

中国海梨甲藻科几种甲藻的分类与形态鉴定

潘玉龙¹ 李瑞香² 刘 霜¹ 赵 升^{1*} 刘一霆¹

1 (国家海洋局北海环境监测中心, 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室, 青岛 266033)

2 (国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266061)

摘要: 由于生活史特殊以及分类学历史复杂, 国内外有关梨甲藻科物种的分类学研究比较少。本研究通过形态分类学方法, 详细阐述了梨甲藻物种的分类学历史沿革, 对我国海域的11种梨甲藻科物种的孢囊进行了分类学研究。我们认为其中的1种应隶属于球甲藻属(*Dissodinium*), 其余10种可归为梨甲藻属(*Pyrocystis*)(包括2个变种, 2个变型), 对每个物种都进行了详细的形态学描述, 认为拟新月梨甲藻(*Dissodinium pseudolunula*)与新月梨甲藻(*Pyrocystis lunula*)、优美梨甲藻(*Pyrocystis elegans*)与粗梨甲藻(*Pyrocystis robusta*)的分类学关系还需要进一步研究。

关键词: *Pyrocystis*, *Dissodinium*, 浮游植物, 中国近海, 分类, 鉴定

Taxonomy and morphological identification of Pyrocystaceae (Pyrocystales, Dinophyta) species on the coasts of China

Yulong Pan¹, Ruixiang Li², Shuang Liu¹, Sheng Zhao^{1*}, Yiting Liu¹

1 North China Sea Monitoring Center, State Oceanic Administration, Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Ecology and Environment & Disaster Prevention and Mitigation, Qingdao 266033

2 First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061

Abstract: Taxonomic studies on the family Pyrocystaceae are scarce because of the group's special life cycle and complicated taxonomic history. In this study, a detailed literature review of Pyrocystaceae is presented, and cysts of 11 species belonging to Pyrocystaceae are studied using morphological taxonomy methods. We believe that one species should be moved to genus *Dissodinium*, the remaining 10 species (including 2 varieties and 2 formas) are more reasonably kept in genus *Pyrocystis*. We also present a morphological description of each species. Furthermore, we believe that the taxonomic relationships between *Dissodinium pseudolunula* and *Pyrocystis lunula*, *P. elegans* and *P. robusta* require further study.

Key words: *Pyrocystis*, *Dissodinium*, phytoplankton, coasts of China, taxonomy, identification

梨甲藻科隶属于甲藻门梨甲藻目, 最早由 Schütt 在 1896 年提出, 目前包括 2 个属, 即梨甲藻属 (*Pyrocystis*) 和球甲藻属 (*Dissodinium*)。梨甲藻属物种多数可进行光合作用, 并具有生物发光的特性。其生活史分为不能动的孢囊(coccoid cells or cysts)期和能运动的游孢子(planospores)期。其中孢囊阶段时间长, 是整个生活史中主要的存在形态, 在显微镜下比较常见; 游孢子阶段具有鞭毛, 为裸甲藻或膝沟藻的相似体 (*Gymnodinium*-like or *Gonyaulax*-like), 短时间内(通常 1 小时内)会转化成孢囊, 存在时间较短(Taylor, 1972)。

梨甲藻藻体通常为梭形、新月形或者球形, 表面光滑, 特征相对明显, 较易区分, 但其分类学历史比较复杂, 许多分类学者都曾致力于其分类地位的研究。Murray 在 1876 年最早发现并在 1885 年正式报道了 2 种梨甲藻, 但梨甲藻属的正式提出是在 1890 年(Haeckel, 1890)。在 19 世纪末至 20 世纪初期也有不少学者先后报道了一些梨甲藻物种, 由于当时缺少对梨甲藻生活史的认识, 这些学者将梨甲藻归入其他甲藻, 如 Stein(1878)、Kofoid 和 Swezy(1921)报道过的裸甲藻(*Gymnodinium* sp.)以及 Klebs(1912)报道的双毛虫(*Diplodinium* sp.), 实际上是梨甲藻类

收稿日期: 2013-11-29; 接受日期: 2014-02-26

基金项目: 海洋公益性行业科研专项——我国海洋浮游生物分类鉴定技术及在生物多样性保护中的应用(201005015), 北方典型排污口致病性细菌基因芯片检测技术研究开发与示范(201105007-5)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: zhaosheng@bhj.gov.cn

的游孢子或者孢囊。Pascher(1916)提出用*Dissodinium*代替Klebs(1912)提出的*Diplodinium*来命名当时发现的一种能产生裸甲藻类游孢子的梨甲藻物种,从此梨甲藻和球甲藻名称的使用就变得比较混乱。直到1937年, Schiller才在他的研究中将梨甲藻属系统地归于胶甲藻科(Gloeodiniaceae),并提出由于梨甲藻物种生活史的特殊性和分类学历史发展的知识漏洞, *Pyrocystis*和*Dissodinium*这两个名字可认为是同一属的两个别名。他当时在研究中使用了提出时间较早的*Pyrocystis*作为梨甲藻的有效属名(Schiller, 1937)。

