

高桩码头结构加固改造常用方案

孟晓宁, 边树涛

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: 结合具体工程实例, 对国内高桩码头结构加固改造常用方案进行分析, 总结每种改造方案的适用条件和优缺点, 供高桩码头结构加固改造方案选择和设计参考。

关键词: 高桩码头; 结构加固改造; 常用方案

中图分类号: U 656.1+13

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2015)04-0120-06

Common schemes for reinforcement and reconstruction of high-piled wharf

MENG Xiao-ning, BIAN Shu-tao

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: Combining with concrete engineering cases, we analyze the common schemes for the reinforcement and reconstruction of high-piled wharf adopted in China and summarize the adaptable condition and advantages & disadvantages of each scheme, to serve as reference for the wharf reinforcement and reconstruction.

Keywords: high-piled wharf; reinforcement and reconstruction; common scheme

在经济全球化的今天, 水路运输已经成为全球综合运输的核心, 船舶的远洋化和大型化高效运输趋势越来越明显。目前, 国内许多码头建设年代较为久远, 码头结构老旧且吨位较小, 基础设备落后, 难以适应船舶大型化的要求, 造成了很多港口吞吐能力不足的局面。同时, 部分码头老化严重, 生产运营中存在较大的安全隐患。为了充分适应船舶大型化发展及码头安全靠泊的要求, 需要对原有码头进行结构加固改造, 以提高码头的运营效率, 提高港口岸线的利用率。

高桩码头是我国港口建设 50 多年来采用最早、应用最广泛的码头形式之一, 我国大陆长达 1.8 万 km 的海岸线上, 在渤海湾西侧、长江三角洲和珠海、湛江等地建设了众多的高桩码头^[1]。

因此, 需要考虑在可行的情况下, 对现有的高桩码头进行加固改造, 使其能够适应当前水运

市场的需求。

1 高桩码头加固改造的难点

高桩码头的加固改造内容通常包括码头附属设施的改造、码头上部结构的加固改造、码头桩基的加固改造。另外, 高桩码头结构加固改造如果需要对码头前沿水域浚深, 往往涉及到开挖后岸坡的稳定问题。

2 码头结构加固改造设计原则

1) 安全性原则: 高桩码头对荷载变化的适应性较差, 因此改造方案应保证改造后的结构安全可靠, 当码头水域需要浚深时, 应对浚深后的岸坡进行核算, 保证结构安全。

2) 适应性原则: 码头结构改造应满足使用要求, 与码头装卸工艺设备相协调, 并尽量减少改

收稿日期: 2014-07-16

作者简介: 孟晓宁 (1983—), 男, 工程师, 从事港口工程设计工作。

造期间对码头作业的影响。

3) 经济合理性原则: 应充分考虑码头结构现状条件, 结合改造要求, 合理确定码头结构加固改造方案, 以减少工程量、简化改造工序、节省工程投资。

4) 协调性原则: 改造方案应充分考虑与周边码头岸线相协调。

5) 可持续发展性原则: 码头加固改造时, 应考虑远期发展需要, 适当预留发展能力, 避免二次改造的可能性。

3 高桩码头加固改造常用方案及典型案例

高桩码头需要加固改造的原因很多, 常见的有以下几种: 1) 码头使用时间长, 已接近或达到使用年限, 需要对码头结构进行加固改造; 2) 码头结构等级不足, 因升级需要对码头结构进行加固改造; 3) 码头桩基承载力能力不足, 不能适应设备需要时要对码头结构进行加固改造; 4) 码头

功能改变; 5) 其它。

常见的加固改造方案有以下5种。

3.1 方案1

在原有码头平台前沿增加新平台, 将码头前沿线外移, 新旧码头相互独立。

3.1.1 工程实例1^[2]

本工程为天津某3 000吨级码头改造为5万吨级码头。原有港池平面尺度较大, 具备码头前沿线适当外移条件。原有港池底高程为-5.00 m, 改造后港池高程需要挖深至-12.50 m, 若不采取任何措施, 在原码头前沿线外22.5 m直接挖深7.5 m, 根据边坡稳定计算结果, 不满足边坡稳定要求。同时, 通过对原有码头结构进行复核, 原码头结构受力不能满足改造后的使用要求。

