

刘超,谭艳梅,陈阳权,等.冬季乌鲁木齐城区和机场雾的特征及地面气象条件对比分析[J].沙漠与绿洲气象,2023,17(4):118-124.

doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2023.04.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



冬季乌鲁木齐城区和机场雾的特征及地面气象条件对比分析

刘超^{1,2},谭艳梅³,陈阳权³,王健^{4*},王春红³,阿来依·艾丁⁴,霍达⁴,郎旭婷⁴

(1.新疆气象台,新疆 乌鲁木齐 830002;2.国家气象中心,北京 100081;3.民航新疆空管局气象中心,新疆 乌鲁木齐 830016;4.乌鲁木齐市气象局,新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:基于乌鲁木齐城区气象站和城北乌鲁木齐地窝堡国际机场(简称机场)2016—2021年冬季逐小时地面气象观测资料,对近6年冬季两地雾的特征及其对应的地面气象条件进行对比分析。结果表明:城区和机场3种情景雾日出现的概率较为接近,但是不同级别雾日的出现概率有一定的差别,其中大雾日数以两地同时出现为主,概率最高达到19.6%。两地不同强度雾日数和雾过程的频次均呈明显下降趋势,其中机场大雾日数和过程频次均略多于城区。城区雾起始时间有33.3%集中在01—04时,而机场有25.2%出现在08—10时。城区雾强度总体强于机场雾,机场雾日最小能见度均值(412.9 m)高于城区(360.8 m)。此外,在冬季准噶尔盆地的“冷湖效应”和山谷风的共同作用下,机场一带盛行的西北偏北和偏北风导致温度相对较低,有利于降温形成大雾天气,城区和机场温度分别在-12~-4℃和-16~-8℃时出现大雾的频率最高,比例分别高达57.4%和50.1%。

关键词:雾;城区;机场;地面气象条件

中图分类号:P426.4

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2023)04-0118-07

大雾是一种大量水滴或冰晶悬浮于近地面,从而使能见距离降低至1 km以下的灾害性天气现象^[1-2]。大雾对人体健康、社会活动、经济发展产生重要的影响,特别是对道路交通、航空运输的正常运行带来严重影响^[3-5]。2019年12月9—14日乌鲁木齐地窝堡国际机场(以下简称“机场”)受极端性大雾天气影响,低能见度天气累计长达100余小时,造成航班延误、备降、取消逾1 000架次,受影响旅客逾15万余人次;2012年1月14日早晨,受大雾弥漫影

响,乌鲁木齐周边的吐乌大高速、乌奎高速、米东区至阜康等公路部分路段交通受阻,最小能见度不足200 m。由此可见,随着社会的发展,大雾天气已成为重要灾害性天气之一。因此,开展雾的研究对道路交通、民航运输和人民身心健康、美好生活等方面具有十分重要的现实意义。

新疆北疆沿天山一带作为我国主要雾区之一^[6-8],冬季(11月—次年3月)是大雾频发的季节。乌鲁木齐地处中天山北麓、准噶尔盆地南缘,地形整体呈现“东南高、西北低”的狭长带状分布,特殊的地理地势导致大雾在该地区冬季易发、频发。目前,许多学者在上述地区的研究主要集中在雾的分类特征、气候特征、天气型分析、天气个例分析以及数值模拟等方面^[9-10],并取得了一定成果。朱雯娜等^[11]利用微波辐射计资料分析了乌鲁木齐机场冬季浓雾天气变化情况,表明90%浓雾过程出现在综合水汽含

收稿日期:2022-10-26;修回日期:2023-02-20

基金项目:新疆气象局重点课题(ZD202201);新疆维吾尔自治区科技厅自然科学基金面上项目(2021D01A151)

