

乌鲁木齐机场近 30 年低能见度天气特征分析

朱 蕾 朱国栋

(民航新疆空管局 新疆乌鲁木齐 830016)

摘 要: 应用乌鲁木齐机场 30 年(1981-2010)的观测资料,分析了该机场低能见度天气特征和变化趋势。结果表明:低能见度日数增长趋势明显;造成机场低能见度的主要天气是雾、浓烟和沙尘暴;95%的低能见度天气主要出现在冬半年,仅有 5%的低能见度天气出现在夏半年;近年来大雾和浓烟日数明显增长,沙尘暴日数却明显降低,新疆地区气候向暖湿化的转化可能是出现这种变化的主要原因。

关 键 词: 乌鲁木齐机场 低能见度 变化趋势

Analysis on the Climatic Characteristics of Low Visibility in 30 Years at Urumqi Airport

Zhu Lei Zhu Guodong

(Air Traffic Management Bureau of Xinjiang Urumqi 830016 Xinjiang China)

Abstract: Based on the observation data in 30 years (1981-2010) at Urumqi Airport, the climatic characteristics and changes of low visibility are analyzed. The results show the escalation of increasing tendency of low visibility events is remarkable. The main factors causing low visibility are fog, smoke and sand storm. 95% of the low visibility events occur mainly in cold seasons while only 5% occur in warm seasons. Low visibility events caused by fog and smoke have increased, on the contrary, sand storm events have decreased. These changes should be attributed to the warm moist tendency of the climate in Xinjiang.

Key words: Urumqi Airport Low visibility Changing tendency

1 资料及分析方法

本文利用乌鲁木齐地窝堡国际机场(以下简称乌鲁木齐机场或机场)近 30 年(1981-2010 年)的天气实况资料,分析了机场低能见度天气的气候特征。本文将低能见度定义为有效能见度 < 1.0 km,一日中若有一个或以上时次或观测记录簿纪要栏中出现有效能见度 < 1.0 km 的记录,记为一个低能见度日。

本文用线性趋势法分析低能见度日的变化趋势。线性趋势法是把气候要素 x 写成时间 t 的线性函数 $x=at+b$,其中 a 、 b 为经验常数,用最小二乘法通过实际资料计算得出,其中 a 表示线性函数的斜率,也就是气候要素的线性趋势,称为气候倾向率,本文称为低能见度日数的倾向率,单位为天/年。通过 a 和 b 算出气候要素 x 与时间 t 之间的相关系数 r ,当 $r>0$, $b>0$ 时,说明 x 随 t

的增加呈上升趋势;当 $r<0$, $b<0$ 时,说明 x 随 t 的增加呈下降趋势。要判断变化趋势的程度是否显著,就要对相关系数进行显著性检验。确定显著性水平 α ,若 $|r|>r_{\alpha}$,表明 x 随时间 t 的变化趋势是显著的,否则表明变化趋势不显著。

2 低能见度天气的变化特点

乌鲁木齐机场地处天山北麓、准噶尔盆地南缘,位于东、西天山之间东南-西北向峡谷的西北端开口处的戈壁绿洲之中,属温带大陆性气候。能见度全年大部分时间较好。

近 30 年低能见度日数年平均为 60 天。如图 1 所示,近 30 年低能见度日数呈现增长趋势,机场低能见度日数倾向率为 2.24 天/年,相关系数 r 是 0.781,即 $r>r_{0.05}$ ($r_{0.05}=0.3494$),表明低能见度日增长趋势在 $\alpha=0.05$ 显著性水平上是显著的。

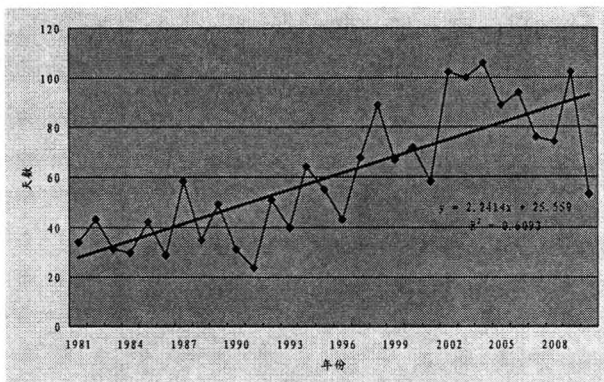


图1 乌鲁木齐机场低能见度日变化曲线及线性趋势
(直线为变化趋势线, 相关系数为 0.781)

