

电泳超滤系统清洗方法工艺实践

曹 旗 (广汽菲亚特克莱斯勒汽车有限公司, 湖南 长沙 410100)

摘要: 介绍了超滤系统在电泳系统过程中的清洗作用、意义以及运行机理, 并对膜管的日常管理清洗注意事项, 常用操作方法进行说明。重点结合现场特定工艺条件下膜管堵塞原因, 研究讨论膜管清洗效果和膜管寿命的影响因子, 采用 DOE 方法找到针对现场特定工艺条件下膜管清洗方法配方中当乙二醇丁醚含量 6%, 甲酸含量 10%, 循环时间 2.5h 时, 流量提升效果最佳。

关键词: 超滤; 膜通量; 清洗理论; 因子; 实验设计

1 引言

超滤作为汽车车身电泳过程的一道重要工序, 是一种动态压力过程, 通过泵组压力, 将电泳漆从槽体抽入超滤模组系统, 电泳流体在压力作用下进入螺旋形隔膜滤芯, 滤芯由薄的、半渗透性的聚偏二氟乙烯聚合物隔膜构成, 悬浮固体、胶体和一定分子量范围内的物质被滤膜分离, 因此可以阻止电泳漆里高分子量物质, 如颜料和结合剂, 通过回流泵使其返回至电泳槽, 而水和溶剂将穿过膜形成透过液, 分离过程我们称之为“超滤”。超滤用于车身喷淋清洗环节, 目的是除去附着在电泳涂膜表面的浮漆, 确保电泳涂装涂膜的表面“柔软”而“平滑”, 提高涂膜外观, 减少清洗水量和废水处理量, 回收的油漆进入电泳槽体循环利用, 使电泳涂装系统成为一个闭环体系, 减少污染物质的排放, 节省电泳涂料, 从而有效降低成本。穿过聚合物隔膜的物质被称为“滤液”或“渗透液”, 穿过隔膜的数量被称为“流量”。正常投入的超滤系统启动一个小时左右, 超滤膜的通量会下降到一个固定值, 这一固定值就被看作是系统的基本通量, 当系统的能量只达到该值的 70% 时, 就需要对系统进行清洗。目前笔者所在车间由于超滤膜通量不足致使现场车身门缝、尾盖铰链等处出现严重电泳流痕, 需要采取及时正确方法清洗膜管消除车身清洗不佳带来的品质不良, 同时避免对整体电泳循环系统产生污染影响, 破坏整体平衡。

2 超滤系统日常维护

2.1 超滤系统功能

超滤系统是电泳涂装工艺中主要设备之一, 它的性能好坏, 使用好坏, 直接会影响到电泳涂装质量以及生产成本, 其主要作用有以下几点:

2.1.1 电泳涂料的回收

在使用超滤系统时, 因为可以用超滤透过的清洗液充分洗涤除去粘附在被涂物上的电泳涂料, 进行回收, 回收效率可达 98% 以上。

2.1.2 电泳槽的控制

电泳槽内槽液的电导率以及杂质离子含量可以通过超滤液的排放而得到有效控制, 保证电泳涂膜质量。

2.2 超滤系统清洗介绍

目前超滤膜的清洗方法主要有物理清洗和化学清洗

两大类。物理清洗法的最多最普遍的就是水力冲洗法, 现场一般通过一定压力下逆向反冲洗, 去除膜表面和膜孔中的污染物。超滤液需求量一般按单位时间冲洗面积和设计生产能力进行计算, 此时采用物理方法不能使通量恢复恒定, 必须用化学清洗剂进行清洗。单支膜管理理想流量应在 600l/h 以上, 通过连续 2 个月的物理清洗维护, 发现膜通量恢复效果不佳, 且一般运行 1 周后单支流量又降低至 200l/h。

