

木质渔船稳性研究

刁有明¹, 贾敬蓓², 张文孝¹, 谢忠东¹, 丁晓非¹

(1.大连海洋大学 机械与动力工程学院, 辽宁 大连 116023; 2.大连海洋大学 航海与船舶工程学院, 辽宁 大连 116023)

摘要: 对我国木质渔船稳性出事故的主要表现进行了分析和研究. 同时, 根据以往的研究成果和实践经验, 分析了影响我国木质渔船稳性的主要要素. 提出了我国木质渔船满足稳性要求应采取的措施, 并总结了我国木质渔船衡量稳性的具体指标. 此外, 对渔船职业船员加强培训方面也给出了相关的建议.

关键词: 木质渔船; 稳性; 船员培训

中图分类号: U661.2⁺2

文献标识码: A

文章编号: 1001-5132 (2011) 04-0116-04

渔船是船舶的重要船型之一, 在海上航行的100总吨以上的船舶中, 从数量上看, 渔船约占四分之一, 可谓数量庞大. 各国之所以发展渔船, 不外乎两个原因: 一是摄取海洋中的蛋白质作为食物, 二是对捍卫200海里专属经济区的利益起警戒作用. 在渔船中, 特别对中国渔船而言, 木质渔船占有很大比例. 在渔船的发展史上曾探讨了诸如“以钢代木”、“以钢丝网水泥代木”、“以合金材料代木”等多种代木方法, 但总是存在各种各样的不足之处^[1]. 短时间看, 木质渔船仍大量存在. 我国现有100余万艘各类渔船中, 约85%是木质渔船, 其中90%是小型渔船, 据中国渔业互保协会测算, 中国渔船有高达18%的出险概率, 渔船船员年均死亡率高达1.4%. 在渔船事故中, 稳性出事故者约占10%左右, 比例虽然不高, 但是渔船一旦稳性出事故, 往往导致生命和财产的重大损失. 因此, 仍有必要对木质渔船的稳性进行研究.

1 稳性事故的主要表现

1.1 甲板负荷过重导致重心上升, 稳性不足

这种情况往往由于捕捞的渔获过多, 渔获与网具都堆放在甲板上, 渔船干舷不高, 当遇到大的风浪时, 甲板上浪, 船易于倾覆. 20世纪70年代, 大连几艘渔船都是此种原因导致倾覆, 其中1艘由

于甲板上堆满了建筑用的砖瓦石料, 又是夜间航行, 干舷过低, 海浪不断打上甲板, 导致不断结冰, 距小长山岛仅3海里处不幸沉没.

此外, 如果有大量海水打上甲板, 稳性被大大削弱, 最容易造成渔船倾覆.

1.2 天气寒冷, 导致海水结冰

冬季是渔船的作业季节, 由于天气寒冷, 海水溅上船体很容易结冰, 结冰部位包括两舷外板、甲板以及上层建筑、桅杆等, 这么大面积的结冰, 重心自然升高很多, 对稳性不利. 因此, 渔船在冬季作业时, 应充分考虑结冰对稳性的不利影响, 如有必要, 应停止渔捞作业清除结冰.

另外, 渔船经常在风浪中作业, 上浪不可避免. 由于冬季天气寒冷, 海水打上甲板后迅速结冰, 导致排水口结冰堵塞, 海水无法排出, 使得船的重心迅速上升, 稳性削弱, 这也是此种情况的表现形式之一.

1.3 波浪的影响

日本在北海道的大沼湖中进行过自航船模倾覆试验^[2], 试验表明: 渔船在顺浪及尾斜浪中航行时, 倾覆的可能性最大.

英国国家海事研究所(NMI)在20世纪70年代末对小型拖网渔船进行了自航船模倾覆试验^[2], 结果也表明: 横浪产生横摇, 甲板易于上浪. 甲板上

浪后船的横摇周期加大, 横摇角也大, 渔船易于倾覆。

美国也做过渔船在顺浪中的自航试验^[3], 结果表明: 在随浪中, 当波峰处于船舳时, 是极端危险的, 此时舵已不起作用, 船处于麻痹状态, 海浪打上甲板, 稳性显著下降, 导致渔船倾覆。

需要特别指出, 在尾斜浪中由于浪、风形成的倾覆力矩甚为可观, 渔船本身的稳性难以抵御, 也是导致渔船倾覆的原因。

从种种情况来看, 渔船稳性涉及两方面: 一方面是船本身的要素及型线, 另一方面是船员的素养, 即能否在风浪中或寒冷气候中正确驾驶。

2 渔船本身的稳性

稳性是船舶的基本性能之一。相对于其他类型船舶而言, 渔船尺度较小, 所遇到的气象、海况条件恶劣, 在海上装载情况多变, 风向、浪向等都不确定, 因此保证渔船自身的稳性尤其重要。渔船稳性包括初稳性和大倾角稳性两个方面。

