

乌鲁木齐国际机场 2001 年 5 月 11 日

强沙尘暴天气分析

张利平 王春红 胡建军

(民航乌鲁木齐管理局气象台, 830016)

提 要

从天气形势、天气特点、卫星云图、雷达回波等方面对乌鲁木齐国际机场 2001 年 5 月 11 日发生的强沙尘暴天气进行了分析。结果表明,这是一次由冷锋尾部前方产生的对流云团触发的强沙尘暴天气,该对流云团具有超级雷暴单体的性质。

关键词: 强沙尘暴 卫星云图 雷达回波 超级雷暴单体

引 言

2001 年 5 月 11 日 10:23(世界时,下同)左右,乌鲁木齐机场西北风突起,沙尘铺天盖地而来(图 1),能见度迅速下降。 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上大风持续了 1 小时 50 分,瞬间最大风速 $26\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,风向 300° ,大风引起的沙尘暴维持 2 小时 18 分,最低能见度 300m,风速减小后,沙尘暴又持续 40 分钟,最低能见度 500m。沙尘暴减弱后乌鲁木齐机场出现短暂的小阵雨天气,降水量 0.0mm。



图 1 沙尘暴袭击乌鲁木齐机场

乌苏、石河子、呼图壁、昌吉均出现了大风及沙尘暴天气,尤以石河子—昌吉一带最为严重,石河子、玛纳斯局部地区还同时遭受了冰雹的袭击,农业生产受到很大破坏。

乌鲁木齐机场春、夏季典型的天气之一就是这种突如其来的西北风挟卷着沙尘暴的袭击(平均每年一次),破坏性极强。由于其发生突然,使用常规资料及预报方法很难进行准确预报。如何充分利用常规、非常规资

料做好此类天气的短时预报是值得研究和探讨的课题。

1 环流背景特征分析

造成此次天气的影响系统为宽广的西西伯利亚槽^[1],上游里—咸海地区为一发展的脊区,槽后为携弱冷平流的西—西北气流,新疆区处于槽前平直的西—西南气流之下(图略)。从该槽的三度空间结构及温压场的配置来看,是一个明显的后倾发展槽。

2001 年 5 月 11 日 12 时,里海—咸海—乌拉尔山地区长脊,中高层槽线迅速加强东移至巴尔喀什湖中段,逼近新疆区,低层 850hPa 上乌鲁木齐机场为冷高压控制,天气影响已基本结束。

在地面图上,2001 年 5 月 11 日 00 时到 09 时,地面冷高压中心从乌拉尔山南端东移南下不足 5 个纬距,而其前部的南北两支锋面东移南下 10 余个纬距,从 11 日 06 时起南支锋面锋后伴随降雨、雷暴及大风天气,北支锋面北段减弱北收,南段与南支锋面合并进入北疆盆地后,锋前对流活跃,开始出现西北风和扬沙、沙尘暴天气(图略),10:23 沙尘暴袭击乌鲁木齐机场,造成了持续的大风和沙尘暴天气,而其后的锋面天气则相对较弱,表现为小量的降水。

综合上述,此次特强沙尘暴天气在中高层表现为里—咸海长脊,西西伯利亚槽东移,在地面形势上则表现为冷高压前部南支锋面

与北支锋面尾部衔接,是一次典型的大尺度环流背景下中小尺度系统活动造成的天气过程。

2 沙尘暴天气特点分析

2.1 要素场分析

沙尘暴于 09:00 首先出现在上游乌苏站(石河子为扬沙天气,并伴有满天的 Cb),然后沿偏西—西北方向东移,10:00 影响呼图壁,10:23 影响乌鲁木齐机场。大风与沙尘的推进速度大约为 $150\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。这是一般大尺度天气系统无法达到的,说明有中小尺度系统的作用。

图 2 是乌鲁木齐机场的主要要素变化曲线,特征如下。

(1)2001 年 5 月 11 日,大风和沙尘暴出现前,乌鲁木齐机场气压呈明显的下降趋势,09:30 气压值降至当日最低点 930hPa ,气温则呈上升趋势,09:30 达到 34°C ,为当日最高气温。风向东北,风速维持在 $4\sim 5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。值得注意的是大风和沙尘暴来临前的半小时,气温、气压却分别出现了小幅的下降和上升。

