

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

南海北部第三纪钙质超微化石生物地层学研究

段威武 黄永祥

(地质矿产部广州海洋地质调查局)



本文根据 40 口钻井剖面的钙质超微化石分析和研究成果,将南海北部海相第三系,划分出上新新统至上新统 18 个超微化石带和始新统 1 个未命名组合。始新统未命名组合仅见于珠江口盆地东北缘。上新新统至上新统 18 个超微化石带为连续沉积,但各带的发育程度不尽相同。其中相当于 E.Martini (1971) 划分的 NN4—NN5 带, NN11 带和 NN13—NN15 带发育良好,横向稳定,分布广。它们是南海北部上第三系划分和对比的重要标志。结合部分有孔虫分带和岩性资料,探讨了全区海相第三系的沉积特征及沉积间断分布发育情况。文中还讨论了下、上第三系,第三系与第四系的超微化石划分标志以及再沉积超微化石的特点和地质意义。

本文主要根据 40 口近海钻井剖面(图 1)的钙质超微化石的分析成果,讨论包括北部湾,琼东南和珠江口盆地海相第三系的生物地层问题。对其中 65% 的钻井剖面进行了系统的超微化石分析,其余则为选择层段研究。样品包括岩屑,井壁取心和岩心 3 类。超微化石主要建带钻井剖面 ZB-4a 井,其超微化石样品分析总数(110 个)中,井壁取心和岩心样品(68 个)占 61.8%。此外对琼东南盆地和台南盆地陆地和海域的第三系发育特征也在文中进行了比较和讨论。

一、钙质超微化石分带

珠江口盆地最东北缘 ZB-9 井的底部暗色泥岩,含少量双盘类和盘星石类超微化石,初步确定其时代属始新世。这泥岩层是迄今为止,本区已知第三纪含超微化石的最老地层。自晚渐新世起,南海北部海相沉积范围不断扩大。据报道,含超微化石的 NP23—NP25 带地层最先见于台南盆地南部的砂岩之上^[1]。由于盆地发育和海侵时间的差异性,在珠江口盆地,海相上新新统是从 NP24 带沉积开始^[2],而琼东南盆地以及北部湾盆地,海相沉积则更晚些。

据 ZB-4a, ZB-4b, ZB-9 等 10 口钻井剖面的超微化石系统鉴定和详细研究成果,结合 10 年来,尤其近几年来完成的其他钻井资料,选择了 24 个超微化石属种(化石图影见图版 I 及 II)的初现面和末现面作为划分标志,将南海北部上新新统至上新统地层划分

注:部分样品分析工作由姚欣光、王约完成。

本文 1988 年 1 月收到,1990 年 2 月改回,萧品芳编辑。

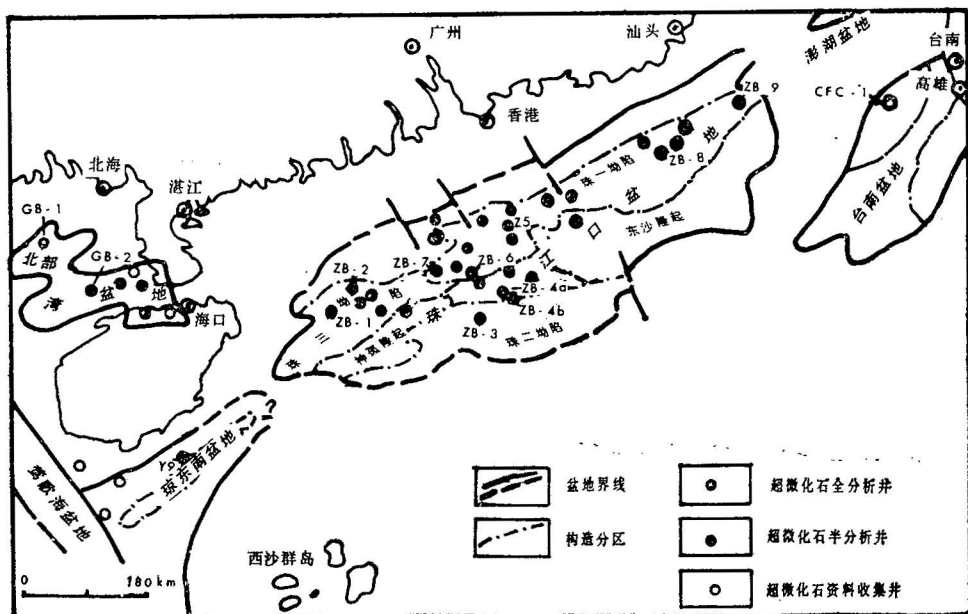


图 1 南海北部第三系钙质超微化石研究井位分布图

Fig. 1 Sketch map showing the location of the boreholes for the study of the Tertiary calcareous nannofossils in the northern South China Sea

为 18 个超微化石带,同时识别出海相始新统 1 个钙质超微化石组合(未命名)。它们的分带标志及其与国际分带对比见图 2。现将各带说明和讨论如下:

未命名组合(中—晚始新世)

记述 组合建于 ZB-9 井剖面,井深 1548.7—1500.0m,暗黑色泥岩中有少量化石。组合分子有: *Coccolithus copelagicus*, *Discoaster kuepperi*, *Discoaster* sp. (cf. *D. barbadensis*), *Reticulofenestra umbilica*, *Reticulofenestra* sp. 1, 和 *Toweius* spp. 等。

比较和讨论 本组合中 *Reticulofenestra umbilica* 相对丰度较高,结合 *Discoaster kuepperi* 和其他多枝盘星石的存在,显示本组合时代可能属中—晚始新世。它大致可与 E.Martini 划分的 NP14—NP20 带或 H. Okada 和 D. Bukry 划的 CP12—CP15 带相比较^[3,4]。

***Sphenolithus distentus* 带(晚渐新世)**

界限 从 *Sphenolithus ciperoensis* 初现面至 *Sphenolithus distentus* 末现面之间。

建带人 M.N. Bramlette & J.A. Wilcoxon (1967)^[3]

比较和讨论 本带与 Martini 划分的 NP24 带相当,与 Okada 和 Bukry 划的 CP19-a 亚带可对比。在南海北部,除海南盆地外,在其它地区至今尚未见到本带底界。而其顶界仅见于珠江口盆地东部 ZB-4b 等极少数钻井。

***Sphenolithus ciperoensis* 带(晚渐新世)**

界限 从 *Sphenolithus distentus* 末现面至 *Sphenolithus ciperoensis* 和(或) *Zygrhablithus bijugatus* 末现面之间。

