

魏建苏,朱伟军,严文莲,等.江苏沿海地区雾的气候特征及相关影响因子[J].大气科学学报,2010,33(6):680-687.

Wei Jian-su, Zhu Wei-jun, Yan Wen-lian, et al. Climatic characteristics of fog and its relevant influencing factors over the coastal areas of Jiangsu[J]. Trans Atmos Sci, 2010, 33(6): 680-687.

江苏沿海地区雾的气候特征及相关影响因子

魏建苏^{1,2}, 朱伟军¹, 严文莲², 孙燕², 吴洁³, 刘建文⁴

(1. 南京信息工程大学 气象灾害省部共建教育部重点实验室, 江苏 南京 210044; 2. 江苏省气象台, 江苏 南京 210008;
3. 江苏省气象科技服务中心, 江苏 南京 210008; 4. 河北省气象科技服务中心, 河北 石家庄 050021)

摘要:利用江苏沿海6个基本气象站49 a(1960—2008年)的气象观测资料,对江苏沿海地区雾的时空分布特征和雾过程持续时间等进行了统计分析,并探讨了影响沿海雾生成的相关因子。结果表明:江苏沿海地区雾日数呈江淮地区>沿江苏南地区>淮北地区的特点;其年代变化总体是一个先上升后下降的趋势,且21世纪后明显下降;雾日数呈春季和初冬季节多、夏秋季节少的分布特点;一天中雾大部分时段出现在01—09时,春秋季节雾频次最高的时段在早上的06—07时,强浓雾次数在07时(春季)或08时(冬季)前后达到最大;各地雾过程出现的频次随着雾持续时间的增加而减少,持续时间大于6 h雾的频次近年来在增加,且雾持续时间极端最长有上升趋势。沿海地区雾绝大多数发生在风速小于等于7 m/s的情况下,以1~3 m/s最为适宜,多出现在NNE—SSE风情况下。雾季平均海水温度为7.45~22.24℃

关键词:雾;气候特征;风速;海温;江苏沿海地区

中图分类号:P466 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-7097(2010)06-0680-08

Climatic Characteristics of Fog and Its Relevant Influencing Factors over the Coastal Areas of Jiangsu

WEI Jian-su^{1,2}, ZHU Wei-jun¹, YAN Wen-lian², SUN Yan², WU Jie³, LIU Jian-wen⁴

(1. Key Laboratory of Meteorological Disaster of Ministry of Education, NUIST, Nanjing 210044, China; 2. Jiangsu Meteorological Observatory, Nanjing 210008, China; 3. Jiangsu Meteorological Science and Technology Service Center, Nanjing 210008, China;
4. Hebei Meteorological Science and Technology Service Center, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: Based on the meteorological observations at six stations in the coastal areas of Jiangsu from 1960 to 2008, the temporal and spatial characteristics of coastal fog, the duration of fog events and its relevant influencing factors are statistically analyzed. Results show that the number of foggy days varies not only from space to space on the basis of annual mean with largest over Jianghuai, then successively less in Yanjiang, Sunan, and least over Huaibei, but also from season to season with more in spring and winter and less in summer and autumn. Among the period of study it also shows a clear interdecadal variation with an increasing tendency during the first several years then after a decreasing tendency, and the significantly decrease appears in the 21st century. The foggy days is more in the spring and beginning of winter, and little in summer and autumn. Generally most fog events in a certain day occur between 0100 and 0900 UTC, but the highest fog frequency appears at 0600—0700 UTC in spring and autumn, and the maximum frequency of severe dense fog appears at nearly 0700 UTC in spring or 0800 UTC in winter. All over the regions of study the frequency of fog occurrence reduces with increase of the duration of the fog event, but has an increase tendency

收稿日期:2009-12-23; 改回日期:2010-09-22

基金项目:公益性行业(气象)科研专项(GYHY(QX)2007-6-26);江苏省科技厅社会发展项目(BS2007088);江苏省科技厅社会发展指导性项目(2006556)

作者简介:魏建苏(1959—),男,江苏建湖人,高级工程师,研究方向为天气预报与应用气象,weijiansu@yahoo.com.cn.

recently for those fog events which could last for more than 6 hours, and so does the extremely longest persisting time of fog events. The coastal fog most often takes place under the condition that wind speed is ≤ 7 m/s (best 1—3 m/s) and wind direction is NNE-SSE. In addition, the foggy days in spring and autumn have obvious relevance with the nearby ocean, and the appropriate averaged sea surface temperature (SST) of fog season is between 7.45 and 22.24 °C.

Key words: fog; climatic characteristics; wind speed; sea surface temperature; coastal areas of Jiangsu

