ICS 点击此处添加ICS 号

中 华 人 民 共 和 国 国 家 标 准

GB/T XXXXX—XXXX

高效能水污染物控制产品评价技术要求 中空纤维超滤膜

Technical requirements of high efficiency water pollution control equipment for assessment —— hollow fiber ultrafiltration membrane

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　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 评价要求 3
5 试验方法 3
6 计算方法 4
7 评价方法 4
附 录 A（规范性附录）高效能中空纤维超滤膜牛血清蛋白截留率试验和计算方法 5
附 录 B（规范性附录）高效能中空纤维超滤膜标准SDI值测定试验和计算方法 7
附 录 C（规范性附录）高效能中空纤维超滤膜机械性能试验和计算方法 9
附 录 D（规范性附录）高效能中空纤维超滤膜膜污染曲线测试试验和计算方法 12
附 录 E（规范性附录）高效能中空纤维超滤膜临界通量测试试验和计算方法 14
附 录 F（规范性附录）高效能中空纤维超滤膜耐酸碱性试验和计算方法 16
附 录 G（规范性附录）高效能中空纤维超滤膜耐氧化性试验和计算方法 17

前　言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草.
本标准由国家发展和改革委员会提出.
本标准由全国环保产业标准化技术委员会（SAC/TC 275）归口。
本部分起草单位：中国标准化研究院、南京工业大学，南京久盈膜科技有限公司等
本部分主要起草人:

高效能水污染物控制产品评价技术要求 中空纤维超滤膜

1 范围

本标准规定了高效能中空纤维超滤膜的术语和定义、评价要求、试验方法、计算方法、评价方法等。

本标准适用于在市政与工业污水处理、市政与工业给水处理和海水淡化前处理中应用的中空纤维超滤膜的评价。

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，仅所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 1040 塑料拉伸性能的测定

GB/T 11547 塑料耐液体化学试剂性能的测定

GB/T 20103 膜分离技术 术语

GB/T 20502 膜组件及装置型号命名

GB/T 38511 中空纤维膜使用寿命评价方法

GB/T 32360 超滤膜测试方法

CECS 152 一体式膜生物反应器污水处理应用技术规程

CJ/T 169 微滤水处理设备

CJ/T 170 超滤水处理设备

HJ/T 271 环境保护产品技术要求 超滤装置

HJ 579 膜分离法污水处理工程技术规范

HJ 2010 膜生物法污水处理工程技术规范

HY/T 039 微孔滤膜

HY/T 050 中空纤维超滤膜测试方法

HY/Y 053 微孔滤膜孔性能测定方法

HY/T 060 中空纤维超滤装置

HY/T 061 中空纤维微滤膜组件

HY/T 062 中空纤维超滤膜组件

HY/T 103 中空纤维微孔滤膜装置

HY/T 112 超滤膜及其组件

3 术语和定义

GB/T 20103界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB/T20103中的一些术语和定义。

3.1

膜 membrane

表面有一定物理或化学特性的薄的屏障物，它使相邻两个流体相之间构成了不连续区间并影响流体中组分的透过速度。

3.2

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也包含带编织管的内衬增强型膜。

3.3

超滤膜 ultrafiltration membrane

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，切割分子量在几千至几百万的膜。

3.8

操作压 operating pressure

给料液进入膜组件或各种过滤器的表压。

注：跨膜压差是操作压的一种，指膜或膜组件进水侧与产水侧的压力之差。

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。

3.5

通量 flux

单位时间单位膜面积透过组分的量。

3.6

截留率 retention

表示脱除特定组分的能力。关系式如下：

$$R = (1 - \frac{C_p}{C_f}) \times 100\%$$

式中：

R——截留率；

C_p——透过液中特定组分的浓度；

C_f——进料液中特定组分的浓度。

3.7

膜寿命 membrane life

在正常的使用条件下，膜或膜元件维持预定性能的时间。

3.8

膜组件 membrane module

由膜元件、壳体、内联接件、端板和密封圈等组成的实用器件。注：膜组件的壳体里可含有一个或数个膜元件。

3.9

膜污染 membrane fouling

是指在膜过滤过程中，水中的微粒、胶体粒子或溶质大分子由于与膜存在物理化学相互作用或机械作用而引起的在膜表面或膜孔内吸附、沉积造成膜孔径变小或堵塞，使膜产生透过流量与分离特性的不可逆变化现象。