2.1 初稳性

GM 值是衡量渔船初稳性的主要指标, GM 值大, 则回复力矩大, 渔船抵抗倾斜力矩的能力就强。因此, 要保证渔船具有足够的初稳性, 就必须保证渔船具有足够的 GM 值。

我国《渔业船舶法定检验规则》(2000)规定: 渔船各种装在情况下, GM 值应不小于 0.35 m。对于船长为 30 m 以下的木质渔船, 经自由液面修正后, 初重稳距 GM 值应不小于 0.4 m^[4]。这些虽然都是法规上的明文规定, 但在实际中, 初稳性大小都不能以常规法规标准来衡量。因为渔船是海上工作船, 在风浪中作业在所难免, 当海浪打上甲板时, 甲板上会有大量积水流动, 容易产生附加侧倾力矩; 积水还容易导致渔船在一定的倾斜角度下达到平衡状态, 产生初始横倾角, 这些情况肯定使 GM 值得到削弱。再者, 稍大的 GM 值有利于静稳性曲线下的面积的增加, 这可由箱形船 GM/B 的增加情况看出^[5](图 1)。另外, 渔船经常在风浪中作业, 上浪及波峰处于船舳等情况使稳性削弱, 会导致横摇角过大或船处于麻痹状态等极端情况, 稍大的 GM 值会对上述极端情况起到缓解作用。

因此, 渔船的 GM 值应较一般运输船为大。但

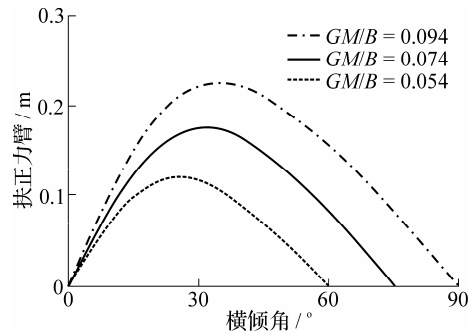
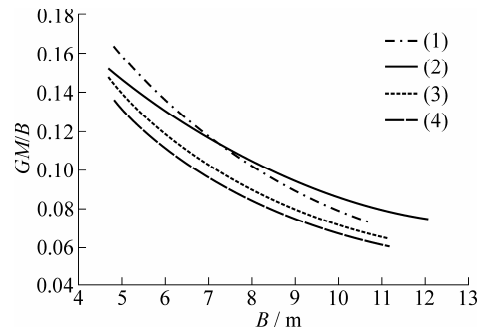


图1 箱形船静稳性曲线下面积

过大的 GM 值会导致横摇周期过短, 人感到不适。从我国单甲板渔船的实践情况看, 经自由液面修正后的 GM 值应在 0.65~0.8 m 的范围内, 能够在风浪中获得较佳的效果^[5]。从各国的指标来看(图 2), 小型渔船(包括木质渔船) GM/B 约在 0.11 以上。



注: (1)各国学者提出的 GM 值上限计算曲线; (2)英国学者提出的公式计算曲线; (3)德国学者提出的 GM 值下限计算曲线; (4)我国贾复教授提出的 GM 值下限计算曲线

图2 GM/B 的衡准

德国学者 Mockel 根据海上实测情况, 认为柴油机渔船的 GM 值约在 0.7~0.8 m 范围内能在风浪中获得较佳效果^[5], 由于 Mockel 实测的地点在大西洋, 而大西洋的风浪比太平洋大, 因此在大西洋作业的渔船 GM 值应取的更高些。

为有效保证木质渔船具有足够的初稳性, 在设计之初就应该考虑。选取主尺度时, 其中选取型宽的原则首先就要考虑初稳性。这是因为渔船甲板上较多的捕捞机械、救生设备和电气设备, 重心较高, 容易造成初稳性不足。船模试验证明: 初稳性不足, 会导致横摇周期过大, 遇到风浪天气, 甲板上浪, 横摇周期进一步增大, 最后导致倾覆。因此, 渔船的型宽, 尤其是象木质渔船这样的中小型渔船, 其型宽的取值相对较其他类型船舶为大。

型宽对初稳性也有重要影响, 宽度吃水比亦然, 可由(1)式看出:

$$\delta GM = (3r - Z_c) \cdot \delta(B/T) / (B/T), \quad (1)$$

其中, GM 为初稳性指标, m; r 为横稳性半径, m; Z_c 为浮心距基线高, m; B 为型宽, m; T 为平均吃水, m.

