



# 中华人民共和国海洋行业标准

HY/T 166.1—2013

---

## 离子交换膜 第 1 部分：电驱动膜

Ion-exchange membrane—  
Part 1: Electro-driven membrane

2013-11-13发布

2014-05-01 实施

---

国家海洋局 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 分类与型号 .....	2
5 要求 .....	2
6 试验方法 .....	4
7 检验规则 .....	15
8 标志、包装、运输和贮存 .....	17
附录 A (规范性附录) 电驱动膜的固定荷电基团代号及骨架代号 .....	18
附录 B (资料性附录) 气体加压系统流程图 .....	19
附录 C (资料性附录) 爆破强度测试池和水的压差渗透系数测试池示意图 .....	20
附录 D (资料性附录) 水的浓差扩散系数测试池和溶质(氯化钠)的扩散系数测定示意图 .....	21
附录 E (资料性附录) 面电阻电导池装置示意图 .....	22

## 前 言

HY/T 166《离子交换膜》分成以下部分：

- 第1部分：电驱动膜；
- 第2部分：扩散渗析膜；
- 第3部分：燃料电池膜。

本部分为 HY/T 166的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国膜工业协会标准化委员会提出。

本部分由全国海洋标准化技术委员会(SAC/TC 283)归口。

本部分起草单位：浙江千秋环保水处理有限公司、山东省海洋化工科学研究院、浙江东大水业有限公司、中国科学技术大学。

本部分主要起草人：谭士宾、莫剑雄、徐铜文、刘兆明、宋新生、吴益尔、谭渊清、刘艳丽。

# 离子交换膜

## 第1部分：电驱动膜

### 1 范围

HY/T166 的本部分规定了电驱动膜的分类与型号、要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。

本部分适用于电驱动膜的生产 and 检验。

### 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/T191 包装储运图示标志
- GB/T 601—2002 化学试剂 标准滴定溶液的制备
- 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/T4456 包装用聚乙烯吹塑薄膜
- GB/T 6543 运输包装用单瓦楞纸箱和双瓦楞纸箱
- 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/T14436 工业产品保证文件 总则
- GB/T 20103 膜分离技术术语

### 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/T 20103 中的某些术语和定义。

#### 3.1

**离子交换膜** ion-exchange membrane

对离子具有选择性透过的聚合物制成的薄膜。

[GB/T 20103—2006, 定义3.1.1]

