

# 半潜驳工程应用功能的新发展

赵佳波, 王洪涛, 马青松, 赵校辉, 孟凡林

(中交一航局第五工程有限公司, 河北 秦皇岛 066002)

**摘要:** 利用半潜驳下潜、起浮功能开发了海上待修船舶上排和已修船舶下水工艺, 改变了传统的滑道上排和进坞修船工艺, 该工艺为海上施工船舶提供灵活、便捷的维修服务创造了条件。半潜驳一次出运双沉箱技术的开发, 发展了沉箱出运工艺, 提高了半潜驳效率, 降低了半潜驳的使用成本。

**关键词:** 半潜驳; 修船; 双沉箱; 出运; 开发

中图分类号: U655.32

文献标识码: A

文章编号: 1003-3688(2008)03-0067-04

## New Development of Functions in Engineering Application of Semi-Submersible Barge

ZHAO Jia-bo, WANG Hong-tao, MA Qing-song, ZHAO Xiao-hui, MENG Fan-lin

(No.5 Eng. Co., Ltd., of CCCC First Harbour Eng. Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei 066002, China)

**Abstract:** The capability of submergence and floating of a semi-submersible barge has been developed to take a vessel for repair to the carriage at sea and launch the vessel after its repair, thus changing the traditional technology in which a vessel has to be taken up to the carriage by way of a slipway and repaired in a dock. The technology thus provides conditions for flexible and rapid service for construction craft at sea. The technology to ship two caissons on a semi-submersible barge at one go has widened the technology of caisson shipment, thus improving the efficiency of the semi-submersible barge and reducing the operating cost of the semi-submersible barge.

**Keywords:** semi-submersible barge; ship repair; double caisson; shipment; development

### 1 引言

半潜驳工艺装备的研发及其在重力式码头结构大型沉箱出运中的应用, 开创了港口建设的新局面, 半潜驳出运大型沉箱的施工技术是港口工程施工技术的一大进步。中交第一航务工程局有限公司自2002年10月开发了坐底式半潜驳出运沉箱的工艺装备以来, 又根据施工需要对半潜驳进行修船功能开发和一次出运双沉箱的技术开发。本文通过工程应用实例对半潜驳工艺装备使用功能的创新进行了介绍。

### 2 运用半潜驳检修施工船舶

利用半潜驳下潜、起浮功能开发了海上待修船舶上排和已修船舶下水工艺, 改变了传统的滑道上排和进坞修船工艺, 试验和开发中结合生产需要, 应用半潜驳3号和交工37号成功地开发了此项新工艺。

#### 2.1 半潜驳3号和交工37号拖轮的主要技术参数

##### (1) 半潜驳3号主要技术数据:

船体总长: 53 m; 型宽: 34 m; 型深: 4.5 m。吃水(空载)  $T$  首=2.4 m;  $T$  尾=2.7 m。甲板上纵移车总长: 26.5 m; 总宽: 1.2 m; 高: 1.05 m; 轨道中心距: 8 m。

该船举升能力: 3 000 t, 最大潜深: 18.7 m。潜深最大时, 甲板以上水深可达 14.2 m, 主甲板有效承载面积: 41 m×22 m。机泵舱内设有 4 台能力为 960 m<sup>3</sup>/h 的压载泵, 主甲板以下共有 24 个压载舱, 调载能力强。4 台泵同时工作, 从最大潜深起浮至 3 m 吃水, 所用时间小于 90 min。半潜驳 3 号重载起浮交工 37 在施工作业的海域有足够的水深, 而且起浮时间短。

##### (2) 交工 37 号拖轮的主要数据

船长: 37.25 m; 型宽: 8.6 m; 型深: 4.45 m。设计吃水:  $T$  首=2.75 m;  $T$  尾=3.85 m; 排水量:  $\Delta$ =476 t。肋距 0~10 号: 0.56 m; 10~48 号: 0.6 m; 48 号~艏: 0.56 m。海底阀箱 (共 3 个) 位于 27~28 号及 36~37 号间。

