

算山码头 30 万吨级油轮系泊安全模拟计算分析

梁帅¹, 徐澍¹, 李冲²

(1. 宁波北仑海事处, 浙江 宁波 315000; 2. 大连海事大学, 辽宁 大连 116026)

摘要: 由于大型油轮在系泊时风流的影响较大, 易发生断缆事故, 所以对大型油轮的系泊安全研究十分重要。本文基于 Optimoor 软件对算山 30 万吨级油轮码头的泊稳条件进行判断。针对算山 2 号泊位的系泊情况, 结合各类系泊环境和系泊方法以及出现的险情及因素进行分析。利用 Optimoor 进行验证, 分析 30 万吨级油轮在各种水文、气象条件下系泊的安全状态, 研究影响系泊安全的外在条件以及改善系泊状况的措施。结果表明 Optimoor 软件能够较好地模拟各种环境下缆绳的受力情况, 对大型油轮的系泊安全研究具有参考意义。

关键词: 系泊安全; 系缆力分析; 模拟计算; 安全系泊极限风力

中图分类号: U656.1 **文献标识码:** A

文章编号: 1006—7973 (2022) 010—0028—03

1 引言

随着经济的不断发展, 中国对原油的需求量大量增加, 大型油码头的数量也在不断地增加。由于大型油轮对波浪的相应幅度大, 受风面积也更大, 因此对大型油码头的稳泊条件与系缆安全研究可以减少事故的发生。以宁波舟山港算山码头为例, 由于该码头受潮流影响较大, 泊位系缆位置配布不合理, 导致缆绳受力不均匀等原因, 曾在 2014—2020 年间多次发生船舶断缆事件和船舶漂移事件。因此对该码头的系缆力进行研究分析是十分有必要的。

目前对于系缆力的研究主要有两种方式, 第一种研究方法是通过物理模型实验获得基础性数据并进行研究。陈中一通过研究 25 万吨级油码头的系缆力, 分析出流速对系缆力的影响是最大的^[1]; 陈杰等通过经验公式计算的方式对宁波远东码头 11 泊位大型散货船安全稳泊措施进行研究, 提出了合理的系缆方式^[2]; 陈荣国等通过研究断缆事故, 提出如何保持缆绳均匀受力的措施^[3]; 张春星等对目前趸船码头系缆力计算中存在的问

题, 应用《港口工程荷载规范》(JTS144-1-2010) 对一实际码头系缆力进行了计算, 验证码头系缆方案的安全性^[4]。

第二种是通过数模软件对不同环境下的系缆力进行研究分析。郝庆龙等开发了一种基于实船技术的船舶系缆力实测系统, 在现实环境下进行系缆力的动态数据采集^[5]; 王翔等基于 Ariane 软件对风浪流共同作用下的码头系泊进行模拟, 结果表明和试验数据具有一致性^[6]。

目前针对实际码头的系缆安全研究较少, 由于船舶系泊安全与码头的实际环境密切相关, 不同的码头需要单独进行研究。所以本文以算山码头 2 号泊位为例, 使用 Optimoor 软件并结合码头的实际情况, 对船舶系泊安全进行分析。

2 算山码头概况

宁波舟山港算山码头 2 号泊位位于北仑港区的西部, 码头位为蝶形布置, 泊位长度 608m, 前沿设计泥

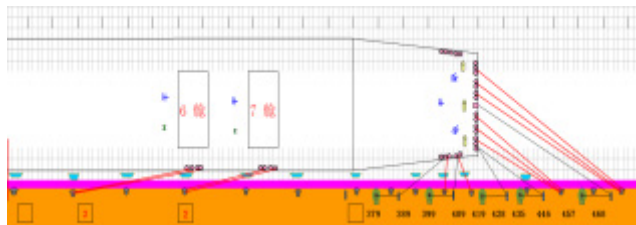


图 7 “巴西”轮尾部缆绳布置图

由于船岸之间的缆绳性质不同, 带缆时必须确保所有缆绳受力均衡, 遇潮汐及船舶卸货等引起的缆绳受力变化, 船岸之间应根据实际情况, 对相应缆绳进行协调

一致的同步调整。

参考文献:

- [1] 赵仓龙, 陈婷婷, 苏陈炼, 丁阳阳. 岐江河大桥通航孔对船舶通过能力的限制条件研究 [J]. 中国水运, 2018, 18(01): 48-49+90.
- [2] 陆朝勇. 虾峙门口外深水航槽安全保障策略研究 [J]. 中国水运, 2021(01): 124-125.
- [3] 华培毅. 船舶碰撞风险因素分析研究 [J]. 珠江水运, 2021(07): 17-18.

