



基于电子海(江)图的水上安全通航 监管服务平台设计与开发

王超亮¹, 周敬祥¹, 张智森¹, 刘东全²

(1. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007; 2. 交通运输部北海航海保障中心, 天津 300222)

摘要: 针对水上安全通航监管服务类系统界面信息展示繁杂、使用繁琐, 后台信息共享不畅的问题, 进行基于电子海(江)图的水上安全通航监管服务平台的研究。提出采用图层叠加、分层分级展示以及面向服务的架构(SOA)的理念, 创新设计基于一张图的业务视图模型和共享数据库总体架构, 将成熟的电子海(江)技术与水上安全通航监管和服务业务深度融合, 打通后台数据壁垒, 为实现跨区域、跨部门的数据共享与协同, 提升水上安全通航监管效率及服务水平提供技术手段。

关键词: 电子海图; 水上安全通航; 数据共享; SOA

中图分类号: U 61

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)S1-0139-06

Design and development of supervision service platform for maritime safe navigation based on electronic chart

WANG Chao-liang¹, ZHOU Jing-xiang¹, ZHANG Zhi-sen¹, LIU Dong-quan²

(1.CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China;

2. Northern Navigation Service Center, Maritime Safety Administration, PRC, Tianjin 300222, China)

Abstract: In view of the problem of complicated display of information on the interface of the water safe navigation supervision service system, cumbersome use, and poor background information sharing, we carry out a research on the water safe navigation supervision service platform based on the electronic sea (river) map. Proposing the concept of layer overlay, hierarchical display and SOA, we design innovatively a business view model based on a graph and the overall architecture of a shared database, which successfully integrates mature electronic sea(river) technology with maritime safe navigation supervision and service business in depth, and breaks through back-end data barriers to provide effective technical means for achieving cross-regional and cross-departmental data sharing and coordination and improving the efficiency and service of maritime safe navigation supervision.

Keywords: electronic chart; water safe navigation; data sharing; SOA(service-oriented architecture)

面对水上复杂多变的通航环境, 无论水上的安全监管还是船舶的安全航行, 均迫切需要通过信息化手段实现管理现代化、服务便捷化和智能化。地理信息的应用历史悠久, 从传统的纸质海图到现代的电子海(江)图, 水运领域已经形成一套较为成熟和固定的地理信息应用模式, 并围绕着电子海(江)图及地理信息相关应用, 国际海事组织(IMO)、国际海道测量组织(IHO)和国际电

工委员会(IEC)协调制定了一系列电子海图的国际规范和标准^[1]。电子海图与地理信息系统相结合, 能够为舰船提供精确的定位信息和导航信息, 同时兼具信息查询、存储等功能^[2]。但是如何将成熟的电子海(江)技术与水上的安全通航监管和服务业务深度融合, 打通后台各类系统之间的数据壁垒, 打造面向用户的“水上安全监管服务一张图”, 成为目前行业发展的一个重要研究方向。

笔者基于相关项目，通过总结提炼关键技术，创新性地提出基于图层叠加、分层分级展示以及 SOA 的理念，将通航要素各类动静态信息叠加在一张电子海图上进行集中监控和展示，形成基于一张图的总体业务视图模型，并构建了基于 SOA J2EE 的集成架构和基于共享数据库的总体数据架构，打通内部各相关系统间的数据壁垒，实现跨区域、跨部门之间的数据共享与协同，为提升水上安全通航监管效率及服务水平提供了技术手段。

1 电子海(江)图技术特点

本文提出的电子海(江)图是指矢量电子海图，它能够将数字化的海图信息分类分层储存，包含图象文件和能够生成符号、点、线、文字以及颜色等要素的程序文件，这些程序文件可以改变海图中的属性和要素。矢量海图是一种智能化的电子海图，用户可以选择性地显示所需信息(例如港口设施、潮汐变化、海流矢量等)，矢量海图可以提供给用户准确的物标间的距离，并具备警戒区、危险区的自动报警等功能。与其他船舶系统相结合，电子海(江)图不仅能快速查询水文、港口、潮汐、海流等信息，连续精确给出船位，还能提供和综合与航行有关的信息，防范各种险情，具有良好的智能性，解决了传统纸质海图定位所带来的问题，能够在很大程度上提高通航及运营效率、保障航行安全^[3]。目前，从传统的纸质海(江)图到现代的电子海(江)图，行业内已经形成一套较为成熟和固定的地理信息应用模式，并围绕着电子海(江)图及地理信息相关应用制定了行业内一系列国际和国内标准规范。在此之上，如何通过将各类行业监管及服务信息叠加在电子海(江)图上进行集中展示和业务操作，创新应用模式成为目前行业内发展的热门趋势，即行业“一张图”建设。

