

黄海西部2005—2007年海雾演变的气候特征研究

王绪翔, 邵利民, 曹祥村

(海军大连舰艇学院军事海洋系, 辽宁大连 116018)

摘 要:海雾对沿海地区的交通运输、工农业生产等影响很大,需要开展深入研究,以探索其生消演变规律。本文选择黄海西部的成山头、青岛、海阳、日照等4个测站为代表性测站,分析了2005—2007年海雾发生期间的位势高度、海温、海表面风场、相对湿度、稳定度及散度等要素场特征,着重探讨了海雾演变的气候特征。研究表明:500 hPa高空槽前位于黄海上空时有利于成雾;海温异常低的年份雾日较多;风向、散度和低层的层结稳定度是影响黄海海雾的主要因素;地理位置也是影响黄海海雾变化的重要因子;黄海海雾的水平分布具有南北空间不一致的特点。

关键词:黄海海雾;气候特征;不一致性;JRA-25资料

中图分类号:P732 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-0239(2012)03-0062-07

1 引言

海雾是一种发生在大气边界层中与海上大气低水平能见度相伴随的天气现象,对船舶进出口和海上航行安全影响很大。国外海雾研究很多关注的是近岸地区的海雾过程,Woodcock^[1]、Cho等^[2]利用大气下垫面的水文资料分别对科德角和朝鲜半岛周边海域海雾的形成机制进行解释,Lewis等^[3]对加利福尼亚沿岸海雾的形成和消散机制进行分析。国内大量的海雾研究和分析都集中在黄海海区,王彬华^[4]对中国近岸的海雾发生频率做过统计,认为黄海是几个边缘中海雾出现频率最高的海区;周发琇等^[5]、王鑫等^[6]、张红岩等^[7]分别从黄海海雾不同季节的气候特征以及年际变化出发分析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;曹祥村等^[8]、FU GANG等^[9]利用大气数值模式对海雾形成的影响因素进行数值模拟试验;孙连强等^[10]分析了丹东附近海域的海雾特征。这些研究只是研究了影响黄海海雾分布的主要因素或局地海域的海雾分布特征,并没有分析黄海南北海雾分布差异的原因,本文不仅分

析了影响黄海海雾分布的气候特征,也分析了影响南、北黄海海雾分布差异的主要原因。

本文通过2005—2007年3年的位势高度场、海温、海表面风场、相对湿度、稳定度及散度等要素分布,并挑选了成山头、青岛、海阳、日照4个站为代表,得出不同海洋及气象要素对黄海海雾的生成贡献大小的时空分布特征。本文的结论将为今后的黄海海雾的预报提供参考。

2 资料及处理方法

2.1 资料

本文采用资料为气象信息综合分析处理系统MICAPS地面观测资料,内容包括2005—2007年每隔3小时观测一次的站点常规气象观测记录(能见度、现在天气、低云量等);这3年4—8月的卫星反演海面矢量风的QuikSCAT月平均资料,水平分辨率为 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$;日本JRA-25(Japanese 25 year Reanalysis)提供的月平均比湿、气温、风场资料,气候平均态的海表面温度异常数据,水平分辨率为 $1.25^{\circ} \times 1.25^{\circ}$,铅直方向上共23层;NOAA

收稿日期:2011-07-27

作者简介:王绪翔(1988-),男,在读研究生,主要从事水文气象保障。E-mail: see521@qq.com

系列卫星的 AVHRR 探测器 4 km 分辨率的月平均海表面温度的数据; NCEP/NCAR 高空及地面气压场观测资料提供的 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 的每隔 6 h 观测一次的位势高度数据资料。

2.2 处理方法

(1) 选取成山头、青岛、海阳和日照 4 个台站作为黄海西部沿海区域的代表站(见表1), 对各测站每月雾日数进行统计。

(2) 本文对雾日做了如下定义: 在某观测站一天当中的 6 个观测时次中, 至少有一次观测到海雾, 则称该日为雾日。

(3) 对多雾年和少雾年在环流结构、海表面温度距平、风向、散度、稳定度等的主要差异进行分析。

(4) 对成山头站和青岛站进行对比分析, 得出影响各自地区海雾多少的主要影响因素。

表1 测站的基本地理信息

区站号	站名	经度	纬度	高度 (m)
54776	成山头	122°41'	37°24'	47.7
54857	青岛	120°20'	36°04'	76.0
54863	海阳	121°10'	36°46'	65.2
54945	日照	119°32'	35°23'	16.1

