



罗泾港区煤炭码头拆除方案设计理念

李晨光, 杨 凯

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

摘要: 随着我国港口工程建设的迅速发展, 对港口的吞吐能力要求日益提高, 对码头泊位等级要求也逐渐提升, 同时船舶运输货种逐步转型升级, 对码头结构功能的要求更加全面化。为顺应现代化港口发展趋势, 迫切需要对现有老旧码头进行改造升级。对于原结构剩余使用年限较短、对大型化与新功能船舶适应性较差的老旧码头, 通常是将原码头结构拆除后, 在原位置新建码头结构。以上海港罗泾港区煤炭码头拆除工程为例, 对拆除范围确定、高桩码头梁板与桩基拆除、疏浚方案提出设计技术要求, 并对拆除施工工艺进行组价, 为在原位新建码头提供设计技术支持。研究成果可为类似高桩码头拆除工程提供参考。

关键词: 拆除工程; 拆除组价; 桩基拆除; 高桩码头; 码头改造

中图分类号: U652.7+2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)S1-0106-07

Design concept of demolition plan for coal terminal in Luojing port area

LI Chenguang, YANG Kai

(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: Accelerated development of port infrastructure in China has intensified demands for higher throughput capacity and elevated berth class standards. Parallel shifts in vessel-transported cargo types necessitate multifunctional wharf structures. To adapt to the development trend of modern ports, it is urgent to carry out renovation and upgrading of the existing aging wharfs. Wharfs with critically limited residual service life and insufficient adaptability to modern vessel dimensions or operational profiles typically require complete demolition followed by in-situ reconstruction. Taking the demolition project of coal terminal in Luojing port area of Shanghai Port as an example, this study establishes technical requirements for demolition scope delineation, dismantlement of pile-supported wharf components (beams, slabs, and piles), and dredging strategy optimization. Cost breakdown analysis of demolition methodologies provides foundational technical parameters for subsequent reconstruction. The research results can provide a reference for similar pile-supported wharf demolition projects.

Keywords: demolition project; composition of unit prices for demolition; pile dismantlement; pile-supported wharf; wharf reconstruction

随着我国港口工程建设的迅速发展, 对港口的吞吐能力要求日益增高; 船舶大型化趋势更加明显, 对码头泊位等级要求逐渐提升^[1]; 同时, 船舶运输货种也逐步转型升级, 对码头结构功能的要求更加全面化。为顺应现代化港口发展趋势, 迫切需要对现有老码头改造升级, 以匹配大型化与多货种船舶。为推动港口高质量发展, 推进集

装箱码头建设, 上海港实施了罗泾港区集装箱码头改造一期工程。

1 工程概况

上海港罗泾港区集装箱码头改造一期工程位于上海市宝山区罗泾镇陈行水库下游、石洞口华能电厂上游, 与崇明岛隔江相望。该工程为功能

收稿日期: 2025-05-15

作者简介: 李晨光(1989—), 男, 硕士, 工程师, 从事港口工程设计工作。

调整改造项目, 工作内容为将原罗泾作业区煤炭功能区全部水域、陆域和矿石功能区部分陆域改造为集装箱功能区, 改造后码头平面呈反 F 形布置, 分前、后、内 3 档布置, 其中前档建设 1 个 10 万吨级集装箱泊位, 泊位总长度 712.1 m, 可同时靠泊 2 艘 7 万吨级集装箱船或者 1 艘 10 万吨级和 1 艘 3 万吨级集装箱船; 10 万吨级集装箱码头背侧(后档)建设 2 个 1 万吨级集装箱泊位, 泊位长度 360 m; 原煤炭装船码头位置(内档)建设 2 个 1 万吨级集装箱泊位, 泊位长度 360 m。工程设计吞吐量为 260 万 TEU/a。

原港区水域码头结构分别由上游侧 1997 年建成投产的罗泾一期工程 and 下游侧 2008 年建成投产的罗泾二期工程组成, 见图 1。罗泾港区集装箱码头改造一期工程通过对现有结构平面布局分析、结构受力复核计算、工程投资经济性对比, 通过实施改造方案, 以实现集装箱码头的建设。

