

ICS 47.020.01
CCS U 30

T/CANSI

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 123—2024

水下船体清刷机器人

Underwater hull cleaning robot



2024-11-18 发布

2024-12-1 实施

中国船舶工业行业协会 发布

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 参数和标记	2
4.1 基本参数	2
4.2 产品标记	2
5 要求	2
5.1 一般要求	2
5.2 外观	2
5.3 设计和结构	3
5.4 性能	4
5.5 防护等级	4
5.6 安全性能	4
5.7 连续运行	4
5.8 环境要求	4
6 试验方法	5
6.1 试验条件	5
6.2 一般要求	5
6.3 外观	5
6.4 设计和结构	5
6.5 性能	5
6.6 防护等级	5
6.7 安全性能	6
6.8 连续运行	6
6.9 环境试验	6
7 检验规则	6
7.1 检验分类	6
7.2 型式检验	7
7.3 出厂检验	7
8 标志、包装、运输和贮存	8
8.1 标志	8
8.2 包装	8
8.3 运输	8
8.4 贮存	8

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。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出。

本文件由中国船舶工业行业协会归口。

本文件起草单位：哈尔滨工程大学、哈尔滨斑之澜海洋科技有限公司、中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院。

本文件主要起草人：陈东良，刘桂芳，陈东华，李巧平、高道清。



水下船体清刷机器人

1 范围

本文件规定了水下船体清刷机器人(以下简称“清刷机器人”)的分类和标记、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于清刷机器人设计、制造、检验和验收。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 1220—2007 不锈钢棒

GB/T 2423.17 环境试验 第2部分:试验方法 试验Ka:盐雾

GB/T 3191—2019 铝及铝合金挤压棒材

GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件

GB 11291.1 工业环境用机器人 安全要求 第1部分:机器人

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 43849 水下机器人整机及零部件基本环境试验方法 水静压力试验方法

JB/T 8896 工业机器人 验收规则

ISO 10218:1 机器人与机器人装置 工业机器人安全要求 第1部分:机器人(Robots and robotic devices—Safety requirements for industrial robots—Part 1: Robots)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水下船体清刷机器人 **underwater hull cleaning robot**

一种通过涡流吸附、推进器吸附、磁吸附等吸附方式固定在所需清洗的船体上,通过控制程序,自主在船体表面移动,同时采用空化水射流技术对船壳水下各种附着物进行清洗,代替人工对船体完成清洗、检测及录像等作业任务的机器人。

4 参数和标记

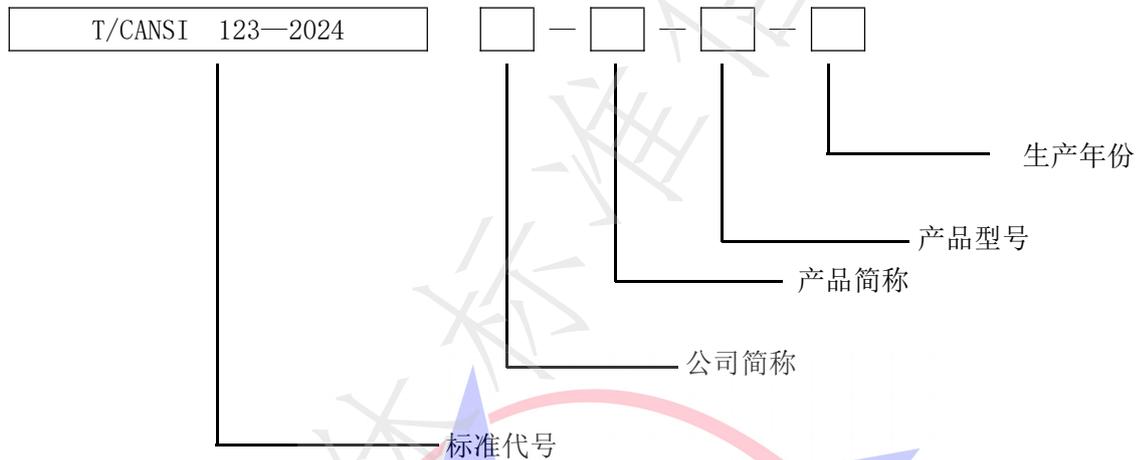
4.1 基本参数

清刷机器人的基本参数应符合以下要求：

- a) 产品尺寸：不超过3000 mm×1500 mm×1000 mm；
- b) 产品重量：不超过200 kg；
- c) 工作水深：不小于50 m；
- d) 最大位移速度：不小于1 m/s；
- e) 位姿准确度满足：不大于X、Y轴静态0.05°；动态不大于0.1°；
- f) 机器人能源供给的输入电源电压应为220~380 V，频率应为50~60 Hz。