但也不能单一地增大 B 或 B/T . 若排水量不变, 增加 B/T 会导致船的两端过于纤瘦, 对船在波浪中的航行极为不利. 当波峰在船中而两端处于波谷时, 水线面惯性矩 I_x 显著下降, 横稳性半径 r 减小, 最终导致 GM 值下降明显, 初稳性不足.

究竟怎样取值合适, 我国专家对此进行过长期的研究, 在对 40 m 以下的中小型渔船做过大量实船统计的基础上, 得出下列公式^[6]:

$$B/T \geq 10 / L_{bp}^{0.38}, \quad (2)$$

其中, L_{bp} 为两柱间长, m; 其余参数同(1)式.

经过长期实践检验, 在正常装载的情况下, 满足(2)式要求, 就认为初稳性是足够的.

在我国, 木质渔船多为 15 m 以下的小船. 这些小型渔船有一个共同的特点, 就是缺乏完整的技术资料, 都是凭着造船工匠的传统经验建造而成, 属传统船型^[6]. 由于缺乏技术资料, 这些老旧船型的稳性很难得到保证, 既不能满足渔船海上作业安全的需要, 也给渔船检验工作带来困难. 因此, 采用一种简单、有效、又能满足相关法规要求的方法对其进行稳性衡准计算, 也是需要研究的问题.

英国对船长在 12 m 以上的渔船, 可用下列简化衡准来检查稳性^[5], 即:

$$GM = 0.6 + 0.05B - 0.25f, \quad (3)$$

适用范围: $0.04 \leq f/B \leq 0.20, 0.75 \leq B/H \leq 2.15$;

其中, H 为型深, m; f 为干舷, m. (3)式可改写为:

$$GM/B = 0.6/B + 0.05 - 0.25f/B. \quad (4)$$

对于单甲板渔船, 若 f/B 取 0.1, (4)式即为:

$$GM/B = 0.6/B + 0.05 - 0.025.$$

从上与德国 Mockel 的 GM 值约在 0.7~0.8 m 的范围以及我国单甲板渔船 GM 值应在 0.65~0.8 m 的范围内的观点来看, 在对 GM/B 的衡准上基本相近, 若绘成曲线即为图 2.

结合我国的实际情况, 有学者专门对此进行研究, 提出了针对小型木质渔船进行稳性衡准的方法:

(1) 下式可作为我国船长在 15 m 以下的小型木质渔船三类航区稳性标准^[7]:

$$GM \geq 0.6 - 0.25f, \text{ 且 } GM \geq 0.4; \quad (5)$$

适用范围: 浸水角 $\theta \geq 25^\circ$, $B_{\max}/H \geq 2$, $f/B_{\max} = 0.07 \sim 0.14$. 式中: H 为型深, m; B_{\max} 为最大船宽, m.

(2) 下式可作为我国小型木质渔船二类航区稳性标准^[7]:

$$GM \geq 0.6 - 0.25f + 0.05B_{\max}, \text{ 且 } GM \geq 0.4; \quad (6)$$

适用范围: 浸水角 $\theta \geq 25^\circ$, $B_{\max}/H \geq 2$, $f/B_{\max} = 0.07 \sim 0.14$.

2.2 大倾角稳性

至于大倾角稳性显然与干舷有关. 渔船, 特别是像木质渔船这样的小型渔船, 由于经常在风浪中作业, 需要有足够的储备浮力, 这就需要有足够的干舷. 为了改善木质渔船的大倾角稳性与溅浸性, 也必须有足够的干舷. 因此, 渔船的干舷较同尺度的其他类型船舶为高. 但是应该看到, 对于单甲板木质渔船, 干舷不可过大, 过大则影响渔捞作业, 同时引起重心升高、受风面积增大, 冬季作业结冰面积也增大; 过小则不安全, 稍有装载不当, 甲板边容易浸水, 影响到大倾角稳性. 至于干舷多少认为足够, 我国专家也进行了专门研究, 提出公式如下^[6]:

$$f = (H - T) / B \geq 0.1B. \quad (7)$$

根据(7)式, 我国木质渔船的干舷一般取 $0.1B$ 或稍大. 但欧洲有学者提出干舷取 $B/8$, 因为欧洲地处寒冷, 结冰想象较严重, 航行的海域风浪也较大, 故取值偏大. 实践证明, 在我国木质渔船的干舷取 $0.1B$ 是可行的. 这里需指出, 木质渔船于建造中及下水后含水量发生变化, 直接导致干舷变化, 笔者提出的干舷取 $0.1B$ 是只木质渔船在水中浸泡后的数据, 而不是刚下水时的数据.

