**Climate Change Research Letters** 气候变化研究快报, 2024, 13(6), 1500-1506
Published Online November 2024 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ccrl
https://doi.org/10.12677/ccrl.2024.136161

Hans汉斯

# 2012~2023年宁波机场大风天气特征分析

**虞本颖，杨琦堡**

中国民用航空宁波空中交通管理站，浙江 宁波

收稿日期：2024年9月30日；录用日期：2024年10月27日；发布日期：2024年11月5日

## 摘　要

**通过对2012~2023年宁波机场气象观测资料进行统计，分析影响宁波机场的大风天气基本特征，进行归纳总结，以期对实际大风预报工作起到一定的指导作用。结果表明，宁波机场大风天气年平均5天；全年大风主要活动期在夏季的7~8月，6月尚未出现大风天气；大风有明显的日变化特征，主要集中在白天；冷锋大风、雷暴大风、台风大风和低压大风是宁波机场的主要大风类型，其中以雷暴大风最为频繁，但其持续时间最短，台风大风平均持续时间最长。**

## 关键词

**宁波机场，雷暴大风，台风大风**

# Characteristic Analysis of Gale Weather at Ningbo Airport from 2012 to 2023

**Benying Yu, Qibao Yang**

Ningbo Air Traffic Management Station of CAAC, Ningbo Zhejiang

Received: Sep. 30th, 2024; accepted: Oct. 27th, 2024; published: Nov. 5th, 2024

## Abstract

**By statistically analyzing the meteorological observation data of Ningbo Airport from 2012 to 2023, the basic characteristics of gale weather affecting Ningbo Airport were studied and summarized, with the aim of providing guidance for actual gale weather forecasting work. The results indicate that the average number of gale weather days is 5 per year at Ningbo Airport; The main activity period of gale weather throughout the year is from July to August, with no gale weather observed in June; Strong winds have obvious diurnal variation characteristics, mainly concentrated during the day; Cold front gales, thunderstorm gales, typhoon gales and low-pressure gales are the main types of gale weather at Ningbo Airport. Among them, thunderstorm gales are the most frequent but have the shortest duration, while typhoon gales have the longest average duration.**

文章引用: 虞本颖, 杨琦堡. 2012-2023 年宁波机场大风天气特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2024, 13(6): 1500-1506.
DOI: 10.12677/ccrl.2024.136161

**Keywords**

**Ningbo Airport, Thunderstorm Wind, Typhoon Wind**

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

## 1. 引言

宁波机场位于浙江中东部沿海，其东北为宁绍平原，西南和北部为四明山脉，机场地面大风在一年四季中皆有可能出现。在航空气象中，大风是指瞬间风速(3 秒钟的风速平均值)≥17 m/s 或目测估计风力≥8 级的风[1]。它常出现在冷空气猛烈南下，台风侵袭或雷暴来临的时候。特别在飞机起降阶段，飞机飞行速度较小，大风的影响更为显著，强顺风和侧风会导致飞机速度和姿态难于在短时间有效调整，造成正向或侧向冲出跑道的飞行事故[2]。大风常伴随低空风切变，可导致航空器性能不稳定，飞机操控困难，若超过飞机规定的起降标准，常导致航班取消、备降和返航，严重威胁飞行安全。

因此很多学者对大风做了大量的统计和分析工作，梁睿怡等统计发现近 20 a 哈尔滨太平机场的大风日数整体变化趋势呈上升趋势，增长速率达到了 0.4 d/a，春季为大风天气出现频率最高的季节[3]；宋金花等将长春机场地面大风从天气形势上分为冷锋大风、雷暴大风和低压发展型 3 种类型，并进行归纳总结，提出大风的预报思路[4]。邱博等研究表明近 50 a 来中国大风集中度有增加的趋势，其中东南沿海地区增加最显著[5]；刘凯等对香港机场附近海域近 20 a 大风过程进行统计，发现香港机场附近海域 6 级以上大风过程中 51.3%是由冷空气造成的[6]。通过了解和掌握本地区大风的天气气候特征，总结大风天气的预报方法，以期对实际大风预报工作起到一定的指导作用。

