

首都机场寒潮强风极值出现条件的分析

李秀连

(民航华北空管局气象中心预报室,北京 100621)

提 要

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。

关键词: 寒潮强风 前倾槽 动量下传

引 言

在其它条件(飞行质量、推力、跑道状况等)相同的情况下,飞机的起飞及着陆性能,决定于大气物理状态,亦即气压、气温、湿度、风等气象要素;而在所有的气象要素中,风速和风向对飞机起飞着陆的影响很大。例如,顺风能增大飞机起飞和着陆的滑跑距离,能使起飞开始时飞机的稳定性和可操纵性变差,使起飞和着陆变得困难。在有侧风,特别是侧风分量很大时,飞机的起飞和着陆(特别是着陆)会变得更加困难,飞行员不得不防止飞机偏流。上述情况说明,假若对风向、风速预计的不准确,会使飞机在跑道外接地。在侧风很大的情况下飞机接触跑道时可能出现轮胎破裂和起落架折断的情况^[1]。总之,做出飞机起飞着陆时跑道上风向、风速确切的预报非常重要。本文拟对与寒潮强风有关的首都机场极大风速预报的有关问题进行初步探讨。

1 寒潮强风标准

本文所说的寒潮强风是指:受寒潮影响且阵风风速 $\geq 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的过程。一般将平均风速达到6级($10.8\sim 13.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)以上的风称为大风,本文使用的强风的阈值显然要高于一般所说的大风。关于寒潮标准与习惯标准^[2,3]相同。

按照上述标准,仅仅根据2001年1月1日至2002年1月30日资料统计即可找出,在最近短短的13个月内,首都机场共出现寒

潮强风就达8次(阵风风速 $\geq 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)(表略),其中短时平均风速在 $15\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上、阵风风速 $\geq 24\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 者达4次,详见表1。

表1 首都机场的4次寒潮强风过程出现时间以及风速值

日期 (年/月/日)	时间 (UTC)	当 日 风 向	最 大 风 速	阵 风 风 速	瞬 时 极 大 阵 风 风 速
2001/01/01	0430	300	18	26	28
2001/03/03	1400	320	15	24	26
2001/03/06	0030	310	16	22	22
2002/01/06	1030	320	17	24	24

2 槽线前、后倾与寒潮大风的

关系
在制作寒潮大风预报时,除教科书^[2]中介绍的着眼点(气压场、摩擦作用、温度层结、变压场、热力环流与地形影响)外,我们发现寒潮大风与西风槽垂直结构的关系也很密切。

根据槽线系统的垂直结构可以将其分为前倾槽(包括垂直者)和后倾槽两种。通过对近几年寒潮西北大风的资料总结和预报情况以及对比分析可以看出:后倾槽结构系统出现较多。在日常业务中,后倾槽表现为:低层冷空气先于高层冷空气过境,在700hPa、500hPa槽线过境之前地面已形成完整的高压,北京西北部(或西部)地面气压梯度较大且有正变压出现。这种情况下冷空气的路径、强度以及出现的风速都较易预报,即地面冷锋过境后风力逐渐加大,过程最大风速一般出现在700hPa槽线过境的时间至500hPa

槽线过境的时间之间。当槽线系统结构从低层到高层倾斜度接近于垂直或前倾,低层和中高层冷空气与地面冷空气同时或先期到达北京地区时,冷空气是(可能是)一种爆发性下冲的过程。表1中的4次寒潮强风过程从低层到高层槽线均为垂直或前倾结构,最大风速出现时700hPa下沉速度均达到了 $30\text{hPa}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上。这种形势下如果只参考本站与上游站之间的气压梯度、地面正变压等一般思路来制作预报,预报的风力将与实际情况有相当大的差距。

为了做好前倾槽类寒潮大风的预报,我们认为有必要首先从个例分析做起,尔后再进一步作大量的普查、统计工作,最后找出预报指标。下面是2002年1月6日寒潮强风个例的一些情况。

3 前倾槽类寒潮强风个例

3.1 槽线的垂直(或前倾)结构和冷空气配置

2002年1月5日1200UTC,在700hPa、500hPa等压面图上(图略),贝加尔湖以西是一个高压脊,贝加尔湖东部有一南北向槽线,冷中心在大槽西北部,北京处于槽前较平直的偏西气流之中。850hPa(图略)40°N有一明显锋区;与其对应,地面(图略)在蒙古至新疆东部有一条快速东移的冷锋。

