

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T 0351—2023

海底地形地貌调查导航定位技术要求

Technology requirement of navigation and positioning for submarine
topography and geomorphology investigation

2023-07-11 发布

2023-09-01 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言	III
引言	IN
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 调查内容	2
4.1 调查概述	2
4.2 工作内容	2
5 一般要求	2
5.1 平面坐标系	2
5.2 高程基准	2
5.3 深度基准	2
5.4 投影方式	2
5.5 时间系统	3
5.6 水面导航定位系统	3
5.7 水下导航定位系统	3
5.8 质量控制	3
6 调查准备	3
6.1 技术设计	3
6.2 导航设备校验	4
6.3 导航定位联机调试	4
7 调查实施	4
7.1 导航设备安装	4
7.2 作业测试	5
7.3 海上测量实施	5
7.4 现场整理	6
8 调查数据处理	6
9 成果	7
9.1 数据要求	7
9.2 图件要求	7
9.3 报告要求	7
10 调查资料和成果归档	7
10.1 归档要求	7
10.2 归档内容	7
附录 A (资料性) 海底地形地貌调查GNSS 设备稳定性实验记录表	9

附录 B (资料性) 海底地形地貌调查导航工作日志及班报	10
附录 C (资料性) 水下导航定位记录表	13
附录 D (资料性) 水下导航定位设备校准记录表	14
参考文献	17

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/TC 283)归口。

本文件起草单位：自然资源部第二海洋研究所、哈尔滨工程大学、上海大学、西安测绘研究所、武汉大学、山东科技大学、东华理工大学。

本文件主要起草人：吴自银、罗孝文、孙大军、韩云峰、罗均、谢少荣、彭艳、孙中苗、曾安敏、姚宣斌、阳凡林、郑翠娥、赵获能、王明伟、周洁琼、尚继宏、李守军、王胜平、朱心科、张居成、崔宏宇、蒲华燕。

引 言

海底地形地貌调查导航定位技术是集现代全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GNSS)、电子、水下导航定位、水下平台、水声、计算机和通信等技术为一体的综合导航定位技术。针对海底地形地貌调查导航的技术特点、应用环境和功能要求等,为满足高精度、大范围、高效、高可靠性以及高更新率等海底地形地貌调查要求,保证高质量的海底地形地貌调查成果,制定本文件。

海底地形地貌调查导航定位技术要求

1 范围

本文件规定了海底地形地貌调查导航定位的调查内容、一般要求、调查准备、调查实施、调查数据处理、成果、调查资料和成果归档等方面的技术内容。

本文件适用于研究海洋冲刷、侵蚀和淤积对海岸和 underwater 地形、地貌的影响变化等海底地形地貌调查中的水面船舶和 underwater 平台的导航与定位，其他类型海洋调查的高精度导航定位可参考使用。

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/T 12763.10—2007 海洋调查规范 第10部分：海底地形地貌调查
GB/T18314—2009 全球定位系统(GPS) 测量规范
GJB 427A—2009 舰艇惯性导航系统设计定型试验规程
DZ/T 0360—2020 海洋地质调查导航定位规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

定位系统 positioning system

以确定空间位置为目标而构成的相互关联的一个集合体或装置(部件)。

注：由卫星定位系统(satellite positioning system)和 underwater 声学定位系统 (underwater acoustic positioning system)两部分所组成。

3.2

海底地形地貌调查 submarine topography and geomorphology survey

以测量海底起伏形态和地物为主的海洋调查工作。

3.3

声学应答器 acoustic transponder/responder

安装在水下探测载体上，用于检测询问声学(或电)信号并应答定位声学信号的装置。

3.4

斜距 slant range

声学基阵原点距声学应答器的直线距离。

3.5

测距仪 distance measuring equipment

测定声学基阵和应答器之间斜距的设备。

3.6

超短基线定位系统 ultra short base line positioning system

基线长度(两个声学换能器之间的直线距离)小于1 m 的声学定位系统。

注: 该系统通过测量声学应答器到超短基线声学基阵原点的斜距和应答器在声学基阵坐标系中的方位来完成对应答器的定位。

3.7

长基线定位系统 long base line positioning system

基线长度大于100 m 的声学定位系统。

注: 该系统通过测量3个及以上声学应答器到测距仪的斜距进行交汇解算来完成对测距仪的定位。

3.8

水下信标 underwater beacon

配合长基线或超短基线进行水下定位的声学设备。

3.9

水平转角 horizontal angle

声学基阵原点至目标的方向线在 XY 水平面上投影与声学X 轴方向的夹角。

注: 水平转角在水平面上由 0° ~ 360° 范围内按顺时针方向量取。

3.10

垂直转角 vertical angle

声学基阵原点至目标的方向线与声学x 轴方向的夹角。

4 调查内容

4.1 调查概述

采用GNSS、姿态仪、长基线、超短基线等水面及水下导航定位及测姿系统为海底地形地貌的调查提供准确的位置、速度、姿态等信息及服务。

4.2 工作内容

海底地形地貌调查导航定位基本工作内容包括: 导航设备安装、调查导航设备参数测定、船载GNSS 导航定位、水下超短基线定位、水下超短基线联合长基线定位、数据处理与归档。

