

某老旧码头提质改造工程质量结构分析

方舟¹ 李明伟²

重庆交通大学工程设计研究院有限公司 重庆 400074

摘要: 随着我国经济的发展,越来越多的码头已经经历了10到30年的使用时间。本次分析的码头由于泥沙淤积的影响,码头前沿的部分泥面已高于竣工时状况。此外,经过若干年的使用,码头结构已出现不同程度的损坏,因此码头也进行了提质改造工程。因此,需对现有码头结构作检测与分析,以保障码头的正常安全运营。

关键词: 码头; 工程质量; 结构分析; 安全性

Quality Structure Analysis of an Old Wharf Quality Improvement Project

Zhou Fang¹, Mingwei Li²

Engineering Design and Research Institute, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China

Abstract: With the development of our country's economy, more and more wharves have experienced 10 to 30 years of use time. In this analysis, due to the influence of sediment deposition, part of the mud surface at the front of the wharf is higher than the condition at the time of completion. In addition, after several years of use, the pier structure has been damaged to varying degrees, so the pier has been upgraded. Therefore, it is necessary to test and analyze the existing wharf structure to ensure the normal and safe operation of the wharf. [Fangzhou, male, Master candidate, Engineering Design Research Co., LTD., Chongqing Jiaotong University, Chongqing, research direction: Port Coast and offshore engineering;

Keywords: Wharf; Engineering quality; Structural analysis; Safety

引言

1. 在码头经过一定年限的使用并已出现部分损伤的情况下,对码头结构进行探摸、检测和计算复核,以确认码头的结构安全性、适用性及耐久性是否满足要求。

2. 在码头经过提质改造后,对结构质量进行分析。

3. 根据码头的分析情况,对存在安全威胁的提出包括限制使用条件、修复、加固的治理建议,以确保码头的安全运营。

1 码头概况

该码头从上游往下游方向依次顺岸布置1#~6#泊位,结构型式采用浮码头结构型式,主要水工结构建筑物有装卸趸船、钢引桥、阀室平台、固定混凝土引桥、系船块体等。

2 码头检测

通过对该码头检测的现场检测、计算和结果分析,检测结论如下:

2.1 钢引桥共发现10处病害,2#钢引桥弯曲变形2处,脱焊2处;4#钢引桥电缆槽锈蚀断裂,5#、7#钢引桥全桥均存在涂层脱落锈蚀现象,外观劣化等级为B级,需及时进行

修复;

2.2 阀室平台共发现1处病害,1#阀室平台桩基河水冲刷露骨,需设立观测点,并长期观测,形成书面记录;

2.3 混凝土引桥共有4处病害,1#混凝土引桥管架横梁锈胀露筋2处,最大面积 $2.0 \times 0.2 \text{m}^2$;3#混凝土引桥桥面板锈蚀露筋, $S=0.3 \times 0.4 \text{m}^2$,桥面破损, $S=0.3 \times 0.5 \text{m}^2$,需对破损部位及时进行修复或加固,并设立观测点,并长期观测,形成书面记录;

2.4 码头锚链及系船块体保存完好,无外观缺陷,系船块体有2条裂缝,长度为 $L=1\text{m}$, $\delta=0.4\text{mm}$,需设立观测点,并定期观测,形成书面记录;

2.5 阀室平台抽检所有构件实测混凝土强度均大于设计值,满足设计要求;

2.6 抽检构件的平均碳化深度值在 $3.2\text{mm} \sim 4.1\text{mm}$ 之间,所检的混凝土构件抗碳化性能等级为T-IV级($0.1\text{mm} \sim 10\text{mm}$),表明目前抽检混凝土构件抗碳化性能良好;

2.7 所有阀室平台桩基抽检构件钢筋保护层厚度最大负偏差小于1.5倍规定偏差值,合格率大于100%,满足规范

要求。

3 结构计算

钢引桥主要荷载为结构自重、管线工艺荷载、人群荷载、风荷载，均按最不利荷载取值。结合各钢引桥结构尺寸及受力情况，本次接岸钢引桥选择跨度及截面尺寸最大的1#钢引桥、3#钢引桥进行结构验算；本次趸船联系钢引桥选择跨度及截面尺寸最大的4#钢引桥进行结构验算，验算内容主要为钢引桥变形、稳定性、各构件内力、强度等。

本次验算采用MIDAS软件按照三维空间结构有限元的一般方法，建立1:1有限元模型，建立边界条件，施加工况荷载，计算各构件的内力和变形，再根据相关规范标准验算各构件稳定性、强度等。

