

ICS 65.150
CCS 56

T/GSAM

广东省农业机械学会团体标准

T/GSAM 015—2026

高密度聚乙烯重力式网箱建造规范

2026-01-09 发布

2026-01-12 实施

广东省农业机械学会 发布

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省现代农业装备研究院提出。

本文件由广东省农业机械学会归口。

本文件起草单位：广东省现代农业装备研究院、广东弘科农业机械研究开发有限公司、湛江经纬实业有限公司。

本文件主要起草人：彭彬、张现、刘清化、黄家恠、王水传、高翔、薛文峰、王周宇、李毅峰、郭子淳、赵锡和、苟利军、詹澎明、曾小辉、张航、张春文、张耀民、罗康璇、赖永铿。

高密度聚乙烯重力式网箱建造规范

1 范围

本文件规定了高密度聚乙烯重力式网箱建造的技术要求。
本文件适用高密度聚乙烯重力式网箱建造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 11607 渔业水质标准
- GB/T 12763.1 海洋调查规范 第1部分：总则
- GB/T 17501 海洋工程地形测量规范
- GB/T 18673—2024 渔用机织网片
- GB/T 18674 渔用绳索通用技术条件
- GB/T 32969—2016 船用锚链和系泊链钢
- GB/T 40749—2021 海水重力式网箱设计技术规范
- GB/T 43327.6—2023 石油天然气工业 海洋结构物特殊要求第6部分：海上作业
- GB/T 45604—2025 船舶与海洋技术 大抓力平衡锚
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50153 工程结构可靠性设计统一标准
- GB 50158 港口工程结构可靠性设计统一标准
- SC/T 4005—2000 主要渔具制作 网片缝合和装配
- SC/T 4025—2016 养殖网箱浮架 高密度聚乙烯管
- SC/T 4048.2—2020 深水网箱通用技术要求第2部分：网衣
- SC/T 4048.4—2021 深水网箱通用技术要求第4部分：网线
- SC/T 4049—2019 超高分子量聚乙烯网片绞捻型
- SC/T 4066—2017 渔用聚酰胺经编网片通用技术要求
- SC/T 5001—2014 渔具材料基本术语
- SC/T 5021—2017 聚乙烯网片 经编型
- SC/T 5022—2017 超高分子量聚乙烯网片 经编型
- SC/T 5031—2014 聚乙烯网片 绞捻型
- QB/T 5933—2023 海洋养殖网箱框架系统用高密度聚乙烯（HDPE）管材及配件
- TSG D2002—2006 燃气用聚乙烯管道焊接技术规则

3 术语和定义

GB 50153、GB 50009和SC/T 5001界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

