

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T XXXXX—202X

海洋测量无人船通用技术条件

General technical specification for marine surveying unmanned surface vehicle

(报批稿)

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 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。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本文件主要起草单位：国家海洋局南海调查技术中心、珠海云洲智能科技股份有限公司、上海大学、国家海洋标准计量中心、自然资源部第二海洋研究所。

本文件主要起草人：董超、刘蔚、蒲进菁、唐梓力、蒋俊杰、彭艳、谢少荣、沈飞飞、罗孝文、陈嘉辉、周巨锁、钱立兵、庞永超、郑兵、李雪、张致力、高剑客、赵智聪、江云华、周广宇、杨静、祝川、瞿栋。

# 海洋测量无人船通用技术条件

## 1 范围

本文件规定了海洋测量无人船（以下简称“无人船”）的组成、分类、通用要求、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等要求。

本文件适用于海洋测量无人船的研制、生产、测试和使用。

## 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 4943.1 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求
- GB/T 3471-2011 海船系泊及航行试验通则
- GB/T 12763.2-2007 海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测
- GB/T 12763.3-2007 海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测
- GB/T 12763.8-2007 海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查
- GB/T 12763.9-2007 海洋调查规范 第9部分：海洋生态调查指南
- GB/T 12763.10-2007 海洋调查规范 第10部分：海底地形地貌调查
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB 17378.3-2007 海洋监测规范 第3部分：样品采集、贮存与运输
- GB/T 20512 GPS接收机导航定位数据输出格式
- GB/T 32065.2 海洋仪器环境试验方法 第2部分：低温试验
- GB/T 32065.3 海洋仪器环境试验方法 第3部分：低温贮存试验
- GB/T 32065.4 海洋仪器环境试验方法 第4部分：高温试验
- GB/T 32065.5 海洋仪器环境试验方法 第5部分：高温贮存试验
- GB/T 32065.6 海洋仪器环境试验方法 第6部分：恒定湿热试验
- GB/T 32065.7 海洋仪器环境试验方法 第7部分：交变湿热试验
- GB/T 32065.9 海洋仪器环境试验方法 第9部分：长霉试验
- GB/T 32065.10 海洋仪器环境试验方法 第10部分：盐雾试验
- GB/T 32065.14 海洋仪器环境试验方法 第14部分：振动试验
- HY/T 008-1992 海洋仪器术语
- HY/T 016.14 海洋仪器基本环境试验方法 倾斜和摇摆试验
- GD 24-2017 无人水面艇检验指南

## 3 术语和定义

HY/T 008-1992界定的及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**海洋测量无人船** marine surveying unmanned surface vehicle

通过遥控或自主模式，搭载各种类型的测量任务载荷设备，在航行过程中同步开展指定测量任务，实现无人化测量的水面航行器。

## 4 组成

4.1 海洋测量无人船由平台结构、能动系统、控制系统、通信系统、任务载荷系统组成。

4.2 平台结构是提供无人船所需浮力、航海性能和船体强度的，用于布置动力装置、储能装置、控制器和任务设备的，具有特定形状和一定强度的结构体。

4.3 能动系统由动力模块、供能模块组成。动力模块是无人船用于为航行和作业提供动力的模块。供能模块是无人船为控制系统、通信系统、任务载荷系统，以及电驱无人船的动力模块提供能源的模块。

4.4 控制系统由定位定姿模块、感知模块、航行控制模块、人机交互模块组成。定位定姿模块是无人船用于实时获取其位置、方向、速度和姿态的模块。感知模块是无人船用于感知内部设备工作状态和平台自身状态等内部环境状态，和外部障碍物目标、水域风浪流环境信息等外部环境状态的模块。航行控制模块是无人船采用遥控或自主决策，控制航行轨迹和运动姿态的模块。人机交互模块是无人船操作人员实现指令发布、状态获取、人工介入操作，以及与任务载荷系统进行交互的模块。

