

黄燕波,曾鹏,史彩霞,等.广西北部湾港口行业高影响天气等级划分研究[J].气象研究与应用,2022,43(4):85-90.

Huang Yanbo,Zeng Peng,Shi Caixia,et al. Research on classification of huge-impact weather in Guangxi Gulf port industry[J]. Journal of Meteorological Research and Application,2022,43(4):85-90.

# 广西北部湾港口行业高影响天气等级划分研究

黄燕波<sup>1,3</sup>, 曾 鹏<sup>2</sup>, 史彩霞<sup>2</sup>, 钟利华<sup>2</sup>, 朱丽云<sup>2</sup>, 龙振兴<sup>2</sup>

(1.北海市气象局, 广西 北海 536000; 2.广西壮族自治区气象灾害防御技术中心, 南宁 530022;

3.北海国家气候观象台开放实验室, 南宁 530022)

**摘要:**统计分析 2016—2021 年广西北部湾各主要港口的海上交通管制事件资料,结合广西气象部门发布的预报预警资料和北部湾沿岸近海的气象观测数据,定量测算影响港口航运的气象条件等级,分别制订港口航运和码头作业的大风、低能见度、雷电及降水等高影响天气的等级划分指标,为广西港口气象服务提供技术支撑。

**关键词:**北部湾;港口航运;气象服务;高影响天气;风险等级划分

**中图分类号:** P429

**文献标识码:** A

**doi:** 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2022.4.14

## 引言

2021 年 4 月,广西出台《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》,提出了“加快建设北部湾国际门户港”的重点任务。做好港口气象服务是对接国家发展需求和注重地方特色发展的重要工作<sup>[1-2]</sup>。我国气象部门逐步建立起了国家级、海洋区域中心级、省级及地(市)级海洋气象监测、预报、警报、服务业务体系和海洋气象灾害服务系统流程<sup>[3]</sup>;2009 年广西壮族自治区气象台牵头开展海洋气象服务需求及服务能力调查评估工作<sup>[4]</sup>;2016 年广西海洋气象预报预警服务平台建成,实现了海上大风、海雾、近海强对流及港口、北海-涠洲岛航线等关键海区灾害性天气的实时监测分析及预报预警<sup>[5]</sup>;郑凤琴等<sup>[6]</sup>对广西海面强风、海雾等预报技术及海洋气象专业服务进行回顾与综述;一些学者开展了海洋气象风险指标划分方法的研究,陈峥蓉等<sup>[7]</sup>分析了港口作业的气象服务需求,根据不同作业项目分别制订了大风风速影响阈值指标和气象服务方式,利用数值预报模式风场产品探索开展专业服务;姜丹等<sup>[8]</sup>根据国家相关

法律法规、气象部门和海事部门等相关规定确定三峡库区复杂天气的预警等级和评判标准;丁锋等<sup>[9]</sup>通过统计分析港口、水域禁限航时的各等级能见度和各等级风力出现频次,同时依据有关气象行业标准的规定,并结合港口航运和码头作业的实际工作经验,根据不同风力、能见度、降水对港口航运的影响程度,将风力影响等级、能见度影响等级、降水影响等级进行划分;钱燕珍等<sup>[10]</sup>指出不同的港区和作业类型对港口气象服务的需求不同。近年来,以宁波为代表的东部沿海地区港口气象服务水平快速提升<sup>[11-14]</sup>,但对于区分不同类型港口行业的高影响天气等级划分的研究仍较少。

本文在进一步开展广西海洋气象服务现状与需求调研的基础上,针对不同类型的港口行业服务对象确定关键气象影响因子,应用气象灾害风险等级划分技术,初步制订了高影响天气等级指标,为广西港口气象服务业务提供技术支撑。

## 1 广西北部湾海洋气象服务需求

2021 年 4 月,为了进一步了解广西北部湾海洋气象服务现状及服务需求,通过发放调查问卷、召开

收稿日期: 2022-07-10

基金项目: 广西气象科研计划(桂气科 2022 第 M15 号、桂气科 2019Z05)

