

无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求
(报批稿)

编制说明

自然资源部第二海洋研究所

二零二二年二月

目 录

（一）制定标准的背景、目的和意义.....	1
（二）工作简况.....	3
2.1 任务来源.....	3
2.2 主要起草单位和参加起草单位.....	3
2.3 标准主要起草人.....	3
2.4 标准主要起草人介绍.....	5
2.5 主要工作过程.....	7
（三）标准编制原则和确定标准主要内容的依据.....	14
3.1 编制原则.....	14
3.2 标准主要内容及确定依据.....	15
3.3 主要创新点.....	17
（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.....	19
（六）与有关现行法律、法规和标准的关系.....	20
（七）重大分歧意见的处理经过和依据.....	24
（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..	24
（九）贯彻该标准的要求和措施（含组织措施、技术措施）建议.....	24
（十）废止现行有关标准的建议.....	24
（十一）其他应予说明的事项.....	24

（一）制定标准的背景、目的和意义

为适应新形势下我国海底地形地貌调查的发展需求，不断应用新技术和新方法，基于无人船（艇）及其搭载的探测设备的功能、特点，采用无人船（艇）作为海底地形地貌调查的载体，针对无人船（艇）海底地形地貌调查的技术特点、应用环境、功能要求等，制定本标准。

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）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，调查海域涉及到港湾、河口、近海、深远海等。

国外较早开展无人船（艇）集成相关调查设备，开展海底地形地貌调查，且近期持续大力投入，目前在研和现役的与海底地形地貌调查相关的无人船（艇）多达 30 余型。如法国 ECA 公司开发的“Inspector Mk”系列无人船，可执行浅水/极浅水测量和检查、濒海/沿海海底地形地貌调查任务；英国 Ocean Infinite 公司使用 L3-ASV 公司生产的 C-Worker8 无人船作为水面通信节点和水下导航定位支持系统，通过与搭载海底地形地貌调查设备的 AUV 组网协同搜索马航 M370 残骸。但是其测量缺少统一的调查技术标准，导致作业流程不规范、数据格式不统一，较难保障数据质量。

国内无人船（艇）技术研究起步较晚，起步于 2010 年前后，且研发机构以高校、科研院所为主，产品化、工程应用方面相对国外来说较弱，但近几年发展迅速，在军事和民用领域都有所应用。在无人船（艇）设计制造方面，本标准起草单位之一——“珠海云洲智能科技有限公司”，其研制的“方洲号”、ME120 等系列无人船，船型多样、尺寸大小各异，可搭载多种声学 and 光学设备完成港湾、河口、近海、深远海和大洋等海域的海底地形地貌调查。本标准另一起草单位——“上海大学”，其开发的“精海”系列无人船，可在岛礁、浅海区域开展地形地貌调查、水下管线探测等多种任务。

在无人船（艇）海底地形地貌调查标准方面，2018 年颁布的 CH/T 7002《无人船水下地形测量技术规程》规定了无人测量船水下地形测量的总体要求、测量基准、测前准备、测线布设、野外施测、数据处理、质量检验以及上交成果等相关要求；但该标准只适用于 1: 500、1: 1000 和 1: 2000 比例尺的河流、湖泊、水库以及海岸带等区域的水下地形测量，未规定在拍岸浪、深远海等海区使用无人船开展海底地形地貌调查的技术要求。2007 年颁布的 GB/T 12763.10-2007《海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查》中包括单波束测深、多波束测深、侧扫声呐测量、浅地层剖面测量等内容。但是，基于当时的技术条件，并未涵盖无人船（艇）作为载体进行海底地形地貌调查相关的技术要求。

此次编制的《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》，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，规范采用无人船（艇）、多波束、单波束进行海底地形地貌调查的技术设计、外业勘测、内业资料处理、成果检查、资料归档等各环节，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申报编制上述海洋行业标准，计划项目编号：2018100119-T。

2.2 主要起草单位和参加起草单位

海洋行业标准《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》，由自然资源部第二海洋研究所负责主要起草，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等共同参与起草。

