

《电渗析装置技术要求》

(征求意见稿)

编制说明

编制组

二〇一八年九月

目 次

1.任务来源.....	1
2.编制原则及依据.....	1
3.编制的目的与意义.....	1
4.相关标准概况.....	2
5.主要工作过程.....	3
6.产品现状调研.....	5
7.重大分歧意见的处理经过和依据.....	8
8.标准条文说明.....	8
9.标准水平评价.....	10
10.标准实施建议.....	11
附表 1.....	12
附表 2.....	15
附表 3.....	17

1. 任务来源

根据中国环境保护产业协会[2015]48号文件《关于下达2015年度中国环境保护产业协会标准制修订计划项目（第二批）的通知》的有关要求，《环境保护产品技术要求 电渗析装置》（HJ/T 334-2006）列入2015年度环境保护产业协会标准制修订计划。主编单位：杭州蓝然环境技术股份有限公司，参编单位：杭州埃尔环保科技有限公司。

2. 编制原则及依据

为了确保本标准的编写质量，在原有标准内容的基础上，依照国家相关规定进行编制。标准的格式与结构依照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求进行，同时还参考了GB/T 20001.10-2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》和HJ2521-2012《环境保护产品技术要求制订技术导则》，以保证新标准符合标准编写的规范要求。

标准的修订充分考虑了我国现有技术水平，依据国内外电渗析技术的研发、生产和应用情况，立足于国内现有设计、制造和实验水平，力求保证标准的科学性、合理性和实用性，致力于促进电渗析技术进步，提高产品质量，规范市场秩序，保护消费者利益。

3. 编制的目的与意义

电渗析技术曾广泛应用于苦咸水淡化，一般要求进水含盐量低于3500 mg/L，淡水满足生活饮用水及工业用水标准。电渗析技术经过多年的改进，其应用早已从普通的苦咸水淡化扩展到高盐水浓缩、化工分离、物料分离提纯浓缩等领域，由于电渗析是电力驱动离子迁移的特征，且不受离子渗透压限制，进水含盐量远远超过3500 mg/L，一般为20000 mg/L-60000 mg/L，最终能将盐水浓缩至其他膜技术无法达到的浓度（一般在150 g/L-200 g/L）。因近年来国内西北部出现工业污水排放问题，在西部缺水，且无接纳水体的地区，要求钢铁、电力、冶金、煤化工等行业新建项目必须实现废水“零排放”。目前电渗析更广泛的应用为煤化工、石油炼化、冶金、造纸、化工医药、生物发酵等领域的废水“零排放”项目。由于其浓缩液无机盐浓度高、有机物（COD）和无机盐高效分离、运行经济、自动化程度高、性能稳定、技术优势明显，国内众多设计院与大型水务公司如：中轻国际、东华、赛鼎、天辰、恩菲、碧水源、万邦达、博天环境等已在中石油、中石化、神华集团、王子纸业、华友钴业、紫光

化工等项目中投入规模化应用。

电渗析器的另外一项应用是可将有机物与盐（有机盐及无机盐）分离，现已广泛应用于物料分离。由于电渗析只迁移可解离的离子态物质，而不解离的有机物被保留在原料侧，经分离后，原料的损失率低，浓水侧盐水的浓度和纯度高，酸碱消耗量少，废水排放量少，国内外都使用电渗析替代离子交换等工艺，大规模应用于糖类、氨基酸、医药中间体、化工产品等生产工艺的脱盐、提纯与浓缩。将电渗析技术应用于石油化工、医药、生物发酵、生物能源等领域物料分离与清洁生产，具有化学药剂消耗低、工艺流程简化、能耗低、分离效率高优点，确保产品高回收率和高品质，实现低碳绿色制造。

由于以上特殊的应用，对其配件和材料也提出了更高要求。需采用对应的特种分离膜、长流道防漏隔板、钛涂钎铍电极、浸塑夹紧板等部件，而目前，由于国内电渗析标准过于陈旧，已跟不上技术发展的需求。

