

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

福建沿海全新世有孔虫动物群及其古气候意义

林景星

(中国地质科学院地质所)

福建沿海全新世有孔虫动物群极为发育(表1), 本文依据福鼎、长乐、厦门等地有孔虫的生态研究, 对福建沿海全新世的气候变化作尝试性的分析。如有错误, 请批评指正。

武汉地质学院郝诒纯老师审改文稿, 福建省水文地质工程地质队及章永福同志给以大力协助, 在此一并表示深切的谢意。

一、有孔虫动物群分析

福建近海平原, 由于受全新世海侵影响, 海相沉积相当发育, 最厚可达33.22米。沉积物主要为灰黑色或黄灰色的淤泥、粘土、淤泥质细砂或砂砾石。全新统除厦门地区不整合地盖在花岗岩之上外, 其余地区与上更新统全为整合接触。上更新统顶部, 多为锈黄色风化层(个别例外); 全新统全为灰色层, 两者界限清楚。

福建沿海全新世有孔虫由老至新可分成三个组合:

(1) 早全新世易变箭十字虫 *Cribrozonitium incertum* (Williamson) 组合。以 *Cribrozonitium incertum* (Williamson) 占绝对优势, 如长乐地区, 它的百分含量高达52.5%, 福建沿海整个地区平均百分含量达18.3%。此外还有 *Pseudorotalia schroeteriana* (Parker et Jones) 0.17%, *Elphidium hispidulum* Cushman 0.33%, *Ammonia beccarii* (Linnaeus) 7.13%, *A. globosa* (Millet) 0.04%等。上述有孔虫全属近岸浅水种, 所以本组合属近岸有孔虫动物群, 估计其最大水深可达20米左右。

(2) 中全新世小泡虫 *Bulimina* spp. 组合; 以出现 *Bulimina* spp.、*Fissurina* spp.、*Lagena* spp. 等较深海水类型为特征。根据墨西哥湾等地及汪品先等对我国南海西北部研究, 上述有孔虫主要生活在水深大于40米以上的水域。它们的出现, 说明中全新世时水体变深了。另外, 从有孔虫属种的数和量及其分异度(多样性)的递升(在大陆架地区它们随水深增

加而上升)(图1), 也说明深度增加了。据上述较深海水类型有孔虫的水深属性, 推测当时的深度可能增至40米左右。所以本组合属真浅海有孔虫动物群。

(3) 晚全新世典型转轮虫 *Ammonia beccarii* (Linnaeus) 组合; 以 *Ammonia beccarii* (Linnaeus) 的丰度最高, 达38.37%, 其他较为重要的还有 *A. globosa* (Millet) 0.43%、*Pseudorotalia schroeteriana* (Parker et Jones) 3.3%、*Elphidium hispidulum* Cushman 3.87%, 以及 *Trochammina macrescens* Brady 等。在墨西哥湾西北部, 据 O. L. Bandy^[1] 及 F. B. Phleger^[2] 等人的研究, *Ammonia beccarii* (Linnaeus) (活个体) 在深度小于40米以内丰度最高。P. B. Smith^[3] 对中美丰塞卡湾的研究也得出同样的结论。A. Golik 和 F. B. Phleger^[4] 联合对巴拿马湾底栖有孔虫的研究中指出, *Ammonia beccarii* (Linnaeus) 在浅于25米深的海域中百分含量高达18—68%, 是典型近岸指示种(表2)。当然在深于40米水域中仍然有它的分布, 但含量迅速减少, 因此, 可以依据 *Ammonia beccarii* (Linnaeus) 百分含量高低来估计深度变化的大致界限。*A. globosa* (Millet)、*Pseudorotalia schroeteriana* (Parker et Jones)、*Elphidium hispidulum* Cushman 如前所述都是近岸浅水种, 而 *Trochammina macrescens* Brady 也是典型近岸浅水种, 以滨岸地带最为常见。因此, 本组合也属近岸有孔虫动物群, 估计其最大水深可达20米左右。

依据上面对有孔虫动物群组合面貌的概述和特征分析, 我们将本区有孔虫分成两大类群: (1) 近岸有孔虫动物群(水深20米左右); 及(2) 真浅海有孔虫动物群(水深40米左右)。

