



重力式码头加固升级增设卸荷平台改造与应用

周鑫强, 许保华, 何文钦

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510220)

摘要: 针对升级改造中使用荷载增加较大的重力式码头结构稳定性、承载力不能满足规范要求的情况, 提出码头墙后增设桩基及简支板平台、形成卸荷平台减少土压力的方案, 计算分析表明, 卸荷平台对提高结构稳定性、承载力和减少地基应力有显著作用。探讨其优缺点和适应性。

关键词: 重力式码头; 升级改造; 卸荷平台; 应用

中图分类号: U 656.1⁺11

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)07-0069-04

Transformation and application of modifying gravity wharf by adding unloading platform

ZHOU Xin-qiang, XU Bao-hua, HE Wen-qin

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510220, China)

Abstract: For the case that the gravity wharf has large load increasing after the upgrading and rebuilding, the structure stability and the bearing capacity can't meet the specification requirements. The method of adding pile foundation and simply supported slab platform to form the unloading platform is proposed, which can reduce the earth pressure. The calculation result shows that the unloading platform has significant effect on improving the stability and bearing capacity of the structure and reducing the foundation stress. The advantages and disadvantages and adaptability of this structure are studied after.

Key words: gravity wharf; upgrading and rebuilding; unloading platform; application

随着船舶大型化的快速发展, 码头也跟着向深水化、大型化发展, 老旧码头建设规模已不能满足大型船舶靠泊要求。新建大型深水码头固然可以解决问题, 但往往受到岸线、土地和水域等资源约束愈发困难; 另一方面, 已建的码头利用率降低, 也造成资源浪费。宝贵的岸线资源是不可再生, 如何充分利用岸线和现有码头资源, 走可持续发展之路值得思考^[1]。

对已建码头进行升级改造是解决上述问题的方法之一。已建码头靠泊大型船舶, 相应的系靠设施、工艺设备和使用荷载也随之增大, 将会造成码头结构稳定性、承载力不能满足规范要求。为此, 提出码头墙后增设桩基及简支板平台、形成卸荷平台减少土压力的方案。下面对其优缺点

和适应性进行探讨。

1 码头设计情况

1.1 设计水位

某码头结构形式为带卸荷板重力式沉箱结构。码头顶高程为 7.65 m, 基床顶高程 -13.3 m, 停泊水域底高程 -14.3 m。沉箱底高程 -13.3 m, 顶高程 1.2 m; 底宽 8.5 m (包括 0.9 m 的前趾), 分 2 个仓格; 纵向长度 7.6 m, 分为 2 个仓格。沉箱质量约为 500 t。卸荷板顶高程为 2.8 m, 长度为 10.8 m, 宽度 7.65 m, 质量约为 330 t。

