

# 深圳市海域浮标监测网的站位设计和数据应用

庞仁松,周凯,冷科明,郭翔宇,吴俊儒,钟宛蓉

(深圳市海洋监测预报中心 深圳 518067)

**摘要:**深圳市基于不同海洋功能区环境监测的需要,充分考虑各海域环境要素,构建了由13个浮标组成的较为合理的海洋浮标监测网。文章重点介绍分布在大亚湾、大鹏湾、深圳湾和珠江口海域的13个浮标站位的具体设计情况,主要包括所在(邻近)海洋功能区、基础(选配)观测参数、数据应用方向以及监测参数和监测频率等。此外,提出海洋浮标监测系统可为海洋功能区环境评价和重要赛事提供环境数据支撑、实现重点功能区的长期在线监测以及对海洋环境灾害信息进行全过程记录,数据应用前景广阔,亟须在今后的工作中加强应用研究。

**关键词:**深圳市海域;浮标;在线监测;站位设计;数据应用

中图分类号:P71

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2018)02-0049-05

## The Station Design and Data Application of Buoy Monitoring Network in Shenzhen Sea Area

PANG Rensong, ZHOU Kai, LENG Keming, GUO Xiangyu, WU Junru, ZHONG Wanrong

(Marine Monitoring and Forecasting Center of Shenzhen City, Shenzhen 518067, China)

**Abstract:** Based on the monitoring demands in different marine functional areas and the environmental elements in each sea area, a reasonable marine monitoring network of 13 buoys has been constructed in Shenzhen sea area. The paper focused on the specific design situation of 13 buoys stations located in Daya Bay, Mirs Bay, Shenzhen Bay and Pearl River Estuary, which included marine functional area located, observation parameters, data application, monitoring parameters, monitoring frequency, etc. Besides, marine monitoring network could provide environmental evaluation of marine functional areas and major events with environmental data support, and it could carry out long-term online monitoring of key marine functional areas and record information of the whole process of marine environmental disasters. The prospect of data application is promising, and further research is urgently needed.

**Key words:** Shenzhen sea area, Buoy, On-line monitoring, Station design, Data application

海洋环境监测是海洋事业发展的基础性工作,当前海洋科技、海洋管理和海洋防灾减灾等的需求对海洋环境监测提出更高的要求<sup>[1-2]</sup>,即及时、准确、全面地获取海洋环境监测数据,客观反映海洋环境质量状况和变化趋势,及时跟踪污染源变化情况,准确预警各类潜在环境威胁,及时响应突发环境事件。

浮标监测系统作为海洋环境监测的重要工具,在海洋环境安全保障中发挥着重要作用。该系统针对各海洋功能区和入海河流等进行监测,可全面、实时、准确地掌握近岸海域环境质量状况和变化规律,进一步了解和掌握近岸海域各功能区的水质状况,有效对海洋环境安全进行监测和论证,对不利于海洋资源科学利用的情况进行预警,从而促进海洋资源的可持续发展和有效保护海洋环境。

我国近海的海洋浮标监测起步较晚,近年来国家和沿海省(直辖市、自治区)着手开发和应用海洋浮标在线监测系统,可用于获取近海常规水文、气象、水质、营养盐和生物生态等数据,以反映海洋环境状况。厦门市自2004年起陆续布放海洋水质在线监测浮标;青岛市于2008年奥运会期间将浮标监

测和船载监测等多种海洋在线监测手段相结合,建立赤潮监测预警系统;山东省、广西壮族自治区、海南省、浙江省、广东省和河北省等先后开展近岸海域浮标在线监测系统建设。

## 1 深圳市海域浮标监测网

深圳市海洋局于2011年8月启动海洋浮标监测网的建设工作,陆续在“三湾一口”(大亚湾、大鹏湾、深圳湾和珠江口)近岸海域布放一系列海洋浮标(图1)<sup>[3-4]</sup>。根据规划,项目共建设13个浮标自动站,分2期进行(表1)。至此,深圳市全面建成覆盖全市海域的浮标监测网络,初步实现浮标自动监测系统的业务化运行。



图1 深圳市海域浮标自动监测系统总体布局

表1 深圳市海域浮标建设情况

项目批次	浮标数量/个	建设完成时间	验收时间	浮标编号
一期	第1批	2011年8月	2011年10月	FB DY1、FB DY3、FB DP2、FB DP3、FB DP4
	第2批	2013年7月	2013年11月	FB DY2、FB DY5、FB SZ1
二期	5	2014年8月	2014年11月	FB DP1、FB DP5、FB ZJ1、FB ZJ2、FB ZJ3

