

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5699—2020

扩散渗析阳膜

Cation exchange membrane for diffusion dialysis

2020-12-09 发布

2021-04-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国分离膜标准化技术委员会 (SAC/TC382) 归口。

本标准起草单位：山东天维膜技术有限公司、合肥科佳高分子材料科技有限公司、黄山全晟密封科技有限公司、山东省海洋化工科学研究院、中国科学院青岛生物能源与过程研究所、中铝郑州有色金属研究院有限公司、中国化工经济技术发展中心、中国科学技术大学、天津膜天膜工程技术有限公司。

本标准主要起草人：傅荣强、刘兆明、徐铜文、王晓琳、张杨、张勤、尹中林、张晓丽、郑春磊、薛岩、王瀚漪。

扩散渗析阳膜

1 范围

本标准规定了扩散渗析阳膜的分类与命名、要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输与贮存。

本标准适用于扩散渗析阳膜的研发、生产和管理。

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 601—2016 化学试剂 标准滴定溶液的制备

GB/T 603—2002 化学试剂 试验方法中所用制剂及制品的制备

GB/T 4456 包装用聚乙烯吹塑薄膜

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 12464 普通木箱

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

3 术语和定义

GB/T 20103—2006 和 HG/T 5112—2016 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—2006 和 HG/T 5112—2016 中的某些术语和定义。

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不连续区间并影响流体中各组分的透过速度。

[GB/T 20103—2006，定义 2.1.1]

3.2

离子交换膜 ion exchange membrane

离子选择性透过膜 ion permselective 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]

3.3

阳离子交换膜 cation exchange membrane

阳离子选择性透过膜 cation permselective membrane

膜体固定基团带有负电荷的荷电基团，可选择透过阳离子的离子交换膜。

[GB/T 20103—2006，定义 3.1.2]

3.4

扩散渗析阳膜 cation exchange membrane for diffusion dialysis (DDCM)

可用于扩散渗析过程的阳离子交换膜。

3.5

同离子 co-ion

与离子交换膜上固定基团所带电荷相同的离子。

[HG/T 5112—2016，定义 3.4]

3.6

反离子 counter-ion

与离子交换膜上固定基团所带电荷相反的离子。

[HG/T 5112—2016，定义 3.5]

3.7

扩散渗析过程 diffusion dialysis process

以浓度梯度为推动力，溶液中反离子通过离子交换膜，并带动尺寸较小或电荷价态较低的同离子优先通过，实现选择性渗析的过程。

注：改写 HG/T 5112—2016，定义 3.6。

3.8

阳膜扩散渗析过程 cation exchange membrane diffusion dialysis process

以浓度梯度为推动力，溶液中阳离子通过阳离子交换膜，并带动尺寸较小或电荷价态较低的阴离子优先通过，实现选择性渗析的过程。

3.9

渗析液 dialysate

扩散渗析过程中待分离的料液。

[HG/T 5112—2016，定义 3.9]