3 2005—2007年月雾日分布特征

利用 MICAPS 观测数据进行统计分析, 并绘制了 2005—2007 年各站各月的雾日分布图(见图1)。从图中可以看到, 黄海海雾盛季一般从 4 月开始, 到 8 月结束, 6、7 月雾日数最多, 成山头站 2005 年 6 月雾日最多达 27 天, 3 月之前, 8 月之

后, 海雾较少发生。对于大部分测站, 2006 年 6 月份的雾日数明显比 2005 年和 2007 年 6 月的多, 青岛站 2006 年 6 月雾日数为 21 天, 海阳站为 8 天, 日照站为 7 天, 都多于 2005 年和 2007 年相同月份。另外, 各测站 2007 年 7 月的雾日数都比 2005 年和 2006 年 7 月的少, 其中日照站最少只有 2 天。

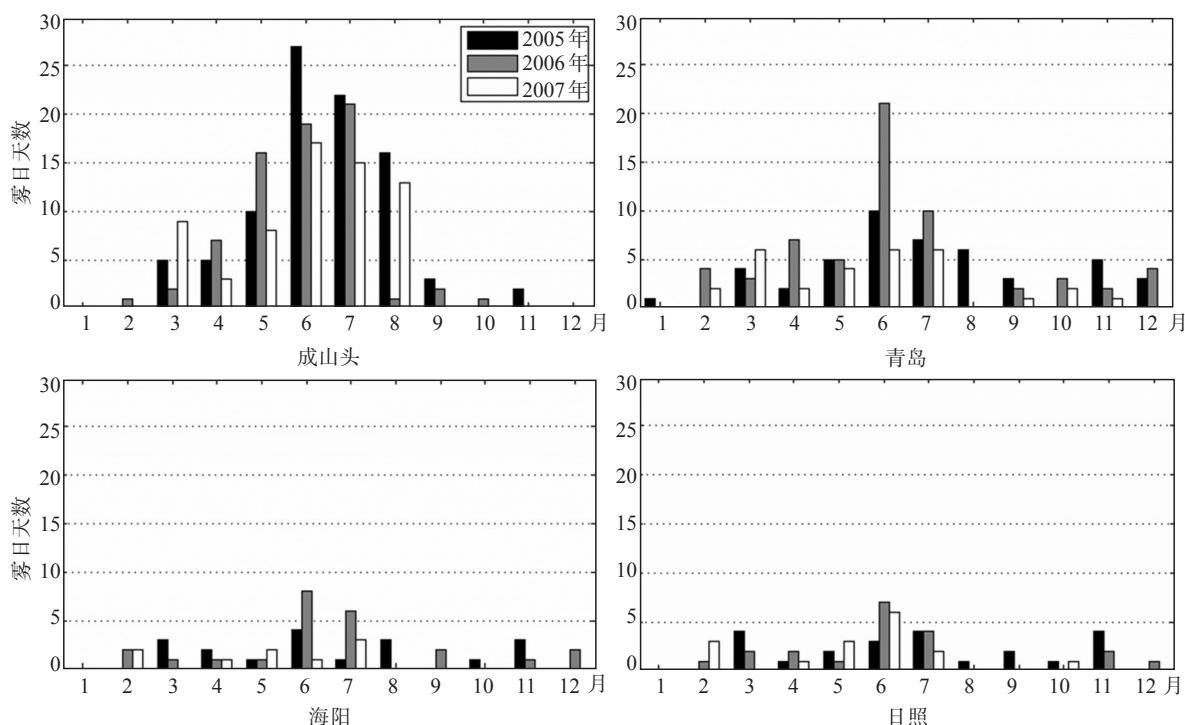


图1 2005—2007年各站各月的雾日天数

从图1可以看出,黄海南部、北部海雾的分布存在差异,这与北部陆地较多、南部海域较宽广有关。

4 海雾分布的气候因子分析

4.1 环流形势

为了分析海雾发生期间空中环流形势特征,统计了2005—2007年6月和7月500 hPa月平均的位势高度场,计算范围 60° — 140° E, 20° — 60° N。通过对这3年6月的500 hPa月平均位势高度场(见图2)的分析,可以发现2006年6月黄海海区位于高空槽线附近,2005年6月也处于高空槽前,槽的强度比2006年的弱很多。高空槽前对应地面正涡度平流,利于气流的辐合,使水汽聚集,利于成雾。2007年6月处于弱脊脊前,不利于海雾的