3.10

临界通量 critical flux

膜表面开始出现不可逆污染时的通量值。

4 评价要求

4.1 高效能中空纤维超滤膜评价基本要求

4.1.1 高效能中空纤维超滤膜生产制造企业应建立、实施并保持质量管理体系、环境管理体系。
4.1.2 高效能中空纤维超滤膜外观质量不应有指纹、划痕、气泡和縮孔等缺陷；主要部件应使用安全、无毒无害、无异味、不造成二次污染的材料制作,并坚固耐用。

4.2 高效能中空纤维超滤膜评价指标要求

高效能中空纤维超滤膜各项性能评价指标应符合表1的要求。

表1 高效能中空纤维超滤膜评价指标

项目	等级I	等级II	等级III
牛血清蛋白截留率/%	>70	60-70	<60
标准SDI值	<2	2-3	>3
平均断裂强度/MPa	>5	4-5	<4
酸浸泡后平均断裂强度/MPa	>4.7	3.6-4.7	<3.6
碱浸泡后平均断裂强度/MPa	>4.7	3.6-4.7	<3.6
氧化剂浸泡后平均断裂强度/MPa	>4.7	3.6-4.7	<3.6
断裂平均拉伸率/%	>120	80-120	<80
酸浸泡后平均断裂平均拉伸率/%	>110	70-110	<70
碱浸泡后平均断裂平均拉伸率/%	>110	70-110	<70
氧化剂浸泡后平均断裂平均拉伸率/%	>110	70-110	<70
弹性模量/MPa	>30	20-30	<20
酸浸泡后弹性模量/MPa	>28.5	18-28.5	<18
碱浸泡后弹性模量/MPa	>28.5	18-28.5	<18
氧化剂浸泡后弹性模量/MPa	>28.5	18-28.5	<18
膜污染P_{140}渗透通量/L/m^2·h·bar	>110	70-110	<70
酸浸泡后膜污染P_{140}渗透通量/L/m^2·h·ba	>95	35-95	<35
碱浸泡后膜污染P_{140}渗透通量/L/m^2·h·ba	>95	35-95	<35
氧化剂浸泡后膜污染P_{140}渗透通量/L/m^2·h·bar	>95	35-95	<35
膜临界通量/L/(m^2·h）	>100	75-100	<75
酸浸泡后膜临界通量/L/(m^2·h）	>85	40-85	<40
碱浸泡后膜临界通量/L/(m^2·h）	>85	40-85	<40
氧化剂浸泡后膜临界通量/L/(m^2·h）	>85	40-85	<40

5 试验方法

5.1 试验条件和试验设备满足GB/T 1040、GB/T17200和附录A、附录A、附录B、附录C、附录D、附录E、附录F、附录G中相应试验所需的要求。
5.2 对超滤膜的牛血清蛋白截留率的试验，按附录A中规定的方法进行。
5.3 对标准SDI值的测试试验，按附录B中规定的方法进行。
5.4 对膜丝机械性能的测试，包含按平均断裂强度测试、平均断裂伸长测试和平均弹性模量测试按GB/T 1040以

及附录C中规定的方法进行。
5.5 对膜污染衰减曲线的测试试验，按附录D中规定的方法进行。
5.6 对膜临界通量的测试试验，按附录E中规定的方法进行。
5.7 对膜耐酸碱性的测试试验，按附录C、附录D、附录E以及GB/T 11547中规定的方法进行。
5.8 对膜耐氧化性的测试试验，按附录C、附录D、附录E以及GB/T 11547中规定的方法进行。

