

大型自航耙吸挖泥船的总体设计

陈新华

(上海振华重工(集团)股份有限公司 启东海洋工程股份有限公司, 江苏 南通 226259)

摘要:文章对耙吸挖泥船的特点和分类进行了概述,并以某12 000 m³耙吸挖泥船为例,对其进行了总体设计,并提出了自身的体会,为大型耙吸挖泥船的设计与建造提供了参考。

关键词:大型耙吸挖泥船;总体设计;体会

中图分类号:U674.31

文献标识码:A

文章编号:1671-9891(2017)01-0027-04

0 引言

我国江河湖泊众多,海域也非常辽阔。由于上游长期的水土流失,下游及入海口流沙淤积问题严重,疏浚工作也越来越急迫。另外,沿江、沿海大型港口与深水航道不断开工建设,这就需要大量挖泥船来疏浚。在各类疏浚船舶中,耙吸式挖泥船轻巧灵便,功能多样,自动化程度高,因而需求量很大。而耙吸式挖泥船中,大型耙吸挖泥船凭借其“挖得深、装得多、可自航、卸(吹)得快”的特点,可以独立完成整个疏浚过程,受到了各大疏浚公司的青睐。^[1]近年来,在国内各大航道疏浚单位的主持下,大量耙吸式挖泥船开工建设,使我国在大中型耙吸式挖泥船的设计和建造领域逐渐积累了许多成熟的技术经验。笔者将结合自身工作经验,在分析自航耙吸式挖泥船特点的基础上,阐述某12 000 m³耙吸挖泥船的总体设计及布局,以供参考。

1 自航耙吸式挖泥船概述

耙吸挖泥船是自航式的深海或内陆船,通常配有泥舱和挖泥设备,可以自行装舱和卸载,实用性非常强。其主要具有如下特点:耙吸式挖泥船在工作状态中,船体不在固定位置上工作,不需专用定位设施,挖泥时不用锚缆及辅助机具,占用水域面积不大,从而对其他航行船舶作业不产生影响;耙吸式挖泥船非常适合远海的疏浚作业,航行性能良好,抗风浪能力强,能在恶劣的海况下工作,且调遣方便,能迅速转移工作场地;自带泥舱,不需要拖船和泥驳等辅助船舶;耙吸式挖泥船较其他挖泥船(如绞吸式挖泥船)应用领域更加广泛,除主要用于加深和维护航道外,还可以进行海底管线的铺设与开沟回填等工作。

泥舱舱容量的大小反映了挖泥船的能力。按照舱容量的大小,一般可将挖泥船分为小型挖泥船($\leq 4\,500\text{ m}^3$)、中型挖泥船($4\,500\text{--}8\,000\text{ m}^3$)、大型挖泥船($8\,000\text{--}17\,000\text{ m}^3$)、超大型挖泥船($17\,000\text{--}33\,000\text{ m}^3$)、巨型挖泥船($\geq 33\,000\text{ m}^3$)等五种类型。随着疏浚行业的发展,如今耙吸式挖泥船的舱容大小正在向着大型、超大型,甚至巨型的方向发展,目前国际上已经出现了30 000 m³以上的超大型耙吸挖泥船。^[2]

2 某12 000 m³自航耙吸挖泥船的总体设计

2.1 船型及用途介绍

某12 000 m³自航耙吸挖泥船为球鼻首流线型船体,可进行双耙作业。上层建筑设于首部,共设10个泥门,左右各5个,可用于长江口流域及沿海港口与航道的疏浚、吹填、海岸维护等。该船技术水平先进且功能特点更符合我国疏浚市场的需求。其主要技术及功能参数为:总长为132.0 m,设计水线长为122.2 m,型宽为27.3 m,型深为10.0 m,设计吃水为7.65 m,耙吸管直径为1.0 m,工作吃水为8.35 m,耙吸深度为25.0 m;

