

团 体 标 准

T/ACEF XXXX—202X

反渗透和纳滤水处理膜修复回用技术指南

Technical guidelines for remediation and reuse of reverse
osmosis and nanofiltration water treatment membranes

(征求意见稿)

2023-□□-□□发布

2023-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本原则	2
5 废弃膜元件修复回用流程	2
6 分类及初筛	2
7 修复前筛选检测	4
8 修复	4
9 回用	6
10 管理要求	6



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。

本文件为首次发布。

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。

本文件由浙江大学提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人：



反渗透和纳滤水处理膜修复回用技术指南

1 范围

本文件规定了反渗透和纳滤水处理膜元件修复回用的术语与定义、基本原则、废弃膜元件修复回用流程、分类及初筛、修复前筛选检测、修复、回用和管理要求。

本文件适用于指导反渗透和纳滤水处理膜元件的修复回用。

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 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 32360	超滤膜测试方法
GB/T 34241	卷式聚酰胺复合反渗透膜元件
GB/T 34242	纳滤膜测试方法
HY/T 112	超滤膜及其组件
HY/T 113	纳滤膜及其元件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

膜元件 membrane element

由膜片、支撑体、流道间隔体、带孔的中心管等构成的膜分离单元。

[来源：GB/T 20103-2006，定义 2.2.1，有修改]

3.2

废弃膜元件 discarded membrane element

因分离性能无法达到使用要求而弃置不用的膜元件。

3.3

修复回用 remediation and reuse

将废弃膜元件分类后，采用物理、化学或生物等方法，恢复膜元件的分离性能并用于原应用场

景或降级使用的过程。

4 基本原则

- 4.1 应符合国家安全生产、环境保护等法律、法规以及标准的规定。
- 4.2 应遵循资源利用最大化、环境污染最小化的基本原则。
- 4.3 应根据废弃水处理膜元件的特点，科学分类、合理回收利用，减少废弃膜元件固废数量，对不能利用的废弃膜元件应采用无害化处置措施。

5 废弃膜元件修复回用流程

废弃膜元件修复回用流程如图 1 所示，主要包括：分类及初筛、化学清洗、性能检测、二次筛选、修复、回用等。

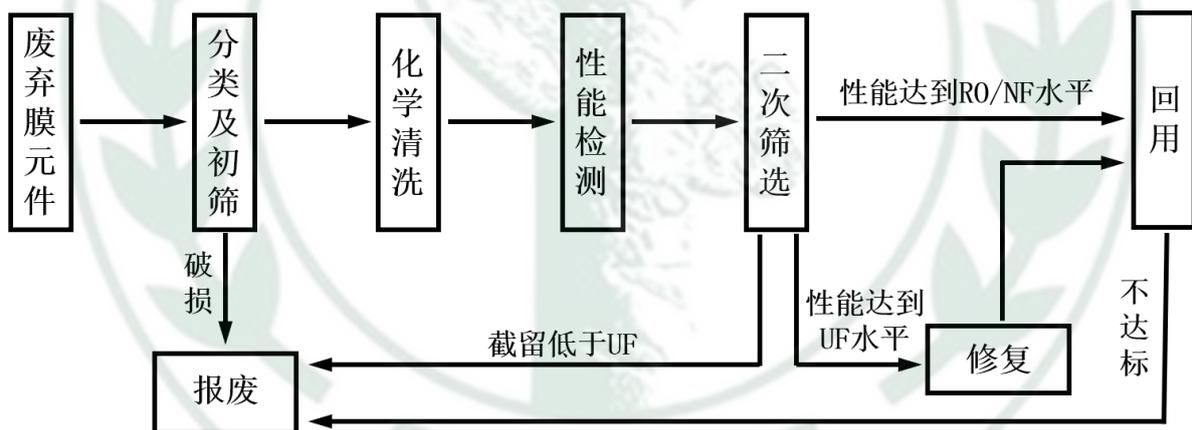


图 1 废弃膜元件修复回用流程图

6 分类及初筛

6.1 分类

6.1.1 修复再生膜按原应用场景分为 I、II、III 三个等级。

表 1 应用场景分类表

级别代号	级别名称	应用场景
I	生活用水级	饮用水生产、海水淡化、苦咸水淡化等
II	工业用水级	医药、石油化工、电厂等行业废水处理
III	农业用水级	生活杂用水处理、中水回用等

6.1.2 膜元件形式根据修复再生膜元件的分离性能,并参照标准 GB/T 34241、HY/T 113 和 HY/T 112,将膜元件分为反渗透 (RO)、纳滤 (NF) 和超滤 (UF) 三类。