2 平台总体设计

2.1 平台特点

本平台以电子海(江)图为底图和展示窗口，通过图层的叠加，把水上通航的各类要素信息包

括港口航道基础信息、船舶动静态信息、船员基础数据、船载货物信息、通航环境信息等综合在一张电子海(江)图上进行显示，进而实现对现场情况的全天候、立体化、综合性的可视化展示。同时基于 SOA 及微服务的技术架构体系，通过数据库的数据共享交换架构，实现以服务的方式对外提供数据和服务的共享调用，从而打通内部各相关系统间的数据壁垒，实现跨区域、跨部门之间的数据共享与协同，为提升水上安全通航监管效率及服务水平提供有效手段。此平台具有界面简洁、操作简单流畅的特点，能够解决目前类似平台中信息展示繁杂、功能繁多而导致用户使用繁琐，发现和处置水上安全隐患和事件系统操作不顺畅，以及信息共享不及时的问题。

1) 可支持分层分级展示，即可根据不同层级用户的权限和关注点，通过图层的控制，实现不同层级用户的“一张图”，各级用户可按照自身权限查看所关注区域内的水上安全情况、通航秩序情况、通航环境情况等；

2) 平台通过融合接入船船舶自动识别系统(AIS)、船舶交通管理系统(VTS)、工业电视(CCTV)等各类感知手段采集的现场信息，采用各感知手段之间的联动控制，能够实现智能化、无缝衔接式的连续跟踪监测、预警、分析研判和指挥调度，从而有效提升水上通航安全监测水平和应急指挥效率。

3) 通过 SOA、微服务及共享数据库的总体融合架构，可以很便捷地实现对现有系统的升级改造和数据共享，能够在保护已有投资的基础上，提高数据的共享效率。

2.2 总体设计思路

综合采用专线网络、4G/5G、VHF、无线宽带、微波通信、卫星通讯等各类通信手段，以电子海(江)图为底图和展示窗口，通过叠加 CCTV/AIS/VTS/船舶/船员/通航环境/安全/事故信息等各类水上安全通航动静态信息，构建覆盖陆域、近岸、中远海水域的立体化泛在感知体系，建成集电子海图、电子江图、地理信息系统为一体的一

