

# 红外厚度测试仪安装调试指南



广 州 市 同 飞 科 技 有 限 公 司

- 广州白云大道南 443 号 810 室, 邮编: 510405
- 电话:(020)8636 7431 传真:(020) 8639 8225
- www.tongfei.net Email: [tonitek@21cn.com](mailto:tonitek@21cn.com) 联系人: 张涛 13902406986

:

## 目录

1.	涂层厚度测试的分类和方法-----	3
2.	红外测试的原理-----	5
3.	安装的要点-----	6
4.	标定和调试-----	8

# 1. 涂层厚度测试的分类和方法

## 1.1 涂层种类

通常有 3 种涂层：

1. 水性涂层：溶液的浓度在 10%-60%之间
2. 油性涂层：溶剂为有机物溶液，和水性涂层应用相似，但要注意有一定的危险品成分
3. 挤出和热熔胶涂层：涂在基材上是熔溶物，涂布头的种类有加热压模，加热槽和浸槽。

## 1.2 测试方式：

近红外涂层测试仪应用方式有多种，通常能归类为湿测试和干测试。

**湿测试：**测试位于涂布头附近，对于水涂层，测试的是涂层的含水量，对于油涂层，测试的是涂层的溶剂的含量。对于湿测试来说，涂层并非直接测试而是通过已知的浓度推算出来。

湿测试要考虑的几个问题：

1. 测试位置应该尽量靠近涂布头，以减少挥发的影响，特别是油性涂层，因为挥发比较快，所以测试变成对机器的涂布速度敏感，当车速较慢时，挥发会更多，造成测试的误差。
2. 因为测试对象实际上溶剂，所以精度受浓度的影响，尽量保持溶液的浓度。
3. 油性溶剂包含有爆炸危险的成分，测试头要有适当的保护措施。

**干测试：**测试位于水或其他溶剂已经被烘干的地方，是直接最后的涂层测试。这种测试只有涂层含有红外线吸收物才可以进行，这种涂层几乎都是含有有机物的 C-H 键。

## 1.3 干测试和湿测试的优缺点

**湿测试-优点：**

1. 控制速度较快，因为测试位置靠近涂布头，
2. 通常精度较高，因为溶液的水和溶剂含量通常较高，较少的涂层变化都能测试。

**湿测试-缺点：**

1. 需要保持溶液的浓度来保证测试的精度，批量之间少许的差异不会影响测试，但要求测试仪对每种不同的浓度做不同的标定；
2. 油性溶剂需要考虑测试头适合危险的环境，这样一来，测试头体积和成本都有所增加。

**干测试-优点：**

1. 实际的涂层量直接测试；
2. 少受危险品的影响。

**干测试-缺点：**

1. 涂层必须为红外线吸收物质；
2. 测试头安装在离涂布头较远的位置，对控制系统造成延迟。

## 1.4 各种应用说明

**挤出和热熔胶：**类似干测试，只不过没有测试的延迟。典型的应用包括衬纸或照相纸的聚乙烯涂层，衬纸或食品袋的蜡涂层。涂层测试可以控制挤出机的温度，压力和车速，加上扫描支架，可以控制个别的 die bolt 避免碰撞和不均匀。

**剩余水分：**剩余水分在许多涂布过程是严格要求的，NIR 的测试精度可以达到千分之几。NIR 可以穿透大多数的涂层，因而测试的水分也包括了底材的水分，幸好大多数的应用并不要求分辨涂层和底材的水分。

**金属底材的薄涂层：**NIR 可以测试金属表面特别薄的涂层。其中两个例子是铝箔的力迦涂层，铝片的润滑油。然而，NIR 在这方面的测试是困难的，因为这些涂层的吸收很弱，需要特别设计的薄涂层测试头，应用中红外的波长，大约为 3400nm,这样一来，吸收比 NIR 增大了 10-100

倍，在薄膜或涂层很薄并不规则的情况下，例如铝箔的哑光力迦涂层，仍然可以用 NIR 反射原理的测试，问题的解决需要用到 Brewster 角度（大约 58°）的偏振光。

