

文章编号: 1000-4882 (2010) 01-0156-06

半潜式起重工程船在海洋工程中的应用

闵 兵, 舒仕勇

(海洋石油工程股份有限公司规划与资产部, 天津 300451)

摘 要

半潜式起重工程船是一种特殊用途的船舶。较为详细地介绍了目前世界各国应用的半潜式起重工程船的工作原理、结构形式、设计难点及其主要技术配置情况。结合国内外发展现状, 论述了半潜式起重工程船在海洋工程中的应用, 预测了半潜式起重工程船在国内的应用前景。

关 键 词: 半潜; 起重船; 海洋工程

中图分类号: U674.38 **文献标识码:** A

0 引 言

随着经济的高速发展, 对能源的需求越来越大, 海上能源的开发和发展也日新月异, 呈现出新的局面。就我国而言, 现已探明的近、沿海的石油储量为 12.5 亿 t, 天然气储量为 2350 亿 m³, 若充分开采, 则须建造大量钻井和辅助平台, 铺设大量油气管道。另一方面, 海上钻采的作业海域正由浅水向深水乃至超深水扩展, 海洋平台的尺度也在不断增大。这些都对吊装技术提出了更高的要求, 迫切须要安全可靠并能精确定位的吊装设施, 半潜式起重工程船正是应这一需要而生的。

全球海上重型起重机一直处于供不应求状态。多年前, 俄国失事沉没的核潜艇“库尔斯克”号在打捞中, 因为调配不到起重重量足够大的起重船, 只能在水下将核潜艇分割才吊起。目前全球在运营的 SSCV (半潜起重船) 大部分建造于上世纪 90 年代以前, 且数量稀少; 这些设备各自的工作计划均很饱满, 甚至超负荷运行。近年, 全球几大海洋工程公司都有建造新的海洋工程超大型起重系统的计划, 但在 2009 年之前得以实现的并不多。目前世界上共有六艘半潜起重船: 意大利 Saipem 公司的 Saipem7000(1988 年建成), 荷兰 Heerema 公司的 Thialf(1985 年建成), Hermod(1979 年建成), Balder(1978 年建成), DB-101(1978 年建成) 和 McDermott 的 DB100(1979 年建成)。已有的半潜起重船均建于上个世纪 90 年代以前, 之后再没有哪家公司愿意再修建这样的庞然大物了, 因为它不仅投资巨大, 建造困难, 而且运营成本也相当的昂贵。表 1 为国内外半潜式起重船的基本资料。

国内方面, 就目前来说, 还没有一艘真正意义上的超大型半潜式起重工程船投入使用。但近年来, 国内几家公司为提升总承包能力, 开始设计和建造海洋工程行业的半潜式起重船, 并且其中某些概念性设计已经开始应用于实践, 趋向于多功能性, 并取得了成功。中远航运股份有限公司为巩固其业务新建两艘 13000 吨的大型半潜起重船 (目前还在建造过程中)。海油工程提升自己的能力, 也计划购置

一台 15000 吨半潜起重船，目前处在调研设计阶段。

表 1 国外主要半潜式起重船

船名	国籍	建成年份	最大起重能力/t	长/m	宽/m	高/m	吃水/m
Thialf	荷兰	1985	14200	201.6	88.4	49.5	11.8~31.6
Saipem7000	意大利	1988	1400	197.95	87	43.5	18.5~27.5
Hermod	荷兰	1979	8100	154	86	42	11.5~28.2
DB-101	荷兰	1978	3500	146.34	51.921	36.59	7.5~23.48
DB-100	荷兰	1979	3000	Na.	Na.	Na.	Na.
Balder	荷兰	1978	3000	Na.	Na.	Na.	Na.

半潜式起重工程船具有半潜、自航、重型吊装功能，相对于传统型式的起重船它提高了吊载重量。当起重能力超过 5000t 时，一般会采用这种半潜式起重船，它通过自身压载水的调整及借助于船体型式和船艏的特殊设计可在吊载过程提供良好的稳性。本文介绍半潜式起重工程船的组成、工作原理和特点、就海洋工程行业典型半潜式起重工程船的结构形式、设计难点、配置情况及其在海洋工程领域的应用进行探讨。

