

海底地震仪通用技术规范

编制说明

一、工作简况

1.1 必要性

海洋约占地球面积 70%，蕴涵丰富的水、生物、矿产和能源资源。系统地揭示海洋地球物理特征及时空变化规律，进而深入开展地球系统科学研究，必须依靠高精度、高分辨率地球物理探测数据支撑，这需要海洋地球物理探测高新技术的强力支持。与陆域地球物理探测及其研究工作相比，海洋地球物理探测的目标被海水覆盖，具有无参照物，易受水文气象等环境因素影响等特点，工作开展难度大。

我国是世界上受海洋灾害影响最严重的国家之一，筑起海洋灾害防御坚强壁垒对我国经济发展具有重要的现实意义。党的十八大以来，习近平总书记多次在讲话中谈及海洋强国建设，强调海洋事业关系民族生存发展状态，关系国家兴衰安危。党的十九大报告进一步指出，坚持陆海统筹，加快建设海洋强国。2022 年 4 月，习近平总书记在海南考察时再次强调，建设海洋强国是实现中华民族伟大复兴的重大战略任务。要推动海洋科技实现高水平自立自强，加强原创性、引领性科技攻关，把装备制造牢牢抓在自己手里。建设海洋强国已成为实现中国梦的必然选择。

近年来，我国在加强海洋地震工作方面，出台中国海洋地震观测规划，实施海洋地震观测示范站点建设，融合构建中国海洋地震观测站网，同时加强海洋地震观测设备研发应用，初步形成海洋地震速报预警信息服务能力，在此基础上开展海洋地震构造与地球物理场探测，编制中国及邻区海域地震动参数区划。

经过多年发展，海洋观测、预警、减灾形成了良好的工作基础，我国区域性海洋灾害监测预警系统也得到了进一步发展，不仅将网络建设重点从单个应用系统转移到应用集成，同时也促使海洋环境监测系统由最初单一的海洋站、平台、浮标等观测系统，发展为区域性海洋监测集成系统，逐步覆盖我同近岸、近海及部分重点关注海域，防灾减灾工作重心不断前移，海洋灾害风险防范业务体系基本形成。

《国家地震科技发展规划(2021-2035 年)》和《中国海洋地震观测规划(2023

—2035 年)》等规划明确提出,到 2035 年我国将步入世界地震科技强国前列的目标,为实现这一目标,要加强海洋领域关键技术研发,开展海域地震构造环境探查、综合监测网络建设、地震海啸预警系统建设、海域工程地震安全研究,构建海域防震减灾关键技术体系,推动陆域、海域地震科技服务能力一体化。

我国发展海洋地震观测的起步时间,基本与国际发达国家同步,但由于海洋地震观测涉及到技术复杂、投资大等诸多因素,造成我国目前的水平与发达国家相比尚有较大差距。从国际地震研究趋势看,未来全球地震观测从陆地走向海洋势不可挡,将海洋地震监测作为重要的事业发展方向,全球多国正在计划和开展中的长时间序列海底观测系统几乎都包含了海洋地震观测的内容,即安装海底地震仪开展长期海洋地震观测。我国地震监测经过“国家地震烈度速报与预警工程”的建设,已经具备本地地震预警、灾害性地震预警、警戒性地震预警和远场大震预警能力,但尚未建立完善的海域地震观测体系,对我国沿海地震,特别是具有破坏性的强震进行有效监测能力相对比较薄弱。因此,对于沿海城市来说,面对新形势、新任务、新要求、新常态,亟需将海洋地震监测纳入预警系统之中,以增强地震监测范围,提升地震预警效率。

海洋地震观测系统作为全国地震监测站网的重要组成部分,其标准化建设是推动构建陆海一体化地震综合观测网络和运维保障体系,综合提高中强地震风险感知能力,拓展海洋地震监测站网建设发展战略的重大举措。

1.2 任务来源

为促进地震行业科学技术发展,推动地震科技标准化进程,2024 年 12 月,依据《中国地震学会团体标准管理办法(试行)》,中国地震学会决定开展 2024 年度下半年团体标准项目立项征集工作,向各分支机构征集团体标准立项申请,由北京港震科技股份有限公司、中国地震局地震预测研究所、中国地震局第一监测中心、中国地震局地球物理研究所、中国地震局台网中心等单位发起提出《海底地震仪通用技术规范》的团体标准申请立项。

2024 年 11 月 12 日至 26 日,中国地震学会对立项申请进行了公示,此后自然资源部第二海洋研究所、广东省地震局、福建省地震局、海南省地震局、江苏省地震局、天津市地震局、福建省地震局厦门海洋观测中心等单位提出一起参与团体标准制定,目前参与单位涵盖了海洋地震观测项目的承建单位、实施单位、

检验单位和设备供应商，对海底地震仪在设计、生产、使用、维护、引进、选型和质量监督方面的标准具有急切的需求。

2024 年 12 月 16 日，项目牵头单位北京港震科技股份有限公司与中国地震学会签订了任务书《团体标准立项审查发布服务合同》，正式启动《海底地震仪通用技术规范》团体标准的制定工作。

1.3 制定背景

在我国海洋地震观测规划框架下，我国逐步开展实施海洋地震观测示范站点建设项目，自 2021 年以来，中国地震局和各省地震局开展大量的海域地震监测项目，北京港震科技股份有限公司承担了一带一路地震监测台网项目，包括一带一路地震监测台网项目科考船分系统-地震监测潜浮标系统（项目编号：19CNIC021708193-66）和一带一路地震监测台网项目科学台阵分系统-海域监测系统项目（项目编号：19CNIC021708193-55），建设内容包括了座底式海底地震仪系统和浮标式海底地震观测系统，观测海域包括渤海湾、黄北海和台湾海峡，是国内首次大面积布设海底地震仪开展海域地震观测。2024 年中国地震局沿海省局实施了巨灾防范工程项目海洋地震观测系统建设，开展了规模化的海洋地震监测系统的试点，巨灾防范工程中的海洋地震观测系统分为固定观测点（系统）和流动观测设备（海底地震仪）两类。

海底地震仪为了适应海底结构特点，设备内部结构复杂，体积大，重量大，造价高，布设和回收难度大，可靠性要求高，因此规范化海底地震仪的技术参数以及技术参数的测试方法对于海底地震仪的研发、生产、检验和使用具有重要意义。目前在海洋地震观测示范站点项目建设过程中，由于对海底地震仪在技术指标要求、功能要求、环境适应性要求和一致性要求等方面缺乏可参考的标准，为项目建设带来极大的不便利性。因此提出《海底地震仪通用技术规范》团体标准的制定工作，以提升海底地震仪的设计、生产、使用、维护、检验过程的权威性、规范性、民主性和科学性。

目前，围绕海上浮标台、沉浮式海底地震仪、海缆式地震台站建设应该有具体观测需求，为了规范海底地震仪的技术参数、技术参数的表达方法以及技术参数的测试方法，保证观测资料的科学性、准确性、可比性，建议制定海洋地震监测的系列标准。本次提出团体标准《海底地震仪技术规范》，以适应未来海底地

震观测系统的发展需求而制定。

在海底地震观测仪器实际生产、测试和验收过程中，目前尚未发现可遵循的海洋地震观测相关的技术规范。对于单测项的地震仪和加速度仪，结合已经有地震观测仪器进网技术要求 DB/T22-2020《地震观测仪器进网技术要求 地震仪》和 DB/T10-2016《数字强震动加速度仪》等专业传感器的地震行业标准对单项仪器的技术要求和指标进行了规范，并针对海底地震观测仪器的特殊性，提出适用于海底地震仪性能指标和功能测试的规范。对于海底地震观测仪器的功能要求，尤其是长期观测过程中，观测仪器会因为海底沉降导致设备发生倾斜，因此提出适用于海底观测的自适应性功能、数据采集参数、数据存储、数据传输、时间服务、管理功能和控制功能等功能要求。考虑到观测仪器海底工作的复杂性，提出观测仪器的工作温度范围、环境湿度范围、倾斜适应能力等关键的环境适应性要求。

海洋地震观测是海域地震监测预报预警与震害防御的重要基础，观测数据及产品可广泛服务于国家海洋战略、海洋经济发展、地球科学研究、沿海城市群与重大工程防灾减灾等多个方面。本标准制定，将有助于提升在海洋地震海啸监测装备的技术创新和规范化，对于提升监测预报预警与风险防范能力减轻地震海啸灾害，推进海洋资源保护与开发，维护和拓展国家海洋权益，加快建设中国特色海洋强国，促进社会经济发展具有十分重要的意义。

1.4 起草过程

(1) 预研阶段（2023 年 4 月-2024 年 10 月）

在调研、学习的基础上，结合一带一路地震观测台网项目科学台阵分系统海域观测系统建设项目、福建及海峡地震观测网工程项目等与海底地震仪密切相关的技术研发进展，综合各项目对海底地震仪的技术要求，北京港震科技股份有限公司、中国地震局地震预测研究所、中国地震局地球物理研究所、中国地震局第一监测中心等单位于 2023 年 3 月 19 日完成了编写《浅海型海底地震观测仪器测试方案（讨论稿）》。

