

JJF(有色金属) XXXX─2022

20××-××-××发布 20××-××-××实施

发 布

中华人民共和国工业和信息化部

材料高温力学性能检测用筒式炉校准规范

Calibration Specification of Tubular Furnace for Testing High Temperature Mechanical Properties of Materials

（报批稿）

材料高温力学性能检测用筒式炉校准规范

Calibration Specification of Tubular Furnace for Testing High Temperature Mechanical Properties of Materials

Testing



JJF（有色金属）XXXX—2022

归 口 单 位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

天津航天瑞莱科技有限公司

新疆湘润新材料科技有限公司

陕汽集团商用车有限公司

宝钛集团有限公司

陕西地矿第二工程勘察院检验检测公司

西北工业大学

西安凯立新材料股份有限公司

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

1. 张曙香（西安汉唐分析检测有限公司）
2. 杨军红（西安汉唐分析检测有限公司）
3. 闫旭东（天津航天瑞莱科技有限公司）
4. 段 管（西安汉唐分析检测有限公司）
5. 杨再江（新疆湘润新材料科技有限公司）
6. 房永强（西安汉唐分析检测有限公司）
7. 贾晓珍（陕汽集团商用车有限公司）
8. 王文华（宝钛集团有限公司）
9. 刘佐明（陕西地矿第二工程勘察院检验检测公司）
10. 张程煜（西北工业大学）
11. 董 庆（西安凯立新材料股份有限公司）

目 录

[引 言 （II](#_Toc26323)）

[1范围 （1](#_Toc23331)）

[2引用文件 （1](#_Toc32121)）

[3概述 （1](#_Toc18454)）

[4计量特性 （1](#_Toc1294)）

[5校准条件 （2](#_Toc8875)）

[5.1 环境条件 （2](#_Toc2931)）

[5.2测量标准及其他测量设备 （2](#_Toc3762)）

[6校准项目和校准方法 （2](#_Toc1249)）

[6.1校准项目 （2](#_Toc14462)）

[6.2校准方法 （3](#_Toc22874)）

[7校准结果表达 （5](#_Toc2333)）

[8复校时间间隔 （6](#_Toc12924)）

[附录A](#_Toc32088) [校准原始记录参考格式 （7](#_Toc13578)）

附录B [校准证书内页参考格式 （8](#_Toc15770)）

[附录C](#_Toc27560) [筒式炉炉温偏差测量结果不确定度评定示例 （9](#_Toc17970)）

引 言

本规范是以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》为基础性系列规范进行编写。

本规范主要参考标准GB/T 2039-2012《金属材料 单轴拉伸蠕变试验方法》、GB/T 228.2-2015《金属材料 拉伸试验 第2部分：高温试验方法》以及JJG 276-2009《高温蠕变、持久强度试验机》。

本规范为首次发布。

材料高温力学性能检测用筒式炉校准规范

1范围

本规范适用于温度不超过1700℃金属材料高温力学性能检测用筒式炉的校准。

2引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 2039金属材料 单轴拉伸蠕变试验方法

GB/T 228.2金属材料 拉伸试验 第2部分：高温试验方法

JJF 1376箱式电阻炉校准规范

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

材料高温力学性能检测用筒式炉是以电为能源，在某一规定的时间内，电流通过加热元件产生热量，其传热方式为辐射、传导、对流等。主要由炉体和控制器组成，两者既可相互独立，也可组合为一体。炉体由加热元件、保温层以及炉壳等组成，筒式炉与控制器装配简图如图1所示。

0

0

0

4

5

2

1

图1 筒式炉与控制器装配简图

6

3

1～3—传感器位置；4—传感器；5—控制器；6—筒式炉本体。

4计量特性

计量特性包括炉温偏差、炉温梯度和炉温稳定度。其中炉温偏差和温度梯度的要求应符合GB/T 228.2及GB/T 2039的规定，具体见表1。

表1 筒式炉计量特性 ℃

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验温度T | 炉温偏差 | 炉温梯度 | 炉温稳定度 |
| *T* ≤600 | ±3 | 3 | ±1 |
| 600＜*T* ≤800 | ±4 | 4 |
| 800＜*T* ≤1000 | ±5 | 5 |
| 1000＜*T* ≤1100 | ±6 | 6 |

