

**中华人民共和国工业和信息化部发布**

2022－XX－XX实施

实施

2022－XX－XX发布

发布

家用及类似用途空气源热泵（冷水）机组能源效率检测装置校准规范

**Calibration Specification for energy efficiency detection device of household and similar air source heat pump (chiller) units**

**（报批稿）**

**JJF**（轻工）XXX-2022

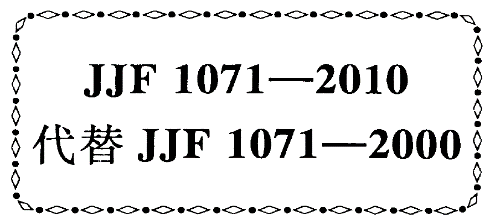
中华人民共和国工业和信息化部

轻工计量技术规范

(轻工）

家用及类似用途空气源热泵（冷水）机组能源效率检测装置校准规范

**Calibration Specification for energy efficiency detection device of household and similar air source heat pump (chiller) units**



JJF(轻工)XXX-2022

归 口 单 位： 中国轻工业联合会

主要起草单位： 中国家用电器研究院

中国计量科学研究院

河南省计量科学研究院

参加起草单位： 中家院（北京）检测认证有限公司

青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司

江苏中科君达物联网股份有限公司

青岛海尔新能源电器有限公司

本规范由主要起草单位负责解释

本规范主要起草人：

曹瑞林（中国家用电器研究院）

张海云（中国计量科学研究院）

丁 力（河南省计量科学研究院）

参加起草人：

张子祺（中家院（北京）检测认证有限公司）

苑 欣（中国家用电器研究院）

孟凡刚（青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司）

李立顺（江苏中科君达物联网股份有限公司）

崔培龙（青岛海尔新能源电器有限公司）

目 录

引言 …………………………………………………………………………………………(Ⅳ)

1 范围………………………………………………………………………………………（1）

2 引用文件…………………………………………………………………………………（1）

3 术语和定义………………………………………………………………………………（1）

4 概述………………………………………………………………………………………（2）

5 计量特性…………………………………………………………………………………（2）

5.1 温度测量系统…………………………………………………………………………（2）

5.2 湿度测量系统…………………………………………………………………………（2）

5.3 压力测量系统…………………………………………………………………………（3）

5.4 电参数测量系统………………………………………………………………………（3）

5.5 流量测量系统…………………………………………………………………………（3）

5.6试验工况………………………………………………………………………………（3）

6 校准条件…………………………………………………………………………………（4）

6.1 环境条件………………………………………………………………………………（4）

6.2 测量标准及其他设备…………………………………………………………………（4）

7 校准项目和校准方法……………………………………………………………………（5）

7.1 校准项目………………………………………………………………………………（5）

7.2 校准方法………………………………………………………………………………（6）

8 校准结果表达…………………………………………………………………………（13）

9 复校时间间隔…………………………………………………………………………（14）

附录A校准结果不确定度评定示例……………………………………………………（15）

附录B校准原始记录格式（参考件）…………………………………………………（25）

附录C 校准证书内页格式（参考件）…………………………………………………（28）

# 引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2018《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2019《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范的附录A“校准结果不确定度评定示例”、附录B“校准原始记录格式（参考件）”、附录C“校准证书内页格式（参考件）”均为资料性附录。

本规范为首次制定。

家用及类似用途空气源热泵（冷水）机组能源效率

检测装置校准规范

1 范围

本规范适用于家用和类似用途热泵热水器、空气源热泵机组、水源热泵机组能源效率测试用检测装置（以下简称“检测装置”）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 23137 家用和类似用途热泵热水器

