

渤海海峡海上客运航线大风精细化预报的数值释用

党英娜^{1,2}, 黄本峰², 郭庆利², 金丽颖³

(1.南京大学大气科学系,江苏南京 210093;2.山东省烟台市气象局,山东烟台 264003;3.辽宁省鞍山市气象局,辽宁鞍山 114004)

摘 要:通过分析2010年10月到2011年12月的19次大风过程,将T639和MM5数值模式产品和客运航线代表站长岛、东口实况大风资料进行对比,通过对大风预报质量评分、大风起止时间等进行细致的诊断分析,得出了量化指标,并最终选定T639模式作为对外服务的参考模式;通过对T639预报产品客观评分和误差分析、集中度分析等方法进行模式产品自动检验,找出了该模式产品和对应航线站点的定量误差规律以及最佳订正方式。

关键词:渤海海峡;数值预报产品;大风精细化预报服务

中图分类号:P732 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-0239(2013)01-0036-10

1 引言

烟台海域具有重要战略地位,涉及到国家安全、航运、能源开发等。以渤海海峡为代表的烟台北部沿海是渤海内外海运交通的唯一通道,是海上进入京津的门户。渤海海峡的“烟台—大连”航线是连接华东地区和东北三省的水运要道,行程比坐汽车从陆地绕行缩短一千多公里,每天定期航班就有20余条。而环渤海地区港口的货物吞吐量占全国沿海港口的40%,其中发送量占全国的60%,通过港口出口的外贸总量占全国的78%。烟台海域又是环渤海经济圈中最繁忙的经贸交流区域之一,烟台大连两岸间年货运量超过1800万吨,旅客过往量达六七百万人次。渤海海峡海域成为我国北方海域名副其实的最繁忙的“黄金水道”^[1-2]。

无论是大风出现频率(大风次数)还是平均风速(风力),烟台海域在我国近海中都不能算是最多(大)的,然而,由于特殊的地理、地形,该海域海况及气候条件复杂,天气多变,大风天气频繁,这里又是我国发生海难事故最为密集的区域之一,海上大风气象灾害出现频率和灾害等级都可称全国之最,仅在1985—1994年10年间,在烟台所辖海域发生

的海难事故就高达151起。辛宝恒^[3]、阎俊岳^[4]等对产生黄、渤海大风的发布规律、海陆大风对比分析特征、影响系统及天气模式、天气过程以及预报方法进行了论述,刘学萍^[5]、黄少军^[6]、徐中华^[7-9]等从不同角度对烟台海上大风灾害进行了分析,探讨了大风的灾害特征、发生规律,提出了预防对策。

从本世纪初开展“烟台—大连”航线预报以来,预报员通过不断摸索和检验,积累了大量的预报经验和方法。但长期以来天气预报服务产品的空间、时间尺度还不够精细,随着经济不断发展,航线精细化预报服务需求与预报预测能力的矛盾愈发突出。为提高海洋气象监测能力,2006年以来,烟台市气象局在烟大航线及周边海域,先后布设海岛站12个,浮标站1个,船舶站5个。并围绕探测资料的使用、服务等做了大量的研究。高瑞华^[10]等利用烟台、大连等6个沿海站31年历史资料,对渤海海峡大风的气候特征进行了分析。王日东^[11]等对海岛站与沿岸站大风进行了对比分析,得出综合应用海岛站和沿岸站大风记录,能更加准确反映渤海海峡大风的气候特征。虽然已经积累了较丰富的服务经验和一定的航线预报科研成果,但大多停留在主观经验的基础上,缺少对客观预报产品、客观预报方法的量化指标和积累,数值预报模式产品对航线精

细化预报服务业务的直接贡献未能显现出来。本文就是结合日常工作和渤海海峡航线精细化预报服务业务的需求,以长岛、东口大风实况资料为基础,对中国气象局的T639和山东省气象局的MM5对渤海海峡大风预报的数值模式产品进行诊断分析和自动检验,力图找出数值预报模式产品的应用规律,以方便预报员日后解释应用到日常预报工作中,为渤海海峡大风预报提供一些参考依据。

2 资料选取说明

资料年代为2010年10月—2011年12月的19次主要大风过程。按照鲁气办发[2010]45号(《关于开展海洋气象预报业务质量评定试运行的通知》)要求,选取长岛、东口分别作为蓬莱-长岛、蓬莱-旅顺、烟台-大连三条航线的指标站。从21点开始,每3h为一个时段,实况大风资料为以上代表站每个时段内的最大风速及对应风向。由于蓬莱-长岛和蓬莱-旅顺两条航线均以长岛站作为对比站,所以将两条航线结论并为一起进行分析。

