

**JJF**(建材) XXXX─2022

摩擦材料小样台架试验机校准规范

Calibration Specification for Bench　Testing　Machine　of　Friction　Material　Small Samples

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部

发 布

JJF （建材）XXXX-XXXX

摩擦材料小样台架试验机校准规范Calibration Specification　for　Bench　Testing　Machine　of　Friction　Material　Small Samples

归 口 单 位：中国建筑材料联合会

主要起草单位：中国国检测试控股集团咸阳有限公司

咸阳非金属矿研究设计院有限公司

参加起草单位：河北正大摩擦制动材料有限公司

故城县赛之顺制动元件有限公司

本规范委托全国建材工业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

王凯乐 (中国国检测试控股集团咸阳有限公司)

侯立兵（咸阳非金属矿研究设计院有限公司）

丁 涛 (中国国检测试控股集团咸阳有限公司)

党 波（中国国检测试控股集团咸阳有限公司）

参加起草人：

王彦钧（河北正大摩擦制动材料有限公司）

闫金川（故城县赛之顺制动元件有限公司）

申让林（河北正大摩擦制动材料有限公司）

夏可健（故城县赛之顺制动元件有限公司）

目　　录

[引言 (III](#_Toc17075)）

[1　范围 （1）](#_Toc836)

[2　引用文件 （](#_Toc10246)1）

[3　概述 （](#_Toc7439)1）

[4　计量特性 （](#_Toc4089)1）

[5　校准条件和校准用计量器具 （](#_Toc28181)2）

[5.1　环境条件 （](#_Toc15878)2）

[5.2　校准用计量器具 （](#_Toc31515)2）

[6　校准项目和校准方法 （](#_Toc11152)3）

[6.1　校准项目 （](#_Toc22467)3）

[6.2 校准方法 （](#_Toc31851)3）

[7　校准结果表达 （](#_Toc10736)6）

[8　复校时间间隔 （](#_Toc16777)7）

[附录A校准记录及校准证书内页格式 （](#_Toc23207)8）

[附录B摩擦材料小样台架试验机主轴转速的测量不确定度评定示例 （](#_Toc15889)11）

[附录C摩擦材料小样台架试验机制动鼓温度的测量不确定度评定示例 （](#_Toc16054)13）

[附录D摩擦材料小样台架试验机正压力的测量不确定度评定示例 （](#_Toc22156)15）

[附录E摩擦材料小样台架试验机摩擦力的测量不确定度评定示例 （](#_Toc12909)17）

引　　言

本规范以JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、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》为基础性规范进行编写。

本规范为首次发布。

摩擦材料小样台架试验机校准规范

1. 范围

本规范适用于摩擦材料小样台架试验机的校准。

1. 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》

GB/T 17469 《汽车制动器衬片摩擦性能评价 小样台架试验方法》

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。

1. 概述
   1. 摩擦材料小样台架试验机是依据GB/T 17469来测试汽车制动器衬片摩擦性能的设备。
   2. 摩擦材料小样台架试验机的工作原理是：以一个恒定压力将被测试样压在以某一速度旋转的摩擦鼓的内表面上，因而沿接触表面的切线方向将产生一个摩擦力，通过对压力和摩擦力的测定便可确定出被测样品的摩擦系数。在试验过程中，依要求随时控制温度变化。其结构如图1所示。