2.3 固定压载

由于木质渔船的主要构件(如外板、甲板、肋骨、横梁、纵骨等)均为木质, 在水中与在陆地相差很大, 以北方常用的松木为例, 干燥时其密度 $0.55 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 下水后密度可达 $0.85 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. 很明显, 船刚下水时重心较高, 若装载不当且遇到风浪天气, 很容易导致稳性不足, 进而发生事故, 这就是许多木船下水后易于倾覆导致船员死亡的重要原因. 因此, 新造木船下水须加固定压载以免致稳性不足.

另外, 采用固定压载不仅能改善木质渔船的

初稳性与大倾角稳性, 同时也能保持较佳的阻力性能与耐波性尺度. 从此意义上来说, 因固定压载所引起的排水量损失得到了一定补偿. 在满足上述条件的情况下, 即 $B/T \geq 10/L_{bp}^{0.38}$, $f = 0.1B$ 时, 木质渔船固定压载可取空船重量的 7.5%~10%.

3 船员素养

加强对木质渔船船员的培训工作, 努力提高他们的业务素质及安全意识水平, 这点对职务船员尤其重要. 委托专业的培训机构, 于上船前集中进行培训. 组织专家编写专门的教材, 考虑到船员普遍受教育程度不高, 教材尽量做到通俗易懂, 类似于科普读物最好. 对职务船员的培训, 简易采取最低培训课时制度, 即完不成最低培训课时、考试不合格者坚决不发证书. 最低培训课时的确定建议可参照英国商业部的标准执行, 具体标准见表 1.

表 1 最低培训课时标准

船员职务	船长	大副及轮机长	其他船员
培训课时/h	60	40	20

培训机构应派遣有丰富经验的专家进行授课, 保证最低培训课时时应取得的效果, 避免流于形式. 对船长、轮机长、大副等重要职务船员, 一定要使他们掌握船舶安全的基本知识, 并能正确指挥其他船员处理应急情况, 最大限度避免稳性事故的发生.

4 结论

(1) 渔船稳性涉及两方面: 一是船本身的要素及型线, 二是船员的素养;

(2) 在正常装载的情况下, 要想满足木质渔船的初稳性要求, 必须按下式取值: $B/T \geq 10/L_{bp}^{0.38}$, $f = 0.1B$;

(3) 在满足结论(2)的前提下, 木质渔船的固定压载压载可取空船重量的 7.5%~10%;

(4) 人为因素占稳性事故中的比例非常大, 应引起有关部门的足够重视;

参考文献:

- [1] 闫宏. 玻璃钢渔船产业化发展与推广[J]. 玻璃钢/复合材料, 1999(1):45-47.
- [2] Morrall A. Capsizing of small trawlers[J]. Fishing Boats of the World, 1960(3):18-22.
- [3] Lackenby H. Formation of ice on trawlers[J]. Fishing Boats of the World, 1960(1):16-18.
- [4] 中华人民共和国渔业船舶检验局. 渔业船舶法定检验规则: 内河玻璃钢、海洋木质及小型钢质渔业船舶法定检验技术规则[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002:116-117.
- [5] 贾复. 渔船设计[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990:78.
- [6] 孟宪江. 7~15 米木质海洋渔船稳性简易衡准的研究[J]. 水产科学, 1997, 16(4):43-46.
- [7] 陈龙, 朱瑞源. 木质渔船简易稳性衡准[J]. 大连水产学院学报, 1992, 11(7):98-104.

Study on the Stability of Chinese Wooden Fishing Vessel

DIAO You-ming¹, JIA Jing-bei², ZHANG Wen-xiao¹, XIE Zhong-dong¹, DING Xiao-fei¹

(1.School of Mechanical & Dynamical Engineering, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China;

2.School of Marine Engineering & Naval Architecture, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China)

Abstract: The analysis on accidents arising from vessel stability of Chinese wooden fishing boats is presented. Based on the previous research results and practical experiences, the main factors which affect the stability of wooden fishing boats are investigated. For Chinese wooden fishing boats, some methods to enhance the stability are proposed, and the stability measure indexes are summarized. In the end, the suggestions of improving training for fishing vessel personnel are made.

Key words: wooden fishing vessel; stability; training for fishing vessel personnel

(责任编辑 章践立)