

ICS 13.060.20

CCS Q81

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

村镇中小型集中式饮用水供水生物慢滤-超滤一体化深度净化装备

Slow biofiltration-ultrafiltration deep purification facilities for small and medium-sized centralized drinking water supply in rural areas

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 技术要求..... 3

5 测试方法..... 5

附录 A（规范性） 大型生物慢滤-超滤一体化深度净化装备..... 7

参考文献..... 8

1 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。

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这些专利的责任。

本文件由中国科学院生态环境研究中心提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：中国科学院生态环境研究中心、北京工业大学、中国建筑设计研究院建筑设计总院、哈尔滨工业大学、清华大学、北京理工大学、浙江联池水务设备股份有限公司。

本文件主要起草人：俞文正、徐 磊、李 星、赵 锂、梁 恒、齐维晓、杨涵焜、刘 婷、池万清。

村镇中小型集中式饮用水供水生物慢滤-超滤一体化深度净化装备

11 范围

本文件规定了村镇中小型集中式饮用水供水生物慢滤-超滤深度净化一体化装备技术要求和试验方法。

本文件适用于以村镇地表水源为原水，以生物慢滤工艺为主要净化单元，超滤工艺为截留单元，出水通过消毒后供村镇级居民家用和类似用途使用的饮用水处理深度净化工艺及一体化装备。

12 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 3768-2017 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

GB 3838-2002 地表水环境质量标准

GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准

GB/T 5750-2006（所有部分）生活饮用水标准检验方法

GB/T 10002.1-2006 给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材

GB/T 10002.3-2011 给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）阀门

GB/T 13663.1-2017 给水用聚乙烯（PE）管道系统 第1部分：总则

GB/T 13663.2-2018 给水用聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：管材

GB/T 13663.3-2018 给水用聚乙烯（PE）管道系统 第3部分：管件

GB/T 13803.2-1999 木质净水用活性炭

GB 17051-1997 二次供水设置卫生规范

GB/T 17218-1998 饮用水化学处理剂卫生安全性评价

GB/T 17219-1998 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准

GB 18055-2012 村镇规划卫生规范

GB/T 20103-2006 膜分离技术 术语

GB/T 28605-2012 生活饮用水用橡胶或塑料软管和非增强软管及软管组合件

GB/T 30306-2013 家用和类似用途饮用水处理内芯

GB/T 30307-2013 家用和类似用途饮用水处理装置

GB/T 32018-2015（所有部分）给水用抗冲改性聚氯乙烯（PVC-M）管道系统

GB/T 32439-2015 给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道

GB 34914-2021 净水机水效限定值及水效等级

GB 55026-2022 城市给水工程项目规范

GB 50013-2018 室外给水设计标准

GB 50141-2008 给水排水构筑物工程施工及验收规范

GB 50205-2020 钢结构工程施工质量验收标准

GB 50235-2010 工业金属管道工程施工规范

CJ/T 43-2005 水处理用滤料

CJ/T 151-2016 薄壁不锈钢管

CJJ 58-2009 城镇供水厂运行、维护及安全技术规程

QB/T 4144-2019 家用和类似用途纯净水处理器

SL 310-2019 村镇供水工程技术规范

13 术语和定义

GB 5749-2022、GB/T 20103-2006、GB/T 5750-2006、GB 55026-2022、GB/T 30306-2013、GB

34914-2021 和 QB/T 4144-2019 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

生活饮用水 drinking water

供人们生活的饮水和用水。

[来源：GB 5749-2022，3.1]

集中式供水 centralized water supply

自水源集中取水，通过输配水管网送到用户或者公共取水点的供水方式，包括自建设施供水。为用户提供日常饮用水的供水站和为公共场所、居民社区提供的分质供水也属于集中式供水。

[来源：GB 5749-2022，3.2]

中小型集中式供水 small and medium-sized centralized water supply

村镇、农村、度假村、分散式居住区等日供水在 1000m^3 以下（或供水人口在 1 千人以下）的集中式供水。

可溶性天然有机污染物 dissolved natural organic matters

地表水中含有的非人工合成的溶解性有机物。

净化效率 purification efficiency

在加标测试的条件下，生物慢滤深度净化-超滤一体化装备对原水中特定物质最低的去除或净化能力，用百分比表示。

[来源：QB/T 4144-2019，3.8]

单位净水流量 normalized purified water flow rate

在规定的运行条件下，生物慢滤-超滤一体化深度净化装备标称的单位时间内的产水量，单位为升每平方米每小时 ($\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)。

累积净水量 cumulative water production

在标准规定的运行条件下，生物慢滤-超滤一体化深度净化装备的出水水质、净化效率和净水流量均满足要求时的最大净水量。

1注：单位为立方米 (m^3)。

[来源：QB/T 4144-2019，3.3]

