

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 119—2023

船载水下机器人选用与操作一般要求

General requirements for selection and operation of shipborne Remotely
Operated Vehicle



2023-12-01 发布

2023-12-01 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 选用原则	2
4.1 组成	2
4.2 基本功能	2
4.3 安全要求	2
4.4 环境适应性	3
5 操作条件	3
5.1 支持母船操作条件	3
5.2 船载水下机器人操作条件	3
5.3 气象及海况条件	3
6 操作准备	3
6.1 作业前的准备	3
6.2 设备安装	4
6.3 操作前检查	4
7 操作要求	4
7.1 释放	4
7.2 下潜及作业	5
7.3 回收	5
8 应急处置	6
8.1 总体要求	6
8.2 船舶失去动力	6
8.3 DP 失控	6
8.4 船舶火灾	6
9 操作记录	6
附录 A（资料性）船载水下机器人作业任务计划表	7
附录 B（资料性）下水前收放功能检查表	8
附录 C（资料性）船载水下机器人作业记录表	9

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：中海油田服务股份有限公司、红有软件股份有限公司。

本文件主要起草人：王广河、焦健、郑录岩、沈金锐、袁树文、吴琨、吴文成。



船载水下机器人选用与操作一般要求

1 范围

本文件规定了船载水下机器人的选用原则、操作条件、操作准备、操作要求、应急处置、操作记录等内容。

本文件适用于海洋水下环境观察与作业的船载水下机器人的选用与操作。

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 11291.1-2011 工业环境用机器人 安全要求 第1部分：机器人

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

船载水下机器人 **shipborne Remotely Operated Vehicle; ROV**

由船载人员驾驶操作，由水面控制系统、脐带电缆和 underwater system 三个部分组成，具备水下作业能力的可移动潜水装置。

3.2

支持母船 **support vessel**

可搭载潜水器，并为其提供电力和安全保障的水面船舶。

3.3

A 架 **A frame**

用于收放船载水下机器人的专用吊装装置。

3.4

动力定位 **dynamic positioning; DP**

在有风、浪、流干扰的情况下，不借助锚泊系统，利用自身的推进装置使船舶或作业平台保持一定的位置、角度，或按照预设的轨迹运动。

4 选用原则

4.1 组成

4.1.1 船载水下机器人包括水面控制系统、脐带电缆和水下系统三个部分，系统组成见图 1。

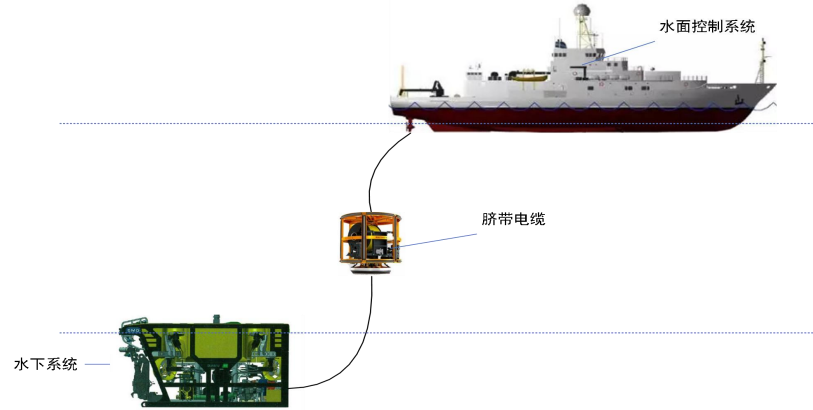


图1 船载水下机器人系统组成

4.1.2 水面控制系统应位于支持母船上，包括收放系统和水面控制室。收放系统包括 A 架和绞车。

4.1.3 脐带电缆应包括电缆和中继器，能够稳定的实现水面和水下系统之间的通信。

4.1.4 水下系统应包括动力系统，同时，根据作业任务的不同，可搭载水下摄像机、机械手等作业装置。

4.2 基本功能

船载水下机器人应包括以下基本功能：

- 水下系统能通过脐带电缆与水面控制系统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；
- 水下系统能通过水面遥控操作完成水下前进、后退、旋转、上浮和下潜等运动，指令和动作应协调一致。