如图 2 所示, 低能见度天气主要出现在冬半年(11 月~次年 4 月, 下同)。冬半年平均低能见度日有 57 天, 占全年的 95%, 12 月是低能见度天气出现最多的月份, 平均低能见度日达 18 天, 其次是 1 月和 2 月, 分别为 15.8 天和 10.8 天。

仅有 5%的低能见度天气出现在夏半年(5 月~10 月, 下同)。夏半年平均低能见度日仅有 3 天。9 月份低能见度日数最少, 30 年中仅出现 2 天, 其次是 4 月, 30 年中出现了 9 天低能见度日。

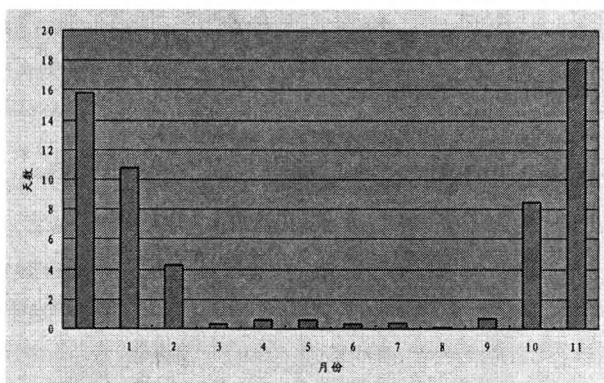


图2 乌鲁木齐机场月平均低能见度日数分布图

3 低能见度天气类型、成因和变化特点

造成乌鲁木齐机场低能见度的天气有雾、浓烟、沙(尘)暴和强降水。需要特别说明的是, 强降水(雨和雪)会造成水平视程极差, 能见度迅速下降, 常低于 1 000 m 甚至低于 500 m, 维持时间一般在 1~2 小时左右, 降水强度减弱后能见度又迅速好转。由于强降水造成低能见度是极小概率事件, 30 年中出现的次数不到 4 次, 所以本文不考虑强降水造成的低能见度。

3.1 雾

雾即空中弥漫着乳白色的直径 $2\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ 的小水滴, 能见度 $< 1.0\text{ km}$ 。雾是乌鲁木齐机场秋末和冬季常出现的一种低能见度天气。雾对航空运行影响很大, 当能见度低于 550 m 时, 常导致机场被迫关闭。冬季乌鲁木齐机场因天气造成的航班不正常运行中的 90%以上都是雾所致。

乌鲁木齐机场大雾的年际变化较明显, 年平均雾日 38 天, 2009 年出现最多, 为 78 天, 2001 年出现最少, 为 15 天。如图 3 所示, 雾日增多趋势明显, 机场雾日数倾向率为 1.24 天/年, 相关系数 r 是 0.668, 即 $r > r_{0.05}$ ($r_{0.05}=0.3494$), 表明雾日增长趋势在 $\alpha=0.05$ 显著性水平上是显著的。

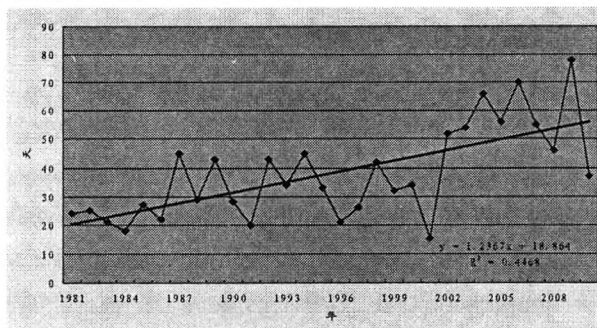


图3 乌鲁木齐机场雾日数变化曲线及线性趋势
(直线为变化趋势线, 相关系数为 0.668)

乌鲁木齐机场的雾一般在每年深秋初冬的 11 月开始出现, 在 12 月~2 月出现最多, 初春时节雾日开始减少, 3 月之后就极少出现了。乌鲁木齐机场绝大多数的雾出现在 0°C 以下, 即冻雾, 属于冬季型雾区。近 30 年, 0°C 以上的暖雾只出现过 3 次。

雾日的多少和冬季的气温与降水有明显的联系。暖冬年南支锋区活跃, 南支暖湿系统活动频繁, 不断入侵乌鲁木齐地区, 系统多为偏西或西南方向入侵, 降雪过程中温度高, 湿度大, 系统过后只要层结趋于稳定很容易形成雾。冷冬年北支锋区南移, 冷空气较强, 降温降雪过程强烈, 系统多为西北或北方路径入侵, 温度长时间在 -15°C 以下, 冷却凝结作用明显, 不易形成雾。一般来说, 暖冬年份和降水多的年份, 雾日多; 冷冬年份和降水少的年份, 雾日少。

