****

 CECS ×××: 201X

|  |
| --- |
|  |

**中国工程建设协会标准**

**给水处理用中空纤维超滤膜能效水效**

**限值和等级**

**Minimum allowable value of the energy，energy efficiency and grades for ultrafiltration membrane for urban water treatment**

**（征求意见稿）**

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

**《给水处理用中空纤维超滤膜能效水效限值和等级》编制组**

**2024年10月**

前 言

本文件按照GB/T1.1—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。

本文件是按中国工程建设标准化协会《关于印发（2023年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知（建标协字〔2023〕10号）的要求制定。

本文件由中国工程建设标准化协会提出。

本文件由中国工程建设标准化协会城市给水排水专业委员会归口。

本文件负责起草单位：中国市政工程中南设计研究总院有限公司、哈尔滨工业大学。

本文件主要起草单位：中信环境技术（广州）有限公司、海南立升净水科技实业有限公司、中国城市建设研究院有限公司、中国市政工程西南设计研究总院有限公司、金科环境股份有限公司、浙江开创环保科技股份有限公司、浙江易膜新材料科技有限公司、深圳市环境水务集团有限公司、北京市市政工程设计研究总院有限公司、上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司、同济大学、清华大学、浙江大学、浙江工业大学、北京首创生态环保集团股份有限公司、北京城市排水集团责任有限公司、中建三局绿色产业投资有限公司、福州水务集团有限公司、长江生态环保集团有限公司、成都市自来水有限责任公司、北京市自来水集团有限责任公司、北京赛诺膜技术有限公司、中科润蓝环保技术（北京）股份有限公司、浙江津膜环境科技有限公司、威立雅水务技术（上海）有限公司

主要起草人：张怀宇，梁恒，等

主要审查人：

目  次

[1 范围 1](#_Toc179266998)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc179266999)

[3 术语和定义 1](#_Toc179267000)

[4 产品型式 2](#_Toc179267001)

[5 能效水效等级与技术要求 2](#_Toc179267002)

[6 测试和试验方法 3](#_Toc179267003)

[附 录 A 4](#_Toc179267004)

[附 录 B 10](#_Toc179267005)

[附 录 C 13](#_Toc179267006)

给水处理用中空纤维超滤膜能效水效限值和等级

1. 范围

本文件规定了城镇给水用超滤膜的能效水效等级和技术要求、测量和计算方法。

本文件适用于城镇给水处理用超滤膜组件的生产和检验。

1. 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 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 20103 膜分离技术

GB/T 36137 中空纤维超滤膜和微滤膜组件完整性检验方法

1. 术语和定义
	1.

压力驱动型超滤 pressure-driven ultrafiltration

利用进水段加压作为工作压力进行过滤的超滤工艺。

* 1.

负压驱动型超滤 vacuum-driven ultrafiltration

利用产水端负压抽吸作为工作压力进行过滤的超滤工艺。

* 1.

重力驱动型超滤 gravity-driven ultrafiltration

利用膜前或膜后的水位高差作为工作压力进行过滤的超滤工艺或装置。

* 1.

死端过滤 dead-end filtration

将原水置于膜的上游，在压力差推动下，水和小于膜孔的颗粒物透过膜、大于膜孔的颗粒物被截留在膜表面的过程。

* 1.

错流过滤 cross-flow filtration

将原水至于膜的一侧，水流在膜表面产生的垂直于膜面的法向力使水和小于膜孔的颗粒物透过膜，平行于膜面的切向力冲刷掉膜面大于膜孔的颗粒截留物的过程。

* 1.

浸没式超滤膜 immersion ultrafiltration membrane

膜组件浸没于膜箱或膜池内，采用死端过滤（3.4）、负压抽吸或重力流出水方式工作的超滤膜装置。

* 1.

膜柱式超滤膜 column ultrafiltration membrane

膜组件浸没于密闭的膜柱内，采用死端过滤（3.4）或错流过滤（3.5）、进水端加压或重力流出水方式工作的超滤膜装置。

* 1.

水回收率 water recovery rate

超滤膜系统中原水转化成为产水的比率。

［来源：GB/T 50125-2010, 3.4.31，有修改］

* 1.

跨膜压差 transmembrane pressure difference

超滤工艺运行过程中，驱动水透膜所需的压力，为超滤膜进水侧和产水侧的压力差值。

* 1.

