

ICS 71. 120. 99
G 93
备案号:27316—2010

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 4111—2009

全自动连续微/超滤净水装置

Fully automatic continuous microfiltration/ultrafiltration
equipment for water purification

2009-12-04 发布

2010-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准的附录 A 是规范性附录,附录 B、附录 C 为资料性附录。

本标准由中国石油和化学工业协会提出。

本标准由化学工业机械设备标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:北京工业大学、南京工业大学、北京中电加美环境工程技术有限公司、北京科泰兴达高新技术有限公司、北京国电华北电力工程有限公司、江苏久吾高科技股份有限公司。

本标准参加起草单位:北京天元恒业水处理工程技术有限公司、南京九思高科技有限公司、邯郸热电厂、唐山钢铁公司。

本标准主要起草人:张相臣、邢卫红、谢长血、孟繁明、周军、范益群、丁晓斌、戴云帆。

本标准参加起草人:李明、刘燕、王志高、杨积衡、任子明、张久波、王建强。

全自动连续微/超滤净水装置

1 范围

本标准规定了全自动连续微/超滤净水装置(以下简称净水装置)的术语和定义、分类与型号、基本参数、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于原水预处理领域所应用的全自动连续微/超滤净水装置。其他领域使用的微/超滤设备也可以参照本标准。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 191 包装储运图示标志 (GB/T 191—2008, mod ISO 780 : 1997)
- GB/T 985 气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
- GB 50171 电气装置安装工程盘柜及二次回路线施工及验收规范
- GB 5226.1 机械安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件 (GB 5226.1—2002, idt IEC 60204-1 : 2000)
- GB/T 5750.1 生活饮用水标准检验方法 总则
- GB/T 6903 锅炉用水和冷却水分析方法
- GB/T 9174 一般货物运输包装通用技术条件
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13922.1 水处理设备性能试验 总则 (GB/T 13922.1—1992, neq ASME PTC31)
- GB/T 16907 离心泵技术条件(I类) (GB/T 16907—1997, eqv ISO 9905 : 1994)
- GB/T 20103 膜分离技术术语
- HG/T 20507 自动化仪表选型设计规定
- HY/T 050 中空纤维超滤膜测试方法
- HY/T 063 管式陶瓷微孔滤膜元件
- HY/T 064 管式陶瓷微孔滤膜测试方法
- HY/T 104 陶瓷微孔滤膜组件
- JB/T 74 管路法兰技术条件
- JB/T 2932 水处理设备制造技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准,并参照(或符合)GB/T 20103 的要求。

3.1

微滤 microfiltration, MF

以压力为驱动力,分离 $0.1\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$ 的微粒的过程。

3.2

超滤 ultrafiltration, UF

以压力为驱动力,分离分子量大于 3 000 或粒径小于 0.1 μm 的溶质和微粒的过程。

3.3

有机膜 organic membrane, OM

以有机聚合物制成的具有分离功能的半透膜。

3.4

陶瓷膜 ceramic membrane, CM

以多孔陶瓷膜材料制成的具有分离功能的半透膜。

3.5

中空纤维膜 hollow fiber membrane

外形为纤维状,空心的,具有自支撑作用,具有分离功能的半透膜,是有机膜的一种。

3.6

膜组件 membrane module

由膜元件、膜壳、内连接件、端板和密封圈等组成的实用器件。

3.7

内压式 lumen-side feed, LF

进水先进入中空纤维膜内部或陶瓷膜流道内部,经压力差驱动,沿径向由内向外渗透过中空纤维膜或陶瓷膜成为产水,浓缩液则被截留在中空纤维膜或陶瓷膜的内部,由另一端流出,形成浓缩水,或称浓缩液。

3.8

外压式 shell-side feed, SF

经压力差驱动,进水沿径向由外向内渗透过中空纤维膜或陶瓷膜成为产水,浓缩液则被截留在中空纤维膜或陶瓷膜的外部,由另一端汇集流出,形成浓水。

3.9

微/超滤装置 microfiltration unit & ultrafiltration unit

将若干个微/超滤膜组件组合在一起,并包括自动阀门、检测仪表、支撑框架和连接管路等;能够独立自动进行正常过滤、产水(浓水排放)、反洗、化学清洗、反洗水排放、在线监测及完整性测试等工作。

3.10

截留分子量 molecular weight cut-off, MWCO

超滤膜在规定条件下对某一已知分子量物质的截留率达到 90 % 时,该物质的分子量为该膜的截留分子量。

3.11

原水 raw water

指进入系统前未经处理的原料水。

3.12

浓缩液或浓水 concentrate or reject

原水中不能透过膜的那部分,它包含了比原水浓度高的颗粒、胶体、细菌和热原体等杂质。

3.13

产水 permeate

透过滤膜的那部分水。

3.14

反洗 back flush

从产水侧把透过液或与其水质相当的水在一定压力下反向冲洗膜或过滤介质,以达到全部或部分恢复膜或分离介质性能的目的。

3. 15

正冲 flush

从进水侧引入冲洗水,将进水侧膜表面的污染物冲刷带走。

3. 16

化学加强反洗 chemical enhanced backwash, CEB

在反洗无法除去污染物的情况下,通过在反洗时加入化学药剂,以加强反洗的效果。化学加强反洗(CEB)过程是一个特殊的反洗过程,它包括化学药剂反洗、浸泡、化学药剂冲出等过程。

3. 17

化学清洗 chemical cleaning

化学清洗是指利用化学药剂去除膜的污染物的过程。

3. 18

平均水回收率 recovery

微/超滤净水设备平均产水流量占平均进水流量的百分比。

3. 19

膜通量 flux

在规定的温度和运行压力下,单位时间内单位膜面积上通过的产品水体积,单位为 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