码头靠船设施为 SUC1000H RS 两鼓一板橡胶护舷, 系缆设施为 1 000 kN 系船柱。码头结构见图 1。

收稿日期: 2013-11-11

作者简介: 周鑫强 (1981—), 男, 工程师, 主要从事港口工程结构设计。

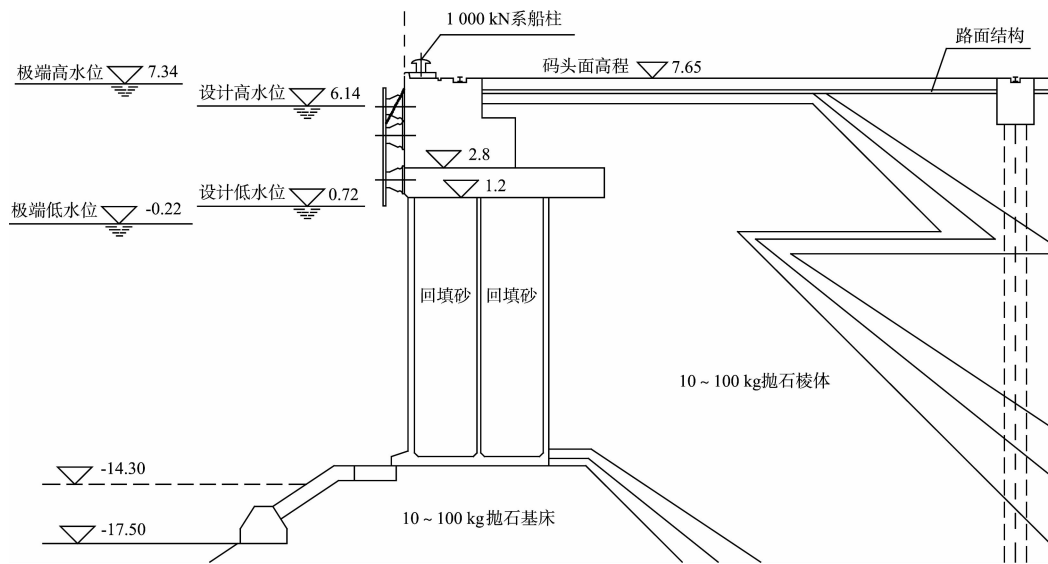


图1 某码头断面

1.2 设计水位

设计高水位（当地理论最低潮面，下同）6.14 m，设计低水位 0.72 m，极端高水位 7.34 m，极端低水位 -0.36 m。

1.3 设计波浪

50 a 一遇的设计波要素值见表 1。

表 1 50 a 一遇设计波要素

水位	波向	$H_{1\%}/m$	$H_{13\%}/m$	\bar{T}/s
极端高水位	S	3.10	2.10	5.4
	SE	4.23	2.93	6.5
设计高水位	S	3.10	2.10	5.4
	SE	4.20	2.93	6.5
设计低水位	S	2.20	1.50	4.8
	SE	3.30	2.30	5.7

1.4 地质

根据工程地质勘察报告，本区域地层从上至下分布情况如下：灰色淤泥、灰色淤泥质黏土-亚黏土、灰色粗砾砂、残积土、花岗岩强风化层。其中花岗岩强风化层工程性质好，埋深较浅，为

本区良好的地基持力层。

1.5 使用荷载

码头前沿地带均布荷载为 $30 \text{ kN/m}^{2[2]}$ 。

2 码头升级改造方案

2.1 升级改造要求

根据升级改造的使用要求，码头前沿地带均布荷载增大至 $70 \text{ kN/m}^{2[2]}$ ，其它条件不变。

2.2 码头结构复核算

对码头现状及使用要求、升级改造的使用要求分别进行验算。验算主要包括：码头抗倾、抗滑稳定性，基床及地基承载力，相关构件的强度复核，整体稳定性验算等。

根据码头现状及升级改造的使用要求，码头主体结构底面抗滑、抗倾稳定性，基床承载力最不利工况的验算结果见表 2。

由上述验算结果可知，升级改造的使用要求下码头结构抗倾稳定和基床应力都不能满足现行规范要求，须对码头结构进行改造。

表 2 码头主体结构验算结果

码头状况	效应组合	抗滑稳定性	抗倾稳定性	前趾基床应力/ kPa	墙身后沿基床 应力/kPa	基床承载力/ kPa
		抗力/作用 沉箱底	抗力/作用 沉箱底			
现状	持久组合	1.33	1.11	597.0	0	600
	地震组合	1.70	1.37	750.0	0	800
升级改造	持久组合	1.15	0.95	753.6	0	600
	地震组合	1.50	1.19	965.5	0	800

2.3 升级改造方案

根据原码头结构现状及核算结果, 升级改造思路是在码头墙后增设桩基及筒支板平台, 形成卸荷平台减少土压力, 同时桩基础分担部分码头前沿地带的荷载。改造方案具体为在现有码头每个沉箱后方设 1 根 $\phi 1\ 500\ \text{mm}$ 的灌注桩, 桩顶现

浇帽梁, 在帽梁和原码头卸荷板结构上方, 现浇混凝土筒支板。筒支板增加原码头卸荷板长度, 对后方土压力进行卸荷; 同时筒支板上方码头前沿地带的荷载部分由灌注桩承受。通过筒支板连接, 原有码头和灌注桩基础相对独立, 受力明确。卸荷平台方案见图 2。

