

团 体 标 准

T/CSNAME 085—2024

中国造船工程学会

半潜船半潜试验方法

The methods of submersible trial for semi-submersible vessel

2024 - 06 - 30 发布

2024 - 10 - 01 实施

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国造船工程学会标准化学术委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：大连中远海运重工有限公司、大连理工大学。

本文件主要起草人：饶洪华、刘绍岭、胡阳义、周波、张桂勇。



半潜船半潜试验方法

1 范围

本文件规定了半潜船半潜试验的试验目的、试验大纲、试验环境、试验人员、试验前检查和准备、试验程序、试验结果评定、试验暂停、终止和应急处理等要求。

本文件适用于新造半潜船的半潜试验，营运半潜船半潜作业也可进行参考。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

中国船级社. 钢质海船入级规范. 2023

3 术语和定义

中国船级社《钢质海船入级规范》界定的术语和定义适用于本文件。

4 试验目的

半潜试验的目的是为了验证半潜船下潜到最大沉深吃水的能力，评估半潜船在下潜和上浮过程中的性能，为编制半潜船半潜操作手册提供指导。

5 试验大纲

5.1 编制要求

半潜试验大纲应包括试验环境、试验人员、试验前的准备和检查、详细的试验步骤等。

试验大纲还应包括试验保障和 safety 注意事项，并通过船厂内部的安全评审和船级社认可。

5.2 半潜试验步骤表

试验步骤里应包含半潜试验步骤表，步骤表包含每一步骤完成后半潜船的稳性计算结果。计算结果需要满足中国船级社《钢质海船入级规范》第2篇1.9.5中下潜及上浮过程中不同风浪情况下经自由液面修正后的初稳性高度。

半潜试验步骤表格式见表1，下潜和上浮的步骤设计应简单、清晰，步骤数量不宜太多。举升甲板入水和出水的步骤设计，建议船舶保持艏倾状态。

表1 半潜试验步骤表

序号	压载舱 编号	压载舱 名称	设计舱容 (m ³)	压载舱装载状态 (m ³)						
				预压载	下潜01	下潜02	...	上浮01	上浮02	...
1										
2										
3										
...										
压载舱容合计 (m ³)										

序号	压载舱 编号	压载舱 名称	设计舱容 (m ³)	压载舱装载状态 (m ³)						
				预压载	下潜01	下潜02	...	上浮01	上浮02	...
				每步骤压/排载水量 (m ³)						
				计算艏吃水 (m)						
				计算艉吃水 (m)						
				计算初稳性高度 (m)						
				预计用时 (min)						

6 试验环境

进行半潜试验应具备以下环境条件：

- 在良好的天气和海况条件下进行，风力不超过蒲氏 4 级，海水流速不大于 2 kn，有义波高不超过 1 m；
- 试验海域优先选择离海岸较近的区域，如遮蔽海域。试验海域的海水深度建议比半潜船最大沉深大 5 m 左右；
- 半潜船举升甲板从开始入水至全部出水的试验过程尽量安排在白天进行；
- 试验区域应规避过往船只频繁的海域。

7 试验人员

半潜试验至少需配备以下试验人员：

- 船长一名，要求如下：
 - 熟悉半潜船的压载系统及各压载舱的布置；
 - 应有过指挥半潜下沉及上浮的经验；
 - 掌握各舱压载或排载时对半潜船状态的影响；
 - 了解不同水线面时漂心的轴线变化。
- 压载系统操作员两名，要求如下：
 - 压载系统操作员负责操作压载系统，按照船长的指令向指定压载舱注/排水，随时汇报压载舱的液位状态和半潜船吃水状态；
 - 两名压载系统操作员换班操作，一名实际操作时，另外一名操作员负责监督实操动作与船长指令相符，以及协助监控压载舱的液位状态和半潜船吃水状态，观察压载舱空气头冒水情况；
 - 压载操作员需要对该系统非常熟悉并有过类似操作经验。
- 船舶状态监测员两名，要求如下：
 - 驾驶室的驾控台前、后各一名；
 - 船舶状态监测员负责通过半潜船中控系统监控半潜船吃水及倾斜状态，观察半潜船周围海域状况，发现有航行船舶靠近或其它异常，及时向船长汇报。
- 记录人员两名，要求如下：
 - 负责读数和数据记录，复核半潜船状态，
 - 记录数据、船舶状态汇报给指挥人员。
- 技术支持人员不少于两名，要求如下：
 - 半潜试验大纲编制人员，进行了半潜试验步骤表的编制及船舶稳性计算；
 - 半潜船压载系统、透气系统、液位遥测系统的设计人员。
- 其它半潜船设备和系统操作及监控人员正常在岗工作，半潜船驾驶员在岗待命。

