



中华人民共和国城镇建设行业标准

CJ/T 530—2018

饮用水处理用浸没式 中空纤维超滤膜组件及装置

Submerged hollow fiber ultrafiltration membrane modules and
devices for drinking water treatment

2018-06-12 发布

2018-12-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 型号 2

5 要求 4

6 检测 7

7 检验规则 8

8 标志、包装、运输和贮存 9

附录 A（规范性附录） 中空纤维膜及膜组件性能检测方法 11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部市政给水排水标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：住房和城乡建设部科技发展促进中心、海南立昇净水科技实业有限公司、天津膜天膜科技股份有限公司、北京膜华材料科技有限公司、山东招金膜天股份有限公司、北京市市政工程设计研究总院有限公司、北京市自来水集团有限责任公司、城市水资源开发利用(北方)国家工程研究中心、中国科学院生态环境研究中心、东营市自来水公司、佛山市水业集团有限公司。

本标准主要起草人：孔祥娟、任海静、王军、姚左钢、张春雷、梁恒、甘振东、陈翠仙、唐小珊、李娜、陈清、徐娅、李文国、纪洪杰、蔡传义、叶挺进、秦余春、倪晓棠、黎雷、颜合想、纪海霞、于海宽、张晓岚。

饮用水处理用浸没式 中空纤维超滤膜组件及装置

1 范围

本标准规定了饮用水处理用浸没式中空纤维超滤膜组件及装置的型号、材料、要求、检测、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于饮用水处理用浸没式中空纤维超滤膜组件及装置。

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

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 9174 一般货物运输包装通用技术条件

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 14436 工业产品保证文件 总则

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 32360—2015 超滤膜测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

中空纤维超滤膜 hollow fiber ultrafiltration membrane

纤维状空心膜,包括自支撑膜和支撑膜等,其切割分子量范围为 $10^3 \sim 10^6$ 道尔顿。

3.2

自支撑膜 self-supported membrane

本身具有自主支撑性能的中空纤维膜。

3.3

支撑膜 supported membrane

采用增强材料作为内支撑的中空纤维膜。

3.4

切割分子量 molecular weight cut-off

截留分子量

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。

3.5

浸没式中空纤维超滤膜组件 **submerged hollow fiber ultrafiltration membrane module**
浸没在待处理水中运行的中空纤维超滤膜组件,包括柱式膜组件和帘式膜组件。

3.6

浸没式超滤膜组装置 **submerged hollow fiber ultrafiltration membrane device**
膜架
膜箱
由膜组件、支架、集水管和布气管组成的基本过滤单元。

3.7

产水量 **productivity**
在一定运行条件下,膜组件或膜组装置单位时间内的净产水量。

3.8

有效膜面积 **effective membrane area**
膜组件中具有分离作用的膜面积。

3.9

纯水通量 **pure water flux**
在一定压力、一定温度下,单位面积、单位时间透过膜的纯水体积。

3.10

拉伸断裂强力 **tensile breaking force**
单根中空纤维膜在进行拉伸断裂实验时所能承受的最大强力。

3.11

膜寿命 **membrane life**
在正常的使用条件下,膜或膜组件维持预定性能的时间。

3.12

跨膜压差 **transmembrane pressure difference**
超滤膜或膜组件进水侧与产水侧的压力之差。

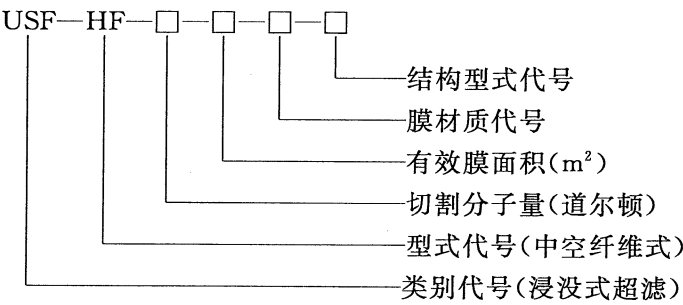
4 型号

4.1 膜组件型号

4.1.1 型号

膜组件型号由类别代号、型式代号、切割分子量、有效膜面积、膜材质代号、结构型式代号等六个部分构成。各部分以连字符“—”连接。

六个部分表述格式为:



使用聚乙二醇(PEG)测定切割分子量,孔径与切割分子量的关系可用式(1)表示,常见的切割分子量与孔径对应关系见表 1:

$$d=2\times 16.73\times 10^{-9}\times M^{0.557}$$

.....(1)

式中:
d ——聚乙二醇当量直径,即相当于孔径,nm;
M ——聚乙二醇分子量,道尔顿。

表 1 常见切割分子量与孔径对应关系

切割分子量/道尔顿	1×10 ³	1×10 ⁴	5×10 ⁴	1×10 ⁵	3×10 ⁵	5×10 ⁵	1×10 ⁶
孔径/nm	1.6	6	14	20	38	50	74

4.1.2 材质代号

浸没式中空纤维超滤膜组件过滤层材质以字母表示,常用过滤层材质见表 2。

表 2 常用过滤层材质代号

过滤层材质	膜材质代号
聚偏氟乙烯	PVDF
聚砜	PS
聚醚砜	PES
聚氯乙烯	PVC
聚丙烯腈	PAN
聚四氟乙烯	PTFE
聚丙烯	PP
聚三氟氯乙烯	PCTFE
上述材质增强型	* P

4.1.3 结构型式代号

膜组件分为柱式和帘式。柱式结构型式代号为 C,帘式结构型式代号为 F。

4.1.4 型号示例

示例 1:
UFS—HF—5×10⁵—36—PVDF—C

表示:浸没式超滤,中空纤维膜,切割分子量为 5×10⁵ 道尔顿,组件有效膜面积为 36 m²,膜材质为 PVDF,柱式膜组件。

示例 2:
UFS—HF—10⁵—35—PVC*P—F

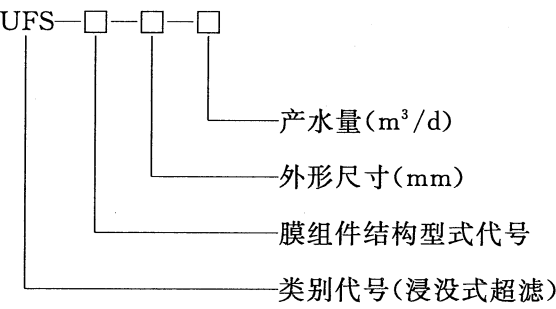
表示:浸没式超滤,中空纤维膜,切割分子量为 10⁵ 道尔顿,组件有效膜面积为 35 m²,膜材质为增强型 PVC,帘式膜组件。

4.2 装置型号

4.2.1 型号

装置型号由类别代号、膜组件结构型式代号、外形尺寸、产水量四个部分构成。各部分以连字符“—”连接。

四个部分表述格式为：



4.2.2 外形尺寸

装置外形尺寸由长度 L 、宽度 W 和高度 H 表示,记为 $L\times W\times H$ 。

4.2.3 型号示例

示例 1:

UFS—C—4 010×810×2 600—1000

表示:浸没式超滤,柱式膜组件,装置长为 4 010 mm、宽为 810 mm、高为 2 600 mm,产水量为 1 000 m³/d。

示例 2:

UFS—F—2 110×810×2 600—500

表示:浸没式超滤,帘式膜组件,装置长为 2 110 mm、宽为 810 mm、高为 2 600 mm,产水量为 500 m³/d。

5 要求

5.1 材料

膜材质应具有涉水产品生产许可批件。主要材料与部件应有制造厂商的质保书或合格证。膜组件和装置应符合 GB/T 17219。膜产品(膜及其组件)生产过程中不应使用回用料。装置的承重支架和组件的连接管道所采用的金属管道的材料不应低于 SS304 不锈钢,管道连接法兰的压力等级不应低于 PN1.0。

