

中国“数字海洋”工程进展研究

蒋冰^{1,2}, 姜晓轶^{1,2}, 吕憧憬^{1,2}, 何隆^{1,2}, 王漪^{1,2}

1. 国家海洋局数字海洋科学技术重点实验室, 天津 300171

2. 国家海洋信息中心, 天津 300171

摘要 以中国“数字海洋”工程建设为背景,介绍了该工程由最初的概念、理论研究到实体建设和应用服务的历程,分析了中国“数字海洋”工程的现状、基础与成果;对比了美国、日本等国家的海洋信息工程在海洋信息数据的获取、处理及应用服务等方面的现状及优势,提出了中国海洋信息工程在领域的发展趋势。

关键词 数字海洋;海洋信息工程;应用服务;信息基础框架

海洋是人类赖以生存的资源宝库,随着陆上资源日益紧张,海洋的研究和建设得到了世界各国的高度重视。海洋信息化水平直接关系着国家在海洋领域的研究和开发能力。19世纪,美国、俄罗斯、英国、法国、日本等海洋强国就高度重视并大力推广海洋信息化发展,并将其广泛应用于航海与海上作战等领域^[1]。

1999年中国正式提出“数字海洋”建设构想^[2],涉及数字海洋的基础研究、技术支撑和科学工程等方面。2006年中国近海“数字海洋”信息基础框架构建项目正式启动,开启了中国“数字海洋”从概念与理论研究阶段走向实体建设和应用服务的尝试。作为中国首个大型海洋信息系统工程项目,该项目的推动也为中国海洋信息工程发展积累了经验。

1 中国“数字海洋”工程建设历程

2003年,国务院批准实施“中国近海海洋综合调查与评价”专项(“908”专项),将“中国近海‘数字海洋’信

息基础框架构建”纳入其中。2006年,“中国近海数字海洋信息基础框架构建总体实施方案”获国家海洋局批准,中国“数字海洋”工程建设正式启动。2011年,中国近海“数字海洋”信息基础框架构建项目顺利通过验收,2014年,数字海洋应用服务系统(测试版)上线运行,中国“数字海洋”工程从建设实施阶段转入应用服务阶段。

按照大型信息工程建设的思路,在“数字海洋”工程实施过程中,主要任务分为框架方案设计、基础平台搭建、应用系统建设、部署应用等4部分^[3-4]。

1) 框架方案设计。

中国近海“数字海洋”信息基础框架设计是围绕“一个平台、一个原型、一个系统”3项任务为核心的。

“一个平台、一个原型、一个系统”即“数字海洋”信息基础平台、“数字海洋”原型系统和海洋综合管理信息系统。“数字海洋”信息基础平台包括海洋信息标准体系、海洋数据仓库和数字海洋专网3部分建设内容。“数字海洋”原型系统是基于三维球体模型搭建的海洋

收稿日期:2018-06-22;修回日期:2018-07-02

作者简介:蒋冰,副研究员,研究方向为海洋信息技术,电子信箱:jiangbing@nmdis.org.cn;王漪(通信作者),研究方向为海洋信息管理,电子信箱:w-yiocean.nmdis@163.com

引用格式:蒋冰,姜晓轶,吕憧憬,等.中国“数字海洋”工程进展研究[J].科技导报,2018,36(14):75-79;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2018.14.010

环境可视化展示系统。海洋综合管理信息系统涵盖海域管理信息管理、海岛管理信息管理、海洋环境保护信息管理、海洋防灾减灾信息管理、海洋经济与规划信息管理、海洋执法监察信息管理、海洋权益维护信息管理、海洋科技信息管理等8个专题的综合应用系统。

2) 信息基础平台建设。

通过标准规范和管理制度的建设,基于“908专项”调查,历史数据,海洋监测、监视以及综合管理业务中获得的资料,建立标准统一、多学科、多专业的海洋数据仓库,在此基础上,研发数据加载系统、建立海洋信息更新体系,实现了海洋信息的高度集成和动态更新。

搭建数字海洋主干网,实现数字海洋用户节点间海洋信息的高效流通和有效共享,提高海洋信息的管理和利用效率。工程用户节点包括国家海洋局机关、国家海洋局北海分局、国家海洋局东海分局、国家海洋局南海分局、国家海洋信息中心、国家海洋环境预报中心、国家卫星海洋应用中心、国家海洋环境监测中心、国家海洋极地中心、国家海洋技术中心、国家海洋局第一海洋研究所、国家海洋局第二海洋研究所、国家海洋局第三海洋研究所、国家海洋局海水淡化与综合利用研究所等14个国家海洋局系统节点及辽宁、河北、天津、山东、江苏、浙江、上海、福建、广东、广西、海南省等11个沿海省级节点。

