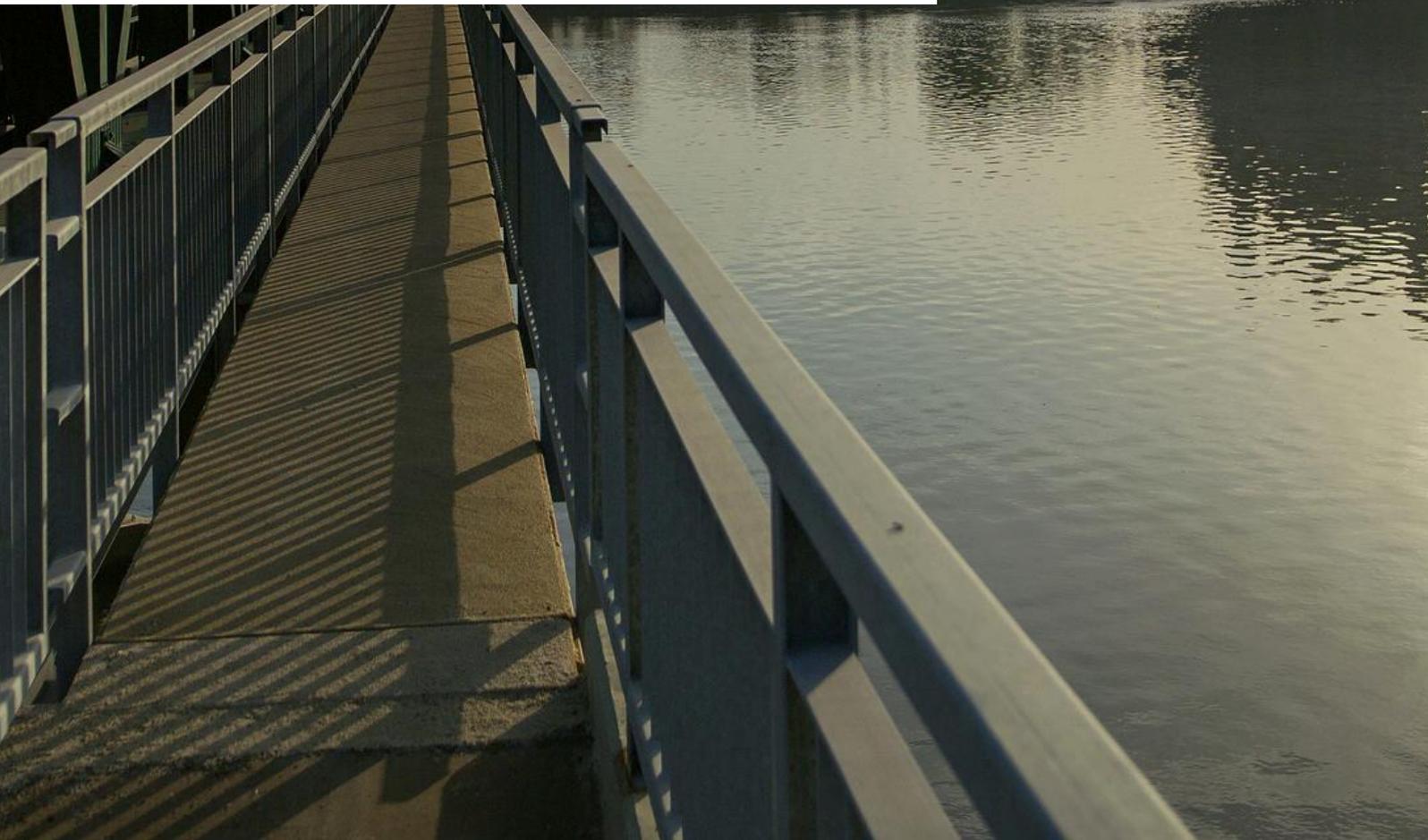


水处理

水处理技术基本指南



什么是水处理？

水处理和水处理技术是在提供清洁饮用水之前去除污染物和细菌的一道重要防线。水源可能会受到污染，因此需要进行适当的处理以去除致病因子。

公共饮用水系统使用各种方法为社区提供安全的饮用水。根据不同的大陆、国家和地区，不同的水处理系统可能会根据地区法规和原水输入情况而运行。以下文章概述了水处理的基本原理以及相关流程和技术。

