

# 新型非接触式在线涂层测厚技术与传统膜厚仪对比研究

翁开尔公司

精准把控喷涂工艺的每个环节，对于稳定工艺质量十分重要。例如建筑型材生产厂家需要持续有效控制铝型材表面涂层厚度手段，避免造成产品色差，遮盖力不够，漆膜柔韧性差导致冲击实验不通过，桔皮或严重肌状皱纹等质量缺陷。

喷涂厂家需要借助可靠的测厚方法检测产品表面涂层厚度，同时对工艺流程进行统计及溯源，才能有效及时发现生产过程哪个环节出现问题（如喷枪堵塞、没有调整好喷粉设备参数），并在出现生产缺陷前找出形成的原因及解决方法，降低因膜厚不良导致的返工，提升生产速度和品质，这正是保证铝型材表面粉末喷涂质量的关键。

**多种测量技术对比表**

测量技术	光学显微镜	磁感应/涡流法	超声波	光热法
无损测量	×	✓	✓	✓
测量多个涂层厚度	✓	×	✓	×
非金属底材	✓	×	✓	✓
非接触式	×	×	×	✓
测量弯曲表面、凹孔	✓	✓	×	✓
直观易用	×	✓	×	✓
流水线在线实时测试	×	×	×	✓
不需要严格控制测试距离和测试角度	×	×	×	✓
校准通用性	N/A	×	×	✓
数据文档存储，随时调用	×	×	×	✓

## 一、接触式涡电流原理膜厚仪

采用接触式电磁感应或涡流法膜厚仪操作简易，价格便宜，但也存在不少局限性。例如需等待膜层干燥后再测试，无法在喷涂/涂布后马上得知干膜厚度；无法测试曲面、弯角、小零件等复杂形状；不能在生产线上在线测试；受底材的种类限制，很多材料不适用。

## 二、破坏式测厚仪

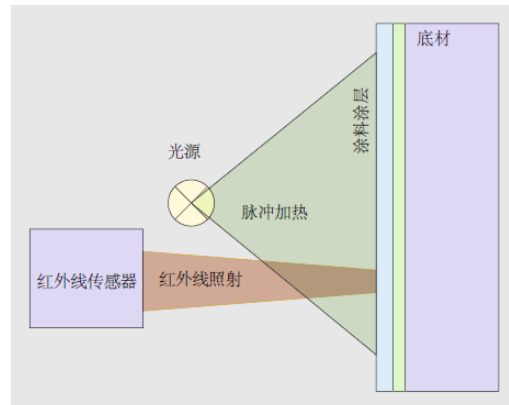
测量非金属底材涂层厚度——采用 DIN EN ISO 2808 标准提及到的楔形切割法；DIN 50950 标准提及到的横切法。但此类方法需要破坏漆膜，损伤工件。测量数值受人为操作影响较大。

## 三、非接触无损涂层厚度测试方法

### 1) 瑞士 coatmaster 实时在线非接触无损光热法

coatmaster 非接触式测厚系统利用涂层与底材之间的热性能差异来实现非接触无损测量涂层厚度，首先用计算机控制闪光灯对未固化的漆膜进行短暂脉冲加热。高速红外传感器记录下涂层表面随时间变化的温度，表面温度根据涂层厚度和热性能以特征动态进行衰减。利用专门开发的算法评估表面的动态温度分布情况，最后可以定量确定涂层厚度。

测量原理图解见下图，安全、简单、快速且精确测量多层涂料厚度，实现在喷涂工艺中进行非接触式无损测量。对人体无害。



### 2) $\beta$ 辐射的反向散射

基于  $\beta$  辐射反向散射法 (DIN EN ISO 3543)，使用同位素源产生的高能电子照射待测涂层。由于多次散射过程 (后向散射)，一些入射的电子在入射侧离开该涂层。反向散射率，即放置在后半空间中的辐射检测器的脉冲率，可用作涂层厚度的度量参数。但辐射对人体有害，必须做好防护。

### 3) X 射线荧光法

在 X 射线荧光法 (标准 DIN EN ISO 3497) 中，通过 X 射线照射来激发涂层以发射荧光辐射。在该方法中，光子的数量用作涂层厚度的度量参数。它主要用于测试电子，半导体和珠宝行业的金属涂层。