Taylor(1972)以及Swift和Wall(1972)先后通过室内实验全面解析了几种梨甲藻的生活史,指出了梨甲藻与球甲藻的根本区别,才真正明确了梨甲藻的分类学地位,这是梨甲藻分类历史上的一个突破。之后, Taylor(1976)将梨甲藻与球甲藻作为2个单独的属,归到梨甲藻科(Pyrocystaceae),并指出两者的根本区别在于前者的游孢子阶段为具甲的膝沟藻相似体,而后的游孢子为无甲或甲板非常脆弱的裸甲藻相似体。Steidinger、Elbrächter和Drebes以及Dodge也认为两者的分类地位不应该相同。Steidinger等(1996)指出两者孢囊期的形态也不同,主要区别在于球甲藻液泡大,且具有周缘细胞质和球状细胞核。而Elbrächter和Drebe(1978)以及Dodge和Hart-Jones(1982)则提出球甲藻与梨甲藻物种之间实际上并没有密切的关系,建议将球甲藻归于囊甲藻目(Blastodinales)中。鉴于此, Algaebase (<http://www.algaebase.org/>)报道的分类系统将梨甲藻属与球甲藻属归于梨甲藻科,将大部分梨甲藻类物种(16种,其中包括1个变种)归于梨甲藻属,只保留了2种球甲藻。

一直以来,我国关于梨甲藻的分类鉴定文献比较匮乏,其中,郭玉洁等(1979)报道了西沙、中沙群岛及附近海域的5种梨甲藻(包括1个变种),详细描述了这些梨甲藻的形态分类学特征和分类地位,并提供了照片,这是目前为止国内梨甲藻分类鉴定最为深入全面的报道。林金美(1984)曾报道过4种太平洋西部的梨甲藻;李瑞香和毛兴华等(1985)在东海陆架区的甲藻研究中报道了1种国内首次记录的梨甲藻,即枪锋梨甲藻(*P. lanceolata*);陆斗定(1987)专门研究过东海黑潮区10种梨甲藻的生态分布特征,但没有给出分类鉴定信息。然而自此以后国内

关于梨甲藻的分类学报道便非常少,多数报道是以海区调查报告或者海区甲藻多样性研究的形式出现。如林金美(1995)全面报道了中国海区甲藻的种类与生态习性,其中包括12种梨甲藻;孙军等(2000)详细报道了琉球群岛附近海域的浮游植物群落组成,包括23种梨甲藻,虽然包括5对同种异名,但该研究仍然比较全面地记录了南海附近海域的梨甲藻组成;刘瑞玉等(2010)编著的《中国海洋生物名录》中报道了12种梨甲藻(包括2个变种,1个变型,1种球甲藻);马新等(2013)重新探讨了梨甲藻的分类地位,提出了梨甲藻单独成目的理由。

综上所述,国内早期的梨甲藻分类学文献由于年代久远,报道物种数目有限,资料不方便查询等缺陷,已经远远不能满足国内浮游植物分类鉴定以及海洋环境监测发展的需求。本研究通过追溯梨甲藻物种的分类学历史沿革,利用常规的形态分类学方法,详细描述了我国海域11种梨甲藻孢囊的形态分类学特征,提供了代表性的彩图,以便为我国的海洋环境监测提供参考,为我国梨甲藻分类学的深入研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 样品采集与处理

材料主要采自南海(2009年6月)、东海(2010年8月)以及北黄海(2013年8月)等近岸海域,采集网具均为浅水III型浮游生物网,样品保存于终浓度为5%的福尔马林溶液中。

1.2 物种分类与鉴定方法

物种鉴定采用传统形态学分类方法,参考Swift和Durbin(1971)、Swift和Wall(1972)、Taylor(1972, 1976)、Elbrächter和Drebes(1978)以及Elbrächter等(1987)经典分类学文献,用Nikon TE2000-U型倒置显微镜对固定的标本进行鉴定,固定的样品带回实验室后3个月内完成分析,对每个标本作出形态学描述并拍照。

中文种名的确定参照曾呈奎和毕列爵(2005)的研究,关于甲藻的中文术语则参照《海藻学》一书(钱树本等, 2005)。

2 结果

根据Elbrächter和Drebes(1978)的研究,梨甲藻与球甲藻物种的根本区别在于生活史方式的不同

以及游孢子的形态差异。本研究中笔者并未通过室内培养进一步了解梨甲藻物种的生活史,而是通过收集的孢囊标本,参照分类学文献,尝试从梨甲藻孢囊的形态特征来区别梨甲藻物种,并对鉴定结果作出评估。本文共报道梨甲藻类11种,其中球甲藻属1种,梨甲藻属10种(包括2个变种,2个变型)。