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 术语和定义

3.1温度测量系统measuring system of temperature

由温度传感器、信号变换器、数据采集单元、数据显示单元等组成，具有温度测量、显示、存储等功能的系统。

3.2湿度测量系统 measurement system of humidity

由湿度传感器、信号变换器、数据采集单元、数据显示等单元组成，具有湿度测量、显示、存储等功能的系统。

3.3压力测量系统measuring system of pressure

由压力变送器、数字指示调节仪、数据采集、数据显示等单元组成，具有压力测量、显示、存储等功能的系统。

3.4电参数测量系统 measuring system of electrical parameter

由电功率计、电流互感器和数据显示等单元组成，具有电参数测量、显示、存储等功能的系统。

3.5流量测量系统measurement system of flow

由流量计、数字指示调节仪、数据采集单元、数据显示单元等组成，具有流量测量、显示和存储功能的系统。

3.6试验工况test conditions

在特定的试验条件下，样机所处的试验环境条件，包括环境温度、环境湿度、环境风速等。

4 概述

检测装置是一种集成了多种物理参数的综合测量系统，用于测量热泵热水器、热泵机组制热性能、耗电量、能效比等参数的试验装置，通过空气处理机组和水处理系统为被测热泵热水器、热泵机组提供稳定的运行工况，通常配有温度测量系统、湿度测量系统、压力测量系统、电参数测量系统、流量测量系统等，主要计量仪器包括数字功率计、电磁流量计、工业铂热电阻、热电偶和压力变送器等，通过采集功率、流量、温度、压力等参数从而计算得到被测热泵热水器、热泵机组的制热性能、耗电量、能效比及其他各项性能指标。

5 计量特性

5.1 温度测量系统

温度测量系统的典型测量范围和最大允许误差见表1。

表1 温度测量系统的典型测量范围与最大允许误差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 典型测量范围 | 最大允许误差 |
| 干球温度 | -25℃~43℃ | ±0.2℃ |
| 湿球温度 | 0℃~43℃ | ±0.2℃ |
| 进出水温度 | 5℃~60℃ | ±0.1℃ |
| 热电偶 | -50℃~150℃ | ±0.5℃ |
| 注：测量湿球温度时，空气取样装置中铂电阻周围的空气流速应不小于5m/s。 | | |

### 5.2湿度测量系统

湿度测量系统的典型测量范围和最大允许误差见表2。

表2湿度测量系统的典型测量范围与最大允许误差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 典型测量范围 | 最大允许误差 |
| 湿度 | 30%RH ~90%RH | ±5% RH |

### 5.3压力测量系统

压力测量系统的典型测量范围和最大允许误差见表3。

表3压力测量系统的典型测量范围与最大允许误差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 典型测量范围 | 最大允许误差 |
| 出风静压 | -100Pa~100Pa | ±2.0 Pa |
| 喷嘴前后压差 | 0 Pa~1000 Pa | ±5.0 Pa |
| 喷嘴前压力 | -1000 Pa~1000 Pa | ±5.0 Pa |
| 水压差 | 0 kPa~300kPa | ±0.2%FS |
| 大气压力 | 90 kPa~110 kPa | ±0.2 kPa |
| 冷媒压力 | 0 MPa~20MPa | ±0.2%FS |

### 5.4电参数测量系统

电参数测量系统的典型测量范围和最大允许误差见表4。

表4电参数测量系统的典型测量范围与最大允许误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 典型测量范围 | 最大允许误差/准确度等级 |
| 电参数  （单相或多相中的一相） | 交流电压 | 80V~300V | ±0.3% |
| 交流电流 | 0.01A~40A | ±0.3% |
| 交流功率 | 0.5W～10000W | ±0.5% |
| 频率 | 50Hz、60Hz | ±0.3% |
| 电流互感器 | 一次电流：5 A ~200A  二次电流：5A、1A或100mA | 0.2级或以上等级 |

### 5.5流量测量系统

流量测量系统的典型测量范围和最大允许误差见表5。

表5流量测量系统的典型测量范围与最大允许误差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 典型测量范围 | 最大允许误差 |
| 水流量 | 0.2 m³/h～40m³/h | ±0.5% |

### 5.6试验工况

试验工况的典型测量范围和最大允许误差见表6。

表6试验工况的典型测量范围与最大允许误差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 典型测量范围 | 最大允许误差 |
| 温度偏差 | -25℃～43℃ | ±0.5℃ |
| 温度均匀度 | ±2.0℃ |
| 温度波动度 | ±0.5℃ |
| 湿度偏差 | 25%RH～75%RH | ±5%RH |
| 湿度均匀度 | ±5%RH |
| 湿度波动度 | ±3%RH |
| 工况风速 | —— | ≤0.5m/s |

