

JJF(浙)

浙江省地方计量技术规范

JJF(浙) 1200-2023

冷链物流设施设备温湿度参数 校准规范

Calibration Specification for Temperature and Humidity
Parameters of Cold Chain Logistics Facilities and Equipment

2023-08-08 发布

2023-11-08 实施

浙江省市场监督管理局 发布

冷链物流设施设备温湿度

参数校准规范

Calibration Specification for

Temperature and Humidity Parameters of

Cold Chain Logistics Facilities and Equipment



归口单位：浙江省市场监督管理局

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

参加起草单位：杭州中美华东制药江东有限公司

本规范技术条文由起草单位负责解释

主要起草人：

成英淑（浙江省计量科学研究院）

夏海雷（浙江省计量科学研究院）

熊玉亭（浙江省计量科学研究院）

陈慧云（浙江省计量科学研究院）

参加起草人：

郭晓炜（浙江省计量科学研究院）

邵贝贝（杭州中美华东制药江东有限公司）

徐 隽（浙江省计量科学研究院）

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	1
4 概述.....	2
5 计量特性.....	3
6 校准条件.....	3
6.1 环境条件.....	3
6.2 负载条件.....	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 数据处理.....	6
8 校准结果表达.....	8
9 复校时间间隔.....	9
附录 A 冷链物流设备开门作业时间及断电保温时间的测量方法.....	10
附录 B 冷链物流设备温度、湿度偏差校准结果不确定度评定示例.....	11
附录 C 校准证书内页参考格式.....	11

引 言

本规范依据 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》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编制。
本规范为首次制定。

冷链物流设施设备温湿度参数校准规范

1 范围

本规范适用于冷链物流设施设备中温度范围（-30~30）℃、湿度范围（30~95）% RH 的冷库及冷链运输车辆温湿度参数的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1101 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