透明底材：例如塑料薄膜之类的透明底材对于 NIR 的测试是比较特别的，首先因为薄膜是透明的，反射非常弱，需要在另一面安装反射装置；其次，如果涂层和薄膜具有相似的化学成分，例如聚乙烯薄膜的丙烯酸涂层，NIR 测试仪不能分辨涂层和底材，这样一来需要采用差分测试模式，即应用两个测试头，一个在涂布之前测试薄膜，另一个在涂布头之后，测试薄膜和涂层，涂层可以相减得出。不同厚度的薄的透明膜会对 NIR 测试造成光学的干涉，解决问题的方法是薄膜接受器，再装上反射装置。

共挤出薄膜：典型的应用包括尼龙/聚乙烯/PET/EVOH

水分：正确安装并良好标定的测试仪通常可以达到 $\pm 0.1\%$ 的精度。

克重：NIR 可以测试一些薄膜或透明底材，例如塑料薄膜和轻质纸的克重，NIR 技术受限制于 NIR 光线必须穿透被测试物，厚纸和不透明薄膜的克重因此不能测试。

## 1.5 底材

任何底材的水性涂层都很容易测试，铝箔和纸的油性涂层测试也没有问题。透明塑料或其他有机底材的油性涂层测试较为复杂，规则的一致性好的底材对于测试做成的偏差可以用调零的方法消除，不规则的底材的测试可以用双测试头做成差分测试方式来解决，当然也可以仅用单测试头，但会引起偏差。

## 1.6 扫描系统

对于多数的涂布宽度来说，测试的光斑是很小的，最好能够安装手动或自动的扫描系统，这样不但可以监测更大幅面的涂层，而且可以观察到横向的涂层变化从而调节涂布头的平衡。

## 1.7 典型的应用

### 纸底材

胶粘涂层：水性或油性，湿测或干测，精度为 $\pm 0.15\text{gm}/0.09\text{lb/rm}$

胶粘涂层：热熔胶，干测，精度为 $\pm 0.2\text{gm}/0.12\text{lb/rm}$

粘土/乳胶涂层：湿测，精度为 $\pm 0.2\text{gm}/0.12\text{lb/rm}$ ，需要保持溶液的浓度

力架涂层：湿测或干测，精度为 $\pm 0.15\text{gm}/0.09\text{lb/rm}$

微胶囊涂层：湿测，精度为 $\pm 0.2\text{gm}/0.12\text{lb/rm}$ ，需要保持溶液的浓度

挤压塑料涂层：干测，精度为 $\pm 0.1\text{gm}/0.06\text{lb/rm}$

塑料乳剂涂层：湿测或干测，精度为 $\pm 0.2\text{gm}/0.12\text{lb/rm}$

蜡涂层：干测，精度为 $\pm 0.2\text{gm}/0.12\text{lb/rm}$

### 薄膜底材

水性胶粘涂层：湿测或干测，干测可能受不同的薄膜影响，精度为 $\pm 0.2\text{gm}/0.12\text{lb/rm}$

水性乳液涂层：湿测，精度为 $\pm 0.15\text{gm}/0.09\text{lb/rm}$

### 金属底材

胶粘涂层：同纸底材，

瓷漆：由于瓷漆通常很少，需要定制特别的长波测试头

塑料涂层：干测，精度为 $\pm 0.1\text{gm}/0.06\text{lb/rm}$

蜡涂层：干测，精度为 $\pm 0.15\text{gm}/0.09\text{lb/rm}$

## 2. 红外测试原理

## 2.1 红外吸收光谱

大多数物质都由于成分的不同而有不同的近红外（NIR）吸收峰，这样一来就可以选择合适的波长测试不同的物质。例如，所有的有机物均吸收 2300-2350nm 和 1670-1750nm 而水分吸收 1940nm，如下表：

化学结构	典型物质	吸收波长 nm
O-H（水分）	水分	1450, 1940
O-H（乙醇）	酒精，丁醇，碳水化合物	2100
C-H（脂肪族）	涂层，塑料，溶剂	1720, 2300
C-H（芳香族）	涂层，塑料，溶剂	2150

