

中国大洋数据共享现状与展望

张欢¹, 韩春花¹, 杨锦坤¹, 韩璐遥¹, 高威²

(1. 国家海洋信息中心 天津 300171; 2. 中国大洋矿产资源研究开发协会办公室 北京 100860)

摘要: 深海大洋面积广阔, 远离大陆, 蕴藏着丰富的资源。世界各国已经认识到海洋的重要性, 积极参与国际海域事务的讨论, 试图获得话语权。我国也意识到深海大洋必将成为未来世界各国关注和竞争的焦点。文章从大洋数据类型、数据特点及共享平台建设等方面, 讨论了近年来国内大洋数据管理与共享现状, 结合国际海洋数据共享情况, 分析了国内大洋数据管理与共享存在的问题, 并提出了建议。

关键词: 大洋; 深海; 管理; 数据共享

中图分类号: P717

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2017)03-0003-09

Current Sharing Status and the Utilization Prospect of Ocean Data in China

ZHANG Huan¹, HAN Chunhua¹, YANG Jinkun¹, HAN Luyao¹, GAO Wei²

(1. National Marine Data & Information Service Center, Tianjin 300171, China;

2. China Ocean Mineral Resources R&D Association, Beijing 100860, China)

Abstract: The vast deep sea is far away from the mainland, and contains abundant resources. The importance of the ocean has been worldwide recognized. Countries have been actively involved in international water affairs discussion and tried to get the power in discourse, including China. This paper discussed the current sharing status and utilization from the aspects of ocean data types, data characteristic and sharing platform establishment. The management and sharing problems were also analyzed and suggestions were put forward, in combination with the sharing situation of international ocean data.

Key words: Ocean, Deep sea, Management, Data sharing

收稿日期: 2016-11-12; 修订日期: 2017-01-10

基金项目: 国际海域资源调查研究与开发“十二五”课题资助项目(DY125-25-01)。

作者简介: 张欢, 助理工程师, 硕士, 研究方向为大洋资料管理、大洋信息系统研究, 电子信箱: zhvenus@163.com

通信作者: 韩春花, 高级工程师, 硕士, 研究方向为大洋资料管理、大洋信息系统建设, 电子信箱: hanchunhua2008@126.com

1 引言

海洋是地球上广大连续咸水体的总称,其中紧邻大陆、水深较浅的部分称为海,仅占海洋面积的 11%,属于各临海国家的管辖区域;而占据海洋面积 89%,深达数千米甚至 1 万 m 余的部分称为洋,远离大陆,不受国家管辖,蕴藏着丰富的生物及金属矿产资源,例如多金属结核、富钴结壳和多金属硫化物等,并且对于拓展国家发展空间、保障国际贸易、保证社会经济的可持续发展有不可替代的重大意义^[1-7]。随着人类社会的高速发展,进入 20 世纪以来人口、环境、资源等问题的日益凸显,世界各国都更加清晰地认识到 21 世纪是开发利用海洋的世纪^[8],越来越多的国家试图参与到国际海域事务的讨论中,国际海域相关法律规章的制定也备受关注。可见,深海大洋必将是未来世界各国关注和竞争的焦点^[9-10]。

建设海洋强国,增强我国在国际海域事务中的话语权离不开深海大洋调查研究工作,深海大洋调查研究工作更加离不开大洋数据资料。只有对大洋数据进行合理管理和充分共享,才能更加充分地挖掘这些宝贵数据资料的潜在价值,进而发挥其重要作用。

2 国际海洋数据管理共享现状

1872 年 12 月 7 日至 1876 年 5 月 26 日,英国“挑战者”号考察船完成了世界首次环球海洋调查,近代海洋科学由此开端,海洋调查由此进入蓬勃发展阶段^[11]。时至今日,海洋科技从近海发展到远洋,从局部调查发展到全球观测,而远洋调查耗资又十分庞大,科学家已清楚地认识到,仅依靠每个国家各自调查的数据资料已不能满足现代海洋科学研究的需要,部分国家甚至没有能力自行组织国际海域调查,因此,科学家们都希望从国际交换渠道获取其他国家调查的数据资料。

联合国教科文组织(United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO)于 1960 年成立了一个分支机构,即政府间海洋学委员会(Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC,

