

海域信息系统的设计与建设实践

钟耳顺¹ 沈舟峰² 朱志海³

1 北京超图地理信息技术有限公司 2 宁波中科数字城市信息技术有限公司

3 宁波市海洋与渔业局

前言

海域,包括内水、领海的水面、水体、海床和底土,是国土的重要组成部分。我国 2001 年 10 月颁布的《海域使用管理法》是海域管理的法律依据,对海域利用和管理作出了非常明确的规定。海域管理涉及内容广泛,包括海域功能区划、资源利用、环境保护、设施管理和使用权登记等。建立海域信息系统是实现海域信息化高效管理的重要手段,《海域使用管理法》第五条规定“国家建立海域使用管理信息系统,对海域使用状况实施监视、监测。”从法律的高度对海域信息系统建设提出了要求。建设海域信息系统同时也是海洋资源管理和可持续发展的基础性工作,是科学发展观对海域管理的要求。随着政府信息化进程和管理需求,海域信息系统建设已经成为我国海洋行政管理部门的重要任务之一。

海域信息系统是海洋管理信息化的重要内容,它是以海域为对象,以信息技术为依托,以海洋数据为基础,以海域管理为目标的一项复杂的系统工程。海域信息系统涉及内容广泛,包括海洋信息、社会经济数据、管理模式等。海域具有显著的地理空间特征,海洋信息是重要的地理信息。因此,海域信息系统的建设必须应用地理信息系统(GIS)、遥感(Remote Sensing)和全球定位系统(GPS)等地理信息技术,才能有效地建设系统和满足海域管理的要求。

海洋是人类探索自然的前沿阵地,也是高科技应用热点领域。国际上, GIS、遥感和 GPS 技术已经广泛应用于海洋领域,如海洋科学研究、资源开发、环境保护、航海、救援和打捞等。我国 3S 在海洋领域的应用也取得了进展,特别是在海图制作和海洋渔业管理等方面,积累了一些经验。但总的来说,我国海域信息系统的建设仍处在起步阶段,没有现成的模式,系统的设计和建设需要创新思维,不断探索和实践。

根据信息系统建设的一般规律,海域信息系统设计和建设必须以海域管理业务要求作为基本出发点,按照海域信息内容、业务流程和管理模式,结合信息技术特点和发展规律,制定系统建设的总体规划和设计思路。

1 海域信息系统规划

海域信息系统建设是一件复杂的系统工程,系统建设涉及软硬件选型、数据库建设、功能模块、数据维护、系统运行和管理模式等重要环节和内容,系统的总体规划应在需求分析的基础上,集成应用多种信息技术,并在高效管理的保障下进行。

(1) 需求分析

用户需求调查与分析是海域信息系统规划和建设的基础。国际知名 GIS 咨询专家 Tomlinson 提出了 GIS 系统规划的十个步骤^①,确定用户需求是其中最为重要的内容。

进行海域信息系统需求分析首先要明确海洋行政管理职能。根据《海域使用管理法》,海洋行政管理职能主要包括以下十一个方面内容:一是海域使用管理规划和审批;二是无人岛规划和管理;三是海底电缆管道铺设和管理;四是渔业资源管理;五是海上交通管理;六是涉海建设项目的规划和管理;七是海洋环境调查监测、评估和发布;八是海洋资源的管理;九是海洋防灾减灾;十是海域行政界线;十一是日常行政办公。信息系统的建设需要将以上任务作为内容和目标。

系统需求分析还应结合具体实际,了解目前的数据状况,分析系统的使用对象、详细的功能需求以及操作方式,分析目前的经费情况和技术人员的技术水平,决定整个系统实施方式和实施计划。

(2) 集成开发

海域信息系统是一类综合信息系统,需要应用 GIS、遥感、GPS 等空间信息技术,还需要应用 OA、MIS 和工作流技术等。因此,集成是系统建设的重要方式。为了达到系统的高度集成,系统结构的设计是极其重要的。普遍认为,B/S 结构是一种较好的模式,也是应用系统发展的趋势,它可以使内部管理系统与外部发布系统一致,当然,这种模式在内部系统管理方面相对复杂。但目前我国大多数业务系统仍以 C/S 结构为主,这种结构易于进行系统和数据安全方面的管理。因此,我国目前海域信息系统的建设,可以采用先 C/S 结构,再逐步发展到 B/S 结构的模式。

