

多层微孔滤膜过滤器*

牛 祝 庆

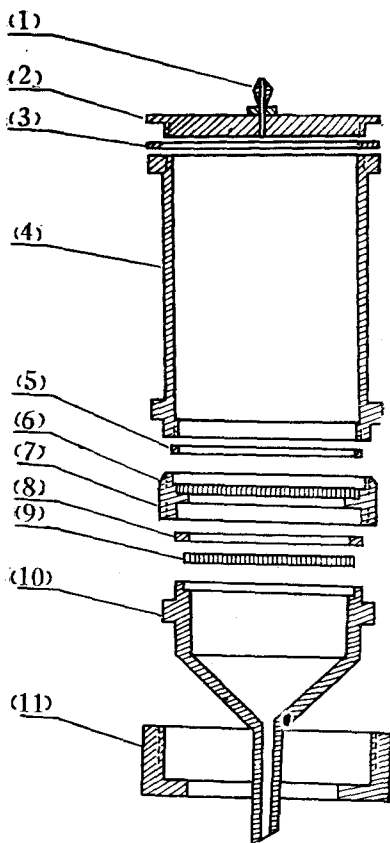
(中国科学院海洋研究所)

随着微孔滤膜在化学领域中的广泛使用，对过滤器提出了更高的要求，即要提高速度，增大容量；要增强膜的使用寿命；要能对不同粒度的物质分级分离等。为了适应海洋化学研究需要，我们最近试制了一种多层微孔滤膜过滤器（如图示）；经试验，性能良好，使用方便，现报道如下。

多层微孔滤膜过滤器的结构原理如图示：进气(液)管(1)除做进气管用外，尚可接管做大容量过滤。盖子(2)能防止尘埃等杂质的污染，加强了封闭性能，既适于大容量过滤，也适用在船上工作，避免在过滤时由于海浪颠簸而造成液体溅失。砂芯过滤板(6)可做为支撑板，它孔径较大且密布，透水快、易冲洗，既可滤去泥砂等大颗粒杂质，也可衬托不同筛目的尼龙筛绢以分离水中微生物，并可衬托如大孔径的玻璃纤维滤膜以用于分级分离。支撑板(9)选用钛或聚氯乙烯多孔性板，它自然微孔密布、透水性好，板面平整，较为耐压；这样既可充分发挥膜的使用面积和寿命，也比在其它材料的支撑板上打孔，透水效率高。连接件(7)与接嘴(10)的连接处，可加一道凹和凸相咬合，这样能防止在安装使用时，因转动紧固件不慎而引起滤膜的皱褶。

该过滤器可用于多级分离，具有容量大、流速快、封闭性好、抗海水腐蚀等特点；适用于实验室，特别是船上实验的海水过滤，也适用于医药卫生和食品等方面的除菌净水。

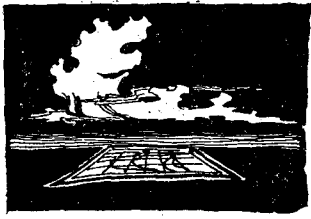
我们试制的多层微孔滤膜过滤器，选用了有机玻璃与不锈钢两种材料分别制造，并配钛和聚氯乙烯多孔性支撑板与1号烧结砂芯板，封闭垫圈选用硅橡胶。目前已制造的双层过滤形式的微孔滤膜过滤器，使用孔径为0.45微米，直径为90毫米的纤维素滤膜，在功率400瓦的真空泵负压过滤5升海水，只需20分钟，并且滤膜完整。经海水氨基酸的分析测定，效果符合要求。



多层微孔滤膜过滤器结构示意图

(1)进气(液)管；(2)盖子；(3)、(5)、(8)硅橡胶垫圈；(4)进液圆筒；(10)接嘴；(11)紧固件。

* 本工作承李烈英、杨鹤鸣同志帮助，特此致谢。



我国各海区的风压研究

王超
(天津大学)

一、概 述

风压是工程建筑物的基本设计依据之一，其取值的大小，与建筑物的经济、适用和安全有密切关系。随着我国海洋事业的开发，诸如海上钻井、采油平台、海上油罐等相继在远离海岸的水域中建成投产。在海上大风作用下，上述建筑物承受的倾复力矩和水平推移力都是不可忽视的外荷因素；同时，在海洋工程的规划、设计、施工和营运等各个阶段，都必须正确掌握海上风压的情况。因此，对海上风压的研究已成为急待解决的问题。