以下简称“海委会”)促进联合国成员国的海洋科学调查,为其提供海洋合作研究的基本机制。1961 年,海委会建立了国际海洋数据及信息交换计划(International Oceanographic Data and Information Exchange, IODE),以促进各成员国间政府及非政府海洋资料机构的所有海洋数据资料的交流,目前已有 50 余个国家海洋数据中心及 80 余个海洋组织参加了这项计划,为海洋资料共享提供了平台^[12-18]。1993 年海委会与世界气象组织(World Meteorological Organization, WMO)、国际科学联合会理事会(International Council for Science, ICSU)和联合国环境计划署(United Nations Environment Programme, UNEP)发起并组织建立了全球海洋观测系统(Global Ocean Observing System, GOOS),对全球海平面观测系统、世界气象监测网等全球海域的观测资料进行收集分析。2012 年, WMO 和海委会又于在全球联合发起建设海洋和海洋气候资料中心(CMOC),致力于实现全球海洋和海洋气象数据资料的整合与共享。

另外,一个比较具有代表性的国际海洋调查计划则是 IODP 计划。IODP 计划从 DSDP 计划(深海钻探计划, Deep Sea Drilling Project)到 ODP 计划(大洋钻探计划, Ocean Drilling Program)和 IODP 计划(综合大洋钻探计划, Integrated Ocean Drilling Program)发展到新的 IODP 计划(国际大洋发展计划, International Ocean Discovery Program)已经形成多个国家参与的一个海洋研究国际合作的重要平台,具有综合性高、学术性强、人才国际化等特点^[19-28]。IODP 将获得的所有样品根据空间分布,分别存放于位于美国、德国、日本的 4 个样品库(GCR、BCR、KCC、Rutgers/NJGS),面向全球的科学家、教育家、博物馆及公众开放,同时利用样品获得的相关数据需由申请人提交到 IODP, IODP 进行整合后对超过保护期(由数据提供者提出数据保护申请,一般为一年)所有数据对外提供服务。

除了国际组织对海洋数据共享做出努力以外,美国、澳大利亚、日本等沿海发达国家也在很早以

前就认识到海洋数据资料集中管理与共享工作的重要性。以美国为例,20 世纪 70—80 年代时,美国国家海洋与大气管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration,NOAA)、美国地质调查局(United States Geological Survey,USGS)和美国航空航天局(National Aeronautics and Space Administration,NASA)管理着大部分的科学数据,为政府决策和政府启动的高层次重大科研课题提供数据服务,这显然不能满足广大科学家对数据共享的需求。随着科学界对数据共享呼声的日益高涨,美国政府因此引起重视并建立了国家层面的科学数据共享管理政策,对国有科学数据进行完全开放与共享。目前,NOAA、NASA 及 NGDC(即美国地球物理数据中心,National Geophysical Data Center)等机构的官方网站上都可以提供科学数据下载或获取渠道,其中 NOAA 提供全球海表气象数据、实时天气预报、风暴预警、渔业管理数据服务,NASA 提供不同类型的卫星遥感数据资料,NGDC 提供地球物理(重力、磁力等)、地质(大洋钻探、地壳年龄等)和环境等数据及相关信息产品^[29-33]。近期,美国将 NGDC、NOAA 等数据库整合形成 NCEI(The NOAA National Centers for Environmental Information)综合数据库,将调查研究的气象气候数据或全球海洋环境数据等进行整合存储、综合管理并对外提供服务。澳大利亚、日本、韩国^[34-37]等国家海洋数据资料中心的官方网站上也提供深海大洋数据资料,世界各地的科学家都可以通过访问网站下载需要的数据或者得到获取资料的渠道。

3 国内大洋数据现状

自 20 世纪 70 年代起,我国就开始了深海大洋调查,截至 1991 年,我国正式登记成为国际海底先驱者,中国大洋矿产资源开发协会(China Ocean Mineral Resources R&D Association,COMRA,以下简称大洋协会)成立。迄今为止,大洋协会已经组织开展了 40 余个深海大洋航次调查,以及多个重大项目及课题的科学研究,积累了丰富的大洋数据

资料。

3.1 大洋数据类型

目前,大洋数据主要包括由大洋协会组织开展或资助的航次现场调查、内业科学研究、资源勘探开发以及在国际交流合作等活动中获取的各种数据资料。在大洋数据管理实际工作中,根据其数据来源及共享需要,大洋数据类型可大致分为以下几种(图 1)。

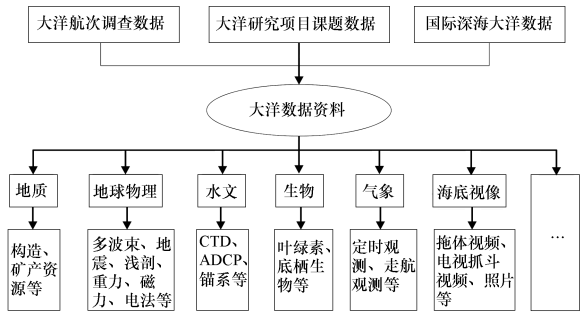


图 1 大洋数据资料类型

3.1.1 大洋航次调查数据

大洋航次调查数据是指由大洋协会提供资金组织相关科研技术人员搭乘大洋调查船只出海,通过各种仪器设备进行现场调查获取的数据、现场班报记录和各类样品等原始资料,以及对这些原始资料进行处理后形成的后处理数据及成果资料。大洋航次调查数据是大洋数据资料的重要组成部分,是大洋研究项目课题数据的基础,根据处理程度的不同,可分为原始数据、后处理数据及成果数据。

