

中华人民共和国团体标准

---

T/ CUWA XXXXXX—2020

# 中小型饮用水纳滤处理系统技术规程

(征求意见稿)

Technical specifications for nanofiltration treatment  
of small and medium sized drinking water system

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

---

中国城镇供水排水协会发布

中华人民共和国团体标准

# 中小型饮用水纳滤处理系 统技术规程

**Technical specifications for nanofiltration treatment of small and  
medium sized drinking water system**

**T/CUWA\*\*\*-20\*\***

批准部门：中国城镇供水排水协会

施行日期：202X年XX月X日

中国××出版社

20×× 北 京

## 前 言

根据中国城镇供水排水协会《关于印发<2020年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划>的通知》（中水协[2020]10号）的要求，标准编制组在对国内外主流的纳滤膜和装置生产厂家进行了系统性调研基础上，结合膜生产流程进行技术性能测试和技术经济性分析，认真总结实践经验，参考有关行业、国家标准，编制完成《中小型饮用水纳滤处理系统技术规程》。

本标准共分6章，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、纳滤系统设计、施工调试和验收、运行管理等。

本标准由中国城镇供水排水协会负责日常管理，由中国市政工程中南设计研究总院有限公司负责技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国市政工程中南设计研究总院有限公司(地址：武汉市江岸区解放公园路8号，邮编：430010)。

本标准主编单位：中国市政工程中南设计研究总院有限公司

本标准参编单位：金科环境股份有限公司、北京碧水源科技股份有限公司、清华大学

本标准主要起草人：陈才高、刘海燕、高雪、刘牡、王同春、黎泽华、陈春生、俞开昌、王小侗

本标准主要审查人员：

# 目 录

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	4
4	纳滤系统设计.....	6
	4.1 一般规定.....	6
	4.2 膜元件及膜通量.....	6
	4.3 加压系统.....	6
	4.4 加药系统.....	7
	4.5 清洗系统.....	7
	4.6 浓水系统.....	8
	4.7 监测与控制系统.....	8
5	施工、调试和验收.....	10
	5.1 施工.....	10
	5.2 调试.....	10
	5.3 试运行.....	11
	5.4 验收.....	11
	5.4.1 一般规定.....	11
	5.4.2 预验收.....	11
	5.4.3 环境保护验收.....	11
6	运行管理.....	13
	附录 A 纳滤装置运行管理规定（规范性附录）.....	14
	A.1 启停.....	14
	A.2 运行记录.....	14
	A.3 清洗.....	14
	A.4 停运保护.....	15
	本规程用词说明.....	16
	引用标准名录.....	17
	条文说明.....	18

## 1 总则

- 1.0.1 为规范中小型饮用水纳滤处理系统的设计、施工、验收及运行管理，达到技术先进、安全可靠、经济合理、易于管理的要求，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于水源中溶解性总固体、硬度、硫酸根、硝酸盐、氟离子等特定离子超标或存在一定有机微污染的新建、改建、扩建的中小型饮用水纳滤处理系统的设计、施工、验收与运行管理。
- 1.0.3 中小型饮用水纳滤处理系统的设计、施工、验收及运行管理除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 纳滤膜 nanofiltration membrane

用于脱除多价离子、部分一价离子的盐类和分子量大于 200 道尔顿的有机物的半透膜。

[GB 20103-2006, 定义 4.1.2]

### 2.0.2 纳滤膜元件 nanofiltration element

将纳滤膜膜片与进水流道网格、产水流道材料、产水中心管和抗应力器等用胶粘剂等组装在一起, 能实现进水与产水分开的纳滤过程最小单元。

### 2.0.3 纳滤膜组件 nanofiltration membrane module

由纳滤膜元件、壳体、内连接件、端板和密封圈等组成的实用器件。

### 2.0.4 纳滤系统 nanofiltration system

针对特定水源条件和产水要求设计的, 由加药装置、增压泵、水池(或水箱)、膜装置和电气仪表连锁控制的完整膜法水处理工艺过程称为系统。

### 2.0.5 脱盐率/去除率 rejection

通过纳滤膜脱除特定组份如二价离子或有机物的百分数。

### 2.0.6 水回收率 recovery

产水量与进水总量之百分比。[GB 20103-2006, 定义 2.2.12]

### 2.0.7 浓水 concentrate

除盐或分离过程中的浓缩液。[GB 20103-2006, 定义 2.3.3]

### 2.0.8 产水量 productivity

在规定的运行条件下, 膜元件、组件或者装置单位时间内所产生的产品水的量, 单位为  $\text{m}^3/\text{h}$ 。[GB 20103-2006, 定义 2.2.10]

### 2.0.9 膜通量 membrane flux

单位面积纳滤膜在单位时间内透过的水量, 通常以每小时每平方米升  $\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ , 简写(LMH)。

### 2.0.10 段 stage

膜装置流程中膜组件的配置方法, 规定浓水每流经一组膜组件为一段。

### 2.0.11 级 pass

产水每流经由增压泵和膜组件等组成的一个系统为一级。

### 2.0.12 保安过滤器 cartridge filter

由过滤精度小于或等于  $5\mu\text{m}$  的滤芯构成的装在纳滤膜前的过滤器。

2.0.13 段间压差 stage pressure

某段的进水压力与浓水压力之间的差值。

2.0.14 化学清洗 chemical cleaning

利用化学药剂去除膜污染物的过程。[GB 20103-2006，定义 7.2.8]

