

# Meteorological Condition and Air Pollution Characteristic of Fog in Langfang of Hebei Province

Heling Zhou<sup>1\*</sup>, Xueyao Li<sup>2</sup>, Yunmiao Qin<sup>1</sup>, Xiaoxue Liu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Langfang Meteorological Bureau, Langfang Hebei

<sup>2</sup>School of Environmental and Civil Engineering, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu

Email: zhltangxx@sina.com

Received: Oct. 12<sup>th</sup>, 2018; accepted: Oct. 29<sup>th</sup>, 2018; published: Nov. 5<sup>th</sup>, 2018

## Abstract

For studying meteorological condition and air pollution of fog in Langfang, based on the meteorological observational data and environmental monitoring data in Langfang, temporal and spatial feature, day variational law, variation of meteorological factors in fog days, and air pollution in fog days are analyzed by using correlation analysis and mathematical statistics methods. Results show that single-station fog is most accounting for 34.2%, fog days of three north stations are less than of six central-south stations. Annual fog days for 9 stations show downward trend. The season of multi-fog is in autumn and winter. Single-day fog exceeding 71% in each station is most. Frequency that fog occurs is the highest at 5:00 accounting for 20.8%, and frequency that fog dissipate is the highest at 8:00 accounting for 17.3%. The short-term fog within 3 hours occurs easily accounting for 42.6%. Frequency that fog occur is much higher accounting for 82% - 89.7% when wind speed is from 0 m/s to 2 m/s. Frequency that fog occur is less than 3.5% when wind speed exceed 4 m/s. Frequency that fog occur is the highest at 8:00 and 14:00 and 20:00 when wind speed is 0 m/s. When relative humidity is accounting for 80% - 90% and pressure is accounting for 1000 hPa - 1030 hPa frequency that fog occur is the highest. Inversion layer is thicker and stronger in main pollution seasons generally, in addition to May inversion frequency of fog in other month is more than 70%; above 3 grade air pollution often appears in fog days for main pollution seasons.

## Keywords

Fog, Day Variety, Meteorological Condition, Air Pollution

# 河北廊坊雾天气气象条件与空气污染特征

周贺玲<sup>1\*</sup>, 李雪瑶<sup>2</sup>, 秦云苗<sup>1</sup>, 刘小雪<sup>1</sup>

\*第一作者。

<sup>1</sup>廊坊市气象局, 河北 廊坊

<sup>2</sup>江南大学环境与土木工程学院, 江苏 无锡

Email: zhltangxx@sina.com

收稿日期: 2018年10月12日; 录用日期: 2018年10月29日; 发布日期: 2018年11月5日

## 摘要

为了研究廊坊雾日气象及空气污染特征, 利用气象观测资料和环境监测资料, 采用相关分析、数理统计等方法, 分析雾的时空特征、日变化规律、雾出现时气象要素变化特征及空气污染特征。结果发现: 廊坊单站雾最多占34.2%; 北三站雾日明显低于中南部各站; 9站平均年雾日数呈现减少的趋势; 秋、冬季是雾的多发季节; 各站单日雾最多占71%以上; 凌晨5点雾发生的频率最高为20.8%, 早上8点雾消散的频率最高为17.3%, 3 h以内的短时雾最易出现占42.6%; 风速0~2.0 m/s雾发生频率较高在82%~89.7%之间, 当风速大于4 m/s时雾发生频率不足3.5%; 08时、14时、20时均是静风时出现雾的频率最高; 相对湿度80%~90%时雾发生频率最高; 雾出现的最适宜气压是1000 hPa~1030 hPa; 在主要污染季节, 逆温层厚度一般更厚、强度一般更强, 除了5月外的其余月雾日当天出现逆温频率在70%以上; 主要污染季节出现大雾天气时一般会有3级以上的空气污染发生。

