

# 瓯飞一期围垦工程典型龙口合龙 施工工艺及质量控制

谢 龙

(温州市瓯飞经济开发投资有限公司,浙江 温州 325025)

**【摘 要】** 本文主要介绍了温州市瓯飞一期围垦工程施工Ⅲ标2号龙口具体合龙施工工艺,并结合工程实际施工情况,详细论述了在龙口合龙施工过程中易出现的施工难点及相应解决措施,该技术及施工难点解决方案可为类似软基工程龙口合龙施工提供借鉴。

**【关键词】** 围垦工程;龙口;合龙;施工工艺;难点

中图分类号: TV554

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2018)01-058-05

## Typical dike closure construction technology and quality control of Oufei Stage I Reclamation Project

XIE Long

(Wenzhou Oufei Economic Development Investment Co., Ltd., Wenzhou 325025, China)

**Abstract:** Wenzhou Oufei Stage I Reclamation Project construction III bid No. 2 dike started to close and occupy since October 8, 2016. It was closed smoothly on December 23, 2016. It was closed one year in advance. In the paper, concrete closure construction process of Wenzhou Oufei Stage I Reclamation Project construction III bid No. 2 dike is mainly introduced. Actual construction condition in the project is combined for describing the construction difficulties and corresponding solutions in dike closure construction process in detail. This technology and the construction difficulties' solution can provide reference for dike closure construction in similar soft foundation projects.

**Key words:** reclamation project; dike; closure; construction technology; difficulties

### 1 龙口位置

瓯飞一期围垦工程施工Ⅲ标段合同主体工程内容包括主堤4900m(K11+800~K16+700)、1号隔堤2379m(K0+000~K2+379)和2号龙口(K14+000~K14+900),主要施工工序有50kN/m土工布铺设、碎石垫层抛填、塑料排水板插设、120kN/m土工布铺设、

160kN/m土工布(200PP土工格栅)铺设、抛石、闭气土方、大块石理砌、石渣垫层、道路工程及必要的临时工程等。

该标段龙口位置桩号K14+000~K14+900,龙口宽度900m(龙口段两侧各有50m渐变段),度汛底槛高程 $\nabla -1.00\text{m}^{[1]}$ ,总平面布置图如图1所示。

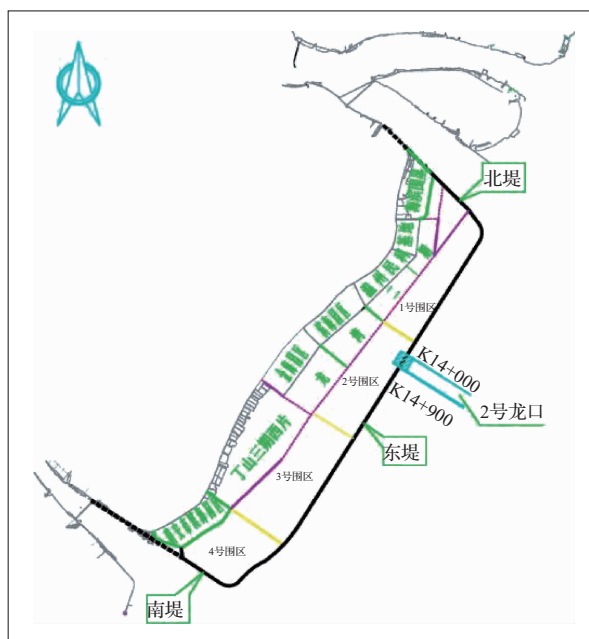


图1 东堤2号龙口平面图

## 2 龙口、堵口设计标准

龙口度汛标准采用汛期20年一遇高潮位4.79m及其典型潮型;堵口合龙标准采用非汛期10年一遇高潮位4.02m及其典型潮型。

工程龙口型式设计采用“宽浅式”龙口,底槛高程 $\nabla -1.00\text{m}$ ,按有关数据分析,在20年一遇度汛潮型下,2号龙口宽度900m,最大流速为4.38m/s。

该标段2号龙口所在的2号围区面积为0.20万公顷<sup>[2]</sup>。

## 3 龙口防护

龙口形成后,在堵口开始前是水流进出的通道,此时水流集中,形成一股楔形水流,不仅在涨、落潮过程中均出现较大的落差和流速,而且在口门两侧还出现立轴漩涡。龙口防护应重点考虑护底及两侧堤头。

