

CAEPI

中国环境保护产业协会标准

T/CAEPI 00-2000

电渗析装置技术要求

Technical Requirement for Electrodialysis Equipment

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2000-00-00发布

2000-00-00实施

中国环境保护产业协会 发布

目 次

前 言	II
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类与命名	3
5 技术要求	3
6 检验方法	5
7 检验规则	6
8 标志、包装、运输和贮存	7
附录 A（规范性附录） 测试方法	9

前 言

为贯彻《中华人民共和国水污染防治法》，规范电渗析装置的生产制造，制定本标准。

本标准规定了电渗析装置的分类与命名、技术要求、检验方法和检验规则等。

本标准对《环境保护产品技术要求 电渗析装置》（HJ/T 334-2006）进行了修订。主要变化如下：

- 增加“术语和定义”章节，对17个术语进行定义；
- 修改“3 分类与命名”为“4 分类与命名”，对电渗析装置进行重新命名；
- 修改“4 技术要求”为“5 技术要求”，增加进水要求和装置性能要求的内容；
- 修改了检验方法和检验规则；
- 修改“7 标志、包装、运输和贮存”为“8 标志、包装、运输和贮存”，并对内容做了增加和修改。

本标准由中国环境保护产业协会组织制订。

本标准起草单位：杭州蓝然环境技术股份有限公司、杭州埃尔环保科技有限公司。

本标准主要起草人：楼永通、陈良、卿波、李嘉、朱春燕。

本标准由中国环境保护产业协会20□□年□□月□□日批准。

本标准自20□□年□□月□□日起实施。

本标准由中国环境保护产业协会负责管理。由起草单位负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送至中国环境保护产业协会标准管理部门（北京市西城区扣钟北里甲4楼，邮编100037）。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- HJ/T 334-2006、HCRJ 030-1998。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

电渗析装置技术要求

1 适用范围

本标准规定了电渗析装置的分类与命名、技术要求、检验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存的要求。

本标准适用于废水及物料中盐的去除或浓缩的电渗析装置。

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 191-2008	包装储运图示标志
GB/T 6682-2008	分析实验室用水规格和试验方法
GB/T 16470-2008	托盘单元货载
GB/T 20103-2006	膜分离技术术语

3 术语和定义

GB/T 20103-2006 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 中的某些术语和定义。

3.1 电渗析 electro dialysis

以直流电为推动力，利用阴、阳离子交换膜对水溶液中阴、阳离子的选择透过性，使一个水体中的离子通过膜转移到另一水体中的物质分离过程。

[GB/T 20103-2006，定义 3.3.2]

3.2 电渗析装置 electro dialysis equipment

是由电渗析膜堆及水泵、整流器等辅助设备组成的一套完整的膜分离设备。

3.3 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]

3.4 阳离子交换膜 cation exchange 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]

3.5 阴离子交换膜 anion exchange membrane

膜体固定基团带有正电荷离子，可选择透过阴离子的离子交换膜。

[GB/T 20103-2006，定义 3.1.3]

3.6 异相离子交换膜 heterogeneous ion exchange membrane

膜体由含有活性基团的聚合物（离子交换树脂）粉末和作为粘合材料的线型聚合物混炼而成，两种聚合物间无关联的离子交换膜，简称异相膜。

3.7 均相离子交换膜 homogeneous ion exchange membrane

膜体由离子交换材料形成，除增强材料外，未混入其他粘结材料的膜，简称均相膜。

3.8 隔板 spacer

形成电渗析器浓、淡水室的框架。用它将阴离子交换膜与阳离子交换膜隔开，形成浓水或淡水的过水通道。

[GB/T 20103-2006，定义 3.2.6]

3.9 膜堆 membrane stack

由离子交换膜、隔板、配水板组成的电渗析的基本组成单元。

[GB/T 20103-2006，定义 3.2.15]

3.10 有效面积 effective membrane area

膜元件中具有分离作用的膜面积。

3.11 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。

[GB/T 20103-2006，定义3.1.13]

