

doi:10.3969/j.issn.1003-2029.2021.02.011

基于二三维一体化的山东省数字 海域工程系统设计与实现

李 浩

(山东省国土测绘院, 山东 济南 250102)

摘 要: 本文通过收集山东省管辖海域已有的海洋调查相关信息, 采集获取海域海岛环境和资源信息, 整合处理现有海域海岛管理数据, 建立了数字海域管理核心数据库, 通过二维、三维、全景等手段, 开发了二三维一体化的山东省数字海域工程系统。实现了海域海岛管理全部业务的信息化、网络化办理, 将管辖海域过去、现状和未来进行多尺度、多时空的数字化展示, 通过评价分析预测未来海域海岛管理趋势, 全面提升海域海岛管理的信息化水平和公共服务能力。

关键词: 二三维一体化; 全景; 海域管理; 空间分析; 动态监测

中图分类号: P208 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-2029 (2021) 02-0077-07

山东省是我国的海洋与渔业大省, 海洋管理工作走在全国前列。在新的形势下, 如何进一步发挥海洋资源优势, 科学配置海域海岛资源, 服务“蓝黄”两区经济建设, 保障用海需求, 建设海洋经济强省, 是省委省政府作出的一项重要战略。当前, 山东省海洋经济快速发展, 海洋开发利用程度的不断加大, 重点岸线、涉海工程数量越来越多、用海类型复杂多样、分布广, 海洋管理部门对信息技术和信息服务的要求越来越高^[1-3]。

尽管山东省海域海岛管理信息化建设已取得了一定成绩, 但与海洋综合管理对信息化的要求相比还存在一定差距, 特别是在数字化综合展示、多系统融合衔接、新技术应用、综合处理及智能分析等方面还存在很多不足之处。目前, 海域动态监管、海域使用权转让、海域使用权变更和填海项目竣工验收等业务信息化程度不高, 已经使用的国家海域动态监视监测系统、海域使用项目管理系统、海洋

行政界线管理系统、国家海岛监视监测系统各自分立, 数据分散存储、标准不统一, 系统间的衔接性较差。省自建系统在纵向上未能与国家业务系统实现互联互通、无缝衔接; 在横向上未能和省政府政务服务平台、省投资项目在线审批监管平台以及纪检部门在线监督平台等进行有效衔接。此外, 目前的系统无法集成展示全景影像、三维数据、实时监控视频等动态信息, 不利于山东省实现海域海岛立体实时监控的目标, 无法满足当前山东省海域海岛管理工作需求。

美国学者 Manley T 等^[4]从海洋数据管理和可视化角度出发, 深入分析研究了海洋数据, 针对海洋数据的可视化和三维建模等技术方法进行了详细讨论。在国内, 艾驰等^[5]针对三维地理信息模型、瓦片金字塔技术、数据请求调度策略、全球地形可视化模型等关键技术进行了分析, 并介绍了三维实景地理信息网络平台及其应用。谭仁

收稿日期: 2020-04-08

作者简介: 李浩 (1984—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事地理信息系统开发和国土资源信息化建设。

E-mail: 15863162135@qq.com

春等^[6]介绍了无人机倾斜摄影在城市三维建模的应用情况,分析了无人机倾斜摄影在三维城市建模的优缺点,总结出一套无人机倾斜摄影城市三维建模的改进方法。

本文通过二维、三维、全景等手段,开发了二三维一体化的山东省数字海域工程系统,实现了在现有的数据资源和业务系统基础上,进一步拓展和完善海域海岛管理方式,提高海域海岛管理的信息化水平,利用海域海岛监测新型技术手段,融合多源、多尺度、多类型信息,开展山东省数字海域工程建设,搭建数字海域管理信息平台,增强山东省海域综合管理、动态监测、分析

评价等方面的能力和水平。

1 总体设计

山东省数字海域工程建设是在全省海洋信息化建设总体框架的基础上,以计算机硬件与网络通信平台为依托,以数字海域管理核心数据库为枢纽,以海域海岛动态监视监测、海域项目审批管理等业务流程为主线,以数字海域管理信息平台为支撑构建的互联互通的海域资源数字化展示、业务管理和决策支持服务体系。

