

晚石炭世早期腕足动物 古生物地理区形成机制探讨

杨殿忠, 夏 斌

(中国科学院 广州地球化学研究所, 广东 广州 510640)

摘 要: 通过晚石炭世早期腕足动物化石资料分析研究, 发现该期腕足动物分布主要受温度控制, 温度在控制该期全球腕足动物大区一级分布十分明显。控制腕足动物地理分区的次要因素是板块构造。另外, 在腕足动物迁移过程中, 洋流的携带作用, 海侵与海退等因素对腕足动物的分布都有一定影响。某些腕足动物具有快速散布的特点。

关键词: 晚石炭世早期; 腕足动物; 古生物地理区; 形成机制

中图分类号: Q915.7; P531 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2004)02-0130-05

古生物地理学的研究主要有两个基本内容, 即划分古生物地理分区和分析控制该地理分区的各种因素。晚石炭世早期腕足动物地理分布划分为 3 个大区(图 1)^①。本文谨就地理分区的形成机制问题作一探讨。

1 关于古生物地理区系形成机制的理论与假说

关于古生物地理区系形成机制问题, 很多学者曾作过探讨, 也提出过很多理论与假说。由于各学者研究的地质时代、古生物门类、研究方法、研究程度等因素不同, 因此提出不同的理论与假说。

(1) 早期地障说与陆桥说。在解释各地区动物差异时, 认为各地区间被所谓“地障”或“古陆”隔离, 使动物群之间不能相互联系, 而各自形成差异。在解释现远离的两个大陆上生物分布方面的密切关系时, 认为两大陆之间曾有陆桥相联。生物大地构造控制论在划分动物群分区时, 是按照大地构造单元划分为坚稳地台型、优地槽型和冒地槽型 3 种生物相。认为各类型动物群之间的关系主要受大地构造单元控制和沉积决定^[1]。

(2) 板块构造。由威尔逊提出, 他在解释北大西洋两岸分布的太平洋动物群和大西洋动物群之间不

同时, 认为有岛弧和岛链相隔, 使两个动物群互不相通^[2]。得威认为两个动物群的不同是由于它们分别在两个板块上, 而不用岛弧隔开, 他们的相同点都认为板块是控制不同动物群的因素。生态分异说认为各种生物以其各自的生活方式适应不同的生活环境而进行分异, 生物地理区就是生态分异的结果^[3]。

(3) 水温控制说。由惠丁顿提出, 他们认为奥陶纪动物群的区划和分布与水温有关。主张海洋是彼此相通的, 洋流温度反映气候, 不同洋流温度是控制不同的动物群分布的主要因素^[4]。纬度控制说由帕尔玛提出。他认为寒武纪时期地球上 4 个不同的浅海相动物群和两个洋相动物群。欧洲动物群分布在高纬度, 美洲动物群分布在中纬度, 西伯利亚-亚洲-澳大利亚-南极动物群分布低纬度。水温控制说与纬度控制说都强调温度在控制生物地理分区中的主要作用^[5]。生物-环境控制论是卢衍豪提出, 他认为控制全球生物分区的主要因素是生物的发源地、生物本身的结构、生物群、古生态、古气候、古地理、沉积物的性质甚至洋流等。他强调三个方面, 即动物发源地、平行发展及环境因素^[6]。

(4) 生物-纬度控制论。由林宝玉等提出。他认为控制全球生物区分的因素主要有两个方面, 一是内因, 即生物群的发源中心、生态适应等; 二是外因, 即纬度。其他因素如古陆阻隔等虽然在局部地区起一定作用, 但对全球海洋生物群的分布不起主要作用^[7]。

