

渤海某处风速梯度观测资料的分析

随着社会主义建设事业的迅猛发展,海港、海岛及海面上的建筑与海上运输,都需要海面附近的各种气象资料。风速随高度的分布及有关数据,就是其中一部分。在国家建委组织下,根据海洋石油勘探有关工程设计的需要,在渤海某处的海上钻井平台和井架上,安装了三层 EL 型电接风速仪,于 1975 年 5 月—1976 年 5 月,对风速梯度进行实际观测。风仪分别安装在 26 米、39 米、63 米高度。

在大气扰动的理论研究中,精确地测定近地面风廓线是一项基本任务。海上大气边界层内,垂直平均风速剖面的性质,仍然是主要问题之一。本文根据实测结果,从以下几个方面进行初步分析。

一、风向、风速的季节变化与日变化

1. 风向 以平台风向为准,盛行风向: 1—5 月西北风逐渐顺转为南风; 6 月东风; 7 月南风; 然后进入风向不太稳定的转换季节 8—10 月; 11 月后又转为偏北风。

在海上,由于下垫面均匀,风向的变化规律容易显示。这种变化规律,取决于当地的局地环流(主要指海陆环流及海面本身温度分布不均匀所造成的环流)以及大气环流。如 6 月份,该地往往处于出海高压的后部;海面温度梯度也指向西方。因此,东南风出现的频率非常高。但就全年而言,多偏南风。

风向的日变化,除冬季外,也有一定的规律。夜里盛行稍偏西的南风;午前东风;午后东南风;傍晚为稍偏东的南风。这些盛行风向所占频率在 15—20% 之间。分析这些风向的变化,基本属于该地区风向的日变化。即早西、晚东、夜向南的顺转规律。但从时间上看,比陆上滨海地区有所提前,这主要由于该观测点距离岸较远的缘故。但总体看来仍为海陆环流所造成。

2. 风速 各高度上风速月平均值见图 1。其特点是:冬、春风速大,夏、秋风速小。冬春冷空气活动频繁,经常出现 20 米/秒以上的大风。夏秋则系统性活动少。2 月份海面结冰,同时由于受涨落潮和船只等影响,冰面被破坏,形成薄厚不均匀的堆积,使摩擦力增大,而且各处温度基本均匀,所以使风速减小,特别在低层风速减小更多。

63 米处风速年变化曲线的最低值,出现在 9 月;而 26 米处出现在 8 月。高值出现时间大体相同,这可

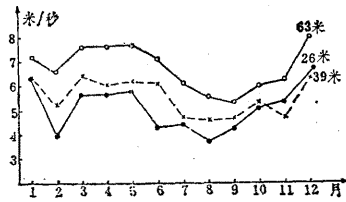


图 1 平均风速的变化

能和大气层结平均状态有关。秋天,水温高于气温,造成低层大气的不稳定,使高层的动量损失多,风速曲

线不易上升。

全年平均风速的日变化,各高度都在 14 时出现最低值,夜间出现高值,并未出现风速日变化的转换层。在陆地上,如北京、广州都观测到,低层风速日变化曲线的位相与高层位相差 180° 左右,而且存在日变化不明显的一层,即转换层,其高度出现在 40—100 米左右。这里观测点也可能由于观测高度低,而未测到转换层。另外,贴海面附近的风速日变化与陆地上的相反。陆地上中午前后风速大,夜间小。这种差别显然是由于海陆辐射性质不同所造成的。

各季的风速日变化,其趋势大致相似,只是夏季低值区移至中午 12 时左右。

二、风速廓线

在解决近地面层空气运动问题时,通常把大气的乱流过程放在很重要的地位。决定近地面层空气涡动强弱的两个因子是下垫面的粗糙度和近地面层空气的层结情况。随着下垫面自然特性的不同,对气流运动的阻碍作用也有很大差异。下垫面愈粗糙,对气流的摩擦作用也愈大,使风速减低。同时由于摩擦作用产生的涡动又会影响风场的垂直结构。低层大气的层结情况对于乱流的增强或削弱起着主要作用。

近海面上的风速廓线,同样也是取决于热力因子——大气层结状态;动力因子——海面波浪的状态。

由于海面的粗糙度取决于不断变化与运动着的波浪,而波浪的状况又取决于海流、水深及外围的风速、风向等。因此,对海面粗糙度的考虑,比陆地要复杂得多。但在实际应用上仍旧采用沿袭已久的对数律公式和指数律公式,它们仅需一个待定的参数,就可以将一个高度的风速推算到另一高度的风速。特别在强风情况下,大气往往处于中性层结状态,恰好能满足这两个定律的理论上有要求。同时,也可将指数律推广到非中性大气,这时幂指数的大小不仅反映了

