

铝合金电导率涡流测试方法

1 适用范围和基本原理

1.1 适用范围

本标准适用于涡流测试法无损检测铝合金原材料和零件的电导率,可间接鉴别铝合金的热处理状态(组织均匀性、机械性能和应力腐蚀敏感性等)。

本方法可在铝合金原材料或零件的一小块平面上测得电导率数据。这种测试方法的精度虽不如直流电阻法高,但适用于大批量产品的快速质量检验。

1.2 基本原理

一个载有确定频率和振幅交流电的探测线圈(探头)靠近金属板时,线圈电流产生的高频磁场会在金属板的表面和近表面感应产生涡流。涡流产生的反作用磁场使线圈磁场减弱。与这种减弱作用有关的线圈阻抗变化,可用按电导率值标定的仪表或分度盘指示出来。

必须指出涡流测试法测得的电导率尚受到许多因素的影响,如试件的形状尺寸和表面状态、探头至试件表面的距离、环境温度波动、铁磁性金属和强磁场、探头高频磁场的“趋肤效应”等,本标准为此作了相应的规定。

2 涡流电导仪和标准试块

2.1 电导率单位

电导率单位为兆西(门子)每米(NS/m)。

兆西(门子)每米与米每欧毫米平方($m/\Omega \cdot mm^2$)在数值上相等,并与常用的国际退火铜标准百分数(% IACS)之间具有如下的换算关系:

$$1MS/m = 1.724\% IACS$$

两种单位的对照见附表。

2.2 涡流电导仪

2.2.1 涡流电导仪工作频率为 60 千赫。

2.2.2 涡流电导仪每一年送往指定的单位鉴定一次。

2.2.3 涡流电导仪应具有如下性能:

2.2.3.1 灵敏度。仪器经过校正(见 5.1、5.2),将探头放在电导率为 19MS/m 左右的标块上,转动电导率度盘,使平衡电表指针示“零”。再微动电导率度盘 $\pm 0.2MS/m$,若能分辨电表指针摆动(仪表灵敏度旋钮在 I 档位置,指针偏离约 ± 0.8),即可视为灵敏度正常。

2.2.3.2 稳定性。用非金属夹具将探头固定在电导率值为 19MS/m 左右的标块上。仪器开机 15 分钟,转动电导率度盘,使仪表指针示“零”,并开始计时,在半小时内,示零指针偏摆不应大于 ± 0.5 (灵敏度旋钮在 I 档位置时)。

2.2.3.3 间隙抑制性能。在电导率值为 19MS/m 左右的标块上,放置 40、80 μm (微米)厚的聚酯薄膜,

测量值的平均偏差不应大于 $\pm 0.2\text{MS/m}$ 。

2.2.4 为防止出现故障而影响使用,检测人员每季度按 2.2.3 对涡流电导仪的性能进行自检一次,并作记录。

2.3 标准试块

2.3.1 校准仪器电导率读数用的标准试块其量值统一传递。标准试块每年送往指定的单位进行鉴定。

2.3.2 标准试块通常配备三块,电导率值在 $14\sim 25\text{MS/m}$ 之间。一般选用低值(14MS/m)和高值(25MS/m)标准试块校准仪器,此时电导仪的有效测量范围为 $12\sim 27\text{MS/m}$;也可分别使用 14 和 19MS/m (有效测量范围 $12\sim 21\text{MS/m}$)或 19 和 25MS/m (有效测量范围 $17\sim 27\text{MS/m}$)两个试块来校准。后者在校准范围内能获得更佳的测量精度。

