



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2522—2017  
代替 GB/T 2522—2007

## 电工钢带(片)涂层绝缘电阻和附着性 测试方法

**Methods of test for the determination of coating insulation resistance and  
coating adhesion of electrical strip and sheet**

(IEC 60404-11:2012, Magnetic materials—Part 11: Method of test for the  
determination of surface insulation resistance of magnetic sheet and  
strip, NEQ)

2017-07-12 发布

2018-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 2522—2007《电工钢片(带)表面绝缘电阻、涂层附着性测试方法》，与 GB/T 2522—2007 相比，主要变化如下：

- 标准名称由《电工钢片(带)表面绝缘电阻、涂层附着性测试方法》改为《电工钢带(片)涂层绝缘电阻和附着性测试方法》；
- 修改了涂层绝缘电阻测试电路图；
- 删除了涂层绝缘电阻测试的方法 B；
- 增加了 10 个触头总面积为 1 000 mm<sup>2</sup> 的测试方法；
- 修改了 10 个触头的总电流的规定；
- 增加了层间电阻系数的计算；
- 增加了涂层绝缘电阻测试重复性和再现性要求；
- 增加了涂层附着性级别。

本标准使用重新起草法参考 IEC 60404-11:2012《磁性材料 第 11 部分：测定磁性钢板带表面绝缘电阻的测试方法》编制，与 IEC 60404-11:2012 的一致性程度为非等效。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位：武汉钢铁股份有限公司、宝山钢铁股份有限公司、首钢总公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：刘集中、沈杰、向前、石建锐、王玉婕、胡守天、唐灵、龚坚、刘宝石、魏海丽、周星、邱忆。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 2522—1981、GB/T 2522—1988、GB/T 2522—2007。

# 电工钢带(片)涂层绝缘电阻和附着性 测试方法

## 1 范围

本标准规定了电工钢带(片)涂层绝缘电阻和附着性的测试方法。

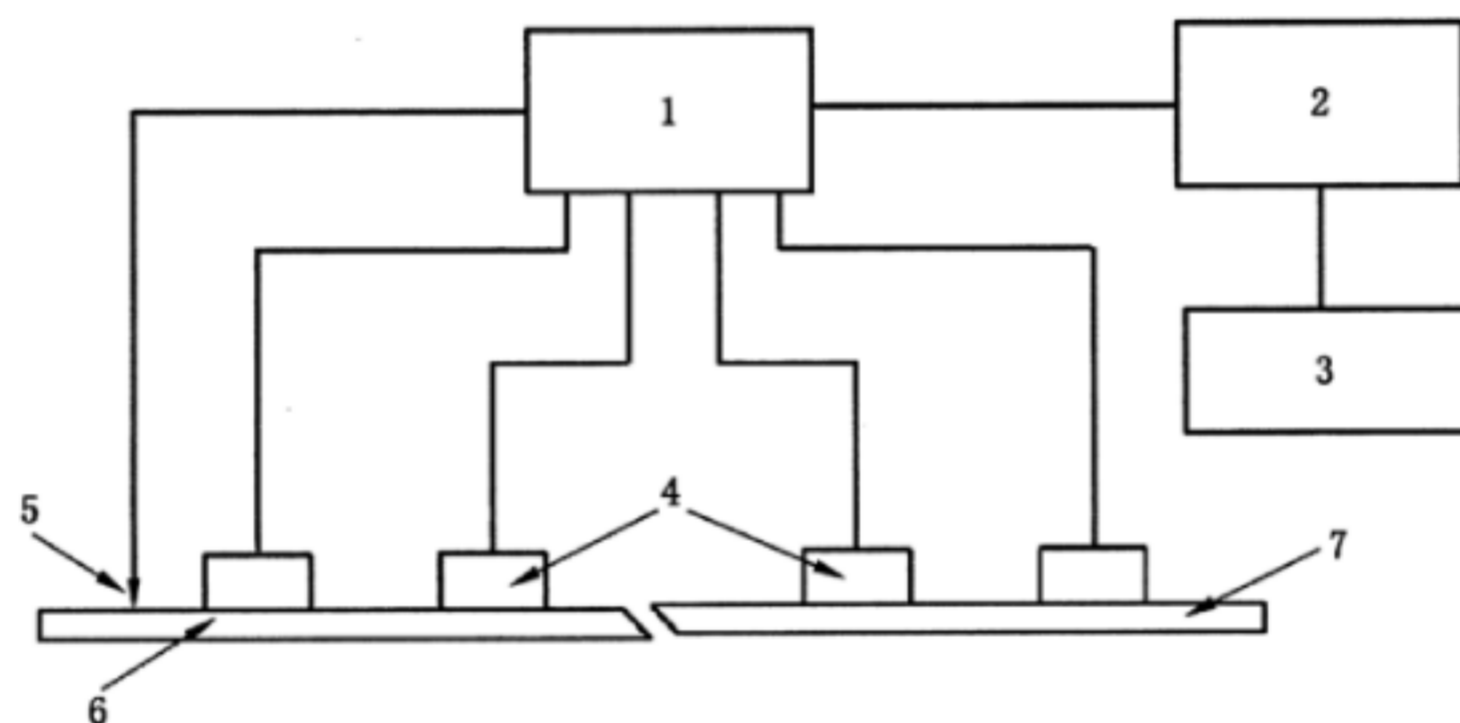
本标准适用于无取向和取向电工钢带(片)表面绝缘电阻和层间电阻的测试,以及无取向和取向电工钢带(片)绝缘涂层附着性的测试。