作者简介: 黄燕波(1971—),男,广西北海人,高级工程师,主要从事专业气象服务工作。E-mail:150270478@qq.com

\* 通讯作者: 曾鹏(1980—),男,广西南宁人,高级工程师,主要从事专业气象服务工作。E-mail:87034510@qq.com

专业气象服务座谈会及走访重点服务对象等方式开展一系列调研,主要向港口企业和海事部门收集了近 5a 的港口气象灾情案例和港口交通管制信息等资料。2021 年 11 月,通过走访北海市、钦州市等地港口气象服务对象再次开展调研,开展港口行业气象风险等级指标确定的再次认证。

调研表明,目前广西北部湾港口气象服务可划分为港口航运、海上作业和码头作业等 3 类,服务对象与服务内容如下:

(1)海上航运。主要服务对象为航运企业。服务内容是海上客运航线气象保障,主要提供海上航线的天气实况、未来 3d 逐小时预报、突发灾害性天气预警、专项气象服务等。

(2)海上作业。主要服务对象为油气企业和海洋工程企业。服务内容是船舶输油、航道疏浚等气象保障,主要提供作业海区的天气实况、突发天气临近预报、中短期天气预报、灾害警报、专项气象服务等。

(3)码头作业。主要服务对象为码头运营企业。服务内容是码头作业气象保障,主要提供突发降水和短时大风的临近预报,以及天气实况、中短期天气预报、灾害性天气预警等产品。

## 2 高影响天气等级划分方法

经调研分析,港口航运与海上作业的高影响天气主要有大风、低能见度及雷电等,码头作业高影响天气主要有降水、大风及雷电等。借鉴崔新强等<sup>[15]</sup>确立高速铁路安全运行高影响天气条件等级标准和孙贞等<sup>[16]</sup>建立青岛近海港区交通气象风险等级指标的技术方法,围绕港口行业的气象服务需求,通过调研分析气象资料和行业受影响案例资料,参考相关气象服务标准与行业管理规范,制订广西北部湾港口行业高影响天气风险等级。

### 2.1 港口航运高影响天气等级划分

通过收集分析广西北部湾各主要港口近 5a 的海上交通管制事件资料,结合广西气象部门发布的预报预警资料和北部湾沿岸近海的气象观测数据,定量测算影响港口航运的气象条件等级,重点参考《QX/T 333-2016 船舶引航气象条件等级》《DB3302/T 1108—2019 港口水上交通气象条件等级》和《DB35/T 1723-2017 台湾海峡海上航运气象灾害风险等级》等相关气象行业标准和地方标准,结合本地海事部门采取的船舶禁限航交通管制规范,

制订港口航运(海上作业)高影响天气风险等级。

### 2.2 码头作业高影响天气等级划分

码头属港口作业的陆地部分,码头作业包括货物装卸和储运等,其高影响天气与港口航运区别较大。目前国内尚未制定码头作业气象服务相关的标准规范。通过调研码头企业近 5a 的气象灾情信息和对应的气象资料进行高影响天气风险等级初步测算,并通过咨询气象专家和行业专家,进行专家打分等方式,参考码头企业的应急预案和管理规范等资料,制订码头作业高影响天气风险等级。

## 3 广西北部湾高影响天气风险等级指标

### 3.1 港口航运

海上客运航线对天气条件十分敏感。广西北部湾海上客运航线主要有 3 条,分别为:北海至涠洲岛:北海国际客运港-涠洲岛西角码头;北海至海口:北海国际客运港-海口市新海港码头;北海环岛游海上观光航线:北海邮轮码头客运中心-廉州湾海域-北部湾国际邮轮码头。大风、低能见度、雷电<sup>[6]</sup>是主要气象影响因子。

#### (1)能见度影响等级指标

根据不同能见度对港口航运的影响程度,能见度影响等级分为 5 级,从等级 V 至等级 I,影响程度逐渐增大,见表 1。

#### (2)大风影响等级指标

黄燕波<sup>[17]</sup>通过分析和总结得到,北部湾地区海上作业和交航运行造成影响的偏北强风一般要在 5 级以上。根据不同风力或相应风速对港口航运的影响程度,将风力影响等级分为 5 级,从等级 V 至等级 I,影响程度逐渐增大,见表 2。

