

小型渔船初步设计中重量重心的估算*

郭仁达

(中国水产科学研究设计院)

提 要

本文根据近三十艘渔船的重量重心资料,用数学归纳法予以分析,从中找出了船体钢料重量、舢装木作重量、机电重量及其重心高度的相应关系式。可以做为初步设计中估算排水量参考。

渔船的船型、结构和设备等,与一般中小型货船、油船、工作船都不同,船舶的重量组成,重心高度的差异也很大。现根据我国建造和设计的近30艘渔船的重量重心资料,用数学归纳法予以归纳分析,以便从中找出相应的关系,做为初步设计中估算排水量的一个参考。统计实船的范围是:主机功率自75马力的至1000马力的的小型渔船,包括拖网渔船,拖围渔船和个别渔业辅助船(灯船、收鲜船)等;船体全部为钢质焊接结构;垂线间长为20米至42米;主要的渔捞机械为机械传动或低油压传动(个别为电力传动);渔获物保鲜方法,除个别为冻结及冷藏外,大多为冰鲜;鱼舱隔热材料多数为泡沫塑料板,少数用软木。渔船的重量由船体钢料、舢装木作、机电三类组成。分类重量来源于理论计算,而空船重量取自倾斜试验资料。

1. 船体钢料重量 W_s

图1是 W_s 与 LBD 的关系,其概略算式为:

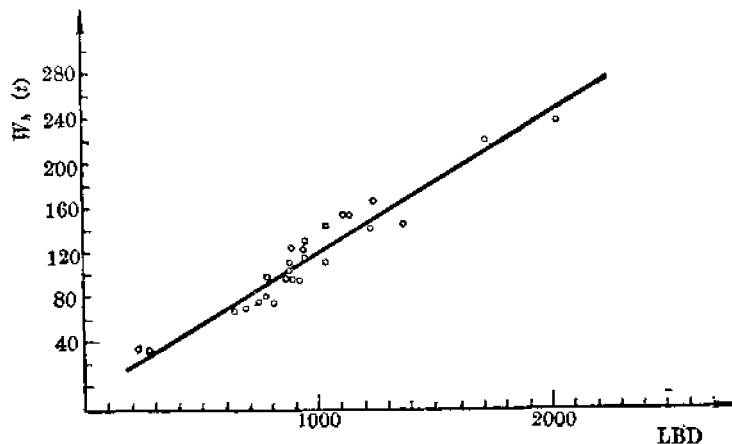


图1 船体钢料 W_s 与 LBD 的关系

* 本文写作过程中,蒙朱淑新、吴为璞、秦文津同志多方面指正并校审原稿,特表感谢。

$$W_h = 0.125LBD - 3.77(\text{吨})$$

式中: L ——垂线间长(米)

B ——型宽(米)

D ——型深(米)

上式与图1之间的相关系数 $r = 0.96$ 。

图2是 W_h 与 LBD' 的关系, D' 是考虑到上层建筑的修正型深:

$$D' = D + h \frac{l}{L}$$

式中: D ——型深(米)

l ——修正到全甲板室宽度两舷有走道的上层建筑长度(米)

h ——上层建筑高度(米)

L ——垂线间长(米)

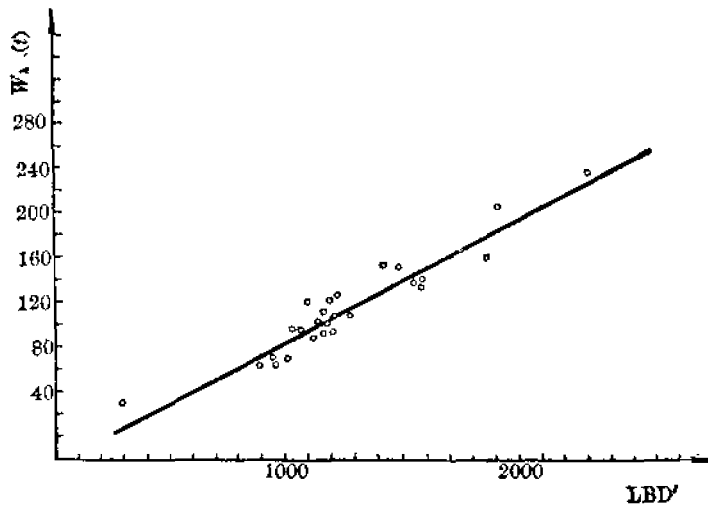


图2 船体钢料 W_h 与 LBD' 的关系

图2的概略算式为:

$$W_h = 0.115LBD' - 26(\text{吨})$$

上式与图2之间的相关系数 $r = 0.955$ 。

2. 舢装木作重量 W_f

舢装木作重量占空船重量的比例差距很大,有的仅为15%,而有的在35%以上。设备不同,渔获物保鲜方式不一样,以及使用材料的差异等,都影响舢装木作重量。图3是部份舢装木作重量 W_f 与 $L(B+D)$ 的关系,概略算式为:

$$W_f = 0.180L(B+D) - 1.8(\text{吨})$$

式中: L ——垂线间长(米)