6 计算方法

6.1 对超滤膜的牛血清蛋白截留率计算，按附录A中规定的方法进行。
6.2 对标准SDI值的计算按附录B中规定的方法进行。
6.3 对膜丝机械性能的计算，包含按平均断裂强度、平均断裂伸长和平均弹性模量按GB/T 1040以及附录C中规定的方法进行。
6.4 对膜污染衰减曲线的计算，按附录D中规定的方法进行。
6.5 对膜临界通量的计算，按附录E中规定的方法进行。
6.6 对膜耐酸碱性的计算，按附录C、附录D、附录E以及GB/T 11547中规定的方法进行。
6.7 对膜耐氧化性的计算，按附录C、附录D、附录E以及GB/T 11547中规定的方法进行。

7 评价方法

7.1 符合4.1与4.2 等级I要求的中空纤维超滤膜，评价为一级高效能中空纤维超滤膜；
7.2 符合4.1与4.2 等级II要求的中空纤维超滤膜，评价为二级高效能中空纤维超滤膜。

附 录 A
（规范性附录）
高效能中空纤维超滤膜牛血清蛋白截留率试验和计算方法

A.1 试验条件

a）试验应在环境温度为（25±2）℃的试验室内进行；

b） 试验中使用的水应为去离子水；

c） 试验中使用的试剂纯度应为分析纯。

A.2 试验设备和测试仪器

A.2.1 准备工作

试验前应对试验设备、测试仪器和记录设备进行检查，确保均处于正常工作状态。试验设备和测试仪器应定期计量校准。

A.2.2 试验设备

试验设备如图A所示，其中泵可选择隔膜泵、离心泵、蠕动泵等，可提供压力不低于2bar，流量不低于1.5L/min。

A.2.3 测试仪器

测试仪器包括分光光度计、压力表、温度计等。
压力表的测量范围为0-3.0bar，测量误差低于0.02bar；
温度计的测量范围为0-50℃，测量误差低于0.1℃。

A.3 测试溶液配置

称取16g NaCl，7.26g $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$，0.4g KCl和0.48g KH_2PO_4加入2L蒸馏水并充分搅拌，称取2g BSA加入，在不搅拌的状态下静置2h后使用。

A.4 试验方法

a）将待测膜制备成相同规格的3个膜样品，用蒸馏水洗净,待用；

b）将a）中1个膜样品置于样品膜组件中待测；

c）按图A.1所示连接膜测试装置，将测试溶液加入恒温储液槽中；

d）采用错流过滤的方式运行膜测试装置，调节测试水温为25℃±0.5℃,缓慢调节跨膜压差为0.10MPa,调节测试系统膜面流速不低于0.25m/s,待系统稳定运行10min后收集滤过液和进料液；

e）将滤过液和进料液用蒸馏水稀释至适当倍数，以蒸馏水作参比，用1cm比色皿在紫外可见分光光度计上，于280nm波长下，分别测定其吸光度值，将测试得出的吸光度值分别带入A.5.1的线性回归方程,计算出牛血清白蛋白浓度；

f）取a）中其余两个膜样品按步骤b）- e）进行平行试验；

A.5 牛血清蛋白截留率计算

A.5.1 牛血清白蛋白标准曲线的绘制

步骤如下:

a）移取A.3中配制的牛血清白蛋白溶液2.0mL、4.0mL、6.0mL、8.0mL.10.0mL分别于100mL容量瓶中，加水至刻度线摇匀，配制成质量浓度分别为20mg/L、40mg/L、60mg/L、80mg/L、100mg/L的牛血清白蛋白标准溶液；

b）以蒸馏水作参比，用1cm比色皿在紫外可见分光光度计上，于280nm波长下，分别测定a）中配制溶液的吸光度值；

c）以牛血清白蛋白浓度为横坐标，吸光度值为纵坐标，绘制牛血清白蛋白的浓度-吸光度标准曲线，并得出线性回方程。

A.5.2 牛血清蛋白截留率

牛血清蛋白截留率按式（1）计算，结果取三次平行试验的平均值:

$$R = \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100 \qquad \text{.....(A.1)}$$

