JJF（有色金属）XXXX—XXXX

空气热老化试验箱校准规范

(编制说明)

空气热老化试验箱校准规范

编制组

主编单位：西安汉唐分析检测有限公司

 报批稿

 2023-12

一、工作简况

1.立项目的

空气热老化试验箱是一种用来提供模拟高温和大气压力下空气中老化条件的环境试验设备，适用于非金属材料的耐热性试验，电子零配件、塑化产品的换气老化试验检测，主要用来考核和判断产品在高温条件下的贮存和产品耐高温的可靠性。基于空气热老化试验箱的工作原理，试样在高温和大气压力下的空气中老化后测定其性能，并与未老化试样的性能作比较。由于各种原因之前的一些检测方法存在一些弊端，主要体现在 JB/T 4278．6-2011 中规定的温度校准和计算方法不符合现行国标要求，而 JJF1101-2003 中混淆了温度偏差和温度指示误差。所提出的空气热老化试验箱温度参数校准规范明确规定了温度偏差、温度均匀度和温度波动度等计算方法，校准规范旨在其工作原理的基础上，对空气热老化试验箱温度参数进行校准。

有色金属材料行业已有较多企业已在使用空气热老化试验箱，各企业要求对空气热老化试验箱温度参数的计量性能进行校准。目前，有色金属材料行业对空气热老化试验箱的校准工作未开展。所提出的校准规范望能开展对空气热老化试验箱的校准工作，促进空气热老化试验箱在有色金属材料行业、科研院所及工业产品中更合理更准确的应用。

2.任务来源

为适应我国有色金属行业的快速发展和满足国内外市场的需要，工业和信息化部以工信厅下达了《工业和信息化部办公厅关于印发2023年行业计量技术规范制修订计划的通知》（工信厅科函［2020］171号），其计划项目代号为：JJFZ(有色金属)012-2022，计划完成年限为2023年。

1. 项目编制组单位简况

3.1编制组成员单位

本规范的编制组单位为：西安汉唐分析检测有限公司......

3.2主编单位简介

3.2.1西安汉唐分析检测有限公司

西安汉唐分析检测有限公司是西北有色金属研究院(集团)控股子公司，属国有企业，主要从事有色产品的检测、可靠性评价、失效分析、质量评估、腐蚀性能及表面测试与表征、规范起草、检测方法的开发、标物的研制、设备的计量校准等。

公司于1985年被陕西省质监局授权为陕西省有色金属产品质量监督检验站。1987年被

中国有色金属工业总公司授权为西北质量监督检验中心，先后被国家质检总局确定为钛及钛合金、铜及铜合金管材生产许可证检验工作实施单位；公司通过CNAS、CMA、国防DiLAC等认证认可，是陕西省有色金属材料分析检测与评价中心、陕西省稀有金属材料安全评估和失效分析中心、工业（稀有金属）产品质量和技术评价实验室、陕西省核工业用金属材料检测与评价服务平台挂靠单位。公司是国内最早从事有色金属材料及其产品分析检验检测与评价研究的专业机构之一，技术装备水平国内一流、国际先进，在我省优势产业稀有金属材料领域的检测能力和水平处于领先地位；先后承担了国家、省市多项重大课题，目前已建成国内唯一的核电堆芯材料分析检测平台、多层金属复合材料测试和评价平台、钛及钛合金专业检测平台。

近10年起草有色金属国家/行业规范共80余项、发表论文120余篇、授权专利30余项。先后荣获中国有色金属工业一等奖、二等奖20余次。

本单位积极组织编制组各次工作会议，开展相关的校准，有效组织参编单位多次对规范的各版《征求意见稿》进行认真的讨论和审议，提出大量有益的意见和建议，在编制组中发挥了牵头作用。

3.3成员单位简介

4.主要工作过程

西安汉唐分析检测有限公司接到有色金属行业计量技术委员会转发下达的制定任务后，成立了计量规范编制组，对计量技术规范编写工作进行了部署和分工，制定了制定原则及计划工作。本项目主要工作过程经过了以下几个阶段：

1）2022年8月成立了计量规范编制组，明确了编制组成员各自的工作内容和任务。

2）2022年9月～2023年4月，计量规范编制组成员搜集了材料空气老化试验箱相关技术资料、检测/校准方法等，研究空气老化试验箱校准方法，制定空气老化试验箱校准方案，并进行前期基础性实验，验证试验方法可行性，确定空气老化试验箱技术要求、校准项目、校准方法等，形成《空气老化试验箱校准规范-初稿》，并发往计量技术机构和相关使用单位、制造单位广泛征求意见，收到意见20余条。2023年4月，本单位根据收到的意见对《空气老化试验箱校准规范-初稿》进行修改，最终形成《空气老化试验箱校准规范-讨论稿》。