#### 3.2

**电驱动膜** electro-driven membrane;EDM

以电位差为推动力，由电解质材料形成的、对离子具有选择性透过的膜。

#### 3.3

**电驱动膜过程** electro-driven membrane process

在外加直流电场的作用下，利用电驱动膜使离子发生定向迁移的物理化学过程。

#### 3.4

**水的压差渗透系数** pressure differential permeability coefficient of water

单位时间、单位压差下透过单位膜面积的纯水的量。

3.5

水的浓差扩散 concentration differential diffusion of water

当膜两侧溶液的浓度不同时，水由低浓度一侧向高浓度一侧的扩散。

3.6

水的浓差扩散系数 concentration differential diffusion coefficient of water

膜两侧溶液存在一定的浓差时，单位时间内水透过单位膜面积的量。

3.7

溶质扩散系数 solute diffusion coefficient

膜两侧溶液存在一定的浓差时，单位时间内溶质透过单位膜面积的量。

3.8

选择透过率 permselectivity

离子交换膜透过特定的电荷离子或排斥电荷离子的能力。

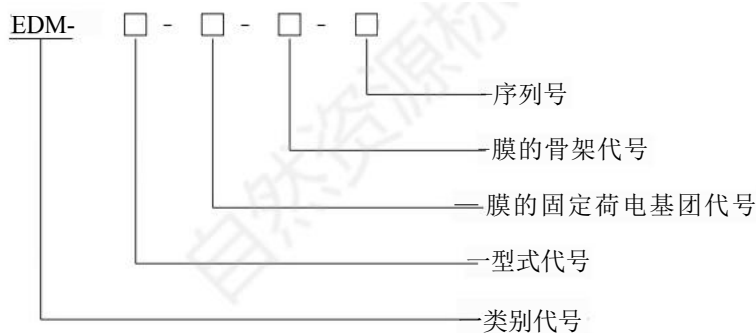
## 4 分类与型号

### 4.1 分类

电驱动膜按其是否添加膜成型材料分为I 型电驱动膜、II 型电驱动膜。

### 4.2 型号

电驱动膜型号由类别代号、型式代号、膜的固定荷电基团代号、膜的骨架代号、序列号五部分组成，其中类别代号以电驱动膜英文名称的缩略语 EDM 表示；型式代号表示膜中是否添加膜成型材料，以罗马字母表示，添加为“Ⅰ”，不添加为“Ⅱ”；膜的固定荷电基团代号以阿拉伯数字表示，具体规定见附录 A 中表 A.1；膜的骨架代号以阿拉伯数字表示，具体规定见附录 A 中表 A.2；序列号表示相同骨架和固定荷电基团的系列产品编号，以阿拉伯字母表示。五部分之间以连接符“-”连接，其表述格式为：



示例：

EDM-I-2-0-3

EDM表示电驱动膜；I 表示添加了膜成型材料；2表示膜中含有强碱性固定荷正电基团；0表示膜的骨架是聚苯乙烯系；3表示同一种系列中的第3种产品。

## 5 要求

### 5.1 外观要求

电驱动膜的外观应平整光洁，无机械损伤，无针孔，无褶皱，无油污，无脱网，无叠网，无杂物。

## 5.2 性能指标

### 5.2.1 I 型电驱动膜性能指标

I 型电驱动膜具体性能指标见表1。

表 1 I 型电驱动膜性能指标

项 目		EDM-I-1-0-1 (通用型阳膜)	EDM-I-2-0-1 (通用型阴膜)	EDM-I-1-0-2 (低渗透阳膜)	EDM-I-2-0-2 (低渗透阴膜)	EDM-I-2-0-3 (电泳涂装膜)
厚度 mm		0.45±0.02	0.45±0.02	0.50±0.02	0.50±0.02	0.55±0.02
含水率 %		30~50	30~45	35~50	30~45	30~45
离子交换容量 mol/kg		≥2.0	≥1.8	≥2.0	≥1.8	≥1.8
尺寸 变化 率 %	厚度变化率	≤80	≤80	≤65	≤65	≤60
	线性溶胀度 (x方向)	≤13	≤13	≤10	≤10	≤8
	线性溶胀度 (y方向)	≤12	≤12	≤8	≤8	≤6
爆破强度 MPa		>0.3	>0.3	>0.6	>0.6	>0.6
水的压差渗透系数 mL/(cm <sup>2</sup> ·h·MPa)		—	—	<0.05	<0.05	<0.01
水的浓差扩散系数 mL/(cm <sup>2</sup> ·h·mol/L)		—	—	<0.02	0.02	<0.01
溶质(氯化钠)的扩散 系数 mmol/(cm <sup>2</sup> ·h·mol/L)		<0.02	<0.02	<0.008	<0.006	<0.004
选择透过率 %		≥90	≥87	≥90	≥89	≥89
面电阻 Ω·cm <sup>2</sup>		<12	<13	≤15	<20	<60

### 5.2.2 II 型电驱动膜性能指标

II 型电驱动膜具体性能指标见表2。

表 2 II 型电驱动膜性能指标

项 目		EDM-II-1-3-1 (通用型阳膜)	EDM-I-2-3-1 (通用型阴膜)	EDM-II-4-3-1 (弱碱性阴膜)	EDM-II-1-6-1 (杂化阳膜)	EDM-II-2-6-1 (杂化阴膜)
厚度 mm		0.25±0.05	0.25±0.05	0.20±0.05	0.20±0.05	0.20±0.05
含水率 %		30~70	30~75	20~40	20~75	20~75
离子交换容量 mol/kg		≥1.1	≥1.1	≥1.3	≥0.9	≥1.3
尺寸 变化 率 %	厚度变化率	≤25	≤25	≤15	≤20	≤15
	线性溶胀度 (x方向)	≤12	≤10	≤8	≤9	≤8
	线性溶胀度 (y方向)	≤12	≤10	≤8	≤9	≤8
爆破强度 MPa		>0.7	>0.7	>0.7	>0.7	>0.7
水的浓差扩散系数 mL/(cm <sup>2</sup> ·h·mol/L)		<0.03	<0.0	<0.02	<0.01	<0.01
溶质(氯化钠)的扩散 系数 mmol/(cm <sup>2</sup> ·h·mol/L)		<0.02	<0.02	<0.006	<0.004	<0.004
选择透过率 %		≥92	≥90	≥95	≥95	≥95
面电阻 Ω·cm <sup>2</sup>		<5	<5	<8	<6	<6