2.4 经过用低值和高值电导率标准试块校准过的电导仪,对中性电导率标准试块进行测量,其平均值误差不应大于 $\pm 0.15\text{MS/m}$ 。

3 试件准备

3.1 检测部位平坦面的直径不应小于 $\phi 20\text{mm}$,厚度不小于 1.2mm 。

3.2 表面粗糙度优于 $R_a=6.3$ (∇_5 以上),无包铝层、电镀层、腐蚀斑、裂纹、灰尘、油脂及其它可见污物。

3.3 对于变形铝合金,检测面应平行于流线方向。

3.4 检测面的机械加工应在淬火之前进行。

3.5 试件表面的非导电层(如阳极化、油漆等)厚度应小于 $80\mu\text{M}$ 。

4 工作环境

4.1 电导仪的极限工作温度为 0°C 和 40°C 。测试工作尽可能在室温($20\pm 3^\circ\text{C}$)下进行。探头、仪器、标块和试件间的温度差不应大于 3°C ,应远离暖气片、风扇、火炉,避免日光直射。手持探头的时间要尽可能短。勿用手指触摸探头端部、标块和试件的检测部位。

4.2 探头、标块和试件均应远离铁磁性材料及强磁场。

5 电导率测试

5.1 接通仪器电源、预热 15 分钟以上。

5.2 按使用说明书操作电导仪。用标准试块校准低值和高值。

5.3 将探头稳定地放置在试件的测试部位,探头中心至试件边缘的距离不小于 10mm ,记录电导率值。

5.4 每个试件根据其大小,选择 $3\sim 5$ 个测试部位,记录读数,取读数平均值。当同一试件不同部位的读数与平均值的差大于 $\pm 0.3\text{MS/m}$ 时,在试验报告中需同时报出平均值和偏离值。

对厚度不一致的试件(锻件、挤压件等),其最薄及最厚处为必测点。对板材,应在靠近边角处和中心处的两面测量。

5.5 每隔 15 分钟,按 5.2 重新校准电导仪。

5.6 比较测量

5.6.1 当试件尺寸、曲率半径较小或存在包铝层无法测出电导率真值时,可通过对比试验进行比较和修正。

5.6.2 若包铝层过厚使测试结果无比较意义时,必须局部清除包铝层。

5.6.3 厚度小于 1.2mm 的无包铝层薄板,可叠加后测量。叠层间必须压紧,各层应能互换。

6 试验报告

可根据具体试件制订试验报告的格式和栏目。一般应包括合金牌号、炉批号、规格、热处理状态、表面状

态、测试部位和测试数据、环境温度、检测日期,并有检测人员和主管人员签字。

7 检测人员

从事涡流检测的人员,其资格和职责应符合航标 HB5357—86《航空无损检测人员的资格鉴定》的规定。凡取得涡流检测Ⅱ、Ⅲ级资格证书者可签发试验报告。

附 表
单位换算表

| %I ACS | MS/m | %I ACS | MS/m |
|--------|------|--------|------|
| 25.0 | 14.5 | 36.0 | 20.9 |
| 25.0 | 14.8 | 36.5 | 21.2 |
| 26.0 | 15.1 | 37.0 | 21.5 |
| 26.5 | 15.4 | 37.5 | 21.8 |
| 27.0 | 15.7 | 38.0 | 22.0 |
| 27.5 | 16.0 | 38.5 | 22.3 |
| 28.0 | 16.2 | 39.0 | 22.6 |
| 28.5 | 16.5 | 39.5 | 22.9 |
| 29.0 | 16.8 | 40.0 | 23.2 |
| 29.5 | 17.1 | 40.5 | 23.5 |
| 30.0 | 17.4 | 41.0 | 23.8 |
| 30.5 | 17.7 | 41.5 | 24.1 |
| 31.0 | 18.0 | 42.0 | 24.4 |
| 31.5 | 18.3 | 42.5 | 24.7 |
| 32.0 | 18.6 | 43.0 | 24.9 |
| 32.5 | 18.9 | 43.5 | 25.2 |
| 33.0 | 19.1 | 44.0 | 25.5 |
| 33.5 | 19.4 | 44.5 | 25.8 |
| 34.0 | 19.7 | 45.0 | 26.1 |
| 34.5 | 20.0 | 45.5 | 26.4 |
| 35.0 | 20.3 | 46.0 | 26.7 |
| 35.5 | 20.6 | 46.5 | 27.0 |