3）2023年5月8日~10日，在陕西省西安市西安华山酒店召开有色金属计量技术规范研讨会，此次参会单位有20余家，会上对《空气老化试验箱校准规范-讨论稿》等15项有色金属行业计量技术规范进行了讨论，会上有来自不同单位的计量委员会委员、专家、代表对

《空气老化试验箱校准规范-讨论稿》提出了宝贵修改建议和意见，会上确定了项目负责起草单位、起草单位及一验、二验单位，明确了各项工作时间进度要求。按照专家提出的意见对《空气老化试验箱校准规范-讨论稿》进行修改，最终形成《空气老化试验箱校准规范-征求意见稿》。

主要讨论和修改的具体意见见表1：

表1 有色金属计量技术规范研讨会会议纪要

|  |  |
| --- | --- |
| 参会单位及人员 | 见会议签到表 |
| 拟参与编制单位、一验二验单位 | 拟参：榆林市计量技术研究院、中国船舶集团有限公司第七十五研究所、西安航天计量测试研究所、陕西有色榆林新材料集团有限责任公司、西部橡胶、西安摩尔石油工程实验室股份有限公司、宝鸡钛业股份有限公司、西北工业大学、新疆湘润新材料科技有限公司、中国石油集团工程材料研究院有限公司、洛阳航辉新材料有限公司等。一验：东北轻合金有限责任公司二验：中国船舶集团有限公司第七二五研究所计量站 |
| 时间节点安排 | 2024年完成规范报批 |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位及提出人（可简写） | 处理意见 |
|  | 3 | 图1 画空气热老化试验箱设备示意图 | 马金萍 | 采纳 |
|  | 4.1 | “工作温度不大于200℃时，温度示值最大允许误差为±3.0℃，工作温度大于200℃时，温度示值最大允许误差为±5.0℃”中“不大于”改为“≤”，“大于”改为“>”，简化描述。 | 马金萍 | 采纳 |
|  | 4.5 | 表面温度计量特性中删除表面温度参数 | 樊志罡 | 采纳 |
|  | 4.6.2 | 将换气率计量特性改为范围 | 樊志罡 | 不采纳，通过和厂家沟通，换气率下限值不明确。 |
|  | 4.7 | 删除升温时间参数 | 马金萍 | 采纳 |
|  | 5.2 | 删除表面温度计、电能表建议用流量表替换 | 马金萍 | 不采纳，经过试验，用流量表测试的数据与电能表测出的数据偏差较大。 |
|  | 6.1.2 | “偏差”改为“温度偏差”， 删除表面温度 | 伍超群 | 采纳 |
|  | 6.3 | 温度波动度计算公式参照JJF1101-2019相关公式修改 | 樊志罡 | 采纳 |
| 9 | 6.3 | 换气率校准考虑使用流量表 | 伍超群 | 不采纳，经过试验，用流量表测试的数据与电能表测出的数据偏差较大。 |

4）2023年11月2日~5日，在昆明云安会都酒店召开有色金属计量技术规范工作会议，此次参会单位有20余家，会上对《空气老化试验箱校准规范-报审稿》等8项有色金属行业计量技术规范进行了预审，会上有来自不同单位的计量委员会委员、专家、代表对《空气老化试验箱校准规范-报审稿》提出了宝贵修改建议和意见，会上确定了项目负责起草单位、起草单位及一验、二验单位，明确了各项工作时间进度要求。按照专家提出的意见对《空气老化试验箱校准规范-讨论稿》进行修改，最终形成《空气老化试验箱校准规范-报批稿》。