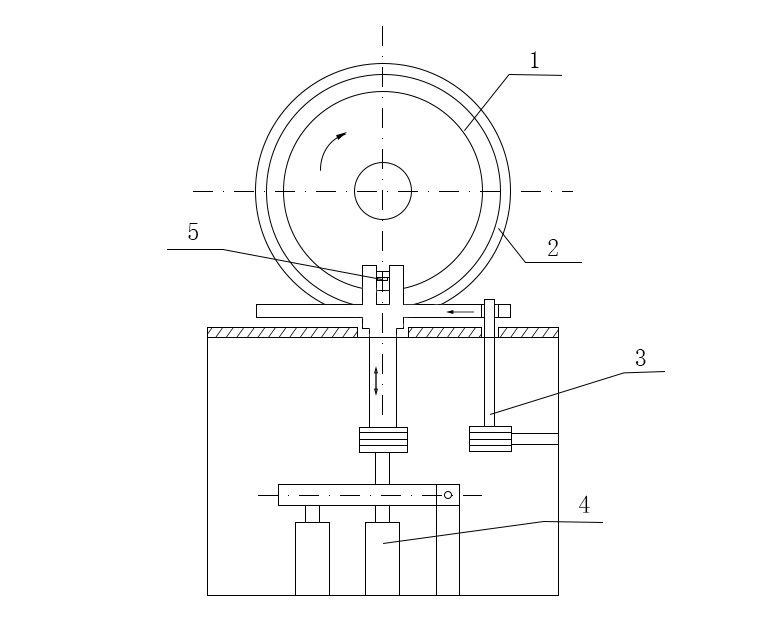


图1 小样台架试验机结构示意图

1. 制动鼓，2-电加热管，3-摩擦力控制装置，4-正压力加载装置，5-试样
2. 计量特性

计量特性见表1。

表1 计量特性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 计量项目 | 测量范围及示值相对误差 |
| 1 | 主轴转速 | 测量范围：0 rpm～417 rpm，示值相对误差：±1 % |
| 2 | 制动鼓温度 | 测量范围：93 ℃～343 ℃，示值相对误差：±1 % |
| 3 | 正压力 | 测量范围：0 N～1000 N，示值相对误差：±1 % |
| 4 | 摩擦力 | 测量范围：0 N～500 N，示值相对误差：±1 % |
| 注：以上所有指标不适用于合格性判别，仅提供参考 | | |

1. 校准条件和校准仪器
   1. 环境条件
      1. 温度：（20±5）℃；
      2. 电源电压波动值在额定电压的±10 %范围内；
      3. 校准现场周围应无强烈的振动源和高频信号干扰。
   2. 校准用计量器具
      1. 校准时所需的校准用计量器具按照表2参考选择，计量器具的最大允许误差应小于被校准参数的技术要求，以满足校准工作的要求。

表2 校准用计量器具

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 器具名称 | 测量范围及准确度等级 | 用途 |
| 1 | 转速测量仪 | 测量范围：0 rpm ～500 rpm ，准确度等级:0.1级 | 测量主轴在转动时的转速值 |
| 2 | 温度校准仪 | 测量范围：0 ℃～400 ℃，准确度等级:0.1级 | 模拟热电偶的输出 |
| 3 | 正压力校准装置以及标准砝码 | 校准砝码质量：0 kg～10 kg,准确度等级：M2级 | 校准试验机的正压力 |
| 4 | 摩擦力校准装置以及标准砝码 | 校准砝码质量：0 kg～10 kg,准确度等级：M2级 | 校准试验机的摩擦力 |

1. 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

根据试验机的试验特性和功能，对试验机需要校准的参数有：试验机主轴转速、制动鼓温度、正压力、摩擦力。

6.2 校准方法

6.2.1 试验机主轴转速的校准

6.2.1.1 根据试验方法标准要求，选取417rpm的转速值作为校准点。校准时，将作为旋转标记的反射薄膜贴在主轴上，转速测量仪对准反射标记，固定好转速测量仪的位置，确保不会出现松动和移位，安装示意图如图2所示。校准仪器安装完成后，开启试验机，待主轴转速稳定后，连续5次记录转速测量仪的转速示值，通过式（1）、式（2）计算示值误差和示值相对误差。

 （1）

 （2）

式中：

—— 主轴转速示值误差，rpm；

—— 转速测量仪示值，rpm；

—— 试验机转速示值，rpm；

—— 主轴转速示值相对误差。

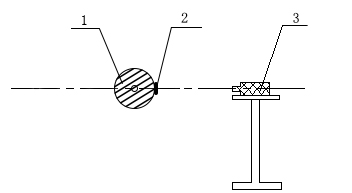


图2 转速校准示意图

1-旋转主轴，2-反射薄膜贴，3-转速测试仪

6.2.1.2 校准点示值相对误差的平均值，作为试验机主轴转速的校准结果。

6.2.2 制动鼓温度的校准

6.2.2.1 根据试验方法标准要求，选取93 ℃、177 ℃、260 ℃、343 ℃的温度值作为校准点，计算各校准点的示值误差和相对示值误差。校准时，将温度校准仪探头的接线端接在试验机温度测试模块的端口，通过温度校准仪的设置键设置校准点温度值，温度校准仪将温度值转换为标称电量值，以模拟电信号的方式输送至试验机温度测试模块，连续5次记录各校准点试验机的温度示值，温度校准原理图如图3所示。通过式（3）、式（4）分别计算示值误差和示值相对误差。