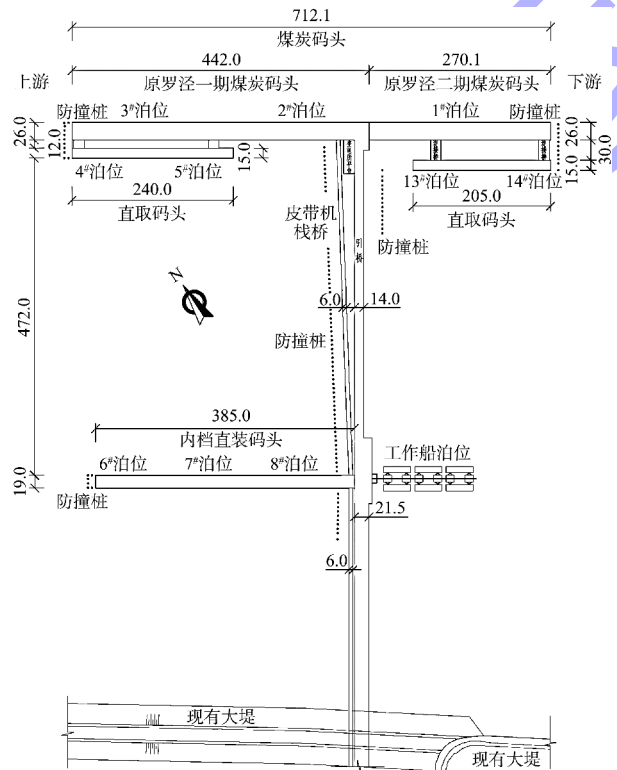


图 1 原罗泾港区码头平面布置 (单位: m)
Fig. 1 Plane layout of existing terminal at
Luojiang port area (unit: m)

下游侧 2008 年建成投产的罗泾二期码头剩余使用寿命超过 36 a, 利用价值较高, 通过结构复核计算, 可采用常规的升级加固改造方案, 形成 10 万吨级集装箱码头^[2]。

上游侧罗泾一期工程码头为煤炭码头^[3], 剩余使用年限仅为 20 余年, 原结构轨道梁排架间距为 4.33 m, 纵梁排架间距为 13 m, 跨度较大, 通过计算判断, 现有梁板无法满足 10 万吨级集装箱码头的受力需求。一种改造方案可将梁板均拆除, 保留桩基并在 13 m 排架中间加桩, 再重新做上部梁板结构。此方案实施后虽能满足 10 万吨集装箱码头受力需求, 但在保留原桩基的条件下, 打桩船尺度较大, 无法在原排架中进行打桩, 沉桩工作较难实施, 若采用吊打钢管桩, 成本极大, 同时原方桩剩余寿命较短, 一旦使用寿命到期, 此码头将无法使用。鉴于上述方案实施难、成本高, 本文案例工程选择另一种将原码头上部结构、桩基全部拆除后在原位新建高桩码头的方案。本文主要针对罗泾一期煤炭码头拆除工程进行方案设计, 旨在为后续新建集装箱码头提供有利条件。

2 拆除范围

2.1 无法利用结构

拆除工程首先要明确拆除范围, 对无法利用、改造成本高、寿命低的原罗泾一期煤炭码头的结构进行全部拆除, 拆除范围长 442 m、宽 26 m。原罗泾一期煤炭码头后方有连接桥、皮带机栈桥和变电所平台, 无法利用, 需要拆除; 原引桥江侧端部及变电所平台与新建结构冲突, 无法利用, 需要拆除。

2.2 占用施工区域的结构

对无法利用的原结构进行拆除的同时, 还要考虑新建工程实施时施工船舶、机械设备等占用的空间, 如打桩船沉桩、系泊, 起重船吊装、系泊所占用的水域空间, 在此范围如有老结构也需要拆除。经设计初步确定, 皮带机栈桥、引桥中

