DOI 编码：10.13646/j.cnki.42-1395/u.2022.04.031

沿海浅水区域换水闸临时围堰施工关键技术

董长青，刘华，王洋

（中交河海工程有限公司，江苏 南京 210012）

摘　要：本文介绍了天津生态城临海新城北堤水闸工程临时围堰设计、施工情况，着重研究了沿海浅水区域超深厚淤泥地质下围堰施工中一些关键性施工技术，包括围堰填筑顺序及工艺、钢板桩止水打设技术、截流合拢技术、围堰拆除技术等。

关键词：浅水；围堰；膜袋混凝土

中图分类号：U65　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1006—7973（2022）04-0092-03

1 工程概述

1.1 工程概况

中新天津生态城北堤水闸及船闸建设工程（水闸）位于临海新城北围堤上，新建 3# 换水闸，位于船闸东侧。水闸设计流量 550m^3/s，闸身顺水流方向长 20.5m，垂直水流方向宽度为 97.2m，主体采用钢筋混凝土胸墙式结构，共 8 孔，单孔净宽 10m。胸墙顶高 10.5m，胸墙内侧设置交通桥，桥面净宽 7.0m，路面顶标高为 7.0m。在外海侧设置工作桥，顶高程为 7.0m。水闸效果图下图 1。

图 1 水闸设计效果图

1.2 围堰设计概况

水闸工程主体结构采用干法施工，需设置施工围堰，围堰总长度约 1239m（由船闸、水闸围堰共同组成），围堰整体形状类似于圆形，其中水闸外海侧临时围堰长度为 348.7m，路面顶高程为 +5.0m，挡墙顶标高 +5.5m（20 年一遇最高潮），内海侧临时围堰长度 277.9m，顶高程为 +3.0m，围堰采用斜坡堤结构型式，堰体主要材料是利用当地建筑碎料，主要是砖头、瓦块、混凝土块等组成，止水措施采用堤心土加钢板桩止水结构，迎水面防护措施为成 C25 膜袋混凝土，堤顶设置 5m 宽通行道路，路堤外侧设 50cm 高防浪墙，水闸主体结构施工完成后对临时围堰进行拆除，本围堰计划使用时间 12 个月。围堰布置图及断面图见下图 2、3、4。

1.3 气候与地质条件

气候条件：20 年一遇最大风 12 级，风向：西北；本区潮汐类型为不规则半日潮型，20 年一遇最高潮位：

油而引发的点火故障。本次故障事故表明目前船舶轮机管理人员对机舱辅助设备的使用管理和维修存在许多不足，对机器设备的维护管理存在侥幸心理，并未严格按设备的操作规程进行维护管理，同时缺乏外界环境变化对机电设备产生影响的关注意识。作为轮机管理人员在今后的工作中应加强对机舱设备的维护保养，严格按照设备的说明书和操作规程进行维护管理，避免违规操作。始终秉持“预防为主”和“可靠性为中心”的原则去维护管理船舶机电设备，总结每一次故障事故原因并做好记录，在拆检设备时候结合专业知识和积累的实践经验进行，以避免不必要的频繁拆装。

参考文献：

[1] 陈海泉 . 船舶辅机 [M]. 大连：大连海事大学出版社 .2016.

[2] 李凯，董晓峰，杨树业，池卓立 . 基于组态软件的船舶辅锅炉虚拟操作系统设计 [J]. 中国水运（下半月），2017,17(05):71-72.

[3] 路少君 .GCS-19S 型辅锅炉点火失败故障分析与排除 [J]. 内燃机 ,2012(06):50-52+56.

4.81m，20 年一遇最低低潮位：–0.5m；大潮、小潮最大流速分别为 0.71m/s 和 0.66m/s。

地质条件：施工区地质自上而下为淤泥质黏土、粉质黏土、粉土。顶部淤泥质黏土厚度一般为 8.70m ~ 13.10m，呈灰色，流塑 ~ 软塑状态，有层理，含贝壳，属中（偏高）压缩性土。局部夹淤泥质黏土、淤泥质粉质黏土、黏土透镜体。

