



东非某水工工程重力式老码头 改扩建设计及施工要点

冯光华, 许应杰

(中交四航局第一工程有限公司, 广东 广州 510310)

摘要: 东非坦桑尼亚某水工项目为改扩建工程, 3[#]~4[#]泊位交接段原有码头为重力式结构和高桩反梁大板结构, 建于20世纪60年代。改扩建设计保留原有重力式结构, 采用悬臂高桩承台结构、高桩梁板结构、高桩承台结构进行混合结构设计, 最大限度减少作用在原有重力式结构上的荷载, 保证结构稳定。陆侧最远部分纵梁施工采用杂填土底模, 能减少支撑体系的消耗。保留高桩反梁大板结构的混凝土面层作为灌注桩钢护筒施工平台, 能缩短灌注桩施工周期。

关键词: 重力式老码头; 改扩建设计; 支撑体系

中图分类号: U 656

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)06-0240-05

Design and construction points of reconstruction and extension of an old gravity wharf in East Africa

FENG Guang-hua, XU Ying-jie

(The First Engineering Company of CCCC Fourth Harbor Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510310, China)

Abstract: A hydraulic project in Tanzania is a reconstruction and expansion project. The original pier of the transfer section of berths 3[#]-4[#] is a gravity structure and a high-piled, reverse-beam and large-slab structure, which was built in the 1960s. The original gravity structure is retained in the reconstruction and expansion design. The cantilever high-pile cap structure, the high-pile beam plate structure, and the high-pile cap structure are used for mixed structural design to minimize the load acting on the original gravity structure and ensure the stability of the structure. The farthest part of the longitudinal beam on the land side is constructed with miscellaneous filling bottom form, which can reduce the consumption of the support system. The concrete surface layer of the high pile, reverse beam and large slab structure is reserved as the construction platform of the cast-in-place pile steel tube, which can shorten the construction period of the cast-in-place pile.

Keywords: gravity-type old wharf; reconstruction and expansion design; support system

对于老码头, 最初设计时参考的规范和载荷值往往无法满足现代远洋船舶的靠泊需求。特别是一些老码头的桩基础经过风、浪、流腐蚀甚至运营船舶的撞击, 往往存在较多桩身裂缝、桩头爆裂甚至漏筋现象; 梁、板结构也常在码头上部运营车辆作用下, 结构件破损和老化。上述现象常常导致老码头存在较大结构安全风险。为增加

装卸能力, 需要对老码头进行结构改造升级^[1]。国内外的同行对于不同结构形式的老码头升级改造工作做了大量的工程实践^[2-5]。业界对于老码头的升级改造, 往往采用维修加固构件、拆掉原有旧码头并原址重建、保持原有码头结构进行海侧扩建3种方式^[6-10]。对于保持重力式老码头结构, 同时在海侧和陆侧进行改、扩建设计, 并在

同一剖面上采用高桩承台结构、高桩梁板式结构以及高桩悬臂承台结构互相连接形成改扩建的工程,可参考的工程案例较为少见。

1 工程概况

项目位于坦桑尼亚达累斯萨拉姆港,共升级改造施工8个泊位和2个堆场,其中1#~3#泊位为原有重力式方块码头升级改造、4#~7#泊位为原有高桩梁板式码头升级改造、RORO泊位为新建高

桩梁板式码头结构。3#~4#泊位交接位置原有泊位为重力式结构和高桩反梁大板结构,建于20世纪60年代,结构剖面见图1。海侧部分为重力式方块,下方为抛石棱体层;陆侧部分为高桩梁板式结构,旧码头面上设置反梁,反梁之间填充珊瑚碎石料,桩基础为六角形混凝土桩,约有35%方桩存在明显的纵向裂缝、外表混凝土剥落、漏筋现象,图2为部分六角形桩桩顶照片。构件的结构安全无法得到保证,须进行升级改造。

