

大洋矿产资源信息管理现状与发展设想^{*}

刘志杰，殷汝广，程永寿，王海波，孔 敏，孙思军

(国家海洋信息中心 天津 300171)

摘 要：大洋矿产资源信息管理是海洋信息化建设的一项重要内容。文章总结回顾了大洋矿产资源信息管理的发展历程、取得的成果和现状，提出大洋矿产资源信息管理未来发展设想。多年滚动式发展的大洋矿产资源数据库及管理信息系统的建设，为大洋矿产资源评价、矿区圈定、海洋权益维护等领域提供了可靠信息保障和技术支撑。伴随大洋资料量的迅猛增长，用户需求增加，大洋矿产资源信息管理运行体系急需完善，管理技术和管理水平也要不断提高，才能满足社会对大洋信息的使用需求，更好地实现大洋信息资源共享。

关 键 词：大洋矿产资源；信息；管理；共享服务

随着人类社会面临的资源、环境、人口三大危机的加剧，海洋资源的开发和利用已经成为沿海国家解决陆地资源日渐枯竭的主要出路之一，而深海大洋作为最大的潜在战略资源基地，继续成为各国关注的焦点。大洋矿产资源的研究与开发是世界各国充分展示综合实力、争取海洋权益、发展高新技术和开展外交与合作的综合性活动，世界各国围绕大洋海底矿产资源的调查研究工作均投入了巨资并展开了新一轮竞争^[1]。我国对大洋的考察始于 20 世纪 70 年代，经过 40 年的艰苦努力，我国已在国际海底区域占有了一席之地。1991 年 3 月，中国在联合国登记为国际海底先驱投资者，并获得了位于东太平洋 15 万 km² 的多金属结核开辟区，经过 5 个航次的综合勘查，最终圈定了面积为 7.5 万 km² 的商业性开采矿址^[2]。2011 年 7 月 19 日，在国际海底管理局第 17 届会议期间，管理局理事会核准了大洋协会提出的多金属硫化物矿区申请。大洋协会据此与国际海底管理局签订了为期 15 年的勘探合同，标志着我国获得了该区域的多金属硫化物的专属勘探权和优先商业开采权^[3]。截至目前，我国大洋综合考察已进行了 30 多个航次，取得了大量的第一手调

查资料和丰富的大洋矿产资源信息，包括海底多金属结核、富钴结壳、多金属硫化物和深海生物基因等资源信息以及海洋环境信息。基于这些丰富的大洋矿产资源信息，我国已在多金属结核和富钴结壳矿床特征、成矿机制、资源评价、综合地质研究、极端环境下生物基因及其应用、环境基线变化和采矿技术方面取得了大量的研究成果^[4-11]。随着大洋调查以及研究工作的深入开展，大洋矿产资源信息内容会更加丰富、数据量越来越大，而且相对于陆地调查而言，大洋矿产资源信息具有获取难度大、高风险和高成本的特点。因此，如何有效地管理好宝贵的大洋信息资源，充分体现大洋矿产资源信息的价值，为用户提供高质高效服务变得更加广泛和迫切。

1 大洋矿产资源信息管理发展历程

大洋矿产资源信息管理一直是大洋事业发展的长期基础性工作。早在 20 世纪 80 年代，国家海洋信息中心就开始了大洋锰结核资料的信息化工作。大洋协会成立之后，历经“八五”“九五”“十五”和“十一五”，大洋矿产资源信息管理、数据库建设和大洋矿产资源信息综合

^{*} 基金项目：大洋数据库建设与运行（DYXM-115-03-3-03）；大洋调查航次设计可视化综合支持系统（DYXM-115-03-3-04）。

应用服务系统建设取得了丰硕的成果。

“八五”时期,在资料整理分析的基础上,建立了国内第一个直接为大洋矿产资源开发研究服务的综合性数据库并形成了应用服务系统,基本实现了大洋矿产资源信息的综合管理,初步具备了信息查询检索、数据维护、统计计算功能,为我国的大洋矿产资源勘探开发和多金属结核开辟区的管理工作提供了支撑服务,但应用系统和产品的开发还处于初期探索阶段。

