

宁波舟山港气象预警和决策系统设计

胡亚旦 孔扬 薛国强 钱峥 陆璠 潘婧茹

(宁波市气象服务中心, 宁波 315012)

摘要: 以多元化大数据分析展示技术创新港口气象预警和决策服务平台, 以数据驱动场景变化, 呈现出气象变化中“运行中”的港区, 融合基于“多早预警”为先导的海事、气象、港调三方合作联动机制和为港区量身定制的港区气象风险指数、动态船舶气象风险等级预报等融合服务产品, 打造气象、海事、港口三方数据共享与决策联动的平台。

关键词: 多早预警, 港口气象, 大数据可视化

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2020.01.012

Design of Meteorological Early Warning and Decision-Making System for Ningbo-Zhoushan Port

Hu Yadan, Kong Yang, Xue Guoqiang, Qian Zheng, Lu Yun, Pan Jingru

(Ningbo Meteorological Service, Ningbo 315012)

Abstract: A meteorological early warning and decision-making system for the has innovated the port-based meteorological service platform by using diversified large data analysis and display technology with data-driven scenario changes. It presents the “running” port area of meteorological changes. It innovates a trilateral cooperation mechanism based on the “multi-early warning” guide of maritime, meteorology, and port authority. In combination with the port area topography and actual business needs, the system can be used to fulfill data fusion and generate fine service products for the port area.

Key words: multi-early warning, port weather fusion products, big data visualization

0 引言

宁波舟山港年货物吞吐量连续八年保持世界第一, 集装箱吞吐量位居世界第四, 是我国深水泊位最多、超大型巨轮进出最多的港口。宁波舟山港每年因天气原因导致的封航管制时间在600 h以上。当灾害性天气来临时, 海事、港口、引航等部门如何根据气象预报进行科学决策, 直接关系到港口的安全作业与经济效益^[1]。气象部门在港区气象服务平台与产品建设上有很多深入的探索和实践^[2-13], 连云港市气象局进行了连云港现代港口综合气象服务保障系统开发与应用研究^[14], 舟山市气象局进行了港口气象预报服务系统研究^[15], 广东的沿海港口城市也在港口气象服务上积极探索。宁波市气象部门从20世纪90年代就开始从事港航气象服务工作, 但目前港区气象监测能力还是不足, 特别是对雾的监测能力较弱; 缺少统一的平台, 港口气象服务涉及的数据存在信息多源、格式多样、平台离散等问题; 由于缺少量身定制的精细化产

品, 海事在管制业务中多凭经验, 降低了作业效率; 多部门联动时缺少综合沟通平台, 效率低下。在多方调研考察基础上, 宁波气象局全新设计港口气象预警与决策系统, 取得了较好社会效益和经济效益。

1 系统特点概述

系统以海事局、港调、引航站及其他涉港单位服务对象, 在深入了解用户需求的基础上, 以现代化港口综合监测系统为基础, 融入港口精细化预报预警产品, 通过多源大数据挖掘、分析和展示技术, 将气象、海洋水文、船舶、港口调度、海事管制等信息进行深度融合和3D可视化, 建立了港口专业预警信号、港区气象风险指数、动态船舶气象风险等级预报等组成的服务产品体系和多方共享指挥平台。帮助用户更加直观准确地分析、解读天气变化, 一方面以确保港区安全运行为前提, 减少因气象灾害引发安全生产事故的发生, 另一方面通过精细化管理服务, 尽量减少不必要的管制封航、停止作业等引起的经济损失, 从而进一步提升港口运营水平。

2 系统架构与功能组成

2.1 融合多方数据的联动展示

系统实现气象、港口、海事等多源数据“一张

收稿日期: 2018年4月4日; 修回日期: 2019年9月23日

第一作者: 胡亚旦(1977—), Email: 25703729@qq.com

通信作者: 孔扬, Email: 395557099@qq.com

资助信息: 宁波市科技创新 2025 重大专项(2019B10025);
宁波市科技计划项目(2019A610446)



图1 港口3D可视化宏观态势呈现
Fig. 1 Port 3D visualization macro situation

图”展示(图1),以所见即所得的方式,将多源信息叠加在3D-GIS上呈现。以全景视图形式,通过二维仪表盘和三维场景数据联动等,综合展示港区运行态势;以气象数据驱动场景变化,呈现“运行中”的港区;通过多种显示模式,将主干信息从海量数据中突出显示。支持全终端运用,支持多屏无缝切换。