3) 应用系统建设。

为了满足不同用户的服务需求,“数字海洋”工程研发了“数字海洋”原型系统、综合管理信息系统、iOcean数字海洋公众版和数字海洋移动服务平台等多个应用系统。

“数字海洋”原型系统主要是面向海洋科研及管理人員服务。基于海洋信息及数据的检索与挖掘、模型运算分析,实现温度、盐度、密度、波浪、潮汐、海流、多种海洋要素及海平面上升、风暴潮等海洋现象的可视化表达、再现和预见,及海洋综合业务信息的展示和发布。

海洋综合管理信息系统主要是面向国家、海洋省市的综合业务管理人员服务的。提供海洋经济规划、海域使用、海岛管理、海洋环境保护、防灾减灾、海洋权益维护、海洋执法监察、海洋科技等综合业务信息查询与辅助决策支持。

iOcean数字海洋公众版和数字海洋移动服务平台主要面向涉海企事业单位、科研院所以及社会公众服

务。提供海洋科普知识、海洋综合信息查询与展示等海洋公共信息服务。

4) 系统集成部署与应用服务。

基于数据服务和应用服务总线,工程搭建具备统一用户安全管理的数字海洋集成框架系统,实现数据仓库、三维球体原型系统、综合管理信息系统的一体化展示与集成。通过运行控制系统实现对网络设备、硬件设备、数据交换、系统运行等信息进行实时监控,并在各节点单位开展应用系统部署,实现了用户节点间的数据信息交换与共享^[5]。

2014年,对数字海洋集成框架系统进行升级改造,研发了数字海洋应用服务系统,面向用户节点单位提供海洋基础数据检索服务、海洋环境统计分析、海洋综合管理信息查询、海洋专题应用服务,实现了数据查询检索、下载与在线使用、可视化表达与统计分析及节点交互发布等一站式服务^[6]。

2 中国“数字海洋”工程建设的现状与成果

中国“数字海洋”工程从立项建设到应用服务已经过10余年,在理论体系研究、数据标准化处理、应用服务等方面积累了丰富的经验和成果,建立了统一有效的运行机制,为工程的建设及服务提供有力的支持与保障。

1) 积累了形式多样的海洋数据资料。

通过“908专项”调查、业务化观测、业务化监测、国际业务化、国际合作交换等多种手段收集各类海洋数据。按照学科及业务类型,遵照专项标准化统一处理、加载流程,形成包括海洋水文、海洋气象、海洋化学、海洋光学、海洋生物、海洋地质、地球物理、地形地貌等多学科标准数据集,涵盖海域、海岛、经济、权益、维权执法、科技等多个业务领域的标准化产品。建设海洋基础地理与遥感数据库、海洋环境基础数据库、海洋管理专题数据库、海洋信息产品数据库及海洋元数据库,为“数字海洋”工程建设与服务提供了数据支持与保障。

2) 数字海洋信息基础框架应用服务初见成效。

初步建立了数字海洋标准规范体系,制订了13项标准规范、5项数据接口约定和6项管理制度;建成了覆盖11个沿海省市和国家海洋局14个单位的数字海洋网络,实现了25个节点系统的业务化运行;开展了908

专项资料和历史资料的整合,建成了数字海洋数据仓库;构建了“数字海洋”原型系统,开发了面向专题应用的海洋综合管理信息系统,提升了海洋信息化管理水平;建成并发布了基于互联网的数字海洋公众版和基于智能手机的数字海洋移动版,成为了提高公众海洋意识的重要窗口。

3) 储备了工程实践与理论。

通过工程实施,明确和丰富了数字海洋的概念与内涵,探索了以海洋信息基础平台、“数字海洋”原型系统、海洋综合管理信息系统为主体的服务理念与模式,并出版了该领域的第一部专著《中国数字海洋理论与实践》。通过联合攻关,突破了多尺度多维度海洋时空数据组织与管理、多源海洋信息融合、海洋动态可视化表达等多项关键技术,探索了海洋信息虚拟现实、互操作、动态仿真等高新技术的应用,为海洋信息化发展打下了坚实的技术基础。成立了以数字海洋科学技术重点实验室,在海洋信息化理论研究、技术研发和人才培养等方面持续给予支持,为我国海洋信息化建设提供技术与人才储备。

3 国外海洋信息工程发展现状

1) 海洋数据获取。

海洋发达国家通过有效整合各类海洋数据观测、监测系统,形成了天空、大气、海面、海底的全时空覆盖、多学科要素的综合性海洋数据获取一体化网络。采用台站、船只等传统观测手段和卫星、浮标、雷达等新型观测手段,持续提升海洋数据获取能力。