(1)原始数据:在航次调查现场从仪器设备直接导出的数据资料、现场对于仪器设备状况、实时调查情况的必要现场班报记录及航次现场调查报告等数据资料称为原始数据,此外,在大洋航次调查现场还有一类特殊的原始数据资料,即为大洋样品数据资料。大洋样品主要包括海底沉积物、岩石、多金属结核、多金属硫化物、富钴结壳、海水、生物等实物样品,为避免样品在环境条件改变后(从海底低温高压环境到海面常温常压等环境)产生性状的改变,在取样后第一时间会由专业人

员对样品进行形态、类型等方面的初步记录及拍照,部分样品如海水、生物等在条件允许的情况下也会在调查船设置的现场实验室中完成初步分析测试,以上所述的照片、记录及现场分析测试数据资料也是原始数据的重要组成部分。

大洋航次调查数据根据调查目的不同,可分为矿产调查数据及环境调查数据等。其中,矿产调查数据根据资源类型不同主要分为多金属结核调查数据、富钴结壳调查数据与多金属硫化物调查数据,包括丰度、品位、资源储量及资源分布等;环境调查数据包括物理海洋、气象、生物、化学等。

(2)后处理数据:后处理数据是指对航次调查原始数据进行处理后形成的数据资料。从仪器设备直接导出的原始数据格式多样,如 ASCII、十六进制等,一般不可直接读取,需要由专业人员进行后处理形成标准格式数据和图件等。

(3)成果数据:成果数据是指对原始数据及后处理数据根据不同的需求,按照资源类型、学科类型、调查设备、调查区域、调查目的等进一步综合研究处理后形成的数据资料,一般包括数据集、图件、航次研究报告等。

3.1.2 大洋研究项目课题数据

大洋研究项目课题数据是指由大洋协会提供资金完成的研究项目课题形成的各种数据资料。自 20 世纪 90 年代以来,在国家专项资金的支持下,大洋协会在“八五”至“十二五”期间,一直在大洋矿产资源勘探选冶、环境基线调查、深海生物基因调查、基础海洋科学等领域设置项目课题,目前已为我国培养出了一批又一批优秀的海洋科学家,同时也积累了丰富的研究成果数据资料,包括研究报告、论文、专著、数据集、图件、软件、专利等。

3.1.3 国际深海大洋数据

国际深海大洋数据,是指在大洋协会支持下,由各种国际研讨会议、国外海洋调查研究机构、国外海洋数据共享网站等处通过各种渠道获取的深海大洋数据资料,如 Argo 数据、国际海底管理局共享数据资料等。

除此之外,大洋数据还可按照学科、类型及调查仪器设备等进行分类,根据学科可分为地质、地球物理、生物、水文、气象、海底视像等,每个类别下面还可根据调查仪器设备等的不同再次进行分类,如地球物理可分为多波束、单波束、单道地震、浅地层剖面、磁力、电法和重力等(图 1)。

3.2 大洋数据特点

根据上文对大洋数据类型的初步介绍,大洋数据特点基本可归纳以下几点。

(1)大洋数据涉及多个学科,数据种类丰富^[38]。大洋航次调查一般是搭载多种调查仪器设备的综合性调查,观测要素多样,涉及地质、地球物理、化学、生物、物理海洋、气象等多个学科,各个学科还可按照调查设备的不同做进一步细分。大洋研究课题数据很大程度上是由大洋航次调查数据进一步处理研究获得的。随着大洋调查研究的不断深入,机械、工程、选矿、冶炼、经济等数据也包括在大洋数据中。

(2)大洋数据结构复杂,格式不一^[39-40]。大洋数据一般是由不同单位部门在不同时期甚至使用不同的设备由不同的人员调查、测试、研究获得,调查目的、勘探设备、处理方法、研究目的等的不同,导致数据的存储结构及格式并不一致,数据的采样密度、精度、分辨率也并不完全相同。

