

我国数字海洋建设中几个问题的思考^{*}

姜晓轶，石绥祥，胡恩和，李四海

(国家海洋信息中心 天津 300171)

摘 要：我国是首个提出数字海洋科学概念并开展工程建设的国家。历经 7 年的努力，我国的数字海洋信息基础框架建设在基础设施、信息基础平台和应用系统研发等方面取得显著成果。但在项目实施过程中，也显现出了一些制约因素和问题。文章以我国数字海洋工程实践为基础，简述了其设计和建设进展，重点分析了有关数字海洋的认识、数据源获取、机制保障、建设成果和服务能力以及核心技术自主化等方面存在的难题，并提出了相关发展措施和建议，为今后数字海洋的研究与建设提供参考。

关 键 词：数字海洋；中国数字海洋信息基础框架；数字地球；三维地理信息系统

数字地球战略提出以后，引起全球各领域的积极响应。我国海洋工作者将其与海洋领域的工作与实践相结合，于 1999 年率先提出了数字海洋的概念和开展中国数字海洋工程建设的基本构想^[1]。关于数字海洋，我们可以简单地理解为它是运用多种技术手段把现实海洋世界的各种信息与状态装进计算机而形成的总体海洋系统^[2]。要实现数字海洋，不仅需要丰富、实时的各种海洋数据，还需要有强大的信息技术和软硬件环境。因此，综合考虑我国海洋工作的实际需求以及当前信息技术发展的现状，确定了实施数字海洋应统筹规划、分步进行的战略，并于 2003 年正式启动我国数字海洋信息基础框架构建项目（简称 908—03）^[3]。经过多方的共同努力，2011 年我国数字海洋信息基础框架建设圆满结束，并取得了一系列丰硕成果，使数字海洋首次实现从科学概念到工程实体的转变，突破了海洋时空数据组织管理、海洋信息动态可视化、信息融合与集成等多项关键技术，为数字海洋的深入研究与应用奠定了理论和技术基础。

数字海洋从其概念提出至今已走过 10 个年头。从最初的一个概念，到一门科学，再到一项工程，人们对数字海洋的认识和定位不断发

生着变化，数字海洋研究和建设过程中遇到的各种难题也越来越复杂。本研究以我国数字海洋工程实践为基础，通过分析总结在其实施过程中遇到的各种难题，揭示隐藏其后的各种因素，提出解决措施，对今后数字海洋的研究和发展具有重要的意义。

1 我国数字海洋信息基础框架的总体设计与进展

我国数字海洋信息基础框架构建项目的总体目标是制定和完善海洋信息标准体系，按照统一标准整合、处理各种调查资料，搭建数字海洋信息基础平台，奠定数字海洋信息基础；开展关键技术研发，建设数字海洋原型系统，实现海洋信息动态可视化表达，奠定数字海洋技术基础；开发数字海洋综合管理系统、公众服务系统和沿海省、市、自治区特色服务系统，奠定数字海洋应用基础。上述目标可以概括为“三个一”，即：“一个平台、一个原型、一个系统”，图 1 为数字海洋信息基础框架的总体结构。

(1) 在信息基础平台建设方面，初步建成了数字海洋标准规划体系，建成了覆盖国家和 11 个沿海省（自治区、直辖市）海洋行政主管部门的专网，建成了分布式海洋数据中心和面

^{*} 基金项目：国家海洋局极地科学重点实验室开放研究基金资助项目（201008）；海洋公益性行业科研专项经费资助项目（2011418017）；国家“908 专项”课题资助项目（908—03）。

向主题应用的海洋数据仓库, 初步实现了海洋信息的分布式交换与共享服务。

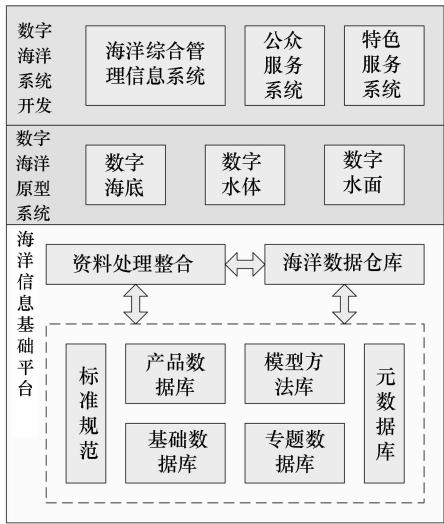


图 1 我国数字海洋信息基础框架的总体结构

(2) 在数字海洋原型系统建设方面, 采用三维球体模型的表达方式, 实现了海洋自然要素、自然环境和海洋现象的交互式三维可视化表达和模拟, 并实现了针对各种海洋管理类信息的查询统计和分析应用。

