

三亚市崖州区盐灶河综合治理工程导流挡沙堤设计研究

杜壹伦

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 三亚市崖州区盐灶河河道存在污染物超标、河岸大堤标高不达标、陆域侧缓冲带植被群落防护结构不完整、两岸红树林生长缺乏层次感等问题。为落实水污染防治目标,进行了截污控源工程、河道疏浚工程、河道堤防工程、河口建筑物工程、景观工程、涵闸工程等。其中河口建筑物工程主要为入海口导流挡沙堤的建设。通过对比分析导流挡沙堤的规模和布设方式后,确定了较为合理的工程方案,所设计的导流挡沙堤断面对于防止入海口产生淤积,改善地区水环境,保障地区水安全起到了积极作用。

关键词: 导流挡沙堤;岸滩模型;盐灶河

中图分类号: TV85

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)04-0155-05

Design and Research on Diversion and Sand Embankment of Yanzao River Comprehensive Treatment Project in Yazhou District, Sanya City

DU Yilun

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: In Yanzao River in Yazhou District of Sanya City, there are some problems such as excessive pollutants, substandard embankment elevation, incomplete vegetation community protection structure in buffer zone on land side, and lack of hierarchical mangrove growth on both sides. In order to implement the water pollution treatment, the pollution interception and source control project, the river dredging project, the river levee project, the estuary building project, the landscape projects and the sluice gate project are carried out, in which the construction of estuary building project is mainly for the diversion and sand embankment of the estuary. By comparing and analyzing the scale and layout of the diversion and sand embankment, a more reasonable engineering scheme is determined. The section of designed diversion and sand embankment has played a positive role in preventing the siltation of the estuary, improving the regional water environment and ensuring the regional water security.

Keywords: diversion and sand embankment; shore model; Yanzao River

1 工程概况

三亚市崖州区盐灶河是三亚市独流入海的河流之一,由左右2支水系组成。经检测,目前盐灶河存在污染物超标、两侧河岸大堤标高不达标、陆域侧缓冲带植被群落防护结构不完整、两岸红树林生长缺乏层次感等问题。本工程通过截污控源工程、河道疏浚工程、河道堤防工程、河口建筑物工程、景观工程和涵闸工程等来落实水污染防治目标,以提升盐灶河的防洪排涝能力和防灾减灾能力,修复及保护区域生态系统,增加环境容量,提升区域水环境,增

强水景观功能。工程位置图见图1。

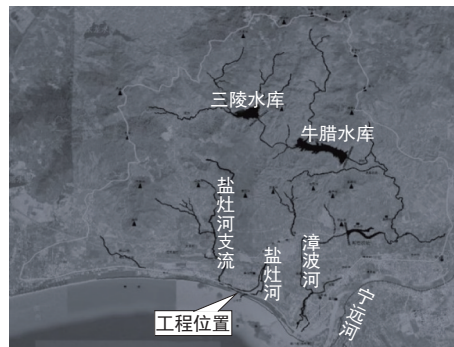


图1 工程位置图

该工程主要包括截污控源工程、河道疏浚工程、河道堤防工程、河口建筑物工程、景观工程和涵闸工程。其中的河口建筑物工程主要为入海口导流挡沙堤的建设。盐灶河河口东西两侧均为沙质海岸,沿

收稿日期: 2024-03-01

作者简介: 杜壹伦(1993—),女,硕士,工程师,从事水利工程设计及研究工作。

岸输沙方向为自东向西,年输沙率约为 1.95 万 m³/a,而盐灶河流域现状的来沙量不大。因此,盐灶河河口现状淤积主要是波浪动力作用下沿岸输沙造成的。为避免新开口门淤堵,可在入海口门处设置导流挡沙堤,以保持口门的稳定。