1. 注：

1.当试验温度超过1100℃时，炉温偏差、炉温梯度及炉温稳定度由双方协商确定。

2.以上指标要求不作为合格性判定依据，仅供参考。

5校准条件

## 5.1 环境条件

环境温度：（10～35）℃；

湿度：≤80%RH；

其他条件应满足所用仪器设备的正常使用要求。

## 5.2测量标准及其他测量设备

1. 测量标准及其他测量设备技术指标见表2。

表2 测量标准及其他测量设备技术指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 测量范围 | 技术要求 | |
| 1 | 温度传感器 | （0～300）℃ | 热电阻 | A级及以上 |
| （300～1200）℃ | 廉金属热电偶 | 1级 |
| 工作用铂铑10-铂热电偶 | Ⅰ级 |
| 1200℃以上 | 工作用铂铑10-铂热电偶 | Ⅰ级 |
| 工作用铂铑30-铂铑6热电偶 | Ⅱ级 |
| 2 | 测温仪器 | （0～1700）℃ | 不低于0.02级 | |

注：也可采用满足测量不确定度要求的其它测量标准进行校准。

6校准项目和校准方法

## 6.1校准项目

6.1.1外观及通用要求

筒式炉的铭牌应标明产品名称、规格型号、制造厂名称、出厂编号。筒式炉的外形结构应完好，所配温控器的外形结构应完好，说明功能的文字符号、数字和物理量代号等应符合相应的标准，控温系统应工作正常。

6.1.2 校准项目

校准项目见表3。

表3 校准项目表

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 校准项目 |
| 1 | 外观及通用要求 |
| 2 | 炉温偏差 |
| 3 | 炉温梯度 |
| 4 | 炉温稳定度 |

## 6.2校准方法

6.2.1外观及通用要求的检查

测试前应釆用目测法检查筒式炉炉膛内壁，不应有裂缝和明显变形。检查筒式炉外观，温控仪表、控温系统、加热系统等运行是否正常，在确定无影响计量特性的因素后，再进行校准。

6.2.2校准温度点的选择

根据客户要求选择实际的常用温度，也可选择筒式炉的最低工作温度、中间工作温度和最高工作温度。

6.2.3均温带长度的选择

一般不应小于试样计算长度的1.5倍，也可根据客户要求选择实际使用的均温带长度。

6.2.4 温度参数的校准

校准通常在空载状态下进行。在均温带范围内，传感器的支数可根据试样标距长度确定。试样标距不大于50mm时，在标距两端各固定一支传感器；试样标距大于50mm时，至少在标距两端及中间位置各固定一支传感器，分别做好标记，如图2所示。要注意传感器测量端与试样表面应保持良好的热接触，并应该屏蔽以避免热源的直接辐射，炉内传感器其余部分应该有热防护和电绝缘。

上中下

*l*

*l/2*

*d*

图2 传感器位置图

*d-*炉膛直径；*l-*炉膛高度。

将测温架装入炉内，传感器参考端引出炉外，依据标记序号分别通过转换开关和测量仪器连接。关闭炉门，通电升温，将筒式炉的温控表按需要设定温度值。

在每个温度校准点校准时间应不少于2h，当炉温达到校准温度，待炉温变化不超过0.5℃/min且处于热稳定状态后开始读数。每隔（10～30）min记录各个测温点的温度一次，至少测量10次。