系统集成的核心问题是空间信息与业务运行信息的一体化管理^②。数据库和空间数据引擎技术是大型 GIS 建设的重要基础,也是实现一体化管理的必要条件。在海域信息系统建设中需要采用数据库来存储和管理空间信息(各类地图和图像)、属性和过程信息。北京超图公司的 SuperMap SDX+空间数据库引擎技术,广泛应用于大型 GIS 中,为海域信息系统建设的提供了关键技术。

系统集成还体现在功能上,特别是 GIS 功能与 MIS 功能的集成。通常情况下,需要 GIS 与 MIS 和工作流技术的有机结合。在 GIS 软件方面,全组件 GIS 技术为与 MIS 的高度集成提供了技术基础。目前,全组件 GIS 软件技术已经成为各种 GIS 应用系统开发平台软件的首选,采用全组件 GIS 软件快速开发各种 GIS 应用系统已成为潮流。国内的全组件式 GIS 软件如 SuperMap Objects 等,为实现 GIS 与 MIS 的集成开发提供了基础。

(3) 管理协调

海域信息系统建设非常重要的方面是管理与协调。科学的管理与协调是保证系统成功建设的关键因素。系统的建设离不开管理,系统的运行更加需要管理,而机构内部各个部门的内部协调,以及与其它部门的外部协调,也尤为重要。管理与协调涉及的内容极为复杂,海域信息系统的建设首先必须了解系统所设置的部门,以及管理与运行的部门,然后才能进行进一步根据机构设置和人员组织方式进行有效的管理和协调。

此外,战略目标、数据更新、效益费用分析、可扩展性、可移植性和风险分析和实施计划等,都是海域信息系统规划必须加以研究的内容。

2 海域管理业务和数据分析

海域管理所涉及的业务复杂,数据类型多样,体现出与其他地理信息系统的不同特点。深入分析海域管理业务要求和数据内容,是进行海域信息系统设计的重要前提。

2.1 海域管理业务分析

海域管理业务主要包括下面几个方面:

(1) 涉海规划区划

涉海规划区划是根据区域社会经济发展的需要,按照海域的区位、自然资源和自然环境等自然属性,在保障海上交通安全和国防安全的前提下,保证公共设施用海和重点建设项目用海,划分海区的主导开发功能和兼顾开发功能,划分禁止使用海域和限制使用海域,并作为海域使用审批的重要依据。涉海区划规划成果是海域信息系统的重要内容。规划区划通常以比例尺为 1:5 万和 1:1 万的海岸带地图为基础,在建设基础海洋地理信息数据库的基础上进行。

(2) 海籍管理

海籍调查是海域管理的基础工作,主要包括查清每一宗海的位置、界址、权属、面积和

用途等基本情况。海籍管理类似地籍管理，需要调查海籍的面积、四至界线、所属和使用登记等。与地籍管理比较，海籍管理相对简单，但在测量、标记、制图和管理流程上，二者有着很大的差别③。

海籍调查的内容包括海籍的权属调查和海籍测量调查，调查阶段包括初始海籍调查和变更海籍调查。初始海籍调查在海域使用申请批准前进行，变更海籍调查在海域使用权变更中请批准前进行。

海域信息系统的建设必须以海籍图作为基础，将海籍管理作为系统的主要功能和目标。

(3)海域使用权管理

海域使用权管理是海域管理的核心业务，包括申请审批（海域使用意向受理、使用论证、中请审批、审核转报、确权发证、竣工验收、统计归档、公告）、招标投标、使用权征用、使用权登记、年审等业务。

