



中华人民共和国工业和信息化部
机械计量技术规范

JJF(机械)

聚晶金刚石复合片磨耗比测定装置
校准规范

Calibration Specification for Abrasion Ratio Testing Machines of
Polycrystalline Diamond Composite

(报批稿)

20**—**—**发布

20**—**—**实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

聚晶金刚石复合片磨耗比 测定装置校准规范

Calibration Specification for Abrasion

Ratio Testing Machines of Polycrystalline

Diamond Composite

JJFZ (机械)
XXXX-XXXX

归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：精工博研测试技术（河南）有限公司

郑州磨料磨具磨削研究所有限公司

参加起草单位：国家市场监督管理总局技术创新中心（超硬材料及制
品）

国家磨料磨具产业计量测试中心

国家磨料磨具质量检验检测中心

本规范委托全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

邢 波（精工博研测试技术（河南）有限公司）

苏伟波（精工博研测试技术（河南）有限公司）

任冠青（郑州磨料磨具磨削研究所有限公司）

雷朝锋（精工博研测试技术（河南）有限公司）

参加起草人：

赵金坠（国家市场监督管理总局技术创新中心（超硬材料及制品））

史纪民（国家磨料磨具产业计量测试中心）

陈 聪（国家磨料磨具质量检验检测中心）

陈成旺（国家磨料磨具质量检验检测中心）

目 录

引 言.....II

1 范围..... 1

2 引用文件..... 1

3 术语..... 1

4 概述..... 1

5 计量特性..... 2

6 校准条件..... 2

6.1 环境条件..... 2

6.2 测量标准..... 2

7 校准项目和校准方法..... 3

7.1 外观检查..... 3

7.2 转盘转速..... 3

7.3 进给量..... 3

7.4 切削深度..... 4

7.5 水流量..... 4

8 校准结果表达..... 4

9 复校时间间隔..... 5

附录 A 校准记录格式.....6

附录 B 校准证书内页格式.....8

附录 C 聚晶金刚石复合片磨耗比测定装置测量结果不确定度评定示例.....9

引 言

本规范依据 JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》编写，JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》构成了支撑本规范编写工作的系列基础性规范。

本规范参考了 JB/T 3235—2023 《聚晶金刚石磨耗比测定方法》。

本规范为首次发布。

聚晶金刚石复合片磨耗比测定装置校准规范

1 范围

本规范适用于石油钻探用聚晶金刚石复合片磨耗比测定装置的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JB/T 3235-2023 聚晶金刚石磨耗比测定方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

以下术语和定义适用于本规范。

3.1 标准花岗岩 Standard granite

晋江巴厝白类花岗岩（俗称芝麻白），体积密度（2.63~2.75）g/cm³，吸水率≤0.4%，干燥和水饱和压缩强度≥131 MPa，干燥和水饱和弯曲强度≥8.3 MPa。尺寸规格：直径为（800~1600）mm，初始高度≥300 mm。