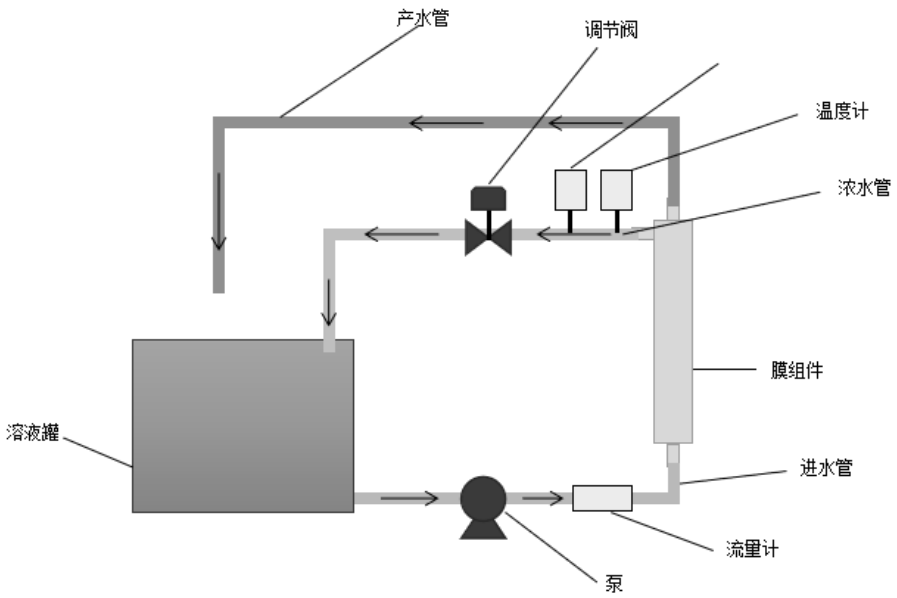
式中：

R - 截留率，%；

C_p - 滤过液中标准物质浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

C_f - 进料液中标准物质浓度，单位为毫克每升（mg/L）。

图A



附 录 B
（规范性附录）
高效能中空纤维超滤膜标准SDI值测定试验和计算方法

B.1 试验条件

b）试验应在环境温度为（25±2）℃的试验室内进行；

b） 试验中使用的水应为去离子水；

c） 试验中使用的试剂纯度应为分析纯。

B.2 试验设备和测试仪器

B.2.1 准备工作

试验前应对试验设备、测试仪器和记录设备进行检查，确保均处于正常工作状态。试验设备和测试仪器应定期计量校准。

B.2.2 试验设备

试验设备如图B所示，其中泵可选择隔膜泵、离心泵、蠕动泵等，可提供压力不低于3bar，流量不低于2L/min。SDI测试膜片选择孔径为0.45μm，直径47mm的微滤膜，膜片材质为混合醋酸纤维素。

B.2.3 测试仪器

测试仪器包括分光光度计、压力表、温度计、量筒等。
压力表的测量范围为0-3.0bar，测量误差低于0.02bar；
温度计的测量范围为0-50℃，测量误差低于0.1℃；
量筒测量体积为500ml，测量误差低于0.5ml。

B.3 过滤溶液配置

准确称取$FeCl_3$ 920g置于2000mL烧杯中，加1000ml水使其溶解，制成$FeCl_3$饱和溶液。在30L沸水中滴加饱和的FeC溶液,并要小心的搅拌,使形成棕红色的$Fe(OH)_3$的溶胶溶液，30L左右用于后续测量。

B.4 试验方法

B.4.1 测试滤液制备

a）将待测膜制备成相同规格的3组膜样品，用蒸馏水洗净,待用；

b）将a）中1组膜样品安装于A1图示的装置上，将测试溶液加入恒温储液槽中；

c）采用错流过滤的方式运行膜测试装置，调节测试水温为25℃±0.5℃,缓慢调节跨膜压差为0.05MPa,调节测试系统膜面流速不低于0.25m/s,待系统稳定运行5min后收集滤过液直至20L用于SDI值测试。

