

李明华,王书欣,徐婷,等.深圳台风灾害综合风险预报预警服务探索与实践[J].气象研究与应用,2024,45(2):68-72.

LI Minghua, WANG Shuxin, XU Ting, et al. Exploration and practice of comprehensive risk forecast and early warning services of typhoon disasters in Shenzhen[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2024, 45(2): 68-72.

深圳台风灾害综合风险预报预警服务探索与实践

李明华^{1,2}, 王书欣^{1,2,3}, 徐婷^{1,2}, 赵春阳^{1,2,3}, 王明洁^{1,2}, 贺佳佳^{1,2}, 兰红平^{1,2*}

(1. 深圳市气象局/深圳市气象台, 广东 深圳 518040; 2. 深圳南方强天气研究重点实验室, 广东 深圳 518040;
3. 深圳市国家气候观象台, 广东 深圳 518040)

摘要:通过对1822号台风“山竹”和2118号台风“圆规”预报预警服务实例进行对比分析,介绍“31631”递进式预报预警气象服务方法在超大城市深圳开展台风灾害综合风险研判的探索与实践,基于深圳台风预警信号为先导的部门应急联动和社会响应机制,提出三种台风灾害宏观风险研判方法即台风风雨影响要素预报分析、基于历史重现期的极端性分析和基于概率预报的不确定性分析,以及台风预警信号分析。本地历史台风灾害库和预报员综合分析能力可为台风灾害综合风险预报预警服务质量提升提供有力支撑。

关键词:台风灾害;综合风险;影响预报;风险预警

中图分类号: P429 **文献标识码:** A **doi:** 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2024.2.11

台风是我国沿海地区常见的气象灾害,影响范围广、破坏力大,带来的狂风、暴雨、风暴潮等灾害极易造成严重的财产损失和人员伤亡^[1-4]。台风是影响深圳最严重的自然灾害之一,每年进入深圳500 km防御圈的台风有5~7个,年平均影响台风3.6个,严重影响(平均风8级以上或日雨量250 mm以上)的台风每年1.3个^[5-6]。深圳为滨海超大城市,若遇台风正面袭击,各行各业都会受到严重风雨影响^[7-8]。伴随社会经济的快速发展,全球变暖背景下台风引发的复合灾害风险日益增大^[9-12],21世纪末全球遭受的极端天气气候和水文事件的数量仍将增加近4倍^[13]。极端事件将极大地影响与气候联系密切的部门^[14-15],坚持底线思维防范化解气象灾害带来的重大安全风险,充分发挥气象防灾减灾第一道防线作用,为各级党委、政府、三防指挥部等

科学决策提供技术支持是气象部门的重要职责。

近年来,深圳市气象局按照世界气象组织(WMO)《基于影响的多灾种预报和预警服务指导原则》^[16]、2019年日内瓦宣言关于与国家灾害管理权威部门合作发布支撑有关自然灾害和灾害风险关键决策的预警相关信息,以及中国气象局“发展基于影响的预报预警、发展面向决策的智慧服务”的要求,探索性开展气象灾害综合风险研判预报服务,形成“31631”递进式气象服务^[17]。“31631”递进式气象服务的一项核心工作是提前3 d开展气象灾害综合风险研判^[18-19],本文以1822号台风“山竹”和2118号台风“圆规”为例,介绍超大城市深圳开展的台风灾害综合风险预报预警服务的探索与实践^[20],并阐述台风灾害综合风险的宏观研判方法,以期科学防御台风提供决策依据。

收稿日期: 2023-08-28

基金项目: 世界气象组织“超大城市智慧气象服务公私参与示范项目(RA II-17-J-PP-1)”、中国工程院战略研究咨询项目“应对极端气象灾害重大科技发展战略研究”和中国气象局气象软科学重点项目“超大城市气象灾害综合风险预警服务机制的探索与实践—以深圳为例(2022ZDIANXM14)”、中国气象局决策气象服务专项面上项目“31631递进式气象服务的内涵与深化发展(14)”

