

自航耙吸式挖泥船深海挖管沟施工技术研究

刘少帅, 李强, 孙化利

(黄河三角洲建设工程有限公司, 山东 滨州 256600)

摘要: 阐明自航耙吸式挖泥船深海开挖管线沟槽的可行性。在日益激烈的疏浚趋势竞争中, 耙吸式挖泥船凭借其一次装载量大、操纵性能灵活、多种施工方法的优势脱颖而出。但对海底挖槽作业因受施工方法、工况、航运等因素影响一直是面临的难题。本文通过对京唐港海底管道停输改造项目预挖沟工程拟定良好的施工工艺, 提高施工效率, 保质保量按期完工的经验案例。

关键词: 石油管线沟; 自航挖泥船; 施工管理; 施工工艺

中图分类号: U61 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 03—0120—03

1 工程概况

1.1 工程介绍

京唐港海底管道停输改造项目预挖沟工程(文中称本工程)。该拟建 25 万吨级航道在里程约 20 公里处与海底双层原油输送管道存在交越, 交越长度约 573 米, 与航道夹角约 45° 。为保证该航道交越区域的管道安全, 需要对海底管道的跨越区域进行改线。

1.2 设计要求

本项目开挖至 -26m , 坡比 1:5, 沿轴线纵向坡比 1:120, 允许最大超宽 3m, 允许最大超深 0.4m。

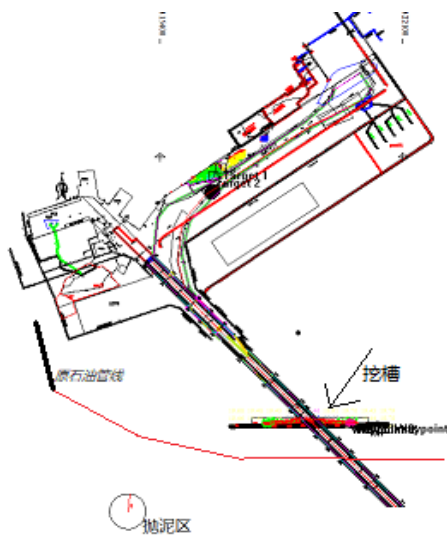


图 1 工程总平面图

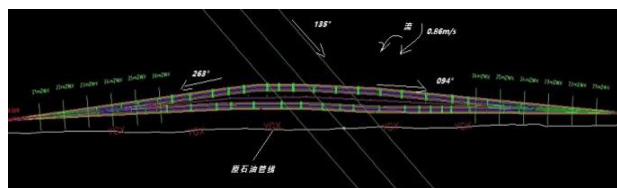


图 2 施工平面图

1.3 质量要求

前期浚后水深达到 -26m , 泥面不留浅埂, 平整度控制在 0.4m 以内, 横坡和纵坡满足设计要求。

1.4 气象条件

a 风况: 6、7 月份多 SSW 向, 其大风出现频率为 9.87%;

b 潮汐: 本港附近海域为不正规半日潮(历年最高潮位 2.91m 、历年最低潮位 -1.39m)。

c 海流: 本海区潮流性质为不正规半日潮, 潮流基本呈往复流形式。大潮实测最大流速为 0.86m/s , 流向为 252° , 小潮实测最大流速为 0.66m/s , 流向为 64° 。

1.5 海底地质

由上到下分别: 粉质黏土、粉土与粉质黏土互层、粉砂。

1.6 泥土处理

抛泥区是以 $39^\circ 03' 36'' \text{N}$ 、 $119^\circ 06' 01.8'' \text{E}$ 经纬度为圆心, 半径 500m 的圆形区域, 中心位置距施工区中心直线距离约 6km 。

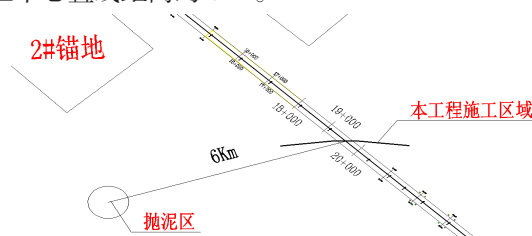


图 3 抛泥位置平面图

2 施工管理

2.1 施工船舶选择

本工程远离岸线外海作业, 风浪较大; 最硬的地

质层为中密粉砂；挖槽斜穿航道施工，距挖槽 50m 位置有原石油管线运营中；作业不可以影响航道内船舶的航行；工期短，工程量大等特点。因挖槽窄（底宽仅有 10m），挖距短，边坡修整质量高，所以前期选用挖深大于 -26m 的单耙吸船是最优选择。