浮管 floating pipe

由高密度聚乙烯或同类材料制成的圆形管材。

3.2

支架 bracket

由底座、立柱等组成，用于连接内、外浮管与扶手管的支撑架。

3.3

扶手管 handrail pipe

用于结缚防跳网和供操作人员扶手用的塑料管子。

3.4

浮架系统 floating system

由浮管、扶手管、支架、立柱等组成，使网箱悬浮于水中的浮性框架。

3.5

系泊系统 mooring system

由锚碇、锚链、锚绳、浮球、沉石、其他附件等组成，将网箱安装在特定位置海域的组件。

3.6

网衣 netting

由网线编织成的一定尺寸网目结构的片状编织物。

3.7

网衣系统 netting system

由网衣、浮子、绳子、沉子、其他附件等组成，用于保持养殖空间的重力式网箱设施结构。

3.8

重力式网箱 gravity cage

由浮架系统、网衣系统和锚泊系统构成。依靠浮架系统的浮力和网衣系统下部沉子的重力张紧网衣，保持箱体形状，并通过锚泊系统固定在养殖海域。

4 设计条件

4.1 设计海况

4.1.1 设计原则

设计海况应包括海面风、海浪、海流及潮位，应考虑海面风、海浪、海流同时出现的情况。

4.1.2 设计风速

应采用目标海域至少50年一遇的最大风速；设计风速取值不应低于36.9m/s，计算方法按GB/T 40749—2021中5.3.2的规定执行。

4.1.3 设计波浪

应采用目标海域至少50年一遇的波高及对应周期，波浪参数应按GB/T 40749—2021中5.3.3的规定执行。

4.1.4 设计流速

应采用目标海域至少50年一遇的最大流速，流速取值应考虑表层流速及垂向分布，计算方法按GB/T 40749—2021中5.3.4的规定执行。

4.1.5 设计潮位

应包括以下潮位值，计算方法按GB/T 40749—2021中5.3.5的规定执行：

- a) 设计高水位：应采用高潮累积频率 10%的潮位或历时累积频率 1%的潮位；
- b) 设计低水位：应采用低潮累积频率 90%的潮位或历时累积频率 98%的潮位；
- c) 极端高水位：应采用重现期至少为 50 年的年极值高水位；
- d) 极端低水位：应采用重现期至少为 50 年的年极值低水位。

4.2 载荷计算

4.2.1 固定载荷

4.2.1.1 重力载荷

应包括浮架系统、网衣系统、永久设备、人员和饵料等的重力，按公式（1）计算；其中，网衣应考虑生物附着物的重力，依据附着程度按0.3~1.0倍网衣在空气中的重力取值：

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \dots \dots \dots (1)$$

式中：

W ——网箱总重力，单位为牛（N）；

W_1 ——浮架系统重力，单位为牛（N）；

W_2 ——网衣系统在空气中的重力，单位为牛（N）；

W_3 ——网衣系统水下部分附着物的重力，单位为牛（N）；

W_4 ——网箱浮架系统其他承重之和（包括永久性设备重力、最大数量人员体重和饵料重力等），单位为牛（N）。

4.2.1.2 浮力载荷

应包括浮架系统、网衣系统等所能提供的浮力，按公式（2）计算，且不小于网箱重力的1.5倍：

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

F ——重力式网箱总浮力，单位为牛（N）；

F_1 ——浮架系统浮力，单位为牛（N）；

F_2 ——浮筒浮力，单位为牛（N）；

F_3 ——网衣浮力，单位为牛（N）；

F_4 ——沉子浮力，单位为牛（N）。

4.2.2 环境载荷

4.2.2.1 风载荷

作用于浮架构件上的风载荷应按公式（3）计算。

$$F_F = \frac{1}{2} C_{du} \rho \mu_F^2 A_F \dots\dots\dots (3)$$

式中：

F_F ——作用于单位长度浮架构件上的风载荷，单位为牛每米（N/m）；

C_{du} ——风阻力系数；浮架系统中圆形构件的风阻力系数宜取1.2，其他截面构件的风阻力系数可由物理模型试验确定；

ρ ——空气密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

μ_F^2 ——设计风速，单位为米每秒（m/s）；

A_F ——单位长度构件在垂直于风向上的投影面积，单位为平方米每米（m²/m）。

4.2.2.2 波浪载荷

作用在网箱构件上的波浪载荷应按公式（4）计算，网衣的海浪载荷宜取网线为计算对象，相应的水阻力系数应按照GB/T 40749—2021中附录A的规定确定。

$$F_W = F_D + F_I = \frac{1}{2} \rho_w C_d A_W (u - x') |u - x'| + \rho_w V (C_M u' - C_m x'') \dots\dots\dots (4)$$