3.12 膜面电阻 Membrane resistance

在某特定溶液中，一定面积的膜的电阻值。

3.13 迁移数 Transference number

某特定离子所迁移的电量占总通电量的比率。

[GB/T 20103-2006，定义3.1.16]

3.14 选择透过率 Permselectivity

离子交换膜透过特定的电荷离子或排至相反电荷离子的能力。

[GB/T 20103-2006, 定义3.1.17]

3.15 极限电流密度 Limiting current density

电渗析发生极化时的临界电流密度。

[GB/T 20103-2006, 定义3.2.9]

3.16 电流效率 current efficiency

在电渗析过程中, 所施加电流的实际除盐量与理论除盐量的百分比。

[GB/T 20103-2006, 定义 3.3.19]

3.17 吨盐迁移能耗 unit energy consumption

在电渗析过程中, 迁移一吨氯化钠时膜堆消耗的电能。

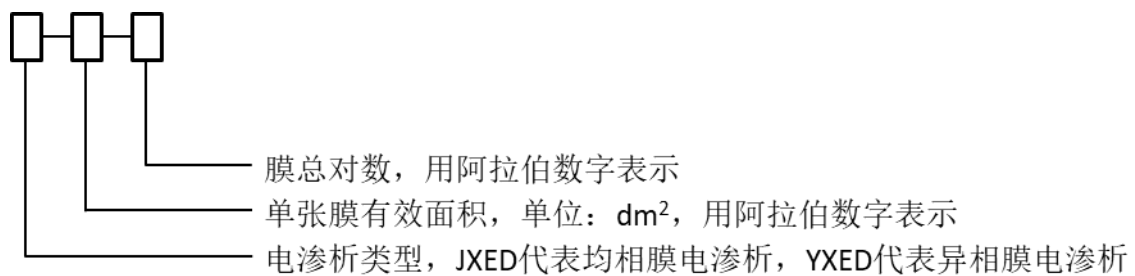
4 分类与命名

4.1 分类

根据电渗析使用的离子交换膜种类, 可分为均相膜电渗析装置和异相膜电渗析装置。

4.2 命名

电渗析装置的命名由英文字母、阿拉伯数字按规则排列组成, 主要包含电渗析类别、有效面积、膜对数三个信息。规则如下:



示例 I:

JXED-50-120, 含义: 均相膜电渗析, 单张膜有效面积50 dm², 共120对。

示例 II:

YXED-5-40, 含义: 异相膜电渗析, 单张膜有效面积5 dm², 共40对。

5 技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 电渗析装置应符合本标准的要求, 并按照经规定程序批准的图样及技术文件制造。

T/CAEPI □□—20□□

5.1.2 电渗析膜堆、泵、直流电源等关键组件均应有产品合格证或检验证书。

5.1.3 电渗析装置各连接处均应结构光滑平整、严密、不渗漏。

5.1.4 电渗析装置的自动化控制应准确、可靠、灵敏，应具有保护功能。

5.1.5 电渗析装置的运行压力和电流电压应符合膜堆的要求。

5.1.6 电渗析装置应安装在室内，并不应安置在多尘、高温、震动的地方，避免阳光直射，当室温低于5℃时，必须采取防冻措施。

5.2 电渗析进水要求

电渗析装置应在下列进水水质条件下工作：

a) 水温：25~40 ℃；

b) 进水pH：2~10；

c) 进水黏度<10 mPa·s；

d) 总悬浮物（TSS）<1 mg/L；

e) 游离氯<5 mg/L；

f) 铁离子<0.3 mg/L；

g) 锰离子<0.1 mg/L；

h) 进水中不应含挥发酚、挥发性卤代烃、石油、苯系物、表面活性剂、丙酮、四氢呋喃、二氯甲烷、甲苯等。

5.3 材料要求

5.3.1 阴、阳离子交换膜的主要技术指标应满足表1的要求。

表1 离子交换膜的技术指标

项目	阳离子交换膜		阴离子交换膜	
	均相膜	异相膜	均相膜	异相膜
离子交换容量（干） （mol/kg）	≥1.5	≥2.0	≥1.5	≥2.0
膜面电阻（Ω·cm ² ）	≤3.5	≤8	≤3.5	≤8
选择透过率（%）	≥96	≥92	≥96	≥92