2.1 球甲藻属 *Dissodinium* Pascher

为寄生在桡足类动物卵外的一种异养甲藻,生活史分为三个阶段:两个孢囊阶段和一个游孢子阶段。第一阶段孢囊呈球形,第二阶段孢囊呈新月形(常见),游孢子阶段为细胞壁无甲板的裸甲藻相似体。根据Elbrächter和Drebes(1978)的报道,该属只包括2个种,即*D. pseudolunula*和*D. pseudocalani*,本研究中报道了前者,后者在国内暂时未见记录。

拟新月球甲藻 *Dissodinium pseudolunula* Swift (1973) (图1-2)

Schütt, 1895: t. 25, fig. 80.3-80.4; Swift, 1971: fig. 1, 2, 27, 28; Drebes, 1974: p.1, fig. 55; Taylor, 1976: p. 176, fig. 451; Elbrächter, 1978: p. 362.

Syns: *Gymnodinium lunula* Schütt, 1895; *Pyrocystis lunula* Schütt, 1896; *Dissodinium lunula* Pascher, 1916.

新月形孢囊个体小,色素体明显,藻体内部含有一个大的营养液泡。

目前对该种的分类地位仍然存在争议。Swift(1973)提出拟新月球甲藻与新月梨甲藻(*Pyrocystis lunula*)很像,较难区分, Taylor(1976)认为前期的一些分类学研究已经将两者混淆,因此很难确定这两个种的有效拉丁名。Elbrächter和Drebes(1978)将生活史分两个阶段的种归入梨甲藻属,称为新月梨甲藻,而将有寄生特性且生活史分三个阶段的另一种称为拟新月球甲藻。本研究发现大量新月形孢囊存在于夜光藻体内,藻体的形态特征与Elbrächter等(1978)提供的标本图片很像,即外弧长度均在100 μm 左右,两末端尖锐,弯曲弧度小,细胞内部含有一个大的营养液泡,而与Swift(1971)描述的*P. lunula*形态特征差别较大。但Elbrächter(1987)提供的*P. lunula*标本与本研究报道的标本形态特征也比较接近, Elbrächter同时指出Swift(1971)提供的标本并不是*P. lunula*理想的模式标本,因此*D. pseudolunula*与*P. lunula*的准确鉴定很可能需要通过实验室培养观察它们的生活史来实现。

最大直线距离: 30-50 μm ; 外弧长度: 60-90 μm ; 内弧长度: 50-70 μm 。

样品采集地: 青岛近岸海域。

2.2 梨甲藻属 *Pyrocystis* Haeckel

能进行光合作用的自养型甲藻,生活史分为两个阶段,即无运动能力的孢囊阶段(孢囊期)和有运动鞭毛的游孢子阶段,其中孢囊为主要存在形态,有梭形、球形以及新月形等几种形态,游孢子阶段时间很短,为细胞壁具甲的膝沟藻相似体或无甲的裸甲藻相似体。

(1) 优美梨甲藻 *Pyrocystis elegans* Pavillard, 1931(图3)。

Pavillard, 1931: p. 38, t.1, fig. 21 A, B; Matzenauer, 1933: p. 441; Taylor, 1976: p. 175, pl. 38, fig. 458, 459; Licea et al., 2004: p. 425.

Syn: *Dissodinium elegans* Matzenauer, 1933.

新月形孢囊中间部分明显膨大,两末端尖,弯曲弧度较大,外侧的弧壁呈缺失约1/3长度的圆弧形。

Bououaheux在1972年的研究中发现该物种的生活史分为两个阶段,游孢子为细胞壁无甲板的裸甲藻相似体,因此提出将该种归为梨甲藻属。Elbrächter在1987年的研究中指出,孢囊为新月形的梨甲藻在同种之间形态变异较大,很难通过孢囊的形态特征做出鉴定。他在实验室内培养粗梨甲藻(*Pyrocystis robusta*)的过程中发现,这类梨甲藻分裂产生的后代个体孢囊与母体细胞相比形态差异很大,其中的Fig.10与Pavillard(1931)、Taylor(1976)以及本研究给出的标本非常接近,但其当时选用的种源是否为早期报道过的*P. robusta*,尚需进一步考证,况且由于缺乏分子生物学方面的证据,所有新月形状的梨甲藻孢囊究竟是否为同一种以及是哪一种尚无法确定,因此关于本种与*P. robusta*的分类地位可能需要进一步研究。柯志新等(2011)在2007年夏季调查南海浮游植物群落结构时发现过该种,但Sadaf和Saifullah等(2009)在报道北阿拉伯海域甲藻的研究中及孙军等(2007)分析冬季南海浮游植物群落结构时均使用了*Dissodinium elegans*作为该种的有效种名。

该种孢囊与拟新月球甲藻以及浅弧梨甲藻(*Pyrocystis gerbautii*)较相似,但拟新月球甲藻个体小,通常外弧的长度在180 μm 以下,两末端更尖锐,

