

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1260-XXXX

婴儿培养箱校准规范

Calibration Specification of Infant Incubator

(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

婴儿培养箱校准规范

Calibration Specification

of Infant Incubator

JJF 1260-XXXX
代替 JJF 1260-2010

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

南京市计量监督检测院

参加起草单位：宁波戴维医疗器械股份有限公司

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）

吴思圻（中国计量科学研究院）

邵微维（南京市计量监督检测院）

参加起草人：

胡 宁（南京市计量监督检测院）

宋雪莹（南京市计量监督检测院）

林定余（宁波戴维医疗器械股份有限公司）

目 录

引 言	3
1 范围	4
2 引用文件	4
3 术语和计量单位	4
4 概述	5
5 计量特性	6
5.1 显示温度误差	6
5.2 控制温度误差	6
5.3 温度均匀度	6
5.4 温度波动度	6
5.5 相对湿度偏差	6
5.6 婴儿舱内的声级	6
5.7 婴儿舱内的风速	6
5.8 氧分析器示值误差	6
6 校准条件	6
6.1 环境条件	6
6.2 负载条件	6
6.3 测量标准及其他设备	6
7 校准项目与校准方法	7
7.1 外观检查	7
7.2 报警功能检查	7
7.3 温度校准	8
7.4 相对湿度误差（有此功能时）	9
7.5 婴儿舱内的声级	9
7.6 婴儿舱内的风速	9
7.7 氧分析器示值误差	10
8 校准结果表达	10
9 复校时间间隔	10
附录 A 婴儿培养箱校准原始记录（推荐）格式	12
附录 B 校准证书内页（推荐）格式样式	14

附录 C 婴儿培养箱温度示值误差的不确定度评定示例.....	15
附录 D 婴儿培养箱相对湿度偏差的不确定度评定示例.....	18
附录 E 婴儿培养箱声级不确定度评定示例	21
附录 F 婴儿培养箱舱内风速的不确定度评定示例	23
附录 G 氧分析器示值误差的不确定度评定示例.....	25

引 言

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》共同构成支撑本规范修订工作的基础性系列文件。

本规范的修订参考了 GB 9706.219-2021《医用电气设备 第 2-19 部分：婴儿培养箱的基本安全和本性能专用要求》。

与 JJF 1260-2010 相比，除编辑性修改外，本规范主要技术变化如下：

- 增加了引言内容；
- 调整了范围的表述；
- 根据对校准项目和校准方法的修改，对术语、校准条件、测量标准及其他设备进行了相应调整；
- 删除了“电气安全检查”校准项目；
- 删除了床垫倾斜时的“温度均匀度”校准；
- 删除了“温度超调量”校准项目；
- 删除了“婴儿舱内的声级”校准项目箱外的声级要求；
- 增加了“婴儿舱内的风速”校准项目；
- 完善了“显示温度误差”、“控制温度误差”、“温度均匀度”、“温度波动度”、“相对湿度误差”、“婴儿舱内的声级”、“婴儿舱内的风速”和“氧分析器示值误差”的校准方法。

本规范历次发布情况：

- JJF 1260-2010。

婴儿培养箱校准规范

1 范围

本规范适用于空气温度控制的婴儿培养箱的校准。

本规范不适用于婴儿温度控制的婴儿培养箱、婴儿辐射保暖台和婴儿转运培养箱的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB 9706.1—2020 医用电气设备 第1部分：基本安全和基本性能的通用要求

GB 9706.219—2021 医用电气设备 第2-19部分：婴儿培养箱的基本安全和基本性能专用要求

JJG 535—2004 氧化锆氧分析器检定规程

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 术语和计量单位

3.1 术语

GB 9706.219—2021 界定的以及下列术语和定义适用于本规范。

3.1.1 婴儿舱 compartment

一种用于安放一个婴儿且环境可控的箱体，并具有可观察到婴儿的部分。

[来源：GB 9706.219—2021，201.3.205]

3.1.2 婴儿培养箱 infant incubator

一种医用电气设备，具有一个婴儿舱，该婴儿舱是由已加热的空气来控制婴儿特定环境。

[来源：GB 9706.219—2021，201.3.209]

