

境外港口升级改造工程建设要点

吕威, 麦宇雄

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: 随着亚非拉国家腹地经济的发展, 升级改造类工程项目逐渐增多。结合案例, 分析码头升级改造工程的制约因素及需要重点考虑的问题; 对港口规划中码头规模确定、码头前沿线确定所需考虑的主要因素及滚装码头的布置形式, 码头结构设计中结构稳定性、整体性所需考虑的要素及解决方案, 以及施工过程中所需考虑的主要问题等进行系统的对比分析。

关键词: 境外工程; 升级改造; 制约因素; 平面确定; 结构稳定性及整体性

中图分类号: U 656.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2017)01-0195-06

Key points for overseas port reconstruction and upgrading project

LYU Wei, MAI Yu-xiong

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

Abstract: With the economic development of port hinterlands in the Third World countries, numerous port rehabilitation and upgrading projects emerged. This paper analyzes the constraints and key issues arisen in these projects based on a case in Africa, and carried out a comparative analysis on the reconstruction scale determination, the design of new quay line and the general layout of ro-ro terminal, the stability and integrity of marine structure, as well as key factors needing consideration during construction.

Keywords: overseas project; reconstruction and upgrading; constraint; layout determination; structure stability and integrity

目前, 亚非拉等第三世界国家存在大量殖民地时期修建的港口码头, 规模小、结构陈旧、安全性差且不具备安装现代工艺设施的条件。随着我国境外投资的增加, 出现了大批中资企业参与的老港升级改造项目, 当前港口改造工程领域的研究主要集中于港口城市化改造、工艺设备更新以及运营管理技术升级等方面, 具体包括城市化改造后的交通体系评价^[1]、产业升级及港城关系研究^[2-3], 更新工艺设备转换码头装卸货种功能^[4]以及港口运营管理的信息化等方面^[5], 而针对港

口码头结构升级改造技术的研究较少, 尤其是对于第三世界特殊国情的相关研究近乎空白。本文结合境外老港改扩建项目案例, 从项目难点、建设规模分析、设计及施工考虑要点等角度进行总结探讨, 为近年来我国企业在境外开展此类工程建设提供参考和借鉴。

1 项目案例

案例港口为建设于20世纪30—50年代的某非洲港口, 共有11个万吨级泊位, 码头结构为重

收稿日期: 2016-04-19

作者简介: 吕威(1985—), 男, 硕士, 工程师, 从事港口与航道工程设计工作。

力式方块及混凝土桩基结构,亟需提升码头等级以适应腹地经济发展需要。港口位于泻湖湾内,进港航道转角较大、港池水域狭窄,船舶航行不便。经综合分析将码头改造等级确定为5万吨级,在现有结构基础上向海侧外推15 m新建码头,并考虑新建结构与已有结构共同承受新增荷载。

2 境外港口升级改造工程项目重点、难点

2.1 港口升级改造工程前期港城关系和制约因素复杂,影响改造工程实施的可行性

城市发展历史决定了亚非拉地区需升级改造的港口项目多位于城市中心区,港城发展空间相互挤压,冲突严重^[6]。针对这一问题,通常有两种解决方案:1)升级改造现有港口,减少港口向城市空间拓展;2)现有港口外迁,原有港口进行城市化改造。此类项目多受限于资金短缺而倾向于选择升级改造现有港口,具体确定需综合分析现有城市化进程的程度、投资对比分析及改造后提高通过能力所获效益比、改造后对城市所增加的运输负担、有无建设新港的条件及难易程度等问题。

2.2 改造类项目不同于新建码头,限制条件多

改造类项目限制条件主要来自5个方面:1)此类港口工程基本均建造于20世纪30~70年代,码头规模小,位于天然掩护海湾、泻湖或者河口内,水域狭窄,限制了进港船舶吨级;2)现有码头结构损坏严重,限制了新增荷载的承受能力;3)受限于城市空间,港区堆场不足;4)货运交通穿城,受到交通拥堵限制;5)检测及施工过程中受现有港口运营的影响,施工工期及工序受到诸多限制。

