

# JJF

## 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

### 婴儿培养箱检测仪校准规范

Calibration Specification for Baby Incubator Testers

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

# 婴儿培养箱检测仪 校准规范

Calibration Specification for  
Baby Incubator Testers

JJF XXXX-20XX

归口单位：全国医学计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

参加起草单位：江西省计量测试研究院

北京纳雄医用技术有限公司

本规范委托全国医学计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

朱建平（中国计量科学研究院）

李 姣（中国计量科学研究院）

薛瑞丹（中国计量科学研究院）

参加起草人：

钟梦芹（江西省计量测试研究院）

肖 鹤（北京纳雄医用技术有限公司）

# 目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
3.1 培养箱 incubator.....	1
3.2 空气温度控制的培养箱 air controlled incubator.....	1
3.3 计量单位.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
5.1 温度示值误差.....	2
5.2 温度均匀性.....	2
5.3 湿度示值误差.....	2
5.4 声级示值误差.....	2
5.5 风速示值误差.....	2
6 校准条件.....	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 测量标准及其他设备.....	2
7 校准项目与校准方法.....	3
7.1 外观及功能性检查.....	3
7.2 温度示值误差.....	3
7.3 温度均匀性.....	4
7.4 湿度示值误差.....	4
7.5 声级示值误差.....	5
7.6 风速示值误差.....	5
8 校准结果表达.....	5
9 复校时间间隔.....	6
附录 A 婴儿培养箱检测仪校准原始记录（推荐）格式.....	7
附录 B 校准证书内页（推荐）格式样式.....	9
附录 C 婴儿培养箱检测仪温度示值误差的不确定度评定示例.....	10
附录 D 婴儿培养箱检测仪湿度示值误差的不确定度评定示例.....	14
附录 E 婴儿培养箱检测仪声级示值误差的不确定度评定示例.....	18
附录 F 婴儿培养箱检测仪风速示值误差的不确定度评定示例.....	21

# 引 言

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》共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列文件。

本规范的制定参考了 JJF 1260-2010《婴儿培养箱校准规范》和 GB 11243-2008《医用电气设备 第2部分：婴儿培养箱安全专用要求》。

本规范为首次制定。

# 婴儿培养箱检测仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于婴儿培养箱检测仪的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1260 婴儿培养箱校准规范

GB 11243 医用电气设备 第2部分：婴儿培养箱安全专用要求

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 术语和计量单位

### 3.1 培养箱 incubator

一种设备，具有一个婴儿舱，该婴儿舱是由已加热空气来控制婴儿特定环境。[GB 11243-2008 定义 2.1.101]

### 3.2 空气温度控制的培养箱 air controlled incubator

培养箱中的空气温度由空气温度传感器自动控制到接近使用者所设定的值。[GB 11243-2008 定义 2.1.103]

### 3.3 计量单位

3.3.1 温度单位：摄氏度；符号：℃。

3.3.2 声级单位：分贝；符号：dB。

3.3.3 风速单位：米每秒；符号：m/s。

## 4 概述

婴儿培养箱检测仪是检测使用空气温度控制工作方式的婴儿培养箱的专用仪器，通常具有温度、湿度、声级和风速等测量功能。其中温度测量一般通过五个温度传感器在如图 1 所示的五个位置同时进行，而且温度传感器的位置可以根据不同型号婴儿培养箱的测量需求进行调节。

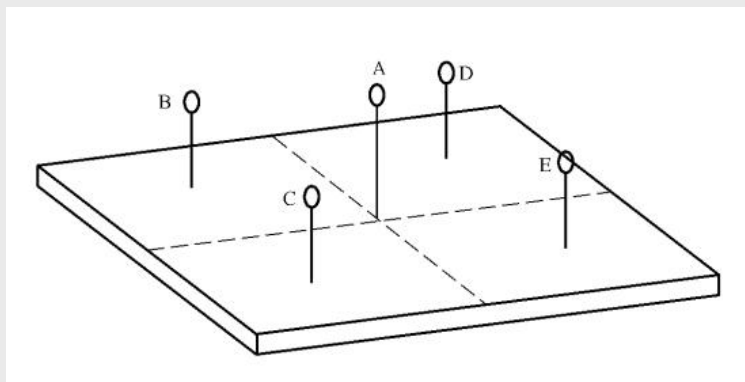


图 1 婴儿培养箱检测仪温度测量点位置图

注：A 点为婴儿培养箱床垫中心位置，其他四点是床垫长宽中心线所划分的四个区域的中心点。

## 5 计量特性

### 5.1 温度示值误差

婴儿培养箱检测仪温度测量的最大允许误差为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.2 温度均匀性