建带人 M.N. Bramlette & J.A. Wilcoxon (1967), E. Martini (1971)修改^[3]。

比较和讨论 由 Bramlette & Wilcoxon 建立,经 Martini 修改的 *Sphenolithus ciperoensis* 带

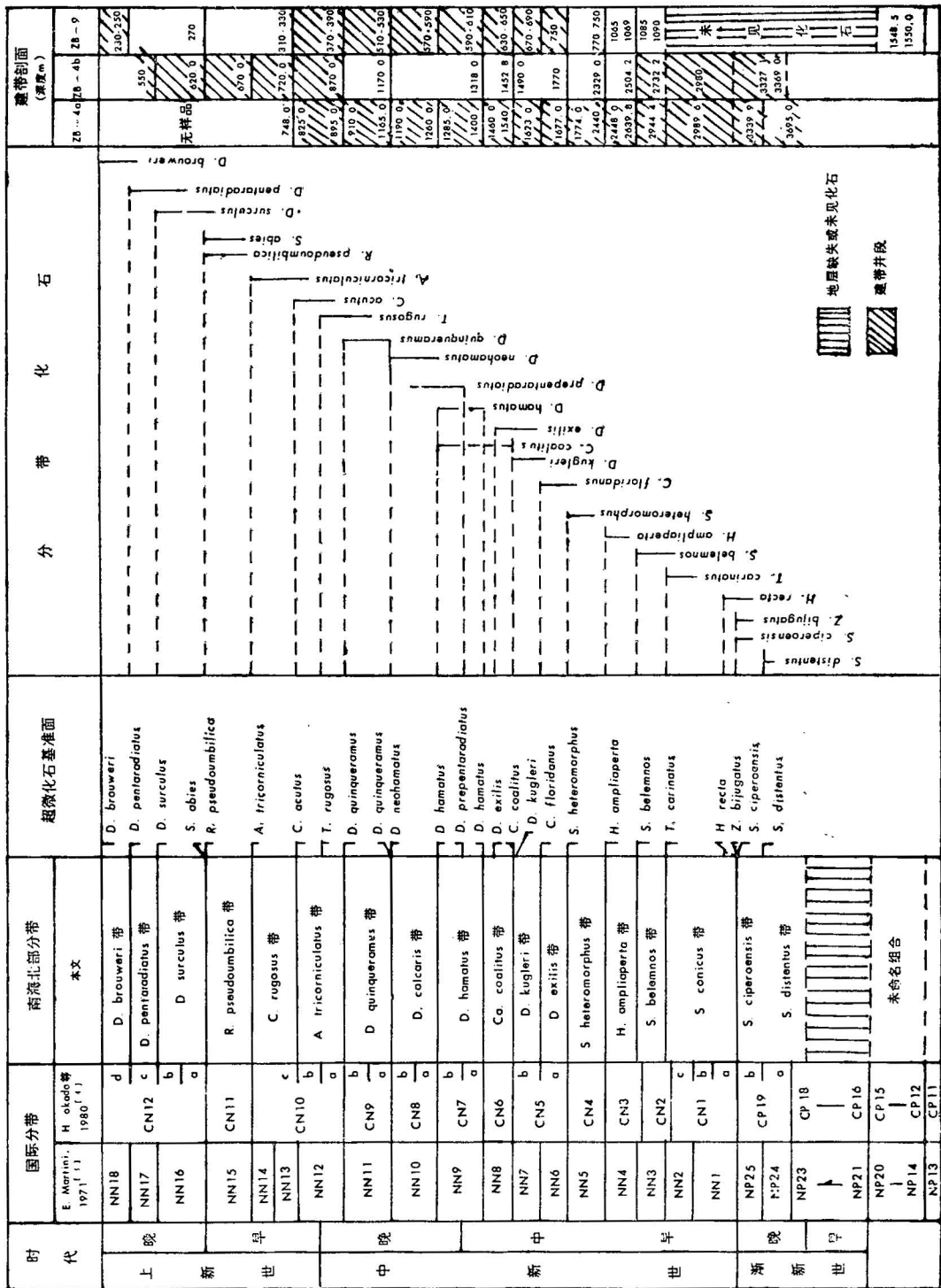


图2 南海北部第三纪钙质超微化石分带

Fig. 2 Tertiary calcareous nannofossil zonation in the northern South China Sea

样品深度中带小数点者为井壁取心或岩心样品

(NP25) 顶界划分标志为 *Sphenolithus ciperoensis* 和 *Helicosphaera recta* 的末现面。但不断丰富的资料表明 *H. recta* 可上延至下中新统最下部。C. Müller 等人指出^[6,7], *Zygrhablithus bijugatus* 和(或) *Dictyococcites bisectus* 的绝灭时间与 *Sphenolithus ciperoensis* 末现面大体一致, 它们的末现面可作为本带顶界划分标志。*Z. bijugatus* 易于鉴定, 分布相对较广, 曾在区内多口钻井看到。

***Sphenolithus conicus* 带(早中新世)**

界限 从 *Sphenolithus ciperoensis* 和(或) *Zygrhablithus bijugatus* 末现面至 *Triquetrorhabdulus carinatus* 末现面之间。

记述 本带为南海北部新建超微化石带。建带剖面为 ZB-4a 井, 2987.0—3200m 层段。岩性以中—细粒石英砂岩为主, 中上部粉砂岩夹层增多, 顶部为黑色泥岩。超微化石赋存于顶部及中上部夹层中。主要参考剖面为 ZB-3 井, 3386.0—3640m 层段; ZB-6 井, 2390.0—2900m 层段; 其中下部杂砂岩普遍, 偶夹 1—2 个含化石薄层。主要化石有: *Coccolithus pelagicus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Dictyococcites abisectus*, *Discoaster deflandrei* *Discoaster druggii*, *Helicosphaera carteri*, *Helicosphaera euphrasis*, *Reticulofenestra* spp. 以及 *Sphenolithus conicus*, *Sphenolithus moriformis*, *Sphenolithus delphix*, *Sphenolithus* sp. 1, *Sphenolithus* sp. 2 和 *Triquetrorhabdulus carinatus*。

比较和讨论 本带相当于 Martini 划分的 NN1—NN2 带, 与 Okada 和 Bukry 划的 CN1 带不能完全对比。超微化石主要见于本带的顶部和中上部, 中下部一般不含化石。岩性横向变化大, 进一步细分较困难。超微化石以 *Sphenolithus* 属较常见, 相对丰度较高。为突出这一特征, 选用产自下中新统下部的种型标本 *Sphenolithus conicus* 作为新建带名^[8]。相当于本带的含化石沉积集中分布于 ZB-3 至 ZB-6 井沿线及其两侧的凹陷中, 其次是琼东南盆地北部。

***Sphenolithus belemnus* 带(早中新世)**

界限 从 *Triquetrorhabdulus carinatus* 的末现面至 *Sphenolithus belemnus* 的末现面之间。

建带人 M.N. Bramlette & J.A. Wilcoxon (1967), E. Martini (1971) 修改。

比较和讨论 本带与 Martini 划分的 NN3 带完全相当, 而与 Okada 和 Bukry 划的 CN2 带不能相比。在南海北部, 目前已知除莺歌海和北部湾盆地外, 本带可追踪范围较广, 但化石丰度和纵向连续性因地而异。