作者简介:刘超(1989—),男,高级工程师,主要从事雾霾沙尘预报和研究工作。E-mail:liu_chao0120@126.com

通信作者:王健(1969—),女,正高级工程师,主要从事中短期天气预报及灾害性天气研究。E-mail:1442588364@qq.com

量持续下降阶段。郑玉萍等^[12]统计分析了 1976—2006 年乌鲁木齐大雾天气的气候特征,发现当气温为 $-10\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 85%~95%、风速为 $0\sim 3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以及气压为 910~925 hPa 时,出现大雾的频率最高。万瑜等^[13]对 2011 年 12 月 25 日白天乌鲁木齐城区一次大范围大雾天气地面气象条件进行分析,指出浓雾时城区偏北风在城南近地层形成强辐合面,且大雾也多发生在地面辐合面偏向冷空气的一侧。综上所述,(1)已有研究仅局限于某一地点或某次过程分析,针对不同地点雾的特征研究非常少^[14-15]。(2)我国气象观测规范与民航观测规范作为两个独立行业的业务规范,存在较多差异,观测资料的联合使用和对比分析较少。(3)准噶尔盆地西南缘到北疆沿天山一带是新疆阴雾天气的高发区^[4],雾极易通过平流经盆地南缘向乌鲁木齐方向扩散,而乌鲁木齐机场处于城区的上游区域,在实际业务中对城区大雾的发生发展具有一定的指示意义。(4)作为我国连接中亚及欧洲的重要交通枢纽地带,乌鲁木齐地窝堡国际机场 2016 年旅客吞吐量已超过 2 000 万人,对能见度和跑道视程的精细化预报和服务提出了越来越迫切的航空气象需求。因此,本文基于冬季乌鲁木齐城区和机场的数据,对上述两地冬季雾的特征及地面气象条件对比分析,以期对乌鲁木齐城区和机场雾的精细化预报提供重要参考依据,为研发大雾客观预报奠定基础。

1 数据和统计方法

1.1 站点概况

选取乌鲁木齐国家基本气象站(海拔高度为 935.0 m)作为城区代表站,该站地处天山北坡西段与东段结合部,东、南、北面地势较高,东半部地形为垄网状低丘与丘间洼地,西半部地形为乌鲁木齐河右岸狭长的阶地与河漫滩。机场地处东、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,观测场海拔高度为 644.3 m。从机场到市区,地形坡度约为 1/7,距离约 25 km。乌鲁木齐地形和城区气象站、机场站点分布如图 1 所示。

1.2 数据来源

选取 2016—2021 年冬季(11 月—次年 3 月)乌鲁木齐城区逐小时地面常规观测数据,以及同时段机场例行或特殊观测的地面主导能见度、天气现象、风、温、压、湿等数据。机场例行观测每 30 min 一次,特殊观测在天气达到机场特殊天气标准情况下随时进行。风、温、压、湿等由机场地面自动气象观测系统

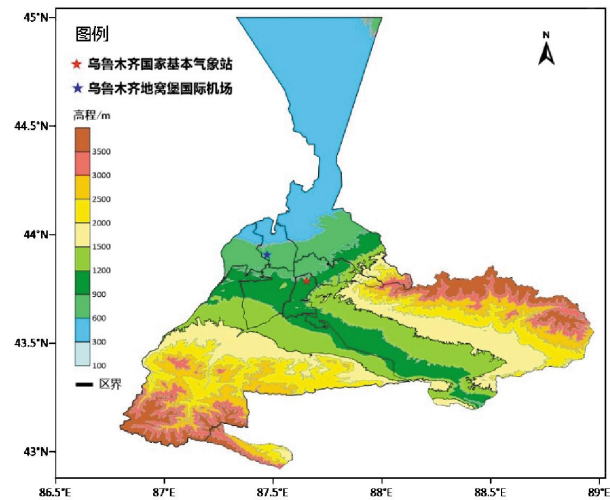


图 1 乌鲁木齐地形和城区、机场站点分布

(AWOS)器测。主导能见度和天气现象为人工观测。主导能见度是指观测到的达到或超过四周一半或机场地面一半的范围所具有的能见度值。

1.3 统计方法

2016 年起,全国气象台站能见度观测由人工观测改为自动器测,同时对雾的等级判定也做出修改。为便于与机场观测资料进行平行对比分析,根据《地面气象观测业务技术规定实用手册》和《民航地面气象观测规范》,各等级雾界定如表 1 所示。