8 试验前的准备和检查

8.1 半潜试验前应进行以下准备工作:

- a) 倾斜试验已完成,且试验报告已获得船级社认可;
- b) 系泊试验和航行试验已完成,且试验过程没有重大不符合项;
- c) 试验大纲完成编制并获得船东、船检认可;
- d) 试验过程中不使用的舱室,尽量注满或排空;燃油舱只保留一个自由液面影响较小的舱用于燃油供给,其它的燃油舱尽量注满或排空;淡水舱全部注满;
- e) 完成应急预案编制及评审,并开展应急演练;
- f) 半潜船航行至目标试验海域抛锚,抛锚时应考虑海流的方向,避免半潜船漂出试验海区,注意锚链的位置及长度,尽可能减小锚链对半潜船下潜或上浮时的影响;
- g) 试验人员到岗并明确岗位要求。

8.2 半潜试验前应进行以下检查工作:

- a) 对于下潜试验需要运行的主要设备和系统,下潜前需要再次进行检查和确认,保证其工作正常,包括但不限于:
 - 机舱和泵舱的通风系统正常运行;
 - 泵舱、发电机舱的各种机械设备状态良好;
 - 压载系统及压载泵正常运转;
 - 阀门遥控系统交验完毕,各压载水舱遥控液压阀门操纵灵活、可靠;
 - 液位遥测、吃水遥测系统交验完毕,各压载水舱液位遥测装置工作正常。
- b) 甲板上和各舱室内所有活动物件及工具应予以可靠固定,吊机应固定在休息臂上,甲板上非船用物资和设备等清理下船,临时必需的设备和物资尽量对称摆放并牢靠固定,以避免产生过大的横倾。
- c) 甲板上的各舱室的舱口盖、人孔盖、通道门等在作业前均应关闭,并且功能正常,达到水密要求。下潜前需要再次检查确认。
- d) 举升甲板以下的液压滑动式水密门应保持关闭,如因工作需要必须临时开启,应获得船长同意,且应在人员通过后迅速关闭。
- e) 半潜船举升甲板入水前,艏楼甲板及以上区域的风雨密门应保持关闭,如因工作需要必须临时开启,应获得船长同意,且应在人员通过后迅速关闭。

9 试验程序

9.1 试验流程图

半潜试验流程如图1所示。



图1 半潜船半潜试验流程图

9.2 预压载操作要求

9.2.1 在试验环境条件满足的情况下，半潜船可提前进行部分压载下潜，压载舱注水操作按表 1 中的“预压载”的顺序进行。

9.2.2 预压载完成后半潜船吃水水线距离举升甲板不小于 1 m，且计算初稳性高度不小于 0.15 m。

9.2.3 预压载过程中，可以调整半潜船的压/排载，适当变换纵倾、横倾状态，采取多次小流量注入至空气头冒水，确保压载舱完全注满。

9.2.4 预压载完成后，记录人员读取船舶实际吃水，并与表 1 中的计算艏吃水、计算艉吃水数值进行比对，如误差超过 0.3 m，则需要重新核对所有舱室的装载情况，包括油舱、淡水舱、污水舱等，找出原因，重新调整和计算。

