

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 6093—2022

双极膜

Bipolar membrane

2022 - 09 - 30 发布

2023 - 04 - 01 实施

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国分离膜标准化技术委员会（SAC/TC382）归口。

本文件起草单位：北京廷润膜技术开发股份有限公司、安徽中科莘阳膜科技有限公司、山东天维膜技术有限公司、中国科学技术大学、江苏久吾高科技股份有限公司、浙江佰辰低碳科技有限公司、杭州水处理技术研究开发中心有限公司、杭州蓝然环境技术股份有限公司、蓝星（北京）化工机械有限公司、天津汉晴环保科技有限公司、天津工业大学、杭州科锐环境能源技术有限公司、浙江汇甬新材料有限公司、浙江津膜环境科技有限公司、天津膜天膜工程技术有限公司、杭州匠容道环境科技有限公司。

本文件主要起草人：刘芬、李辉、王晓林、李晓玉、徐铜文、白祖国、沈江南、金可勇、许以农、吴益尔、杨朔、张良虎、韩永良、王海涛、谭渊清、曹毅、王大新、席雪洁、王瀚漪、刘洋、常娜。

双极膜

1 范围

本文件规定了双极膜的要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。
本文件适用于双极膜产品的研发、生产、检验和使用。

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 601—2016 化学试剂 标准滴定溶液的制备
GB/T 4456 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 6682—2008 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 20103—2006 膜分离技术 术语
HG/T 5112—2016 扩散渗析阴膜
HY/T 166.1—2013 离子交换膜 第1部分：电驱动膜

3 术语和定义

GB/T 20103—2006与HY/T 166.1—2013界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双极膜 bipolar membrane

由阴、阳离子交换层和中间具有水解离催化作用的过渡层所组成的具有多层功能结构的膜。

[来源：GB/T 20103—2006，3.1.7，有修改]

3.2

离子交换容量 ion exchange capacity

离子交换膜中与固定基团电荷平衡的离子量。

注：离子交换容量单位为：mol/kg（干膜）。

[来源：GB/T 20103—2006，3.1.13]

3.3

爆破强度 bursting strength

在膜上施加垂直于膜面的流体压力，膜开始渗漏或破裂时的临界压力。

注：爆破强度单位为：MPa。

[来源：GB/T 20103—2006，3.1.21]

3.4

尺寸变化率 dimensional changes

膜从一种溶液转入另一种溶液中，其几何尺寸变化的程度。

注：尺寸变化率以长度、宽度或厚度的变化百分率表示。

3.5

面电阻 area resistance

一定面积膜试样的电阻值。

注：面电阻单位为： $\Omega \cdot \text{cm}^2$ 。

[来源：GB/T 20103—2006，3.1.19]

3.6

跨膜电压 trans-membrane voltage

在给定的溶液中，一定量的带电离子的跨膜流动，导致在膜两侧产生的电位差。

注：跨膜电压单位为：V。

3.7

化学耐受性 tolerance of chemical reagent

在特定浓度的化学试剂中浸泡一定时间后，膜片损坏的程度。

3.8

产酸/碱速率 generation rate of acid or base

在给定的条件下，双极膜单位面积单位时间产生的酸/碱的量。

注：产酸/碱速率单位为： $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ 。

4 要求

4.1 外观

双极膜的外观应平整光洁，无机械损伤，无针孔，无褶皱，无油污，无杂物。

4.2 厚度偏差

单张膜产品的厚度相对偏差的绝对值不应大于10%。

4.3 离子交换容量

双极膜阴离子交换层离子交换容量不应小于 0.6 mol/kg （干膜）；阳离子交换层离子交换容量不应小于 0.6 mol/kg （干膜）。

4.4 爆破强度

双极膜爆破强度不应小于 0.25 MPa 。

4.5 尺寸变化率

双极膜从纯水转入到 2 mol/L 的盐酸溶液中长度、宽度、厚度变化率均不应大于8%，从纯水转入到 2 mol/L 的氢氧化钠溶液中长度、宽度、厚度变化率均不应大于8%。

4.6 面电阻

双极膜的面电阻不应大于 $10 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 。

4.7 跨膜电压

双极膜在 100 mA/cm^2 电流密度下的跨膜电压不应大于 1.5 V 。

4.8 化学耐受性

双极膜在6 mol/L的盐酸溶液浸泡2000 h, 爆破强度下降率不应大于10%; 在6 mol/L氢氧化钠溶液浸泡2000 h, 爆破强度下降率不应大于10%。