“九五”时期,在大洋综合数据库的基础上,开展了大洋矿产信息系统建设。建设目的由对数据的综合管理转移到大洋开发研究的需要。这一时期,数据的应用和产品的开发得到了重视。大洋矿产信息系统包括综合信息管理系统、基础信息查询检索系统、资源评价系统、环境评价系统和图形图件管理应用系统。大洋矿产信息系统引入了成熟的结核资源量分析计算模型,在多金属结核区域圈定和放弃等工作中发挥了重要作用。

“十五”时期,大洋矿产资源信息系统建设的重点在信息管理和服务。在“九五”工作的基础上,制订和完善了大洋资料管理规定及有关数据标准。开发建设了大洋矿产资源基础数据库群及管理系统,主要包括:大洋矿产调查资料数据库、大洋调查研究成果数据库、大洋样品属性数据库和大洋资料元数据库。集成各类信息和产品,实现了多源大洋信息资源的有效管理。采用元数据导航技术和信息网络发布技术,建成基于 Internet 的可视化在线查询检索服务系统,同时广泛收集整理国内外大洋矿产资源研究开发综合信息,开发建设大洋协会门户网站,形成大洋各类信息发布的统一平台和窗口。最终建成集大洋矿产信息资源管理与共享服务的综合信息支持系统,为我国大洋研究与开发提供信息与技术保障。

“十一五”时期,大洋矿产资源信息管理工作主要目标是实现大洋矿产资源信息管理的业务化运行。该时期,继续加强航次调查资料,尤其是“十五”时期获取的调查资料及研究成果的收集、整理和处理。对大洋基础数据库及管理系统进行了升级和改造,建立了全球国际海底区域背景数据库,设计开发了微机版大洋

数据及产品光盘查询检索系统(V2.0版),完善了数据库网络发布系统,基本实现了大洋矿产资源信息管理的业务化运行。

2 大洋矿产资源信息管理现状

2.1 资料量持续增长

据统计,“七五”至今,国家海洋信息中心已积累了 30 多个航次的调查资料和研究成果,涉及海洋气象、海洋水文、海洋化学、海洋生物、海洋地质地球物理、海洋矿产资源(多金属结核、富钴结壳、热液硫化物等)等多学科多领域,数据量达 2TB^[12]。在“八五”“九五”期间,我国大洋研究开发主要围绕多金属结核矿区的区域放弃和最终在开辟区内商业生产矿区的圈定,获得了开辟区内一些重要的基础资料。“十五”期间,中国大洋协会制定了“持续开展深海勘查,大力发展深海技术,适时建立深海产业”的工作方针,实现了由单一的多金属结核资源扩展到富钴结壳、热液硫化物、深海生物基因及深海环境等多种资源和多个方面的战略转移^[2]。大洋调查范围和调查资源种类不断增加,调查的精度也越来越高,数据量呈几何增长趋势,“十一五”期间收集的资料量约占目前数据总量的一半。

2.2 数据库规模增加,软硬件平台升级

数据库建设的目的是为了更加系统、方便和高效地管理数据。大洋资料量的持续增长、资料种类的增加使得数据库规模也不断增加,主要表现在两个方面:①基础数据库的扩建,原有的数据库结构无法满足新型资料的存储要求,因此基础数据库规模根据资料量的增长而增长;②由单一数据库向数据库群方向转变,大洋矿产资源信息种类繁多,除航次调查获取的基础资料外,还有研究成果、样品属性信息、全球背景数据、元数据以及不断更新的大洋矿产资源信息产品。单一的数据库无法满足对大洋多源信息综合管理的需要,这就需要进一步完善大洋数据库群建设。

随着数据库的更新,软硬件平台也不断进行升级,系统硬件平台方面提升了数据库处理能力、存储能力和系统安全防护,软件系统方

面对操作系统、数据库软件和备份系统进行了升级。考虑到数据库集中、维护、备份的方便性和避免设备的重复投资，随数据库系统的扩建，软硬件平台的及时升级，仍然是非常必要的。

