

## 烟台海域海岛自动站大风对比试验

林曲凤<sup>1</sup>, 李刚<sup>1</sup>, 张孝峰<sup>1</sup>, 姜俊玲<sup>1</sup>, 于善娟<sup>2</sup>

(1. 山东省烟台市气象局, 山东 烟台 264003; 2. 山东省烟台市牟平区气象局, 山东 烟台 264100)

**摘 要:**烟台北部面临黄、渤海, 海岛自动站分布众多。我们发现, 在同一大风过程中, 各海岛自动站的风速、风向因为海拔高度、周围地形影响、下垫面摩擦的不同造成明显差异。本文主要以长岛作为渤海海峡大风的代表站, 以崆峒岛和芝罘岛作为烟台北部沿海海域大风的代表站, 利用便携自动站的观测数据近似代表海面大风的实况, 与代表站进行大风的对比试验, 对比试验的数据均采用指数廓线公式订正到海面 10 m 高度。分析了三个海岛自动站的不同风向下的海面大风的实际代表性, 并给出不同风向下的订正值。

**关键词:**海岛自动站; 对比试验 10 m 海面大风实况; 大风订正; 指数廓线公式

**中图分类号:**P732 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-0239(2013)04-0040-05

### 1 引言

烟台北临黄、渤海, 海面 10 m 高度的大风对船舶航行影响非常大, 急需在此高度上的海面大风实况(假设周围无建筑物、树木、山脉阻挡), 用于指导海面大风的预报及预报质量的评定。

以往因为海上测风资料获取困难, 为了将近岸陆地测风资料运用到海面, 许多研究者努力寻求两者之间的关系<sup>[1-4]</sup>。高瑞华等<sup>[5-7]</sup>统计了烟台、大连沿海共 6 个台站 31 年的大风历史资料, 对渤海海峡大风的空间分布特征、大风日数的变化趋势以及渤海海峡大风的气候特征等进行了多角度的统计和对比分析, 所用资料以国家级气象观测站为主, 未包含海岛区域站资料。近年来, 气象部门先后在烟台北部海域多个海岛站上布设了自动气象站, 可以实时获得大量的海上风资料。王日东<sup>[8]</sup>利用渤海海峡 5 个海岛区域站和 3 个沿岸站大风资料, 在大风日数、风速、变化特征、主导风向等方面进行了对比分析, 表明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。以上研究在对海岛自动站的大风资料应用过程中, 未充分考

虑海岛站的海拔高度、所处的地理位置和周围环境对大风的影响, 同一次大风过程, 各自动站风向、风速各异, 难以找到一个可靠的依据。

国家级气象站长岛站(站号 54751)由于建站早, 资料完备, 维护方便, 其之前的大风实况一直是指导烟台海面大风预报的重要参考。不过由于此站海拔高度较高(39.7 m), 下垫面摩擦力大于海面, 在有些方向还受到周围地形的影响等原因, 造成了风速与海面实况出现偏差。因此, 在渤海海峡, 主要利用在此海域建立便携自动站, 得到周围无遮挡情况下的大风实况, 与长岛的风速进行对比试验, 将长岛的风速进行订正后再加以应用。当长岛站的某些方向风速偏差较大时, 还将渤海海峡其他海岛站进行了大风的对比试验, 寻找出更具有海面大风实况代表性的海岛站。

另外, 烟台市区北部海域由于离长岛距离较远, 海面大风实况与渤海又有所不同, 所以要得到此海域大风的实况(指 10 m 高度海面大风的实况, 下同), 也需要利用此海域的海岛自动站资料进行检验和订正。

基于以上原因, 本次对比试验分为渤海海峡

收稿日期: 2013-01-04

基金项目: 公益性行业(气象)科研专项项目(GYHY201106006); 山东省科技发展计划项目(2011GSF12002)

作者简介: 林曲凤(1971-), 女, 高级工程师, 从事天气预报服务工作。E-mail: ytlqf0214@163.com

(以长岛站为代表)以及烟台市区北部海域两部分组成。方法是在选定的海岛自动站附近建一个便携自动站(风传感器高度为3 m),判断不同风向下海岛自动站大风数据的可靠性。将海岛站与便携站的原始高度大风数值均订正到10 m高度进行对比分析,以期获得海面10 m高度的大风实况。