2.3 标准主要起草人

本文件主要起草人：吴白银、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。

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
吴自银	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。
赵荻能	自然资源部第二海洋研究所	副研究员	负责无人船（艇）海底地形地貌调查技术，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。
李守军	自然资源部第二海洋研究所	正高级工程师	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，是标准编制的技术负责人之一。
张云飞	珠海云洲智能科技有限公司	正高级工程师	承担主要章节的修订工作，包括无人船（艇）调查范围与要求，调查数据处理要求和数据处理质量检核要求。
董超	国家海洋局南海调查技术中心	研究员	承担主要章节的修订工作，主要包括外业技术报告要求。
阳凡林	山东科技大学	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、论证各关键环节。
罗均	上海大学	教授	承担主要章节的修订工作，包括无人船（艇）数据采集要求和资料处理技术要求编写。
谢少荣	上海大学	教授	承担主要章节的修订工作，包括调查技术设计要求。
蒲华燕	上海大学	教授	承担主要章节的修订工作，包括调查技术设计要求。
罗孝文	自然资源部第二海洋研究所	研究员	承担主要章节的修订工作，包括调查实施要求。
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，包括调查实施要求。
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。
王锋	浙江省工程物探勘察设计院有限公司	工程师	承担主要章节的修订工作，包括数据处理与成果编绘要求。
蒲进菁	珠海云洲智能科	高级工	承担主要章节的修订工作，包括数据处理

	技有限公司	程师	与成果编绘要求。
廖明富	浙江省工程物探 勘察设计院有限 公司	高级工 程师	承担主要章节的修订工作，包括数据处理 与成果编绘要求。
唐梓力	珠海云洲智能科 技有限公司	工程师	承担主要章节的修订工作，包括数据处理 与成果编绘要求。
王胜平	东华理工大学	教授	承担主要章节的修订工作，包括报告编写 要求。
陆平芳	珠海云洲智能科 技有限公司	工程师	承担主要章节的修订工作，包括报告编写 要求。
梁效林	珠海云洲智能科 技有限公司	工程师	承担主要章节的修订工作，包括报告编写 要求。
刘蔚	国家海洋局南海 调查技术中心	工程师	承担主要章节的修订工作，包括成果资料 检查与归档要求。
尚继宏	自然资源部第二 海洋研究所	正高级 工程师	承担主要章节的修订工作，包括成果资料 检查与归档要求。
刘涵	珠海云洲智能科 技有限公司	工程师	承担主要章节的修订工作，包括成果资料 检查与归档要求。

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大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. **赵获能**，男，博士，副研究员，现任职于自然资源部第二海洋研究所海底科学重点实验室，兼任中国测绘学会边海地图工作委员会委员。主要研究领域为海底地貌学及探测技术，主持了国家自然科学基金、浙江省自然科学基金项目等课题 5 项，承担了国家自然科学基金重点项目、科技部基础性工作专项等课题 4 项。在《Science of the Total Environment》、《Geomorphology》、《测绘学报》等国内外主流期刊发表学术论文 30 余篇，论文累计他引 300 余次；合作出版学术著作和图集 6 部，其中作为副主编公开出版的我国第一部全海域海底地名图——《中国周边海域海底地形与地名图》（中/英文）入选“十四五”时期国家重点出版物出版专项规划项目。获得发明专利授权 20 余件。研究成果获省部级奖励 4 项，其中特等奖 1 项（排名 9），

一等奖 1 项（排名 11），二等奖 2 项（排名 4 和 6）。是《Science of the Total Environment》、《Computers & Geosciences》等多家期刊的审稿专家。研究成果已经广泛服务于中国河口地貌学、中国海海底地名命名与权益维护、海洋专项调查与监测等多个方面的国家重大需求。标准主要起草人，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，起草标准文件及编制说明，形成标准征求意见稿。

（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 12 月，编制标准初稿。

（4）2020 年 1 月至 3 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）2020 年 4 月-2020 年 9 月，完成标准和编制说明的征求意见稿。

（6）2020 年 10 月-11 月，完成标准送审稿及编制说明内部审查。

评审专家组同意《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》（送审稿）通过内部评审。

（7）2020年12月至2021年3月，根据内部评审专家意见修订、完善标准送审稿及编制说明，完成标准相关单位专家及管理部门送审。

（8）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。

（9）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。

（10）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。

（11）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《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》（计划

编号：2018100119-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内河、港湾、河口、近海等区域的海洋开发与管理、海洋权益维护提供基础地理数据支撑，达到国际一般水平，一致同意该标准通过审查。

