

# 北海外沙泻湖全新世硅藻、有孔虫组合与沉积相演化\* Diatom, Foraminifera Assemblages and Evolution of Sedimentary Facies in the Holocene Strata of Waisha Lagoon, Beihai

黎广钊 梁文 农华琼 刘敬合

Li Guangzhao Liang Wen Nong Huaqiong Liu Jinghe

(广西海洋研究所 北海市长青东路 92号 536000)

(Guangxi Institute of Oceanography, 92 East Changqinglu, Beihai, Guangxi, 536000, China)

**摘要** 系统分析北海外沙泻湖 CK10 钻孔岩芯的硅藻、有孔虫、介形虫化石, 并进行  $^{14}\text{C}$  年代测定, 探讨硅藻、有孔虫组合特征、沉积相演化和地层年代。该孔全新世地层硅藻化石群自下而上划分为: I . 波缘曲壳藻 (*Athnanthes crenulata*)—亲缘桥弯藻 (*Cymbella affinis*)—披针桥弯藻 (*Cym. lanceolata*), II . 亲缘桥弯藻—波缘曲壳藻—卵形菱形藻 (*Nitzschia cocconeiformis*), III . 亲缘桥弯藻—波缘曲壳藻—史密斯双壁藻 (*Diploneis smithii*), IV . 波缘曲壳藻—亲缘桥弯藻—条纹小环藻 (*Cyclotella striata*), V . 卵形菱形藻—具槽直链藻 (*Melosira sulata*)—柱状小环藻 (*Cyc. stytorum*), VI . 条纹小环藻—柱状小环藻, VII . 具槽直链藻—条纹小环藻—卵形菱形藻, VIII . 柱状小环藻等 8 个硅藻组合带。有孔虫群自下而上划分为: I . 毕克卷转虫变种 (*Ammonia beccarii* var.)—瘦瘠雅得虫 (*Jadammina macrescens*), II . 毕克卷转虫变种—异地希望虫 (*Elphidium advenum*)—球室刺房虫 (*Schackoinella globosa*), III . 毕克卷转虫变种—卡纳利拟单拦虫 (*Haplophragmoides canariensis*), IV . 毕克卷转虫变种—异地希望虫, V . 毕克卷转虫变种—褐色砂粟虫 (*Miliammina fuasca*)。北海外沙泻湖自全新世早期以来经历了河漫滩相→河口沼泽相→河漫滩相→河口沼泽相→河口湾相→半封闭泻湖相→河口湾相→半封闭泻湖相的演化过程。北海外沙泻湖全新世地层可划分为早全新世 (10 000 a B. P. ~ 8 000 a B. P.), 中全新世 (8 000 a B. P. ~ 2 500 a B. P.), 晚全新世 (2 500 a B. P. ~ 现代)。

**关键词** 全新世泻湖 硅藻 有孔虫 沉积相

中图法分类号 P 736.22

**Abstract** Diatom, Foraminifera, Ostracoda fossils and its features of assemblages, evolution of sedimentary facies in Waisha Lagoon, Beihai, were analysed systematically. Strata ages had been discussed by  $^{14}\text{C}$  dating. Holocene Diatom fossils of the drill hole could be divided from bottom to top I . *Athnanthes crenulata* - *Cymbella affinis* - *Cym. lanceolata*, II . *Cym. affinis* - *Ath. crenulata* - *Nitzschia cocconeiformis*, III . *Cym. affinis* - *Ath. crenulata* - *Diploneis smithii*, IV . *Ath. crenulata* - *Cym. affinis* - *Cyclotella striata*, V . *Nit. cocconeiformis* - *Melosira sulata* - *Cyc. stytorum*, VI . *Cyc. striata* - *Cyc. stytorum*, VII . *Mel. sulata* - *Cyc. striata* - *Nit. cocconeiformis*, VIII . *Cyc. stytorum*. Foraminifera groups from bottom to top I . *Ammonia beccarii* var. - *Jadammina macrescens*, II . *A. beccarii* var. - *Elphidium advenum* - *Schackoinella globosa*, III . *A. beccarii* var. - *Haplophragmoides canariensis*, IV . *A. beccarii* var. - *E. advenum*, V . *A. beccarii* var. - *Miliammina fuasca*. Since early Holocene Waisha Lagoon, Beihai, underwent revolution riverine flood-plain→ river mouth-marsh→ riverine flood-plain→ river mouth-marsh→ estuary→ semi-enclosed lagoon→ estuary→ semi-enclosed lagoon. Holocene strata could be divided into early-Holocene (10 000 a B. P. ~ 8 000 a B. P.), middle-Holocene (8 000 a B. P. ~ 2 500 a B. P.), late-Holocene (2 500 a B. P. ~ present).

