

JJF(纺织)098─2021

振弦式纤维细度仪校准规范

Calibration specification for vibrating fiber fineness meters

(报批稿）

201X-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

JJF（纺织）098-2021

振弦式纤维细度仪校准规范

Calibration specification for

vibrating fiber fineness meters

归口单位：中国纺织工业联合会

起草单位：福建省纤维检验中心

苏州赛宝校准技术服务有限公司

无锡市计量测试院

福建省纤维纺织计量站

纺织工业科学技术发展中心

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：

邓力生（福建省纤维纺织计量站）

张清山（福建省纤维检验中心）

廖礼荣（福建省纤维检验中心）

陈万松（苏州赛宝校准技术服务有限公司）

张盛海（无锡市计量测试院）

朱 峰（福建省纤维检验中心）

王国建（纺织工业科学技术发展中心）

目 录

[引 言 II](#_Toc30850)

[1 范围 1](#_Toc5714)

[2 引用文件 1](#_Toc1354)

[3 概述 1](#_Toc9818)

[4 计量特性 1](#_Toc25523)

[5 校准条件 1](#_Toc19135)

[6 校准项目和校准方法 2](#_Toc30279)

[7 校准结果表达 3](#_Toc22490)

[8 复校时间间隔 4](#_Toc13323)

[附录A](#_Toc21609) [振弦式纤维细度仪校准记录表 5](#_Toc28011)

[附录B](#_Toc10562) [振弦式纤维细度仪校准证书（内页）参考格式 6](#_Toc16788)

[附录C](#_Toc13255) [振弦式纤维细度仪测量结果的不确定度评定示例 7](#_Toc4006)

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》规定的规则编制。

本规范的部分技术指标参数参考了[GB/T 16256](http://www.xinxianyiqi.com/guestbook/index.asp?/61-8-0-1-1.html" \t "http://www.xinxianyiqi.com/html/_blank)—2008《纺织纤维 线密度试验方法 振动仪法》的相关内容。

本规范为首次制定。

振弦式纤维细度仪校准规范

1 范围

本规范适用于振弦式纤维细度仪（以下简称“振弦仪”）的校准。其他类似仪器的校准可参照本规范。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

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

振弦仪根据长度范围内单位线密度均匀的单根纤维在规定的张力下，有其固有振动频率的原理，用于测试单位线密度均匀的单根纺织纤维的线密度，其原理结构示意图见图1。纤维上端由夹持器固定，下端悬挂张力钳，夹持器、上刀口、下刀口三者在垂直方向略微错开，使得纤维在张力作用下与上下刀口同时触靠，上下刀口之间纤维长度为振弦长度。振弦仪由上刀口给单根纤维激发振荡，振弦传感器拾取纤维横向振荡信号，经处理放大后调控上刀口的激振器策动频率，当达到固有振动频率时产生谐振并维持谐振状态，通过测量谐振频率的方法来测得纤维线密度值。

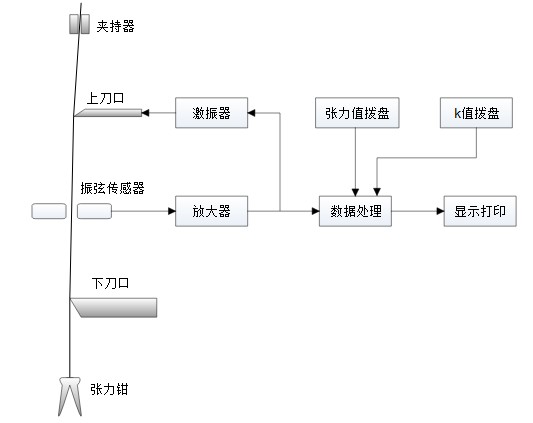


图1 振弦式纤维细度仪的原理结构示意图

4 计量特性

4.1 张力钳重量：（0.1～6）cN，最大允许误差±0.5%；

4.2 振弦长度：（20.0±0.1）mm；

4.3 振荡频率：（1～5）kHz，最大允许误差±0.5%；

4.4 线密度示值：（0.5～50）dtex，最大允许误差±2.0%。

注：1dtex=10-7kg/m

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 温度：(20±10)℃；

5.1.2 相对湿度：≤80%；

5.1.3 其他：环境清洁，无强电磁、风力干扰，置于无机械振动稳固水平平台。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表1。

表1 测量标准及其他设备

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 规格或量程 | 不确定度、准确度等级或最大允许误差 | 数量 |
| 1 | 电子天平 | d=0.1mg | 级 | 1 |
| 2 | 游标卡尺 | （0～150）mm | MPE：±0.03mm | 1 |
| 3 | 频率计 | 1kHz～5kHz | MPE：±0.1% | 1 |
| 4 | 万用表 | （0.1～200）Ω | 0.5级 | 1 |
| 5 | 兆欧表 | （0～500）MΩ | 10级 | 1 |
| **注：**主要测量设备可选用本表所列，也可以选用量程满足需求且引入的测量不确定度*U*（*k*=2）不大于被校量的最大允许误差1/3的测量设备。 | | | | |

