

浅谈东台滩涂围垦工程中的龙口堵口设计

邓翼峰¹, 诸晓华²

(1. 盐城市水利勘测设计研究院, 江苏 盐城 224002; 2. 江苏省水利厅, 江苏 南京 210029)

摘要: 龙口堵口工程是整个滩涂围垦工程中最复杂、最困难的关键技术问题。本文基于现在流行的充泥管袋筑堤技术, 从龙口尺寸与布置、口门水力计算、堵口顺序与方法等方面, 对围垦工程龙口堵口进行水量平衡系统理论下的科学指导, 打破“堵口总要好几次才能成功”的魔咒, 提高围垦工程龙口堵口的一次成功率。

关键词: 滩涂围垦; 龙口; 堵口; 水力设计

中图分类号: TV222

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2016) 01-0011-04

随着经济的快速发展, 对土地的需求量迅速增长, 耕地保护和用地需求的双重压力日益增大。因此, 开发后备土地资源是实现耕地总量动态平衡的重要途径。《江苏沿海地区发展规划》中明确要求应加强海域滩涂资源开发, 随后《〈江苏沿海地区发展规划〉实施意见》中提出“滩涂围垦开发取得明显进展。形成滩涂围垦开发新机制, 滩涂资源得到合理有序开发利用, 新增土地资源 100 万亩左右, 新增建设用地指标 20 万亩左右”。东台市位于江苏滩涂资源集中区域, 滩涂资源丰富, 位于辐射沙洲内缘区淤长最快的岸段, 近几十年来, 年平均淤长速率可达 100 ~ 200 m/a, 作为江苏省乃至全国滩涂资源最丰富的县市, 是实现海域滩涂资源开发的主要区域。而滩涂围垦工程中的龙口堵口工程的成败对工程的进度、成本乃至质量均有很大影响, 是一个滩涂围垦工程成败的关键, 必须予以充分重视。

1 工程概述

东台市方塘垦区滩涂围垦工程为滩涂匡围造地工程, 位于东台市弶港镇外的滩涂上, 北侧为条子泥围垦区, 南侧为海安围垦区。

围堤成“U”形布置, 与现状一线海堤形成封闭圈, 东西向宽度约 3 km, 南北向长度约 2 km, 匡

围面积约 0.06 万 hm^2 。围堤采用带消浪平台的斜坡堤形式, 围堤顶高程 9.8 m, 消浪平台高程 6.0 m。

为便于龙口合龙和截港施工, 在围区内设置十字相交的两道隔堤, 将拟围区分为四块, 呈“田”字形。隔堤设计堤顶高程 5.5 m, 堤顶宽度 5 m, 兼有出工道路功能, 采用充泥管袋全棱体断面。见图 1。

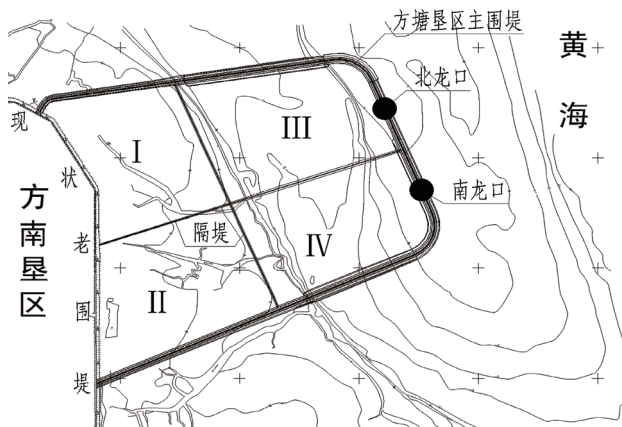


图 1 东台市方塘垦区滩涂围垦工程总体布置图

2 龙口布置原则

龙口布置原则: ①龙口位置便于堤段工程施工并满足施工工期要求; ②龙口位置基础地质条件较好; ③龙口位置尽量布置于滩涂高程较高处,

收稿日期: 2015-11-26

作者简介: 邓翼峰 (1982-), 男, 工程师, 主要从事水利工程规划设计工作。

以减少赶潮封堵工程量;④龙口位置满足水流平顺要求;⑤龙口附近条件便于堵口封堵时备料与施工布置;⑥为保证龙口段的稳定,必须控制龙口最大流速。

根据主体工程的布置,作为主海堤外棱体的施工围堰和隔堤将匡围区域分割成4块,其中靠岸的两个高滩区块因滩面整体较高,吹沙袋直接吹填即可形成围堰和隔堤,无需专门设置龙口。港口中的160 hm²和146 hm²两个区块,分别设置北龙口和南龙口。

