

**wps9743.tmpwps9744.tmp**

JJF(纺织)031-2022

圆轨迹法起毛起球仪校准规范

Calibration Specification for Circular Locus Method Fuzzing and Pilling Testers

（报批稿）

202X-XX-XX发布 202X-XX-XX实施

中华人民共和国工业和信息化部 发 布

圆轨迹法起毛起球仪

JJF(纺织) 031─2022

代替JJF(纺织) 031─2013

校准规范

Calibration Specification for Circular Locus Method Fuzzing and Pilling Testers

归 口 单 位：中国纺织工业联合会

起 草 单 位：国家纺织计量站

常熟市清华电子有限公司

苏州赛宝校准技术服务有限公司

广东产品质量监督检验研究院

温州方圆仪器有限公司

温州市大荣纺织仪器有限公司

莱州元茂仪器有限公司

温州际高检测仪器有限公司

北京市产品质量监督检验院

中纺标福建检测有限公司

本规范委托全国纺织计量技术委员会负责解释

本规范起草人:

耿胜男（国家纺织计量站）

王世龙（国家纺织计量站）

于冬梅（国家纺织计量站）

胡敏专（广东产品质量监督检验研究院）

蔡镇疆（中纺标福建检测有限公司）

韩 军（北京市产品质量监督检验院）

龚文清（常熟市清华电子有限公司）

徐华东（温州方圆仪器有限公司）

王海涛（苏州赛宝校准技术服务有限公司）

葛哲忠（温州市大荣纺织仪器有限公司）

韩健健（广东产品质量监督检验研究院）

李春钢（莱州元茂仪器有限公司）

仵建国（温州际高检测仪器有限公司）

目 录

[引言](#_Toc6013_WPSOffice_Level1) Ⅱ

[1范围](#_Toc11406_WPSOffice_Level1) [1](#_Toc11406_WPSOffice_Level1)

[2引用文件](#_Toc30701_WPSOffice_Level1) [1](#_Toc30701_WPSOffice_Level1)

[3 概述](#_Toc7306_WPSOffice_Level1) 1

[4计量特性 1](#_Toc11509_WPSOffice_Level1)

[5校准条件 2](#_Toc31908_WPSOffice_Level1)

[6校准项目和校准方法 2](#_Toc1080_WPSOffice_Level1)

[7校准结果表达](#_Toc23880_WPSOffice_Level1) 4

[8复校时间间隔](#_Toc18339_WPSOffice_Level1) 4

[附录A 毛刷技术指标](#_Toc6434_WPSOffice_Level1) 5

[附录B 圆轨迹法起毛起球仪校准记录表参考格式](#_Toc6434_WPSOffice_Level1) 6

附录C [圆轨迹法起毛起球仪校准证书(内页)参考格式](#_Toc24418_WPSOffice_Level1) 7

[附录D 圆轨迹法起毛起球仪测量不确定度评定(示例)](#_Toc17050_WPSOffice_Level1) 8

引 言

本规范依据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》和JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》的规定进行制定。

本规范的技术指标参数参考GB/T 4802.1-2008《纺织品 织物起毛起球性能的测定 第1部分：圆轨迹法》、FZ/T 98022-2021《圆轨迹法织物起毛起球性能测试仪》的相关内容。

本规范是对JJF（纺织）031—2013《织物起毛起球仪（圆轨迹法）校准规范》的修订，与JJF（纺织）031—2013相比，除编辑性改动外，主要技术变化如下：

——对规范名称进行修改，改为《圆轨迹法起毛起球仪校准规范》；

——删除条款4术语；

——增加6.1条款校准前准备，将原规范中的计量特性相关条款5.1~5.10条调整到校准前准备；

——修改了原规范6.2条，调整了测量标准及其他设备；

——修改了校准记录表参考模板、增加了校准证书(内页)参考格式；

——增加了圆轨迹法起毛起球仪测量不确定度评定示例。

本规范的历次版本发布情况为：

——JJG（纺织）040—1990；

——JJF（纺织）031—2006；

——JJF（纺织）031—2013。

圆轨迹法起毛起球仪校准规范

1 范围

本规范适用于圆轨迹法起毛起球仪（以下简称“起毛起球仪”）的校准，其他类似仪器的校准可参照本规范执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判断

JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

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 概述

起毛起球仪用于测试各类织物的起毛起球状况。仪器采用摩擦原理，使试样与标准布在一定压力下，以一定的相对速度、圆形轨迹进行摩擦规定的次数，达到起毛起球的效果，以鉴别产品质量和工艺水平。

起毛起球仪主要由测试主机、可旋转磨台、夹头支架和加压重锤等组成。

4 计量特性

4.1 磨头与磨台相对运动速度：（60±1）r/min。

4.2 试样夹环内径：（90±0.5）mm。

4.3 夹头质点相对运动的圆轨迹直径：（40±1）mm。

4.4 磨头及加压重锤的压力：标称值±1%。常见的几种规格见表1。

表1 磨头及加压重锤的压力

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 标称值(cN) |
| 1 | 磨头（包括试样夹环） | 490 |
| 2 | 磨头＋大重锤 | 780 |
| 3 | 磨头＋小重锤 | 590 |

5 校准条件

**5.1 环境条件**

5.1.1 校准环境：室温，相对湿度≤80%。

5.1.2 工作电压：AC(220±22)V。

5.1.3 起毛起球仪周围应清洁，无腐蚀性介质，无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

**5.2 测量标准及其他设备**

测量标准及其他设备见表2。

表2 测量标准及其他设备

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准器名称 | 测量范围 | 准确度等级  或最大允许误差 | 数量 |
| 1 | 卡尺 | (0～150) mm | MPE:±0.03 mm | 1 |
| 2 | 砝码 | (0～1000) g | M2等级 | 1 |
| 3 | 电子秒表 | 0.01 s～30 min | MPE:±0.10 s | 1 |
| 4 | 塞尺 | (0.2～0.4) mm | MPE:±12 um | 1 |
| 5 | 电子天平 | (0.1～1000) g | 级  III | 1 |
| 6 | 数字式万用表 | (0～200) Ω | 5级 | 1 |
| 7 | 兆欧表 | (0～500)MΩ,500 V | 10级 | 1 |

6 校准项目和校准方法

**6.1 校准前准备**

6.1.1 外观及校准前检查

6.1.1.1 起毛起球仪应在适当部位装有铭牌。铭牌上须标明仪器名称、型号、制造厂名、产品编号及出厂日期。

6.1.1.2 磨头在中心轴孔中上下移动时，应无阻滞和明显晃动。

6.1.1.3 磨头上的泡沫塑料垫片应无破损、变形。

6.1.1.4 毛刷刷面应平滑，不应有凸出、扭曲变形的尼龙丝，尼龙丝圆滑无尖锐、无倒钩。附录A为推荐的毛刷技术指标。

6.1.2 电器安全性检查

在仪器不连外接电源的情况下，用兆欧表测量电源插头相线与机壳金属部分之间的绝缘电阻，应≥30MΩ；用数字式万用表电阻档测量电源插头地线与机壳金属部分之间的电阻，应≤1Ω。

6.1.3 计数器功能检查

计数器及预置计数正确，无漏计和错计现象，达到设定值可以自动停止。

6.1.4 磨头与磨台平行性检查

将磨头及磨台所有的夹样环及衬垫取下，利用磨头的重力，向下移动并与磨台接触，用0.3mm的塞尺轻插X、Y方向的两平面之间。X、Y方向均插不进去，利用仪器上的“启动”“停止”开关进行寸动改变磨头与磨台的位置，并重复上述测量，变换位置至少三次。