部的工作船舶位部分结构以及现有防撞钢管桩占用施工水域，需要进行部分拆除。根据初定的施

工船型资料，对新建结构外扩 50 m 施工范围内的原结构进行拆除，见图 2。

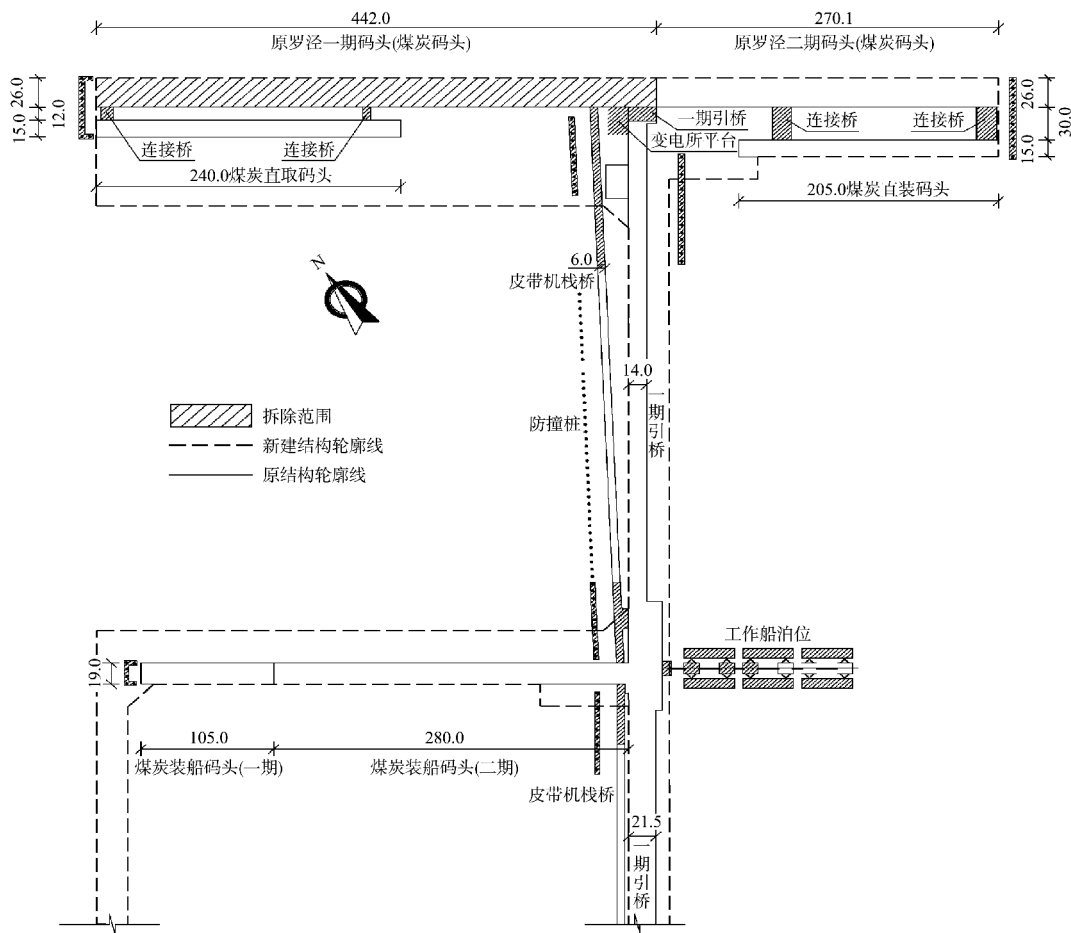


图 2 拆除范围与新建工程平面布置 (单位: m)

Fig. 2 Demolition scope and layout of new construction project (unit: m)

2.3 其他结构

现状码头还存在既无法利用也不影响新建码头的结构，一般选择保留。部分可利用的防撞桩选择保留。无法利用的防撞桩选择拆除，钢材回收可以抵扣部分投资。

3 结构拆除、挖泥与截桩

3.1 原结构概况

原罗泾一期煤炭码头为 2 个 3.5 万吨级泊位。码头总长 442 m，宽 26 m，码头面高程为 7.5 m (吴淞零点)。码头为高桩梁板结构，排架间距为 13 m，桩基为 600 mm×600 mm 的预应力钢筋混