GB/T 18517 制冷术语

GB/T 28577 冷链物流分类与基本要求

GB 31605 食品安全国家标准食品冷链物流卫生规范

GB/T 34399 医药产品冷链物流温控设施设备验证性能确认技术规范

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）适用本规范。

3 术语

3.1 冷链物流 cold chain logistics

以冷冻工艺为基础、制冷技术为手段，使冷链物品从生产、流通、销售到消费者的各个环节中始终处于规定的环境条件下，以保证冷链物品质量，减少冷链物品损耗的物流活动。

3.2 冷库 cold store

人工制冷条件下，贮藏货物及其配套的建筑（构）物。包括库房、制冷机房、变配电间等。

3.3 冷链运输车辆 refrigerated transport vehicles

用于运输的具有冷源和隔热车体的汽车。

3.4 有效工作空间 efficient working space

冷链物流设施设备中能将规定的温湿度参数保持在规定偏差范围内的空间。

3.5 温度偏差 temperature deviation

稳定状态下，有效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。温度偏差包含温度上偏差和温度下偏差。

3.6 湿度偏差 humidity deviation

稳定状态下，有效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。湿度偏差包含湿度上偏差和湿度下偏差。

3.7 温度波动度 temperature fluctuation

稳定状态下，在规定的时间内，有效工作空间各个测量点实测最高温度与最低温度之差的一半的最大值。

3.8 湿度波动度 humidity fluctuation

稳定状态下，在规定的时间内，有效工作空间各个测量点实测最高湿度与最低湿度之差的一半的最大值。

3.9 温度均匀度 temperature uniformity

稳定状态下，有效工作空间任意两测量点温度之间的最大差值。

3.10 湿度均匀度 humidity uniformity

稳定状态下，有效工作空间任意两测量点湿度之间的最大差值。

3.11 开门作业时间 time of door opening operation

冷链物流设施设备门全开作业时，有效工作空间内最先超出温度范围上限的测量点所经历的时间。

3.12 断电保温时间 power off time

冷链物流设施设备断电后，有效工作空间内最先超出温度范围上限（或根据使用方实际要求确定的温度上限）的测量点所经历的时间。

4 概述

冷链物流设施设备通常包含冷库及冷链运输车辆等，其作用是提供满足冷链物品贮存或运输要求的适当环境条件，确保冷链物品保持完好的性状和性能。

冷库主要用于冷链物品在加工、生产、运输前后的批量贮存。冷库内部容积较大，可贮存各种生鲜食品、药品、农产品等冷链物品，组成结构包括库房、制冷机房、变配电间等。

冷链运输车辆主要用于冷链物品的运输，组成结构包括冷源和隔热车体等。

5 计量特性

冷链物流设施设备（含冷库、冷链运输车辆）温湿度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，其技术要求主要依据使用方与冷链物流设施设备的设计施工方所签订技术协议，或者由使用方根据使用需求提出。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度通常选择本地区高温或低温等极端外部环境条件进行校准。

冷链制冷设备周围应避免其他冷、热源影响，环境条件还应满足测量标准器正常使用的要求。

6.2 负载条件

根据用户需要可在空载、满载或实际常用负载条件下进行校准，校准时应说明负载的情况。

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：

- (1) 测量范围：应覆盖工作空间温度控制的范围；
- (2) 分辨力：不应低于 0.1 °C；
- (3) 具有 48h 以上连续测量和记录能力。

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：

- (1) 测量范围：应覆盖工作空间湿度控制的范围；
- (2) 分辨力：不应低于 0.1%RH；

(3) 具有 48h 以上连续测量和记录能力。

标准器设备配置见表1。

表1 标准器及技术指标一览表

标准器	主要技术指标	备注
温度测量标准	(0~40) °C, MPE: ±0.5 °C; (-30~0) °C, MPE: ±1.0 °C	可选用温湿度记录仪或带有记录功能并能满足技术指标要求的其他温湿度测量设备
湿度测量标准	(0~100) %RH, MPE: ±5.0%RH	

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目一般包含工作空间的温度偏差、湿度偏差、温度均匀度、湿度均匀度、温度波动度、湿度波动度。

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

(1) 测量点的数量和位置应根据工作空间大小确定，负载条件分为空载、满载和实际常用负载。不同冷链物流设施设备的温湿度测量点要求不同，具体布点要求参见表2；

(2) 对于内部结构总体为长方体、长宽比例适中、常规高度的冷库，参照库区A要求确定测量点；

对于内部结构非规则、长宽高特殊以及面积大于1000 m²的冷库，参照库区B要求确定测量点；

(3) 大型冷藏车或集装箱可参照库区A要求确定测量点。

可根据使用方的实际使用需求增加或减少测量点数量。

表 2 冷链物流设施设备温湿度测量点布置要求

冷链设备		风机位置布点	空间均匀布点	特殊位置布点
库区	A	冷风机入口测量点在距风机叶片或蒸发器外侧 100 mm 处均布 3 个； 冷风机出口测量点在距风机叶片或蒸发器外侧 100 mm 处均布 3 个。	库内均匀度测量点不小于 9 个，库内各角及中心位置均需布置测量点，每两个测量点的水平间距不大于 5 m，垂直间距不超过 2 m；每一测量点离壁距离不小于 100 mm。	库门、进/出风口等位置均匀分布 5 个测量点； 库房中每组货架或建筑结构的风向死角位置至少布置 3 个测量点； 冷库温湿度监测系统传感器位置设置 1 个测量点； 冷库内其他对温湿度有影响的设施设备周围至少布置 1 个测量点。
	B	冷风机入口测量点在距风机叶片或蒸发器外侧 100 mm 处均布 3 个； 冷风机出口测量点在距风机叶片或蒸发器外侧 100 mm 处均布 3 个。	库内均匀度测量点不小于 27 个，库内各角及中心位置均需布置测量点，每两个测量点的水平间距不大于 10 m，垂直间距不超过 2 m；每一测量点离壁距离不小于 500 mm。	库门、窗、进/出风口等位置均匀分布 5 个测量点； 库房中每组货架或建筑结构的风向死角位置至少布置 3 个测量点； 冷库温湿度监测系统传感器位置设置 1 个测量点； 若为多层立体库，每层货架均需布点，至少均匀分布 5 个测量点； 冷库内其他对温湿度有影响的设施设备周围至少布置 1 个测量点。
中小型冷藏车		冷风机入口测量点在距风机叶片或蒸发器外侧 100 mm 处设置 1 个； 冷风机出口测量点在距风机叶片或蒸发器外侧 100 mm 处均布 1 个。	箱内均匀度测量点不小于 9 个，箱内各角及中心位置均需布置测量点，每两个测量点的水平间距不大于 2 m，垂直间距不超过 2m；每一测量点离壁距离不小于 100 mm。	箱门距离顶部中间位置和离门内壁 100 mm~150 mm 处均匀分布 5 个测量点； 箱内温湿度监测系统传感器位置设置 1 个测量点。