整个三维展示平台基于B/S架构开发,系统将气象数据、海事数据、港口数据包括管理区域数据、船只位置及属性数据、航道数据、锚地数据、码头数据、视频数据等信息进行综合性展示,通过内置的预警模型,实现气象预警数据、管制数据、港口业务数据的联动以及三维可视化呈现;根据业务需求,抽提港口、气象、海事关注的宏观指标进行可视化呈现。支持根据数据统计分析,实现效益评估。下探大风专题、大雾专题、雷电专题、温度专题和台风专题。

2.2 专业的港口气象服务产品体系

融合近海高分辨率包括毫米波雷达海雾探测资料、岸基风廓线资料、天气雷达探测产品、卫星云图和常规自动站资料等多种气象观测数据。基于海洋气象网格预报技术,为港口调度提供精细化气象预报预警融合服务产品。为港区量身定制气象服务产品,利用传统天气学分型理论和计算机图形识别方法,对海量历史个例进行自动分类,通过多数据智能识别技术,实现港区大风、雷暴、低能见度天气的智能判别和跟踪。构建不同天气型分港区预报模型,形成港口专业预警信号、港口气象风险指数等产品,实现服务精准化、专业化。融合气象条件和船舶信息,发布动态船舶气象风险等级预报,对重点船舶进行保障,为港口管理调度提供决策支撑。形成了港口气象灾害评估和事故应急救援气象服务技术体系,为港口安全高效运行提供支撑。

1) 海上大雾识别产品开发:基于卫星海雾识别、毫米波雷达数据反衍、激光能见度仪、自动能见度仪和摄像头图像识别等技术,融合识别海上大雾,初步形成核心港区10 km范围大雾识别精度为100 m×100 m的30 min间隔的网格化产品。

2) 大风识别产品开发:基于海岛高塔梯度风观测资料和雷达资料,分析各港区垂直风场情况,采用图像、阈值、模式等多种方式的人工智能辅助识别算法,结合人工主观经验的智能预报判别方法和实时客观要素预报修正的人工智能开发,形成每6 min输出的1 km×1 km的大风识别网格化产品。

3) 港口精细化预报:基于港口地形和历史资料分析的基础上,结合立体观测资料,做好数值预报模式的解释应用,优化降水、风速、能见度预报网格化产品,对港口和航道范围的网格点资料进行客观经验模型和人工订正,进一步加工港口和航道气象预报产品,产品达到分港区小时级预报。

4) 灾害性天气智能识别:系统后台自动根据不同用户的阈值设定情况,通过机器学习,实现大雾、雷电、强对流、寒潮、暴雨等灾害性天气类型进行智能识别;当天气要素达到阈值且系统识别到灾害性天气之后,系统根据用户需求,形成灾害性天气影响分析和图形产品通过网站、短信等形式发送给用户。

5) 港区气象风险指数计算:优化“港区气象风险指数”模型算法,通过接入气象精细化预报产品,实现对港口未来72 h气象风险状况预报。

6) 船舶动态气象风险等级计算:根据船舶动态风险等级计算模型,通过接入气象精细化预报产品和相关船舶信息,实现针对船舶的气象风险状况预报,并排序展示。

7) 建设港口专业预警发布系统:建设早期预

警、专业预警、早期预警解除、专业预警解除综合制作发布平台,实现基于“多早预警”为先导的三方联动机制发布平台及相关智能提醒。

8) 建立港口高影响天气个例库:根据气象历史数据和港口相关部门历史记录资料,采集和分析港口高影响天气个例信息,形成港口高影响天气个例库;开发个例库数据的维护功能,方便用户导入和修改历史个例数据,同时提供相关关联产品的显示以及个例图文等信息的输入,可对个例库内容进行条件检索和目录检索。

9) 港口服务产品评估:对预报服务产品进行评估,生成包括空报、漏报、偏移等误差和准确率结果。将预报结果、实况监测数据和检验结果输出成直观的图形产品,通过气象服务业务平台的调用接口实时显示。同时收集港区相关天气影响数据和个例分析,做好气象灾害评估和服务产品效益评估。

10) 建立统一数据接口服务:建立统一的数据服务接口为港口全息化气象预警和决策提供数据支撑;接入的数据包括气象台最新发布的预警和海洋预报产

品、服务中心发布的港口专业气象产品、本系统接入和加工生成的相关港口服务产品;接口服务提供接入说明和可视化界面,同时对数据接口的稳定性进行监控,异常时能够通过网页、短信和电话语音主动通知相关人员。