2023 年 4 月 18 日，北京港震科技股份有限公司组织中国地震局地球物理研究所、中国地震局地震预测研究所、中国地震局台网中心、福建省地震局、自然资源管理部第二海洋研究所、中国地震局第一监测中心等相关单位及专家，召开

“浅海型海底地震观测仪器测试方案（讨论稿）”评审会议，与会专家对测试方案讨论稿进行讨论，对方案提出改进意见和建议，形成专家评审意见。

2023 年 4 月，按照专家意见对讨论稿进行了修订，形成《浅海型海底地震观测仪器测试方案（评审稿）》。

2023 年 6 月-10 月，委托中国地震局第一监测中心按照《浅海型海底地震观测仪器测试方案（评审稿）》的相关技术要求，对一带一路地震观测台网项目科学台阵分系统海域观测系统建设项目及福建及海峡地震观测网工程项目的海底地震仪进行测试，验证测试方案的可行性。

2023 年 8 月，在中国地震学会第十八次会议的海洋地震观测专题上，邀请北京港震科技股份有限公司专家作了海洋地震观测标准化研究，对目前在海洋地震观测方面的标准化开展研讨，重点对海底地震仪在标准制定过程中的相关问题，听取现场参会专家意见和建议。

2023 年 11 月福建厦门召开的闽台地震科技交流合作研讨会暨第三届地震科学与工程研讨会上，中国地震局地震预测研究所薛兵研究员作了“海洋地震观测标准规划探讨”的会议报告。

2024 年 3 月 7 日，在博鳌国际防灾减灾大会上，邀请中国地震局地震预测研究所朱小毅、薛兵研究员作了海洋地震观测标准化方面的报告，报告以线缆式海底地震仪为例，提出海洋地震观测设备的标准化建设思路，为海洋地震观测标准化建设奠定基础。

2024 年 6 月-10 月，承担国家巨灾防范工程项目中海洋地震观测系统建设任务的福建省地震局、海南省地震局、广东省地震局和山东省地震局等建设单位针对海底地震仪测试方案开展多轮沟通与研讨，进一步研讨完善了海底地震仪相关测试内容及测试方法。

《浅海型海底地震观测仪器测试方案（评审稿）》在当前没有相关技术规范的情况下，经过多家参与单位的共同努力，作为测试大纲对海洋地震观测项目中的海底地震仪设备进行测试和评估，说明《浅海型海底地震观测仪器测试方案（评审稿）》已经具备了作为测试技术规范的一些必备条件，具备了实施的可行性，但是在规范性、通用性等方面需要进一步完善，需要拓展海洋地震观测通用技术范围，最终形成通用技术规范。

（2）计划下达（2024 年 12 月）

2024 年 9 月，中国地震学会发出《关于征集 2024 年下半年团体标准立项申请的通知》，北京港震科技股份有限公司按照通知的要求，向中国地震学会提交申请书，申请书中包括了立项标准制定的目的和意义、标准的范围和主要技术内容、国内外情况简要说明、制定标准拟采取的主要方法等内容，通过专家组评审。2024 年 11 月 12 日，中国地震学会组织专家组对申请情况进行评审，专家组给出了《立项申请书评估意见与建议》，同意立项。2024 年 11 月 12 日至 26 日，中国地震学会对立项申请进行了公示。

（3）标准起草阶段（2025 年 1 月-2025 年 10 月）

2025 年 1 月，负责起草单位北京港震科技股份有限公司组织了专家组对本标准的立项必要性、研究现状、研究目标及拟解决关键问题、研究内容和研究思路、预期绩效成果及效益、实施计划和组织实施能力和保障等方面进行了评审，签订了任务书。根据任务书要求，标准制定分为立项阶段、起草阶段、技术审查阶段和报批阶段。

2025 年 2 月，组建起草工作组，开展标准起草的调研、论证（验证）、编制等具体工作。具体如下包括：组建工作组并制定标准框架、开展海底地震仪功能、指标、应用试验需求分析及测试方法调研、验证实验方案并优化仪器参数。

2025 年 3 月 - 8 月，收集一带一路地震台网项目科学台站分系统海域观测系统 10 个浮标台和 30 个潜标台中海底地震仪运行数据，广东浮标项目浮标台站海底地震仪运行数据，并对海底地震仪运行状态进行分析。

2025 年 10 月起草工作组召集朱小毅研究员、庄灿涛研究员、薛兵研究院、王洪体研究员、李江副研究员、陈全胜高工等主要起草人，听取他们的建议，该会议对以下内容进行了明确：

- ① 对海底地震仪的范围、适用对象进一步明确。
- ② 对地震仪技术指标要求进行了明确。
- ③ 对时间服务相关技术要求和试验方法进行了明确。
- ④ 对观测坐标系测量进行了明确。
- ⑤ 对草案的层次结构给出了调整意见和建议。

2025 年 10 月起草工作组召集参与编制单位北京港震科技股份有限公司、

中国地震局地震预测研究所、中国地震局地球物理研究所、中国地震局第一监测中心、中国地震局台网中心、自然资源部第二海洋研究所、广东省地震局、福建省地震局、海南省地震局、江苏省地震局、天津市地震局、福建省地震局厦门海洋观测中心开展内部咨询，进一步完善草案。

2025 年 11 月起草工作组在听取多方意见的基础上，结合中国地震局行业标准《地震观测仪器进网技术要求 浅海型海底地震仪》，同步完成草案的修订工作。

2025 年 12 月 9 日，起草工作组组织专家评审会议，邀请中国地震台网中心周克昌研究员、代光辉研究员、赵军研究员，中国地震局第一监测中心李文一研究员、孟庆筱副研究员、刘士栋副研究员，应急部国家自然灾害研究院李宏研究员，中国科学院海洋研究所范建柯研究员，中国地震局地球物理研究所袁松湧高工，会议听取了起草工作组的主要起草人员陈全胜对编制情况的汇报，专家组对《征求意见稿（草案）》和《编制说明》进行了审阅，形成专家意见如下：①该标准内容涵盖了海底地震仪的主要技术参数、功能以及环境适应性指标等技术要求，给出了这些指标的测试方法，对规范在海洋开展地震监测具有重要意义。②专家组建议将该标准名称调整为《地震观测仪器进网技术要求 海底地震仪》，该调整不涉及标准内容的实质性变化。③该标准文本符合 GB/T 1.1—2020 及相关标准的编写要求。④专家组一致同意该标准通过技术论证，建议根据专家组的意见进一步修订完善，尽快提交征求意见稿。

2025 年 12 月，起草工作组针对专家意见，进一步完善了《征求意见稿（草案）》和《编制说明》。

（4）征求意见稿阶段（2026 年 5 月-）

2026 年 5 月，起草工作组向中国地震学会提交征求意见稿。

1.4 协作单位

本文件起草单位：北京港震科技股份有限公司、中国地震局地震预测研究所、中国地震局地球物理研究所、中国地震局第一监测中心、中国地震局台网中心、

自然资源部第二海洋研究所、广东省地震局、福建省地震局、海南省地震局、江苏省地震局、天津市地震局、福建省地震局厦门海洋观测中心。

1.5 标准起草工作组成员及其开展的工作

本文件主要起草人：朱小毅、庄灿涛、陈全胜、薛兵、牛领辉、杨大克、袁松湧、代光辉、赵立军、郭巍、牛雄伟、叶世山、陈智勇、王恒知、周蓝捷、杨晨光、韩雨东、程振鹏。

姓名	单位	职称/职务	工作职责
朱小毅	北京港震科技股份有限公司	研究员	标准主要负责人，负责标准总体设计、框架制定、标准统稿及修订工作。
庄灿涛	北京港震科技股份有限公司	研究员	标准主要负责人，负责标准总体设计、框架制定
陈全胜	北京港震科技股份有限公司	高级工程师	标准主要负责人，负责标准大纲和具体内容设计、标准草案起草、统稿和标准修改工作。
薛兵	中国地震局地震预测研究所	研究员	标准主要负责人，负责标准总体设计、统稿和标准指导工作
牛领辉	北京港震科技股份有限公司	市场部海洋负责人	标准主要负责人，标准工作会议组织、征求意见收集和意见汇总处理
杨大克	中国地震局地球物理研究所	研究员	标准主要负责人，对标准内容进行审核，对标准文本提出修订意见
袁松湧	中国地震局地球物理研究所	研究员	标准主要负责人，对标准内容进行审核，对标准文本提出修订意见
代光辉	中国地震局台网中心	研究员	标准主要负责人，对标准内容进行审核，对标准文本提出修