从软件分层架构的角度来看,各个节点都由 4 个层次构成,即运行支撑层、数据层、服务层和应用层,如图 1 所示。

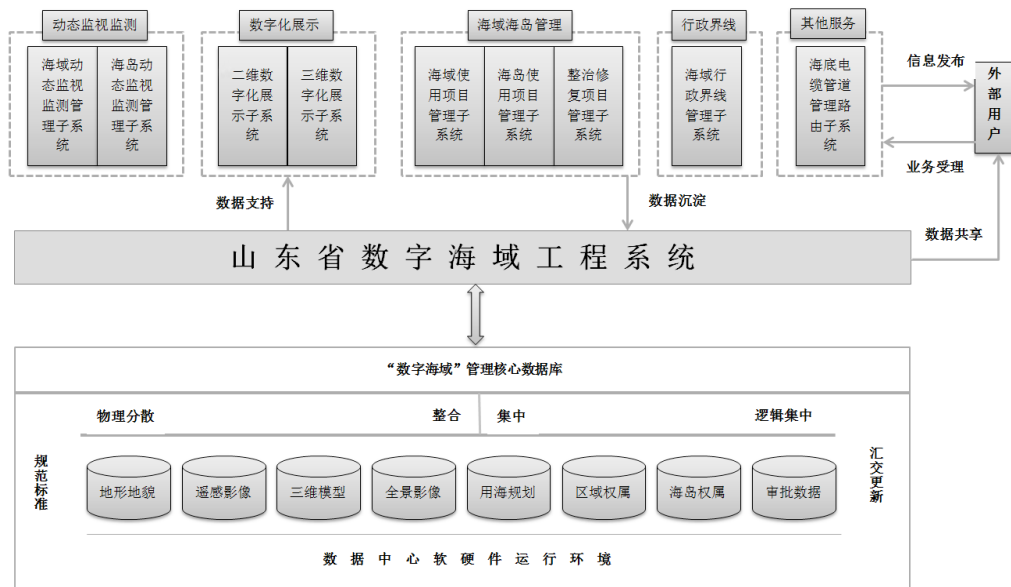


图 1 总体框架图

(1) 运行支撑层:运行支撑层包括规范标准和运行环境体系两部分,该层贯穿于整个平台。规范标准包括数据规范、服务规范和应用规范;运行环境体系包括网络、计算机、存储备份系统、安全保密系统等。

(2) 数据层:山东省数字海域管理核心数据库,由自然信息数据库、管理信息数据库 2 个大库和 12 个分库组成。自然信息数据库主要内容为地形地貌数据分库、海洋环境数据分库、渔业基

础数据分库、遥感影像数据分库、全景数据分库、三维模型数据分库。管理信息数据库主要内容为用海规划数据分库、海域权属数据分库、海岛权属数据分库、保护区数据分库、渔业规划数据分库、其它涉海规划数据分库等。所有数据资源在逻辑上规范一致、物理上分布协同,彼此互联互通。

(3) 服务层:服务层是数字海域工程建设的核心内容。服务层主要包括服务系统、运维管理系统。服务层对外提供数据服务接口和功能服务

接口, 支撑主要业务系统的业务应用; 对内实现基础的数据更新交换。

(4) 应用层: 围绕海域海岛动态监视监测、海域项目审批管理、数字化展示等业务, 建立并集成业务应用系统和海域资源综合管理服务平台, 实现了海域、海岛、整治修复项目、海域行政界线、海底电缆管道等综合信息的动态监视监测管理, 实现监管任务下达、执行、考核的网络化运行, 以二维、三维和全景相结合的方式展示监管成果。

2 软件设计

本文采用 B/S 架构, 分布式部署在山东省海洋专网, 基于 HTML、JavaScript、ArcGIS 和 Skyline 进行系统开发, 数据库采用 Oracle11gR2、ArcSDE 软件进行建库, 系统开发运行环境详细情况如表 1 所示。

