



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1099—2003

表面粗糙度比较样块校准规范

Calibration Specification of
Roughness Comparison Specimens

2003 - 05 - 12 发布

2003 - 11 - 12 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

表面粗糙度比较样块校准规范

Calibration Specification of
Roughness Comparison Specimens

JJF 1099—2003
代替 JJG 102—1989

本规范经国家质量监督检验检疫总局于 2003 年 05 月 12 日批准，并自 2003 年 11 月 12 日起施行。

归口单位：全国几何量工程参量计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

本规范由归口单位负责解释

本规范主要起草人：

赵有祥 （中国计量科学研究院）

高思田 （中国计量科学研究院）

目 录

| | |
|--------------------------------|------|
| 1 范围 | (1) |
| 2 引用文献 | (1) |
| 3 概述 | (1) |
| 4 计量特性 | (2) |
| 4.1 表面粗糙度参数 R_a 值 | (2) |
| 4.2 R_a 值的标准偏差 | (2) |
| 5 校准条件 | (2) |
| 5.1 环境条件 | (2) |
| 5.2 测量标准器及其他设备 | (2) |
| 6 校准项目和校准方法 | (3) |
| 6.1 样块尺寸 | (3) |
| 6.2 样块工作面的表面粗糙度 | (3) |
| 6.3 R_a 值的标准偏差 | (3) |
| 7 校准结果表达 | (4) |
| 8 复校时间间隔 | (4) |
| 附录 A R_a 标称值表 | (5) |
| 附录 B R_a 平均值范围 | (6) |
| 附录 C 表面粗糙度比较样块 R_a 值测量不确定度评定 | (7) |
| 附录 D 几点说明 | (9) |
| 附录 E 校准证书内容 | (10) |

表面粗糙度比较样块校准规范

1 范围

本规范适用于表面粗糙度比较样块的校准。包括：磨、车、镗、铣、插、刨、电火花和抛光加工的各种样块，或者以它们为原模（母板），采用电铸工艺复制的样块，以及在成批生产的制件中挑选出来的“表面粗糙度标准件”。

2 引用文献

本规范引用下列文献：

GB/T 6060.2—1985 表面粗糙度比较样块，磨、车、镗、铣、插及刨加工表面

GB/T 6060.3—1986 表面粗糙度比较样块电火花加工表面

GB/T 6060.4—1988 表面粗糙度比较样块抛光加工表面

GB/T 6062—1985 轮廓法触针式表面粗糙度测量仪、轮廓记录仪及中线制轮廓计

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义。

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

表面粗糙度比较样块（以下简称样块）是用来检查制件表面粗糙度的一种工作量具（见图1与图2）。其使用方法是以样块工作面的表面粗糙度为标准，凭触觉（如指甲）、视觉（可借助于放大镜、比较显微镜）与被检制件表面进行比较，从而判断制件表面粗糙度是否合乎要求。

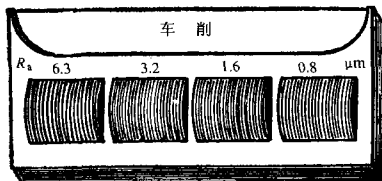


图1 直接加工的样块

在进行比较时，所用的样块和被检制件的加工方法应该相同，同时样块的材料、形状、表面色泽等也应尽可能与被检制件一致。判断的准则是根据制件加工痕迹的深浅来决定表面粗糙度是否符合图纸（或工艺）要求。当被检制件的加工痕迹深浅不超过样块工作面加工痕迹深度时，则被检制件的表面粗糙度一般不超过样块的标准值。



图2 电铸工艺复制的样块

4 计量特性

4.1 表面粗糙度参数 R_a 值

样块工作面的表面粗糙度用轮廓算术平均偏差 R_a 参数来评定。样块 R_a 的系列标称值列于附录 A。样块校准所得的 R_a 值对其标称值的偏差不应超过 +12% 至 -17% 的范围（具体数值范围参见附录 B）。

