

内河多用途船甲板载运集装箱有限元计算

赵阶保

(安徽省淮河船舶检验局, 安徽 蚌埠 233000)

摘要: 本文以 93.88m 内河多用途船为研究对象, 根据《钢质内河船舶建造规范》(2016) 的相关要求, 利用 MSC.MPatran/Nastran 软件进行强度评估。计算结果表明本船各种构件的强度满足要求, 计算过程对同类型船舶的集装箱装载具有一定的借鉴意义。

关键词: 集装箱; 有限元计算; 强度

中图分类号: U169

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2023) 03—0066—02

海上贸易运费一路下跌, 燃料成本上升, 国内集装箱运输受到冲击, 为追求运输集装箱的经济效益, 船舶设计在机舱甲板处载运集装箱, 对机舱甲板局部强度影响很大, 装载不当不仅会导致局部结构破坏, 而且局部结构的破坏还可能传递到其它结构, 甚至造成整个船体结构的破坏^[1]。本文以 93.88m 内河多用途船为例, 在船舶机舱甲板设计载运五层空箱, 为最大保护货物运输安全性, 采用有限元建模验证船舶的结构强度。

1 船舶主要参数

船舶总长 93.88m, 型宽 18.6m, 型深 6.6m, 吃水 5.477m, 钢质、双机、双桨、双舵、柴油机推进内河多用途船, 主要航行于内河 A、B 级航区。由于本船在机舱主甲板处载运集装箱, 参考中国船级社《钢质内河船舶建造规范》(2016) (以下简称《内规》) 的计算要求, 对其装载部位主要构件, 尤其是主甲板构件用直接计算方法进行强度校核。

2 计算依据和内容

依据的图纸资料包括: 总布置图、基本结构图、尾部结构图、型线图、完整稳性计算书等。

对本船机舱段结构强度进行有限元直接计算, 参照《内规》第 1 章第 1.9.7 节的关于局部强度有限元直接计算方法以及许用应力标准, 对本船强度进行评估, 计算采用的软件是 MSC.MPatran/Nastran, 分析内容包括:

- (1) 舱段结构 (#10-#24) 建立三维有限元模型。
- (2) 计算作用在模型范围内的载荷, 舷外水压力按照 A 级航区实际吃水进行计算。
- (3) 按照《内规》第 1 章 1.9.7 节的要求进行强度

评估。

3 有限元模型

采用三维有限元模型进行本船机舱主要构件的强度直接计算, 模型范围取为全宽模型, 舱段模型的纵向范围从肋位 Fr10 到 Fr24, 垂向范围为船体型深。

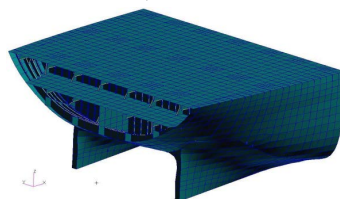


图 1 舱段模型示意图

4 载荷与边界条件

4.1 计算工况

表 1 各种计算工况

工况号	名称	载荷情况
1	LC1-H	满载空箱出港中拱(航行)
2	LC1-S	满载空箱出港中垂(航行)

4.2 空船、空箱载荷

按照设计方提供数据, 空船重量分布以重力加速度的形式施加到模型中。标准空箱载荷共 137t 施加在对应箱角上。

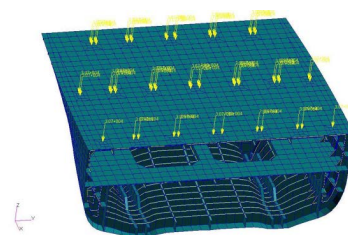


图 2 空箱载荷示意图

4.3 舷外水压力

舷外水压应按下式计算，按压力分布施加到模型各单元上：

$$P=9.81(h-z) \text{ kN/m}^2$$

式中： h —计算水柱高， m ，对于航行工况，取 $h=d \pm r$ ，但 $0 \leq h \leq D$ ，对于码头工况取 $h=d$ ； d —计算工况的船舶吃水， m ； r —半波高， m ，按 A 级航区取 $1.25m$ ； D —型深， m ； z —单元压力中心跟基线的距离， m 。