表 1 系统开发环境

名称	软件环境
开发环境	操作系统: Windows 7 64 位 软件和语言: Visual Studio2010、HTML、JavaScript、AJAX、JQuery、ArcGIS、Skyline
数据库服务器	操作系统: Server2008 64 位 软件: Oracle 11gR2 Server 企业版 ArcSDE 10.0
应用服务器	操作系统: Server2008 64 位 软件: Oracle 11gR2 Client 企业版
客户端	Internet Explorer8.0 及以上

表 2 管理信息专题数据库内容

专题类型	具体内容
用海规划数据	海洋功能区划、海洋生态红线、海域使用规划数据
权属数据	海域权属数据、无居民海岛权属数据、海底电缆管道数据
保护区数据	自然保护区、特别保护区、海上公园、种质资源保护区数据
渔业数据	产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道、人工鱼礁规划、垂钓基地、海上粮仓规划等渔业数据
动态监管数据	监控摄像头、无人机、照相机、摄像机采集的动态监管数据等
海洋环境数据	温度、盐度、水深、水质、底质等数据
其它涉海规划数据	交通、旅游、城镇、临海工业、港口规划等的规划数据

3.3 遥感影像数据库

影像数据包括国家每年四次配发的近岸海域 30 m 分辨率卫星遥感影像, 热点海域每年 1 次 2.5 m 分辨率卫星遥感影像, 近岸重点海域每年 1

3 数据库设计

3.1 主要技术指标和规格

3.1.1 数学基础 平面坐标统一采用 CGCS2000 (2000 坐标系), 高程坐标采用 1985 国家高程基准。

3.1.2 数据格式 各类基础层空间数据: 矢量数据存入 Oracle Spatial 数据库中; 各类专业层空间数据: 中间文件统一处理成 Shapefile 格式, 并最终导入 Oracle 数据库 (Oracle Spatial); 非空间数据: 导入 Oracle 数据库, 使用普通业务表存储; 三维模型数据: 中间文件统一处理成 3dml 格式, 利用 Skyline 软件进行建库存储; 全景数据: 基于 HDStreetView 软件进行建库; 矢量电子地图和影像地图, 为便于数据传输, 加快访问速度, 加工成瓦片数据, ArcGIS 大文件格式 (bundle 文件)。

3.2 管理信息专题数据库

管理信息专题数据包括海域、海岛等业务数据。专题数据内容丰富、数据来源多样, 数据标准、模型、格式、精度、存储形态等差异甚大, 针对不同专题数据需要分别进行符合其特点的个性化处理工作, 方可完成对于该专题数据的空间数据库导入, 以及后续的配图、查询等工作。专题数据整理的一般通用步骤, 主要包括: 数据分层、格式转换、坐标转换、数据编辑、符号库制作、入库前质量检查等内容, 具体情况如表 2 所示。

次分辨率优于 1 m 分辨率航空遥感影像, 以及使用无人机采集的 1 m 分辨影像数据, 2011—2018 年度每年全省范围的 0.5 m 航空遥感影像数据。

处理流程是对当前影像通过正射纠正、影像

效果调整、镶嵌、匀色、影像金字塔建设等处理而形成的，最终形成地图切片服务并发布^[7-9]，切图比例尺如表 3 所示。

表 3 切图比例尺		
级别	地面分辨率 (m/ 像素)	显示比例尺
7	1 221.620 96	1: 4617149.89
8	610.810 48	1: 2308574.95
9	305.405 24	1: 1154287.47
10	152.702 62	1: 577143.74
11	76.351 3	1: 288571.87
12	38.175 6	1: 144285.93
13	19.087 8	1: 72142.97
14	9.543 9	1: 36071.48
15	4.772 0	1: 18035.74
16	2.386 0	1: 9017.87
17	1.193 0	1: 4508.94
18	0.596 5	1: 2254.47

