

研究简报

海锚的张力强度计算

CACULATION ON THE TENSION
STRENGTH OF PARA-ANCHOR

崔京南 王维权

(上海水产大学, 200090)

Cui Jing-nan and Wang Wei-quan

(Shanghai Fisheries University, 200090)

关键词 海锚, 经向张力, 环向张力**KEYWORDS** para-anchor, longitudinal direction, latitudinal direction

海锚在鱿鱼钓作业中起着重要作用。但由于海锚是在水下作业,其牢固程度是一个不可忽视的问题。根据海锚的规格及作业状况进行合理的强度计算,是保证鱿鱼钓正常作业的一项必不可少的工作。

鱿鱼钓海锚在水下作业时如图1所示形状。在计算海锚张力强度的研究中,参阅在流体作用下网具受力的有关文献[弗里德曼,1988年汉译本;Li Xinyang 和 Hou Enhuai,1990]。将沿海锚表面加强带辐射的方向称为经向,将与辐射方向垂直正交的环绕方向称为环向。计算海锚的强度,主要就是在锚体上进行经向和环向的受力分析。

1 经向受力分析

海锚经向各条锚绳(加强带)相隔距离相等。选取与锚绳(加强带)相邻的两个锚幅的中线之间的面积作为研究对象。

将研究对象沿 x 方向和 y 方向投影,都可以近似成三角形面积。

设锚绳长度为 L_0 ,海锚作业时,开口半径为 r ,垂度为 f 。锚绳数量为 n 。

进一步将研究对象近似成一条曲线。在这条曲线上受到的作用力有:锚绳的拉力 T_L ,水动力 R ,海锚底部张力 T_0 ,其中 T_L, R 均可分别向 X, y 方向投影,分解为 T_x, T_y 和 R_x, R_y 。

$$T_x = T_y r / \sqrt{L_0^2 - r^2}$$

$$T_y = F_y / n$$

式中 F_y 是指海锚作业时锚绳集中在转环上受到的沿 y 方向的合力(水动力沿 y 方向的分力)。

海锚在水下作业时基本处于平衡状态,海锚所受到的水阻力在锚体作用面上均匀分布。单位面积上受到的水阻力 q 是一个常数。同样, q 可以沿 x, y 方向分解为 q_x, q_y 。

$$q_x = F_x / nA_x$$

$$q_y = F_y / nA_y$$

式中 F_x, F_y 是水动力沿 x, y 方向的分力,可以运用流体力学的连续方程、能量方程、动量定理联立解出 [周谟仁, 1985; 潘文全, 1982], 为已知值。

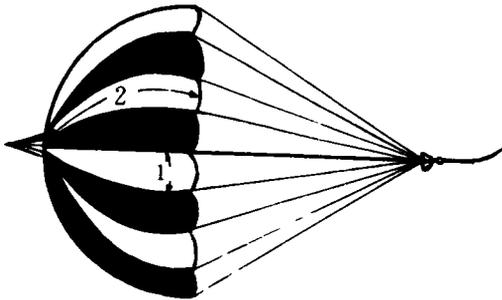


图1 海锚水下作业形状

Fig. 1 Status of para-anchor operation in the water

1. 环向, 2. 经向。

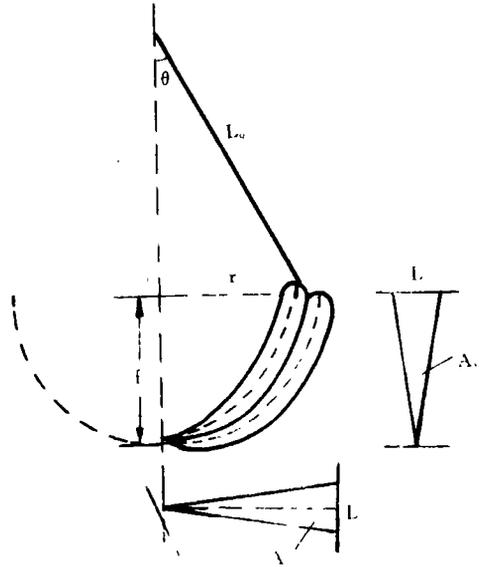


图2 海锚经向受力的研究对象

Fig. 2 Researched body strength in longitudinal direction of para-anchor

由于海锚基本处于平衡状态,可以运用理论力学平面力系的静力学公式,解出未知量, [徐芝伦等, 1959]。在图3中,各作用力对0点取矩,其合力矩为零。可以解出海锚作业时开口半径 r 与垂度 f 之间的关系。