凝土方桩。

码头后方的 2 座连接桥、皮带机栈桥、变电所平台、引桥、工作船码头等结构均为高桩结构，桩基为 600 mm×600 mm 的预应力钢筋混凝土方桩，见图 3。

3.2 结构上方附属结构拆除

根据原竣工图纸以及现场勘测，明确结构上方附属设施(包括房建、水电通信管线、栏杆、护舷、系船柱、轨道、灯桩等)的数量、尺寸、材质等信息，计算拆除附属设施工程量^[4]，并初步统计可回收抵扣的钢材价值。

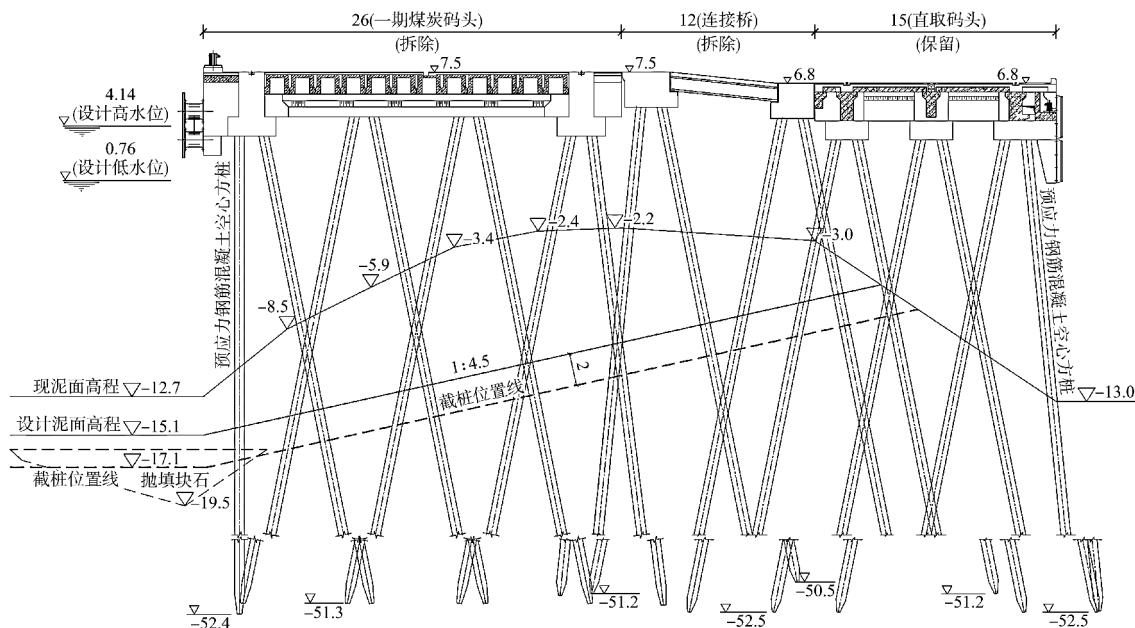


图 3 原一期煤炭码头拆除断面 (单位: m)

Fig. 3 Demolition section of existing phase I coal terminal (unit: m)

3.3 混凝土结构拆除

结构混凝土拆除与码头结构、尺度、排架间距有关。原罗泾一期煤炭码头排架间距为 13 m, 上部为高 1.3 m 槽形板与 150 mm 面层结构, 前、后轨道梁高 4 m, 下横梁高 2.6 m。拆除时应根据起重船系泊位置, 由上至下、由远及近进行拆除,

