

文章编号: 1000-0615(2003)02-0137-06

厦门湾沉积物中甲藻孢囊的初步研究

方 琦¹, 蓝东兆¹, 顾海峰¹, 李 超²

(1. 国家海洋局第三海洋研究所, 福建 厦门 361005; 2. 厦门大学海洋系, 福建 厦门 361005)

摘要: 描述了厦门湾沉积物中的 13 种甲藻孢囊的形态与丰度、分布特征。初步研究结果表明, 厦门湾沉积物中甲藻孢囊的平均丰度为 3360 粒·kg⁻¹湿重; 其中有 2 种有毒甲藻: 塔玛亚历山大藻和小型亚历山大藻, 有 2 种有害甲藻: 具刺膝沟藻和锥状斯氏藻的孢囊, 且数量较为丰富。这 4 种有害有毒甲藻孢囊在环境条件适合时将可能引发赤潮, 对厦门湾水产养殖和人体健康产生危害。

关键词: 甲藻孢囊; 分类学; 厦门湾

中图分类号: S944.3⁺49 文献标识码: A

Preliminary study on dinoflagellate cysts in sediment of Xiamen Harbor

FANG Qi¹, LAN Dong-zhao¹, GU Hai-feng¹, LI Chao²

(1. Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Xiamen 361005, China;

2. Department of Oceanography, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: This article reports the morphology, densities and distribution characteristic of 13 dinoflagellate resting cysts in sediment of Xiamen Harbor. The preliminary study showed that the average abundance of dinoflagellate cysts is 3360 ind·kg⁻¹ (wet sediment). Among them 2 species are toxic (*Alexandrium tamarenes*, *A. minutum*) and 2 species are harmful (*Gonyaulax spinifera*, *Scrippsiella trochoide*). These 4 toxic and harmful dinoflagellate cysts are rich in the sediments of Xiamen Harbor. They will be harmful to the aquaculture in Xiamen Harbor and human health when the environmental factors are appropriate.

Key words: dinoflagellate cysts; taxonomy; Xiamen Harbor

20 世纪 80 年代以来, 全世界由甲藻孢囊萌发形成的赤潮呈现次数增多, 规模增大, 持续时间增长的趋势, 对水产养殖业和人类健康造成了极大危害^[1]; 因此, 许多国家十分重视对甲藻孢囊的研究。目前, 根据甲藻孢囊的大小、萌发孔的形态、孢囊外表修饰物等特征并结合孢囊的萌发实验, 发现有 85 种甲藻能形成孢囊, 其中 14 种为有毒有害种类^[2]。我国有关甲藻孢囊的研究起步较迟, 在 20 世纪八十年代中期以前未见报道, 20 世纪 90 年代以来史亚波^①、王纬斐等^[3]、Qi 等^[4]、Anderson 等^[5]、郑磊等^[6, 7]对我国东海及东南沿海海底沉积物中甲藻孢囊的分类及分布进行了研究。厦门湾海底沉积物中甲藻孢囊

收稿日期: 2002-08-20

资助项目: 福建省重大自然科学基金资助项目(2001F001)

作者简介: 方 琦(1964-), 女, 福建惠安人, 副研究员, 主要从事海洋生物学研究。Tel: 0592-2195338, E-mail: hyssf@163.com

①史亚波. 一种甲藻孢囊初探, 1992.

的研究尚属空白。本文对厦门湾 44 个站位沉积物中的甲藻孢囊进行了初步研究,描述了 13 种甲藻孢囊的形态特征和分布规律,其中 2 种是有毒、2 种是有害甲藻孢囊,这对于防范该地区有害有毒赤潮的发生具有重要的科学意义。

