

《深海多金属结核采集设备可靠性要求及试验方法》

编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会 2025 年团体标准制定计划,项目名称为《深海多金属结核采集设备可靠性要求及试验方法》的任务而进行制订。

(二) 起草单位及主要起草人

本文件起草单位:。

本文件主要起草人:。

(三) 标准制定目的和意义

从产业角度分析,制定《深海多金属结核采集设备可靠性要求及试验方法》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面:

1. 目的

本标准的制定旨在顺应深海多金属结核采矿产业快速发展及相关装备国产化需求,推动深海多金属结核采集设备的标准化、可靠化与高性能化进程。深海多金属结核采集设备作为海底资源开发的核心装备,其结构安全、功能可靠性和长期耐用性直接关系到采矿作业的安全性、稳定性和经济效益。目前,行业在设备可靠性指标、关键性能评定及试验方法方面尚缺乏统一技术规范,制约了设备性能提升和产业协同发展。通过制定本标准,有助于明确深海多金属结核采集设备的可靠性要求,统一关键性能指标和试验方法,提升产品的一致性和可比性,促进设备设计、制造和使用环节的协同创新。同时,本标准将为企业研发提供技术支撑,为行业监管提供评价依据,为作业单位提供安全保障,从而全面提升我国深海多金属结核资源开发装备的整体可靠性与可持续发展水平。

2. 意义

制定《深海多金属结核采集设备可靠性要求及试验方法》团体标准具有重要意义。一方面,该标准有助于推动深海多金属结核采集设备核心技术的规范化,提升装备设计与制造基础能力,促进关键部件工艺优化与系统结构升级,推动整个深海采矿装备产业链向高端化、智能化方向发展,保障产业健康有序成长。另一方面,

标准通过明确设备的可靠性要求、性能评定及试验方法，鼓励企业开展关键技术攻关和工艺创新，提升自主研发能力和技术水平。同时，标准的实施将强化设备安全性和质量控制，防止因技术不统一而导致的运行风险，有效保障深海作业的安全与可靠性。此外，标准将提升企业产品的可比性与市场认可度，减少重复试验与技术壁垒，增强我国企业在深海采矿装备领域的国际竞争力与话语权，对打造具有全球影响力的深海资源开发装备产业体系具有积极作用。

综上，制定《深海多金属结核采集设备可靠性要求及试验方法》团体标准，对推动产业健康发展、促进技术创新、保障安全运营及提升行业竞争力均具有重要意义。

（四）主要工作过程

1. 前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2025年11月11日日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《深海多金属结核采集设备可靠性要求及试验方法》。

2. 标准起草过程

2025年11月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于2025年12月完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，按照 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》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1. 标准主要内容

1.1 范围

本文件适用于作业深度不小于 4500m 的深海多金属结核采集设备在研发、试验、验证及验收过程中的可靠性评价与验证。

1.2 规范性引用文件

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 2423.57 电工电子产品环境试验 第 2-81 部分：试验方法 试验 Ei：冲击
冲击响应谱合成

GB/T 2689.1 恒定应力寿命试验和加速寿命试验方法 总则

GB/T 5080.1 可靠性试验 第 1 部分：试验条件和统计检验原理

GB/T 5080.5 设备可靠性试验成功率的验证试验方案

GB/T 5080.7 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的
验证试验方案

GB/T 5170.14 环境试验设备检验方法 第 14 部分：振动（正弦）试验用电动式
振动系统

GB/T 32065.15 海洋仪器环境试验方法 第 15 部分：水压试验

GB/T 35571 大洋多金属结核资源勘查规范

GB/T 42904 金属和合金的腐蚀 海水管路动水腐蚀试验

CB 20476 舰船钢质紧固件防腐涂层规范

1.3 术语和定义

定义了深海多金属结核采集设备可靠性的相关术语。

1.4 可靠性要求

对可靠性要求进行规定。

1.5 试验条件

对试验条件进行规定。

1.6 试验方法

对可靠性要求的试验方法进行规定。

1.7 数据处理

对数据处理进行规定。

1.8 可靠性评定

对可靠性评定进行规定。

2. 确定标准主要内容的依据

本标准严格遵循 GB/T 35571《大洋多金属结核资源勘查规范》等相关技术规范，并结合国内外深海采矿装备设计、制造及运行管理的实践经验，同时考虑我国深海多金属结核采矿产业的发展现状与装备技术水平。在内容确定过程中，充分参考现行国家标准和行业规范，为可靠性指标、试验方法及性能评定提供技术依据；结合国内外工程实践，借鉴先进深海采矿设备的性能数据和试验方法，保证标准的可操作性和科学性；同时根据产业发展需求，确定设备设计、制造、试验和验证环节的核心内容，并综合技术经济论证，兼顾设备可靠性、运行效率和维护成本，确保标准既具前瞻性，又可落地实施，从而为深海多金属结核采集设备的研发、制造、验收和运行提供统一的技术规范和科学评价依据。

三、主要试验情况分析、技术经济论证、预期经济效果

（一）主要试验情况分析

在标准制定过程中，参考了国内外高压碳钢复合管道的材料性能实验、复合工艺优化、界面结合强度测试、耐氢脆及疲劳寿命评估等关键试验数据。实验结果表明，通过优化复合工艺、材料选择及热处理工艺，复合管道在承压能力、抗氢脆性能和长期耐久性方面均达到设计要求。同时，结合加速老化试验及环境适应性测试，明确了管道材料关键工艺参数和性能控制范围，为标准化生产提供可靠的实验依据。

（二）技术经济论证

本标准制定过程中，对深海多金属结核采集设备的技术可行性和经济合理性进行了综合论证。通过分析设备设计方案、材料选择、制造工艺复杂度及运行维护成本，结合设备使用寿命和作业效率，对不同性能指标与经济投入进行了系统评估。论证结果表明，标准要求的可靠性指标和试验方法在技术上可行，能够有效提升设备稳定性和使用寿命；在经济上，可降低故障停机频率、减少维护成本，同时通过统一技术规范减少重复试验和设计不一致带来的浪费，为产业化生产和批量应用提供经济合理的支撑。

（三）预期经济效果

实施本标准预计将显著提升深海多金属结核采集设备的可靠性、作业效率和经济效益。一方面，统一的可靠性要求和试验方法有助于减少设备故障率、延长使用寿命和降低维护成本；另一方面，标准可推动国产装备技术升级和工艺优化，增强企业在深海采矿装备领域的自主研发能力和市场竞争力。同时，通过规范化的技术评价体系，可提高设备可比性和采购透明度，降低重复试验和技术壁垒，实现深海资源高效、安全、可持续开发，为行业健康发展和经济效益最大化提供保障。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《深海多金属结核采集设备可靠性要求及试验方法》团体标准编制组

2025年12月