选用中国气象局的T639和山东省气象局的MM5两种模式产品作为解释释用的对象。均取2m风预报产品,预报时间跨度为3h。研究分析模式产品0—48h内对航线大风精细化的预报情况,其中诊断分析取前一日20点和当天20点生成的预报产品,自动程序检验取模式前一日20点生成的预报产品。其中T639由于没有长岛和东口站点对应经纬度的格点资料,所以采取就近原则,对长岛(120.73°E,37.94°N)选择了121°E、38°N这个格点资料,对东口(121.43°E,37.59°N)则在站点左右两侧各选取一个离其最近的格点121°E、38°N和122°E、38°N,按选取格点对应站点的距离比例对格点数据进行插值计算;MM5模式产品直接选取长岛及东口站点对应经纬度的格点数据。

3 诊断对比分析

3.1 分析方法

根据大风起风时段、大风持续时段、大风量级、转风时段以及风向这5项来对比分析数值预报产品预报渤海海峡大风的准确性。

大风过程、起风及减弱时段的确定:因为采用

的是数值预报产品20点的数据,预报开始时间是21点,所以从21点开始每3h为一个时间段,连续两个及以上时段出现6级或以上大风,作为一次大风过程。以第一个出现6级风的时段视为大风起风时间;当间隔一个或两个时段风力虽小于6级,但风速 ≥ 10.0 m/s,且下一时段风力又达到6级或以上,则仍记为此次大风过程持续;当连续两个及以上时段风速小于10.0 m/s时,视为大风结束。以第一个小于6级风的时段视为大风减弱时间。例如21—23时8 m/s、0—2时10.9 m/s、3—5时12.5 m/s、6—8时10.0 m/s、9—11时12 m/s、12—15时5 m/s、16—18时6 m/s,该过程有2个以上大风时段,视为一次大风过程,0—2点这个时段为大风起风时间,中间6—8点风力虽小于6级,但风速 ≥ 10.0 m/s,且仅持续1个时段,下一时段风力又达到6级,所以视为大风持续,12—15时这个时段为大风减弱时间。

大风转风时间的确定:从大风过程的前后3个时段内统计转风情况;以南风转北风或北风转南风作为风向转换的标准;以第一个转风的时间段作为转风时间。

大风时段内风向准确率的判断:按照鲁气办发[2010]45号(《关于开展海洋气象预报业务质量评定试运行的通知》)对时段内风速进行评分。大风时段内风向误差在 $\pm 22.5^\circ$,评定为100分,在文中分析为预报与实况一致;误差在 $\pm 22.5^\circ \sim \pm 45^\circ$ (90° 内)评定为70分,文中分析为预报与实况基本一致;误差大于 90° 评定为0分,在文中分析为预报错误。

3.2 过程分析

受温带大陆性季风气候的影响,渤海海峡一年四季均有大风天气发生,但有明显的季节变化,冬半年大风次数偏多。造成渤海海峡大风的天气形势主要有以下三种:秋冬季冷空气活动频繁,常刮偏北大风;春秋过渡季节,又因冷暖空气交换加剧,偏北大风和偏南大风交替出现;一年四季均可出现的气旋大风(主要为春季出现较多的温带气旋大风以及夏季受台风影响出现的大风)。

3.2.1 T639模式产品分析

3.2.1.1 冷空气(含寒潮)

这类大风是造成渤海海峡大风、且风力较强、持续时间较长、影响船只航行最多的一种。通过对比这13次冷空气影响过程,可以得出以下几点

结论:

T639在冷空气影响过程中具有较高的参考价值,特别是大风风向上,准确率可以达到90%以上;在起风时间上,长岛预报偏早次数多,而东口预报上偏晚次数较多,但大部分偏差在2个时段内;在量级预报上,大部分偏差在 ± 1 个量级,长岛较东口一致次数多,东口有10次量级偏小;在风向转换和减弱时间上,参考性均稍差一些,大部分预报的大风时段偏短;实况大风在7级以上,偏小次数明显偏多。

3.2.1.2 气旋类

T639模拟气旋类大风天气,其准确性与天气系统有很大关系。由于气旋影响在风向转变上具有频繁多变的特征,其模拟转风时间和大风风向有一定的出入,实用性稍差。T639模拟温带气旋过程,对于长岛及东口,其起风时间多偏晚1—2个时段,减弱时间偏晚较多,即大风预报时段偏长,大风量级多偏小1—2个量级,大风风向基本一致;而模拟热带气旋过程中,起风时间多偏早,长岛的偏早较多,达5—6个时段,大风减弱时间多偏晚,大风量级上,长岛均偏大,东口多偏小,差值多在 ± 1 —2个量级,大风风向在北向大风时基本一致,但空报3—4个时段南向大风的时候较多。

3.2.1.3 其它大风

发生在春夏两季,由于暖平流强或地面气压梯度大,可以产生半岛南大风天气,实况风向多为南风或西南风。本次选取了3次大风代表过程(实况2次偏西风 and 1次南风),对比T639模式(表略)产品,发现3次过程中长岛代表站大风量级和风向都比较一致,东口多偏小1个量级且空报5—6个时段的南向大风;二者起风时段以及长岛的减弱时段偏晚较多,没多少参考性,东口减弱时间多在 ± 2 个时段内。

