

中华人民共和国国家标准

电工钢片(带)层间电阻、涂层附着性、叠装系数测试方法

UDC 669.14-41
:621.317.3
:621.3
GB 2522-88

Magnetic sheet and strip—Methods of measurement of interlamination resistance and lamination factor and coat adhesiveness

代替 GB 2522-81

本标准参照采用国际标准IEC 404-2(1978)《电工钢片(带)磁电及物理性能测试方法》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了电工钢层间电阻、涂层附着性和叠装系数的测试方法。
本标准适用于电工钢层间电阻、涂层附着性和叠装系数的测试。

2 层间电阻的测试方法

2.1 层间电阻的定义

层间电阻是描述电工钢片(带)涂层绝缘性能的一个参数,其定义如下:

$$R_s = A \cdot \left(\frac{1}{I} - 1 \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中: R_s ——层间电阻, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{片}$;

A ——10个极头的总面积 ($=1000$), mm^2 ;

I ——6次测试电流的平均值, A。

注:公式推导见附录A。

2.2 测试范围及条件

2.2.1 层间电阻的测试范围: $20 \sim 3.5 \times 10^4 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{片}$ 。

2.2.2 测试温度: $20 \pm 15^\circ\text{C}$ 。

2.3 试样

2.3.1 试样要有代表性,表面清洁、平整、无斑痕和划痕。

2.3.2 试样尺寸为横向长400mm,宽150mm。

2.4 测试装置

采用如图1所示单片层间电阻测试装置。该装置包括加压、电极、电气测量仪表三部分。电极是由10根垂直的黄铜棒组成,每5根一排,排成两行,装在绝缘板上。每根黄铜棒外套有弹簧,下端装有极头。另一端由钻头和钢板基体组成。10根黄铜棒分别串联 5Ω 的标准电阻。

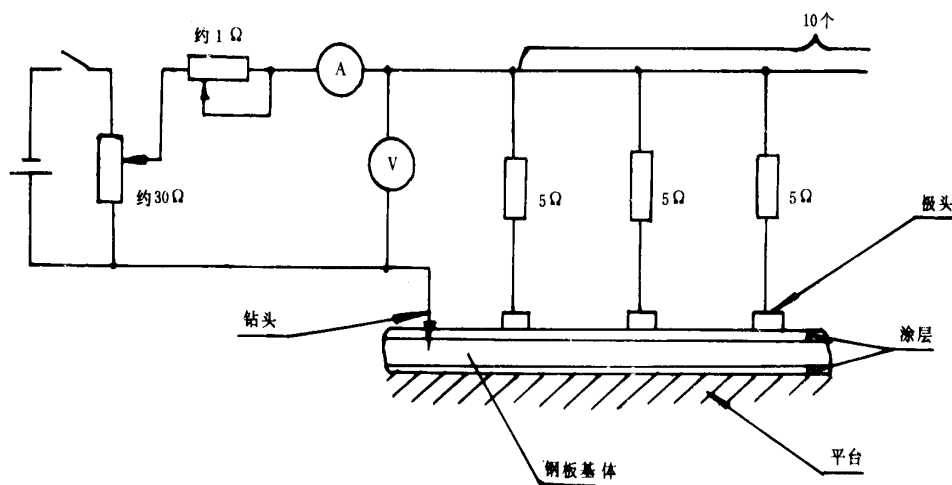


图 1 层间电阻测试原理图

图中：电源——直流电源；

Ⓐ——直流安培表 1 A，1.0 级或更高；

Ⓥ——直流伏特表 1 V，1.0 级或更高，1 000 Ω/V；

钻头——直径 4 ~ 6 mm；

极头——用不锈钢制成，表面粗糙度 R_a 高于 0.4 mm，硬度 HV 在 250 ~ 300 之间，直径为 11.3 ± 0.03 mm；

标准电阻——阻值 $5 \pm 0.1\%$ Ω。

2.5 测试方法

2.5.1 将试样表面擦洗干净，放在测试平台上。

2.5.2 用加压装置缓慢加压到 2 ± 0.1 N/mm²。

2.5.3 将电压缓慢增加到 0.5 V，然后读出电流表指示值。

2.5.4 在每片试样正、反两面各换 3 次位置测量，算出 6 次电流的平均值。

2.5.5 在测量之前为了确认极头与试样表面是否接触良好，需做空白试验。方法是用一块精抛光的铜板代替试样，在其上施加规定的测试压力，当电压表指示为 0.5 V 时，安培表的读数应不低于 0.98 A。

