

长江口北部沿海地区雾的气候特征 及其与气象要素的关系

杨亚新

(南通航运职业技术学院 航海系, 江苏 南通 226010)

摘要:为了掌握长江口北部沿海地区雾的生消规律以及为其开展雾的生消预测提供参考依据,利用 1981—2010 年南通、启东、海门三个气象观测站地面气象观测资料,统计分析长江口北部沿海地区雾的气候特征及其与气象要素的关系。结果表明:长江口北部沿海地区的雾具有较明显的年际变化特征,平均每年有 16—17 天,出现浓雾(能见度 ≤ 0.5 km)的概率达 60%以上;季节变化明显,冬季最多、春季和秋季其次、夏季最少;主要发生在下半夜到清晨,日出以后雾逐渐消散。有利于长江口北部沿海地区雾形成的气象条件是:相对湿度 90%以上,风向为 E-ESE-SE-SSE,风速 4 m/s 以下,海平面气压在 1 01.5~1 03.0 kPa 之间,气温在 2℃~20℃ 的区间内。风速越小,相对湿度越大,形成的雾越浓。

关键词:长江口北部沿海地区;雾;气候特征;气象要素

中图分类号:P426.4

文献标识码:A

文章编号:1671-9891(2018)02-0028-07

0 引言

雾是指近地面层中悬浮的小水滴、小冰晶或两者的混合物使水平能见度小于 1 km(或 0.5 n mile)的天气现象。雾是影响海面能见度的首要因素。不论在海上还是在港口,雾对船舶的活动都有直接的影响。在雾中航行,即使备有雷达等现代化导航仪器,仍有偏航、搁浅、触礁和碰撞的危险。因此,船舶驾驶人员必须具备有关雾的知识,掌握雾的生消规律。

长江口海域是海上船舶航行密集区,船舶流量大,航向交叉,航行条件复杂。而这个地区又正位于中纬度过渡带、海陆相过渡带和气候过渡带的重叠地区,是我国沿海多雾区之一。因此,开展长江口北部沿海地区雾的气候特征分析,提出有利于雾形成的气象要素指标,对在船舶条件下预测长江口北部沿海地区雾的生消,提前做好防雾措施,提高船舶的航行安全具有重要意义。

我国在对沿海地区雾的研究方面,已有不少成果。从研究内容来看,有天气气候学方面的研究,也有数值研究,还有卫星遥感实时监测技术研究。^[1-9]从研究海域来看,以对黄海东南部地区海雾的研究居多,对浙江沿海、北部湾以及大连海域雾的研究也有不少,但近年来对长江口沿海地区雾的研究不多见。本文利用 1981 年至 2010 年南通、启东、海门三个气象观测站地面气象观测资料,统计分析长江口北部沿海地区雾的气候特征及其与气象要素的关系,得到了长江口北部沿海地区雾形成的气象要素指标,为该地区雾的生消预测提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本文选取南通、启东、海门三个气象观测站作为研究长江口北部沿海地区雾的代表性站点。所用资料来自南通、启东、海门三个气象观测站 1981 年至 2010 年北京时间 02:00、08:00、14:00、20:00 的地面气象观测资料,包括能见度、气压、气温、风向、风速、湿度等。

1.2 雾的等级划分与雾日确定

参考雾的黄色、橙色和红色预警信号标准,同时能使分析结果应用于航海活动,本文将小于等于 1 km 的雾分成四个等级,一级(红色预警):能见度 ≤ 0.05 km;二级(橙色预警): 0.05 km<能见度 ≤ 0.2 km;三

收稿日期:2018-01-10

作者简介:杨亚新(1967—),女,江苏南通人,南通航运职业技术学院航海系教授。

级(黄色预警) $0.2 \text{ km} < \text{能见度} \leq 0.5 \text{ km}$,四级 $0.5 \text{ km} < \text{能见度} \leq 1.0 \text{ km}$ 。同时 ,规定每日 4 个定时观测时次中只要出现一次(或一次以上)能见度小于等于 1 km 的雾即为一个雾日。

