



面向服务架构在气象服务系统中的应用*

——以近海船舶交通气象服务系统为例

■ 谢丰** 丁锋 任兆鹏 杨蕾 杨凡**

1. 青岛市气象灾害防御工程技术研究中心 青岛 266003

2. 青岛市气象局 青岛 266003

摘要:海洋气象服务是推进海洋经济发展的重要技术保障,研发专业定制化海洋气象服务系统及产品,更有利于海洋经济持续发展。本文基于面向服务架构,设计“近海船舶交通气象服务系统”,对面向服务架构在多源异构业务数据集成应用方面进行深入研究。系统在青岛近海船舶交通气象服务中的应用,有效减少了气象灾害对近海船只通航造成的危害,为青岛近海船舶交通气象服务提供了有力保障。

关键词:面向服务架构 多源异构数据集成 海洋气象服务

DOI:10.11842/chips.20220125001

0 引言

随着“海洋强国”战略建设目标的推进,我国海洋经济活力愈加凸显。海洋交通运输业的飞速发展,使得海洋船舶通航流量巨增,海上船只航行及避让难度也随之增加。在大雾、大风、暴雨及台风等恶劣气象条件影响下,海洋船舶交通安全事故更是时有发生,海洋气象灾害已成为影响海上交通安全的主要因素^[1]。如何高效地开发应用气象数据资源,减少海洋交通气象灾害,已成为政府、气象业务科研机构、社会公众较为关心的问题。随着国家对海洋气象的高度重视,我国在海洋气象服务方面也展开了积极探索。刘欢^[2]提出的海洋气象服务思考,系统阐述了海洋气象服务发展现状及发展方向。张增海等^[3]对船舶海洋气象导航业务概况和发展现状进行分析,强调了气象条件对船舶航行安全的重要意义。谢

琛等^[4]设计的海洋气象预报预警系统建设方案,对海洋气象综合监测及预报预警进行了探讨。

随着海洋气象保障服务工作的深入,综合性海洋气象服务系统已不能满足不同涉海行业部门实际业务需求。开展定制化海洋气象服务,对系统及产品进行靶向研发和展示,是确保用户高效浏览、查询、分析研判气象服务内容,提升专业海洋气象服务效能的气象服务方向。本研究基于面向服务架构(service oriented architecture, SOA)对近海船舶交通气象服务系统进行设计,将系统功能模块以组件服务模式进行分解,在简化重复开发,保证系统灵活性及扩展性基础上,对多源异构业务数据进行融合,实现了多源数据实时显示、预报预警制作发布、近海灾害性天气备案及系统后台管理等功能,为近海船只通航及船舶引航安全作业提供了海洋气象服务保障。

* 2016年度中国气象局预报预测核心业务发展专项(CMAHX20160209):近海船舶交通气象服务保障技术研究,负责人:丁锋;2017年度环渤海区域科技协同创新基金项目(QYXM201710):山东半岛近海强对流(风暴)天气中雷电预警技术的研究,负责人:杨凡;2021年度青岛市气象局青年专项(2021qdqxq09):国家级格点实况分析产品在青岛区域的适用性评估检验,负责人:谢丰。

** 谢丰,工程师,研究方向:计算机应用、系统与数据库研发;杨凡(通讯作者),高级工程师,研究方向:海洋气象。

1 面向服务架构简介

计算机技术不断发展带来系统应用架构的不断演进。业务访问量很小时,将所有功能部署在一个应用的单一应用架构(ORM)得到发展。随着访问量逐渐增大,加速前端页面开发的垂直应用架构(MVC)是系统开发的关键。随着垂直应用之间交互的增加,抽取核心业务以提高业务复用及整合的分布式服务框架(RPC)占据了系统应用架构的主导地位。随着系统服务需求增加,提高资源调度能力和组件利用率的面向服务架构(SOA)应运而生。

面向服务架构(SOA)作为一种系统架构,从软件角度定义可以看做是一种组件模型。将业务应用程序划分为不同功能单元(服务),通过服务间定义良好的,独立于硬件、操作系统和编程语言的接口和契约进行联系。并通过接口使得构建在多个异构系统中的服务以一种统一和通用的方式进行交互,构成不同业务组件,以实现不同业务功能。采用组件模型进行系统资源整合,从数据方面可以实现各类数据的统一管理和服务,从业务功能方面可以实现业务功能分解,降低系统耦合程度。