(3)大洋数据量日渐庞大,增长速度十分迅速^[41]。随着世界各国对深海大洋调查的日益重视和科学技术的不断发展,深海大洋调查活动越加频繁,大洋仪器设备不断更新,调查数据精度、分辨率不断提高,大洋数据增长速度呈等比级数上升。目前,我国每年都有数条船只出海进行深海大洋调查,每个航次获取的大洋数据量通常都在数百 GB 甚至 TB 级别,每个航次获取的现场调查数据量上涨速度十分明显。另外,大洋调查数据的快速增长,以及相关科学研究手段的不断完善,也直接导致大洋研究成果数据的不断增加。我国现有大洋数据总量已达到 10 TB 级别,每年都以数 TB 的速度累积。

(4)大洋数据具有保密性,目前其共享流通性

不足。深海大洋数据往往是耗费了大量的人力物力调查及研究获得,是国家争取国际海域相关权益的基础,可以说是国家战略资源的一种,是有其特定的保密意义的。同时,在信息化和市场竞争的今天,数据资料的获取对于提高单位与个人的竞争力具有举足轻重的地位,相关机构与个人都不愿意把自己获取的数据资料与他人共享,认为这是将成果拱手让人,而数据资料的使用人往往也没有注明数据来源的意识,导致数据共享观念及意识的落后。此外,我国尚未制定深海大洋数据资料服务共享的法律法规,相关管理机制并不完善。虽然大洋资料中心已经成立,大洋资料管理规定等已经在相关单位开始实施,但仍有许多大洋数据资料并未在大洋资料中心进行集中管理,如历史调查资料及其他机构出资进行大洋调查研究获取的数据资料等,而且相关机构并无集中管理大洋数据资料的意识,对数据资料的汇交工作并不积极,导致大洋资料中心能提供服务的数据库往往并不完整。可见,目前我国大洋资料的共享流动性仍然十分不足。

(5)大洋数据资料使用需求日益增长。大洋数据资料是国际海域矿产资源评价与矿区申请、大洋航次设计、国际合作、大洋相关研究课题等工作的基础,大洋事业的迅速发展也导致大洋数据资料使用需求范围日益广泛。以国际海域矿产资源评价与矿区申请为例,截至目前,我国已与国际海底管理局签订了4块国际海底勘探矿区合同,其中3块都由大洋协会提出,分别是2001年签订的7.5万km²的东太平洋多金属结核矿区,2011年签订的1万km²的西南印度洋多金属硫化物矿区,2014年签订的3000km²的西北太平洋海山区富钴结壳矿区。根据国际海底管理局相关法律法规规定,在签订合同后15年内,大洋协会将在该区域内开展资源评价、环境调查、采矿和选冶系统开发与试验等工作,履行培训发展中国家科技人员的义务,每年向国际海底管理局提交相关调查报告和数据,并在勘探合同签订后10年内完成勘探区面积2/3甚至75%的区域放弃,调查

研究工作量非常大,对大洋数据资料的使用需求也明显增长。

4 国内大洋数据共享平台建设

大洋协会从成立之初,就十分重视大洋数据资料的管理共享工作,从“八五”时期开始,便着手进行大洋数据库及其服务系统的建设工作,但一直以课题的形式进行管理,这些数据库和系统往往随着课题的结束而停止运行。到“十二五”期间,为了适应新形势下大洋数据类型、数量迅速增加的实际情况,大洋协会开始转变资料管理机制,筹建大洋资料中心,将大洋数据资料的管理从课题形式变为长期的基础性业务工作。先后出台了大洋资料管理办法、大洋资料中心章程,成立了大洋资料中心管理委员会,2014年年底大洋资料中心正式成立,根据中国大洋发展需求,对大洋数据资料进行信息化建设及管理,为政府、管理部门、研究机构及人员提供数据资料与信息服务。大洋资料中心基于现有的大洋基础数据资料特点,结合大洋数据资料集中统一管理与服务需求,现已形成了一套完整的大洋数据资料审核接收流程(图2),并根据数据资料审核接收过程中实际遇到的问题,编制了大洋资料中心日常管理制度与资料汇交、处理、服务等方面的一系列技术标准与规范,包括:《大洋资料中心章程》《大洋资料管理规定》《国际海域航次调查现场资料整编汇交要求》《国际海域航次调查内业资料整编汇交要求》及《国际海域研究成果资料整编汇交要求》等。目前,部分标准规范已经通过专家审议,并在国际海域航次调查数据资料及国际海域研究课题数据资料的整编汇交过程中实施,为深海大洋数据资料的集中管理打下了坚实的基础。

“八五”至“十一五”期间构建完成的大洋数据库是简单的基于数据类型的基础数据库,仅能对单一种类的数据进行管理,明显已经无法满足现有的综合性海洋研究需求,共享服务能力不足。大洋资料中心在“十二五”期间各类大洋数据资料与研究成果进行了进一步的整合,结合大洋协会等管