主要讨论和修改的具体意见见表1：

表1 有色金属计量技术规范研讨会会议纪要

|  |  |
| --- | --- |
| 参会单位及人员 | 见会议签到表 |
| 拟参与编制单位、一验二验单位 | 拟参：榆林市计量技术研究院、中国船舶集团有限公司第七十五研究所、西安航天计量测试研究所、陕西有色榆林新材料集团有限责任公司、西部橡胶、西安摩尔石油工程实验室股份有限公司、宝鸡钛业股份有限公司、西北工业大学、新疆湘润新材料科技有限公司、中国石油集团工程材料研究院有限公司、洛阳航辉新材料有限公司等。一验：东北轻合金有限责任公司二验：中国船舶集团有限公司第七二五研究所计量站 |
| 时间节点安排 | 2024年完成规范报批 |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位及提出人（可简写） | 处理意见 |
| 1 | 2、全文 | 引用的文件、全文内容 | 西南铝业，谭本清 | 引用的文件在文中引用内容处体现 |
| 2 | 4.3 | 注：以上指标要求不作为合格性判定依据，仅供参考 | 有色金属行业计量技术委员会副秘书长，闫雁楠 | 删除该部分内容 |
| 3 | 6.2.2 | 内容中“1）、2）....... ”表达方式 | 西安汉唐分析检测有限公司，余泽利 | 将“1）2）....... ”改为“6.2.2.1、6.2.2.2......” |
| 4 | 6.3 | 内容中“1）、2）....... ”表达方式 | 西安汉唐分析检测有限公司，余泽利 | 将“1）2）....... ”改为“6.3.1、6.3.2......” |
| 5 | 6.3 | 5）换气率的计算公式（6）和（7） | 有色金属行业计量技术委员会副秘书长，闫雁楠 | 将公式（6）和（7）的字母说明中内容为“单位为瓦特（W）”改为“W”，并修改相似问题 |
| 6 | 附录C | 内容中括号格式 | 西南铝业，谭本清 | 修改附录C中所有括号格式 |
| 7 | 附录C，C5 | *U*=$u\_{c}$×*k* | 西南铝业，谭本清 | 将“*U*=$u\_{c}$×*k*”修改为“U= *k*×$u\_{c}$” |

二、规范编制原则和确定主要内容

* 1. 编制原则

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。

本规范引用了JJF 1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范和JB/T 7444-2018 空气热老化试验箱计量特性等相关内容。

* 1. 确定主要内容

1 范围

本规范适用于空气热老化试验箱的校准。

2引用文件

本规范引用了JJF 1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范。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

空气热老化试验箱（以下简称老化箱）是一种用来提供模拟高温和大气压力下空气中老化条件的环境试验箱，主要用来考核和判断产品在高温条件下的贮存和产品耐高温的可靠性。它主要由温度控制系统、加热系统、热风循环系统、箱体、保温层等组成。

4

3

1

2

4

1：箱体；2：保温层；3：温度控制系统；4：换气孔

图1 空气热老化试验箱

4 计量特性

4.1 老化箱的温度偏差、温度稳定度、温度波动度常用技术要求见表1。

1. 表1 老化箱温度技术要求

|  |  |
| --- | --- |
| 参数名称 | 技术要求 |
| 测量范围 | *t*≤200℃ | *t*$>$200℃ |
| 温度偏差 | ±3.0℃ | ±5.0℃ |
| 温度稳定度（24h内） | 2.0℃ | 1.0%*t*(*t*为工作温度) |
| 温度波动度 | 强制对流 | ±1.0℃ | ±2.0℃ |
| 自然对流 | ±2.0℃ | ±3.0℃ |

4.2 温度均匀度

1. 老化箱温度均匀度技术要求见表2。
2. 表2 温度均匀度技术要求

|  |  |
| --- | --- |
| 工作温度*t*/℃ | 技术要求 |
| *t*≤80 | 2.0℃ |
| 80＜*t*≤$1$80 | 3.0℃ |
| 180＜*t*≤300 | 6.0℃ |
| 300＜*t*≤400 | 8.0℃ |
| 400＜*t*≤500 | 10.0℃ |

1. 4.3 换气率
2. 老化箱换气率技术要求见表3。
3. 表3 换气率技术要求

|  |  |
| --- | --- |
| 分类 | 1. 技术要求
 |
| 强制对流式 | 200次/h |
| 自然对流式 | 20次/h |

5校准条件

5.1 环境条件

环境温度：20℃～30℃；

湿度：≤85%RH，无凝露；

气压：80 kPa~106 kPa。

其他条件：老化箱周围应无强烈振动及腐蚀性气体存在，应避免其他冷、热源影响，没有影响试验的污染源。实际工作中，环境条件还应满足测量标准正常使用要求。

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4。

表4 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 | 多通道数据采集器 | （0～1100）℃ | 不低于0.02级 |
| 2 | 热电偶 | （300～1100）℃ | 最大允许误差：±1℃ |
| 3 | 铂电阻 | （0～300）℃ | 不低于A级 |
| 4 | 电子秒表 | 0.01s~1d | 最大允许误差：$\pm $0.5s（即日差） |
| 5 | 电能表 | / | 不低于 0. 5 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

