

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2058—2023

恒温恒湿实验室环境参数校准规范

Calibration Specification for Environment Parameters of
Constant Temperature and Humidity Laboratories

2023-06-30 发布

2023-12-30 实施

国家市场监督管理总局 发布

恒温恒湿实验室环境参数校准规范

Calibration Specification for Environment
Parameters of Constant Temperature
and Humidity Laboratories

JJF 2058—2023

归口单位：全国温度计量技术委员会

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

浙江省方正校准有限公司

安徽省计量科学研究院

参加起草单位：中国计量科学研究院

泰安磐然测控科技有限公司

南京拓展科技有限公司

恒泰联盈（天津）科技有限公司

本规范委托全国温度计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

崔 超（浙江省计量科学研究院）

熊玉亭（浙江省方正校准有限公司）

贺晓辉（安徽省计量科学研究院）

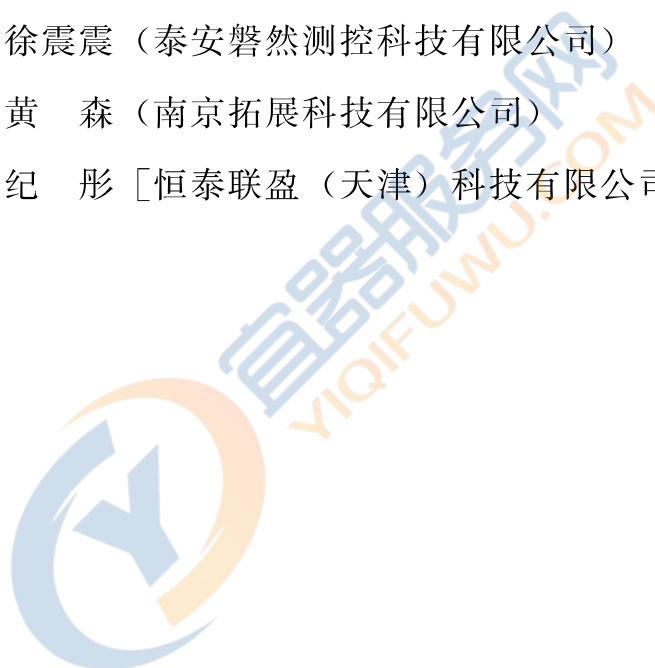
参加起草人：

金志军（中国计量科学研究院）

徐震震（泰安磐然测控科技有限公司）

黄 森（南京拓展科技有限公司）

纪 彤〔恒泰联盈（天津）科技有限公司〕



目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(3)
5 计量特性	(3)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 校准状态	(3)
6.3 测量标准及其他设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(4)
7.1 校准项目	(4)
7.2 温度、湿度的校准	(4)
7.3 照度的测量	(6)
7.4 风速的测量	(6)
7.5 噪声的测量	(6)
7.6 静压差的测量	(7)
7.7 空气洁净度等级的测量	(7)
7.8 数据处理	(8)
8 校准结果表达	(11)
9 复校时间间隔	(11)
附录 A 恒温恒湿实验室环境参数校准记录参考格式	(12)
附录 B 恒温恒湿实验室环境参数校准证书内页参考格式	(15)
附录 C 恒温恒湿实验室温度、湿度测量点布设位置示例	(16)
附录 D 30 min 和 24 h 温度、湿度稳定性计算方法	(19)
附录 E 恒温恒湿实验室温度、湿度偏差校准结果不确定度评定示例	(21)

引 言

JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成制定本规范的基础性系列规范。

本规范为首次发布。



恒温恒湿实验室环境参数校准规范

1 范围

本规范适用于温度（15~30）℃、相对湿度（30~80）%的恒温恒湿实验室的温度、湿度、照度、风速、噪声、静压差和空气洁净度等级等环境参数的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1101—2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

GB/T 5700—2008 照明测量方法

GB/T 25915.1—2010 洁净室及相关受控环境 第1部分：空气洁净度等级

GB 50073—2013 洁净厂房设计规范

GB 50243—2016 通风与空调工程施工质量验收规范

GB 50591—2010 洁净室验收及施工规范

GB 51110—2015 洁净厂房施工及质量验收规范

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

JJF 1001—2011 和上述引用文件界定的以及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 恒温恒湿实验室 constant temperature and humidity laboratory

提供一种或一种以上环境参数，包括但不限于恒定温度、恒定湿度以及其他环境参数的实验室。

[来源：JJF 1101—2019，3.1，有修改]

3.2 工作空间 working space

实验室设计的，能将规定的温度、湿度或其他参数保持在规定偏差范围内的空间。

[来源：JJF 1101—2019，3.2，有修改]

3.3 稳定状态 steady state of laboratory

实验室工作空间内任意点的温度、湿度或其他参数变化量达到实验室本身性能指标要求时的状态。

[来源：JJF 1101—2019，3.3，有修改]

3.4 温度偏差 temperature deviation

实验室稳定状态下，工作空间各测量点在规定时间内实测最高温度和最低温度与设定温度的上下偏差。

注：温度偏差包含温度上偏差和温度下偏差。

[来源: JJF 1101—2019, 3.4, 有修改]

3.5 湿度偏差 relative humidity deviation

实验室稳定状态下, 工作空间各测量点在规定时间内实测最高湿度和最低湿度与设定湿度的上下偏差。

注: 湿度偏差包含湿度上偏差和湿度下偏差。

[来源: JJF 1101—2019, 3.5, 有修改]

3.6 温度均匀度 temperature uniformity

实验室稳定状态下, 工作空间在某一瞬时任意两测量点温度之间的最大差值。

[来源: JJF 1101—2019, 3.8, 有修改]

3.7 湿度均匀度 relative humidity uniformity

实验室稳定状态下, 工作空间在某一瞬时任意两测量点湿度之间的最大差值。

[来源: JJF 1101—2019, 3.9, 有修改]

3.8 温度波动度 temperature fluctuation

实验室稳定状态下, 在规定的时间内, 工作空间内所有测量点温度随时间变化量的最大值。

[来源: JJF 1101—2019, 3.6, 有修改]

3.9 湿度波动度 humidity fluctuation

实验室稳定状态下, 在规定的时间内, 工作空间内所有测量点湿度随时间变化量的最大值。

[来源: JJF 1101—2019, 3.7, 有修改]

3.10 空态 as-built

实验室的设施已建成, 其服务动力共用设施区接通并运行, 但无实验设备、材料及人员的状态。

[来源: GB 50073—2013, 2.0.25, 有修改]

3.11 静态 at-rest

实验室的设施已建成, 实验设备已经安装完毕, 并按实验室建造合同约定的状态运行, 但无实验人员的状态。

[来源: GB 50073—2013, 2.0.26, 有修改]

