

冀中滨海平原大雾的形成特征及变化

郭立平, 张素云

(河北省廊坊市气象局, 河北 廊坊 065000)

摘要: 利用冀中滨海平原区廊坊市 1971—2000 年 9 个观测站大雾资料, 对该区域大雾、浓雾的形成特征及变化进行了分析, 得出结果: (1) 大雾尤其浓雾是冀中滨海平原区秋、冬季发生频率最高的灾害性天气之一; (2) 大雾、浓雾除具有低能见度外, 其连续性、持续性和大范围同日出现等也是不容忽视的具有灾害性影响的特征; (3) 自 1990 年以来, 年平均大雾日的变化有明显加剧的现象, 相比 20 世纪 80 年代, 90 年代浓雾日数有明显增加的趋势; (4) 影响大雾日数变化的主要原因是天气、气候条件的变化, 浓雾日数的增加还与城市经济化发展、空气污染程度加剧等因素有关。

关键词: 大雾; 浓雾; 形成特征; 变化

中图分类号: P467 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-2022(2007)03-0359-06

Formative Characteristics and Its Change of Fog in Central Coastal Plain of Hebei Province

GUO Li-ping ZHANG Su-yun

(Langfang Meteorological Bureau Langfang 065000, China)

Abstract Based on the data of fog from 9 weather stations in the central coastal plain of Hebei Province during 1971—2000 The formative characteristics and its decadal change of fog are analyzed The results show: 1) Fog is one of disastrous weathers of highest frequency in winter and autumn in the central seaside plain; 2) In addition to low visibility, continuous occurrence, long duration and large range are also the formative characteristics of fogs which have disastrous impacts and can not be neglected; 3) After the 1990s, the annual number of heavy fog day has evidently increased in comparison with the 1980s and 1990s; 4) The main reason for increase in fog days is the changes in weather and climate condition, and it is also closely related to human activities which lead to the development of city economy and the exacerbation of air pollution.

Key words heavy fog; dense fog; formative characteristics; change

0 引言

大雾是指由于近地面气层中大量悬浮水滴或冰晶的存在, 导致水平能见度小于 1.0 km 的天气现象。这是一种灾害性天气, 被列为十大灾害性天气之一。它的直接危害是由于能见度低, 视线受阻, 威胁海、陆、空交通安全。此外, 大雾中携带大量的污染物, 对人体健康不利; 如果连续数天出现大雾, 还会使农作物光照时间减少, 影响其生长并可能导致农作物发生病虫害; 大雾天还能对输电线路和露天电气设备的绝缘体造成变故, 甚至酿成事故。

近年来, 随着社会经济、生态环境建设和高速公路的发展, 大雾天气已经引起社会各界的广泛关注。对此, 许多气象学者也从不同角度不同范围开展了对大雾的广泛研究, 如: 刘小宁等^[1]、Wang 等^[2]、毛冬艳等^[3]、孙涵等^[4]、陈林等^[5]分别从天气、气候的角度对大雾的气候特征、发生的气象条件、卫星图像上的光谱特征等进行了分析研究; 王丽荣等^[6]从大气稳定层结的状况及变化判断大雾的有无及其生消时间; 赵玉广等^[7]利用数值预报产品结合 PP 方法制作大雾的区域预报和分县预报; 吴兑^[8]、周学鸣等^[9]、徐怀刚等^[10]从大气气溶胶污染、城市的热岛

收稿日期: 2006-03-20 改回日期: 2006-10-10

作者简介: 郭立平 (1970-), 女, 河北秦皇岛人, 高级工程师, 主要从事天气预报与气象服务工作, p_lfp@tom.com; gllpp_@126.com.

