

埃及塞德东港二期集装箱码头 边坡施工控制工艺

任 慧¹, 白胜强²

(1. 中国港湾工程有限责任公司, 北京 100027; 2. 中交四航局第一工程有限公司, 广东 广州 510310)

摘要: 以苏伊士运河集装箱码头二期水工项目为例, 针对斗容 56 m³ 液压抓斗挖泥船在港池、边坡施工中所采取的技术措施, 提出大斗容液压抓斗边坡施工的改进技术方案。结果表明: 新施工工艺对于边坡施工具有易于控制、易于操作的优势, 施工中应用新工艺及措施出色地完成了南护岸边坡的施工, 超深、超宽得到有效控制, 为护岸结构后续护面、倒滤层施工提供了有利条件, 节省了施工成本。

关键词: 苏伊士运河; 液压; 大容量抓斗; 护坡

中图分类号: U 656.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)02-0167-04

Control technique of revetment construction in phase II container terminal of port Said east

REN Hui¹, BAI Sheng-qiang²

(1. China Harbor Engineering Co., Ltd., Beijing 100027, China;

2. The First Engineering Company of CCCC Fourth Harbor Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510310, China)

Abstract: Taking the Suez Canal container terminal phase II marine works for example, and aiming at the technical measures adopted by the 56 m³ grab dredger in the construction of the basin and revetment, we put forward the new improved method of large capacity hydraulic grabs in the revetment. The results indicate that the new method has an advantage over the traditional ones in the control and operation of dredging. So it is awarded for its excellent jobs and effective control of the over-depth and over-width of the slop. It also benefits for the contracture of the armor layer and mixing filter layer, and thus reduces the construction cost.

Keywords: the Suez Canal; hydraulic; large capacity grab; revetment slope

疏浚施工中, 边坡的施工工艺相对复杂。根据土质特性和水动力条件, 选取适宜的疏浚设备, 制定合理的施工方法, 并加强施工过程中的动态监测, 是确保边坡开挖质量的关键^[1]。施工工艺大体可分为直接开挖法和阶梯开挖法两种, 相关规范^[2]及文献^[3-6]对此进行了概述, 然而, 在实际施工中如何借鉴使用并不甚清晰。

本文以埃及苏伊士运河塞德港集装箱码头——南护岸边坡施工为例, 通过施工论证, 在台阶式开挖方案的基础上, 提出分层分条提斗法的施工

方案, 引出施工期间抓斗理坡技术; 从施工断面与设计断面吻合程度、断面质量控制等角度, 分析该工艺的合理性及适用性, 对于提高重型抓斗挖泥船不易于控制超深、超宽的缺陷有一定的参考作用。

1 项目概况

塞德港集装箱码头北临地中海, 位于苏伊士运河北端东支航道上, 二期水工项目疏浚分项共 4 个泊位, 全长 1 200 m, 宽 138 m, 设计深度 17.5 m,

收稿日期: 2015-07-22

作者简介: 任慧 (1981—), 男, 工程师, 从事海外水工疏浚项目施工管理工作。

能停靠4艘新一代超级巴拿马型集装箱船，初步估算土方量 $167 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，浚后核算土方量 $158 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，所有土方均外抛至25 km 外的外海抛泥区。

疏浚主体分为港池与南护岸2大部分，其中南护岸区域包括抛石区、非抛石区及过渡区3部分，项目后期受到埃及动乱影响，为了尽早结束该项目以规避政局动荡潜在的风险，南护岸区域提前施工（图1）。

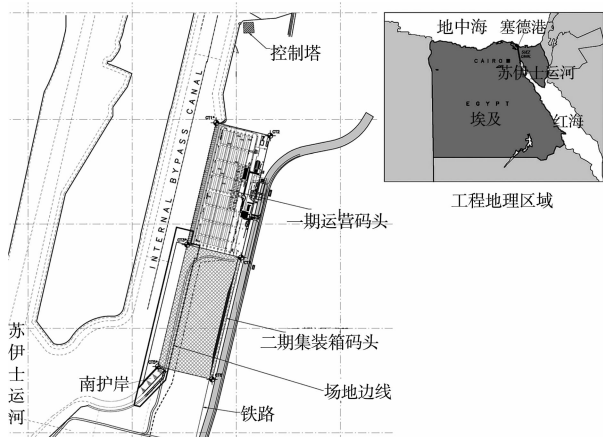


图1 塞得港工程施工区域

1.1 自然条件

工程所在地属热带沙漠气候，一年分为4个季节，春秋季节短，冬天平均最低气温 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ，夏天平均最高气温 $38 \text{ }^\circ\text{C}$ ，降雨量少，年降雨量 73 mm ；平均高潮位 0.75 m （海图基准面），平均中潮高 0.45 m ，平均低潮位 0.05 m ，涨潮流作用强于落潮流作用；风浪较小，波况良好。