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

空气温度由空气温度传感器根据操作者设定的控制温度自动控制的婴儿培养箱。

[来源：GB 9706.219—2021，201.3.201]

3.1.4 显示温度 display temperature

在温度显示器上显示的婴儿舱内温度。

3.1.5 控制温度 control temperature

在温度控制器上选择的温度。

[来源：GB 9706.219—2021，201.3.206]

3.1.6 培养箱温度 incubator temperature

婴儿舱内垫子表面中心上方 10cm 处的空气温度（见图 1，M 点）。

[来源：GB 9706.219—2021，201.3.207]

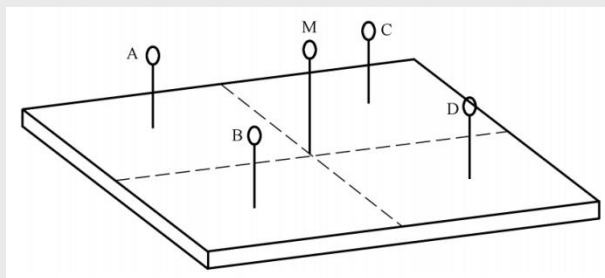


图 1 温湿度测量点的位置

注：M 点为床垫中心点，是培养箱温度与湿度测量点。A、B、C 和 D 点为床垫长宽中心线所划分的四个区域的中心点，是其他温度测量点。所有测量点均在一个离床垫表面上方 10cm 的平面上。

3.1.7 显示温度误差 error of display temperature

显示温度与培养箱温度的差值。

3.1.8 控制温度误差 error of control temperature

控制温度与培养箱温度的差值。

3.1.9 温度均匀度 temperature uniformity

婴儿培养箱温度测量点 A、B、C 和 D 四点的温度与培养箱温度的差值中绝对值最大者对应的差值。

3.1.10 温度波动度 temperature fluctuation

一段时间内均匀间隔读取的培养箱温度与其平均值的差值中绝对值最大者对应的差值。

3.2 计量单位

3.2.1 温度单位：摄氏度；符号：℃。

3.2.2 声级单位：分贝；符号：dB。

3.2.3 风速单位：米每秒；符号：m/s。

4 概述

婴儿培养箱是一种用于产科和儿科的医用电气设备，具有一个由已加热空气来控制婴儿环境的婴儿舱，采用“对流热调节”的原理，为婴儿提供一个空气净化、温湿度适宜的类似母体子宫的环境，广泛应用于低体重儿、病危儿和新生儿的恒温培养、体温复苏抢救、输氧和住院观察等。

5 计量特性

5.1 显示温度误差

不超过 $\pm 0.8^{\circ}\text{C}$ 。

5.2 控制温度误差

不超过 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。

5.3 温度均匀度

不超过 $\pm 0.8^{\circ}\text{C}$ 。

5.4 温度波动度

不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

5.5 相对湿度偏差

不超过 $\pm 10\%\text{RH}$ 。

5.6 婴儿舱内的声级

正常使用情况下，婴儿舱内的声级不超过 60dB；

报警器报警时，婴儿舱内的噪声不超过 80dB。

5.7 婴儿舱内的风速

不超过 0.35m/s。

5.8 氧分析器示值误差

不超过 $\pm 5\%\text{FS}$ 。

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 环境温度： $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度： $(10\sim 85)\%$ 。

6.1.3 大气压力： $(86\sim 106)\text{kPa}$

6.1.4 周围无影响校准的气流扰动和噪声干扰，避免阳光直射。

6.2 负载条件

在婴儿培养箱内空置的条件下校准。

6.3 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

	设备名称	主要技术指标
--	------	--------

测量标准器	温度测量标准器	测量范围：（20～50）℃，分辨力不超过 0.01℃ 最大允许误差：±0.2℃，五个标准器的一致性：不超过 0.2℃
	湿度测量标准器	测量范围：（10～90）%RH，分辨力不超过 0.1%RH 最大允许误差：±3%RH
	声级测量标准器	测量范围：30dB～100dB，分辨力不超过 0.1dB 最大允许误差：±1dB
	风速测量标准器	测量范围：（0.2～0.5）m/s，分辨力不超过 0.01m/s 最大允许误差：±0.1m/s
	氮气中氧标准气体 （以下称氧标准气体）	体积分数 30%～40%，扩展不确定度不超过 1.5%（ $k=3$ ）
其他设备	气体流量计	量程：0~1L/min，准确度级别：不低于 3 级