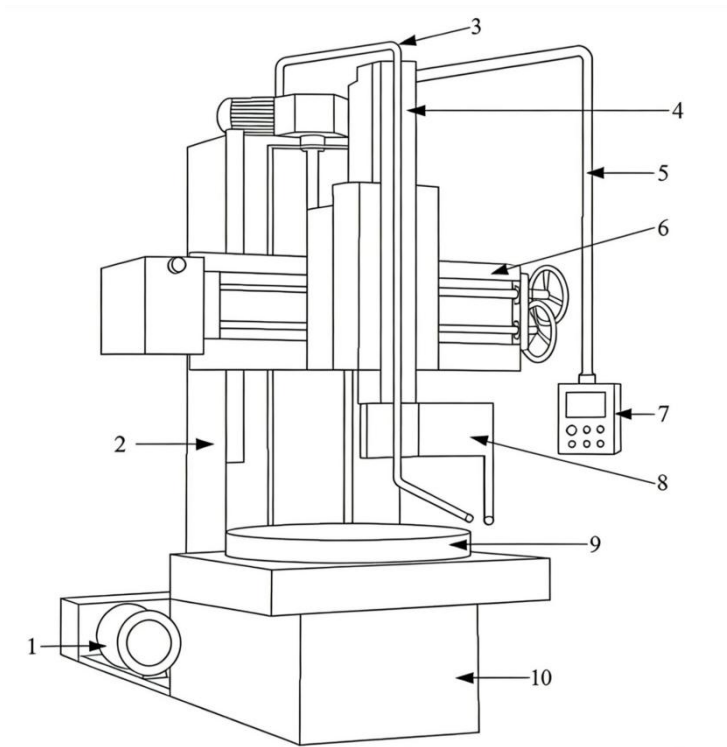
3.2 磨耗比 Abrasion Ratio

在规定的条件下，使聚晶金刚石复合片在规定的装置上切削标准花岗岩，标准花岗岩的磨耗体积和聚晶金刚石复合片的磨耗体积的比值为该聚晶金刚石复合片的磨耗比值。

4 概述

聚晶金刚石复合片磨耗比测定装置（以下简称测定装置）是测定石油钻探用聚晶金刚石复合片磨耗比的专用设备。

测定装置主要由转盘电机、立柱、冷却水管、滑轨、控制器导线杆、横梁、控制器、转盘、底座和刀架组成。在聚晶金刚石复合片磨耗比测试过程中，将标准花岗岩固定到转盘上，聚晶金刚石复合片固定到刀架上。启动测定装置，转盘带动标准花岗岩旋转，滑轨垂直向下进刀，横梁带动刀架移动实现聚晶金刚石复合片对标准花岗岩的径向切削。聚晶金刚石复合片磨耗比测定装置示意图如图 1 所示。



1-转盘电机；2-立柱；3-冷却水管；4-滑轨；5-控制器导线杆；6-横梁；7-控制器；8-刀架；9-转盘；
10-底座

图 1 聚晶金刚石复合片磨耗比测定装置示意图

5 计量特性

- 5.1 转盘转速相对误差：MPE：±5%；
- 5.2 进给量；
- 5.3 切削深度；
- 5.4 水流量。

注：以上技术指标不用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

- 6.1 环境条件
 - 6.1.1 环境温度为（10~35）℃，相对湿度≤85%。
 - 6.1.2 电源电压为（380±38）V，校准现场周围应无强烈的振动源和高频信号干扰。
- 6.2 测量标准

测定装置校准用测量标准见表 1。

表 1 测量标准

名称	计量性能
转速表	MPE: $\pm 1\%$
电子秒表	分度值不大于 0.1 s
数显游标卡尺	测量范围: (0~200) mm, MPE: ± 0.03 mm
百分表	测量范围: (0~5) mm, MPE: 0.016 mm
流量计	测量范围: (10~500) L/min, MPE: $\pm 1\%$

7 校准项目和校准方法

7.1 外观检查

测定装置的铭牌上应标明名称、型号、制造单位、出厂编号等信息。测定装置应安装牢固，传动装置无异常，启停按钮、功能开关灵活可靠，通电运行正常。

7.2 转盘转速相对误差

7.2.1 选定转盘转速 47.8 r/min、95.5 r/min 为校准点，也可按使用者要求选定校准点。

7.2.2 按校准点分别设定转盘转速 n ，启动测定装置，用转速表测量转盘转速，连续测量三次，以三次测量平均值 $\bar{n}$ 作为测量结果。转盘转速相对误差按公式 1 计算。

$$\Delta = \frac{n - \bar{n}}{\bar{n}} \times 100\% \quad (1)$$

式中： Δ —转盘转速相对误差，%；

n —转盘转速设定值，单位为 r/min。

$\bar{n}$ —转盘转速测量平均值，单位为 r/min。

7.3 进给量

设定进给量，在转盘转速测量完成后设定的转速下，启动测定装置，使用电子秒表计时 1min，使用数显游标卡尺测量刀架横向进给距离，此过程重复测量三次，以三次测量的平均值 $\bar{l}$ 作为测量结果。进给量 s 按公式 2 计算。

$$s = \frac{\bar{l}}{t\bar{n}} \quad (2)$$

式中： s —进给量，单位为 mm/r；

t —进给时间 1min；

$\bar{l}$ —刀架横向进给距离三次测量的平均值, 单位为 mm;