1 半潜式起重工程船

1.1 半潜式起重工程船的组成

半潜式海洋多功能自航工程船（详见图 1 和图 2），主结构由浮体、上层甲板、起重机等组成，它包括上箱体 1、水下沉垫 2、立柱 3、全回转起重机 4、直升机起降平台 5、起重机臂架 6、船艏起重臂搁架 7、艏部推进器 8、艏部推进器 9、操纵室和居住舱室 10、起重梁 11、托管架 12、臂架起重机 13、门架起重机 14、铺管模块 15 等组块组成。半潜式船体结构的水上部分是上箱体；其水下部分装有左舷沉垫和右舷沉垫，并通过横向沉垫相连接；在上箱体与水下沉垫之间装设数个立柱。起重设备是二台独立工作的大型全回转起重机，分别安置在船体上甲板船艏的左侧和右侧部位。数个起重梁安放在船体的开口处。铺管作业线安装在船体主甲板上的模块上。

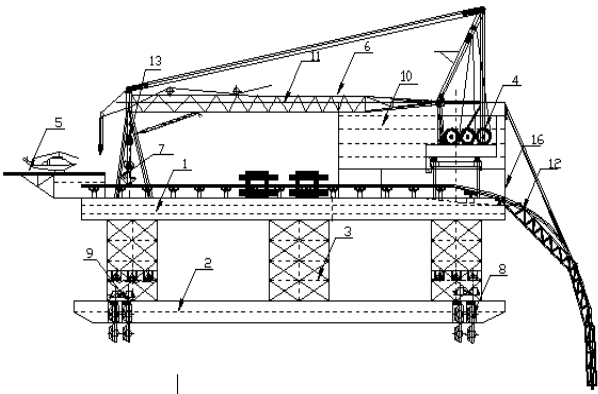


图 1 半潜式起重工程船正视图

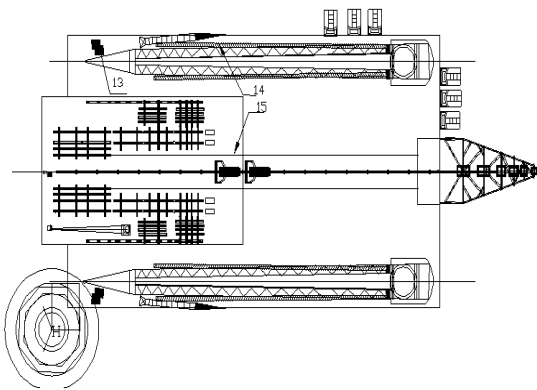


图 2 半潜式起重工程船俯视图

1.2 与常规起重船的主要差别

（1）与特定承载要求相适应的外形

根据半潜式起重工程船所运货物高度、大小、重量和不规则的特点，须要提供大面积货物承载甲板，表 2 为半潜式起重工程船与常规运输船的对比，以主尺度比值的形式表示。

表 2 主尺度比值表

船的类型	L/B	B/D	B/T
半潜式起重工程船	3.5~5.3	3.0~5.0	4.2~6.3
常规运输船	5.6~7.2	1.6~2.2	2.4~2.8

在主尺度中,主要差别在于半潜式起重工程船的船宽较大,这符合其须提供大面积货物承载甲板的特定要求。

(2) 良好的稳性要求和储备浮力

必须保证足够的船舶稳性,要基于船级社批准的稳性计算方法和要求,稳性计算须满足两种典型货物(计入浮力和不计入浮力)的装载情况的稳性要求。完整的稳性计算还要满足 SOLAS 和国家主管部门的要求。必要时船舶还须满足特定海况条件下的、符合其作业特点的压载稳性与储备浮力要求。

(3) 先进的动力定位系统

DP 系统即动力定位系统。半潜式起重工程船配备 DP 系统后,将使运输路线、安装定位更加精确,避免了由于安装不精确引起的一系列问题。一般而言半潜式起重工程船安装两套独立的 DP 系统,互为备用,这大大提高了半潜式起重工程船运输安装功能的可靠性和生命力。

2 典型某半潜式起重工程船的主要参数和特点

2.1 主要技术数据和结构形式

船体总长 219.33m,型宽 84m,甲板高度 45 m,吃水 10.1m。甲板载荷为 27.5t/m^2 ,为开敞式甲板,载货甲板面积 7476 m^2 ,半潜能力 23.30m,主机 $4\times 4600\text{kw}$,航速大于 14kn;定员 32 人,续航力 15000mile,自持力可达 50 天。