并根据起重船的起重能力、起吊距离, 结合拆除码头宽度, 设计一次性拆除最大质量与拆除构件数量^[5]。

工程设计江侧拆除构件最大质量为 190 t, 对应起吊距离 10 m; 岸侧最小拆除构件质量为 90 t, 对应起吊距离 30 m, 见图 4。

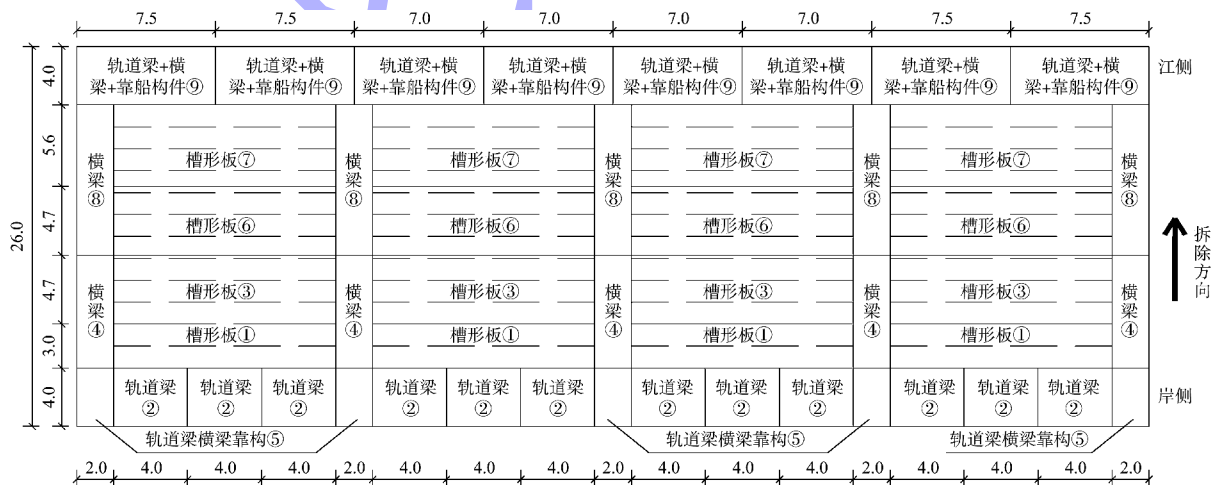


图 4 码头分段拆除与拆除顺序 (单位: m)

Fig. 4 Sectional demolition of the wharf and demolition sequence (unit: m)

3.4 原桩位测量

由于竣工图无法真实反映实际的桩位布置, 需要对原桩位进行实测, 因此设计方案对纵横梁拆除及桩位测量提出相关技术要求。纵横梁拆除

时, 应尽量在梁底即桩顶处进行切割拆除, 同时应减小对桩基的扰动和破坏, 使桩尽量完整、完好地保留。实测要求测量原桩位桩顶的中心坐标、高程及原桩位的真实斜度与扭角^[6]。

3.5 疏浚挖泥

上部结构拆除后,需要对结构下方进行疏浚挖泥,疏浚高程与坡度以新建码头工程使用要求为基准,拟建的 10 万吨级集装箱码头前沿底高程为-15.1 m,边坡比 1:4.5。设计对疏浚工程提出要求,尽可能采用小型抓斗船或绞吸船在排架之间进行挖泥施工,并尽可能减小对原桩位的扰动,防止桩位发生变化^[7]。

3.6 截桩

为保证后续碰桩验算的准确性,必须先对原桩位进行测量,并达到设计要求与设计精度后,才能进行截桩。考虑到未来远期扩建的可能性以及施工误差等情况,截桩高程相比疏浚高程应预留一定富余量,因此本文工程截桩高程设计为疏浚高程以下 2 m,即码头前沿截桩高程为-17.1 m,后方截桩高程按照 1:4.5 边坡延伸后进行放坡。

截桩高程计算是三维空间问题,应结合桩的斜度、扭角进行逐根计算,并列入拆除桩位图中,并

根据截桩高程反算截桩长度,作为截桩施工验收标准。由于工程桩数较多,因此将截桩高程设计为区间值,即在±0.1 m 范围内取同一截桩高程。并在拆除桩位图中逐根标注截桩高程。码头截桩典型断面见图 5。

混凝土方桩可采用抓斗或者截桩器进行截除,疏浚后下放抓斗,通过抓斗闭合力将方桩混凝土与钢筋截断,或者采用截桩器套在方桩上,下放到指定高程,通过液压装置闭合力将方桩混凝土与钢筋截断。桩基截断后采用起重设备将上部截断的桩基吊运至破碎场地进行破碎处理。必须在掌握准确的测量数据后,才能进行截桩施工。

