

长江航运智慧气象服务的实践

孟英杰^{1, 2}, 田刚^{1, 2}, 明绍慧^{1, 2}, 王孝慈^{1, 2}, 王继竹^{1, 2}

(1. 长江流域气象中心, 湖北 武汉 430074; 2. 武汉中心气象台, 湖北 武汉 430074)

摘要: 面向长江航运气象保障服务需求, 利用信息化手段和智慧气象理念, 创新建立内河航运天气通航等级产品, 开发导航式气象智能服务系统, 探索创建长江流域航运气象服务合作共赢、协同发展机制, 建立了长江航道智慧气象服务, 提升了长江黄金水道安全通航能力, 取得了较好的服务成效。

关键词: 长江航运; 智慧气象; 气象服务

中图分类号: U675

文献标识码: A

文章编号: 1006-7973 (2023) 01-0010-03

前言

长江黄金水道是横贯我国东西的水运大动脉, 干线航道 2,838km, 具有运能大、占地少、能耗低、污染小的优势, 如 2020 年长江干线货物通过量突破 30 亿 t 大关。由于长江航道地形复杂, 沿途气候多变, 易受大雾、大风、暴雨等灾害性天气及其次生灾害的影响, 因天气原因所造成的人员伤亡及财产损失几乎每年都有。例如 2003 年 6 月 19 日“江龙”806 号轮与涪州 10 号客轮在涪陵水域突遇浓雾碰撞, 死亡 53 人; 2015 年 6 月 1 日的“东方之星”号客轮因强对流天气翻沉事件造成 442 人死亡; 另外, 灾害性天气还会降低三峡船闸的通航效率, 2012 年 4 月 28 日至 30 日, 三峡大坝上下游河段相继因雾禁航 40 余小时, 230 艘船舶、57 个闸次运行计划被迫延迟。

新时期长江航道航运安全、长江干线航道系统化治理等工作都对气象保障服务提出了更高要求^[1-4]。为服务国家依托长江黄金水道推动长江经济带发展, 推动交通运输绿色低碳转型, 打造中国经济新支撑带等重大战略决策, 长江流域气象中心近几年不断发展内河航运智慧气象服务, 利用信息化手段和智慧气象理念, 探索建立长江流域航运气象服务合作共赢、协同发展机制, 提升长江黄金水道安全通航能力, 取得了较好的成效。

一、长江航运智慧气象技术探索

1. 充分共享, 协同打造长江航运气象服务大数据中心

通过部门间信息共享, 构建支撑长江航运智慧气象服务发展的大数据中心, 初步建成航运气象服务产品智能生产、服务的基础支撑体系。借助全国综合气象信息共享平台和公共服务产品库, 联合沿江各省气象部门, 应用气象云平台, 建立了涵盖实时监测、网格预报和预警信息的气象大数据中

心。通过部门联合, 与交通等部门信息共享和数据互换, 实现航运气象服务产品生产、服务的基础数据支撑。

2. 深度挖掘, 众智攻关航运气象灾害风险预警核心技术

(1) 建立长江主航道气象灾害风险预警指标体系

开展长江航运气象灾害风险预警核心技术研发, 重点围绕沿江库区航段、山区航段、丘陵航段、平原航段, 开展特异性分析、数值模拟和卫星遥感分析^[5], 建立了长江主航道大风、大雾、暴雨等气象灾害区划, 建立了长江主航道高风险区, 分地形、分灾种、分等级的风险预警指标体系。

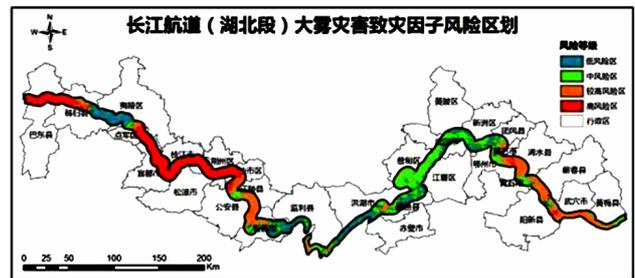


图 1 长江航道湖北段大雾灾害致灾因子风险区划图

(2) 建立面向航运气象服务场景的天气通航标准

为实现气象信息与涉航信息的高度融合, 结合气象灾害风险预警业务规定和交通信号指示规则, 设计服务于航运可视化场景的天气通航标准。结合长江水上交通规定^[6-7]和气象灾害预警发布规定, 分地域、分灾种、分影响确定风速、能见度、降雨、降雪以及强对流等气象条件的相关等级阈值(表 1)。结合航道拟合、聚类分析等技术, 利用气象部门对外发布的 1,100 多个气象监测站点数据、精细化网格气象要素预报、沿江市县气象预警信号等信息, 进行数据挖掘, 形成航道沿线天气通航等级实况和预报产品^[8], 如图 2 所示。

