ICS 07.060
CCS A 45

HY

中 华 人 民 共 和 国 海 洋 行 业 标 准

HY/T ×××—20××

无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求

Technology requirement for submarine topography and geomorphology investigation of unmanned surface vehicle

（报批稿）

202×-××-××发布　　202×-××-××实施

中华人民共和国自然资源部 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 调查技术设计 1
4.1 调查目的与内容 1
4.2 一般要求 2
4.3 调查范围与要求 3
4.4 调查技术方案 5
5 调查实施 6
5.1 航前检查 6
5.2 调查准备 6
5.3 调查实施的技术要求 7
6 数据处理与成果编绘 9
6.1 数据处理 9
6.2 成果编绘 10
7 报告编写 11
7.1 调查报告 11
7.2 资料处理报告 11
8 成果资料检查与归档 11
8.1 一般要求 11
8.2 归档内容 11
附 录 A (资料性) 无人船（艇）海底地形地貌调查工作日志 13
附 录 B (资料性) 无人船（艇）航前检查记录表 14
附 录 C (资料性) 无人船（艇）单波束测量班报表 17
附 录 D (资料性) 无人船（艇）多波束测量班报表 18
附 录 E (资料性) 通信性能测试记录表 19
附 录 F (规范性) 无人船（艇）回收步骤 20
参考文献 21

前　　言

本文件按照 GB/T1.1—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/TC283）归口。

本文件起草单位：自然资源部第二海洋研究所、珠海云洲智能科技有限公司、国家海洋局南海调查技术中心、山东科技大学、上海大学、东华理工大学、浙江省工程物探勘察设计院有限公司。

本文件主要起草人：吴自银、赵荻能、李守军、张云飞、董超、阳凡林、罗均、谢少荣、蒲华燕、罗孝文、王明伟、周洁琼、王锋、蒲进菁、廖明富、唐梓力、王胜平、陆平芳、梁效林、刘蔚、尚继宏、刘涵。

无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求

1 范围

本文件规定了无人船（艇）海底地形地貌调查技术设计、调查实施、数据处理与成果编绘、报告编写、成果资料检查与归档等技术要求。

本文件适用于内河、港湾、河口、近海、深远海及极地等区域，无人船（艇）进行海底地形地貌调查的外业实施、内业数据处理等。

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 12327 海道测量规范

GB/T 12763.10 海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查

GB/T 32067—2015 海洋要素图式图例及符号

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 调查技术设计

4.1 调查目的与内容

4.1.1 目的

采用无人船（艇）搭载单波束测深仪、多波束测深仪和侧扫声呐以及导航定位仪等海底地形地貌调查设备，获取海底地形地貌数据资料，并对获取的调查数据进行各项校正、改正和处理，编制调查区域的海底地形与地貌图。

4.1.2 工作内容

基于无人船（艇）进行海底地形地貌调查，其基本工作内容包括：导航定位、无人船（艇）装配、调查参数测定、水深测量、侧扫声呐测量、数据处理与成图。

4.2 一般要求

4.2.1 平面坐标系

采用2000国家大地坐标系（China Geodetic Coordinate System 2000, CGCS2000）。采用其他坐标系时，应当建立与CGCS2000的转换关系。

4.2.2 高程基准

采用1985国家高程基准。对于深远海及极地，可采用平均海平面作为高程基准。

4.2.3 深度基准

采用理论最低潮面。采用其他深度基准时，应与理论最低潮面建立转换关系。

4.2.4 时间系统

采用北京时间和世界协调时（Universal Time Coordinated, UTC），当采用其他时间系统时，应建立与北京时间和UTC的换算关系。

4.2.5 投影

根据调查与成果比例尺要求，分别采用如下投影：

a) 当调查比例尺小于 1:50000 时，采用墨卡托投影，基准纬度根据调查与成图区域确定，以尽量减少图幅变形为原则；

b) 当调查比例尺大于等于 1:50000 时，采用高斯-克吕格投影，其中，当调查比例尺大于等于 1:25000 时，采用高斯-克吕格 3°带投影，当调查比例尺介于 1:25000 至 1:50000 时，采用高斯-克吕格 6°带投影；