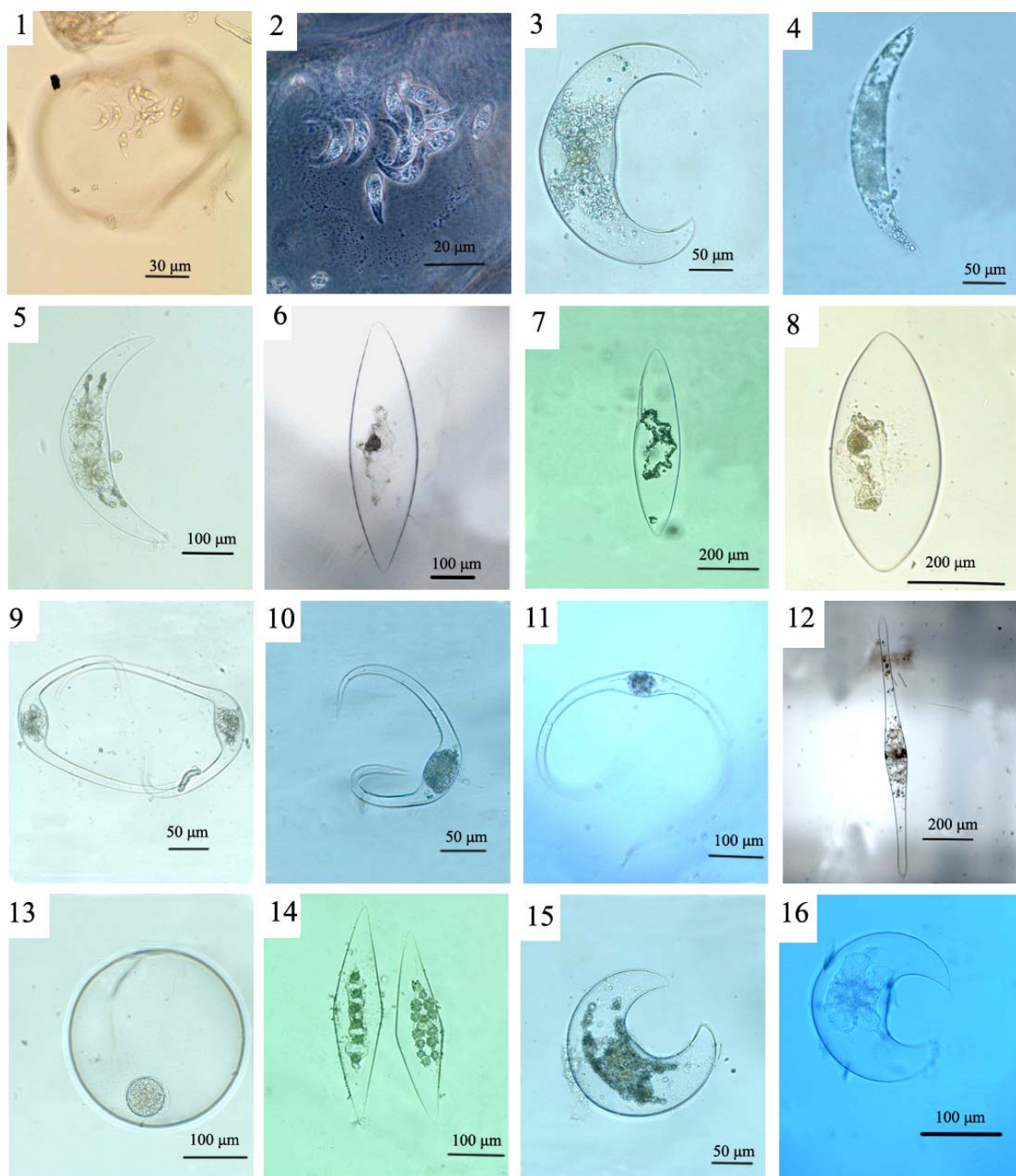


图1-2: 拟新月梨甲藻(*Dissodinium pseudolunula*), 见于夜光藻体内; 图3: 优美梨甲藻(*Pyrocystis elegans*); 图4-5: 浅弧梨甲藻(*P. gerbautii*); 图6-7: 梭梨甲藻梭形变型(*P. fusiformis* f. *fusiformis*); 图8: 梭形梨胞甲藻双锥变型(*P. fusiformis* f. *bicornia*); 图9-10: 钩梨甲藻异肢变种(*P. hamulus* var. *inaequalis*), 图9为2个个体, 图10为单个个体; 图11: 钩梨甲藻半圆变种(*P. hamulus* var. *semicircularis*); 图12: 矛形梨甲藻(*P. lanceolata*); 图13: 夜光梨甲藻(*P. noctiluca*); 图14: 菱形梨甲藻(*P. rhomboides*); 图15-16: 粗梨甲藻(*P. robusta*)。

Figs. 1-2, *Dissodinium pseudolunula*; Fig.3, *Pyrocystis elegans*; Figs. 4-5, *Pyrocystis gerbautii*; Figs. 6-7, *Pyrocystis fusiformis* f. *fusiformis*; Fig. 8, *Pyrocystis fusiformis* f. *bicornia*; Figs. 9-10, *Pyrocystis hamulus* var. *inaequalis*: Fig. 9, Two individuals, Fig. 10, One individual; Fig. 11, *Pyrocystis hamulus* var. *semicircularis*; Fig. 12, *Pyrocystis lanceolata*; Fig.13, *Pyrocystis noctiluca*; Fig.14, *Pyrocystis rhomboides*; Figs.15-16, *Pyrocystis robusta*.

