

# 安庆机场一次寒潮大风天气过程分析

谷思雨<sup>1</sup>, 王跃<sup>1</sup>, 王晨光<sup>2</sup>, 丰文斌<sup>2</sup>, 周雪华<sup>2</sup>

<sup>1</sup>民航气象中心, 北京

<sup>2</sup>民航安庆机场, 安徽 安庆

Email: 1102261744@qq.com

收稿日期: 2021年4月25日; 录用日期: 2021年5月21日; 发布日期: 2021年5月28日

## 摘要

利用环流形势和地面观测资料对2019年11月17日至18日安庆机场出现的寒潮大风天气过程进行天气学分析, 结果表明: 这次寒潮天气是在高空倒 $\Omega$ 流型的环流背景下, 乌拉尔山暖脊前部的偏北气流引导强冷空气在横槽内聚积。横槽转竖引导寒潮爆发, 寒潮冷锋沿着西北路径南下影响我区。强的冷平流, 地面大的气压梯度、变压梯度, 高空风动量下传, 北高南低的气压场形势和地形影响是安庆机场寒潮大风发生的原因。3小时变压是预测这次寒潮大风的良好指标。

## 关键词

安庆机场, 寒潮大风, 变压

# Analysis of a Cold Wave Gale Weather Process in Anqing Airport

Siyu Gu<sup>1</sup>, Yue Wang<sup>1</sup>, Chenguang Wang<sup>2</sup>, Wenbin Feng<sup>2</sup>, Xuehua Zhou<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aviation Meteorological Center, Beijing

<sup>2</sup>Civil Aviation Anqing Airport, Anqing Anhui

Email: 1102261744@qq.com

Received: Apr. 25<sup>th</sup>, 2021; accepted: May 21<sup>st</sup>, 2021; published: May 28<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

Based on the circulation situation and ground observation data, the synographic analysis of the cold wave gale weather process at Anqing Airport on November 17, 2019 was carried out. The results show that the cold wave weather was under the background of the circulation pattern of in-

verted  $\Omega$ , and the strong cold air was accumulated in the horizontal trough under the guidance of the northerly airflow at the front of the Ural Mountains warm ridge. Transverse trough to vertical guide cold wave outbreak, cold wave cold front along the northwest path southward affecting the region. The strong cold advection, the large pressure gradient and the variable pressure gradient on the ground, the downward transmission of wind momentum in the upper air, the high pressure field in the north and low in the south and the topographic influence are the reasons for the occurrence of the cold wave gale in Anqing. The 3-hour variable pressure is a good indicator to predict the strong wind in this cold wave.

## Keywords

Anqing Airport, Cold Wave Wind, Variable Pressure

Copyright © 2021 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

中国航空业正在经历全球前所未有的迅猛增长,对航空业来说,寒潮天气不仅会造成航班延误旅客滞留,甚至能产生多种多样对安全飞行造成巨大威胁的天气现象。寒潮天气过程是一种大规模的强冷空气活动过程。寒潮天气的主要特点是剧烈的大风降温,有时还伴有雨雪冰冻灾害,对飞行和地面人员装备安全有严重影响。1983年4月4日广州白云机场起飞的一架“空中国王”飞机在一转弯处坠地出事,这次失事被认定可能是由风切变造成的。1991年4月5日,南方航空公司的飞机在昆明机场进近中遇到中度风切变,飞机重着陆受损。据统计,美国1993年共有180起飞机事故与各种风有关,其中38起飞行事故造成人员死亡或严重受伤,25架飞机毁坏,138架飞机实质性损坏。可见风也是影响飞机起飞和进近着陆的一个危险因素,它威胁到航空活动的安全[1]。在平时值班过程中,如遇寒潮大风天气,会特别关注当地机场天气。北方的寒潮大风天气比较常见,南方此类天气比较少见,因此选择安庆机场一次典型的寒潮大风天气进行分析。2019年11月17日至18日,在北方强冷空气的影响下,安庆机场出现一次寒潮天气过程。此次过程,安庆机场最低温度下降 $8^{\circ}\text{C}$ ,最低气温达到 $3.8^{\circ}\text{C}$ ,瞬时极大风速达到9级,打破近二十年来以来由寒潮引起的大风极值记录。此次寒潮大风由于安庆机场气象台提前做出了预警工作,相关部门对设施设备进行了加固防范,未造成财产损失。只是两架航班备降合肥,气流稳定后及时恢复正常,是一次成功预警预防处置的范例。