婴儿培养箱检测仪五个温度传感器的均匀性为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.3 湿度示值误差

婴儿培养箱检测仪湿度测量的最大允许误差为 $\pm 3\%RH$ 。

### 5.4 声级示值误差

婴儿培养箱检测仪声级测量的最大允许误差为 $\pm 3\text{dB}$ 。

### 5.5 风速示值误差

婴儿培养箱检测仪风速测量的最大允许误差为 $\pm 0.1\text{m/s}$ 。

注：以上指标不用于合格性判别，仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 温度：(15~30) $^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ 。

6.1.3 大气压力：(86~106) kPa

6.1.4 周围无影响校准正常工作的气流扰动和噪声干扰。

### 6.2 测量标准及其他设备

校准时所需的测量标准及其他设备见表 1。

表 1 测量标准及其他设备

	仪器名称	技术指标		
		测量范围	最大允许误差	分辨力
测量标准	温度测量标准器	20℃~50℃	±0.05℃	0.01℃
	湿度测量标准器	10%RH~90%RH	1.2%RH	0.1%RH
	声校准器	30dB~100dB	一级	/
	标准风速仪	0.2m/s~0.5m/s	±0.03m/s	0.01m/s
配套设备	温湿度检定箱	20℃~50℃ 10%RH~90%RH	30min 内温度波动度不超过±0.2℃ 30min 内湿度波动度不超过±0.8%RH(32℃时)	
	微风源	0.2m/s~0.5m/s	10min 内波动度不超过±0.02m/s	

## 7 校准项目与校准方法

### 7.1 外观及功能性检查

7.1.1 被校仪器应结构完整，无影响正常工作和妨碍读数的缺陷和机械损伤。

7.1.2 被校仪器的电源开关应安装可靠，通断状态明显，控制按钮标识清晰，易于操控。

7.1.3 被校仪器应具有仪器名称、生产厂家、型号、出厂编号等标识。

7.1.4 被校仪器各测量功能的测量范围及分辨率应满足：

7.1.4.1 温度测量范围至少应覆盖 20℃~50℃，分辨力不超过 0.01℃。

7.1.4.2 湿度测量范围至少应覆盖 10%RH~90%RH，分辨力不超过 0.1%RH。

7.1.4.3 声级测量范围至少应覆盖 30 dB~100dB。

7.1.4.4 风速测量范围至少应覆盖 0.2m/s~0.5m/s。

### 7.2 温度示值误差

7.2.1 温度校准采用比较测量法。将被校婴儿培养箱检测仪放入温湿度检定箱，按照正常使用状态设置好五个温度传感器，同时将五个温度测量标准器尽量贴近被校温度传感器，并一一对应固定在检定箱中。

7.2.2 将温湿度检定箱的温度分别设定为 32℃和 36℃，当检定箱内温度达到设定温度（允差范围±0.2℃）后，至少再稳定 30min 开始读数。每间隔 1min 分别读取被校检测仪五个温度传感器的测量值和对应的温度测量标准器的测量值，共测量三次。

7.2.3 被校检测仪某温度传感器的三次测量平均值和对应的温度测量标准器测得的标准温度值之差，即为该被校温度传感器的温度示值误差。

$$\Delta T_i = \bar{T}_i - (\bar{T}_{0i} + \delta_{Ti}) \dots\dots\dots(1)$$



式中： $\Delta T_i$ ——被校检测仪第*i*个温度传感器的温度示值误差，℃；

$\bar{T}_i$ ——被校检测仪第*i*个温度传感器的三次测量平均值，℃；

$\bar{T}_{0i}$ ——第*i*个温度测量标准器的三次测量平均值，℃；

$\delta_{Ti}$ ——第*i*个温度测量标准器的温度修正值，℃。

### 7.3 温度均匀性

在 7.2 中测得的五个温度传感器的温度示值误差，其最大值与最小值之差即为被校检测仪的温度均匀性，按公式（2）计算：

$$\delta = \Delta T_{\max} - \Delta T_{\min} \dots\dots\dots(2)$$

式中： $\delta$ ——被校检测仪的温度均匀性，℃；

$\Delta T_{\max}$ ——被校检测仪五个温度示值误差中的最大值，℃；

$\Delta T_{\min}$ ——被校检测仪五个温度示值误差中的最小值，℃。

### 7.4 湿度示值误差

7.4.1 湿度校准采用比较测量法。将被校婴儿培养箱检测仪放入温湿度检定箱，按照正常使用状态设置好湿度传感器，并将湿度测量标准器固定在紧贴被校传感器的位置。

7.4.2 将温湿度检定箱的温度设定为 32℃，湿度校准点设定为 50%RH。当检定箱内温度达到 32℃±0.2℃、湿度达到 50%RH±2%RH 后，至少再稳定 30min 开始读数。每间隔 1min 分别读取被校检测仪湿度传感器的测量值和湿度测量标准器的测量值，共测量三次。