6日0000UTC,700hPa、500hPa上贝加尔湖西部的脊加强,贝加尔湖东部的槽加深,槽后冷空气加强,500hPa的冷中心值达 -44°C ;700hPa的冷中心值达 -30°C 。850hPa、700hPa槽线已过北京,500hPa槽线已过北京的上游站逼近北京地区,北京西北方向冷平流中心值达 $-36\times 10^{-5}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$,如图1(700hPa与850hPa图略)。6日0000UTC地面冷锋的位置较同时次500hPa槽线的位置从39°N到45°N都有些滞后。实况表明(资料略),直至0300UTC地面锋线到达首都机场,本场气象要素发生了以下变化:风由之前较小南风转为强西北风,冷锋后有闭合的3小时正变压中心,中心最大值为 $+5.1\text{hPa}$,表明了冷空气的强度较强。1200UTC 850hPa、700hPa、500hPa冷中心向南移动,北京及其西北部被冷气团控制(图

略)。

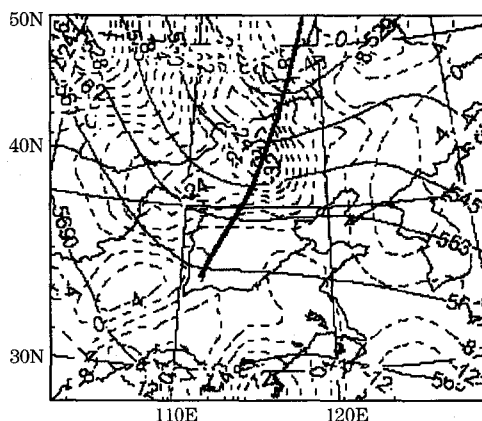


图1 2002年1月6日0000UTC 500hPa等压面图
实线为位势高度(单位:10gpm),虚线为温度平流(单位: $10^{-5}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$),粗实线为槽线

3.2 中高空锋区过境与动量下传

图2^①是2002年1月6日0000UTC沿116°E垂直剖面图,横坐标取30~50°N,纵坐标取850~300hPa。由图2可见,锋区系统倾斜度小,锋区内温度直减率大,等风速线密集,有强的风垂直切变。等风速线通过锋区边界时有折角,表示风速有不连续现象,这是由于锋区内强的水平温度梯度,产生了较大

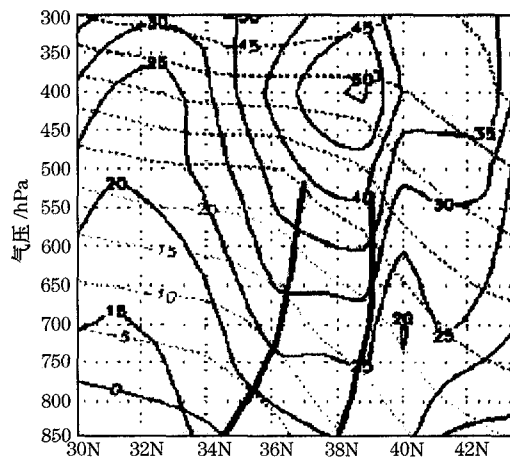


图2 2002年1月6日0000UTC沿116°E, 30~50°N的垂直剖面图

实线为等风速线,点线为等温线,粗实线为高空锋区

^① 图2与图3资料取自WAFS(World area forecast system)是国际民航组织和世界气象组织专为航空气象部门设计的一套航空气象服务系统,其中2002年1月5日1800UTC至6日1200UTC为间隔6小时的预报场资料。

的热成风,使锋区内风速随高度急剧增加,最大风速出现在锋区上空(400hPa处最大值达 $50\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)。锋区附近有横向次级环流(图略):锋区暖边界一侧为沿冷空气垫爬升的上升气流,锋区冷边界一侧为下冲的冷空气,下沉速度最大的层次在700hPa与850hPa之间,最大下沉速度达到 $32\text{hPa}\cdot\text{h}^{-1}$ 。高层的动量下传,使锋区冷边界 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的等风速线“下沉”到850hPa。

图3是北京(40°N 、 116°E)2002年1月5日1800UTC至6日2400UTC风速随时间变化的时间垂直剖面图(纵坐标取850~300hPa)。由图3可以看出6日0600UTC后,同一水平面上温度随时间急速下降,表明锋区侵入。与此相伴,等风速线有一个急速的“下沉”过程:6日0600UTC 850hPa风速增大到 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,700hPa风速增大到 $27\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。1800UTC锋区过后各层温度回升,温度随时间变化(局地变化)减小,等风速线向上抬升,表明锋区影响结束。

