



绞吸挖泥船疏浚成本分析与控制策略研究

周继辉¹, 路萍²

(1. 广西北部湾国际港务集团有限公司, 广西 南宁 530021; 2. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

摘要: 绞吸挖泥船规格众多, 使用广泛, 分析影响其施工成本的因素从而采用针对性控制措施, 具有较大经济价值。为降低绞吸挖泥船施工成本, 依据现行疏浚定额, 分析绞吸挖泥船施工成本构成, 得出对成本影响较大的因素, 提出切实可行的成本控制方法, 并结合生产效率分别讨论规格、工况、土类3个主要因素对绞吸挖泥船施工成本费用的影响, 给出优选建议。结果表明, 燃油费、维修费和折旧费是影响绞吸挖泥船施工成本的主要因素, 可通过优化施工组织方案、技术创新、精细管理、提高船舶设备国产化与智能化等措施控制绞吸挖泥船施工成本。综合考虑艘班单价组成和工效, 施工过程应尽可能选用较大规格船型。

关键词: 疏浚工程; 绞吸挖泥船; 成本控制; 费用定额

中图分类号: U616+.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)08-0250-05

Dredging cost analysis and control strategy of cutter suction dredger

ZHOU Jihui¹, LU Ping²

(1. Guangxi Beibu Gulf International Port Group Co., Ltd., Nanning 530021, China;

2. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: There are many specifications of cutter suction dredger, which are widely used, and it is of great economic value to study the factors to control its construction cost and adopt targeted measures. To optimize and minimize construction costs of cutter suction dredgers, according to the current dredging quota, the construction cost composition of cutter suction dredger is analyzed, the factors that have a greater impact on the cost are found, practical and effective cost control methods are proposed, the influence of dredger size, operational conditions, and soil characteristics on costs is analyzed in combination with production efficiency, and the optimal suggestions are given. The results show that fuel cost, maintenance cost and depreciation cost are the main factors affecting the construction cost of cutter suction dredger, and the construction cost of cutter suction dredger can be controlled by optimizing the construction organization plan, technological innovation, fine management, and improving the localization and intelligence of ship equipment. Taking into account the unit price composition and efficiency of the vessel, the larger ship type should be selected as much as possible during the construction process.

Keywords: dredging engineering; cutter suction dredger; cost control; expense quota

绞吸挖泥船施工过程中, 挖掘和输送一次性完成, 在港口、航道、河湖等疏浚工程中广泛使用, 基本适用于各种土质的挖泥施工, 是目前数量最多的疏浚主力船型之一。绞吸挖泥船发展历史较久, 使用情况多样, 规格众多, 小、中、大

型船舶在实际工程中均有应用, 因此, 针对不同规格绞吸挖泥船的疏浚施工成本控制成为施工企业普遍关心的问题。

王柏欢^[1]讨论了工况、超深超宽工程量、船舶建造费用、油耗对疏浚成本控制的影响; 路萍

收稿日期: 2024-11-30

作者简介: 周继辉 (1973—), 男, 高级工程师, 从事港口建设、生产等管理工作。

等^[2]分析了工程量对绞吸挖泥船规格选取经济性的影响;刘海民等^[3]探讨了吹距和工程量对绞吸挖泥船疏浚综合单价的影响;李允等^[4]给出了电力推进改造对中小型绞吸挖泥船成本的节约效果数据。现有研究针对绞吸挖泥船本身使用成本费用的讨论较少,本文依据现行定额,分析各种组成费用对绞吸挖泥船艘班费用的影响,得出对挖泥船成本影响较大的因素,给出针对性的控制成本途径,结合生产效率讨论不同规格船型、工况、土类对成本的影响,旨在为疏浚企业在施工中控制成本提供参考。

1 绞吸挖泥船分类及使用情况

根据装机总功率和最大挖深,绞吸挖泥船可分为小、中、大型。小型绞吸挖泥船的装机总功率小于5 000 kW,挖深一般不超过18 m;中型绞吸挖泥船的装机总功率大于等于5 000 kW且小于10 000 kW,挖深一般不超过25 m;大型绞吸挖泥船的装机总功率大于等于10 000 kW,挖深一般不超过30 m^[5]。

