

超滤膜技术在21世纪水处理领域的展望

申 蕾

(荷兰诺瑞特工业技术控股有限公司北京代表处, 010-6436678)

[摘 要] 本文介绍了半死端超滤膜技术的典型设备和运行工艺及其优化。并且介绍了在世界范围内此项技术在地下水,地表水等常规水源处理以及海水和污水回用等非常规水源方面的应用。

[关键词] 超滤;半死端;水处理;应用

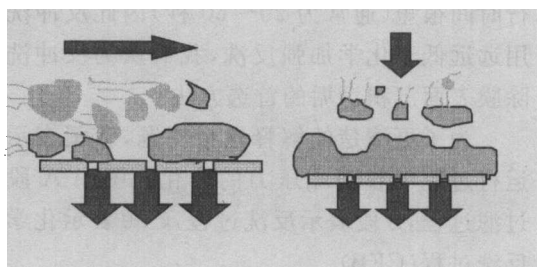
[中国分类号]X52 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1008-813(2003)02-0011-03

在20世纪的最后10年,世界范围内水处理设施的拥有者开始出现了转变。可饮用的供水开始逐渐由大规模的,政府控制运营的方式转变为私人拥有的,多个国家共同参与的事业,并且也被视为本世纪的下一个商业机会。由于此种转换,出现了对新的水处理技术以及降低水处理成本的需求。此种需求必然导致膜技术的兴起。从60年代开始,膜技术最早起源于海水淡化的反渗透膜。而后膜技术得到了非常迅速的发展,并且被广泛应用于越来越多的领域。既脱盐反渗透后,一系列更疏松的渗透膜被开发出来,包括从纳滤(疏松反渗透),到超滤(去除细菌和病毒),到微滤(去除悬浮固体)。并且任何一种应用都有其独特的,可以特殊设计的膜来满足要求。在早期大部分膜过滤采用错流过滤的形式,即液体沿与膜面水平的方向流动,这样的过滤形式可以防止“膜垢”的产生,但却仅有一小部分的液体真正能够过滤出来。因此这种过滤形式导致非常高的能耗,从而阻碍了膜在大规模水处理设施上的应用。

1 综述

对于水处理,尤其是大规模的水处理设施,能耗已经成为一个非常明显的重要指标。如果膜技术要成为大规模的水处理设施的主要技术之一,就一定要降低能耗。因此,许多膜制造商开始开

发低能耗的膜过滤系统,即所谓的死端过滤或半死端过滤。



此系统的工作原理类似咖啡过滤机,水中的固体悬浮物沉降在膜的表面。这部分固体通常被成为“污垢”,只要水中含有固体悬浮物,就必然会有“污垢”产生。为保证膜的产水量保持不变,膜过滤压力必然不断增加,因此运行一段时间后需要从与过滤相反的方向对膜进行清洗,因此有时我们也称为“半死端过滤”。沉积在膜表面的固体被清洗排出,从而膜又恢复了最初设计的性能。虽然反冲洗能够去除系统中大部分的膜污染,但有时仍然需要更有效的办法对膜进行彻底清洗。因为许多物质黏附在膜表面,仅通过机械力无法将其去除。这部分物质通常为有机物或微生物有机物,经过较长时间的运行,这部分物质会堵塞膜孔。膜的堵塞问题应该被称为“污垢”,这是运行过程不希望发生的情况。堵塞物可以溶解(对于一些小分子有机物)开通过膜,如果其对膜表面的黏附不是非常强的情况下;或者被膜截留,对于一

[收稿日期] 2003-04-10

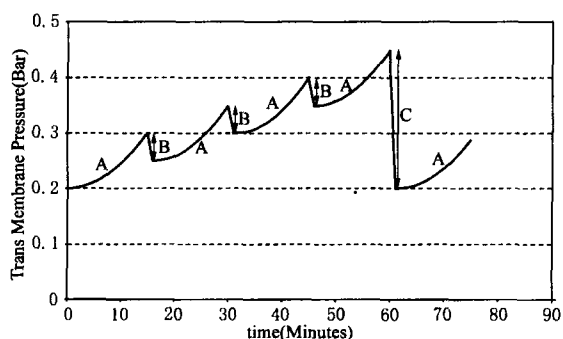
些微生物有机物,当它们附着在膜表面后,还会进一步繁殖。这种膜污染主要通过化学清洗去除,也是一种可逆污染。膜污染真正的问题是那些无法去除的不可逆的污染。

2 半死端超滤技术

近几年发展的半死端过滤技术是 XIGA™ 的核心技术,它是根据 8 寸半死端过滤超滤膜组件发展起来的。XIGA™ 的核心技术采用 8 寸压力容器,这是通常反渗透的标准设计。在每个压力容器中,可以放入多个膜组件。每个膜组件为 1.5 米长,毛细管式膜,膜丝内径 0.8 或 1.5mm,每个膜组的膜面积为 22 或 35m²。膜过滤的过程分为过滤、反洗、和化学加强反洗二个步骤。

成功应用半死端过滤技术的关键,是将过滤、反洗、化学加强反洗三个过程合理设计,从而使最终用户获得最低的运行费用。因此没有必要将单位膜面积的出水率总是保持在尽可能大的水平上。因为反冲洗不必加入任何化学药剂,并且进行时间很短(通常为 20~60 秒)因此反冲洗的费用远远低于化学加强反洗,我们认为反冲洗是去除膜表面沉积污垢的首选方法。