2.3 “多早预警”为先导的三方联动机制

如图2所示,形成基于“早发现、早通气、早预警、早联动”为核心的“多早预警”为先导的三方联动机制,通过风险时间线提醒、港口72 h风险指数、港口专业预警、实况提醒等多类专业预警提醒产品通过网站平台、微信平台、短信、电话、传真等多渠道以文字、语音、图表等多种表现形式进行自动推送,让用户提前调度,抢救作业时间。系统为气象、海事、港口三方提供了统一的信息共享和决策管理平台,实现了信息“零时间”成本实时交互,做到了决策会商、决策发布和决策执行全流程同平台实时同步,实现三部门无缝联动。有利于管理部门充分利用港区资源,提升管理效率,将气象信息转化为“港口生产力”。

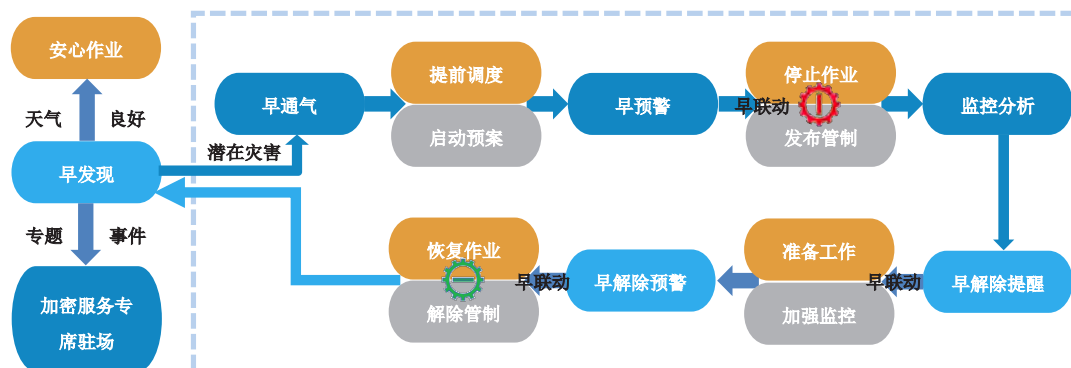


图2 基于“多早预警”为先导的三方联动机制

Fig. 2 Tripartite linkage mechanism based on “multi-early warning”

2.4 系统平台架构和标准

系统平台建设由多源港口气象服务数据库建设、港口智能融合气象服务产品开发集成和港口全息三维展示平台建设三大块组成。系统建设采用统一的信息化标准体系和统一安全管理体系,对接港口气象服务相关体系标准,体现较好的规范性、安全性和可扩展性。

系统平台总体架构如图3所示。

3 结论

宁波舟山港气象预警和决策系统设计着重解决涉港单位面临的保安全、提效率方面的关键问题,对提高港口作业效率、保障港口安全作业具有重要作用。系统融入船舶信息,分析重点保障船只,为港区管理调度提供决策支撑。创新提出基于“多早预警”为先导的三方联动机制,建立海事、气象、港口三方共享

同平台信息,统一天气服务标准,共同参与港口管理。基于统一平台的标准化、精细化服务,有利于管理部门充分利用港区资源,提升管理效率,有利于气象信息转化为“港口生产力”。系统初步主要服务于宁波舟山港的核心港区,而宁波舟山港口集团的管辖区还包括嘉兴、温州、台州等港,服务范围可迅速扩大到全港区。当前,我国正大力实施“一带一路”战略,全国仅亿吨以上的港口就达34个,港口气象服务需求巨大,系统作为一个港口气象服务全新的解决方案前景广阔。

参考文献

- [1] 周福,黄思源,许利明.宁波国际港口气象服务模式初探.气象科技进展,2017,7(1):134-137.
- [2] 谢琛,谢文宁.港口海洋气象预警中心建设研究.中国水运(下半月),2015,15(3):58-60.

(下转76页)

国。他先后创办了大生纱厂、大生港轮船公司、资生冶厂等企业，之后又在当地兴办了教育及社会公益事业。在此过程中，张謇认识到“气象关系地方农业、水利、教育，与观测所亦有相资之用。气象不明，不足以完全自治”。于是，南通军山气象台就应运而生。

随着时代发展，军山气象台的地位也不断提高。之所以能有这么大的影响力，是因为在动乱的背景下，它不仅没有知难而退，而是迎难而上，从气象仪器到观测技术都在创建及发展过程中不断完善、不断提高。在测报上，该台每日进行九次定时观测，两次定时接收无线电气象资料并绘制天气图，做出较为准确的天气预报；在科研上，研究气象与农业的关系，进行物候观测，防范病虫害的发生；在人才培养上，积极举办测候训练班，为各农场测候所输送测候人才。虽后来因日军侵犯而停办，但1917—1937年间各项气象要素逐月平均记录和部分报表得以保留，实属大幸。军山气象台在这期间没有断测的数据记录，着实是中国近代气象观测史上一笔珍贵财富，对研究近代气候变化和地方气候资源大有裨益。战争之后的军山台虽不再有往日的光辉容貌，但在政府的帮助下，其遗址得到保存，这对我国近代气象史的探索具有重要意义。