表 1 各等级雾界定标准

点位	等级	水平能见度/m	筛选条件	标准
城区	大雾	<750	剔除有效降水且相对湿度≥80%	当某站 20 时—次日 20 时出现雾,不论其持续时间长短、是否有间断均记为一个雾日,若某次雾跨越 20 时日界,则按 2 个雾日计算
	浓雾	<500		
	强浓雾	<200		
机场	大雾	<1 000	记录报文为 FZFG,或者 FG	
	浓雾	<500		
	强浓雾	<200		

注:机场参考主导能见度。

按照上述不同雾的等级界定标准,定义对应的大雾、浓雾以及强浓雾过程。以乌鲁木齐城区为例,当出现能见度<750 m 的时刻则定义为雾过程的起始时间,当能见度>750 m 出现的持续时间>2 h(含)则视为雾过程的结束,第一次出现能见度>750 m 的前一时次则定义为雾过程的结束时间。雾过程的持续时间是指开始时间到结束时间的累计小时数,雾过程的持续时间必须满足 2 h(含)以上的条件。此外,选取每次雾过程中的最小能见度作为评价该次雾过

程强度的指标。

2 乌鲁木齐城区和机场雾的统计分析

2.1 雾日数及过程的对比

虽然城区站和机场距离仅有 25 km, 但两站的海拔高度相差近 300 m, 导致雾在两地存在时空不连续性。本文对城区和机场冬季不同月不同强度雾进行统计分析, 结果如表 2 所示。每年 12 月—次年 2 月是不同强度雾出现次数较多的月份, 城区和机场大雾日数占每个月的三分之一以上, 其中机场在 12 和 1 月大雾日数分别达到 13.2 和 13.3 d。相较而言, 不同等级雾日在 11 月较少, 城区和机场的大雾日数均 ≤ 5 d, 分别为 4.3 和 3.8 d。

表 2 城区和机场不同月各等级雾日数 d

	城区			机场		
	大雾	浓雾	强浓雾	大雾	浓雾	强浓雾
11 月	4.3	2.7	1.7	3.8	2.3	1.8
12 月	11.0	7.3	4.3	13.2	8.3	5.0
1 月	10.3	6.0	3.5	13.3	6.5	4.3
2 月	9.5	5.8	3.2	9.2	4.5	3.2
3 月	6.2	5.2	4.7	5.8	3.5	1.7

本文按照 3 种情况统计机场、城区雾的差异, 即“两地同时出现雾”、“城区有机场无”、“城区无机场有”分别统计雾的出现频次(表 3)。冬季雾日这 3 种情况出现的频次接近, 在 32.1%~34.5%。但是不同级别雾日的出现概率有一定的差别, 其中两地同时出现大雾日的情景最高达到 19.6%, 而强浓雾日出现频次最高(9.6%)的情景是城区有机场无, 为两地同时出现的情景的 2.7 倍。

表 3 2016—2021 年冬季不同情景下城区和机场的年均雾日分布频次 %

类型	两地同时出现	城区有机场无	城区无机场有
大雾	19.6	12.1	15.3
浓雾	8.9	11.7	10.4
强浓雾	3.6	9.6	8.8
合计	32.1	33.4	34.5

由近 6 年大雾日 3 种情景出现概率逐年变化趋势(图 2)可知, “两地同时出现”的概率呈逐年波动下降的趋势, 由 55.8% (2016 年) 下降至 25.6%

(2021 年), 降幅 $>30\%$ 。而“城区无机场有”的情景在近 3 年增长明显, 平均出现概率达到 41.0%, 是 2016—2018 年平均水平(26.3%)的 1.6 倍。