#### (3)雷电影响等级指标

根据雷电强度对港口航运的影响程度,影响等级分为 4 级,从等级 IV 至等级 I,影响程度逐渐增大,见表 3。

### 3.2 码头作业

在对北部湾港各个码头公司的调研中了解到,进行作业项目主要有船舶进出港(进出港航道、码头靠泊)、货物装卸(高空吊装)和货物存放(船舱、堆场),大风、降水、雷电、低能见度是主要气象影响因子。

#### (1)大风影响等级指标

陈峥蓉等<sup>[7]</sup>通过对北部湾沿海港口专业气象服务情况的分析表明,港口行业大风气象服务指标的

表 1 港口航运能见度影响等级指标

等级	预报或实测能见度（km）	影响程度	建议
V	$V_e \geq 4.0$	较小	正常航行
IV	$2.0 \leq V_e < 4.0$	一般	正常开航，船舶进出港时采取安全防御措施
III	$0.8 \leq V_e < 2.0$	较大	中小渔船和小型客船停航（环岛游航线停航）。大中型客船进出港时采取安全防御措施（北涠航线、北海至海口航线开航）
II	$0.5 \leq V_e < 0.8$ （或气象台发布大雾黄色预警）	重大	临时停航（除大型商船外，客船和渔船临时停航待命）
I	$V_e < 0.5$ （或气象台发布大雾橙色或红色预警）	极大	禁航（除大型商船外），港内和锚地停泊的船舶采取安全防御措施

注：V<sub>e</sub>表示能见度

表 2 港口航运大风影响等级指标

等级	预报或实况风力（蒲氏风级）	影响程度	建议
V	Fa<5 级且 Fg<6 级	无影响	正常开航
IV	Fa 为 5 级或 Fg 为 6 级	较小	正常开航，船舶进出港时采取安全防御措施
III	Fa 为 6 级或 Fg 为 7 级	较大	中小渔船和小型客船停航（环岛游航线停航）。大中型客船进出港时采取安全防御措施（北涠航线、北海至海口航线开航）
II	Fa 为 7 级或 Fg 为 8 级	重大	停航（除大型商船外，客船和渔船停航）
I	Fa 为 8 级或 Fg 为 9~10 级以上	极大	停航（除大型商船外），港内和锚地停泊的船舶采取安全防御措施

注：Fa 表示平均风，Fg 表示阵风

表 3 港口航运雷电影响等级指标

等级	预报或实况	影响程度	建议
IV	无雷电	无影响	正常航行
III	6h 内有雷电活动，可能会造成雷电灾害	一般	正常开航，船舶进出港时采取安全防御措施
II	2h 内发生雷电活动的可能性很大，出现雷电灾害事故的可能性很大（气象台发布雷电橙色预警）	较大	中小渔船和小型客船停航（环岛游航线停航）。大中型客船进出港时采取安全防御措施（北涠航线、北海至海口航线开航）。
I	2h 内发生雷电活动的可能性非常大，出现雷电灾害事故的可能性非常大（气象台发布雷电红色预警）	严重	禁航（除大型商船外，客船和渔船全部停航）

制订,除了船舶、机械本身承载能力,还需要考虑人工作业在港口作业各种场景下的生产安全允许的风力级别。根据不同风力或相应风速对码头作业的影

响程度,将风力影响等级分为 5 级,从等级 V 至等级 I,影响程度逐渐增大,见表 4。

(2)降水影响等级指标

通过对北部湾沿海港口专业气象服务情况的分析,根据不同降水对码头作业的影响程度,将降水影响等级分为 5 级,从等级 V 至等级 I ,影响程度逐渐增大,见表 5。

(3)雷电影响等级指标

港口是钢铁等金属的构建区,也是铁硫矿石的堆放区,是雷击灾害的多发区,因此强雷电监测预警至关重要。根据不同雷电对码头作业的影响程度,影响等级分为 4 级,从等级 IV 至等级 I ,影响程度逐渐增大,见表 6。

