

《深海气候观测浮标锚泊缆绳》编制说明

一、工作简况

1. 任务来源和起草单位

根据中产协【2020】12号文《关于下达2020年第一批中国产业用纺织品行业协会团体标准制修订计划的通知》，《深海气候观测浮标锚泊缆绳》列入中国产业用纺织品行业协会2020年第一批团体标准制修订计划，计划号为：2020-15-105，由青岛鲁普耐特绳网研究院有限公司、青岛海洋科学与技术国家实验室发展中心、山东鲁普科技有限公司等共同起草。本标准由中国纺织工业联合会科技发展部提出，并且，本标准由中国纺织工业联合会标准化技术委员会归口。

2. 主要工作过程

(1) 2020年5月，标准计划项目下达后成立起草小组，收集并分析资料；

(2) 2020年11月，检索阅读相关标准，确定标准研究方向和主要内容；

(3) 2020年12月—2021年2月，收集不同类型的样品，进行试验研究；

(3) 2021年3月—4月，按照计划开展标准制订工作，对检测流程进行科学性研究，形成标准草案；

(4) 2021年5月，各单位验证，对标准草案进行修改，根据意见作进一步的试验验证和完善；

(5) 2021年6月—7月，经过多轮修改、确认，形成标准征求意见稿，并发给相关委员和专家征求意见。

二、制订标准的意义

深海气候观测浮标是气候系统监测的重要手段，锚系系统是深海气候观测浮标的重要组成部分，深海锚系浮标的锚系系统深达几千米，为了控制系统重量，锚系系统采用链缆混合的结构形式，中间的主体系留部分使用纤维缆绳。国际上深海锚系浮标通常采用张紧式锚系形式，为此对系留缆绳的基本要求是具有较高的强力和较高吸收风浪能量的能力。系留缆绳具有较高强力，在受到较大拉力时缆绳不会发生断裂；缆绳具有较高吸收风浪能量的能力，即具有较大的延伸率和弹性回复率，当风浪对浮标施加较大的作用力时，缆绳在拉伸张力下产生较大伸长形变，风浪的能量被缆绳吸收，就不会发生走锚的情况。当浮标受到的横向推力变小时，具有较高弹性回复率的锚泊缆绳因受到的拉伸张力变小而发生弹性回缩，恢复到被拉长以前的长度，将浮标固定在最初的观测位置。所以，深海浮标系留缆绳的性能优劣直接关系到浮标的寿命和工作质量。

目前我国已掌握了深海观测浮标的设计、制造和布放、运行、维护技术，中国的白龙浮标能够与美国的ATLAS浮标和日本的TRITON浮标一起，在国际上重要的全球热带锚系浮标阵列GT MBA(Global Tropical Moored Buoy Array)中开展浮标业务化工作。山东省海洋仪

器仪表研究所、国家海洋技术中心和中科院海洋研究所等单位研制的海气通量浮标也实现了长期运行和维护业务化工作。

但是，国内针对深海气候观测浮标锚泊缆绳的标准仍是空白，国际上也没有发现可以参考的有关深海气候观测浮标锚泊缆绳的标准，造成该类绳索没有一个合适的评价与判定体系，给深海气候观测浮标锚泊缆绳的研发、设计、生产、选用、贸易、检测、管理和技术交流带来很多不便。因此，《深海气候观测浮标锚泊缆绳》标准的制定，对于提高我国深海气候观测浮标锚泊缆绳的制造水平，提升我国深海气候观测浮标锚泊缆绳产品的质量，促进我国绳索产品制造业的技术进步，助力我国海洋观测事业的发展具有现实意义。

三、标准编制原则

- 1、按 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写》，编制本标准。
- 2、本标准的编制遵循科学性、先进性、统一性和合理性的原则。合理制定标准的适用范围、技术参数、试验方法、检验规则。在技术指标方面宽严得当，既能适应实际生产，又能体现产品特性，亦体现技术进步要求。
- 3、在制订过程中使用不同规格的深海气候观测浮标锚泊缆绳，进行了大量的试验以及实验室验证试验，所有数据均为实测，以确保本标准的科学性。

