

# 浅述敞口集装箱船图纸审查

李志勇

(安徽省皖江船舶检验局, 安徽 芜湖 241000)

**摘要:** 在平时的审图工作中, 常常发现由于设计人员对敞口集装箱船相关法规理解不够透彻, 或对法规设计依据遗漏, 造成图纸设计缺陷, 从而导致图纸设计质量不高, 船东用错材料造成返工损失, 严重时可能造成船舶建造质量安全隐患, 影响船舶安全营运。为了提高图纸设计质量, 避免船东损失, 本文以 126.60m 沿海敞口集装箱船为例, 简要论述敞口集装箱船的个人理解和审图要点, 仅供设计人员和审图人员参考。

**关键词:** 敞口集装箱船; 图纸审查

中图分类号: U662 文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 11-0079-02

## 1 基本情况

敞口集装箱船顾名思义, 包含两个方面内容。一是集装箱船, 指专门载运船用集装箱的船舶; 二是敞口, 是区别于船舶货舱区域设置有舱口盖而言。由于海上情况复杂, 风浪大, 海上航行船舶通常会设置钢质风雨密舱口盖防止货舱进水, 而敞口集装箱船在货舱区域未设置钢质风雨密舱口盖, 法规规范对其提出了更高的要求, 在设计和审图时应尤其注意。

126.60m 沿海敞口集装箱船主要参数: 垂线长 123.90 m, 型宽 21.40 m, 型深 10.60 m, 设计吃水 6.70m。

## 2 图纸审查要点

### 2.1 敞口货舱的假定浸水高度

航区	敞口货舱浸水高度 (%舱深)
近海航区	85
沿海航区	70
遮蔽航区	55

舱深系指从货舱长度中点处内底板上表面量至干舷甲板上表面的距离。

敞口货舱的假定浸水关系到浸水工况的总纵强度计算、局部强度计算和完整稳定性计算包括自由液面修正计算, 根据不同航区取不同系数, 计算出不同航区的浸水容积。

126.60m 沿海敞口集装箱船浸水容积计算如下(三个货舱):

1# 货舱 70% 舱深时距基线高度为 7840mm, 货舱舱容为  $3681.9\text{m}^3$ 。

2# 货舱 70% 舱深时距基线高度为 7840mm, 货舱舱容为  $2989.2\text{m}^3$ 。

3# 货舱 70% 舱深时距基线高度为 7840mm, 货舱舱容为  $2963.2\text{m}^3$ 。

### 2.2 敞口货舱的假定浸水量

《法规》要求: 计算浸水满载出港、浸水满载到港

工况, 此时敞口货舱浸水的渗透率取为 0.7, 水的密度为  $1.025\text{t/m}^3$ , 浸水的重心高度为浸水区域的形心高度。该浸水量影响完整稳定性重量项, 即浸水量 = 货舱容积  $\times$  海水密度  $\times$  0.7, 同时还是完整稳定性中浸水量重心取值依据。

126.60m 沿海敞口集装箱船浸水量计算如下:

$$\text{货舱浸水量} = (3681.9 + 2989.2 + 2963.2) \times 1.025 \times 0.7 = 6912.61 \text{ 吨}。$$

浸水的重心高度为浸水区域的形心高度: 重心纵向位置: 66.30m, 重心垂向位置: 4.52m。

### 2.3 完整稳定性计算

#### 2.3.1 基本装载情况的稳定性

《法规》要求计算四种基本装载情况的完整稳定性, 即①满载出港; ②满载到港; ③压载出港; ④压载到港。计算集装箱船的稳定性时, 每只集装箱重心垂向位置应取在集装箱高度的 1/2 处。

在审查完整稳定性报告时, 集装箱重量重心的取值计算应注意以下两点:

(1) 计算书重量项目中关于集装箱的装载标识往往不明确。应按每层集装箱作为一个重量项目填写, 并注明层序和单个集装箱箱重。而如果采用整体计算, 则应另外提供计算过程供稳定性参考。

(2) 由于是敞口货舱, 舱底应设置搁架或底座, 使最下层集装箱箱底与舱底之间有足够的间隙, 舱底水能畅通地流入集水阱, 搁架或底座的布置还应尽可能减少舱底水的自由液面影响。因该措施影响到集装箱的重量重心、自由液面修正, 在审图时应注意设计公司是否提供了箱角(搁架或底座)结构详图, 结合稳定性计算书一并审查。

#### 2.3.2 自由液面修正

由 2.1 和 2.2 计算出的浸水量作为完整稳定性重量重心和自由液面修正的依据。舱内自由液面按以下规定计算: 货舱内满载集装箱, 海水进入集装箱且横倾时不流

出箱外，进入箱内的水作为固定重量，集装箱之间空隙被水环绕，且假定此空隙沿开敞货舱全长均匀分布。

### 2.3.3 浸水工况的稳定性

基本装载计算是按集装箱船的要求衡准的，但浸水工况下仅应满足以下要求：

(1) 稳性范围应不小于  $15^\circ$ 。

(2) 符合上述(1)规定的稳性范围内的复原力臂 GZ 曲线下的面积应不小于如下  $A_{min}$ :

$$A_{min}=0.025 + 0.005 (20^\circ - \theta_f) \text{ m.rad}$$

126.6m 沿海敞口集装箱船由海船 Compass 计算结果如下：

对于满载出港浸水:  $A_{min}=0.048 \text{ m.rad}$ , 其中  $\theta_f=15.65^\circ > 15^\circ$ ,