1.3 季节划分

在讨论雾的季节变化时 ,按照气候上季节划分标准 ,将 12 月—2 月、3 月—5 月、6 月—8 月、9 月—11 月分别定义为冬季、春季、夏季和秋季。

2 长江口北部沿海雾的气候特征分析

2.1 年际变化特征

1981 年至 2010 年间 ,海门、启东、南通三个站雾日总数分别为 493 天、467 天、462 天 ,三个站的年平均雾日基本相当 ,为 16~17 天。所有的雾日中 ,不同等级雾的出现日数各站有所不同(见图 1) ,三站平均而言 ,一级、二级、三级、四级雾出现概率别为 16.9 %、23.3 %、23.3 %、36.5 % ,即一级雾日最少 ,二级、三级雾日基本相当 ,四级雾日最多。出现浓雾(能见度 $\leq 0.5 \text{ km}$)的概率达到了 64.5 % ,海门更是达到了 70 %。由此可见 ,长江口北部沿海雾日中 ,出现浓雾的概率相对较高。

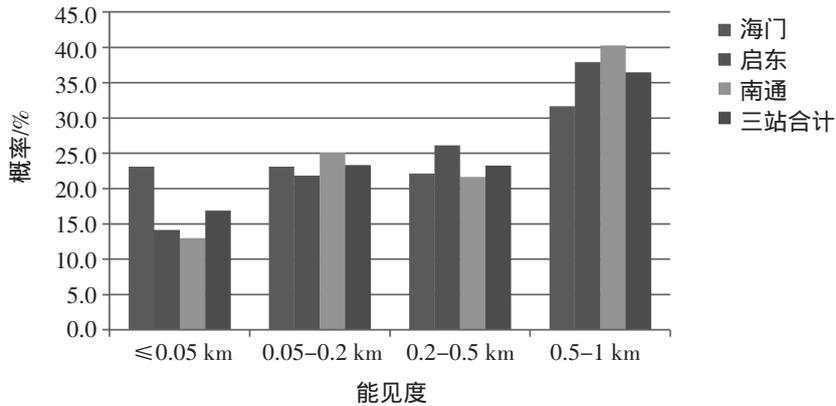


图 1 不同等级雾出现的概率

图 2 为 1981 年至 2010 年海门、启东、南通雾日的年际变化曲线。由图 2 可见 ,长江口北部沿海地区雾日具有明显的年际变化特征 ,20 世纪 80 年代和 90 年代偏多 ,2000 年以后略有减少 ,最多的年份达到 35 天(1987 年 ,南通) ,最少的年份只有 3 天(2005 年 ,南通)。南通、启东、海门具有相似的雾日年际变化特征。据统计 ,30 年中 ,三个站同时出现雾的天数约占各站总雾日数的 50 %左右 ,这说明影响长江口北部沿海地区雾形成的天气形势大致相同 ,但由于各站的地域差异 ,各站出现雾的时间早晚和日数有所不同。

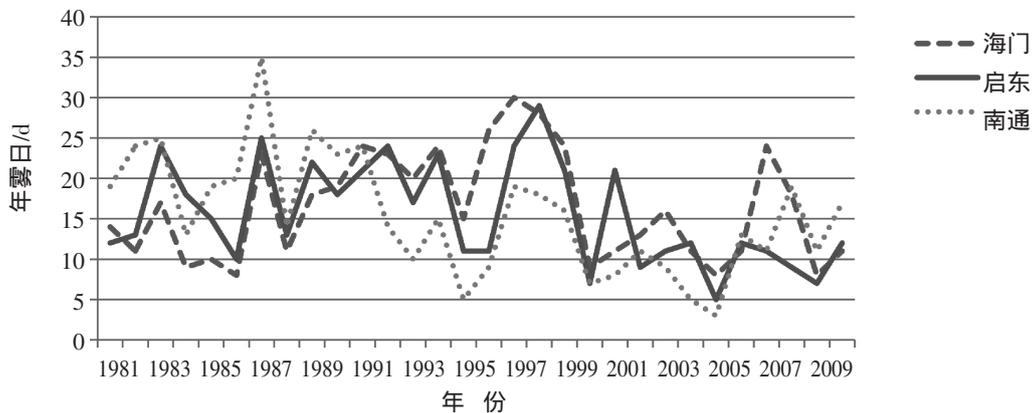


图 2 1981 年至 2010 年雾日的年际变化

2.2 季节变化特征

图 3、图 4 分别为 1981 年至 2010 年海门、启东、南通雾日的月际和季节变化。由图 3、图 4 可见 ,长江口北部沿海地区一年四季都有雾的发生 ,但雾的发生时间具有明显的季节变化特征。从 1 月开始 ,雾日逐渐减少 ,8 月雾日最少 ,8 月以后 ,雾日又逐渐增多 ,12 月雾日最多(南通 4 月雾日最多 ,稍多于 12 月)。雾主要发

