

海南岛东部海域生物污损研究*

严涛 严文侠 董钰 王华接 严岩 梁冠和 田兴礼[†]

(中国科学院南海海洋研究所 广州 510301)

[†](中国海洋石油南海西部公司 湛江 524057)

摘要 于1989年10月—1990年6月,在位于海南岛东部海域的琼东和琼东南海区,分别布设W1(距岸68 n mile)和J2(距岸23 n mile)两个浮标站,进行生物污损的挂板试验。结果表明,该海域人工设施的生物污损主要由热带、亚热带海区常见种类引起,其中水媳、有柄蔓足类和牡蛎为上述两个站位的共同优势种;而无柄蔓足类主要分布在近岸的J2站。表层试板的生物污损程度远高于中、底层试板,且污损生物群落具有明显的垂直分带现象。

关键词 南海 海南岛 近海水域 生物污损 浮标

学科分类号 Q178.53

生物污损是指海洋生物在船底、码头、浮标和各类人工设施上附着、栖息及生长的现象和过程。对大型海洋结构物而言,它不仅会显著增加波浪和潮流所引起的动力载荷效应(Cammack, 1981),而且能改变金属腐蚀状况(Walch *et al.*, 1984),并妨碍人们从事水下检测、保养和维修等工作。因此,预先研究有关经济开发海区的生物污损状况及变化规律,将有助于人们设计可承受额外负载的海洋结构物,并经济地选择理想的防污保护系统和制定适宜的清除保养计划。

为适应海洋工程需要,中国科学院南海海洋研究所等单位,在最近的10年时间里,对南海北部海区的生物污损状况进行系统地调查。本文着重论述海南岛东部海域生物污损特点,旨在为南海西部油气田的开发提供所需资料。

1 研究与调查方法

于1989年10月—1990年6月期间,分别在琼东W1站(距岸68 n mile)和琼东南J2站(距岸23 n mile)的浮标下支架及锚碇系统上,固定或悬挂安放试板的铁框架,以了解海南岛东部近海水域不同水层的生物污损状况。有关浮标规格、布设方式、取样和计量方法,参阅《近海污损生物的调查方法》(严文侠等,1994),站位地点及环境参数见《南海北部海区无柄蔓足类的分布》一文(严文侠等,1995 a)。

本文所提及的硬性污损生物,是指营固着生活、且具石灰质外壳或骨架的种类,包括双壳类软体动物、无柄蔓足类(藤壶)和苔藓虫等。至于海藻、水媳等,因其不具备类似结构,则定义为软性污损动物。

*中国科学院重大项目,871804号。严涛,男,出生于1965年10月,硕士,助理研究员, Fax:0086-020-84451672

收稿日期:1996-01-08,收修改稿日期:1998-03-24

2 调查结果

有关海南岛东部海域 W1 和 J2 两站各试验水层的污损生物附着量及各类生物的百分组成见表 1, 各种生物垂直分布状况及主要种类的密度见表 2 和表 3。

表1 海南岛东部海域W1和J2两站生物污损状况

Tab.1 Biofouling at Stations W1 and J2 in offshore areas east of Hainan Island, the South China Sea

站 号		W1					J2				
水深(m)		1	10	25	50	100	1	10	25	50	100
总生物量(g/m ²)		705.42	636.86	207.88	256.30	27.76	775.11	157.38	262.56	265.29	80.00
各类生物百分组成(%)	藻 类	0.09	4.73	3.55	0.60		0.01	0.99	0.90		
	水 媳	32.67	33.34	63.41	94.95	0.90	18.87	57.53	47.02	6.89	21.88
	海 葵							4.88	0.01		
	珍珠贝	0.32							0.06		
	牡 蛎	10.64	0.01	1.18	0.04		30.85		8.78	3.39	
	有柄蔓足类	56.25	61.55	31.30	3.93	78.82	41.50	36.19	33.22	25.47	78.12
	无柄蔓足类			0.45	0.24	20.28	1.49	0.33	2.24	4.44	
	苔藓虫						6.66				
	其他软体动物	0.01	0.34	0.07			0.60		0.16	0.12	
	端足类	0.01					0.01		0.01	59.69	
其他生物	0.01	0.03	0.04	0.24		0.01	0.08	7.59			