四、主要技术内容的说明

1、制定的主要内容

本文件规定了适用于张紧式深海气候观测浮标锚系系统的纤维锚泊缆绳的术语和定义、要求、测试方法、检验规则、包装、储运、标识等。深海气候观测浮标锚泊缆绳是一种兼具较高强力、较高拉伸伸长率和较高弹性回复率的 8 股或 12 股编织缆绳。

本文件主要要求：锚泊缆绳的原材料、结构、断裂强力、延伸率和弹性回复率。

2、测试标准的确定

深海气候观测浮标锚泊缆绳锚泊缆绳的性能测试，完全按照有关国际标准、国家标准和行业标准进行。具体如下表所示：

表 1 性能测试依照标准

项目	线密度	断裂强力	伸长率	弹性回复率
参考标准	GB/T 8834	GB/T 8834	GB/T 8834	FZ/T70006

3、关键技术指标的确定

3.1 原材料

深海气候观测浮标锚泊缆绳要具有较高延伸率和较高弹性回复率，超高分子量聚乙烯纤维和芳纶等高性能纤维因为延伸率低，不适合作为深海气候观测浮标锚泊缆绳的原料。聚酰胺 6 工业丝（锦纶 6 工业丝）有良好的延伸性能，断裂伸长率可达 20%以上，又具有较高的弹性回复率，并且具有较高的断裂强度，因此最适合作为深海气候观测浮标锚泊缆绳的原材料。

料。目前市场普遍采用的锦纶 6 工业丝为规格 1400dtex 断裂强度 8.0cN/dtex 以上，断裂伸长率在 20%-27%左右即可。

3.2 结构

绳索的结构总体分为捻绳和编绳：捻绳是纤维按照有序的 S 与 Z 捻向交叉在一起，构成螺旋状绳的方式；编绳是通过把纤维绳股按照顺时针与逆时针的方向相互交错结合，编成辫状的编织技术制成。

相同线密度的 3 股捻绳和 8 股、12 股编绳的强力相当，但 8 股 12 股编绳的断裂伸长率更大，因而 8 股编绳吸收风浪能量的能力更强。而且捻绳存在扭矩不平衡的问题，而 8 股、12 股编绳的扭矩平衡，且为实心结构，绳索表面纱线排列方向与绳索轴线方向几乎平行，因而强度高且耐磨，综合性能比较好。因此深海锚系浮标锚泊缆绳结构应为 8 股或 12 股编织绳结构。

3.3 缆绳的物理和机械性能

深海气候观测浮标锚系缆绳的线密度、断裂强力、延伸率和弹性回复率等物理和机械性能指标，通过锚系系统的力学分析得到。通常锚系系统的力学分析主要集中在对锚系线张力计算和破断力验证上，深海气候观测浮标张紧式锚系系统集合钢缆、系泊缆绳、锚链、浮球、释放器等结构复杂，需要对锚系线受力、姿态、弹性拉伸及标体漂移等情况进行深入的分析。深海锚系系统的受力除重、浮力外，主要来自海面浮体受到的风、浪、流载荷以及锚系线本身的流载荷。根据不同海况载荷条件，通过对锚系系统的力学分析，根据海况情况、浮标漂移控制以及排水量限制等条件，最终推算出风、浪、流载荷与锚泊缆绳弹性拉伸的关系，对锚泊缆绳的破断强力、工作负荷下的延伸率、线密度和弹性等性能提出具体要求，为锚泊缆绳设计提供参照。

(1) 断裂强力和线密度

绳索的线密度和断裂强力属于绳索最常规的指标，深海气候观测浮标锚系缆绳的断裂强力要求，是根据浮标锚系系统的力学分析计算得到，线密度的大小影响锚泊系统的重量和浮标漂浮体的浮力要求，在确定的断裂强力条件下，希望缆绳的线密度能低一些，以减轻锚泊系统的重量，因此对深海气候观测浮标锚系缆绳的原材料的强度和缆绳的制造工艺提出了较高的要求。