***Helicosphaera ampliaperta* 带(早中新世)**

界限 从 *Sphenolithus belemnus* 的末现面至 *Helicosphaera ampliaperta* 的末现面之间。

建带人 M.N. Bramlette & J.A. Wilcoxon (1967), E. Martini (1971) 修改。

比较和讨论 本带与 Martini 划分的 NN4 带完全相当, 而与 Okada 和 Bukry 划的 CN3 带不能相比。*Helicosphaera ampliaperta* 带, 除莺歌海盆地情况不清外, 它是区内早中新世发育最好、分布最广的超微化石带。

***Sphenolithus heteromorphus* 带(早—中中新世)**

界限 从 *Helicosphaera ampliaperta* 末现面至 *Sphenolithus heteromorphus* 末现面之间。

建带人 M.N. Bramoette & J.A. Wilcoxon (1967), E. Martini (1971) 修改。

比较和讨论 本带与 Martini 划分的 NN5 带相当, 也可与 Okada 和 Bukry 划分的 CN4 带比较。在上覆 NN6 带下部, 偶尔也会见到少量的断续分布的 *S. heteromorphus*, 此时应以该种纵向连续出现的上限作为本带顶部的划分标志。据载, 类似现象也曾见于南海北部以外的其他地区^[1]。

***Discoaster exilis* 带(中中新世)**

1) Müller, C., 1983, Biostratigraphy of well SW Weizhou 11-4-1 (China) based on calcareous nanoplankton. Total Group Laboratories

界限 从 *Sphenolithus heteromorphus* 末现面至 *Cyclicargolithus floridanus* 初现面之间。

建带人 W.W. Hay (1970)^[9], E. Martini (1971) 修改。

比较和讨论 本带与 Martini 划分的 NN6 带相当,与 Okada 和 Bukry 划分的 CN5-a 亚带可以比较, *Discoaster kugleri* 的初现面也可作为本带顶界划分标志,但它在区内较为鲜见。

***Discoaster kugleri* 带(中中新世)**

界限 从 *Cyclicargolithus floridanus* 的末现面至 *Discoaster kugleri* 末现面和(或) *Catinaster coalitus* 初现面之间。

建带人 M.N. Bramlette & J.A. Wilcoxon (1967), E. Martini 修改(1971)。

比较和讨论 本带与 Martini 划分的 NN7 带相当,与 Okada 和 Bukry 划分的 CN5-b 亚带可以比较。顶界标志化石 *Discoaster kugleri* 增生后的形态不易准确鉴定,而 *Catinaster coalitus* 分布广,易于辨认。区内较多钻井是以后一属种的初现面作为顶界划分标志。本带超微化石横向变化大。在盆地边坡或浅水区,化石纵向连续性差,它与下伏 *D. exilis* 带常合并成一个组合带,组分中含有较多小型 *Helicosphaera* 属种。

***Catinaster coalitus* 带(中中新世)**

界限 从 *Discoaster kugleri* 末现面和(或) *Catinaster coalitus* 初现面至 *Discoaster hamatus* 初现面之间。

建带人 M.N. Bramlette & J.A. Wilcoxon (1967), E. Martini (1971) 修改。

比较和讨论 本带与 Martini 划分的 NN8 带相当,与 Okada 和 Bukry 划分的 CN6 带可以比较。在南海北部 *Discoaster exilis* 的末现面接近本带顶部,它的层位稳定,可作为本带顶界划分的辅助标志。

***Discoaster hamatus* 带(中一晚中新世)**

界限 从 *Discoaster hamatus* 初现面至末现面间。

建带人 M.N. Bramlette & J.A. Wilcoxon (1967), E. Martini (1971) 修改。

比较和讨论 本带相当于 Martini 划分的 NN9 带,与 Okada 和 Bukry 划分的 CN7 带可以比较。*Discoaster prepentaradiatus* 的初现面位于本带中部,结合 *Discoaster hamatus* 的存在,可以作为进一步划分本带上、下两部分的标志。本带岩性及厚度横向变化大。

***Discoaster calcaris* 带(晚中新世)**

界限 从 *Discoaster hamatus* 末现面至 *Discoaster neohamatus* 末现面和(或) *Discoaster quinqueramus* 初现面之间。

建带人 E. Martini (1969)^[10]。

比较和讨论 *Discoaster quinqueramus* 与其先驱种 *Discoaster berggrenii* 之间存在着过渡型形态,而後者的初现时间面早于前者。这样对准确使用 *D. quinqueramus* 初现面划分顶界造成一定难度,尤其岩屑样品。*Discoaster neohamatus* 易于鉴定和辨认,且它的末现面在南海北部与 *D. quinqueramus* 初现面十分接近,它可作为顶界划分标志。本带与 Martini 划分的 NN10 带相当,与 Okada 和 Bukry 划分的 CN8 带可以比较。在盆地边坡与次一级隆起区,本带发育不全。

***Discoaster quinqueramus* 带(晚中新世)**

界限 从 *Discoaster neohamatus* 的末现面和(或) *Discoaster quinqueramus* 初现面至 *Discoaster quinqueramus* 末现面之间。

建带人 S. Gartner (1969)^[11], E. Martini (1971) 修改。

比较和讨论 对 *Discoaster quinqueramus* 末现面层位目前尚有不同认识。Bukry 等认为该种可延至上中新统一上新统分界处^[12-14]。就珠江口盆地 ZB-4a 井和其它钻井鉴定成果分析比较, *D. qui-*

ququeramus 末现面位于上中新统内部。这种分歧推测是由于对这一属种中央区星瘤的鉴定标准不同引起的。当前的 *D. quinqueramus* 带与 Martini 划分的 NN11 带相当, 与 Okada 和 Bukry 划分的 CN9 带可以比较。它在南海北部分布广, 可比性强。

***Amaurolithus tricorniculatus* 带(晚中新世—早上新世)**

界限 从 *Discoaster quinqueramus* 末现面至 *Ceratolithus acutus* 末现面之间。

建带人 S. Gartner (1969), D. Bukry (1973) 修改^[15]。

比较和讨论 依据 *Triquetrorhabdulus rugosus* 末现面, 本带可分为上、下两部分。时代属于晚中新世的下部, 岩性一般较粗, 化石少, 且横向不稳定。本带与 Okada 和 Bukry 划分的 CN10-a, b 亚带可比, 而与 Martini 划分的 NN12 带大体相当。

***Ceratolithus rugosus* 带(早上新世)**

界限 从 *Ceratolithus acutus* 末现面至 *Amaurolithus tricorniculatus* 末现面之间。

建带人 D. Bukry (1973)。

比较和讨论 本带与 Okada 和 Bukry 划分的 CN10-c 亚带完全相当, 而与 Martini 划分的 NN13—NN14 带可以比较。按 Martini 的方案, NN13 带顶界划分标志为 *Discoaster asymmetricus* 初现面, 但该种在南海北部较为罕见, 且纵向分布规律存疑, 较难掌握使用, 类似现象也见于台湾西海岸^[16, 17]。

