

## 前 言

本标准等同采用 ISO 2360:1982《非磁性基体金属上非导电覆盖层 覆盖层厚度测量 涡流法》(英文版)。

本标准代替 GB/T 4957—1985《非磁性金属基体上非导电覆盖层厚度测量 涡流方法》。

本标准根据 ISO 2360:1982 作如下编辑性修改：

- a) 用“本标准”代替“本国际标准”；
- b) 取消了国际标准的前言；
- c) 引用了采用国际标准的国家标准；
- d) 增加了规范性引用文件。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国金属与非金属覆盖层标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：武汉材料保护研究所。

本标准参加起草单位：浙江乐清市新丰企业有限公司。

本标准主要起草人：喻晖、钟立畅、冯永春、贾建新、郑秀林。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 4957—1985。

## 非磁性基体金属上非导电覆盖层 覆盖层厚度测量 涡流法

### 1 范围

本标准规定了使用涡流测厚仪无损测量非磁性基体金属上非导电覆盖层厚度的方法。

本方法适用于测量大多数阳极氧化膜的厚度；但它不适用于一切的转化膜，有些转化膜因为太薄而不能用这种方法测量（见第7章）。

本方法理论上能测量磁性基体金属上覆盖层的厚度，但不予推荐。在这种情况下，应采用GB/T 4956中所规定的磁性方法进行测量。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法(ISO 2178;1982, IDT)

### 3 原理

涡流测厚仪器测头装置中产生的高频电磁场，将在置于测头下面的导体中产生涡流，涡流的振幅和相位是存在于导体和测头之间的非导电覆盖层厚度的函数。

### 4 影响测量准确度的因素

下列因素可能影响覆盖层厚度测量的准确度。

#### 4.1 覆盖层厚度

测量不确定度是本方法固有的。对于薄覆盖层测量的不确定度（确切地说）是恒定值，与覆盖层厚度无关，对于每一单次测量而言至少是  $0.5 \mu\text{m}$ 。对于厚度约大于  $25 \mu\text{m}$  的覆盖层，测量的不确定度等于某一近似恒定的分数与覆盖层厚度的乘积。

如果对厚度等于或小于  $5 \mu\text{m}$  的覆盖层测量时，要取几个读数的平均值。

厚度小于  $3 \mu\text{m}$  的覆盖层厚度测量可能达不到第7章规定的准确度要求。

#### 4.2 基体金属的电性能

用涡流仪器测量厚度会受基体金属电导率的影响，金属的电导率与材料的成分及热处理有关。电导率对测量的影响随仪器的制造和型号不同而有明显的差异。

#### 4.3 基体金属的厚度

每一台仪器都有一个基体金属的临界厚度，大于这个厚度，测量将不受基体金属厚度增加的影响。由于临界厚度既取决于测头系统的测量频率又取决于基体金属的电导率，因此，临界厚度值应通过实验确定，除非制造商对此有规定。

通常，对于一定的测量频率，基体金属的电导率愈高，其临界厚度越小；对于一定的基体金属，测量频率越高，基体金属的临界厚度越小。

#### 4.4 边缘效应

涡流仪器对试样表面的不连续敏感，因此，太靠边缘或内转角处的测量将是不可靠的，除非仪器专

门为这类测量进行了校准。

#### 4.5 曲率

试样的曲率影响测量。曲率的影响因仪器制造和类型的不同而有很大的差异,但总是随曲率半径的减少而更为明显。因此,在弯曲的试样上进行测量将是不可靠的,除非仪器为这类测量作了专门的校准。

