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

祁冬梅[1]，于　婷[1,2]，邓增安[1,3]

（1. 国家海洋信息中心　天津　300171；2. 中国海洋大学海洋环境学院　青岛　266100；
3. 国家海洋局数字海洋技术研究重点实验室　天津　300171）

摘　　要：我国的信息化建设已提升到国家发展战略的高度，作为其重要组成部分的海洋信息化建设也受到高度重视。文章介绍了 IOC 海洋资料与信息交换计划（IODE）的海洋数据共享平台 ODP 的建设背景、平台构建、系统功能等方面的内容，总结了 ODP 建设的经验，并分析了其对我国海洋信息化进程的启示。

关　键　词：海洋信息化；数据共享；平台建设

海洋是地球生命的摇篮，是人类生存与可持续发展的重要空间。自有人类以来，认识海洋、征服海洋、利用海洋等活动就从未停止过。纵观世界大国发展史，世界强国大都是依靠海洋走上发达之路。进入 21 世纪以来，海洋已经成为经济全球化、区域经济一体化的联系纽带，成为国际政治、经济、军事、外交领域合作与竞争的重要舞台。保护海洋环境、发展海洋经济、增强国家可持续发展能力已经成为当代海洋事业发展的主要内容。中国作为世界上人口最多的发展中国家，经过 30 多年的改革开放，海洋不仅成为国民经济增长的新亮点和东部沿海地区转型升级的新引擎，而且为国家经济和社会的可持续发展提供了丰富的接替资源空间。

近十几年来，全球性的海洋开发利用热潮推动了各个国家研究、开发和利用海洋的步伐，由此带动了对高质量海洋信息广泛和迫切的需求。随着信息时代的到来，信息化技术为人类全面准确而深入地认识和了解海洋提供了可行的技术支撑。与此相适应，海洋信息化进程的加快使海洋信息化建设在许多方面有了长足发展。近年来，我国海洋信息领域国际合作范围和信息交换渠道进一步扩宽，海洋信息技术交流更加频繁，使我国获得了应享有的资料共享权益和海洋信息高技术，促进了我国海洋信息化进程。

1　政府间海洋学委员会国际海洋资料与信息交换计划（IODE）

联合国教科文组织（UNESCO）下属的政府间海洋学委员会（IOC）（以下简称“海委会”）为联合国成员国提供了全球海洋合作研究的基本机制。通过共享知识、信息和技术以及国际项目的协调，海委会协助各国政府处理他们各自遇到的问题和共同的问题。随着海洋学研究从局部过程的科学发展到洋盆和全球过程的科学，科学家的研究更加依赖于一个国际交换系统提供所有来源的资料和信息，而研究局部过程的科学家也希望从其他国家收集的资料中获益。海洋探险是一项耗资巨大的活动，通过交换获取资料要比每个国家各自通过海洋调查获取资料经济得多，这一点对发展中国家尤其重要。为适应形势需要，海委会在 1961 年建立了国际海洋资料与信息交换计划（IODE），目的是通过 IOC 成员国之间海洋资料和信息交换，满足用户对资料和信息产品的需求，促进海洋研究和海洋开发。IODE 执行了海委会制定的以及时、免费、无限制为原则的海洋资料交换政策，鼓励各成员国政府和非政府海洋资料机构积极参与国际海洋资料交换。

IODE 的主要目标是[1]：① 促进所有海洋资料和信息的交流，包括实时、近实时和延时

元数据、产品和信息；② 确保所有海洋资料和信息的长期存档、管理和服务；③ 促进国际标准的使用，开发或协助开发全球海洋资料和信息交换标准、格式和方法，使用最恰当的信息管理和信息技术；④ 协助成员国获得管理海洋资料和信息的必要能力，成为 IODE 网络中的一员；⑤ 支持 IOC 国际科学和业务化的海洋计划，并通过资料管理服务支持世界气象组织（WMO）及其相关机构。经过 50 多年的建设，IODE 已经拥有 80 个国家海洋资料中心和 55 个海洋信息中心、多个责任国家海洋数据中心和 3 个世界数据中心即海洋学中心，形成了一个以服务为方向的全球网络系统。该全球网络已收集、质控、存储海量的海洋观测资料，并向 IOC 各成员国和有关海洋机构与专家提供资料和信息服务。

