

涂层测厚仪

铁基/非铁基涂层测厚仪用磁性传感器测量钢、铁等铁磁质金属基体上的非铁磁性涂层、镀层，例如：漆、粉末、塑料、橡胶、合成材料、磷化层、铬、锌、铅、铝、锡、镉、瓷、珐琅、氧化层等。用涡流传感器测量铜、铝、锌、锡等基体上的珐琅、橡胶、油漆、塑料层等。广泛用于制造业、金属加工业、化工业、商检等检测领域。涂镀层测厚仪根据测量原理一般有以下五种类型：

OU3100 涂层测厚仪(2 张)磁性测厚法

适用导磁材料上的非导磁层厚度测量.导磁材料一般为:钢铁\银\镍.此种方法测量精度高
涡流测厚法

适用导电金属上的非导电层厚度测量.此种方法较磁性测厚法精度低

超声波测厚法

目前国内还没有用此种方法测量涂镀层厚度的,国外个别厂家有这样的仪器,适用多层涂镀层厚度的测量或则是以上两种方法都无法测量的场合.但一般价格昂贵\测量精度也不高.

电解测厚法

此方法有别于以上三种,不属于无损检测,需要破坏涂镀层.一般精度也不高.测量起来较其他几种麻烦

放射测厚法

此种仪器价格非常昂贵(一般在 10 万 RMB 以上),适用于一些特殊场合.

测厚仪的选型用户可以根据测量的需要选用不同的测厚仪，磁性测厚仪和涡流测厚仪一般测量的厚度适用 0-5 毫米，这类仪器又分探头与主机一体型，探头与主机分离型，前者操作便捷，后者适用于测非平面的外形。更厚的致密材质材料要用超声波测厚仪来测，测量的厚度可以达到 0.7-250 毫米。电解法测厚仪适合测量很细的线上面电镀的金，银等金属的厚度。

两用涂层测厚仪

仪器由德国生产，集合了磁性测厚仪和涡流测厚仪两种仪器的功能，可用于测量铁及非铁金属基体上涂层的厚度。如：

- * 钢铁上的铜、铬、锌等电镀层或油漆、涂料、搪瓷等涂层厚度。
- * 铝、镁材料上阳极氧化膜的厚度。
- * 铜、铝、镁、锌等非铁金属材料上的涂层厚度。
- * 铝、铜、金等箔带材及纸张、塑料膜的厚度。
- * 各种钢铁及非铁金属材料上热喷涂层的厚度。

仪器符合国家标准 GB/T4956 和 GB/T4957，可用于生产检验、验收检验及质量监督检验。

仪器特点

- * 采用双功能内置式探头，自动识别铁基或非铁基体材料，并选择相应的测量方式进行精确测量。
- * 符合人体工程学设计的双显示屏结构，可以在任何测量位置读取测量数据。
- * 采用手机菜单式功能选择方式，操作十分简便。
- * 可设定上下限值，测量结果超出或符合上下限值数值时，仪器会发出相应的声音或闪烁灯提示。
- * 稳定性极高，通常不必校正便可长期使用。

技术规格

量 程： 0~2000 μm ，

电 源： 两节 5 号电池

标准配置

常规涂层测厚仪的原理

对材料表面保护、装饰形成的覆盖层，如涂层、镀层、敷层、贴层、化学生成膜等，在有关国家和国际标准中称为覆层（coating）。

覆层厚度测量已成为加工工业、表面工程质量检测的重要一环，是产品达到优等质量标准的必备手段。为使产品国际化，我国出口商品和涉外项目中，对覆层厚度有了明确的要求。

覆层厚度的测量方法主要有：楔切法，光截法，电解法，厚度差测量法，称重法，X 射线荧光法， β 射线反向散射法，电容法、磁性测量法及涡流测量法等。这些方法中前五种是有损检测，测量手段繁琐，速度慢，多适用于抽样检验。