改造设计将码头前沿线前移45 m, 新建一座25 m宽的码头平台, 并用一座20 m长的引桥与原有码头平台连接(图1)。

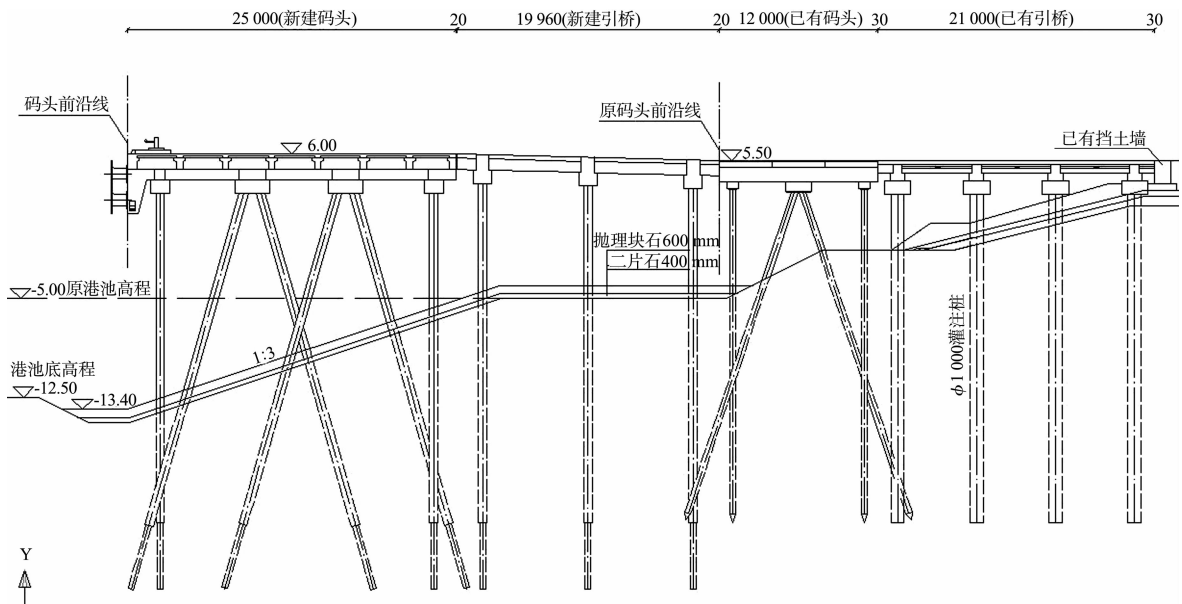


图1 方案1 码头结构改造断面 (高程: m; 尺寸: mm。下同)

3.1.2 方案适用性分析

本改造方案在距离原有岸坡坡脚一定距离处开始放坡, 将港池挖深至改造深度, 既满足了5万吨级船舶的吃水需要, 又不影响原有岸坡的安全。该方案新旧结构之间相互独立, 港池开挖及新结

构受力不受旧码头结构的制约, 适用于新旧码头结构等级相差较大的情况, 同时, 可以根据改造需要, 通过调整码头平台的宽度和引桥长度的方式(也可以取消引桥), 调节新旧码头前沿线的距离。该方案适用性较强。

但在码头前沿线位置受限制的情况下,本方案不适用。

3.2 方案2

在原有码头平台前沿增加新结构,新旧结构连成一体。

3.2.1 工程实例2^[3]

广州某2.4万吨级油码头已有岸线长度满足靠泊5万吨级油船的靠泊要求。目前的码头前沿设计水深为-10.4m,根据要求,本工程不考虑浚深港池,5万吨级油船需减载靠泊。考虑到船舶大型化的趋势,实际到港的大型船舶日益增多的情况,对本码头进行加固改造,以满足5万吨级船舶的靠泊需求。

改造设计加宽码头平台结构,具体为拆除码头前沿靠船设施后,在现有码头结构排架前沿施打2根直径1000mm的钢管桩(1根直桩和1根斜桩),浇筑上部梁板结构后使码头结构平台加宽3.8m,浇筑横梁时通过植筋使新增平台与原码头平台连接成整体。护舷采用SUC1000两鼓一板橡胶护舷(图2)。