5 一般要求

5.1 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。

5.2 高程基准

采用1985 国家高程基准。对于远海及极地,可采用平均海平面作为高程基准。

5.3 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。

5.4 投影方式

主要采用墨卡托或通用横轴墨卡托(Universal Transverse Mercator,UTM)投影,或与测量区域

相适应的投影方式。

5.5 时间系统

采用北京时间和世界协调时间(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。

5.6 水面导航定位系统

水面导航定位系统利用GNSS 及安装在船上的罗经,实现水面导航定位,并符合以下要求:

- a) 应具备独立的卫星定位系统;
- b) 卫星信号(包括校正信号)稳定可靠,并具有不中断作业的能力,定位信号和误差校正信号的作业距离应覆盖整个作业区域;
- c) 卫星差分信号定位精度应优于1.0 m。

5.7 水下导航定位系统

水下导航定位系统利用船载 GNSS 系统、船载超短基线及水下长基线阵列,实现水下导航定位,并符合以下要求:

- a) 卫星定位、水下定位等系统数据通信正常;
- b) 定位水平精度优于5.0 m,当使用实时卫星差分时,定位水平精度优于1.0 m;
- c) 超短基线的定位精度优于斜距的0.5%;
- d) 长基线的定位精度优于10.0 m。

5.8 质量控制

质量控制要求如下:

- a) 调查人员经岗前培训,由专业人士对调查人员进行理论培训、设备实操训练、故障应对方法以及维护保养方法,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,设备校验有效期限不大于1年;
- c) 调查过程符合综合导航定位实施方案、声学导航定位试验大纲、超短基线定位系统、长基线定位系统等仪器检定/校准报告等本文件的要求;
- d) 按调查要求对调查数据开展精度和质量评估,精度和质量应满足5.6、5.7的要求。

6 调查准备

6.1 技术设计

针对调查区域进行资料收集、明确技术要求、安全风险预判,制订安全应急预案、质量保证措施、进度保证措施,预期提交成果类型,技术设计包括以下内容:

- a) 海底调查对导航定位要求;
- b) 工区概况,如自然地理和历史地形地貌等,潮位、助航标志、碍航物等水文或航行相关资料;
- c) 导航定位采用的坐标系、投影及其参数:所有调查测线的经度、纬度和相应的投影坐标数据;
- d) 测量船、导航定位、采集设备以及设备检验项目和技术指标;
- e) 施工方法、作业参数和技术要求;
- f) 测量技术选择。

6.2 导航设备校验

6.2.1 一般要求

用于海底地形地貌调查的导航仪器，应进行检定或校准，只有检定或校准合格且在有效期内，方可使用。

6.2.2 GNSS 校准

在作业任务实施前，应按以下步骤进行 GNSS 校准：

- a) GNSS 接收机以 1 s 采样率在 C 级以上 GNSS 参考点上进行校验，静态数据观测时间不少于 24 h；
- b) 对于 GNSS 卫星差分信号的测量，水平误差优于 1.0 m；
- c) 结束后填写海底地形地貌调查 GNSS 设备稳定性实验记录表（见附录 A 的表 A.1）。

6.2.3 水下导航定位系统校准

在作业任务实施前，应按以下步骤进行水下导航定位系统校准：

- a) 测量 GNSS 位置与基阵位置的 X、Y、Z 三个方向的安装偏差，作为测量初值；
- b) 在海底布放校准信标，母船与信标进行测量；
- c) 母船航行校准航迹，采集校准数据；
- d) 校准完毕后，计算校准结果，并输入到系统中；
- e) 航行精度验证航迹，统计校准后精度，评价校准结果（超短基线的定位精度优于斜距的 0.5%，长基线的定位精度优于 10.0 m）。

6.3 导航定位联机调试

在作业任务实施前，需要按以下步骤进行导航定位联机调试：

- a) 检验设备是否有外观破损、腐蚀、螺丝松动、密封圈失效等情况；
- b) 设备进行通电自检，检查各设备是否工作正常；
- c) 核对对外数据接口以及数据协议，并进行模拟测试；
- d) 水下导航定位设备还要进行吊放测试，包括定位功能、通信功能、触发功能、传感器数据解析功能等。

7 调查实施

7.1 导航设备安装

7.1.1 水面导航设备安装

按照水面导航定位要求进行地形地貌调查导航设备的安装：

- a) 船载 GNSS 设备应安装在无卫星遮挡及无线电、雷达信号干扰的地方；
- b) GNSS 设备和调查船上电源、信号处理单元、接收机、显控单元等的连接正常。