## 关键词

雾, 日变化, 气象条件, 空气污染

Copyright © 2018 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

雾的形成是自然界中各种因子共同作用的结果, 是一种灾害性天气, 受天气系统、地形、大气成分等影响。随着科技的发展和人类生活水平的不断提高, 人们越来越认识到雾对人类生存环境和社会经济的影响。因此关于雾的研究越来越多, 曹治强、毛冬艳、刘小宁、陈连友等[1] [2] [3] [4]对雾天气的气候特征及发生条件等进行了分析; 邓雪娇、吴兑等[5] [6]研究了局地雾的宏微观结构及物理成因; 康志明、王玮、何立富、赵玉广、郭丽君等[7] [8] [9] [10] [11]诊断分析了持续性大雾天气的特征和物理成因; 马学款、陈东辉等[12] [13]从雾的天气分型及预报方面进行了研究; 花丛、马翠平[14] [15]分析了华北大雾的边界层特征; 迄今对廊坊雾的研究大多停留在特征分析、个例分析等方面, 本文将主要研究毗邻北京、天津两大直辖市的廊坊市雾的发生、发展规律、影响雾的气象条件及雾日的空气污染情况, 从而为雾的预报预测以及灾害防御等提供科学依据。

## 2. 资料及说明

1) 选用 1964~2015 年廊坊地区(包括三河市、大厂县、香河县、廊坊市、固安县、永清县、霸州市、文安县、大城县)9 个气象观测站的观测资料。2013~2016 年廊坊市区的环境监测资料与雾日气象资料。

2) 约定一个观测日内(20~20 时)只要站点出现了雾天气现象, 则记为一个雾日, 只要有一个及以上测站出现雾, 则记为一次雾天气过程。

### 3. 雾的气候变化特征

#### 3.1. 雾的地理分布

以 52 年的各站雾日为基础, 计算多年平均雾日分布。从年平均雾日数的地域分布来看(图 1), 中部站霸州最多为 27.5 d, 中部站永清次多为 26.0 d, 北部站三河最少为 13.8 d, 北三县三河、大厂、香河的雾日均低于 20 d, 而中南部站除了文安 19.7 d 低于 20 d 外, 其余各站均高于 20 d。总体来看北部站的年均雾日数明显低于中南部各站, 说明雾日分布受地形影响很大[16], 河北省高原、山区、丘陵的年雾日数明显少于平原[17]。廊坊地势北高南低, 北部地区(包括三河、大厂、香河)地势较高, 有丘陵及燕山余脉, 雾日偏少, 中、南部地区(包括市区及固安、永清、霸州、文安、大城等 6 市县)全部为冲积平原区, 雾日较多, 与上面的研究结果一致。

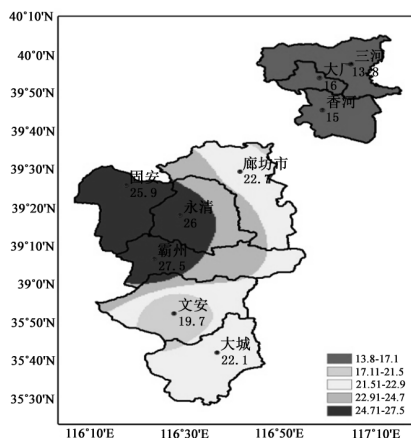


Figure 1. Distribution of annual fog days in Langfang from 1964 to 2015 (units: d)  
图 1. 1964~2015 年廊坊地区年平均雾日数分布(单位: d)

#### 3.2. 雾年代际变化特征

从雾日的长期变化趋势来看, 三河与大厂呈增加趋势, 其余站呈现减少趋势, 只有廊坊市区、霸州通过了 0.05 的显著性检验, 即雾日减少的趋势显著, 廊坊市区 2.24 d/10 a, 霸州 2.78 d/10 a。从雾日出现的最多年份来看, 除了大厂、文安与大城分别出现在 2014 年、1976 年、1964 年外, 其余站雾日最多年都出现在 1990 年。

年最少雾日为 1 d, 出现在香河(2010 年), 年最多雾日为 78 d, 出现在大厂(2014 年)。由表 1 不同年代年均雾日变化来看, 三河、香河 90 年代雾日最多, 大厂 2000~2015 年雾日最多, 固安 60 年代雾日最多, 其余中南部站均是 70 年代雾日最多。