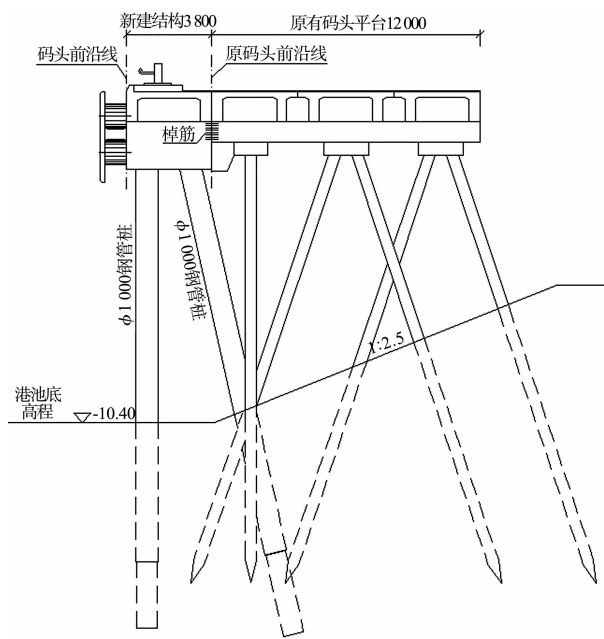


图2 方案2 码头结构改造断面

3.2.2 方案适用性分析

本改造方案将新旧结构连成整体,共同受力,满足码头改造后的使用要求。通过对码头结构进行较小的改造即可提高码头的等级,经济性较好。适用于既有结构水平承载力不足,港池不需要加深或码头前沿底高程需要进行有限浚深的情况。该方案存在新旧结构使用年限不统一的问题,对于原有结构建成使用时间较长的情况,应充分考虑其适用性,谨慎选择。

本改造方案改变了码头前沿线的位置,在码头前沿线位置受限制的情况下,本方案不适用。

3.3 方案3

在原有码头平台前内部嵌入新建靠船平台,新旧结构相互独立。

3.3.1 工程实例3^[4]

长江下游某高桩码头,原设计船型为1.3万吨级的件杂货船,改造后需要靠泊4万吨级杂货船。码头长度和港池水深满足4万吨级杂货船靠泊需要,但码头结构无法满足4万吨级杂货船系、靠泊需要,现需要对码头结构进行改造。

设计考虑在原码头上布置4个改造点,在每个改造点拆除原码头面板、梁、桩等构件,并在每个改造点新建1个系、靠船墩,通过定点系靠泊方法满足大型船舶的靠泊要求。码头结构改造平面见图3,码头结构改造断面图见图4。

3.3.2 方案适用性分析

本改造方案在原有码头平台内嵌入系、靠泊墩台,承受船舶荷载,嵌入墩台和原有结构相互独立。剩余的老码头平台仅作为工作平台,不承受船舶荷载,仅承受装卸机械、车辆及原设计均布荷载等,满足受力要求。同时,该方案不改变原有码头前沿线的位置,在码头前沿线受限制的情况有比较好的适用性。