苏伊士运河连通地中海与红海，受地中海与红海海平面及地中海潮汐作用影响，工程区域内水流流速较大。施工期间悬移质运移活跃，施工后又有大型集装箱船靠离泊频繁等因素影响，河床易产生明显冲淤变化，而南护岸区域位于东港调头圆区域转角处，远离主流，容易回淤。

1.2 船舶特性

定位桩式液压抓斗挖泥船是一种比较先进的疏浚设备，在有障碍物和垃圾的地段，其施工优越性更加明显。定位桩式液压抓斗挖泥船是在抓斗挖泥船的基础上弃用锚缆定位、在船尾部和中

部安装2根定位桩、施工时依靠定位桩的起降实施定位和移动的一种挖泥船。“小鹰号”抓斗挖泥船是目前世界上最大的定位桩式液压抓斗挖泥船之一（图2），船舶特性如下：挖泥船总吨位 $2\,929 \text{ t}$ ，总长 67.2 m ，型宽 26 m ，型深 5 m ，吃水 2.75 m ；主动力设备为2部 YANMAR 柴油发电机，额定功率 $2\,058 \text{ kW}$ ；主吊机 500 t ，配置2个抓斗——1个 130 t 挖岩重斗，1个 120 t 真砂轻斗。重斗开斗齿间距 9.35 m ，轻斗开斗齿间距 9.6 m ，斗宽外廓 3.8 m ，内廓 3.1 m ，输入功率 880 kW ，吊臂工作倾角 $57^\circ \sim 79^\circ$ ，旋回半径 $18.1 \sim 24.2 \text{ m}$ ，设计挖深 40 m 。



图2 “小鹰号” 56 m^3 液压抓斗挖泥船

2 南护岸施工工艺

南护岸区域施工面临困难大，“小鹰号”液压抓斗挖泥船受限于船舶吃水、施工区域杂物较多等因素，导致部分区域无法开挖。南护岸区域施工特征为：坡顶高程 -3.34 m ，坡底高程 -19.84 m ，长 $100 \sim 120 \text{ m}$ ，坡度 $1:4$ ；非抛石区坡顶高程 -2 m ，坡底高程 -17.5 m ，护坡坡度 $1:4$ ；基槽底宽 6 m ，长 100 m ，底高程 -19.84 m ，与抛石区衔接（图3）。

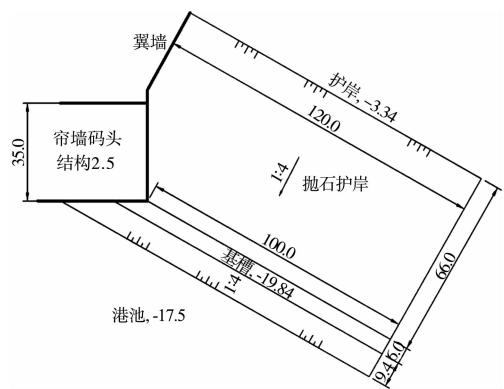


图3 抛石护岸平面布置（单位：m）

2.1 边坡施工难点

南护岸位于调头圆、强潮流向下游,未开挖的港池土体起到了丁坝作用,其挑流、坝头冲刷、坝后回淤,冲蚀的细颗粒泥沙在基槽、护坡区域落淤,造成护坡施工区域因临近港池疏浚施工区域而严重回淤。为此采取以下技术措施以保证南护岸的施工质量:1)开挖港池内施工平台,减少施工平台入海形成的丁坝长度,缩短回淤影响范围;2)将施工平台顶高程由 -1 m 整体疏挖至 -9 m ,减小其阻水面积,降低表层水体含沙量,调整施工区域局部流向;3)将临近护岸区域 50 m 范围内港池开挖至设计水深,并适量超深,作为备淤空间,减少南护岸回淤。