“滨港浚 8”轮由黄埔文冲造船厂建造，是山东港口集团第一艘耙吸式挖泥船，该船是一艘双机复合驱动、双桨、单耙自航耙吸式挖泥船，总长 111.25 米，型宽 24.5 米，满载吃水 7.4 米，最大航速 14.2 节，最大挖深 27 米，耙头宽度 4m，净重 20 吨，泥舱舱容 7200 立方米，续航力支持连续挖泥作业 29 天。

2.2 施工难点分析

（1）航道内航行船舶：来往进出口货轮或泥驳船、渔船等，避让频繁。

（2）原海底石油管线：现有海底输油管道在本工程施工区南侧，距离海底输油管道最近距离约 50m。操作不当，易对现有输油管道造成破坏。

（3）挖槽边坡质量：本项目纵向边坡为 1:120，坡比较大，容易产生超挖，质量控制难度大。

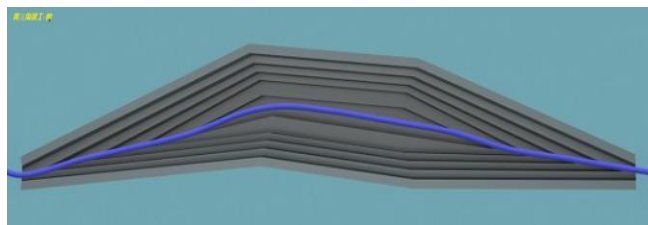


图 4 挖槽阶梯施工图

2.3 施工参数设置

- （1）开工前期浮泥层波浪补偿器压力调高 30bar；
- （2）开高压冲水 8bar；泥泵转速 163 转 /min
- （3）耙头安装双排扁齿，耙唇上方天窗全开；
- （4）施工航速 3.0~4.0 节；
- （5）施工范围为全槽施工，定深 21.0 米，之后按挖深 1 米落差逐层定深施工。
- （6）溢流筒高度初期调至最大舱容高度 12m，后期根据施工浓度和工艺调整。

2.4 施工工艺

（1）分层施工：施工根据边坡质量、土质、潮汐、船舶吃水等情况执行分层施工，每层进度分为三部分执行。前期施工快挖快跑：开始施工土质是浮泥、淤泥土、软粉性黏土，装舱浓度 1.4t/m³，每小时装舱量达 4000m³/h 左右。因此采取调高溢流桶最高位 7200m³ 的舱容，满仓就下线抛泥，快挖快跑尽快挖除淤泥土层；

中期施工满足装载量：粉质土层较硬，施工浓度降低，根据现场情况调低溢流桶位置，采取装舱溢流法施工工艺增加装舱时间，已装载土方量达 4000m³ 后下线抛泥；后期扫浅施工：为了均匀增深，提高施工质量，每层需扫浅施工后方可实施下一层深度的挖掘。

（2）分条施工：根据挖槽宽度三等分，船舶走直线施工，耙迹线显示不要重叠、重复上线，做到均匀布线，均匀增深，避免形成壕沟。

（3）纵边坡（1:120）施工工艺：分层施工，每 2m 分为一层，整体均匀向下浚深。设置距纵向放坡设计挖深线水平距离 240m 的止挖线。优先施工止挖线以外的槽内工程量，再施工质量层。质量层施工时分层 10cm 为一层，从上向下逐层开挖，逐步施工以满足设计要求。施工质量层时，耙吸船沿坡底至坡顶的方向航行施工。

（4）横边坡（1:5）施工工艺：本工程设计边坡坡比 1:5，采用台阶施工法。按 2m 分层进行施工，边坡处超挖 1m，欠挖 1m，超挖和欠挖方量相等，自然塌方后形成边坡，满足设计要求。本工程施工时，自原泥面开始按照分层厚度逐层逐台阶开挖边坡。

2.5 施工测量

本工程采用多波束进行施工测量。本工程特点挖沟长度短、窄（最长点 3077m，最宽边缘水域 114.5m，并随挖深逐步增深而变短变窄），边坡质量要求高。测量时间根据每耙宽度依次接压半耙宽度施工一遍，每施工两遍测量一次水深值，根据施工进度安排和本船耙宽 4m 计算，计划 5 天一次水深测量。