对廊坊地区 9 个气象站 1964~2015 年年雾日数距平进行分析(图 2), 发现年均雾日数呈现减少的趋势, 并有明显的年代际转折特征, 雾日数在 1972 年前是偏少期, 1972~1980 年是偏多期, 1981~1984 年为偏少期, 1985~1991 年为偏多期, 而 1991 年以后雾日的偏多年与偏少年交替出现, 但下降趋势比较明显, 1992~2015 年 24 a 之间只有 10 a 雾日偏多, 雾日最多的年份是 1990 年。

#### 3.3. 雾的月、季变化

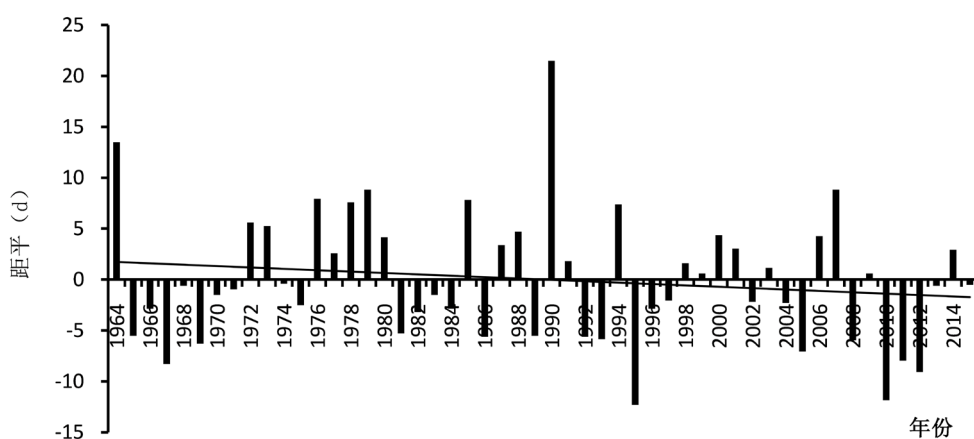
廊坊地区各站不同月份雾出现频率明显不同(表 2)。各站雾最多月出现在 11 月或 12 月, 固安与北三站三河、大厂、香河 11 月雾最多, 其余 5 站均是 12 月雾最多。3~6 月属于各站少雾时间段, 出现频率

在 4.5% 一下, 而在 7 月~次年 2 月为雾较多时段, 特别是 10 月~次年 1 月各站雾出现频率几乎均在 10% 以上, 从季节分布来看, 秋、冬季是各站雾的高发季节, 春、夏季各站雾明显偏少, 其中春季雾最少。

**Table 1.** Distribution of annual fog days for different period in Langfang from 1964 to 2015 (unit: d)

**表 1.** 1964~2015 年廊坊地区不同年代年均雾日数分布(单位: d)

年代	1964~1969	1970~1979	1980~1989	1990~1999	2000~2015
三河	9.5	11.9	13.6	19.6	13.3
大厂	14.7	15.4	12.1	13.8	20.8
香河	16.3	15.4	14.2	17.0	13.4
固安	29.5	24.8	25.7	25.0	25.9
廊坊市	19.8	28.9	25.2	24.4	17.1
永清	20.2	30.9	25.8	26.5	25.1
霸州	27.7	33.1	32.7	28.2	20.1
文安	14.2	29.1	17.7	20.1	16.9
大城	21.7	28.3	18.1	17.8	23.5