B ——型 宽(米)

D ——型 深(米)

上式与图 3 之间的相关系数 $r = 0.89$ 。

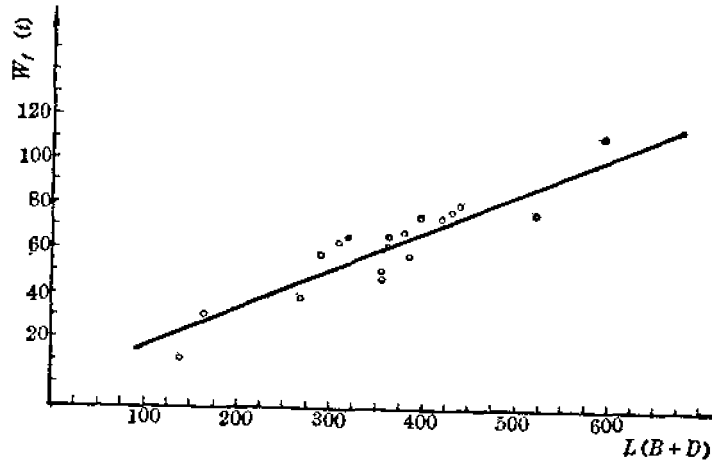


图 3 舢装木作重量 W_f 与 $L(B+D)$ 关系

●带冷藏设备

按上式估算的重量,一般系指不带冷藏的船只,对带冷藏的渔船,建议再加 10%。

3. 机电重量 W_m

机电重量系指包括主机、辅机、轴系、管系、电气设备、制冷设备等在内的重量,与主辅机型式、功率、转速、轴系长短、其它动力设备关系很大。图 4 是部份船机电重量 W_m 与主

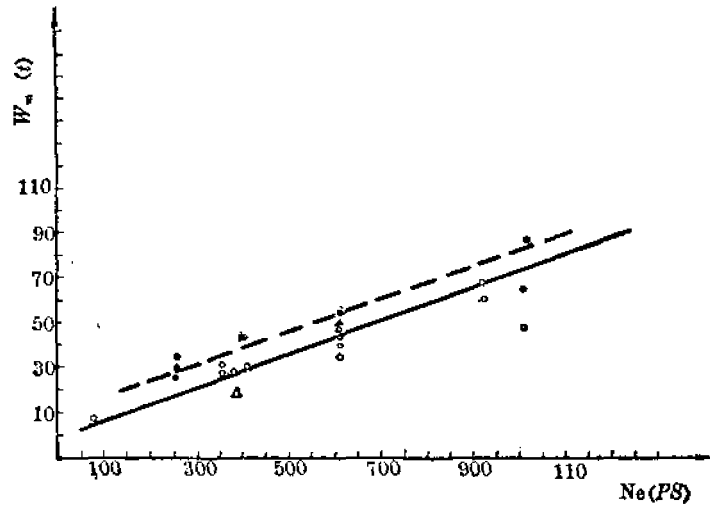


图 4 机电重量 W_m 与 N_e 关系

●非增压或 350 转/分柴油机 ▲带冷藏设备 *带冻结设备 △高速柴油机

机功率 N_e 间的关系,其概略公式为:

$$W_m = (0.075 \pm 0.005)N_e(\text{吨})$$

式中 Ne 是主机功率(马力)。该式适用于主机转速 400—450 转/分的低速普通增压柴油机,对于非增压柴油机和带冷藏设备的船只,建议再增加 10—15%。

机电重量与电站功率直接有关,图 5 是机电重量 W_m 与装船柴油机总功率 Ne' 间的关系,其概略关系为:

$$W_m = (0.044 \pm 0.005)Ne' + 10(\text{吨})$$

式中: Ne' 是装船主辅机总功率(马力)。

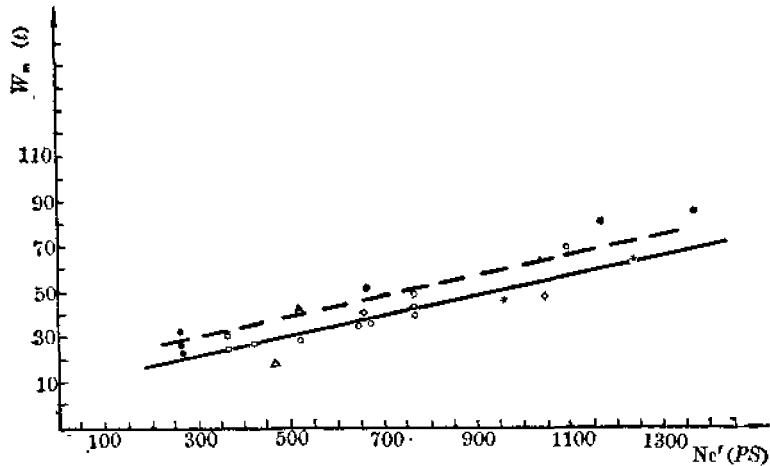


图 5 机电重量 W_m 与 Ne' 关系

●非增压或 350 转/分柴油机 ▲带冷藏设备 *带冻结设备 △高速柴油机

4. 空船重量 LW

空船重量系指船体钢料、舾装木作、机电重量的综合,图 6 是它与 $L^2(B+D)$ 的关系。

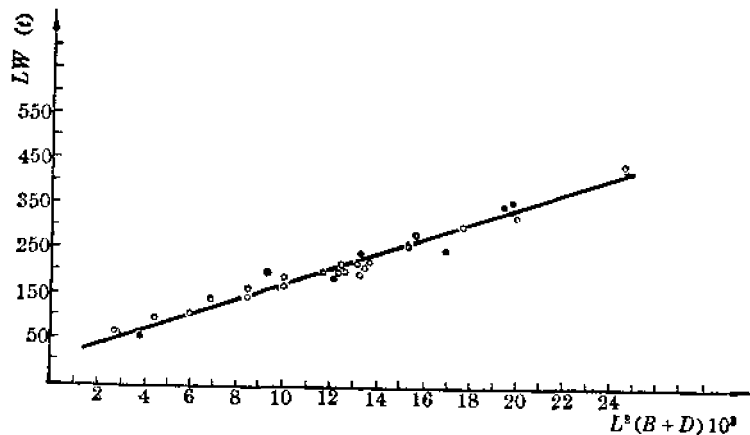


图 6 LW 与 $L^2(B+D)$ 的关系

○倾斜试验值 ●计算值

空船重量资料除标明者外,皆取自倾斜试验结果。概略算式为:

$$LW = 16.82L^2(B + D)10^{-3} + 11.6$$

式中: L 、 B 、 D 分别为垂线间长、型宽、型深(米)。

上式与图 6 之间的相关系数 $r = 0.98$

5. 重心高度 KG

根据计算资料, 对于单甲板拖网及周围渔船, 船体钢料部份重心一般为 $0.75 - 0.82D$, 其中下值适于非增压主机的小船。对于上层建筑大的船只, 可以到 $0.85D$ 。而对双甲板小船, 为 $0.640 - 0.700$ (至上甲板)。若按修正型深 D' , 钢料部份重心为 $0.600 - 0.650D$ 。对于上层建筑相对较长的船只, 可为 $0.500 - 0.600D$ 。

舢装木作部份重心为 $1.10 - 1.30D$ ($0.78 - 0.88D'$, 对围网船可为 $0.90 - 0.93D'$)。

机电部份重心, 对单甲板船一般为 $0.500 - 0.650D$, 对双甲板船可为 $0.37 - 0.46D$, 其中上值适于带冷藏设备的船。

根据倾斜试验结果, 不含固体压载的空船重心, 单甲板船一般为 $0.800 - 0.870D$ (下值适于小船), 而一些上层建筑较大的船, 重心高度可到 $0.92D$ 。

上面给出的一组公式, 仅是根据一定数量的渔船重量重心资料归纳而成的。然因渔船船型、设备、结构等差异很大, 所以这组公式仅可做初步设计中估算重量重心之用。为保证设计船的性能, 在技术和施工设计之后, 还需按设计图纸进行仔细计算。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院数学研究所, 1973。常用数理统计方法, 科学出版社。

ON SOME EMPIRICAL FORMULAS FOR CALCULATING THE WEIGHT AND THE CENTER OF GRAVITY OF SMALL FISHING BOATS IN A PRELIMINARY DESIGN

Guo Renda

(Academy of Scientific Research and Technological Design of Chinese Fisheries)

Abstract

Few empirical formulas have been proposed by means of mathematical induction method, in accordance with the data from the weight and the center of gravity of about 30 small fishing boats.

These formulas can be used as ready reference for calculating displacement in a preliminary design.