3.4 地形地貌数据库

地形地貌数据库包括滨海地形地貌数据、海

底地形数据、海岛地形地貌数据、海洋 / 海岸工程数据。系统主要是将搜集到的海岛不同分辨率的 DEM(Digital Elevation Model, 数字高程模型)数据、滨海地形 DEM 数据，进行人工检查，排查逻辑错误及噪声信息，并与全省陆域 0.5 m 影像和 5 m 格网的 DEM 数据进行融合处理，制作了三维场景并发布成服务，提供在线调用。

3.5 全景影像数据库

项目采购了 HiScan-Z 高精度三维激光移动测量系统、HiScan-P 便携式三维激光移动测量系统和 ARS-450i 机载激光测量系统，利用这些设备采集了全省岸线和重点港口的全景数据，通过标准接口对外提供服务，全景采集设备的主要特点和采集内容^[10-13]如表 4 所示。

表 4 全景采集系统特点和采集内容

设备	特点	采集内容
HiScan-Z 高精度三维激光移动测量系统	该系统将三维激光扫描设备、惯性导航装置、卫星定位模块、里程计、360 度全景相机安装于汽车、船舶或其他移动载体上，在载体高速移动过程中，快速获取高精度定位定姿数据、高密度三维点云和高清连续全景影像数据。	全省车辆可以到达的全部岸线全景、重点港口内部全景
HiScan-P 便携式三维激光移动测量系统	该系统可单兵背负，也可自行车、三轮车等载体搭载。在载体移动过程中，快速获取高精度定位定姿数据、高密度三维点云和高清连续全景影像数据。	全省车辆无法到达的全景数据
ARS-450i 机载激光测量系统	该系统以系列机载硬件为基础，根据不同需求为用户提供从空中全景采集、高精度激光点云、航空倾斜摄影、数据处理到应用平台开发的三维地理信息服务全流程业务。	重点港口、重点岸线的空中全景

3.6 三维模型数据库

项目主要采集了包括海岛地表三维数据、石油钻井平台三维模型数据和港口三维模型数据。该系统采用的三维建模的主要技术流程如图 2 所示。

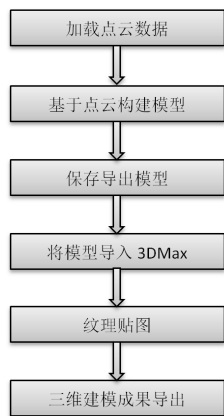


图 2 三维建模流程

4 功能设计与实现

山东省数字海域工程系统采用 B/S 架构，以海域审批专题数据、影像、DEM、全景等数据为基础，基于 ArcGIS 和 Skyline 进行系统开发，实现了海域海岛管理、动态监视监测、行政界线管理、数字化展示和其他服务，提高海域海岛管理的信息化水平。

4.1 海域海岛管理

开发了海域使用项目管理子系统、海岛使用项目管理子系统和整治修复项目管理子系统，县级提交用海申请材料，市级审查，省级审批，实现了海域海岛项目的申请审批、使用权登记、使用权续期、使用权变更、使用用途变更、竣工验收、

使用权转让、项目环评核准、项目招拍挂和整治修复项目监管等业务审批, 最终实现海域海岛使用管理全业务、网络化办公, 如图3所示。



图3 海域海岛管理

4.2 动态监视监测

实现全部涉海建设项目、区域用海、重点岸线、河口、海湾、整治修复项目、海岛4要素、重点无居民海岛、领海基点、海岛名称标志等监管任务的下达、执行和考核。通过系统向市县海洋部门下达监测任务, 包括监测对象、空间范围、监测手段、监测频率等内容, 市县海洋部门完成监管后将成果上传到系统, 采用二维、三维和全景等技术手段, 结合监控摄像头、监控车辆、雷达等实时信息, 利用多期监测成果对比, 实现对目标用海变化情况的分析评价, 为制定海域管理提供决策依据, 如图4所示。

