

金枪鱼围网渔船的快速性分析

周崇庆

贾复陈龙

(中国水产科学研究院, 北京 100039) (大连水产学院, 116023)

摘要 在搜集大量金枪鱼围网渔船资料的基础上, 对金枪鱼围网渔船的快速性进行了分析, 认为金枪鱼围网渔船的快速性应是在不影响捕捞作业性能所要求的回转性情况下考虑的。同时对棱形系数、宽度吃水比、浮心纵向位置、球艏的参数等提出了建议。

关键词 金枪鱼, 围网, 渔船, 快速性

金枪鱼围网渔船起源于美国, 又称美式金枪鱼围网渔船, 这种船型是目前世界上最大的围网渔船船型。这种船型投资巨大, 但因为金枪鱼售价高, 往往一年的产值即可回收造船成本。近年来, 由于各国普遍实行 200 n mile 专属经济区政策, 一些海洋渔业发达国家更是加紧发展金枪鱼围网渔船^(9,10)1), 而我国近海资源枯竭, 为大力开发远洋渔业, 发展这种船型是相宜的。

金枪鱼围网渔船捕捞作业方式为海上围捕金枪鱼。由于金枪鱼游速快, 故而金枪鱼围网渔船的航速就成为决定网次产量的一个重要因素。这种船型的航速一般在 14~18 kn, 即 $V/\sqrt{L}$ 为 1~1.25。良好的快速性能或者说良好的阻力性能是金枪鱼围网渔船船型所追求的目标。金枪鱼围网渔船要求良好的回转性, 不得不采用较小的船长, 从而使船体具有小的 L/B , 以利于回转性能^(1,2)。决定其网次产量的另 1 个重要的因素是回转性。所以, 金枪鱼围网渔船在所要求的回转性前提下只能选取对快速性不利的尺度及尺度比。这就需采取其它措施, 在不影响捕捞作业性能所要求的回转性情况下来考虑其快速性, 这正是金枪鱼围网渔船的设计特点。本文根据文献[4~8]中的金枪鱼围网渔船实船资料, 对金枪鱼围网渔船的快速性进行分析, 在兼顾回转性的情况下追求快速性, 以便得出规律性的结论, 用于金枪鱼围网渔船船型的设计工作。

1 船型系数

金枪鱼围网渔船的速长比处于阻力“峰”值区域附近, 兴波阻力将迅速增大, 在长宽比 L/B 或相对长度 $L/\Delta^{1/3}$ (Δ 为排水量) 不能增大的情况下, 要想改善阻力性能, 惟有采用小的棱形系数 C_p , 以使两端纤瘦, 有利于兴波阻力的减少, 因为对渔船阻力性能有重大影响的

收稿日期: 1998-03-24

本课题系院科研基金资助项目 96-06-08

1) 王秉和. 建立与发展山东省远洋金枪鱼渔业途径的研究. 远洋渔业, 1994(1): 1~18

船型系数是棱形系数 C_p , 但 C_p 亦不可过小, 否则将会出现下列不利情况: ①使排水量过于集中在艏部, 渔船在营运中装载情况多变, 将不利于纵倾调整, 即不利于使用; ②过于纤瘦的两端不利于布置, 也不利于施工; ③迎浪时, 波浪过后才能升起, 使甲板易于上浪; ④艏部处于波峰时, 水线面惯性矩损失较大, 对稳性不利。

渔船 C_p 在阻力上的最佳值相对于佛氏数 $Fr^{[1]}$ 如表 1 所示。但考虑 C_p 不可过小, 在设计时可按最佳值加大 10% 来选取^[3]。按最佳 C_p 值加大 10% 后的值也列于表 1 中。

