

航道段,龙口宽度综合考虑通航及防洪要求,最终确定为 800 m,桩号范围为 W1 + 640 ~ W2 + 440。

龙口段天然泥面高程差异不大,一般在 $-2.3 \sim -2.8$ m,平均 -2.4 m,地基条件属软基。龙口合拢前为航运及防洪通道,水深相对较深,龙口合拢工程量偏大,龙口合拢施工难度较大。

2.2 龙口构筑

龙口形成后,在合拢开始前是水流进出的通道,水流集中,形成一股楔形水流,不仅在涨、落潮过程中出现较大的落差和流速,而且在口门两侧还出现立轴漩涡,因此龙口构筑及防护重点是护底及两侧堤头。

龙口段护底先进行堤基清理,随后进行护底铺排施工,表面采用大块石护底,石料石质新鲜坚硬、无风化、不含泥,石料采用挖掘机进行整平。

堤头的防护首先放缓坡,以改善口门水流态势,其次对堤头一定范围内的堤坡进行保护,也就是裹头,裹头的构造与护底类似。

2.3 龙口运行及保护措施

因航道疏浚施工进度滞后,2 万吨级航道迟迟不能开通,龙口构筑好后,致龙口合拢时间大大延长。所以在这期间,对龙口的保护相当重要,安排专人负责,常态观测龙口冲刷情况,每天落潮时检查龙口及滩地变化、土工布之间的搭接及压载情况,定期测量高程变化情况,准备应急材料堆放在龙口两侧,并做好龙口保护的应急处理方案,确保合拢前龙口构筑完好。

3 龙口封堵施工方案和技术

3.1 合拢方案

根据《江苏国华陈家港电厂一期工程航道工程施工图阶段潮流数模研究报告》,当龙口口门宽度收缩至 400 m 以内时,涨、落潮的流速均表现出强烈的增大趋势,加上为汛期封堵,龙口上游灌河 4 条支流时常会开闸泄洪,加大了封堵难度。若采用导堤非龙口段的抛石施工工艺,抛石船定位困难,定位、抛卸及移位时间长,施工效率较低,很难达到龙口合拢时所需的施工强度要求。经研究论证,采用了龙口合拢施工分阶段实施方案。

第一阶段:缩窄龙口。采用导堤非龙口段施工工艺,抛石船直接定位,船上自带挖机抛投的施工方法将龙口缩窄至 400 m。施工时从龙口两端向中间双向立堵进占,施工桩号为 W1 + 640 ~ W1 + 880 及 W2 + 280 ~ W2 + 440,全长 400 m。

第二阶段:形成潜堤及合拢龙口。剩下 400 m 龙口(W2 + 040 ~ W1 + 640)采取高度分层合拢施工,第

1 层采用定位船定位,开底驳水上抛填的施工工艺抛填至高程 1.5 m 堤心石形成潜堤,该潜堤低潮时露出水面,使全断面流出变为堰口流出;第 2 层采用船上自带挖机抛投工艺抛填至设计高程,龙口合拢。

第 1 层合拢时水深相对较深,涨落潮时龙口水流流速较大,对护底冲刷力也大,是合拢的关键。第 2 层合拢时,利用已形成的潜堤作为块石运输船的依靠,为后期块石运输船定位创造了有利条件,同时潜堤的形成降低了后期龙口封堵的施工强度,有利于龙口的顺利封堵。

3.2 合拢时间

龙口合拢时间的选择非常重要,不仅关系到合拢难度的大小,也影响整个工程的施工部署。选择合拢时间时须对合拢期的水文气象、龙口的变化情况及施工条件等慎重分析。一般选在非汛期小潮汛初潮期开始进行龙口合拢。确定龙口合拢的时间原则为:① 天文月份最低潮;② 潮差最小;③ 风力最小;④ 工程施工进度。

根据上述原则,龙口合拢时间安排在非汛期的 2012 年 2 月。但因航道疏浚施工进度严重滞后,致使 2 万吨级航道到 2012 年 5 月才开通。导致龙口合拢必须在汛期 6 ~ 7 月进行。

高度分层合拢施工第 1 层潜堤合拢时水深相对较深,涨、落潮时龙口水流流速较大,对护底的冲刷力也大,其口门宽度最后的 100 m 块石抛填是合拢的关键,应将其安排在潮差最小的小潮汛初潮期。根据预报潮位,从 2012 年 7 月 7 日转小潮汛,8 ~ 13 日潮位逐渐走低,对龙口合拢施工有利,所以选择将第 1 层潜堤施工关键期安排在此段时间。

3.3 抛石料径

影响龙口施工的关键因素是龙口的最大流速,该值的大小决定了施工方案和封堵块石粒径的选择。西水道封堵 2 种计算组合下龙口流速如表 1 所示。

表 1 各组合下龙口流速

计算组合	龙口 宽度/m	大潮/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)		小潮/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	
		涨急	落急	涨急	落急
组合一(立堵)	100	3.86	4.11	3.41	3.91
	200	3.54	3.69	3.28	3.54
	300	3.30	3.25	3.07	3.13
组合二(先进占,再平堵)	100	4.02	3.90	3.60	3.75
	200	3.95	3.80	3.49	3.67
	300	3.78	3.67	3.28	3.54