民航宁波空管站气象台自 2012 年起开始实施 24 小时有人值守观测，因此本文选取 2012~2023 年 24 小时地面观测资料，风向分辨率为 10°，风速分辨率为 1 m/s。在航空气象资料统计中，以每日 00 时(北京时，下同)为日界，若每日观测纪要栏记录中出现大风天气，则无论当日大风出现时间长短以及同一天出现大风天气的频次多少，均记为一个大风日。但在本文中，将跨日界或由同一系统产生的大风天气记为一次大风天气过程，来统计大风的类型。一次大风天气过程中，可能出现多个瞬时最大风速，将第一次出现大风的开始时间记为整个天气过程的开始时间，最后一次出现大风的结束时间记为整个天气过程的结束时间，来计算整个过程的持续时间。

## 2. 大风日数的年际和月际变化特征

据统计，2012~2023 年宁波机场大风日数共 60 d，年平均 5 d，与气候志中统计的宁波机场大风全年平均 4.7 d 相比，略有增加。图 1 为 2012~2023 年宁波机场大风日数逐年分布图。可见，近 12 a 来宁波机场大风日数年分布不均，主要以波动特征为主，其中 2015 年和 2022 年大风日数最多，各有 8 d；2013 年和 2023 年最少，仅 2 d。由于机场较为空旷，机场大风通常比机场附近的浙江省常规自动气象站测量到的风速极值要大，出现频次也较多，近 12 a 来极端最大瞬时风速为 28 m/s，发生在 2012 年 8 月 7 日。

按月份来看(见图 2)，大风有明显的月际变化特征，全年大风主要活动期为夏季的 7 月~8 月，共有 28 d，占总数的 46.7%，平均大风日数为 1.5 d 和 0.8 d。6 月尚未出现大风天气。春季(3 月~5 月)、秋季(9 月~11 月)和冬季(12 月~次年 2 月)出现日数分别为 12 d、11 d 和 9 d，基本相当。月最多大风日为 4 d，出现在 2022 年 7 月，累年大风连续出现日数最多为 2 d，尚未出现连续 3 d 或以上大风的现象。

