

多功能疏浚作业辅助船研究与方案设计

诸葛玮¹, 王珉球¹, 何炎平², 王楠², 陈新权², 赵永生²

(1. 中港疏浚有限公司, 上海 200120;

2. 上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院, 海洋工程国家重点实验室, 上海 200240)

摘要: 多功能疏浚作业辅助船对保证挖泥船持续高效地作业非常重要, 尤其是对在开敞海域中的疏浚工程更是直接影响到有效作业时间。介绍国外相关系列船型和欧洲四大疏浚公司对此类船的配置, 总结此类船的特点, 根据设计技术要求, 提出目标船的设计方案, 分析或选择各种技术性能指标, 并给出加装整平作业功能和射水疏浚功能的方案。

关键词: 疏浚; 多功能船; 整平作业; 射水疏浚船

中图分类号: U 662

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)03-0056-05

Research on and design of multi-purpose dredging support vessels

ZHUGE Wei¹, WANG Min-qiu¹, HE Yan-ping², WANG Nan², CHEN Xin-quan², ZHAO Yong-sheng²

(1. CHEC Dredging Co., Ltd., Shanghai 200120, China; 2. School of Naval Architecture, Ocean and Civil Engineering,

State Key Laboratory of Ocean Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: Multi-purpose dredging support vessels are very important to ensure the dredgers continuously work efficiently, especially directly affect the effective dredging time in the open waters. This paper describes the foreign series of such ships and the configuration of such ships of the European four dredging companies, and summarizes the characteristics of them. According to the requirements of the design techniques, the paper provides a conceptual design of the target ship and calculates or selects the main technical performance, then gives the program to install bed leveling function and injection water dredging function.

Key words: dredging; multi-purpose vessel; bed leveling; water injection dredger

2004年之前, 我国的年疏浚能力约为3亿m³, 中、大型挖泥船基本依赖进口。在“十五”和“十一五”期间, 我国大型耙吸挖泥船和绞吸挖泥船的设计、建造和配套能力取得了长足的进步, 自主设计和建造了为数众多的大型挖泥船。至“十一五”末, 我国已成为世界耙吸挖泥船第一大国和绞吸挖泥船第二大国, 进入超大型耙吸挖泥船和超大型绞吸挖泥船设计、建造和配套强国行列^[1]。

“十二五”将是我国疏浚业综合实力提升的重要阶段, 不仅要淘汰老旧船舶, 设计和建造节能、环保、高效、智能化和功能多元化的大、中

型挖泥船, 而且要全面提升参与国际竞争的综合实力, 包括: 疏浚基础理论、设备配套、作业工艺、现场管理、法律法规和环境保护等方面。

国内疏浚企业相对于欧洲著名疏浚公司而言, 起步较晚, 装备水平、技术力量、管理经验等均较落后。疏浚作业是一项复杂的系统工程, 任何一个环节考虑不周都会导致成本增加或工期拖延, 严重时还会导致无法完成预定的工程任务, 这些情况在我国承担的海外疏浚作业工程中均已发生, 并由此不可避免地付出了高昂的代价。

国外疏浚工程较多位于开敞海域, 这类工程

收稿日期: 2012-07-20

作者简介: 诸葛玮(1974—), 男, 高级工程师, 从事港口航道工程施工管理与研究。

吹距越来越远, 水文、气象条件恶劣, 油、水、备品、配件等补给困难, 船厂距离工地远且维修价格高昂, 对环境保护和劳工保障要求高, 而土质多为棱角分明的中粗砂, 对挖掘机具、泥泵和管道的磨损严重, 因此作业难度和成本远远超过国内一般疏浚工程。要保证挖泥船能持续高效地作业, 须全方位考虑法律法规、挖泥船配置、补给、自维修和现场管理等因素, 这些均关系到疏浚作业的效率、周期与经济性的。

在影响疏浚作业效率、周期与经济性的众多因素中, 疏浚作业辅助船的配置对补给、管道铺设与维护 and 低成本疏浚作业能力的影响重大, 合理配置疏浚作业辅助船是提升我国疏浚业国际竞争能力的一个重要方面。

1 欧洲多功能疏浚作业辅助船及特点

国际上对疏浚基础理论、作业工艺、船舶与装备等的研究、设计和制造主要集中在欧洲, 因此欧洲疏浚公司的综合技术实力最强。

欧洲疏浚公司广泛配备多功能疏浚作业辅助船, 一般而言为每一艘大型耙吸或绞吸挖泥船均各配备一艘多功能疏浚作业辅助船, 对这类船舶进行系统介绍和分析可为我国疏浚业配置此种船和改进疏浚辅助作业工艺提供有益的指导。