采用立堵施工方案,龙口在宽 100,200,300 m 时落潮时水流速分别为 4.11,3.69,3.25 m/s,涨潮时流速略小。

根据计算,口门宽度缩窄为 300 m 时,抛填块石需采用 150 kg 以上的块石,以抵抗较大水流流速的冲刷,降低抛投料损失。施工时根据实际流速及现场施工情况及时调整,并备用一定数量的尼龙网兜装块石,以备急需。

3.4 关键施工环节

龙口封堵方案的关键施工环节是第二阶段剩下的 400 m 龙口封堵施工。

3.4.1 第 1 层高程 1.5 m 潜堤施工

(1) 主要施工工艺。① 采用 2 000 t 方驳作为定位船,定位偏离堤轴线 6 m(半个开底驳船宽),前后用八字锚固定。定位时由测量人员用 GPS 根据施工坐标给定位驳定位,船边中点 A 作为定位点,临近船头设置一个点 B 作为定面点。抛填过程中勤对标、勤测水深,控制抛石不超过规定范围。② 先用 1 500 m³ 抛石运输船将块石运抵灌河口,然后将块石过驳至小型开底驳船(200 m³)。③ 开底驳船于涨平潮和低平潮时靠泊于定位船外弦,“骑”到堤轴线上方进行抛卸。开底驳在同一断面上分低、高潮 2~3 次进行抛卸,以达到高程 1.5 m 为标准,在封堵堤轴线上形成一道顶宽 2 m、高程为 1.5 m 的潜堤。潜堤采用自然边坡。④ 通过长时期观测龙口处流速变化特点,发现龙口临外海侧底流流速较大,而靠岸侧底流流速相对偏低,施工时采取从 W2+040 开始向 W1+640 逐步推进,以保证在龙口逐步缩窄时水流条件相对较好。

(2) 主要施工工艺特点。① 2 000 t 定位船前后用八字锚固定,相较于块石运输船锚缆更长,移位时采用卷扬机,能抵抗较大水流流速,定位及移位相对容易。② 开底驳在平潮时定位抛卸块石,克服了潮汐水流速带来的不利因素,相较于块石运输船自带挖机抛卸,施工效率更高。

潜堤施工方案平面布置如图 2 所示。

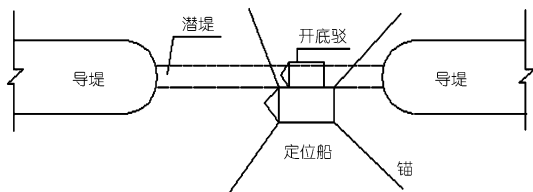


图 2 潜堤平面布置示意

3.4.2 导堤第 2 层堤心石的抛填

(1) 导堤第 2 层堤心石的抛填施工采用锚艇配合块石运输船自主定位、船上自带挖掘机抛投块石的施工工艺。

(2) 抛石主要采用 2 000~3 000 吨级仓驳或平板

驳,并配以反铲挖掘机。石料从连云港运至施工现场定位抛填,驳船平行于堤轴线布设,施工采用流水作业,断面采用一次性成型,一次抛至设计标高。断面初成后采用反铲挖掘机上导堤修整边坡或平板驳带挖掘机补抛、修整边坡。

(3) 施工时,测量人员用 GPS 根据施工坐标给抛石船定位,锚艇辅助抛锚,绞锚机启动,精确定位。船边中点 A 作为定位点,临近船头设置一个点 B 作为定面点。抛填过程中勤对标、勤测水深,控制抛石不超过规定范围。水深测量采用测深仪辅助人工测深。

(4) 2 艘抛石船从龙口两端双向立堵进占,定位时,抛石船船头及船尾分别靠泊于已形成的导堤及潜堤,有导堤及潜堤的屏蔽保护,抛石船定位相对容易很多,船舶能抵抗较大的风浪及水流流速,施工功效大大提高。

3.5 封堵实施

龙口封堵于 2012 年 6 月 6 日开工,7 月 19 日完工,总工期 45 d。

第一阶段抛石总量 2.3 万 m³,工期 19 d。平均每天抛石 1 210 m³,日进占堤线 21 m。

第二阶段为高度分层合拢施工,第一层开底驳潜堤施工抛石总量 1.2 万 m³。自 6 月 26 日开始至 7 月 13 日结束,工期 18 d。其中 7 月 5 日、7 月 6 日、7 月 8 日因连降暴雨,上游开闸放水导致水量过大、水流太急而被迫停工。潜堤施工共配备了 4 艘 200 m³ 开底驳,每天在低平潮时进行 2 次抛卸,日抛石量 1 600 m³,日平均进占堤线 27 m。潜堤最后的 100 m 块石抛填安排在潮差最小的小潮汛初潮期施工完成,降低了施工的风险。