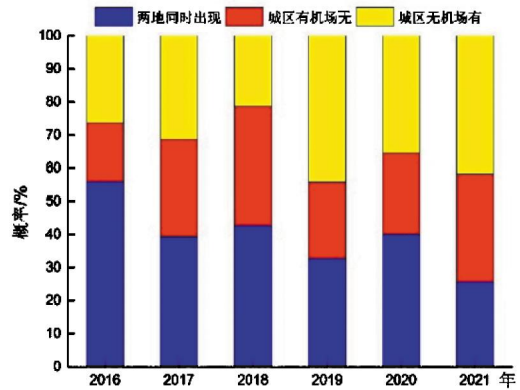


图 2 2016—2021 年冬季城区和机场不同情景下大雾日数逐年对比

由 2016—2021 年冬季乌鲁木齐城区和机场各等级雾的日数(图 3)可知, 城区和机场不同等级的雾日数均呈明显下降趋势, 其中两地均是 2016 年冬季大雾日数最多, 分别达到 70 和 78 d, 2021 年冬季分别下降至 25 和 29 d。虽然近 6 年冬季机场(45.3 d)和城区(41.3 d)的平均大雾日数均明显高于 1976—2006 年的气候特征(29.5 d)^[12], 但两地 2021 年冬季统计结果已接近上述气候平均态。另外, 乌鲁木齐城区的浓雾和强浓雾日数均多于机场, 其中城区分别为 27.0 和 17.3 d, 机场分别为 25.3 和 16.0 d。

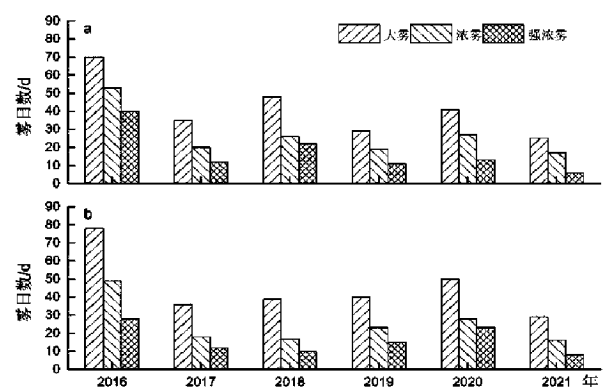


图 3 2016—2021 年冬季城区(a)和机场(b)不同等级雾日数对比

近 6 年乌鲁木齐城区和机场不同等级雾的过程频次同样出现下降的特点, 两地大雾过程最多的是 2016 年冬季, 过程数分别为 63 和 70 次, 而 2021 年冬季则是两地近 6 年大雾过程最少的, 过程数分别为 16 和 21 次。两地在不同等级雾过程的频次也

有区别:其中机场平均次数为 34.3 次、略高于乌鲁木齐城区的 31.1 次;而在浓雾和强浓雾等级过程上,乌鲁木齐城区分别为 21.1 和 11.1 次,明显多于机场的 16.5 和 7.0 次。机场在大雾日数和过程次数上略高于城区,而乌鲁木齐城区在浓雾、强浓雾上明显高于机场,即城区雾强于机场雾。

2.2 雾的起止和持续时间对比

对近 6 年冬季乌鲁木齐城区和机场大雾过程的起止时间统计分析(图 4),乌鲁木齐城区和机场大雾过程一天任意时段都会开始或结束,但两地不同时刻大雾过程开始和结束的频次却截然不同。开始时刻,城区主要集中在 01—04 时,累计出现频率较高,达 33.3%,其中 03 时出现频率最高,达到 10.2%,11—14 时出现大雾的频率最小,上述时段每个时刻出现频率均低于 2%。机场在 08—10 时的出现频率达 25.2%,并在 09 时达到峰值(9.2%),相较于城区滞后 6 h。机场出现大雾概率较低的时段是 12—21 时,概率均不足 2%。有研究表明^[16-18],乌鲁木齐特殊的地理地形易形成焚风,焚风易导致逆温增强且长时间维持,有利于大雾天气发生发展,并在夜间山风的作用下,风速从山脉到谷底逐渐减小,城区为风速辐合区,导致城区容易在夜间形成大雾天气。尽管机场出现大雾的峰值频率略低于城区,但其在夜间至早晨(22 时—次日 11 时)整个时段均有可能出现大雾,且影响时间较长。城区与机场结束时大雾均呈现“单峰型”的分布特征,分别在 09 和 14 时大雾结束的频率最高,达到 9.1%和 14.6%。此外,通过对乌鲁木齐城区和机场不同等级雾过程的平均持续时间统计分析,结果显示近 6 年机场在不同等级雾过程的平均持续时间均明显长于城区,其中大雾、浓雾和强浓雾过程的平均持续时间分别为 7.9、6.5 和

