



专题：海洋互联网

海洋监测与海洋互联网信息业务现状分析

董超, 陈焱琨

(国家海洋局南海调查技术中心, 广东 广州 510300)

摘要: 伴随着人类对陆地资源的过度开发和利用, 人类面临着严重的资源短缺问题, 我国拥有丰富的海洋资源, 为缓解资源短缺问题提供了新的思路。同时, 海洋自然灾害对沿海地区造成了很大的经济损失。因此, 在海洋开发利用的过程中, 越来越需要能提供实时海洋采样、环境监控、水下勘探、灾难预警等应用的海洋互联信息网络。首先详细介绍了海洋监测方式和监测数据的特点, 接着以我国海洋断面调查及海—气 CO_2 交换通量监测的业务特点为例, 发现在长期的海洋监测任务过程中, 有以下 3 个亟待解决的问题: 海洋监测互联网的业务需求、海洋监测大数据背景下的共享平台需求以及海底观测网络需求。

关键词: 海洋监测; 海洋互联网; 海洋互联信息网络业务

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2018191

Analysis on marine monitoring and data service of marine internet

DONG Chao, CHEN Yankun

South China Sea Marine Survey and Technology Center, Guangzhou 510300, China

Abstract: China has abundant marine resources and provides new ideas for alleviating the shortage of resources. At the same time, natural disasters in the sea caused great economic losses in the coastal areas. Therefore, in the process of marine development and utilization, there is an increasing need for an ocean interconnected information network that can provide real-time marine sampling, environmental monitoring, underwater exploration, and disaster warning applications. Firstly, the characteristics of marine monitoring methods and monitoring data were introduced in detail. Then, taking the oceanography survey of China and the business characteristics of sea-gas CO_2 exchange flux monitoring as examples, it was found that in the long-term marine monitoring task, there were three issues that needed to be solved urgently, including the needs of the marine monitoring internet business, the needs of shared platforms in the context of marine monitoring big data, and the needs of submarine observation networks.

Key words: marine monitoring, marine internet, marine information network service

1 引言

地球是一个美丽的水球, 地表 $2/3$ 都是水,

丰富的海洋资源以及神秘的海洋越来越吸引着人类去探索和征服。伴随着人类对陆地资源的过度开发和利用, 人类面临着越来越明显的资源短缺



问题,海洋蕴含丰富的资源,为缓解资源紧缺问题提供了新的思路。世界上很多国家都已经意识到了海洋的重要性,某些国家正觊觎着别国的海洋资源,我国的海洋权益受到空前挑战,事关国家安全与经济发展。中共十九大报告提出坚决维护国家海洋权益,加快建设海洋强国的战略目标。

2010年夏天,墨西哥湾因石油泄漏导致石油钻井塔爆炸,严重损害周边海洋环境;IBM和Beacon联合研究院曾经共同发起一个项目:计划为哈德逊河创建一个环境监控系统,把315 m长的河岸线变成一个分布式的水声网络,进而收集生物、物理和化学信息,然后统一发送到IBM数据管理中心;此外,多个国家存在不同程度的深海漏油问题。这些案例都反映出海洋监测以及海洋通信网络的重要性。

因此,在海洋开发利用的过程中越来越需要能提供实时海洋采样、环境监控、水下勘探、灾难预警、地震监控、设备监控、辅助海航、分布式战术监视、海上石油开采等应用的网络平台^[1-2]。

目前国内外海底观测网络发展近况如下。

- 欧盟支持的ACMEnet (The Acoustic Communication Network for Monitoring of Environment in Coastal Areas)项目是一个长期的实时观测沿海环境的水声通信网络,2002年和2003年分别进行了两次实际的海试。ACMEnet采用MFSK/TDMA主从式网络协议^[3]。
- Telesonar Testbed^[4],由海军研究院办公室(ONR)资助,由一组灵活的水声Modem(调制解调器)组成,支持各种调制机制的验证。同样由ONR资助的PLUSNet (Persistent Littoral Undersea Surveillance, Networked)项目,可提供水下持续的监控^[5]。
- 美国MARS (Monterey Accelerated Research System)海底观测网,位于蒙特利湾,是美国和加拿大深海海底观测网络组网设