二、气候变化探讨

浅海地区(特别是浅水区)的水温直接受气候变化的控制, 所以我们可依据指温有孔虫百分含量的增减来推测气候的变化。

下面我们将依据 *Pseudorotalia schroeteriana* (Pa-

表 1 福建沿海(福厦、长乐、厦门等地)全新世底栖有孔虫含量一览表

种	名	含量	种	名	含量
砂棒虫未定种	<i>Ammobaculites</i> sp.	-	块心虫未定种	<i>Massilina</i> sp.	+
连接转轮虫	<i>Ammonia annectens</i> (Parker et Jones)	+	希瓦格九字虫	<i>Nonion</i> cf. <i>schwageri</i> Cushman	-
典型转轮虫	<i>A. beccarii</i> (Linnaeus)	+++	相似种		
厚壁转轮虫	<i>A. confertitesta</i> S. Y. Zheng	++	扩展九字虫相	<i>N. cf. extensum</i> (Cushman)	-
凸背转轮虫	<i>A. convexidorsa</i> S. Y. Zheng	+	似种		
显脐转轮虫	<i>A. fleveensis</i> (Hofker)	+	小九字虫未定	<i>Nonionella</i> sp.	-
球室转轮虫	<i>A. globosa</i> (Millett)	++	种		
凸缘边转轮虫	<i>A. limbatobeccarii</i> (McLean)	-	非洲小九字虫	<i>N. africana</i> Lekoy	-
多室转轮虫	<i>A. multicella</i> S. Y. Zheng	-	大西洋小九字	<i>N. atlantica</i> Cushman	-
高锅转轮虫	<i>A. takanabensis</i> (Ishizaki)	-	虫		
暖水转轮虫	<i>A. tepida</i> (Cushman)	-	堆扁圆虫未定	<i>Planorbulina</i> sp.	-
两棒虫未定种	<i>Amphicoryna</i> sp.	-	种		
条纹箭头虫	<i>Bolivina striatula</i> Cushman	-	原企虫未定种	<i>Protelphidium</i> sp.	+
修特箭头虫	<i>B. suteri</i> Cushman et Renz	-	假九字虫未定	<i>Pseudononion</i> sp.	-
小泡虫	<i>Bulimina</i> spp.	-	种		
花篮虫未定种	<i>Cellanthus</i> sp.	-	小假九字虫	<i>P. minutum</i> S. Y. Zheng	-
小丽虫未定种	<i>Chrysalidinella</i> sp.	-	多型虫未定种	<i>Pseudopolymorphina</i> sp.	-
亚洲筛九字虫	<i>Cribrononion asiaticum</i> (Polski)	-	施勒特尔假轮	<i>Pseudorotalia schroeteriana</i> (Parker et Jones)	+
易变筛九字虫	<i>C. incertum</i> (Williamson)	++++	虫		
孔缝筛九字虫	<i>C. porisuturalis</i> S. Y. Zheng	++	短五块虫	<i>Quinqueloculina akneriana</i> d'Orbigny	++
江苏小企虫	<i>Elphidiella kiangsuensis</i> (Ho, Hu et Wang)	-	圆形短五块虫	<i>Q. akneriana rotunda</i> (Gerke)	++
