

利用 CAT（离心粘结力测试）技术测定聚四氟乙烯涂层与基材的粘结强度

By 李功 LUM 仪器 [LUM 仪器](#) 4月24日



自从 1938 年被偶然发现以来，聚四氟乙烯（以下简称 **PTFE**）因其独特的材料特性而得到广泛应用。它具有很高的化学抗性，可以在很大的温度范围内使用，不易燃，具有良好的滑动性能即低摩擦系数，等等。除了航空航天、计算机等行业外，**PTFE** 还广泛的用于密封，绝缘体，服装，工业过滤(阻止特殊物质)，以及最常见的应用——不粘炊具。很多厨房用具都涂有 **PTFE**，以提高其耐化学性、降低表面张力以获得“不粘”的能力。因此，提高 **PTFE** 涂层和基材之间的粘结强度，以生产高品质的耐用锅具，对于生产厂家来说，至关重要。

由于其低表面能和疏水特性，**PTFE** 很难被粘合。为了实现粘合，需要对其表面进行预处理。

本文给出三个例子，一个是研究一种 **PTFE** 涂层纺织品，用于发电厂的除尘空气过滤器；另外两个是研究用于不粘锅的 **PTFE** 涂层和金属基材的粘结强度。采用 **CAT**（Centrifugal Adhesion Testing 离心粘结力测试）技术测定断裂强度，利用离心力产生测试载荷。

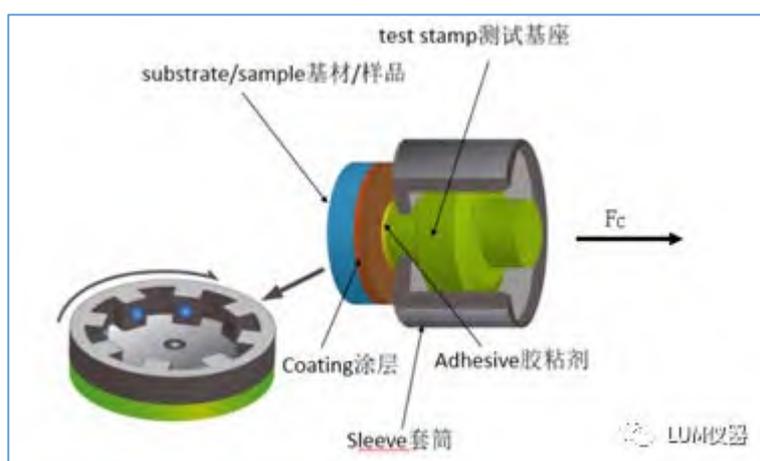


Figure 1

准备样品

样品的准备步骤在前文也有介绍，这里不再赘述，需要注意的是：

1. 粘接测试基座与样品之前，基座和样品的粘附表面必须进行预处理，保证粘结表面清洁。
2. 要选择粘结强度大于涂层与基材之间粘结强度的粘结剂。通过多次预测试，本次选用了一种氰基丙烯酸粘结剂和助粘剂结合的方式，先将助粘剂涂在 PTFE 涂层表面，再用粘结剂粘合涂层与测试基座。
3. 按照所选粘结剂的要求进行固化，本次采用室温固化 20 小时。

测试

1. 固化后，将样品组件插入检测模块，最多可将八个模块简单地插在转子上。
2. 将采用组件的规格输入到软件 SEPView 中，不同测试基座的尺寸和质量略有不同，本次使用的是带有铝质适配接头的铜质测试基座，质量约为 17g，重心至转轴距离约为 70 毫米。
3. 然后对离心加速过程（载荷增加形式及上限）及测试持续时间进行编程。
4. 开始测试。
5. 转速会不断增大，直至所有样品断裂（或者根据设定的停止条件），然后转速不断下降至停止状态，测试结束。
6. 依照 DIN EN ISO 10365-1995 粘合剂-主要失效模式的标识，对失效模式进行分析

实验分析

1. 基于两种不同织物基材的 PTFE 涂层

实验用的样品用于过滤装置，样品由一种织物基材组成，一边是玻璃纤维，另一边是针刺毡。两种纺织品都已经由制造商涂上聚四氟乙烯涂层。由于织物基材质地柔软，在织物背面粘附不锈钢板，以避免样品发生形变。两个样品的失效模式如图 2 所示，左边是玻璃纤维织物，右边是针刺毡。可以看到，对于这两种样品，PTFE 涂层已在整个粘结区域被剥离。



Figure 2

图 3 显示了两种不同样品的测定强度。每一列代表八个样本的平均值，误差条显示标准差。

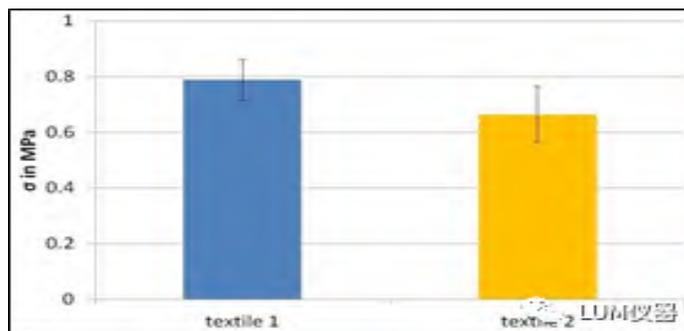


Figure 3

通过对比发现 PTFE 与剥离纤维织物的粘附强度高于针刺毡, 对于这种现象的一种可能的解释是: 玻璃纤维的表面纹理(具有较高的粗糙度), 导致了较高的粘附强度。

2. 铝合金 PTFE 涂层——可行性测试

本研究测试了用于煎锅的金属和 不粘涂层间的粘结强度。除了达成基本测试目标, 将涂层和基材分离外, 还考虑了不同的结合面积的影响。表 1 下表展示了制备的样品的面积以及使用的胶黏剂的量:

	组1	组2
测试基座粘结面直径 in mm	7	10
结合面积 in mm ²	38.48	78.54
胶粘剂用量 in μ l	3	7 LUM仪器

Table1

如图 4 所示, 组 1 样品(直径 7mm)平均强度约为 5.8MPa, 两个离群值造成了较高的标准差 (± 1.7 MPa), 但是两个异常样品的失效模式和其他样品相比并没有明显差异。组 2 样本的均值相同, 没有异常值, 相应的标准差(± 0.4 MPa)要低很多。

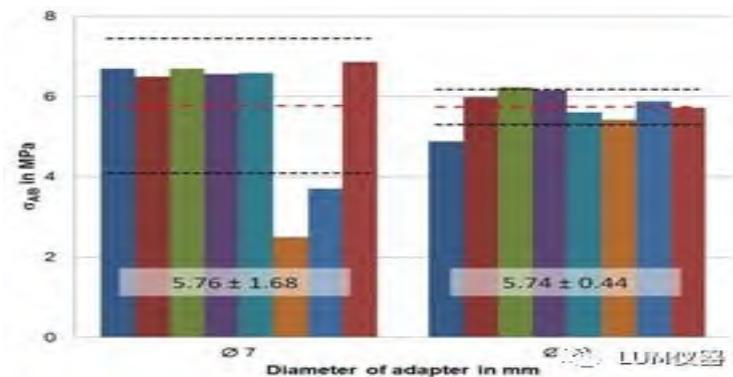


Figure 4

图 5 所示的失效模式是从所有测试样品中选取的一个代表, 可以看出涂层本身发生了大片的断裂, 并没有露出基材。即涂层与基材之间的粘结强度大于涂层自身的结构强度。



Figure 5

3. 铝合金 PTFE 涂层——比较三种不同的涂层系统

研究了三种不同的家用平底锅铝基复合涂层的粘结性能：(1)双层涂层；(2)四层石英微粒子涂层；(3)四层石英微纳米涂层。这些实验的主要目的是测试新的涂层技术，以提高粘结强度。样品制备包括以下几个步骤:割平底锅、将每种类型的平底部分切割成 $20 \times 20 \times 7\text{mm}$ (图 6)、清洗表面、选择粘合剂、粘接和固化。



Figure

图 7 给出了断裂时的载荷对比柱状图，首先，采用不同的胶粘剂对 PTFE 涂层预试，发现只使用有助粘剂和工业氰基丙烯酸酯粘合剂结合的方式才能达到良好的粘合效果。

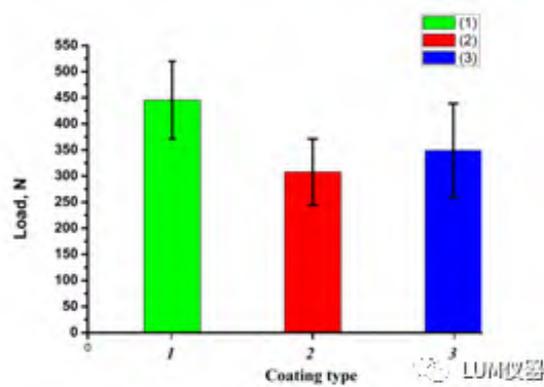


Figure7

图 8 所示为三种样品失效模式的图片：

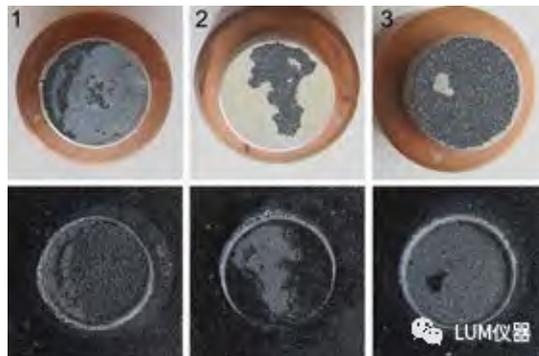


Figure 8

从图 8 还可以明显看出，实际的断裂面积与测试基座的面积不同。通过图像分析得到了真实的分层区域，并用于计算涂层的粘附强度（单位 MPa）。平均断裂载荷、粘结强度、载荷与强度的标准差见表 2。

涂层类型	1	2	3
断裂载荷 N	445 ± 74	308 ± 64	349 ± 90
粘结强度 MPa	24 ± 13	5.8 ± 3.3	6.4 ± 0.7

Table 2

图 7 和表 2 显示了双层 PTFE 涂层具有最高断裂载荷。无论只添加石英微粒还是微粒和纳米微粒的混合物，四层涂层似乎都不那么稳定。

结论

CAT 技术已成功应用于不同基材(纺织品、铝盘)聚四氟乙烯涂层的粘结强度测定，在测试 PTFE 涂层粘结强度时，选择合适的粘结剂是测试的关键。



北京西正元投资管理有限公司

电话: 010-84762885 13910661523 13910562800

网址: www.bj-xzy.com

公司地址: 北京朝阳区望京园 602 号楼 2607 室