理机构、海洋科学研究人员及机构、社会大众对大洋数据资料的服务需求,对现有的大洋基础数据库进行整合完善,进一步设计开发了面向大洋数据资料服务的专题应用数据库,形成了一套包括基础数据层和专题数据层的数据库结构(图 3)。其中,基

础数据层包括非结构化数据、原始数据集、标准化数据集、其他辅助信息等所有大洋资料与信息的有序集合;专题数据层则是对基础数据层提取、加工、综合后形成的面向管理者和数据使用者的数据集合。

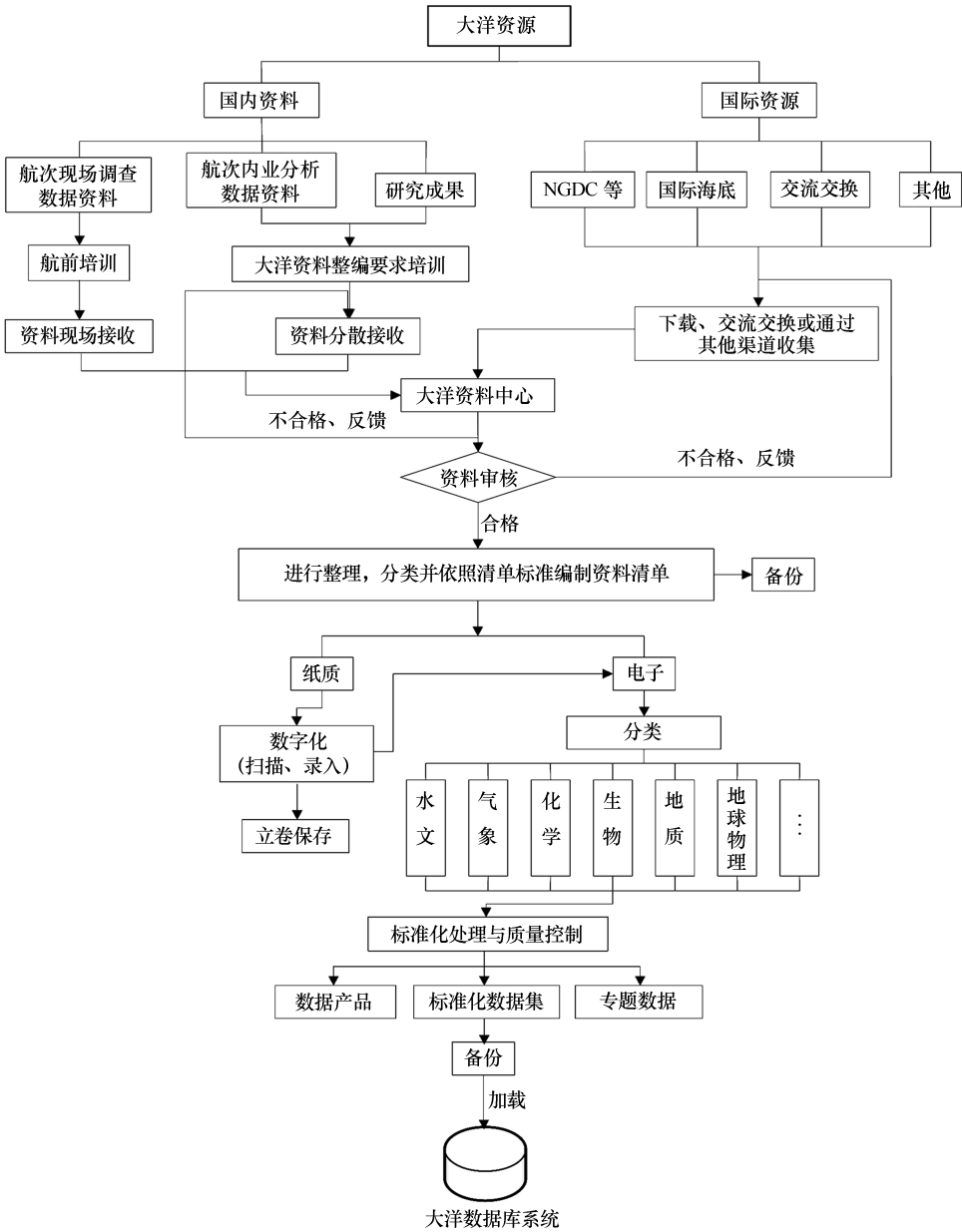


图 2 大洋数据资料审核接收流程

基于新的数据库结构,为了便于各个有需要的机构及个人获取大洋数据资料,提高大洋数据的共享服务程度,大洋资料中心建设形成了大洋数据共享平台。大洋资料中心定期将公开数据资料发布