X 射线和 β 射线法是无接触无损测量，但装置复杂昂贵，测量范围较小。因有放射源，使用者必须遵守射线防护规范。X 射线法可测极薄镀层、双镀层、合金镀层。 β 射线法适合镀层和底材原子序数大于 3 的镀层测量。电容法仅在薄导电体的绝缘覆层测厚时采用。

随着技术的日益进步，特别是近年来引入微机技术后，采用磁性法和涡流法的测厚仪向微型、智能、多功能、高精度、实用化的方向进了一步。测量的分辨率已达 0.1 微米，精度可达到 1%，有了大幅度的提高。它适用范围广，量程宽、操作简便且价廉，是工业和科研使用最广泛的测厚仪器。

采用无损方法既不破坏覆层也不破坏基材，检测速度快，能使大量的检测工作经济地进行。

测量原理与仪器磁吸力测量原理

永久磁铁（测头）与导磁钢材之间的吸力大小与处于这两者之间的距离成一定比例关系，这个距离就是覆层的厚度。利用这一原理制成测厚仪，只要覆层与基材的导磁率之差足够大，就可进行测量。鉴于大多数工业品采用结构钢和热轧冷轧钢板冲压成型，所以磁性测厚仪应用最广。测厚仪基本结构由磁钢，接力簧，标尺及自停机构组成。磁钢与被测物吸合后，将测量簧在其后逐渐拉长，拉力逐渐增大。当拉力刚好大于吸力，磁钢脱离的一瞬间记录下拉力的大小即可获得覆层厚度。新型的产品可以自动完成这一记录过程。不同的型号有不同的量程与适用场合。

这种仪器的特点是操作简便、坚固耐用、不用电源，测量前无须校准，价格也较低，很适合车间做现场质量控制。

磁感应测量原理

采用磁感应原理时，利用从测头经过非铁磁覆层而流入铁磁基体的磁通的大小，来测定覆层厚度。也可以测定与之对应的磁阻的大小，来表示其覆层厚度。覆层越厚，则磁阻越大，磁通越小。利用磁感应原理的测厚仪，原则上可以有导磁基体上的非导磁覆层厚度。一般要求基材导磁率在 500 以上。如果覆层材料也有磁性，则要求与基材的导磁率之差足够大（如钢上镀镍）。当软芯上绕着线圈的测头放在被测样本上时，仪器自动输出测试电流或测试信号。早期的产品采用指针式表头，测量感应电动势的大小，仪器将该信号放大后来指示覆层厚度。近年来的电路设计引入稳频、锁相、温度补偿等地新技术，利用磁阻来调制测量信号。还采用专利设计的集成电路，引入微机，使测量精度和重现性有了大幅度的提高（几乎达一个数量级）。现代的磁感应测厚仪，分辨率达到 0.1 μ m，允许误差达 1%，量程达 10mm。

磁性原理测厚仪可应用来精确测量钢铁表面的油漆层，瓷、搪瓷防护层，塑料、橡胶覆层，包括镍铬在内的各种有色金属电镀层，以及化工石油待业的各种防腐涂层。

电涡流测量原理

高频交流信号在测头线圈中产生电磁场，测头靠近导体时，就在其中形成涡流。测头离导电基体愈近，则涡流愈大，反射阻抗也愈大。这个反馈作用量表征了测头与导电基体之间距离

的大小,也就是导电基体上非导电覆层厚度的大小。由于这类测头专门测量非铁磁金属基材上的覆层厚度,所以通常称之为非磁性测头。非磁性测头采用高频材料做线圈铁芯,例如铂镍合金或其它新材料。与磁感应原理比较,主要区别是测头不同,信号的频率不同,信号的大小、标度关系不同。与磁感应测厚仪一样,涡流测厚仪也达到了分辨率 0.1 μ m,允许误差 1%,量程 10mm 的高水平。