效应及利用大气边界层探测资料对大雾的识别、变化和大雾对大气的污染等问题进行了探讨和研究;李子华^[11]、王伟民等^[12]、黄建平等^[13]、黄玉生等^[14]、Fan等^[15]对我国在人工消大雾、大雾的物理化学特征、大雾的生消物理过程以及大雾的数值模式等方面进行了深入研究和详细介绍;李子华等^[16]、Huang等^[17]、Huang等^[18]还针对辐射雾、黄海洋雾、南极海洋雾等某一类型雾进行了结构特征、影响因子等的专门研究;此外,张飒等^[19]、黄玉仁等^[20]、Zou等^[21]从灾害防御、雾与生态环境之间的关系等方面研究分析了大雾对高速公路、生态环境和酸雾对森林的影响等。黄玉仁等^[20]对我国在人工消大雾、大雾的物理化学特征、大雾生消物理过程研究以及大雾与生态环境之间的紧密关系、大雾数值模式研究的发展过程等进行了深入的研究和详细的介绍;此外,张飒等^[19]从灾害防御和气象服务的角度分析了大雾对高速公路的影响等。这些成果对于认识和研究大雾具有重要的参考意义。然而,上述研究中对大雾尤其浓雾(本文指水平能见度小于等于 500 m 的大雾)的形成特征及变化涉及较少。本文利用冀中滨海平原区廊坊市 1971—2000 年 9 个观测站逐月报表大雾资料对此地区大雾、浓雾的形成特征及变化进行了较详细的分析,为今后大雾、浓雾的预报、服务和灾害防御提供科学依据。

1 大雾的形成特征及变化

1.1 大雾的时、空分布

冀中滨海平原区位于华北平原东北部,包括唐山地区南部、廊坊市和沧州地区东部^[22],本文主要采用廊坊市 9 个气象站大雾资料进行统计分析。全市除三河县东北部有部分山区、半山区外,其余均为平原,地势平坦,北部略高,南部低洼,由西北向东南倾斜。大雾日数因地理位置的不同,差异明显,中、南部六县明显多于北部三县(图 1)。

大雾一年四季均可发生,全市 30 a 年平均大雾日为 22.2 d 相比暴雨、高温、大风、寒潮等灾害性天气是最易频发的灾害性天气之一。大雾主要出现在冬半年(10月—次年 2月,下同),占大雾总日数的 67%,其余月份较少,季节分布差异明显。冬季(12月—次年 2月)最多,秋季(9—11月)次之,春季(3—5月)最少。秋、冬季大雾日数是春、夏季大雾日数的近 3 倍,这与全区的气候背景有密切的关系,春、夏季这里风大、多对流性天气、大气层结不稳定,不利于大雾的形成。

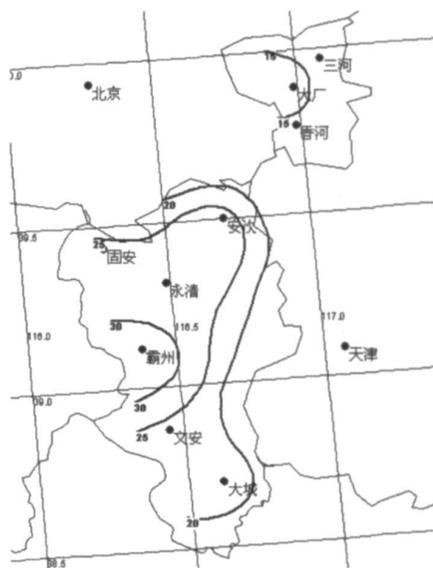


图 1 1971—2000 年廊坊市大雾日地理分布

Fig. 1 Geographical distribution of averaged annual fog day in Langfang in 1971—2000

1.2 大雾的生、消时间

采用安次、霸州站(两站均为 24 h 值班站)大雾资料来分析大雾的生、消时间(图 2),结果表明,大雾主要在凌晨 00—08 时(北京时,下同)生成,两站分别占大雾总日数的 77.1% 和 70%,其中 03—06 时又分别占 55% 和 51%,霸州站比安次站大雾生成的高峰时间晚 1 h,大雾主要在 12 时以前消散。其中,夏半年(3—9 月)的大雾主要在 08 时前后消散,10 时后消散的大雾日数两站分别仅占夏半年大雾总日数的 3.7% 和 5.2%;冬半年大雾的消散高峰时间在 10 时前后,10 时后消散的大雾分别占冬半年大雾总日数的 41.8% 和 49.8%,08 时前消散的大雾两站分别有 20% 和 16%。由此可见,夏半年的大雾消散时间早,冬半年的大雾消散时间迟,对人们的出行、交通运输等各行业具有明显的灾害性影响。