 （3）

 （4）

式中：

—— 温度示值误差，℃；

—— 试验机显示的温度值，℃；

—— 温度校准仪设置的温度示值，℃；

—— 制动鼓温度示值相对误差。

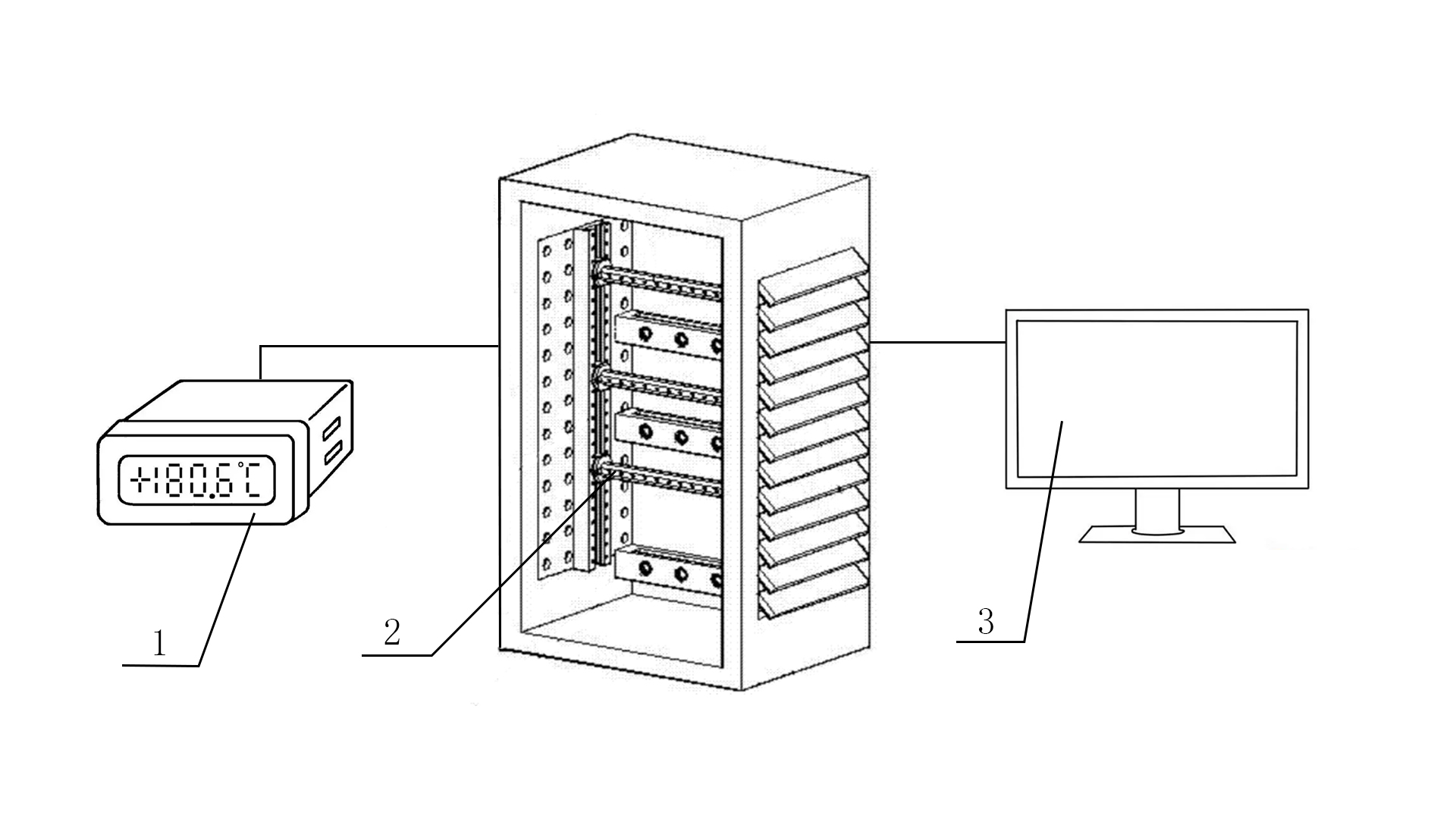


图3 温度校准示意图

1. 温度校准仪，2-温度测试模块，3-电脑显示端

6.2.2.2 各校准点中示值相对误差的平均值，作为试验机制动鼓温度的校准结果。

6.2.3 正压力的校准

6.2.3.1 校准时，需安装正压力校准装置，安装示意图如图4所示。校准装置安装好后，将试验机的正压力显示调零，选取4个质量各为10 kg的砝码，在校准装置的力臂一端加载砝码，进行逐步加载，每加载一个砝码，待试验机压力显示稳定后，开始记录试验机显示的正压力示值，共加载4次，支点两端力矩比例为2:1，因此加载时对应的摩擦力应分别为：196 N、392 N、588 N、784 N，计算各校准点的示值误差和相对示值误差。此过程重复进行5次，每次校准后指示装置应清零。通过式（5）、式（6）分别计算示值误差和示值相对误差。