在均温带范围内，传感器测得的炉温梯度Δ*t*按式（1）计算：

Δ*t=* （1）

式中：

，—传感器测得的相应温度的最大值与最小值。

经校准取得测温仪器在测温区规定的各个测温点上，测得的最高、最低实际温度和标称温度，按式（2）、（3）和式（4）计算，求炉温偏差。

=+（2）

=*tp*max*tb* （3）

=*tp*min*tb* （4）

式中：

、—炉温上、下偏差，℃；

—测温仪器测得各个测温点的实际温度（实际温度=测温仪器读书平均值+修正值），℃；

*m*—测量次数；

—第*j*个测温点的瞬时温度值，℃；

—温度校准装置第*j*个测温点的修正值，℃；

*tp*max—测得值的最大值，℃；

—测得值的最小值，℃；

—标称温度，℃。

经校准取得测温仪器在中心（监控）点上测得温度的最大、最小值和平均值，按式（5）、式（6）计算，求炉温稳定度，炉温稳定度参照JJF 1376式（4）、（5）。

=（5）

=（6）

式中：

、炉温稳定度，℃；

—中心（监控）点温度读数的算术平均值，℃；

—中心（监控）点测得的大于的最大值，℃；

—中心（监控）点测得的大于的最小值，℃。

7校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准的地点（如与实验室的地址不同）；

d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e) 客户的名称和地址；

f) 被校对象的描述和明确标识；

g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h) 校准所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) 对校准规范的偏离的说明；

m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；

n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准原始记录参考格式见附录A，校准证书（报告）参考格式见附录B。

8复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。筒式炉使用频繁时应适当缩短复校时间间隔，在使用过程中筒式炉经过修理、更换重要部件时应重新校准。

附录A

校准原始记录参考格式

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原始记录编号 |  | | 证书编号 | |  | |
| 委托单位 |  | | 校准依据 | |  | |
| 被校设备信息 | | | | | | |
| 器具名称 |  | | 出厂编号 | |  | |
| 型号/规格 |  | | 设备编号 | |  | |
| 外观检查 |  | | 制造厂 | |  | |
| 准确度等级 |  | | | | | |
| 校准地点 |  | | 环境条件 | | ℃ %RH | |
| 测量标准信息 | | | | | | |
| 测量标准名称 | 测量标准型号 | 编号 | 不确定度/ 准确度等级/  最大允许误差 | 证书编号 | | 有效期至 |
|  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  | |  |

校准结果

校准点：

校准点

/℃

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 时间间隔/min | 示值/℃ | | |
| 上 | 中 | 下 |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |
| 平均值/℃ | |  |  |  |
| 修正值/℃ | |  |  |  |
| 实际温度/℃ | |  |  |  |
| 炉温梯度/℃ | | Δ*t=* | | |
| 炉温偏差/℃ | | = = | | |
| 炉温稳定度/℃ | | = = | | |
| 炉温偏差测量结果扩展不确定度：*U*= ℃，*k*=2 | | | | |

校准员： 核验员： 校准日期： 年 月 日 附录B

校准证书内页参考格式

校准证书编号：××××

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准数据/结果 | | | | |
| 外观检查 | |  | | |
| 校准温度点/℃ | 炉温梯度/℃ | 炉温偏差/℃ | 炉温稳定度/℃ | 炉温偏差测量结果扩展不确定度 *U*/℃，*k*=2 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

附录C

筒式炉炉温偏差测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1测量方法

筒式炉炉温均匀性测量为直接测量，温度测量装置由温度传感器（热电偶）和电测设备（校验仪）两部分组成，取多次测量值的平均值作为测量结果。本附录以筒式炉炉温偏差为例，对其进行测量不确定度评定。其他校准项目可参照本附录作类似评定。