9.3 半潜船下潜操作要求

9.3.1 试验检查工作和预压载均完成并确认正常后，由船长下达下潜操作指令。

9.3.2 压载系统操作员根据表 1 的下潜顺序进行下潜操作，下潜操作应注意：

- 压载舱注水时各舱水位应均衡上涨，半潜船船身平稳，可调整各压载舱的注水速度；
- 每一个下潜步骤中的压载舱全部注满且空气管头开始冒水，继续保持压载舱小流量加注，使其空气管头持续冒水 2~3 min 后停止加注，或者满足船级社规范要求并被认可的等效方式，确保压载舱注满；
- 在半潜船艏倾，举升甲板全部入水的步骤中，要尽量快速压载，以便举升甲板尽快全部入水；
- 举升甲板全部入水后，快速进行压载，使半潜船由艏倾恢复到正浮状态；
- 试验步骤可以连续执行，中间不需要停顿，但是要尽量确保前一步骤的压载舱注满，再开启下一步骤的压载舱注入。
- 即将到达最大沉深吃水时，可以采用扫舱泵以小流量注入。

9.3.3 状态监测员要随时观测试验海域的情况以及船舶的吃水和倾斜状态，对照表 1 各步骤计算的数值。发现如下异常情况要及时向船长汇报。船长会做出判断并采取措施，确保船舶安全。

- a) 有大型船舶正在向试验海域驶来；
- b) 每个步骤完成后船舶实际吃水与表 1 中的计算吃水数值相差值超过 0.1 米；
- c) 半潜船发生倾斜，横倾达到 2° 以及继续加大，每增加 0.1° 都需向船长汇报。举升甲板入水后半潜船横倾不要超过 5° 。
- d) 船舶发生 $\pm 5^\circ$ 的横摇。

9.3.4 记录员根据半潜船实际操作的压载顺序和船舶状态，记录压载舱装载舱容和船舶吃水等相关数据并填入表 A.1。如果与表 1 的压载舱顺序有调整，记录员应做好标记，并通知技术支持人员，以便核对更新表 1，更好的指导后续的下潜和上浮操作。

9.3.5 在举升甲板全部入水前，要组织各区域值班人员进行安全检查，确保所有设备、系统运转正常，无漏水现象。

9.3.6 当半潜船的艏、艉吃水都达到最大沉深吃水时，半潜试验的下潜阶段完成。

9.4 半潜船上浮操作要求

9.4.1 半潜试验各岗位人员准备就绪，船长下达上浮操作指令。

9.4.2 压载系统操作员根据表 1 上浮步骤中的压载舱顺序进行排水操作。

9.4.3 压载系统操作员上浮排载操作时，应注意以下事项：

- a) 上浮排载时，要提前了解压载舱透气管的布置，确保压载舱透气顺畅；
- b) 调整阀门开度，对称的压载舱尽量同速度排水，使半潜船平衡平稳上浮。压载舱剩余水量较少时，启动扫舱泵排空该压载舱，才可以进入下一个步骤；
- c) 举升甲板开始出水前半潜船呈艏倾的状态上浮，可以选取半潜船艉部居中的压载舱快速排载，以实现举升甲板艉部快速出水；
- d) 举升甲板艉部出水后，半潜船的稳性逐渐向好，按照上浮的步骤完成指定压载舱排水；
- e) 举升甲板全部出水，半潜船逐步恢复到艏艉平衡状态。

9.4.4 状态监测员和记录员按照 9.3.3 和 9.3.4 的要求做好相关监控和记录工作。

9.4.5 当半潜船上浮到预定的艏、艉吃水时，半潜试验的上浮阶段完成，半潜试验结束。

9.5 其他操作要求

9.5.1 半潜船下潜和上浮过程中举升甲板入水或出水，建议采取艏倾状态，艏倾值为半潜船总长的 1% 到 2% 之间。

9.5.2 在半潜试验开始前以及每个步骤（下潜和上浮的最后一个步骤不要求）结束后，全船压载舱只有注满或排空两种状态，记录员要观察压载舱舱容数据变化，汇报给船长和压载操作员进行再压载或扫舱操作。