因此，修改电渗析器产品行业标准需求迫切、意义重大。新标准出台的意义在于：

- 1) 为生产厂家提供参照依据，通过全面测定性能参数和数据分析，来控制产品质量、指导研发、改进工艺；
- 2) 为第三方检测机构提供检测方法和依据，对厂家及产品等级有所鉴别及区分；
- 3) 便于用户选型和使用，规范产品规格；
- 4) 用详实的数据证明产品性能，利于提高国产品牌的国际竞争力；
- 5) 能促进电渗析技术健康持续发展；
- 6) 作为全国统一性技术文件，统一产品质量评判标准，规范产品质量监管，以保护行业内的公平竞争，保护生产经营者及消费者的合法权益。

4. 相关标准概况

使用标准信息公共服务平台及 ASTM 官网检索国内外技术法规得到电渗析相关标准，详见表 1。

表 1. 电渗析相关标准

时间	发布部门	标准编号	标准名称	状态
1994	国家海洋局	HY/T 034.1—1994	电渗析技术 术语	作废
		HY/T 034.2—1994	电渗析技术 异相离子交换膜	现行
		HY/T 034.3—1994	电渗析技术 电渗析器	现行
		HY/T 034.4-1994	电渗析技术 脱盐方法	现行
		HY/T 034.5-1994	电渗析技术 用于锅炉给水的处理	现行

1994	中国电子工业部	SJ/T 31460-1994	电渗析设备完好要求和检查评定方法	要求	现行
1998	国家环境保护总局	HCRJ 030-1998	电渗析器认定技术条件		作废
2006	国家环境保护总局	HJ/T 334-2006	环境保护产品技术要求 电渗析装置		现行
2006	中国国家质量监督检验检疫总局	GB/T 20103-2006	膜分离技术 术语		现行
2014	American Society For Testing And Materials	ASTM D5131-90(2014)	Standard Guide For Record Keeping For Electrodialysis/electrodialysis Reversal Systems		现行
2014	American Society For Testing And Materials	ASTM D5091-95(2014)	Standard Guide For Water Analysis For Electrodialysis/Electrodialysis Reversal Applications		现行

《环境保护产品技术要求 电渗析装置》(HJ/T 334—2006)于 2006 年 12 月发布,于 2007 年 4 月开始实施。它规定了电渗析装置的分类与命名、要求、试验方法、检测规则、标志、包装、运输和贮存。该标准适用于处理工业废水的电渗析装置系列产品,也适用于一般天然水净化、脱盐的电渗析装置。

经过多年来技术的发展,膜材料、制膜配方和工艺、制膜设备、自动化控制、隔板、电极、电源以及电渗析器结构等各方面都有了突飞猛进的改进,其主要应用已从苦咸水淡化转变到高盐水“零排放”以及物料分离、提纯等领域。进料含盐量在 20000~150000 mg/L 的高盐体系,并且在国内外都有大量实际应用案例,主要为:1、废水“零排放”;2、海水制盐;3、农药(如草甘膦母液)脱盐提纯;4、食品、医药、生物发酵液脱盐提纯(替代离子交换法);5、化工物料(有机酸/碱)浓缩。如果再参照原有的标准,势必会制约这个行业技术的进步、行业健康持续发展和对用户造成误导。此外,原标准只针对电渗析处理低盐水,而在高盐水浓缩及物料分离领域其选材、配件更需要相关标准进行规范。

为了进一步提升民族品牌的国际竞争力,促进我国电渗析膜行业可持续发展,有效抵制洋品牌对我国膜产业带来的冲击,摆脱对国外品牌的巨大依赖,我们提出标准修订申请,以健全我国膜产业的标准化工作。

5. 主要工作过程

(1) 项目立项

2015 年 7 月,中国环境保护协会正式下发了《关于下达 2015 年度中国环境保护产业协

会标准制修订计划项目（第二批）的通知》，启动十一项环境行业标准的制修订任务。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负责对《环境保护产品技术要求 电渗析装置》进行修订。同年 8 月，双方签订合作协议与项目任务合同书。

