

# 应用报告

应用报告编号: KRÜSS AR286  
行业: Cleaning  
作者: Maria Mihhailova, Dr. Daniel Frese  
日期: 10/2018

方法: 

关键词: 清洗槽, 污染, 表面自由能, 座滴法

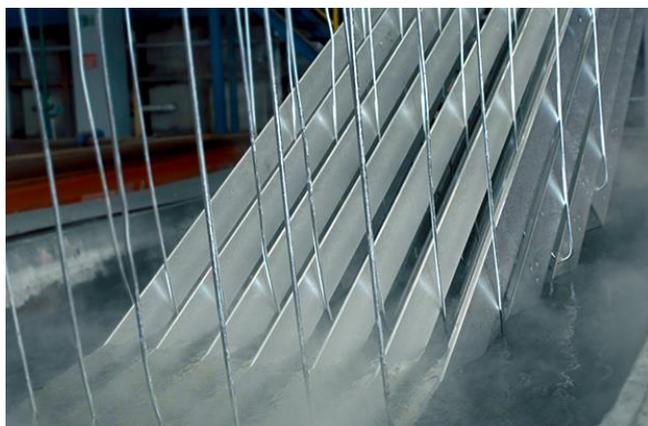


Mobile Surface Analyzer – MSA

## 判断表面的清洁程度: 快速而随时随地

### 优化清洁浴槽的使用时间

时间就是金钱，工业清洁也是这样。表面需要清洁，直到达到必要的清洁度，而不是更长时间。但是，如何可靠地测量表面的清洁度呢？我们在超声波浴中清洁不同长度的钢板，并确定各自的表面自由能（SFE），肉眼看不见的东西就是这样可见的：120 秒后，达到最佳程度的清洁，更长的清洗时间不再对钢板样品的 SFE 有任何影响。优化后，只需一键测量即可检查清洁效果，结果为"OK"或"not OK"。



### 背景

#### 使污染程度可以被测量

对表面进行清洁是多种工艺的基本要求，如涂层、喷涂和粘接。如果污染物残留在表面上，则会导致涂层缺陷、视觉涂料缺陷和粘附不良。

有多种方法可用于测量表面的清洁度，例如，这些方法可能基于荧光分析法甚至使用 X 射线。这些方法的缺点包括限制对某些类型的污染的验证、传感器距离对结果的影响，而且仪器昂贵，测量成本高。

接触角测量法是一种即使在最小污染方面也能实现高灵敏度方法。根据 Young 方程，液滴在固体表面的形状取决于液体的表面张力和样品表面的表面能（图 1 A）。不溶性污染（油脂、油等）会形成低表面能的表面，从而产生

更大的接触角 (图 1 B)。有界面活性的污染物 (表面活性剂等) 会溶解在液滴中, 导致表面张力下降, 从而接触角也会随时间降低 (图 1 C)。

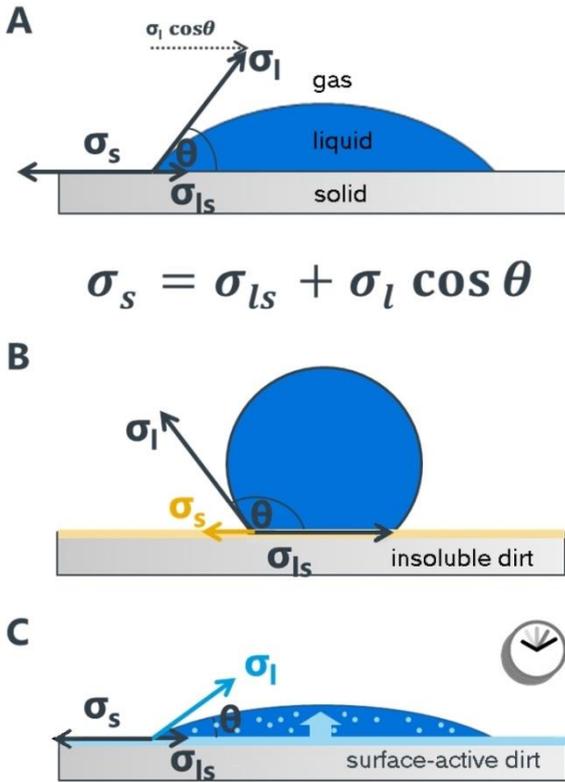


图 1: 不溶性污染物和表面活性污染物对接触角的影响

该方法的优点是为您提供有关杂质 (可溶性/不溶性) 类型和位置的相关信息, 并且易于应用。它是非破坏式的, 可以使用移动式测量设备在任何地方执行。

### 测试

钢板 (见图 2) 在超声波浴 (由 Elma, ElmaS10H 制造, 频率 50/60 kHz, 填充 3% 的 Mucasol® 溶液) 中清洗不同时间。清洁后, 使用便携式表面能分析仪 MSA [1]、[2]、[3], 根据 OWRK 计算方法确定钢板的 SFE。根据处理时间, 检查了 4 个钢板, 5 滴 2μL 的测试液体。清洁和测量均在 30°C 环境下进行。液体参数列在表 1 中。

表 1: 测试所使用的液体及其表面张力——根据 OWRK 考虑分散 (d) 和极性部分 (p)。

Test liquid	$\sigma^d$ [mN/m]	$\sigma^p$ [mN/m]
Water	21.8	51.0
Diiodmethane	50.8	0.0

