

海底地形地貌调查导航定位技术要求  
(报批稿)

编制说明

自然资源部第二海洋研究所

二零二二年十二月

# 目 录

（一）制定标准的背景、目的和意义.....	1
（二）工作简况.....	2
2.1 任务来源、计划项目编号.....	2
2.2 主要起草单位和参加起草单位.....	2
2.3 标准主要起草人.....	3
2.4 标准主要起草人介绍.....	4
2.5 主要工作过程.....	6
（三）标准编制原则和确定标准主要内容的依据.....	11
3.1 编制原则.....	11
3.2 标准主要内容及确定依据.....	13
3.3 主要创新点.....	18
（四）主要试验（或验证）的分析、综述，技术经济论证，预期的经济效果..	18
（五）标准水平分析（包括与国际、国内同类标准的对比情况等） .....	20
（六）与有关现行法律、法规和标准的关系.....	21
（七） 重大分歧意见的处理经过和依据.....	21
（八） 标准作为强制性国家标准、推荐性国家标准、推荐性行业标准的建议	21
（九） 贯彻该标准的要求和措施（含组织措施、技术措施）建议.....	22
（十） 废止现行有关标准的建议.....	22
（十一） 其他应予说明的事项.....	22

## （一）制定标准的背景、目的和意义

海底地形地貌调查是一项基础性的海洋调查工作，其调查成果包括水深图、海底地形图、海底地貌图等，广泛应用于海洋工程建设、海底资源开发、海洋权益维护、海洋科学研究等领域。现有的海底地形地貌调查手段包括单波束测深、多波束测深、侧扫声呐海底地貌调查等，近年来无人船（艇）、无人自治潜水器等载体已逐步广泛应用于海底地形地貌调查，海底地形地貌调查的技术手段更加丰富、调查载体多样化，调查范围涉及到港湾、河口、近海、深远海和大洋、极地等区域。

国外海底地形地貌调查将水声定位技术作为一种常规的作业调查设备，使用的超短基线和长基线定位系统已经产业化，具有成熟的货架产品。国内目前海底地形地貌调查尚未形成水声定位相关的技术规范。

对于导航定位来讲，传统的标准只是对陆地 GNSS 导航定位做了详细的规定，对于海底地形地貌调查的导航定位来说，只是做了简单的描述，而水下导航定位标准还没有涉及。随着 GNSS 定位技术的发展及定位精度的提高，水下各种导航定位系统在近底探测系统中的大量使用，因此需要制定统一的海底地形地貌调查的导航定位技术标准指导，为船载及水下载体定位导航和作业提供依据，是一项迫在眉睫的工作。

此次编制的《海底地形地貌调查导航定位技术要求》，与之前编

制的《海底地形地貌调查多波束测深技术要求》、《海底地形地貌调查单波束测深技术要求》同属于海底地形地貌调查专业类别下的推荐性海洋行业技术标准，规范以水面舰船、无人船（艇）、近底拖曳设备和自主航行器以及搭载 GNSS、长基线、短基线导航定位系统进行海底地形调查时导航定位的基本原则、具体要求和实施方法。主要内容包括海底地形调查导航定位的技术设计、仪器检定、调查实施、数据采集处理、成果检查、资料归档与上交等各环节，提高海底地形地貌调查的技术水平和成果质量，以满足海洋调查工作实际需要。

## **（二）工作简况**

### **2.1 任务来源、计划项目编号**

按照《自然资源部办公厅关于印发 2018 年自然资源（海洋领域）标准制修订工作计划的通知》（自然资办发〔2018〕26 号）要求，自然资源部第二海洋研究所牵头编制上述海洋行业标准，标准计划项目编号：2018100118-T。

### **2.2 主要起草单位和参加起草单位**

海洋行业标准《海底地形地貌调查导航定位技术要求》由自然资源部第二海洋研究所负责主要起草，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、东华理工大学等参加起草。