面向服务架构(SOA)在面向对象基础上增加了虚拟服务层,是对面向对象的一种改良,其分层原理为系统提供了很好的容错、维护和扩展机制。与其他系统架构相比,具有遵循业务逻辑更加快速高效响应业务变化需求的优点。其服务自治、位置透明、协议无关和松散耦合的原则和特性能够更好地实现数据资源共享,打破“信息孤岛”提升系统灵活性及扩展性,已广泛应用于具有多源异构数据资源及业务需求灵活多变的各个行业^{[5][6][7][8][9]}。

2 面向服务架构在近海船舶交通气象服务系统中的适用性分析

2.1 近海船舶交通气象服务系统需求

近海海域较远洋航线更为密集,船舶航行避让及引航难度更大。结合高影响天气因素,近海船舶交通气象服务系统需满足以下3点:(1)整合已有业务系统部分功能,以标准化服务形式对现有业务逻辑实现封装,充分利用历史应用,并基于业务需求以标准化服务形式进行新功能模块开发构建;(2)集成气象业务数据、船舶交通数据、矢量地图数据等多源异构数据作为系统基础数据支撑;(3)满足近海船舶交通气象服务灵活性及扩展性变化需求,对业务变更进行快速、高效的响应和实现。

2.2 面向服务架构特点

与传统系统应用架构对比,面向服务架构具有系统集成、系统服务化及业务服务化特点。(1)系统集成方面,面向服务架构能够站在系统角度,解决业务系统间的通信问题。把散乱无规划的系统间网状结构,梳理成规整可治理的系统间星型结构。(2)系统服务化方面,面向服务架构能够站在功能角度,把业务逻辑抽象成可复用组装的服务。通过服务编排实现业务快速再生。(3)业务服务化方面,面向服务架构能够站在服务角度,把业务服务抽象成可复用组装的模块,把职能化架构转变为服务化架构,进一步提升业务服务能力。

选用面向服务架构对近海船舶交通气象服务系统进行设计,其系统集成及系统服务化可以从技术层面解决近海船舶交通气象服务系统功能复用的问题,其业务服务化则能够通过业务驱动将单一业务封装为服务,提升系统整体业务效能。

3 基于面向服务架构的近海船舶交通气象服务系统

3.1 系统总体架构

系统整体采用SOA架构进行设计,以组件服务模式对系统进行功能模块开发。针对不同业务功能进行应用服务分解,通过SOA企业服务总线(Enterprise ServiceBus, ESB)和标准化Web服务接口对各类应用服务进行调用集成,实现系统业务功能^{[10][11][12][13][14]}。系统从逻辑上划分为5层,分别为业务数据层、服务组件层、应用服务层、功能应用层以及用户界面层,如图1所示。

3.1.1 业务数据层

业务数据层主要为数据存储及数据集成。建立近海船舶交通气象数据集成模型,对各多源异构业务系统数据经过ETL(抽取、转换、加载)进行存储,以统一接口对外提供数据访问。包含数据主要有气象业务数据、涉海部门业务数据、AIS数据、基础地理数据、地图数据以及用户信息数据。