3.12 动态 operational

实验室的设施以规定的方式运行, 有规定的人员在场, 并在商定的状态下进行工作的实验室状态。

[来源: GB 50073—2013, 2.0.27, 有修改]

3.13 空气洁净度等级 classification of air cleanliness

以 ISO N 级表示的、实验室内按空气悬浮粒子浓度划分的洁净度水平 (或规定、确定该水平的过程)。空气洁净度等级代表关注粒径粒子的最大允许浓度 (表示为每立方米空气中的粒子个数)。

注: 1 ISO N 级的范围限于 ISO 1 级~ISO 9 级。

2 关注粒径限于 (0.1~5.0) μm 范围。

3 不同行业中的空气洁净度等级可对应 ISO 1 级～ISO 9 级。

[来源：GB/T 25915.1—2010，2.1.4，有修改]

4 概述

恒温恒湿实验室（以下简称实验室）是提供恒定温度、恒定湿度等一种或多种环境参数条件，并且其提供的环境参数条件能够满足实验要求的工作场所。根据提供环境参数条件类别的不同，实验室可以分为恒温实验室和恒温恒湿实验室。

实验室的主要作用是提供所需求的实验条件，以满足检测、科研工作或各种类型实验的需要。空调系统是实验室的重要部分，其主要由空调冷/热源机组、末端空气处理机组、空调送/回风系统、新风系统等部分组成。

5 计量特性

实验室环境参数的计量特性主要包含温度偏差、湿度偏差、温度均匀度、湿度均匀度、温度波动度、湿度波动度、照度、风速、噪声、静压差和空气洁净度等级。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：(15～35)℃；

相对湿度：不大于 85%。

实际工作中，环境条件还应满足测量标准器正常工作的要求。

6.2 校准状态

一般在空态条件下校准，也可根据使用方的使用需求在静态或动态条件下进行校准。

6.3 测量标准及其他设备

6.3.1 温度测量标准

温度测量标准一般采用多通道温度测量装置或具有多点温度测量功能的设备，其技术要求为：

a) 测量范围：应覆盖实验室温度控制的范围；

b) 分辨力：不应低于 0.1℃（当实验室允许温度偏差不低于±0.5℃时，分辨力不应低于 0.01℃）；

c) 扩展不确定度（ $k=2$ ）：不应超过实验室允许温度偏差绝对值的 1/3；

d) 具有 24 h 连续测量和记录能力，各通道应采用同种型号规格的温度传感器。

6.3.2 湿度测量标准

湿度测量标准一般采用多通道湿度测量装置或具有多点湿度测量功能的设备，其技术要求为：

a) 测量范围：应覆盖实验室湿度控制的范围；

b) 分辨力：不应低于相对湿度 0.1%；

c) 扩展不确定度（ $k=2$ ）：不应超过实验室允许湿度偏差绝对值的 1/2；

d) 具有 24 h 连续测量和记录能力, 各通道应采用同种型号规格的湿度传感器。

6.3.3 照度测量仪器

采用(光)照度计测量照度, 测量范围(0~1 000) lx, 准确度等级 1 级, 分辨力 0.1 lx。

6.3.4 风速测量仪器

采用数字风速仪测量风速, 测量范围(0.1~10) m/s, 最大允许误差 $\pm 2\%$ FS, 分辨力 0.1 m/s。

6.3.5 噪声测量仪器

采用(带倍频程分析的)声级计测量 A 声压级噪声, 测量范围(0~100) dB, 准确度等级 2 级, 分辨力 0.1 dB。

6.3.6 静压差测量仪器

采用差压计测量静压差, 测量范围(0.1~50) Pa, 准确度等级 1 级, 分辨力 1.0 Pa。

6.3.7 空气洁净度等级测量仪器

采用激光尘埃粒子计数器测量空气中的粒子浓度, 可测量的粒径大小应包含 0.1 μm 、0.2 μm 、0.3 μm 、0.5 μm 、1.0 μm 和 5.0 μm , 采样量 28.3 L/min, 准确度等级 10 级。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目一般包含实验室的温度偏差、湿度偏差、温度均匀度、湿度均匀度、温度波动度、湿度波动度、照度、风速、噪声、静压差和空气洁净度等级。

可根据设计要求以及使用方的使用需求来确定校准项目。

7.2 温度、湿度的校准

7.2.1 校准点的选择

一般根据实验室使用方的使用需求选择常用的温度、湿度点进行校准。

7.2.2 测量点的数量和位置

测量点的数量和位置可遵循 7.2.2.1、7.2.2.2 以及 7.2.2.3 的规定, 也可根据实验室的实际情况或者使用方的使用需求确定。

7.2.2.1 测量点的数量

测量点的数量应根据实验室的面积大小进行确定。

对于内部结构总体为长方体、长宽比例适中、常规高度的实验室, 可按照以下原则确定:

- a) 实验室面积不超过 20 m^2 时, 应至少布设 5 个温度或温湿度测量点;
- b) 实验室面积为 (20~50) m^2 时, 应至少布设 9 个温度或温湿度测量点;
- c) 实验室面积为 (50~100) m^2 时, 应至少布设 15 个温度或温湿度测量点。

对于内部结构非规则、长宽高特殊以及面积大于 100 m^2 的实验室, 可根据实验室的内部结构或者使用方的使用需求增加测量点数量。

7.2.2.2 测量点的位置

根据 7.2.2.1 确定的测量点的数量，所有测量点应分布在实验室工作空间的 3 个不同高度的水平面上，可称为上层、中层和下层。每个测量点的位置可按照以下原则确定：

a) 上层、中层和下层应满足实验工作的需要。对于所有设备均安装摆放在工作台面上的实验室，上层、中层和下层的高度可确定为 (2.2 ± 0.1) m、 (1.5 ± 0.1) m 和 (0.8 ± 0.1) m，如图 1 所示；对于部分或全部设备安装摆放在地面上的实验室，上层、中层和下层的高度可确定为 (2.2 ± 0.1) m、 (1.5 ± 0.1) m 和 (0.5 ± 0.1) m；也可根据实验室的实际高度以及使用方要求确定。

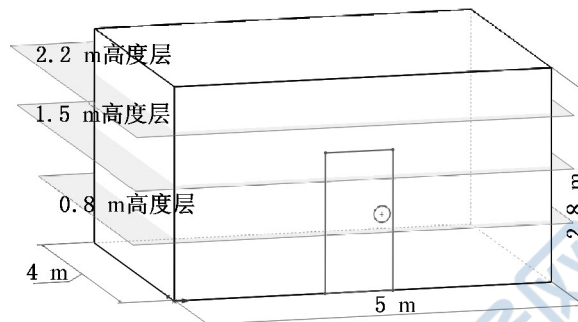


图 1 实验室 3 个水平面示意图

b) 测量点应均匀布设，满足尽量覆盖实验室各个位置的原则。上层、下层一般选取 4 个对角以及平面中心点作为测量点，中层一般选取 4 个棱型点以及平面中心点作为测量点。

c) 中心测量点的位置为实验室 3 个水平面的中心点；其他测量点的位置与实验室内壁的距离为实验室各边长的 $1/10$ 或 0.5 m（二者取大）。

也可根据实验室的内部结构或者使用方的使用需求，增加测量点布设的水平面。

7.2.2.3 测量点的数量和位置的图示说明

根据 7.2.2.1 以及 7.2.2.2 原则确定的测量点的数量和位置，可按照图 2 至图 4 以及附录 C 的示例图来布设温度或温湿度测量点，并说明每个测量点的位置信息。