本文工程除码头结构下方为预应力混凝土方桩外,还存在较多的防撞钢管桩,一般为直桩,可直接采用振动锤将钢管桩整根拔除^[8],效果较好。如果钢管桩作为结构桩或者钢管桩较长、斜度较大,则振动拔除效果较差,可采用水下切割进行拆除^[9]。

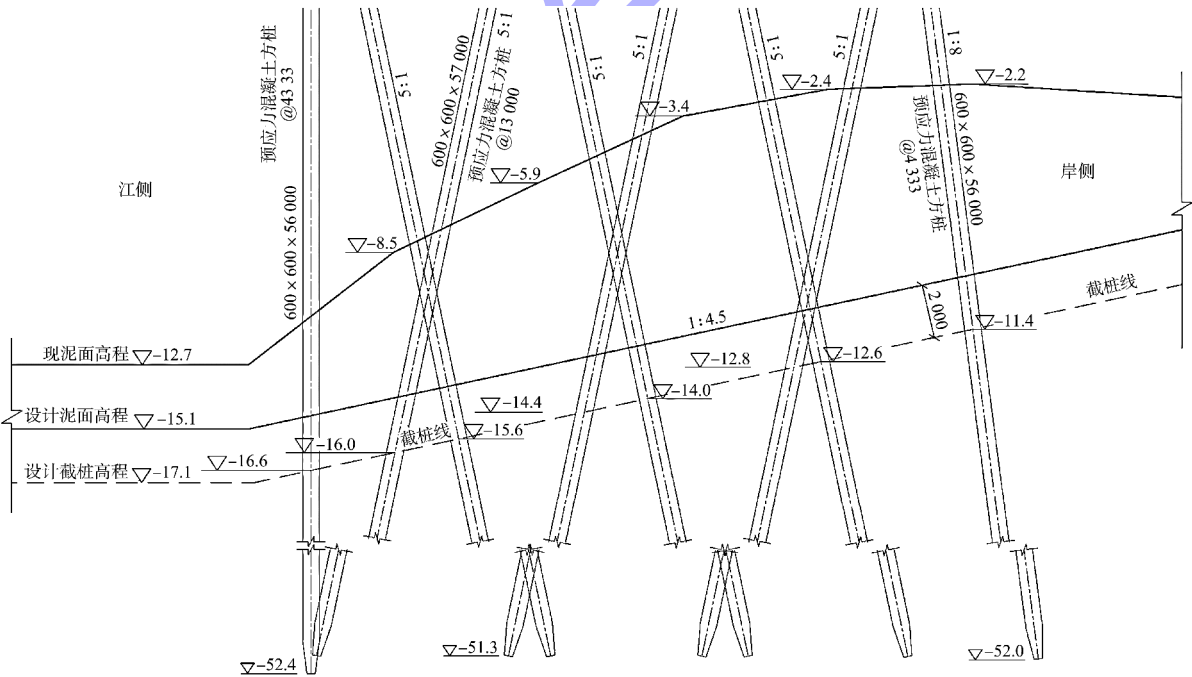


图 5 码头截桩典型断面 (高程: m; 尺寸: mm)

Fig. 5 Typical section of wharf pile cutoff (elevation: m; dimension: mm)

3.7 其他要求

- 1) 拆除工程应提出对周边保留结构的防护措施与监测要求。
- 2) 桩位测量可采用多种方式测量, 并相互进行复核性验算。
- 3) 截桩设计高程为疏浚高程以下 2 m, 超挖 2 m 范围疏浚量可按照超深量计量。

4 码头拆除单价组合方法

对于新建工程而言, 所有混凝土预制构件与现浇构件可根据工序套用定额直接得出对应的单价。当码头完工后, 所有构件均为混凝土构件实体, 拆除工程须将这些钢筋混凝土实体分块、分段进行拆解, 无法套用水运工程定额, 同时所有梁板结构量无法严格按照原设计尺寸进行计算, 必须按照现场实际拆除位置与尺寸进行重新计算。因此, 如要计算出准确的拆除工程单价, 必须以单个结构段为基础, 根据拆除工艺对拆除结构的每道工序进行定额套用, 逐步分解码头结构, 才