## 2 深圳市海域浮标站位的规划设计

### 2.1 站位设计原则

深圳市海域浮标站位的规划设计主要遵循4项基本原则。①以需求为导向。从全市海域开发活动以及各涉海行业和各海洋功能区的发展需求出发,统筹考虑各类监测站位的布设,同时贯彻可持续发展的原则。②按区域划分,突出重点。以深圳市东、西部4个海域(大鹏湾、大亚湾、深圳湾和珠江口)的自然片区划分为基础,重点突出环境敏感区域(如海水增养殖区、滨海旅游区和主要污染源地区)监测站位的布设。③具有充分代表性。各海区

浮标站位的监测数据尽可能充分代表所在海域或功能区的环境状况,同时多个浮标站位的数据又能从总体上反映整个海域的环境状况。④关注安全,重视效益。在规划设计浮标自动监测站位时,尤其关注监测设备的安全性,尽量规避航道和锚地,高度重视各站位监测数据效益的发挥。

### 2.2 浮标站位的具体设计

深圳市海域各浮标站共同的基础观测参数主要包括气象和水质2个方面,其中气象参数包括风速、风向、气温、气压、相对湿度、雨量和最大风速,水质参数包括水温、pH值、溶解氧、溶解氧饱和度、叶绿素、盐度、浊度、氧化还原电位和电导率。此

外,由于各浮标站所在海洋功能区不同,选配观测参数和数据应用方向也不同。

### 2.2.1 大亚湾海域

大亚湾海域共布设有4个浮标站,既考虑大亚湾深圳沿岸海域的北部、中部和南部,又重点考虑东/西冲滨海旅游区、东山海水养殖区、坝光工程用海区 and 核电站冷/热排水区等环境敏感和重点区域。

(1)FB DY1 位于大亚湾北部的哑铃湾坝光海域,所在海洋功能区为工程用海区,邻近海洋功能区为港口区、渔业增殖区和保护区。选配观测参数为总溶解性固体和蓝绿藻。该站位的环境参数可代表哑铃湾的环境状况,监测数据可应用于哑铃湾海域环境评价、重点工程用海区环境跟踪监测评价、保护区和渔业增殖区环境评价、围填海工程污染监控以及赤潮灾害预警报等。

(2)FB DY2 位于大亚湾核电站排水口外围,所在海洋功能区为核电站取水区和热排污区。选配观测参数为水中油、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  和  $^{89}\text{Sr}$ 。该站位的环境参数可代表大亚湾深圳近岸海域中部的环境状况,监测数据可应用于大亚湾深圳近岸海域中部环境评价、核电站温排水监测评价、海上溢油事故预警和核放射性污染预警等。

(3)FB DY3 位于大亚湾东山海域,所在海洋功能区为海水养殖区,同时也是赤潮多发海域,邻近海洋功能区为科学研究试验区和核电排水区。选配观测参数为硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮和磷酸盐。该站位的环境参数可代表大亚湾的环境状况,监测数据可应用于大亚湾海域环境评价、海水养殖区环境评价、赤潮灾害预警报、海洋环境科学研究和邻近海域核电排水水质监控等。

(4)FB DY5 位于大亚湾东/西冲海域,所在海洋功能区为海水浴场、滨海旅游度假区和人工鱼礁区。该站位的环境参数可代表大亚湾湾口海域的环境状况,监测数据可应用于大亚湾湾口海域环境评价、度假旅游区和海水浴场环境预报以及渔业增殖区和人工鱼礁区环境评价等。

### 2.2.2 大鹏湾海域

大鹏湾深圳近岸海域共布设有5个浮标站,既考虑包括湾顶、湾口和湾中部的整个海湾,又重点

考虑大/小梅沙和下沙滨海旅游区、南澳海水养殖区以及赤潮多发区等环境敏感区域。

(1)FB DP1 位于大鹏湾顶部的沙头角湾,所在海洋功能区为风景旅游区和排污区,邻近海洋功能区为商业港区。该站位的环境参数可代表大鹏湾顶部的环境状况,监测数据可应用于大鹏湾顶部海域环境评价、风景旅游区环境评价、排污口水质监控和邻近港口区水质评价等。

(2)FB DP2 位于大鹏湾中北部的梅沙湾,所在海洋功能区为滨海旅游度假区和海水浴场,同时也是赤潮多发海域,邻近海洋功能区为渔业增殖区和人工鱼礁区。该站位的环境参数可代表大鹏湾中北部的环境状况,监测数据可应用于大鹏湾中北部海域环境评价、旅游度假区和海水浴场环境预报、赤潮灾害预警报、邻近海域渔业增殖区和人工鱼礁区环境评价等。

