

*Duraflow*管式微滤系统工艺指南



- 废水处理的原则
- 膜过滤的原理
- 膜系统的清洗
- 寻找问题的原因
- 不同工业废水处理的参考

● 废水处理的原理

Duraflow 的微滤膜系统 (DMF) 主要是用在处理、去除工业废水中的金属和无机污染物。去除这些污染物的方法是通过物化原理，化学分解，最后用 DMF 系统过滤分离，其中物化反应的过程称为 DMF 系统的预处理。

预处理有沉淀处理和药剂处理两个步骤：

● 沉淀处理：

大部分的重金属都溶于酸性溶液。在典型的印制电路板、电镀以及相关的表面处理厂，酸性清洗废水中主要的污染物是重金属，当然还有一定量的 COD，通过调节废水中的 pH 值可使重金属形成氢氧化物沉淀。每种金属离子都有其最低溶解度的 pH 值，在这个 pH 条件下该金属离子会形成沉淀从溶液中分离出来。

表 (一) 中常见重金属离子的最低溶解度与 pH 值的对照。在废水中除了金属之外还含有其它不同种类及浓度的有机和无机物，因此在实践中可用表 (一) 中的参数来做为参考。

表 (一)

金属	化学符号	pH 值
铜	Cu	8.0
镍	Ni	10.5
锌	Zn	9.5
铬	Cr	7.5
镉	Cd	11.0
锡	Sn	9.0
铁	Fe	4.0
铝	Al	7.5
钙	Ca	9.5
镁	Mg	10.5

● 药剂处理：

在 pH 调节后，为了提高重金属化合物与溶液的分解速度，一般加入混凝剂做混凝处理，处理之后的混合废水进入 DMF 膜系统过滤。在加混凝剂之后不能添加聚凝剂 (PAM)。如果废水中含有络合、螯合等重金属，在 pH 调节之后 (添加 PAC 之前) 可添加重金属捕集剂，它是用来破络的一种多价硫的化合物 (例：DTC 便是其中的一种)。

- a. 在实践经验中添加铁盐（硫酸亚铁）有时候效果会比 PAC 更好，但相对来说泥量会较大，这时候就要把握好 DF 系统的排泥频率。
- b. 可把氯化钙、氢氧化钙和重金属捕集剂及硫酸亚铁一起使用，以去除废水中的一些有机物和磷酸盐等污染物。
- c. 在某些情况下钙不能满足去除有机物的效果时，采用活性炭（200 目）也是一个较好的选择。在许多应用实例中活性炭粉可以直接加入到浓缩池里。为了能够保证碳粉的充分混合与搅拌，碳粉加在第一个 pH 调节池里更为合适。另外可以采用碳粉加料器，这样比人工加料更安全、精确，因为它可根据时间段按重量自动补加。
由于各厂家的清洗废水的水质不同（尽管有相似之处），所以各种药剂的添加量需要根据前期实验的结果来测定。

● 膜过滤原理

膜过滤是在压力驱动下，废水以一定的速度通过膜孔高速错流的同时产出清水，同时，在此过程中使悬浮固体物质与液体分开。

DMF 微滤膜就是这样一种在一定的压力和速度下促使固液分离的工具（设备）。一旦废水中的污染物形成了颗粒、絮体状态，它们便可以经过 DMF 得到固液分离。

固液分离：

DMF 的膜孔在 0.1—0.2 微米，任何小于此孔径的颗粒或絮体在过滤中都会随着水流穿孔而过，而大于此孔径的颗粒或絮体在过滤过程中就会被截流。正确的使用

DMF 膜系统需要了解：

第一：要获得相关准备用 DMF 系统去除污染物的信息。

第二：这些污染物能否以悬浮物或是絮体的形式从废水中分解出来。

第三：哪一类的污染物会引起膜的污堵。

这样才能创造固液分离的条件，从而使得 DMF 系统达到有效的分离功能。

污染物过滤：

DMF 系统的最佳应用是过滤含重金属悬浮物的废水，对于常见重金属的过滤主要靠的是前面所提到的预处理化学反应。某些化学镀的金属，如六价铬、含氰废水中的重金属等需要经过两次预处理才能有效的采用 DMF 过滤。

这些特殊废水在前面提到的预处理之前，还需要经过化学处理，比如六价铬需要先还原到三价铬，含氰废水先要破氰等等。因此在选择废水回用的水源的时候需要预先考虑到这一点。

DMF 过滤对 COD, TDS 以及电导率的去除效果不太显著。通常含有高 COD 的废水需要经过很好的预处理 (例:生化处理) 才能达到有效的去除。溶解在废水中 COD 的形式很多, 如果 COD 在预处理的工序中能以絮体形式从废水中分解出来, 那么通过 DMF 系统的去除率比较有效。因此, 在了解废水是否能有效地采用 DMF 技术的过程之前, 做烧杯试验是一项重要环节, 它可以给我们提供一个鉴定废水能否用 DMF 系统的结论。

