

T/CDSA

中国潜水打捞行业协会团体标准

T/CDSA 305.7—2023

刮船器安全操作规程

Code of safety practice for operations of ship scrapers

2023 - 9 - 25 发布

2023 - 10 - 15 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 作业条件	2
5 人员要求	2
6 设备要求	3
7 操作要求	3
附录 A（资料性）刮船器基本组件配置表	7
参考文献	10

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。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由天津德信诚水下信息技术有限公司提出。

本文件由中国潜水打捞行业协会归口。

本文件起草单位：天津德信诚水下信息技术有限公司、中海石油技术检测有限公司、安潜科技（深圳）有限公司。

本文件主要起草人：符海洲、赵青山、王小平、薛建、李丹、潘明光、卜立军、张辉。

刮船器安全操作规程

1 范围

本文件规定了船体清洗使用刮船器的作业条件、作业人员要求、作业设备要求和操作要求。
本文件适用于船体清洗作业机构的刮船器操作。

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。

GB/T 3766 液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求

GB 26123 空气潜水安全要求

GB/T 36666 船舶水下清洗指南

3 术语和定义

GB/T 36666和JT/T 1452界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水下污染生物 *underwater marine fouling*

附着在船体、海上设施水下结构物的海草、藻类、藤壶类、管状蠕虫、双壳贝类和碳酸钙沉积物等污染物。

3.2

整体清洗作业 *overall cleaning operation*

对船体吃水线以下全部船体油漆表面和附属部件，包括推进器、传动杆和各种开口表面的污染物进行的清洗。

3.3

阶段清洗作业 *stage cleaning operation*

对船体推进器、传动杆、船舵以及水下其他部位（如开口和附件）的清洗，通常是在两次整体清洗之间。

3.4

局部清洗作业 *locality cleaning operation*

对船体的局部表面、附属设备（如螺旋桨、海底门、舵、声呐舱、稳定翼、水下传感器）和部件（消声带、船体的开口）、船体的前1/3或后2/3等表面进行的清洗。

3.5

清洗刮船器 *ship scraper*

通过行走模块吸附在船体、海上设施水下结构物的表面，通过驱动轮驱动刷盘对船体或结构物表面进行摩擦，清除水下污染生物的一种机械摩擦式的清洗机械。

3.6

行走操作模块 operation module

由潜水员在水下操作，对水下污染生物进行清洗的刮船器组件，主要分为遥控式行走模块、半自动行走模块和手持式行走模块三种类型，其利用驱动轮驱动刷盘，通过高速旋转产生吸力自行吸附在船体的表面，并由驱动轮带动在船体表面进行清洗和行走。也称为刷车或主机。

3.7

半自动行走模块 semi-automatic operation module

可配置钢丝刷盘、尼龙刷盘或其他不同类型多头转刷或刷盘，一般配置2~3个清洗刷盘，该模块具有清洗效率高、清洗面积大的特点。

3.8

手持式行走模块 handheld operation module

用于清洗船体的关键和不规则部件的一种单个刷盘，通常用于清洗推进器本体、桨叶、将军帽、方向舵和海底门等位置。

3.9

清洗刷盘 cleaning brush unit

在清洗作业中所使用的机械摩擦部件，分为软钢丝刷盘、硬钢丝刷盘、刀片刷盘和尼龙刷盘等。也称转刷或清洁头。

4 作业条件

4.1 若船舶运行效率出现下列情况时，宜进行水下清洗作业：

- a) 传动轴每分钟的轴转速保持正常，船舶航行速度降低超过 1kn；
- b) 在以最佳的推进和辅机效率保持额定的轴转速情况下，燃油的消耗量增加 5%；
- c) 在保持额定的船舶航行速度下，每分钟螺旋桨轴转速增幅超过 5%；
- d) 水下目视检测发现海生物覆盖面积及厚度已超出 GB/T 36666 的相关要求。