4.3 安全要求

4.3.1 基本安全

船载水下机器人水面控制系统的安全应符合GB 11291.1-2011中设计要求及保护措施的相关规定。

4.3.2 接地要求

接地应满足以下要求：

- 船载水下机器人系统各组成部分接地并有明显的接地标识。不能明显表明的接地点，在附近表明明显的接地标识。
- 水面控制系统阻值应不超过 $0.1\ \Omega$ ，水下系统电控系统阻值应不超过 $1\ \Omega$ 。

4.3.3 绝缘电阻

绝缘电阻应符合以下要求：

- a) 水面控制系统中动力交流电源电路与壳体之间绝缘电阻冷态时阻值应不小于50 M Ω ，热态阻值应不小于1 M Ω ；
- b) 水下系统的电路与与壳体之间的冷态绝缘电阻应不小于20 M Ω ，热态绝缘阻值应不小于1 M Ω ；
- c) 脐带电缆冷态绝缘电阻值应不小于10 M Ω ，热态阻值应不小于0.5 M Ω 。

4.4 环境适应性

4.4.1 环境温度

船载水下机器人的水下系统和脐带电缆在0℃~40℃温度的环境中，应至少能连续正常工作2 h。

4.4.2 贮存温度

船载水下机器人的水下系统和脐带电缆的贮存温度应在-10℃~60℃之间。

5 操作条件

5.1 支持母船操作条件

- 5.1.1 支持母船应至少配置1名动力定位系统操作员。
- 5.1.2 支持母船应具有动力定位二级功能。
- 5.1.3 支持母船应能为船载水下机器人作业提供燃料、海水/淡水、供电。

5.2 船载水下机器人操作条件

- 5.2.1 船载水下机器人操作人员应有健康证明、《基本安全培训合格证》或《海上石油作业安全救生培训证书》及补差培训证明。
- 5.2.2 船载水下机器人的水面控制系统的控制间应配备2个及以上经检验合格且在有效期内的干粉灭火器。

5.3 气象及海况条件

5.3.1 气象海况的条件应满足以下要求：

- a) 风力应不高于13 m/s；
- b) 有义波高应不高于3 m。

5.3.2 船长和船载水下机器人操作方应共同对气象条件进行评估，经评估若不满足安全操作要求，则不应进行船载水下机器人作业。

6 操作准备

6.1 作业前的准备

- 6.1.1 船载水下机器人作业方应提前向船长提交船载水下机器人作业任务计划表，表格式见附录A。
- 6.1.2 支持母船船长根据作业任务计划表，应对作业进行安全风险评估，并制定应急预案。

6.1.3 船载水下机器人操作人员按照船方及相关法规要求，进行安全培训，包括：

- a) 向船方提供船载水下机器人作业方人员名单及有效的健康证明；
- b) 未经船员允许，禁止进入危险处所、限制区域或可能影响船员安全操作场所；
- c) 不应擅自用船舶设备，船载水下机器人作业方如需连接船舶的油、水、电、空气等，应提前与船方沟通，征得船方同意后，由双方共同进行连接；
- d) 遵守船上管理规定；
- e) 发生应急情况时，应按照应变部署表(或床头卡)进行应急，并听从船员安排。

6.2 设备安装

船载水下机器人设备安装应遵循以下要求：

- a) 水面控制系统和水下系统应安装在船舶甲板面或船载水下机器人专用库房；
- b) 火工作业前应向船舶提交火工作业许可，经批准后在船舶和船载水下机器人作业方的监督下实施；
- c) 甲板上所有连接船载水下机器人设备的缆线和软管应进行固定或施以覆盖保护；
- d) 船载水下机器人作业期间所涉及的高电压、运转的设备等需引起注意的区域，应设置警戒线并挂警示牌。