NIR 只可以测试有特别吸收峰的物质，瓷粉和增白剂不吸收红外线，没有特别的吸收峰，所以不适用 NIR 技术。

水分子的 O-H 键在几个特定的波长吸收近红外线辐射。测试仪内旋转的滤光盘上三个滤光片产生这些吸收波长和不吸收波长，交替地从产品表面反射到内部光学组件，由光信号转换成的电子脉冲经过一个比率算法计算出正比例的水分含量，这个含量再经偏置和跨度的校正变成直接的水分含量。特别设计的滤光反射信号算法，消除了光学部件老化和不同的物料反射特性引起的偏差。

## 2.2 仪器组件

测试仪一体化地置于铝铸箱体内，内置有：

- 1 光源：石英卤素灯降压使用，产生近红外光源。
- 2 滤光盘：几个近红外和可见光滤光片装置在转盘上，周边有定时用的缺口。
- 3 滤光盘马达：精密的直流无刷马达。
- 4 探测器：半导体制冷的 PbS（硫化铅）探测器进行光电转换。
- 5 电路：1）电源：90-260V 输入的开关电源，提供仪器所需的直流电压。2）电路板：在一块电路板上包含了前置放大，探测器控制，中央处理系统，模拟和串行通信等电路。3）显示，两行 20 字符 VFD 显示，带有设置，标定，和测试等操作键。

## 2.3 光路

图 1 所示为反射测试头的光路。

### 无漂移的红外测试原理

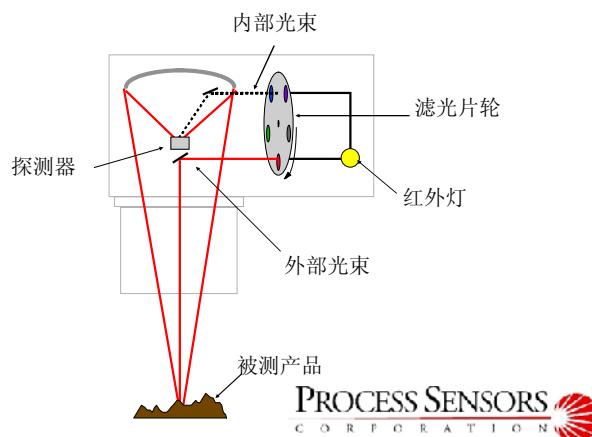


图 1.

来自红外光源的光束交替地通过旋转的滤光片轮上的干涉滤光片，然后投射到样品上。样品反射回来的光束再返回到测试头，由凹面镜聚焦到光电转换探测器（光路如红色实线所示）。PSC 在这个红色光路之外，增加了一路内部光束（如黑色虚线所示），内部光束并不照射到被测物体，而只是在探头内部，这样的设计可以大大消除因为被测物料颜色，电子零件老化而引起的漂移，测试具有长期的稳定性。

### 3. 安装

#### 3. 1 安装要点

对于大多数的涂层的测试最重要的是一定要避免来自产品表面的镜反射，探头的光束与产品表面的角度大约在  $80^{\circ}$ – $85^{\circ}$ 。如图所示