0 引言

雾是指大量微小水滴或冰晶悬浮在贴地层空气中,使水平能见度小于1 km的天气现象。雾滴对可见光的强散射作用会降低能见度^[1],危害交通。同时雾加剧近地层空气污染,使雾水酸化^[2-3],危害人体健康。我国沿海地区多有雾发生,由于其特殊的地理位置,在一定条件下,海雾能够深入内陆几十、甚至几百公里远,造成沿海地区出现低能见度的大雾天气^[4],给沿海地区交通运输、海洋捕捞和水产养殖、港务活动及农作物和人类身体健康等带来不利影响。因此,对沿海地区雾的研究受到了许多学者的重视。Lewis等^[5]对加利福尼亚沿岸海雾的形成和消散机制进行了分析,Cho等^[6]利用大气下垫面的水文资料对朝鲜半岛周边海域海雾的形成机制也进行了解释。国内许多学者还通过利用近海和沿海台站资料对沿海地区雾进行了大量研究^[7]。王鑫等^[8]和何云开等^[9]分别从黄海和南海北部海雾不同季节的气候特征以及年际变化出发分析了大气环流背景场的特点,从而获得海雾与气候特征场之间的关系。广西^[10]、浙江^[11]、青岛^[12]、天津^[13]、大连^[14]等地都对其沿海或近海地区雾进行了大量研究,并对其雾的发生频率、日变化、持续时间等进行了统计分析。这些研究让我们对沿海一些地区雾的气候特征及成因等方面有了更多的认识,同时也看到海雾的发生具有非常明显的海域性^[15],且由于不同海区 and 地形存在差异,我国不同沿海区域内的雾时空分布具有较强局地性,强度及持续时间等各地也差别较大。江苏地处东部沿海,东临黄海,黄海是我国海雾发生最频繁的海区之一^[16]。陈潇潇等^[17]指出华东沿海地区重浓雾具有增多的趋势,日常气象观测资料也显示,江苏沿海地区雾发生频繁。为了获得对江苏沿海地区雾的时空变化及影响因素等方面更为全面的认识,本文利用1960—2008年共49 a的资料,对江苏沿海地区雾进行统计分析,并对其影响因子等进行初步的探讨。

1 资料来源

本文选用1960—2008年江苏沿岸6个基本气象台站(自北向南依次为:赣榆、西连岛、射阳、大丰、如东和吕泗,分别代表淮北、江淮和沿江苏南沿海)的雾相关观测资料,以20时(北京时,下同)为日界。其中常规气象要素资料中,吕泗(1992—2008年)为逐时资料,其余均为每日4个时次(02、08、14、20时)资料,包括能见度、风向、风速、相对湿度和气温等。另外,本文还用到了1995—2006年西连岛站附近的连云港海洋站的水温月报表资料。

2 江苏沿海地区雾气候特征

2.1 沿海地区雾的空间分布

图1给出了江苏沿海6个代表站1960—2008年49 a平均雾日数情况,可以看出,江苏沿海地区雾日数分布存在明显的差异,其中射阳和大丰(代表江淮之间)明显高于其他地区,最多的大丰站年总日数达50 d,赣榆和西连岛较少,其中最少的西连岛不足19 d。沿海地区雾日数呈现出江苏江淮地区>沿江苏南地区>淮北地区的特点。

2.2 沿海地区雾的时间分布

2.2.1 年代际变化

图2给出了江苏沿海6测站雾日数的年际变化。由图2可以看出,1960—2008年期间逐年雾日数起伏变化。从趋势上看,除西连岛外,各地都是一个先上升后下降的趋势,并且在20世纪80—90年代出现极大值,而西连岛在近年却出现上升趋势。统计结果(表1)也表明,西连岛各个年代雾日数变化不大,90年代略多,70年代略偏少。其他几个站在进入70年代后,雾日数均有所增加,总体上看,70和80年代较多,到90年代雾日数略有下降,而进入21世纪后,雾日数均出现明显下降,是自60年以来雾日数最少的年代,其中赣榆、射阳、吕泗较90年代相比减少1/2以上。

2.2.2 季节变化

从江苏沿海6站1960—2008年49 a平均的雾日数的月变化曲线(图3)来看,沿海地区雾日数有

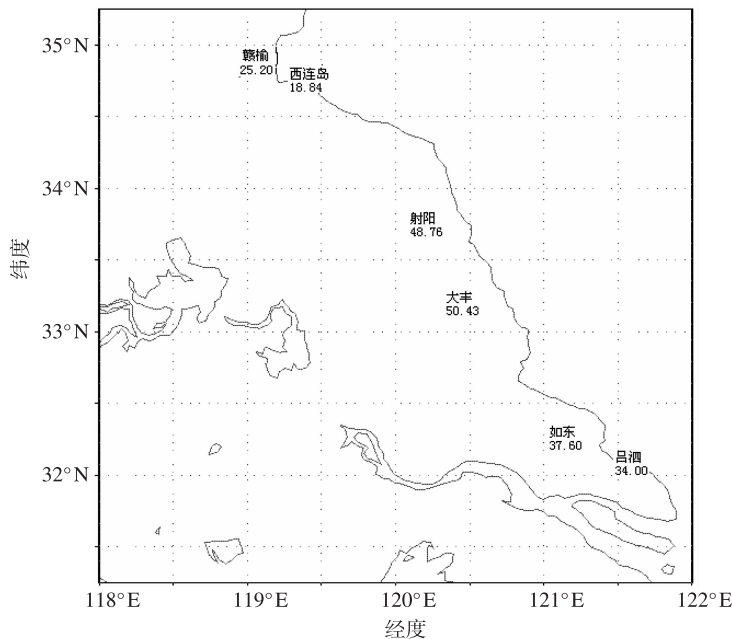


图 1 江苏沿海地区的年雾日数(单位:d/a)
Fig. 1 The annual frequency of fog occurrence in the coastal areas of Jiangsu(units:d/a)