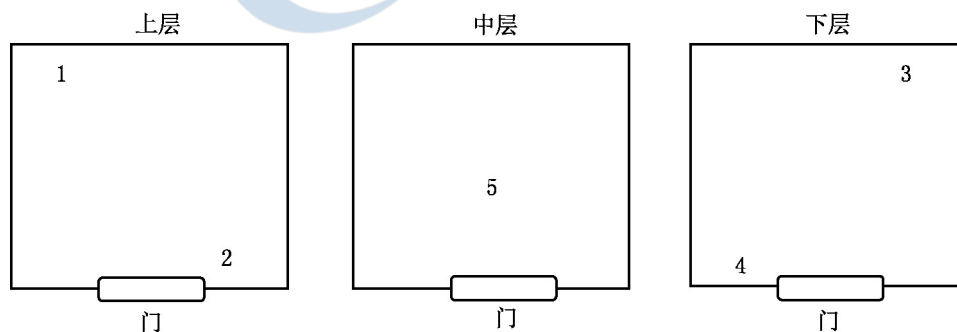


图 2 5 个温度或温湿度测量点的布设示例图

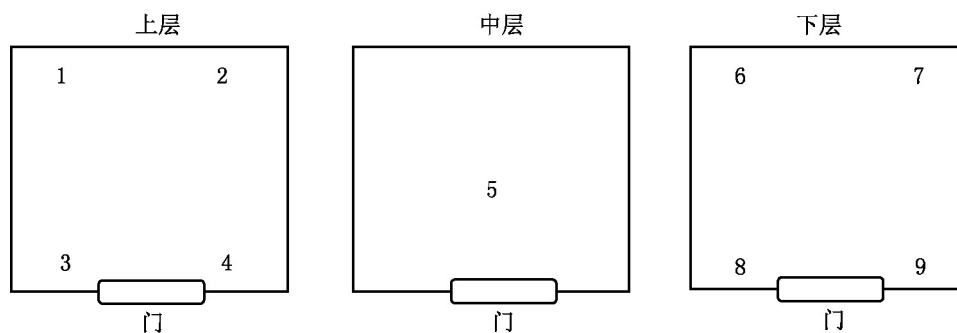


图3 9个温度或温湿度测量点的布设示例图

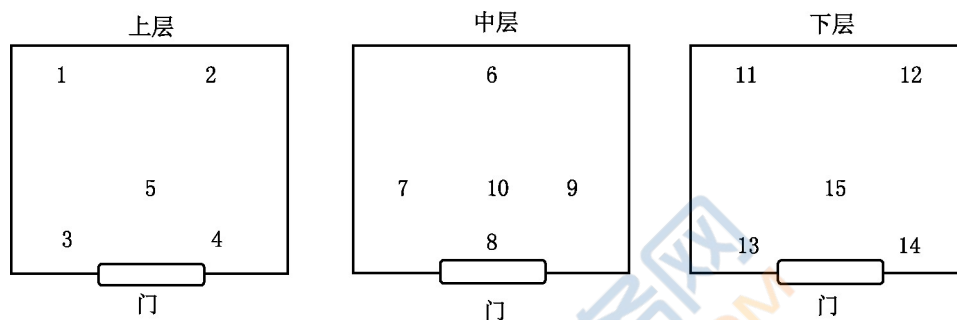


图4 15个温度或温湿度测量点布设示例图

7.2.3 温度、温湿度的测量

按照 7.2.2 规定布设温度或温湿度传感器，待实验室内温度或温湿度达到设定值并稳定后，开始记录各测量点的温度或温湿度值。记录时间间隔为 2 min，一般连续记录 24 h 的数据；若使用中的实验室无法连续记录 24 h，则应至少连续记录 6 h 的数据；也可根据使用方的使用需求确定记录时长。

7.3 照度的测量

照度的测量要求：

- 采用矩形网格的方式进行测量。将测量区域按照 2 m 的边长划分为若干个正方形，在每个正方形网格中心位置布设测量点。
- 每个测量点距离地面 0.8 m，不能产生人为的遮挡。
- 测量时，（光）照度计的感光平面应水平放置，测量该点上的垂直照度。
- 记录每个测量点上的垂直照度值，取最小值作为最终结果。

7.4 风速的测量

风速的测量要求：

- 测量点的布设与照度测量点相同。
- 每个测量点的测量有效时间不应少于 10 s，记录期间的最大值。
- 取所有测量点的最大值作为最终结果。

7.5 噪声的测量

噪声的测量要求：

- 测量时，实验室应为空态或与使用方协商确定的状态，并测量 A 声压级的数据，当有特殊需要时，可采用噪声倍频程的测量和分析。

b) 实验室面积不大于 15 m^2 时, 布设 1 个测量点, 位于实验室的中心位置; 实验室面积大于 15 m^2 时, 再增加 4 个测量点, 位于实验室同一水平面的 4 个对角位置。

c) 每个测量点距离地面高度为 $1.1 \text{ m} \sim 1.5 \text{ m}$, 距离操作者不小于 0.5 m , 距离墙面或其他主要反射面不小于 1 m 。

d) 分别记录每个测量点测得的噪声值, 取最大值作为最终结果。

7.6 静压差的测量

静压差的测量要求:

a) 测量时, 实验室所有的隔断、门窗均应密闭。

b) 由高压向低压, 从平面布置上距门外最远的里房间开始, 依次向外测量。

c) 测量时应注意使测压管的管口不受气流影响。

d) 分别记录各静压差值。

7.7 空气洁净度等级的测量

7.7.1 测量点的数量、位置

a) 测量点的数量

当实验室面积不大于 110 m^2 时, 测量点的数量应符合表 1 的要求; 当实验室的面积大于 110 m^2 时, 可按公式 (1) 确定测量点的个数:

$$m = \sqrt{A/1 \text{ m}^2} \quad (1)$$

式中:

A ——实验室面积, m^2 ;

m ——测量点的个数。

注: m 为整数, 计算结果不为整数时, 采取直接进位原则。

表 1 测量点的个数

实验室面积 A/m^2	$A \leq 6$	$6 < A \leq 12$	$12 < A \leq 20$	$20 < A \leq 30$	$30 < A \leq 42$	$42 < A \leq 56$	$56 < A \leq 72$	$72 < A \leq 90$	$90 < A \leq 110$
测量点的个数 m	2	3	4	5	6	7	8	9	10

b) 测量点的位置

测量点应均匀分布于整个工作空间内, 每个测量点位于距离地面 0.8 m 的水平面上。

7.7.2 采样要求

每个测量点的最少采样时间为 1 min , 测量时实验室内测量人员应穿洁净服, 不能多于 3 人, 测量人员应位于测量点下风侧并远离测量点且保持静止。进行换点测试时动作应轻, 应减少人员对室内洁净度的干扰。

7.7.3 测量次数

当实验室的测量点数不多于 3 个时, 每个测量点的测量次数为 2 次; 当实验室的测量点数多于 3 个时, 每个测量点的测量次数为 1 次。

7.7.4 空气洁净度等级判定

分别记录各测量点上各个粒径的粒子浓度。当测量点个数不超过 9 个时，对各个粒径均应计算每个测量点的平均粒子浓度 [按式 (10) 计算]、全部测量点的平均粒子浓度 [按式 (11) 计算]、全部测量点的平均粒子浓度值的标准差 [按式 (12) 计算] 以及 95% 置信上限值 (UCL) [按式 (13) 计算]，只有当每个测量点的平均粒子浓度值以及 95% 置信上限值 (UCL) 均未超过空气洁净度等级的浓度限值 (见表 2) 时，可认为该实验室已达到规定的空气洁净度等级；当测量点个数超过 9 个时，对各个粒径，只需计算每个测量点的平均粒子浓度值，每个测量点的平均粒子浓度值均未超过表 2 的限值时，即可认为该实验室已达到规定的空气洁净度等级。

7.7.5 空气洁净度等级的浓度限值

不同行业空气洁净度等级的浓度限值可参照表 2，也可由使用方根据使用需求提出。

表 2 空气洁净度等级的浓度限值

ISO 等级 N	各个粒径每个测量点的平均粒子浓度以及 UCL 的限值/ (个/ m^3)					
	0.1 μm	0.2 μm	0.3 μm	0.5 μm	1.0 μm	5.0 μm
ISO 1 级	10	2	—	—	—	—
ISO 2 级	100	24	10	4	—	—
ISO 3 级	1 000	237	102	35	8	—
ISO 4 级	10 000	2 370	1 020	352	83	—
ISO 5 级	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
ISO 6 级	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO 7 级	—	—	—	352 000	83 200	2 930
ISO 8 级	—	—	—	3 520 000	832 000	29 300
ISO 9 级	—	—	—	35 200 000	8 320 000	293 000
注 1. 各等级水平粒子浓度数据的有效数字不应超过 3 位。 2. 表中 “—” 代表没有数值。						

7.8 数据处理

7.8.1 温度数据处理

7.8.1.1 温度偏差

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_s \quad (2)$$

$$\Delta t_{\min} = t_{\min} - t_s \quad (3)$$

式中：

$\Delta t_{\max}$ ——温度上偏差， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\Delta t_{\min}$ ——温度下偏差， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{\max}$ ——全部测量点规定时间内测得的最高温度,℃;

$t_{\min}$ ——全部测量点规定时间内测得的最低温度,℃;

t_s ——实验室设定温度,℃。

7.8.1.2 温度均匀度

$$\Delta t_{ui} = t_{i\max} - t_{i\min} \quad (4)$$

式中:

Δt_{ui} ——第 i 次测得的温度极差值,℃;

$t_{i\max}$ ——第 i 次测得的所有测量点中的最高温度值,℃;

$t_{i\min}$ ——第 i 次测得的所有测量点中的最低温度值,℃。

温度均匀度为全部 Δt_{ui} 中的最大值。

7.8.1.3 温度波动度

实验室内各个测量点实测最高温度与最低温度之差的一半,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。

$$\Delta t_f = \pm \max[(t_{j\max} - t_{j\min})/2] \quad (5)$$

式中:

Δt_f ——温度波动度,℃;

$t_{j\max}$ ——第 j 个测量点实测最高温度值,℃;

$t_{j\min}$ ——第 j 个测量点实测最低温度值,℃。

7.8.2 湿度数据处理

7.8.2.1 湿度偏差

$$\Delta h_{\max} = h_{\max} - h_s \quad (6)$$

$$\Delta h_{\min} = h_{\min} - h_s \quad (7)$$

式中:

$\Delta h_{\max}$ ——相对湿度上偏差,%;

$\Delta h_{\min}$ ——相对湿度下偏差,%;

$h_{\max}$ ——全部测量点规定时间内测得的最高相对湿度,%;

$h_{\min}$ ——全部测量点规定时间内测得的最低相对湿度,%;

h_s ——实验室设定相对湿度,%。

7.8.2.2 湿度均匀度

$$\Delta h_{ui} = h_{i\max} - h_{i\min} \quad (8)$$

式中:

Δh_{ui} ——第 i 次测得的相对湿度极差,%;

$h_{i\max}$ ——第 i 次测得的所有测量点中的最高相对湿度,%;

$h_{i\min}$ ——第 i 次测得的所有测量点中的最低相对湿度,%。

湿度均匀度为全部 Δh_{ui} 中的最大值。

7.8.2.3 湿度波动度

实验室内各个测量点实测最高湿度与最低湿度之差的一半,冠以“±”号,取全部测量点中变化量的最大值作为湿度波动度校准结果。

$$\Delta h_f = \pm \max[(h_{j\max} - h_{j\min})/2] \quad (9)$$

式中：

Δh_f ——相对湿度波动度，%；

$h_{j\max}$ ——第 j 个测量点实测最高相对湿度，%；

$h_{j\min}$ ——第 j 个测量点实测最低相对湿度，%。

7.8.3 空气洁净度数据处理

7.8.3.1 各个粒径每个测量点的平均粒子浓度

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (10)$$

式中：

$\overline{X}$ ——每个测量点的平均粒子浓度，个/ m^3 ；

X_i ——某个测量点单次测量的粒子浓度，个/ m^3 ；

n ——某个测量点的测量次数，次。

7.8.3.2 各个粒径全部测量点的平均粒子浓度

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{j=1}^m \overline{X}_j}{m} \quad (11)$$

式中：

$\overline{\overline{X}}$ ——全部测量点的平均粒子浓度，个/ m^3 ；

$\overline{X}_j$ ——某个测量点的平均粒子浓度，个/ m^3 ；

m ——测量点的个数，个。

7.8.3.3 各个粒径全部测量点的平均粒子浓度值的标准差

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\overline{X}_j - \overline{\overline{X}})^2}{m-1}} \quad (12)$$

式中：

s ——全部测量点的平均粒子浓度的标准差，个/ m^3 。

7.8.3.4 各个粒径全部测量点的平均粒子浓度的 95% 置信上限值

$$\text{UCL} = \overline{\overline{X}} + t \times \frac{s}{\sqrt{m}} \quad (13)$$