6.3 操作前检查

6.3.1 操作前对船载水下机器人的水下系统进行如下检查：

- a) 水下系统的结构应布局合理、操作方便、便于维修；
- b) 水下系统的成套设备中，所有紧固件、连接件，应装备牢固、严密，所有相对转动，相对滑动部位应灵活可靠，液压系统不应有油液渗透，润滑和冷却情况良好；
- c) 水下系统的主体材料若采用金属材料制作，宜采用同种金属，有不同金属的部件应进行电化学隔离；
- d) 水下系统的各个组成部分的漆皮表面应光洁，不应有漏漆、起皮、脱落等缺陷，镀件、阳极氧化件等表面处理应无露底现象；
- e) 文字、符号和标识应清晰、端正。

6.3.2 船载水下机器人操作人员对船载水下机器人水下系统的收放功能进行检查，填写收放功能记录表，表格式见附录B。

7 操作要求

7.1 释放

7.1.1 支持母船到达指定作业位置。

7.1.2 检查支持母船及船载水下机器人各个系统的设备处于良好工作状态、天气海况满足作业要求。

7.1.3 支持母船显示或悬挂作业状态下的号灯、号型。

7.1.4 支持母船设置显示船舶自动识别系统（AIS）的航行作业动态信息，提醒他船保持安全距离。

7.1.5 支持母船使用 DP 功能时，应满足以下要求：

- a) 支持母船转换为DP模式，操纵控制手柄待船艏向稳定后转入自动定位状态；
- b) 在船载水下机器人操作人员指定位置，完成DP定位；

- c) 使用不少于2种位置参照系统,且应彼此独立;
- d) 验证至少具有15 min~30 min船位保持能力;
- e) 如接近海上设施,做好船舶差分信号受平台遮挡导致差分全球定位系统(DGPS)信号丢失的应对准备。

7.1.6 将船艏调整至对船载水下机器人作业有利的最佳方向,按下列要求进行释放:

- a) 操作起重设备吊装船载水下机器人的水下系统至舷外;
- b) 船载水下机器人的水下系统与起重设备解锁分离;
- c) 船载水下机器人的水下系统入水;
- d) 操作绞车,释放船载水下机器人的脐带电缆。

7.2 下潜及作业

7.2.1 下潜及作业阶段,应按下列步骤对支持母船进行操作:

- a) 以动力定位模式将船舶艏向和位置稳定在作业要求范围内;
- b) 如需改变艏向和位置,应和船载水下机器人控制室操作人员沟通确认;
- c) 实时观察定位系统,确保潜水器与母船的相对位置在安全范围内;
- d) 根据船载水下机器人控制室内要求,使用动力定位模式,对船舶进行位移。

7.2.2 应按下列步骤进行船载水下机器人水下系统的下潜操作:

- a) 通过水面控制系统观察水下系统各电器仪表参数;
- b) 观察水下系统的运行情况,注意下潜深度和速度;
- c) 保持水下系统的艏向;
- d) 记录下潜过程中出现的报警;
- e) 根据报警信号和故障类型决定是否继续下潜;
- f) 当水下系统距离海底50m时,减慢下潜速度,确保水下系统安全坐底。

7.2.3 下潜完成后,按下列步骤进行作业:

- a) 根据作业计划,操作船载水下机器人水下系统到达作业点;
- b) 触底作业时,确保水下系统状态良好,脐带缆朝向安全,并监督仪表参数;
- c) 航行过程中,监控定位系统,确保水下系统与支持母船的相对位置在安全范围内;
- d) 水下作业时,根据作业需求与船舶驾驶室保持沟通。

7.3 回收

7.3.1 应按下列要求对支持母船进行操作:

- a) 调整艏向到有利于船载水下机器人回收的方向并保持船位和艏向;
- b) 与船载水下机器人操作人员保持通信联系。

7.3.2 应按下列步骤进行船载水下机器人水下系统的回收作业:

- a) 操作船载水下机器人的水下系统到回收位置;
- b) 提升船载水下机器人的水下系统至水面;
- c) 将船载水下机器人的水下系统由工作船舷侧缓慢收回,回收时应注意防止船载水下机器人的水下系统与船体发生碰撞;
- d) 将船载水下机器人的水下系统由舷外平稳回收至舷内,该过程中要密切观察船载水下机器人