超滤膜能效水效限定值 minimum allowable values of energy, water efficiency

在标准规定测试条件下，超滤膜允许的电耗最小效率值和水回收率最小值。

1. 产品型式

超滤膜组件的应用形式按驱动动力分为压力驱动型、负压驱动型、重力驱动型等3类，按膜组件封装式样分为膜柱式、浸没式等2类，按运行模式分为死端过滤、错流过滤等2类，其组合共计5种如表1。

1. 能效水效等级与技术要求
	1. 能效水效等级

城镇给水用超滤膜组件的能效水效等级分为3级，1级标识能效水效最高。不同产品型式、各能效水效等级城镇给水用超滤膜组件的单位能耗和水回收率应符合表1的规定。

表1 超滤膜组件的能效水效等级 单位：kW·h/m3

|  |  |
| --- | --- |
| 产品型式 | 能效水效等级 |
| 驱动动力 | 封装式样 | 运行模式 | 1级 | 2级 | 3级 |
| 单位能耗 | 水回收率 | 单位能耗 | 水回收率 | 单位能耗 | 水回收率 |
| 压力驱动型 | 膜柱式 | 死端过滤 | ≤0.045 | ≥95% | ≤0.060 | ≥92% | ≤0.080 | ≥90% |
| 错流过滤 |
| 负压驱动型 | 浸没式 | 死端过滤 | ≤0.015 | ≥96% | ≤0.030 | ≥93% | ≤0.045 | ≥90% |
| 重力驱动型 | 膜柱式 | 死端过滤 | ≤0.006 | ≥96% | ≤0.010 | ≥93% | ≤0.025 | ≥90% |
| 浸没式 | 死端过滤 |

* 1. 技术要求

城镇给水用超滤膜组件的能效水效限定值为表1中能效水效等级3级。

1. 测试和试验方法

城镇给水用超滤膜组件的能效水效测试和试验方法按照附录A规定进行。

不具备现场测试条件时按附录B规定进行。

附 录 A

（规范性）

现场测试与试验方法

A.1 生产测试设备和试验条件

A.1.1 生产试验设备

a）生产试验设备应符合以下要求：

——压力驱动型超滤、采用膜柱式和死端过滤方式运行的，按图1a设置；

——压力驱动型超滤、采用膜柱式和错流过滤方式运行的，按图1b设置；

——负压驱动型超滤、采用浸没式和死端过滤方式运行的，按图1c设置；

——压力驱动型超滤、采用膜柱式和死端过滤方式运行的，按图1d设置；

——压力驱动型超滤、采用浸没式和死端过滤方式运行的，按图1e设置。

|  |
| --- |
| a）压力驱动型，膜柱式，死端过滤方式标引序号说明：1——进水箱；2——试验原水；3——水泵；4——调节阀；5——流量计；6——压力表；7——膜组件；8——产水箱；9——反冲洗排水箱；10——鼓风机；11——液体流量计；12——真空装置 |
| b）压力驱动型，膜柱式，错流过滤方式标引序号说明：1——进水箱；2——试验原水；3——水泵；4——调节阀；5——流量计；6——压力表；7——膜组件；8——产水箱；9——浓水箱；10——鼓风机；11——液体流量计；12——真空装置 |
| c）负压驱动型,浸没式，死端过滤标引序号说明：1——进水箱；2——试验原水；3——水泵；4——调节阀；5——流量计；6——压力表；7——膜组件；8——产水箱；9——反冲洗排水箱；10——鼓风机；11——液体流量计；12——真空装置 |
| d）重力驱动型，膜柱式，死端过滤标引序号说明：1——进水箱；2——试验原水；3——水泵；4——调节阀；5——流量计；6——压力表；7——膜组件；8——产水箱；9——反冲洗排水箱；10——鼓风机；11——液体流量计；12——真空装置 |
| e）重力驱动型，浸没式，死端过滤 |
| 标引序号说明：1——进水箱；2——试验原水；3——水泵；4——调节阀；5——流量计；6——压力表；7——膜组件；8——产水箱；9——反冲洗排水箱；10——鼓风机；11——液体流量计；12——真空装置 |

图A.1 典型生产试验设备

A.1.2 仪器仪表精度与设置要求

测量仪器仪表的精度、准确度及设置应满足以下要求：

——电能计量表：精度等级宜采用0.2S级或以上；

——电流互感器：精度等级宜采用0.2S级或以上；

——流量测量仪表：精度等级不低于0.5级；安装于水泵的进口或出口（首选在出口处安装）有直管段位置，流量计前直管段长度不宜小于10倍管径，后直管段长度不宜小于5倍管径，并应远离强电磁辐射源；