3. 20

透膜压差(跨膜压差、过膜压差) trans-membrane pressure

膜组件进出口的平均操作压减去渗透侧的背压所得到的值。

3. 21

污泥密度指数 silt density index, SDI

污染指数 fouling index, FI

由堵塞 0.45 mm 微孔滤膜的速率所计算得出的、表征水中细微悬浮固体物含量的指数,测定方法见附录 A。

3. 22

净产水量 net productivity

净产水量是指微滤/超滤装置实际产水量扣除系统反洗等自用水后的产水量。

3. 23

实际产水量 productivity

微/超滤净水设备出口产水量,计算方法见附录 B。

3. 24

完整性检测 integrity testing

完整性检测是指检查微/超滤膜是否发生破损,从而确保产水的质量。操作人员可选择手动完整性检测,或在生产模式期间能够自行启动完整性检测。完整性检测可以在每次清洗完成后进行亦或在预先设定的时间段进行。其检测方法见附录 C。

3. 25

膜有效面积 effective membrane area

膜元件中具有分离作用的膜面积。

3. 26

膜寿命 membrane life

在正常的使用条件下,膜或膜元件维持预定性能的时间。

3. 27

操作压力 operating pressure

给水进入膜组件的压力。

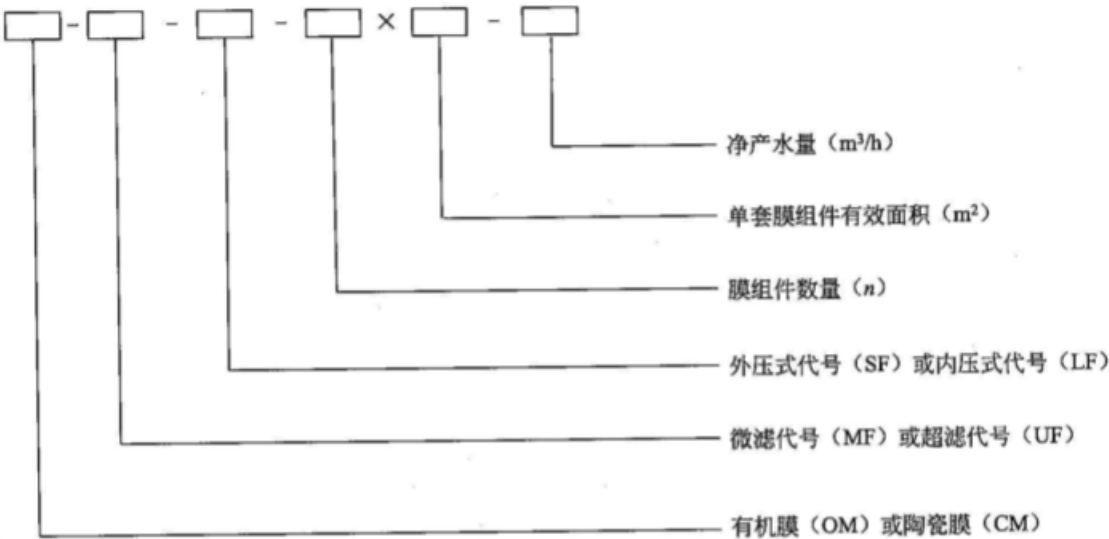
4 分类、型号与基本参数

4.1 分类

- 按膜的材质分：可分为有机膜(OM)和陶瓷膜(CM)；
- 按膜的过滤孔径分：可分为微滤(MF)净水装置、超滤(UF)净水装置；
- 按膜的运行模式分：可分为外压式(SF)和内压式(LF)。

4.2 型号

4.2.1 全自动连续微/超滤净水装置的型号由有机膜或陶瓷膜、微滤或超滤、外压式或内压式、膜组件数量、单套膜组件有效面积和净产水量六部分组成。



4.2.2 示例

4.2.2.1 OM-UF-SF-16×50-60

表示全自动连续净水装置为有机膜超滤装置,采用外压式运行,有效膜面积为 $16\text{ m} \times 50\text{ m} = 800\text{ m}^2$,净产水量为 $60\text{ m}^3/\text{h}$ 。

4.2.2.2 CM-MF-LF-16×80-80

表示全自动连续净水装置为陶瓷膜微滤装置,采用内压式运行,有效膜面积为 $16\text{ m} \times 80\text{ m} = 1\,280\text{ m}^2$,净产水量为 $80\text{ m}^3/\text{h}$ 。

4.3 基本参数

全自动连续微/超滤净水装置的基本参数见表 1。

表 1 全自动连续微/超滤净水装置的基本性能参数

序号	项 目	有机膜式		陶瓷膜式	
		微滤	超滤	微滤	超滤
1 进水要求	(1) 温度/ $^{\circ}\text{C}$	5~45	5~45	5~90	5~90
	(2) 压力/MPa	≤ 0.45	≤ 0.35	≤ 0.5	
	(3) 浊度/NTU ^a	≤ 50	≤ 30	≤ 1000	
	(4) 油/(mg/L)	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1000	
2 出水水质	(1) 污泥密度指数 SDI	≤ 5	≤ 3	≤ 4	≤ 2
	(2) 浊度 NTU	≤ 0.5	≤ 0.2	截留率 $\geq 70\sim 80$	截留率 $\geq 80\sim 90$
3	对细菌总数的去除率/%	根据膜性能确定	≥ 99.99	根据膜性能确定	≥ 99.99
4	产水量 ^b /($m^3/h \cdot$ 套)	≤ 200	≤ 200	≤ 200	≤ 200

表 1(续)