藻体中部的膨胀也没有优美梨甲藻明显。与浅弧梨甲藻的区别为后者弯曲程度很小, 似直弓形, 而优美梨甲藻外壁围成的弧线超过了半个圆形, 另外浅弧梨甲藻外侧弧壁中间部分平滑或者略微凸出, 而优美梨甲藻的中间部分凸出非常明显。

最大直线距离: 260 μm ; 外弧长度: 550 μm ; 内弧长度: 360 μm 。

样品采集地: 南海。

(2) 浅弧梨甲藻 *Pyrocystis gerbautii* Pavillard (图4-5)。

Pavillard, 1935: p. 4, fig. 2; Schiller, 1937: p. 493, fig. 570; Sournia, 1967b: p. 430, fig. 5; Taylor, 1976: p. 176, fig. 444-445; Guo, 1978: p. 53, fig. 6.

Syn: 1935 *Dissodinium gerbautii* (Pavillard) Taylor, 1976.

新月形孢囊个体大, 中间部分略微膨大, 两末端尖。弯曲弧度小, 外侧的弧壁形状如英格兰长弓的弓杆。

郭玉洁等(1979)在西沙和中沙群岛海域采集到该种, 他当时依据观察到的“H”形细胞内含物将该种定为梨甲藻属, 该物种为所有记录的新月形类梨甲藻中个体最长的一种, 最大直线距离在400-540 μm 之间, 这一形态分类特征同样被Elbrächter等(1987)认可, 他指出该种的孢囊是新月形梨甲藻中最容易区分的一种。

最大直线距离: 400-540 μm ; 外弧长度: 480-630 μm ; 内弧长度: 410-510 μm 。

样品采集地: 南海。

(3) 梭梨甲藻梭形变型 *Pyrocystis fusiformis* f. *fusiformis* (Thomson) Murray, 1902(图6-7)

Murray, 1885: p. 937, fig. 338; Schiller, 1937: p. 496, fig. 557 a-e; Wood, 1954: p. 318, fig. 256 a-b; Steidinger & Williams, 1970: p. 62, fig. 142; Taylor, 1976: p. 178, pl. 39, fig. 466-468; Guo, 1978: p. 49, fig. 2。

Syn: *P. fusiformis* f. *fusiformis* (W. Thomson) Murray, 1902。

孢囊呈扁平的长纺锤形, 个体较大, 中间部分宽, 两端尖或者某一端稍钝, 两侧细胞壁向两端平滑地弯曲, 丝带状的原生质分布于细胞中央。

Swift和Durbin(1971)提出该物种游孢子为具甲的膝沟藻相似体, 而Elbrächter和Drebes(1978)的研

究则指出其生活史分为两个阶段, 其游孢子为无甲的裸甲藻相似体, 因此将该种归入梨甲藻属。Taylor(1976)指出该种个体大小差异较大, 最大长度可从600-1,600 μm 不等, 郭玉洁等(1978)的研究则表明, 我国东海区曾发现过长1,307 μm , 宽319 μm 的大型个体, 而中沙和西沙群岛发现的个体长度为640-883 μm 之间, 本研究发现的个体更小。

本变型与菱形梨甲藻(*Pyrocystis rhomboides*)相似, 区别为后者两侧细胞壁较直, 整体呈现为菱形。

长度: 550-580 μm ; 最大宽度: 140-150 μm 。

样品采集地: 南海。

(4) 梭形梨胞甲藻双锥变型 *Pyrocystis fusiformis* f. *bicornia* Kofoid, 1907(图8)

Kofoid, 1907: p. 166, t. I, fig. 3; Schiller, 1937: p. 487, fig. 558; Taylor, 1976: p. 179, fig. 471-473; Guo, 1978: p. 50, fig. 3。

孢囊呈宽梭形, 个体长度中等, 中间部分宽, 两端圆钝, 两侧细胞壁向两端弯曲程度较大, 丝带状的原生质分布于细胞中央。

Kofoid在20世纪早期就观察到了该变型的具甲游孢子形态。郭玉洁等(1979)曾在我国西沙以及中沙附近海域报道过该变型, 并指出其生态分布与梭形变型相似, 但本变型数量较少。本研究报道的个体小于郭玉洁在1979年发现的标本。