(3) 在应用系统研发方面: ① 针对海域使用、海岛管理、海洋环境保护、海洋防灾减灾等 8 个方面的业务管理需求, 建成了平台统一、架构开放的综合管理信息系统; ② 研发了为提高海洋保护意识和普及海洋知识服务的公众服务系统; ③ 由各沿海省、市、自治区海洋主管部门根据其自身业务需要而开展的特色服务系统。

目前, 数字海洋的各项建设成果已经在国家和沿海省、市、自治区有关单位进行了部署和应用, 并在海洋管理和服务中显现出了重要作用。

2 我国数字海洋建设中亟待解决的难题

尽管我国数字海洋建设已经成功并取得了丰硕成果, 但在其实施和应用过程中, 仍显露出了一些不足, 集中表现在以下几个方面。

2.1 对数字海洋的认识和定位不统一

对数字海洋的认识和定位不统一, 导致在建设过程中出现目标或步调不协调现象, 难以

发挥数字海洋在海洋信息化建设中的带动作用。

数字海洋既是一门新兴的边缘交叉科学, 同时又是一项科学工程, 具有创新性、系统性、科学性和持续性的特点^[4], 其整体结构上涵盖国家、海区、涉海科研院所和业务中心以及沿海地区。数字海洋的核心是用数字化和信息化手段, 整体性地解决以地理空间为关联的各种与海洋相关的问题。数字海洋建设是海洋信息化工作的重要内容和实现海洋信息化的有效手段, 而海洋信息化则是在海洋领域遵照国家信息化的战略部署所开展的各种工作。对此, 《国家海洋十二五规划》已经做出了明确指示^[5]。因此, 数字海洋的建设不应局限在科研和专项范围内, 而是应作为一项长期的战略任务, 作为推动海洋信息化的有效手段, 需要从宏观上统一认识、统筹把握、持续投入, 要充分整合海洋系统内的各种资源, 将其打造成为海洋事业服务的综合性平台^[5]。

2.2 缺乏实时、持续、立体的数据获取手段与能力

缺乏实时、持续、立体的数据获取手段与能力, 导致数字海洋的数据源保障能力不足, 无法完全发挥数字海洋的建设成效。

目前, 我国的海洋数据来源主要有以下几方面^[2]: ① 通过各种批次性调查项目获取的调查数据; ② 以岸基和平台基等设备为手段获取的观测和监测数据; ③ 在日常海洋业务工作中形成的各种管理类资料; ④ 国际合作和交换资料。近年来, 我国的海洋调查观测能力显著增强, 特别是在海洋卫星、深海载人潜水器以及极地和大洋科考方面取得了突破性进展, 初步形成了由海洋卫星、飞机、调查船、岸基监测站、高频地波雷达、海底观测设备、浮标等组成的海洋环境立体监测网络, 开始走向从空中、海面、水层到海底的立体综合观测阶段。尽管如此, 与美国、日本、欧洲等海洋强国或地区相比, 我国在海洋数据的时空精度和观测手段多样性等方面仍有较大差距, 保障能力仍显不足, 尤其是缺乏对深远海和海底的观测与探测能力。这对于要准确反映海洋这一时空连续变化系统的特征来说, 无疑是“瓶颈”。数字海洋

的发展需要空间密集分布、时间跨度连续、内容丰富的高分辨率海洋信息，提高海洋综合调查、观测/监测能力是目前亟待发展的方向。唯有如此，才能发挥数字海洋的建设成效和维持其勃勃生机。

2.3 数据交换渠道不够畅通

数据交换渠道不够畅通、共享和交换手段不够先进，导致难以实现海洋资料的高效共享。

由于多种原因，目前我国海洋数据管理和交换存在着各自为政的情况。不同的部门和单位因其工作需要，分别建立了各自的业务网络，而这些网络之间彼此相互隔绝，再加上出于政策、利益、技术、安全等考虑，对数据共享持有消极态度，形成一个个信息孤岛，一定程度上人为地制约了数据的共享与交换，也造成了资源的浪费。另外，传统的以介质传递形式或简单地以文件和数据库表在线访问形式的数据共享和交换手段已经难以满足目前日益增长的信息应用和服务的需要。海洋信息共享不仅要建立畅通的渠道和完善的约束机制，还要有先进的共享理念和技术。其中，一种可行的方式是建立分布式的、输入输出受管制的海洋公共信息共享服务平台。