2.6 计算

层间电阻值按式 (1) 计算。

3 涂层附着性的测试方法

3.1 试样

沿钢板的轧向取长 300 mm，宽 30 mm 的试样。

3.2 测试方法

将试样紧紧围绕直径分别为 10，20，30 mm 的黄铜塔形圆柱逐段弯曲 180°，检查其内表面涂层开

裂与剥落情况，并按表 1 进行评级。

表 1

mm

性能级别 \ 弯曲半径	10	20	30
O	无脱落	无脱落	无脱落
A	稍有脱落		
B	脱落	稍有脱落	
C			
D		脱落	稍有脱落
E	稍有脱落		
F			脱落

注：对稍有脱落的概念，取向硅钢与无取向硅钢说明如下：

(1) 取向硅钢：弯曲后再将试样扳直，如有肉眼可见的少量剥落即判为稍有脱落。

(2) 无取向硅钢：弯曲后再将试样扳直，用透明粘胶带贴上去再撕下来，贴在白纸上观察，若有涂层粉状物粘下来，即可判为稍有脱落。

4 叠装系数的测试方法

4.1 叠装系数 S (%) 的定义

由硅钢片试样的质量、密度、长和宽的值计算的理论厚度与在一定压力下所测得的叠装厚度之比的百分数为叠装系数。

$$S = \frac{m}{b \cdot l \cdot \rho \cdot h} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

- 式中：*m* —— 试样的质量，kg；
b —— 试样的平均宽度，m；
l —— 试样的长度，m；
ρ —— 试样对应牌号的规定密度，kg/m³；
h —— 在规定压力下试样的叠装高度，m。

4.2 试样

4.2.1 试样尺寸为长300±0.5mm，宽30±0.1mm，若超过此范围时，以实测数值为准，但测量误差不得大于±0.1mm。

4.2.2 试样片数由试样厚度规定（见表 2）。

表 2

试样厚度, mm	试样片数
0.20	80
0.30	56
0.35	48
0.50	32
0.70	24

4.2.3 无取向硅钢片试样一半为纵向, 一半为横向, 取向硅钢片试样全部为纵向。

4.2.4 试样边缘应无毛刺, 表面清洁无结痕, 无划痕。

4.3 测试方法

4.3.1 准确地测量试样的质量, 测量误差不大于 $\pm 0.1\%$ 。

4.3.2 将试样叠装整齐, 对称地置于两块硬度适中、表面光洁的平行夹板之间, 如图 2 所示。

4.3.3 沿与试样表面垂直的方向施加 0.34N/mm^2 的压力, 如有其他施力要求, 可由供需双方协商决定。

4.3.4 测量靠近夹板处试样对角线两头的叠装厚度 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 , 如图 3 所示。取其算术平均值 h 作为试样的叠装厚度, 叠装厚度测量误差不大于 $\pm 0.01\text{mm}$ 。



图 2 试样叠装状态示意图

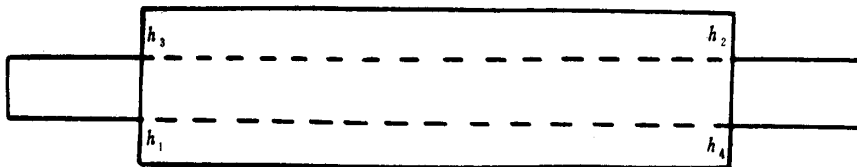


图 3 试样叠装状态俯视图

4.4 计算

叠装系数 S 按式 (2) 计算。

附录 A
层间电阻公式的推导
(参考件)

由欧姆定律, 测试层间电阻的回路方程如下所示:

$$I = \sum_{n=1}^{10} \frac{u}{R + R_n} \dots\dots\dots (A1)$$

式中: u ——电压表读数, 测量时调到0.5V;

R_n ——在第 n 个电极处一面涂层的电阻, Ω ;

R ——每个极头上串联的电阻, 规定为 $5 \pm 0.1\% \Omega$ 。

由于每片电工钢有两面涂层, 根据层间电阻定义得:

$$R_s = 2 R_n \left(\frac{A}{10} \right)$$

$$\text{即: } R_n = \frac{5 R_s}{A} \dots\dots\dots (A2)$$

把式 (A2) 代入式 (A1) 得:

$$I = \sum_{n=1}^{10} \frac{u}{R + \frac{5 R_s}{A}} = \frac{u}{5 + \frac{5 R_s}{A}} \dots\dots\dots (A3)$$

解式 (A3) 得:

$$R_s = A \left(\frac{1}{I} - 1 \right)$$

附加说明:

本标准由冶金工业部情报标准研究总所、武汉钢铁公司负责起草。

本标准主要起草人赵予生、刁福荣。