**Figure 2.** Departure variety of fog days in Langfang from 1964 to 2015 (units: d)

**图 2.** 1964 年~2015 年廊坊地区雾日距平变化(单位: d)

**Table 2.** Monthly frequency of fog for 9 stations in Langfang from 1964 to 2015 (unit: %)

**表 2.** 1964~2015 年廊坊九站雾月出现频率(单位: %)

月份	三河	大厂	香河	固安	廊坊	永清	霸州	文安	大城
1 月	10.7	9.4	10.3	10.8	10.7	12.4	13.2	15.3	16.2
2 月	8.5	8.8	7.7	7.6	8.1	8.0	9.0	9.6	9.5
3 月	3.3	4.0	4.5	4.4	3.7	4.0	3.9	3.5	4.3
4 月	3.6	4.1	3.6	3.1	2.7	2.4	2.7	1.6	2.7
5 月	2.8	2.2	2.1	2.2	2.5	1.9	2.5	1.2	2.0
6 月	4.0	3.1	2.4	2.5	3.0	2.4	2.3	2.1	1.6
7 月	5.4	6.6	4.9	5.3	7.0	5.6	5.0	3.9	5.0
8 月	9.3	9.5	10.0	10.3	10.6	8.2	8.3	5.8	5.8
9 月	8.3	9.7	9.6	10.9	9.1	10.2	7.8	7.4	6.5
10 月	12.8	14.4	12.7	13.2	12.7	12.9	11.6	10.8	10.4
11 月	16.5	15.6	18.0	14.9	14.5	15.2	15.5	18.3	16.0
12 月	14.7	12.8	14.2	14.8	15.3	16.8	18.3	20.6	20.0

分析全市平均雾的月出现频率, 12月最高为16.6%, 出现频率次高的11月为15.9%, 而10月与1月出现频率第三高为12.3%, 5月最低只有2.1%, 3~6月出现频率均较低在4%以下。总体来看, 秋冬季(9月至次年2月)是廊坊市雾的多发季节, 总的出现频率占74.5%, 而春夏季的雾则明显偏少。

### 3.4. 雾天气过程特点

1964~2015年共出现3005个雾天气过程, 在所有的过程中, 单站出现的个例有1028个, 占34.2%; 2个站同时出现个例511个, 占总数的17.0%; 3站同时出现个例352个, 占11.7%; 4站及以上同时出现的个例很少, 4站、5站、6站、7站、8站与9站同时出现概率分别为9.8%、7.3%、6.6%、4.5%、4.0%与5.0%, 均不足10%。说明廊坊地区的雾具有很强的局地性特征。

分析发现, 各站均是单日雾天气最多, 所占比例均在71%以上; 持续2天的雾天气次多, 比例范围为14.8%~18.3%; 持续5天及以上的雾天气很少, 比例在2%以下, 廊坊市区占0.9%; 雾天气过程持续在8天及以上的很少平均为0.1%; 最长的雾天气过程持续9天, 出现在固安, 时间为1978年12月20日~28日。廊坊市区最长的雾天气过程持续7天, 出现在1994年2月14日~20日。

### 3.5. 大雾的日变化特征

采用霸州站(为基本站, 2012年以前属于24小时值班站, 资料比较完整)1964~2011年历次观测的大雾日生消时间来分析大雾的日变化特征, 大雾开始、结束时间分析时取整点时间。

#### 3.5.1. 大雾开始时间的变化规律

约定在一日内发生的大雾, 无论发生次数及时间间隔, 都记为一次大雾日, 连续出现的大雾天气(前一天结束时间与第二天开始时间相同), 定义为一次大雾日。大雾日数按照大雾发生时间进行分类, 将累年逐时的大雾日数进行平均, 得到累年逐时平均大雾日数。逐时平均大雾日数分别除以24个时刻累加平均的总大雾日数, 即为大雾生在24个不同时刻的频率分布(如图3(a))。总体来看大雾生的峰值时间段在晚上20点后到次日早晨8点之间, 在24个时刻内, 凌晨5点大雾生的频率最高, 达20.8%, 6点次高15.9%, 9点到19点之间大雾发生的频率很低。这与温度在一天内的变化有很大关系, 最低气温往往出现在凌晨4、5点, 由于温度的迅速下降, 有利于近地面层水汽凝结形成大雾。

#### 3.5.2. 大雾结束时间的变化规律

同理得到大雾消散在24个不同时刻的频率分布(如图3(b))。发现大雾消散的主要时间段是在凌晨5点到中午12点之间, 8点大雾消散的频率最高, 达17.3%, 7点次之, 大雾消散出现在其它时刻的频率非常低。这可能由于8点的时候太阳一般已经升起, 所以温度在短时间内迅速升高, 有利于水汽蒸发, 大雾易消散。