4.2 进行水下清洗作业的环境条件应满足下列要求：

- a) 满足 GB 26123 规定的作业环境条件；
- b) 无水下爆破、污染、障碍物、高压水射流、电击以及其他危及潜水员安全的因素（如被清洗船舶推进器未锁定、加油或压载等）；
- c) 船底作业时，确保船底至水底的距离不小于 2 m；
- d) 清洗作业时，确保船舷离开码头的距离不小于 1.2 m；
- e) 清洗作业时，作业海域的浪高不大于 1 m；
- f) 清洗作业时，作业海域的水质能见度不小于 0.5 m。

5 人员要求

5.1 潜水人员使用刮船器作业前，应经过刮船器安全操作的专业培训。

5.2 刮船器安全操作的专业培训应至少包括下列内容：

- a) 设备结构、原理以及安全操作的相关知识；

- b) 检查、测试和维护保养等相关知识；
- c) 操作程序和风险防控等相关知识。

5.3 刮船器操作的指挥员应由潜水监督担任。

6 设备要求

6.1 刮船器的系统组成应至少包括液压动力站(动力源为柴油机或电机)、液压管线(包括软管卷车)、水下行走模块或刷车(主机)和其他附属组件。

6.2 刮船器的相应组件应按相关规范设计、制造和检验。

6.3 刮船器应标明制造商名称、生产日期、产品型号、产品编号等。

6.4 刮船器应配备产品合格证书、操作说明书、维护保养手册和配件清单等。

6.5 刮船器的零部件，应按原型号更换或替代。

7 操作要求

7.1 基本要求

7.1.1 潜水作业应符合 GB 26123 和本会《潜水及水下作业通用规则》规定的相关要求，宜穿戴硬质潜水头盔。

7.1.2 船舶水下清洗作业应按 GB/T 36666 的相关要求执行。

7.1.3 液压动力系统的检查和维护保养应按 GB/T 3766 的相关要求执行。

7.2 作业前准备

7.2.1 可按下列方式选择刮船器、刷盘的类型：

- a) 便于获取电源的作业场所，液压动力站选择电动力方式；
- b) 不便于获取电源的作业场所，液压动力站选择柴油动力方式；
- c) 根据所清洗船体表面水下污染生物的性质和涂层的防护要求，选择清洗刷盘的类型，选择要求见附录 A。

7.2.2 作业前，应根据具体任务制定作业计划，内容和要求至少包括：

- a) 业主和作业公司提供支持的内容；
- b) 施工方案，包括根据船舶图纸计算所需清洗的面积；
- c) 作业现场执行的风险管理，包括风险评估、工前会、变更管理等；
- d) 与相关方协商的安全管理界面文件的内容；
- e) 恶劣天气下工作的程序（例如潮汐、水流、水温、天气、海况、能见度对作业的影响等）；
- f) 潜水作业、设备操作、维护保养程序；
- g) 人员调遣计划；
- h) 现场备用的作业手册、文件、规范、标准和参考资料；
- i) 组织机构图及沟通流程图；
- j) 险情、事故报告和调查程序；
- k) 采用的潜水方式，水面供气式潜水时潜水员脐带长度限制；
- l) 被清洗船舶和潜水支持船舶的靠泊要求；
- m) 作业人员的配备和岗位职责；
- n) 潜水员和待命潜水员的分工和部署；
- o) 潜水设备的配备、工具和物资及它们的部署；
- p) 设备检测报告和证书；

- q) 工作许可证;
- r) 潜水呼吸气体的配备和管理;
- s) 应急计划, 这些计划应与业主方的应急计划相衔接;
- t) 被清洗船舶存在的潜在危害, 如进水口、排水口、锚缆、阴极保护、推进器、高空作业或高空坠物等, 在作业前, 与船方一起对潜在危害进行排除或隔离;
- u) 若当地政府主管部门有水下污染生物回收要求, 还要制订清洗后水下污染生物的回收计划和配备相应的回收设备。

7.2.3 作业前, 应根据具体任务和环境状况进行风险评估, 内容和要求至少包括:

- a) 可能造成人员伤害和设备损坏的环境因素、人为因素、设备因素和管理缺陷等;
- b) 制订预防和控制措施;
- c) 指定责任人;
- d) 所有作业人员清楚预防和控制措施的内容和责任人。