3.1.2 服务组件层

服务组件层由数据管理、数据访问、数据服务、地图服务、GIS服务、气象业务服务、系统管理以及安全认证等业务组件作为系统服务功能支撑。

3.1.3 应用服务层

应用服务层作为整个系统架构的核心,将整体业务流程中可独立、可重复调用的业务功能,以服务形式通过Web Service标准接口进行发布。并按照ESB(服务总

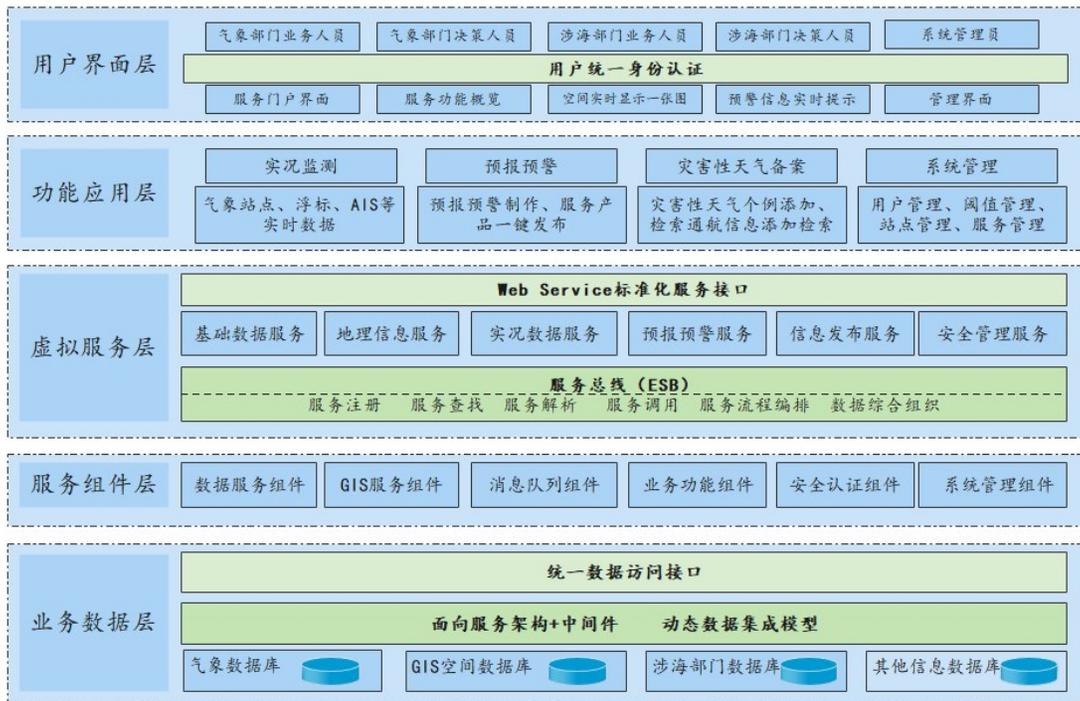


图1 近海船舶交通气象服务系统逻辑架构图

线)模式,进行业务流程编排、服务注册、服务查找、服务解析、服务调用以及数据综合组织,确保功能应用层能够快速查找所需服务,同时提供数据安全保障机制。服务层包含数据获取、数据配置、数据管理、地图制作加载、安全管理及用户管理等服务模块。

3.1.4 功能应用层

功能应用层根据系统服务需求提供业务功能支持。主要包括实况监测、预报预警、灾害性天气历史备案及系统管理功能。

3.1.5 用户界面层

用户界面层设计门户服务页面。通过用户登录身

份认证,面向气象及涉海部门业务人员和系统管理人员提供业务及管理服务功能。

3.2 系统业务数据流

从用户界面层到数据层系统业务数据流如图2所示。客户端接收用户请求,通过SOA Web Service Core解析客户端传来的XML并将其序列化对象,反射客户端传来的类名、方法名和参数。再按照ORM(对象关系映射)调用Controller中的方法,再通过DAL(Data Access Layer数据访问层)中统一数据接口对业务数据进行访问。