(2) 开题报告与初稿

编制小组首先组建了标准修订小组并确定分工。由公司总经理楼永通、陈良作为本项目的负责人，确定工作进度，对编写组进行整体管理与协调，确保工作的顺利进行；卿波、李嘉等技术负责人对技术内容把关，提供国内外相关标准、文献、技术文件，文件成文过程中进行技术审核；由朱春燕及相关人员进行文件的撰写与修改。

作为修订标准，标准初稿撰写过程中，极大程度上继承了原有标准《环境保护产品技术要求 电渗析装置》内容与格式，主要修改内容为：根据现有电渗析应用领域，增加了标准适用范围；根据引用标准现状，对已废止的标准做了替换；增加术语与定义一章；根据现有电渗析产品型号更改命名标准；根据电渗析实际应用领域，更改进水水质要求。对技术要求及检验方法，增加了浓缩方面的指标。

(3) 开题论证与初稿审查

2016 年 12 月，项目组在北京召开了《环境保护产品技术要求 电渗析装置》的开题报告会。参会专家委员听取了编制工作的汇报，进质询和讨论，主要提出了 3 条建议：① 进一步研究明确标准的功能定位；② 细化产品性能要求，明确可行的检测方法；③ 加强相关调研工作，标准编制与环保产业需求和发展相协调。

(4) 征求意见稿

开题报告会中，专家主要意见为标准从政府职能部门牵头的行业标准转化为由企业牵头的团体标准，应更贴合实际，使标准具有更高的实用性、可操作性，编制单位不应局限于原标准的框架与内容，应依据实际情况删减、增补或修改原标准内容。同时，标准应具有一定的创新性，技术条文要求应具有广泛性，防止限制条件要求过细反而限制行业发展。

依据专家意见，进一步调研了现有国内外市场电渗析装置及离子交换膜的相关信息，对电渗析进水水质要求，阴膜、阳膜技术指标进行了数值上的修改，使其更贴近现有商品实际情况。更改了电渗析装置的性能要求指标，新增“浓缩极限”等对应电渗析浓缩性能的指标，删除“6 cm/s 时的流量”等现已不再测定的指标。前后修改标准文件 4 次并于 2018 年 8 月 15

日召开征求意见稿审查会。

本次会议主要针对技术指标及其数值的代表性、先进性做了探讨，对标准的格式做了进一步优化要求，将基本技术要求、材料要求、加工组装要求、装置性能要求做了明确的划分与重新排序，对各类技术指标应更多确保先进行或确保适用性进行了激烈讨论，并最终形成专家意见，主要为：① 将标准名称修改为《电渗析装置技术要求》；② 进一步树立电渗析装置的分类，并按照分类提出相应的技术要求及检验方法，充分体现先进行；③ 完善国内外电渗析技术和电渗析产品标准的调查与分析，修改编制说明。会后，对标准进一步修改完善，包括其分类、技术指标数值定位、标准结构等均做了较大更改，最终形成征求意见稿。

6. 产品现状调研

电渗析技术曾广泛应用于苦咸水淡化、海水淡化，主要应用于含盐量低于 3.5% 的水的淡化，一些电渗析厂家至今仍有承接此类业务，并通过持续改进提升电渗析的竞争力。如日本 Astom，可以将苦咸水从 TDS 1500 mg/L 降低至 180 mg/L，水回收率达 85%，脱盐率 88%，硬度去除率 89%，硝酸根去除率 93%。美国 EVOQUA 于 2017 年与 AccelerateH2O 联合建设了一套 1.1 t/h 的苦咸水淡化示范项目，意在证明电渗析水回收率高、能耗低，其经济性可与反渗透匹敌甚至优于反渗透。

而经过多年的发展，电渗析的应用已扩展到煤化工、石油炼化、冶金、造纸、化工、生物发酵等领域的废水“零排放”领域以及食品、医药脱盐纯化领域。随着应用领域的扩展，电渗析产品的生产及应用厂家也呈不断上升趋势。自上世纪五十年代以来，国内较好的电渗析厂家包括：蓝然、上化、恒瑞、柳明、天维、廷润等。附表 1 为部分电渗析企业的产品情况一览表，信息来自于各企业官网或宣传手册。几乎所有电渗析厂家的应用案例中，有乳清脱盐、木糖脱盐、氨基酸脱盐等物料纯化项目，以及脱硫废水、冶金废水等含盐废水电渗析浓缩等的零排放项目，案例如下：