c) 在极地等特殊区域调查时，采用其他合适的投影，以尽量减少图幅变形为原则。

4.2.6 精度要求

4.2.6.1 导航定位精度

导航定位精度应优于5 m。

4.2.6.2 水深测量精度

水深测量精度要求如下：

a) 水深小于 30 m 时，水深测量精度应优于 0.3 m；

b) 水深大于 30 m 时，水深测量精度应优于水深的 1%。

4.2.6.3 声速剖面测量精度与密度

声速剖面测量精度与密度要求如下：

a) 声速剖面测量精度应优于 0.5 m/s；

b) 声速剖面仪工作水深应大于测区最大水深，满足全水柱声速剖面测量要求；

c) 在 1°×1°范围内至少测定 1 次声速剖面，在时间上至少每 3 d 测定 1 次声速剖面，在浅海和河口区等特殊水文环境条件下测量时，应增加声速剖面测量次数；

d) 声速剖面测量站位均匀分布于整个测区，实现测区全域的声速控制，并准确记录施测时间和位置。

4.2.6.4 潮位测量精度

潮位测量精度要求如下：

a) 潮位仪观测精度应优于 5 cm，时间准确度应优于 1 min；

b) 沿岸潮位站不能控制测区水位变化时，可利用自动验潮仪、高精度差分全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System, GNSS）测量潮位或潮汐数值预报方法进行潮位测量。

4.2.7 质量控制

质量控制要求如下：

a) 调查人员经岗前培训，具备本专业调查能力；

b) 调查仪器设备送检或校准，在有效期内；

c) 调查过程符合本文件的要求；

d) 对调查数据开展精度和质量评估。

4.3 调查范围与要求

4.3.1 拍岸浪区域调查

拍岸浪区域是指高平潮时水深小于 3 m 的海域，对无人船（艇）的技术要求如下：

a) 船速小于等于 4 kn；

b) 吃水小于 30 cm；

c) 横摇角度小于 10°，纵摇角度小于 6°，艏摇角度小于 4°；

d) 船体有防搁浅损坏的措施或装置，能耐水下礁石撞击；

e) 搭载设备湿端与船体共型或有保护措施；

f) 通信距离大于等于 2 km；

g) 连续工作时长大于等于 4 h；

h) 搭载测深设备要满足 0 m~3 m 的测量需求；

i) 能搭载 GNSS 系统、单波束测深仪（含双频测深仪）等调查仪器；

j) 条件允许情况下，能多船组网同时作业。

4.3.2 浅水区域调查

浅水区域是指高平潮时水深小于 10 m 的海域，对无人船（艇）的技术要求如下：

a) 船速小于等于 8 kn；
b) 吃水小于 30 cm；
c) 无人船（艇）的横摇角度小于 10°，纵摇角度小于 6°，艏摇角度小于 4°；
d) 船体有防搁浅损坏的措施或装置，能耐水下礁石撞击；
e) 搭载设备湿端与船体共型或有保护措施；
f) 无人船（艇）的通信距离大于等于 2 km；
g) 无人船（艇）连续工作时间大于等于 4 h；
h) 无人船（艇）搭载测深设备要满足 0 m ~10 m 的测量需求；
i) 无人船（艇）能搭载 GNSS 系统、单波束测深仪（含双频测深仪）和小型侧扫声呐等调查仪器；
j) 条件允许情况下，能多船组网同时作业。

4.3.3 滩浅海区域调查

滩浅海区域是指水深在 3 m~30 m 的海域，水下地形平坦，坡度变化小，测量时需要进行候潮作业，对无人船（艇）的技术要求如下：

a) 船速小于等于 8 kn；
b) 船体耐水下礁石撞击、防刮底；
c) 船吃水小于 40 cm；
d) 船的横摇角度小于 10°，纵摇角度小于 6°，艏摇角度小于 4°；
e) 无人船（艇）搭载设备湿端与船体共型或有保护措施；
f) 无人船（艇）的通信距离大于等于 10 km；
g) 无人船（艇）连续工作时长大于等于 6 h；
h) 无人船（艇）搭载测深设备要满足 0 m~30 m 的测量需求；
i) 无人船（艇）能搭载 GNSS 系统、单波束测深仪（含双频测深仪）、侧扫声呐或单频合成孔径声呐和小型浅水多波束、表层声速仪等仪器设备。

