

烟台开发区近海不同海底管道材料附着污损生物的比较

周 斌^{1,2} 嵯鹏基^{1,2} 李崇德^{1,2} 刘有刚^{1,2} 马 龙³ 刘 伟⁴

(¹山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室, 青岛 266033)

(²国家海洋局北海海洋工程勘察研究院, 青岛 266033)

(³国家海洋局北海海洋技术保障中心, 青岛 266033)

(⁴山东省分析测试中心, 济南 250014)

摘 要 2010年5~7月在烟台开发区近海针对5种材料(环氧板、高密度聚乙烯管、玻璃钢管、碳钢管、水泥砖)进行了污损生物挂板试验。共鉴定出污损生物16种,其中优势种为海筒螅、阔口隐槽苔虫、紫贻贝和东方缝栖蛤。4种海底管道材料中(不含环氧板),水泥砖的污损生物覆盖面积率最大,玻璃钢管和高密度聚乙烯管次之,碳钢管最小,7月初~7月中旬为污损生物附着盛期。建议取排水管道材料选用玻璃钢管或高密度聚乙烯管。

关键词 烟台 污损生物 试板 海底管道 附着量

中图分类号 Q178.532 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2012)02-0111-06

Comparative studies on fouling organisms on different materials of submersed pipeline in offshore of Yantai ETDZ

ZHOU Bin^{1,2} ZHUO Peng-ji^{1,2} LI Chong-de^{1,2}

LIU You-gang^{1,2} MA Long³ LIU Wei⁴

(¹Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Ecology and Environment & Disaster Prevention and Mitigation, SOA, Qingdao 266033)

(²Marine Engineering Prospecting Institute of North China Sea, SOA, Qingdao 266033)

(³Marine Technology Support Center of North China Sea, SOA, Qingdao 266033)

(⁴Shandong Analysis and Test Center, Jinan 250014)

ABSTRACT The panel test on fouling organisms on five materials (epoxy board, HDPE, FRP, carbon steel and cement block) was carried out in offshore of Yantai Economic and Technological Development Zone (ETDZ) from May to July 2010. A total of 16 fouling organism species were recorded, among which *Tubularia marina*, *Cryptosula pallasiana*, *Mytilus edulis* and *Hiatella orientalis* were the dominant species. Among four pipe materials in seabed, cover area of the fouling organism on cement bricks was the largest, followed by FRP, HDPE, and carbon steel. The attachment of fouling organisms reached the peak from early July to mid-July. FRP or HDPE is recommended for water supply and drain pipe.

KEY WORDS Yantai Fouling organisms Test panels Submersed pipeline Biomass

2011年1月国务院正式批复《山东半岛蓝色经济区发展规划》,随着《规划》的逐步实施,海水综合利用、海洋能和海上风能发电、深海养殖、海洋装备制造等海洋新兴产业将加速发展,与之密切相关的海洋环境问题更加引起人们的重视。国内外许多研究(金晓鸿 2006;冯万亮等 2009;侯纯扬等 2002;严文侠等 1995;严涛等 2008)表明,海洋污损生物对船舶、管道、海上平台、养殖设施等均会造成不利影响。因此,研究污损生物群落的种类组成、结构特点及其变化规律,为污损生物防除、海洋装备和海洋工程设计提供理论依据和科学参数,减少污损生物造成的经济损失,具有积极的现实意义。

目前,关于烟台近海污损生物的研究较少,已有的报道主要包括蓬莱、长岛、烟台港及四十里湾等(郝允碧等 1990;李传燕等 1990;严涛等 2008),烟台开发区近海污损生物的调查研究尚未见报道。烟台万华实业有限公司拟在烟台开发区近海建设海水淡化取排水管道,为了初步掌握不同材料海底管道污损生物的附着情况,2010年在拟建取排水口位置进行了63d(5月19日~7月21日)的挂板试验。

1 材料和方法

1.1 调查站位

挂板试验站位设在烟台经济技术开发区近海,共两个站位 W1 和 W2(图 1),离岸垂直距离约 1.5 km,两站位相距约 1 km,W1 站和 W2 站水深^①分别为 10.9 和 11.9 m,平均潮差^②1.49 m。本海域海流以潮流为主,潮流性质为不正规半日潮流,潮流的运动形式以往复流为主^③。