### 3 基本规定

3.0.1 在饮用水处理中,当某些离子或有机物超标,常规处理工艺达不到现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749,或有优质供水需求时,可采用纳滤处理工艺。

3.0.2 饮用水纳滤处理系统应包括前处理系统、纳滤系统、后处理系统。

3.0.3 纳滤系统进水水质应满足表 3.0.3 的要求。当不能满足要求时,应进行前处理。

表 3.0.3 纳滤系统进水水质表

序号	指标	单位	限值
1	水温	℃	4~35
2	pH		6~9
3	浊度	NTU	≤0.5
4	铁	mg/L	≤0.3
5	锰	mg/L	≤0.1
6	余氯	mg/L	≤0.1
7	淤泥密度指数 SDI <sub>15</sub>		≤3.0

3.0.4 前处理系统的工艺通常包括混凝、沉淀(或气浮)和多级过滤单元,应根据不同原水特征进行选择:

- 1) 当进水水源为地表水时,宜采用混凝→沉淀→(砂滤→)超滤→保安过滤;
- 2) 当进水水源为深井地下水时,宜采用混凝→沉淀→锰砂过滤→超滤→保安过滤;
- 3) 当进水水源为高藻湖库水时,宜采用混凝→气浮→砂滤→超滤→保安过滤;
- 4) 当进水水源含有机物较高时,宜采用混凝→沉淀→(臭氧)活性炭过滤→超滤→保安过滤。

3.0.5 保安过滤器宜选用 5~10um 孔径的可更换 PP 棉滤芯,滤芯更换的水压差宜为 0.1~0.15Mpa。

3.0.6 后处理系统可选用多种消毒工艺,并符合下列要求:

- 1 选用紫外线消毒时,紫外线消毒工艺设计与设备选择应符合现行国家标准《城市给排水紫外线消毒设备》GB/T19837 的规定,并在出水投加化学消毒剂;
- 2 采用氯气及游离氯制剂、氯胺、二氧化氯或臭氧消毒时,出厂水中限制与管网末端水中余量应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749 的规定;
- 3 消毒设备应安全可靠,投加量精准,并应有报警功能。



3.0.7 纳滤处理系统装置中与水接触的材料应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料卫生安全评价规范》GB/T 17219 的有关规定。

## 4 纳滤系统设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 纳滤系统应包括纳滤膜机组、加压系统、加药系统、膜清洗系统、浓水系统、监测与控制系统等。

4.1.2 纳滤系统产水量应根据进水水质条件和产水水质要求，并考虑系统自耗水量后确定。

4.1.3 纳滤系统水回收率不宜低于 75%。

4.1.4 系统膜组件配置宜采用一级多段排列，各段膜组件的数量应按各段设计膜通量和水回收率配置。

4.1.5 纳滤系统管道材质应选用抗腐蚀能力较强且压力等级符合要求的不锈钢管道。

4.1.6 纳滤系统装置宜集中于同一建筑物内，分别设置水泵间、膜车间、加药间、监控室。压力容器两端，应留有不小于膜元件长度 1.5 倍的空间，纳滤膜组件周边应留有不小于 2m 距离。

4.1.7 膜车间与水泵间可上下双层布置或平层半地下式布置。

### 4.2 膜元件及膜通量

4.2.1 应根据进水水质特征和出水水质等要求按表 4.2.1 的规定进行纳滤膜元件选择。

表 4.2.1 适用水源与膜元件选型

序号	类别	水质特征	膜元件选型
1	离子类	钙镁（硬度）、硫酸盐、氟化物、硝酸盐等离子持续性超标，或咸潮水源氯化物季节性超标	当以去除硬度、氟化物、氯化物、硝酸盐为主或 TDS 较高时，宜选用高脱盐率纳滤膜；当以去除硫酸根为主，且其它离子指标或 TDS 较低时，宜选用低脱盐率纳滤膜
2	有机类	消毒副产物或有机微污染物超标，或同城同质供水需求	宜选用低脱盐率纳滤膜
3	复合类	离子及有机微污染物超标	根据目标去除率，针对性选择

4.2.2 当采用超滤、微滤或活性炭过滤作为前处理或进水为无污染地下水时，纳滤膜通量宜采用 20~27LMH；当仅采用多介质过滤器为前处理或有机物含量较高时，纳滤膜通量宜采用 16~22LMH。

### 4.3 加压系统

4.3.1 纳滤系统应由水泵供给压力，包括纳滤供水泵、纳滤高压泵，必要时设置纳滤段间泵。

4.3.2 高压泵、段间泵进口压力值的设定不宜低于 0.15MPa，出口宜设置高压保护，出口压力保护值的设定应在本段纳滤装置浓水压力计算值的基础上再增加 0.2MPa。

