

# 福建省近岸海域海洋生态健康评价与分析

1.厦门大学海洋与环境学院; 2.莆田职业技术学校; 3.福建省湄洲湾环境监测站 蔡爱萍<sup>1,2</sup> 洪雄业<sup>3</sup> 杨玉波<sup>3</sup>

**[摘要]** 根据《近岸海洋生态健康评价指南》中的“河口及海湾生态系统生态环境健康评价方法”,利用2006年~2010年以来福建省环保厅的近岸海域监测网络的监测数据及相关文献资料,对福建省近岸海域的海洋生态健康状况进行分析评价。评价结果显示:福建省近岸海域生态系统健康指数为60.3,处于亚健康状态,其中水环境、沉积物、生物残毒和栖息地环境处于健康状态,而生物处于不健康状态。根据当前实际情况,该文从法律保障、管理机制和补偿机制等方面提出了适合保持生态健康的具体策略,为推动福建近岸海域经济发展与海域生态健康可持续发展提供参考。

**[关键词]** 福建省 近岸海域 生态 健康评价

海洋生态系统是由海洋中复杂的生物群落和环境条件组成的生命支持系统。海洋是全球污染物的最终归宿,污染物通过生物富集和食物链传递对整个海洋生态系统造成潜在威胁。海洋环境污染与破坏一旦超过海洋生态系统的自净能力,整个海洋生态系统就会崩溃,从而产生生态安全问题<sup>[1,2]</sup>。当人们在关注生态环境的同时,对海洋生态系统健康的研究也越来越深入。国家海洋局<sup>[3]</sup>将生态系统健康定义为:“生态系统保持其自然属性,维持生物多样性和关键生态过程稳定并持续发挥其服务功能的能力。”

## 1 概况

福建省海域自然条件十分优越,海港资源、渔业资源、海涂资源、海洋矿产及海洋能资源相当丰富,是进行海洋开发、发展海洋经济的广阔场所。近年来,沿海各地市一系列开发海洋的重要举措,表明福建省实施海洋大开发的时代已经到来。由于近岸港湾资源的稀缺性、综合性和海洋开发强度的不断加大,海洋生态保护问题日益突出,使得这些海湾的开发与生态保护调控越发显得艰巨而复杂,并将随着海峡西岸经济区建设进程的发展而日益凸显出来。

目前,仍鲜有文献对福建近岸海域生态健康状况进行评价。国家海洋局也只在福建近岸海域闽东沿岸设置生态监控区,对此区域连续六年夏季航次的监测结果表明,闽东沿岸生态监控区生态系统总体处于亚健康状态。另外,国家海洋局选择福建闽东沿岸生态监控区的评价仅代表了福建各海湾、近岸海域的部分情况,因而其结果并不能反映整个福建海域的环境质量状况。

本文利用“十一五”期间2006年~2010年以来福建省环保厅的近岸海域监测网络的监测数据及相关文献资料,依据“河口及海湾生态系统生态环境健康评价方法”<sup>[3]</sup>,对福建省近岸海域的海洋生态健康状况进行分析评价。

## 2 监测站位和评价方法

### 2.1 监测站位

“十一五”期间,福建省近岸海域水环境监测按照《福建省近岸海域水质监测技术规定》的要求执行,共监测65个近岸海域水质点位(其中海域环境功能区点位54个),涉及6个沿海地区市,监测范围包括全省主要港湾和主要河流入海河口海域在内的近岸海域环境功能区及近岸海域远岸点。

近岸海域海水水质常规监测按照《海洋监测规范》<sup>[4]</sup>(GB17378-2007)以及《海洋监测质量保证手册》的有关内容执行。

### 2.2 评价方法

本文应用《近岸海洋生态健康评价指南》的指标体系中的河口与海湾生态健康评价模式,首次对福建省近岸海域环境的生态健康状况予以评价。

## 3 监测数据

### 3.1 水环境

2006年~2010年近岸海域海水水质每年共监测3期,监测时间为每年的4月~5月(丰水期)、7月~8月(平水期)、10月~11月(枯水期)。表1为“十一五”期间福建省近岸海域主要污染物浓度变化。

