



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

表面结构标准样板校准规范

Calibration Specification for

Areal Surface Texture Standard Artefacts

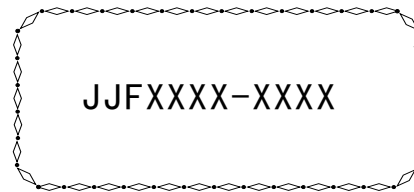
(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

表面结构标准 样板校准规范



Calibration Specification for
Surface Texture Standard Artefacts

归口单位：全国几何量长度计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院
哈尔滨工业大学

本规范委托全国几何量长度计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

目 录

引 言

1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
6 校准条件.....	2
7 校准项目和校准方法.....	3
7.1 校准前准备.....	3
7.2 校准位置选取.....	3
7.3 校准过程.....	3
7.4 校准数据处理.....	4
8 校准结果表达.....	4
9 复校时间间隔.....	4
附录 A 测量不确定度评定示例	5
附录 B 原始记录格式	7
附录 C 校准证书内页格式	8

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

表面结构标准样板自编校准规范

1 范围

本规范适用于表面结构标准样板的校准，校准范围为 S_a (0.03-16) μm 。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

GB/T 33523.2-2017 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 区域法 第2部分：术语

GB/T 33523.3-2017 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 区域法 第3部分：规范操作集

GB/T 33523.70-2017 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 区域法 第70部分：实物测量标准

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 术语和计量单位

下列术语和定义适用于本规范。

表面结构标准样板 surface texture standard artefact

具有微纳米级准确度和均匀性的周期性结构样板。

4 概述

表面结构标准样板（以下简称样板）是实现基准量值向下传递和光学显微镜工作计量器具校准的标准计量器具。根据样板结构的方向特征，可分为图1所示单一方向和交叉方向两类样板。

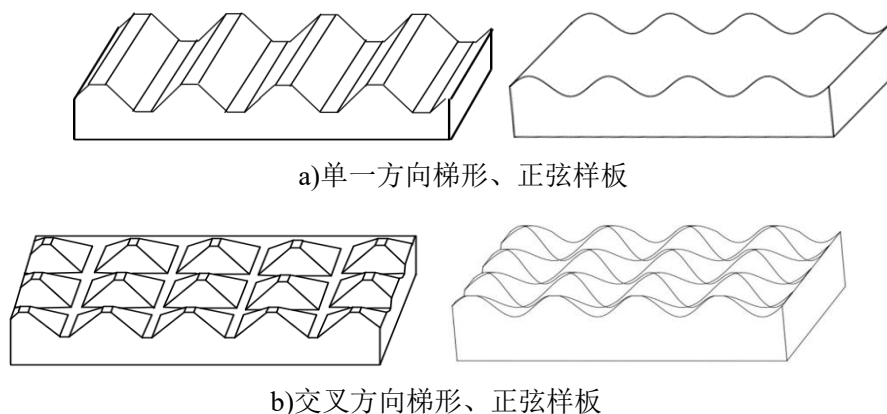


图1 三维表面结构标准样板示意图

5 计量特性

表面结构算术平均高度为样板评定区域内各点偏离平均面的高度绝对值的算术平均值，一般用 S_a 表示，如图 2 所示。

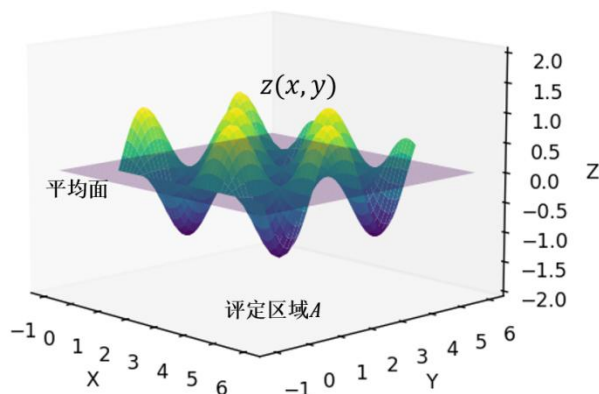


图 2 样板 S_a 参数示意图

计算公式如下：

$$S_a = \frac{1}{A} \iint_A |z(x, y)| dx dy \quad (1)$$

式中：

A ——样板评定区域，通常为正方形；

$z(x, y)$ —— (x, y) 数据点偏离平均面的高度值。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度： $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ ；

