

Impact and Evaluation of the Heavy Fog Weather in the South of Tacheng Prefecture

Jing Gao^{1,2}, Lihong Jing¹, Lijun Jing³, Xian Yang⁴, Rong Qin⁵, Juan Wu⁶

¹Central Asian Center for Atmospheric Science, Urumqi Xinjiang

²Usu Meteorological Bureau, Usu Xinjiang

³Shawan Meteorological Bureau, Shawan Xinjiang

⁴Urumqi Meteorological Bureau, Urumqi Xinjiang

⁵Xinjiang Meteorological Bureau Information Center, Urumqi Xinjiang

⁶Usu Environmental Monitoring Station, Usu Xinjiang

Email: 1575035865@qq.com, 1505876793@qq.com

Received: Dec. 10th, 2018; accepted: Dec. 21st, 2018; published: Dec. 28th, 2018

Abstract

Using the observation data during 1961-2017, the temporal and spatial distribution characteristics of fog weather were analyzed in the south of Tacheng Prefecture. The results showed that the average fog days were 10.3 d, and the fog days were reducing. The fog weather is mainly distributed from November to March of following year, Heavy fog weather has a serious impact on traffic conditions of highway. According to the actual demand of traffic service, the fog service was divided into 3 service periods. In the south of Tacheng Prefecture, the main pollution period is in Winter, followed by Spring and Autumn. The most serious month is in January and December. The primary pollutants were PM_{2.5}, PM₁₀ and O₃. The persistent heavy fog weather can further deteriorate the air quality.

Keywords

Heavy Fog Weather, Impact, Evaluation

塔城地区南部大雾天气影响与评估

高 婧^{1,2}, 井立红¹, 井立军³, 杨 霰⁴, 秦 榕⁵, 吴 娟⁶

¹中亚大气科学研究中心, 新疆 乌鲁木齐

²乌苏市气象局, 新疆 乌苏

³沙湾县气象局, 新疆 沙湾

⁴乌鲁木齐市气象局, 新疆 乌鲁木齐

⁵新疆气象局信息中心, 新疆 乌鲁木齐

⁶乌苏市环境监测站, 新疆 乌苏
Email: 1575035865@qq.com, 1505876793@qq.com

收稿日期: 2018年12月10日; 录用日期: 2018年12月21日; 发布日期: 2018年12月28日

摘要

应用1961~2017年逐日地面观测资料分析塔城地区南部大雾天气的变化特征, 结果表明: 塔城地区南部多年平均雾日为10.3 d, 呈现增多趋势; 大雾天气存在明显的季节差异, 主要分布在11月至次年3月, 其中12月发生频次最高; 大雾天气严重影响高速公路通行状况, 结合实际交通服务需求, 将大雾服务划分为3级服务期; 塔城地区南部冬季污染最严重, 其次是春季和秋季, 夏季空气最好, 各月中以1月、12月污染状况最为严重, 主要污染物为PM_{2.5}、PM₁₀、O₃; 大雾天气的增加及持续与空气质量下降、污染加重之间存在明显的相关关系。

关键词

大雾天气, 影响, 评估

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

雾是贴地层空气中悬浮的大量水滴或冰晶微粒使水平能见度降低的一种视程障碍现象, 雾使能见度变坏对出行安全产生严重危害的同时, 还夹杂着各种污染物, 使空气质量下降, 对人的身体健康产生影响[1], 特别是能见度 < 200 m 的浓雾, 对高速行驶车辆的安全更是产生难以估量的危害[2]。2006年2月8日因浓雾引发乌鲁木齐-奎屯高速公路奎屯段19辆车连环相撞的重大交通事故; 2006年11月7日因大雾使乌鲁木齐-奎屯高速公路全线封闭达8小时之久。2015年12月和2016年11月末到12月初持续大雾天气, 引发多起交通事故发生, 同时大雾天气使污染加重, 空气质量恶化, 塔城地区南部乌苏、沙湾均出现了历史少见的重度或严重污染。雾核的颗粒很容易被人吸入加剧了有害物质对人体的损害程度, 极易诱发或加重疾病。