#### 4.6 表面粗糙度

基体金属和覆盖层的表面形貌对测量有影响。粗糙表面既能造成系统误差又能造成偶然误差;在不同的位置上作多次测量能降低偶然误差。

如果基体金属粗糙,还需要在未涂覆的粗糙基体金属试样上的若干位置校验仪器零点。如果没有适合的未涂覆的相同基体金属,应用不侵蚀基体金属的溶液除去试样上的覆盖层。

#### 4.7 外来附着尘埃

涡流仪器的测头必须与试样表面紧密接触,因为仪器对妨碍测头与覆盖层表面紧密接触的外来物质十分敏感。应该检查测头前端的清洁度。

#### 4.8 测头压力

使测头紧贴试样所施加的压力影响仪器的读数,因此,压力应该保持恒定。这可以借助于一个合适的夹具来达到。

#### 4.9 测头的放置

仪器测头的倾斜放置,会改变仪器的响应;因此,测头在测量点处应该与测试表面始终保持垂直。这可以借助于一个合适的夹具来达到。

#### 4.10 试样的变形

测头可能使软的覆盖层或薄的试样变形。在这样的试样上进行可靠的测量可能是做不到的,或者只有使用特殊的测头或夹具才可能进行。

#### 4.11 测头的温度

由于温度的较大变化会影响测头的特性,所以应该在与校准温度大致相同的条件下使用测头测量。

### 5 仪器的校准

#### 5.1 概述

每台仪器在使用前,都应按制造商的说明,用一些合适的校准标准片进行校准,并对第4章中列举的因素和第6章中叙述的程序给予适当的注意。

#### 5.2 校准标准片

已知厚度的校准标准片可以是箔也可以是有覆盖层的标准片。

##### 5.2.1 校准箔

5.2.1.1 用于涡流仪器校准的标准箔通常由适当的塑料制成。

箔有利于在弯曲表面上的校准,并且比有覆盖层的标准片更容易获得。

5.2.1.2 为了避免测量误差,应保证箔与基体紧密接触;如果可能的话,应避免使用具有弹性的箔。

标准箔易于形成压痕,必须经常更换。

##### 5.2.2 有覆盖层的标准片

有覆盖层的标准片由已知厚度的、厚度均匀且与基体材料牢固结合的非导电覆盖层构成。

#### 5.3 校准

5.3.1 校准标准片的基体金属应具有与试样的基体金属相似的电学性能。建议将从无覆盖层的校准标准片的基体金属上得到的读数与从试样基体金属上得到的读数作比较,以确认校准标准片的适用性。

5.3.2 如果基体金属厚度超过4.3中定义的临界厚度,则覆盖层厚度测量不受基体金属厚度的影响。如果没有超过临界厚度,则测量和校准的基体金属厚度应该尽可能相同。如果不能这样,则应用一片足

够厚的、电学性能相同的金属将校准标准片或试样垫起,以使读数不受基体金属厚度的影响;但如果基体金属两面都有覆盖层,或基体金属和衬垫金属之间有任何缝隙,则不能用此方法。

5.3.3 如果待测覆盖层的弯曲状态使之不能靠平面方式校准时,则有覆盖层的标准片的曲率或放置校准箱的基体的曲率应与待测试样的曲率相同。

## 6 测量程序

### 6.1 概述

按制造商的说明去操作每一台仪器,对第4章中列举的因素给予相应的注意。

在每次仪器投入使用时,以及在使用中每隔一定时间(至少每小时一次),都应在测量现场对仪器的校准进行核对,以保证仪器的性能正常。

必须遵守下列注意事项。

### 6.2 基体金属厚度

检查基体金属厚度是否超过临界厚度,如果没有超过,应采用5.3.2中叙述的衬垫方法,或者保证已经采用与试样相同厚度和相同电学性能的标准片进行过仪器校准。

### 6.3 边缘效应

不要在靠近试样的边缘、孔洞、内转角等处进行测量,除非为这类测量所作的校准的有效性已经得到了证实<sup>1)</sup>。

### 6.4 曲率

不要在试样的弯曲表面上进行测量,除非为这类测量所作的校准的有效性已经得到了证实。

### 6.5 读数的次数

由于仪器的正常波动性,因而有必要在每一测量位置上取几个读数。覆盖层厚度的局部差别可能也要求在任一给定的面积上进行多次测量;表面粗糙时更是如此。

### 6.6 表面清洁度

测量前,应除去试样表面上的任何外来物质,如灰尘、油脂和腐蚀产物等;但不能除去任何覆盖层材料。

## 7 准确度要求

仪器及其校准和操作应使覆盖层厚度能测准到真实厚度的10%以内。如果测量小于5 μm的覆盖层厚度,推荐取几次读数的平均值。覆盖层厚度小于3 μm时,可能达不到这样的准确度。

---

1) 为了评估接近边缘的效应,可采用一种简单的边缘效应检查方法,即用一个干净的用基体金属制备的无覆盖层的试样按如下方法进行。将测头放置在试样上充分远离边缘处,并将仪器调至零点;将测头逐渐朝边缘移动,注意仪器读数发生变化时测头的位置,并测量其到边缘的距离。假如测头到边缘的距离较上述测得的距离远,则可能不用校准而直接使用仪器。如果测头靠近边缘使用,则仪器须作专门的校准。如有必要,参考制造商的说明书。