5.3.2 电渗析装置的隔板可采用聚丙烯、树脂、聚四氟乙烯、聚乙烯等材质加工而成，其厚度应在0.5 mm~2 mm范围内。

5.3.3 电渗析装置的电极材料可采用钛涂钌、钛涂铱、钛涂铂、钛涂钽、钛涂二氧化铅、石墨、不锈钢、镍等材质。

5.4 加工组装要求

5.4.1 电渗析装置主机应进行防锈处理，涂层应均匀、美观、无擦伤、无划痕，安装应牢固，焊缝平整，主机框架，容器、泵及相应管线在水平及垂直方向的公差应符合设计要求。

5.4.2 电渗析膜堆由离子交换膜、隔板、配水板等组成，组装时应注意装配顺序，并保证外观整齐、平整。

5.4.3 电渗析配水管加工焊接时应保证管路间不互漏、不外漏。

5.5 装置性能要求

电渗析装置性能应满足表2的要求。

表2 电渗析装置性能

项目	均相膜电渗析装置	异相膜电渗析装置
极限电流密度 (A/m ²)	≥400	≥250
NaCl浓缩极限 (%)	≥15	≥12
电流效率 (%)	≥0.8	≥0.7
吨盐迁移能耗 (kWh/t)	<300	≤500

6 检验方法

6.1 指标检验与计算

6.1.1 离子交换容量检验及计算方法见附录A.1。

6.1.2 膜面电阻检验及计算方法见附录A.2。

6.1.3 选择透过率检验及计算方法见附录A.3。

6.1.4 极限电流密度检验及计算方法见附录A.4。

6.1.5 浓缩极限检验及计算方法见附录A.5。

6.1.6 电流效率与吨盐迁移能耗检验及计算方法见附录A.6。

6.2 加工组装

6.2.1 目测判断电渗析装置主机是否进行防锈处理，涂层是否均匀，无皱纹、粘附颗粒杂质和明显刷痕等缺陷。

6.2.2 用水平仪测量主机框架，容器、泵及相应管线，其水平方向和垂直方向均应符合设计图样的要求。

6.2.3 目测判断电渗析膜堆组装是否正确，外观是否整齐平整。

6.2.4 电渗析装置水箱装自来水，开泵使水循环，目测判断管路是否漏水。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品的检验分为出厂检验和型式检验，检验项目及相关要求见表3。

表3 电渗析装置检验项目

序号	检验项目			指标要求	试验方法
	检测项目	出厂检验	型式检验		
1	离子交换容量	×	√	5.3	附录A.1
2	膜面电阻	×	√		附录A.2
3	选择透过率	×	√		附录A.3
4	加工组装	√	√	5.4	6.2
5	极限电流密度	×	√	5.5	附录A.4
6	NaCl浓缩极限	×	√		附录A.5
7	电流效率	√	√		附录A.6
8	吨盐迁移能耗	√	√		附录A.6

7.2 型式检验

7.2.1 当有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品及新规格产品定型或老产品转厂生产；
- b) 产品的结构、工艺及主要材料有较大改变，可能影响产品性能；
- c) 连续停产两年以上恢复生产；
- d) 产品正常生产，每三年进行一次型式检验；

7.2.2 从产品随机抽样，抽样数不小于三台。

7.2.3 检验项目、达标要求及试验方法参照表3。

7.2.4 任一项不合格，应加倍抽样复检，若仍不合格，则判定为不合格。

7.3 出厂检验

7.3.1 每台产品出厂前均应进行出厂检验。

7.3.2 出厂检验按本标准第六章的规定进行。

7.3.3 各种型号的电渗析装置须经制造厂质量检验部门所有检验合格并签发合格证后方可出厂。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