***Reticulofenestra pseudumbilica* 带(早上新世)**

界限 从 *Amaurolithus tricorniculatus* 的末现面至 *Reticulofenestra pseudumbilica* 或 *Sphenolithus* spp. 末现面之间。

建带人 S. Gartner (1969)

比较和讨论 本带与 Martini 划分的 NN15 带相当, 与 Okada 和 Bukry 划分的 CN11 带可以比较。*Sphenolithus* spp. 末现面较 *Reticulofenestra pseudumbilica* 的略高。前者绝灭时间为距今 $3.45 \pm 0.02\text{Ma}$, 而后者距今 $3.56 \pm 0.02\text{Ma}$ ^[18]。

***Discoaster surculus* 带(晚上新世)**

界限 从 *Reticulofenestra pseudumbilica* 或 *Sphenolithus* spp. 末现面至 *Discoaster surculus* 末现面之间。

建带人 W.W. Hay & R.R. Schmidt (1967)^[19], S. Gartner (1969) 修改。

比较和讨论 根据 *Discoaster tamalis* 末现面可将本带划分为上、下两部。从上部沉积开始, 除莺歌海盆地外, 全区可能转变为海退为主的沉积。本带相当于 Martini 划分的 NN16 带, 与 Okada 和 Bukry 划分的 CN12-a, b 亚带可对比。

***Discoaster pentaradiatus* 带(晚上新世)**

界限 从 *Discoaster surculus* 末现面至 *Discoaster pentaradiatus* 末现面之间。

建带人 E. Martini & T. Worsley (1970)^[20]

比较和讨论 本带相当于 Martini 划分的 NN17 带, 与 Okada 和 Bukry 划分的 CN12-c 亚带相当。在南海北部已观察到本带的钻井剖面不多。莺歌海盆地情况不清。

***Discoaster brouweri* 带(晚上新世)**

界限 从 *Discoaster pentaradiatus* 末现面至 *Discoaster brouweri* 末现面之间。

建带人 W.W. Hay & P.H. Schmidt (1967), E. Martini & T. Worsley (1970) 修改。

比较和讨论 目前本带仅在珠江口盆地东北部 ZB-9 等和琼东南盆地 Y9 等少数钻井观察到。超微化石丰度及分异度中等, 沉积物厚度小。本带与 Martini 划分的 NN18 带可对比, 与 Okada 和 Bukry 划分的 CN12-c 亚带相当。

二、地层划分对比及沉积特征

南海北部海相第三纪划分出 18 个超微化石带和一个未命名组合。其中以上第三系的 *Helicosphaera ampliaperta-Sphenolithus heteromorphus* 带, *Discoster quinqueramus* 带和 *Ceratolithus rugosus-Reticulofenestra pseudoumbilica* 带,即相当于 Martini 划分的 NN4—NN5 带, NN11 带和 NN13—NN15 带,分布最广,全区可比性强。结合 12 个浮游有孔虫带¹⁾,可作为南海北部中—上第三系划分对比的重要标志(表 1)。

含中—晚始新世超微化石未命名组合的暗黑色泥岩,分布于珠江口盆地最东北缘(钻井中),暗黑色泥岩之上覆盖着厚数百米的玄武岩。据黄廷章研究²⁾,该地东北紧邻的澎湖台地周围是台湾海峡及台西地区始新世火山活动最活跃区,其中以中始新世晚期(相当于超微化石 NP16—NP17 带)火山岩最普遍。依据超微化石组合特征,及近邻区内火山活动资料,暗黑色泥岩的时代很大可能属中始新世沉积。早第三纪海水是沿北东—南西向的澎湖—南日盆地由北而来。已知,海相下第三系在台湾海峡中北部及东海南部均有广泛分布^[24,25]。

上渐新统 *Sphenolithus distentus-Sphenolithus ciproensis* 带沉积主要分布于神孤—东沙隆起南侧,以及这一古新至始新世隆起带的西南侧。琼东南盆地陵水组,甚至下伏的崖城组,与珠二拗陷及其北邻的珠海组可以对比。在台南盆地,海区钻井揭露的渐新统为浅海相砂、页岩,不整合覆于中白垩世碎屑岩之上,已知厚度 180m,含 N2 带浮游有孔虫^[26],相当于超微化石 NP24 带。区内海相上渐新统,除滨海相煤系地层和浅海相砂泥岩外,在珠江口盆地沿 ZB-3 至 ZB-6 井一带沉积有古珠江三角洲²⁾。在物源补给较少的盆地斜坡或隆起边坡,局部沉积了碳酸盐岩,如琼东南盆地北坡^[27]。而含孢粉为主的非海相上渐新统,主要分布于珠江口盆地西部,北部湾和台南盆地中北部^[24]。

含 *Sphenolithus conicus* 带的海相下中新统,主要见于珠江口盆地低隆起边部和盆地三级凹陷内,尤其盆地东部西侧及其邻近的远岸钻井中。在建带剖面上,本段岩性以中细粒石英砂岩为主,上部粉砂岩和泥岩增多。砂岩成熟度高。层厚约 360m。但其岩性和厚度横向变化大。在琼东南盆地, Y9 井三亚组 1935—2430m 层段下部产超微化石 *Dicryococcites abisectus*, *Discoaster druggii*, 其层位可与珠江组下部相比。本区含 *Sphenolithus belemnus* 带沉积及其上覆下中新统,是在海水迅速向陆地推进过程中沉积的。钻井揭示含 NN4—NN5 带地层在南海北部分布广,可比性强。其中珠二拗陷下中新统厚度和埋深可能在全区最大,其余各地和北部湾等主要接受了海湾—陆架环境的泥岩沉积,厚度小。沿东沙隆起北侧,则发育了碳酸盐岩沉积。在台南盆地海域,下中新统由浅海页岩夹粉砂岩组成,厚 600m,含浮游有孔虫 N4—N8 带化石,可与超微化石带 *Sphenolithus conicus-Sphenolithus heteromorphus* 带(下部)对比。

区内下中新统与中中新统沉积具有明显的连续性,单以岩性区分这两个统十分困难。

1) 秦国权,1986,珠江口盆地有孔虫生物地层学研究。

2) 李妙震、张祥兰、周昌范、邱燕,1987,应用地震地层学方法对古珠江三角洲沉积体系的初步分析。石油物探,第 26 卷,第 4 期。

表 1 南海北部第三系对比表
Table 1 Biostratigraphic correlation of the Tertiary in the northern South China Sea