7.2.4 作业前, 应对所使用的刮船器进行检查和测试, 内容和要求至少包括:

- a) 在启动前, 先检查动力系统液压油箱和润滑油箱的油量满足作业用量要求;
- b) 检查液压系统的各管路接头、阀组、液压油缸及其它液压元件连接处无漏油;
- c) 检查液压控制阀运转正常, 溢流阀的调压手轮在调定完毕后已锁紧;
- d) 检查和测试液压设备油泵的运转正常, 且无异常声响;
- e) 检查管路、液压阀、液压油缸振动在正常范围内, 且无异常响声;
- f) 检查压力表的工作压力变化, 液压油温及电磁阀线圈温度正常;
- g) 检查各液压元件螺栓无松动;
- h) 在更换油液时, 确保彻底清洗油箱、滤油器及附属管道;
- i) 手动用力, 匀速转动行走模块转盘数圈, 运转正常;
- j) 根据当次清洗内容需要, 配置不同规格与材质的刷盘, 或更换适当型号的抛光片;
- k) 将行走模块和液动力站的快速接头与液压管线连接, 并在管线各连接点位置安装防脱落柔性连接扣;
- l) 确保柴油动力设备的电源线和蓄电池连接完好, 正极和负极连接正确;
- m) 先启动动力设备, 低速运转几分钟, 润滑机器部件, 再加速达到使用功率, 同时把行走模块平放在地面上, 确保刷盘的方向朝上;
- n) 将动力设备的液压控制杆调节至中档, 打开驱动轮控制开关, 刷盘运转正常, 刷盘紧固, 再将控制杆调至高档, 检查动力设备在最高转速时运转正常; 并检查液压管内油压正常, 无渗漏;
- o) 在设备使用完毕后, 调节控制杆, 使动力设备逐渐减速, 最后关闭油门停机。

7.3 操作

7.3.1 水面操作应至少符合以下要求:

- a) 在安装或更换刷盘时确保刷盘螺栓已经配有垫圈, 使用的接头已完成润滑保养;
- b) 定期对固定刷盘的螺栓进行润滑和保养, 确保无锈死或不会轻易退出;
- c) 确保液压油盖完全密封与盖紧;
- d) 调整控制杆的位置, 对液动力装置进行启动和运行测试;
- e) 将控制杆调至“0”位卸除管线内压力, 再关闭液动力系统, 然后拆卸液压管线;
- f) 指定专人随时检查液压油量, 如有需要, 可不间断地加油;
- g) 在所有液压管线连接完成后, 检查液压状态, 把控制杆慢慢地由“0”调至最大功率位置;
- h) 设备操作人员时刻监视管线压力表的工作压力, 当设备运行时, 如压力表指针在“0”或接近“0”的位置, 液压管线可能存在漏气或管线水下部位损坏, 须立即停机;
- i) 严禁将重物放在设备的回压装置上;
- j) 在设备运行时, 严禁连接或拆除相关的液压工具、管线;
- k) 电气设备使用前, 确保其已有效接地, 并检查电缆无破损。

7.3.2 液压动力站操作应符合以下要求：

- a) 指定经过专业培训的人员操作动力站，并配备符合要求的个人防护劳保用品；
- b) 使用前，由专人检查和测试液压动力站；
- c) 启动液压动力站，检查其在怠速、高速以及满载荷的工作状态时运转正常；
- d) 检查外部框架，各连接螺栓无松动，轮轴运转正常；
- e) 作业前，将液压控制手柄置于“关闭”位置，作业时，再将液压控制手柄扳至“启动”位置；
- f) 液压动力站应尽可能远离工作区域，如发现动力站有异常情况，应立即停机检查并排除故障；
- g) 作业后，将液压动力站与行走模块脱离，分别擦拭与清洗干净，并存放于干燥、通风的场所；
- h) 连接液压动力站与油缸之间快换接头，应先擦净油缸接头和快换接头的灰尘或油垢，再连接。

