



基于工程造价分析的东灶新河 航道围堰方案比选

韩莹莹, 黄道刚

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

摘要: 土围堰和钢板桩围堰均为常用的围堰结构形式, 当两者用于施工方案比选时, 除考虑平面布置、结构稳定性分析和施工方案等方面外, 工程造价也是施工方案选择必须考虑的重要因素。为选择更为经济的施工围堰方案, 结合工程案例, 分析施工方案、土地征用、主材供应等方面对工程造价的影响。结果表明, 对于土方缺乏且围堰拆除后土方无法消纳的航道工程, 钢管桩围堰具有节约用地、节省造价的优势; 对于土方供应充足且围堰拆除后土方容易消纳的工程, 可优先选用土围堰施工方案。

关键词: 施工围堰; 造价分析; 方案比选

中图分类号: U615

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)10-0231-04

Comparison and selection of Dongzaoxinhe waterway's cofferdam scheme based on analysis of construction cost

HAN Yingying, HUANG Daogang

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

Abstract: Soil cofferdam and steel sheet pile cofferdam are both commonly used cofferdam structures, when the two are used for comparison and selection of construction scheme, in addition to the plane layout, structural stability analysis and construction schemes, the project cost is an important factor to be considered in the construction scheme selection. To choose a more economical construction cofferdam scheme, this paper analyzes the influence of construction scheme, land requisition, main material supply and other aspects on the project cost by combining with an engineering case. The results show that when the waterway engineering is short of soil and unable to absorb the excavated soil after the cofferdam is demolished, the steel sheet pile cofferdam has the advantage of saving land and cost. For the waterway engineering with sufficient soil supply and the excavated soil can be absorbed after the cofferdam is demolished, the soil cofferdam can give priority to be used.

Keywords: construction cofferdam; cost analysis; scheme comparison

由于航道建筑物工程一侧临水, 为确保航运设施能够长久使用, 需填筑围堰进行施工, 其主要目的是为水工建筑物创造干地状态下的施工条件, 防止水和土进入建筑物的修建位置, 以便在围堰内排水、开挖基坑、修筑建筑物。目前关于围堰结构形式的比选主要集中在平面布置、结构稳定性分析和施工方案等方面, 专门针对施工围堰造价的分析较少, 而在航道整治过程中, 改造成本也是影响航道围堰设计方案的关键因素。

本文以江苏南通境内东灶新河航道整治工程为例, 综合使用要求和施工条件, 分析工程造价因素对航道围堰设计方案的影响, 以便选择更为经济的施工围堰方案。

1 工程设计条件

1.1 设计标准

东灶新河航道南自通吕运河交叉口起, 北至北匡河交叉口(拟建中天钢铁码头东端), 位于东

收稿日期: 2023-12-28

作者简介: 韩莹莹(1984—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事水工设计及造价工作。

灶港河东侧，是海门市境内重要的新入海通道，总长约 5.3 km。南北走向，较为顺直，目前尚未正式通航。

航道按照Ⅲ级航道标准进行整治，航道底宽不小于 45 m，最小通航水深为 3.2 m，最小弯曲半径为 180 m。考虑航道沿线的中天钢铁码头需尽快开港，航道整治工程采用不断航施工方案，纵向设置 10.7 km 长的临时围堰，局部缩窄河道，分段干地施工^[1]。

1.2 设计水位

设计最高通航水位采用 20 a 一遇洪水位，为 3.04 m；设计最低通航水位采用多年历时保证率 98% 的水位，为 1.28 m；防洪水位采用 50 a 一遇洪水位，为 3.15 m。围堰顶高程按常水位 2.2 m 加 0.5 m 的超高确定，即 2.7 m。

1.3 工程地质

东灶新河段航道地质条件相对较好，拟建围

堰区段的土层自上而下为粉土、粉砂、中细粗砂、粉质黏土等。粉土层稍密状态、中压缩性，沿线基本均有分布，工程性能一般，层厚 1.6~6.4 m，容许承载力为 100~120 kPa，可作为一般持力层使用，无需进行地基处理。