6 校准项目和准方法

**6.1 校准前检查**

**6.1.1 外观检查**

振弦仪应装有铭牌，铭牌上须标明型号、规格、制造厂、出厂编号等信息；置于稳固水平平台上；纤维振弦检测腔应清洁；夹持器夹头胶垫无破损，夹持可靠。

**6.1.2 电气安全检查**

振弦仪电源线及接插件无断裂破损现象。将电源线和电网脱开，振弦仪电源开关处于闭合状态，用兆欧表测量电源线相线和振弦仪机壳金属部分之间的绝缘电阻应≥5 MΩ；用万用表电阻档测电源接地线与振弦仪机壳金属部分之间的电阻应≤0.5Ω。

**6.1.3 功能检查**

6.1.3.1 振弦仪各功能键按钮正常，各仪表显示清晰、控制正常。

6.1.3.2 张力值拨盘与校正拨盘设置灵活可靠，指示清晰。

6.1.3.3 纤维下端加张力钳后自由悬挂在上夹持器上，纤维应与上下刀口均触靠。

**6.2 校准项目**

校准项目见表2。

表2 校准项目一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 计量特性条款 | 校准方法条款 |
| 1 | 张力钳重量 | 4.1 | 6.3.1 |
| 2 | 振弦长度 | 4.2 | 6.3.2 |
| 3 | 振荡频率 | 4.3 | 6.3.3 |
| 4 | 线密度示值 | 4.4 | 6.3.4 |

**6.3 校准方法**

**6.3.1 张力钳重量**

用电子天平依次称取张力钳质量，每个张力钳重复测量2次，取2次测量结果的算术平均值作为张力钳质量，根据当地重力加速度值转换为张力钳重量。

**6.3.2 振弦长度**

振弦仪悬挂单根纤维处于待测状态，纤维与仪器上下两刀口接触，用游标卡尺量爪量取两刀口与纤维接触点处之间的直线距离，重复测量3次，取3次测量结果的算术平均值作为振弦长度。

**6.3.3 振荡频率**

将频率计输入端与振弦仪振荡频率信号输出校验口连接，振弦仪悬挂待测纤维，产生自激振荡达谐振后读取并记录频率计及振弦仪频率示值，重复测量3次，分别取3次测量结果的算术平均值作为振荡频率实测值及振弦仪振荡频率示值。通过更换不同纤维或不同重量的张力钳来改变振弦仪达谐振时振荡频率示值，重复以上步骤，获得至少3组不同频率的数据。

**6.3.4 线密度示值**

悬挂单根纤维测试线密度，分别记录频率计实测值及振弦仪的线密度示值，记录仪器面板上用户校正系数k的拨盘设定值。将6.3测得的对应张力钳的重量实测值、振弦长度实测值、频率计频率实测值代入公式（1）计算出线密度值。



式中：

*T*— 张力钳重量实测值，N

*l—* 振弦长度实测值，m

*f*— 频率实测值，Hz

*ρ*— 线密度，kg/m

*k—* 用户校正系数

线密度示值相对误差计算，见公式（2）。



式中：

*q—* 线密度示值相对误差

*—* 公式（1）线密度计算值，kg/m

*—* 振弦仪线密度测量示值，kg/m

7 校准结果表达

**7.1 校准记录**

校准记录应详尽记录测量数据和计算结果。推荐的校准记录格式见附录A。

**7.2 校准证书**

经校准的振弦仪应出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映，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B。

