

某 7 000 吨浮船坞横向强度分析

程国祥, 殷晓剑, 陆新林
(泰州市祥峰船舶科技有限公司, 江苏 泰州 225350)

摘要: 文章以某 7 000 吨浮船坞为研究对象, 对其工作状态、龙骨墩出水状态、沉浮状态等三种工况进行了横向强度分析, 并针对其浮箱内部结构提出了改进措施, 具有一定的应用价值。

关键词: 浮船坞; 横向强度; 模糊评判

中图分类号: U673.332

文献标识码: A

文章编号: 1671-9891(2016)03-0042-03

0 引言

某内河航区的整体型钢质浮船坞, 可以完成空船重量不大于 7 000 吨船舶的喷砂、除锈、油漆、坞检等作业。该船坞首尾共 6 根锚链实现锚地抛锚定位, 要求作业区域水深不小于 12 米, 适用航区为长江 A 级, 作业时采用均匀压载方式。其共设 4 只干泵舱, 每只泵舱各设 2 台压载泵, 并用连通管连接而互为备用。左右坞墙之间的电缆、管路必要时可通过浮箱内的 2 条横向通道沟通, 从浮箱甲板到顶甲板的主梯设于坞墙的两端。工作时通过交通船自两舷坞中开口处进入, 淡水及燃油的加注通过供应船供给。该船坞通过重力进水下沉, 通过压载泵动力排水而上浮抬船, 沉浮作业通过监控室遥控。浮箱甲板设有墩木及缆桩等系泊件, 顶甲板设有绞车等甲板机械以及缆桩等系泊件。

1 某 7 000 吨浮船坞概况

该浮船坞的主要尺度和参数如表 1 所示。

表 1 浮船坞参数一览表

名称	符号	数值	名称	符号	数值
总长	L_{0A}	138.30 m	最大宽度	B_{max}	39.60 m
坞长	L_D	120.00 m	最大高度	D_{max}	19.30 m
坞宽	B_D	38.80 m	安全甲板距基线高度		11.20 m
坞深	D_D	14.80 m			
深沉吃水	d_{max}	10.00 m	龙骨墩高度		1.20 m
作业吃水	d_D	3.00 m	船员人数	P	15
举升能力	F_L	7 000 t	肋距	s	0.625 m
坞墙内宽		31.00 m	纵骨间距	s_1	0.600 m
浮箱宽度	B	37.00 m	梁拱	f	0.200 m
浮箱型深	D	4.00 m	停泊航区		A 级

本坞实际举升重量是通过工作吃水时的排水量减去浮坞空载排水量来确定的。空坞重量包括坞体结构重量、甲板舾装设备重量、甲板机械重量、电气设备重量、木作装修重量、龙骨墩重量及重量储备。其他重量包括淡水舱和燃油舱的液体重量, 人员及物品、备品供应品重量等。浮箱甲板以下共设 3 道全横舱壁和 4 道

收稿日期: 2016-03-15

作者简介: 程国祥(1974—), 男, 江苏泰州人, 泰州市祥峰船舶科技有限公司工程师。

局部横舱壁 5 道纵舱壁将船体分割成不同的舱室。

2 横向强度校核

2.1 有限元模型

有限元模型的坐标系统取右手坐标系,且 X、Y、Z 方向分别为坞体的纵向、坞体的横向以及坞体的垂向。模型的纵向范围取“1/2 + 1 + 1/2”舱段,横向范围取整个坞宽,垂向范围取整个坞深。有限元模型纵向取 #48-#112 范围,横向为坞宽,垂向为坞深。^[1]图 1 为整体的有限元模型。

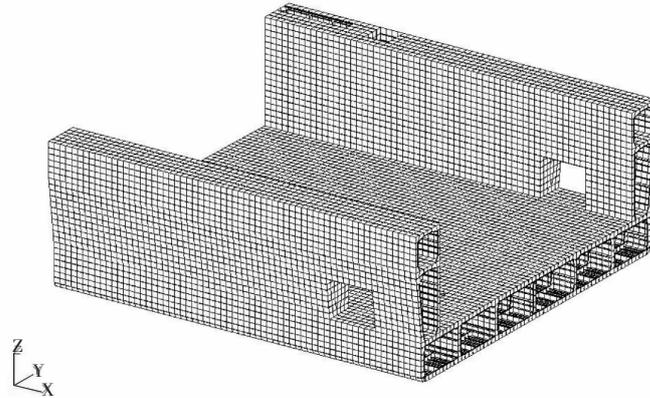


图 1 某 7 000 吨内河浮船坞有限元模型

2.2 载荷及工况

计算载荷包括如下项目:浮船坞自重、假定全部作用于龙骨墩上的进坞船重量、浮箱底板的外部水压力及舷外水压力、浮箱甲板浸水的水压力、压载舱水压力。计算工况主要为以下三种:作业工况、龙骨墩计算工况(抬升至龙骨墩的位置处)、升沉过程中压载水调配时可能出现的危险工况。^[2]