9.5.3 试验过程中不使用的舱室，尽量注满或排空。燃油舱只保留一个自由液面影响较小的舱用于燃油供给，其它的燃油舱尽量注满或排空；淡水舱建议提前注满。

9.5.4 下潜和上浮过程中，状态监测员要密切关注半潜船的倾斜状态，横倾在 2° 以内时，可以按既定步骤继续下潜或上浮；横倾超过 2° 后，每增加 0.1° 都需向船长汇报，船长判断并下达指令是否调整压载策略。半潜状态下建议半潜船横倾不要超过 5° 。

9.5.5 如船舶发生横摇，船长应下令停止压/排载，采取措施逐步减小横摇角度，并分析产生横摇的原因，问题解决后继续按步骤进行半潜试验。

9.5.6 试验步骤是连续的，中间不需要停顿，但是要尽量确保前一步骤的压载舱注满/排空，再开启下一步骤的压载舱注入/排载。

9.5.7 表 A.1 是理论计算的结果，实际试验过程中，船长可以根据半潜船的实际状态进行适当调整。

9.5.8 如果在预压载、下潜、上浮过程中，某一步骤有调整，记录员应做好标记，压载操作员按照调整后的方案进行注水/排载。

9.6 试验数据记录

9.6.1 记录试验海域的天气情况、水深等信息。

9.6.2 记录半潜船下潜和上浮过程中每个步骤结束时各压载舱的实际装载水量、半潜船吃水状态、试验时间等。

9.6.3 试验数据记录于表 A.1 半潜试验记录表。

10 试验结果评定

10.1 半潜船按照试验大纲下潜至最大沉深吃水,然后完成上浮到预定吃水,试验完成后船舶状况良好,则认为试验通过。

10.2 船舶状况良好包括:

- a) 浸没水中的水密门、舱口盖等未发生漏水现象;
- b) 试验过程中船舶压载系统、液位遥测系统未发生影响半潜试验的故障;

10.3 如船舶未能下潜至最大沉深吃水,则认为试验不通过,试验立即停止,船舶排水上浮。

10.4 重新核实稳性计算、调整下潜步骤和排查操作问题后,重新进行半潜试验,如仍未通过,则判定船舶半潜性能未达到设计要求。

11 试验暂停、终止和应急处理

11.1 试验暂停

在试验过程中,如出现下列情况之一时,船长应立即暂停试验,排查故障,恢复正常工作状态后,方可继续试验:

- a) 失电;
- b) 漏水;
- c) 液位遥测和吃水遥测故障;
- d) 阀门及压载泵故障。

11.2 试验终止

在试验过程中,如出现下列情况之一时,应立即终止试验,在保证安全的前提下尽快上浮到安全吃水:

- a) 火灾事故;
- b) CO₂ 系统误释放;
- c) 因天气、误操作等原因,导致人员受伤,必须离船救治的事故;
- d) 海上溢油;
- e) 人员落水;
- f) 破舱;
- g) 突发恶劣天气;
- h) 其他重大突发事件。

11.3 突发情况应急处理

试验过程中遇到突发意外情况,应按照应急预案的规定,根据事故/事件及险情的大小和发展态势,明确应急指挥、资源调配、应急避险、扩大应急救助范围等应急响应程序。

- a) 发生如 11.2 中所列的重大事故/事件及险情,应启动一级应急响应,立即终止试验,按照应急响应程序的规定进行处理。
- b) 发生如 11.1 中所列的一般事故/事件及险情,不影响半潜试验的继续进行,或排除后可继续进行半潜试验,或人员受伤较为轻微不需要离船救治,半潜试验可以继续进行。

附录 A
(资料性)
半潜试验记录表

表A.1 半潜试验记录表

日期		风力 (级)	风向	水深 (m)	海况						
序号	压载舱 编号	压载舱 名称	设计舱容 (m ³)	压载舱装载状态 (m ³)							
				预压载	下潜 01	下潜 02	...	上浮 01	上浮 02	...	
1											
2											
3											
...											
压载舱容合计 (m ³)											
每步骤压/排载水量 (m ³)											
计算艏吃水 (m)											
实际艏吃水 (m)											
计算艉吃水 (m)											
实际艉吃水 (m)											
初稳性高度 (m)											
半潜船横倾角 (°)											
试验计时 (min)											
突发事件及应急处理措施											
船舶状态是否良好											