

船舶结构计算有关问题探讨

蒋治淮 胡士元 时明曙

(安徽省地方海事局,合肥 230011)

摘 要:以一艘 1 600 t 级货船为例,对《内河钢船入级与建造规范》中关于船体结构形式的认定,船底骨架构件尺寸总纵强度计算等内容进行分析,提出不同的意见。

关键词:货船;船体结构形式;船底骨架;总纵强度

中图分类号:U692.7+2 **文献标识码:**A

Abstract: With an example of calculation according to the Rule for a 1 600 t cargo ship, the authors raise some different opinions to Rules and Regulations for the Construction and Classification of Inland Waterways Steel Ships, such as identifying the structural configuration, determination of the scantling of bottom frame, overall longitudinal strength calculation, etc.

Key words: cargo ship; structural configuration; bottom frame; overall longitudinal strength

1 引言

近年来,安徽省个体造船业发展迅速,船舶向大型化发展的趋势十分明显。但以往的个体造船,多数是无图施工,且船型复杂、技术含量低,有的在结构方面存在先天的不足与缺陷,给安全管理留下了隐患,引起了有关部门的重视。为规范造船行为,提高新建船舶的技术含量,保证新建船舶的适航率,有关部门组织科技人员设计出适合安徽省航运特点的系列图纸,从 1 000 到 3 000 载重吨不等。但在检验和审图中发现,这些系列图纸在结构计算中存在一些共性问题。

2 船舶概况及问题探讨

该设计船舶为横骨架式单甲板、尾机舱、尾甲板室,设有一个纵通货舱、双舷结构、航行于 A 级航区的干货船。按 2002《内河钢船入级与建造规范》进行结构计算(以下简称“规范”)。主要要素如下。

总长:62.50 m;	方型系数:0.784;
水线长:61.00 m;	计算船长:61.00 m;
肋距:0.50 m;	航区:A、B 级;
船宽:11.40 m;	货舱:35.00 m × 8.70 m;
型深:4.65 m;	设计吃水:3.85 m。

本节中定义的装载只针对重货舱,要求装载 $M_{HD} + 10\% M_{Full}$ 的载重量(M_{HD} 为重货舱许用的最大装载量; M_{Full} 指以某种虚拟密度装满货舱时的装载量,该密度为均匀装载时的装载量/货舱容积,且不得小于 1.0)。从以上描述可以看出,在该工况下,重货舱的载荷要比隔舱装时的载荷更大,这无疑将提高对船底板架的要求。

综合以上各工况的要求,今后新设计的散货船需要对外底板、肋板、舷侧外板、舷侧纵舱壁、内底板进行加强,估计钢料重量增加的范围在 6%~7% 左右。以上所提到的只是在通常情况下容易引起结构强度问题的几种工况,并不能排除在

其它工况下会出现新的问题,设计人员需要针对实际情况进行分析。

4 结束语

散货船采用双壳设计有利于改善总纵强度。UR S25 规范对重货舱设计的影响最大,对整个船体底部板架设计的要求提高。对于钢料重量的增加,UR S25 的影响可能要大于单壳船改为双壳的影响。散货船安全性的提高始终是各方关注的重要话题。目前国际上有部分船东开始倾向于订购双壳散货船,国内最近出现了几批最大灵便型双壳散货船的订单,同时好望角型的双壳散货船也已经在洽谈中。随着 IACS 以及 IMO 等国际组织的努力推动,150 m 以上散货船采用双壳设计将成为必然趋势。

收稿日期:2003-06-02

作者简介:蒋治淮(1957-),男,大学,助理工程师

2.1 关于船体结构形式的认定

规范对不同形式的船体结构,有不同的特殊要求,因此,对船体结构形式的认定,是以规范来决定船舶骨架尺寸的前提。本船舶设计者认定该船的结构形式为“单底双壳结构”。因此,该船的船底骨架、船底板等构件按“规范”第二章的规定计算;舷侧、甲板骨架按第九章“对双壳船的特殊要求”计算。