			订意见
赵立军	中国地震局第一监测中心	高级工程师	标准主要负责人，负责测试方法及过程可行性验证
郭威	天津市地震局		标准主要负责人，负责测试方法及过程可行性验证
牛雄伟	自然资源部第二海洋研究所	研究员	标准主要负责人，对标准内容进行审核，对标准文本提出修订意见
叶世山	广东省地震局		标准主要负责人，对标准内容进行审核，对标准文本提出修订意见
陈智勇	福建省地震局（福建省海洋地震观测中心）		标准主要负责人，对标准内容进行审核，对标准文本提出修订意见
王恒知	江苏省地震局		标准主要负责人，对标准内容进行审核，对标准文本提出修订意见
周蓝捷	福建省地震局（福建省海洋地震观测中心）	高工	标准主要负责人，对标准内容进行审核，对标准文本提出修订意见
杨晨光	北京港震科技股份有限公司	高级工程师	标准主要负责人，技术研发/标准相关方案和条件验证，提供测试数据
韩雨东	北京港震科技股份有限公司	研发人员	标准主要负责人，技术研发/标准相关方案和条件验证，提供测试数据
程振鹏	中国地震局地球物理研究所	博士在读	标准主要负责人，标准工作会议组织

朱小毅，正研级高工（三级）。1993年毕业于清华大学自动控制专业，1996

年毕业于中国地震局分析预报中心并获理学硕士学位，现任北京港震科技股份有限公司技术部经理，主要从事地震观测前沿技术的研究，中国地震局新世纪优秀人才百人计划第三批人选，第十届中国地震学会地震观测技术专业委员会副主任、中国地震局宽频带地震观测技术研发创新团队骨干。

先后参加国家“八五”科技攻关、“九五”“十五”中国数字地震观测系统建设、2019-2021 中国地震科学实验场深井地震综合观测系统建设等项目，参与研制的数据采集器、数字强震仪、一体化地震仪、井下宽频带地震计、地震烈度仪等多项地震观测设备推广应用到 30 多个国家和地区。作为负责人承担了国家重点研发课题“深井综合观测系统集成技术研究（2018YFC1503904）”和引力波探测专项“高精度星载温度测量传感技术（2022YFC2204301）”、国家科技支撑 4 个专题、中国地震局行业专项宽频带地震计校准技术等课题任务。

发表论文 50 多篇，获得国家 70 多项专利，参与制定两项地震观测技术的行业标准《DB/T 22-2020 地震观测仪器进网技术要求 地震仪》、《DB/T 59-2015 地震观测仪器进网技术要求 地震烈度仪》。获得国家科学技术进步奖一等奖和中国地震局防震减灾优秀成果奖一等奖等奖项。

二、标准编制原则及主要内容

2.1 标准编制原则

标准编制过程遵循的原则主要可以从以下几个方面。

（1）全局性和政策性

认真贯彻国家有关法律法规和方针政策。标准制定必须严格遵守国家法律法规，确保标准的合法性和合规性，同时贯彻国家的技术经济政策，体现国家的发展导向。根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》提出的重大自然灾害监测与防御要求、海洋生态与环境保护、大型海洋工程技术与装备等重点领域及其优先主题和《防震减灾规划（2016-2020 年）》、《“十四五”海洋经济发展规划》等相关部署需求，需要针对我国海洋地震和海啸监测能力薄弱、国产监测设备缺乏、标准缺乏等问题，一方面需要通过原理攻关、技术开发与系统集成，形成海洋地震、海底滑坡和海啸监测预警关键技术装备，另一方面需要针对海洋地震观测项目实施制定相关的行业标准，以保证海洋工程建设实施和运行质量。

（2）适用性

标准制定过程中，通过总结、完善而行成。该标准适用于我国多种类型的海洋地震观测系统，标准的实施对指导海洋地震观测系统建设提供了科学的技术支持和理论依据，有助于提高海洋地震观测系统的观测数据质量，充分满足使用要求。本标准制定充分考虑设备研发、测试、应用等多方面的需求和期望，确保标准能够满足实际应用的需要。本标准制定过程中，参与起到的单位中包括了目前主要承担海洋地震观测项目的负责人、主要海洋地震观测设备技术人员、设备测试方面的技术专家等人员组成，标准的制定兼顾了技术研发、测试的可行性、用户使用需求等各方面的需求。

（3）综合效益

兼顾全社会的综合效益。本标准在制定过程中充分考虑经济效益，并兼顾社会效益和环境效益，实现经济、社会 and 环境的协调发展。由于海洋地震观测设备的特殊性，在环境适应性试验、设备测试方面考虑到目前国内试验条件（振动台、压力试验等）的限制，对试验方法进行了优化，在保证试验效果的前提下，充分考虑经济效益、社会效益和环境效益。

（4）科学性和先进性

本标准制定过程中，充分调研相关的政策文件、科学研究进展 和工程实践需求，深入剖析评价指标、评价方法的可行性与科学性，确保指标科学合理。

（5）协调性

相关标准要协调配套。不同标准之间应相互协调、相互补充，形成完整的标准体系，避免标准之间的冲突和矛盾。本标准在制定过程中，与国家计量标准同步制定，充分体现了标准制定的协调性。

（6）稳定性

标准制定后应保持相对稳定。标准一旦制定，应在一定时期内保持稳定，以便有关各方按照标准组织实施，获得经济效益。但随着科学技术的发展，标准也应适时进行复审和修订，以适应新的技术水平和经济需求。

2.2 主要内容

本标准的主要技术内容有：

2.2.1 概述（海底地震仪的构成及观测基准）

海底地震仪在GB/T 41520-2022的3.1中进行了定义，“放置在海底的地震仪，可用于记录天然地震和人工地震等弹性波/地震波及其他声学信息”，从定义可以看出，海底地震仪需要满足可以直接满足在海底进行天然地震和人工地震等弹性波/地震波进行观测和记录，因此除了地震仪本身之外，还必须包含海床基、储能舱、接驳舱以及声学释放器，并根据具体观测环境进行搭配使用，才能实现在海底地震观测从布放、观测、回收等整个流程要求。

根据GB/T 41520-2022中5.1对海洋调查中使用的海底地震仪的通用技术指标表述如下：

OBS通用技术指标应满足如下要求：

a) OBS传感器由3分量的地震传感器和水听器组成, 并配有相应的姿态与方位记录系统;

b) 对于短周期OBS接收频率下限不高于 2 Hz;对于宽频带 OBS接收频率下限不高于 0.02 Hz;

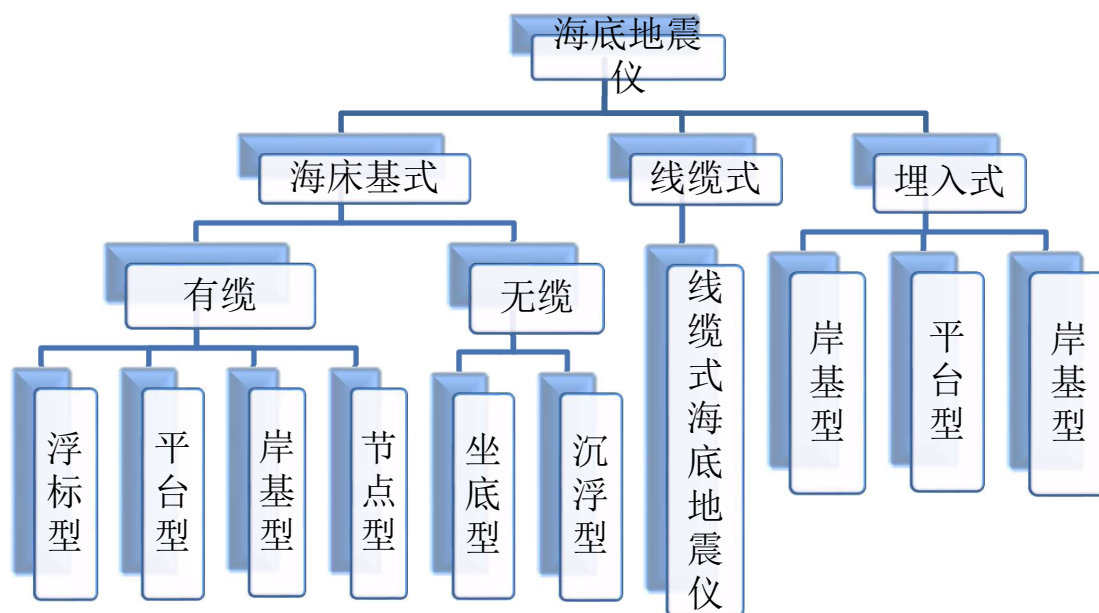
c) OBS内置两套释放机制, 人工控制释放和定时自动释放;

d) OBS配重应保证上浮速度可控制在 $0.5\text{m/s}\sim 1.0\text{ m/s}$;