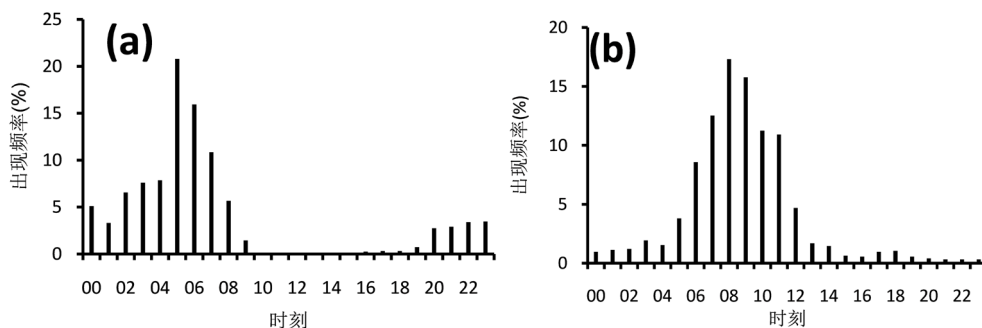


Figure 3. Frequency in different time of fog starting and fog ending from 1964 to 2011 (unit: %)  
图3. 霸州1964~2011年大雾开始时间(a)与结束时间(b)在不同时刻出现的频率(单位: %)

### 3.5.3. 大雾持续时间的变化

大雾的持续时间越长,造成的灾害及影响越大,因此有必要对每次大雾过程的持续时间进行详细分析。参照刘小宁[3]对大雾的持续时间进行分级,计算各站出现各级大雾持续时间频率。约定在一天内出现的大雾,无论出现的次数及时间间隔,均记为一次大雾过程,连续两日出现的大雾当时间间隔在4小时以内时,定义为一次大雾,大雾持续时间等级定义为0~3 h、3~6 h、6~12 h、>12 h。霸州站大雾各级持续时间所占百分比分布来看,3 h以内的大雾最多占42.6%,3~6 h的大雾出现频率次高占29.0%,6~12 h大雾出现频率为18.3%,而>12 h的大雾最少只占10.2%。

## 4. 雾日主要气象要素特征

### 4.1. 雾日地面风向风速

风是边界层内影响污染物扩散的重要动力因子。统计雾日地面风速的变化特征(表3)。九站的雾均是风速1.0~2.0 m/s所占比例最高,在40%以上,风速5.0~6.0 m/s所占比例最低,不足2%;风速0.0~3.0 m/s各站雾所占比例较多,占比均达到了82%以上,其中固安所占比例最高达89.7%;风速1.0~6.0 m/s各站的雾所占比例均随风速增大而降低,特别是当风速大于4 m/s时,各站雾所占比例均不足3.5%,可见风速加大有利于大气的水平输送,同时风速大湍流加强,也利于垂直风向的输送和扩散,不利于雾的形成,因而出现雾的机率减小;但当风速大于等于6.0 m/s时雾的比例有一个跃增,有些站甚至大于风速3.0~4.0 m/s时的比例,这可能由于雾天气往往出现在大风来临之前,雾与大风出现在同一天有很大关系。

**Table 3.** Frequency of fog in Langfang for different wind speed levels from 1964 to 2015 (unit: %)

**表 3.** 1964~2015 年廊坊地区雾日对应不同风速等级时分布比例(单位: %)

风速	0.0~1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0	4.0~5.0	5.0~6.0	≥6.0
三河	29.0	44.0	15.3	6.4	1.9	0.8	2.5
大厂	24.5	43.5	17.3	7.4	3.0	1.7	2.6
香河	30.7	42.5	14.9	4.9	3.2	0.1	3.7
固安	31.7	41.3	16.6	4.1	1.5	0.3	4.5
廊坊	25.3	40.0	18.9	7.6	2.3	0.7	5.2
永清	27.4	41.2	16.3	5.3	2.6	1.0	6.2
霸州	20.1	46.3	23.0	6.9	1.9	0.8	1.1
文安	18.7	48.5	21.8	6.4	2.3	0.3	2.0
大城	13.0	42.7	26.3	9.8	3.0	1.0	4.2