因为透明薄膜的反射很弱，通常薄膜下面还需要用一块塑料扣板作反射，以增加反射的信号。

反射板应该与薄膜大致平行。

测试头的安装角度无论如何强调都不为过，所以安装的支架必须做成角度可调节的，例如下图所示：

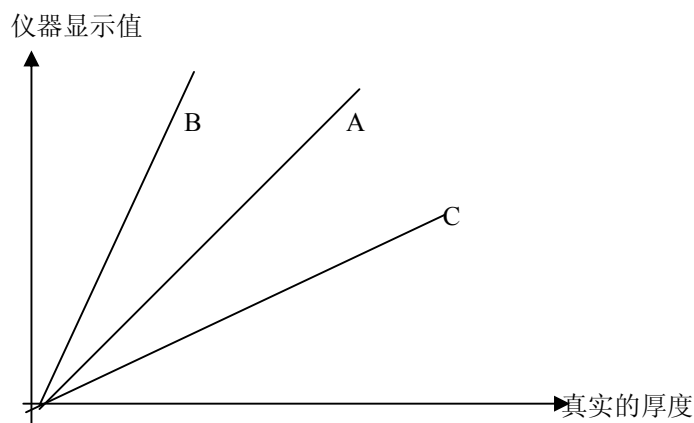




通过连接探头的 1 寸管承架板的螺丝调节，可以调节到合适的角度。  
所谓合适的角度是当有涂胶的薄膜经过探头下的时候，在仪器的诊断菜单中，旧版本的仪器**增益小于 200（表示信号强），增益越小越好**，新版本的仪器，增益表示为 X 而且 F1-F3 的外部电压信号（指从测试物反射回来的信号），均在 1-7.5V 之间，并且读数稳定在小数后一位波动。极端的例子是如果安装角度不好（例如光束垂直薄膜），或者没有反射板，那么增益可能为最大的 255，而 F1-F3 的外部电压信号可能只有零点几伏，表现在测试读数是波动非常大和对厚度变化不敏感两种极端情况。

## 4.0 标定和调试

所有 NIR 测试仪均需要标定。测试范围内的样品经 NIR 测试仪和实验室测试，对比和线性回归分析可以得到仪器新的标定参数，从而仪器的显示即为真实值。标定结果可以保持稳定一年。影响测试准确的是跨度和零点。

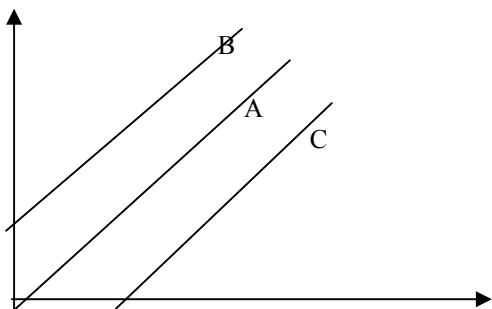


跨度是显示数值对于实际数值的乘法的变化。

从上图可以看出跨度 A 能够正确显示厚度的真实变化，而跨度 B 的设置使得仪器的显示过灵敏，例如真实的厚度变化 1 时，可能显示变化 2；而跨度 C 的变化不够灵敏。