5.5 h,城区大雾、浓雾和强浓雾过程时长分别是 5.9、5.4 以及 5.0 h。

2.3 雾的强度对比

雾过程中出现的最小能见度是雾过程强度的重要指标,直接反映雾过程的影响程度。本文对乌鲁木齐城区和机场近 6 年每次大雾过程的最小能见度进行统计分析,机场近 6 年最小能见度平均值为 412.9 m,明显高于城区(360.8 m),其中机场大部分年份(2016、2018、2019 及 2021 年)均超过城区的平均最小能见度,由此可以看出,相较于机场,乌鲁木齐城区雾过程的强度较强,这与上文中浓雾和强浓雾级别主要发生在城区为主的结论较为一致。

3 影响雾的地面气象要素

研究表明^[19-20],雾的发生发展往往伴随着近地面高相对湿度、小风或微风等地面气象条件的维持。因此,本文对乌鲁木齐城区和机场不同等级雾的地面气象条件进行对比分析,讨论雾的地面气象条件分布特征。

3.1 气温

对乌鲁木齐城区和机场大雾的温度区间统计(图 5)分析可知,城区和机场分别在 $-12\sim-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $-16\sim-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 出现大雾的频率较高,比例分别高达 57.4%和 50.1%。其中两地均在 $-12\sim-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 最高,分别达 32.3%和 27.3%,说明在此温度范围内最容易出现大雾天气。当温度 $>0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $<-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,出现大雾的概率只有 1%左右,因为温度过高不利于辐射冷却或冷却不到水汽凝结的温度而影响大雾的形成,而当温度过低时水汽直接凝华成冰晶,同样不利于大雾形成^[12]。

图 6 为不同等级的雾在不同温度区间出现的概率分布情况,城区当温度 $>-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,均以强浓雾为

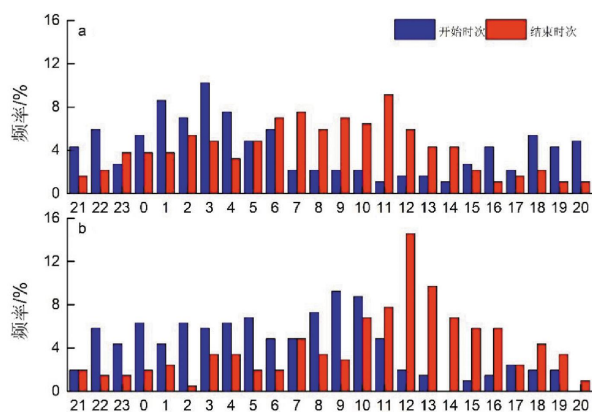


图 4 2016—2021 年冬季乌鲁木齐城区(a)和机场(b)雾过程起止时间分布

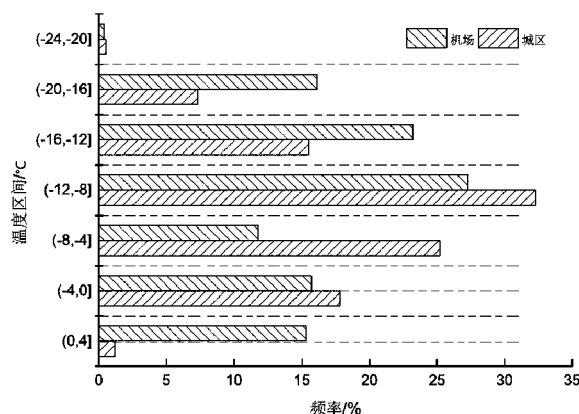


图 5 乌鲁木齐城区和机场不同温度区间大雾出现频率

主,分别为39.4%(>-4℃)和40.2%(-8~-4℃),当温度<-8℃时,大雾成为主要天气。机场当温度>-4℃时,浓雾成为主要天气类型,<-4℃时则以大雾天气为主。