企虫未定种	<i>Elphidium</i> sp.	+	整洁五块虫	<i>Q. bellatula</i> Bandy	+
异地企虫	<i>E. advenum</i> (Cushman)	+	隆缘五块虫	<i>Q. bradyana</i> Cushman	-
棍形企虫	<i>E. clavatum</i> Cushman	-	扭转五块虫	<i>Q. contorta</i> d'Orbigny	+
卷曲企虫相似	<i>E. cf. crispum</i> (Linnaeus)	-	肋纹五块虫	<i>Q. jugosa</i> (Cushman)	+
种			克林巴五块虫	<i>Q. kerimbatica</i> (Heron-Allen et Earland)	-
圆盘多室企虫	<i>E. discoidale multiloculum</i> Cushman et Ellis	-	光滑五块虫	<i>Q. laevigata</i> d'Orbigny	+
茸毛企虫	<i>E. hispidulum</i> Cushman	++	拉马克五块虫	<i>Q. lamarchiana</i> d'Orbigny	-
显孔鼓室企虫	<i>E. hughesi foraminosum</i> Cushman	-	美丽五块虫	<i>Q. pulchella</i> d'Orbigny	+
清晰企虫	<i>E. limpidum</i> Ho, Hu et Wang	-	多砂五块虫	<i>Q. sabulosa</i> , Cushman	-
缝裂企虫相似	<i>E. cf. magellanicum</i> Heron-Allen	-	半缺五块虫	<i>Q. seminula</i> (Linnaeus)	+
种	Earland		亚砂质五块虫	<i>Q. cf. subarenaria</i> Cushman	-
霜粒企虫	<i>E. nakano-kawaense</i> Shirai	++	相似种		
网纹企虫	<i>E. reticulosum</i> Cushman	-	亚恩格五块虫	<i>Q. subungeriana</i> Serova	+
亚卷曲企虫	<i>E. subcrispum</i> Nakamura	-	普通五块虫	<i>Q. vulgaris</i> d'Orbigny	+
拱隆上穹虫	<i>Eponides reponus</i> (Fichtel et Moll)	-	扁平直小企虫	<i>Rectoelphidiella aplata</i> Ho, Hu et Wang	-
缝口虫	<i>Fissurina</i> spp.	+	精美直小企虫	<i>R. lepida</i> Ho, Hu et Wang	-
富尔先科虫未	<i>Fursenkoina</i> sp.	-	罗斯虫未定种	<i>Reussella</i> sp.	-
定种、			玫瑰虫未定种	<i>Rosalina</i> sp.	-
小球虫未定种	<i>Globulina</i> sp.	-	东方玫瑰虫	<i>R. orientalis</i> (Cushman)	-
小滴虫未定种	<i>Guttulina</i> sp.	-	微小曲形虫	<i>Sigmoilina minutissima</i> S. Y. Zheng	-
半泽虫未定种	<i>Hanzawaia</i> sp.	-	类曲形虫未定	<i>Sigmoilopsis</i> sp.	-
霍氏虫未定种	<i>Hopkinsina</i> sp.	-	种		
瓶虫	<i>Lagena</i> spp.	-	盘旋虫未定种	<i>Spirillina</i> sp.	-

