

海洋环境数据智能化监控的现状与关键技术

靳熙芳, 王 硕

(国家海洋局北海预报中心, 青岛, 266033)

摘 要: 本文介绍了海洋环境数据智能化监控的国内外现状, 重点介绍全球海洋监测 GOOS 项目、美国海洋监测 IOOS 项目以及东南大西洋沿海监测 SEA-COOS 系统的开发实施情况, 同时结合我国海洋环境监测的现状, 提炼出海洋环境监测数据监控研究中需要的关键技术, 以及我国在该领域建设方面需要努力的方向。

关键词: 海洋监测; 立体观测网络; 数据集成; GIS; 数据监控

中图分类号: X145 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2009)02-0095-08

1 引言

海洋监测是研究海洋、开发海洋和利用海洋的基础。当今时代是“信息时代”, 就人类与自然界的关系来说, 首先要获取信息, 然后才谈得上处理信息、传播信息、利用信息, 因此, 有效的获取信息是最基本和最重要的一环。从这个意义上来说, 海洋自动监测仪器和平台技术的建设是海洋事业中的根基^[1]。

海洋环境监测与数据监控紧密相关, 局部海域海洋环境监测的密度以及监测要素的种类信息直接决定了对监测数据进行智能化监控的需求程度。对海域环境监测力度越强, 进行智能化海洋数据监控的需求就越明显, 并且对海域智能化监控程度的高低直接影响着海洋监测预报事业的发展。

2 国外研究现状

海洋发达国家的监测历史长达百年以上。美国 20 世纪 80 年代就建立了全国永久性的海洋立体监测系统, 其中有 175 个海洋监测站, 80 个大型资料浮标等。

日本、韩国以岸基监测站和锚系浮标为主, 组成了水上、水下立体海洋监测系统。日本有 120 个监测站, 16 个大型资料浮标。

目前, 国外正不断采用最先进的海洋监测仪器, 利用岸基站、船舶、卫星、浮标、雷达等多种监测手段对海洋环境进行高效率、全方位、立体化、全覆盖、网络化的海洋监测。

收稿日期: 2008-11-23

基金项目: 中国海洋发展研究中心青年基金资助项目; AOCQN20070102 “基于 MO 的奥帆赛海区海洋环境数据监控系统”

作者简介: 靳熙芳(1981-), 女, 助理工程师, 研究方向为海洋环境监测信息系统, 海洋信息系统软件开发, GIS 应用。

在海洋环境数据监控信息平台建设方面比较典型的有联合国等多家机构主持的国际海洋监测 GOOS 项目、美国海洋监测 IOOS 项目以及东南大西洋沿海监测信息系统 (SEA-COOS)。

2.1 全球海洋监测信息系统 (GOOS)

由 IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) 于 1989 年提出的 GOOS 计划, 意在以现存的 6 个全球系统(世界天气观测网 www、全球联合海洋服务系统 IGOSS、全球海平面观测系统 GLOSS、全球电讯系统 GTS、国际海洋学情报和数据交流中心 IODE、以及世界资料浮标协调组 DBCP)为基础, 建立一个全球海洋数据采集、传输、处理、数值模拟和数据产品服务的综合业务系统^[2]。该系统为海洋预报和研究、海洋资源的合理开发和保护、控制海洋污染、制定海洋和海岸带综合开发和整治规划等提供长期和系统的资料。

GOOS 计划的主要目标就是在全球范围内, 运用各种监测技术和手段, 监测全球海况和海洋生态系统的现状和变化, 监测数据将形成全球一致的数据集, 最终数据结果将以数据产品的形式提供给用户。系统的开发实现上, 满足如下需求:

① 以创建全球监测信息系统为目标, 同步建立区域和国家监测信息系统, 共享监测数据资源, 减少重复建设和支出;

② 获取海洋监测领域中的多时空数据, 集成遥感数据、自动监测设备数据、取样监测数据;

③ 针对系统中的数据、知识和技术的应用创建共享机制, 以保障数据的安全可靠;

④ 开发数据评价功能和系统评价功能, 提高信息的利用价值并保障系统的健壮性。

同样, 全球海洋监测系统所要采用的技术手段也是那些现有成熟技术的总和。随着时间的推移, 经过考验的新技术和新手段将不断加入到这一行列中去^[3]。

目前这些成熟技术主要包括:

卫星遥感: 主要用于测量海洋表面的物理状态、表面风和流、海洋上层的水色和光学特性, 以及海冰特性等。

海洋监测仪器: 主要用于对海洋次表层以下物理状态、水体混合、水团运动等进行测量。

声学遥感: 主要用于大范围海水平均温度的监测。

通讯与导航: 用于将来自于各种资料浮标和船舶的数据与数据处理中心之间的快速传递。

在系统设计上, 实现探测和预测, 建立一个综合、可持续的监测系统, 有效地将测量和数据管理与分析连接在一起, 从而能更及时地获取数据和传送环境信息(Nowlin 等, 1996, 2001; Malone 和 Cole, 2000)。该系统是综合性的, 能为许多用户群体提供多学科的(物理、化学和生物)数据, 同时将用户需求与测量结果结合起来建立的一个终端对终端和由用户驱动的系统(见图 1), 促进数据在三个子系统中进行有序的双向流动^[4]。这 3

个子系统是:

① 按要求的时空尺度对所需参数进行测量的监测子系统(由平台、传感器、取样仪器和测量技术组成的网络);

② 通讯网络(数据传输和获取)和数据管理子系统(遥测、质量保证和控制标准和协定、数据同化和交换、检索、用户访问);

③ 数据同化、分析和模拟子系统。

GOOS 计划分阶段实施开发步骤,具体时间表为:1991~1996年,为计划准备时间;1997~2006年,为试验阶段;2007年开始进入业务运行阶段。GOOS 计划的全面实施可帮助人们方便地获得海洋数据资料(风、压、温、浪、潮、溶解氧、PH值等),就像我们现在通过天气预报了解气象信息一样。GOOS已成为联合国教科文组织政府间海洋学委员会当时和今后一个相当长时期内的重点计划。

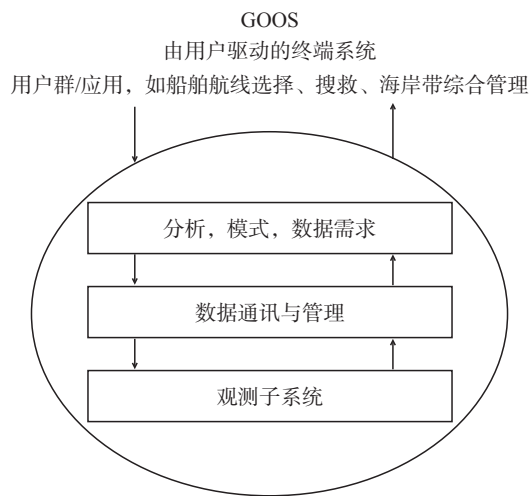


图1 GOOS 组成结构图

2.2 IOOS

2004年,美国公布《美国海洋行动计划》,建议正式设立IOOS项目,建立由美国海洋与大气管理局、美国海军、海岸警备队、国家科学基金会、美国宇航局、美国环境保护局、以及美国地质调查局等8个部门或机构所管辖的监测系统单元共同构成的,包括基础设施、公海监测、沿岸监测在内的具有综合职能的、全方位的海洋监测系统^[5]。系统能够满足各部门对于海洋环境监测的不同需求,利用船舶、卫星、浮标、雷达、岸站等监测手段,针对海洋大气、水质、地质、沉积物(底质)、生态系统等不同介质,开展水文、气象、物理、化学、生物等多要素监测^[6]。

其中,IOOS是一个首末端衔接的观测系统(见图2),具有以下功能:

① 高效地连接观测、数据通信和管理及数据分析和模拟等组成部分,形成首末端衔接的系统;

② 提供众多来源的多学科数据的迅速访问;

③ 为多个目标提供所需的数据、信息和相关服务;

④ 有效地密切科技进步与业务能力开发的联系;

⑤ 建立联邦部门、州部门和私营部门之间横向交叉的伙伴关系。

《NOAA 综合海洋观测系统(IOOS)2008~2014 年战略规划》^[7]中指出:IOOS 的远景是建立一个完全综合的海洋观测系统,通过该系统可以改进对生态系统和气候的理解、保护海洋生物资源的持续利用、改善公共安全和健康、减少自然灾害和环境变化对人们