2.6 浅点消除

深海管沟挖宽狭窄、质量要求高的特点，耙吸船采用传统的扫浅方式不再适合，如“Z”“S”字形、大小兜圈圈等。传统扫浅方式多需要施工水域面大，船舶有充足的旋转水域，耙头只需离开地面约 1 米高度即可转头走线，但是管沟作业没有上述环境。根据本工程工况、土质等，本船采用的扫浅方式简单介绍。

操把手熟悉疏浚电子仪器显示，结合现场耙管状态及时采取应对措施，认真听取驾驶员指令，到达浅点前及时收放耙管钢丝绳，精力高度集中，做好“二听、六看、七注意”。

根据水深测量文件，在 DTSP 显示系统中将水深数据值 0.3~0.5m 分档显示，调整不同的色块颜色，便于驾驶员、操把手识别浅点。

三峡枢纽白洋港疏港铁路车船直取模式的建设关键技术

谢鹏¹, 陈辉², 周志立¹

(1. 中铁大桥勘测设计院集团有限公司武汉分公司, 湖北 武汉 430000;
2. 中国铁路武汉局集团有限公司科信部, 湖北 武汉 430074)

摘要: 三峡枢纽白洋港疏港铁路通过将铁路引入码头平台, 打通铁水运输“最后一公里”; 同步研发铁水联运信息集成系统, 实现铁路和港口信息互通共享、铁水联运全程作业统一调度。设计采用了车船直取的交接模式、铁水联运的信息模式、智能牵引的定位模式、利用既有码头的建设模式、临江桥墩整体防撞模式等主要关键技术。

关键词: 白洋港疏港铁路; 车船直取; 铁水联运; 智能牵引; 利用既有码头; 临江桥墩整体防撞

中图分类号: U65 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 03—0122—03

1 概述

三峡枢纽白洋港疏港铁路是交通强国湖北现代内河航运试点项目, 也是第三批国家多式联运示范工程支撑性项目和首批港口型国家物流枢纽核心项目。本项目铁

路从紫云铁路沙湾站接出, 引入白洋港一期 1#—4# 泊位, 线路全长 2.11 公里。项目通过将疏港铁路引入码头平台, 打通铁水运输“最后一公里”; 同步研发铁水联运信息集成系统, 实现铁路和港口信息互通共享、铁水联运全

前期浅点较多时, 采用定深慢速直线甩尾 (即航速 2 节以下, 航行到浅点处大角度转向甩尾横向分割浅点); 中期采用定深快速直线拖平 (即 4 节安全挖泥航速, 每耙宽度依次接压半耙宽度施工两遍); 后期局部浅点定深正倒车扫浅施工 (即航速控制有前进速度, 能长时间冲击浅点)。

耙吸船施工完成后采用拖轮耙平器快速由深到浅的方向拖平挖槽内底边水域和边坡质量层, 使预留边坡量平顺下塔, 达到边坡设计比的目的。

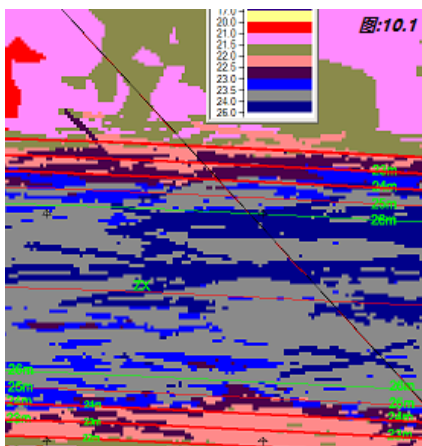


图 5 水深色条图

3 施工效果

根据以上施工工艺及施工管理, 本项目施工过程中未发生一起安全事故, 施工区内多波束 5m 间距验收数据, 槽内合格率为 100%, 边坡合格率为 95%, 满足合同及工程设计要求。

虽然外海区域内管沟开挖工程质量要求高, 施工难度大, 但是通过本项目证明了在通过对风险源辨识, 船机性能分析, 施工工艺优化后, 耙吸船能够良好地完成此类型的施工任务。

4 结语

中国是一个海洋大国, 拥有漫长的海岸线和丰富的海岸带资源, 大型自航耙吸式挖泥船作为深海挖掘的重器需要疏浚的工程范围仍然很大, 如何提高施工技术, 运用好设备, 将设备性能发挥最大化是我们耕海人需不断学习研究的目标。

参考文献:

- [1] 江醒标. 耙吸船施工工艺综述编 [J]. 水运工程, 2017 (8): 46-48.