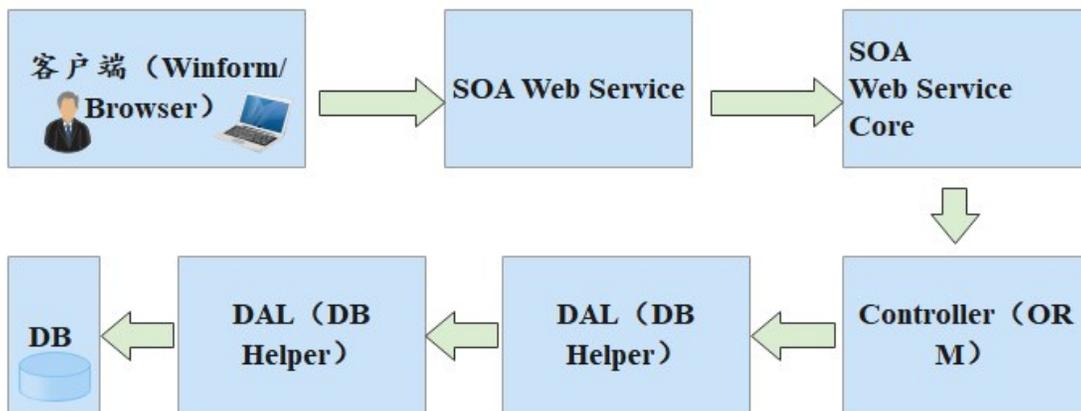


图2 近海船舶交通气象服务系统业务数据流

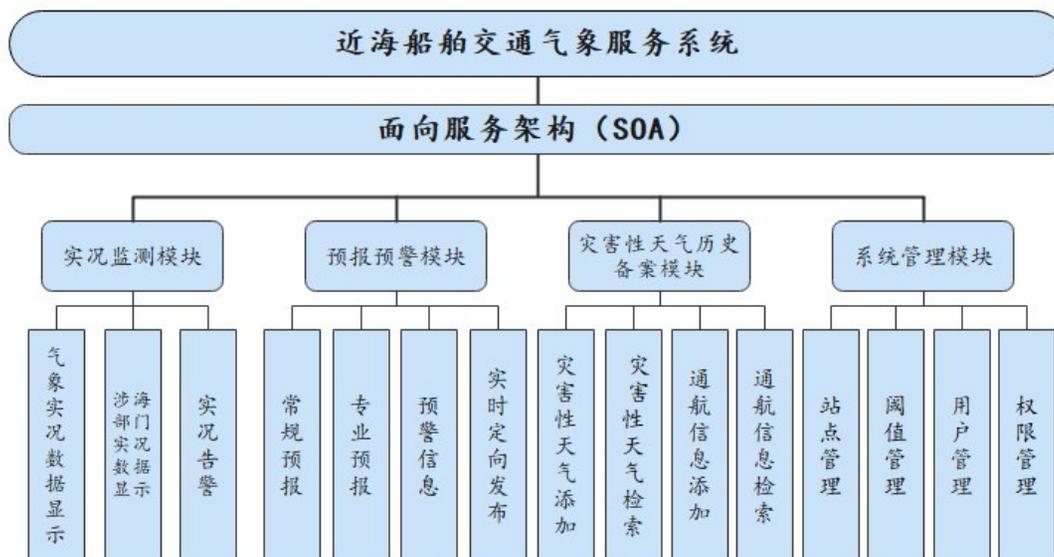


图3 近海船舶交通气象服务系统功能结构图

3.3 系统功能

根据业务需求及系统架构,对近海船舶交通气象服务系统功能进行设计。不同业务功能通过对不同服务组件的调用及数据综合组织进行实现。系统整体从功能应用上划分为实况监测、预报预警、近海灾害性天气历史备案、系统管理等四个核心功能模块^{[10][11][12][13][14]}。具体功能结构见图3。

(1)实况监测模块:对自动站、浮标站、卫星、雷达等气象实况数据和AIS、航道、锚地及港口等涉海部门共享数据进行实时显示,同时开发气象实况阈值告警功能。

(2)预报预警模块:集成原气象业务系统预报预警产品加工制作功能,开发预报预警模板,提供近海天气形势以常规预报、专业预报。并结合近海交通气象服务需求提供相关专业服务,同时针对近海交通高影响天气设计实时预警及一键定向发布。

(3)近海灾害性天气历史备案模块:根据涉海部门业务需求,结合不同类别天气要素对近海船舶通航情况影响,设置灾害性天气及通航信息数据备案。按照灾害性天气要素、时间、级别、及通航情况对灾害性天气和通航信息进行添加检索。

(4)系统管理模块:根据业务需求变化对气象观测站点、告警阈值、用户组、用户及用户权限进行系统管理。

4 面向服务架构在多源异构数据集成中的应用

4.1 异构数据分析

在近海船舶交通气象服务系统中,所涉及业务数据

主要包括常规气象观测资料、二进制气象资料、数值预报模式产品、风云卫星资料产品、雷达产品等气象数据,还包括涉海部门业务数据如航道信息、AIS船舶信息,同时还涉及行政区面、海域面、气象站点、港口、航线、锚地等地理空间位置信息数据。通过分析归纳,整个系统数据源的异构性主要体现在四个方面:

(1)系统异构。由数据源所依赖业务系统及数据库管理系统之间的不同造成。近海船舶交通气象服务系统的数据源涉及到实时气象业务数据库、本地业务数据库、船舶信息数据库、空间地理信息数据库等。

(2)来源异构。由数据源内外部差异造成。

(3)结构与存储的异构。从数据类型的角度来看,数据源包括结构化数据和非结构化数据。结构化数据采用关系型数据库进行存储,对非结构化数据采用建立元数据存储于关系型数据库,具体数据以外部挂接文件方式进行存储。

(4)接口异构。由数据源在检索接口上的不同造成。如实时气象业务数据库需要采用统一定制的检索服务接口,本地业务数据库则可以通过JDBC等接口直接进行数据表的SQL检索。

4.2 数据集成模型

数据集成是将多来源异构数据进行整合,按照业务需求通过一定方式将数据组织起来,为业务提供统一的数据访问接口,并实现对多来源异构数据的集中管理。通过数据集成,可以从业务层面对数据源的多源异构进行屏蔽,解决分散数据源的系统、结构存储及接口异构等问题。目前主要的数据集成方式模型有3种:联邦数

数据库模型、数据仓库模型、中间件模型。

联邦数据库属于早期数据集成模型,对应一组互相协作但分别自治的数据库系统。其特点是结点自治和没有全局模式,通过建立不同数据库结点之间的访问接口,形成统一数据整体,节点间的数据共享通过双边协商确定。随着数据源的增多,查询效率会受到很大影响,因此主要适用于数据源较少的异构数据集成。