7.4.3 被校检测仪湿度传感器的三次测量平均值和湿度测量标准器测得的标准湿度值之差，即为该被校检测仪的湿度示值误差。

$$\Delta R = \bar{R} - (\bar{R}_0 + \delta_R) \dots\dots\dots(3)$$

式中： $\Delta R$ ——被校检测仪的湿度示值误差，%RH；

$\bar{R}$ ——被校检测仪湿度传感器的三次测量平均值，%RH；

$\bar{R}_0$ ——湿度测量标准器的三次测量平均值，%RH；

$\delta_R$ ——湿度测量标准器的湿度修正值，%RH。

### 7.5 声级示值误差

将声校准器设定为 94dB（1kHz 处），记录被校检测仪声级传感器读数，三次测量平均值与声校准器标准值之差，即为被校检测仪的声级示值误差。

$$\Delta L = \bar{L} - L_0 \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中： $\Delta L$ ——被校检测仪的声级示值误差，dB；

$\bar{L}$ ——被校检测仪声级传感器的三次测量平均值，dB；

$L_0$ ——声校准器标准值，dB。

## 7.6 风速示值误差

调节微风源输出风速并用标准风速仪标定为 0.35m/s 后，用被校检测仪风速传感器进行测量并记录读数，三次测量平均值与微风源标准值之差，即为被校检测仪的风速示值误差。

$$\Delta S = \bar{S} - S_0 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中： $\Delta S$ ——被校检测仪的风速示值误差，m/s；

$\bar{S}$ ——被校检测仪风速传感器的三次测量平均值，m/s；

$S_0$ ——微风源标准值，m/s。

## 8 校准结果表达

按本规范进行校准，出具校准证书，校准证书内页推荐格式参见附录 B。校准证书至少应包括以下内容：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- 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（名称、制造商、型号、编号等）；
- g) 进行校准的日期；
- 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（如温度、相对湿度等）；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；

- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书或者校准报告签发人的签名；
- 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。

## 9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 12 个月。

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

## 婴儿培养箱检测仪校准原始记录（推荐）格式

客户名称				证书编号		
客户地址				型号规格		
生产厂商				出厂编号		
依据标准				校准地点		
温度：	℃	湿度：	%RH	校准日期	年 月 日	
测试使用的计量基（标）准装置（含标准物质）/主要仪器						
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级		证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)	
温度测量标准器						
湿度测量标准器						
声校准器						
标准风速计						
外观及 功能性检查						
校准点：32℃ 单位：℃	测量值				示值误差	温度 均匀性
	1	2	3	平均值/标准值		
被校温度传感器 1						
温度测量标准器 1						
被校温度传感器 2						
温度测量标准器 2						
被校温度传感器 3						
温度测量标准器 3						
被校温度传感器 4						
温度测量标准器 4						
被校温度传感器 5						
温度测量标准器 5						
不确定度（ $k=2$ ）						

校准点: 36℃ 单位: °C	测量值				示值误差	温度 均匀性
	1	2	3	平均值/标准值		
被校温度传感器 1						
温度测量标准器 1						
被校温度传感器 2						
温度测量标准器 2						
被校温度传感器 3						
温度测量标准器 3						
被校温度传感器 4						
温度测量标准器 4						
被校温度传感器 5						
温度测量标准器 5						
不确定度 (k=2)						
<b>湿度 (32℃条件下) (单位: %RH)</b>						
湿度设定值 50%RH	测量值				示值误差	不确定度 k=2
	1	2	3	平均值/标准值		
被校湿度传感器						
湿度测量标准器						
<b>声级 (1KHz) (单位: dB)</b>						
标准值	测量值				示值误差	不确定度 k=2
	1	2	3	平均值		
<b>风速 (单位: m/s)</b>						
标准值	测量值				示值误差	不确定度 k=2
	1	2	3	平均值		
备 注						

校准员:

核验员:

## 附录 B

## 校准证书内页（推荐）格式样式

校准证书第 3 页

证书编号 ××××-××××

## 校准结果

1、外观及功能性检查：

2、温度示值误差和温度均匀性（单位：℃）

温度校准点	被校传感器	最大允许误差	示值误差	不确定度 ( $k=2$ )
32℃	T <sub>1</sub>	±0.2℃		
	T <sub>2</sub>			
	T <sub>3</sub>			
	T <sub>4</sub>			
	T <sub>5</sub>			
	温度均匀性	±0.2℃		
36℃	T <sub>1</sub>	±0.2℃		
	T <sub>2</sub>			
	T <sub>3</sub>			
	T <sub>4</sub>			
	T <sub>5</sub>			
	温度均匀性	±0.2℃		

3、湿度示值误差（单位：%RH）

湿度设定值	最大允许误差	示值误差	不确定度 ( $k=2$ )
50%RH (32℃条件下)	±3 %RH		

4、声级示值误差（单位：dB）

声级标准值 (1kHz)	最大允许误差	示值误差	不确定度 ( $k=2$ )
	±3 dB		

5、风速示值误差（单位：m/s）

风速标准值	最大允许误差	示值误差	不确定度 ( $k=2$ )
0.35m/s	±0.1m/s		

第×页 共×页

## 附录 C

## 婴儿培养箱检测仪温度示值误差的不确定度评定示例

## C.1 测量模型

依据本校准规范用比较法进行温度示值误差的校准,考虑到被校检测仪温度传感器与温度测量标准器之间的位置偏差,以及恒温箱温度波动等对测量结果的影响,其测量模型如下:

$$\Delta T = \bar{T} - (\bar{T}_0 + \delta_T) + \alpha$$

式中:  $\Delta T$  ——被校检测仪温度传感器的示值误差, °C;

$\bar{T}$  ——被校检测仪温度传感器的测量平均值, °C;

$\bar{T}_0$  ——温度测量标准器的测量平均值, °C;

$\delta_T$  ——温度测量标准器的修正值, °C;

$\alpha$  ——传感器位置、恒温箱温度波动等对测量结果的影响, °C。

## C.2 测量不确定度分析

分析测量模型,各输入量独立不相关,所以合成标准不确定度的计算公式为:

$$u_c^2(\Delta T) = c_1^2 u^2(\bar{T}) + c_2^2 u^2(\bar{T}_0) + c_3^2 u^2(\delta_T) + c_4^2 u^2(\alpha)$$

式中灵敏系数为:

$$c_1 = \frac{\partial \Delta T}{\partial \bar{T}} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta T}{\partial \bar{T}_0} = -1, \quad c_3 = \frac{\partial \Delta T}{\partial \delta_T} = -1, \quad c_4 = \frac{\partial \Delta T}{\partial \alpha} = 1$$

## C.3 标准不确定度

根据上述测量模型以及具体的测量过程,被校检测仪的温度示值误差的不确定度来源主要包括:

- 1) 被校检测仪温度测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{T})$ ;
- 2) 被校检测仪温度传感器的分辨力引入的标准不确定度分量  $u_2(\bar{T})$ ;
- 3) 温度测量标准器的测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{T}_0)$ ;
- 4) 温度测量标准器的分辨力引入的标准不确定度分量  $u_2(\bar{T}_0)$ ;
- 5) 温度测量标准器的修正值引入的标准不确定度分量  $u(\delta_T)$ ;
- 6) 传感器位置、恒温箱温度波动等对测量结果的影响引入的标准不确定度分量  $u(\alpha)$ 。

### C.3.1 温度测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{T})$ 和 $u_1(\bar{T}_0)$

用被校检测仪和温度测量标准器在温度校准点 32℃ 处分别重复测量 10 次，采用贝塞尔公式得到温度测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{T})$  和  $u_1(\bar{T}_0)$ ：

温度校准点：32℃		被校检测仪温度传感器		温度测量标准器（修正后）	
温度测量值 (℃)	1	32.05	32.07	32.07	32.07
	2	32.05	32.07	32.07	32.07
	3	32.07	32.08	32.08	32.08
	4	32.07	32.08	32.08	32.08
	5	32.05	32.07	32.07	32.07
	6	32.05	32.07	32.07	32.07
	7	32.07	32.08	32.08	32.08
	8	32.05	32.08	32.08	32.08
	9	32.07	32.08	32.08	32.08
	10	32.05	32.08	32.08	32.08
平均值/标准值		$\bar{T}$	32.058℃	$\bar{T}_0$	32.076℃
示值误差		-0.02℃			
单次实验标准差 $s$		$s(\bar{T})$	0.011℃	$s(\bar{T}_0)$	0.006℃
*标准不确定度 $u = \frac{s}{\sqrt{3}}$		$u_1(\bar{T})$	0.007℃	$u_1(\bar{T}_0)$	0.004℃
*：在实际校准中取 3 次测量平均值。					