2.3 现有码头结构评估难度较大

对现有码头结构进行评估,需详细了解各部位损坏情况及腐蚀劣化程度,为确定后续维修加固和改造设计方案提供技术依据,评估内容通常

包括:水上构件的外观检查、水下回淤测量分析、混凝土强度检测、混凝土碳化深度检测、钢筋锈蚀程度检测及氯离子含量分布检测等。这些检测评估工作量庞大、存在对现有结构损坏的风险,且老结构实际承载能力的评估也存在较大困难。

2.4 新旧码头结构整体性需要考虑因素多

从设计方案角度看:首先,受限于旧码头结构的使用寿命及承载能力,所增加荷载(尤其是水平力)需尽可能由新建结构承担;其次,需要对现有码头结构进行加固处理;再次,需合理设计新旧结构的连接部分;最后,需重点关注港池浚深后码头结构的整体稳定性。从施工方案看:不仅要考虑施工过程中对现有码头安全及运营的影响,而且要关注现有码头前沿抛石结构对新建结构施工的影响。

3 境外老港改造项目设计要点

3.1 境外港口码头改造性质及规模

进行升级改造的港口,多数沿袭历史上城市货物进出运输通道的功能,水深条件有限,具有与城市中心距离近的优势,改造后多为规模适当的集装箱码头、多用途码头或滚装码头。

与新建港口不同,其规模及等级并非由航线主力船型及腹地预测运量决定,而是由自身的限制条件确定。如前所述,目前此类港口大多位于城市中心区掩护条件较好的狭窄水域内,水域条件、码头结构的损坏程度以及可实现的修复加固方案等共同决定码头升级规模。同时,受城市发展空间限制的陆域堆存空间及集疏运通道能力,也是重要的影响因素。

经统计分析8个非洲地区、3个南亚地区以及2个南美洲改造类港口项目,通常规模为3万~5万吨级集装箱码头、3万吨级左右多用途码头及2万GT滚装码头。升级规模的主要影响因素如图1所示。

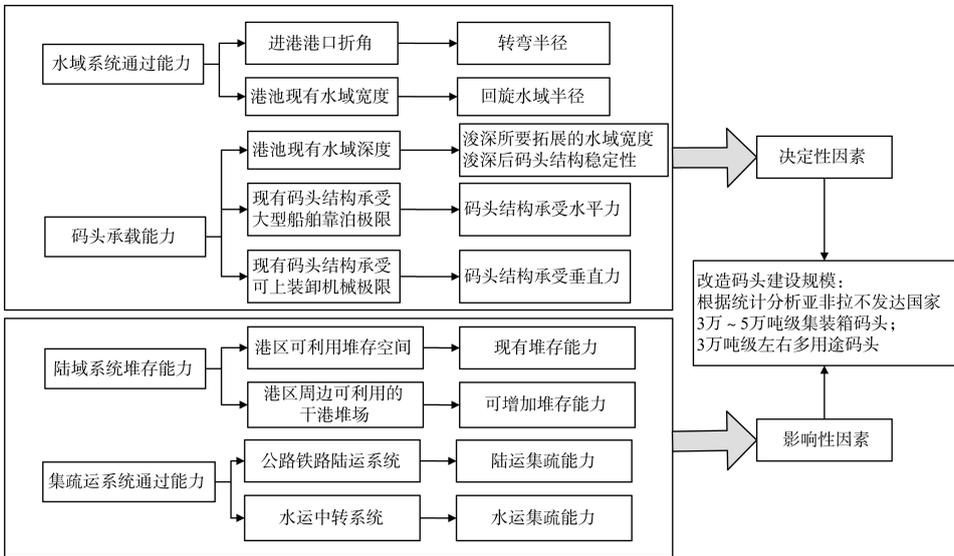


图 1 境外老港升级改造主要考虑因素及升级规模

3.2 平面设计要点

3.2.1 码头前沿线设计影响因素

对于升级改造工程,若拆除现有码头,不仅工作量大,施工期也会延长,同时加深现有码头施工难度,增加投资。因此,升级改造项目多是在保留现有码头结构基础上进行的。

码头结构升级改造,需要将码头前沿线向水侧前移以建设新结构。主要分为两种情况:一种

是受限于承纳改造后大型船舶的水域限制及工程造价,需要依托原有码头结构承受新增荷载;另一种为现有港池水域宽度较大,投资规模富裕时,原有码头结构可不承受新增荷载情况^[7]。