7 校准项目与校准方法

7.1 外观检查

7.1.1 被校仪器应结构完整，无影响正常工作的缺陷和机械损伤。

7.1.2 被校仪器应具有仪器名称、生产厂家、型号、出厂编号等标识。

7.1.3 温/湿度控制器的显示/指示清晰，温度间隔不应大于 0.5℃，湿度间隔不应大于 1%RH。

7.2 报警功能检查

7.2.1 供电中断报警

婴儿培养箱在供电中断时应发出相应的声光报警。

在婴儿培养箱接通电源的情况下，通过中断供电进行检查。

7.2.2 风扇故障报警

婴儿培养箱在风扇出现故障或空气进/出口发生堵塞时，应能自动切断加热器的供电，同时发出相应的声光报警。

在婴儿培养箱接通电源的情况下，用人为方式（如密织的布）分别堵塞出风口与进风口进行检查。

注：如果具有多个独立的空气进/出口或能防止无意的堵塞，此项检查可不作。

7.2.3 温度过载报警

婴儿培养箱应具有热断路器，其动作应独立于所有恒温器，它必须在婴儿培养箱显示温度不超过 38℃ 时就能切断加热器的供电，同时发出相应的声光报警并持续到手动复位为止。对于控制温度可越过 37℃ 并达到 39℃ 的婴儿培养箱，应另配备在显示温度为 40℃ 时动作的第二热断路器。在此情况下，38℃ 的热切断作用应能自动地或通过操作者的特别操作而停止。

在婴儿培养箱接通电源的情况下，使用电加热等设备，对婴儿舱内或对超温监控传感器加热，当达到上述规定的温度时，观察培养箱是否切断加热器电源并发出相应的声光报警。对于控制温度可越过 37℃ 并达到 39℃ 的婴儿培养箱，38℃ 及 40℃ 两个超温监控传感器均须检查。

7.3 温度校准

婴儿培养箱床垫托盘为水平方向，在图 1 所示的五个测量点（M、A、B、C 和 D 点）布置好五个温度测量标准器，将控制温度分别设定为 32℃ 和 36℃ 进行测量。当显示温度达到设定温度后，再稳定 30min 即可开始读数。每间隔 1min 分别读取显示温度及五个温度测量标准器的读数，共测量 5 次并计算平均值。

7.3.1 显示温度误差

显示温度平均值与培养箱温度平均值（M 点）之差即为显示温度误差。

$$\Delta t_d = \bar{t}_d - \bar{t}_M \quad (1)$$

式中： Δt_d ——显示温度偏差，℃；

$\bar{t}_d$ ——显示温度平均值，℃；

$\bar{t}_M$ ——培养箱温度平均值，℃。

7.3.2 控制温度误差

控制温度与培养箱温度平均值之差即为控制温度误差。

$$\Delta t_c = t_c - \bar{t}_M \quad (2)$$

式中： Δt_c ——控制温度偏差，℃；

t_c ——控制温度（32℃ 或 36℃），℃；

$\bar{t}_M$ ——培养箱温度平均值，℃。

7.3.3 温度均匀度

分别计算 A、B、C 和 D 四点温度平均值与培养箱温度平均值之差，其绝对值最大者对应的差值即为温度均匀度。

$$\Delta t_u = \bar{t}_i - \bar{t}_M \quad (3)$$

式中： Δt_u ——温度均匀度，℃；

$\bar{t}_i$ ——A、B、C 和 D 各点的温度平均值，℃；

$\bar{t}_M$ ——培养箱温度平均值，℃。

7.3.4 温度波动度

分别计算培养箱温度五次测量值与培养箱温度平均值之差，其绝对值最大者对应的差值即为温度波动度。

$$\Delta t_f = t_{Mi} - \bar{t}_M \quad (4)$$

式中： Δt_f ——温度波动度，℃；

t_{Mi} ——培养箱温度五次测量值，℃；

$\bar{t}_M$ ——培养箱温度平均值，℃。

7.4 相对湿度误差（有此功能时）

婴儿培养箱床垫托盘为水平方向，在 M 点布置好湿度测量标准器。控制温度设定为 32℃，有湿度控制功能时，控制湿度设定为 50%RH，无湿度控制功能时，按照环境湿度记录。在温湿度均达到设定值后，再稳定 30min 后即可读数。每间隔 1min 分别读取显示湿度及湿度测量标准器的读数，共测量 3 次。显示湿度平均值与湿度测量标准器的读数平均值之差即为相对湿度误差。