**6.2 校准项目**

起毛起球仪校准项目对应本规范计量特性条款和校准方法条款见表3。

表3 起毛起球仪校准项目

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 计量特性条款 | 校准方法条款 |
| 1 | 磨头与磨台相对运动速度 | 4.1 | 6.3.1 |
| 2 | 试样夹环的内径 | 4.2 | 6.3.2 |
| 3 | 夹头质点相对运动的圆轨迹直径 | 4.3 | 6.3.3 |
| 4 | 磨头及加压重锤的压力 | 4.4 | 6.3.4 |

**6.3 校准方法**

6.3.1 磨头与磨台相对运动速度

用秒表测量磨头相对于磨台的转速。开机待仪器运行平稳后，启动秒表开始测量。当往复次数达到60次时，停止秒表计时，记录秒表时间，并按下式计算磨台往复速度。重复测量3次，取算术平均数作为测量结果。按公式（1）计算磨头与磨台相对运动速度。

*v=* (1)

式中：*v*—磨台往复速度，次/分钟；

*r*—磨台往复次数，次；

*t*—测定时间，秒。

6.3.2 试样夹环的内径

从磨头上取下试样夹环，用卡尺内量爪直接测量试样夹环的内径，旋转90°和120°重复测量3次，取3次测量结果的算术平均数作为试样夹环的内径。

6.3.3 夹头质点相对运动的圆轨迹直径

将适用的白纸用胶布（纸）平整地固定在磨台平面上，将笔线在0.5mm以下的笔嵌入在专用校准棒上，然后插入磨头上的轴孔，笔尖接触纸面。启动仪器，运行一周后测量圆轨迹的直径，旋转90°和120°重复测量3次，取算术平均数作为夹头质点相对运动的圆轨迹直径。

6.3.4 磨头压力及加压重锤压力

将磨头（包含试样夹环）取下，用电子天平直接测量磨头质量m，重复测量3次，取算术平均数作为磨头的质量。按公式（2）计算磨头压力。

*F*=*mg* （2）

式中：*F—*磨头压力，N；

*m*—磨头质量，kg；

*g*—加速度，m/s2。

注;(1N=100cN)。

按上述操作，测量并计算加压重锤压力。

7 校准结果表达

**7.1 校准记录**

应详细记录测量数据和计算结果。数据修约按GB/T 8170执行，末位数修约到被校起毛起球仪各参数最大允许误差绝对值的1/10位。推荐的校准记录格式见附录B。

**7.2 校准证书**

经校准的起毛起球仪应出具校准证书，校准结果应在校准书上反映。校准证书包括的信息应符合JJF 1071—2010中5.12的要求。推荐的校准证书内页格式见附录C。

**7.3 不确定度**

校准证书应给出各校准项目的扩展不确定度，评定示例见附录D。

8 复校时间间隔

在定期进行期间核查的条件下，建议复校时间间隔不超过1年。

注：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。

附录A

毛刷技术指标

常见的两种毛刷的技术指标见表A.1。

表A.1 毛刷技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | Ⅰ型 | Ⅱ型 |
| 毛丛总数/丛 | 177 | 213 |
| 尼龙丝直径/mm | 0.3±0.03 | 0.3±0.03 |
| 基座的穿丝孔径/mm | 4.5±0.06 | 4.5±0.06 |
| 每孔穿丝数/根 | 150±3 | 150±4 |
| 孔径/mm | 7.0±0.3 | 7.0±0.3 |
| 有效高度可调范围/mm | 5～10 | 5～12 |
| 刷面的高度差/mm | ＜0.5 | ＜0.5 |

**附录**B

圆轨迹法起毛起球仪校准记录表参考格式

委托方: 设备编号: 原始记录号:

型号规格: 产品编号: 发证编号:

制造厂: 温度: ℃ 湿度: %RH

校准日期: 出厂日期:校准地点：

校准依据：JJF(纺织)031-2022 圆轨迹法起毛起球仪校准规范

使用主要计量标准器具：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准器名称 | 型号 | 编号 | 证书号 | 有效期 | 技术特征 | 状态 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