序号		项 目	有机膜式		陶瓷膜式	
			微滤	超滤	微滤	超滤
5		平均水回收率/%	≥90	≥90	≥92	≥92
6		过滤制水周期/min	30~60	30~60	60~90	60~90
7 反洗正冲	(1)	反洗水源	微/超滤产水	微/超滤产水	微/超滤产水	微/超滤产水
	(2)	反洗时间(可调)/s	30~60	30~60	30~45	30~45
	(3)	正冲时间(可调)/s	30~60	30~60	30~60	30~60
	(4)	反洗压力/MPa	≤0.2	≤0.2	≤0.6	≤0.6
	(5)	过程停运总时间/min	2~3	2~3	3	3
8 化学加强反洗	(1)	化学加强反洗周期/(次/天)	1~2	1~2	2~3	2~3
	(2)	化学加强反洗药剂	次氯酸钠、盐酸或柠檬酸、氢氧化钠等	次氯酸钠、盐酸或柠檬酸、氢氧化钠等	次氯酸钠、硝酸、十二烷基苯磺酸钠、氢氧化钠等	次氯酸钠、硝酸、十二烷基苯磺酸钠、氢氧化钠等
	(3)	化学加强反洗浸泡时间/min	5~10	5~10	5~8	5~8
9 化学清洗	(1)	化学清洗周期/月	1~3	1~3	2~3	2~3
	(2)	化学清洗药剂	次氯酸钠、盐酸或柠檬酸、氢氧化钠等	次氯酸钠、盐酸或柠檬酸、氢氧化钠等	次氯酸钠、硝酸、十二烷基苯磺酸钠、氢氧化钠等	次氯酸钠、硝酸、十二烷基苯磺酸钠、氢氧化钠等
	(3)	清洗液的 pH 或浓度	pH 2~12	pH 2~12	2 %以下的酸、碱溶液	2 %以下的酸、碱溶液
	(4)	清洗液温度控制/℃	25~40	25~40	20~80	20~80
	(5)	化学清洗时间/h	2~4	2~4	1~2	1~2
10		清洗水水源	微/超滤产水			
11		使用寿命/年	≥5		≥5	
a 微/超滤装置的进水浊度应以厂商的设计导则为准。						
b 装置总产水量为单套组件产水量×n(组件数量);为保障供水分配均匀,单套装置产水量不宜大于 200 m ³ /h。						

5 要求

5.1 设计要求

5.1.1 微/超滤净水系统的基本组成部分

- 5.1.1.1 微/超滤净水系统由预处理设备、微/超滤净水装置、反洗设备、化学清洗装置等构成。
- 5.1.1.2 当原水水质指标超过微/超滤净水装置进水水质要求时,应设置相应的预处理设施。
- 5.1.1.3 反洗设备由反洗水泵、反洗过滤器、杀菌剂加药装置、酸加药装置、碱加药装置等配套设备构成。
- 5.1.1.4 化学清洗装置由化学清洗溶液箱、加热器及其温控系统、清洗泵、清洗保安过滤器。
- 5.1.1.5 完整的微/超滤系统如图 1 所示。

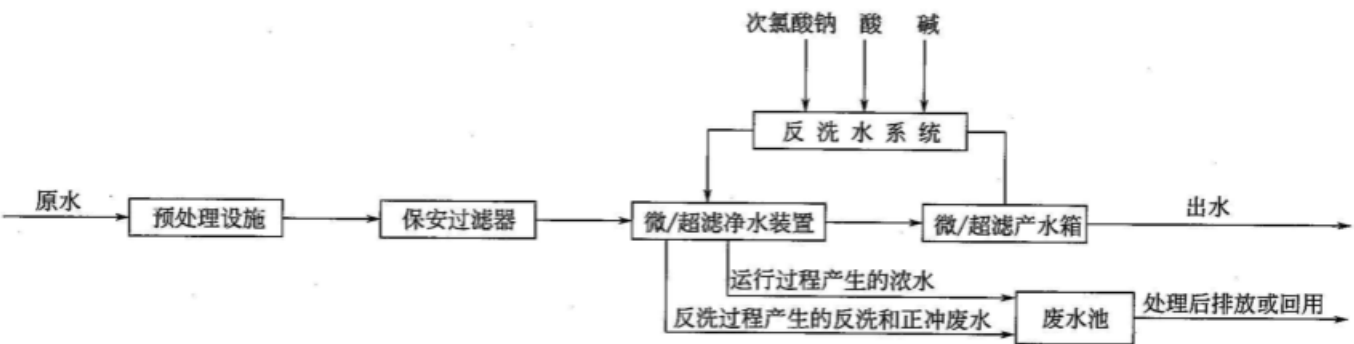


图 1 典型的微/超滤系统图

5.1.2 微/超滤净水装置本体设计

5.1.2.1 应充分考虑原水水源和水质的特点,合理选择膜组件类型和运行方式。

5.1.2.2 当油含量超过 50 mg/L 时,应选用陶瓷膜元件。

5.1.2.3 当原水为城市再生水时,可选择陶瓷膜元件,或采用 PVDF 材质的有机膜元件,并应优先考虑采用外压式。

5.1.2.4 当原水为地下水或地表水时,可选择陶瓷膜元件,或有机膜元件。

5.1.2.5 应根据原水水质和膜生产厂家选膜导则,选择采用错流或死端过滤的运行方式。

5.1.2.6 平均水回收率的计算

$$Y = Q_p / Q_f \times 100\%$$

式中:

Y ——回收率,单位为体积分数(%);

Q_p ——平均产水流量,单位为立方米每小时(m^3/h);

Q_f ——平均进水流量,单位为立方米每小时(m^3/h)。

5.1.2.7 透膜压差的计算

对于死端过滤模式运行的微/超滤设备,透膜压差采用公式(1)计算。

$$P_t = P_j - P_c \dots\dots\dots (1)$$

式中:

P_t ——透膜压差,单位为兆帕(MPa);

P_j ——进水压力,单位为兆帕(MPa);

P_c ——产水压力,单位为兆帕(MPa)。

对于有浓水排放的错流过滤模式运行的微/超滤设备,透膜压差采用公式(2)计算。

$$P_t = (P_j + P_n) / 2 - P_c \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P_t ——透膜压差,单位为兆帕(MPa);

P_j ——进水压力,单位为兆帕(MPa);

P_n ——浓水压力,单位为兆帕(MPa);

P_c ——产水压力,单位为兆帕(MPa)。

5.1.3 膜组件的型号和数量的选择

5.1.3.1 应充分考虑使用过程中膜通量衰减和透膜压差升高的影响,避免在使用期间因设备设计缺陷导致产水量不足和污堵。

5.1.3.2 陶瓷膜组件的选用应符合 HY/T 104 标准。

5.1.3.3 应根据现场小试试验数据或参考所选用膜的设计导则,经过合理计算选择设计水通量。选择膜通量时,还应充分考虑温度对膜通量的影响;如原水水温低于 10℃ 时,应考虑设置加热措施。

