

宁波国际港口气象服务模式初探

周福 黄思源 许利明

(宁波市气象局, 宁波 315012)

摘要: 在港口气象保障需求分析的基础上, 描述了宁波国际港口气象服务的架构模式。通过调整业务和服务的组织架构, 建立扁平化的“1+3”组合模式; 统一布局海洋与港口气象探测网, 利用探测新技术重点提升海基和天基气象监测能力; 建设集约化港口气象业务和服务系统; 依靠创新驱动开发港口精细化服务产品。与海洋、海事、港务等部门建立互动协作机制, 提高了港口气象服务精准性和效益, 提升了对国际大港的专业气象服务水平。

关键词: 港口, 海港, 气象服务, 服务模式

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2017.01.018

Preliminary Study of Meteorological Service Model for Ningbo International Seaport

Zhou Fu, Huang Siyuan, Xu Liming

(Ningbo Meteorological Bureau, Ningbo 315012)

Abstract: Based on the analysis of demand of Seaports for meteorological service, this paper introduces the architectural model of the meteorological service to Ningbo port. Through the adjustment of the organization structure of operation and service, we established the flat “1+3” organizational mode, distributed the meteorological observation network in the sea and port uniformly, utilized a new detection technology to focus on enhancing the capability of sea and space-based meteorological observation. Also set up the flat port meteorological operation and service system. Then we developed more detail products with innovation to serve the port by an interactive cooperation mechanism with the sea, maritime, port and other departments, improved the accuracy and efficiency, and enhanced the capability of professional meteorological service to the international seaport.

Keywords: port, seaport, meteorological service, service model

0 引言

宁波港是我国古代“海上丝绸之路”的起锚地之一, 有1200多年的发展历史。港口现有19个港区, 600多个生产泊位, 其中5~25万吨级的特大型深水泊位25座。主要进港航道水深在22.5m以上, 30万吨级巨轮可自由进出港, 40万吨级以上的超级巨轮可候潮进出。2015年宁波舟山港货物吞吐量为8.9亿吨, 位居全球第一; 集装箱吞吐量为2062.7万标箱, 跃居全球第四, 现已成为世界级大港。宁波港位于中纬度的东海之滨(港区和航道分布详见图1), 受台风、暴雨、大雾、雷暴、风暴潮等影响较大。研究表明, 我国沿海港口的自然灾害风险指数长江三角洲地区为最高^[1]。随着海港规模扩大和船舶交通流量增大, 航行安全和港口高效精准作业对气象服务保障提出前所未有的挑战。

港口气象预报水平主要依托海洋气象预报技术的发展。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。我国海基观测方面有海岛自动站、船舶自动站、



图1 宁波港区和主航道分布图

Fig.1 Map of the Ningbo port and main channel

收稿日期: 2016年6月23日; 修回日期: 2016年10月11日
第一作者: 周福(1962—), Email: zhoufu0311@sohu.com

气象浮标站、海上观测平台、岸基遥感观测站等；天基观测方面建立了以气象卫星遥感探测为主的观测系统。在海洋气象科学研究方面，中国气象局于1998年组织了十几个国家和地区参加“南海季风试验（SCSMEX）”^[2]。广东省“茂名博贺海洋气象科学综合试验基地”^[3]建立了由海岸陆地观测基地、近海海上气象观测平台、海岛通量观测塔、海洋气象浮标站等组成的探测系统，开展了海洋气象综合观测试验研究。数值天气预报的发展也为海洋气象预报提供了更加精细的客观预报。国家级和沿海省级研发了海雾、海浪、风暴潮等专门的海洋气象数值预报模式^[4-5]，开展了数值模式释用产品的研究和应用^[6]。利用集合预报提供的海量预报信息，提供了影响预报及决策支持服务，建立了三级海洋气象监测、预报、预警、服务体系^[7]。沿海一些省（市）还开发了港口气象监测、预报预警系统^[8-9]。但在针对港口气象预报和服务体系方面的研究并不多见。本文以近年来宁波市气象局的实践为线索，从发展海洋经济和建设现代化国际港口城市的战略角度，展示适应国际大港发展需要，提升港口气象服务水平，从海洋综合气象探测、港口精细化预报业务系统、专业化港口气象服务模式等方面进行的探索。