4.3.4 近浅海区域调查

近浅海区域是指水深在 30 m~200 m 的海域，涵盖大陆架等区域，对无人船（艇）的技术要求如下：

a) 船速小于等于 10 kn；
b) 船体耐水下礁石撞击、防刮底；
c) 吃水小于 60 cm；
d) 浪高 1.0 m 时，无人船（艇）的横摇角度<10°，纵摇角度<6°，艏摇角度<4°；
e) 通信距离大于等于 20 km；
f) 连续工作时长大于等于 8 h；
g) 供电功率大于 800 W；

h) 搭载测深设备的探测范围满足 200 m 以浅海域；
i) 能搭载 GNSS 系统、侧扫声呐或双频合成孔径声呐、浅水多波束、表层声速仪、参量阵浅剖和三维激光扫描仪等调查仪器。

4.3.5 深远海区域调查

深远海区域是指水深大于 200 m 的海域，或者远离大陆的岛礁调查海域，对无人船（艇）的技术要求如下：

a) 船速大于等于 10 kn；
b) 通信距离大于等于 20 km；
c) 连续工作时长大于等于 10 h；
d) 供电功率大于 1000 W；
e) 横摇角度小于 10°，纵摇角度小于 6°，艏摇角度小于 4°；
f) 搭载测深设备的探测范围满足 200 m 以深海域；
g) 能搭载 GNSS 系统、单波束测深仪（含双频测深仪）和中深水多波束；
h) 可与调查母船组网协同作业。

4.4 调查技术方案

4.4.1 调查方式

无人船（艇）海底地形地貌调查方式包含以下几个方面内容：

a) 采用无人船（艇）搭载仪器设备进行连续走航测量；
b) 使用 GNSS 进行导航定位；
c) 根据调查任务特点，可采用测线网方式或全覆盖方式调查。

4.4.2 调查测线布设要求

无人船（艇）海底地形地貌调查测线布设要求包含以下几个方面：

a) 以全覆盖或测线网方式开展调查；全覆盖测量时，主测线应平行于测区等深线方向布设，相邻条幅重叠率应不少于测线间距的 10%；测线网测量时，主测线应垂直于测区等深线方向布设；
b) 检查线应均匀分布，方向应尽可能与主测线垂直交叉，检查线长度不少于主测线总长的 5%，且至少布设一条跨越整个测区的检查线；
c) 同一测线测量过程中被迫下线，再次上线需满足提前 1 km 上线；
d) 不同类型仪器、不同作业时期、不同作业单位之间的相邻调查区块结合部分，应进行测量成果重复性检验，应至少有一条重复检查测线。

4.4.3 调查技术设计书编制

根据任务要求编制调查技术设计书，其主要内容如下：

a) 任务来源及测区概况；
b) 已有资料及前期施测情况；
c) 任务总体技术要求，包括测区范围、采用基准、测量比例尺、图幅、测量性能指标要求等；
d) 作业技术流程；
e) 测量装备需求以及仪器检定/校准项目与要求；
f) 测线布设方向、间距要求；
g) 数据处理与成图要求；
h) 工作量、人员分工及进度安排；
i) 质量与安全保障措施；
j) 预期提交成果及调查工作总结要求；
k) 成果检查验收要求；
l) 资料归档与上交要求；
m) 相关记录图表及附件，参见附录 A 的表 A.1、附录 B 的表 B.1、附录 C 的表 C.1 和附录 D 的表。

