



滨州港3万吨级航道工程 绞吸船施工问题的排除与工艺优化

刘昊¹, 杨正军²

(1. 中交天航滨海环保浚航工程有限公司, 天津 300461;

2. 中交天津港航勘察设计院有限公司, 天津市疏浚工程技术企业重点实验室, 天津 300461)

摘要: 滨州港3万吨级航道工程土质具有颗粒细、密实、极硬等特点, 绞吸船施工该土质时, 存在绞刀电机电流波动幅度大、正刀施工容易跑刀、横移锚容易走锚、生产率较低等问题。为有效解决上述问题, 通过对比分析绞吸船不同绞刀形式、调整挖掘进尺、优化施工关键参数、查找排泥管线额外阻力等方法, 使绞吸船绞刀电机电流波动幅度下降, 改善了正刀施工容易跑刀现象, 横移锚不再走锚, 生产率提高了约15%, 节约施工成本的同时也缩短了工期。

关键词: 绞吸船; 绞刀; 横移锚; 施工参数

中图分类号: U 616⁺.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2017)02-0182-04

Trouble shooting and process optimization of CSD construction in Binzhou port 30 000 ton waterway project

LIU Hao¹, YANG Zheng-jun²

(1. CCCC-TDC Binhai Environmental Channel Dredging Co., Ltd., Tianjin 300461, China;

2. CCCC Tianjin Port & Waterway Prospection & Design Research Institute Co., Ltd.,

Tianjin Key Laboratory for Dredging Engineering Enterprises, Tianjin 300461, China)

Abstract: In Binzhou port 30 000 ton waterway project, soil has fine grain, and is dense and extrahard. There were some problem when CSD dredged the soil, which were that the cutter motor current fluctuated, and it was easy to hob when the cutter rotates in the same direction as the movement direction, and the shifting anchor might drag, and the productivity was low. To solve the above problems, we compared and analysed the cutter type, and adjusted excavation footage, and optimized the construction of key parameters, and found the pipeline additional resistance. Fluctuation amplitude of the cutter motor current was decreased. The frequency of hobbing and dragging was reduced. The productivity increased by about 15%. The construction costs was saved, while the time limit for the project was shortened.

Keywords: CSD; cutter; shifting anchor; construction parameters

1 工程概况

1) 滨州港位于渤海湾西南岸, 套儿河入海口处, 地处环渤海经济圈和黄河经济带的交汇处, 北濒渤海, 东邻东营, 南连淄博, 西与德州市接壤, 西南与济南市交界, 西北隔漳卫新河与河北

省海兴、黄骅相望, 陆上距青岛、烟台、天津、北京等地均在 400 km 范围内, 其地理位置优越, 腹地广阔, 是山东省西北部的主要出海口。

本工程航道总长 17.5 km, 有效宽度 130 m, 通航底高程 -9.8 m, 航道设计底宽 121.6 m, 航

道设计底高程-10.4 m, 设计航道边坡为 1:7。

2) 根据工程区域钻孔资料, 土质全部为粉细砂、密实状, 土质均匀, 标贯击数达到 40 击, 土质级别为 10 级^[1]。

2 基本施工情况及产能限制因素

2.1 绞吸船基本施工情况

绞吸船基本施工参数为: 绞刀转速 32 r/min, 绞刀功率 1 200~1 400 kW, 水下泵吸入真空 0.55~0.7 bar(55~70 kPa), 总排压 14 bar(1 400 kPa), 浓度 10%, 流速 5.0~5.2 m/s, 前移距 1~1.2 m, 横移速度 10~15 m/min, 1#舱内泵柴油机转速 580 r/min, 2#舱内泵柴油机转速 585 r/min, 水下泵电机转速 930 r/min。管线情况: 水上管线960 m, 陆地管线 860 m, 水下管线 5 000 m, 管径 0.9 m, 排高 7~10 m。

2.2 施工产能限制因素

- 1) 施工时流速较低, 土质在管线中容易沉降;
- 2) 施工时绞刀电机电流波动幅度大;
- 3) 正刀施工时跑刀现象常有发生;
- 4) 施工过程中, 横移锚容易走锚, 特别是反刀施工时, 走锚现象更为严重。

3 问题及解决方案

1) 施工时流速较低, 土质在管线中容易沉降的问题。

针对此问题, 利用达西公式^[2]对管路的阻力情况进行分析:

$$H = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

式中: H 为管线消耗的清水扬程(m); λ 为管线清水摩阻系数; L 为管线长度(m); D 为管线管径(m); v 为管线内流速(m/s); g 为重力加速度(m/s²)。

计算式(1)中的摩阻系数 λ 值, 所得到的结果明显高于正常值, 说明管路存在额外的阻力, 为谨慎起见, 利用泥泵与管路的清水特性曲线排除仪器仪表故障造成的误判。绘制泥泵与管路在当前管线条件下的清水特性工况曲线^[3] (图 1)。

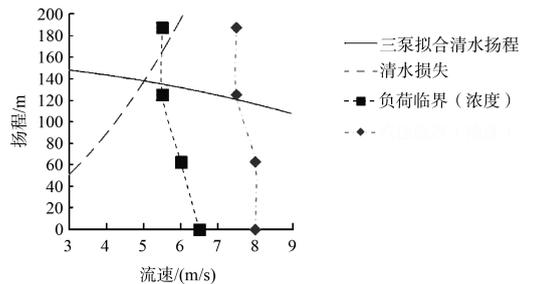


图 1 泥泵与管路清水特性工况曲线

从图 1 曲线的实线交点可以看出, 当流速到 5 m/s时, 扬程达到 144 m, 这是符合实际仪表显示的, 因此判断仪表不存在问题, 管路存在额外阻力的分析是正确的。及时安排潜水人员对水下管路关键位置进行排查, 发现了多处管线胶皮套碾压现象, 产生了极大阻力。