2号龙口两侧用连阶段过渡,内外侧用碎石包作为软体排,龙口段主堤底宽133m,内侧软体排宽23.14m,外海侧软体排宽21m,龙口段子堤宽36.9m,抛石到 $\nabla -1.80\text{m}$ ,龙口主堤用80cm厚大块石(大于500kg)护底到 $\nabla -1.00\text{m}$ ,龙口子堤用60cm厚大块石

(大于200kg)护底到 $\nabla -1.00\text{m}$ ,确保龙口段底部安全不被冲刷。堤头防护在龙口形成后,堵口前,对龙口两侧堤头给以保护,防止龙口处进出水流对堤头进行破坏。龙口段防护处理平面如图2所示。

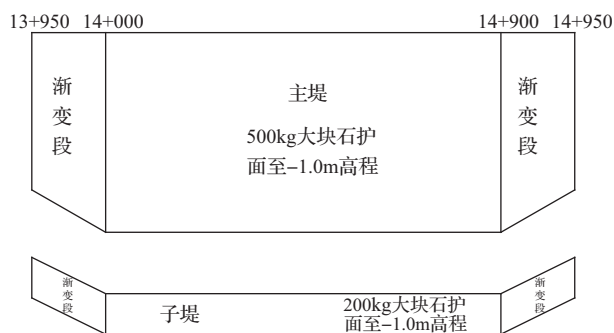


图2 龙口段防护处理平面图

工程开工至龙口合龙前(2016年10月8日前):

a. 1号隔堤抛石已抛填至高程 $\nabla 6.20\text{m}$ 左右,闭气土方也已基本达到设计要求,0+000~2+379m $\nabla 0.00\sim 0.50\text{m}$ 平台和1:3护坡大块石理砌已基本完成。

b. 东堤—主堤(除龙口K14+000~K14+900外)抛石已加载至高程 $\nabla 6.50\text{m}$ 左右;东堤—子堤(除龙口K14+000~K14+900外)抛石已加载至高程 $\nabla 2.50\text{m}$ 。

c. 2号龙口护底按照设计要求完成(桩号K13+950~K14+950),并已度过两个台汛期;东堤闭气土方施工(桩号K11+800~K12+934.6, K13+197.4~K13+950填筑到 $\nabla 2.00\sim 5.50\text{m}$ , K14+950~K16+700施工单位组织挖泥船舶、桁架等多套设备,在规定的取土范围内进行土方取土加载,该段土方达到 $\nabla 4.00\text{m}$ 左右);东堤1号施工平台按照设计图纸已完成。

## 4 龙口合龙施工工艺

堵口方法有平堵、立堵和混合堵三种方法,平堵一般采用抛石船水上施工,施工工作面大,对流速影响小,但一般不宜集中供料,费用较高;立堵一般采用路上抛石施工,随着口门的缩窄,流速急剧增大,临时堤头形成较大的沿堤流、绕堤流,立堵便于集中供料,费

用较低<sup>[3]</sup>。

结合该工程的特点,工程采用混合堵的方法。充分利用平堵和立堵各自的优点而避开其缺点,在堵口合龙时,既能获得较好的龙口水力条件和地基稳定条件,又能充分发挥陆上施工力量,利用陆抛提高效率,

加快进度,降低成本。

堵口方式:龙口的堵口合龙采用临时截流堤,截流堤的断面结构尺寸为堤顶宽 8.0m,顶高程▽ 4.50m,内外侧边坡坡比分别为 1:1.2、1:1.5,具体断面结构如图 3 所示。