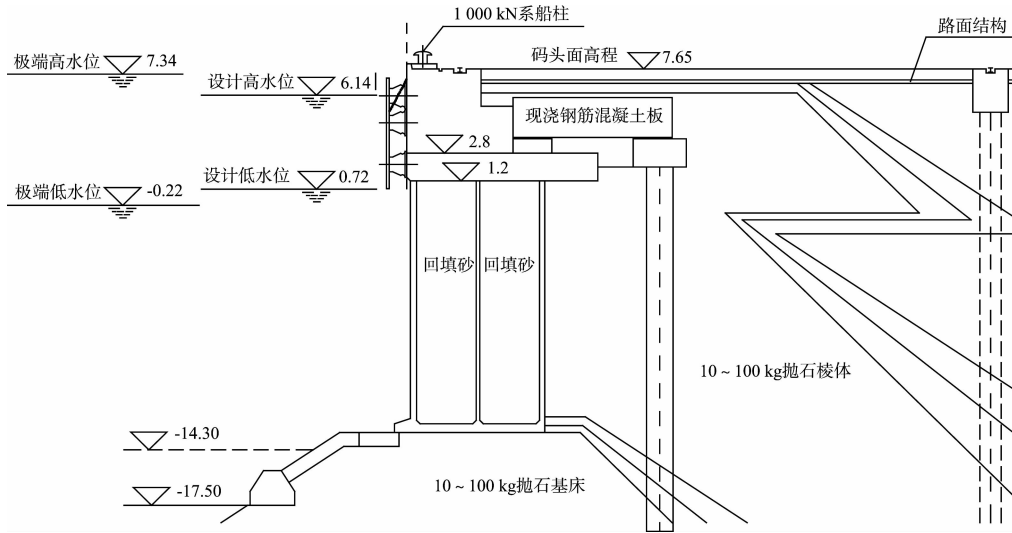


图 2 卸荷平台设置

3 升级改造方案计算

码头升级改造方案主要是增设卸荷平台, 卸荷平台对土压力的影响根据 JTS 167-2—2009 《重力式码头设计与施工规范》^[3] 有关规定, M 点以上的土压力可不计卸荷板底面以上重力的影响, N