采用电涡流原理的测厚仪,原则上对所有导体上的非导体覆层均可测量,如航天航空器表面、车辆、家电、铝合金门窗及其它铝制品表面的漆,塑料涂层及阳极氧化膜。覆层材料有一定的导电性,通过校准同样也可测量,但要求两者的导电率之比至少相差 3-5 倍(如铜上镀铬)。虽然钢铁基体亦为导体,但这类任务还是采用磁性原理测量较为合适

激光测厚仪最近英国真尚有公司研发出了新的非接触式测量方法 ZTMS08 激光测厚仪,可以实现对涂层的非接触式测量,避免对涂层造成形变引起误差。

激光测厚仪的测量原理

使用两个激光传感器安装在被测物(纸张)上下方,将传感器固定在稳定的支架上,确保两个传感器的激光能对在同一点上。随着被测物的移动传感器就开始对其表面进行采样,分别测量出目标上下表面分别与上下成对的激光位移传感器距离,测量值通过串口传输到计算机,再通过我们在计算机上的测厚软件进行处理,得到目标的厚度值。

ZTMS08 激光测厚仪的出现,大大提高了纸张等片材涂层测量的精度,尤其是在自动化生产线上,得到广泛应用。

DH 系列测厚仪特点具有两种测量方式:连续测量方式 (CONTINUE) 和单次测量方式 (SINGLE);

具有两种工作方式:直接方式(DIRECT)和成组方式(APPL);

设有五个统计量:平均值 (MEAN)、最大值 (MAX)、最小值 (MIN)、测试次数 (NO.)、标准偏差 (S. DEV)

可进行零点校准和二点校准,并可用基本校准法对测头的系统误差进行修正;

具有存贮功能:可存贮 300 个测量值;

具有删除功能:对测量中出现的单个可疑数据进行删除,也可删除涂层测厚仪存贮区内的所有数据,以便进行新的测量;

可设置限界:对限界外的测量值能自动报警;

具有与 PC 机通讯的功能:可将测量值、统计值传输至 PC 机,以便涂层测厚仪对数据进行进一步处理;

具有电源欠压指示功能;

操作过程有蜂鸣声提示;

具有错误提示功能;

具有自动关机功能。

影响测量值精度因素影响的有关说明

a 基体金属磁性性质

磁性法测厚受基体金属磁性变化的影响(在实际应用中,低碳钢磁性的变化可以认为是轻微的),为了避免热处理和冷加工因素的影响,应使用与试件基体金属具有相同性质的标准片对仪器进行校准;亦可用待涂覆试件进行校准。

b 基体金属电性质

基体金属的电导率对测量有影响，而基体金属的电导率与其材料成分及热处理方法有关。使用与试件基体金属具有相同性质的标准片对仪器进行校准。

c 基体金属厚度

每一种仪器都有一个基体金属的临界厚度。大于这个厚度，测量就不受基体金属厚度的影响。本仪器的临界厚度值见附表 1。

d 边缘效应

本仪器对试件表面形状的陡变敏感。因此在靠近试件边缘或内转角处进行测量是不可靠的。

e 曲率

试件的曲率对测量有影响。这种影响总是随着曲率半径的减少明显地增大。因此，在弯曲试件的表面上测量是不可靠的。

f 试件的变形

测头会使软覆盖层试件变形，因此在这些试件上测出可靠的数据。

g 表面粗糙度

基体金属和覆盖层的表面粗糙程度对测量有影响。粗糙程度增大，影响增大。粗糙表面会引起系统误差和偶然误差，每次测量时，在不同位置上应增加测量的次数，以克服这种偶然误差。如果基体金属粗糙，还必须在未涂覆的粗糙度相类似的基体金属试件上取几个位置校对仪器的零点；或用对基体金属没有腐蚀的溶液溶解除去覆盖层后，再校对仪器的零点。

