

台风“烟花”决策气象服务特色经验及技术探究

贾燕^{1,2} 杨明³ 严睿恺¹

(1 浙江省气象台, 杭州 310051; 2 温州市台风监测预报技术研究重点实验室, 温州 325002;

3 浙江省气象信息网络中心, 杭州 310051)

摘要: 2106号台风“烟花”是有气象记录以来第一个在浙江省内两度登陆的台风, 其影响时长、过程总雨量和单站累计雨量均打破浙江登陆台风相应历史纪录。通过对台风“烟花”浙江决策气象服务过程中服务思维、服务内容、服务方式转变提升等进行总结得出, “烟花”台风决策服务中文字产品、现场汇报产品紧密配合, 服务内容环环相扣、层层递进, 牢牢把握住了服务节奏, 呈现了多样化、专业化、层次鲜明的决策气象服务。借助数字化的决策气象服务云平台, 形成浙江气象防灾减灾决策服务数字化生态体系, 对政府决策者提供实时在线的气象信息服务。决策气象服务质量高, 效益好, 在浙江省台风“烟花”防灾减灾工作中发挥了重要作用。

关键词: 台风“烟花”, 决策气象服务, 云平台, 台风灾害

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2023.01.008

Characteristic Experiences and Technologies of Decision-Making Meteorological Service for Typhoon IN-FA

Jia Yan^{1,2}, Yang Ming³, Yan RuiKai¹

(1 Zhejiang Meteorological Observatory, Hangzhou 310051 2 The Key Laboratory of Typhoon Observations and Forecasting, Wenzhou 325002 3 Zhejiang Meteorological Information and Network Center, Hangzhou 310051)

Abstract: Typhoon No. 2106 IN-FA is the first typhoon ever recorded to land twice in Zhejiang Province. The influencing time, total rainfall during the process and accumulated rainfall at a single station all break the records of landing typhoons in Zhejiang. By summarizing the successful experiences in the transformation and improvement of service thinking, service content and service mode in the decision-making meteorological service of Typhoon IN-FA in Zhejiang, it is concluded that the coordinated text products and on-site reporting products convey progressive and phased service content. In this way, the service rhythm is well modulated and the products present diversified, professional and distinct decision-making meteorological services. Through the digital decision-making meteorological service cloud platform, a digital ecosystem of Zhejiang meteorological disaster prevention and reduction decision-making service is formed to provide real-time online meteorological information services to government decision-makers. The high-quality and high-efficiency decision-making meteorological service has played an important role in the disaster prevention and reduction of Typhoon IN-FA in Zhejiang Province.

Keywords: Typhoon IN-FA, decision-making meteorological service, cloud platform, typhoon damage

0 引言

浙江省是中国受台风灾害影响最严重的省份之一, 决策气象服务质量与气象防灾减灾“第一道防线”作用的发挥紧密相关, 因此, 对高影响台风尤其是登陆台风的决策服务经验与技术的总结提炼至关重要。近年来, 国内台风决策气象服务总结工作持续开展, 并取得了一些经验及成果。张方曾应用多级模糊综合评判法对决策气象服务质量进行了评判^[1]。王维国等、任振和等对台风“桑美”的预报服务效益进行

了分析, 针对性地提出台风防御科学应对策略^[2-3]。郭卫星等对比分析了台风“圣帕”与“桑美”决策服务, 指出把握气候背景与预报服务背景, 做好精准的台风预报, 是台风决策服务的关键^[4]。薛建军等回顾了决策气象服务的发展历程, 并研讨了台风等灾害的评估技术^[5]。李佳英等总结了2013年登陆我国台风的气象决策服务情况, 特别指出“菲特”台风决策服务启动早, 开展迅速有力, 减灾效果较好^[6]。张永恒等梳理了多个台风决策气象服务案例, 结合业务实际和发展方向, 提出关于台风决策气象服务产品开展部署和内容构成的改进建议^[7]。李雪和陈燕认为服务早、预报准、预警快、覆盖广、措施实是台风“莎莉嘉”的决策气象服务成功所在^[8]。陈海燕、许浩恩和张磊对浙江台风决策服务经验进行总结, 并给出相应的对策建议^[9-10]。

收稿日期: 2021年12月16日, 修回日期: 2022年4月11日

第一作者: 贾燕(1984—), Email: 261700725@qq.com

资助信息: 温州市台风监测预报技术研究重点实验室开放研究课题基金项目(WT-2022-KF-YB02)