表 1 长江干线水上交通气象条件等级

气象条件等级	极大风速 (V) / (m · s ⁻¹)	能见度 (L) / (km)	降雨量 (R) / (mm)	降雪量 (S) / (mm)	强对流 (冰雹直径: D _冰)	最高气温*(T _{max}) / (℃)
适宜 绿色	V < 8.0	L ≥ 2.0 (宜昌以上) L ≥ 4.0 (宜昌以下)	R ₁₂ < 50	S ₁₂ < 4	无	T _{max} < 28
风险一般 蓝色	8.0 ≤ V < 10.8	1.5 ≤ V < 2.0 (宜昌以上) 2.0 ≤ V < 4.0 (宜昌以下)	R ₁₂ ≥ 50	4 ≤ S ₁₂ < 6	无	28 ≤ T _{max} < 30℃

收稿日期: 2022-02-25

作者简介: 孟英杰 (1978-), 女, 硕士, 长江流域气象中心, 高级工程师, 主要从事长江流域气象预报服务相关研究。

基金项目: 中国气象局“2020 年山洪地质灾害防治气象保障工程建设”资助。

续表 1

气象条件等级	极大风速 (V) / (m·s ⁻¹)	能见度 (L) / (km)	降雨量 (R) / (mm)	降雪量 (S) / (mm)	强对流 (冰雹直径: D _{冰雹})	最高气温*(T _{max}) / (°C)
风险较高 黄色	10.8 ≤ V < 13.9	1.0 ≤ V < 1.5 (宜昌以上) 1.0 ≤ V < 2.0 (宜昌以下)	R ₁ ≥ 50 或 10 ≤ R ₁ < 20	S ₁₂ ≥ 6	有, 且 D _{冰雹} < 10mm	30°C ≤ T _{max} < 35°C
风险高 橙色	13.9 m/s ≤ V < 17.2	0.5 ≤ V < 1.0	R ₃ ≥ 50 或 20 ≤ R ₁ < 50	10 ≤ S ₆ < 15	有, 且 10mm ≤ D _{冰雹} < 20mm	T _{max} ≥ 35°C
风险很高 红色	V ≥ 17.2	V < 0.5	R ₃ ≥ 100 或 R ₁ ≥ 50	S ₆ ≥ 15	有, 且 1D _{冰雹} ≥ 20mm, 或伴有龙卷	

注: R₁、R₃、R₆、R₁₂ 分别表示 1、3、6 和 12h 累计降雨量; S₆、S₁₂ 分别表示 6 和 12h 累计降雪量; *针对易燃易爆危险品运输船舶。

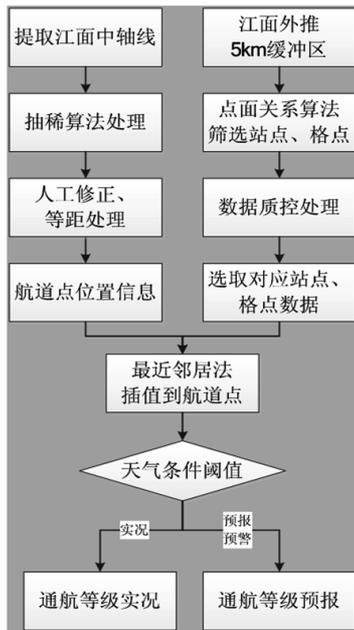


图 2 天气通航等级拟合分析流程图

(3) 开发航运气象条件等级预报制作平台

基于降尺度数值预报产品, 设计开发人机交互订正工具进行交互订正^[9-10], 通过协同技术开展要素间协同和时空协同, 生成开展天气通航等级计算所需各气象要素主观订正结果。网格预报向长江干线航道中轴线进行插值, 形成航道任意点的要素预报, 再与天气通航等级阈值进行对比, 形成四川宜宾至江苏太仓长江干线航道 0.01° × 0.01° (经/纬度) 的天气通航等级气象服务产品。