大雾带来的影响和造成的危害受到越来越广泛的关注, 目前国内外许多学者对某一地区或某一阶段的大雾时空分布及其变化特征开展了相关研究, 丁一汇等[3]对我国雾和霾的长期变化特征进行探讨; 王丽萍等[4]将中国地区划分为6个雾区, 多数区域雾日年际变化有下降趋势, 1980年代之后表现更加明显; 文献[5] [6]对我国不同区域大雾天气的气候特征、成因等气象进行分析; 马禹[7]等对新疆区域大雾的演变特征、天气背景进行了分析研究。大雾天气区域性和季节性差异显著, 研究塔城地区南部大雾天气的气候特征, 探讨其对交通运输、空气质量的影响, 为提高交通气象预报预警水平及开展空气质量等级预报提供一定的技术依据。

2. 资料与方法

本文所用资料为1961~2017年塔城地区南部沙湾、乌苏站地面逐年、逐月、逐日观测数据, 资料完

整、可靠,并通过质量管控。依照《地面气象观测规范》[8],将1961~2014年单站某日因雾使能见度 < 1.0 km 界定为一个雾日,当雾持续时间跨越 20:00 则按两个雾日统计。2014年后各站相继安装了能见度自动观测仪,雾判识标准也作了相应的调整,对平行观测期间人工观测(能见度 < 1000 米)与自动观测(能见度 < 750 米)数据比对发现,人工观测雾日明显少于自动观测雾日,应按两个资料序列处理,故在资料处理时,对于雾的长期气候特征(年、季、月)变化采用 1961~2014 年资料序列。空气质量指数资料采用地区南部乌苏、沙湾 2012~2017 年监测资料,按实有监测天数统计。

雾日变化趋势采用线性趋势法,以显著性水平达到 0.05 作为通过显著性检验的标准。同时进行多项式拟合,分析其阶段性变化。

3. 雾的时空分布特征

3.1. 雾的日变化

统计分析乌苏、沙湾逐月各时雾的频次分布显示,乌苏站雾的日变化表现为单峰型,11月~次年3月雾出现的主要时段为10~11时,12月雾日最多,峰值出现在11时,在11时出现频次 ≥ 1 次的高值中心;沙湾雾的日变化表现为单峰型,峰值出现在09~11时,12月雾发生频次最高,在11时出现频次 > 2 次的高值中心;从雾的日变化可以看出,日变化均表现为单峰型,9~11时为雾的高发时段,此期近地面辐射降温强烈,在特定的天气条件下有利于雾的形成与维持。

3.2. 雾的月季际变化

塔城地区南部大雾天气多在冷季出现,属冬季型雾区[4] [7],基本为辐射雾。大雾天气主要分布在11月至次年3月,约占全年雾日的95%,其中又以12月发生频次最高,约占全年雾日的27%;10月、4月仅个别年份偶有出现,其余各月基本无雾。四季中以冬季出现最多,约占总雾日的58%~62%,秋季次之。

3.3. 雾的年际变化

1961~2014年塔城地区南部雾日年际振荡较大,年平均雾日为10.3 d。其中乌苏年平均雾日为9.3 d,且以0.6 d/10 a的速率增多,沙湾年平均雾日为11.2 d,以0.9 d/10 a的速率增多。乌苏、沙湾雾日最大值为31 d和26 d,均出现在2013年。

4. 大雾天气对高速公路交通的影响

塔城地区南部大雾天气是盆地地形、潮湿的下垫面(积雪)、近地面逆温层、特定天气背景共同作用的结果。塔城地区南部地处乌鲁木齐-奎屯高速公路西段,公路沿线大雾天气不仅具有明显的年际变化,而且具有明显季节、昼夜差异。雾的生消变化很快,往往在几分钟或十几分钟内使水平能见度由几千米降至数十米,雾的局地特点也十分明显,高速公路沿线大型水体(安集海水库)使得局地水汽充足,冬季时常出现周边路段无雾,而该路段大雾弥漫的情况。雾使水平能见度降低,使驾驶人员可视距离缩短,甚至会对车距的判断产生错觉,而高速公路行车速度快,造成对车辆控制困难,易引发追尾或相撞交通事故发生;另外大雾天气常伴有微到小量的雨(雪)出现,路面潮湿或形成薄霜(冰),造成车辆打滑翻车。