4.2 R_a 值的标准偏差

样块工作面校准所得 R_a 值的分散性（样块加工的均匀性）用标准偏差来评定。对各类加工方法的标准偏差的最大允许值参见表 1。

表1 R_a 值的标准偏差

| 加工方法 | 标准偏差 % (有效值百分率) | 备注 |
|--------|--------------------|---|
| 磨 | 9 | a. 表中给的标准偏差是评定长度包含 5 个取样长度时的标准偏差平均值 s_s ; b. 不同评定长度的标准偏差平均值 s_n 按下式计算: $s_n = s_s \sqrt{\frac{5}{n}}$ 式中, n 为测时选用的评定长度所包含的取样长度个数 |
| 铣 | | |
| 车、镗 | 4 | |
| 插 | | |
| 刨 | | |
| 电火花、抛光 | 12 | |

注：作为校准，不判断合格与否，上述计量特性的指标，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

室内温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

室内湿度：不超过 70% RH。

5.2 测量标准器及其他设备

5.2.1 钢直尺或卡尺。

5.2.2 相对示值误差不超过 $\pm 5\%$ 的触针式表面粗糙度测量仪。

6 校准项目和校准方法

首先检查外观，确定没有影响校准计量特性的因素后，再进行校准。

6.1 样块尺寸

6.1.1 当 R_a 标称值不超过 $12.5\mu\text{m}$ 时，样块表面边长不小于 20mm ；当 R_a 标称值为 $25\mu\text{m}$ 时，样块表面长不小于 50mm 。加工纹理的总方向应平行于样块的短边。

注：不满足 6.1.1 规定的样块，则不作为以比较法检查制件表面粗糙度的工作量具。

6.1.2 “表面粗糙度标准件”的尺寸，根据实际情况确定。

6.1.3 校准方法：用钢直尺或卡尺测量。

6.2 样块工作面的表面粗糙度

6.2.1 校准方法：用触针式仪器进行测量。程序如下：

a. 根据样块标记的加工方法和 R_a 标称值，按表 1 中的规定选取取样长度（即仪器的截止波长 λ_c ）。

b. 根据所选的取样长度（ l ）选定评定长度（ l_n ），除取样长度与评定长度相匹配的仪器以外，一般取 $l_n = 5l$ 。

c. 依次在样块均匀分布的 10 个位置上进行测量，将测得的 R_a 值取平均值，作为校准结果。

表 2 R_a 标称值、加工方法和取样长度的关系

| R_a 标称值 $/\mu\text{m}$ | 取样长度/mm | | | | | |
|-----------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|------|
| | 磨 | 车、镗 | 铣 | 插、刨 | 电火花 | 抛光 |
| 0.025 | 0.25 | | | | | 0.25 |
| 0.05 | 0.25 | | | | | 0.25 |
| 0.1 | 0.25 | | | | | 0.8 |
| 0.2 | 0.25 | | | | | 0.8 |
| 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | | 0.8 | 0.8 |
| 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | |
| 1.6 | 0.8 | 0.8 | 2.5 | 0.8 | 0.8 | |
| 3.2 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | |
| 6.3 | | 2.5 | 8.0 | 2.5 | 2.5 | |
| 12.5 | | 2.5 | 8.0 | 8.0 | 2.5 | |
| 25 | | | | 8.0 | | |

注：测量方向应与加工纹理总方向垂直，对于无方向纹理特性的样块（如电火花加工），可以在两个或多个方向上测量。

6.3 R_a 值的标准偏差

6.3.1 标准偏差的计算公式如下：

$$s = \frac{1}{\bar{R}_a} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{ai} - \bar{R}_a)^2}{n-1}} \times 100\% \quad (1)$$

或

$$s = \frac{1}{\bar{R}_a} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n R_{ai}^2 - n\bar{R}_a^2}{n-1}} \times 100\% \quad (2)$$