前者由港池水域宽度及浚深后原有码头结构稳定性控制,后者由新建码头结构排架宽度、陆域形成投资、新增堆场面积 3 个因素来控制,决定性因素取决于新建排架宽度(表 1)。

表 1 老港改造码头前沿线位置设计影响要素

条件	影响因素	确定方式	原有码头前沿线前移距离/m	备注
水域狭窄, 投资受限	港池水域宽度	$0.8L \sim 1.5(L+B)$	10~15	水域宽度反推 安全距离控制
	原有码头结构稳定性	(H_2-H_1) 的 2~3 倍		
水域宽阔, 投资相对富裕	原有码头需承受新增荷载, 均为控制因素	新建排架宽度 5~10 m	>30	控制因素 参考因素, 可建设陆域干港进行补充
	新增陆域回填投资及新增港区堆场面积收益比选	CP (新增陆域投资, 新增堆场面积收益)		

注: L 为设计船型长度; B 为设计船型宽度; H_2 为改造后码头前沿水深; H_1 为原码头前沿水深; CP 为新增陆域投资及新增堆场收益函数临界点。

3.2.2 滚装货物影响

由于亚非拉地区经济发展落后,工业化程度较低,需要大量进口二手汽车以及生产用车辆。同时,大多数国家畜牧业发达,牲畜出口量大。大量港口需要改造现有码头承接滚装船舶。由于滚装贸易船大部分为近海船只,通常采用尾直跳板方式进行装卸作业。因此,需要调整现有码头

平面布置以满足尾直滚装船舶停靠,改造方式主要有 2 种:

1) 现有码头岸线为直线时,若码头岸线长度富裕,可直接在岸线端部增设一个斜坡道平台,如图 2a) 所示;或将滚装泊位布置在岸线端部,除滚装泊位岸线外,其余段岸线向海侧外挑形成一条斜线以增加岸线长度,如图 2b) 所示。

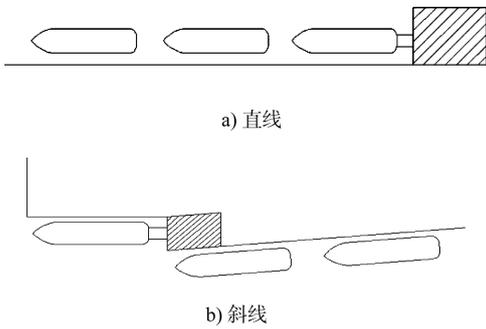
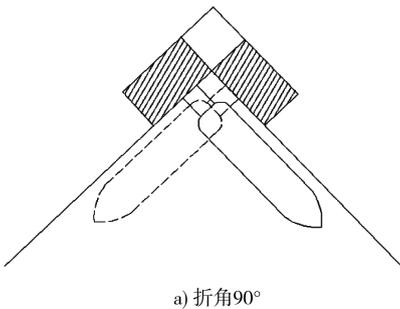
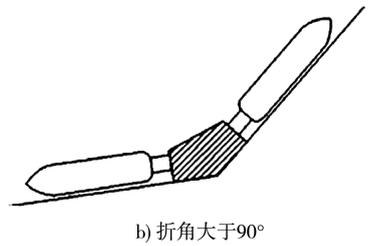