(4)海域使用金管理

海域实行有偿使用，按照不同的用海类型、不同的用海位置分别采用不同的征收标准进行管理。

(5)海底设施管理

海底设施主要是电缆工程，这项业务包括对海底电缆管道的勘测、铺设施工等实施管理。

(6)海洋执法监察

海洋执法检查通过海监队伍进行，包括接受群众举报、登记、海域使用权和使用性质的核实等。

(7)海洋环境监测与管理

海洋环境检测和管理也是海域管理的重要方面，管理内容多而复杂，主要包括：海洋环境监测点设置；海洋环境信息资料的采集、录入存储、维护和交换、发布；固定监测点海洋监测和预报信息（水文、潮高、浪高、台风）的采集、录入存储、维护和交换、发布；入海排污口、海洋污染源、海洋环境监测点监测；还包括建设项目海洋环境评价报告和海洋环境污染事故的调查与处理等。

(8)海洋资源信息管理

海洋资源管理是在海洋资源调查的基础上，对各种海洋资源信息，如水文气象、资源环境现状、保护区、预留区、公共区、航道区、锚地区、渔业、航道、港口、滩涂、苗种、矿产资源等信息的管理。

(9)海洋行政管理

海洋行政管理，即对有关海洋管理的文件、法规、政策、报告及各种资料进行归档和管理，并对各种涉海事件进行管理。

2.2 海域管理数据

海域管理系统的数据库可以分为图形数据和属性数据两大部分。图形数据如海洋基础地形图、遥感影像图、海洋功能区划图和海籍图等。在系统建设中，基础地形图、海洋功能区划图、海洋环境资源图和海籍图可以按照统一坐标系分层存放，而海洋遥感影像图是按照独立坐标以二进制对象方式存储在数据库中。属性数据包括海域使用权管理、使用金管理、宗海属性等数据。表 1 为海域管理所涉及的各类空间数据及其分层。

表 1 海域管理系统空间数据分层

要素	分层
基础地理信息	居民地、铁路、公路、湖泊水库、单线河、双线河、高程点、等高线、行政界线、海岸线、干出线、岛屿、滩质、等深线、等深点、海部其它要素、格网、注记

专题信息	海洋环境	地质地貌、气候和陆地水文、海洋水文、海水化学、海洋生物、海域环境质量、自然灾害	
	海洋资源及其开发现状	空间资源开发利用	港口、航道和锚地、旅游、农、牧业、林木和植被、工业和城市建设
		矿产资源开发利用	油气田、固体矿产
		海洋生物、化学、新能源开发利用	海水养殖、海洋渔业、增养殖业、禁渔区、盐业、地下卤水资源、风能、其它海洋能
		自然灾害防护措施	防护林带、地下水、海岸防侵蚀、风暴潮灾害、泄洪区
	其它	自然保护区、排污区、污染防治、倾废区、保留区	
社会经济	人口状况、城镇结构和分布、海洋产业、基础设施		
海洋综合管理信息	海洋功能区划	各功能区类型并链接关系数据库	
	海域使用管理	海域使用现状、海域使用登记	
	海洋环境保护	海洋环境与生态保护	

海域管理数据具有以下几方面特征:

(1)空间性

海籍数据是分布在海洋大陆架上的用海单元,具有一定的位置、面积和权属界址线,具有典型的空问特征。

(2)多样性

海域管理业务比较复杂,涉及到海域使用权管理、涉海功能区划管理、海籍管理、海域使用金管理、海底电缆管道管理和海洋执法管理等业务,这些业务形成了海域管理的业务数据。海域管理业务数据从业务上可以分为基础数据与管理数据两大类,基础数据包括海洋基础地形数据、海洋地理数据和海域宗海数据;管理数据包括海域使用权申请审批数据、海底光缆管道申请审批数据和海域执法监察数据。此外,在业务办理中还形成大量的项目过程数据。海域管理数据呈现出明显的复杂性和多样性特征。

(3)特殊性

与其它地理信息相比,海域数据的获取,如海洋测量、调查和记录都具有特殊性。

(4)动态性

海域使用权在进行不断变更,大型的用海工程,如建码头、海塘和围海造田等,使旧的宗海在不断消失,新滩涂不断被开发利用,在海域权使用过程中海域使用权人可以将海域使用权进行转让、抵押等活动,这些都使得海域信息处于不断地动态更新中。

海洋数据非常复杂,如洋流,具有多维动态性特征,对洋流信息的表达目前仍处于研究之中。海域管理业务所涉及的信息也非常复杂,对各种数据的整理、规范、集成与综合利用是海域信息系统建设的重要内容。