2.1 琼东海区 W1 站生物污损特点

调查表明,安置在浮标下支架处的表层试板(水下 1m),其表面几乎全被以纤细美螯和半球美螯为主,其间夹杂着舟形藻、斑条藻、亚得里亚海杆线藻等小型海藻的软性污损生物所覆盖,余下部分则被茗荷、鹅茗荷两种有柄蔓足类和钳蛤、牡蛎等双壳类软体动物所占据。另外,污损生物群落中还栖息着密度高达 4 485 ind / m²的板钩虾。该水层总生物量为 705.42g / m²,其中有柄蔓足类居首位,占 56.25%;其次为水媳,为 32.67%。

位于水下 10m 处的第二层试板,其上的污损生物种类主要是海藻、水媳和有柄蔓足类。海藻不仅仍与水媳混杂生长在一起,而且种类和数量也多于表层试板;至于有柄蔓足类则有茗荷、鹅茗荷、细板条茗荷和条茗荷 4 个种。该水层总生物量为 636.86g / m²,其中有柄蔓足类占 61.55%,水媳为 33.34%。

位于水下 25m 处的第三层试板,其上的污损生物群落仍以海藻、水媳和有柄蔓足类为主,但总生物量仅有 207.88g / m²。与前两层试板相比,该处水媳的量有所增加,其生物附着量占总生物量的 63.41%;而有柄蔓足类则降至 31.30%。虽然海藻仅占总生物量的 3.55%,但种类多达 10 种。至于硬性污损生物,只记录到少量的褶牡蛎和块斑藤壶。活动性种类主要是海蜘蛛。

位于水下 50m 的第四层试板,生物污损主要由水媳和有柄蔓足类引起。水媳以纤细美螯和双齿藪枝螯为主,是该水层的优势种,其生物附着量占总生物量的 94.95%。有柄蔓足类只出现细板条茗荷和耳条茗荷两个种,它们的附着密度分别是 400 ind / m²和 4 ind / m²。海蜘蛛的个体数量高达 1 425 ind / m²。

第五层试板(水下 100m)则主要被纤细美螯、半球美螯、双叉藪枝螯及细板条茗荷所

污损,另外还有个别的块斑藤壶附着。在 W1 站安置试板的 5 个水层中,该处的污损生物附着量最低,只有 27.76g / m²。

表2 海南岛东部海域W1和J2两站污损生物垂直分布状况

Tab.2 Vertical distribution of fouling organisms at stations W1 and J2 in offshore areas east of Hainan Island, the South China Sea

站 号	W1					J2					
	水 深(m)	1	10	25	50	100	1	10	25	50	100
藻类(Algae)											
盐泽螺旋藻(<i>Spirulina subsalsa</i>)			+	+					+		
螺旋藻(<i>Spirulina</i> sp.)								+	+		
鞘丝藻(<i>Lyngbya</i> sp.)			+	+	+						
舟形藻(<i>Navicula</i> sp.)		+	+	+	+			+	+		
海生斑条藻(<i>Grammatophora marina</i>)		+		+							
波状斑条藻(<i>Grammatophora undulata</i>)		+	+	+	+				+		
短纹楔形藻(<i>Licmophora abbreviata</i>)				+						+	
楔形藻(<i>Licmophora</i> sp.)			+	+	+			+	+		
亚得里亚海杆线藻(<i>Rhabdonema adriaticum</i>)		+			+						
菱形藻(<i>Nitzschia</i> sp.)		+	+	+	+			+	+		
多管藻(<i>Polysiphonia</i> sp.)			+	+							
水云(<i>Ectocarpus</i> sp.)			+	+				+	+		
刚毛藻(<i>Cladophora</i> sp.)			+								
腔肠动物门(Coelenterata)											
棍螅(<i>Corynidae</i>)			+	+	+			+	+		
杯螅(<i>Hebella</i> sp.)			+								
钟螅(<i>Campanularia retteri</i>)								+			+
纤细美螅(<i>Clytia delicatula</i>)		+	+	+	+	+	+		+		
半球美螅(<i>Clytia hemisphaerica</i>)		+	+		+	+		+	+		
美螅(<i>Clytia</i> sp.)		+	+	+	+	+			+		+
双齿藪枝螅(<i>Obelia bidentata</i>)		+		+	+			+	+	+	
双叉藪枝螅(<i>Obelia dichotoma</i>)				+	+	+	+	+	+	+	
曲膝藪枝螅(<i>Obelia geniculata</i>)							+				
海葵(Actinaria)								+	+		
线虫动物门(Nematoda)											
线虫(Nematodes)		+	+	+	+		+	+	+		
软体动物门(Mollusca)											
蛇螺(<i>Serpulorbis</i> sp.)								+			
紧卷蛇螺(<i>Vermetus renisectus</i>)								+			
蛇螺(<i>Vermetus</i> sp.)								+			
后鳃类(Opisthobranchia)			+	+							
偏顶蛤(<i>Modiolus</i> sp.)			+								
长耳珠母贝(<i>Pinctada chemnitzii</i>)									+		
宽珍珠贝(<i>Pteria loveni</i>)		+									
覆瓦牡蛎(<i>Parahyotissa imbricata</i>)		+					+			+	
褶牡蛎(<i>Alectryonella plicatula</i>)		+	+	+			+		+	+	
薄片牡蛎(<i>Dendostrea folium</i>)										+	

