JJF

陕 西 省 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（陕）XXX－2021

空气热老化试验箱温度参数校准规范

Calibration Specification for Hot Air Aging Test Chambers

for Temperature Parameters

（报批稿）

2021－XX－XX 发布　　2021－XX－XX 实施

陕 西 省 市 场 监 督 管 理 局 发布

空气热老化试验箱温度参数校准规范

Calibration Specification for Hot Air Aging Test Chambers for Temperature Parameters

JJF（陕）XXX－2021

归 口 单 位：陕西省市场监督管理局

主要起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

长庆油田分公司机械制造总厂

参加起草单位：西安摩尔石油工程实验室股份有限公司

陕西地矿第二工程勘察院检验检测公司

西安热工研究院有限公司

本规范由陕西省市场监督管理局负责解释

本规范主要起草人：

张曙香（西安汉唐分析检测有限公司）

房永强（西安汉唐分析检测有限公司）

王毅理（长庆油田分公司机械制造总厂）

参加起草人：

魏　林（西安摩尔石油工程实验室股份有限公司）

刘佐明（陕西地矿第二工程勘察院检验检测公司）

刘雪峰（西安热工研究院有限公司）

段　管（西安汉唐分析检测有限公司）

目　　录

引　言.....（2）
1 范围.....（3）
2 引用文件.....（3）
3 概述.....（3）
4 计量特性.....（3）
4.1 温度示值误差.....（3）
4.2 温度均匀度.....（3）
4.3 温度波动度.....（3）
4.4 表面温度.....（4）
4.5 升温时间.....（4）
5 校准条件.....（4）
5.1 环境条件.....（4）
5.2 测量标准及其他测量设备.....（4）
6 校准项目和校准方法.....（5）
6.1 温度参数的校准.....（5）
6.2 升温时间的校准.....（6）
6.3 数据处理.....（6）
7 校准结果表达.....（6）
8 复校时间间隔.....（7）
附录 A 校准原始记录（推荐）格式.....（8）
附录 B 校准证书内容及内页格式.....（9）
附录 C 校准不确定度评定示例.....（11）

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》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范为首次发布。

空气热老化试验箱温度参数校准规范

1 范围

本规范适用于空气热老化试验箱温度参数的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

JB/T 7444-2018 空气热老化试验箱

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、热风强制循环系统、箱体、保温层等组成。

4 计量特性

4.1 温度示值误差

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℃。

4.2 温度均匀度

老化箱温度均匀度的限值见表 1。

表 1 温度均匀度的限值

工作温度 t/℃	温度均匀度的限值/℃
$t \leqslant 80$	2.0
$80 < t \leqslant 180$	3.0
$180 < t \leqslant 300$	6.0
$300 < t \leqslant 400$	8.0
$400 < t \leqslant 500$	10.0

4.3 温度波动度

对于强制对流式老化箱，工作温度不大于 200℃时，温度波动度不大于 1.0℃；工作温度大于 200℃时，温度波动度不大于 2.0℃。

对于自然对流式老化箱，工作温度不大于200℃时，温度波动度不大于2.0℃；工作温度大于200℃时，温度波动度不大于3.0℃。

4.4 表面温度

最高工作温度不大于200℃的老化箱，在距箱体门框、观察窗、排气孔、电动机轴等周围80mm及以外的任意表面上，其表面温度不高于室内温度加35℃。

最高工作温度大于200℃的老化箱，在距箱体门框、观察窗、排气孔、电动机轴等周围80mm及以外的任意表面上，其表面温度的限值按公式（1）计算。

$$t_b=t_r+t_1+\frac{t_{max}-t_2}{10} \quad (1)$$

式中：t_b—老化箱表面温度，℃；

t_r—室内环境温度，℃；

t_1—温升计算限值1，t_1=35℃，℃；

t_{max}—最高工作温度，℃；

t_2—温升计算限值2，t_2=200℃，℃。

4.5 升温时间

老化箱工作空间的温度从35℃升至最高工作温度的时间不超过120min。

注：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：（15～35）℃；

相对湿度：不大于85%；

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。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

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	多通道数据采集器	（0～1100）℃	不低于0.02级
2	热电偶	（300～1100）℃	±1℃
3	铂电阻	（0～300）℃	不低于A级
4	表面温度计	（0～200）℃	±0.5℃
5	电子秒表	0.01s~1d	±0.5s