收稿日期: 2003-09-29

作者简介: 杨殿忠(1966-), 男, 黑龙江鸡西人, 博士后, 主要从事地层古生物及有机地球化学研究。

①杨殿忠。晚石炭世早期腕足运动地理区(硕士论文)。长春: 长春科技大学。

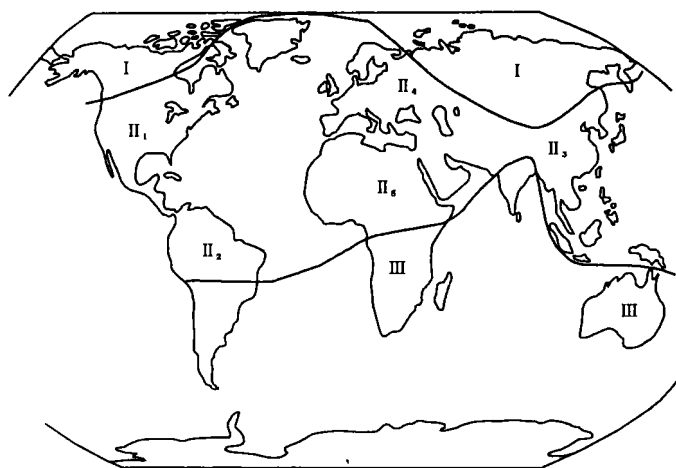


图 1 晚石炭世早期腕足动物地理地理区划

Fig. 1 Paleobiogeographical realm division of brachiopod during the early period of Late Carboniferous

I. 北极大区 II. 特提斯大区 III. 冈瓦纳大区 II₁. 北美南部分区
II₂. 南美北部分区 II₃. 亚洲分区 II₄. 欧洲分区 II₅. 非洲北部分区

(5) 环境控制论。由王成文提出。他指出控制动物地理分区的因素是环境, 其中温度是首要因素, 板块构造亦具有巨大影响。在动物散布过程中, 温度的驱赶作用、洋流的携带作用、海浸与海退等环境因素如传送带一样, 将腕足动物携带到能满足其生态需要的生存、繁衍场所。腕足动物具有快速散布的潜能, 该潜能的发挥取决于环境。所研究生物类别以及所处地质年代不同、各种环境因素控制作用的地位可能会变化^[8]。

孙克勤在研究全球石炭-二叠纪植物地理分区时, 指出植物地理分区形成原因主要是由于明显的气候分异、强烈的造山运动和生物自身的生存竞争促进了新类群分布区的扩大^[9]。

2 温度对晚石炭世早期腕足动物分布的控制作用

通过前文研究晚石炭世早期腕足动物地理分区, 发现温度在控制腕足动物分布中起到决定性作用。温度的控制作用, 主要是通过地球上纬度的变化而表现出来, 就象纬度控制地球上气候带一样。尽管地质历史上地球两极曾发生过很多改变, 但据研究地球两极相对赤道的位置是永恒的。因此温度的变化可通过纬度的改变表现出来。气候带与纬度带基本一致, 另外还受一些其他因素影响。使气候带与纬度带不完全重合。全球晚石炭世早期腕足动物地理分区划分为 3 个大区: 冈瓦纳大区和北极大

区为两个凉水型腕足动物分布区, 特提斯大区为暖水型腕足动物分布区。这与当时地球的两极与赤道的纬度关系相吻合。 *Orulganina*, *Alispirifer*, *Levipustula*, *Syringothyris*, *Kitakamithyrus*, *Attenuatella*, *Tomioopsis*, *Horridonia*, *Jakutoproduotus*, *Trigonotreta* 等冷水型腕足动物特征属主要分布于晚石炭世早期地球两极区附近高纬度地区, 在低纬度地区的特提斯大区中几乎不见。 *Orthoticha*, *Entedetes*, *Reticulatia*, *Meekella*, *Orthothetes*, *Neochonetes*, *Derbyia*, *Juresania* 等广泛分布于特提斯大区中的特征属也几乎未见于凉水大区中。在特提斯大区中, 腕足动物具有极高的分异度, 晚石炭世早期 176 个属中绝大多数都分布于该大区内, 类丰富, 四射珊瑚及群体礁相常见, 植物以华夏-欧美植物群为特征, 晚石炭世早期特提斯大区的很多地方都发育着丰富的

煤、红层、蒸发岩和沙漠岩等, 反映为热带-亚热带气候。北极大区为凉水型腕足动物区, 腕足动物分异度低, 出现大量凉水型特征分子, 蜓类缺乏, 植物伴有安哥拉植物群。晚石炭世早期该区没有发现有冰川活动, 从生物面貌上分析可指示为温带。冈瓦纳大区在晚石炭世早期腕足动物分异度极低, 类缺乏, 见有冰川及冰水沉积物, 植物以舌羊齿植物群, 可指示为温带-寒温带。