生在冬春季节,占 70%以上,冬季最多约占 40%,其次为春季和秋季,分别约占 31%、22%,夏季很少发生,约占 3.5%。

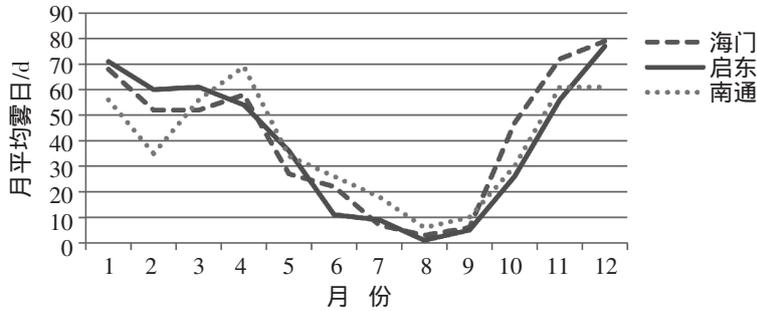


图 3 1981 年至 2010 年雾日的月际变化

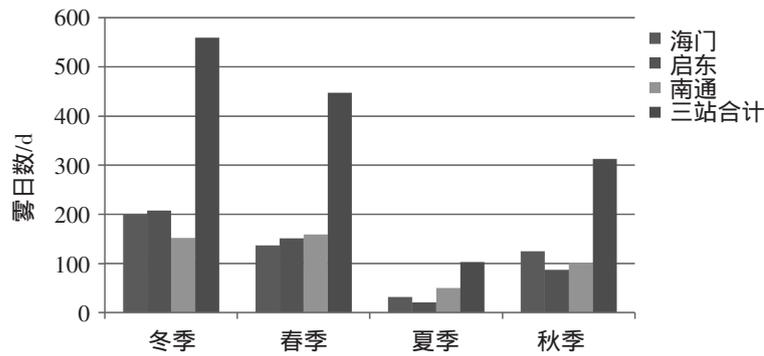


图 4 1981 年至 2010 年雾日的季节分布

秋冬季雾多的原因可能是与 10 月份以后,北方冷空气频繁南下影响长江口北部沿海地区,该地处于变性冷高压控制之下,近地面层大气层结较为稳定,夜间辐射降温较强,加上前期锋面降水,空气中水汽较为充沛,空气易于达到饱和而形成雾。春季暖湿空气开始活跃,长江口北部沿海地区水汽供应充足,北方冷空气势力尚未减退,一有冷空气南下,暖湿空气冷却,很容易形成雾,所以春季也是多雾季节。夏季温度高,云量多,夜间辐射冷却作用不明显,空气难以达到饱和而形成雾,所以雾日最少。

2.3 日变化特征

表 1 为海门、启东、南通各时次雾出现的概率。由表 1 可见,海门、启东的雾主要出现在上午 08 时,占 80%以上,南通的雾主要出现在凌晨 02 时和上午 08 时,以上两个时次分别出现以及同时出现雾的日数占 88%以上。一天中有两个时次及以上同时出现雾的概率不大,三站平均而言,不到 10%。30 年中全天四个时次都有雾出现的仅 4 次,占比不到 1%。由此可见,长江口北部沿海地区的雾主要发生在下半夜到清晨,日出以后雾逐渐消散。这主要是由于下半夜到清晨气温低,湿度大,风速小,有利于雾的形成。

表 1 海门、启东、南通各时次的雾出现的概率

时次/h	02	08	14	20	02,08	08,14	08,20	08,14,20	02,08,14	02,08,14,20
海门	0.0%	89.6%	1.4%	4.5%	0.0%	1.2%	2.4%	0.8%	0.0%	0.0%
启东	0.0%	83.2%	1.3%	8.8%	0.0%	0.9%	5.2%	0.6%	0.0%	0.0%
南通	15.0%	56.5%	2.0%	5.0%	17.2%	1.3%	1.3%	0.4%	0.4%	0.9%
合计	4.9%	76.7%	1.6%	6.1%	5.6%	1.1%	3.0%	0.6%	0.1%	0.3%