第一作者: 李明华(1980—), 硕士, 高级工程师, 主要从事气象预报服务与管理。E-mail: 40924641@qq.com

通讯作者: 兰红平(1968—), 硕士, 正高级工程师, 主要从事气象预报服务与管理。E-mail: 971568608@qq.com

1 资料与方法

1822号台风“山竹”(简称“山竹”)和2118号台风“圆规”(简称“圆规”)是近年来对深圳造成严重影响的台风。“山竹”影响期间,深圳记录到历史罕见的大风,普遍出现大暴雨,浪、潮均破历史纪录。“圆规”是“山竹”以后大风对深圳影响最强的台风,“圆规”影响期间,深圳沿海和高地普遍出现9~12级阵风,10级以上阵风持续14 h,普遍出现暴雨、局部大暴雨。“山竹”和“圆规”两次过程,深圳分别提前7 d、4 d提供台风灾害综合风险服务,准确的预报、及时的预警为决策部门科学组织防御提供强力支撑,分别有效转移人员35万、28万^[21],均实现台风灾害防御人员零伤亡,气象服务受到各级领导和防灾部门肯定。

本文以“山竹”和“圆规”台风预报预警服务的过程实例,运用对比分析等方法进行阐述。

2 结果与分析

2.1 台风灾害要素预报分析

首先对台风灾害影响期间的风雨要素进行预报分析,重点是台风移动方向和强度、大风半径、方位、与本地的距离,有无其他天气系统叠加,本地风雨量级等。作为地市级气象台,主要做好上级台风路径强度预报指导产品的解释应用,重点研判台风风雨影响本地的时间、量级、严重性等递进式细化不同灾害可能出现的时段。如“山竹”影响期间,深圳给出“16日中午前后台风距离深圳最近,为大风最强时段,16日上午至17日上午为最强降雨时段”的预报。其次是“全灾种监测”,台风影响前分析臭氧污染、灰霾、高温、强对流等灾害天气^[22]风险,影响期间关注大风、暴雨和风暴潮及其引发的次生衍生灾害等风险,台风远离后关注地质灾害等滞后性灾害的风险。

2.2 极端性和不确定性分析

2.2.1 历史相似性分析

基于有气象观测记录以来影响深圳最严重的12个台风(图略),总结形成深圳台风高风险路径、高风险通道和高风险区,总结台风生成地、路径、与深圳距离等特征。在台风服务中,重点研判该台风路径是否为高风险路径,是否通过高风险通道和高风险区。例如,“山竹”路径具备高风险路径特征,但“圆规”强度和最近距离不符合。

2.2.2 极端性分析

台风灾害的极端性需要在本地台风数据库中进行挖掘分析,开展历史对比(表1),才能使决策者和公众对灾害过程的严重性有直观的认识,更能提升决策服务有效性。可采用“今年最强、近10/20/30 a最强、影响最严重或登陆本地最强台风”等定性描述极端性。“山竹”影响期间,深圳提前5 d预报“超强台风‘山竹’将给深圳带来严重风雨影响”,提前2 d研判“‘山竹’可能是20 a来影响深圳最严重的台风、影响程度将超过2017年强台风‘天鸽’”。据此深圳党委政府采取最高防御标准,当机立断转移危险区域人员35万余人,最终实现人员零死亡。“圆规”影响期间,深圳提前3 d预测“台风‘圆规’重点防御大风,可能成为2018年超强台风‘山竹’以来大风影响最严重台风。”,据此防灾部门转移人员28万,人员零死亡。

表1 台风“山竹”、“圆规”和“狮子山”风雨影响及风险对比

台风对比	“山竹”	“圆规”	“狮子山”
最高强度	超强台风(>17级)	台风(12级)	强热带风暴(8级)
登陆强度	强台风(14级)	台风(12级)	热带风暴(8级)
最近距离(km)	130	380	480
平均雨量(mm)	190.1	70.4	291.8
最大雨量(mm)	340.6	169.3	459.7
最大阵风	16级	13级	12级
10级阵风持续时间(h)	25	15	/
主要风险	长时间持续的强风	长时间大风	长时间强降雨