7.1.2 水下导航设备安装

按照水下导航定位要求进行地形地貌调查导航设备的安装：

- a) 声学换能器基阵刚性固定到调查母船的升降装置上，要求艏向朝船头，误差不大于 1.5° ，升降装置保证基阵能伸出船底不小于 1 m；

- b) 信号处理机安装到实验室安装柜中，保持设备良好的接地；
- c) 水下声信标刚性固定在待测设备上，保证换能器伸出设备本体四周±90°无遮挡。

7.2 作业测试

7.2.1 水面导航定位测试要求

根据安装好的水面导航定位设备进行以下相关测试：

- a) GNSS 采集数据是否正常；
- b) 信号处理单元、接收机和显控单元接收导航定位数据是否正常。

7.2.2 水下导航定位测试要求

根据安装好的水下导航定位设备进行以下相关测试。

- a) 超短基线定位、长基线定位系统测试：开启超短基线、长基线定位系统，对信标进行应答定位测试。
- b) 测试应答信标与同步发射信标是否正常。

7.3 海上测量实施

7.3.1 卫星定位系统

在设备测试正常后，卫星定位系统操作应注意以下几点：

- a) 卫星定位作业执行GB/T18314—2009 和 DZ/T 0360—2020 中6.3.1 的规定；
- b) 作业期间保证能观测到的 GPS 卫星数大于或等于4颗，卫星高度角大于10°；
- c) 卫星位置几何图形强度因子(Position Dilution of Precision,PDOP)统计小于5；
- d) 填写海底地形地貌调查导航工作日志(见附录 B 的表 B.1)，其他设备可以参考此表同步进行记录。

7.3.2 水下导航系统

7.3.2.1 水下超短基线定位

设备测试正常后，超短基线定位实施按如下步骤进行：

- a) 校准信标锚系布放入水；
- b) 开启超短基线定位系统，按规定航线航行，保存数据，利用保存的数据完成超短基线定位系统的校准计算，并导入系统；
- c) 收回锚系信标，完成系统标校；
- d) 作业设备搭载水下声信标入水，超短基线定位系统实时定位跟踪作业设备的位置；
- e) 填写水下导航定位记录表(见附录 C 的表 C.1)及水下导航定位设备校准记录表(见附录 B 的 B.3 和附录 D 的表 D.1、表 D.2、表 D.3)，其他设备可以参考此表同步进行记录。

7.3.2.2 水下超短基线和长基线联合定位

设备测试正常后，水下超短基线和长基线定位实施按如下步骤进行：

- a) 逐个完成长基线信标阵的布设；
- b) 开启超短基线定位系统，逐个绕长基线信标规定航线航行，保存数据，利用保存的数据完成水下信标阵绝对位置的计算；
- c) 将水下信标阵绝对位置计算结果输入作业设备长基线定位系统；

- d) 水下作业设备入水，到达长基线信标阵附近按照测线航行，进行长基线定位；水下超短基线同时对水下作业设备的水下活动进行定位跟踪；
- e) 填写水下导航定位记录表(见表 C.1) 及水下导航定位设备校准记录表(见表 D.1、表 D.2、表 D.3)，其他设备可以参考此表同步进行记录。

7.4 现场整理

7.4.1 资料整理

根据以下内容进行资料整理，资料齐备即满足要求：

- a) 综合导航定位实施方案；
- b) 超短基线定位系统、长基线定位系统等仪器检定/校准报告；
- c) 声学导航定位试验大纲；
- d) 数据采集记录存储介质；
- e) 调查区基本参数；
- f) 调查航迹图；
- g) 操作和作业记录
- h) 综合导航定位班报表(见表 B.2)；
- i) 导航定位作业总结报告。

7.4.2 设备整理

根据以下内容进行设备整理，资料齐备即满足要求：

- a) 数据备份与存储；
- b) 资料检查；
- c) 导航设备检查、回收、清洁、保养和装箱；
- d) 编写导航定位工作报告与地形地貌测量工作报告。

8 调查数据处理

数据处理包括以下内容。

- a) 水下信标绝对位置标定：母船围绕水下声信标航行标校航迹，标校设备与水下声信标进行交互，并记录测距结果和实时 GNSS 以及姿态信息。融合各测量数据获取水下信标的绝对位置。
- b) 水下信标相对阵型标定：水下长基线信标阵各测元之间分别进行相对距离测量，获得几何阵型的测边结果，结合信标绝对位置标定结果和深度测量结果，进行基阵网整体平差，实现水下信标相对阵型标定。
- c) 超短基线定位系统安装偏差校准：水下布放声信标，母船围绕水下声信标航行校准航迹，航行期间对超短基线定位系统与水下声信标进行实时定位，并记录定位结果和实时GNSS 以及姿态信息。融合各测量数据，获取超短基线基阵与GNSS 以及姿态传感器的安装偏差，并对安装偏差进行校准。
- d) 水平定位误差统计：水平定位误差统计执行 GJB427A—2009 中6.1的规定。
- e) 格拉布斯准则野值剔除：格拉布斯准则野值剔除执行 GJB427A—2009 中“格拉布斯准则剔除可疑数据方法”的规定。
- f) 非线性内插：针对传感器测量数据缺失点，融合历史测量数据和实际测量情况，对缺失点的数据进行合理估计。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/905213103132011210>