式中：

F_W ——单位长度构件上的波浪载荷，单位为牛每米（N/m）；

F_D ——单位长度构件上的水阻力，单位为牛每米（N/m）；

F_I ——单位长度构件上的惯性力，单位为牛每米（N/m）；波浪作用下，网衣惯性力可以忽略不计；

ρ_w ——海水密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

C_d ——水阻力系数，浮架系统中漂浮于水面的圆形构件的水阻力系数宜取1.0，其他截面构件的水阻力系数应由物理模型试验确定；

A_W ——单位长度构件在垂直于矢量（ $u-x'$ ）方向上的投影面积，单位为平方米每米（m²/m）；

C_m ——附加质量系数，宜取0.2；

C_M ——惯性力系数， $C_M = C_m + 1$ ；

V ——单位长度构件的体积，单位为立方米每米（m³/m）；

u ——垂直于构件轴线的水质点速度分量，单位为米每秒（m/s）；

u' ——垂直于构件轴线的水质点加速度分量，单位为米每二次方秒（m/s²）；

x' ——垂直于构件轴线的单位长度构件速度分量，单位为米每秒（m/s）；

x'' ——垂直于构件轴线的单位长度构件加速度分量，单位为米每二次方秒（m/s²）。

4.2.2.3 海流载荷

作用在网箱构件上的海流载荷应按公式（5）计算，浮架系统中漂浮于水面的圆形构件的水阻力系数宜取1.0，其他截面构件的水阻力系数应由物理模型试验确定；网衣的海流载荷宜取网线为计算对象，相应的水阻力系数应按附录A确定：

$$F_c = \frac{1}{2} C_d \rho_w u_c^2 A_c \dots\dots\dots (5)$$

式中：

F_c ——作用于单位长度构件上的海流力，单位为牛每米（N/m）；

A_c ——单位长度构件在垂直于海流方向上的投影面积，单位为平方米每米（m²/m）；

u_c ——设计流速，单位为米每秒（m/s）。

5 设计原则

5.1 网箱总体设计原则

高密度聚乙烯重力式网箱可根据养殖需求、海区条件及船舶靠泊要求，选用圆形或矩形等结构形式。圆形网箱周长宜在40~160m之间；矩形网箱单边长度宜在10~25m之间。

高密度聚乙烯重力式网箱高度应根据养殖水域深度、设计波高、潮差及网箱底部与海底安全间距综合确定，网箱高度计算应符合GB/T 40749—2021中7.5.2规定的计算，重力式网箱最大箱体高度应按公式（6）计算。

$$H = D - \left(T + \frac{B}{2} + G + K \right) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

H ——网箱高度，即主浮管中心至沉子底部高度，单位为米（m）；

D ——目标海域水深，单位为米（m）；

T ——设计大潮潮差，单位为米（m）；

B ——设计波高，单位为米（m）；

G ——网箱底部至海底的最小深度，单位为米（m），在极端低潮位时不小于4 m，升降类重力式网箱下潜后不小于5 m；

K ——网箱升降设计最大深度，非升降型网箱取0，单位为米（m）。

5.2 浮架设计原则

5.2.1 一般要求

- 满足当地养殖的操作要求；
- 能抵抗固定载荷、环境载荷及载荷产生的变形，并具有抗疲劳能力；
- 设计寿命内能抵抗材料老化、化学腐蚀及生物附着的不利影响；
- 应考虑网衣系统、系泊系统、养殖工作船停靠及其他辅助设施作业与浮架系统之间的相互影响。

5.2.2 浮架系统设计载荷原则

浮架系统载荷计算应包括重力、浮力、风载荷、波浪载荷、海流载荷以及网衣系统和锚泊系统的作用力；浮架系统的载荷设计值应考虑载荷的不确定性。

载荷的设计值应按公式（7）确定：

$$F_{df} = \gamma_{ff} F_{rf} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