4.3.3 当纳滤系统进水设计压力低于 0.5MPa 时，可直接由纳滤供水泵提供系统需要的压力，不设置纳滤高压泵。

4.3.4 纳滤装置设计时应在高压泵出口采取水锤消除措施。

4.3.5 纳滤装置的产水侧出口标高应高于膜组件顶标高，但压力不应高于 0.1MPa，产水侧宜设置爆破膜。

4.3.6 当采用三段膜系统配置时，段间宜设置段间泵。

#### 4.4 加药系统

4.4.1 存在浓水结垢可能时，应设置加药设备投加阻垢剂，阻垢剂投加量一般为 1~4mg/L；非特殊情况，不宜采用加酸的方式控制纳滤浓水结垢。

4.4.2 加药泵宜采用自动冲程或自动频率控制。

4.4.3 药剂注入点的位置一般应选在泵的入口。需投加多种药剂时，注入点间隔最小应在 1m 以上。在管道上投加药剂时，宜设置混合器。

#### 4.5 清洗系统

4.5.1 清洗系统应分为物理清洗和化学清洗。物理清洗应采用纳滤产水冲洗。化学清洗应采用化学药剂进行清洗。清洗药剂应根据污染物的类别进行选择。清洗用药剂应使用食品级药剂，清洗液水温应小于 40℃，宜为 20~35℃。

4.5.2 化学清洗液宜采用纳滤产水进行配制，无条件时，也可用经过前处理的合格出水进行配制。酸性清洗的 pH 应约为 2 左右，碱性清洗的 pH 应约为 12 左右。清洗药剂一般可按表 4.5.2 选择。

表 4.5.2 不同污堵物适用的清洗药剂

清洗液 污堵物	0.1%NaOH 或 1.0%Na <sub>4</sub> EDTA	0.1% NaOH 或 0.025% Na- SDS	0.2% HCl	0.5% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2.0% 柠檬酸	1.0% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
碳酸盐垢 (如 CaCO <sub>3</sub> )			◎	○	○	○
硫酸盐垢 (如 CaSO <sub>4</sub> )	◎	○				
金属氧化物垢 (如 铁、铝)				○	○	◎
微生物膜	○	◎				
有机物	○ 作第一步清洗	◎ 作第一步清洗	◎ 作第二步清洗			
无机胶体 (如 淤泥)		◎				

胶体硅	○	◎				
-----	---	---	--	--	--	--

注：图例◎表示清洗效果好，图例○表示清洗效果较好；浓度均为质量浓度。

4.5.3 采用分段清洗方式时，清洗泵流量、清洗水箱容积按第一段的需要进行设计。

4.5.4 清洗装置应配置加热设施。

4.5.5 清洗流量和压力应根据试验或膜制造商的推荐值确定。

4.5.6 清洗水箱的容积应满足膜元件、清洗管道充满溶液且清洗水泵不在最低水位运行的要求。

4.5.7 清洗后的废液应中和处理，并排放至可接纳的污水处理设施或单独处理后满足排放要求，严禁清洗废液直接排放至自然水体。

## 4.6 浓水系统

4.6.1 浓水排放应符合现行国家标准《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T31962 等的规定。

4.6.2 当浓水水质不满足排放标准时，应处理达标后再排放。纳滤浓水可与化学清洗废水、保安过滤器等反冲洗水一并进行集中处理。

## 4.7 监测与控制系统

4.7.1 纳滤处理监控系统应包括独立的工艺检查与自动控制系统，并应与全厂其他处理单元数据关联。

4.7.2 自动系统的监控项目（SCADA 系统）应包括：

- 1 纳滤进水、产水流量，流量信号应可传输至自控系统；
- 2 纳滤进水、产水电导率，电导率信号应可传输至自控系统，多套设备时进水电导率检测仪可仅在总管设置，产水电导率检测仪每套应独立设置；
- 3 纳滤各段进水、浓水和产水应设置远传压力和就地检测压力仪表；
- 4 纳滤进水 pH，pH 信号应可传输至自控系统，多套设备时可仅在总管设置；
- 5 纳滤进水余氯，余氯信号应可传输至自控系统，多套设备时可仅在总管设置；
- 6 所有的水池或水箱、加药箱应设置液位监控仪表，信号可传输至自控系统。

4.7.3 纳滤处理系统自动控制系统宜采用可编程控制器（PLC）或集散控制系统（DCS），自动控制系统应设可手动操作的人机界面（HMI）。

4.7.4 工艺过程控制应符合下列规定：

- 1) 纳滤的启动-过滤-停机冲洗-停机应按设定的程序自动完成；
- 2) 所有设备的启停均应与关联的水池或水箱的液位实行自动控制；
- 3) 增压泵应根据进水流量、进出口压力自动控制运行；

- 4) 纳滤和还原剂加药的运行应根据设定的进水余氯或氧化还原电位值自动控制运行;
- 5) 人机界面应反应包括故障信号的设备状态。
- 6) 满足系统或设备故障自动停机, 保护系统或设备。

4.7.5 必要时, 可建立远程监控和专家决策系统, 进行在线诊断与控制。

## 5 施工、调试和验收

### 5.1 施工

5.1.1 应统筹前处理、纳滤处理、后处理单元施工组织，根据纳滤处理单元特点，合理安排施工时序。

5.1.2 纳滤处理单元施工时，应协调安排超大件（膜架）进场条件。

5.1.3 各单元施工按相关规程要求进行：

- 1) 设备主机架及水泵安装应符合现行国家标准 GB/T 19249 和行业标准 HY/T 114 的规定；
- 2) 管道安装应符合国家标准 GB 50235 和行业标准 HG 20520 的规定；
- 3) 仪器、仪表安装应符合国家标准 GB/T 985.1 和国家标准 GB/T 1804 的规定；
- 4) 电控柜安装应符合国家标准 GB/T 3797 的规定。