 （5）

 （6）

式中：

—— 正压力示值误差，N；

—— 试验机正压力示值，N；

—— 校准点正压力理论示值，N；

—— 正压力示值相对误差。

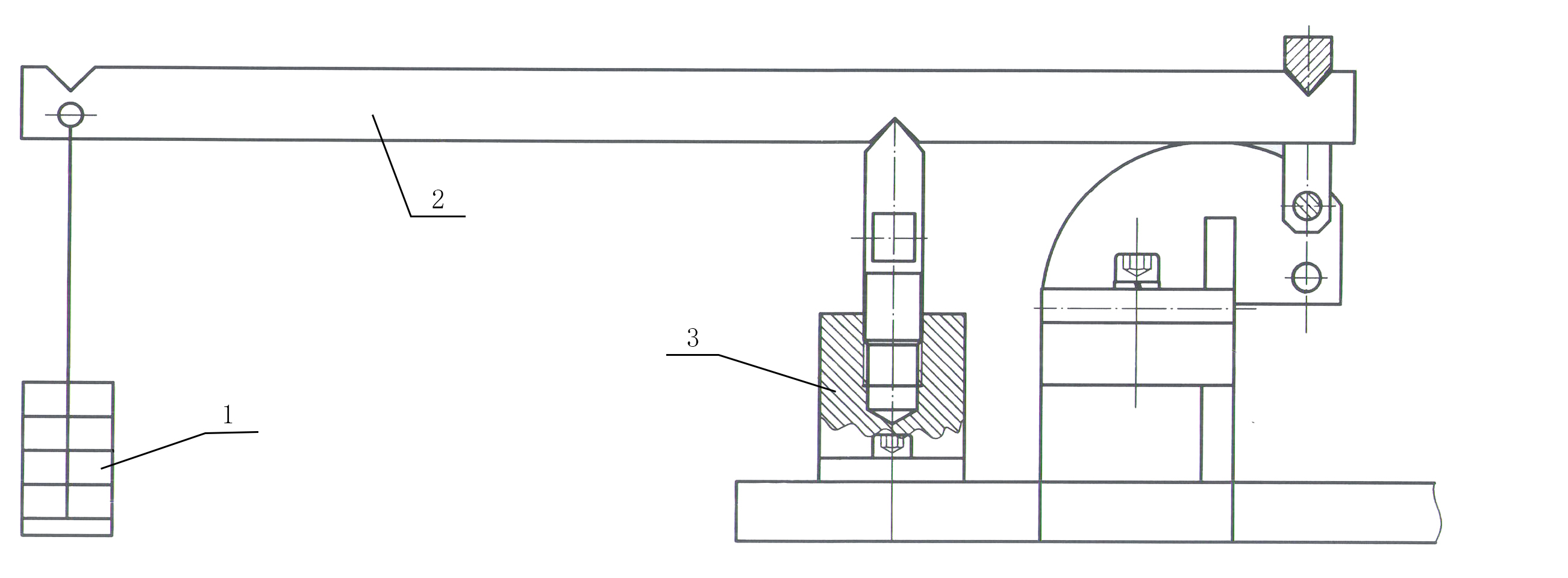


图4 正压力校准示意图

1-砝码，2-杠杆，3-支座

6.2.3.2 各校准点中示值相对误差的平均值，作为试验机正压力的校准结果。

6.2.4 试验机摩擦力的校准

6.2.4.1 校准时，需安装摩擦力校准装置，安装示意图如图5所示。校准装置安装好后，将试验机的摩擦力显示调零，选取4个质量各为10 kg的砝码，在校准装置的力臂一端加载砝码，进行逐步加载，每加载一个砝码，待试验机压力显示稳定后，开始记录试验机显示的摩擦力示值，共加载4次，支点两端力矩比例为1:1，因此加载时对应的摩擦力应分别为：98 N、196 N、294 N、392 N，计算各校准点的示值误差和相对示值误差。此过程重复进行5次，每次校准后指示装置应清零。通过式（7）、式（8）分别计算示值误差和示值相对误差。