4.2 产品标记

清刷机器人出厂前需要做好产品标记，标记方法如下：



产品：

2024年生产的型号为0601的水下船体清刷机器人，BL公司生产，符合T/CANSI 123—2024。

标记：

T/CANSI 123—2024 BL—UCR—0601—2024。

5 要求

5.1 一般要求

制造清刷机器人所用的材料及元器件、部件，应经检验部门检验合格，并应达到GB/T 43849规定的要求。

5.2 外观

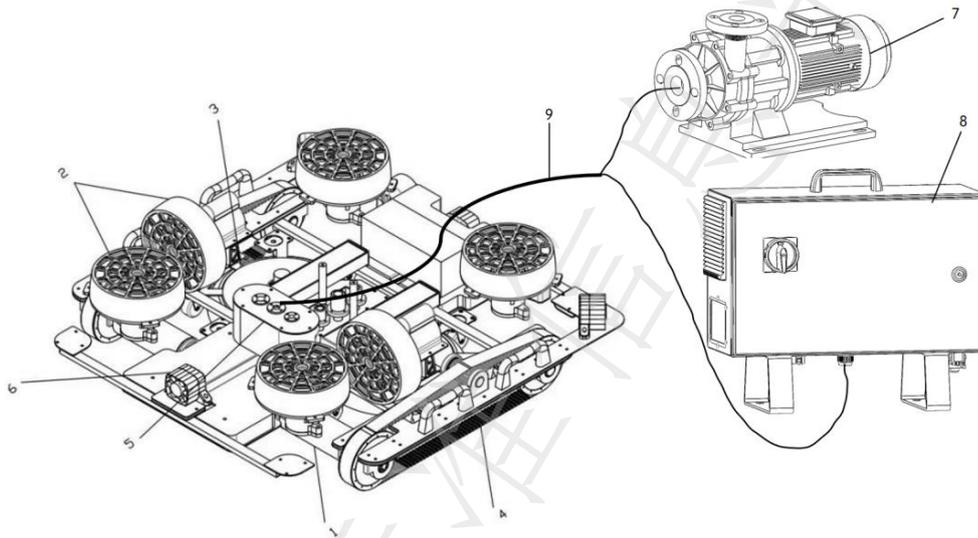
5.2.1 清刷机器人成套设备中，所有紧固件、连接件应装配牢固、严密。所有相对转动、滑动部位应灵活可靠。

5.2.2 标识部分文字、符号、标志应清晰、端正，各轴关节活动应自如，自然。

5.2.3 清刷机器人涂装表面应光洁，不应有漏漆、起皮、脱落等缺陷，金属表面不应有锈蚀、裂缝，应无明显的凹痕和变形及其他机械损伤。

5.3 设计和结构

5.3.1 清刷机器人结构应由机架、吸附单元、清刷单元、控制单元、行走机构和图像采集系统六部分组成，整体设计与结构见图1。



标引序号说明：

- 1——机架；
- 2——推力吸附机构；
- 3——清刷机构；
- 4——行走机构；
- 5——控制单元；
- 6——图像采集系统；
- 7——水泵；
- 8——控制柜；
- 9——复合缆。

图1 清刷机器人结构示意图

5.3.2 材料应满足以下要求：

- a) 清刷机器人使用的金属材料应选用耐海水腐蚀材料，如：316不锈钢（GB/T 1220—2007），5083、5154、5454等耐海水腐蚀铝合金（GB/T 3191—2019）；
- b) 清刷机器人使用的非金属材料应满足机械强度要求。