——RO, 膜元件的一价离子脱除率达到 98%以上, 产水量达到 37 L/(m²·h)以上。

——NF, 膜元件的一价离子脱除率达到 30%以上, 产水量达到 2 m³/d 以上; 二价离子脱除率达到 90%以上, 产水量达到 21 L/(m²·h)以上。

——UF, 膜元件对其标称截留分子量的物质的截留率达到 90%以上, 产水量达到 50 L/(m²·h)以上。

6.1.3 膜元件产水量及脱盐率/截留分子量等由在其膜形式所对应的规定测试条件下测得。其中, RO 膜依据 GB/T 34241 执行, NF 膜依据 GB/T 34242 执行, UF 膜依据 GB/T 32360 执行。

6.1.4 型号

修复再生膜元件型号由原应用场景的级别代号、膜元件形式、膜元件直径、膜元件长度、产水量和膜脱盐率/截留分子量代号这六部分组成, 见图 1 原应用场景的级别代号由希腊数字表示; 膜元件形式由英文大写字母表示; 膜元件直径、膜元件长度、产水量、脱盐率/截留分子量代号以阿拉伯数字表示。

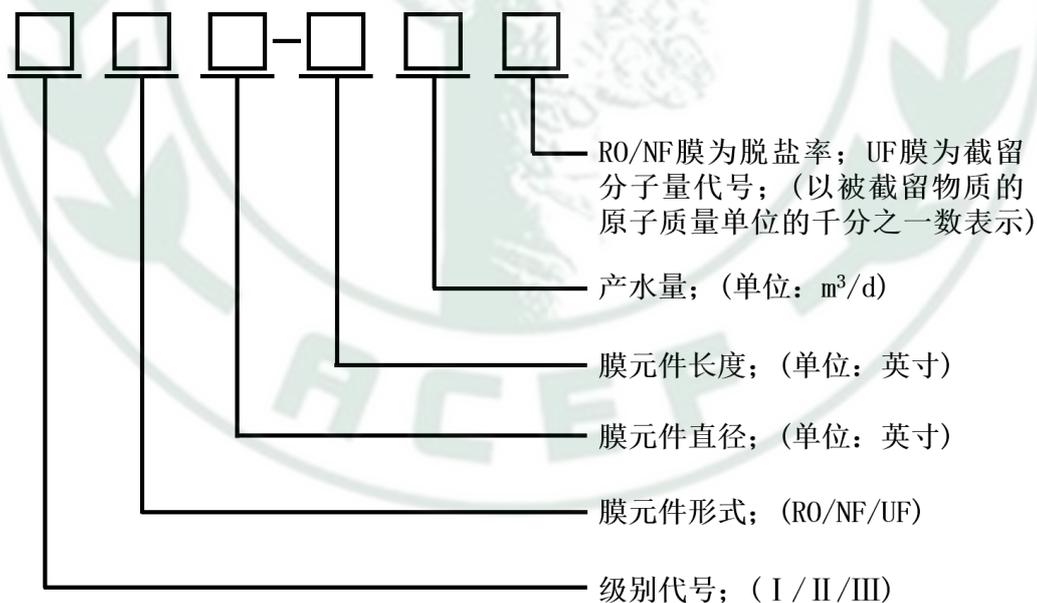


图 2 修复再生膜元件型号示意图

修复膜元件型号示例:

例如: I -RO-8-40-28.1-99.8

“ I ” 表示修复膜元件原应用场景属于生活用水级别 (见表 1), “RO” 表示修复膜元件性能达到了反渗透膜的标准, “8” 表示膜元件外径为 8 英寸, “40” 表示膜元件的长度为 40 英寸, “28.1” 表示膜元件产水量为 28.1 m³/d, “99.8” 表示膜元件的截留率为 99.8%。

6.2 初筛

将外壳破损的膜元件直接进行报废处理，未破损的膜元件进入后续化学清洗等环节。

7 修复前筛选检测

7.1 化学清洗

膜元件的化学清洗步骤参见 GB/T 23954，对于本文件中废弃膜元件的化学清洗，视膜污染情况可提高清洗剂浓度和清洗剂浸泡时间。有的废弃膜元件清洗剂浓度和浸泡时间按照标准中的常规条件即可，有的可能需将清洗剂浓度提高 3 倍、清洗剂浸泡时间需要增加 10 倍。