3 长江口北部沿海雾与各气象要素之间的关系

雾的形成与消散和气象条件密切相关,分析雾与各气象要素之间的关系,对于预测雾的生消具有重要意义。由于海门、启东、南通具有较为相似的气候特点,本文以启东为例,分析雾与各气象要素之间的关系。

3.1 与风向的关系

1981 年至 2010 年的 30 年中,启东能见度 ≤ 1.0 km 的雾日出现 467 天,其中静风 97 次,占 20.8%。图 5 为启东非静风雾日中各风向所占百分比。在非静风雾日中,各种风向都有出现,其中 SE 风出现概率最大

(占 15.4 %) ,其次为 ESE 风(占 11.6 %)、NW 风(占 10.3 %)和 E 风(占 10 %)。其余风向出现概率相对较小 ,都在 10 %以下 ,其中 SSW 风出现概率最小 ,仅占 1.6 %。以风向所在的象限统计 ,东南象限风(E-ESE-SE-SSE)合计占 40.5 % ;西北象限风(W-NNW-NW-NNW)合计占 28.9 % ;东北象限风(N-NNE-NE-ENE)合计占 17.6 % ;西南象限风(S-SSW-SW-WSW)合计占 13.0 %。由此可见 ,雾发生时 ,来自东南象限的风最多 ,其次为西北象限的风。

雾日风向具有较明显的季节变化。由图 6 可见 ,春季和夏季 ,雾日风向以 E-ESE-SE-SSE 为主 ,分别占 53.2 %和 73.7 % ,秋季和冬季 ,雾日风向以 W-NNW-NW-NNW 为主 ,分别占 44.3 %和 35.8 % ,但 E-ESE-SE-SSE 也占了较大比例 ,分别占 29.1 %和 29.5 %。

一般认为 ,我国东部沿海的雾出现的有利风向为 E-SE-S ,这些风向有利于暖湿空气的输送 ,增加空气中的水汽。但在启东出现雾的情况下 ,W-NW-N 风也占了较大比例。分析原因 ,主要是因为雾形成的根本原因是近地面层的水汽达到饱和 ,凝结而形成。只要水汽条件和冷却条件满足 ,近地面层空气中的水汽便可达到饱和而形成雾。分析发现 ,启东有雾时 NW 风的情况下 ,平均相对湿度达到 97.4 % ,高于 SE 情况下 97 %的平均相对湿度。这说明在成雾前空气中已有充足的水汽输送 ,成雾时空气中水汽含量充足 ,这时弱的偏北风反而有利于地面降温 ,从而更易形成雾。由此可见 ,在空气中水汽充足的情况下 ,风向不是雾形成的主要影响因子 ,只有当空气中水汽不足的情况下 ,风向的作用才会显现出来 ,偏南风更有利于雾的形成。