面标高-23.8m, 码头方位角 $132^{\circ} \sim 312^{\circ}$ 。高桩墩式结构, 4个主靠船墩, 2个副靠船墩, 6个系缆墩, 1个30万吨级工作平台, 2个5万吨级工作平台组成。靠船墩之间设2组靠船钢簇桩作为靠船设施, 分别布置在2号、3号和4号、5号靠船墩之间, 簇桩中心距3号、4号靠船墩16m, 距2号、5号靠船墩16.5m, 钢簇桩为每组5根, 中心间距为155m。图1为算山码头2号泊位平面布置图。



图1 算山码头2号泊位平面布置图

3 模拟计算条件设置

模拟计算软件采用美国国际张力技术公司(Tension Technology International, 简记为TTI)开发的Optimoor系泊系统计算优化软件。

模拟计算过程中, 算山码头2号泊位的缆绳布置方案分为4个方案:

方案1: 4-2-2, 即艏艉缆各4根, 艏艉横缆各2根, 艏艉倒缆各2根, 共16根缆绳, 所用泊位长度550m。

方案2: 6-2-2, 即艏艉缆各6根, 艏艉横缆各2根, 艏艉倒缆各2根, 共20根缆绳, 所用泊位长度450m。

方案3: 6-2-2, 共计20根缆绳。方案3与方案2的区别是将横缆和倒缆出缆孔位置和系缆墩进行交换。所用泊位长度450m约为船长1.35倍, 使用2组快速脱缆钩。

方案4: 6-2-2, 共计20根缆绳。系泊方案与码头现有系泊方案一致, 使用3组快速脱缆钩。

考虑到算山码头2号泊位风、流、浪的合作用, 本次系泊数值模拟计算试验按对系泊安全较不利的环境条件设置。

风的条件设置分为SW风6~8级和SW风7~9级。

流的设置为, 涨潮流流向 320° , 与码头夹角 8° , 最大潮流流速1.8kn; 落潮流流向 140° , 与码头夹角 8° , 最大潮流流速1.8kn。

波浪的设置, 顺浪: NW浪, 有效波高($H_{1/3}$)1.6m, 周期8s; 横浪: SW浪, 有效波高($H_{1/3}$)1.2m, 周期8s。

4 模拟计算结果分析

在方案1中, 缆绳所占泊位长度长, 对船舶横向运动束缚小。算山码头2号泊位方案1艏缆位置H218和H217, 艉缆位置H115和H113, 所用泊位长度550m, 约为船长1.65倍。系缆力和护舷撞击力均在安全允许范围之内, 表明缆绳和护舷配置可以满足系泊安全需要。

方案2中缆绳所占泊位长度适宜, 但艏艉缆角度过大。方案2采用6-2-2带缆方式, 共用20根缆绳。其中首缆位置H217和H216, 尾缆位置H115和H201, 所占泊位长度450m, 约为船长1.36倍。由于所用泊位长度适宜, 艏艉缆对于船舶横向运动束缚力增大, 一定程度上增大了船舶系泊安全性。

为了进一步探究30万吨级VLCC在2号泊位的系泊安全, 拟在方案2的基础上, 将艏艉横缆和艏艉倒缆的出缆孔位置进行调换, 缆绳布置方案为6-2-2-2-6, 即方案3。