续表 1

种 名	含量	种 名	含量
安德森抱环虫 <i>Spiroloculina cf. andersoni</i> Todd	-	显颈三块虫 <i>T. earlandi</i> Cushman	-
相似种 et Bronnimann		直室三块虫 <i>T. rectilocula</i> S. Y. Zheng	-
渤海抱环虫 <i>S. bohaisensis</i> S. Y. Zheng	-	三棱三块虫 <i>T. tricarinata</i> d'Orbigny	+
光滑抱环虫 <i>S. laevigata</i> Cushman et Todd	+	三角三块虫相 <i>T. cf. trigonula</i> (Lamarck)	+
挪威抱环虫 <i>S. norvegica</i> Cushman et Todd	-	似种	
串珠虫未定种 <i>Textularia</i> sp.	-	砂轮虫未定种 <i>Trochammina</i> sp.	-
宽串珠虫 <i>T. lata</i> Germeraad	-	瘦瘦砂轮虫 <i>T. macrescens</i> Brady	-
三块虫未定种 <i>Triloculina</i> sp.	+	三尖虫未定种 <i>Trimosina</i> sp.	-

- 较少 + 少 ++ 较多 +++ 多 ++++ 特多

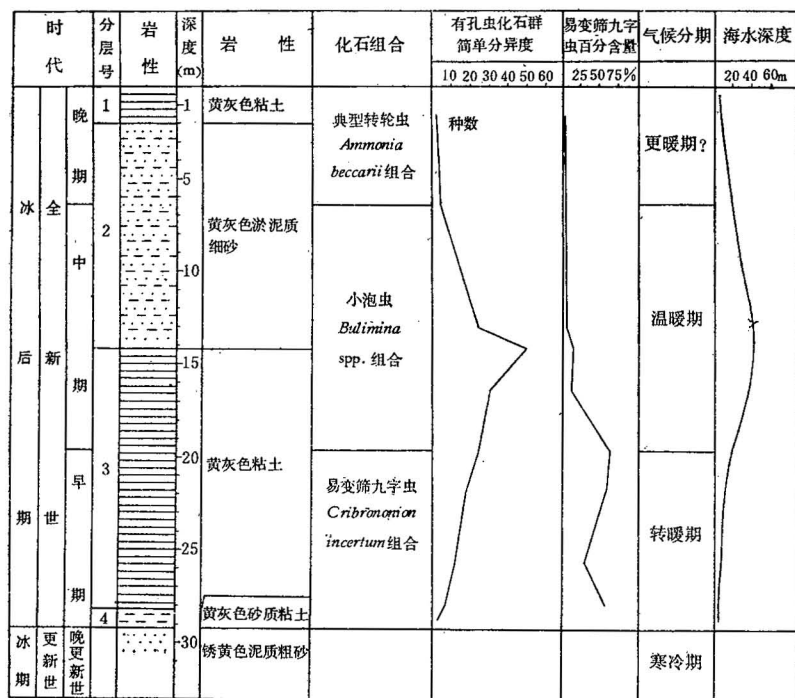
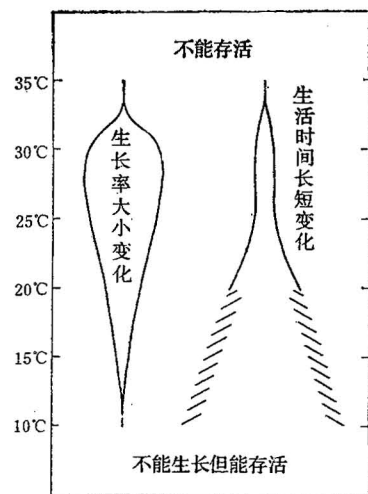


图 1 福建省长乐县全新世地层综合柱状图

rkær et Jones), *Elphidium hispidulum* Cushman, *Ammonia beccarii* (Linnaeus), *A. globosa* (Millett), *Cribrinonion incertum* (Williamson) 等五种指温有孔虫的生态习性和百分含量变化来探讨福建沿海全新世的气候变化。

Pseudorotalia schroeteriana (Parker et Jones) 和 *Elphidium hispidulum* Cushman 都为典型暖水指示种。1957年 Bradshaw 对 *Ammonia beccarii* (Linnaeus) 作过实验室培养, 认为它最适宜的生长温度是 25℃—30℃, 此段期间生长率最高; 低于 10℃ 时尚能存活, 但不能生长; 超过 35℃ 时不能存活 (图 2)。从上述实验数据可以看出典型转轮虫大量出现, 说明

图 2 *Ammonia beccarii* 实验室培养温度效应示意图 (据 Bradshaw 1957)

其所生活的水域温度应为暖至温是符合实际的。1977年 A. Golik 和 F. B. Phleger 研究太平洋东海岸巴拿马湾的现代底栖有孔虫时指出, 典型转轮虫在巴拿马湾底水温度达 26℃—28℃ 时, 其百分含量高达 18—68%。较早的作者如 P. B. Smith (1964) 指出, 中美丰塞卡湾地区在底水温度达 20℃—24℃ 时, 典型转轮虫百分含量达 20—80% (表 2)。据说现在渤海有很多典型转轮虫, 我们认为这并不奇怪。因为渤海地处暖温带, 其浅水区夏天底水温度可达 24℃ 左右, 完全适合典型转轮虫繁殖和生长 (冬天底水温度约 4℃ 左右, 此时典型转轮虫能够存活, 但不能生殖), 所以与上述结论并不矛盾。郑守仪^[5]认为 *Ammonia globosa*

表 2 典型转轮虫生活环境表

地 点	水深 (米)	温 度 (°C)	盐 度 (‰)	pH 值	底 质	典型转轮虫 <i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus) (百分含量)	作 者
巴拿马湾	<25	26—28	22—33		砂、淤泥	18—68%	据A. Golik, F. B. Phleger, 1977
中美丰塞卡湾	<40	20—24	33.51—34.29	7.85—7.98		20—80%	据P. B. Smith, 1964