注：

- (1) 应确保测量点均布设在货位上或货物可能存放的位置；
- (2) 温湿度记录仪数据采集间隔应不低于 5 min/次，温度超标时记录间隔不超过 2 min/次；

7.2.3 温湿度的测量

按照 7.2.2 规定布设温度或温湿度传感器,待冷链物流设施设备的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 5 min,实际测量时间根据用户需求而定。药品领域常规要求冷库持续测量时间不低于 48 h;冷藏车辆的持续测量时间至少为 5 h,也可按照实际移动运输时间而定。

开门作业时间及断电保温时间的测量方法参见附录 A。

7.3 数据处理

7.3.1 温度数据处理

7.3.1.1 温度偏差:

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_S \quad (1)$$

$$\Delta t_{\min} = t_{\min} - t_S \quad (2)$$

式中:

Δt_{\max} —— 温度上偏差, °C;

Δt_{\min} —— 温度下偏差, °C;

t_{\max} —— 全部测量点规定时间内测得的最高温度值, °C;

t_{\min} —— 全部测量点规定时间内测得的最低温度值, °C;

t_S —— 冷链物流设施设备设定温度值, °C。

7.3.1.2 温度均匀度:

$$\Delta t_u = \max[t_{i\max} - t_{i\min}] \quad (3)$$

式中:

Δt_u —— 温度均匀度, °C;

$t_{i\max}$ —— 第 i 次测得的所有测量点中的最高温度值, °C;

$t_{i\min}$ —— 第 i 次测得的所有测量点中的最低温度值, °C。

7.3.1.3 温度波动度

工作空间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。

$$\Delta t_f = \pm \max[(t_{j\max} - t_{j\min})/2] \quad (4)$$

式中：

Δt_f ——温度波动度，°C；

$t_{j\max}$ ——第 j 个测量点实测最高温度值，°C；

$t_{j\min}$ ——第 j 个测量点实测最低温度值，°C。

7.3.2 湿度数据处理

7.3.2.1 湿度偏差：

$$\Delta h_{\max} = h_{\max} - h_s \quad (5)$$

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

式中：

Δh_{\max} ——湿度上偏差，%RH；

Δh_{\min} ——湿度下偏差，%RH；

h_{\max} ——全部测量点规定时间内测得的最高湿度值，%RH；

h_{\min} ——全部测量点规定时间内测得的最低湿度值，%RH；

h_s ——冷链物流设施设备设定湿度值，%RH。

7.3.2.2 湿度均匀度：

$$\Delta h_u = \max[h_{i\max} - h_{i\min}] \quad (7)$$

式中：

Δh_u ——湿度均匀度，%RH；

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

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

7.3.2.3 湿度波动度

冷链物流设施设备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。

$$\Delta h_f = \pm \max[(h_{j\max} - h_{j\min})/2] \quad (8)$$

式中：

Δh_f ——湿度波动度，%RH；

$h_{j\max}$ ——第 j 个测量点实测最高湿度值，%RH；

$h_{j\min}$ ——第 j 个测量点实测最低湿度值，%RH。

8 校准结果表达

经校准的冷链物流设施设备出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 冷链物流设施设备名称；
- c) 进行现场校准的地点；
- 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；
- 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；
- 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) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- n) 校准人和核验人签名；
- o) 校准结果仅对被校对象有效性的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