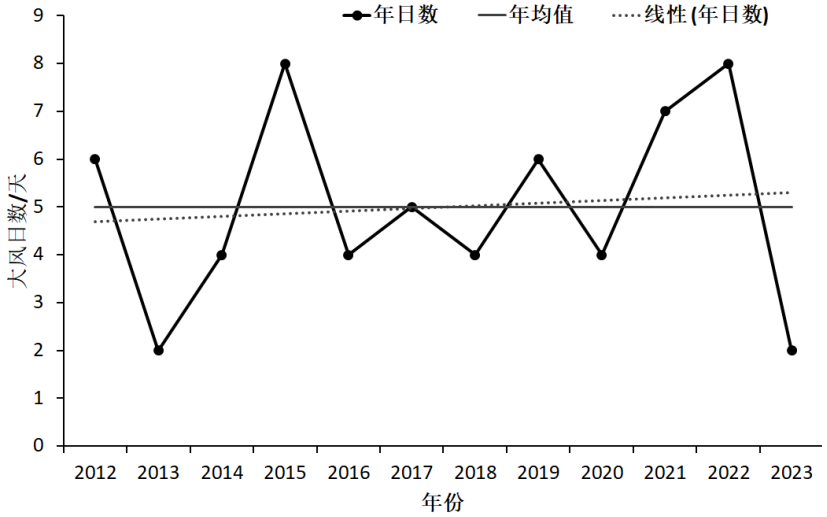



**Figure 1.** Annual distribution map of gale days at Ningbo Airport from 2012 to 2023
**图 1.** 2012~2023 年宁波机场大风日数逐年分布图

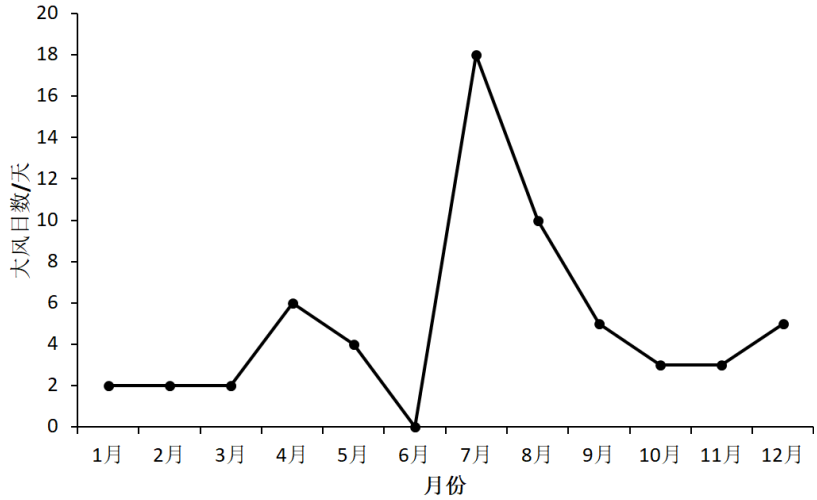



**Figure 2.** Monthly distribution of gale days at Ningbo Airport from 2012 to 2023
**图 2.** 2012~2023 年宁波机场大风日数逐月分布图

这种明显季节分布特征与天气变化是密切相关的。初夏，西太平洋副热带高压开始活跃，其增强西伸或减弱东退，以及盛夏季节受副高控制下的高温高湿均会引发宁波机场的雷暴天气，产生雷暴大风，以及台风发展北上带来的台风大风；深秋到冬季，北方冷空气活跃，宁波机场常受冷空气侵袭，有时可达寒潮程度，出现冷锋大风和降温天气。除此之外，还有江淮气旋入海产生的偏北大风、入海高压后部的偏南大风等。

## 3. 大风的日变化特征

2012~2023 年宁波机场 60 d 大风日中共发生 54 次天气过程，将其开始时间按每 2 h 进行统计，发现宁波机场的大风有明显的日变化特征，如图 3 所示。宁波机场大风天气主要集中在白天，其中 12~18 时是一天中出现大风最多的时段，共出现 30 次，占 54.5%。每日的 16~18 时出现频率最高，12~14 时次之，从 18 时后呈明显下降趋势。一日之中 06~08 时大气层结相对静稳，未出现大风天气。

每次大风过程受不同天气系统影响，因此其持续时间存在很大差异(表略)。大风持续时间不超过 20 min 共 29 次，占总数的 53.7%，20~60 min 有 4 次，1~4 h 有 7 次，4 h 以上有 14 次，整个大风天气过程持续时间超过 4 h 基本上是由台风和冷空气影响所致的，最长为 2012 年 8 月 7 日至 8 月 8 日，受 2012 年第 11 号台风“海葵”影响，持续时间长达 25 h 03 min；最短仅 1 min，出现在 2018 年 2 月 28 日，平均时长 3 h 39 min。

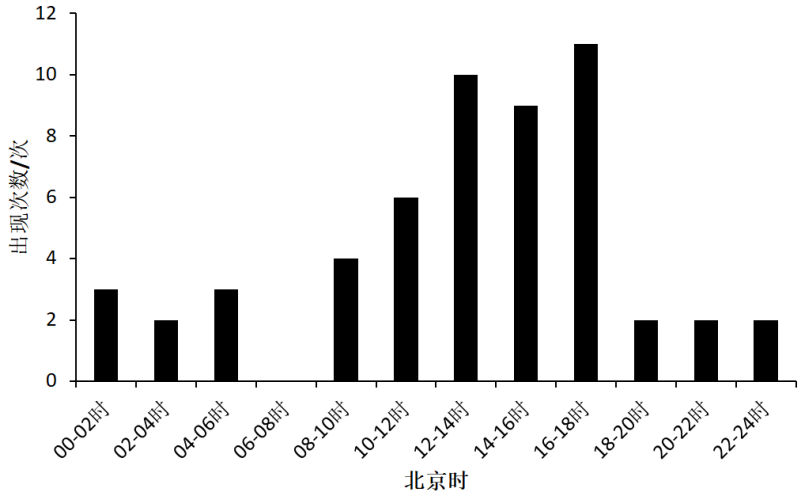
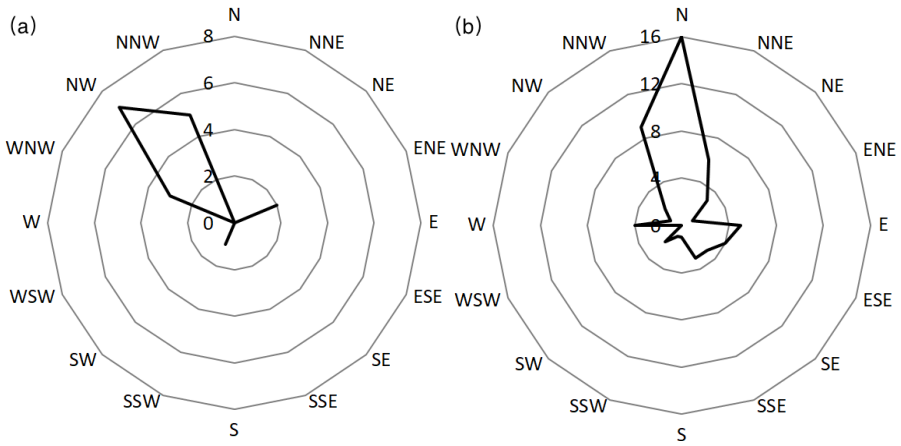


