

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—2026

退役反渗透膜再利用技术导则

Technical guidelines for the reuse of decommissioned reverse osmosis membranes

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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业环保促进会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类与再利用途径	1
5 退役膜筛选要求	2
6 收集、运输与储存	2
7 预处理工艺	3
8 清洗与修复工艺	3
9 再生膜性能要求	4
10 产品规格、标识与使用说明	4
11 安全与环保要求	5

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。

本文件由中国工业环保促进会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

近四十年来，我国膜法水处理技术应用发展迅速，水处理、海水淡化、工业纯水制备等领域的应用规模不断扩大，然而，反渗透膜元件在使用一段时间后，由于污染和老化等因素，其性能会逐渐下降，退役反渗透膜产生量逐年激增。目前，退役反渗透膜多以一般工业固废的形式进行处理，这不仅浪费了膜材料中的高分子基材和功能涂层等宝贵资源，其难降解的特性也对环境造成长期污染的压力。随着环保国策的要求趋严和资源循环利用理念的深入，退役反渗透膜高价值再利用技术成为行业关注的焦点。

退役膜再利用过程中，膜元件清洗、修复工艺过程方法杂乱，再生膜的截留率、通量、稳定性等关键指标尚无明确要求，导致再生膜产品质量参差不齐，应用过程中存在安全隐患。因此，亟需制定《退役反渗透膜再利用技术导则》规范退役反渗透膜再利用的技术流程、质量控制及环保要求，提升资源综合利用率，降低环境污染风险，助力水处理行业绿色低碳发展。

退役反渗透膜再利用技术导则

1 范围

本文件规定了水处理系统中退役反渗透膜（以下简称退役膜元件）的收集筛选、预处理处置、再利用过程等技术要求。

本文件适用于水处理领域的退役反渗透膜的再利用技术过程。

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 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/T 20103 膜分离技术 术语
- GB/T 23954 反渗透系统膜元件清洗技术规范
- GB/T 32373 反渗透膜测试方法

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。

3.1

退役反渗透膜 decommissioned reverse osmosis membranes

达到设计使用年限、因污染或性能衰减而退出原始运行系统的反渗透膜元件。

3.2

再生膜 regenerated membrane

退役反渗透膜经过一系列规范的物理、化学清洗及修复工艺处理后，关键性能指标满足客户要求，可用于特定场景的反渗透膜。

3.3

降级再利用 downgraded reuse

再生膜应用于对产水水质要求低于原场景的水处理过程。

4 分类与再利用途径

4.1 退役膜元件使用条件分类

根据膜元件退役前的进水水源类型，将其分为3类：

- a) I类膜：用于一般水源（如自来水、地下水、地表水、市政中水等）脱盐淡化的反渗透膜；
- b) II类膜：用于工业废水（如电子、纺织、印染、造纸、冶金等行业废水）资源化或预脱盐处理的反渗透膜；
- c) III类膜：用于有毒有害废水（如垃圾渗滤液、放射性废水、重金属废水、含持久性有机污染物废水等）处理的反渗透膜。

4.2 退役膜元件再利用途径分类

根据再生后的性能和应用目标，分为三种途径：

- a) 途径 A：原级再利用；
- b) 途径 B：降级再利用；
- c) 途径 C：材料资源化利用。

5 退役膜筛选要求

5.1 基本筛选条件

待回收的退役膜元件应满足以下基本条件：

- a) 膜元件玻璃钢外壳无破裂、严重变形，端盖与外壳连接完好，产水中心管无裂纹。单批次抽检拆解后的膜表面无机械损伤发生。
- b) 膜元件外表面有可辨识的生产商品品牌、型号标识。
- c) 应能取得用户退役膜使用时长、主要进水水质和已知污染类型等信息。

5.2 性能筛选指标

在满足5.1的基础上，各类膜元件宜达到表1规定的相应性能指标，可进入退役膜再生流程。

表 1 退役膜元件性能筛选指标

类型	初始通量剩余率/%	脱盐率残值/%	附加要求
I 类膜	80%~95%	95%~99%	膜表面无明显结垢、污染物附着，无异味、霉变现象。
II 类膜	50%~80%	90%~95%	膜表面污染物可通过预处理、清洗去除，无不可逆的化学损伤。
III类膜	20%~50%	85%~90%	进行有毒污染物残留检测，检测结果符合GB 5085.3标准要求，无有毒污染物吸附残留或可通过专用清洗去除残留。

5.3 筛选判定

应根据以下判定方式进行再利用途径的选择：

- a) 同时满足 5.1 和 5.2 相应类别指标的膜，可进入途径 A 或 B 再生流程；
- b) 仅满足 5.1，但不满足 5.2 性能指标的膜，若外观结构完好，可评估进入途径 B（应在标识中明确）；
- c) 外观破损严重、性能极差或污染物残留超标的膜，应直接进入途径 C 或进行无害化处置。

