

南海及邻近海区科学数据中心资源建设初探

杨远征¹, 徐超¹, 唐世林^{1,2}, 李莎¹

1. 中国科学院南海海洋研究所, 广东 广州 510301;

2. 南方海洋科学与工程广东省实验室(广州), 广东 广州 511458

摘要: 南海及邻近海区科学数据中心是国家地球系统科学数据中心的分中心, 其目标是通过联合热带海洋生物资源与生态、热带海洋环境动力领域和边缘海与大洋地质研究领域的优势力量, 建成具有南海特色的海洋科学数据资源共享服务平台, 促进海洋科学数据资源的开放共享与高效利用。南海及邻近海区科学数据中心资源在建设和实践过程中, 整合和共享了 1985 年以来南海水文、气象、生态、地质等多学科、多要素、多尺度的海洋科学数据资源, 一方面为南海海洋学各学科的科技提供精确、完整和可靠的海洋科学数据资源, 增强我国海洋科技创新能力; 另一方面为国家重大战略需求、海洋经济社会发展和相关决策活动提供数据基础支撑。

关键词: 南海及邻近海区; 科学数据中心; 资源建设; 科学数据库; 海洋科学数据

中图分类号: P7 文献标识码: A 文章编号: 1009-5470(2021)06-0014-9

A preliminary study on resources construction for South China Sea and Adjacent Seas Data Center

YANG Yuanzheng¹, XU Chao¹, TANG Shilin^{1,2}, LI Sha

1. South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China;

2. Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Guangzhou), Guangzhou 511458, China

Abstract: The staff at the South China Sea and Adjacent Seas Data Center, which is a sub-center of the National Earth System Science Data Center, has developed South China Sea ocean database by combining the advantages of ecological environment research domain, the tropical marine environment research domain and the marginal sea and ocean geology research domain, to promote open access and effective utilization of ocean data. In this paper, we introduce our practice in the South China Sea and Adjacent Seas Data Center scientific data construction, which is arranged to share the multi-disciplinary, multi-element and multi-scale marine scientific data in the South China Sea and its adjacent water since 1985, including data of hydrology, meteorology, ecology, and geology. This center will provide high-quality data for research of the South China Sea. It will provide basic data for major national strategies, marine economic and social development and related decision making activities.

收稿日期: 2020-11-12; 修订日期: 2021-03-03。林强编辑

基金项目: 国家科技基础条件平台项目(2005DKA32300); 中国科学院“十三五”信息化建设专项(XXH13505-03-105); 南方海洋科学与工程广东省实验室(广州)广东省重大团队项目(2019BT02H594); 科技大数据湖北省重点实验室(中国科学院武汉文献情报中心)开放基金课题(20KF011012)

作者简介: 杨远征(1984—), 男, 广东省兴宁市人, 工程师。主要研究方向为海洋信息服务、海洋科学数据管理。email: yzyang@scsio.ac.cn

通信作者: 唐世林。email: sltang@scsio.ac.cn

Received date: 2020-11-12; **Revised date:** 2021-03-03. Editor: LIN Qiang

Foundation item: National Science and Technology Infrastructure Center of China (2005DKA32300); The 13th Five-year Informatization Plan of Chinese Academy of Sciences (XXH13505-03-105); Guangdong Special Support Program of Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory(Guangzhou)(2019BT02H594); Hubei Key Laboratory of Big Data in Science and Technology (Wuhan Library of Chinese Academy of Science)(20KF011012)

Corresponding author: TANG Shilin. email: sltang@scsio.ac.cn

Key words: South China Sea and its adjacent seas; scientific data center; resources construction; science database; ocean science data

科学数据是指人类社会科技活动所产生的基本科学技术数据、资料及其衍生数据(孙九林等, 2009), 是继物质和能量之后的第三类资源, 也是支撑和保障科技创新、经济发展和相关决策的国家战略资源(王卷乐等, 2019)。近年来, 越来越多的国家政府意识到科学数据的重要性, 相继在国家层面上制定了科学数据管理和共享政策。美国国立卫生研究院为了促进科学数据开放共享, 在 2003 年发布了科学数据共享政策(National Institute of Health, 2020)。2011 年, 美国国家科学基金会也发布了科学数据共享政策, 以促使科研人员共享在该基金资助下的科研过程中产生的科学数据(National Science Foundation, 2020)。2013 年, 白宫科技政策办公室通过出台《增强对联邦资助科学研究成果的获取》指令来促进科研数据和文献成果的开放获取(U.S. Agency for International Development, 2016)。澳大利亚为了规范管理科学数据, 早在 2007 年就通过国家层面的政策文件《澳大利亚责任研究行为守则》, 明确规定了机构和科研人员在科学数据管理的相关责任和义务(Australian Government, 2007)。英国研究理事会在 2011 年发布了《数据政策通用原则》, 英国皇家学会在 2012 年也颁发了《科学作为开放事业》有关科学数据管理的政策文件(The Royal Society Science Policy Centre, 2012; UK Research and Innovation, 2020), 有力地促进了科学数据的开放共享。尽管我国一直重视科学数据的管理和共享, 但相较于发达国家, 在科学数据管理政策的制定方面相对滞后。2015 年 9 月, 国务院发布了《促进大数据发展行动纲要》, 明确提出了“积极推动由国家公共财政支持的公益性科研活动获取和产生的科学数据逐步开放共享”(中华人民共和国国务院, 2015)。我国首次在国家层面出台的科学数据管理政策是在 2018 年 3 月, 国务院办公厅颁发了《科学数据管理办法》, 为我国科学数据的采集、整合、开放和共享等各个环节的工作提供了国家层面的制度保障(中华人民共和国国务院办公厅, 2018)。