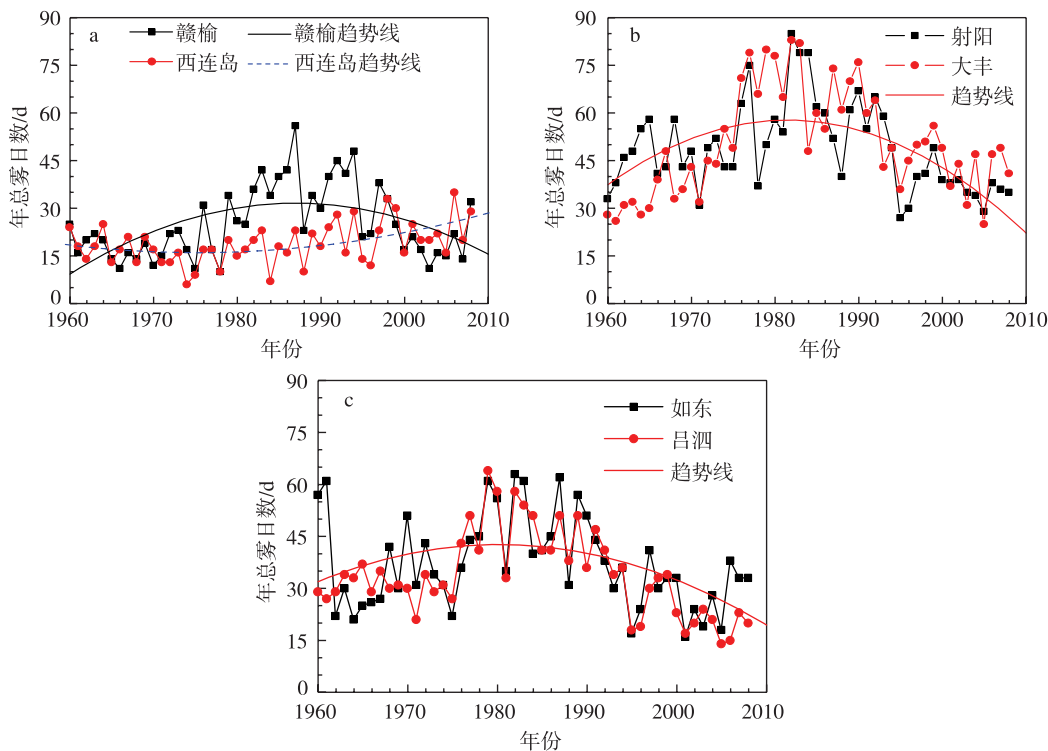


图 2 江苏沿海 6 测站雾日数的年际变化 a. 赣榆和西连岛;b. 射阳和大丰;c. 如东和吕泗
Fig. 2 Interannual variation of foggy days at six observational stations in the coastal areas of Jiangsu a. Ganyu and Xiliandao;b. Sheyang and Dafeng;c. Rudong and Lüsi

明显的季节变化,基本上呈春季和冬初季节多、夏秋季节少的分布特点。雾日数曲线变化除西连岛为单峰单谷型(分别出现在 4 月和 9 月)分布外,其他地区呈现出双峰双谷型,其中谷值分别出现在 8—9 月

和 1—2 月,而峰值出现在 3—6 月和 10—12 月,其中 3—6 月最为明显。不同地区的谷峰值所在月份略有差异,如东和吕泗第二峰值出现在 12 月,较其他地区晚 1 至 2 个月。可见,江苏沿海地区雾季节分布与内陆地区主要集中在秋冬季节^[18]不同,同时与浙江沿海雾^[11]和大连近海雾^[14]主要出现在春季的特点也有些差异。

表 1 江苏沿海 6 测站各年代的平均年雾日数
Table 1 Annual foggy days at six observational stations in the coastal areas of Jiangsu in each decade

	多年平均的年总雾日数/d				
	1960—1970	1971—1980	1981—1990	1991—2000	2001—2008
赣榆	17.2	20.6	36.2	33	14.8
西连岛	18.3	13.6	17.4	22.5	18.7
射阳	46.5	50.1	63.9	45.4	18.4
大丰	34.0	59.9	67.4	50.3	32.1
如东	35.6	40.3	48.6	32.6	20.9
吕泗	31.3	39.9	45.4	31.5	15.4

降温 and 增湿是雾形成的两个重要途径^[16]。进入春季后,环流调整,江苏沿海地区多吹东风和东南风,有利于东海的暖湿气流吹到江苏沿海相对较冷的海面,在海上凝结形成海雾,继而在合适的风场作用下吹向沿海地区,造成沿海地区出现大雾,主要以平流雾居多。这正是江苏沿海地区 3—6 月多雾的主要原因。而在 11 月一次年 1 月湿度虽小,但气温下降,夜晚辐射降温有利于辐射雾的形成,即局地形成的辐射雾作用,使得这段时间出现了一年又一个小的雾日数峰值。8 月、9 月尽管湿度较大,但由于海面温度太高,饱和水汽压增大,空气难以达到饱和,不利于雾的形成。可见,江苏沿海地区雾季节分布上的两个峰值的主要雾类型不同,春季以平流雾为主,冬季以辐射雾为主。

2.3 沿海地区雾的日变化及不同等级雾的变化

对赣榆、吕泗和射阳 3 个测站雾日天气下的日变化分季节进行统计(图 4)发现,江苏沿海地区雾一天当中任何时次都有可能出现。总体上看,进入午夜后,雾出现频次逐渐增大,而在日出后,雾出