3.10

扩散液 diffusate

扩散渗析过程中接收透过组分的溶液。

注：改写 HG/T 5112—2016，定义 3.10。

3.11

氢氧根离子渗析系数 hydroxyl ion dialysis coefficient

氢氧根离子在单位时间单位浓度差下通过单位膜面积的物质的量。

3.12

酸根离子泄漏系数 acid radical leakage coefficient

酸根离子在单位时间单位浓度差下通过单位膜面积的物质的量。

3.13

碱/盐分离因子 alkali/salt separation factor

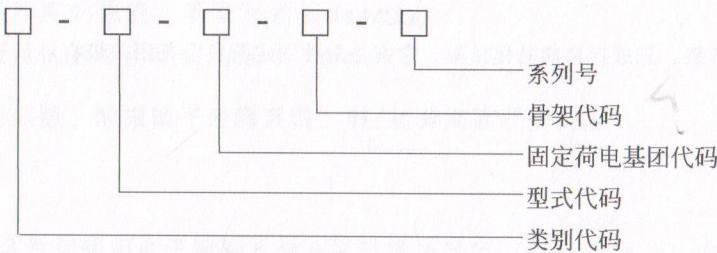
氢氧根离子渗析系数与酸根离子泄漏系数的比值。

4 分类与命名

4.1 命名构成

扩散渗析阳膜命名由类别代码、型式代码、固定荷电基团代码、骨架代码、系列号五部分组成。各部分之间以连字符“-”连接。

五部分的表述格式为：



4.2 类别代码

类别代码以扩散渗析阳膜英文名称的简写 DDCM 表示。

4.3 型式代码

型式代码表示功能基化反应的先后次序，以阿拉伯数字表示，后进行功能基化反应为“1”型，先进行功能基化反应为“2”型。

4.4 固定荷电基团代码

固定荷电基团代码以阿拉伯数字表示，具体规定见表1。

表1 固定荷电基团代码

基 团 类 别	代 码
强酸性固定荷负电基团，不带有羟基等辅助基团	1
弱酸性固定荷负电基团，不带有羟基等辅助基团	2
强酸性固定荷负电基团，并带有羟基等辅助基团	3
弱酸性固定荷负电基团，并带有羟基等辅助基团	4
螯合型固定正、负荷电基团交替排列	5
其他	6

4.5 骨架代码

骨架代码以阿拉伯数字表示，具体规定见表 2。

表 2 骨架代码

骨 架 名 称	代 码
聚苯醚系	1
聚乙烯醇系	2
有机无机杂化系	3
其他	4

4.6 系列号

系列号表示相同骨架和固定荷电基团的系列产品编号，以阿拉伯数字表示。

4.7 命名示例

示例：

DDCM-2-3-2-1

表示以聚乙烯醇为骨架、先进行功能基化反应、含有强酸性固定荷负电基团并带有羟基等辅助基团的扩散渗析阳膜系列中的第 1 种产品。

5 要求

5.1 外观

扩散渗析阳膜的外观应平整、洁净，无机械损伤，无针孔，无油污。

5.2 厚度相对偏差

厚度相对偏差的值应为 $-10\% \sim 10\%$ 。

5.3 氢氧根离子渗析系数

氢氧根离子渗析系数应不小于 2×10^{-7} m/s。

5.4 碱/盐分离因子

碱/盐分离因子应不小于 10。

6 试验方法

6.1 试验条件

试验用纯水应符合 GB/T 6682 规定的三级水标准，在水温 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、室温 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温室内进行氢氧根离子渗析系数、酸根离子泄漏系数、碱/盐分离因子的测定。

6.2 取样规则

在抽取的膜卷最前沿的部分取一条幅宽 10 cm 的膜片，置于纯水中浸泡 24 h。

6.3 外观检验

外观用目视法检查。

6.4 厚度相对偏差检验

6.4.1 平均厚度的测量

在 6.2 中的膜片上用取样器均匀地取 5 个直径 30 mm 的样品，用分度值为 0.01 mm 的螺旋测微器测定每个样品的厚度，膜的平均厚度为 5 个样品的算术平均厚度。

6.4.2 厚度相对偏差的计算

每个样品的厚度与平均厚度之差除以平均厚度，所得比值的百分数即为膜的厚度相对偏差，按公式 (1) 计算：

$$\eta = \frac{T - \bar{T}}{\bar{T}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η ——膜的厚度相对偏差，以 % 表示；

T ——每个样品的厚度的数值，单位为毫米 (mm)；

$\bar{T}$ ——膜的平均厚度的数值，单位为毫米 (mm)。

6.5 氢氧根离子渗析系数、酸根离子泄漏系数、碱/盐分离因子的测定

6.5.1 试验原理

氢氧根离子渗析系数和酸根离子泄漏系数在扩散渗析装置 (参见附录 A) 中进行测试。扩散渗析装置包括渗析室和扩散室，两室中间固定扩散渗析阳膜。当渗析液为碱和盐的混合溶液、扩散液初始为纯水时，由于浓度梯度的存在，碱和盐会扩散透过扩散渗析阳膜进入扩散液。通过测定扩散液与渗析液中碱和盐的浓度，计算氢氧根离子渗析系数、酸根离子泄漏系数和碱/盐分离因子。