收稿日期:2016-10-10

作者简介:陈新华(1971—),男,江苏南通人,上海振华重工(集团)股份有限公司启东海洋工程股份有限公司工程师。

泥舱容积为 $12\ 000\text{ m}^3$ 。

2.2 推进及泥泵驱动系统

(1)泥泵的驱动。本挖泥船采用主机一拖三的驱动方式,除了驱动推进器外,主机还通过离合器、齿轮箱等在低速挖泥或排岸时驱动泥泵,同时还驱动轴带发电机,减少船舶总的装机功率。

(2)泵舱位置的选择。通常来说泵舱的布置有船尾和船艏等两个位置可选,并有各自的优缺点。泵舱在船尾时,其优点是:柴油机直接去驱动,降低投资成本;由于更大干舷,在开始挖泥的时候效率更高,通常住处在船艏,减少噪音和振动,更加人性化。但泵舱在船尾时也有缺点,主要是:由于速度控制的限制,效率较低,挖泥深度通常较小。

若将泵舱布置在船艏,其优点是:由于更高的挖泥速度控制,挖泥效率更高,可以得到更大的挖泥深度。其缺点是:会造成更大的投资成本,因为较小的干舷,在挖泥初始阶段效率低,通常住舱在船尾,噪音和振动大,工作环境较差。

综上所述,鉴于居住舱室位于船艏,结合本挖泥船的实际需要,把泵舱设置在了船尾,既降低了投资成本,又考虑了船员良好的工作环境。

2.3 泥舱与泥门的形状

(1)泥门形状的选择。耙吸式挖泥船的卸泥作业主要靠泥门的启闭。泥门一般有圆锥形和箱形两种。这两种泥门形式各有优缺点,但箱形泥门的使用范围更广,死角更少,能有效、快速地抛卸更多的黏性土壤,减少高压冲水的辅助作用。本挖泥船所采用的就是水平关闭的箱形泥门,并设置 L 型唇形密封,改善了箱形泥门大型化后出现的密封不严情况。

(2)泥舱形状的选择。泥舱的形状通常分为中心底衬箱形泥舱和 V 型泥舱两种。本挖泥船采用的是中心底衬箱形泥舱,为开敞形式,舱口围板顶部另设轻型围板,防止泥浆倾侧和溅出,如图 1 所示。这种形状的优点为:可以获得更大的泥舱容积与更大的底部抛泥面积,且具有更好的稳定性,很好地满足了国际公约对货船破舱稳性的要求。

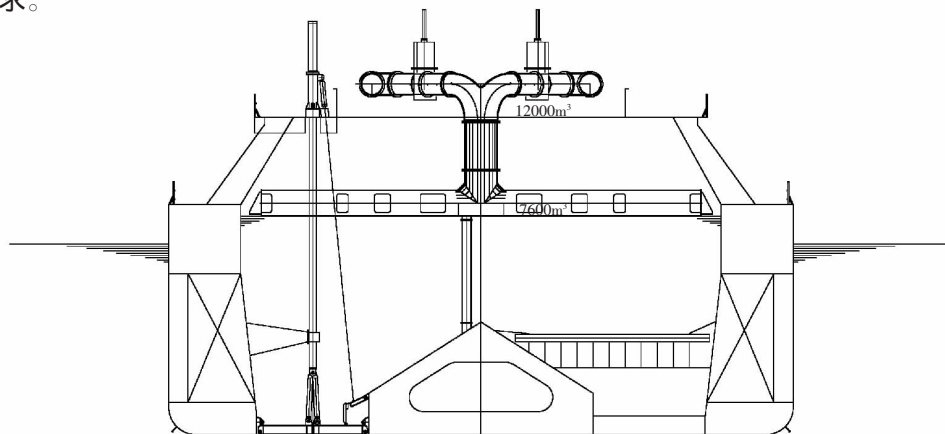


图 1 中心底衬箱形泥舱

2.4 抛泥方式

本挖泥船根据需要设有三种抛泥方式,分别是泥门抛泥、通过排泥浮管吹岸和经过驳装置过驳。若卸泥区域是泥坑,一般是通过液压杆打开泥舱底门,直接将泥沙卸掉,卸泥过程中,不断地使用高压冲水泵向泥舱内喷水,利用水的侵蚀作用加快卸泥过程,并清理死角淤泥,从而提高作业效率。对于吃水受限,或者泥沙不能直接排放的远距离区域,可以通过船艏的艏吹连接浮管将泥输送至岸上,浮管由橡胶制成的,管内吹填的压力经过计算,和浮管的长度有关。对于不可以将泥沙直接排放的近距离区域,可以采用位于船侧的过驳装置,将泥沙过驳到泥驳,再由泥驳将泥沙运至指定区域。