### C.3.2 被校检测仪温度传感器的分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{T})$

温度校准点	分辨力	分布	标准不确定度 $u_2(\bar{T})$
32℃	0.01℃	均匀	0.003℃

### C.3.3 温度测量标准器的分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{T}_0)$

温度校准点	分辨力	分布	标准不确定度 $u_2(\bar{T}_0)$
32℃	0.01℃	均匀	0.003℃

### C.3.4 温度测量标准器的修正值引入的标准不确定度分量 $u(\delta_T)$



依据温度测量标准器的溯源证书得到其修正值引入的标准不确定度分量 $u(\delta_T)$ 为:

温度校准点	修正值扩展不确定度	相对标准不确定度 $u(\delta_T)$
32℃	0.02℃ ( $k=2$ )	0.010℃

### C.3.5 传感器位置、恒温箱温度波动等对测量结果的影响引入的标准不确定度分量 $u(\alpha)$

我们用两个温度测量标准器多次重复测量恒温箱内同一点温度的方式,来考查由传感器位置、恒温箱温度波动等对测量结果造成的影响。实验数据表明,两个温度测量标准器测量结果最大偏差约为0.02℃,由其引入的标准不确定度分量 $u(\alpha)$ 为:

温度校准点	最大偏差	分布	相对标准不确定度 $u(\alpha)$
32℃	0.02℃	均匀	0.012℃

### C.4 标准不确定度汇总表

温度校准点	标准不确定度来源	标准不确定度分量	
32℃	被校检测仪温度测量重复性	$u_1(\bar{T})$	0.007℃
	被校检测仪温度传感器的分辨力	$u_2(\bar{T})$	0.003℃ (小于重复性引入的不确定度,舍去)
	温度测量标准器的测量重复性	$u_1(\bar{T}_0)$	0.004℃
	温度测量标准器的分辨力	$u_2(\bar{T}_0)$	0.003℃ (小于重复性引入的不确定度,舍去)
	温度测量标准器的修正值	$u(\delta_T)$	0.010℃
	传感器位置、恒温箱温度波动等对测量结果的影响	$u(\alpha)$	0.012℃

### C.5 合成标准不确定度

评定的各输入量相互独立不相关,故合成标准不确定度为:

$$\begin{aligned} u_c(\Delta T) &= \sqrt{u_1^2(\bar{T}) + u_1^2(\bar{T}_0) + u^2(\delta_T) + u^2(\alpha)} \\ &= \sqrt{0.007^2 + 0.004^2 + 0.010^2 + 0.012^2} = 0.02^\circ\text{C} \end{aligned}$$

### C.6 扩展不确定度:

取  $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = 2 \times u_c(\Delta T) = 0.04^\circ\text{C}$$

### C.7 结果报告

由上述测量结果的计算和分析，可得该被校检测仪在  $32^\circ\text{C}$  处的校准结果：

$$\Delta T = -0.02^\circ\text{C}; U = 0.04^\circ\text{C}(k = 2)$$

## 附录 D

## 婴儿培养箱检测仪湿度示值误差的不确定度评定示例

## D.1 测量模型

依据本校准规范用比较法进行湿度示值误差的校准,考虑到被校检测仪湿度传感器与湿度测量标准器之间的位置偏差,以及恒温箱湿度波动等对测量结果的影响,其测量模型如下:

$$\Delta R = \bar{R} - (\bar{R}_0 + \delta_R) + \beta$$

式中:  $\Delta R$  ——被校检测仪湿度传感器的示值误差, %RH;

$\bar{R}$  ——被校检测仪湿度传感器的测量平均值, %RH;

$\bar{R}_0$  ——湿度测量标准器的测量平均值, %RH;

$\delta_R$  ——湿度测量标准器的修正值, %RH;

$\beta$  ——传感器位置、恒温箱湿度波动等对测量结果的影响, %RH。

## D.2 测量不确定度分析

分析测量模型,各输入量独立不相关,所以合成标准不确定度的计算公式为:

$$u_c^2(\Delta R) = c_1^2 u^2(\bar{R}) + c_2^2 u^2(\bar{R}_0) + c_3^2 u^2(\delta_R) + c_4^2 u^2(\beta)$$

式中灵敏系数为:

$$c_1 = \frac{\partial \Delta R}{\partial \bar{R}} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta R}{\partial \bar{R}_0} = -1, \quad c_3 = \frac{\partial \Delta R}{\partial \delta_R} = -1, \quad c_4 = \frac{\partial \Delta R}{\partial \beta} = 1$$