2.2 海工半潜式起重工程船主要设计难点

- (1) 如何利用两台全回转起重机,将起重梁穿插到上平台上。
- (2) 如何设计铺管设备的模块,如何合理分配铺管作业线的布置。
- (3) 用横跨在 U 形船体上的起重梁支起海洋平台的水上平台,利用工程船的船体浮力将上平台吊离海洋平台的水下导管架,并运送上平台到目的地。
- (4) 用横跨在 U 形船体上的起重梁起吊海上平台的水下导管架。
- (5) 合理利用现有空间,增加船员数量,提供海上作业支持。

2.3 结构形式及主要配置情况

本船为自航式、柴电推进、半潜式重物起重多功能工程船。装备了 J-lay 安装塔、最新的动态定位系统以及反应迅速的压载系统,可以在超过 2000m 水深的海域进行铺管作业。上面有 12 个 3 级 DP 系统的推进器,这些推进装置的功率达到了 46000kW,可以保证在最复杂海况下仍能准确定位。另外,有近 700 个床位,可以为平台的吊装和试运行提供生活支持。其自身携带的维持其运转的电厂容量为 70000kW,由分置于 4 个引擎室的 12 台柴油发电机供电,电压为 10000V。船型为 Catamaran 船型,居住室和驾驶室设在甲板层,机舱前置并分为左右两机舱,能满足 DP 及更高的要求。主发电机组驱动后部 2 只 SSP 主推进器和 2 只首侧推,利用 DP 系统控制主推进器和首侧推,达到精确定位的目的。

本船主要由船体、起重机及以模块形式安装的铺管作业线等结构组成。船体是 U 形半潜式船体结构,U 形船体的水上部分是上箱体,U 形船体的水下部分装有流线型的左舷沉垫和右舷沉垫,左舷沉垫和右舷沉垫通过横向沉垫相连接,在上箱体与水下沉垫之间装设数个立柱。在 U 形船体的船艏部位

安装艏部推进器,在 U 形船体的船艏部位安装艏部推进器。起重机是二台独立工作的大型全回转起重机,分别安置在 U 形船体的上甲板船艏左侧和右侧部位。设置数个起重梁,安放在 U 形船体的开口处,用于承重甲板,既可以作为起吊海洋平台的水上平台的支撑梁,或也可作为起重海洋平台的水下导管架的起重梁,利用起重梁还可进行海上平台的安装或拆除。

铺管作业线安装在 U 形船体槽内主甲板上的模块上,沿着船体中心线按照自船艏朝船艉的方向布置作业流程;铺管作业线的一部分设备安装在横向箱体上,根据铺管设备的要求,允许铺管模块突出船体达一定长度,即在船的艏部增加了铺管作业所需要的托管架,铺管作业线的一部分设备安装在横向箱体上。铺管模块区装有用于吊装管子的臂架起重机、用于堆场的门架起重机及负责铺管模块起吊安装的二台全回转起重机。

这条 U 形半潜式起重多功能工程船能实现海洋工程多种作业工况,如起重作业工况、铺管作业工况、安装或拆装海洋石油上平台、安装或拆装海洋石油导管架及提供海上作业支持等。该船的投入使用解决了多功能工程船的供求矛盾,也满足了行业和市场需要新船型的要求。

2.4 主要优点

(1) 可实现重载吊载。事实上,当起重能力超过 5000t 时,一般采用的就是半潜式起重船形式,目前世界上最大的半潜式起重船最大起重能力已经达到 14200t。

(2) 独特的上浮/下潜功能。利用压缩空气压载系统控制下潜,且能借助动力定位将平台精确安装于导管架上或指定海域。

(3) 先进的动力定位系统,大大提高了吊载安装的可靠性。

(4) 可实现双船作业。由于半潜式平台极其庞大,一般半潜式起重工程船难以吊载,但用两艘大型半潜式起重工程船并排吊载,通过 DP 系统,即可达到步调一致,联合作业。