表 1 棱形系数 C_p 和佛氏数 Fr 的关系

Table 1 Relations between prismatic coefficient C_p and Froude number Fr

佛氏数 Fr	Froude number	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36
阻力上最佳 C_p	Opt. C_p for resistance	0.60	0.57	0.56	0.55	0.56	0.57
最佳 C_p 值增大 10%	Opt. C_p enlarged 10%	0.66	0.63	0.62	0.61	0.62	0.63

将增大 10% 后的最佳 C_p 值与金枪鱼围网渔船实船的 C_p 绘成图 1。由图 1 可见, 金枪鱼围网渔船实船的 C_p 值与阻力上的最佳值增大 10% 后的 C_p 甚为相符。

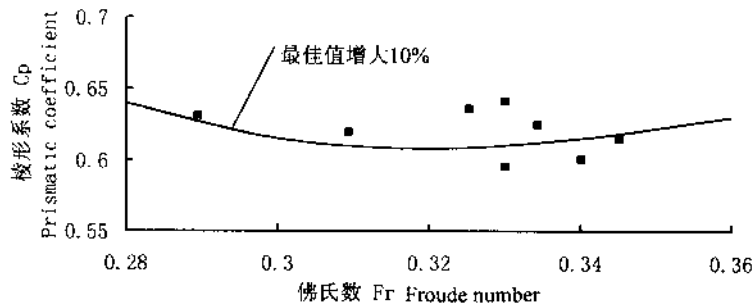


图 1 实船资料与最佳 C_p 增大 10% 比较

Fig.1 Comparison between data of existing ships and optimum C_p enlarged 10%

至于方形系数 C_b , 根据统计分析, 它与棱形系数 C_p 存在如下关系:

$$C_b = 1.2C_p - 0.12$$

浮心纵向位置 LCB 对阻力性能亦有着不可忽视的影响。为了减少兴波阻力, 使前体尽可能纤瘦, LCB 应位艏后。但 LCB 亦不可过于远离艏剖面, 因为过于远离容易造成纵摇质量惯性半径过大, 不利于风浪中纵摇性能。LCB 尚应位于鱼舱附近, 这有利于调整纵倾。从金枪鱼围网渔船实船统计资料来看, C_p 为 0.6 左右, LCB 在艏后 (3%~4%) L , 在阻力上可获得较佳配合。

2 宽度吃水比

金枪鱼围网渔船与其他类型渔船相比, 在尺度上的一个特点就是宽度吃水比 B/T 较小。由图 2 可见, 在广阔的船长范围内, B/T 很少超过 2.5, 基本在 2.1~2.4 范围内。小的

B/T 是通过大幅度增加吃水,适当增加船宽实现的,有利于阻力性能。金枪鱼围网渔船采用小的 B/T 不仅有利于快速性,而且有利于回转性,因为增加吃水,可使舵增加浸深,并可使舵的展弦比增大,提高舵效。另外,增加吃水也有利于容纳大直径螺旋桨,提高推进效率。其结果使该渔船能够快速地回转围捕金枪鱼群,符合其作业要求。 B/T 还与湿面积有关,而湿面积的大小影响着摩擦阻力。鉴于金枪鱼围网渔船有着小的 B/T ,则舢剖面系数宜在 0.85~0.95 之间,这可使金枪鱼围网渔船获得小的湿面积。