下面主要分析天气形势图上冷空气聚集、寒潮爆发的天气形势特点以及寒潮大风的成因,为安庆机场寒潮大风天气的预报提供参考。

对于寒潮大风的研究始终是我国气象预测研究的重要课题。近些年来,众多专家学者都对寒潮大风天气进行不同方面的研究,得到了不同的研究成果。李秀莲对首都机场寒潮强风极值出现条件进行了初步分析:当低层到中高层的槽线上下位置呈垂直或前倾的条件下,强风的风速大小与锋区强度和层结曲线平行于干绝热线的厚度成正相关[2]。苏百兴等对2006年1月4~7日广东寒潮造成的广东海面8级大风过程进行了物理机制分析。结果表明:受强冷空气南下影响,有着较深厚的强冷平流输送,加之高空动量下传的共同作用,故而造成了广东东、西部海面先后出现了8级大风过程。这为以后更准确地预报广东海面大风提供了良好的依据[3]。许庆娥等对发生在濮阳的一次寒潮大风天气进行了天气形势、地面

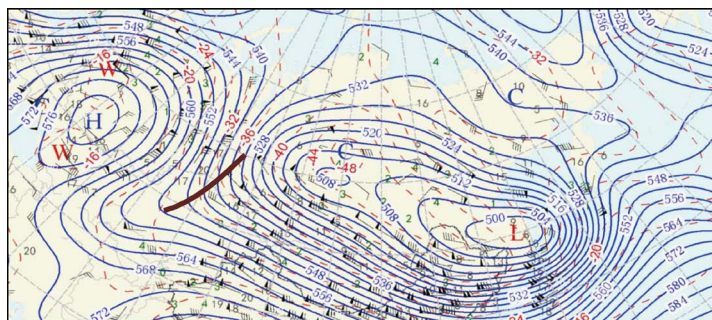
气象要素及物理量特征方面的分析。结果表明：冷空气在槽内堆积是导致寒潮大风天气的大尺度环流背景；强冷空气东移南下与暖低压的发展造成的较大气压梯度是形成大风天气的主要原因；地面冷锋后的强冷平流和锋前的强暖平流造成了强的斜压性发展，并使锋区附近产生了较大的气压梯度和变压梯度，导致冷锋后部出现了地面强风；地面冷锋前的上升运动与高空急流入口区次级环流的上升运动的叠加为深对流的发展提供了有利条件，这也是产生大风天气和大风卷起沙尘的根本原因[4]。海显莲等对 2011 年 3 月 13~14 日青海出现一次区域性寒潮大风天气过程的环流背景、影响系统及成因进行了分析。结果表明：本次寒潮属于横槽迅速转竖型，冷高压及冷锋迅速南下，导致寒潮爆发；自下而上强的垂直风切变使得高空风动量下传，巨大的水平气压梯度引起了地面大风[5]。马月枝等对 2009 年 4 月 15 日新乡罕见大风天气的天气形势及物理量场特征进行了诊断分析。结果表明：西伯利亚强冷空气南下与华北低压发展共同造成的强气压梯度、高低空强的冷平流是造成此次强风的主要原因；地面冷锋前的上升运动与高空急流入口区次级环流上升气流的叠加，为深对流发展提供了深厚的垂直环流发展条件；高空西风急流配合适合的垂直环流，产生动量下传，是超出一般强度的冷空气大风产生的原因[6]。崔丽娜对 2015 年克拉玛依春季出现的一场寒潮、大风、降水天气过程进行分析。结果表明，此次天气过程持续时间长、影响范围广，全疆大部均出现寒潮、降水天气；此次过程主要影响系统是中亚低涡；天气发生前，克拉玛依处在涡前，受西南气流影响，有充分的水汽自孟加拉湾输送至本地；高层强烈的辐散运动和低层的辐合运动形成了强烈的上升运动。水汽条件、上升运动为克拉玛依降水发生发展提供有利的条件[7]。