**Key words** Holocene lagoon, diatom, foraminifera, sedimentary facies

北海外沙泻湖位于北海市北部沿岸,即廉州湾南

岸。该泻湖是北海港内港的主要航道和港池,也是广西沿海乃至华南沿海重要的商渔港之一。为了研究泻湖形成演化的历史,我们在泻湖西段口门附近专门打了一个钻孔(图 1),该孔(CK10孔)的孔位高程-

1999-05-19收稿,1999-08-06修回。

\* 国家自然科学基金(批准号:49766013)资助和广西自然科学基金匹配项目。

2.1 m, 钻进深度 12.5 m, 穿透全新世地层, 进入晚更新世沙砾层。其中, 上部全新世 0 m~ 7.5 m 的岩芯为粘性淤泥, 含粉细砂; 下部为晚更新世 7.5 m~ 12.5 m 的岩芯为粗砂砾石层。于上部 7.5 m 长的岩芯中每隔 25 cm 连续取样 30 个, 分别进行硅藻、有孔虫、介形虫化石和粒度等综合分析, 并进行了 3 个样品的 <sup>14</sup>C 年代测定, 综合探讨全新世以来的沉积环境演变过程

### 1 硅藻组合特征

通过对 30 块样品分析, 发现每个样品均含有丰富的硅藻化石。经鉴定统计的有 28 属 23 种, 根据硅藻的咸水种、半咸水种、淡水种含量的多寡, 从下而上划分为 8 个组合 (图 2)。