可以说，张謇创办的军山气象台，不论是各种设施设置还是各项业务水平，均在当时处于遥遥领先的地位，当之无愧为“中国私家气象台之鼻祖”（图4）。



图4 经过修葺后的军山气象台遗址

深入阅读

李明勋, 尤世玮, 2012. 张謇全集. 上海: 上海辞书出版社.
《南通气象志》编撰委员会, 2012. 南通气象志. 北京: 气象出版社.
吴增祥, 2007. 中国近代气象台站. 北京: 气象出版社.
中国近代气象史资料编委会, 1995. 中国近代气象史资料. 北京: 气象出版社: 214-218.

(作者单位: 南京信息工程大学科学技术史研究院)

(上接71页)

- [3] 陈钻, 李海胜. 新型台风海洋网络气象信息系统的设计与实现. 应用气象学报, 2012, 23(2): 245-250.
- [4] 项素清, 曹美兰. 舟山台风风暴潮的气候特征. 海洋预报, 2003, 20(2): 67-73.
- [5] 叶君武, 徐燕峰. 舟山渔业海损事故气象条件分析及预报服务探讨. 海洋预报, 2001, 18(4): 48-53.
- [6] 钱燕珍, 贺芳. 宁波市港口气象服务评估和需求调研报告. 浙江气象, 2012, 33(2): 21-24, 40.
- [7] 刘桐义, 才奎也, 王浩宇, 等. 营吕港专业气象服务平台系统搭建. 科学家, 2016, 13: 74-75.
- [8] 彭涛, 位承志, 叶金桃, 等. 汉江丹江口流域水文气象预报系统. 应用气象学报, 2014, 25(1): 112-119.
- [9] 唐跃, 陈梅汀, 徐颖. 无缝隙预报在舟山港口精细化服务中的应用. 海洋预报, 2017, (4): 84-89.
- [10] 杨忠恩, 黄辉, 何志军, 等. 海岛测风站资料分析及其在航线预报服务中的应用. 气象, 2003, (6): 50-53.
- [11] 龙强, 王畅, 王锋, 等. 一种港口塔吊水平风荷载预报模型的设计和实现. 港口科技, 2016, (1): 66-74.
- [12] 叶君武, 徐燕峰. 舟山渔业海损事故气象条件分析及预报服务探讨. 海洋预报, 2001, (4): 48, 53.

① 苏北盐垦公司想在苏北兴办7个测候所未成。

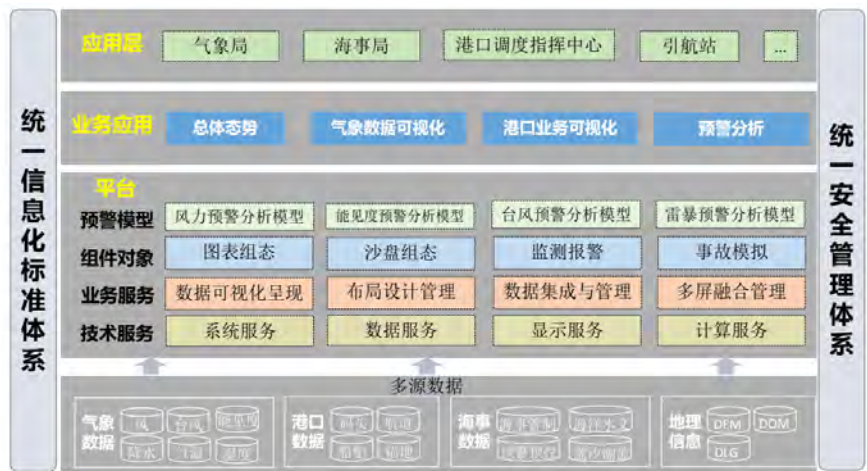


图3 系统架构图

Fig. 3 System framework

- [13] 梁锦雄. 港口突发天气预警系统. 港口科技, 2015, (9): 39-41.
- [14] 祈欣, 杨红梅, 胡冬莉, 等. 连运港现代港口综合气象服务保障系统开发与应用. 计算机光盘软件与应用, 2011, (1): 155-156.
- [15] 王雷. 舟山群岛的局地风特征与海上航线预报研究. 气象科技, 2002, 30(4): 241-245.