$\bar{n}$ —测量时转盘转速的平均值, 单位为 r/min。

7.4 切削深度

将百分表磁力座固定刀架上, 测头接触标准花岗石或转盘, 记录百分表值, 按照使用要求垂直向下移动刀架切削深度距离, 记录百分表数值, 两者差即为切削深度, 重复测量三次, 以三次测量的平均值 $\bar{h}$ 作为校准结果。切削深度 h 按公式 3 计算。

$$h = h_1 - h_2 \quad (3)$$

式中: h —进给量, 单位为 mm/r;

h_1 —百分表数值最大值, 单位为 mm;

h_2 —百分表数值最小值, 单位为 mm。

7.5 水流量

将流量计固定至测定装置冷却水的相应位置, 固定位置应符合流量计正常使用要求。在测定装置正常工作时, 使用流量计测量水流量, 此过程重复测量三次, 以三次测量的平均值 $\bar{q}_b$ 作为校准结果。

8 校准结果表达

经校准的测定装置发给校准证书, 校准证书应至少包括以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点;
- d) 证书的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期;
- h) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明;

- l) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识;
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- n) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。送校单位可根据实际使用情况自主决定。

附录 A

校准记录格式

证书编号				委托单位		
单位地址				仪器名称		
制造单位				型号/规格		
出厂编号				校准地点		
温度	℃			相对湿度	%	
测量标准	名称	编号	测量范围/型号规格	不确定度/准确度等级/最大允许误差	溯源单位/证书编号	有效期至
校准依据的技术文件				测量标准使用状态	☐ 正常 ☐ 异常 见备注	
				现场校准条件确认	☐ 符合 ☐ 不符合 见备注	

校准项目及校准数据

1、转盘转速相对误差/r/min

测量序号	转盘转速	测量值			平均值	相对误差%
		1	2	3		
扩展不确定度 $U_{rel} (k=2)$						

2、进给量

测量序号	刀架横向进给距离 l (mm)	刀架横向进给距离平均值 $\bar{l}$ (mm)	校准结果 s (mm/r)	扩展不确定度 U (mm/r), $k=2$
1				
2				
3				

3、切削深度/mm

测量 序号	百分表 最大示值	百分表 最小示值	切削深度	校准结果 $\bar{h}$	扩展不确定度 $U, k=2$
1					
2					
3					

4、水流量/L/min

测量 序号	水流量 q_b	校准结果 $\overline{q_b}$	扩展不确定度 $U, k=2$
1			
2			
3			

备注				
接收日期	年 月 日	校准日期	年 月 日	复校时间间隔建议: 年
校准员			核验员	

附录 B

校准证书内页格式

校准结果

校准项目			测量结果	扩展不确定度
1	转速相对误差 /%			$U_{\text{rel}}= \quad , k=2$
2	进给量/mm/r			$U= \quad , k=2$
3	切削深度/mm			$U= \quad , k=2$
4	水流量/L/min			$U= \quad , k=2$

附录 C 聚晶金刚石复合片磨耗比测定装置测量结果不确定度评定示例

C.1 转盘转速相对误差测量结果的不确定度评定

C.1.1 数学模型

$$\Delta n = \bar{n} - n_0 \quad (\text{C.1})$$

式中:

Δn —转盘转速相对误差, 单位为 r/min;

$\bar{n}$ —转盘转速测量平均值, 单位为 r/min;

n_0 —转盘转速设定值, 单位为 r/min。

C.1.2 各输入量的标准不确定度分量的评定

(1) 输入量 n_0 的 A 类标准不确定度 $u_1(n_0)$ 的评定

① 输入量 n_0 的 A 类标准不确定度分量主要是由转盘转速的测量重复性引入的。

以转盘转速设定为 90.0 r/min 为例, 在转盘正常工作条件下, 重复测量 10 次, 得到一测量列 (r/min): 90.1, 90.3, 91.2, 90.6, 90.7, 90.2, 89.3, 90.4, 90.6, 90.2。计算得算术平均值 $\bar{n}=90.36$ r/min, 单次试验标准偏差 $s=0.4926$ r/min。

转速测量结果以 3 次测量平均值作为校准结果, 故标准不确定度 $u_1(n_0)$ 为

$$u_1(n_0) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.2844 \text{ r/min}$$