一、校准前准备：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 技术参数 | 校准结果 |
| 1 | 外观及校准前检查 | 无影响计量性能损伤 |  |
| 2 | 计数器功能检查 | 计数正确 |  |
| 3 | 磨头与磨台平行性检查 | ＜0.3mm |  |

二、计量特性校准：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 技术参数 | 校准结果 | | | | |
| 校准结果 | | | 平均值 | 扩展不确定度 |
| 1 | 磨头与磨台相对运动速度 | （60±1）r/min |  |  |  |  |  |
| 2 | 试样夹环的内径 | (90±0.5)mm |  |  |  |  |  |
| 3 | 夹头质点相对运动的圆轨迹直径 | (40±1)mm |  |  |  |  |  |
| 4 | 磨头及加压重锤的压力 | 磨头压力/cN |  |  |  |  |  |
| 磨头＋大重锤/cN |  |  |  |  |  |
| 磨头＋小重锤/cN |  |  |  |  |  |

校准员： 核验员： 审核员：

附录C

圆轨迹法起毛起球仪校准证书（内页）参考格式

校 准 结 果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 校准项目 | 技术参数 | 校准结果 | 扩展不确定度*U*(*k*=2) |
| 磨头与磨台相对运动速度 | （60±1）r/min |  |  |
| 试样夹环的内径 | (90±0.5)mm |  |  |
| 夹头质点相对运动的圆轨迹直径 | (40±1)mm |  |  |
| 磨头压力及加压重锤压力 | 磨头压力/cN |  |  |
| 磨头＋大重锤/cN |  |  |
| 磨头＋小重锤/cN |  |  |

以下为空白。

附录D

圆轨迹法起毛起球仪测量不确定度评定(示例)

D.1 磨头与磨台相对运动速度测量不确定度的评定

**D.1.1 概述**

校准依据：依据本规范的校准方法校准。

校准标准器：秒表，最大允许误差为：±0.10 s，分辨力为：0.01s。

磨头与磨台相对运动：60 r/min。

测量过程：开机待仪器运行平稳后，启动秒表开始测量。当往复次数达到60次时，停止秒表计时，记录秒表时间，磨台往复次数*r*及时间*t*，速度*v*按下式计算

**D.1.2 测量模型**



式中：

*v*— 磨台往复速度，r/min；

*r* — 磨台往复次数，r；

*t* — 测定时间，s。

磨头与磨台相对运动速度的不确定度传播率：

**



**D.1.3 不确定度来源分析**

的标准不确定度主要来源是测量重复性引入的标准不确定度分量，秒表的最大允许误差引入的标准不确定度分量，秒表的分辨力引入的标准不确定度分量和人工测量时的反应时间引入的标准不确定度。

D.1.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量的评定

可采用连续重复多次测量直接求出标准不确定度，即采用A类方法进行评定。

在重复性条件下用秒表测得磨头与磨台相对运动60次所用的时间，连续测量10次，分别得到测量列(单位：s)：60.12、60.10、60.08、60.09、60.12、60.18、60.15、60.08、60.13、60.12。