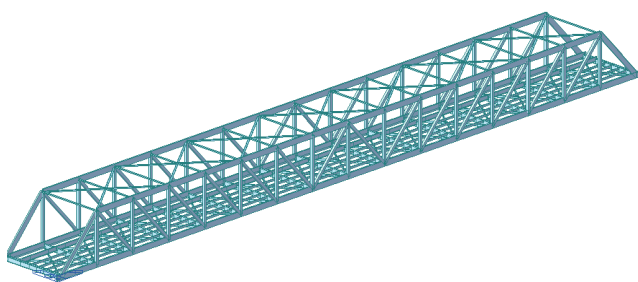


图3-1 1#钢引桥模型计算图

作业船舶靠泊趸船后，主要受到风和水流的作用，本码头趸船采用锚链系统系留趸船。（见表3-1、3-2）

由上表可知，在趸船最不利系缆情况下，趸船锚链安全储备能满足安全储备要求；其中3#~5#趸船安全储备标准较高，建议进一步加强1#、2#、6#趸船锚链安全储备，可增设D=38mm锚链数量或增大D=38mm锚链直径。

此段结构由8m×7m×1.5m混凝土墩台及6根φ0.8m灌注桩组成。下接码头钢引桥，上接混凝土引桥，利用软件建立计算模型，见图3-3。

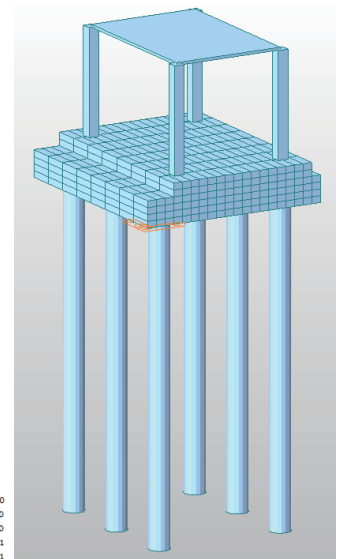


图3-3 1#泊位墩台midas (网格划分后)模型

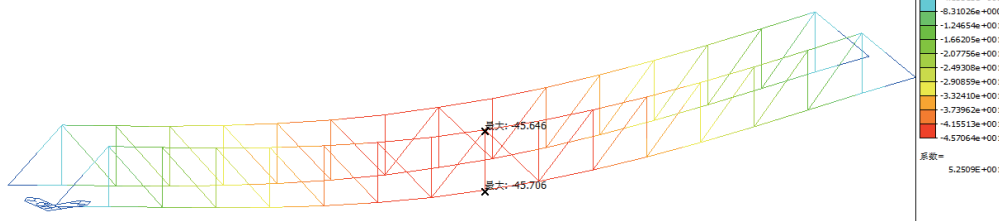


图3-2 1#钢引桥主桁架竖向位移图 (单位mm)

经建模计算，1#钢引桥、3#钢引桥和4#钢引桥在承载能力极限状态下和正常使用极限状态下，其最大挠度和内力以及构件的长细比、稳定性均满足规范要求，能够保证结构的安全性和稳定性。

1#墩台结构段的桩基和墩台的承载能力验算见表3-3、表3-4。均取荷载计算结果的最大值作为代表值。

表3-1 1#趸船锚链安全储备计算表

系锚设施项目	锚链拉力F (kN)	系缆力设计值 (kN)	锚链有效拉力 (kN)	安全储备
开锚锚链D=38mm	147.53	/	270.67	满足
引水锚链D=38mm	266.55	/	270.67	基本满足
系缆锚链D=38mm	/	253.47	270.67	基本满足

表3-2 6#趸船锚链安全储备计算表

系锚设施项目	锚链拉力F (kN)	系缆力设计值 (kN)	锚链有效拉力 (kN)	安全储备
开锚锚链D=38mm	101.71	/	270.67	满足
引水锚链D=46mm	194.78	/	390.00	满足
系缆锚链D=38mm	/	253.47	270.67	基本满足

表3-3 单桩极限承载力验算表

桩径	轴向压力设计值 (kN)	单轴抗压极限承载力设计值 (kN)	轴向拉力设计值 (kN)	单轴抗拉极限承载力设计值 (kN)	弯矩设计值 (kN·m)	抗矩设计值 (kN·m)
0.8m	908	2818	0	979	165	453

表3-4 墩台抗剪能力验算表

厚度	剪力设计值 (kN)	抗剪承载力设计值 (kN)	底板配筋率实际值	配筋率规范要求值
1.5m	175.94	3508	0.22%	0.15%

经验算, 1#泊位框架结构的桩基满足承载力极限状态和正常使用极限状态下的使用要求, 墩台满足承载力极限状态和正常使用极限状态下的使用要求。

4 码头分析结论

根据构件外观检测及剩余寿命评估的统计结果, 结构耐久性评估结果如下:

(1) 混凝土引桥及闸室平台主要混凝土构件剩余寿命大于20年, 构件外观劣化度等级评为A级3个、B级2个, C级0个、D级0个, 综合以上情况将码头混凝土结构耐久性评为B级。(2) 钢引桥主要构件剩余寿命大于10年; 钢引桥构件外观劣化度等级评为A级0个、B级7个, C级0个、D级0个; 码头钢结构涂层劣化等级评估为B级, 应及时进行局部修补。综合以上情况将码头混凝土结构耐久性评为B级。

经过结构验算, 码头主体结构满足在正常使用极限状态工况下的承载力要求, 钢筋混凝土结构最大裂缝宽度满足《水运工程混凝土结构设计规范》(JTS151-2011)限值要求。

综合各相关检测项目及复核计算结果, 判定码头结构适用性评价等级为A级。

根据安全性验算结果, 对码头安全性评估如下:

(1) 钢引桥在承载力极限状态下和正常使用极限状态下, 其最大挠度和内力以及构件的长细比、稳定性均满足规范要求, 能够保证结构的安全性和稳定性, 安全性评价为A级。(2) 锚链承载能力及安全储备、系船块体系缆能力均能满足要求, 安全性评价为A级。建议进一步加强1#、2#、6#趸船锚链安全储备, 可增设D=38mm系缆锚链数量或更换D>38mm锚链。(3) 各混凝土构件承载能力满足要求, 全性评价为A级。(4) 码头区域内岸坡整体稳定满足要求, 全性评价为A级。

5 治理建议

从码头的现场水深测量、建筑物结构检测以及结构承载能力验算结果分析, 码头主体结构的承载能力满足国家有关标准要求, 钢引桥、闸室平台、混凝土引桥有一定病害, 应采取修复措施; 码头前沿区域存在回淤情况。

从码头的安全性兼顾适用性、耐久性以及未来的抗风险能力角度出发, 我们建议从以下几方面对码头进行修复治理:

5.1建议业主单位应在码头前沿设置水位标尺, 对码头前沿应加强水深观测, 定期扫床测量, 发现淤积及时清淤; 水深条件应提前告知进港船舶, 严格按设计吨位作业, 严禁

超载作业。

5.2对码头混凝土出现缺陷的构件进行修补。

5.3对系船块体的2处裂缝进行修复。

5.4更换和补齐部分趸船的缓冲设施, 保证趸船的安全性;

5.5由于3000吨级船舶撞击力较大, 建议可在1#趸船、3#~6#趸船增设钢横撑杆, 以保证趸船的安全性;

5.6 1#、2#、6#趸船系缆锚链安全储备基本满足, 建议进一步加强锚链安全储备, 可增设D=38mm系缆锚链数量或更换D>38mm锚链。

5.7对帽梁、纵梁底部裂缝宽度进行定期检查, 发现破损立即维护。

5.8加强对钢引桥的维修保养, 及时维护好防腐涂层;

5.9对钢引桥部分脱焊的构件进行补焊, 若构件出现严重断裂或锈蚀, 应采取切割更换, 可采取连接板连接或焊接;

5.10钢引桥主横梁受力较大且使用年代久远, 建议可在桥面系增设次横梁对其进行加固。

5.11对钢撑杆防腐涂层厚度达不到要求的部分, 重新刷漆。

6 限制性使用要求

根据本次评估结果, 码头主体结构能满足满足设计工况下承载力极限状态和正常使用极限状态的使用要求。因此, 码头的限制性使用要求即为竣工资料上的使用要求, 管线工艺荷载不宜再增加, 人群荷载不宜超过3kPa, 如竣工资料中未明确的以规范规定为准。

7 结语

老旧码头的提质改造工程, 是有破损的老旧码头能够继续使用的重中之重。改造工程, 需结合破损情况及地质变化情况, 做到经济合理、安全可靠。

参考文献:

[1]雷路平, 刘新民. 一种内河散货码头环保提质改造新模式[J]. 湖南交通科技, 2022年第2期169-172.

[2]张健, 张旺波. 某码头提质改造工程经济分析研究[J]. 中国水运, 2021年第5期23-24.

作者简介:

方舟, 男, 重庆交通大学工程设计研究有限公司, 重庆, 硕士研究生, 研究方向: 港口海岸及近海工程;

李明伟(1992-), 男, 四川眉山, 硕士, 研究方向为河道治理与航道工程。