式中： \bar{R}_a ——样块表面 R_a 值的平均值；

R_{ai} ——第 i 个测量位置的 R_a 值；

n ——实测位置的个数。

6.3.2 按公式 (1) 或 (2) 计算得到的 s 值，不应超过表 1 中的规定。如果略有超差，允许增加 10 至 15 个测量位置，全部测量的测量数据一并进行计算。

7 校准结果表达

校准后的表面粗糙度比较样块，填发校准证书。校准证书的内容见附录 E。

8 复校时间间隔

样块的校准间隔，根据使用情况由送校用户自行确定，建议一般不超过 1 年。

附录 A

 R_a 标称值表表 A.1 R_a 标称值 μm

| 加工方法 | | | | | |
|-------|------|------|------|------|-------|
| 磨 | 车镗 | 铣 | 插刨 | 电火花 | 抛光 |
| 0.025 | | | | | 0.025 |
| 0.05 | | | | | 0.05 |
| 0.1 | | | | | 0.1 |
| 0.2 | | | | | 0.2 |
| 0.4 | 0.4 | 0.4 | | 0.4 | 0.4 |
| 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | |
| 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | |
| | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | |
| | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | |
| | | | 25 | 25 | |

注：表中粗糙度参数 R_a 值较小的样块（例如 $0.025\mu\text{m}$ 、 $0.05\mu\text{m}$ 和 $0.1\mu\text{m}$ ）主要为设计人员提供较小粗糙度差异的概念。

附录 B

 R_a 平均值范围表 B.1 R_a 平均值范围 μm

| R_a 标称值 | R_a 平均值范围 |
|-----------|---------------|
| 25 | 20.8 ~ 28.0 |
| 12.5 | 10.4 ~ 14.0 |
| 6.3 | 5.2 ~ 7.1 |
| 3.2 | 2.66 ~ 3.58 |
| 1.6 | 1.33 ~ 1.79 |
| 0.8 | 0.66 ~ 0.90 |
| 0.4 | 0.33 ~ 0.45 |
| 0.2 | 0.166 ~ 0.224 |
| 0.1 | 0.083 ~ 0.112 |
| 0.05 | 0.042 ~ 0.056 |
| 0.025 | 0.021 ~ 0.028 |

附录 C

表面粗糙度比较样块 R_a 值测量不确定度评定

C.1 测量方法

(依据 JJG 2018—1989 表面粗糙度计量检定系统) 表面粗糙度样块的 R_a 值是用触针式表面粗糙度测量仪测量的。

C.2 数学模型

由于表面粗糙度样块的 R_a 值可以在测量仪上直接读得, 故有:

$$Y = d$$

式中: Y ——样板的测量结果, 表面粗糙度样块的 R_a 值;

d ——测量时在仪器上读取的 R_a 值。

C.3 方差和传播系数

$$\text{依} \quad u_c^2(y) = \sum \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i)$$

$$\text{有} \quad u_c^2 = u^2(y) = c^2(d) u^2(d)$$

$$\text{其中} \quad c(d) = 1$$

$$\text{得} \quad u_c^2 = u^2(d)$$

C.4 标准不确定度见表 C.1。

表 C.1 标准不确定度一览表

| 序号 | 来源 | 符号 | 相对标准不确定度 | 自由度 |
|----|---------|-------|----------|-----|
| 1 | 仪器重复性 | u_1 | 1% | 9 |
| 2 | 示值误差 | u_2 | 2.5% | 50 |
| 3 | 样块的不均匀性 | u_3 | 1.27% | 9 |