考虑南堤侧不久将实施方东围垦工程,北堤侧距离方塘河闸下港道较近,龙口布置在两个侧堤上,会对侧堤外的高滩地形成冲沟,增加后期实施工程的投资和影响已有工程安全。因此,根据堤线布置、地形条件及施工次序等因素,本工程龙口设在东堤侧。北龙口处滩面高程为1.05 m,南龙口处滩面高程为0.05 m。

3 龙口设计标准

作为临时导、截流建筑物,龙口按4级建筑物设计。龙口保护期设计标准:采用非汛期5年一遇高潮位为设计潮位。潮型以高潮位4.5 m的非汛期大潮实测潮型代替。龙口合龙期设计标准:龙口封堵安排在非汛期,龙口合龙施工时潮位选择标准取施工时段当月小潮期5潮一遇高潮位设计。潮型以非汛期中潮(高潮位3.5 m)的实测潮型代替。粉细砂地基龙口范围内最大流速按不大于3.0 m/s控制。

4 龙口尺寸选择

本次龙口计算采用水量平衡法计算龙口保护期和合龙期的水力要素,确定保护期和合龙期堵口方案。

4.1 主要计算公式及参数

(1) 水量平衡公式

$$\left[\overline{Q}_0 \pm (\overline{Q}_s + \overline{Q}_f + \overline{Q}_p) \right] \Delta t = w_2 - w_1$$

式中:

\overline{Q}_0 —计算时段内内陆流域来水平均流量(m³/s), 0;

\overline{Q}_s —计算时段内水闸泄水平均流量(m³/s), 0;

\overline{Q}_f —计算时段内龙口溢流平均流量(m³/s);

\overline{Q}_p —计算时段内龙口堆石体渗流平均流量(m³/s);

Δt —计算时段, 600 s;

w_2 —计算时段末围区容量(m³);

w_1 —计算时段初围区容量(m³)。

(2) 流量公式

$$Q = \sigma \varepsilon m B_0 \sqrt{2g} H_0^{\frac{3}{2}}$$

式中:

Q —龙口溢流流量(m³/s);

B_0 —宽顶堰堰宽,即龙口宽度(m);

σ —淹没系数,其值取决于淹没高度与水头之比值 h_s/H_0 ;

ε —侧收缩系数;

m —流量系数;

H_0 —计入行进流速水头的堰上水深(m)。

4.2 计算潮型选择

根据龙口保护期和合龙期的不同要求,选择不同的水文条件。

为了保障龙口安全,采用高潮位较大的水文资料作为龙口保护期的计算水文条件,相当于非汛期5年一遇的潮位潮型,高潮位为4.5 m。合龙期采用高潮位较小的水文资料作为龙口合龙期的计算水文条件,相当于施工时段当月5潮一遇高潮位设计,高潮位为3.5 m。龙口保护期和合龙期潮型曲线见图2、图3。