近年来，IODE 大力开展能力建设，包括国家和地区研讨会/培训班、ODIN 地区海洋资料与信息交换网络和培训教育工具“海洋教师”（ocean teacher）等。IODE 组织并实施了许多国际计划，资料管理方面的计划有全球海洋资料抢救计划（GODAR）、全球温盐剖面计划（GTSPP）、全球海表走航数据试验项目（GOSUD）、海洋 XML（MarineXML）、海洋数据标准项目（ODS）、海洋数据门户（ODP）等；信息管理方面的计划有水科学与渔业摘要（ASFA）、海洋文献计划（OceanDocs）、开放科学名录（OpenScienceDirectory）等。过去 IODE 主要侧重于延时资料和物理海洋资料，而现在 IODE 对所有类型的海洋资料给予全面关注，包括物理海洋资料、海洋化学资料和海洋生物资料。IODE 还与 IOC 的其他计划和项目紧密合作，如海洋科学计划、全球海洋观测系统计划（GOOS）和国际海啸警报系统计划等，并向这些计划提供管理服务。IODE 的新领域包括[1]：① IODE 在协调提供海洋资料与信息满足用户需求上应起到领导作用；② 加强与各类科学和业务化海洋学的合作；③ 开发新技术；④ 承担全球范围的海洋培训教育。

在国际海洋资料和信息交换领域，数据管理和分发新技术（ICT）的应用已经成为完全的主流。国家或全球层面的集中式数据中心的传统模式正在逐步被互联网上可搜索的分散的数据中心网络所取代，由于这种分散模式，科学家可以更积极地参与到数据管理链中，也可以更容易地访问数据和信息。该模型还可以使更广泛的用户群体访问数据、产品和信息。

中国是 IOC 成员国之一，积极参加了 IODE 的有关活动。作为 IODE 的实体机构，原世界资料中心（WDC）——天津海洋学中心于 2012 年加入了世界科学联盟（ICSU）新建立的世界数据系统（WDS），为 IODE 的建设和发展做出了自己的贡献，该中心由国家海洋局下属的国家海洋信息中心负责组织和管理。中国也是国际海洋资料和信息交换的受益国，通过国际海洋资料和信息交换，中国获得了国际上耗巨资获取的海洋调查资料，包括 TOPEX 卫星测高数据集、海洋大气综合数据集（COADS）、全球地面站气象观测数据集（GTS）、全球温盐剖面数据集（GTSPP）、全球海平面观测系统数据集（GLOSS）、世界海洋环流试验数据集（WOCE）、世界海洋数据库数据集（WOD09）、全球海洋实时观测计划数据集（Argo）等。这些资料覆盖海域范围广、种类多、时间系列长，是极其宝贵的海洋信息源，具有重要的使用价值，并在我国的海洋管理、海洋开发与海洋科研等公益服务中发挥了重要作用。

2 海洋数据门户（ODP）

在 2007 年 3 月召开的 IODE 第十九次大会上，JCOMM/IODE 资料管理专家组（ETDMP）主席 Nickolay Michailov 先生向会议提交了建设海洋数据门户项目（Ocean Data Portal ODP）的建议书，大会经讨论决定开启 ODP 项目。ODP 项目是 IODE 框架下的资料管理与服务项目，是与海洋学和海洋气象学联合委员会（JCOMM）在资料管理与服务领域内的重要合作内容。ODP 项目的战略目标是发展一个全球性的分布式数据系统，具体目标是通过 IODE 系统的国家海洋资料中心网络完整地获取海洋数据集和目录，并通过网络服务使用户能迅速便捷地查询、评估并获取数据。该项目设计的系统将利用基于网络的信息技术来获取不同地理分布的海洋数据和信息。