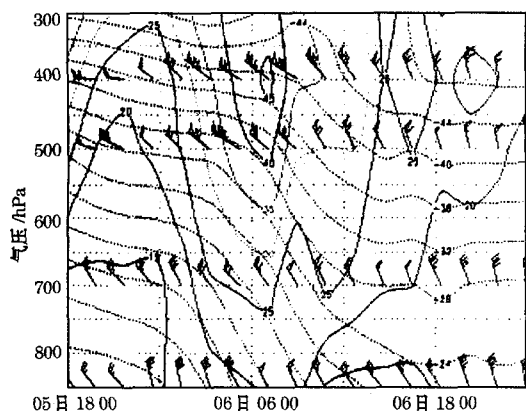


图3 北京地区2002年1月5日1800UTC至6日2400UTC风速随时间变化的垂直剖面图
实线为等风速线,点线为等温线

3.3 中低层温度层结与地面大风的的关系

2002年1月6日0000UTC首都机场上空500hPa至850hPa均有冷空气侵入,24小时变温分别为 -12°C 与 -17°C ,地面冷锋未过。由于下沉增温,在近地面600m处形成逆温层(图略)。

图4为2002年1月6日0600UTC和1200UTC的中低层 $T-\ln p$ 图。由图可见

1200UTC温度层结曲线与干绝热线平行的厚度为从地面到850hPa。此时的地面温度为 1°C 。根据当天温度实时资料,地面温度最高时(0630UTC)达 8.4°C ,从0600UTC中低层层结曲线也可看出:层结曲线与干绝热线平行的厚度接近700hPa,中低层层结处于干绝热状态,使气块垂直交换加快,有利于高层动量下传。统计结果和日常寒潮西北大风预报经验表明:对流层低层层结曲线与干绝热线平行的层次越厚,地面风速越大,地面风速的大小与低层层结曲线与干绝热线平行的层次成正相关。表1中的4次西北强风过程极值阵风风速出现时中低层的层结曲线与干绝热线平行的厚度均从地面达到或接近700hPa,极值地面阵风风速达到了当时700hPa的风速值。

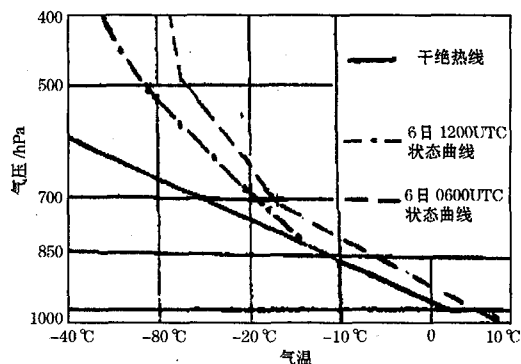


图4 2002年1月6日0600UTC和1200UTC中低层 $T-\ln P$ 图
6日1200UTC状态曲线850hPa及其以下部分与干绝热线重合

4 小结

(1)统计表明,当地面平均风速达到 $15\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上(或阵风风速达到 $24\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上)时,在一般情况下,槽线系统从低层到高层倾角接近于垂直或前倾结构。

(2)当高空锋区达到一定强度时,锋后冷空气下冲,高空动量有一个下传的过程,中低层风速明显加大。

(3)地面风速的大小与低层层结曲线与干绝热线平行的层次成正相关,平行层次越厚,越有利于动量下传,地面风速越大。

(下转第54页)

(上接第 44 页)

参考文献

- 1 章澄昌. 飞行气象学. 北京: 气象出版社, 2000: 20~79.
- 2 伍荣生等. 现代天气学原理. 北京: 高等教育出版社, 1999: 224~231.
- 3 朱乾根、林锦瑞、寿绍文、唐东昇. 天气学原理与方法(第三版). 北京: 气象出版社, 2000: 266~318.

Analysis of Conditions for Strong Wind Extreme Value of Cold Wave in Beijing Capital Airport

Li Xiulian

(Meteorological Center of Huabei Air Traffic Control Bureau, Beijing 100621)

Abstract

The conditions for the strong wind extreme value of the cold wave in Beijing Capital Airport are analyzed. The result shows that when the trough position from the low level to the middle and upper level is vertical or forward tilting, the values of the strong wind speed have a positive correlation with the intensity of frontal zone and the parallel depth between stratification curve and dry adiabat.

Key Words: cold wave with strong wind forward tilting trough momentum downwash