



# 港口系泊船舶受风高度取值问题研究

刘 胜

(中铁第五勘察设计院集团有限公司, 北京 102600)

**摘要:** 根据现行规范中船型尺寸、排水量、受风面积、形状系数等船舶参数与船舶形状特性的关系, 以及船舶照片与船舶本身符合比尺相似这一特点, 搜集船舶图片及其相关资料并进行研究分析, 得出船舶水面以上高度的计算方法以及相关参数。解决了JTS 144-1—2010《港口工程荷载规范》中未给出船舶水面以上高度取值方法带来的问题。

**关键词:** 船舶; 风荷载; 风压高度修正系数; 船舶水面以上高度

中图分类号: U 671

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)06-0046-003

## Port mooring ship's wind height problem

LIU Sheng

(China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Beijing 102600, China)

**Abstract:** According to the relationship among the ship parameters including ship dimensions, displacement, wind area, shape coefficient of ship parameters and ship shape characteristics which are stipulated in the current code, and considering the characteristics that ship photos and ship itself are in line with similar scale, we collect and analyze ship photos and related data, and achieve the calculation method and corresponding parameters for the ship height above water surface, which solves the problem due to the lack of method for the calculation of the ship height above water surface in JTS 144-1—2010 *Load Code for Harbour Engineering*.

**Key words:** ship; wind load; wind pressure height correction coefficient; ship height above water surface

港工设计工作中, 船舶作用力往往是起着主导荷载的作用。JTS 144-1—2010《港口工程荷载规范》<sup>[1]</sup>船舶风荷载计算公式中增加了风压高度修正系数这一参数, 对98规范进行了完善。然而, 规范并未给出用于确定这一参数的船舶水面以上高度的取值方法, 在实际工程设计中给设计者增加了难度。因此, 该问题的研究对水运工程具有重要的意义。

### 1 船舶水面以上高度的概念

规范中风压高度修正系数是由GB 50009《建筑结构荷载规范》中的风压高度变化系数推导得来。因此, 船舶水面以上高度应该是船舶上轮廓

各点至水面的距离, 沿长度方向是个变量。为计算方便, 文献[1]中船舶水面以上高度应为船舶水面以上受风部位关于风荷载的加权平均高度, 即受风计算高度, 也可以表示成受风面积与“受风计算宽度”的比值, 如式(1)。

$$H_w = \frac{A_w}{B_w} \quad (1)$$

$$B_w = \phi_w B \quad (2)$$

式中:  $B$ 为受风面最大尺寸, 纵向受风时指船宽、横向受风时指船长;  $\phi_w$ 为受风宽度修正系数。

船舶受风面积主要包括水面以上船舶主体部分、船舶上层建筑以及裸露在船体表面的车载货物的受风面积。新规范已给出部分船型的船舶压

收稿日期: 2012-11-12

作者简介: 刘胜(1981—), 男, 硕士, 注册土木工程师, 从事水运工程设计。

载和满载时的受风面积数据。规范中的船舶受风面积分为横向受风面积与纵向受风面积，本文相对应地将受风宽度分为横向受风计算宽度与纵向受风计算宽度，受风高度分为横向受风计算高度与纵向受风计算高度。

### 2 纵向受风计算高度的确定

纵向受风面积即整个船舶水上部分在中横断面处的投影面积，其形状相对简单，根据船舶自身及装载物的形状特性，可推导出纵向受风计算宽度，进而根据式(1)得到纵向受风计算高度。

船舶自身形状的特点：船体中横断面在船舶的平行中体位置，是船舶最宽的横断面，中部横断面形状主要由梁拱线、船底线和舷侧舷构成。

船舶上层建筑<sup>[2]</sup>是指位于上甲板以上，自一舷伸至另一舷或其侧壁自外板内缩不大于4%船宽的围蔽建筑物。货物堆高一般不高于上层建筑的顶部。因此，纵向受风面积可近似等于船舶上层建筑在中横断面处的投影面积与船体中横断面面积之和，如图1所示。