经过大量的多批次的测试验证试验，深海气候观测浮标锚系缆绳的线密度和最低断裂强力均能达到指标要求。具体选取了一部分验证结果情况如表 1 所示。

表 1 深海气候观测浮标锚泊缆绳的样品验证情况

绳索代号	标准线密度 /ktex	实测线密度 /ktex	标准线密度允许偏差/%±	实测线密度偏差/%	标准最低断裂强力/kN \geq (尾段插接眼环绳)	实测最低断裂强力/kN (尾段插接眼环绳)	拉力为 30%断裂强力时,的延伸率/%	弹性回复率/% (要求 $\geq 90\%$)	断裂部位	是否达标
17	157	162	5	3.2	60.0	61.1	25.6	94	标记外	达标
19	199	205	5	3.0	72.0	73.5	22.5	92	标记外	达标
22	275	280	5	1.8	97.8	103	25.2	90	标记外	达标
32	640	638	5	-0.3	187.7	190.2	20.0	93	标记外	达标
44	1210	1202	5	-0.7	320	334	23.7	92	标记外	达标
56	1970	1995	5	-1.3	504	530	20.5	93	标记外	达标

国外深海气候观测浮标锚泊缆绳的样品测试对比情况

国别	绳索代号	线密度 (g/m)	断裂强力 (kN)	30%断裂强力下的延伸率/%	弹性复率/% (要求 $\geq 90\%$)
中国	17	157	61.1	25.6	94
美国	17	150	58.68	20.9	90

(2) 深海浮标锚泊缆绳的延伸率

具有较高的强度和有较大的风浪能量吸收能力，是对深海气候观测浮标锚泊缆绳的最重要的要求。同样断裂强力的锚泊缆绳，工作负荷下缆绳的延伸率越大，则缆绳的吸收风浪的能力越强。对深海浮标锚泊缆绳的延伸率要求是：在拉力为 30%断裂强力时，缆绳的延伸率=20-30%。

要赋予锚泊缆绳较高的延伸率，需要在缆绳制作过程中对缆绳进行充分的松弛热定型处理。

经多次试验验证测试的情况见表 1 所示。

(3) 深海浮标锚泊缆绳的弹性回复率

有较高弹性回复率是深海浮标锚泊缆绳的最重要力学性能要求之一。有较大风浪能量吸收能力的缆绳，在风大海流湍急浮标受到较大横向推力时，该缆绳因为有比较大的延伸率所以被拉长，缆绳的伸长可以吸收风浪的能量，避免出现浮标将锚块拽离海底的情况造成走锚，使浮标观测点发生移动。当风速和海流速度变小时，浮标受到的横向推力变小，这时浮标锚泊系统用系泊缆绳因受到的拉伸张力变小应该发生弹性回缩，回复到被拉长以前的长度，将浮标固定在最初的观测位置。如果浮标系泊缆绳不能发生弹性回缩，就会出现浮标系泊缆绳

在拉力下不断出现塑性形变，缆绳越拉越长，缆绳的吸能缓冲能力不断下降，浮标的漂浮范围越来越大，不能保证观测点的稳定。

对深海浮标锚泊缆绳的弹性回复率要求是： $\geq 90\%$ （拉力从 30%断裂强力到零）。要使锚泊缆绳具有较高的弹性回复率，需要对缆绳进行循环预牵伸处理。经实测，经试验验证的情况见表 1

四、标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明

本标准在制定过程中未涉及专利。

五、与国际、国外同类标准水平的对比情况

本标准起草小组在制定《深海气候观测浮标锚泊缆绳》标准时系统检索了国内外有关深海浮标锚泊缆绳的标准，未检索到有关深海浮标锚泊缆绳的产品标准和检测标准。

六、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本标准符合现行相关法律、法规、规章及相关标准要求。

七、重大分歧意见的处理和依据

本标准在起草过程中未出现重大分歧意见。

八、废止现行相关标准的建议

无。

九、其他

本标准作为团体标准上报，发布实施后由归口单位组织做好标准的宣贯和咨询解答工作。

本标准为新制订标准，不替代任何标准。

《深海气候观测浮标锚泊缆绳》标准起草小组

2021 年 5 月