4.5 通信系统是无人船用于与遥控器、基站或其他无人船之间传递各种指令、状态和数据的系统。

4.6 任务载荷系统是无人船用于完成特定任务所搭载集成有特定仪器设备的系统。

## 5 分类

### 5.1 按照应用领域分类

按照测量应用领域不同，海洋测量无人船可分为海底测绘无人船、水文气象观测无人船和生化环境监测无人船，具体定义见表1。

表 1 海洋测量无人船按照应用领域分类

类型	定义
海底测绘无人船	搭载单波束、多波束、侧扫声呐、合成孔径声呐、浅地层剖面、重力、磁力、地震等测量载荷模块，用于开展海底地形地貌及海底地质地球物理测量应用的无人船。
水文气象观测无人船	搭载温盐深仪、海流计、声学多普勒海流剖面仪、自动气象观测仪等测量载荷模块，用于开展海洋水文、气象观测等测量应用的无人船。
生化环境监测无人船	搭载海水水质、海洋溢油等监测载荷模块，用于开展海洋生态、化学等要素测量应用的无人船。

### 5.2 按照船长及排水量分类

按照船长及排水量进行分类，海洋测量无人船可分为微型无人船、小型无人船、中型无人船和大型无人船，具体定义见表 2。

表 2 海洋测量无人船按照船长及排水量分类

种类	定义
微型无人船	船长小于 2.0m、排水量小于 100kg 的无人船。
小型无人船	船长 2.0m~4.0m、排水量 100kg~800kg 的无人船。
中型无人船	船长 4.0m~7.5m、排水量 800kg~3500kg 的无人船。
大型无人船	船长大于 7.5m、排水量大于 3500kg 的无人船。

## 6 通用要求

### 6.1 一般要求

6.1.1 无人船所采用的材料和集成的导航、通信、主控、电池、充电装置等关键元器件，应具备检验合格报告并经检验部门复验，符合有关标准规定。

6.1.2 无人船外观不应有明显的缺陷，表面应平整光滑、颜色一致、色泽均匀、漆面牢固，不应有明显的流疤、划痕、起泡、漏涂等。

6.1.3 无人船上的电镀件装饰层应表面平整、色泽均匀，不应有斑点、镀层剥落等缺陷。

6.1.4 无人船内外部件应安装到位，牢固无松动。连接处焊缝不应有缝隙、裂痕、气泡、明显缩孔、变形等缺陷。防撞胶条应粘结紧密。

6.1.5 无人船表面图案清晰，标识内容应清楚、准确、明晰，易识别。

6.1.6 无人船上的接口和插头宜采用防松脱设计和便于现场接插的统一接口设计。

### 6.2 安全性要求

6.2.1 无人船可触及部件不应有锋利边缘及尖锐凸起，应有足够的机械强度。

6.2.2 无人船的设计应能防止意外触碰和误操作而造成不利后果或发生危险。

6.2.3 无人船应具有电安全防护措施，符合 GB 4943.1 的要求。

## 7 性能要求

### 7.1 平台结构

7.1.1 平台的材料宜选用纤维增强塑料、钢或铝合金，结构设计应符合 GD24-2017 中第 5 章的要求，应保证无人船在外力作用下具有足够的强度、刚度、稳定性、可靠性和水密性，满足使用需求。

7.1.2 平台的线型设计，应根据海上应用特点考虑涌和浪的影响，宜根据搭载任务载荷系统的特性决定，满足海洋测量无人船在航速、姿态限制、航向稳定性、耐波性、高海况适应性等方面的需求，可不局限于常规设计，采用各种线型相结合，并配合动力系统控制特性，综合利用其优势。

### 7.2 能动系统

### 7.2.1 动力模块

无人船的动力模块设计应符合 GD24-2017 中第 6 章的要求。

### 7.2.2 供能模块

无人船的供能模块应能提供动力模块和任务载荷系统的设备所需的稳定输出能源,避免设备受到电压电流冲击影响,避免强电弱电间干扰,供能模块的设计应符合 GD24-2017 中第 7 章的规定。

## 7.3 控制系统

### 7.3.1 定位定姿模块

7.3.1.1 定位定姿模块的配置应满足如下要求:

- a) 装备 GNSS 接收机;
- b) 装备姿态传感器;
- c) 具有组合导航能力;
- d) 在卫星导航受到干扰时,具有短时惯性导航能力。

7.3.1.2 定位定姿模块的精度应满足如下要求:

- a) 组合导航定位精度不大于 3.0m (rms);
- b) 艏向角输出精度不大于 0.15° (rms);
- c) 纵横摇角度输出精度不大于 0.1° (rms)。