6 收集、运输与储存

6.1 收集

6.1.1 I 类膜：采用专用密封袋或密封箱单独收集，避免与其他类型膜混合；收集时记录膜的原使用单位、使用年限、原处理水源类型等信息。

6.1.2 II 类膜：采用防泄漏密封容器收集，容器表面标注“工业污水用退役反渗透膜”标识；收集前应进行简单冲洗，去除表面附着的大量污水残渣，避免污染物泄漏。

6.1.3 III类膜：采用耐腐蚀、防泄漏的专用容器收集，容器表面标注“有毒废水用退役反渗透膜”“危险废物（若涉及）”等警示标识；收集过程中操作人员应佩戴专用防护用品（手套、防护服、口罩等），收集后立即密封容器，避免有毒污染物扩散。

6.1.4 所有收集的合格退役膜，均应在容器或膜组件上标注膜的来源类型、原使用单位、使用年限、筛选日期、筛选合格标识、收集人等信息；有毒废水用退役膜应额外标注有毒污染物类型（若已知）、检测结果摘要。

6.2 运输

不同用途的退役膜分开运输，不应混合装载；一般水源用、工业污水用退役膜可采用普通货运，有毒废水用退役膜运输应按危险废物转移管理办法中相关规定进行，运输过程中避免容器破损、倾倒。

6.3 储存

6.3.1 储存仓库应阴凉、干燥、通风良好，远离火源、热源及食品、饮用水，环境温度宜在 5℃~40℃。

6.3.2 膜元件应水平放置于货架或垫板上，堆叠高度不超过 3 层。

6.3.3 I、II、III类膜应分区储存，III类膜储存区应符合 GB 18597 的要求，并设有防渗漏措施和警示标识。

6.3.4 储存时间不宜超过两个月，避免膜性能进一步衰减。

7 预处理工艺

7.1 物理除杂

宜采用高压冲洗、机械刮除相结合的方式：

- a) 高压冲洗：使用压力不高于 0.5 MPa 的洁净水对膜表面进行冲洗，去除松散的悬浮物和颗粒杂质，对于II、III类膜，冲洗废液应单独收集；
- b) 机械刮除：对于表面有致密污垢的膜，可在湿润状态下使用软质塑料刮板轻轻刮除，不应使用金属工具，避免损伤膜表面。

7.2 化学预处理（可选）

根据膜元件使用场景、水源水质、膜表面污染物类型和已知的污染物条件，选择合适的清洗配方，清洗液温度宜控制在不大于40℃，采用低压循环清洗，清洗时间根据膜污染、污垢的种类及污染的严重程度确定；化学预处理后用（除盐水）清水冲洗至pH值至中性，且出水无明显泡沫、无药剂异味为止。

8 清洗与修复工艺

8.1 清洗流程

参考GB/T 23954进行退役膜元件的清洗，清洗流程应包括：低压冲洗-化学清洗-浸泡-循环清洗-低压冲洗-性能测试。

8.2 清洗方案

清洗方案宜按表2中要求选择，清洗液的类型、浓度范围、使用条件可按照GB/T 23954进行选择：

表 2 不同类型退役膜元件清洗方案

污染类型	清洗液	浓度范围	清洗压力	单次循环时间/min
有机污染物	酸性清洗	2.0%柠檬酸	≤0.3Mpa	≥30min
	碱性清洗 剂	0.1%~0.4%氢氧化钠+1%~2%EDTA-4Na	≤0.3Mpa	≥30min
无机盐污垢	酸性清洗	2.0%柠檬酸	≤0.3Mpa	≥30min
	碱性清洗 剂	0.1%~0.4%氢氧化钠+1%~2%EDTA-4Na、0.02%~0.04%十二烷基硫酸钠	≤0.3Mpa	≥30min
微生物/生物膜	酸性清洗	2.0%柠檬酸、1%~2%非氧化性杀菌剂	≤0.3Mpa	≥30min
	碱性清洗 剂	0.1%~0.4%氢氧化钠+1%~2%EDTA-4Na、0.02%~0.04%十二烷基硫酸钠	≤0.3Mpa	≥30min
金属氧化物	酸性清洗	2.0%柠檬酸	≤0.3Mpa	≥30min
	碱性清洗 剂	0.1%~0.4%氢氧化钠+1%~2%EDTA-4Na、0.02%~0.04%十二烷基硫酸钠	≤0.3Mpa	≥30min

注：具体参数可根据膜元件污染程度调整。

8.3 清洗后处理（修复）

化学清洗结束后，应用去离子水对膜元件进行低压（不大于0.3 MPa）冲洗，直至冲洗出水的pH值稳定在中性为止，电导率接近冲洗进水电导率（差值小于20 μS/cm），确保无药剂残留。