点以下的土压力可按无卸荷板的情况计算, M 、 N 点之间可按直线过渡。改造前码头卸荷板对应的 M 、 N 点见图 3。

改造后码头增设卸荷平台对应的 M 、 N 点见图 4。

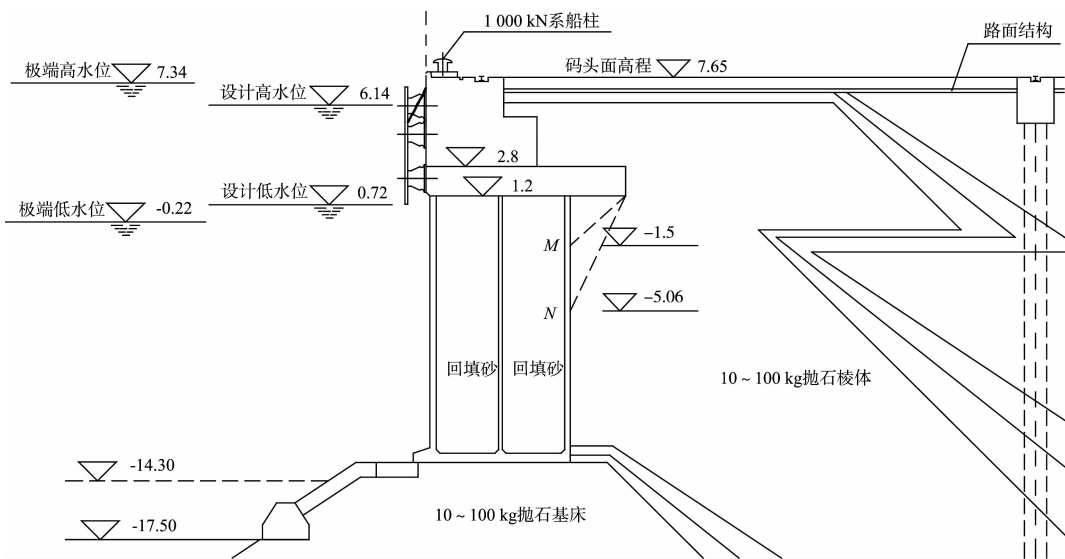


图 3 卸荷板对应 M 、 N 点位置

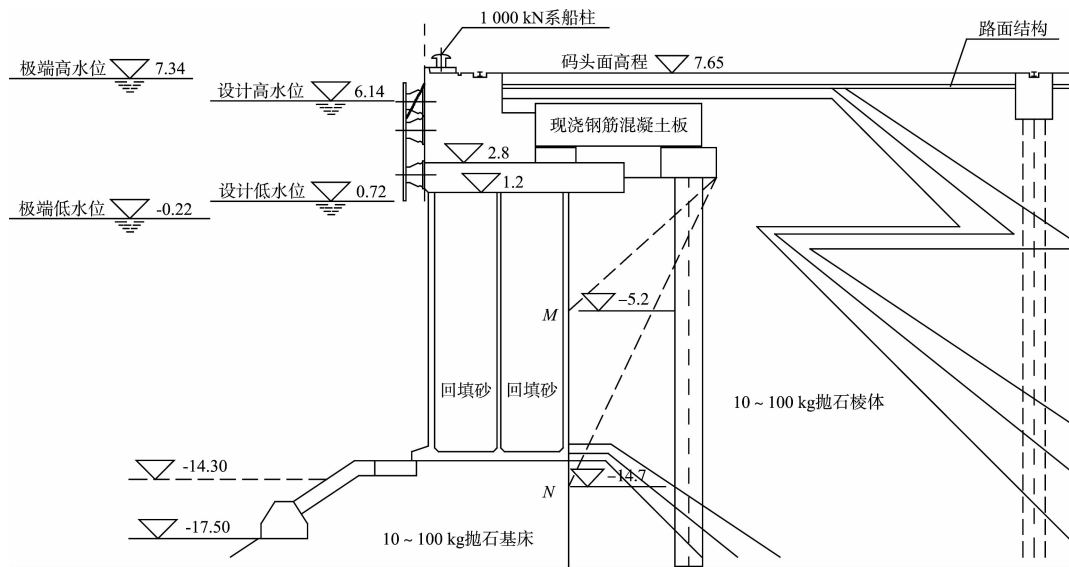


图4 增设卸荷平台对应 M、N 点位置

增设卸荷平台的码头主体结构底面抗滑、抗倾稳定性，基床承载力最不利工况的计算结果见表4。

表4 码头主体结构验算结果

效应组合	抗滑稳定性抗力/作用	抗倾稳定性抗力/作用	前趾基床应力/ kPa	墙身后沿基床 应力/kPa	基床承载力/ kPa
	沉箱底	沉箱底			
持久组合	1.83	1.39	509.8	89.92	600
地震组合	2.31	1.73	600.8	58.50	800

由上述验算结果可知，增设卸荷平台减少了水平土压力和基床顶面应力，对提高码头主体结构稳定性、基床承载力及地基承载力有显著作用，同时相关构件所受内力减少。

4 结语

重力式码头虽然对超载适应性较好，但在升级改造过程中需靠泊大型船舶，相应的系靠设施、工艺设备和使用荷载的增大往往使得码头结构承载力富裕度降低甚至不满足安全要求，因此需要进行结构改造。而重力式码头属于实体式结构，结构改造相对比较困难。在码头墙后增设桩基及简支板平台，形成卸荷平台减少土压力，同时桩基础分担部分码头前沿地带的荷载，提高码头结构稳定性和承载力是可行的，其优缺点如下：

1) 卸荷平台结构简单可靠，改善原码头受力条件显著；

2) 简支板连接使原结构和新增结构相对独立，受力明确；

3) 码头墙后可采用分段开挖，但对码头运营和预埋的管线有一定影响，流动机械在施工段不能装卸，开挖范围及管线周围需作临时支护加以保护；

4) 由于施工空间小和营运干扰大，桩基施工可作业时间较少；

5) 由于距离原码头结构较近，锤击沉桩或冲孔对码头结构位移产生不利影响，桩基宜钻孔灌注桩。

参考文献：

[1] JTJ 211—1999 海港总平面设计规范[S].
 [2] JTS 144-1—2010 港口工程荷载规范[S].
 [3] JTS 167-2—2009 重力式码头设计与施工规范[S].

(本文编辑 郭雪珍)