(3)FB DP3 位于大鹏湾中部的秤头角一下沙海域,所在海洋功能区为滨海旅游度假区和海水浴场,邻近海洋功能区为港口区、工业排水区和海水利用区。该站位的环境参数可代表大鹏湾中部的环境状况,监测数据可应用于大鹏湾中部海域环境评价、旅游度假区和海水浴场环境预报、邻近海域港口区和工业排水区环境评价等。

(4)FB DP4 位于大鹏湾南部的南澳近岸海域,所在海洋功能区为海水养殖区,同时也是赤潮多发海域,邻近海洋功能区为人工鱼礁区和渔港。选配观测参数为硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮和磷酸盐。该站位的环境参数可代表大鹏湾南部的环境状况,监测数据可应用于大鹏湾口海域环境评价、海水养殖区环境评价、赤潮灾害预警报、海洋环境科学研究和邻近海域人工鱼礁区环境评价等。

(5)FB DP5 位于大鹏湾口门海域,所在海洋功能区为海水增殖区,同时也是重要渔业品种保护区和东部航道临近海域。选配观测参数为流速、流向、波高、波向、波周期、最大波高、最大波周期、水深、剖面水温、剖面盐度和剖面电导率。由于该站位处于口门,可监测水团入侵等突发环境状况,环境参数可代表大鹏湾口门的环境状况,监测数据可应用于大鹏湾口海域环境评价、赤潮灾害预警报、

海浪预警报警、冷水团在线监测和海上搜救等。

### 2.2.3 珠江口海域

珠江口海域共布设有3个浮标站,既考虑珠江口港口区、养殖区和保护区的环境监测,又考虑断面监测的重要性。

(1)FBZJ1 位于珠江口深圳近岸北部的福永海域,所在海洋功能区为港口区和海岸防护工程区,邻近海洋功能区为排污区。该站位的环境参数可代表珠江口深圳近岸北部海域的环境状况,监测数据可应用于珠江口深圳近岸北部海域环境评价、港口区环境评价和排污区环境监控等。

(2)FBZJ2 位于珠江口中部的内伶仃岛北矾石海域,所在海洋功能区为海水增殖区、保护区和科学研究试验区,邻近海洋功能区为航道区。选配观测参数为波高、波向、波周期、最大波高和最大波周期。该站位的环境参数可代表珠江口中部内伶仃岛海域的环境状况,监测数据可应用于珠江口矾石海域环境评价、养殖区环境监控、保护区环境评价和海洋环境科学研究等。

(3)FBZJ3 位于珠江口中部的内伶仃岛南海域,所在海洋功能区为自然保护区,邻近海洋功能区为航道区。选配观测参数为流速、流向、波高、波向、波周期、最大波高、最大波周期、水中油和光合有效辐射。该站位的环境参数可代表珠江口中部内伶仃岛南海域的环境状况,监测数据可应用于内伶仃岛南海域环境评价、保护区环境评价、海洋环境科学研究、海上溢油事故预警、海上搜救和海浪预警报警等。

### 2.2.4 深圳湾海域

深圳湾海域已有国家海洋局赤湾海洋环境监测站,根据实际需要在深圳湾中部布放1个浮标,用于监测深圳湾海域整体的环境状况。

FBSZ1 位于深圳湾中部的后海湾海域,所在海洋功能区为保留区,邻近海洋功能区为自然保护区。选配观测参数为硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮和磷酸盐。该站位的环境参数可代表深圳湾中部海域的环境状况,监测数据可应用于深圳湾中部海域环境评价、滨海旅游区环境评价、保护区环境评价、赤潮灾害预警报警和排污区污染监控等。

### 2.2.5 浮标站性能

浮标自动站搭载水质多参数监测仪、海水营养盐监测仪和气象监测仪等先进设备,采用多功能、一体化系统集成技术,可实时、原位和在线监测海水水质、气象、营养盐、水中油等参数(表2)。此外,在系统设计、站位选址、标体材质、运行监控和应急措施等方面保障仪器设备的安全性和系统运行的持续性。为保证数据传输的安全稳定,部分搭载水动力传感器的浮标自动站采用北斗通信定位系统。

表2 浮标监测参数和监测频率

监测参数		监测频率
类别	具体项目	
水质	水温、盐度、pH值、溶解氧饱和度、叶绿素、浊度、电导率、氧化还原电位、总溶解性固体、蓝绿藻	1次/(30 min)
	气象	
营养盐	硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、磷酸盐	1次/(4 h)
放射性	$^{60}\text{Co}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{89}\text{Sr}$	1次/(6 h)
水中油	碳氢化合物	1次/(30 min)
水动力	流速、流向、波高、波向、波周期、最大波高、最大波周期	1次/(30 min)
其他	有效光合辐射	1次/(30 min)