(12) 2022 年 8 月 30 日，向中国极地研究中心发送“关于海洋行业标准《无人船(艇)海底地形地貌调查技术要求》征求意见的函”；并于 2022 年 9 月 7 日，收到国家海洋局极地考察办公室给自然资源部科技发展司“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 项行业标准征求意见的复函”，建议《无人船(艇)海底地形地貌调查技术要求》删除极地适用的表述，其他 4 项标准无意见。

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。

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：21 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：5 个；没有回函的单位数：3 个（具体单位名称：海南大学、无锡海鹰、广东省航道事务中心信息办）。

送审稿修改情况如下：

征求意见共 144 条，其中，采纳 121 条，部分采纳 10 条，未采纳 13 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。

a) 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。

b) 已对术语和定义进行了修订，删减术语和定义 3.3-3.8,并对“无人船”、“海底地形地貌调查”术语和定义的文字描述进行了修订。

c) 已对第 4 章调查目的、调查内容进行了进一步明确，并作了文字修订；已对第 4.2 节调查一般要求，包括坐标系统、高程基准、深度基准、时间系统、投影、分幅等要求内容，按照征求意见进行了汇总，采纳征求意见及内审专家意见并作了修订。

d) 采纳征求意见及内审专家意见，对第 4.3 节调查范围和要求进行了修订。

e) 根据内审专家意见补充、丰富、完善了第 4.4 节调查技术方案、第 5.3.6 节调查技术要求、第 5.3.7 节补测或重测、第 6.1.2 节测深改正要求等相关技术要求的内容。

f) 根据内审专家意见对参考文献进行了梳理、修订。

g) 根据 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》的要求对标准格式进行了规范、统一。

h) 目次调整为范围、规范性引用文件、术语和定义、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。

i) “1 范围”修改为“本文件规定了无人船（艇）海底地形地貌调查的技术设计、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。”

j) “3 术语和定义”：（1）删除“3.3 拍岸浪区域 surf zone、浅水区域 shallow water area、滩浅海区域 beach and shallow sea、近浅海区域 shallow sea area、深远海区域 deep sea”；（2）将“相对静水船速”修改为“作业船速”，并补充定义为“无人船（艇）作业时的速度。”

k) “4.2 一般要求”：（1）“平面坐标系、高程基准、深度基准、时间系统”进一步修改完善；（2）增加“4.2.6 精度要求”，包含“4.2.6.1 导航定位精度、4.2.6.2 水深测量精度、4.2.6.3 声速剖面测量精度、4.2.6.4 潮位测量精度”；（3）增加“4.2.7 质量控制”。

l) “4.3 调查范围与要求”：（1）将“ \geq ”等符号修改为中文表示；（2）将“3 术语和定义”中的各个区域的定义放到每个调查区域段首位置。

m) “5.1 航前检查”：（1）“5.1.1 船体检查”原有内容，修改为“检查无人船能否正常工作，详见附录 B 的 B.1”；（2）“5.1.2 船体检查”原有内容，修改为“检查设备能否正常工作，检查内容详见附录 B 的 B.1”。

n) “5.2 调查准备”：删除“5.2.1 无人船设备运输”和“5.2.2 无人船设备吊装与固定”的全部内容。

o) “5.3 调查实施的技术要求”：（1）进一步修改完善“5.3.1.1

架设天线”和“5.3.1.2 基站架设”；（2）“5.3.2 备航测试”中的“无人船设备连续稳定工作 30 min 以上”改为“10 min 以上”，增加“b)根据不同工作区域，按照 4.3 节的要求”；（3）删除“5.3.4 无人船回收”；（4）将“5.3.5.2 无人船回收”放到附录 F；（5）增加“5.3.5 无人船测前校准”；（6）“5.3.6 调查技术要求”增加“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”；（6）“5.3.7 补测或重测”中删除“在地貌复杂海区，不得发生漏测现象”。

p)“6.1 数据处理”：（1）“6.1.3 数据输出要求”，增加“c)输出数据尽量反映海底微地形变化特征。”；（2）删除“6.2.4 等深线绘制”；（3）删除“6.2.5 海底地形图”。