图2 改造滚装码头布置形式

2) 现有码头岸线为折线时,可考虑2种平面布置形式:折角呈90°左右时,可综合考虑岸线使用,兼顾货船及滚装船,在转角处设置2个斜坡道,满足滚装船的尾跳,也可停靠货船,如图3a)所示;折角较大时,尾跳板无法直接搭接在岸上。可考虑在折角处设置一个斜坡平台,两侧供滚装船舶停靠^[8],如图3b)所示。



a) 折角90°



b) 折角大于90°

图3 改造滚装码头布置形式

3.3 码头结构设计要点

3.3.1 现有码头结构稳定性影响及维护方案

现有码头升级改造后,码头前沿水深增加,将开挖现有码头结构下方一定范围内的支撑基础,尤其是码头前沿线向海侧外推较少,现有码头结构为重力式或板桩结构时,对现有码头结构的影响更大,需要重点考虑现有码头结构的整体稳定性^[9]。

从3个方面考虑加固维护方案(图4):1)在满足水域宽度、工程造价及结构受力要求的前提下,尽可能增加新老码头结构间的间距;2)在老码头结构基础前沿部分采用搅拌桩、悬喷桩或者灌浆等复合地基进行稳固;3)设置无锚板桩墙挡土结构,减少或避免对现有码头结构下方基础的开挖,保持其稳定性。

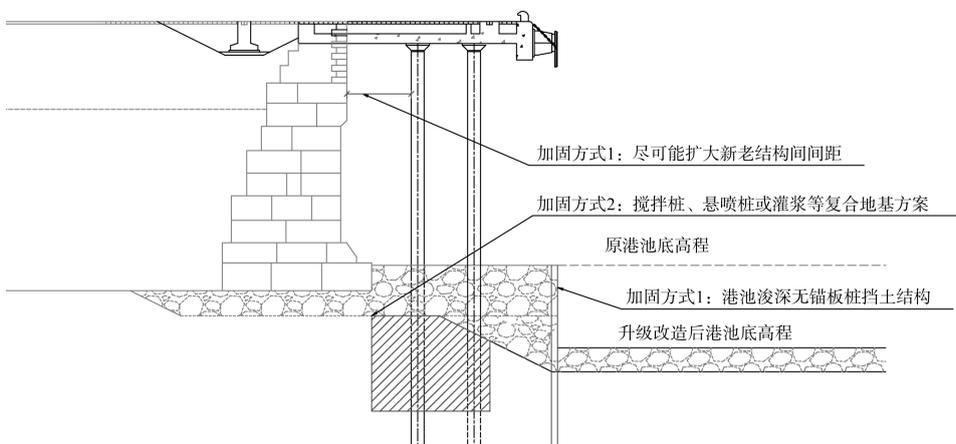


图4 加固现有码头结构稳定性方式

若现有码头为板桩结构,亦可考虑增加设置拉杆;若为重力式结构,可考虑增设竖向钢拉杆穿透重力式方块或沉箱进入现有地基等方式进行加固。

3.3.2 新旧码头结构整体性影响及设计要点

关于新旧码头结构整体稳定性,主要考虑2种

情况:

1) 当改造港口水域较宽、工程资金相对富裕时,新建码头结构与现有码头结构间距离较大,未来船舶荷载及装卸机械荷载可全部由新建码头结构承担,此时仅需考虑与原有码头结构连接处