2 设计方案

工程纵向围堰长 10.7 km，采用常规的土围堰需设大面积的取土坑，土地费用较高，本次围堰方案分别就土围堰及钢管桩对拉围堰进行方案对比。

2.1 土围堰

本着因地制宜、方便施工、占地少、节省投资的施工总体布置原则，沿线工程采用分区、分段、分散布置的施工总布置方案。土围堰顶高程取 2.7 m，顶宽 2.0 m，迎水面边坡采用 1:2.0，背水面边坡采用 1:1.5。土围堰结构断面见图 1。

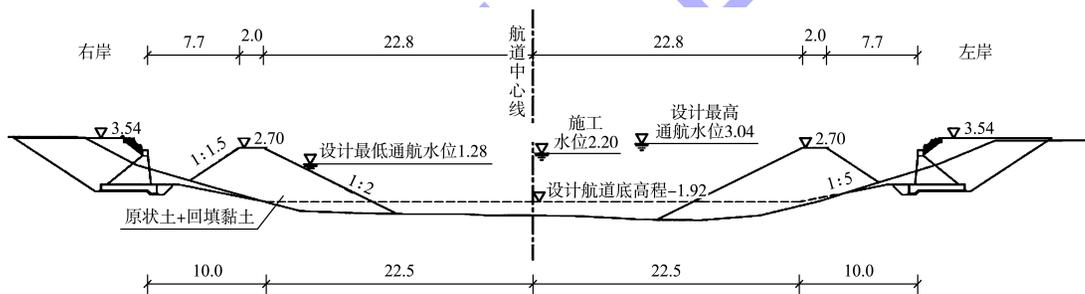


图 1 土围堰结构断面 (单位: m)

2.2 钢管桩对拉围堰

钢管桩对拉围堰顶高程为 2.7 m，顶宽 2.5 m，围堰两侧施打 2 排 6.5 m 长的钢管桩(直径 0.15 m)，排桩之间回填土。钢管桩间距 0.5 m，顶部用横搭钢管桩加固，并用直径为 14 mm 的钢筋对拉锚固，

钢管桩内侧铺设防渗土工膜和竹栅，共同形成挡水体系。考虑分段施工需要，设计 300 m 一段围堰，全线保证 3 段围堰同时施工，钢管桩对拉围堰按 1.8 km 备料和重复使用^[2]。钢管桩对拉围堰结构断面见图 2。

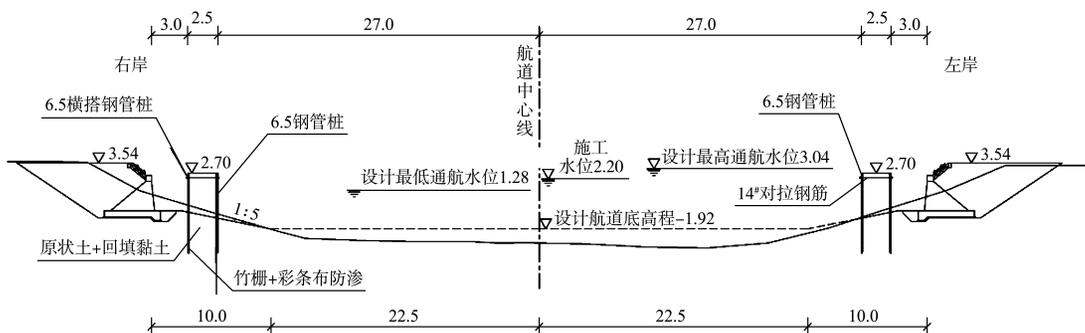


图 2 钢管桩对拉围堰结构断面 (单位: m)

两种围堰均为江苏地区普遍采用的结构形式, 方案均可行, 两者的区别在于造价不同。

3 施工造价分析

受基本农田限制, 护岸全线地处河道坍塌边坡位置, 底板位于水域范围, 水上 35.46 万 m³ 与回填 30.29 万 m³ 基本抵消, 围堰土石存在缺口, 需先行取土填筑围堰, 方可满足干地施工条件, 故设置必要的取土区, 与弃土区合并布局, 供护岸围堰土石填筑周转用。

