

孙玫玲,王雪娇,郭玲.智慧港口气象服务系统建设——以天津港为例[J].气象研究与应用,2020,41(1):31-34.
Sun Meiling,Wang Xuejiao,Guo Ling. The construction of smart port meteorological service system——taking Tianjin Port as an example[J].Journal of Meteorological Research and Application,2020,41(1):31-34.

智慧港口气象服务系统建设——以天津港为例

孙玫玲, 王雪娇, 郭 玲
(天津市气象服务中心, 天津 300074)

摘要: 灾害性天气会给港口航道通行、港口作业和港区货物的存储转运等带来安全隐患和经济损失,提升港口精细化预报服务水平对保障港口安全以及发展港口经济有重要意义。以天津港为例,结合港口对气象服务需求,探讨构建集灾害性天气实况分析与报警、数据计算处理与存储、服务产品自动制作与订正、数据服务、产品发布等功能于一体的气象服务系统,为智慧港口气象服务系统建设提供思路。
关键词: 港口;智慧气象;服务系统
中图分类号: P49 **文献标识码:** A **doi:** 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2020.1.07

引言

天津港是中国北方最大的综合性港口、世界等级最高的人工深水港,是中国对外贸易的重要口岸。2019 年 1 月,习近平总书记考察天津港提出了“港口兴则城市兴”的发展理念。气象灾害尤其大风、大雾天气过程对港区的工程建设与运营影响非常大,涉及到港口枢纽升级、港口智慧转型、港口管理提升、港口协同发展等方面,严重阻碍港口经济的发展。近年来,海洋气象灾害频发对海上作业平台、航运、沿海基础设施等造成了较大的经济损失;同时,随着海上资源开发、海上丝绸之路、海上军事演练等活动日益频繁、暴露度增加,海洋气象灾害对社会经济带来的风险日趋增大。随着卫星遥感、数据通信、海洋探测和数值天气预报等技术的发展,海洋气象探测和预报能力不断增强,为港口气象服务水平提

升奠定了基础^[1]。沿海许多省(市)建立了海洋气象监测、预报、预警、服务系统^[2-4],一些地区还开发了港口气象监测预报预警系统^[5-6],但是针对港口气象预报和服务体系方面的研究不多。本文以天津港为例,结合港口对气象服务的需求,探索智慧港口与智慧气象发展融合,构建智能气象服务平台,提升港口气象保障服务水平。

1 港口气象服务需求分析

1.1 港口的高影响天气

由于特殊的地理位置和复杂的下垫面,港口多发大雾、大风^[7]、强降水、雷电等灾害性天气,对港口安全、作业有着直接影响,恶劣天气会影响港口船只的进出、货物卸载,造成严重的港口压港现象,甚至还会导致港口停止作业(表 1),造成港口企业和货运船只非常大的经济损失。

表 1 影响港口作业的天气指标标准

因素	风	暴雨	雾	雷电	高温	海冰
指标	7 级以上	6h 降雨量≥50mm	能见度小于 500m	雷电黄色预警	最高气温≥35℃	5℃以下
影响	停止作业	停止作业	停止作业	停止作业	有影响	有影响

收稿日期: 2020-01-21
基金项目: 天津市科技重大专项与工程项目“安全天津与城市可持续发展科技重大专项”子课题“雾霾天气对海事交通影响预报预警技术研究”(18ZXQSF00130)
作者简介: 孙玫玲(1970-),女,辽宁沈阳人,硕士研究生,主要从事海洋气象服务研究工作。
通讯作者: 王雪娇(1990-),女,山东德州人,硕士研究生,主要从事海洋气象服务研究工作。E-mail:919457005@qq.com

1.2 港口作业对气象服务的需求

港口作业种类繁多,包括船舶进出港、集装箱吊装、散货装卸、危化品储运、船舶系泊等,不同类型的作业对气象条件的要求也有所不同,装卸、仓储、物流、加工等各个环节对气象服务的需求都不相同,例如集装箱吊装易受大风天气影响,矿石堆垛遇强降雨天气易造成垮塌,危化品储运对作业环境温度和湿度都有严格要求,遇有雷电天气严禁作业等。港口的多功能性对气象服务提出了多样化、针对性、及时性的新需求,因此,只有提升气象预报服务精准度及专业水平,才能更好满足港口安全生产、作业调度、引航、航运等对气象服务保障的需求^[8]。