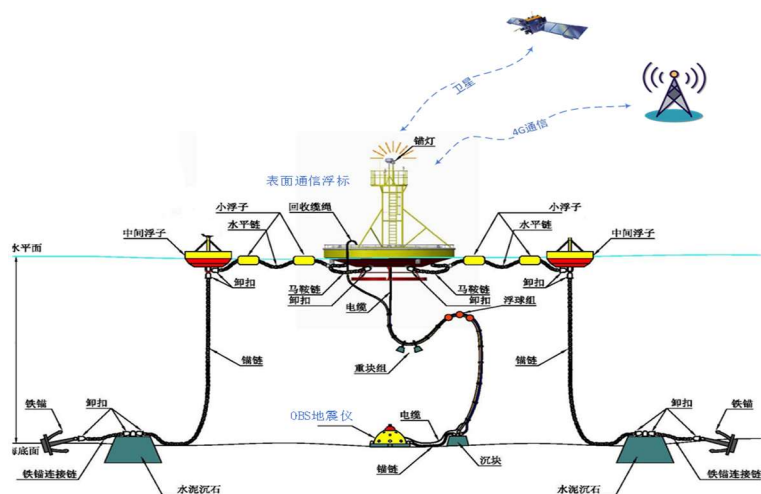
e) 沉耦架与OBS重量应匹配, 下沉速度可控制在 $0.5\text{ m/s}\sim 11.0\text{ m/s}$;

f) OBS内置电池标称容量应能满足作业所需容量的2倍以上;

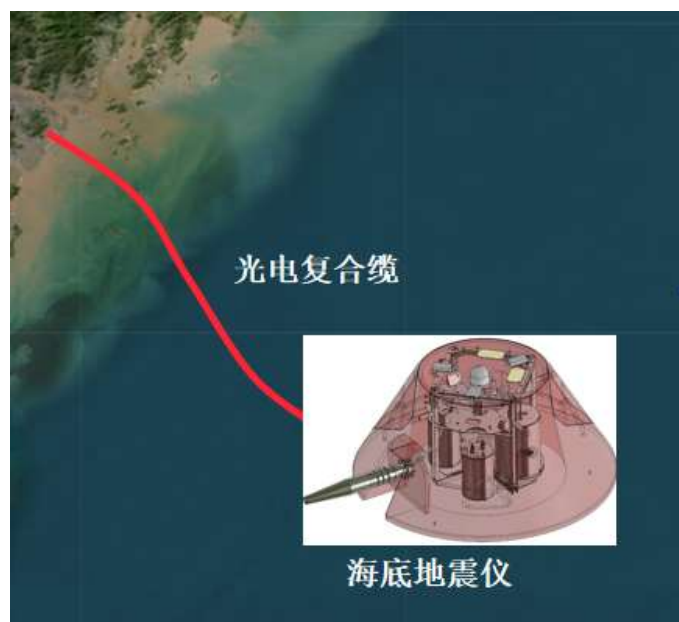
从以上表述可以看出，海底地震仪不仅包含地震仪、还对释放器、沉耦架、内置电池等内容进行了规范。为此，在概述章节，对海底地震仪的按照观测平台载体进行划分，划分成线缆式、海床基式和埋入式三种方式。



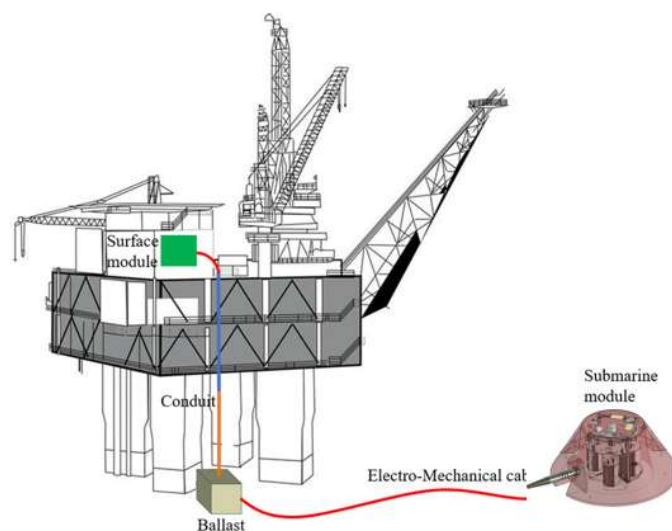
浮标型海底地震仪主要应用于海洋地震观测浮标系统，应用模式及如下所示。



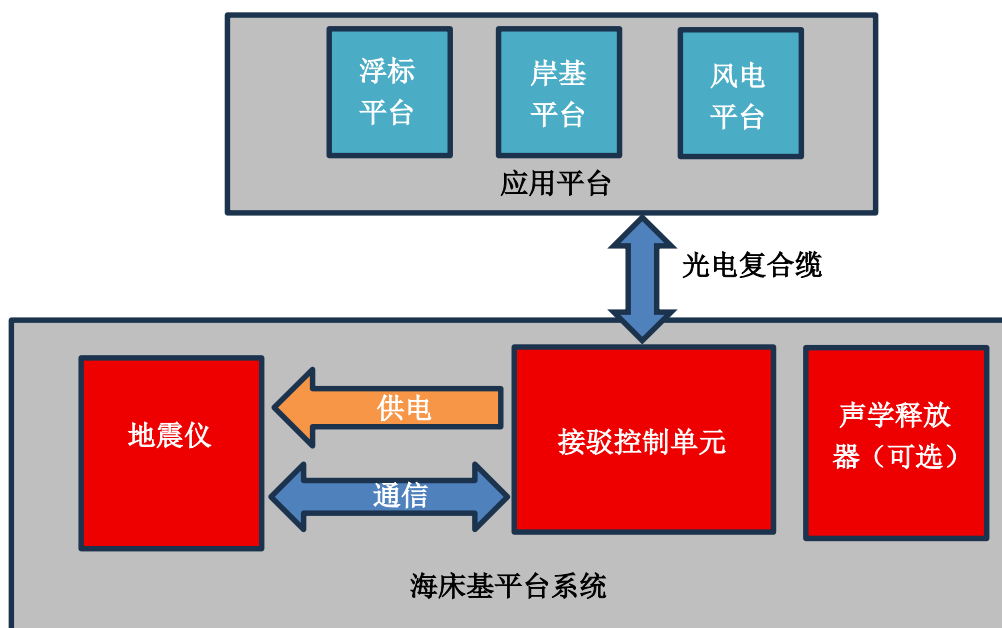
岸基型海底地震仪主要应用于海洋地震观测岸基系统，应用模式及如下所示。



平台型海底地震仪主要应用于海洋地震观测海上平台系统, 通过将海底观测系统接入风电、石油等大型平台, 应用模式及如下所示。

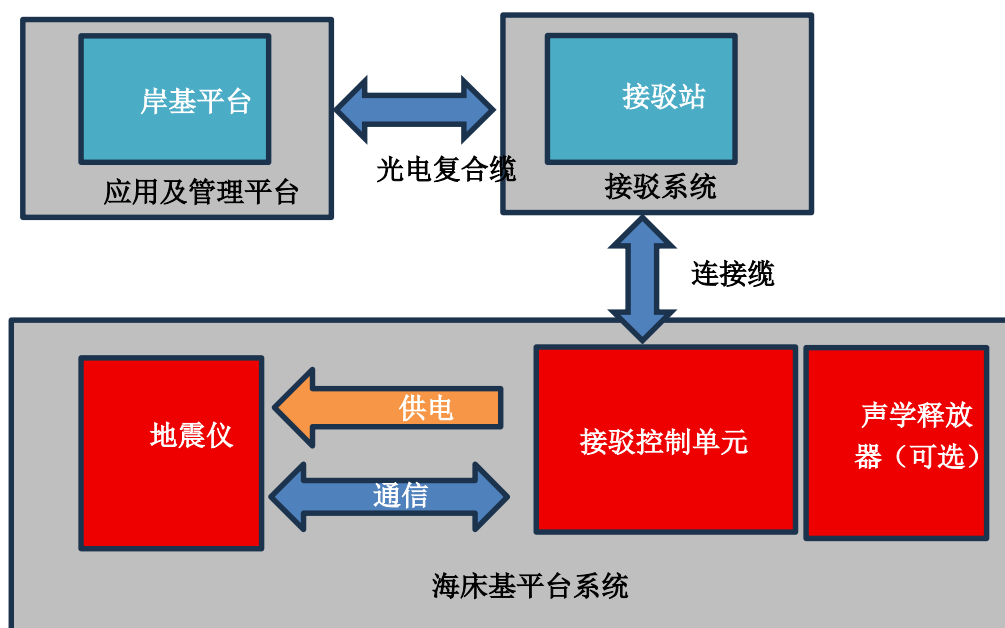


浮标型、岸基型、平台型海底地震仪的主要构成如下图所示, 以海床基平台系统为主要平台载体, 各应用模式的远端接入平台的方式存在差异, 海底地震仪在结构形式和技术要求方面无本质上的差异。

