

ICS 29.120.20  
K 14



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 5586—2016  
代替 GB/T 5586—1998

---

## 电触头材料基本性能试验方法

Test methods for essential property of electrical contact materials

2016-02-24 发布

2016-09-01 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

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 密度测量 .....	1
4 硬度试验 .....	4
5 体积电阻率测量 .....	5
6 电导率测量 .....	8
7 抗弯强度测量 .....	9
8 抗拉强度、断后伸长率的测量 .....	10

## 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 5586—1998《电触头材料基本性能试验方法》。

本标准与 GB/T 5586—1998 相比,主要技术变化如下:

- 修改了布氏硬度、维氏硬度的计算公式[见式(5)、式(6)];
- 按 GB/T 231.1—2009 的要求修改了布氏硬度的表示方法(见 4.1.1);
- 推荐了硬质合金球的直径(见 4.2.1);
- 规范了布氏硬度和维氏硬度的表示方法(见 4.5.2 和 4.5.3);
- 增加了测试电触头材料电阻率和电导率时的环境温度要求(见 5.2 和 6.3);
- 电阻率测量的试样长度的推荐值由 300 mm 改为 1 300 mm(见 5.4.2.1);
- 增加抗拉强度、断后伸长率的测量方法(见第 8 章)。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国电工合金标准化技术委员会(SAC/TC 228)归口。

本标准负责起草单位:桂林电器科学研究院有限公司、桂林金格电工电子材料科技有限公司、福达合金材料股份有限公司、中希集团有限公司、扬州乐银合金科技有限公司、温州聚星电接触科技有限公司、浙江乐银合金有限公司、浙江省冶金研究院有限公司、温州宏丰电工合金股份有限公司。

本标准参加起草单位:上海电器股份有限公司人民电器厂电器触头分厂、佛山通宝精密合金股份有限公司、辽宁金昌新材料有限公司、陕西斯瑞工业有限责任公司。

本标准主要起草人:谢永忠、柏小平、郑元龙、胡跃林、冯如信、陈乐生、田军花、颜小芳、王硕、李志谦、吴文安、马大号、陈静、郑晓杰、霍志文、王小军、廖思远。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 5586—1985、GB/T 5586—1998。



# 电触头材料基本性能试验方法

## 1 范围

本标准规定了电触头材料密度、硬度、体积电阻率、电导率、抗弯强度和拉伸试验方法。  
本标准适用于各种电触头材料的密度、硬度、体积电阻率等基本性能的测量。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 228.1—2010 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 231.1—2009 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 231.2—2012 金属材料 布氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准

GB/T 4340.1—2009 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 4340.2—2012 金属材料 维氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准

## 3 密度测量

### 3.1 测量原理

密度测量的基本原理是阿基米德定律,即浸在液体里的物体受到浮力大小等于该物体所排开的液体的重量。

### 3.2 测量仪器和材料

#### 3.2.1 精密天平

称量质量在 10 g 及以内,称量误差为 $\pm 0.1$  mg;称量在 10 g 以上,称量精度为 $\pm 0.001\%$ 。

#### 3.2.2 容器

容器一般选用烧杯,其大小应适当,即样品浸入液体中时液面上升高度应小于 2.5 mm。

#### 3.2.3 比重瓶

宜用容积为 10 mL 的比重瓶。

#### 3.2.4 液体

3.2.4.1 测量液体用蒸馏水或去离子水,其在空气中不同温度下的密度见表 1。

表 1 蒸馏水或去离子水在空气中不同温度下的密度

温度/℃	密度/(g/cm <sup>3</sup> )	温度/℃	密度/(g/cm <sup>3</sup> )	温度/℃	密度/(g/cm <sup>3</sup> )	温度/℃	密度/(g/cm <sup>3</sup> )
10.0	0.999 70	15.0	0.999 10	20.0	0.998 20	25.0	0.997 04
10.5	0.999 65	15.5	0.999 02	20.5	0.998 10	25.5	0.996 91
11.0	0.999 60	16.0	0.998 94	21.0	0.997 99	26.0	0.996 78
11.5	0.999 55	16.5	0.998 86	21.5	0.997 88	26.5	0.996 65
12.0	0.999 49	17.0	0.998 77	22.0	0.997 77	27.0	0.996 51
12.5	0.999 43	17.5	0.998 68	22.5	0.997 65	27.5	0.996 37
13.0	0.999 37	18.0	0.998 59	23.0	0.997 54	28.0	0.996 23
13.5	0.999 31	18.5	0.998 50	23.5	0.997 42	28.5	0.996 09
14.0	0.999 24	19.0	0.998 40	24.0	0.997 29	29.0	0.995 94
14.5	0.999 17	19.5	0.998 30	24.5	0.997 17	29.5	0.995 80

