭和“爆发性”辐射的交替常常出现在系的界线、或阶、亚阶的界线上。因此，菊石演化中明显的阶段性，对地层的划分和对比有着积极的意义。

关于长兴期菊石分布和演化特点的研究仅是探索性的，定有不当乃至错误之处，敬请

批评指正。

参 考 文 献

[1] Руженцев, В. Е., и Сарьщива, Т. Г., 1965, Развитие и Смена Морских Организмов На Рубеже Палеозоя и Мезозоя. Труд Палеонт. Инст., Том. 108, стр. 1—431.
[2] Teichert, C., Kummel, B. & Sweet, W., 1973, Permian-Triassic strata, Kuh-e-Ali Bashi, Northwestern Iran-Bull. Mus. Comp. Zool., Vol. 145, No. 8, pp. 397—414.
[3] 赵金科、梁希洛、郑灼官，1978，华南晚二叠世头足类。中国古生物志新乙种，第 12 号，第 1—160 页。
[4] 郑灼官，1981，贵州西部晚二叠世长兴期菊石。古生物学报，第 22 卷，第 2 期，第 107—113 页。
[5] 侯鸿飞、詹立培、陈炳蔚，1979，广东晚二叠世含煤地层和生物群。第一版，第 101—104 页，地质出版社。
[6] Stanley, S. M., 1979, Macroevolution-Pattern and Process. W. H. Freeman and Company, San Francisco, pp. 1—301.
[7] 殷鸿福，1983，"间断平衡论"风靡欧美——国外古生物学新动向之一。地球科学，第 2 期，第 1—8 页。
[8] Raup, D. M., and Stanley, S. M., 1978, Principles of Paleontology, 2nd ed. W. H. Freeman and Company, San Francisco, pp. 1—481.
[9] Kennedy, W. J., 1977, Ammonite evolution. In Hallam, A., ed. patterns of Evolution, As Illustrated by the Fossil Record. Amsterdam, Elsevier., pp. 251—304

CHARACTERS OF DISTRIBUTION AND EVOLUTION OF CHANGXINGIAN AMMONOID FAUNA OF SOUTH CHINA

Yang Fengqing

(Wuhan College of Geology)

Zhang Yijie

(Institut of Geological Exploration and Development, Xinjiang Petroleum Administrative Bureau)

Abstract

Changxingian ammonoids are well developed in South China, including 154 species, 33 genera and 11 families. They are mainly distributed in the southern and northern subprovinces of South China but rarely in the central part. According to the development and lithologic characteristics of the ammonoid belt, the two subprovinces may be subdivided into 6 endemic centers, controlled by palaeogeographic environment and sedimentary facies.

The ammonoid fauna is characterized by distinct evolutionary stages. The evolutionary history of ammonites is depicted as one with alternate episodes of "explosive" radiation, stable evolution and mass extinction. The alternation of "explosive" radiation and mass extinction usually occur on the boundary of stage (or substage).