2.3 资料处理技术和综合服务能力要进一步提高

大洋调查是综合性多学科的调查。大洋矿产资源信息处理原则同其他海洋信息一样，以规范性、完整性和可靠性为原则，在保证原始数据准确的前提下，结合相关专业知识，依据标准规范，进行数据的信息提取、参数计算和质量控制。大洋矿产资源信息处理技术随研究的深入和信息技术的发展不断提升。目前通过VB、C++、C#等多种程序编写语言，开发的一系列大洋矿产资源信息处理程序和质量控制系统，极大地提高了信息处理效率和质量。与此同时，大洋矿产资源信息产品制作技术也有了很大发展。在大洋矿产资源信息整理和处理的基础上，采用信息处理技术、三维可视化建模技术以及计算机图形学，研发了一系列海洋环境统计分析产品、矿产资源量计算与评价系统、圈矿辅助系统开发和大洋相关的图形产品，为多金属结核、富钴结壳及热液硫化物等资源评价和矿区圈定提供了基础支撑和信息保障。此外，通过建立的元数据导航服务系统实现了大洋矿产资源信息网络发布服务，为大洋工作者获取和使用大洋矿产数据资源提供方便快捷的导航服务，促进了大洋矿产信息的充分使用和大洋工作的深入开展。但相对于目前日益增长的用户需求，大洋矿产资源信息处理技术和综合服务能力建设仍需要不断地提高，才能促进大洋矿产资源信息的充分使用，提高大洋矿产资源信息共享服务水平。

2.4 标准规范的制订与实施

通过多年信息处理和管理经验的积累，以数据库建设为契机，以需求服务为导向，制订了一系列大洋矿产资源信息标准规范，主要包括：《大洋数据标准记录格式》《大洋矿产数据库标准》和《大洋矿产元数据标准》等。此外，为更好地规范大洋矿产资源信息汇交和管理，

“十一五”完成了《大洋资料管理规定》的修订。标准规范的建立较好地规范了大洋矿产资料信息化管理的实施。应当指出的是，上述标准往往是针对当时业务需要而制订的，缺乏统一规划，还未成为体系。因此，建立完善的大洋矿产资源信息标准规范体系，加强大洋矿产资源信息标准和规范的研制与应用，进一步提高大洋资料的收集、管理、利用、交换和分发水平，是一项不可或缺的工作。

3 大洋矿产资源信息科学化信息管理设想

纵观大洋数据库建设 20 多年来的发展历程，可以看出，大洋矿产资源信息的管理工作虽然取得了一定的进展，但大洋矿产资源信息的管理始终以项目的形式开展，随着大洋矿产资源信息的不断更新，并没有真正实现大洋矿产资源信息的业务化运行。大洋矿产资源信息管理规范体系尚未建立；大洋矿产资源信息管理与服务平台的业务化运行服务水平也亟须提高；针对复杂的大洋矿产资源信息的表达、已有大洋系列专题应用信息系统需要改进和提升；在大洋海量数据挖掘、多源数据融合、信息提取、数据质量控制和资源预测、评价等关键技术研究方面还有待深入研究和验证。鉴于目前我国大洋工作面临向国际海域拓展的重要历史机遇，为开展新一轮资源矿区的申请，推进我国大洋工作的整体性发展，大洋矿产资源信息管理应与时俱进，通过建立行之有效的信息管理与共享服务机制、大洋矿产资源信息综合数据库以及结构完整、技术先进、高速高效的大洋矿产资源信息共享服务网络平台，实现大洋矿产资源信息的科学化管理与应用，为大洋矿产资源的研究与开发工作提供长期、全面和多层次的共享服务。

3.1 建立良好的大洋矿产资源信息共享机制

大洋矿产资源信息是由国家出巨资调查获取，应归国家所有。但目前国家没有制定专门的海洋信息管理法律和法规，大洋矿产资源信息管理体制、机制不健全，导致大洋矿产资源信息资源现状不清、共享程度低。为加强对大洋矿产资源信息的统一、规范化管理，大洋协