数据仓库模型通过对多源异构数据进行数据清洗、抽取、转换,形成相同的数据模式装载到数据仓库,形成数据整体以提供业务数据访问。但数据仓库只提供面向数仓的数据查询,实时性不强且不支持数据修改,因此主要适用于对实时业务侧重较少的决策支持系统的集成。

中间件模型通过统一的全局数据模型对异构数据源进行访问。中间件向下协调各数据源系统,向上为访问集成数据的应用提供统一数据模式和数据访问接口。中间件模型数据时效性高,局部数据源加入操作灵活且自治性强,因此主要适用于对业务实时性要求高,多源数据集成频率高的业务系统的集成。

4.3 基于面向服务架构的多源异构数据动态集成模型

近海船舶交通气象服务系统的数据集成,要在解决数据的系统、来源、结构、接口异构和数据格式统一问题的基础上,充分保证原数据源的独立和自治性。同时,

基于气象服务时效性需求,需重点考虑实时数据集成。从以上角度出发,结合传统数据集成方案中间件模型,提出一种针对实时数据集成更加高效的面向服务的动态数据集成模型。

面向服务体系架构的重点在于系统整合,将面向服务架构软件重用的思路应用于构建数据集成模型。保持业务数据分布现状,通过各个数据源在数据请求中间件上的加工整合,按照分层数据管理机制,实现多源异构数据的逻辑集成。

集成模型总体分为数据源层、虚拟数据服务层、接口层3个层次。其中虚拟数据服务层设置数据请求中间件,通过JDBC、FILE适配器、应用适配器等与数据源层各异构数据源实现连接。将数据源中各数据实体映射到数据请求中间件的元数据库,数据库中只存储元数据。访问业务数据时,通过元数据库中数据逻辑,将所需业务数据从各个数据源抽取到虚拟数据层,根据加工逻辑进行加工,再以数据接口的方式发布到接口层。最后,将集成后数据通过数据接口包装成服务,注册到服务总线,并通过服务总线为系统提供统一的数据服务^{[15][16][17]}。动态数据集成模型如图4所示。