张“感知图”, 全方位、全天候、无死角、立体化、综合性及时准确地反映水上通航及安全情况。同时通过整合升级水上监管部门现有动态管理系

统, 构建精准识别、实时互联的水上动态监控网络, 实现通航环境要素和通航运行状态的全覆盖、全管控。总体设计思路见图 1。

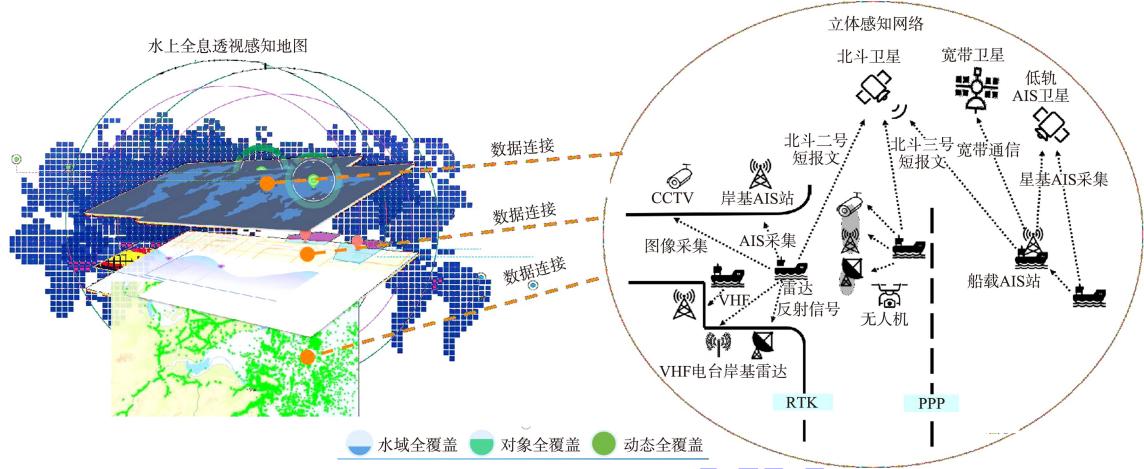


图 1 总体设计思路

2.3 平台组成框架

基于电子海图的水上安全监管服务平台主要由前端感知部分、网络通信传输部分和后台处理部分组成(图 2)。前端感知部分主要由通航环境要素和通航运行状态多维感知系统组成, 其中通航环境要素感知系统主要包括水文站、气象仪、水深探测仪、水下地形扫描设备、航标遥控遥测设备等, 通航运行状态感知系统主要包括 VTS 雷达、AIS、CCTV、高分影像、无人机、北斗等信

息采集设备; 同时平台接入船舶、船员、通航、危防、安全等相关业务系统产生的业务数据。网络通信传输部分包括甚高频(VHF)通信、微波通信、卫星通信、移动通信和互联网光纤通信等通信手段, 能够将前端多维感知系统及相关业务系统产生的通航环境要素数据、通航运行状态数据以及水上安全监管业务数据传至后台处理部分的中心管理子系统进行统一存储、展示、分析和利用。

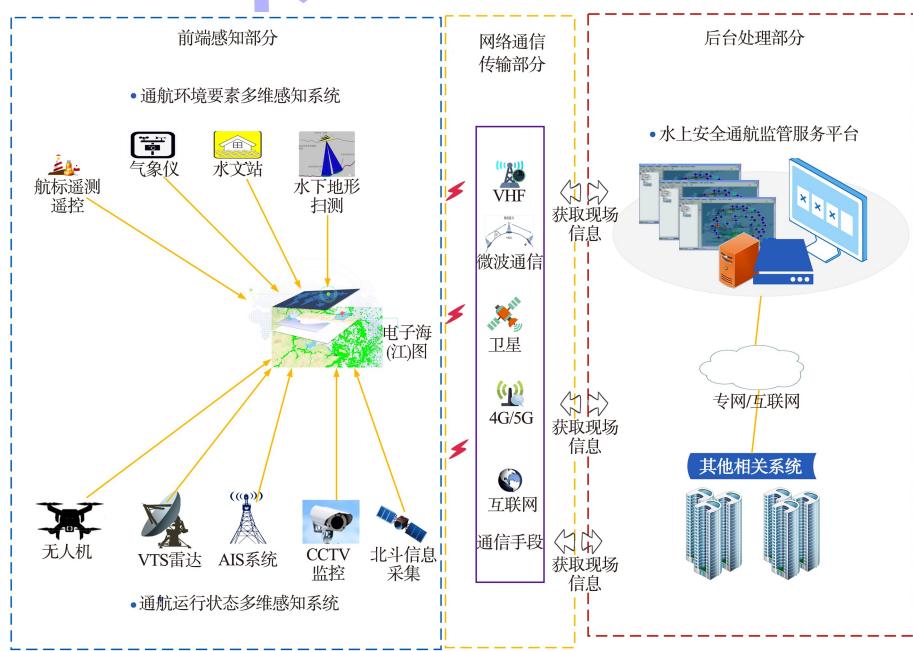


图 2 平台组成

3 平台系统功能设计

平台功能设计主要面向水上安全通航监管相关人员提供综合监控、通信指挥调度等功能，同时面向船舶、船公司等社会公众提供各类智能信息服务。

1) 综合监控：通过叠加水域 VTS、CCTV、AIS、VTS、北斗、远程识别与跟踪(LRIT)、卫星等感知信息，构建陆海空天立体监控网，实现在内河、港口、沿海、远海建立多重覆盖，精准识别，实时互联的动态监控网络；通过叠加水域业务静态信息，实现对水域所有船舶、设施、船员、水上水下作业活动及航道、锚地、桥梁、水文气象等通航要素等全要素感知显示^[4]；通过叠加水域业务动态信息，实现水域内所有管控对象动态掌控，即对船舶动态、船员履职、施工作业、交通管制等所有活动的时空信息、行动轨迹等实时获取展示。