备的主要试验场所,也是国际深海海底观测网络组网设备的主要试验场所。2011年4—10月,MARS为同济大学深海观测设备进行了接驳试验^[6]。

- 欧洲海底观测网不是一个完整的区域性海底观测网络,而是由不同区域、不同国家/研究机构主持的,由特定研究主题的区域网组成。
- 2009年4月,同济大学等科研单位在上海附近海域实施了海底观测组网技术的实验,项目采用专用线缆连接各个监测点,长时间、连续、实时观测海洋各要素。并建立了中国第一个海底综合观测实验与示范系统。2011年,同济大学、浙江大学等高校联合验证“海底长期观测网络试验节点关键技术”项目,验证了一系列海底观测网络所必需的关键技术,其中接驳设备成功接入美国MARS系统并进行了长达半年的试验验证^[6]。
- 依托于“863”计划项目“岸基光纤阵列水声综合探测系统”,2009年成立的中国科学院声学研究所南海声学及海洋综合观测实验室成功布放了中国第一条海底光纤探测系统。并于2013年在三亚南海海域建成首个海底观测示范系统^[6]。

2 海洋监测

近十几年来,我国沿海地区因为海洋自然灾害造成的直接和间接经济损失累积已达到2 000多亿元,其中,一半以上的年份遭受的损失超过100亿元^[7]。认识海洋环境变化的规律有着重要的意义,而对海洋基础数据的分析也越来越受到重视。海洋水文特征的分析为海洋工程、航海保障、海洋资源开发、海洋军事保障等提供了科学依据。海洋数据特征也是设计海洋观测网以及互联网框架的关键。

2.1 海洋监测手段

船载快速监测系统在海上航行过程中采集数据,部分数据分析工作可在船上开展。数据的传输内容有实时监测数据以及陆地支持系统制作的信息产品规范化数据文件。通信要求实时通信,通过国际移动卫星组织(InmarSat)提供的InmarSat-C系统或岸上传输技术与数据处理中心连接,数据量约为1 KB/站^[8]。

航空遥感监测系统、无人机遥感监测系统以及卫星遥感监测系统中,遥感飞机或无人机在空中遥感监测获取后生成图像和数据文件,将数据存放在各自数据处理中心。数据传输内容是地面数据处理系统制作的信息产品规范化数据文件。航空遥感监测系统通信要求准实时通信,通过地面数据处理站进行处理,与数据处理中心采用以太网连接。数据量约为60 MB/航次。卫星遥感监测系统要求准实时通信,在卫星遥感数据处理站进行处理,与数据处理中心采用FTP连接,数据量约为30 MB/天。

生态浮标系统在近岸海域监测数据,数据传输内容是设定好的数据文件。要求实时通信,通过GSM与数据中心进行数据传输,数据量约为1 KB/天。

水下无人自动监测站,要求实时通信,布放于沿海海洋观测站附近,数据传输内容是设定好的数据文件。采用远程拨号连接方式进行数据传输,数据量约为5 KB/天。

海洋环境常规监测业务系统,通过海洋监测船固定站位进行样品或数据获取,传输内容是格式不同的数据文件。要求准实时通信,通过以太网方式连接,数据量约为3 KB/天。

海洋常规水文气象观测业务系统,沿岸海洋监测站自动监测,传输内容是格式不同的数据文件。要求实时通信,水文气象数据由海洋环境监测站进行处理,通过中国海洋环境监测系统数据专网传输,数据量约为3 MB/天。

潜标监测系统由水下部分和水上部分组成,

水下部分一般包括主浮体、浮子、锚系统、释放器、监测设备等,可以长期连续地获取海洋水下不同深度的洋流、温度、盐度、深度等水文资料。传统的潜标监测系统一年回收一次数据,我国在西太平洋潜标观测网项目中首次实现了深海观测数据实时回传到岸基数据中心,为国内外使用潜标监测系统提供行之有效的解决方案。

2.2 海洋监测数据

海洋监测数据从应用角度可分为水文、气象、生物、化学、地质等;从互联网QoS角度分,可以从数据的带宽、实时性、容错等方面来划分;如果按照海洋基础数据的空间特征进行划分,又可以分为标量场数据和矢量场数据。其中水文反映的是海峡、海湾、水道和大洋中海水的状况,是海洋基础信息数据的重要组成部分,是研究海洋物理性质,分析海洋中风、浪、流活动的变化过程与规律的重要依据^[7]。

海洋数据的来源多种多样。其中,水文数据主要包含以下几方面要素:盐度、温度、密度等基本属性信息以及海浪、海流、潮汐等海洋现象运动特征和变化过程信息^[7]。

由于历史原因,我国海洋基础监测数据的资料建设比较缓慢,近十几年来虽然发展迅速,但是技术水平仍然相对落后。目前,军方和地方已经积累了大量的海洋监测数据。但各个单位和生产部门建立了封闭独立、标准不一、互不连通的海洋基础或专题数据库,各个系统的数据资料在种类和时空范围上存在差异,使得海洋数据共享和信息交流难以实现。环境监测系统出现相互不兼容、时空分布不一致、监测频率不一致、监测设备种类多样、数据格式不统一等问题,海洋数据缺乏标准化^[9]。现阶段尚未形成通用的、面向全球的海洋数据平台。