校准项目见表5。

表2 校准项目表

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 校准项目 |
| 1 | 温度偏差 |
| 2 | 温度均匀度 |
| 3 | 温度波动度 |
| 4 | 温度稳定度 |
| 5 | 换气率 |
| 6 | 升温时间 |

6.2校准方法

6.2.1校准点的选择

温度校准点一般根据用户需要选择常用的温度点进行，或选择设备使用范围的下限、 上限和中间点。

6.2.2温度参数的校准

进行温度技术要求项目试验时，老化箱的通风孔与测试孔应关闭。

6.2.2.1温度测量点的位置及数量

工作室容积不大于2m3的老化箱应布置9个测量点，一个点布置在工作空间的几何中心点（O点），其余8个点布置在工作空间的8个顶角上。工作室容积为（>2$\~$10）m3的老化箱，应在工作空间几何中心水平面增加4个测量点。各测量点距工作室内壁的距离为工作室各自边长的1/6。各测量点的位置如图2所示。

门

门

门

$$L\_{2}$$

$$L\_{1}$$

$L\_{1}$/6

$$L\_{2}/6$$

*A*

*B*

*C*

*D*

*I*

*L*

*O*

*K*

*J*

*E*

*F*

*H*

*G*

说明：*A、B、C、D*—上层的测量点位置；*E、F、G、H*—下层的测量点位置；*I、J、K、L*—中层的测量点位置；*O*—几何中心点。

图2 温度测量点的位置示意图

工作室容积大于10m3的老化箱，测量点的数量、位置（工作空间几何中心点应为测试点）及距工作室内壁的距离，由制造厂与用户协商确定。

6.2.2.2校准步骤

a. 当老化箱工作温度达到设定温度并稳定至少2h后开始读数，每隔1min记录一次所有测量点的温度和温控仪温度示值，30min内每个测量点各测30个温度值，工作空间几何中心点的温度平均值为起始温度平均值$\overbar{t}\_{0}$。

b. 另外，在工作空间几何中心点，每 4h 测试一次，连续测量6次。每次在 5min 内用等间隔时间记录 6 个温度值，并计算每 5min内的温度平均值，连续测 6 次，得到6个温度平均值$\overbar{t\_{i}}$（*i*=1，2，3，4，5，6）。

c. 对测得的温度示值， 按温度测量系统的修正值进行修正。

6.2.3 换气率的校准

 a. 密封全部通风孔、门、测试孔及鼓风机轴伸进老化箱那部分周围的间隙，将电能表接入老化箱电源系统。当工作空间的温度达到（环境温度+80℃）±2℃并进入恒温状态后， 测试老化箱在1 h或更长时间内所消耗的电能*W*1 并计算平均电功率*P*1；然后拆除全部密封，通气口全开，当工作空间的温度重新达到（环境温度+80℃）±2℃并进入恒温状态后（必要时可改变温度设定值），再测试老化箱1h或更长时间所消耗的电能*W*2并计算平均电功率*P*2（对于单独设置了换气风机，并只有在换气时才开启的老化箱，*P*2不包含单独设置换气风机的实际消耗功率）。

 b. 在测试老化箱（2个恒温状态的）电能消耗量期间，每隔10min 测量一次工作空间的温度和环境温度，各得7 个或更多温度值并分别计算它们的平均温度。工作空间温度为工作空间各点温度的平均值，环境温度为距老化箱的进风口2m 且水平处，并与其它物体距离至少1m处测得的温度。

6.2.4升温时间的校准

老化箱以最大功率加热，记录温控仪的温度示值首次从35℃升至最高工作温度的时间。

6.3数据处理

对测得的温度示值，按温度测量标准的修正值进行修正。

6.3.1温度偏差

老化箱的温度偏差按公式（1）计算：

 Δ*t* = $\overbar{t}$ - $\overbar{t\_{s}}$ （1）

式中：

$Δt$—温度偏差，℃；

 $\overbar{t}$—30min内所有测量点温度测得值的平均值，℃；

$ \overbar{t\_{s}}$—30min内温控仪温度示值的平均值，℃。

6.3.2温度均匀度

老化箱的温度均匀度按公式（2）计算：

 $Δt\_{u}$= $\overbar{t}\_{max}$ - $\overbar{t}\_{min }$ （2）

式中：

$Δt\_{u}$—温度均匀度，℃；

$\overbar{t}\_{max}$—30min内各测量点温度平均值的最大值，℃；

$ \overbar{t}\_{min }$—30min内各测量点温度平均值的最小值，℃。

6.3.3温度波动度

老化箱在稳定状态下，工作空间各测量点30min内（每1min测试一次）实测最高温度与最底温度之差的一半，冠以“±”号，取全部测量点中变化量的最大值作为温度波动度校准结果。[JJF 1101-2019，数据处理7.3.1.3]