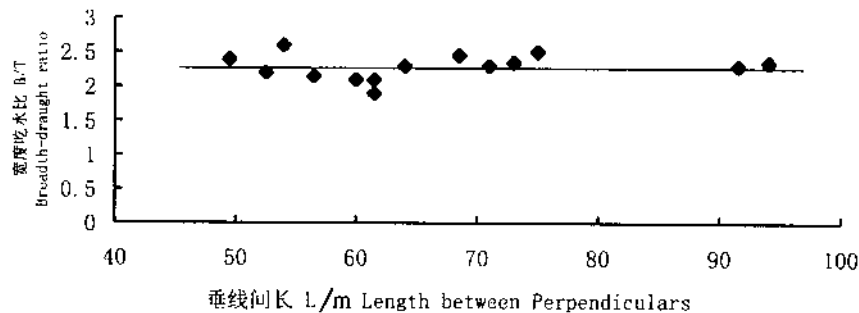


图2 宽度吃水比与船长的关系

Fig.2 Relations between breadth - draft ratio and length

3 球艏与球艉的应用

目前,金枪鱼围网渔船普遍采用球艏以消减兴波阻力,大多数采用“S-V”型,其相对伸长长度 l_b/L (l_b —球鼻艏端点距艏垂线距离, L —垂线间长)较长,达 6.5%~7.5%,这是因为金枪鱼围网渔船为了具有良好的快速性而需要配置较长的球艏。其中,球鼻可改善波浪中的运动性能,即减少纵摇幅度与起伏运动幅值^[2],这也是金枪鱼围网渔船配置球鼻的原因。

在金枪鱼围网渔船上,还采用球艉^[10],球艉与船体共同作用使产生的合成波幅有所降低,从而可减少兴波阻力。同时,由于球艉的存在改善了流向螺旋桨的水流,从而提高了推进效率。

4 海军常数

海军常数虽是一种近似估算阻力性能的特征数,但在设计中亦有一定的指导意义,由于:

$$C = \frac{\Delta^{2/3} V^3}{EHP} \quad \text{式中: } C - \text{海军常数; } \Delta - \text{排水量/t; } V - \text{航速/kn; } EHP - \text{有效马力/Hp}$$

若用主机功率力 MHP 代替有效马力 EHP ,则有:

$$C_M = \frac{\Delta^{2/3} V^3}{MHP} \quad \text{而 } EHP = MHP \cdot e$$

式中: e —推进系数,则 $C_M = C \cdot e$

海军常数 C_M 不仅反映了阻力性能,也反映推进性能, C_M 越大,表明快速性越好。

$$\text{由于} \quad C_M = 10.62 \frac{\Delta^{2/3}}{S} \frac{1}{C_t} e$$

在船型相近的情况下, $\frac{\Delta^{2/3}}{S}$ 近似为常数, 故: $C_M \propto \frac{e}{C_t}$, 即 $C_M \propto \frac{e}{C_t + C_r}$ 。

可见, C_r 随着船长的减少而增大, 因此, 在同样佛氏数情况下, 尺度小的船有更多的阻力属于摩擦阻力, 尺度大的船有更多的阻力属于兴波阻力即剩余阻力, 因为兴波阻力是剩余阻力的主要成分。故对小长度的金枪鱼围网渔船, 应尽可能采取措施减少湿面积, 如恰当的舢剖面系数与 B/T 。对大长度的船则要尽可能采取措施减少兴波阻力, 如小而适当的棱形系数、纤瘦的半进角、球艏等。由上式也可看出, 不论小船还是大船, 提高推进系数都有利于增大海军常数 C_M 。

目前, 金枪鱼围网渔船为了提高推进系数 e , 采取的措施有:

①在船体艏部采用球艏, 使之伴流均匀。

②降低螺旋桨转速, 一般金枪鱼围网渔船的转速不超过 200 r/min, 有的甚至小于 150 r/min。

③采用设计艏纵倾, 如图 3 所示。金枪鱼围网渔船采用大艏框, 以获得大的艏吃水, 采用大直径螺旋桨, 桨径一般在平均吃水的 0.7 倍以上, 有的甚至在 0.75 倍以上。

④采用可调螺距螺旋桨等, 以便在各种工况下获得良好的推进效率。金枪鱼围网渔船为了节能, 采用 2 台主机, 使用 1 台主机时可获得常规巡航速度, 在围捕金枪鱼时, 则同时使用 2 台主机^[11], 获得高的追鱼航速, 此时更需要可调螺距桨来发挥高的效率。