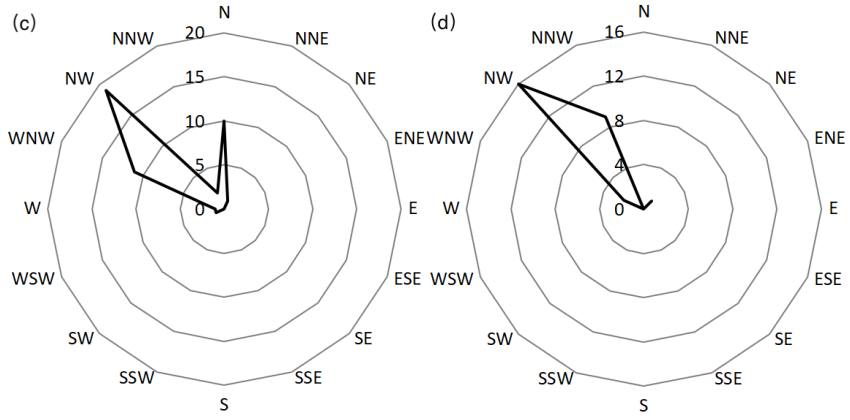

**Figure 3.** Start time distribution map of gale process at Ningbo Airport from 2012 to 2023
**图 3.** 2012~2023 年宁波机场大风天气过程开始时间分布图

## 4. 大风的风向和强度变化特征

地面风向和风速对航空器起飞和着陆有着较大的影响。由于大风天气过程中，风向和风速持续变化，将每次过程中记录的大风风速及其风向共 152 个极值进行统计。图 4 为 2012~2023 年宁波机场大风风向的季节分布图。可以看到，宁波机场夏季大风的风向变化最大，以北风为主，占夏季的 30.8%。除了 WSW 方向，其它方向均有出现，可能造成大风过程的天气系统以对流天气和台风为主，受系统位置的影响，大风的风向会发生相应的变化。而春季、秋季以及冬季的大风风向相对少变，均以西北风为主，基本稳定在 WNW 到 NNW 之间。




(a) 春季　　(b) 夏季




(c) 秋季　　(d) 冬季

**Figure 4.** Seasonal distribution of gale direction at Ningbo Airport from 2012 to 2023
**图 4.** 2012~2023 年宁波机场大风风向季节分布

2012~2023 年影响宁波机场大风的瞬时最大风速以 17~20 m/s 为主，共 129 次，占 84.9%，年平均 10.8 次；21~24 m/s 次多，为 18 次，年平均 1.5 次；25~28 m/s 的大风仅 5 次，未出现超过 28 m/s 的大风天气过程。表 1 为 2012~2023 年宁波机场大风过程瞬时最大风速的季节分布，可以看出夏季各级大风出现的频次均为最多，共 61 次，占总数的 40%，秋季次之；春季是出现大风频次最少的季节，仅 18 次，但其平均瞬时最大风速约 19.6 m/s 为四季最大，主要受冷空气和对流天气的影响；冬季没有出现 25 m/s 以上的大风过程。

**Table 1.** Seasonal distribution of instantaneous maximum wind speed during gale process at Ningbo Airport from 2012 to 2023
**表 1.** 2012~2023 年宁波机场大风过程瞬时最大风速季节分布

| 瞬时最大风速(m/s) | 春季 | 夏季 | 秋季 | 冬季 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|
| 17~20 | 13 | 52 | 39 | 25 | 129 |
| 21~24 | 4 | 6 | 5 | 3 | 18 |
| 25~28 | 1 | 3 | 1 | 0 | 5 |
| 平均瞬时最大风速(m/s) | 19.6 | 19.0 | 18.7 | 17.9 | 18.8 |