作用于建筑物表面的风力都将产生一定的风压。由于海面上大范围内空气运动的本身是复杂的，在运动中又受到下垫面不同海况的影响（如风浪、涌浪的不同形态和尺度等）；因此，在近海面大气层中，风的结构发生了许多变化，具有强烈的紊动性和随机性。这种气流遇到建筑物时，在一定程度上受到阻挡，并在建筑物的表面产生一定的压力或吸力；这种压力或吸力的大小，随风向、风速和风的紊动结构的变化而不停地变化着。同时，建筑物在风力作用下的震动，也会影响到风的再分布和变化，从而增加了风力作用的复杂性。为了提供工程设计所需的风压值，大多采用了使上述过程简单化的方法，即把风的长周期变化成份，当作准静态荷载；把能量很少的短周期变化部份，当作动态荷载来进行准静态风压计算，得到稳定风压。

根据气体流动过程中能量守恒定律得出的风压计算公式为：

$$W = \frac{\gamma}{2g} v^2$$

式中：

g 为重力加速度（米/秒²）；

γ 为空气重度（公斤/米³）；

v 为风速（米/秒）；

W 为风压（公斤/米²）。

$\frac{\gamma}{2g}$ 又称为风压系数，一般情况下可取 g

为9.8米/秒²（纬度45°海平面上的重力加速度），取 γ 为1.2255公斤/米³（气温15°C时，标准大气压下干空气的重度）。将 g 、 γ 值代入上式，则得：

$$W = \frac{1}{16} v^2$$

空气重度是气温、气压和湿度的函数，根据我国沿海地区的计算结果，风压系数为

$\frac{1}{17}$ ⁽¹⁾，所以对于海上风压的计算，亦可写

成 $W = \frac{1}{17} v^2$ 。

由于风压与风速的平方成正比，故风速的取值就显得格外重要。目前，关于海洋工程建筑的设计风速取值标准，各国的规范有一定差异。例如，法国建议采用五十年一遇设计风速，挪威建议采用百年一遇设计风速，美国提出在正常情况下不小于36米/秒，在暴风情况下不小于51.5米/秒，……等*。至于多年一遇设计风速的推算方法，则采用皮尔逊（Pearson）三型分布、龚贝尔（Gumbel）分布、韦布尔（Weibull）分布以及其它各种类型的分

*法国的海上平台建造与入级规范；挪威船级社的固定式海上结构的设计、建造和检验规范；美国船舶检验局的近海移动式钻井平台建造入级规范。

布型式(1,2,4,5,7,9)。

本文对我国近海风压进行了探讨和计算,提出以海面上10米左右高度作为海上设计风速的推算高度;以10分钟(一般条件)和1分钟(极端条件)作为平均风速的时间间隔;对各种概率分布模式进行了比较后,提出以皮尔逊三型和泊松-龚贝尔复合极值分布十年一遇(一般条件)和五十年一遇(极端条件)最大风速值为基础的我国各海域设计风速建议值,经过检验,上述建议值与我国海上寒潮、台风等大风出现的规律基本吻合,与沿海岛屿台站多年实测大风记录基本协调。按此数据计算出的海上基本风压建议值,与国家建委颁布的荷载的规范中有关我国沿海各省基本风压值亦能较好地衔接。

二、资料的来源和选取

本文使用了自1958—1977年我国各海区船舶报中的实测风速记录;对于船舶报资料可信程度的概率检验,文献^[8]已有所论述。考虑到船舶在恶劣天气条件下航行的困难,往往失去对灾害性大风进行观测的可能,而大风资料正是风速概率分布计算中有决定性影响的数据;特别是我国的东海、南海受台风影响很大,因此本文补充了部份岛屿台站的台风、大风观测记录和我国抄收的台风中心附近探空仪观测记录—台风中心附近最大风速。

由于船舶报和台风中心探测记录均系非定点观测,因此采用了将渤海、黄海、东海、南海按经纬方格划分为15个海区进行资料综合整理的方法(见图1、表1)。

表1 各海区资料表

海区	年限
1	1959—1977
2	1959—1977
3	1958—1977
4	1959—1977
5	1958—1977
6	1958—1977
7	1958—1977
8	1958—1977
9	1958—1977
10	1958—1977
11	1968—1977
12	1968—1977
13	1958—1977
14	1958—1977
15	1963—1977

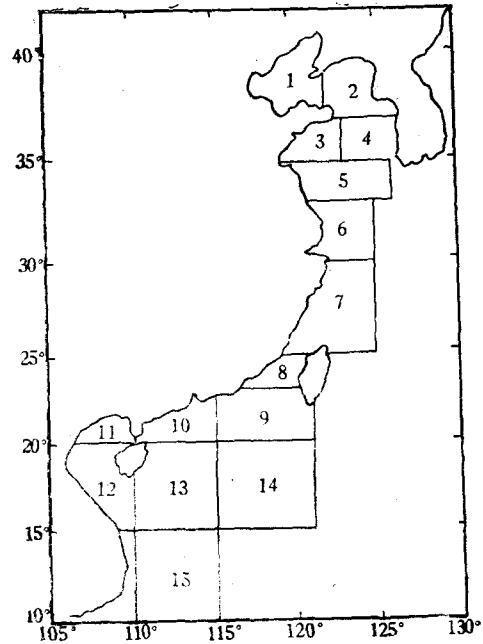


图1

三、风速的长期分布

为了确定具有一定重现期的多年一遇设计风速值,需利用概率统计方法进行长期分布计算。文中分别采用了皮尔逊三型分布、龚贝尔分布、泊松-龚贝尔复合极值分布和韦布尔分布四种方法进行了计算。