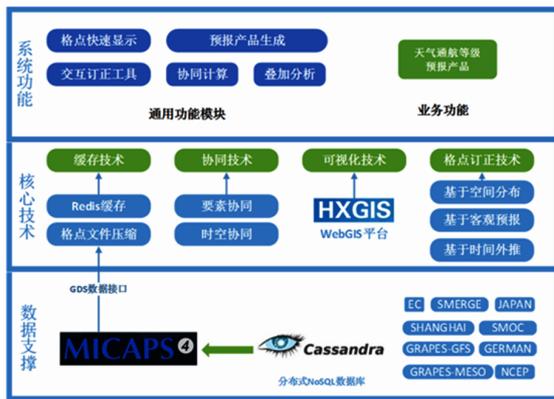


图 3 网格预报订正平台系统框架图

(4) 开发基于天气通航等级的航运气象导航应用平台

针对航道调度管理部门和船舶运营者的不同需求, 分别建立全航道点时间定点的天气通航应用、船舶动态时空的天气通航导航。全航道天气通航等级预报是利用气象监测信息、气象要素网格预报和气象预警信号等气象信息, 计算某时刻全航段天气通航等级预报。对于动态船舶是参照公路交通导航模式建立基于天气通航等级预报的气象风险导航, 利用对船舶的位置跟踪, 通过其航迹预判目的地或者定制目的地, 结合船舶航速, 计算行程和对应江段天气通航等级, 提供相应灾害规避建议, 形成基于气象灾害影响的航行沿途智能天气导航。

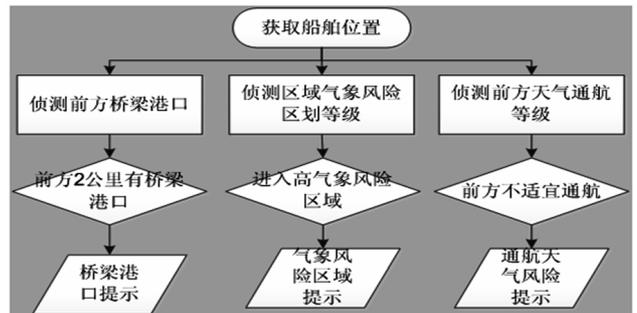


图 4 动态船舶气象风险导航流程图

二、长江航运智慧气象服务实践

1. 众力共建, 融合发展航运气象服务协作机制

针对航道跨地域、服务跨行业、技术跨学科的特点, 探索通过部门内外合作, 从业务组织、服务应用、技术协同等方面构建了航运气象服务协同发展机制。一是开展了国省、沿江气象部门的业务协作。充分发挥流域中心的协调组织作用, 加强了与国家级气象业务单位和沿江各省气象部门的业务合作, 实现了流域气象部门的航运服务交流机制, 探索建立长江流域航运气象形成上下游协同一体、业务与服务互动的业务服务模式。二是与航运部门的联合共建。加强与交通运输部长江航务管理局的交流, 对接长江干线水上运输船舶、沿江港口码头作业和水上水下施工、长江航运安全监管对气象服务的需求, 与长江航务管理部门联合成立工作专班, 整合观测资源、加强信息共享、合作建设长江干线通航水域气象保障体系, 建立了定期交流和联合培训机制。三是推进建立长江航运气象服务联盟。长江流域气象中心与长江海事局、国家水运安全工程技术研究中心共同发起成立长江航运气象服务联盟, 建立了联动机制, 以保障长江航运安全和人民生命财产安全为目标, 以科技创新和平台共建为支撑, 推动联

盟成员之间合作,建立多元开放、优势互补、集成高效的协同发展机制,推进长江航运气象采集终端、预警监测平台、信息服务系统等建设和应用,为长江经济带高质量发展提供安全保障和技术支撑。

2. 靶向服务,精准开展智慧型航运气象服务

(1) 开发多种技术融合的气象服务产品

通过与长江海事局和船务公司沟通,充分挖掘航运气象大数据,运用长江航运气象灾害风险预警核心技术,设计航道沿线气象灾害风险自动实时报警、预定行程风险预警分析等服务产品,建立了针对各航段固定地点固定时次的天气通航等级产品,建立了针对运营船舶行程途中可变更地点、变更时次的天气通航等级产品。

(2) 共建基于互联网+技术的航运气象服务平台

为实现气象数据、行业数据和互联网数据的充分融合和航运气象服务应用价值挖掘,长江流域气象中心联合沿江海事气象部门,共同研发改进可实现位置跟踪、影响预估的B/S架构共享平台和气象导航移动APP,船载自动气象站在重点船务公司试点建设,为实现气象与经济社会的深度融合提供服务平台。