由于使用 56 m^3 抓斗作业,所以超深不容易控制,而浅水区施工也难以满足泥驳吃水要求,施工难度较大。南护岸护坡水平放坡 66 m ,需开挖泥层较厚,最厚处达 17 m 以上,无法通过直接开挖来形成边坡^[7]。本工程护坡设计坡度 $1:4$,采用台阶式开挖形成的自然坡度为 $1:2\sim 1:3$,施工后可能 $3\sim 4\text{ d}$ 都无法形成有效坡度,而业主咨工对该区域护坡施工进度、护岸边坡超深要求严格,护坡施工质量也关系到后续的护面抛石、倒滤层施工。台阶式开挖方案可能效果不理想,增加施工成本,延长护坡施工时间。

考虑到本区域土质特点以及实现边坡开挖施工质量可控、满足设计及后续降低施工成本的需求,将传统的台阶式开挖施工方案调整为分层分条提斗法施工方案。

2.2 提斗法施工方案

分层分条提斗法开挖方案是台阶式开挖方案的一种技术改良方案,适合用来处理坡面质量要求高、放坡距离大的边坡施工,施工过程中将理坡的概念引入到护坡开挖操作中,通过抓斗二遍细挖调整坡面坡度,达到理坡的效果。

第1遍可按台阶式粗略开挖边坡,以减少泥层厚度,为下一步细挖理坡创造条件,不需太高的精度,可根据土质情况将整个坡面划分 $2\sim 3$ 个大台阶,以便开挖后尽快坍塌稳定,形成坡面的雏形;第2遍细挖理坡,由坡底开始,坡底按照设计深度下斗开挖,同时考虑到中桩进关距离 l 及坡度 m ,每进一关 l ,下斗深度减少 l/m ,依此类推至坡顶。

以下是本工程应用实例:

根据挖泥船施工半径,抛石护坡区域共分5条,条宽 $20\sim 25\text{ m}$,由深水区向浅水区顶滩开挖,整个施工过程分2步。

第1步粗挖:将整个坡面沿坡底向上分2个台阶开挖,每段长 33 m ,依次按 -15 m 和 -8 m 下斗施工,粗挖后水下土体坍塌,形成自然坡度;

第2步细挖理坡:考虑船舶进尺状况及控制边坡质量的需要,按照设计坡度 $1:4$ 来控制细挖,此层施工由坡底开始,下斗初始深度 -17.5 m ,挖泥船每进尺 8 m 下斗深度向上提升 2 m ,依次开挖至 -3.34 m 水深(图4)。施工定位采用RTK-GPS和信标机GPS2种方式,确保施工过程中定位迅速、准确、连续^[8]。

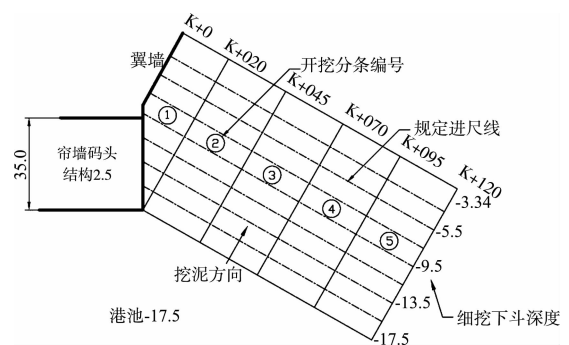


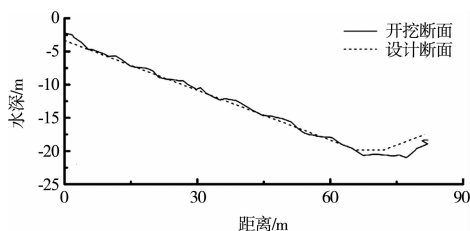
图4 开工展布“细挖”布置(单位:m)