地方航道局及疏浚公司拥有多艘中小型绞吸挖泥船,主要用于沿海港口、长江口、珠江口的维护性疏浚以及内河疏浚。水利水电建设公司使用小型绞吸挖泥船进行河道清淤、水库疏浚以及水利工程挖泥。环保及清淤公司采用小型绞吸挖泥船参与城市河道清淤及水环境治理。国有基建公司如中交集团拥有多艘大型绞吸挖泥船,常用于港口港池、深水航道疏浚,填海造地吹填。由此可见,对于不同的使用场景,各种规格的绞吸挖泥船发挥了重要作用。

2 绞吸挖泥船艘班费用构成及成本控制分析

2.1 绞吸挖泥船使用艘班费用的组成

根据JTS/T 278-2—2019《疏浚工程船舶艘班费用定额》^[6](简称《费用定额》),船舶使用艘班定额费用由船舶一类费用、二类费用组成。其中,一类费用由折旧费、检修费、小修费、保养费、材料费及其他费组成;折旧费是施工船舶在规定的使用期限内陆续收回其原值的费用,与船舶的

建造成本有关;维修费包括3方面,检修费是施工船舶使用达到规定的检修间隔期必须进行检修所需的费用,小修费是施工船舶使用达到规定的小修间隔期必须进行小修所需的费用,保养费是施工船舶在使用过程中经常性维修保养所需的费用;材料费是施工船舶在使用中辅助材料的消耗,工具及替换设备的修理更新,低值易耗品的摊销,淡水、润滑油、液压油料、擦拭材料等所需的费用;其他费主要包括船舶保险费等费用。二类费用由船员人工费和燃料费组成。

2.2 费用占比分析

《费用定额》中绞吸挖泥船常用规格是根据设计产量给出的。根据对中交天津航道局有限公司等疏浚企业的调研,本文研究的主力船型取为3 500 m³/h。船员人工费单价按144元/工日计算,不含税船用柴油价格根据国家发展和改革委员会2025年1月16日公布的广西地区燃油价格信息取7 850元/t,按4级工况计算。

依据《费用定额》,计算各常用规格(分别为40、60、80、90、120、200、350、400、1 000、1 250、1 450、1 600、2 000、2 500、3 000、3 500、4 000、4 500 m³/h)绞吸挖泥船每艘班费用,再求出各种组成费用占艘班费用的比例,见图1。

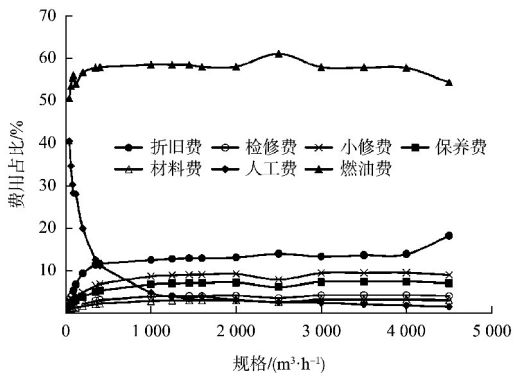


图1 不同规格绞吸挖泥船艘班费用中各种费用组成及占比
Fig. 1 Cost composition breakdown by percentage of cutter suction dredgers with different specifications per vessel-shift

从图1可知:1)对各种规格的绞吸挖泥船而言,每艘班费用中占比最大的是燃油费用。2)人

工费占比随规格增大而不断减小。3) 折旧费、检修费、小修费、保养费、材料费占比随规格增大而增大,其中小于 $1\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 时变化显著,规格大于等于 $1\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 时费用占比趋于稳定。4) 小于 $1\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 的绞吸挖泥船每艘班费用中占比前3项的为燃油费、人工费和折旧费;大于 $1\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 的绞吸挖泥船每艘班费用中占比前3项的为燃油费、维修费和折旧费。

规格 $3\,500\text{ m}^3/\text{h}$ 的绞吸挖泥船每艘班费用组成及其占比见图2,其中燃油费、维修费和折旧费占比依次为58%、21%和14%。因此,如要降低绞吸挖泥船艘班费用,应首选降低燃油费、维修费和折旧费。