第 2 层抛石总量 1.1 万 m³,自 7 月 9 日开始至 7 月 19 日结束,工期 10 d。平均每天抛石 1 100 m³,日进占堤线 40 m。

3.6 堵口主要技术措施

3.6.1 块石备料

堵口所需块石从连云港石场由水路运抵施工现场,水上运输时间为 1 d 左右,因施工区海上风浪频繁,块石运输船常无法按期抵达施工现场。为保证封堵顺利进行,必须进行块石备料。根据施工强度,考虑在灌河口备用 5 船 1 500 m³ 块石,基本能满足 3~4 d 开底驳块石抛填需求。同时备用一定数量的尼龙网兜装块石以备抢险急需。

为控制好堤心石抛填质量,严格控制了石料质量,确保进场石料坚硬无风化,为防止形成潜堤后外表块石被水流冲走,需适当增加块石粒径,装船时严禁装载

单一粒径的小块石。龙口口门宽度缩窄为 300 m 以内时,抛填块石重量需保证在 150 kg 以上。

3.6.2 水流流速监测

堵口施工时必须加强水流监测,沿潜堤外侧纵向、潜堤端头及未抛石段每隔一定距离设置一个观测点,测量涨落潮时堤头及堤上水流流速,以指导潜堤的抛填。加强潜水员对潜堤头部抛石的探摸,根据实际情况及时采取相应措施。同时做好堤身沉降观测和记录,为成型后预留沉降量提供参考。

抛填施工时纵向呈斜坡状或阶梯状抛填,以降低堤头的绕堤水流流速,减少水流对堤身的冲刷。

3.6.3 备用 1 艘大功率拖轮

龙口封堵施工现场考虑备用一艘大功率拖轮,辅助定位船及抛石船迅速定位,提高施工效率和安全性。

4 结语

(1) 龙口封堵采用分阶段及高度分层合拢的施工

新工艺,控制了安全风险,加快了施工进度,降低了施工成本,潜堤在 7 月 13 日(小潮汛)期间顺利合拢,龙口整体施工于 7 月 19 日完工。

(2) 定位船定位,开底驳船水上抛填形成并合拢潜堤,随后依托潜堤采用自带挖掘机抛石船抛投形成设计断面并合拢的施工工艺为类似工程封堵合拢提供了经验。

(3) 工程被迫在汛期实施龙口封堵,在受潮汐和洪水共同影响的河流中进行导堤堵口,更需要合理选择封堵时机。将封堵施工关键期安排在潮差最小的小潮汛初潮期,降低了施工难度。施工准备工作也非常重要,施工设备和施工材料必须落实到位、并配备充足,以确保封堵顺利完成。

(4) 龙口防护十分重要,应给予高度重视。切忌为节省投资初期不构筑龙口护底,一旦龙口滩地刷深后再去构筑龙口护底,将使封堵工程变得十分困难。

(编辑:赵凤超)

Closure construction technology of jetty gap in navigation project of Guohua Chenjiagang power plant

DENG Yongtai, HU Xiaohong, SHI Keping, GUO Liang

(Hubei Changjiang Dredging Engineering Co., Ltd., Wuhan 430019, China)

Abstract: The staged and stratified closure construction was adopted in closing of west jetty gap in navigation project of Guohua Chenjiagang power plant in Jiangsu Province. The stratified construction of remaining closure gap was adopted after narrowing the gap at first stage; positioning vessels were adopted to positioning at first stratum, the submerged dike was formed by using hopper barge to riprap. Moreover, the self-bring excavator on ship was adopted to riprap, so as to achieve the designed elevation at the second stratum, and then the gap was closed. The construction scheme, the closure time, the key construction link, the main technical measures as well as the preparation of material and construction equipment are introduced.

Key words: jetty; riprap; closure gap; closure; Jiangsu Province

· 简讯 ·

“江湖关系内涵与表征”(973 计划项目)专题研讨会在武汉召开

2012 年 9 月 23~24 日,“江湖关系内涵与表征”(973 计划项目)专题研讨会在武汉召开。来自中科院南京地理所、长江水利委员会水文局、南京水科院、中国环科院、河海大学等单位的 20 余名科学家围绕长江中游水安全和湖泊生态系统健康,就“江湖关系内涵与表征”展开讨论和交流。

2011 年,中国科学院南京地理与湖泊研究所联合长江委水文局等单位成功申报国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目——“长江中游通江湖泊江湖关系演变及环境生态效应与调控(2012CB417000)”。中国科学院南京地理与湖泊研究所杨桂山教授出任项目首席科学家。水文局为课题《长江中游通江湖

泊江湖关系演变过程与机制》(2012CB417001)的牵头负责单位。2011 年 8 月,该项目的课题任务书讨论会在南京召开。

研讨会由长江水利委员会水文局张欧阳博士作主题报告《长江中下游江湖关系指标体系研究》。之后,会议围绕长江中下游水沙过程及江湖关系、江湖关系与鄱阳湖水文情势变化、江湖关系与洞庭湖鄱阳湖水环境、江湖关系与湖泊水域湿地生态和鸟类栖息地、长江中下游湖泊健康及江湖关系表征、长江中下游典型年选取研究等问题,进行了专题交流与讨论。

(长江)