形成。

2005年、2006年和2007年7月份的黄海上空的环流形势在北部基本相同,南部的副热带高压的强度和范围有很大区别。在副热带高压的边缘,地面往往处于匀压区内,风力较小,副热带高压边缘的暖湿气流配合地面适宜的风向、风速,有利于雾的出现,7月份随着副高的北移,当山东半岛位于西太平洋副热带高压的西北部边缘时,高空西南风盛行,有足够的暖湿空气,会利于成雾,副高增强时,雾日数增多。从图2中2005—2007年7月份500 hPa月平均位势高度场可以看到,2005、2006年的588线的形势比较相近,所处位置相差不大,但比2007年的位置更靠北,平均达到 31° — 33° N、强度也比2007年的强,更有利于海雾的形成和维持,这与2005、2006年7月的雾日数比2007年的多是一致的。

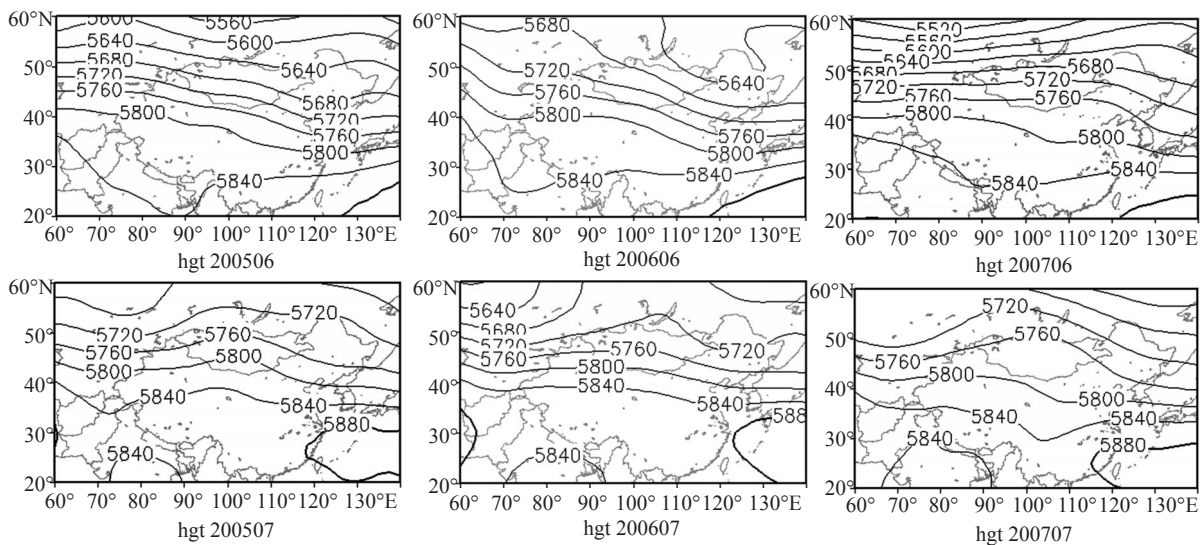


图2 2005—2007年6月、7月500 hPa月平均位势高度场

4.2 海温距平场分析

由于资料的限制,本文海温各月平均值是利用1979年1月—2004年12月26年各月的数据平均计算得到的。通过本月的海温减去平均值就得到各月的海温距平场。计算范围是 116° — 132° E, 24° — 42° N。平流冷却雾是指暖空气平流到冷海面降温冷却达到饱和而成雾,所以海温异常低有利于海雾的发生。从图3可以看出,2006年6月海表面温度分布与平均态差异显著,海温呈现负距