ODP 项目的目的不是建立一个新的资料系统，而是提供与现有资料系统和资源的资料互用，要求参加项目的 IODE 资料中心接受并使用统一的技术规范和网络服务，整合、共享元数据、数据及产品。通过使用国际统一标准，如 SOA（面向服务体系构架）、ISO（国际标准组织）和 OGC（OpenGIS 标准与规范）来实现系统的互操作性。因此，ODP 项目与现有的资料管理系统开展了紧密的合作，如 IODE/JCOMM 端对端资料管理试验项目（E2EDM）、欧洲海洋资料管理基础系统（SeaDataNet）、澳大利亚海洋门户项目、美国 IOOS 资料管理与通信系统（DMAC）以及 WMO 信息系统（WIS）等。ODP 还将与地球观测系统（GEOSS）等其他国际项目合作以实现在各领域的资料互用。

ODP 项目分两个阶段实施，第一阶段是开发基于端对端数据管理技术的海洋资料端口，整合分布式数据集，提供资料与产品分发服务（包括资料与产品查询、可视化及下载）；第二阶段是将 ODP 建设成为基于互用标准和工具的、功能全面的海洋资料门户。

IODE ODP 由 IOC 成员国通过 IODE 国家海洋资料中心建立和管理，IOC 各项目的数据管理领域以及与 IOC 合作的计划和组织也作出了贡献。目前，ODP 将作为一个 WIS 资料收集或制作中心（DCPC）为 WMO 信息系统（WIS）提供海洋数据和服务。

ODP 包括 3 个组成部分：数据提供、集成和服务[2]。

数据提供者对所拥有的数据集进行处理并生成元数据，根据集成的要求或时间节点将数据文件传输到集成服务器，数据采用 OPeNDAP 数据结构，元数据采用 ISO 19115 标准。最近又增加了远程登录数据提供者提供数据集的功能，而不用安装数据提供软件，他们注册远程数据源，数据与元数据文件都可使用 HTTP 或 FTP 远程获取。

集成服务提供分布式数据源的注册与运行状况监测，与数据提供者协调收集 discovery 元数据，管理 ODP 服务部分提供的分布式数据源的通用代码/字典和访问，通过元数据交流与其他系统或数据门户相互合作与交流。

ODP 服务部分负责提供数据的管理、搜索、浏览、分析和下载服务，ODP 有一个基于 GIS 的用户界面，可以进行数据和元数据搜索、数据下载和可视化，包括许多 W3C 和 OGC 网络服务。目前 ODP 具有五项功能：分布式海洋数据基础设施生成和运行；数据发现与访问；向终端用户提供数据；用户管理；系统监测与报告。

ODP 的功能结构由一系列节点组成。这些节点分为全球、区域、国家或专业节点[2]。

IODE 项目办公室负责运行全球 ODP 节点，主要任务是协调 IOC 分布式海洋学数据和信息系统的业务运行，包括性能监控系统、系统统计数据和报告的发布。全球 ODP 节点负责为其他节点备份同步用于管理发布的通用控制词典和其他跨系统元数据和数据的目录。

区域或专业 ODP 节点是基于 ODIN 网络、区域海洋观测系统和有害藻华项目（HAB）等 IOC 的区域项目，以及其他如 JCOMM 全球海洋和海洋气象资料中心（CMOCs）的专业中心建设的，区域和专业节点的责任包括与其他节点管理各自责任区的数据提供和同步元数据。国家 ODP 节点是 IODE 国家海洋资料中心，以及为全球或区域/专业节点收集国家或计划水文数据和提供服务的其他专业中心，还是为全国用户提供服务的门户。ODP 应用国际公开统一的标准，可以与其他数据门户进行互操作，数据提供和服务也是建立在公开统一标准的基础上，减少了建立共用标准的投资。参与 ODP 的数据中心和系统需要实施一套商定的互操作性工作，包括集成和共享数据、元数据、服务的技术规范和网络服务；这些数据和服务的互操作性依据国际标准而定，如国际标准化组织（ISO）、开放地理空间联盟（OGC）批准的标准，以及 IOC 和 JCOMM 定义的最佳实践。

根据 IODE 质量管理框架（QMF）对国家海洋资料中心的认证程序，将对所有的 ODP 节点实施认证，以确保其符合互操作性的要求；定期审核 ODP 节点的功能和性能，以确认持续遵守职能要求。海洋数据门户网站提供参与该计划的数据中心的海洋数据和信息资源的在线访问，包括业务化和延时数据、海洋和海洋气