7.3.1.3 定位定姿数据输出率应不小于 20Hz。

7.3.1.4 定位定姿数据输出格式应符合 GB/T 20512 的要求。

### 7.3.2 感知模块

7.3.2.1 感知模块应包括内部状态感知功能和外部环境感知功能。

7.3.2.2 内部状态感知功能应具备对主机、舵机、油门、能源、浸水、温度等状态的监控。

7.3.2.3 外部环境感知功能应具备外部障碍物目标识别能力,有效探测距离不宜小于 50m。

### 7.3.3 航行控制模块

7.3.3.1 无人船应具有遥控航行和自主航行功能,具备自动走线能力和智能避障能力。

7.3.3.2 无人船应具有自主返航功能,在通信中断情况下实现自主返航。

### 7.3.4 人机交互模块

7.3.4.1 无人船操作人机交互模块可采用基站或遥控器的形式。

7.3.4.2 基站要求如下:

- a) 基站应带有显示屏、按钮、操作控制杆等人机交互接口;
- b) 基站应具备表面抗盐雾腐蚀的能力;
- c) 基站应带有 UPS,连续工作时间宜不小于 4 小时。

7.3.4.3 遥控器要求如下:

- a) 遥控器应带有显示屏、按钮、操作控制杆等人机交互接口;
- b) 遥控器应具备表面抗盐雾腐蚀的能力;
- c) 遥控器的续航时间宜不小于 4 小时;
- d) 遥控器宜支持单手操作模式。

## 7.4 通信系统

### 7.4.1 一般要求

7.4.1.1 通信频率应满足无线电协会及国家与地方规定。

7.4.1.2 通信设备防护等级应不低于 IP56。

7.4.1.3 通信设备接口应采用标准接口形式。

### 7.4.2 通信方式

7.4.2.1 通信系统宜包含至少两条相互独立的数据通道,其中一条作为控制数据通道,传输控制指令、状态信息、报警信息等数据;另一条作为业务数据通道,传输测量、图像、音视频等数据。

7.4.2.2 通信系统可同时采用公共移动通信、卫星通信、无线宽带、无线窄带等多种通信方式。

### 7.4.3 通信距离

通信距离应满足无人船测量任务作业范围的需求。一般微、小型无人船通信距离不宜小于 2km,中、大型无人船通信距离不宜小于 10km。

### 7.4.4 通信容量

7.4.4.1 通信带宽应满足船体控制、测量数据、视频图像传输等无人船平台及搭载测量设备的需求。最远通信距离下,业务数据通信总带宽不宜小于 500kbps。

7.4.4.2 在点对多点模式下,容纳从站数量不宜小于 8 个。

### 7.4.5 通信质量

7.4.5.1 通信系统最大传输时延应满足控制、任务载荷和视频传输等需求,控制最大传输时延应小于 500ms,任务载荷和视频传输最大传输时延应小于 2000ms。

7.4.5.2 最远通信距离下,通信丢包率应小于 5%。

7.4.5.3 通信系统应满足无人船航行状态下的通信质量,支持航速不宜小于 15kn。

## 7.5 任务载荷系统

7.5.1 任务载荷系统宜采用即插即用模块化设计,具备多用途通用接口,可根据不同任务目的实现模块的简单、便捷、快速的装卸和更换。

7.5.2 探头的安装应牢固无松动,重要设备宜采取冗余固定设计,避免设备松动掉落。

7.5.3 湿端的探头布设位置应避开气泡附面层。

7.5.4 湿端的线缆、接口应采取防水设计,避免接口处或船体线孔入水。

7.5.5 干端应具有与无人船的通信能力,实现任务载荷数据的存储和回传。

## 8 试验方法

### 8.1 船体检查

对无人船的外观和零部件连接进行检查,应符合第 6 章的要求。

### 8.2 密性试验

密性试验应符合 GB/T 3471-2011 中第 13 章的要求。

### 8.3 船舶性能试验

船舶性能试验应符合 GB/T 3471-2011 中第 46 章的要求。

### 8.4 动力模块试验

动力模块试验应符合 GB/T 3471-2011 中第 49 章的要求。

### 8.5 供能模块试验

对于采用燃油发电的无人船，供能模块试验应符合 GB/T 3471-2011 中第 36 章和第 37 章的要求；对于采用电池驱动的无人船，供能模块试验应符合 GB/T 3471-2011 中第 38 章和第 39 章的要求。