5 系统实现

在系统架构及功能设计基础上,对气象观测数据、

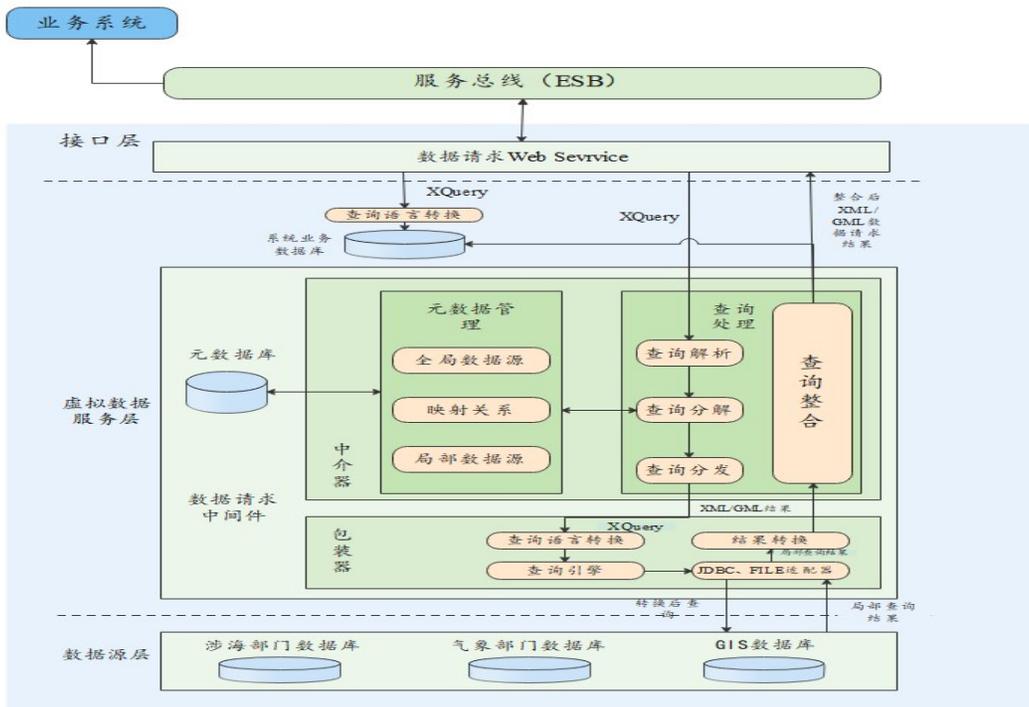


图4 近海船舶交通气象服务系统动态数据集成模型图

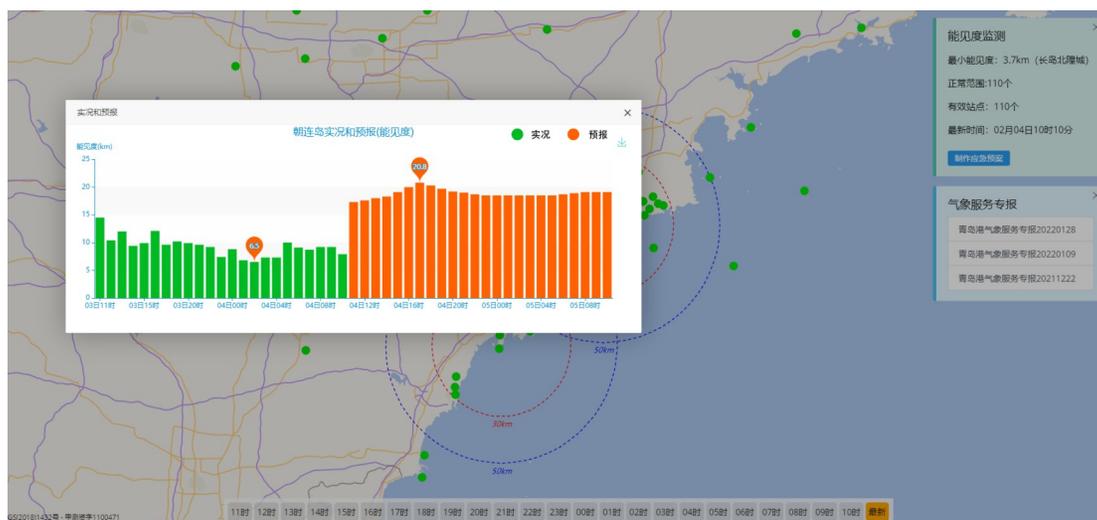


图5 近海船舶交通气象服务系统实况信息显示

船舶交通及基础地理信息等异构环境业务数据进行集成,通过一体化存储和开发应用,实现了气象观测数据及雷达和卫星影像、船舶通航实况数据的空间查询及可视化表达。同时结合航道、锚地、港口信息进行综合分析,根据涉海部门用户需求提供专业定制服务及预报预警产品定向发布。并对近海灾害性天气进行区域级、要素级汇总统计,集合通航信息数据,为近海船舶交通气象服务分析研判提供针对性业务数据支撑。设置用户信息、人员权限、站点阈值及系统模块管理,确保系统功能随业务变化灵活高效更新扩展。

5.1 实况监测

通过 GIS 服务组件结合前端页面弹性布局,对近海海区、船舶交通涉及海洋气象功能区,涉海部门重点关注区域(港口、航线、锚地等)的各类实时观测业务数据如气象站点观测数据、浮标站观测数据、雷达卫星实况数据、船舶数据等以多种形式进行可视化呈现。

针对不同区域,以图表结合方式对区域内观测站点、船舶情况进行综合显示、查询统计。点选不同关注海区,选择站点、船舶或同时勾选,页面左侧呈现海区观测站点分布、船舶迹象,右侧对应呈现各站点分钟级观测数据及区域内所有船只基本信息。

基于涉海部门业务规范设定不同气象要素阈值,在实况观测数据达到阈值时相应站点位置以红色闪烁警示图标及警示音进行页面告警。实况监测部分功能实现界面如图5所示。

5.2 预报预警

对原气象内部业务系统中预报预警制作功能进行封装,以 Web Service 形式集成接入近海船舶交通气象服

务系统。按照近海船舶交通业务需求,进行定制化预报预警功能开发,基于 GIS 服务组件实现对预报预警信息的可视化呈现。整合短信、邮件、微信发送接口,通过消息队列实现服务产品多用户实时定向发布。部分预警功能实现界面如图6所示。

5.3 灾害性天气历史备案

结合近海交通气象服务历史数据分析研判及业务复盘需求,对近海灾害性天气及通航信息进行汇总备案。灾害性天气添加通过预报预警制作模板实现,灾害性天气检索通过关键字或描述信息进行查询,同时提供查询信息打包下载功能。