## 6 试验方法

### 6.1 外观检验

外观用目测法检测，应符合5.1要求。

### 6.2 厚度测量

在距膜的长、宽边缘100 mm处各取一个点，共四个点，在膜的中间位置取第五个点。用分度值为0.01 mm的螺旋测微器测定每个点的厚度。膜的厚度取5个点厚度值的算术平均值。

### 6.3 含水率

#### 6.3.1 试验条件

在25℃±1℃的恒温室内进行含水率的测定。

### 6.3.2 仪器设备

试验所需仪器设备如下:

- a) 干燥器;
- b) 烘箱, 0℃~299℃, 控温允差: ±1℃;
- c) 分析天平, 0 g~100 g, 感量: 0.1 mg。

### 6.3.3 试验方法

试验过程如下:

a) 膜的预处理过程如下:

- 1) 取10 cm×10 cm的膜样品, 浸泡在水(25℃时电导率小于10 μS/cm) 中24 h 以上;
- 2) 取出膜样品, 浸泡在氢氧化钠溶液[c(NaOH)=1 mol/L]中(每10 cm<sup>2</sup> 膜样品用40 mL 的氢氧化钠溶液)2 h~3 h, 取出, 用水洗至中性, 然后, 浸泡在盐酸溶液[c(HCl)=1 mol/L]中(每10 cm<sup>2</sup> 膜样品用40 mL 的盐酸溶液)2 h~3 h, 如此酸碱处理两次, 第三次处理时浸泡24 h 以上;
- 3) 取出膜样品, 用水洗至中性和无氯离子检出(用硝酸银溶液检测), 其结果阳膜为氢型, 阴膜为氯型, 放至水中备用。

- b) 取预处理好的膜三份, 每份约1.0 g, 分别用滤纸吸去表面的水, 立即剪成约1cm<sup>2</sup> 的小片, 迅速放入三个已称恒重的称量瓶盖好, 称重(准确至0.1 mg);
- c) 打开称量瓶盖, 置于恒温在103℃~105℃烘箱中加热, 保持2 h;
- d) 盖上盖子, 取出称量瓶, 放进干燥器内冷却至室温, 再精确称量, 记录数据。测量结果的相对误差在5%以内, 取其算术平均值。

### 6.3.4 结果计算

含水率计算方法如式(1):

$$C_w = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- C<sub>w</sub>——膜的含水率%;
- W<sub>1</sub>——烘干前湿态膜的重量, 单位为克(g);
- W<sub>2</sub>——烘干后干态膜的重量, 单位为克(g)。

## 6.4 离子交换容量

### 6.4.1 试验条件

在25℃±1℃的恒温室内进行离子交换容量的测定。

### 6.4.2 试验原理

与膜中固定基团相吸的离子能与溶液中反离子进行交换, 通过测定溶液中剩余反离子的量, 确定参与交换的反离子的量, 计算出膜的离子交换容量。

### 6.4.3 仪器设备

试验所需仪器设备如下:



- a) 碱式滴定管：0 mL~50 mL,分度值：0.1 mL;
- b) 棕色酸式滴定管：0 mL~50 mL,分度值：0.1 mL;
- c) 容量瓶，1000 mL;
- d) 具塞三角瓶，250 mL;
- e) 分析天平：0 g~100 g,感量：0.1 mg。