的不均匀沉降问题, 可考虑设置挡土墙或简支板来控制, 原有码头结构下方部分或全部进行回填^[10](图5)。

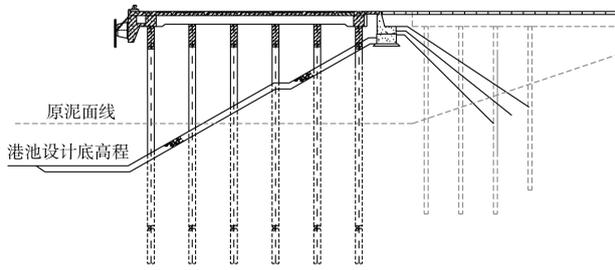


图5 新旧码头连接处结构

2) 当码头较窄、工程投资紧张时, 需考虑原有码头结构承受船舶及装卸机械荷载, 可从以下角度提高码头结构整体稳定性: 1) 增加新建码头结构承受水平力的能力, 设置斜桩并加大斜桩斜率, 尽量减少原有码头结构所承受的水平力; 2) 因新建部分码头面较窄, 安装装卸机械后轨很可能落在原有码头结构上, 若原有码头结构为重力式或板桩结构, 可考虑增设轨枕道渣轨道结构(图5), 若原有码头为桩基结构, 原有桩基很难承受新增的轨道荷载, 则可考虑增设桩基及轨道梁, 整体减少原有码头承受竖向力; 3) 拆除部分原有码头部分上部结构, 与新建码头部分共同浇筑, 提高上部结构的整体性(图6)。

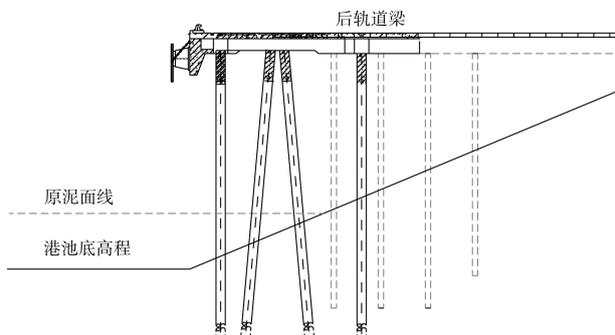


图6 新旧码头整体性结构

3.4 老港改造项目施工注意事项

1) 为减少对现有港口运营的影响, 需合理安排施工顺序。

改扩建港口通常业务繁忙, 岸线、堆场均十分紧张, 施工时一方面要尽快建成新的堆场和泊位, 另一方面要尽量减少施工对港区作业的影响。

施工方案应从开工时尽可能投入资源, 充分利用可施工作业面, 尽早建成新的堆场和泊位, 转移港区运量, 控制工程施工和港区作业之间的干扰, 提高关键线路施工效率, 通常以2~3个泊位为单元进行改造施工, 改造顺序建议从口门侧向内进行。

2) 为减少对现有港口运营的影响需合理选择施工方案。

受限于港区的运营及狭窄的水域, 尽可能采用陆上施工方案, 需复核现有码头结构能否承受施工荷载; 水上施工时, 应尽量减少施工船舶数量, 合理安排施工船只的顺序及时间; 并尽可能采用反向抛锚的方式, 尽量缩短锚缆长度及避让时间。

3) 施工过程中需注意对现有码头的影响和保护。

新建结构施工时, 清除原码头结构前沿护底块石后, 对形成的沟槽应考虑以合适的方式回填, 如袋装砂等, 防止块石坍塌, 另外若有沉桩施工, 应控制锤击能量, 尽量控制在两档以内, 减少对原护岸结构的扰动, 避免大面积坍塌, 沉桩时采取间隔跳打的工序安排, 先后施打的桩基间隔建议在30 m以上。

4) 施工过程中所拆除或挖出的材料应充分利用。

施工过程中, 对于拆除及挖出的现有码头材料, 在满足要求的情况下, 应考虑回收利用, 比如挖除的老码头护底块石可用于新建码头的抛石施工, 因此要尽可能合理安排施工顺序并考虑施工堆存问题。

4 结论

1) 境外升级改造项目难点: 周边环境复杂、限制因素繁多、现有结构评估困难、新老结构连接整体性考虑因素较多。

2) 亚非拉地区老港升级改造性质主要为集装箱、多用途及滚装货物运输, 规模为3万~5万吨级集装箱码头、3万吨级多用途码头及2万GT滚装码头。

3) 平面设计方面, 码头前沿线海侧推进距离在水域狭窄情况下推荐 10~15 m; 水域宽度富裕情况下 30 m 以上; 考虑尾跳板滚装泊位, 现有岸线为直线时建议在尾端增加斜坡道, 夹角情况下建议考虑夹角位置布置斜坡道。

