

团 体 标 准

T/CUWA XXXXX—2022

饮用水纳滤阻垢剂性能试验方法

Test method of performance on nanofiltration scale inhibitor in
drinking water

2022 - XX-XX 发布

2022 - XX-XX 实施

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 原理	4
5 进水水质	4
6 试验装置	5
6.1 装置组成	5
6.2 试验水箱	5
6.3 纳滤膜系统	5
6.4 控制系统	5
7 试验准备	6
7.1 试验装置检查	6
7.2 仪器仪表的校准	6
7.3 阻垢剂溶液制备	6
7.4 水质检测	6
7 试验步骤	6
7.1 空白试验	6
7.2 阻垢试验	6
7.3 装置清洗	6
8 试验数据处理	6
8.1 产水率计算	6
8.2 钙离子、镁离子和氯离子、硫酸根浓缩倍数	7
8.3 有机物 (COD _m) 浓缩倍数	7
9 试验报告	8
附录 A (资料性)	9
附录 B (资料性)	10
附录 C (资料性)	11

前 言

本标准按照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》和GB/T 20001.4—2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》的规定起草。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任，对所涉专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

本标准可能涉及必不可少的专利，编制单位承诺已确保专利权人或者专利申请人同意在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在实施该标准时实施其专利。

本标准由中国城镇供水排水协会标准化工作委员会归口。

本标准主编单位：同济大学

本标准参编单位：上海璟翼环保科技有限公司

金科环境股份有限公司

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

上海城投水务（集团）有限公司制水分公司

上海南汇自来水有限公司

阳泉市自来水有限责任公司

上海水业设计工程有限公司

中国市政工程西北设计研究院有限公司

本标准主要起草人员：唐玉霖 芮旻 徐斌 段冬 李博之 于水利 靳长青 钟燕敏 陆劲蓉 张磊 张天阳 吴浩伟 马顺君 刘牡 籍继花 李建 徐鸿凯 刘永刚

本标准主要审查人员：

饮用水纳滤阻垢剂性能试验方法

1 范围

本标准规定了采用产水率控制法测定饮用水中纳滤阻垢剂的阻垢性能的术语和定义、试验装置、控制系统、仪器仪表、试验准备、试验步骤、试验数据处理及试验报告等。

本标准适用于饮用水纳滤阻垢剂性能的测定。

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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 34342-2017 纳滤膜测试方法
- GB/T 20103-2006 膜分离技术术语
- GB5749-2006 钙、镁、硫酸根离子和有机物（COD_m）的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

纳滤膜 nanofiltration membrane

用于脱除饮用水中多价离子、部分一价离子的盐类和分子量大于 200 的有机物的半透膜。

3.2

阻垢剂 scale inhibitor

具有能分散水中的难溶性无机盐、阻止或干扰难溶性无机盐在膜表面的沉淀、结垢的一类药剂。

3.3

阻垢性能 scale inhibition performance

阻垢剂分散在饮用水系统中阻止或干扰无机盐及有机物在纳滤膜表面的沉淀与结垢能力。

3.4

产水率 production rate

纳滤膜产水量与进水总量之比。

3.5

浓水回流 concentrated return

部分浓水回流至纳滤进水端进行循环，其余浓水直接排放，以控制设定的产水率。

3.6

浓缩倍数 cycle of concentrate

排放的浓水与纳滤的初始进水含盐量的比值。

3.7

膜通量 membrane flux

在一定的操作条件下，单位面积纳滤膜单位时间透过水的量。

3.8

脱除率 rejection

表明纳滤膜脱除特定组分的能力。

4 原理

4.1 在相同的测试条件下，针对原水中含有不同的钙、镁离子，碳酸氢根、硫酸根和有机物含量采用浓水回流加快浓缩效能，加速纳滤膜表面结垢。在相同的产水率下，添加不同阻垢剂后成垢的时间和程度不同。

5 进水水质

5.1 宜采用饮用水厂实际工况下经预处理后的水作为试验进水，水质应符合表 1 的规定。

表 1 饮用水纳滤试验装置进水水质要求

浊度 NTU	pH	COD _{Mn}	SDI	余氯 mg/L	总铁 mg/L	总铝 mg/L	总锰 mg/L	氧化还原 电位 mv
1	6.5-8.5	≤3	≤5	≤0.1	≤0.3	≤0.2	≤ 0.1	≤ 200