4.4 边界条件

按照《内规》的 1.9.7.5 (1) 规定取用边界条件，在模型全端面所有节点上施加 $u_x=u_y=u_z=0$ 约束，在一舷所有实肋板的端部节点施加 $u_x=u_z=0$ 约束，另一舷所有实肋板的端部节点上施加 $u_z=0$ 约束；在横舱壁与船底板交线两端的节点上施加 $u_x=0$ 约束。

5 计算结果及评估

分别提取各种计算工况下板单元和梁单元应力结果中的最大/最小值，按照强度标准进行衡准，列举部分应力计算结果云图，见图 3-6。

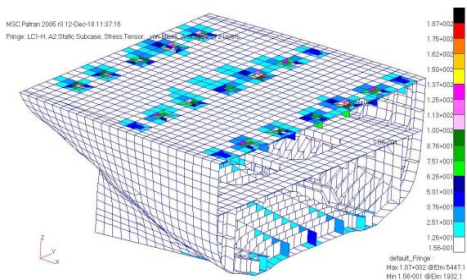


图 3 中拱状态板单元形心处中面 Von Mises 应力

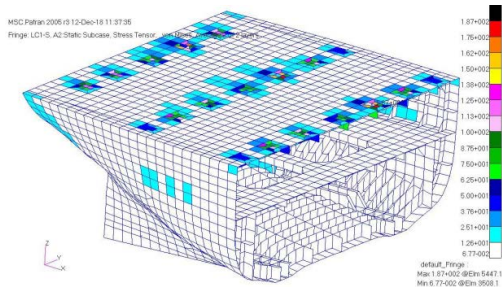


图 4 中垂状态板单元形心处中面 Max shear 应力

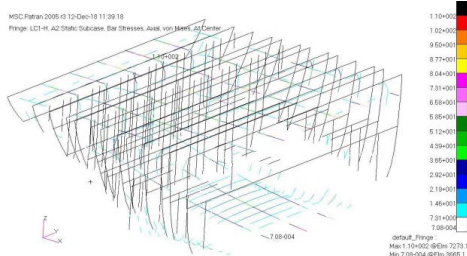


图 5 中拱状态梁单元 Von Mises 应力

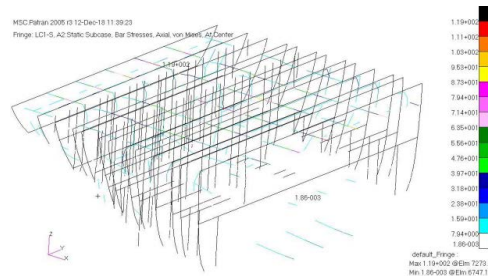


图 6 中垂状态梁单元 Von Mises 应力

各计算工况下得到的应力结果及强度衡准见表 2。

表 2 满载空箱出港中拱 / 中垂状态下各构件应力结果表 (单位: MPa)

	中拱		中垂		衡准要求	
强力甲板、船体外板、纵舱壁板等	-50.3	161	-48.1	161	155	165
甲板纵桁、中内龙骨、旁内龙骨、舷侧纵桁等的腹板	-29.5	97.8	-32.5	94.4	155	165
甲板纵桁、中内龙骨、旁内龙骨、舷侧纵桁等的面板	112	-	119	-	151	-
实肋板、强肋骨、主肋骨、强横梁、舱壁垂直桁等的腹板	-45.5	163	-42.1	163	175	188
实肋板、强肋骨、主肋骨、强横梁、舱壁垂直桁等的面板	49.7	-	48.7	-	175	-
剪应力	91.0		91.0		91.0	

6 结论

计算结果表明：在各种工况的载荷作用下，本船机舱段 (#0-#24) 结构中的各种板壳结构的板单元应力分量，以及各种构件上的骨材、加强筋、面板以及梁单元的应力均在表 5.1 所示的强度标准之内，表明本船各种构件的强度满足要求。

参考文献：

[1] 邵伟, 渠基顺. 考虑总纵弯矩的浮吊船吊机底座局部强度分析 [J]. 中国水运: 下半月, 2020, 6: 88-89.

[2] 中国船级社. 《钢质内河船舶建造规范》2016[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016.