科学研究已经进入了数据密集型的新科研模式(张柏春, 2012), 意味着科学数据在科学研究中具有重要的地位, 是科学研究持续发展的基础。海洋科学是典型的数据密集型学科(陈戈等, 2019), 一方面, 海洋观测监测等海洋相关科研活动能够产生大量的科学数据, 其获取一般需要通过仪器设备在特

定的、复杂的海洋现场观测环境下进行, 成本巨大且现场观测数据具有唯一性; 另一方面, 海洋科学问题的解决, 以及科研成果的验证都离不开相关科学数据的佐证。因此, 海洋科学数据具有重要的存储、开放共享和利用价值。在海洋科学数据建设和发展方面, 发达国家较早在国家层面加大对科学数据中心的建设。美国国家航空航天局在 1989 年首次提出“在国家层面上构建数据共享框架和实现数据共享”计划后, 从 1990 年代表美国从国家层面开始建设由 9 个数据中心构成的国家级科学数据中心群——分布式最活跃数据档案中心群, 涵盖海洋、生物、大气等领域(刘闯等, 2002)。英国也较早开展了海洋数据管理和共享的工作, 在英国自然环境研究首轮理事会后就积极加入了经济合作与发展组织(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)的国家科学数据共享计划, 并建立了英国海洋数据中心等 5 个国家级环境科学领域的科学数据中心, 开放共享的数据内容涵盖陆地、海洋、气候、极地等自然环境领域(姜颖, 2018)。日本通过国家海洋数据中心的建设, 持续整合并共享了覆盖全球的海温、海流、盐度、水深、潮流等要素的海洋水文数据。韩国海洋数据中心不断整合和开放了 1921 年以来的沿海海洋观测数据, 并开放了海洋环境监测数据、海洋渔业数据、海洋生物数据、海洋灾害数据等(王汉雨, 2016)。

我国方面, 中国科学院早在 1987 年就开始建设中国科学院科学数据库及其信息系统, 并在中国科学院信息化专项持续支持建设下, 建成了国内较大规模的综合科技数据基础资源共享与服务平台(黎建辉等, 2017)。国家自然科学基金委在 2003 年启动建设了“国家自然科学基金青岛海洋科学资料共享服务中心”, 设计了青岛海洋资料共享服务系统, 从而实现了国家自然科学基金海洋科学数据资料、研究成果、报告、标准、文献、产品和其他相关信息的网络化管理和共享(李朗, 2008; 刘海行等, 2008)。国家海洋局(现为自然资源部)在 2006 年启动了我国首个大型海洋信息工程项目“数字海洋”, 通过构建“数字海洋”数据共享服务平台整合了分布在 11 个沿海省(自治区、直辖市)海洋行政主管部门的海洋信息资源, 并实现了海洋信息资源分布式管理与共享(蒋冰等, 2018)。然而, 尽管我国构建了不少海洋科学数据共享平台, 并在一定程度上促进了

海洋科学数据的开放共享,但由于这些平台是各个部门或地区根据各自的需求进行建设的,难免会存在各自为政、部门封闭、数据垄断和重复建设等问题,严重阻碍了我国海洋科学数据开放共享的进一步发展。鉴于此,科技部、财政部借鉴国际经验,在2019年将原有科学数据类国家科技资源共享服务平台优化调整为“国家地球系统科学数据中心”等20个国家科学数据中心(中华人民共和国科学技术部等,2019),旨在加强在国家层面上提升科学数据资源的统一汇聚、整合和开放共享能力,提升科学数据分析挖掘能力和水平,并在此基础上加强开展数据增值服务的能力建设,以支撑和保障国家科技创新、经济社会发展和相关决策活动。

南海是我国最大的跨越热带和亚热带的边缘海,毗邻粤港澳大湾区等中国经济活力最强的区域,是21世纪海上丝绸之路的重要通道,拥有丰富的油气能源和生物资源等。南海在国际政治、经济、科技、军事领域中具有重要的战略地位,特别是在当前国家实施海洋强国和21世纪海上丝绸之路等国家海洋战略的背景下,南海海洋资源、能源、气候、环境和生态等成为了目前国内外关注的焦点。作为国家地球系统科学数据中心的分中心之一,南海及邻近海区科学数据中心紧跟国家海洋战略的步伐,以国家重大战略需求为导向,在中国科学院科学数据库前期工作的基础上,从2011年开始建设,旨在汇聚、组织、描述、抢救和存储海洋科学数据资源,并持续整合和共享了1985年以来的南海水文、气象、生态、地质等多学科、多要素、多尺度的海洋科学数据资源,实现了我国南海海洋科学考察数据的在线共享从无到有的创新发展。南海及邻近海区科学数据中心的建设不仅能为海洋科技创新、国家有效管理与海洋环境保护、合理开发利用南海海洋资源和海洋经济可持续发展提供数据支撑,而且可助力国家实施海洋强国和“一带一路”倡议等国家海洋战略,也可为国际相关活动中掌握南海海洋环境事务方面的主导权,以及捍卫我国南海海洋权益提供数据支持。本文重点阐述了南海及邻近海区科学数据中心的海洋科学数据资源建设情况,主要包括标准规范、数据资源建设、特色数据库、共享成效等。