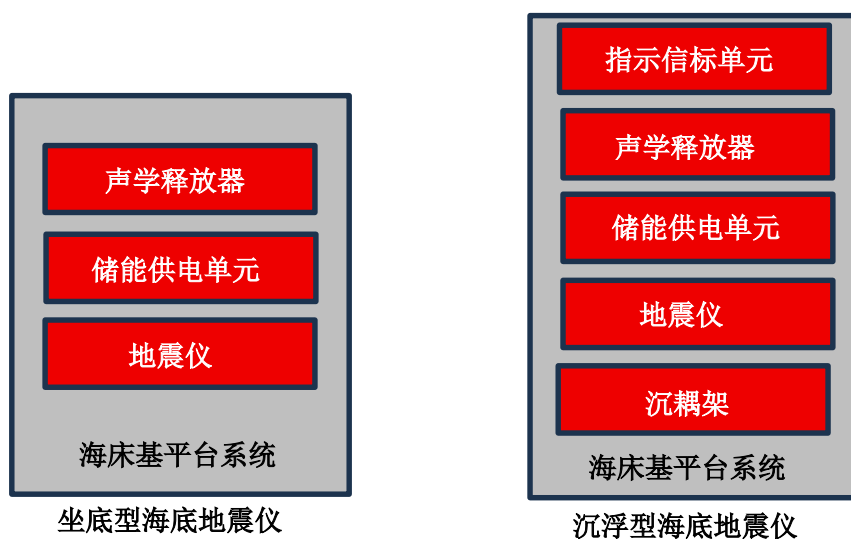


节点型海底地震仪主要以海床基平台系统为主要平台载体，一般作为海底观测网的分支，通过各类接驳站接入至观测网，与其他设备一起构成综合观测网，应用模式及如下所示。

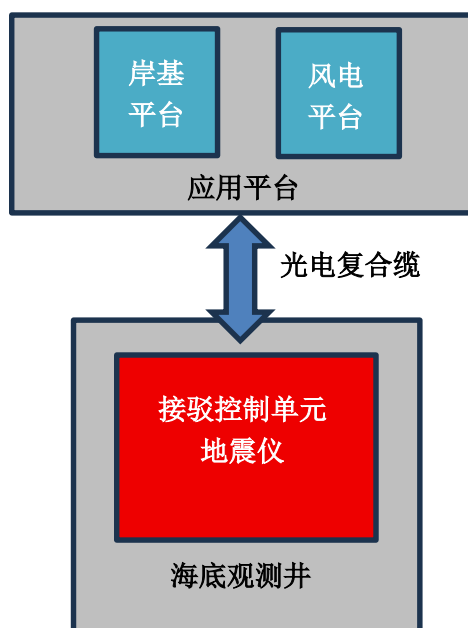




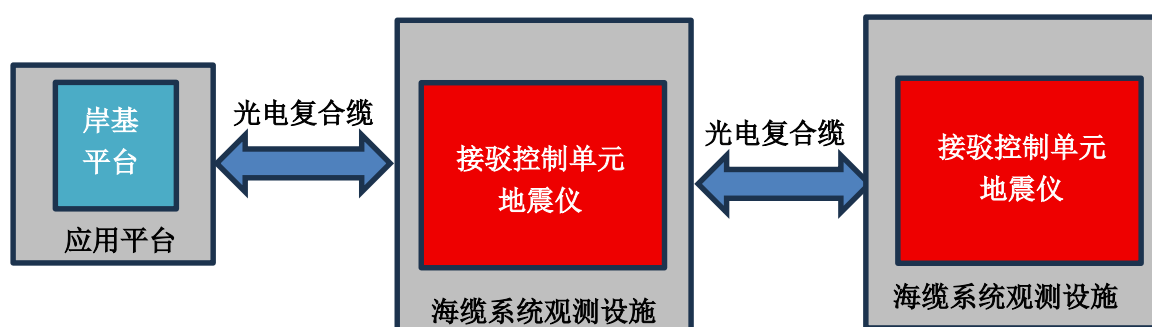
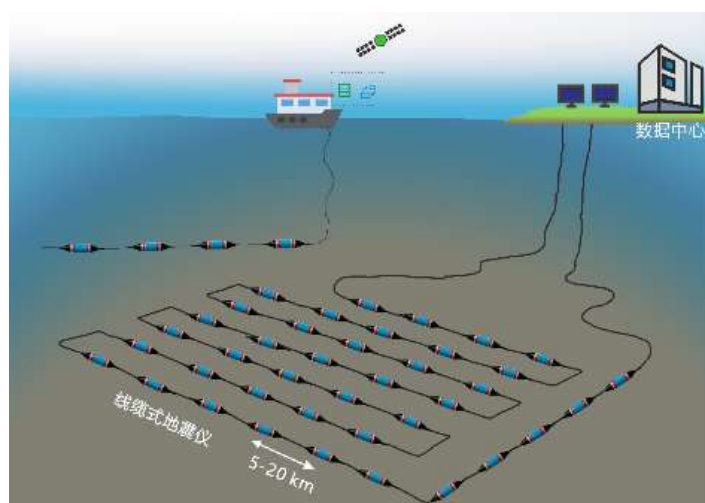
自容式海底地震仪将设备布放在海底，依靠搭载的储能供电单元进行自主观测，观测结束后对设备进行回收后，获取观测期间记录数据。主要以海床基平台系统为主要平台载体，有坐底型、沉浮型等应用模式，系统框架如下所示。



埋入型海底地震仪主要以海底观测井为主要平台载体，为了降低海洋环境干扰，将海底地震仪通过钻孔或者挖坑的方式埋入海底一定深度进行观测以获取更佳的观测效果，应用模式及如下所示。



线缆型海底地震仪以海底缆系观测设施为平台载体，将多台海底地震仪串接至海底光缆中，形成区域观测网，应用模式及系统框架如下所示。



从以上对各种观测应用中海底地震仪的基本构成中可以看出,海底地震仪的基本构成可以抽象成平台载体(海床基平台系统、海底观测井和海缆系统观测设施)、地震仪、储能供电单元、接驳控制单元、声学释放器和指示信标单元。其中声学释放器、储能供电单元、接驳控制单元、信标指示单元可根据不同观测方式和观测环境需要进行搭配使用。

由于海底观测井和海缆系统观测设施作为平台载体进行观测时,对系统要求存在较多的差别,因此本标准制定工作主要针对以海床基平台为平台载体观测方式的海底地震仪,以海底缆系观测设施(线缆式)及海底观测井平台(埋入式)为平台载体的观测方式的海底地震仪不适用于本文件。

2.2.2 通用技术要求

(1) 基本要求

海底地震仪为了适应海洋观测需求,在满足地震观测规范的同时,重点参照海洋仪器环境试验方法相关内容,并结合在海洋地震观测建设方面的实施经验,对仪器设备在耐海水腐蚀性能、耐水压性能、温度性能、抗冲击性能、抗倾斜性能等方面的提出规范。

(2) 地震仪

传感器技术要求:地震仪的传感器主要由地震计、加速度计、水听器、寻北仪和常平机构等关键单元,系统结构复杂,集成度高,仪器为了适应在海底倾斜较大的情况下能够正常工作,设备内部集成了常平调整机构和寻北机构,为了满足海底长时间连续工作需要,设备外壳采用不锈钢材质,设备重量和体积相对于常规测震设备有很大的不同,引用了 DB/T22-2020《地震观测仪器进网技术要求 地震仪》,对于地震计的幅频特性、灵敏度、动态范围、周期和阻尼等关键指标就进行了规范。

功能要求:根据海底地震观测仪器的功能要求,引用了 DB/T22-2020《地震观测仪器进网技术要求 地震仪》,对海底地震观测仪器的数据采集参数、数据存储和数据传输等功能要求进行了规范,对海底地震观测仪器的授时以及守时功能给出测试方法和授时钟差测试方法,对海底地震观测仪器的管理功能和控制功能进行了规范。

时间服务要求：在海洋地震观测项目建设中，在很多应用领域和场合，受到观测条件和环境的制约，海底地震仪均不具备实时进行时钟校准的条件，因此海底地震仪在时间服务方面除了具备基本的授时功能之外，长时间海底运行过程中的守时性能尤其重要，本规范提出了时间服务方面的具体要求和测试方法，保证海底地震仪的时间服务精度和可靠性。

自适应调整要求：关于海底观测自适应调整的技术要求，主要针对其结构和应用的特殊性提出附加要求，海底地震观测仪器需要对海底倾斜和沉降具有一定的适应能力，主要包括仪器自动调平、安装方位自动测量、仪器零点自动调整技术要求等。海底地震观测仪器安装完成后，在长期海底观测过程中，会出现仪器随着海底泥沙沉降发生倾斜现象，因此要求海底地震观测仪器必须具备在发生倾斜后，自适应进行自动调平、安装方位角自动测量、仪器零点自动测量功能，以满足海底复杂的工作环境需要。