2004年,美国实施综合海洋观测系统(integrated ocean observing system, IOOS)的建设,建立和整合了覆盖美国管辖海域的11个区域观测系统,建设和运行了由300余个海洋站、100余套浮标、全海岸线地波雷达网络、海洋卫星观测体系等组成的海洋观测系统。2009年,美国开始实施海洋观测计划(ocean observatories initiative, OOI),大力拓展区域、近海和大洋海底观测。2001年起,欧盟自2001年起积极推进欧洲海洋观测系统(European global ocean observing system)建设,集成了包括全球、北极、波罗的海、西北大陆架、比斯开-伊比利亚半岛、地中海、黑海等7个区域观测系统。2007年,欧洲整合了欧洲海洋观测和数据网络(European marine observation and data network)、欧洲全球海洋观

测系统(Euro GOOS)、欧洲气象卫星应用组织(European organization for the exploitation of meteorological satellites)的观测体系和相关数据。1992年起,日本开始建设由海洋、深海地震、陆地与极地观测等组成的全球观测系统。日本海洋地球科学与技术厅(Japan Marine Science and Technology Center, JAMSTEC)拥有9艘常态化调查船,从上世纪80年代开始持续开展海洋常态化调查,范围覆盖了西北太平洋,重点集中在日本周边海域,调查频次能达到逐月,观测数据采集频率为每分钟。

政府间海洋学委员会(Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC)和世界气象组织(World Meteorological Organization, WMO)等国际组织已建立起全球海洋观测体系。该体系由3000余个Argo浮标、500余个水位站、1000余套锚系和表面漂流浮标、1000余艘志愿船和机会船、全时空海洋覆盖卫星系统及区域覆盖海底观测系统等组成。获取资料时间范围可追溯至1846年,空间范围可覆盖全球海域,数据获取和更新频率最高达分钟级。

总体而言,世界海洋发达国家相继建立了由岸基、海基、空基、海底和遥感等平台组成的长期连续、站点密集、要素齐全、实时更新的海洋立体综合观测网络。

2) 海洋数据处理与管理。

目前,世界主要海洋国家大多已成立或指定专门机构负责组织协调本国和全球海洋数据处理、整合集成和综合管理工作,通过各类节点以网状方式实现海洋数据的收集、处理和管理。

美国以国家海洋大气局(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)为依托,不断强化国家级海洋数据中心建设,资料种类和数量、软硬件规模、规范化管理程度等方面均处于世界领先水平。同时,美国基于IOOS计划积极推进不同系统间数据处理标准、管理与质控方法的整合互通。欧盟基于欧洲海洋观测和数据网络,推动现有分散的欧洲海岸带、大陆架以及周围海盆海洋观测数据的整合,通过建立通用的数据标准及免费开放的数据共享政策,实现不同国家、地区系统间的资料整合、处理和管理。日本海洋地球科学与技术厅常态化获取的数据按照固定格式处理之后进入其数据库,并服务于日本各海洋相关领域。

国际组织和国际海洋计划同样重视全球海洋数据的处理与管理。目前已建立了全球海洋观测系统

(global ocean observing system, GOOS)、海洋数据获取系统(ocean data acquisition system, ODAS)、海洋数据门户等海洋数据和元数据综合系统,推动现有局部和区域海洋数据的集成、处理和管理。2012年,海洋学和海洋气象学联合技术委员会(The Joint WMO/IOC Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology, JCOMM)实施了全球海洋与海洋气候资料中心(Center for Marine-Meteorological and Oceanographic Climate data, CMOC)建设,整合集成全球所有的海洋和气象资料及信息产品,核心数据和产品集达60余大类,并在合作框架下实现数据处理、管理和交换。

3) 海洋信息服务。

美国采取了开放、联合、定制等多种策略,通过资源整合,提升海洋数据和信息交换与共享的效率和水平。日本侧重于服务海洋国家战略,为资源争夺与开发、战略纵深拓展、战略要道等提供了海洋信息服务。俄罗斯将海洋综合信息作为海洋活动的重要决策依据,并将海洋综合信息保障作为实施国家海洋政策的五大保障之一。

总体上,各国均将海洋信息服务视为海洋事业发展的战略要事,通过法律法规、技术标准、共享技术和系统服务等软硬体系建设,采取定制开发和主动服务相结合的方式,为不同用户提供符合其需求的信息产品,信息服务系统力求普及性、便携性和公众的参与性。

4 中国海洋信息工程发展方向建议

随着云计算、物联网、大数据、智能分析、可视化与虚拟现实等新技术的诞生,信息资源使用效率显著提升,海洋数据共享和应用服务模式越加多样化。中国海洋信息工程发展应参照其他海洋大国的建设经验,顺应海洋信息技术发展方向。

