

T/SDMS

团 体 标 准

T/SDMS 016—2025

反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件

Backwashable or air-scourable self-cleaning spiral-wound ultrafiltration membrane
module

2025 - 09 - 16 发布

2025 - 11 - 16 实施

山东省膜学会 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。

本文件由山东省膜学会提出并归口。

本文件起草单位：江苏拓邦环保科技有限公司、山东招金膜天股份有限公司、山东省膜学会标准研究中心、山东理工大学、上海膜芮科技集团有限公司、济宁波塞顿环保技术有限公司、中国海洋大学、湖州通力塑料电器有限公司、长沙建瓴科技有限公司、苏州诺津环保科技有限公司、淄博标准化研究院、淄博萨丽特包装制品有限公司、济南思克测试技术有限公司、淄博市检验检测计量研究总院、莱州联友金浩新型材料有限公司、广东桐远新材料有限公司、江苏拓邦华创科技有限公司、浙江绿龙新材料有限公司、富海（东营）新材料有限公司、新疆拓邦未来环境工程有限公司、上海沁西环境工程有限公司、济南丰源环保科技有限公司、南通双联仪器设备有限公司、苏州默奢优服仪器有限公司、四川凯歌微纳科技有限公司、山东净泽膜科技有限公司。

本文件主要起草人：赵慧宇、吕苏、张伟政、田怀德、杨乃涛、逯华、杨继广、高学理、张凯松、葛浩、何健、李毅彤、高涛、宗磊、张目清、孔祥鑫、方琼谊、缪军涛、郑勇、陈文龙、姬海明、陈艳华、王广俊、崔斌、李啸、周华东、杨建华、高翔、董红晨、陈根勇、徐冰。

反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件

1 范围

本文件规定了反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件的型号与命名、材料要求、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于液体的分离、浓缩和净化工艺中使用的反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件（以下简称“膜组件”）的设计、生产和检验。

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/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 5749 生活饮用水卫生标准
- 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 32360—2015 超滤膜测试方法
- GB/T 36137—2018 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

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件 **backwashable or air-scourable self-cleaning spiral-wound ultrafiltration membrane module**

设有独立的气擦洗口与反冲洗通道，通过向组件内部引入空气对膜面进行气擦洗或通过由产水侧向进水侧导入反向水流冲刷膜表面，以去除或减缓膜污染实现自清洁，由一个或多个卷式超滤膜元件构成的膜组件。

3.2

超滤 **ultrafiltration**

由起分离作用的一层极薄表皮层和较厚的起支撑作用的海绵状或指状多孔层组成，切割分子量在几百至几百万的膜。

[来源：GB/T 20103—2006，5.1.1]

3.3

产水量 **productivity**

在规定的运行条件下，膜组件单位时间内所生产的产品水的量。

[来源：GB/T 20103—2006，2.2.10，有修改]

3.4

切割分子量 **molecular weight cut off; MWCO**

超滤膜在规定条件下对某一已知分子量物质的截留率达到90%时，该物质分子量为该膜的切割分子量。

[来源：GB/T 20103—2006，5.1.4]

3.5

膜组件完整性 **membrane module integrity**

完整性

膜组件不存在影响分离效果的机械性缺陷的性能。

[来源：GB/T36137—2018，3.7]

3.6

压力衰减速率 pressure decay rate

在规定条件下，将膜组件充规定压力的空气并关闭膜组件进出口，测试时间段内膜组件中气体压力单位时间平均下降值。

3.7

通量恢复率 flux recovery rate

经过一次反冲洗或气擦洗和反冲洗后，膜组件通量与初始通量的比值。

4 型号、结构和基本参数

4.1 型号

膜组件的型号用符号和数字组合表示，具体含义如下：



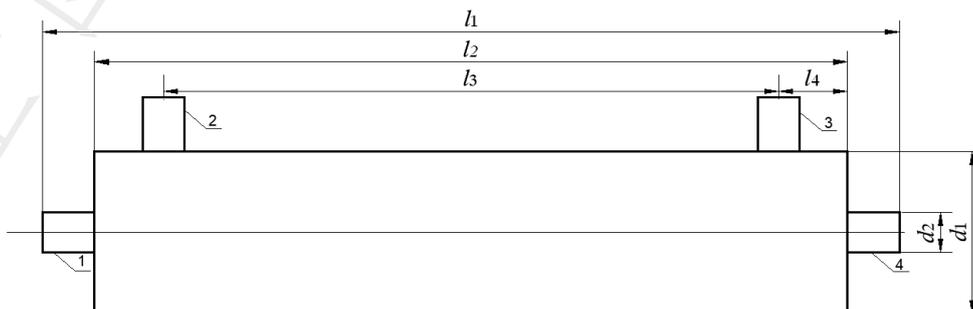
表1 反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件常见材料代号