#### 2.2 应用半潜驳3号检修交工37号拖轮的可行性论证

(1) 半潜驳3号的主尺度和有效承载面积及纵移车的尺寸可满足交工37的座墩要求, 具有修船作业的空间, 能够保

证检修过程中的操作和安全。

(2) 半潜驳 3 号的举力为 3 000 t, 而交工 37 的满载排水量为 476 t, 空船重量仅为 312 t, 远小于半潜驳 3 号的举浮能力, 能够满足举浮交工 37 的要求。

(3) 半潜驳甲板右舷可设置 2 组定位桩, 通过定位桩可调整交工 37 前后左右位置, 实现水中准确定位。

(4) 半潜驳举浮所修拖轮过程中的浮态经校核满足要求。

因此半潜驳 3 号可将交工 37 举浮出水, 以完成交工 37 坞检和修理。

## 2.3 利用半潜驳 3 号进行交工 37 检修的技术方案和实施

### 2.3.1 检修工作流程

利用半潜驳 3 号检修交工 37 拖轮的主要工艺流程如图 1 所示。

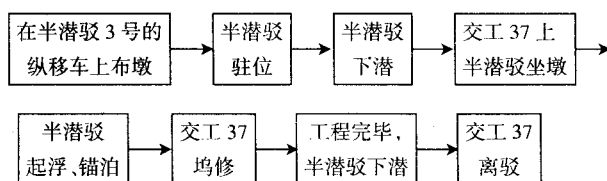


图 1 检修的主要工作流程

### 2.3.2 布墩方案

半潜驳甲板上纵向布置有两列纵移车以及沉箱支顶钢墩, 平时用来运输及支顶沉箱, 作修船平台时, 可作为修船坐墩的基础。根据交工 37 船的型线图、总布置图, 参照纵移车、支顶钢墩的尺寸和相对位置设计座墩形式和位置。边墩布置在选定的沉箱支顶钢墩上; 将右侧纵移车移至预先选定的位置并可靠封固, 龙骨墩布置在该纵移车预先设定的位置。纵移车、支顶钢墩及船舶座墩见图 2 所示。

按照座墩设计, 在交工 37 左舷相应定位桩位置作好标志作为标尺, 控制交工 37 水中定位。

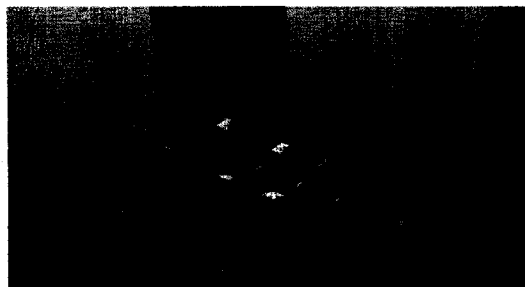


图 2 半潜驳甲板座墩

### 2.3.3 施工过程

(1) 在气象条件满足的情况下, 通过对半潜驳 3 号灌注压载水, 使半潜驳下潜至 12.1 m, 然后将交工 37 绞移至半潜 3 号甲板预定座墩区域, 通过设置在半潜驳主甲板上的定位桩调整交工 37 前后左右位置, 使拖轮在水上准确定位。

(2) 半潜驳上浮, 当交工 37 船底刚刚坐墩时, 停止上浮, 观察交工 37 船的倾斜角度是否在允许范围之内 ( $\pm 1^\circ$ ), 如果角度超过范围, 半潜驳 3 号下潜, 重新调整交工 37 船的位置, 直至符合要求。

(3) 在半潜驳载重起浮过程中, 必须控制半潜驳处于正浮状态。在半潜驳上浮过程时, 船员可观察液位遥测仪显示的各舱水深数据、倾斜仪等随时调整压载仓底水; 同时设定纵、横倾临界值, 利用压载泵调载能力强的特点, 来控制半潜驳的水平浮态, 从而保证上浮过程的安全。

(4) 半潜驳上浮至工艺设计高度, 船底墩和捧墩与船壳紧密贴合, 如图 3 所示。用 4 只定位索分别布置在交工 37 前后四个位置, 与半潜驳甲板锁鼻封固, 作好拖航准备见图 4。运至附近的广西钦州预制厂后, 坐底等待修理。