本方案也存在新旧结构使用年限不统一的问题,对于原有结构建成使用时间较长的情况,也应充分考虑其合理性,谨慎选择。

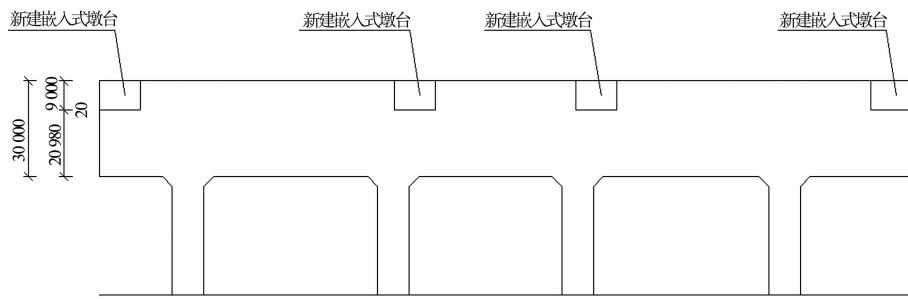


图 3 方案 3 码头结构改造平面

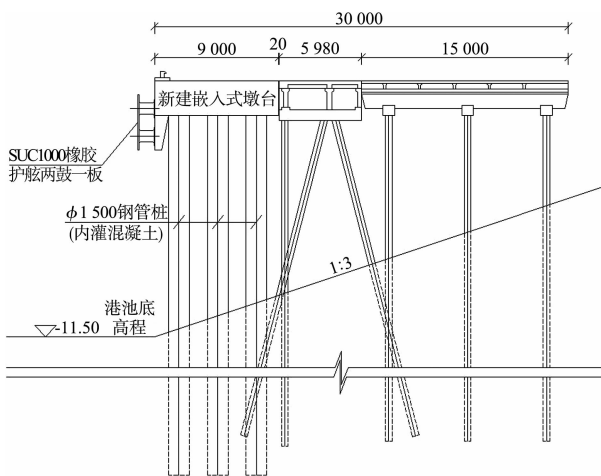


图 4 方案 3 码头结构改造断面

3.4 方案 4

在原有码头结构中增加受力措施。

3.4.1 工程实例 4^[5]

湛江某码头为了进一步提高码头结构安全度, 确保改造后的码头靠泊作业安全, 对现有码头结构进行加固改造。

本方案采用在码头后沿增加斜桩的措施, 用以分担原有桩基的结构受力, 尤其是靠泊船型增大导致的船舶荷载(水平荷载)作用。具体做法是: 在码头后沿增设 1 根斜桩, 斜率为 3:1, 上部设置桩芯混凝土、现浇桩帽及横梁; 现浇桩帽及横梁通过植筋措施与原有桩帽及横梁连成整体(图 5)。

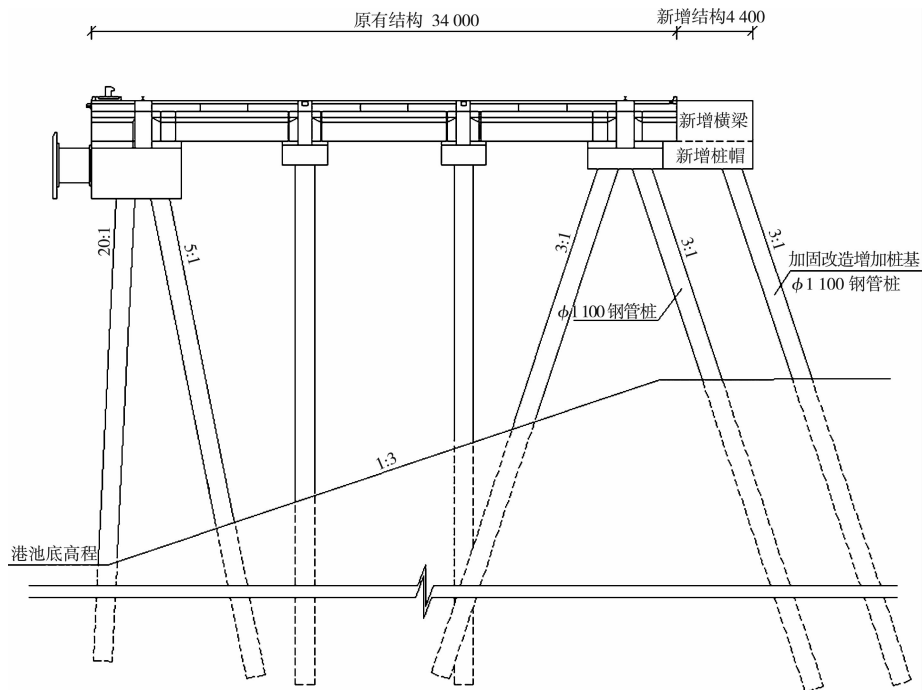


图 5 方案 4 码头结构改造断面

采取上述加固改造措施后，码头排架最大桩力有所减小，各桩受力更加均匀，码头位移也有所减小。

3.4.2 方案适用性分析

本方案是通过在原有码头结构中增加受力结构，并和原有结构连成整体。只要对原有结构进行较小的改造，就可以大幅改变码头结构承载力，经济性较好，并且新增加的受力结构可以根据具体情况设在码头结构的合适位置，方案的灵活性较强，适用性较广。