地层	超微化石分带 [3] (Marini, 1971)	浮游有孔虫分带 [21] (Bilow, 1969)	南海北部超微化石分带 (本文)	北部湾盆地 [22]	琼东南盆地 [22]	珠江口盆地 [22]	台南—琼义地区	台南盆地 [23]	地层
上新统	NN18 NN17 NN16 NN15 NN14 NN13 NN12	N21	D. brouweri 带 D. pentaradiatus 带 D. surculus 带 R. pseudoubillica 带 C. rugosus 带	灯楼角组	莺歌海组	西部 东部	北寮页岩 竹头溪层 茅埔页岩 盆水坑页岩	超微化石分带 Cy. macchyrayi 带	上新统
中统	NN11 NN10 NN9 NN8 NN7 NN6 NN5	N19 N18 N17 N16 N15 N14	A. fricorniculatus 带 D. quinqueramus 带 D. calcaris 带 D. hamatus 带 Ca. coalitus 带	望楼港组	黄流组	粤海组	糖恩山砂岩 长枝坑层 红花子层 三民页岩	D. quinqueramus 带 D. variabilis 带	中统
新统	NN4 NN3 NN2 NN1	N13 N10 N9 N8 N7 N6 N5 N4	D. lugleri 带 D. exilis 带 S. heteromorphus 带 H. ampliapertura 带 S. belemnos 带 S. conicus 带	角尾组	梅山组	韩江组	和社层	Cy. floridanus 带 S. heteromorphus 带 H. ampliapertura 带 S. belemnos 带 H. kampinaci 带 T. carinatus 带	新统
渐新统	NP25 NP24 NP23	P22 P21 P20 P18 P17 P10	S. ciproensis 带 S. distentus 带 未命名组合	下洋组	陵水组	珠江组		S. ciproensis 带 S. distentus 带	渐新统
始新统	NP20— NP14			陆相沉积或缺失		珠海组 黑色泥岩层			始新统

就超微化石而论,这一分界位于 NN5 带内部,台湾省的研究者们倾向于将这一界线划于 NN4 带顶部^[1,23]。就有孔虫而论,国际上通用圆球虫 (*Orbulina*) 的初现面作下一中中新统分界。汪品先等报道并讨论了这一界面在北部湾和莺歌海盆地发育情况^[28]。在珠江口盆地东部,下中新统顶部普遍有一层 *Globigerinoides sicanus*-*Praeorbulina glomerosa* 富集层,它可作为下中新统顶部划分标志,但这一有孔虫层在盆地西部缺失。

中中新统各组除含 *Sphenolithus heteromorphus* 带沉积,全区可追踪对比外,其余各带沉积横向变化大,或发育不全,或部分缺失。本区各组总的比较是,在北部湾、珠江口盆地西部和东北部,台南盆地以及可能的琼东南盆地,中中新统沉积物相对较细,厚度小。在北部湾盆地,据五口钻井超微化石资料,中中新统厚 200—350m,在凹陷区,其埋深一般小于 1000m。在台南盆地海域,中中新统以半深海页岩为主,厚度小于 375m^[26],反映一种远离物源,地表径流补给较弱的静水环境。局部地区,NN6—NN7 带发育不全,例 GB-1 井, Y9 井, CFC-1 井 等。在珠江口盆地东部,中中新统韩江组沉积物偏粗,韵律性强,厚度大,部分钻井超微化石纵向连续性差。有孔虫出现多层 *Textularia*, *Ammonia*, *Operculina* 等浅水分子,表明该区当时的物源补给相对充足,沉积速率高,处于水动力条件强的沉积环境。

台湾省及其西邻海域以及可能的东海南部,中中新统以非海相沉积为主,并伴有沉积间断,海相生物地层资料十分零碎。已知唯一较连续的海相中中新统剖面见于台南盆地北部地堑内。高雄地区的三民页岩和红花子层含有 NN7—NN10 带超微化石,它们相当于珠江口盆地的韩江组。

在南海北部,除各盆地主要拗陷区外,中中新统上部 and 上中新统下部存在着程度不同的地层减薄或缺失现象。超微化石表现为 NN9—NN10 带发育不全,有孔虫则反映为左旋 *Globorotalia acostaensis* 带直接与 *Globorotalia siakensis* 带接触,缺失 Blow 划分的 N15 带。目前已知最大的沉积间断位于琼东南北部。在那里,含超微化石 *Discoaster quinqueramus* 的 NN11 带黄流组,直接覆盖在含 NN5 带超微化石的梅山组之上 (Y9 井),其间缺失 NN6—NN10 带沉积,间断时间持续约 5.0Ma。在海相中—上中新统连续剖面上,它们之间的分界,建议在本区采用 *Discoaster prepentaradiatus* 的初现面进行划分,它位于 NN9 带中部,即含有 NN9 带标志化石 *Discoaster hamatus* 且伴生有 *D. prepentaradiatus* 及较多的 *D. bellus* 的沉积划为上中新统。

上中新统粤海组及与其相当的沉积,岩性偏粗,但通常厚度不大 (200—400m) 其中含超微化石 *D. quinqueramus* 带沉积全区可比性强,是上中新统重要对比标志。在雷琼地区,其北界可追踪至湛江以北。而含 *Discoaster calcaris* 带和 *Amaurolithus tricorniculatus* 带(下部)沉积则横向变化大。它们在部分钻井中或发育不全,或缺失。台南盆地上中新统长枝坑层和糖恩山砂岩,主要含 *D. quinqueramus* 带分子,可与粤海组相比。糖恩山砂岩上部页岩夹层增多,其中产 *Ceratolithus acutus* 那部分,时代应归于上新世。在台南盆地海区,上中新统以浅海—半深海相页岩为主,但顶部发育不全。珠江口盆地上中新统有孔虫可分为下部的 *Globorotalia acostaensis* 左旋带和上部的 *Globorotalia acostaensis* 右旋带。它们分别可与 Blow 划分的 N16 和 N17 带对比。但至盆地北坡浅水区,这两个带相变为 *Ammonia altispira*-*Globigerina nepeuthus* 组合。

中新统与上新统的分界位于 *Amaurolithus tricorniculatus* 带内部,在海相沉积连续的钻井剖面中,依据 *Triquetrorhabdulus rugosus* 未现面和(或) *Ceratolithus acutus* 初现面可将它们区分开。这两个超微化石地层事件的时间是相同的^[7,15]。*T. rugosus* 见于中新统一上新统界面之下,而 *C. acutus* 位于界面之上。这一情况已为区内 GB-2, ZB-2, ZB-7 等三级凹陷区内钻井揭示和证实。