4.9 产酸/碱速率

在40 mA/cm²电流密度下, 双极膜产酸/碱速率均不应小于0.15 mol/(m²·min)。

5 试验方法

5.1 外观

目视检验, 检验结果应符合4.1的要求。

5.2 厚度偏差

厚度偏差检验应按照HG/T 5112—2016中6.2规定的试验方法执行。

5.3 离子交换容量

5.3.1 试验条件

测试应在25℃±1℃的恒温室内进行。

5.3.2 试验原理

与膜中固定基团相吸的可解离离子能与溶液中反离子进行等当量交换, 通过滴定与溶液中反离子交换的可解离离子, 来测定膜的交换容量。

5.3.3 仪器设备

试验所需仪器设备如下:

- a) 碱式滴定管, 25.0 mL;
- b) 棕色酸式滴定管, 25.0 mL;
- c) 容量瓶, 100 mL;
- d) 具塞三角瓶, 250 mL;
- e) 分析天平, 100 g, 准确度 0.001 g;
- f) 干燥器;
- g) 烘箱, 300℃, 控温准确度 1℃。

5.3.4 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, 纯水应符合GB/T 6682-2008规定的二级水标准。

5.3.5 测试步骤

5.3.5.1 膜样品制备

在需要检测的膜片中随机抽取一张膜片, 随机在膜片的上部、中部、下部各取1张边长为10 cm的正方形膜片作为样品。

5.3.5.2 膜样品预处理

膜样品的预处理步骤如下:

- a) 取 5.3.5.1 中制备的膜样品, 浸泡在纯水中不应小于 24 h, 取出;

- b) 将膜样品浸泡在 1 L 氢氧化钠溶液[$c(\text{NaOH})=1.0 \text{ mol/L}$]中, 浸泡 $2.5 \text{ h} \pm 0.5 \text{ h}$, 取出, 用纯水洗至中性后, 转移至 1 L 盐酸溶液[$c(\text{HCl})=1.0 \text{ mol/L}$]中, 浸泡 $2.5 \text{ h} \pm 0.5 \text{ h}$, 取出, 用纯水洗至中性;
- c) 重复步骤 b) 2 次;
- d) 转移至盐酸溶液[$c(\text{HCl})=1.0 \text{ mol/L}$]中, 浸泡时间不应小于 24 h;
- e) 取出膜样品, 用纯水洗至中性, 用硝酸银溶液检测无氯离子检出, 放置纯水中备用。

5.3.5.3 含水率的测定

含水率的测定应按照 HY/T 166.1—2013 中 6.3 规定的试验方法执行。

5.3.5.4 阳离子交换层离子交换容量的测定

阳离子交换层离子交换容量的测定步骤如下:

- a) 取 5.3.5.2 中预处理后的膜样品 1 张, 用滤纸吸去表面水分, 迅速剪成边长不大于 1 cm 的方形碎片, 置于已知重量的称量瓶中称量, 称取膜样品的湿膜重量记为 W , 放入具塞三角瓶中;
- b) 在具塞三角瓶中加入 50 mL 硫酸钠溶液[$c(\text{Na}_2\text{SO}_4)=1.0 \text{ mol/L}$], 每隔 0.5 h 摇晃一次, 浸泡时间不应小于 2 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, 且 15 s 不褪色为终点, 记录氢氧化钠标准溶液的消耗体积记为 V_{NaOH} ;
- d) 重复步骤 a)、b)、c) 3 次, 将 3 次平行样品测得实验值计算得出的离子交换容量平均值作为阳离子交换层离子交换容量。

5.3.5.5 阴离子交换层离子交换容量的测定

阴离子交换层离子交换容量的测定步骤如下:

- a) 按照步骤 5.3.5.4 a)、b)、c) 执行;
- b) 向 a) 中的三角瓶里加入 5 mL 铬酸钾溶液作为指示剂, 以硝酸银标准溶液[$c(\text{AgNO}_3)=0.1 \text{ mol/L}$]滴定至溶液刚刚出现砖红色沉淀, 且不消失为终点, 记录硝酸银标准溶液消耗体积记为 V_{AgNO_3} ;
- c) 重复步骤 a)、b) 3 次, 将 3 次平行样品测得实验值计算得出的交换容量平均值作为阴离子交换层离子交换容量。

5.3.6 数据处理

双极膜阳离子交换层离子交换容量按式 (1) 计算, 阴离子交换层离子交换容量按式 (2) 计算:

$$C_{\text{m}+} = \frac{C_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}}}{W (1 - C_w)} \quad (1)$$