通航信息通过对涉海部门通航业务数据的集成直接调用进行备案。页面设置按照年份、月份、措施等要素进行检索,同时提供 Excel 格式导出功能。

5.4 系统管理

设置站点管理、阈值管理、产品配置管理、用户管理功能。提供气象观测站、浮标站等站点的添加、删除、设置等功能。并根据实际业务需求设置实况及预报预警阈值添加、删除、设置功能。同时对服务产品进行管理调配,结合业务需求及进行选择呈现及发布。并对用户按照级别、部门进行分组,设置用户权限,实现对用户访问系统操作权限的限制,保障系统及数据安全。

6 结论与展望

本文以近海船舶交通气象服务系统的建设为例,探讨了面向服务架构在专业气象服务系统建设中的适用性。通过不同系统应用架构间演进的对比,结合近海船舶交通气象服务需求,对面向服务架构在近海船舶交通

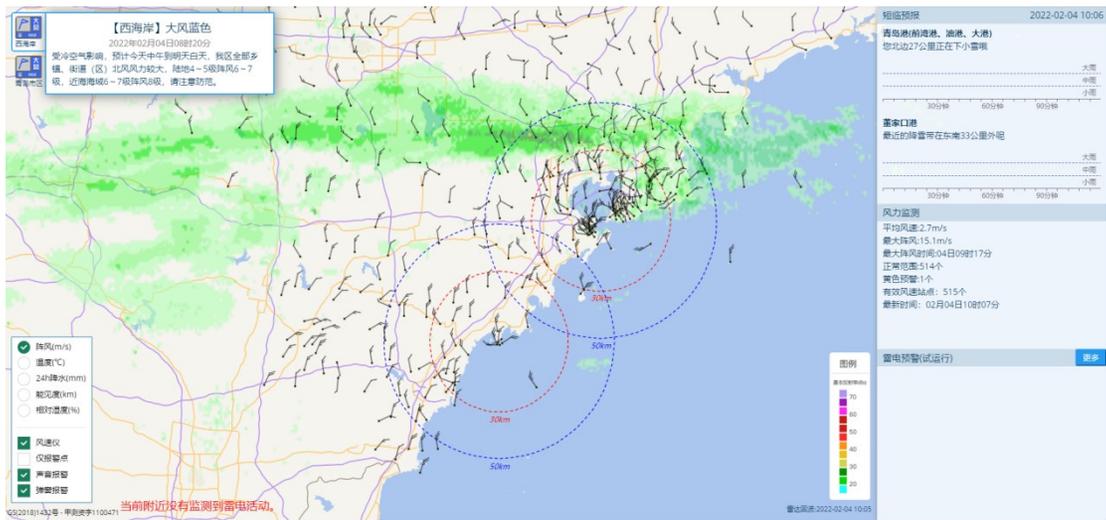


图6 近海船舶交通气象服务系统预警显示

气象服务系统中的深入应用进行了详细阐述。具体应用主要体现在以下两个方面：(1)面向服务架构所具有的位置透明、协议无关、松散耦合等特性及其服务自治原则使得专业气象服务系统的构建更加灵活高效。通过对专业气象服务系统进行业务逻辑拆解，能够依托面向服务架构以组件服务模式提供功能应用的方式，更加快速实现已有业务系统功能的融合，重构各类专业定制化气象服务系统及产品，有效避免了相同业务功能的重复开发，并为系统的灵活构建及后续扩展提供了有力支撑。(2)通过将面向服务架构软件重用的思路及分层设计的原则与传统多源异构数据集成方式相结合，在充分保证各异构数据源独立性和自治性基础上，满足了气象服务对于各类业务数据的实时性需求，提出了一种根据业务需求对多源异构数据进行快速集成的动态数据集成模型，为近海船舶交通气象服务系统实时高效的靶向服务产品的开发及展现，提供了数据支撑。

将系统应用架构与气象服务系统需求相结合，对开展定制化专业气象服务系统的架构和模式进行探索，是

从技术层面提高专业气象服务能力的有效方式。本文提出的将面向服务架构应用于近海船舶交通气象服务系统的技术方案，有效提升了近海气象灾害应急防御能力，为近海船舶交通航行提供了有力保障。但随着各个行业部门对气象服务需求的提升及系统应用架构的不断发展，还可以从以下几个方面对系统应用架构在专业气象服务中的应用进行深入思考：首先，以组件服务模式对系统业务功能进行实现，依然是在拆解业务逻辑基础上对功能进行开发构建，对组件粒度划分不够细致，对系统构建灵活度存在局限性。其次，针对近海船舶交通气象服务系统的研究在客户端展现等方面存在局限性，基于面向服务架构的专业气象服务系统在PC端的灵活高效不能说明随着业务需求及变动在移动终端的应用情况。后续将根据不同专业气象服务需求，结合目前较为先进的微服务架构，进一步开展系统应用架构在专业气象服务系统中关于分解业务功能粒度、以及移动终端表现能力等方面的深入研究，以期进一步从技术层面提高专业气象服务能力、助力社会经济发展。