3.2 浓烟

浓烟指的是能见度 $<1.0\text{ km}$ 的烟,浓烟对能见度的影响仅次于大雾。有利于浓烟出现的天气条件与有利于大雾出现的天气条件基本类似,在相对湿度较小时一般以浓烟为主,颜色为黑灰。随着相对湿度的增加,烟的颜色发白,但与雾不同的是,浓烟有呛人的烟味。当湿度在85%以上时,一般就认为是雾。由于机场附近工业区的增多,机场周边居民冬季采暖的烟尘排放,道路车辆尾气排放的增加,机场近年来浓烟日数有增长趋势。

近30年的分析结果表明,机场浓烟年际变化明显。年平均浓烟日20天。浓烟日2002年最多,为50天,1986年和1990年出现最少,为2天。如图4所示,浓烟日增多趋势明显,机场浓烟日数倾向率为1.14天/年,相关系数 r 是0.671,即 $r > r_{0.05}$ ($r_{0.05}=0.3494$),表明浓烟日增长趋势在 $\alpha=0.05$ 显著性水平上是显著的。

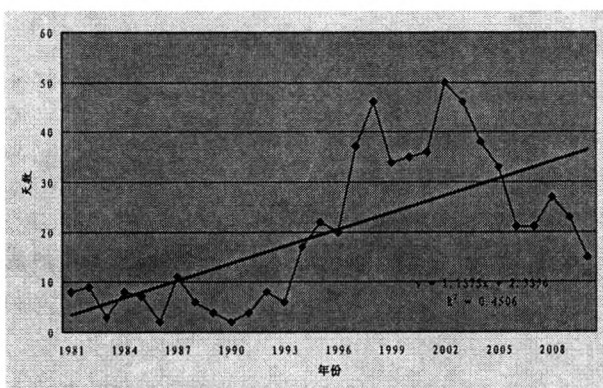


图4 乌鲁木齐机场浓烟日数变化曲线及线性趋势
(直线为变化趋势线,相关系数为0.671)

3.3 沙尘暴

沙尘暴是强风将地面的大量尘土吹起,使空气变混浊,水平能见度 $<1.0\text{ km}$ 的严重风沙现象,又称为“黑风”。沙尘暴出现时,天空一般呈土黄色至红黄色。一般情况下,沙尘暴是阵性天气(或系统性天气),且多为切变线或飑线过境情况下产生,有时在热低压、冷锋过境时产生。强沙尘暴可使能见度极差不足50 m。乌鲁木齐机场沙尘暴天气多在春、夏季出现。在前期气温持续偏高,降水偏少的前提条件下,伴随冷锋而来的

西北大风或者是伴随较强对流活动的大风吹起干燥地表的浮土,很容易形成沙尘暴,造成低能见度天气。沙尘暴天气持续时间一般很短,几分钟到几十分钟,有时也会维持1-4小时,风势减弱或降水开始后,能见度就会很快好转。

与雾、浓烟的变化趋势不同的是,如图5所示,机场沙尘暴日数倾向率为 -0.1328 天/年,相关系数 $r = -0.447$,下降趋势明显,即 $|r| > r_{0.05}$ ($r_{0.05}=0.3494$),表明沙尘暴日数下降趋势在 $\alpha=0.05$ 显著性水平上是显著的。年平均沙尘暴日数为2天。1982年沙尘暴出现的最多,为9天,1990年等8年则没出现沙尘暴,特别是20世纪90年代后沙尘暴出现的次数远低于80年代。

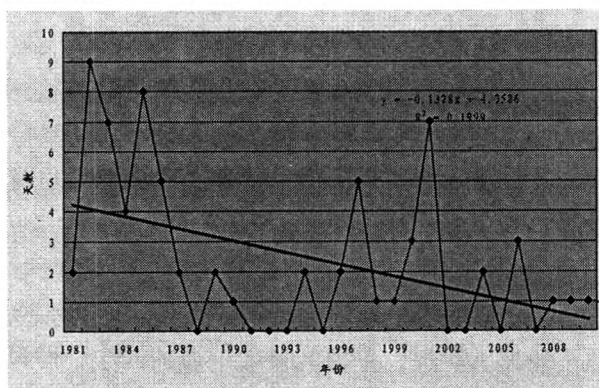


图5 乌鲁木齐机场沙尘暴日数变化曲线及线性趋势
(直线为变化趋势线,相关系数为0.447)