q)“7 报告编写”：（1）“7.1 航次报告”修改为“7.1 调查报告”；（2）“7.1 调查报告”中的“h) 测深仪各项指标及工作情况；”修改为“h)海底地形地貌测量设备各项指标及工作情况”。

i)“8 成果资料检查与归档”：删除“8.3 检查验收依据、8.4 检查验收人员组成和 8.5 检查与验收要求”。

（12）2022 年 4 月 13 日，编制组按照全国海洋标准化技术委员会审查《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》（计划编号：2018100119-T）的报批稿给出的意见进行了修改，具体修改情况如下：

a)“1 范围”：“本文件适用于内河、港湾、河口、近海等区域”修改为“本文件适用于内河、港湾、河口、近海、深远海及极地等区域”。

b) “2 规范性引用文件”：删除“GB/T 13989—2012 国家基本比例尺地形图分幅和编号”，增加“GB/T 32067—2015 海洋要素图式图例及符号”。

c) “4.6.2.4 潮位测量精度”：“高精度差分 GNSS”修改为“高精度差分全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System, GNSS）”。

d) “5.1.1 航前检查要求”：“出航前均需按照要求完成航前检查”修改为“出航前均需完成航前检查”。

e) “6.1.1 测深数据编辑要求”：“深度数据”修改为“测深数据”；“水深变化区间原则、地形变化连续原则、相邻条幅对比原则”修改为“水深变化区间原则（通过明确测区水深变化区间来判定测深数据是否合格）、地形变化连续原则（通过对海底地形连续变化的观察来判定测深数据是否合格）、相邻条幅对比原则（通过对比相邻条幅的测深条带数据来判定测深数据是否合格）”。

f) “6.1.2 测深改正内容及要求”：“时间线性内插法”修改为“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）”

h) “6.2.4 海底三维地形图”：“DEM”修改为（Digital Elevation Model, DEM）

i) “参考文献”：增加了规范性引用文件中出现的标准。

（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

本标准对无人船（艇）海底地形地貌调查的技术设计、外业实施、数据处理、质量控制以及成果材料整理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》、GB/T 32067 -2015《海洋要素图式图例及符号》，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无人船（艇）海底地形地貌调查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

无人船（艇）海底地形地貌调查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	无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求	范围
		规范性引用文件
		术语和定义
		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
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，本文件规定了无人船（艇）海底地形地貌调查的技术设计、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) 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的主要技术标准包括，《海道测量规范》(GB 12327)、《海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查》(GB/T 12763.10)、《海洋要素图式图例及符号》(GB/T 32067—2015)，上述标准与规范的引用目的是使得无人船(艇)海底地形地貌调查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，本文件没有需要界定的术语和定义。

(4) 第四章为“调查技术设计”，主要内容包括 4.1 调查目的与内容、4.2 一般要求、4.3 调查范围与要求、4.4 调查技术方案。“4.1 调查目的与内容”依据对目前国内外相关文献和标准的汇总和分析，确定无人船(艇)搭载调查设备开展海底地形地貌调查的调查目的和内容。“4.2 一般要求”、“4.3 调查范围与要求”和“4.4 调查技术方案”依据编写组广泛调研、征集和总结行业相关单位海上调查实际工作情况和现状确定相关内容。

(5) 第五章为“调查实施”，主要规定调查作业阶段的技术要求，按照“5.1 航前检查、5.2 调查准备、5.3 调查实施的技术要求”的流程进行标准内容的编写。该章内容依据编写组广泛调研、征集和总结行业相关单位海上调查实际工作情况和现状确定，同时参照了参照 GB 12327、GB/T 12763.10 中的相关内容。

(6) 第六章为“数据处理与成果编绘”，主要对无人船(艇)

海底地形地貌调查数据处理和成果编绘等内容进行技术规定，主要内容包括 6.1 数据处理、6.2 成果编绘。该章内容依据编写组广泛调研、征集和总结行业相关单位海上调查实际工作情况和现状确定，同时参照了参照 GB/T 12763.10、GB/T 32067—2015 中的相关内容。

(7) 第七章为“报告编写”，规定了无人船（艇）海底地形地貌调查航次报告和资料处理报告编写的内容要求，主要内容包括 7.1 调查报告、7.2 资料处理报告。该章内容依据编写组广泛调研、征集和总结行业相关单位海上调查实际工作情况和现状确定。