5 调查实施

5.1 航前检查

5.1.1 航前检查要求

出航前均需完成航前检查，检查记录表参见附录 B 的表 B.1，检查过程中发现问题及时处理。

5.1.2 船体检查

检查无人船（艇）能否正常工作，检查内容参见附录 B 的表 B.1。

5.1.3 设备检查

检查设备能否正常工作，检查内容参见附录 B 的表 B.1。

5.2 调查准备

根据作业区和无人船（艇）大小选择作业母船，母船须带有足够起重能力的吊车，具备布放回收的操作空间，操作空间一般宜不小于无人船（艇）所占空间面积的 2 倍。

5.3 调查实施的技术要求

5.3.1 通信系统架设

5.3.1.1 天线架设

天线架设要求如下：

a) 通信天线一般架设在母船上，需确保不对原有母船上通讯设备存在干扰；

b) 天线应该架设在高处，与无人船（艇）工作方向无遮挡，以满足 20 km 以上的视距通信要求。

5.3.1.2 基站架设

基站架设要求如下：

a) 配备多屏显控基站，基站与通讯天线通过网线连接；

b) 无人船（艇）操作人员所在环境位置应具有良好的通视条件，与母船船长及其他船员保持良好的沟通；

c) 通讯系统架设完毕后，应开机、连接并进行测试，测试要求记录参见附录 E 的表 E.1。

5.3.2 备航测试

备航测试包含以下几个方面内容：

a) 搭载母船前往作业区之前，需进行备航测试，且保证通信系统及无人船（艇）设备连续稳定工作 10 min 以上；

b) 根据不同工作区域，按照 4.3 的要求，驶向视距内开阔水域进行测试，检测回传数据是否正常，测试时间 10 min 以上；

c) 确认无人船（艇）油量、电池电量处于饱满状态。

5.3.3 无人船（艇）释放

无人船（艇）释放步骤如下：

a) 布放无人船（艇）之前检查无人船与基站控制中心通信是否正常；

b) 抵达工作水域附近后，采用母船所带 A 架或折臂吊吊放无人船（艇），释放时，无人船（艇）设有自动脱钩装置，工作人员需在母船后甲板上配合。

5.3.4 无人船（艇）作业

5.3.4.1 海上作业

海上作业要求如下：

a) 海上作业时，母船应配备保障艇，方便调度支援；

b) 无人船（艇）吊放下水后，手动控制其离开母船和岸边一定距离，调出任务，切换至自动航行，进行作业；

c) 技术负责人应经常检查测量资料的质量情况；

d) 在自动作业时，值班人员在母船基站端，要实时监视无人船（艇）工作状态，检查数据记录设备是否正常运行，监测实时回传的数据质量是否良好；
e) 发现问题，应及时进行处置。

5.3.4.2 无人船（艇）回收

无人船（艇）回收步骤按附录 F 要求。

5.3.5 无人船（艇）测前校准

5.3.5.1 换能器姿态校准

换能器姿态校准要求如下：

a) 参数校准包括横摇偏差、艏向偏差、纵倾偏差、导航延迟等。导航定位系统具备时间同步校准（1PPS）功能时可不做导航延迟校准；
b) 参数校准顺序按照横摇偏差、艏向偏差、纵倾偏差（剖面重叠法）、导航延迟（同一目标探测法）测定，或按照横摇偏差、艏向偏差、导航延迟、纵倾偏差的顺序测定；
c) 各参数每年度至少测定一次。当系统内部各部分相对位置关系发生变化时，应重新测定。当导航系统发生变更时应重新测定导航延迟参数；
d) 各参数测定的要求如下：

1）横摇偏差测定的准确度应优于 0.05º，可在平坦海区布设 1~3 条计划测线，低速（小于 5 kn）、匀速往返测量；

2）艏向偏差测定的准确度应优于 0.1º，可绕海底孤立目标物布设 2 条往返测线，用边缘波束扫测目标物；

3）纵倾偏差测定的准确度应优于 0.05º，可在陡坡或特征物上布设测线，匀速往返测量；

4）纵倾偏差测定可采用同一目标探测法：在特征物上布设测线，同速度往返通过目标测量两次；

5）导航延迟校准可采用剖面重叠法：同向不同速度通过目标，速度差异不小于 3 kn，同时要保持均匀并严格在计划航线上行驶，时间延迟的准确度应优于 0.1 s。

5.3.6 调查技术要求

调查技术要求如下：

a) 单波束测深调查时，数据采集可按等时或等距方式采集，布置采集点间隔应不大于图上 1 mm；
b) 多波束测深仪和侧扫声呐的测线布设方式参照 GB 12327、GB/T 12763.10 执行；
c) 对于海底地形变化剧烈的地区，须作加密测量，加密的程度以完善反映海底地形为原则；
d) 对岛礁、明礁、干出礁、灯塔等助航标志及人工建筑物调查测量时，深度测量测至水深 1 m 等深线或离其图上距离 1.5 cm 处；

e) 测量工作开始前必须进行声速剖面测量，台风、风暴潮等强对流天气过调查区后需重新进行声速剖面测量；
f) 进行海底地形地貌调查的仪器设备安装、水位测量、声速剖面测量等要求参照GB 12327、GB/T 12763.10 执行；
g) 依据实测海水声速资料校准测深仪，若无法获取实测资料，必须在附近地形平坦处定点调校；
h) 采用 GNSS 进行导航定位，精度满足 GB/T 12763.10 的要求；
i) 进出测线保持航向延长 100 m 之后再转弯。