1 材料和方法

分析材料系 2001 年 12 月在厦门湾采集的 44 个站位(图 1)的海底沉积物样品(4℃低温保存)。每个沉积物样品称取 10g,置于 50mL 玻璃器皿中,加入过滤海水,用 JY96-II 超声波细胞粉碎机在 100~150Hz 的条件下对样品分散 1~2min,然后倒入 90 μ m 和 15 μ m 的双层网筛,去掉 90 μ m 网筛中的粗粒物质,用过滤海水冲洗 15 μ m 网筛中的样品,尽量洗去细粒物质。把洗好的样品倒入 10mL 玻璃离心管,离心去掉上部水(保留下部 1mL),摇匀,加入比重 1.8 的多钨酸钠溶液到离心管底部,待分层后吸出上部样品到另一离心管中保存,最后把样品制成活动片在显微镜下鉴定种类和统计数量。

2 结果

2.1 甲藻孢囊的属种特征及分布

本文依据甲藻孢囊的形态、表面修饰物、外壁结构、颜色以及内部油脂等特征,初步鉴定出 11 种隶属 6 个属的甲藻孢囊,另外 2 种未定种;其中有毒种 2 种,有害种 2 种。

塔玛亚历山大藻 [*Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech]^{**}: 椭圆形,长 43~72 μ m,宽 26~39 μ m。外围有透明胶状物质包围。细胞壁双层,外壁光滑,孢囊体内含许多淀粉粒和油滴,有 1~2 个红色素体(图版-1,2)。分布于九龙江口,其含量(百分含量,下同)介于 10%~20%,外港含量高达 33.33%,在西港和同安湾未检出。

小型亚历山大藻 (*Alexandrium minutum* Halim)^{**}: 豆形至近球形,直径 20~30 μ m,细胞壁双层,外壁光滑,体内含淀粉粒和脂粒,有 1 个红色素体(图版-3)。分布于厦门湾,含量多数在 10%~20%,最高的可达 50%。

亚历山大藻属 (*Alexandrium* sp.): 椭圆形,长 20 μ m,宽 16 μ m,体外有时有透明胶状物质包围,细胞壁双层,外壁光滑,体内含很多无色淀粉粒和油滴,有 1 个红色素体(图版-4)。分布于外港和同安湾,含量大都在 10%,个别站位可达 50%,九龙江口和西港含量低。

科夫/无纹多沟藻复合种 (*Polykrikos kfoiidii*/ *schwartzii* Comble): 椭圆形,长 50~100 μ m,宽 45~70 μ m,刺长 9~15 μ m,基部相连形成网状结构,体内含淀粉粒和脂粒(图版-5,6)。分布于外港与同安湾,含量大多在 10%~20%,个别站位<5%;西港区未检出,在九龙江口有 1 个站位检出,含量为 11%。

无纹多沟藻近似种 (*Polykrikos* f. *schwartzii* Bütschli): 椭圆形至豆形,长 34~65 μ m,宽 23~55 μ m,淡褐色,外壁有 7~10 μ m 长的细刺,刺中空,基部相连成网状,与无纹多沟藻 (*Polykrikos kfoiidii* Chatton) 不同之处在于个体比较小(图版-7)。只在西港的 27 站位和外港的 22 站位中检出,含量<10%。

网状原角藻 [*Protoceratium reticulatum* Claparede et Lachmann (*Gonyaulax grindleyi*)]: 球形,直径 26~31 μ m,细胞壁双层,外壁有较密的刺,刺长约 5 μ m,有的刺末端弯曲(图版-8)。分布于九龙江口、同安湾,外港中仅有少数几个站位有发现,含量较低,只有个别站位达 20%。