(8) 第八章为“成果资料检查与归档”，规定了成果资料检查与归档的要求，具体技术内容包括 8.1 一般要求、8.2 归档内容。该章内容依据编写组广泛调研、征集和总结行业相关单位海上调查实际工作情况和现状确定。

(9) 附录引入了无人船（艇）海底地形地貌调查实施过程中需要记录的主要技术性文档和表格，包括调查日志、航前检查记录、无人船单波束测量班报表、无人船多波束测量班报表、通信性能测试记录表、无人船回收步骤等。

3.3 主要创新点

(1) 该标准的制定可实现我国无人船（艇）海底地形地貌调查的标准化处理和规范化应用，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) 补充完善了无人船（艇）海底地形地貌调查的精度要求，提高了调查作业的标准化程度。

(3) 新增了无人船（艇）海底地形地貌调查范围与要求，提高了调查作业的工作效率。

(4) 新增了无人船（艇）调查技术要求，提高了海底地形地貌调查的精度，满足测量要求。

(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) 2018 年 4 月广州邦鑫数据科技股份有限公司在佛山南海龙湾基险段及台山市大浪沙湾台山电厂港区对《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》进行验证，主要试验了无人船搭载多波束系统及 3D 侧扫声纳系统，按照事先设计好的航线自主航行，获取测区水下地形地貌数据。按照技术要求内容，通过无人船搭载仪器，完成了近海测试区地形地貌数据的采集。

(2) 2018 年 9 月广州南方测绘科技股份有限公司在镇江丹徒江心洲北岸对《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》进行验证，主要试验了无人船搭载单波束测深仪、控制基站等设备对镇江丹徒江

心洲北岸延岸 4 公里，外延 50 米的区域进行间距 50 米的断面测绘，试区域水深普遍小于 2 米，且存在有礁石、碎石等因素。按照技术要求内容，通过无人船搭载仪器，完成了极浅水区域地形地貌调查。

(3) 2019 年 1 月无锡华瀚能源装备科技有限公司在南通如东县海域对《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》进行验证，主要试验了无人船搭载实时三维声呐对南通市如东县海域的风电桩基及海缆进行检测。按照技术要求内容，通过无人船搭载仪器，实现对近海复杂海底地形的调查。

上述试验验证结果表明，无人船（艇）海底地形地貌调查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

海洋行业标准《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》已通过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组织的审查会议，审查专家组认为该标准整体框架结构合理、内容系统全

面，标准的主要内容与现有的海洋调查国家标准进行了有效衔接与互补，可为内河、港湾、河口、近海等区域的海洋开发与管理、海洋权益维护提供基础地理数据支撑，达到国际一般水平。

此外，《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》中的无人船（艇）海底地形地貌调查技术及方法参考了国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）发布的《Underwater acoustics - Quantities and procedures for description and measurement of underwater sound from ships》等标准中有关无人船（艇）的水下调查技术与方法。但由于不同海区的无人船（艇）海底地形地貌调查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无人船（艇）调查方法的基础上进行了调整和完善，有利于国内无人船（艇）海底地形地貌调查技术与国际接轨。

（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《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》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无人船（艇）海底地形地貌调查技术指

标、数据处理与资料整编、成果质量、归档提出相应的要求，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。