维持水处理以确保清洁供应，满足不断增长的全球人口需求，是人类历史上一直面临的挑战。

得益于水处理技术（包括监测和评估）的重大发展，高质量的饮用水可以在世界各地供应和享用。水处理技术复制了地球水文循环中水不断循环利用的过程，通过几个自然过程对相同的水进行净化。





大多数水源在饮用前都需要进行处理，以消除健康风险，重点是去除微生物污染和悬浮固体（浑浊度）等物理杂质。之后，最后的消毒阶段会使残留的微生物失活。氯等持久性消毒剂还能防止大型系统在储存或配送过程中的生物再生。

水处理包括多个阶段，首先是通过沉淀或粗介质进行预处理，然后是过滤和加氯，遵循多重屏障原则。每个阶段都为下游工艺做好准备，例如过滤为紫外线消毒做准备。

根据进入水厂的水质和类型，处理方法可能会有所不同。例如，地下水处理厂从地下蓄水层和泉水等地下水源取水。与地表水相比，这些水源往往相对干净，所需的水处理步骤也较少。

地表水处理设施从容易受到环境污染的河流、湖泊和水库中取水。地表水处理设施采用多重处理步骤，去除污染物，以确保分配的水干净、经过消毒。

某些供水可能含有消毒副产品、无机和有机化学物质以及放射性核素，因此需要采用专门的处理方法来控制其形成和去除。

此外，更新后的法规可能会对干扰内分泌的化学物质实施更严格的限制，并将铅含量限制减半。

水处理过程是如何进行的？

混凝、絮凝和沉淀是消除地表水源中的色度、浑浊度、藻类和各种微生物的基本过程，可确保水质清澈，可供饮用和其他用途。

可向水中添加化学混凝剂，以形成沉淀物或絮凝物来吸附这些杂质。经过沉淀和/或过滤后，絮凝物会从处理过的水中分离出来。

硫酸铝和硫酸铁是最常用的混凝剂，但也有其他替代品。溶液中混凝剂的投加量取决于混合池或絮凝器入口附近的原水水质。

通过在高湍流点加入混凝剂，混凝剂可在加药时迅速彻底分散。下一个阶段是沉淀池。絮凝物在此聚集，沉淀后形成需要清除的污泥。

混凝法的优点之一是缩短了沉淀悬浮固体所需的时间。此外，它还能非常有效地去除难以去除的细小颗粒。

使用混凝剂处理小规模供水的主要缺点是成本高，而且需要精确加药、充分混合和频繁监测。基准混凝试验可用于确定对特定原水使用哪种混凝剂。

因此，混凝和絮凝被认为是去除色度和浊度最有效的处理技术。然而，对于小型供水来说，这两种方法可能并不适用。这是由于所需的控制水平和产生的污泥量。

六种基本水处理技术

为了在原水输送之前对其进行净化，需要多种水处理技术依次协同工作。以下是水处理厂常用的基本技术列表。

1. 滤网

许多地表水取水口都使用滤网来去除原水中的颗粒物质和杂物。粗滤网可处理杂草和大型碎屑，而带状滤网和微滤网则可捕获较小的颗粒，包括鱼类。微滤器可在混凝或过滤之前减少固体负荷。

2. 砾石过滤器

砾石过滤器能有效去除浊度和藻类。其特点是在矩形通道或水槽中填满分级砾石（4 至 30 毫米）。原水从进水室进入并水平流动，首先遇到粗砾石，然后遇到较细的砾石。过滤后的水收集在出水室中，固体则堆积在过滤器底板上。

3. 慢沙过滤器

慢沙过滤器能有效去除浊度、藻类和微生物。如果有足够的土地，这种可靠的工艺适用于小规模供水。通常，这些过滤器由装满尖沙（0.15-0.30 毫米）的水箱组成，水箱深度为 0.5-1.5 米。