1.3 大雾的形成特点

除具有低能见度外,连续几日大雾是冀中滨海平原大雾的明显特征之一,廊坊市 30 a 大雾资料的分析结果表明,全市连续 2 d 及以上的大雾日数占大雾总日数的 51%,即,有一半的大雾日以至少连续 2 d 及以上的形势出现。对于任一单站,连续大雾日最长可达 5~9 d,这种连续发生的现象是在其他灾害天气中罕见的。

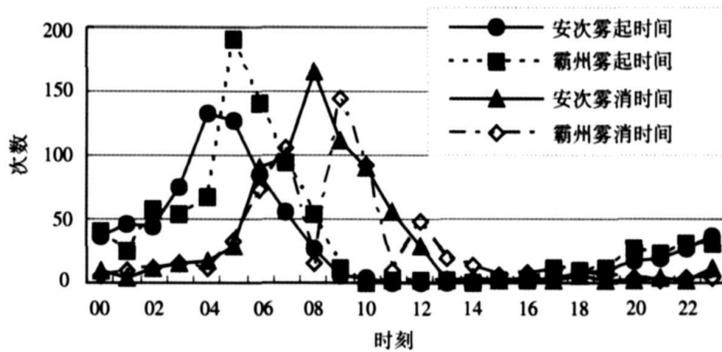


图 2 1971—2000年安次、霸州大雾的起、消时间次数的分布

Fig 2 Diurnal distributions of the forming and vanishing time of fog at Anci and Bazhou in 1971—2000

其次,大雾具有明显的持续性特征。以安次、霸州为例,两站持续时间大于 5 h 的大雾日分别占大雾总日数的 34.4% 和 36.3%。冬半年可出现长达 12 h 以上的大雾,最长持续时间可分别达到 68 h 42 min 和 54 h 55 min,这种长时间持续出现的特征在其他灾害天气中也很少见。

第三,大雾还通常以 2 个站及以上同日出现为最多,占大雾总日数的 69%,其中 5 站及以上同日出现的大雾日占大雾总日数的 28%。全市任一单站大雾日之和仅占全市大雾总日数的 31%,可见冀中滨海平原区大雾具有大范围同日出现的特点。

从上述分析可见,连续出现、长时间持续、大范围同日出现是冀中滨海平原区大雾的明显形成特征,这些特征延长了大雾的影响时间,扩大了大雾的影响范围,间接具备了灾害性影响的性质。

1.4 大雾的年代际变化

利用廊坊市 30 a 9 站大雾资料进行分析(图 3),计算结果表明,20 世纪 70 年代廊坊市年平均大雾日为 24.7 d,80 年代 20.6 d,90 年代 21.4 d,年代平均大雾日变化不大,70 年代稍多,80 年代与 90 年代相差不足 1 d,90 年代略多。虽然大雾的年代平均日数变化不大,但随年代变化,逐年平均大雾日的峰谷变化程度明显加剧,70 年代逐年平均大雾日相差基本在 10 d 以内,峰谷程度变化不明显,80 年代以后,年平均大雾日的峰谷程度表现突出,年际变化加大,具体年份有 1985—1986 年、1988—1991 年、1994—1996 年,相邻年份年平均大雾日均相差 10 d 以上,最多相差 27 d,如 1989 年年平均大雾日为 15 d 而 1990 年则高达 42 d,逐年平均大雾日的峰谷程度变化值得关注 and 进一步研究。

2 浓雾的形成特征及变化

由于浓雾(本文指水平能见度小于等于 500 m

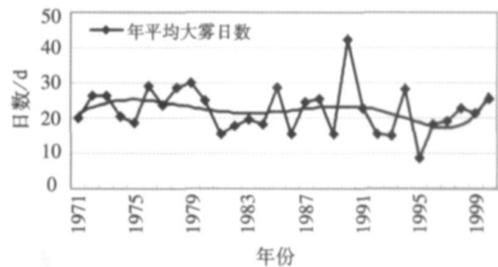


图 3 1971—2000 年廊坊市年平均大雾日数的时间变化(单位: d)

Fig 3 Changes of annual fog days (units: d) in Langfang (average from 9 stations) in 1971—2000