1) 氨基酸废液综合回收系统

重庆某氨基酸生产厂家，氨基酸生产过程中会产生 500 t/d 的氨基酸废水，废水中含有 2% 氨基酸、2% 硫酸铵及色素等，原先的处理工艺是通过活性炭吸附色素，离子交换去除盐分，再通过生化或者焚烧的方式去除废水中的有机物，最终达标排放。可以看到，在废水处理过程中，活性炭法会产生大量固废，离子交换树脂的再生也需要用到大量的酸碱，而废水中的产品也作为废弃物进行处理，既浪费了资源，同时还需要不断投入水处理耗材与药剂，成本高、污染大、资源浪费严重。

我司以电渗析脱盐技术为核心，开发了一条新的工艺：废液—超滤澄清--纳滤脱色—电渗析脱盐（图 1）—回收氨基酸。该工艺回收了废水中的硫酸钠及氨基酸，实现了废水的资源化利用。膜技术可以在无相变的情况下实现组分的分离，同时电渗析也不像离子交换树脂，

需要药剂再生，大大减少了药剂及耗材的使用量，降低了废水处理的成本。由于回收的氨基酸价值高，其综合经济效益每年超三千万元，投资回报年限不足一年。

电渗析可分离有机物与无机盐的特性，实现了废水组分的有效分离，进而实现了废水的资源化，从经济及环境两方面为相关企业带来了进步。



图 1 氨基酸脱盐系统

(2) 含盐废水“零排放”系统

在冶金行业、煤化工行业、造纸行业等均有大量的高含盐废水排放，大部分企业主要分布在相对偏远的地区，水资源少、环境容量低、环保监管相对不严格，化工企业所排放的高 COD、高含盐量的废水，成分复杂，给当地带来了严重的环境污染。

如某煤制甲醇废水，废水量 1440 m³/d，含盐量高达 20000 mg/L，同时含有 300 mg/L COD。废水中的无机离子包括：Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Al³⁺、Mn²⁺、SO₄²⁻、Cl⁻、NO₃⁻、NO₂⁻等。废水原处理工艺为：废水—物化—生化—蒸发塘或排放，由于废水含盐量高，对微生物有一定的毒害作用，COD 经常难以做到达标，导致高盐高 COD 废水大量排入黄河流域，造成当地环境及企业的形象均造成极不利的影响。

将电渗析技术引入该废水处理，废水处理工艺改为：废水—物化—生化—超滤—反渗透—电渗析—蒸发，实现煤化工高盐废水“零排放”，水回用，杂盐也可以回收做融雪剂等。废水中的三个主要成分均有了各自的去除：① 水——以反渗透出水、蒸发冷凝水的形式实现回用；② 盐——经过反渗透、电渗析、蒸发结晶的逐步浓缩，最终可作为融雪剂或做为副产物出售；③ COD——经过生化被去除，最终实现“零排放”的目标。

该工艺中，电渗析不仅起到了盐分预浓缩，大大减少了蒸发量，降低蒸发成本，同时也实现了 COD 与盐分的分离，其淡水可返回生化进一步处理，提升了 COD 去除率。其他企业含盐废水的处理同理，图 2、图 3 分别为造纸废水、冶金废水处理工艺中的电渗析装置。