式中：

UCL——全部测量点平均粒子浓度的 95% 置信上限值；

t ——分布系数，按表 3 取值。

表 3 95%置信上限值 (UCL) 的 t 分布系数

测量点的个数 m	2	3	4	5	6	7~9
t	6.3	2.9	2.4	2.1	2.0	1.9

8 校准结果表达

经校准的实验室出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

- 标题“校准证书”；
- 实验室名称和地址；
- 进行现场校准的地点；
- 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- 客户的名称和地址；
- 被校对象的描述和明确标识；
- 进行校准的日期；
- 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- 校准环境的描述；
- 校准结果及其测量不确定度的说明；
- 对校准规范的偏离的说明；
- 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- 校准人和核验人签名；
- 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校间隔时间为 1 年。凡在使用过程中空调机组等重要器件经过修理、更换的一般需重新校准。

由于复校间隔时间的长短是由实验室的使用情况、使用方、实验室结构及工程质量等因素所决定，因此用户可根据实际使用情况确定复校时间间隔。

附录 A

恒温恒湿实验室环境参数校准记录参考格式

委托单位：_____ 实验室名称：_____ 证书编号：_____

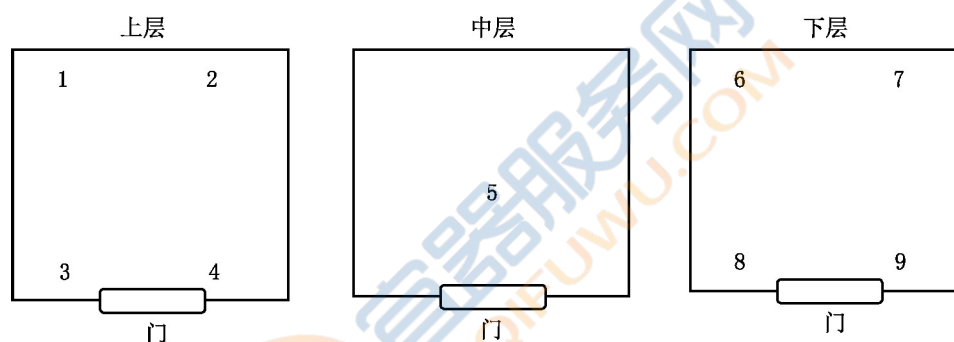
制造厂：_____ 型号规格：_____ 出厂编号：_____

校准地点：_____ 环境温度：_____ °C 环境相对湿度：_____ %

校准依据：_____ 校准状态：_____

标准器名称	设备编号	型号/规格	准确度等级	证书编号	有效期至	溯源机构

1. 温度或温湿度布点分布示意图



测量点 3、8 距实验室工作空间内壁的前壁 _____ m，左壁 _____ m；

测量点 4、9 距实验室工作空间内壁的前壁 _____ m，右壁 _____ m；

测量点 1、6 距实验室工作空间内壁的后壁 _____ m，左壁 _____ m；

测量点 2、7 距实验室工作空间内壁的后壁 _____ m，右壁 _____ m。

2. 温度参数校准记录 温度设定值 _____ °C 单位：°C

序号 i	时间	温度测量点								每 2 min 采样 温度极差 $\Delta t_u = t_{i\max} - t_{i\min}$
		1	2	3	4	5	6	7	...	
1										
2										
3										
⋮										
720										
$t_{j\max}$										—
$t_{j\min}$										—
温度波动度										—
温度上偏差			温度下偏差				温度均匀度			

校准：_____ 核验：_____ 日期：_____

3. 湿度参数校准记录

相对湿度设定值 _____ %

单位：相对湿度 %

序号 i	时间	湿度测量点								每 2 min 采样 湿度极差 $\Delta h_u = h_{i\max} - h_{i\min}$
		1	2	3	4	5	6	7	...	
1										
2										
3										
⋮										
720										
$h_{j\max}$										—
$h_{j\min}$										—
湿度波动度										—
湿度上偏差			湿度下偏差						湿度均匀度	

4. 照度

测量点	1	2	3	4	5	6	...
测量值/ lx							

5. 风速

测量点	1	2	3	4	5	6	...
测量值/(m/s)							

6. 噪声

测量点	1	2	3	4	5	6	...
测量值/[dB(A)]							

7. 静压差

相对位置	××与××					...
测量值/Pa						

校准：_____ 核验：_____ 日期：_____

8. 空气洁净度等级

各个粒径每个测量点的单次粒子浓度测量值记录表

单位：个/ m^3

粒径大小	测量点						
	1		2		3		...
0.1 μm							
0.2 μm							
0.3 μm							
0.5 μm							
1.0 μm							
5.0 μm							

数据处理表

单位：个/ m^3

粒径大小	各个粒径每个 测量点的平均 粒子浓度值	各个粒径全部 测量点的平均 粒子浓度值	各个粒径全部测量 点的平均粒子浓度 值的标准差	各个粒径 UCL 值
0.1 μm				
0.2 μm				
0.3 μm				
0.5 μm				
1.0 μm				
5.0 μm				