参考文献：

- [1] 韩冰. 国内外海事气象保障服务之比较研究[D]. 大连海事大学, 2016.
- [2] 刘欢, 谭庆岭, 林行, 等. 青岛市海洋气象服务发展与思考[J]. 现代农业科技, 2017(17): 213-214+217.
- [3] 张增海, 刘涛, 曹越男, 等. 船舶海洋气象导航的业务概况与发展现状[J]. 海洋气象学报, 2020, 40(3): 11-16.
- [4] 谢琛, 谢文宁. 港口海洋气象预警中心建设研究[J]. 中国水运(下半月), 2015, 15(3): 58-60.
- [5] 杨辰, 周立新, 毕奔腾. 基于SOA的岩溶地质数据服务系统设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2019, 29(4): 149-153.
- [6] 吴兴华. 基于SOA架构的铁路旅服系统集成平台服务中间件设计与实现[J]. 铁路计算机应用, 2018, 27(3): 1-4.
- [7] 高松, 徐江玲, 艾波, 等. 基于SOA架构的国家海上搜救环境服务保障平台研发与应用[J]. 海洋预报, 2019, 36(3): 71-77.

- [8] 于潇. 基于 SOA 的铁路运输调度系统架构的研究[J]. 铁道运输与经济, 2016, 38(3): 41-45.
- [9] 贾佳, 邱曙光, 白若琛, 等. 基于 SOA 的智慧河道水质监测预警平台设计及应用[J]. 计算机应用与软件, 2021, 38(2): 13-18+26.
- [10] 徐晗, 刘从军. 基于互联网+和电子政务的不动产数据共享系统建设[J]. 计算机与现代化, 2019(11): 106-111.
- [11] 徐建鹏, 张辉, 伍琼, 等. 安徽气象为农服务大数据平台设计及应用[J]. 计算机与现代化, 2020(8): 105-108+121.
- [12] 莫云音, 李勋, 叶彩荣, 等. 海南省公共气象服务产品库研究与实现[J]. 计算机技术与发展, 2019, 29(6): 176-180.
- [13] 郭庆燕, 杨晖, 张敏, 等. 气象数据应用服务系统的研究[J]. 计算机应用与软件, 2018, 35(2): 107-111.
- [14] 耿晓利, 张芒, 尹永宏. 高并发高可用的分布式电商平台架构研究[J]. 计算机技术与发展, 2021, 31(2): 111-115+121.
- [15] 苏琪, 刘西林, 王军. 基于 WebService 的数据集成研究及应用[J]. 计算机技术与发展, 2014, 24(8): 51-54.
- [16] 姚燕, 李湘, 郭萍, 等. 基于多源异构数据的北京 GISC 数据请求服务[J]. 计算机技术与发展, 2021, 31(8): 150-155.
- [17] 张子晔, 刘玉龙, 呼北. 基于数据虚拟化技术的多来源数据集成方法[J]. 计算机与现代化, 2019(11): 18-22.

Application of Service-Oriented Architecture in Meteorological Service System ——Take the Weather Service System of Offshore Ship Traffic as an Example

XIE Feng, DING Feng, REN Zhaopeng, YANG Lei, YANG Fan

1. Qingdao Engineering Technology Research Center for Meteorological Disaster Prevention Qingdao, Qingdao 266003
2. Qingdao Meteorological Bureau, Qingdao 266003

Abstract: Marine meteorological service is an important technical guarantee to promote the development of Marine economy. The development of specialized and customized Marine meteorological service systems and products is more conducive to the sustainable development of Marine economy. Based on the service-oriented architecture (SOA), this paper designs the "Offshore ship Traffic meteorological Service System", and makes an in-depth study on the application of SOA in the integration of multi-source heterogeneous business data. The system has been applied in Qingdao offshore ship traffic meteorological service, which effectively reduces the damage caused by meteorological disasters to the navigation of offshore ships, and provides a strong guarantee for the meteorological service of offshore ship traffic.

Keywords: service-oriented architecture; multi-source heterogeneous data integration; marine meteorological service

(责任编辑:何岸波; 责任译审:毛子英 张述庆)