表1 福建省近岸海域主要污染物浓度变化

	2006年			2007年			2008年			2009年			2010年		
	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值
溶解氧	6.63	9.21	2.86	6.77	9.40	3.22	6.75	9.00	3.60	7.04	9.70	5.17	7.00	9.47	4.10
pH	8.13	9.94	7.22	8.14	8.48	6.92	8.10	8.80	7.25	8.07	8.35	7.34	8.11	8.42	7.46
活性磷酸盐	0.017	0.290	Δ	0.020	0.152	0.002	0.021	0.170	Δ	0.022	0.150	0.001	0.021	0.140	0.001
无机氮	0.264	2.777	0.001	0.312	1.944	0.001	0.288	1.870	0.009	0.307	1.440	0.019	0.301	1.992	0.003
石油类	0.025	0.290	0.002	0.027	0.191	0.002	0.020	0.110	0.001	0.027	0.100	0.002	0.027	0.160	0.002

注：浓度单位为mg/L（除pH外）；Δ表示未检出。

### 3.1.1 无机氮

福建省沿海各地市“十一五”期间近岸海域海水中无机氮的浓度变化见图1。除个别年份外，厦门海域无机氮浓度总体最高，其次为宁德海域，福州海域及泉州海域2006年~2008年无机氮浓度均相对较低，但2008年之后，泉州海域无机氮浓度显著上升，2010年浓度甚至超过厦门及宁德海域水平；莆田及漳州海域无机氮浓度最低，水质相对较好。

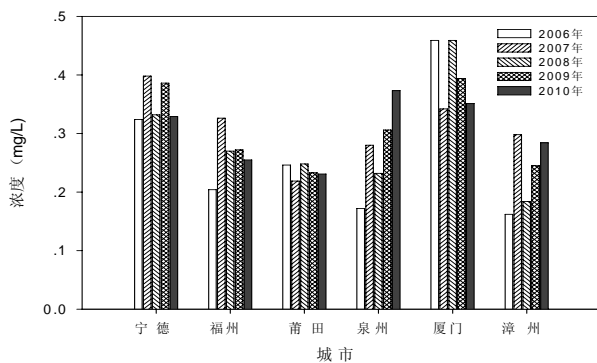


图1 福建省各地市近岸海域海水中无机氮浓度变化

### 3.1.2 活性磷酸盐

福建省沿海各地市“十一五”期间近岸海域海水中活性磷酸盐的浓度变化见图2。2006年~2009年宁德海域活性磷酸盐浓度值均居于最高，明显高于其他各海域，2006年各海域污染物高低排序为：宁德海域>莆田海域>厦门海域>泉州海域>漳州海域>福州海域，2010年为：厦门海域>宁德海域>福州海域>泉州（莆田）海域>漳州海域。

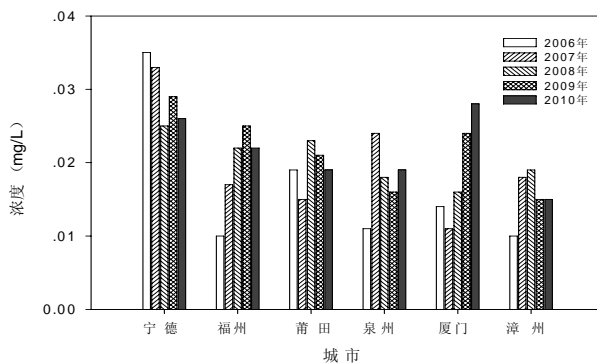


图2 福建省沿海各地市近岸海域海水中活性磷酸盐浓度变化

### 3.1.3 石油类

由表1可以看出：“十一五”期间福建省近岸海域石油类浓度年均值均可达一类海水水质标准，浓度范围在未检出~0.290 mg/L，最大值出现在沙尾澳，五年中2008年石油类浓度最低，其他各年度污染物浓度水平基本相同。

### 3.1.4 pH值

由表1可以看出：在所有监测站位中，福清湾、安海湾和泉州湾、东山湾口和东山岛东部海区等海域的pH达三类水质。pH值的分布趋势没有什么变化，都是越靠近海岸，pH值越高，两个月份不同之处在于，丰水期时pH值总体比枯水期时要低，这可能主要是受降雨量影响。

### 3.1.5 盐度年际变化

本文中福建省近岸海域的盐度数据来自沿海各定位监测站。福建省近岸海域盐度分布受外海水和沿岸水支配，季节变化明显。沿海定位站及沿岸海区盐度年变幅见表2。

表2 福建省近岸海域沿岸海区盐度年变幅

沿海定位站	云澳	东山	厦门	崇武	平潭	北茭	北碓	台山
年变幅	2.89	1.67	2.28	2.98	3.89	4.56	5.49	5.25

### 3.1.6 溶解氧

由表1可以看出：调查海区溶解氧含量最高值在冬季，最低值在夏季，但不同海域不完全相同，年变化幅度北高南低。福宁海域表、底层年变化幅度分别为2.88和3.03，而在大渔湾远岸，表层年变化幅度达63%，在东山以南，溶解氧表、底层年变化幅度分别为0.96和1.90。