随着预报技术的不断发展,决策者对台风预报准确性的期待值也逐渐提高,进一步提升决策气象服务水平和质量,既需要依靠预报质量的提升,也需要从决策服务手段、方式、内容等方面进行探索与创新,实现高质量的台风决策服务。

1 台风“烟花”的主要特点

1.1 首个两度登陆浙江的台风

2021年7月18日02时第6号台风“烟花”在西北太平洋生成,7月30日17时停止编报。期间,西太平洋洋面上曾有三个台风——“烟花”“查帕卡”“尼伯特”共存。“烟花”于7月25日12时30分在舟山市普陀区登陆,登陆时中心附近最大风力为38 m/s(13级,台风级),中心最低气压为965 hPa;26日09时50分在嘉兴市平湖市第二次登陆,登陆时中心附近最大风力为28 m/s(10级,强热带风暴级),中心最低气压为978 hPa;26日17时其中心离开浙江省进入江苏省境内。其移动路径见图1。

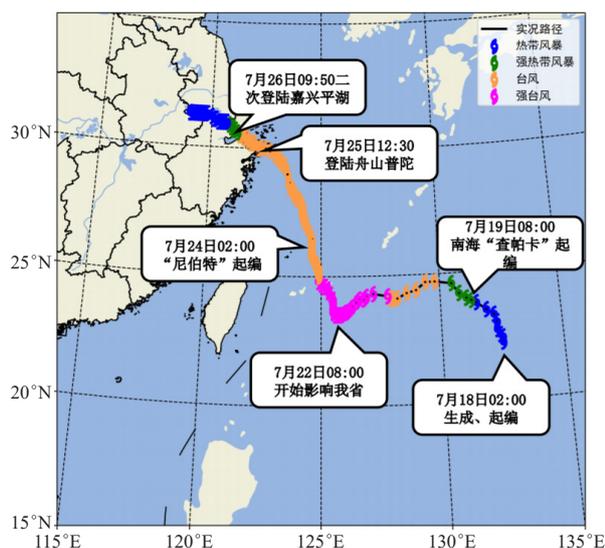


图1 台风“烟花”移动路径

Fig. 1 The track of Typhoon IN-FA

1.2 影响时间长,多项要素破纪录

台风“烟花”强度强、水汽充沛、影响时间长,特别是台风中心长时间滞留浙江北部,形成持续的强降雨“列车效应”,加之浙江北部的四明山、天目山等地形增幅作用,造成了浙江多地过程总雨量破纪录。台风“烟花”影响浙江期间(7月22日08时—28日08时),全省过程总雨量分布呈西南向东北递增的形态(图2);浙江全省平均总雨量为191 mm,打破2007年16号台风“罗莎”创造的浙江登陆台风过程总雨量最高纪录(171 mm);杭州、湖州、嘉兴、绍兴、余姚、定海等27个国家级气象站的过程总雨量均打破浙江登陆台风相应站点的最高纪录;过程累积雨量单站

最大值出现在余姚大岚镇丁家畈,为1034 mm,破浙江登陆台风过程单站累计雨量的极值。

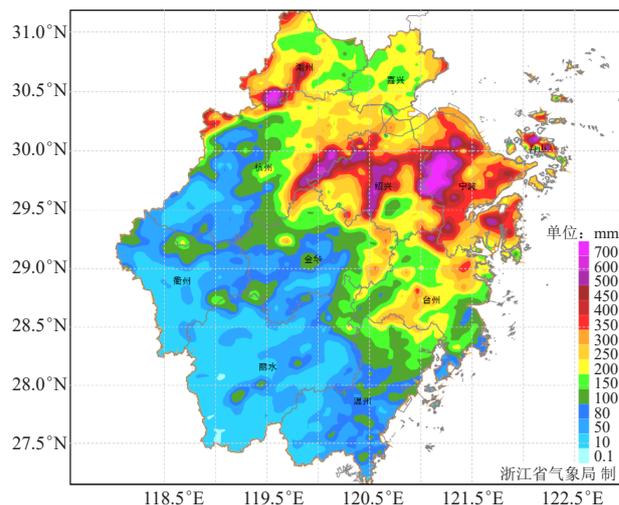


图2 台风“烟花”影响期间浙江省过程总雨量分布(2021年7月22日08时—28日08时)

Fig. 2 Distribution of total rainfall in Zhejiang Province during of the impact of Typhoon IN-FA (08:00 July 22 to 08:00 July 28 2021)