1 南海及邻近海区科学数据中心数据资源建设

1.1 南海及邻近海区科学数据标准规范体系

标准规范是保障数据中心科学规范地整合、集

成和开放共享的基础。由于南海及邻近海区科学数据中心是国家地球系统科学数据中心的分中心,因此在数据汇聚、组织、描述、共享和服务等建设过程中,一方面依据国家地球系统科学数据总中心制定的元数据标准等19项数据管理类、数据汇交方案等13项数据汇交类,以及平台共享服务规范等2项共享服务类的标准规范(杨雅萍等,2019);另一方面根据中国科学院南海海洋研究所海洋科学数据管理的实际需求,制定了《中国科学院南海海洋研究所数据管理办法》。这些标准规范为南海及邻近海区科学数据中心资源建设提供了科学、规范和可持续发展的保障。此外,南海及邻近海区科学数据中心数据共享主要通过软件平台实施,而软件平台开发的主要依据是数据标准规范的有关规定,并在软件平台中实现了数据共享的相关功能。因此,南海及邻近海区科学数据中心的数据标准体系与软件编码体系之间有着紧密的联系。

1.2 数据资源建设体系与策略

针对海洋科学数据具有数据体量大、数据范围广、数据内容丰富的特点(白亭颖等,2020),为了给不同用户提供高质量的数据服务和决策支持,中心采用“学科分类-主题要素-数据集”三级目录的数据资源建设体系,建成了在学科范围上涵盖物理海洋、海洋气象、海洋生物、海洋化学、海洋生态、海洋地质,在空间尺度上涵盖全球、国家、区域、站点,在时间尺度上实现年度、月度、日度、实时和未来的综合性海洋科学数据共享服务平台,在国内形成了一定的影响力。已建设的主要数据资源如表1所示。

另外,为了能规范化整合集成数据资源,使用户能全面快速地了解数据资源的元数据、数据质量和数据实体等信息,中心按照数据实体、数据说明文档、数据缩略图、数据样例、数据分类和元数据表的数据描述、组织和集成策略,即“六位一体”的数据资源整合集成策略,满足用户快速检索、认识、下载和使用数据的需求。

1.3 数据资源建设内容

南海及邻近海区科学数据中心资源建设主要包括海洋科学数据集的元数据建设,以及海洋科学数据集的数据实体建设。

数据实体建设主要包括数据的采集、加工、质量控制和入库,如图1所示。南海及邻近海区科学数据中心的数据资源的采集主要是通过地(西沙观测台站、南沙观测台站等)、海(“实验1”号、“实

表 1 南海及邻近海区科学数据中心主要数据资源整合情况
Tab. 1 Major data resources of South China Sea and Its Adjacent Seas Data Center

学科分类	主体数据库名称	学科分类	主体数据库名称
物理海洋	南海 CTD 温盐观测数据库	海洋气象	南海 AWS 气象观测数据库
	南海 ADCP 海流观测数据库		南海涡动通量观测数据库
	南海 XBT 温盐观测数据库		西沙气象观测数据库
	南海再分析产品数据库		南海 gps 探空观测数据库
	南海预报数据库		南海风暴潮预报数据库
海洋生物	全球简单海洋资料同化分析系统数据库	海洋生态	南海海面气象观测数据库
	南海初级生产力数据库		南海珊瑚礁分析数据库
	南海浮游植物数据库		南海珊瑚礁及礁栖生物数据库
海洋化学	南海营养盐数据库	海洋地质	南海沉积物数据库
	南海海洋同位素化学数据库		南海天然地震记录数据库