6.5.2 试验步骤

氢氧根离子渗析系数和酸根离子泄漏系数的测试步骤如下：

- 量取 500 mL 纯水，置于干燥的 1 000 mL 烧杯中，称取 164 g 偏铝酸钠和 240 g 氢氧化钠置于其中。加热搅拌至完全溶解，再用纯水稀释至 1 000 mL，配制成浓度为 6 mol/L 氢氧化钠和 2 mol/L 偏铝酸钠的混合溶液，冷却至室温，作为测试时渗析室的初始液。测试混合溶液中氢氧根离子浓度和偏铝酸根离子浓度，测试方法见附录 B。
- 在 6.2 中的膜片上，均匀地裁取 3 份 3 cm × 3 cm 的样品。
- 用滤纸擦除表面液滴，将其夹于渗析室与扩散室中间，并用橡胶圈密封，参见附录 A。
- 取 100 mL a) 的试验溶液，倒入渗析室内。再取 100 mL 纯水，倒入扩散室内。
- 启动搅拌，运行 2 h 后，分别测定渗析室和扩散室中的氢氧根离子浓度 c_{OH^-} 和偏铝酸根离子浓度 $c_{\text{AlO}_2^-}$ 。氢氧根离子浓度 c_{OH^-} 和偏铝酸根离子浓度 $c_{\text{AlO}_2^-}$ 的分析方法见附录 B。

6.5.3 计算

氢氧根离子渗析系数 U_{OH^-} 的计算、酸根离子泄漏系数 $U_{\text{AlO}_2^-}$ 的计算和碱/盐分离因子 S 的计算见附录 C。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 组批规则

以同一批次原料、按同一生产工艺生产出来的产品组成一个检验批。

7.3 判定规则

检验各项目结果全部符合本标准要求，判定该批产品合格。检验各项目结果中如有不合格项，从原批产品中加倍抽取样品对不合格项进行复检，如仍有不合格项则判定该批产品不合格。

7.4 出厂检验

7.4.1 检验项目

每批扩散渗析阳膜均应进行出厂检验，检验合格方可出厂。出厂检验项目按表 3 的规定进行。

表 3 出厂检验

序号	检验项目	要求章条号	试验方法章条号
1	外观	5.1	6.3
2	厚度相对偏差	5.2	6.4
3	氢氧根离子渗析系数	5.3	6.5
4	碱/盐分离因子	5.4	6.5

7.4.2 抽样方法

抽样检验同一批次的膜，随机抽取 3 个膜卷进行测试。

7.5 型式检验

7.5.1 型式检验条件

在下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 正常生产 1 年时；
- b) 原料或工艺有改变时；
- c) 新产品定型鉴定或老产品转产鉴定时；
- d) 停产半年以上，恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.5.2 检验项目

型式检验项目与出厂检验项目相同，至少连续检验 3 批。

7.5.3 抽样方法

抽样检验同一批次的膜，随机抽取 3 个膜卷进行测试。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

标志内容包括：

- a) 产品名称、型号；
- b) 商标、产品编号；
- c) 生产日期；
- d) 生产企业名称和地址；
- e) 产品的执行标准编号。

8.2 包装

采用聚乙烯薄膜作内包装，应符合 GB/T 4456 的规定，薄膜内加入一定量的 3% 氯化钠溶液作保护液。采用木箱作为外包装，应符合 GB/T 12464 的规定。包装箱内应附带装箱单、检验合格证、使用说明书等文件，检验合格证的编写应符合 GB/T 14436 的规定，使用说明书的编写应符合 GB/T 9969 的规定。

8.3 运输

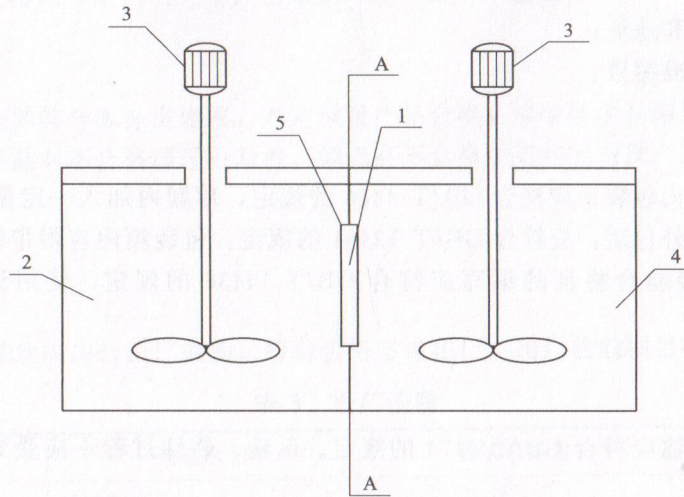
扩散渗析阳膜的运输应符合 GB/T 9174 的规定。运输、装卸过程不应受到剧烈的撞击、颠簸、投掷和重压。