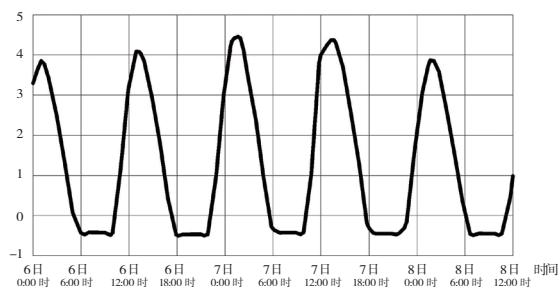


图2 龙口保护期计算潮型曲线

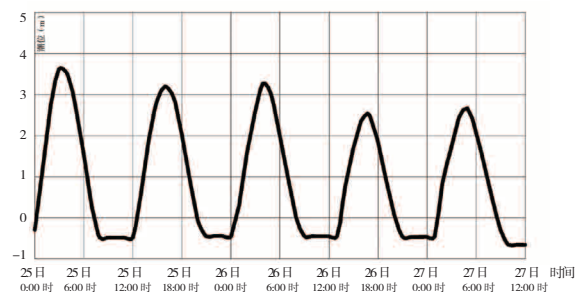


图3 龙口合龙期计算潮型曲线

4.3 计算工况

根据匡围区域的容积大小及以往的经验,初步拟定龙口保护期的初始计算宽度。根据计算结果对口门宽度进行反复调整试算,直至确定合理的口门宽度,对龙口保护期和合龙期采用不同的潮型进行计算分析。

4.4 北龙口计算结果

(1) 龙口保护期

龙口保护期初始试算宽度为 300 m, 计算结果表明龙口宽度过大, 将宽度变窄, 分别试算了 250 m、200 m、150 m、100 m、50 m。

经试算确定, 龙口保护期最小口门宽度为 100 m 时, 能满足最大流速不大于 3.0 m/s 的设计要求。

龙口口门底槛高程 1.5 m, 保护期宽度为 100 m 时, 涨潮最大流速为 2.95 m/s, 落潮最大流速为 2.38 m/s。

(2) 龙口合龙期

龙口合龙期以口门宽为横坐标, 口门底槛高程为纵坐标, 建立坐标系。根据不同口门宽和不同口门底槛高程, 计算控制水力要素流速最大值, 绘制龙口合龙期的流速最大值的等值线图, 见图 4。

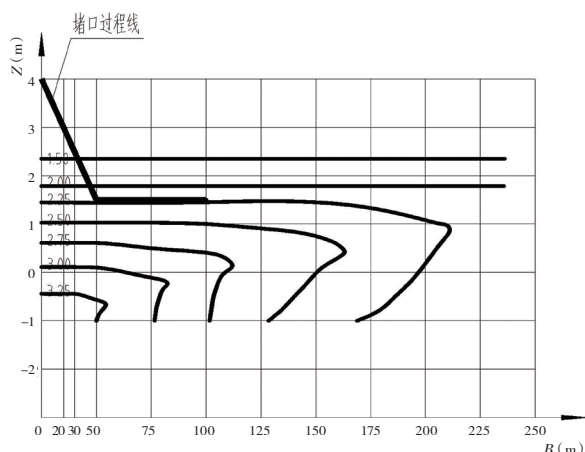


图 4 北龙口合龙期流速最大值等值线图

(单位: 流速 m/s)

从图 4 可以看出: 由于北龙口口门底槛较高, 北龙口堵口时, 不管口门如何变窄, 流速都变化不大; 不管采用什么堵口顺序, 困难都不大。

考虑到合龙段的堵口工程量在一个小潮期内能够完成, 确定合龙期龙口堵口方案为: 预先立堵到 50 m, 合龙口尺寸为 $B = 50$ m, 潜堤顶高程 z 即为龙口口门底槛高程 1.5 m。