从风速实况来看,台风“烟花”影响期间浙江中北部沿海海面8级以上大风持续时间长,浙江中部沿海的台州市大陈岛观测站7月21日21时起极大风速增大到8级,直至26日05时起极大风速才稳定降至7级及以下,8级及以上大风累计时长达到91 h,其中24日10时—25日02时连续17 h出现10级及以上的大风(图3)。

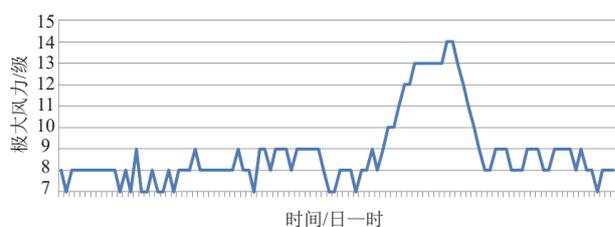


图3 2021年7月21日21时—26日05时台州市大陈岛观测站极大风力实况

Fig. 3 Extreme wind at Dachendao Island Observation Station of Taizhou City from 21:00 July 21 to 05:00 on July 26

2 决策服务情况及经验技术探讨

信息化时代,气象数据高度共享,政府决策者以及普通民众皆能迅速便捷地获取较为全面的、最新的台风预报信息,尤其是国内外多模式台风路径预报这一关键信息随手可得。在此背景下,如何面对挑战、发挥专业优势,准确及时有效的做好面向政府决策、面向防灾减灾的台风决策气象服务,值得深入分析和总结。

2.1 决策服务产品报送情况

目前,浙江省气象台决策服务对外正式发布的文

字服务产品主要有两类：《气象信息快报》和《重要气象报告》，另外还有非正式发布的领导会议材料、现场幻灯片汇报材料等。在2021年台风汛期来临之际，特别向时任省政府分管气象工作的刘小涛副省长报送了1949年以来对浙江省影响较严重台风的概况，此为紧跟之后的“烟花”台风决策服务提前做好铺垫。

张永恒等曾指出一个完整的台风决策服务过程大体可以分为台风无影响的监测服务、台风近海影响服务、台风登陆影响服务^[7]。结合台风中心位置以及对浙江的风雨影响情况，将本次台风浙江省决策服务过程主要分为四个阶段：7月19—20日台风远距离服务、21—22日台风外围影响服务、23—25日台风登陆前精细化预报服务、26—29日台风登陆后影响评估服务。总结各阶段的服务材料制作发布情况来看，在台风“烟花”决策气象服务期间，共发布了《气象信息快报》9期、《重要气象报告》3期、领导会议材料2期、幻灯片汇报材料10期（表1）。其中在“烟花”登陆前48 h至登陆前后的关键服务期（23—25日），服务材料

表1 台风“烟花”影响期间决策服务产品制作发布情况(单位: 期)
Table 1 Production and release of decision-making service products during the impact of Typhoon IN-FA (unit: number)

服务阶段(对应时间)	气象信息快报	重要气象报告	PPT汇报材料	其它会议材料
台风远距离服务(19—20日)	2	/	1	/
台风外围影响服务(21—22日)	2	/	2	/
台风登陆前精细化预报服务(23—25日)	3	2	5	2
台风登陆后影响评估服务(26—29日)	2	1	2	/

表2 台风“烟花”登陆预报的决策服务产品情况(单位: 期)

Table 2 Decision-making service products for Typhoon IN-FA landing forecast (unit: number)

时间	台风强度	直线距离舟山/km	警报类型	登陆时间预报	登陆地点预报
19日16时	强热带风暴	约1120	台风消息	/	向浙闽沿海靠近
20日09时	强热带风暴	约1060	台风消息	/	向浙闽沿海靠近
21日15时	强台风	约805	台风消息	/	向浙闽沿海靠近
22日11时	强台风	约810	海上台风警报	24日夜里到25日白天	在浙江沿海登陆
23日09时	强台风	约715	台风警报	25日下午至26日凌晨	在浙中北沿海登陆
24日09时	台风	约475	台风紧急警报	25日下午到夜里	在舟山到三门湾一带沿海登陆
25日09时	台风	约100	台风紧急警报	25日下午	在舟山沿海登陆

回顾这期间的决策服务文字材料，发布频次并不高，基本是每天1次，但服务质量高，避免了重复的、海量的信息对政府决策者的“轰炸”。预报结论环环相扣，服务内容层层递进，节奏把握准确，服务效果好。