## 2.3 标准主要起草人

本文件主要起草人：吴白银、罗孝文、孙大军、韩云峰、罗均、谢少荣、彭艳、孙中苗、曾安敏、姚宜斌、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。

表 2.1 标准主要起草人及其主要工作

姓名	所在单位	职称	在项目中任务分工
吴白银	自然资源部第二海洋研究所	研究员	标准编制负责人，负责编制过程中的人员、部门组织和协调，对标准质量、技术要求总体把关。
罗孝文	自然资源部第二海洋研究所	研究员	负责水下导航定位技术，承担标准主要章节起草工作，参与主要章节的修订和论证工作。
孙大军	哈尔滨工程大学	教授	提出标准整体框架性思路，组织标准编写各关键环节，对标准关键措辞和技术指标做出论证决策，是标准编制的调查技术负责人之一。
韩云峰	哈尔滨工程大学	副教授	承担主要章节的修订工作，包括水下导航定位系统校准要求，调查数据处理要求和数据处理质量检核要求。
罗均	上海大学	教授	承担主要章节的修订工作，主要包括外业技术报告要求。
谢少荣	上海大学	教授	依据框架思路设计标准主要内容结构，负责标准立项材料编报，负责标准具体的检查和技术论证工作，作为经办人组织并落实标准起草、修订、论证各环节。
彭艳	上海大学	教授	承担主要章节的修订工作，包括水下导航定位数据采集要求和资料处理技术要求编写。
孙中苗	西安测绘研究所	研究员	承担主要章节的修订工作，包括水下导航定位数据采集要求和资料处理技术要求编写。
曾安敏	西安测绘研究所	副研究员	承担主要章节的修订工作，包括调查内容要求。
姚宜斌	武汉大学	教授	承担主要章节的修订工作，包括调查内容要求。

阳凡林	山东科技大学	教授	承担主要章节的修订工作，包括调查内容要求。
郑翠娥	哈尔滨工程大学	教授	承担主要章节的修订工作，包括导航定位技术要求。
赵荻能	自然资源部第二海洋研究所	副研究员	承担主要章节的修订工作，包括调查准备要求。
王明伟	自然资源部第二海洋研究所	助理研究员	承担主要章节的修订工作，包括调查准备要求。
周洁琼	自然资源部第二海洋研究所	助理研究员	承担主要章节的修订工作，包括调查实施要求。
尚继宏	自然资源部第二海洋研究所	高级工程师	承担主要章节的修订工作，包括调查实施要求。
李守军	自然资源部第二海洋研究所	高级工程师	承担主要章节的修订工作，包括调查数据处理要求。
王胜平	东华理工大学	教授	承担主要章节的修订工作，包括调查数据处理要求。
朱心科	自然资源部第二海洋研究所	高级工程师	承担主要章节的修订工作，包括调查数据处理要求。
张居成	哈尔滨工程大学	副教授	承担主要章节的修订工作，包括调查成果要求。
崔宏宇	哈尔滨工程大学	副教授	承担主要章节的修订工作，包括调查成果要求。
蒲华燕	上海大学	研究员	承担主要章节的修订工作，包括调查资料 and 成果归档要求。

## 2.4 标准主要起草人介绍

1. 吴自银 男，博士，二级研究员，浙江省特级专家，博士生导师。现任自然资源部第二海洋研究所海底科学重点实验室主任，兼任浙江大学、上海交通大学、山东科技大学博士生导师。先后入选浙江省“151 人才工程”重点层次（2016）、“万人计划”科技创新领军人才（2018）和“国家百千万人才工程”（2019），荣获“国家级有突出贡献中青年专家”、“浙江省特级专家”等荣誉称号，享受国务院政府特殊津贴。现任中国岩石力学与工程学会海洋工程与地质灾害防控分会副理事长、中国海洋学会海洋测绘专业委会副主任委员。是