观测坐标系测量要求：海底地震仪的高精度定向是保证安装的海底地震仪一致性的基本要求，海底地震仪在完成布放后，设备的安装方位不确定，同时在观测期间，安装方位可能发生变化，因此，对海底地震仪的定向单元提出测量误差和重复性误差方面的技术要求，并给出测试方法，以满足海底地震仪方位测量需求。

接口及连接器：接口规范主要涉及连接器规范。本标准中将符合 GJB7244-2011 中 4.3.3 规定的连接器作为优选连接器，在接口的信号分布方面，鉴于目前各个厂家的接口定义互不相同，同类型接口所采用的连接器也不一致，本标准暂时没有进一步提出统一的要求。

（3） 储能供电单元

对储能供电单元的供电时长、供电输出及安全防护等方面进行了规范。

（4） 接驳控制单元

对接驳功能、供电转换等技术方面进行了规范。

（5） 声学释放器

对主要功能、作用距离、负载能力进行了规范

（6） 指示信标单元

对通信距离进行了规范。

2.2.3 技术指标测试方法

（1）地震仪

根据目前已经完成的和正在进行的海洋地震观测项目的经验,由于海底地震仪重量大,体积较大,目前可以适用做检测和试验的振动台较少,大部分振动台可以满足的重量要求为 20KG 以内,但是海底地震仪的重量基本上都超出了振动台可以承受的重量范围,海底地震仪内置地震计、加速度计的关键指标无法满足在振动台进行测试的条件,为海底地震仪的检验和测试验证带来一定的难度,本规范根据这个实际情况,提出通过内置的标定、对比法、一致性测试等方法对关键传感器的技术指标进行测试,可以满足海底地震仪的测试要求。

对于地震计的幅频特性、灵敏度、动态范围、周期和阻尼等关键指标测试,引用了 DB/T22-2020《地震观测仪器进网技术要求 地震仪》,结合海底观测仪器的特点,采用海底地震观测仪器内置的标准信号源进行地震计幅频特性、灵敏度、周期和阻尼的测试,采用对比法进行仪器噪声和动态范围测试。

对于加速度计的幅频特性、灵敏度、动态范围等关键指标测试,引用了 DB/T10-2016《数字强震动加速度仪》,结合海底观测仪器的特点,采用海底地震观测仪器内置的标准信号源进行地震计幅频特性测试,采用对比法进行仪器噪声和动态范围测试,采用地球重力法进行灵敏度测试。

由于海底观测环境的复杂性,海底地震仪在布放完成后,设备安装姿态可能发生变化,海底地震仪在布放完成后进入正常运行阶段,需要具备实时进行姿态和运行状态监测,并可以自适应进行姿态调整,保证海底地震仪始终处于正常观测状态。

（2）储能供电单元

给出了储能供电单元中电池组的试验方法、供电输出稳定性测试方法、供电时长测试方法及供电短路保护试验方法。

（3）接驳控制单元

给出了接驳控制单元的供电输入电压范围、稳定性测试方法。

（4）声学释放器

给出了声学释放器的安全负载、破坏负载试验方法。

2.2.4 环境适应性试验

海底地震仪为了适应海洋观测需求,在满足地震观测规范的同时,重点参照

海洋仪器环境试验方法相关内容，并结合在海洋地震观测建设方面的实施经验，对仪器设备在耐海水腐蚀性能、耐水压性能、温度性能、抗冲击性能、抗倾斜性能等方面的提出规范，并给出了具体的试验方法和评价方法，确保海底地震仪可以更好的满足海洋地震观测环境要求。

关于环境适用性试验，引用了 GB/T 32065.X 海洋仪器环境试验方法中对耐压试验、冲击试验、温度试验、倾斜试验及耐腐蚀试验等相关要求及方法。试验的目的是为了检验地震仪、储能供电单元、接驳控制单元、声学释放器、指示信标单元等设备的可工作温度范围、耐压性能、耐腐蚀性能、抗冲击性能、倾斜适应能力等技术要求。相对地面观测仪器，海底地震观测仪器的倾斜适应性和工作压力更加苛刻，因此海底地震观测系统对高压条件下长期工作可靠性要求更高些，因此重点需要测试仪器系统的耐压能力和倾斜适应能力。

在测试环境方面，本文件中提出了有关测试场地、测试设备等方面的要求；对于各个测试项目，提出了关键参数的选择、测试过程中的重要环节、以及数据记录的要求，以保障测试结果符合所提出的技术指标测试要求。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

起草组在制定该标准过程中，大量检索国内外相关文献，查阅大量书籍，重点对目前已经实施的海洋项目的海洋地震观测效果进行分析和总结，经过论证分析研讨，确保该标准可操作、可实施。 本标准的制定对我国多种类型的海洋地震观测系统建设提供指导，标准的实施对指导海洋地震观测提供了科学的技术支持和理论依据，有助于提高海洋地震系统的观测数据质量。

3.1 试验验证

制定标准拟采取的基本方法为自主研制标准，非采用标准。

本标准的组织措施由北京港震科技股份有限公司为第一起草单位，负责标准的设计、编写、联系专家及地震标准委员会。参与单位及各省地震局负责参与仪器操作，编写标准及参与地震标准委员会组织的相关评审及集中工作。

本申请的主要目标是编制海底地震仪通用技术规范，拟采取的主要方法如下：

(1) 在充分调研和科学实验的基础上编制海底地震仪通用技术规范草案

通过调研查阅国内外相关文献、标准以及仪器产品，获悉海底地震仪的使用条件和能达到的性能指标，确定使用时要测试的仪器技术指标数目及种类，并明确测试指标的具体物理含义；通过调研这些技术指标常用的测试方法和手段，结合海底地震仪的实际操作性能和工作特点，确定海底地震仪的具体测试方法和流程；最后，在上述调研和实验的基础上，针对海底地震仪的观测对象、应用目标、测量原理与方法、主要技术要求（包括性能和技术指标、数据格式、网络接入、授时服务、观测环境要求等）及测试方法等方面的技术内容，开展多方面的分析和实验工作，并据此编制海底地震仪通用技术规范草案。

(2) 通过广泛征求意见和会议咨询讨论，形成各方认可的海底地震仪通用技术规范

在标准制定过程中，将编写的海底地震仪通用技术规范发给相关的地震观测方面的专家以及仪器制作方，充分征求各方意见。征求意见返回后，逐条认真分析、修改，对标准草案进行完善和提高。随后再反馈给地震/海洋观测方面的专家和仪器制作方，如此反复多次以函审和会议咨询讨论的形式进行讨论和咨询，最终形成地震/海洋观测方面的科研人员与仪器制作者认可的、协商一致的海底

地震仪通用技术规范。

项目组前期已经调研和实验的内容如下：

在调研、学习的基础上，结合一带一路地震观测台网项目科学台阵分系统海域观测系统建设项目、福建及海峡地震观测网工程项目等与海底地震仪密切相关的技术研发进展，综合各项目对海底地震仪的技术要求，北京港震科技股份有限公司、中国地震局地震预测研究所、中国地震局地球物理研究所于 2023 年 3 月 19 日完成了编写《浅海型海底地震观测仪器测试方案（讨论稿）》。

2023 年 4 月 18 日，北京港震科技股份有限公司组织中国地震局地球物理研究所、中国地震局地震预测研究所、中国地震局台网中心、福建省地震局、自然资源管理部第二海洋研究所、中国地震局第一监测中心等相关单位及专家，召开“浅海型海底地震观测仪器测试方案（讨论稿）”评审会议，与会专家对测试方案讨论稿进行讨论，对方案提出改进意见和建议，形成专家评审意见。

2023 年 4 月，按照专家意见对讨论稿进行了修订，形成《浅海型海底地震观测仪器测试方案（评审稿）》。

2023 年 6 月-10 月，委托中国地震局第一监测中心按照《浅海型海底地震观测仪器测试方案（评审稿）》的相关技术要求，对一带一路地震观测台网项目科学台阵分系统海域观测系统建设项目及福建及海峡地震观测网工程项目的海底地震仪进行测试，验证测试方案的可行性。

2023 年 8 月，在中国地震学会第十八次会议的海洋地震观测专题上，邀请北京港震科技股份有限公司专家作了海洋地震观测标准化研究，对目前在海洋地震观测方面的标准化开展研讨，重点对海底地震仪在标准制定过程中的相关问题，听取现场参会专家意见和建议。

2023 年 11 月福建厦门召开的闽台地震科技交流合作研讨会暨第三届地震科学与工程研讨会上，中国地震局地震预测研究所薛兵研究员作了海洋地震观测标准化报告。2024 年 3 月 7 日，在博鳌国际防灾减灾大会上，邀请中国地震局地震预测研究所朱小毅、薛兵研究员作了海洋地震观测标准化研究报告，报告以线缆式海底地震仪为例，提出海洋地震观测设备的标准化建设思路，为海洋地震观测标准化建设奠定基础。