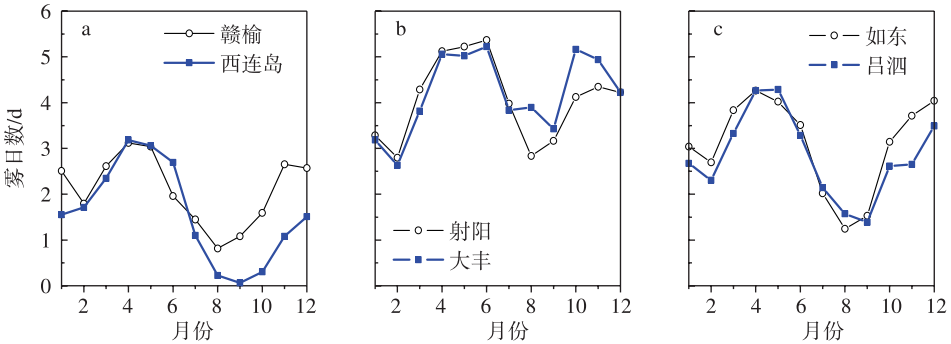


图 3 江苏沿海 6 测站雾日数的月变化 a. 赣榆和西连岛;b. 射阳和大丰;c. 如东和吕泗
Fig. 3 The monthly change of foggy days at six observational stations in the coastal areas of Jiangsu a. Ganyu and Xiliandao;b. Sheyang and Dafeng;c. Rudong and Lusi

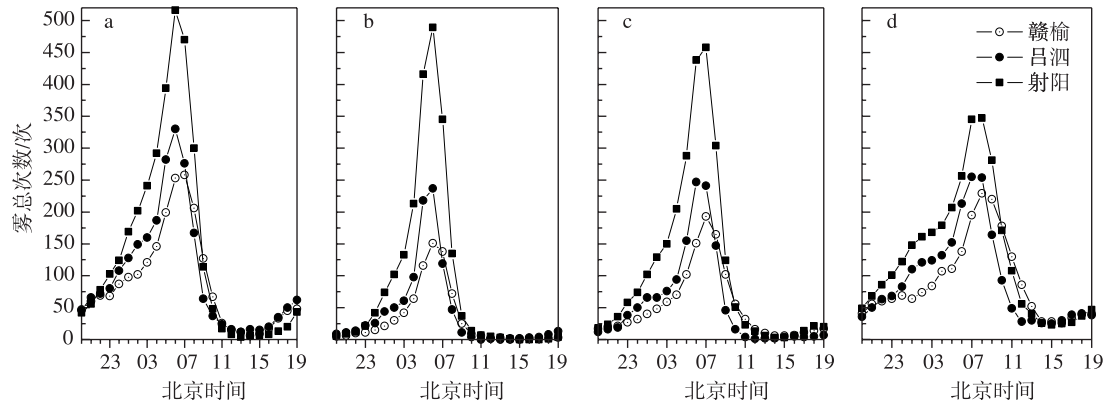


图 4 3 个代表测站不同季节雾的日变化 a. 春季;b. 夏季;c. 秋季;d. 冬季
Fig. 4 Diurnal variation of fog at three observational stations in different seasons a. in spring;b. in summer;c. in autumn;d. in winter

现频次逐渐减小,一天当中雾大部分时段出现在 01:00—09:00。季节分布上看,在午夜到早上这段时间,春季大部分时次雾出现次数都要高于其他季节;春冬季节在前半夜出现雾的次数也是明显高于夏秋季节;另外,夏季雾出现时次集中度最高,各地区 70% 以上的雾都出现在 03:00—08:00 这段时间,而在下午这段时间雾极少出现;春秋季节雾频次最高的出现在 06:00—07:00,冬季 07:00—08:00 最多,高发时次有所后延。江苏沿海地区这种总的日变化与其他沿海地区雾^[11-14]比较一致。这主要是因为夜晚辐射降温的作用;同时,夜里吹海风,也利于海上的暖湿气流吹到陆地,促进雾的形成。

按水平能见距离的不同,可将雾划分为以下 4 个级别^[19]:淡雾(能见度 500 ~ 1 000 m)、中浓雾(能见度 200 ~ 500 m)、浓雾(能见度 50 ~ 200 m)、强浓雾(能见度不足 50 m)。这里利用吕泗站点 1992—2008 年逐时雾能见度资料,对江苏沿海雾的不同等级情况进行统计分析(图 5)。可以看到,各季节均以淡雾为主,中浓雾次之,且主要出现在夜里至早晨这段时间,各级雾都在日出前后出现最多,10 时后,能见度低于 500 m 的雾都明显减少,其中夏秋季节浓雾和强浓雾极少出现,特别是夏季出现次数不足总数的 5%。傍晚前后开始,春冬季节不同等级的雾都开始逐渐增多,其中浓雾和强浓雾增长缓慢,这是由于夜晚辐射降温,雾刚开始形成,主要以能见度在 500 m 以上的雾为主。而午夜后,各类雾均开始大幅上升,其中,能见度 50 m 以上的雾在 06 时左右次数达到最大值,而强浓雾仍在增加,这时部分浓雾及以下级别的雾随着夜晚辐射降温增强逐渐转变成了强浓雾,在 07 时(春季)或 08 时(冬季)前

后强浓雾次数达到最大,这与日出后湿地表水汽蒸发,雾的爆发性增长密切相关^[20]。随着太阳辐射进一步增强,近地层温度上升,08 时后雾开始逐渐消散,不同等级雾次数都逐渐下降。总体来说,一天中,午夜至早上 08 时、09 时这段时间各类雾次数较多,而在中午前后至傍晚前这段时间雾相对较少。