2) 调度指挥：利用平台定位，在电子海(江)图上自动锁定预警船舶和求救船舶，显示船舶实时姿态、位置^[5]，并匹配建立应急力量(物资)数据共享库，实现第一时间查看和掌握遇险船舶附近的应急力量，根据事故发生距离远近区别展示附近能够调配的所有力量，由指挥中心统一调配，规划最快到达路线，实施最优资源调配与应急救助。

3) 智能服务：基于高精度定位，开发船舶智能辅助导航功能，为用户提供以网页端、手机APP为服务载体，基于电子海图的精准化、直观化的助航、定位、水文气象、航行安全信息、航路规划、航路分析提醒、语音导航等航海保障服务，保障通航安全和效率^[6]。

4 设计创新

4.1 提出基于 SOA J2EE 的创新集成开发架构

针对新老系统之间往往存在不兼容、不互通、难集成的问题，可以从服务理念出发，首先通过 SOA J2EE 体系架构对已有的不同架构的系统进行升级改造，然后进一步识别服务及微服务，利用 Web Service 服务的重组、复用特性，按照“业务-功能-数据-技术-集成”的递进思路逐层提出标准要求，将所有业务系统服务按照统一的标准将识别出的服务开发出来，并通过平台将这些服务部署到服务总线上。在此总体集成开发架构下，可以解除新老系统之间存在的技术壁垒，达到以最小的改造工作量实现对现有系统的改造和集成，以最大限度地保护已有投资。集成技术架构见图 3。

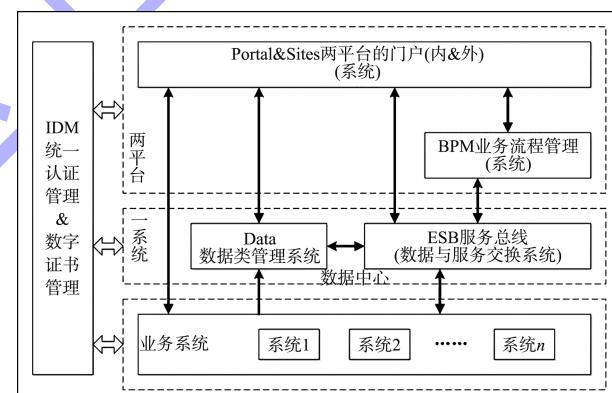


图 3 基于 SOA J2EE 的集成技术架构

4.2 设计基于数据库的共享数据架构

针对各类不同架构的系统数据孤岛不断加深、数据应用效率低下的问题，需要打破原有系统间的网状结构，从数据治理的新视角，设计“松耦合、星形结构的共享数据库系统架构”(图 4)。