3.5 方案 5

在原有码头平台前设置板桩结构。

3.5.1 工程案例 5^[6]

方案 5 采用单锚板桩结构，形成前板桩墙。前墙采用组合钢板桩，板桩上现浇钢筋混凝土胸墙；后锚碇墙采用现浇钢筋混凝土锚碇墙；前墙与后墙用拉杆连接。

码头门机轨道布置在原码头轨道位置，轨道梁桩基尽量利用原有轨道桩基（也可以更换新桩基或采用轨枕道砟结构），码头结构改造断面见图 6。

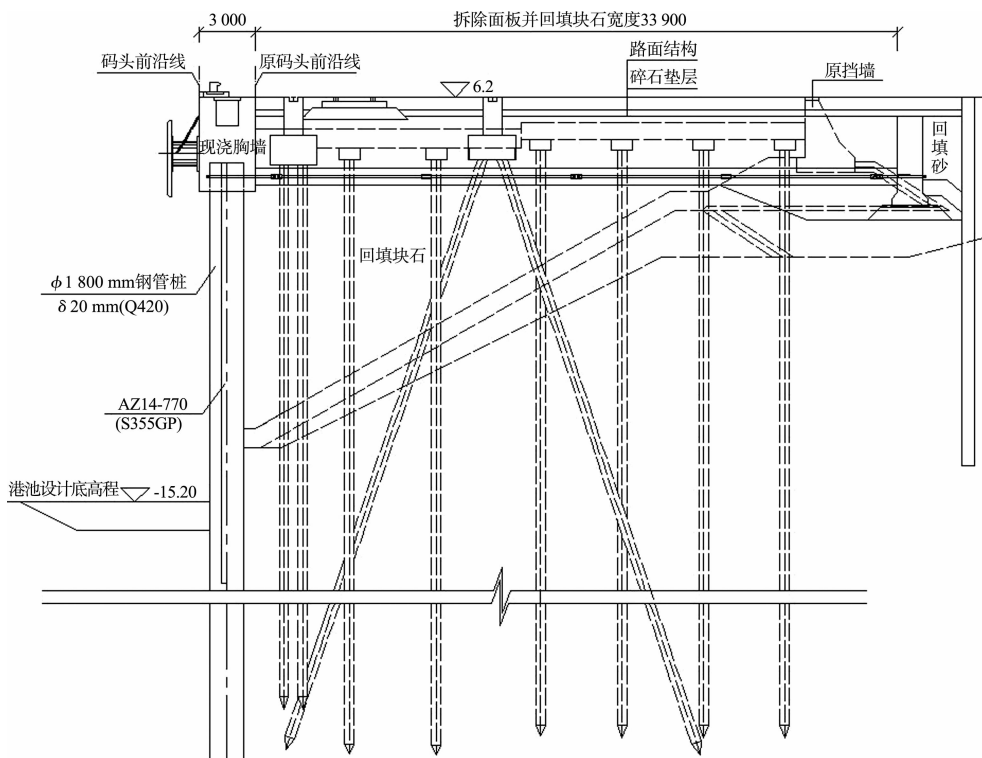


图 6 方案 5 码头结构改造断面

3.5.2 方案适用性分析

方案 5 将原有码头上部结构适当拆除后，设置板桩结构。原有结构基本不参与受力，本方案利用部分原有桩基承受轨道梁荷载，也可以根据具体情况重新设置桩基。因此本方案适用于建成时间较长、新旧结构使用年限相差较大以及原结构不能满足改造使用要求的情况。

