



中国船级社

内河重大件运输船舶安全评估指南

中国船级社

二〇一二年七月

目 录

第 1 章 通则	3
1.1 一般规定	3
第 2 章 船体结构强度评估	4
2.1 总纵强度评估	4
2.2 局部强度评估	5
第 3 章 重大件的系固评估	8
3.1 一般要求	8
3.2 系固装置的强度校核	9
第 4 章 稳性评估	9
4.1 一般规定	9
4.2 稳性特殊要求	9

第 1 章 通 则

1.1 一般规定

1.1.1 本指南适用于满足《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇第 7 章规定的甲板船和第 8 章规定的大舱口船载运尺度/重量相对很大的物体或设备（以下简称重大件）时，对船舶的结构强度、货物系固及稳性的安全评估。

1.1.2 船舶进行重大件运输安全评估应提供以下图纸资料：

- (1) 总布置图、线型图、基本结构图和横剖面图；
- (2) 静水力曲线图；
- (3) 邦金曲线图；
- (4) 重大件（含支承基座）的总质量及其构造参数。

1.1.3 船舶进行重大件运输前应将下列项目的文件资料提交船舶检验机构批准：

- (1) 总纵强度计算书及局部强度计算书；
- (2) 船舶稳性计算书；
- (3) 系固强度计算书；
- (4) 认为与重大件运输所必需的其它文件资料。

1.1.4 进行重大件运输的船舶，其申请方应编制至少包括下述内容的《重大件运输作业计划》，且应由海事主管部门批准：

- (1) 重大件在船上的安放位置；
- (2) 重大件装卸作业方式及流程；
- (3) 重大件的墩座布置；
- (4) 重大件的墩座结构图（供备查）；
- (5) 重大件的系固要求及系固布置；
- (6) 船舶的压载要求及压载分布（如有时）；
- (7) 重大件的重心高度控制要求；
- (8) 航行风、浪、流条件及回航速度限定；
- (9) 重大件运输附加信号要求及船舶操纵规程。

1.1.5 重大件与载货甲板（或内底板）之间应设置具有足够刚度的支承基座，以使重大件的荷重能有效传递到甲板（船底）强构件上。

1.1.6 构成支承基座的墩座，应设置在甲板强横梁（或甲板纵桁）、舱壁、实肋板等强构件的上方。如墩座不能设置在甲板强横梁（或甲板纵桁）、舱壁、实肋板等强构件的上方时，则

应在墩座下方设置临时加强结构。

1.1.7 若支承基座由独立墩座构成时，应根据重大件的实际情况在其两端及中部适当设置墩座。墩座应尽可能关于过重大件中点的纵、横剖面均匀对称布置，如图 1.1.7 所示。墩座沿船长方向的排列称为列，沿船宽方向的排列称为行。墩座的横截面最小尺寸应不小于 1 个肋距。

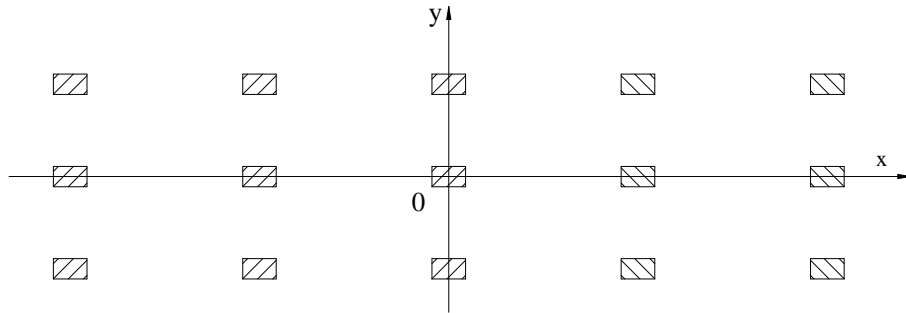


图 1.1.7

1.1.8 若支承基座是由连续的条形墩座组成的如图 1.1.8 所示的整体式基座时，整体式基座的宽度 B_1 应不小于重大件可支承宽度的 0.8 倍，整体式基座的长度 L_1 应不小于重大件的可支承长度，且条形墩座的宽度 c 不小于 1 个肋距。