3.2.4.2 在测量过程中液体温度应与环境温度保持平衡。

### 3.2.5 温度计

温度计测量精度应为±0.5℃。

### 3.2.6 细金属丝

金属丝直径应不大于 0.25 mm。

## 3.3 试样

3.3.1 试样表面应光洁无油污,如果试样有覆层,应将覆层清除干净后方可进行测量。

3.3.2 试样的体积应大于 0.5 cm<sup>3</sup>,否则应选几个试样(总体积要求大于 0.5 cm<sup>3</sup>)一同测量。

3.3.3 试样的温度应与环境温度保持一致。

## 3.4 测量

### 3.4.1 大体积(体积大于 0.5 cm<sup>3</sup>)电触头材料密度的测量

3.4.1.1 在空气中称量清洁干燥试样的质量  $m_0$ 。

3.4.1.2 对吸水的试样,可将试样放入液体石蜡中浸泡,然后从液体石蜡中取出试样,用滤纸擦掉表面过多的液体石蜡;或用覆盖的办法在表面涂上薄薄的一层凡士林。然后,称量出其在空气中的质量  $m_1$ 。

3.4.1.3 如图 1 所示,将试样用细金属丝悬挂在水中,试样离水面应不少于 10 mm,排除试样表面和沾附在金属丝上的气泡,然后称量出试样在水中的质量  $m_2$ 。

3.4.1.4 将试样置于水中,称量金属丝在水中的质量  $m_3$ 。



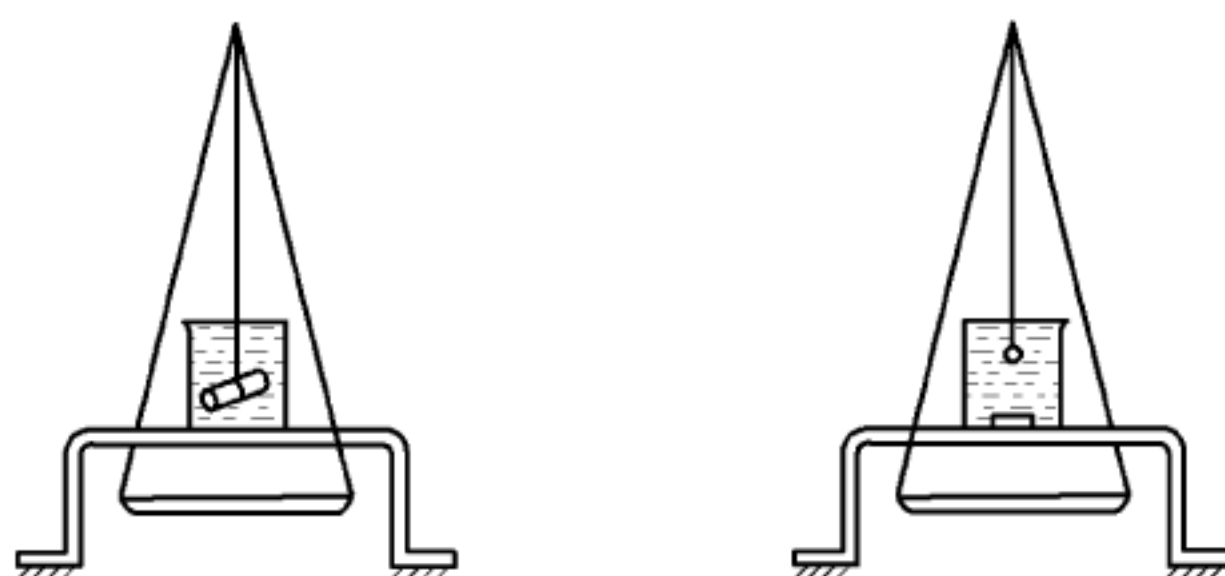


图1 水中称量示意图

3.4.1.5 测量液体的温度  $t$ 。

3.4.1.6 结果与计算：

不吸水试样的密度按式(1)计算：

$$D = \frac{m_0}{m_0 - (m_2 - m_3)} \times D_0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

吸水试样的密度按式(2)计算：

$$D = \frac{m_0}{m_1 - (m_2 - m_3)} \times D_0 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式(1)、式(2)中：

$D$  ——试样的密度,单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ )；

$D_0$  ——液体在温度  $t$  时的密度,单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ )；

