

# 反渗透在化工水处理中的应用研究

秦 诚<sup>1</sup> 王 杰<sup>2</sup>

(1. 江苏德邦兴华化工科技有限公司 江苏连云港 222000; 2. 江苏省特种设备安全监督检验研究院连云港分院 江苏连云港 222000)

**摘 要:** 在我国的工业生产中, 反渗透技术得到了广泛的应用。目前, 部分化工企业已具备了一系列适合自己生产、运行和开发的反渗透工艺技术。在常规应用中, 对于这类反渗透装置前处理系统操作模式的改善是重中之重。本文对反渗透在化工水处理中的应用进行研究, 从工业废水的主要来源和危害出发, 对反渗透系统的运行进行分析, 希望该技术在化工工艺的创新发展中能够进一步地提升。

**关键词:** 反渗透; 水处理设备; 工业污水处理

## Research on the Application of Reverse Osmosis in Chemical Water Treatment

qín chéng<sup>1</sup> wáng jié<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Debon Xinghua Chemical Technology Co., LTD, Lianyungang, Jiangsu Province 222000; 2. Jiangsu Special Equipment Safety supervision and Inspection Institute Lianyungang branch, Lianyungang, Jiangsu Province 222000)

**Abstract:** In China's industrial production, reverse osmosis technology has been widely used. At present, some chemical enterprises have a series of reverse osmosis technology suitable for their own production, operation and development. In conventional applications, the improvement of the operation mode of this type of reverse osmosis pretreatment system is the most important thing. This paper studies the application of reverse osmosis in chemical water treatment, analyzes the operation of reverse osmosis system from the main sources and hazards of industrial wastewater, and hopes that this technology can be further improved in the innovation and development of chemical process.

**Key words:** reverse osmosis; Water treatment equipment; Industrial sewage treatment

随着我国化工企业的增多, 产生的化工污水也越来越多。为避免化工废水对生态环境的危害, 城镇污水处理厂必须持续扩建, 提升其处理效能, 才能有效地保护城镇生活水环境。反渗透是一种适用于化工、冶金、医药等多种复杂工业领域的水处理装置, 具有广阔的应用前景。这种反渗透装置对减少环境污染也有很大的作用。

### 一、工业废水的主要来源和危害

#### (一) 来源

造成化工废水的原因有多种, 化工废水中含有多种重金属。农业制药厂, 印染厂, 化工等行业都有大量的含汞废水。电镀, 杀虫剂, 涂料, 冶炼, 颜料等是重金属污染的主要来源。化工废水中的重金属形态及含量因化工企业性质而异。其主要来源为冶金, 塑料, 冶金, 煤气和化学工业。这污水有很强的毒性, 在水环境中易生成无机的氰化物。氰化物接触会引起急性中毒。造纸行业产生的污水, 大多来源于再生产和制浆工序。而制浆则是用专门的技术手段和装备, 从植物中提取纤维, 并将其转变成漂白用的一系列过程。复制纸是将纸浆经过稀释, 压缩, 干燥, 然后再进行印刷。制浆及制纸工艺均会产生大量的工业废水, 而制浆工艺对环境的污染最为严重。

污水的颜色为黑、棕、褐, 含较多的色素、纤维素等物质。化工行业的污水主要来自酸碱行业, 塑料行业, 染料行业, 石油化工, 橡胶行业等行业。

#### (二) 危害

大部分的物质被排入水里之后, 水中的有害物质含量超出了某一限度时, 将会造成很大的危害和后果。有些化工废水, 当它们与某种浓度的水混在一起时, 就会对人体产生严重的危害。比如, 向水中排放太多的有机物质, 会导致水体发生厌氧降解, 从而使盐分含量大幅度提高, 使水的渗透压发生变化, 从而对动物和人类的正常生长产生直接影响。工业废水中的有毒物质, 如酚类、氰类, 不仅会引起癌症, 而且还会影响到环境可持续发展。造纸厂的污水会在海床上形成“有毒污泥”。这种东西会阻塞鱼鳃, 造成鱼儿死亡。动植物油具有一定的腐败性, 会消耗水中的溶解氧。