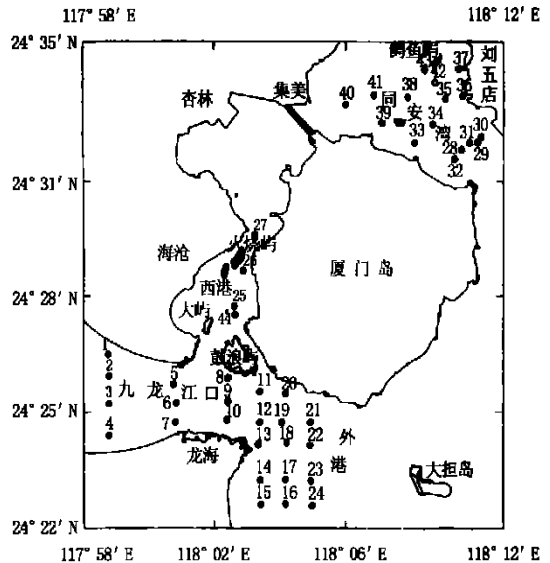


图 1 采样站位分布

Fig. 1 Distribution of sampling stations

锥形多甲藻 [*Protoperdinium conicum* (Gran) Balech]: 近椭圆形, 长 35~ 50 μm , 宽 40~ 55 μm 。外壁浅褐色、平滑, 有长 10 μm 呈平行分布的刺, 刺尖, 中空, 刺尾弯曲, 未见分叉(图版- 9)。分布于外港, 九龙江口, 同安湾等 5 个站位, 含量低于 20%。

裸甲藻属 (*Gymnodinium* sp.): 近球形, 直径 20~ 25 μm , 细胞壁双层, 外壁光滑无纹饰。孢囊体内含淀粉粒(图版- 10)。主要分布于九龙江口, 含量最高达 50%; 在外港, 同安湾的少数站位中也有发现。

美国原甲藻近似种 [*Protoperdinium* f. *americanum* (Gran et Braarud) Balech]: 近球形, 直径 25~ 30 μm , 表面有三角形无色突起物, 突起长约 5 μm , 本种在外形特征上与美国原甲藻 (*Protoperdinium americanum*) 较为接近, 但胶质突起较小。具体鉴定有待进一步培养, 观察是否会出现四叶式 3 块板萌发孔(图版- 11)。该种分布范围较广, 在西港, 外港, 九龙江口, 同安湾 4 个海区都有发现, 其中 21 和 38 站位的含量高达 50%。

具刺膝沟藻 (*Gonyaulax spinifera* Kofoid)*: 近球形至球形, 长约 32~ 42 μm , 外壁上的刺较稀疏, 刺长约 9~ 15 μm , 基部三角形, 顶端分成二叉状; 孢囊体内淀粉粒和脂粒不明显(图版- 12, 13)。分布于九龙江口、外港和同安湾海域。

锥状斯氏藻 [*Scrippsiella trochoidea* (Stein) Lochlich]*: 圆形到卵圆形, 长约 27~ 48 μm , 宽约 25~ 44 μm ; 暗褐色, 外壁有较密的短刺, 孢囊体内有 1 红色素体; 萌发孔圆形(图版- 14)。分布于外港、同安湾和九龙江口。

未定种 A (undentified A): 近球形, 直径 40 μm ; 细胞壁双层, 外壁有较密的细长刺分布, 刺长约 10 μm , 大部分刺直立, 少量弯曲, 末端分二叉; 孢囊体内含许多淀粉粒和脂粒, 有 1 个黄色素体。本种孢囊于顶部有一明显隆起, 可能是该种孢囊开始萌发所致(图版- 15)。仅分布于外港的 13、17、19 站位。

未定种 B (undentified B): 豆形至椭圆形, 长 36 μm , 宽 31 μm , 孢囊外有较密、细长柔软的刺, 刺长 15~ 16 μm , 见有斑状颗粒, 成不规则分布, 体内未见红色或其它色素体(图版- 16)。仅分布于九龙江口及外港 2、6、11、18、22 的 5 个站位, 其含量为 3.57%~ 17.65%, 在同安湾与西港海区未检出。

2.2 甲藻孢囊的丰度

厦门湾水域沉积物中甲藻孢囊数量呈不均匀分布(图 2), 范围为 0~ 15 470 粒 $\cdot\text{kg}^{-1}$ 湿重, 平均值为 3 360 粒 $\cdot\text{kg}^{-1}$ 湿重。其中九龙江口水域沉积物中甲藻孢囊的范围为 0~ 10 130 粒 $\cdot\text{kg}^{-1}$ 湿重, 平均值为 3 130 粒 $\cdot\text{kg}^{-1}$ 湿重; 外港的范围 800~ 7 470 粒 $\cdot\text{kg}^{-1}$ 湿重, 平均值为 3 330 粒 $\cdot\text{kg}^{-1}$ 湿重; 西港的范围 2 130~ 6 400 粒 $\cdot\text{kg}^{-1}$ 湿重, 平均值为 4 460 粒 $\cdot\text{kg}^{-1}$ 湿重; 同安湾范围 0~ 15 470 粒 $\cdot\text{kg}^{-1}$ 湿重, 平均值为 2 500 粒 $\cdot\text{kg}^{-1}$ 湿重。