平,从雾日数统计来看,这个月也是3年中海雾异常多的月份。2006年6月海温在 36° N, 124° E附近存在一个负距平中心,中心值达到 -1.6°C ;2005年6月,在成山头站东部海域存在一负距平中心,中心值为 -0.8°C ,这与2006年总体上比2005年雾日数偏多的事实相符。2007年6月和7月雾日数都较少(从成山头站、海阳站和青岛站可以明显看出),而从2007年6、7月份的海温距平图可以看出,距平都为正值,正距平中心位于东海以南地区,分布上可以看到黄海海域位于距平“暖舌”向

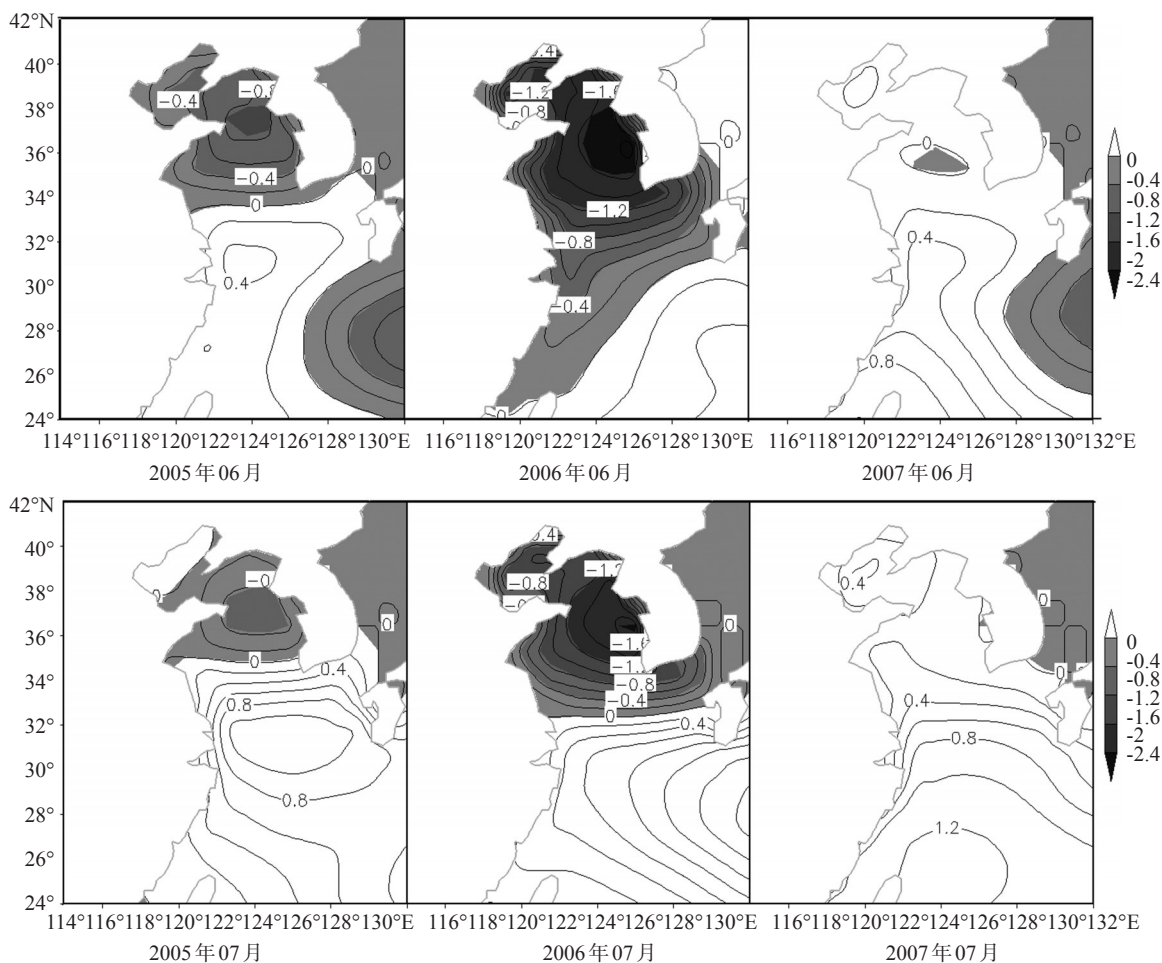


图3 2005—2007年6月和7月海温距平图

北的延伸体处(见图3)。

从三年的海温距平图上可以看到海温负距平的极小值在2005年主要分布在成山头以东的洋面上,其他几个站基本是正距平;2006年海温负距平的范围包含这四个站,且负距平的绝对值较2005年和2007年大;2007年海温基本是正距平。这种海温异常导致的海雾2005年成山头雾日最多,而其他3个站都是2006年雾日最多。可以发现海温负距平有利于海雾的发生,海温正距平时不利于海雾的生成。黄海低海温促使平流暖湿空气冷却,是海雾生成的有利因素。

4.3 海面风场

由图4可以看出,在成山头站和青岛站附近海面,2005年和2006年6月都表现为显著的偏南风,有利于将低纬的暖湿气流从暖洋面输送到冷水面上空,从而在海上凝结形成海雾。而2007年6

月也为东南风,但2007年6月海面风场的南风分量明显小于2005年和2006年的,相应地,2007年这两个站6月的雾日数也是小于前两年,这充分说明黄海上南风分量越大,越有利于海雾的生成。南风分量越大越有利于暖湿空气吹向比较冷的海面上,促进平流冷却雾的生成,反之,将使平流冷却雾减弱或趋于消失。

至于风速,则只有蒲氏2(2.5 m/s)—6(12.3 m/s)级的风才利于平流冷却雾的生成和扩展^[3]。通过本文的分析发现,黄海海域雾季时的风速约为4—6 m/s,大都介于这个范围内,有利于海上平流冷却雾的形成。