每台电渗析装置上应镶有名牌，内容包括：

- a) 装置名称；
- b) 装置型号；
- c) 装置净重；
- d) 工作温度；
- e) 制造厂商；
- f) 出厂编号和日期。

8.2 包装

8.2.1 包装是以运输储存为主要目的，应做防雨、防潮措施，保证包装不开裂、不破碎。包装应具备保障货物运输安全、便于装卸储运、加速交接点验等功能；

8.2.2 电渗析装置宜按膜堆、电极板、电源柜、泵、换热器、机架等部件分类包装。电渗析膜堆包装前应封闭进、出水口，防止膜堆缺水干燥；

8.2.3 包装应根据货物的长度、重量和重心情况合理设计起吊位置，加装相应规格的护角铁板以增加强度，并标明起吊点、重心点；

8.2.4 包装底部应有托盘，便于不同作业方式的装卸作业，托盘要求、货品堆码方式、托盘固定方法应符合GB/T 16470-2008。

8.2.5 各部件在包装内应固定牢靠，不因运输产生移位或窜动。部件与包装、加固材料接触部分及部件与包装间隙应放置缓冲材料保护，易损部件应做有效保护；

8.2.6 包装箱外标志应符合GB/T 191-2008，包装箱内应附有使用说明书、合格证和装箱单。

8.3 运输和贮存

8.3.1 运输承运人必须具备相应资质，并且保证运输过程中符合国家及当地交通运输、环保等法律法规的要求；

8.3.2 公路运输，设备形体规则的设备可直接装车，木包装箱应加以必要捆绑，较高的设备应使用手拉葫芦或专用紧绳器把木包装箱与车厢两侧加以固定；较精密的设备应设置防滑木及减震垫；较长的设备应保证同时有多个受力点与车厢平衡接触，必要时加设承重平衡木；

8.3.3 司机运输木包装箱要高度谨慎，驾驶过程中做到匀速行使。运输线路要提前考察，路况特别不好的要提前休整或更改运输路线。设备严禁雨天、大风天气运输，特殊情况必须做好特殊防范措施；

T/CAEPI □□-20□□

8.3.4 存放环境应在5-40℃之间，应避免雨雪淋和烈日暴晒，勿靠近火源。保持环境干燥、整洁，不得滋生蛀虫，并且空气中不应含有足够引起腐蚀的有害物质。

附录 A
(规范性附录)
测试方法

A.1 离子交换容量

A.1.1 试剂与标准物质

除非另有说明，测试中仅使用分析纯的试剂，测试用水应使用GB/T 6682-2008中三级或三级以上纯度的水。测试所用的试剂和标准物质如下：

- a) 盐酸；
- b) 氢氧化钠；
- c) 氯化钠；
- d) 硝酸钠；
- e) 硝酸银；
- f) 酚酞；
- g) 铬酸钾。

A.1.2 仪器与仪表

测试所需主要仪器仪表如下：

- a) 烘箱：控制温度 ± 1 °C；
- b) 分析天平：0.0001 g。

A.1.3 测试方法

a) 取样品膜3~4 g，分别用1 mol/L HCl和1 mol/L NaOH胶体浸洗2次，每次在室温下保持3 h，之后将膜样品置于1 mol/L HCl中转型，25°C下保持8 h或以上，最后4 h更换新的HCl一次，转型完成后，用蒸馏水冲洗残留HCl直至洗涤液呈中性，将样品放在装有蒸馏水的玻璃瓶内，等待测试；

b) 确定含水率：取出预处理后的膜样品，吸干表面水分后，剪成1 cm²左右的小膜，放入已恒重的称量瓶里，立即进行精密称量，获得膜湿重G。将膜样品放入105°C烘箱直至恒重，称量获得膜干重G'；按式（1）计算获得膜含水率。