3 讨论

3.1 甲藻孢囊在厦门湾沉积物中的记录

林金美^[8]、张水浸^[9]报道了厦门附近海域浮游甲藻的种类约有 50 余种。根据资料这些甲藻中能产生孢囊的有 11 种, 分别为粗刺膝沟藻、多边膝沟藻、透镜翼藻、钟扁甲藻斯氏变种、阿氏多甲藻、微小多甲藻、锥形多甲藻、宽阔多甲藻、里昂多甲藻、赛裸多甲藻、海洋原甲藻和泻湖原甲藻。Qi 等^[4]对中国东南沿海海底泥甲藻孢囊进行调查, 在厦门湾外的 2 个站位中发现 13 种甲藻孢囊。本文描述的 13 种甲藻孢囊, 其中 6 种(塔玛亚历山大藻、无纹多沟藻、网状原角藻、锥形多甲藻、具刺膝沟藻和锥状斯氏藻)与 Qi 等^[4]的报道相同, 而鉴定到种的小型亚历山大藻、无纹多沟藻近似种、美国原甲藻近似种等 3 种在厦门湾未曾有过记录。本文发现的 4 种有毒有害种在 20 世纪 80 年代以前未曾报道过, 20 世纪 90 年代中叶, Qi 等^[4]报道了其中 3 种。Hallegraeff 等^[10, 11]认为甲藻孢囊主要是通过船舶压舱水和贝类引种等途径传播, 据估计, 1 个压水舱就可以携带 3 亿个甲藻孢囊。我们认为这些种类的增加与本地区海运业的迅速发展可能有关, 但也不能排除 20 世纪八十年代以前浮游采样中没有发现这些种类。