2.2.2 突破思维定式，呈现多样化层次鲜明的专业气象服务

作为台风决策服务文字材料的重要补充，现场幻灯片汇报一直是浙江省政府决策者乐于接受的服务方

数量最多，根据警报级别文字服务产品由《气象信息快报》升格为《重要气象报告》，此外现场幻灯片汇报次数多达5次。

2.2 决策服务成功经验

2.2.1 把握服务节奏，步步紧逼“真相”

对严重影响浙江省的台风，除关注台风的移速移向及风雨影响外，政府决策者对台风登陆地点的关注度极高，尤其是正面登陆的台风，登陆地点的预报对防灾减灾的决策指挥调度起关键作用。面对“烟花”路径预报的较大不确定性，在正式对外发布的决策文字材料中反复强调“烟花”移动路径的不同可能性及其影响差异，对“烟花”的登陆时间地点的预报从面到点，适时缩小范围，给出最大概率的预报结论。这期间，既要做好以不变的结论应对多变的模式预测的准备，又要把握时机果断调整预报服务结论。

从登陆预报服务上看，7月19日首次对外正式发布台风消息，指出台风“烟花”将逐渐向“浙闽沿海靠近”；20日对外预报服务考虑了其登陆或擦过台湾的可能性，最终“向浙闽沿海靠近”的结论基本不变；21日将登陆范围调整为“逐渐向我省沿海靠近”；22日发布“海上台风警报”，在标题中突出登陆的时间——“最大可能于24日夜里到25日白天在浙江沿海登陆”；23日将登陆范围缩小为“浙中北沿海登陆”；登陆前一天即24日将登陆范围进一步缩小为“舟山到三门湾沿海登陆”，直至25日明确“舟山沿海登陆”（表2）。

式，较好地体现出气象业务现代化成果。相对于文字服务产品要素预报的官方权威、定性定量，现场汇报论点可以更开放，论据支撑更充分，充分体现预报预测的多面性和不确定性。在不同的服务阶段，要体现汇报内容重点的变化。以往的台风现场汇报，主要侧重于风雨要素的确定性结论，并且汇报的频次较低，服务内容的较大确定性与预报技术的不确定性相悖，无形之中增大了服务难度，例如，2019年第9号台风“利奇马”的现场汇报次数仅2次。在2021年台风“烟

花”决策服务现场汇报中，充分考虑了高知型决策领导者对气象知识的需求，采取递进式的汇报方式，汇报内容中增加专业性、概率性等预报服务内容，体现服务内容的层次性；并且在不同的时间节点，决策服务的汇报思路果断变换，立足点充分聚焦于防汛一线调度指挥的决策者，及时全面地更新改进汇报内容。

具体而言，在台风“烟花”远距离服务阶段（20日），汇报重点在于对未来路径的预测可能性的展示以及后期的气候趋势预测，同时根据不同可能路径给出相应的历史台风案例，而对风雨要素预报不过分强调。在“烟花”外围影响阶段（21—22日），重点突出海上大风的预报，明确极端大风出现的时间、区域以及大风可能持续的时间。在“烟花”登陆前48 h（23—25日），汇报内容最全面而具体，既要关注实况风雨，又要关注未来台风路径、极大风预报，更加关注降雨的精细化预报。考虑台风登陆地点以及登陆后走向仍然有较大的变数，对过程累计雨量采取分段预报，对于把握相对较大的72 h内的降雨进行精细化预报，而对登陆以后可能出现的台风中心长时间停滞浙江省造成的强降雨，提供数字化预报产品，强调其不

确定性，不展开描述。事实证明，26日夜“烟花”中心离开浙江省，没有出现前期预测的持续性强降雨。台风“烟花”二度登陆以后（26日以后），决策服务重点主要集中在台风影响的预估及评估上，尤其是对水库、流域等面雨量的精细化预报要求较高。

2.2.3 “云服务”成效显著，决策气象服务实时在线

为提升决策气象服务的及时性、有效性，发展高质量的决策气象服务，按照浙江省“数字浙江”要求，浙江省气象局搭建浙江气象大数据云试验平台，构建了“云+端”模式的浙江气象防灾减灾决策服务平台（图4），形成浙江防灾减灾气象决策服务数字化生态体系。平台支撑结构主要基于浙江气象大数据云试验平台提供的统一的数据产品服务、计算服务、地图服务和应用服务，通过统一服务网关为气象内网的浙江气象防灾减灾决策服务平台和“公有云”的浙江气象防灾减灾决策服务平台、“浙政钉”版“浙江气象决策服务”以及其他部门提供气象应用产品云服务支撑。同时，为了提高云服务效率，在“公有云”构建了地图服务、应用服务和其他服务，为“公有云”平台提供支撑。