目前,一般采用运用对数或指数风廓线公式作海面大风的高度换算。高山红、吴增茂<sup>[9]</sup>分别用这两种公式将海面大风换算到10 m高度,并与观测值和模拟的大风数值进行了对比分析。所采用的指数风廓线公式为式  $u_{10} = u_z (10/z)^m$  ( $m$  取  $1/11 \approx$

$0.091$ )(1)。Davenport 对19种不同场地进行了实测<sup>[10]</sup>,认为风速随高度变化以指数公式较好。我国在南京、武汉、北京、上海和广州等地进行了梯度风连续观测,一致认为在几十米以下对数率较精确。几十米以上指数率较精确,大风时,指数率在任何高度都比对数率更为精确<sup>[11]</sup>。山东省气候中心在烟台沿海详查区测风塔观测时段风切变指数  $m$  在  $0.152—0.292$  之间。从实测风和幂指数拟合风来看,有较好的拟合效果(图略)。本文依据式(1)将海岛站和对比观测站的实测数据进行10 m高度大风的转换,将  $m$  取值  $0.1$ ,位于高山红<sup>[1]</sup>的  $0.091$  和山东省气候中心的  $0.152$  之间。

## 2 渤海海峡海岛自动站大风对比试验

### 2.1 长岛站大风对比试验

在此试验中,对比站选址位于蓬莱阁海边八仙渡,海拔高度4 m(见图1),位于海岸线。此站的北边正对大海,其偏北方向(西北、北及东北)均无遮挡。同时因为此站点正位于蓬(莱)—长(岛)航线上,二者直线距离仅为6 n mile,所以在偏北大风时,八仙渡的风速订正到10 m高度后,完全可以代表海面10 m高度处的实际风速。

对比试验开始于2011年1月8日,截止至2月28日。试验期间只要长岛或八仙渡有一站的日最



图中上北下南

图1 长岛对比试验站——蓬莱八仙渡

表1 长岛和蓬莱八仙渡日最大风速和风向对比分析(单位/(m/s))

| 日期        | 原始高度观测值      |            |              |            | 10/m 订正数值    |             |
|-----------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|
|           | 八仙渡日<br>最大风速 | 日最大<br>风风向 | 长岛日最<br>大风风速 | 日最大<br>风风向 | 八仙渡日<br>最大风速 | 长岛日<br>最大风速 |
| 2011-1-26 | 11.0         | NE         | 8.0          | NNE        | 12.1         | 7.0         |
| 2011-1-25 | 11.0         | NE         | 8.1          | N          | 12.1         | 7.1         |
| 2011-2-8  | 11.5         | NE         | 9.1          | NNE        | 12.6         | 7.9         |
| 2011-2-9  | 11.5         | NE         | 9.3          | NNE        | 12.6         | 8.1         |
| 2011-2-11 | 12.4         | NNE        | 9.6          | N          | 13.6         | 8.4         |
| 2011-1-15 | 15.1         | NNE        | 10.7         | NNE        | 16.5         | 9.3         |
| 2011-2-12 | 12.4         | NNE        | 12.2         | N          | 13.6         | 10.6        |
| 2011-1-11 | 10.5         | NNW        | 11.6         | NW         | 11.5         | 10.1        |
| 2011-1-12 | 9.1          | N          | 11.0         | NW         | 10.0         | 9.6         |
| 2011-1-18 | 11.1         | NW         | 11.0         | NW         | 12.2         | 9.6         |
| 2011-1-19 | 11.0         | NW         | 11.0         | NW         | 12.1         | 9.6         |
| 2011-1-29 | 10.8         | NNW        | 12.0         | NW         | 11.8         | 10.5        |
| 2011-1-30 | 10.3         | NNW        | 11.4         | NW         | 11.3         | 9.9         |
| 2011-1-31 | 10.9         | WNW        | 11.3         | WSW        | 11.9         | 9.8         |
| 2011-2-5  | 11.4         | SW         | 7.2          | S          | 12.5         | 6.3         |