(2)大风和沙尘暴出现时,风向由东北转为西北,风速迅速增大,场压急剧上升(半小时 3hPa),气温则迅速下降(半小时 4°C)。

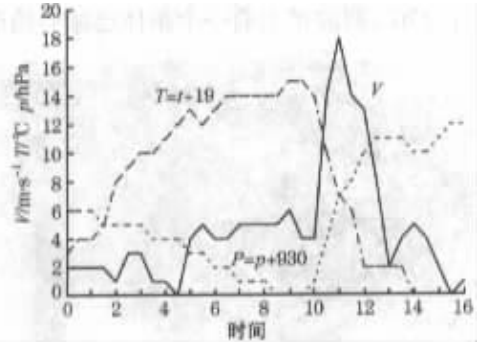


图 2 2001 年 5 月 11 日要素变化曲线

(3)风速逐渐减小后,气压和气温变化趋于平缓。13:30 开始的气压的小幅上升和气温的下降与锋面影响有关。

上述要素场变化的剧烈程度远大于一般的大尺度锋面造成的影响,明显反映出中小

尺度系统的作用。

2.2 云图特征

2.2.1 GMS-5 静止卫星云图演变特征

02:32 配合北支锋面在巴尔喀什湖附近有一条呈东北—西南走向的冷锋云系,其后边界比较整齐,结构紧密,前边界参差不齐,中段前部有明显的向前凸出部分。南支锋面云系尚不明显。07:32 冷锋云系开始跃过西部国境线快速东移,更加零乱的前边界底端分裂出一些结构松散的中、高云系和对流单体(图 3a)。从云图的动画演变中可以看出配合北支锋面的冷锋云系进一步发展,东移

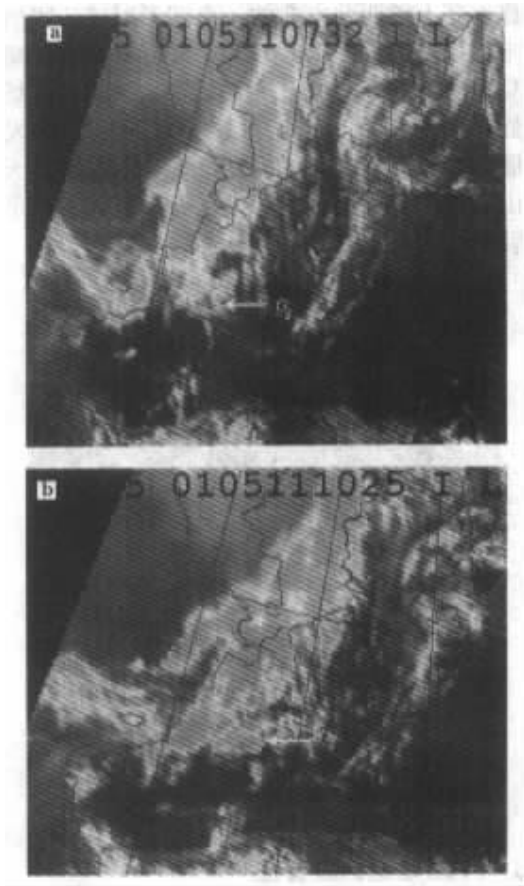


图 3 2001 年 5 月 11 日 GMS-5 卫星云图

(a)07:32 (b)10:25

北收,后边界变得更加整齐,冷锋尾部前方云系内有中小尺度对流单体形成、发展,配合南支锋面的云系前部有一云团发展迅速,由伊

犁河谷沿天山山区快速移动,云团范围逐渐加大,并很快与北支锋面尾部云团相衔接。10 25 冷锋云系前部的对流云团发展最为鼎盛,位于乌鲁木齐国际机场西北偏西方向。此时地面强沙尘暴天气已经开始影响,以后对流云团逐渐东移减弱并入冷锋云系。

2.2.2 NOAA-14 极轨卫星云图特征

从 NOAA-14 极轨卫星 10 31 的云图上可以看到(图 4),西西伯利亚低槽在云图上表现为一个巨大的锋面涡旋云系,锋面云系的后边界比较整齐、清晰,而前部则结构松散,参差不齐,其中夹杂着对流云团,图中乌鲁木齐上游西北方向的一个圆形对流云团清晰可见,云团水平尺度 20 ~ 30km,前沿距离乌鲁木齐机场 20km 左右,而乌鲁木齐机场处在一个相对少云区。这一对流云团的发展、移动对 2001 年 5 月 11 日傍晚北疆沿天山一带的局部地区的沙尘暴天气起到了举足轻重的作用。



图 4 2001 年 5 月 11 日 NOAA-14 10 31 云图

3 714C 雷达回波特征

3.1 平显(PPI)回波特征

09 55 的 PPI 雷达回波图上(图 5a),仰角 2.5°,距离 240km,在乌鲁木齐机场的偏西、西北方向,偏东及偏南方向的山区都有较强的孤立回波。其中位于 320°,回波前沿距本场

60 ~ 70km 的椭圆状回波 A,以及方位 280°回波前沿距本场 40km 的带状回波 B 是造成乌鲁木齐机场沙尘暴的主要回波,经过连续观测发现 09 55 椭圆状回波 A 宽 30km,长 80km,回波结构紧密、层次分明、边缘清晰,中心强度 55dBz,带状回波 B 呈西北—东南走向,南北宽 20km,东西跨度 80km,由断开的、发展较强的两个单体组成,单体的中心强度 45 ~ 50dBz。