——压力仪表：精度等级不应低于0.5%；压力仪表的量程应满足最大压力值的测量要求，且最小压力测量值不宜低于压力表测量量程的33%。

A.1.3 测试环境

生产试验测试的装置进水的水质和水温应符合以下要求，除另有约定：

——浊度不宜超过2.0 NTU，连续一周不应超过5.0 NTU，且无明显的泥沙和悬浮物，其余水质指标应满足GB 5749中规定的生活饮用水水质常规指标要求；

——水温不宜低于15.0℃，不应低于5.0℃。

A.1.4 测试的运行控制条件

A.1.4.1 装置准备

待检验的膜装置应符合以下要求：

——完整性检测应符合GB/T 36137的规定；

——膜系统完整性检测完成后，应采用浸泡清洗、气擦洗、反冲洗等方式将膜丝表面的保护层清洗干净。

A.1.4.2 有效跨膜压差和水位控制

生产试验测试应符合以下要求：

——压力驱动型膜柱式超滤膜的有效跨膜压差应控制在0.10 MPa以内；

——负压驱动型浸没式超滤膜的有效跨膜压差应控制在0.04 MPa以内；

——重力驱动型超滤膜的有效跨膜压差根据实际可利用水头确定。

A.2 生产试验步骤

A.2.1 短周期生产试验

A.2.1.1 采用死端过滤方式运行时试验步骤如下：

a）启动测试设备，缓慢调节阀门，使膜组件运行有效跨膜压差保持在0.10 MPa；

b）稳定运行1 min后开始一个周期试验；

c）当膜组件完成一个周期试验并完成反冲洗后，记录试验周期内的总进水量*Qf*、总产水量*Qp*、总反冲洗用水量*Qw*、总浓水排放量*Qr*和总耗电量*W*；

d）按式（A.1）计算水量平衡指数*I*，当*I*不超过（100±2.5）%，判定本周期试验有效；反之判定无效，应重复试验；

e）按式（A.3）和式（A.4）分别计算周期单位能耗*E*和水回收率*Y*；

f）对试验膜组件进行反冲洗并开始下一周期试验，连续测试3个周期，取算术平均值。

** （A.1）

式中：*I*——水量平衡指数，无量纲；

*Qp*——测试状态下超滤膜装置总产水量，单位为立方米（m3）；

*Qw*——测试状态下超滤膜装置总反冲洗用水量，单位为立方米（m3）；

*Qr*——测试状态下超滤膜装置总浓水排放量，单位为立方米（m3）;

*Qf*——测试状态下超滤膜装置总进水量，单位为立方米（m3）。

A.2.1.2 采用错流过滤方式运行时试验步骤如下：

a）启动测试设备，缓慢调节阀门，使膜组件运行有效跨膜压差保持在0.10 MPa；

b）稳定运行1 min后开始一个周期试验；

c）当膜组件满足清洗条件时，记录试验周期内的总进水量*Qf*、总产水量*Qp*、总回流量*Qb*、总浓水排放量*Qr*和总耗电量*W*；

d）按式（A.2）计算水量平衡指数*I*，当*I*不超过（100±2.5）%，判定本周期试验有效；反之判定无效，应重复试验；

e）按式（A.3）和式（A.5）分别计算周期单位能耗*E*和水回收率*Y*；

f）对试验膜组件进行反冲洗并开始下一周期试验，连续测试3个周期，取算术平均值。

** （A.2）

式中：*I*——水量平衡指数，无量纲；

*Qp*——测试状态下超滤膜装置总产水量，单位为立方米（m3）；

*Qb*——测试状态下超滤膜装置总回流量，单位为立方米（m3）；

*Qr*——测试状态下超滤膜装置总浓水排放量，单位为立方米（m3）；

*Qf*——测试状态下超滤膜装置总进水量，单位为立方米（m3）。

A.2.2 长周期生产试验

按A.2.1的规定进行，或按年度、月度、星期等时段为计算周期计算单位能耗*E*和水回收率*Y*，并记录连续运行时间*T。*

A.3 计算方法

A.3.1 单位能耗

采用短周期生产试验时，超滤膜的单位能耗按式（A.3）计算，测试状态下的超滤膜装置单位能耗按式（A.4）计算；采用长周期生产试验时，超滤膜的单位能耗按式（A.5）计算：