通过以上分析可以看到, 温度在晚石炭世早期对腕足动物分布的控制是明显的, 在该期温度的控制作用在其他门类生物方面也同样表现出来, 北极大区分布着安哥拉植物群, 类稀少, 珊瑚以小型单体四射珊瑚为主。冈瓦纳大区分布着舌羊齿植物群, 类、珊瑚以小型单体四射珊瑚为主。特提斯大区分布着欧美-华夏植物群, 类丰富, 珊瑚以群体礁相为主。

从晚石炭世早期腕足动物的分异度上也可看出温度的控制作用。据研究, 大多数生物类别在热带、亚热带区分异度均为最高, 这种情况不分海、陆; 不分动、植物, 而且古今一样^[10]。晚石炭世早期腕足动物各区分异度不尽一致, 特提斯大区晚石炭世早期总属数 169 个, 占总属数的 96%, 而且地方性属比较多, 可指示为热-亚热带气候, 北极大区总属数为 113 个, 占总属数的 64%, 地方性属数比特提斯大区减少, 世界性分子增多, 反映出一种温带气候。冈瓦纳大区总属数 14 个, 占总属数的 8%, 为寒带区生物分布特点。

3 板块构造对腕足动物地理分布的影响

按照活动论的观点,地球上大陆的位置相对地球的旋轴发生过移动,而且大陆之间的位置也发生过位移。板块的活动对已形成的腕足动物分布图样进行了改造。晚石炭世早期腕足动物地理分区,可以明显地看出这一问题。在图1中可以看到印度次大陆在晚石炭世早期属于冈瓦纳大区的一部分,地理位置应该处于南温带至南寒温带。在现代,该地区却位于热带-亚热带。现代位于北极区的斯瓦巴德群岛,在晚石炭世早期属于特提斯大区的一部分,含暖水型的腕足动物群,应该位于北半球热带-亚热带气候带上。另外,处于高纬度地区的格陵兰岛,在晚石炭世早期也属于特提斯大区的一部分,分布着暖水型生物群,应该位于温带-亚热带。这主要是由于板块活动造成的。利用这一点,可以大体恢复晚石炭世早期全球古板块位置。

另外板块构造改变了原来大陆的位置,使大陆板块处于不同的纬度带上,从而导致温度的改变。板块构造在改变大陆位置的同时,也使大洋的规模发生了变化。由于大陆的对接、碰撞,大洋也有一个产生、发展与消亡的过程。海洋作为腕足动物生存的环境,其分布范围首先要受到大洋规模、形状的影响。石炭纪,古特提斯洋的西端收缩闭合,东端宽阔成楔形。穿过亚洲的中南部、欧洲南部和美洲中部进入东太平洋,大致与赤道平行。这样的洋陆分布对腕足动物的地理分布起着巨大的影响,由于南北向洋流循环系统形成、环赤道洋流受阻,阻碍了腕足动物的全球性扩散,使腕足动物的数量和分异度比早石炭世降低^[11]。洋流对腕足动物分布也具有一定影响。具现代海洋学研究^[12],由低纬度热带流向高纬度寒带的暖流,可以把热量输送给高纬度地区,起到“暖水管道”的作用,致使高纬度海洋温度升高,并把暖水型生物携带至此。由高纬度寒带向低纬度热带流动的寒流,把冷水输送到低纬度地区,起到“冷水管”的作用。使低纬度海洋温度降低,并把冷水型生物携带至此。由于洋流的存在可以使海洋生物地理分布区界线与纬度线出现交叉的现象。古海洋也是一样存在洋流,并影响海洋生物的分布。西班牙坎塔布连山地区,在晚石炭世早期发现有冷水型腕足动物 *Orulganina* 和 *Kitakamithyris*。可能