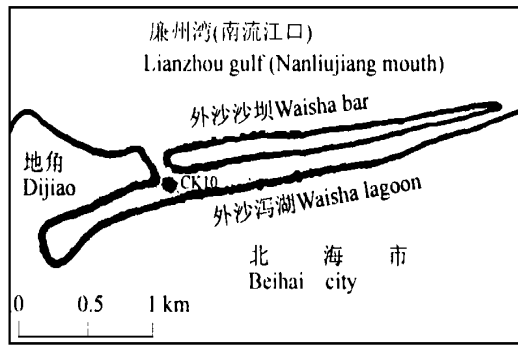


图 1 北海外沙泻湖 CK10 钻孔位置图

Fig. 1 Location of drill hole CK10 at the Waisha Lagoon, Beihai City

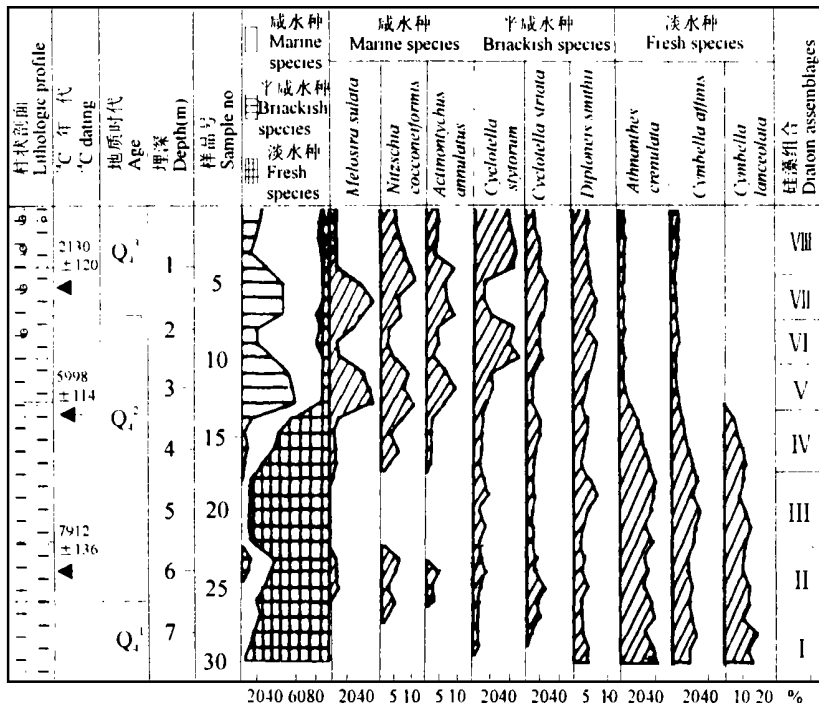


图 2 北海外沙泻湖 CK10 孔剖面全新世硅藻图式

Fig. 2 Holocene diatom diagram of drill hole CK10, Waisha Lagoon, Beihai City

### I. 波缘曲壳藻 (*Athmanthes crenulata*)—亲缘桥弯藻 (*Cymbella affinis*)—披针桥弯藻 (*Cymbella lanceolata*) 组合

该组合分布于孔深 7.5 m~ 6.5 m, 样品 4 个。淡水种硅藻占绝对优势, 占三类硅藻总数的 82.8%~ 96.1%; 优势种为波缘曲壳藻、亲缘桥弯藻, 其含量分别为硅藻总数的 38.5%~ 56.7% 和 21.6%~ 27.7%, 披针桥弯藻含量也不少, 在 11.1%~ 19.0% 之间, 其余的淡水种如异极藻 (*Gomphonema*)、羽纹藻 (*Pinnularia*) 等含量较少。半咸水种含有一定数量, 为 3.9%~ 17.2%, 主要种为条纹小环藻 (*Cyclotella striata*)、柱状小环藻 (*Cyclotella stytorum*) 等。本组合带未发现咸水种。

### II 亲缘桥弯藻—波缘曲壳藻—卵形菱形藻 (*Nitzschia cocconeiformis*) 组合

该组合分布于孔深 6.5 m~ 5.5 m, 样品 4 个。组合中仍然以淡水种为主, 但比组合 I 有所减少, 占三类硅藻总数的 58.9%~ 73.6%, 主要淡水种为亲缘桥弯藻、波缘曲壳藻, 含量分别占硅藻总数的 27.5%~ 40.3% 和 20.2%~ 25.6%, 而披针桥弯藻亦含有一定数量 (5%~ 10%), 其余淡水种含量甚少。半咸水种硅藻含量比组合 I 含量有所增加, 达 15.9%~ 21.6%, 主要种有柱状小环藻、条纹小环藻、史密斯双壁藻 (*Diploneis smithii*) 等。该组合中突然出现有一定数量的咸水种, 其含量占硅藻总数的 6.8%~ 15.5%, 主要种为卵形菱形藻、具槽直链藻 (*Melosira sulata*)。

### III. 亲缘桥弯藻—波缘曲壳藻—史密斯双壁藻组合

该组合分布于孔深 5.5 m~ 4.25 m, 样品 5 个。组合中淡水硅藻占绝对优势, 其含量占三类硅藻总数的 79.8%~ 89.5%; 优势种为亲缘桥弯藻、波缘曲壳藻, 依次占硅藻总数的 33.5%~ 45.2%, 28.9%~ 37.4%, 披针桥弯藻含量较少, 占硅藻的 9.5%~ 15.1%, 其余淡水种如短缝藻 (*Eunotia*)、膨胀曲壳藻 (*Athmanthes inflata*) 等含量很少。半咸水种含有一定数量, 其含量占硅藻总数的 13.6%~ 16.7%, 主要为史密斯双壁藻和条纹小环藻。本层未发现咸水种。

#### IV. 波缘曲壳藻—亲缘桥弯藻—条纹小环藻组合

该组合分布于孔深 4.25 m~ 3.25 m, 样品 4个。组合中淡水硅藻仍然居一定优势, 占三类硅藻总数的 48.5%~ 76.3%; 半咸水种硅藻明显增加, 占硅藻总数的 18.3%~ 34.7%; 咸水硅藻也占有一定比例, 为三类硅藻总数的 5.4%~ 17.8%。优势种为淡水种的波缘曲壳藻和亲缘桥弯藻和条纹小环藻, 分别占硅藻总数的 25.6%~ 35.3%和 16.5%~ 26.6%及 10.1%~ 18.7%; 披针桥弯藻亦含有一定数量, 占硅藻总数的 5.3%~ 12.5%。半咸水种的史密斯双壁藻含量亦不少, 占硅藻总数的 10.0%~ 18.7%, 其余半咸水种含量均小于 10%。咸水种含量最多者为具槽直链藻, 占硅藻总数的 3.1%~ 9.6%, 其余咸水种含量为 0.6%~ 8.2%。