 （7）

 （8）

式中：

—— 摩擦力示值误差，N；

—— 试验机摩擦力示值，N；

—— 校准点摩擦力理论示值，N；

—— 制动鼓摩擦力示值相对误差。

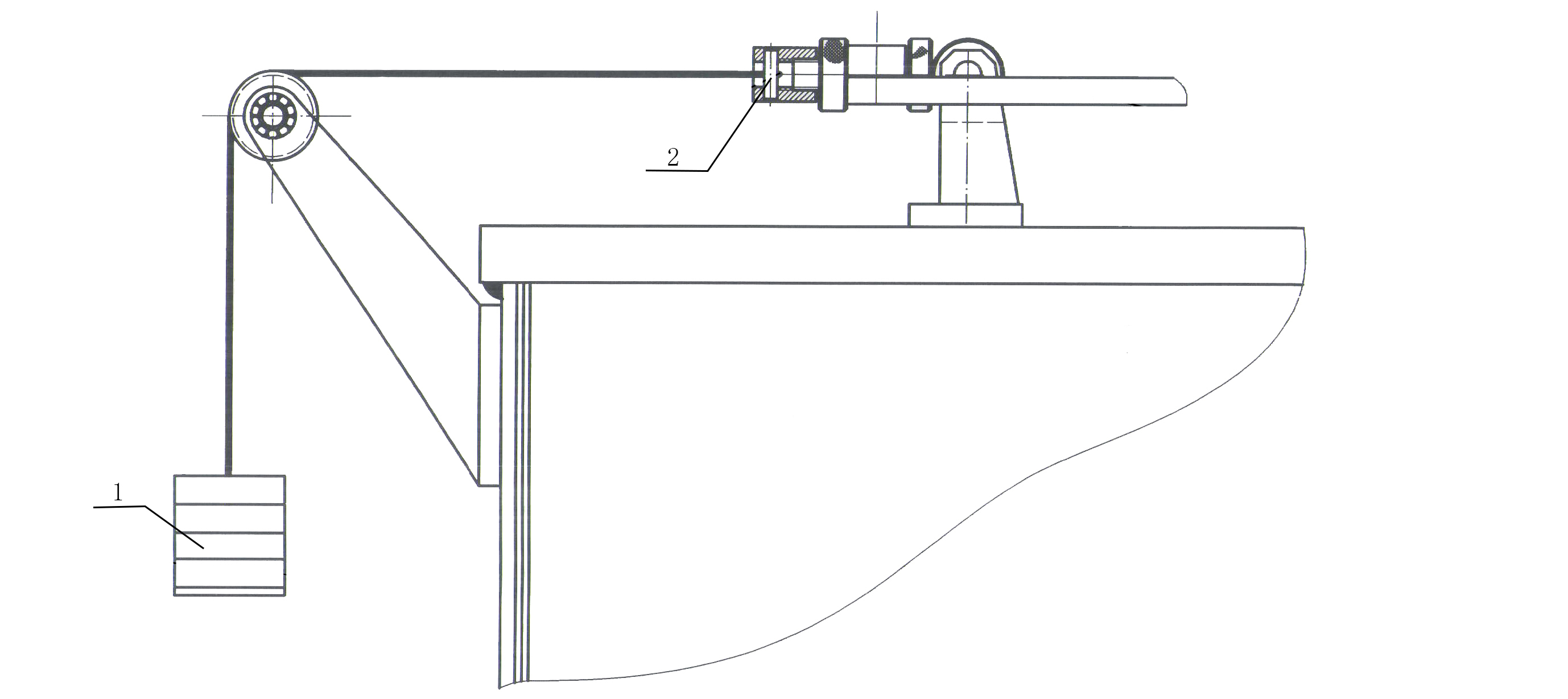


图5 摩擦力校准示意图

1-标准砝码，2-专用连接工装

6.2.4.2 各校准点中示值相对误差的平均值，作为试验机摩擦力的校准结果。

7 校准结果表达

7.1 摩擦材料小样台架试验机校准后发给校准证书，校准证书推荐的校准证书内页格式见附录A，校准记录应详尽记录测量数据和计算结果。

7.2 摩擦材料小样台架试验机校准结果的不确定度按照JJF 1059.1的要求评定,具体计算示例见附录B、附录C、附录D、附录E。

7.3 校准证书应至少包括以下信息：

a）标题，如“校准证书”或“校准报告”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点（如果不是在校准单位的实验室内进行校准）；

d）证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数标识；

e）送校单位的名称和地址；

f）被校对象的描述和明确标识；

g）进行校准的日期；

h）对校准所用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）校准结果及测量不确定度的说明；

l）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识、以及签发日期；

m）校准结果仅对被校对象有效的说明；

n）未经校准实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

根据摩擦材料小样台架试验机的实际使用情况而定，建议试验机复校间隔（有效期）为一年。

附录A

校准记录及校准证书内页格式

委托单位：

设备名称： 型号：

生产厂家： 环境温度：

校准地点： 校准日期： 有效期：

校准依据：

校准前外观结构检查：

A.1主轴转速校准记录：

表A.1主轴转速校准记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设定值/rpm | 转速测量仪示值/rpm | | | | | 示值误差/rpm | 示值相对误差/% |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 417 |  |  |  |  |  |  |  |

A.2制动鼓温度校准记录：

表A.2制动鼓温度记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设定值/℃ | 试验机显示值/℃ | | | | | 示值误差/℃ | 示值相对误差/% |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 93 |  |  |  |  |  |  |  |
