

Reverse Osmosis Technology in the Preparation of Purified Water

Boyue Zhang

Tianjin Xinkang Water Treatment Co., Ltd., Tianjin, 300401, China

Abstract

In the preparation of pure water, reverse osmosis technology with the help of reverse osmosis membrane has the selection of water permeability, with high intensity pressure as the driving force, filter out the salts and ions in the water, not only simple process, low operation cost, but also to improve the efficiency of desalination, to achieve the high standard and standard of low conductivity and low bacteria water quality requirements. Therefore, reverse osmosis technology has been widely recognized and promoted by the industry.

Keywords

reverse osmosis technology; pure water; preparation

反渗透技术在制备纯净水中的应用

张博悦

天津新康水处理有限公司, 中国·天津 300401

摘要

在制备纯净水中, 反渗透技术借助反渗透膜对水具有的选择透过性, 以高强度压力为推动力, 过滤掉水中的盐分及离子, 不仅工艺简单、运行费用低廉, 还能提高除盐效率, 达到低电导率和低菌量的高标准水质要求。因此, 反渗透技术得到了行业的普遍认可和推广。

关键词

反渗透技术; 纯净水; 制备

1 引言

反渗透技术在各行各业中都得到了广泛的应用, 对制水系统的稳定、持续供应起到了重要作用。反渗透技术对原水有极高的要求, 若处理不得当, 极易造成膜元件表面的污染, 进而造成膜元件的损坏, 因此还需要对日常的运行数据进行监控、记录运行数据以及对产水进行取样和检测, 从而使其达到企业用水质量的要求。

2 纯净水的生产过程

以反渗透(RO)技术为主要处理单元, 以自来水为供给源, 经处理后产出无菌纯净水, 工艺流程为: 自来水→原水箱→原水泵→机械过滤器→活性炭过滤器→软水器→5 μ 保安过滤器→RO高压泵→RO反渗透系统→纯水箱→纯水泵→臭氧发生器→钛棒过滤器→出水口。

2.1 预处理过程

为达到反渗透进水要求, 采用三种不同的处理工序, 以保证反渗透和高压泵系统的稳定运行。第一, 以精制石英砂1~8mm为滤料, 去除由于市政管道污染而带入的悬浮颗粒物和胶体杂质。第二, 以(中0.8~1.8mm)为滤料的活性炭过滤器, 除去水中的余氯、异味、色度等。第三, 以001x7型阳离子交换树脂为填料的软水器, 除去自来水的硬度。

2.2 纯化处理

反渗透作用在一级二段排列的反渗透膜组件中, 得到无菌纯净水和浓水。浓水被直接排出(为了提高水的利用率, 在大型纯净水设备中经常进行回收), 无菌纯净水进入纯水箱之后, 需要配有臭氧发生器, 再以射流混合的方式加入臭氧消毒, 保障纯净水的安全性。

2.3 罐装

在进行罐装的出水口前, 用1~2 μ 钛棒过滤器过滤掉在输送中可能混入的杂质。在密闭的厂房内, 采用自动灌装系统进行封装, 从而作为瓶装纯净水。

【作者简介】张博悦(1989-), 男, 中国天津人, 本科, 工程师, 从事环境工程研究。

3 原水预处理方法

3.1 加药抑菌

一般认为,反渗透膜在预处理时无需进行灭菌,因为它的孔径一般在1nm以下,且具有良好的过滤性能。但事实却恰恰相反,因为原水中含菌量很高,而活性炭处理后,残留在水中的富含碳水化合物和蛋白的胶状有机质,成为细菌生长的养分来源。当温度和酸碱度较低时,微生物数量较多,当它们被RO膜拦截后,将在RO膜上生成一层较难去除的菌膜。所以在原水中添加药物,可以抑制细菌和微生物的生长。

3.2 多介质过滤

第一,以无烟煤、细沙、细碎石英石等为多介质滤床。上层为最轻、最细小的物料,而最重、最粗大的物料则置于底层。水体中大的颗粒物会从上层除去,而小的颗粒物则会从下层被捕获。其主要清除目标为水体中的微粒悬浮颗粒及胶质。

第二,过滤速度和反冲速度。沙滤主要是利用过滤材料所构成的弯弯曲曲的管道来拦截和沉淀水中的悬浮物质和胶质。因此对水在过滤器内的沉淀时间有一定的要求,通常需要8~10米/小时的水流速度。简易的计算方法是用原水泵的流量与滤器截面积之比,这只能算是一个大致的数字,但无论怎样,滤速超过10m/h也不能获得良好的过滤效果。

由于过滤器所含悬浮物质的体积是有限制的,因此过滤器在使用一段时期后,必须定期对过滤器进行反冲,以恢复过滤器的体积。回流冲洗的基本原理就是利用与过滤器相反的速度,将沉淀在过滤器中的悬浮物质带走。流量通常在20~25米/小时之间。当水流速度小于20米/小时,反冲洗的效果就会变得很差。根据水流速度的不同,可调节反洗的时间。