2024 年 6 月-10 月，承担国家巨灾防范工程项目中海洋地震观测系统建设任

务的福建省地震局、海南省地震局、广东省地震局和山东省地震局等建设单位针对海底地震仪测试方案开展多轮沟通与研讨，进一步研讨完善了海底地震仪相关测试内容及测试方法。

《浅海型海底地震观测仪器测试方案（评审稿）》在没有相关技术规范的前提下，在多家参与单位的共同努力下，作为测试大纲对海底地震仪进行测试和评估，说明《浅海型海底地震观测仪器测试方案（评审稿）》已经具备了作为测试技术规范的一些必备条件，具备了实施的可行性，但是在规范性、通用性等方面需要进一步完善，需要拓展海洋地震观测通用技术范围，最终形成技术规范。

2024 年 11 月，2024 年闽台地震科技交流合作研讨会暨第三届海洋地震科学与工程研讨会，邀请朱小毅研究员做了《海洋地震观测标准规划探讨》的报告，进一步细化了海洋地震观测领域标准化建设的系列化标准编制的技术路线。

2025 年 1 月至 2025 年 3 月，根据国内外地震波研究成果，结合海底地震观测数据，从频带差异上对不同震源地震波特性进行分析研究，进一步明确对海底地震仪的观测频带、观测能力方面的技术指标要求。

2025 年 4 月至 2025 年 5 月，海底地震仪一般具备水听器观测功能，需要结合地震波在远震、近震、航行船只等信号在频带上的特征，根据地震计和水听器的信噪比，进一步明确水听器技术指标要求。

2025 年 6 月至 2025 年 8 月，根据海底地震仪在布放、施工过程中的实际情况，结合已经布放台站观测情况，进一步规范海底地震仪在倾斜适应性、姿态自动调整等方面的环境适应要求指标。

在调研、研讨及学习的基础上，结合我国一带一路地震观测台网项目科学台阵分系统海域观测系统建设项目（10 个浮标观测站点和 30 个潜标观测站点）、福建及海峡地震观测网工程项目（2 个浮标观测站点）以及国家巨灾防范工程海洋地震观测项目（5 个浮标观测站点、30 个潜标观测站点和 2 个海洋风电平台观测站点）等建设项目相关技术研发进展、技术方案和实施思路，为标准的编制工作提供依据。

（1）调研和学习海洋地震观测的技术要求、技术发展和最新进展，结合当前应用需求制定海底地震仪环境适应性要求。海底地震仪除了需要满足地震仪所规定的技术和性能指标之外，更重要的是需要满足海底地震观测环境和布放施工

作业要求，包括耐海水腐蚀性能、耐水压性能、温度性能、抗冲击性能、抗倾斜性能等方面的要求。

(2) 海底地震仪的内置地震计、加速度计、数据采集器和水听器，基本参照现有行业标准进行规范，由于海底地震仪重量大，体积较大，目前可以适用做检测和试验的振动台较少，大部分振动台可以满足的重量要求为 20KG 以内，但是海底地震仪的重量基本上都超出了振动台可以承受的重量范围，为海底地震仪的检验测试带来一定的难度，本规范根据这个实际情况，通过内置的标定和对比法对关键技术指标进行测试，可以满足海底地震仪的测试要求。这也是本标准编写所需要考虑的重要因素。

(3) 由于海底观测环境的复杂性，海底地震仪在布放完成后，设备安装姿态可能发生变化，海底地震仪需要可以根据海底观测环境的变化，自适应进行常平和调零操作，最大限度的适应海底观测环境的变化情况，因此海底地震仪在布放完成后，需要根据海底情况，实时进行姿态和运行状态监测，并可以自适应进行姿态调整，保证仪器设备始终处于正常观测状态。

(4) 海底地震仪在完成布放后，设备的安装方位不确定，同时在观测期间，安装方位可能发生变化，因此，海底地震仪需要内置高精度定向单元，以满足海底地震仪的方位测量要求，在产品研发和测试过程中，发现在使用电子罗盘进行方位测量时，会出现测量精度差，多次测量不确定大的问题，因此，对海底地震仪的定向单元提出测量误差和重复性误差方面的技术要求，以满足海底地震仪方位测量需求。

(5) 在很多应用领域和场合，海底地震仪均不具备实时进行时钟校准的条件，因此海底地震仪在时间服务方面进行了规范，对系统授时和守时提出了要求，以满足海底地震仪时间服务需求。

本标准在编写过程中，学习研讨调研材料、跟踪项目技术研发进展，结合项目施工作业及系统运行过程中遇到的问题和难点，确定标准的主要内容。

3.2 预期经济效益和社会效益

通过制定本标准，可以达到以下目的：

(1) 可作为检验机构对仪器设备进行检验的依据，能够确保仪器设备检测结果的真实性、准确性和公正性。检验检测机构作为社会公共利益的重要维护者，

其出具的检测报告是政府、企业、消费者等各界决策的重要依据，按照本标准进行检验可以很好的保证检测结果的可靠性和公正性。

（2）有助于提高工作效率和数据的可信度。遵守本标准的检验规范能够提高检验检测机构的工作效率，提升其检验数据的可信度，为海洋地震观测项目的质量提升、产品研发、安全管理等方面提供有力保障。规范的报告编制能够保证检测报告的质量、格式统一、内容完整、准确可靠，为各行业提供可信赖的检验数据支持。

（3）保证海底地震仪的准确性和可靠性。海底地震仪的准确性是其能够准确记录地震数据的关键。遵守本标准的检验规范可以保持设备的准确性和可靠性。

（4）保证海洋地震观测数据质量。本标准将海底地震仪的误差控制在可接受的范围内，从而提高观测数据的准确性和数据质量。

（5）保证海底地震仪的环境适应性。通过建立标准化的试验环境，统一的试验操作流程，以及精确的数据分析方法，确保试验结果的可重复性和可比性，为科学研究提供准确的数据支持。

（6）本标准中的检验规范和标准是确保产品质量符合既定标准的重要手段。本标准的检验规范是一套详细的程序和方法，用于确保海底地震仪的质量符合既定标准。通过遵守检验规范和标准，可以确保产品质量的一致性和客户的满意度。

四、国内外对比分析

4.1 国内外发展现状

海底地震观测是通过在海底布设专用地震仪，测定震源参数以研究海洋地震活动及地质构造的海洋地震测量方法，早期主要设备包括短周期和长周期检波器。该技术于 20 世纪 30 年代末由美国学者首次尝试，60 年代后逐步应用于苏联、美国、日本等国，研究区域涵盖大洋中脊、岛弧、海沟等区域。早在 1937~1940 年间，美国 W. M. 尤因等就进行过海底地震观测的尝试，但直到 60 年代以后，此项观测技术才随深海大洋调查的发展而得到采用。苏联、美国、英国、日本等进行了海底地震仪的研制和观测方法的试验，并在不同海底区，如大洋洋脊、岛弧、海沟、深海洋盆等地区，利用海底地震仪进行过观测，发现洋脊区的微地震活动规律和海沟区震源深度的分布特征。

2025 年 6 月，日本成功构建了一个覆盖范围达数千英里的海底地震监测系统。该系统以光纤电缆和传感器为核心，犹如为海底铺设了一张“神经网络”，旨在应对该国长期面临的地震和海啸威胁。这一重大工程源自 2011 年日本东部海域的 9.0 级强震及其引发的 130 英尺高海啸。那场灾难以 435 英里时速的重创沿海地区，近 2 万人罹难，而陆基传感器因未能及时精准捕捉震级与海啸规模，导致预警延迟且失真，使得疏散时间极为紧迫，福岛核电站也因洪水而发生泄漏，成为日本近代史上最为惨重的自然灾害之一。

中国自 21 世纪起加快海洋地震观测技术研发，2006-2009 年，国家重点基础研究发展规划项目（科技部 973）中“海底地震观测初步研究”课题，期间多次在南海海域进行实验，采用我国目前自主研制成功的首例沉浮式宽频带海底地震仪 GEO-OBS120-F，并成功在中国南海进行了深海观测实验，取得了成功。

2021 年 9 月至 12 月，中国第 12 次北极科学考察加克洋中脊深部探测计划航次中，借助全面自主研发的国产水下海底地震仪设备，成功实现海底地震仪布放至 4192 米深度，43 台海底地震仪回收 42 台，回收率高达 97.7%，研究发现填补了国际上关于加克洋中脊深部地壳结构的研究空白，也从理论上重新审视了热液硫化物形成的物质基础和资源前景，将为全球海底资源研究、勘探与开发带来全新格局。

2022 年-2025 年 3 月，我国一带一路地震观测台网项目科学台阵分系统海域观测系统建设项目在渤海和北黄海建成海域观测系统，是目前国内在海域地震观测领域布放数量最多、海洋地震观测密度最大、实施难度最大的项目，系统包含 10 座浮标台和 30 个潜标台，建成后将形成海洋地震综合观测系统，在地震学研究、海洋资源的勘探和开发、地球内部的构造和动力学研究等方面具有重要的战略意义。