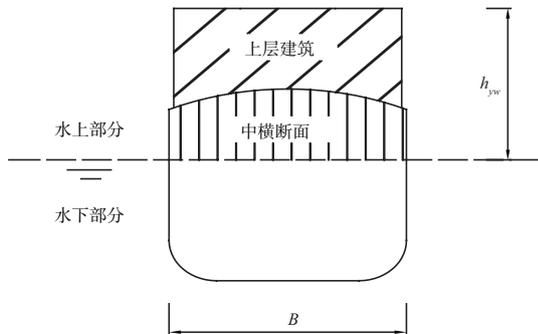


图1 船舶纵向受风面组成

对于一般较大的民用船舶，其舷侧线基本上是直舷式。表1中各船型的中横剖面系数 $C_M$ 接近于1，即充分证明了这一点。

表1 船舶船形系数<sup>[4]</sup>

船型	$C_{WP}$	$C_M$
远洋客船	0.75 ~ 0.82	0.95 ~ 0.96
沿海客货船	0.70 ~ 0.80	0.85 ~ 0.96
远洋货船	0.80 ~ 0.85	0.95 ~ 0.98
油船	0.73 ~ 0.87	0.98 ~ 0.99

综上，可以证明船舶纵向受风面是比较规整

的，可近似为矩形，因而根据式(1)和(2)，可以得到船舶纵向受风计算高度为：

$$H_{yw} = \frac{A_{yw}}{B_{yw}} = \frac{A_{yw}}{\phi_{yw} B} \quad (3)$$

式中：纵向受风宽度修正系数 $\phi_{yw}$ 由船舶横断面特性得出，可取 $\phi_{yw}=0.95\sim 1.0$ 。

### 3 横向受风高度的确定

横向受风面积即船舶水面以上在纵剖面上的投影面积，其轮廓相对复杂，很难根据船舶自身特性推导出横向受风高度。

船舶照片与船舶原型必然符合比尺相似，因此，完全可以根据船舶图片的尺寸比值来分析船舶自身尺寸比值关系。根据这一特点，在网络上搜集大量相关船舶的正侧面图片，进行计算统计。

文献[1]中作用船舶上的计算风压力横向分力计算公式为：

$$F_{xw} = 73.6 \times 10^{-5} A_{xw} v_x \zeta_1 \zeta_2 \quad (4)$$

式中：只有 $A_{xw}$ 和 $\zeta_2$ 是关于受风高度的函数，将文献[1]中表E.0.4的数据进行拟合，得 $\zeta_2=0.678h^{0.240}$ 如图2所示。

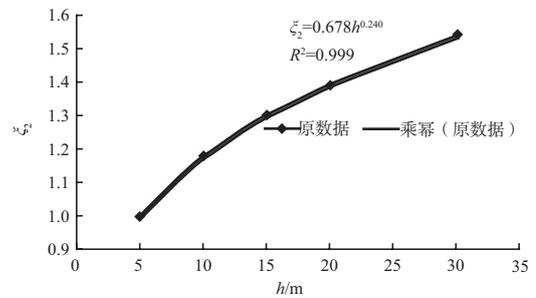


图2 风压高度变化修正系数与受风高度拟合函数

理论上，当 $n$ 取值足够大时，式(5)是成立的。为计算方便，在船舶长度方向上，根据船体自身形状分成有限的 $n$ 段，式(5)等式可近似相等。

$$A_{xw} h_{xw}^{0.24} = \sum_{i=1}^n A_i h_i^{0.24} \quad (5)$$

将船舶图片根据船体自身形状分成有限的 $n$ 段，根据式(5)进行计算，可求出船舶图片的横向受风高度

$$h'_{xw} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n A'_i h_i^{0.24}}{A'_{xw}} \right)^{1/0.24} \quad (6)$$