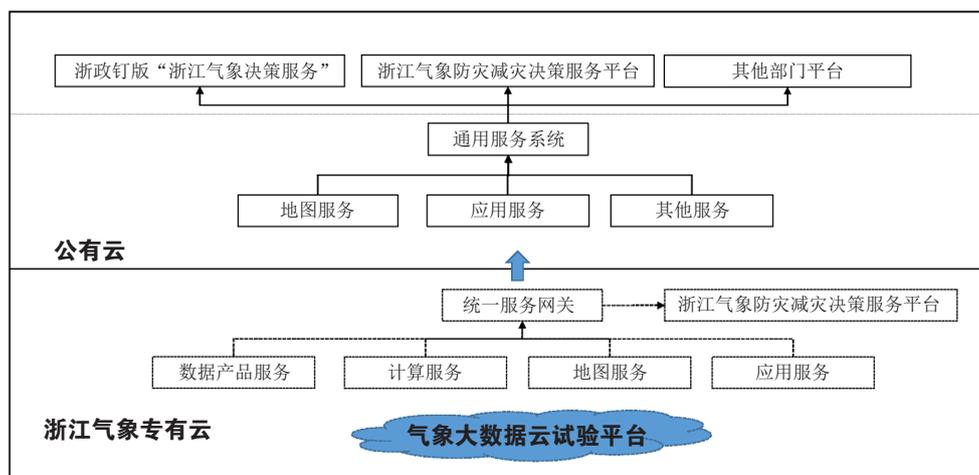


图4 浙江省气象防灾减灾决策服务平台支撑结构图

Fig. 4 Supporting structure of Zhejiang Meteorological Disaster Prevention and Reduction Decision-Making Service Platform

自2019年进入业务试用以来，经过不断地完善和提升，该平台为2021年浙江省气象决策服务实时在线机制的实现提供了重要支撑。浙江省气象防灾减灾决策服务平台分为PC端和“浙政钉”手机端两种使用方式，为省委省政府、省应急管理厅以及全省气象部门提供监测、预报预警、服务等决策气象服务产品。电脑版平台（PC端）分为天气快报、天气实况、专题服务三大主题，提供气象预警、智能网格预报、监测快报、卫星、雷达等20项决策服务专题。“浙政钉”版平台（手机端）分为气象信息、气象预报、气象服务

三大主题，提供气象预警、智能网格预报、台风报告单、实况监测、雷达、卫星、天气预报和台风路径等13项决策服务专题。

通过这两个平台，政府决策者可在任意场合第一时间获得最新天气实况、预报预警以及决策服务信息等全面而专业化的内容，针对梅雨、台风等对浙江省影响重大的灾害天气，根据其天气特点、服务需求等设置了特色“梅雨专题”“台风专题”，在“烟花”台风的决策服务过程中发挥了重要作用，做到了气象决策服务实时在线。据统计，“烟花”台风影响期间（7

月19—29日)PC端和手机端仅平台首页总访问量近77.1万次,其中PC端首页面75.7万次、手机端首页面访问量1.4万次;从其逐日访问量数据分析可见(图5),在“烟花”台风登陆前,成缓慢上升趋势,登陆当天(25日)访问量皆达顶峰,且手机端的访问量在25日出现陡增,体现了决策用户对气象信息需求量的变化过程。



图5 2021年7月19—29日浙江省气象防灾减灾决策服务平台PC端和手机端首页面访问量逐日变化
Fig. 5 Daily variations of home page visits of Zhejiang Meteorological Disaster Prevention and Reduction Decision-Making Service Platform via PC and PMD from 19 to 29 July 2021