$$\Delta h_d = \bar{h}_d - \bar{h}_M \quad (5)$$

式中： Δh_d ——相对湿度误差，%RH；

$\bar{h}_d$ ——显示湿度平均值，%RH；

$\bar{h}_M$ ——湿度测量标准器的读数平均值，%RH。

7.5 婴儿舱内的声级

分别在正常使用情况下和报警器报警时进行测量。

正常使用情况：婴儿培养箱床垫托盘为水平方向，在图一所示的 M 点布置好声级测量标准器。控制温度设定为 36℃，控制湿度设定为 50%RH（有此功能时），在温湿度均达到设定值后即可读数，共测量 3 次并计算平均值，即为正常使用情况下婴儿舱内的声级。

报警器报警时：按上述规定的校准方法测量婴儿舱内的报警噪声。测量 3 次并计算平均值，即为报警器报警时婴儿舱内的声级。

7.6 婴儿舱内的风速

婴儿培养箱床垫托盘为水平方向，在图一所示的 M 点布置好风速测量标准器，探头与床垫托盘方向垂直，在婴儿培养箱正常使用情况下开始读数，共测量 3 次并计算平均值。

7.7 氧分析器示值误差

按制造厂的规定，氧分析器经预热稳定和自身校准后，在测量范围内通入体积分数约为30%~40%的氧标准气体，控制通入氧标准气体的流量(如无特殊规定均按300 mL/min的流量通入，若婴儿培养箱带氧控制功能，氧控制设定值应与氧标准气体体积分数保持一致)。在校准时婴儿舱内是高氧环境，操作时须注意安全。记录氧分析器的显示读数，测量3次取平均值，按公式(6)计算氧分析器示值误差：

$$\Delta_e = \frac{\bar{A} - A_s}{R} \times 100\% \quad (6)$$

式中： $\bar{A}$ ——氧分析器3次读数的平均值，%；

A_s ——氧标准气体的体积分数，%；

R ——满量程。

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						
声级测量标准器						
风速测量标准器						
氧标准气体						
气体流量计						
外观及 功能性检查						
控制温度：32℃ 单位：℃	测量值					
	显示温度	A	B	C	D	M
1						
2						
3						
4						
5						
平均值						
显示温度误差			控制温度误差			
温度均匀度			温度波动度			
不确定度 $U(k=2)$						
校准点：36℃ 单位：℃	测量值					
	显示温度	A	B	C	D	M
1						
2						

3										
4										
5										
平均值										
显示温度误差			控制温度误差							
温度均匀度			温度波动度							
不确定度 $U(k=2)$										
相对湿度误差 (32℃条件下) (单位: %RH)										
湿度设定值 50%RH	测量值				示值误差	不确定度 $U(k=2)$				
	1	2	3	平均值						
显示湿度										
实测湿度										
声级 (单位: dB)										
温度设定 36℃ 湿度设定 50%	测量值				不确定度 $U(k=2)$					
	1	2	3	平均值						
正常使用时										
报警器报警时										
风速 (单位: m/s)										
	测量值				不确定度 $U(k=2)$					
	1	2	3	平均值						
实测值										
婴儿舱内氧分析器示值误差/%										
次数	1	2	3	平均值	不确定度 $U(k=2)$					
显示氧体积分数										
氧标准气体体积分数										
氧分析器示值误差										

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、温度校准（单位：℃）

温度校准点	校准项目	最大允许误差	实测值	不确定度 $U(k=2)$
32℃	显示温度误差	$\pm 0.8^{\circ}\text{C}$		
	控制温度误差	$\pm 1.5^{\circ}\text{C}$		/
	温度均匀度	$\pm 0.8^{\circ}\text{C}$		/
	温度波动度	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$		/
36℃	显示温度误差	$\pm 0.8^{\circ}\text{C}$		
	控制温度误差	$\pm 1.5^{\circ}\text{C}$		/
	温度均匀度	$\pm 0.8^{\circ}\text{C}$		/
	温度波动度	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$		/