综上所述,海洋监测数据的特点可以概括为多源性、异构性、海量性以及多尺度时变性,使得海洋数据的获取和分析面临巨大的挑战。



2.3 海洋监测方案

以我国海洋断面调查及海—气 CO_2 交换通量监测为例，简要分析海洋数据的监测过程。海—气 CO_2 交换通量监测采用人工走航式，属于船载快速监测方式。北海环境监测中心、宁波海洋环境监测中心等单位常年承担海—气 CO_2 交换通量走航监测的任务。

首先，确定调查断面和监测站位的选择，包括渤海中部、黄海北部、长江口外站、东海、南海北部等各站点的选择。

其次，根据监测海域的水深确定具体的监测深度，例如在浅水域（不超过 50 m），可观察海洋表层、底层以及选定深度；在近海域（不超过 1 000 m 深度），可观察海洋表层、底层以及选定深度。

接着，确定监测内容，海洋水文方面主要监测水深、水温、盐度、海浪、水色和透明度、海发光；海洋气象方面主要监测海面水平能见度、云、天气现象、空气温度和湿度、风及气压；海洋化学方面主要监测盐度、溶解氧、pH、碱度、活性硅酸盐、活性磷酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐；海—气 CO_2 交换通量主要监测海水 CO_2 分压、大气 CO_2 分压、气溶胶厚度、采水口参数（温度、盐度、pH、溶解氧和叶绿素 a）、溶解无机碳和总碱度。

最后，总结和深入分析以往年度的断面走航监测质控样本中存在的问题并进行相应的整改，根据监测内容，确定分析方法和测试设备。分析方法有用非色散红外线吸收法测试海水 CO_2 分压和大气 CO_2 分压；用多参数水质仪法测试盐度、浊度以及溶解氧等；测试设备有测深仪、温度探头等。

从 2008 年开始，我国启动了管辖海域海—气 CO_2 交换通量监测工作，以满足海洋领域应对全球气候变化的工作需求。通过建设，我国海—气 CO_2 交换通量监测体系已布设 20 余条船基走航监测断面，正在建设 5 个岸/岛基站和 5 个专用浮标站，初步构成了点、线、面结合，走航监测与长时间序列定点监测相结合的立体化监测体系。

根据中国海洋环境监测网给出的数据，2015 年共开展全年海—气 CO_2 交换通量监测 6 次，2014 年全年开展 6 次，2013 年全年开展 9 次。

3 海洋互联信息网业务调研

根据以上关于海洋监测数据的分类、特点以及海—气 CO_2 交换通量监测内容分析，结合国内目前海洋观测的现状，在长期的海洋监测任务过程中，发现有以下 3 个亟待解决的问题。

（1）海洋监测互联网的业务需求

目前，水下传感器、测试设备、无人船之间，水下的测试设备与浮标之间，水下测试设备与岸基节点之间还不能够实时传输数据，缺少一个海洋数据监测与实时传输的海洋互联信息网络。

（2）海洋监测数据共享平台的迫切需求

目前世界各国都加大了对海洋监测的投入力度，我国也在“海洋强国”战略的号召下，海洋监测的数据量呈爆炸式增长；不同体系的环境监测系统相互不兼容、监测频率不一样以及设备的多样化均导致数据格式的不统一，海洋数据缺乏标准。有必要设计一个通用的、面向全球的海洋数据共享平台；能基于大数据分析 with 处理复杂的海洋数据，实现海洋监测数据可视化^[10-11]输出，进而更好地满足海洋观测任务。

（3）海底观测网络的需求

海面浮标和卫星遥感能够监测海洋表面变化，缺点是很难穿透厚重的海水观测海底。海底观测网络是将各种观测设备和仪器安装到海底，对海水层、海底和海底以下的岩石进行监测。相比传统监测手段，海底观测网络的优势包括长期性、动态性、实时性等，相比卫星遥感和船载监测系统，海底观测网络被形象地称为地球观测系统的第 3 个平台。海底观测网络可用于海底地震监测、海啸预警及海底天然气水合物、海底热液活动等方面的研究。近年来，我国在东海和南海海域开展过一些试验性的海底观测工作，但尚未