8.4 贮存

产品应贮存在干净、通风、干燥的空间内，温度为 0℃~40℃，应远离热源、火源和化学药品，不应与溶剂、具有氧化性或还原性的物品一同存放。

附录 A
(资料性附录)
扩散渗析装置示意图

A.1 扩散渗析装置示意图, 见图 A.1。

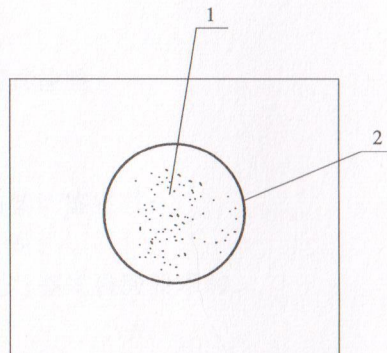


说明:

- 1——扩散渗析阳膜;
- 2——渗析室;
- 3——搅拌器;
- 4——扩散室;
- 5——橡胶圈。

图 A.1 扩散渗析装置示意图

A.2 扩散渗析装置 A—A 位置的剖面示意图, 见图 A.2。



说明:

- 1——扩散渗析阳膜, 膜的有效扩散面积为直径 2.5 cm 圆的面积;
- 2——橡胶密封圈。

图 A.2 图 A.1 中 A—A 位置的剖面侧视图

附录 B (规范性附录)

氢氧根离子浓度和偏铝酸根离子浓度分析方法

B.1 仪器设备

试验所需仪器设备如下:

- a) 碱式滴定管: 规格 50 mL, 分度值 0.1 mL;
- b) 具塞三角瓶: 规格 250 mL;
- c) 移液器: 规格 10 mL, 分度值 10 μ L;
- d) 量筒: 规格 100 mL, 分度值 1.0 mL;
- e) 天平: 规格 200 g, 分度值 0.1 mg;
- f) 秒表;
- g) 加热炉。

B.2 化学试剂

盐酸、乙二胺四乙酸二钠 (EDTA)、硝酸铅、六亚甲基四胺、酚酞指示剂、二甲酚橙指示剂。以上均为分析纯试剂。

B.3 溶液和指示剂

B.3.1 盐酸标准溶液 [$c(\text{HCl}) = 0.1 \text{ mol/L}$]

按 GB 601—2016 中 4.2.1 配制。按 GB 601—2016 中 4.2.2 标定。

B.3.2 EDTA 标准溶液 [$c(\text{EDTA}) = 0.05 \text{ mol/L}$]

按 GB 601—2016 中 4.15.1.1 配制。按 GB 601—2016 中 4.15.1.2 标定。

B.3.3 硝酸铅标准溶液 [$c[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = 0.05 \text{ mol/L}$]

按 GB 601—2016 中 4.18.1 配制。按 GB 601—2016 中 4.18.2 标定。

B.3.4 二甲酚橙指示剂

按 GB/T 603—2002 中 4.1.4.1 配制。

B.3.5 酚酞指示剂

按 GB/T 603—2002 中 4.1.4.22 配制。

B.4 氢氧根离子浓度分析方法

B.4.1 渗析液氢氧根离子的测定

取 5.00 mL 渗析液, 加纯水稀释至 100.0 mL。从中取 10.00 mL, 再稀释至 100 mL。加入 2 滴

酚酞指示剂，用盐酸标准溶液滴定，至溶液由红色变为浅粉色视为终点。同时用纯水做空白实验。按公式 (B.1) 计算氢氧根离子浓度。

B.4.2 扩散液氢氧根离子的测定

取 10.00 mL 扩散液，稀释至 100 mL。加入 2 滴酚酞指示剂，用盐酸标准溶液滴定，溶液由红色变为浅粉色视为终点。同时用纯水做空白实验。按公式 (B.1) 计算氢氧根离子浓度。