5.3.7 补测或重测

在下列情况下应进行补测或重测：
a) 无人船（艇）漏测测线长度超过图上 2.5 mm 时，均应补测；
b) 实际航线与计划测线的偏离超过测线间距的 25%时；
c) 主、检比对超过 0.6 m（水深小于 30 m 时）或 2%（水深大于 30 m 时），超限点数超过参加比对总点数的 10%时。

6 数据处理与成果编绘

6.1 数据处理

6.1.1 测深数据编辑要求

对测深数据进行编辑，要求如下：
a) 定位数据中的跳变点、罗经数据中的航向异常变化和运动传感器数据中的船姿跃变等应进行编辑改正处理；
b) 可利用坡度、深度、信噪比等参数对测深数据进行自动滤波处理，剔除不合格数据，但应检查正常地形是否被误删除，地形复杂区域或必要时需利用人机交互式方法剔除异常数据；
c) 人机交互式方法进行测深数据编辑应遵循水深变化区间原则、地形变化连续原则、相邻条幅对比原则和中央波束基准原则，处理结果应满足 GB/T 12763.10 海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查 5.6 和 6.6 的要求；
d) 选择测区内相邻几条主测线和检测线数据用于精度评估，将主测线和检测线交测点的水深数据进行比对，统计交点处两组数据间的水深偏差，平均偏差值小于水深的 2%。

6.1.2 测深改正内容及要求

测深改正各项内容及要求如下：
a) 换能器吃水改正：根据实测的换能器吃水，如需要进行静态吃水改正，可按照时间线性内插法（根据已知时间和实测换能器吃水的线性函数关系，内插求取

未知时间换能器吃水的近似计算方法）求得其改正数，对于动态吃水可根据速度进行内插；

b) 换能器安装偏差改正：根据计算得到的校准参数改正；

c) 姿态改正：将调查作业时实时采集的姿态（横摇、纵倾、升沉等）信息与测深点融合处理；

d) 声速剖面改正：声速剖面采样节点应满足软件对声速剖面数据要求，应保留声速剖面曲线的拐点和表征声速跃层变化点，采样点甄选应遵循“浅层密、深层疏，拐点密、直线疏”的原则；

e) 潮位改正：水深大于 200 m 海区不作潮位改正，对于水深不大于 200 m 海区应作潮位改正，无验潮模式下的水下地形测量可采用 GNSS 方法进行潮位改正。

6.1.3 数据输出要求

数据输出要求如下：

a) 根据成图比例尺要求，对处理后的测量条带数据进行抽稀，并输出；

b) 根据成图比例尺要求，输出格网数据或网格化数据；

c) 输出数据应反映海底微地形变化特征。

6.2 成果编绘

6.2.1 成果图件种类

测深成果图件种类包括：测线航迹图、数字水深图、海底地形图、海底三维地形图，可结合海底底质取样、海洋地球物理调查等其他资料编制海底地貌图。

6.2.2 图件绘制要求

图件绘制按照 GB/T12763.10 执行。

6.2.3 图式符号要求

图式符号按照GB/T 32067—2015执行。

6.2.4 海底三维地形图

对于多波束水深测量，应制作海底三维地形图，海底数字高程模型（Digital Elevation Model, DEM）网格间距应不大于图上 0.2 mm。

7 报告编写

7.1 调查报告

无人船（艇）海底地形地貌调查报告的内容包括：

a) 调查任务的来源、目的和要求；
b) 调查海区的范围和地理位置；
c) 调查项目内容和工作量；
d) 外、内业工作时间和分工协作情况等；
e) 海上调查的工作方法；
f) 测线布设；
g) 无人船（艇）各项指标及工作情况；
h) 海底地形地貌测量设备各项指标及工作情况；
i) 导航定位系统各项指标及工作情况；
j) 原始资料种类、数量、质量、特点等。

7.2 资料处理报告

无人船（艇）海底地形地貌调查资料处理报告的内容包括：

a) 资料处理方法；
b) 成果内容、形式、数量；
c) 成果资料精度等；
d) 重要情况说明与分析；
e) 海底地形地貌调查资料质量评价报告；
f) 结论与建议；
g) 成果图附件。