形成业务化运行的海底观测网^[6,12]。

4 结束语

本文首先介绍了海洋通信网络的背景知识,强调了海洋监测以及海洋通信网络的重要性。接着,详细介绍了各种海洋监测技术手段和监测数据的分类以及特点以及我国海—气 CO₂ 交换通量监测的工作内容。在长期的海洋监测任务过程中,结合国内目前海洋观测的现状,本文提出 3 个亟待解决的问题:海洋监测互联网的业务需求、海洋监测数据共享平台的迫切需求以及海底观测网的需求。海底观测网可以实现我国海域全面的、实时的、长期的立体观测,同时共享获取到的海洋立体监测数据,不仅可以推动海洋相关科学研究,也能够对各生产应用部门提供可靠的数据支持,例如海洋环境监测部门、海洋灾难预警部门、国防安全部门、海洋个人消费领域等。党中央提出“逐步把我国建设成为海洋经济强国”的宏伟目标,海洋的国家战略地位空前提高。海洋研究工作者要抓住机遇,争取早日实现海上的“中国梦”。

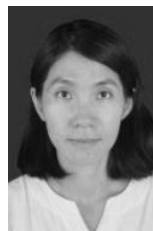
参考文献:

- [1] AKYILDIZ I F, POMPILI D, MELODIA T. Underwater acoustic sensor networks: research challenges[J]. *Ad Hoc Networks*, 2005, 3(3): 257-279.
- [2] STOJANOVIC M. *Acoustic (underwater) communications*[M]. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [3] ACAR G, ADAMS A E. ACMENet: an underwater acoustic sensor network protocol for real-time environmental monitoring in coastal areas[J]. *IEEE Proceedings-Radar, Sonar and Navigation*, 2006, 153(4): 365-380.
- [4] MCDONALD V K, RICE J A, FLETCHER C L. An underwater communication testbed for telesonar RDT&E[EB]. 1998.
- [5] STEWART M S, PAVLOS J. A means to networked persistent undersea surveillance[J]. *Technology Symposium*, 2006.
- [6] 张伙带, 张金鹏, 朱本铎. 国内外海底观测网络的建设进展[J]. *海洋地质前沿*, 2015, 31(11): 64-70.
ZHANG H D, ZHANG J P, ZHU B D. World progress of undersea observation networks[J]. *Marine Geology Frontiers*, 2015, 31(11): 64-70.
- [7] 陈丁. 海洋水文数据可视化关键技术研究[D]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2015.
CHEN D. Research on key technologies of ocean hydrological data visualization[D]. Zhengzhou: Information Engineering University, 2015.
- [8] 卜志国. 海洋生态环境监测系统数据集成与应用研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010.
BU Z G. Research on data integration and application of marine ecological environment monitoring system[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2010.
- [9] 孙乐. 海洋环境监测数据建模及索引技术研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2016.
SUN L. Research on marine environment monitoring data modeling and indexing technology[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2016.
- [10] 袁海, 陈康, 陶彩霞, 等. 基于中文文本的可视化技术研究[J]. *电信科学*, 2014, 30(4): 114-122.
YUAN H, CHEN K, TAO C X, et al. Research on visualization techniques based on Chinese texts [J]. *Telecommunications Science*, 2014, 30(4): 114-122.
- [11] 张青, 陶彩霞, 陈翀. 移动互联网数据可视化技术及应用研究[J]. *电信科学*, 2014, 30(10): 8-14.
ZHANG Q, TAO C X, CHEN C. Research on mobile internet data visualization technology and application [J]. *Telecommunications Science*, 2014, 30(10): 8-14.
- [12] 吴自银. 高分辨率海底地形地貌——探测处理理论与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2018.
WU Z Y. High resolution submarine geomorphology[M]. Beijing: Science Press, 2018.

[作者简介]



董超 (1982—), 男, 博士, 国家海洋局南海调查技术中心副研究员、维权技术室主任, 中国太平洋学会专家库专家/特聘研究员, 淮海工学院海洋智能装备研究院特聘研究员。近些年, 大力推动无人艇在海洋调查领域的应用, 在海洋调查无人艇的研制和应用方面成绩突出。作为主要发起人, 成立“南海无人艇调查技术联合实验室”, 开展多种无人艇的研发、测试和应用, 在国家海洋局专项研发计划中提出 10 多项无人艇设计方案。获得 2016 年度海洋科学技术奖特等奖。



陈焱琨 (1982—), 女, 博士, 现就职于国家海洋局南海调查技术中心, 主要研究方向为无线通信、水声通信、水声网络技术。