5.1.3.4 应合理进行膜组件的排列组合,保证膜组件的安全、经济运行,并保证合理的清洗周期。

5.1.4 微/超滤净水装置的预处理系统

5.1.4.1 应根据原水水源种类、原水水质、水温等原始条件和表 1 中微/超滤装置进水要求来确定,特别是原水水源为城市再生水或循环水排污水的情况。

5.1.4.2 有机膜净水装置的进水宜设置保安过滤器。保安过滤器的形式、规格、数量应能满足系统功能要求,保安过滤器的过滤精度应满足表 1 中的相关要求。

5.1.4.3 陶瓷膜净水装置中,预处理工艺不必考虑保安过滤器,必要时可用陶瓷微滤单元作为预处理工艺中的一部分。

5.1.5 微/超滤净水装置的运行及反洗的自动控制

5.1.5.1 微/超滤净水装置的运行根据水箱水位自动控制。

- 5.1.5.2 每套工艺设备应设置在线进、出水水质检测仪表,通过仪表反馈的运行信息控制工艺系统,以此达到自动控制进出口水质的目的。
- 5.1.5.3 反洗应根据调试过程确定的反洗周期来自动实现,当时间到达设定的反洗周期,则自动启动反洗加药和反洗水泵系统执行反洗操作。
- 5.1.6 微/超滤净水装置的运行及反洗的连续化控制
- 5.1.6.1 微/超滤净水装置的关键设备应至少设计两个独立的单元,以保证一个单元故障或通量衰减时,另一单元能立即切换使用,并加以清洗和消除。
- 5.1.6.2 微/超滤净水装置的进口与预处理系统的出口衔接,可以设计成单元制或母管制。当采用单元制时,原水泵应设置变频,以实现微/超滤净水装置的恒流运行;当采用母管制时,微/超滤净水装置入口应采用自动调节阀门,以实现微/超滤设备的恒流运行。
- 5.1.6.3 根据工艺需要,微/超滤净水装置也可以采用恒压运行。
- 5.1.6.4 微/超滤净水装置一般应设有进水、浓水、产水取样口及取样阀,以备故障分析之用。每套微/超滤装置取样点的数量及位置能有效地诊断并确定系统的运行状况。
- 5.1.7 微/超滤净水装置的自动反洗和化学加强反洗系统
- 5.1.7.1 有机膜净水装置的自动反洗系统包括反洗水泵、反洗过滤器、反洗加药管道混合器、反洗管道等。
- 5.1.7.2 反洗水泵的流量和扬程应满足单台微/超滤装置的反洗要求,反洗水泵应有一台备用,反洗水泵应配有变频器,以配合化学加强反洗时低流量的要求。
- 5.1.7.3 反洗过滤器可采用滤芯式保安过滤器,其过滤精度一般为 $50\ \mu\text{m}\sim 100\ \mu\text{m}$ 。
- 5.1.7.4 陶瓷膜净水装置的反洗系统可设计成由空气压力驱动反洗水对陶瓷膜进行反洗,主要包括空压机、缓冲罐、反洗加药混合器、反洗管道和电磁阀等元器件,化学加强反洗时可直接用计量泵向缓冲罐输送药液。
- 5.1.7.5 微/超滤净水装置的化学加强反洗应设置系统所必需的加药单元。
- 5.1.7.6 药品种类及加药点的位置应根据进水水质和所选用滤膜组件的特性确定。
- 5.1.7.7 加药采用计量泵形式,计量泵应有备用。
- 5.1.7.8 反洗正冲排水和浓水应处理后排放或回用。
- 5.1.8 微/超滤净水装置的化学清洗系统
- 5.1.8.1 主要包括溶液箱、清洗泵和清洗保安过滤器。
- 5.1.8.2 溶液箱配有加热措施,并配备温度控制装置。
- 5.1.8.3 清洗系统的材质和防腐材料应能适用于所用的清洗液,容量应满足设计要求。
- 5.1.8.4 化学清洗液的选择应根据进水水质和所选用滤膜组件的特性确定。
- 5.1.8.5 微滤/超滤净水系统的反洗水、化学加药溶药和化学清洗溶药应采用产水或者更纯净的水。
- 5.1.9 微/超滤净水装置组架设计
- 5.1.9.1 组架应包括膜组件、管道、阀门、就地电控柜和测量仪表等。
- 5.1.9.2 管道及阀门的布置应方便操作、整齐、美观,管道设计还应避免死角,以防止细菌的生长。
- 5.1.9.3 组架的框架结构紧凑、美观,减少占地面积及空间,并应有利于膜组件的更换和增容。
- 5.1.9.4 组架的设计应考虑布水均匀性。
- 5.1.9.5 组架的强度设计应满足厂址的抗震烈度要求和组件的胀、缩的需求。
- 5.1.10 微/超滤净水装置的仪表和电控设计
- 5.1.10.1 应采用自动、手动两种方式控制。控制在就地和控制室内实现。
- 5.1.10.2 采用自动控制时,应根据需要配置 PLC 控制系统或电脑控制的中央处理系统等自动化设施,并应满足 HG/T 20507 的要求。
- 5.1.10.3 当开机调试和发生故障需要分析原因时,可用手动。