1.1 IHC的多功能疏浚作业辅助船

荷兰的IHC是世界上最著名挖泥船与配套设备研究、设计和制造的公司, 其为挖泥船标准设计的多功能疏浚作业辅助船称为: Delta Multi Craft (简称DMC)。该类船型的主尺度均比较小, 设计的功能为处理和维修艏吹接头、锚、绞刀和浮管, 还可辅助补给油、水、食品、备件等。在2011年, IHC改进了先前的标准多功能疏浚作业辅助船, 其设计的出发点是为海狸系列标准绞吸挖泥船配套, 如起重机能力按最重泵件选型, 起锚绞车按横移锚配置等。其详细参数见表1^[2]。

DMC标准多功能疏浚作业辅助船以船长和船宽作为命名依据, 如DMC 1050的“10”表示船长为10 m级和“50”表示船宽为5.0 m级。

表1 DMC多功能辅助船主要参数

主要参数	总长/m	型宽/m	最大吃水/m	载质量/ t	起重能力/ (kN·m)	自由航速/ kn	系柱拖力/ kN	推进主机 功率/kW	日用油舱/ m ³	运输油舱/ m ³	淡水舱 (取消对应油舱)/m ³
DMC1050	10.40	4.00	0.90	11.0	62 (68)	7.0	20	153	0.2	4	
DMC1250	12.65	6.00	1.35	23.8	150	7.0	42	2 × 136	6.6	6.8+4.3	4.3
DMC1550	15.65	7.15	1.55	55.7	363	8.0	78	2 × 257	13.3	17.25+6.5	6.5

1.2 DEMEN的多功能疏浚作业辅助船

DEMEN是荷兰的一家造船集团公司, 其多功

能疏浚作业辅助船系列为Multi CAT, 该系列船的主要要素见表2。

表2 Multi Cat系列船主要参数

型号	总长/m	船宽/m	型深/m	艏吃水/m	功率/kW	航速/kn	系柱推力/kN	起重能力/kN@m
1050	10.50	4.95	1.70	1.10	132	5.5		
1205	12.52	4.96	1.80	1.65	246	5.0	40	10@8.4
1506	15.50	6.06	2.25	1.70	328	8.0	60	20@8.6
1908SD	19.38	8.50	2.10	1.00	574	9.0	85	30@8.05
1908	19.70	8.06	2.75	2.10	714	8.0	120	71.5@8.44
2409	23.33	9.00	3.20	2.00	1 264	9.0	200	65@14.1
2510	25.54	10.64	3.35	2.30	714	8.0	120	53@12.04
2611	26.00	11.50	3.50	2.50	1 791	9.0	300	110@14.09
2613	26.25	13.00	4.00	3.70	2 850	10.0	450	150@11.7
3013	29.90	12.50	3.80	2.60	1 866	9.0	310	228@13.1
3213	32.70	12.50	4.52	3.00	1 640	9.0	270	180@14.1

Multi Cat系列船的型号也以船长和船宽作为命名依据,设计为在港口和沿海海域工作,其典型的功能有拖带、顶推、疏浚作业支持、浮油回收、浮体或浮管处理、甲板和/或油水运输、锚处理等。由于建造的Multi Cat系列船非常多,相同型号的不同船的具体参数可能与表2略有差异。

1.3 欧洲疏浚公司配置的多功能疏浚作业辅助船

欧洲的4大疏浚公司分别为荷兰的Boskalis与Van Oord以及比利时的DEME与Jan De Nul,她们均配置了较多的多功能疏浚作业辅助船。

Boskalis配置了“Popke”、“BKM102”和“BKM104”等多功能疏浚作业辅助船,“Popke”为Multi Cat 1050型,“BKM102”为Multi Cat 2611型,“BKM104”为Multi Cat 3013型。

Van Oord为其新造的超大型自航绞吸挖泥船“Athena”和“Artemis”各配置一艘Multi Cat 3213型多功能疏浚作业辅助船,分别为“Cronus”和“Oceanus”,这是Multi CAT系列迄今为止最大的船型,分别于2012年3月和4月交付使用。

DEME配置的多功能疏浚作业辅助船与Multi CAT非常相似,比较有代表性的为Parakeet、Aramis和Buckingham,它们的主要要素与DAMEN的Multi CAT 3013接近,比较显著的差异是其主甲板在艏部略有升高。