式中:

$C_{\text{m}+}$ — 阳离子交换层离子交换容量, 单位为摩尔每千克干膜[mol/kg (干膜)];

C_{NaOH} — 氢氧化钠标准溶液的浓度, 单位为摩尔每升 (mol/L);

V_{NaOH} — 氢氧化钠标准溶液消耗的体积, 单位为毫升 (mL);

W — 膜样品的湿膜重量, 单位为克 (g);

C_w — 膜样品的含水率, %。

$$C_{\text{m}-} = \frac{C_{\text{AgNO}_3} V_{\text{AgNO}_3}}{W (1 - C_w)} \quad (2)$$

式中:

$C_{\text{m}-}$ — 阴离子交换层离子交换容量, 单位为摩尔每千克干膜[mol/kg (干膜)];

C_{AgNO_3} — 硝酸银标准溶液的浓度, 单位为摩尔每升 (mol/L);

V_{AgNO_3} — 硝酸银标准溶液消耗的体积, 单位为毫升 (mL);

W — 膜样品的湿膜重量, 单位为克 (g);

C_w — 膜样品的含水率，%。

5.4 爆破强度

双极膜爆破强度的测定应按照HY/T 166.1—2013中6.6规定的试验方法执行。

5.5 尺寸变化率

5.5.1 试验条件

测试应在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温室内进行。

5.5.2 试验原理

当双极膜从纯水转移到盐酸或氢氧化钠溶液中，膜在三维方向（长度、宽度和厚度）上均会发生尺寸甚至几何形状的变化。尺寸变化率用来表征膜的几何尺寸的变化程度。

5.5.3 仪器

试验所需仪器如下：

- a) 螺旋测微器，分度值 0.01 mm；
- b) 游标卡尺，分度值 0.1 mm。

5.5.4 测试步骤

5.5.4.1 碱性尺寸变化率的测定

碱性尺寸变化率的测定步骤如下：

- a) 在双极膜膜片上随机截取长度为 10 cm，宽度为 5 cm 的膜样品，按照 5.3.5.2 的规定进行膜样品的预处理；
- b) 任选 3 个角，并在距离边 1 cm 处做 3 个记号；
- c) 放置在纯水中浸泡不小于 24 h，湿态下取出，用螺旋测微器测出样品膜四个角及中间部位 5 个点的厚度取平均值为 L_{OZ} ；用游标卡尺测量记号间的长度方向间距 L_{OX} 及宽度方向间距 L_{OY} ；
- d) 从纯水中取出，浸泡在 1 L 氢氧化钠溶液 $[c(\text{NaOH})=2.0\text{ mol/L}]$ 中，浸泡不小于 24 h，湿态下取出用螺旋测微器测出样品膜 4 个角及中间部位 5 个点的厚度取平均值为 L_{BZ} ；用游标卡尺测量记号间的长度方向间距 L_{BX} 及宽度方向间距 L_{BY} 。

5.5.4.2 酸性尺寸变化率的测定

酸性尺寸变化率的测定步骤如下：

- a) 按照步骤 5.5.4.1 a)、b)、c) 执行；
- b) 从纯水中取出，浸泡在 1 L 盐酸溶液 $[c(\text{HCl})=2.0\text{ mol/L}]$ 中，浸泡不小于 24 h，取出用螺旋测微器测出样品膜 4 个角及中间部位 5 个点的厚度取平均值为 L_{AZ} ；用游标卡尺测量记号间的长度方向间距 L_{AX} 及宽度方向间距 L_{AY} 。

5.5.5 数据处理

在碱性条件下，厚度变化率、长度变化率、宽度变化率分别按式（3）、式（4）、式（5）计算：

$$H_{BO} = \frac{L_{BZ} - L_{OZ}}{L_{OZ}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

H_{BO} — 厚度变化率，%；

L_{BZ} — 膜样品厚度，单位为毫米（mm）；

L_{OZ} — 纯水中，膜样品厚度，单位为毫米（mm）。

$$L_{BO} = \frac{L_{BX} - L_{OX}}{L_{OX}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

L_{BO} — 长度变化率，%；

L_{BX} — 膜样品长度方向的间距，单位为毫米（mm）；

L_{OX} — 纯水中，膜样品长度方向的间距，单位为毫米（mm）。

$$W_{BO} = \frac{L_{BY} - L_{OY}}{L_{OY}} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