能得到相对准确的工程造价。码头上部附属设施, 包括房建、系船柱、管线、栏杆等, 通常采用机械或者人工直接破碎方式拆除; 码头上部混凝土拆除工艺主要包含面板打孔、绳锯切割、吊运破碎等, 见图 6。混凝土截断后统一运至指定地点进行破碎; 钢管桩截除可用液压振动锤向上振动, 直接将整根钢管桩拔除。

原罗泾一期煤炭码头单个结构段长 55.25 m、宽 26 m, 设计将 2 个排架间的槽形板分成 4 组切割拆除。前后轨道梁间距 20.5 m, 后轨道梁由于吊距较远, 分 3 组切割, 单个质量约 90 t; 前轨道梁分 2 组切割, 连通部分横梁与靠船构件一同起吊, 最大质量 190 t。横梁根据吊距分为 3 组切割。划分好拆除切割区域后, 统计打孔数量, 再根据打孔位置进行绳锯切割^[10], 切割面积包括梁与梁之间、梁底与桩顶的切割面积之和; 然后统计单个结构起吊构件的质量与起吊数量。混凝土构件可以选择在未拆除的码头上方或者驳船上进行破碎, 之后将钢筋进行回收, 混凝土运送至指定的回收点。

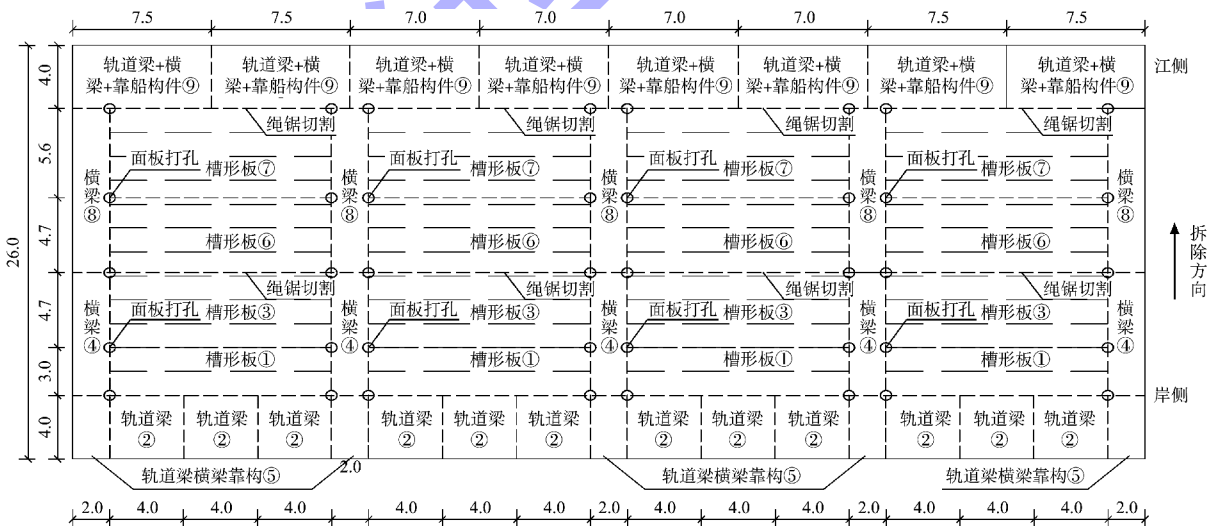


图 6 打孔、切割工序布置 (单位: m)

Fig. 6 Drilling and cutting process layout (unit: m)