C.5 标准不确定度的评定

C.5.1 测量读数重复性带来的不确定度分量 u_1

用触针式表面粗糙测量仪重复测量 10 次, 由 10 次测量平均结果, 得到其标准差为

$$u_1 = 1\%$$

其自由度为

$$\nu_1 = 10 - 1 = 9$$

C.5.2 仪器示值误差引入标准不确定度分量 u_2

依据 JJG 2018—1989《表面粗糙计量器具计量检定系统》和 JJG 301—1982《触针式电动轮廓仪计量检定规程》, 触针式表面粗糙测量仪的最大允许误差 $\pm 5\%$ 。按 $k = 2$ 估计, 故:

$$u_2 = \frac{5\%}{2} = 2.5\%$$

校准触针式表面粗糙测量仪时，其示值误差的相对不确定度以 10% 估计，此时自由度 ν_2 为

$$\nu_2 = \frac{1}{2 \times (0.1)^2} = 50$$

C.5.3 表面粗糙样块不均匀引入的不确定度分量 u_3

在表面粗糙样块的 10 个不同的位置进行测量，取其平均值作为测量结果。规范表 1 中实验标准偏差不得超过 4%。因此其 10 次测量平均值的标准差为

$$u_3 = \frac{4\%}{\sqrt{10}} = 1.27\%$$

其自由度为

$$\nu_3 = 10 - 1 = 9$$

C.6 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

$$\begin{aligned} u_c &= u(d) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} \\ &= \sqrt{(1\%)^2 + (2.5\%)^2 + (1.27\%)^2} \\ &= 2.97\% \end{aligned}$$

C.7 有效自由度

$$\nu_{\text{eff}} = \frac{u_c^2}{\sum \frac{u_i^2}{\nu_i}} = \frac{2.97^4}{\frac{1^4}{9} + \frac{2.5^4}{50} + \frac{1.27^4}{9}} = 66$$

C.8 扩展不确定度

$$U_{95} = t_{0.95}(66) \times u_c = 2.00 \times 2.97\% \approx 6.0\%$$

C.9 测量不确定度报告

表面粗糙度样板的 R_a 值测量的相对扩展不确定度为 $U_{95} \approx 6.0\%$ ，它是由相对标准不确定度 2.97% 和包含因子 $k = 2.00$ 之乘积得到的。置信概率 $p = 0.95$ ，有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 66$ 。

附录 D

几点说明

D.1 对于具有“大粗距”特点的样块（如：平铣、粗刨、粗车等），在校时必须配用平导头或直线参考基准进行校准，同时要选用不小于 5 倍粗距的取样长度（参见本规范表 1）。

D.2 对于 $R_a \leq 0.1\mu\text{m}$ 的样块，在 GB/T 6060.2—1985 中规定，它主要用设计人员提供较小粗糙度差异的概念，本规范适用范围内未包含研磨样块。由于用触针式表面粗糙度测量仪在校准 $R_a \leq 0.1\mu\text{m}$ 研磨样块时，受仪器触针半径、频率特性、虚假信号、灵敏度、外界干扰等因素的影响，校准时误差较大。考虑到 $R_a \leq 0.1\mu\text{m}$ 研磨样块的使用特点和校准仪器条件的限制，在校准 $R_a \leq 0.1\mu\text{m}$ 研磨样块时，对本规范中规定的平均值偏离标称值的偏差可按 +20% ~ -25% 控制；标准偏差不超过 12%。

附录 E

校准证书内容

校准证书的内容应排列有序、清晰，至少应包括下列内容：

- 1) 标题：校准证书；
 - 2) 校准实验室名称及地址；
 - 3) 证书编号、页码及总页数；
 - 4) 委托方的名称及地址；
 - 5) 被校准样块：表面粗糙度比较样块；
 - 6) 被校准样块的生产厂、型号规格及编号；
 - 7) 校准地点及日期；
 - 8) 校准人员姓名、签名，主管人员职务、姓名及签名；
 - 9) 环境温度、湿度情况；
 - 10) 校准结果：校准后的表面粗糙度比较样块，填发校准证书；
 - 11) 测量结果的不确定度；
 - 12) 复校时间间隔的建议。
-