4.4 水汽输送

水汽是海雾生成的物质基础,对于夏季黄海海雾的生成是至关重要的。从2005—2007年4—8月的比湿图(图略)可以看到,4、5月比湿都在10

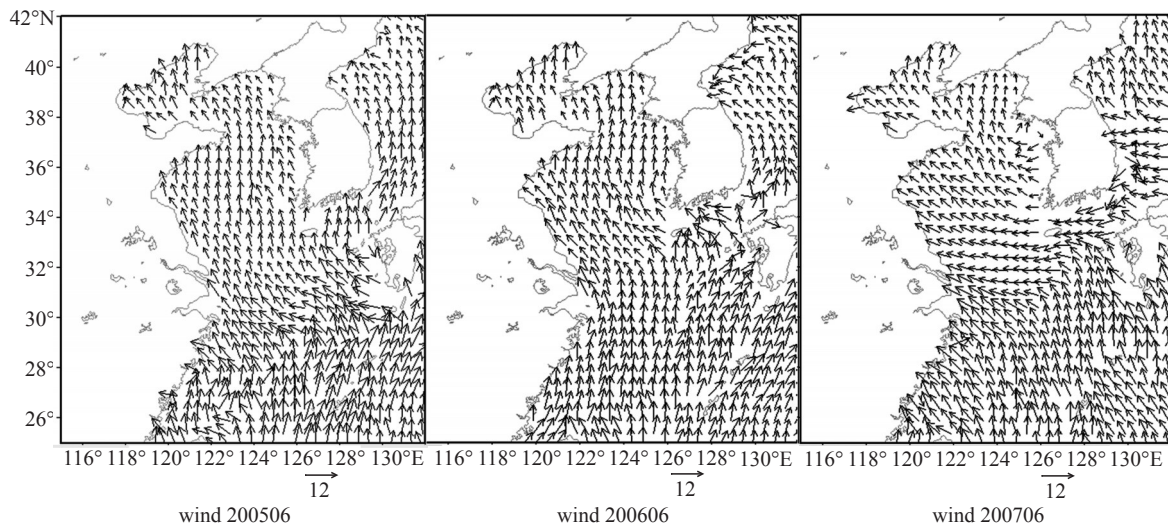


图4 2005—2007年6月海面风场

g/kg以下,而6月的比湿突增到13 g/kg左右,之后7、8月仍有增加,比湿在6月发生了突变,这样就为海雾的形成提供了充沛的水汽。

4月和5月,我国仍处于冬季环流型减弱期,海上南风分量并不明显。在6月份,伴随着大气长波调整,夏季风明显增强,源源不断地从南海、东海带来充沛的水汽,使得黄海海域相对湿度普遍增高,暖湿空气接触到较冷的海面,在接触、湍流等冷却过程的综合作用下,极易降温成雾。7月和8月的夏季风虽然仍然能够保证一定的水汽输送,但从比湿图中可以看出明显比6月的弱。根据雾日数的统计结果,多数站点6月份的雾日数多于4、5月的雾日数,但是7月和8月雾日明显比6月少,这与夏季风对水汽的输送有关。

通过对水汽输送的分析,可以看出雾日数在黄海北部和南部的分布又有所不同。在黄海北部,如成山头站,2006年6月雾日数小于2005年6月;在黄海南部,如青岛站、海阳站和日照站,2006年6月雾日数是三年中最多的,由于北部陆地较多,南部海域较广,夏季风受到北方陆地的阻挡势必风速减小,风向偏移,暖湿气流的输送受到阻碍,使得黄海北部不利于成雾。因此,6月份雾日数呈现出南北差异也是合理的。

4.5 稳定度和散度

绘图发现1000 hPa高度在10—100 m之间,所以在本文中,稳定度是通过离地2 m与1000 hPa的

大气温差来体现的,当温差为负值,大气处于稳定层结,有利于雾的形成和维持,相反,大气处于不稳定层结,会有较强烈的垂直上升运动,使得暖湿空气对流扩散,进而不利于雾的形成和维持。