码头附属设施与混凝土结构拆除可根据打孔、切割、吊运、破碎等工序数量套用定额, 也可通过询价, 统计每种工艺 1 个台班的单价。桩基截

除可参考抓斗船挖泥施工计算单价; 防撞桩可参考液压振动锤沉桩施工计算单价。拆除结构中所有钢材可统计总量, 以便回收。

5 结论

1) 拆除工程应结合新建工程范围与施工占用水域统筹考虑, 确定拆除范围, 设计阶段可将拆除范围考虑大一些。

2) 对于拆除后原位新建码头的工程, 设计方案时应应对桩位测量、截桩高程提出设计要求。桩位测量要求数据准、精度高, 这是新建工程桩位设计的依据与基础。

3) 截桩高程可根据疏浚高程考虑一定富余量, 疏浚高程根据拆除后新建码头的使用要求设计。

4) 码头上部结构拆除的单价应根据码头结构形式, 结合拆除施工工艺将码头逐步切割拆解, 根据拆解顺序进行拆除组价。

5) 混凝土桩截除一般可采用抓斗船通过闭合抓斗将桩截断, 也可采用截桩器进行截断; 钢管桩可采用液压振动锤进行整根拔除, 也可进行水下切割拆除。

参考文献:

- [1] 姜伟. 内支线集装箱船发展趋势[J]. 中国水运, 2022(2): 109-110.
JIANG W. Development trend of inner branch container ship[J]. China water transport, 2022(2): 109-110.
- [2] 孟晓宁, 边树涛. 高桩码头结构加固改造常用方案[J]. 水运工程, 2015(4): 120-125.
MENG X N, BIAN S T. Common schemes for reinforcement and reconstruction of high-piled wharf[J]. Port & waterway engineering, 2015(4): 120-125.
- [3] 陈洪钧. 上海港罗泾煤码头水工结构设计[J]. 水运工程, 1999(1): 12-14.
CHEN H J. Design of maritime structures for Luojing coal terminal of Shanghai Port [J]. Port & waterway engineering, 1999(1): 12-14.
- [4] 孙合军, 赵建明, 随超越. 大型高桩码头整体拆除工艺应用[J]. 水运工程, 2017(9): 117-120.
SUN H J, ZHAO J M, SUI C Y. Application of integral demolition technique for large-scale piled wharf [J]. Port & waterway engineering, 2017(9): 117-120.
- [5] 赵渊, 黄天荣, 汪金勇. 上海国际航运服务中心高桩码头拆除施工工艺[J]. 施工技术, 2015, 44(S1): 836-838.
ZHAO Y, HUANG T R, WANG J Y. Demolition technology of high pile wharf in Shanghai international shipping service center [J]. Construction technology, 2015, 44(S1): 836-838.
- [6] 许立. 高桩码头桩位测量工艺探讨[J]. 珠江水运, 2024(15): 132-134.
XU L. Discussion on pile position measurement technology of high-piled wharf [J]. Pearl River water transport, 2024(15): 132-134.
- [7] 刘聪聪, 刘卫, 邹丰, 等. 高桩码头受限空间疏浚工艺[J]. 水运工程, 2022(7): 107-111, 117.
LIU C C, LIU W, ZOU F, et al. Dredging technology for confined space of high-piled wharf [J]. Port & waterway engineering, 2022(7): 107-111, 117.
- [8] 韦川平, 王盛. 海上桥梁施工中钢管桩拔桩技术的应用[J]. 科技信息, 2010(22): 695-696.
WEI C P, WANG S. Application of steel pipe pile pulling technology in offshore bridge construction [J]. Science & technology information, 2010(22): 695-696.
- [9] 易鲁, 朱铭. 深水嵌岩钢管桩拆除施工技术[J]. 中国水运(下半月), 2019, 19(3): 171-173.
YI L, ZHU M. Demolition construction technology of deep-water rock-socketed steel pipe pile [J]. China water transport (the second half of the month), 2019, 19(3): 171-173.
- [10] 王宇. 基于金刚石绳锯切割技术在老旧桥梁拆除工程中的应用的研究[J]. 科学技术创新, 2025(4): 115-118.
WANG Y. Research on the application of diamond wire saw cutting technology in the demolition of old bridges [J]. Scientific and technological innovation, 2025(4): 115-118.

(本文编辑 王传瑜)