5.3.3 机器人基本功能应满足以下要求：

- a) 清刷机器人能通过电缆与水上控制单元、供电单元建立通信和供电传输，实现水下姿态、部件工作状态以及周围环境等实时监控及供电；

- b) 清刷机器人在水中无动力状态时，应处于悬浮状态，清刷机器人上表面距离水面不应大于±20 mm，且机器人在水中保持水平姿态；
- c) 清刷机器人通过水面遥控操作应能完成水下前进、后退、旋转、翻转、上浮和下潜等运动，指令和动作应协调一致；
- d) 清刷机器人行走机构应平稳运行，机构工作正常；
- e) 吸附机构应能将清刷机器人牢固、可靠地吸附在船体、平台或水下构筑物表面，不应因水流影响其工作状态而脱落。

5.4 性能

5.4.1 运动性能

清刷机器人水面下清刷船体工作时的最大位移速度应不小于1 m/s。

5.4.2 清刷能力

清刷机器人的清刷能力：藻类附着物清刷效率应大于公称清刷效率的98%；贝壳类附着物清刷效率应大于公称清刷效率的50%。

5.5 防护等级

清刷机器人的IP防护等级应不低于GB/T 4208—2017的IPX8级，壳体耐压不低于50 m水深。

5.6 安全性能

5.6.1 清刷机器人的安全应符合GB 11291.1和ISO 10218: 1的规定。

5.6.2 清刷机器人水下控制单元动力交流电源与壳体之间的绝缘电阻应大于50 MΩ。

5.6.3 清刷机器人水下控制舱的电路与壳体之间的绝缘电阻应大于20 MΩ。

5.7 连续运行

清刷机器人在额定负载和工作速度下，连续运行不低于8 h。

5.8 环境要求

5.8.1 清刷机器人的工作温度和贮存温度范围应符合表1的规定。

表1 环境要求

下限水温温度	下限贮存温度	上限水温温度	上限贮存温度
0 ℃	-35 ℃	40 ℃	90 ℃

5.8.2 防盐雾性能

清刷机器人各部件材料进行防盐雾试验，试验结束后，材料应无明显腐蚀。

6 试验方法

6.1 试验条件

试验环境条件应符合JB/T 8896中的规定。

6.2 一般要求

按GB/T 43849检查清刷机器人所用的材料及元器件、部件。

6.3 外观

目视和触摸检查清刷机器人的外观、文字和标识。

6.4 设计和结构

6.4.1 目视检查机器人的结构和材料。

6.4.2 将清刷机器人放置在水池中，目视检查清刷机器人在水中无动力状态时的位置和姿态。

6.4.3 通过电缆与水上控制单元、供电单元建立通信和供电传输，应能实现水下姿态、部件工作状态以及周围环境等实时监控及供电。

6.4.4 按照清刷机器人的作业功能，输入相关指令控制清刷机器人，应能完成5.3.3c)其中一项动作，实现作业功能。

6.4.5 将清刷机器人吸附在船体上，输入指令，清刷机器人应能平稳运行，不脱落。

6.5 性能

6.5.1 运动性能

在正常工作条件下，令清刷机器人以最大速度行进5 m，记录所用时间，不得大于5 s，重复测量10次，其结果取算数平均值。

6.5.2 清刷能力

模拟使用操作，将清刷机器人吸附在尺寸不小于5 m×10 m的钢板上，开启清刷机器人，同时开始计时。并对清刷面积做好标记，1 min后停止工作，用符合0.02 mm精度要求的通用量具计算出清刷面积，其清刷能力按式（1）计算。

$$Q = \frac{M}{M_1} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q ——清刷能力，单位为百分比（%）；

M ——单位时间清刷面积，单位为平方米每小时（ m^2/h ）；

M_1 ——在测定时间内的清刷面积，单位为平方米每小时（ m^2/h ）。

6.6 防护等级

按照GB/T 4208—2017中第14章的规定进行试验。

6.7 安全性能

6.7.1 安全试验

按GB 11291.1和ISO 10218:1规定的要求进行试验。

6.7.2 绝缘电阻

按GB/T 5226.1规定的绝缘电阻试验要求检验。

6.8 连续运行

对清刷机器人进行示教编程，在额定负载状态及实际工作下连续运行8 h，应工作正常，运行中如出现故障，经排出后，重新启动清刷机器人，但运行时间重新计算。

在连续运行试验同时，检查动力源功率消耗、压力变化和升温，均应符合产品标准的要求。

6.9 环境试验

6.9.1 低温工作试验

将清刷机器人放入初始温度为室温的水池中，调节水池水温使其达到 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后，使其处于满载工作状态并持续2 h，在试验期间和试验结束后，应能正常工作。