5.2 外观

膜组件及装置应无破损,无裂痕、划伤及变形,中空纤维膜应无折断。

5.3 中空纤维膜理化性能

5.3.1 纯水通量

在相应条件下,自支撑膜纯水通量应不小于 150 L/(m²·h),支撑膜纯水通量应不小于 40 L/(m²·h)。

5.3.2 切割分子量

产品切割分子量应不大于 10⁶ 道尔顿。

5.3.3 拉伸断裂强力

自支撑膜的拉伸断裂强力应不小于 1.5 N。

5.3.4 抗脱落性能

支撑膜应进行抗脱落性能检测。中空纤维膜的抗脱落性能应满足 26 000 次反冲洗不脱落。

5.3.5 耐化学腐蚀性能

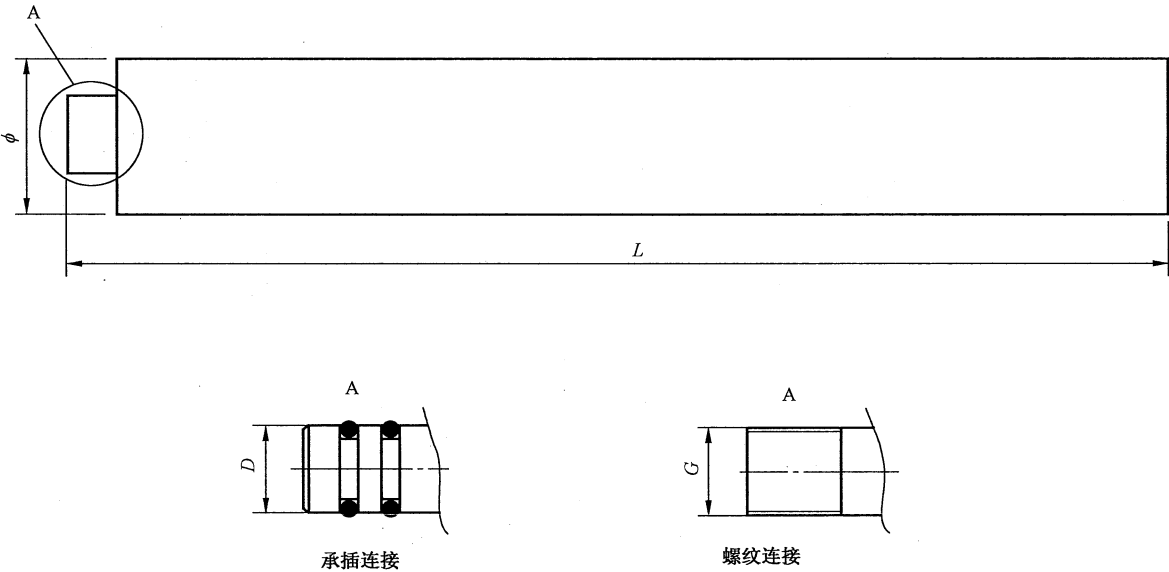
化学浸泡腐蚀后,中空纤维膜拉伸断裂强力降低应不超过 40%,且纯水通量变化幅度应不超过 30%。

5.4 膜组件

5.4.1 膜组件外形尺寸

5.4.1.1 柱式膜组件

柱式膜组件结构如图 1 所示。
外形尺寸包括外径、长度和接口外径(包括连接方式),柱式膜组件常用规格尺寸可按表 3 确定。



说明:
 ϕ —— 外径,单位为毫米(mm);
 L —— 长度,单位为毫米(mm);
 $D(G)$ —— 接口外径,单位为毫米(mm),连接形式为螺纹连接或承插连接。