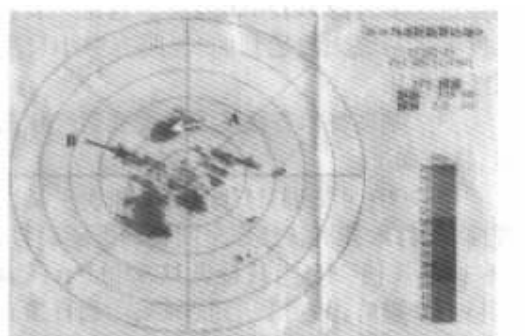


图 5a 2001 年 5 月 11 日 09 时 55 分仰角 2.5°
距离 240km 平显

10 35(图 5b),乌鲁木齐机场沙尘暴已起,回波 A 向东南方向移动 40km,其前沿距本场 20 ~ 30km,强回波中心仍位于方位 320°,但结构已较前松散,中心强度仍为 55dBz。回波 B 前沿已移至本场,回波主体位于 270°,回波带上前一个单体已减弱趋于

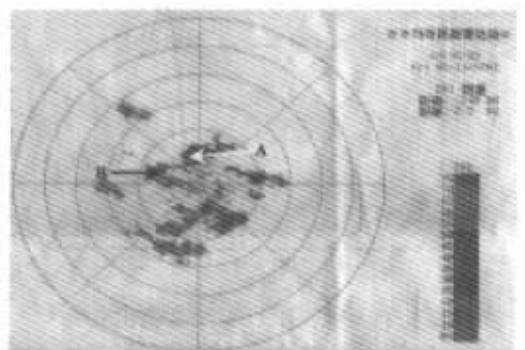


图 5b 2001 年 5 月 11 日 10 时 35 分仰角 2.5°
距离 240km 平显

消散,后一单体中心范围扩大,中心强度也有所减弱。A、B 两回波已有所衔接。

3.2 高显(RHI)回波特征

图 6 为 17 :44 的高显回波。图中柱状回波方位 321.2° ,距本场 80km ,云体宽 20km。回波顶高 8km ,具有前倾的不对称的垂直结构 ,已出现穹窿 ,最大回波中心强度达到 70dBz ,顶高 5 ~ 6km ,强中心已接地。此时沙尘暴天气已经开始袭击乌鲁木齐国际机场上游的乌苏、石河子等地 ,并在局部地区出现了冰雹天气。

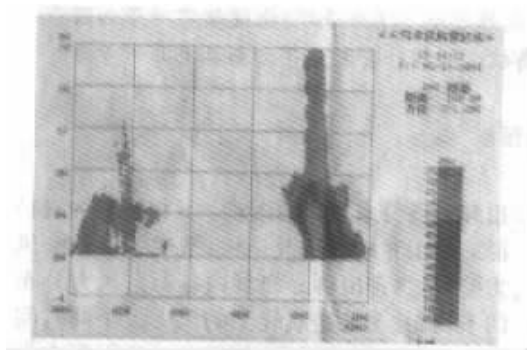


图 6 2001 年 5 月 11 日 09 时 44 分方位 321°
距离 100km 高显

结合卫星云图及雷达回波演变特征 ,我们认为造成乌鲁木齐国际机场此次强沙尘暴天气小尺度系统是位于乌苏、石河子一带强烈发展的对流云团 ,从其空间、时间尺度、雷达回波特征和天气反映看 ,具有超级雷暴单

体的性质 ,大风和沙尘暴天气就是由其出流强风的前缘——阵风锋触发造成的^[2~4]。

4 小 结

(1) 2001 年 5 月 11 日的强沙尘暴天气是一次典型的大尺度环流背景下伴有中小尺度系统活动的天气过程。冷锋尾前部产生、发展的超级雷暴单体是引发此次强沙尘暴天气的关键系统。

(2) 2001 年 4 月 29 日 ~ 5 月 11 日 ,新疆沿天山一带无明显降雨过程 ,5 月 7 日 ~ 11 日 ,连续 5 天最高气温超过 30°C 。因此 ,新疆沿天山一带前期维持的高温、干旱天气使下垫面具备了很好的起沙条件。

(3) 对于此类突发的强沙尘暴天气 ,常规预报手段常常措手不及 ,而利用云图及雷达资料则容易抓住系统的发生和演变 ,有利于作出准确的临近预报。

参考文献

- 1 新疆短期天气预报指导手册编写组.新疆短期天气预报指导手册.乌鲁木齐:新疆人民出版社,1986:120~136.
- 2 杨国祥,何齐强,陆汉城.中尺度气象学.北京:气象出版社,1991:221~226.
- 3 林元弼,汤明敏,陆森娥等.天气学.南京:南京大学出版社,1988:302~304.
- 4 方宗义,朱福康,江吉喜等.以卫星资料为主的强沙尘暴超短期预报方法初探.中国沙尘暴研究.北京:气象出版社,1997:98~102.

Analysis of the Heavy Sand-Devil on 11 May 2001 in Urumqi International Airport

Zhang Liping Wang Chunhong Hu Jianjun

(Urumqi Aviation Central Meteorological Station 830016)

Abstract

Based on Synoptic situation , and characteristics , satellite image , weather radar echoes , weather mechanism heavy sand devil of May 11 ,2001 in Urumqi International Airport are analyzed. It is shown that this weather is triggered by the convective cloud cluster in front of the cold front , and this cluster has the character of the super thunderstorm cell.

Key Words heavy sand storm satellite image weather radar echo super thunderstorm cell