是由北极寒流将冷水型腕足动物携带至此。地理障碍对腕足动物的散布也有较大的影响^[1],所谓地理障碍可以是大陆、岛屿或深海沟等。据 Rudwick 研究,腕足动物幼虫只有几小时至几天的时间。大多数宽于 1400 km 的边缘海或弧后海都可能成为腕足动物远距离漂移的有效隔离障碍。晚石炭世早期特提斯洋西部由于地理阻隔形成两个特提斯大区的 2 级古生物地理分区。即北美南-南美北部区和欧亚区。前者特征属 *Anthracospirifer*, *Eolissochonetes*, *Crania* 等不见于后者;后者特征属 *Choristites*, *Alexenia*, *Nothothyris*, *Brachythyris*, *Martinopsis*, *Teguliferina* 等不见于前者。在西班牙的坎塔布连山地区以 *Choristites*, *Alexeria*, *Brachythyris* 等为首欧亚区动物与以 *Anthracospirifer* 等为首的北美南-南美北部区动物群混生,同时见有南美北部特有的 *Tapajotia*, 北美南部特有的 *Mesolobus*。前面提到的特提斯大区的特征属在两个区中也普遍存在。造成上述情况的原因可能是:晚石炭世早期欧美板块与冈瓦纳板块的南美、非洲北部已十分接近,造成环境上的较大差异,使特提斯洋西段与东段既有畅通,又有阻隔。海侵与海退对腕足动物的散布亦有影响^[11]。海侵可以扩大腕足动物的分布范围,海退使腕足动物的生存环境消失,缩小其分布范围。我国早石炭世海侵规模小,腕足动物分布范围受限,晚石炭世随着海侵规模扩大,腕足动物的分布范围也扩大。

4 腕足动物的迁移与散布

在探讨腕足动物地理分布区形成机制这一问题时,应该对腕足动物是如何迁移这一问题作出合理的解释。可以说腕足动物地理区是腕足动物迁移扩散的结果。卢衍豪曾强调生物多源与平行发展^[6],林宝玉强调生物的发展、演化和迁移^[7]。各门类生物不同,其散布的障碍、途径以及速度不尽相同。海生飘浮生物散布通过个体终生飘浮完成,底栖固着生物散布主要依赖浮浪幼虫的随波逐流^[8]。

关于腕足动物散布的障碍。一般认为腕足动物作为海生底栖固着生物,宽阔的深海洋盆及大陆对其迁移扩散均能构成障碍。大多数腕足动物是底栖固着生活,亦有飘浮者,如泥盆纪 *Bouctia*, 现代腕足动物几乎均生长在大陆及岛屿的沿岸浅海中。分布

较浅的如 *Lingula*, 一般不低于海面以下 40 m, 最浅的可达潮汐带。最深的如 *Pelagodiscus*, 可以超过海面以下 5 000 m。幼虫是腕足动物生活中惟一能够浮游的时期, 所以腕足动物的漂流迁移只能在这一时期内完成, 幼虫的浮游期一般较短, 无铰纲的浮游期一般为几天, 有铰纲的浮游期仅数小时到数天。*Lingula* 的幼虫浮游期较长, 可以随洋面海流漂过深海, 因此其分布范围很广。腕足动物的分布不仅受幼虫浮游期长短的控制, 同时也受幼虫浮游能力及成体生存适应能力等因素影响。如有些适应热带浅水生活的属种, 通常分布范围都较小^[12]。腕足动物对温度的要求不尽相同, 有喜暖、广温之分。广温者在不同的温度带内都有分布, 影响其散布的障碍也少。窄温者一般只分布在一定的温度带内。

水深对腕足动物影响较大, 不同的深度往往发育不同的群落。晚石炭世以石燕贝类和长身贝类占优势, 石燕贝类腕螺环发育, 能更有效地摄食, 比长身贝类更适于深水环境, 在全球性分子中, 石燕贝类占绝大多数, 在大区一级特征属中, 石燕贝类占比例较小, 长身贝类占多数。

其他一些因素, 如盐度、氧含量、食物供给、基底性质、生物等因素对腕足动物的散布均有一定影响。

腕足动物的散布, 可能主要是通过洋流的携带完成。洋流可以将腕足动物(主要是幼虫)携带到适宜生存的场所。暖流可为暖水型腕足动物的主要交通工具, 寒流可为冷水型腕足动物的主要交通工具。*Alispirifer* 在晚石炭世早期主要分布于加拿大育空、俄罗斯贝加尔、哈萨克斯坦等地^[13, 14]。其在西班牙坎塔布连山地区的出现, 可能与寒流活动有关。