3. 海域信息系统设计

海域信息系统的设计主要包括系统结构、功能和数据库设计等,以下主要介绍海域管理系统的结构和功能设计。

3.1 系统结构

根据目前我国海域管理的要求,海域信息系统应以 workflow 为主线,结合独立功能的子系统,实现办公流程的信息化管理。

系统中的所有数据(图形数据、文本数据、多媒体数据等)使用大型关系数据库,如

SQL Server 或者 Oracle 进行统一管理。从技术上考虑，系统可以全部采用 B/S 结构，但是考虑到管理上的因素，可以采用 C/S 和 B/S 两种结构相结合的方式，对有关图形图像数据的更新、空间数据库管理与维护等比较复杂的工作，采用 C/S 结构的运行模式，而对于外部发布和公文办公可以采用 B/S 结构。

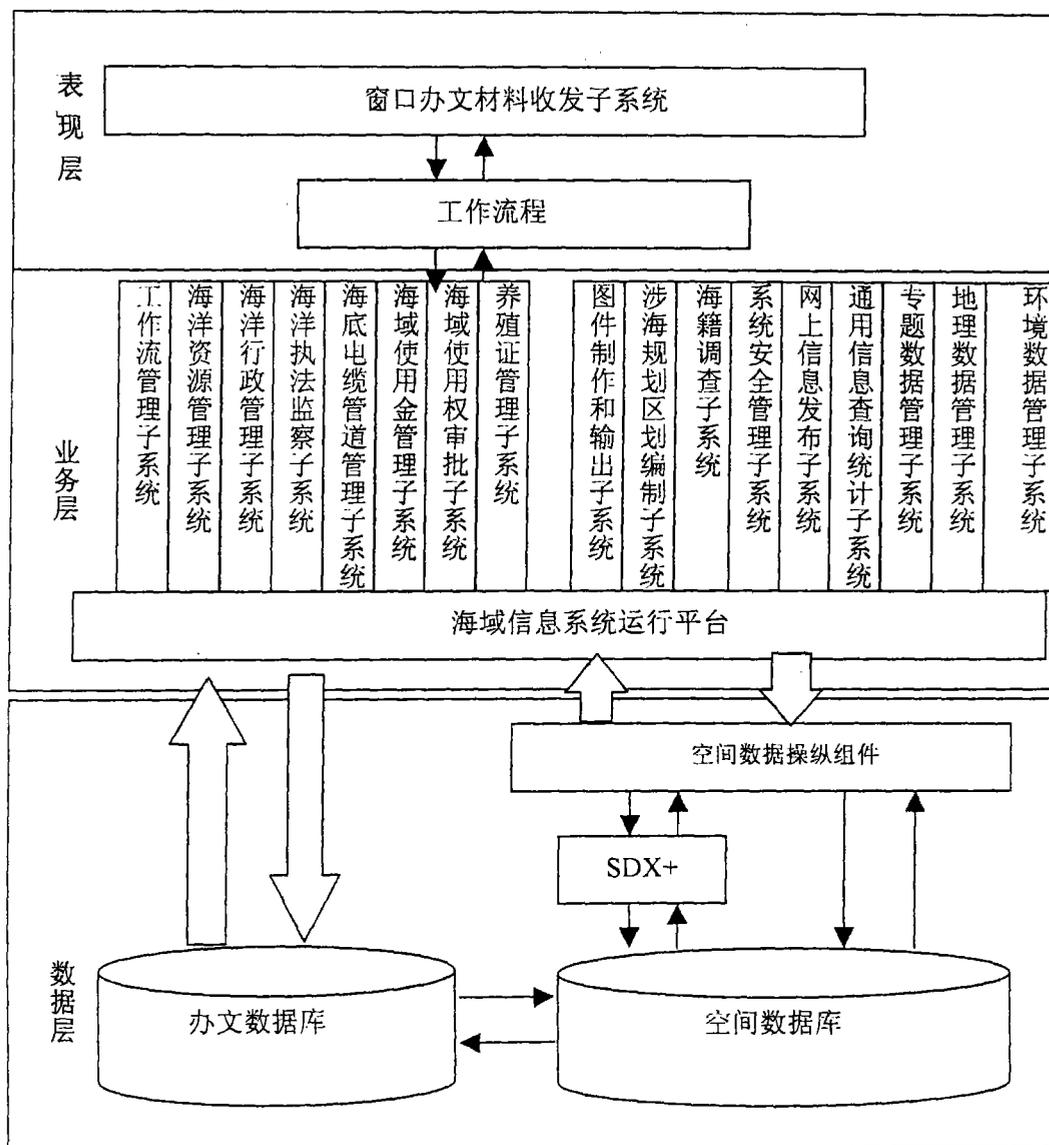


图 1 海域信息系统系统功能结构

图 1 为海域信息系统基本结构，分为表现层、业务层和数据层。

表现层提供用户服务，通过可视化用户界面表示信息和收集数据，是用户使用系统的接口。业务层是实际业务规则的执行部分，通过 GIS 模块，以及与其他 COM 组件集成，实现对复杂业务的操作。数据层使用空间数据引擎（SuperMap 的 SDX+引擎）与关系数据库结合的方式来实现空间数据的集中管理，保障公共基础空间数据库业务数据的完整性和安全性。

3.2 基本功能

海域信息系统的基本功能包括：

空间数据库：实现对海岸带地形图、海籍图、遥感影像数据及专题数据的管理，以及实现空间要素与属性数据的连接。实现对这空间数据库要素的件计算、查询、检索、提取、合并、更新、专题图制作和输出等功能。

空间操作：在 GIS 平台的支持下，实现对多源信息的集成、宗海的分割与合并、宗海的估价、空间信息的叠加和统计等空间操作等空间分析。