(5) 交工 37 坞修工程按照修理项目依次展开 (见图 5)。

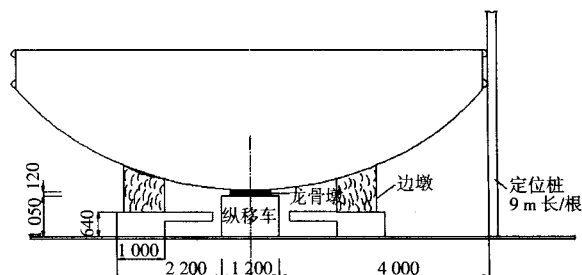


图 3 半潜驳座墩立面图



图 4 半潜驳载运交工 37 准备拖航

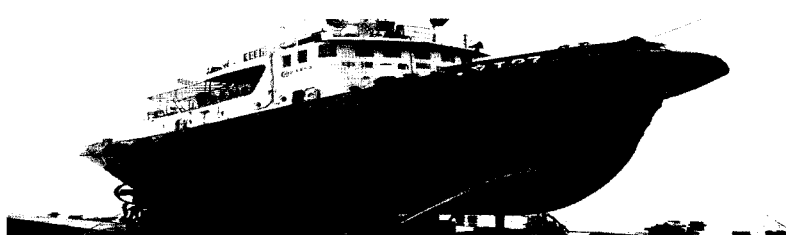


图 5 施工人员正在进行交工 37 修理

(6)坞修结束,半潜驳3号离开锚地,下潜至合适深度,交工37自航离开半潜驳,坞修工程全部结束。

## 2.4 实施效果总结

### (1) 利用半潜驳修船不受潮水影响

传统的船舶坞修工艺是将船拉上船排或者进坞。船舶上排受潮水的影响很大,往往需要等潮期,影响施工工期,同时存在着船舶倾斜、坐偏墩、搁浅等不安全因素;使用半潜驳进行检修修理,工艺简单,又不受潮水影响。本次修理工期仅为12 d,比外修工期1个月提前18 d。利用半潜驳修船缩短了船舶发生故障时的停船时间,提高了船舶利用率。

### (2) 作业准备时间短

利用半潜驳现有结构设备和完成布墩,上排工艺简单,缩短了布墩准备时间。

### (3) 节省了修理费

交工37如果进船厂上排或进坞修理,修船费用约65万元,从施工现场到船厂的往返调遣费约5万元,总计70万元。利用半潜驳进行交工37修理,最后修船费用仅30万元,减少了外委修理所发生的坞道费、修理费,节省了船舶往返修船厂大量的船机调遣费用,节约资金40万元。

(4)利用半潜驳修船,盘活了资产,扩大了自修范围,减少了修理费外支,节约了修船资金,并具有广泛的推广价值。

## 3 半潜驳9号出运双沉箱施工技术

### 3.1 工程概况

中船广州南沙龙穴造船基地四二七厂专项建设项目试航码头工程结构型式为沉箱重力式,共需预制安装沉箱37座,其中CX1型1座,CX2型18座,CX3型18座。各型沉箱结构参数见表1所列。

表1 各型沉箱结构参数

型号	外形尺寸/m	混凝土量/(m <sup>3</sup> ·座 <sup>-1</sup> )	单重/t
CX1	22.0×9.5×11.5	532.83	1 305.43
CX2	19.5×8.2×11.5	424.33	1 039.61
CX3	16×8.2×11.5	353.11	865.12

沉箱运输采用座底式半潜驳出运工艺。采用的坐底半潜驳9号技术性能参数如表2所列。

表2 坐底半潜驳9号技术性能参数

船长/m	船宽/m	型深/m	满载吃水/m	最大下潜深度/m	举力/t
58	34	4.6	3.55	20.6	4 000

所有沉箱均在东莞预制场预制,东莞预制场距施工现场水上运距39 km,半潜驳需要航行3 h。为了缩短拖运工期,节约船机费用,降低工程成本,经过充分的技术论证和准备,除CX1型沉箱外形尺寸限制外,CX2、CX3沉箱采用半潜驳一次运输2座沉箱的工艺。