笔者以为对船体结构形式这样认定值得讨论。“规范”第二篇第四章中 9·1·2·1 条明确说明:“本章适用于单甲板具有纵通长大舱口,在货舱区域内设置双层底、双舷的货船”。也就是说“规范”给出了双壳船的定义,即双壳船就是双底双舷结构的船。因此不可能是“单底双壳船”。如果设计者一定要把该船认定为“单底”,那么也应该是一种“单底双舷”结构。对于货船而言,“规范”适用的结构形式有以下几种:单底单舷(单壳船)、双底单舷和双底双舷(双壳船)。而不适用于单底双舷结构。换句话说,“单底双舷”结构属于一种特殊形式的船,其骨架构件尺寸的确定应按要求采用直接计算法。

2.2 船底骨架构件尺寸偏小

由于该船设计者认为该船为单底结构,故实肋板等船底构件按“规范”第二章 2·5·2·2 计算。

$$\begin{aligned} W &= Ks(fd + r)l^2 \\ &= 4 \times 0.5(0.5 \times 3.85 + 1.25) \times 8.7^2 \\ &= 480.63 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

式中: $s = 0.5$; $f = 0.5$; $r = 1.25$

$a = 2.0$; $b = 2.8$; $d = 3.85$;

$\frac{l_1}{l}$ 取 1.7; $K = a(\frac{l_1}{l} - 1.1) + b = 4$ 。

实取:实肋板 $\perp \frac{6 \times 350}{8 \times 120}$;

$$W = 566.69 \text{ m}^3;$$

中内龙骨 $\perp \frac{6 \times 350}{10 \times 150}$;

旁内龙骨 $\perp \frac{6 \times 350}{8 \times 120}$ 。

所取的船底骨架的尺寸偏小,不能满足强度要求。

1) 如前所述,该船属“单底双舷”结构,规范中没有涵盖这种结构形式,因此无法用“规范”决定船体骨架的构件尺寸;

2) 由于该船系双舷结构,设计者取内舷板之

间的距离作为实肋板的跨距 l 代入“规范”2·5·2·2 中计算,导致计算所得出的横剖面模数值偏小。笔者以为,即使当作单底船计算,实肋板的跨距也应取实肋板跨距点之点的距离。则有 $l = 10.60 \text{ m}$,这样:

$$\begin{aligned} W &= Ks(fd + r)l^2 \\ &= 4 \times 0.5 \times (0.5 \times 3.85 + 1.25)10.60^2 \\ &= 713.5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

该船实取实肋板 $\perp \frac{6 \times 350}{8 \times 120}$, $W = 566.69 \text{ m}^3$,不能满足规范要求。

3) 由于该船系双舷结构(内舷板伸至外底板),相对于单舷船而言,横向载货距离减少。载货的集中度增加,实肋板受力状况更为恶劣。因此,如果一定要以“规范”来确定船底骨架构件尺寸的话,还是应以“规范”第 9 章中的规定计算船底骨架构件尺寸为宜。

$$W = (K \frac{LB}{l_1 b_1} - 7) s d b_1^2$$

式中: $K = 10.5$; $L = 61.00$; $B = 11.40$;

$l_1 = 35.00$; $b_1 = 8.70$; $s = 0.5$;

$d = 3.85$ 。

则可得 $W = 2458 \text{ m}^3$

该船实取的实肋板剖面模数仅为 566.69 m^3 ,远远不能满足规范要求。

2.3 关于总纵强度计算

规范规定,对于船长大于或等于 50 m 的一般干货船,应校核强力甲板或平板龙骨处的总纵强度。在计算中剖面模数时,可包括强力甲板及其以下的所有在船中部 $0.4L$ 区域内连续的钢质纵向构件,例如:外板,内底板、纵舱壁板、甲板、舷伸甲板、龙骨、纵骨、纵桁等。

规范同时也规定,对于船长大于或等于 40 m 的双壳船,应校核强力甲板边线或平板龙骨处及舱口围板顶缘的总纵强度。

笔者发现,该船在校核强力甲板边线和平板龙骨处的总纵强度时,把强力甲板以上的构件,如舱口围板及其桁材也计入了总纵强度,显然不符合规范规定,经校核计算,如不计入舱口围板等构件对总纵强度的影响,该船的总纵强度不能满足规范要求。

笔者认为,强力甲板以上的纵通构件,只有在校核舱口围板顶缘处的总纵强度时才可计入。