7.3.3 水下操作应符合以下要求：

- a) 潜水员入水前，被清洗船舶的动力系统处于停车状态，同时锁定船舶主、辅循环泵；
- b) 潜水员入水前，被清洗船舶的计程仪测量杆置于完全收回的位置；
- c) 潜水员入水前，告知潜水员在清洗过程中可能妨碍或危及潜水员的障碍物；
- d) 潜水员入水前，被清洗船舶的测深仪换能器部位设置视觉或听觉警告器；
- e) 潜水员入水前，断开被清洗船舶的外加阴极电流保护系统，并设置视觉或听觉警告器；
- f) 潜水员入水前，被清洗船舶的船艏声呐系统或橡皮覆盖表面，设置视觉或听觉警告器，确保清洗过程不触及该特殊区域；
- g) 潜水员对船体的防污底漆状况、船体污底长度或类型进行预先检查；
- h) 根据水下检查的结果及全船系统状态确定清洗需求以及清洗面积等；
- i) 若船舶停靠时间和清洗资源受限时，则清洗的优先程度为：螺旋桨、球鼻艏、舳龙骨至水面间的舷侧列板、船艏 1/3、船艉 1/3；
- j) 根据船东清洗要求、海生物类型及覆盖情况，配置不同材质的刷盘；
- k) 为了保证船底的全面清洗，可先由潜水员在船艏处安放一根兜底导向绳；
- l) 潜水员可从左至右或从右至左，沿导向绳方向操作刮船器进行船底清洗；
- m) 当潜水员操作刮船器由一侧船舷到达另一侧船舷时，船上辅助人员交替由船艏向船艉方向移动，直至完成全船清洗作业；
- n) 对吸水口、排水口、防污格栅等不易清洗的部位，可配置铲刀等手动工具进行辅助清洗；
- o) 不能遗漏船舵、螺旋桨叶、推进器防护罩等船体关键部位的清洗；
- p) 为适应不同类型轮廓的船体清洗，可根据船底弧度自动调节刮船器行走模块的弯曲弧度，同时调整刷盘的转速；