W_{BO} — 宽度变化率，%；

L_{BY} — 膜样品宽度方向的间距，单位为毫米（mm）；

L_{OY} — 纯水中，膜样品宽度方向间距，单位为毫米（mm）。

在酸性条件下，厚度变化率、长度变化率、宽度变化率分别按式（6）、式（7）、式（8）计算：

$$H_{AO} = \frac{L_{AZ} - L_{OZ}}{L_{OZ}} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

H_{AO} — 厚度变化率，%；

L_{AZ} — 膜样品厚度，单位为毫米（mm）；

L_{OZ} — 纯水中，膜样品厚度，单位为毫米（mm）。

$$L_{AO} = \frac{L_{AX} - L_{OX}}{L_{OX}} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

式中：

L_{AO} — 长度变化率，%；

L_{AX} — 膜样品长度方向的间距，单位为毫米（mm）；

L_{OX} — 纯水中，膜样品长度方向的间距，单位为毫米（mm）。

$$W_{AO} = \frac{L_{AY} - L_{OY}}{L_{OY}} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

W_{AO} — 宽度变化率，%；

L_{AY} — 膜样品宽度方向的间距，单位为毫米（mm）；

L_{OY} — 纯水中，膜样品宽度方向的间距，单位为毫米（mm）。

5.6 面电阻

面电阻的测定应按照HY/T 166.1—2013中6.11规定的试验方法执行。

5.7 跨膜电压

5.7.1 试验条件

测试应在25℃±1℃的恒温室内进行。

5.7.2 测试原理

将双极膜置于含电极板的电渗析膜堆中，通入一定浓度的氯化钠溶液，在双极膜两侧施加直流电场，测定不同电流密度条件下的电渗析膜堆电压。计算单张跨膜电压的平均值，绘制电流密度-电压曲线图，确定100mA/cm²下的跨膜电压。

5.7.3 仪器设备

试验所需仪器设备如下：

a) 跨膜电压测试设备，测试装置示意图见附录 A.1；

- b) 电渗析膜堆,电渗析膜堆主要由2块带电极板的配水板、6张无回流隔板以及5张双极膜组成,电极板材质宜为钛涂钌铱,隔板宜为电渗析通用隔板,测试装置示意图见附录A.2;
- c) 铂片或铜片,规格宽度为10 mm,长度为50 mm,厚度为0.1 mm,2片;
- d) 万用表,准确度0.01 V。

5.7.4 化学试剂

氯化钠溶液 $[c(\text{NaCl})=0.5 \text{ mol/L}]$ 。

5.7.5 测试步骤

双极膜跨膜电压的测试步骤如下:

- a) 取5张长度为300 mm,宽度为100 mm的膜样品,按照5.3.5.2的规定预处理,用滤纸吸干表面溶液,将其与隔板按照示意图附录A.2组装在电极板中间;
- b) 组装过程中紧贴电极板靠近膜放置两张铂片,使得铂片的一端完全浸在膜堆水流流动的有效区域,另一端伸出至膜堆外端;
- c) 在测试装置的极室以及隔室水箱中各加入不小于1 L的氯化钠溶液 $[c(\text{NaCl})=0.5 \text{ mol/L}]$;
- d) 开启极室与隔室相对应的磁力泵,调节流量40 L/h,待流量稳定后,开启直流电源,调节直流电源电压输入值,用万用表测量两铂片之间的电位差。改变电压输入值,分别以 10 mA/cm^2 为变化幅度,使得电流密度先从 0 mA/cm^2 升高至 250 mA/cm^2 ,记录电流密度上升时,不同电流密度下的电位差值记为 U_u ,后从 250 mA/cm^2 降低至 0 mA/cm^2 ,记录电流密度下降时,不同电流密度下的电位差值记为 U_d ;
- e) 取出所有双极膜,将隔板按照a)中的顺序组装在电极板中间;
- f) 重复步骤b)~d);
- g) 将电流密度上升至 U_u 同电流密度时测得的电位差记为 U'_u ,将电流密度下降至 U_d 同电流密度时时测得的电位差记为 U'_d 。

5.7.6 数据处理

5.7.6.1 不同电流密度下单张跨膜电压计算

按式(9)计算不同电流密度下的单张跨膜电压:

$$U_m = \frac{(U_u - U'_u) + (U_d - U'_d)}{5 \times 2} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

U_m — 单张膜跨膜电压,单位为伏(V);

U_u — 电流密度上升时,万用表测得的电位差,单位为伏(V);