我国最早开展多波束海底地形地貌调查研究的科学家之一，建立了我国高分辨率海底地形地貌探测技术理论体系，突破了复杂浅海地形地貌一体化智能探测和面积高效探测等多项关键技术；对中国近海地貌与地质特征及成因机制进行系统深入研究，推动了中国海高分辨率海底地貌学与海洋地质研究的重要进展。近年来，主持完成国家重点基金、科技支撑重点项目、基础性工作重点项目等国家级项目 30 余项。主编专著与图集 5 部，其中英文著作 1 部，还参编著作 10 部；在 ISPRS PRS、IEEE TGRS、STOTEN 等国内外高水平期刊发表学术论文百余篇；授权发明专利 27 件，其中作为第一发明人授权美国发明专利 4 件；相关成果转化为国家与行业标准 6 项、软件产品 12 项。荣获国家科技进步奖二等奖 1 项（排名 4），省部级奖励 14 项，其中，特等奖 3 项、一等奖 5 项、二等奖 6 项。研究成果已经服务于国家海洋权益维护、中国海海底命名、海洋专项调查与监测等多个方面的国家重大需求。标准编制负责人，总体规划、组织协调。

2. **罗孝文** 男，1972年8月18日出生，贵州省金沙县人，博士，副研究员，自然资源部第二海洋研究所，自然资源部海底科学重点实验室工作。参加工作以来，作为负责人或技术骨干承担国家专项、海洋公益性项目、863项目、科技基础性项目、国家自然科学基金、海洋局基金等十余项课题。是我国较早开展海洋GNSS导航、GNSS和多种传感器融合研究的人员，在海洋GNSS导航、GNSS无验潮海底地形测量、GNSS和多种传感器融合技术和数据处理方法研究方面形成特色，为我国各类海洋调查等提供技术支撑。发表学术论文25篇，其中SCI/EI

检索20篇；获得国家专利3项，其中发明专利3项；获得省部级奖励2项。标准主要编写人，承担标准的编制工作。

## 2.5 主要工作过程

自然资源部第二海洋研究所获准承担上述标准编制任务后，联合参与单位，成立了标准起草小组。起草小组讨论形成了海洋行业技术标准的结构框架、关键技术和标准适用范围，对标准编制的各环节和时间节点进行了统筹安排。起草小组广泛收集相关资料、调研和技术研讨，起草标准文件，进行标准征求意见、送审稿审查，现已形成标准报批稿。

(1) 2018年2月至4月，成立标准项目申报小组，进行标准编制项目申报。

(2) 2018年5月至12月，调研、资料收集，规划标准组织结构。

(3) 2019年1月至3月，编制标准初稿。

(4) 2019年4月至6月，起草标准征求意见稿、编制说明，标准编写组会议研讨，完善行业标准。

(5) 2019年9月，形成征求意见稿、编制说明，准备征求行业相关单位及专家意见。

(6) 2019年11月11日，自然资源部第二海洋研究所组织相关专家对海底地形地貌调查导航技术要求进行了内部评审。

(7) 2020年5月至6月，公开征求意见，并发函向行业相关单



位及专家征求意见 21 份。

(8) 2020 年 11 月 18 日，自然资源部第二海洋研究所组织专家对海底地形地貌调查导航定位技术要求（送审稿）进行内部审查。

(9) 2021 年 12 月 3 日，自然资源部第二海洋研究所通过 OA 发函至相关业务司局申请继续执行，《海底地形地貌调查导航定位技术要求》（2018100118-T）、《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》（2018100119-T）、《海底地形地貌调查单波束测深技术要求》（2018100121-T）等三项标准，未收到反对意见。

(10) 2021 年 12 月 30 日，自然资源部第二海洋研究所参加了由全国海洋标准化技术委员会（以下简称“海标委”）海洋调查观测监测分技术委员会组织的“《海-气二氧化碳交换通量监测与评估技术规程第 5 部分：卫星监测》等 18 项（海洋）超期标准评估会”，海标委同意通过评估，继续执行。