c) 阳膜离子交换容量测试：取出预处理后的膜样品，吸干表面水分后，剪成1 cm²左右的小膜，放入已恒重的碘量瓶中（也可以放入称量瓶中，称重后再移入碘量瓶中），立即称取精密重量G，往碘量瓶中准确加入100 mL内含5% NaCl的0.1 mol/L NaOH溶液，于25°C下不断振动或摇晃24 h后，准确取出50 mL，加入1~3滴酚酞做指示剂，用0.1 mol/L HCl溶液滴定至无色，记录盐酸消耗的体积V_{HCl}，按式（2）计算阳膜的交换容量A_c。

d) 阴膜离子交换容量测试：取出预处理后的膜样品，吸干表面水分后，剪成1 cm²左右的小膜，放入已恒重的碘量瓶中（也可以放入称量瓶中，称重后再移入碘量瓶中），立即称取精密重量G，往碘量瓶中准确加入100 mL 0.1 mol/L NaNO₃，于25℃下不断振动或摇晃24 h后，准确取出 50 mL，用铬酸钾为指示剂，用0.1 mol/L AgNO₃滴定，记录硝酸银消耗的体积V_{Ag}，按式（3）计算阴膜的交换容量A_A。

A.1.4 计算公式

a) 含水率计算：

$$W = \left(1 - \frac{G'}{G}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

W——膜含水率，%；

G, G'——膜的湿重和干重，g；

b) 阳膜离子交换容量（干）计算：

$$A_c = \frac{2(5-0.1V_{HCl})}{G(1-W)} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W——膜含水率，%；

A_c——阳膜离子交换容量（干），mol/kg；

V_{HCl}——酸碱滴定盐酸消耗量，mL；

c) 阴膜离子交换容量计算（干）：

$$A_A = \frac{2(5-0.1V_{Ag})}{G(1-W)} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

W——膜含水率，%；

A_A——阴膜离子交换容量（干），mol/kg；

V_{Ag}——滴定中硝酸银消耗量，mL。

A.2 膜面电阻

A.2.1 试剂与标准物质

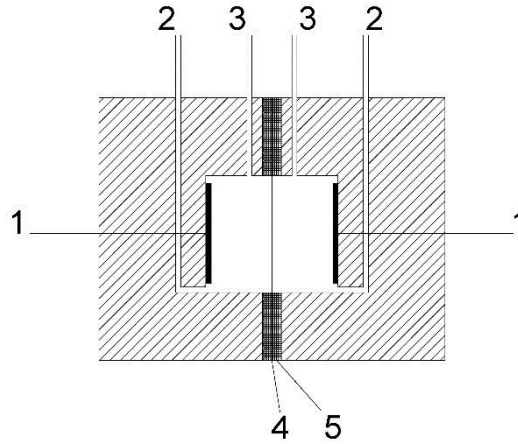
氯化钠。

A.2.2 仪器与仪表

测试所需主要仪器仪表如下：

a) 恒温水槽；

- b) 流量计, 15 mL/min;
- c) 电导仪, 交流电频率1000 Hz;
- d) 电导池装置: 由有机玻璃加工而成, 为两个相同的半槽, 半槽带有铂电极, 电极有效面积1.0 cm², 电极间距1.0 cm, 电导池示意图见图A.1:



1. 铂电极, 与电导仪连接; 2. NaCl进水口, 与高位液槽连通; 3. NaCl出水口; 4. 膜; 5. 密封垫

图A.1 膜电阻测试电导池装置

A.2.3 测试方法

a) 预处理: 膜样品经过A.1.3 a) 预处理后, 放入0.1 mol/L氯化钠溶液中浸泡平衡, 每3 h更换溶液一次, 共更换3次, 待测;

b) 溶液电阻测定: 将两个电导池半槽合并紧固, 使溶液不外漏。开启阀门, 使氯化钠从高位槽留流下, 穿过电极, 形成搅拌状态, 氯化钠溶液温度维持在25 °C, 流量10 L/h。注意排除管内和电导池内的气泡, 记录电导仪读数, 即溶液电阻 R_s ;

c) 溶液和膜的总电阻测定: 将膜夹在两个半槽之间后将半槽合并紧固, 使溶液不外漏。其他同b)。记录电导仪读数, 即为溶液和膜的总电阻 R_{s+m} 。

A.2.4 计算公式

a) 膜电阻计算:

$$R_m = R_{m+s} - R_s \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

R_m ——膜电阻, Ω ;