$m_0$  ——试样在空气中的质量,单位为克( $\text{g}$ )；

$m_1$  ——吸水试样经防水处理后在空气中的质量,单位为克( $\text{g}$ )；

$m_2$  ——试样在水中的质量(含金属丝),单位为克( $\text{g}$ )；

$m_3$  ——金属丝在水中的质量,单位为克( $\text{g}$ )。

计算结果取小数点后两位数。

### 3.4.2 小体积(体积小于或等于 $0.5 \text{ cm}^3$ )电触头材料密度的测量

3.4.2.1 在空气中称量清洁干燥试样的质量  $m_0$ 。

3.4.2.2 对吸水的试样,按 3.4.1.2 的方法处理,然后,称量出其在空气中的质量  $m_1$ 。

3.4.2.3 称量灌满液体的比重瓶的质量  $m_2$ 。

3.4.2.4 将试样装入灌满液体的比重瓶中,先排除试样表面的气泡,然后称量其质量  $m_3$ 。

3.4.2.5 测量液体的温度  $t$ 。

3.4.2.6 结果与计算：

不吸水试样的密度按式(3)计算：

$$D = \frac{m_0}{m_0 + m_2 - m_3} \times D_0 \quad \dots\dots\dots(3)$$

吸水试样的密度按式(4)计算：

$$D = \frac{m_0}{m_1 + m_2 - m_3} \times D_0 \quad \dots\dots\dots(4)$$

式(3)、式(4)中：

$D$  ——试样的密度,单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ )；

$D_0$  ——液体在温度  $t$  时的密度,单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ )；

- $m_0$  —— 试样在空气中的质量,单位为克(g);
  - $m_1$  —— 吸水试样经防水处理后在空气中的质量,单位为克(g);
  - $m_2$  —— 灌满液体的比重瓶的质量,单位为克(g);
  - $m_3$  —— 放入试样并灌满液体的比重瓶的质量,单位为克(g)。
- 计算结果取小数点后两位数。

#### 4 硬度试验

##### 4.1 试验原理

###### 4.1.1 布氏硬度试验原理

对一定直径的硬质合金球施加试验力压入试样表面,经保持规定时间后,卸除试验力,测量试样表面的压痕直径。

布氏硬度与试验力除以压痕表面积所得的商成正比,用式(5)计算:

$$\text{布氏硬度} = 0.102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

- 0.102 —— 常数( $g_n^{-1}$ ,  $g_n$  —— 标准重力加速度,其值为 9.806 65);
- $F$  —— 试验力,单位为牛(N);
- $D$  —— 硬质合金球直径,单位为毫米(mm);
- $d$  —— 压痕平均直径,单位为毫米(mm)。

###### 4.1.2 维氏硬度试验原理

将顶部两相对面具有规定角度(136°)的正四棱锥体金刚石压头用试验力压入试样表面,保持规定的时间后,卸除试验力,测量压痕两对角线的长度。

维氏硬度值与试验力除以压痕表面积所得的商成正比,用式(6)计算:

$$\text{维氏硬度} = 0.189 1 \times \frac{F}{d^2} \dots\dots\dots(6)$$

式中:

- $F$  —— 试验力,单位为牛(N);
- $d$  —— 压痕对角线长度平均值,单位为毫米(mm)。

##### 4.2 试验装置

4.2.1 布氏硬度计、硬质合金球(本标准推荐使用直径为 2.5 mm 的硬质合金球)及压痕测量装置应符合 GB/T 231.2—2012 的要求。

4.2.2 维氏硬度计、压头及压痕测量装置应符合 GB/T 4340.2—2012 的要求。

##### 4.3 试样

4.3.1 试样的试验面及背面应是光滑平面,不应有毛刺、油污等外来污染。

4.3.2 试验面表面粗糙度应保证压痕能准确地测量,一般试验面的表面粗糙度:布氏硬度试验  $Ra \leq 0.8 \mu\text{m}$ ; 维氏硬度试验  $Ra \leq 0.2 \mu\text{m}$ 。

4.3.3 试样或试验层厚度不应小于压痕深度的 10 倍。试验后,试样背面不应出现肉眼可见的变形痕迹。



## 4.4 试验

4.4.1 试样支撑面、压头表面及试台面应清洁,试样应稳固地放置于试台上,在试验过程中不应发生位移和振动。

4.4.2 试验时应均匀平稳地施加试验力,不应有冲击和震动。在布氏硬度试验时,根据电触头材料的硬度,本标准推荐的试验力为 306.5 N、612.9 N 和 1 839 N;维氏硬度试验,推荐的试验力为 2.94 N。试验力作用方向应与试验面垂直。

4.4.3 本标准推荐施加试验力的时间为 2 s~8 s,保持时间为 $(30\pm 2)$ s。

4.4.4 在布氏硬度试样的试验面,压痕中心距边缘的距离不应小于压痕直径的 2.5 倍,相邻压痕中心距离不应小于压痕直径的 4 倍。

4.4.5 在维氏硬度试样的试验面,压痕中心距边缘或相邻压痕中心的距离不应小于压痕对角线长度的 5 倍。

4.4.6 卸除试验力后,测试布氏硬度后的压痕直径应为  $0.24 D\sim 0.6 D$  ( $D$  为硬质合金球直径)之间。

4.4.7 布氏硬度测量时,应在两相互垂直方向测量压痕直径,压痕两直径最大差不应超过较小直径的 2%。

4.4.8 维氏硬度测量时,应测量两对角线长度,其长度之差不应超过短对角线长度的 5%。

## 4.5 试验结果与表示

### 4.5.1 试验结果

布氏硬度值用压痕两直径的算术平均值计算,维氏硬度值用压痕对角线平均值计算。试验结果取小数点后两位数。

### 4.5.2 布氏硬度的表示

布氏硬度按 GB/T 231.1—2009 的要求用符号 HBW 表示。

符号 HBW 前面为硬度值,符号后面为按以下顺序表示试验条件的指标:

- a) 球直径,mm;
- b) 试验力数字(见 GB/T 231.1—2009 中的表 2);
- c) 试验力保持时间[保持时间为 $(30\pm 2)$ s 时,可省略此项]。

示例 1:120HBW2.5/62.5 表示用直径 2.5 mm 的硬质合金球在 612.9 N 试验力下保持 $(30\pm 2)$ s 测得的布氏硬度值为 120。

示例 2:150HBW2.5/187.5/20 表示用直径 2.5 mm 的硬质合金球在 1 839 N 试验力下保持 20 s 测得的布氏硬度值为 150。

### 4.5.3 维氏硬度的表示

维氏硬度按 GB/T 4340.1—2009 的要求用符号 HV 表示。

符号 HV 前面为硬度值,符号后面为按以下顺序表示试验条件的指标:

- a) 选择的试验力值(见 GB/T 4340.1—2009 中的表 3);
- b) 试验力保持时间[保持时间为 $(30\pm 2)$ s 时,可省略此项]。

示例 1:640HV0.3 表示用 2.942 N 试验力下保持 $(30\pm 2)$ s 测得的维氏硬度值为 640。

示例 2:750HV0.3/20 表示用 2.942 N 试验力下保持 20 s 测得的维氏硬度值为 750。

## 5 体积电阻率测量

### 5.1 测量原理

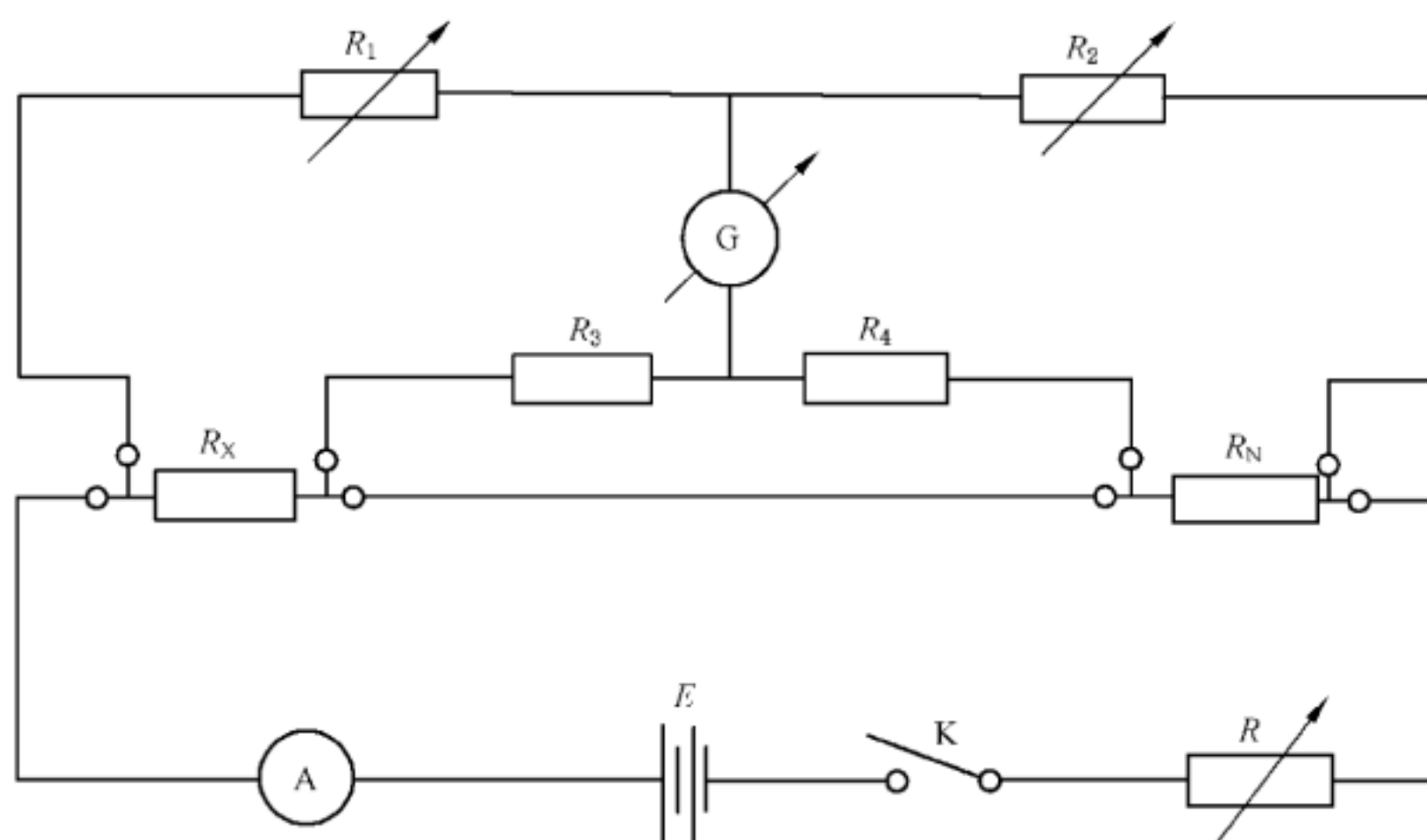
5.1.1 体积电阻率为单位长度与单位截面的导体的电阻,如式(7)所示:

$$\rho = \frac{R \cdot A}{L} \dots\dots\dots(7)$$

式中：

- $\rho$  —— 试样体积电阻率,单位为微欧厘米( $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ )；
- $R$  —— 试样的电阻值,单位为微欧( $\mu\Omega$ )；
- $A$  —— 试样平均横截面积,单位为平方厘米( $\text{cm}^2$ )；
- $L$  —— 试样长度,单位为厘米( $\text{cm}$ )。

5.1.2 电阻率测量采用双臂电桥的基本原理,测量电路如图 2 所示。



说明：

- G —— 检流计；
- A —— 安培表；
- $R_1, R_2$  —— 电桥比较臂电阻；
- $R_3, R_4$  —— 电桥比率臂电阻；
- R —— 可变电阻；
- $R_x$  —— 试样电阻；
- $R_N$  —— 标准电阻；
- E —— 稳流电源；
- K —— 闸刀开关。

图 2 双臂电桥电路图

## 5.2 环境温度

电阻率测量的环境温度应控制在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 范围内。

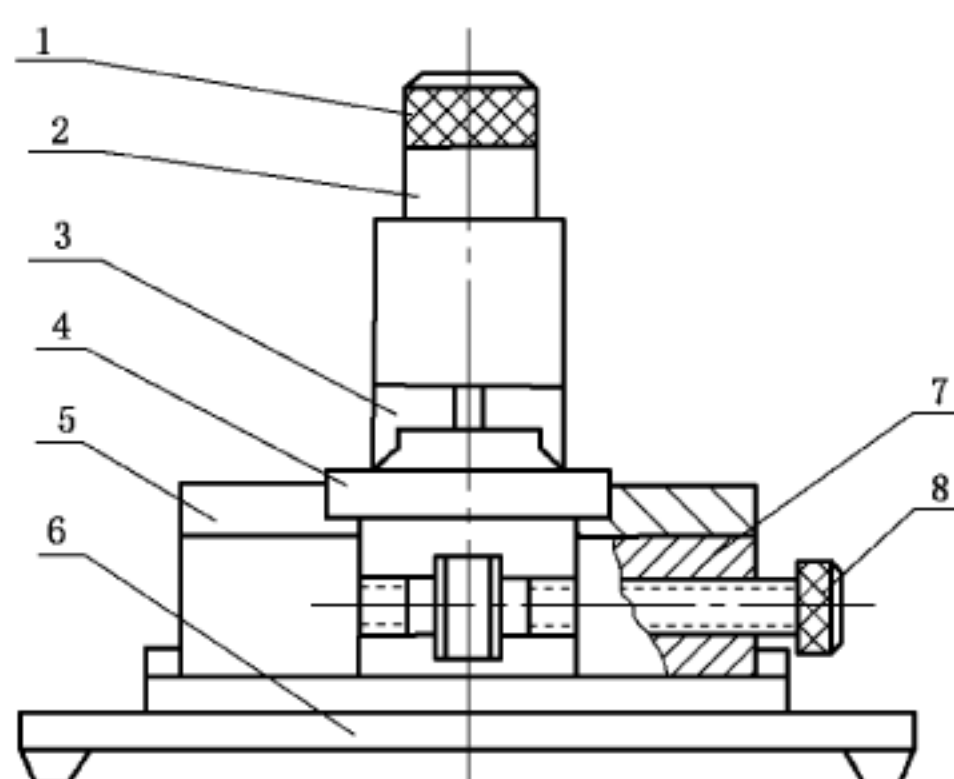
## 5.3 测量仪器及夹具

5.3.1 精度为万分之五的双臂电桥及与其匹配的检流计、光电放大器。

5.3.2 阻值为  $0.001 \Omega$  精度不低于 0.01 级的标准电阻。

5.3.3  $8 \Omega, 6 \text{ A}$  的滑线电阻或相应的可变电阻箱。

5.3.4 专用测量夹具:测量  $50 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times h$  条状试样专用夹具如图 3 所示,测量线材或带材专用夹具如图 4 所示。