围堰取土拟采用取土坑方案, 沿线布置取土区(避开基本农田), 取土深度 2.5 m。土围堰方案中土方填筑方量为 40.25 万 m³, 根据土方调配计算结果, 共布置 3 处取土区, 总面积为 16.8 万 m²。钢管桩对拉围堰方案中用量为 8.05 万 m³, 布置 1 处取土区, 面积为 2.7 万 m²。围堰拆除后该部分用土可重新弃回取土区, 进行相应处理后, 可用于复耕。

根据交通部内河航运水工建筑工程定额^[3]、土地征用取土坑费用标准及当地市场材料价格计算各方案造价。1) 主要材料含税价格为钢管桩(临时工程考虑余值回收)4 450 元/t, 柴油 6.55 元/kg。2) 取土坑费用按照苏政办发[2016]81 号文, 工程取土坑深度 2.5 m, 地类属于第 3 类地区, 应缴纳复垦补助费用标准为 1.13 万元/亩(17 元/m²); 另由于本工程航道周边取土坑用地类型为耕地, 还应按当地标准缴纳耕地开垦费, 本工程所属地区耕地开垦费标准为 40 元/m², 则本工程取土用地征地标准为 3.796 7 万元/亩(57 元/m²)。

3.1 土围堰

施工过程先清除堰底河床上的杂物、树根、石块等, 以减少渗漏。构筑时沿河岸侧或浅水侧自下游往上游向河中间逐步推进, 将填筑料倒在露出水面的堰头上, 并顺坡填入水中, 以防流失(离析)导致渗漏。筑堰材料宜用黏性土或砂黏土。土料内不应含有树根、砖块等杂物或有机质的土。每层填土高度不宜超过 2 m, 填出水面之后用压路

机或夯实机分层夯实。土围堰工程量及费用构成见表 1^[4]。

表 1 土围堰主要工程量及费用构成

项目	工程量	费用/万元
土围堰填筑	40.25 万 m ³	863
围堰排水(离心泵)	6 500 台班	70
取土区面积	14.4 万 m ²	1 157
土围堰拆除	40.25 万 m ³	960
合计		3 050

3.2 钢管桩对拉围堰

钢管桩对拉围堰主体支撑采用两排管径 $\phi 150$ mm、长 6.5 m 的钢管桩, 纵向间距 0.5 m, 两排桩同步施工, 两侧采用 $\phi 150$ mm、长 6.5 m 的纵向围檩钢管连接, 用旋转扣件与垂直钢管桩连接固定。两排钢管桩横向采用 $\phi 14$ mm、长 3.0 m 的钢筋对拉连接, 间距 2 m 布置。钢管桩内侧交错布置竹栅并铺设防渗土工膜, 竹栅入土深度约 1 m, 防渗土工膜搭接宽度不少于 1 m, 与土接触处折成直角平铺, 以防漏浆。当双排钢管桩完成一定长度时, 即可用挖泥船进行填土作业, 堰内填土采用密实性较好的黏土填筑, 填放时纵向分层, 填土出水面后进行分层夯实。围堰总长 10.7 km, 钢管桩对拉围堰按 1.8 km 备料和重复使用。钢管桩对拉围堰工程量和费用构成见表 2。

表 2 钢管桩对拉围堰工程量及费用构成

项目	工程量	费用/万元
$\phi 150$ mm 钢管桩	902.27 t(7 794 根)	1 023
钢管桩施打次数	42 800 次	
$\phi 8$ mm 镀锌钢丝	25.359 t	26
$\phi 14$ mm 钢筋	19.367 t	
防渗布	9.373 2 万 m ²	369
竹栅	10.272 0 万 m ²	
围堰填筑土方	8.046 4 万 m ³	163
钢管桩拔除次数	4.28 万次	528
钢筋、钢丝拆除	44.726 t	
竹栅拆除	10.272 0 万 m ²	
防渗布拆除	9.373 2 万 m ²	
围堰土方拆除	8.046 4 万 m ³	231
围堰排水	5 000 台班	50
取土面积	2.7 万 m ²	153
合计	-	2 543