到共享平台,对实名注册的海洋行业用户及普通用户提供数据资料的在线获取方式。对于部分相关政策规定的不公开的数据资料,需要使用的特定研究人员及机构可以向大洋资料中心提出离线资料

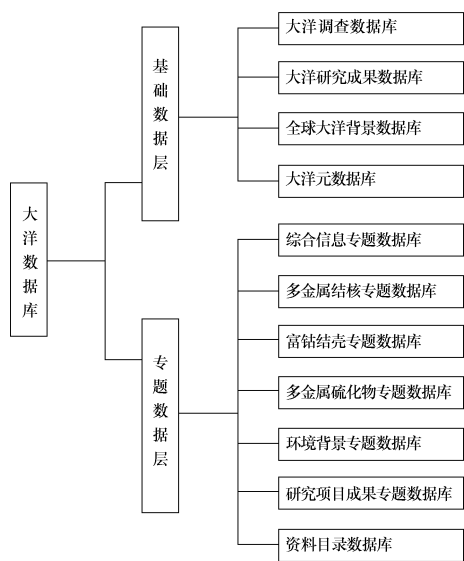


图 3 大洋数据库结构示意图

服务申请,经过审批后,获得相应的数据资料。通过这种方式,在保障数据安全的同时,更好地实现大洋数据资料的共享服务。

5 讨论与展望

大洋资料中心的成立标志着深海大洋数据集中管理及共享服务工作的正式开始,但对比国际组织及美、日等海洋强国的数据共享平台,目前大洋资料的综合管理共享仍面临着很多问题,如数据存储格式标准不一,集中管理难度大;历史数据资料大部分仍散落在各家研究机构或个人手中,未进行集中管理;大洋资料服务程序繁琐,很多资料服务申请往往需要耗时数月才能获得数据,有些数据由于保密需要等原因甚至无法提供服务等。

然而,科学数据共享的实现从来都不是仅靠个人或单个机构就可以一蹴而就的,往往需要国家和社会各界人士的共同且长期的努力。结合大洋资料管理工作的实践,笔者认为大洋资料共享工作的进一步推进可以从以下几个方面着手。

(1)建设专业的工程化的深海大洋调查技术团队,搭建实时传输的船载数据资料管理系统。现有的大洋调查队伍大多由多个科学家团队组成,各个团队以自己的科研方向和兴趣为指导进

行调查,团队之间往往无法形成有效的数据资源共享。建设工程化调查技术团队可以使大洋航次现场调查工作程序更加标准化、流程化,把科学家们从繁重的调查工作中解放出来,集中精力进行研究工作。搭建实时传输的船载数据资料管理系统,将实现航次现场调查资料从源头开始管理。首先,实时传输数据保证了科学家对现场调查情况的掌握;其次,用数据库代替人工记录工作,避免出现一个站位有两个站位号,甚至两套位置信息的情况出现,统一了入库的数据格式,更加便于集中管理,也为后期的进一步科学研究打下了统一的基础。

(2)整合现有资源,构建国家级别的海洋数据管理共享平台。自 20 世纪 80 年代起,为满足信息化新时代发展的需求,国内很多家单位和机构都开始构建海洋数据管理系统,到目前为止,已有如 Argo 数据中心、东海区海洋科学数据共享平台、南海区海洋科学数据共享平台、中国南北极数据中心、国家海洋数据共享工程——海洋科学数据共享中心等多个共享平台投入运行,为相关人员提供数据及服务^[42-43]。目前运行的海洋数据共享平台仅能满足局部业务的需求,不同平台的数据结构不一致,数据表达方法各异;由于数据保密的相关规定,很多共享平台在建设完成后只能在局域网内运行,外界人士无法从中获取需要的数据资料;很多平台在构建时,由于科研人员不了解其他单位共享平台建设情况,重复开发现象十分严重。只有利用现有的先进计算机技术,将这些零散的数据管理平台整合到国家级别的统一平台,才能更加充分地发挥现有数据资料的最大作用,保证更多的数据使用需求得到满足。

(3)建立深海大洋数据管理共享规范及保障机制,塑造数据共享理念。我国大洋数据涉及机构及人员众多,数据持有者大多对其获得的数据成果具有保护心理,且各自的数据格式不统一,数据共享交流并不多。2016 年 2 月 26 日,《中华人民共和国深海海底区域资源勘探开发法》(简称《深海法》)的审议通过,首次在法律层面明确规定了深海海底区