温度变化： $\leq 0.2 ^\circ\text{C/h}$ ；

相对湿度：不超过 65%。

6.2 测量标准及其他设备

校准样板所使用的设备为区域法表面与亚表面结构几何参数基准装置，其特性指标见表 1。

表 1 区域法表面与亚表面结构几何参数基准装置计量特性

项目	技术指标
测量范围	$S_a: (0.03 \sim 16) \mu\text{m}$
量值复现不确定度	$S_a (0.03 \sim 1) \mu\text{m}, U=4.5\text{nm}+1.77 \times 10^{-2} S_a, k=2$ $S_a (1 \sim 16) \mu\text{m}, U=11.4\text{nm}+1.08 \times 10^{-2} S_a, k=2$

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前准备

三维表面结构标准样板放置恒温实验室恒温不少于 4 小时，区域法表面与亚表面结构几何参数基准装置在测量前开机预热不少于 1 小时。

7.2 校准位置选取

根据三维表面结构标准样板被测区域的尺寸，均匀分布校准位置，每块样板校准位置不少于 6 个，并且在测量前应对实物表面进行目视检查，选择无缺陷的清洁区域，如图 3 所示。

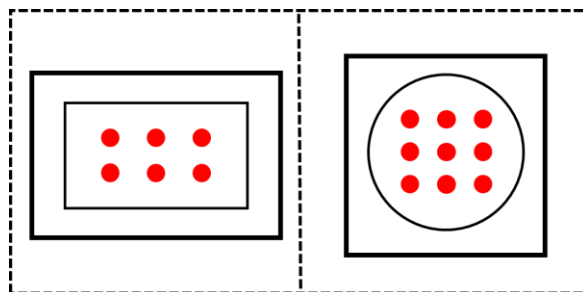


图 3 三维表面结构标准样板校准位置分布示意图

7.3 校准过程

用区域法表面与亚表面结构几何参数基准装置对样板评定区域各点算术平均值 S_a 校准过程如下：

- 将样板放置在区域法表面与亚表面结构几何参数基准装置载物台上，调整载物台高度，使得样板表面结构能够在视场上清晰成像；
- 调整样板方向，使得样板的加工纹理方向与显微视场边界垂直或平行后进行层析扫描，获取该测量位置三维结构；
- 选取合适的评定区域依据公式 1 计算三维形貌评定参数 S_a ，评定区域尺寸大小应为样板周期尺寸的整数倍，滤波器一般选取高斯滤波；

d) 在样板表面均匀分布的 6 个位置上测量三维形貌评定参数 S_a 并计算算术平均值 \bar{S}_a , 记录测量结果并填写原始记录表格 (见附录 B)。

7.4 校准数据处理

取各校准位置三维形貌评定参数 S_a 的算术平均值作为该三维表面结构标准样板的校准值, 计算公式如下:

$$\bar{S}_a = \frac{\sum_{i=1}^n S_{a_i}}{n} \quad (2)$$

式中:

\bar{S}_a —— 多个校准位置 S_a 测量值的平均值;

S_{a_i} —— 第 i 个校准位置的 S_a 测量值;

n —— 校准位置数量。

8 校准结果表达

校准设备对样板进行校准后, 对标准样板出具校准证书, 校准证书内容见附录 C, 并提供校准结果的测量不确定度。校准证书包括信息应符合 JJF 1071 的要求。测量不确定度评定方法见附录 A。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的, 因此, 送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

建议复校时间间隔为 1 年。

附录 A

测量不确定度评定示例

A.1 测量方法及测量对象

用基准装置测量表面结构标准样板和亚表面结构标准样板。

A.2 测量模型

$$D = \bar{x} + \delta(D_1) - \delta(D_2) - \delta(D_3) - \delta(D_4) - \delta(D_5) \quad (1)$$