从台南盆地至北部湾盆地的南海北部地区,除莺歌海盆地外,上新统 *Ceratolithus rugosus-Retifoenestra pseudoumbilica* 带沉积,即相当于 Martini 划分的 NN13—NN15 带沉积,沉积物细泥岩发育,厚度薄,一般为 60—100m (GB-2, ZB-2, ZB-7, GB-8 等井),其间含有丰富的超微化石。珠江口盆地本层段有孔虫以浮游类为主,例如 *Globobiquadrina altispira*, *Gq.globosa* 且伴有部分较深水相底栖属种,例如 *Uvigerina glintii*, *Sphaeroidina bulloides* 等。它们是全区上新统最好的对比标志。在台南盆地,本层段相当于茅埔页岩和竹头溪层(部分)。上新统上部,更确切说是从超微化石 NN16 带上部开始,砂岩含量增多,沉积物变粗,浮游生物趋少。区内大多数钻井所见最高超微化石为 NN16 带,局部为 NN17 带分子。而含 NN18 带沉积目前仅见于珠江口盆地东北部和琼东南盆地北部极少数钻井。有孔虫则以底栖类为主,浮游类则以显示海水较浅的 *Globigerinoides rubber* 最普遍。在台南盆地海区,上新统以外浅海一半深海相页岩为主,厚 300m,其上部向陆区相变为砂、页岩互层,化石含量骤减。台湾省上新统上部超微化石统称 *Cyclococcolithus macintyreii* 带^[23],或小型 *Reticulofenestra* 带(部分)和 *Discoaster pentaradiatus* 带^[29],不易进一步区分。上新统上部沉积环境的变化可能与本区东侧台湾岛上新世—更新世蓬莱运动有关。除高隆区地层缺失外,不排斥本区东部上新统上部存在海陆交替相沉积的可能。

三、问题讨论

(一) 上、下第三系分界

就当前已有超微化石研究成果表明,珠江口盆地珠二拗陷及其北侧的海相上新统一下中新统剖面发育较全,综合 ZB-4a 等 7 口钻井资料,含晚渐新世 *Sphenolithus ciperoensis* 带沉积主要分布于地震反射波 T'_5 与 T_6^{10} 或 T_5 — T_7 之间(图 3)。岩性为灰白色细砂岩,含砾砂岩夹粉砂岩或粉砂质泥岩,其上覆为含 *Sphenolithus conicus* 带 (NN1—NN2) 的下中新统中—细粒石英砂岩或杂砂岩。上下第三系分界应于 *Sphenolithus ciperoensis* 带之顶部,相当于地震反射波 T'_5 附近。但由于本区上渐新统超微化石稀少以及采样密度或分析技术的影响,当 *Sphenolithus ciperoensis*, *Zygrhablithus bifugatus* 和(或) *Dictyococcites bisectus* 等标志化石未见时,则可仅选用 *Helicosphaera recta* 未现面作为上、下第三系分界。*Helicosphaera recta* 的未现面在下中新统最下部^[7],但依此划分上、下第三系出入不会太大。类似划分意见见于澳大利亚东南近海盆地和南海南部纳士纳盆地²⁾。

1) 罗伯逊研究所(新加坡) R.J. Morley 面告。

2) 同本页脚注 1)。

年 龄 (Ma)	时 代	地 层	超微化石分带 (本文)	岩 性	地震反射波		
					[27] 李妙霞等 (1987)	* 梁安跃等 (1987)	** 梁崇刚等 (1987)
16	早 中 新 世	珠 江 组	H. ampliaperta 带				
17			S. belemnos 带				
18			S. conicus 带	T ₅	T ₅	T ₅	
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25	晚 渐 新 世	珠 海 组	S. ciperoensis 带	T ₅ '		T ₆	
26			S. distentus 带	T ₆	T ₇	T ₇	
27							
28							
29							
30							

* 梁安跃、曾麟、罗晓芳,1987,珠江口盆地地下第三系划分与对比。中国海上石油,第1卷,第3期,第9—18页。
 ** 梁崇刚,梁希琼,1987,珠江口盆地西部的第三系。中国海上石油,第19—29页。

图3 珠江口盆地东部上渐新统一下中新统综合柱状图

Fig. 3 Comprehensive columns of the Upper Oligocene-Lower Miocene in the eastern Pearl River Mouth Basin.

(二) 第四系与第三系分界

多年来虽一直有所争议,但国内外多数钙质超微化石研究者们,至今仍倾向于采用 *Discoaster brouweri* 未现面,作为第四系与第三系的分界标志, *Discoaster brouweri* 未现面为至今 $1.88 \pm 0.01\text{Ma}$ ^[18]。这一界面在珠江口盆地东北 ZB-9 井等以及琼东南盆地 Y9 井已观察到,其上覆为不含盘星石类的 *Pseudoemiliana lacunosa* 带(NN19)沉积。界面上下超微化石组分变化较大。在珠江口盆地 *Discoaster brouweri* 未现面与浮游有孔虫 *Globorotalia truncatulinoides* (左旋优势)初现面十分接近,后者是第四系下限的重要标志。

(三) 再沉积超微化石

从北部湾至珠江口盆地若干钻井中都见到超微化石的再沉积现象,其时代最老属白垩纪中期。统计表明,只在珠江口盆地,再沉积超微化石以下列三个层位相对较为常见。

1. 上新统上部或相应层、组之上部。其特点是中新统中一下部分子较常见。如 *Sphenolithus heteromorphus*, *Dictyococcites floridanus* 等。

2. 中中新统中一上部至粤海组下部或其可比较层位。其再沉积分子以早第三纪的为主。分布于珠一坳陷西北侧, 珠三坳陷北部。

3. 在珠一坳陷西侧始新统(?)恩平组上部, 即地震反射界面 T_6 之下, 其再沉积化石基本以白垩纪分子为主, 例: *Watznauria* spp., *Lithastraria* spp. 等。

再沉积钙质超微化石在地层剖面中数量变化, 再沉积成分特点与沉积物源供应范围及母岩特点密切相关, 通常也反映沉积环境的变化。上述再沉积超微化石的初步统计资料提示, 南海北部始新世(?)中晚期, 中中新世中一晚期和上新世晚期, 区内剥蚀范围, 即沉积物母岩供应范围曾数次有所扩大, 其结果导致上述各时期沉积中钙质超微化石再沉积作用加强。

四、结 语

1. 依据 40 口近海钻井剖面的钙质超微化石分析成果, 自台南盆地至北部湾盆地的南海北部, 海相第三系可区分出 18 个超微化石带和一个未命名组合。

2. 始新统未命名组合仅见于珠江口盆地东北缘, 推测该时期海水自北东向南西而来。

3. 在上渐新统至上新统 18 个超微化石带中, 相当于 Martini 划分的 NN4—NN5 带, NN11 带和 NN13—NN15 带的超微化石具有发育保存好, 横向分布稳定及分布广等特点, 是区内各盆地海相第三系划分对比的重要标志。

4. 初步资料统计表明, 至少在珠江口盆地, 中中新统中一上部, 上新统上部以及始新统(?)中上部, 再沉积钙质超微化石相对较为普遍, 它们可以视为该时期基底抬升, 或海(湖)平面下降, 剥蚀区扩大的佐证。