8.4 再生质量检验

8.4.1 性能检验

再生膜元件的水通量、脱盐率等性能应按照GB/T 32373中要求进行检测。

8.4.2 出厂检验

8.4.2.1 每支再生膜元件出厂前应进行外观、脱盐率和水通量检验。

8.4.2.2 采用抽样检验时，以同一批次、同一类别、同一途径的再生膜为一个检验批。按照 GB/T 2828.1 中相关内容进行样品抽取后检验。

8.4.2.3 所检样品全部合格，则该批次产品为合格。若出现不合格品，则对该不合格项目进行加倍抽样复检。复检全部合格，则判该批合格；复检仍不合格，则判该批不合格。不合格批应全数返工或降级处理。

8.4.3 型式检验

在下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品投产或老产品转产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，工艺、材料有重大改变；
- c) 正常生产满一年；
- d) 产品停产半年以上恢复生产；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异。

9 再生膜性能要求

9.1 再生膜性能指标

再生膜出厂前，其关键性能指标应满足表3要求。

表3 再生膜关键性能指标

性能指标	途径A(原级再利用)	途径B(降级再利用)
水通量	大于标准情况下的90%	大于标准情况下的90%
脱盐率	不小于标准情况下的95%	不小于标准情况下的95%
注：标准情况为膜元件测试标准		

9.2 分类再利用途径与要求

9.2.1 原级再利用

应符合以下要求：

- a) I类再生膜：可用于市政饮用水深度处理、锅炉补给水预处理等同类场景；
- b) II类再生膜：可用于同行业或水质相近的工业废水回用系统；
- c) III类再生膜：仅在经过严格评估、特定污染物彻底清除、并经权威检测认证无毒害风险后，可考虑用于原级场景，且应明确标识历史。

9.2.2 降级再利用

可用于循环冷却水系统补水、景观环境用水、地面冲洗、绿化灌溉、厕所冲洗等对盐度要求不高的场合。用于不同途径时，应根据再生膜的具体性能（如脱盐率、通量）匹配相应的系统设计参数（如回收率、操作压力）。

9.2.3 材料资源化利用

应符合以下要求：

- a) 对塑料件（膜壳、端盖、中心管）进行破碎、清洗、造粒；
- b) 对膜片材料进行分离回收或安全处置；
- c) 材料回收率应不低于 85%（以干重计）。

10 产品规格、标识与使用说明

10.1 产品标识

产品标识应包含以下信息：产品名称（再生反渗透膜元件）、原膜类别、再利用途径（原用途/降级）、性能指标（脱盐率、水通量）、适用领域、生产批号、生产日期、保质期、生产单位、联系方式、

安全警示（对于B途径及III类膜转化的产品，应标注“不适用于饮用水制备”或“限用于非接触性用途”等字样）。

10.2 使用说明文件

随产品应提供使用说明文件，内容包括：

- a) 该再生膜的进水水质要求（浊度、余氯、pH 范围）；
- b) 推荐操作压力范围及最大进水流速；
- c) 建议的清洗周期和清洗方法；
- d) 适用的系统配置建议。

11 安全与环保要求

11.1 安全要求

11.1.1 预处理、清洗修复过程中，操作人员应佩戴对应的防护用品（手套、防护服、口罩、护目镜等）；使用高压设备、化学药剂时，严格按操作规程操作，避免设备伤人、药剂泄漏。

11.1.2 不同类别膜的清洗区域应相对独立，III类膜的收集、预处理、清洗修复应在专用区域进行，设置警示标识；操作人员应经过专业培训，熟悉有毒污染物的防护知识；清洗修复过程中，严禁无关人员进入操作区域。

11.1.3 清洗车间应配备通风设施和应急洗眼器。清洗、检测设备应定期检修、校准，确保设备运行正常；高压设备、耐腐蚀设备应定期检查密封性能，避免泄漏。

11.2 废液与废物处理

11.2.1 预处理、清洗修复过程中产生的废液（包括冲洗废水、化学清洗废液），应单独收集，分类处理；I类、II类膜的废液，经检测达标后排放；III类膜的废液，应经解毒处理，检测达标后排放或委托专业环保单位处置，严禁直接排放。

11.2.2 筛选不合格、二次修复仍不合格的退役膜，以及清洗过程中产生的膜碎片、污染物残渣，应分类收集；一般固废可按常规固废处置要求处理；有毒废水用膜的固废，应按 GB 18597 中要求处置，避免环境污染。

11.3 无害化处置

经评估确定无法修复再生，且不具备材料回收价值的退役膜（特别是III类膜），应作为固体废物进行最终处置。