2 智慧港口气象服务系统架构

2.1 系统功能

通过搭建智慧港口气象服务系统,实现各种气象数据全方位、多渠道收集、处理与融合应用;通过各种通信手段,完成全网数据收集、处理、存储、应用、分析、显示功能;以层层级联的方式实现通信网络控制、数据综合应用和外部服务。

2.2 系统架构

按照系统分层设计思路,智慧港口气象服务系统整体结构(图1)划分为基础设施层、数据层、处理层和应用层。基础设施层主要是支撑系统功能的计算资源、存储资源、网络资源、高性能计算资源等基础设施。数据层存储系统综合数据库,包括港区及航道地理信息数据库、气象信息综合数据、系统监控数据、服务产品数据库和业务支撑数据库等。处理层从分散的数据源中采集处理各种气象数据并进行一键式分发。应用层主要是对各种气象数据和海洋气象预报产品的展示,并根据用户分类来构建应用系统。



图1 智慧港口气象服务系统架构图

根据不同气象业务需求,系统提供港口数据展示、分析处理及交互处理功能,实现信息采集、制作、传输、入库时间的统一。通过多层架构的数据访问,提高数据的安全性。

3 智慧港口气象服务系统建设内容

针对航道、锚地、港口、港区、泊位等不同功能区建立分级风险预警指标体系,根据不同预警阈值及用户个性化指定区域,提供0-3h强对流预警产品和0-72h低能见度、大风、海雾、海冰等气象预警预报信息及风险提示;研发基于用户位置及作业路线的智能化气象服务,自动实时更新所在区域的能见度、风、强对流、海流等气象和水文信息;研制港口气象服务相关标准,建设有特色的港口精细化气象预警预报服务系统,为海事管理、港口企业、海洋监管部门提供有针对性的精细化气象服务。以建设国际一流港口气象服务为目标,建设自动化、遥感化和现代化“三位一体”的港区海洋气象监测体系,针对港口通航安全、航行安全智能监管、靠离泊智能监控、码头装卸设备示位与安全预警、航道疏浚智能管理、港口智能应急指挥等方面的需求,建成专业化的智慧港口气象预警预报服务系统,实现对多种海洋灾害性天气的动态诊断分析和预报预警功能。

3.1 智慧港口综合气象观测网

为提高港口气象服务的针对性和准确性,需建设相对完善的气象观测网,实现对港口灾害天气的有效观测。目前天津港海域已经建设并纳入业务运行20个海上石油平台自动气象站、75个沿海自动气象站、40个锚锭浮标自动气象站。同时,作为海洋气象观测的重要手段,在天津滨海新区建立了风云四号卫星接收站和多普勒天气雷达,具备了覆盖北方海域的卫星遥感业务观测能力,实现实时监测海风、海雾、海温、海上降水等多种海洋气象监测信息,形成了较为完备的海洋气象观测体系。

3.2 智慧港口气象预警预报业务系统

精细化气象服务是气象服务发展的必然趋势^[9],数值天气预报的发展为海洋气象预报提供了更加精细的客观预报。国家级和沿海省级气象部门研发了海雾、海浪、风暴潮等专门的海洋气象数值预报模式^[10-11],开展了数值模式释用产品的研究和应用^[12]。建设渤海海洋气象精细化要素预报系统,通过最优客观网格生成、客观预报偏差订正、智能格点订正等技术,将多模式资料和主观预报科学融合,提供渤海