F_{df} ——浮架系统载荷的设计值，单位为牛（N）；

γ_{ff} ——浮架系统载荷的标准值，单位为牛（N）；

F_{rf} ——浮架系统载荷分项系数，按表1规定执行。

表1 浮架系统载荷分布系数

极限状态	固定载荷（重力、浮力）	环境载荷
正常使用极限状态	1.0/0.9 ^a	1.0 ^b
承载能力极限状态	1	1.3

a: 有利载荷（浮力）和不利载荷（重力）应分开考虑：有利载荷采用 0.9，不利载荷采用 1.0；
b: 适用于冰、雪引起的载荷。

5.3 系泊设计原则

5.3.1 一般要求

多点系泊系统设计应符合在任一系泊索突然失效时，不会导致其他系泊设备相继失效原则，同时遵循以下原则：

- 锚建议采用抓力锚或重力锚；
- 系泊系统中锚绳通过附件与锚碇连接、通过管套与浮架系统连接；
- 系泊系统中附件的强度应不低于锚绳、锚链的强度。

5.3.2 系泊设计工况原则

系泊分析应考虑下述设计工况：

- 完整作业工况：在规定的作业环境条件下，重力式网箱能进行预定作业而不使系泊张力超过规定值；
- 完整自存工况：在规定的自存环境条件下，系泊张力不超过规定值；
- 破损作业工况：系泊系统中任一根系泊失效时的作业工况；
- 破损自存工况：系泊系统中任一根系泊失效时的自存工况。

5.4 网衣系统设计的要求

5.4.1 一般要求

- 纤维类网衣结构，宜采用集中质量模型计算网衣受力、运动变形和网线张力；
- 铜制网衣结构，宜采用有限元方法或刚性网格模型进行变形与张力耦合分析；
- 网衣下纲应配备适当重量的沉力系统，确保网衣在潮流作用下充分展开，维持有效养殖容积。

5.4.2 网衣材料要求

- 网衣主要材质建议选具有高强度和高韧性的聚乙烯（PE）、超高分子量聚乙烯（UHMWPE）、尼龙（PA）、聚酯（PET）或具有同等强度的其他材料等，线密度及断裂强度应符合 GB/T 18674 中 5.2 规定；
- 网线应确保足够的抗拉强度、耐磨性、耐腐蚀、抗紫外线老化特性，适用于海洋环境长期使用，应具有相关性能的检测报告，检测报告及内容参考附件 B；
- 网衣材料可采取无毒、无公害的技术进行防生物附着处理，减少藤壶、藻类等海洋生物附着。

5.4.3 网衣设计工况原则

网衣系统设计分析应基于承载能力极限状态和正常使用极限状态，并按照 SC/T 4048.2—2020 中第 5 章规定执行，设计应考虑以下原则：

- 对于承载能力极限状态，需考虑固定载荷和环境载荷共同作用评估网衣系统极限承载能力。对于海上悬浮物较多的海域，需考虑固定载荷、环境载荷和偶然载荷耦合作用下的网衣系统剩余强度；
- 对于正常使用极限状态，需考虑固定载荷和环境载荷合作用，以确保网衣变形量维持有效养殖容积；
- 网衣单丝的设计安全系数应按照 SC/T 4048.4—2021 中 5.2.2 规定执行。

6 强度分析原则

6.1 强度计算原则

高密度聚乙烯重力式网箱的载荷计算需考虑环境载荷、固定载荷、施工载荷（装船、运输和安装等阶段所产生的载荷）以及生物附着载荷等，基于承载能力极限载荷和正常使用极限载荷组合确定构件的结构整体强度、局部构建强度、疲劳强度，计算方法按GB 50158和GB/T 40749—2021中5.2规定执行。

6.2 浮架系统强度原则

浮架系统材料强度的设计值应考虑材料的不确定性，材料性能的设计值应按公式（8）确定：

$$f_{df} = \frac{f_{rf}}{\gamma_{mf}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

f_{df} ——浮架系统材料性能的设计值，单位为帕（Pa）；

f_{rf} ——浮架系统材料性能的设计值，单位为帕（Pa）；

γ_{mf} ——浮架系统材料分项系数，按表2规定执行。

表2 浮架系统材料分项系数

极限分类	参数	材料分项系数
强度极限	浮管截面	1.1
强度极限	螺杆、螺钉、摩擦和焊缝	1.25
疲劳极限	所有材料分项系数	1

6.3 系泊系统设计衡准

6.3.1 系泊张力

系泊张力安全系数取决于设计工况、平台附近其他海上结构物是否存在以及所采用的系泊分析方法；推荐采用动力分析法，系泊安全系数F不小于表3的规定值，按照公式（9）计算：

$$F = \frac{P_B}{T_{max}} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

P_B ——系泊索的最小额定拉断强度，单位为牛（N）；

T_{max} ——系泊索最大张力，单位为牛（N）。

表3 系泊安全系数

设计工况	重现期	安全系数
完整作业工况	建议不小于1年	2.25
完整自存工况	建议不小于50年	1.67
破损作业工况	建议不小于1年	1.57
破损自存工况	建议不小于50年	1.25