校准证书及内页格式见附录 C。

9 复校时间间隔

送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。一般情况下，建议复校时间间隔为一年。

附录 A

冷链物流设施设备开门作业时间及断电保温时间的测量方法

A.1 开门作业时间

将冷链物流设施设备作业入口的门全开，同时启动电子秒表和标准器记录功能，标准器记录时间间隔为1min/次，直到冷链物流设施设备有效工作空间内第一个测量点温度超出设定温度范围上限为止，记录电子秒表的读数。

A.2 断电保温时间

将冷链物流设施设备断电并同时启动电子秒表和标准器记录功能，标准器记录时间间隔为1min/次，直到冷链物流设施设备有效工作空间内第一个测量点温度超出设定温度范围上限为止（或根据使用方实际要求确定记录时长），记录电子秒表的读数。

附录 B

冷链物流设施设备温度、湿度偏差校准结果不确定度评定示例

B.1 被测对象

冷藏库区, 控制系统温度设定分辨力为 0.1 °C, 湿度设定分辨力为 0.1 %RH, 校准点: 温度 5°C, 湿度 60 %RH。

B.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 0.1 °C, 湿度显示分辨力为 0.1 %RH; 测量时带修正值使用, 温度测量不确定度 $U=0.10$ °C ($k=2$), 湿度测量不确定度 $U=1.0$ %RH ($k=2$)。

B.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量点要求布置。冷藏库区的设定值为: 5°C, 60 %RH, 开启冷库控制系统, 库区达到设定值并稳定后开始记录各测量点温度、湿度值。

B.4 测量模型

B.4.1 温度偏差公式

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_s \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

$$\Delta t_{\min} = t_{\min} - t_s \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

Δt_{\max} ——温度上偏差, °C;

Δt_{\min} ——温度下偏差, °C;

t_{\max} ——全部测量点规定时间内测得的最高温度值, °C;

t_{\min} ——全部测量点规定时间内测得的最低温度值, °C;

t_s ——冷链物流设施设备设定温度, °C。

B.4.2 湿度偏差公式

$$\Delta h_{\max} = h_{\max} - h_s \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

$$\Delta h_{\min} = h_{\min} - h_s \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

Δh_{\max} ——湿度上偏差, %RH;

Δh_{\min} ——湿度下偏差, %RH;

h_{\max} ——全部测量点规定时间内测得的最高湿度值, %RH;

h_{\min} ——全部测量点规定时间内测得的最低湿度值, %RH;

h_s ——冷链物流设施设备设定湿度, %RH。

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

B.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。

B.5.1 温度、湿度测量重复性引入的标准不确定度分量

B.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 5°C 校准点, 重复测量 10 次, 标准偏差 s_1 用下式计算得到:

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.040 \text{ } ^\circ\text{C}$$

则 $u_1 = s_1 = 0.040 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

B.5.1.2 湿度测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1' 的评定

在 60 %RH 校准点, 重复测量 10 次, 标准偏差 s_1' 用下式计算得到:

$$s_1' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} = 0.31 \text{ } \%RH$$

则 $u_1' = s_1' = 0.31 \%RH$ 。

B.5.2 标准器温度、湿度分辨力引入的标准不确定度分量

B.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 0.1°C ，不确定度区间半宽 0.05°C ，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量：

$$u_2 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029^\circ\text{C}$$

B.5.2.2 标准器湿度分辨力引入的标准不确定度分量 u_2' 的评定

标准器湿度分辨力为 $0.1 \%RH$ ，不确定度区间半宽 $0.05 \%RH$ ，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量：

$$u_2' = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \%RH$$

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。

B.5.3 标准器温度、湿度修正值引入的标准不确定度分量

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

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

B.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

标准器湿度修正值的不确定度 $U' = 1.0 \%RH$ ($k = 2$)，则标准器湿度修正值引入的标准不确定度分量：

$$u_3' = U' / k = 1.0 / 2 = 0.50 \%RH$$

B.5.4 标准器温度、湿度稳定性引入的标准不确定度分量

B.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°C ，按均匀分布考虑，则由此引入的标准不确定度分量：