U_d — 电流密度下降时,万用表测得的电位差,单位为伏(V);

U'_u — 无双极膜条件下,电流密度上升至 U_u 同电流密度时,万用表测得的电位差,单位为伏(V);

U'_d — 无双极膜条件下,电流密度下降至 U_d 同电流密度时,万用表测得的电位差,单位为伏(V)。

5.7.6.2 根据5.7.6.1的计算结果绘制电流密度-电压曲线。

5.7.6.3 在5.7.6.2绘制的电流密度-电压曲线上确定 100 mA/cm^2 电流密度下的跨膜电压 U_{m100} 。

5.8 化学耐受性

5.8.1 试验条件

测试在 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的恒温室内进行。

5.8.2 测试原理

将双极膜浸泡在一定浓度的化学试剂中,由于双极膜与化学试剂间的相互作用,会导致膜片出现脆化、爆破强度降低等损坏。

5.8.3 化学试剂

盐酸溶液 $[c(\text{HCl})=6 \text{ mol/L}]$ 、氢氧化钠溶液 $[c(\text{NaOH})=6 \text{ mol/L}]$ 。

5.8.4 测试步骤

5.8.4.1 酸性化学耐受性

酸性化学耐受性的测试步骤如下:

- 按照 5.3.5.2 的规定预处理 6 张边长为 5 cm 的正方形膜样品;
- 取 3 张膜样品,按照 5.4 测试方法测试膜样品爆破强度,将 3 张膜样品爆破强度平均值记为 P_{A0} ;
- 将剩余的 3 张膜样品放入锥形瓶中,加入 150 mL 配制好的盐酸溶液 $[c(\text{HCl})=6 \text{ mol/L}]$,膜样品应浸没于液面以下,测试期间应保证盐酸的有效浓度;
- 每隔 24 h,进行摇晃,时间 2 min;
- 浸泡时间达到 2000 h 后,取出膜样品,用纯水清洗至中性,按照爆破强度测试方法测试膜样品爆破强度,将 3 张膜样品爆破强度平均值记为 P_A 。

5.8.4.2 碱性化学耐受性

碱性化学耐受性的测试步骤如下:

- 按照 5.3.5.2 的规定预处理 6 张边长为 5 cm 的正方形膜样品;
- 取 3 张膜样品,按照 5.4 测试方法测试膜样品爆破强度,将 3 张膜样品爆破强度平均值记为 P_{B0} ;
- 将剩余的 3 张膜样品放入锥形瓶中,加入 150 mL 配制好的氢氧化钠溶液 $[c(\text{NaOH})=6 \text{ mol/L}]$,膜样品应浸没于液面以下,测试期间应保证盐酸的有效浓度;
- 每隔 24 h,进行摇晃,时间 2 min;
- 浸泡时间达到 2000 h 后,取出膜样品,用纯水清洗至中性,按照爆破强度测试方法测试膜片爆破强度,将 3 张膜样品爆破强度平均值记为 P_B 。

5.8.5 数据处理

酸性化学耐受性按式 (10) 计算,碱性化学耐受性按式 (11) 计算:

$$T_A = \frac{P_{A0} - P_A}{P_{A0}} \times 100 \quad (1)$$

式中:

T_A — 膜样品爆破强度下降率, %;

P_A — 膜样品浸泡盐酸溶液后的爆破强度,单位为兆帕 (MPa);

P_{A0} — 膜样品未浸泡盐酸溶液的爆破强度,单位为兆帕 (MPa)。

$$T_B = \frac{P_{B0} - P_B}{P_{B0}} \times 100 \quad (2)$$

式中:

T_B — 膜样品爆破强度下降率, %;

P_B — 膜样品浸泡氢氧化钠溶液后的爆破强度,单位为兆帕 (MPa);

P_{B0} — 膜样品未浸泡氢氧化钠溶液的爆破强度,单位为兆帕 (MPa)。

5.9 产酸/碱速率

5.9.1 试验条件

测试在 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的恒温室内进行。

5.9.2 测试原理

将双极膜置于含电极板的电渗析膜堆中，通入硫酸钠溶液，在双极膜两侧施加直流电场，测定固定电流密度条件下的酸碱室产生酸碱的量，计算产酸/碱速率。

5.9.3 仪器设备

试验所需仪器设备如下：

- 产酸/碱速率测试设备，装置示意图见附录 A.3；
- 测试膜堆，膜堆中膜片有效面积长度不小于 210 mm，宽度不小于 90 mm，电渗析膜堆主要由两块带电极板的配水板、4 张无回流隔板、1 张双极膜以及 2 张全氟磺酸阳膜组成，电极板材质应为钛涂钽铌，隔板宜为电渗析通用隔板，全氟磺酸阳膜宜采用市场性能稳定的膜片，装置示意图见附录 A.4。

