

ICS

备案号

HY

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T XXXXX—XXXX

中空纤维纳滤膜组件

Hollow fiber nanofiltration membrane module

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部

发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国海洋标准化技术委员会海水淡化及综合利用分技术委员会（SAC/TC 283/SC7）归口。

本标准起草单位：德蓝水技术股份有限公司、天津工业大学、国家海洋局天津海水淡化与综合利用研究所、深圳德蓝生态环境有限公司、杭州水处理技术研究开发中心有限公司、天津天元新材料科技有限公司、天津水之源科技有限公司、江苏泷膜环境科技有限公司。

本标准主要起草人：曾凡付、王薇、潘献辉、许白羽、郑宏林、于湉、赵成坚、沈娟。

中空纤维纳滤膜组件

1 范围

本标准规定了中空纤维纳滤膜组件（以下简称组件）的分类与命名、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于中空纤维纳滤膜组件。中空纤维反渗透膜组件可参考执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 191 包装储运图示标志（ISO 780:1997，MOD）

GB/T 2828.1 计算抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划（ISO 2859-1:1999，IDT）

GB/T 6908 锅炉用水和冷却水分析方法 电导率的测定

GB/T 9174 一般货物运输包装通用技术条件

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准

GB/T 20103—2006 膜分离技术 术语

GB/T 32373 反渗透膜测试方法

GB/T 36137 中空纤维超滤膜和微滤膜组件完整性检验方法

3 术语和定义

GB/T 20103—2006 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。为了便于使用，以下重复列出了GB/T 20103 中的部分术语和定义。

3.1

纳滤 nanofiltration

以压力为驱动力，用于脱除多价离子、部分一价离子的盐类和分子量 200~1000 的有机物的膜分离过程。

[GB / T 20103—2006，定义 4.2.33]

3.2

纳滤膜 nanofiltration membrane

用于脱除多价离子、部分一价离子的盐类和分子量大于 200 道尔顿的有机物的半透膜。

[GB/T 20103—2006，定义 4.1.2]

3.3

中空纤维膜 hollow fiber membrane

外型为纤维状、空心的具有自支撑作用的膜。

注：对于反渗透膜，皮层在外表面；对于超滤膜和微滤膜，皮层在内表面、外表面或内、外表面。

[GB/T 20103—2006，定义 2.1.28]

3.4

中空纤维膜组件 hollow fiber module

由中空纤维膜元件安装在壳体中而构成的膜组件。

[GB/T 20103—2006，定义 2.2.6]

3.5

有效膜面积 effective membrane area

与给料液直接接触起到分离作用的膜面积。

[GB/T 32373—2015，定义3.7]

3.6

水通量 water flux

在一定操作条件下，单位膜面积单位时间透过水的量，单位为 $L/(m^2 \cdot h)$ 。

[GB/T 32373—2015，定义3.3]

3.7

脱盐率 salt rejection

表示脱除给料液盐量的能力。

[GB / T 20103—2006，定义 2.2.11]