域资源调查活动获得的数据资料和实物样品应向国务院海洋主管部门和其他相关部门汇交,接收部门应对数据资料和实物样品进行登记保管并提供服务^[44-45]。然而《深海法》并未对深海大洋数据汇交部门、汇交内容及汇交方式等进行详细规定,无法从根本上打破现有局面。只有建立深海大洋数据管理共享规范及保障机制^[46],从法律、政策的层面上明确数据提供者、数据保管者和数据使用者各自的职责、义务及权利,使深海大洋数据进入“汇交→管理→服务→使用→汇交”的良性循环,进而打破现有的数据保护壁垒,塑造数据共享理念,营造数据共享氛围,才能做到真正的深海大洋数据集中管理和共享。

6 结语

从大洋资料中心的成立,到大洋数据相关管理规范的编制试行,大洋数据管理共享平台的构建,我国大洋数据综合管理与共享体系逐渐成形。而随着建设海洋强国战略的提出,《深海法》的出台,将会有越来越多的机构及科研人员加入深海大洋勘探及研究工作,这也意味着会有越来越多的深海大洋数据的产生。在现有基础上,只有建立完善的深海大洋数据管理共享规范与机制,以及深海大洋数据共享平台,为相关管理、科研机构及人员甚至社会公众提供高效、可靠、准确的深海大洋数据,才能使这些宝贵数据得到更加充分的利用,发挥其应有的价值。

参考文献

- [1] 冯仕箴,李凤岐,李少菁,等.海洋科学导论[M].北京:高等教育出版社,1999.
- [2] HERZIG P, HANNINGTON M D, PETERSEN S. Polymetallic massive sulphide deposits at the modern seafloor and their resources potential[J]. Polymetallic Massive Sulphide and Cobalt-Rich Ferromanganese Crusts: Status and Prospects, International Seabed Authority Technical Study, 2002(2): 8-35.
- [3] ZIERENBERG R A, FOUQUET Y, MILLER D J, et al. The deep structure of a sea-floor hydrothermal deposit[J]. Nature, 1998, 392(6675): 485-488.
- [4] 陶春辉,李怀明,金肖兵,等.西南印度洋脊的海底热液活动和硫化物勘探[J].科学通报,2014,59(19):1812-1822.
- [5] 陶春辉.中国大洋中脊多金属硫化物资源调查现状与前景[C]//中国地球物理学会年会.合肥:中国科技大学出版社,2011:16-17.
- [6] 方捷,孙静雯,徐宏庆,等.北大西洋中脊海底多金属硫化物资源预测[J].地球科学进展,2015,30(1):60-68.
- [7] 刘永刚,杜德文,李钟山,等.太平洋CC区及周边多金属结核分布及资源量预测[J].海洋科学进展,2009,27(3):342-350.
- [8] 朱心科,金翔龙,陶春辉,等.海洋探测技术与装备发展探讨[J].机器人,2013,35(3):376-384.
- [9] 金建才.走向深海大洋是建设海洋强国的必然选择[J].海洋开发与管理,2012,29(12):24-27.
- [10] 金建才.经略大洋拓展我国在国际海域的活动空间[J].海洋开发与管理,2011,28(4):35-37.
- [11] 李晓婷,郑沛南,王建丰,等.常用海洋数据资料简介[J].海洋预报,2010,27(5):81-89.
- [12] 祁冬梅,于婷,邓增安.IODE海洋数据共享平台建设及对我国海洋信息化进程的启示[J].海洋开发与管理,2014,31(3):57-61.
- [13] International Ocean Data and Information Exchange. About IODE[EB/OL].(2013-08-13)[2013-10-25].http://www.iode.org.
- [14] IODE/JCOMM. Overview of the IODE/JCOMM Ocean Data Portal[EB/OL].(2013-04-08)[2013-10-25].http://www.oceandataportal.org.
- [15] 谢艳秋,钱鹏.国外科学数据共享政策的发展研究[J].新世纪图书馆,2014(1):67-71.
- [16] BOYER T P, ANTONOV J I, BARANOVA O K, et al. NOAA Atlas NESDIS 66 WORLD OCEAN DATABASE 2009[M]. Washington, D.C.: U.S. Gov. Printing Office, 2009: 18-28.
- [17] GLOVER D M, WIEBE P H, CHANDLER C L, et al. IOC Contributions to International, Interdisciplinary Open Data Sharing[J]. Oceanography, 2010, 23(3): 140-151.
- [18] 杨锦坤,董明娟,武双全.推进我国海洋数据深入共享服务的总体考虑[J].海洋开发与管理,2015,32(3):68-72.
- [19] Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Planning Subcommittee(IPSC). Earth, Oceans and Life: Integrated Ocean Drilling Program Initial Science Plan 2003[M]. Washington D C: International Working Group Support Office, 2001.
- [20] BICKLE M, ARCULUS R, BARRETT P, et al. Illuminating earth's past, present and future: the science plan for the international ocean discovery program 2013-2023[M]. Washington, DC: Integrated Ocean Drilling Program Management International, 2011.