### 5.2 调试

5.2.1 有前处理的，应在前处理单元调试验收、能稳定提供符合纳滤处理单元进水水质要求后，开展纳滤单元调试。前、后处理单元调试按相关规程要求进行。

5.2.2 纳滤处理单元调试前应制定调试方案，进行风险分析及制订对策。

5.2.3 调试的内容应包括：

- 1 各单项设备无负荷及带负荷试车；
- 2 进行电机的绝缘测试和电机连接（联轴器）检验；
- 3 控制盘逐步通电：电源电路、控制电路、信号电路、PLC、I/O 电路；
- 4 各系统的联动调试。

5.2.4 调试包括办公室模拟调试、现场调试两个阶段：

- 1 办公室模拟调试，即 PLC 程序测试、上位控制测试、系统模拟测试（工艺流程模拟控制、仪表参数模拟设定、模拟故障报警）。
- 2 现场调试，即电气调试（气动阀单机点动测试—水泵设备单机点动测试—系统带水无膜运行）、自控调试（仪表调校—带水无膜联动测试—组态调试—带水无膜自控调试）和工艺调试（管道冲洗—检测确认膜元件填装条件—膜元件填装—膜元件清洗—系统带膜联动试车—系统试运行—性能测试）。

5.2.5 调试结束后，应编制调试报告，包括调试过程记录、各设备仪表参数记录、水量水质数据记录等。

### 5.3 试运行

5.3.1 有前处理的，应在前处理单元试运行稳定后，再开展联合试运行。

5.3.2 试运行前应对操作人员进行系统培训，并提供系统运行操作说明手册。

5.3.3 试运行时长应不低于连续 72 小时，记录运行参数作为系统性能的基准数据。

5.3.4 应制定运行表格并记录系统运行各设备或装置相应参数，包括：水泵流量、压力，进水水温、pH、电导率，纳滤系统进水压力、产水压力、浓水压力，纳滤系统进水流量、产水流量、浓水流量，系统的电耗、药耗等，同时对系统或装置的运行状态进行记录，如正常、异常、良好、一般等；数据应每隔 2~4 小时记录一次，运行状态应详实记录。表格应至少一式两份，记录人员、交接人员各一份。

5.3.5 系统运行第一周内，应定期检测系统性能，确保系统性能在运行初始阶段处于合适的范围内。

### 5.4 验收

#### 5.4.1 一般规定

5.4.1.1 应分别对前处理、纳滤处理、后处理单元进行单元验收，各处理单元及总体验收应符合相关规定。纳滤处理单元进行单元验收时应组织熟悉纳滤系统设计、安装、运行人员单独进行。

5.4.1.2 目测结构是否合理，各部件安装应符合设计图纸及行业标准 JB/T 2932 的要求。

5.4.1.3 用水平仪测量主机框架、压力容器、泵体及相应管线，应符合国家标准 GB/T 19249 和行业标准 HY/T 114 的规定。

5.4.1.4 凡有自动控制装置的，应设有手动控制装置，应符合国家标准 GB/T3797 的规定。

5.4.1.5 通风设备运行正常，应符合行业标准 JB/T 2932 的要求。

5.4.1.6 报警装置齐全，运行灵敏、准确，应符合国家标准 GB/T 3797 的规定。

#### 5.4.2 预验收

5.4.2.1 由建设单位组织设计、施工单位，并报请当地环保部门联合进行。

5.4.2.2 预验收包括：按水处理工程设计方案验收主题工程、设备及安装部位。应按相应的标准进行检验，并填写预验收记录。

#### 5.4.3 环境保护验收

5.4.3.1 投入使用前，建设单位应向环境保护行政主管部门提出环境保护设施竣工验收申请。

5.4.3.2 环境保护验收应按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行。



## 6 运行管理

6.0.1 纳滤处理系统运行管理方应按附录 A 和供货商提供的产品说明书，制定纳滤处理系统的《运行管理操作手册》，对启动前检查、正常启动、正常停运、清洗、停运保护及运行过程中的监控记录作明确规定。

6.0.2 应对运行管理人员进行培训，要求熟悉纳滤处理系统工作原理，熟练运用专用的维护设备和器具。

6.0.3 正常运行过程中应对水质及系统运行状态进行实时监控和记录，并应对监控项目进行综合分析，按需调整系统运行参数。

6.0.4 纳滤处理系统停运时，应对膜元件进行停运保护。5d~30d 为短期停运和 30d 以上为长期停运，应分别采取保护措施，详见附录 A.4。

6.0.5 纳滤装置运行过程中，配套机电设备的运行应符合现行行业标准《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》CJJ58 的有关规定。