电导率和 TDS 可测量溶解在废水中的含盐量。电导率与 pH 有关, 在酸性或是碱性的废水中电导率都可能比较高。溶于废水中的盐一般需要经过反渗透 (RO) 才能有效的脱盐。DMF 系统不是用来去除废水中的 TDS。

在废水回用的情况下, 采用 DMF 是作为 RO 的前处理较为理想的选择, 其主要目的是为了去除废水中的重污染物、悬浮颗粒等, 类似的污物容易造成 RO 膜的堵塞, 而经 DMF 的过滤后的水质可满足 RO 的进水指标, 然后再经过 RO 系统进一步对 DMF 的产水进行纯化, 从而达到可以废水再利用。

从另一个角度来看, RO 的浓水可以部分回到 DMF 系统浓缩池, 通过 DMF 再来加以浓缩。也就是说 RO 浓水经过 DMF 系统的固液分离之后可以再回用 (即再次进入 RO 系统, 从浓水中再次提取纯水)。

氨氮的去除通常都是以生化来处理的。先经过生化处理后可通过 DMF 系统作最终过滤。所以只靠 DMF 系统来去除氨氮的概念是错误的。

● 膜系统的清洗

DMF 膜系统的正常清洗周期为 5-7 天。废水分的越细化 DMF 系统的清洗频率就越低。对于改造的项目, 由于前期废水分流工作往往不到位, 因此常见清洗周期如上所提到的, 而对于新建项目来说, DMF 系统的清洗周期可以是两个星期, 有的可延长到两个月, 这也是由于较细化分流的结果。

系统运行参照:

- 系统每运行 12 小时, 建议用 DF 收集水冲洗一次。冲洗时间也可自行掌控。类似的冲洗可有效地减少停机药剂清洗的频率。
- 当膜系统的产水量降低到正常产水量的 70%, 建议进行化学清洗。也可根据实际经验来确定膜系统的清洗频率。(例如:每支膜管的设计出水量是每 1.1 吨/小时, 当通量下降到 0.7 吨可进行化学清洗)。
- 化学清洗的药剂可根据 DMF 系统最有效的药剂的合适浓度而定。以采用稀硫酸 (2% - 5%浓度) 作清洗药剂的居多。建议采用 2%稀硫酸溶液作清洗, 观察清洗之后的效果 (也就是说观察清洗之后通量的恢复以及重新

启动之后通量下降的情况)。如有需要可以采用 5%浓度的硫酸。清洗时间 10—15 分钟。

- 如上述情况中清洗的效果不理想，可采用 3%的次氯酸钠进行清洗。注意在换用次氯酸钠溶液清洗时，先要中和膜系统中残留的酸性液体之后才能进行清洗。
- 在有机污染物较为严重的情况下，以上的清洗方法都不能达到理想的效果，可以采用 5%次氯酸钠溶液作浸泡式清洗，建议浸泡的时间为 12 个小时。
- 清洗（或是浸泡清洗）之后的水冲洗非常重要，其目的是中和膜管中残留的化学溶液。在重新启动膜系统之后，由于出水中的游离氯不一定合格，如果直接回用有可能会造成反渗透系统的损害，所以在次氯酸钠后的清洗后，即使进行了水冲洗的程序，但在 DMF 开启后，其前十分钟的出水可直接排放。在检测、确认余氯值达到要求后，便可将 DMF 产水回用。我司可提供余氯检测试纸。

● 寻找问题的原因

正规的 DMF 系统工艺应该是：

废水收集池 --- pH 调节池 1--- pH 调节池 2 --- 浓缩池 --- DMF 系统 --- DF 出水收集

在 DMF 系统运行过程中会遇到如下常见的情况是正常的，这里给与一些相对的提示。

• 泡沫：

在没有经过仔细的分流的项目中（一般改造的项目居多），废水的来源不稳定。如果在废水中混有车间排放的表面活性剂、皂化剂、清洁剂、清洗工作槽浴的冲洗水等，会在水中产生许多泡沫，有时候这些泡沫在添加活性炭之后也不一定完全消除。

改进的方式：首先要避免突如其来的排放，可以与车间领导沟通，改为定量排放（分别收集之后按平均时间以一定的量排入废水收集池）。操作方面要特别注意 pH 调节池的反应情况，可以用取样分析来鉴定 pH 调节池的水质达标情况，保证后道工序的正常运行。可用精密滤纸过滤 pH 调节池的水，以比对 DF 出水水质，确定经过 pH 调节池后的水是否处理的充分，以便达到进膜系统的要求。Duraflow 公司可提供特种过滤纸。