膜材质	膜材质代号
聚砜	PSU
聚醚砜	PES
聚偏氟乙烯	PVDF
聚丙烯腈	PAN
醋酸纤维素	CA

示例：UF-BS-225×2360-7.5-PSU 表示外径为 225 mm，长度为 2360 mm，产水量为 7.5 m³/h，膜材料为聚砜的反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件。

4.2 结构

膜组件结构示意图如图1所示。



标引序号说明：

- 1——浓水口（反洗出口）；
2——产水口（反洗进口）；
3——进水口（反洗出口）；
4——气擦洗口。

注：各接口的功能如下：

- a) 浓水口(反洗出口)：膜组件运行过程中，流道末端含有较高浓度的溶质或颗粒的浓缩水（未透过膜的部分）的出口；膜组件反洗过程中，用于排出表面沉积污染物的接口；
b) 产水口(反洗进口)：膜组件运行过程中，用于收集并排出透过膜的水的接口；膜组件反洗过程中，用于引入反向清洗水流的接口，水流由产水侧导入并沿膜面反向流动，以冲刷和排出膜表面沉积的污染物；
c) 进水口(反洗出口)：膜组件运行过程中，用于引入原水（待处理水）的入口；膜组件反洗过程中，用于排出表面沉积污染物的接口。
d) 气擦洗口：膜组件中专门用于引入空气的接口。气擦洗过程中，空气从气擦洗口进入膜组件进水侧，产生气液两相流，在膜表面形成湍流和剪切力，以去除或减缓膜污染。

图1 反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件结构示意图

4.3 基本参数

常用型号的基本参数见表2。

表2 常用的反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件参数

型号	外形尺寸 mm	进水口、产 水口公称直 径	浓水口公 称直径	气擦洗口内 螺纹	进水口、产 水口连接方 式	产水量 m ³ /h	外壳材料
UF-BS-225×2360-7.5-PSU	Φ225×2360	DN50	DN50	Rp 3/8	卡箍式	7.5	ABS
UF-BS-225×1860-5.0-PSU	Φ225×1860	DN50	DN50	Rp 3/8	卡箍式	5.0	ABS
UF-BS-165×1860-3.2-PSU	Φ165×1860	DN50	DN32	Rp 3/8	卡箍式	3.2	ABS
UF-BS-225×1952-4.8-PSU	Φ225×1952	DN100	DN100	Rp 3/8	卡箍式	4.8	ABS
UF-BS-225×2452-8.8-PSU	Φ225×2452	DN100	DN100	Rp 3/8	卡箍式	8.8	ABS

注：未列型号的参数按合同约定执行。

5 原料

5.1 膜组件选用的超滤膜片，对标称切割分子量的溶质的截留率应在 90%以上。常用的超滤膜材料及对应切割分子量见表 3。

表3 常用的超滤膜材料切割分子量

膜材料	切割分子量
聚丙烯腈	100,000
聚砜，聚醚砜，聚丙烯腈	50,000
聚砜，聚醚砜，聚丙烯腈，聚偏氟乙烯	20,000
醋酸纤维素，聚砜，聚醚砜，聚丙烯腈，聚偏氟乙烯	6,000
醋酸纤维素，聚砜，聚醚砜，聚丙烯腈，聚偏氟乙烯	1,000

5.2 膜组件制作所选用的原料和外购件应有供应厂的产品合格证和第三方检验报告。

5.3 用于生活饮用水处理的膜组件，其与水接触的材料应符合 GB/T 17219 的规定。

6 技术要求

6.1 外观

6.1.1 膜组件外表面应光洁平整，无损伤、污染、锈蚀等缺陷。

6.1.2 膜组件内部应无变质、发霉及杂质。

6.2 外形尺寸

外形尺寸允许偏差应符合表4的规定。

表4 反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件尺寸允许偏差

单位：毫米

项目		尺寸允许偏差
名称	符号	
膜组件总长	l_1	± 3.0
膜体长度	l_2	± 2.0
侧接口中心距	l_3	± 1.0
接口位置尺寸	l_4	± 1.0
膜组件外径	d_1	± 1.0
接口外径	d_2	± 0.5