4) 结构设计需重点考虑现有码头结构稳定性及新旧结构整体性。

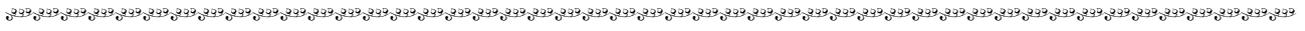
5) 施工方案需合理设置施工顺序、施工船组配置、对现有码头结构影响及充分利用挖除及拆除工程材料等。

参考文献:

[1] 刘婷.老港城市化改造中交通系统综合评价体系研究[D].大连:大连海事大学, 2009.
 [2] 李娟.广州黄埔老港产业转型升级功能定位研究[D].广州:华南理工大学, 2013.

[3] 李颖佼.老港去功能置换与城市空间协调发展探析—以青岛港为例[D].青岛:青岛理工大学, 2014.
 [4] 邬俊文, 张瑞芬, 唐斌.港口泊位后方装卸工艺改造工程实例浅析[J].起重运输机械, 2011(5): 107-109.
 [5] 李一方, 姜宝.物联网技术在港口信息化建设中的问题研究[J].科技和产业, 2010(10): 29-32.
 [6] 麦宇雄, 吕威, 王烽.海外港口工程项目前期策划要点[J].水运工程, 2014(2): 37-41.
 [7] 中交水运规划设计院有限公司.JTS 165—2013 海港总体设计规范[S].北京:人民交通出版社, 2013.
 [8] 杨玉祥.滚装船及滚装码头布置的初步探讨[J].港工技术, 1990(4): 6-12.
 [9] 来生甫.对港口改造建设项目的技术应用分析[J].中国水运, 2015(2): 257-258.
 [10] 张华.关于加强我国港口技术改造工作的建议[J].中国港口, 1997(2): 34-35.

(本文编辑 郭雪珍)



(上接第 180 页)

6.3 强夯置换区

强夯置换处理后的地基通过静载荷试验、钻孔和地质雷达波试验 3 种方法进行检测。静载荷试验分别对墩体和墩间土进行了承载力检测, 墩体与墩间土的承载力均达到了 120 kPa 的要求, 经过强夯置换处理后的复合地基, 承载力也在 120 kPa 以上。利用钻孔和地质雷达波检测墩体着底情况, 检测 42 个墩体, 只有一个墩体下方仍有 1 m 淤泥质土, 其他墩体着底情况良好, 经过验算和工后沉降观测, 残余沉降小于 0.3 m。

7 结语

- 1) 地基处理方案应对场地合理分区, 分析每个功能区使用要求, 确定不同的处理目标。
- 2) 在满足处理目标的前提下, 对每个区块提出可行的处理方法并从中选用最经济的一种。
- 3) 即使下方有软基, 水系、假山和绿化等园林功能区域一般也无需进行处理。
- 4) 当地表表层有大于 3 m 的素填土覆盖层时即使下方有淤泥, 强夯法也可采用, 能在表层形

成硬壳层, 提高承载力, 但对下方软土几乎没有处理效果。

5) 强夯置换法采用 7 000 kJ 夯击能量, 可在软土层中形成长度 7~8 m 的密实块石墩体。复合地基承载力可达 120 kPa, 沉降量可控。

6) 堆载预压法处理软基技术成熟, 适应性强, 造价较高, 可与前两种方法组合使用, 降低总体工程投资。

参考文献:

[1] 中交天津港湾工程研究院有限公司.JTS 147-1—2010 港口工程地基规范[S].北京:人民交通出版社, 2010.
 [2] 龚晓南.复合地基[M].杭州:浙江大学出版社, 1992.
 [3] 龚晓南.地基处理手册[M].北京:中国建筑工业出版社, 2008.
 [4] 浙江省住房和城乡建设厅.GB/T 50783—2012 复合地基技术规范[S].北京:中国计划出版社, 2012.
 [5] 新校园建筑场地软土地基处理工程检测报告[R].大连:大连天合建设工程质量检测有限公司, 2014.

(本文编辑 郭雪珍)