由于塔城地区南部乌苏、沙湾两站大雾日数呈现增多趋势,特别1990年代以来增多趋势更加明显,2001~2014年间两站大雾日数年平均均超过3 d,2010~2014年平均值超过5 d,2015~2017年为自动观测(能见度 < 0.75 km)数据显示,乌苏年平均日数为15.3 d,沙湾为27 d,依据文献[9]的划分方法,从实际服务需求的角度考量(以近10年平均雾日作为参考标准),将大雾天气发生时的交通气象服务分为3个等级,月平均雾日 ≥ 4 d 定为特别关键期, $2 \text{ d} \leq$ 月平均雾日 < 4 d 定为关键期, $1 \text{ d} \leq$ 月平均雾日 < 2 d 为

次关键期。在即将进入关键期时,提前向交通部门发布“大雾天气多发时段”提示,有针对性的开展大雾预报服务(见表 1),沙湾以 11~12 月为特别关键期,1~2 月为关键期,3 月为次关键期;乌苏 12 月为特别关键期,2 月和 11 月为关键期,1 月和 3 月为次关键期。

Table 1. Critical period of heavy fog weather service in the south of Tacheng Prefecture (unit: month)

表 1. 塔城地区南部大雾天气服务关键期划分(单位: 月份)

月份	特别关键期	关键期	次关键期
沙湾	11~12 月	1~2 月	3 月
乌苏	12 月	2、11 月	1、3 月

5. 塔城地区南部大雾天气对空气质量的影响与评估

5.1. 地区南部空气质量指数变化特征

塔城地区南部由于地形和大气环流、产业结构等因素的共同作用空气质量状况明显差于地区北部,特别是冬季重度污染、严重污染时有发生,近几年有进一步加重的趋势,以下重点对地区南部进行空气质量状况的分析和评估。

国家环境保护部于 2012 年 2 月发布了新的《环境空气质量标准》(GB 3095-2012),并于 2016 年 1 月 1 日起在全国实施。与旧标准(GB 3095-1996)相比,新标准强调以保护人体健康为首要目标,调整了污染物项目及限值,增设了 PM_{2.5} 平均浓度限值、O₃ 8 小时平均浓度限值、CO 等指标,同时收紧了 PM₁₀、NO₂ 的浓度限值,对污染物浓度限值的调整体现了新时期加强大气环境治理的客观需求,有助于消除公众主观感受与监测评价结果不一致的现象。空气质量指数(AQI)是根据环境空气质量标准和各项污染物对人体健康、生态、环境的影响,将常规监测的几种空气污染物浓度简化成为单一的概念性指数形式,它将空气污染程度和空气质量状况分级表示,适合于表示城市的短期空气质量状况和变化趋势。针对单项污染物还规定了空气质量分指数,参与空气质量评价的主要污染物为细颗粒物、可吸入颗粒物、二氧化硫、二氧化氮、臭氧、一氧化碳(PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、O₃、CO)等六项。根据《环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》(HJ 633-2012)规定:空气污染指数的取值范围定为 0~300,其中 0~50、51~100、101~150、151~200、201~300 和大于 300,分别对应国家空气质量指数级别 I~VI 级标准的污染物浓度限定数值。

通过分析空气质量指数日值的变化特征(在监测过程中,出现缺漏项目,按缺测处理,以实际天数统计),见表 2、表 3,依照旧标(GB3095-1996)准 2012~2015 年地区南部空气质量状况按良 - 优 - 轻度污染 - 中度污染 - 重污染依次排列,所占比例依次为 54.7% - 36.0% - 7.5% - 1.8% - 0.5%。依照新标准(GB3095-2012) 2016~2017 年空气质量状况按良 - 优 - 轻度污染 - 重度污染 - 中度污染 - 严重污染排列,所占比例依次为 47.8% - 30.2% - 10.0% - 6.4% - 4.5% - 1.1%,与 2012~2015 年间相比,优、良天数下降明显,分别下降 6.2%和 6.9%,重度污染天数增加明显,所占比例超过中度污染天数。这与监测标准的收紧有关,但也能从一定程度上佐证空气质量的变化情况。

地区南部冬季污染最为严重,其次是春季和秋季,夏季空气最好,空气质量指数按冬 > 春 > 秋 > 夏的顺序排列。各月中以 1 月、12 月污染状况最为严重,优良天数少,轻度污染以上日数超过 75%,4~10 月空气质量优良率达 95%以上,偶有轻度污染出现。冬半年塔城地区南部处于蒙古高压底后部,近地层常有逆温层存在,潮湿下垫面上的空气经过辐射冷却,易出现辐射雾,加之采暖等燃煤排放量也最多,提供大量凝结核,大雾天气发生的概率进一步增大,可见大气污染状况的原因较为复杂,但人类活动及当地特殊的地理位置是重要的影响因子之一。