### 结果

图 2 显示了超声波浴中延长清洁持续时间后钢板样品的示例。在视觉上, 只有在长时间的清洁后才能看到效果。



图 2: 从左向右清洁后钢板的照片, 清洁时间逐步延长在所检查的样品中, 样品的水接触角度从原来的 90° 下降到 13°。这是因为脏污并不溶于水。

图 3 显示了所检查的钢板样品的表面能结果。在这里, 即使仅仅经过 10 秒的清洁, 表面能也显著增加, 尤其是极性部分。清洁时间达到 120 秒后, 达到最大表面能, 并且额外增加清洁持续时间不会带来额外的效果。基于此, 120 秒的时间可以定义为最佳清洁持续时间。

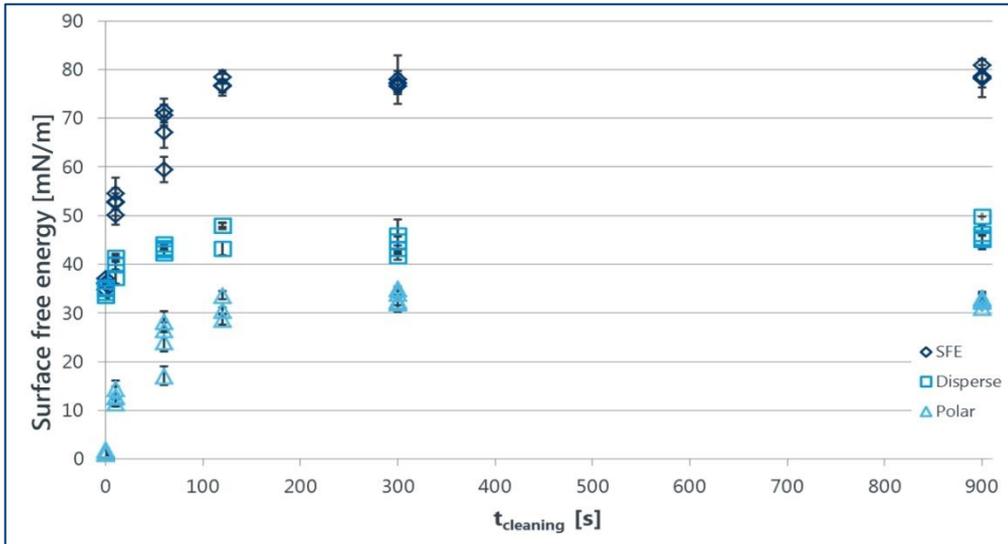


图 3: 根据 OWRK 计算的 SFE 及其极性色散部分的清洁在 0、10、60、120、300 和 600 秒的清洁持续时间下, 每个清洗持续时间为 4 个钢板样品。误差条对应于每个测试液和样品 5 次测量的标准偏差。

根据这些结果, 就可以为质量控制中的常规一键式测量定义一个简单的过程, 该测量可用作 OK 标准, 例如表面张力的极性部分  $\pm 30$  mN/m

Proc.	Wait until	Delay	Action	Mode	Interval
<input checked="" type="checkbox"/> 1			Dose left 2 $\mu$ l	Next when comple...	
<input checked="" type="checkbox"/> 2		2 s	Measure left	Next when comple...	
<input checked="" type="checkbox"/> 3			Dose right 2 $\mu$ l	Next when comple...	
<input checked="" type="checkbox"/> 4		2 s	Measure right	Next when comple...	
<input checked="" type="checkbox"/> 5			Validate SFE Polar   > 30 mN/m	Next when comple...	

Click here to add a new procedure.

图 4: 移动表面分析仪的 ADVANCE 软件的自动化程序 – SFE 的极性部分的固定有效性限制为 30 mN/m

如果较低, 则用户将获得“不正常”的结果, 并可以采取适当的措施。

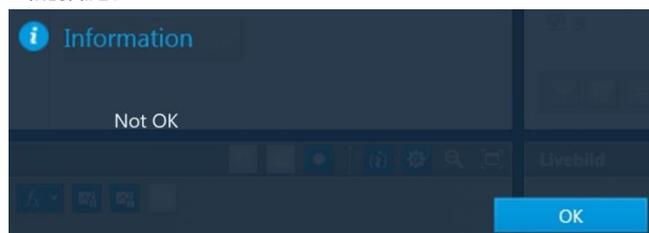


图 5: 未达到清洁效果时来自 ADVANCE 软件的信息

## 总结

在钢板样品的示例中, 我们展示了然后采用迅速简单并且便携的接触角测量如何来优化清洁浴的处理时间。肉眼看不见的污染可以根据表面自由能量的测量参数在样品上进行验证, 并可确定为水不溶性污染 (例如油)。在设置好优化过的清洁时长条件后, 我们只需轻点一下 MSA, 即可轻松判定清洁是否成功。

## 文献引用

- [1] D. H. Kaelble, Dispersion-Polar Surface Tension Properties of Organic Solids. In: J. Adhesion 2 (1970), P. 66-81.
- [2] D. Owens; R. Wendt, Estimation of the Surface Free Energy of Polymers. In: J. Appl. Polym. Sci. 13 (1969), P. 1741-1747.
- [3] W. Rabel, Einige Aspekte der Benetzungstheorie und ihre Anwendung auf die Untersuchung und Veränderung der Oberflächeneigenschaften von Polymeren. In: Farbe und Lack 77, 10 (1971), P. 997-1005.

You will find many more interesting application reports on our website at

<https://www.kruss-scientific.com/services/education-theory/literature/application-reports/>