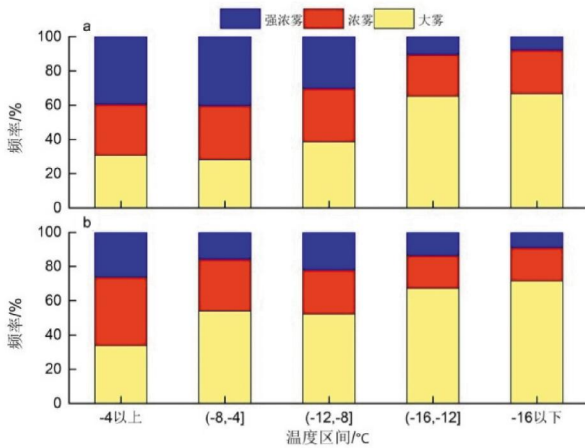


图6 乌鲁木齐城区(a)和机场(b)不同温度区间不同雾类型出现频率

3.2 相对湿度

对城区和机场不同相对湿度区间大雾的出现频率(图7)进行分析发现,出现频率最高的相对湿度区间在90%~95%,分别为36.7%(城区)和46.4%(机场),而超过95%以上的出现大雾的概率分别只有25.1%和11.7%。图8为不同等级的雾在不同相对湿度区间出现的概率分布。当相对湿度<90%时城区以大雾为主,而当相对湿度在90%~95%时,大雾、浓雾以及强浓雾出现的概率较为接近,分别为30.4%、33.2%以及36.4%,说明3种等级的雾均有可能出现。当相对湿度>95%时,强浓雾出现的概率较高,达到46.8%,其次为浓雾(31.6%)和大雾(21.6%),表明城区湿度越大出现能见度更低的强浓雾的概率越高。对于机场,当相对湿度<95%时,

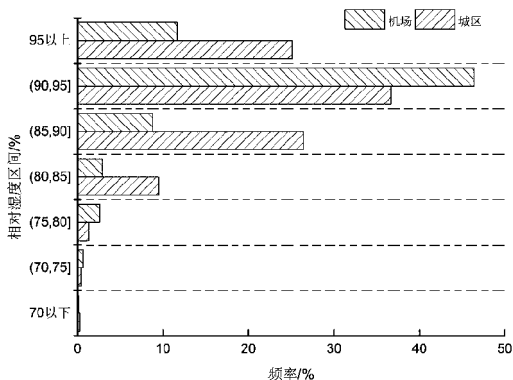


图7 乌鲁木齐城区和机场不同相对湿度区间大雾出现频率

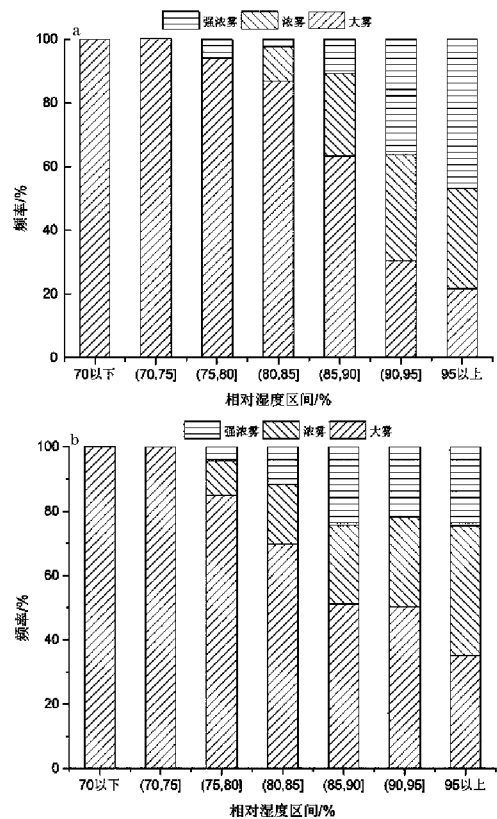


图8 乌鲁木齐城区(a)和机场(b)不同相对湿度区间不同等级雾出现频率

大雾出现的频率均>50%;当相对湿度>95%时,浓雾成为主要天气,出现的概率最高达到40.4%,明显高于大雾(35.1%)和强浓雾(24.5%),这一特点与城区存在明显差异。