1.2 挂板材料与规格

挂板材料除《海洋调查规范》中要求的环氧酚醛玻璃布层压板(简称“环氧板”)外(GB/T12763.6-2007),其余 4 种材料为高密度聚乙烯管、玻璃钢管、碳钢管、水泥砖,具体数量和规格见表 1。

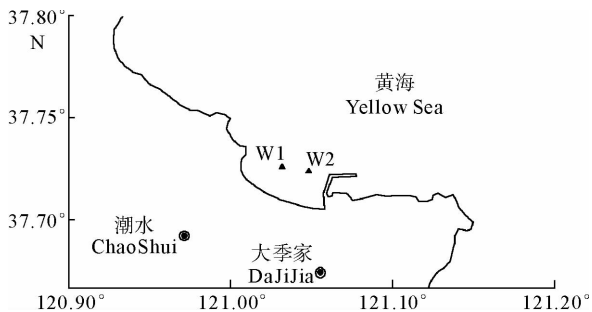


图 1 调查站位

Fig. 1 Sampling stations

表 1 试板种类、数量和规格

Table 1 Category, amount and specification of test panels

种类 Category	数量 Amount	规格 Specification (mm)
环氧板 Epoxy board	16	3×80×140
高密度聚乙烯管 HDPE	16	直径(Diameter)80,高(Height)150
玻璃钢管 FRP	16	直径(Diameter)80,高(Height)150
碳钢管 Carbon steel	16	直径(Diameter)80,高(Height)150
水泥砖 Cement block	16	20×80×140

1.3 调查方法和样品收集

5 种材料共 16 组,每组用尼龙绳串起,由上到下依次为环氧板、高密度聚乙烯管、玻璃钢管、碳钢管和水泥砖,间距约 10 cm。将试板挂在取水口(W1)和排水口(W2)附近的海带养殖架上,拟建取水口和排水口均位于水面以下约 6 m 处。W1 站表层(距水面 0.5~1.5 m)挂 4 组,中层(距水面 5~6.5 m)挂 4 组,W2 站同样挂

① 青岛环海海洋工程勘察研究院. 2010. 烟台万华工业园海水综合利用项目工程勘察专题报告

② 国家海洋局第一海洋研究所. 1994. 烟台初旺湾—芦洋湾自然环境调查报告

③ 青岛环海海洋工程勘察研究院. 2010. 烟台万华工业园海水综合利用项目水动力调查与数值模拟专题报告

设。2010 年 5 月中旬开始挂板,每隔 15d 取 1 组试板。取板时,在现场将试板装入纱布袋并浸于固定液(5% 的甲醛溶液)中,带回实验室后拍照、观察、鉴定和统计。

2 结果

2.1 污损生物种类组成

通过 63d 的挂板试验,初步鉴定出污损生物 16 种(表 2)。其中藻类 4 种,腔肠动物 3 种,苔藓动物 1 种,多毛类两种,软体动物两种,甲壳动物两种,海鞘类两种。海筒蛄、阔口隐槽苔虫、紫贻贝和东方缝栖蛤为优势种,挂板试验 63d 后,表层和中层均有分布,数量大且出现频率高。4 种海底管道材料中,玻璃钢管附着污损生物种类最多,共 12 种,水泥砖和碳钢管次之,分别为 11 种和 10 种,高密度聚乙烯管最少,为 9 种。

表 2 烟台开发区近海污损生物种类

Table 2 List of fouling organisms in Yantai ETDZ offshore

种名 Species	W1										W2									
	表层 Surface layer					中层 Middle layer					表层 Surface layer					中层 Middle layer				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
扁浒苔 <i>Enteromorpha compressa</i>	+	+	+	+	+											+	+	+	+	+
软丝藻 <i>Ullothrix flacca</i>	+	+	+	+	+											+	+	+	+	+
多管藻 <i>Polysiphonia</i> sp.	+	+	+	+	+											+	+	+	+	+
鼠尾藻 <i>Sargassum thunbergii</i>	+	+	+	+	+											+	+	+	+	+
蕈枝蛄 <i>Obelia</i> sp.									+							+				
海筒蛄 <i>Tubularia marina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
管状真枝蛄 <i>Eudendrium capillare</i>										+										+
阔口隐槽苔虫 <i>Cryptosula pallasiana</i>	+		+			+	+	+	+	+	+		+			+	+	+	+	+
华美盘管虫 <i>Hydroides elegans</i>					+															
沙蚕 <i>Nereis</i> sp.										+										
紫贻贝 <i>Mytilus edulis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
东方缝栖蛤 <i>Hiatella orientalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
致密藤壶 <i>Balanus improvisus</i>																				+
钩虾 <i>Gammarus</i> sp.	+		+						+							+			+	+
柄瘤海鞘 <i>Styela clava</i>	+								+										+	
玻璃海鞘 <i>Ciona intestinalis</i>			+					+											+	