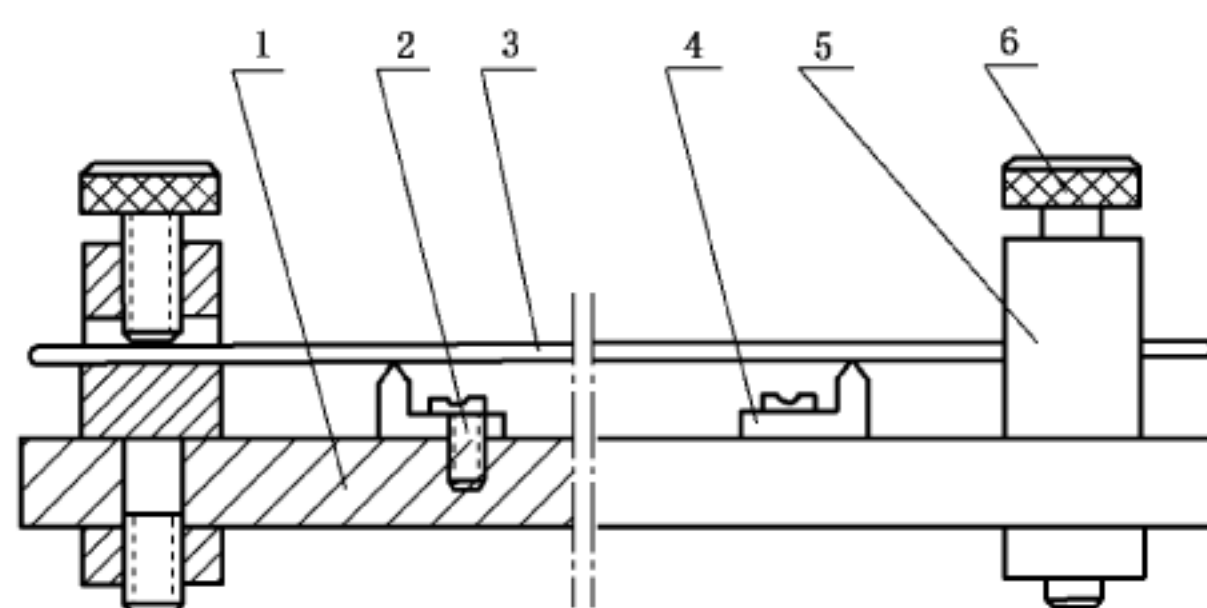


说明:

1——压紧螺母;  
2——上支架;  
3——电位端子;  
4——试样;

5——电流端子;  
6——底座;  
7——螺母;  
8——螺杆。

图 3 50 mm×10 mm×*h* 试样夹具示意图



说明:

1——底座;  
2——螺钉;  
3——试样;

4——电位端子;  
5——电流端子;  
6——压紧螺钉。

图 4 线材、带材试样夹具示意图

## 5.4 试样

### 5.4.1 条状试样

试样尺寸为 50 mm×10 mm×*h* (合金内氧化法银金属氧化物试样厚度取产品半成品板材的厚度,其他电触头产品试样厚度取 2 mm~4 mm),横截面积尺寸偏差不应超过其平均值的 1%,端面平行度不应大于 0.1。

### 5.4.2 线材、带材试样

5.4.2.1 为确保测量准确度,线材和带材的试样长度宜大于或等于 1 300 mm,沿计量长度任何位置横截面积不应大于其平均值的 3%。

5.4.2.2 试样表面不应有裂纹或其他缺陷,不允许有氧化、油污等污染,粗糙度 *Ra* 应小于 3.2 μm。

5.4.2.3 试样在两电位端之间测量长度上的电阻值不应小于 100 μΩ。

5.5 测量

5.5.1 测量试样两电位端及其中间 3 点的宽度、厚度或直径,准确到 0.01 mm,试样横截面积用 3 点所测数据的算术平均值计算。

5.5.2 测量两电位端之间的距离,测量精度为±0.1%。

5.5.3 试样在夹具中固定后,试样与两电流、电位端应接触良好。

5.5.4 测试时选用的工作电流不应使被测试样发热,在保证测量灵敏度的前提下,宜选用最小工作电流。

5.5.5 为消除接触电势的影响,应在电流正、反方向分别测量电阻,并取其平均值。

5.5.6 反复测量试样 3 次,取 3 次测量的算术平均值为所测电阻值。

5.6 结果与计算

电阻率按式(8)计算:

ρ = (A · R\_x) / L .....( 8 )

式中:

ρ ——试样体积电阻率,单位为微欧厘米(μΩ · cm);

A ——试样平均横截面积,单位为平方厘米(cm²);

R\_x ——试样电阻值,单位为微欧(μΩ);