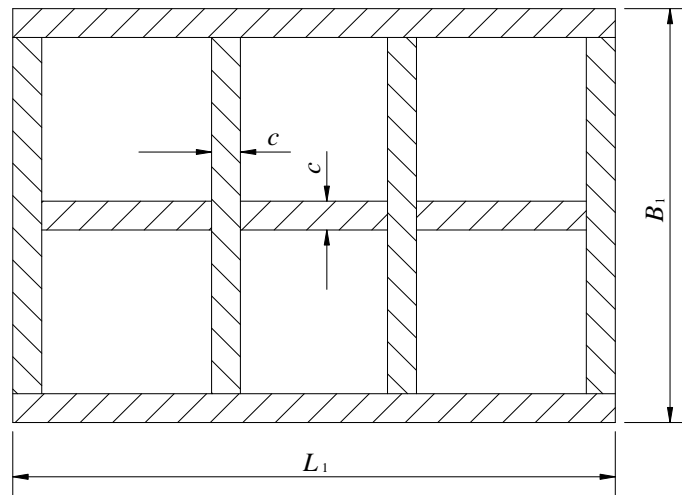


图 1.1.8

第 2 章 船体结构强度评估

2.1 总纵强度评估

2.1.1 装载重大件的船舶应进行下列工况的总纵强度校核：

- (1) 码头装卸工况；
- (2) 静水状态下的出港和到港工况；

(3) 波浪状态下的出港和到港工况。

2.1.2 对于甲板船总纵强度校核应符合《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇第 2 章 2.2.4、2.2.6 以及第 7 章 7.2.3.2 的规定。

2.1.3 对于双壳大舱口船总纵强度校核应符合《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇第 2 章 2.2.4、2.2.6 的规定，其中船底纵桁的总纵弯曲应力 σ_1 与其板架弯曲应力 σ_2 的合成应力应不大于 $181N/mm^2$ 。

2.2 局部强度评估

2.2.1 强度评估内容

2.2.1.1 局部强度主要评估重大件支承基座区域内的甲板强横梁、甲板纵桁、实肋板、龙骨（底纵桁）、舱壁结构的强度，以及支柱、斜杆和舱壁垂直扶强材的稳定性。

2.2.1.2 计算甲板纵桁和龙骨（纵桁）的板架弯曲应力 σ_2 。

2.2.2 计算方法及计算模型

2.2.2.1 局部强度评估采用符合《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇第 14 章第 7 节规定的三维梁系有限元模型进行计算分析。

2.2.2.2 计算模型：

(1) 对于甲板船应取 2 倍横向强框架间距+重大件支承基座区域在船长方向尺度+2 倍横向强框架间距，且不小于 $\frac{1}{2}$ 舱长+1 舱长+ $\frac{1}{2}$ 舱长的舱段。

(2) 对于双壳大舱口船应取货舱前后横舱壁间的整个货舱舱段。

2.2.3 计算载荷及边界条件

2.2.3.1 载荷及载荷的施加应符合《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇 14.7.3.3 的规定。

2.2.3.2 载荷尚应计及因船舶横摇、纵摇、垂荡运动引起的惯性力。

2.2.3.3 当支承基座为独立墩座形式时，墩座对甲板（或内底板）的静集中载荷按下述规定确定：

(1) 假定墩座对甲板（或内底板）的作用载荷 N_i 沿船宽方向保持不变，且关于重大件长度中点剖面对称，如图 2.2.3.3 所示：

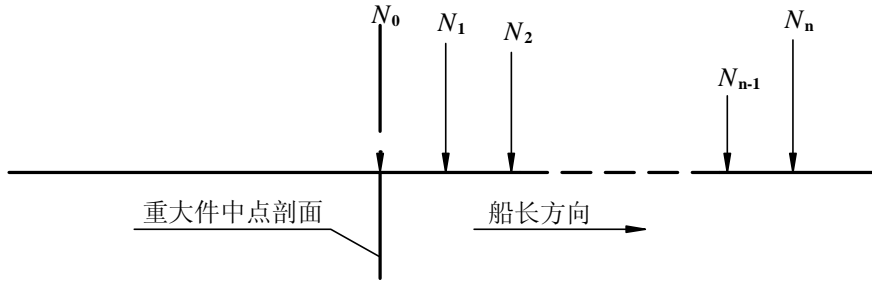


图 2.2.3.3

(2) 重大件长度中点剖面处及其一侧各墩座的作用载荷 N_i 按下式确定：

$$N_i = 9.81 \frac{k_i}{\left(k_0 + 2 \sum_{i=1}^n k_i\right) n_B} G_0 \quad kN$$