这三种工况具有如下典型意义:首先,比较完整地体现了浮船坞整个作用效果;其次,对浮箱和坞墙内部压载舱设置要求相当高,这对保证浮船坞正常工作至关重要;第三,浮船坞在这几种工况稳性的影响也比较突出,对于作业水域和作业方式的水位、机电设备、舱室布置、人员操作、龙骨墩摆放、进坞船停靠也都有影响。而这三种工况的实现主要通过压载水来调整(也考虑固定压载),对横向强度的影响在于不同工况下水压力的不同。

2.3 计算结果

不同工况下的应力计算结果如表 2 所示。

表 2 应力汇总表

名称	作业状态		龙骨墩出水		沉浮状态	
	计算值(MPa)	许用应力(MPa)	计算值(MPa)	许用应力(MPa)	计算值(MPa)	许用应力(MPa)
船底板	98.1	185	100	185	40.9	185
船底肋板	121	185	121	185	56.2	185
甲板	133	185	186	185	63.5	185
甲板横梁	126	185	182	185	122	185
横舱壁	133	185	186	185	49.1	185
纵舱壁	133	185	176	185	38.8	185

由上述计算结果可以看出,龙骨墩出水下的横向强度板材相当应力出现最大值。龙骨墩工况下,载荷对船底、甲板和舷侧部位影响较大,船中部位处应力会出现集中,甲板的应力超出许用值,而下方浮箱的横纵舱壁应力裕度都接近 0。虽然进坞船的重量对浮箱影响较大,然而这仅仅是局部的变化,对横向强度不是很明显。沉浮工况下主要是浮箱内部水压力的影响,它对整船横向强度影响不大。因此需要对一些部位进行结构加强,使得该浮船坞的横向强度满足规范要求。

3 结构改进方案及强度验证

3.1 方案一 横向强度分析

改变甲板板厚,将位于船中宽度5 m范围内的甲板厚度进行调整,与横纵舱壁连接部位的甲板厚度由8 mm变为16 mm,其余为14 mm。通过对7 000吨浮船坞甲板结构进行适当调整后,经过有限元计算得到该船的最后应力响应。最后得出以下结论:该工况下的相当应力、剪应力和轴向应力均小于对应的许用值,浮船坞的横向强度满足要求。由于改进甲板厚度的区域为主要受力位置,对其进行结构加强可以降低结构应力。由此可见,方案一对于提高浮船坞的整体结构强度是比较有效的,也为后续的总纵强度计算带来帮助。

3.2 方案二 横向强度分析

改变舱壁厚度,将位于船中宽度5 m范围内的横舱壁厚度由10 mm变为16 mm,中纵舱壁厚度由10 mm变为14 mm。通过对7 000吨浮船坞舱壁结构进行适当调整后,经过有限元计算得到该船的最后应力响应。最后得出以下结论:该工况下的相当应力、剪应力和轴向应力均小于对应的许用值,浮船坞的横向强度满足要求。由于改进舱壁厚度的区域为主要受力位置,对其进行结构加强可以降低结构应力。由此可见,方案二对于提高浮船坞的整体结构强度也是一种比较有效的。跟方案一相比,甲板、舱壁处的应力要小,可见舱壁厚度的变化对强度的影响略优于甲板厚度。

3.3 方案三 横向强度分析

增加斜撑,将距离船中1.8 m增加两道纵向斜撑,斜撑的尺寸为L90×90×10 mm。通过对7 000吨浮船坞斜撑结构进行适当调整后,经过有限元计算得到该船的最后应力响应。最后得出以下结论:该工况下的相当应力、剪应力和轴向应力也小于对应的许用值,浮船坞的横向强度满足要求。由于两道斜撑的位置位于进坞船作用浮箱的区域内,提出的改进方案对结构强度有利。由此可见,方案三对于提高浮船坞的整体结构强度也是行之有效的。而跟前两种方案一相比,计算后的应力值要大,可见单单增设两道斜撑对结构强度影响不是很明显。

4 结束语

本文以某7 000吨浮船坞为研究对象,通过对工作状态、龙骨墩出水状态、沉浮状态三种工况进行横向强度分析,进而提出一些改进措施,以提高船体横向强度。同时,对该浮船坞横向强度分析时,可以对下沉过程的更多工况进行研究计算,这为研究整个浮船坞强度奠定了基础。

参考文献:

- [1]中国船级社.国内航行海船法定检验技术规则[M].北京:国防工业出版社,2006.
- [2]彭长威.浮船坞接载过程中结构应力及变形研究[D].大连:大连理工大学,2013.

Transverse Strength Analysis of a Certain 7000t Floating Dock

CHENG Guo-xiang, YIN Xiao-jian, LU Xin-lin

(Taizhou Xiangfeng Shipping Technology Co., Ltd., Taizhou 225350, China)

Abstract: Taking a certain 7000t floating dock as the object of study, this article analyzes its transverse strength under the working state, the state of keel blocks yielding water and the descending and ascending state as well as puts forward the measures to improve the internal structure of the buoyancy tank, which is expected to be of certain practical value.

Key words: Floating dock; Transverse strength; Fuzzy evaluation