分析各时次出现雾天气时的地面风向特征。08时统计发现,各站均是静风时雾所占比例最高,均在23%以上,香河静风雾占比最高达47.2%,大城最低为23.4%;14时雾所占比例最高的风向特征,各站为静风、南风或西南风。20时各站均是静风时雾所占比例最高。

### 4.2. 雾日相对湿度

统计雾日相对湿度的分布特征(表4)。各站均是相对湿度80%~90%时雾所占比例最高,在33.9%~41.2%之间;相对湿度低于60%时雾所占比例很低,除了廊坊市区雾占7.8%外,其余站均低于6%;相对湿度60%~70%雾所占比例在10%左右;相对湿度70%~80%、≥90%雾所占比例多在20%~30%之间。相对湿度大于60%时各站的雾总占比均在92%以上,表明较大的相对湿度有利于近地面层水汽的聚集,利于雾的形成与发展。

**Table 4.** Frequency of fog in Langfang for different relative humidity from 1964 to 2015 (unit: %)  
**表 4.** 1964~2015 年廊坊地区雾日对应不同相对湿度时分布比例(单位: %)

相对湿度	<10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	≥90
三河	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	3.5	9.7	22.5	40.3	22.2
大厂	0.0	0.0	0.0	0.7	1.7	3.6	8.5	20.5	39.3	25.7
香河	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	2.6	9.9	20.4	41.2	24.9
固安	0.0	0.1	0.0	0.1	0.4	5.1	9.8	19.9	38.6	25.9
廊坊	0.0	0.1	0.3	0.3	2.0	4.9	9.4	24.7	38.5	19.9
永清	0.0	0.1	0.1	0.6	1.0	3.5	10.0	20.9	36.6	27.3
霸州	0.0	0.1	0.1	0.2	1.2	4.0	11.8	23.6	34.7	24.3
文安	0.0	0.0	0.1	0.2	1.2	3.3	9.5	23.1	33.9	28.7
大城	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	1.7	10.4	20.9	34.1	32.7

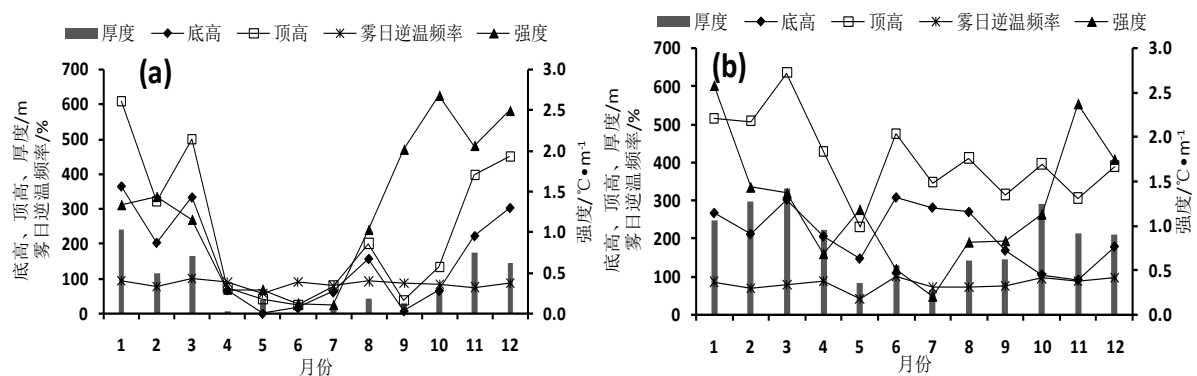
### 4.3. 雾日气压

统计雾日气压的分布特征(图略)。雾日当天气压在 1000 hPa~1030 hPa 时,各站雾所占比例均达到 89% 以上,气压 < 1000 hPa 时各站雾所占比例不足 5.5%,气压 ≥ 1030 hPa 时,所有站雾所占比例不足 10%,因此雾出现的最适宜气压是 1000 hPa~1030 hPa,气压偏高偏低都不利于雾的发生。