逆温层的存在抑制大气的对流发展,阻挡水汽向高空扩散,使水汽聚集在低空,对海雾的形成极为有利。从稳定度(见图5)和散度场(见图6)的图上可以看出,2005年和2006年5月份在青岛附近海域,大气层结都是不稳定的,而2007年5月青岛附近海域月平均大气层结稳定;2006年5月风场在黄海中部是辐散的,辅散程度较2005和2007年的强,对应的雾日数是:2005年5月5天,2006年5月5天,2007年5月4天。因此,风场的辐散也是利于成雾的重要因素之一。黄海中部风场辐散有利于水汽向周围海区扩散,而稳定的层结并不是海雾形成的必要因素。

综上所述,可以看到影响海雾形成、强度、空间分布及持续时间的因素很多,环流形势、SST、海表面风场、水汽输送、层结稳定度等对海雾的形成都起着重要作用。

5 结论

本文统计了成山头、青岛、海阳、日照4个测站的雾日月分布,分析了产生海雾的位势高度场、海温场、海表面风场、相对湿度场、稳定度

及散度场等气候背景,结果表明,海雾的形成不是单一因素影响的产物,而是多种因素综合作用下的结果。具体结论如下:

(1) 500 hPa形势上,可以看到当平均槽位于黄海上空时有利于成雾,槽的强度越强,雾日数越多;副热带高压强度越强越有利于成雾;

(2) 对于黄海海域总的来说,海表面风(主要是风向)、散度是影响黄海海雾形成的主要因素。南风分量越大越有利于水汽的输送,容易成雾;黄海中部风场辅散有利于水汽向周围海区输送,岸边站点风场辐合,有利于水汽的聚集,可以提

供充足的水汽;低层越稳定越有利于海雾的发展和维持;

(3) 海温距平与雾日数的年际变化也有很好的相关性,即海温距平小的年份雾日数多,相反海温距平大的年份雾日数较少。平均的海表面温度越小越有利于海雾的生成;