 （A.3）

 （A.4）

 （A.5）

式中：*E*——超滤膜装置单位能耗，单位为千瓦时每立方米（kW·h/m3）；

*E0*——短周期生产试验测试状态下超滤膜装置单位能耗，单位为千瓦时每立方米（kW·h/m3）；

*KT*——跨膜压差水温修正系数，无量纲；

*KQ*——处理水量修正系数，无量纲；

*KM*——膜组件修正系数，无量纲；

*W*——测试状态下超滤膜装置总耗电量，单位为千瓦时（kW·h）；

*Qp*——测试状态下超滤膜装置总产水量，单位为立方米（m3）。

A.3.2 水回收率

死端过滤时水回收率按式（A.6）计算、错流过滤时水回收率按式（A.7）计算：

 （A.6）

** （A.7）

式中：*Y*——测试状态下超滤膜装置水回收率，无量纲；

*Qp*——测试状态下超滤膜装置总产水量，单位为立方米（m3）；

*Qf*——测试状态下超滤膜装置总进水量，单位为立方米（m3）；

*Qw*——测试状态下超滤膜装置总反冲洗用水量，单位为立方米（m3）。

附 录 B

（规范性）

不具备现场测试条件时的测试与试验方法

B.1 试验条件和测试设备

B.1.1 测试设备

a）试验装置应符合以下要求：



标引序号说明：

1——进水箱；

2——试验原水；

3——水泵；

4——调节阀；

5——流量计；

6——压力表；

7——柱式膜组件；

8——浸没式膜组件；

9——浓水箱；

10——鼓风机；

11——气体流量计；

12——真空装置；

13——产水箱。

图B.1 试验装置

b）试验电耗计算设备包括：膜单元进水系统、出水系统、反洗系统中的水泵、风机及相关控制系统。

B.1.2 仪器仪表精度与设置要求

测量仪器仪表的精度、准确度及设置应满足以下要求：

——电能计量表：精度等级宜采用0.2S级或以上；

——电流互感器：精度等级宜采用0.2S级或以上；

——流量测量仪表：精度等级不低于0.5级；安装于水泵的进口或出口（首选在出口处安装）有直管段位置，流量计前直管段长度不宜小于10倍管径，后直管段长度不宜小于5倍管径，并应远离强电磁辐射源；

——压力仪表：精度等级不应低于0.5%；压力仪表的量程应满足最大压力值的测量要求，且最小压力测量值不宜低于压力表测量量程的33%。

B.1.3 测试环境

试验测试的装置进水的水质和水温应符合以下要求，除另有约定：

——浊度不宜超过2.0 NTU，连续一周不应超过5.0 NTU，高锰酸盐指数应低于2.0 mg/L，且无明显的泥沙和悬浮物，其余水质指标应满足GB 5749中规定的生活饮用水水质常规指标要求；