为了进一步探究30万吨级VLCC在2号泊位的系泊安全, 拟在方案3的基础上, 缆绳布置方案为6-2-2-2-6, 将船尾6根缆绳采用2-2-2布置, 即方案4。

5 安全系泊风力极限值分析及措施

模拟计算结果显示, 缆绳布置方案3和方案4在同泊稳条件下系泊安全性优于缆绳布置方案1和方案2。

在方案3的基础上增加了流速, 重新进行系泊数值计算(即方案4), 在潮流增加的情况下船舶的运动量和系缆力均有所增加。方案3与方案4系泊缆绳均20根, 缆绳布置方案首尾各6-2-2, 只是系缆钩的使用略有区别。方案3使用了2组快速脱缆钩, 方案4使用了3组快速脱缆钩。

由此可得到在2号泊位船舶系泊过程中, 各缆绳布置方案的安全系泊风力极限值。具体情况见表1。

表 1 2 号泊位安全系泊风力极限值

泊位	缆绳布置方案	最大流速	30 万吨级油轮 载态	SW 风	NE 风	其它风向
2 号	缆绳布置方案 1 (4-2-2)	1.4kn	满载	≤7	≤10	≤11
			压载	≤6	≤9	≤10
	缆绳布置方案 2 (6-2-2)	1.4kn	满载	≤10	≤10	≤11
			压载	≤8	≤9	≤10
	缆绳布置方案 3 (6-2-2)	1.4kn	满载	≤11	≤10	≤11
			压载	≤10	≤9	≤10
	缆绳布置方案 4 (6-2-2)	1.4kn	满载	≤10	≤11	≤11
			压载	≤8	≤9	≤10
		1.8kn	满载	≤9	≤11	≤11
			压载	≤8	≤9	≤10

目前码头采取的系泊方案为方案四, 由于 30 万吨级油轮缆绳配备数量为 20 根, 到港船舶系泊已将船方所有缆绳全部使用。在经过实际考察, 为保障大型船舶系泊安全, 在码头上增加系泊缆车是目前码头方采用的比较有效的方法。它可以根据系泊需求在不同的位置增加系泊缆车, 从而增加船舶系泊缆绳总数量。

6 结语

结合算山码头 30 万吨级油码头的水文环境及设计方案, 通过 Optimoor 软件对 30 万吨级油轮系泊在某码头泊位各种工况系泊受力的计算, 分析影响船舶系泊安全的因素, 形成码头安全稳泊方案及抗风等级标准, 实现船舶科学安全的系泊。

Optimoor 软件可以实现系泊安全分析, 可供船舶和码头工作人员、港口规划以及船舶设计人员使用。在实

验中, 通过对不同环境下的系缆方案进行模拟, 验证得出 2 号泊位由于系缆布置不对称, 导致系泊缆绳长度相差较大, 系泊缆绳受力不均。随着货物数量、潮位变化以及风流条件对系泊缆绳的影响, 长度较短、角度较大的缆绳荷载增加很大, 潜在出现断缆的风险。通过实验的验证, 提出合理的系泊方案与系泊条件, 可以有效避免再次发生断缆事故。

参考文献:

- [1] 陈中一, 陈基成, 赵颖. 在潮汐流作用下 25 万吨级油轮系缆力的模型试验研究 [J]. 海洋工程, 1998(03):45-53. DOI:10.16483/j.issn.1005-9865.1998.03.006.
- [2] 陈杰, 吴永明, 黄天翔. 宁波远东码头 11 泊位大型散货船安全稳泊措施 [J]. 航海技术, 2018(03):12-15.
- [3] 陈荣国, 周俊. 断缆——系泊中的安全隐患 [J]. 船海工程, 2005(06):75-77.
- [4] 张春星, 孙长照, 许慧文. 某趸船码头系缆力研究 [J]. 中国水运 (下半月), 2016, 16(07):19-21.
- [5] 郝庆龙, 张杰, 朱雪瑗, 刘军坡. 基于实船测试技术的大型船舶系缆力响应研究 (英文) [J]. 船舶力学, 2021, 25(12):1685-1698.
- [6] 王翔, 孙克俐, 王东凯. 开敞式码头船舶系缆力数值分析 [J]. 港工技术, 2012, 49(04):16-18. DOI:10.16403/j.cnki.ggjs2012.04.013.