2.4 系统之间信息交换和协同能力较差

信息的应用仍以业务系统和管理系统为主，系统之间信息交换和协同能力较差，缺乏面向决策服务的应用系统。

目前，许多信息系统建设仍以满足单一领域的业务流转或数据管理为主，各个系统之间缺少信息交换和协同，同时对信息的深层次的挖掘或知识提炼仍有不足。决策者往往面对的情况要么是无信息可用，要么是面对大量的信息却无从下手。数字海洋三维可视化平台为用户提供了直观、丰富的海洋信息，但在分析评价、决策服务等较为深入的功能方面仍有欠缺，距离真正的为管理决策提供服务尚有一定距离。数字海洋建设一方面要强化数据和各个系统之间的整合；另一方面必须要增加对信息的提炼功能和对管理决策模型的集成应用。

2.5 海洋信息化工作中各个环节的约束机制上仍有缺陷

在海洋信息化规划和海洋数据获取、处理、

存储、共享与应用服务等环节的约束机制上仍有缺陷，导致海洋信息化建设无法发挥整体优势，无法满足海洋事业发展和国家信息化建设的总体需求。海洋信息化建设中面临的信息难以整合、系统重复建设、规范无章可循等难题，除了需要技术手段上的努力以外，更需要从管理机制上开展工作，使海洋信息化工作中的各个环节有章可循、有章必循。

2.6 缺少自主知识产权的数字海洋核心技术体系

尽管在我国数字海洋信息基础框架建设中取得了众多的关键技术成果，但这些成果的自主化程度仍显不足，尤其是在数据库平台、三维球体平台、GIS 平台以及建模工具等方面，基本上仍以沿用国外软件为主^[6]。从数字海洋的战略地位以及我国信息产业的长久发展来看，建立自主化的海洋信息核心技术体系十分必要且已迫在眉睫，应大力支持数字海洋关键技术研发和自主创新。

3 数字海洋发展建议

3.1 统筹规划、完善机制，明确发展目标

数字海洋建设是一项庞大、复杂的信息化系统工程。以往实践表明，科学规划是保证发展的基础，明确目标是确保成功的关键。在我国数字海洋建设和发展的初期，需要对数字海洋建设和发展的原则与指导思想、总体目标、工作任务、保障措施等进行统筹规划，明确数字海洋在海洋信息化中的地位，使数字海洋的发展重点明确、蓝图清晰。同时，建立健全海洋资料的收集、处理、使用服务等各个环节的相关管理机制，为数字海洋的发展提供环境。

3.2 数据保障能力是数字海洋的基石

海洋是一个时刻处于发展变化之中的复杂的巨系统。为了实现对海洋的合理开发和有效管理，必须能够把反映海洋的各种自然现象和人文现象的信息及时捕获并快速处理，实现实时、高效、完整的海洋信息保障能力，为数字海洋的建设提供信息之源。为了提高数据保障能力，一是要综合运用各种适合海洋的数据获取手段；二是要在重点海域实现常态化调查。

3.3 全面整合信息资源，实现信息资源的互补与高效利用

信息整合是实现信息资源最优配置、拓宽信息资源应用领域和挖掘信息最大价值的管理过程，是信息化发展的大趋势。实现海洋信息资源全面整合：① 要面向服务海洋信息化的整体目标，从系统论观点出发，以全局视角，制定宏观战略和具体实现路径；② 要充分考虑应用领域的完整性，使整合后的信息资源体系能反映各类资源间的内在关系，使信息资源具有最佳的组织结构；③ 海洋信息资源整合应具有发展性和不间断性，只有通过连续、系统、动态的整合，才能为数字海洋提供持续性的信息资源；④ 海洋信息资源整合不应局限于传统的信息标准化处理与整理，而应充分应用协同技术、中间件、数据交换等先进技术等实现信息的全方位有机整合。

3.4 提升自主研发水平，形成核心竞争力

数字海洋是展现我国海洋信息领域高科技应用实力的一个大舞台。数字海洋建设与发展必须高度重视关键技术领域的自主创新能力的

提升，本着“有限目标、分步实施、突出重点”的原则，密切跟踪海洋管理热点与难点问题，开展物联网、云计算、虚拟现实、数据挖掘、决策支持等领域的技术攻关与应用，力争采用先进的信息技术手段为海洋管理提供有效的技术支撑，逐步构建海洋信息发展核心竞争力。同时，重视技术和管理人才队伍建设，加强国际交流和先进技术引进。

参考文献

[1] 侯文峰. 中国“数字海洋”发展的基本构想[J]. 海洋通报,1999,18(6):1-10.

[2] 石绥祥,雷波. 中国数字海洋理论与实践[M]. 北京:海洋出版社,2011.

[3] 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.

[4] 徐惠民,丁德文. “数字海洋”科学工程建设设计研究[J]. 海洋开发与管理,2009,26(5):35-41.

[5] 国家“十二五”海洋科学和技术发展规划纲要[N]. 中国海洋报,2011-09-16(A2).

[6] 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.