图 1 柱式膜组件结构示意图

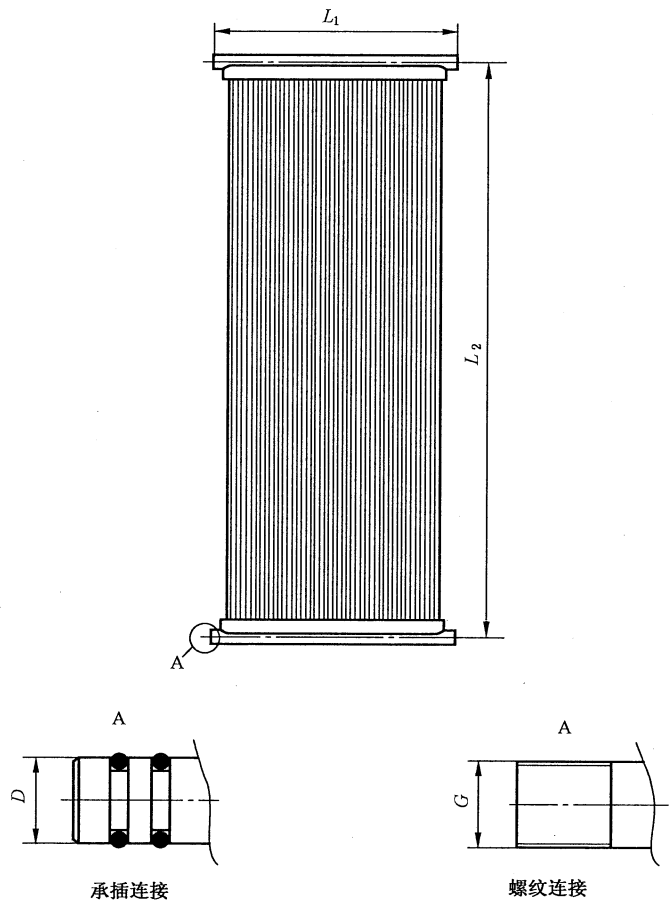
表 3 柱式膜组件常用规格尺寸

规格/mm	允许偏差/mm		
	ϕ	L	$D(G)$
$160\times 1\ 800\times 76$	± 1.0	± 3.0	± 0.5
$127\times 2\ 220\times 40$	± 1.0	± 3.0	± 0.5
$127\times 1\ 745\times 40$	± 1.0	± 3.0	± 0.5

5.4.1.2 帘式膜组件

帘式膜组件结构如图 2 所示。

外形尺寸指集水管长度、集水管中心距和集水管接口外径，帘式膜组件常用规格尺寸可按表 4 确定。



说明：

- L_1 —— 集水管长度,单位为毫米(mm);
- L_2 —— 集水管中心距,单位为毫米(mm);
- $D(G)$ —— 集水管接口外径,单位为毫米(mm),连接形式为螺纹连接或承插连接。

图 2 帘式膜组件结构示意图

表 4 帘式膜组件常用规格尺寸

规格/mm	允许偏差/mm		
	$D(G)$	L_1	L_2
$40\times 568\times 2\,000$	± 0.5	± 1.0	± 5.0
$40\times 534\times 2\,000$	± 0.5	± 1.0	± 5.0
$40\times 720\times 2\,000$	± 0.5	± 1.0	± 5.0

5.4.2 膜组件完整性

膜组件在规定测试压力下,整体试压无渗漏。

5.5 装置

5.5.1 规格

装置外形结构如图 3 所示,装置规格尺寸可按表 5 确定。

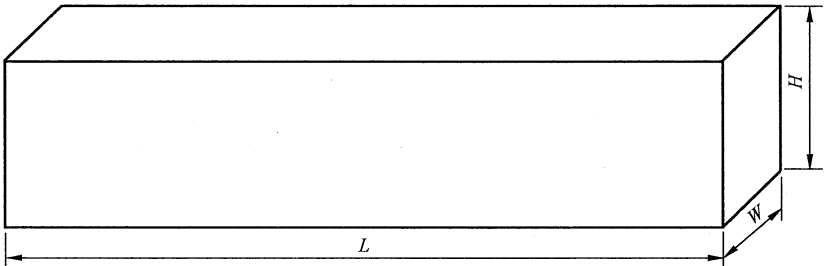


图 3 膜组装置图

表 5 装置规格尺寸

产水量/(m^3/d)	长度 L/mm	宽度 W/mm	高度 H/mm
500	$2\,110+10$	$810+10$	$2\,600+10$
1\,000	$4\,010+10$	$810+10$	$2\,600+10$