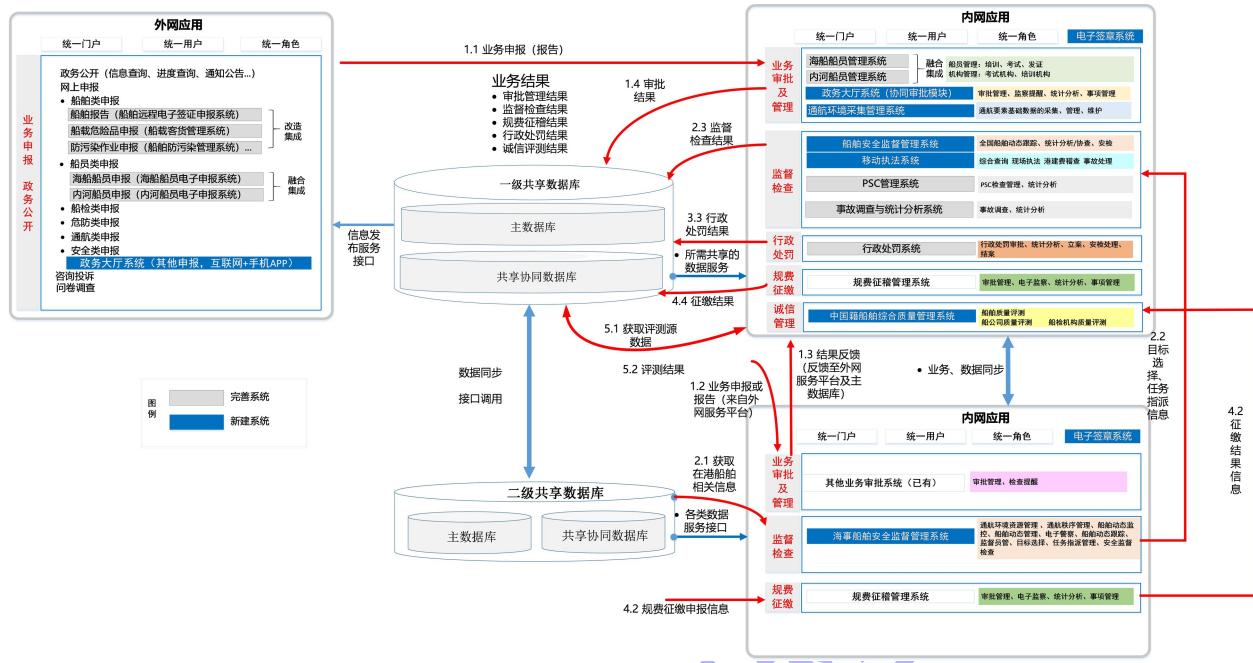


图 4 松耦合、星形结构的共享数据库系统架构

此架构中将共享数据库分为主数据库与协同数据库。

其中主数据库内存储的是具有共享需求的静态业务数据，其特点是基本不会发生变化；协同数据库存储的是具有共享数据的业务动态数据，其特点是相对变化的。按照系统的两级部署方式，共享数据库系统也可采用两级部署的模式，分为一级和二级共享数据库。

在数据产生方面，各应用系统开发单位建立生产数据库模型，并对历史数据进行清理，建立生产系统数据库。生产系统中的共享数据（包括主数据及协同数据）按照一定的主数据库模型，通过 ETL 工具将历史共享数据写入共享数据库，后续业务系统产生的增量数据将调用 CUD(创建、使用、删除)接口，实现主数据写入共享数据库。数据写入共享数据库后，由共享数据库对服务进行封装，并对各个系统进行数据共

享服务。

此架构能够实现不同架构系统间的数据共享与交换，并且通过一数一源保障数据质量。

4.3 建立基于分层分级展示的业务视图模型

针对系统界面信息展示繁杂、功能繁多而导致用户使用繁琐的问题，平台从业务需求角度出发，将水上安全业务划分为综合监控、通信指挥、信息服务 3 大纵向业务域，将用户划分为部级、省级、市级、县级 4 级用户，并按照不同等级用户的实际需求，灵活设计系统用户视图，提出构建部级、省级、市级、县级 4 级用户的“一张图”，构建基于一张图的“四横三纵”的总体用户视图模型(图 5)。