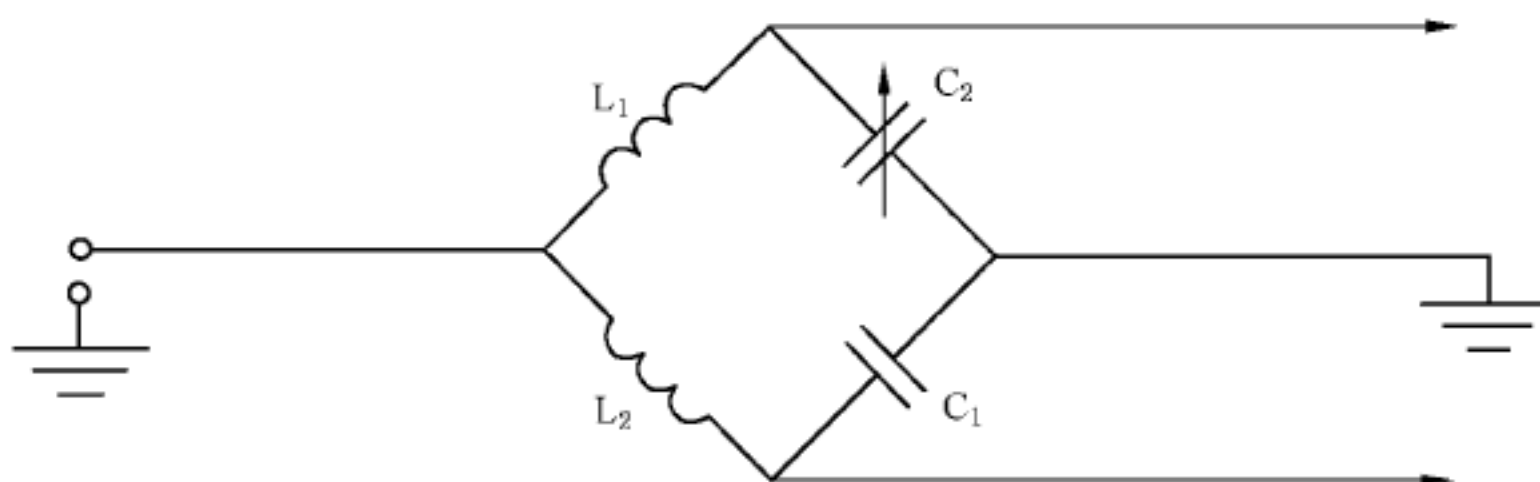
L ——试样两电位端间距离,单位为厘米(cm)。

计算结果取小数点后两位数。

6 电导率测量

6.1 测量原理

电导率的测量方法为涡流法。涡流法是利用交流电桥平衡原理进行测量,其电路图如图 5 所示:



说明:

L1、L2 ——电感;

C1 ——电容;

C2 ——可变电容。

图 5 交流电桥电路图

当具有一定频率的探测线圈(测试探头)放在金属块上,线圈电磁场会在金属表面感生涡流,涡流大小与被测金属导电性有关。涡流磁场(感生磁场)反作用于探测线圈,使探测线圈的磁场减弱,金属的导电性不同,减弱程度也不一样,探测线圈磁场的变化势必破坏电桥的平衡,当重新调节 C2 时,可使电桥达到新的平衡。如果将 C2 的量值同金属导电率联系起来,就可以从 C2 的转角分度上直接读出经过预



先校准的电导率绝对值。

## 6.2 测量仪器

涡流导电仪,测量范围 5 MS/m~62 MS/m,仪器精度为 $\pm 1\%$ 。

## 6.3 测量环境温度

测量的环境温度要求同 5.2。

## 6.4 试样

6.4.1 试样尺寸:厚度不应小于 1 mm,圆形试样的直径不应小于 10 mm,矩形试样的尺寸不应小于 10 mm×10 mm。

6.4.2 试样表面应平整,不应有油污或氧化层(银金属氧化物电触头除外),若有氧化层应用细砂纸磨掉并擦拭干净。

6.4.3 试样不应含铁磁性物质。

## 6.5 测量

6.5.1 用标准块对仪器高、低值反复校正 2 次~3 次。

6.5.2 将探头放在待测试样表面,转动分度盘使电表指针至零位,从分度盘上读取试样的电导率。

6.5.3 在试样表面不同部位测量 3 点~5 点。

## 6.6 结果与计算

测量结果取算术平均值,并取小数点后两位数。

## 7 抗弯强度测量

### 7.1 测量原理

抗弯强度测量的基本原理为测量试样在受跨距中央的负荷缓慢作用下发生断裂时的最大弯曲应力。

### 7.2 测量仪器和夹具

7.2.1 材料试验机:示值误差不应大于 $\pm 1\%$ 。

7.2.2 抗弯夹具(如图 6 所示):跨距为 $(25\pm 0.2)$ mm,承载滚柱直径为 $(3\pm 0.1)$ mm,并由维氏硬度不低于 700 的淬火钢或硬质合金制成。

