

前 言

GB 5586—85《电触头材料基本性能试验方法》自 1986 年实施以来,对指导我国电触头材料的生产和使用,提高和稳定产品质量,起了重要的作用。随着电触头材料的发展,品种规格的增多以及测试技术水平的提高,该标准已不适应目前我国电触头材料的技术发展水平,因此,本标准对 GB 5586—85 进行了修订。

对 GB 5586—85 进行修订时,保留了经过多年实践证明适用的硬度试验方法、电阻率测量方法和抗弯强度测量方法,只对个别不合理条文进行适当的修改;对密度测量方法,删掉不适用的网托测量方法,保留金属吊丝测量方法,增加小体积电触头材料密度测量方法;此外,还增加了电导率测量方法。

电触头材料基本性能试验方法,目前尚无国际标准,本标准在修订时参考了 ISO、IEC、ASTM 等标准中相近的专项标准。

本标准包含:范围、引用标准、密度测量、硬度试验、体积电阻率测量、电导率测量和抗弯强度测量。

本标准从实施之日起,同时代替 GB 5586—85。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由机械工业部桂林电器科学研究所归口。

本标准由机械工业部桂林电器科学研究所负责起草。

本标准主要起草人:谢忠光、王力平。

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—1998

Test methods for essential
property of electric contact material

代替 GB 5586—85

1 范围

本标准规定了电触头材料密度、硬度、体积电阻率、电导率和抗弯强度试验方法。
本标准适用于各种电触头材料基本性能的测量。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 231—84 金属布氏硬度试验方法

GB 4340—84 金属维氏硬度试验方法

GB 5030—85 金属小负荷维氏硬度试验方法

3 密度测量

3.1 密度测量原理

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所受到的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

称量在 10 g 及以下,允许质量称量误差为 ± 0.1 mg;称量在 10 g 以上,允许质量称量精确度为 $\pm 0.001\%$ 。

3.2.2 容器

容器一般选用烧杯,其大小应选择适当,当样品浸入液体中时液面上升高度要求小于 2.5 mm。

3.2.3 比重瓶

选用容积为 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 ³	温度 ℃	密度 g/cm ³	温度 ℃	密度 g/cm ³	温度 ℃	密度 g/cm ³
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必须与环境温度保持平衡。

3.2.5 温度计

精度为±0.5℃。

3.2.6 细金属丝

直径要求不大于 0.25 mm。

3.3 试样

3.3.1 试样表面必须光洁无油污,如果试样有覆层,必须将覆层清除干净方可进行测量。

3.3.2 试样的体积必须大于 0.5 cm³,否则就应该几个试样(总体积要求大于 0.5 cm³)一同测量。

3.3.3 试样的温度必须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 cm³)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 对在水中称量时吸水的试样,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 。

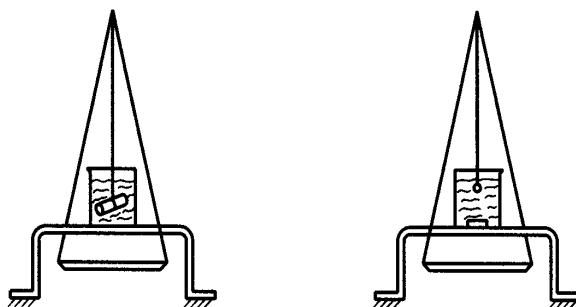


图 1 水中称量示意图

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公式(1)计算:

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

吸水试样的密度按公式(2)计算:

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

(1)、(2)式中:

- D ——试样的密度, g/cm^3 ;
- D_0 ——液体在温度 t 时的密度, g/cm^3 ;
- m_0 ——试样在空气中的质量, g ;
- m_1 ——吸水试样经防水处理后在空气中的质量, g ;
- m_2 ——试样在水中的质量(含金属丝), g ;
- m_3 ——金属丝在水中的质量, g 。

计算结果取小数点后二位数。

3.4.2 小体积(体积小于或等于 0.5 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 对在水中称量时吸水的试样,按 3.4.1.2 的方法进行处理,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公式(3)计算:

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

吸水试样的密度按公式(4)计算:

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

(3)、(4)式中:

- D ——试样的密度, g/cm^3 ;
- D_0 ——液体在温度 t 时的密度, g/cm^3 ;
- m_0 ——试样在空气中的质量, g ;
- m_1 ——吸水试样经防水处理后在空气中的质量, g ;
- m_2 ——灌满液体的比重瓶的质量, g ;
- m_3 ——放入试样并灌满液体的比重瓶的质量, g 。

计算结果取小数点后二位数。

4 硬度试验

4.1 试验原理

4.1.1 布氏硬度试验原理

用一定直径的钢球,以相应的试验力压入试样表面,经规定保持时间后,卸除试验力,测量试样表面的压痕直径。布氏硬度值是试验力除以压痕球形表面积所得的商,用公式(5)计算:

$$HBS = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots (5)$$

式中: HBS ——布氏硬度,MPa;