注：也可采用满足测量不确定度要求的其它测量设备进行校准。

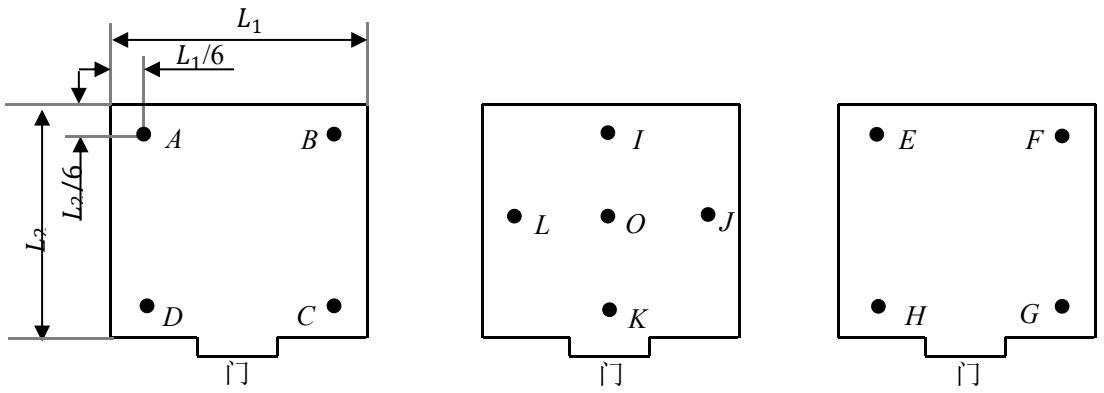
6　校准项目和校准方法

用目视方法检查老化箱结构及外观，老化箱内壁应使用耐热、不易氧化、耐腐蚀的材料，应无影响试验的污染源。

6.1　温度参数的校准

1）温度测量点的位置及数量

工作室容积不大于 2m^3 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）m^3 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 1 所示。



a)上层　　b) 中层　　c) 下层

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 1 温度测量点的位置示意图

工作室容积大于 10m^3 的老化箱，测量点的数量、位置及距工作室内壁的距离，由制造厂与用户协商确定。

2）校准步骤

a. 选取老化箱工作温度为 80℃或用户要求的其他温度作为校准温度点。

b. 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。

c. 在老化箱温度升至最高工作温度条件下保持恒温 2h 以上，用表面温度计测量老化箱的表面温度，测量点为距箱体门框、观察窗、排气孔、电动机轴等周围 80mm 及其他可能的表面温度最高点。

6.2　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。

1）温度示值误差的计算

老化箱的温度示值误差按公式（2）计算：

$$\Delta t = \overline{t} - \overline{t_s} \qquad (2)$$

式中：Δt—温度示值误差，℃；

$\overline{t}$—所有测量点温度测得值的平均值，℃；

$\overline{t_s}$—温控仪温度示值的平均值，℃。

2）温度均匀度的计算

老化箱的温度均匀度按公式（3）计算：

$$\Delta t_u = \overline{t}_{max} - \overline{t}_{min} \qquad (3)$$

式中：Δt_u—温度均匀度，℃；

$\overline{t}_{max}$—各测量点温度平均值的最大值，℃；

$\overline{t}_{min}$—各测量点温度平均值的最小值，℃。

3）温度波动度的计算

老化箱的温度波动度按公式（4）计算：

$$\Delta t_f = t_{max} - t_{min} \qquad (4)$$

式中：Δt_f—各测量点温度波动度，℃；

t_{max}—各测量点温度测得值的最大值，℃；

t_{min}—各测量点温度测得值的最小值，℃。

取各测量点温度波动度的最大值为老化箱温度波动度。

7 校准结果表达

经校准的空气热老化试验箱发给校准证书，校准结果应在校准证书上反映。校准证书内容及内页格式（参考）见附录B。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过12个月。

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

校准原始记录（推荐）格式

原始记录编号		证书编号	
委托方		客户地址	
计量器具名称		制造单位	
型号/规格		出厂编号	
设备编号		外观检查	
校准地点		环境条件	℃ %RH
依据技术文件	JJF(陕)XXX-2021		

使用的计量标准器具/计量标准装置

名称	编号	测量范围	准确度等级/ 最大允许误差/测量不确定度	证书编号	有效日期

温度参数的校准记录

温度设定值 ℃

1.温控仪温度示值（℃）

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	…	30
示值															
平均值（℃）															