则单次测量结果的实验标准偏差计算如下：

测量结果平均值：

60.117 s

实验标准偏差： 

0.032 s

实际测量情况：时间实测值在重复性条件下连续测量3次，以3次测量算术平均值为测量结果，则可得到测量重复性引入的标准不确定度：



D.1.3.2 秒表最大允许误差引入的标准不确定度分量的评定

秒表最大允许误差为：±0.10 s，即a=0.1s，通常认为在区间内服从均匀分布，即包含因子*k*=，则秒表最大允许误差引入的标准不确定度：

0.058 s

D.1.3.3 秒表分辨力量化误差引入的标准不确定度分量的评定

秒表分辨力为： 0.01 s，其量化误差以等概率分布在半宽为=0.005 s的区间内，属均匀分布，即包含因子，故引入的标准不确定度为：

s

D.1.3.4 人工的反应时间引入的标准不确定度分量的评定

人工使用秒表存在反应时间，但该反应时间引入的标准不确定度分量已经包含在A类重复性评定中，故不在重复考虑。

D.1.3.5 标准不确定度分量汇总

由于秒表与起毛起球仪彼此独立，互不相关，标准不确定度、、也相互独立，各分量的标准不确定度汇总如表D.1所示。

表D.1 不确定度分量汇总一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 不确定度来源 | 符号 | 类别 | 分布 | 标准不确定度（s） |
| 1 | 测量重复性 |  | A | 正态 | 0.018 |
| 2 | 秒表最大允许误差 |  | B | 均匀 | 0.058 |
| 3 | 秒表分辨力量化误差 |  | B | 均匀 | 0.003 |

此次不确定度评定中，测量重复性引入的不确定度分量大于秒表分辨力量化误差引入的不确定度分量，此时测量重复性中已经包含分辨力量化误差校准结果的影响，故不考虑分辨力量化误差引入的不确定度分量。

**D.1.4 合成标准不确定度计算**

=



**D.1.5 扩展不确定度**

取，则：



由此得到磨头与磨台相对运动的速度测量结果的扩展不确定度为：*U*=0.12 r/min，*k*=2。

D.2 试样夹环内径测量不确定度的评定

**D.2.1 概述**

校准依据：依据本规范的校准方法校准。

校准标准器：卡尺，最大允许误差为：±0.03 mm，分辨力为：0.01mm。

加环内径：90 mm。

测量过程：从磨头上取下试样夹环，用卡尺内量爪直接测量试样夹环的内径，旋转90°和120°重复测量3次，取算术平均数作为试样夹环的内径。

**D.2.2 测量模型**



式中：

— 试样夹环内径，mm；

 — 试样夹环内径的实测值，mm；

因此，试样夹环内径的标准不确定度为：



**D.2.3 不确定度来源分析**

的标准不确定度主要来源是测量重复性引入的标准不确定度分量卡尺的最大允许误差引入的标准不确定度分量和卡尺的分辨力引入的标准不确定度分量。

D.2.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量的评定

可采用连续重复多次测量直接求出标准不确定度分量，即采用A类方法进行评定。

试样夹环内径为90 mm，在重复性条件下用电卡尺内量爪直接测量试样夹环内径，连续测量10次，分别得到测量列(单位：mm)：90.05、90.04、90.02、90.02、90.04、90.04、90.05、90.03、90.03、90.04。

则单次测量结果的实验标准偏差计算如下：

测量结果平均值：

90.036 mm

实验标准偏差： 

0.0107mm

实际测量情况：试样夹环内径实测值在重复性条件下连续测量3次，以3次测量算术平均值为测量结果，则可得到测量重复性引入的标准不确定度：



D.2.3.2 卡尺最大允许误差引入的标准不确定度分量的评定

卡尺最大允许误差为：±0.03 mm，即a=0.03mm，通常认为在区间内服从均匀分布，即包含因子*k*=，则卡尺最大允许误差引入的标准不确定度：

0.0173 mm

D.2.3.3 卡尺分辨力量化误差引入的标准不确定度分量的评定

卡尺分辨力为：0.01 mm，其量化误差以等概率分布在半宽为=0.005mm的区间内，属均匀分布，即包含因子，故引入的标准不确定度：



D.2.3.4 标准不确定度分量汇总

由于卡尺与起毛起球仪彼此独立，互不相关，标准不确定度、、也相互独立，各分量的标准不确定度汇总如表D.2所示。

表D.2 不确定度分量汇总一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 不确定度来源 | 符号 | 类别 | 分布 | 标准不确定度（mm） |
| 1 | 测量重复性 |  | A | 正态 | 0.0062 |
| 2 | 卡尺最大允许误差 |  | B | 均匀 | 0.0173 |
| 3 | 卡尺分辨力量化误差 |  | B | 均匀 | 0.0029 |

此次不确定度评定中，测量重复性引入的不确定度分量大于卡尺分辨力量化误差引入的不确定度分量，此时测量重复性中已经包含分辨力量化误差校准结果的影响，故不考虑分辨力量化误差引入的不确定度分量。