6.3.2 系泊长度

若采用抓力锚，则系泊应具有足够的长度，以使系泊系统达到破损条件下最大偏移时系泊索仍有一段与海底相切，系泊长度应符合公式（10）规定：

$$\lambda = \frac{L}{D} \geq 6 \dots\dots\dots (10)$$

式中：

λ ——系泊水深比；

L ——系泊长度，单位为米（m）；

D ——目标海域水深，单位为米（m）。

6.3.3 锚碇承载力

- 锚碇应确保具有足够的承载力，适合于预定作业海域的海床状况；
- 锚碇的额定承载力应有相关测试证明，且锚碇承载力应符合表4的要求。

表4 锚碇承载力安全系数

锚类型	完整自存工况	破损自存工况
抓力锚	1.5	1.0
吸力锚/桩锚/重力锚(横向)	1.6	1.2
吸力锚/桩锚/重力锚(轴向)	2.0	1.5

6.4 网衣系统强力分析原则

6.4.1 无结网片

无结网片的网片强力应符合下列要求：

- PE 经编网片的网片纵向断裂强力应符合 SC/T 5021—2017 中 5.4 的要求；
- PA 经编网片的网片纵向断裂强力应符合 SC/T 4066—2017 中 5.3 的要求；
- UHMWPE 经编网片的网片纵向断裂强力应符合 SC/T 5022—2017 中 5.4 的要求；
- UHMWPE 绞捻网片的网片纵向断裂强力应符合 SC/T 4049—2019 中 5.3 的要求；
- PE 绞捻网片的网目连接点断裂强力应符合 SC/T 5031—2014 中 5.3 的要求；
- PET 网片的网片纵向断裂强力应符合 GB/T 18673—2024 中 5.3.8 的要求。

6.4.2 有结网片

有结网片的网片强力应符合 SC/T 4048.2—2020 中 5.3.2 规定的要求。

7 制造与安装

7.1 高密度聚乙烯重力式网箱制造准则

7.1.1 浮架系统

7.1.1.1 浮管、立柱及扶手管规格

应不低于 SC/T 4025—2016 中第 4 章规定的要求，浮管、立柱及扶手管规格见表 5。

表5 浮管、立柱及扶手管规格

网箱框架 规格周长/m	部件名称	材料规格					
		材料	代号	最小管材 平均外径/mm	最小壁厚/mm		
40	浮管	PE80或PE100	SDR17	250	14.8		
50				280	16.6		
60				315	18.7		
80				355	21.1		
60				400	23.7		
80				450	26.7		
100				500	29.7		
80				立柱	SDR13.6	125	9.2
100						160	11.8
120							
140							
140							
160							
—							

网箱框架规格周长/m	部件名称	材料规格			
		材料	代号	最小管材平均外径/mm	最小壁厚/mm
—	扶手管		SDR11	110	10.0
				140	12.7

注：网箱周长或直径是指浮架上内浮管中心线的周长和距离。

7.1.1.2 浮管材料断裂伸长率、纵向回缩率、氧化诱导时间、弯曲极限强度

对于流速小于1m/s，最大波高小于5m的海况下，浮管材料应符合QB/T 5933—2023中 6.1.4规定，物理力学性能参考表6执行。其他海况应通过计算来确定浮管物理力学性能。

表6 浮管物理力学性能

序号	物理性能	要求
1	断裂伸长率，%	≥350
2	纵向回缩率（110℃），%	≤3
3	氧化诱导时间（210℃），min	≥20
4	弯曲强度（23±2℃），MPa	≥20