式中： G_0 —— 重大件的质量， t ；

n_B —— 船宽方向的墩座行数；

n —— 重大件长度中点（含中点处）一侧的墩座列数；

i —— 重大件长度中点（含中点处）一侧的墩座列数的序号： $i = 0, 1, 2, \dots, n-1, n$ ；

k_i —— 各列墩座支承力分配系数，对于除两端的中部墩座，即当 $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$

时，墩座支承力分配系数按下式计算：

$$k_i = 1.2011 - 0.1116 \left(\frac{2x_i}{l_w}\right) - 0.4582 \left(\frac{2x_i}{l_w}\right)^2$$

若重大件在长度中点处未设墩座时，取 $k_0 = 0$ ；

对于两端的墩座，即当 $i = n$ 时，墩座支承力分配系数按下式计算：

$$k_n = \alpha \left[0.781 + 17.73 \left(\frac{l_w}{L}\right) - 35.71 \left(\frac{l_w}{L}\right)^2 + 18.73 \left(\frac{l_w}{L}\right)^3 \right]$$

其中： l_w —— 重大件在船长方向的尺度，当 $l_w \geq L$ 时，取： $l_w = L$ ， m ；

L —— 船长， m ；

x_i —— 重大件长度中点及其一侧各列墩座的中心点距重大件长度中点的距离， m ；

α —— 系数，当 $l_w/L > 0.8$ 或 $l_w/L < 0.4$ 时，取： $\alpha = 1$ ；

当 $0.4 \leq l_w/L \leq 0.8$ 时，取： $\alpha = 1.5$ 。

2.2.3.4 当重大件在船上由滚装车辆承载时，甲板静载荷按滚装车辆的轮印负荷确定。

2.2.3.5 当支承基座为整体式基座时，其对甲板（或内底板）的静载荷 q 可视为均布载荷并按下式计算：

$$q = \frac{9.81G_0}{F} \quad kN/m^2$$

式中： G_0 ——重大件的总质量（含支承基座的质量）， t ；

F ——条形墩座边界在甲板平面上的投影所围面积， m^2 ，如图 1.1.8 阴影部分所示。

2.2.3.6 对于其它形式的支承基座，其对甲板（或内底板）的静载荷应根据实际情况另行确定。

2.2.3.7 船舶的横摇、纵摇及垂荡运动对载荷的影响，以静计算载荷乘以动载荷系数来计及。

(1) 动载荷系数 k 按下式计算：

$$k = \left(1 + \frac{4\phi_m X_c}{T_\phi^2} + \frac{4Z_m}{T_z^2} \right) \cos \phi_m + \frac{4\phi_m Y_c}{T_\phi^2}$$

式中： ϕ_m ——横摇角， rad ，按《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇的规定确定；

ϕ_m ——纵摇角， rad ，按表 2.2.3.7 (1) 计算；

T_ϕ ——横摇周期， s ，按《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇的规定确定；

T_ϕ ——纵摇周期， s ，按表 2.2.3.7 (1) 计算；

T_z ——垂荡周期， s ，按表 2.2.3.7 (1) 计算；

X_c ——静计算载荷作用点沿船长方向距纵摇中心轴的距离， m ；

Y_c ——静计算载荷作用点沿船宽方向距横摇中心轴的距离， m ；

表 2.2.3.7 (1)

运动形式	航区	最大幅值	周期
横摇		按《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇的规定	按《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇的规定
纵摇	A B	$\phi_m = \frac{0.32}{\sqrt{L}}$ $\phi_m = \frac{0.27}{\sqrt{L}}$	$T_\phi = 0.72\sqrt{L}$

垂荡	A	$Z_m = \frac{L}{150}$	$T_z = 0.4\sqrt{L}$
	B	$Z_m = \frac{L}{250}$	

(2) 船舶的横摇中心轴取满载水线面的中心线或 1/2 型深处水线面中心线之高者。纵摇中心轴取满载水线面与过漂心横剖面的交线。

2.2.3.8 模型的边界条件应符合《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇 14.7.3.4 的规定。

2.2.4 强度校核

2.2.4.1 各种计算工况下甲板和船底板架的计算应力，不得大于《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇第 14 章表 14.7.6.1 所给出的许用应力值。

2.2.4.2 支柱、斜杆及舱壁垂直扶强材的轴向压应力应符合《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇第 14 章 14.7.6.4 的规定。