参 考 文 献

- [1] Huag, T. C., 1982, Tertiary calcareous nannofossil stratigraphy and sedimentation cycles in Taiwan. Proc. and ASCOPE Conf. Exhib., Oct. 1981, Malina, Tech. Progr. Commit., ASCOPE, '81', Malina, pp. 873—886.
- [2] 段威武、黄永祥, 1988, 珠江口盆地海相上渐新统。海洋地质与第四纪地质, 第 8 卷, 第 2 期, 第 47—52 页。
- [3] Martini, E., 1971, Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: A. Farinacci (ed.), Proc. 2nd Conf. Plankton Microfossils, Vol. 2, pp. 729—786.
- [4] Okada, H. and Bukry, D., 1980, Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1975). Mar. Micropaleontol., Vol. 5, No. 3, pp. 321—325.
- [5] Bramlette, M. N. and Wilcoxon, J. A., 1967, Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Ciperio Section, Trinidad, W. I. Tulane stud. Geol., Vol. 5, pp. 129—188.
- [6] Müller, C., 1978, Remarks on biostratigraphic useful nannofossils in the Paleogene of the northern hemisphere. Newsl. Stratigr., Vol. 7, No. 1, pp. 45—52.
- [7] Perch-Nielsen, K., 1985, Cenozoic calcareous nannofossils. In: H. M. Bolli, J. B. Saunders, and K. Perch-Nielsen, (eds.), Plankton stratigraphy, Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 427—554.
- [8] Bukry, D., 1971, Cenozoic calcareous nannofossils from the Pacific Ocean, San Diego Soc. Nat. Hist. Trans., Vol. 16, No. 14, pp. 303—327.
- [9] Hay, W. W., 1970, Calcareous nannofossils from cores recovered on leg 4. In: R. C. Bader, R. D. Gerard, et al., (eds), Initial Reports of Deep Sea Drilling project. Vol. 4, U. S. Government Printing Office, Washington, D. C., pp. 455—501.
- [10] Martini, E., 1969, Nannoplankton aus dem Miozön von Gabon (westafrika). Neues Jahrb. Geol. Palaeontol.

- Abhandlungen., Vol. 132, pp. 285—300.
- [11] Gartner, S., 1969, Correlation of Neogene plankton foraminifera and calcareous nannofossil zones. *Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc.*, Vol. 19, pp. 585—599.
- [12] Haq, B. U. and Berggren, W. A., 1978, Late Neogene calcareous plankton biostratigraphy of the Rio Grande Rise (South Atlantic Ocean). *Jour. paleont.*, Vol. 52, No. 6, pp. 1167—1194.
- [13] Chi, W. R., 1978, The late Neogene nannobiostratigraphy in the Tainan Foothill Region, southern Taiwan. *Petrol. Geol. Taiwan*, No. 15, pp. 89—125.
- [14] Bukry, D., 1978, Biostratigraphy of Cenozoic marine sediment by calcareous nannofossils. *Micropaleontol.*, Vol. 24, No. 1, pp. 44—60.
- [15] ———, 1973, Low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. In: N. T. Edgar, J. B. Saunders et al., Initial Report of Deep Sea Drilling Project, Vol. 15, U. S. Government Printing Office, Washington, D. C., pp. 685—703.
- [16] Huang, T. C., 1976, Neogene calcareous nannoplankton biostratigraphy viewed from the Chuhuang Keng section, northwestern Taiwan. *Proc. Geol. Soc. Taiwan*, No. 19, pp. 7—24.
- [17] Chi, W. R., 1979, A biostratigraphic study of the late Neogene sediments in the Kaohsiung area based on calcareous nannofossils. *Proc. Geol. Soc. Taiwan*, No. 22, pp. 121—141.
- [18] Backman, J. and Shackleton, N. J., 1983, Quantitative biochronology of Pliocene and Early Pleistocene calcareous nannoplankton from the Atlantic, Indian and Pacific Ocean. *Mar. Micropaleontol.*, Vol. 8, No. 2, pp. 147—170.
- [19] Hay, W. W., Mohler, H. P., Roth, P. H., Schmidt, R. R. and Boudreaux, J. E., 1967, Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean—Antillean area and transoceanic correlation. *Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc.* Vol. 17, pp. 428—480.
- [20] Martini, E. and Worsley, T., 1970, Standard Neogene calcareous nannoplankton zonation, *Nature*, Vol. 225, pp. 289—290.
- [21] Blow, W. H., 1969, Late Middle Eocene to Recent Planktonic foraminiferal Biostratigraphy. In: P. Bronnimann and H. H. Renz (eds.), *Proc. 1st Int. Conf. Plank. Microfoss.*, 1967, Geneva. Leiden, E. J. Brill, Vol. 1, pp. 199—421.
- [22] 金庆焕主编, 1989, 南海地质与油气资源, 地质出版社, 第 230 页。
- [23] 纪文荣, 1984, 台湾中南部山麓带及东部海岸山脉之超微化石生物地层和对比。台湾石油季刊, 第 19 卷, 第 4 期, 第 2—26 页。
- [24] Sun, S. C., 1982, The Tertiary basins of offshore Taiwan. *Proc. 2nd ASCOPE Conf. Exhib.* 1981, Malina. Tech. Progr. Commit., ASCOPE '81', Malina pp. 125—135.
- [25] 许薇龄、乐俊英, 1988, 东海的构造运动及其演化。海洋地质与第四纪地质, 第八卷, 第 1 期, 第 9—21 页。
- [26] Taylor, B. and Hayes, D. E., 1980, The tectonic evolution of the South China Sea. In: D. E. Hayes (eds.), the tectonic and geologic evolution of Southeast Asian Seas and Islands. *Geophys. Monography*, Vol. 23, pp. 89—104.
- [27] 胡平忠、苏厚熙、肖翠玉、曾鼎乾、刘春华, 1981, 北部湾及莺歌海坳陷第三系。南海北部大陆架第三系。第 35—144 页, 广东科技出版社。
- [28] 汪品先、厦伦煜, 1981, 关于南海北部上第三系生物地层界线。南海北部大陆架第三系。第 225—230 页, 广东科技出版社。
- [29] Huang, T. C., 1980, Oligocene to pleistocene calcareous nannofossil biostratigraphy of Hsueshan Range and Western Foothill in Taiwan, *Geol. Paleont. SE Asia*. Vol. 21, pp. 191—210.
- [30] Rade, J., 1977, Tertiary biostratigraphic zonation based on calcareous nannoplankton in eastern Australian nearshore basins. *Micropaleontol.*, Vol. 23, No. 2, pp. 270—296.