净水产水率 purified water production rate

在标准规定的运行条件下，经生物慢滤-超滤一体化深度净化装备处理系统净化后，总净水量占总进水量的比率。

[来源：QB/T 4144-2019，3.2]

累积净水产水率 cumulative purified water production rate

在标准规定的运行条件下，经生物慢滤-超滤一体化深度净化装备处理系统净化后，累积净水量占累积进水量的比率。

超滤 Ultrafiltration

通过压力（或重力）驱动的，分离分子量范围为几百至几百万的溶质和微粒的过程。

[来源：GB/T20103-2006，5.2.1]

消毒 Disinfection

通过加入适当的消毒剂杀灭水体中对人体有害的微生物的过程。

14 技术要求

额定总净水量

额定总净水量应不小于标称值。

单位净水流量

单位净水流量应不小于标称值。

净化效率

生物慢滤-超滤一体化深度净化装备对天然水体中可溶性天然有机物的净化效率应不小于标称值。

生物慢滤-超滤一体化深度净化装备填料

常见的生物慢滤深度净化装备的填料材料为沸石、石英砂、颗粒活性炭及针对磷酸盐等去除的特种材料的一种或几种的混合填料；在饮用水处理工艺中较为常用的颗粒活性炭为椰壳或果壳颗粒活性炭。使用的活性炭应当符合 GB/T 13803.2-1999 的要求。

生物慢滤-超滤一体化深度净化装备进水

生物慢滤深度净化装备进水主要为地表水源。进水水源水质符合 GB 3838-2002 要求。针对装备进水，当水体中的悬浮物固体的浓度较高时，应通过适当的预处理，如细格栅截留、预沉淀等过程将水体的悬浮固体浓度降低后(<3.0 NTU)再进入生物慢滤深度净化装备，防止装备的滤料堵塞，造成运行故障。应考虑钙、镁离子浓度，防止结垢造成装备堵塞。

生物慢滤-超滤一体化深度净化装备运行驱动力

生物慢滤模块的驱动力可以完全依赖于重力水头运行，也可以由外界压力如水泵控制运行。在依赖于重力水头运行的情况下，装备的水力停留时间由出水流速决定。当由外界压力驱动装备运行时，进水水泵的流量直接决定装备的水力停留时间。一般而言，装备的水力停留时间控制在 6-24 小时，依据原水水质情况而定。超滤模块的驱动力一般由外界泵提供的压力驱动。

生物慢滤模块的运行形式

生物慢滤模块的一般运行形式包括上流式(水流的流动方向为向上)、下流式(水流的流动方向为向下)和组合式(水流的流动方向为上流式、下流式组合)。为了维持稳定的出水水质及最大化程度的提升装备的产水能力，在实际应用中应考察其临界最大处理能力，并适当选用不同的运行形式或组合模式。当装备的水头损失至一定范围内，应考虑通过反洗或空床交替使用使其水头恢复后再运行使用。

生物慢滤-超滤一体化深度净化装备选址、材料、施工及验收要求

生物慢滤深度净化装备的建造选址应当远离各种污染源，应当符合 GB 18055-2012、GB 17051-1997 和 GB 50013-2018 要求。施工材料应当满足 GB/T 10002.1-2006、GB/T 10002.3-2011、GB/T 32018-2015、GB/T 13663.1-2017、GB/T 13663.2-2018、GB/T 13663.3-2018、CJ/T 43-2005、GB/T 32439-2015、GB/T 28605-2012、GB/T 17219-1998、GB/T 3768-2002、GB 13384、CJ/T 151-2016 中要求的材料标准。施工及验收应当符合 GB 55026-2022、GB 50205-2020、GB 50235-2010、GB 50141-2008、CJJ 58-2009 和 GB 50013-2018 要求。

生物慢滤-超滤一体化深度净化装备运营要求

生物慢滤深度净化装备运营单位资质需符合《生活饮用水集中式供水单位卫生规范》要求。

生物慢滤-超滤一体化深度净化装备能效比

将生物慢滤-超滤一体化深度净化装备能效比划分为 1-3 共 3 个等级，如表 1 所示。

表1 节能型生物慢滤-超滤一体化深度净化装备等级指标

生物慢滤-超滤一体化深度净化装备能效比 ^a	能耗 (KW·h/m ³)
1 级	≤0.5
2 级	0.5-1.0
3 级	≥1.0

2注：a.在标准规定的运行条件下，生物慢滤深度净化-超滤一体化装备的出水水质、净化效率和净水流量均满足要求时，生产 1m³ 净水所消耗电能的平均值 (KW·h/m³)。