表 4 码头作业大风影响等级指标				
等级	预报或实况风力（蒲氏风级）	影响程度		建议
V	Fa<5 级且 Fg<6 级	无影响	正常作业	
IV	Fa 为 5 级或 Fg 为 6 级	一般	在采取安全措施前提下，开展码头作业	
III	Fa 为 6 级或 Fg 为 7~8 级	较大	停止打桩船、起重船作业、高空作业	
II	Fa 为 7 级或 Fg 为 9~10 级	重大	停止进出港航行；停止船靠码头门机装卸；停止外海疏浚（自航式）	
I	Fa 为 8 级或 Fg 为 11 级及以上	极大	停止各项码头作业，采取安全防御措施	

注：Fa 表示平均风，Fg 表示阵风

表 5 码头作业降水影响等级指标				
等级	预报或实况降水（mm）	影响程度		建议
V	R1 <2.0 或 R3<5.0 或 R6<10.0 或 R12<15.0	较小	正常作业，需对怕湿货物采取防雨措施	
IV	2.0≤R1 <7.0 或 5.0≤R3<15.0 或 10.0≤R6<20.0 或 15.0≤R12<30.0	一般	在采取安全措施前提下，开展码头作业	
III	7.0≤R1<15.0 或 15.0≤R3<30.0 或 20.0≤R6<40.0 或 30.0≤R12<60.0	较大	检查和处置码头排涝措施	
II	15.0≤R1<40.0 或 30.0≤R3<70.0 或 40.0≤R6<100.0 或 60.0≤R12<150.0	重大	停止码头作业，启动码头防涝预案	
I	R1≥40.0 或 R3≥70.0 或 R6≥100.0 或 R12≥150.0	极大	停止码头作业，启动码头抢险救灾预案	

注：R1、R3、R6、R12 分别表示 1h、3h、6h、12h 降雨量

表 6 码头作业雷电影响等级指标				
等级	预报或实况	影响程度		采取措施
IV	无雷电	无影响	正常作业	
III	6h 内有雷电活动，可能会造成雷电灾害	一般	停止高空作业。在采取安全措施前提下，开展部分码头作业	
II	2h 内发生雷电活动的可能性很大，出现雷电灾害事故的可能性很大	较大	停止码头作业	
I	2h 内发生雷电活动的可能性非常大，出现雷电灾害事故的可能性非常大	严重	停止码头作业，启动码头防雷安全预案	



(4)能见度影响等级指标

受大雾天气影响时,可能造成港口封航,船舶无法进港,间接影响码头作业。码头能见度很低时,吊车及其他车辆驾驶员视线受阻,驾驶安全受影响

或无法开展作业。根据不同能见度对码头作业的影响程度,能见度影响等级分为4级,从等级Ⅳ至等级Ⅰ,影响程度逐渐增大,见表7。

表 7 码头作业能见度影响等级指标

等级	预报或实测能见度 ( km )	影响程度	建议
Ⅳ	$V_e \geq 1.0$	无	码头正常作业
Ⅲ	$0.3 \leq V_e < 1.0$ ( 或气象台发布大雾预警信号 )	一般	码头正常作业, 但间接受到船舶无法进港的影响
Ⅱ	$0.15 \leq V_e < 0.3$	较大	在确保安全情况下, 尚可作业
Ⅰ	$V_e < 0.15$	严重	停止作业

注:  $V_e$  表示能见度

4 结论与讨论

通过深入调研港口行业, 结合港口行业的气象服务需求, 应用气象灾害风险等级划分技术, 分别制订广西港口航运(海上作业)和码头作业的大风、低能见度、雷电及强降水等高影响天气的等级划分指标, 得到如下主要结论:

(1)港口行业普遍对气象因素高度敏感, 且不同港口行业的气象服务需求各异, 相对粗放的公共气象服务难以完全满足港口的个性化需求, 精细化和个性化的港口气象服务是做好向海经济气象保障的关键。

(2)分别制订了港口航运和码头作业等2类服务对象的高影响天气风险等级指标, 其中大风与低能见度高影响天气是影响港口航运或海上作业的关键要素, 大风、降水及雷电高影响天气是影响码头作业的关键因素。