7.2 性能检测

a) 对清洗后的膜元件按 RO 膜元件的性能检测方法进行通量和截留率的测定，检测过程依据 GB/T 34241 执行。

b) 对 a) 中截留能力达不到 RO 水平的膜元件按 NF 膜元件的性能检测方法进行通量和截留率的测定，检测过程依据 GB/T 34242 执行。

c) 对 b) 中截留能力达不到 NF 水平的膜元件按 UF 膜元件的性能检测方法进行通量和截留性能的测定，检测过程依据 GB/T 32360 执行。

7.3 二次筛选

经性能检测后，截留能力达到 RO、NF 水平的膜元件直接进入修复回用步骤；截留能力达到 UF 水平的膜元件进行修复后回用；将截留能力低于 UF 的膜元件进行报废处理。

8 修复

8.1 总则

废弃膜元件修复一般采用物理和化学的方法清理膜元件和膜片表面污染物，并通过化学手段不完全氧化 RO 膜的聚酰胺（PA）脱盐层，水通量提升后得到 NF 膜，完全氧化膜的 PA 脱盐层得到 UF 膜等，推荐采用但不限于上述方法。

8.2 主要设备

8.2.1 膜元件离线清洗设备配置

a) 压力容器：一芯装 8 英寸反渗透膜元件压力容器；

b) 清洗泵：耐腐蚀离心泵；

流量 (Q)：12 ± 2 m³/h；

扬程 (H)：32 ± 4 m；

c) 压力表：轴向

进水压力表：0 ~ 0.6 Mpa

浓水压力表：0~0.6 Mpa

d) 流量计：玻璃转子流量计

产水流量计：0~2.0 m³/h

浓水流量计：0~16 m³/h

e) 电控系统：就地集中控制

8.2.2 膜元件离线清洗测试设备配置

a) 压力容器：一芯装8英寸反渗透膜元件压力容器；

b) 清洗泵：耐腐蚀立式多级离心泵；

流量(Q)：12 ± 2 m³/h

扬程(H)：160 ± 16 m

c) 压力表：轴向

进水压力表：0~1.6 Mpa

浓水压力表：0~1.6 Mpa

d) 流量计：玻璃转子流量计

产水流量计：0~2.0 m³/h

浓水流量计：0~16 m³/h

e) 电导率计：

进水电导率：0~5000 μs/cm

产水电导率：0~5000 μs/cm

f) 电控系统：就地集中控制

8.2.3 UF膜元件测试设备

a) 压力容器：一芯装8英寸反渗透膜元件压力容器；

b) 清洗泵：耐腐蚀离心泵；

流量(Q)：8 ± 1 m³/h；

扬程(H)：32 ± 4 m；

c) 压力表：轴向

进水压力表：0~0.6 Mpa

浓水压力表：0~0.6 Mpa

d) 流量计：玻璃转子流量计

产水流量计：0~8.0 m³/h

浓水流量计：0~2.0 m³/h

e) 电控系统：就地集中控制

8.3 修复技术

8.3.1 清除膜表面污染物

根据膜表面污染物的种类，可参照 GB/T 23954 配置相应的清洗剂溶液，使用膜元件离线清洗设备对膜元件进行循环化学清洗和水力冲洗，将沉积在膜表面的污染物彻底清除，恢复膜元件的水

通量和压差。

8.3.2 氧化聚酰胺脱盐层

通过化学清洗恢复膜元件的水通量和压差后，进一步采用氧化剂（如：次氯酸钠、高锰酸钾、双氧水等）不完全氧化或完全氧化膜的 PA 脱盐层，再次提升膜的水通量，使膜的分离性能达到超滤（NF）膜和纳滤（UF）膜的水平。

9 回用

9.1 回用要求

9.2.1 修复再用膜元件具有良好的机械强度、无毒无味。

9.2.2 修复再用膜元件外观应洁净平整，无毛刺、破损、变形、污物等缺陷。

9.2.3 在标准测试条件下，修复再生 RO 膜元件的一价离子脱除率达到 98%以上，产水量达到 37 L/(m²·h)以上。

9.2.4 在标准测试条件下，修复再生 NF 膜元件的一价离子脱除率达到 30%以上，产水量达到 2 m³/d 以上；二价离子脱除率达到 90%以上，产水量达到 21 L/(m²·h)以上。

9.2.5 在标准测试条件下，修复再生 UF 膜元件对其标称截留分子量的物质的截留率达到 90%以上，产水量达到 50 L/(m²·h)以上。

9.2 回用场景选择

a) 修复后的膜元件以其性能水平（RO、NF 或 UF）为指标，在满足性能要求的场景中进行使用。

b) 修复再生膜元件应符合所应用场景的使用条件。

c) 回用以不对后续应用产生毒副作用为前提，在回用场景选择时可参考本文件表 1 进行同等级别或降级选择应用场景。

10 管理要求

10.1 报废的膜元件贮存、处置应依据 GB 18599 规定执行。

10.2 工艺过程中产生的废水应经处理后，符合 GB 8978 的规定排放。