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

B.5.4.2 标准器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湿度修正值的最大变化 0.50 %RH，按均匀分布考虑，则由此引入的标准不确定度分量：

$$u_4' = \frac{0.50}{\sqrt{3}} = 0.29 \text{ } \%RH$$

B.6 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量汇总表表 B.1、表 B.2。

表 B.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	0.040 $^\circ\text{C}$	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	0.029 $^\circ\text{C}$	
u_3	标准器温度修正值	0.05 $^\circ\text{C}$	
u_4	标准器温度稳定性	0.06 $^\circ\text{C}$	

表 B.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'	湿度测量重复性	0.31 %RH	分辨力引入的标准不确定度分量可忽略。
u_2'	标准器湿度分辨力	0.029 %RH	
u_3'	标准器湿度修正值	0.50 %RH	
u_4'	标准器湿度的稳定性	0.29 %RH	

B.7 合成标准不确定度

B.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 相互独立，互不相关，则合成标准不确定度 u_c 按下式计算

得到：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.09 \text{ } ^\circ\text{C}$$

B.7.2 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 相互独立，互不相关，则合成标准不确定度 u'_c 按下式计算得到：

$$u'_c = \sqrt{u_1'^2 + u_3'^2 + u_4'^2} = 0.66 \text{ \%RH}$$

B.8 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，温度上偏差校准不确定度为 $U = k \times u_c = 0.18 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

取包含因子 $k=2$ ，湿度上偏差校准不确定度为： $U = k \times u'_c = 1.4 \text{ \%RH}$ 。

B.9 不确定度报告

不确定度报告的表示形式见表 B.3。

表 B.3 校准不确定度报告

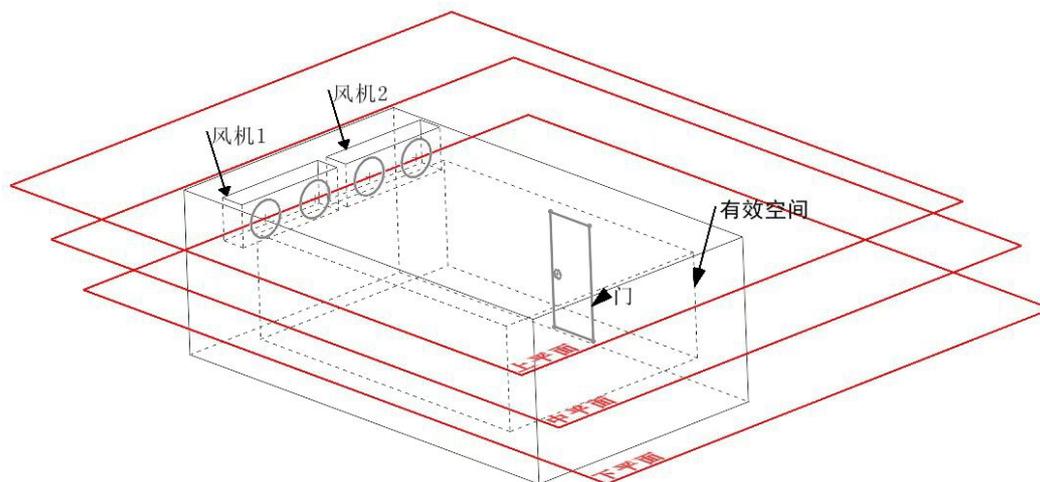
温度上偏差 $\Delta t_{\max} = 0.7^\circ\text{C}$ ， $U = 0.2^\circ\text{C}$ ($k=2$)。
湿度上偏差 $\Delta h_{\max} = 1.5 \text{ \%RH}$ ， $U = 1.4 \text{ \%RH}$ ($k=2$)。

附录 C

校准证书内页参考格式

校准结果

C.1 冷链物流设施设备有效空间示意图



C.2 温度校准结果

冷链物流设施设备温度设定值 _____ °C 负载条件: _____ 环境条件: _____

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

C.3 湿度校准结果

冷链物流设施设备湿度设定值 _____ %RH 负载条件: _____ 环境条件: _____

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

C.4 其他参数校准结果 负载条件：_____ 环境条件：_____

	开门作业时间 (s)	断电最大时长 (s)
校准结果		