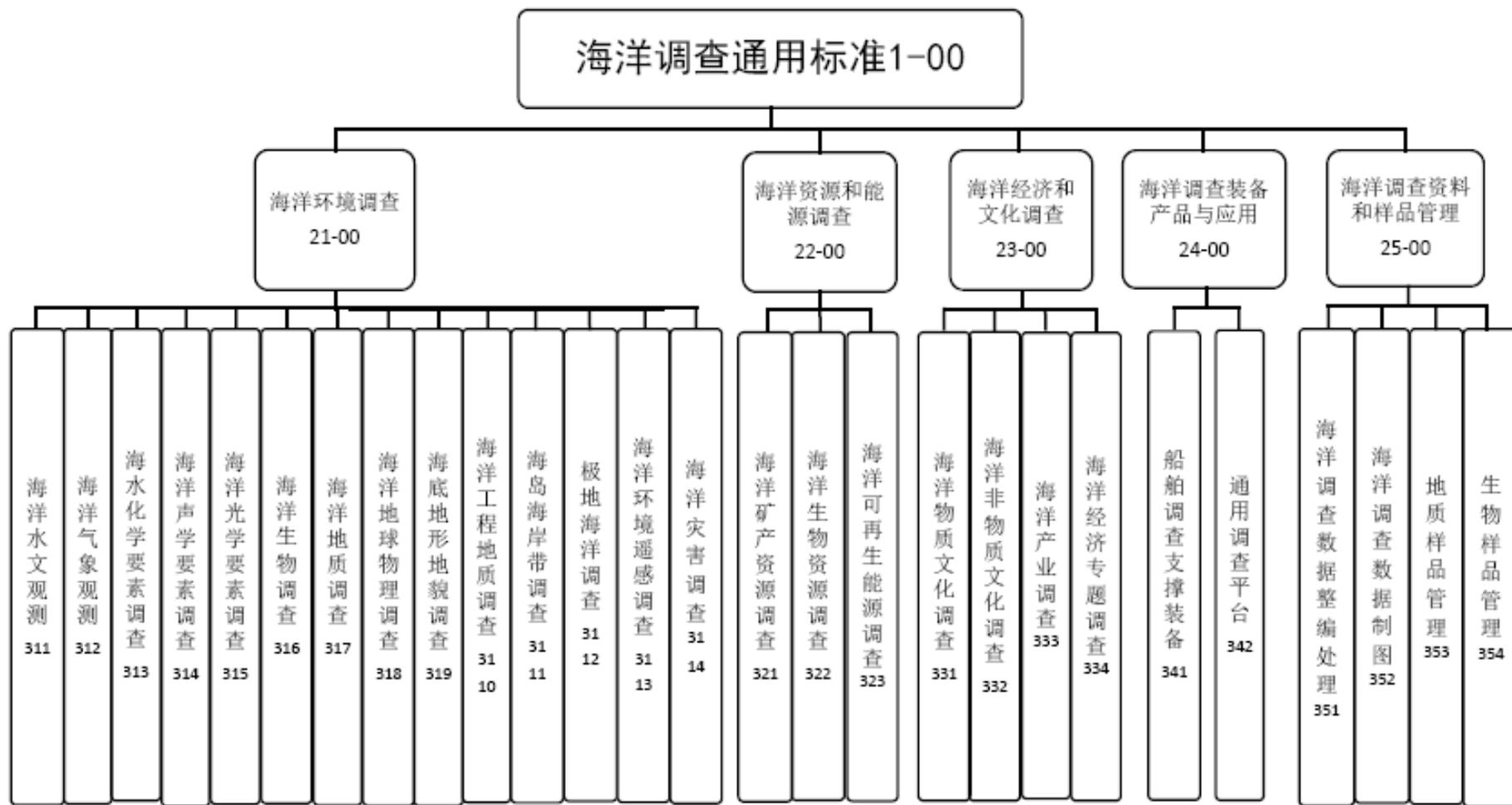


图1 海洋调查标准体系框架结构（2017年4月第4版）

表 2 319 海底地形地貌调查标准明细表

序号	三级目录	标准体系表编号	标准号或标准项目编号	标准名称（四级目录）	性质与级别	实施日期	拟制修订时间	编制状态	代替标准号或作废	备注
1	海底地形地貌调查 319	319-01		海底地形地貌调查导航定位技术标准	HY/T		2018-2020	拟编		
2		319-02		海底地形地貌调查潮位验证技术标准	HY/T		2018-2020	拟编		
3		319-03	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	2007.08.13 发布		已颁		2008 年 2 月 1 日 实施
4		319-04		海底地形地貌调查单波束测深技术要求	HY/T		2018-2019	拟编		海洋二所，2018 年已经申请立项， 现已形成报批稿
5		319-05		海底地形地貌调查多波束测深技术要求	HY/T		2017-2019	拟编		海洋二所，2017 年已经申请立项， 已提交报批稿
6		319-06		侧扫声呐海底地貌调查技术标准	HY/T		2018-2020	拟编		
7		319-07		无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求	HY/T		2018-2020	拟编		海洋二所，2018 年已经申请立项， 现已形成征求意见 稿
8		319-08		无人自治潜水器（AUV）海底地形地貌调查技术标准	HY/T		2018-2020	拟编		

（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

建议《无人船（艇）海底地形地貌调查技术要求》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1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。