4. 活性炭

通过物理吸附，活性炭可以去除污染物。这将受到活性炭的数量和类型、污染物的性质和浓度、水在装置中的停留时间以及一般水质（温度、pH 值等）的影响。

最常见的介质之一是颗粒活性炭 (GAC)，但有时也使用粉末活性炭 (PAC) 和块状活性炭。过滤介质装在可更换的滤芯中，滤芯出口处的微粒过滤器用于去除处理水中的细碳。

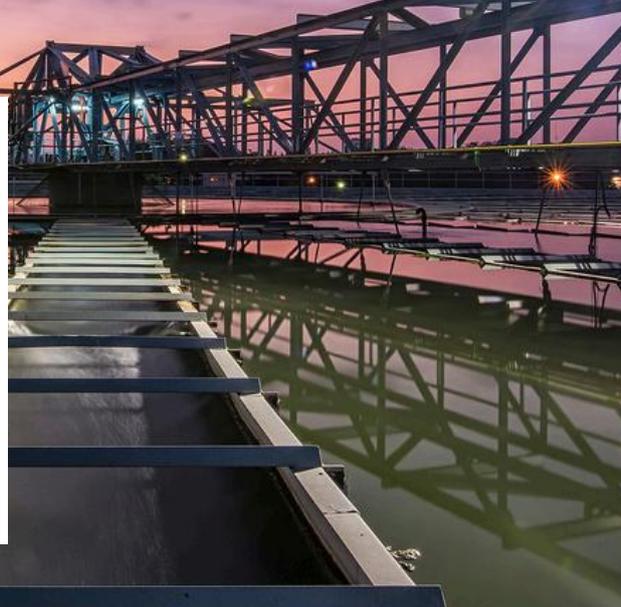
5. 曝气

曝气的目的是向水中输送氧气，并通过空气剥离去除气体和挥发性化合物。由于填料塔曝气器设计紧凑、能效高，因此是一种常用的方法。为实现空气剥离，可采用多种技术，包括填料塔中的逆流级联曝气、池中的扩散曝气和喷淋曝气。

6. 膜工艺

反渗透 (RO)、超滤 (UF)、微滤 (MF) 和纳滤 (NF) 是水处理中常用的膜技术。膜最初用于工业和制药目的，现在已应用于饮用水处理。它们能有效去除致病细菌、隐孢子虫、贾第鞭毛虫以及潜在的人类病毒和噬菌体。值得注意的是，荷兰和丹麦的公司正在将酶融入膜技术，以去除饮用水中的杀虫剂和药物残留物。

紫外线水处理： 照亮消毒之路



眼看不见的紫外线可在水处理过程中有效消毒微生物。紫外线辐射的波长在 200 到 300 纳米之间，主要由低压汞蒸气灯发出，波长为 254 纳米，能以最佳方式消毒和破坏臭氧。紫外线被归类为杀菌灯，可以灭活细菌、病毒和原生动物。值得注意的是，紫外线灯管不与水接触，可以安装在紫外线透明的特氟龙管内，也可以安装在水箱内的石英玻璃套管中。

它是如何工作的？紫外线的波长使细菌、病毒和原生动物无法繁殖和感染。

紫外线消毒可用作饮用水的主要消毒技术。此外，该工艺还可用作二级消毒。例如，针对隐孢子虫和贾第鞭毛虫等耐氯微生物。

此外，紫外线（单独或与过氧化氢一起）还可以通过一种称为紫外线氧化的过程来破坏化学污染物，如杀虫剂、工业溶剂和药品。

在理想条件下，紫外线设备可以减少 99% 以上的细菌。然而，即使有这样的性能，紫外线消毒也有两个潜在的局限性：“点”消毒和细胞未被去除。

如果紫外线设备只能杀死供水系统中某一点的细菌，而不能对下游产生任何残留杀菌效果，就会出现“点”消毒。如果只有一个细菌安然无恙地通过（不能保证 100% 消灭细菌），就无法防止它附着在下游管道表面并扩散。

其次，如果细菌细胞在紫外线装置中没有被清除，而是转化成了热原，则会产生第二个限制。被杀死的微生物和水中的任何其他污染物都会成为在紫外线装置下游存活的细菌的食物来源。