TERTIARY CALCAREOUS NANNOFOSSIL BIOSTRATIGRAPHY IN THE NORTH PART OF THE SOUTH CHINA SEA

Duan Weiwu and Huang Yongyang

(Guangzhou Marine Geological Survey, Ministry of
Geology and Mineral Resources, Guangzhou)*

Abstract

The marine tertiary sequences in the north part of the South China Sea (from the Beibu Gulf Basin through the Pearl Mouth Basin and S. E. Hainan Basin to the Tainan Basin) may be divided into 18 calcareous nannofossil zones of Late Oligocene to Pliocene age and 1 unnamed assemblage of Eocene age on the basis of the analyses of calcareous nannofossils from 40 offshore boreholes. The unnamed Eocene assemblage has been only found on the northeast margin of the studied region, which represents the oldest nannofossil-bearing sediments in this region. It is assumed that the sea water came from the northeast. Since the Late Oligocene, the distribution of marine sediments in the north part of the South China Sea has continuously extended. The marine Upper Oligocene, Miocene and Pliocene are characterized by continuous sedimentation in the whole area, but the development of the 18 nannofossil zones varies from basin to basin. Among the 18 nannofossil zones, those corresponding to Martini's NN4-NN5 zones, NN11 zone and NN13-NN15 zones are well developed and well preserved, which are relatively persistent laterally and also widespread. They are the important markers for both the stratigraphical subdivision and the correlation of the Upper Tertiary between various basins in the northern part of the South China Sea. Based on mainly the nannofossils and the sedimentary features, with also reference of the foraminifera zonation in certain basins, the present paper approaches the boundaries between the Upper and Lower Tertiary and between the Quaternary and Tertiary as well as the boundary within the Upper Tertiary. A preliminary statistics suggests that reworked calcareous nannofossils are relatively abundant at least in the Middle Miocene-Upper Miocene, the Upper Pliocene and Mid-Upper Eocene (?) in the Pearl River Mouth Basin. This has been thought to be related to the basement uplift or sea (lake) level fall and to the enlargement of the erosion area during that depositional period.

* Previously South China Sea Geological Investigation Headquarters, MGMS.

作 者 简 介

段威武,生于1937年,1961年毕业于长春地质学院地质勘探系。长期从事中、新生代地层古生物工作。现任地质矿产部广州海洋地质调查局高级工程师。通讯处:广州环市东路477号,地质矿产部广州海洋地质调查局。邮政编码:510075。

图 版 说 明

图 版 I

(除注明者外的图影均×2000)

1. *Discoaster berggrenii* Bukry; 透射光,珠江口盆地西部,粤海组。
2. *Discoaster bellus* Bukry; 透射光,珠江口盆地西部,粤海组。
3. *Discoaster bollii* Martini & Bramlette; ×2500,透射光,北部湾盆地,角尾组。
4. *Discoaster calcaris* Gartner; 透射光,珠江口盆地东部,韩江组。
5. *Discoaster druggii* Bramlette & Wilcoxon; 透射光,珠江口盆地东部,珠江组。
6. *Discoaster kugleri* Martini & Bramlette; 透射光,北部湾盆地,角尾组。
7. *Discoaster quinquerramus* Gartner; 透射光,珠江口盆地东部,粤海组。
8. *Discoaster neohamatus* Bukry & Bramlette; 透射光,珠江口盆地东部,韩江组。
9. *Discoaster hamatus* Martini and Bramlette; 透射光,珠江口盆地东部,韩江组。
10. *Discoaster neorectus* Bukry; 透射光,珠江口盆地东部,粤海组。
11. *Discoaster prepentaradiatus* Bukry; 透射光,珠江口盆地西部,粤海组。
12. *Discoaster kuepperi* Gartner; 透射光,珠江口盆地东部,始新统。
13. *Catinaster coalitus* Martini & Bramlette; 透射光,珠江口盆地东部,韩江组。
14. *Catinaster? umbrellus* Bukry; 正交偏光,珠江口盆地东部,珠海组。
15. *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohle & Wade) Bukry & Percival; 正交偏光,珠江口盆地东部,珠海组。
16. *Cyclicargolithus floridanus* (Rath, Hay & Bukry) Bukry, 正交偏光,珠江口盆地西部,韩江组。
- 17—20. *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini & Ritzkowski, 17.19.透射光,18.20.正交偏光。珠江口盆地东部,始新统。

图 版 II

(全部标本均放大2000倍)

- 1—2. *Sphenolithus belemnus* Bramlette & Wilcoxon; 1,正交偏光,长轴与偏光呈 0° 夹角; 2,正交偏光,长轴与偏光呈 45° 夹角;珠江口盆地东部,珠江组。
- 3—4. *Sphenolithus conicus* Bukry; 3,正交偏光,长轴与偏光呈 0° 夹角; 4,正交偏光,长轴与偏光呈 45° 夹角;珠江口盆地东部,珠江组。
- 5—6. *Sphenolithus ciperoensis* Bramlette & Wilcoxon; 5,正交偏光,长轴与偏光呈 0° 夹角; 6,正交偏光,长轴与偏光呈 45° 夹角;珠江口盆地东部,珠海组。
- 7—8. *Sphenolithus distentus* (Martini) Bramlette & Wilcoxon; 7,正交偏光,长轴与偏光呈 0° 夹角; 8,正交偏光,长轴与偏光呈 45° 夹角;珠江口盆地东部,珠海组。
- 9—10. *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre; 9,正交偏光,长轴与偏光呈 0° 夹角; 10,正交偏光,长轴与偏光呈 45° 夹角;珠江口盆地西部,韩江组。
- 11—12. *Ceratolithus acutus* Gartner & Bukry; 正交偏光;珠江口盆地西部,万山组。
13. *Ceratolithus rugosus* Bukry and Bramlette; 正交偏光;珠江口盆地东部,万山组。
14. *Amaurolithus amplificus* (Bukry and Percival) Gartner; 透射光;珠江口盆地西部,万山组。
- 15—16. *Amaurolithus tricorniculatus* (Gartner) Gartner; 透射光;珠江口盆地西部,万山组。
- 17—18. *Triquetrorhabdulus carinatus* Martini; 17.透射光;18.正交偏光;珠江口盆地东部,珠江组。
19. *Helicosphaera euphratis* Haq; 正交偏光;珠江口盆地东部,珠海组。
20. *Helicosphaera recta* (Haq) Jafar & Martini; 正交偏光;珠江口盆地东部,珠海组。

- 21—22. *Helicosphaera orientalis* Black; 正交偏光; 珠江口盆地东部, 韩江组。
23. *Helicosphaera pacificus* Müller; 正交偏光; 珠江口盆地西部, 韩江组。
24. *Helicosphaera* cf. *stalis* Theodoridis; 正交偏光; 珠江口盆地东部, 粤海组。
25—26. *Helicosphaera walbersdojensis* Müller; 正交偏光; 珠江口盆地东部, 韩江组。
27—30. *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre) Gartner & Bukry; 27. 正交偏光; 28. 另一个标本。相差, 29, 30. 正交偏光, 与 28 合一标本; 珠江口盆地东部, 珠海组。
-

《地质学报》1990 年第六十四卷第四期第 332 页作者姓名更正如下:

郁建华 付会芹 张凤兰 管梅生

第 336 页更正如下:

Yu Jianhua, Fu Huiqin, Zhang Fenglan and Guan Meisheng