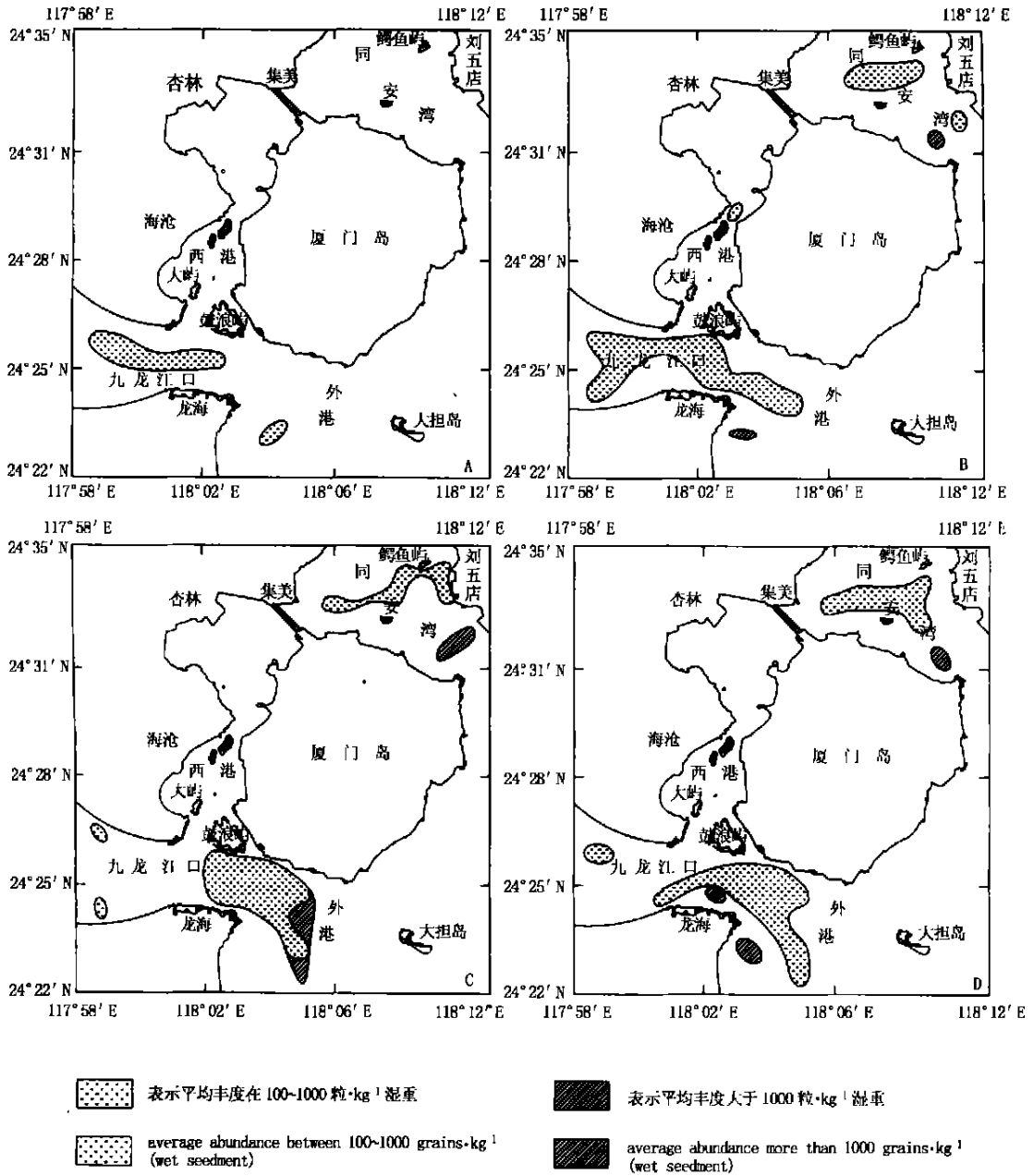


图2 有毒有害甲藻孢囊种类分布

Fig.2 Distribution of harmful dinoflagellate resting cysts

A: 塔玛亚历山大藻; B: 小型亚历山大藻; C: 具刺膝沟藻; D: 锥状斯氏藻

A: *Alexandrium tamarense*; B: *Alexandrium minutum*; C: *Gonyaulax spinifera*; D: *Scrippsiella trochoidea*

3.2 有害有毒甲藻孢囊的丰度及其潜在危害

厦门湾沉积物中共发现2种有毒和2种有害的甲藻孢囊,其中:小型亚历山大藻的数量最高,其平均丰度为1138粒·kg⁻¹湿重,最高为6935粒·kg⁻¹湿重;塔玛亚历山大藻、具刺膝沟藻和锥状斯氏藻的平均丰度分别为325、811和691粒·kg⁻¹湿重。从图2中可见,这4种甲藻孢囊除塔玛亚历山大藻外,其余3种的分布都较广,主要分布在九龙江口、外港和同安。在这几个海区这些种类的丰度远远大于H₀。

和 Hodgkiss^[12] 在香港水域调查得到的链状亚历山大藻孢囊的丰度(10~50粒·kg⁻¹湿重), 而链状亚历山大藻在香港曾有过头赤潮记录。因此, 在数量上这些种类在该海域已具备了形成赤潮的条件, 应给予足够的重视。有毒种塔玛亚历山大藻在厦门海域虽然数量相对较少, 出现的站位也较少, 但该种在暖水海域发生赤潮的频率较高, 日本、菲律宾、马来西亚、香港等地均有过头赤潮记录, 2002年4月在我国东海四列岛海域亦发生过赤潮, 1994年也曾在厦门地区虾池发生过这类赤潮^[13], 因此对该种同样应加强防范。