## D.3 标准不确定度

根据上述测量模型以及具体的测量过程,被校检测仪的湿度示值误差的不确定度来源主要包括:

- 1) 被校检测仪湿度测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{R})$ ;
- 2) 被校检测仪湿度传感器的分辨力引入的标准不确定度分量  $u_2(\bar{R})$ ;
- 3) 湿度测量标准器的测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{R}_0)$ ;
- 4) 湿度测量标准器的分辨力引入的标准不确定度分量  $u_2(\bar{R}_0)$ ;
- 5) 湿度测量标准器的修正值引入的标准不确定度分量  $u(\delta_R)$ ;
- 6) 传感器位置、恒温箱湿度波动等对测量结果的影响引入的标准不确定度分量  $u(\beta)$ 。

D.3.1 湿度测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{R})$  和  $u_1(\bar{R}_0)$ 

用被校检测仪和湿度测量标准器在湿度校准点 50%RH 处分别重复测量 10 次，采用贝塞尔公式得到湿度测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{R})$  和  $u_1(\bar{R}_0)$ ：

湿度校准点：50%RH		被校检测仪湿度传感器		湿度测量标准器（修正后）	
湿度测量值 (%RH)	1	51.8		51.20	
	2	51.9		51.39	
	3	51.8		51.42	
	4	51.9		51.47	
	5	51.9		51.34	
	6	51.9		51.34	
	7	51.9		51.47	
	8	51.9		51.42	
	9	51.9		51.36	
	10	51.8		51.26	
平均值		$\bar{R}$	51.870%RH	$\bar{R}_0$	51.367%RH
示值误差		0.5%RH			
单次实验标准差 $s$		$s(\bar{R})$	0.049%RH	$s(\bar{R}_0)$	0.088%RH
*标准不确定度 $u = \frac{s}{\sqrt{3}}$		$u_1(\bar{R})$	0.029%RH	$u_1(\bar{R}_0)$	0.051%RH
*：在实际校准中取 3 次测量平均值。					

D.3.2 被校检测仪湿度传感器的分辨力引入的标准不确定度分量  $u_2(\bar{R})$ 

湿度校准点	分辨力	分布	标准不确定度 $u_2(\bar{R})$
50%RH	0.1%RH	均匀	0.030%RH

D.3.3 湿度测量标准器的分辨力引入的标准不确定度分量  $u_2(\bar{R}_0)$ 

湿度校准点	分辨力	分布	标准不确定度 $u_2(\bar{R}_0)$
50%RH	0.01%RH	均匀	0.003%RH

D.3.4 湿度测量标准器的修正值引入的标准不确定度分量  $u(\delta_R)$

依据湿度测量标准器的溯源证书得到其修正值引入的标准不确定度分量 $u(\delta_R)$ 为:

湿度校准点	修正值扩展不确定度	相对标准不确定度 $u(\delta_R)$
50%RH	0.5%RH ( $k=2$ )	0.250%RH

#### D.3.5 传感器位置、恒温箱湿度波动等对测量结果的影响引入的标准不确定度分量 $u(\beta)$

我们用两个湿度测量标准器多次重复测量恒温箱内同一点湿度的方式,来考查由传感器位置、恒温箱湿度波动等对测量结果造成的影响。实验数据表明,两个湿度测量标准器测量结果最大偏差约为0.8%RH,由其引入的标准不确定度分量 $u(\beta)$ 为:

湿度校准点	最大偏差	分布	相对标准不确定度 $u(\beta)$
50%RH	0.8%RH	均匀	0.462%RH

#### D.4 标准不确定度汇总表

湿度校准点	标准不确定度来源	标准不确定度分量	
50%RH	被校检测仪湿度测量重复性	$u_1(\bar{R})$	0.029%RH (小于分辨力引入的不确定度,舍去)
	被校检测仪湿度传感器的分辨力	$u_2(\bar{R})$	0.030%RH
	湿度测量标准器的测量重复性	$u_1(\bar{R}_0)$	0.051%RH
	湿度测量标准器的分辨力	$u_2(\bar{R}_0)$	0.003%RH (小于重复性引入的不确定度,舍去)
	湿度测量标准器的修正值	$u(\delta_R)$	0.250%RH
	传感器位置、恒温箱湿度波动等对测量结果的影响	$u(\beta)$	0.462%RH

#### D.5 合成标准不确定度

评定的各输入量相互独立不相关,故合成标准不确定度为:

$$\begin{aligned}
 u_c(\Delta R) &= \sqrt{u_2^2(\bar{R}) + u_1^2(\bar{R}_0) + u^2(\delta_R) + u^2(\beta)} \\
 &= \sqrt{0.030^2 + 0.051^2 + 0.250^2 + 0.462^2} = 0.6\%RH
 \end{aligned}$$