注:表中 A. 环氧板 Epoxy Board; B. 高密度聚乙烯管 HDPE; C. 玻璃钢管 FRP; D. 碳钢管 Carbon Steel; E. 水泥砖 Cement Block; “+”表示出现

2.2 环氧板污损生物附着量

挂板试验期间环氧板污损生物生物量的变化见图2。挂板第16天(6月4日),W1站和W2站表层湿重略有增加,分别为12.1、48.7 g/m²,而中层湿重仅增加到0.6、0.5 g/m²。挂板第31天(6月19日),W1站和W2站表层湿重有了明显增加,分别为145.5、285.3 g/m²,而中层湿重变化幅度不大,仅增加到3.1、2.3 g/m²。挂板第47天(7月5日),W1站和W2站表层湿重增加到365.2、419.6 g/m²,而中层湿重显著增加,达到57.1、108.9 g/m²。挂板第63天(7月21日),W1站和W2站表层湿重增加到660.7、580.4 g/m²,而中层湿重大幅增加,达到1 508.9、1 883.9 g/m²。

2.3 4种海底管道材料污损生物附着量

挂板试验期间4种材料污损生物生物量的变化见图3~图6。4种材料污损生物附着量的变化趋势基本一致,即从5月下旬开始挂板至7月初污损生物湿重增幅较小,而从7月初~7月中旬污损生物湿重均显著大幅增加。挂板第63天高密度聚乙烯管、玻璃钢管、碳钢管和水泥砖在W2站中层的污损生物湿重分别达到814.8、1 005.8、824.0、5 115.4 g/m²,W1站中层污损生物湿重较W2站中层略低,分别为561.1、382.9、412.5、1 341.5 g/m²。图7为挂板63d后4种材料污损生物生物量的比较,W1站中层(拟建取水口)污损生物附着量由大到小依次为水泥砖>高密度聚乙烯管>碳钢管>玻璃钢管,W2站中层(拟建排水口)污损生物附着量由大到小依次为水泥砖>玻璃钢管>碳钢管>高密度聚乙烯管。