(11) 2022 年 1 月 5 日，标准编制组再次通过电话请示自然资源部海洋预警监测司叶菁处长，海域海岛管理司刘志军处长，原则上同意本标准继续执行。

(12) 2022 年 1 月 27 日，全国海洋标准化技术委员会海洋调查观测监测分技术委员会（以下简称“分委会”）根据《自然资源标准化管理办法》等有关文件要求，在浙江杭州通过线上和线下相结合的方式组织召开了《海底地形地貌调查导航定位技术要求》（计划编号：2018100118-T）海洋行业标准送审稿审查会议。专家组认为该标准的制定可为船载及水下载体定位导航和作业提供依据，达到国际一般水

平，一致同意该标准通过审查。

在编制过程中，起草组积极利用电子邮件、即时通信等手段，对有关问题进行了较为充分的沟通和讨论。

（13）2022年10月11日，中国地质调查局向自然资源部科技发展司发“关于对征求《船载海陆地形地貌一体化调查技术要求（报批稿）》等5项行业标准地调局意见的复函”。复函主要内容如下：

“你司《关于征求<船载海陆地形地貌一体化调查技术要求(报批稿)>等5项行业标准意见的函》收悉，经研究，现提出意见如下：一、《海底地形地貌调查导航定位技术要求（报批稿）》，与《海洋地质调查导航定位规程（DZ/T 0360—2020）》在适用范围、术语与定义、设备安装及校验、质量控制、资料整理与归档等方面存在交叉重复现象，建议斟酌”。

（14）2022年11月1日，我所《海底地形地貌调查导航定位技术要求（报批稿）》编制人员和《海洋地质调查导航定位规程（DZ/T 0360—2020）》标准编制单位广州海洋地质调查局编制人员沟通、交流意见进行修改后，单独向广州海洋地质调查局发“关于海洋行业标准《海底地形地貌调查导航定位技术要求》征求意见的函”。

（15）2022年11月21日，我所收到广州海洋地质调查局对海洋行业标准《海底地形地貌调查导航定位技术要求》的征求意见回执，回执主要内容如下：“本‘技术要求’结构完整、内容详尽。设备安装校准，测量实施，作业规范，质量控制等相关内容符合海上工作实际；突出了超短基线、长/短基线组合导航定位的特点。个别条款建

议斟酌修改”。

(16) 2022年12月9日，向自然资源部科技发展司发函“自然资源部第二海洋研究所关于《海底地形地貌调查导航定位技术要求(报批稿)》行业标准反馈意见的修改说明”。

征求意见情况如下：

发送“征求意见稿”的单位数：24个，收到“征求意见稿”后，回函的单位数：23个；收到“征求意见稿”后，回函并有建议或意见的单位数：16个；收到“征求意见稿”后，回函无建议或意见的单位数：7个；没有回函的单位数：1个(具体单位名称：海南大学)。

送审稿修改情况如下：

征求意见共143条，其中，采纳127条，部分采纳8条，未采纳8条，未采纳或部分采纳意见，在意见汇总处理表的“备注”栏给出了理由。

(1) 已对规范性引用文件进行了梳理，标准文中有所引用的列入规范性引用文件，其他标准文件放入参考文献。

(2) 对水下潜器和水下平台进行了统一，统一后修改为水下平台。

(3) 已对4.3.1水面导航定位系统部分a)修改为应具备独立的卫星定位系统；4.4.1 技术设计不涉及导航定位部分进行了修订，调整为a),b),c),d),e),f)六部分；4.4.2.2 水下导航定位系统自校进行调整；5.2.2 水下导航定位测试要求部分内容进行了调整；5.3.2 水下导航系统进行了调整。

(4) 采纳征求意见及内审专家意见，对第“5.4 调查数据资料的整理和处理”节进行了调整，修改为“6 调查数据资料的整理和处理”，其它不变，原来的“6 调查数据整理和成图”由于和本标准无关，删除。