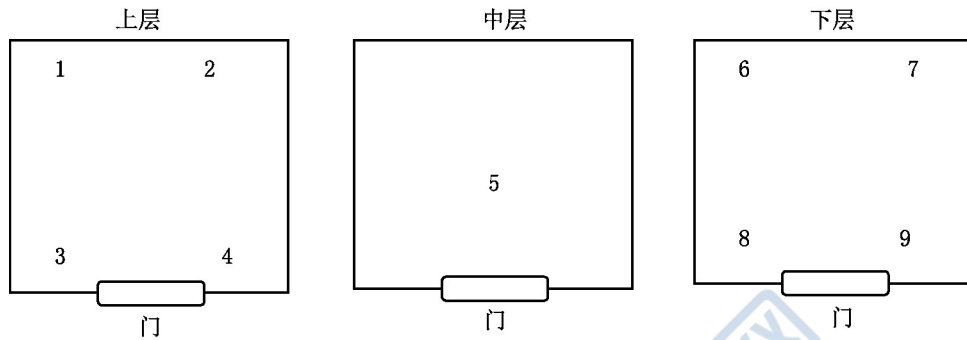
校准：_____ 核验：_____ 日期：_____

附录 B

恒温恒湿实验室环境参数校准证书内页参考格式

校 准 结 果

1. 温度、湿度布点分布示意图



2. 温度校准结果 实验室温度设定值 _____ °C

	上偏差/°C	下偏差/°C	均匀度/°C	波动度/°C
校准结果				
不确定度 $U(k=2)$				

3. 湿度校准结果 实验室相对湿度设定值 _____ %

	上偏差/%	下偏差/%	均匀度/%	波动度/%
校准结果				
不确定度 $U(k=2)$				

4. 其他参数校准结果

	照度/lx	噪声/dB	风速/(m/s)	静压差/Pa	洁净度等级
校准结果					
不确定度 $U(k=2)$					

附录 C

恒温恒湿实验室温度、湿度测量点布设位置示例

C.1 实验室面积为 20 m^2 的布点示例图

实验室面积为 20 m^2 的布点示例图见图 C.1。

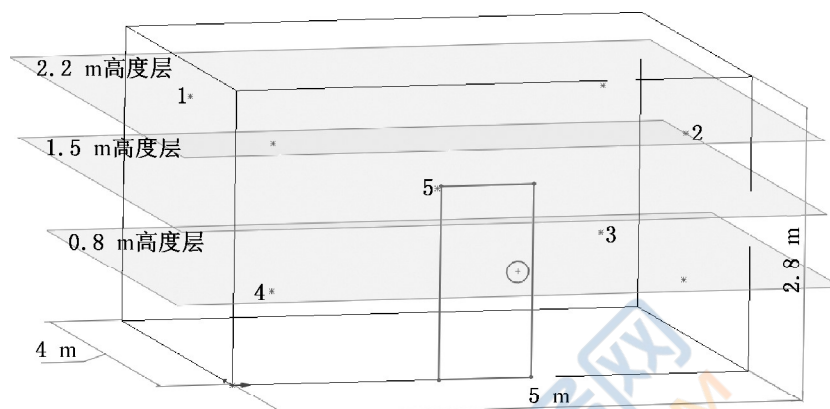


图 C.1 实验室面积为 20 m^2 的布点示例图

C.2 实验室面积为 48 m^2 的布点示例图

实验室面积为 48 m^2 的布点示例图见图 C.2。

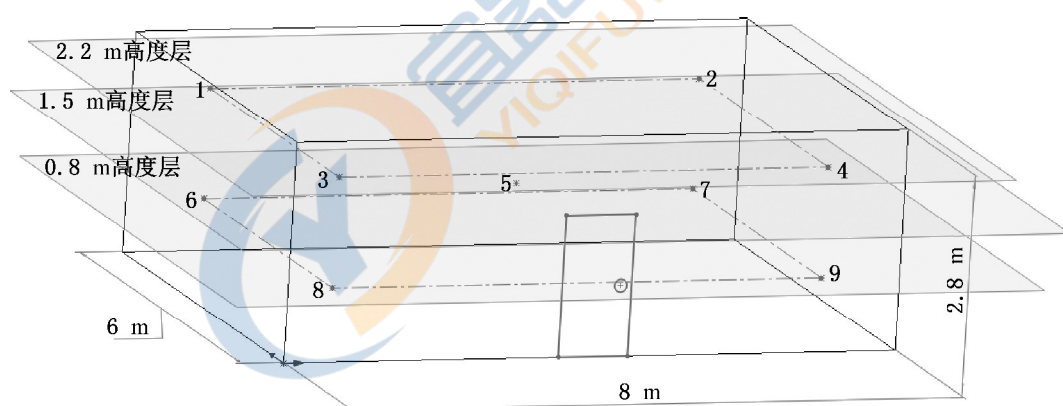
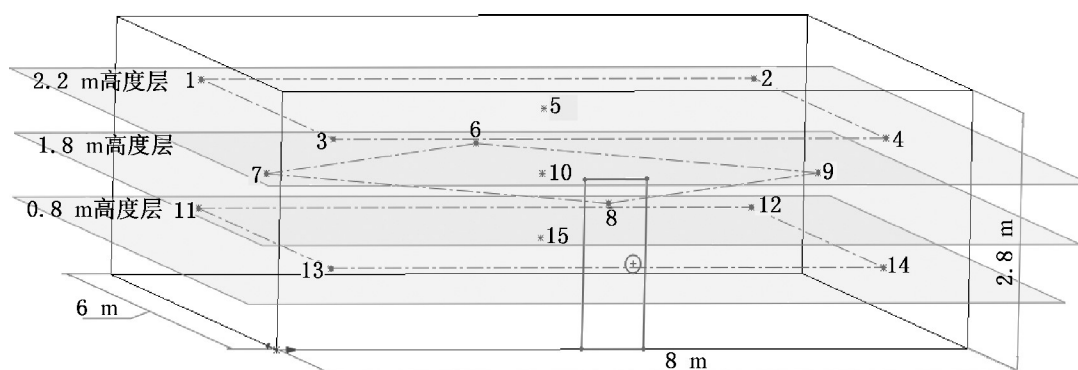