· 进水污染：

如果废水中含有大量的有机物，类似于 PAM、蜡等的污染物会造成堵膜现象。这种污染物就不适合进入 DMF 系统。

如果由于事故的原因这些污染物混入了废水收集池，那么膜的通量会很快下降。即便是马上洗膜，通量也无法恢复。唯一的办法只有用次氯酸钠作浸泡。如果浸泡 12 小时之后还是无法恢复通量，可尝试进一步的清洗方法：经过两次氯酸钠浸泡，可恢复通量。第一次浸泡 12 小时，然后再配制新的药洗液，再泡 12 小时，通量即可恢复。由于此步骤的清洗方法工作量较大，花时间又不经济，所以应有效的监控会对膜造成严重污染的污染物的进入。

因此在运营 DMF 系统的时候，观察收集池废水的变化是操作员工的首要任务。

· 通量下降：

一般在运行中通量的下降是一个逐渐的趋势，因为污染物随着运行的时间会逐渐地在膜表面滞留，以至于不能在压力和速度的驱动下被冲走。这时就需要停机进行化学清洗。根据运行的经验，可选用上面所提到的清洗方式作清洗。

如果浓缩池中的淤泥浓度逐渐增加，那么在系统运行中也会出现膜通量的下降。可以用在浓缩池采样的方式，观察和控制浓缩池中淤泥的浓度，做到及时排泥。（例如：每两个小时从浓缩池里取样一次，沉淀 15 分钟含泥量到 50% 时，可排泥 30%，这 30% 为沉淀池总量的 30%）。

· 产水端出污水：

DF 膜的材质能耐酸、耐碱、耐腐蚀、及耐氧化。正常运行的情况下废水中的污染物不会透过膜的支撑层排出污水。有两种情况可能会导致膜管产出污水：

1. 膜管封端存在的制作问题，在运行过程中由于压力和温度的变化而导致污水的泄漏。这种情况极为罕见，DF 公司在中绿个别的项目中出现过此类现象，但 DF 现在已加大了对出货的监控力度，以确保此类现象不会再出现。
2. 膜管储藏和运行期间的条件一般是华氏 110 度，摄氏 43 度。如果膜管在露天直晒，由于 PVC 本身散热慢，会造成温度的积累，在温度达到 45 度时，膜管就有出现变形的可能。外壳与端封材料并非同种材料，在一定温度下不同材料的膨胀系数不同，最终会产生管壳与端封的分离，从而导致污水进入到膜管的产水端。如果发生类似的情况，可立即与 Duraflow 公司人员联系，我们会提供及时膜更换服务。

· 进水压力

DMF 系统的进水压力是根据输送泵的压力与通量的最佳曲线指示来定。如果希望降低进水压力，那么进水的速度会降低，通量也相对减少。但从某些应用案

例来看，降低进水压力参数后，比如进水压力参数为 22 个 psi 左右，每支膜还可达到 1-1.1 吨/小时的通量，所以泵的选择可根据具体的项目来定。

· 出水压力

改变出水压力（返回浓缩池的水的压力）时需要作利弊的考虑。如果为了增高过滤液（DF 产水的速度）而增加备压，在短时间内会得到出水速度的增加。但在运行一段时间后不一定能保持通量。这是因为在被压的控制下，废水中的污染物会相对较快的积压在膜表面而影响通量，其结果很可能缩短膜管清洗周期。

· 活性炭罐

有条件的情况下，建议在 DF 出水后加一道活性炭罐保护。在安菲诺番禺的项目上（每日水量为 300 吨上下），一次使用的活性炭量大概为 600 公斤，活性炭罐的更换周期为 8-14 个月。但其可对 RO 做到良好的保护效果，可明显延长 RO 的使用寿命。

● 不同工业废水处理的参考

目前国内，DF 技术也在新领域的回用方面进行了推广，下面是几个典型案例供大家参考：

铝型材行业废水

含铝废水与含铜废水不一样。铝业废水的颗粒细、重量较轻，在废水中的含泥量很高，因此，在预处理方面不仅要掌控好 pH 值，还要控制好铝泥含量，从而保证系统运行的通量。最佳处理方式是让铝泥经过沉淀池预处理一下，取含有相当浓度的上清液作为 DF 系统的过滤。

电池业废水

这里讲的主要是镀镍废水。镀镍废水最好是先做分流预处理，然后进入 DF 过滤系统。这样的方式会得到很好的去除镍离子的效果。

豆腐业废水

这是制作豆腐过程中所产生的冲洗水。这废水是需要先经过生化的处理，然后用 DF 系统过滤。虽然系统运行的通量只是重金属废水运行通量的一半，但是系统过滤却能保持这样的通量持续运行。出水的效果能达到回用的要求。

反渗透浓水

用 DF 技术做反渗透浓水的浓缩。浓水可以经过预处理,将水中的盐分沉降出,然后用 DF 系统过滤。这是从浓水中再提取纯水的一种做法,但最终浓水的高盐分还是需要靠蒸发等技术来回收。