② 输入量 n_0 的 B 类标准不确定度 $u_2(n_0)$ 的评定

转盘转速设定值分辨力为 0.1 r/min, 按均匀分布计, 则由此引入的不确定度 $u_2(n_0)$ 为

$$u_2(n_0) = \frac{0.1}{2 \times \sqrt{3}} = 0.0289 \text{ r/min}$$

重复性引入的不确定度分量远大于分辨力引入的不确定度分量, 故忽略分辨力引入的不确定度分量 $u_2(n_0)$ 。

(2) 输入量 $\bar{n}$ 的 B 类标准不确定度 $u_2(\bar{n})$ 的评定

输入量 $\bar{n}$ 的标准不确定度主要是由转速表示值误差引入的。

由转速表根据证书可知, 最大允许误差为 $\pm 1\%$, 以被校测定装置转速为 100 r/min 为例, 按均匀分布计, 则由此引入的不确定度 $u_2(\bar{n})$ 为:

$$u_2(\bar{n}) = \frac{100 \times 1\%}{\sqrt{3}} = 0.5774 \text{ r/min}$$

C.1.3 合成不确定度

$$u_c(\Delta n) = \sqrt{u_1^2(n_0) + u_2^2(\bar{n})} = 0.6436 \text{ r/min}$$

$$u_r = \frac{u_c(\Delta n)}{n_0} \times 100\% = 0.72\%$$

C.1.4 合成相对扩展不确定度

$$\text{取 } k=2, U_r = k \times u_r \approx 1.5\%。$$

C.2 进给量测量结果的不确定度评定

C.2.1 数学模型

$$\delta = \frac{l}{tn} \quad (\text{C.2})$$

式中:

δ — 进给量的测量结果, 单位为 mm;

t — 进给时间, 单位为 min;

l — 刀架横向进给距离的测量结果, 单位为 mm。

灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial l} = \frac{1}{tn}$$

$$c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial t} = -\frac{l}{nt^2}$$

$$c_3 = \frac{\partial \delta}{\partial n} = -\frac{l}{tn^2}$$

C.2.2 各输入量的标准不确定度分量的评定

(1) 输入量 l 的不确定度评定① 输入量 l 的 A 类标准不确定度 $u_1(l)$ 的评定

输入量 l 的 A 类标准不确定度分量主要是由数显游标卡尺的测量重复性引入的。

在被校测定装置正常工况条件下, 以被校测定装置转盘转速 90.0 r/min, 计时 1min 为例, 复测量 10 次, 得到一测量列 (mm): 72.06, 72.12, 72.08, 72.09, 72.15, 72.07, 72.10, 72.08, 72.07, 72.12。计算得算术平均值 $\bar{l}=72.094 \text{ mm}$, 单次试验标准偏差 $s=0.0284 \text{ mm}$ 。

刀架横向进给距离的测量结果以 3 次测量平均值作为校准结果, 故标准不确定度 $u_1(l)$ 为

$$u_1(l) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.0164 \text{ mm}$$

②输入量 l 的 B 类标准不确定度 $u_2(l)$ 的评定

输入量 l 的标准不确定度主要是由数显游标卡尺示值误差引入的。根据 JJG 20-2012 可知数显游标卡尺的示值最大允许误差为 $\pm 0.03 \text{ mm}$ ，按均匀分布计，则引入的标准不确定度分量为：

$$u_2(l) = \frac{0.03}{\sqrt{3}} = 0.0173 \text{ mm}$$

③输入量 l 的标准不确定度分量

$$u(l) = \sqrt{u_1^2(l) + u_2^2(l)} = 0.0238 \text{ mm}$$

(2) 输入量 t 的不确定度评定

由电子秒表证书可知，电子秒表在 10min 内的最大允许误差为 $\pm 0.07 \text{ s}$ ，进给量计时需手动停止，综合考虑计时引入的最大允许误差在 $\pm 0.2 \text{ s}$ 内，符合均匀分布，则由电子秒表引入的不确定度分量为

$$u(t) = \frac{0.2}{60 \times \sqrt{3}} = 0.0019 \text{ min}$$

(2) 输入量 n 的不确定度评定

参照本附录 C.1 的方法进行，输入量 n 的标准不确定度分量为：

$$u(n) = 0.6436 \text{ r/min}$$

C.2.3 合成不确定度

$l = 72.094 \text{ mm}$ ， $t = 1 \text{ min}$ ， $n = 90.36 \text{ r/min}$ ， $\delta = 0.7979 \text{ mm/r}$ 。

$$c_1 = \frac{1}{tn} = 0.0111 \text{ r}^{-1}$$

$$c_2 = -\frac{l}{nt^2} = -0.7 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$c_3 = -\frac{l}{tn^2} = -0.0088 \text{ mm} \cdot \text{min} \cdot \text{r}^{-2}$$