7.1.1.3 浮架系统焊接准则

浮管、扶手管、立柱及支架等关键组件表面应光滑，不允许有气泡、划伤、凹陷、杂质等缺陷。焊接处不允许有裂缝、假焊等现象。焊接应符合TSG D2002—2006中附件 G规定的要求，详见表7。

表7 框架系统焊接要求

热熔焊接	电熔焊接
1. 几何形状: 卷边应沿整个外圆周平滑对称, 尺寸均匀、饱满、圆润, 翻边不得有切口或者缺口状缺陷, 不得有明显的海绵状浮渣出现, 无明显的气孔; 2. 卷边的中心高度必须大于零; 3. 焊接处的错边量不得超过管材壁厚的10%; 4. 使用外卷边切除刀切除卷边, 卷边应当是实心圆滑的, 根部较宽。卷边底面不得有污染、孔洞等。若发现杂质、小孔、偏移或者损坏时, 则判定为不合格; 5. 将卷边每隔几厘米进行180的背弯试验, 进行检查。当有开裂、裂缝缺陷时, 则判定为不合格。	1. 电熔管件应当完整无损, 无变形及变色; 2. 从观察孔应当能看到有少量的聚乙烯顶出, 但是顶出物不得呈流淌状, 焊接表面不得有熔融物溢出; 3. 电熔管件承插口应当与焊接的管材保持同轴; 4. 检查管材整个圆周的刮削痕迹。

7.1.2 系泊系统

- 建议采用抓力锚或重力锚。抓力锚材质为铁或等效耐腐蚀材料，其设计和制造应符合 GB/T 45604—2025 中第 4、5 章规定的要求。重力锚设计和制造应符合 GB/T 43327.6—2023 中 13.5、16.7 规定的要求；
- 锚绳材料宜采用聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）或同等强度材料，其系泊张力应满足 6.3.1 规定的安全系数要求。锚链应符合 GB/T 32969—2016 中第 4 章规定的要求；
- 系泊附件强度应不低于锚链及锚绳的最小破断强度。附件材质应为耐腐蚀金属，表面进行防腐处理；
- 锚碇的选型应结合海床地质条件，砂质或泥质海床宜选用抓力锚，岩石底质宜选用重力锚。

7.1.3 网衣系统

7.1.3.1 网衣系统总体要求

网衣推荐采用圆台型构型（上口大、下口小）或圆柱型，网衣水面以上高度不低于1米，网目尺寸应根据养殖对象的大小选择，网片缝合应符合SC/T 4005—2000中第2章的规定。

7.1.3.2 网衣系统其他要求

- 网衣系统应设计拦料网，高度不小于 2m；

- b) 网衣所有接缝和连接部位应进行加强处理。

7.2 选址

高密度聚乙烯重力式网箱建造前, 应进行选址定位并分析拟投放区域环境条件, 开展气象水文等资料收集, 且遵循以下原则:

- a) 符合海洋功能区划以及各类规划要求, 并避开航道、锚地等区域;
- b) 在同等条件下, 优先选择水质符合 GB 11607 中第 3 章规定的区域;
- c) 优先选择受台风、风暴潮、海冰和地震等灾害性气象影响较小海域;
- d) 优先选择避开急流区、浅滩区、存在底质灾害风险的区域等不利于网箱稳定和仪器安全的区域, 粉沙或粘土底质优先;
- e) 优先选择养殖面积较大、规模效应强、资源集中的海域;
- f) 优先选择 4G/5G 信号覆盖海域, 保证数据传输的稳定性和实时性。

7.3 地质勘探

应对高密度聚乙烯重力式网箱实际养殖海域的海床和地质进行详细勘探, 勘测按 GB/T 12763.1、GB/T 17501 规定执行, 勘探遵循以下原则:

- a) 勘探的实际范围、深度和精确性应综合考虑拟建高密度聚乙烯网箱的规格、布局及系泊系统设计, 并分析海床土层的连续性、均匀性及空间变异性等;
- b) 海床勘探应揭示表层淤泥层厚度及分布, 软弱夹层、液化潜在层, 基岩面埋深及起伏形态, 持力层(如砂层、风化岩)的分布与工程特征;
- c) 地质勘探应能识别并评估塌陷、滑坡、滑动面, 断层、裂隙带, 挤入软弱层(如泥浆穿刺), 沙波、沙脊等动态地貌特征, 浅层气、埋藏古河道等潜在风险源。