Table 2. The air quality status during 2016-2017 (unit: d, %)
表 2. 2016~2017 年空气质量状况表(单位: d、%)

空气质量指数级别	空气质量指数		2016 年		2017 年	
	类别	颜色	天数 d	百分比%	天数 d	百分比%
I	优	绿色	125	34.2	96	26.3
II	良	黄色	155	42.3	194	53.2
III	轻度污染	橙色	37	10.1	36	9.9
IV	中度污染	红色	19	5.2	14	3.8
V	重度污染	紫色	23	6.3	24	6.6
VI	严重污染	褐红色	7	1.9	1	0.3

注: 天数按实际监测日数统计, 依照《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)。

Table 3. The air quality status during 2012-2015 (unit: d, %)
表 3. 2012~2015 年空气质量状况表(单位: d、%)

空气质量指数级别	空气质量指数类别	2012 年		2013 年		2014 年		2015 年	
		天数	百分比	天数	百分比	天数	百分比	天数	百分比
I	优	108	29.5	114	31.2	149	40.8	160	43.8
II	良	254	69.4	218	59.7	172	47.1	156	42.7
III	轻微污染	4	1.1	30	8.2	37	10.1	38	10.4
	轻度污染			3	0.8				
	中度污染								
IV	中度重污染					5	1.4	8	2.2
	重污染					2	0.5	2	0.5

注: 天数按实际监测日数统计, 依照《环境空气质量标准》(GB 3095-1996)。

由于塔城地区南部特殊的地形使冬季冷空气在低层下沉汇聚, 层结稳定, 多静风天气, 使污染物的垂直扩散受到抑制, 容易积聚而不易扩散。依据环保监测站提供的每日空气质量实况日均值, 统计分析逐日主要污染物数据, 由表 4 可见, 地区南部主要污染物为 PM_{2.5}、PM₁₀、O₃。其中冬季 12 月到次年 2 月首要污染物为 PM_{2.5}, 偶有 CO, 5~9 月首要污染物为 O₃、PM₁₀ (少量), 3~4 月为 PM₁₀、O₃ (少量)。轻度以上空气污染来源主要来自于自然灰尘、沙尘和煤烟尘等可吸入颗粒及细粒子。主要污染物中 SO₂ 年际变化最大, 首要污染物 PM₁₀、细粒子 PM_{2.5} 年均变幅在 20%~30% 之间波动, 其它污染物变幅相对较小。

Table 4. Variability of the pollutant concentration during 2015-2017 (unit: mg/m³)
表 4. 2015~2017 年主要污染物年均浓度变化(单位: mg/m³)

年份	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	O ₃ 8 h 平均
2015	0.005	0.021	0.084	0.042	1.3	0.073
与上年变幅	-44.4%	0.0%	0.0%	21.0%	18.2%	4.3%
2016	0.007	0.020	0.062	0.052	1.3	0.082
与上年变幅	40.0%	-4.8%	-26.2%	23.8%	0.0%	12.3%
2017 年	0.008	0.021	0.080	0.049	1.120	0.077
与上年变幅	14.3%	5.0%	29.0%	-5.8%	-13.8%	-6.1%

5.2. 大雾天气对空气质量的影响评估

对塔城地区南部雾日与空气质量 AQI 指数进行相关分析发现,大雾天气增多且持续时间长,空气质量优、良天数下降,空气污染有加重趋势。有雾(轻雾、霾)天气发生时,空气质量级别在中度污染或以上的较多。雾形成初期,空气中的颗粒物为水汽凝结提供了更多的凝结核,有利于雾的发展,同时低层相对湿度的增大使空气中的气溶胶颗粒吸湿体积增大,能见度更加恶劣,进一步加重污染,这样的累积效应使颗粒污染物激增,高湿天气维持 3~8 天过程中, AQI 值持续增加,出现重污染或严重污染。例如 2016 年 12 月下旬,地区南部出现持续大雾天气,其中乌苏 23 日出现大雾天气,空气质量指数达 236,为重度污染,25~28 日大雾天气持续,27~29 日 AQI 值上升至 364~411 之间,升级为严重污染。沙湾 23~29 日为持续大雾,严重污染日数达 6 天之久。2016 年 2 月乌苏(5~10 日)、沙湾(4~11 日)出现持续大雾,期间乌苏出现重度污染 2 天,严重污染 4 天,沙湾重度污染 3 天,严重污染 5 天。