续表2

站 号	W1					J2				
	1	10	25	50	100	1	10	25	50	100
水深 (m)										
新硬牡蛎 (<i>Neopycnodonte cochlear</i>)								+	+	
鹅掌牡蛎 (<i>Planostrea pestigris</i>)								+		
齿舌栉孔扇贝 (<i>Chlamys radula</i>)	+									
豆荚钳蛤 (<i>Isognomon legumen</i>)	+					+			+	
方形钳蛤 (<i>I. nucleus</i>)	+					+		+	+	
节肢动物门 (Arthropoda)										
海蜘蛛 (Pycnogonida)			+	+						
耳条茗荷 (<i>Conchoderma auritum</i>)				+						
细板条茗荷 (<i>C. hunteri</i>)		+	+	+	+		+	+	+	+
条茗荷 (<i>C. virgata</i>)		+								
茗荷 (<i>Lepas anatifera</i>)	+	+	+			+	+	+	+	
鹅茗荷 (<i>L. anserifera</i>)	+	+	+			+		+	+	
日本异茗荷 (<i>Heteralepas japonica</i>)							+		+	
网纹藤壶 (<i>Balanus reticulatus</i>)						+		+		
块斑藤壶 (<i>B. poecilotheca</i>)			+	+	+			+		
三角藤壶 (<i>B. trigonus</i>)						+				
高峰星藤壶 (<i>Chirona amaryllis</i>)							+			
薄壳星藤壶 (<i>C. tenuis</i>)						+				
红巨藤壶 (<i>Megabalanus rosa</i>)						+		+	+	
钟巨藤壶 (<i>M. tintinnabulum tintinnabulum</i>)						+				
地钩虾 (<i>Podocerus</i> sp.)									+	
板钩虾 (<i>Stenothoe</i> sp.)	+	+				+		+		
圆鳃麦杆虫 (<i>Caprella penantis</i>)						+				
苔藓动物门 (Bryozoa)										
黑蛇列胞苔虫 (<i>Aetea anguina</i>)						+				
美丽琥珀苔虫 (<i>Electra tenella</i>)						+				
大室膜孔苔虫 (<i>Membranipora grandicella</i>)						+				

2.2 琼东南海区 J2 站生物污损特点

J2 站水下 1m 处的表层试板,污损生物群落的组成比较复杂,种类繁多。除了双叉藪枝螭为主的腔肠动物占据试板约 60% 的表面外,褶牡蛎、茗荷、三角藤壶、紧卷蛇螺、复瓦牡蛎、大室膜孔苔虫、黑蛇列胞苔虫等也是污损生物群落的重要组成部分。该水层的总生物量为 $775.11\text{g}/\text{m}^2$,其中有柄蔓足类占 41.50%,牡蛎占 30.85%,水螭占 18.87%。

位于水下 10m 处的第二层试板,其污损主要由水螭、海葵和有柄蔓足类引起。其中占总生物量一半以上的水螭,由棍螭、半球美螭、双叉藪枝螭、双齿藪枝螭和钟螭等 5 个种组成;有柄蔓足类则有茗荷、细板条茗荷和日本异茗荷 3 个种;另外,该水层的海藻种类也比较丰富,水云、舟形藻、菱形藻、楔形藻和螺旋藻均有出现。

位于 25m 处的第三层试板,表面大部分区域覆盖着以双叉藪枝螭和棍螭为主,其间混杂着少量海藻的绒毛状软性污损生物。该水层的总生物量为 $262.56\text{g}/\text{m}^2$,其中水螭占

表3 海南岛东部海域W1和J2两站污损生物主要种类的密度(ind/m²)