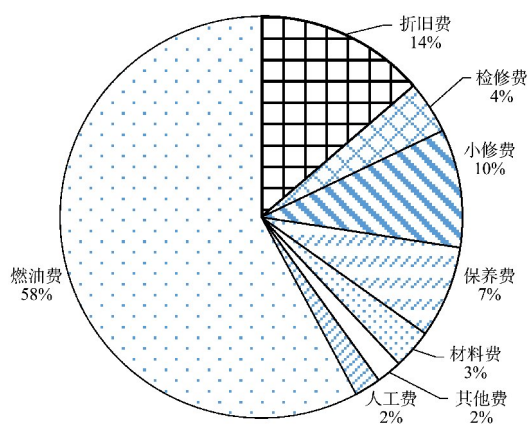


图2 $3\,500\text{ m}^3/\text{h}$ 绞吸挖泥船艘班费用中各种费用组成及占比

Fig.2 Cost composition breakdown by percentage of a $3\,500\text{ m}^3/\text{h}$ cutter suction dredger per vessel-shift

2.3 燃油费成本控制措施

1) 减少施工避让。通过优化施工组织方案,尽量减少施工避让时间,可减少油耗。

2) 合理安排泥泵数量。绞吸挖泥船配有水下泥泵和舱内泥泵,施工时根据标准岸管长度分别选用①仅水下泵、②水下泵和1台舱内泥泵、③在②的基础上增开1台舱内泵或配接力泵船施工。标准岸管长度与岸管、浮管和水下管的长度以及超排高相关,合理布置管线可有效减小标准岸管长度,减少泥泵数量,降低油耗。

3) 控制超深超宽。目前船舶的自动化水平大大提高,疏浚监控和辅助决策系统得以应用,超

深超宽工程量减少,提高了工作效率,减少了油耗。

4) 推广应用低品质燃油。低品质燃油的单价较低,可降低绞吸船的营运成本。但其对设备安全运行有一定风险,需针对性进行技术革新。目前国内已有这方面的成功案例,尚待研究推广。

5) 精细化施工,降低能耗指标。根据船舶的情况,通过技术创新来提高施工能力,改善船舶设备运行状况,降低开挖单位土方的能源消耗。加强施工过程控制,如能源使用中出現异常高消耗时,应重视改进。

2.4 维修费成本控制措施

1) 重视施工前试挖工作。绞吸式挖泥船是用装在绞刀桥梁前端的松土装置(绞刀)将水底泥沙不断绞松,同时利用泥泵工作产生的真空和离心力作用,从吸泥口及吸泥管吸进泥浆,通过排泥管输送到卸泥区。疏浚土类是影响维修费的重要因素。试挖时获取施工区域的泥沙样本,分析土质的物理、化学特性,从而可选择合适的绞刀类型和船机功率,优化施工方案,减少设备磨损^[7]。

2) 合理安排疏浚硬质土浸泡时间。在硬质土疏浚施工过程中,先开挖表层覆盖层及部分硬质岩土后,让下层岩土充分暴露在水中一段时间后再进行开挖,土质硬度会有所改善。合理安排浸泡时间不仅可提高工效,而且能改善绞刀受力状况,起到保护船机设备的效果。

2.5 折旧费成本控制措施

1) 推进船舶设备国产化。绞吸挖泥船尤其是大型船舶的造价非常昂贵,常常是进口设备,使得固定资产投资产生的折旧费用非常高。近年来国内造船业和配套产业发展迅速,其制造的船舶性能接近进口船舶,造价却比进口船舶低很多。目前国内航道局逐渐购置、采用国内制造船舶,可大大降低折旧费用。

2) 旧船改造。通过改造,增加智能化自动化系统,旧船的生产效率大大提高,比购置新船更节约成本。

3 疏浚工程绞吸挖泥船综合使用成本分析

疏浚工程费用不仅与艘班费用相关,同时与艘班数量相关。综合考虑这2个因素,依据 JTS/T 278-1—2019《疏浚工程预算定额》^[8],分别讨论规格、工况、土类3个主要因素对绞吸挖泥船施工成本费用的影响。

3.1 规格影响

以4级工况下疏浚1万 m^3 2级土为例,可得到各常用规格绞吸挖泥船所需的艘班数量,乘以每艘班费用即可得到绞吸挖泥船的费用,分析其中的燃油费、维修费和折旧费,将得到的数据以规格为横坐标、以费用为纵坐标汇于图中,得到各费用随规格的变化曲线,见图3。每万方疏浚工程需要的绞吸挖泥船基本定额艘班数见图4。