(5) 根据内审专家意见对参考文献进行了梳理、修订。

(6) 根据最新版《GB/T 1.1-2020 标准化工作导则》的要求对标准格式进行了规范、统一。

(7) 目次调整为范围、规范性引用文件、术语和定义、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。

(8) “1. 范围”修改为“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要求”。

(9) 第4部分调整为“4 调查内容”，第5部分调整为“5 一般要求”，第6部分调整为“6 调查准备”，第7部分调整为“7 调查实施”，第8部分调整为“8 调查数据处理”，第9部分调整为“9 成果”，第10部分调整为“10 调查资料和成果归档”。

(10) “术语和定义”：(1) 删除“3.2 全球导航卫星系统、3.3 海底地形地貌调查、3.4 海底地形地貌调查导航定位系统、3.5 导航参考点、3.6 换能器坐标系、3.7 时间延迟”；(2) 增加“3.8 水下信标 underwater beacon”。

(11) 增加 5.8 节质量控制相关内容。

(12) 增加 8.1 节数据处理相关内容。

(13) 第 4.2 节，“导航设备安装、调查导航设备参数测定”调序放至前面，修改为“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……”。

(14) 第 5.7 节，b)项“当使用实时卫星差分时，定位水平精度优于 1.0 m”是指水下导航定位系统的精度，与 5.6 节“水面导航定位系统”不同，故保留。

(15) 第 6.2.3 节，条款编号从 a)开始排序。

(16) 将自然资源部地质矿产行业标准《海洋地质调查导航定位规程（DZ/T 0360—2020）》纳入规范性引用文件，将 7.3.1 节 a)项修改为“卫星定位作业执行 GB/T 18314—2009 和 DZ/T 0360—2020 中 6.3.1 相关规定”；将 9.1 节 a)项修改为“导航定位数据符合 GB/T 18314—2009 中第 13 章和 DZ/T 0360—2020 中第 7 章的要求”。

### (三) 标准编制原则和确定标准主要内容的依据

#### 3.1 编制原则

##### (1) 实用性

本标准在编制过程中，进行了详细调查，研究了行业现状，坚持以实用性为主的原则，结合国内海洋调查科研单位的工作实际，广泛征求使用单位的意见及建议，统一了工作流程和技术要求，规范了生产过程，满足政府部门、自然资源调查研究相关单位以及其他企事业

单位的应用需求。将公开向社会征求意见，并根据征求的意见对标准进行修订和完善，以体现现有海洋调查工作的技术水平，满足实际工作的要求。

## （2）一致性

此次编制的《海底地形地貌调查导航定位技术要求》，与之前编制的《海底地形地貌调查单波束测深技术要求》同属于海底地形地貌调查专业类别下的推荐性海洋行业技术标准，规范以水面舰船、无人船（艇）、近底拖曳设备和自主航行器以及搭载 GNSS、长基线、短基线导航定位系统进行海底地形调查时导航定位的基本原则、具体要求和实施方法。主要内容包括海底地形调查导航定位的技术设计、仪器检定、调查实施、数据采集处理、成果检查、资料归档与上交等各环节，提高海底地形地貌调查的技术水平和成果质量，以满足海洋调查工作实际需要。

本标准对海底地形调查导航定位的技术设计、仪器检定、调查实施、数据采集处理、成果检查、资料归档与上交等方面技术要求做出了详细的规定。在行业标准的适用范围内，尽量引用国家以及行业的基本标准，发挥基础规程的功能。例如，引用 GB/T 12763.10 - 2007 《海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查》、参考 GB/T 18314 - 2009 《全球定位系统（GPS）测量规范》、IHO S44-2008 《国际海道测量规范》等（详见标准征求意见稿）。保证标准与已有标准保持一致性和兼容性，以确保按有关标准对海底地形地貌调查导航实施及成果质量要求具有一致性。

### (3) 协调性

本标准在编写过程中采用的相关术语、量、单位及其符号、代号和缩略语等遵循现行的基础标准的相关条款，体现了标准的协调性。

### (4) 规范性

本标准从起草工作到随后的所有阶段均按照 GB/T 1.1-2020 给定规则进行，体现了标准的规范性。

## 3.2 标准主要内容及确定依据

海底地形地貌调查导航技术要求主要内容见表 3.1，详细内容详见标准报批稿。

表 3.1 标准主要内容

序号	行业标准	标准内容
1	海底地形地貌调查导航定位技术要求	范围
		规范性引用文件
		术语和定义
		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
		附录