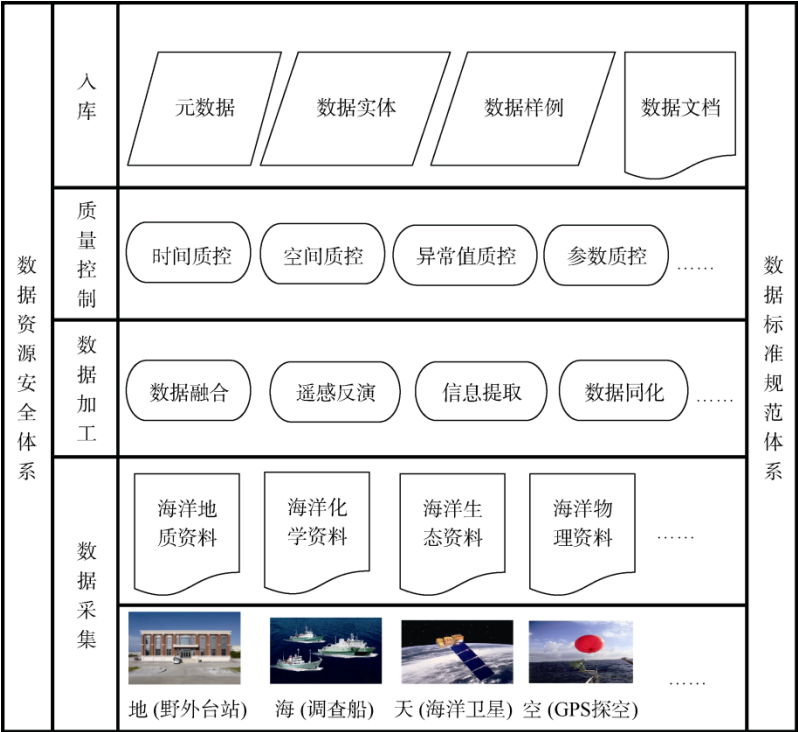


图 1 数据实体建设体系
Fig. 1 Data construction system

验 2”号、“实验 3”号调查船和海上浮标以及潜标等)、天(Landsat、MODIS 等卫星遥感)、空(GPS 探空等)等全方位的海洋观测体系进行采样,采集的主要数据资源内容包括如下几个方面。

- 1) 海洋物理资料内容:深度、温度、盐度、密度、海流、波浪等水文资料;气压、海面空气温度、相对湿度、风、降水量等气象资料;
- 2) 海洋化学资料内容:海洋化学要素、同位素化学要素、沉积物化学要素等资料;
- 3) 海洋生态资料内容:浮游植物、浮游动物、底栖生物、叶绿素 a、初级生产力等资料;

- 4) 海洋底质资料内容:地形、地层、沉积物、黏土矿物、珊瑚礁等资料。
- 在数据的加工方面,海洋科学数据具有种类丰富、格式各异、时空变化大等特点,在直接应用上有一定的困难。因此,依靠信息技术对海洋科学数据进行加工处理,就成为海洋科学领域必不可少的关键环节,也一直是该领域致力解决的难题。南海及邻近海区科学数据中心针对不同海洋学科数据资源采取不同的加工处理技术,主要包括多源数据融合、遥感反演、信息提取和数据同化等加工技术。其中,南海 SeaWiFS 月平均叶绿素二级产品数据集

(1999—2001)利用第二代海洋水色传感器 SeaWiFS 探测到的南海海域海水辐亮度,采用几何纠正和大气校正的处理技术,并通过 SeaDAS 软件提取叶绿素浓度遥感信息(陈楚群 等, 2001);南海海洋再分析产品数据集利用海表高度、海表温度、海表盐度、海表流及温盐剖面资料等不同类型的海洋观测数据,采用数据同化技术,产生了一套 1999—2011 年高分辨率格点化的南海及其邻近海区海表高度和三维温盐流数据集(Zeng et al, 2014);南海海洋预报数据集是利用南海海温、盐度和海流等海洋环境观测要素,采用海洋数值模拟技术,预测了起报时刻起 120h 内的南海海洋温盐流预报数据。

在数据质量控制方面,数据质量实质上是数据对应用的适用性(Shankaranarayanan et al, 2000)。海洋数据质量控制主要是基于海洋数据的多种来源、多种类型、多维度、不同时空尺度等特性,对海洋数据进行非法码检验、合理性检验、范围检验和连续性检验等常规检验,以及海洋数据中的重要参数的反演、校正和改正等质量控制,目的是在实际应用时保持数据的时效性、精确性、完整性和可信性,最终实现数据的可用性。比如,在处理 2009—2012 年南海海洋断面科学考察走航 ADCP 海流观测数据集时,除了范围检验、非法码检验和连续性检验等常规质控外,还对该数据集的两个参数(速率和方向)

的误差进行了修正(杨远征 等, 2019),确保数据的精确性和可信性。

在数据入库方面,将已统一规范后的元数据、数据文档、数据样例和数据实体导入到数据库中进行存储、管理和发布,并通过以下安全认证设置相应的数据资源下载权限:1)邮箱认证:用户完善邮箱等资料后,才能申请下载相应权限的数据资源;2)手机认证:需用户绑定手机,才能提升到相应的数据资源权限;3)实名认证:用户进行实名认证后,将拥有更多数据资源申请权限;4)课题认证:用户通过课题认证,将有资格获得与研究课题相关的精品数据。

元数据是描述数据特征和属性方面的数据(杨文晖 等, 2015),元数据建设主要是对数据资源的特征和属性进行清晰、详细和全面的描述,帮助用户更好地发现、获取、理解和利用数据集。南海及邻近海区科学数据中心元数据建设的依据是国家地球系统科学数据中心制定的元数据标准,建设内容包括数据核心描述信息、数据贡献者和数据负责单位及联系人。其中数据核心描述信息是为用户提供数据的最主要信息(数据标题、数据时间、空间位置、数据类型和数据详细描述等),从而用户能够方便快捷地发现、检索和理解数据。海洋科学数据元数据的数据核心描述信息如表 2 所示。

