



团 体 标 准

T/GDSHJXH 009—2025

贵金属首饰耐磨性测定

Determination of wear resistance of precious metal jewelry

2025 - 01 - 22 发布

2025 - 01 - 22 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测试方法	1
5 测试报告	5

全国团体标准信息平台

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广州番禺职业技术学院提出。

本文件由广东省贵金属标准化技术委员会（GD/TC 51）归口。

本文件起草单位：广州番禺职业技术学院、广东省金银珠宝检测中心有限公司、深圳市周大福珠宝制造有限公司、中艺（香港）有限公司、暨南大学、深圳市东岸珠宝有限公司、佛山市工艺总厂有限公司、澳门工艺美术协会、六福珠宝（广州）有限公司、粤港澳大湾区（深港）计量检测认证发展促进联盟。

本文件主要起草人：李坤、赵雪阳、袁军平、陈珊、孟庆保、金晓婷、曾大海、许海丽、詹勇刚、黄君亮、李世明、黄艳油、刘东明。

贵金属首饰耐磨性测定

1 范围

本文件规定了首饰用贵金属及其合金规则外形试样、贵金属及其合金首饰的耐磨性测定方法和结果表示。

本文件适用于首饰用贵金属合金规则外形试样和贵金属及其合金首饰的耐磨性测定，其他贵金属及其合金材料和其他饰品的耐磨性测定可参照执行。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

规则外形试样 rule shaped specimen

几何外形尺寸符合往复式摩擦磨损试验设备要求的贵金属及其合金原材料样品。

3.2

耐磨性 wear resistance

测试样品与对磨材料或研磨介质发生摩擦后，抵抗表面体积（表面形貌）或粗糙度变化的能力。

3.3

对磨材料 counter material

与规则外形试样直接接触又产生相对摩擦运动的物体。

3.4

频率 frequency

规则外形试样与对磨材料进行往复运动时每秒钟的往复次数。

3.5

摩擦行程 friction route

规则外形试样与对磨材料进行往复运动时运动到两个变向点之间的距离。

4 测试方法

4.1 规则外形试样耐磨性测试方法

4.1.1 原理

通过模拟贵金属原材料与硬物发生摩擦导致的体积变化来评价其耐磨性。

4.1.2 试验设备

a) 球-盘式往复摩擦试验装置，试验原理如图 1 所示。装置特征为：

- 1) 待测样品机械固定在试验机测试平台，对磨材料机械固定在夹具中；
- 2) 试验开始前，确保待测样品与对磨材料之间无正应力、摩擦力；
- 3) 测试样品与对磨材料以设定的载荷接触，待载荷稳定后以固定频率和摩擦行程做往复运动。

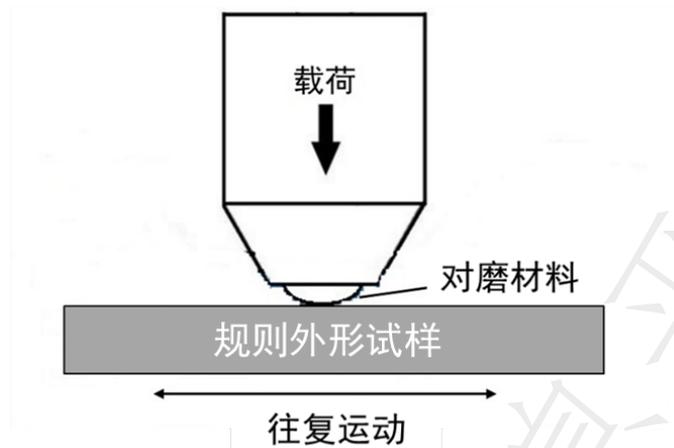


图1 往复运动摩擦磨损试验原理

b) 表面轮廓仪、激光共聚焦显微镜等仪器，测量精度优于 0.01 μm。

4.1.3 样品要求

规则外形试样为片状样品，平面度公差小于0.05 mm、平行度公差小于0.05 mm、厚度不小于3 mm，外形尺寸应满足试验设备要求。

对磨材料为直径4 mm~8 mm的球体，球体的材质可根据规则外形试样硬度选择陶瓷、不锈钢等。

注：对磨材料硬度应大于待测样品，维氏硬度大于100 HV0.1的样品优先选用陶瓷球，维氏硬度小于100 HV0.1的样品优先选用不锈钢球。

4.1.4 测试条件

- a) 试验时间应不小于 10 min，表面具有硬质覆盖层或表面经过硬化处理的样品，应适当增加测试时间，直至样品表面出现轮廓明显、深度可测的磨损痕迹。
- b) 设置载荷范围为 3 N~20 N，在对比不同硬度样品耐磨性时，设置载荷应相同。
- c) 测试在常温常压下的空气下进行，试验环境相对湿度不超过 80%，摩擦频率应在 1 Hz ~3 Hz；摩擦行程应满足试验机的测试条件。