和黄海北部中部空间分辨率为 $1 \times 1 \text{ km}$ 、时间分辨率为 0–3d 逐小时、4–10d 逐 3h, 西北太平洋范围内空间分辨率为 $10 \times 10 \text{ km}$ 、时间分辨率逐 6h 的多层嵌套网格精细化预报产品。通过协同技术、格点订正技术、网格预报与海区预报关联技术, 优化完善主客观海洋气象预报产品释用和检验。通过对关键海区的监测和预报预警, 提高了对港口、石油平台、海上作业区、船只遇险搜救海域、石油泄漏污染海域、海上体育比赛区域等关键海区的专项海洋气象服务能力。利用 WRF (Weather Research and Forecasting) 大气模式、POM (Princeton Ocean Model) 海流模式、WW3 (WAVEWATCH III) 海浪模式建立黄渤海区域海气耦合模式 ROAD (Regional Ocean and Atmosphere Model), 通过耦合器 MCT (Model Couple Toolkit) 实现大气–海流–海浪的实时双向耦合(图 2), 更好地模拟海气相互作用, 提高模拟准确度。

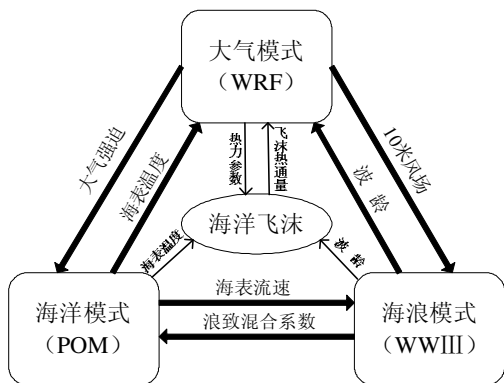


图 2 区域海气耦合模式气-浪-流耦合物理机制

3.3 智慧港口气象服务系统功能与应用

3.3.1 港口气象大数据可视化展示

建立港口气象信息数据库, 将实测数据传送到气象部门及港口运行指挥调度部门的服务终端, 提供实时气象信息。港口服务终端集实时监控、检索查询、分析处理等功能于一体, 提供基于 GIS 的港口实时监测气象信息的显示、地图的漫游、放大、缩小、电子地图鹰眼、系统报警、各种气象要素曲线图显示和报表制作、历史资料检索查询、图表文件保存及打印等功能。

3.3.2 港口气象风险指标体系和服务评估

结合港区、码头的船舶类型、吨位等级、码头作业情况, 分析大风、海雾对船舶和码头的详细港口气象灾害影响, 建立港口气象安全生产指数标准。调研

海上交通管制的依据和管制规则, 以气象历史统计资料为基础, 结合海事局管制逻辑、港区气候特点, 划分气象风险等级标准, 包括风力、能见度、温度、降水等要素。结合不同码头、不同泊位功能需要, 分别定制四个要素的权重, 形成特定港区气象安全生产指数。建立港口气象相关服务标准, 融入整个系统建设。通过对港口高影响历史天气及气象服务进行回顾、总结和分析, 评估服务能力与效益, 有利于港口气象服务能力的提升。

3.3.3 港口气象精细化预报服务产品制作

依托海洋气象业务, 提供不同尺度、较高时空分辨率和精度的预警预报服务产品, 对港口灾害性天气、海气交互和沿海重要经济活动区域的天气变化进行动态监测和预报。为提高港口重点区域预报的准确性, 需要对港口关键区域等进行精细划分, 同时根据港口实际作业特点, 针对危险品船、散杂货船、集装箱船等不同类型、不同吨位的船舶, 结合海事管制方案, 制定影响港区作业的大风、低能见度、强对流、强降水等港区作业专项预警。以港口气象实时监测信息为基础, 依托海洋气象业务系统, 制作港口空间分辨率为 $1 \times 1 \text{ km}$ 、时间分辨率为 0–3d 逐小时、4–10d 逐 3h 多层嵌套网格精细化预报产品, 提供 0–12h 短时临近预报、24–72h 短期预报和中长期趋势预报等产品, 建立基于精细化网格的海洋气象要素客观预报方法, 利用系统编辑平台实现精细化预报快速编辑和预报产品的智能生成、一键式分发。

3.3.4 港口气象服务产品发布

结合用户需求, 加强公众气象服务与专业气象服务相融合, 打造气象一体化服务^[13], 对各类港口气象实况信息、气象灾害预警信息进行同步推送。平台可实现对各种信息发布手段的接口对接, 通过手机短信、预警大喇叭、显示屏、互联网终端、微信、邮件、传真等手段发布; 实现气象海洋数据资料及预报服务产品等数据下载、数据分发、信息发布、信息推送等服务能力; 基于不同用户能够实现系统的用户管理和权限灵活分配的能力。当遇到短时大风、雷电、冰雹、风暴潮等突发天气时, 随时发布预警信息, 以便港口各部门采取相应的防御措施, 并提供浪高、潮位、能见度等服务产品。