表 2 南海及邻近海区科学数据中心元数据的数据核心描述信息

Tab. 2 The core information of metadata at South China Sea and Its Adjacent Seas Data Center

名称	标识	定义
元数据 ID	guid	元数据的唯一标识
数据标题	title	数据集标题
数据标识	dataIdentifier	数据集的唯一标识
主题关键词	keywords	可检索到数据集的主题关键词
数据时间(开始、结束)	data_start_time、data_end_time	数据集的时间范围
时间分辨率	data_time_scale	数据集的最小时间间隔
空间位置	place_name	数据集的空间位置
空间尺度	spatial_scale	数据集空间大小的量度
空间分辨率	spatial_resolution	数据集的最小空间间隔
数据产生方式	desc_method	数据集产生方式
数据类型	data_category	数据集的类型
学科类别	discipline_name	数据集所属学科
数据详细描述	description	数据集内容的详细说明
数据来源描述	desc_datasource	数据集来源说明

1.4 特色数据库建设

根据实际需要和采集到的数据类型,南海及邻近海区科学数据中心还建设了以下 4 个特色数据库,为相应领域的研究提供个性化的数据支撑。

1) 南沙及邻近海区综合考察数据库。南沙及邻近海区综合考察是 20 世纪 80 年代中国科学院南海海洋研究所组织实施的大规模的南沙群岛及邻近海域的科学考察(赵焕庭 等, 2017)。该库收录了 1984

年至 2007 年间,南沙群岛综合科学考察航次在南沙群岛及其邻近海区的现场观测数据,包括海底地形、地貌、沉积物及海洋水文气象、海水光学特性、海洋化学、海洋生物等方面的宝贵资料。

2) 南海北部海洋观测开放航次数据库。2004 年起,南海北部海洋观测开放航次开始由中国科学院南海海洋研究所“实验 3”号科学考察船实施(曾丽丽等, 2015)。该库收集整理了自 2004 年以来南海北部海洋观测开放航次在南海北部海区及西部局部海区的现场观测数据,包括物理海洋学、海洋生物学、海洋地质学和海洋化学数据等多个海洋学科数据。

3) 南海海洋断面科学考察数据库。中国科学院南海海洋研究所“实验 3”号科学考察船 2009—2012 年在南海 18°N、10°N、6°N 断面和 113°E 子午向断面实施的南海海洋断面科学考察航次(徐超等, 2016)。该库收集整合了 2009 年春季航次, 2010 年秋季航次, 2011 年冬季航次, 2012 年夏季航次共约 75 个站位的海洋观测数据,包括经度、纬度、流速、温度、密度、盐度、营养盐、浮游植物等多个要素数据。

4) 印度洋海域综合考察航次数据库。印度洋海域综合考察航次是自 2010 年起,在中国科学院和国务院各部委的大力支持下,中国科学院南海海洋研究所“实验 1”号科学考察船开始实施的东印度洋海洋学综合科学考察,调查海域是在 80°E—105°E, 10°S—10°N 范围内(梁湛林等, 2018),该库整合了该航次自 2010 年以来获取的温度、盐度、密度等海洋环境要素的数据,以及海底表层样品、海水生化样品等资料。

2 南海及邻近海区科学数据中心数据资源共享成效

数据共享是指通过政策规定和共享技术,让更多的用户能够使用具有可访问性的数据(Borgman等, 2013)。南海及邻近海区科学数据中心在数据共享方面遵照《科学数据管理办法》等有关国家科学数据政策规定,并通过国家地球系统科学数据共享关键技术(杨雅萍等, 2019)等共享技术,初步改善了海洋科学数据分散、封闭、滞留和低效状况,有效促进了海洋科学数据的开放共享。在用户服务方面,建立了以用户需求为导向的服务理念,不断探索用户的需要,不断提升用户的服务水准,留住了一批数据用户群,真正让更多不同需求的用户能够

访问利用到数据。具体而言,南海及邻近海区科学数据中心共享服务主要聚焦在:一方面服务国家重大战略需求,为 21 世纪海上丝绸之路、粤港澳大湾区生态可持续发展等国家战略提供海洋科学数据基础支撑;另一方面支撑海洋科技热点研究,为国家和地方重大项目/工程项目、海洋科技创新提供数据支撑服务和技术服务,其中已为国家科技基础性项目“南海海洋断面科学考察”提供了数据管理和共享服务(徐超等, 2016);为“973”项目“南海海气相互作用与海洋环流和涡旋演变规律”提供数据整合与汇交服务;为南海风暴潮研究(Ye et al, 2017; Li et al, 2019)、西沙群岛岛屿尾迹研究(Zhao et al, 2019)和南海北部陆坡研究(Guo et al, 2020)等提供了基础数据支撑。

3 总结与展望

经过多年的建设和发展,南海及邻近海区科学数据中心紧跟时代的步伐,围绕国家重大战略需求,合理布局,持续开展了海洋科学数据资源的采集、整理、加工、存储和共享,承担科研项目所产生的科学数据资源的汇交和整编任务,构建了一个具有数据采集、数据整理、数据分析及数据可视化的海洋科学数据全生命周期管理与共享服务平台,为国家科技创新提供了支撑,并提升了我国海洋科学数据资源的开放共享水平和应用服务水平。