B.4.3 氢氧根离子浓度的计算

氢氧根离子浓度 c_{OH^-} ，按公式 (B.1) 计算：

$$c_{\text{OH}^-} = \frac{nc_{\text{HCl}}(V_{\text{HCl}} - V'_{\text{HCl}})}{V_0} \quad \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中：

c_{OH^-} ——氢氧根离子浓度的数值，单位为摩尔每升 (mol/L)；

n ——稀释倍数 (测试渗析液时 n 的数值为 20，测试扩散液时 n 的数值为 1)；

c_{HCl} ——盐酸标准溶液的浓度的数值，单位为摩尔每升 (mol/L)；

V_{HCl} ——滴定消耗盐酸标准溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)；

V'_{HCl} ——空白实验过程中滴定消耗盐酸标准溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)；

V_0 ——被滴定溶液取样量的数值，单位为毫升 (mL)。

B.5 偏铝酸根离子浓度分析方法

B.5.1 渗析液偏铝酸根离子的测定

取 5.00 mL 渗析液，加纯水稀释至 100.0 mL。移取 10.00 mL 稀释液，加盐酸中和过量的碱 (根据测定碱含量确定盐酸的加入量)。加入 40.00 mL EDTA 标准溶液，加纯水稀释至 100.0 mL，缓缓煮沸 2 min。降温，加入 4 g 六亚甲基四胺、2 滴二甲酚橙指示剂，用硝酸铅标准溶液滴定，至溶液由亮黄色变为红色视为终点。同时用纯水做空白实验。按公式 (B.2) 计算偏铝酸根离子浓度。

B.5.2 扩散液偏铝酸根离子的测定

取 10.00 mL 扩散溶液，加盐酸中和过量的碱 (根据测定碱含量确定盐酸的加入量)。加入 5.00 mL EDTA 标准溶液，加纯水稀释至 100.0 mL，缓缓煮沸 2 min。降温，加入 4 g 六亚甲基四胺、2 滴二甲酚橙指示剂，用硝酸铅标准溶液滴定，至溶液由亮黄色变为红色视为终点。同时用纯水做空白实验。按公式 (B.2) 计算偏铝酸根离子浓度。

B.5.3 偏铝酸根离子浓度的计算

偏铝酸根离子浓度 $c_{\text{AlO}_2^-}$ ，按公式 (B.2) 计算：

$$c_{\text{AlO}_2^-} = \frac{n[(c_1V_1 - c_2V_2) - (c_1V'_1 - c_2V'_2)]}{V_0} \quad \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

式中：

$c_{\text{AlO}_2^-}$ ——偏铝酸根离子浓度的数值，单位为摩尔每升 (mol/L)；

c_1 ——EDTA 标准溶液的浓度的数值，单位为摩尔每升 (mol/L)；

V_1 ——加入 EDTA 标准溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)；

- c_2 ——硝酸铅标准溶液的浓度的数值，单位为摩尔每升 (mol/L)；
 V_2 ——滴定消耗硝酸铅标准溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)；
 V'_1 ——空白实验过程中加入 EDTA 标准溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)；
 V'_2 ——空白实验过程中消耗硝酸铅标准溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)。

附 录 C

(规范性附录)

氢氧根离子渗析系数、酸根离子泄漏系数和碱/盐分离因子的计算

C.1 氢氧根离子渗析系数的计算

C.1.1 氢氧根离子渗析系数 U_{OH^-} ，按公式 (C.1) 计算：

$$U_{\text{OH}^-} = \frac{M_{\text{OH}^-}}{At \Delta c_{\text{OH}^-}} \quad \dots\dots\dots (\text{C.1})$$

式中：

U_{OH^-} ——氢氧根离子渗析系数的数值，单位为米每秒 (m/s)；

M_{OH^-} ——扩散到扩散室的氢氧根离子的物质的量的数值，单位为摩尔 (mol)；

A ——膜的有效面积 (见图 A.2) 的数值，单位为平方米 (m^2)；

t ——扩散渗析运行时间的数值，单位为秒 (s) (通常取 $t=7\ 200$)；

Δc_{OH^-} ——两隔室溶液中氢氧根离子的对数平均浓度的数值，单位为摩尔每升 (mol/L)。

C.1.2 M_{OH^-} 表达式见公式 (C.2)：

$$M_{\text{OH}^-} = c_{\text{d,OH}^-}^t V_{\text{d}} \quad \dots\dots\dots (\text{C.2})$$