为进一步提升广西北部湾海洋气象专业服务水平, 需加强高影响天气风险等级指标研究成果的应用, 一方面, 分行业研制基于影响的预报和基于风险的预警服务产品; 另一方面, 要提升港口气象服务标准化水平, 分别制定面向不同类型港口行业的气象服务标准规范。

参考文献:

[ 1 ] 宁波市气象台. 一种港口气象服务效益评估的方法: 中国, 201910580245.9[P]. 2019-11-01.  
[ 2 ] 赵江南, 周跃. 基于“一带一路”建设的环渤海地区港口

优势评价[J]. 海洋开发与管理, 2019, 36(7): 83-88.  
[ 3 ] 尹尽勇, 徐晶, 曹越男, 等. 海洋气象预报业务现状与发展[J]. 气象科技进展, 2012, 2(6): 17-26.  
[ 4 ] 黎惠金, 黄海洪, 黄嘉宏, 等. 广西海洋气象服务调查评估报告[J]. 气象软科学, 2010(2): 69-74.  
[ 5 ] 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.  
[ 6 ] 郑凤琴, 卢小凤, 钟利华, 等. 广西专业气象服务技术的发展现状与展望 [J]. 气象研究与应用, 2020, 41(4): 107-113.  
[ 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): 80-82.  
[ 8 ] 姜丹. 三峡库区复杂天气条件下船舶航行安全风险预警等级研究[D]. 武汉理工大学, 2013.  
[ 9 ] 丁锋, 刘飞, 张晋, 等. 基于气象条件的船舶引航风险等级[J]. 中国航海, 2019, 42(2): 71-74.  
[ 10 ] 钱燕珍, 赵昶昱, 孔扬, 等. 港口气象服务进展及其效益评估技术研究[J]. 海洋开发与管理, 2022, 55(4): 55-61.  
[ 11 ] 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.  
[ 12 ] 孔扬, 王科, 薛国强, 等. 新时期宁波舟山港气象服务新模式[J]. 中国水运, 2019, 19(10): 25-28.  
[ 13 ] 胡亚旦, 孔扬, 薛国强, 等. 宁波舟山港气象预警和决策系统设计[J]. 气象科技进展, 2020, 10(1): 69-71, 76.  
[ 14 ] 孔扬, 赵昶昱, 王科, 等. 宁波舟山港气象灾害风险及服务效益评估[J]. 热带气象学报, 2021, 37(1): 82-90.  
[ 15 ] 崔新强, 周小兰, 付佳, 等. 高速铁路安全运行高影响天气条件等级标准研究[J]. 灾害学, 2016, 31(3): 26-30.

[16] 孙贞,徐晓亮.青岛港口航区气象风险指标服务产品研发及业务应用[J].气象水文海洋仪器,2019,45(3):45-48.

[17] 黄燕波.北部湾偏北强风分析及经验预报[J].海洋预报,2008,25(3):60-65.

## Research on classification of huge-impact weather in Guangxi Gulf port industry

Huang Yanbo<sup>1,3</sup>, Zeng Peng<sup>2</sup>, Shi Caixia<sup>2</sup>, Zhong Lihua<sup>2</sup>, Zhu Liyun<sup>2</sup>, Long Zhenxing<sup>2</sup>

(1. Beihai Meteorological Bureau, Guangxi Beihai 536000, China;

2. Guangxi Meteorological Disaster Prevention Technology Centre, Nanning 530022, China;

3. Laboratory of Beihai National Climate Observatory, Nanning 530022, China)

**Abstract:** This paper statistically analyzed the information on maritime traffic control events in major ports in Beibu Gulf in Guangxi from 2016 to 2021, combined with the forecast and warning data issued by the meteorological department and the meteorological observation data near the coast of Beibu Gulf, and quantitatively measured the levels of meteorological conditions affecting port shipping. The grade classification indexes of huge-impact weather such as high wind, low visibility, lightning, and precipitation for port shipping and wharf operations, respectively, were developed, which can provide technical support for port meteorological services in Guangxi.

**Key words:** Beibu Gulf; port shipping; meteorological services; huge-impact weather; classification of risk levels