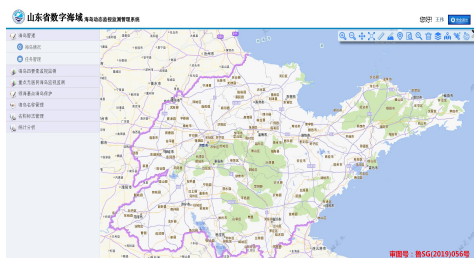


图4 动态监视监测

4.3 行政界线管理

对现有海域行政界线资料进行标准化处理, 将界线坐标统一转换为 CGCS2000 坐标系, 改变界线管理系统的单机版现状, 开发建设“海域行政界线管理子系统”, 服务于省内各级海洋主管部门综合管理, 如图5所示。系统主要功能模块包括:

(1) 界线档案资料管理: 实现海域行政界线资料一体化管理, 包括地图资料、历史资料管理等; (2)

界线信息查询统计: 对海域行政界线进行空间查询和属性查询, 实现空间统计展示功能; (3) 界线变更管理: 实现海域行政界线数据的维护、更新管理功能; (4) 绘图输出: 叠加全省电子地图, 实现海域行政界线专题图打印输出功能。

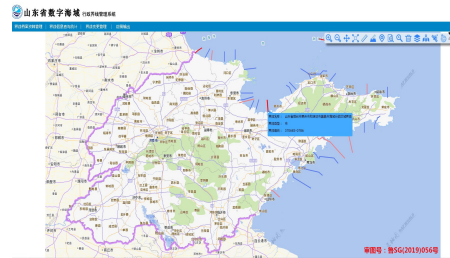


图5 行政界线管理

4.4 数字化展示

充分利用遥感、高清视频、激光点云、二维 GIS (Geographic Information System)、三维 GIS、全景影像等技术手段, 开发了数字化展示子系统, 实现了对全省海域、海岛、港口、岸线等进行多分辨率、多尺度、多时空的综合展示。数字化展示系统作为海域海岛管理、动态监视监测、行政界线管理和其他业务系统的数据基础系统, 贯穿其整个业务流程, 负责其他业务信息、分析结果的统一展示。具体功能包括: 基础地理、渔业专题、海域资源管理、实时动态监测、三维模型、影像和 DEM 等数据的可视化展示、查询和分析, 全方位的展示用海项目的过去和现状, 分析用海项目是否符合规划, 预测项目未来的发展趋势, 如图6所示。

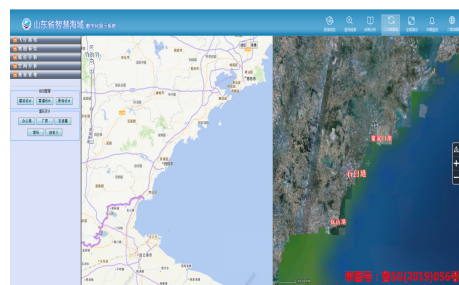


图6 数字化展示

4.5 其他服务

为加强海底电缆管道路由管理, 防止损害海洋生态环境工程事故发生, 对省级已经批复的海底电缆管道进行跟踪管理, 全面掌握山东省海底

电缆管道路由现状,建设海底电缆管道路由管理子系统,如图7所示。

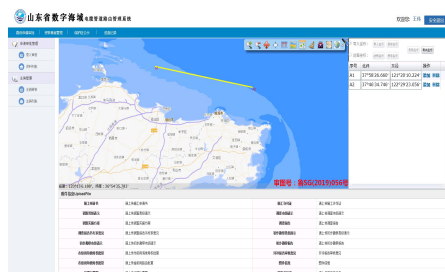


图7 海底电缆管道路由

系统主要功能模块包括:(1)信息查询:实现全省所有海底电缆管道路由空间信息、登记信息在地图上查询;(2)项目保护区规划管理:实现海底电缆管道保护区数据采集标绘、规划区范围自动生成及空间分析功能;(3)备案管理:实现海底电缆、管道准确路线图、位置表等说明资料的录入与备案,接受海底电缆、管道的废弃书面报告等;(4)可视化展示:利用三维地理信息系统直观展示海底电缆管道路由数据;(5)统计分析:实现海底电缆管道路由数据按照区域、时间等属性进行统计汇总并生成图形。