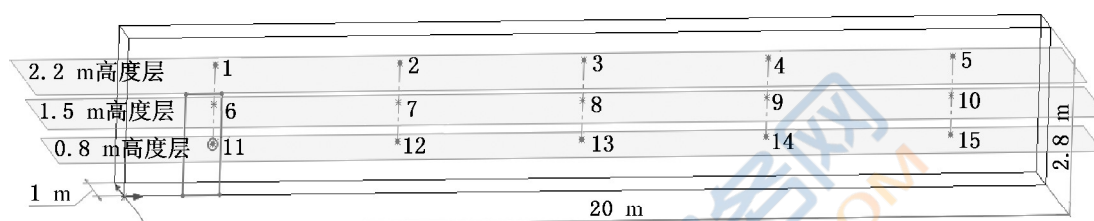
图 C.2 实验室面积为 48 m^2 的布点示例图

C.3 实验室面积为 72 m^2 的布点示例图

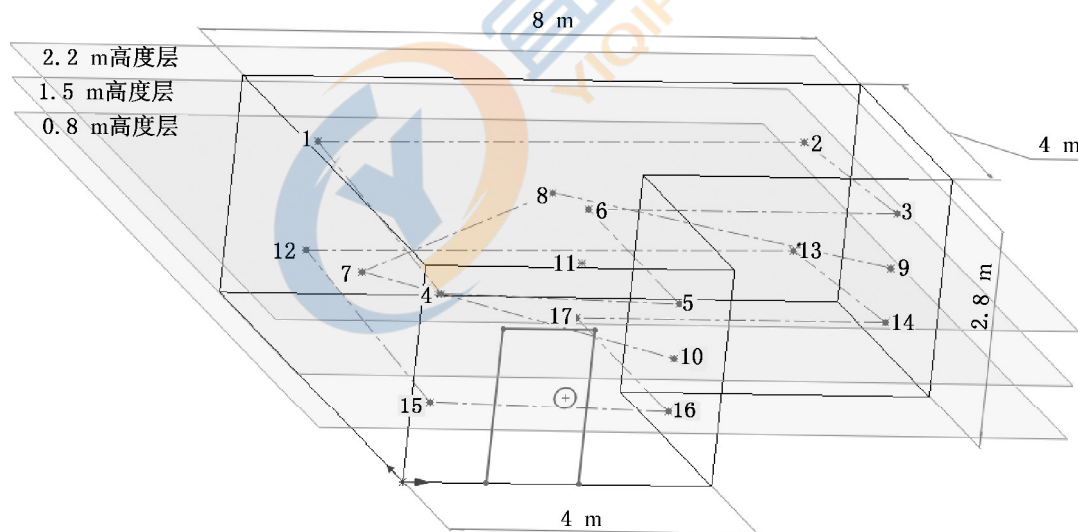
实验室面积为 72 m^2 的布点示例图见图 C.3。

图 C.3 实验室面积为 72 m^2 的布点示例图C.4 实验室面积为 20 m^2 且长宽比大于 5 的实验室布点示例图

实验室面积为 20 m^2 且长宽比大于 5 的实验室布点示例见图 C.4。

图 C.4 实验室面积为 20 m^2 且长宽比大于 5 的实验室布点示例图C.5 实验室面积为 48 m^2 且内部空间非长方体的实验室布点示例图

实验室面积为 48 m^2 且内部空间非长方体的实验室布点示例图见图 C.5。

图 C.5 实验室面积为 48 m^2 且内部空间非长方体的实验室布点示例图

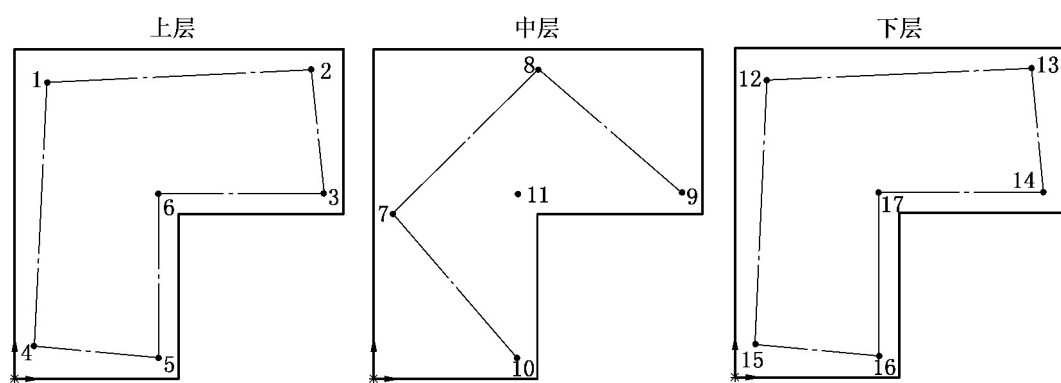


图 C. 5 (续)

附录 D

30 min 和 24 h 温度、湿度稳定性计算方法

需要 30 min 和 24 h 温度、湿度稳定性的按照本附录计算。

D.1 30 min 温度稳定性

同一温度测量点 24 h 内可划分出 48 个 30 min，计算每个测量点每个 30 min 内的 15 次测量值的温度极差。

$$t_j = t_{\max-30\text{ min}} - t_{\min-30\text{ min}} \quad (\text{D.1})$$

式中：

t_j ——第 n 个测量点在第 j 个 30 min 内的温度极差，℃；

$t_{\max-30\text{ min}}$ ——第 n 个测量点在第 j 个 30 min 内测得的最高温度值，℃；

$t_{\min-30\text{ min}}$ ——第 n 个测量点在第 j 个 30 min 内测得的最低温度值，℃。

每个测量点 24 h 内可计算得到 48 个 t_j 值，若实验室布置 n 个温度测量点，则可计算得到 $48n$ 个 t_j 值，取所有 t_j 值中的最大值作为 30 min 温度稳定性。

D.2 24 h 温度稳定性

同一温度测量点 24 h 内可划分出 48 个 30 min，计算每个测量点每个 30 min 的 15 次测量值（每 2 min 测量一次）的平均值，则在每个测量点上得到 48 个温度平均值，计算每个测量点上 48 个温度平均值的极差。

$$t_n = t_{\max-\text{ave}} - t_{\min-\text{ave}} \quad (\text{D.2})$$

式中：

t_n ——第 n 个测量点的 48 个 30 min 温度平均值的极差，℃；

$t_{\max-\text{ave}}$ ——第 n 个测量点测得的 24 h 内 48 个 30 min 温度平均值的最大值，℃；

$t_{\min-\text{ave}}$ ——第 n 个测量点测得的 24 h 内 48 个 30 min 温度平均值的最小值，℃。

若实验室布置 n 个温度测量点，则可计算得到 n 个 t_n 值，取所有 t_n 值中的最大值作为 24 h 温度稳定性。

D.3 30 min 相对湿度稳定性

同一湿度测量点 24 h 内可划分出 48 个 30 min，计算每个测量点每个 30 min 内的 15 次测量值的相对湿度极差。

$$h_j = h_{\max-30\text{ min}} - h_{\min-30\text{ min}} \quad (\text{D.3})$$

式中：

h_j ——第 n 个测量点在第 j 个 30 min 内的相对湿度极差，%；

$h_{\max-30\text{ min}}$ ——第 n 个测量点在第 j 个 30 min 内测得的最高相对湿度，%；

$h_{\min-30\text{ min}}$ ——第 n 个测量点在第 j 个 30 min 内测得的最低相对湿度，%。

每个测量点 24 h 内可计算得到 48 个 h_j 值，若实验室布置 n 个湿度测量点，则可计算得到 $48n$ 个 h_j 值，取所有 h_j 值中的最大值作为 30 min 湿度稳定性。

D.4 24 h 相对湿度稳定性

同一相对湿度测量点 24 h 内可划分出 48 个 30 min，计算每个测量点每个 30 min 的 15 次测量值（每 2 min 测量一次）的平均值，则在每个测量点上得到 48 个相对湿度平均值，计算每个测量点上 48 个平均值的相对湿度极差。

$$h_n = h_{\max-\text{ave}} - h_{\min-\text{ave}} \quad (\text{D.4})$$

式中：

h_n ——第 n 个测量点的 48 个 30 min 相对湿度平均值的极差，%；

$h_{\max-\text{ave}}$ ——第 n 个测量点测得的 24 h 内 48 个 30 min 相对湿度平均值的最大值，%；

$h_{\min-\text{ave}}$ ——第 n 个测量点测得的 24 h 内 48 个 30 min 相对湿度平均值的最小值，%。

若实验室布置 n 个相对湿度测量点，则可计算得到 n 个 h_n 值，取所有 h_n 值中的最大值作为 24 h 相对湿度稳定性。

附录 E

恒温恒湿实验室温度、湿度偏差校准结果不确定度评定示例

E.1 被测对象

恒温恒湿实验室，控制系统温度设定分辨力为 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度设定分辨力为 0.1% ，校准点：温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 60% 。