4.5 南龙口计算结果

(1) 龙口保护期

龙口保护初期的口门宽度计算与北龙口计算方法相同, 计算结果一致。

龙口口门底槛高程 0.5 m, 保护期宽度为 100 m 时, 涨潮最大流速为 2.97 m/s, 落潮最大流速为 2.07 m/s。

(2) 龙口合龙期

龙口合龙期坐标系确定及计算与北龙口一致, 流速最大值的等值线图见图 5。

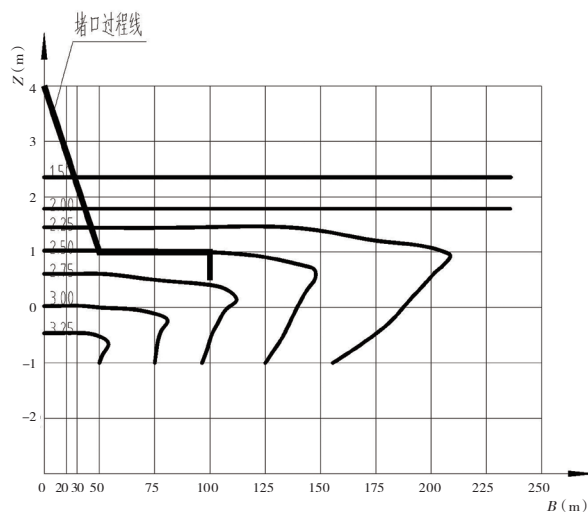


图 5 南龙口合龙期流速最大值等值线图

(单位: 流速 m/s)

从图 5 可以看出: 当堤顶高出 1.0 m 后, 不管口门如何变窄, 流速都变化不大, 以后不管采用什么堵口顺序, 困难都不大。

考虑到合龙段的堵口工程量在一个小潮期内能够完成, 确定合龙期龙口堵口方案为: 预先立堵到 50 m, 合龙口尺寸为 $B = 50$ m, 潜堤顶高程 z 为 1.0 m。

4.6 龙口宽度

①由以上计算结果得出: 北龙口保护期龙口的宽度确定为 100 m, 门底槛高程 1.5 m; 合龙期合龙口尺寸为 50 m, 潜堤顶高程为 1.5 m, 可满足龙口合龙期施工的要求。

②由以上计算结果得出: 南龙口保护期龙口的宽度确定为 100 m, 门底槛高程 0.5 m; 合龙期合龙口尺寸为 50 m, 潜堤顶高程为 1.0 m, 可满足龙口合龙期施工的要求。

5 龙口保护

龙口堤头保护: 龙口形成后, 应加强堤头保护。堤头设计坡度为 1: 4, 在堤头处铺设 230 g/m² 机织土工布 1 层, 并抛压满足计算大小的块石或袋装碎石联结串保护。

龙口护底保护: 在护底范围采用土工布软体排, 然后上面抛压满足计算大小的压重块石, 压重块石顺水流方向呈条状摆放。压重块石通过以下公式计算:

$$V_c = k \sqrt{2g \frac{\gamma_s - \gamma_0}{\gamma_0} \sqrt{D \cos a}}$$

式中:

V_c — 一块石稳定临界流速, 3.0 m/s;

k — 稳定系数, 1.0;

γ_s — 抛投体容重, 26.0 kN/m³;

γ_0 — 海水容重, 10.3 kN/m³;

D — 一块石当量直径, m;

a — 抛投体垫层倾角, (0°)。

经计算, 压重块石的当量直径为 0.3 m, 并根据堤前最大波浪底流速, 取用块石重量为 300 kg。

根据流速分布与变化情况, 护底范围外棱体侧加宽 50 m 左右, 考虑退潮水流直接作用在滩面, 故满铺 40 cm 厚袋装碎石联结串, 内棱体侧加宽 30 m 左右, 仅最里侧设 5 m 范围满铺压重块石, 厚度均取 0.4 m。护底垂直水流向防护范围超出龙口保护期口门尺寸 50 m。护底范围外允许出现局部冲刷, 但不允许影响堤底坡脚, 并应随时检查补强。保护期龙口防护平面布置见图 6。

6 合龙口封堵施工

本工程要求在汛后合龙前将龙口宽度缩窄至合龙口堵口尺寸。堵口封堵时段选择在 2 月小潮期间。堵口封堵应具备的条件为除堵口段外各堤填筑高程达到 6.0 m 以上, 6.0 m 高程以下断面按设计完成; 堵口备料、机械设备、劳力组织准备就绪。堵口断面同围堤充泥管袋外棱体断面。