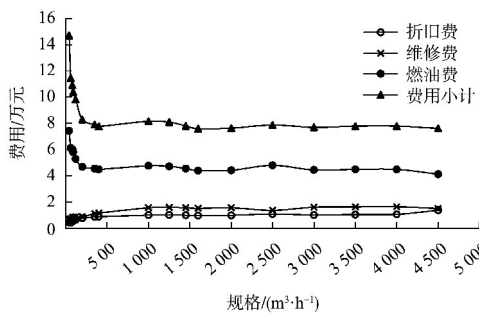


图3 不同规格绞吸挖泥船费用对比

Fig. 3 Cost comparison of cutter suction dredgers with different specifications

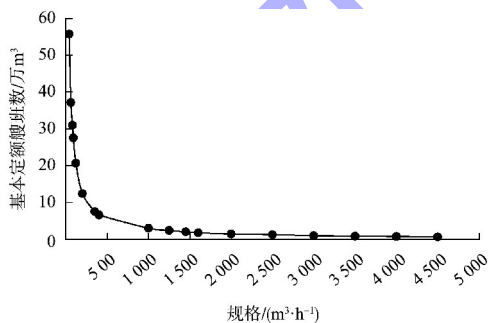


图4 不同规格绞吸挖泥船基本定额艘班数量

Fig. 4 Standard vessel-shift quotas of cutter suction dredgers with different specifications

由图3可知,随规格增大,艘班折旧费、维修费增大。图4表明随规格增大,工效增加,每万方工程量所需艘班数减少。综合考虑艘班单价组成和工效,由图3分析可知,采用1000 m^3/h 以上船型疏浚时,折旧费、维修费、燃油费基本稳定,从而疏浚挖泥船成本较为稳定。这是因为

大型绞吸挖泥船虽然艘班费用高,但其工效也高,故施工同等工程量时大型绞吸挖泥船成本费用较中小型船并未增加,而工期优势明显,所以施工中应尽量选用较大规格。

3.2 工况影响

工况影响燃料消耗,随工况级别增加,油耗依次减少,因此艘班单价会降低。但是工况又影响定额消耗量,艘班数量随工况级别增加依次增加。3500 m^3/h 绞吸挖泥船不同工况下疏浚1万 m^3 2级土所花费的绞吸挖泥船费用见图5,可见随工况级别增加,费用增加。

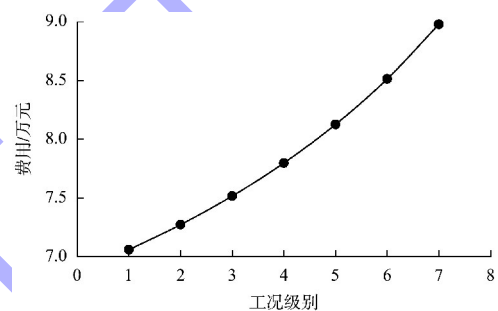


图5 不同工况下3500 m^3/h 绞吸挖泥船费用

Fig. 5 Cost of 3,500 m^3/h cutter suction dredger under different working conditions

3.3 土类影响

疏浚土质的性能是影响绞吸挖泥船施工工艺和施工效率的重要因素^[9-10]。土类不仅影响疏浚每万方所需的艘班数量,而且影响艘班单价,当疏浚岩土超过5级时,小修费和保修费需进行系数调整。3500 m^3/h 绞吸挖泥船4级工况下疏浚1万 m^3 不同土类所需的绞吸挖泥船费用见图6,可见土类级别越高越难挖,导致费用越高。

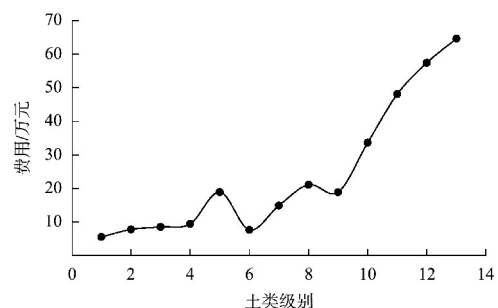


图6 开挖不同土类时3500 m^3/h 绞吸挖泥船费用

Fig. 6 Cost of 3,500 m^3/h cutter suction dredger for excavation of different soil types