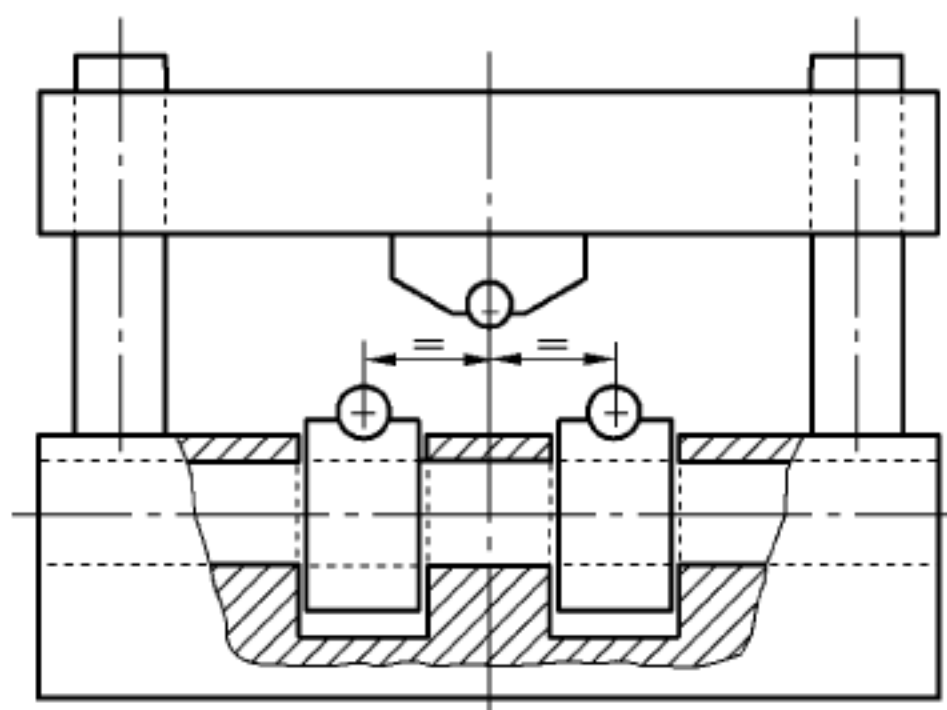


图 6 抗弯夹具示意图

### 7.3 试样要求

7.3.1 试样整个断面硬度应均匀。

7.3.2 试样尺寸为 50 mm×10 mm×4 mm,在长度方向尺寸偏差不应大于 0.1 mm。

7.3.3 试样不应有变形、弯曲、掉边或其他表面缺陷。

### 7.4 测量

7.4.1 测量试样两支承点间的距离,准确到 0.01 mm。

7.4.2 测量试样两支承点及中点的宽度和厚度,准确到 0.01 mm,横截面积用 3 点所测数据的算术平均值计算。

7.4.3 将试样按 50 mm×10 mm 面平稳地放置在支承滚柱上,使试样纵向轴线垂直于滚柱的纵轴,然后缓慢而平稳地在两个支承滚柱中间施加负荷,直至折断。从开始施加负荷到试样被破坏所需时间不应少于 10 s。

### 7.5 结果与计算

抗弯强度按式(9)计算:

$$\sigma_{bb} = \frac{3FL}{2bh^2} \dots\dots\dots(9)$$

式中:

$\sigma_{bb}$  ——抗弯强度,单位为牛每平方米(N/mm<sup>2</sup>);

$F$  ——试样破坏时所施加的负荷,单位为牛(N);

$L$  ——两支承点之间的距离,单位为毫米(mm);

$b$  ——试样宽度,单位为毫米(mm);

$h$  ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

测量结果取小数点后两位数。

## 8 抗拉强度、断后伸长率的测量

抗拉强度、断后伸长率按 GB/T 228.1—2010 测量。

---



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
电触头材料基本性能试验方法  
GB/T 5586—2016

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.gb168.cn](http://www.gb168.cn)

服务热线: 400-168-0010

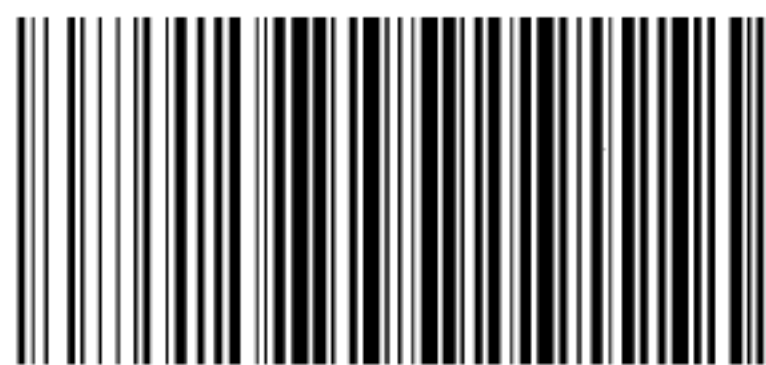
010-68522006

2016年3月第一版

\*

书号: 155066·1-52504

版权专有 侵权必究



GB/T 5586-2016