合成标准不确定度按下式计算：

$$u_c(\delta) = \sqrt{[c_1 \times u(l)]^2 + [c_2 \times u(t)]^2 + [c_3 \times u(n)]^2} = 0.0059 \text{ mm/r}$$

C.2.4 合成相对扩展不确定度

$$\text{取 } k=2, U = k \times u_c(\delta) \approx 0.02 \text{ mm/r}$$

C.3 切削深度测量结果的不确定度评定

C.3.1 数学模型

$$\delta = e \quad (\text{C.3})$$

式中:

δ —切削深度的测量结果, 单位为 mm;

e —百分表的最大值与最小值的差值, 单位为 mm。

C.3.2 各输入量的标准不确定度分量的评定

(1) 输入量 e 的 A 类标准不确定度分量 $u_1(e)$ 的评定

输入量 e 的 A 类标准不确定度分量主要是由百分表的测量重复性引入的。

在被校测定装置正常工况条件下, 重复测量 10 次, 得到一测量列 (mm): 0.61, 0.62, 0.61, 0.61, 0.62, 0.62, 0.61, 0.62, 0.61, 0.61。计算得算术平均值 $\bar{e}=0.614$ mm, 单次试验标准偏差 $s=0.00516$ mm。

切削深度的测量结果以 3 次测量平均值作为校准结果, 故标准不确定度 $u_1(e)$ 为

$$u_1(e) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.0030 \text{ mm}$$

(2) 输入量 e 的 B 类标准不确定度 $u_2(e)$ 的评定

输入量 e 的 B 类标准不确定度分量主要是由百分表示值误差引起的。根据 JJG 34-2022 可知百分表允许误差为 0.016mm, 按均匀分布计, 则引入的标准不确定度分量为:

$$u_2(e) = \frac{0.016}{\sqrt{3}} = 0.0092 \text{ mm}$$

C.3.3 合成标准不确定度

$$u_c(e) = \sqrt{u_1^2(e) + u_2^2(e)} = 0.010 \text{ mm}$$

C.3.4 合成扩展不确定度

取 $k=2$, $U=k \times u_c(e) = 0.02 \text{ mm}$ 。

C.4 水流量测量结果的不确定度评定

C.4.1 数学模型

$$\delta = p \quad (\text{C.4})$$

式中:

δ —水流量测量结果, L/min;

n —流量计测量值, L/min。

C.4.2 各输入量的标准不确定度分量的评定

(1) 输入量 p 的 A 类标准不确定度 $u_1(p)$ 的评定

输入量 p 的 A 类标准不确定度分量主要是由流量计的测量重复性引入的。

在被校测定装置正常工况条件下, 以被校测定装置校准水流量为 100 L/min 为例, 等精度重复测量 10 次, 得到一测量列 (L/min): 100.59, 100.82, 100.42, 101.23, 100.56, 100.85, 100.71, 101.28, 100.36, 101.52。计算得算术平均值 $\bar{p}=100.834$ L/min, 单次试验标准偏差 $s=0.391$ L/min。

水流量的测量结果以 3 次测量平均值作为校准结果, 故标准不确定度 $u_1(p)$ 为

$$u_1(p) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.225 \text{ L/min}$$

(2) 输入量 p 的 B 类标准不确定度 $u_2(p)$ 的评定

输入量 p 的标准不确定度主要是由流量计示值误差引入的。

本次试验所用流量计根据证书最大允许误差为 $\pm 1\%$, 以被校测定装置校准水流量为 100 L/min 为例, 按均匀分布计, 则由此引入的不确定度为:

$$u_2(p) = \frac{100 \times 1\%}{\sqrt{3}} = 0.577 \text{ L/min}$$

C.4.3 合成标准不确定度

$$u_c(p) = \sqrt{u_1^2(p) + u_2^2(p)} = 0.619 \text{ L/min}$$

C.4.4 合成扩展不确定度

取 $k=2$, $U=k \times u_c(p) \approx 1.3$ L/min。