## 附录 A 纳滤装置运行管理规定（规范性附录）

### A.1 启停

A.1.1 纳滤处理系统投运时，应符合下列规定：

- 1 检查前处理和后处理系统是否能正常运行；
- 2 校正仪表并设定好预警值和保护值；
- 3 各膜组件爆破膜应正常。

A.1.2 启动前应检查系统内设备、仪表、阀门及管路是否正常运转。

A.1.3 正常启动时应符合下列规定：

- 1 应按流程顺序逐个启动进水泵或增压泵；
- 2 应缓慢逐渐加大水泵的产水量和出水阀的开度。

A.1.4 正常停运时应符合下列规定：

- 1 应先停止出水，再停止进水；
- 2 应缓慢逐渐降低水泵的产水量和出水阀的开度，直至水泵完全停止和阀门完全关闭。

### A.2 运行记录

A.2.1 纳滤处理系统运行中，应监控和记录的项目包括下列内容：

- 1 进水水温、SDI<sub>15</sub>、浊度、余氯浓度、pH 值、电导率和流量；
- 2 出水浊度、pH 值、电导率和流量；
- 3 浓水 pH 值、电导率和流量；
- 4 每段膜组件进水、产水和浓水的压力和流量；
- 5 每段膜组件前后的压降；
- 6 物理清洗的周期、水量和历时；
- 7 化学清洗的周期、药剂投加种类、投加量、投加浓度和历时；
- 8 任何不正常的操作。

A.2.2 应按需调整的运行项目包括下列内容：

- 1 进水流量；
- 2 每段膜组件进水、产水和浓水的流量；
- 3 物理清洗的周期、水量和历时；
- 4 化学清洗的周期、药剂投加种类、投加量、投加浓度和历时。

### A.3 清洗

A.3.1 纳滤处理系统正常运行的物理清洗应符合下列规定：

- 1 应采用低压、高流量的正向冲洗方法进行快速冲洗；
- 2 自动运行状态下，清洗应按自控系统设定的程序自动进行；
- 3 人工强制清洗时，应按规定的步骤操作。

A.3.2 纳滤处理系统正常运行的化学清洗应符合下列规定：

1 清洗周期和药剂的选用，应根据产水量、水质、进水和浓水间的压差以及系统运行状态综合分析确定；

- 2 清洗前应先进行物理清洗；
- 3 清洗过程中应监测药剂投加浓度是否满足要求；
- 4 清洗完成后，应对装置进行彻底的物理清洗；
- 5 清洗过程中的所有废液应集中处理，达标后排入其它排水系统，不得回用。

A.3.3 清洗后再次启机，应保证产水水质满足要求后方可进入产水水池（箱）。

A.3.4 清洗装置应设置保安过滤器，过滤器过滤精度不低于 5 $\mu$ m，壳体材质宜采用不锈钢材质。保安过滤器的进水口和出水口分别装有压力表。当进出口水压差达到设定限额，通常为 0.1-0.15MPa 时，需要更换滤芯。

## A.4 停运保护

A.4.1 纳滤处理系统短期停运应符合下列规定：

- 1 停运前应对纳滤膜组件进行物理清洗；
- 2 采用纳滤膜产水将压力容器及系统管路充满并排除其中的气体，关闭系统相关阀门；
- 3 每隔 5d 按本条第 1 款、第 2 款的规定对纳滤装置及管路进行一次操作。

A.4.2 纳滤处理系统长期停运应符合下列规定：

1 停运前应对纳滤膜组件进行化学清洗；

2 采用纳滤产水配制的杀菌液循环冲洗纳滤装置，使杀菌液完全充满纳滤装置后迅速关闭装置全部阀门；

3 当温度低于 27 $^{\circ}$ C 时，应每隔 30d 更换杀菌液，按本条第 1 款、第 2 款的规定对纳滤装置进行一次操作；当温度高于 27 $^{\circ}$ C 时，应每隔 15d 更换杀菌液，按本条第 1 款、第 2 款的规定对纳滤装置进行一次操作；

4 低温时，应采取防冻措施；

5 纳滤装置重新投入使用前，应在装置产水阀和排放阀全部打开的状态下，对装置进行物理清洗，并确认产品水中不含有任何杀菌剂。

## 本规程用词说明

1. 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；  
表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
2. 规程中指明应按其他标准、规范执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定（或要求）”。

## 引用标准名录

- 《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
- 《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》GB/T 985.1
- 《未注公差的公差标准》GB/T 1804
- 《电气控制设备》GB/T 3797
- 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 《生活饮用水输配水设备及防护材料卫生安全评价规范》GB/T 17219
- 《反渗透水处理设备》GB/T 19249
- 《城市给排水紫外线消毒设备》GB/T19837
- 《膜分离技术 术语》GB 20103
- 《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T31962
- 《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》CJJ58
- 《纳滤装置》HY/T 114
- 《玻璃钢-聚氯乙烯(FR-PVC)复合管道设计规定》HG 20520
- 《水处理设备技术条件》JB/T 2932

中华人民共和国团体标准

## 中小型饮用水纳滤处理系统技术规程

T/ CUWA XXXXXX—2020

### 条文说明

## 1 总则

1.0.1 本条规定本规程编制的目的与适用规模。中小型饮用水纳滤处理系统指处理规模不大于 5 万  $\text{m}^3/\text{d}$  纳滤水厂。根据统计，截至 2020 年国内已投入运行的纳滤系统产水总规模近 80 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，其中绝大多数水厂规模在 5 万  $\text{m}^3/\text{d}$  以内，积累了一定的工程设计与运行管理经验，具有标准化的条件。

1.0.2 本条规定本规程的适用范围。

1.0.3 本条规定了本规范与其他标准、规范的关系。

## 3 基本规定

3.0.1 纳滤膜选择分离性强，可去除消毒副产物前体物、微量有机污染物和多价离子，降低水的硬度。纳滤膜对二价和多价离子有较高的截留率，而对一价离子截留率较低，有机物截留分子量在 200-1000 道尔顿。对于不同原水，根据需求选择合适的纳滤工艺方案，经处理后，达到水质要求。