对于满载到港浸水:  $A_{min}=0.047 \text{ m.rad}$ , 其中  $\theta_f=15.70^\circ > 15^\circ$ 。

经核查动稳定性力臂曲线，按插值法求得以上两工况 GZ 曲线下的面积：

对于满载出港浸水:  $A=0.050 \text{ m.rad} > 0.048 \text{ m.rad}$ ,

对于满载到港浸水:  $A=0.054 \text{ m.rad} > 0.047 \text{ m.rad}$ 。

浸水工况的完整稳定性满足法规要求。

### 2.4 总纵强度和局部强度

《法规》要求：船体总强度和局部强度各装载情况下应是足够的。各工况为四种工况：满载出港，满载到港，压载出港、压载到港。126.6m 沿海敞口集装箱船主要计算数据如下：

#### 2.4.1 船体梁弯曲应力汇总

货舱区域：(甲板处采用 AH36 高强钢，材料系数  $K=0.72$ )

位置	甲板			船底			舱口			
	静水	迎浪	斜浪	静水	迎浪	斜浪	静水	迎浪	斜浪	
梁段 3	FR 36	63.24	91.80	118.11	50.04	72.63	92.17	80.25	116.47	183.16
	FR 58	60.99	105.34	120.89	41.23	71.22	91.15	76.25	131.72	166.04
梁段 4	FR 58	60.77	104.97	117.07	41.56	71.79	94.24	76.06	131.38	166.82
	FR 82	60.77	123.26	120.54	41.56	84.30	89.38	76.06	154.28	159.40
梁段 5	FR 82	60.77	123.26	120.54	41.56	84.30	89.38	76.06	154.28	159.04
	FR 104	60.77	123.72	110.69	41.56	84.62	74.16	76.06	154.85	133.25
梁段 6	FR 104	60.77	123.72	110.69	41.56	84.62	74.16	76.06	154.85	133.25
	FR 126	60.77	123.72	120.50	41.56	84.62	89.23	76.06	154.85	159.29
梁段 7	FR 126	60.77	123.72	120.50	41.56	84.62	89.23	76.06	154.85	159.29
	FR 150	60.77	109.98	119.36	41.56	75.22	95.31	76.06	137.65	169.22
梁段 8	FR 150	60.77	109.98	119.36	41.56	75.22	95.31	76.06	137.65	169.22
	FR 161	60.77	100.40	115.21	41.56	68.67	94.52	76.06	125.66	167.54
梁段 9	FR 161	60.99	100.75	119.42	41.23	68.12	91.21	76.25	125.98	166.68
	FR 173	61.47	90.99	112.83	43.46	64.33	88.54	77.17	114.22	163.30
梁段 10	FR 173	56.10	83.04	104.04	43.60	64.53	89.91	71.06	105.17	154.27
	FR 185	59.80	78.22	96.32	50.38	65.91	89.45	76.12	99.58	146.88
包络值		63.24	123.72	120.89	50.38	84.62	95.31	80.25	154.85	183.16
许用值		122.22	218.06	218.06	88.00	150.0	157	122.22	218.06	218.06
结论		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

#### 2.4.2 船体结构规范计算

由敞口货舱的假定浸水完整稳定性工况计算出本船吃水为 9.70m，以此作为结构吃水进行船体结构计算，

而不是以设计吃水 6.70m 进行计算。以此结构吃水计算的船体结构会增加厚度和尺寸，审图时应重点关注。

### 3 总结

敞口集装箱船审图要点：

(1) 重点审查货舱的假定浸水量，及浸水工况的完整稳定性计算、自由液面修正、总纵强度和局部强度计算。

(2) 重点审查满载出港均质箱工况的完整稳定性计算，即均质箱 = 设计载货量 / 货箱数。如满载出港吃水不到夏季载重线，允许加压载使吃水达到夏季载重线，且至少应计算下述配载情况：集装箱数为设计的最大货箱数与空箱数之和，同一型号的货箱重量取满载出港时可能达到的同一箱重。

(3) 有时会出现上述(2)的完整稳定性计算不满足法规要求的情况，可以采取降低载货量，增加干舷；也可采用减少货箱数，同时增加空箱数的方法，来改善船舶稳定性以满足法规要求，同时尤其注意在图纸中应明确标明空箱的数量和位置。

(4) 重点审查高强度钢的适用范围。由于集装箱船总纵强度要求高，采用普通船板的话，厚度要求高，也增加船舶自身重量，减小了载货量，影响船舶营运经济性。为了提高船舶经济效益，同时又满足强度要求，在图纸设计时，主甲板及结构、舱口围板及结构、顶边舱结构常采用高强度钢。

图纸审查业务能力需要点滴积累，循序渐进，对一个个问题争论探讨，不仅要对法规规范分析理解，更要实践、理论、再实践，也就是如何把法规条款应用到图纸，把图纸应用到实船，再通过实船不断完善对法规的理解，这样才能不断突破自己的业务能力。

#### 参考文献：

[1] 中华人民共和国海事局，国内航行海船法定检验技术规则 . 人民交通出版社股份有限公司，2020.

[2] 中国船级社，国内航行海船建造规范 . 人民交通出版社股份有限公司，2018.2019.2020.