3.8

堵孔率 blocked ratio

中空纤维膜组件的切割端面上被封口中空纤维膜的数量占中空纤维膜总数的百分比（%）。

4 分类与命名

4.1 类型

中空纤维纳滤膜组件按组件进水方式可分为：外压式和内压式组件，见表1。

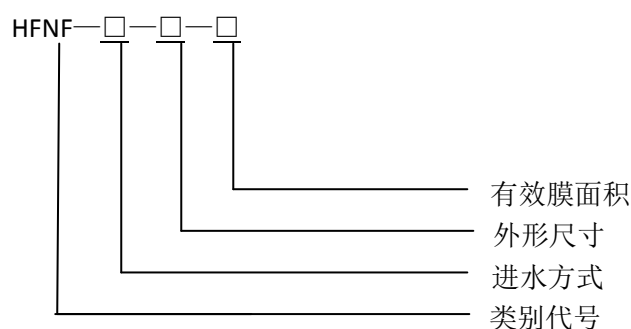
表 1 中空纤维纳滤膜组件的类型

进水方式	代号
外压	O
内压	I

4.2 命名

4.2.1 组件的型号构成

中空纤维纳滤膜组件的型号由英文字母和阿拉伯数字组成，包括组件的类别代号、进水方式、外形尺寸、有效膜面积四部分，各部分之间以连字符“-”连接，并按照下列规则排列。



4.2.2 中空纤维纳滤膜组件的类别代号指中空纤维纳滤（hollow fiber nanofiltration）的英文大写字母的缩写组成，为 HFNF。

4.2.3 中空纤维纳滤膜组件的进水方式：外压式组件（outside）用“O”、内压式组件（inside）用“I”。

4.2.4 中空纤维纳滤膜组件的外形尺寸以组件长度和外壳外径的数值按顺序组合表示，单位为英寸。

4.2.5 中空纤维纳滤膜组件的有效膜面积，单位为平方米（m²）。

4.2.6 中空纤维纳滤膜组件型号示例如下：

例如：HFNF-O-4010-30.0

表示组件长度为40英寸（1016 mm）、外壳直径为10英寸（254 mm）、有效膜面积为30.0平方米的外压式中空纤维纳滤膜组件。

5 要求

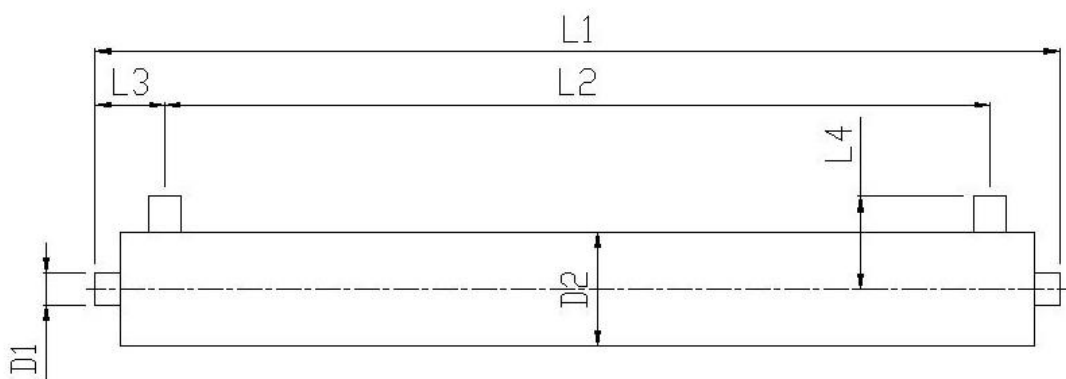
5.1 外观

5.1.1 中空纤维纳滤膜组件的外观应光洁平整，无毛刺、损伤、污染、锈蚀、划痕、裂痕等明显缺陷。其连接件应牢固可靠，无松动。卡环等金属件应光滑光亮、无油污等。

5.1.2 中空纤维纳滤膜组件端面应切口平滑，每支组件切割端面的堵孔率应低于 0.2%。

5.2 外形尺寸

中空纤维纳滤膜组件结构如图1所示。组件的尺寸公差应符合表2规定。



说明：

- L1——组件长度，毫米（mm）；
 L2——接口间长度，毫米（mm）；
 L3、L4——进出水口之间的距离，毫米（mm）；
 D1——接口直径，毫米（mm）；
 D2——外壳直径，毫米（mm）。

图 1 中空纤维纳滤膜组件的结构示意图

表 2 中空纤维纳滤膜组件的尺寸公差

公称尺寸（mm）	尺寸偏差（mm）
L1	±3.0
L2	±2.0
L3	±1.0
L4	±1.0
D1	±0.5
D2	±0.5

5.3 截留性能

中空纤维纳滤膜组件的截留性能应符合表 3 的要求。

表3 截留性能指标

测试项目		水通量 (L/m ² .h)	脱盐率 (%)	
指标		≥10.0	≥30.0	≤50.0
测试条件	测试溶液	去离子水	2000 mg/L 硫酸镁溶液	500 mg/L 氯化钠溶液
	测试压力 (MPa)	0.10±0.01	0.50±0.02	0.50±0.02
	测试温度 (°C)	25±0.2	25±0.2	25±0.2