(3) 建立面向不同航运场景的智能化气象服务

针对出港、航行、停靠、卸载等全过程,确定全航道、重点港口航段、具体船舶三类调度服务场景,实现满足用户智能感知、场景预判和行程抉择等定制化功能,探索开展以江河湖库航务管理部门为核心、地方海事局和港口码头为重点、运营船舶为基础的长江航段属地化服务以及船舶跨航段行程集约化服务。

通过长江航运智慧气象服务,降低了安全风险。长江航道天气监测预报预警产品通过共享平台及移动客户端,在长江海事局、沿江地方海事局和重点船务公司进行了试用,如针对2018年9月18-20日湖北段强降水、10月初重庆段连续大雾、10月23日和10月26日荆州-武汉段大雾、等天气过程,共享平台及移动客户端均及时直观的进行提示报警,避免了灾害性天气对航运的影响;2021年5月10日武汉段龙卷天气,出现14级以上极端大风,海事部门根据气象预警及时禁航,2200余船舶及时进港避风,未发生任何险情和航运安全事故。

三、思考与总结

通过长江航运智慧气象服务的实践,初步建立了结构完善、功能先进、集约高效、保障有力的现代化航运气象保障服务体系,为沿江各省开展实时航运气象服务提供了支撑,长江航运气象服务实现了从无到有,从有到好的发展。同时实践有以下几点思考与总结:

(1) 长江航运智慧气象服务对接“航运气象导航”精准需求,初步实现了个性化、专业化的靶向服务。以通航天气等级为切入点,应用云计算、大数据挖掘、互联网+等现代前沿技术,推进航运气象导航式服务,开发满足用户智能感知、

场景预判和行程抉择等定制化功能的专业气象服务产品,建立面向航运管理决策和运营船舶的B/S架构导航式气象智能服务系统和移动导航APP,精准对接用户航运出港、航行、停靠、卸载的全过程,有效提升了航运气象服务能力。

(2) 长江航运智慧气象服务通过发展基于影响预报的理念,研创了“天气通航等级”航运气象服务技术。按照发展基于影响预报的服务思路,从实时监测、格点预报、预警服务等方面提取气象服务信息,结合长江水上交通相关规定,构建了长江航道天气通航等级,可以直观、快捷的表征气象条件对通航能力的影响程度;探索开展了面向航运场景的服务,实现了航运、气象业务的有效融合,提升了气象服务的针对性和可视化水平。

(3) 长江航运智慧气象服务建立了行业气象相互融合发展的模式,初步实现了全链条服务协同联动。针对航道跨地域、服务跨行业、技术跨学科的特点,气象与航运部门密切合作,按照智慧化航运气象服务设计理念,联合开展了航运气象服务业务整体建设,从信息共享、技术研发、产品模式、服务应用、效果反馈、交流培训等方面全方位协作,形成针对业务体系的全链条合作支撑,探索建立了上下游协同一体、服务与管理互动、业务与科研结合的长江航运气象服务融合发展模式。

参考文献

- [1] 李朱. 长江经济带发展战略的政策脉络与若干科技支撑问题探究[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(8): 1000-1007.
- [2] 孙伟, 陈雯, 曹有挥等. 长江经济带空间格局和绿色发展——中国科学院南京地理与湖泊研究所相关研究回顾[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(8): 960-969.
- [3] 刘长俭, 袁子文. “十四五”期长江口航道建设发展重点思考[J]. 水运工程, 2020, (10): 106-109.
- [4] 刘涛, 彭东方, 刘均卫. 长江干线宜昌至武汉段航运发展对策分析[J]. 水利水运工程学报, 2019, (1): 76-84.
- [5] 万君, 周月华, 王迎迎等. 基于GIS的湖北省区域洪涝灾害风险评估方法研究[J]. 暴雨灾害, 2007, (4): 328-333.
- [6] 中华人民共和国交通运输部. 长江干线水上交通安全管理特别规定[Z]. 2017-11-04.
- [7] 彭怀文. 长江干线水上交通安全预警实施难点分析及建议[J]. 中国水运, 2021, (6): 34-36.
- [8] 田刚, 王继竹, 张华林等. 长江航运气象预报预警服务系统设计与应用[J]. 气象科技, 2020, 48(4): 503-510.
- [9] 孟英杰, 王海燕, 王继竹. 气象服务关键技术三峡水资源开发利用中的应用[J]. 水资源研究, 2021, 10(4): 339-349.
- [10] 贺雅楠, 高嵩, 薛峰等. 基于MICAPS 4的精细化天气预报平台设计及应用[J]. 气象科技, 2018, 46(1): 200-206.