8 成果资料检查与归档

8.1 一般要求

资料归档与上交的一般要求如下：

a) 上交的各种资料的内容应真实、准确，装订整齐有序，标示清晰；
b) 各级检查应形成相应的质量检查报告，与成果资料一并归档；
c) 上交的纸质文档、图件应与电子成果一致；
d) 各类数据应提供格式说明，并提交文本格式的数据文件。

8.2 归档内容

资料归档与上交的内容如下：

a) 技术设计书、实施方案及任务合同书等相关文件；
b) 导航定位仪、测深仪、验潮仪、表层声速仪、声速剖面仪等仪器检定/校准报告（校准证书、送检证书）；
c) 船配置参数文件（含船型、各设备相对位置及校准参数）；
d) 定位及姿态改正资料；
e) 换能器吃水资料；
f) 水位改正资料（含基准面确定关系）；
g) 声速改正资料（含声速剖面或温度、盐度、深度等调查资料）；
h) 原始测深数据；
i) 后处理数据（即编辑后数据）；
j) 水深测量成果数据文件（包含离散水深数据、网格数据）；
k) 现场原始记录及调查报告；
l) 资料处理报告；
m) 数字水深图；
n) 测线航迹图；
o) 海底地形图、海底三维地形图、海底地貌图；
p) 资料清单。

附录 A

（资料性）

无人船（艇）海底地形地貌调查工作日志

无人船（艇）海底地形地貌调查工作日志见表 A.1。

表 A.1　无人船（艇）海底地形地貌调查工作日志

任务名称_____　　任务编号_____　　调查船（艇）_____号

仪器型号_____　　调查海区_____　　日期_____年____月____日

天气海况	主要记录包括：气温、风速、风向、流速流向、海面状况等
仪器状况	主要记录包括：无人船（艇）和调查设备的工作状况
测线完成	主要记录包括：已完成的测线编号及测线长度
质量评价	无人船（艇）所搭载的调查设备的数据质量
备注	说明安全生产、特殊情况等

填写人_____　审核人_____　　第__页　共__页

附录 B

（资料性）

无人船（艇）航前检查记录表

无人船（艇）航前检查记录表见表 B.1。

表 B.1 无人船（艇）航前检查记录表

检查日期_____年_____月_____日　　点检人_____　　点检船号_____号

序号	检查项目	检查要求	合格情况	不合格情况	备注
1	主控箱				
1.1	总电源输入航插状态	总电源输入航插是否拧紧且牢固可靠			
1.2	航插状态	航插是否已拧紧且牢固可靠			
1.3	固定螺丝	是否紧固			红色记号
2	任务设备	是否正常			
2.1	电源状态	总电源开关是否已在 OFF 状态			
2.2	网线状态	网线是否已插在正确位置且牢固可靠			
2.3	航插状态	航插是否已拧紧且牢固可靠			
2.4	固定螺丝	是否紧固			红色记号
3	工控机				
31	电源状态	总电源开关是否已在 OFF 状态			
3.2	网线状态	网线是否已插在正确位置且牢固可靠			
3.3	工控机固定螺丝	是否松动			
4	空调系统	是否正常			
4.1	空调主机固定螺丝	是否松动			
4.2	空调机箱固定螺丝	是否松动			
4.3	空调进水管路及接头	是否有松动及漏水痕迹			
4.4	空调出水管路及接头	是否有松动及漏水痕迹			
5	线缆固定	是否松动			
6	舱内残余水	机舱、设备舱是否有残余水			
7	设备舱除湿	是否加除湿剂			
8	升降鳍	是否正常			
表 B.1 （第 2 页/共 3 页）					
8.1	电源状态	查看电源是否已关闭			