数据管理：对全局各种业务流程数据进行有效的管理，包括数据库的建立、扩充、检索、分析、统计、报表、备份等各种管理。

数据更新：根据需要对所建数据库的空间要素和属性数据进行定期、不定期和业务性积累的更新。

文档管理：实现对全局各种业务文档的管理，包括文档的建立、存档、检索、调用等各种管理。

统计分析：对包括空间和属性数据进行各种统计分析，按照要求制作和输出统计报表。

用户管理：对用户的各种操作权限进行定制，使系统用户按一定的密码登录系统时，拥有一定角色权限。

4. 宁波海域信息系统建设

宁波是我国重要的港口城市，海岸线漫长，港湾曲折，岛屿星罗棋布。全市海域总面积为 9758 平方公里，岸线总长为 1562 公里，其中大陆岸线为 788 公里，岛屿岸线为 774 公里。全市共有大小岛屿 531 个，面积 524.07 平方公里。宁波市海洋资源丰富，随着经济的飞速发展，合理利用和开发海洋，科学管理海域，是政府主管部门面临的迫切任务。

宁波市海洋与渔业局在海洋功能规划的基础上，充分利用地理信息系统技术，启动了宁波海域信息系统系统项目，旨在通过网络，实现全市海洋管理部门统一管理，实现信息集成、数据共享和业务流程的融合。

宁波市海域信息系统系统由宁波中科数字城市技术有限公司承担④，基于北京超图公司的全组件 SuperMap GIS 平台，建设了海域数据库，开发满足海域管理的 GIS 功能，并集成业务管理信息系统，实现了海域使用权的申请、审批、交费和发证，建立了使用档案，对使用情况进行了登记、分类、归档及统计报告等流程管理。系统将各单位所使用海域的海区图及与之对应的文字和数据记录在数据库，提供了图形属性双向查询和同步更新的功能，实现了空间数据和属性数据的有机结合。

系统设计充分考虑业务需求，同时采用支持 C/S 和 B/S 的两种结构模式（如图 2 所示）。系统实现流程化管理，以组织机构为基础，进行工作和权限的分配，使整个组织的工作管理流程更加清晰完整，易于使用。