2.2.3 基于概率预报的不确定性分析

系统防范超大城市台风等极端灾害性风险,应始终坚持系统观念和底线思维,以大概率思维应对小概率事件。天气预报虽是对未来天气的不确定性分析,但需对外发布确定性预报。经过多年探索与实践,深圳采用确定性预报和概率预报结合的方式,描述大概率和小概率事件及其可能带来的风险,并建立动态研判机制。基于台风可能路径(一般为2~3种),给出概率预估、风雨影响级别和历史相似台风及灾情,明确台风路径准确率提升的时间

节点。“山竹”影响期间,深圳首次正式发布基于概率的不确定性分析(表2),逐日研判“山竹”的三

种可能路径趋势和概率,以及对应的灾害风险情况。

表2 “山竹”综合风险分析

研判时间	概率1	概率2	概率3	时间节点
9月12日	台风路径偏南横过吕宋岛,其强度受到削弱,对深圳市风雨影响强度略降。	台风路径偏北穿过巴士海峡进入南海,强度将维持并更靠近深圳市,对深圳风雨影响将更严重。		预计“山竹”中心15日上午进入南海,为路径的关键时间节点。
9月13日	台风路径横穿菲律宾吕宋岛北部,进入南海后强度明显减弱、登陆地点趋向雷州半岛至海南,将严重影响深圳,深圳出现10~12级阵风和暴雨,概率为60%。	台风路径进入南海时路径偏北、穿过巴士海峡进入南海,在江门至茂名之间登陆,距深圳最近200 km左右,将超严重影响深圳,将有13~14级阵风和大暴雨,概率为20%。	台风路径进一步东调,登陆台山到珠海,对深圳造成的后果将十分严重,影响将大大超过2017年台风“天鸽”,将有16~17级阵风和大暴雨,概率为20%。万一台风在珠江口登陆,那是灾难性的影响,深圳沿海一线的能撤多少就撤多少。	
9月14日	二十年来影响深圳最严重台风、影响程度将超过2017年强台风“天鸽”。			

2.3 台风预警信号分析

多年来,深圳建立以台风预警信号为先导的台风灾害防御部门应急联动和社会响应机制。深圳台风预警信号与防御状态、影响级别、防风应急响应和三防指挥部指挥协调人员都建立一一对应的关系,台风灾害风险级别可用台风预警信号代替,所以台风预警信号发布节奏、最高级别的研判成为台风灾害综合风险预警服务的重中之重。深圳市气象台2013年起建立台风高级别预警信号预发布机制并探索动态研判机制,同时强化与广东省气象局、深圳市三防指挥部、深圳市教育局等部门联动,根据防灾减灾需求适时调整,通过快报和三防调度会议等通报台风预警信号发布节奏和级别,对于不确定的

预警信号给出明确的研判时间节点。

“山竹”影响期间,预警信号级别随台风登陆地点不断靠近深圳逐步提升,13日研判台风预警信号最高级别为黄色,14日最高为橙色,15日为红色,并分别给出各级别预警信号发布时间节点,如13日研判“14日进入南海前发布台风白色,15日进入南海后升级为台风蓝色,16日早晨前后可能升级为台风黄色(或以上)预警信号”。“圆规”影响期间,动态研判台风预警信号最高为黄色。