3.2.2 MM5模式产品分析

3.2.2.1 冷空气(含寒潮)

(1)蓬莱-长岛(蓬莱-旅顺)航线(长岛代表站):13次北大风过程中,11次长岛均出现6级以上大风过程。预报的起风时间偏早次数较多,48 h预报偏早7次,24 h预报偏早10次,且偏早的时段也较大。减弱时间偏晚次数较多,即预报大风时间偏长。量级一致次数较多,偏大或偏小时差别在 ± 2 个量级内,可以参考。在转风时间上,偏早偏晚均有,大部

分在 ± 1 个时段。大风风向除一次过程长岛实况相反外,其余都基本一致,有很大的参考性。

(2)烟台-大连航线(东口代表站):在起风时间及减弱时间上,偏早偏晚情况均有且次数较多,偏差量级也较大,没有参考性。大风量级偏小次数较多,偏小多在1个量级,可以在预报时提高一个量级。转风时间也早晚都有,漏报一次,也没有什么规律可循。风向上,与实况都很接近,可以在预报中参考。

3.2.2.2 气旋类

(1)MM5模拟温带气旋过程中,对比长岛实况,数值预报起风时间偏早或一致,减弱时间偏晚较多,转风时间偏早1—2个时段,大风量级也偏小1个量级;对比东口,起风时间、减弱时间和转风时间均偏晚1—2个时段,大风量级和风向基本一致。

(2)MM5模拟热带气旋过程中,预报起风时间均偏早,减弱时间多偏晚;长岛大风量级均偏大2—3个量级,而东口一次偏大1个量级,一次偏小2个量级;转风时间和风向都比较一致。

3.2.2.3 冷暖空气共同影响

发现3次过程中大风起风时间均偏晚,减弱时间多偏晚,且偏晚较多,量级多偏小2个,转风多偏早,风向基本一致。MM5模拟此类大风过程参考性较差。

3.3 两种数值预报产品评分对比

以2010年10月1日—2011年12月31日作为全时段,以2010年11月1日—2011年3月31日和2011年11月1日—12月31日作为冷空气影响时段,按照鲁气办发[2010]45号(《关于开展海洋气象预报业务质量评定试运行的通知》)对时段内风速进行评分,当预报及实况均小于或等于5级时,不评分,当预报风力与实况一致时,评定为100分,当预报风力与实况相差半个量级时,评定为80分,当预报风力与实况相差一个量级时,评定为60分,当预报风力与实况相差两个量级及以上时,评定为0分。从表1可看出各航线以及各时段评分结果T639均优于MM5(见表1)。

3.4 诊断分析基本结论

(1)大风时段内风向,T639与MM5模拟与实况非常接近,参考价值较高,预报上完全可以参考其

表1 T639和MM5评分结果

项目	烟台—大连			蓬莱—旅顺			长岛—蓬莱			总平均
	0—24 h	24—48 h	平均	0—24 h	24—48 h	平均	0—24 h	24—48 h	平均	
T639全时段	30.8	31.3	30.9	32.7	36.7	33.5	32.7	36.7	33.5	32.6
T639冷空气	36.1	37.0	36.3	40.0	46.0	41.2	40.0	46.0	41.2	39.6
项目	烟台—大连			蓬莱—旅顺			长岛—蓬莱			总平均
	0—24 h	24—48 h	平均	0—24 h	24—48 h	平均	0—24 h	24—48 h	平均	
MM5全时段	28.5	22.8	27.4	28.9	32.1	29.6	28.9	32.1	29.6	28.9
MM5冷空气	37.2	32.2	36.2	33.0	37.0	33.8	33.0	37.0	33.8	34.6

预报大风风向。

(2)在起风和转风时间上,2个代表站与T639模拟结果都有一定出入,且偏早、偏晚情况都有,但基本都在1—2个时次范围内。长岛可推后1个时段应用,东口可提前1个时段应用。MM5在起风的预报上多偏早,且偏差较大。

(3)大风减弱时间上,T639模拟偏早次数要略多,即大风时段偏短,应用时可以延后1—2个时次。MM5偏晚次数略多,即大风时段偏长,但偏长时段太多,没有参考价值。

(4)在大风量级上,长岛实况与T639模拟最为接近,东口则偏小次数较多,可以提高一个量级预报。MM5中,在北向大风过程中一致的次数较多,但8级以上大风均未报出,模拟气旋类大风天气时,热带气旋的大风量级容易偏大,而温带气旋容易偏小。

(5)南向大风的模拟效果均较差,有漏报或大风时间段明显偏少现象。

(6)结合评分结果以及上述诊断分析可以发现T639模式在各个方面均好于MM5,由此,我们选定T639模式作为对外服务的参考模式,并以对其订正后的产品作为客观预报产品。