注：膜组件各尺寸见图1。

6.3 膜组件完整性

膜组件完整性应满足下列至少一种要求：

- 采用压力衰减法时，压力衰减速率不应大于5 kPa/min；
- 采用气泡观察法时，组件、壳体和连接处应无连续气泡出现。

6.4 产水量

膜组件的产水量不应低于其标称值的95%。

6.5 通量恢复率

膜组件经过一次反冲洗或气擦洗和反冲洗后清洗通量恢复率不应低于85%。

6.6 卫生安全

当膜组件用于生活饮用水输配水设备时，其卫生安全应符合GB/T 17219的规定。

7 试验方法

7.1 外观

在照度不低于400 lx的日光灯或同等光照条件下，目测检查。

7.2 外形尺寸

外径尺寸用准确度为0.02 mm的游标卡尺测量，长度尺寸用准确度为1 mm的卷尺测量，每个尺寸测量3次，取算术平均值。

7.3 膜组件完整性

7.3.1 试验条件

完整性试验在常温、照度不低于400 lx的环境下进行；试验前确保所用的压力表、阀门等附件配置齐全且检验合格。压力表的准确度等级不低于0.4级，且在检定有效期内。

7.3.2 压力衰减法完整性试验

7.3.2.1 试验装置

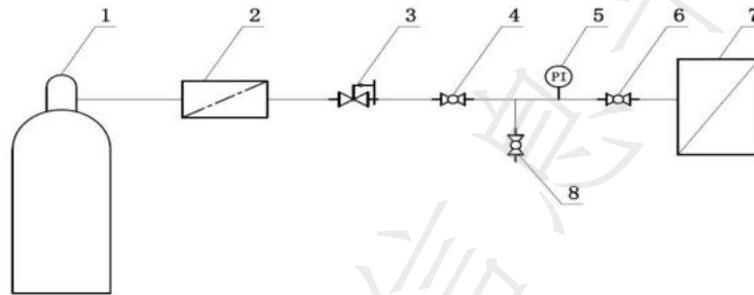
压力衰减法完整性试验装置见图2。

7.3.2.2 试验步骤

压力衰减法完整性试验步骤如下：

- a) 膜组件内部膜片预先用水充分浸润；
- b) 按图2将膜组件与完整性试验装置连接，进气阀（6）出口与膜组件进水口连接，保持膜组件产水口开放、其它接口关闭；

- c) 关闭进气阀（6）和排气阀（8），打开进气阀（4），确认无油压缩空气（1）气源输入正常，调整减压阀（3）使压力表（5）数值达到 GB/T 36137—2018 中 4.1 规定的检验压力；
- d) 缓慢打开进气阀（6），从进水口向膜组件内充入洁净的无油压缩空气（1）；
- e) 通过压力表（5）确认膜组件内气压达到规定的检验压力时，关闭进气阀（4）后计时并记录保压开始时的压力表（5）数值（ P_0 ）；
- f) 保压时间 $t=1\text{ min}$ ，再次记录保压结束时压力表（5）数值（ P_t ）；
- g) 打开排气阀（8），使压力表（5）数值为零，试验完成。



- 标引序号说明：
- 1——无油压缩空气；
 - 2——气体过滤器；
 - 3——减压阀；
 - 4、6——进气阀；
 - 5——压力表；
 - 7——膜组件；
 - 8——排气阀。

图2 膜组件完整性试验装置示意图

7.3.2.3 结果计算

压力衰减速率（ Q_d ），按公式（1）计算：

$$Q_d = \frac{P_0 - P_t}{t} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- Q_d ——压力衰减速率，单位为千帕每分钟（kPa/min）；
- P_0 ——保压开始时的压力表数值，单位为千帕（kPa）；
- P_t ——保压结束时的压力表数值，单位为千帕（kPa）；
- t ——测试时间的数值，单位为分钟（min）。

7.3.3 气泡观察法完整性试验

膜组件的气泡观察法完整性试验按GB/T 36137—2018中4.4~4.6的规定执行。

7.4 产水量

7.4.1 试验装置

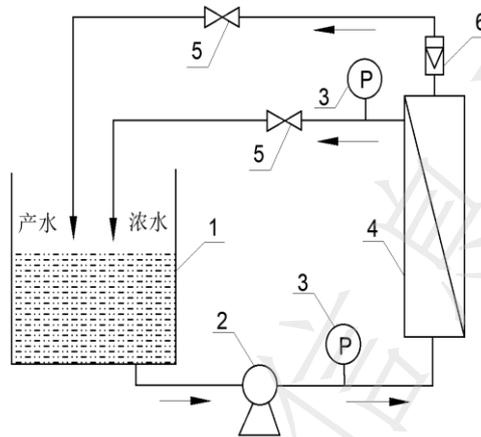
膜组件产水量试验装置如图3所示，试验前确保装置所需的压力表、流量计、阀门等附件配置齐全，且检验合格。压力表的准确度等级不低于0.4级，流量计的准确度等级不低于2.5级，且均在检定有效期内。