## 5. 大风类型

影响宁波机场大风天气过程的天气系统，在不同季节存在非常大的差异。通过对宁波机场大风过程统计分析，并结合高空、地面天气形势图，将大风类型分为冷锋大风、雷暴大风、台风大风和低压大风(见表 2)。2012~2023 年宁波机场 54 次大风过程中以雷暴大风为主，其次为冷锋大风和台风大风均为 14 次，低压大风最少仅 2 次。

**Table 2.** Statistics of gale types at Ningbo Airport from 2012 to 2023
**表 2.** 2012~2023 年宁波机场大风类型统计

| 影响系统 | 月份 | | | | | | | | | | | | 占比 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | /% |
| 冷锋大风 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 25.9 |
| 雷暴大风 | 0 | 0 | 2 | 4 | 3 | 0 | 13 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 44.4 |
| 台风大风 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 3 | 2 | 0 | 0 | 25.9 |
| 低压大风 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.7 |

### 5.1. 冷锋大风

宁波机场的冷锋大风发生在冬季和春季(11 月~次年 5 月)，其中 3 月没有出现。当北方强冷空气扩散南下时，机场受冷锋后的偏北大风影响，会出现风速 ≥17 m/s 的天气现象。大风过程持续时间差异很大，从 3 min 到 22 h 不等，平均 4 h 32 min。过程期间出现的大风频次也很不同，每次瞬时最大风速 ≥17 m/s 的时间一般在几分钟至 1 h。

2020 年 12 月 29 日受寒潮影响，下午 17:35 大风开始，至 12 月 30 日下午 14:57 结束，整个过程持续 21 h 23 min，期间共出现了 11 次大风，每次持续时间并不长，基本维持 10~44 min，瞬时最大风速 18 m/s，风向 340˚。2016 年 1 月 24 日受强冷空气影响，大风从上午 09:21 持续至 18:09，期间共出现了 7 次大风，平均每次持续时间约 51 min，机场瞬时最大风速达 23 m/s，风向 340˚。

冷锋大风的预报，可根据地面图上冷锋后部高压的强度，地面气温降温幅度，以及高空图上深厚的冷槽伴随槽后冷平流等来判断冷空气的强度，考虑是否有动量下传等其他因素的叠加，结合省自动站上游地区实时的风力情况，来预报冷锋大风的大小和预计大风到达的时间。

### 5.2. 雷暴大风

当强雷暴天气发生时，常伴随雷暴大风，有时甚至出现下击暴流等现象。雷暴大风时间短、来势猛、强度大，并伴有强降水和低空风切变。

宁波机场雷暴大风发生在每年的 3 月~9 月(除 6 月)，出现时间主要集中在每日的中午 12 时至傍晚 17 时。雷暴大风过程持续时间很短，基本维持在几分钟至十几分钟，平均持续时间 11.3 min，每次过程出现大风频次大多为 1 次，极少有 2 次及以上的情况。雷暴大风最大瞬时风速 24 m/s，风向 330˚ (2018 年 3 月 4 日)，持续了 11 min；2022 年 8 月 6 日，机场出现了 35 min 的雷暴大风天气，最大瞬时风速 21 m/s，风向 330˚，这是近 12 a 来持续时间最长的一次雷暴大风过程。

雷暴大风的预报，要时刻关注对流云的发展，其发展越高，产生下沉气流可能就越强。在实际工作中，可利用雷达探测关注是否有飑线(特别是弓形回波)、阵风锋、地面辐合线等，以及省自动站监测大风，若上游地区已经出现大风，在对流云团向本场移动过程中，应考虑预报雷暴大风。

### 5.3. 台风大风

台风大风发生在每年的夏季和初秋(7 月~10 月)，当台风在我国近海北上或东南沿海登陆时，宁波机场受其影响常出现大风天气。台风大风主要包括受台风直接影响以及受台风外围影响而产生的大风。根据台风位置和强度的不同，持续时间会有一定差异。通常受台风外围影响时，大风持续时间较短；而受台风直接影响，特别是强度达台风级及以上时，大风持续时间较长，有时能连续两天出现，常伴有强降水。近 12 a 宁波机场出现的 14 次台风天气，其大风平均持续 9 h 04 min。若长时间受到台风的影响，可导致机场关闭，多架次航班取消。