下垫面的粗糙度，而且还反映着大气层结的性质。这样，讨论风速廓线变化时，也可采用指数律。通过分析验证，该地区使用指数律比对数律好。

这两个规律的数学表示式为：

$$\text{指数律: } U = U_1 \left(\frac{Z}{Z_1} \right)^\alpha \quad (1)$$

$$\text{对数律: } U = C \ln \frac{Z}{Z_0} \quad (2)$$

式中 U ：风速， Z ：高度， C ：常数， Z_0 ：粗糙度， α ：幂指数， U_1 ： Z_1 高度上的风速值。

由于有三层资料，也可用最小二乘法计算 α 及 Z_0 。值，本文所有 α 及 Z_0 都是用该方法计算的。

1. 幂指数值的年变化及日变化

幂指数 (α) 的年变化值是秋、冬小，春、夏大 (见图 2)。其变化趋势与各月平均气温减水温的差的年变化趋势相一致。2 月份 α 出现较大的极值，显然与前



图 2 指数 α 的年变化

面所述结冰有关。 α 值全年平均日变化 (图 3) 表明，下半夜至午前 α 小，午后至上半夜 α 大，各季日变化也较一致，这些曲线与气温减水温差的日变化曲线的趋势一致 (图 3 最上曲线)。从 α 值的年变化或日变化看来，主要反映了该层大气稳定度的变化，大气不稳定时，扰动易于发生或加强，因此动量上下交换激烈，使上下层风速差别变缓， α 值就小。大气稳定时情况就相反，不利于动量交换，上下风速差别变大， α 值也就大。 α 值随大气不稳定程度的增加而减小，因为水温越高于气温，低层大气不稳定的程度必然也越大。

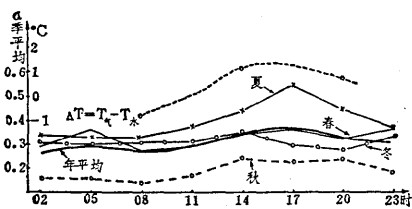


图 3 α 的日变化与气温减水温差

2. 风速与幂指数

海面粗糙状态及大气稳定度都直接与风速值的大小密切相关。图 4 是按平台上风速的大小对资料进行分组后作出的。组限为 10 米/秒以下，每隔 2 米/秒一组，10 米/秒以上，每隔 4 米/秒一组，组内资料个数超过 5 时，就求出其 α 值，各组内的风速平均值与

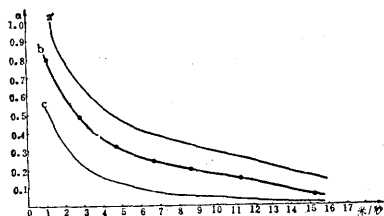


图 4 第一层风速与 α 的关系
(a 为上廓线，b 为平均廓线，c 为下廓线)

α 作一点，各点成曲线。由于 13 个月的资料，故各组有 13 个点。图 4 中间的一条曲线为其平均值。可见，随风速增加， α 是指数式下降，当风速在 2—4 米/秒时， α 值高达 0.5，这是因小风时，大气往往处于稳定状态。当风速在 14—18 米/秒时， α 值低达 0.05，当风速高达 20 米/秒， α 值几乎趋于零。如果将每次三层风速平均后也按上述方法分组，与图 4 很相似。

3. 波浪与幂指数

α 与浪高的关系比较复杂。作为粗糙度来说，波浪越高， α 值应该大。从趋势上看大体如图 5 所示。图 5 上三条曲线分别为 3、7、10 月，其平均值与 3 月的相似。另外，波浪向前运动，若风向与波浪移动方向一致时，浪对风的阻尼作用，显然比静止的同高度的障碍物小。这样，仅用浪高来求与 α 的关系有一定困难。此外，图 5 还说明，大气层结的作用远比粗糙度的作用大。例如 3 月与 7 月的 α 远远大于 10 月份的。10 月水温高于气温的机会很多，大气不稳定程度大，因此无论浪高如何， α 都很小。这也是小浪时 α 值高的原因，而在风平浪静时，往往也是大气稳定之时。

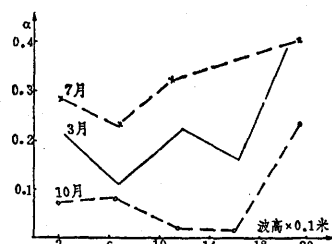


图 5 浪高与 α 的关系

4. 不同风向的幂指数

按风向的四个象限 (东北、东南、西南、西北) 的 α 曲线看，东南象限的来风 α 值大，西北象限的来风 α 值小。这仍决定于气流的层结，由于冬、秋季盛行的西北风，将陆上冷空气吹到较暖的水面上，造成层结不稳定， α 值变小；春夏盛行偏南风，层结稳定 α 值变大，实际上这与季节的变化的原理是一致的。

5. 风速廓线的指数律与对数律精度比较

用于近地层百米之内风速廓线，究竟是指数律准确，还是对数律准确，现以我们的资料作一比较。

我们将一组三个高度的风速 V_1 、 V_2 、 V_3 推算出一个 $\hat{\alpha}$ 值后，再将 V_1 及 $\hat{\alpha}$ 代入 (1) 式求得 V_2 与 V_3 。