R_{m+s} ——膜和溶液的总电阻, Ω ;

R_s ——溶液电阻, Ω ;

b) 膜面电阻计算:

$$R_A = R_m \cdot S_E \dots\dots\dots (5)$$

式中:

R_A ——膜面电阻, $\Omega \cdot \text{cm}^2$;

R_m ——膜电阻, Ω ;

S_E ——电极面积, cm^2 。

A.3 选择透过率

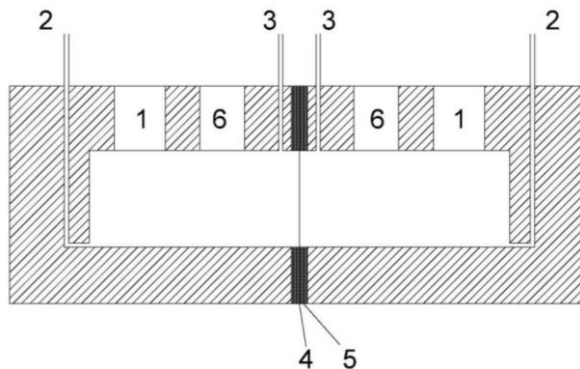
A.3.1 试剂与标准物质

- a) 氯化钾;
- b) 氢氧化钾。

A.3.2 仪器与仪表

测试所需主要仪器仪表如下:

- a) 低电势直流电位差计, 0.001 mV;
- b) 直流复射式检流计;
- c) 饱和惠斯顿标准电池;
- d) 甘汞电极, 2支;
- e) 晶体管稳压电源, 0~10 V;
- f) 流量计, 15 mL/min, 2个;
- g) U型盐桥, 3支;
- h) 电位池装置: 由连个完全相同的半电池通过螺杆组合而成, 半电池通常使用有机玻璃加工制成, 上部有进、出水口和排气口, 此外还有盐桥一端的插孔, 示意图见图A.2。



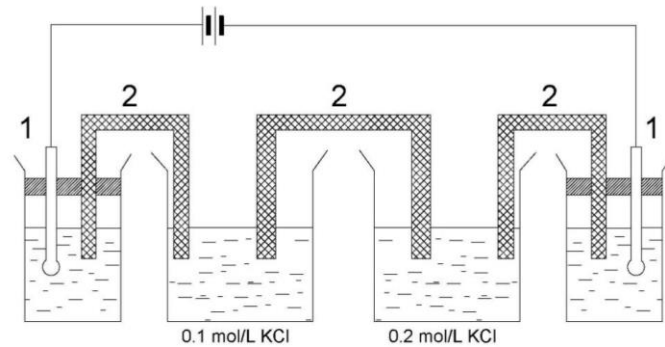
1. 盐桥插口; 2. KCl进水口, 与KCl储液罐相连; 3. KCl出水口; 4. 膜; 5. 密封垫; 6. 排气口

图A.2 离子迁移数电位池装置

A.3.3 测试方法

a) 预处理：膜样品经过A.1.3 a) 预处理后，阳膜放入1 mol/L 氢氧化钾溶液中转型6 h，隔3 h换一次碱液，接着用蒸馏水清洗至中性，阴膜不做额外处理。之后，将膜片在0.15 mol/L氯化钾溶液中浸泡平衡6 h，每隔2 h更换一次溶液。

b) 液体接界电位：按图A.3组成电池，并按极性要求连接电位差计。调节电位盘使检流计平衡，记录电位值 E_j 。当电解质溶液浓度比值为2时， E_j 一般不应超过0.30 mV；