(Millett) 主要分布于暖水区域, 根据其分布情况, 可以认为至少应属广暖水性种类; 据郑守仪介绍, *Cribronion incertum* (Williamson) 分布在加拿大戴维斯海峡、巴芬湾、哈得孙湾、冰岛、格陵兰岛、马尔维纳斯群岛、南乔治亚群岛、白令海、鄂霍茨克海、日本北部沿岸等, 因而认为本种从地理分布看, 属冷温水种。我们同意此分析。

如上所述 *Pseudorotalia schroeteriana* (Parker et Jónes) 和 *Elphidium hispidulum* Cushman 为典型暖水指示种; *Ammonia beccarii* (Linnaeus) 和 *A. globosa* (Millett) 为暖温水指示种, 它们虽然在整个全新世时期内都有分布, 但其百分含量从早全新世至晚全新世迅速递增, 唯独 *A. globosa* (Millett) 例外, 它在早全新世时平均百分含量为 0.04%, 中全新世增至 12.99%, 晚全新世则下降为 0.43% (这种下降可能是其他生态因素造成的)。尽管如此, 上述暖水至暖温水有孔虫平均百分含量总数, 在整个全新世历程中, 仍然迅速递增, 如: 早全新世为 7.67%、中全新世为 33.87%、晚全新世为 45.97%, 大致以 1:4:6 的速度增加; 而凉温水种 *Cribronion incertum* (William-

son) 的平均百分含量早全新世为 18.3%、中全新世为 7.05%、晚全新世为 1.53%, 约以 12:5:1 的速度迅速下降 (表 3)。这种上升和下降, 都说明本区自晚更新世进入到全新世以来, 气候越来越暖和。据此我们将本区全新世分为三个气候期: (1) 早全新世: 转暖期; (2) 中全新世: 温暖期; (3) 晚全新世: 更暖期 (?)。

这里必须说明的是, 在我们的气候分期中, 早及中全新世的情况与华北及上海地区的孢粉分析资料是一致的。而晚全新世则不同, 华北及上海地区孢粉资料显示晚全新世的气候比中全新世稍凉。很明显, 我们的工作不能证实福建沿海地区晚全新世的气候也属这种状况, 而是相反, 它显示了晚全新世的气候比中全新世还要暖和一些。但限于目前工作的精度 (如孢粉及其他微体和古温度都未做), 要肯定它还为时过早。在这里, 只是把它作为一个新的问题提出来供大家共同研究。

参 考 文 献

- [1] Bandy, O. L., 1954, Distribution of Some Shallow-Water Foraminifera in the Gulf of Mexico. U. S. Geol. Surv. Prof. Paper 254-F, p. 125—140.
- [2] Phleger, F. B., 1951, Ecology of Foraminifera Northwest Gulf of Mexico. The Geological Society of America Memoir 46, p. 1—82.
- [3] Smith, P. B., 1964, Ecology of Benthonic Species, Geol. Surv. Prof. Paper 429-B, p. 1—48.
- [4] Golik, A. and Phleger, F. B., 1977, Benthonic Foraminifera from the Gulf of Panama. Jour. Foram. Res., Vol. 7, no. 2, p. 83—99.
- [5] 郑守仪等, 1978, 山东省打渔张灌区第四纪有孔虫及其沉积环境的初步探讨。海洋科学集刊, 第13集, 16—71页。

表 3 几种指温有孔虫平均百分含量变化表

化石名称	早全新世	中全新世	晚全新世
<i>Pseudorotalia schroeteriana</i>	0.17	0.87	3.3
<i>Elphidium hispidulum</i>	0.33	1.38	3.87
<i>Ammonia beccarii</i>	7.13	18.63	38.37
<i>A. globosa</i>	0.04	12.99	0.43
总 计	7.67	33.87	45.97
<i>Cribronion incertum</i>	18.3	7.05	1.53
总 计	18.3	7.05	1.53

son) 的平均百分含量早全新世为 18.3%、中全新世为 7.05%、晚全新世为 1.53%, 约以 12:5:1 的速度迅