3 服务效益简析

台风“烟花”影响期间恰逢农历七月十六天文大潮汛,浙江省沿海地区遭遇狂风、暴雨、大潮三碰头。宁波等地最高潮位突破历史极值,沿海海塘遭受严峻考验,舟山、宁波、嘉兴多地海水漫堤倒灌;甬江、杭嘉湖东部平原等同时发生流域性洪水,历史罕见。浦江诸暨高湖泄洪区1963年以来首次开闸泄洪;姚江余姚站、杭嘉湖东部平原王江泾站、嘉善站最高水位皆创历史新高。台风“烟花”影响期间全省防台风应急响应最高等级Ⅰ级(7月24日12时—27日09时),回顾2019年第9号台风“利奇马”影响期间全省防台风应急响应最高等级同为Ⅰ级,对比两个台风的带来的灾损,台风“烟花”影响期间浙江省人员零伤亡,而台风“利奇马”造成人员死亡、失联,并且台风“烟花”给浙江省造成的经济损失仅约为台风“利奇马”的1/7。当然,台风带来的损失与台风本身的强度等特征存在一定的关联,但总体而言,在浙江省如此多的险情之下,浙江省抗击台风“烟花”取得了较好的成绩,实现了大灾损失轻。

4 思考与建议

(1)从服务需求出发,不断提升决策服务质量。决策服务对针对性、时效性的要求较高,尤其是台风的决策服务,其系统演变快、风雨致灾强度高。从“烟花”台风的决策服务过程看,无论是主观性较强的

决策服务产品还是相对客观化的“云服务”,其重点都是围绕决策者不断变化的需求,提升气象部门在灾害防御指挥中的主动性。

(2)加强对气象专业知识的宣传科普工作。从浙江省气象防灾减灾决策服务云平台的应用推广可知,面对高知型决策者的服务,仅提供预报结论已经不能满足决策指挥的需求,这就要求决策者需要对气象专业知识有一定的认知和储备,同时对决策服务人员也提出了高要求,不仅要拥有较高的气象专业素养,而且要具备将气象专业知识通俗化释用的素质。

(3)合理应用概率预报提升决策气象服务价值。在重大灾害性天气预报服务中,确定性预报的准确率往往难以达到决策者的期望。随着集合预报在我国的不断发展,在2021年“烟花”台风的汇报服务中也做了一些尝试性工作,但如何科学合理的将概率预报结果应用于决策服务中,为政府决策者指挥调度最大化的提供关键信息,提升气象决策气象服务的价值,还需要进一步的研究探讨。

(4)完善台风等气象灾害的评估技术。近年来,浙江省不断致力于暴雨、台风等灾害的致灾风险评估技术的研发,在“烟花”台风的服务中,开展了基于实况雨量的累积风险研判,台风风险等级预报产品为山洪、地质灾害、城市内涝风险预警提供了技术支撑,为防汛科学调度提供科学依据。目前浙江省研发的台风等灾害的预估、评估技术方法、业务流程等仍有待进一步改进,一方面需借助于全国第一次自然灾害普查工作,将孕灾环境、承灾体、灾情等信息与气象数据充分融合应用;另一方面,发展基于行业的灾害天气影响预报,提升灾害风险评估、评估的能力,才能更加科学、有效地发挥气象防灾减灾第一道防线作用。

参考文献

- [1] 张方. 基于模糊综合评判法的决策气象服务质量评价方法研究. 气象与环境科学, 2007, 30(4): 74-77.
- [2] 王维国, 王秀荣, 许映龙, 等. 超强台风“桑美”特征及预报服务效益分析. 自然灾害学报, 2008, 17(3): 106-111.
- [3] 任振和, 孙照渤, 王守荣, 等. “桑美”台风及其预报服务. 自然灾害学报, 2010, 19(5): 170-176.
- [4] 郭卫星, 匡方毅, 凡安清, 等. “圣帕”与“桑美”台风成功决策服务对比分析. 气象研究与应用, 2009, 30(1): 30-32.
- [5] 薛建军, 王维国, 王秀荣, 等. 决策气象服务回顾与展望. 气象, 2010, 36(7): 69-74.
- [6] 李佳英, 薛建军, 王维国, 等. 2013年台风决策气象服务浅析. 防灾科技学院学报, 2014, 16(1): 62-68.
- [7] 张永恒, 张建忠, 薛建军, 等. 台风决策气象服务初探——以“纳沙”台风为例. 气象与减灾研究, 2013, 36(1): 56-62.
- [8] 李雪, 陈燕. 海南省气象局防御台风“莎莉嘉”决策气象服务分析. 安徽农业科学, 2018, 46(11): 185-187.
- [9] 陈海燕. 决策气象服务特征分析及材料撰写技巧. 浙江气象, 2015, 26(1): 16-19.
- [10] 许浩恩, 张磊. 浙江省台风决策气象服务总结与探讨. 浙江气象, 2016, 37(2): 27-30.