4 T639模式产品自动检验分析

由于在诊断分析中在大风预报中有时间段偏早或偏晚的结论,因此首先对模式产品进行原始分析、前推1个时段分析和后推1个时段分析,以此来确定研究的原始产品。对选定原始产品根据评分和级差规律进行分析,提出订正方向和订正量级,最后找出各模式最优订正方式。将各模式进行对比选定供业务参考的最终模式产品。误差分析采用级差分析(预报风力量级减去实况风力量级之差

的分析),用0.5级误差精度和1.0级误差精度进行分析,同时辅助以其在±1级和±1.5级的集中度进行分析。

4.1 T639模式产品常规分析

4.1.1 评分分析

从T639常规模式产品即原始预报产品可看出基本上冷空气影响时段高于全时段5—7 min,24—48 h预报成绩要高于0—24 h。

4.1.2 级差分析

图1中百分比为该航线在分析时段中各级差出现的概率(下同)。从图中可看出,对几条航线,模式均能提供有效的参考,但最大级差概率均偏小,烟大航线多偏小1个量级明显。

4.2 T639模式产品前推分析

模式大风精细化产品的前推分析,指的是用模式的上一个时段产品与本时段实况之间进行对比分析,及将预报结果推后一个时段应用。

T639模式产品前推分析与原始模式产品评分增量(图略)可看出三条航线评分均呈下降趋势,其中的蓬莱-旅顺和长岛-蓬莱航线在冷空气影响时段下降4.3分,前推分析效果不好,及将预报结果推后一个时段应用效果不理想。