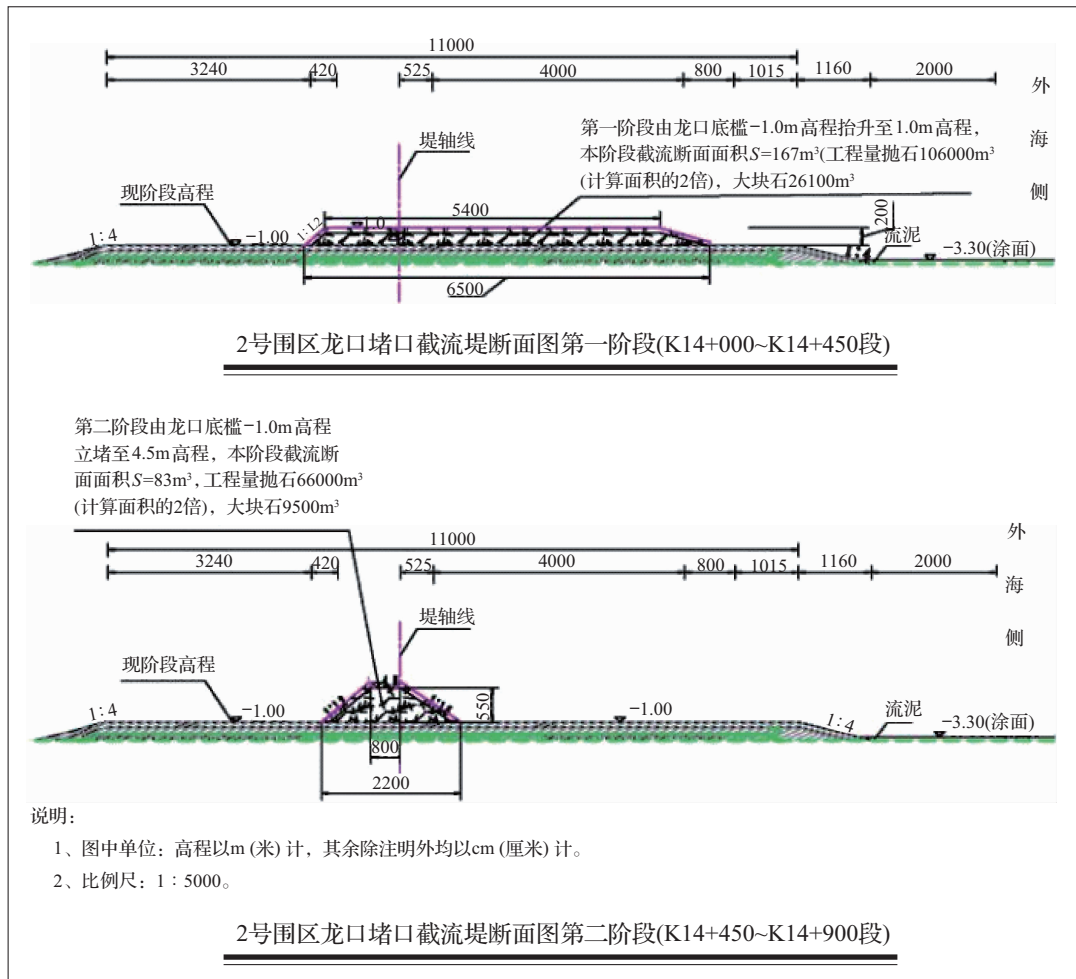


图3 2号围区龙口堵口截流堤断面

第一阶段:从龙口北面 K14 + 000 开始采用立堵法,根据设计图纸先将桩号 K14 + 000 ~ K14 + 450 段的全断面立堵到▽ 1.00m 高程,抛石工程量为  $53000 \times 1.5\text{m}^3$  (考虑抛石沉降系数 1.5,下同),大块石工程量为  $26100\text{m}^3$ 。

第二阶段:从龙口南面 K14 + 900 开始采用立堵法对龙口进行束窄,采用小断面截流堤将桩号 K14 + 950 ~ K14 + 450 段从▽ - 1.00m 立堵到▽ 4.50m 高程,抛石

工程量为  $33000 \times 1.5\text{m}^3$ ,大块石工程量为  $9500\text{m}^3$ 。

第三阶段:主堤 14 + 000 ~ 14 + 550 段,在第一阶段抬升至▽ 1.00m 高程基础上进行立堵加高。直至龙口合龙完成(两侧必须用大块石防护),在 2016 年 12 月 1—23 日期间完成,在此期间,主堤 K14 + 450 ~ K14 + 900m 段进行加宽抛填,闭气土方根据抛石填筑进度,适时安排复合土工布铺设及闭气土方回填(从 K14 + 000 开始回填)。抛石工程量分别为  $16500 \times 1.5\text{m}^3$ 、