| 177 |  |  |  |  |  |  |  |
| 260 |  |  |  |  |  |  |  |
| 343 |  |  |  |  |  |  |  |

共 页 第 页

A.3正压力校准记录：

表A.3正压力记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设定值/N | 试验机显示值/N | | | | | 示值误差/N | 示值相对误差/% |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 196 |  |  |  |  |  |  |  |
| 392 |  |  |  |  |  |  |  |
| 588 |  |  |  |  |  |  |  |
| 784 |  |  |  |  |  |  |  |

A.4摩擦力校准记录：

表A.4摩擦力记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设定值/N | 试验机显示值/N | | | | | 示值误差/N | 示值相对误差/% |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 98 |  |  |  |  |  |  |  |
| 196 |  |  |  |  |  |  |  |
| 294 |  |  |  |  |  |  |  |
| 392 |  |  |  |  |  |  |  |

共 页 第 页

校准证书内页推荐格式

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | | 校准结果 | | |
| 示值误差 | 示值相对误差/% | 不确定度 |
| 1 | 主轴转速/rpm | |  |  |  |
| 2 | 制动鼓温度/℃ | 93 |  |  |  |
| 177 |  |  |  |
| 260 |  |  |  |
| 343 |  |  |  |
| 3 | 正压力/N | 196 |  |  |  |
| 392 |  |  |  |
| 588 |  |  |  |
| 784 |  |  |  |
| 4 | 摩擦力/N | 98 |  |  |  |
| 196 |  |  |  |
| 294 |  |  |  |
| 392 |  |  |  |
| 校准依据 | | |  | | |
| 校准环境要求 | | | 温度： ℃ | | |

校准员： 核验员： 校准日期：

共 页 第 页

附录B

摩擦材料小样台架试验机主轴转速的测量不确定度评定示例

B.1 校准方法

以转速417 rpm为设定值，给出测试数值的测量不确定度评定。将转速校准装置按照6.2.2的方法进行安装，然后开启设备进行加速，当速度达到稳定状态时进行数据测量并记录，其他校准的不确定度评定可参考本方法。