2.4 持续时间

不同雾过程的持续时间 t 长短不一,参照刘小宁等^[21]对雾日持续时间的分级,将其分为 4 个等级:0 ~ 3 h、3 ~ 6 h、6 ~ 12 h 以及 > 12 h。统计赣榆、吕泗和射阳 3 个地区 49 a 不同持续时间等级雾的发生频次(表 2)。由表可知,各地雾过程出现的频次随着雾持续时间的增加而减少。其中出现频次最多的 t 在 0 ~ 3 h 内,各地均占 60% 以上;其次为 3 ~ 6 h,频次为 18% ~ 24%;6 ~ 12 h 在各地占 9% ~ 15%。可见,各地区 83% 以上的雾持续时间都在 6 h 内,其中射阳站达到 88%,而 $t > 12$ h 的雾过程在各地所占比例都不到 5%,尤其是吕泗不到 2%,即长时间维持的雾较少。赣榆和射阳两地的较长时间(大于 6 h)维持的雾都占到总数的 15% 以上。按季节进行统计(表略)也有类似的结论,这里不再一一分析。尽管持续时间长的雾过程所占比例较小,但

表 2 1960—2008 年雾过程不同持续时间段的频次分布
Table 2 Statistics for duration of fog event from 1960 to 2008

	%			
	0 ~ 3 h	3 ~ 6 h	6 ~ 12 h	> 12 h
赣榆	60.4	23.1	12.8	3.7
吕泗	70.1	18.8	9.8	1.3
射阳	61.0	22.7	14.1	2.2

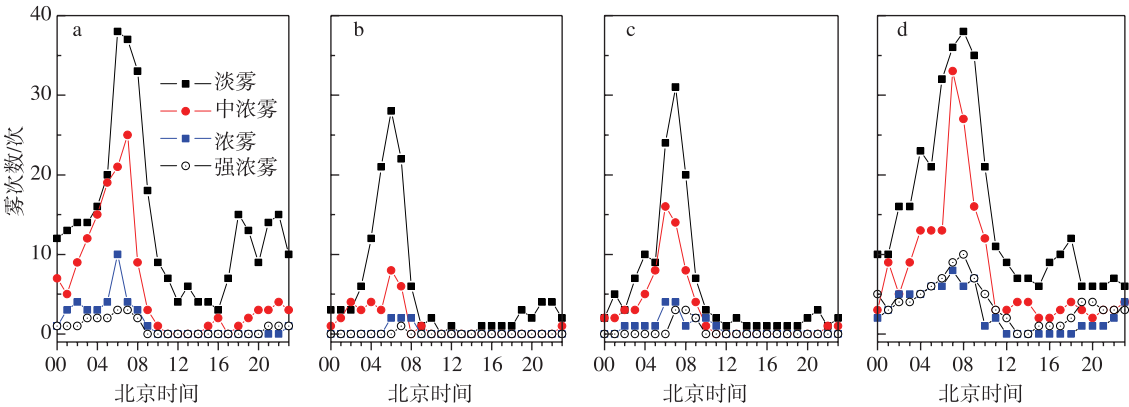


图 5 四季不同等级雾的日变化 a. 春季;b. 夏季;c. 秋季;d. 冬季
Fig. 5 Diurnal variation of fog with different grades in different seasons a. in spring;b. in summer;c. in autumn;d. in winter

这类雾往往给交通运输等带来的危害最大,更需要引起足够的重视。为此,进一步统计持续时间大于 6 h 的雾过程频次的年代变化(表 3)。可以看到,持续时间大于 6 h 的雾过程在当代所占的比例随年代呈增大趋势。尽管雾过程数进入 20 世纪 90 年代后开始下降,尤其是进入 21 世纪后大幅下降,但持续时间较长的雾比例却在增长,并且雾持续极端最长时间也较 60、70 年有明显的增加,其中持续时间最长一次雾过程出现在赣榆的 2002 年 1 月 13—15 日,长达近 58 h。

综上所述,雾日数呈减少趋势,但出现持续时间较长的雾的概率在增加,并且雾持续时间极端最长

在近年来有上升趋势,湄洲湾等地^[22]也有同样的现象,这主要是由于城市快速发展及工业化进程造成的“城市热岛效应”的结果^[23-24]。近年来,城市规模扩大,社会经济发展,煤炭等能源消耗增多,导致城市热岛增强,相对湿度下降;另外城市发展使得空气污染加剧,笼罩在城市上空的大气气溶胶粒子明显增多,增加大气逆辐射,使得夜晚近地层辐射降温难,不利于空气达到饱和,从而阻碍了城市雾的形成,这些直接导致雾日近年来呈减少趋势,而相应的霾日数却呈现出增长的趋势^[25-26]。另一方面,气溶胶粒子的增多,不利于城市白天辐射升温^[27-28],从而使得雾的消散时间推后,雾持续时间延长。

表 3 持续时间大于 6 h 的雾过程频次的年代际变化和极端最长时间
Table 3 Interdecadal variation of fog frequency with duration exceeding six hours and the extreme longest time