7.4.2 试验步骤

反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件产水量试验步骤如下：

- a) 将符合 GB 5749 规定的生活饮用水，经过相同类型膜组件预过滤后作为检验用水，使用检验用水将膜组件洗净至无保护液残留后待用；
- b) 将洗净后的膜组件按图 3 所示与通量试验装置连接；

- c) 向恒温水箱（1）中注入检验用水，水温稳定在 $(25.0 \pm 0.5) ^\circ\text{C}$ ；
- d) 启动试验装置，开启水泵（2），通过膜组件浓水管路排尽膜组件内空气后，缓慢调节浓水管路的调节阀（5），使膜组件的跨膜压差保持在 0.10 MPa ；
- e) 稳定运行 10 min 后，读取产水管路的流量计（6）读数 Q ，并记录；
- f) 按上述步骤测试 3 次。



标引序号说明：

- 1——恒温水箱；
- 2——泵；
- 3——压力表；
- 4——反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件；
- 5——调节阀；
- 6——流量计。

图3 膜组件产水量试验装置示意图

7.4.3 试验结果

产水量取同一膜组件的3次测量结果的算术平均值。

7.5 通量恢复率

7.5.1 试验装置

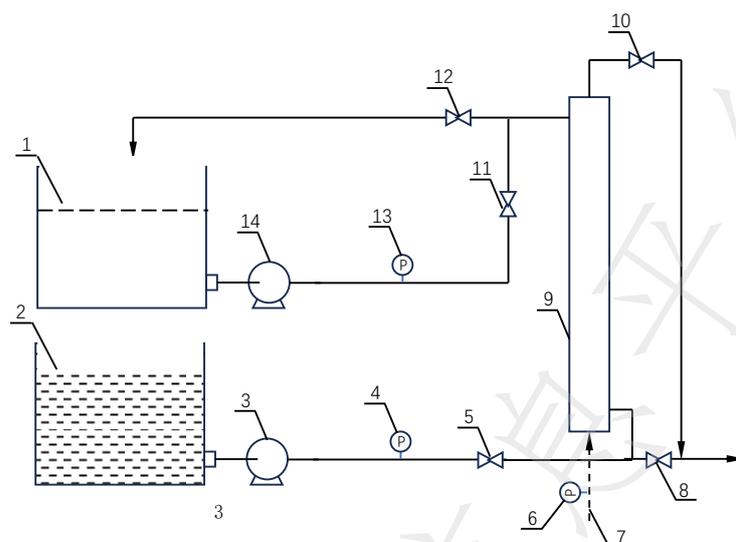
通量恢复率装置如图4所示，试验前确保装置所需的压力表、流量计、阀门等附件配置齐全，且检验合格。压力表的准确度等级不低于0.4级，流量计的准确度等级不低于2.5级，且均在检定有效期内。

7.5.2 试验步骤

反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件清洗通量恢复率试验步骤如下：

- a) 按照 7.4 描述的试验方法测试初始通量 (J_{w0})；
- b) 将符合 GB 5749 规定的生活饮用水，加入高岭土配置成固体含量为 500 mg/L 的模型污染物悬浊液；
- c) 开启泵（3）向膜组件通入模型污染物悬浊液，调节进水和浓水管路的调节阀（5）和（10），使膜组件的跨膜压差保持在 0.10 MPa ，使浓水通量为产水通量的 $5\% \sim 15\%$ ，稳定运行 60 min 或通量下降到初始通量的 50% 后，停止运行；
- d) 开启压缩空气（7）将气流引入膜组件气洗进口，调节进气压力（6）不高于 1.5 bar ，气体流量为 $8 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ， 1 min 后停止进气，打开调节阀（8），将膜组件重力排干；
- e) 开启泵（14）向膜组件反洗入口通入 c) 步骤中的产水，打开调节阀（10），并控制膜组件的跨膜压差保持在 0.10 MPa ， 1 min 后关闭调节阀（10）开启调节阀（8），继续冲洗 1 min ；
- f) 按照 7.4 试验方法测试清洗后通量 (J_{cw})；
- g) 按公式（2）计算膜组件的通量恢复率 (FRR)。