翼墙区域第1条带挖泥方向垂直于码头前沿,操作中特别要注意抓斗与翼墙等的间距,否则就会对码头结构造成一定的损害,尤其是抓斗质量

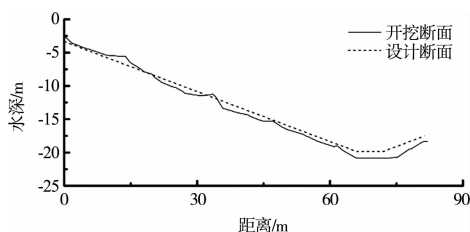
较大,碰撞翼墙后有可能造成较大的质量事故。施工中操作人员常看水尺,注意观测潮位变化,勤校核水深,及时通知抓机手调整下斗深度;挖泥船进关后,在船艏测深,估算排斗数,并与抓机操作人员核对;1个条带内施工尽量由1个抓机手操作,减少人为操作误差影响;一关挖完后,进行测深检查,发现漏挖时及时补挖,超深及时提醒操斗人员注意^[9-10]。

-19.84 m深的基槽留待护坡完成后,集中力量一次开挖成型,由于基槽区域细颗粒落淤沉淀,铁板沙含量较多,通过下斗试挖,56 m³抓斗压力不足无法施工,更换38 m³挖岩重斗完成,基槽超深0.5 m作为预留备淤深度,并适当超宽。

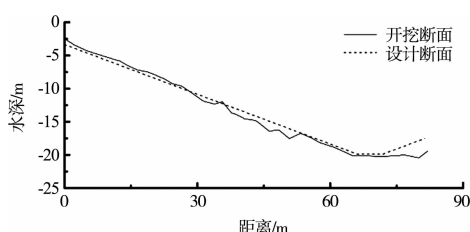
护坡、基槽开挖完成后第2天通过项目业主咨工验收测量。检测采用测深仪测深,水砣校验的方式,经检验砣仪差基本为0,水深测量数据较好。由图5可以看出:开挖断面与设计断面吻合较好,断面质量优秀,完全满足后续护坡施工对断面质量的要求。



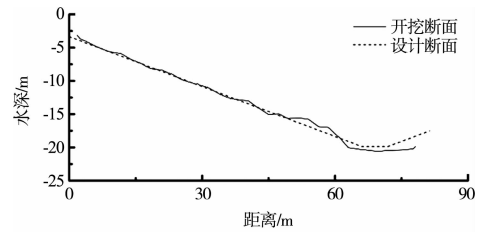
a) K+030



b) K+060



c) K+090



d) K+110

图5 边坡开挖断面曲线

3 结语

分层分条提斗法的施工工艺是针对大斗容液压定位桩抓斗船施工特性及边坡进深、质量要求较高等条件而对传统台阶式施工方案的进一步优化,充分发挥设备的优越性具体化施工流程及控制措施,并结合施工期间抓斗理坡的理念,在一定程度上实现了大容量液压抓斗边坡施工可控、可调,做到了高质量边坡开挖、理坡同步进行,质量控制措施完备,有效地解决了边坡施工中船舶进退及超深、超宽的难题。

参考文献:

- [1] 邓武. 疏浚施工中如何保证边坡质量[J]. 湖南水利水电, 2008(2): 15-16.
- [2] JTJ 319—1999 疏浚工程技术规范[S].
- [3] 张帆, 蹇宏. 外海深水挖泥施工技术[J]. 水运工程, 2004(9): 98-100.
- [4] 施永福. 液压抓斗式挖泥船的施工方法[J]. 水利工程建设, 2004(4): 32-33.
- [5] 陆文萍. 海区疏浚工程施工的质量和安全控制[J]. 中国水运, 2009(7): 191-192.
- [6] 高锐, 孟德宝. 疏浚工程施工方法[J]. 黑龙江水利科技, 2006, 34(4): 80-82.
- [7] 王常金. 定位桩液压抓斗挖泥船的施工方法[J]. 水运工程, 2010(9): 34-35.
- [8] 吴俊斌, 李来福. 2 m³抓斗挖泥船测深及定位系统功能简介及应用效果分析[J]. 广西交通科技, 1996, 21(4): 35-36.
- [9] 高大伟. 抓斗式挖泥船的施工技术[J]. 中国港湾建设, 2008(5): 41-42.
- [10] 黄培达. 8 m³抓斗挖泥船开挖泥质风化岩地质突变基坑中的应用[J]. 水运工程, 2002(6): 46.