



黄、东海近海面空气湿度分析及估算

陈永利 杨连素 赵永平 张必成

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

收稿日期 1990年12月26日

关键词 近海面湿度, 分析估算

提要 利用1974~1982年黄、东海海洋水文气象标准断面实测资料对近海面空气湿度的分布、变化进行了分析。讨论了冬、夏季海、气温与湿度的关系, 并对冬、夏季近海面空气湿度进行了估算。结果表明, 夏季, 空气湿度为气温的函数; 冬季, 除了考虑空气本身平流的水汽外, 还必须考虑海洋向大气的水汽输送。

1 近海面空气湿度分布

我们仅选用1974~1982年间标准断面资料, 包括空气温度、湿度、风向、风速及海表面水温, 着重对冬(12~2月)、夏(6~8月)季资料进行分析。

将露点温度换算成水汽压, 黄、东海近海面(船上观测仪器离海面高度, 通常约为10m)空气湿度的分布如图1所示。以1月为例(图略), 黄海平均湿度为5hPa左右, 东海平均可达10hPa, 暖湿舌的分布与暖流分布一致。7月, 黄海平均湿度为28hPa, 东海湿度可达32hPa, 28°N, 124°E附近为高湿度中心。东海海区的湿度变化基本呈纬向分布, 黄海呈西南-东北走向。

黄、东海湿度的季节变化较为明显, 图2显示了空气湿度的年变化特征, 可以看出, 研究海域的空气温度冬季南北相差大, 夏季相差少; 冬、夏季东海南部区域相差19hPa, 黄海北部海区可达25hPa。冬季(10月~翌年3月), 本海区盛行偏北风, 气流从大陆吹向海洋, 夏季盛行偏南风, 来自大洋的暖湿气流不断地输向本海区, 使这时的空气湿度达到最大。如果

我们以不同纬度的平均湿度来区分(图2 双线位置), 在本海区南北不同纬度上, 冬半年湿度的变化从10月份开始到翌年3~4月结束, 5月湿度开始陡增, 7~8月达最大, 9~10月急骤减少, 向冬季过渡。这一过程与冬、夏季风的季节性转换是一致的。不同季风造成了冬、夏季空气湿度的显著差异。

2 空气湿度与海、气温之间的相关分析

2.1 海表面水温与气温的关系

由图3可以看出, 夏季(6~8月)黄、东海海面水温与气温之间有很密切的关系, 整个海区除长江口区及28°N, 124~126°E黑潮影响区域关系稍差外, 其他海区均呈很高的相关性。夏季在海洋冷暖平流较少的区域海温与气温的变化基本一致。长江冲淡水的流入升高了邻近海水的温度。黑潮区海温的变化则主要取决于黑潮本身水体的温度。冬季, 我们取信度为0.05时的相关系数为0.6, 以0.6等值线为界, 大于0.6的东海北部与黄海区域, 海、气温相关区自苏北沿岸南下向东南方向延伸,

相关系数的大小也呈这一变化。相关系数小于0.6的区域为黄海暖流、台湾暖流及黑潮影响的海域，大于0.6的区域是黄海沿岸水及东海北部冷水存在的区域。0.6等值线的分布与黄海及东海北部冷水伸展范围相吻合。

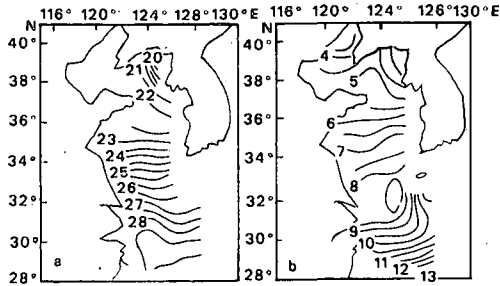


图1 冬、夏季近海面空气湿度(水汽压)分布

a. 夏季 b. 冬季
Fig. 1 The seasonal mean distributions of the atmospheric moisture (vapour pressure, hPa) over the sea