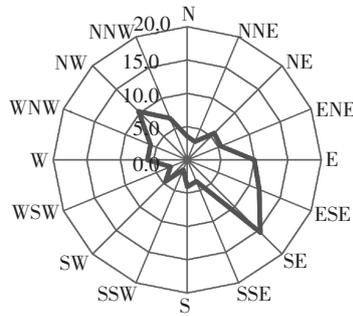


图 5 非静风雾日中各风向所占百分比/%

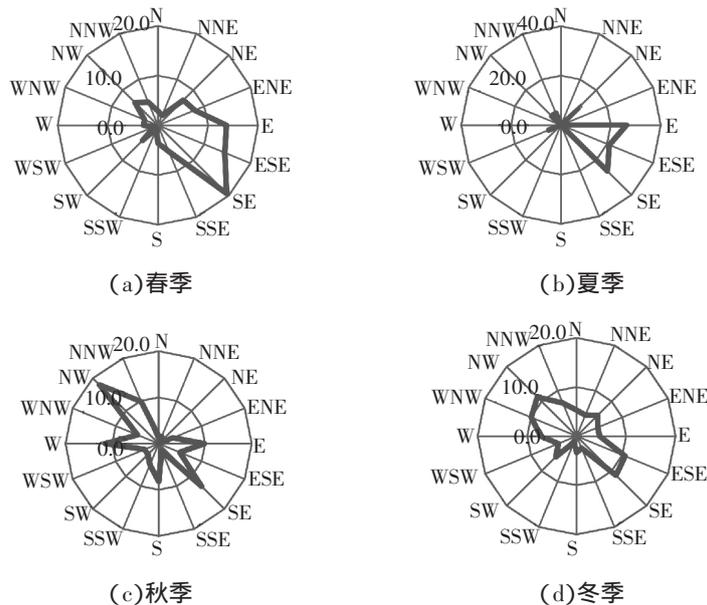


图 6 不同季节非静风雾日中各风向所占百分比/%

3.2 与风速的关系

由图 7 可见 ,启东的雾在 0~10 m/s 的风速条件下均可发生 ,但 93 %的雾发生在 4.0 m/s 以下的风速条件

下,87%的雾发生在3.0 m/s 以下的风速条件下,21%的雾发生在静风条件下,雾发生的平均风速为2.1 m/s。另外,统计表明,能见度越小,风速也越小。能见度≤0.05 km 的强浓雾,静风时雾出现次数最多,90%以上的雾出现在2.0 m/s 以下的风速中,雾出现的平均风速为0.9 m/s;0.05 km<能见度≤0.2 km 的雾,2.0 m/s 时雾出现次数最多,92%以上的雾出现在3.0 m/s 以下的风速中,雾出现的平均风速为1.5 m/s;0.2 km<能见度≤0.5 km 的雾,2.0 m/s 时雾出现次数最多,90%以上的雾出现在4.0 m/s 以下的风速中,雾出现的平均风速为2.3 m/s;0.5 km<能见度≤1.0 km 的雾,3.0 m/s 时雾出现次数最多,92%以上的雾出现在4.0 m/s 以下的风速中,雾出现的平均风速为2.3 m/s。

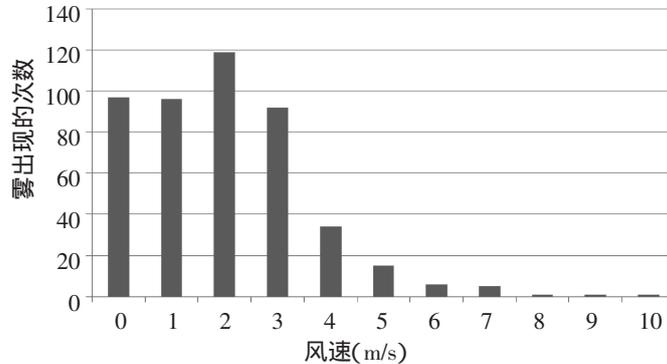


图7 雾出现的次数与风速的关系

表2 不同等级雾出现时的平均风速(m/s)

能见度/km	≤0.05	0.05~0.2	0.2~0.5	0.5~1.0
平均风速(m/s)	0.9	1.5	2.3	2.3

以上分析表明,雾的形成需要有一定的风速条件,绝大部分的雾形成于4.0 m/s 以下的风速条件下。雾的强度越强,所要求的风速越小,即在水汽充足的情况下,风速越小,越有利于雾的形成和维持,风速太大不利于雾的形成和维持。这主要是因为风速小,有利于地面辐射冷却,易使空气的水汽达到饱和而形成雾,形成的雾也不易被吹散;风速太大,空气对流强,容易将上层热量下传,削弱低层空气的冷却作用,不易生成雾,即使有雾生成,也容易将雾吹散。

3.3 与相对湿度的关系

由图8可见,相对湿度在84%~100%之间均有雾出现,但98%的雾出现在相对湿度大于90%的情况下,雾出现的平均相对湿度为97.4%。不同等级的雾对应的相对湿度也不同。由表3可见,能见度越小,相对湿度越大。50 m 以下的强浓雾中,60%以上的雾日相对湿度达到100%,平均相对湿度达到99%。由此可见,雾的形成与空气湿度具有非常密切的关系。