4.3 T639模式产品后推分析

模式大风精细化产品的后推分析,指的是用模式的下一个时段产品与本时段实况之间进行对比分析,及将预报结果提前一个时段应用。

三条航线评分绝大部分均呈下降趋势(图略),烟大、蓬旅航线相差1—3分左右,后推分析效果也不理想。

因此对其订正最后选取在原始模式产品上进行。

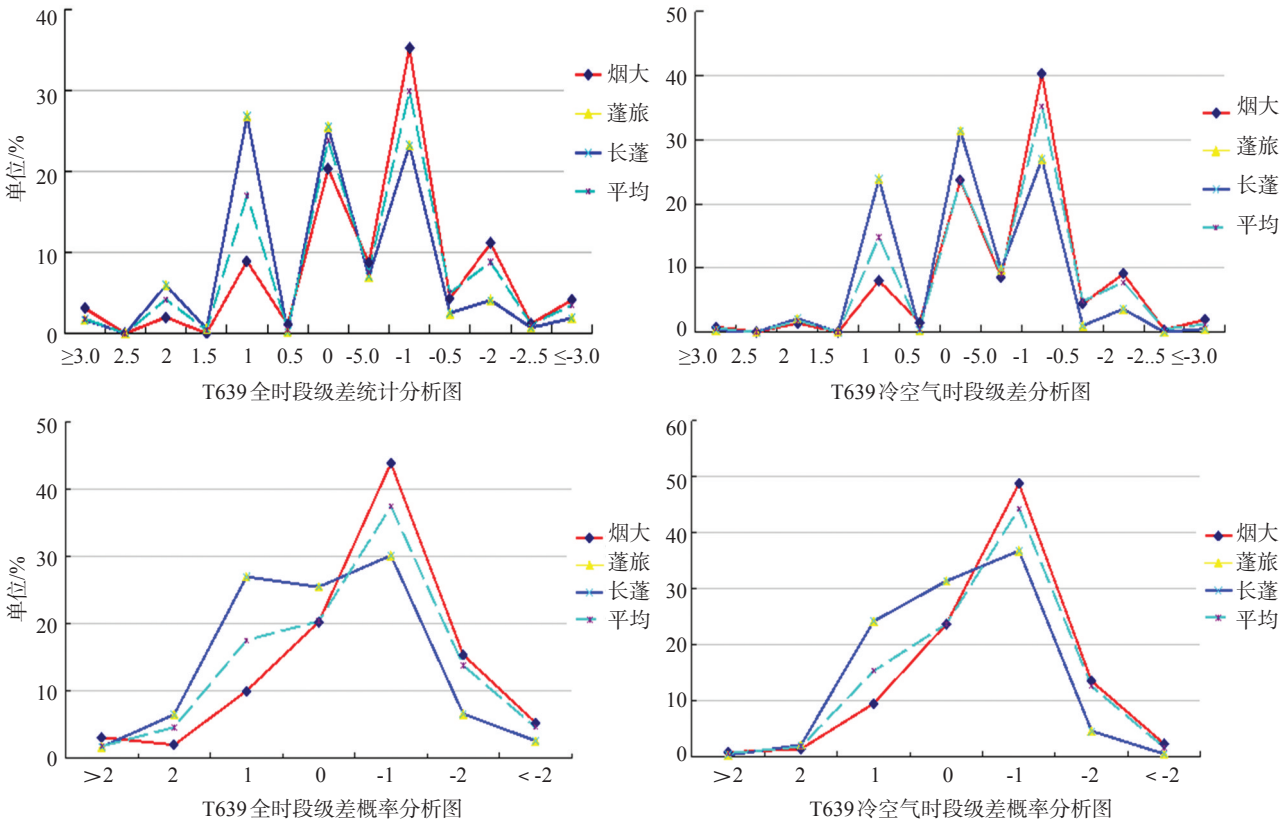


图1 T639常规预报产品在全时段和冷空气影响时段几条航线的的分析情况

4.4 T639模式产品首次订正

从4.1.2检验分析中可看出,烟大航线最大级差概率出现在-1级,因此,对这两条航线各提高1个风级进行订正;蓬旅和长蓬航线最大级差概率亦出现在-1级,但其分布呈双峰且在1、0、-1差距不大,因此提高0.5个风级进行订正。

4.4.1 评分分析

订正后的得分以及得分的增量结果见下表。从表中可看出,各条航线无论全时段还是冷空气影响时段得分全部得到提高,整体提高6.2分,冷空气

影响时段提高了8.2分。其中蓬旅和长岛航线最为明显,成绩提高了8.5—10.8分(见表2)。

4.4.2 级差分析

订正后级差分析情况见图2。从中可发现,烟大航线分布虽然符合中间高两边低的规律,但其在0.5级和整级分析中最大级差概率进行了整体提高,均出现在了+1级;蓬旅和长蓬航线订正后不但0级周围概率呈下降态势,而且最大级差概率向两端延伸,系统性误差增大明显。

4.4.3 集中度分析

通过级差分析,可统计出订正前后模式产品

表2 首次订正后得分以及得分的增量结果

项目	烟台—大连			蓬莱—旅顺			长岛—蓬莱			平均
	0—24 h	24—48 h	0—48 h	0—24 h	24—48 h	平均	0—24 h	24—48 h	0—48 h	
全时段得分	31.0	38.0	32.4	42.3	40.9	42.0	42.3	40.9	42.0	38.8
冷空气得分	36.6	50.4	39.3	51.5	53.9	52.0	51.5	53.9	52.0	47.8
项目	烟台—大连			蓬莱—旅顺			长岛—蓬莱			平均
	0—24 h	24—48 h	0—48 h	0—24 h	24—48 h	平均	0—24 h	24—48 h	0—48h	
全时段增量	0.2	6.7	1.5	9.6	4.2	8.5	9.6	4.2	8.5	6.2
冷空气增量	0.5	13.4	3.0	11.5	7.9	10.8	11.5	7.9	10.8	8.2