#### V. 卵形菱形藻—具槽直链藻—柱状小环藻组合

该组合分布于孔深 3.25 m~ 2.5 m, 样品 3个, 每个样品均含丰富的硅藻化石。该组合咸水种硅藻急剧增多, 相反, 淡水硅藻急剧减少, 以咸水种硅藻为主, 占三类硅藻总数的 59.5%~ 65.8%; 半咸水种次之, 为三类硅藻总数的 31.0%~ 36.4%; 淡水种含量甚少, 仅占三类硅藻总数的 2.2%~ 4.1%。优势种为咸水种的具槽直链藻和卵形菱形藻和半咸水种的柱状小环藻, 分别占硅藻总数的 22.1%~ 31.0%和 20.6%~ 27.2%及 20.9%~ 23.5%。含量在 5%~ 10%的咸水种还有球状辐裊藻 (*Actinocyclus annulatus*); 半咸水种的柱状小环藻 史密斯双壁藻; 其余咸水种的小形圆筛藻 (*Coscinodiscus minor*)、多束圆筛藻 (*Cos. divisus*) 和典型海洋性的海洋斑条藻 (*Giramatophora marina*)、地美鞍形藻 (*Compylodiscus deamelianus*) 等亦有少量出现。淡水种硅藻各属种含量均小于 5%。

#### VI. 条纹小环藻—柱状小环藻组合

该组合分布于孔深 2.5 m~ 1.75 m, 样品 3个, 每个样品都含较多硅藻。组合中以半咸水种硅藻占优势, 为三类硅藻总数的 65.9%~ 78.6%; 其次为咸水种, 占 10.9%~ 23.9%; 淡水种含量第三, 占 10.2%~ 12.8%。优势种为半咸水种的柱状小环藻和条纹小环藻, 分别占硅藻总数的 41.8%~ 56.5%和 16.0%~ 17.3%; 半咸水种还有具星小环藻 (*Cyclotella stelligera*)、碎片菱形藻 (*Nitzschia frustulum*)。咸水种含量小于 20%, 主要属种为具槽直链藻、卵形菱形藻、网状合形藻 (*Bidulphia veticulata*)。淡水种含量小于 10%, 主要为波缘曲壳藻、亲缘桥弯藻、肘状杆藻 (*Synedra ulna*)。

#### VII. 具槽直链藻—条纹小环藻—卵形菱形藻组合

该组合分布于孔深 1.75 m~ 1.0 m, 样品 3个,

均含丰富硅藻化石。组合中咸水种的含量比组合VI明显增高, 居三类硅藻之首, 占硅藻总数的 48.8%~ 50.5%; 半咸水种含量退居第二, 占硅藻总数的 43.4%~ 45.6%; 淡水种含量较少, 仅占硅藻总数的 3.9%~ 7.8%。优势种为咸水种的具槽直链藻和半咸水种的条纹小环藻, 分别占硅藻总数的 39.3%和 23.6%。咸水种卵形菱形藻和半咸水种柱状小环藻的含量亦较多, 分别占硅藻总数的 15.5%~ 17.9%和 8.6%~ 10.5%。其余咸水种球状辐裊藻、网状合形藻、奇妙辐环藻 (*Actinocyclus alienus*)、偏心圆筛藻 (*Coscinodiscus excentricus*) 和半咸水种史密斯双壁藻、原双眉藻 (*Amphora proteus*) 等含量均较少。

#### VIII. 柱状小环藻组合

该组合分布于钻孔顶部 1.0 m内, 样品 4个, 均含丰富的硅藻化石。组合中以半咸水种硅藻为主, 占三类硅藻总数的 62.7%~ 76.5%, 其次为咸水种, 占硅藻总数的 12.8%~ 28.9%, 淡水种硅藻含量最少, 仅占硅藻总数的 9.3%~ 13.7%。优势种为半咸水种的柱状小环藻, 占硅藻总数的 43.7%~ 58.5%。含量在 10%左右的常见种有: 咸水种具槽直链藻、卵形菱形藻、环状辐裊藻; 半咸水种史密斯双壁藻、条纹小环藻; 淡水种波缘曲壳藻、亲缘桥弯藻、披针桥弯藻和咸水种多束圆筛藻 (*Coscinodiscus divisus*) 及半咸水种颗粒直链藻 (*Melosira granulata*) 含量均很少。

## 2 有孔虫组合特征

与硅藻一样自下而上也分析了 30个样品, 其中下段岩芯 7.5 m~ 4.25 m共 13个样品未发现孔虫、介形虫化石; 上段岩芯 4.25 m~ 0 m共 17个富含孔虫、介形虫化石, 经鉴定有孔虫有 352枚 15属 19种, 介形虫 35瓣 7属 7种。在 CK10孔 4.25 m~ 0 m长的岩芯中自下而上可划分为 5个有孔虫组合。