7.4 网箱安装要求

7.4.1 浮架系统

7.4.1.1 浮架系统的安装准备

- a) 安装前应检查浮管、扶手管、支架、立柱等有无损伤、变形或缺陷, 核对组件尺寸和规格, 确保与设计一致;
- b) 确认焊接设备和人员资质符合 TSG D2002—2006 要求;
- c) 确保安装场地坡度 $\leq 20^\circ$;
- d) 若在沙滩等海边开阔地带安装, 应有固定网箱措施, 防止涨潮冲击网箱导致网箱堆叠损坏。

7.4.1.2 浮架系统安装流程

- a) 组装支架、立柱等, 采用热熔或电熔焊接, 焊接质量符合本文 7.1.1.3 要求, 确保限位块焊接牢固。网箱定位、监控、太阳能模块建议在热熔焊接闭合前或网箱完成所有抛锚后安装;
- b) 组装主浮管成环形;
- c) 绑扎系泊绳索。

7.4.1.3 浮架系统焊接质量控制

- a) 焊接环境应无雨、风、浪影响, 环境温度在 $-10^\circ\text{C}\sim 40^\circ\text{C}$ 之间;
- b) 焊缝应进行外观检查和弯曲测试, 必要时进行无损检测;
- c) 焊接记录应完整, 包括焊接参数、操作人员、时间及操作环境。

7.4.1.4 浮架系统拖航与调试

- a) 使用专用工作船将框架拖曳至定位位置, 拖航绳索断裂强度 \geq 网箱阻力 1.5 倍;
- b) 安装后进行浮管外观完整性检测;
- c) 海上作业人员应穿戴救生装备, 并遵守海上作业安全规程。

7.4.2 系泊系统

7.4.2.1 系泊系统安装前准备

- a) 抛锚前应基于 7.3 地质勘探结果，确认锚泊点定位；
- b) 检查锚碇、锚绳、锚链及附件无损伤，并核对规格。

7.4.2.2 系泊系统安装流程

- a) 将锚链、锚绳的连接件提前进行紧固；
- b) 抛锚船舶到达锚点定位附近后，船载吊机或辅助起重设备将锚平稳吊放至水面附近，缓慢调整接近锚点定位，到达定位点后解锁缓慢悬挂入水，避免直接抛掷造成锚碇损坏或侧翻；
- c) 船舶驶至锚地位点对面，将预拉缆绳固定于拖柱，进行预拉作业，检查预拉缆绳张力，如过松或锚位不正，则重新起锚调整，确保锚固稳。

7.4.2.3 系泊系统安装后检查与记录

- a) 检查所有连接点无松动、磨损或腐蚀；
- b) 记录锚点与定位点之间距离；
- c) 记录安装环境条件；
- d) 提交安装报告，包括检验记录和调整数据。

7.4.3 网衣系统

7.4.3.1 网衣系统一般要求

- a) 推荐在 2 级及以下海况条件进行安装；
- b) 安装前应检查网衣尺寸是否与网箱浮架系统匹配，确认网衣无制造缺陷和损伤。

7.4.3.2 网衣系统安装流程

- a) 利用船载吊机或辅助起重设备，将网衣平稳放入已安装就位的浮架系统内部；
- b) 将网衣的上纲与内浮管和扶手进行牢固绑扎。

7.4.3.3 网衣系统安装后检查与记录

- a) 检查网衣纲绳受力，确保网箱浮管为主要承力构件；
- b) 检查网衣整体形状，确保无扭结和缠绕现象；
- c) 检查所有连接点和固定装置，确认牢固无松动；
- d) 记录绑扎点位数量、间距、下水时间、安装海况。