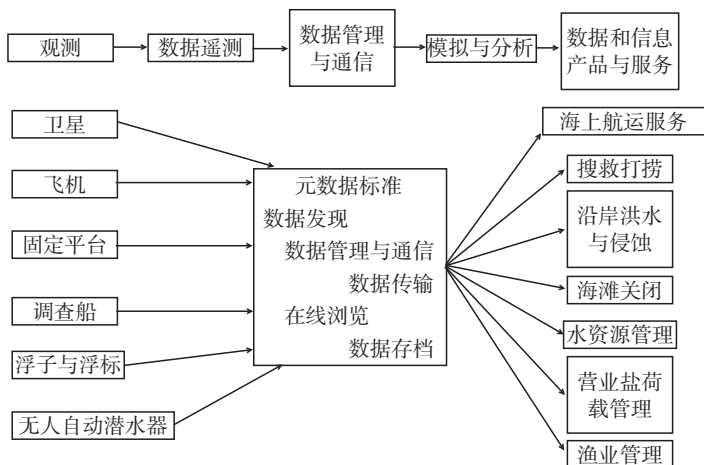


图2 首末端衔接的系统——快速访问多种来源的各种数据

的不良影响、强化对海上商业和运输活动的支持,从而使NOAA及其合作伙伴更好地服务整个国家。通过与联邦和非联邦的合作者展开协作,领导整合海洋、海岸带和大湖区的监测力量,最大限度地获得数据和信息产品,为决策提供依据,促进国家和世界的经济、社会以及环境的持续发展。

2.3 东南大西洋沿海监测信息系统(SEA-COOS)

以GIS为基本框架开发的东南大西洋沿海监测信息系统SEA-COOS^[8] (The SouthEast Atlantic Coastal Ocean Observing System)(见图3)是一个空间信息和非空间信息集成的区域性海洋环境监测集成信息系统,致力于监控和模拟可监测的海洋和气象要素变化,系统具有数据采集,数据存储和恢复,数据处理和分析等功能。其开发目标描述为:

(1) 由各海洋管理部门的管理者组成数据筹备委员会,根据各海洋管理部门的实际情况提出系统需求,编制数据质量控制准则并对监测数据进行质量控制,提高监测数据质量,使监测数据被广泛用于社会发展、科学研究和教育领域。

(2) 利用实验数据和监测数据开发能实际使用的地方海洋监测子系统,兼具监控和底端数据集成功能,并随着技术进步不断完善,促进国家系统与地方子系统的集成。

(3) 使用实际监测数据不断同化各种数值预报模型。

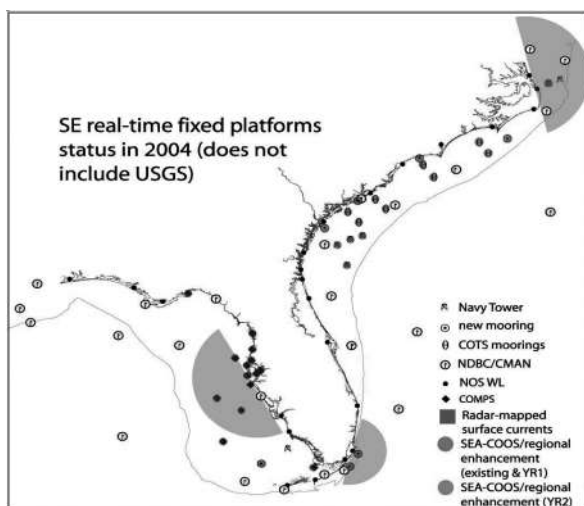


图3 SEA-COOS系统实时海洋监测站点分布

(4) 开发和论证服务于多类用户团体的基于WEB的信息管理系统开发的可行性。

(5) SEA-COOS在系统架构的设计上依据IOOS的数据管理规范并结合各海洋管理部门的需求,要求设计灵活,可扩展性强。在它的数据库管理框架下,国家系统与区域子系统间可以交换、共享和整合信息。

3 我国的海洋环境监控现状

我国是一个海洋大国,但不是一个海洋强国。与世界上先进的海洋国家相比,我国的海洋经济产值在国内生产总值中所占的比重不高,我国的海洋自动监测仪器和信息平台技术在海洋经济中的比重更是微乎其微。

近几年,我国投入大量人力物力积极建立海洋立体化监测网络体系,并加紧构建“数字海洋”信息基础框架,在海洋环境监测数据监控信息网络平台的建设方面取得了一定成效。

2004~2008年,我国投入19.8亿元进行908海洋环境基础调查,内容涵盖海岸线、海洋开发利用以及海洋经济发展的各个环节,为“数字海洋”的建设成功奠定了坚实的基础。