B.4.2 滤液SDI测试

a）将B.4.1中制备的滤液与SDI测定仪如图B所示进水管连接；

b）打开测定仪上的阀门，对系统进行彻底冲洗数分钟；

c）关闭测定仪上的阀门，然后用钝头的镊子把0.45μm滤膜放入滤膜夹具内；

d）确认O形圈完好，将O形圈准确放在滤膜上，随后将上半个滤膜夹具盖好，并用螺栓固定；

e）稍开阀门，在水流动的情况下，慢慢拧松1-2个蝶形螺栓以排除滤膜处的空气；

f）确保空气已全部排尽且保持水流连续的基础上，重新拧紧蝶形螺栓；

g）完全打开阀门并调整压力调节器，直至压力保持在30psi（2.1bar）为止（如果整定值达不到30psi（2.1bar）时则可在现有压力下试验，但不能低于15psi（1.05bar））；

h）用500ml量筒或量杯来收集水样，在水样刚进入容器时即用秒表开始记录，收取500ml水样所需的时间为T_i（秒）；

i）水样流动15分钟后（包含收集初始500ml水的时间），再次用容器收集水样500ml并记录收集水样所花的时间，记T_f（秒）；

j）关闭取样进水球阀，松开微孔膜过滤容器的蝶形螺栓，擦干微孔过滤器及微孔滤膜支撑孔板。

B.5 标准SDI值计算

A）当测定过程中给水压力为30psi（2.1bar）时，将测量过程中取得的数据代入下式中计算SDI值：

$$SDI = \left[\left(1 - \frac{T_i}{T_f}\right) \times 100\right] \div 15 \qquad \text{.....(B.1)}$$

各项含义：

T_i：第一次收集500ml水样使用的时间（单位：秒）

T_f：第二次收集500ml水样使用的时间（单位：秒）

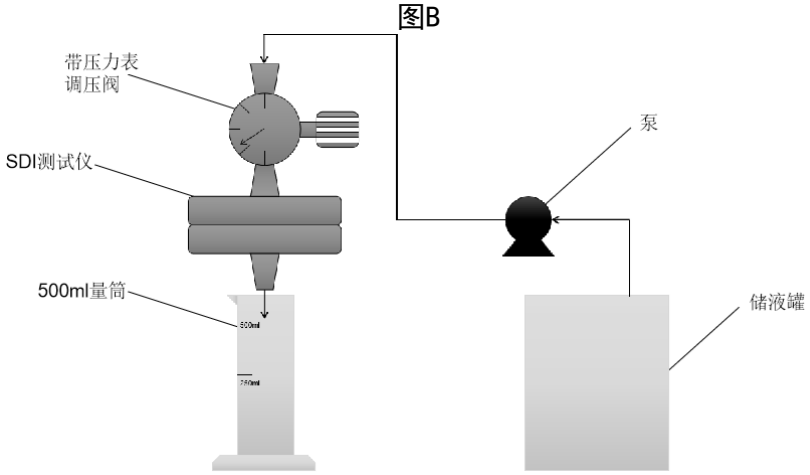
B）当测量过程中压力达不到30psi（2.1bar）时,可改用现有压力，但测得的SDI值必须换算到30psi时的SDI值，方法如下：

$$\%P_p = \left[\left(1 - \frac{Ti}{Tf}\right) \times 100\right] \div 15 \qquad \text{.....(B.2)}$$

%Pp为非标准压力30psi时的阻塞指数

$$SDI = \%P_p \times \frac{30}{15} \qquad \text{.....(B.3)}$$

图B



附 录 C
（规范性附录）
高效能中空纤维超滤膜机械性能试验和计算方法

C.1 试验条件

试验应在环境温度为（25±2）℃的试验室内进行。

C.2 测试仪器

C.2.1 准备工作

试验前应对试验设备、测试仪器和记录设备进行检查，确保均处于正常工作状态。试验设备和测试仪器应定期计量校准。

C.2.2 测试仪器

采用符合GB/T17200的试验机进行测试，对于断裂强度和断裂伸长率的测试，式样测试标距为250mm,恒定拉伸速度为250mm/min,如拉伸到极限未被拉断，可采用测试标距150mm,恒定拉伸速度150mm/min；测量弹性模量时，选择的试验速度应尽可能使应变速率接近每分钟1%标距。