紫外线系统的一个显著发展是发光二极管技术（即 UV-LED）的升级，2018 年将见证功率密度和购买价格的临界点。

臭氧水处理：利用闪电的力量



与闪电风暴一样，臭氧也是氧气在空气中受到强大电流放电时产生的。多年来，臭氧在欧洲被广泛用于处理市政饮用水，但在美国却没有得到类似的认可。

臭氧具有特殊的消毒和氧化特性，因此在水处理的各个阶段都很有价值。臭氧通常用于砂滤或活性炭过滤前的预氧化，这些过滤器能有效去除残留的有机物，这对最终消毒至关重要。

臭氧是通过放电场（如 CD 型臭氧发生器）或紫外线辐射（紫外线型臭氧发生器）产生的。除商业方法外，臭氧还可以通过电解和化学反应实现

通常情况下，臭氧发生系统是将干燥、洁净的空气通过高压放电（如电晕放电），产生浓度约为 1% 或 10,000 mg/L 的臭氧。

紫外线臭氧法主要用于处理少量废水，而大型系统则采用电晕放电或其他大量产生臭氧的技术。

原水随后通过文丘里管，文丘里管会产生真空，将臭氧气体吸入水中，或者将空气鼓入正在处理的水中。由于臭氧会与金属发生反应，生成不溶解的金属氧化物，因此需要进行后过滤。

臭氧具有高活性，溶解在水中后半衰期很短。通常情况下，在 20 °C 的温度下，臭氧会在 10-20 分钟内恢复到氧气形态。

臭氧水处理的优点包括最大限度地减少无机物、有机物和微生物问题以及味道和气味问题。此外，也无需向水中添加额外的化学物质。

同时，缺点也包括缺乏杀菌或消毒残留物来抑制或防止生长。此外，该系统可能需要进行预处理以降低硬度。

水处理化学品的类型和使用原因

饮用水的化学消毒涉及以氯为基础的技术，如二氧化氯、臭氧和其他氧化剂，以及一些强酸和强碱。除臭氧外，保持化学消毒剂在水中的残留浓度是为了在储存过程中防止处理后的污染。

发展中国家的家庭饮用水主要使用游离氯进行消毒，游离氯可以是次氯酸（商用漂白剂或次氯酸钠稀释溶液中 0.5% 至 1% 的次氯酸盐），也可以是次氯酸钙或二氯异氰尿酸钠等干物质。这些氯的选择因其方便、安全、经济实惠和易于投加而受到青睐。

氯最广泛地用于输水系统的初级消毒和残留消毒。监测进水时的氯含量对确保消毒至关重要。然而，残留氯浓度超过 0.6 毫克/升可能会导致某些消费者对味道产生担忧。

二氧化氯会分解成亚氯酸盐和氯酸盐，这可以通过调节水处理过程中的二氧化氯用量来控制。陈旧的次氯酸盐溶液中也可能存在亚氯酸盐。

在家庭水处理过程中，为了提供足够的游离氯以在储存和使用过程中保持余氯，正确的氯剂量是至关重要的。建议对清水 (< 10 nephelometric turbidity units [NTU]) 投放约 2 毫克/升的游离氯，对浊水 (> 10 NTU) 投放两倍的游离氯 (4 毫克/升)。

一氯胺是输水系统中的一种残留消毒剂，通常由氯与氨结合而成。在水处理过程中，必须仔细管理一氯胺的形成，以防止二氯胺和三氯胺的产生，因为它们会导致不良的味道和气味。

在处理过程中还可能添加一些其他化学品。其中包括用于调节 pH 值的氢氧化钠等物质，以及在某些情况下用于饮用水氟化的化学品。

TOGETHER WE MAKE WATER WORK



About Aquatech

Aquatech is the platform for professionals in the world of water technology. On this platform we offer you: Aquatech events with information on the leading worldwide water technology tradeshows.

Products & Services: The online catalogue where you meet your manufacturers, suppliers and distributors. News and press releases: The latest 'need to know' in the water industry.

Contact us

Europaplein 24
1078 GZ Amsterdam
The Netherlands

✉ aquatech@rai.nl

Stay connected



www.aquatechtrade.com