**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C。

8 复校时间间隔

在定期进行期间核查的条件下，建议复校时间间隔一般不超过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

振弦式纤维细度仪校准记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 使用单位 | |  | | | | | | | | 协议编号 | | |  | | | | | |
| 样品 | 名 称 |  | | | | | 型号规格 | | |  | | | 设备编号 | | | |  | |
| 制造厂 |  | | | | | 出厂编号 | | |  | | | 备 注 | | | |  | |
| 主要标准器 | 名称 | | | 型号规格 | | 仪器号 | | 技术特征 | | | 证书编号 | | | | | | 有效期 | |
| 电子天平 | | | d=0.1mg | |  | |  | | |  | | | | | |  | |
| 频率计 | | | 1kHz～5kHz | |  | |  | | |  | | | | | |  | |
| 技术依据 | | | | JJF（纺织）098—2021《振弦式纤维细度仪校准规范》 | | | | | | | | | | | | | | |
| 环境条件 | | | | 温度： 　　 ℃； 相对湿度： 　　 ％； | | | | | | | | | 地点 | | | | |  |
| 校检项目 | | | | 参考要求 | | | 标称值/显示值 | | | | 实测值 | | | | | | 扩展不确定度（*k*=2） | |
| 1 | 2 | | 3 | | 平均 |
| 张力钳重量 | | | | ±0.5% | | |  | | | |  |  | | / | |  |  | |
|  | | | |  |  | | / | |  |
|  | | | |  |  | | / | |  |
|  | | | |  |  | | / | |  |
|  | | | |  |  | | / | |  |
|  | | | |  |  | | / | |  |
| 振弦长度（mm） | | | | 20.0±0.1 | | |  | | | |  |  | |  | |  |  | |
| 振荡频率f（Hz） | | | | ±0.5% | | |  | | | |  |  | |  | |  |  | |
|  | | | |  |  | |  | |  |
|  | | | |  |  | |  | |  |
| 样品  测试 | 振荡频率f（Hz） | | | ±0.5% | | |  | | | |  | | | | | |  | |
| 线密度ρ(dtex) | | | ±2.0% | | |  | | | |  | | | | | |  | |
| 测试时仪器校正拨盘设置值： k= | | | | | | | | | | | | | | | |  | |
| 证书编号 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准 |  | | | | 校准日期 |  | | | 校核 | |  | | | | 校核日期 | |  | |

附录B

振弦式纤维细度仪校准证书（内页）参考格式

校 准 结 果

证书编号： 协议编号： 第×页，共×页

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 校准项目 | 标称值/显示值 | 实测值 | 扩展不确定度（*k*=2） |
| 张力钳重量（cN） |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 振弦长度（mm） |  |  |  |
| 振荡频率（Hz） |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 线密度（dtex）  注：测试时校正拨盘设置值为 |  |  |  |

以下空白

附录C

振弦式纤维细度仪测量结果的不确定度评定示例

C.1 张力钳质量测量结果的不确定度的评定

**C.1.1 概述**

环境条件：（20±10）℃。

测量标准器：电子天平，量程110g，分度值0.1mg。

测量过程：以测量标称值为0.5cN的张力钳为例，天平调水平置零后，称量张力钳质量，稳定后读数，重复称量两次取平均值。

**C.1.2 测量模型**



式中：

— 张力钳质量，g；

— 电子天平称量示值平均值，g。

**C.1.3 不确定度来源和不确定度分量评定**

1.由测量重复性引入的标准不确定度

天平调水平置零后，称量标称值为0.5cN张力钳质量，稳定后读数，在重复性条件下，连续测量10次，得到以下数据（单位：g）：

0.5102，0.5102，0.5103，0.5102，0.5102，0.5102，0.5102，0.5102，0.5101，0.5102

根据贝塞尔公式，计算可得：

 s=0.000047

实际测量过程为取两次测量平均值作为测量结果，

0.000033（g）

2.由电子天平示值误差引入的标准不确定度

采用B类方法评定，称量点处天平最大允差是±0.5mg，假设为均匀分布，则



3.电子天平分辨力量化误差引起的标准不确定度

分辨力为0.0001g，量化误差分布在半宽为0.00005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：



**C.1.4 合成标准不确定度**

标准不确定度一览表见表C1。

表C1 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目符号 | 来源 | 类别 | 分布 | 数值（g） | 备注 |
|  | 测量重复性 | A | 正态 | 0.000033 |  |
|  | 电子天平误差 | B | 均匀 | 0.00029 |  |
|  | 电子天平量化误差 | B | 均匀 | 0.000029 |  |