C.3 式样选择

试样应在大于1000根样品中随机抽取，样品截取长度应比测试标距长40mm。

C.4 试验方法

a）将单根试样嵌入夹持器，施加预加张力，力不大于0.2N，加紧试样；

b）开启试验机进行等速拉伸，测定得到其断裂强力和断裂伸长试验结果。如果在测试过程中，试样在夹具内滑动或者在夹口处断裂，得到的数据应舍去，并按照试验步骤进行重复测试。

c）重复a)和b）步骤，直至得到5个有效值。

C.5 膜机械性能各指标计算

C.5.1 平均断裂强度

平均断裂强度按式（C.1）计算

$$\bar{\sigma}=\frac{\Sigma\frac{F_i}{A_i}}{n} \quad \text{.....(C.1)}$$

$\bar{\sigma}$：平均断裂强度（MPa）

F_i：单根丝断裂时拉力（N）

A_i：单根丝初始截面积（mm^2）

n：测试次数

C.5.2 平均断裂伸长率

平均断裂伸长率按式（C.2）计算

$$\bar{\varepsilon}(\%)=\frac{\sum\frac{\Delta L_i}{L_{0i}}}{n}\times 100 \quad \text{.....(C.2)}$$

$\bar{\varepsilon}$：平均断裂伸长率百分数

L_{0i}：第i根丝标记长度（mm）

ΔL_i：第i根丝标记长度的增量（mm）

n 测试次数

C.5.3 平均弹性模量

平均弹性模量按式（C.3）计算

$$\bar{E}_t=\frac{\sum E_{ti}}{n} \quad \text{.....(C.3)}$$

$\bar{E}_t$ ：平均弹性模量（MPa）

E_{ti}：第i根丝测试弹性模量（MPa），由式C.4计算

n：测试次数

拉伸弹性模量计算：

$$E_t=\frac{\sigma_2-\sigma_1}{\varepsilon_2-\varepsilon_1} \quad \text{.....(C.4)}$$

式中：

E_t：拉伸弹性模量（MPa）

σ_1：应变值ε_1=0.05%时测量的应力（MPa）

σ_2：应变值ε_2=0.25%时测量的应力（MPa）

其中应力由式C.5计算，应变由C.6计算

膜丝拉伸应力计算：

$$\sigma=\frac{F}{A} \quad \text{.....(C.5)}$$

式中：

σ：单根膜丝所受应力（MPa）

F：所测的对应负荷（N）

A：单根丝初始截面积（mm^2）

膜丝拉伸应变计算：

$$\varepsilon_t(\%)=\frac{\Delta L}{L_0}\times 100\% \quad \text{.....(C.6)}$$

式中：

ε_t ：拉伸标称应变（%）

L：单根丝标记长度（mm）

ΔL：单根丝标记长度的增量（mm）

附 录 D
（规范性附录）
高效能中空纤维超滤膜膜污染曲线测试试验和计算方法

D.1 试验条件

c）试验应在环境温度为（25±2）℃的试验室内进行；

b） 试验中使用的水应为去离子水；

c） 试验中使用的试剂纯度应为分析纯。

D.2 试验设备和测试仪器

D.2.1 准备工作

试验前应对试验设备、测试仪器和记录设备进行检查，确保均处于正常工作状态。试验设备和测试仪器应定期计量校准。

D.2.2 试验设备

试验设备如图A所示，其中泵可选择隔膜泵、离心泵、蠕动泵等，可提供压力不低于2bar，流量不低于1.5L/min。

D.2.3 测试仪器

测试仪器包括压力表、温度计、电子天平等。
压力表的测量范围为0-3.0bar，测量误差低于0.02bar；
温度计的测量范围为0-50℃，测量误差低于0.1℃；
电子天平测量误差低于0.02g。