2.4 台风灾害综合风险预报预警服务流程

如图1所示台风综合风险研判,首先应从宏观角度分析超大城市面临极端灾害性天气影响的风险,其次分别考虑极端灾害性天气对不同行业、不

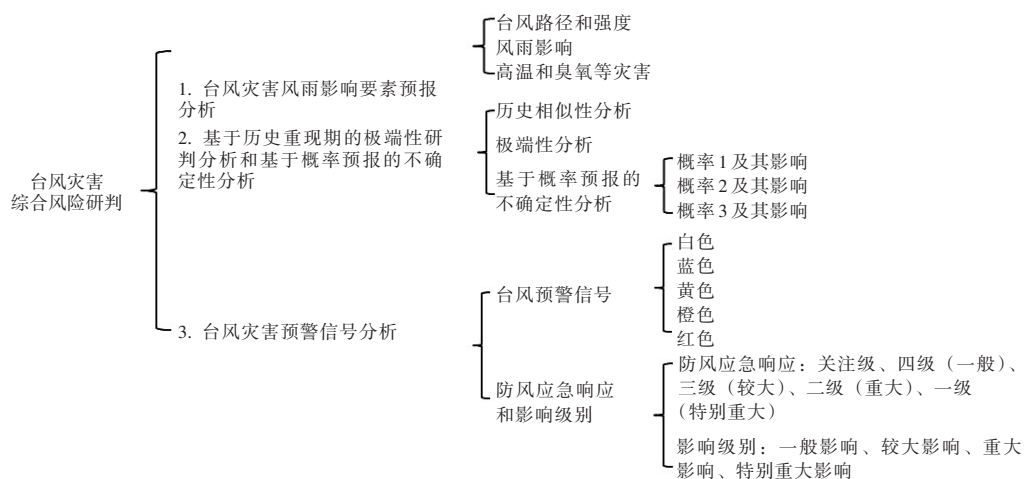


图1 台风灾害综合风险研判示意图

同地区的风险和影响。台风灾前向党政主要领导汇报时尤其要关注宏观风险,当各级领导充分意识到面临的宏观风险时,才能调动所有资源采取最高级别最高标准的防御措施。

3 结论与讨论

通过对 1822 号台风“山竹”和 2118 号台风“圆规”综合风险预报预警服务实例的对比分析,得出的主要结论如下:

(1)台风灾害宏观综合风险可从三个角度动态研判:一是台风灾害风雨影响要素预报分析,二是基于历史重现期的极端性分析和基于概率预报的不确定性分析,三是台风灾害预警信号发布节奏和最高级别预警信号分析,最后结合应急响应给出综合风险研判。

(2)做好台风灾害综合风险预报预警服务,一是需基于气象灾害风险普查成果建立本地历史台风灾害库;二是该方法为主观分析,客观定量定性支撑少,对预报员综合分析能力有较高要求;三是需强化与三防等部门联动,建立和完善基于台风预警信号为先导的部门应急联动和社会响应机制,将综合风险分析结果转化为各级党委、政府和部门防灾减灾的行动。

台风灾害综合风险预报预警服务需特别防范“小台风大灾害”。广东多次极端强降水均是由台风减弱后的低压或弱台风叠加季风造成。另外,台风既是灾害也是重要的水资源,风险服务中需做到汛旱兼顾,在适宜的汛旱转折点,应适时进行科学蓄水保水。

参考文献:

- [1] 李明华,林杰荣,甘泉,等.惠州市应对超历史特大暴雨灾害气象服务的实践与思考[J].广东气象,2019,41(1):31-34.
- [2] 张永恒,孔祥一,张立生,等.2018年我国灾害性天气及决策气象服务分析[J].海洋气象学报,2019,39(4):35-42.
- [3] 吴梦雯,罗亚丽.中国极端小时降水2010—2019年研究进展[J].暴雨灾害,2019,38(5):502-514.
- [4] 林确略,杨延志,黄小燕,等.台风“海葵”残涡长久维持及引发广西极端强降水成因分析[J].气象研究与应用,2023,44(4):14-22.
- [5] 卢晓雄,李晴岚,陈申鹏,等.2008—2017年深圳降水时空特征研究[J].气象科技进展,2019,9(3):171-178.
- [6] 陈申鹏.深圳多年降水变化规律和雨岛效应分析[J].气象科技进展,2019,9(3):166-170.
- [7] 马雨露,赖成光,习树峰,等.南方高度城市化地区极端降雨特征分析及阈值确定—以深圳市为例[J].水资源与水工程学报,2017,28(2):6.
- [8] 谢文锋,王刚,张有洋.台风“山竹”登陆前后广东沿海珠三角机场阵风预报方法研究[J].气象研究与应用,2019,40(4):28-32.
- [9] 余荣,翟盘茂.关于复合型极端事件的新认识和启示[J].大气科学学报,2021,44(5):645-649.
- [10] 陈文龙,何颖清.粤港澳大湾区城市洪涝灾害成因及防御策略[J].中国防汛抗旱,2021,31(3):14-19.
- [11] 宋佳凝,王靖,钱奇峰,等.2022年7—12月全球热带气旋活动概况及特征[J].气象研究与应用,2023,44(2):1-7.
- [12] 姚才,罗小莉,张成扬,等.7—9月登陆华南台风气候变化特征及大尺度环流系统分析[J].气象研究与应用,2019,40(1):1-6,10.
- [13] 周佰铨,翟盘茂.未来的极端天气气候与水文事件预估及其应对[J].气象,2023,49(3):257-266.
- [14] 吴绍洪,尹云鹤.极端事件对人类系统的影响[J].气候变化研究进展,2012,8(2):99-102.
- [15] 廖雪萍,黄梅丽,李耀先,等.基于气候变化视觉下广西粮食安全生产的思考[J].气象研究与应用,2017,38(1):87-91.
- [16] 世界气象组织.WMO基于影响的多灾种预报和警报服务指导原则[Z].2021.
- [17] 王明洁,王书欣,陈元昭,等.深圳市重大天气过程的决策服务模式[J].广东气象,2021,43(2):61-65.
- [18] 吴伟杰,杨奇志,彭婕,等.如何进行有效的气象沟通[C]//中国气象学会.第35届中国气象学会年会 S14大数据、互联网、融媒体时代气象服务的创新与变革——第八届气象服务发展论坛.2018:4.
- [19] 李一鹏,唐历.解码深圳气象“31631”模式[N].中国气象报,2021-8-11.
- [20] 李明华,徐婷,王书欣,等.“31631”递进式气象服务在深圳2022年5月暴雨过程的应用[J].广东气象,2023,45(2):53-57.
- [21] 罗武章,宋磊,何容杰,等.台风“山竹”作用下城市复合型灾害调查报告[J].浙江水利科技,2019(2):16-18,20.
- [22] 林良勋.广东省天气预报技术手册[M].北京:气象出版社,2006:238-257.

Exploration and practice of comprehensive risk forecast and early warning services of typhoon disasters in Shenzhen

LI Minghua^{1,2}, WANG Shuxin^{1,2,3}, XU Ting^{1,2}, ZHAO Chunyang^{1,2,3}, WANG Mingjie^{1,2},
HE Jiajia^{1,2}, LAN Hongping^{1,2*}

(1. Shenzhen Meteorological Bureau, Guangdong Shenzhen 518040, China;

2. Shenzhen Key Laboratory of Severe Weather in South China, Guangdong Shenzhen 518040, China;

3. Shenzhen National Climate Observatory, Guangdong Shenzhen 518040, China)

Abstract: By comparatively analysing the forecast and warning services of Typhoon “Mangkhut” in 2018 and Typhoon “Kompasu” in 2021 as examples, this paper introduce the exploration and practice on the “31631” progressive forecast and early warning meteorological service methodology for the comprehensive risk assessment of typhoon disasters in Shenzhen, and proposed a simple and practical macro risk assessment method, and puts forward three typhoon disaster macro-risk assessment methods based on the departmental emergency co-ordination and social response mechanism led by typhoon warnings in Shenzhen: typhoon wind and rain influencing element forecast analysis, extreme analysis based on historical return period and uncertainty analysis based on probabilistic forecasting, and typhoon warning signal analysis. The local historical typhoon disaster library and the comprehensive analysis capability of forecasters can provide strong support for the improvement of the quality of comprehensive risk forecasting and early warning services for typhoon disasters.

Key words: typhoon disaster; comprehensive risk; impact forecasting; risk warning