5.1.11 微/超滤净水装置的仪表配置

5.1.11.1 流量计配置

a) 有浓水排放的微/超滤净水系统,每套装置的进水管、出水管应装设流量计,其浓水管道上装设就地流量计。

b) 对于死端过滤的微/超滤净水系统,每套装置的出水管装设流量计。

c) 装置的反洗水管装设流量计。

d) 化学清洗水管(在精密过滤器后)应装设就地流量计。

5.1.11.2 压力变送器及压力表配置

a) 微/超滤净水装置进口、产品水及浓水(如有)管道上装设远传压力变送器。

b) 微/超滤净水装置进口、产品水及浓水(如有)管道上装设远传压力表。

c) 每台水泵出口应装设压力表。

5.1.11.3 液位计和液位开关配置

各类水箱、药液箱和化学清洗箱应设置液位计和液位开关,低液位应报警并和相应的泵联锁。

5.1.11.4 温度计配置

微/超滤净水装置进水母管和化学清洗箱应装设温度表。

5.1.11.5 浊度仪

微/超滤净水装置进水母管、出水管应设置浊度仪。

5.1.11.6 pH 仪

在设置化学加强反洗(CEB)时,其反洗水进水管道上(管道混合器后)设置 pH 仪。

5.1.12 微/超滤净水装置应具备“在线进行完整性测试”的功能。

5.1.13 微/超滤净水装置应布置在工业厂房内,并应根据当地气候条件的需要采取相应的保温、防冻措施。

5.1.14 进水水质、出水水质的检验应根据 GB/T 5750.1 和 GB/T 6903 的要求。

5.1.15 离心泵的设计安装应满足 GB/T 16907 的要求

5.2 制造要求

5.2.1 外观要求

设备外观应紧凑、美观,焊缝平整,应满足 GB/T 985 的要求,装置整体外表面光洁,无明显划痕,不得有裂纹、脱皮、气泡、锈蚀、变形等缺陷。

5.2.2 原材料要求

5.2.2.1 膜组件、泵、各种管道、阀门、仪器仪表、电气元件均应符合有关的标准和规范,并应有材料合格证明。

5.2.2.2 管道、法兰、阀门可采用不锈钢材质,或采用水压等级相当的 UPVC 管道,与膜组件连接的部分管道可采用透明塑料软管。法兰应采用相应压力等级标准的平焊凸面结构形式,并符合 JB/T 74 要求。

5.2.3 部件加工、安装要求

5.2.3.1 装置机架安装牢固,不锈钢管道的焊接应采用氩弧焊打底,管道内部不得有飞溅物和焊渣残留。

5.2.3.2 安装装置的内部件前,应将筒体内部清理干净。管件、管道组装前,应除去管口和管孔处的焊渣、毛刺。焊缝上的熔渣应打磨、清洗、光洁;焊缝不得有气孔、裂纹、弧坑、夹渣、塌陷等缺陷。对于有防腐蚀要求的,清洗后还要进行钝化处理。组装后不得有杂物或工具遗留,并符合 JB/T 2932 的要求。

5.3 仪表及电控要求

5.3.1 仪表的安装应该满足各仪表要求的安装条件,电源线和信号线应用套管或线槽防护,并固定。电气设备和盘柜及线路应符合 GB 5226.1 和 GB 50171 的要求。

5.3.2 仪表取样管应可靠地固定,布置整齐紧凑。

5.3.3 仪表盘应有清晰、准确的标示牌。所有进线、出线孔应有防水措施。

5.4 涂装

组装完毕并经水压、负载试验确认设备运行良好后,对需要涂装的设备或部件再进行表面处理和涂装。涂装应注意表面平整、美观和防腐蚀。

5.5 水压、负载试验要求

微/超滤装置的水压、负载试验是在微/超滤装置安装后进行的。在安装微/超滤膜前应将系统管道及微/超滤装置内管道冲洗干净;水压和带负载运行试验是将压力提升到工作压力的 1.20 倍下进行的,并满足 GB/T 13922.1 的要求。

6 试验方法

6.1 外观检验

现场采用目测和量具测量的方法,主要进行外观尺寸、公差、外观焊缝、安装、仪表、电控以及涂装的检查。

6.2 性能检测

6.2.1 装置产水量的测试方法:采用 HY/T 050、HY/T 063、HY/T 064 中规定的方法进行。

6.2.2 装置内陶瓷膜元件膜孔径的测试方法:采用 HY/T 064 中规定的测试方法进行。装置内有机膜元件孔径或截留分子量的测试方法,采用 HY/T 050 中规定的测试方法进行,或者依据国际通用测试标准进行。

6.2.3 装置内单个膜组件有效面积的测定:有机膜一般由膜厂家提供经权威部门检测认可的单支膜面积;陶瓷膜需要采用 HY/T 063 中规定的方法测量膜元件的有效长度和通道直径,再由下式计算而得。

$$A=nP\pi DL$$

式中:

A——单个陶瓷膜组件有效面积,单位为平方米(m²);

n——陶瓷膜元件数,单位为个;

P——单个陶瓷膜元件通道数,单位为个;

D——单个陶瓷膜元件通道直径,单位为米(m);

L——单个陶瓷膜元件有效长度,单位为米(m)。

6.2.4 装置中单个陶瓷膜组件的测试应依据 HY/T 104 中规定的方法进行。

6.2.5 进、出水水质检验:现场在额定负荷条件下进行,对被检水质取样,按照 GB/T 6903 规定,细菌总数的检测按 GB/T 5750.1 规定的方法进行。

6.2.6 装置的膜组件完整性检测:在 0.25 MPa 气压下,保持压力 10 min,检测系统压力衰减应 ≤0.025 MPa,具体方法见附录 C。

6.2.7 过滤制水周期和反洗正冲过程停运总时间:采用现场秒表、容器计量测定。

6.3 水压试验

以清水为介质,装置或部件连接、焊接处加压至设计压力的 1.25 倍,保压 10 min~30 min,无渗漏现象。

6.4 负载试验

6.4.1 装置安装完毕后,应进行负载试验。

6.4.2 常温下,装置内充入足够的纯水,打开电源开关,启动泵,对装置进行循环水运行,调整调节阀,在额定压力下,对装置管道、各部件及电气、电控部分进行逐项检查,设备运行时间不小于 30 min。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分出厂检验、型式检验和性能检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 装置按 100 % 比例进行检验,经厂质量检验部门检验合格并签发合格证后方可出厂。

7.2.2 出厂检验项目、验收要求和方法见表 2。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品定型鉴定或老产品转产鉴定时;
- b) 结构、材料或工艺有较大改变时;
- c) 停产 1 年以上,恢复生产时;
- d) 出厂检验与上次型式检验有较大差异时;
- e) 正常生产时每隔 3 年进行一次;
- f) 质量技术监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.3.2 组批规则:同一型号的微/超滤装置组成一检查批。