3.3 对比分析

从表 1 可以看出,土围堰施工方案总造价 3 050 万元,其中取土区征地费用占比为 32%。在取费标准中,土地征用对不同地区及不同土地类型进行了细分,因此不同工程差距较大。如果工程所在地区为苏北(地区类别不高)且耕地比重不大^[5],则取土征地费用将大大降低。以本工程为例,如果工程周边可以选择未利用地作为取土坑,则取土征地标准为 1.13 万元/亩(17 元/m²),那么土围堰施工方案取土区征地费用为 285.65 万元,土围堰总价降为 2 375.65 万元;钢管桩围堰取土征地费用为 45.52 万元,钢管桩围堰总价为 2 435.14 万元,则选择土围堰是降低工程造价的选择。

从表 2 可以看出,钢管桩对拉围堰施工方案总造价为 2 543 万元,其中钢管桩购置及施打费用占总造价的比例为 40%^[6]。对钢管桩材料单价和施工费用单价进行敏感性分析^[7],如图 3 所示,当钢管桩材料及施工单价上涨超过 32%时,钢管桩围堰造价将超过土围堰造价,则选择钢管桩对拉围堰不能达到降低造价的目的。

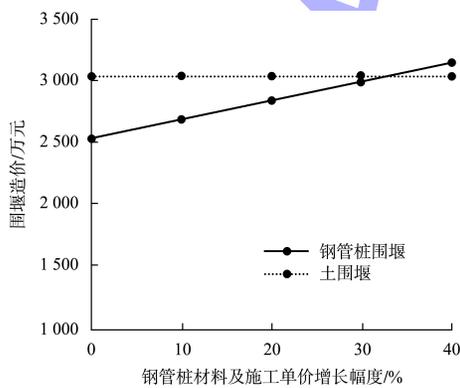


图 3 钢管桩材料及施工单价敏感性分析

4 结论

1) 工程所在地钢管桩材料供应条件良好,施工方便,钢管桩对拉围堰所需土方量较少,对应取土坑面积较小,土地征用费用较低,总投资较省,因此采用钢管桩对拉围堰方案。

2) 对于周边有未利用地或者土方供应比较充足且围堰拆除后土方可以消纳的工程,土围堰具有施工便利、造价较低等优势。

3) 对于土地资源比较紧张且围堰拆除后土方无法消纳、需征地进行取土或者弃土的工程,钢管桩围堰具有节约用地、节省造价的优势。

4) 对于钢材供应紧张或者钢材价格上涨、工程所在地区施打钢管桩费用偏高的地区,还需进一步比选得出最经济的施工围堰方案。

参考文献:

- [1] 中交水运规划设计院有限公司. 通海港区—通州湾港区疏港航道东灶新河段航道整治工程初步设计[R]. 北京:中交水运规划设计院有限公司,2021.
- [2] 中国建筑科学研究院. 建筑基坑支护技术规程:JGJ/120—2012[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [3] 交通运输部水运工程造价定额中心. 内河航运水工建筑工程定额:JTS/T 275-1—2019[S]. 北京:人民交通出版社股份有限公司,2019.
- [4] 交通运输部水运工程造价定额中心. 水运建设工程概算预算编制规定:JTS/T 116—2019[S]. 北京:人民交通出版社股份有限公司,2019.
- [5] 张正芸. 内河航运工程造价分析[J]. 水运工程,2007(1):8-11.
- [6] 韩明华. 基于施工造价分析的防波堤结构方案比选[J]. 水运工程,2021(4):211-215.
- [7] 建设部标准定额研究所. 建设项目经济评价方法与参数[M]. 3 版. 北京:中国计划出版社,2006.

(本文编辑 王传瑜)