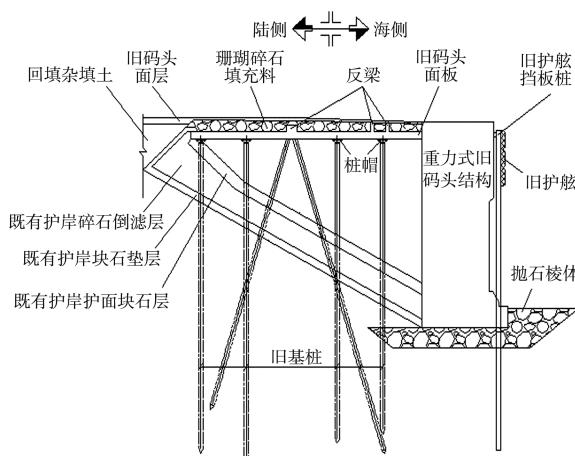


图1 既有码头结构剖面



图2 既有六角形桩桩顶裂缝

2 重力式老码头升级改造设计要点

2.1 结构布置

老码头改扩建结构剖面见图3。

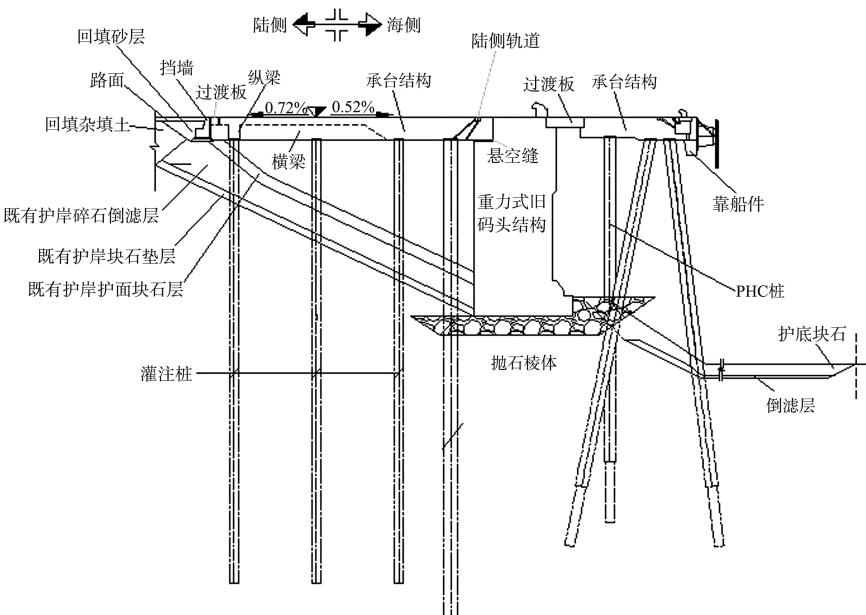


图3 新建结构剖面

保留原有重力式旧码头结构及下方抛石棱体，海侧部分旧护舷及旧护舷挡板桩拆除后进行拓建，拓建部分采用高桩承台结构，桩基础为 PHC 桩，基桩穿透抛石棱体结构，海侧高桩承台结构与重力式旧码头结构采用过渡板连接，设置泡沫板作为缓冲垫。

陆侧部分采用悬臂高桩承台结构，其承台结构与重力式旧码头结构之间存在 10 cm 悬空缝，上方为陆侧轨道，悬空缝的设置能避免上方的运营荷载作用于重力式旧码头结构上，保证旧码头结构稳定。采用灌注桩作为桩基础，重力式旧码头结构海侧及陆侧部分刨除部分面层后与新结构连接，刨除部分呈 L 形。

陆侧最远部分为高桩梁板式结构，现浇面板、设置纵横梁、保留原有的 3 层抛石护岸结构，高桩梁板式结构陆侧部分采用混凝土挡墙结构，其间设置过渡板接岸，高桩梁板结构能节省混凝土及钢材用量、节省施工成本。

陆侧部分的悬臂承台结构与高桩梁板式结构采用灌注桩作为桩基础，均为直桩，悬臂承台结构在钢轨下方的侧壁设置 UPVC 排水管，将面层雨水排至码头下方，每 10 m 设置 1 组排水管。挡墙海侧的过渡板板间缝作为排水通道，其宽度为 2 cm。

2.2 桩基础布置

海侧部分的桩基础为 PHC 桩，桩径为 1 000 mm，同一剖面上 3 排基桩，错位布置，海侧部分为一对叉桩，俯桩斜率为 1:8，仰桩斜率为 1:6，均带 12° 扭角，叉桩之间中心距为 5 896 mm，叉桩与直桩中心距为 3 028 mm，见图 4。错位布置能使 PHC 桩不产生碰桩而沉桩较深，带扭角的叉桩能抵抗较强水平荷载。先沉桩、后进行下部抛石棱体疏浚作业。