5.4 组件完整性

中空纤维纳滤膜组件的完整性应符合 GB/T 36137 的要求。

5.5 卫生安全性

用于生活饮用水处理时，中空纤维纳滤膜组件的卫生安全性应符合GB/T 17219的要求。

6 试验方法

6.1 外观检验

6.1.1 用目视的方法检测中空纤维纳滤膜组件的外观，结果应符合 5.1.1 的要求。

6.1.2 用目视的方法计数中空纤维纳滤膜组件每个切割端面的中空纤维膜总数 (n_0) 和被封口的中空纤维膜数量 (n_b)，按式 (1) 计算中空纤维纳滤膜组件堵孔率 (P)，计算结果应符合 5.1.2 的要求。

$$P = \frac{n_b}{n_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中： P —堵孔率，%；

n_b —被堵塞中空纤维膜的数量，根；

n_0 —中空纤维膜的总数量，根。

6.2 外形尺寸检测

6.2.1 用游标卡尺（精度0.02 mm）测量组件接口及外壳的直径（见图1），测量方法如下：

a) 沿外壳长度的方向均匀取三个待测圆周，沿三个圆周均匀测量3次，取每个圆周3次测量值的算数平均值作为该点位直径检测的最终数据。三个圆周的尺寸公差均应符合5.2的要求。

b) 沿接口的圆周方向均匀测量3次，取算数平均值作为接口直径检测的最终数据。尺寸公差应符合5.2的要求。

6.2.2 用卷尺（精度1 mm）测量组件长度，沿组件一端向另一端均匀测量3次，取算数平均值作为组件长度的最终数据。尺寸公差应符合5.2的要求。

6.3 截留性能检测

6.3.1 材料和仪器装置

主要材料和仪器如下：

——去离子水或蒸馏水，电导率小于 10 μ S/cm；

——硫酸镁，分析纯；

——氯化钠，分析纯；

——电子天平，准确度 0.01 g；

——电导率仪，精度 \pm 1%；

——温度计，量程 0 $^{\circ}$ C \sim 100 $^{\circ}$ C，准确度 0.1 $^{\circ}$ C；

——秒表，精度 1/100 s；

——压力表，精度等级 2.5；

——量筒，精度为 1 mL；

——中空纤维纳滤膜组件测试装置，见附录A图A.1。

6.3.2 水通量

中空纤维纳滤膜组件水通量的测试装置见附录A图A.1，测试步骤如下：

- a) 将待测组件用去离子水清洗干净，并按照规定的接口方式（内压/外压）连接入测试系统；
- b) 将去离子水加入测试装置的原水罐中；
- c) 开启增压泵，缓慢调节阀门，将测试压力调至 (0.10 ± 0.01) MPa；
- d) 在温度 (25 ± 0.2) °C、操作压力 (0.10 ± 0.01) MPa下稳定运行10min后，记录产水流量 (Q) ，连续记录3次；
- e) 测试完成后，缓慢调节阀门，将运行压力降至0.01 MPa下，关闭增压泵；
- f) 按式（2）计算组件的水通量 (F) ，取3次计算值的平均值作为最终测试数据，计算结果应符合表3的要求。