B.2 测量模型

 （B.1）

式中：

—— 转速示值误差, rpm；

—— 转速测量仪的转速示值, rpm；

—— 试验机转速示值, rpm。

B.3 计算转速的不确定度

B.3.1 输入量引入的不确定度

在试验设备校准点设定转速值为417 rpm时，记录转速测量仪的转速示值，共计5次，计算转速示值与设定转速值417 rpm的偏差，分别为：、、、、，其平均值为，测量值及计算结果见表B.1,属A类不确定度分量。

表B.1 测量值及计算结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测量值/rpm | 419 | 417 | 418 | 417 | 417 |
| 偏差/rpm | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 偏差平均值/rpm | 0.60 | | | | |
|  | | | | | |

平均值的标准不确定度：0.40 rpm

B.3.2 转速校准装置引入的不确定度

输入量的不确定度主要来源于转速校准装置的测量不确定度，可根据最大允许示值误差进行评定，因此采用B类方法进行评定。

转速测试仪校准装置的准确度等级为0.1级，量程为（0～500）rpm，所以校准装置输出误差为：0.5 rpm，该误差服从均匀分布，，标准不确定度为：

=0.29 rpm

B.4 合成标准不确定度的评定

B.4.1 灵敏系数

数学模型



由于、相互独立，互不相关。因此

灵敏系数 =-1，=1，

B.4.2 标准不确定度汇总表

表B.3 标准不确定度汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度/rpm |
|  | 转速测量重复性 | 0.40 |
|  | 校准装置输出不确定度 | 0.29 |

B.4.3 合成不确定度的计算

输入量和彼此独立，互不相关，因此合成标准不确定度可按下式得到：



0.49 rpm

B.4.4 扩展不确定度的评定

试验机转速测量结果的扩展不确定度

取=2 ,则：

0.98 rpm

附录C

摩擦材料小样台架试验机制动鼓温度的测量不确定度评定示例

C.1 校准方法

选取93 ℃的温度值作为校准点，给出测试数值的测量不确定度评定。将温度校准装置按照6.2.3的方法进行安装，通过温度校准仪的设置键设置校准点温度值，然后通过温度校准仪将温度值转换为标称电量值，以模拟电信号的方式输送至试验机温度测试模块，其他温度点的不确定度评定可参考本方法。

C.2 测量模型

 （C.1）

式中：

—— 温度示值误差, ℃；

—— 温度校准仪设定温度值, ℃；

—— 试验机的温度示值, ℃。

C.3 计算测温仪测试温度的不确定度

C.3.1 输入量引入的不确定度

在试验设备校准点设定温度值为93 ℃时，记录试验设备的温度示值，共计5次，计算温度示值与设定温度值93 ℃的偏差，分别为：、、、、，其平均值为，测量值及计算结果见表C.1,属A类不确定度分量。

表C.1 测量值及计算结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测量值/℃ | 93.8 | 93.6 | 93.2 | 93.6 | 93.3 |
| 偏差/℃ | 0.8 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 0.3 |
| 偏差平均值/℃ | 0.5 | | | | |
|  | | | | | |

平均值的标准不确定度：0.11 ℃

C.3.2 温度校准装置修正值引入的不确定度

输入量的不确定度主要来源与温度校准装置的测量不确定度，可根据最大允许示值误差进行评定，因此采用B类方法进行评定。

温度测控仪校准装置的准确度等级为0.1级，量程为（0～400）℃，校准装置输出误差为：0.4 ℃，该误差服从均匀分布，，标准不确定度为：

=0.23 ℃

C.4 合成标准不确定度的评定

C.4.1 灵敏系数

数学模型



由于、相互独立，互不相关。因此

灵敏系数 =-1，=1，

C.4.2 标准不确定度汇总表

表C.2 标准不确定度汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度/℃ |
|  | 校准装置输出不确定度 | 0.23 |
|  | 测量重复性 | 0.11 |

C.4.3 合成不确定度的计算

输入量和彼此独立，互不相关，因此合成标准不确定度可按下式得到：



0.25 ℃

C.4.4 扩展不确定度的评定

制动鼓温度测量结果的扩展不确定度：

取=2 ,则：

0.50 ℃

附录D

摩擦材料小样台架试验机正压力的测量不确定度评定示例

D.1 校准方法

以压力196 N为设定值，给出测试数值的测量不确定度评定。将压力校准装置按照6.2.4的方法进行安装，然后开启压力源加压，并进行数据测量并记录，其他校准点的不确定度评定可参考本方法。