——水温不宜低于15.0℃，不应低于5.0℃。

B.1.4 测试的运行控制条件

B.1.4.1 装置准备

待检验的膜装置应符合以下要求：

——完整性检测应符合GB/T 36137的规定；

——膜系统完整性检测完成后，应采用浸泡清洗、气擦洗、反冲洗等方式将膜丝表面的保护层清洗干净。

B.1.4.2 有效跨膜压差和水位控制

试验测试应符合以下要求：

——压力驱动型膜柱式超滤膜的有效跨膜压差应控制在0.15 MPa以内；

——负压驱动型浸没式超滤膜的有效跨膜压差应控制在0.05 MPa以内；

——重力驱动型超滤膜的有效跨膜压差应控制在0.02 MPa以内。

B.2 测试步骤

B.2.1 死端过滤方式运行时试验步骤

a）启动试验设备，缓慢调节阀门，使膜组件运行有效跨膜压差保持在0.10 MPa；

b）稳定运行10 min后开始一个周期试验；

c）当膜组件完成一个周期试验并完成反冲洗后，记录试验周期内的总进水量*Qf*、总产水量*Qp*、总反冲洗用水量*Qw*、总浓水排放量*Qr*和总耗电量*W*；

d）按式（B.1）计算水量平衡指数*I*，当*I*不超过（100±2.5）%，判定本周期试验有效；反之判定无效，应重复试验；

e）按式（B.3）和式（B.4）分别计算周期单位能耗*E*和水回收率*Y*；

f）对试验膜组件进行反冲洗并开始下一周期试验，连续测试3个周期，取算术平均值。

** （B.1）

式中：*I*——水量平衡指数，无量纲；

*Qp*——测试状态下超滤膜装置总产水量，单位为立方米（m3）；

*Qw*——测试状态下超滤膜装置总反冲洗用水量，单位为立方米（m3）；

*Qr*——测试状态下超滤膜装置总浓水排放量，单位为立方米（m3）；

*Qf*——测试状态下超滤膜装置总进水量，单位为立方米（m3）。

A.2.2 错流过滤方式运行时试验步骤

a）启动试验设备，缓慢调节阀门，使膜组件运行有效跨膜压差保持在0.10 MPa；

b）稳定运行10 min后开始一个周期试验；

c）当膜组件满足清洗条件时，记录试验周期内的总进水量*Qf*、总产水量*Qp*、总回流量*Qb*、总浓水排放量*Qr*和总耗电量*W*；

d）按式（B.1）计算水量平衡指数*I*，当*I*不超过（100±2.5）%，判定本周期试验有效；反之判定无效，应重复试验；

e）按式（B.3）和式（B.5）分别计算周期单位能耗*E*和水回收率*Y*；

f）对试验膜组件进行反冲洗并开始下一周期试验，连续测试3个周期，取算术平均值。

** （B.2）

式中：*I*——水量平衡指数，无量纲；

*Qp*——测试状态下超滤膜装置总产水量，单位为立方米（m3）；

*Qb*——测试状态下超滤膜装置总回流量，单位为立方米（m3）；

*Qr*——测试状态下超滤膜装置总浓水排放量，单位为立方米（m3）；

*Qf*——测试状态下超滤膜装置总进水量，单位为立方米（m3）；

B.3 计算方法

B.3.1 能效计算

超滤膜的单位能耗按式（B.3）计算：

 （B.3）

式中：*E*——测试状态下超滤膜装置单位能耗，单位为千瓦时每立方米（kW·h/m3）；

*W*——测试状态下超滤膜装置总耗电量，单位为千瓦时（kW·h）；

*Qp*——测试状态下超滤膜装置总产水量，单位为立方米（m3）。

B.3.2 水效计算

死端过滤时水回收率按式（B.7）计算、错流过滤时水回收率按式（B.8）计算：

 （B.7）

** （B.8）

式中：*Y*——测试状态下超滤膜装置水回收率，无量纲；

*Qp*——标准水温（25℃）下超滤膜装置总产水量，单位为立方米（m3）；

*Qf*——测试状态下超滤膜装置总进水量，单位为立方米（m3）；

*Qw*——测试状态下超滤膜装置总反冲洗用水量，单位为立方米（m3）。

附 录 C

（资料性）

流量与水温修正

C.1 产水量的水温修正

为保证不同水温下的水效等级指标的统一性，应对不同试验水温下的实际计算所得产水量*Qp(t)*按式（C.1）进行温度修正：

*Qp=Qp(t)*×*G* （C.1）

*G*=(1+0.0215)×*Δt*  （C.2）

*Δt*=25-*t* （C.3）

式中：*Qp*——标准水温（25℃）下的产水量，单位为立方米（m3）；

*Qp(t)*——实际运行水温下的产水量，单位为立方米（m3）；

*G*——温度校正系数；

*t*——实际运行水温，℃；

*Δt*——实际运行水温与测试状态下水温差值，℃。

C.2 跨膜压差的水温修正

为保证不同水温下的水效等级指标的统一性，应对不同试验水温下的实际计算所得跨膜压差*TMP(t)*按式（C.4）进行温度修正：

*TMP=TMP(t)*/*M* （C.4）

*M=η(25℃)/η(t)* （C.5）

*η(t)= (17.91-0.6 t+0.013 t2-0.00013 t3)×10-4*  （C.6）

式中：*TMP*——标准水温（25℃）下的跨膜压差，单位为帕（Pa）；

*TPM(t)*——实际运行水温下的跨膜压差，单位为帕（Pa）；

*M*——温度校正系数；

*t*——实际运行水温，℃；

*η(25℃)*——标准水温（25℃）下水的粘度，单位为帕·秒（Pa·s）；

*η(t)*——实际运行水温下水的粘度，单位为帕·秒（Pa·s）。