$$F = \frac{60Q}{A} \dots\dots\dots (2)$$

式中： F —水通量，升每平方米每小时[L/(m² h)]；

Q —产水流量，升每分钟（L/min）；

A —有效膜面积，平方米（m²）。其计算方法见式（3）。

$$A = \frac{n\pi DL}{1000} \dots\dots\dots (3)$$

式中： A —中空纤维纳滤膜组件的有效膜面积，平方米（m²）；

n —中空纤维纳滤膜的数量，根；

D —中空纤维纳滤膜的直径（内压膜为内径，外压膜为外径），毫米（mm）；

L —中空纤维纳滤膜的有效长度，米（m）。

6.3.3 脱盐率

中空纤维纳滤膜组件脱盐率的测试装置见附录A图A.1，测试步骤如下：

- a) 将原水罐中加入硫酸镁溶液或氯化钠溶液测试液（测试溶液的浓度见表3）；
- b) 将待测组件用去离子水清洗干净，并按照规定的接口方式（内压/外压）连接入测试系统；
- c) 开启增压泵，缓慢调节阀门，将运行压力调至 (0.50 ± 0.02) MPa；
- d) 在温度 (25 ± 0.2) °C，运行压力 (0.50 ± 0.02) MPa下稳定运行10 min后，收集一定量的原水和透过液，分别测量电导率值 k_f 和 k_p ，连续测量3次；
- e) 缓慢调节阀门，将运行压力降至0.01 MPa以下，关闭增压泵；
- f) 按照GB/T 6908 的规定分别测量原水和透过液的电导率值（ k_f 和 k_p ）；
- g) 按式（4）计算脱盐率 (R) ，取3次计算值的平均值作为最终测试数据，计算结果应符合表3的要求。

$$R = \frac{k_f - k_p}{k_f} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中： R —脱盐率，%；

k_f —原水电导率值，微西门子每厘米（ $\mu\text{S/cm}$ ）；

k_p —透过液电导率值，微西门子每厘米（ $\mu\text{S/cm}$ ）。

6.4 组件完整性检测

中空纤维纳滤膜组件完整性检测按GB/T 36137规定的方法执行。

6.5 卫生安全性

中空纤维纳滤膜组件的卫生安全评价试验应按照GB/T 17219的相关规定执行，其检测结果应符合5.5的规定。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式试验。

7.2 出厂检验

7.2.1 检验要求

每批膜组件均应进行出厂检验，检验合格后方可出厂，出厂检验项目和检验方式应按表5规定进行。

表5 出厂检验

项目名称	要求的章条号	试验方法的章条号	检验方式
外观	5.1	6.1	抽检
外形尺寸	5.2	6.2	
水通量	5.3	6.3.2	
脱盐率	5.3	6.3.3	
组件完整性	5.4	6.4	GB/T 36137

7.2.2 组批规则

采用相同的膜材料、工艺和设备，连续生产周期不超过一周的若干中空纤维纳滤膜组件为一批。

7.2.3 抽样方法

每批中空纤维纳滤膜组件应按 GB/T 2828.1 规定的方法进行抽样检验。

7.2.4 判定规则

7.2.4.1 外观要求项目，若其不合格项次不超过两次，则判定为检验合格；若超过两次，允许加倍数量对不合格项目进行复检，复检合格则判定为检验合格。如果仍有一项或一项以上不合格，则该批检验判定为不合格。

7.2.4.2 其余要求项目，若全部合格，则判定为检验合格；若有一项或一项以上不合格，允许加倍数量对不合格项目进行复检，复检合格则判定为合格。如果仍有一项或一项以上不合格，则该批检验判定为不合格。

7.3 型式试验

7.3.1 当出现下列条件之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制鉴定；
- b) 正式生产后，如设计、材料、工艺、结构有较大改变可能影响产品性能时；
- c) 正常批量生产时，每年一次；
- d) 产品停产1年以上再恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；

f) 国家质量技术监督机构提出进行型式检验要求时。

7.3.2 型式检验项目

型式检验项目见表6。

表 6 型式检验

项目名称	要求的章条号	试验方法的章条号	检验方式
外观	5.1	6.1	全检
外形尺寸	5.2	6.2	
水通量	5.3	6.3.2	
脱盐率	5.3	6.3.3	
组件完整性	5.4	6.4	GB/T 36137
卫生安全性	5.5	6.5	抽检

7.3.3 组批规则

采用相同的膜材料、工艺和设备，连续生产周期不超过一周的若干中空纤维纳滤膜组件为一批。

7.3.4 抽样方法

每批中空纤维纳滤膜组件抽取3支样品检验。

7.3.5 判定规则

膜组件型式检验的判定规则如下：

a) 用于饮用水处理的膜组件，抽检样品其“卫生安全性”检验结果不合格则判定该批次不合格。若“卫生安全性”检验结果合格，且全检项目检验结果符合第5章要求的产品判定为合格产品。

b) 当外观、外形尺寸、水通量、脱盐率和组件完整性检测全部合格时，判定为检验合格。若有一项或一项以上不合格，允许加倍数量对不合格项目进行复检，复检合格则判定为合格。如果仍有一项或一项以上不合格，则该批检验判定为不合格。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