6 试验装置

6.1 装置组成

6.1.1 试验装置包括试验水箱、纳滤膜系统和控制系统。主要附件为进水泵、高压泵、循环泵、加药设备、仪器仪表、管道、阀门和取样口等。试验装置图参见附录 A。

6.1.2 纳滤膜组件、泵、管道、检测仪表等设备构建，应符合 GB/T34342 的规定。

6.2 试验水箱

6.2.1 试验水箱应包括原水箱、进水调节水箱和产水水箱。

6.2.2 原水箱进水应符合本标准表 1 的饮用水纳滤试验装置进水水质要求。

6.2.3 原水箱中宜设置液位、电导率和温度的监测仪表及取样管。

6.2.4 进水调节水箱应能接纳原水箱出水和纳滤膜系统回流浓水，有效容积不应小于 500 L，且应大于膜系统水容积及进水泵最低起泵液位的要求。

6.2.5 进水调节水箱应设置温度调节与搅拌装置，机械搅拌装置的有效功率宜大于 8 W/m^3 ，并宜可调节转速。

6.2.6 进水调节水箱应配置进水管、浓水回流管、排空管和取样管等。

6.2.7 产水水箱应设置进水管、取样管和排空管等。

6.3 纳滤膜系统

6.3.1 纳滤膜系统应包括纳滤膜组件、保安过滤器和水泵。

6.3.2 保安过滤器的过流能力应与饮用水纳滤膜组件产水能力匹配，其过滤精度不应小于 $5 \mu\text{m}$ 。

6.3.3 纳滤膜组件的设计压力不应小于 2.5 MPa，浓水管上应设置减压阀和流量控制阀，控制浓水回流。

6.3.4 水泵出口管道应设置止回阀，各水泵流量、压力及功率应符合设置点的运行要求。

6.3.5 浓水和产水管上均应设置取样口。管道的适当位置处应设置止回阀、检修阀门和转换阀门等。

6.4 控制系统

6.4.1 温度测量仪表量程应满足 $0 \text{ }^\circ\text{C} \sim 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ，应设置高温报警装置，最高温度应/宜为 $45 \text{ }^\circ\text{C}$ ，测量精度不宜大于 $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

6.4.2 高压泵前后应分别设置高、低压保护开关。压力测量仪表应配置压力缓冲器，其量程应满足设置点的最高压力要求，测量精度等级不宜大于 1.0%。

6.4.3 流量测量仪表量程应满足设置点的最大流量要求，最小分值应小于控制值的 $\pm 1\%$ 。

6.4.4 原水电导率测量仪表量程应设 $(100 \sim 10000) \mu\text{s/cm}$ ，产水电导率测量仪表量程应满

足（1~3000） $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，测量精度 $\pm 1\ \mu\text{s}/\text{cm}$ 。