5.9.4 化学试剂

硫酸钠溶液 $[c(\text{Na}_2\text{SO}_4)=0.5 \text{ mol/L}]$ 。

5.9.5 测试步骤

双极膜产酸/碱的测试步骤如下：

- 按照 5.3.5.2 中的预处理步骤处理 1 张长度为 300 mm，宽度为 100 mm 的膜样品，2 张长度为 300 mm，宽度为 100 mm 的全氟磺酸阳膜，将其与隔板按照附录 A.4 中示意图顺序组装；
- 在测试装置的 1、2、3、4 室加入不小于 1 L 的硫酸钠溶液 $[c(\text{Na}_2\text{SO}_4)=0.5 \text{ mol/L}]$ ；
- 开启各室对应的循环磁力泵，调节流量 20 L/h，待流量稳定后，开启直流电源，调节直流电源电流输入值，控制电流密度在 40 mA/cm^2 ，运行 10 min 后，在 3 室取样测定酸浓度记为 C_{At} ，在 4 室取样测定碱浓度记为 C_{Bt} ，并同时记录 3 室最终体积为 V_{A} 及 4 室最终体积 V_{B} 。

5.9.6 数据处理

产酸速率按式 (12) 计算，产碱速率按式 (13) 计算：

$$r_{\text{A}} = \frac{V_{\text{A}} C_{\text{At}}}{tA} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

r_{A} — 产酸速率，单位为摩尔每平方米每分钟 $[\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})]$ ；

V_{A} — 最终收集酸的体积，单位为升 (L)；

C_{At} — 最终收集酸的浓度，单位为摩尔每升 (mol/L)；

A — 膜样品的有效面积，单位为平方米 (m^2)；

t — 制备酸/碱时间，单位为分钟 (min)。

$$r_{\text{B}} = \frac{V_{\text{B}} C_{\text{Bt}}}{tA} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

r_{B} — 产碱速率，单位为摩尔每平方米每分钟 $[\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})]$ ；

V_{B} — 最终收集碱的体积，单位为升 (L)；

C_{Bt} — 最终收集碱的浓度，单位为摩尔每升 (mol/L)。

6 检验规则

6.1 检验分类

双极膜的检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 组批规则

同一型号，同日生产的产品为一批。

6.3 出厂检验

6.3.1 检验项目和抽样方案

出厂检验项目和抽样方案按照表1的规定执行，每批次双极膜均应进行出厂检验，检验合格方可出厂。

表1 出厂检验项目和抽样方案

序号	检验项目	要求	试验方法	抽样方案
1	外观	4.1	5.1	全检
2	厚度偏差	4.2	5.2	每批次抽测数量面积比不小于5.0‰
3	离子交换容量	4.3	5.3	
4	爆破强度	4.4	5.4	
5	尺寸变化率	4.5	5.5	
6	面电阻	4.6	5.6	
7	跨膜电压	4.7	5.7	

6.3.2 判定规则

若各检验项目全部符合本标准要求，则判定该批产品合格。如有不合格项，从原批产品中加倍抽取样品，对不合格项目进行复检，复检合格则该批次产品判为合格；若复检不合格，则对该批次产品判为不合格产品。

6.4 型式检验

6.4.1 型式检验条件

在下列情况之一时，应进行型式检验：

- 产品批次更换时；
- 结构、材料或工艺有改变时；
- 新产品定型鉴定或老产品转产鉴定时；
- 停产半年以上，恢复生产时；
- 正常生产时每隔1年进行一次；
- 质量技术监督部门提出型式检验要求时。

6.4.2 型式检验的项目和抽样方案

型式检验的项目和抽样方案按表2的规定执行。

表2 型式检验的项目和抽样方案

序号	检验项目	要求	试验方法	抽样方案
1	外观	4.1	5.1	全检
2	厚度偏差	4.2	5.2	每批次抽测数量面积比不小于1.0‰
3	离子交换容量	4.3	5.3	
4	爆破强度	4.4	5.4	
5	尺寸变化率	4.5	5.5	
6	面电阻	4.6	5.6	
7	跨膜电压	4.7	5.7	
8	化学耐受性	4.8	5.8	
9	产酸/碱速率	4.9	5.9	