每级用户视图展示内容可根据用户需求逐级下钻细化，灵活满足各级用户的不同视图需求。

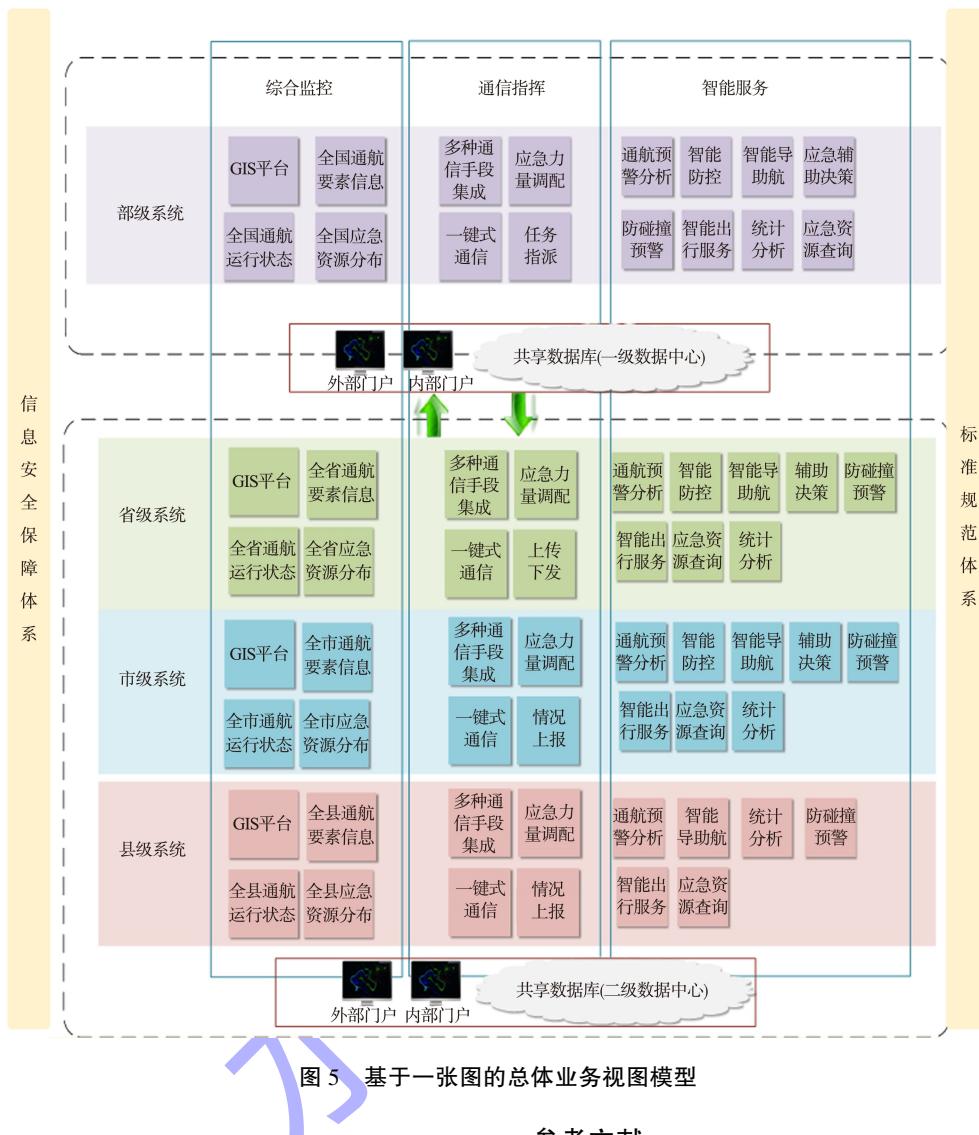


图 5 基于一张图的总体业务视图模型

5 结论

1) 基于 SOA J2EE 的集成开发架构可以解除水上安全通航监管相关新老系统之间存在的技术壁垒，达到以最小的改造工作量实现对现有系统的改造和集成，以最大限度地保护已有投资。

2) 松耦合、星形结构的共享数据库架构技术可以解决水上安全通航监管各类异构系统间的数据难共享、业务难协同的问题，并且可以实现通过一数一源保障数据质量。

3) 分层分级的业务视图模型设计可同时灵活满足不同层级水上安全通航监管用户的不同需求，系统界面更加简洁、实用。

参考文献：

- [1] 张振华, 王远斌, 叶玲. 基于 S-57 标准的电子海图的设计与实现[J]. 舰船电子工程, 2015, 35(2): 94-98.
- [2] 钟文建. 基于 S-57 标准的电子海图显示平台设计研究[J]. 舰船科学技术, 2020, 42(16): 145-147.
- [3] 王晓峰. S-57 标准电子海图显示平台的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2010.
- [4] 赵显峰, 房延军. 贵阳市水上安全监管系统框架设计[J]. 中国水运, 2020(5): 47-49.
- [5] 刘铁君, 郭小飞. 基于“北斗+物联网+AIS 技术”的水上安全监管系统研发与应用[J]. 中国海事, 2021(6): 61-63.
- [6] 李德江. 电子海图信息系统在船舶航行中的运用分析[J]. 数字技术与应用, 2021, 39(1): 73-75.

(本文编辑 郭雪珍)