3、相对湿度误差（单位：%RH）

湿度设定值	最大允许误差	示值误差	不确定度 $U(k=2)$
50%RH（32℃条件下）	$\pm 10\% \text{RH}$		

4、声级（单位：dB）

	允许范围	实测值	不确定度 $U(k=2)$
正常使用时	$\leq 60 \text{ dB}$		
报警器报警时	$\leq 80 \text{ dB}$		

5、风速（单位：m/s）

允许范围	实测值	不确定度 $U(k=2)$
$\leq 0.35 \text{ m/s}$		

6、氧分析器示值误差（单位：%）

允许范围	实测值	不确定度 $U(k=2)$
$\leq \pm 5\% \text{FS}$		

第×页 共×页

附录 C

婴儿培养箱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，其测量模型如下：

$$\Delta t_d = \bar{t}_d - \bar{t}_M$$

式中： Δt_d ——被校婴儿培养箱的温度示值误差，℃；

$\bar{t}_d$ ——被校婴儿培养箱的显示温度平均值，℃；

$\bar{t}_M$ ——温度测量标准器的测量平均值，℃。

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：

$$u_c^2(\Delta t_d) = c_1^2 u^2(\bar{t}_d) + c_2^2 u^2(\bar{t}_M)$$

式中灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta t_d}{\partial \bar{t}_d} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta t_d}{\partial \bar{t}_M} = -1$$

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，被校婴儿培养箱的温度示值误差的不确定度来源主要包括：

- 1) 被校婴儿培养箱温度测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{t}_d)$ ；
- 2) 被校婴儿培养箱显示仪表分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{t}_d)$ ；
- 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 $u_1(\bar{t}_M)$ ；
- 4) 温度测量标准器的分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{t}_M)$ ；
- 5) 温度测量标准器的最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_3(\bar{t}_M)$ 。

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

在 32℃ 温度点对一台婴儿培养箱进行 10 次重复测量，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 $u_1(\bar{t}_d)$ 和 $u_1(\bar{t}_M)$ ：

温度校准点：32℃		被校婴儿培养箱		温度测量标准器（修正后）	
温度测量值 （℃）	1	32.0		32.07	
	2	32.0		32.07	
	3	32.1		32.08	
	4	32.1		32.08	
	5	32.0		32.07	
	6	32.2		32.07	
	7	32.1		32.08	
	8	32.0		32.06	
	9	32.1		32.08	
	10	32.0		32.08	
平均值/标准值		$\bar{t}_d$	32.06℃	$\bar{t}_M$	32.074℃
示值误差		-0.014℃			
单次实验标准差 s		$s(\bar{t}_d)$	0.07℃	$s(\bar{t}_M)$	0.007℃
*标准不确定度 $u = \frac{s}{\sqrt{3}}$		$u_1(\bar{t}_d)$	0.04℃	$u_1(\bar{t}_M)$	0.004℃
*：在实际校准中取 5 次测量平均值。					

C.3.2 被校婴儿培养箱显示仪表分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{t}_d)$

温度校准点	分辨力	分布	标准不确定度 $u_2(\bar{t}_d)$
32℃	0.1℃	均匀	0.03℃

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 $u_2(\bar{t}_M)$

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

C.3.4 温度测量标准器的最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_3(\bar{t}_M)$

温度校准点	最大允许误差	分布	标准不确定度 $u_3(\bar{t}_M)$
32℃	±0.2℃	均匀	0.115℃

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℃	被校婴儿培养箱温度测量重复性	$u_1(\bar{t}_d)$	0.04℃
	被校婴儿培养箱显示仪表分辨力	$u_2(\bar{t}_d)$	0.03℃ (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	$u_1(\bar{t}_M)$	0.004℃
	温度测量标准器的分辨力	$u_2(\bar{t}_M)$	0.003℃ (小于重复性引入的不确定度, 舍去)
	温度测量标准器的最大允许误差	$u_3(\bar{t}_M)$	0.115℃