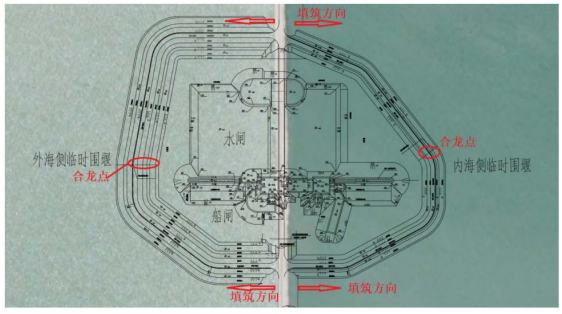

图 2 围堰布置图

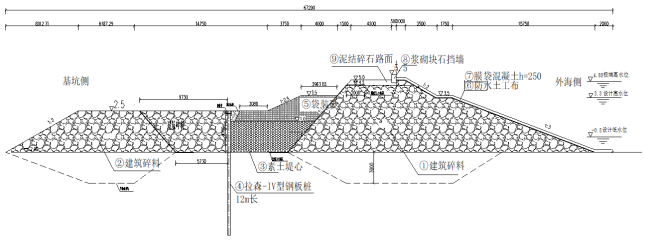

图 3 外海围堰设计断面图

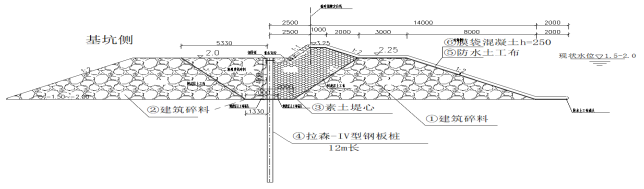

图 4 内海围堰设计断面图

2 主要施工方法

2.1 主要施工工艺

根据现场地质条件、施工工期等各方面因素，决定采用“进站法”进行围堰填筑施工，从北堤向围堰合龙地点进行填筑，堰体采用纵向分层填筑，主要施工工艺流程如图 5。

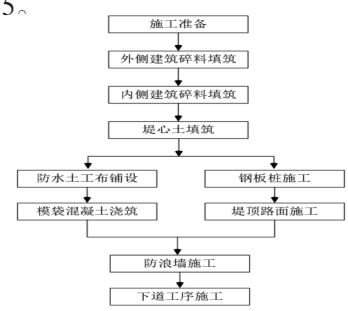

图 5 围堰施工工艺流程图

2.2 围堰填筑施工

2.2.1 围堰填筑

外海侧临时围堰长度为 348.7m，内海侧临时围堰长度 277.9m。围堰填筑从北围堤起点位置采用进站法向外海及内海合龙点位置同时进行填筑。

外海围堰填筑顺序为：①建筑碎料、②建筑碎料、③堤心土填筑、④钢板桩、⑤袋装砂、⑥防水土工布、⑦模袋混凝土、⑧堤顶挡墙、⑨堤顶路面。

首先填筑外侧堰体①，筑堰材料由自卸汽车将建筑碎料运至围堰填筑地点，再由装载机配合挖机进行填筑，围堰建筑一次填筑至 4.0m 标高，顶宽 8m。待合龙后，再用同样方法填筑堰体②，合龙后再填筑堤心素土，堤心素土填筑完成后从合龙口位置向北堤方向插打钢板桩。

围堰填筑高度高大于 +4.0m 后，用推土机分层平整压实，分层压实的层厚为 25cm，然后用推土机平整压实，做足边坡。

采用两台挖机对临海侧围堰进行坡面修整，修坡时机为每日的低潮位时间，确保能将坡面修整至设计位置，边坡修整完成后即可铺设防水土工布、浇筑膜袋混凝土。

内海侧围堰填筑顺序为①建筑碎料、②建筑碎料、③堤心土填筑、④钢板桩施工、⑤防水土工布、⑥模袋混凝土，施工工艺同外海侧围堰施工。

2.2.2 围堰合拢段处理

围堰与岸边、中间合拢段的结构部位是故障的多发部位，比如，很容易出现集中渗透、管涌等破坏性较强的问题，这会严重影响围堰结构的安全性。在围堰建设过程中，应加强调查，对岸边的地质情况要做详细调查，必要时进行开挖探明，及时发现施工问题，并针对不同的问题采取不同的解决措施，保障处理好围堰接头问题。

（1）围堰于岸边的处理。本项目围堰于岸边的衔接位置经调查、探摸，发现底部全部为块石，渗水量非常大，直接影响后期排水，最后采用挖除底部块石，插打钢板桩，钢板桩两侧填筑砂性土的止水措施，止水效果良好。

（2）中部合拢段处理。合拢段采用大块径的填料集中填筑，受涨潮落潮影响，大部分粒径较小的填料被海水冲走，导致此处渗水比较严重。在低潮位时间，将

外侧边坡进行修整，然后坡面上填筑粒径较小的填料填补大直径填料之间的缝隙，准备大量袋装干拌混凝土，依次摆放在合拢段坡面上，袋与袋直接用 U 型钢筋固定，后续再进行膜袋混凝土的浇筑。