6 检测

6.1 材料

超滤膜组装置材料的耐压、耐腐蚀性能检验可根据所购买材料的合格证书确认。

6.2 外观

采用目测法。

6.3 膜组件

6.3.1 纯水通量

在规定测试条件下,测试单位时间、单位膜面积的纯水产水量。检测装置和方法见附录 A 中的 A.1。

6.3.2 切割分子量

检测方法按 GB/T 32360—2015 中 5.2 规定的测试方法操作。

6.3.3 拉伸断裂强力

使用等速伸长测试仪测定单根中空纤维膜拉断时所承受的强力,具体检测方法见附录 A 中的 A.2。

6.3.4 抗脱落性能

在承受一定次数反洗后,检测膜组件完整性,判断中空纤维膜的抗脱落性能。具体检测方法见附录 A 中的 A.3。

6.3.5 耐化学腐蚀性能

在一定的药剂浸泡条件下,检测中空纤维膜的拉伸断裂强力和纯水通量的变化情况,判断膜纤维的耐化学腐蚀性能。具体检测方法见附录 A 中的 A.4。

6.3.6 外形尺寸

检测方法见附录 A 中的 A.5。

6.3.7 完整性

膜组件单侧空气加压至标称最大跨膜压差的 1.5 倍,观察其压力衰减速率,确定膜组件完整性。具体检测装置和方法见附录 A 中的 A.6。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验应分为出厂检验和型式检验。

7.2 检验项目

检验项目应符合表 6 的规定。

表 6 膜组件性能检验项目

项 目	检验分类	
	出厂检验	型式检验
外观	√	√
纯水通量	√	√
切割分子量	—	√

表 6 (续)

项 目	检验分类	
	出厂检验	型式检验
拉伸断裂强力	—	√
抗脱落性能	—	√
耐化学腐蚀性能	—	√
外形尺寸	√	√
完整性	√	√
注：“√”为检验项目；“—”为不检验项目。		

7.3 出厂检验

每批产品应由生产企业的质量检验部门检验合格并签发合格证方可出厂。

7.4 型式检验

7.4.1 在下列任一种情况下应进行型式检验：

- a) 新产品定型鉴定或老产品转产鉴定时；
- b) 结构、材料或工艺有较大改变时；
- c) 停产两年以上，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 正常生产时，每隔一年进行一次。

7.4.2 型式检验的样品应为出厂检验合格的产品。型式检验的抽样方式按 GB/T 2828.1 的规定执行。

7.5 判定规则

7.5.1 合格产品

检验项目结果全部符合本标准要求时，判定该产品为合格品。

7.5.2 不合格产品

检验项目结果有不合格项，应从原批产品中加倍抽取样品，并对不合格项目进行复检。如仍有不合格项时，判定该批产品不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

产品出厂时应有标志，标志的字迹应清晰牢固。标志内容应包括商标、产品名称、型号、年号、流水号、生产企业的名称和地址、产品执行标准号、运输和贮存要求。

8.2 包装

8.2.1 内包装

每个膜组件包装前宜注入保护液(1%食品级亚硫酸氢钠水溶液或甘油)，气温低于零度时宜注入防

冻液(1%食品级亚硫酸氢钠甘油溶液,甘油溶液浓度不小于17%),并用塑料薄膜封装。

8.2.2 外包装

膜组件的外包装应符合 GB/T 9174 的规定;外包装上的储运标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.2.3 包装箱

包装箱内应附有装箱单、产品合格证、使用说明书等文件。合格证应符合 GB/T 14436 的规定。产品使用说明书宜按 GB/T 9969 编写,其主要内容应包括产品名称、规格、型号、主要参数、产品使用、停用、清洗方法。

8.3 运输

膜组件和膜组装置运输、装卸过程中,不应受到剧烈撞击、颠簸、抛掷及重压。

8.4 贮存

膜组件和膜组装置应放置于清洁、无腐蚀、无污染、远离冷、热源的场所。未加防冻液的膜组件应放置于室内,温度范围宜为 5℃~40℃。

附录 A
(规范性附录)
中空纤维膜及膜组件性能检测方法

A.1 纯水通量检测

A.1.1 检测装置

检测前应确保检测装置所需的压力表、安全装置、阀门等附件配置齐全,且检验合格。压力表的精度等级应不小于 1.6 级,流量计的准确度等级应不小于 2.5 级,且均应在检定周期内。纯水通量检测装置如图 A.1 所示。