8.2	位置	查看升降鳍是否在最上端			
8.3	所有紧固螺丝	是否松动			
8.4	升降鳍推杆维护	回收船淡水冲洗			
8.5	升降作动	是否正常			
9	甲板部分	是否正常			
9.1	设备仓盖板	是否已关闭且旋紧锁扣			
9.2	主机仓盖板	是否已关闭且旋紧锁扣			
9.3	尾轴仓盖板	是否已关闭且旋紧锁扣			
9.4	片体小盖情况	是否漏水			
9.5	舱盖橡皮检查	是否变形			
9.6	单点吊	螺丝是否松动			
10	动力系统	是否正常			
10.1	燃油检查	燃油油量是否充足			
10.2	主机运行时间	记录主机运行时间			是否到保养时间
10.3	轴系润滑	每 50 小时注油			
10.4	轴系运动空间	是否有残存手套、遗漏的工具、抹布、掉落的线缆等			
10.5	主机润滑	每 50 小时注油			
10.6	推进器润滑	每 50 小时注油			
10.7	主机机脚螺丝	红色记号标识			红色记号
10.8	主轴前端螺丝	松动检查			红色记号
10.9	主轴后端螺丝	松动检查			红色记号
10.10	喷泵转向控制螺丝	松动检查			红色记号
10.11	转向助力系统液压油	漏油检查及接头松动检查			
10.12	液压站排气	每 50 小时检查			
101.13	主机进水管路	是否漏水			红色记号
10.14	主机排水管路	是否漏水			红色记号
10.15	主机供油管路	是否漏水			红色记号
10.16	主机空气过滤器	是否更换			
10.17	主机冷却液	是否要加注			
10.18	喷泵杂物检查	有无杂物			
11	机舱线路检查	是否有松脱			
12	天线倒伏控制盒	是否松动			
表 B.1 （第 3 页/共 3 页）					
13	蓄电池安装盒	是否松动			

14	电池电量	查看电池是否已充满			
15	电池接头状态	接头是否已拧紧且牢固可靠、是否有腐蚀			
16	舱内残余水	机舱是否有残余水			
17	主机控制箱	是否正常			
17.1	航插状态	航插是否已拧紧且牢固可靠			
17.2	主机启动盒固定螺丝	是否松动			
18	桅杆插销检查	是否到位			
19	天线	是否正常			
19.1	左侧天线	天线是否牢固			
19.2	右侧天线	天线是否牢固			
20	桅杆灯	是否正常			
20.1	桅杆灯固定	是否松动			
20.2	桅杆灯工作	是否正常			
21	摄像头	是否正常			
21.1	摄像头固定	是否松动			
21.2	摄像头接插件	是否松动			
21.3	摄像头工作	是否正常			
21.4	摄像头画面显示日期及时间	是否为当下日期及时间			
22	毫米波雷达	是否正常			
23	遥控器	是否正常			
23.1	主遥控器电池	查看电池是否已充满			
23.2	主遥控器电源开关	电源开关是否已关闭			
23.3	备用遥控器电池	查看电池是否已充满			
23.4	备用遥控器电源开关	电源开关是否已关闭			
24	辅助事项				
24.1	船架轮黄油	有黄油润滑			
24.2	船枪	是否携带			
24.3	船绳及碰撞球	是否携带			
24.4	运输高度	桅杆是否倒伏			
24.5	三防笔记本	是否工作正常及备件齐整			

附录 C

（资料性）

无人船（艇）单波束测量班报表

无人船（艇）单波束测量班报表见表 C.1。

表 C.1 无人船（艇）单波束测量班报表

海 区_____　调查船（艇）_____号　日 期：___年___月___日

海 况_____　单波束型号及编号_____　吃 水_____（m）

声速	时间	地点	声速（m/s）		
比测	时间	地点	吃水（m）	测深仪与比测板对（m）	实测声速（m/s）
海上测量	记录线名	导航线名	开始时间（hh:mm）	结束时间（hh:mm）	备注