2.5 装机配置

会受到很多因素的制约,设计一艘高品质、高效率、高节能的大型自航耙吸挖泥船是一项相当复杂的工作,必须综合考虑设计方案。一般情况是根据该船今后的市场定位及其相应的疏浚能力来决定该设计船舶

主要性能,如泥舱容量、维护疏浚、排泥方法、自航距离等变化情况。所以,设计一艘具有较高竞争力的大型自航挖泥船一定是综合设计和市场调研共同努力地结果。^[3]按照相关设计标准,本耙吸挖泥船主要装备情况如下。

(1)耙臂管。本挖泥船为双耙作业,耙臂管位于泥舱的舷侧外。完整的耙管由耙头、下部耙管、臂片、转动部件、万向节、上部耙管、吸入软管、吸入弯头及与船体外部结构相连接的滑块等组成。耙头挖泥时用于耙吸海床,本挖泥船采用的是 IHC“Wild Dragon”型专用耙头,相比于普通的耙头,其产量更高。该耙头由耙头本体和由液压油缸推动的活动罩壳等两大部分组成,活动罩壳可以确保在不同挖深下耙头和泥层表面能够很好地贴合,耙头的前端配置了进水挡板,利用罩壳上装有的可调齿排及高压喷水,可以使泥层疏松以便提高其吸入浓度。

(2)泥泵。本挖泥船装有两台 IHC 高效中压泥泵(型号 HRMD 202-43-100)进行双耙作业,泥泵的转速设计相对较低,这样流量减少,密度增加,从而减少泥舱中涡流,加快泥浆的沉降速度。

(3)高压冲水系统。本船配有 2 台高压冲水泵及相关系统对泥舱进行冲洗,目的是稀释和冲散泥舱内的泥沙,主要用于该船的抛泥和抽舱作业。

(4)主柴油机。艏部设置 2 台主柴油机(MAN-7L48/60),采用一拖三方式,推进轴端通过减速齿轮箱驱动一只带导管的调距桨和一台轴带发电机,轴带发电机向全船设备供电(除疏浚系统);另一端驱动泥泵。

(5)溢流系统。本挖泥船在泥舱前设置一台伸缩溢流筒,用于排出泥舱装舱过程中的清水或轻质泥浆。

(6)泥门。位于泥舱内的泥门用于底部直接抛泥。本挖泥船采用的是箱形泥门,共设 10 只泥门,左右各五个,泥门为分组或集中开闭,每个泥门由一台液压油缸开闭,由驾驶室显示和遥控,如图 2 所示。另外本挖泥船在箱形泥门旁边还设置了小型抽舱门,可作为自排空通道,如图 3 所示。