7.3.3 抽样方法:从出厂检验合格的产品中,每一批随机抽取两台装置进行检验。

7.3.4 型式检验项目、验收要求和方法见表 2。

7.4 性能检验

7.4.1 在性能检验前,应该完成微/超滤预处理系统的启动调试,其进水应能满足表 1 进水水质的要求。

7.4.2 性能检验是在设备完成全部调试内容后 3 个月内进行的。

7.4.3 性能检验项目、验收要求和方法见表 2。

表 2 微/超滤设备的检验项目、验收要求和方法

序号	检验项目	检验方法	验收要求	出厂检验	型式检验	性能检验
1	产水量	6.2.1	表 1 中 4	√	√	√
2	单个膜组件的膜面积	6.2.3	4.2.1	√	√	
3	平均水回收率	5.1.2.6	表 1 中 5		√	√
4	对细菌的去除率	6.2.5	表 1 中 3		√	√
5	进水水质	6.2.5	表 1 中 1		√	√
6	出水水质	6.2.5	表 1 中 2(2)		√	√
7	出水 SDI	SDI 测定仪附录 A	表 1 中 2(1)		√	√
8	过滤制水周期	6.2.7	表 1 中 6		√	√
9	反洗正冲过程停运总时间	6.2.7	表 1 中 7(5)		√	√
10	外观检测	6.1	5.1.9 5.2.1 5.2.3	√	√	
11	涂装	6.1	5.4	√	√	
12	水压测试	6.3	5.5	√	√	
13	仪表及电控	6.1	5.3 5.1.10 5.1.11	√	√	
14	负载试验	6.4	5.5	√	√	
15	装置的膜组件完整性检测	6.2.6	附录 C	√	√	

7.4.4 性能检验结果的确认

性能验收试验报告以需方为主编写,供方参加,共同进行确认并盖章。

7.5 检验结果

以上(无论何种)检验方式,检验结束后均需出具检验报告。检测合格的设备签发合格证,不合格的应指出存在的问题。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 全自动连续微/超滤膜净水装置出厂时应有标牌,内容包括:

- a) 产品名称、型号、规格;
- b) 厂名或商标;
- c) 出厂日期和产品编号;
- d) 装置的产水量、膜元件有效面积;
- e) 生产厂商的详细地址;
- f) 产品执行标准编号。

8.1.2 装置的标牌应符合 GB/T 13306 的规定。

8.2 包装

8.2.1 包装前,应清除装置内积水,各接口应进行封堵,并给予保护性包扎。

8.2.2 包装应符合 GB/T 191、GB/T 9174 的规定。

8.2.3 每台装置随机文件和附件包括:

- a) 装箱单;
- b) 检验合格证;
- c) 使用说明书;
- d) 必备的随机附件和技术文件;
- e) 保修单。

8.3 运输

全自动连续微/超滤膜净水装置的运输、装卸过程中不应受到剧烈的撞击、颠簸、抛掷及重压,同时避免与有腐蚀性的化学试剂接触。

8.4 贮存

全自动连续微/超滤净水装置配有较多的精密仪表,因此保管时务必注意防雨、防尘、防潮,放在室内并用塑料布苫盖。膜组件一般是在运行前才安装到组合架上,膜组件要注意防冻、防晒、防潮。贮存温度不得低于 5℃,不得高于 40℃。对于湿法包装的膜组件,要注意包装袋密封严密,以免防腐蚀保护液挥发。

附录 A (规范性附录)

污染密度指数 SDI 值测定方法

A.1 原理

污染密度指数 SDI 值是表征反渗透系统进水水质的重要指标。有时也称为污染指数(FI 值),它是设计反渗透脱盐设备预处理系统之前应该测定的重要指标,同时在反渗透脱盐设备日常操作时也需定时地检测,污染密度指数的测定方法在美国材料工程协会 ASTM D 4189—1982 中已作了描述。本文介绍了测定 SDI 值的标准方法,其方法的基本原理是测量在 0.21 MPa(30 psi)给水压力下用 0.45 μm 微滤膜过滤一定量的原水所需要的时间。

A.2 测试仪器的组装

- a) 按图 A.1 组装测试装置。
- b) 将测试装置连接到反渗透脱盐设备系统进水管路取样点上。
- c) 在装入滤膜后将进水压力调节至 0.21 MPa(30 psi)。在实际测试时,应使用新的滤膜。

注意,为获取准确测试结果,应注意下列事项:

- 在安装滤膜时,应使用扁平镊子以防刺破滤膜;
- 确保 O 形密封圈清洁完好并安装正确;
- 避免用手触摸滤膜;
- 事先冲洗测试装置,去除系统中的污染物。

A.3 测试步骤

- a) 记录测试温度。在试验开始至结束的测试时间内,系统温度变化不应超过 1℃。
- b) 排除过滤池中的空气压力。根据滤池的种类,在给水平阀开启的情况下,或打开滤池上方的排气阀,或拧松滤池夹套螺纹,充分排气后关闭排气阀或拧紧滤池夹套螺纹。
- c) 用带有刻度的 500 mL 量筒接取滤过水以测量透过滤膜的水量。
- d) 全开球阀,测量从球阀全开到接满 100 mL 和 500 mL¹⁾ 水样的所需时间并记录。
- e) 5 min 后,再次测量收集 100 mL 和 500 mL 水样的所需时间,10 min 及 15 min 后再分别进行同样测量。
- f) 如果接取 100 mL 水样所需的时间超过 60 s,则意味着约 90 % 的滤膜面积被堵塞,此时已无需再进行试验。
- g) 再次测量水温以确保与试验开始时的水温变化不超过 1℃。
- h) 试验结束并打开滤池后,最好将试验后的滤膜保存好,以备以后参考。

A.4 计算公式

$$\begin{aligned} \text{SDI} &= P/T_i \\ &= 100 \times (1 - T_i/T_f)/T_i \end{aligned}$$

式中:

SDI——污染密度指数;

1) 接取 500 mL 水样所需时间大约为接取 100 mL 水所需时间的 5 倍。如果接取 500 mL 所需时间远大于 5 倍,则在计算 SDI 时,应采用接取 100 mL 所用的时间。