注：只做反冲洗清洗通量恢复率试验，省略步骤 d)。



标引序号说明:

- 1——产水;
 2——污染物悬浊液;
 3、14——水泵;
 4、6、13——压力表;
 5、8、10、11、12——调节阀;
 7——压缩空气;
 9——反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件。

图4 反冲/气洗自洁型卷式超滤膜组件清洗试验装置示意图

7.5.3 结果计算

膜组件清洗后通量恢复率 (FRR)，按公式 (2) 计算:

$$FRR = \frac{J_{cw}}{J_{w0}} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

式中:

- FRR ——通量恢复率，单位为%；
 J_{w0} ——初始通量，单位为立方米每小时 (m^3/h)；
 J_{cw} ——清洗后通量，单位为立方米每小时 (m^3/h)。

7.6 卫生安全

膜组件的卫生安全评价试验应按照GB/T 17219的规定执行。

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 通用要求

膜组件应经制造厂质量检验部门逐批检验合格并附合格证方可出厂。

8.2.2 检验项目

出厂检验项目按表 5 执行。

表5 出厂检验项目

项 目	要 求	试验方法	检验类别
外观	6.1	7.1	全检
外形尺寸	6.2	7.2	全检
膜组件完整性	6.3	7.3	全检
产水量	6.4	7.4	抽检

8.2.3 组批规则

同一卷膜片同一批原料生产的膜组件为一个检验批。

8.2.4 抽样方法和判定规则

外观、外形尺寸和完整性逐件检验，不合格的产品予以报废，合格产品组为产水量检验批。

从产水量检验批中按每50件抽取1件的方法，随机抽取样品。

样品产水量均符合本文件要求，判该样品合格，否则判该样品不合格。若抽取样品全部合格，则判该批产品合格；若有样品不合格时，则对该批次产品加倍抽样（即每25件抽取1件）复检；若复检仍存在不合格样品，则对该批次产品产水量进行全检。

8.3 型式检验

8.3.1 检验条件

当出现下列条件之一时，应进行型式检验：

- 新产品或老产品转厂生产的试制鉴定；
- 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；
- 正常批量生产时，每年进行一次型式检验；
- 产品停产半年以上恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

8.3.2 检验项目

型式检验项目按表6执行。

表6 型式检验

项 目	要 求	试验方法
外观	6.1	7.1
外形尺寸	6.2	7.2
膜组件完整性	6.3	7.3
产水量	6.4	7.4
通量恢复率	6.5	7.5
卫生安全 ^a	6.6	7.6

^a “卫生安全”检验项目仅针对于饮用水处理的膜组件，非用于饮用水处理的膜组件不检测。

8.3.3 抽样方法

从出厂检验合格的产品中随机抽取2件，1件用于检验，1件用于复检。

8.3.4 判定规则

检验项目全部符合本文件要求，则判定该产品型式检验合格。若检验项目中如有不合格项，检验另一件，若仍有不合格项，则判定该产品型式检验不合格。

9 标志和随行文件

9.1 标志

9.1.1 产品标志

膜组件出厂时应有标志，内容包括但不限于：

- a) 生产企业的名称；
- b) 商标；
- c) 产品名称和型号；
- d) 生产日期或批号；
- e) 本文件编号。

9.1.2 外包装标志

外包装上应有标志，内容包括但不限于：

- a) 产品名称和型号；
- b) 本文件编号；
- c) 生产企业的名称和地址；
- d) 清晰牢固的“防雨”、“防潮”和“轻拿轻放”等储运标志，标志应符合 GB/T 191 的规定。

9.2 随行文件

膜组件的包装箱中应附带以下文件：

- a) 装箱单；
- b) 检验合格证；
- c) 使用说明书。

10 包装、运输和贮存

10.1 包装

膜组件包装应对外壳及各接口进行防护，采用木箱、瓦楞纸箱或其他坚固箱体，并配以防震材料固定，防止运输中位移或损伤。膜组件两端需加装防护盖。包装材料应具备环保性和耐储运条件，确保运输储存过程的安全与完整。

10.2 运输

运输、装卸过程中，应避免碰撞、抛掷、跌落及重压，注意防雨、防晒、防冻。

10.3 贮存

产品应存放在通风、干燥、周围无腐蚀性气体的仓库中，贮存温度应在 5℃~40℃，防止发霉。

参 考 文 献

- [1] GB/T 20502—2006 膜组件及装置型号命名
 - [2] HG/T 5111—2025 柱式中空纤维膜组件
-