3.0.2 关于纳滤处理工艺的规定。在进行系统设计之初，应尽量多的了解与设计有关的信息，根据原水水质及处理水质要求，选择合适处理工艺，包括前处理、主体膜装置、后处理及浓水处理方案等针对性进行系统的设计，如图 3.0.2 所示。

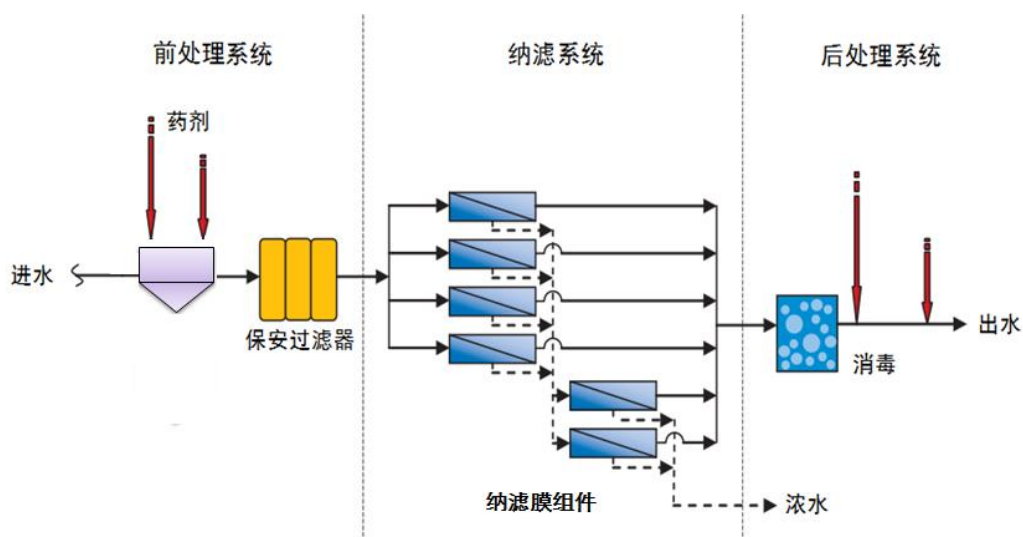


图 3.0.2 饮用水纳滤处理系统示意图

3.0.3 前处理的目的是要把进水对膜的污染、结垢、损伤等降到最低，从而使系统产水量、污染物去除率、膜污染控制、回收率及运行成本最优化。因此，良好的前处理对纳滤装置长期安全运行是十分重要的，其目的细分为：除去悬浮固体，降低浊度；控制微生物的生长；抑制与控制微溶盐的沉积；进水温度和 pH 的调整；有机物的去除；金属氧化物

和硅的沉淀控制。

3.0.4 前处理系统针对性去除水中无机颗粒物、悬浮物，部分有机物，以满足纳滤系统进水水质条件，深井地下水通常有铁锰超标的问题，湖库水通常有季节性藻类超标的问题。

3.0.5 为使纳滤处理系统进水满足水质要求，保护高压泵和纳滤膜，须对进水中的悬浮固体、微溶盐、微生物、油脂等污染物进行预处理，常采用保安过滤器作为最后一道保障工艺。过滤滤壳多选用 R304 不锈钢材料，如有耐酸碱等特殊要求，可采用 R316 不锈钢。过滤滤芯以 PP 过滤棉芯为主，亦可选用线绕滤芯或活性炭滤芯等。当滤芯因截留物的污染，其运行阻力逐渐上升，进出口压差达逐渐增大，工程项目实际运行中，应综合考虑滤芯成本、电费等多因素，进行经济比选，确定更换滤芯的压力限值，更换滤芯的压力限值通常为 0.1-0.15MPa。

3.0.6 为了保证水质的长期稳定性，纳滤产水应经过消毒后进入输水管网，保障微生物安全。

3.0.7 本条规定了纳滤处理中涉水设备和材料的卫生要求。涉水设备和材料包括与水接触的设备和材料及采用的化学处理药剂。《城市供水水质管理规定》第九条“城市供水单位所用的净水剂及与制水有关的材料等，应当符合国家有关标准。净水剂及与制水有关的材料等实施生产许可证管理的，城市供水单位应当选用具有许可证企业的产品。城市供水单位所用的净水剂及与制水有关的材料等，在使用前应当按照国家有关质量标准进行检验；未经检验或者检验不合格的，不得投入使用。”

## 4 纳滤系统设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 纳滤系统工艺流程如图 4.1.1 所示。纳滤膜机组配置，是纳滤处理处理系统设计的关键，根据原水水质或原水及前处理类型与出水水质要求，选择合适的膜元件类型，计算确定膜元件数量、膜组件数量及系统排列方式，并进行系统设计优化和确认，计算每一支膜元件的运行情况并验证其是否满足膜元件设计导则的要求。