长度: 500 μm ; 最大宽度: 230 μm 。

样品采集地: 南海。

(5) 钩梨甲藻异肢变种 *Pyrocystis hamulus* var. *inaequalis* Schröder, 1900(图9-10)

Schiller, 1937: p. 490, fig. 565; Taylor, 1976: p. 180, fig. 450; Guo, 1978: p. 50, fig. 4。

孢囊窄而长, 可分为中部和两个侧肢, 中部膨大呈椭圆形, 两肢分别从中部两侧伸出后向前剧烈弯折近90°, 其中一肢较长, 在末端弯曲, 而另一肢长度约减半, 并在中间弯曲, 两肢上均可观察到缢痕。色素体及原生质集中在椭圆形膨大部分。本变种常成对出现。

郭玉洁(1978)在西沙群岛发现的标本中观察到了细胞壁具甲板的游孢子。

中部膨大部分长度: 100-116 μm ; 最大宽度: 50-55 μm 。

样品采集地: 南海。

(6)钩梨甲藻半圆变种 *Pyrocystis hamulus* var. *semicircularis* Schröder, 1900(图11)

Schiller, 1937: p. 490, fig. 564; Taylor, 1976: p. 180, fig. 449。

孢囊与异肢变种较像, 区别为两肢从中间膨大部分伸出后呈弧形平滑向前弯曲, 两肢的形态比较相似。

中部膨大部分长度: 96 μm ; 最大宽度: 44 μm 。

样品采集地: 南海。

(7)矛形梨甲藻 *Pyrocystis lanceolata* Schröder, 1900(图12)

Schröder, 1900: p. 13, fig. 11; Schiller, 1937, p. 490, fig. 562; Li, 1985, p. 54, fig. 22。

Syn: *P. fusiformis* f. *lanceolata* Taylor, 1976。

孢囊呈长杆状, 中间部分凸起较多, 两末端略微凸起, 形成两个矛尾形末端, 原生质多数集中在藻体中部凸起部分。

Elbrichter和Drebes(1978)的研究表明该种的生活史分为两个阶段, 游孢子为无甲板的裸甲藻相似体, Taylor(1976)曾将本种定为梭梨甲藻的另一种变型。本研究发现该种的细胞内原生质的形态与梭梨甲藻其他两个变型存在较大差别, 因此采用目前Algaebase的建议, 将其单独成一种。李瑞香(1985)在我国东海首次记录该种, 并作了详细的形态描述。

长度: 1,037 μm ; 最大宽度: 85 μm 。

样品采集地: 东海北部陆架区。

(8)夜光梨甲藻 *Pyrocystis noctiluca* Murray ex Haeckel, 1890(图13)

Thomson, 1876; Murray, 1875–1876: p. 532, t. 21; 1885, p. 935, fig. 335–337; Schiller, 1937: p. 485, fig. 556 a–c; Taylor, 1976: p. 180, fig. 461–465; Guo, 1978: p. 48, fig. 1。

Syn: *Pyrocystis pseudonociluca* Wyville-Thompson, 1876。

孢囊呈球形, 有时呈鸡蛋形, 细胞壁薄且透明, 细胞质分散充满整个细胞, 常在细胞核外围聚集。具有发光特性。

Elbrichter和Drebes(1978)的研究表明该种的生活史分为两个阶段, 其游孢子为无甲板的裸甲藻相似体。但Taylor(1972)报道该种的游孢子为细胞壁具甲的膝沟藻相似体, Taylor在1976年的研究中又指

出由于该种命名历史的特殊性, 该物种也可以使用种名 *P. pseudonociluca*, 并且不违背植物命名法则(Taylor, 1976)。郭玉洁等在1979年的研究中就使用 *P. pseudonociluca*作为本种的有效名, 但目前国际上通常都使用 *P. nociluca*作为该种的有效名(Guiry & Guiry, 2013)。

郭玉洁等(1979)指出该种的小个体孢囊与拟新月球甲藻的球形孢囊较相似, 但后者的细胞直径(80–155 μm)要小得多。

直径: 266–286 μm 。

样品采集地: 南海。

(9)菱形梨甲藻 *Pyrocystis rhomboides* (Matzenauer) Schiller, 1937(图14)

Matzenauer, 1933: p. 441, fig. 5; Schiller, 1937: p. 489, fig. 560; Taylor, 1976: p. 181, fig. 469–470。

孢囊总体上呈规则的菱形, 两侧细胞壁较直, 而不是平滑的向两端弯曲, 藻体最宽的部分形成了菱形的两个钝角。“H”形或颗粒形内含物分布在细胞中央。

本种非常罕见, 关于其生活史方面至今尚无研究报道, 但Taylor(1976)认为将该种移至球甲藻属同样缺少实验依据。除此之外, Taylor(1976)与Schiller(1937)报道的标本个体较小(均小于300 μm), 本研究发现的个体要大得多。