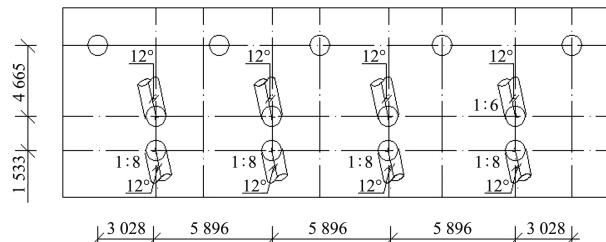


图 4 海侧结构 PHC 桩平面布置 (单位: mm)

陆侧部分的桩基础为灌注桩，其平面布置见图 5，轨道桩桩径为 1 200 mm，其余部分基桩桩径均为 1 000 mm，轨道桩和其他排架基桩采用错位布置，结构的梁板布置见图 6。

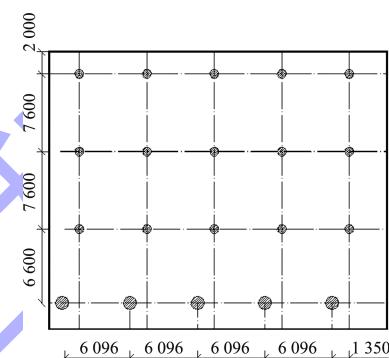


图 5 陆侧灌注桩平面布置 (单位: mm)

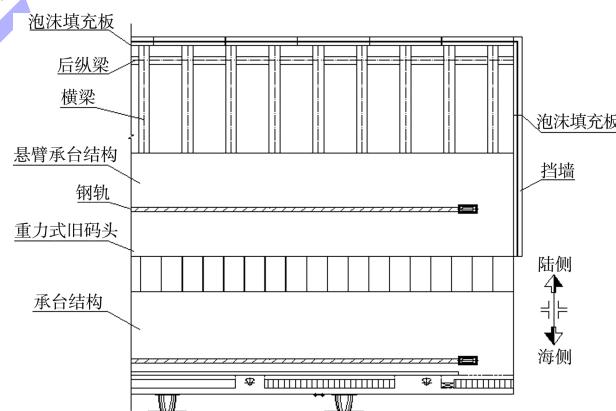


图 6 梁板布置

3 重力式老码头升级改造施工要点

3.1 不同结构施工支撑体系布设

海侧部分承台结构采用钢抱箍作为支撑点，上设型钢、木枋和木模板作为支撑体系，见图 7。

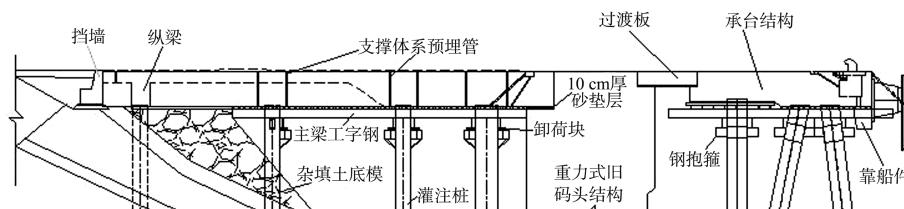


图 7 不同结构施工支撑体系布设

陆侧部分的悬臂承台结构以及部分高桩梁板式结构采用钢牛腿,牛腿下方支撑型钢、牛腿上方放置型钢作为卸荷块,木枋和木模板作为支撑体系,并在高桩承台结构中埋设预埋管支撑拆卸通道。拆卸支撑体系时,将钢丝绳垂入支撑体系预埋管中,并缠绕在支撑主型钢上,人工敲掉卸荷块后,将上方的木模板、木枋逐层抽离,最后割掉钢牛腿,完成支撑体系拆卸。

陆侧轨道下方高桩承台结构存在10 cm悬空缝,施工过程中采用砂垫层铺设在旧结构上,铺设木模板作为底模浇筑上方的高桩承台结构混凝土,混凝土浇筑完毕后,采用水枪将填充砂垫层掏空,形成上方的悬臂高桩承台结构。

陆侧最远部分因传统的支撑牛腿和抱箍的形式需要将原有的护岸结构掏空一部分后方可进行支撑体系的安装,见图8。因纵梁梁格、挡墙形成封闭空间,在浇筑上方混凝土后无法将支撑体系完全拆除。此部分的支撑体系在既有护岸结构基础上进行优化,作为陆侧灌注桩和后纵梁的底模,见图9。此方法能大大节省施工时间,施工完毕后杂填土底模可以作为护岸结构的永久性部分。