展望未来,随着信息技术和海洋科学的不断发展,海洋科技创新出现了新趋势和新需求,无人船、自主水下机器人等智能化的海洋数据获取手段越来越普及,海洋数据资源的数量越来越多,类型也越来越复杂,用户的个性化需求也越来越多样化,这势必对数据中心在海洋数据资源的遴选、采集、汇聚、组织、描述、关联和存储,以及相应的揭示、发现、精准推送等方面提出了新的挑战。因此,海洋科学数据中心应从海洋科学数据的内涵和数据价值产生的机理等方面科学认识海洋数据,准确把握海洋科学数据发展规律,突破海洋数据采集、处理、分析和应用等方面的技术瓶颈,促进形成以用户为导向的高效便捷的数据服务体系,不断满足用户日益增长的个性化、多样化需求,建立自主可控的海洋数据安全体系,切实保障国家海洋数据安全,推动云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术同海洋科学数据全生命周期管理的深度融合,从而更好地支撑国家在海洋事业方面的科技创新,促进经济社会发展,并保障国家安全。

关于南海及邻近海区科学数据中心未来的资源建设, 本文提出以下几条建议。

1) 持续研发海洋信息提取技术。海洋数据量已经迈入了 PB 级别(钱程等, 2018), 并随着海洋数据获取手段的不断丰富, 将继续产生大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的各种海洋数据, 因此需要不断加强数据挖掘等信息提取技术的研发, 才能提取出隐含的、事先未知的、潜在有价值的海洋信息, 从而发挥它们潜在的海洋信息价值, 最终促进海洋数据资源的高效利用。

2) 注重标准规范体系建设。标准规范体系具有引领和指导作用, 在很大程度上决定着科学数据中心的发展水平。因此, 数据中心不仅要执行好现有的标准规范, 而且还要结合实际应用情况, 不断地完善和修正标准规范体系, 借鉴国内外同行先进的标准规范, 研究建立系统完整的标准规范体系, 真正发挥标准规范的引领和指导作用, 有效地支撑科学数据中心的资源建设。

3) 加强海岸带数据资源管理体系建设。海岸带是海洋系统与陆地系统复合交叉、相互作用的地理单元(伊飞等, 2011), 因此海岸带数据包括了海洋、陆地和空间数据。目前, 南海及邻近海区科学数据

中心仅管理了有关海洋方面的数据资源, 尚未开展建设海岸带数据管理体系。党的十九大报告已明确提出了“坚持陆海统筹, 加快建设海洋强国”, 而陆海统筹被认为是海岸带综合管理中最重要的组成部分(文超祥等, 2019)。因此, 未来数据中心资源建设应加强开展海岸带数据资源管理体系建设, 为海岸带综合管理提供基础数据支撑, 进而为国家陆海统筹的战略提供参考。

4) 加快建设智能的海洋数据管理体系。每一次海洋数据或海洋信息领域的跨越式发展几乎都依靠信息技术的发展。当前, 南海及邻近海区科学数据中心利用数字化、互联网等信息技术, 实现了海洋数据的数字化和网络化。随着信息技术的不断发展, 特别是大数据、人工智能和物联网等新一代信息技术的飞速发展, 应用逐步融合到海洋领域, 人们认识海洋的平台和手段将会迎来根本性的变革。因此, 科学数据中心应加大力度研究新一代信息技术, 致力于海洋数据全生命周期管理体系与新一代信息技术的融合发展。利用物联网、人工智能等新一代信息技术, 加快开展海洋数据或海洋信息的全面感知等智能采集、实时传输以及机器学习和模糊识别等智能处理, 从而实现海洋数据的智能服务。