因电子天平量化误差标准不确定度分量小于测量重复性标准不确定度分量，后者已包含前者，不再代入合成标准不确定度重复运算。

计算合成标准不确定度：



**C.1.5 扩展不确定度**

取*k*=2，则



由此得到张力钳质量的测量结果的扩展不确定度为*U*=0.6mg，*k*=2。

C.2 振弦长度测量结果的不确定度的评定

**C.2.1 概述**

环境条件：(20±10)℃。

测量标准器：数显游标卡尺，规格150mm，分辨力0.01mm。

测量过程：用游标卡尺的量爪直接测量上下刀口与纤维接触点之间的直线距离，重复测量3次，取平均值。

**C.2.2 测量模型**



式中：

— 振弦长度；

— 游标卡尺实测平均值；

**C.2.3 不确定度来源和不确定度分量评定**

1.由测量重复性引入的标准不确定度

用游标卡尺的直接测量振弦仪上下刀口接触点的直线长度，在重复性条件下，连续测量10次，得到以下数据（单位：mm）：

20.01 20.04 20.02 20.06 20.10 20.08 20.04 20.03 20.07 20.05

根据贝塞尔公式，计算可得：

 S=0.028

实际测量过程为取3次测量平均值作为测量结果，

0.016（mm）

2.由游标卡尺示值误差引入的标准不确定度

采用B类方法评定，150mm游标卡尺的最大允差是±0.03mm，假设为均匀分布，则



3.卡尺分辨力量化误差引起的标准不确定度

分辨力为0.01mm，量化误差分布在半宽为0.005mm的区间内，假设为均匀分布，即包含因子，故引入的标准不确定度为：



**C.2.4 合成标准不确定度**

标准不确定度一览表见表C2。

表C2 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目符号 | 来源 | 类别 | 分布 | 数值（mm） | 备注 |
|  | 测量重复性 | A | 正态 | 0.016 |  |
|  | 卡尺示值误差 | B | 均匀 | 0.017 |  |
|  | 卡尺分辨力量化误差 | B | 均匀 | 0.0029 |  |

卡尺分辨力引入的不确定度分量包含于重复性测量中，且＜，不再重复考虑。

计算合成标准不确定度：



**C.2.5 扩展不确定度**

取*k*=2，则

（mm），取*U*=0.05mm。

由此得到振弦长度的测量结果的扩展不确定度为*U*=0.05mm，*k*=2。

C.3 振荡频率测量结果的不确定度的评定

**C.3.1 概述**

环境条件：（20±10）℃。

测量标准器：频率计，相对示值误差±0.1%，10kHz量程档分辨力1Hz。

测量过程：将振弦仪频率输出电信号接入频率计，振弦仪悬挂纤维样品，正常测量状态下，读取频率计的示值，重复测量3次，取3次算术平均值作为测量结果。

**C.3.2 测量模型**



式中：

*f* — 振荡频率

— 频率测量平均值

**C.3.3 标准不确定度分量评定**

1.由测量重复性引入的标准不确定度

用频率计直接测量振弦仪频率信号输出端口的信号频率，在重复性条件下，连续测量10次，得到以下数据（单位：Hz）：

3158 3157 3158 3158 3157 3158 3158 3158 3158 3157

根据贝塞尔公式，计算可得：

 S=0.483

实际测量过程为取3次测量平均值作为测量结果，

0.28（Hz）

2.由频率计示值误差引入的标准不确定度

采用B类方法评定，根据频率计相对示值误差±0.1%，在测量点处为±3.2Hz，假设为均匀分布，则



3.频率计分辨力量化误差引起的标准不确定度

分辨力为1Hz，量化误差分布在半宽为0.5Hz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：



**C.3.4 合成标准不确定度**

标准不确定度一览表见表C3。

表C3 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目符号 | 来源 | 类别 | 分布 | 数值（mm） | 备注 |
|  | 测量重复性 | A | 正态 | 0.28 |  |
|  | 频率计示值误差 | B | 均匀 | 1.85 |  |
|  | 频率计分辨力量化误差 | B | 均匀 | 0.29 |  |

频率计辨力引入的不确定度分量大于测量重复性分量，即>，两者取大值。

故计算合成标准不确定度：



用相对标准不确定度表示为：



**C.3.5 扩展不确定度**

取*k*=2，则



由此得到振荡频率测量结果的扩展相对不确定度为，*k*=2。

C.4 线密度测量结果的不确定度的评定

**C.4.1 概述**

环境条件：（20±10）℃。

测量过程：将细度仪频率输出信号接入频率计，细度仪悬挂纤维样品，预加张力钳标称值0.5cN，正常测量状态下，读取频率计的示值。

**C.4.2 测量模型**



由于*k*为常数，其他各输入量之间各不相关，合成标准不确定度转换为相对标准不确定度形式计算公式为：

 ----（C1）

式中：

*u*rel（ρ）— 纤维线密度的相对标准不确定度

*u*rel（*T*）— 张力测量的相对标准不确定度

*u*rel（*l*）— 振弦长度测量的相对标准不确定度

*u*rel（*f*）— 频率测量的相对标准不确定度

c1、c2、c3— 灵敏度系数，此处c1= 1 ，c2= -2，c3= -2

**C.4.3 标准不确定度分量评定**

1.由张力钳重量测量引入的相对标准不确定度

不考虑当地重力加速度g引入标准不确定度分量，由C.1.4中称量0.5cN的张力钳质量的标准不确定度分析结果可得：

2.由振弦长度测量引入的相对标准不确定度

由C.2分析结果，

3.由频率测量引入的标准不确定度



**C.4.4 合成标准不确定度**

以上各标准不确定度分量带入（C.1)式，计算合成相对标准不确定度：



**C.4.5 扩展不确定度**

取*k*=2，则



由此得到线密度校准结果的扩展不确定度为*U*rel=0.6%，*k*=2。