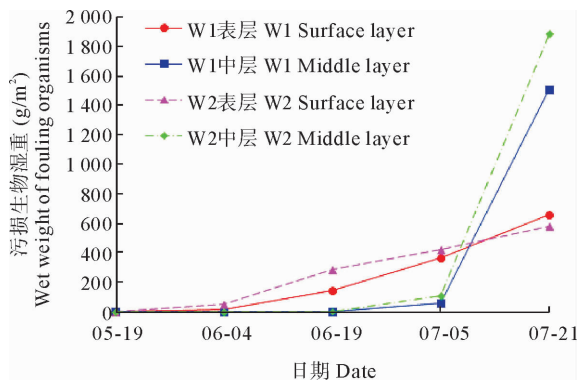


图2 挂板试验期间环氧板污损生物生物量的变化

Fig. 2 Fouling organisms biomass change on the epoxy board during the test

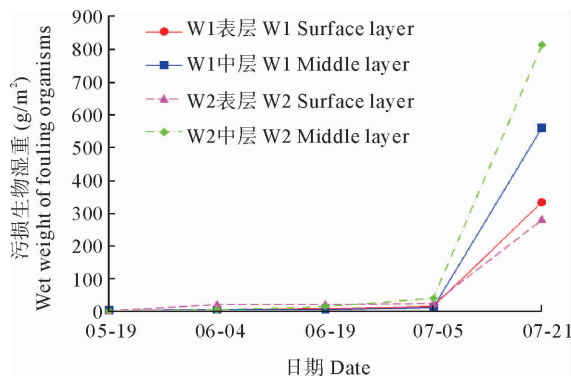


图3 挂板试验期间高密度聚乙烯管污损生物生物量的变化

Fig. 3 Fouling organisms biomass change on the HDPE of during the test

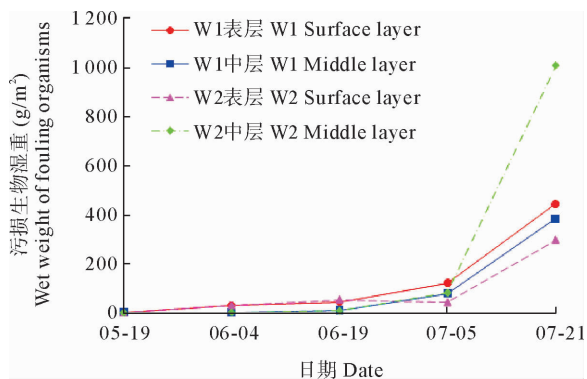


图4 挂板试验期间玻璃钢管污损生物生物量的变化

Fig. 4 Fouling organisms biomass change on the FRP during the test

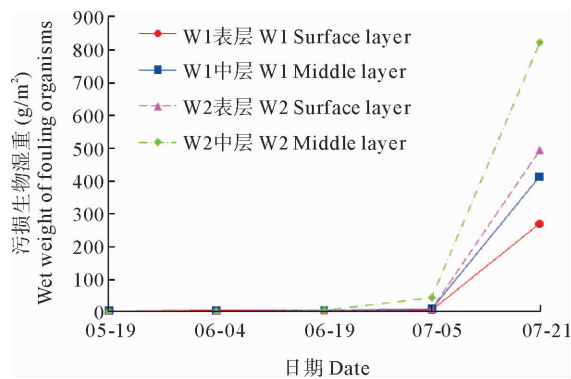


图5 挂板试验期间碳钢管污损生物生物量的变化

Fig. 5 Fouling organisms biomass change on the carbon steel during the test

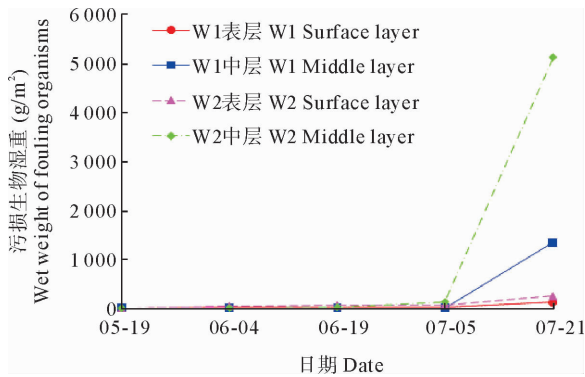


图 6 挂板试验期间水泥砖污损生物生物量的变化
Fig. 6 Fouling organisms biomass change on the cement block during the test

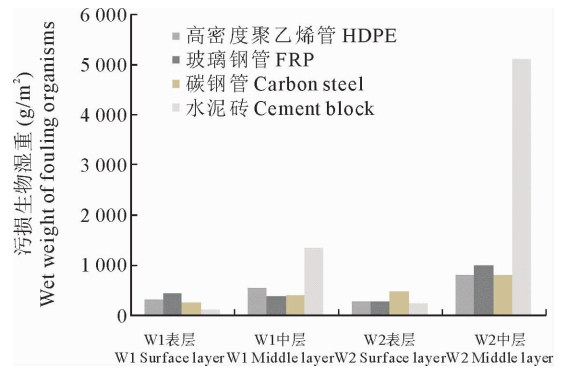


图 7 4 种材料污损生物生物量
Fig. 7 Biomass of fouling organisms on four materials

3 讨论

3.1 不同水层污损生物附着情况比较

本次挂板试验出现在表层的污损生物有:扁浒苔、软丝藻、多管藻、鼠尾藻、蕨枝螅、海筒螅、管状真枝螅、阔口隐槽苔虫、华美盘管虫、紫贻贝、东方缝栖蛤、致密藤壶、钩虾、柄瘤海鞘、玻璃海鞘。