4 结论

1) 燃油费一般占绞吸挖泥船施工成本的 50%以上,是影响最大的因素,可通过优化施工组织方案、技术创新和精细管理达到控制燃油成本的目的。

2) 维修费和折旧费也是绞吸挖泥船施工成本的主要组成部分,须关注降低船舶本身的建造购置和使用维护费用。

3) 综合考虑生产效率和艘班费用,施工船舶大型化更有优势,随工况级别增加和土类可挖性变难,绞吸挖泥船施工成本均会增加。

参考文献:

- [1] 王柏欢.疏浚与吹填工程的目标成本分析与控制[J].中国水运,2010(8):40-41.
WANG B H. Target cost analysis and control of dredging and reclamation engineering [J]. China water transport, 2010(8): 40-41.
- [2] 路萍,于英彬,范江山.疏浚船型的经济性选择[J].水运工程,2021(10):90-93.
LU P, YU Y B, FAN J S. Economical selection of dredging ship type [J]. Port & waterway engineering, 2021 (10): 90-93.
- [3] 刘海民,姜兴良.绞吸挖泥船施工经济性选型分析[J].水运工程,2023(4):191-195.
LIU H M, JIANG X L. Economy selection of cutter suction dredger construction [J]. Port & waterway engineering, 2023(4): 191-195.
- [4] 李允,李思.中小型自航绞吸挖泥船经济性评估初探[J].船舶,2015,26(4):21-27.
LI Y, LI S. On economy of small and medium self-propelled cutter suction dredger [J]. Ship & boat, 2015, 26(4): 21-27.
- [5] 疏浚与吹填工程设计规范: JTS 181-5—2012[S]. 北京:人民交通出版社,2013.
Design code for dredging and reclamation works: JTS 181-5-2012[S]. Beijing: China Communications Press, 2013.
- [6] 疏浚工程船舶艘班费用定额: JTS/T 278-2—2019[S]. 北京:人民交通出版社股份有限公司,2019.
Unit expense quota for ships of dredging engineering: JTS/T 278-2-2019[S]. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2019.
- [7] 牟际宏.港口航道疏浚工程的造价优化与成本控制策略研究[J].珠江水运,2024(22):94-96.
MU J H. Research on cost optimization and control strategies for port waterway dredging projects [J]. Pearl River water transport, 2024(22): 94-96.
- [8] 疏浚工程预算定额: JTS/T 278-1—2019[S]. 北京:人民交通出版社股份有限公司,2019.
Budget quota for dredging engineering: JTS/T 278-1-2019 [S]. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2019.
- [9] 杨文,邓勇,刘建伟,等.绞吸挖泥船施工效率主要影响因素分析[J].交通企业管理,2015,30(6):48-50.
YANG W, DENG Y, LIU J W, et al. Analysis of main influencing factors on construction efficiency of cutter suction dredger [J]. Transportation enterprise management, 2015, 30(6): 48-50.
- [10] 王嘉卿,杨凯,黄金晶.施工土质和疏浚装备对绞吸挖泥船生产效率的影响分析[J].港口科技,2021(11):44-47.
WANG J Q, YANG K, HUANG J J. Analysis on the influence of construction soil and dredging equipment on the production efficiency of cutter suction dredger [J]. Port science & technology, 2021(11): 44-47.

(本文编辑 王传瑜)

(上接第 241 页)

- [8] 郑刚,焦莹,李竹.软土地区深基坑工程存在的变形与稳定问题及其控制:软土地区深基坑坑底隆起变形问题[J].施工技术,2011,40(10):10-15.
ZHENG G, JIAO Y, LI Z. Stability and deformation problems during deep foundation excavation in soft soil area and their control measures: heave deformation due to deep foundation excavation in soft soil area [J]. Construction technology, 2011, 40(10): 10-15.
- [9] 城市轨道交通结构安全保护技术规程: DB33/T 1139—

- 2017[S]. 杭州:浙江省住房和城乡建设厅,2017.
Technical code for protection of urban rail transit structures: DB33/T 1139-2017 [S]. Hangzhou: Zhejiang Department of Housing and Urban-Rural Development, 2017.
- [10] 金荣.基于时间效应基坑变形特性分析[D].阜新:辽宁工程技术大学,2013.
JIN R. Analysis of the excavation deformation characteristics based on the time effects [D]. Fuxin: Liaoning Technical University, 2013.

(本文编辑 王璁)