导流挡沙堤平面布置图见图 2。

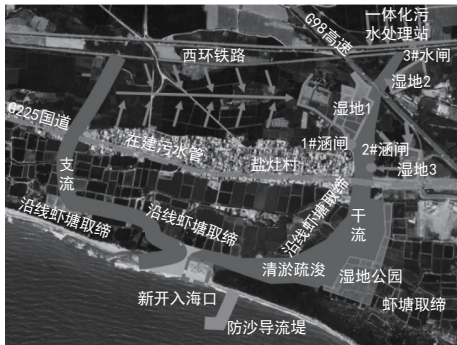


图2 导流挡沙堤平面布置图

2 研究内容

本文研究的主要内容为:(1)研究导流挡沙堤的布设方式;(2)研究导流挡沙堤的有效长度;(3)研究导流挡沙堤建设后对周边岸滩的冲淤影响。

导流挡沙堤的布设方式有单突堤和双突堤 2 种,建议采用水动力、泥沙输运模型对单突堤和双突堤进行对比分析确定。

不同堤长对挡沙作用的影响较大。堤长的设计原则是:在保持口门水道稳定性的前提下,同时考虑对周边环境的可接受程度,尽量采用相对较短的堤长。堤长过短,不利于防止口门处的淤堵;堤长过长,可能会使得西侧岸滩侵蚀明显。本次研究拟采用岸滩演变模型,对导流挡沙堤的堤长进行比选论证。

3 研究分析

3.1 研究软件

MIKE21 是在大量工程试验基础上开发出来的海岸模拟软件,用于模拟河流、湖泊、河口、海湾、海岸和海洋的水流、波浪、泥沙及环境,而 LITLINE 是其预测岸滩演变的主要模块。当波浪斜向入射时,波浪在浅水区域由于浅水变形、折射、绕射等发生破碎而生成沿岸流,致使沿岸输沙明显,逐渐改变岸线形态。

岸线演变控制方程为:

$$\frac{\partial y_c(x)}{\partial t} = -\frac{1}{h_{act}(x)} \cdot \frac{\partial Q(x)}{\partial x} + \frac{Q_{sou}(x)}{h_{act}(x)\Delta x} \tag{1}$$

式中: $y_c(x)$ 为岸线至基线的距离,m; $h_{act}(x)$ 为海滩剖面的有效高程,m; $Q(x)$ 为沿岸输沙率,m³/s; x 为岸线相对基线的位置,m; Δx 为岸线离散步长,m; $Q_{sou}(x)$ 为源/汇项,m³/s。

3.2 参数设置

(1)水深地形:采用“三亚市崖州区盐灶河综合治理工程地形图”中的实测水深。

(2)波浪:中国科学院南海海洋研究所于 2016 年 4 月 30 日 0:00—2017 年 4 月 29 日 23:00 在三亚红塘湾进行了连续周年波浪测量。观测点选在红塘湾海区,位置为北纬 18°15.961',东经 109°15.960',该处海图水深约 15 m,流速较小。由于工程区没有长期的波浪观测资料,而工程区邻近红塘湾,因此本次计算采用此波浪进行岸线模拟。

(3)泥沙粒径:由于尚未对工程区岸滩进行沉积物取样,岸滩的泥沙粒径参考附近岸滩的泥沙粒径。工程区位于红塘湾的西侧,距离红塘湾较近,其岸滩泥沙与红塘湾类似,因此,本次计算暂时参考红塘湾的泥沙粒径,岸滩粒径取 0.3 mm。

3.3 计算工况

本工程东堤主要阻挡自东向西的沿岸输沙;西堤主要阻挡自西向东的沿岸输沙,此部分沿岸输沙较少,因此西堤长度可相对较短。

根据上述初步分析,列出本次研究的计算工况,如表 1 所示。

表 1 计算工况表				单位:m
工况		东堤堤长	西堤堤长	堤头水深 (85 高程)
工况 1 (单突堤)	工况 1-1	50	0	-1.5
	工况 1-2	80	0	-2.2
	工况 1-3	100	0	-2.5
工况 2 (双突堤)	工况 2-1	50	30	-1.5
	工况 2-2	80	50	-2.2
	工况 2-3	100	70	-2.5

注:表中堤长为从实测岸线开始量算。

3.4 计算结果分析

3.4.1 单突堤建设后岸滩冲淤初步分析

(1)工况 1-1(单突堤堤长 50 m)的岸滩演变计算结果见表 2 和图 3。由表 2 可见:1 a 后突堤东侧淤积约 26 m,5 a 后淤积约 36 m,10 a 后淤积约 40 m,且 5 a 后淤积速率逐渐减小;1 a 后突堤西侧岸滩(图中断面处)侵蚀约 3 m,5 a 后侵蚀约 8 m,10 a 后侵蚀约 18 m。