### 3.2 施工工艺流程

施工准备→沉箱预制→沉箱横纵移→半潜驳靠岸驻位→沉箱上驳固定→半潜驳起浮→拖轮拖半潜驳到水工现场→潜驳在下潜坑驻位→潜驳下潜→沉箱压水→沉箱起浮

拖出潜驳→潜驳起浮返航

### 3.3 主要施工方法

#### (1) 施工准备

施工准备的主要内容是:确定半潜驳进场航道、下潜坑和沉箱储存场平面尺寸和水深,沉箱的浮游稳定参数,进、过水孔的位置及船机安排等。

根据半潜驳满载吃水3.55 m、拖运时不小于0.5 m的富裕水深和本工程现场条件,进场航道底标高-3.5 m,宽60 m,能够满足+1.0 m以上潮位时半潜驳进出场要求。

为保证沉箱在不同海况条件下的起浮安全和方便操作,分别计算不同压水高度值时各型沉箱浮游稳定参数如表3。

表3 不同压水高度值各型沉箱浮游稳定参数

沉箱 型号	压水高度/m		稳定吃水 /m	定倾高度 /m	干舷高度 /m	潜驳下潜深度 /m
	前仓	后仓				
CX2	1.4	2.34	8.746	0.357	2.754	13.85
	1.3	2.24	8.668	0.303	2.832	13.77
	1.2	2.14	8.589	0.249	2.911	13.69
CX3	1.3	2.24	8.781	0.331	2.719	13.88
	1.2	2.14	8.703	0.276	2.797	13.80
	1.1	2.04	8.625	0.220	2.875	13.73

由表3确定沉箱储存场水深-8.0 m,下潜坑水深-13.5 m。

#### (2) 沉箱在半潜驳上的布置

沉箱上驳时,要保证单座沉箱重心或双沉箱组合重心与半潜驳重心重合,确保半潜驳拖航稳定。

各型沉箱上驳方案平面如图6所示:

#### (3) 半潜驳下潜前沉箱顶固

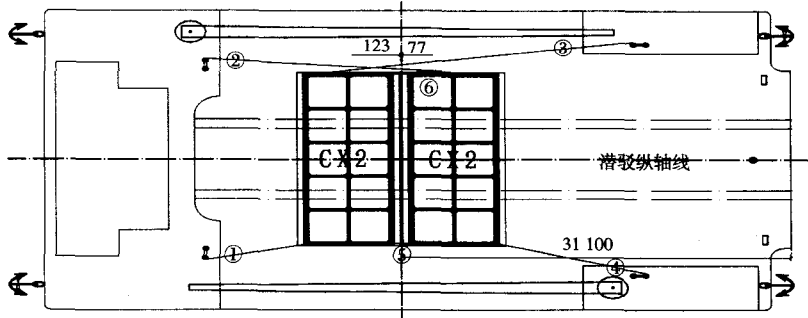
2座沉箱靠近半潜驳塔楼的侧面四角分别设置牵引缆绳,2座沉箱之间设置2根1.5 m短缆绳,并在沉箱之间设置宽度为1.2 m的防撞护木或轮胎,防止沉箱起浮后互相碰撞。

#### (4) 沉箱起浮

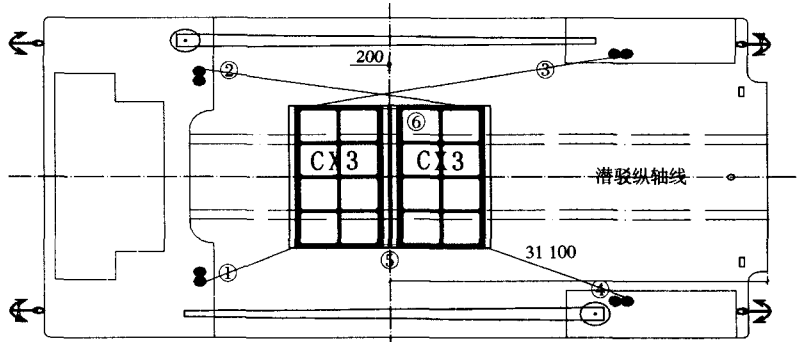
当下潜到沉箱吃水7.0 m时,半潜驳停止下潜,起重人员先检查截门的密封性,然后操作截门向沉箱内压水,压水顺序为先后仓再前仓,以检查沉箱隔墙是否透水,压水完毕后关闭进水阀门。压水高度用测绳控制,控制沉箱压水高度误差不大于100 mm。同时运输不同型号的沉箱时,要根据沉箱的压水稳定计算确保2座沉箱的起浮吃水基本一致,确保2座沉箱同步起浮。本次同时运输CX2和CX3沉箱时,CX2沉箱吃水8.589 m,CX3沉箱吃水8.625 m。见图7。