图 2 造纸废水零排放系统

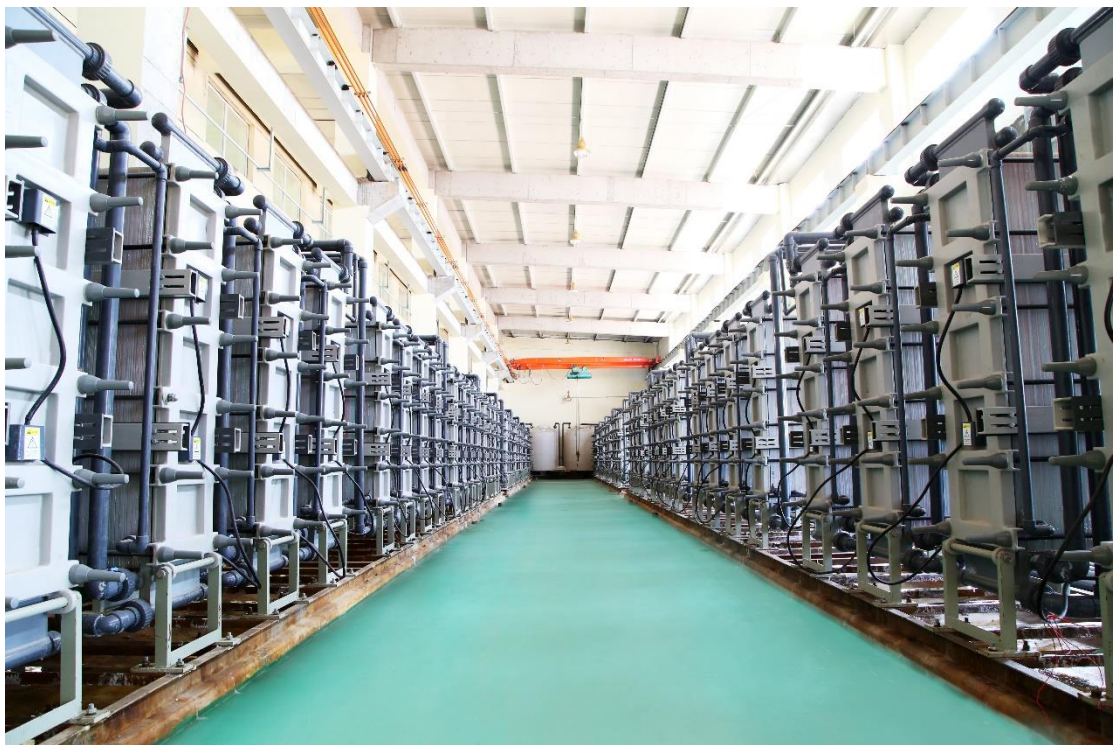


图 3 冶金废水零排放系统

电渗析在物料清洁生产、废水零排放中的大量应用，对电渗析盐浓缩能力、抗有机污染能力等均提出了更高的要求，电渗析标准需要进一步完善，提高标准与实际应用间的相符性、

7. 重大分歧意见的处理经过和依据

在召开技术审查会时，对于技术指标数值的定位，不同专家提出了各自意见，一方面，标准需要保证本身的适用性与可操作性，应考虑国内现有企业的广泛水平，指标限值应为各相关企业产品的“及格线”。另一方面，要将标准做好做优，过度降低技术指标要求，大部分企业不需提升即可达标，而国内电渗析产品面对国际产品仍具有一定差距，技术要求过低不利于国内产品在国际上的竞争，无法体现标准的先进性。经过双方讨论，形成如下标准编制路径：编制单位作为电渗析行业龙头企业，在技术指标编制时优先按照高标准进行设定，着重体现标准的先进性；项目的组织者——环境保护产业协会，负责在标准成文后向广大电渗析厂家征求意见，再将技术指标限值调整至合理范围，经过多方意见的整合，最后确保技术指标同时具备先进性和适用性。

8. 标准条文说明

本标准为电渗析装置技术要求，主要包括范围、规范性引用文件，术语和定义，分类与命名，技术要求，检验方法，检验规则，标志、包装、运输和贮存 8 个部分。主要内容说明如下。

（1）适用范围

根据现有电渗析装置的应用范围，扩大了标准适用范围，将原来“适用于处理工业废水的电渗析装置系列产品”改为“适用于废水及物料中盐的去除或浓缩的电渗析装置”，电渗析的应用领域近几年已有较大拓展，除工业废水外还涉及物料脱盐，如氨基酸、甜菜碱等食品、医药中间体/产品的脱盐提纯，即清洁生产所使用的电渗析。

（2）规范性引用文件

依据 GB/T 1.1-2009 修改了规范性引用文件的引导语；

依据专家意见，产品材料不设限，主要指标不引用过老标准，包装运输等通用要求引用现有标准等要求，修改后的标准引用了 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 4 个标准文件。