#### I. 毕克卷转虫变种 (*Ammonia beccarii* var.)—瘦瘠雅得虫 (*Jadammina macrescens*) 组合

该组合分布于孔深 4.25 m~ 3.25 m, 样品 4个, 每个样品含量均较少, 每 50 g干样仅含 3~ 8枚, 仅见少量毕克卷转虫变种小个体和个别假几丁质壳壁的瘦瘠雅得虫。此外, 还发现有陆相有壳变形虫 (*Centropyris*) 及轮藻受精卵膜等。

#### II. 毕克卷转虫变种—异地希望虫 (*Elphidium advenum*)—球室刺房虫 (*Schackoinella globosa*) 组合

该组合分布于孔深 3.25 m~ 2.5 m, 样品 3个, 有孔虫含量比组合I 明显增多。每 50 g干样中含有孔虫 31~ 82枚不等, 8个属种, 以毕克卷转虫变种为主, 占全群总数的 46.7%, 异地希望虫次之, 占 29.8%, 球室刺房虫第三, 占 14.51%。其余特征种还有透明筛九字虫 (*Cribronion vitreum*)、假小九字

虫未定虫 (*Pseudonoionella* sp)、透明瓶虫 (*Lagena perlucida*)、缝口虫 (*Fissurina*) 等。此外,还含有少量介形虫,如刺戳花 (*Stigmatocythere spinosa*)、日本库士曼介 (*Cushmanidea subjaponica*)、宽卵形中华丽花介 (*Sinocytheridea latiovata*)、美山双角花介 (*Biaomucythere bisanensis*) 等。

### III. 毕克卷转虫变种—卡纳利拟单拦虫 (*Haplophragmoides canariensis*) 组合

该组合分布于孔深 2.5 m~ 1.75 m, 样品 3个, 有孔虫含量较少。每 50 g 干样仅含 5~ 16枚不等, 属种单调, 以毕克卷转虫变种占优势, 其含量占全群总数的 62.5%, 其次为卡纳利拟单拦虫占 26.8%, 其余还有个别异地希望虫、假小九字虫等。未见介形虫。

### IV. 毕克卷转虫变种—异地希望虫组合

该组合分布于孔深 1.75 m~ 1.0 m, 样品 3个, 有孔虫含量中等, 每 50 g 干样含 9~ 28枚。组合以毕克卷转虫变种和异地希望虫为优势种, 分别占有孔虫总数的 43.2% 和 31.5%。特征种还有亚洲希望虫 (*Elphidium asiaticum*)、茸毛希望虫 (*E. hispidum*) 等。介形虫含量较少, 仅见少量刺戳花介、皱新单角介 (*Neomonoceratina crispata*)、船状耳形介 (*Aurilacybma*)、宽卵形中华丽花介等。

### V. 毕克卷转虫变种—褐色砂粟虫 (*Miliammina fusca*) 组合

该组合分布于钻孔顶部 1.0 m 内, 样品 4个, 有孔虫含量较为丰富, 每 50g 干样中含有孔虫 10~ 122枚不等, 属种 10余种。其优势种为毕克卷转虫变种, 占全群总数的 58.6%。褐色砂粟虫含量亦较多, 占全群总数 23.2%, 其余特征种还有黄海砂杆虫 (*Ammobaculites huanghaiensis*)、鳞片状砂轮虫 (*Trochammia squamat*)、抱球砂轮虫 (*Tglobigerimiformis*)、卡纳利拟单拦虫、压扁卷转虫 (*Ammonia compressiuscula*) 等。在个别样品中含有少量介形虫, 如美山双角花介、船状耳形介、亚洲花花介 (*Callistocythere asiatica*) 等。

## 3 沉积相分析

上述硅藻、有孔虫介形虫组合及沉积物特征等分析结果表明, 外沙泻湖自全新世以来, 经历过各种自然环境, 自下而上形成了不同沉积相层。

(1) 12.5 m~ 7.5 m 为浅黄色、灰白色粗砂粗砾层。该层由粗砂 (25%~ 30%)、砾石 (45%)、中细砂 (10%~ 15%)、粉砂 (5%~ 10%) 组成。砾石粒径一般为 1 cm~ 2 cm, 最大达 4 cm~ 5 cm, 主要成分为石英。无有孔虫、介形虫、硅藻孢粉化石, 反映晚更新世至早更新世早期的河床冲洪积相。该相层在广西南流江河口三角洲<sup>[1]</sup>、防城湾<sup>[2]</sup>、北仑河口<sup>[3]</sup>普