F ——试验力,N;

D ——钢球直径,mm;

d ——压痕平均直径,mm。

4.1.2 维氏硬度试验原理

将一个相对面夹角为 136° 的正四棱角体金刚石压头以选定的试验力压入试样表面,保持规定的时间后,卸除试验力,测量压痕两对角线长度。维氏硬度值是试验力除以压痕表面积所得的商,用公式(6)计算:

$$HV = 1.8544 \frac{F}{d^2} \dots\dots\dots (6)$$

式中: HV ——维氏硬度,MPa;

F ——试验力,N;

d ——压痕对角线平均值,mm。

4.2 试验装置

4.2.1 布氏硬度计、压头及压痕测量装置应符合 GB 231 的要求。

4.2.2 维氏硬度计、压头及压痕测量装置应符合 GB 5030 或 GB 4340 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,不允许有毛刺,不允许有油污等外来污染。

4.3.2 试验面表面粗糙度必须保证压痕能精确地测量,一般试验面的表面粗糙度:布氏硬度试验 $R_a \leq 0.8 \mu\text{m}$;维氏硬度试验 $R_a \leq 0.2 \mu\text{m}$ 。

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,试样背面不应出现可见变形痕迹。

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,在试验过程中不允许发生位移和振动。

4.4.2 试验时应均匀平稳地加入试验力,不允许有冲击和震动。试验力作用方向应与试验面垂直。

4.4.3 施加试验力的时间为 $2\text{ s} \sim 8\text{ s}$,保持时间为 $(30 \pm 2)\text{ s}$ 。

4.4.4 布氏硬度试样,压痕中心距试样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 维氏硬度试样,压痕中心距试样边缘或相邻压痕中心的距离不应小于压痕对角线的 5 倍。

4.4.6 卸除试验力后,布氏硬度压痕直径应在 $0.24 D \sim 0.6 D$ 之间。

4.4.7 布氏硬度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 结果与计算

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二位数。

5 体积电阻率测量

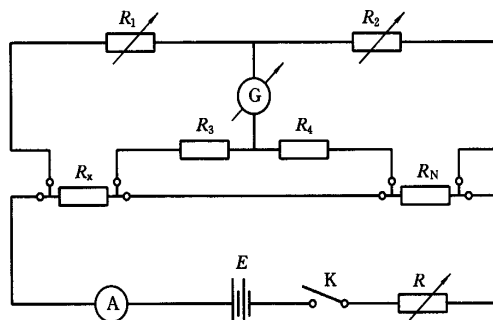
5.1 测量原理

5.1.1 体积电阻率为单位长度与单位截面积的导体的电阻,其公式表示如下:

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

式中: ρ ——试样体积电阻率, $\mu\Omega \cdot \text{cm}$;
 R ——试样的电阻值, $\mu\Omega$;
 A ——试样平均横截面积, cm^2 ;
 L ——试样长度, 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。



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

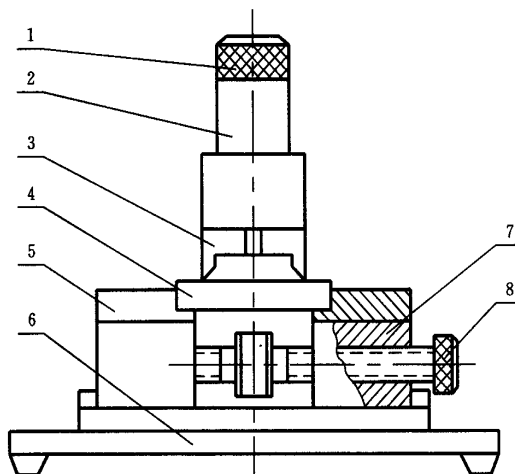
5.2 测量仪器及夹具

5.2.1 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。

5.2.2 阻值为 0.001Ω 精度不低于 0.01 级的标准电阻。

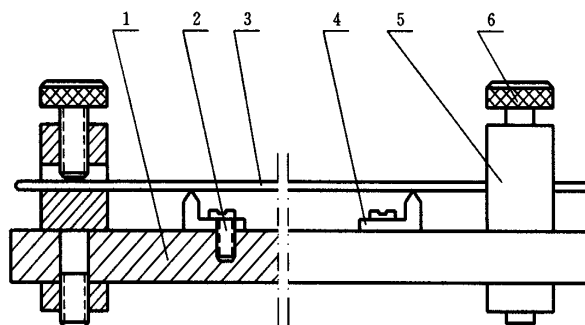
5.2.3 8Ω 6A 的滑线电阻或相应的可变电阻箱。

5.2.4 专用测量夹具:测量 $50 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times h \text{ mm}$ 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。