4 结语

大风、大雾、强降水、雷电等天气因素对港口安全作业有着直接影响, 不同类型的作业对气象条件

的要求也不同,需要精细化、专业化的港口气象服务。本文以天津港为例,结合港口气象服务需求,依托不断完善的观测、监测网络,融合大数据分析、基于 WebGIS 气象信息融合显示和人工智能等前沿技术,构建集灾害性天气报警、资料处理、数据存储、实况分析、数据服务、计算处理、服务产品自动制作与订正、(预报、预警、报警)产品发布等功能于一体的港口气象服务系统,全面提升港口气象服务水平。

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[J]. 气象科技进展, 2017, 7(1): 134-137.
- [2] 刘飞. 东海海洋气象监测预报预警服务系统[C]. 中国气象学会: 第 33 届中国气象学会年会 S20 气象信息化——业务实践与技术应用论文集, 2016: 90-91.
- [3] 黄荣成, 赵金彪, 曾小团, 等. 广西海洋气象预报预警服务系统的设计研发[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(2): 12-15+123.
- [4] 王瀛, 孙欣, 陈传雷. 辽宁省海洋气象业务服务系统[J]. 气象与环境学报, 2007(2): 63-67.
- [5] 谢琛, 谢文宁. 港口海洋气象预警中心建设研究[J]. 中国水运, 2015, 15(3): 202-208.
- [6] 林毅, 吴彬贵, 张长春, 等. 天津港气象水文综合预报系统[J]. 气象科技, 2012, 40(4): 671-675.
- [7] 陈峥蓉, 黄燕波, 农成万, 等. 北部湾沿海港口大风要素服务指标制定与应用[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(3): 82-84.
- [8] 李有华, 卢小凤, 陈剑飞, 等. 基于智能网格产品的广西行业气象服务集约化系统的设计与实现[J]. 气象研究与应用, 2019, 40(4): 59-62.
- [9] 哈斯塔木嘎. 精细化气象服务的思考[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(1): 128-130+136.
- [10] 黄彬, 闫丽凤, 杨超, 等. 我国海洋气象数值预报业务发展与思考[J]. 气象科技进展, 2014, 4(3): 57-61.
- [11] 陆彦. 数值预报产品在现场海洋气象服务中的应用[J]. 应用科技, 2013(4): 103-104.
- [12] 龙强, 王峰, 孟艳静, 等. MEOPIS 平台在渤海湾北部海面气温和风速精细化预报中的适用性分析[J]. 应用海洋学学报, 2014, 33(2): 258-264.
- [13] 黎黎炜, 廖雪萍, 卢威旭. 移动互联背景下推进气象媒体融合的思考[J]. 气象研究与应用, 2019, 40(2): 106-108.

The construction of smart port meteorological service system

——taking Tianjin Port as an example

Sun Meiling, Wang Xuejiao, Guo Ling

(Tianjin Meteorological Service Center, Tianjin 300074)

Abstract: Disastrous weather will bring security risks and economic losses to port channel passage, port operation, storage and transfer of port goods. It is of great significance to improve the service level of refined port forecast to ensure port security and develop port economy. This paper took Tianjin Port as an example, explored the integration and innovation of the development of intelligent ports and intelligent weather, combined with port demand for meteorological services, making a meteorological service system of intelligent port that integrates the functions of severe actual weather alarm, data storage, actual weather analysis, calculation and processing, automatic production and revision of service products, data service and product release and so on, which is constructed to escort the economic development of ports. Taking Tianjin Port as an example, combined with the port's demand for meteorological service, this paper discussed the construction of a meteorological service system that integrates the functions of real-time analysis and alarm of disastrous weather, data processing and storage, automatic production and revision of service products, data service, and product release, so as to provide ideas for the construction of meteorological service system of intelligent port.

Key words: port; smart weather; service system