

浅谈涂层测厚仪工作原理与常见故障

作者：杨琳

来源：《科技创新与应用》2015年第24期

摘要：文章结合工作实际情况，依据 JJG818-2005《磁性、涡流式覆层厚度测量仪》检定规程，对涂层测厚仪的工作原理和常见故障及排除故障的方法进行分析论述。

关键词：涂层测厚仪；工作原理；常见故障

1 测厚仪简介

测厚仪（thickness gauge）是用来测量物体厚度的仪表。在工业生产中常用来连续测量产品的厚度（如钢板、钢带、纸张等）。这类仪表中有利用 α 射线、 β 射线、 γ 射线穿透特性的放射性厚度计；有利用超声波频率变化的超声波厚度计；有利用涡流原理的电涡流厚度计；还有电容式厚度计等。而利用微波和激光技术制成厚度计，目前还处在研制、试验阶段。

涂层测厚仪（下文统一简称“测厚仪”）可测量磁性金属基体（如钢、铁、合金和硬磁性钢等）上非磁性涂层的厚度（如铝、铬、铜、珐琅、橡胶、油漆等）及非磁性金属基体（如铜、铝、锌、锡等）上非导电覆层的厚度（如：珐琅、橡胶、油漆、塑料等）。既可用于实验室中的精密测量，也可用于工程现场广泛地应用在金属制造业、化工业、航空航天、科研开发等领域，是企业保证产品质量、商检测控、必不可少的检测仪器。

2 工作原理

测厚仪一般采用电磁感应法测量涂层的厚度。将处于工作状态下的测量探头放置于被测部件表面，因此产生一个闭合的磁回路，随着移动探头与铁磁性材料间的距离发生改变，该磁回路将产生不同程度的改变，从而引起磁阻及探头线圈电感的变化。利用这一原理可以精确地测量探头与铁磁性材料间的距离，该距离即所测的涂层厚度。

根据以上测量原理制成的测厚仪一般会分为以下五种类型：

（1）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。此种方法测量结果精度高。

磁性（磁阻式和磁力式）覆层厚度测量仪和电涡流式覆层厚度测量仪。

（2）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。

(3) 超声波测厚法：该类型测厚仪适用于多层涂镀层厚度的测量或者前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，目前国外个别厂家有这样的仪器，国内暂时没有投入生产。

(4) 电解测厚法：不同于以上三种方法，需要破坏涂镀层，属于有损检测。测量方法比前三种麻烦，并且精度也不高。

(5) 放射测厚法：此方法依据放射源检测，并且仪器价格非常昂贵（一般在 10 万人民币以上），适用于一些特殊环境，各项技术参数要求相对较高，使用范围相对狭窄。

目前，国内使用最为普遍的是磁性法和涡流法的测厚仪，测量方法无损伤，既不破坏被测工件覆层也不破坏基材，仪器本身体积小巧，测量范围宽、使用操作简便、适用范围广，并且购置价格相对低廉，检测速度快捷。随着现代科学技术的日益进步，部分机型的测量分辨率可以达到 0.01 微米，准确度等级可达到标称示值的 1%，并且通过配备不同类型测头，可满足多种测量的需要。

3 涂层测厚仪常见故障及排除方法

涂层测厚仪的故障主要有示值显示不稳定、测量误差较大、屏幕不显示数据。引起这些故障的原因既有来自仪器本身，也有被测工件的原因，还有就是来自人为的影响，下面我们介绍一下排除这些故障的方法。

3.1 示值显示不稳定

导致涂测厚仪示值显示不稳定的原因主要是来自工件本身的材料和结构的特殊性，比如工件本身是否为导磁性材料，如果是导磁性材料我们就要选择磁性涂层测厚仪，如果工件为导电体，我们就得选择涡流涂层测厚仪。

再者，被测件的表面粗糙度和附着物也是引起仪器示值显示不稳定的重要因素，测厚仪的测头对那些妨碍与覆盖层表面紧密接触的附着物质极其敏感。必须保证探头与覆盖层表面直接接触。因此，排除此种故障的要点就是：测量前清除被测件接触面的灰尘、细屑、油脂及腐蚀产物等附着物，但不要除去任何覆盖层物质。再有就是在进行系统调零时，所使用的基体表面也必须是清洁、光滑的。

如感觉测量结果偏差比较大时，请先用仪器配备的塑料校准片做一轮测试，如偏离允许误差较远则有可能是仪器本身出了问题，需返厂检修。在系统校准时没有选择合适的基体。基体最小平面为 7mm，最小厚度为 0.2mm，低于此临界条件测量是不可靠的。

3.2 测量结果误差大

探头的放置方式对测量有很大影响，在测量中应使探头与被测件表面保持垂直。并且探头的放置时间不宜过长，以免造成基体本身磁场的干扰。测量时不要拖动探头，因为这样不仅对探头会造成磨损，也不会得到准确的测量结果。

另外，基体金属被磁化、基体金属厚度过小、工件曲率过小、测量基座表面有锈蚀、测量现场周围有电磁场干扰等因素都有可能引起测量结果的异常，如果离电磁场非常近时还有可能会发生死机现象。

3.3 屏幕不显示数据

最简单原因就是检查电池是否电量充足，确定电池电量充足后如发现测量还是不显示数值，可以考虑是否有测头及连线有松动、断开或接触不良现象、电池漏液后腐蚀仪器内电子零部件等因素影响。作者在实际工作中就碰到过因测头使用不当被化学物品腐蚀，导致仪器不显示数据的现象。

3.4 人为因素

涂层测厚仪之所以能够测量到微米级就因为它能够采取磁通量的微小变化，并把它转化成为数字信号。使用者在测量过程中如果对仪器不熟悉就可能使探头偏离被测体，使磁通量发生变化造成错误测量。使用者初次使用仪器时，要先认真研读说明书，掌握好测量方法。

3.5 仪器自身发生故障

长期处于工作状态的测厚仪，极有可能发生震动、跌落、等意外，或所处的工作环境有磁场干扰，致使仪器内部电子零件受干扰至损，又是由于经多人次、多地点使用，导致仪器测量数据不可靠、屏幕数据显示呈乱码、甚至无法开机等，所以建议尽量保证专人使用和保管仪器，发生故障及时返厂维修，不得擅自拆机检测。

因此，在使用测厚仪测量的时候要注意以下八点：

- (1) 在进行测试的时候要注意标准片基体的金属磁性和表面粗糙度应当与试件相似。
- (2) 在测量的时候要注意侧头与试样表面保持垂直。
- (3) 在进行测试的时候要注意基体金属的临界厚度，如果大于这个厚度测量就不受基体金属厚度的影响。
- (4) 在测量的时候要注意试件的曲率对测量的影响。因此在弯曲的试件表面上测量时不可靠的。

(5) 测量前要注意周围其他的电器设备会不会产生磁场，如果会，将会干扰磁性测厚法的测厚仪。

(6) 测量时要注意不要在内转角处和靠近试件边缘处测量，因为一般的测厚仪对试件表面形状的忽然变化很敏感。

(7) 在测量时要保持压力的恒定，否则会影响测量的读数。

(8) 在进行测试的时候要注意仪器测头和被测试件的要直接接触，因此超声波测厚仪在进行对侧头清除附着物质。

参考文献

[1]JJG818-2005.磁性、涡流式覆层厚度测量仪检定规程[Z].

[2]GB/T4956-2003.磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法[Z].

[3]GB/T4957-2003.非磁性基体金属上非导电覆盖层 覆盖层厚度测量 涡流法[Z].

[4]JB/T8393-1996.磁性、涡流式覆层厚度测量仪[Z].