2.2 空气湿度与气温的关系

空气湿度与气温的关系冬、夏季都明显(图4)，尤其是夏季空气湿度与气温的关系更为密切。从相关系数的分布和变化可以看出，黄东海近海面空气湿度可表示为气温的函数。冬、夏季风气流性质上的不同，使海上与近岸区的相关性有差异。冷气流从大陆吹向海洋，岸区空气湿度与温度的相关程度很高。随着向海上的伸入，海气间的相互作用增加，大气从海洋得到热量和水汽，空气湿度与气温之间的作用不平衡。使相关程度减弱。夏季，整个研究海域受西南暖湿气流控制，空气暖而湿，海气之间的热量交换和水汽交换弱，气温与湿度的变化基本取决于空气本身的温度变化，因此相关显著。黄海北部至长江口外海及沿岸区，夏季受大陆及沿岸冷水的作用空气湿度发生改变，所以岸边的空气湿度低于海洋。

2.3 空气湿度与海温的关系

仍以相关系数0.6为界，可以看出，冬季湿度与海温之间仅黄海中部存在一定的相关性。

夏季则不同，除东海南部有小范围的不相关

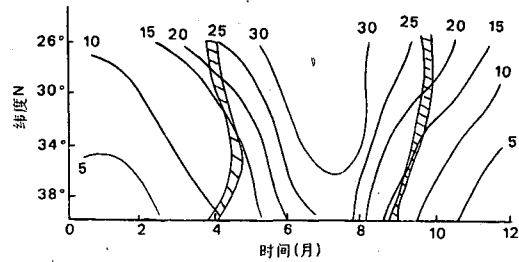


图2 不同纬度空气水汽的年变化
Fig.2 The annual mean distributions of the atmospheric moisture in different latitude

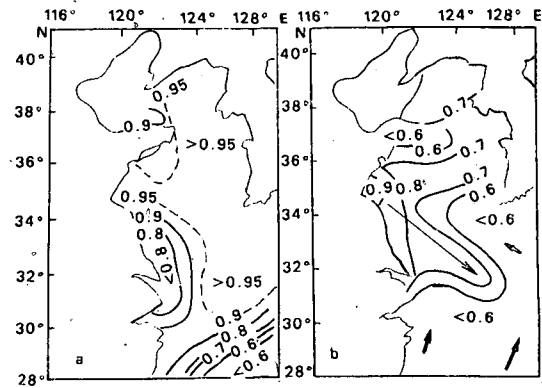


图3 冬、夏季海表温度与气温相关系数分布
a. 夏季 b. 冬季

Fig.3 The distributions of the correlation coefficient between sea surface temperature and air temperature

区外，整个海区湿度与海温都存有一定相关性。因此，不同季节的空气湿度与海表面湿度之间的相关性有很大差异。

3 近海面空气湿度的估算

据文献[2]黄、东海域海面蒸发为：

$$E = 0.143(E_{tw} - E_a)v \quad (1)$$

式中， E 为海面蒸发量(mm/d)； E_{tw} 为海温条件下的水汽压； E_a 为空气水汽压； V 为风速。将海面向大气的蒸发换算成水汽部分产生

的分压, 就可得到海洋向大气垂直输送水汽所改变的水汽量。由于实际的空气水汽压是未知的, 而且近水面的饱和水汽压总是高于空气的饱和水汽压, 输向大气的稳定水汽通量仅当空气的近水面层出现强烈的对流时才可能存在。只有在一级近似下 $T_w - T_a > 0$ 时, 才有水汽的向上输送, $E_{tw} - E_a > 0$ 趋于同向改变。因此, 对于冬季, 我们以气温条件下的水汽压来近似空气的水汽压, 海洋向大气的水汽通量可表示为:

$$T_a > 0 \text{ 时}$$

$$E = 0.2053(E_{tw} - E_{ta}) \cdot v \quad \Delta T > 7$$

$$E = 0.2337(E_{tw} - E_{ta}) \cdot v \quad 4 < \Delta T < 7$$

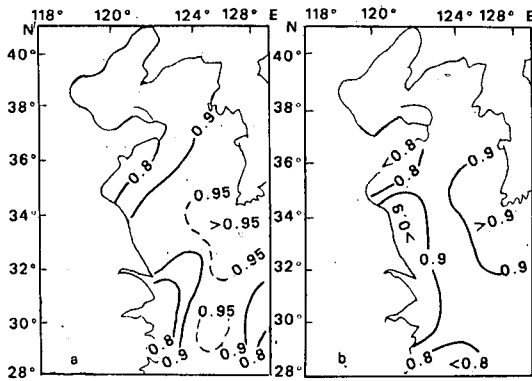


图4 冬、夏季气温与湿度相关系数的分布

a. 夏季 b. 冬季

Fig.4 The distributions of the correlation coefficient between air temperature and moisture over the sea