1. 甘汞电极；2. 盐桥

图A.3 接界电位测试装置示意图

c) 膜电位测定：把甘汞电极通过盐桥分别插入电位池两个半电池的插孔中，将待测膜夹在半电池间并夹紧至不漏液。根据甘汞电极的极性连接电位差计。测定阳膜时，高浓度的电极为负，测定阴膜时，低浓度侧的电极为负。开启KCl储液罐阀门，使KCl流入电位池装置中形成搅拌状态，调节电位盘至检流计平衡，记录电位读数 E_m 为膜的测试电位。

A.3.4 计算公式

a) 膜的实际电位计算：

$$E = E_m - E_j \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

E ——膜的实际电位，mV；

E_m ——膜的测试电位，mV；

E_j ——液体的接界电位，mV。

b) 膜的迁移数计算：

$$t = \frac{E + E_0}{2E_0} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

t ——离子在膜中的迁移数；

T/CAEPI □□-20□□

E——膜的实际电位，mV；

E₀——膜的理想电位，mV；阳膜E₀=16.1 mV；阴膜E₀=-16.1 mV；

t₀——离子在溶液中的迁移数，K⁺：t₀=0.49；Cl⁻：t₀=0.51。

c) 选择透过率计算：

$$P = \frac{t-t_0}{1-t_0} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中：

P——膜得选择透过率，%；

t——离子在膜中的迁移数；

t₀——离子在溶液中的迁移数，K⁺：t₀=0.49；Cl⁻：t₀=0.51。

A.4 极限电流密度

A.4.1 试剂与标准物质

氯化钠；

A.4.2 仪器与仪表

测试所需主要仪器仪表如下：

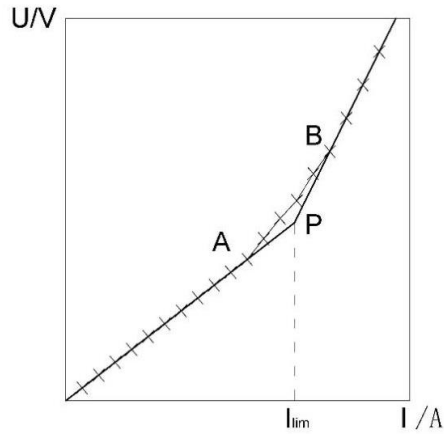
- a) 整流器，装置自带；
- b) 直流安培表，装置自带；
- c) 直流伏特表，装置自带；
- d) 压力表，装置自带；
- e) 流量计，装置自带。

A.4.3 测试方法

a) 装置预处理：电渗析装置所用离子交换膜需充分转型，阳膜为钠型，阴膜为氯型。或者在测试前使用大于2 g/L的氯化钠溶液循环4 h以上，通水期间按0.5 V/对电压通电，每隔半小时倒极一次，使离子交换膜充分转型。

b) 电压调节：电渗析装置按正常运行流量通入2 g/L NaCl溶液，并维持溶液浓度不变，溶液温度控制在25 ℃。调整浓水、极水压力与淡水压力相同。调整整流器为电渗析装置供电，以电压为零开始，每次升高 0.1 V/对膜，调节电压后停留一段时间以达到平衡状态，停留时间应不小于淡水在电渗析装置内停留时间的3倍，记录每一次的电压、电流，到电压达到2 V/对膜时为测试终点。

c) 电流-电压曲线绘制：使用记录的电压、电流值绘制电流-电压曲线，将各点连接成近似的曲线，由曲线做切线，AP、BP相交于P点，由P点作垂线，对应的电流值即电渗析装置在测试条件下的极限电流 I_{lim} ，详见图A.4。