36600 × 1.5 m<sup>3</sup>, 大块石工程量分别为 6400 m<sup>3</sup>、19400 m<sup>3</sup>。

龙口北侧桩号 K14 + 000 ~ K14 + 550 的抛石填筑至 5.50 m 高程左右, 外海侧用大块石防护、闭气土方跟进, 最终龙口封堵桩号在 14 + 100 ~ 14 + 200 处 (100 m), 充分考虑水流冲刷对龙口封合龙处的影响, 对该段 100 m 及南北两侧抛填足量的特大块石, 确保龙口合龙顺利完成。

以上三个阶段均在小潮期间施工, 在截流堤施工过程中用大块石进行防护, 防止水流冲刷, 确保龙口顺利合龙。

第四阶段: 外海镇压层保护, 截流堤加宽、加高后, 需对外海侧镇压层进行大块石填筑和护面, 进一步按设计断面加宽, 同时进行子堤的加高及闭气土方的填筑工作, 以确保海堤的整体稳定性。

堵口以后, 在满足原位观测要求前提下, 尽快将龙口截流断面加高、加宽, 在下个台汛期 (2017 年 7 月 15

日) 前全线海堤 (包括龙口、非龙口海堤及内堤) 达到安全度汛要求。

## 5 施工控制性节点工作

a. 2015 年 5 月 1 日至 6 月 1 日, 完成龙口护底施工。

b. 2016 年 10 月 8 日至 11 月 9 日完成第一阶段工作。

c. 2016 年 11 月 10—30 日完成第二阶段工作。

d. 2016 年 12 月 1—22 日完成第三阶段工作。

e. 2016 年 12 月 23 日龙口合龙。

## 6 施工难点

a. 打破常规、带堰堵口。

瓯飞 2 号龙口施工现状与常规的堵口合龙八个条件对照情况, 见表 1。

表 1 施工现状与堵口合龙对比

序号	常规堵口条件	2 号龙口施工现状	分析
1	堵口截流时机通常选择非汛期的月内小潮期间, 即农历初四至初十、农历十九至廿五	2016 年 12 月 23 日合龙	√
2	工程所在海域的潮汐、气象条件已满足堵口施工条件	堵口选择的潮汐、气象满足要求	√
3	水闸已建成, 并具有正常启闭排水挡潮能力	东 1 号闸计划 2017 年 4 月 15 日通水	先合龙、再通水, 专家论证
4	非堵口段海堤已达到堵口高程要求: 海堤抛石顶高程达 5.00 m 以上, 土方闭气断面达 4.00 m 高程以上	海堤抛石已达 ∇ 6.00 m 以上满足要求, 闭气土方 ∇ 4.00 m 以上, 达到要求	√
5	堵口段石方备料满足要求 (石方备料达到计算截流方量的 1.5 ~ 2.0 倍), 施工机械、劳动力组织准备就绪, 堵口程序和方法已做研究与技术交底	料场供料强度达 3 万 m <sup>3</sup> /d, 满足要求, 现有船舶 18 艘, 堵口方法已做研究交底	√
6	实施堵口的人员、机械、设备、物资等已到位, 并能满足施工强度要求, 堵口的各种应急措施已落实	堵口人员、设备、物资满足施工强度要求, 应急措施已落实	√
7	堵口后的后续工程进度能确保下个汛期前基本达到设计和安全度汛的要求	堵口后最少留足三个月的时间, 对龙口加固加高, 加快龙口段土方填筑, 做好龙口段防护安全度汛	√
8	堵口申请报告已获滩涂围垦行政主管部门批准	经专家论证后向行政主管部门报批	√

综上所述, 八大堵口条件中, 2 号龙口合龙的焦点在于第三点条件, 即能否打破常规, 实施先堵口、再通水, 带堰堵口。

2016 年 11 月 25 日, 温州市瓯飞一期围垦工程 (北

区) 龙口堵口设计方案专家论证会召开。各位专家论证并通过 2 号龙口堵口设计方案。由于篇幅所限, 在此不做赘述。

由于堵口是打破常规进行加荷, 要密切注意坝体

的稳定,加强坝体的沉降和位移观测,检查坝体有无出现裂缝等异常情况,若发现问题及时上报,以便及时协调处理措施。

**b. 截流过程中退潮有冲沟存在。**

在截流立堵过程中,当潮水(特别是大潮水)退潮后,主坝抛填工作面会形成各种明显的冲沟,需要在施工现场做好监督及值班工作,如果发现冲沟痕迹明显加深等情况,则需要及时对该区域周围加强块石防护,避免对工程稳定性造成影响。