3.3 活性炭过滤

第一,吸附。对原水中粒径在1~2nm的无机胶体、有机胶体以及溶解态有机大分子等,常规的砂滤法很难将其除去,一般都是用活性炭来吸附。

活性炭一般是以煤、果壳和木材为原料,经化学和物理两种方式进行活化而制得。活性炭孔隙丰富、比表面大,对重金属离子有很强的物理吸附作用。活性炭的结构中有大量平均孔径在2~5nm的微孔和间隙,该结构特征使得活性炭的表面吸附面积可以达到500~2000m²/g。由于大部分有机物质的分子量在2~5nm,所以活性炭对于有机物质的吸附效果是最好的。活性炭对重金属离子的吸附性能除受比表面积影响外,还受孔径大小的影响。其中,大孔隙为吸附剂的扩散提供了通道,使得吸附剂可以向过渡孔隙和微孔隙中扩散。结果表明,活性炭表面的大孔结构对其吸附速率有一定的影响。因为在水中,不仅存在着小分子,还存在着多种大分子,而大分子的吸附主要依赖于过渡孔,与此同时,过

渡孔也是小分子的吸附,而大分子的吸附则主要依赖于过渡孔,与此同时,过渡孔也成为了小分子有机物进入微孔的通道,一般来说,微孔具有最大的表面积,占据了比表面积的95%以上,因此,活性炭的吸附性能在很大程度上取决于微孔。

第二,脱氯。活性炭的脱氯机理是一种化学反应,或者说是一种化学吸收,也就是碳与氯气作用,产生盐酸和CO₂。部分活性炭在反应中会失去活性。

第三,活性炭对微生物的影响,因为活性炭可以吸收大量的有机质,从而给微生物提供了充足的养分,再加上在热水中,氯气和碳水化合物的反应非常迅速,所以在没有氯气的情况下,碳水化合物就成为了最大的细菌来源。但是,如果温度过低,则会对RO的操作产生影响。

4 二级反渗透在生产中遇到的问题

4.1 原水泵的选型

由于预处理系统的供水是由原水泵负责提供,因此对水泵进行选型非常重要。若水泵选择不当,往往会造成预处理段产水不足,不能满足反渗透对软化水要求。

根据实际使用情况,使用时间超过1年,预处理段产水的电导率、硬度等指标有所提高,后端反渗透的处理压力也有所提高。由于预处理滤料在长期的冲刷和反冲作用下,会由原来的颗粒状变成粉末状,从而影响滤料对杂质、悬浮物、难溶盐类的吸附与置换能力。因此,需要结合实际生产情况,在制水系统首次安装、调试完毕后,对预处理段的取样点进行水样检测。检测的内容可以是电导率、微生物、通量等,并做好记录和存档工作。在纯净水制备系统正常工作1~2年后,可再次对预处理段进行取样检测。若检测结果有明显增长,则应考虑更换滤料。

4.2 温度对反渗透膜产水的影响

反渗透膜的渗透率随温度的提高而提高,在一定的温度范围内,要求的运行压力就会降低。同时,随着温度的提高,溶解物的渗透系数增大,即盐度增大,从而提高了产出水中的导电系数^[1]。随着温度的提高,盐分的渗透率增大,脱盐速度减小。这主要是由于提高温度可以提高盐类穿过隔膜的速率,因而使通过隔膜的盐类数量增多。一般情况下,在使用反渗透膜前,会先检测出水温,水温一般为20~25℃,这样可以提高反渗透膜的工作效率。

5 反渗透技术在制备纯净水中的应用

5.1 反渗透原理

反渗透膜作为具有选择性透过的膜,只允许水分子透过,而不允许溶质分子透过。在同样的外加压强下,水与浓溶液会被半透膜分离,水会自发地穿过半透膜流向浓溶液,该过程称之为渗透。在渗透期间,不断地对浓溶液进行稀释,直至体积增大,从而产生一个足够的压力,此时渗透处于一种动态平衡状态。在这种情况下,任何一侧通过半透膜到另

一侧的水分子数量都是相等的,在这种情况下,压力便作为渗透压;在对浓溶液的一端施加另一个压力,且大于原先压力的情况下,浓溶液中的水分便会通过半透膜流入另一侧,浓溶液的浓度不断提高,该过程称之为反渗透^[2]。

5.2 工艺和操作

第一,工艺流程概述。通过对原水的水质分析,采用原水泵增压,经多层过滤,在保证SDI ≤ 4 之后,添加适量的阻垢剂,再将其放入过滤器,用导管搅拌机将其充分搅拌;经预处理后的原水,根据膜元件选型不同,使用的压力也有所不同。反渗透产水至脱气膜脱除CO₂再到EDI或混床,其产水进入氮封水箱,出水如果再有要求就上抛光混床或者直接供水,但需要具备绝对精度的过滤器。