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 $50 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times h \text{ mm}$ 试样夹具示意图



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 线带材试样夹具示意图

5.3 试样

5.3.1 条状试样

5.3.1.1 试样尺寸为 $50\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times h\text{ mm}$ (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 4 mm),横截面积尺寸偏差不应超过其平均值 1% ,端面平行度不应大于 0.1 。

5.3.2 线带材试样

5.3.2.1 线材和带材的试样长度应大于或等于 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% 。

5.3.2.2 试样在两电位端之间测量长度上的电阻值不应小于 $100\ \mu\Omega$ 。

5.3.3 试样表面不允许有裂纹或其他缺陷,不允许有氧化、油污等污染,粗糙度 R_a 应小于 $3.2\ \mu\text{m}$ 。

5.4 测量

5.4.1 测量试样两电位端及其中间三点的宽度、厚度或直径,准确到 0.01 mm ,试样横截面积用三点所测数据的算术平均值计算。

5.4.2 测量两电位端之间的距离,其精度为 $\pm 0.1\%$ 。

5.4.3 试样在夹具中固定后,试样与两电流、电位端必须接触良好。

5.4.4 工作电流的选用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。

5.4.5 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。

5.4.6 反复测量试样三次,取三次测量的算术平均值为所测电阻值。

5.5 结果与计算

电阻率按公式(8)计算:

$$\rho = \frac{A \cdot R_x}{L} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中: ρ ——试样体积电阻率, $\mu\Omega \cdot \text{cm}$;

R_x ——试样电阻值, $\mu\Omega$;

A ——试样平均横截面积, cm^2 ;

L ——试样两电位端间距离, cm 。

计算结果取小数点后二位数。

6 电导率测量

6.1 测量原理

电导率的测量方法是涡流法。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:

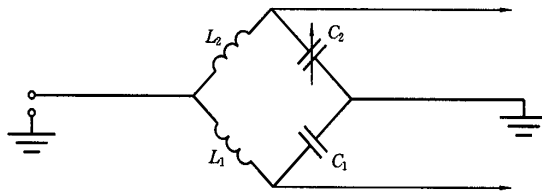


图5 交流电桥电路图

当具有一定频率的探测线圈(测试探头)放在金属块上,线圈电磁场就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 C_2 时,可使电桥达到新的平衡。如果把 C_2 的量值同金属导电率联系起来,就可以从 C_2 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(5~62)MS/m,仪器精度 $\pm 1\%$ 。

6.3 试样

6.3.1 试样尺寸:厚度不应小于1 mm,圆形直径不应小于10 mm,矩形边长不应小于10 mm \times 10 mm。

6.3.2 试样表面应平整,不允许有油污或氧化层(除银金属氧化物外),若有氧化层必须用细砂纸磨掉并擦拭干净。

6.3.3 试样不能含铁磁性物质。

6.4 测量

6.4.1 用标准块对仪器高、低值反复校正2~3次。

6.4.2 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。

6.4.3 在试样表面不同部位测量3~5点。

6.5 结果与计算

测量结果取算术平均值,并取小数点后二位数。

7 抗弯强度测量

7.1 测量原理

抗弯强度测量的基本原理是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,并由具有不低于700维氏硬度值的淬火钢或硬质合金制得。

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 \times 10 mm \times 4 mm,在长度方向尺寸偏差不应大于0.1 mm。

7.3.3 试样不允许有变形、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,横截面积用三点所测数据的算术平均值计算。

7.4.3 将试样按50 mm \times 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

抗弯强度按公式(9)计算：

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

式中： σ_{bb} ——抗弯强度，N/mm²；
 F ——试样破坏时所施加的负荷，N；
 b ——试样宽度，mm；
 h ——试样厚度，mm；
 L ——两支承点之间的距离，mm。

测量结果取小数点后二位数。

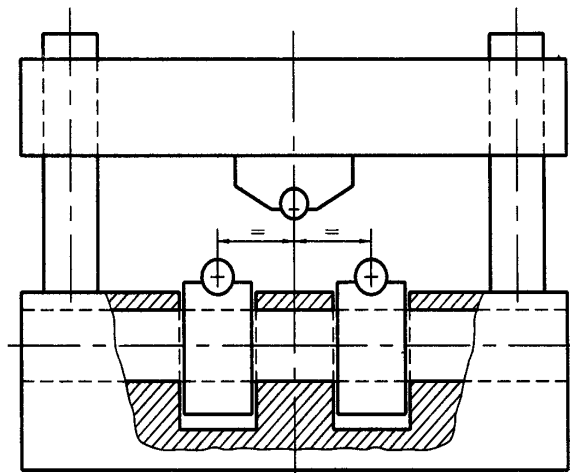


图 6 抗弯夹具示意图