出现在中层的污损生物有:蕨枝螅、海筒螅、管状真枝螅、阔口隐槽苔虫、沙蚕、紫贻贝、东方缝栖蛤、致密藤壶、钩虾、柄瘤海鞘、玻璃海鞘。

表层试板位于水下 0.5 m,光照条件较好,适合藻类生长,挂板第 16 天即发现藻类附着,主要包括绿藻、红藻和褐藻。

海筒螅生长快,生活周期短,较低和较高的水温均不利于其生长(黄宗国等 1984)。本次挂板时间在 5~7 月,中层水温变化范围在 11.22~21.53 °C,挂板第 63 天,中层试板已附着大面积的海筒螅,因而湿重大幅增加。

阔口隐槽苔虫属温带广布种,是黄渤海沿岸水域最常见的污损苔虫之一,在山东半岛北部沿岸水域附着季节为 5~11 月(刘锡兴等 2001)。本次挂板试验其在表层和中层均有分布。

紫贻贝属冷水种,是黄海北部很典型的管道污损生物(黄宗国等 1984)。挂板第 47 天在表层和中层均发现紫贻贝附着,第 63 天其个体大小和数量均明显增加。

东方缝栖蛤为我国北部沿海数量较大的常见种,其个体小、繁殖快。挂板第 47 天在 W1 站中层发现东方缝栖蛤附着,第 63 天在表层和中层均发现其附着。

3.2 不同材料污损生物附着情况比较

附着基的质地、光滑度等与污损生物附着的种类和数量紧密相关(黄宗国等 2008)。图 8 为挂板第 63 天 4 种材料污损生物覆盖面积率的比较。水泥砖的污损生物覆盖面积率均超过 80%,玻璃钢管和高密度聚乙烯管污损生物覆盖面积率介于 60%~80%,碳钢管污损生物覆盖面积率小于 60%。水泥砖因表面粗糙,附着的表面积大,更容易形成微生物黏膜,微生物黏膜形成与发展有利于后来大型污损生物附着,因此污损生物覆盖面积最大。在试验过程中发现,碳钢管容易锈蚀,内壁铁锈可能影响取水水质,而且碳钢管在海水中同时存在生物污损和

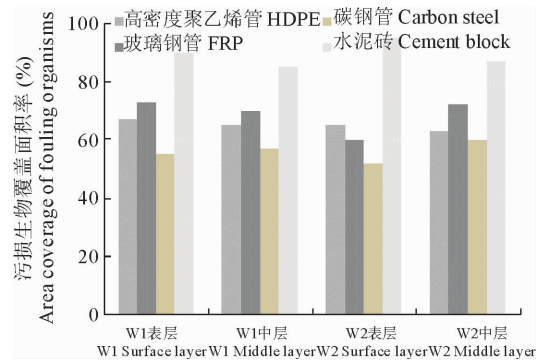


图 8 4 种材料污损生物覆盖面积率
Fig. 8 Area coverage of fouling organisms on four materials

海水腐蚀两个过程(郑纪勇 2010),因此不推荐碳钢管作为取排水管道材料。

3.3 不同海区污损生物比较

烟台开发区近海与蓬莱、长岛、烟台港及桑沟湾(郝允碧等 1990;李传燕等 1990;齐占会等 2010)海区污损生物的比较见表3。烟台开发区、蓬莱和长岛海域由于挂板试验时间较短,污损生物种类相对较少。紫贻贝在各海区均为优势种,海筒蛄也较为常见。山东半岛沿岸入海河流少,且多为季节性河流,烟台开发区近海污损生物的种类与山东半岛东北部其他海区较为相似,属于偏高盐广布种,紫贻贝的大量附着是本海区污损生物的显著特点。

表3 烟台开发区近海与其它海区污损生物比较

Table 3 Comparison of fouling organisms in offshore of Yantai ETDZ and other sea areas