第二,系统操作。其中包括对系统主控盘的检测;对阻垢剂的配比进行核对,保证配比的准确性;检查原水箱水位、有关泵、阀的开关情况,尤其是反渗透系统中浓水、产水阀是否开启;在确定出水水质达到标准后,过滤器的进出口压力差 $< 0.05\text{MPa}$ 后,将水供应到反渗透设备。在预处理时,应特别注意脱气,避免对高压泵造成不利影响。在预处理系统达到水质要求,正常运转后,开启反渗透进水阀门,用低压冲洗10~15min,要求低压大流量,目的是冲洗掉膜表面疏松的沉积物;启动高压泵,对锁闭式阻垢剂加注泵进行检测,并运行反渗透。在运行期间,如果其电导率超出标准,需要对每一种压力容器产水进行采样,以检测薄膜泄漏情况。除脱碳风机应适时启动外,还应根据中间水箱液位调节混合床和聚合料的进水量^[3]。

5.3 反渗透的应用和总结

第一,反渗透系统相关设备的选用。针对水质状况,选择反渗透膜组件、高压泵、进口检测仪器,确保反渗透膜的长期稳定。在操作控制上,配有电导率报警、生产水爆破膜、高压泵高低压保护等设备。

第二,预处理系统。反渗透膜的物理化学特性是影响水处理效果的关键因素。反渗透工艺中,随着水量的降低,如胶体、微生物、无机盐以及其他可溶物质的含量也随之升高,从而造成了悬浮物在膜表面的沉淀,阻塞入水通道,使阻力增加;当膜液达到饱和时,膜面上可溶物结垢,水分子无法透过,使膜液压力增大,压差增大。具体的投加量应根据具体的条件而定。若采用入口压力与出口压力相差小于 0.05MPa 的过滤器,应根据控制指标应及时更换滤芯,以保证过滤效果。

5.4 反渗透膜概况

反渗透薄膜组件由一或多个薄膜包及夹在所述两个薄膜包间的塑料绝缘网构成;薄膜包是由两个平面的薄膜与涤纶布构成。原水从所述隔板的一端进入隔板,并沿隔板轴向流动。在高压水泵的加压作用下,一部分水沿径向通过膜片,进入膜袋中间^[4]。经过涤纶布后,集中在聚氯乙烯中央管道,

即为生产用水;另外一部分的浓水由元件另一端流出,组件内部的塑胶网状结构为原水的流经提供通路,并帮助提高膜面流动状况,减弱浓度极化现象。

5.5 反渗透膜性能的主要影响因素

第一,进水水质不达标容易导致膜污染和结垢,因此对水质要求较高。在分离过程中,要注意控制残留氯气,以免对反渗透系统中的芳纶纤维膜产生不可逆损伤;此外,要达到防垢目的,还应适当加入阻垢剂,但不宜过量。

第二,进水温度影响产水量。适当地提高进口温度,有利于提高反渗透系统的出水量。而水的温度越高,微生物也就越多,碳酸钙和其他难溶性盐类就越容易沉积在膜的表面。此外,若温度超标,则可引起膜的降解^[5]。因此,反渗透设备在运行时,其入口温度保持在16~20℃为宜。

第三,运行压力。运行压力被用来克服管路中的压力下降,以及渗透液中的压力,这就为反渗透提供了净推动力。当压力升高时,膜的出水量增大,但压力过高时,膜片会受到挤压,从而降低了出水量。

第四,浓差极化。在反渗透系统运行时,由于水分子持续向膜孔内渗透,使得进水口侧膜孔内溶液的浓度持续升高。在反渗透处理过程中,膜与进水中的浓度有一定的差异,在较严重的条件下,会产生较大的浓度梯度。反渗透膜在实际操作中,由于其浓缩极化的不可克服,使得反渗透膜的渗透压力上升,使反渗透膜的出水量和脱盐速率下降。为降低浓差极化的影响,需严格按照生产工艺要求,并精确投加阻垢剂,避免膜面被污染。

第五,回收率。当压强达到一定程度时,由于膜的浓缩极化(特别是二段膜单元),导致系统有效压强下降,从而影响水盐回收效率。如果回收得太高,则会导致盐类及其他溶质在膜面上结垢、沉淀,从而对膜面造成损害;若回收率太低,又会造成水的浪费,不能保证系统的平稳运转。

6 结语

采用反渗透技术比采用完全离子交换工艺的预处理工艺有明显的节约能源和减少污染的优点,而且大大减轻了劳动强度。但在实际应用中,为了保证反渗透系统的稳定运行,需要对预处理效果及浓度极化进行充分的研究。

参考文献

- [1] 苏国平,王海波.R.O反渗透纯净水技术在自动化工作面的应用[J].煤,2014(8):54-56.
- [2] 孔祥国.反渗透法制纯净水的原理及工艺流程[J].科技情报开发与经济,2005,15(5):197-199.
- [3] 樊雄.采用反渗透淡水部分循环法制纯净水[J].水处理技术,2005,31(1):75-76.
- [4] 张磊,陈刚.反渗透法桶装饮用纯净水生产HACCP体系的应用研究[J].上海预防医学,2003,15(5):214-217.
- [5] HY/T 068—2002 饮用纯净水制备系统SRO系列反渗透设备[S].