4 低能见度天气发生变化的原因

20世纪90年代以来,雾和浓烟日数明显增多,沙尘暴日数减少趋势明显,这是与新疆变暖变湿的大气候背景是分不开的。

4.1 烟雾日数增加的原因

乌鲁木齐市为喇叭口地形,城市东南高,西北低。机场位于市区西北郊,海拔高度654 m,比市区低263.5 m。这种地形特征极易形成逆温层,逆温层下的气流不易有水平流动,冬季在没有强的天气系统侵袭时,气流也不易垂直上升。

成雾近地面要有足够的水汽条件,机场雾的水汽来源于降雪和雪面升华。雾天气多出现在秋末隆冬季节,地面有稳定积雪,冷空气活动频繁使得温度较低,而冷空气入侵北疆时又带来一定的水汽,有时表现为有降雪,有时表现为云量的

增多,使近地层湿度加大。而冷空气过后天空晴朗,地面升温较快,雪面升华的水汽增多,近地面层湿度加大。而晴朗的天空又使地面长波辐射增强,辐射降温导致近地面层水汽凝结成雾。过低的气温使得水汽迅速凝结降落,也不利于水汽的积聚,不易形成雾,也不利于雾的维持。

研究表明,1951-2000年,乌鲁木齐机场年平均气温以 0.033°C/a 的速率上升,冬季气温以 0.0949°C/a 的速率持续上升。冬季气温的上升,表明冷空气活动次数减少。两次冷空气之间的回暖时间延长,机场的特殊地形,加之稳定的层结条件、充沛的水汽,极易产生雾。

随着工业化进程的加速、人类活动的增加和城市热岛效应的加剧,近年来乌鲁木齐地区大气污染问题愈加凸显,冬季煤烟性污染日益严重。在适宜的风、温度和稳定的层结条件下,逆温层下的水气和烟尘不易扩散,浓烟天气的频发也就不可避免。

4.2 沙尘暴减少的原因

沙尘暴的发生一般需要两个条件:足够强劲持久的风力和地表丰富的松散干燥的沙尘。即风和沙尘分别是形成沙尘暴的物理和动力条件。一些研究结果表明,新疆降水呈明显的增多趋势,气候向暖湿化方向转变。据新疆气象局气候中心的数据显示,近40年与新疆其它地区一样,乌鲁木齐的气温和降水总体呈升高和增加趋势。在降水方面,乌鲁木齐每10年降水增加近6.7 mm,尤其是20世纪80年代末开始,乌鲁木齐增温和增湿尤为明显。随着气候不断变暖,乌鲁木齐因冷空气引起的大风强度减弱,沙尘暴产生的动力条件不足。乌鲁木齐冬季降雪量明显增多,积雪较厚。到了春季,土地在融雪作用下相对湿润,地表植被覆盖增加,大风扬不起沙尘,无法满足沙尘暴产生的物理条件。

5 小结

本文基于乌鲁木齐机场1981-2010年的地面观测资料,用线性趋势法对低能见度天气特征和变化趋势进行了分析,并探讨了其成因。结果表明:

(1)造成机场低能见度的主要天气是雾、浓烟和沙尘暴。

(2)95%的低能见度天气主要出现在冬半年,仅有5%的低能见度天气出现在夏半年。

(3)大雾和浓烟日数增长趋势明显,这种变化与新疆地区暖湿化的气候背景、人类活动和城市热岛效应密不可分。

(4)沙尘暴出现的日数却明显降低,新疆地区暖湿化的气候发展背景可能是出现这种变化的主要原因。

参考文献

- [1] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 42-47
- [2] 宋润田, 孙俊廉. 冷雾的边界层温湿层结特征[J]. 气象, 2000, 26(1): 43-50
- [3] 张家宝, 邓子风. 新疆降水概论[M]. 北京: 气象出版社, 1987: 226-227
- [4] 吴洪, 柳崇健, 邵洁, 等. 北京地区大雾形成的分析和预报[J]. 应用气象学报, 2000, 11(1): 123-127
- [5] 朱蕾. 乌鲁木齐机场近50a温度变化特征分析[J]. 干旱气象, 2004, 22(4): 35-39
- [6] 丁一汇, 王守荣. 中国西北地区气候与生态环境概论[M]. 北京: 气象出版社, 2001: 2-31
- [7] 毛炜峰, 江远安, 李江风. 新疆北部的降水量线性变化趋势特征分析[J]. 干旱区地理, 2006, 29(6): 797-802