其中，标准主要内容如下：

(1) 第一章“范围”确定了本行业标准的适用范围。

本条阐述了制订本文件的目的是作用，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要求。本文件适用于海底地

形地貌调查中的水面船舶和水下平台的导航与定位，其它类型海洋调查的导航定位可参考使用。

(2) 第二章“规范性引用文件”确定了本项行业标准主要引用的现有技术标准。目前，涉及海底地形地貌调查导航的主要技术标准包括，《海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查》（GB/T 12763.10）、《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314）、《舰艇惯性导航系统设计定型试验规程》（GJB 427A-2009），上述标准与规范的引用目的是海底地形地貌调查导航技术要求与现有标准、规范等保持一致性。

(3) 第三章内容为本项行业标准中涉及的必要专业术语与定义。例如，定位系统指的是“提供位置数据或信息的系统，包括卫星定位系统和水下声学定位系统”。通过调研国内外主要厂商的设备情况，综合海洋调查需要的水声定位系统，提供了定位系统常用的两种设备——超短基线定位系统和长基线定位系统，给出了相关系统的专业术语和作业流程。

(4) 第四章为“调查内容”，主要内容包括 4.1 调查概述、4.2 工作内容。

4.1 节概述了海底地形地貌调查导航定位技术的主要内容，4.2 节进一步明确海底地形地貌调查导航定位的基本工作内容。

(5) 第五章为“一般要求”，主要规定调查作业阶段的技术要求，按照“5.1 平面坐标系、5.2 高程基准、5.3 深度基准、5.4 投影方式、5.5 时间系统、5.6 水面导航定位系统、5.7 水下导航定位系统、



5.8 质量控制”的结构进行标准内容的编写。

其中,5.1 节根据海底地形地貌调查平面坐标的关系属性及《GB/T 18314—2009 全球定位系统 (GPS) 测量规范》的规范性要求,规定了平面坐标系的一般要求,即一般采用 2000 国家大地坐标系,当采用其他坐标系时,应当建立与 CGCS2000 的转换关系。5.2 节根据海底地形地貌调查高程基准的关系属性及《GB/T 18314—2009 全球定位系统 (GPS) 测量规范》的规范性要求,规定了高程基准的一般要求,即一般采用 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 节根据海底地形地貌调查深度基准的关系属性及《GB/T 18314—2009 全球定位系统 (GPS) 测量规范》的规范性要求,规定了深度基准的一般要求,即一般采用理论最低潮面,当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 节规定了投影方式的一般要求,主要采用墨卡托或通用横轴墨卡托投影,或与测量区域相适应的投影方式。5.5 节规定了时间系统的一般要求,一般采用北京时间和世界协调时,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 节规定了水面导航定位系统的一般要求,利用 GNSS 及安装在船上的罗经,实现水面导航定位时,首先,应具备独立的卫星定位系统;其次,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;同时,卫星差分信号定位精度应优于 1.0 m。5.7 节规定了水下导航定位系统的一般要求,利用船载 GNSS 系统、船载超短基线及水下长基线阵列,实现水下导航定位时,首先,应保

证卫星定位、水下定位等系统数据通信正常；其次，定位水平精度应优于 5.0 m，当使用实时卫星差分时，定位水平精度应优于 1.0 m；第三，超短基线的定位精度应优于斜距的 0.5%；第四，长基线的定位精度应优于 10.0 m。5.8 节规定了质量控制的一般要求，主要针对调查人员、仪器设备、过程及数据进行了规范性要求。