3 超滤系统现场分析及实验设计

3.1 膜管污堵成分分析

当漆液中的固体粒子粘结成块时, 就会污堵膜元件, 优质的电泳漆因带存电荷的粒子相互排斥而分散均匀, 从而抑制粒子粘结成块。而下列原因, 则会导致电泳系统电荷减弱, 易产生漆液粘结。

在对膜进行化学清洗时, 必须事先弄清楚污染物的组成及污染性质, 这样才能采取有效的清洗方法。对送检超滤系统滤袋的截留污染物情况进行光学显微镜下的观察、扫描电子显微镜观察微观形貌以及能谱分析仪进行污染物组成分析。

截留污染物的成分为: 主要成分碳 C、氧 O, 主要来源于电泳树脂残渣; 次要成分铝 Al、硅 Si、钛 Ti、硫 S、氯 Cl、铁 Fe、锌 Zn、钠 Na。其中, 铝、钛残留物中含量很高, 在左右次要成分中占比 90% 以上, 现场污堵现象由上述第七种原因造成, 这些成分来自于前处理线中, 通过分析, 主要由于车身机盖和顶棚材质发生变化, A 车型机盖从镀锌板材改为铝板, A/B 车型顶棚从镀锌板材改为冷轧板所致, 导致铝离子和钛离子进入电泳系统中, 需要针对车身板材变化后, 残留在超滤膜上的新金属杂质成分的清洗方法进行针对性调整。

3.2 超滤膜清洗方法研究

表 1 不同化学药剂浓度清洗下膜通量恢复情况

药剂	浓度				
	2%	4%	6%	8%	10%
乙二醇丁醚	2%	4%	6%	8%	10%
甲酸	5%	7.5%	10%	12.5%	15%
柠檬酸	3%	3%	3%	3%	3%
清洗后流量 (l/h)	270	220	310	330	280

根据超滤膜供应商提供的膜管维护手册中针对不同残留物的清洗方案建议, 我们选择在通过浸泡方式, 使

用乙二醇丁醚、甲酸、柠檬酸来清洗金属杂质,见表1。

通过以上不同浓度清洗实验发现,按照清洗药剂配方,清洗效果不是随浓度提升而得到增加,一般情况下,化学清洗药剂浓度达到的临界胶束浓度时,溶液表面张力最低,清洗效果最好,通过对报废膜管进行拆解,发现每层过滤膜之间的粘胶有析出脱落,而如果超过临界胶束浓度,清洗后超滤膜膜层直接黏连物在高浓度药剂清洗下又会发生严重破损。针对此课题我们使用实验设计进行问题分析与解决,通过现场情况把握,建立超滤流量和过滤膜破损的影响因素关系图,确定了其中红色的化学药剂因子、绿色的时间因子为现场超滤膜清洗效果和膜层破损程度的重要影响因素。为获得高质量的产品,进行必要的实验是不可缺少的。而进行实验是需要付出代价的,往往代价较高,需要花费较多的人力、物力和时间。所以,如何合理设计实验,以便能以最小的代价获得尽可能多、而且可靠的数据,从而达到改进质量的目的,是很重要的,本次实验共发现4因子,因子数量可控,为提高实验准确性可使用全因子实验。