6.9.2 低温贮存试验

将清刷机器人放入初始温度为室温的温箱中，调节温箱温度使其达到 $-35\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后保持8 h，之后将清刷机器人从低温箱中取出，放置6.1规定的试验条件下1 h。试验结束后，应能正常工作。

6.9.3 高温工作试验

将清刷机器人放入初始温度为室温的水池中，调节水池水温使其达到 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后，使其处于满载工作状态并持续2 h，在试验期间和试验结束后，应能正常工作。

6.9.4 高温贮存试验

将清刷机器人放入初始温度为室温的温箱中，调节温箱温度使其达到 $90\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后保持8 h，之后将清刷机器人从温箱中取出，放置在6.1规定的试验条件下1 h。试验结束后，应能正常工作。

6.9.5 盐雾试验

盐雾试验按GB/T 2423.17规定的试验方法进行。在浓度为4.9%~5.1%，pH值6.5~7.2（35 °C）盐雾条件下，对清刷机器人各部件进行试验，其试验周期为2 d，试验结束后，清刷机器人在室温环境条件下放置1 h~2 h。

7 检验规则

7.1 检验分类

清刷机器人检验分为型式检验（例行检验）和出厂检验（交收检验）。

7.2 型式检验

7.2.1 检验时机

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品首次投产或定型；
- b) 产品转厂生产；
- c) 停产半年以上、恢复生产，或连续生产4年；
- d) 当配方、原材料或制作工艺有重大改变，足以影响产品性能或质量；
- e) 正常生产的产品，每隔3年或累计台数大于50台时；
- f) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- g) 国家质量监督机构提出要求时。

7.2.2 型式检验由制造单位质量检验部门负责实施。

7.2.3 型式检验的项目按表2规定。

7.2.4 检验中任一项目不符合要求或出现故障时，应查明原因，进行返修，从该项目开始重新进行检验。如再次出现故障或某项不符合要求时，在查明原因后，应提出分析报告，经修复后，则应重新进行各项型式检验。在重新检验中，又出现该项不符合要求时，应全面分析，并对该批产品全部采取措施，重新交付型式检验。

7.2.5 经型式检验的样品，应印有标记。

7.2.6 检验后提交型式检验报告。

7.3 出厂检验

7.3.1 出厂检验的项目按表2规定。

表2 检验项目

检验项目		型式检验	出厂检验	要求章条号	试验方法章条号
一般要求		☑	☑	5.1	6.2
外观		☑	☑	5.2	6.3
设计和结构		☑	☑	5.3	6.4
性能	运动性能	☑	☑	5.4.1	6.5.1
	清刷能力	☑	☑	5.4.2	6.5.2
防护等级		☑	☑	5.5	6.6
安全	安全试验	☑	☑	5.6	6.6.1
	绝缘电阻	☑	☑	5.6	6.6.2
连续运行		☑	☑	5.7	6.8
环境试验	低温工作试验	☑	—	5.8.1	6.9.1
	低温贮存试验	☑	—	5.8.1	6.9.2
	高温工作试验	☑	—	5.8.1	6.9.3
	高温贮存试验	☑	—	5.8.1	6.9.4
	盐雾试验	☑	—	5.8.2	6.9.5

7.3.2 出厂检验项目全部检验合格后，发给产品合格证。

7.3.3 检验中出现某项目不符合要求或发生故障时，需查明原因，进行返修，对该项重新检验。在重新检验中，该项目再次出现不符合要求或发生故障时，则该产品被判为不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 清刷机器人产品上应有牢固的标注，并应标明下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 输入电压及额定功率；
- d) 外形尺寸和重量；
- e) 生产编号；
- f) 制造厂商名称；
- g) 出厂日期。

8.1.2 产品包装标志在包装箱外表面上，应符合GB/T 191规定。

8.2 包装

8.2.1 产品在包装前，应对活动部分牢固固定。

8.2.2 产品包装应符合GB/T 13384的规定。

8.3 运输

运输整件运输或分体运输的部件适合陆路及水路运输及装载。

8.4 贮存

清刷机器人应贮存在具有良好的防雨和通风条件的库房内，周围环境应无腐蚀、易燃气体，无强烈机械振动，冲击及强磁场作用。