（3）术语和定义

增加术语和定义，包含“电渗析”、“电渗析装置”、“离子交换膜”、“阳离子交换膜”、“阴离子交换膜”、“异相离子交换膜”、“均相离子交换膜”、“隔板”、“膜堆”、“有效面积”、“离子交换容量”、“膜面电阻”、“迁移数”、“选择透过率”、“极限电流密度”、“电流效率”、“吨

盐迁移能耗”17个术语和定义。

(4) 分类与命名

通过调查显示,国内电渗析主要包括异相膜电渗析和均相膜电渗析。点烟市场上常见的电渗析厂家及型号,总结后发现,相比于“DS”,电渗析厂家更倾向于使用电渗析英文缩写“ED”指代电渗析产品,由附表1可知,55%的企业在型号命名时使用了ED。针对不同尺寸,厂家也倾向于使用膜/隔板尺寸、膜面积、膜对数等信息,少数厂家型号中提到了级和段数,其他则直接使用内部编码代表不同产品。结合上述信息及原标准内容,按照电渗析装置适用的膜种类分为异相膜电渗析装置和均相膜电渗析装置,分别用YXED和JXED指代。电渗析装置根据其种类和膜有效面积、膜对数进行命名。

(5) 技术要求

1) 基本要求

主要规定了电渗析装置使用、运行时需满足的基本条件,包括装置应按标准制造、应具有合格证后检验证书、装置连接处、自动化控制、运行压力机电流电压应符合要求,设定了电渗析装置所处环境要求等。

2) 电渗析进水要求

规定了保证电渗析装置正常运行时的进水条件,包括水温、进水pH、进水黏度等8个要求。

3) 材料要求

通过收集查阅56种离子交换膜产品的性能指标,汇总后确定离子交换容量、膜面电阻、选择透过率3个指标,指标数值根据现有产品性能择优确定指标数值,现有离子交换膜产品指标数值见附表2;

设定了电渗析电极板、隔板等的材质及加工要求,其中材质为建议采用,不做硬性规定。

4) 加工组装要求

要求电渗析装置主机安装牢固,焊缝平整,水平及垂直方向的公差应符合设计要求,涂层均匀、美观、无擦伤、无划痕。当电渗析装置运行压力在指导守则以内时,不得产生管道、焊缝开裂和严重漏水。

5) 装置性能要求

规定了电渗析装置的“极限电流密度”、“NaCl浓缩极限”、“电流效率”、“吨盐迁移能耗”四个指标。

(6) 检验方法

对应技术要求，规定了离子交换容量、膜面电阻、选择透过率、极限电流密度、浓缩极限、电流效率、吨盐迁移能耗和加工组装几项技术要求的检验方法

(7) 检验规则

1) 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验，并将涉及的检验项目、达标要求、试验方法绘制成表格，便于查询。

2) 型式检验

规定了需进行型式检验的条件，抽样数应不小于 3 台，出现不合格品时应加倍抽检，仍不合格应判定为同批次产品不合格。

3) 出厂检验

规定每台设备出厂前均需要检验，合格后方可出厂。

(8) 标志、包装、运输和贮存

1) 标志

规定了电渗析装置铭牌应包括装置名称、装置型号、装置净重等信息。

2) 包装

规定了电渗析装置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，需对不同部件进行分类包装，确定包装货物的重心点、底部托盘、包装外标志等要求。

3) 运输和贮存

规定了电渗析装置运输过程中应符合国家及当地交通运输要求，规定了运输时的装车要求、承运人要求及贮存环境要求。

(9) 附录 A

详细描述了第六章中涉及的检验方法，包括所用到的试剂、仪器及测试方法。

9. 标准水平评价

本标准是对《环境保护产品技术要求 电渗析装置》(HJ/T 334—2006)的修订，原标准对电渗析设备分类、命名、技术要求、试验方法等做了较为全面地规定。但是，由于电渗析相关工艺、技术的发展，原标准内容出现局限性，部分条款不再适用。