#### 6.4.4 化学试剂

氢氧化钠、盐酸、硝酸银、硫酸钠、邻苯二甲酸氢钾、氯化钠、酚酞、铬酸钾。其中，氯化钠、邻苯二甲酸氢钾为基准试剂，其余均为分析纯。

#### 6.4.5 标准溶液和指示剂

##### 6.4.5.1 氢氧化钠标准溶液 $[c(\text{NaOH})=0.1 \text{ mol/L}]$

按 GB/T 601—2002 中4.1给出的细则配制。

##### 6.4.5.2 硝酸银标准溶液 $[c(\text{AgNO}_3)=0.1 \text{ mol/L}]$

按 GB/T 601—2002 中4.21给出的细则配制。

##### 6.4.5.3 铬酸钾指示剂

称取10g 铬酸钾，溶于100 mL 水(25℃时电导率小于10  $\mu\text{S/cm}$ )，摇匀。

##### 6.4.5.4 酚酞指示剂

称取1 g 酚酞，溶于100 mL95% 的乙醇中，摇匀。

#### 6.4.6 试验方法

##### 6.4.6.1 阳膜的离子交换容量的测定

阳膜的离子交换容量的测定步骤如下：

- a) 取6.3.3a) 中预处理后的阳膜三份，每份约1.5g, 用滤纸吸去表面的水，迅速剪成约1  $\text{cm}^2$  的小片，置于已知重量的称量瓶称量(准确度至0.1 mg)，随后放入具塞三角瓶中；
- b) 在具塞三角瓶中加入70mL 硫酸钠溶液 $[c(\text{Na}_2\text{SO}_4)=1 \text{ mol/L}]$ ,每隔半小时摇晃一次，时间不少于8 h;
- c) 用氢氧化钠标准溶液 $[c(\text{NaOH})=0.1 \text{ mol/L}]$ 滴定，以酚酞为指示剂，至粉红色出现15 s 不变为终点，记录氢氧化钠溶液消耗量。测试结果取三个平行样品数据的算术平均值。

##### 6.4.6.2 阴膜的离子交换容量的测定

阴膜的离子交换容量的测定步骤如下：

- a) 取6.3.3a) 中预处理后的阴膜三份，每份约1.5 g, 按6.4.6.1a) 和6.4.6.1b) 操作程序依次进行；
- b) 用硝酸银标准溶液 $[c(\text{AgNO}_3)=0.1 \text{ mol/L}]$ 滴定，以铬酸钾为指示剂，至溶液呈砖红色不褪

为终点，记录硝酸银溶液消耗量。测试结果取三个平行样品数据的算术平均值。

#### 6.4.7 结果计算

离子交换容量计算方法如式(2):

$$C_m = \frac{c_B V}{n W (1 - C_w)} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- C<sub>m</sub>——离子交换容量, 单位为摩尔每千克(mol/kg);
- c<sub>B</sub>——滴定液的浓度, 单位为摩尔每升(mol/L);
- V——滴定溶液消耗的体积, 单位为毫升(mL);
- n——滴定液中阳离子的价态数;
- W——称取的湿态膜重, 单位为克(g);
- C——膜的含水率。

## 6.5 尺寸变化率

### 6.5.1 试验条件

在25℃±1℃的恒温室内进行尺寸变化率的测定。

### 6.5.2 试验原理

当电驱动膜浸入水中(或电解质溶液中)或从一种电解质溶液转移到另一种电解质溶液, 甚至从一种浓度的溶液转移到另一浓度的溶液中, 膜在三维方向(长、宽和厚度)上均会发生尺寸及至整个几何形状的变化, 尺寸变化率即用来表征膜的几何尺寸的变化程度。尺寸变化率通常以尺寸稳定后, 待测样品膜的尺寸的增加值与干膜尺寸的百分比来表示。

### 6.5.3 仪器

试验所需仪器如下:

- a) 螺旋测微器, 分度值: 0.01 mm;
- b) 千分尺, 分度值: 0.01 mm。

### 6.5.4 测试方法

尺寸变化率的测定方法如下:

- a) 在切纸机上将干态膜样品裁成3.0 cm×3.0 cm的正方形, 测出样品膜四个角及中间部位共5个点的厚度取平均值为L。<sub>0</sub>, 单位为毫米;
- b) 在切纸机上将另一份干态膜样品裁成6.0 cm×8.0 cm的长方形, 长与纬线平行, 任选三个角, 并在距离边1 cm处做三个记号, 用千分尺测量记号间的间距为L<sub>x</sub> (x为长度方向)及L<sub>oy</sub> (y为宽度方向);
- c) 将上述膜样品按6.3.3a) 中进行预处理;
- d) 将预处理后的湿态膜样品取出, 并立即用螺旋测微器分别测量膜样品四个角及中间部位的厚度, 取其平均值为L<sub>w</sub>。;
- e) 将预处理后的另一份湿态膜样品取出, 用千分尺测量记号间的间距为L<sub>w</sub>。及L<sub>wy</sub>。

### 6.5.5 结果计算

厚度变化率、线性溶胀度(x方向)和线性溶胀度(y方向)计算方法如式(3)、式(4)、式(5):

$$L_{ws} = \frac{L_{ws} - L_{ds}}{L_{ds}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- L——厚度变化率, %;

L—— 湿态膜的厚度，单位为毫米(mm)；  
L—— 干态膜的厚度，单位为毫米(mm)。

$$L_{wx} = \frac{L_{ax} - L_{ox}}{L_{ox}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