(2)工况 1-2(单突堤堤长 80 m)的岸滩演变计

表 2 单突堤计算结果		单位:m						
工况	堤长	1 a		5 a		10 a		
		淤积	侵蚀	淤积	侵蚀	淤积	侵蚀	
工况 1 (单突堤)	工况 1-1	50	26	3	36	8	40	18
	工况 1-2	80	28	6	48	10	60	22
	工况 1-3	100	30	8	50	20	70	30

注:以上计算为正常天气情况。



图 3 工况 1-1 单突堤(堤长 50 m)建设后岸滩冲淤演变

算结果见表 2 和图 4。由表 2 可见:1 a 后突堤东侧淤积约 28 m,5 a 后淤积约 48 m,10 a 后淤积约 60 m,且 5 a 后淤积速率逐渐减小;1 a 后突堤西侧岸滩(图中断面处)侵蚀约 6 m,5 a 后侵蚀约 10 m,10 a 后侵蚀约 22 m。

(3)工况 1-3(单突堤堤长 100 m)的岸滩演变计算结果见表 2 和图 5。由表 2 可见:1 a 后突堤东侧淤积约 30 m,5 a 后淤积约 50 m,10 a 后淤积约 70 m;1 a 后突堤西侧岸滩(图中断面处)侵蚀约 8 m,5 a 后侵蚀约 20 m,10 a 后侵蚀约 30 m。

由于工程位置东侧现状的人工岛连岛堤切断了泥沙来源,堤根东侧的淤积主要来源于人工岛连岛

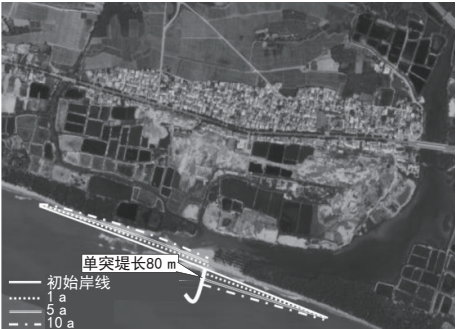


图 4 工况 1-2 单突堤(堤长 80 m)建设后岸滩冲淤演变



图 5 工况 1-3 单突堤(堤长 100 m)建设后岸滩冲淤演变

堤与突堤之间的岸滩侵蚀。随着岸滩逐渐的动态调整,该淤积已逐渐趋于稳定。

3.4.2 双突堤建设后岸滩冲淤初步分析

(1)工况 2-1(东突堤堤长 50 m、西突堤堤长 30 m)的岸滩演变计算结果见表 3 和图 6。由表 3 可见:1 a 后突堤东侧淤积约 26 m,5 a 后淤积约 36 m,10 a 后淤积约 40 m,5 a 后淤积速率逐渐减小;1 a 后突堤西侧岸滩(图中断面处)侵蚀约 6 m,5 a 后侵蚀约 10 m,10 a 后侵蚀约 18 m。

表 3 双突堤计算结果		单位:m							
工况		堤长		1 a		5 a		10 a	
		东堤	西堤	淤积	侵蚀	淤积	侵蚀	淤积	侵蚀
工况 2(双突堤)	工况 2-1	5	30	26	6	36	10	40	18
	工况 2-2	80	50	28	7	48	12	60	22
	工况 2-3	100	70	30	10	50	23	70	30