2.老化箱工作室内各测量点的温度实测值（℃）

实测值 测量点 / 次数	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	...	*L*	*O*
1									
2									
3									
•									
•									
30									
测量标准修正值（℃）									
各点温度平均值（℃）									
各点温度最大值（℃）									
各点温度最小值（℃）									
温度示值误差（℃）									
温度均匀度（℃）									
各点温度波动度（℃）									
温度波动度（℃）									
不确定度 U（℃），k=2									

3.老化箱表面温度的实测值（℃）

次数	1	2	3	4	5	6
示值						
表面温度（℃）						

升温时间的校准记录

升温时间（min）	

校准员：_____ 核验员：_____ 校准日期：_____ 年____月___日

附录B

校准证书内容及内页格式

B.1 **校准证书应至少包括以下信息：**

a）标题：“校准证书”；

b）实验室的名称和地址；

c）进行校准的地点（如果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）送校单位的名称；

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) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k) 校准环境的描述；

l) 校准结果及测量不确定度的说明；

m）对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o）校准结果仅对校准对象有效的声明；

p）未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

B.2 校准证书内页格式（参考）：

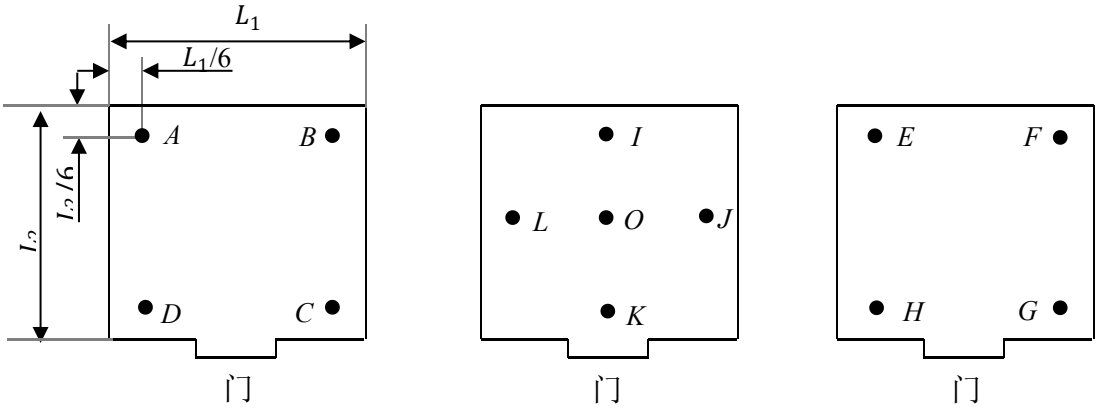
证书编号：XXXX-XXXX

校准结果

1.温度校准结果：

测量点 / 设定温度（℃）	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	…	*L*	*O*
各点温度平均值（℃）									
温控仪温度示值平均值（℃）									
温度示值误差（℃）									
温度均匀度（℃）									
温度波动度（℃）									
表面温度（℃）									
升温时间（min）									
示值误差不确定度 U（℃），k=2									

2.温度校准点分布示意图：



附录 C

校准不确定度评定示例

C.1 概述

温度校准装置由温度传感器和多通道数据采集器组成，该套设备具有温度修正值。老化箱温度示值误差是指老化箱的工作温度与温控仪温度示值的平均值之差。

C. 2 测量模型

温度示值误差的计算公式为：

$$\Delta t = \bar{t} - \bar{t}_s \qquad (C.1)$$

式中：Δt—温度示值误差，℃；

$\bar{t}$—所有测量点温度测得值的平均值，℃；

$\bar{t}_s$—温控仪温度示值的平均值，℃。

C.3 不确定度来源及分析

不确定度由四部分组成：重复测量引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{t})$，多通道数据采集器最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{t})$，传感器最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_3(\bar{t})$和老化箱温控仪最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u(\bar{t}_s)$。

C.3.1 重复测量引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{t})$

以校准点 100℃，500℃为例评定温度示值误差不确定度。

老化箱的温度校准点为 100℃，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，在 30min 内对老化箱做 30 次独立重复测量，得到各测量点 30 次测量平均值和各测量点单次测量标准偏差 $s(t_i)$，如表 C.1 所示。