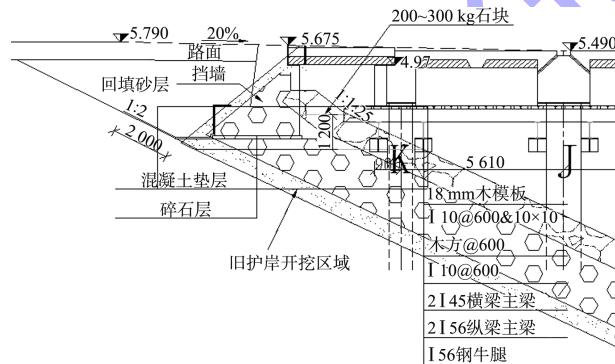


图8 陆侧部分结构传统支撑体系布置

(高程: m; 尺寸: mm)

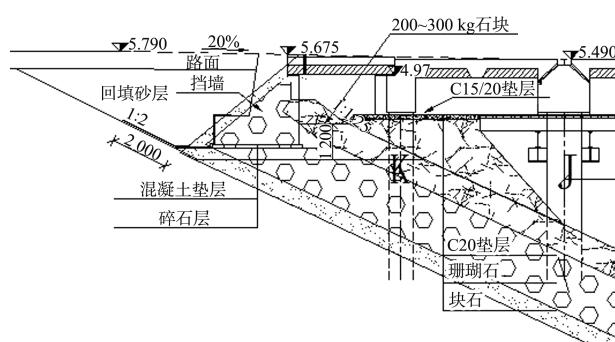


图9 陆侧部分结构杂填土底模支撑体系

(高程: m; 尺寸: mm)

3.2 既有老码头拆除及灌注桩施工平台

既有老码头陆侧部分是高桩梁板式结构,剖面见图10。拆除顺序从上至下,将上部的混凝土面层、反梁、珊瑚碎石填充料拆除并清走后,混凝土面板作为灌注桩施工平台,支撑旋挖钻机、自卸车、吊机、挖机等设备作业。实测旧码头面板混凝土强度值为39.9~41.4 MPa。

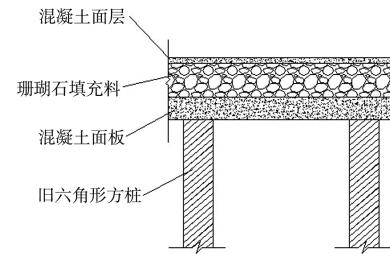


图10 既有老码头结构剖面

在混凝土面板上划分好正方形区域的4个角点上和距角点20 cm位置用潜孔钻钻开6个孔(图11),4个切割孔和2个吊装孔,切割孔对称布置,以保证吊装时平稳。切割后正方形孔洞边长比灌注桩的钢护筒直径大约20 cm,混凝土面板切割之前,将面板穿钢丝绳用吊车带劲稳住,以防止面板掉入海中,用绳锯沿墨斗弹出的线切割面板。利用既有混凝土面板作为灌注桩施工平台,图12为钢护筒施工后照片。

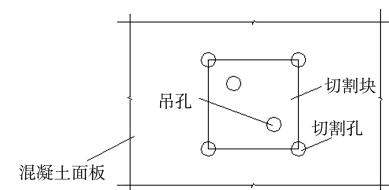


图11 混凝土面板的孔洞布设

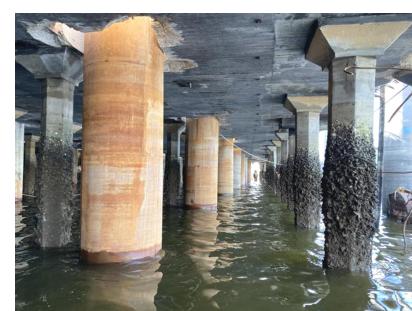


图12 钢护筒施工完成

旧结构混凝土面板的厚度为40 cm,在后续的施工中证明,其开设孔洞后,即使是已经使用60 a的混凝土面板仍能支撑灌注桩施工需要的各种机

械设备，且无明显裂缝。灌注桩施工完毕后，采用液压破碎锤和长臂钩机对既有混凝土面板及下方六角形混凝土桩进行破碎拆除施工。

4 结论

1) 提出了一种重力式老码头改扩建设方案，充分利用原有重力式旧码头及护岸结构，能缩短施工周期、节省成本。

2) 提出了一种混合结构施工支撑体系布设方法，杂填土底模能充分利用原有护岸结构，免拆除底模施工，节省支撑体系周转材料的消耗。

3) 对旧码头混凝土面板进行孔洞切割，并利用该面板作为灌注桩施工的平台，在灌注桩施工完毕后拆除剩余的旧码头结构以进行新建码头施工，施工进度和施工安全都得到有效保障。