### 4.4. 雾日逆温

稳定的大气环流背景下,低层逆温层的建立和加强会使大气垂直对流运动受阻,大气污染物不易扩散。当逆温层厚度增大,逆温层强度越强,污染物浓度就越高。用 08 时、20 时两个时次探空资料研究廊坊上空特征。分析廊坊雾天气出现时,2011~2015 年 1500 米以下的第一层逆温层情况。

总体来看,20 时逆温(图 4(a)),主要污染月 1~3 月、11~12 月比其它月逆温层底高与顶高均更高,逆温层厚度更厚,强度更强,污染较强的 10 月在底高、顶高与厚度上表现不明显,只是强度最强。08 时逆温(图 4(b)),1~3 月比其它月逆温层底高与顶高偏高,10~12 月比其它月逆温层底高与顶高偏低,但 1~3 月、10~12 月这几个主要污染月相比其他月份逆温层厚度更厚、强度更强。除了 5 月外其余月雾日当天 08 时与 20 时出现逆温频率均在 70% 以上。



**Figure 4.** Analysis for inverse temperature of fog days at 20:00 (a) and 08:00 (b) from 2011 to 2015, (unit: bottom height, top height, thickness m, strength  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$ , frequency for inverse temperature of fog days %)

**图 4.** 2011~2015 年廊坊雾日当天 20 时(a)、08 时(b)逆温分析, (单位: 底高, 顶高, 厚度 m; 强度 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$ ; 雾日逆温频率%)

## 5. 雾与空气污染

分析 2013~2016 年的廊坊市区雾日空气质量状况(表 5)。从雾日空气质量来看: 1~3 月出现大雾天气时空气质量均在 3 级以上; 4~5 月没有雾日出现; 6 月 4 级比例占 100%; 7 月 2、3 级占比分别为 50%; 8 月 2 级、5 级占比分别为 66.7%、33.3%; 9 月 1 至 4 级均可能发生, 2 级占比最大为 50.0%, 而其余级别均为 16.7%; 10 月空气质量级别为 1 级、2 级、4 级、5 级, 2 级比例最大为 45.5%, 5 级占比次高为 27.3%; 11 月空气质量 3 级、5 级、6 级, 3 级比例最大为 50.0%, 5 级、6 级占比分别为 33.3%、16.7%; 12 月 1 级至 6 级均有出现, 6 级比例最大为 52.6%, 5 级占比次高为 21.1%。

可以看出, 在主要污染季节 1~3 月、10~12 月, 除了 10 月空气污染特征不太明显外, 其余 5 个月出现大雾天气时一般会有 3 级(轻度污染)以上的空气污染发生。

**Table 5.** Monthly frequency for different air quality grade in fog days (unit: %)

**表 5.** 雾天气不同空气质量等级月分布(单位: %)

空气质量等级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	6 级
1 月	0.0	0.0	22.2	11.1	11.1	55.6
2 月	0.0	0.0	20.0	0.0	40.0	40.0
3 月	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
4 月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6 月	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
7 月	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0
8 月	0.0	66.7	0.0	0.0	33.3	0.0
9 月	16.7	50.0	16.7	16.7	0.0	0.0
10 月	9.1	45.5	0.0	18.2	27.3	0.0
11 月	0.0	0.0	50.0	0.0	33.3	16.7
12 月	5.3	5.3	5.3	10.5	21.1	52.6

## 6. 小结

1) 廊坊地区的单站雾最多, 而 4 站以上的雾很少。且雾具有很强的局地性特征, 北三站雾日明显低于中南部各站。

2) 9 站年均雾日数呈现减少的趋势, 并有明显的年代际特征, 1972 年前是偏少期, 1972~1980 年是偏多期, 1981~1984 年为偏少期, 1985~1991 年为偏多期, 而 1991 年以后雾日的偏多年与偏少年交替出现。