该种的相似种为梭梨甲藻梭形变型, 区别特征见上文。

长度: 413–456 μm ; 最大宽度: 96–104 μm 。

样品采集地: 南海。

(10)粗梨甲藻 *Pyrocystis robusta* Kofoid, 1907(图15–16)

Kofoid, 1907: p. 167, fig. 5; Schiller, 1937: p. 429, fig. 568; Taylor, 1976: p. 181, fig. 460; Elbrächter, 1987: p. 236. Fig. 10–16。

孢囊呈典型的粗弯月状, 尤其是中间部分较粗滑, 两末端尖锐, 弯曲程度大, 外侧的弧壁呈缺失约1/6长度的圆弧形。细胞内含物呈“H”形。

Taylor(1976)认为该种的形态特征较稳定, 易区分, 而Elbrächter和Drebes(1987)通过室内实验证明该种孢囊是梨甲藻类物种中形态特征变化最大的一种, 并指出单纯依靠孢囊的形态特征很难对野外采集的单个标本做出鉴定。关于该种与优美梨甲藻的分类地位可能需要进一步研究才能确定(见

上文)。

样品采集地: 南海。

3 讨论

目前国内外关于梨甲藻属与球甲藻属的分类地位尚存争议。经典的形态分类学研究更倾向于将两个属共同归于梨甲藻科, 而大量的系统发育学以及细胞生物学方面的研究则证明球甲藻属与梨甲藻属的分类地位相差较远, 建议将前者归于囊甲藻目 (Blastodinales) (Elbrächter & Drebes, 1978; Fensome *et al.*, 1993) 或者裸甲藻目 (Gymnodinales)。但科的具体界定同样也存在争议 (Gómez *et al.*, 2009)。本研究尚不能够对两者的分类地位做出确切的界定, 只是单纯采用了Algaebase以及WoRMS最新报道的分类系统。

分子生物学方面的最新研究表明: 梨甲藻属物种在系统发育学上与膝沟藻目的亚历山大藻物种 (*Alexandrium* spp.) 高度同源 (Saldarriaga *et al.*, 2001), 而Gómez等 (2009) 指出球甲藻属物种的细胞核SSU rDNA序列却更接近于裸甲藻物种 (*Gymnodinium* spp.)。以上这些研究表明梨甲藻与球甲藻的系统发育地位相差较远, 因此单纯建立在孢囊水平上的形态分类鉴定对于梨甲藻物种来说并不科学, 而游孢子的形态在这两类物种的分类上就变得更有意义。然而因为它们的游孢子存在时间极短, 因此在常规形态鉴定过程中, 尤其在环境监测方面缺乏实用性, 况且Elbrächter等 (1987) 指出, 单纯依靠梨甲藻游孢子的细胞壁结构以及单鞭毛或双鞭毛等特征鉴定梨甲藻物种有时候是错误的, 因此探求其孢囊的形态分类特征对于梨甲藻以及球甲藻的分类鉴定仍然非常有必要。

参考文献

- Dodge JD, Hart-Jones B (1982) *Marine Dinoflagellates of the British Isles*. H.M.S.O., Govt. Bookshops, London.
- Elbrächter M, Drebes G (1978) Life cycles, phylogeny and taxonomy of *Dissodinium* and *Pyrocystis* (Dinophyta). *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, **31**, 347–366.
- Elbrächter M, Hemleben C, Spindler M (1987) On the taxonomy of the lunate *Pyrocystis* species (Dinophyta). *Botanica Marina*, **30**, 233–242.
- Fensome RA, Taylor FJR, Norris G, Sarjeant WAS, Wharton DI, Williams GL (1993) *A Classification of Living and Fossil Dinoflagellates (Micropaleontology Special Publication)*, American Museum of Natural History, New York.
- Gómez F, Moreira D, López-García P (2009) Life cycle and molecular phylogeny of the dinoflagellates *Chytriodinium* and *Dissodinium*, ectoparasites of copepod eggs. *European Journal of Protistology*, **45**, 260–270.
- Guiry MD, Guiry GM (2013) algaeBASE. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (accessed July 19, 2013).
- Guo YJ (郭玉洁), Zhou HQ (周汉秋), Ye JS (叶加松) (1979) Taxonomic studies on the *Pyrocystis* of the adjacent region of Zhongsha and Xisha Islands, Guangdong Province, China. *Studia Marina Sinica* (海洋科学集刊), **15**, 47–55. (in Chinese with English abstract)
- Haeckel E (1890) *Plankton Studien: Vergleichende Untersuchungen über die Bedeutung und Zusammensetzung der pelagischen Fauna und Flora*. Fischer, Jena.
- Ke ZX (柯志新), Huang LM (黄良民), Tan YH (谭烨辉), Yin JJ (尹建强) (2011) Species composition and abundance of phytoplankton in the northern South China Sea in summer 2007. *Journal of Tropical Oceanography*, **30**, 131–143. (in Chinese with English abstract)
- Klebs G (1912) Über Flagellaten und Algen-ähnliche Peridineen. *Vereins Heidelberg*, **11**, 369–451.
- Kofoed CA, Swezy O (1921) *The Free-Living Unarmored Dinoflagellata*. University of California Press, Berkeley, California.
- Li RX (李瑞香), Mao XH (毛兴华) (1985) Dinoflagellates in the continental shelf of the East China Sea. *Donghai Marine Science* (东海海洋), **3**(1), 41–55. (in Chinese with English abstract)
- Lin JM (林金美) (1995) Diversity study of planktonic dinoflagellates in China seas. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **3**, 187–194. (in Chinese with English abstract)
- Liu RY (刘瑞玉) (2010) *Checklist of Marine Biota of China Seas* (中国海洋生物名录). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Lu DD (陆斗定) (1987) Distribution characteristics of *Pyrocystis* species in Kuroshino of East China Sea from May to June of 1986. *Bulletin of Science and Technology* (科技通报), **6**(3), 46–48. (in Chinese)
- Ma X (马新), Li RX (李瑞香), Li Y (李艳), Pan YL (潘玉龙) (2013) Historical development and some emendations of dinoflagellate taxonomy. *Biodiversity Science* (生物多样性), **21**, 19–27. (in Chinese with English abstract)
- Pascher A (1916) Über eine neue Amöbe-*Dinamoeba* (varians)-mit dinoflagellatenartigen Schwärmern. *Archiv Protistenk*, **36**, 118–136.
- Pavillard J (1931) *Phytoplankton (diatomées péridiniens) provenant des campagnes scientifiques du Prince Albert I^{er} de Monaco*. Résultat Camp, Scient. Prince Albert I, **82**, 1–208.
- Qian SB (钱树本), Liu DY (刘东艳), Sun J (孙军) (2005) *Phylogeny* (海藻学). China Ocean University Press, Qingdao. (in Chinese)