2012 年 8 月 7 日~8 月 8 日，受 2012 年第 11 号台风“海葵”影响，宁波机场出现了一次长达 25 h 03 min 的大风天气，期间大风频次 9 次，瞬时最大风速达 28 m/s，风向 30˚，最长一次持续时间为 10 h 49 min。“海葵”于 8 月 8 日 03 时 20 分在浙江省宁波市象山县登陆，登陆时中心风力 14 级，登陆后逐渐向宁波机场靠近，自宁波机场的东南方向向西北方向移动，距离机场最近时约 40 km。受台风移动的影响，宁波机场瞬时最大风速的风向从正侧风东北风 40˚渐变为东南风 130˚。当台风距离宁波机场约 100 km，并继续远离，台风大风天气结束。

台风大风的预报主要根据台风路径和强度的预报。当宁波机场仍处于台风外围，受台风倒槽的影响，同时有适当强度冷空气的侵入，可能有大风出现。当宁波机场受台风直接影响时，根据台风中心位置、

不同的移动路径以及副高的位置、强度等，宁波机场将出现不同方向的大风。据统计，台风影响期间宁波机场的大风极值都出现在NW~SE北面半区[7]。

### 5.4. 低压大风

宁波机场低压大风主要指江淮气旋入海后部产生的偏北大风。此类大风共2次，分别出现在2016年4月16日和2018年2月28日，是宁波机场出现最少的大风天气类型，维持的时间也较短，平均54.5 min。

2016年4月16日，分析天气形势(图略)，500 hPa和700 hPa上温度槽落后于高度槽，槽后冷平流较强。高空槽和江淮气旋在东移过程中，不断发展加强，气旋中心最低气压加深至990 hPa以下。宁波机场受其影响，在江淮气旋入海后部出现瞬时最大风速20 m/s的西北偏北大风(风向330˚)，维持1 h 48 min。

上述四种大风对飞行均有较大影响，当风速超过飞机起降的最大(侧风)风速标准时，飞机就不能正常起降，造成航班返航备降，甚至取消。尤其是雷暴大风和台风大风对停场飞机及地面设施设备有破坏作用，因此预报员应提前做好大风的防范预警。

## 6. 总结

本文统计了2012~2023年宁波机场的大风天气基本特征，并归纳总结如下：

1) 宁波机场共出现大风日数为60 d，年平均5 d，分布不均，主要以波动特征为主，其中2015年和2022年大风日数最多；全年大风主要活动期为夏季的7~8月，6月尚未出现大风天气。春季、秋季和冬季出现日数分别为12 d、11 d和9 d，基本相当。

2) 宁波机场的大风有明显的日变化特征，主要集中在白天，其中12~18时是一天中出现大风最多的时段。一日之中06~08时未出现大风天气。

3) 宁波机场大风的风向变化夏季最大，以北风为主，除了西南偏西方向，其它方向均有出现，并且瞬时大风出现频次也最多；而春季、秋季以及冬季的大风风向相对少变。大风的瞬时最大风速以17~20 m/s为主。

4) 宁波机场大风类型主要分为冷锋大风、雷暴大风、台风大风和低压大风，并以雷暴大风为最为频繁，但其持续时间较短，平均11.5 min；台风大风平均持续时间最长，达9 h 04 min。

## 参考文献

[1] 中国民用航空局. 民用航空气象地面观测规范 AP-117-TM-2021-01R2 [S]. 北京: 中国民用航空局, 2021: 88.

[2] 章澄昌. 飞行气象学[M]. 北京: 气象出版社, 2008: 74-75.

[3] 梁睿怡, 张欣慰, 何佳宇. 哈尔滨太平国际机场近20a大风天气特征统计[J]. 黑龙江气象, 2021, 38(2): 6-8.

[4] 宋金花, 王玥, 吴淑珍. 长春机场地面大风的特征分析与预报[J]. 气象水文海洋仪器, 2010, (3): 59-62.

[5] 邱博, 张录军, 谭慧慧. 中国大风集中程度及气候趋势研究[J]. 气象科学, 2013, 33(5): 543-548.

[6] 刘凯, 宋晓姜, 王长贵, 等. 香港机场附近海域近20a大风过程统计分析[J]. 海洋预报, 2020, 37(5): 67-75.

[7] 虞本颖. 1991-2013年影响宁波机场的台风特征分析[J]. 空中交通, 2015(4): 26-29.