本标准的修订根据我国电渗析实际生产、使用情况制定，标准内容更符合目前电渗析产品的特性并具有一定先进性，更利于电渗析行业的发展。

10. 标准实施建议

本标准是根据我国实际生产、使用情况制定的，建议发布实施。

附表 1

附表 1. 现有离子交换膜产品情况一览表

序号	电渗析厂家	电渗析设备型号	电渗析设备说明
1	杭州蓝然	BLUETEC-40-2040	合金膜, 有效面积 2m ²
		BLUETEC-250-4016	合金膜, 膜尺寸 400mm×1600mm, 250 对
		EX3B	均相膜或双极膜, 膜尺寸 75×195mm, 10 组
		EX4B	均相膜或双极膜, 膜尺寸 130×325mm, 20 对/15 组
		EX5B	膜尺寸 380×1000mm, 120 对/60 对/40 组
		BLUETEC-EDR-8016/250	合金膜, 频繁倒极电渗析, 膜尺寸: 800mm×1600mm, 250 对
		BLUETEC-SED-4016/250	合金膜, 高盐水浓缩电渗析, 膜尺寸: 400mm×1600mm, 250 对
		BLUETEC-HMED	均相膜, 膜尺寸 500mm×1500mm, 120 对
		BLUETEC-BMED	双极膜, 膜尺寸 500mm×1500mm, 60 对或 40 组
2	Astom	DSA-III	合金膜中试, 膜尺寸 400mm×800mm, 150 对
		AC02/10/25/50/140	均相膜, 有效面积: 2/10/25/50/140 dm ²
		AC17R/70R	倒极电渗析,
		AC3B-02/10/50	三隔室双极膜, 有效面积: 2/10/50 dm ²
3	FumaTech	AC2B-02/10/50	两隔室双极膜, 有效面积: 2/10/50 dm ²
		FT EDR 40-2/200-2/1750-2	均相膜倒极电渗析, 有效膜面积 36.9 (40) /200 /1750 cm ² , 2 个膜堆, 每个膜堆 2-40/2-200/4-700 组膜
		FT ED 100-4/320-4	均相膜电渗析, 有效膜面积 100/320 cm ² , 4 个膜堆, 每个膜堆 4-80/3-360 组膜
4	北京廷润	FT ED 1750-3	均相膜电渗析, 有效膜面积 1750 cm ² , 3 个膜堆, 每个膜堆 6-690 组膜
		TRPJ12060	膜尺寸 600mm×1200mm, 200 对, 单张有效面

			积 0.5 m ² ,
		TRBP3010- I 型	300×100mm , 单张膜有效面积为 150cm ² (208×72mm), 5 对
5	金秋环保	JQVED-114016-A	异相膜, 膜尺寸: 400mm×1600mm
		JQED-114016-C	异相膜, 膜尺寸: 400mm×1600mm
		JQHED-228016	异相膜, 膜尺寸: 800mm×1600mm
		JQVED-334080	异相膜, 膜尺寸: 400mm×800mm
		JQVED-122060	异相膜, 膜尺寸: 200mm×600mm
6	江苏日泰	DSA-IV	电渗析小试 200mm×400mm, 40 对
7	沃腾膜	WTM—ED2040-20	
		WTM-ED0612-150	
8	AGC 旭硝子	CH-O	实验机, 2.1 dm ² , 160×280mm
		DW-Lab	实验机, 0.3 dm ² , 80×130mm
		DW-1/3E/3F/4	普通脱盐, 不同数字对应不同尺寸
		DS-3E	高度脱盐, 有效面积 0.452m ²
		DB-1/4	自来水脱盐
		CS-3/5	用于盐浓缩
		CH-4	电渗析酸回收
		T-1/3/4/5	扩散渗析酸回收
9	美国 GE	2020-2L-2S	EDR, 2 级 2 段共包含 4 个膜堆
		MK-3	EDI 膜堆
10	懿华中国水处理技术公司	NEXED	
11	捷克 mega	EDR stack RALEX® EDR-IF /250	250 对
		EDI stack RALEX® MPure36™	EDI 膜堆
		Complete EDI unit RALEX® HPWU	EDI 装置