（6）第六章为“调查准备”，主要内容包括 6.1 技术设计、6.2 导航设备校验、6.3 导航定位联机调试。

其中，6.1 节根据海底地形地貌调查的特点，详细规定了调查前需开展的技术设计工作，即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。6.2 节根据海底地形地貌调查测前校验的技术要求，详细规定了导航设备校验的一般要求，即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；进而，规定了水面 GNSS 及水下导航定位系统校准的主要步骤和具体要求。6.3 节在导航设备校准的基础上，进一步规定了导航定位联机调试的主要步骤和具体要求。

（7）第七章为“调查实施”，规定了海底地形地貌调查导航定位外业采集的相关要求，主要内容包括 7.1 导航设备安装、7.2 作业测试、7.3 海上测量实施、7.4 现场整理。

其中，7.1 节分别根据海底地形地貌调查水面、水下导航定位设备的特点和差异，规定了水面、水下导航设备安装的具体要求和实施步骤。7.2 节根据海底地形地貌调查作业测试的实施过程及实际需要，

规定了水面、水下导航定位测试的具体要求及注意事项。7.3 节在测试工作准备就绪的基础上,进一步规定了水面卫星定位系统及水下导航系统作业实施的步骤,并针对水下超短基线定位、水下超短基线和长基线联合定位的特点和差异,分别进行了详细说明。7.4 节根据作业实施后现场资料、设备的内容,规定了现场整理的具体要求及基本要点。

(8) 第八章为“调查数据处理”,主要规定了调查数据处理的内容,包含水下信标绝对位置标定、水下信标相对阵型标定、超短基线定位系统安装偏差校准、水平定位误差统计、格拉布斯准则野值剔除及非线性内插等数据处理的一整套流程。

(9) 第九章为“成果”,规定了海底地形地貌调查导航定位的数据处理、图件制作以及报告编写等技术要求,主要内容包括 9.1 数据要求、9.2 图件要求、9.3 报告要求。

(10) 第十章为“调查资料和成果归档”,规定了海底地形地貌调查导航定位的技术报告、主要汇交材料与归档等技术要求,主要内容包括 10.1 归档要求、10.2 归档内容。

(11) 附录引入了海底地形地貌调查导航实施过程中需要记录的主要技术性文档和表格,包括海底地形地貌调查 GNSS 设备稳定性实验记录表、海底地形地貌调查导航工作日志、导航定位班报表、水下导航定位记录表、水下导航定位设备校准记录表等。

### 3.3 主要创新点

(1) 海底地形地貌测量导航定位技术集现代全球导航卫星系统 (GNSS, Global Navigation Satellite System)、电子、水下定位导航、水下平台、水声、计算机和通讯等技术为一体,使得本文件能够满足高精度、大范围、高效、高可靠性以及高更新率的调查任务,对于我国海底地形地貌调查具有更好的适用性。

(2) 补充完善了水下导航定位系统校准精度要求,提高了调查作业的标准化程度。

(3) 新增了导航定位联机调试技术要求,提高了调查作业的工作效率。

(4) 新增了水下导航定位调查数据处理技术要求,提高了海底地形地貌调查导航定位的计算精度,满足测量的精度要求。

#### (四) 主要试验(或验证)的分析、综述,技术经济论证,预期的经济效果

该标准编制过程中,编写组广泛调研、征集了行业相关单位海上调查实际工作情况和技术现状,标准编制完成后委托行业相关技术单位进行了3次试验验证,分别为:

(1) 青岛声威海洋科技有限公司从2017年以来的海洋信息考察、科学调查、资源开发和油气工程实施等多项任务,其中相关设备在高精度GNSS水和声综合定位系统导航下执行海底地形地貌调查,

在航次执行任务过程中参照《海底地形地貌调查导航定位技术要求》，效果良好、有效，满足了多型调查任务需求。

(2) 2017 年以来厦门海洋工程勘察设计研究院在向阳红 3 大洋考察、科学调查等多项任务，使用的相关设备：水下无人自主潜航器 (AUV, Autonomous Underwater Vehicle)、深海拖曳系统等在高精度 GNSS 水和声综合定位系统导航下执行海底地形地貌调查，在航次执行任务过程中参照《海底地形地貌调查导航定位技术要求》，效果良好、有效，满足了科考船调查任务需求。