### 二、反渗透系统的运行管理

反渗透工艺: 可脱除 99% 的溶解矿物质, 95%~97% 的溶解有机物, 98% 的生物及胶状物。使用半透膜, 只有某些物质 (如水) 能通过, 其他物质 (如溶解盐) 不能通过。每一种溶液都具有一定的渗透

力, 渗透力的大小取决于溶入水中的物质的种类和浓度。这个压力就是推动半渗透薄膜的动力。逆渗透是将浓溶液一端的压力作用于其上, 使其与天然渗透方向相反, 从而使浓溶液(即纯水)的天然渗透压超过天然渗透压。实际上, 用高压水泵对天然渗流产生反向作用力。用高压泵将水送入半渗透薄膜滤清器(压力容器)中, 并使其在大气压力下排出系统。被隔膜阻塞的可溶固体不断地被调整器从体系中清除出去。

#### (一) 反渗透系统运行应记录的运行参数

操作参数能反映出系统的工作状态。在反渗透系统运行时, 对有关运行参数进行记录, 并与水质分析结果相结合, 为反渗透系统运行状态的评价提供依据。容积率由: ①流量(全部产品液面及浓缩水流量)构成; ②压力(给水的各个进口和出口, 浓缩水, 成品水, 5微米安全阀滤芯); ③温度(给水); ④余氯(供水, 原水); ⑤(供水)氧化-还原势; ⑥pH(供水和产出); ⑦电导率(供水, 成品水); ⑧SDI及浑浊(5微米之前的安全滤过的给水, 厚度为水); ⑨每日一次, 对酸值、阻垢剂、杀菌剂、碱值及还原剂的用量进行统计。⑩偶然事件(SDI, pH值, 压力异常, 停机, 停机, 停机等)系统的回收效率和海水淡化效率。

#### (二) 维护记录

维修记录应该保持。另外, 还可以提供有关反渗透和机械特性的其他资料, 如: ①常规保养; 如果机器坏了, 就换掉。③逆向渗透, 压力容器和膜元件的更换。④清洁; ⑤5微米防伪滤网重新装上。⑥对仪器和仪器进行标定。

#### (三) 反渗透膜元件安装注意事项

(1)对隔膜组件中的盐水圈进行定位和取向的检验。(2)从进水端至浓水端依次设置隔膜。(3)将压力容器的入口端向无环端向平行方向推进, 将其他环连在一起, 按顺序推进。(4)将止压环的水面加厚。

#### (四) 反渗透装置运行中的注意事项

反渗透装置运行中的注意事项详见图 1。

异常现象	流量			压力			检查部位	对策
	进水量	脱盐率	产水量	进水管	膜表面	浓水管		
1	高	↓	↓	↑	↓	↓	季节变化; 膜的效率	压力调整
2	力	↓	↓	↓	↓	↓	膜; 阀门	压力调整, 加热
	力	↓	↓	↓	↓	↓	膜; 阀门; 保安过滤器	调整压力
3	水	大	↓	↓	↓	↓	RO 进水量; 压力控制阀	调整压力
	水	小	↓	↓	↓	↓	RO 进水量; 压力控制阀	调整流量
4	水	高	↓	↓	↓	↓	RO 进水量	控制压力
	水	低	↓	↓	↓	↓	RO 进水量	控制压力
5	水	低	↓	↓	↓	↓	RO 进水量; 回收率; PH值	控制压力
	水	低	↓	↓	↓	↓	PH值	调整回收率

图 1 反渗透异常状况及对策

#### (五) 反渗透运行注意事项及其他说明

反渗透系统由基础前处理—精确过滤组成。入水条件必须符合:

(1) 反渗透前处理系统运行良好, 不然膜流动会受到破坏。(2) 在该装置中设置警报电路, 对装置中的各元件起到保护作用。报警器的动作会破坏报警器电路的保护部件。(3) 前处理系统及低压管道的

最大运行压力应为 0.56 MPa, 且不应超出该压力范围。(4) 将原水的水温控制在低于 45 摄氏度的范围内。(5) 反渗透系统级的原水必须含有自由氯气, 氯对膜有不可逆转的破坏作用。(6) 在没有水的情况下或当系统被关闭时, 泵的进出阀门的操作会对泵造成损害。(7) 封闭地放电会对反渗透膜造成损害。(8) 在系统停止运转 7 天以上的情况下, 每日运转 30 分钟, 每小时进行 4 次低压洗涤, 若 7 天以上, 则用保护性溶液充电。