遍存在。

(2) 7.5 m~ 6.5 m 深灰色、青灰色粉砂质粘土。无有孔虫、介形虫化石, 见植物碎屑; 硅藻以波缘曲壳藻和亲缘桥弯藻等淡水种占优势, 半咸水种数量较少, 未发现海生成水种, 反映河漫滩沉积环境。

(3) 6.5 m~ 5.5 m 为青灰色粉细砂质粘土, 含有较多植物碎屑。与 (2) 层同样无有孔虫、介形虫化石, 硅藻虽然以淡水种为主, 但半咸水种含量也较多, 构成波缘曲壳藻—亲缘桥弯藻—条纹小环藻淡水过渡型硅藻组合, 反映受到海水影响的河口沼泽沉积环境。

(4) 5.5 m~ 4.25 m 为青灰色、深灰色粉砂质粘土, 无有孔虫、介形虫化石, 有植物碎屑。硅藻以淡水种硅藻占绝对优势, 其含量占硅藻总数的 80% 以上, 仅见少量半咸水种, 未发现海生成水种, 反映没有受到海水影响的河漫滩沉积环境。

(5) 4.25 m~ 3.25 m 为灰绿色、青灰色粉细砂质粘土。见少量有孔虫, 如毕克卷转虫变种和瘦瘠雅得虫等近岸浅水河口沼泽种。硅藻以淡水种居多, 半咸水种也含有一定数量, 说明本区当时未受到潮汐影响的河口沼泽区, 属河口沼泽沉积环境。

(6) 3.25 m~ 2.50 m 为青灰色粉细砂质粘土, 含少量中粗砂, 水平层理发育, 粉细砂夹于厚层粘土中, 并含贝壳碎屑。有孔虫、介形虫以近岸浅水种为主, 也含有少量瓶虫、缝口虫等深水虫。硅藻以咸水种卵形菱形藻和半咸水种条纹小环藻占优势, 淡水种含量较少。硅藻组合中发现有典型海洋性种类的海斑条藻和地美鞍形藻, 反映受到潮流作用较强的河口湾沉积环境。

(7) 1.75 m~ 2.50 m 为青灰色、灰色粉细砂质粘土。有孔虫群个体小, 属种单调, 优势种明显, 为毕克卷转虫变种—卡纳利拟单拦虫组合。硅藻亦为半咸水种的条纹小环藻—柱状小环藻组合。这些微体古生物群特征与杭州西湖晚全新世早期泻湖期<sup>[4,5]</sup>的微体古生物群化石特征基本相似, 反映受到较强潮流作用的半封闭泻湖沉积环境。

(8) 1.75 m~ 1.0 m 为青灰色、灰绿色细砂质粘土, 含贝壳碎屑, 有机质丰富。有孔虫组合为毕克卷转虫变种—异地希望虫组合。硅藻组合中以咸水种具槽直链藻和半咸水种条纹小环藻为优势种, 同时咸水种和半咸水种硅藻的种类较多, 均有 10 余属种, 淡水种硅藻含量较少, 属种亦较少, 反映河口湾近岸浅水沉积环境。

(9) 1.0 m~ 0 m 为浅灰色、青灰色砂质粘土, 含小砾, 见少量贝壳碎屑。有孔虫为毕克卷转虫—褐色砂粟虫组合, 该组合特征与广西沿岸现代半封闭泻湖的表层沉积中的有孔虫组合特征<sup>[6]</sup>一致。硅藻中半咸

水种含量最多,占硅藻总数的 62.7%~76.5%,优势种为柱状小环藻,其含量占硅藻总数的 43.7%~58.5%,咸水种也含有一定数量,淡水种含量很少,反映受到较强潮流作用的半封闭泻湖沉积环境。

表 1 北海外沙泻湖全新世硅藻、有孔虫组合与沉积相

Table 1 Diatom, foraminifera assemblages and sedimentary facies of Holocene strata in the Waisha Lagoon, Beihai