#### D.6 扩展不确定度:

取  $k=2$ , 则扩展不确定度:

$$U = 2 \times u_c(\Delta R) = 1.2\%RH$$

#### D.7 结果报告

由上述测量结果的计算和分析, 可得该被校检测仪在 50%RH 处的校准结果:

$$\Delta R = 0.5\%RH; U = 1.2\%RH(k = 2)$$

## 附录 E

## 婴儿培养箱检测仪声级示值误差的不确定度评定示例

## E.1 测量模型

依据本校准规范进行声级示值误差的校准，其测量模型如下：

$$\Delta L = \bar{L} - L_0$$

式中： $\Delta L$ ——被校检测仪声级传感器的示值误差，dB；

$\bar{L}$ ——被校检测仪声级传感器的测量平均值，dB；

$L_0$ ——声校准器的声级标准值，dB。

## E.2 测量不确定度分析

分析测量模型，各输入量独立不相关，所以合成标准不确定度的计算公式为：

$$u_c^2(\Delta L) = c_1^2 u^2(\bar{L}) + c_2^2 u^2(L_0)$$

式中灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta L}{\partial \bar{L}} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta L}{\partial L_0} = 1$$

## E.3 标准不确定度

根据上述测量模型以及具体的测量过程，被校检测仪的声级示值误差的不确定度来源主要包括：

- 1) 被校检测仪声级测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{L})$ ；
- 2) 被校检测仪声级传感器的分辨力引入的标准不确定度分量  $u_2(\bar{L})$ ；
- 3) 声校准器的标准值引入的标准不确定度分量  $u(L_0)$ ；

E.3.1 被校检测仪声级测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{L})$ 

用被校检测仪在声级校准点 94dB 处重复测量 10 次，采用贝塞尔公式得到声级测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{L})$ ：

声级标准值：93.9dB		被校检测仪声级传感器
声级测量值 (dB)	1	94.1
	2	94.1
	3	94.1

	4	94.2
	5	94.1
	6	94.1
	7	94.2
	8	94.1
	9	94.1
	10	94.1
平均值 $\bar{L}$		94.12dB
示值误差 $\Delta L$		0.22dB
单次实验标准差 $s(\bar{L})$		0.043dB
*标准不确定度 $u_1(\bar{L}) = \frac{s(\bar{L})}{\sqrt{3}}$		0.025dB
*: 在实际校准中取 3 次测量平均值。		

### E.3.2 被校检测仪声级传感器的分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{L})$

声级校准点	分辨力	分布	标准不确定度 $u_2(\bar{L})$
94dB	0.1dB	均匀	0.029dB

### E.3.3 声校准器的标准值引入的标准不确定度分量 $u(L_0)$

依据声校准器的溯源证书得到其标准值引入的标准不确定度分量  $u(L_0)$  为:

声级校准点	标准值扩展不确定度	相对标准不确定度 $u(L_0)$
94dB	0.1dB (k=2)	0.05dB

### E.4 标准不确定度汇总表

声级校准点	标准不确定度来源	标准不确定度分量	
94dB	被校检测仪声级测量重复性	$u_1(\bar{L})$	0.025dB (小于分辨力引入的不确定度, 舍去)
	被校检测仪声级传感器的分辨力	$u_2(\bar{L})$	0.029dB
	声校准器的标准值	$u(L_0)$	0.05dB



## E.5 合成标准不确定度

评定的各输入量相互独立不相关，故合成标准不确定度为：

$$\begin{aligned}u_c(\Delta L) &= \sqrt{u_2^2(\bar{L}) + u^2(L_0)} \\ &= \sqrt{0.029^2 + 0.05^2} = 0.06\text{dB}\end{aligned}$$

## E.6 扩展不确定度：

取  $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = 2 \times u_c(\Delta L) = 0.2\text{dB}$$