7 试验准备

7.1 试验装置检查

应确定试验装置上的各种设备、管道、阀门、仪器仪表、控制系统等处于正常状态。

7.2 仪器仪表的校准

试验前应对压力、流量、液位、温度、pH、电导率、浊度、化学需氧量、游离氯等测量仪表进行校准。

7.3 阻垢剂溶液制备

应按试验所需浓度配制阻垢剂，并应放置于加药设备中备用。

7.4 水质检测

应对经预处理后的原水进行水质检测，分析检测项目参见附录 B。

7 试验步骤

7.1 空白试验

7.1.1 开启进水调节水箱控温换热器，纳滤系统温度应稳定在 $25\pm 1\ ^\circ\text{C}$ 。

7.1.2 开启进水泵冲洗，待进水压力稳定后，应开启高压泵，调整浓水流量，产水应排放至产水箱。

7.1.3 启动循环水泵，调节浓水回流和产水量，应控制纳滤的产水率为80%~95%。

7.1.4 试验过程中应记录纳滤进水、产水和浓水的压力、流量及电导率等参数；并应检测产水和浓水中钙、镁离子，氯、硫酸根和化学需氧量的指标。数据记录参照附录 C。

7.2 阻垢试验

将加药设备中的阻垢剂投加到进水调节水箱中，搅拌均匀后按照 8.1 的要求操作并记录数据。

7.3 装置清洗

试验结束后，应使用试验装置产水对膜组件循环冲洗 60 min 以上。

8 试验数据处理

8.1 产水率计算

产水率应按公式（1）计算：

$$y = \frac{Q_{P,i}}{Q_{F,i}} \quad (1)$$

式中：

y ——系统产水率，%；

$Q_{P,i}$ ——第 i 次系统产水流量，单位为 L/min；

$Q_{F,i}$ ——第 i 次系统进水流量，单位为 L/min。

8.2 钙离子、镁离子和氯离子、硫酸根浓缩倍数

钙离子、镁离子和氯离子、硫酸根浓缩倍数应分别按公式（2）、（3）、（4）、（5）计算：

$$K_{Ca,i} = \frac{C_{Ca,i}}{C_{Ca,0}} \quad (2)$$

$$K_{Mg,i} = \frac{C_{Mg,i}}{C_{Mg,0}} \quad (3)$$

$$K_{Cl,i} = \frac{C_{Cl,i}}{C_{Cl,0}} \quad (4)$$

$$K_{SO_4,i} = \frac{C_{SO_4,i}}{C_{SO_4,0}} \quad (5)$$

式中：

$K_{Ca,i}$ 、 $K_{Mg,i}$ 、 $K_{Cl,i}$ 、 $K_{SO_4,i}$ ——第 i 次钙离子、镁离子、铝离子和硫酸根的浓缩倍数；

$C_{Ca,i}$ ——第 i 次浓水中钙离子的浓度，进水浓度记为 $C_{Ca,0}$ ，单位为 mg/L；

$C_{Mg,i}$ ——第 i 次浓水中镁离子的浓度，进水浓度记为 $C_{Mg,0}$ ，单位为 mg/L；

$C_{Cl,i}$ ——第 i 次浓水中氯离子的浓度，进水浓度记为 $C_{Cl,0}$ ，单位为 mg/L；

$C_{SO_4,i}$ ——第 i 次浓水中硫酸根离子的浓度，进水浓度记为 $C_{SO_4,0}$ ，单位为 mg/L。

8.3 有机物（COD_{Mn}）浓缩倍数

有机物（COD_{Mn}）浓缩倍数应按公式（6）计算：

$$K_{COD_{Mn},i} = \frac{C_{COD_{Mn},i}}{C_{COD_{Mn},0}} \quad (6)$$

式中：

$C_{COD_{Mn,i}}$ ——第 i 次浓水中化学需氧量的浓度，进水浓度记为 $C_{COD_{Mn,0}}$ ，单位为 mg/L。

9 试验报告

根据本标准 8.1、8.2 和 8.3 规定，根据不同产水率下浓缩倍数的比较及膜系统运行参数变化，进行阻垢剂性能评价，完成试验报告。

附录 A
(资料性)

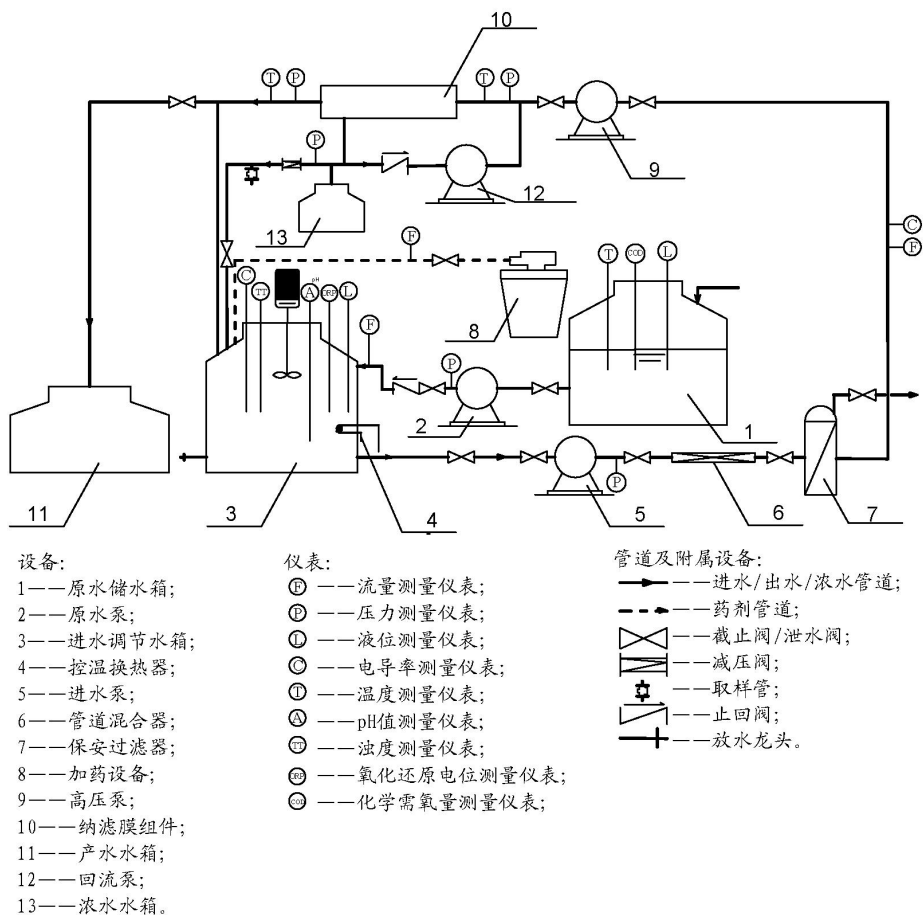


图 A.1 纳滤饮用水阻垢剂阻垢性能试验装置图

附录 B
(资料性)

表 B.1 分析检测分析项目记录表

取样日期： 年 月 日 时

项目	单位	检测结果	项目	单位	检测结果
室温	°C		水样温度	°C	
pH	—		硫酸根 (SO_4^{2-})	mg/L	
电导率	$\mu\text{S}/\text{cm}$		碳酸氢根 (HCO_3^-)	mg/L	
浊度	NTU		氯离子 (Cl^-)	mg/L	
盐度	—		钙离子 (Ca^{2+})	mg/L	
悬浮物	mg/L		镁离子 (Mg^{2+})	mg/L	
溶解性固体	mg/L		硬度 (mg/L)	mg/L	
总铁	mg/L		化学需氧量 (COD_m)	mg/L	
总锰	mg/L		游离氯	mg/L	
			总铝	mg/L	

附录 C
(资料性)

表 C.1 系统运行参数原始记录表

取样日期： 年 月 日 时

序号	不同产水率 / %	压力/MPa			电导/($\mu\text{s}/\text{cm}$)			流量/ (L/min)			镁离子浓缩倍数	钙离子浓缩倍数	硫酸根浓缩倍数	氯离子浓缩倍数
		进水	浓水	产水	进水	浓水	产水	进水	浓水	产水				