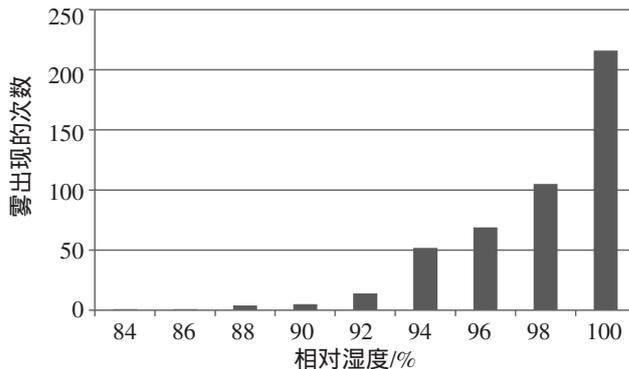


图8 雾出现的次数与相对湿度的关系

表3 不同等级雾出现时的平均相对湿度/%

能见度/km	≤0.05	0.05~0.2	0.2~0.5	0.5~1.0
相对湿度/%	99.0	97.7	97.4	96.7

3.4 与气压的关系

由图 9 可见 ,启东出现雾时的海平面气压在 100.0~103.5 kPa 之间 ,平均海平面气压为 101.9 kPa。雾较为集中地出现在海平面气压为 101.5~103.0 kPa 的范围内 ,占 72 %。不同季节有雾时的平均海平面气压有所不同 ,冬季最高 ,为 102.28 kPa 秋季、春季其次 ,分别为 101.96 kPa 和 101.45 kPa ;夏季最小 ,为 100.63 kPa ,具体如表 4 所示。

由此可见 ,雾的形成需要一定的气压条件。气压过低 ,天气形势上可能表现为暖低压控制 ,常常伴有上升运动 ,气层不稳定 ,不利于雾的形成 ;气压过高 ,可能为强冷空气过境 ,风速较大 ,也不利于雾的形成。

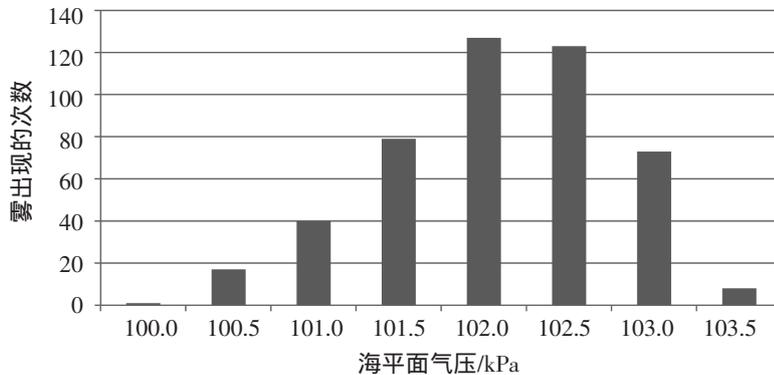


图 9 雾出现的次数与海平面气压的关系

表 4 不同季节出现雾时的平均海平面气压/kPa

季节	冬季	秋季	春季	夏季
平均海平面气压	102.28	101.96	101.45	100.63

3.5 与气温的关系

对雾形成起决定作用的是气温露点差或相对湿度 ,雾形成时对温度的要求并不严格 ,但仍存在一些规律 ,当温度过高时不利于地面辐射冷却 ,同时空气的饱和水汽压相应增大 ,空气难以达到饱和而形成雾。统计结果表明(图 10) ,启东雾发生时的气温在 -6 ℃~28 ℃之间 ,但较多的集中在 2 ℃~20 ℃的区间内 ,占 90 %。气温零下时出现的雾较少 ,仅占 0.9 %。当温度大于 28 ℃时就无雾出现。