生物慢滤-超滤一体化深度净化装备净化效率

在满足装备产水量满足居民使用需求的前提下，将生物慢滤-超滤一体化深度净化装备净化效率划分为 1-3 共 3 个等级，如表 2 所示。其中，可溶性天然有机物包含生物大分子物质（分子量≥10KDa）、腐殖酸类物质（10KDa>分子量≥1KDa）及小分子量有机物（分子量<1KDa）。

表2 产高品质水生物慢滤-超滤一体化深度净化装备等级指标

生物慢滤-超滤一体化深度净化装备净化效率	可溶性天然有机物去除率 (%)
1 级	≥75
2 级	≥60
3 级	≥50

生物慢滤模块滤料堵塞及其清洗

生物慢滤模块滤料的堵塞主要是由于固体颗粒物及微生物造成的，其种类主要包含矿物颗粒、无机盐沉淀、生物大分子、微塑料及其他胶体污染物等。通常情况下，生物慢滤深度净化装备无需复杂的化学清洗过程，常用的主要是气水反冲洗。当装备产生严重的堵塞以至于常规物理清洗无法解决水头损失时，可以采取反洗的时候加入一定的化学清洗试剂，包括酸剂、碱剂、酶剂及杀菌剂等强化滤料清洗效果。上述试剂应当符合 GB/T 17218-1998 要求。此外，针对装备进水，通常需要采取一定的预沉淀、预过滤等措施来预防及缓解装备的滤料污染。

生物慢滤模块的组合工艺

生物慢滤模块的组合工艺可包含各种形式的前置预处理工艺，如细格栅、预沉淀、与过滤等及后置的如依据水质及外界环境条件选择不同运行模式的生物慢滤模块进行组合使用。要求前置及后置单元的使用不得降低本文件中 4.1-4.3 的参数要求。

超滤膜材料

水处理过程中常用的超滤膜材料为有机聚合物材料，包括聚砜膜、聚丙烯膜、醋酸纤维素膜、聚偏二氟乙烯膜等。常用的无机材料膜为陶瓷膜。

超滤膜过滤压力

超滤膜的运行压力可以根据使用实际需求进行调节，一般而言超滤膜的运行压力区间在 0.1-0.6Mpa 之间，其过水通量随着运行压力的增大而增加。

超滤膜过滤形式

常用的超滤膜过滤形式为外压式死端过滤及错流过滤，相对死端过滤而言，错流过滤能够更好的缓解膜污染的产生。当使用错流过滤时，需考虑错流水流的雷诺系数，当雷诺系数处于过渡区或层流区时，进水中的颗粒物很容易沉积在超滤膜表面造成膜污染，因此针对错流运行时的滤膜表面水流的雷诺系数因使流体处于紊流区，从而降低颗粒物沉积，减缓膜污染。

超滤膜污染及其清洗

超滤膜的污染主要包含无机盐污染（结垢）、有机污染、金属氧化物及胶体污染及生物污染。不同污染种类的控制措施不同，针对无机污染，通常使用加酸或阻垢剂；针对有机及胶体等污染常使用一定的预处理工艺对其加以控制；针对生物污染，通常使用包括消毒，预过滤等手段来缓解其产生。超滤膜的清洗分为物理清洗及化学清洗，常用的物理清洗方法包括正反洗、擦洗、气洗、震动及超声清洗等。常用的化学清洗方法包括酸洗、碱洗、盐洗、酶剂清洗、杀菌剂清洗等。

消毒剂种类

常用的消毒剂种类包括氯、二氧化氯消毒，紫外消毒和臭氧消毒。其选用及使用应符合 SL 310-2019 规范中的要求。

15 测试方法

净水产水率及累积净水产水率测试用水

15.1.1 测试用水的水质指标要求

在测定净水产水率时，其测试用水应使用当地自来水或居民用水加标进行配制：

- 可溶性有机物（选用标准品腐殖酸钠进行配置），加标的可溶性有机碳（DOC）控制在 (5.0 ± 0.5) mg/L；
- 加标的碱度应控制在 (160 ± 20) mg/L；
- pH 值应控制在 6.5 ~ 8.5。

15.1.2 测试用水的配制

当地自来水或居民用水按照以下步骤进行加标配制（以配 100L 试验用水为例）：

- 分别称取 61.56 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、43.48 g $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和 26.88 g 无水 NaHCO_3 ，将其分别溶

