# 海洋数据的空间化整合流程解析*

张增健，王海波，奚 歌，陈 斐，邓媛媛
（国家海洋信息中心海洋信息产品研发部 天津 300171）

**摘 要**：研究海洋数据空间化整合是实现海洋信息综合利用的关键技术问题。文章构建了海洋数据空间化整合的基本框架结构，设计了海洋数据的空间化整合的技术流程，从标准体系建设、质量控制体系建设出发，解析了海洋数据空间化整合各项内容。

**关 键 词**：GIS 技术；海洋数据；空间化整合；空间信息库

## 1 引言

根据信息专家的统计分析，当今政府机关的综合业务管理和辅助决策活动，80％以上与空间定位和空间辅助决策相关。地理信息作为社会、经济、人文及各种专题信息的载体和平台，更好地展示了这些信息的内容和空间分布情况，便于快捷地提取有用数据，可以更加生动、直观地显示信息分析结果，在信息资源的集成、处理、分析和应用中起到了独特的作用，被广泛地应用于国民经济、社会发展、国家安全和公众生活的各个方面，为政府领导科学决策提供了有效的支持。空间数据库是随着地理信息系统的开发和应用而发展起来的数据库新技术，它是地理信息系统的重要组成部分，是其他应用部分的前提和基础[2]。而在地理信息系统（GIS）中，空间信息数据库建设却是一项非常繁重的基础性工作，通常要占整个工程 75％的工作量[1-2]。海洋信息是开发海洋和建设海洋的基础，它在我国政治、经济、军事和维护国家权益方面都具有举足轻重的地位，新中国成立以来国家各有关部门、地方对海洋调查投入了大量的人力、物力和财力，取得了极为丰富的资料和数据[3]。这些资料和数据包括 Text 文本数据、Excel 数据、Oracle 数据表、SQLServer 数据库表、mapinfo 数据、shapefile 数据以及各种类型的遥感影像数据等。对这些由海、陆、空各种调查手段获得，涵盖气象、水文、生物、化学、地质、地球物理等众多学科，采用不同格式、不同数据库存储，定位基准不一，表达方式多样的数据进行空间化信息库建设是一项极为复杂的工作。这项工作首先要求的是对各类数据按照统一的流程进行空间化整合，形成定位基准统一、数据存储与表达统一、数据交换标准统一的数据集与产品集。本研究将对海洋数据的空间化整合流程作初步探讨与解析。

## 2 空间化整合

关于空间化整合，目前仍然没有公认的定义。根据其侧重点不同，Shepherd I. D. H 将其分为 GIS 功能观点、简单组织转化观点、过程观点、关联观点等[4]。David 等认为数据整合应包括普通数据集的重建模过程，不是简单地把不同来源的地学数据合并到一起[5]。周成虎等认为数据整合是指不同来源、格式、特征的地学数据逻辑上或物理上的有机集中[6]。在数据整合的实现机制上，主要有 Mediator/Wrapper 整合机制、Agent 整合机制、P2P 整合机制以及数据仓库整合机制等[7-8]。张梅兰等对不同来源的数据进行了加工、整理与集成，采用数据仓库整合机制，进行了区域地理空间数据整合技术研究[9]。

本研究提及的海洋数据的空间化整合，是为了将空间定位标准不统一、数据标准以及信息交换标准不统一的各类海洋数据信息，经空间定位标准转换，经地理信息空间化、标准化整合，形成一体化组织的地理空间信息，能够在各种通用的 GIS 平台之上进行统一的展示与

* **基金项目**：国家自然基金项目（41106159）；国家海洋局海洋大气化学与全球变化重点实验室开放基金（GCMAC1202）.

分析，便于获取与处理，便于高效实用。简而言之，空间化整合是从数据的时空组织、数据结构、数据定位标准、数据存储、数据交换接口等各方面入手，对现有的海洋基础数据进行统一化与标准化的过程。

## 3　海洋数据空间化整合框架结构

图 1 为海洋数据空间化整合框架结构，左侧为标准体系建设，右侧为质量控制体系建设，中间为数据整合流程。标准体系建设为海洋数据空间化整合的根本约束，为多源异构数据整合形式的统一提供行为规范；质量控制体系建设为海洋数据空间化整合的根本保障，严控多源异构数据的质量；数据整合流程为海洋数据空间化整合的核心，它一方面引入标准体系建设的各类标准，为海洋数据空间化整合提供参考；另一方面严格执行质量控制体系的各类质量控制标准，为海洋数据空间化整合的各个步骤提供质量保障。