层次 Layer	埋深 Buried depth (m)	岩性特征 Lithologic feature	硅藻组合 Diatom assemblages	有孔虫组合 Foraminifera assemblages	沉积相 Sedimentary facies	<sup>14</sup> C测年 <sup>14</sup> C date (a B. P.)	地质年代 Epoch
(9)	0 ~ 1.0	浅灰,蓝灰色砂质粘土,含小砾,见少量贝壳碎屑。 Light grey, blue-grey sandy clay with a small gravel and shell setritus.	柱状小环藻组合 <i>Cyclotella stytorum</i>	毕克卷转虫变种 - 褐色砂粟虫组合 <i>Ammonia beccarii</i> var. - <i>Miliammina fuasca</i>	半封闭泻湖相 Semi-closed lagoon	2 130 ± 120	晚全新世 Late Holocene
(8)	1.0 ~ 1.75	蓝灰、灰绿色细砂质粘土,含贝壳碎屑。 Blue-grey and greyish-green fine sandy clay with shell setritus.	具槽直链藻 - 条纹小环藻组合 <i>Melosira sulata - cyclotella striata</i> assem.	毕克卷转虫变种 - 异地希望虫组合 <i>A. beccarii</i> var. - <i>Elphidium advenum</i> assem.	河口湾相 Estuarine bay		
(7)	1.75 ~ 2.50	蓝灰、灰绿色粉细砂质粘土,含贝壳碎屑。 Blue-grey and greyish-green silty fine sandy clay with shell setritus.	条纹小环藻 - 柱状小环藻组合 <i>Cyclotella striata - Cyc. stytorum</i>	毕克卷转虫变种 - 卡纳利拟单拦虫组合 <i>A. beccarii</i> var. - <i>Halophragmoides canariensis</i>	半封闭泻湖相 Semi-closed lagoon	5998 ± 114	中全新世 Middle Holocene
(6)	2.50 ~ 3.25	蓝灰色粉细砂质粘土,含少量中粗砂,并含贝壳碎屑。 Blue-grey silty fine sandy clay with a small coarse sand and shell setritus.	卵形菱形藻 - 条纹小环藻组合 <i>Nitzschia acconeiformis - Cyc. lotella striata</i>	毕克卷转虫变种 异地希望虫球室刺房虫组合 <i>A. beccarii</i> var. - <i>E. advenum - Schackoinella globosa</i>	河口湾相 Estuarine bay		
(5)	3.25 ~ 4.25	灰绿、蓝灰色粉细砂质粘土,含少量中粗砂,并含贝壳碎屑。 Greyish-green and blue grey silty-fine sandy clay.	波缘曲壳藻 - 亲缘桥弯藻 - 史密斯双壁藻组合 <i>Athmanthes crenulata - Cymbella affinis - Diplaneis smithii</i>	毕克卷转虫变种 - 瘦瘠雅得虫组合 <i>A. beccarii</i> var. - <i>Jadammina macrescens</i>	河口沼泽相 River mouth swamp		
(4)	4.25 ~ 5.50	深灰、蓝灰色粉砂质粘土。 Dark grey and blue-grey silty clay.	波缘曲壳藻 - 亲缘桥弯藻组合 <i>Ath. crenulata - Cym. affinis</i>	无 Non	河漫滩相 Riverine flood plain		
(3)	5.50 ~ 6.50	蓝灰色粉细砂质粘土,含较多植物碎屑。 Blue-grey silty-fine sandy clay with plenty of setritus.	亲缘桥弯藻 - 波缘曲壳藻 - 条纹小环藻组合 <i>Cym. affinis - Ath. crenulata - Cym. striata</i>	无 Non	河口沼泽相 River mouth swamp	7912 ± 136	
(2)	6.50 ~ 7.50	深灰、蓝灰色粉砂质粘土。 Dark grey and blue-grey silty clay.	亲缘桥弯藻 - 波缘曲壳藻 - 披针桥弯藻组合 <i>Cym. affinis - Ath. crenulata - Cym. lanceolata</i>	无 Non	河漫滩相 Riverine flood plain	9343 ± 157	早全新世 Early Holocene
(1)	7.50 ~ 12.5	粗砂砾石层,无微体古生物化石,为河床冲洪积相。 Coarse sand and gravel layer, no micropaleontologic fossils, being river bed alluvial facies.		Coars sand and gravel layer, no micropaleontologic fossils, being river bed alluvial facies.			早全新世 晚更新世 Early Holocene to Late Pleistocene