方案 5 将板桩后全部回填，通过板桩承受土压力，可以解决岸坡稳定的问题，因此对于改造前后港池底高程相差较大，码头前沿线又不能较

大突破的情况，有很好的适用性。

但是本方案原结构已基本不受力或者只有局部参与受力，对码头的改动较大，投资也较高，采用该方案时应通过技术经济分析论证其经济性。

4 结论

1) 在进行高桩码头结构加固改造方案设计前，应该对已有码头结构进行全面的检测和复核，尽量利用已有结构，减少改造工作量，避免造成浪费。

2) 在高桩码头结构加固改造时, 必须保证已有结构的安全, 尤其是进行水域浚深时应复核已有岸坡稳定。

3) 在方案 1~4 中, 已有结构均有较大部分参与改造后的码头工作, 比较适用于原有码头有较大利用价值的情况, 而在方案 5 中, 原有码头结构已经很少(或者完全没有)参与改造后的码头工作, 对于原有码头已经基本没有利用价值、需要拆除重建的情况比较适用。

因此, 应根据拟改造码头的结构特点、现状情况和使用要求, 选择合理的加固改造方案。

参考文献:

- [1] 张永金, 王启茂. 高桩码头承台结构扩建改造工程[J]. 中国港湾建设, 2004(6): 25-27.

- [2] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 天津北方港航石化码头改造项目工程码头施工图设计[R]. 广州: 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2009.
- [3] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 广州港黄埔港区新港油码头结构加固改造工程施工图设计[R]. 广州: 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2012.
- [4] 李增光, 吴辉. 长江下游桩基码头结构改造问题研究[J]. 水运工程, 2011(1): 181-186.
- [5] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 湛江港 400# 泊位码头结构加固改造工程施工图设计[R]. 广州: 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2013.
- [6] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 湛江港霞山港区 405~406 泊位改造扩建工程工程可行性研究设计[R]. 广州: 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2013.

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第 72 页)

2) 随机过程 1、随机过程 2 条件下, 风向均为 0° , 为顺水风。对于艏缆、艏横缆、艏开锚、艏开锚和领水锚而言, 其累积疲劳损伤随着风速的增加而增加; 而艉缆、艉横缆的累积疲劳损伤随着风速的增加而减小; 同时, 在顺水风条件下, 艏缆的疲劳损伤最大, 为最不利系泊构件。

3) 随机过程 3、4 条件下, 风向均为 90° , 为吹开风。从总体上看, 各缆绳的累积疲劳损伤较各锚链而言更大; 其中, 除了艏开锚、艉开锚的累计疲劳损伤随风速增加而减小之外, 其余各缆绳、锚链的累积疲劳损伤均随风速增加而增加; 同时, 在吹开风条件下, 艏缆、艏横缆、艉缆、艉横缆的疲劳损伤值较大, 为最不利系泊构件。

本文所用的疲劳分析方法不仅可以为内河趸船系泊设施的安全隐患整改提供强有力的技术支撑, 同时还能为其内新建工程项目提供技术储备, 并可为其中类似的码头及附属设施建设提供参考依据。

参考文献:

- [1] 周世良, 李怡, 吴林键. 三峡水库变动回水区斜坡式码

头趸船系泊设施安全评估方法及处置对策研究[R]. 重庆: 重庆市港航管理局, 2013.

- [2] 郑长新. 深水悬链锚泊线疲劳性能评估[D]. 大连: 大连理工大学, 2011.
- [3] 单桂敏. 新型深水系泊系统疲劳破坏分析[D]. 天津: 天津大学, 2010.
- [4] 乔东生, 欧进萍. 深水悬链复合锚泊线疲劳损伤计算[J]. 船舶力学, 2012(4): 422-432.
- [5] JTS 144-1—2010 港口工程荷载规范[S].
- [6] 赵晓鹏, 姜丁, 张强, 等. 雨流计数法在整车载荷谱分析中的应用[J]. 科技导报, 2009(3): 67-73.
- [7] 王佳颖, 张世联, 徐伟, 等. 超期服务浮式平台锚链疲劳寿命安全评估[J]. 上海交通大学学报, 2008, 42(11): 1 888-1 891.
- [8] American Petroleum Institute, API: Design and Analysis of Station keeping Systems Floating Structures[S]. Recommended Practice 2SK: Third Edition, 2005.
- [9] JTS 152—2012 水运工程钢结构设计规范[S].
- [10] 尚明芳. 库区变动回水段港口工程设计水位确定方法研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2012.
- [11] GB 50009—2012 建筑结构荷载规范[S].

(本文编辑 武亚庆)