1 港口气象服务需求分析

1.1 港口的高影响天气

对港口作业和航道通行影响较大的天气称为港口高影响天气，如大风、大雾、暴雨、雷电、高温、强对流天气、风暴潮、台风等天气。宁波港的进出港航道长达40海里（1海里=1852m），船舶行驶4~5h。船舶航行受风、浪、流以及能见度变化影响较大，调度不当将大大降低航道和港口使用效率。据海事部门统计，海上交通管制90%以上是沿海恶劣天气造成的。仅2015年宁波港共实施水上交通管制134次，其中因大雾管制81次，大风（台风）管制53次，累计管制时间1433h，相当于59.7d。海上恶劣天气导致的船舶碰撞、触损、沉船等安全事故时有发生。近10年，浙江省发生水上交通事故死亡人数636人，沉船424艘，直接经济损失10.79亿元。沿海海域发生的总事故占85%。碰撞、触礁、浪损大多数发生在大风、海雾等恶劣天气期间，如2015年7月14日大雾天气在宁波沿海外籍集装箱船与台州渔船碰撞造成渔船沉没，14人死亡或失踪。港口码头因强对流天气或寒潮大风导致的意外事故和伤亡时有发生。雷击可能使天然气码头及临港危化企业发生爆炸事故。

高影响天气对船舶行驶和港口作业不同环节的影

响分为以下四类：1）对锚地船舶停泊造成的影响；2）对沿海航道船舶行驶的影响；3）对船舶进出港调度度的影响；4）对船舶货物装卸期间的的影响。1）至3）类主要受大风、大雾、风暴潮、台风等影响；4）类主要影响的天气除了以上四种天气以外，还有暴雨、雷电、高温、强对流天气等。

对装卸不同货物的码头高影响天气如表1所示。

表1 各类码头的高影响天气
Table 1 High impact of weather conditions on various types of docks

货物类型	大风	大雾	暴雨	雷电	高温	强对流天气	风暴潮	台风
化工	√	√	√	√	√	√	√	√
煤炭	√	√	√			√	√	√
液化气		√	√	√	√	√	√	√
油品		√		√	√	√	√	√
集装箱	√	√				√	√	√
矿石	√	√	√			√	√	√
散货	√	√	√			√	√	√

1.2 港口气象服务需求变化

1）服务对象。随着港口规模的扩大和管理体制的变化，气象服务对象发生了变化。以往是海港工程建设单位和负责海上交通管理的海事部门为主要服务对象。如今已经转变为海事局、引航站、港务集团公司、海运船务公司、造船厂和码头等，服务对象数量大幅度增加^[10]。

2）形式和内容。以往海洋气象预报主要服务于远洋捕捞和近海渔业生产，港口气象服务基本上用沿海天气预报产品替代。对港口的专业气象服务单位才提供中短期的天气咨询服务。预报内容主要有沿海风力、天气、温度老三项；警报主要有大风警报、寒潮警报和台风警报。如今需要对港口生产各个环节提供气象保障，需要提供多种形式和有针对性的港口气象服务产品。利用气象服务降低气象灾害影响的风险，做到趋利避害，实现港口整体高效运行。

3）预报时空精细度。随着港口规模扩大和吞吐量的激增，利用有利天气调度船舶进出港装卸货物，提高港口运行效率越来越重要。港口气象服务需要提供更加精细的时空分辨率和多种时效的监测、预报产品。因此，短时临近预报和3h的滚动预报，以及突发性气象灾害预警信息对精准化港口生产调度和船舶引航更为重要。

4）预报区域和范围。以往按照海洋预报服务区将预报区域划分为宁波南部、中部、北部沿海海面三个区域。港口气象预报区域的划分严格按照现有港区分布划分为五大港区（镇海、北仑、穿山、梅山、

大树, 详见图1) 和三大湾(杭州湾、象山港、三门湾)。五大港区是以码头作业安全和运行效率为主的气象服务区; 沿海海区和三大湾是以海上航行交通安全为主的气象服务区。

2 港口气象业务系统

2.1 港口综合气象监测网

经过多年建设, 初步形成支撑港口预报服务的立体气象综合观测网。对港口和近海航道沿岸自动气象观测站以外, 重点加强以气象卫星和新型雷达对海上高影响天气的监测。

1) 地基观测。自动气象观测站310个, 平均分布密度达到5.7km; 新一代天气雷达1部; 风廓线雷达1部; 雷电监测网1个; 闪电定位6台; 大气电场仪35台; 沿海布设能见度仪38台; 港区布设毫米波(云雾)雷达2部; GPS/MET大气水汽遥感站8个。

2) 海基观测。海岛自动观测站39个; 海岛能见度仪42台; 港湾气象浮标站2个, 大型海洋气象浮标1个; 370m海岛铁塔气象梯度观测系统1个; 船舶自动站2个; 海上实景天气高清视频观测站2个。

3) 天基和空基观测。2套静止卫星云图地面接收站和卫星广播系统(CMACast)接收风云系列静止卫星、极轨卫星云图和遥感产品。根据服务保障需要开展小型无人飞机探空或GPS探空。