6.4.3 判定规则

若各检验项目全部符合本标准要求，则判定该批产品合格。如有项目不合格，从原批产品中加倍抽取样品，对不合格项目进行复检，复检合格则该批次产品判为合格；若复检不合格，则判定型式检验为不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

双极膜出厂时标志应包含以下项目：

- a) 合格证；
- b) 膜片性能测试报告；
- c) 商标，产品编号；
- d) 生产日期；
- e) 生产企业的名称和地址；
- f) 产品的执行标准号。

7.2 包装

7.2.1 内包装

双极膜用高密度聚乙烯吹塑薄膜包装，高密度聚乙烯吹塑薄膜应符合GB/T 4456的规定。

7.2.2 外包装

双极膜外包装，包含以下内容：

- a) 采用瓦楞纸箱，瓦楞纸箱应符合 GB/T 6543 的规定；
- b) 在运输时应符合 GB/T 9174 的规定；
- c) 储运标志应符合 GB/T 191 的规定。

7.2.3 包装盒

双极膜包装盒，包含以下内容：

- a) 包装盒内应内附有装箱单、检验合格证、使用说明书等文件；
- b) 检验合格证的编写应符合 GB/T 14436 的规定；
- c) 使用说明书的编写应符合 GB/T 9969 的规定。

7.3 运输

双极膜的运输、装卸过程不应受到剧烈的撞击、颠簸、投掷、挤压、雨淋和污损，同时避免与有腐蚀性的化学试剂接触。

7.4 贮存

产品应贮存在干净、通风、干燥、温度适宜的空间内，并要求不接近热源、化学药品，不应与具有溶解性、氧化性、还原性的物品一同存放。

附录 A
(资料性)
测试装置示意图

A.1 跨膜电压测试装置

跨膜电压测试装置示意图如图A.1。

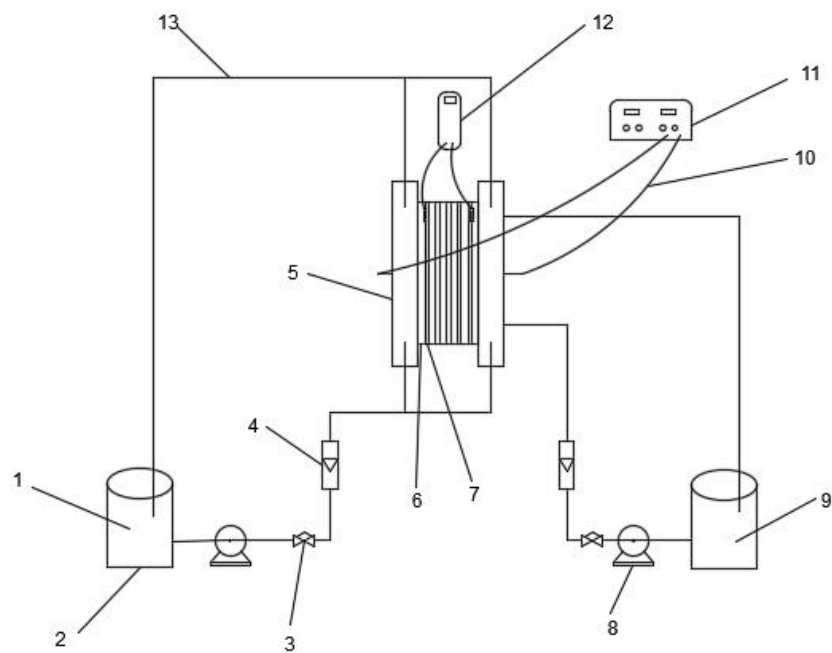


图 A.1 跨膜电压测试装置示意图

- 标引序号说明：
- 1 — 氯化钠溶液；
 - 2 — 极室水箱；
 - 3 — 隔膜阀；
 - 4 — 流量计；
 - 5 — 配水板（含电极板）；
 - 6 — 隔板；
 - 7 — 双极膜；
 - 8 — 磁力泵；
 - 9 — 隔室水箱，氯化钠溶液；
 - 10 — 电极线；
 - 11 — 直流电源；
 - 12 — 万用表；
 - 13 — 硅胶管。