### 3.2 沉积环境

福建省于2010年4月对近岸海域部分点位的沉积物进行监测，沉积物的监测点位共15个。表3为2010年福建省近岸海域沉积物有机碳的监测结果。

表3 沉积物监测结果汇总

	含量 (mg/kg)			沉积物质量类别比例		
	最大	最小	平均	一类	二类	三类
有机碳 (%)	15	1.01	未检	0.839	100%	0

注：沉积物质量类别比例是根据GB18668-2002《海洋沉积物质量》进行评价得出的。

数据显示:各测点沉积物中有机碳的含量最高值为1.01,部分地区未检出。各测点有机碳含量均低于《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第一类沉积物质量相应项目的标准值。

由于福建省近岸海域环境沉积物监测项目中不包括硫化物项目,因此本文中硫化物含量的数据来自各港湾的监测数据。福建各港湾底质硫化物含量比较见表4。

表4 福建省各港湾沉积物硫化物含量

单位: mg/kg

	5月		8月		11月		三个季度	
	变化范围	均值	变化范围	均值	变化范围	均值	变化范围	均值
三都澳	0.36~0.9	3.2	\	\	1.3~538.0	86.6	0.36~538.0	45.0
官井洋	2.1~93.8	27.5	644.0~1477	1060.5	16.0~293.0	121.2	2.1~1477	403.1
东吾洋	3.6~490.0	110.7	4.8~74.6	39.7	6.0~235.0	41.4	1.6~490.0	59.8
罗源湾	4.5~392.0	57.6	0.5~35.0	12.5	0.8~27.6	7.7	0.5~392.0	24.7
兴化湾	38.6~119.6	60.6	\	\	12.0~97.0	53.3	12.0~119.6	57.0
湄洲湾	12.8~25.3	20.0	\	\	\	\	12.8~25.3	20.0
泉州湾	44.4~360.6	158.2	0.84~153.9	67.1	6.27~528	76.06	0.84~528	100.5
深沪湾	34.9~158.4	87.0	8.12~97.6	43.3	27.6~142	86.4	8.12~158.4	72.1
围头湾	8.2~47.0	24.3	0.03~31.9	6.6	5.42~40.2	22.83	0.03~47.0	17.9
大嶼海域	19.2~136.1	63.8	\	\	19.5~28.6	24.7	19.2~136.1	44.3
佛昙湾	9.84~15.5	12.2	18.3~539.0	281.1	29.4~29.4	29.4	9.84~539.0	107.6
旧镇湾	5.94~420	69.4	27.7~179.0	65.2	13.1~154	45.62	5.94~420	60.1
诏安湾	19.8~265	100.6	22.0~214.0	87.8	18.2~251	77.29	18.2~265.0	88.6

注:\表示未找到相关数据。

### 3.3 生物残毒

2009年,福建省海洋与渔业厅对全省海域的17个区域开展了牡蛎和缢蛏贝类质量监测。结果表明,贝类生物质量状况总体良好,大部分贝类质量符合《无公害食品 水产品中有毒有害物质限量》(NY 5073-2006)和《养殖生物质量安全性评价》标准值的有关规定,但宁德沙埕港和牙城湾个别站点的牡蛎中镉残留量略有超标。

### 3.4 栖息地

根据《近岸海洋生态健康评价指南》的要求,河口及海湾生态系统栖息地评价指标包括:5年内滨海湿地生境减少比例、沉积物主要组分含量年度变化。

根据《福建省沿海滩涂围垦规划(2001年~2020年)》,福建省近5年来滨海湿地生境减少的总面积为14.05万亩,减少1.8%。

调查资料显示,福建省近岸海域海底表层沉积物类型主要有粉砂质粘土、粘土质粉砂、砂-粉砂-粘土、中细砂、中粗砂等。沉积物分布以闽江口为界具有南粗北细的特征;并且以各大河口为中心,分别向海域方向由粗变细,河口南侧较北侧粒度相对较粗。调查发现,部分海域的沉积物主要组分含量变化比较大,造成沉积物主要组成变化巨大的一个非