注:以上计算为正常天气情况。

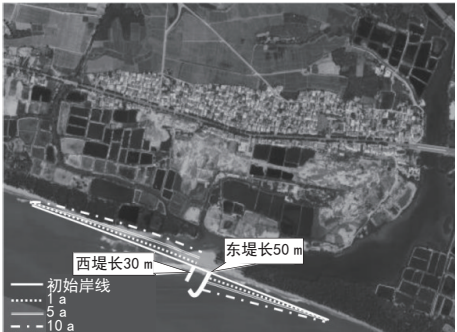


图 6 工况 2-1 双突堤(东堤堤长 50 m、西堤堤长 30 m)建设后岸滩冲淤演变

(2)工况 2-2(东突堤堤长 80 m、西突堤堤长 50 m)的岸滩演变计算结果见表 3 和图 7。由表 3 可见:1 a 后突堤东侧淤积约 28 m,5 a 后淤积约 48 m,10 a 后淤积约 60 m,5 a 后淤积速率逐渐减小;1 a 后突堤西侧岸滩(图中断面处)侵蚀约 7 m,5 a 后侵蚀约 12 m,10 a 后侵蚀约 22 m。

(3)工况 2-3(东突堤堤长 100 m、西突堤堤长 70 m)的岸滩演变计算结果见表 3 和图 8。由表 3 可见:1 a 后突堤东侧淤积约 30 m,5 a 后淤积约 50 m,10 a 后淤积约 70 m;1 a 后突堤西侧岸滩(图中断面处)侵蚀

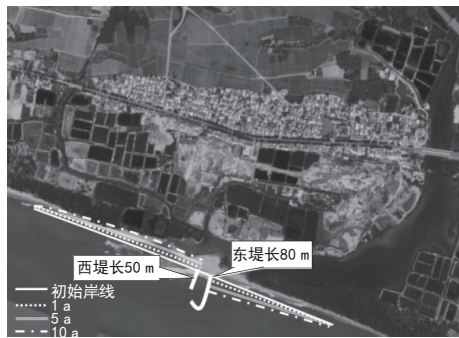


图7 工况2-2双突堤(东堤堤长80 m、西堤堤长50 m)
建设后岸滩冲淤演变

约10 m, 5 a后侵蚀约23 m, 10 a年后侵蚀约30 m。

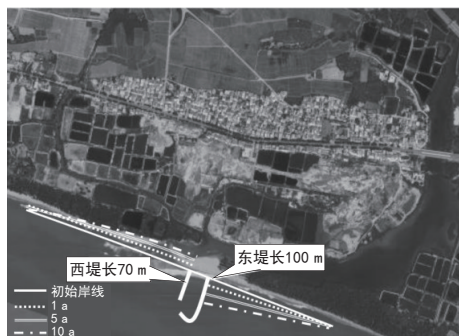


图8 工况2-3双突堤(东堤堤长100 m、西堤堤长70 m)
建设后岸滩冲淤演变

3.4.3 各方案计算结果综合分析

(1)由于中心渔港人工岛连岛堤切断了上游的泥沙来源,堤根东侧淤积泥沙主要来源于河口东岸与人工岛连岛堤之间的岸滩的侵蚀,因此,所计算的不同工况下突堤东侧淤积量可能偏大。

(2)突堤西侧岸滩出现侵蚀,10 a最大侵蚀约30 m。这是由于导流挡沙堤挡住了大部分的东向西沿岸输沙,堤西侧沿岸输沙沙源减少,使得堤西侧岸段有所侵蚀。但实际拦口门沙的泥沙部分会补充到堤西侧岸滩,因此其实际侵蚀量小于计算结果。

(3)堤建成后1~5 a淤积速率最大,随后淤积速率逐渐减小。

(4)计算10 a后泥沙淤积仍在堤身范围内,即正常天气情况下,各工况下的突堤长度可挡住大部分泥沙。

(5)可在堤头设置弯头,防止泥沙越过堤头在口门处淤积。

(6)未考虑上游人工岛西侧岸滩补沙治理的情况,若有补沙的情况,则导流挡沙堤堤根淤积的泥沙量将有所增大。

(7)以上计算为正常天气情况,未考虑台风等极端天气情况下的冲淤变化。

4 方案比选

(1)单堤方案:突堤设置主要是阻挡河口东向西的沿岸输沙,西向东的沿岸输沙强度较弱,仅在堤根西侧有少量淤积,可能会影响口门。

(2)双堤方案:可分别阻挡两侧的沿岸输沙,减少沿岸输沙在口门处淤堵。且适宜宽度的双堤在口门处形成了一定的冲刷流速,使得泥沙在口门处为微冲刷状态,不易落淤。

(3)东堤堤长较短(堤长50 m)时,多年后淤积泥沙可能会超过堤身。在堤头设置弯头后,部分泥沙可越过弯头向堤西侧岸滩输移,而不影响口门。在极端天气(台风等)情况下可能会发生骤淤,泥沙可能会越过堤头向口门输移。