大风速 $\geq 6$ 级,并且以八仙渡的最大风向为基准对大风过程进行分类,并与同时期的长岛站进行大风的对比分析(见表1)。对比试验期间共出现了16次大风日,其中有15次长岛与对比站的风向差在 $45^\circ$ 以内,在对比分析时将大于 $45^\circ$ 的这次大风过程略掉不计。

从表1可以看到,八仙渡的最大风向为NNE-NE时,长岛的最大风向为N-NNE风,长岛与八仙渡的风向逆差基本在 $22.5^\circ$ 以内。在原始高度,该风向出现7次大风过程,其中有6次八仙渡的日最大风速比长岛大,平均大 $3.0\text{ m/s}$ 。订正到 $10\text{ m}$ 高度后,八仙渡与长岛的平均风速差进一步加大到 $5.0\text{ m/s}$ 。2011年2月5日,当八仙渡出现SW大风时,长岛出现了S风,长岛比八仙渡风向逆差 $45^\circ$ 左右,而且风速明显偏小。由此可见,在N-NNE大风和S大风时,长岛的风速明显小于海面大风实况。

当八仙渡的最大风向为N-NW风时,长岛站基本为NW风。长岛与八仙渡的风向逆差也是在 $22.5^\circ$ 以内。原始高度处,因为长岛站的海拔高度比八仙渡高,所以八仙渡的平均日最大风速值基本比长岛站小 $1\text{ m/s}$ 左右。将两站风速值均订正到 $10\text{ m}$ 高度后,八仙渡的平均日最大风速比长岛大 $1.6\text{ m/s}$ ,这个风速差就是由于海面(指八仙渡)和陆地(指长岛)对风速的摩擦不同所造成。

2011年1月31日,当八仙渡出现WNW大风时,长岛出现了WSW大风,长岛风向比八仙渡逆差 $45^\circ$ 左右。订正到 $10\text{ m}$ 高度时,长岛的风速与八仙渡

相当。

当长岛站出现NW大风时,其最大风速的平均值较八仙渡小 $1.6\text{ m/s}$ ,这主要是因为下垫面摩擦不同造成的。如果将八仙渡的 $10\text{ m}$ 订正数值与长岛站原始高度数值相比,二者西北风的平均值仅相差 $0.1\text{ m/s}$ ,因此在此方向长岛站的原始数据即可看做海面 $10\text{ m}$ 高度的实际风速。同理,长岛原始高度的WSW风速也可以近似代表海面 $10\text{ m}$ 的实际风速。

## 2.2 长岛站与其他海岛站大风对比分析

由于长岛站在N-NE风时,风速明显小于海面 $10\text{ m}$ 的大风实况,通过与周围海岛站进行对比分析,发现大钦岛(海拔高度 $42\text{ km}$ )在此方向的风速比长岛有更好的代表性,可以将其数值订正到 $10\text{ m}$ 高度来代表 $10\text{ m}$ 海面的实况风速。

当长岛站为SE-S-WSW风时,大黑山(海拔高度 $106.1\text{ m}$ )的风速比其能更好地代表海面大风的实况,具体做法可以将大黑山的观测数值订正到 $10\text{ m}$ 高度来,即可以近似代表 $10\text{ m}$ 海面的实况风速。

## 3 芝罘岛、担子岛、崆峒岛大风对比试验

芝罘岛和崆峒岛位于烟台市区北部沿海和海域(见图2a),均为海岛自动站。芝罘岛是烟台芝罘区的一个陆连岛,海岛自动站布设在其东部尖端位置大约东南方向 $0.3\text{ km}$ 海面的一个小岛上(见图2b),崆峒岛位于烟台芝罘区东北部海面上。担子