## 2. 冷空气聚积和爆发

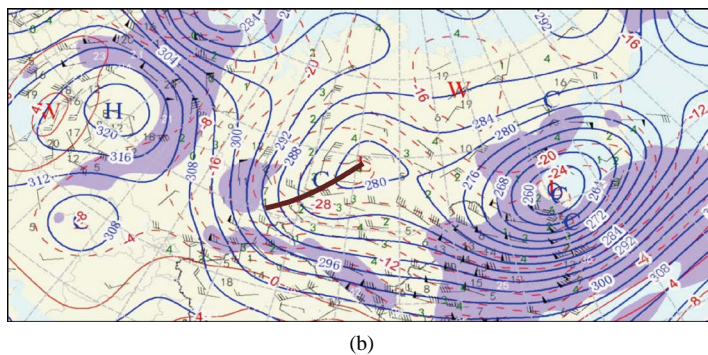
11 月 14 日 20 时 500 hPa 形势图上(图 1(a))，中高纬度环流形势是典型的倒  $\Omega$  流型。在欧洲有一阻塞高压，在其东北部乌拉尔山和鄂霍次克海有暖性高压脊。亚洲低涡存在东西两个中心，其中在西伯利亚的冷涡中心低温达  $-48^{\circ}\text{C}$ ，700 hPa 相应冷中心为  $-32^{\circ}\text{C}$ ，锋区强度达  $20^{\circ}\text{C}/10$  纬距，对应地面的冷高压中心位于乌拉尔山以东，中心强度 1045 hPa。亚洲低涡西中心向西南伸出一横槽。由于暖脊落后于高压脊，暖平流促使乌拉尔山高压脊继续加强北伸，中高纬度环流经向度加大，脊前的偏北气流加强，不断引导冷空气在横槽内聚积，形成一股极寒冷的冷空气。

15 日 20 时，700 形势图上(图 1(b))，横槽后部有暖平流，前部有冷平流，并且槽前等高线呈疏散结构有正涡度平流，有利于横槽转竖并向南加深，引导冷空气大举南下。同时横槽后部的东北风也将逐渐转为西北风。至 16 日 20 时(图略)，横槽已经转竖并向东南方向继续发展，引导寒潮爆发。

地面图上，16 日 08 时位于西西伯利亚东南部的地面冷高压即寒潮地面高压中心强度达 1050 hPa (图略)，横槽转竖以后，17 日 08 时寒潮地面高压迅速增强至 1062.5 hPa (图略)，并向东南方移动至蒙古高原，之后位置稳定少动。蒙古高压中心南部气压梯度大，达到  $37\text{ hPa}/10$  纬距。随后强冷空气经河套地区迅速南下影响安庆机场，即蒙古高压前缘的寒潮冷锋于 17 日 14 时到达本场(图 2(a))。至 17 日 20 时，12