2.2 港口气象业务服务系统

1) 港口精细化网格预报系统。依托高性能计算机集群系统, 在国家和省级数值预报产品基础上, 开发海洋中尺度数值预报产品释用和集合预报, 建立小网格港口精细化数值预报模式, 预报时效60h(间隔3h)。输出16个港区和码头的大风、能见度、降水等5km网格的预报产品, 以及港口船舶靠离泊位、港口装卸、堆场作业等专项预报服务产品。

2) 港口天气预报预警平台。包括港口气象灾害预报预警系统、台风路径和风雨强度预报系统、海面风力数值预报主观订正子系统、沿海海雾业务精细化预报系统^[1]等子系统。自动实现港口预报产品的数值化和图形化输出。

3) 港口气象服务平台。在市政府政务云中心的虚拟化服务系统上建立港口气象信息服务平台。该平台提供网站服务和智能移动终端访问, 具有主动推送预警信息功能。根据不同服务受众分为港口公共服务版和专业用户定制服务版, 实现港口个性化、专业化服务和对大众的公共服务。

3 港口气象服务模式

3.1 组织结构

在组织结构上采用“1+3”模式, 有利于气象部门的主要业务机构的协同合作。其中“1”是在主港区属地北仑区气象局成立“宁波港口气象中心”, “3”是市级3个技术支撑业务单位(气象台、气象服务中心、气象网络与装备保障中心)。

3.2 运行模式

宁波港口气象中心负责港口气象服务产品的制作、发布和服务。为海事和引航提供航行安全气象保障服务, 为港口和物流企业提供专业化、精细化气象服务产品。

市级气象业务单位提供港口气象监测、预报产品的研发, 以及信息网络、探测保障的技术支撑。市气象台负责制作港口基础性预报预警, 如精细化网格气象预报预警。市气象服务中心负责研发港口气象服务产品和服务平台建设。市气象网络与装备保障中心负责海洋和港口气象探测系统的建设和运维, 提供信息网络和服务平台的技术保障。

通过扁平化的组织构架和分工, 充分发挥人才、技术和装备优势, 形成集气象探测、预报业务和信息服务为一体的港口气象服务新模式。

3.3 服务方式和内容

1) 服务方式

①专业服务: 针对海事、引航和港务公司等部门和单位提供的专业气象服务, 内容上采用订单式、个性化服务。服务形式包括港口气象服务专业网站、智能移动终端app、气象预警广播、短信、传真和邮件服务等。

②公共服务: 通过公共服务媒体发布, 提供给公众和企事业单位的港口气象预报预警信息服务。服务形式有广播、电视、气象网站、96121天气预报语音自动查询、微博、微信等。

③座席服务: 港口气象中心设立24小时专家值班岗。提供各种港口天气咨询服务, 与港口专业用户互动。遇重大天气过程派气象服务首席专家到宁波国际航运中心调度室提供现场气象保障服务。

2) 服务内容

①探测类: 海区和港区的气温、湿度、气压、风向、风速、降水、能见度等, 港区雷电信息、港区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, 卫星云图和遥感资料等。

②预报类: 近海航线天气预报、近海海区天气预报、海洋浪高预报、港区码头天气预报、海上工程

专业气象预报、油井平台气象预报、引航气象条件预报、船舶锚地天气预报等。

③预警类：大风、大雾、暴雨、强对流天气、雷电、高温、台风、风暴潮等。

3.4 科研支撑

组建海洋气象预报服务、港口气象预报服务、气象探测与信息、全媒体时代气象服务、雷电防护等5个气象科研创新团队，解决海洋与港口气象探测、预报服务的关键技术问题。如热带气旋、海上大风、沿海海雾、港区暴雨等重大灾害性天气的预报预警方法的研究^[12-24]，开展区域性雷电监测和预警方法的研究^[25-27]。在海洋气象探测方面开展卫星遥感南方海雾监测和毫米波雷达、激光云高仪开展海雾探测试验，探索海上大雾探测难题。

3.5 部门协作

通过与海洋、海事、港务等部门协作，建立互动机制，提高港口气象服务的精准性和服务经济效益。实现海事船舶定位自动识别系统（AIS）的信息共享；共建多部门数据融合显示和预警平台，联合发布海上交通管制信息、作业调度信息和气象预警信息。

4 结语

新模式运行一年多来已初见成效，形成了适应宁波港需求的气象服务新模式。主要特点有：

1) 组织机构扁平化。“1+3”组合模式能充分发挥人才和技术优势，打破了市县两级行政条块的界限，一个窗口对外服务，实现高效、协同的扁平化运作。

2) 系统建设集约化。港口综合气象探测系统实现统一规划和布局，海事、港务等部门气象探测资料进行交换共享；港口业务服务系统集中建在市级数据中心；利用地方政府的政务云中心建立港口气象服务系统平台。