- P ——在 0.21 MPa(30 psi)给水压力下的滤膜堵塞百分数；
- T_t ——总测试时间,单位为分钟(min),通常 T_t 为 15 min,但如果在 15 min 内即有 75 % 的滤膜面积被堵塞²⁾,测试时间就需缩短；
- T_i ——第一次取样所需时间；
- T_f ——15 min(或更短时间)以后取样所需时间。

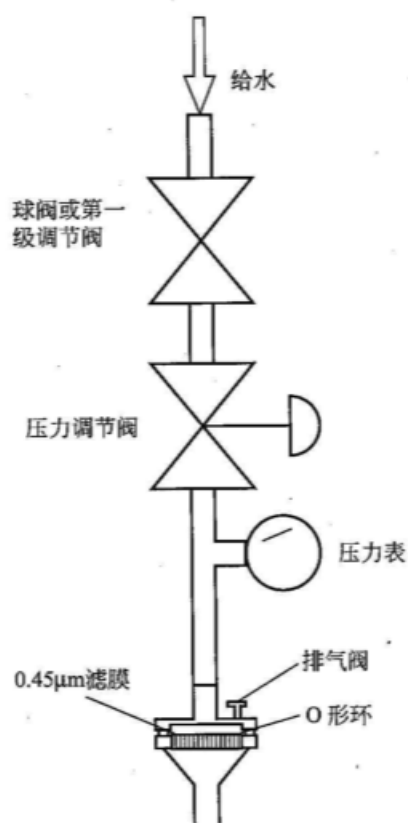


图 A. 1 SDI 测试装置示意图

2)为了精确测量 SDI 值, P 应不超过 75 %,如果 P 超过 75 %应重新试验并在较短时间内获取 T_f 值。当 T_f 是 T_i 的 4 倍时,SDI 是 5。如果水样完全被膜片堵塞时,SDI 为 6.7。

附 录 B
(资料性附录)
实际产水量的计算

B.1 设定条件

按微/超滤设备多年的运行经验,设定微/超滤设备的正常运行周期为:30 min~60 min(根据进水水质,可调整),即每 30 min(t_1)进行一次反洗,反洗时间 30 s~60 s(t_2),反洗前后各设置一次正洗,正洗时间 20 s~40 s(t_3)。每次反洗正冲总停运时间 t_4 以 2 min~13 min 计算。净产水流量为 $Q_{\text{净}}$,反洗水流量 $Q_{\text{反}}$ 为净产水流量 $Q_{\text{净}}$ 的 2~4 倍。

B.2 实际产水量的设计计算

B.2.1 设定微/超滤设备的正常运行周期为 30 min,即每 30 min(t_1)进行一次反洗,反洗时间 30 s(t_2),反洗前或后设置一次正洗,正洗时间 20 s(t_3)。每次反洗正冲总停运时间 t_4 以 2 min 计算;反洗水流量 $Q_{\text{反}}$ 为净产水流量 $Q_{\text{净}}$ 的 3 倍条件下计算。

a) 每天反洗次数为

$$\begin{aligned} M &= (60 \times 24) / (t_1 + t_4) \\ &= (60 \times 24) / (30 + 2) \\ &= 45 \text{ 次} \end{aligned}$$

b) 每天反洗及正洗时间为

$$t_{\text{反洗正冲}} = t_4 \times M = 2 \times 45 = 90 \text{ min}$$

c) 每天的真正产水时间为

$$t = 24 \times 60 - t_{\text{反洗正冲}} = 24 \times 60 - 90 = 1350 \text{ min} = 22.5 \text{ h}$$

d) 用户要求产水流量为 $Q_{\text{净}}$,每天需要的产水量为

$$Q_{\text{需}} = Q_{\text{净}} \times 24 = 24Q_{\text{净}}$$

e) 每天反洗水量 $Q_{\text{反}}$ (反洗水流量设定以 2 倍产水流量来计算)为:

$$Q_{\text{反}} = 3Q_{\text{净}} \times M \times t_2 = 3 \times Q_{\text{净}} \times 45 \times (1/60) = 2.25Q_{\text{净}}$$

f) 在设定条件下的实际产水量为:

$$Q_{\text{实}} = (Q_{\text{需}} + Q_{\text{反}}) / t = (24Q_{\text{净}} + 2.25Q_{\text{净}}) / 22.5 = 1.16Q_{\text{净}}$$

B.2.2 设定微/超滤设备的正常运行周期为 45 min,即每 45 min(t_1)进行一次反洗,反洗时间 40 s(t_2),反洗前或后设置一次正洗,正洗时间 20 s(t_3)。每次反洗正冲总停运时间 t_4 以 2 min 计算;反洗水流量 $Q_{\text{反}}$ 为净产水流量 $Q_{\text{净}}$ 的 3 倍条件下计算。

(1) 每天反洗次数

$$\begin{aligned} M &= (60 \times 24) / (t_1 + t_4) \\ &= (60 \times 24) / (45 + 2) \\ &= 30 \text{ 次} \end{aligned}$$

(2) 每天反洗及正洗时间为

$$t_{\text{反洗正冲}} = t_4 \times M = 2 \times 30 = 60 \text{ min}$$

(3) 每天的真正产水时间为

$$t = 24 \times 60 - t_{\text{反洗正冲}} = 24 \times 60 - 60 = 1380 \text{ min} = 23 \text{ h}$$

(4) 用户要求产水流量为 $Q_{\text{净}}$,每天需要的产水量

$$Q_{\text{需}} = Q_{\text{净}} \times 24 = 24Q_{\text{净}}$$

(5) 每天反洗水量 $Q_{\text{反}}$ (反洗水流量设定以 3 倍产水流量来计算)为:

$$Q_{\text{反}} = 3Q_{\text{净}} \times M \times t_2 = 3 \times Q_{\text{净}} \times 30 \times (1/60) = 1.5Q_{\text{净}}$$

(6)在设定条件下的实际产水量为:

$$Q_{\text{实}} = (Q_{\text{需}} + Q_{\text{反}}) / t = (24Q_{\text{净}} + 1.5Q_{\text{净}}) / 23 = 1.10Q_{\text{净}}$$