2.2.3 注意事项

围堰填筑受涨潮退潮影响比较大；因建筑碎料粒径比较小，主要由砖头瓦块组成，在填筑过程中损失比较大，在大风大浪、涨潮退潮过程中损失在 10% 左右，故选择材料时应尽量选择块径比较大的材料，填筑过程中应加强材料储备，持续填筑，以减少损失。

2.3 钢板桩止水施工

采用 12 米拉森Ⅳ型钢板桩，在临时围堰堤心素土中心处顺围堰方向从北堤路向合拢段处插打钢板桩。钢板桩施工采用打桩机施工，施工过程中主要注意锁口与锁口对齐后再进行插打。

2.4 模袋混凝土施工

膜袋混凝土强度 C25，定制长 26m，宽 6m 的砼膜袋，采用丙纶材质、机织起圈的矩形模袋，型号为 FWG/B 44/40– C(250)，模袋厚度为 250mm。其技术指标为：模袋质量≥ 400g/m^2 ，经向强度≥ 2200N/5cm，纬向强度≥ 2000N/5cm。

采取分段方式施工，模袋与模袋之间采用机器缝合，水下部分应无法缝合采用搭接方式，膜袋顶部袋口采用钢管固定，钢管插入建筑碎料深度 1m，间距为 1m，膜袋顶部定位后，坡面部分用人下放至护面上，水下部分铺设借助驳船由潜水人员实施完成。每段模袋设置 4 个混凝土浇筑口，模袋混凝土采用泵压法施工。混凝土采用 15m^3 混凝土搅拌车运到泵机受料口，由 60m^3/h 泵机泵送入仓，泵机布置于堤顶。充灌时，泵管与充灌口应扎牢。在充填混凝土时应控制灌注速度，灌注速度宜控制在 10m^3 /h ~ 15m^3/h 范围内，充灌压力宜为 0.2MPa ~ 0.3MPa。每一充灌口应连续充灌，充灌将近饱满时，暂停 5min ~ 10min，待模袋中水分析出后，再充灌至饱满。灌满撤管后及时将灌口扎紧。

2.5 围堰拆除施工

围堰拆除采用分段分层方式、从合拢段向北堤路进行拆除作业。

外海围堰拆除顺序为：内埝滑移增加部分挖除→拔除钢板桩→内埝剩余部分挖除→堤心素土挖除→外埝第一层膜袋混凝土及建筑碎料挖除→外埝第二层膜袋混凝土及建筑碎料挖除→外埝最后一层膜袋混凝土及建筑碎料挖除。

图 6 铺设防水土工布

图 7 膜袋混凝土施工

内海侧围堰施工顺序：内埝建筑碎料挖除宽度 3m →拔除钢板桩→内埝全部挖除→堤心素土第一层及膜袋混凝土挖除→堤心素土、膜袋混凝土及外埝建筑碎料挖除。

安全措施：选择合适的拆除时机，当水闸具体通水条件后，确定围堰拆除具体时间；拆除过程中围堰受风浪影响存在垮塌危险，采用逐步拆除、分层开挖工艺，由中部合龙段向岸边拆除，根据潮汐选择有利于作业的时间集中拆除。

图 8

图 9

3 施工效果检验

围堰填筑完成后，在基坑排水及土方开挖过程前，制定围堰安全监测专项施工方案，在围堰顶部设置监测点，并按方案要求在基坑排水及基坑土方开挖过程中对围堰的渗水、沉降和位移进行监测。

基坑内排水完成后，经一个多月的持续监测，围堰渗水量小于 100m^3/d，小于设计渗水量；围堰最大沉降量 30mm，最大位移量 50mm，均满足规范及设计要求。

本项目围堰使用期 12 个月，其间经历了夏季台风期及冬季风暴潮期，整个使用过程中仅围堰顶部挡浪墙出现局部被海浪损坏，其它围堰体未出现损坏现象，保证了围堰内水闸主体结构施工的安全，围堰总体使用效果良好。

4 结束语

在沿海浅水区域进行围堰施工，采用合理的围堰结构，就地取材，施工快捷，比传统的土石围堰节约成本。采用合理的施工工艺，确保了施工质量，对以后类似工程提供了宝贵的施工经验。

参考文献：

[1]SL 27–2014, 水闸施工规范 [S].

[2] 高良玮 . 模袋凝土应用技术 [J]. 内蒙古水利，2007(2)：84–85.

[3] 范公俊，贾延权，王艳红 . 几种围堰施工技术在连云港滩涂区的应用 [J]. 水利水电科技进展 ,2011(02).