会应加强大洋矿产资源信息主管部门职能作用的发挥,组建大洋矿产资源信息管理委员会,制定完善的大洋矿产资源信息管理制度,使大洋矿产资源信息的管理有法可依,有法必依,确保信息的统一汇集和管理。大洋矿产资源信息管理委员会职责就是要评估大洋矿产资源信息管理工作,指导中国大洋资料中心发展方向和发展规划,审议和论证大洋矿产资源信息有关的管理规章制度和技术标准。在大洋协会的领导下,建立良好的信息共享机制和共享服务模式,从而提高大洋矿产资源信息利用率,实现科学数据应有的价值。

3.2 建立大洋矿产资源信息管理与服务标准规范体系

信息标准化是信息资源共享和互操作的基础^[13]。为实现大洋矿产资源信息资源的综合、规范化管理,更好地满足大洋事业发展的需要,必须把大洋矿产资源信息管理纳入标准化、规范化管理的轨道上来,建立完善的大洋矿产资源信息标准规范体系和标准更新维护机制,加强大洋矿产资源信息标准和规范的研制、贯彻与应用,进一步提高大洋矿产资源信息的收集、管理、利用、交换和分发水平。大洋矿产资源信息管理与服务标准规范体系贯穿于大洋整个业务化的过程,包括信息收集、存储、管理、处理与研发以及信息资源的共享与服务,也是数据库建设的重要支撑。大洋矿产资源信息管理与服务标准规范体系应包括制度规章、标准规范和业务流程3个部分。制度规章主要包括《大洋资料管理规定》《大洋矿产资源信息共享服务办法》《大洋矿产资源信息分类分级暂行规定》《大洋数据库日常维护管理制度》《大洋资料汇交细则》《大洋资料管理服务细则》等;标准规范主要包括《大洋矿产标准数据记录格式》《大洋矿产资源信息质量控制规范》《大洋数据库标准》等;业务流程主要包括《大洋矿产资源信息标准化处理流程》《大洋矿产资源信息产品制作流程》等。

3.3 建立大洋资料管理和共享服务平台

大洋数据库的建设经历了“八五”至“十一五”,数据库结构根据大洋资料的更新不断进

行优化,数据库系统已由最初的单用户微机版 ORACLE5.0 关系型管理系统升级为 Oracle11g。随着数据库系统的升级,数据库管理功能需要进一步的完善。大洋资料网络服务虽然在“九五”时期已经建立,但相对于目前日益增长的用户需求,还显得十分滞后。网络服务是信息服务的一种必要方式,加强大洋矿产资源信息服务功能建设是当前所需。因此,“十二五”时期,需要构建大洋矿产资源信息管理与共享服务平台,建立权威的大洋矿产资源信息管理和共享发布中心,提高大洋矿产资源信息的服务效能。

3.4 加强人才培养与支撑服务能力建设

人才是立业之本,要采取各种措施,加快人才培养的速度^[14]。通过多年大洋矿产资源信息数据库管理建设已培养出一批大洋领域信息化管理人才,在大洋矿产资源信息化建设过程中发挥了一定的作用。然而,新技术的发展对科研队伍和学术带头人提出了比以往更高的要求。目前人才的培养缺乏系统性和规划性,尚未形成梯队式培养模式,因此,应加快培养一批信息技术和专业相结合的复合型人才队伍,通过优势互补,使他们的能力得到充分发挥。鼓励年轻科技人员勇于创新,突破传统建设模式的束缚,转变服务理念,开拓更多的服务领域,提高服务水平和质量。加强在数据库管理技术、ArcGIS 信息表达技术、统计分析技术、数据挖掘技术、智能信息处理技术、三维可视化技术以及网络服务技术等方面的应用研究,实现对大洋矿产资源信息的准确分析、处理、展示与服务,提升支撑服务水平,满足大洋协会、相关研究人员及社会各界对大洋矿产资源信息的服务需求。