L<sub>wx</sub>——x 方向线性溶胀度，%；  
L<sub>ax</sub>——x 方向湿态膜的长度，单位为毫米(mm)；  
L<sub>ox</sub>——x 方向干态膜的长度，单位为毫米(mm)。

$$L_{wy} = \frac{L_{ay} - L_{oy}}{L_{oy}} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

L<sub>wy</sub>——y 方向线性溶胀度， %；  
L<sub>wy</sub>——y 方向湿态膜的长度，单位为毫米(mm)；  
L<sub>oy</sub>——y 方向干态膜的长度，单位为毫米(mm)。

## 6.6 爆破强度

### 6.6.1 试验条件

在25℃±1℃的恒温室内进行爆破强度的测定。

### 6.6.2 仪器设备

试验所需仪器设备如下：

- a) 气体加压系统由充气装置、储气罐、压力表、单向阀、恒压调节阀、精密压力表、导气管等组成，结构简图参见附录 B 中的图 B.1。其中，压力表的量程为：0 MPa~1 MPa；准确度级别：2.5级。精密压力表的量程：0 MPa~1 MPa，准确度级别：0.4级；
- b) 爆破强度测试池主要由两个大小相同的半槽组合而成，用有机玻璃加工制成；上半槽有进气口，用于对液体施加压力；下半槽为防溅容器，防止膜爆破时液体溅出。结构简图参见附录 C 中的图C.1。

### 6.6.3 化学试剂

甘油(化学纯或分析纯)。

### 6.6.4 试验方法

爆破强度的测试过程如下：

- a) 取6.3.3a)中预处理后的膜剪成适当大小(大于垫圈的面积)；
- b) 将待测膜夹于爆破强度测试池的两半槽之间，将两个半槽旋紧至不漏液；
- c) 加入一定量的甘油于上半槽中，将气体加压系统与上半槽的接口连接；
- d) 打开充气装置，慢慢调节恒压调节阀；
- e) 观察精密压力表的指示压力，直至膜面破裂；
- f) 记录精密压力表所指的最大压力，即为膜的爆破强度，测试结果取三个平行样品数据的算术平均值。

## 6.7 水的压差渗透系数

### 6.7.1 试验条件

在25℃±1℃的恒温室内进行水的压差渗透系数的测定。

### 6.7.2 试验原理

当膜两侧的水存在压力差时，水分子会由压力大的一侧向压力小的一侧渗透，在一定压差条件下，通过测定膜的压差渗透系数，了解膜的致密度，水的压差渗透系数越小，膜的致密度越高。

### 6.7.3 仪器设备

试验所需仪器设备如下：

- a) 气体加压系统；
- b) 水的压差渗透系数测试池主要由两个大小相同的半槽组合而成，用有机玻璃加工制成；上半槽有进气口，用于对水施加压力；下半槽有刻度管，用于测量水的透过量，受压的膜面直径为3.0 cm。结构简图参见附录C中的图C.2；
- c) 秒表，分辨力：0.1 s。

### 6.7.4 测试步骤

水的压差渗透系数的测试步骤如下：

- a) 向水的压差渗透系数测试池的下半槽中注满水(25℃时电导率小于10 μS/cm)；
- b) 取6.3.3a)中预处理后的膜三份，剪成大于测试池中O型圈大小的圆片，将其夹于两半槽之间；
- c) 将两个半槽旋紧至不漏液，并向上半槽中加满水；
- d) 将气体加压系统与上半槽进气口连接，排出下半槽内的气泡；
- e) 打开自动充气机加压，调节恒压调节阀使精密压力表的刻度为0.2 MPa；
- f) 待透过水稳定流动后，用秒表记录水在刻度毛细管中流过V体积时所需时间t；
- g) 记录数据，测试结果取三个平行样品数据的算术平均值。

### 6.7.5 结果计算

水的压差渗透系数计算方法如式(6)：

$$L_p = \frac{V}{tSp} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- L<sub>p</sub> ——水的压差渗透系数，单位为毫升每平方厘米小时兆帕[mL/(cm<sup>2</sup>·h·MPa)]；  
 V ——流过水的体积，单位为毫升(mL)；  
 t ——流过V体积的水所需的时间，单位为小时(h)；  
 S ——有效膜面积，单位为平方厘米(cm<sup>2</sup>)；  
 p ——设定压力，单位为兆帕(MPa)。

## 6.8 水的浓差扩散系数

### 6.8.1 试验条件

在25℃±1℃的恒温室内进行水的浓差扩散系数的测定。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/448035045045006067>