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:

$$\begin{aligned}
 u_c(\Delta t_d) &= \sqrt{u_1^2(\bar{t}_d) + u_1^2(\bar{t}_M) + u_3^2(\bar{t}_M)} \\
 &= \sqrt{0.04^2 + 0.004^2 + 0.115^2} = 0.13^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

C.6 扩展不确定度:

取 $k=2$, 则扩展不确定度:

$$U = 2 \times u_c(\Delta t_d) = 0.26^\circ\text{C}$$

C.7 结果报告

由上述测量结果的计算和分析, 可得该被校婴儿培养箱在 32℃ 处的校准结果:

$$\Delta t_d = -0.01^\circ\text{C}; U(\Delta t_d) = 0.26^\circ\text{C} (k=2)$$

附录 D

婴儿培养箱相对湿度偏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相对湿度偏差的校准，其测量模型如下：

$$\Delta h_d = \bar{h}_d - \bar{h}_M$$

式中： Δh_d ——被校婴儿培养箱相对湿度偏差，%RH；

$\bar{h}_d$ ——被校婴儿培养箱显示湿度的平均值，%RH；

$\bar{h}_M$ ——湿度测量标准器的测量平均值，%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：

$$u_c^2(\Delta h_d) = c_1^2 u^2(\bar{h}_d) + c_2^2 u^2(\bar{h}_M)$$

式中灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta h_d}{\partial \bar{h}_d} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta h_d}{\partial \bar{h}_M} = -1$$

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，被校婴儿培养箱相对湿度偏差的不确定度来源主要包括：

- 1) 被校婴儿培养箱湿度测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{h}_d)$ ；
- 2) 被校婴儿培养箱仪表分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{h}_d)$ ；
- 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 $u_1(\bar{h}_M)$ ；
- 4) 湿度测量标准器的分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{h}_M)$ ；
- 5) 湿度测量标准器的最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_3(\bar{h}_M)$ 。

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

用湿度测量标准器在湿度校准点 50%RH 处对一台婴儿培养箱进行 10 次重复测量，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 $u_1(\bar{h}_d)$ 和 $u_1(\bar{h}_M)$ ：

湿度校准点：50%RH	被校婴儿培养箱显示湿度	湿度测量标准器（修正后）
-------------	-------------	--------------

湿度测量值 (%RH)	1	52	51.8		
	2	52	51.9		
	3	52	51.8		
	4	52	51.9		
	5	52	51.9		
	6	52	51.9		
	7	51	51.7		
	8	52	51.9		
	9	52	51.9		
	10	52	51.8		
平均值		$\bar{h}_d$	51.90%RH	$\bar{h}_M$	51.85%RH
示值误差		0.1%RH			
单次实验标准差 s		$s(\bar{h}_d)$	0.32%RH	$s(\bar{h}_M)$	0.07%RH
*标准不确定度 $u=\frac{s}{\sqrt{3}}$		$u_1(\bar{h}_d)$	0.18%RH	$u_1(\bar{h}_M)$	0.04%RH
*：在实际校准中取 3 次测量平均值。					

D.3.2 被校婴儿培养箱仪表分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{h}_d)$

湿度校准点	分辨力	分布	标准不确定度 $u_2(\bar{h}_d)$
50%RH	1%RH	均匀	0.30%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 $u_2(\bar{h}_M)$

湿度校准点	分辨力	分布	标准不确定度 $u_2(\bar{h}_M)$
50%RH	0.1%RH	均匀	0.03%RH

D.3.4 湿度测量标准器的最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_3(\bar{h}_M)$

湿度校准点	最大允许误差	分布	标准不确定度 $u_3(\bar{h}_M)$
50%RH	$\pm 3\%RH$	均匀	1.73%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	被校婴儿培养箱湿度测量重复性	$u_1(\bar{h}_d)$	0.18%RH (小于分辨力引入的不确定度, 舍去)
	被校婴儿培养箱仪表分辨力	$u_2(\bar{h}_d)$	0.30%RH
	湿度测量标准器的测量重复性	$u_1(\bar{h}_M)$	0.04%RH
	湿度测量标准器的分辨力	$u_2(\bar{h}_M)$	0.03%RH (小于重复性引入的不确定度, 舍去)
	湿度测量标准器的最大允许误差	$u_3(\bar{h}_M)$	1.73%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:

$$\begin{aligned}
 u_c(\Delta h_d) &= \sqrt{u_2^2(\bar{h}_d) + u_1^2(\bar{h}_M) + u_3^2(\bar{h}_M)} \\
 &= \sqrt{0.30\%^2 + 0.04\%^2 + 1.73\%^2} = 2\%RH
 \end{aligned}$$