参考文献 References

- 白亭颖, 杨任飞, 惠大涛, 等, 2020. 数字海洋研究的知识图谱分析与前景展望[J]. 测绘通报, (2): 131–136. BAI TINGYING, YANG RENFEI, HUI DATAO, et al, 2020. Knowledge mapping analysis and outlooks of the digital ocean research[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, (2): 131–136 (in Chinese with English abstract).
- BORGMAN C L, 青秀玲, 2013. 科研数据共享的挑战[J]. 现代图书情报技术, (5): 1–20. BORGMAN C L, QING XIULING, 2013. The conundrum of sharing research data[J]. New Technology of Library and Information Service, (5): 1–20 (in Chinese with English abstract).
- 陈楚群, 施平, 毛庆文, 2001. 南海海域叶绿素浓度分布特征的卫星遥感分析[J]. 热带海洋学报, 20(2): 66–70. CHEN CHUQUN, SHI PING, MAO QINGWEN, 2001. Satellite remotely-sensed analysis of distribution character s of chlorophyll concentration in South China Sea[J]. Journal of Tropical Oceanography, 20(2): 66–70 (in Chinese with English abstract).
- 陈戈, 杨杰, 张本涛, 等, 2019. 新一代海洋科学卫星的思考与展望[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 49(10): 110–117. CHEN GE, YANG JIE, ZHANG BENTAO, et al, 2019. Thoughts and prospects on the new generation of marine science satellites[J]. Periodical of Ocean University of China, 49(10): 110–117 (in Chinese with English abstract).
- 蒋冰, 姜晓轶, 吕憧憬, 等, 2018. 中国“数字海洋”工程进展研究[J]. 科技导报, 36(14): 75–79. JIANG BING, JIANG XIAOYI, LÜ CHONGJING, et al, 2018. The research on Digital Ocean Engineering of China[J]. Science & Technology Review, 36(14): 75–79 (in Chinese with English abstract).
- 姜颖, 2018. 英国环境领域数据发布平台发展现状与内容剖析[J]. 数字图书馆论坛, (2): 52–59. JIANG YING, 2018. Development status and content analysis of publishing platform of environmental natural science data in UK[J]. Digital Library Forum, (2): 52–59 (in Chinese with English abstract).
- 黎建辉, 沈志宏, 孟小峰, 2017. 科学大数据管理: 概念、技术与系统[J]. 计算机研究与发展, 54(2): 235–247. LI JIANHUI, SHEN ZHIHONG, MENG XIAOFENG, 2017. Scientific big data management: concepts, technologies and system[J]. Journal of Computer Research and Development, 54(2): 235–247 (in Chinese with English abstract).
- 李朗, 2008. 关于国家自然科学基金网络信息系统的思考与建议[J]. 中国科学基金, 22(1): 52–54. LI LANG, 2008. The Study and suggestions for the internet-based science information system of NSFC[J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 22(1): 52–54 (in Chinese with English abstract).
- 梁湛林, 何云开, 李健, 等, 2018. 东印度洋海洋学综合科学考察航次概况[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 10(3): 257–263. LIANG ZHANLIN, HE YUNKAI, LI JIAN,