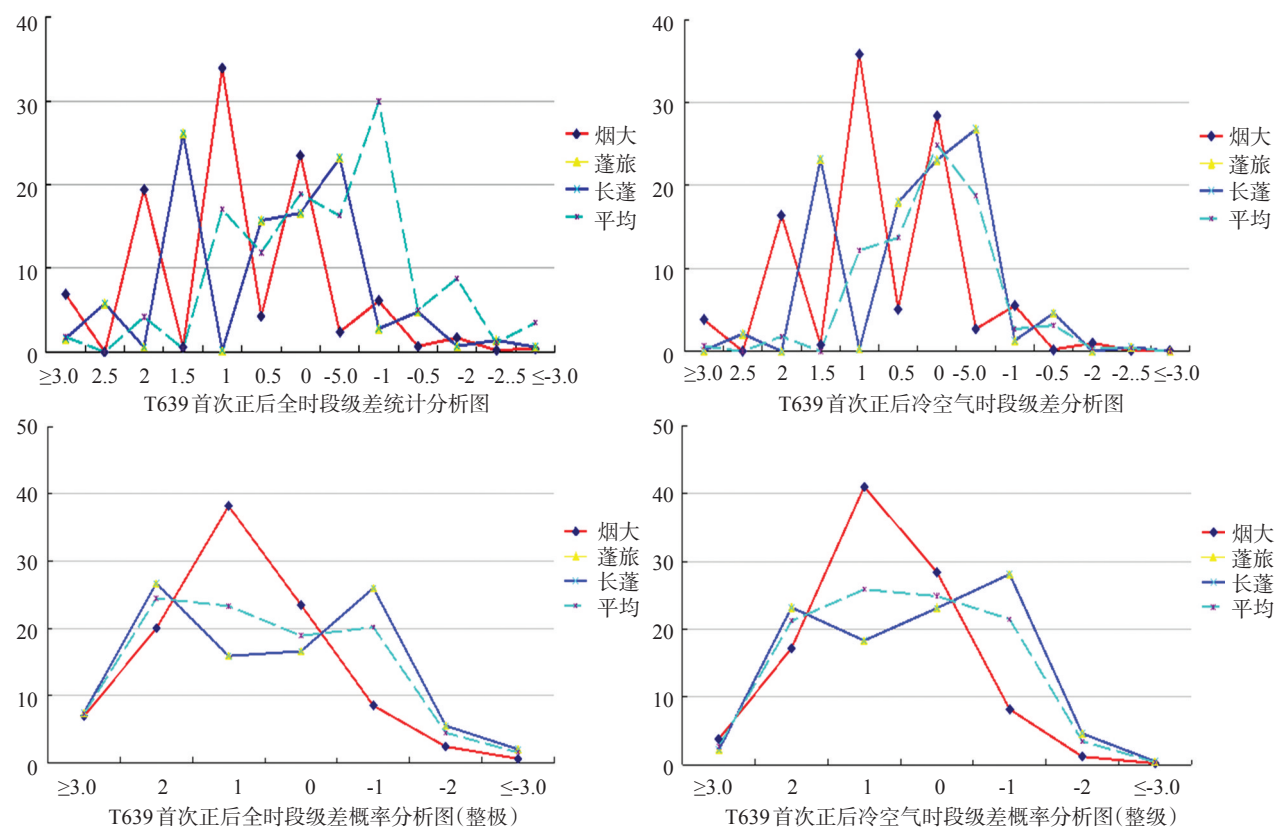


图2 首次订正后级差分析情况

在 ± 1 级和 ± 1.5 级级差概率变化情况。从表3中看出,在 ± 1 级烟大航线略有下降,蓬旅、长蓬航线下降超过20%,效果不是很理想。

4.4.4 首次订正结论

从评分和级差以及集中度分析中可看出:

(1)烟大航线提高1个量级订正后出现在整体偏大的情况,而且在 ± 1 和 ± 1.5 级的集中度有所下降,因此效果不好,需要减小订正量级再次验证;

(2)蓬旅和长蓬航线提高0.5个量级后,尽管得分有所提高,但增大了系统性误差,集中度下降20%以上,订正不理想。分析其原始产品的分布规律,虽然最大概率出现在-1级,但其在0和+1级之

间仍存在大概率,且绝大部分概率集中于 ± 1 级之间,因此原模式产品能够对实况做出相对合理的反映,可直接采用原模式产品,无需对其进行订正。

4.5 T639模式产品二次订正

由首次订正得出的结论,需要对烟大航线在常规产品上进行0.5级订正检验,蓬旅、长蓬航线取原始产品,不再订正。

4.5.1 评分分析

对烟大航线二次订正后的得分以及评分的增量结果可看出,其提高了15分以上,效果比第一次订正明显提高,提高13分以上。

表3 订正前后模式产品在 ± 1 级和 ± 1.5 级级差的概率变化情况

项目		烟大	蓬旅	长蓬	平均
± 1 级	全时段	70.2 %	58.5 %	58.5 %	65.2 %
	冷空气	77.6 %	69.5 %	69.5 %	74.4 %
	全时段增量	-4.0 %	-24.2 %	-24.2 %	-10.3 %
	冷空气增量	-4.4 %	-22.9 %	-22.9 %	-8.9 %
± 1.5 级	全时段	71.5 %	89.4 %	89.4 %	81.4 %
	冷空气	78.6 %	97.3 %	97.3 %	88.8 %
	全时段增量	-7.0 %	3.6 %	3.6 %	0.7 %
	冷空气增量	-7.8 %	3.9 %	3.9 %	0.7 %