7.4 安全注意事项

7.4.1 作业前，潜水作业人员与被清洗船舶相关人员应对该次清洗作业进行风险评估，并制定相应的控制措施。

7.4.2 潜水员操作刮船器时，应确保海床与船底之间充足的操作空间和良好的水质能见度。

7.4.3 刮船器应单独吊放至水下作业位置，潜水员不得携带刮船器同时下水。

7.4.4 转移刮船器至新的清洗位置前，应将其运转功率调至尽量小，可利用其动力辅助刮船器移位，在到达新的清洗位置后，再增加工作压力和调整刷盘的转速。

7.4.5 刮船器使用中，为防止潜水脐带与行走模块刷盘发生绞缠，潜水照料员应控制潜水脐带的释放长度。

7.4.6 刮船器使用中，为防止刷盘的高速旋转伤害潜水员，潜水员应控制好行走模块弧度和刷盘转速。

7.4.7 刮船器使用中，应防止动力液压管与潜水脐带的绞缠，以及两者与行走模块的绞缠。

7.4.8 应配备应急开关，可通过对控制手柄施加轻微的向上或向下压力来实现转向。

7.4.9 刮船器使用中，若发生液压管线与潜水脐带绞缠，应立即停机并断开刮船器的快速接头，使刮

船器与液压管线尽快分离，确保潜水员能快速地解除绞缠。

7.4.10 使用配置钢丝刷盘的刮船器作业时，应选择使用对该类刷盘操作技能熟练的潜水员。

7.4.11 刮船器的油封具有使用周期，应及时更换到期或受损漏油的油封。

7.4.12 作业现场应备存吸油毡、消油剂等防污材料，确保在发生漏油污染时可及时使用。

7.4.13 船舶隔离舱及其他障碍物，若妨碍清洗操作或易使潜水员受到伤害，船舶方应提前告知潜水监督，潜水监督要特别交代潜水员，并应采取相应的安全防范措施。

7.4.14 为确保潜水员水下操作安全，船体清洗的移行速度不宜超过 30 m/min。

7.5 作业后的检查和维护保养

7.5.1 刮船器的检查和维护保养人员，应经过相关刮船器检查和维护保养技能培训。

7.5.2 行走模块在清洗作业结束后，应用淡水冲洗干净，并供给适宜等级的机油。

7.5.3 每运行 5 h 应检查和确认驱动单元的螺栓紧固无松动。

7.5.4 应确保漂浮项圈上覆盖了有效的玻璃纤维护套。

7.5.5 所有的维护保养内容应记入维护保养记录中，并由潜水监督或潜水机电员签字。

附 录 A
(资料性)
刮船器基本组件配置表

刮船器基本组件配置应符合表A.1。

表A.1 刮船器基本组件配置表

序号	组件名称	部件名称/材质	组件功能	图片说明
1	清洗操作组件	1.1 行走操作模块	提供吸附和摩擦清洗水下污染生物	
2	液压动力站	2.1 配电箱	传导电流/转换电压	
		2.1 电动机	为设备提供动力	
		2.2 齿轮泵、节流阀、联轴节、压力表、支架、管头、接头/接头堵头、输电电缆	提供附属支持功能	
3	液压动力站	3.1 柴油机	为设备提供动力	
		3.2 电瓶、齿轮泵、节流阀、联轴节、压力表、支架、管头、接头/接头堵头	提供附属支持功能	
4	液压管线	4.1 液压管线端头为不锈钢压接、带海洋级铜质快速接头	液压动力传导/传输	

表 A.1 (续)

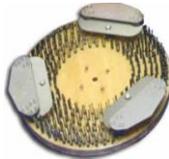
序号	组件名称	部件名称/材质	组件功能	图片说明
5	清洗刷盘 转刷/清洁头	5.1 硅刷 (硬质硅材质)	适用于清洗船体和钢结构水下部位的海洋污垢, 有效地保护船体和钢结构涂层。	
		5.2 钢砂刷 (尼龙碳化硅配比砂砾材质)	适用于玻璃, 木材, 铝和钢制船体上进行清除。	
		5.3 聚丙烯刷 (聚丙烯材质)	适用于清洗玻璃纤维、铝质、铝合金、钢材和木材表面的污染物。	
		5.4 尼龙刷 (尼龙材质)	适用于清洗玻璃纤维、铝质、铝合金、钢材和木材上的轻微程度污垢、水草和黏液物。	
		5.5 排刷 (不锈钢材质)	适用于清洗铝材质或钢材表面的中度污染物。	
		5.6 扁平钢刷 (不锈钢材质)	适用于清洗重度的污染, 如在钢结构表面上的大量藤壶, 管虫, 斑马贻贝和水草的污垢等。	
		5.7 专用刷头加配刀 (采用不锈钢, 平丝, 钢砂材质)	适用于在有涂层的船体表面对藤壶, 水草, 斑马贻贝等污染物清洗。	
		5.8 藤壶刮刀 (不锈钢, 平丝, 钢砂材质)	适用于对附着在水下钢结构, 木桩, 水泥桩, 海堤, 桥墩, 水下隔板, 舰船等表面的藤壶、各类坚硬贝类进行清洗。	

表 A.1 (续)

序号	组件名称	部件名称/材质	组件功能	图片说明
6	抛光打磨组件（适用于推进器/螺旋桨等关键/特殊船体部位的抛光打磨）	6.1 抛光片固定器	根据清洗需求设计型号不同，用于安装、固定不同规格抛光片的组件。	
		6.2 3M 打磨片	硬度适中，抛光后无划痕，效果好；缺点为作业效率相对低，单片成本较高，国内现阶段使用率较低。	
		6.3 金刚砂打磨片	硬度适中，抛光后无划痕，打磨光滑，效果好，国内现阶段使用率较高。	

参 考 文 献

- [1] JT/T 1452-2022 潜水打捞术语
 - [2] 潜水及水下作业通用规则（第二版），中国潜水打捞行业协会，2023
 - [3] ADCI International Consensus Standards of Commercial Diving and Underwater Operations Ed 6.4, Association of Diving Contractors International, 2020
-