Jan De Nul近年来造了较多的多功能疏浚作业辅助船,如DN28、DN46、DN203、DN204、DN205、DN206和DN207,均由Jan De Nul公司自己设计,总体状况与上述多功能疏浚作业辅助船类似。根据不同的服务对象,各船的设备配置有一些变化,如为自航绞吸挖泥船服务的船配置了拉力达2 400 kN的绞车,用于处理挖岩时用的重力锚。为了给挖泥船供给燃油,这些船在船体内布置了较多双壳保护的油舱。为此,这些船员的生活舱室均布置在甲板以上,因此它们的甲板室较为发达和开敞甲板面积较小。

1.4 多功能疏浚作业辅助船的特点

挖泥船疏浚作业需要大量的辅助作业,包括:排泥管铺设、回收与维修,锚的起抛,人

员、备品、配件等的运送,燃油、淡水等的补给,等等。因此,疏浚作业辅助船配置如下设备:

1) 顶推和拖带设备,实现对浮管和浮体的顶推,一般设置顶推柱、拖桩和拖钩。

2) 起重设备,实现维修泥管、绞刀、耙头、泵件等,大多数此类船配置2台折臂伸缩吊,在船体内布置较多油水舱而甲板室较发达时,仅配置1台起重机。

3) 泥管拖拉绞车,在较大的多功能疏浚作业辅助船上还布置1台或数台拖拉泥管的绞车,以配合起重机维修泥管。

4) 锚绞车与滚筒,用于起、抛锚,为超大型自航绞吸挖泥船服务的此类船的锚绞车拉力非常大,以处理挖岩时采用的重力锚。

5) 救生设备,为避免需要满足法规对客船的要求,运送的人员不超过11人。

6) 大面积的开敞甲板,用于运送泵件、备品、备件等。

7) 燃油舱和淡水舱,设置船主体内,如对燃油和淡水补给能力要求高,则船员生活舱室布置在主甲板上的甲板室内。

8) 最近建造的此类船还设置用于安装多波束测量设备的月池。

此外,为保证具有较大的载质量和良好的操纵性,此类船采用简易线型、方形主甲板和多台推进装置。

2 多功能疏浚作业辅助船功能扩展

在疏浚工程中,不可避免需要扫浅作业,利用承担主要疏浚作业的耙吸挖泥船或绞吸挖泥船进行扫浅作业不仅效率低,而且成本高,因而非常不经济。多功能疏浚作业辅助船加装整平装置后,即可进行扫浅作业,不仅大大降低了成本,而且效率也有较大提高^[3]。

还存在一类特殊的疏浚工程,海底或河底的泥沙粒径小,自然的水流速度较大,水流下游存在如深槽、深潭等可存放泥沙的地形条件,可以采用低压、大流量的成排水柱起扬沉积泥沙,恢复并提高江河海水的天然夹沙、疏沙能力,从而

实现高效地疏浚,称为射水疏浚,对应的船为射水疏浚船(Water injection dredger,简称WID)^[4-5]。

DEME在2007年把Parakeet辅助船加装整平作业功能^[4],见图1。

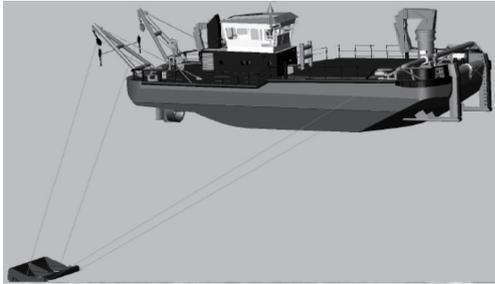


图1 Parakeet加装整平作业功能

如图2所示,DEME在把Parakeet辅助船加装整平作业功能的同时,也配置了改装成具有射水疏浚作业功能的相应设备,在主甲板的艏部加装了2台集装箱式的柴油机射水泵组,设置了射水管道,而吊架、绞车和起吊索具等则与加装整平作业功能相同^[3]。



图2 Parakeet加装射水疏浚作业功能

3 目标船的方案设计

3.1 设计技术要求

目标多功能疏浚作业辅助船为耙吸挖泥船配套,要求具备以下功能:

- 1) 顶推、拖带功能;
- 2) 起、抛锚功能;
- 3) 敷设、维修泥管功能;
- 4) 油、水补给功能;
- 5) 大的甲板面积,可运输耙头、泵叶等重件;
- 6) 人员运输功能;
- 7) 可加装射水疏浚功能;
- 8) 可加装整平作业功能;