## 2 涂层绝缘电阻的测试

### 2.1 测量原理

采用只能进行单涂层测量的富兰克林法。

设备电路示意图如图 1 所示。在规定的电压和压强下,将 10 个固定面积的金属触头压在钢板的一个涂层表面上。通过测量流过 10 个触头的电流来评定表面绝缘涂层的效能。



说明:

- 1——直流电源;
- 2——计算机;
- 3——显示器;
- 4——10 个触头;
- 5——钻头;
- 6——试样;
- 7——绝缘涂层。

图 1 表面绝缘涂层电阻测量电路示意图

触头由直流电源供电,如图 2 所示, $5 \times (1 \pm 1\%) \Omega$  电阻和钻头间的电压在电流  $0 \sim 1 \text{ A}$  的范围内稳定在  $500 \times (1 \pm 0.5\%) \text{ mV}$ 。两个螺旋钻头的作用是与试样金属基板接触构成电流回路。

### 2.2 试样

2.2.1 每个试样应由一个样片或一段样带构成。试样的长度和宽度应分别大于 2.3 所述的触头部件的

## GB/T 2522—2017

长度和宽度。测试是破坏性的,试样只能使用一次。

2.2.2 为了得到具有代表性的结果,试样应从钢板的整个宽度上剪取。试样表面应清洁、平整、无斑痕和划痕。

## 2.3 测试装置

## 2.3.1 触头部件

待测试样被压在平板底座和触头部件之间,触头部件由 10 根垂直安装的金属杆组成,这些金属杆可压缩弹簧在固定的单元内轴向移动。这 10 个触头通常排成两行,为方便使用也可排成一行。每根杆的端部由一个用青铜或其他合适的材料(如不锈钢)做的触头极靴,并与框架绝缘。

注 1: 万向连接方式的极靴可通过小范围补偿触头的角度偏差,改善电接触。

10 个触头中的每一个触头的面积选用  $64.5 \times (1 \pm 1\%) \text{ mm}^2$  或  $100 \times (1 \pm 1\%) \text{ mm}^2$ ,10 个触头的总面积为  $645 \times (1 \pm 1\%) \text{ mm}^2$  或  $1\,000 \times (1 \pm 1\%) \text{ mm}^2$ ,推荐的触头总面积为  $645 \text{ mm}^2$ 。