- 解在少量自来水中；
- d) 量取标准品腐殖酸钠 1000 mg (10mg/L 腐殖酸钠 TOC (DOC) 值为 4.5-5.5mg/L)，将其溶解在少量自来水中；
- e) 将上述各溶液分别单独加入 100 L 自来水中，每加入一种溶液应立即搅拌均匀，最后再继续搅拌一会使充分混匀；
- f) 用 NaOH 或 HCl 调节 pH 值，使其在 6.5 ~ 8.5 范围内；
- g) 配制的测试用水应储存在避光的密闭容器中，应现配现用，不得使用隔夜的试验用水。
- 3注：所有化学试剂均为分析纯或相当纯度。

净水产水率、累积净水产水率及可溶性天然有机物去除率测试条件

测试条件应满足如下要求：

- a) 环境温度应控制在 $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ；
- h) 相对湿度为 45% ~ 75%；
- i) 水温应控制在 $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ ；
- j) 水力停留时间应控制在 6h ~ 24h。

测试和计算

15.1.3 额定总净水量

额定总净水量按 GB/T 30307-2013 要求进行测试。

15.1.4 累积净水量

一体化深度净化装备累积净水量按以下步骤进行测试：

- a) 按装备使用说明的要求用自来水清洗水处理装置及其附件；
- k) 按照 5.3.1 的规定进行测试；
- l) 当水力停留时间达到使用要求时，且出水水质、可溶性天然有机物去除率和净水流量试验满足要求后，直至净水量达到要求的净水总量，或者在中间某个时刻出水水质、可溶性天然有机物去除率和净水流量未达到要求时停止测试；
- m) 采集的水样，按 GB/T 5750-2006 进行测定；
- n) 累积净水量为满足要求的最大净水量。

15.1.5 净水流量

净水流量按 QB/T 4144-2019 要求进行测试。

15.1.6 净水产水率

净水产水率按 GB 34914-2021 要求进行测试和计算。

15.1.7 可溶性天然有机物

生物慢滤深度净化装备进、出水中可溶性天然有机物按 GB/T 5750-2006 要求进行测试。

15.1.8 累积净水产水率

一体化深度净化装备累积净水产率按以下步骤进行测试：

- a) 按照制造商产品说明的要求用自来水清洗水处理装置及其附件；
- o) 按照 5.3.2 规定对产品进行测试；
- p) 当净水量达到额定总净水量时，且可溶性天然有机物去除率（50% ~ 80%，根据不同生物慢滤深度净化装备）和净水流量均满足要求后，直至净水量达到要求的累积净水量，或者在中间某个时刻可溶性天然有机物的去除率和净水流量未达到要求时停止测试；记录总进水量按式 (1) 计算累积净水产水率；
- q) 采集的水样，依据 GB/T 5750-2006 进行测定。

..... (1)

式中：

Y—累积净水产水率，%；

Q_p —累积净水量，单位升 (L)；

Q_f —累积进水量，单位升 (L)。

15.1.9 非连续式生物慢滤-超滤一体化深度净化装备

对于非连续式生物慢滤深度净化装备，应根据其水处理工艺原理图转换成连续式生物慢滤-超滤一体化深度净化装备进行测试。

15.1.10 大型生物慢滤-超滤一体化深度净化装备

大型生物慢滤-超滤一体化深度净化装备的测试方法见附录 A。

附录A
(规范性)
大型生物慢滤-超滤一体化深度净化装备

1.1 大型生物慢滤-超滤一体化深度净化装备

必须同时符合下列条件的生物慢滤-超滤一体化深度净化装备:

- a) 加入装备说明中规定体积和尺寸的填料后,反应池的孔隙水体积 $\geq 1\text{m}^3$;
- r) 净水流量 $\geq 3\text{ L/min}$ 。

1.2 净水产水率

大型一体化深度净化装备净水产水率按以下步骤进行测试:

- a) 按产品标注的净水流量,以天然地表水或水库水为原水通入生物慢滤-超滤一体化深度净化装备,测试其初始回收率(测试方法同 QB/T 4144-2019);
- s) 记录进水口处水表读数和净水口水表读数,采集进水和出水水样(第一次采样);
- t) 运行 30 天后(每天运行 24 小时),记录进水口处水表读数和净水口水表读数;
- u) 再次采集进水和出水水样(第二次采样);
- v) 测试其最终回收率(测试方法同 QB/T 4144-2019);
- w) 对采集的水样按照 GB/T 5750-2006 进行可溶性天然有机物含量的测试。总可溶性天然有机物的去除率大于 75%, 60%或者 50%;
- x) 净水量和总进水量的比率即为净水产水率。

参 考 文 献

- [1] GB/T 12496 （所有部分）木质活性炭试验方法
 - [2] GB/T 13922 水处理设备性能试验
 - [3] GB/T 32470 生活饮用水臭味物质 土臭素和 2-甲基异莰醇检验方法
 - [4] CJ/T 206 城市供水水质标准
 - [5] 生活饮用水集中式供水单位卫生规范 卫生部
-