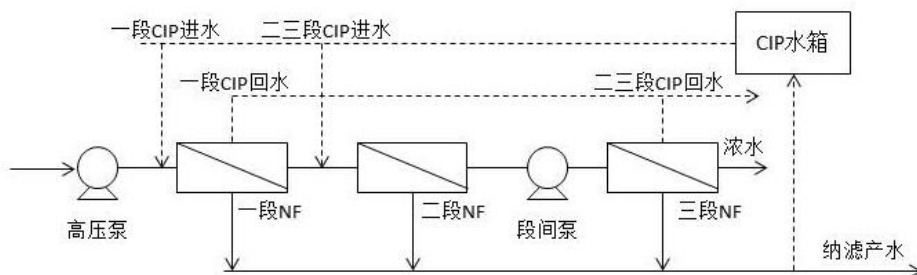


图 4.1.1 纳滤系统工艺流程示意图



4.1.2 纳滤系统产水可与其他工艺产水勾兑，来满足设计总水量要求。

4.1.3 水回收率宜最大化选取，以降低经济成本，应以膜系统内不会因盐类等杂质的过饱和而发生沉淀为它的极限值。

4.1.4 纳滤系统的膜组件配置应根据水资源条件、杂质分离率要求经多方案经济比选后，确定系统的总回收率、分级分段。可选用一级一段、一级多段、多级多段等方式。通常情况下，第一段回收率 $\leq 50\%$ ，两段回收率 75-80%，三段回收率 85%-90%。纳滤系统级数与段数的设置应根据产水水量、回收率、水质，采用膜元件制造商的专业计算软件进行计算确定。饮用水处理系统中，通常一级处理即能满足出水条件。但一级一段系统，通常不满足系统回收率设计条件，通常采用一级二段或一级三段系统（如下图所示）。少部分情况下，一级系统产水不能达到水质要求时，需采用多级系统，将一级系统的产水再送入另一个纳滤系统，继续分离直至得到合格产水，或考虑采用反渗透等其他净水工艺。

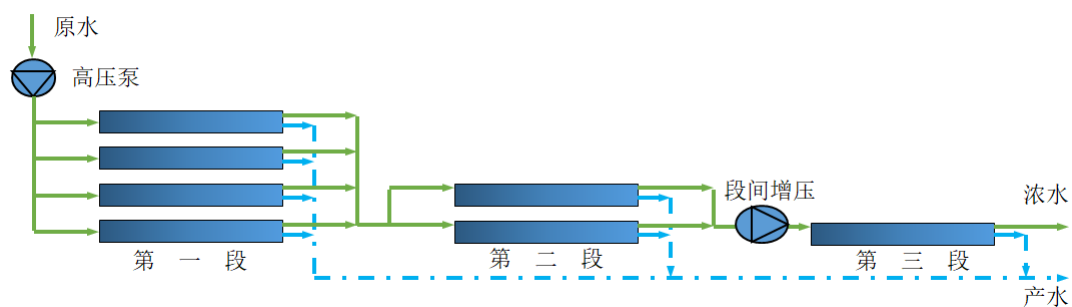


图 4.1.4 纳滤系统一级多段工艺示意图

4.1.5 纳滤系统管道材质应充分考虑进水水质、浓水水质以及清洗药剂的腐蚀。需要根据水质中的盐分或各离子指标或 pH 值，进而确定合适管道材质。一般而言，对于给水系统，进水水质较好，若系统均采用不锈钢管道，低压管道可采用不锈钢 304，高压管道可采用 316，化学清洗管道可采用不锈钢 316。

4.1.6 便于维修管理。

4.1.7 水厂设计应整体考虑工艺流程的高程，选择膜车间的与水泵间的布置形式。当采取上下双层布置时，通常为上层为主机膜架，下层为包含下阀架及主管道的的管廊层，节省占地，但纳滤产水端水位较高，与产水池衔接不利，能耗较大；当采取平层半地下式布置时，纳滤产水端水位较低，但土建费用较高。

## 4.2 膜元件及膜通量

4.2.1 纳滤膜技术可应用于不同水质类别的水源，应充分熟悉纳滤膜产品性能，根据进需求选择纳滤膜元件。原则上纳滤出水应将有机污染物最大程度去除，而将无机离子控制到适宜

人体的程度（TDS 于 100~400mg/L 范围）。因此，应针对不同水源的水质特征，确定特征离子去除率的目标，再根据需求选择合适的纳滤膜元件。

4.2.2 在确定纳滤膜通量时，应根据纳滤系统进水水质情况，结合膜元件制造商手册推荐的通量范围进行选择。

### 4.3 加压系统

4.3.1 高压泵、段间泵的流量和扬程设计应依据纳滤膜制造商的专用软件计算，并应考虑最低设计温度条件下的压力需要，必要时设置段间泵，避免末端产水、浓水流量过低。

4.3.2 高压泵、段间泵宜采用变频控制，选用效率高、耗能少、噪音低、使用寿命长的水泵。高压泵、段间泵扬程应考虑最低设计温度条件下的压力需要，高压泵、段间泵进口宜设置低压保护，避免供水压力和流量不足导致的泵损坏，避免纳滤膜堵塞导致的超压运行。

4.3.3 如不设置高压泵，应根据系统设计软件计算选取适宜的供水泵或设置段间泵。

4.3.4 高压泵后止回阀可采用微阻缓闭止回阀，减少水锤影响。

4.3.5 膜元件内必须保持有水状态，不能出现负压。出现背压状况时，产水侧静止压力高于进水侧静止压力，对膜元件造成机械损伤。产水侧宜设置爆破膜，避免超压运行。

4.3.6 三段膜系统配置时，部分系统可能会出现三段进水（二段浓水）压力或流量不足，导致三段产水不足的问题，同时三段浓水流速可能会低于最低浓水流速的需求，从而导致三段浓水端易结垢。此时，宜设置二三段段间泵，增加三段产水量，提高末端浓水流速以防结垢。