**通常一个正确的安装，经验的跨度设置在 20-50 之间（对于 BOPP 水胶的涂层）。**

零点的影响则非常直观，如下图所示



零点是显示数值对于实际数值的增减绝对值变化。

上图只有 A 的零点设置是正确的，而 B 的设置使显示值高于实际值而 C 则低于实际值。

校准的数据要求大于 8 对（按照统计学的要求，这样的采样才具有可信性）。而且数据多时可以去伪存真，把一些明显不符合的数据剔除。

实践中，很多厂家并不要求每次测试的绝对准确，而是用测厚仪作为稳定控制的手段。如下图为某厂家要求涂布操作工按照测厚仪操作的参数表。

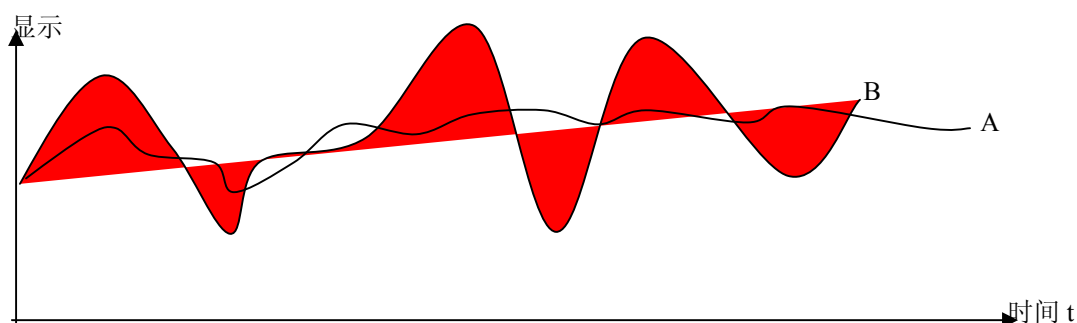


### 2号机测厚仪显示数参考表

胶皮厚度	原膜厚度	涂胶厚度	测厚仪显示数	
53	28	25	22.7	$\pm 0.3$
52	28	24	22.2	$\pm 0.3$
51	28	23	21.7	$\pm 0.3$
50	28	22	21.2	$\pm 0.3$
49	28	21	20.7	$\pm 0.3$
48	28	20	20.2	$\pm 0.3$
47	28	19	19.7	$\pm 0.3$
46	28	18	19.2	$\pm 0.3$
45	28	17	18.7	$\pm 0.3$
44	28	16	18.3	$\pm 0.3$
43	28	15	17.8	$\pm 0.3$
42	28	14	17.3	$\pm 0.3$
41	28	13	16.8	$\pm 0.3$

10 11:12 AM

阻尼时间的影响



从上图可见，如果阻尼时间太短（如 B），则显示波动太大；适当延长阻尼时间（如 A），使得显示读数能平滑波动，反映了厚度变化的趋势同时容易控制。

正确的安装，阻尼时间一般能控制在 **5 秒** 以内。这样仪器能迅速反映厚度的变化。

如果涂布比较均匀，一般阻尼时间可以设置在 2-3 秒；

如果涂布不均匀，阻尼时间可以适当延长至 3-5 秒；

如果测试显示仍然波动很大，请检查安装的角度和距离，以及反射板，扫描支架的平衡。

调试和标定的步骤如下：

1. 在没有薄膜的情况下，让测试头来回扫描一次，显示的数值应该尽量接近（不能超过 0.2 的绝对值），否则要调整反射板的平衡或更换反射板；
2. 在涂胶的情况下，把测试头停止在某一点选择诊断菜单，进入后查看增益，F1-F3 的外部电压，调整测试头的角度和距离，使得增益在 200 倍以内，而 F1-F3 的外部电压均应该在 1-8V 之间；
3. 进入标定参数菜单，把跨度设置为 30，根据需要把零点调节到显示为需要显示的厚度，调节涂层的厚度，观察仪器显示厚度变化是否足够，否则可以把跨度增加，如果显示过份灵敏，可以把跨度减少；
4. 阻尼时间通常在 2 秒到 5 秒之间；
5. 观察仪器扫描的读数变化。

故障诊断：

序号	参数	常值	最小值	最大值
1	增益	---	20	200
2	5V 电源	5.0	4.5	5.5
3	+15V 电源	+15.0	+14.5	+15.5
4	-15V 电源	-15.0	-15.5	-14.5
5	马达转速	1100	1050	1150
6	各滤光片信号 F	1.0 to 8.0	1.0	8.0

调试好以后的基本设定：

用户把这些基本参数记录下来，当测试出现问题时，请首先检查这些参数是否被修改，如果被更改，可以把以下参数输入仪器的参数菜单

产品代号（透明胶）	跨度	零点	阻尼
	35		1

#### 4.1.零点的调节具体步骤

1. 按返回键， 等到显示出现

涂层重量: 20.5 $\mu$ 产品: 产品 (1)
--------------------------------

2. 按向下键， 显示出现

涂层重量: 20.5 $\mu$ 标定参数:
---------------------------

3. 按输入键， 显示出现

涂层重量: 20.5 $\mu$ 密码: 0000
------------------------------

4. 输入密码， 再按确认键， 按向下键:

涂层重量: 20.5 $\mu$ 跨度: 25.00
-------------------------------

5. 按右键进入， 在光标闪动时调节相应的数字改变跨度值:

涂层重量: 20.5 $\mu$ 跨度: 28.00
-------------------------------

6. 按确认键保存跨度的修改并退出

涂层重量: 20.5 $\mu$ 产品: 产品 (1)
--------------------------------