塔城地区南部大雾天气出现时常伴有微到小量的断续降水,若大雾天气发生前出现 1.0 mm 以上的降水,降水的降尘作用显著,空气质量反而会有所好转,特别是当降水量大于 2.0 mm 时,空气质量会从常态的中度污染转好为良。例如 2016 年 12 月 7~14 日,地区南部出现持续大雾天气,其中 8 日夜间出现 1~2 mm 的降水(雨夹雪转雪),空气质量由之前的重度污染或严重污染迅速转好,乌苏、沙湾分别在 9 日、10 日转为轻度污染和良,12~15 日仍有断续降水(0.2~0.7 mm 之间),空气质量得到进一步改善,维持良,甚至出现优,首要污染物由 PM_{2.5} 转为 CO, AQI 值下降了 150 左右。

塔城地区南部冬季漫长,采暖期达 5 个月之久,造成大气污染物高度集中排放,另外由于乌苏、沙湾位于天山北麓的冲积平原上,山峰的加热效应[10]及蒙古高压的冷湖效应会导致平原大部出现逆温,有利于大雾天气的形成和发展,近地层气流处于辐合状态致使大气污染物进一步累积,逆温层不利于大气污染物的扩散[11],加之机动车保有量逐年迅速增加,采暖燃煤和机动车尾气排放导致污染进一步加剧,近两年空气污染有加重趋势,特别是重度、严重污染日数有所增加。

6. 结论

1) 塔城地区南部属于冬季型雾区,年平均大雾日数为 10.3 d,且以 0.75 d/10 a 的速率增多,主要分布在 11 月至次年 3 月,日变化表现为单峰型,9~11 h 为雾的高发时段。

2) 大雾天气严重影响高速公路通行状况,在进行交通服务时,将大雾天气交通服务期划分为特别关键期,关键期、次关键期 3 级,为交通部门提前采取封闭管制措施提供依据。

3) 塔城地区南部冬季污染最严重,其次是春季和秋季,夏季空气最好,各月中以 1 月、12 月污染状况最为严重,轻度污染以上日数超过 75%,主要污染物为 PM_{2.5}、PM₁₀、O₃。2016~2017 与 2012~2015 年间相比,优、良天数下降明显,重度污染天数有所增加,所占比例超过中度污染天数。由于监测标准进行了调整,资料序列较短,分析结论可能存在一定的局限性,有待于进行更深入地分析和探讨。

4) 大雾天气增加及持续与空气质量下降、污染加重之间存在明显的正相关关系。

基金项目

中亚大气科学研究基金项目(caas201717)。

参考文献

- [1] Gao, H., Chen, J., Wang, B., *et al.* (2011) A Study of Air Pollution of City Clusters. *Atmospheric Environment*, **45**, 3069-3077. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.03.018>
- [2] 冯民学, 顾松山, 卞光辉. 高速公路浓雾监测预警系统[J]. 中国公路学报, 2004, 17(3): 92-97.

- [3] 丁一汇, 柳艳菊. 近 50 年我国雾和霾的长期变化特征及其与大气湿度的关系[J]. 地球科学, 2014, 44(1): 37-48.
- [4] 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, 2005, 60(4): 689-697.
- [5] 宁薇, 邱晓滨. 天津地区大气能见度变化特征及影响因子[J]. 气象科技, 2015, 43(5): 905-910.
- [6] 贺皓, 吕红, 徐虹. 陕西省大雾的气候特征[J]. 高原气象, 2004, 23(3): 407-411.
- [7] 马禹, 任宜勇, 陈春艳, 等. 40 年来新疆雾的演变特征及大雾天气过程分析[J]. 干旱区地理, 2005, 28(4): 474-478.
- [8] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2009: 23-24.
- [9] 张飒, 冯建树. 济青高速公路大雾天气气候特征及影响[J]. 气象, 2006, 31(2): 70-73.
- [10] 胡隐樵, 张强. 兰州山谷城市大气污染的物理机制与防治对策[J]. 中国环境科学, 1999, 19(2): 119-122.
- [11] 潘守文, 等. 蒙古高压控制下冷湖效应, 现代气候学原理[M]. 北京: 气象出版社, 1994.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ccrl@hanspub.org