式中:

$Q_{\text{实}}$ ——实际产水量,单位为立方米每小时(m^3/h);

$Q_{\text{净}}$ ——净产水量,单位为立方米每小时(m^3/h);

$Q_{\text{需}}$ ——每小时需要的产水量,单位为立方米每小时(m^3/h);

$Q_{\text{反}}$ ——反洗耗水量,单位为立方米每小时(m^3/h);

t_1 ——运行周期,单位为分钟(min);

t_2 ——反洗时间,单位为分钟(min);

t_3 ——正洗时间,单位为分钟(min);

t_4 ——每次反洗正冲总停运时间,单位为分钟(min)。

B.2.3 实际产水量的设计计算根据运行周期、反洗、正洗、反洗水量设定条件,其设计水量 $Q_{\text{设}}$ 为 $(1.10 \sim 1.16)Q_{\text{净}}$,单位为立方米每小时(m^3/h)。

附录 C

(资料性附录)

微/超滤装置完整性检测

微/超滤装置的完整性检测:可采用压力衰减试验法(以下简称 PDT)和气泡观察法两种方法检测系统的完整性。

C.1 压力衰减试验法

C.1.1 采用干净的压缩空气,以低于 0.1 MPa 的气压,将超滤膜中孔隙内的水排净(如图 C.1 所示);

C.1.2 对超滤膜中孔隙加压至 0.1 MPa,超滤膜的渗透侧与大气连通,计时观察超滤膜中孔隙内气压的衰减速度(如图 C.2 所示);

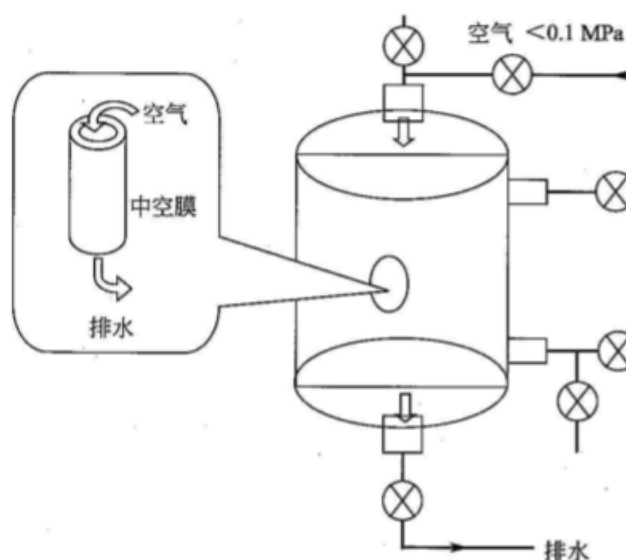


图 C.1 中空膜排水

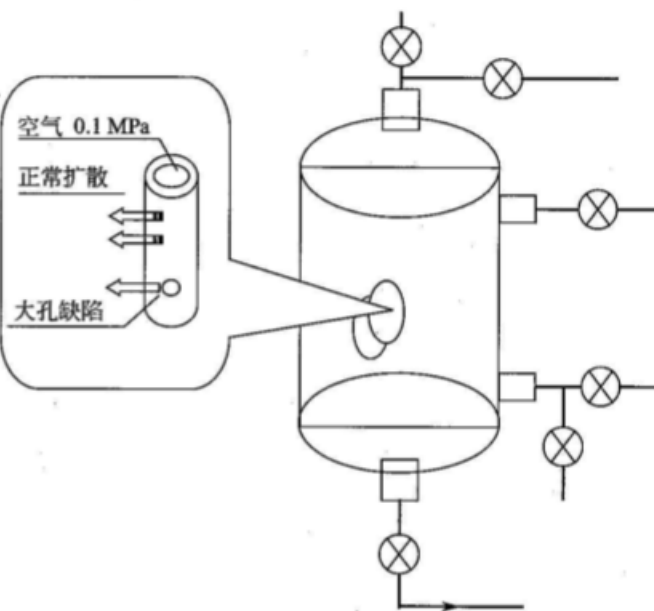


图 C.2 检测压力衰减速度

C.1.3 如果压力衰减速度太快,超出设计要求。根据漏气声响确定泄漏点或有问题的组件,然后进行修补。

C.1.4 采用压力衰减试验法,要求每个组件都可被隔离(通过阀门或堵头)。这样,才能确定有问题的膜组件,进而对之进行修补。

C.2 气泡观察法

在设计超滤系统时,在每支组件的上端口(回流口)连接管路上加一段透明管(如:透明 PVC 或有机玻璃管),可视长度约为 100 mm。

当干净的压缩空气压入组件时,空气会从组件的上侧口(上产水口)进入组件内,再经中空纤维膜外侧的破裂处或大孔缺陷处漏入中空纤维内腔,气泡通过纤维内腔经上端流入透明管,即可观察到泄漏的气泡,进而确定有问题的膜组件。具体步骤如下:

注:膜组件进行完整性检测时,无论新、旧组件,在检测前都应将组件经过纯水的完全浸透式浸泡(或在装置上工作过),特别是膜孔道里的气体尽量赶尽,避免假象。

C.2.1 关闭进水和渗透侧下端口阀门。

C.2.2 打开回流排水阀门。

C.2.3 将空气导入膜组件的侧面上端口(上产水口),缓慢增压至 0.1 MPa,并将空气压力保持在 0.1 MPa,保压时间为 20 min。

C.2.4 仔细观察透明管,如果纤维丝有破裂或大孔缺陷,压缩空气就会从纤维丝外侧进入纤维丝内腔,上升至透明管,这样,就会在透明管中看到连续气泡,即可确定有问题的膜组件。

C.2.5 修补膜组件中有断裂、大孔缺陷的纤维丝。

中华人民共和国
化工行业标准
全自动连续微/超滤净水装置

HG/T 4111—2009

出版发行:化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

北京云浩印刷有限责任公司印装

880mm×1230mm 1/16 印张1¼ 字数39千字

2010年6月北京第1版第1次印刷

书号:155025·0795

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定价:15.00元

版权所有 违者必究