g 磁场

周围各种电气设备所产生的强磁场，会严重地干扰磁性法测厚工作。

h 附着物质

本仪器对那些妨碍测头与覆盖层表面紧密接触的附着物质敏感，因此，必须清除附着物质，以保证仪器测头和被测试件表面直接接触。

i 测头压力

测头置于试件上所施加的压力大小会影响测量的读数，因此，要保持压力恒定。

j 测头的取向

测头的放置方式对测量有影响。在测量中，应当使测头与试样表面保持垂直。

应当遵守的规定

a 基体金属特性

对于磁性方法，标准片的基体金属的磁性和表面粗糙度，应当与试件基体金属的磁性和表面粗糙度相似。

对于涡流方法，标准片基体金属的电性质，应当与试件基体金属的电性质相似。

b 基体金属厚度

检查基体金属厚度是否超过临界厚度，如果没有，可采用 3.3 中的某种方法进行校准。

c 边缘效应

不应在紧靠试件的突变处，如边缘、洞和内转角等处进行测量。

d 曲率

不应在试件的弯曲表面上测量。

e 读数次数

通常由于仪器的每次读数并不完全相同，因此必须在每一测量面积内取几个读数。覆盖层厚度的局部差异，也要求在任一给定的面积内进行多次测量，表面粗糙时更应如此。

f 表面清洁度

测量前，应清除表面上的任何附着物质，如尘土、油脂及腐蚀产物等，但不要除去任何覆盖层物质

涂层测厚仪中 FN 的区别 F 代表 ferrous 铁磁性基体，F 型的涂层测厚仪采用电磁感应原理，来测量钢、铁等铁磁质金属基体上的非铁磁性涂层、镀层，例如：漆、粉末、塑料、橡胶、合成材料、磷化层、铬、锌、铅、铝、锡、镉、瓷、珐琅、氧化层等。

N 代表 Non-ferrous 非铁磁性基体，N 型的涂层测厚仪采用电涡流原理；来测量用涡流传感器测量铜、铝、锌、锡等基体上的珐琅、橡胶、油漆、塑料层等。

FN 型的涂层测厚仪既采用电磁感应原理，又采用电涡流原理，是 F 型和 N 型的二合一型涂层测厚仪。用途见上。有一个 F 探头的磁性测厚仪；

FN 是指带有两个探头的磁性和涡流两用型二合一涂层测厚仪。

产品型号：（分体化传感器涂层测厚仪）

功能：测量导磁物体上的非导磁涂层和非磁性金属基体上的非导电覆盖层的厚度

测量方法：F 磁感应 NF 涡流

测量范围：0-1250um/0-50mil (标准量程)

最小曲面:F: 凸 1.5mm/ 凹 25mm N: 凸 3mm/ 凹 50mm

分辨率：0.1/1

最小测量面积：6mm

最薄基底：0.3mm

自动关机

使用环境：温度：0-40℃ 湿度：10-90%RH

准确度：±(1-3%*n*)或±2um

公制/英制：可选择

电源：4 节 7 号电池

电池电压指示：低电压提示

外形尺寸：126X65X27mm

重量：81g（不含电池）

可选附件：（[点击链接](#)）

1RS-232 或联机线及软件

2. 可定制量程(大量程传感器) 可选:0-200um to 18000um

应用：用磁性传感器测量钢、铁等铁磁质金属基体上的非铁磁性涂层、镀层，例如：漆、粉末、塑料、橡胶、合成材料、磷化层、铬、锌、铅、铝、锡、镉、瓷、珐琅、氧化层等。用涡流传感器测量铜、铝、锌、锡等基体上的珐琅、橡胶、油漆、塑料层等。广泛用于制造业、金属加工业、化工业、商检等检测领域。

标准和检定规程标准：

国家标准 GB/T4956-2003 《磁性基体上非磁性覆盖层厚度测量磁性法》

国际标准 ISO 2178-1982

检定规程：

JJG818-2005 《磁性、电涡流式覆层厚度测量仪》

磁性金属非磁性金属只有三类

1. 钢铁

2. 镍金属

3. 部分不锈钢(马氏体或铁素体型：如 404B, 430、420、410 等)