3.3 风场

一般而言,小风或静风条件下有助于大雾天气的维持和发展^[19-20]。因此,对逐时10 min平均风速区间大雾的出现频率进行统计(表4),城区和机场大部分大雾天气均在2.0 m·s⁻¹以内出现,出现频率分别为86.7%和95.8%,其次为2.0~4.0 m·s⁻¹,分别为12.7%和4.1%。当风速>4.0 m·s⁻¹时,两地出现大雾的概率最低,均不足1%。

除风速外,大雾的形成也需要有利的风向条件。对乌鲁木齐城区和机场大雾发生时的主导风向进行统计分析发现,大雾发生期间城区的主导风向以东北偏东为主,其次为偏东风,而机场则以西北偏北和偏北风为主导风向。有研究表明^[21],在冬季准噶尔盆地的“冷池效应”和山谷风的共同作用下,机场一带盛行的偏北风相对湿度较低,有利于降温形成大雾天气。此外,乌鲁木齐辖区下垫面多山脉和丘陵,天山山脉对风向的影响显著。

表4 乌鲁木齐城区与机场不同风速区间
大雾出现频率

风速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	城区	机场
<2.0	86.7	95.8
2.0~4.0	12.7	4.1
>4.0	0.6	0.1

4 结论和讨论

利用2016—2021年冬季乌鲁木齐城区和机场冬季地面逐小时气象观测资料,对城区和机场冬季雾的分布特征、平均持续时间、起止时间、强度等进行分析,并对两地不同等级雾的地面气象要素进行对比分析,得到如下主要结论:

(1)冬季乌鲁木齐城区和城北机场的大雾日数主要以两地同时出现的情景为主,出现概率最高达19.6%,但其概率呈逐年波动下降的趋势,由2016年的55.8%下降至2021年的25.6%。

(2)机场在大雾日数和过程次数上略高于城区,而城区在浓雾、强浓雾上明显高于机场。

(3)城区主要在01—04时累计出现大雾频率较高,达到33.3%;机场在08—10时出现大雾频率达到25.2%。城区和机场分别在09和14时大雾结束的频率最高。机场最小能见度平均值(412.9 m)明显高于城区(360.8 m)。

(4)在冬季准噶尔盆地的“冷湖效应”和山谷风的共同作用下,机场一带盛行的西北偏北和偏北风导致温度相对较低,有利于降温形成大雾天气,城区和机场分别在 $-12\sim-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $-16\sim-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 出现大雾的频率最高,比例分别高达57.4%和50.1%。两地大雾日相对湿度均集中在90%~95%,超过95%时,两地雾的强度均显著增强。

参考文献:

- [1] 邵禹晨,张雪蓉,王博妮,等.一次中国东部大范围强浓雾的传播与扩展机制分析[J].气象,2019,45(4):496-510.
- [2] 吴兑,吴晓京,朱小祥.雾和霾[M].北京:气象出版社,2009.
- [3] 李美,郭蕊,贾小卫,等.冀中南一次持续性大雾过程成因及维持机制[J].干旱气象,2020,38(4):591-600.
- [4] 张金满,谭桂容,武辉芹,等.灾害性天气交通事故特征及雾天公路通行预警指标体系[J].干旱气象,2020,34(2):370-375.
- [5] 严文莲,朱承瑛,朱毓颖,等.江苏一次大范围的爆发性强浓雾过程研究[J].气象,2018,44(7):892-901.
- [6] 王丽萍,陈少勇,董安祥.中国雾区的分布及其季节变化[J].地理学报,2006,60(4):689-697.
- [7] 王楠,杨洪儒,梁艳.近37 a 乌鲁木齐机场雾的不均匀性特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2022,16(3):10-15.
- [8] 夏玉莲,王敏仲.古尔班通古特沙漠南缘近40年大雾变化特征分析—蔡家湖区域[J].沙漠与绿洲气象,2014,8(4):54-60.
- [9] 陈阳权,杜安妮,王清平,等.WRF模式对乌鲁木齐机场一次冻雾天气的数值预报对比试验分析[J].沙漠与绿洲气象,2018,12(2):63-70.
- [10] 韩磊,王春红,王勇,等.乌鲁木齐国际机场“持续双低浓雾”天气特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2019,13(5):9-16.
- [11] 朱雯娜,王清平,王春红,等.微波辐射计在乌鲁木齐机场浓雾监测中的应用[J].沙漠与绿洲气象,2018,12(5):23-31.
- [12] 郑玉萍,李景林.乌鲁木齐近31年大雾天气气候特征分析[J].气象,2008,34(8):22-28.
- [13] 万瑜,曹兴,窦新英,等.2011年12月乌鲁木齐市一次大雾天气成因[J].干旱气象,2013,31(2):383-389.
- [14] 王健,万瑜,苗云玲.乌鲁木齐城区冬季雾的分布特征及其影响因素[J].沙漠与绿洲气象,2022,16(3):10-15.
- [15] 郑玉萍,宫恒瑞,苗运,等.乌鲁木齐市不同海拔高度雾的时空分布特征[J].干旱气象,2020,38(4):552-558.
- [16] 王楠,李霞,李淑婷,等.乌鲁木齐冬末一次伴随焚风的重污染天气过程探测研究[J].沙漠与绿洲气象,2020,14(3):43-52.
- [17] 赵克明,李霞,孙鸣婧,等.乌鲁木齐冬季浅薄型焚风对扩散条件及污染物浓度的影响[J].沙漠与绿洲气象,2019,13(1):13-20.
- [18] 吕新生,王旭,蔡仁,等.乌鲁木齐辖区山谷风环流特征的分析[J].干旱区地理,2016,39(6):1172-1180.
- [19] 赵玉广,李江波,李青春.华北平原3次持续性大雾过程的特征及成因分析[J].气象,2015,41(4):427-437.
- [20] GUO B, WANG Y Q, ZHANG X Y, et al. Temporal and spatial variations of haze and fog and the characteristics of $\text{PM}_{2.5}$ during heavy pollution episodes in China from 2013 to 2018 [J]. Atmospheric Pollution Research, 2020, 11: 1847-1856.
- [21] 王清平,朱蕾.乌鲁木齐国际机场一次高影响大雾的成因分析[J].沙漠与绿洲气象,2017,11(6):46-51.

Characteristics of Urban and Airport Fog in Winter and Analysis of Ground Meteorological Conditions in Urumqi

LIU Chao^{1,2}, TAN Yanmei³, CHEN Yangquan³, WANG Jian⁴, WANG Chunhong³,
Alaiyi Aiding⁴, HUO Da⁴, LANG Xuting⁴

(1.Xinjiang Meteorological Observatory, Urumqi 830002, China;

2.National Meteorological Centre, Beijing 100081, China;

3.Meteorological Center of Xinjiang Air Traffic Management Bureau, Urumqi 830016, China;

4.Urumqi Meteorological Bureau, Urumqi 830002, China)

Abstract Based on the hourly meteorological observation data from the urban area and airport of Urumqi in winter from 2016 to 2021, the characteristics of fog and the ground meteorological conditions are analyzed in detail. It shows that, the probability of occurrence of three scenarios of fog days in winter is relatively close, but there are certain differences in the probability of occurrence of fog days of different levels. Among them, the number of heavy fog days is mainly “two places appear at the same time” scenario, with the highest probability of occurrence reaching up to 19.6%. Furthermore, the number of fog days and processes with different grades in the urban area and airport of Urumqi exhibits significant decreasing trend. Specifically, the number of heavy fog days and processes in the airport is slightly more than those in the urban area. In view of the initial time of fog, the accumulated occurrence frequency reaches up to its maximum 33.3% in 01:00–04:00 BJT in the urban area, and the maximum frequency in the airport is around 25.2% in 08:00–10:00 BJT. In addition, the intensity of fog process is stronger in the urban area, the mean value of minimum visibility in foggy days in the airport is 412.9 m, which is higher than that in urban areas (360.8 m). Due to the combined effect of the “cold lake effect” and valley wind in the Junggar Basin in winter, The predominant north–northwest and northerly winds near the airport cause a very low temperature, which is favorable for the production of severe fog. The maximum occurrence of fog in the urban area and the airport are 57.4% and 50.1% with temperature range of -12 to 4 °C and -16 to 8 °C, respectively.

Key words fog; urban; airport; ground meteorological conditions