的计算值 $\hat{V}_{22}$ 、 $\hat{V}_{32}$ ，那么用

$$d(\alpha) = (|V_2 - \hat{V}_{22}| + |V_3 - \hat{V}_{32}|) / 2 \quad (3)$$

表示指数律的误差。

同样方法，设

$$d(Z_0) = (|V_2 - \hat{V}_{2Z_0}| + |V_3 - \hat{V}_{3Z_0}|) / 2 \quad (4)$$

表示对数律的误差。

从图6可见， $d(\alpha)$ 与 $d(Z_0)$ 在一年内的变化情况，1—3月，6—10月数值相近，其它月份 $d(Z_0)$ 显著大于 $d(\alpha)$ 。

6—9月，1—3月月平均气温差不到 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，可以近似认为，大气处于中性，这时二个式子精度相当。其他月份大气处于非中性状态，指数律误差小于对数律误差。

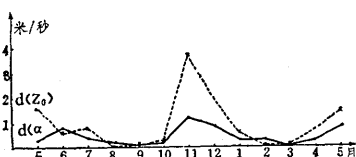


图6 α 、 Z_0 验算值与平均值之差的变化曲线

为了检查动力因子对二者误差的影响，我们仍用上面两种按风速分组法计算 $d(Z_0)$ 与 $d(\alpha)$ 。整个看来，指数律误差全部小于对数律误差。如果考虑相对误差，即用 $d/\bar{V}$ 表示。那么，在风速较大的情况下，风速越大，指数律的相对误差减小得越快，而对数律的相对误差值大，并且随风速增大有些波动。这说明：大风时指数律能更好地反映风速廓线的实际情况。

根据上述分析可以得出：

(1) 在该塔层内，一年中冬、春风速大，夏、秋风速小；一天之内夜间风速大，午后风速小；日变化的特点与陆地相反；(2) 风速廓线指数律优于对数律；(3) α 值随风速增加而减小，当26米高度处风速为14—18米/秒时， α 值在0.04—0.07之间，风速在20米/秒左右时， α 值几乎为零；(4) 秋、冬季 α 值小，春、夏季 α 值大。

由于实测时间比较短，仪器安置密度特别是低层不密，全层仅有三个高度实测，而39米高度的一层受周围环境的阻挡，风速明显偏小。因此，整个资料代表性不够理想。但是，就所得结果定性来看，基本符合一般规律。

(海洋石油研究所工程实验室、天津市气象局、
中央气象局天气气候研究所应用气候组)

气象

1978年第6期

(总第42期)

目 录

认真贯彻气象工作方针 加快气象事业发展步伐

.....本刊编辑部 (1)

掌握管天知识 为农业生产服务 陈恩旺 (3)

7708号台风的预报和服务 江苏海安县气象站 (5)

对7708号台风风雨的预报 江苏大丰县气象站 (6)

7708号强台风预报小结 江苏苏州地区气象台 (7)

7708号台风地面要素的时间分布 朱洪绩 (9)

湘中雨季结束日期的长期趋势预报

.....湖南省气象台 (11)

夏季西太平洋付高主体活动与盐城降水预报

.....吴文富 (12)

低温灾害长期预报初步探讨 陈茂梅 (15)

再谈自然天气季节 陈其恭 (16)

夏季西太平洋付高结构的个例分析

.....杨广基 王兴东 (19)

暴雨形成的条件 梁必联 (21)

农谚浅释 李志超 (22)

气象哨组经验交流

初夏低温与秋霜冻 陈书哲 (8)

红萍生育与气象条件

.....湖南临武县汾市公社气象哨 (23)

“对口风”与未来天气 陈永发 (23)

大气中的次声波 周诗健 (24)

小麦夏播的农业气象分析

.....云南昆明农业气象试验站 (28)

谈谈积温 廖能器 (29)

水稻与气象 水稻生育期的预报方法 雁 伍 (30)

· 探测仪器研究 ·

双压板测风器的技术性能 于治信 (32)

气象仪器为什么要进行检定和定期复检?

.....来稿综合 (35)

造林绿化防治大气污染 邵乃凡 (37)

渤海某处风速梯度观测资料的分析

.....海洋石油研究所工程实验室、天津市气象局、

中央气象局天气气候研究所应用气候组 (38)

封 面 气象服务到田间(曾祺年摄)

封 二 攻关(曾金星篆刻)不知疲倦的人(曾祺年摄)

封 三 从小就热爱科学(周浩荣 张著偶 林维安摄)

封 底 志愿(宏建摄)

编 辑 中央气象局《气象》编辑部

出 版 农 业 出 版 社

印 刷 农业出版社印刷厂

总发行处 北 京 市 邮 局

订 购 处 全 国 各 地 邮 局

1978年6月10日出版

刊号：2—495

定价：0.18元