Tab.3 Densities of main species of fouling organisms at stations W1 and J2 in offshore areas east of Hainan Island, the South China Sea

站 位	W1					J2				
	1	10	25	50	100	1	10	25	50	100
海 葵							1667	3		
紧卷蛇螺						176				
宽珍珠贝	3								3	
豆荚钳蛤	3					3				3
方形钳蛤	3					3		14	4	
复瓦牡蛎	10					63			10	
褶 牡 蛎	75	2	6			179		49	13	
薄片牡蛎								2	3	
鹅掌牡蛎										
海 蜘蛛			6	1 425						
耳条茗荷				4						
细板条茗荷		22	150	400	113		54	123	448	100
条 茗 荷		2								
茗 荷	63	47	43			27	100	85	3	
鹅 茗 荷	75	14	3			14		11	4	
日本异茗荷							4		4	
网纹藤壶						2		1		
块斑藤壶			2	4	3			1		
三角藤壶						124				
高峰星藤壶							4			
薄壳星藤壶						17				
红巨藤壶						3		6	3	
钟巨藤壶						2				
地 钩 虾									142 696	
板 钩 虾	4 485	4				30		2		

47.02%，有柄蔓足类占 33.22%。虽然该水层硬性污损生物的种类不少，但除了褶牡蛎外，其他种类在生物群落中所占的比重均不很大。

位于水下 50m 处的第四层试板，未发现海藻附着，其表面主要被双齿数枝螽和双叉数枝螽覆盖。污损生物群落中的茗荷和鹅茗荷的数量有所下降，而细板条茗荷数量增至 448ind / m²。此外，试板上还栖息着褶牡蛎和红巨藤壶等多种生物，其中地钩虾密度达 142 696ind / m²。

位于水下 100m 处的第五层试板，主要被钟螽和美螽污损，另外还附着着密度为 100ind / m²的细板条茗荷，该水层总生物量为 80.00g / m²。

3 讨论与结语

以上结果表明，海南岛东部近海水域人工设施的生物污损主要由热带、亚热带海区常见种类引起，其中水螽、有柄蔓足类和牡蛎是优势种，无柄蔓足类(藤壶)则作为污损生物群落中的重要种类而出现。随着离岸距离的增加，牡蛎和藤壶的种类和数量均有所下降，

尤以后者为甚。苔藓虫仅分布在 J2 站。此外,从调查结果还可以看出,1—10m 水层的生物附着量最大;且污损生物群落具有明显的垂直分带现象。

黄宗国等(1982a)曾调查了位于海南岛东北部清澜港的生物污损状况,发现港内外污损生物种类存在着显著差异:港内优势种是网纹藤壶、牡蛎和苔藓虫,未见钟巨藤壶、有柄蔓足类等外海性种类而港外的污损生物群落则以钟巨藤壶为主,并有一定量的有柄蔓足类出现,此时的网纹藤壶和牡蛎等仍作为重要种类而存在,该调查结果与琼州海峡污损生物的有关报道(黄宗国等,1982b)基本一致。由此可见,海南岛东部近岸水域的污损生物与港内有所不同,其代表性特征种为钟巨藤壶和有柄蔓足类等生物。从本研究看出,与邻近沿岸港湾和近岸水域相比,距海南岛东部海岸更远、水深达百米以上的近海海区,其污损生物群落发生明显变化:水媳和有柄蔓足类等大洋性种类在污损生物群落中起着举足轻重的作用,尤其在远岸的 W1 站;至于在南海沿岸和近岸水域常见的网纹藤壶、钟巨藤壶等优势种类,此时只在距岸较近的 J2 站少量出现。

根据调查海区的海流和潮流特点推测,琼东 W1 站和琼东南 J2 站的污损生物除了大洋性种类外,其它种类可能主要来自海南岛东南部沿岸水域。然而,由于地理位置的差异,该两站位污损生物群落的种类组成又有所不同:在距海南岛东南岸仅 23 海里的 J2 站,有近 20 种营固着生活、且具石灰质外壳的硬性污损生物出现。而在距广东和海南岛两地均为 68 海里以远的 W1 站,却只有 8 个种;那些在热带、亚热带海区常见的无柄蔓足类(任先秋等,1978),此时仅有少量的块斑藤壶一个种出现。由此可见,对营固着生活的种类而言,其传播能力可能与个体发育过程中、营浮游生活的幼虫阶段密切相关。无柄蔓足类的幼虫一般约在 10d 内附着变态成为幼体(严文侠等,1980),变态时间的推迟将导致其附着能力下降(Dineen *et al.*, 1994)。因此,幼虫期比较长的牡蛎等双壳类软体动物(Mok, 1973),更易被海流携带到离岸较远的海区。