3.5 关注国际海底动态,积极参与国际合作

近年来,海洋信息领域国际合作范围和信
息交换渠道进一步扩宽^[15],但关于大洋矿产资源信息处理和管理方面的合作交流机会很少。随着国际海底地形特征命名工作的推进,越来越多的国家对海底地形特征命名高度关注,并将其作为争夺海洋权益的重要手段。2011年我们审时度势,通过对海底海山地形特征的研究,

首次向国际海底地名分委会（SCUFN）提交了 7 个海底地名提案，并全部获得通过，使太平洋海底有了中国地名，充分体现了我国对海底地名国际合作事务的积极参与和贡献。我们应以此为契机，抓住机遇，加强大洋矿产信息领域的国际交流与合作，密切关注国际海底动态和大洋调查新技术研究进展，通过技术交流合作，学习国外先进的管理模式和经验，从而促进大洋矿产资料信息化管理更快更好的发展。

4 结束语

大洋矿产资源信息管理是海洋信息化建设的一项重要内容。大洋矿产资源数据库及管理信息系统历经 20 多年的发展建设，在大洋矿产资源信息处理、管理与服务领域取得了一定成果，并为我国大洋矿产资源评价、矿区圈定、海洋权益维护等领域提供了可靠信息保障和技术支撑。近年来，随着大洋航次调查次数增加、调查手段的提高，调查海域不断扩大，调查的精度越来越高，数据量也迅猛增长。当前的大洋矿产数据库及管理信息系统已无法满足国际海底区域资源勘查开发、深海相关领域科学研究对大洋矿产信息保障能力和服务效率的需求。因此，完善大洋矿产资源信息管理运行体系，建立大洋资料管理和共享服务平台，进一步提高大洋矿产资源信息处理和管理技术水平，才能满足社会各界对大洋矿产资源信息的使用需求，更好地实现大洋矿产资源信息共享。

参考文献

[1] 金翔龙,初凤友. 大洋海底矿产资源研究现状及其发展趋势[J]. 东海海洋, 2003,21(1):1-4.

[2] 吕文正,黄永祥,张国祯,等. 太平洋多金属结核中国开辟区矿床地质[M]. 北京:海洋出版社,2008.

[3] 佚名. 中国大洋协会多金属硫化物矿区申请获得核准[J/OL]. [2011-08-02]. <http://www.soa.gov.cn/soa/news/importantnews/webinfo/2011/08/1312155719208467.htm>

[4] 吴自军,周怀阳. 刍议中国国际深海资源开发中长期发展战略[J]. 国际海底开发动态,2004(1).

[5] 周怀阳. 基于 CC 区的多金属结核矿床成因地质模型[J]. 地球化学,2008,37(4):373-38.

[6] 张富元. 大洋多金属结核资源量计算和资源评价方法探讨[J]. 海洋学报,1995,17(4):86-93.

[7] 马维林,初凤友,金翔龙. 富钴结壳资源评价和圈矿方法探讨[J]. 海洋学报,2007,29(2):67-72.

[8] 陈新明,高宇清,吴鸿云,等. 海底热液硫化物的开发现状[J]. 矿业研究与开发,2008,28(5):1-5.

[9] 吴世迎,陈穗田,张德玉,等. 马里亚纳海槽海底热液活动和热液硫化物研究[J]. 中国科学 B 辑,1991(2):198-204.

[10] 季敏,翟世奎. 现代海底典型热液活动区地形环境特征分析[J]. 海洋学报,2005,27(6):46-55.

[11] 金建才. 深海底生物多样性与基因资源管理问题[J]. 地球科学进展,2005,20(1):11-18.

[12] 韩春花. 中国大洋协会成立 20 周年,我中心荣获集体贡献奖[J/OL]. [2011-12-09]. http://www.coi.gov.cnnewszhongxindt/201112/t20111209_20156.html.

[13] 姚艳敏,姜作勤,赵精满. 国土资源信息标准现状和对策[J]. 遥感信息,2003(4):51-53.

[14] 寿嘉华. 我国海洋地质工作发展战略[J]. 地质通报,2002,21(12):803-807.

[15] 刘志杰,陈奎英. 海洋地质资料信息化管理模式探析[J]. 海洋信息,2008(4):4-6.