图 1　海洋数据空间化整合框架结构

## 4　海洋数据空间化整合流程解析

### 4.1　标准体系建设

标准体系建设是海洋数据空间化整合的基本参考，只有完成了标准体系建设，使数据整合工作有“法”可依，才能避免整合工作的重复性劳动，才能使整合结果的形式、代码、结果输出、可视化表达等更加统一。标准体系建设通常来讲，包括命名规范、数据格式规范、实体代码规范、质量控制标准、数据字典标准、要素编目标准、元数据标准、共享分类体系标准、图示图例规范等。

命名规范用来指导数据库、数据表、数据集、数据字段、关联关系、符号库等的命名，为海洋数据空间化整合结果的命名提供依据。

数据格式规范用来规范原始数据、标准数据、数据库输入、数据库输出、数据交换等内容，为海洋数据的存储提供依据。

实体代码规范用来规范沿海地区、海岛、海底地形、港口、渔场等数据中实体代码的编制，实现对象的逻辑化表达，保持代码的各行业一致性。

质量控制标准用来作为质量控制体系建设的依据，规范表格类、要素类、遥感影像、数据库关联关系等的质量控制对象与方法。

数据字典标准用来规范数据空间化整合数据字典的具体内容。海洋资源信息库要素与属性分类代码数据字典编写的内容、格式、方法及其技术要求。

要素编目标准用来规范数据空间化整合要素类编目的具体内容，以建立海洋信息要素类目录，应用于信息服务、系统软件设计和开发等领域。

元数据标准用来规范数据空间化整合元数据的具体内容，建立完整的海洋信息元数据，应用于信息服务与检索等领域。

共享分类体系标准用来规范数据的共享分类，确保数据共享安全、通畅，满足面向用户提供数据服务的基本需求。

图示图例规范用来规范海洋资源和环境要素图形可视化、空间表达和空间制图，主要应用于海洋资源和环境要素空间化建库、图示和空间可视化表达，海洋资源和环境要素地图设计制作，电子地图和地理信息系统软件设计和开发等领域。

### 4.2 质量控制体系建设

质量控制体系建设是海洋数据空间化整合的基本保障，从多源异构海洋数据的整合开始，渗透空间化整合流程的各个步骤，采用常规检验、统计学检验、人机交互可视化检验、拓扑方法检验、遥感影像检验等方法，对数据的质量、数据空间化表达的质量进行检查与控制。同时，保证海洋数据空间化整合流程的数据标准化、数据结构分析、数据库设计、数据空间化改造、数据编辑、相关信息提取、数据库入库等关键步骤有详尽的质量控制记录。

### 4.3 数据标准化

数据标准化是对多源异构的各类海洋数据进行标准化统一的过程，这个标准化统一包括命名规范的统一、数据格式的统一、量纲统一、实体代码的统一等内容。该项工作涉及新旧格式、新旧代码的转换，较为繁琐与复杂。

### 4.4 数据结构分析

数据结构分析是对数据进行结构分析与整合，实现要素的归并与分层组织的过程，需要综合考虑海洋基础数据的结构、关系、存储、使用、共享、发布等因素，按照海洋数据结构的时空关系，考虑地理信息系统的空间化特性，为海洋数据的空间化提供基础模型。

### 4.5 数据库设计

主流的 GIS 空间数据库包括 Oracle 公司推出的 Oracle Spatial、ESRI 公司的 Geodatabase 等。Geodatabase 即是 ESRI 公司在对 Coverage 数据模型进行全面扬弃之后，遵循面向对象思想，并仍以传统大中型商用关系型数据库为后台，所推出的一种全新的空间数据模型[10-12]，它采用对象－关系型空间数据库存储机制，以现有大中型商用关系型数据库为基础，巧妙地将面向对象思想运用到对现实地理世界的建模上来，从而真正实现了地理信息系统领域空间数据库的概念模型[13]。该模型通过 ArcSDE 在关系数据库中实现 Geodatabase 具有良好的层次关系，处于层状结构顶端的是空间数据库，往下是按照不同分类原则组织的要素集和要素类，以及各种值域规则和行为规则，要素类还可划分子类。要素集是具有相同坐标系统和密切关联的要素类的集合[11]。

### 4.6 数据空间化改造

通过采用标准体系建设的命名规范、数据格式规范、实体代码规范、数据字典标准、要素编目标准、元数据标准、图示图例标准等，通过专用软件及 C＃.NET 进行 ArcGIS Engine 的二次开发的方式，实现文本数据、矢量数据、遥感影像数据的坐标系转换、空间化改造，完成多源异构海洋数据的整合，形成命名规范统一、数据格式统一、量纲统一、实体代码统一等各方面统一的空间化数据。