注 2: 国际标准只采用触头总面积  $645 \text{ mm}^2$ 。两种总面积对应触头的检测结果通常不具有可比性。

通过弹簧加载的直径大约为 3 mm 的两个钻头钻穿试样的绝缘涂层,使钻头与试样金属基板形成电接触。

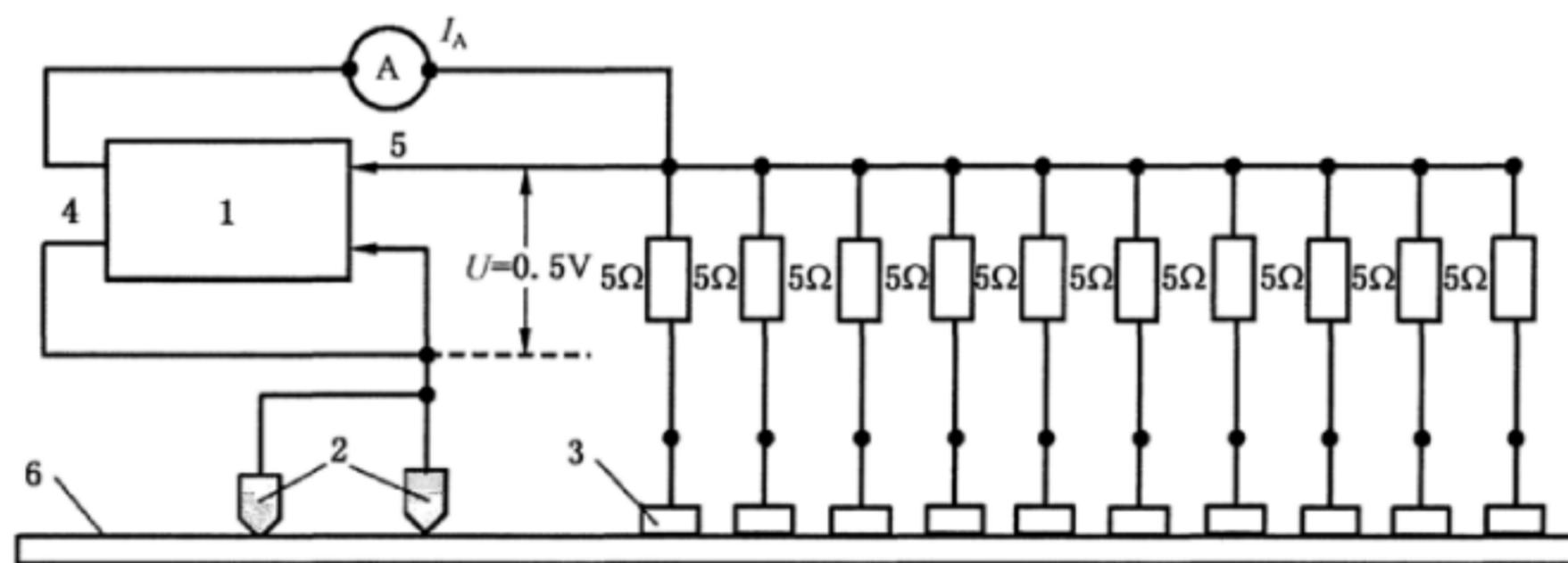
## 2.3.2 电源

应使用最大负载电流为 1.0 A 的直流稳压电源,确保两电极间电压稳定在 500 mV。

## 2.3.3 电流测试

以  $\pm 2\%$  或更小的测量不确定度的方法测试流过触头极靴的电流。这可以在稳压电源的输出端与触头极靴之间靠近电源一侧接入一只电流表。

稳压电路和电流测试系统电路原理图如图 2 所示。



说明:

- 1——直流稳压电源;
- 2——钻头;
- 3——触头;
- 4——输出电压;
- 5——反馈电压;
- 6——试样。

图 2 电路示意图

### 2.3.4 外加力的测定

应以±5%或更小的测量不确定度的合适的方法测试所有触头施加在待测试样上的合力。

## 2.4 设备确认

设备的确认宜采用以下三种形式：

- 在额定试验压力下,把触头和钻头施加于洁净的铜板上,流过10个触头的总电流应是 $1.0 \times (1 \pm 3\%)$ A,如果实际情况与之不符,应检查触头的清洁度、钻头的锐度和接触电阻。
- 在额定试验压力下,通过触头把复写纸压在白纸上,这时应出现均匀的压痕,而没有力集中的痕迹。可用颜色密度变化显示施加压力的力度测量板来代替复写纸和白纸。
- 依次把0.1 Ω、1 Ω、10 Ω和100 Ω的标准电阻连接到钻头与触头极靴之间,示值稳定,并达到所要求的电流水平。

## 2.5 测试步骤

2.5.1 把试样放在试样台和10个触头之间,缓慢施加一定的力:对于645 mm<sup>2</sup>的总面积施加 $1\ 290 \times (1 \pm 5\%)$ N的力,对于1 000 mm<sup>2</sup>的总面积施加 $2\ 000 \times (1 \pm 5\%)$ N的力,相当于2 N/mm<sup>2</sup>压力。

2.5.2 以稳压电源对电极供电,并读取总电流(或由计算机读取)。

2.5.3 如果测试是评价单面的涂层绝缘质量,应使10个触头在钢板的10个具有代表性的不同区域或者10个测试样上测取10个数据。

2.5.4 如果测试是综合评价双面涂层的绝缘质量,则应使用10个触头在钢板的每一面选取5个具有代表性的不同区域或者在5个测试试样上进行测试,在测试试样的同一个区域不应进行两面的测试。