D.3 测试原液配置

称取16g NaCl，7.26g $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$，0.4g KCl和0.48g KH_2PO_4加入2L蒸馏水并充分搅拌，称取1g BSA加入，在不搅拌的状态下静置2h后使用。

D.4 试验方法

a）将测试装置如图A管路连接好，泵进水管与膜组件浓水管均置于储有D.3配置的牛血清蛋白测试原液罐中，组件产管置于原液罐上方，使得产水可以回流到溶液中；

b）取若干待测试膜丝（约0.005m^2）密封在测试膜组件中，并将组件进水口、浓水口和产水口与测试装置相应接口连；

c）测试环境温度约为25℃，将浓水口的调节阀完全打开，启动泵，使用溶液对整个系统进行2min中的冲洗；

d）缓慢调节浓水口调节阀，同时调节泵流量，将浓水口的压力调节至0.1MPa，保证测试组件内流体雷诺数3000±50，并开始计时；

e）每隔5分钟使用烧杯对产水进行收集，每次收集时间为1min，收集完毕后称取质量并注回原液罐中，记录质量m_i以相对应的开始称取时刻T_i；

f）重复步骤e）直至总时间为140min；

g）测试完毕后，关闭泵，全开调节阀，并取下膜组件；

h）用清水对测试装置进行循环清洗，以备下组测试；

i)按步骤a)-f)进行两次平行试验，每次需要重新按照D.3配置测试原液进行试验。

D.5 膜污染曲线绘制

渗透通量计算

$$P_i = \frac{m_i}{A \cdot \Delta p \cdot \Delta t} \quad \text{(D.1)}$$

式中：

P_i：i时刻膜渗透通量（$kg/m^2 \cdot h \cdot bar$）

m_i：i时刻收集渗透液质量（kg）

A:膜过滤面积（m^2）

Δp：跨膜压差（bar）

Δt：收集渗透液时间（h）

通过P_i与对应T_i绘制X-Y图，X轴为T_i，Y轴为P_i。

选取140min时的渗透通量用于指标对比。

附 录 E
（规范性附录）
高效能中空纤维超滤膜临界通量测试试验和计算方法

E.1 试验条件

d）试验应在环境温度为（25±2）℃的试验室内进行；

b） 试验中使用的水应为去离子水；

c） 试验中使用的试剂纯度应为分析纯。

E.2 试验设备和测试仪器

E.2.1 准备工作

试验前应对试验设备、测试仪器和记录设备进行检查，确保均处于正常工作状态。试验设备和测试仪器应定期计量校准。

E.2.2 试验设备

试验设备如图A所示，其中泵可选择隔膜泵、离心泵、蠕动泵等，可提供压力不低于2bar，流量可调且不低于3L/min。

E.2.3 测试仪器

测试仪器包括压力表、温度计、电子天平等。
压力表的测量范围为0-3.0bar，测量误差低于0.02bar；
温度计的测量范围为0-50℃，测量误差低于0.1℃；
电子天平测量误差低于0.02g。

E.3 过滤溶液配置

测试溶液为不同分子量的葡聚糖混合溶液，比例为40000Da:70000Da:100000Da:150000Da:500000Da=1:1:1:1:1，总浓度为1g/L。

E.4 试验方法

a）将测试装置如附图1管路连接好，泵进水管与膜组件浓水管均置于储有E.3配置的混合溶液原液罐中，组件产水管于原液罐上方，使得产水可以回流到溶液中；

b）取若干待测试膜丝（约0.005m^2）密封在测试膜组件中，并将组件进水口、浓水口和产水口与测试装置相应接口连；

c）测试环境温度约为25℃，将浓水口的调节阀完全打开，启动泵，使用溶液对整个系统进行2min中的冲洗；

d）缓慢调节浓水口调节阀，同时调节泵流量，将初始压力调节至20kPa，保证测试组件内流体雷诺数为3000±50并开始计时，在该压力下过滤10min并且每两分钟采集一次渗透液，采集时间为1min，采集后的渗透液重新注原液罐；