腕足动物的散布速度, 一般传统认为较慢。事实上腕足动物的迁移速度有快慢之分。在现代, 生活于深水中的腕足动物, 其迁移速度较快, 如 *Pelagodiscus atlanticus*, 其分布范围遍布于世界各大洋中。地史时期中深水相腕足动物较少或较难识别。通过本文的研究, 发现有些种属其迁移速度很快。*Rhipidomella michelini*, *Eveille* 在早石炭世出现于中国湖南、宁夏、内蒙古及西北欧比利时^[15, 16, 17], 到晚石炭世早期, 俄罗斯太梅尔、莫斯科盆地、乌拉尔、巴什基尔、西班牙、斯瓦尔巴德群岛以及我国四川盐边、新疆准噶尔、博洛霍洛山地区均有分布^[18-23]。*Linoproductus cora Drbigny* 出现于晚石炭世早期, 一旦出现就遍布于中国新疆准噶尔、甘肃

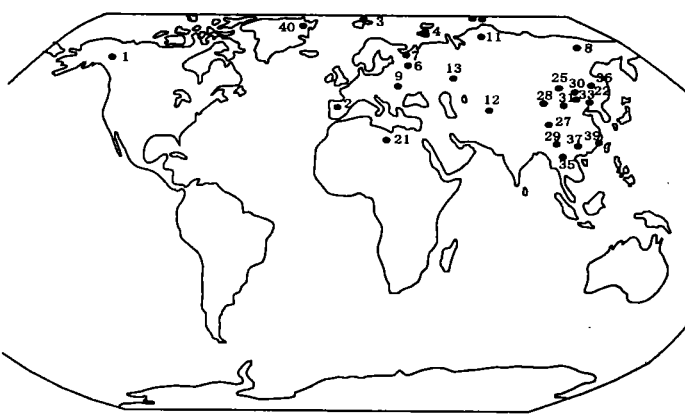


图 2 *Choristites* 地理分布图

Fig. 2 Geographic distribution of *choristites*

1. 育空 2. 西班牙 3. 斯瓦尔巴德群岛 4. 新地岛 6. 莫斯科 7. 阿尔汗格
斯克 8. 维尔霍扬斯克 9. 顿巴斯 10. 顿涅茨克 11. 太梅克 12. 东哈萨
克斯坦 13. 乌法 21. 阿尔及利亚 22. 本溪 26. 奇台 27. 拜城 28. 山
丹 29. 盐边 30. 敖汉 31. 太原 33. 唐山 34. 江山 35. 昆明、蒙自
36. 浑江 37. 南丹 38. 博山 39. 南京 40. 格陵兰

景泰、湖北京山、广西南丹、俄罗斯盆地、美国内布拉斯加州等地。晚石炭世早期出现几个新生属, 如: *Orthoticha*, *Enteleles*, *Meekella*, *Neochonetes*, *Chonetinella*, *Juresania*, *Kozłowskaia*, *Kutorginella* 等, 它们一旦出现, 就迅速分布于世界上很多地区。*Choristites* 一旦出现, 就遍布于整个特提斯大区的欧亚区(图 2)。*Levipustula* 首先出现于澳大利亚昆士兰和新南威尔士莫斯科期^[24], 后来在阿根廷、俄罗斯盆地、西北欧均有发现, 时代均为晚石炭世早期, 而且其迁移路径还跨越了特提斯洋^[25]。另外 *Alispirifer* 和 *Syringothyris* 也具有快速迁移、广泛分布的特点。

5 总结

根据现有掌握的关于晚石炭世早期所有腕足动物化石资料, 发现该期腕足动物分布主要受温度控制。控制腕足动物地理分区的次要因素是板块构造。同时, 在腕足动物迁移过程中, 洋流的携带作用、海侵与海退等因素对腕足动物的分布都有一定影响。某些腕足动物具有快速散布的特点。

受研究条件所限, 研究中晚石炭世早期全球腕足动物化石资料掌握得还不够充分, 由于现有研究程度所限, 有些地区, 特别是冈瓦纳大区腕足动物化石较少。随着世界各地该期的腕足动物化石发现, 可以充实到本文中来, 使本项研究结果更完善、可靠。

参考文献:

[1] Lockaan-Balk, Wilson J L. Cambrian biostratigraphy in North America[J]. Jour. Paleont., 1958, 32(2): 312-350.

[2] Wilson J T. Did the Atlantic close and re-open? [J]. Nature, 1966, 211: 676-681.