### 4.7 数据编辑

#### 4.7.1 矢量数据编辑

对改造完成的矢量数据进行编辑处理，包括对有误的点、线、面等矢量数据进行增、删、改处理，对被图幅切割为多块的图元进行要素的几何的面向对象组合处理；依照数据质量要求，消除图形的几何错误和空间逻辑关系不一致等错误；对图形信息不全、高程点稀少或缺失等情况，参照数据或源数据进行信息的补充。根据应用需要，依照相关的行业标准进行图幅的拼接或分割处理，以满足数据整合改造全区

域图或重点区域图的需要，并对拼接后的数据进行几何和属性接边处理；对重组数据不同要素层的量纲根据项目应用需求进行转换或归一化处理；对存在逻辑关系的属性项进行关联处理，保证属性的一致性；依照参考数据、源数据进行信息补充；同时，根据图示图例规范完成矢量图层的符号库建设与可视化表达。

#### 4.7.2 影像数据编辑

对改造完成的影像数据进行编辑处理，包括影像数据的去云处理、去噪等处理；遥感图像的辐射校正、几何校正，并采用地面控制点和数字高程模型对几何校正模型进行修正；遥感影像的镶嵌、融合处理，并进行影像的匀色、滤波、增强等操作；依据标准对遥感影像数据进行国家标准分幅。

#### 4.7.3 统计数据编辑

改造完成的空间化数据相当一部分为统计数据，统计数据作为与空间化矢量图层相关联的表，必须进行统计数据与矢量数据的关联，主要包括统计数据与统计站点、统计航线、统计区域及统计行政区等的关联。

### 4.8 相关信息提取与编制

根据数据字典标准、要素编目标准、元数据标准、共享分类体系标准等编制相关采集软件，完成数据字典、要素编目、元数据的采集，以应用于信息服务与检索、系统软件设计和开发等领域。

### 4.9 数据入库

根据设计的数据库模型和相关的表关系，研发数据库管理系统软件，完成矢量数据、影像数据、统计数据及元数据的加载。

## 5 结论

通过对海洋数据的空间化流程解析，有利于用户建立完善的海洋数据空间化整合流程，研发一体化的空间化整合系统，形成高标准、高质量的海洋空间化整合数据，为海洋信息空间化建设与服务奠定基础。该海洋数据的空间化流程已在“国家自然资源和地理空间基础信息库建设项目”海洋和海洋卫星分中心的建设中进行了实践与应用。

## 参考文献


[1] 党安荣，贾海峰，易善桢，等．ArcInfo8 地理信息系统指南[M]．北京：清华大学出版社，2001.

[2] 石昊楠，孔金玲，董立新，等．空间信息数据库面向对象的设计方法[J]．测绘技术装备，2005(7)：25－27.

[3] 刘振民，章任群，陈继香．WebGIS 技术在海洋信息共享中的应用[J]．海洋技术，2003，22(4)：27－31.

[4] SHEPHERD ID H. Information integration and GIS in Geographical Information Systems：Principles and Application(Vol. 2)[C]//Maguire D J，Goodchild M F，Rhind D W (ed). Longman. London，1991：337－360.

[5] MARTIN D，BRACKEN I. The integration and socioeconomic and physical resource data for applied landmanagement information systems[J]. Applied Geography，1993，13(1)：45－53.

[6] 李军，周成虎．地球空间数据集成多尺度问题基础研究[J]．地球科学进展，2000，15(1)：48－51.

[7] 李广建，汪语宇．数字资源整合的实现机制及关键技术：对国外数字资源整合系统的实证研究[J]．中国图书馆学报，2007，33(168)：75－80.

[8] 黎小红，田富鹏．异构数据库中数据集成技术研究[J]．西北民族大学学报，2006，27(4)：61－64.

[9] 张梅兰，肖桂荣．区域地理空间数据整合技术研究[J]．计算机与数字工程，2011，39(1)：48－52.

[10] 宋杨，万幼川．一种新型空间数据模型 Geodatabase[J]．测绘通报，2004(11)：31－33.

[11] 罗智勇，刘湘南．基于 Geodatabase 模型的空间数据库设计方法[J]．地球信息科学，2004(4)：105－109.

[12] ZEILER M. Modeling Our World[M]. ESRI Press，1999.

[13] 赵东保，王敏，张成才，等．对 Geodatabase 空间数据模型的再认识[J]．计算机与数字工程，2007，35(4)，75－78.