除了上述三种金属外的其他金属均为非磁性金属，如铜、锡、铅、及奥氏体型不锈钢（如 404B, 430、420、410）

磁性与非磁性

人们常以为磁铁吸附不锈钢材，验证其优劣和真伪，不吸无磁，认为是好的，货真价实；吸者有磁性，则认为是冒牌假货。其实，这是一种极其片面的、不切实的错误的辨别方法。

不锈钢的种类繁多，常温下按组织结构可分为几类：

1. 奥氏体型：如 304、321、316、310 等；是无磁或弱磁性
2. 马氏体或铁素体型：如 404B，430、420、410 等；是有磁性的。

通常用作装饰管板的不锈钢多数是奥氏体型的 304 材质，一般来讲是无磁或弱磁的，但因冶炼造成化学成分波动或加工状态不同也可能出现磁性，但这不能认为是冒牌或不合格，这是什么原因呢？

上面提到奥氏体是无磁或弱磁性，而马氏体或铁素体是带磁性的，由于冶炼时成分偏析或热处理不当，会造成奥氏体 304 不锈钢中少量马氏体或铁素体组织。这样，304 不锈钢中就会带有微弱的磁性。

另外，304 不锈钢经过冷加工，组织结构也会向马氏体转化，冷加工变形度越大，马氏体转化越多，钢的磁性也越大。如同一批号的钢带，生产 $\Phi 76$ 管，无明显磁感，生产 $\Phi 9.5$ 管。因冷弯变形较大磁感就明显一些，生产方矩形管因变形量比圆管大，特别是折角部分，变形更激烈磁性更明显。

要想完全消除上述原因造成的 304 钢的磁性，可通过高温固溶处理开恢复稳定奥氏体组织，从而消去磁性。

特别要提出的是，因上面原因造成的 304 不锈钢的磁性，与其他材质的不锈钢，如 430、碳钢的磁性完全不是同一级别的，也就是说 304 钢的磁性始终显示的是弱磁性。

这就告诉我们，如果不锈钢带弱磁性或完全不带磁性，应判别为 304 或 316 材质；如果与碳钢的磁性一样，显示出强磁性，因判别为不是 304 材

涂层测厚仪的最新技术目前，国内国外不管是出名的品牌还是一般的生产厂家，其测厚仪的操作方法均需要如下步骤：

- 1 调零，即在特定的零板上调零，或在需要测量的原基材上调零；
- 2 根据测量产品的不同测量范围，用适当的测试片调值，以减少测量上的误差。这种方法一般情况下，仪器新购使用时还是没有什么问题的，只是比较繁琐一点。但当探头使用一段时间后，问题就出来了。操作中我们的仪器测量精度大大减小了。很难把握。原因在于产品的原理，这是一个致命的缺陷，即探头是使用一根磁铁绕线圈。通上电流后产生磁场，这个磁场是不规则的。还好，现在有一款新型的涂层测厚仪，它采用的是最新的磁感技术。也就是我们知道的 霍尔效应，霍尔于 1879 年发现的。通过研究霍尔电压与工作电流的关系，测量电磁铁磁场、磁导率、研究霍尔电压与磁场的关系，霍尔发现这个电位差 U_H 与电流强度 I_H 成正比，与磁感应强度 B 成正比，与薄片的厚度 d 成反比。这个磁场是就变成规则的。该原理运用在涂层测厚仪上面就无需再调测试片了。特别是测量圆弧的或凹面的产品时，使用更为简单和方便了。

EPK 涂层测厚仪和电火花检测仪

MikroTest 系列涂层测厚仪 一、 MikroTest 涂层测厚仪产品名录

麦考特测厚仪根据量程大小可分为 G6, F6, G7, F7, S3, S5, S10 和 S20 以及笔式测厚仪等各种不同规格的测厚仪,最小的测量范围是 0-100 微米,最大的是 7.5-20 毫米;又根据表现形式分为圆盘指针式的和数字显示的(如新型的 G7, F7 等);还根据外观的不同分为香蕉形的(俗称)和笔式测厚仪,特别要注意的是, EPK 还有二种特殊规格的麦考特测厚仪:即测量铜铝塑料基底上镀镍的 Ni50, Ni100 和测量铁基底上镀镍的 NiFe50。