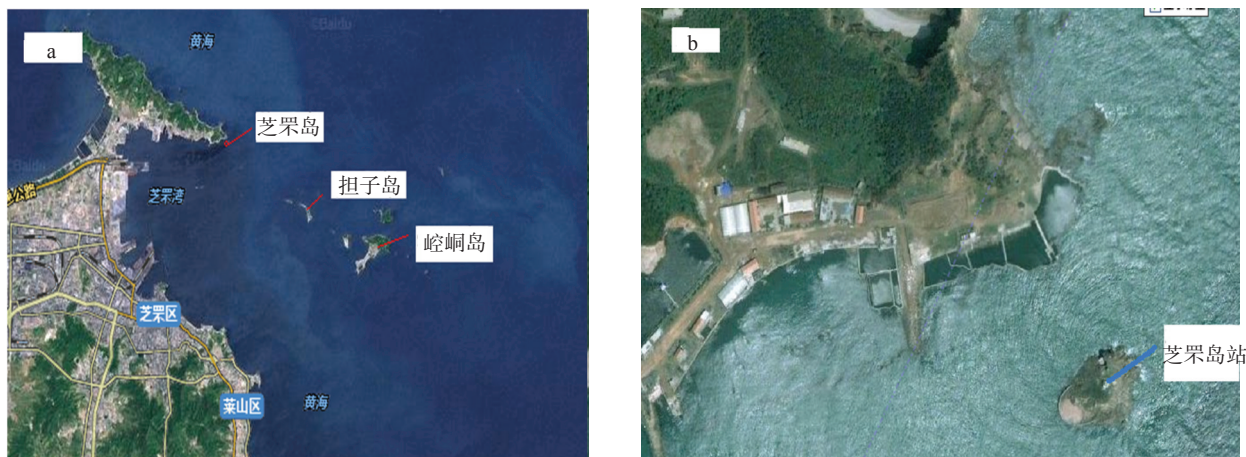


图2 芝罘岛、担子岛和崆峒岛位置,放大地图上芝罘岛海岛站位置

岛为布设的试验用移动气象台。芝罘岛的海拔高度为7 m,崆峒岛50.5 m,二者的风杆高度均为10 m,担子岛海拔高4 m,风杆高3 m。

对比试验的日期为2011年3月23日—6月22日。在此期间,选取海拔高度最高的崆峒岛日最大风速大于等于6级的天数(共39天)与同时期的芝罘岛和担子岛进行大风的对比分析。

统计的风向也以崆峒岛的风向为基准。39天大风天气中,共出现11天N大风,3天NW风,9天S大风,16次SW大风。把不同风向下各海岛站的日最大风速值进行平均,得到以下结果(见表2)。需要说明的是担子岛的正北方向地形略高,受地形阻挡,NW大风时风速有所减弱,其他方向基本无阻挡,可以近似代表海面实况风速。

从表2可以看到,除了正北方向,订正到10 m高度后,崆峒岛的NW大风(崆峒岛在其西北方向有

山脉阻挡)比担子岛约小1.2 m/s,在S风和SW大风的风速二者基本相当。而在正北方向,芝罘岛与崆峒岛的风速相当。所以可以将崆峒岛在上述三个风向的风速订正到10 m后,近似代表海面10 m的风速实况,在偏NW风时,可以将崆峒岛原始高度的风速近似代表海面10 m的风速。

订正到10 m高度后,芝罘岛除在正北方向具有海面大风的代表性外,其他三个方向的风速均比其他2站明显偏大。分析原因,主要是因为芝罘岛观测站西北侧为山地中的狭长豁口,当NW风吹过时,形成狭管效应,使风速明显增大。在S-SW风时,由于周围地形比芝罘岛的海拔高度高,形成“U”字形,也出现了狭管效应,使本站风速出现明显偏大。

通过对比试验,可以得出,对于烟台北部沿海海域的大风实况,崆峒岛比芝罘岛更能代表海面大风

表2 担子岛、芝罘岛、崆峒岛大风比分析(单位/(m/s))

| 风向  | 原始高度日最大风速平均值 |      |      | 10/m订正数值 |      |      |
|-----|--------------|------|------|----------|------|------|
|     | 担子岛          | 芝罘岛  | 崆峒岛  | 担子岛      | 芝罘岛  | 崆峒岛  |
| N   | 9.4          | 11.0 | 14.0 | 10.3     | 11.4 | 11.9 |
| NNW | 11.0         | 14.8 | 12.7 | 12.0     | 15.3 | 10.8 |
| S   | 10.8         | 13.0 | 13.6 | 11.8     | 13.4 | 11.6 |
| SSW | 10.5         | 12.5 | 13.1 | 11.5     | 13.0 | 11.1 |