象领域的数据和服务、多源格式的数据和本地数据系统（DBMS、数据文件、GIS、电子文件）、来自不同地理区域多个提供者的数据以及与 IODE 海洋专家计划（OceanExperts）、海洋文献计划、已发布的海洋数据计划和其他 IODE GE-MIM 信息产品和服务有关的出版物和专家信息。

2009 年 11 月经国家海洋局批准，国家海洋信息中心作为 IODE 国家海洋资料中心代表国家海洋局正式加入 ODP 项目。经过与 IODE 办公室就 ODP 项目技术测评和系统运行示范等工作的多次沟通，2010 年 10 月国家海洋信息中心正式成为 ODP 项目西太地区节点。

3 对我国海洋信息化进程的启示

中国的信息化战略构思始于 20 世纪 80 年代。2006 年 5 月 8 日，随着《2006－2020 年国家信息化发展战略》的正式出台，标志着信息化建设已上升到了国家发展战略的高度[3]，这对海洋信息化建设无疑具有权威性和指导性作用。

海洋信息化当前主要包括 4 个方面[4]：一是海洋信息的数字化，将历史与现实的、不同信息源的、不同载体的各类海洋信息进行数字化处理，形成以海洋基础地理、海洋环境、海洋资源、海洋经济、海洋管理等为主题的，统一、标准、易于理解和使用的海洋基础数据库；二是海洋信息的网络化，建设海洋实时信息采集与传输网络、统计信息网络和海洋行政管理信息网络；三是决策支持信息系统的业务化，开发和整合支撑海洋管理、执法监察和国家安全决策的信息系统和信息产品，并实现业务化运行；四是海洋基础信息服务的社会化，开发海洋基础性、公益性信息资源，研制面向社会、面向市场的海洋信息产品，促进海洋信息产业化进程，实现社会共享。

结合国际海洋资料工作实践，笔者认为海洋信息工作的长远发展需要做到关键几点。

3.1 明确主管部门，建立有效的管理和协调机制

我国的海洋信息化工作是一项面向多源社会需求、涉及众多单位、涵盖多个学科领域的浩大工程，需要在主管部门的统筹安排下明确分工、建立长效合作机制、推进稳步发展。海洋数据门户计划（ODP）在建设之初也遇到了协调不力、成员国参与性不高等问题，由于仅仅是由 IODE 项目办公室进行必要的协调工作，而缺乏相应的组织和领导，致使该计划在 2011 年数据更新缓慢，与用户的沟通交流也甚少，系统发展受到了一定的阻力；为了解决这些组织和技术上的困难，2012 年 6 月的 IOC 第 45 次执理会批准了俄罗斯国家海洋委员会在奥布宁斯克建立 IOC/ODP 支持中心作为 IOC 合作伙伴中心（IOC Partnership Center），负责 IODE/ODP 系统的技术支持，该中心 2013 年 9 月成立；IODE 海洋数据门户（ODP）通过与 JCOMM 的合作已经发展成为 IOC 的海洋资料集成和服务平台，该门户由时任 JCOMM 资料管理示范专家组主席的俄罗斯技术专家牵头研发、管理和服务，并将继续牵头组织该系统的升级版本研发服务，着眼于提高服务质量、强化技术培训和及时收集与分析服务反馈信息；近期 ODP 计划在俄罗斯的组织协调下稳步发展，取得了长足进步。因此，我国的海洋数据服务平台也可参照 ODP 的成功管理经验，在主管机构的统一协调和指导下，建立长效管理机制和保障体系，推动高效的一致操作。

3.2 建立标准和规范体系，并严格执行

“没有规矩不成方圆”，标准和规范体系是海洋信息化成功的基础和必要条件之一。ODP 项目能在短期内开展实施并迅速发展的原因之一就是成功应用了国际统一的标准和规范，如 SOA、ISO 和 OGC OpenGIS 标准与规范，并能与其他相关国际项目与计划进行互操作。IODE 近年开展了海洋数据标准计划，目标是在全球海洋界达成广泛的协议与承诺，采用一系列关于海洋数据管理与交换的标准。我国的海洋信息标准和规范体系尚未完善[3]，使得许多海洋科学信息不能被充分利用，国家投入无法获得更高的效益，直接影响和制约了我国海洋科学研究的发展。我国应在现有国家、部门、地方和其他相关标准规范的基础上，结合国际相关技术标准，研究制定海洋信息资源管理办法，