$$E = 0.268(E_{tw} - E_{ta}) \cdot v \quad 0 < \Delta T < 4$$

$$T_a < 0 \text{ 时}$$

$$E = 0.1675(E_{tw} - E_{ta}) \cdot v \quad \Delta T > 7$$

$$E = 0.2268(E_{tw} - E_{ta}) \cdot v \quad 0 < \Delta T < 7$$

根据公式 $\frac{\partial q}{\partial t} = -v \cdot \Delta q + fq$, 假定实际大气的水汽与海洋向大气蒸发的水汽之差是由大

气的平流所引起的, 大气的平流项所产生的湿度变化就可以表示为气温条件下饱和水汽压的函数。

$$T_a > 0 \text{ 时}$$

$$E_v = 0.556E_{ta} + 1.07 \quad \Delta T > 7$$

$$E_v = 0.712E_{ta} - 0.55 \quad 4 < \Delta T < 7$$

$$E_v = 0.872E_{ta} - 1.70 \quad 0 < \Delta T < 7$$

$$T_a < 0 \text{ 时}$$

$$E_v = 0.782E_{ta} - 0.56 \quad \Delta T > 7$$

$$E_v = 0.927E_{ta} - 1.5 \quad 0 < \Delta T < 7$$

式中, T_w 为海表温度; T_a 为气温; E_{tw} , E_{ta} 分别为海温、气温条件下的饱和水汽压; $\Delta T = T_w - T_a$; E_v 为水汽平流引起的水汽压改变量。因此, 某一时刻的空气水汽压 E_{at} 可以用下式表示:

$$E_{at} = E_v + fq(E) \quad (2)$$

(式中, fg 为水汽的扩散率)

根据上式, 对700组实测资料进行验证(图略), 结果表明, 计算得出的水所压与实际水汽压的平均误差为1.5hPa。

夏季, 海气之间的水汽输送很少, 大气中的水汽主要依赖于海面大气中的水平输送, 因此水汽的变化可以表示为气温条件下饱和水汽压的函数, 即:

$$\text{当 } \Delta T < 0 \text{ 时}$$

$$E_{at} = 0.79E_{ta} + 2.21$$

样本数 $N=600$, 相关系数为 $R=0.9409$, $\sigma < 2.0 \text{ hPa}$ 。

$$\text{当 } \Delta T > 0 \text{ 时}$$

$$E_{at} = 0.80E_{ta} + 1.78$$

$N=600$, 相关系数 $R=0.8924$, $\sigma=2.4 \text{ hPa}$

4 小 结

通过对黄、东海海表温度、近海面气温与空气湿度的相关分析,建立了气温与湿度之间的关系。在海气交换不强烈的区域,尤其是夏季,空气湿度可以表示为气温的函数。冬季,除了考虑空气本身平流的湿度之外,还必须考虑海洋向大气的水汽输送。

参考文献

- [1] 任允武、孙国栋、毛汉礼, 1964。南黄海和东海北部 ($28^{\circ} \sim 37^{\circ}\text{N}$) 冬季的水文特征以及海水类型的初步划分. 海洋科学集刊 1: 78 ~ 125。
- [2] 张必成、任允武、赵永平, 1990。渤海、黄海、东海海面热平衡的平均状况 1. 资料处理和计算方法. 海洋科学 3: 26 ~ 30。

ANALYSIS AND ESTIMATION OF THE ATMOSPHERIC MOISTURE OVER THE YELLOW AND EAST CHINA SEA

Chen Yongli, Yang Liansu, Zhao Yongping and Zhang Bicheng

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao, 266071*)

Received: Dec. 26, 1990

Key Words: Moisture, Yellow Sea, East China Sea

Abstract

Marine hydrometeorological data obtained from standard sections at Yellow and East China Seas during 1974-1982 are used to study the relationships between sea surface temperature, air temperature and humidity, and to estimate moisture over the sea. The results showed that the atmospheric moisture is correlated with the air temperature in summer.