- Sadaf G, Saifullah SM (2009) Some rarely reported athecate dinoflagellates from North Arabian Sea. *Pakistan Journal of Botany*, **41**, 3213–3218.
- Saldarriaga JF, Taylor FJR, Keeling PJ, Cavalier-Smith T (2001) Dinoflagellate nuclear SSU rRNA phylogeny suggests multiple plastid losses and replacements. *Journal of Molecular Evolution*, **53**, 204–213.
- Schiller J (1937) Dinoflagellatae (Peridineae) in monographischer Behandlung. II. Teil, Lieferung. In: *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schwei* (ed. Rabenhorst L). Akademische Verlagsgesellschaft. Leipzig, Germany, Vol. 10, 1–589.
- Steidinger KA, Jangen K (1996) Dinoflagellates. In: *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates* (ed. Tomás CR), pp. 387–584. Academic Press, California.
- Stein F (1878) *Der Organismus der Infusionsthiere. III. Der organismus der Flagellaten I*. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Sun J, Liu DY, Yin Y, Cai XY, Qian SB (2000) Standing crop distribution and species composition of phytoplankton near Ryūkyū-guntō water and its correlation with the water mass in summer 1997. In: *Proceedings of China-Japan Joint Symposium on Cooperative Study of Subtropical Circulation System*. China Ocean Press, Beijing, 189–217.
- Sun J (孙军), Song SQ (宋书群), Le FF (乐凤凤), Wang D (王丹), Dai HM (戴汉民), Ning XR (宁修仁) (2007) Phytoplankton in northern South China Sea in the winter of 2004. *Acta Oceanologica Sinica* (海洋学报), **29**(5), 132–145. (in Chinese with English abstract)
- Swift E, Durbin EG (1971) Similarities in the asexual reproduction of the oceanic dinoflagellates, *Pyrocystis fusiformis*, *Pyrocystis lunula*, and *Pyrocystis noctiluca*. *Journal of Phycology*, **7**, 89–96.
- Swift E, Wall D (1972) Asexual reproduction through a thecate stage in *Pyrocystis acuta* Kofoed, 1907 (Dinophyceae). *Phycologia*, **11**, 57–66.
- Swift E (1973) *Dissodinium psuedolunula* n. sp. *Phycologia*, **12**, 90–91.
- Taylor FJR (1972) Unpublished observations on the thecate stage of the dinoflagellate genus *Pyrocystis* by the late C. A. Kofoed and Josephine Michener. *Phycologia*, **11**, 47–55.
- Taylor FJR (1976) Dinoflagellates from the international Indian Ocean expedition: a report on material collected by the R. V. “Anton Bruun” 1963–1964. *Bibliotheca Botanica*, **132**, 1–234.
- Zeng CK (曾呈奎), Bi LJ (毕列爵) (2005) *A Glossary of Terms and Names of Algae*, 2nd edn. (藻类名词及名称, 第二版). Science Press, Beijing. (in Chinese)

(责任编辑: 孙军 责任编辑: 时意专)