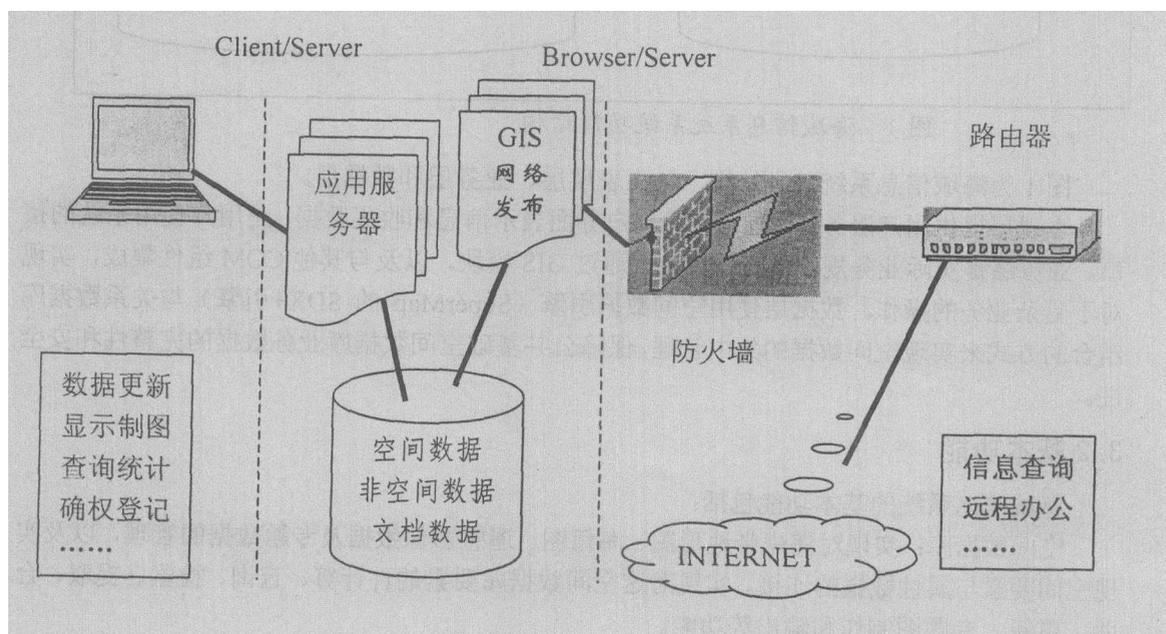


图 2 系统结构示意图

宁波市海域信息系统系统主要模块与功能:

(1) 项目申请审批: 海域使用权的申请审批是取得海域使用权的主要途径。系统按照《浙江省海域使用权申请审批管理办法》的规定实施, 实施分级管理, 逐级报批的方式管理。特殊情况下由上级部门直接受理, 包括以下功能: 意向受理和登记、海域使用权申请表、海域使用论证和海域使用权登记表等。

(2) 海籍调查: 包括权属调查和海籍测量, 初始海籍调查和变更海籍调查两类业务功能。

(3) 海域使用金管理: 提供了海域使用金的自动计算、征缴提示、收缴登记、使用金减免等功能。

(4) 海底电缆管道管理: 对海底电缆管道的勘测、铺设施工等实施管理。主要功能包括: 调查勘测申请材料的登记、协调会议和协调意见录入。填写调查勘测批准书、打印铺设施工许可证等。

(5) 海洋资源信息管理: 包括海洋资源调查资料的录入, 水文气象、资源环境现状、各类保护区、预留区及相关信息的划定功能。

(6) 海洋环境监测: 包括海洋环境监测点的比选和设置; 各固定监测点和临时监测点海洋环境信息资料的采集和发布; 全市排污口、海洋污染源、海洋环境监测点的可视化显示和查询功能。

(7) 查询分析统计: 提供多种方式进行各种信息的查询和统计, 统计的结果可以直接打印输出或保存, 也可以通过网络以报表的形式送交有关部门。

(8) 信息发布: 实现海域管理信息在本局域网内的发布和 Internet 远程发布。

¹ Roger Tomlinson, 2003, Thinking About Geographic Information System Planning for Managers ESRI Press

² 钟耳顺 土地信息系统建设中的若干问题 国土资源信息化 2001年第2期

³ 沈文周, 《海域划界技术方法》, 海洋出版社 2003年, pp299

⁴ 宁波中科数字城市信息技术有限公司, 《宁波市海域信息系统系统设计书》 2003年