### 4.4 加药系统

4.4.1 应根据水源水质，并结合纳滤计算结果评估浓水结垢趋势，计算阻垢剂加药量。

4.4.3 投加药剂应充分混合，投加多种药剂时，应各自分设加药点，切忌混合加入，以免药剂之间产生化学反应，导致药剂失效或堵塞加药管路。

### 4.5 清洗系统

4.5.1 物理清洗若干小时进行一次；系统压力或脱盐率显著变化时，宜进行化学清洗，化学清洗一般 45-180 天进行一次，适宜水温的化学清洗液更有利于污染物的去除。

4.5.2 在纳滤系统正常运行一段时间后，膜元件会受到进水中可能存在的悬浮物质或难溶物质的污染，这些污染物中最常见的为碳酸钙垢、硫酸钙垢、金属氧化物垢、硅沉积物及有机或生物沉积物。物理清洗包括大水量冲洗水泵及配套阀门仪表管道等；化学清洗系统包括化学清洗水泵、化学清洗水箱、清洗保安过滤器及配套阀门管道仪表等。原水可能缓冲容量很大，需要消耗更多的酸或碱才能达到规定的 pH 值。

4.5.4 保证清洗液的温度满足不同药剂的清洗温度，以保障清洗效果。

4.5.5 清洗流量和压力应参考可对应膜制造商的推荐值进行调整。一般情况下，对于 8 英寸膜元件，每支压力容器所需要的清洗流量应为 6.0~9.0m<sup>3</sup>/h，宜为 9.0m<sup>3</sup>/h；压力应为 0.15~0.40MPa，宜为 0.20~0.30MPa。

4.5.6 一般来说，清洗水箱的有效容积应满足清洗水泵运行 3~5min 的额定流量之值，最低应不少于 2min。如因场地受限，选取的清洗水箱较小，则清洗过程中需补水配制补充清洗液。

4.5.7 中和处理后的废液 pH 应为 6~9。

## 4.6 浓水系统

4.6.1 若浓水可满足排放标准，则不经处理可直接排放。纳滤系统浓水主要为浓缩后盐分较高的含盐水，应经适当处理后达标排放，或与水务管理部门协商特定指标限制后排放。经过调查，目前已建成项目中，以直排或稀释处理后达标排放为主。

4.6.2 浓水中污染物大体可分为离子类和有机类污染物，并考虑加药带入的污染物。

## 4.7 监测与控制系统

4.7.1 纳滤系统性能及运行监控是确保系统运行安全、高效的基本前提，定期完备的运行数据记录是系统进行故障诊断、处理及进行质保的条件。

4.7.2 通常情况下，检测位置和指标可按下表配置。

表 4.7.2 在线监测水质指标或运行状态工艺参数表

序号	监测位置	监测指标
1	进水管	水温、pH、ORP、电导率、瞬时流量、累计流量、压力
2	产水管	电导率、瞬时流量、累计流量、压力
3	浓水管	瞬时流量、累计流量、压力
4	纳滤主机	段间压差
5	高压泵/段间泵	泵前泵后压力
6	各水池（箱）储罐 /加药计量箱	液位
7	-	累计运行时间

# 5 施工、调试和验收

## 5.3 试运行

5.3.4 运行试验的具体方式为：开启总电源开关，置进水阀、产水阀和浓水阀于全开启状态，

启动水泵，缓慢调节各阀门使系统升压产水；根据运行情况，调整系统调节阀，达到设计参数；纳滤装置运行试验一般不小于 8h。装置启动 2-3h 后，按规定每隔 1h 重复一次对各流量、压力、电导率和进水温度的测试与记录，直到三次产水量、电导率测试值的相对误差小于 5%，并以该值确定纳滤脱盐率、水回收率等指标是否达到要求。运行期间，同时检查水泵运行是否平稳，产水情况是否正常，自动控制是否灵敏，电气是否安全，自动保护是否可靠等。

## 6 运行管理

6.0.1 本条规定了纳滤处理系统《运行管理操作手册》的编制依据和基本内容。

6.0.2 本条规定了纳滤处理系统对运行人员的要求。纳滤处理系统运行过程中，运行管理人员的专业能力和对纳滤系统工作原理的理解程度，直接影响运行效果和运行成本。

6.0.3 为了使膜性能最大程度的得到发挥，并保持长期稳定运行，关键在于保持膜系统适当的运行条件。实时监控和及时记录每天的运行数据，并经分析后按需调整运行参数，能够有效延长膜的使用寿命。

6.0.4 纳滤膜为有机高分子材料，干燥条件下放置会丧失功能，应采取保护措施。膜元件拆卸工作量较大，且拆卸后不易存放，宜采用原位保护。原水停留在压力容器内，会使膜表面滋生细菌。短期停运时，进行物理清洗后注满洁净水并定期更换即可；长期停运时，为防止运行中积累的污染物难以清除，应先进行化学清洗，再注入杀菌液以防止细菌滋生。

6.0.5 本条规定纳滤装置配套机电设备运行所执行标准。