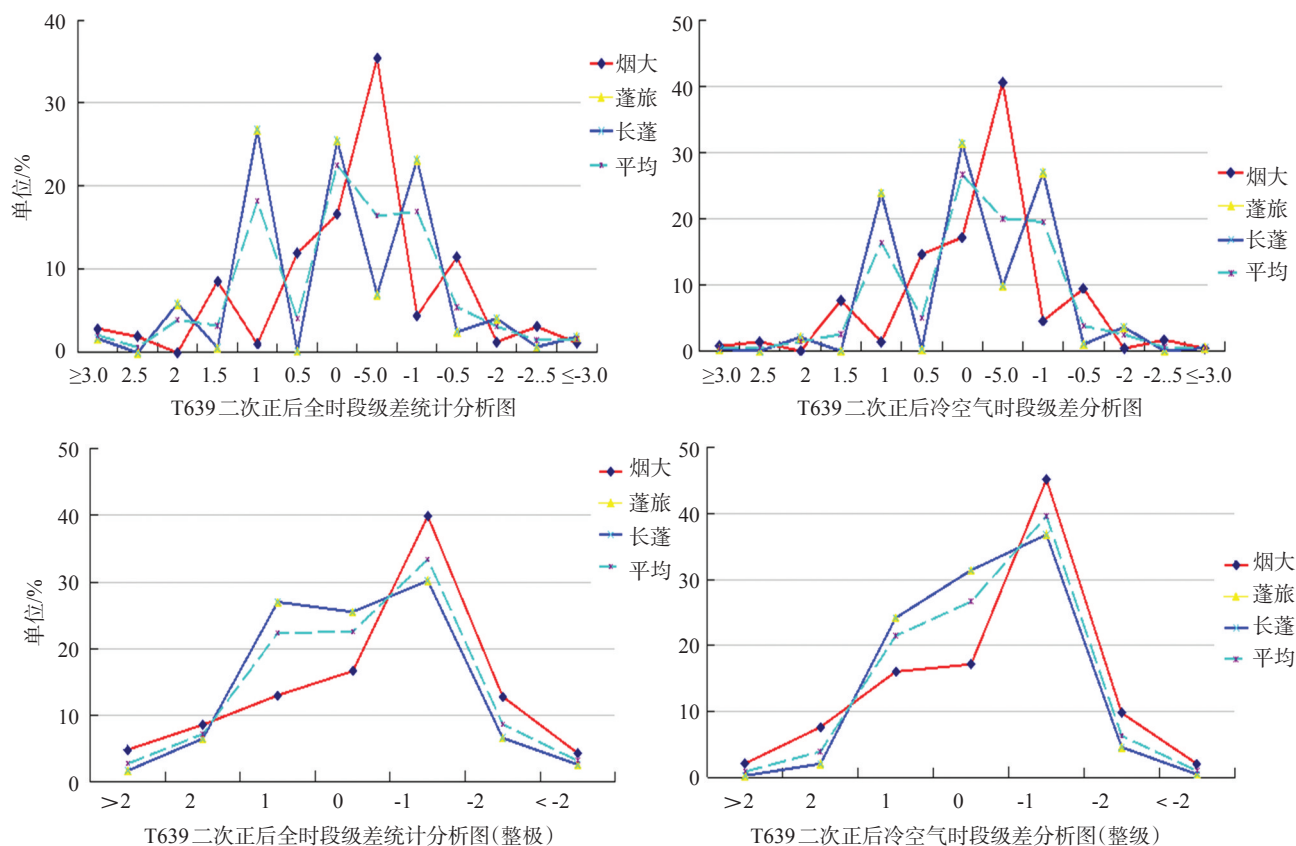


图3 二次订正后的级差分析情况

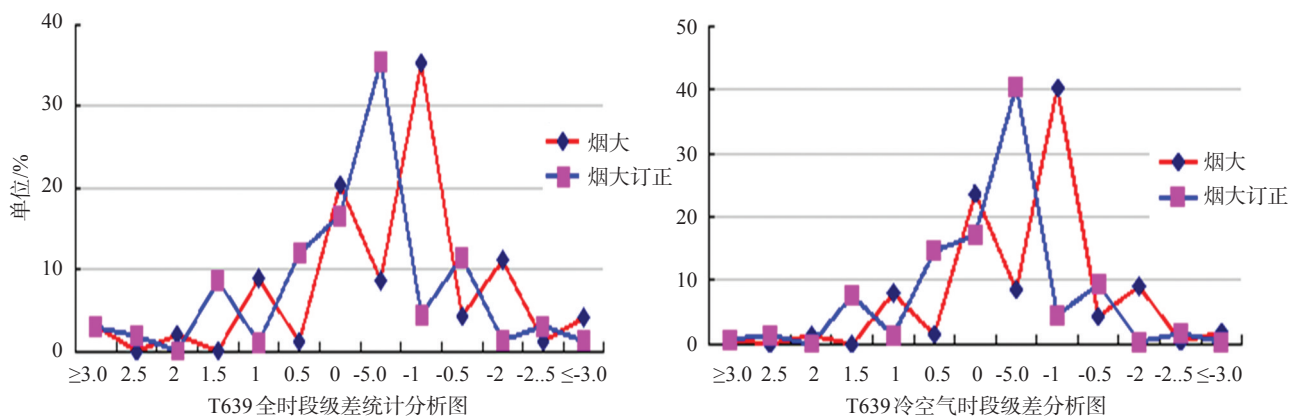


图4 T639模式烟大航线订正效果图

4.5.2 级差分析

订正后级差分析情况见图3。从中可发现,烟大航线从整级分布中虽然最大概率仍处于-1级,但从0.5级分布图中可看出,最大概率区间已经移到-0.5级上,比原有模式向0级附近进行了集中。

4.5.3 集中度分析

通过级差分析,可统计出订正前后模式产品在 ± 1 级和 ± 1.5 级级差的概率变化情况(图略)。从

中也能看出,订正后烟大航线虽然在 ± 1 级效果有所下降,但在 ± 1.5 级内,集中度提高了10%左右。

4.5.4 二次订正结论

从评分和级差以及集中度分析中可看出,烟大航线提高0.5个量级订正后出得分比首次提高13分,且分布规律较为合理, ± 1.5 级的概率亦提高了10%左右,因此说对烟大航线提高0.5个量级的订正是可行的。