的大雾)具有更低的能见度,危害也更大,因此,本文特别分析浓雾的形成特征及变化。由于廊坊市历史大雾观测资料中有 2 站在 02 时、08 时、14 时、20 时观测能见度,其余在 08 时、14 时、20 时观测能见度,且能见度观测在 20 世纪 70 年代按级别记录,80 年代以后采用新观测规范,能见度按 km 观测,为了资料的统一性,结合廊坊市大雾的生消及影响时间特征,采用 1980—2000 年三河站(代表北部)、安次站(代表中部)、霸州站(代表南部)08 时能见度小于等于 500 m 的大雾资料对冀中滨海平原区浓雾进行分析。

2.1 浓雾的时、空分布

资料分析结果表明,南部出现浓雾日数最多,年平均浓雾日为 14.3 d,中部年平均浓雾日为 6.5 d,北部为 6.8 d,中部、北部年平均浓雾日相差不足 1 d,浓雾主要出现在冬半年,北部、中部、南部冬半年浓雾日分别占各站浓雾总日数的 70%、77%、77%,相比北部,中、南部冬半年浓雾日数多一些。

2.2 浓雾的生消时间

以霸州、安次两站为例,两站浓雾的生成时间主要出现在 00 时—08 时(北京时),分别占浓雾总日

数的 78.4% 和 75.9%；浓雾的消散时间主要在 14 时之前，08 时之后，14 时前消散的浓雾日两站分别有 80% 和 85.4%，进一步说明浓雾的影响时段从生成到消散基本在 00 时至 14 时之间。

2.3 浓雾的形成特点

同大雾相似，浓雾也具有连续出现，持续出现，大范围同日出现等明显的特征。分析结果表明，北部、中部、南部连续 2 d 及以上浓雾日分别占浓雾总日数的 26.7%、27.0% 和 37.7%；浓雾也基本以 2 站及以上同日出现为主，3 站中任一单站出现浓雾的情况北部、中部、南部分别有 38%、28% 和 57%，可见，中、北部地区更容易出现大范围浓雾。

此外，霸州、安次两站持续时间大于 5 h 的浓雾日分别占浓雾总日数的 64% 和 61%，相比大雾而言，浓雾持续的时间更长一些。

2.4 浓雾的年代际变化

以三河、安次、霸州为代表站来分析 1980—2000 年间浓雾的年代际变化 (图 4)，资料结果显示：20 世纪 80 年代北部、中部、南部的浓雾日数分别为 47 d、39 d 和 130 d，20 世纪 90 年代分别为 88 d、88 d 和 157 d，相比 80 年代，全区在 90 年代浓雾日均有明显增加。从图 4 中可以看出，80 年代前期年平均浓雾日数较少，80 年代后期至 90 年代前期年平均浓雾日明显增多，90 年代后期略有下降，但比 80 年代前期仍明显偏多，年平均浓雾日数趋势线总体走向为上升；80 年代逐年年平均浓雾日变化程度较小，相邻年份平均浓雾日相差在 7 d 以内，90 年代以后逐年年平均浓雾日变化幅度加大，峰谷明显，相邻年份年平均浓雾日可以相差 16 d 之多。主

要年份有：1989—1991 年以及 1993—1995 年，这种逐年平均浓雾日峰谷加剧的变化也应引起关注。

3 雾日数变化的原因分析

大雾形成与天气条件、地形、大气成分、所在测站环境关系密切，是自然界中各种因子共同作用的结果。在地形没有大的改变时，天气条件、大气成分、测站环境发生的变化都会影响到大雾日数的变化^[1]。

(1) 冀中滨海平原区地形以平原为主，没有明显的变化，因此，对大雾日的变化没有直接的影响。

(2) 利用廊坊市 1971—2000 年 9 站年平均大雾资料和年平均降水量资料进行分析 (图 5)，结果表明：1995 年以前，逐年年平均大雾日分布与逐年年平均降水量分布呈较好的一致性，一般年平均降水量增多，年平均大雾日也明显增多，相邻年平均降水量变化程度剧烈的年份，年平均大雾日的变化程度也比较剧烈，如 1989—1991 年、1994—1996 年逐年年平均降水量变化加剧，逐年年平均大雾日的变化程度也明显加大。1995—2000 年则相反。同样，逐年年平均浓雾日数的变化也与逐年年平均降水量的变化呈正相关性分布 (图略)，但相关性分布比大雾差一些。初步认为 20 世纪 90 年代以来，逐年年平均大雾日、浓雾日的变化程度较 20 世纪 70—80 年代明显加剧的主要原因可能与气候异常引起的降水分布异常有一定关系。