2.2.4.3 对于甲板船，当基座为整体式基座时，强横梁（甲板纵桁）的弯曲应力 σ 可按下列式计算：

$$\sigma = k \frac{2.325 G_0 c l^2}{(1 + \alpha) WF} \times 10^3 \quad N/mm^2$$

式中： k ——动载荷系数，按 2.2.3.7 (1) 确定；

l ——强横梁（或甲板纵桁）跨距， m ；

W ——甲板强横梁（或甲板纵桁）的剖面模数（含带板）， cm^3 ；

F ——条形基座周界在甲板平面上的投影总面积， m^2 ；

c ——条形基座的平均宽度， m ，如图 1.1.8 所示；

α ——系数， $\alpha = \frac{E_s I_s}{E_1 I_1}$ ；

其中： I_1 ——甲板强横梁（或甲板纵桁）的剖面惯性矩（含带板）， cm^4 ；

E_1 ——甲板强横梁（或甲板纵桁）的弹性模量， kN/m^2 ；

I_s ——条形墩座的剖面惯性矩， cm^4 ；

E_s ——条形墩座的弹性模量， kN/m^2 。

2.2.4.4 对于双壳大舱口船，当基座为整体式基座且条形墩座在实肋板轴线方向的尺度不小于

实肋板跨距长度的 0.8 倍时，实肋板的弯曲应力 σ 可按下列式计算：

$$\sigma = k \frac{2.325l^2}{(1+\alpha)W} \left[\frac{G_0 c}{F} - 0.32sd \right] \times 10^3 \quad N/mm^2$$

式中： k ——动载荷系数，按 2.2.3.7 (1) 确定；

l ——双层底实肋板的跨距， m ；

W ——双层底实肋板的剖面模数（含带板）， cm^3 ；

s ——双层底实肋板间距， m ；

d ——设计吃水， m ；

G_0 ——重大件质量（含基座）， t ；

F ——条形基座周界在甲板平面上的投影总面积， m^2 ；

c ——条形基座的宽度， m ，如图 1.1.8 所示；

α ——系数， $\alpha = \frac{E_s I_s}{E_1 I_1}$ ；

其中： I_1 ——双层底实肋板的剖面惯性矩（含带板）， cm^4 ；

E_1 ——双层底实肋板的弹性模量， kN/m^2 ；

I_s ——条形基座的剖面惯性矩， cm^4 ；

E_s ——条形基座的弹性模量， kN/m^2 。

第 3 章 重大件的系固评估

3.1 一般要求

3.1.1 重大件应进行有效的系固，以保证其在运输中不发生与船体间的相对移动。

3.1.2 重大件上的系固点应尽可能的位于重大件重心高度的上方。

3.1.3 甲板上的系固点应设置在甲板强构件上。

3.1.4 应根据重大件的特点、航区及天气条件确定系固绑索的数量，但每侧的系固绑索不得少于 2 根。

3.1.5 在重大件和船上的系固装置，应安装得能承受可能引起滑动和翻转的横向力和纵向力。

防滑动的系索与水平面的夹角应不大高于 25° ，防翻倾的系索与水平面的夹角应不小于 45°

也不大于 60° 。

3.1.6 为防止重大件滑动和移动，如在必要时，在甲板表面和重大件结构间应使用木材或楔块以增加摩擦力。

3.1.7 当重大件由车辆承载运输时，重大件与车辆之间，车辆与船之间应进行有效系固。车辆与船之间的系固应满足《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇附录 III 的相关规定。

3.2 系固装置的强度校核

3.2.1 重大件所受的横向分力 N_y 、垂向分力 N_z 按《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇附录 III 计算。

3.2.2 重大件所受的风力 F 按《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇附录 III 计算。

3.2.3 系固绑索所受的拉力 T_i 按《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇附录 III 计算。

3.2.4 系固装置的强度应符合《钢质内河船舶建造规范》第 1 篇附录 III 的规定。

第 4 章 稳性评估

4.1 一般规定

4.1.1 船舶运输重大件时，其稳性应符合《内河船舶法定检验技术规则》第 5 篇的规定。

4.2 稳性特殊要求

4.2.1 稳性的计算工况应包含装载出港和装载到港工况。

4.2.2 计算受风面积时应计入甲板上重大件的侧投影面积。

4.2.3 各计算工况下的初稳性高度应不小于 0.3m。

4.2.4 装载重大件时船舶的极限静倾角应不大于 8° 。