2007年,国家又投入大量资金对全国海洋站进行了实时通讯改造,主要更新海洋站监测设备、监测技术手段和数据通讯方式,保证了海洋站监测数据的获取。

截至目前,我国已经初步建立了由岸站监测、浮标监测、船舶监测、卫星遥感、航空遥感、雷达监测等平台组成的立体化监测网络^[9]。其中,沿海共建有14个海洋环境监测中心站、92个监测站和2个雷达监测站:主要承担水文气象监测任务,近年来新增了海洋环境污染监测、赤潮监测、海面溢油监测和海洋生态要素监测等任务。在近海设立了6个浮标站位,进行海洋水文气象要素连续监测。海洋调查船每年定期对17条断面、148个站位进行2次断面调查,主要进行水文、气象和常规的化学、地质要素调查。航行于全球航线上的30余艘志愿船定时进行水文气象监测,测报资料由5个船舶测报站负责收集和管理。5架“海监飞机”对赤潮灾害、海冰灾害、海岸侵蚀和海面溢油、重大污染事件等进行常规和应急监视监测。

即将实施的节能减排项目将会进一步加密沿海监测站点,在渤海新增投放20余个海床基以及10余个浮标,届时,我国的立体化监测力量将会有极大程度的提高。

与此同时,我国在海洋监测信息数据处理和分析方面相对比较落后,由于起步较晚,发展比较缓慢,在区域化海洋信息系统网络平台建设方面基本属于空白,更难以在此基础上构建国家信息系统网络平台。而这方面研究的开展,主要受以下4种关键因素的制约:

- (1) 缺乏区域和局地尺度的连续监测;
- (2) 现有各种监测系统当前不能实现数据和信息共享;
- (3) 对监测数据缺乏必要的质量控制;
- (4) 数据监控方面还不能及时发布准确的警报,并做出适当响应,进行适当的通信。

4 关键技术

4.1 数据集成

海洋监测数据的实时性、多参数、存储多样性决定了在海洋环境智能化监控系统的建设上必须实现数据格式的统一,即以低层数据集成为基础创建适合所有监测要素的元数据标准,并以此创建区域海洋监测动态数据库。从这个意义上讲,数据集成技术便是建设区域综合性监控信息平台的关键技术。

数据集成是把不同来源、格式、特点性质的数据在逻辑上或物理上有机地集中,从而为用户提供全面的数据共享。在该领域,存在联邦式、基于中间件模型和数据仓库等成熟的数据集成框架可以利用,这些技术在不同的着重点和应用上解决数据共享和为用户提供决策支持。由于海洋环境监测数据的多元化和多样性,海洋环境监测数据监控系统多采用中间件模式进行数据集成^[10,11]。

中间件模式通过统一的全局数据模型来访问异构的数据库、遗留系统、Web 资源等,这个全局数据模型可以是一个专门负责数据转化与共享访问的应用程序,同时这个程序是特定的、专用的、复杂的。中间件位于异构数据源系统(数据层)和应用程序(应用层)之间,向下协调各数据源系统,向上为访问集成数据的应用提供统一数据模式和数据访问的通用接口。各数据源的应用仍然完成它们的任务,中间件系统则主要集中为异构数据源提供一个高层次检索服务。

图4为多数海洋环境监测系统的数据集成流程。

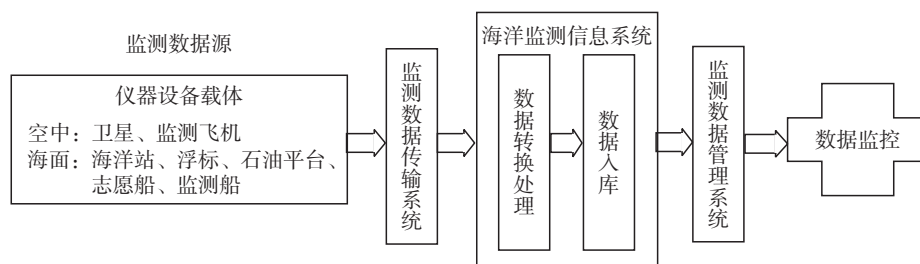


图4 海洋环境监测系统数据集成流程

4.2 GIS

地理信息系统(Geographic Information System, 简称 GIS)是一项以计算机为基础的高新技术,围绕这项技术的研究、开发和应用形成了一门交叉性、边缘性的学科,是管理和研究空间数据的技术系统,在计算机软硬件支持下,它可以对空间数据按地理坐标或空间位置进行各种处理、对数据有效管理、研究各种空间实体及相互关系。通过对多因素的综合分析,迅速地获取满足应用需要的信息,并能以地图、图形或数据的形式表示处理的结果。