(3) 根据大雾的形成条件，分析了廊坊市年平均大雾日、浓雾日的变化与年平均相对湿度的关系，发现两者与年平均相对湿度有显著的正相关关系，

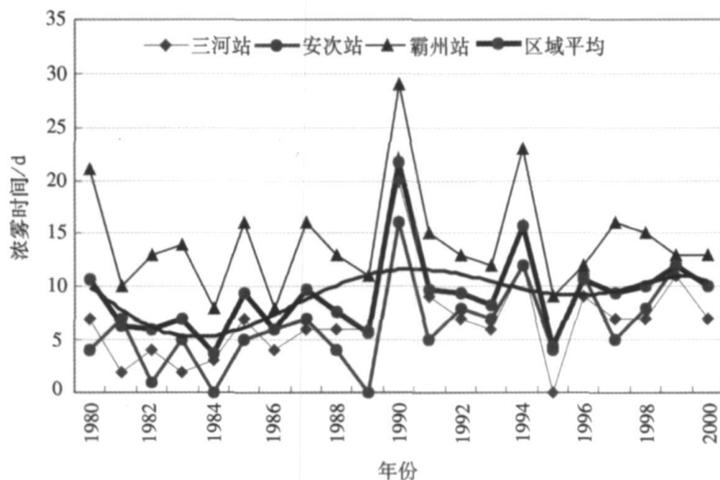


图 4 1980—2000 年廊坊市浓雾时间的变化

Fig 4 Changes of averaged annual heavy fog days in Langfang (average from 3 stations) in 1980—2000

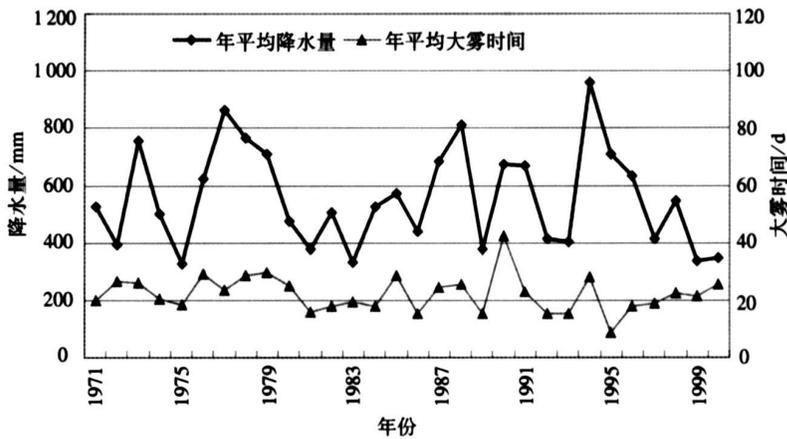


图 5 1971—2000 年廊坊市年平均大雾时间 (单位: d) 与年平均降水量 (单位: mm) 的时间变化

Fig 5 Changes of mean annual fog days (units d) and precipitation (units mm) in Langfang (average from 9 stations) in 1971—2000

30 a 年平均大雾日与年平均相对湿度的相关系数达到了 0.834, 1980—2000 年 21 a 年平均浓雾日与相应年平均相对湿度的相关系数达到了 0.716, 两者均超过了 0.01 的显著水平。而年平均相对湿度资料表明, 廊坊市年平均相对湿度的年际变化较小, 20 世纪 70 年代年平均相对湿度为 62%, 80 年代为 61%, 90 年代为 62%, 初步认为年平均大雾日数变化比较小与相对湿度变化小有密切的关系。

然而, 浓雾日数的变化与大雾还有所差别, 全区 20 世纪 90 年代浓雾日较 80 年代有明显增加。由于 3 个代表站自建站以来都没有迁移过, 但周围环境 90 年代相对 80 年代均有明显变化, 尤其霸州站在近年来基本变成了市中心。而一些研究结果表明^[17-20], 城市经济的发展可使空气污染加重, 而污染加强, 周围环境发生变化的主要表现之一是城市能见度的下降。因此可以认为: 同样的天气、气候背景下, 20 世纪 90 年代浓雾日数的增加与城市经济化发展、空气污染加剧、测站周围环境发生变化、大气成分发生变化等以人类活动影响为主的因素有关。大雾日数出现变化的原因是复杂的, 为了科学地防御大雾灾害, 还需要长久地对大雾的生成、变化及原因进行不断的研究。