D.2 测量模型

 （D.1）

式中:

—— 制动正压力示值误差, N；

—— 标准砝码标称值，N；

—— 试验机的压力示值，N。

D.3 计算压力的不确定度

D.3.1 输入量引入的不确定度

以标准砝码设定压力值为196 N时，记录试验机显示的压力值，共计5次，计算压力示值与设定压力值196 N的偏差，分别为：、、、、，其平均值为，测量值及计算结果见表D.2,属A类不确定度分量。

表D.2 测量值及计算结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测量值/N | 196.8 | 197.1 | 197.3 | 196.6 | 197.7 |
| 偏差/N | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 0.6 | 1.7 |
| 偏差平均值/N | 1.1 | | | | |
|  | | | | | |

平均值的标准不确定度：0.19 N

D.3.2 压力校准装置引入的不确定度

输入量的不确定度主要来源于压力校准装置的测量不确定度，可根据最大允许示值误差进行评定，因此采用B类方法进行评定。

压力校准装置的误差为：1 %，当设定值为196 N时，校准装置输出误差为：1.96 N，该误差服从均匀分布，，标准不确定度为：

=1.13 N

D.4 合成标准不确定度的评定

D.4.1 灵敏系数

数学模型



由于、相互独立，互不相关。因此

灵敏系数 =-1，=1，

D.4.2 标准不确定度汇总表

表D.3 标准不确定度汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度/N |
|  | 试验机制动压力示值测量重复性 | 0.19 |
|  | 校准装置输出不确定度 | 1.13 |

D.4.3 合成不确定度的计算

输入量和彼此独立，互不相关，因此合成标准不确定度可按下式得到：



1.15 N

D.4.4 扩展不确定度的评定

试验机管路压力测量结果的扩展不确定度

取=2,则：

2.3 N

附录E

摩擦材料小样台架试验机摩擦力的测量不确定度评定示例

E.1 校准方法

以摩擦力98 N为设定值，给出测试数值的测量不确定度评定。将摩擦力校准装置按照6.2.5的方法进行安装，然后进行加压，并进行数据测量并记录，其他校准点的不确定度评定可参考本方法。

E.2 测量模型

 （E.1）

式中:

—— 摩擦力示值误差, N；

—— 校准点摩擦力理论示值，N；

—— 试验机摩擦力示值，N。

E.3 计算摩擦力的不确定度

E.3.1 输入量引入的不确定度

在试验设备校准点设定摩擦力为98 N时，记录试验机显示的压力值，共计5次，计算摩擦力示值与设定摩擦力98 N的偏差，分别为：、、、、，其平均值为，测量值及计算结果见表E.2,属A类不确定度分量。

表E.2 测量值及计算结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测量值/N | 98.2 | 98.7 | 99.2 | 98.5 | 98.5 |
| 偏差/N | 0.2 | 0.7 | 1.2 | 0.5 | 0.5 |
| 偏差平均值/N | 0.62 | | | | |
|  | | | | | |

平均值的标准不确定度：0.17 N

E.3.2 摩擦力校准装置引入的不确定度

输入量的不确定度主要来源于摩擦力校准装置的测量不确定度，可根据最大允许示值误差进行评定，因此采用B类方法进行评定。

摩擦力校准装置的示值误差为： 1%，当设定值为98 N时，校准装置输出误差为：0.98 N，该误差服从均匀分布，，标准不确定度为：

=0.57 N

E.4 合成标准不确定度的评定

E.4.1 灵敏系数

数学模型



由于、相互独立，互不相关。因此

灵敏系数 =-1，=1，

E.4.2 标准不确定度汇总表

表E.3 标准不确定度汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度/N |
|  | 摩擦力示值测量重复性 | 0.17 |
|  | 校准装置输出不确定度 | 0.57 |

E.4.3 合成不确定度的计算

输入量和彼此独立，互不相关，因此合成标准不确定度可按下式得到：



0.59 N

E.4.4 扩展不确定度的评定

摩擦力测量结果的扩展不确定度

取=2,则：

1.2 N

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_