沉箱稳定压水完成后,半潜驳继续下潜。下潜过程中半潜驳塔楼主控操作人员随时注意船体前后左右倾斜指示变化,发现倾斜及时调整压水,保证潜驳稳定下潜。

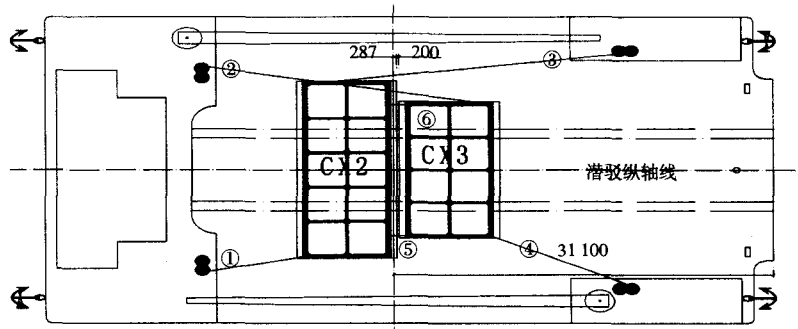
沉箱同时起浮后,由拖轮牵引,2艘起锚艇顶推沉箱同时移动沉箱出驳,塔楼上缆绳操作人员及时调整缆绳控制2座沉箱防止发生碰撞。沉箱出驳后解开2号、4号、5号、6号缆绳,调整沉箱吃水平衡,拖轮帮跨其中1座沉箱至存放场存放,塔楼上带缆人员继续控制1号、3号缆绳保证另1座沉箱靠在半潜驳一侧。沉箱在存放场存放时由测量控制方驳定



(a) 沉箱装驳平面布置方案一



(b) 沉箱装驳平面布置方案二



(c) 沉箱装驳平面布置方案三

图 6 各型沉箱上驳方案平面布置图

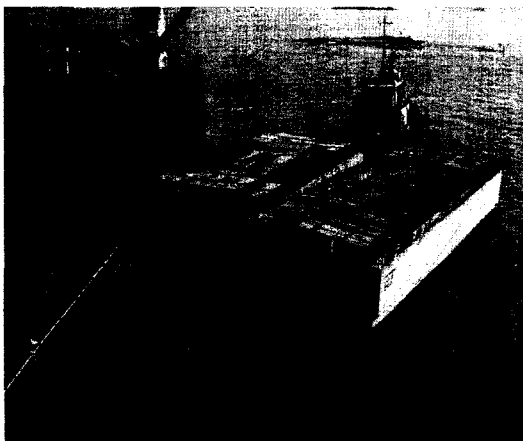


图 7 半潜驳 9 号同时出运 2 座沉箱下水

位,并复测拟定存放区域水深无误后压水下沉。

#### 3.4 半潜驳一次出运双沉箱应用情况

半潜驳 9 号采用双沉箱出运工艺,出运四二七厂专项建设项目试航码头工程沉箱 18 艘次 36 座,中船龙穴造船基地试航码头工程沉箱 9 艘次 18 座。双沉箱出运工艺的成功实施,提高了沉箱拖运的效率,节约了 50% 的运输成本。

#### 4 结束语

(1) 利用半潜驳修船及一次出运双沉箱的开发与应用,进一步拓展了半潜驳工艺装备的功能和提高了该装备的利用率,实践证明其经济效益和社会效益显著。

(2) 半潜驳已有的开发和应用是建立在采用坐底式半潜驳及台车出运方式的基础上进行的。我们正在结合修造船基地的改造,开展在半潜驳搭岸和气囊出运方式的功能开发,半潜驳工艺装备正以其特有的优势,将不断发挥更大作用。