3) 秋、冬季是廊坊的多雾季节, 而春、夏季的雾则明显偏少; 单日雾天气最多, 所占比例均在 71% 以上, 持续 5 天及以上的雾天气很少, 在 2% 以下; 凌晨 5 点大雾发生的频率最高, 达 20.8%, 6 点次高 15.9%, 9 点到 19 点之间雾发生的频率很低, 雾消的主要时间段是在凌晨 5 点到中午 12 点之间。3 h 以内的短时雾发生频率最高占 42.6%。

4) 风速 0~2.0 m/s 雾发生频率最高, 9 站均是静风时出现雾的频率最高。

5) 相对湿度 80%~90% 时雾发生频率最高, 低于 60% 时雾的发生频率很低。雾出现的最适宜气压是 1000 hPa~1030 hPa。

6) 在 1~3 月、10~12 月主要污染季节, 逆温层厚度一般更厚、强度一般更强, 除 5 月外其余月雾日



当天出现逆温频率均在 70%以上, 出现大雾天气时一般会有轻度污染以上的空气污染发生。

## 基金项目

廊坊市气象局项目(No. 201601, No. 201807)。

## 参考文献

- [1] 曹治强, 吴兑, 吴晓京, 等. 1961~2005 年中国雾天气气候特征[J]. 气象科技, 2008, 36(5): 556-560.
- [2] 毛冬艳, 杨贵名. 华北平原雾发生的气象条件[J]. 气象, 2006, 32(1): 78-83.
- [3] 刘小宁, 张洪政, 李庆祥, 等. 我国雾的气候特征及变化初步解释[J]. 应用气象学报, 2005, 16(2): 220-229.
- [4] 陈连友, 李月英, 曹秀芝, 等. 秦皇岛地区雾天气气候特征及预报[J]. 气象, 2009, 35(12): 126-132.
- [5] 邓雪娇, 吴兑, 史月琴, 等. 南岭山地浓雾的宏微观物理特征综合分析[J]. 热带气象学报, 2007, 23(5): 424-434.
- [6] 吴兑, 邓雪娇, 毛节泰, 等. 南岭大瑶山高速公路浓雾的宏微观结构与能见度研究[J]. 气象学报, 2007, 65(3): 406-414.
- [7] 康志明, 尤红, 郭文华, 等. 2004 年冬季华北平原持续雾天气的诊断分析[J]. 气象, 2005, 31(12): 51-56.
- [8] 王玮, 黄玉芳, 孔凡忠, 等. 中国东部一场持续性雾的诊断分析[J]. 气象, 2009, 35(9): 84-90.
- [9] 何立富, 陈涛, 毛卫星. 华北平原一次持续性雾过程的成因分析[J]. 热带气象学报, 2006, 22(4): 340-350.
- [10] 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.
- [11] 郭丽君, 郭学良. 北京 2009-2013 年期间持续性大雾的类型、垂直结构及物理成因[J]. 大气科学, 2016, 40(2): 296-310.
- [12] 马学款, 蔡芎宁, 杨贵名, 等. 重庆市雾的天气特征分析及预报方法研究[J]. 气候与环境研究, 2007, 12(6): 795-803.
- [13] 陈东辉, 尚子激, 宁贵财, 等. 环渤海地区雾天气分型及预报方法[J]. 气象, 2017, 43(1): 46-55.
- [14] 花丛, 张碧辉, 张恒德. 2013 年 1-2 月华北雾、霾天气边界层特征对比分析[J]. 气象, 2015, 41(9): 1141-1151.
- [15] 马翠平, 吴彬贵, 李江波, 等. 一次持续性大雾边界层结构特征及诊断分析[J]. 气象, 2016, 40(6): 715-722.
- [16] 安月改. 京津冀区域近 50 年雾天气气候变化特征[J]. 电力环境保护, 2004, 20(3): 1-4.
- [17] 周贺玲, 李丽平, 乐章燕, 等. 河北省雾的气候特征及趋势研究[J]. 气象, 2011, 37(4): 462-467.

### 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](mailto:ccrl@hanspub.org)