观测值直接代表海面10 m大风的实况,在偏N风、S-SW大风时,可将其原始高度的大风数值订正到10 m后,即可代表海面大风的实况。

## 4 小结

(1)对比试验表明,长岛在N-NE大风和偏S大风时,风速值比海面大风的实况明显偏小。在SW-NW风向,长岛的风速能较好的代表海面大风的实况。由于海拔高度较高带来风速在垂直方向的增大被地面摩擦带来的减速作用相互抵消,所以可将长岛原始高度的大风数值近似代表海面10 m大风的实况数值。长岛站刮N-NE风时,可以用大钦岛的观测数值订正到10 m高度来代表10 m海面的实况风速。长岛站为SE-S-WSW风,可以用大黑山的观测数值订正到10 m高度后来近似代表10 m

海面的实况风速;

(2)在风向上,海岛自动站与海面大风的风向相比,会出现逆时针的一个风向差;

(3)对烟台海域的海岛自动站进行大风的对比试验发现,崆峒岛比芝罘岛更能代表海面大风的实况。在偏NW大风时,可以将崆峒岛的原始观测值直接代表海面10 m大风的实况,在偏N风、S-SW大风时,可将崆峒岛原始高度的大风数值订正到10 m后,用来代表海面大风的实况;

(4)芝罘岛除在正北方向具有海面大风的代表性外,在西北、南和西南三个方向,因为地形原因出现了狭管效应,其风速会比周围海域的明显偏大,海面大风的代表性会比较差;

(5)因为实验时间较短,样本还不是太多,而且是在冬半年,以偏N大风为主,S大风样本尤其少。今后需要不断增加样本数量,对预报结论加以完善。

### 参考文献:

- [1] 辛宝恒. 黄海渤海大风概论[M]. 北京: 气象出版社, 1991, 18-34.
- [2] 徐天真, 方俊雄, 张淮. 近岸陆地与海面风速关系分析研究[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(47): 356-361.
- [3] 井传才. 青岛近海海陆大风对比分析. 黄渤海海洋, 1995, 13(4): 18-21.
- [4] 张正, 徐天真, 方俊雄, 等. 埕岛海域风况观测与分析. 黄渤海海洋, 1994, 12(1): 9-18.
- [5] 高瑞华, 周国鸣, 王日东, 等. 渤海海峡大风的对比分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(29): 290-293.
- [6] 高瑞华, 申培鲁, 高慧, 等. 渤海海峡大风日数的变化趋势分析[J]. 海洋预报, 2010, 27(1): 27-31.
- [7] 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, 24(3): 7-15.
- [8] 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, 26(2): 22-29.
- [9] 高山红, 吴增茂. 海岛测站大风资料代表性的数值模型分析[J]. 应用气象学报, 1999, 10(3): 333-338.
- [10] 高绍风, 陈万隆, 朱超群, 等. 应用气候学[M]. 北京: 气象出版社, 2001.
- [11] 赵鸣. 大气边界层动力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

## Wind contrast test in the Yantai sea

LIN Qu-feng<sup>1</sup>, LI Gang<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-feng<sup>1</sup>, JIANG Jun-ling<sup>1</sup>, YU Shan-juan<sup>2</sup>

(1. Yantai Meteorological Office, Yan tai 264003 China; 2. Mouping District Meteorological Office, Yan tai 264100 China)

**Abstract:** The north of Yantai is adjacent to the Yellow Sea and the Bohai Sea. During the same strong wind process, we find that wind speeds and wind directions on different islands have different characteristics, which are resulted from the differences in altitude, geography and surface friction. In this paper, wind observation data, derived from Changdao automatic weather station representing Bohai Strait's gale station and from Kongdong island and Zhifu island representing of the northern coast of Yantai, are selected and compared with the data from portable automatic weather stations. The data for the contrast test are all corrected to 10m above sea level using the exponential profile formula. Representations of sea wind in different directions are analyzed and correction values are derived from the three islands wind observations.

**Key words:** Island automatic weather station; Contrast test; Wind data at 10m above sea level; Exponential profile formula; Wind observation correction