温度波动度按公式（3）计算：

$ Δt\_{f} $=±max$［ (t\_{i max}$- $t\_{i min}$)/2］ （3）

式中：

$Δt\_{f}—$温度波动度，℃；

$ t\_{i max}$—30min内测量点*i*在*n*次测量中的最高温度，℃；

$ t\_{i min}$—30min内测量点*i*在*n*次测量中的最低温度，℃。

6.3.4温度稳定度

老化箱的温度稳定度按公式（4）计算：

$ Δt\_{s} $=max∣$ \overbar{t\_{i}}$ -$\overbar{t}\_{0}$∣ （4）

式中：

$Δt\_{s}$—温度稳定度，℃；

$\overbar{t\_{i}}$—第*i*个温度平均值，℃；

$\overbar{t}\_{0}$—起始温度平均值，℃。

6.3.5换气率

测量时段的平均电功率按公式（5） 计算，老化箱的换气率按公式（6）计算：

 $P\_{t}$=$\frac{W\_{t}}{t\_{m}}$ （5）

 *N*= *hs*$×\frac{P\_{2}-P\_{1}}{C\_{P}•ρ•Δt•V}$（6）

式中：

$P\_{t}$—平均电功率，W；

$W\_{t}$—消耗的电能， W•h；

$t\_{m}$—测量时长或持续时间，h；

*N*—换气率，为每小时的换气次数；

*hs* — 系数（*hs*=3600 ）；

*P*1 —密封时所消耗的平均电功率，W；

*P*2 —开启时所消耗的平均电功率，W；

$C\_{P}$—常压下空气的比热， Jg -1 ℃-1 ，$C\_{P}$= 1.003Jg-1 ℃ -1 ；

*ρ* —环境温度下干空气的密度，*g*/L；

△ *t*—工作空间温度与环境温度的平均值之差，℃；

*V*——老化箱的工作室（含风道）容积，L。

7校准结果表达

根据实验室环境要求、校准项目校准结果、测量不确定度评定结果等，按照推荐的校准报告格式，出具校准证书。

8复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。空气热老化箱使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中空气热老化箱经过修理、更换重要部件时应重新校准。

9附录

附录主要包含校准原始记录参考格式、校准证书内页参考格式、温度偏差校准不确定度评定示例三部分。

三、规范水平分析

3.1采用国际标准及国外先进规范的程度

据查，目前国内外没有针对空气热老化箱的校准规范，计量检测机构也未开展该类仪器的检定校准。本规程的制定填补了有色金属行业用空气热老化箱校准的空白，属于国内首创，水平达到国内领先。

3.2与国际及国外同类标准水平的对比分析

目前国外没有相关技术规范，本规范水平达到国外先进水平。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本规范所引用的规范和标准均为我国现行有效的计量校准规范和标准，是本规范的一部分，引用这些规程及规范后，使本规范的要求与现行的相关法律、法规、规章、标准及相关规程规范的关系不矛盾、不冲突，其相互关系非常协调。

五、规范中涉及的专利或知识产权说明

（无）

六、重大分歧意见的处理经过和依据

（无）

七、规范作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议

建议本规范作为推荐性行业计量技术规范，供相关行业参考采用。

八、贯彻规范的要求和措施建议

本规范发布后，中国有色金属行业协会和有色金属行业计量技术委员会应加强本规范的宣传力度，促进各实验室以及计量技术机构对空气热老化箱校准规范的使用，以确保空气热老化箱量值的准确，保障人民生产生活的安全，促进我国企业的技术进步和产品质量上档次，提高我国产品在国际国内市场的竞争能力。

九、废止现行有关规范的建议

（无）。

十、预期效果

空气热老化箱校准规范的制定，具有极大的经济效益和社会效益，填补了有色金属行业领域校准空白，能够很好的满足有色金属领域分析检测实验室对于空气热老化箱的校准需求，进而保证试验结果的可信度，使得产品的安全性。

十一、其他应予说明的事项

（无）。

 《空气热老化箱校准规范》规范编制组 2023年12月