#### (六) 反渗透膜装置的停运保护

(1) 当膜系统处于停机状态时, 使用逆渗透法生成的水或高质量的水对膜装置进行清洁。所以, 一定要使高盐分的水在膜单元中运动。(2) 为了防止微生物在隔膜部件中的短时间(不到一星期)内的生长, 每 24 小时需进行一次低压清洁。(3) 低压清洁, 如系统长期关闭(超过一星期), 或无法确保短暂关闭, 则需 24 小时内更换化学药剂。

#### (七) 反渗透常见的污染物

反渗透膜易受浮游生物、非水溶性物质的污染。最普通的材料是碳酸钙沉淀, 硫酸钙沉淀, 金属氧化物沉淀, 硅沉淀, 有机物和生物沉淀。水体中污染物的种类及浓度与水体的水质密切相关。污染是一个缓慢地过程, 若不能及时处理, 将会对膜组件的性能造成一定程度的破坏。周期性地检测全系统的运行状况, 可以很好地确定膜组件是否被污染。污染物对膜组件的性能有不同的影响。常见的污染物有:

(1) 固体悬浮物; 在地表或污水中, 当粒径大于 1 微米(胶体可小于 1 微米)时, 在没有被搅动的情况下, 会被直接沉淀(胶体仍处于悬浮状态)。预处理后的浑浊程度 < 1 ntu, 15 minSDI < 5, 可明显降低下列各项指标。

(2) 胶状污染物质。胶态污染物是一类常见的环境污染物。此污染物主要为该体系的前逆掺和高度小于 1 的未扰动仍悬浮在溶液中颗粒和可以单体或组合的复合化合物等有机或无机硅酸铝、铁和硫等有机成分, 如单宁、木素和 humite。预处理后, 可使浑浊程度 < 1 毫托, 15 minSDI < 5。

(3) 有机物污染。有机污染物主要分布在反渗透工艺的前端, 并广泛分布于地表水及污水中。一般情况下, 这些物质会被吸附到膜表面。从植物腐殖质中提取的自然腐殖酸一般都是带电的, 其在反渗透膜单元入口唾液中的总有机碳(toc)含量未被明确限定。但是, 如果 toc 在水里是  $2 \times 10^{-6}$ , 就得注意了。(4) 微生物类污染。微生物污染广泛存在于地表水和污水中, 它的主要特点是首先在反渗透工艺的前端生成, 再向外扩散。一般情况下, 污染物包括细菌, 生物膜, 藻类, 真菌等, 这些都需要对其生物活性进行调控。

#### (八) 反渗透的化学清洗工艺

反渗透膜的化学清洁分为三个步骤:清洁、循环和浸渍。初期化学清洁,可有效清除薄膜表面的污垢;在化学清洁结束后,可将化学清洁剂清除干净,确保产品质量。循环:循环是反渗透装置中一种重要的清洁工艺和方法。一方面,它可以将化学流体与薄膜中的分子发生物理上的动态接触,从而发生渗透、摩擦和剪切等作用;而化学液则是通过自身的流体力学作用,与吸附在膜上的污垢发生化学反应,从而实现对膜的化学清洁。浸渍:浸渍是反渗透设备清洁的关键。该方法既可使化学溶液与被污染的相间发生化学反应,又可将被污染的油水分离出来,溶于油水溶液中,实现对油水溶液的化学清洁。

### 三、反渗透水处理设备在工业污水处理中的应用

#### (一) 材料选择与方案设计

第一,取样。水处理工艺中,电镀,水污染分析,取样科学,再集中运用该工艺的现状,在电镀槽中设置水电解电镀,并除去水中的污染物。第二,在采用化学分离技术对含特定化学成分的污染物进行处理时,还需采用专门的逆渗技术对水体中的杂质进行分离。第三,在制药业及其相关的生产工艺中,会排放很多的污水。针对此类污水,可采取污水浓缩工艺,首先将污水中的污染物进行富集,再将其中的杂质除去,这样就能保证污水的质量。第四,按照国家环保方针及可持续发展战略的要求,深度治理污水,保证了水资源的合理使用。对于一些含有较高污染物质的污水,可采用逆渗透工艺来除去其中的污染物质。经处理后的污水与污染物质经处理后,达到了二次利用的要求。此外,还可用作工业用水,对改善生态环境具有重要意义。