(5) 多功能性。如装运门机、挖泥、铺设管道/电缆、打捞等水下工程多功能协同作业等。

3 半潜式起重工程船在海洋工程中的应用

3.1 应用于陆地、海上大型结构组块建造安装过程中的吊装运输作业

随着海洋工业行业的发展,半潜式平台、张力腿平台、浮动式海上生产设施、深海浮筒平台和钻塔、钻井平台和船舶等超重、超高、超宽、超值特殊大件海上浮体结构物模块的重量已达到了天文数字,传统的起重船根本无法满足吊装运输要求。半潜式起重工程船广泛应用在钻井平台(包括自升式和半潜式)、导管架、组块及 FPSO 模块的安装吊载运输过程中,可适用于不同场合和满足不同吨位的重量要求。半潜式起重工程船为选择更复杂的安装吊载工艺提供了可能,同时可以延伸 EPCI(采购、设计、建造和安装调试)合同总包商的产业链,降低总包成本和缩短建造周期。

3.2 应用于海底管道和电缆的铺设

目前,半潜式起重工程船都装备了 J-lay 安装塔,最新的动态定位系统以及反应迅速的压载系统,这可为船体提供良好的耐波性和超大的起重能力,可在恶劣海域实现吊装完成超深水大管径管线、电缆的铺设。例如:Saipem7000 上面有 12 个 3 级 DP 系统的推进器,可在超过 2000 米深的海域进行铺管作业,可有效保证在各种最复杂海况下仍能精确定位。

3.3 海上平台拆除

在海上废弃平台拆除领域中,两艘半潜式起重工程船依靠动力定位系统的精确定位,能同步把平台抬起,放置在第三条运输船上,运回码头并拖回到建造场地。相关数据显示,我国有近百座海上构筑物已进入拆除计划。多种因素对海上大型起重机形成需求拉动。总体而言,我国正与欧洲上世纪

80、90 年代相仿,已经逐步进入了海上构筑物拆除的高峰。半潜式起重工程的船市场需求很大。目前国内平台拆除已进入议程。

3.4 其它应用

具有动力定位功能的半潜式起重工程船提供了深水海洋工程支持,可作为作业船进行深水打桩、深水 ROV 支持、深水海管运输等,另外还可以作为深水临时维修基地(船坞功能)使用。

4 结 语

就目前来说,国内还没有一艘真正意义上的超大型半潜式起重工程船投入使用。二十一世纪是开发海洋的世纪。随着海洋石油的不断开发,国内对海洋起重工程船的需求不断增长,同时对海洋工程技术装备也提出了更新更高的要求,迫切须要开发一种能适应海洋作业要求的起重工程船,以满足海洋工程发展的需要。

近年来,在海洋工程行业中,各海洋工程公司又开始设计和建造新的海洋工程起重船,并且其中某些概念性设计已经开始应用于实践,趋向于多功能性,并取得了成功。

随着国内海洋工程发展速度的加快及近年来海上石油开发力度的加大,半潜式多功能起重工程船将得到进一步的开发,它必将得到广泛的应用。

参 考 文 献:

- [1]海通证券.上市公司深度调研报告(振华港机)[R].2007(6)。
- [2]HOORN F V. Ship Design&Construction[M]. Chapter 52 Vol.2.SNAME,2004.
- [3]赵佳波等.半潜驳工程应用功能的新发展[J].中国港湾建设,2008(3)。
- [4]Poseidon Maritime (UK) Limited. Failure modes and effects analysis of the DP system[M].2001.
- [5]NAUTRONIX OFFSHORE.A SK-5002 Dynamic Positioning Systems[M].2001.
- [6]SIEMENS.Siemens Schottel propeller technical specification[M]. 2001.
- [7]DET NORSKE VERITAS RULES FOR CLASSIFICATION OF SHIPS[S],JANUARY 1999.
- [8]李堃.现代造船工程[M].哈尔滨工程大学出版社,1998.

Application of Semi-submersible Crane Vessel in Marine Engineering

MIN Bing SHU Shi-yong

(Strategy & Asset Dept of Offshore Oil Engineering Co.Ltd., Tianjin 300451,China)

Abstract

Semi-submersible crane vessl is a ship for specil purpose.The working principle, configuration ,design difficult points and primary technical deployment of the semi-submersible crane vessel to be applied to marine engineering industry are introduced in detail.The appliance of semi-submersible crane vessel in

marine engineering in China is presented briefly. Forecast of application of such vessels in china is discussed through the research of domestic marine engineering field.

Key words: semi-submersible; crane vessel; marine engineering

作者简介

闵 兵 男, 1972 年生, 硕士, 高级工程师。主要从事企业资产管理、投资管理、战略规划管理等工作。

舒仕勇 男, 1983 年生, 硕士, 助理工程师。主要从事企业资产管理、投资管理、装备管理等工作。