E.2 测量标准

温湿度测量标准：多路温湿度测量标准装置，温度显示分辨力为 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度显示分辨力为 0.1% ；测量时带修正值使用，温度测量不确定度 $U=0.10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)，相对湿度测量不确定度 $U=1.0\%$ ($k=2$)。

E.3 校准方法

按照本规范对温度、湿度偏差的校准要求，将标准器——多路温湿度测量标准装置温度、湿度传感器按规范测试点要求布置。实验室的设定值为： $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 60% ，开启实验室控制系统。实验室达到设定值并稳定后开始记录各布点温度、湿度值。

E.4 测量模型

E.4.1 温度偏差公式

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_s \quad (\text{E.1})$$

$$\Delta t_{\min} = t_{\min} - t_s \quad (\text{E.2})$$

式中：

$\Delta t_{\max}$ ——温度上偏差， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\Delta t_{\min}$ ——温度下偏差， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{\max}$ ——全部测量点规定时间内测得的最高温度值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{\min}$ ——全部测量点规定时间内测得的最低温度值， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_s ——实验室设定温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

E.4.2 相对湿度偏差公式

$$\Delta h_{\max} = h_{\max} - h_s \quad (\text{E.3})$$

$$\Delta h_{\min} = h_{\min} - h_s \quad (\text{E.4})$$

式中：

$\Delta h_{\max}$ ——相对湿度上偏差， $\%$ ；

$\Delta h_{\min}$ ——相对湿度下偏差， $\%$ ；

$h_{\max}$ ——全部测量点规定时间内测得的最高相对湿度值， $\%$ ；

$h_{\min}$ ——全部测量点规定时间内测得的最低相对湿度值， $\%$ ；

h_s ——实验室设定相对湿度， $\%$ 。

由于上偏差与下偏差来源和数值相同，因此本文仅以温度上偏差和相对湿度上偏差为例进行不确定度分析。

E.5 标准不确定度分量

不确定度来源：被测对象测量重复性引入的标准不确定度分量，标准器分辨力引入的标准不确定度分量，标准器修正值引入的标准不确定度分量，标准器稳定性引入的标准不确定度分量。

E.5.1 温度、湿度测量重复性引入的标准不确定度分量

E.5.1.1 温度测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1 的评定

在 20 °C 校准点，重复测量 10 次，标准偏差 s_1 用下式计算得到：

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}} = 0.025 \text{ } ^\circ\text{C}$$

则 $u_1 = s_1 = 0.025 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

E.5.1.2 相对湿度测量重复性引入的标准不确定度分量 u'_1 的评定

在相对湿度 60% 校准点，重复测量 10 次，标准偏差 s'_1 用下式计算得到：

$$s'_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1}} = 0.27\%$$

则 $u'_1 = s'_1 = 0.27\%$ 。

E.5.2 标准器温度、湿度分辨力引入的标准不确定度分量

E.5.2.1 标准器温度分辨力引入的标准不确定度分量 u_2 的评定

标准器温度分辨力为 0.01 °C，不确定度区间半宽为 0.005 °C，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量：

$$u_2 = \frac{0.005 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ } ^\circ\text{C}$$

E.5.2.2 标准器相对湿度分辨力引入的标准不确定度分量 u'_2 的评定

标准器相对湿度分辨力为 0.1%，不确定度区间半宽为 0.05%，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量：

$$u'_2 = \frac{0.05\%}{\sqrt{3}} = 0.029\%$$

根据以上测量重复性引入的标准不确定度分量与分辨力引入的标准不确定度分量的计算结果，分辨力引入的标准不确定度分量远远小于测量重复性引入的标准不确定度分量，故可忽略不计。

E.5.3 标准器温度、湿度修正值引入的标准不确定度分量

E.5.3.1 标准器温度修正值引入的标准不确定度分量 u_3 的评定

标准器温度修正值的不确定度 $U = 0.10 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($k=2$)，则标准器温度修正值引入的标准不确定度分量：

$$u_3 = U/k = 0.10 \text{ } ^\circ\text{C} / 2 = 0.05 \text{ } ^\circ\text{C}$$

E.5.3.2 标准器湿度修正值引入的标准不确定度分量 u'_3 的评定

标准器相对湿度修正值的不确定度 $U' = 1.0\%$ ($k=2$)，则标准器相对湿度修正值

引入的标准不确定度分量：

$$u'_3 = U'/k = 1.0\%/2 = 0.50\%$$

E.5.4 标准器温度、相对湿度稳定性引入的标准不确定度分量

E.5.4.1 标准器温度稳定性引入的标准不确定度分量 u_4 的评定

标准器相邻两个校准周期温度修正值的最大变化 $0.10\text{ }^\circ\text{C}$ ，按均匀分布考虑，则由此引入的标准不确定度分量：

$$u_4 = \frac{0.10\text{ }^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.06\text{ }^\circ\text{C}$$

E.5.4.2 标准器相对湿度稳定性引入的标准不确定度分量 u'_4 的评定

标准器相邻两个校准周期相对湿度修正值的最大变化 0.50% ，按均匀分布考虑，则由此引入的标准不确定度分量：

$$u'_4 = \frac{0.50\%}{\sqrt{3}} = 0.29\%$$

E.6 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量汇总见表 E.1、表 E.2。

表 E.1 温度上偏差测量标准不确定度分量汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度	备注
u_1	温度测量重复性	$0.025\text{ }^\circ\text{C}$	分辨力引入的标准不确定度分量可忽略
u_2	标准器温度分辨力	$0.0029\text{ }^\circ\text{C}$	
u_3	标准器温度修正值	$0.05\text{ }^\circ\text{C}$	
u_4	标准器温度稳定性	$0.06\text{ }^\circ\text{C}$	

表 E.2 湿度上偏差测量标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度	备注
u'_1	相对湿度测量重复性	0.27%	分辨力引入的标准不确定度分量可忽略
u'_2	标准器相对湿度分辨力	0.029%	
u'_3	标准器相对湿度修正值	0.50%	
u'_4	标准器相对湿度的稳定性	0.29%	

E.7 合成标准不确定度

E.7.1 温度上偏差校准合成标准不确定度 u_c 计算

由于 u_1 ， u_3 ， u_4 互不相关，则合成标准不确定度 u_c 按下式计算得到：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.08\text{ }^\circ\text{C}$$

E.7.2 相对湿度上偏差校准合成标准不确定度 u'_c 计算

由于 u'_1 ， u'_3 ， u'_4 互不相关，则合成标准不确定度 u'_c 按下式计算得到：

$$u'_c = \sqrt{u'^2_1 + u'^2_3 + u'^2_4} = 0.64\%$$

E.8 扩展不确定度定

取包含因子 $k=2$ ，温度上偏差校准不确定度为 $U=k \times u_c=0.16\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

取包含因子 $k=2$ ，相对湿度上偏差校准不确定度为： $U=k \times u'_c=1.3\%$ 。