$$f = T_y r / 2R_x - 3T_x$$

式中的 $R_x = q_x A_x$, 为作用于研究对象上沿 x 方向的水动力分力。

然后,在曲线上的任意点截断,取该点的 k, k 点上的经向张力 T_k 分解为 T_{kx}, T_{ky} 。曲线上各作用力分布如图4。

同样,将曲线上各作用力向0点取矩,合力矩为零。并将沿 y 方向的各分力合力为零,解出任意点 k 上的经向张力分力。

$$T_{kx} = \frac{1}{3n} (2F_x y^2 / f^2 - F_y x^3 / r y^2)$$

$$T_{ky} = F_y x^2 / n r^2$$

解出 T_{kx}, T_{ky} , 海锚锚体上的任一点的经向分力即可解出。

$$T_k = \sqrt{T_{kx}^2 + T_{ky}^2}$$

由于算式较复杂,可以运用电子计算机算出在已知水动力 F_x, F_y 和锚绳根数 n 的情况下,锚体上最大的经向受力 T_{max} 。

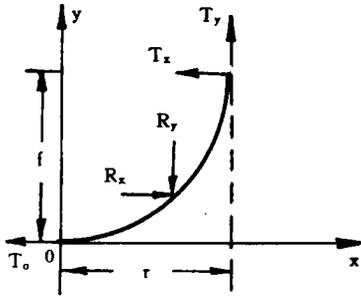


图3 海锚经向受力分析

Fig. 3 Analysis on longitudinal direction strength of para-anchor

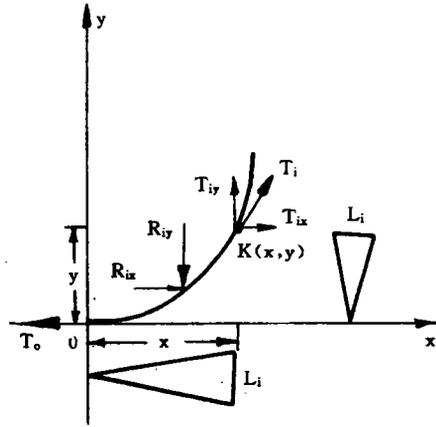


图4 海锚经向任意点受力分析

Fig. 4 Analysis on longitudinal direction strength of any point on para-anchor

2 环向受力分析

如图1所示,在水下作业的海锚或抛物面状,且水动力在海锚锚体的作用面上均匀分布.因此,可以把锚体微分成若干个沿经向为 dr 的圆环.将圆环沿直径处截断,分成两半来分析环向受力.

图5中半环内的铅直分力合力为零.水平分力等于半环沿 x 方向的投影面积 A 乘以单位面积上的水动力 q ,即

$$P_x = qA = qDdr$$

沿 x 方向的水动力合力 P_x 等于半环上所受的拉力.

$$P_x = 2T$$

设 T 在海锚环向壁厚 e 中均匀分布,则求出海锚的环向应力.

$$T_h = T/edr = \frac{1}{2}qDdr/edr = \frac{1}{2e}qD$$

由上式可见海锚的环向张力与海锚作业时的开口直径 D 成正比关系, D 越大,则环向张力越大.所以最大的环向张力 T_{hmax} 发生在锚体的边缘部分.

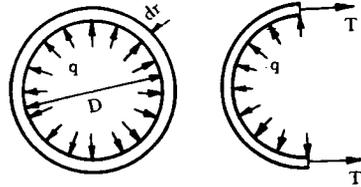


图5 海锚环力受力分析

Fig. 5 Analysis on latitudinal direction strength of para-anchor

3 结论

根据对海锚进行张力强度计算,可以解出海锚锚体上的最大经向张力 T_{max} , 最大环向张力 T_{hmax} .要按照最大受力来选择制作海锚的材料.对材料要进行抗拉试验.由于海锚在制作过程中还需要裁剪缝合,所以材料除了满足最大张力要求之外,在强度计算中还应考虑缝合系数 μ .

强度校核公式为:

$$[\sigma] = T_{max} / \mu\beta$$

式中, $[\sigma]$ —材料的强度; T_{\max} —海锚锚体上最大张力; μ —材料缝合后的强度与原来强度之比; β —安全系数。

由上式可见, 解出海锚的最大张力, 对于正确选择海锚的制作材料, 保证鱿鱼钓的安全作业, 是一项至关重要的工作。

我们与南京513厂联合研制海锚, 选择519号锦丝绸为制作材料, 并作抗拉试验, 测出经向最大张力为260kg/5cm, 环向最大张力为190kg/6cm。目前, 由我们研制的8154型渔船上使用的海锚已定型, 具体规格: 锚体直径D为27米, 锚绳数量为45根, 锚绳长度为57米。为了加强海锚在水下作业的牢固程度, 在锚体表现径向附加45根加强带, 每根加强带的张力为600kg, 环向在海锚锚体边缘双侧附加加强带, 张力达1200kg。如今我们研制的海锚已在全国各大渔业公司的鱿鱼钓作业中推广使用, 实践证明其性能和强度完全达到作业要求。

参 考 文 献

- [1] 弗里德曼, A. П. (侯恩准、高清廉译), 1988. 渔具理论与设计, 115—120. 海洋出版社(京)。
- [2] 周谟仁, 1985. 流体力学、泵与风机, 78—80. 中国建筑工业出版社(京)。
- [3] 徐芝伦等, 1959. 理论力学, 62—65. 上海科学技术出版社。
- [4] 潘文全, 1982. 流体力学基础, 103—106. 机械工业出版社(京)。
- [5] Li Xinyang and Enhuai Hou, 1990. Study of mesh stress and shape of an axisymmetrical net using the membrane theory. *Fish. Res.*, (9):269—282.