D.6 扩展不确定度:

取 $k=2$, 则扩展不确定度:

$$U = 2 \times u_c(\Delta h_d) = 4\%RH$$

D.7 结果报告

由上述测量结果的计算和分析, 可得该婴儿培养箱在 50%RH 处的校准结果:

$$\Delta h_d = 0.1\%RH; U = 4\%RH(k = 2)$$

附录 E

婴儿培养箱声级不确定度评定示例

E.1 测量模型

依据本校准规范进行声级的校准，其测量模型如下：

$$P = p$$

式中： P —— 婴儿舱内的声级，dB；

p —— 声级测量标准器的声级标准值，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：

$$u_c^2(P) = c_1^2 u^2(p)$$

式中灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial P}{\partial p} = 1$$

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，被校婴儿培养箱的声级不确定度来源主要包括：

1) 声级测量标准器的测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(p)$ ；

2) 声级测量标准器的标准值引入的标准不确定度分量 $u_2(p)$ 。

E.3.1 声级测量标准器的测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(p)$

将声级测量标准器置于一台婴儿培养箱的婴儿舱中心点，测量结果为：

测量次数	1	2	3
显示值/dB	53.2	52.7	54.2

$$\bar{p} = 53.37\text{dB}$$

$$s_1(p) = \frac{R}{C} = \frac{1.5\text{dB}}{1.69} = 0.89\text{dB}$$

$$u_1(p) = \frac{0.89\text{dB}}{\sqrt{3}} = 0.51\text{dB}$$

式中： R —— 测量结果中的最大值与最小值之差，%；

C —— 极差系数。

E.3.2 声级测量标准器的标准值引入的标准不确定度分量 $u_2(p)$

声级测量标准器的最大允许误差为 $\pm 1\text{dB}$ ，按均匀分布考虑， $k = \sqrt{3}$ ，声级测量标准器标准值引入的标准不确定度分量 $u_2(p)$ 为：

$$u_2(p) = \frac{1\text{dB}}{\sqrt{3}} = 0.58\text{dB}$$

E.4 标准不确定度汇总表

标准不确定度来源	标准不确定度分量	
声级测量标准器的测量重复性	$u_1(p)$	0.51dB
声级测量标准器的标准值	$u_2(p)$	0.58dB

E.5 合成标准不确定度

$$u_c(P) = \sqrt{u_1^2(p) + u_2^2(p)} = \sqrt{0.51^2 + 0.58^2} = 0.77\text{dB}$$

E.6 扩展不确定度：

取 $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = 2 \times u_c(P) = 2.0\text{dB}$$

E.7 结果报告

由上述测量结果的计算和分析，可得婴儿培养箱声级的校准结果：

$$\bar{p} = 53.4\text{dB}; U(p) = 2.0\text{dB} (k = 2)$$

附录 F

婴儿培养箱舱内风速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的校准，其测量模型如下：

$$S = s$$

式中：S——婴儿舱内的风速，m/s；

s——风速测量标准器的测量平均值，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：

$$u_c^2(S) = c_1^2 u^2(s)$$

式中灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial S}{\partial s} = 1$$

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，婴儿培养舱内的风速测量不确定度来源主要包括：

- 1) 风速测量标准器风速测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(s)$ ；
- 2) 风速测量标准器的示值误差引入的标准不确定度分量 $u_2(s)$ 。

F.3.1 风速测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(s)$

将风速测量标准器置于一台婴儿培养箱的婴儿舱中心点处重复测量 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 $u_1(s)$ ：