		1960—1970	1971—1980	1981—1990	1991—2000	2001—2008
赣榆	> 6 h	12.2%	15.4%	12.2%	20.4%	27.9%
	极端最长	14 时 55 分	13 时 20 分	17 时 48 分	9 时 20 分	57 时 47 分
吕泗	> 6 h	5.8%	11.6%	9.8%	15.2%	19.3%
	极端最长	11 时 59 分	14 时 39 分	14 时 01 分	22 时 42 分	21 时 12 分
射阳	> 6 h	9.3%	13.8%	16.2%	21.8%	25.9%
	极端最长	13 时 56 分	17 时 06 分	21 时	31 时 27 分	19 时 40 分

3 沿海地区雾相关因子分析

3.1 风向、风速

雾的生成与风速风向有密切的关系。本文利用 6 站点 49 a 每日 4 次资料进行统计,获得雾时次时其风速风向的分布特征(表 4 和图 6)。总体而言,雾绝大多数发生在风速小于等于 7 m/s 的情况,除西连岛(84.8%)外,各地区均达 98% 以上,且最集中的都在 3 m/s 以内,频次为 75% ~ 83%,其中大部分在 1 ~ 3 m/s 时最适宜;当风速超过 9 m/s 后,除西连岛占 6.0%,其他地区都不足 1%。可见,风速过大,湍流混合层较厚,阻碍近地面层冷却,不利于雾的形成。而适宜的风速既能使冷却作用扩展至

适当的气层中去,又不影响下层空气的充分冷却和水汽的保存,最有利于雾的形成。从不同季节(表 4)来看,大部分地区雾都以风速在 1 ~ 3 m/s 时出现最多,春季各地区 5 ~ 7 m/s 时次之,其他季节 1 m/s 以内次之。而西连岛地区相比其他地区距离海边最近,其风速普遍要大,春季雾日数在 3 ~ 5 m/s 最多,且在 5 ~ 7 m/s 内多达 9.4%。

从雾发生的风向分布(图 6)来看,江苏沿海地区雾多出现在 NNE—SSE 情况下。各地区略有差异,其中赣榆以 NE 和 ENE 为主,其他地区都是以东到东南风为主。总之,雾发生期间,偏东的分量占有重要比例。一个原因是海上的水汽源源不断输送,为雾的形成和发展提供有利条件;而另一方面,

表 4 沿海 6 测站雾天气下各风速段的频次分布
Table 4 Frequency distribution of wind speed in foggy weather at six observational stations in the coastal areas %

	≤1m/s	1 ~ 3 m/s	3 ~ 5 m/s	5 ~ 7 m/s	7 ~ 9 m/s	>9 m/s
赣榆	8.3/5.6/11.2/12.2	1.4/7.2/6.8/11.5	9.3/2.1/1.1/3.8	4.0/0.4/0.3/0.8	0.7/0/0/0.3	0.2/0/0/0.1
西连岛	4.1/1.8/2.8/5.1	10.4/3.8/2.8/10.6	12.2/5.6/1.0/6.2	9.7/4.8/1.0/2.9	4.8/2.6/0.1/1.5	3.5/0.8/0.4/1.3
射阳	6.2/7.7/10.3/6.8	15.8/11.4/12.6/11.9	6.2/2.1/1.4/2.7	2.1/0.3/0.2/1.3	0.2/0.1/0/0.3	0.2/0/0/0.1
大丰	4.6/6.7/10.0/6.1	13.8/12.4/16.1/11.1	6.3/2.5/1.7/3.0	2.0/0.3/0.3/1.1	0.7/0.1/0.1/0.4	0.4/0/0/0.3
如东	6.2/4.2/8.2/9.4	16.6/8.2/11.1/12.6	8.4/2.7/2.1/4.2	2.5/0.4/0.3/1.6	0.5/0.1/0.1/0.3	0/0/0/0.2
吕泗	6.5/4.5/6.9/10.0	15.5/9.8/9.5/12.4	9.3/3.1/1.1/4.3	3.2/0.4/0.2/1.5	0.6/0/0.1/0.6	0/0.2/0/0.2