为了更清楚的解释这个问题,下图表示系统运行过程中膜两端压力的变化。图中 A 段表示过滤过程,B 段表示反洗过程,C 短表示化学加强反洗过程(CEB)。



A 过程进行中,对于特定的水质,需要保证的关键指标是膜通量和膜过滤压力。因此若降低反洗和化学加强反洗的频率,就将影响膜的通量,同时就将使系统的投资增加。另外一个方法是改善入水的水质,通过加药或进行化学预处理。这同样要增加投资和运行费用,因此通常要根据实际在这两种办法中进行权衡。

对于 B 过程,膜过滤压降取决于膜表面垢层的厚度,和反洗时的机械压力。反洗应尽可能充分,保证能够被反洗掉的污垢充分去除,这是推迟

化学加强反洗的频率的一种有效方法。另外这个过程中也存在反洗的机械压力(如反洗水的流量)和改变垢层厚度(加入预处理)这两种方案之间的权衡的问题。

C 过程,化学加强反洗(CEB),仅在进行了反冲洗后膜两端的过滤压降仍然达到了预定值,或者在预先设定的较长的反洗次数以后。所使用的化学清洗剂是一些常规化学药剂的混合物,包括次氯酸钠、双氧水、次氯酸等,可以非常容易的处理掉污垢层。

3. 超滤技术在水处理领域中的应用

虽然超滤可以有很多的应用领域,但大规模的水处理通常集中在以下方面:

- 饮用水供水终端
- 地表水处理
- 海水处理
- 流体的回用

3.1 饮用水处理

由于对饮用水的质量要求越来越严格,水处理公司投入越来越大的精力来控制供水管网中存在的微生物的量。为了做到这一点,因此一种方法是进行昂贵、频繁的水质检验,或者在供水终端设置防止细菌和病毒进入的屏障。

采用 UF 系统,可以非常方便地建成这样的屏障。超滤膜对细菌的去除率可以达到 6log,对于病毒的去除率达到 4log,因此水厂和用水者都不必在担心细菌和病毒的问题。由于饮用水的质量本身就很低(浊度和悬浮固体都非常低),因此此时的膜系统可以采用很高的膜通量,达到 135 升/平米.小时,具备较高的入水条件,因此反冲频率和化学加强反洗的频率都可以非常低,产水量可以达到 99%。如果需要还可以设立二级超滤系统,将第一级的反洗水进一步回用。

3.2 地表水处理

UF 系统非常多的应用在地表水处理上,处理后的水用于灌溉或作为反渗透的入水,来制备工业用水。

在荷兰,出现了越来越多的这类工厂。这种技术提供了一种新型的工业用水方式,即不必在购买越来越贵的饮用水,而是就近取用地表水处理后使用。

3.3 海水淡化

中东地区是水资源缺乏最严重的地方。为了解决这个问题,最早人们通常采用蒸馏技术。从

十九世纪 60 年代,膜技术被用于解决这些国家的缺水问题。但是,许多反渗透海水淡化系统面临着膜污染严重的问题。主要因为反渗透系统的传统的预处理方法无法提供可靠的入水水质。因此绝大多数淡化工厂,在远远低于其设计出水量的情况下工作,甚至有些工厂的出水量达不到最初设计的 30%。

小型淡化装置的研究非常清楚的表明,超滤系统可以非常有把握的控制海水的水质,为反渗透系统提供高质量的水。长期试验也表明,超滤系统的出水 SDI 值可以非常好地控制在 2 以下。这些测试在超滤系统前不必用任何预处理,并且适用各种海水水质。

3.4 污水回用

西方国家费了很大的精力处理废水,处理后确仅仅是将其通过排水管网排到地表水源中,这种作为非常不合理。超滤因为其价格方面的优势为污水的回用提供了一种有吸引力的解决办法。其实从城市污水处理厂和工厂中排出的废水,是作为工业用水,甚至是饮用水的一种非常好的水资源。这在技术上是完全可以实现的,但西方用户确非常难以相信这种做法。与其说这是技术上

的难题,不如说是一个心理的难题。但是,目前在纳米比亚的 Windhoek,已经在建设一个 850 吨/小时的水厂,就是采用膜技术将污水处理厂的出水回用为饮用水。

4 结论

半死端超滤是一种丝毫不必怀疑的技术。它具有广泛的应用前景,有些用于小型的项目,而另外一些,象我们上面提到的一些项目规模很大,甚至非常大。如果世界仍然按目前的速度发展的话,这种技术关系到人类必须面临的一个问题,即可饮用水资源,它是每个人的生活的一个重要部分。发展保持饮用水资源技术,是维持人类生活的唯一办法,也是保证下个世纪水不会象油一样的唯一方法。

参考文献

- [1] The effect Of ultrafiltration as pretreatment Of reverse osmosis in wastewater reuse and seawater desalination applications, S. C. J. M. VanHoof, Desalination, 124(1999)231-242
- [2] Ultrafiltration(new technology), a viable cost-saving pretreatment for reverse osmosis and nanofiltration, R. Rosenberg, Desalination, 110(1997)107-114
- [3] RCKamp, Membrane Technology Conference, 1995, P31

The Prospect of Ultrafilter Membrane Technology in the Field of Water Treatment

ShenLei

(The Industrial Technology Limited Company of the Netherlands BeiJing Office, BeiJing)

Abstract: This paper introduced the typical equipment and their running process and their optimizing of low energy consumption ultrafilter membrane. It introduced the application of this technology in the field of groundwater and surface water treatment and the recycling of waste water in the world.

Key Words: Ultrafilter, Low Energy Consumption, Waste Water Treatment, Application