图A.4 电流-电压曲线绘制示意图

A.4.4 计算公式

$$J_{lim} = \frac{I_{lim}}{S_m} \quad (9)$$

式中：

J_{lim} ——极限电流密度，A/m²；

I_{lim} ——极限电流，A；

S_m ——单张膜有效面积，m²。

A.5 浓缩极限

A.5.1 试剂与标准物质

氯化钠。

A.5.2 仪器与仪表

测试所需主要仪器仪表如下：

- a) 电导率仪，装置自带或外置，0~200 mS/cm；
- b) 温度计，装置自带或外置；
- c) 流量计、压力表，装置自带。

A.5.3 测试方法

a) 原料添加：电渗析装置组装完成后，浓水室、淡水室、极水室均加入1 mol/L NaCl溶液，浓水室液位加到最低限，淡水室液位加至上限，极水室液位在上下限之间，溶液温度控制在25 ℃。

T/CAEPI □□—20□□

b) 运行：开启泵，调节淡水室流量至额定流量，该值等于膜面流速×隔板厚度×隔板宽度×膜对数，膜面流速控制在4 cm/s。调节浓水室、淡水室进水阀门，至其压力与淡水室相同。平衡1~3 min，待流量稳定，管路内无气泡后，开启膜堆电源，设定电渗析装置的电流、电压。电流密度：均相膜 400 A/m²，异相膜250 A/m²；电压：均相膜 0.5V/对，异相膜 1 V/对；

c) 终点判断：每隔10 min记录浓、淡水的电导率，淡水电导率低于16 mS/cm (NaCl浓度为0.2 mol/L) 时更换淡水。持续运行直至10 min内浓水电导率差值在1 mS/cm以下，此时作为测试终点，关闭电源、泵；

e) 浓缩极限：测定浓水盐浓度为电渗析装置的浓缩极限。

A.6 电流效率与吨盐能耗

A.6.1 试剂与标准物质

氯化钠。

A.6.2 仪器与仪表

测试所需主要仪器仪表如下：

- a) 电导率仪，装置自带或外置，0~200 mS/cm；
- b) 温度计，装置自带或外置；
- c) 流量计、压力表，装置自带；
- d) 电压表、电流表，装置自带。

A.6.3 测试方法

a) 原料添加：电渗析装置组装完成后，浓水室、淡水室、极水室均加入1 mol/L NaCl溶液，浓水室、淡水室、极水室添加同等水量，液位加至上下限之间，记录加入体积V₀，溶液温度控制在25 °C。

b) 运行：开启泵，调节淡水室流量至额定流量，该值等于膜面流速×隔板厚度×隔板宽度×膜对数，膜面流速控制在4 cm/s。调节浓水室、淡水室进水阀门，至其压力与淡水室相同。平衡1~3 min，待流量稳定，管路内无气泡后，开启膜堆电源，设定电渗析装置的电流、电压。电流密度：均相膜 400 A/m²，异相膜250 A/m²；电压：均相膜 0.5V/对，异相膜 1 V/对；

c) 终点判断：每隔10 min记录浓、淡水的电导率，运行电流、运行时间、运行能耗，淡水电导率低于16 mS/cm (对应NaCl浓度为0.2 mol/L) 作为终点，关闭电源、泵；

e) 测定浓水、淡水初始及终点时的体积、盐浓度。

A.6.4 计算公式

a) 电流效率计算：

$$\eta = \frac{F(V_t C_t - V_0 C_0)}{nIt} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中:

η ——电流效率, %;

F——法拉第常数, 96485 C/mol;

V_0, V_t ——浓水(或淡水)初始体积, 终点体积, L;

C_0, C_t ——浓水(或淡水)初始浓度, 终点浓度, mol/L;

n——膜对数;

I——运行电流, A;

T——运行时间, s。

b) 吨盐迁移能耗计算:

$$W' = \frac{17094W}{V_t C_t - V_0 C_0} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

W' ——吨盐迁移能耗, kWh/t;

W——膜堆电耗, kWh;

V_0, V_t ——浓水(或淡水)初始体积, 终点体积, L;

C_0, C_t ——浓水(或淡水)初始浓度, 终点浓度, mol/L;