在海洋监测数据处理方面, GIS有着不可替代的优势,它一方面可以处理海洋监测

数据并具有强大的空间分析功能,另一方面可以在电子海图上将监测要素与监测位置相对应,由此在海域监测范围内,我们可以一目了然的看到所有监测站点的监测状态以及海区各项监测指标的优劣。目前,很多海洋环境数据智能化监控预警系统都是与GIS相结合完成的。

5 结论

上述讨论中可以看出,国际先进的海洋环境数据监控网络平台均以建设完全综合的海洋监测系统为目标,在系统开发实现上包括以下内容:在海区范围内布放一定数量的海洋环境自动化监测仪器;建立基于监测参数的实时监测动态集成数据库;建立基于GIS的智能化监控预警系统。通过系统建设改进对生态系统和气候的理解、保护海洋生物资源的持续利用、改善公共安全和健康、减少自然灾害和环境变化对人们的不良影响、强化对海上商业和运输活动的支持,从而使海洋监测部门及合作伙伴更好地服务于整个国家。

进入21世纪,综合的海洋环境智能化数据监控系统主要基于以下新技术,对海洋进行实时立体和全面监测:

(1) 远程通信技术,例如卫星和海底光缆,可以让大量监测实时获取或存储,也能够对位于遥远深海的仪器进行交互式的控制;

(2) 对各种海洋现象进行计算和模拟能力获得大幅度的提高,已经可以建立更为真实的多学科的诊断和预报模式;

(3) 数据集成、存储和分析系统能力的大幅度提高;

(4) 可视化显示技术的提升;

(5) 计算机网络能够将数据传送给更多的研究者和用户,在海洋及相关领域的科学服务和研究中体现巨大价值。

中国海洋环境数据监控系统网络平台的建设起步较晚,不能一蹴而就,在发展上要积极借鉴GOOS和IOOS等国外相关的先进网络平台的设计理念、计划编制及组织、实施方式,调动相关部门的积极性,在海区范围内利用现有数据建设示范性海洋环境监测系统平台^[12],在实验成功的基础上相互协调并进一步建设国家监测系统信息平台。

参考文献:

- [1] 孙仲汉. 关于我国海洋自动观测仪器和平台技术发展问题的若干建议[C]. 北京: 863计划海洋领域监测技术(818)主题办公室, 2000.1-12.
- [2] Thomas C. Malone*. The coastal module of the Global Ocean Observing System (GOOS): an assessment of current capabilities to detect change[J]. Marine Policy, 2003, 27(4):295-302.
- [3] 韩天.GOOS计划的实施与我国海洋调查传调查技术的发展[J]. 海洋技术, 1995, 14(3):128-131.
- [4] 全球海洋观测系统沿岸海洋观测模块综合战略设计方案[R]. 全球海洋观测系统第125号报告,政府间海洋学委员会资料文件(序号1183)。
- [5] 石莉. 美国综合海洋观测系统新发展[J]. 海洋信息, 2006, (2):30.

- [6] 中国气象局培训中心事业发展与信息研究室. 21 世纪全球海洋将进入立体和多学科观测时代[R]. 北京: 中国气象局培训中心, 2004, 1-28.
- [7] NOAA integrated ocean observing system (IOOS) program[R]. The united states national oceanic and atmospheric administration. 2007.
- [8] Dr Gretchen, M Bataille. Year two of Southeast Atlantic Coastal ocean observing system (SEACOOS) implementation[R]. 2003, 1-93.
- [9] 马毅. 我国海洋观测预报系统概述[J]. 海洋预报, 2008, 25(1):31-40.
- [10] 周智海. 海洋环境监测和信息服务集成系统规范化设计考虑[J]. 气象水文海洋仪器, 2004, (3):1-8.
- [11] 康寿岭. 海洋环境监测数据集成系统概论[J]. 气象水文海洋仪器, 2004, (1):1-9.
- [12] 许丽娜, 王孝强. 我国海洋环境监测工作现状及发展对策[J]. 海洋环境科学, 2003, 22(1):63-68.