4.1.5 测试步骤

- a) 试验开始前保证规则外形试样与对磨材料表面清洁。
- b) 选用适合夹具将对磨材料球固定在夹具中使其无法滚动；再将规则外形试样机械固定在摩擦磨损试验机测试平台使其无法晃动。
- c) 设置测试条件包括载荷、频率、摩擦行程、时间；载荷施加到设定值并加载稳定后，规则外形试样开始与对磨材料发生相对运动，同时开始计时，测试开始。
- d) 测试结束后使用表面轮廓仪、激光共聚焦显微镜等仪器对磨损体积进行测量和计算。

4.1.6 结果评价

4.1.6.1 磨损体积计算

- a) 直接计算法。使用表面轮廓仪、激光共聚焦显微镜等仪器测量得到试验后样品表面轮廓，测量软件附带体积计算功能的，可直接通过软件计算得到磨损体积。
- b) 分段计算法。不能采用直接计算法时，可采用分段磨损量计算法：在磨痕上每间隔一段距离测量磨痕截面轮廓，截面轮廓线应垂直于磨痕方向，通过积分计算出磨痕的磨损截面积，然后乘以间隔距离，即可得到每段的磨损体积，最后再将每段体积求和得到整体的磨损体积，按公式(1)计算：

$$\Delta V = S_1 \times d + S_2 \times d + S_3 \times d + \dots + S_n \times d \dots \dots \dots (1)$$

式中:

ΔV ——整体体积磨损量, 单位: μm^3 , 保留1位小数;

S_n ——第 n 段的磨损截面积, 单位: μm^2 , 保留1位小数;

d ——间隔距离, 单位: μm , 精确到整数位。

注: 为保证数据准确性, 间隔距离 d 应不大于200 μm , 选取分段计算体积的长度应不少于磨痕总长度的20%, 选取轮廓时距离磨痕两端0.5 mm内不选。

4.1.6.2 磨损率计算

计算出试样的体积磨损量后, 采用单位载荷下单位摩擦长度后试样的体积磨损量, 即磨损率, 按公式(2)计算:

$$R_W = \Delta V / (N \times (F \times t \times 2l)) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

R_W ——磨损率, 单位: $\text{m}^3/(\text{N}\cdot\text{m})$, 保留3位有效数字;

ΔV ——试验前后体积磨损量, 单位: μm^3 ;

N ——试验荷载, 单位: N;

F ——试验往复频率, 单位: Hz;

T ——试验时间, 单位: s;

l ——试验摩擦行程, 单位: mm, 精确到整数位。

磨损率数值越大, 说明在单位载荷下摩擦单位距离产生的磨损量越大, 即耐磨性越差; 反之, 磨损率数值越小, 则耐磨性越好。

4.2 不规则外形首饰产品耐磨性测试方法

4.2.1 原理

通过模拟贵金属首饰在佩戴过程中因摩擦而导致的表面粗糙度的变化来评价其耐磨性。

4.2.2 试验设备

- a) 本试验使用六角滚筒试验机, 示意图见图2。滚筒的特征为:
 - 1) 内径为 19 cm 的六边形滚桶, 可以绕轴转动;
 - 2) 支架组件, 适用于固定样品使其在转动过程中不会相互接触;
 - 3) 支架组件及其固定的样品都能放入滚桶中。