[3] 穆恩之. 中国奥陶纪生态地层类型与生物地理区, 中国古生物地理区系[M]. 北京: 科学出版社, 1988, 16-31.

[4] Whittington H B, Hughes C P. Ordovician geography and faunal provinces deduced from trilobite distribution[J]. Phil. Trans. R. Soc. London, 1972, 263, 235-278.

[5] Palmer, A. R., 1972, ProblemsOfCambrianBiogeography[A]. Internat. Geol. Cong., 24th Monteval. proc. Sect. 7[C]. 1992. 310-315.

[6] 卢衍豪. 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应用[A]. 中国科学院南京地质古生物所集刊(5)[C]. 北京: 科学出版社, 1974.

[7] 林宝玉, 日池永一. 床板珊瑚形珊瑚[M]. 北京: 地质出版社, 1988. 385-408.

[8] 王成文. 晚石炭世腕足动物古生物地理区形成机制——环境控制论[J]. 吉林地质, 1994, 13(2): 20-21.

[9] 孙克勤. 全球石炭纪—二叠纪植物群的演化和分布特征[J]. 地质前缘, 1997, 32(9): 129-136.

[10] 殷鸿福. 中国古生物地理学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1998. 1-3.

[11] 王治平, 杨逢清. 中国石炭纪古生物地理与古气候[J]. 地球科学, 1998, 13(5): 495-496.

[12] 黄枝高. 海侵的基本概念和问题——着重讨论中国古生代各纪动物群及其分区, 地质学报, 1992, 43(2): 33-41.

[13] Bamber E W, Waterhouse J B. Carboniferous-sandpermianstratigraphy and paleontology, northern Yukon terri-

bory, Canada[J]. Bulletin of Canadian petroleum geology, 1971, 19(1): 1-250.

[14] 袁见奇等. 华北地区古生代地层划分[J]. 地质出版社, 1969, 121: 1-121.

[15] 湖北、湖南、河南、广东、广西地质局. 中南地区古生物图册(二)[M]. 北京: 地质出版社, 1977. 241-255.

[16] 西安地质研究所. 西北地区古生物图册, 陕西宁分册(二), 晚古生代部分[M]. 北京: 地质出版社, 1983. 244-42.

[17] 李莉. 华北地区古生物图册(内蒙分册)(一), 古生代部分[M]. 北京: 地质出版社, 1976. 225-305.

[18] 袁见奇等. 华北地区古生代地层划分[J]. 地质出版社, 1963, 134, 1-139, 1-46.

[19] 袁见奇等. 华北地区古生代地层划分[J]. 地质出版社, 1980, 1-34, 1-2.

[20] Gobbett D J. Carboniferous and Permian Brachiopods of Svalbard Norsk Polarinstitut Skifter, 1963, 127, 1-207.

[21] Martineschacon M L, Winkler prins C F. A Namurlan Brachiopod from Mere (Province of Oviado, Spain), Leiden Rijks museum, Van Geologie en Mineralogia Scripta Geological, 1977, 39(2): 7-35.

[22] 西南地质研究所. 西南地区古生物图册(四川分册, 二分册)[M]. 北京: 地质出版社, 1978. 221-301.

[23] 新疆地质局. 西北地区古生物图册, 新疆维吾尔自治区分区(二)[M]. 北京: 地质出版社, 1983. 262-383.

[24] Robert S J. Devonian and Carboniferous brachiopods from the Bonaparte Gulf Basin [J]. Northweterm Australia, 1976, 1(122): 37-273.

[25] Rocha Campos A C, Archangelsky. south America, in the Carboniferous of the world[M]. ed by Robert H Wagner, 1985. 175-298.

STUDY ON THE PALEOBIOGRAPHICAL REALM FORMING MECHANISM OF THE EARLY PERIOD OF LATE CARBONIFEROUS BRACHIPOD

YANG Dian-zhong, XIA Bin

(Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Study and analysis of brachiopod fossils reveal that brachiopod distribution was mainly controlled by temperature during the early period of late Carboniferous. The first class realm is clearly temperature controlled. Next to temperature is plate tectonics. In addition is oceanic flow, transgression and regression which are the factors to influence the realm distribution.

Key words: the early period of late Carboniferous; brachiopod; brachiopod realm; forming mechanism