对于上述前三种方法,可概括为以下形式

$$X_p = \bar{X} + \zeta \cdot \sigma$$

式中 X_p 为多年一遇设计风速值, P 为设计频率 $P = \frac{1}{T}$, T 为重现期;

\bar{X} 为风速系列的平均值;

σ 为风速系列的均方差。

ζ 对于三种不同分布型式分别为:

$\zeta_1 = \varphi(C_s, P)$ (皮尔逊三型分布)。即根据风速系列的变差系数 C_v ,经过适线比较,确定偏差系数 C_s 值,从而可由一般统计书籍中按 C_s 和 P 值查得相应的 $\varphi(C_s, P)$ 。

$\zeta_2 = \frac{1}{\sigma_N} \{-\ln[-\ln(1-P)] - Y_N\}$ (龚贝尔分布)。式中, σ_N , Y_N 可根据风速系列的资料数 N (从统计书籍中查得); ζ_2 也可由(4)中

查得。

$$\zeta_3 = \frac{Y_N + X_P}{\sigma_N} \quad (\text{泊松-龚贝尔复合极值分布})$$

式中, σ_N 、 Y_N 同前。

$$X_P = \ln \left\{ \ln \left[\ln + \frac{1}{\lambda} \ln(1-P) \right] \right\}$$

式中, λ 为台风或其他大风各年出现次数的平均值;

X_P 值可由(5)中查得。

韦布尔分布的计算公式为:

$$X_P = \exp \frac{1}{C} \{ \ln[-\ln(1-P)] + c \ln b \} + a$$

式中, a 为试定值; b 、 c 为分布参数, 可根据风速数据用最小二乘法直接求得。

按上述四种分布型式的计算结果列入表2, 可以看出, 其数值均比较接近。其中龚贝尔分布一般数值较高, 皮尔逊三型次之; 泊松-龚贝尔复合极值分布虽然数值较低, 但各海区间的联贯性较好; 韦布尔分布则一般与皮尔逊三

型接近。根据经验可以认为: 龚贝尔分布虽有完整的理论和推导, 但在小样本(资料年限较短)的情况下, 往往误差较大, 且结果偏高; 皮尔逊三型分布由大量实测资料总结而得, 经验性较强, 但具有与经验频率点拟合较好的优点; 泊松-龚贝尔复合极值分布扩大了资料使用范围, 它不仅使用年极值, 而且使用了各大风过程中大于或等于某一选定风速的全部资料(本文中定为 ≥ 18 米/秒)。故在资料年限较短的情况下, 具有计算结果较稳定的优点; 韦布尔分布计算简便、灵活, 有较强的适应性能(若参数 $C=1$ 时, 该分布与指数分布一致; 参数 $C=2$ 时, 则为Rayleigh分布), 为目前国外使用较多的一种方法。

四、设计风速与基本风压建议值

目前大部分船舶用的测风仪和上述台风中心探空仪所测平均风速的时间间隔为一分钟。

表2 我国各海区不同重现期设计风速值(米/秒)*

海区	重现期 计算方法 设计风速	十年一遇				五十年一遇			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1		32.6	33.3	30.4	32.8	40.0	41.1	36.3	36.5
2		38.5	39.6	35.7	38.9	45.9	47.1	42.2	45.2
3		41.0	42.0	35.8	41.7	47.9	49.2	44.4	47.8
4		37.3	38.3	36.7	39.0	47.3	49.5	45.1	46.3
5		39.0	39.7	37.9	39.0	46.8	49.8	47.4	43.2
6		39.4	40.4	37.9	40.0	48.9	52.1	48.5	46.3
7		48.5	49.6	42.8	48.8	55.9	57.5	54.4	55.0
8		43.3	45.0	42.7	44.4	56.8	58.9	51.7	53.0
9		49.0	50.1	44.9	49.4	57.8	60.4	57.2	56.2
10		47.7	48.7	44.3	48.4	58.4	59.6	58.7	55.4
11		44.1	45.1	42.9	50.3	55.6	56.8	55.1	56.8
12		44.4	45.4	42.0	45.0	56.3	57.4	55.7	53.2
13		51.0	52.4	47.7	51.0	61.6	63.1	61.6	60.0
14		53.4	55.2	46.4	54.4	66.0	67.4	62.4	65.8
15		51.0	52.0	47.1	50.0	62.4	64.2	62.4	57.4