3) 预报产品精细化。以数值天气预报为基础，研发高时空分辨率的客观化预报产品，满足港口气象服务的个性化要求。

4) 服务流程标准化。建立港口气象服务指标库，规范港口气象服务的流程，统一预报产品和气象服务的标准。

参考文献：

- [1] 王静静, 刘敏, 权瑞松, 等. 沿海港口自然灾害风险评价. 地理科学, 2012, 32(4): 516-520.
- [2] 丁一汇, 李崇银, 柳艳菊, 等. 南海季风试验研究. 气候与环境研究, 2002, 7(2): 202-208.
- [3] 陈蓉, 黄健, 万齐林, 等. 茂名博贺海洋气象科学试验基地建设观测进展. 热带气象学报, 2011, 27(3): 417-426.
- [4] 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. 气象科技进展, 2014, 4(3): 57-61.
- [5] 陆彦. 数值预报产品在现场海洋气象服务中的应用. 应用科技, 2013(4): 103-104.
- [6] 龙强, 王峰, 孟艳静, 等. MEOFIS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. 应用海洋学报, 2014, 33(2): 258-264.
- [7] 尹圣勇, 徐晶, 曹越男, 等. 我国海洋气象预报业务现状与发展. 气象科技进展, 2012, 2(6): 17-26.
- [8] 谢琛, 谢文宁. 港口海洋气象预警中心建设研究. 中国水运, 2015, 15(3): 202-208.
- [9] 林毅, 吴彬贵, 张长春, 等. 天津港气象水文综合预报系统. 气象科技, 2012, 40(4): 671-675.
- [10] 钱燕珍, 贺芳. 宁波市港口气象服务评估和需求调查报告沿海港口自然灾害风险评价. 浙江气象, 2011, 33(2): 21-24, 40.
- [11] 周福, 钱燕珍, 金靛, 等. 宁波海雾特征和预报着眼点. 气象, 2015, 41(4): 438-446.
- [12] 钱燕珍, 张胜军, 黄奕武, 等. 强台风“海葵”(1211)近海急剧增强的数值研究. 热带气象学报, 2014, 30(6): 1069-1079.
- [13] 钱燕珍, 高栓柱, 黄思源, 等. 强台风“海葵”登陆前后强度变化的观测分析. 气象, 2013, 39(10): 1265-1274.
- [14] 涂小萍, 姚日升, 漆梁波, 等. 一次入海温带气旋边界层气象要素观测分析. 自然灾害学报, 2013, 22(5): 160-170.
- [15] 钱燕珍, 王继志, 郑铮, 等. 台风麦莎(Matsa)特大暴雨及其结构特征分析. 气象科技, 2010, 38(5): 543-549.
- [16] 钱燕珍, 孙军波, 余晖, 等. 用支持向量机方法做登陆热带气旋站点大风预报. 气象, 2012, 38(3): 300-306.
- [17] 钱燕珍, 许映龙, 徐迪锋, 等. 东海转向和登陆热带气旋特征合成分析. 气象, 2013, 39(12): 1601-1608.
- [18] 钱燕珍, 张程明, 王蕾, 等. 一次东风波发展成登陆热带风暴的特征分析. 热带气象学报, 2015, 31(1): 95-102.
- [19] 孙军波, 钱燕珍, 陈佩燕, 等. 登陆台风站点大风预报的人工神经网络方法. 气象, 2010, 36(9): 81-86.
- [20] 涂小萍, 姚日升, 漆梁波, 等. 浙江省北部一次灾害性大风多普勒雷达和边界层特征分析. 高原气象, 2014, 33(6): 1687-1696.
- [21] 姚日升, 涂小萍, 蒋璐璐, 等. 浙江近海冬季大风风速推算和ASCAT风速订正方法探讨. 气象, 2016, 42(5): 621-627.
- [22] 姚日升, 涂小萍, 丁烨毅, 等. 华东沿海ASCAT反演风速的检验和订正. 应用气象学报, 2015, 26(6): 735-742.
- [23] 姚日升, 涂小萍, 杜坤, 等. 两次冰雹过程边界层气象要素变化特征. 高原气象, 2015, 34(6): 1677-1689.
- [24] 钱燕珍, 孙军波, 陈佩燕, 等. 用数值预报释用方法做近海及登陆热带气旋强度预报. 气象, 2013, 39(6): 710-718.
- [25] 石湘波, 黄旋旋, 沈一平, 等. 不同下垫面雷暴雷达回波特征与地闪的关系. 气象科技, 2015, 43(5): 880-887.
- [26] 石湘波, 张其林, 丁烨毅, 等. 优化网格法在小面积区域雷暴特征分析中的应用. 气象科学, 2015, 35(3): 334-339.
- [27] 秦曼华, 周承, 赵树迪, 等. 宁波市闪电特征分析与研究. 科技资讯, 2014(6): 230.