		RALEX® EWTU M45	EDR 装置, 45 m ³ /h
12	山东天维	08, 均相膜电渗析系统	
13	厦门亿赛膜技 术	eSep 亿塞膜电渗析系统	
		eSep 亿塞膜双极膜电渗析 (BPED) 系统	

附表 2

附表 2. 现有离子交换膜产品性能指标

ID	厂家	膜类型	膜名称/型号	含水率%	膜电阻 ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)	破裂强度(MPa)	交换容量 (mol/kg)	选择透过系数%
1	ASTOM	均相膜	CMX		3.00	0.40	2.00	96.60
2			CIMS		1.80	0.10	2.50	
3			CMB		4.50	0.40		
4			AMX		2.40	0.25	1.80	
5			AHA	17.28	4.10	0.90	1.30	
6			ACM		2.60	0.15		
7			ACS		3.90	0.15	2.00	
8			AM-2	40.2	1.90	0.20	2.00	
9			CM-2		3.00	0.15	2.00	
10	AGC		CMV		3.00	0.20		96.00
11			CMD		17.00	0.90		94.00
12			AMV		2.80	0.20		96.00
13			AMT		6.00	0.70		96.00
14			DSV		1.10	0.15		
15			HSF		19.00	0.20		
16			CSO		2.30	0.15		97.00
17			CMF		2.50	1.00		95.00
18			AAV		6.40	0.30		95.00
19			ASV		3.70	0.20		97.00
20			AHO		20.00	1.20		95.00
21	APS4			0.70	0.20			
22	Fumatech		FAB		1.00		1.30	96.00
23			FAA-3-PK-130	24.1	1.90		1.43	96.60
24			FAP		1.00			92.00
25			FASPET	19.5	3.10			94.70
26			FKB		4.00		1.00	98.00
27			FKE		3.00		1.00	98.00
28			FKL		4.00			92.00
29			FKS		8.00		1.00	96.00
30			FAP-PEEK		1.50			92.00
31	北京廷润		JCM- II -05	35-43	1.50	0.25	2.45	97.00
32			JCM- II -07	33-40	3.50	0.25	2.00	97.00
33			JCM- II -10	33-38	4.50	0.25	1.90	97.00
34			JCM- II -15	33-38	5.50	0.25	1.90	97.00
35			JAM- II -05	24-30	6.00	0.25	2.00	92.50
36			JAM- II -07	24-28	7.00	0.25	1.90	92.50
37			JAM- II -10	22-24	8.00	0.25	1.70	92.50

38			JAM- II -15	22-24	8.00	0.25	1.70	92.50
39	山东天维		TWEDA I	30-40	4.00			98.00
40			TWEDA2	30-40	4.00			98.00
41			TWEDC I	20-30	4.00			97.00
42			TWEDC2	20-30	4.00			97.00
43		GE		GE 阳膜	40.2	3.78		1.73
44	IONSEP 埃 尔		CAM	35.8	5.27		2.46	96.29
45			AAM		6.00	0.60	2.10	
46	鞍山宇泉科 技	异相 膜	YQ-AM		2.00		1.30	96.00
47			YQ-AMC		5.00		1.00	96.00
48			YQ-CM		4.00		1.20	92.00
49			YQ-CMC		4.00		0.90	92.00
50			YQ-DAM		0.80		1.50	91.00
51			YQ-DCM		1.50		1.40	91.00
52	上海上化		上化 EDI 阳膜		15.00	0.60	2.00	90.00
53			上化 EDI 阴膜		20.00	0.60	1.80	89
54			阴极电泳涂装 膜	30-40	42.00	0.60	1.80	89.00
55			ED 阳膜	35-50	11.00		2.00	90.00
56			ED 阴膜	30-45	12.00		1.80	89

附表 3

附表 3. 电渗析设备性能数据汇总

	异相膜 ED-A	异相膜 ED-B	异相膜 ED-C	均相膜 ED-D	均相膜 ED-E
浓缩极限/wt%	13.0	12.5	13.6	15.0	18.8
脱盐极限/wt%	0.012	0.010	0.010	0.004	0.010
单位运行能耗/(kwh/t NaCl)	486	437	683	512	810
电流效率/%	85.8	74.4	84.1	98.6	85.0