## 2.6 涂层绝缘电阻的计算

### 2.6.1 表面绝缘电阻系数

将10个并联触头10次测量的电流值代入式(1),计算得出表面绝缘电阻系数(单面涂层10次测量值,或涂层上下表面每个面各5次测量值)。

$$C = A \left[ \frac{U}{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} I_A} - \frac{R}{10} \right] = A \left[ \frac{0.5}{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} I_A} - 0.5 \right] \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$C$  ——表面绝缘电阻系数,单位为欧姆平方毫米每面( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{面}$ )或欧姆平方厘米每面( $\Omega \cdot \text{cm}^2/\text{面}$ );

$A$  ——10个触头的总面积,单位为平方毫米( $\text{mm}^2$ )或平方厘米( $\text{cm}^2$ );

$U$  ——施加在触头和5 Ω电阻上的电压,单位为伏特(V);

$R$  ——与每个触头串联的电阻,等于5 Ω,单位为欧姆(Ω);

$I_A$  ——每次测量的总电流(10个数值),单位为安培(A)。

### 2.6.2 层间电阻系数

层间电阻系数表示的 $R_A$ 值代表了产品上下两个表面电阻值,理论上是表面绝缘电阻系数 $C$ 的2倍。

将10个并联触头10次测量的电流值代入式(2),计算得出层间电阻系数(涂层面每面5次测量值,

## GB/T 2522—2017

两个面共 10 次测量值)。

$$R_A = 2A \left[ \frac{U}{\frac{1}{10} \sum_1^{10} I_A} - \frac{R}{10} \right] = A \left[ \frac{1}{\frac{1}{10} \sum_1^{10} I_A} - 1 \right] \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$R_A$  ——层间电阻系数,单位为欧姆平方毫米每片( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{片}$ )或欧姆平方厘米每片( $\Omega \cdot \text{cm}^2/\text{片}$ );

$A$  ——10 个触头的总面积,单位为平方毫米( $\text{mm}^2$ )或平方厘米( $\text{cm}^2$ );

$U$  ——施加在触头和  $5 \Omega$  电阻上的电压,单位为伏特(V);

$R$  ——与每个触头串联的电阻,等于  $5 \Omega$ ,单位为欧姆( $\Omega$ );

$I_A$  ——每次测量的总电流(10 个数值),单位为安培(A)。

## 2.7 重复性和再现性

即使设备及操作和维护等都处于良好状态时,用富兰克林法测试涂层绝缘电阻,其重复性和再现性很大程度上受试样表面特性的影响。在实际测试中很难评估方法的重复性和再现性。

## 2.8 测试报告

测试报告至少包括以下信息,除非另有约定:

- a) 本标准编号;
- b) 试样和涂层的标识和状态;
- c) 选用设备的触头总面积,  $645 \text{ mm}^2$  或  $1\,000 \text{ mm}^2$ ;
- d) 测试结果:表面绝缘电阻系数或层间电阻系数。

## 3 涂层附着性的测试方法

### 3.1 装置

装置是直径分别为 10 mm、20 mm、30 mm,公差为  $-0.5 \text{ mm} \sim +0.1 \text{ mm}$  的表面光滑的黄铜圆柱体。

### 3.2 试样

在离钢带(片)边部不小于 40 mm 的地方,沿平行于轧制方向剪切具有代表性的试样,不得损伤试样涂层。试样的尺寸:宽度为  $30 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$ ,长度为  $280 \text{ mm} \sim 320 \text{ mm}$ 。如有特殊要求,供需双方协商确定。

### 3.3 测试

在室温下,将试样紧紧围绕黄铜圆柱体弯曲  $180^\circ$ ,再将弯曲后的试样扳直,检查试样内表面涂层的剥落情况。一般最先使用 20 mm 黄铜圆柱体弯曲,如必要再使用 10 mm 或 30 mm 黄铜圆柱体弯曲。

### 3.4 评级

如无特殊要求,钢带(片)涂层绝缘附着性按表 1 评级。

表 1 涂层附着性评级表

涂层级别	弯曲直径		
	10 mm	20 mm	30 mm
A	无脱落	无脱落	—
B	稍有脱落		
C	脱落	稍有脱落	无脱落
D	—	脱落	无脱落
E			稍有脱落
F			脱落

注：稍有脱落是指试样弯曲后再将其扳直，目视可见的少量剥落。

### 3.5 测试报告

测试报告至少包括以下信息，除非另有约定：

- a) 本标准编号；
- b) 试样和涂层的标识和状态；
- c) 测试结果：涂层级别。