* 计算方法中: 1代表皮尔逊三型分布; 2代表龚贝尔分布; 3代表泊松-龚贝尔复合极值分布; 4代表韦布尔分布。

事实表明,一分钟平均风速能较好地反映出风的短周期变化对建筑物的影响;而十分钟平均风速基本上是一个稳定值,能代表风在较长时间持续作用下对建筑物的影响。根据海上钻井、采油平台、钻井船等海洋工程构筑物的使用情况,考虑到与我国现行地面或港口建筑风荷载标准尽可能相衔接的原则,本文提出取海面上方10米、50年一遇的1分钟平均最大风速和10年一遇的10分钟平均最大风速分别作为极端条件和一般条件下的设计风速值,且以泊松-龚贝尔复合极值分布和皮尔逊三型分布的数值为主,建议采用以下风速值为海区设计风速和相应的基本风压(见图2)。

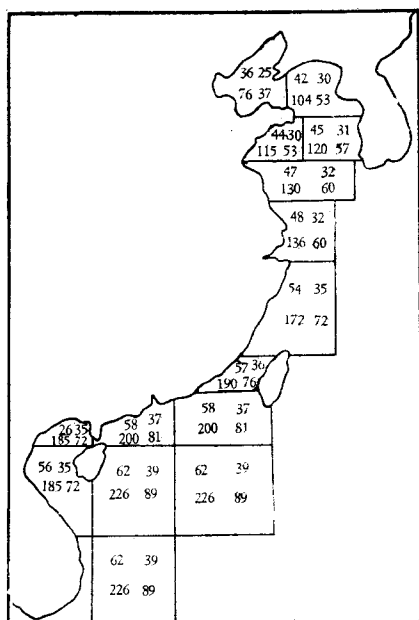


图2 各海区设计风速及基本风压建议值

左上角数值为极端条件下的设计风速(米/秒);
 右上角数值为一般条件下的设计风速(米/秒);
 左下角数值为极端条件下的基本风压(公斤/米²);
 右下角数值为一般条件下的基本风压(公斤/米²)。

图2表明,由于渤海为半封闭浅水海区且面积较小,受周围陆地的阻挡,因此1海区风速较其他海区为小。2、3、4、5海区及6海区的一部分为黄海。由于水面自北向南渐趋开阔,且南部受台风影响较北部为甚,故风速自北向南逐渐增大。东海与太平洋为邻,水域

极为宽阔,直接受太平洋上空风场的影响,台风活动较多,故7海区风速较上述海区显著增大。8海区为台湾海峡,由于海峡效应风速较大,且台湾海峡是西北太平洋热带风暴频临之地,故风速亦较大。9、10海区受太平洋西行台风的影响,风速也较大。13、14、15海区为南海的中心部分,除受太平洋热带风暴影响外,还有南海台风在附近生长,风速最大。11、12海区为北部湾,受陆地的阻挡,风速稍小。

根据部分沿海岛屿及台站历史上所记录的大风风速,如辽宁海洋岛34米/秒(1970. 6. 11)、山东坨圪岛30米/秒(1970. 6. 11)、广东汕头52米/秒(1969. 7. 29)、广东琼海48米/秒(1978. 9. 10)、与上述相应海区的设计风速计算值相比较,考虑到后者重现期较长和海上风速增大的特点,可以认为计算值与实测风速分布具有一致性。此外,对比我国各海域大风频率,可以看出大风频率等值线呈东北-西南走向。渤海海区大风较少,由黄海向南逐渐增多,在东海和南海海域,大风频率等值线具有与海岸线平行的趋势。在南海中心水域则形成频率值最大的中心。上述计算结果与此规律亦能较好吻合。

参 考 文 献

- [1] 朱瑞兆,1976.风压计算的研究,科学出版社。
- [2] 上海数学分会概率论数理统计小组,1959.关于最大风速的数理统计方法,上海科技出版社。
- [3] 中华人民共和国交通部,1978.港工技术规范,“荷载”,人民交通出版社。
- [4] 刘德辅、马逢时,1976.应用数学学报 1: 23—37。
- [5] 马逢时,刘德辅,1979.应用数学学报2(4): 366—375。
- [6] Gumbel, E. J., 1958. *Statistics of Extremes*, Columbia University Press.
- [7] Thom, H. C. S., 1968. *Jour. Structural Div. ASCE*, 94(7).
- [8] Довидан, И. Н., Лапутухин Л. И., 1974. *Закономерность Распределения Ветра и Волн в Океанах и Морях*, Тр. ГОИН., 122.
- [9] Титов Л. Ф. 1969. *Ветровые волны*, Гидрометиздат.