海区 Sea area	日期 Date	主要污损生物 Major fouling organism
烟台开发区 Yantai ETDZ	2010-05~2010-07	海筒蛄、阔口隐槽苔虫、紫贻贝、东方缝栖蛤
蓬莱 Penglai	1987-05~1987-10	紫贻贝、加州草苔虫、海筒蛄、浒苔
长岛 Changdao	1987-05~1987-10	柄瘤海鞘、紫贻贝、加州草苔虫、艾氏美蛄
烟台港 Yantai Port	1983-06~1984-05	肠浒苔、海筒蛄、加州草苔虫、华美盘管虫、紫贻贝、致密藤壶、厚角螺羸虫、大鳌钩虾、纹藤壶、柄瘤海鞘和曼哈顿皮海鞘
桑沟湾 Sanggou Bay	2007-05~2008-05	玻璃海鞘、柄瘤海鞘、紫贻贝、孔石莼、长石莼、栉孔扇贝、鲍枝蛄

4 结论

1)本次挂板试验时间为5~7月,共鉴定出污损生物16种,属于偏高盐广布种,其中优势种为海筒蛄、阔口隐槽苔虫、紫贻贝和东方缝栖蛤,紫贻贝的大量附着是本海区污损生物的显著特点。

2)挂板63d后4种海底管道材料的污损生物覆盖面积率,水泥砖最大,玻璃钢管和高密度聚乙烯管次之,碳钢管最小。玻璃钢管附着污损生物种类最多,水泥砖和碳钢管次之,高密度聚乙烯管最少。

3)拟建取水口污损生物附着量水泥砖>高密度聚乙烯管>碳钢管>玻璃钢管,拟建排水口污损生物附着量水泥砖>玻璃钢管>碳钢管>高密度聚乙烯管,7月初~7月中旬为污损生物附着盛期。

综合考虑污损生物附着量、覆盖面积率等因素,建议采用玻璃钢管或高密度聚乙烯管作为取排水管道的材料。本研究仅针对5种不同材料进行了63d的污损生物挂板试验,可在此基础上进行周年挂板试验,从而更全面和深入地掌握该海域污损生物群落的演变规律。

致谢:感谢中国科学院南海海洋研究所严岩研究员的大力帮助和指导。

参 考 文 献

- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 2007. 海洋调查规范:海洋生物调查(GB/T 12763.6-2007). 北京:中国标准出版社,52~53
- 冯万亮,桂亦斌,周建奇. 2009. 生物污损对舰船的危害及防污新技术. 四川兵工学报,30(11):129~143
- 齐占会,方建光,张继红,毛玉泽,蒋增杰,刘红梅,李 斌. 2010. 桑沟湾贝藻养殖区附着生物群落季节演替研究. 渔业科学进展,31(4):72~77
- 李传燕,黄宗国,王建军,郑成兴,林 盛. 1990. 烟台港附着生物生态研究. 海洋学报,12(1):107~114
- 刘锡兴,尹学明,马江虎. 2001. 中国海洋污损苔虫生物学. 北京:科学出版社,303~306
- 严文侠,董 钰,王华接,严 岩,严 涛,朱金龙,汪汉琨. 1995. 南海北部石油开发区海洋污损生物研究. 海洋技术,14(4):57~59
- 严 涛,刘姗姗,曹文浩. 2008. 中国沿海水产设施污损生物特点及防除途径. 海洋通报,27(1):102~110
- 严 涛,曹文浩. 2008. 黄、渤海污损生物生态特点及研究展望. 海洋学研究,26(3):107~118
- 郑纪勇. 2010. 海洋生物污损与材料腐蚀. 中国腐蚀与防护学报,30(2):171~176
- 金晓鸿. 2006. 海洋污损生物防除技术和发展(III)——世界防污技术的历史和发展. 材料开发与应用,23(1):44~46
- 郝允碧,孙炳寅,朱长生. 1990. 山东省烟台市蓬莱、长岛养殖场扇贝笼网上污损生物特点及其防涂的研究. 黄渤海海洋,8(1):57~62
- 侯纯扬,武 杰,赵 楠,王维珍,吴芸芳,刘淑静. 2002. 海水直流冷却水系统金属腐蚀、污损生物附着及其对策. 海洋技术,21(4):41~45
- 黄宗国主编. 2008. 海洋污损生物及其防除:上册. 北京:海洋出版社,79~88
- 黄宗国,蔡如星主编. 1984. 海洋污损生物及其防除:上册. 北京:海洋出版社,275
- 黄宗国,蔡如星主编. 1984. 海洋污损生物及其防除:上册. 北京:海洋出版社,288