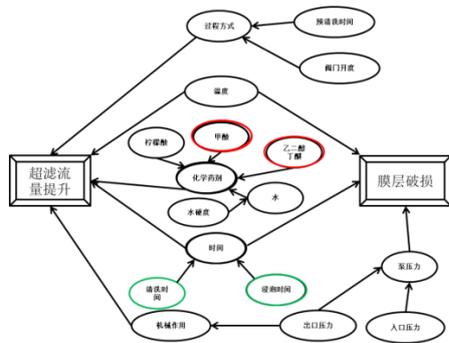


图1 清洗效果和膜层破损程度的影响因素关系图

3.3 超滤实验结果分析

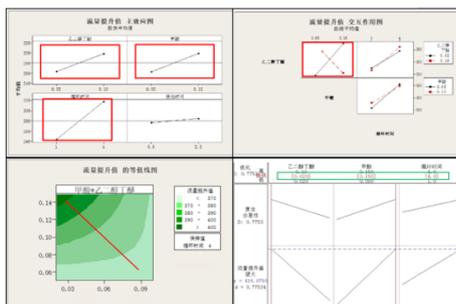


图2 DOE实验数据及分析结果输出

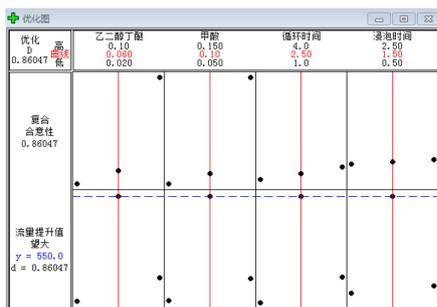


图3 DOE实验最佳结果输出

为研究这些因子对清洗效果的影响关系,进行4因子2水平的28轮全因子实验设计。首先我们对测量器

具流量读取量具进行验证,通过多次定量测试,我们得到数据量具总变异只有12%,可区分识别数为11,因此测量系统可靠。之后确定影响参数与响应,影响参数:①甲酸;②乙二醇丁;③循环时间;④浸泡时间,响应:每小时流量。

我们对各因子进行了全因子实验(实验中为确保参数随机性,各参数随机选择无主观性)及数据收集,通过对试验数据分析,乙二醇丁醚P值为0.01,甲酸试验P值为0.013,循环时间P值为0.024,此3因子数值均<0.5为显著因子。浸泡时间P值为0.28,>0.05为非显著因子。乙二醇丁醚与甲酸的P值为0.012<0.05为显著交互效应;本次实验共发现3个主效应,1个交互效应,通过各因素的等值线图,我们发现当乙二醇丁醚在最低水平,甲酸、循环时间与在最高水平时,期望的流量提升值最大。

我们通过响应优化器得出各参数之间的最佳设定乙二醇丁醚含量6%,甲酸含量10%,循环时间2.5h,此组数据的流量提升数值的最大望大值为550l/h。对于实验所得最佳参数配比进行验证,其拟合值为7.53在置信区间内。通过后续多次清洗实验来验证参数配比,发现流量输出结果很好,而且设备状态良好,清洗完所有膜管后,流痕得到明显改善,平均可使膜管提高430l/h流量。

4 结语

通过前面调查研究发现,由于车身板材的变化,需要加强前处理的槽体定期清洗,料液定期更新,并对各槽体水样离子含量做定期化验分析,找出异常变化,及时对超滤膜和组件定期检查 and 运行维护,采取针对现场特定情况的杂质去除清洗配方,严格执行模组日常清洗,根据现场工艺条件变化做出最恰当及时调整,同时在设备发生停线时,需要立即根据停线时间长短采取针对性的物理或者化学清洗方法,才能确保电泳工艺生产稳定。

参考文献:

- [1] 王绪建. 阴极电泳涂装设备的改进及工艺维护 [J]. 电镀与涂饰, 2003,22(01):51-54.
- [2] 张旭. 浅谈超滤系统在涂装电泳领域的应用 [J]. 现代涂料与涂装, 2012(12):3.
- [3] 吴永福, 刘荣德, 李军. 超滤系统在阴极电泳涂装中的应用 [J]. 涂料工业, 2014(10):64-68.
- [4] 杨开炳, 黄志丹, 罗裕光. 阴极电泳超滤系统堵塞分析及超滤膜清洗 [J]. 自然科学, 2018(02):253-253.
- [5] 王磊. 阴极电泳线中超滤膜工艺技术研究 [D]. 西安: 西安石油大学, 2012.
- [6] 杨爽. 超滤系统污堵原因及清洗措施分析 [J]. 装备维修技术, 2003(3):1.

作者简介:

曹旗 (1986-), 男, 湖南长沙人, 硕士研究生, 中级工程师, 研究方向: 涂装工艺技术现场改善创新研究。