式中：

$c_{\text{d,OH}^-}^t$ ——运行 2 h 后扩散室中氢氧根离子的浓度的数值，单位为摩尔每升 (mol/L)；

V_{d} ——扩散室溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)。

C.1.3 Δc_{OH^-} 表达式见公式 (C.3)：

$$\Delta c_{\text{OH}^-} = \frac{c_{\text{D,OH}^-}^0 - (c_{\text{D,OH}^-}^t - c_{\text{d,OH}^-}^t)}{\ln [c_{\text{D,OH}^-}^0 / (c_{\text{D,OH}^-}^t - c_{\text{d,OH}^-}^t)]} \quad \dots\dots (\text{C.3})$$

式中：

$c_{\text{D,OH}^-}^0$ ——起始时渗析室中氢氧根离子的浓度的数值，单位为摩尔每升 (mol/L)；

$c_{\text{D,OH}^-}^t$ ——运行 2 h 后渗析室中氢氧根离子的浓度的数值，单位为摩尔每升 (mol/L)。

C.2 酸根离子泄漏系数 $U_{\text{AlO}_2^-}$ 的计算C.2.1 酸根离子泄漏系数 $U_{\text{AlO}_2^-}$ ，按公式 (C.4) 计算：

$$U_{\text{AlO}_2^-} = \frac{M_{\text{AlO}_2^-}}{At \Delta c_{\text{AlO}_2^-}} \quad \dots\dots\dots (\text{C.4})$$

式中：

$U_{\text{AlO}_2^-}$ ——酸根离子泄漏系数的数值，单位为米每秒 (m/s)；

$M_{\text{AlO}_2^-}$ ——扩散到扩散室的偏铝酸根离子的物质的量的数值，单位为摩尔 (mol)；

$\Delta c_{\text{AlO}_2^-}$ ——两隔室溶液中偏铝酸根离子的对数平均浓度的数值，单位为摩尔每升 (mol/L)。

C.2.2 $M_{\text{AlO}_2^-}$ 表达式见公式 (C.5):

$$M_{\text{AlO}_2^-} = c_{\text{d,AlO}_2^-}^t V_d \quad \dots\dots\dots (\text{C. 5})$$

式中:

$c_{\text{d,AlO}_2^-}^t$ ——运行 2 h 后扩散室中偏铝酸根离子的浓度的数值, 单位为摩尔每升 (mol/L)。

C.2.3 $\Delta c_{\text{AlO}_2^-}$ 表达式见公式 (C.6):

$$\Delta c_{\text{AlO}_2^-} = \frac{c_{\text{D,AlO}_2^-}^0 - (c_{\text{D,AlO}_2^-}^t - c_{\text{d,AlO}_2^-}^t)}{\ln [c_{\text{D,AlO}_2^-}^0 / (c_{\text{D,AlO}_2^-}^t - c_{\text{d,AlO}_2^-}^t)]} \quad \dots\dots\dots (\text{C. 6})$$

式中:

$c_{\text{D,AlO}_2^-}^0$ ——起始时渗析室中偏铝酸根离子的浓度的数值, 单位为摩尔每升 (mol/L);

$c_{\text{D,AlO}_2^-}^t$ ——运行 2 h 后渗析室中偏铝酸根离子的浓度的数值, 单位为摩尔每升 (mol/L)。

C.3 碱/盐分离因子的计算

碱/盐分离因子, 按公式 (C.7) 计算:

$$S = \frac{U_{\text{OH}^-}}{U_{\text{AlO}_2^-}} \quad \dots\dots\dots (\text{C. 7})$$

式中:

S ——碱/盐分离因子;

U_{OH^-} ——氢氧根离子渗析系数的数值, 单位为米每秒 (m/s);

$U_{\text{AlO}_2^-}$ ——酸根离子泄漏系数的数值, 单位为米每秒 (m/s)。

C.4 测试结果

取 3 份样品的氢氧根离子渗析系数、酸根离子泄漏系数和碱/盐分离因子的计算结果的算术平均值作为试验测试结果。

中华人民共和国
化工行业标准
扩散渗析阳膜

HG/T 5699—2020

出版发行：化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

北京科印技术咨询服务公司顺义区数码印刷分部

880mm×1230mm 1/16 印张1¼ 字数30.2千字

2021年2月北京第1版第1次印刷

书号：155025·2802

购书咨询：010-64518888

售后服务：010-64518899

网址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定价：22.00元

版权所有 违者必究