4 小结

(1) 冀中滨海平原大雾在秋、冬季发生频率最高, 影响最明显。

(2) 冀中滨海平原大雾具有连续性、持续性和大范围同日出现等特征。

(3) 自 20 世纪 90 年代以来, 浓雾日数有明显增加的趋势。

(4) 影响冀中滨海平原区大雾日数变化的主要原因有天气、气候条件的变化等。

参考文献:

- [1] 刘小宁, 张洪政, 李庆祥, 等. 我国大雾的气候特征及变化初步解释 [J]. 应用气象学报, 2005, 16(2): 220-230
- [2] Wang Liping, Chen Shaoyong, Dong Anxiang. Spatiotemporal distribution characteristics of the fog regions in China [J]. J Geographical Sciences, 2006, 16(3): 346-354
- [3] 毛冬艳, 杨贵名. 华北平原大雾发生的气象条件 [J]. 气象, 2006, 32(1): 78-83
- [4] 孙涵, 孙照渤, 李亚春. 大雾的气象卫星遥感光谱特征 [J]. 南京气象学院学报, 2004, 27(3): 289-301
- [5] 陈林, 牛生杰, 仲凌志. MODIS 监测雾的方法及分析 [J]. 南京气象学院学报, 2006, 29(4): 448-454
- [6] 王丽荣, 连志鸾. 河北省中南部一次大雾天气过程分析 [J]. 气象, 2005, 31(4): 65-68
- [7] 赵玉广, 李江波, 康锡言. 用 pp 方法做河北省大雾的分县预报 [J]. 气象, 2004, 30(6): 43-47
- [8] 吴兑. 关于霾与大雾的区别和灰霾天气预警的讨论 [J]. 气象, 2005, 31(4): 3-7
- [9] 周学鸣, 蔡诗树. 厦门城市能见度和大雾的特征与城市环境演变 [J]. 气象, 2004, 30(1): 41-45
- [10] 徐怀刚, 邓北胜, 周小刚, 等. 大雾对城市边界层和城市环境的影响 [J]. 应用气象学报, 2002, 13(特刊): 170-176
- [11] 李子华. 中国近 40 年来雾的研究 [J]. 气象学报, 2001, 59(5): 616-624
- [12] 王伟民, 卢伟, 黄培强, 等. 几种消暖云 (雾) 催化剂性能的实验研究 [J]. 气象科学, 2000, 20(4): 478-486
- [13] 黄建平, 李子华, 黄玉仁. 西双版纳地区雾的数值模拟研究 [J]. 大气科学, 2000, 24(6): 821-834
- [14] 黄玉生, 黄玉仁, 李子华. 西双版纳冬季雾的微观物理结构及演变过程 [J]. 气象学报, 2000, 58(6): 715-725
- [15] Fan Qi, Wang Anyu, Fan Shaojia et al. Numerical experiment re-

- search of a marine fog event in the Pearl River Estuary region [J]. *Acta Meteorologica Sinica*, 2005, 19(2): 231-240
- [16] 李子华, 黄建平. 辐射雾发展的爆发性特征 [J]. *大气科学*, 1999, 23(5): 623-631
- [17] Huang Jian Zhou Faxiu The cooling and moistening effect on the formation of sea fog in the Huanghai sea [J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2006, 25(2): 49-62
- [18] Huang Yaorong Xue Zhehe Analysis of the sea fog in the sea around the Great Wall station Antarctica [J]. *Marine Science Bulletin*, 2001, 3(1): 19-25.
- [19] 张斌, 冯建设. 济青高速公路大大雾天气气候特征及其影响 [J]. *气象*, 2005, 31(2): 70-73
- [20] 黄玉仁, 李子华, 黄玉生, 等. 生态环境变化对雾的影响 [J]. *气象科学*, 2000, 20(2): 129-135
- [21] Zou Siwei Zhu Lianxi Investigation of interactive effects of acid fog and ozone on spruce seedlings [J]. *Journal of Environmental Sciences*, 1995, 7(2): 176-182
- [22] 河北省气象局. 河北省天气预报手册 [M]. 北京: 气象出版社, 1987: 16-17.