表 C.1 各测量点测量平均值和单次测量标准偏差

测量点	A	B	C	D	E	F	G	H	O
平均值/℃	102.2	102.5	102.4	102.1	102.1	102.2	102.3	102.1	101.9
$s(t_i)$/ ℃	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3

计算合成样本标准偏差$s_p=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{9} s_i^2}{9}}$ = 0.28℃。

则由重复测量引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{t})=s_p$= 0.28℃。

老化箱的温度校准点为 500℃，以同样的方法得到各测量点 30 次测量平均值和各测量点单次测量标准偏差 $s(t_i)$，如表 C.2 所示。

表 C.2 各测量点测量平均值和单次测量标准偏差

测量点	A	B	C	D	E	F	G	H	O
平均值/℃	501.2	502.2	502.3	501.6	502.0	502.1	502.4	502.4	502.3
$s(t_i)$/ ℃	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4

计算合成样本标准偏差$s_p=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{9} s_i^2}{9}}$ = 0.30℃。

则由重复测量引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{t})= s_p= 0.30$℃。

C.3.2 多通道数据采集器最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{t})$

校准点为 100℃时，多通道采集器最大允许误差为±（0.01%RD+0.005%FS），即±0.025℃，区间半宽为 0.025℃，服从均匀分布，取包含因子 $k=\sqrt{3}$，则 $u_2(\bar{t})=\frac{0.025}{\sqrt{3}}=0.01$℃。

校准点为 500℃时，多通道采集器最大允许误差为±（0.01%RD+5μV），即±0.18℃，区间半宽为 0.18℃，服从均匀分布，取包含因子 $k=\sqrt{3}$，则 $u_2(\bar{t})=\frac{0.18}{\sqrt{3}}= 0.10$℃。

C.3.3 传感器最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_3(\bar{t})$

校准点为 100℃时，铂电阻最大允许误差为±（0.15℃+0.002｜t｜），即±0.35℃，区间半宽为 0.35℃，服从均匀分布，取包含因子 $k=\sqrt{3}$，则 $u_3(\bar{t})=\frac{0.35}{\sqrt{3}}=0.20$℃。

校准点为 500℃时，热电偶最大允许误差为±1℃，区间半宽为 1℃，服从均匀分布，取包含因子 $k=\sqrt{3}$，则 $u_3(\bar{t})=\frac{1}{\sqrt{3}}=0.58$℃。

C.3.4 老化箱温控仪最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u(\bar{t}_s)$

老化箱温控仪最大允许误差为±0.5℃，区间半宽为 0.5℃，服从均匀分布，取包含因子 $k=\sqrt{3}$，则 $u(\bar{t}_s)= \frac{0.5}{\sqrt{3}}=0.29$℃。

C.3.5 不确定度分量一览表

不确定度分量如表 C.3 所示。

表 C.3 不确定度分量一览表

校准点	不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度/℃
100℃	$u_1(\bar{t})$	重复测量引入	0.28
	$u_2(\bar{t})$	多通道数据采集器最大允许误差引入	0.01
	$u_3(\bar{t})$	传感器最大允许误差引入	0.20
	$u(\bar{t}_s)$	温控仪最大允许误差引入	0.29
500℃	$u_1(\bar{t})$	重复测量引入	0.30
	$u_2(\bar{t})$	多通道数据采集器最大允许误差引入	0.10
	$u_3(\bar{t})$	传感器最大允许误差引入	0.58
	$u(\bar{t}_s)$	温控仪最大允许误差引入	0.29

C.4 合成标准不确定度

由于输入量之间，彼此独立不相关，所以合成标准不确定度

校准点 100℃时：$u_c=\sqrt{u_1^2(\overline{t})+u_2^2(\overline{t})+u_3^2(\overline{t})+u^2(\overline{t_s})}=\sqrt{0.28^2+0.01^2+0.20^2+0.29^2}=0.45℃$

校准点 500℃时：$u_c=\sqrt{u_1^2(\overline{t})+u_2^2(\overline{t})+u_3^2(\overline{t})+u^2(\overline{t_s})}=\sqrt{0.30^2+0.10^2+0.58^2+0.29^2}=0.72℃$

C.5 扩展不确定度

取 k=2，则温度示值误差的扩展不确定度：

校准点 100℃时： $U=u_c\times k=0.45\times 2=0.9℃$，$k$=2

校准点 500℃时： $U=u_c\times k=0.72\times 2\approx 1.5℃$，$k$=2