### 8.6 控制系统试验

应包含感知模块试验、航行控制模块试验和人机交互模块试验，由厂家根据各型号无人船的控制能力设计开展，试验指标应符合 7.3 的要求。

### 8.7 通信系统试验

应包含通信距离试验、通信容量试验和通信质量试验，由厂家根据所采用通信系统的类型设计开展，或由通信系统的供应商提供检测报告，试验指标应符合 7.4 的要求。

### 8.8 海洋测量能力评估

对各类型海洋测量无人船，应采用以下标准对其测量能力进行评估：

- 应用于海底地形地貌调查领域的海底测绘无人船，相关要素测量能力应满足 GB/T 12763.10-2007 中第 5 章至第 7 章的要求。
- 应用于海底地质地球物理测量领域的海底测绘无人船，相关要素测量能力应满足 GB/T 12763.8-2007 中第 7 章、第 9 章至第 11 章的要求。
- 应用于海洋水文观测领域的水文气象观测无人船，相关要素测量能力应满足 GB/T 12763.2-2007 中第 5 章至第 8 章的要求。
- 应用于海洋气象观测领域的水文气象观测无人船，相关要素测量能力应满足 GB/T 12763.3-2007 中第 8 章至第 11 章的要求。
- 应用于海洋生态化学测量领域的生化环境监测无人船，水样采集能力应满足 GB 17378.3-2007 中第 4 章的要求，相关要素测量能力应满足 GB/T 12763.9-2007 中第 5 章、第 6 章的要求。

### 8.9 环境试验

对无人船开展环境试验，采用的标准见表 4。

表 4 环境试验标准

环境试验类型	采用标准
低温试验	GB/T 32065.2
低温贮存试验	GB/T 32065.3
高温试验	GB/T 32065.4
高温贮存试验	GB/T 32065.5
恒定温热试验	GB/T 32065.6



交变湿热试验	GB/T 32065.7
长霉试验	GB/T 32065.9
盐雾试验	GB/T 32065.10
振动试验	GB/T 32065.14
倾斜摇摆试验	HY/T 016.14

## 9 检验规则

### 9.1 出厂检验

9.1.1 海洋测量无人船出厂前应经制造单位质量检验部门按标准要求检验，检验合格并签发合格证明后方可出厂。

9.1.2 出厂检验项目应包含（但不限于）以下内容：

- a) 船体检查；
- b) 船舶性能试验；
- c) 供能模块试验；
- d) 通信系统试验；

9.1.3 出厂检验所有项目合格，判该无人船出厂检验合格。若其中任一检验项目不符合要求，允许排除故障后再次提交复检。若复检合格，仍可判定位检验合格，若仍有不合格的项目，则判该无人船出厂检验不合格。

### 9.2 型式检验

9.2.1 正常生产时，每年应进行一次型式检验。有下列情况之一时，亦应进行：

- a) 产品试制鉴定时；
- b) 正式生产后产品设计、原材料、零部件或工艺有较大改变，可能影响产品质量时；
- c) 产品停产一年以上又恢复生产时；
- d) 出厂检验结果和上次型式检验结果有较大差异时；
- e) 国家质量监督部门提出进行型式检验要求时。

9.2.2 型式检验的样品从出厂检验的合格品中抽取或是试制鉴定的样品。

9.2.3 型式检验项目宜包含（但不限于）第8章要求的项目，宜通过外业航次测量检验相关项目，判定是否通过检验。

## 10 标志、包装、运输和贮存

### 10.1 标志

10.1.1 在无人船的舱内外有操作和安全警示要求的部位应设有简单明了的标志和说明。

10.1.2 在无人船的适当位置应装有铭牌，并标识以下内容：产品名称、产品型号、商标、厂名、产品执行标准号、制造日期。

## 10.2 包装

10.2.1 产品及配件应采取防震、防潮等防护包装，防护包装应符合 GB/T 13384 的要求。

10.2.2 包装箱中应附合格证明、使用说明书和装箱清单等资料。

10.2.3 包装箱上应标明产品名称、产品型号、商标、厂名厂址、产品执行标准号、箱体尺寸、净重及毛重等。

## 10.3 运输

产品在运输时应轻装轻卸，不得倒放，防止重压，避免剧烈振动、日晒、雨淋及机械损伤。需要时，应配备后勤保障设施进行吊装回收并制定相关的作业指导等。

## 10.4 贮存

产品的存放场所应清洁，周围无强烈的机械振动及强磁场作用。

---