e）每隔10min通过调节阀将压力递增10kPa，通过调节泵流量保证测试组件内流体雷诺数为3000±50，每个压力过滤10min并且每两分钟采集一次渗透液，采集时间为1min，采集后的渗透液重新注回原液罐；

f）重复步骤e）直至某个压力下渗透侧通量开始衰减，并记录下此压力下的第一次渗透液称重值m；

g）测试完毕后，关闭泵，全开调节阀，并取下膜组件；

h）用清水对测试装置进行循环清洗，以备下组测试；

i)按步骤a)-f)进行两次平行试验，每次需要重新按照E.3配置测试原液进行试验。

E.5 临界通量计算

临界通量计算，此时为临界通量上限

$$F_{cri}=\frac{m}{A\cdot\Delta t}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(E.1)$$

式中：

F_{cri}：临界通量（$kg/m^2\cdot h$）

m：某压力下通量开始衰减的第一次渗透液收集质量（kg）

A:膜过滤面积（m^2）

Δt：收集渗透液时间（h）

附 录 F
（规范性附录）
高效能中空纤维超滤膜耐酸碱性试验和计算方法

F.1 试验条件

a)试验应在环境温度为（25±2）℃的试验室内进行；

b)试验中使用的水应为去离子水；

c)试验中使用的试剂纯度应为分析纯。

F.2 试验设备和测试仪器

F.2.1 准备工作

试验前应对试验设备、测试仪器和记录设备进行检查，确保均处于正常工作状态。试验设备和测试仪器应定期计量校准。

F.2.2 试验设备

试验设备与附录C、附录D和附录E中使用的相同。

F.2.3 测试仪器

测试仪器与附录C、附录D和附录E使用的相同。

F.3 过滤溶液配置

分别配置适量pH=1的HCl溶液以及pH=12的NaOH溶液。

F.4 试验方法

F.4.1 耐酸性测试过程

a)将膜丝浸泡在F.3配置的酸溶液中48h，设置对照组膜丝浸泡在清水中48h；

b)取出酸溶液中浸泡膜丝后用清水洗净，并在清水中浸泡12h；

c)浸泡完毕后两组膜丝分别根据附录C、附录D和附录E的方法进行测试及计算；

d)每组测试3次，取平均值。

F.4.2 耐碱性测试过程

a)将膜丝浸泡在F.3配置的碱溶液中48h，设置对照组膜丝浸泡在清水中48h；

b)取出酸溶液中浸泡膜丝后用清水洗净，并在清水中浸泡12h；

c)浸泡完毕后两组膜丝分别根据附录C、附录D和附录E的方法进行测试及计算；

d)每组测试3次，取平均值。

附 录 G
（规范性附录）
高效能中空纤维超滤膜耐氧化性试验和计算方法

G.1 试验条件

a)试验应在环境温度为（25±2）℃的试验室内进行；

b)试验中使用的水应为去离子水；

c)试验中使用的试剂纯度应为分析纯。

G.2 试验设备和测试仪器

G.2.1 准备工作

试验前应对试验设备、测试仪器和记录设备进行检查，确保均处于正常工作状态。试验设备和测试仪器应定期计量校准。

G.2.2 试验设备

试验设备与附录C、附录D和附录E中使用的相同。

G.2.3 测试仪器

测试仪器与附录C、附录D和附录E使用的相同。

G.3 过滤溶液配置

配置5000ppm次氯酸钠溶液。

G.4 试验方法

a)将膜丝浸泡在G.3配置的次氯酸钠溶液中48h，设置对照组膜丝浸泡在清水中48h；

b)取出测试溶液中浸泡的膜丝后用清水洗净，并在清水中浸泡12h；

c)浸泡完毕后两组膜丝分别根据附录C、附录D和附录E的方法进行测试及计算；

d)每组测试3次，取平均值。