A.2 电渗析膜堆装置

电渗析膜堆装置示意图如图A.2。

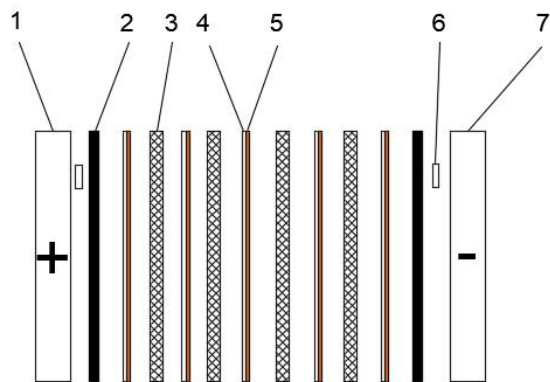


图 A.2 电渗析膜堆装置示意图

标引序号说明：

- 1 — 正极板
- 2 — 橡胶垫片；
- 3 — 隔板；
- 4 — 双极膜阴离子交换层；
- 5 — 双极膜阳离子交换层；
- 6 — 铂片；
- 7 — 负极板。

A.3 产酸/碱速率测试装置

产酸/碱速率测试装置示意图如图A.3。

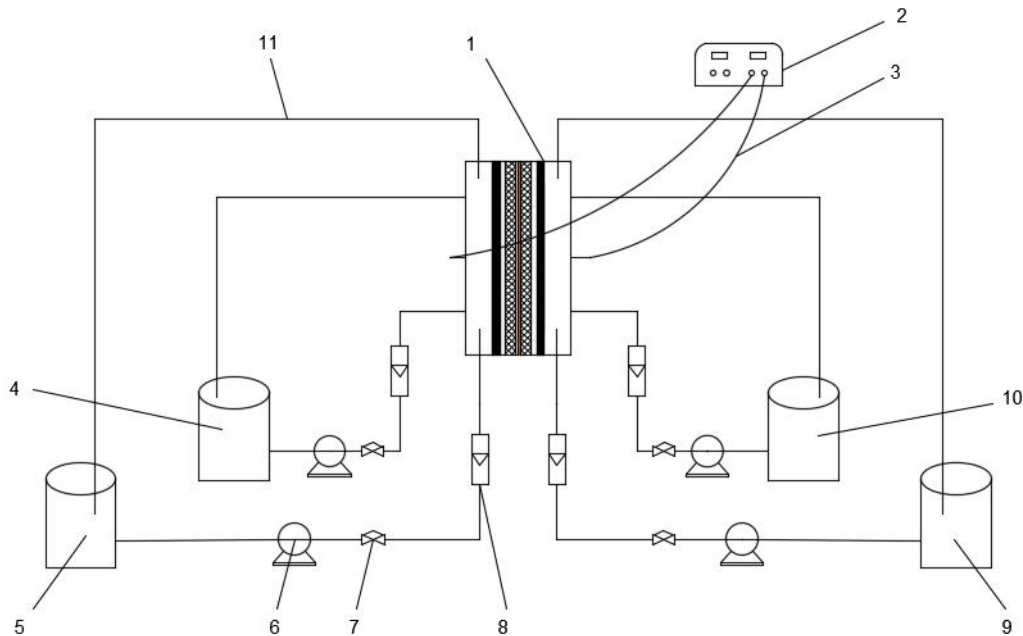


图 A.3 产酸/碱速率测试装置示意图

标引序号说明：

- 1 — 测试膜堆；

- 2 — 直流电源;
- 3 — 电极线;
- 4 — 4室容器;
- 5 — 1室容器;
- 6 — 磁力泵;
- 7 — 隔膜阀;
- 8 — 流量计;
- 9 — 2室容器;
- 10 — 3室容器;
- 11 — 管路。

A. 4 测试膜堆

测试膜堆结构示意图如图A.4。

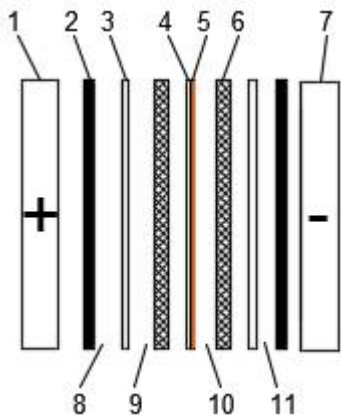


图 A.4 测试膜堆结构示意图

标引序号说明:

- 1 — 正极板;
- 2 — 橡胶垫片;
- 3 — 全氟磺酸阳膜;
- 4 — 双极膜阴离子交换层;
- 5 — 双极膜阳离子交换层;
- 6 — 隔板;
- 7 — 负极板;
- 8 — 1室;
- 9 — 4室;
- 10 — 3室;
- 11 — 2室。