参考文献:

- [1] 王奎峰,张太平,王岳林,等.黄河三角洲高效生态经济区海岸带地貌环境特征及发育模式[J].山东国土资源,2018,34(5):87-94.
- [2] 尹明泉,赵国鹏,王治良,等.山东省海岸带城市建设面临的地质环境因素浅析[J].山东国土资源,2014,30(5):48-50.
- [3] 孟庆武,孙峰德,宋建光.山东海洋经济发展面临的新挑战[J].海洋开发与管理,2008,25(6):70-75.
- [4] Manley T, Tallet J. Volumetric visualization: an effective use of gis technology in the field of oceanography[J]. Oceanography,1990,3(1):23-29.
- [5] 艾驰,徐邦岁,华亮春.3维实景地理信息网络平台关键技术研究[J].测绘与地理空间信息,2011,34(1):67-74.
- [6] 谭仁春,李鹏鹏,文琳,等.无人机倾斜摄影的城市三维建模方法优化[J].测绘通报,2016(11):39-42.
- [7] 赵爽,李学军,刘涛,等.构建基于自主可控平台遥感影像处理应用系统关键技术[J].飞行器测控学报,2016,35(5):385-391.
- [8] 姜耀鹏.浅谈遥感影像处理[J].影像技术,2015,27(1):53-54.
- [9] 李红林.地理国情普查中卫星遥感影像处理方法研究[J].测绘与空间地理信息,2014,37(6):134-139.
- [10] 余建伟,张攀攀,翁国康,等.中海达 iScan-P 便携式移动三维激光测量系统概述[J].测绘通报,2015(3):140-141.
- [11] 翁国康,杨晶,陈力,等.中海达一体化三维移动测量系统 iScan[J].测绘通报,2013(4):119-120.
- [12] 闫利,曹亮,陈长军,等.车载全景影像与激光点云数据配准方法研究[J].测绘通报,2015(3):32-36.
- [13] 张帆,黄先鋒,李德仁.激光扫描与光学影像数据配准的研究进展[J].测绘通报,2008(2):7-10.

5 结 论

山东省数字海域工程,是在整合现有海域海岛管理资源,进一步完善海域海岛信息化管理手段,充分利用遥感、高清视频、激光点云等技术手段,采集整理海域自然信息,对涉海管理数据进行收集整理,建立山东省数字海域管理核心数据库,通过数据库建设将山东省海域过去不同时段的历史信息数字化,对全省海域海岛进行多分辨率、多尺度、多时空的二三维一体化展示,开发山东省数字海域工程系统,实现了海域海岛管理全部业务的信息化、网络化办理,提升海域海岛监视监测能力,提高海域海岛行政业务办理效率,构建了海域海岛信息化管理模式,充分掌握当前海域海岛的动态变化,通过数据分析评价,预测海域海岛管理的变化趋势。

随着物联网技术的发展,下一步系统针对重点岸线、港口、岛屿等通过集成无人机实时摄像头信息,可以更加准确的掌握现场情况,为领导研判做支撑。

Design and Implementation of Digital Sea Area Engineering in Shandong Province Based on 2D and 3D Integration

LI Hao

Shandong Mapping and Surveying Institute of Land Resources, Jinan 250102, China

Abstract: This paper collects and obtains marine island environment and resource information through the collection of marine survey information in the jurisdiction of the province, integrates and processes the existing sea area island management data, and establishes a digital sea area management core database through two-dimensional, three-dimensional, and panoramic methods. Developed the 2D and 3D integrated digital sea area project in Shandong Province, realized the informationization and network management of all the business of sea area island management, and carried out digital display of multi-scale and multi-time and space in the past, present and future of the sea area, and evaluated and predicted through evaluation. The trend of island management in the future sea area will comprehensively improve the informationization level and public service capacity of sea area island management.

Key words: 2D and 3D integration; panorami; the management of sea area; spatial analysis; dynamic monitoring