4 结语

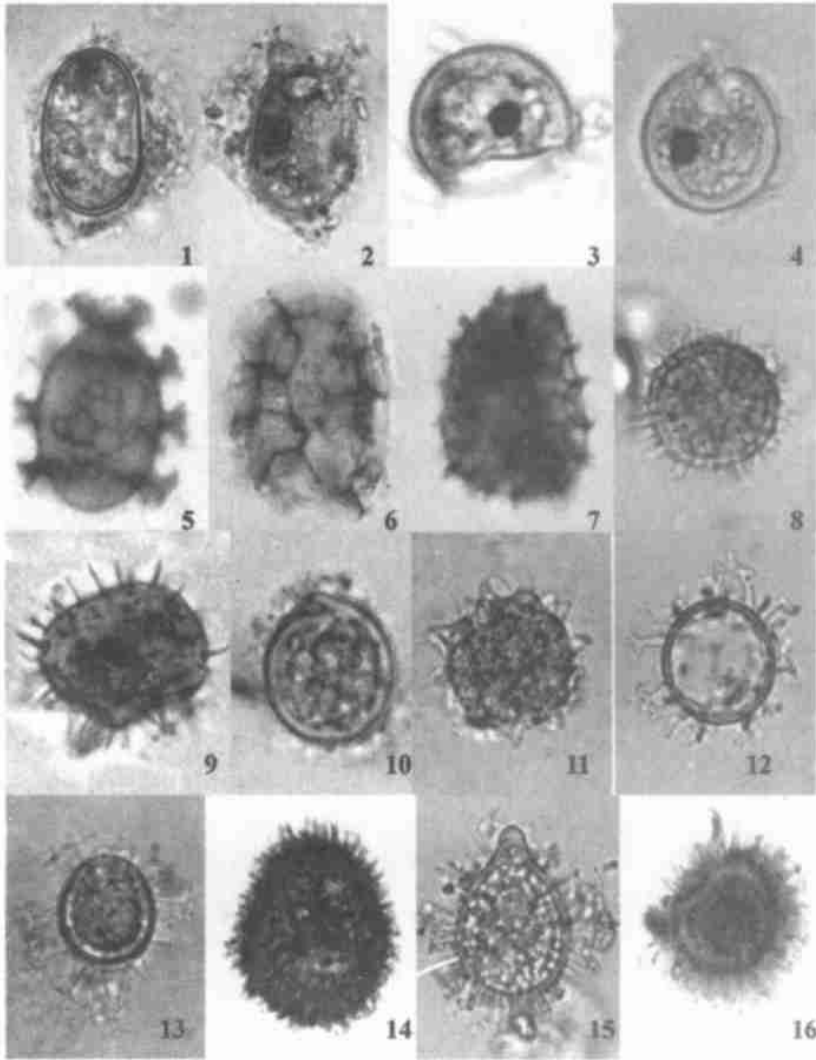
厦门湾沉积物中发现13种甲藻孢囊, 2种有毒种和2种有害种。其中小型亚历山大藻和塔玛亚历山大藻为有毒种, 具刺膝沟藻和锥状斯氏藻为有害种。

厦门湾海底沉积物中甲藻孢囊的平均丰度为3360粒·kg⁻¹湿重, 其中小型亚历山大藻和具刺膝沟藻的丰度较高, 应予重视。

集美大学2002届黄元辉、王栋成同学参加了本项工作, 特此致谢。

参考文献:

- [1] Shumway S E. A review of the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture[J]. J World Aquac Soc, 1990, 21: 65-104.
- [2] Matsuoka K, Fukuyo Y. Taxonomy of cysts[A]. International atomic energy agency dinoflagellate cyst training workshop, Hobart[C]. School of Plant Science University of Tasmania, Australia, 1999. 383-403.
- [3] Wang W F, Hong J C. Preliminary study on distribution of dinoflagellate cysts in neritic surface sediments of East China Sea in summer[J]. Marine Science Bulletin, 1994, 13(6): 53-59. [王纬斐, 洪君超. 东海沿岸水域夏季沉积物中甲藻孢囊分布初探[J]. 海洋通报, 1994, 13(6): 53-59.]
- [4] Qi Y Z, Ying H, Lei Z, et al. Dinoflagellate cysts from recent marine sediments of the South and East China Sea[J]. Asian Marine Biology, 1996, 13: 87-103.
- [5] Anderson D M, Kulis D M, Qi Y Z. Paralytic shellfish poisoning in southern China[J]. Toxicon, 1996, 34(5): 579-590.
- [6] Zheng L, Qi Y Z, Luo Y M. Studies on the cysts of red-tide organisms in Dapeng Bay[J]. J Jinan Univ(Natural Science), 1995, 16(1): 121-126. [郑磊, 齐雨藻, 骆育敏. 大鹏湾有毒赤潮生物孢囊研究[J]. 暨南大学学报(自然科学版), 1995, 16(1): 121-126.]
- [7] Zheng L, Qi Y Z. Distribution features of dinoflagellate cysts in Dapeng Bay[J]. J Tropical and Subtropical Botany, 1997, 5(3): 10-15. [郑磊, 齐雨藻. 南海大鹏湾甲藻孢囊分布研究[J]. 热带亚热带植物学报, 1997, 5(3): 10-15.]
- [8] Lin J M. Distribution of planktonic pyrophyta in the waters around Xiamen island[J]. Acta Ecol Sin, 1990, 10(2): 139-144. [林金美. 厦门附近海域浮游甲藻类的分布[J]. 生态学报, 1990, 10(2): 139-144.]
- [9] Zhang S J. Ecological features of phytoplankton from red tide occurring area in Xiamen Harbour[A]. Collected papers on red tide survey and study in Xiamen Harbour[C]. Beijing: China Ocean Press, 1993. 29-37. [张水浸. 厦门港赤潮发生区浮游植物的生态特征[A]. 厦门港赤潮调查研究论文集[C]. 北京: 海洋出版社, 1993. 29-37.]
- [10] Hallegraeff G M. A Review of harmful algal blooms and their apparent global increase[J]. Phycologia, 1993, 32(2): 79-99.
- [11] Hallegraeff G M, Bolch C J. Transport of toxic dinoflagellate cysts via ships' ballast water[J]. Marine Pollution Bulletin, 1991, 22: 27-30.
- [12] Ho K C, Hodgkiss I J. Characterization of red tides caused by *Alexandrium catenella* (Whedon & Kofoid) Balech in Hong Kong[A]. Toxic phytoplankton blooms in the sea[C]. Elsevier Sci, 1993, 263-268.
- [13] Lin Y S. Red tide caused by a marine toxic dinoflagellate, *Alexandrium tamarensis* (Lebour) Balech, in shrimp ponds in Xiamen[J]. J Ocean in Taiwan Strait, 1996, 15(1): 16-18. [林元烧. 有毒甲藻—塔玛亚历山大藻在厦门地区虾塘引起赤潮[J]. 台湾海峡, 1996, 15(1): 16-18.]



图版 Plate

1, 2. 塔玛亚历山大藻* *; 3. 小型亚历山大藻* *; 4. 亚历山大藻属; 5, 6. 科夫/无纹多沟藻复合种; 7. 无纹多沟藻近似种; 8. 网状原角藻; 9. 锥形多甲藻; 10. 裸甲藻属; 11. 美国原甲藻近似种; 12, 13. 具刺膝沟藻* *; 14. 锥状斯氏藻* *; 15. 未定种 A; 16. 未定种 B

1, 2. *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech, $\times 500^{*}$; 3. *Alexandrium minutum* Halim* *; 4. *Alexandrium* sp.; 5, 6. *Polykrikos kfoildii/schwartzii* Complex, $\times 500$; 7. *Polykrikos* cf. *schwartzii* Bütschli, $\times 750$; 8. *Protoceratium reticulatum* Wall et Dale, $\times 550$; 9. *Protoperidinium conicum* (Gran) Balech, $\times 600$; 10. *Gymnodinium* sp., $\times 850$; 11. *Protoperidinium* f. *americanum* (Gran et Braanud) Balech, $\times 600$; 12, 13. *Gonyaulax spinifera* (Clap et Lach) complex, $\times 850^{*}$; 14. *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Lochlich, $\times 850$; 15. unidentified A, $\times 400^{*}$; 16. unidentified B, $\times 400$

注: * 为有害甲藻; * * 为有毒甲藻

Notes * means harmful dinoflagellates; * * means toxic dinoflagellates