堵口封堵根据预报选择高潮位较低的时间施工, 由于落潮历时长, 涨潮历时短, 故在落潮时段里水深小于等于 1 m 时开始。首先, 拆除护底及堤头的压重块石, 充填临时封堵棱体, 棱体顶高出水面后, 须超前涨潮潮位不少于 50 cm。堵口封堵时, 需有 2 倍于封堵棱体工程量的备料。封堵前, 可在龙口外预抛部分石料 (以后可作护砌材料), 人为抬高龙口外滩涂高程, 减少合龙时冲刷。

龙口合龙所需的砂料来源于布置在龙口两侧的专用龙口泥库内, 合龙吹填用砂事先吹填到泥库内, 供龙口合龙时外棱体充砂管袋取用。合龙泥库规模根据龙口合龙所需砂量的 2 倍以上储砂量来确定, 泥库尺寸为 100 m × 50 m, 计 2 个, 总计 4 个。根据龙口合龙用砂量, 本工程龙口泥库设置时考虑一侧直接利用围堤外棱体, 在内侧滩地修筑等同外棱体断面的围堰形成泥库储砂, 泥库吹泥面顶高程为 5.0 m。每个泥库在围内侧预留一个溢流口, 以排放因涨潮进入泥库及吹泥携带进来的水。溢流口顶宽 8 m, 底宽 6, 深 0.5 m, 两侧以 1:2 放坡, 溢流口及围堰外侧斜坡部位压 20 cm 厚袋装碎石保护, 并延伸至滩面位置 2 m 左右, 以防溢流口的破坏及排水对外侧滩地的冲刷。

7 结语

龙口堵口工程是整个滩涂围垦工程中最复杂、最困难的关键技术问题。长期以来围垦工程大多在高滩浅港上筑堤, 堵口难度不大, 堵口主要是依

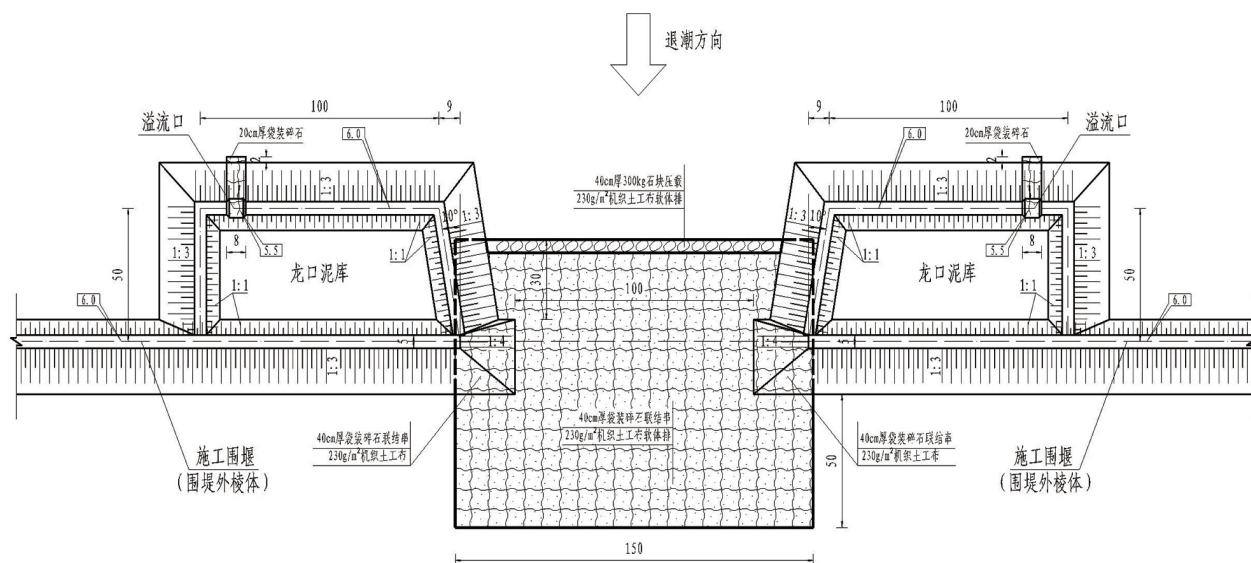


图 6 保护期龙口防护平面布置图 (单位: 高程 m, 尺寸 m)

(下转第 18 页)