#### (二) 合理设计胶圈

为了解决这一问题,在进行橡胶密封件的优化设计时,需要综合考虑如下因素。首先,高含盐量、高浓度的污水极易腐蚀密封材料,因此,在选用时应慎重。合成材料可选。这种材料的抗腐蚀性能很好,既能延长封口寿命,又能提高装置的工作效率。其次,在装配轴瓦时,由有关人员在轴瓦上涂抹甘油,以降低轴瓦与其他零件的摩擦力,以保证装配过程中轴瓦不会产生胀大现象。

#### (三) 过滤系统的优化

当使用该体系时,必须保证反渗透薄膜的流速是正常的。在此基础上,通过对反渗透膜的流速衰减规律的分析,得出了反渗透膜的流速随分子质量的增加而降低的结论。在此项研究中,利用参比标准品对其残留分子量进行了测定,并将残留分子量维持在一个正常的水平上。采用反冲洗技术,可降低膜污染。实际上,相关人员可以将目前的运行方式调整为水的力学性质。采用后整理水处理方法,通过反向清洁,获得了较好的清洁效果。

超滤清器在正常工作 2 个小时后,应由相关人员对其进行返洗。为了降低膜层的污染,尽量保持在 80 秒以内。从当前的市场状况来看,污水处理主要采用超滤膜。结果表明,该方法对污水有较好的处理作用,可显著提高水质。例如,利用该中空纤维薄膜,能够实现自动化清洁。针对当前污水处理量较小的现状,采用中空纤维膜法可使污水处理量达到一定程度。在渗透层之间有一个阻隔层,可以降低污水中的胶体含量。在污水处理工艺中,以纤维薄膜为首选。

#### (四) 掌握操作方法

反渗透膜预处理工艺除了采用超滤膜以外,还有一种保护过滤作用,可使工业污水的浑浊程度大大降低,使水达到可饮用的标准。采用 RO 技术处理后的污水,不仅达到了水质耗氧指标的要求,而且达到了污水排放的标准。针对此问题,本文提出了一种新型的反渗透膜处理装置。经该工艺处理后的污水可以循环再用,达到了资源化的目的。另外,在污水处理阶段,反渗透水处理设备的合理使用,可以有效地改善污水的处理效果。但是,在生产过程中,由于操作不当,不但会影响到设备的正常运转,也会对最终的生产结果产生很大的影响。所以,要对反渗透膜进行定期保养,并在反渗透膜的使用前后做好后期的清洁工作,以降低 RO 膜对环境的污染。在此基础上,提出了一种新型的生物反应器。为保证反渗透水处理装置的运行稳定,相关工作人员应进行周期性地冲洗作业。

### 四、结语

总之,反渗透水处理装置是一套完整的工艺系统,更确切地说,逆渗透就是利用膜的渗透率和压力,把水中的污染物与水进行分离。其质量与膜孔的尺寸有关。而且,该效率还与加压强度有关,反渗透装置的应用范围广。

#### 参考文献:

- [1]宋莹.反渗透在化工水处理中的应用[J].清洗世界,2022,38(06):21-23.
- [2]李黎.化工环保中反渗透膜技术的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2019,No.284(02):155.D01:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.201902129.
- [3]王娟,杨永强,李井峰等.耐高温反渗透膜在化工废水处理中的应用[J].化工环保,2010,30(02):125-129.
- [4]周俊.煤化工水处理新技术、新工艺介绍[J].化工管理,2017,No.443(09):107.
- [5]吴金晓.煤化工中水水处理中超滤反渗透设计[J].化工设计通讯,2018,44(09):19+161.
- [6]赵军平.石油化工企业含油污水处理和回用水处理工艺设计浅析[J].化工管理,2018,No.485(14):199-200.