**c. 龙口进占过程中,堤头遭遇高潮位冲刷。**

水流在涨、落潮过程中均出现较大的落差和流速,口门两侧还出现立轴漩涡。应将龙口做成流线型,并用大块石进行保护。

**d. 施工规模大,安全隐患因素多。**

由于堵口期间是连续作战,施工强度高,连续时间长,施工机械投入多,出现的不安全因素将增多,且受水文气象、潮汐等因素影响很大。所以要加大安全管理力度,在人力、物力和设备上加强监管,保证堵口合龙的安全。在龙口施工前,做好质量、安全技术交底工作,编制堵口应急预案,使全体施工人员都清楚施工内容、方法和要点。

**e. 施工强度大,石料需求量巨大。**

龙口占线较长,合龙石料工程量需求量很大。必须保证龙口堵口期间石料供应,不允许因石料短缺原因影响龙口合龙施工。大块石备料必须充足,且块石单重不小于 800kg。龙口堵口临时截流堤石方 48038m<sup>3</sup>,且按大于 1.5 倍工程量备料,最终堵口合龙备石方 72057m<sup>3</sup> 以上,按 7 天计算,日抛填石方强度 6862m<sup>3</sup>。

## 7 龙口沉降观测

堵口过程中,应密切注意内外水位差、单宽流量、流速等变化情况,做好对堵口段和非堵口段的观测和监测工作。堵口后由于水位差加大会产生各类渗透孔洞和堤坝稳定问题,施工期间必须加强监测,有问题及时采取措施加以控制。通过观察典型断面 K14 + 100 桩号沉降观测数据(表 2),推断沉降基本稳定。

表 2 K14 + 100 沉降统计结果

日期	天数	沉降量/ mm	沉降速率/ mm	累计沉降/ mm
2016-11-01	0	0	0.0	0
2016-11-02	1	57	57.0	57
2016-11-03	2	59	59.0	116
2016-11-10	9	151	21.6	267
2016-11-15	14	63	12.6	330
2016-11-24	23	115	12.8	445
2016-12-02	31	80	10.0	525
2016-12-10	39	47	5.9	572
2016-12-17	46	54	7.7	626
2016-12-18	47	42	42.0	668
2016-12-19	48	24	24.0	692
2016-12-20	49	21	21.0	713
2016-12-21	50	21	21.0	734
2016-12-24	53	46	15.3	780
2016-12-25	54	15	15.0	795
2016-12-28	57	47	15.7	842
2017-01-02	62	77	15.4	919
2017-01-07	67	35	7.0	954

## 8 结 语

众所周知,龙口是围垦工程的灵魂所在,是决定工程成败的关键部位。堵口合龙的成败对工程的进度、投资和质量均有很大影响。瓯飞一期围垦工程(北片)2号龙口能够顺利实现合拢,提前一年完成堵口任务得益于各参建单位的共同努力。“九尺之台,起于垒土”,做好龙口合龙工作是围垦工作的重中之重。龙口合龙工作涉及诸多方面,错综复杂,本文只是结合自身工作中遇到的问题,提炼总结出了相关经验,做了简要分析。在具体管理实践中仍要与工程实际相结合,并注意细节性的管理措施。◆

### 参考文献

- [1] 吴蕾,王灵敏,卢晓燕,等. 浙江省温州市瓯飞一期围垦工程初步设计报告[R]. 杭州:浙江省水利水电勘测设计院, 2012.
- [2] 刘云,林登荣,王斌,等. 瓯飞一期围垦工程龙口二维数值模拟研究[J]. 浙江水利科技, 2016(1):60.
- [3] 肖焕雄,任春秀,孙志禹,等. 中国江河截流的科技进展[J]. 水利水电科技进展, 2006, 26(6):81-84.
- [4] 周子成,杨信根. 南通沿海围堤龙口合拢施工要点[J]. 水利建设与管理, 2010(4):32.