注:表格内数据依次为春/夏/秋/冬的频次分布。

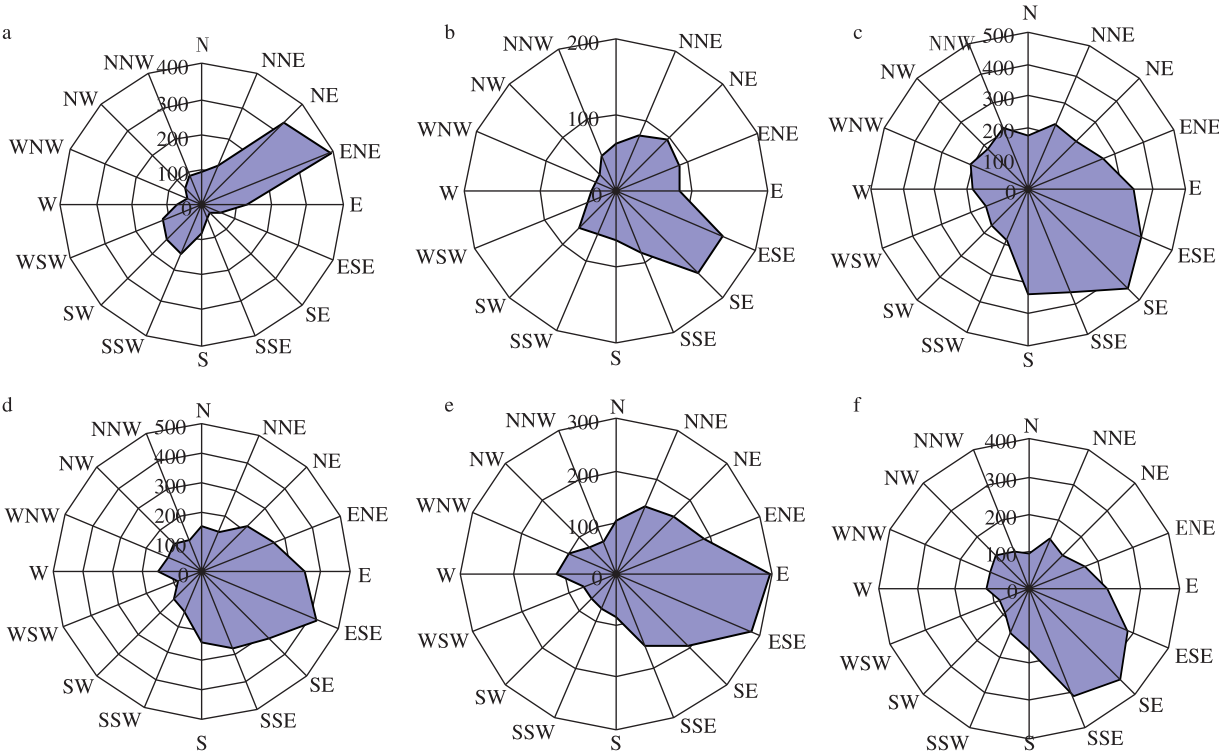


图 6 江苏沿海 6 测站有雾时的风向分布 (单位:次) a. 赣榆;b. 西连岛;c. 射阳;d. 大丰;e. 如东;f. 吕泗
Fig. 6 Distributions of wind direction when foggy at six observational stations in the coastal areas of Jiangsu a. Ganyu;
b. Xiliandao;c. Sheyang;d. Dafeng;e. Rudong;f. Lüsi

在近海地区有雾形成时,适宜的风向将其吹向陆地,造成沿海地区雾的形成。

3.2 沿海地区雾与海温的关系

从前面的分析可以看到,在春季海雾多发的季节,江苏沿海地区雾日数也出现峰值,可见海雾的频发是造成沿海地区雾多的一个重要的原因。许多研究^[29-30]表明,海雾多以平流冷却雾为主,而平流冷却雾是暖洋面上形成的暖湿气流输送到冷水面,低层空气下降至露点温度而成的雾,因此它的形成离不开海温场的作用及适当的海水表面温度与低空气温度的差值即海—气温差。这里选用从 1995—2006 年西连岛站温度数据和临近的连云港海洋站的水温月报表资料,统计海表面水温、海—气温差与海雾日数的关系。从雾日与海温关系(图 7)可以看到,雾日数频率在海温 5~10℃时最多,达 28.1%,当海温超过 10℃时,雾日数逐渐减少;半数以上(64%)的雾日出现在海温低于 15℃的条件下,其中 92%的雾日出现在海温低于 25℃,且海温高于 28℃的情况下雾极少出现。由表 5 可知,3—6 月为西连岛雾日多发期,约占总数 50%,平均海水温度为 7.45~22.24℃,海气温差为负值,其中平均雾日数最多的 4 月海气温差达 -1.48℃,这是由于入春

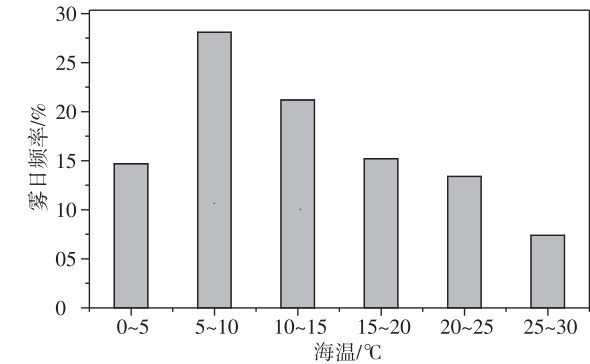


图 7 雾日数频率与海温的关系
Fig. 7 Relation between the fog frequency and SST

后环流调整,暖湿气团不断加强北抬,与西连岛近海冷海水区相接触,在海面表层垂直方向上海—气温差加大,热量交换加剧,水汽趋于饱和而凝结成雾。7—9 月海水平均温度高于 24℃,雾日数明显减少,可见海温高于一定的上限也不利于海雾的形成。

4 小结

- 1) 江苏沿海地区雾日数呈现出江淮地区 > 沿江江苏南地区 > 淮北地区的特点。
- 2) 江苏沿海地区逐年雾日数总体是一个先上升后下降的趋势,20 世纪 70 和 80 年代较多,进入

表 5 1995—2006 年西连岛站海温、气温及其差值和平均雾日数的月平均分布

Table 5 Monthly distribution of SST and air temperature,their difference,and fog frequency at Xiliandao station from 1995 to 2006

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
海温/℃	3.41	3.95	7.45	12.48	17.91	22.24	25.82	26.92	24.26	19.34	12.77	6.54
气温/℃	1.85	3.55	7.94	13.96	18.94	23.21	26.56	26.36	23.34	17.96	11.09	4.69
海气温差/℃	1.56	0.40	-0.49	-1.48	-1.03	-0.97	-0.74	0.56	0.92	1.39	1.67	1.86
平均雾日数/d	2.27	2.27	2.91	3.00	2.90	2.40	1.36	0.55	0.18	0.45	1.64	1.82