		风速测量标准器
风速测量值 (m/s)	1	0.28
	2	0.27
	3	0.26
	4	0.27
	5	0.27
	6	0.28
	7	0.26

	8	0.27
	9	0.27
	10	0.28
平均值 $\bar{s}$		0.271m/s
单次实验标准差 $s(\bar{s})$		0.008m/s
*标准不确定度 $u_1(s) = \frac{s(\bar{s})}{\sqrt{3}}$		0.005m/s
*: 在实际校准中取 3 次测量平均值。		

F.3.2 风速测量标准器的标准值引入的标准不确定度分量 $u_2(s)$

风速测量标准器的最大允许误差为 $\pm 0.1\text{m/s}$ ，由此引入的标准不确定度分量 $u_2(s)$ 为：

示值误差绝对值	分布	标准不确定度 $u_2(s)$
0.1m/s	均匀	0.06m/s

F.4 标准不确定度汇总表

标准不确定度来源	标准不确定度分量	
风速测量标准器测量重复性	$u_1(s)$	0.005m/s
风速测量标准器的标准值	$u_2(s)$	0.06m/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：

$$u_c(S) = \sqrt{u_1^2(s) + u_2^2(s)} = \sqrt{0.005^2 + 0.06^2} = 0.06\text{m/s}$$

F.6 扩展不确定度：

取 $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = 2 \times u_c(S) = 0.12\text{m/s}$$

F.7 结果报告

由上述测量结果的计算和分析，可得风速的校准结果：

$$S = 0.27\text{m/s}; U = 0.12\text{m/s} (k = 2)$$

附录 G

氧分析器示值误差的不确定度评定示例

G.1 测量模型

依据本校准规范进行风速的校准，其测量模型如下：

$$Y = X - X_s$$

式中：Y——被测仪器示值误差，%；

X——被测仪器 32℃ 条件下的示值，%；

X_s ——标准值，%。

G.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：

$$u_c^2(Y) = c_1^2 u^2(X) + c_2^2 u^2(X_s)$$

式中灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial Y}{\partial X} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial Y}{\partial X_s} = -1$$

G.3 标准不确定度

根据上述测量模型以及具体的测量过程，氧分析器示值误差的不确定度来源主要包括：

- 1) 氧分析器测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(X)$ ；
- 2) 氧标准气体标准物质定值引入的标准不确定度分量 $u_1(X_s)$ ；
- 3) 氧分析器仪器分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(X)$ 。

G.3.1 氧分析器测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(X)$

用 40% 的氧标准气体对一台婴儿培养箱的氧分析器进行示值误差测量，测量结果如下：

测量次数	1	2	3
显示值/%	38	37	39

$$s_1(X) = \frac{R}{C} = \frac{2\%}{1.69} = 1.18\%$$

$$u_1(X) = \frac{1.18\%}{\sqrt{3}} = 0.68\%$$

式中：R——测量结果中的最大值与最小值之差，%；

C ——极差系数。

G.3.2 氧标准气体标准物质定值引入的标准不确定度分量 $u_1(X_s)$

采用国家二级气体标准物质对氧化锆氧分析器进行量值传递与溯源。其定值不确定度 $\leq 1.5\%$, $k=3$, 则由气体标准物质引入的不确定度分量为:

$$u_1(X_s) = \frac{1.5\%}{3} = 0.5\%$$

G.3.3 氧分析器仪器分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(X)$

被测仪器为数显仪器, 最小分度值为1%, 按均匀分布考虑, 得:

$$u_2(X) = \frac{1\%}{2\sqrt{3}} = 0.29\%$$

G.4 标准不确定度汇总表

标准不确定度来源	标准不确定度分量	
氧分析器测量重复性	$u_1(X)$	0.68%
氮中氧气体标准物质定值	$u_1(X_s)$	0.5%
仪器分辨力	$u_2(X)$	0.29% (小于测量重复性, 舍去)

G.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:

$$u_c(Y) = \sqrt{u_1^2(X) + u_1^2(X_s)} = \sqrt{0.68\%^2 + 0.5\%^2} = 0.9\%$$

G.6 扩展不确定度:

取 $k=2$, 则扩展不确定度:

$$U = 2 \times u_c(Y) = 2\%$$

G.7 结果报告

测量不确定度的表示:

$$\bar{X} = 38\%, U(Y) = 2\%; k = 2$$