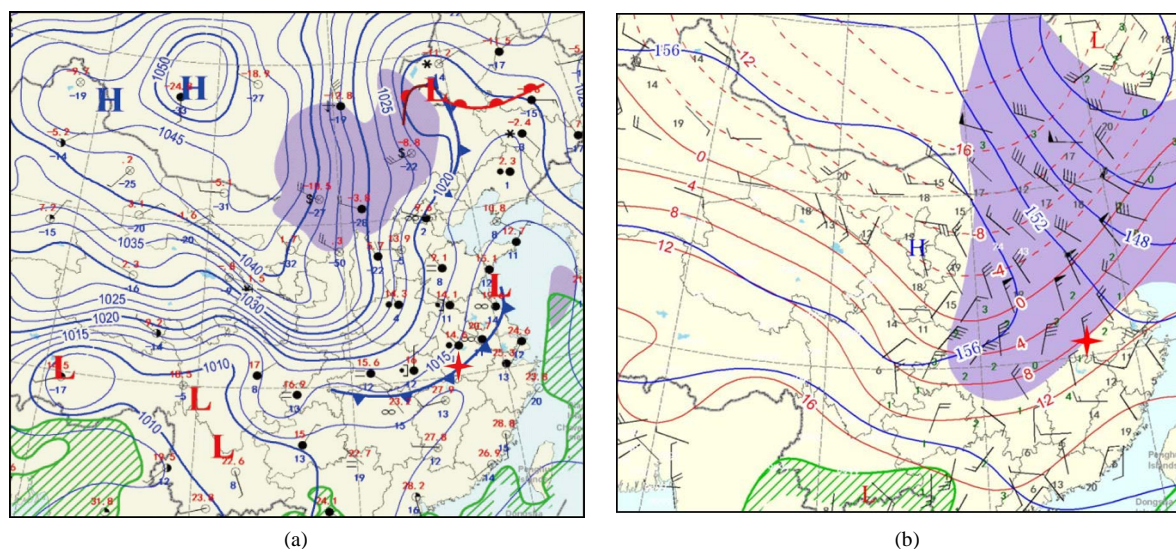


(a)



**Figure 1.** (a) Situation field at 20:500 hPa on November 14, 2019; (b) Situation field at 20:700 hPa on November 15, 2019

**图 1.** (a) 2019 年 11 月 14 日 20 时 500 hPa 形势场; (b) 2019 年 11 月 15 日 20 时 700 hPa 形势场



**Figure 2.** (a) Ground situation field at 14:00 on 17 November 2019; (b) 850 hPa situation field at 20:00 on 17 November 2019

**图 2.** (a) 2019 年 11 月 17 日 14 时地面形势场; (b) 2019 年 11 月 17 日 20 时 850 hPa 形势场

小时冷锋南下约 7.5 个纬度，达到 69 公里/小时，冷锋移速快。这次强冷空气从寒潮关键区经蒙古到达河套附近南下，直达长江中下游及江南地区，属于典型的西北路即中路冷空气。

### 3. 寒潮大风成因分析

寒潮冷锋到达安庆机场后，能见度快速下降，风速逐渐增大，如图 3 所示。17 时本场开始降水。21 时本站观测到瞬时极大风速达 21.2 米/秒，能见度明显好转，后期风速逐渐减小。至 18 日 08 时，24 小时降温达 9.6℃。下面对破坏性大的寒潮大风成因进行分析。

#### 3.1. 锋区及冷平流的分析

低空锋区强，如图 2(b)所示，17 日 20 时 850 hPa 等温线密集，北纬 30°N~北纬 40°N 温差达 18℃。安庆位于冷高压前，偏北风较大，并且存在风速辐合，锋区将增强。偏北大风与强锋区形成的强的冷平流有利于地面冷高压加强和空中动量下传，进而有利于形成偏北大风。

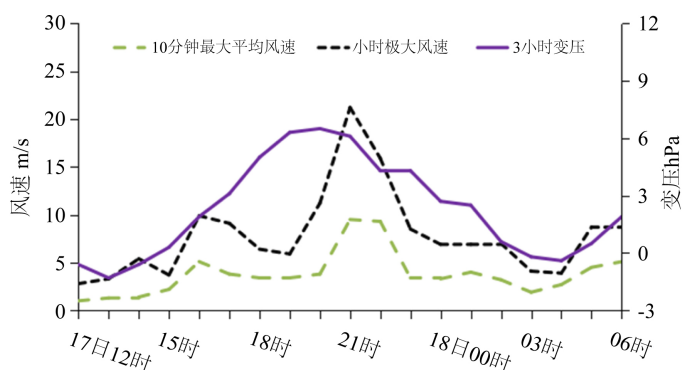


Figure 3.9 Wind speed and 3-hour pressure variation trend at Anqing Airport from 17th to 18th November, 2019