并针对项目建设内容的需要，面向数据资源整合、加工处理和系统建设需求，统一制定和完善相关标准，形成较为完善的信息化标准规范体系。

3.3　建立涵盖各级涉海部门、科研院所及私营组织的数据和信息共享网络

IODE 的国家海洋资料中心全球网络包括了 100 多个资料中心和信息中心，地理区域覆盖五大洲，研究区域覆盖四大洋，研究领域涵盖与海洋有关的各领域；而且 IODE 还开展了许多全球性和区域性的计划与项目，以国家海洋资料中心全球网络和全球性、区域性项目为依托，ODP 建立了广泛的信息共享网络。我国海洋业务种类较多，目前各业务主管部门已开发了一些独立的业务系统，但这些系统数据之间互不关联，无法实现协同业务处理，重复数据录入造成人力物力浪费严重；同时，随着我国经济的快速发展，海洋管理的信息量急剧增加，这些分散的系统不能满足支撑管理的需求。为此，我国应加快建成连接国家与沿海地区的网络系统，覆盖全国沿海县级以上海洋主管部门，配置网络交换与互联设备，为国家与地方海洋信息的传输、交换、共享、服务提供基础的网络平台，为海洋综合管理与服务信息系统提供网络运行环境，建立涵盖各级涉海部门、研究机构和高校及私营组织的数据和信息共享网络，实现集中式与分布式相结合的国家级数据仓库与省、市、自治区数据库之间、各级综合管理系统之间的有效连接和信息交换以及涉海海洋数据交换。

3.4　扩展数据服务种类

ODP 的特色是元数据检索，把原始的海量数据变成可理解的信息，研发满足科研、沿海工程、航运、旅游等社会需求的产品。产品和服务是海洋数据价值的实质，扩展数据服务种类是充分利用信息、实现海洋信息化的有效手段。借鉴 ODP 的经验，构建我国面向海洋经济开发、海洋综合管理、海洋科学研究、国防军事建设等应用的数据资源库，并围绕海洋管理、公众服务、综合决策等应用需求提炼面向各个应用主题的基础信息产品和专题信息产品，为涉海企事业单位、科研院所以及社会公众提供非涉密信息查询、数据下载、元数据服务等海洋信息服务。开发公共软件支撑框架，建立海洋信息更新体系，实现海洋信息的整合改造、高度集成和动态更新，为海洋综合管理与服务信息系统、公共服务系统等应用服务提供高效的数据和技术支撑；同时搭建海洋信息传输与交换网络，建立多级海洋数据中心，实现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。

3.5　确保人才保障

IODE 一向注重能力建设，关注海洋科技人才和数据管理人才的培养。IODE 大力开展了能力建设项目，包括国家和地区研讨会/培训班、ODIN 地区资料与信息交换网络等。ODP 项目更是每年在 IODE 总部举办培训班，对新加入的 ODP 节点单位的技术人员进行培训，并进行资料处理与管理方面的技术培训。海洋数据应用建设是一个周期长、技术含量高的庞大系统工程，需要众多部门和单位参与，涉及面十分广泛；尤其是其所涵盖的技术含量在海洋科学数据获取、标准研制、数据库建设、网络系统建设、应用服务系统开发、关键技术研发等方面需要大批海洋信息技术研究专门人才。因此，我国需要建立自己的海洋数据技术培训体系，采取“边实施、边培训”的方式，高度重视人员培训工作，通过定期开展培训逐步培养和建立一支信息服务、技术支撑和质量监督检查队伍。

参考文献

[1]　International Ocean Data and Information Exchange. About IODE[EB/OL]. (2013－08－13)[2013－10－25]. http://www.iode.org.

[2]　IODE/JCOMM. Overview of the IODE/JCOMM Ocean Data Portal[EB/OL]. (2013－04－08)[2013－10－25]. http://www.oceandataportal.org.

[3]　梁斌，董瑞，邓云，等. 关于海洋信息化工作的若干思考[J]. 海洋开发与管理，2011，28 (8)：76－80.

[4]　卢明生. 海洋信息化工作回顾[J]. 海洋信息，2005 (4)：4－6.