由表4可以看出,泉州湾和官井洋海域沉积物中硫化物含量较高,局部海域沉积物硫化物标准指数超过平均标准。尤其是在网箱密集的海域,出现有机物污染。东山湾附近以及三都澳、东吾洋、罗源湾、佛昙湾、旧镇湾局部地区的网箱养殖区沉积物硫化物标准指数也超过底质评价标准。诏安湾虽然未超过评价标准,但总体水平较高。

常重要的原因可能就是滨海湿地的开发减少和大量海岸工程的建立。

### 3.5 生物

福建省分别于2007年3月、2010年4月对近岸海域水质的浮游生物进行监测。

#### 3.5.1 浮游植物

图2和图3分别为2007年、2010年福建省近岸海域浮游植物细胞总数的分布。2010年调查的浮游植物细胞总量较2007年明显增加,尤其以闽江口外周围海域浮游植物数量巨大,主要为中肋骨条藻,其数量暴涨主要原因是由于气温的升高,营养盐丰富的水域浮游植物往往大量繁殖,导致浮游植物数量巨大,相应的单一种类占绝对优势,从而导致极小的浮游植物多样性指数和均匀度。根据多样性指数和均匀度数值分析,除闽江口外,其余海域浮游植物群落结构正常,群落基本稳定。

#### 3.5.2 浮游动物

图4为2007年与2010年福建近岸海域各测站浮游动物生物量分布。与2007年相比,2010年各测点的生物量基本呈现一相反分布:2007年在厦门外港至金门东部一带海域出现一个大于1000 mg/m<sup>3</sup>的高生物量区,而2010年为一低生物量

区；此外2007年在几个港湾内F5(福宁湾)、F29(平海湾)内出现的高生物量，而2010年均均为低生物量区。

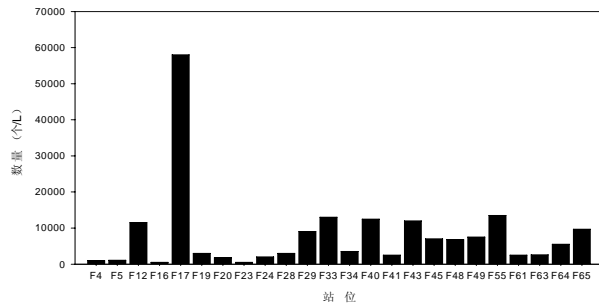


图3 2007年福建省近岸海域浮游植物细胞总数量的分布

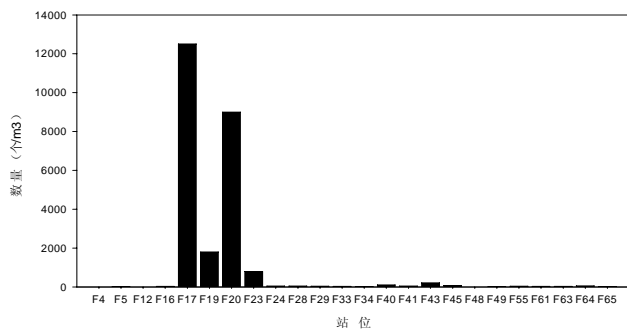


图4 2010年福建省近岸海域浮游植物细胞总数量的分布

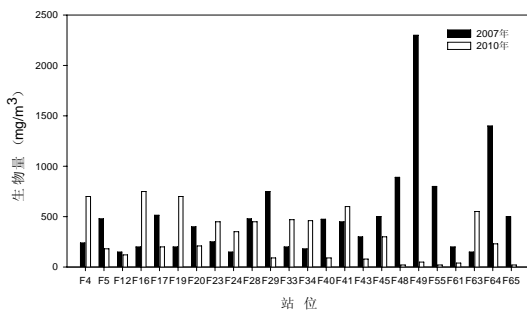


图5 2007年与2010年福建近岸海域各测站浮游动物生物量

图6为2007年与2010年福建近岸海域浮游动物总个体数的分布。根据两期的调查：福建近岸海域的浮游动物种类均以桡足类出现最多，两期桡足类所占比例分别为40%、48.5%，但优势种调查显示：2010年主要为拟长腹剑水蚤(39.8%)、小拟哲水蚤 (24.2%)。2007年调查海域的浮游动物高密度区集中在厦门外港至晋江围头湾一带，2010年则在闽江口附近海域。两期比较：2007年因厦门外港、金门东部海域至漳州东部一带海域由于夜光虫大量出现，浮游动物物种多样性指数较低，其他海域总体尚属良好，监测海区浮游动物群落结构较为稳定。