$$A'_{xw} = \sum_{i=1}^n A'_i = L'_1 h'_{xw} \quad (7)$$

则船舶图片横向受风计算宽度为:

$$L'_1 = \frac{\sum_{i=1}^n A'_i}{h'_{xw}} \quad (8)$$

进而得出横向受风宽度修正系数

$$\phi_{xw} = \frac{L'_1}{L_1} \quad (9)$$

式中:  $L_1$ 为实际量测图片船长;  $A'_i$ 为实测*i*段图片面积;  $h'_{xw}$ 为图片对应受风计算高度。

综上, 根据比尺相似原理, 船舶图片与船舶原型的 $\phi_{xw}$ 值一定相等。据此, 得到船舶水面以上横向受风计算高度为:

$$H_{xw} = \frac{A_{xw}}{L_{xw}} = \frac{A_{xw}}{\phi_{xw} L} \quad (10)$$

式中:  $L$ 为船长;  $\phi_{xw}$ 为纵向受风宽度修正系数。

在网络查找不同类型的船舶资料及其纵断面图片。船舶图片选取原则: 1) 船舶长、宽等尺寸符合现行港工设计船型规范中船型尺寸; 2) 图片为船舶正侧面照片。

根据船舶水尺及载重线, 分别对压载及满载时船舶图片进行测量, 由式(5), (8), (9)进行计算并统计, 得出参数 $\phi_{xw}$ 以供设计参考, 见表2。

表2 船舶 $\phi_{xw}$ 取值

船型	$\phi_{xw}$	符合资料数	资料计算总数	图片船舶吨位或容积
油船	0.80~0.90 (满载)	18	20	3 800~18万DWT
	0.85~0.95 (压载)			
集装箱船	0.92~0.97 (满载)	18	20	2.3万~11.6万DWT
	0.85~0.93 (压载)			
散货船	0.80~0.90 (满载)	17	18	3.4万~40.0万DWT
	0.88~0.95 (压载)			
液化气船	0.85~0.95	16	17	5 000~8.2万m <sup>3</sup>
客船与滚装船	0.85~0.95	14	15	仅大型船舶图片

注: 表中数据吨位较大时取大值。

根据文献[1]中表E.0.4中数据进行误差计算, 当表2中的 $\phi_{xw}$ 偏差为0.05时, 对 $\xi_2$ 的误差影响在1.0%~1.5%范围内。因此, 表2中参数 $\phi_{xw}$ 的取值在工程上应用是可行的。

### 5 结语

1) 提出符合现行港工荷载规范中船舶水面以上高度这一参数的取值方法, 并给出受风宽度修正系数 $\phi_{xw}$ 的取值, 可供港工船舶风荷载的计算进行参考。

2) 利用照片与原型符合比尺相似这一原理, 搜集网络船舶图片, 将其等效成船舶模型, 对船舶尺寸特性进行分析, 弥补了现有船型资料不足的缺陷。这一方法, 为类似工程研究提供了一种新的思路。

3) 在 $\phi_{xw}$ 这一参数的计算中, 对搜集的图片处理相对简单, 建议根据本文方法进行更多合理的资料收集, 并能将图片在绘图计算软件中绘制出船体模型, 以得到更为准确的 $\phi_{xw}$ 值。

### 参考文献:

[1] JTS 144-1-2010 港口工程荷载规范[S].  
 [2] 熊仕陶. 船舶概论[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 2006.  
 [3] 魏莉洁. 船舶结构与识图[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 2007.  
 [4] 盛振邦, 刘应忠. 船舶原理[M]. 上海:上海交通大学出版社, 2003.  
 [5] 杨兴晏. 船舶风荷载算法的比较研究[J]. 港工技术, 2006(2):12-13.  
 [6] JTJ 211—1999 海港总平面设计规范(2007年修订版)[S].

(本文编辑 武亚庆)