## E.7 结果报告

由上述测量结果的计算和分析，可得该被校检测仪在 94dB 处的校准结果：

$$\Delta L = 0.2\text{dB}; U = 0.2\text{dB}(k = 2)$$

## 附录 F

## 婴儿培养箱检测仪风速示值误差的不确定度评定示例

## F.1 测量模型

依据本校准规范进行风速示值误差的校准，考虑到微风源风场稳定性等对测量结果的影响，其测量模型如下：

$$\Delta S = \bar{S} - S_0 + \gamma$$

式中： $\Delta S$ ——被校检测仪风速传感器的示值误差，m/s；

$\bar{S}$ ——被校检测仪风速传感器的测量平均值，m/s；

$S_0$ ——微风源的风速标准值，m/s；

$\gamma$ ——微风源风场均匀性、稳定性等对测量结果的影响，m/s。

## F.2 测量不确定度分析

分析测量模型，各输入量独立不相关，所以合成标准不确定度的计算公式为：

$$u_c^2(\Delta S) = c_1^2 u^2(\bar{S}) + c_2^2 u^2(S_0) + c_3^2 u^2(\gamma)$$

式中灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta S}{\partial \bar{S}} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta S}{\partial S_0} = -1, \quad c_3 = \frac{\partial \Delta S}{\partial \gamma} = 1$$

## F.3 标准不确定度

根据上述测量模型以及具体的测量过程，被校检测仪的风速示值误差的不确定度来源主要包括：

- 1) 被校检测仪风速测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{S})$ ；
- 2) 被校检测仪风速传感器的分辨力引入的标准不确定度分量  $u_2(\bar{S})$ ；
- 3) 标准风速仪的示值误差引入的标准不确定度分量  $u(S_0)$ ；
- 4) 微风源风场稳定性等对测量结果的影响引入的标准不确定度分量  $u(\gamma)$ 。

F.3.1 风速测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{S})$ 

用被校检测仪在风速校准点 0.35m/s 处重复测量 10 次，采用贝塞尔公式得到风速测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{S})$ ：

风速标准值：0.35m/s		被校检测仪风速传感器
风速测量值 (m/s)	1	0.38
	2	0.37
	3	0.36
	4	0.37
	5	0.37
	6	0.38
	7	0.36
	8	0.37
	9	0.37
	10	0.38
平均值 $\bar{S}$		0.371m/s
示值误差 $\Delta S$		0.021m/s
单次实验标准差 $s(\bar{S})$		0.008m/s
*标准不确定度 $u_1(\bar{S}) = \frac{s(\bar{S})}{\sqrt{3}}$		0.005m/s
*：在实际校准中取 3 次测量平均值。		

### F.3.2 被校检测仪风速传感器的分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{S})$

风速校准点	分辨力	分布	标准不确定度 $u_2(\bar{S})$
0.35m/s	0.01m/s	均匀	0.003m/s

### F.3.3 标准风速仪的示值误差引入的标准不确定度分量 $u(S_0)$

依据标准风速仪的溯源证书得到其在0.35m/s处的示值误差绝对值为0.01m/s，由此引入的标准不确定度分量  $u(S_0)$  为：

风速校准点	示值误差绝对值	分布	标准不确定度 $u(S_0)$
0.35m/s	0.01m/s	均匀	0.006m/s

### F.3.4 微风源风场稳定性等对测量结果的影响引入的标准不确定度分量 $u(\gamma)$

我们用标准风速仪在微风源输出风场中心直径20mm范围内，上下左右及中心五点处考查风场的均匀性，同时考查在10分钟内风场的稳定性。实验数据表明，由于风场的均匀性和稳

定性造成的风速最大偏差约为0.02m/s，由其引入的标准不确定度分量 $u(\gamma)$ 为：

风速校准点	最大偏差	分布	相对标准不确定度 $u(\gamma)$
0.35m/s	0.02m/s	均匀	0.012m/s

#### F.4 标准不确定度汇总表

风速校准点	标准不确定度来源	标准不确定度分量	
0.35m/s	被校检测仪风速测量重复性	$u_1(\bar{S})$	0.005m/s
	被校检测仪风速传感器的分辨力	$u_2(\bar{S})$	0.003m/s (小于重复性引入的不确定度，舍去)
	标准风速仪的示值误差	$u(S_0)$	0.006m/s
	微风源风场均匀性、稳定性等对测量结果的影响	$u(\gamma)$	0.012m/s

#### F.5 合成标准不确定度

评定的各输入量相互独立不相关，故合成标准不确定度为：

$$\begin{aligned} u_c(\Delta S) &= \sqrt{u_1^2(\bar{S}) + u^2(S_0) + u^2(\gamma)} \\ &= \sqrt{0.005^2 + 0.006^2 + 0.012^2} = 0.015\text{m/s} \end{aligned}$$

#### F.6 扩展不确定度：

取  $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = 2 \times u_c(\Delta S) = 0.03\text{m/s}$$

#### F.7 结果报告

由上述测量结果的计算和分析，可得该被校检测仪在 0.35m/s 处的校准结果：

$$\Delta S = 0.02\text{m/s}; U = 0.03\text{m/s}(k = 2)$$