式中：

D ——标准样板 x 的测得值；

\bar{x} ——多次测量的平均值；

$\delta(D_1)$ ——样板均匀性的影响；

$\delta(D_2)$ ——仪器测量重复性的影响；

$\delta(D_3)$ ——仪器系统噪声的影响；

$\delta(D_4)$ ——仪器设备引入的其他影响。

表 2 不确定度来源及说明

序号	不确定度来源	说 明
1	样板均匀性	样板自身不均匀性及测量过程中受仪器和外部因素影响
2	测量重复性	同一位置多次重复测量值标准偏差
3	装置系统噪声	受仪器光学系统、电学系统等自身因素影响，无法检测或显示出小于其分辨力的变化或差异的影响
4	仪器设备其他影响	仪器中关键设备如计量系统受环境变化、安装过程中定位误差等因素影响

A.3 合成标准不确定度

考虑到各输入量彼此独立，其合成标准不确定度为：

$$u^2(D) = u^2(D_1) + u^2(D_2) + u^2(D_3) + u^2(D_4) \quad (2)$$

其中：

$u(D_1)$ ——样板均匀性引入的标准不确定度分量；

$u(D_2)$ ——测量重复性引入的标准不确定度分量；

$u(D_3)$ ——仪器系统噪声引入的标准不确定度分量；

$u(D_4)$ ——仪器设备引入的其他标准不确定度分量；

A.4 校准不确定度评定示例

本示例中采用的校准样板为 $Sa = 427.4\text{nm}$ 的表面结构标准样板。

A. 4. 1 校准区域内样板均匀性引入的不确定度分量

均匀选取测量样板有效区域 6 个不同的测量位置，以 6 次测量值标准偏差作为样板均匀性引入的不确定度分量。

$$u(D_1) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2}{n-1}} = 5.22\text{nm} \quad (3)$$

X_i ——第*i*次测量位置的测得值；

\bar{X} ——多个测量位置测得值平均值；

N ——测量位置数，本示例中 $N = 10$ 。

A. 4. 2 测量重复性引入的不确定度分量

在不改变测量条件的情况下，对被测样板相同位置进行连续重复测量（测量 10 次）后计算标准偏差：

$$u(D_2) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.78\text{nm} \quad (4)$$

x_j ——相同位置第*j*次测得值；

\bar{x} ——相同位置第*j*次测得值平均值；

n ——重复测量次数，本示例中 $n = 10$ 。

A. 4. 3 仪器噪声引入的不确定度分量

测量并计算装置噪声，按照矩形分布来评估，因此仪器噪声引入的标准不确定度分量为：

$$u(D_3) = \frac{a}{\sqrt{3}} = 2.32\text{nm} \quad (5)$$

A. 4. 4 仪器设备引入的其他标准不确定度分量

经计算，仪器计量系统与安装误差引入的合成不确定度分量如下：

$$u(D_4) = \sqrt{0.94^2 + 0.90^2} = 1.30\text{nm} \quad (6)$$

A. 5 合成不确定度

由各分量的标准不确定度，可以计算得合成不确定度为：

$$u(D) = \sqrt{c_1^2 u^2(D_1) + c_2^2 u^2(D_2) + c_3^2 u^2(D_3)} = 6\text{nm} \quad (7)$$

A. 6 扩展不确定度

$$U = k \times u(D) = 12\text{nm} \quad (k = 2) \quad (8)$$

附录 B

原始记录格式

表面结构标准样板 *Sa* 原始数据记录表如 B.1 所示。

表 B.1 *Sa* 原始数据记录表

样板编号：		
校准值/nm		
1	2	3
4	5	6
平均值/nm		标准差/nm
$U(k = 2)/\text{nm}$		

附录 C

校准证书内页格式

校准证书的内容应排列有序、清晰，至少应包括下列内容：

标题：校准证书；

校准实验室名称及地址；

证书编号、页码及总页数；

委托方的名称及地址；

被校准样板名称；

被校准样板的生产厂、型号规格及编号；

校准地点及日期；

校准人员姓名、签名，主管人员职务、姓名及签名；

环境温度、湿度情况；

校准结果：校准后的三维表面结构标准样板，填发校准证书；

测量结果的不确定度；

复校时间间隔的建议。

中华人民共和国
国家计量技术规范
XXXXXXXXXX 校准规范
JJFXXXX—XXXX
国家市场监督管理总局发布