记录员_____　负责人_____　　第___页　共___页

附录 D

（资料性）

无人船（艇）多波束测量班报表

无人船（艇）多波束测量班报表见表 D.1。

表 D.1 无人船（艇）多波束测量班报表

海 区_____　项 目 名 称_____　调查船（艇）_____号

海 况_____　无人船（艇）_____　多波束型号及编号_____　日 期____年 ____月____日

测线	导航线名	记录线名	开始时间（hh:mm）	终点定标号	结束时间（hh:mm）	水深（m）	实测表层声速（m/s）	幅 宽（m）	航向（°）	备注

记录员_____ 负责人_____　　第__页　共__页

附录 E

（资料性）

通信性能测试记录表

通信性能测试记录表见表 E.1。

表 E.1 通信性能测试记录表

无人船（艇）_____　　海　况_____　　日 期____年 ____月____日

基站经度_____　　基站纬度_____　　测试距离_____（m）

<table>
<tr><th>测试项</th><th colspan="6">测试结果</th><th colspan="2">测试时间
（hh:mm）</th></tr>
<tr><td rowspan="5">船艇控制</td><td>上传测线（√或×）</td><td colspan="5"></td><td rowspan="2">开始</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">发送指令（√或×）</td><td colspan="2">开始</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">暂停</td><td colspan="3"></td><td rowspan="2">终止</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">结束</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">设备操控</td><td>远程桌面软件版本号</td><td colspan="5"></td><td rowspan="2">开始</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>远程桌面连接参数</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>录屏文件文件名</td><td colspan="5"></td><td rowspan="2">终止</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>连接效果</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">通信带宽</td><td>文件信息</td><td colspan="5"></td><td>开始</td><td></td></tr>
<tr><td>FTP 下载速度</td><td colspan="5"></td><td>终止</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">通信延迟</td><td rowspan="4">20 次 ping 包
延迟记录（ms），
ping 不通打×</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2">开始</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">终止</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>平均延迟（ms）</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="5">视频传输</td><td>分辨率</td><td colspan="5"></td><td rowspan="2">开始</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>帧数</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>颜色（黑白/彩色）</td><td colspan="5"></td><td rowspan="3">终止</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>录屏文件文件名</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>传输效果</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

记录员_____　负责人_____　　第__页　共__页

附录 F

（规范性）

无人船（艇）回收步骤

F.1 无人船（艇）回收步骤如下：

a) 吊放应在三级海况内操作，水深大于 1 米，尽可能选择风浪较小区域吊放，吊放前各操作人员就位，统一指挥；

b) 回收前，采用搭载任务载荷设备的升降鳍装置的无人船（艇），应将升降鳍升起，确保任务设备安全；

c) 回收时，无人船（艇）主机处于待机状态，通过遥控器实时调整无人船（艇）状态，方便后续牵引绳和起吊绳的操作；

d) 通过船枪在船艉、船艏系缆桩各穿一根牵引绳，牵引绳应足够长，并由专人牵引，自由端不能打结，其余无关人员不应靠近，保障操作空间和安全；

e) 通过船枪将吊机吊钩与单点吊上短绑带连接，缓缓起升吊机，待绳索拉紧后停住；然后主机熄火，遥控关闭整船电源；然后缓缓起升吊机，牵引绳控制无人船（艇）方向，防止船艏艉碰撞到岸壁及其他障碍物；

f) 将无人船（艇）吊放在船架上，注意无人船（艇）放置位置；尾部片体支架处于船架后端框架对齐，前端注意任务设备与船架可能发生磕碰；待无人船（艇）稳定后，将无人船（艇）与船架采用前后两根绑带绑紧。

F.2 全部绑扎稳定后将无人船（艇）船架与母船绑扎固定，采用四点固定。

参考文献

[1] GB 3100~3102 量和单位

[2] GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第 1 部分：通用要求

[3] GB 12319 中国海图图式

[4] GB 17501 海洋工程地形测量规范

[5] GB/T 3482—2008 电子设备雷击试验方法

[6] GB/T 6113.2—1998 无线电骚扰和抗扰度测量方法

[7] GB/T 10250—2007 船舶电气与电子设备的电磁兼容性

[8] GB/T 11634—2000 船用交流低压配电板通用技术条件

[9] GB/T 12763.10 海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查

[10] GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

[11] GB/T 18314 全球定位系统（GPS）测量规范

[12] GB/T 19834 海洋学术语海洋资源学

[13] GB/T 20257 国家基本比例尺地图图式

[14] GB/T 21714 雷电防护

[15] CB/T 4000—2005 中国造船质量标准

[16] CH/T 2009 全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范

[17] CH/T 7001 1:5000、1:10000、1:25000 海岸带地形图测绘规范

[18] HY/T 008—1992 海洋仪器术语

[19] HY/T 058 海洋调查观测监测档案业务规范

[20] JJF1001 通用计量术语及定义

[21] JJF 1069 法定计量检定机构考核规范

[22] 李家彪 等. 多波束勘测原理技术与方法[M]. 海洋出版社, 1999.

[23] 吴自银 等. 高分辨率海底地形地貌——探测与处理理论技术[M]. 科学出版社, 2017.