- et al, 2018. General survey of oceanographic comprehensive scientific cruise in eastern Indian ocean[J]. Journal of Nanjing University of Information Science and Technology (Natural Science Edition), 10(3): 257–263 (in Chinese with English abstract).
- 刘闯, 王正兴, 2002. 美国全球变化数据共享的经历对我国公益性科学数据共享决策的启示[J]. 地球科学进展, 17(1): 151–157. LIU CHUANG, WANG ZHENGXING, 2002. The experience of U.S. global change data and information sharing and its indication to China[J]. Advance in Earth Sciences, 17(1): 151–157 (in Chinese with English abstract).
- 刘海行, 宋转玲, 韩彬, 2008. 青岛海洋资料共享服务系统的设计与实现[J]. 海洋科学进展, 26(3): 394–400. LIU HAIXING, SONG ZHUANLING, HAN BIN, 2008. The design and realization of Qingdao oceanic data-sharing service system[J]. Advances in Marine Science, 26(3): 394–400 (in Chinese with English abstract).
- 钱程程, 陈戈, 2018. 海洋大数据科学发展现状与展望[J]. 中国科学院院刊, 33(8): 884–891. QIAN CHENGCHENG, CHEN GE, 2018. Big data science for ocean: present and future[J]. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 33(8): 884–891 (in Chinese with English abstract).
- 孙九林, 林海, 2009. 地球系统研究与科学数据[M]. 北京: 科学出版社: 519–520 (in Chinese).
- 王汉雨, 2016. 浅谈南海海洋科学数据共享[C]//中国地球物理学会信息技术专业委员会“互联网+地球物理”研究论坛论文集摘要集. 枣庄: 中国地球物理学会信息技术专业委员会: 46–54(in Chinese).
- 王卷乐, 王明明, 石蕾, 等, 2019. 科学数据管理态势及其对我国地球科学领域的启示[J]. 地球科学进展, 34(3): 306–315. WANG JUANLE, WANG MINGMING, SHI LEI, et al, 2019. The situation of scientific data management and its enlightenment to earth sciences of China[J]. Advances in Earth Science, 34(3): 306–315 (in Chinese with English abstract).
- 文超祥, 刘健泉, 2019. 基于陆海统筹的海岸带空间规划研究综述与展望[J]. 规划师, 35(7): 5–11. WEN CHAOXIANG, LIU JIANXIAO, 2019. Review and prospect of coastal zone planning based on land and sea integration[J]. Planners, 35(7): 5–11 (in Chinese with English abstract).
- 徐超, 李莎, 陈荣裕, 等, 2016. 南海海洋断面科学考察数据管理与共享[J]. 海洋信息, (1): 19–28 (in Chinese).
- 杨文晖, 李国强, 苗放, 2015. 面向海量空间数据存储的元数据管理机制[J]. 计算机应用, 35(5): 1276–1279. YANG WENHUI, LI GUOQIANG, MIAO FANG, 2015. Metadata management mechanism of massive spatial data storage[J]. Journal of Computer Applications, 35(5): 1276–1279 (in Chinese with English abstract).
- 杨雅萍, 王祎, 白燕, 等, 2019. 国家地球系统科学数据中心发展与实践[J]. 农业大数据学报, 1(4): 3–13. YANG YAPING, WANG WEI, BAI YAN, et al, 2019. Development and practice of the National Earth System Science Data Center in China[J]. Journal of Agricultural Big Data, 1(4): 3–13 (in Chinese with English abstract).
- 杨远征, 徐超, 李莎, 等, 2019. 2009–2012 年南海海洋断面科学考察走航 ADCP 海流观测数据集[J]. 中国科学数据, 4(3): 152–161. YANG YUANZHENG, XU CHAO, LI SHA, et al, 2019. Ship-mounted ADCP dataset of scientific investigation over the South China Sea (2009–2012)[J]. China Scientific Data, 4(3): 152–161 (in Chinese with English abstract).
- 伊飞, 张训华, 胡克, 2011. 海岸带陆海相互作用研究综述[J]. 海洋地质前沿, 27(3): 28–34. YI FEI, ZHANG XUNHUA, HU KE, 2011. A review of researches on land-ocean interaction in the coastal zone[J]. Marine Geology Letters, 27(3): 28–34 (in Chinese with English abstract).
- 曾丽丽, 王强, 谢强, 等, 2015. 2004–2013 年南海北部开放航次水文调查[J]. 科学通报, 60(10): 964. ZENG LILI, WANG QIANG, XIE QIANG, et al, 2015. Hydrographic field investigations in the northern South China Sea by open cruises during 2004–2013[J]. Science Bulletin, 60(10): 964 (in Chinese with English abstract).
- 张柏春, 2012. 科技革命及其对国家现代化的推动刍议[J]. 科学与社会, 2(1): 22–32, 21 (in Chinese).
- 赵焕庭, 王丽荣, 袁家义, 2017. 南海诸岛自然科学调查研究概述——纪念中国政府收复南海诸岛 70 周年(2)[J]. 热带地理, 37(5): 649–658. ZHAO HUANTING, WANG LIRONG, YUAN JIAYI, 2017. Scientific investigations and research on the South China Sea islands: the 70th anniversary of recovery of the South China Sea islands(2)[J]. Tropical Geography, 37(5): 649–658 (in Chinese with English abstract).
- 中华人民共和国国务院, 2015. 促进大数据发展行动纲要[J]. 成组技术与生产现代化, 32(3): 51–58 (in Chinese).
- 中华人民共和国国务院办公厅, (2018-04-02)[2020-11-12]. 科学数据管理办法[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-04/02/content_5279272.htm.
- 中华人民共和国科学技术部, 中华人民共和国财政部, (2019-06-10)[2020-11-12]. 科技部 财政部关于发布国家科技资源共享服务平台优化调整名单的通知[EB/OL]. http://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnkr/qtwj/qtwj2019/201906/t20190610_147031.html (in Chinese).
- Australian Government, (2007)[2020-11-12]. Australian code for the responsible conduct of research 2007[EB/OL]. <https://www.nhmrc.gov.au/about-us/publications/australian-code-responsible-conduct-research-2007>.
- GUO XINGSEN, ZHENG DEFENG, NIAN TINGKAI, et al, 2020. Large-scale seafloor stability evaluation of the northern continental slope of South China Sea[J]. Marine Georesources & Geotechnology, 38(7): 804–817.
- LI JUAN, XU JIEXIN, LIU JUNLIANG, et al, 2019. Correlation of near-inertial wind stress in typhoon and typhoon-induced oceanic near-inertial kinetic energy in the upper South China Sea[J]. Atmosphere, 10(7): 388.
- National Institute of Health, (2020-10-29)[2020-11-12]. NIH data sharing policy[EB/OL]. https://grants.nih.gov/grants/policy/data_sharing/.
- National Science Foundation, [2020-11-12]. NSF data sharing policy[EB/OL]. <https://www.nsf.gov/bfa/dias/policy/dmp.jsp>.
- SHANKARANARAYANAN G, WANG R Y, ZIAD M, 2000. IP-MAP: representing the manufacture of an information

- product[C]//Proceedings of 2000 Conference on Information Quality. 1–16.
- The Royal Society Science Policy Centre, (2012-06-20) [2020-11-12]. Science as an open enterprise[EB/OL]. https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/policy/projects/sape/2012-06-20-SAOE.pdf.
- U.S. Agency for International Development, (2016-11-25) [2020-11-12]. Increasing access to the results of federally funded scientific research[EB/OL]. https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/15396/USAID_PublicAccessPlan.pdf.
- UK Research and Innovation, (2020-10-26)[2020-11-12]. Common principles on research data[EB/OL]. <https://www.ukri.org/funding/information-for-award-holders/data-policy/common-principles-on-data-policy/>.
- YE HAIJUN, SHENG JINYU, TANG DANLING, et al, 2017. Storm-induced changes in $p\text{CO}_2$ at the sea surface over the northern South China Sea during Typhoon Wutip[J]. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 122(6): 4761–4778.
- ZENG XUEZHI, PENG SHIQIU, LI ZHIJIN, et al, 2014. A reanalysis dataset of the South China Sea[J]. *Scientific Data*, 1(1): 140052.
- ZHAO ZHUANGMING, LI JUNMIN, ZHAO WENJING, et al, 2019. A numerical study of island wakes in the Xisha Archipelago associated with mesoscale eddies in the spring[J]. *Ocean Modelling*, 139: 101406.