**D.2.4 合成标准不确定度计算**

=

**D.2.5 扩展不确定度**

取，则：



由此得到试样夹环内径测量结果的扩展不确定度为：*U*=0.04 mm，*k*=2。

**D.3** 磨头压力测量不确定度的评定

**D.3.1 概述**

校准依据：依据本规范的校准方法校准。

校准标准器：电子天平，检定分度值： d=0.1g， 500g处的最大允许误差：±0.5g

磨头压力：490cN。

测量过程：用电子天平直接测量磨头质量，重复测量3次，取算术平均数作为磨头的质量，质量乘当地重力加速度为磨头压力。

**D.3.2 测量模型**



式中：

*F* — 磨头压力，N；

 — 磨头质量实测值，kg；

g—加速度，m/s2。

因此，磨头压力的标准不确定度为：



**D.3.3 不确定度来源分析**

的标准不确定度主要来源是测量重复性引入的标准不确定度分量，电子天平示值误差引入的标准不确定度分量和电子天平分辨力引入的标准不确定度分量。

D.3.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量的评定

可采用连续重复多次测量直接求出标准不确定度分量，即采用A类方法进行评定。

磨头质量为500g，在重复性条件下用电子天平直接测量磨头质量，连续测量10次，得到测量结果如表D.3，再乘以当地重力加速度得到力值如表D.4。

**表D.3 磨头质量重复性测量结果**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 磨头质量/g | 500.4 | 500.2 | 500.3 | 500.5 | 500.3 |
| 500.4 | 500.3 | 500.3 | 500.4 | 500.4 |

**表D.4 磨头压力**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 磨头压力/N | 4.905 | 4.903 | 4.904 | 4.906 | 4.904 |
| 4.905 | 4.904 | 4.904 | 4.905 | 4.905 |

则单次测量结果的实验标准偏差计算如下：

测量结果平均值：

4.904 N

实验标准偏差： 

0.0008 N

实际测量情况：磨头压力实测值在重复性条件下连续测量3次，以3次测量算术平均值为测量结果，则可得到测量重复性引入的标准不确定度：



D.3.3.2 电子天平示值误差引入的标准不确定度分量的评定

电子天平示值误差引入的标准不确定度可根据检定证书给出的该电子天平的最大允许误差来评定，属均匀分布，可采用B类方法评定。

电子天平在500g处最大允许误差为：MPE：±0.5g，即a=0.5g，通常认为在区间内服从均匀分布，即包含因子*k*=，则电子天平示值误差引入的标准不确定度：



D.3.3.3 电子天平分辨力量化误差引入的标准不确定度分量的评定

电子天平最小读数为：d=0.1g，其量化误差以等概率分布在半宽为a=0.05g的区间内，属均匀分布，即包含因子k=，故电子天平分辨力量化误差引入的标准不确定度：



D.3.3.4 标准不确定度分量汇总

由于电子天平与起毛起球仪彼此独立，互不相关，标准不确定度、、也相互独立，各分量的相对不确定度汇总如表D.5所示。

表D.5 不确定度分量汇总一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 不确定度来源 | 符号 | 类别 | 分布 | 标准不确定度（N） |
| 1 | 测量重复性 |  | A | 正态 | 0.0008 |
| 2 | 电子天平示值误差 |  | B | 均匀 | 0.0028 |
| 3 | 电子天平分辨力量化误差 |  | B | 均匀 | 0.0003 |

此次不确定度评定中，测量重复性引入的不确定度分量引入的不确定度分量大于分辨力量化误差引入的不确定度分量，此时测量重复性中已经包含分辨力量化误差校准结果的影响，故不考虑分辨力量化误差引入的不确定度分量。

**D.3.4 合成标准不确定度计算**

=

**D.3.5 扩展不确定度**

取，则：



由此得到磨头压力的扩展不确定度为：*U*=0.6cN，*k*=2。