## 3 数据应用

### 3.1 海洋功能区环境评价和重要赛事的环境数据支撑

浮标监测数据可与其他形式的监测数据相互比对和互为补充,支撑开展各种海洋功能区的环境评价。同时,可作为预测和预报系统的基础数据,保证预报结果的准确性。

浮标在线监测系统具有实时和快速的特点,可为重要赛事提供及时有力的数据支撑。如,深圳市于2011年第26届世界大学生夏季运动会前投放首批3个浮标,在比赛期间每天向会务组提交相关赛事海域的环境监测数据,并对赤潮动态进行实时监测,提供了准确可靠的数据支撑服务。

### 3.2 重点功能区的长期在线监测

浮标系统可用于长期跟踪监测重点功能区的

海水水质和营养盐等数据,为实时掌握海洋功能区的环境状况提供科学数据。如,根据长期跟踪监测数据,大亚湾核电站温排水显著影响周围海域水体环境,其水温比附近坝光和东山站位高约 3.0℃;水温升高引起溶解氧和叶绿素 a 含量的变化,也导致浮游植物的数量显著减少。

### 3.3 海洋环境灾害信息的全过程记录

浮标在线监测数据具有实时和连续的特点,可用于跟踪监测海洋环境灾害事件,为研究环境异常现象提供全过程的数据记录。如,2012年8月17日下午,南澳畚吓海域网箱养殖鱼类大量死亡,初步估计死亡时间为16日夜间。由于现场海水各项理化指标均正常,未发现海上溢油或其他外源性污染物入海现象,排除鱼病暴发和鱼类急性中毒死亡的可能。南澳站浮标(距离养殖区小于200 m)的数据显示,水体的溶解氧浓度于16日17时后从正常的7 mg/L左右显著降低,至22时30分降至最低点即1 mg/L,直到17日3时后才逐渐回升至正常水平;水温和pH值的变化趋势基本相同。因此,鱼类死亡极可能是由于缺氧水团经过导致水体溶解氧浓度突然降低,而浮标监测数据完整记录了整个过程中各水质参数的变化情况,为解释异常现象提供了科学依据。

## 4 结语

深圳市海域浮标监测网已整体运行3年有余,浮标经受住了“妮姐”和“海马”台风等极端恶劣天气的考验,抗风能力达到设计要求,整体运行情况基本稳定。浮标监测数据为赤潮多发区预警和海洋突发事件应急监测等提供了连续监测数据,为

解读相关机理提供了宝贵的科学依据。与此同时,大鹏湾口门和珠江口矾石海域的浮标也存在意外被撞的突发情况,为今后进一步优化站位提供了经验参考。

随着全国海洋浮标监测系统的大规模建设,开展海洋在线监测数据的深层挖掘应用、及时提供公众关注的海洋环境信息产品以及为海洋管理提供科学的技术支撑和决策建议等,已成为亟须研究的课题。在已有研究中,赵聪蛟等<sup>[5]</sup>研究了强台风“海葵”登陆期间对象山港海洋生态环境的影响,庞仁松等<sup>[6]</sup>研究了大鹏湾近岸海域叶绿素 a 的时空分布特征。随着浮标在线监测系统的建设完善,浮标监测数据必将得到越来越广泛的应用。

## 参考文献

- [1] CENTURIONI L R, NIILER P P, LEE D K. Observations of inflow of philippine sea surface water into the South China Sea through the Luzon Strait [J]. *Journal of Physical Oceanography*, 2013 (34): 2564—2570.
- [2] XU H P, ZHANG Y W, XU C W, et al. Coastal seafloor observatory at Xiaoqushan in the East China Sea[J]. *Science Bulletin*, 2011, 56(26): 2839.
- [3] 冷科明, 庞仁松. 深圳海域逐步实现自动化监测[N]. *中国海洋报*, 2012-01-18(002).
- [4] 庞仁松. 深圳初步建成覆盖全市海域浮标监测网[N]. *中国海洋报*, 2015-01-15(002).
- [5] 赵聪蛟, 冯辉强, 祝翔宇, 等. 象山港海洋监测浮标在强台风“海葵”影响期间的可靠性分析[J]. *热带海洋学报*, 2015, 34(2): 8—14.
- [6] 庞仁松, 周凯, 庞娜, 等. 大鹏湾近岸海域叶绿素 a 的时空分布特征[J]. *海洋环境科学*, 2017(3): 360—365.