C.1.2测量依据

依据本规范6.2。

C.1.3被测对象

选用筒式炉为被测对象，直径100mm，长300mm，设定温度为800℃，炉温偏差要求±4℃。

C.1.4测量方法及主要设备

采用Ⅰ级工作用铂铑10-铂热电偶和温湿度场巡检仪作为温度测量装置，温湿度场巡检仪准确度不低于0.02级。

C.2 测量

C.2.1测量模型

被校筒式炉炉温偏差的测量模型为：

=*tp*max*tb* （C.1）

=*tp*min*tb* （C.2）

式中：

、*—*炉温偏差，℃；

*tp*max—各测温点实际温度的最大值，℃；

*tp*min—各测温点实际温度的最小值，℃；

*tb*—标称温度，℃。

合成方差和灵敏系数为：

*uc*2（Δ*t*+）=[*c*1*u* (*tp*max)]2+[*c*2*u*(*tb*)]2 （C.3）

*uc*2（Δ*t*-）=[*c*1*u*(*tp*min)]2+[*c*2*u*(*tb*)]2 （C.4）

在式(1)、式(2) 中*tp*max、*tb*、*t*pmin彼此独立不相关，因而得：

= = =1

== =0

故：

*uc*2（Δ*t*+）=*u*2(*tp*max) （C.5）

*uc*2（Δ*t*-）=*u*2(*tp*min) （C.6）

C.2.2 测量结果不确定度的主要来源分析

筒式炉均匀性测量结果不确定度的主要来源有：

（1）输入量*tp*max引入的标准不确定度*u*(*tp*max)；

（2）输入量*t*pmin引入的标准不确定度*u*(*tp*min)。

C.3筒式炉均匀性测量结果不确定度的评定

C.3.1输入量*tp*max引入的标准不确定度*u*(*tp*max)的评定

（1）输入量*tp*max重复测量引入的标准不确定度*u*(*tp*max1)

在筒式炉校准温度为800℃时，测温仪器在最高平均值的测温点读取温度值，共计10次，分别为*tp*m1，*tp*m2，*tp*m3……*tp*m10，其平均值记为。测量值及计算结果见表C.1，属A类不确定度。

表C.1 测量结果及计算结果 ℃

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 组数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值 | 802.32 | 803.76 | 803.59 | 801.95 | 803.89 | 801.82 | 802.10 | 803.12 | 803.26 | 803.32 |
| 平均值 | =802.91 | | | | | | | | | |
| 标准偏差 | *s*()=0.79 | | | | | | | | | |

重复性引入的标准不确定度为：

*u* (*tp*max1)= *s*()/=0.25℃

（2）工作用贵金属热电偶不确定度引入的标准不确定度*u*(*tx*1)

由校准证书可知，工作用贵金属热电偶的扩展不确定度为0.6℃(*k*=2)，标准不确定度为：

*u*(*tx*1) =0.3℃

输入量*tp*max引入的标准不确定度*u*(*tp*max)为：

*u* (*tp*max)=℃

C.3.2输入量*tp*min引入的标准不确定度*u*(*tp*min)

（1）输入量*tp*min重复测量引入的标准不确定度*u*(*tp*min1)

在筒式炉校准温度为800℃时，测温仪器在最低平均值的测温点读取温度值，共计10 次，分别为*tp*m1，*tp*m2，*tp*m3……*tp*m10，其平均值记为。测量值及计算结果见表C.2，属 A类不确定度。

表C.2 测量结果及计算结果 ℃

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 组数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值 | 798.21 | 798.32 | 797.86 | 797.35 | 797.66 | 796.11 | 796.23 | 797.36 | 797.43 | 797.52 |
| 平均值 | =797.41 | | | | | | | | | |
| 标准偏差 | *s*()=0.73 | | | | | | | | | |

重复性引入的标准不确定度为：

*u* (*tp*min1)= *s*()/=0.23℃

（2）工作用贵金属热电偶不确定度引入的标准不确定度*u*(*ti*1)

由校准证书可知，工作用贵金属热电偶的扩展不确定度为0.6℃(*k*=2)，标准不确定度为：

*u*(*ti*1) =0.3℃

输入量*t*pmin引入的标准不确定度*u* (*tp*min)为：

*u* (*tp*min)=

C.3.3合成标准不确定度

合成标准不确定度按式（C.5）、（C.6）计算，所得其合成标准不确定度为：

（Δ*t*+）=*tp*max)=0.39℃

（Δ*t*-）=*tp*min)=0.38℃

C.3.4扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则炉温偏差（Δ*t*+、Δ*t*-）的测量结果的扩展不确定度为：

*U*（Δ*t*+）=*ku*c（Δ*t*+）=2×0.39=0.78℃，*k*=2

*U*（Δ*t*-）=*kuc*（Δ*t*-）=2×0.38=0.76℃，*k*=2