水下系统的晃动情况，必要时，可将船载水下机器人的水下系统重新放回水里静置，待晃动减小后，再尝试回收；

- e) 将船载水下机器人的水下系统完全放置于甲板后，再适当放出一些脐带电缆，防止脐带电缆处于受力状态；
- f) 固定船载水下机器人水下系统的设备并核查固定效果。

8 应急处置

8.1 总体要求

发生船舶失去动力、DP失控、船舶火灾、遭遇内波流等其他无法继续实施船载水下机器人操作的情况时，应立即终止船载水下机器人操作。

8.2 船舶失去动力

船舶失去动力时应急管理人员应遵守以下要求：

- a) 驾驶台值班人员应根据环境和情况作出判断有无碰撞风险，采取避免碰撞的紧急措施；
- b) 立即通知船载水下机器人操作员回收船载水下机器人的水下系统；
- c) 机舱值班人员尽快排除故障恢复动力。

8.3 DP 失控

DP失控时应急管理人员应遵守以下要求：

- a) 立即将操纵方式由DP控制切换为手动控制努力保持船位，并通知船长上驾驶台；
- b) 船长接管船舶操纵；
- c) 立即通知船载水下机器人操作人员回收船载水下机器人的水下系统；
- d) 通知机舱集控室启动相关设备。

8.4 船舶火灾

船舶火灾时应急管理人员应遵守以下要求：

- a) 立即拉响消防应急部署警报，同时进行室内外广播，进入消防应变程序；
- b) 将操纵方式由DP控制切换为手动控制；
- c) 立即通知船载水下机器人操作员回收船载水下机器人的水下系统。

9 操作记录

船载水下机器人操作有关活动，应在相应的记录簿或文件中进行记载，至少应记录作业过程，作业时间，操作人员资质信息等内容，汇总形成船载水下机器人水下作业记录表，表格式见附录C。

附录 A
(资料性)
船载水下机器人作业任务计划表

船载水下机器人作业任务计划表格式见图A.1。

船载水下机器人系统名称		支持母船	
航次名称		潜次	
作业日期		入水点 经纬度	
计划出/入水时间		下潜深度	
搭载工具			
作业任务			
注意事项			
作业计划			
人员配置 岗位职责			
船载水下机器人紧急情况处置由工作负责人负责			
船载水下机器人工作负责人		船长	

图 A.1 船载水下机器人作业任务计划表格式

附录 B
(资料性)
下水前收放功能检查表

船载水下机器人的水下系统下水前收放功能检查表格式见图B.1。

日期		作业时间		潜次	
序号	设备名称	检查内容		状态	
1	液压系统	油位是否正常		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
2		冷却水源接入冷却器		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
3		所有开关处于开启状态 (含船电)		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
4		检查指示灯状态		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
5		确保所有紧急制动按钮复位		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
6	绞车	绞车制动器检查		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
7		液压油管连接检查		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
8		控制盒接线检查		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
9		传感器状态检查		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
10	A 架	液压油管连接检查		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
11		控制盒接线检查		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
12		传感器状态检查		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
13		A 架控制台各功能及指示灯件检查		正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	
检查人			检查完成时间		
复核人			审核人		

图 B.1 船载水下机器人下水前收放系统检查表格式

附录 C
(资料性)
船载水下机器人作业记录表

船载水下机器人作业记录表格式见图 C.1。

潜次		作业日期	
开始作业时间		结束作业时间	
控制间	工作状态	控制间	工作状态
电气	正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	水下定位	正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>
电子	正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	运动传感器	正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>
传感器监测	正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	搭载设备	正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>
吊点(水下)	正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>	脐带缆(水下)	正常 <input type="checkbox"/> / 异常 <input type="checkbox"/>
异常情况记录： <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">记录人：</div>			
审核人			

图 C.1 船载水下机器人作业记录表格式