参考文献：

[1] 骆俊彬, 陈章楷. 非洲某散货码头升级改造设计方案探

(上接第 235 页)

3) 与传统抛石筑堤方案相比，淤泥土工管袋脱水筑堤方案不仅可节约成本 20% 以上，且可就地取材、节约用地，具有较大的环境和社会效益。

参考文献：

- [1] 黄昭培, 肖乐, 陈乾, 等. 斜坡型潜导堤波浪力特性的数值研究[J]. 水运工程, 2020(6): 19-27.
- [2] 郭磊城, 朱磊, 陈语, 等. 河口航道治理中导堤丁坝工程措施的影响探讨[J]. 泥沙研究, 2021, 46(4): 54-59.
- [3] 束一鸣. 我国管袋坝工程技术进展[J]. 水利水电科技进

(上接第 239 页)

参考文献：

- [1] 沈阳建筑大学. 建筑施工模板安全技术规范: JGJ 162—2008[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [2] 萧道乾, 郑友光. 浅谈整体拼装式大模板施工工艺[J]. 四川水泥, 2021(6): 174-175.
- [3] 潘月华, 周礼科. 内河现浇重力式码头水下钢模板安装方法[J]. 港工技术, 2019, 56(2): 70-74.

讨[J]. 港工技术, 2020, 57(1): 25-28, 112.

- [2] 徐明磊, 邹建强, 詹广才. 前板桩高桩梁板码头升级改造技术[J]. 水运工程, 2021(4): 70-74, 96.
- [3] 王荣鹏. 自动化集装箱码头升级改造及其车辆调配研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2019.
- [4] 吴国鑫, 姚祎雯, 贝建忠. 老码头升级改造中窄长高桩结构设计优化[J]. 水运工程, 2019(9): 113-118.
- [5] 全成才, 孔令学. 旋喷桩在码头升级改造中的应用[J]. 水运工程, 2019(4): 200-204.
- [6] 孙大鸣. 大连港集装箱码头升级改造方案研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2018.
- [7] 周远方, 陈新. 某煤码头升级改造方案优化设计[J]. 水运工程, 2018(2): 69-73.
- [8] 胡家顺, 任增金, 吴哲丰. 海港码头结构升级改造技术[J]. 水运工程, 2016(10): 90-94, 105.
- [9] 陆治周, 许应杰. 东非某重力式码头升级改造设计与施工[J]. 水运工程, 2020(10): 182-186, 193.
- [10] 尹纪龙, 孙熙平, 李赛峰, 等. 传力杆在高桩码头升级改造工程中的应用[J]. 水运工程, 2016(11): 83-87, 120.

(本文编辑 武亚庆)

展, 2018, 38(1): 1-11, 18.

- [4] 李志军. 充泥管袋在堤防工程中的应用[J]. 林业科技情报, 2013, 45(3): 94-95.
- [5] 朱尧. 温州浅滩区袋装淤泥筑堤变形特性研究[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2014.
- [6] 朱远胜, 靳向煜, 方汉明. 堤坝中充泥袋设计初探[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2000, 26(6): 71-76.
- [7] 林刚, 束一鸣, 林勇. 充填管袋填筑的原理与实践[J]. 人民长江, 2005, 36(2): 25-27, 47.

(本文编辑 王传瑜)

- [4] 姚秋生, 胡宁. 相关规范对于建筑施工模板及支架安全计算要求的对比分析[J]. 建筑安全, 2019, 34(6): 4-8.
- [5] 邓文豪, 王军. 内河流域大型有底钢套箱整体吊装设计优化创新关键技术[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2019, 15(8): 134-135.
- [6] 乔福康. 港航工程项目中的水下混凝土施工技术[J]. 珠江水运, 2021(14): 92-93.

(本文编辑 王传瑜)