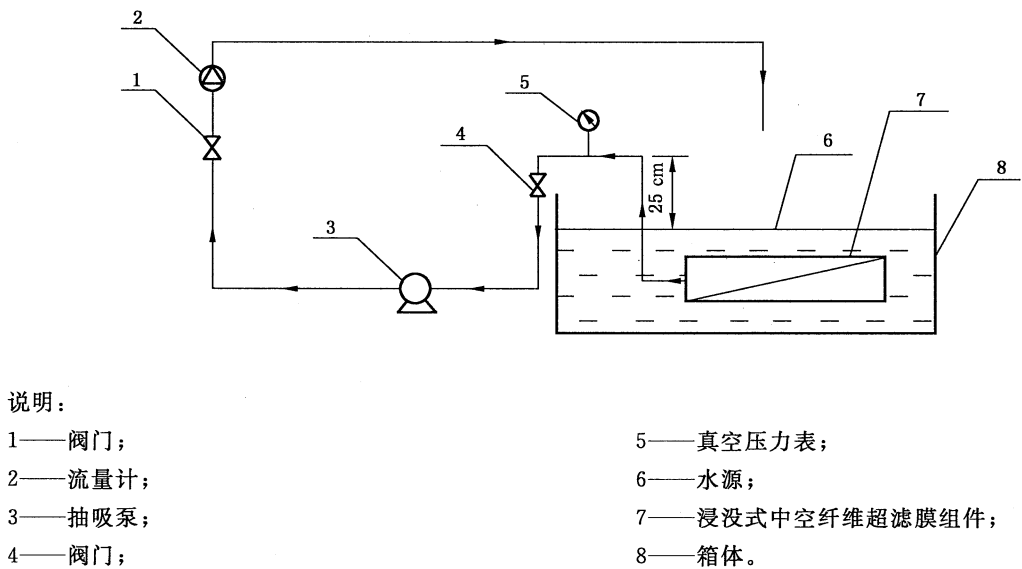


图 A.1 纯水通量检测装置

A.1.2 检测条件

测试水温应控制在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。自支撑膜测试压力应为 0.05 MPa ,支撑膜测试压力应为 0.02 MPa 。

A.1.3 检测方法

纯水通量检测步骤如下:

- 将待测膜制成相同规格的 3 个测试膜组件,用纯水(符合 GB/T 6682 中三级及以上纯度要求)洗净待用;
- 按图 A.1 所示,将膜组件与设备连接,注入纯水,水面没过膜组件 50 mm 以上,浸没时间应大于 2 h;
- 缓慢调节阀门,使膜组件处于规定测试压力下;
- 检测系统稳定运行 30 min 且流量计读数稳定后,其读数即为膜组件产水量(Q);
- 计算膜组件的纯水通量。计算公式如式(A.1):

$$F = \frac{Q}{S}$$

.....(A.1)

式中：

- F —— 纯水通量, L/(m² · h)；
- Q —— 膜组件产水量, L/h；
- S —— 测试组件有效面积, m²；
- f) 重复测试 3 组, 检测结果取平均值。

A.2 拉伸断裂强力检测

采用等速伸长测试仪测定拉伸断裂强力, 测试环境温度为 25 ℃±2 ℃, 样品长度 350 mm, 设定夹持长度为 250 mm, 拉伸速率为 250 mm/min, 检测步骤如下：

- a) 取 3 根待测中空纤维膜, 用纯水洗净待用；
- b) 使用等速伸长测试仪拉伸单根中空纤维膜, 中空纤维膜断裂时所承受的强力即为拉伸断裂强力；
- c) 重复测试 3 组, 检测结果取平均值。