(4)西堤的主要作用是阻挡西向东输沙,输沙量较小,考虑侵占海域因素,西堤可适当缩短或取消。

综合以上分析,推荐单堤方案,东堤建议长度为50~80 m(堤长从实测岸线开始量算),东堤可设置弯头。

5 断面设计

根据以上研究成果确定的工程设计方案为单突堤方案,突堤长度为80 m,不设置弯头。经过施工验证,导流挡沙堤的设置有效地减少了口门淤积。

导流挡沙堤采用不设防浪墙的人工块体护坡斜坡堤断面形式^[1],共设置2个断面。东堤长80 m,断面一为45 m;断面二为35 m。

断面一堤顶标高3.20 m,堤心采用10~100 kg块石抛填而成,护面结构均采用厚1 760 mm的5 t扭王块体,边坡取1:1.5,护面层下铺设厚1.2 m的300~500 kg垫层块石;护面块体底部布置预制混凝土块镇脚,混凝土块前抛置厚1.45 m的1.0~1.2 t护底块石,护底块石下铺设350 g/m²土工布1层。堤顶两侧扭王块体的标高随着泥面的标高变化。

导流挡沙堤断面一结构见图9。

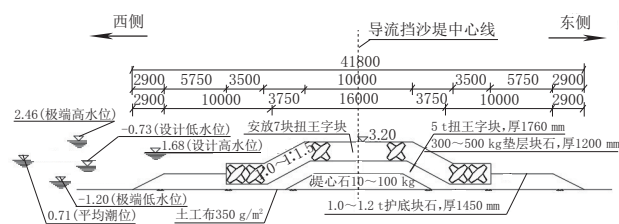


图9 导流挡沙堤断面一结构(单位:mm;高程单位:m)

断面二堤顶标高 3.20 m,堤心采用 10~100 kg 块石抛填而成,护面结构均采用厚 1 760 mm 的 5 t 扭王块体,边坡取 1:1.5,护面层下铺设厚 1.2 m 的 300~500 kg 垫层块石。由于堤前水深较浅,波浪达到或接近破碎波,护面块体底部布置预制混凝土块镇脚,混凝土块前抛置厚 2.0 m 的 1.0~1.2 t 护底块石,护底块石下铺设 350 g/m² 土工布 1 层。导流挡沙堤断面二结构见图 10。

6 结 语

本文通过对比分析论证导流挡沙堤的规模和布设方式,确定了较为合理的工程方案,所设计的导流

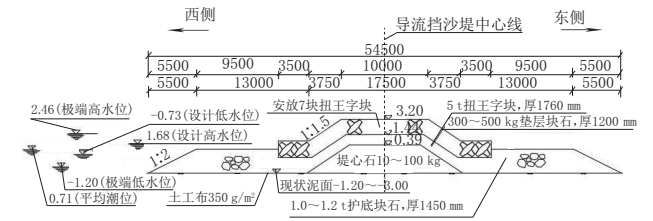


图 10 导流挡沙堤断面二结构(单位:mm;高程单位:m)

挡沙堤断面对防止入海口淤积,改善地区水环境,保障地区水安全起到了积极作用。

参考文献:
[1] 王学诗,吴明臻. 葫芦岛港绥中港区口门宽度优化研究[J]. 港工技术, 2018, 55(2): 20-23.

(上接第 144 页)

[28] 柳蒙蒙,陈梅雪,齐嵘,等. 长三角地区农村生活污水处理设施水量特征分析[J]. 环境工程学报, 2024, 18(5): 1381-1385.

[29] 缪静,姬超,高琳琳,等. 我国农村居民生活污水量总变化系数的估算及其意义[J]. 环境工程学报, 2020, 14(9): 2326-2330.

[30] 王磊,黄勇,郭召海. 钾明矾缓释除磷剂处理分散式农村生活污水[J]. 环境工程学报, 2017, 11(12): 6290-6294.