[21] CON R, GRAHAM C, KRYSIK F. Joint data management on ICDP projects and IODP mission specific platform expeditions[J]. Scientific Drilling, 2007(4): 32—34.

[22] KLUMP J, CONZER R. The Scientific Drilling Database(SDDB)-data from deep Earth monitoring and sounding[J]. Scientific Drilling, 2007(4): 30—31.

[23] MIVILLE B, SOEDING E, LARSEN H Ch. Data management in IODP[J]. Scientific Drilling, 2006(2): 48—49.

[24] 卜文瑞, 石学法. 大洋中脊地质研究的进展与趋势: 2003 北京“大洋中脊国际学术研讨会”述评[J]. 海洋科学进展, 2003, 21(4): 482—486.

[25] 汪品先. 我国参加大洋钻探的近十年回顾与展望[J]. 地球科学进展, 2014, 29(3): 322—326.

[26] 孙枢. 10 年来中国 IODP 专家委员会工作简要回顾[J]. 地球科学进展, 2014, 29(3): 317—321.

[27] 刘志飞, 拓守廷. IODP 计划的新进展[J]. 地球科学进展, 2009, 24(12): 1318—1324.

[28] 张虎才. 参加国际大洋发现计划 IODP 361 的启示[J]. 地球科学进展, 2016(4): 422—427.

[29] SHARMAN G F, DIVINS D L, METZGER D R, et al. NGDC marine geophysical data systems: past, present, and future[J]. Neurology, 2001, 79(13): 213—220.

[30] SETON M, WHITTAKER J M, WESSEL P, et al. Community infrastructure and repository for marine magnetic identifications [J]. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 2014, 15(4): 1629—1641.

[31] 宋转玲, 刘海行, 李新放, 等. 国内外海洋科学数据共享平台建设现状[J]. 科技资讯, 2013(36): 20—23.

[32] 刘闯, 王正兴. 美国全球变化数据共享的经历对我国数据共享决策的启示[J]. 地球科学进展, 2002, 17(1): 151—157.

[33] 樊妙, 章任群, 金继业. 美国海洋测绘数据的共享和管理对我国的启示[J]. 海洋通报, 2013, 32(3): 246—250.

[34] HANAFUSA Y, SAITO H, ABE Y. The JAMSTEC Metadata Publication and Search System [J]. Data Science Journal, 2013, 12(4): 221—224.

[35] FUKUDA K, SAITO H, HANAFUSA Y, et al. CMO: Cruise Metadata Organizer for JAMSTEC Research Cruises [C]//AGU Fall Meeting Abstracts, San Francisco: AGU, 2011: 1420.

[36] STRAIN L, RAJABIFARD A, WILLAMSON I. Marine administration and spatial data infrastructure[J]. Marine Policy, 2006, 30(4): 431—441.

[37] HELLY J J, STAUDIGEL H, KOPPERS A. Scalable models of data sharing in the earth sciences [C]//AGU Fall Meeting Abstracts, San Francisco: AGU, 2002: 10—1029.

[38] 张欢, 郑连福, 初凤友, 等. 海洋地理信息系统的应用现状及其发展趋势[J]. 海洋地质前沿, 2013, 29(7): 11—17.

[39] 韩春花, 梁建峰, 张俊明, 殷汝广. 大洋数据管理与共享平台设计[J]. 计算机与现代化, 2012(7): 218—221.

[40] 张明华, 黄冬梅, 熊中敏, 等. 多源异构海量海洋数据综合管理平台构建研究[J]. 海洋科学, 2012(2): 110—115.

[41] 韩春花, 殷汝广, 石绥祥. 我国大洋资料管理体系建设与运行[J]. 海洋信息, 2012(2): 1—16.

[42] 徐超, 李莎, 王东晓, 等. 南海海洋科学数据库数据共享与服务系统的设计与实现[J]. 科研信息化技术与应用, 2011(1): 9—17.

[43] 袁雪梅, 蒋永国, 郭忠文. 海洋数据信息共享平台关键技术研究及实现[J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2010, 40(12): 147—153.

[44] 卜文瑞. 开启深海资源勘探开发新局面[N]. 中国海洋报, 2016—05—16(002).

[45] 韩春花. 依法发挥大洋资料中心的平台作用[N]. 中国海洋报, 2016—04—07(002).

[46] 常虹, 于华明, 鲍献文, 等. 我国海洋数据信息共享现状及立法建议[J]. 海洋开发与管理, 2008, 25(1): 134—138.