图 3. 2019 年 11 月 17 日~18 日安庆机场风速及 3 小时变压趋势

### 3.2. 冷空气翻山下坡影响

安庆机场地处大别山脉东南部。大别山主体部分海拔达 1500 米。冷空气到达大别山西北部时, 被山体阻挡堆积, 当堆积至一定程度时, 冷空气开始翻山下坡, 位能转换为动能, 有利于下坡大风的形成。从图 3 可以推测, 19 时前, 冷空气在大别山北部堆积, 风速短暂减小, 19 时后冷空气主体翻过山顶, 机场风速迅速加大。

### 3.3. 地面气压场分析

从地面形势图 2(a)可以看出, 我国北方大部受蒙古高压控制, 与我国西南部低压及长江中下游地区倒槽形成北高南低的气压形势, 有助于冷空气迅速向南爆发, 是形成偏北灾害大风天气的典型形势。

在强大的冷平流及大别山脉阻挡作用下, 寒潮冷锋附近气压梯度加大。3 小时变压与地面风速变化趋势比较一致(图 3), 随着地面正变压增大, 地面风加强, 3 小时变压极大值比小时极大风速最大值提前 1 小时。17 日 15 时后, 安庆机场 3 小时变压迅速增大, 18 时 3 小时变压达到 5 hPa, 超过预测大风天气的正变压指标( $\geq 4$  hPa), 早于灾害大风时段(21 时) 3 个小时。至 20 时, 在寒潮冷锋南压和地面辐射冷却共同作用下, 3 小时变压值达到 6.5 hPa。因此, 3 小时变压是预测这次寒潮大风的良好指标。同时安庆机场附近的变压梯度也比较大(图略), 形成的变压风对地面风速有加强作用。

## 4. 总结

(1) 此次寒潮中期过程的环流形势是典型的倒 $\Omega$ 流型, 短期过程属于横槽转竖型。乌拉尔山暖脊加强北伸, 脊前的偏北气流加强, 引导强冷空气在横槽内聚积。横槽后有暖平流, 前部有冷平流及正的涡度平流, 促使横槽转竖, 导致寒潮爆发。寒潮冷锋南下路径属于典型的西北路即中路, 移速快, 达到 69 公里/小时。

(2) 强的冷平流, 地面大的气压梯度、变压梯度, 高空风动量下传和山地的共同作用导致安庆寒潮大风的发生。3 小时变压是预测这次寒潮大风的良好指标。

(3) 地面寒潮高压与锋前倒槽或低压形成的北高南低的典型气压场形势, 有利于破坏力较大的偏北大风形成。

## 5. 实用性

由于大风的存在, 当飞机遇到它, 空速将发生改变, 从而使升力发生变化, 力的平衡受到破坏, 会

发生改变航迹和飞机姿态的现象。如果发生在高空，可以通过适当的操作使飞机恢复到平衡状态。如果发生在低空，则来不及进行操纵调整，有可能造成飞机坠毁事故。为减少因大风天气造成机场被迫关闭，大量航班延误或取消的次数，通过对大风的分析研究，提前发布大风天气预警，有效防止大风对飞行的影响，对保障飞行安全十分有益。为以后可能出现的影响飞行安全的大风的预测提供参考依据。

### 参考文献

- [1] 陈猛. 机场地面风和大风的特征分析及其对飞行的影响[J]. 气象水文海洋仪器, 2011, 28(4): 44-46.
- [2] 李秀莲. 首都机场寒潮强风极值出现条件的分析[J]. 气象, 2002 (11): 42-44.
- [3] 苏百兴, 段明霞. 广东一次寒潮 8 级大风物理过程分析[J]. 海洋预报, 2009, 26(1): 14-18.
- [4] 许庆娥, 杜丽娅. 2013 年初春的一次寒潮大风天气分析[J]. 新乡学院学报, 2015, 32(9): 72-76.
- [5] 海显莲, 巨克英. 2011 年春季一次寒潮大风天气过程分析[J]. 青海科技, 2011, 18(2): 47-48.
- [6] 马月枝, 王新红, 叶东, 等. 一次春季冷锋过境引起的大风天气分析[J]. 气象与环境科学, 2010, 33(3):41-47.
- [7] 崔丽娜. 克拉玛依 2015 年一次寒潮大风天气过程分析[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(34): 303-305.