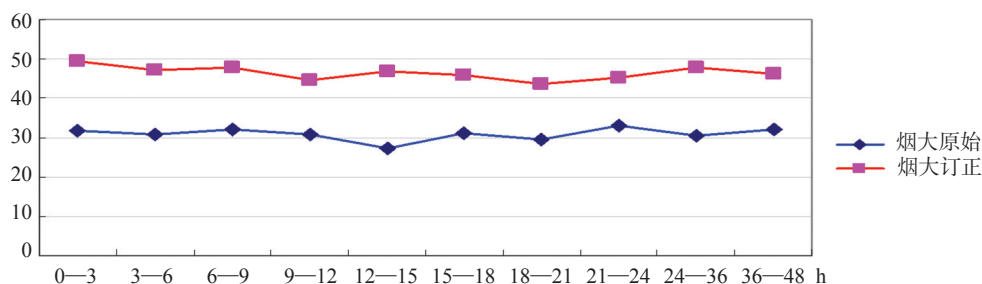


图5 T639烟大航线全时段订正前后评分对比

4.5.6 T639模式产品订正效果

通过上述检验分析,找到了最佳的订正量级,即对烟大航线提高0.5个量级。订正前后烟大航线级差分布及各时次得分对比情况见下图。

4.6 订正后模式预报结果

我们采用订正后的模式,对2011年10月1日—2011年12月25日期间的大风情况进行预测,结果显示,订正后的烟大航线平均成绩为59.6分,比原模式提高19.3分。说明模式产品的订正方法在实际预报业务中是有一定的参考价值。

5 结论

(1)模式产品T639和MM5对大风的预报,在冷空气影响时段预报效果要明显高于其他时段;

(2)两种模式产品对长岛站的预报效果较好,即模式对蓬旅、长蓬航线级差分布在0级差周围均匀分布,且70%以上概率集中于 ± 1 级,直接应用价值较高,而对烟大航线整体预报比实况偏小,需订正使用。这也反映了新增指标站在模式中不能较好的反映出来,通过找出其误差规律对其进行订正更具有现实意义;

(3)通过检验,找出了T639模式产品在烟大航线系统性的偏差,并对其提高0.5个风量级进行订正。订正后该产品在整个研究时段和冷空气影响时段得分均得到提高,且级差分布更趋合理,在实际应用效果良好。

6 存在的不足和展望

(1)T639目前下发的产品空间分辨率为 1.0×1.0 ,由于代表站间隔不远,可选择的格点要么

相同,要么需要内插,对精细化服务开展存在困难。

(2)诊断分析个例较少,需要进一步增加。

(3)本文仅对风级进行了对比分析,找出了其中的规律,并对模式产品进行了订正。下一步应直接从风速入手,找出更加量化的指标,直接在风速上进行订正。

参考文献:

- [1] 天津图书馆数字资源信息网-环渤海经济区-区域概况.现代化的交通网络.[EB/OL].<http://dlibrary.tj.tj.cn/hbh/gk/jt.htm>
- [2] 张广海.论环渤海经济区的区域整合.地理学与国土研究[J].1998, 14(3):6-9.
- [3] 辛宝恒.黄海渤海大风概论[M].北京:气象出版社,1989.
- [4] 阎俊岳,陈乾金,张秀芝,等.中国近海气候[M].北京:科协出版社,1993.
- [5] 刘学萍.烟台海域海难事故气象条件分析及预防对策[M].气象,2001,27(3):55-57.
- [6] 黄少军,薛葵波,石磊,等.渤海海峡客滚船海难事故与大风事件关系分析[J].气象与环境学报,2006,22(3):30-32.
- [7] 徐中华.圆梦渤海湾-中国东部陆海铁路大通道由此开启[N].烟台日报,2006-11-07.
- [8] 刁新建.一条让末梢变枢纽的交通动脉[N].辽宁日报,2006-11-30.
- [9] 薛葵波,张新立,于炳礼.烟台市海上渔业生产大风灾害分析及预报服务对策探讨[J].齐鲁渔业,2003,20(8):47-48
- [10] 高瑞华,王式功,张孝峰,等.渤海海峡大风的气候特征分析[J].海洋预报,2008,25(3):7-15.
- [11] 王日东,姜俊玲,郭卫华,等.渤海海峡海岛站与沿岸站大风对比分析[J].海洋预报,2010,27(2):22-29.

The accurate wind forecast for the Bohai straits passenger route by means of Model Output Statistics

DANG Ying-na^{1,2}, HUANG Ben-feng², GUO Qing-li², JIN Li-ying³

(1. Department of Atmospheric Science, Nanjing University, Nanjing 210093 China; 2. Yantai Meteorological Observatory, Yantai 264003 China;

3. Anshan Meteorological Observatory, Anshan 114004 China)

Abstract: By analyzing of the nineteen gale processes from October 2010 to December 2011 and comparing with the model output of MM5 and T639 numerical model, the quantitative index was concluded and T639 model was chosen as a reference mode for external services. With the methods of objective scoring and error analysis and concentration analysis, quantitative error rule of T639 model is revealed and the optimized revising mode were found.

Key words: Bohai straits; numerical forecast products; accurate wind forecast service