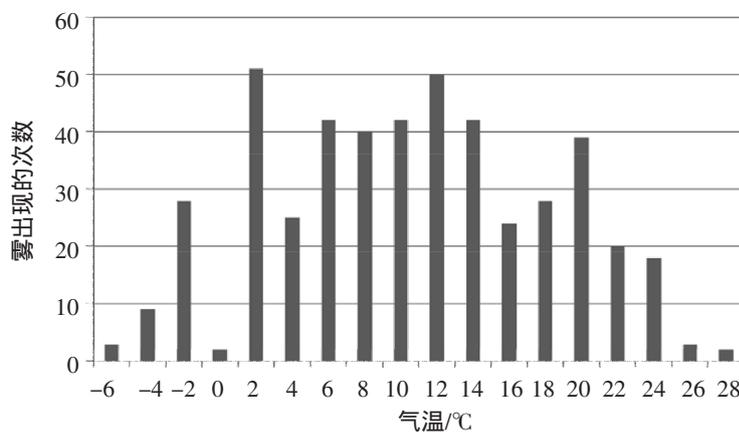


图 10 雾出现的次数与气温的关系

4 结束语

通过以上分析 ,得到长江口北部沿海地区雾的气候特征及其与气象要素的关系。长江口北部沿海地区的雾具有较明显的年际变化特征 ,最多的年份达到 35 天 ,最少的年份只有 3 天 ,平均每年 16~17 天。一年中出现浓雾(能见度 ≤ 0.5 km)的概率较大 ,占有雾日的 60 %以上。长江口北部沿海地区的雾季节变化明显 ,冬季最多 ,约占 40 % ,其次为春季和秋季 ,分别约占 31 %和 22 % ,夏季很少发生 ,约占 3.5 %。长江口北部沿

海地区的雾主要发生在下半夜到清晨,日出以后雾逐渐消散,持续两个及两个以上时次不消散的雾日不到10%。雾的发生与气象要素关系密切。风向E-ESE-SE-SSE、风速4 m/s以下、相对湿度90%以上、海平面气压在1 015~1 030 hPa之间、气温在2℃~20℃的区间内较有利于长江口北部沿海地区雾的形成。这些结论对于长江口北部沿海地区雾的短期预测有一定参考价值,对长江口附近航海保障具有指导意义。由于雾的形成机理复杂,关于长江口北部沿海地区雾发生的天气形势、形成机制还有待进一步研究。

参考文献:

- [1]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,(2):9-12.
- [2]周发琇,王鑫,鲍献文.黄海春季海雾形成的气候特征[J].海洋学报,2004,(1):28-37.
- [3]王鑫,黄菲,周发琇.黄海沿海夏季海雾形成的气候特征[J].海洋学报,2006,(1):26-34.
- [4]卢峰本,黄滢,覃庆第.北部湾海雾气候特征分析及预报[J].海洋预报,2006,(9):68-72.
- [5]黄彬,高山红,宋煜,等.黄海平流海雾的观测分析[J].海洋科学进展,2009,(1):16-27.
- [6]黄彬,毛冬艳,康志明,等.黄海海雾天气气候特征及其成因分析[J].热带气象学报,2011,(6):920-929.
- [7]汤鹏宇,何宏让,阳向荣.大连海雾特征及形成机理初步分析[J].干旱气象,2013,(1):62-69.
- [8]傅刚,王菁茜,张美根,等.一次黄海海雾事件的观测与数值模拟研究——以2014年4月11日为例[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2004,(5):720-726.
- [9]鲍献文,王鑫,孙立潭,等.卫星遥感全天候监测海雾技术与应用[J].高技术通讯,2005,(1):101-106.

(责任编辑:顾力豪)

Climatic Characteristics of Fog and Its Relationship with Meteorological Elements in the Northern Coastal Area of the Yangtze River Estuary

YANG Ya-xin

(Dept. of Navigation, Nantong Vocational & Technical Shipping College, Nantong 226010, China)

Abstract: In order to make ship's crew understand the regular pattern of fog setting or lifting in the northern coastal area of the Yangtze River estuary and provide reference for its prediction of fog, based on the ground meteorological observation data of three meteorological stations in Nantong, Qidong and Haimen between 1981 and 2010, the climatic characteristics of fog in the northern coastal area of the Yangtze River estuary and its relationship with meteorological elements were analyzed statistically. The results show that the fog in the northern coastal area of the Yangtze River estuary is featured by obvious inter-annual variation. The average is 16-17 days annually. The probability of the dense fog (visibility ≤ 0.5 km) is more than 60%. Seasonal changes of fog are obvious, mostly in winter, followed in spring and autumn, and the least in summer. The fog mainly occurs from midnight to morning and dissipates after sunrise. The relative humidity is over 90%, the wind direction is E-ESE-SE-SSE, the wind speed is below 4m/s, the sea level pressure is between 101.5 and 103.0 kPa, and the temperature is in the range of 2℃-20℃, all of which are favorable conditions for fog formation. The smaller the wind speed is, the greater the relative humidity is, and the thicker the fog is formed.

Key words: northern coastal area of Yangtze River estuary; fog; climatic characteristics; meteorological factors