2025 年 4 月底由中国科学院深圳先进技术研究院牵头的国家重点研发计划项目“全方位综合海洋地震和海啸监测预警系统研制与示范”，面对我国海洋地震和海啸监测的重大安全需求，开展光纤海底多参量（地震、地磁、形变和压力）、微弱（绝对和相对）重力场和磁力场、海上地震 P 波、GNSS-IR 海面高度变化等九种高精度监测装备研制及上述多要素立体观测数据校准评估和同化处理算法等技术研究，建设多手段、高精度、多要素的实时地震与海啸监测预警试验系统，开展示范应用。历时两年技术攻关和设备研发，在珠海万山海域顺利完成整体系统布放工作。截至目前，系统设备运行稳定，所有监测设备数据接收正常，已开启为期六个月海洋地震与海啸监测示范应用。

2025 年 5 月，福建省地震局依托福清华电海上风电平台建成国内首个实时传输式海底地震观测站，采用线缆式海底地震仪布设。这标志着我国建成首个依托风电平台的实时传输式海底地震观测站。此次站点顺利建设，是落实《中国海洋地震观测规划（2023-2035 年）》的重要举措，将更好满足沿海城市群及重大海洋工程建设的地震监测预警需求。同年，台湾海峡部署完成全国首套实时传输浮标式海洋地震观测站，包含锚泊系留系统与海底监测基站。

2025 年 5 月，由广州海洋实验室杨胜雄教授主持的国家重点研发计划“全方位综合海洋地震和海啸监测预警系统研制与示范”项目在万山海域顺利完成整体系统布放工作。目前，系统设备运行稳定，所有监测设备数据接收正常，正在开启为期六个月海洋地震与海啸监测示范应用。该项目由中国科学院深圳先进技术研究院牵头，广州海洋实验室、华中科技大学、自然资源部第二海洋研究所、国家海洋环境预报中心和中国地震台网中心等 9 家单位共同参与，涵盖了岸基、海面 and 海底监测设备。项目围绕国家“重大自然灾害防控与公共安全”中海洋地震和海啸监测的重大安全需求，探索地震孕育和发生期间海底和海上各物理量高精度监测技术，开展多要素立体观测数据的实时获取、综合评估和同化处理，实现秒级地震预警；探索 GNSS-IR 水位监测技术，建立由远及近多手段全方位立体海面观测体系，联合海底三维地震高精度监测系统，实现厘米级海啸监测和有效预警。通过示范应用试验最终形成具有自主知识产权的海洋地震与海啸监测预警变革性关键技术，为实现我国重大自然灾害的预警预测由陆及海提供技术支撑。

2025 年 6 月，在珠江口盆地 3000 米深的超深水区域，我国自主研发的海洋

拖缆地震勘探采集装备“海经”系统，首次实现了超深水海域的地震勘探作业。此次作业由“海洋石油 720”深水物探船搭载完成，并成功发布了我国首张超深水三维地质勘探图。这一重要突破，标志着我国在深海油气勘探关键核心技术装备的研制方面取得了新的重要进展。

从以上各类应用发展来看，海洋地震观测领域进入高速发展期，作为核心部件的海底地震仪，在海啸预警、地震学研究、海洋资源的勘探和开发、地球内部的构造和动力学研究等方面具有重要的战略意义。

4.1 国内外相关标准

目前国内外地震行业均没有海底地震仪检测的相关标准。地震系统外存在相关标准，主要针对主动源海底地震观测有相应的规范，相关的标准有：

1、中华人民共和国地质矿产行业标准 DZ/T 0358.1-2020《海洋地震测量技术规范 第 1 部分 二维地震测量》和 DZ/T 0358.2-2020《海洋地震测量技术规范 第 2 部分 三维地震测量》适用于海洋地质、资源、环境调查中拖缆式海上二维/三维地震地质测量工作，其他目的的拖缆式海上二维/三维地震地质测量工作可参照使用，规定了海洋二维地震测量的设备配置、技术设计、资料采集、资料处理、资料解释、成果编制与汇交等技术要求。主要针对拖缆式海上二维/三维地震地质测量制定的设备配置、技术设计、资料采集、资料处理、资料解释、成果编制与汇交等技术要求，其采用的设备主要为检波器组，与本项目提出的海底地震仪在观测方式、系统组成方面存在较大差异。

2、GB/T 41520-2022《主动源海底地震仪调查技术规范》适用于海底地震仪开展地壳深部结构探测、海底资源勘查、底质灾害监测等领域，该文件规定了主动源海底地震仪调查的一般要求、调查设备技术指标、海上探测、海上工作资料验收、资料处理和解释、调查成果的技术要求。其中对调查设备技术指标要求主要针对由海底地震仪、沉耦架、释放器、供电系统、信标灯等系统通用技术指标进行了规范，但具体到海底地震仪内部的组成、功能及技术指标、检验方法等方面，该技术规范没有相关描述，重点在规范主动源海底地震仪调查的一般要求、调查设备技术指标、海上探测、海上工作资料验收、资料处理和解释、调查成果等方面的技术要求。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

本标准未引用及采用国际国外标准。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本文件与国家相关法律、法规和标准的关系紧密相连，它们共同构成了国家标准化体系的基础。以下从几个方面详细阐述这种关系：

（1）本文件与法律法规的互补关系

法律法规提供原则性指导：国家法律法规通常规定较为原则性的要求，如环境保护、产品质量等方面的基本准则，这些准则是制定具体标准的基础和依据。是团体标准制定的基础框架和约束条件。团体标准在制定时，必须遵守国家的法律法规，不得与法律法规相抵触。这是团体标准合法性的基本要求。

2. 标准具体化法律法规要求：本文件则将法律法规中的原则性要求具体化为可操作的技术指标和方法，使得法律法规得以有效实施。团体标准可以作为法律法规的补充和细化。在某些领域，法律法规可能只提供了基本的框架和原则，而团体标准可以针对具体的技术细节和操作流程进行规定，从而满足市场的实际需求。

（2）本文件与法律法规的同步发展

法律法规推动标准制定：随着国家法律法规的不断完善，对标准化工作的需求也日益增长。法律法规的更新往往伴随着新标准的制定或现有标准的修订，以确保标准与法律法规的协调一致。

标准促进法律法规实施：标准的制定和实施过程中，会不断积累新的科学成果和实践经验，这些成果和经验可以为法律法规的修订和完善提供有力支持，推动法律法规与时俱进。

（3）标准体系内部的协调关系

国家标准、行业标准、地方标准和企业标准等各个层次的标准之间，存在着紧密的协调关系。它们相互依存、相互补充，共同构成了一个覆盖全面、层次分明的标准化体系。

国家标准作为最高层次的标准，具有全国范围内的统一性和权威性。它规定

了各个领域的基本技术要求，为其他层次标准的制定提供了基准。

行业标准是在国家标准的指导下，针对特定行业制定的标准。它结合了行业的实际情况和特点，对国家标准进行了细化和补充，更具针对性和可操作性。

地方标准则是根据地方的实际需要和条件，对国家标准和行业标准进行具体化或补充。它体现了地方特色和差异性，有助于推动地方经济和社会的发展。

企业标准是企业根据自身情况和市场需求制定的标准。它在符合国家法律法规和强制性标准的前提下，充分体现了企业的自主性和创新性。

团体标准是由团体按照团体确立的标准制定程序自主制定发布，由社会自愿采用的标准。这一性质决定了团体标准在市场中的灵活性和创新性，它不同于由政府主导制定的强制性标准和推荐性标准。团体标准在制定时也应考虑与强制性标准的协调性和兼容性，以避免与强制性标准产生冲突或重复。

综上所述，团体标准与有关法律法规和强制性标准之间存在着密切的联系和互动。团体标准的制定和实施必须遵守法律法规的约束，同时也可以作为法律法规的补充和细化；而与强制性标准之间则既存在差异又存在相互转化的可能。

七、重大分歧意见的处理经过及依据

在标准编制过程中出现重大分歧时，采用如下方式进行解决：

（1）编制组内部：由组长组织召开内部调解会解决。标准编制组内部出现分歧时，通常由组长负责协调，通过会议沟通达成共识。

（2）编制单位之间：由牵头单位组织参编单位调解会。

在征求意见阶段出现重大分歧时，采用如下方式进行解决：

当提出意见单位与编制组出现分歧时，由地震监测预报标准化技术委员会组织协调会，并参考专家意见修改。

在本标准制定过程中，未出现重大分歧意见。

八、涉及专利的有关说明

本标准技术方案均为技术指标、功能要求，未限定具体实施技术和方法，未识别出标准技术内容涉及专利或者市场垄断的规定。

九、实施标准的要求、组织措施、技术措施、过渡期及实施日期的措施建议

建议在标准正式实施之前预留 3 个月的时间,组织开展标准宣贯培训活动,推动标准更加有效地贯彻实施,本标准在批准发布后实施。

十、其他应予说明事项

无

《海底地震仪通用技术规范》编制组

2026 年 6 月