1) 海洋数据获取应向常态化和精细化方向发展。

海洋数据应由原来特定时空一次性调查逐步转向常态化获取与实时传输更新,有针对性的开展局部精细化调查活动以满足不同专题应用服务对海洋数据的需求。基础性专项调查作为自然资源领域获取本底数据的重要手段,需不断加大对基础性数据资料的获取力度,全面更新基础性本底数据。实时观测系统作为第一手资料获取的重要手段,应通过观测、监测平台设施的持续投入,不断提升数据获取的广度、密度、频度、

精度。

2) 海洋数据处理和管理应向整合集成方向发展。

指定专门的机构,负责组织协调本国和全球海洋数据处理、整合集成和综合管理工作,不断强化国家级海洋数据中心建设。数据处理与管理方式应由传统的服务器托管形式,衍变为集大数据运算、存储为一体的数据中心集中管理模式,以满足海量数据的处理、管理、共享需求。

3) 海洋信息共享与服务应向灵活多样方向发展。

采取开放、联合、定制等多种策略,由国家级海洋数据中心将统一整合后的数据资料及时分发给各个涉海区域性组织、科研机构和企业,提供数据级共享。也可以根据具体服务对象与服务需求,加工制作各种信息服务产品和信息应用系统,提供信息和产品级共享。从而实现海洋数据资源的统一整合、实时分发、产品制作、信息服务的一体化链条式管理。

5 结论

近年来,中国海洋信息工程建设取得了长足进步,推出了多个数字化与信息化重大专项建设,初步建成了数据采集、管理、传输以及应用服务的业务体系。但中国海洋信息工程建设水平较国外还有较大差距,存在数据持续获取力度有限、精细化的海洋环境和资源数据匮乏、海洋信息处理和制作能力不足、海洋信息管理和共享水平不高等问题。在今后的发展中,应遵循以数据资源建设为基础、空间信息开发为手段、信息共享为核心、应用服务为宗旨、业务化运行为保障,借鉴国内外各行业的信息化发展经验,统筹规划,提升自主研发水平,打造应用服务的整合与综合性门户建设,推进标准统一的一体化的业务体系。

参考文献(References)

- [1] 石绥祥,雷波.中国数字海洋理论与实践.北京:海洋出版社,2011.
Shi Suixiang, Lei Bo. China's Digital Ocean theory and practice[M]. Beijing: China Ocean Press, 2011.
- [2] 侯文锋.中国“数字海洋”发展的基本构想[J].海洋通报,1999,18(6):1-10.
Hou Wenfeng. Tentative ideas on the development of Digital Ocean in China[J]. Marine Science Bulletin, 1999, 18(6): 1-10.

- [3] 李四海, 姜晓轶, 张峰. 我国数字海洋建设进展与展望[J]. 海洋开发与管理, 2010, 27(6): 39-43.
Li Sihai, Jiang Xiaoyi, Zhang Feng. The implementation scheduling and outlook of China's Digital Ocean [J]. Ocean Development and Management, 2010, 27(6): 39-43.
- [4] 姜晓轶, 石绥祥, 胡恩和, 等. 我国数字海洋建设中几个问题的思考[J]. 海洋开发与管理, 2013, 30(3): 14-17.
Jiang Xiaoyi, Shi Suixiang, Hu Enhe, et al. The thought on several issues of China's Digital Ocean establishment [J]. Ocean development and management, 2013, 30(3): 14-17.
- [5] 国家海洋信息中心. 中国近海数字海洋信息基础框架总体实施方案[J]. 海洋信息, 2002(1): 8-10.
National Marine Data and Information Service. The overall implementation plan of China's offshore digital ocean information infrastructure [J]. Marine Information, 2002(1): 8-10.
- [6] 康林冲, 姜晓轶, 吕憧憬, 等. 数字海洋应用服务系统构建及关键技术研究[J]. 应用海洋学学报, 2016, 35(4): 585-592.
Kang Linchong, Jiang Xiaoyi, Lü Chongjing, et al. Study on the construction of digital ocean application & service system and key technologies[J]. Journal of Applied Oceanography, 2016, 35(4): 585-592.

The research on Digital Ocean Engineering of China

JIANG Bing^{1,2}, JIANG Xiaoyi^{1,2}, LÜ Chongjing^{1,2}, HE Long^{1,2}, WANG Yi^{1,2}

1. Key Laboratory of Digital Oceanic Science and Technology, State Oceanic Administration, Tianjin 300171, China
2. National Marine Data and Information Service, Tianjin 300171, China.

Abstract The marine information engineering has gradually turned from conceptual and theoretical studies to actual construction and application services. Taking the example of Digital Ocean Engineering of China, this paper analyzes the current situations and foundations of China's marine informatization establishment by introducing the establishment process and achievements of Digital Ocean. By discovering the gap between America, Japan and other developing countries on data acquisition, processing and applications, this paper offers references on development tendency for marine informatization establishment of China.

Keywords Digital Ocean; marine informatization; engineering application service; information infrastructure ●



(责任编辑 卫夏雯)