排除管线胶皮套问题并重新对管线进行适当的调整, 流速提高 5%, 排压降低 4.7%, 管线情况有了一定改善。

2) 施工时绞刀电机电流波动幅度大的问题。

①对不同绞刀头进行适应性分析^[4], 见表 1。

表 1 主要型号绞刀优缺点

绞刀名称	刀臂数	针对此工地优点	针对此工地缺点
ESCO-48ds	6	结构强度高, 不会发生变形问题	更适合挖岩的冲击效果, 不适合该种密实土; 刀壁厚开档小, 不利于吸入, 阻力大
VOSTA-T4. 31	5	结构强度高, 不会发生变形问题	5 臂不适合该土质, 绞刀电流及真空波动大, 连续破土能力差, 切削角较小; 刀齿可用长度短, 磨损快, 换齿频率高
原装 VOSTA-D40	5	材质好, 强度高, 刀齿可用长度长, 耐磨	5 臂不适合该土质, 绞刀电流及真空波动大, 连续破土能力差, 切削角较小
ESCO-38DS	6	6 臂适合该土质, 开档大小合适	强度弱, 容易撕裂和变形
VOSTA-T4. 31	6	结构强度高, 不会发生变形问题	刀齿可用长度短, 磨损快, 换齿频率高; 刀壁厚开档小, 不利于吸入, 阻力大
VOSTA-D40	6	6 臂适合该土质, 开档大小合适	非原装进口, 绞刀强度存在一定缺陷

更换绞刀后,有效降低了绞刀电机电流波动幅度(图2),生产率更加稳定,生产率提高约8%。

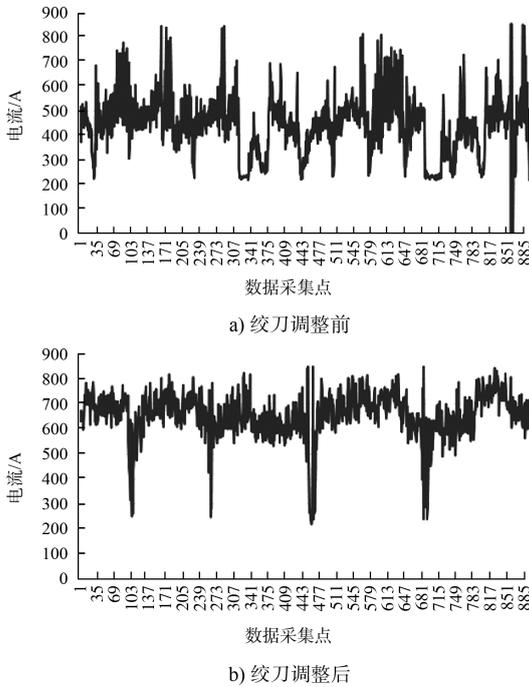


图2 绞刀电机电流前后变化

②绞刀关键参数优化。

理论上绞刀转速增加,间隙角增大,间隙角小于12°时,切削阻力很大。实际上将绞刀转速调整到28 r/min时,绞刀电流冲击很大,绞刀转速调整到32 r/min时,较为明显降低,符合理论原理。

理论上横移速度增加,间隙角变小。实际上横移速度在10~12 m/min情况下产量最高(图3),同时绞刀电流不超,横移速度高于12 m/min时,绞刀电流明显大幅度升高(图4),符合理论原理。

3) 正刀施工时跑刀现象常有发生的问题。

该土质过于密实,微调进尺和切厚,在设备用足的情况下,整体产能情况变化幅度较小,但是跑刀现象有所改善,进尺由原来的1.2 m降低到1 m,切厚由原来的1.5 m提高到2 m,同时增加横移背压。

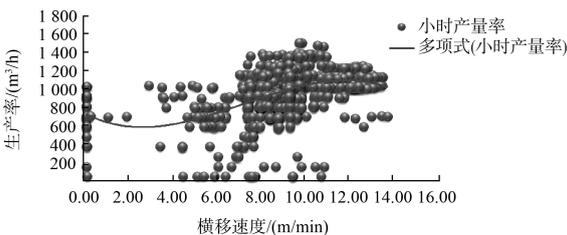


图3 横移速度和小时生产率的关系

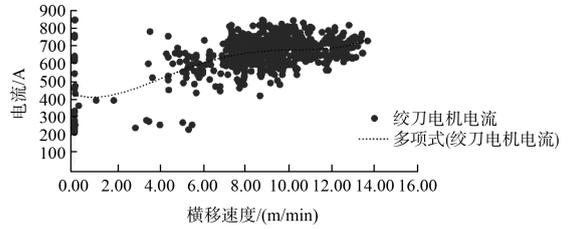


图4 横移速度和绞刀电机电流的关系

4) 施工过程中,横移锚容易走错的问题。

反刀施工时,走锚现象更为严重。船舶用的锚为三角锚(图5),此锚是靠入土深度来决定锚抓力,对密实土质来说存在难以入土形成抓力的缺点。根据实际需要,决定采用斯蒂芬锚(图6),该锚形成抓力的原理与三角锚不同,它是靠土埂配合较浅的入土深度增加抓力,从原理上讲更适合密实土质^[5]。



图5 三角横移锚



图6 斯蒂芬横移锚

4 结论

1) 管路是否存在问题,需要结合理论计算的