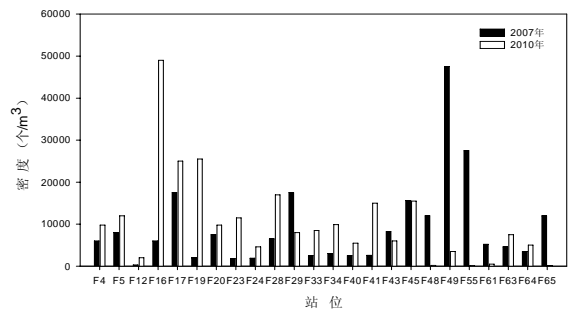


图6 2007年与2010年福建近岸海域浮游动物总个体数的分布

### 3.5.3 底栖动物

福建海岸带大型底栖动物生物量相当高，年平均总生物量为41.93g/m<sup>2</sup>。生物量季节变化明显：夏季大于春季，分别为57.56g/m<sup>2</sup>、46.75g/m<sup>2</sup>，其平面分布趋势为南高北低；南部平均86.27g/m<sup>2</sup>；中部平均为37.3g/m<sup>2</sup>；北部为19.06g/m<sup>2</sup>。福建沿岸主要港湾大型底栖生物量差别较大，东山湾平均生物量最高，为197.54g/m<sup>2</sup>；厦门港次之，为59.49g/m<sup>2</sup>；兴化湾居第三，为28.10g/m<sup>2</sup>；闽江口附近平均19.98g/m<sup>2</sup>；湄洲湾和泉州湾相近，分别为9.46g/m<sup>2</sup>和9.52g/m<sup>2</sup>；三沙湾最低，平均5.85g/m<sup>2</sup>。

福建省海岸带大型底栖生物密度以多毛和甲壳动物为主，分别占总密度的40%和29%，棘皮动物和软体动物分别占12%和8%。大型底栖生物密度较大，平均147个/m<sup>3</sup>，季节变化明显。夏季密度最大，平均204个/m<sup>3</sup>；春季次之，为165个/m<sup>3</sup>。被调查海区的密度分布趋势与生物量近似，为南高北低。南部海区平均178个/m<sup>3</sup>，中部海区平均159个/m<sup>3</sup>，北部海区平均104个/m<sup>3</sup>。

### 3.5.4 鱼卵及仔鱼密度

本文鱼卵及仔鱼密度的调查数据源自文献[5]。调查结果显示，福建主要海湾共出现鱼卵和仔稚鱼68种，隶属于29科，主要是近海中上层鱼类、浅海底层鱼类和港湾河口型鱼类3个生态类型。各站鱼卵总平均丰度是497.5粒/网，仔稚鱼总平均丰度50.8个/网。从数量分布看，浮性鱼卵和仔稚鱼依不同繁殖季节主要以鲱科、鳀科、鱈科、石首鱼科和鲷科为主，而且大多是福建沿海的主要经济种类，其他一些种类丰度均很低。

## 4 福建省近岸海域海洋生态健康评价

### 4.1 水环境

水环境健康指数计算结果为：

$$W_{\text{indx}} = \left( \sum_1^m W_q \right) / m = ( W_{\text{溶解氧}} + W_{\text{活性磷酸盐}} + W_{\text{盐度年际变化}} + W_{\text{石油烃}} + W_{\text{无机氮}} + W_{\text{pH值}} ) / 6 = ( 14.78 + 10.32 + 5.00 + 15.00 + 8.82 + 14.89 ) / 6 = 11.46$$

根据评价标准,水环境健康指数11.46,处于11~15之间,判定水环境为健康,处于健康和亚健康的边缘。

#### 4.2 沉积环境

沉积环境健康指数计算:

$$S_{\text{indx}} = (\sum_1^m S_q) / m = (S_{\text{有机碳}} + S_{\text{硫化物}}) / 2 = 10$$

根据评价标准,沉积环境健康指数10,处于7~10之间,判定沉积物为健康状态。

#### 4.3 生物残毒

生物残毒指数计算:

$$BR_{\text{indx}} = (\sum_1^m BR_q) / m = (BR_{\text{油类}} + BR_{\text{Hg}} + BR_{\text{Cd}} + BR_{\text{Pb}} + BR_{\text{As}}) / 5 = (10 + 10 + 8 + 10 + 10) / 5 = 9.6$$