21 世纪后明显下降。沿海地区雾日数有明显的季节变化,总体呈春季和冬初季节多(主要在 3—6 月和 10—12 月)、夏秋季节少的分布特点。

3)一天当中雾大部分时段出现在 01—09 时,春秋季节雾频次最高的时段在早上的 06—07 时,冬季 07—08 时最多。各季节均以淡雾为主,中浓雾次之,且主要出现在夜里至早晨这段时间,强浓雾次数在 07 时(春季)或 08 时(冬季)前后达到最大。

4)各地雾过程出现的频次随着雾持续时间的增加而减少。持续时间较长的雾的概率在增加,并且雾持续时间极端最长在近年来有上升趋势。

5)江苏沿海地区雾绝大多数发生在风速 7 m/s 以内的情况,以 1~3 m/s 最为适宜,且多出现在 NNE—SSE 情况下。

6)雾季平均海水温度为 7.45~22.24℃,海气温差为负值,92% 的雾日出现在海温低于 25℃ 的情况下。

参考文献:

[1] 许绍祖,尹球. 雾能见距离和光衰减系数的参数化公式[J]. 气象科学,1988,8(4):62-68.

[2] Waldman J M,Munger J W,Jacob D J,et al. Chemical composition of acid fog[J]. Science,1982,218:677-682.

[3] 封洋,张国正,朱彬,等. 一次罕见的辐射—平流雾研究(Ⅱ)——雾水化学性质分析[J]. 气象科学,2009,29(1):17-24.

[4] 刁学贤. 青岛及其近海海雾的统计分析[J]. 海洋预报,1992,9(3):45-55.

[5] Lewis J M,Koracin D,Redmond K T. Sea fog research in the United Kingdom and United States;a historical essay including outlook[J]. Bull Amer Meteor Soc,2004,85(3):395-408.

[6] Cho Y,Kim M,Kim B. Sea fog round the Korean peninsula[J]. J Appl Meteor Climatol,2000,39:2473-2479.

[7] 张苏平,鲍献文. 近十年中国海雾研究进展[J]. 中国海洋大学学报,2008,38(3):359-366.

[8] 王鑫,黄菲,周发. 黄海沿海夏季海雾形成的气候特征[J]. 海洋学报,2006,8(1):26-34.

[9] 何云开,黄健,贺志刚,等. 南海北部近岸春季海雾的年际变化[J]. 热带气象学报,2008,27(5):6-11.

[10] 孔宁谦. 广西沿海雾的特征分析[J]. 广西气象,1997,18(2):

41-45.

[11] 侯伟芬,王家宏. 浙江沿海海雾发生规律和成因浅析[J]. 东海海洋,2004,22(2):9-12.

[12] 江敦双,张苏平,陆维松. 青岛海雾的气候特征和预测研究[J]. 海洋湖沼通报,2008(3):7-12.

[13] 刘秀梅,叶凤娟,邹涛,等. 天津近海沿岸雾的分析[J]. 天津航海,2005(2):50-51.

[14] 梁军,张胜军,隋洪起,等. 大连地区大雾特征[J]. 应用气象学报,2009,20(1):28-35.

[15] Korahin D,Businger J A,Dorman C E,et al. Formation, evolution, and dissipation of coastal sea fog[J]. Bound-Layer Meteor,2005,117:447-478.

[16] 王彬华. 海雾[M]. 北京:海洋出版社,1983:59-67.

[17] 陈潇潇,郭品文,罗勇. 中国不同等级雾日的气候特征[J]. 气候变化研究进展,2008,4(2):106-110.

[18] 童尧青,银燕,许退祺,等. 南京地区雾的气候特征[J]. 南京气象学院学报,2009,32(1):115-120.

[19] 李子华,杨军,石春娥,等. 地区性浓雾物理[M]. 北京:气象出版社,2008:1-2.

[20] 濮海娟,严文莲,商兆堂,等. 南京冬季雾爆发性增强的物理特征研究[J]. 高原气象,2008,27(5):1111-1118.

[21] 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.

[22] 林卫华,蒋荣复,王正廷. 湄洲湾海雾的发生规律和成因分析[J]. 海洋学研究,2008,26(3):71-76.

[23] 石春娥,杨军,邱明燕,等. 从雾的气候变化看城市发展对雾的影响[J]. 气候与环境研究,2008,13(3):327-336.

[24] 郭立平,张素云. 冀中滨海平原大雾的形成特征及变化[J]. 南京气象学院学报,2007,30(3):359-364.

[25] 高歌. 1961—2005 年中国霾日气候特征及变化分析[J]. 地理学报,2008,63(7):761-768.

[26] 范新强,孙照渤. 1953—2008 年厦门地区的灰霾天气特征[J]. 大气科学学报,2009,32(5):604-609.

[27] Chen Longxun,Zhu Wenqin,Zhou Xiuji,et al. Characteristics of heat island effect in Shanghai and its possible mechanism[J]. Adv Atmos Sci,2003,20(6):991-1001.

[28] 李子华,杨军,黄世鸿. 考虑湿度影响的城市气溶胶粒子白天温度效应[J]. 大气科学,2000,24(1):256-263.

[29] 陈绍鑫,常美桂,曲维政,等. 关于海雾生成的探讨[J]. 青岛海洋大学学报,1994,24(3):326-331.

[30] 王厚广,曲维政. 青岛地区的海雾预报[J]. 海洋预报,1997,14(3):53-57.