(3) 2017 年以来珠海云洲智能有限公司云洲系列无人船实施的调查过程中，高精度 GNSS 等定位系统导航执行海底地形地貌调查，在航次执行任务过程中参照《海底地形地貌调查导航定位技术要求》，效果良好、有效，满足了科考船调查任务需求。

上述试验验证结果表明，海底地形地貌调查导航技术要求满足现阶段海底地形地貌调查实际工作需要，可作为从事海底地形地貌调查研究、项目管理、海洋工程勘察等企事业单位、科研院所、大专院校、管理部门等人员的技术性指导文件。

编写组主要成员从事该领域的调查研究工作多年，进一步凝练、总结了当前海底地形地貌调查导航研究领域的先进技术和主要成果，通过标准编制过程，为所在领域培养一批重要的技术骨干，未来将作为各单位在该方向上可持续发展的重要技术力量，成为推动我国海底地形地貌调查技术发展的动力。

## （五）标准水平分析（包括与国际、国内同类标准的对比情况等）

《海底地形地貌调查导航定位技术要求》中的水下导航定位技术及方法参考了国际标准化组织（ISO, International Organization for Standardization）发布的《ISO/CD 24245: Space systems - Global Navigation Satellite System (GNSS) receiver class codes》和《ISO/DIS 24246: Space systems - Requirements for Global Navigation Satellite System (GNSS) positioning augmentation centers》等标准中有关全球卫星导航系统的导航定位技术与方法。但由于不同海区的海底地形地貌调查导航定位的技术和方法有所不同，因此，本《技术要求》结合我国海底地形地貌测量的特点，以及综合了国内外最新进行导航定位方法的基础上进行了调整和完善，有利于国内水下导航定位技术与国际接轨。

在筛选和制定标准指标体系的过程中，充分借鉴了美国国家海洋和大气管理局、欧洲导航卫星系统管理局等国际导航定位机构（组织）关于卫星导航定位的先进概念、评价体系，同时，考虑到我国目前的海底地形地貌调查能力和指标的可获得性，进一步对指标体系进行了优化。因此，本行业标准既具有与国际同步的先进评价理念，也兼顾了我国国情，使标准更具有可操作性。

同时，在《海底地形地貌调查导航定位技术要求》送审稿审查会议上，专家组认为该标准的制定可为船载及水下载体定位导航和作业提供依据，达到国际一般水平，一致同意该标准通过审查。

## （六）与有关现行法律、法规和标准的关系

该标准符合国家有关海洋调查和管理的方针、政策、法律、法规，标准的主要内容与现有的海洋调查国家标准进行了充分衔接，具有先进性。

本次编制的《海底地形地貌调查导航定位技术要求》是根据海洋调查技术发展和实际工作需要，对原《海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查》中的有效补充、修订、更新和完善，在原有单波束、多波束调查规范基础上对海底地形地貌调查导航定位技术指标、数据处理与资料整编、成果质量、归档提出更新的要求，以提高调查技术水平和成果质量，满足现阶段海洋调查科研和生产需要。

## （七）重大分歧意见的处理经过和依据

目前，本文件尚未出现重大的意见分歧。

## （八）标准作为强制性国家标准、推荐性国家标准、推荐性行业标准的建议

审查会议专家组建议《海底地形地貌调查导航定位技术要求》尽快作为推荐性海洋行业标准批准发布。

#### （九）贯彻该标准的要求和措施（含组织措施、技术措施）建议

上述标准编制过程符合《海洋标准化管理办法》及其实施细则的规定，文本编写符合 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构和起草规则》要求，体现了标准的符合性、统一性和适用性。建议先作为海洋行业推荐性标准推行使用，待进一步实践验证、修订、完善后，提升为推荐性国家标准或强制性国家标准。

#### （十）废止现行有关标准的建议

无。

#### （十一）其他应予说明的事项

无。