中空纤维纳滤膜组件出厂时应有标志，标志内容包括：

- a) 制造厂厂名及原产地；
- b) 商标产品编号；
- c) 产品名称、型号和规格；
- d) 生产日期；
- e) 产品执行的标准号。

8.2 包装

8.2.1 中空纤维纳滤膜组件的包装应符合 GB/T 9174 的要求，注意外壳及各接口处应给与保护性包扎，且应用木箱或其他牢固的包装箱包装，并有防潮保护措施。

8.2.2 中空纤维纳滤内包装为密封包装。

8.2.3 包装箱外表应清晰标明：产品名称、商标、规格型号、生产日期、生产企业的名称、地址。

8.2.4 中空纤维纳滤膜组件的包装储运标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.3 运输

8.3.1 运输过程中应固定牢靠，运输、装卸过程中避免碰撞、跌落，防雨防潮，不得重压，不得与有毒有害物品混运。

8.3.2 在运输过程中，湿式膜组件的环境温度应为 5℃~45℃；干式膜组件的环境温度应不高于 45℃。

8.4 贮存

8.4.1 中空纤维纳滤膜组件贮存温度应为：湿式膜组件 5℃~45℃；干式膜元件不高于 45℃。

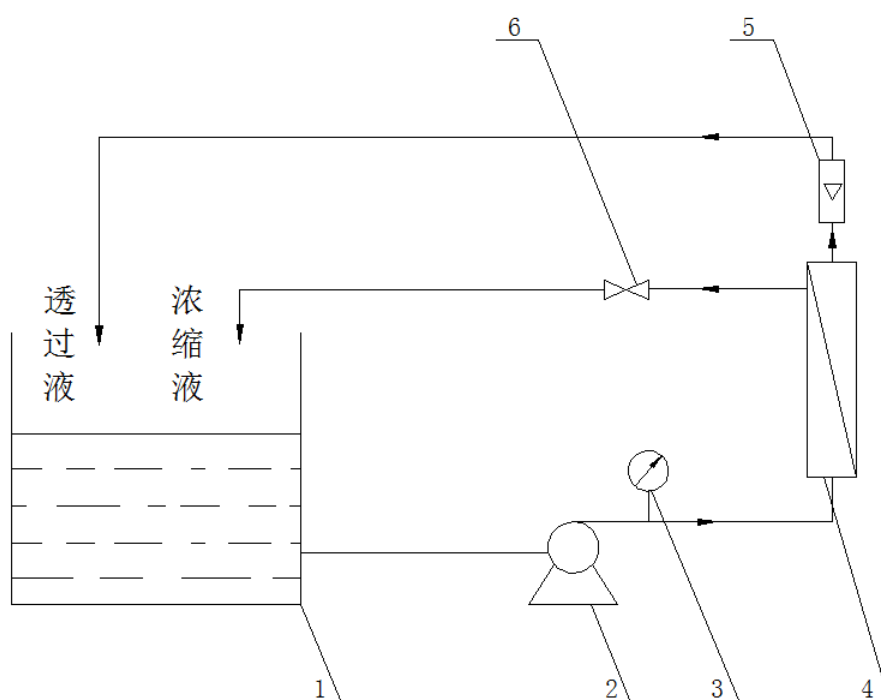
8.4.2 湿式膜组件贮存时应加入保护液。

8.4.3 膜组件应放置在室内，放置场地应清洁、平整，无腐蚀，无污染，远离冷、热源，避光。

附录 A
(资料性附录)

A.1 中空纤维纳滤膜组件测试装置

中空纤维纳滤膜组件测试装置示意图见图A.1。



1. 原水罐；2. 增压泵；3. 压力表；4. 中空纤维纳滤膜组件；5. 流量计；6. 阀门

图 A.1 中空纤维纳滤膜组件测试装置示意图