A.3 抗脱落性能检测

抗脱落性能针对支撑膜进行检测。通过检测反冲洗后膜组件的完整性判断膜的抗脱落性能。测试步骤如下：

- a) 测试组件预处理：因新膜通透性较好, 需先将测试组件快速污染到一定状态, 以便于实现测试条件(可将组件过滤一些易堵膜的污染物, 如聚丙烯酰胺、铁盐絮凝剂等, 聚丙烯酰胺可用 10 mg/L, 铁盐絮凝剂可用 20 mg/L), 将组件污染状态控制在反洗压力为大于 0.08 MPa 时, 对应膜反洗通量不大于 200 L/(m² · h)即可。
- b) 将测试膜组件平行安装于打压设备中, 通过调节流量将测试压力控制在标称反洗压力的 1.5 倍, 控制曝气强度为 0.2 m³/(m² · h)(以膜面积计)。
- c) 设置 3 组装置平行测试, 每个测试装置通过“开-停-开-停”方式循环打压, “开”表示膜纤维反向承压, 承压时间 60 s, “停”表示反洗停歇, 停歇时间为卸压时间。“开-停”循环一次计为承压反洗 1 次。
- d) 若中空纤维膜累计反洗测试次数超过 26 000 次(按照 6 年使用寿命统计设计反洗次数), 且通过完整性检测时, 认为中空纤维膜抗脱落性能满设计使用要求。

A.4 耐化学腐蚀性能检测

A.4.1 检测药剂

次氯酸钠溶液, 浓度为 5‰、2‰; 柠檬酸溶液, 盐酸溶液和氢氧化钠溶液, 浓度为 5‰。

A.4.2 检测方法

通过检测药剂浸泡后中空纤维膜的拉伸断裂强力和纯水通量判断膜的耐化学腐蚀性能。

表 A.1 耐化学腐蚀性能检测参数

检测项目	浸泡药剂及浓度	浸泡时间/h	当量浓度[(mg/L)·h]
空白对照组	纯水	30	0
耐氧化腐蚀性能	5‰次氯酸钠	30	144 000
耐酸腐蚀性能	5‰柠檬酸+5‰盐酸	30	144 000+144 000
耐碱腐蚀性能	2‰次氯酸钠+5‰次氢氧化钠	30	57 600+144 000
综合耐腐蚀性能	(5‰柠檬酸+5‰盐酸)+(2‰次氯酸钠+5‰次氢氧化钠)	30+30	(144 000+144 000)+(57 600+144 000)

测试步骤如下：

- a) 取 15 组待测中空纤维膜，每组多根中空纤维膜，用纯水洗净待用；
- b) 取其中 3 组中空纤维膜用纯水浸泡 30 h 后，测试 3 组中空纤维膜的拉伸断裂强力和纯水通量，每组中空纤维膜测试 3 次，每次取不同中空纤维膜检测，结果取平均值，作为空白对照组结果。
- c) 取其中 3 组中空纤维膜，检测膜纤维耐氧化腐蚀性能，将中空纤维膜放入氧化腐蚀药液浸泡，浸泡液浓度和浸泡时间如表 A.1 所示(按照 6 年使用寿命计算当量浓度)；
- d) 浸泡结束后检测每组中空纤维膜的拉伸断裂强力和纯水通量，每组中空纤维膜重复测试 3 次，每次取不同中空纤维膜检测，结果取平均值，所得结果与空白对照组比较，当中空纤维膜拉伸断裂强力降低不超过 40%，且纯水通量变化幅度不超过 30%，认为该中空纤维膜通过耐氧化腐蚀性能检测；
- e) 按上述方法，依次进行中空纤维膜耐酸腐蚀性能、耐碱腐蚀性能和综合耐腐蚀性能检测；
- f) 若中空纤维膜通过所用耐化学腐蚀性能测试项目，即认为膜的耐化学腐蚀性能满足设计使用要求。

A.5 外形尺寸检测

A.5.1 柱式膜组件外型尺寸的测量方法：

- a) 外径：将膜组件放在平台上，把外壳一端的外周长平分为六等分，用游标卡尺测量六等分点形成的三条外径的长度，取其平均值作为该端的外径值(ϕ)，单位为毫米(mm)，按同样操作方法测量另一端的外径值；
- b) 总长：将膜组件放在平台上，用卷尺测量从左端口至右端口的距离，不同位置测量 3 次，取其平均值作为组件的总长(L)，单位为毫米(mm)。