根据评价标准,生物残毒指数9.6,处于7~10之间,因而,判定环境为健康状态。

#### 4.4 栖息地

栖息地健康指数计算:

$$E_{\text{indx}} = (\sum_1^q E_i) / q = (15 + 10) / 2 = 12.5$$

根据评价标准,栖息地健康指数计算结果处于11~15之间,因而,判定栖息地为健康状态。

#### 4.5 生物

生物健康指数计算:

$$B_{\text{indx}} = (\sum_1^q B_i) / q = (B_{\text{浮游植物密度}} + B_{\text{浮游动物密度}} + B_{\text{浮游动物生物量}} + B_{\text{鱼卵及仔鱼密度}} + B_{\text{底栖动物密度}} + B_{\text{底栖动物生物量}}) / 6 = (10 + 10 + 30 + 30 + 10 + 10) / 6 = 16.7$$

根据评价标准,生物健康指数16.7,介于10~20,因而判定生物处于不健康状态。

#### 4.6 生态健康评价

依据河口及海湾生态系统生态健康指数计算公式,可以求出福建省近岸海域的生态健康指数为:

$$CEH_{\text{indx}} = \sum_1^p INDX_i = 11.5 + 10 + 9.6 + 12.5 + 16.7 = 60.3$$

依据河口及海湾生态系统生态健康评价方法,福建省近岸海域评价结果介于50~75之间,判定福建省近岸海域的生态系统处于亚健康状态。

### 5 主要问题及对策

结合以上对各类环境监测数据的分析与健康评价,对照各沿海地市所提供的直排海污染源数据,以及福建省11条主要入海河流污染物入海总量的统计分析,结果表明:福建省近岸海域环境问题主要为氮、磷的超标问题。

考虑到今后沿海人口增长、城镇化建设加速、港口经济、

临港工业集群的发展等情况,综合各相关材料,在分析相关数据后,结合生态健康评价体系的分析,综合考虑目前所遇到的问题,对今后的工作提出以下几方面的建议:

#### 5.1 完善近岸海域海洋环境保护法规体系

着眼海洋经济发展与海洋资源环境的承载能力相适应,坚持开发利用和保护治理并举的原则,进一步健全完善具有海峡西岸经济区特色的海洋环境保护法规政策体系。

#### 5.2 加强污染物排海控制

落实陆源污染物排海控制和治理责任,强化陆源污染监管,严格控制海上污染源。

#### 5.3 加强海洋环境监测体系建设

建立和完善海洋环境监测体系,加强近岸海域环境的监控能力建设,逐步建成近岸海域环境监测网站,采用遥感等高新技术,建立近岸海域环境信息系统,加强近岸海域环境变化趋势的预测预报。

#### 5.4 开展近岸海域生态保护、修复与建设

加强对重点湿地、红树林和鸟类集中分布区及迁徙停歇地的保护,继续选划建设一批海洋类型自然保护区、特别保护区、海洋公园、湿地公园,实施种植红树林、投放人工鱼礁、放流增殖等生态修复工程。

#### 5.5 逐步理顺各职能部门的业务交叉,形成协同机制

2010年12月,福建省环境保护厅与福建省海洋与渔业厅签署《关于建立完善海陆一体化海洋环境保护工作机制协议》,双方在加强海洋环境保护规划与环境功能区划方面的协调等9个方面加强沟通与合作,形成协调机制。

### 6 展望

生态健康评价各指标之间不仅存在着相互影响和密切联系,类别内部各监测项目间也密切相关,建议进一步完善各监测指标的赋值评价,不断优化“河口及海湾生态系统生态健康评价方法”。今后要注重生物健康评价福建海域指标的优化,使之更具代表性。同时收集相关数据对各主要港湾、河口再做具体分析评价。

#### 参考文献:

- [1] 沈颖. 海洋环境污染与环境保护[J]. 环境科学进展, 1997(1): 65-75.
- [2] 王森, 胡本强, 辛万光, 等. 我国海洋环境污染的现状、成因与治理[J]. 中国海洋大学学报: 社会科学版, 2006(5): 1-6.
- [3] 近岸海洋生态健康评价指南[S]. 中华人民共和国海洋行业标准HY/T 087-2005: 国家海洋局, 2005.
- [4] 海洋监测规范. 中华人民共和国国家标准[S]. GB 173785-2007. 北京: 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.
- [5] 张跃平. 福建省主要海湾浮性鱼卵和仔稚鱼的种类组成与丰度分布[J]. 台湾海峡, 2011(30): 234-242.