(7)波浪补偿器。主要用于在波浪的影响下,补偿耙头与海床接触时耙头与船体垂直方向的垂直运动。

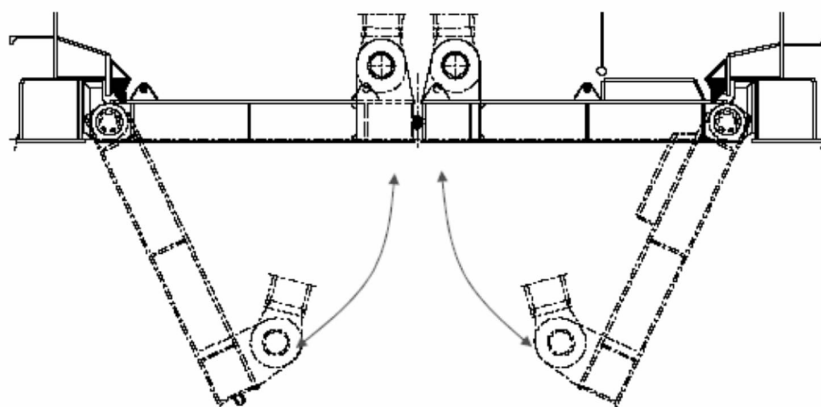


图2 泥舱底部箱形泥门

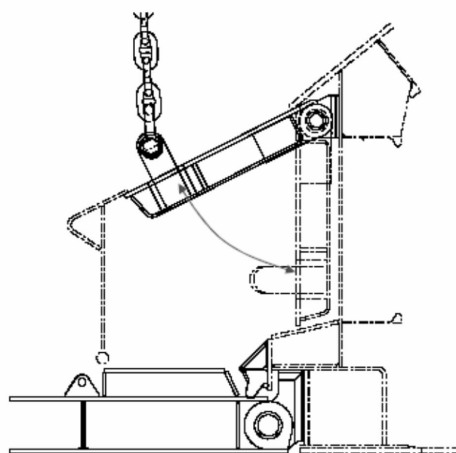


图3 自排空通道

2.6 全集成自动化挖泥控制系统

随着科学技术的进步,全集成自动化挖泥控制系统在挖泥船上也得到了广泛的应用,也是近 10 年来大型耙吸式挖泥船技术发展的一大突出成就。自动化和智能监测控制技术是挖泥船技术发展的重要方向和技术水平标志,也是挖泥船施工质量的重要保障。

基于 PLC 技术,该型 12 000 m³ 自航耙吸挖泥船设计了先进的自动化控制与监测集成系统,用于监控挖泥功能和提供监控系统通讯,可提供挖泥相关的机房系统(例如动力管理系统)、机房报警和监控系统界面,从而实现挖泥装置与推进系统、操纵系统、导航系统的一体化功能。另外,该船采用了自动化控制,可实现单人在驾驶台控制航行和挖泥系统,使施工精度和效率得到进一步提高。

3 自航耙吸挖泥船设计与建造的体会

首先,应量力而为。应结合我国的现实国情,对现有装备能力、疏浚市场需求周密分析,使挖泥船的建造有序发展,避免无序竞争。其次,需以质取胜。应有较长远的考虑,避免缺乏竞争力、低层次产品的重复制造,提升产品竞争力。第三,应全面发展。应加速挖泥船配套装备国产化的研制,减少对海外配套设备的依赖程度,形成产业链,全面健康发展。第四,应加大政府支持力度。我国的挖泥船设计尚处于起步状态,政府的宏观调控和产业政策上的扶持,在我国大型耙吸式挖泥船发展的初始阶段显得尤为重要。

4 结束语

大型自航耙吸挖泥船是集疏浚工程和运输为一体的高技术、高附加值的特种船舶,与单纯的运输船舶有较大的区别。大量的大型耙吸挖泥船设计和建造工作,将不断积累我国大型耙吸挖泥船建造方面的宝贵经验,从而形成核心竞争力,为实现我国在世界挖泥船设计和建造市场上质的突破提供助力。

参考文献:

- [1]刘厚恕.耙吸挖泥船在我国的发展及大型化展望[J].船舶与海洋工程,2003(1):45-49.
- [2]仲伟东,费龙.“通程”号超大型耙吸挖泥船开发设计[J].船舶与海洋工程,2011(2):29-32.
- [3]王振琅,曾湛.大型耙吸挖泥船装舱系统设计研究[J].船舶与海洋工程,2012(1):38-45.

Overall Design of Large-sized Self-propelled Trailing Suction Hopper Dredger

CHEN Xin-hua

(Qidong Marine Engineering Co., Ltd., Shanghai Zhenhua Heavy Industry (Group) Co., Ltd.,
Nantong 226259, China)

Abstract: This article summarizes the characteristics and classification of a trailing suction hopper dredger, and takes a 12 000 m³ trailing suction hopper dredger as an example, based on which its overall design is carried out and the designer's own experience is put forward. It provides reference for the design and building of large-sized self-propelled trailing suction hopper dredgers.

Key words: Large trailing suction hopper dredger; Overall design; Experience