在这两个调查海区的各水层中,虽然有柄蔓足类是引起生物污损的重要种类,然而,由于其生活周期比较短,易脱落,而且具有只栖息于浮动(或漂浮)物体的倾向(严文侠等,1995 a, b),故对于大型固定式海洋结构物而言,它们不会成为主要的污损生物种类。至于水媳、海藻等软性污损生物,因它们在上述海区均属小型个体,所产生的外载荷效应将非常小,从工程学的角度来看,其作用甚至可以忽略不计。因此,在研究海南岛东部海域生物污损状况时,应着重考虑牡蛎、藤壶等硬性污损生物。

参 考 文 献

- 任先秋 刘瑞玉, 1978. 中国近海的蔓足类 I. 藤壶属. 海洋科学集刊, 13: 119—196
- 严文侠 陈兴乾, 1980. 网纹藤壶的幼虫发育. 南海海洋科学集刊, 1: 125—134
- 严文侠 董钰 王华接等, 1994. 近海污损生物的调查方法. 热带海洋, 13(4): 81—85
- 严文侠 董钰 王华接等, 1995a. 南海北部海区无柄蔓足类的分布. 海洋与湖沼, 26(4): 414—422
- 严文侠 董钰 梁冠和等, 1995b. 南海北部海区有柄蔓足类的生态特点. 海洋与湖沼, 26(4): 423—430
- 黄宗国 蔡尔西 蔡如星, 1982a. 清澜港的附着生物. 海洋学报, 4(2): 215—222
- 黄宗国 蔡如星 江锦祥等, 1982b. 琼州海峡及雷州半岛沿岸浮标的污损生物. 海洋与湖沼, 13(3): 259—266
- Cammack G, 1981. Methods of inspecting, of monitoring and sampling marine growths on offshore steel structures. In: Marine Corrosion on Offshore Structures. London: Society of Chemical Industry. 5—11

- Dineen J F, Hines Jr A H, 1994. Effects of salinity and adult extract on settlement of the oligohaline barnacle *Balanus subalbidus*. *Mar Biol*, 119: 423—430
- Mok T K, 1973. Studies on spawning and setting of the oyster in relation to seasonal environmental changes in Deep Bay, Hong Kong. *H K Fish Bull*, 3: 89—101
- Walch M, Mitchell R, 1984. Biological aspects of corrosion of offshore structures. *Nav Res Rev*, 3: 13—19

INVESTIGATION OF BIOFOULING IN OFFSHORE AREAS EAST OF HAINAN ISLAND, THE SOUTH CHINA SEA

YAN Tao, YAN Wen-xia, DONG Yu, WANG Hua-jie,
YAN Yan, LIANG Guan-he, TIAN Xing-li[†]

(*South China Sea Institute of Oceanology, The Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510301*)

[†](*China Offshore Oil Nanhai West Corporation, Zhanjiang, 524057*)

Abstract To understand the extent and type of biofouling on artificial structures, two buoy stations, W1 (68n miles offshore) and J2 (23n miles offshore), were established in the offshore areas to the east of Hainan Island, the South China Sea. At each station, iron frames bearing test panels were placed at five depths, i.e 1, 10, 25, 50 and 100m below the sea surface; the experiments continued for 8 months from October 1989 to June 1990. The results are as follows. (1) A total of 59 species were involved in fouling, in which hydroids, gooseneck barnacles and oysters were the major fouling organisms at both stations. (2) Bryozoans and anemones only occurred at Station J2. Acorn barnacles were mainly found at the same site. (3) With increasing distance from the shore line, the biomass percentage and species number of acorn barnacles and oysters decreased significantly. (4) Intensive fouling is restricted to the upper 10m, where the test panels were heavily fouled and the maximum biomass were obtained. There was a substantial reduction of biomass and species diversity towards the sea bed, particularly at the 100m depth. (5) A conspicuous vertical zonation of fouling communities was observed. Based upon these results, the patterns of biofouling on marine structures in these offshore waters are closely related to the geographical location and the water depth.

Key words South China Sea Hainan Island Offshore areas Biofouling Buoy

Subject classification number Q178.53