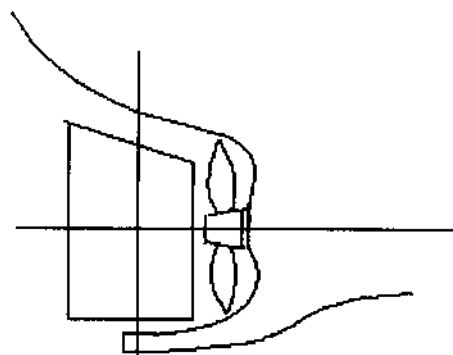


图 3 大艏框

Fig.3 Big stern frame

5 航速估算

航速粗估在设计工作或营运工作中都是比较重要的, 对渔船航速估算如下式^[12]:

$$V = 0.945 \left(\frac{MHP}{\Delta} \right)^{0.273} \sqrt{L}, \text{ 即 } V/\sqrt{L} = 0.945 \left(\frac{MHP}{\Delta} \right)^{0.237} \dots \textcircled{a}$$

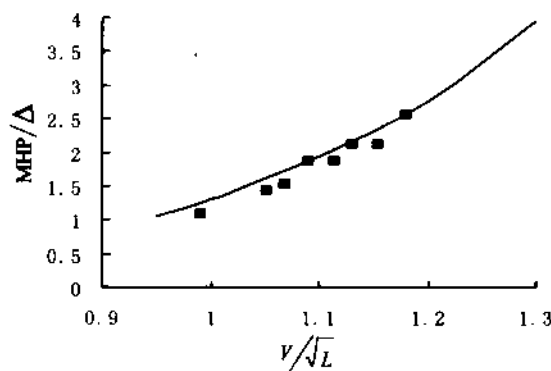


图 4 ①式与实船资料比较

Fig.4 Comparison between Formula ① and data of existing ships

式中: V - 服务航速/kn; MHP - 主机功率/kW; Δ - 排水量/t; L - 垂线间长/m

若将估算航速的④式与金枪鱼围网渔船资料绘成图 4, 能很好地反映金枪鱼围网渔船 $V/\sqrt{L}$ 与 $\frac{MHP}{\Delta}$ 的关系(根据渔船营运 1 个时期后的航速统计所得)。上述航速公式所估算的航速可作为服务航速的下限值或持久的服务航速。

参 考 文 献

- 1 贾 复. 渔船设计. 北京: 农业出版社, 1990
- 2 陈 龙、贾 复, 等. 远洋金枪鱼围网渔船主要参数分析. 船舶工程, 1997(1): 27
- 3 贾 复. 船舶原理与渔船结构. 北京: 中国农业出版社, 1996
- 4 郭仁达. 现代海洋渔船. 北京: 农业出版社, 1982, 106~112
- 5 渔船[日], 253 号, 266 号, 278 号, 317 号
- 6 Fishing News International, 1995~1997
- 7 World Fishing, 1988~1995
- 8 Fishing Boat World, 1995~1997
- 9 Ted Madden. Superseiner Joins Atunsa's Tuna fleet. Fishing Boat World, 1997, 1: 16
- 10 Superseiner. Fishing News International, 1996, 7: 40
- 11 New Design for us Tuna Purse Seiners. World Fishing, 1988 7
- 12 Jia Fu, Yang You, Qian Hong. Optimum Speed of Trawlers. International Shipbuilding Progress, 1996, 7(434): 112

Analysis of resistance and propulsion for tuna seiner

Zhou Chongqing

Jia Fu Chen Long

(Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100039) (Dalian Fisheries college, 116023)

Abstract Based on a lot of collected data about tuna seiner, the analysis of resistance and propulsion is executed. It is considered that the resistance and propulsion should be counted on the occasion that the requirement of turning ability for tuna seiner fishing is not affected. Some propositions for prismatic coefficient C_p , ratio of breadth to draft B/T , LCB , and parameter of bulbous bow etc, as well as the measures for improving resistance and propulsion are discussed.

Key words tuna, seine, fishing vessel, resistance and propulsion