(4) 地理位置也是影响黄海海雾变化的重要因子。黄海南部、北部海雾的分布存在差异,这与北部陆地较多、南部海域较宽广有关。但是,黄海海域内不同海区各因子对于海雾形成的贡献程度又有所不同。因此,黄海海雾的分布具有空

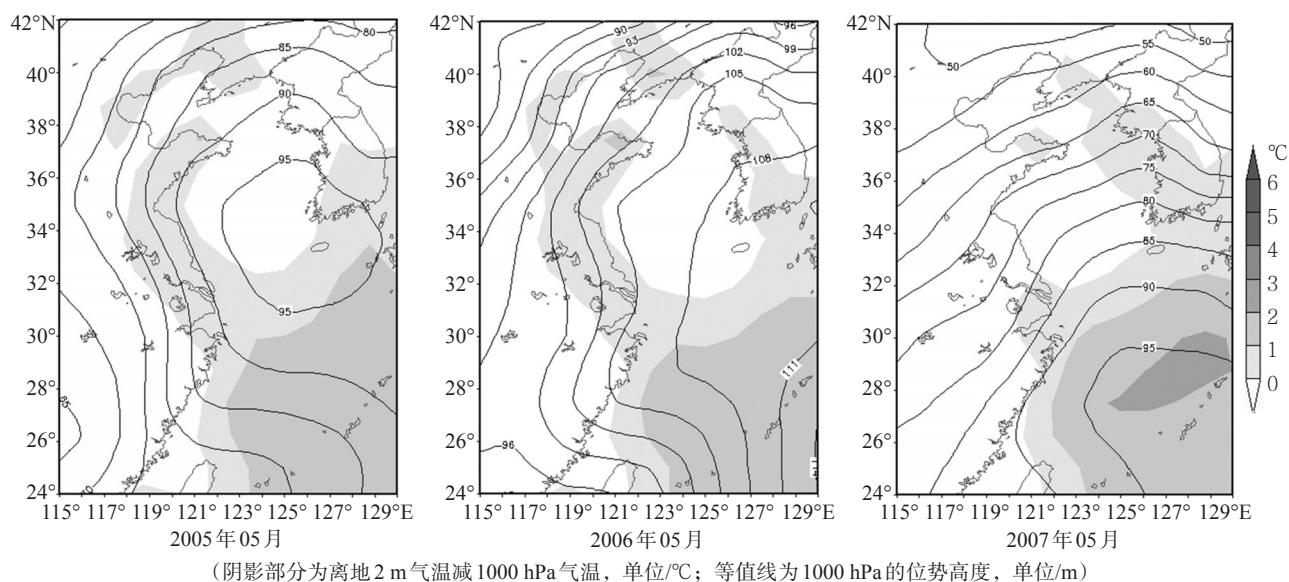


图5 2005—2007年5月稳定度图

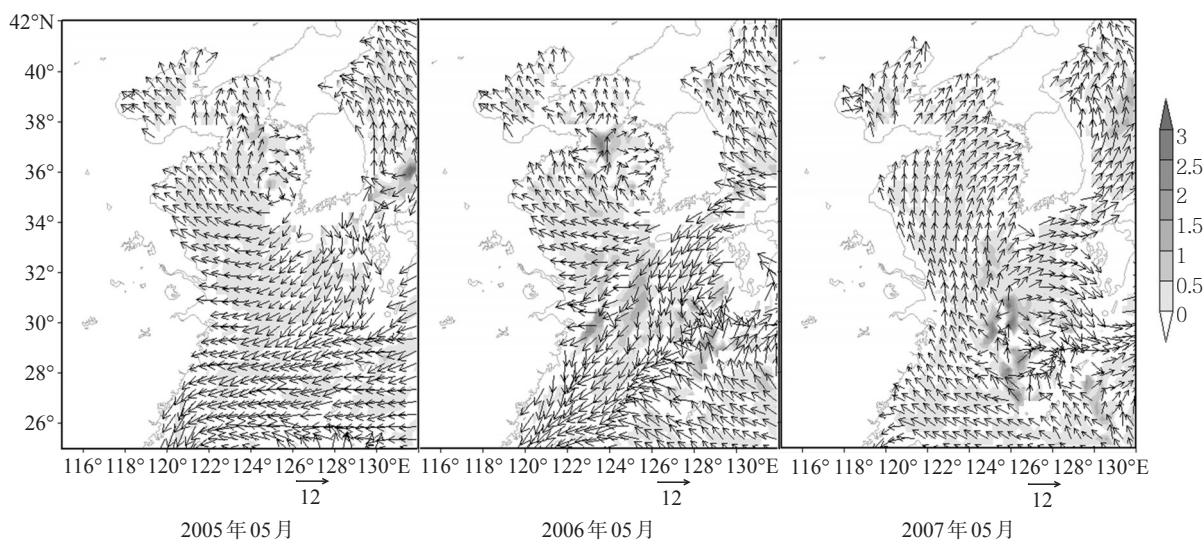


图6 2005—2007年5月海面风场和散度场

间不一致的特点, 在分析黄海海雾时, 只能用单个站点分析邻近海区, 而不能用来代表整个黄海, 要分析整个黄海海区, 应选用多个站点, 对于黄海南部和北部的海雾应分开研究。

参考文献:

- [1] Woodcock A H. Fog and tidal current connection at Cape Cod Canal-Early recognition and recent measurements[J]. Bulletin of American Meteorological Society, 1982, 63(2): 161-166.
- [2] Cho Y K, Kim M O, Kim B C. Sea fog round the Korean Peninsula [J]. Journal of Applied Meteorology, 2000, 39: 2 473-2 479.
- [3] Lewis J M, Koracin D, Redmond K T. Sea fog research in the United Kingdom and United States[J]. Bulletin American Meteorological Society, 2004, 85: 395-408.
- [4] 王彬华. 海雾[M]. 北京: 海洋出版社, 1985: 330.
- [5] 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, 26(3): 28-37.
- [6] 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, 28(1): 26-34.
- [7] 张红岩, 周发琇, 张晓慧. 黄海春季海雾的年际变化研究[J]. 海洋与湖沼, 2005, 36(1): 36-41.
- [8] 曹祥村, 邵利民, 易海祁, 等. 一次冬季平流辐射雾过程的观测分析及数值模拟研究[J]. 海洋学报, 2009, 31(4): 39-51.
- [9] Fu G, Guo J T, Xie S P, et al. Analysis and high-resolution modeling of a dense sea fog event over the Yellow Sea[J]. Atmospheric Research, 2006, 81(4): 293-303.
- [10] 孙连强, 曹士民, 柳淑萍, 等. 丹东附近海域海雾的特征及其海洋、大气背景条件分析[J]. 海洋预报, 2006, 23(3): 22-30.

Climatic characteristics study of the sea fog evolution in the western Yellow Sea from 2005 to 2007

WANG Xu-xiang SHAO Li-min CAO Xiang-cun

(Department of Military Ocean, Dalian Naval Academy, Dalian 116018, China)

Abstract: Sea fog has great influence on transportation, agriculture and industry production over the coastal areas, which need to be further examined in order to explore its evolvement regulations. Based on the data from Chengshantou, Qingdao, Haiyang and Rizhao observation stations in the western Yellow Sea, field characteristics of geopotential height, sea surface temperature, sea surface wind, relative humidity, stability and divergence etc. are analyzed during the period of 2005-2007 when there was sea fog, and especially the climatic characteristics of the sea fog evolution are discussed. The study result indicates that: with the front of 500hPa upper trough over the Yellow Sea, it helps to form sea fog; more foggy days occur when the sea surface temperature was abnormally low; wind direction, divergence and the stability of the low layer are the main factors that influence the sea fog of Yellow Sea; geographical position is also an important factor in the sea fog change; the horizontal distribution of sea fog over the Yellow Sea has the inconsistent characteristic in space from south to north.

Key words: sea fog of Yellow Sea; climatic characteristics; inconsistency; JRA-25 data