### 4) 光干涉

其余使用光学干涉原理 (椭圆光度法和反射计)。用白光或红外光横向 (椭圆光度法) 或垂直 (反射光度法) 照射待测涂层。根据折射率，部分入射辐射再次被反射。从表面和边界表面反射的光由于不同的传播时间而导致干涉图案，这可用作评估涂层厚度。光学干涉方法只能用于光学透明涂层，主要用于研究纳米范围内的薄层。

比较上述几种非接触式无损测量方法，只有 Coatmaster 非接触式测厚系统采用对人体无危害性的原理，应作为非接触膜厚测试的优先选择测量方案。

此外，coatmaster 测厚系统能够安全、简单、快速且精确测量涂层厚度，实现在喷涂工艺中进行非接触式无损测量，帮助企业高效保证产品质量，减少材料消耗，节省生产成本：

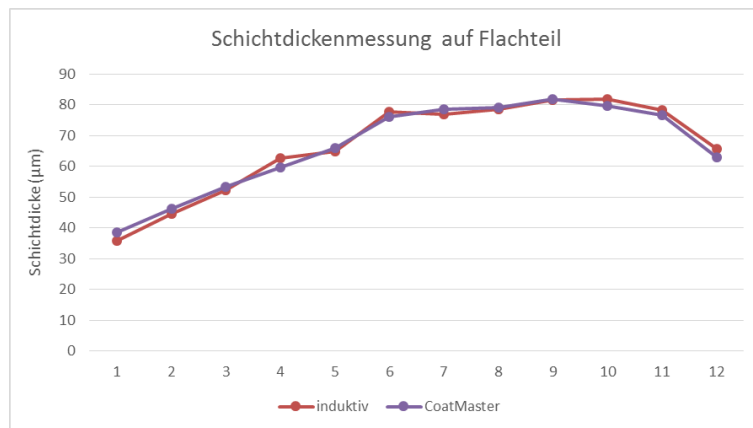


1. 不限涂层种类，液体油漆、粉末涂料、粘胶剂、润滑油、胶水等都适用；
2. 适应各种不规则和外形复杂工件；
3. 实时在产线上监测膜厚，膜厚如果超过合格值即时给出报错信号，数据 100%存档；
4. 在固化前测出干膜厚度，及时调整喷枪距离、出粉量等参数，提高膜厚均匀性及色调一致性。及时发现喷枪堵塞等设备失效问题并和调整工艺参数。
5. 不限测试底材，木材、橡胶、塑料、玻璃、混凝土等底材均可高精度测出涂层膜厚；

### 膜厚数据对比测试一：传统磁感应接触方法 VS Coatmaster 非接触式测厚系统

第一组用 Coatmaster 非接触式测厚系统测试；第二组用传统磁性膜厚仪方法测量未固化的天花板粉末涂层厚度，测试读数由电脑记录。

由下图的测试数据可知，他们具有很好的一致性。



红点为传统磁性膜厚仪测试干膜，蓝点为 Coatmaster 测量系统测试未固化粉末

### 膜厚数据对比测试二：Coatmaster 非接触式膜厚分析仪 VS 干膜膜厚仪

用两种膜厚测试方法在铝型材上同一位置分别测试未固化和已固化的膜厚

#### 膜厚测试对比



结论：在铝型材上相同位置测试数据接近，且 Coatmaster 重复性和精度要更好；

现场图片



测试过程及数据呈现：

使用两种测量仪器都第一点的大致相同位置进行测厚



Coatmaster: 89.8μm



干膜膜厚仪: 88μm

使用两种测量仪器都第二点的大致相同位置进行测厚



Coatmaster: 60.7μm



干膜膜厚仪: 60μm

使用两种测量仪器都第三点的大致相同位置进行测厚



Coatmaster: 82.9μm



干膜测厚仪: 82μm

### 无损测厚设备对于生产厂家的重要性

综述，精度更高和重复性更好的无损测厚设备能够协助生产厂家找出工艺问题（如喷枪堵塞），分析异常的膜厚数据快速判断是原料还是喷涂设备出现问题，从而提高喷涂工艺稳定性，有效减少产品质量缺陷，最终协助厂家进行来料检验、对比产品品质差异等工序。

更多技术资料和案例  
请扫二维码