9) 预留安装多波束测量设备的安装位置。

一般而言,多功能疏浚作业辅助船的航区为沿海,随着疏浚工程向开敞海域扩展,要求目标船设计航区为无限航区。

本船方案设计确定的船舶要素见表3。

表3 船舶要素

船体长度/m	30.00
型宽/m	12.30
型深/m	3.50
设计吃水/m	2.50
载重线吃水/m	2.70
结构吃水/m	2.80
艏楼甲板高度/m	0.80
推进柴油机最大持续功率/TW	2 × 634
主发电机组柴油机最大持续功率/TW	1 × 301
主发电机组最大持续功率/MW	1 × 275
辅发电机组最大持续功率/MW	100
船员/人	8
乘客/人	10

值得说明的是需要限制乘客人数,在公约和法规中均规定乘客为12人及以上时,船舶将被定义为客船,而满足对客船的各种要求将严重影响本船的作业辅助功能,因而必需限制乘客数量。

3.2 目标船总布置

多功能疏浚作业辅助船在一定程度上可以归结为一种布置地位型船,其主尺度的确定与布置地位要求密切相关。

本船采用了2套推进装置,采用双导管桨、双鱼尾舵;在主船体内布置了较多的油舱和淡水舱,因而船员生活舱室需布置在主甲板上的甲板室内;在主船体的艏部设置了射水疏浚的汲水管道,并在主甲板上设置连接法兰和盲板。在主甲板艏部设置分开的甲板室,左舷为船员的住舱和卫生处所,右舷为厨房、风机间和二氧化碳间;甲板室前部上有较大的开敞面积,用于运输各种备品、备件和补给物资;在船艏右舷布置了1台液压折臂伸缩起重机,并配置3台绞车,可用于敷设和维修泥管及其它起重作业;在主船体艏部设置顶推装置并在艏艉均设置滚筒,在船艏设置了2台绞车,绞车可通过滚筒来起抛和移动锚;在右舷的甲板室前设置了1个月池,用于安装多波束测量

设备；最上层是驾驶室，面积较大，可同时作为运输乘客时的休息处所。

3.3 主要性能

经计算，本船的主要性能见表4。

表4 主要性能

满载吃水航速/kn	7.6
系柱拖力/N	200
主甲板面积/m ²	120
燃油舱容积/m ³	280
淡水舱容积/m ³	120
锚绞车额定拉力/kN	400
管线处理液压绞车额定拉力/kN	100
起重机能力/t@m	18.35@14.0

在各种辅助作业中，起重机的能力非常关键，本船方案起重机配置的吊钩直接安装在吊臂上，在不同的作业半径具有不同的起重能力，在起重半径为5.74 m时的起重能力可达487 kN，另外还可以增配起重能力为160 kN的起重绞车、钢丝绳、起吊头和吊钩。

3.4 扩展功能

在加装相应设备后，利用本船配置的2台绞车来起吊整平器或射水管道，本船可具备整平作业功能和射水疏浚作业功能，最大整平深度与最大射水疏浚深度均为25 m。

整平器和射水疏浚管道采用主甲板上配置的2台锚绞车起升或下放，吊架、导向滑轮、起吊滑车和吊架顶牵索为可拆卸设计，并为2种功能共用。在加装射水疏浚功能时，需在主甲板上安装2

套集装箱式的柴油机射水泵组和相应管线，每套泵站的额定流量为6 000 m³/h，额定扬程为25 m，柴油机功率约600 kW，射水管直径为φ 800 mm。

4 结语

论文中的多功能疏浚作业辅助船与目前国内疏浚企业配置的辅助作业船^[6]在设备配置、船型特点等方面均差异较大，特别对敷设和维修泥管的作业工艺将有较大的影响，要有效发挥该类船型的优势，需改变我国疏浚企业目前采用的相关作业工艺与习惯。

参考文献：

[1] 田俊峰, 吴兴元. 我国疏浚技术与装备“十五”、“十一五”十年发展回顾[J]. 水运工程, 2010(12): 93-97.

[2] Merwede IHC, Workhorses PEDIGREE. IHC Merwede's auxiliary vessels[J]. Ports and Dredging, 2011, 176: 36-37.

[3] Vries M G, Sc B. Beyen J, et al. A special unit for water injection dredgers [C]. Rotterdam: CEDA, 2009.

[4] Dimou K N, Blumberg A F. Evaluating the effects of the use of the warer injection dredging system in the Hudson river estuary[C]. Chania: Protection and Restoration of the Environment, 2006.

[5] Netzband A, Gönnert G, Christiansen H. Water Injection Dredging in Hamburg – Application and Research[C]. Rotterdam: CEDA, 1999.

[6] 王圣军, 张平. 多功能挖泥配套辅助船舶的研究[J]. 江苏船舶, 2002, 19(1): 1-3.

(本文编辑 郭雪珍)