二、 MikroTest 涂层测厚仪测量原理及应用

所有 MikroTest 涂层测厚仪都是依据磁吸力的测量原理进行设计生产的。测量磁钢与磁性基

体间的磁吸力与盘状弹簧的弹力平衡，盘状弹簧的旋转弹力的大小与涂层厚度有直接关系。MikroTest 涂层测厚仪中 G6, F6, G7, F7, S3, S5, S10 和 S20 型主要用于测量钢铁基体上的非磁性涂镀层；Ni50 和 Ni100 主要用于测量铜铝塑料基底上镀镍；NiFe50 主要用于测量钢铁基体上的镀镍层。

四、MikroTest 涂层测厚仪使用过程中注意事项

推动指轮时，不要触动按钮；尽量保证测量点与两支撑点在同一平面上；在粗糙表面测量时，读数将偏大。要多次测量求取平均值；测量柱体或圆形边缘时，一定要利用仪器测嘴的 V 型口；测量含碳量高或经过热处理后的硬质钢上涂层时，测值会偏大；基体厚度小于临界厚度时，测值会偏大；在凸凹测量会对测值有影响，在凸面时测值偏大、凹面时测值偏小；

五、MikroTest 涂层测厚仪的维护与保养

保证测厚仪远离永久磁铁或电磁铁，远离强磁场、强电场；切勿猛烈碰撞 测厚仪使用后指轮一定要反时针旋转到二分之一刻度以上的位置再放置在存放点；

六、MikroTest 涂层测厚仪的维修
针对转盘停不住：可调整卡位销；针对转盘推不动：检查驱动发条、齿轮组；针对测值不准：要用专用工具调整弹簧；齿轮组卡位：清洗齿轮组；

七、MikroTest 涂层测厚仪的符合标准
DIN 50981, 50982；ASTM B499, E367, D1186, B530, G12；BS5411；DIN EN ISO 2178, 2361 MiniTest 600 系列涂层测厚仪（更多介绍：德国 epk 涂层测厚仪）

八、MiniTest 600 涂层测厚仪产品名录

MiniTest 600 系列涂层测厚仪产品主要包括两种小类型：MiniTest 600B 和 MiniTest 600，每种小类都可分为 F 型、N 型、FN 型三种，因此 600 系列测厚仪共有 6 种机型供选择。600B 型与 600 型的最大区别就是 600B 是基本型，没有统计功能。

九、MiniTest 600 涂层测厚仪的测量原理及应用

F 型测头是根据磁感应原理设计的，主要测量钢铁基体上的非磁性涂镀层。例如：铝、铬、铜、锌、涂料、橡胶等，也适用于合金和硬质钢。

N 型测头是根据电涡流原理设计的，主要测量非铁磁性金属和奥氏体不锈钢上的涂层。例如：铝、铜、铸锌件上的涂料、阳极氧化膜、陶瓷等。

FN 型测头是同时利用磁感应原理和电涡流原理设计的，一个测头就可完成 F 型和 N 型两种测头所能完成的测量。

十、MiniTest 600 涂层测厚仪的测量中的相关注意事项

测量前一定要在表面曲率半径、基体材料、厚度、测量面积都与被测样本相同的无涂层的底材上较零，才可以保证测量的精确性；每次测量之间间隔几秒钟以保证读数的准确性；喷砂、喷丸表面上的涂层也可以测量，但要严格按照说明书的校准步骤进行校准；不要用力拽或折测头线，以免线断；严禁测量表面有酸、碱溶液或潮湿的产品，以免损坏测头；测量时测头轴线一定要垂直于被测工作表面；每次测量应有大于 3 秒的时间间隔。