A.5.2 帘式膜组件外型尺寸的测量方法：

- a) 集水管外径：将膜组件放在平台上，把集水管一端的外周长平分为六等分，用游标卡尺测量六等分点形成的三条外径的长度，取其平均值作为该端集水管的外径值(D)，单位为毫米(mm)，按同样方法测量另一端集水管的外径值。
- b) 集水管长度将膜组件放在平台上，用卷尺测量集水管从左端口至右端口的距离，不同位置测量 3 次取平均值作为该集水管的长度(L_1)，单位为毫米(mm)。按同样方法测量另一支集水管的长度值。
- c) 集水管中心距：将膜组件吊挂在固定的支架上，使其保持自然下垂状态，用卷尺测量一侧上端集水管下边与下端集水管下边的距离，测量 3 次取平均值作为该侧集水管的两端中心距

(L_2),单位为毫米(mm)。按同样方法测量另一侧的中心距。

A.5.3 装置的外形尺寸的测量方法:

- a) 长度:将膜组装置放在平整地面上,用卷尺测量装置较长一边的左边框与右边框的距离,测量3次取平均值作为该装置的长度(L),单位为毫米(mm);
- b) 宽度:将膜组装置放在平整地面上,用卷尺测量装置较短一边的左边框与右边框的距离,测量3次取平均值作为该装置的宽度(W),单位为毫米(mm);
- c) 高度:将膜组装置放在平整地面上,用卷尺测量装置上边框与下边框的距离,测量3次取平均值作为该装置的高度(H),单位为毫米(mm)。

A.6 完整性检测

A.6.1 检测装置

检测前应确保检验设备所需的压力表、阀门等附件配置齐全,且检验合格。压力表的精确度不小于1.6级,且应在检定周期内。完整性检测装置如图 A.2 所示。

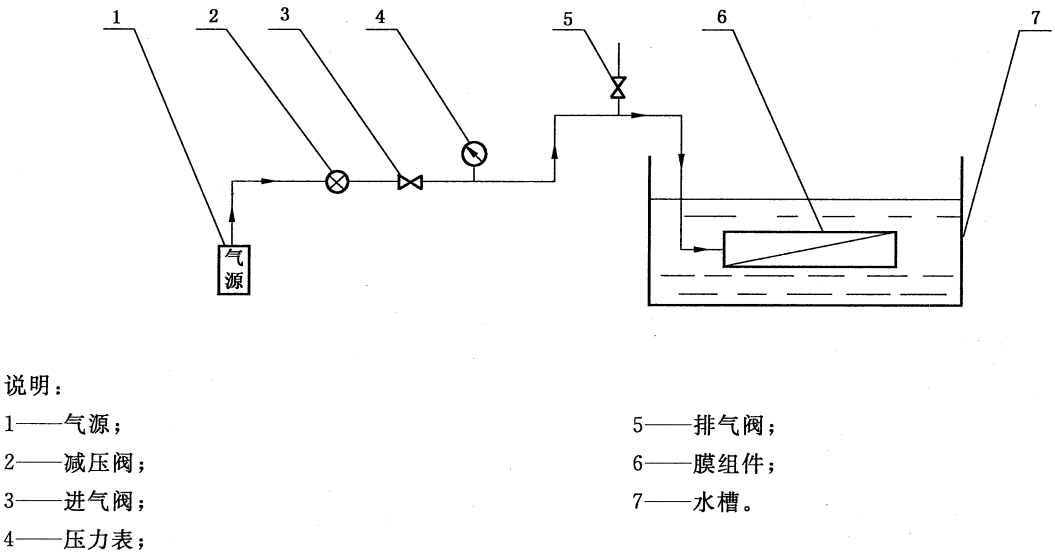


图 A.2 完整性检测装置

A.6.2 检测方法

调整完整性检测装置的气源输出压力至其标称最大跨膜压差 1.5 倍的压力,保持膜组件完全浸没于检测水池的液位以下,从膜组件产水出口进气,当膜组件内气体压力达到设定的检测压力时,关闭进气阀,开始保压计时 1 min,此过程中观察组件表面是否有气泡产生,有气泡产生时,完整性检测不通过。同时,记录保压开始时的检测压力(P_0)和保压结束时的检测压力(P_e),计算压力衰减速率,如压力在 1 min 内衰减小于 0.01 MPa,且组件没有气泡产生时,判定中空纤维膜无渗漏。检测结束后打开排气阀,排空膜组件内气压。