#### 4 结语

现将该泻湖全新世硅藻、有孔虫组合及沉积相分析结果列于表 1,从表 1 进一步得出如下结论。

(1) 北海外沙泻湖全新世地层可划分为早全新世 (10 000 a B. P. ~ 8 000 a B. P.), 中全新世 (8 000 a B. P. ~ 2 500 a B. P.), 晚全新世 (2 500 a B. P. ~ 现

代)。

(2) 全新世硅藻化石群自下而上划分为: I. 亲缘桥弯藻 - 波缘曲壳藻 - 披针桥弯藻, II. 亲缘桥弯

藻—波缘曲壳藻—条纹小环藻, III. 波缘曲壳藻—亲缘桥弯藻, IV. 波缘曲壳藻—亲缘桥弯藻—史密斯双壁藻, V. 卵形菱形藻—条纹小环藻, VI. 条纹小环藻—柱状小环藻, VII. 具槽直链藻—柱状小环藻, VIII. 柱状小环藻等 8 个硅藻组合带。有孔虫群自下而上划分为: I. 毕克卷转虫变种—瘦瘠雅得虫, II. 毕克卷转虫变种—异地希望虫—球室刺房虫, III. 毕克卷转虫变种—卡纳利拟单栏虫, IV. 毕克卷转虫变种—异地希望虫, V. 毕克卷转虫变种—褐色砂栗虫等 5 个有孔虫组合。

(3) 沉积相演化过程为: 河漫滩相→河口沼泽相→河漫滩相→河口沼泽相→河口湾相→半封闭泻湖相→河口湾相→半封闭泻湖相

### 参考文献

1 黎广钊, 刘敬合, 方国祥. 南流江三角洲沉积特征及其环

境演变. 广西科学, 1994, 1 (3): 21~ 25.

2 陈刚, 李从先. 广西防城港冰后期沉积层序和沉积作用. 海洋学报, 1988, 10 (2): 198~ 203.

3 高振会, 黎广钊. 北仑河口动力地貌特征及其演变. 广西科学, 1995, 2 (4): 19~ 23.

4 项斯端, 赵建康, 周宏等. 从藻类化石的垂直分布探讨杭州西湖的演变历程. 海洋与湖沼, 1999, 30 (1): 14~ 24.

5 汪品先, 叶国梁, 卞云华. 从微体古生物看杭州西湖的历史. 海洋与湖沼, 1979, 10 (4): 373~ 383.

6 黎广钊, 卞云华. 北部湾广西沿岸浅海有孔虫群分布. 海洋学报, 1989, 11 (5), 61~ 62.

(责任编辑: 蒋汉明)

## 美国科学家发现猿猴大脑神经再生证据

新华社华盛顿 1999 年 10 月 16 日电 (记者谷利源) 美国科学家最近通过对猿猴进行研究, 发现了大脑里与复杂学习和记忆有关的部分能不断再生的证据

在过去的将近一个世纪里, 大多数科学家认为, 人类的大脑在儿童时期以后就不会再生, 从而使后来的学习和记忆变得越来越困难。而美国普林斯顿大学的查尔斯·格罗斯教授等人的新发现说明, 成年人大脑里存在一种天然再生机制。如果科学家能更好地理解这一机制的工作原理, 也许人们就能用它来指导大脑里受损部分的神经细胞再生。

几十年来, 科学家经过多次实验发现, 成年的老鼠、狗等动物都存在有神经细胞再生机制。最近 10 年, 科学家们还发现, 几种类型的成年猿猴甚至成年人类也都有神经再生机制。但是, 这些发现只限于大脑里低级进化的区域, 这部分区域在大脑的高级功能中并不起关键作用。许多神经学家相信在对学习和记忆起重要作用的大脑皮层里, 不存在神经再生机制。

格罗斯教授等在 10 月 15 日出版的《科学》杂志上撰文说, 他们成功地跟踪到了高级猿猴——恒河猴的大脑皮层里的神经再生过程。人和猿猴的大脑结构几乎相同, 因此这种神经生成的过程也有可能发生在人类大脑里。

在实验中, 科学家给 10 多只恒河猴注入一种能被新生神经细胞吸收的生物化学物质, 然后利用示踪剂进行跟踪。结果发现, 沿着两个侧脑室的边沿不断生出神经细胞。新生成的神经细胞再沿着一定的路线, 经过大约 7 天就迁徙到大脑皮层里。新生的神经细胞进入大脑皮层后, 就同其他神经细胞建立起信号联系。

美国科学家们下一步计划进行一系列中断神经细胞生成实验, 以便观察猿猴的行为是否会因此发生什么变化。