8 标志、标签、包装、运输及储存

8.1 标志、标签

每个海上安装网箱建议在显著位置标明网箱编码，通过编码，可查询网箱所有权单位或个人、首次下海安装时间、网箱尺寸、定位、是否检验合格等信息。

每个网箱应附有产品合格证明作为标签，标签上至少应包含下列内容：

- a) 产品类别；
- b) 产品规格；
- c) 生产企业名称与地址；
- d) 执行指引；
- e) 使用年限；
- f) 维护周期。

8.2 包装

网箱的浮架系统、系泊系统、网衣系统应根据部件特性和运输条件进行适当防护包装，确保在运输过程中避免机械损伤和污染。至少应包含下列内容：

- a) 浮管、扶手管等管状组件表面应包裹防摩擦材料，管端接口处应加盖防护帽；
- b) 金属部件应涂防锈油，并用防水材料包裹后捆扎固定；
- c) 网衣应做防潮包装或捆扎成卷，避免钩挂和污损；

- d) 捆扎时需在部件接触点加垫缓冲材料，防止挤压变形或表面划伤；
- e) 外包装或捆扎体上应清晰标注部件名称、规格、数量及防护标识。

8.3 运输

产品在运输过程中应避免抛摔、拖曳、磕碰、摩擦、油污和化学品的污染，切勿用锋利工具钩挂。

8.4 储存

浮架材料、网衣材料、系泊用合成纤维绳索与锚链材料等应存放在清洁、干燥的库房内，远离热源3 m以上；室外存放应有适当的遮盖，避免阳光照射、风吹雨淋和化学腐蚀。若浮架材料、网衣材料、系泊用合成纤维绳索与锚链材料（从生产之日起）储存期超过2年，则应经复检，合格后方可出厂。



附录 A
(规范性)
网衣水阻力系数

A.1 纤维网衣的水阻力系数

渔业设施常用的纤维网衣（聚酰胺网、聚乙烯网）的水阻力系数，宜采用式（A.1）进行计算：

$$C_d = 3 (Re^\lambda)^{-0.04} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$Re^\lambda = \frac{\mu_c \lambda_m E_H E_V}{2V} \dots\dots\dots (A.2)$$

$$E_H = \frac{W_{net}}{2n_H \lambda_m} \dots\dots\dots (A.3)$$

$$E_V = \frac{H_{net}}{2n_V \lambda_m} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

C_d ——网衣阻力系数；

Re^λ ——雷诺数；

ν ——流体运动黏性系数，单位为平方米每秒（ m^2/s ）；

u_c ——设计流速，单位为米每秒（ m/s ）；

λ_m ——目脚长度，单位为米（ m ）；

E_H ——网目水平缩结系数；

E_V ——网目垂直缩结系数；

W_{net} ——网衣装配后水平方向的长度，单位为米（ m ）；

H_{net} ——网衣装配后垂直方向的长度，单位为米（ m ）；

n_H ——水平方向的网目个数，单位为个；

n_V ——垂直方向的网目个数，单位为个。

A.2 其他网衣的水阻力系数

有涂层的纤维网衣，以及超高分子量聚乙烯网、金属网衣、PE网等新型网衣的水阻力系数，宜采用水动力物理模型试验确定。

A.3 被其他污损附着的网衣

对于不同海区、具有不同附着物类型网衣，宜首先开展网衣挂片试验进行现场采样，以获得网衣上的附着物类型和附着程度，再通过物理模型试验的方法获取生物附着影响下网衣的水阻力系数。

附 录 B
(规范性)
网衣网线检测报告

产(样)品名称		型号规格		第 页 共 页
受(送)检 单位/地址		检验类别		
生产单位		样品等级、状态		
抽样地点		抽(到)样日期		
样品数量		抽(送)样者		
抽样基数		原编号或 生产日期		
检验依据		检验项目		
所用主要仪器		实验环境条件		
序号	检验项目名称及单位	技术要求	检验结果	单项判定
1				
...				
...				
检验结论				
样品特性 状态说明				
不确定度说明				
其他说明				
备注				