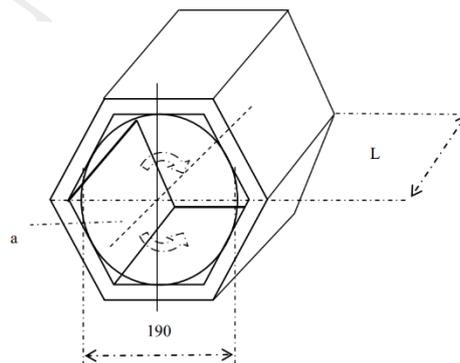


图2 首饰耐磨性测试装置

- b) 三维轮廓仪、激光共聚焦显微镜等仪器, 测量精度优于 0.01 μm 。
- c) pH 计。
- d) 筛网。

4.2.3 样品要求

待测样品至少存在3个外露的测试平面, 每个平面的尺寸应不小于1.25 mm×1.25 mm。

4.2.4 研磨介质

4.2.4.1 研磨介质的组成

- a) 去离子水。
- b) 人工模拟汗液，每升试液含有：
 - 1) L-组氨酸盐酸盐一水合物 ($C_6H_9O_2N_3 \cdot HCl \cdot H_2O$) 0.5 g；
 - 2) 氯化钠 (NaCl) 5.0 g，化学纯；
 - 3) 磷酸二氢钠二水合物 ($NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$) 2.2 g，化学纯；
 - 4) 0.1 mol/L 的氢氧化钠溶液（化学纯）调整试液 pH 值至 5.5 ± 0.2 。
- c) 洗涤剂（以表面活性剂为主要成分，或可直接选用表面活性剂进行稀释）。
- d) 二氧化硅（粒径 $1\mu m \sim 30\mu m$ ，模拟灰尘）。
- e) 颗粒物，可以按照样品硬度选椰子、胡桃、花生、杏仁的外壳，粒径介于 $0.8\text{ mm} \sim 1.3\text{ mm}$ ，以质量比 1: 1: 1: 1 混合。

研磨介质配比按每千克颗粒物加入100 g二氧化硅、20 mL洗涤剂、50 mL人工汗液和50 mL去离子水的比例进行混合。

4.2.4.2 研磨介质的使用规范

- a) 首次使用研磨介质时，向滚筒中加入研磨介质各组分，转动滚筒 3 h 使之均匀。
- b) 使用或再次使用研磨介质前，将其储存于密闭容器中。
- c) 经过两次完整的磨损过程的研磨介质不应再使用，而应重新配制研磨介质。
- d) 如果研磨介质在两周内未使用，在下次使用之前，应转动滚筒 2 h 使研磨介质重新混合均匀。

4.2.5 测试步骤

- a) 首先使用三维轮廓仪、激光共聚焦显微镜等仪器对待测样品每个测试平面的表面粗糙度进行测量。
- b) 样品应被安装在固定组件里面，使它们在转动时不会相互接触或不会与筒壁或其它部位碰撞，样品应与滚桶壁间隔 $10\text{ mm} \sim 30\text{ mm}$ 。
- c) 待样品固定好后，将混合好的研磨介质倒入滚筒中，研磨介质总体积应大于滚筒体积的 $1/2$ ，小于滚筒体积的 $2/3$ 。
- d) 设置滚筒转速为 $(30 \pm 2)\text{ r/min}$ 的速率下均匀旋转 $5\text{ h} \pm 5\text{ min}$ ，期间在连续转动 $2.5\text{ h} \pm 5\text{ min}$ 后，应调整滚筒旋转方向。
- e) 试验开始后，试验样品应与研磨介质充分接触摩擦，待试验结束后，对样品在无水乙醇中超声波振荡清洗 15 min 后吹干，然后使用三维轮廓仪、激光共聚焦显微镜等仪器对首饰产品试验后的每个测试平面表面粗糙度进行测量。

4.2.6 结果评价

4.2.6.1 单个测试平面表面粗糙度变化率

使用三维表面轮廓仪、激光共聚焦显微镜等仪器，测量得到试验前后样品单个测试平面的三维轮廓，计算试验前后单个测试平面区域内各点高度绝对值的算术平均值 S_a 的变化率 S_{ac} ，见公式（3）：

$$S_{ac} = \frac{|S_a' - S_a|}{S_a} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- S_{ac} ——单个测试平面表面粗糙度变化率，单位：%，保留小数点后两位；
- S_a ——试验前该测试平面的表面粗糙度，单位： μm ；
- S_a' ——试验后该测试平面的表面粗糙度，单位： μm 。

4.2.6.2 样品整体表面粗糙度变化率

按公式（4），将所有测试平面表面粗糙度变化率求和，即得到样品整体的表面粗糙度变化率：

$$S_{ac总} = S_{ac1} + S_{ac2} + S_{ac3} + \dots + S_{acn} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

$S_{ac总}$ ——样品整体的表面粗糙度变化率，单位：% ，保留小数点后两位；

S_{acn} ——试验前第n个测试平面的表面粗糙度变化率，单位： μm 。

相同试验条件下，样品整体的表面粗糙度变化率数值越大，耐磨性越差；反之，则耐磨性越好。

5 测试报告

5.1 测试报告的内容（样品状态、测试条件允许时）

测试报告一般包括如下内容：

- a) 报告编号；
- b) 样品照片；
- c) 样品描述；
- d) 对磨材料（材质、直径）；
- e) 测试条件（载荷、频率、摩擦行程）；
- f) 测试方法；
- g) 测试结果；
- h) 检验依据；
- i) 测试者和批准人；
- j) 日期和签章。

5.2 其他可选择内容

仪器名称及型号、备注等。