6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1环境温度：（5～35）℃。

6.1.2环境湿度：不超过80%RH。

6.1.3大气压力：（86～106）kPa。

6.1.4 供电电源应满足如下条件：

1. 电源电压：三相交流应在（380±38）V之内，单相交流应在（220±22）V之内；
2. 电源频率：应在（50±0.5）Hz之内。

6.1.5工作区域无明显空气对流、机械振动和电磁干扰。

6.1.6当校准用设备对环境条件另有要求时，应满足其规定要求。

### 6.2测量标准及其他设备

对检测装置校准时，选用表7所列设备。

表7 主要校准设备一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 仪器、设备名称 | 技术要求 | 用途 |
| 1 | 标准铂电阻温度计 | 二等 | 测量温度参考值 |
| 2 | 电测设备 | 测量范围与标准铂电阻温度计相适应；  0.005 级及以上等级 | 与标准铂电阻温度计配套使用 |
| 3 | 恒温槽 | 控温范围与被校温度测量系统相适应，均匀性不超过0.01℃，波动性不超过0.02℃/10min | 温度源 |
| 4 | 风速仪 | 测量范围：0.2m/s～15 m/s；  最大允许误差：±3% | 测量湿球铂电阻周围风速以及试验工况风速 |
| 5 | 压力标准器 | 压力范围覆盖被校压力测量系统；  最大允许误差：±0.05% | 提供标准压力信号 |
| 6 | 功率标准表或功率标准源 | 电参数的测量或输出范围覆盖被校数字功率计的测量范围；  交流电压、交流电流测量或输出最大允许误差：±0.10%，功率测量或输出最大允许误差：±0.15% | 测量电参数参考值或向数字功率计提供标准电压、电流及功率 |
| 7 | 负载 | 负载容量与被校功率测量系统相适应 | 提供稳定的负载 |
| 8 | 露点仪 | 湿度测量范围：25%RH～90%RH；  最大允许误差：±2.0%RH | 测量湿度参考值 |
| 9 | 湿度发生器 | 湿度控制范围：25%RH～90%RH；  测量腔均匀性不超过1.0%RH  测量腔稳定性不超过0.5%RH | 湿度源 |
| 10 | 温度校验仪 | 温度模拟信号输出范围覆盖热电偶信号采集系统的测量范围；  最大允许误差: ±0.3℃ | 向热电偶信号测量系统提供温度模拟信号 |
| 11 | 标准流量计 | 标准流量计流量范围应与被校流量计的流量范围相适应；  最大允许误差:±0.15% | 测量流量参考值 |
| 12 | 温度巡检仪 | 温度巡检仪测量范围应覆盖试验工况的测量范围；  温度最大允许误差：±0.15℃  湿度最大允许误差：±2.0%RH | 测量试验工况 |
| 注：除恒温槽、干井式计量炉和负载外，其余主要仪器设备及装置均应具有有效的检定、校准证书。 | | | |

7 校准项目和校准方法

7.1校准项目

检测装置的校准项目见表8，应根据检测装置的结构类型及客户要求，选择相关的校准项目。

表8 检测装置的校准项目

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 技术要求条款 | 校准方法章节 |
| 1 | 温度 | 5.1 | 7.2.2 |
| 2 | 相对湿度 | 5.2 | 7.2.3 |
| 3 | 压力 | 5.3 | 7.2.4 |
| 4 | 电参数 | 5.4 | 7.2.5 |
| 5 | 水流量 | 5.5 | 7.2.6 |
| 6 | 试验工况 | 5.6 | 7.2.7 |

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

校准前应检查试验装置各部分均应处于正常工作状态。

7.2.2 温度校准方法

7.2.2.1校准点选取

校准点应均匀分布在整个测量范围内，不少于5个校准点。必要时，可根据试验装置常用试验工况或用户需求增加校准点。

7.2.2.2校准步骤

将标准铂电阻温度计和被校温度传感器同时插入恒温槽内，插入深度一般不小于100mm，并处于相同有效温度区域内；将恒温槽设定至校准点，等待其足够稳定，且标准铂电阻读数与校准点偏差不超过±0.1℃时，用标准铂电阻温度计读取恒温槽中的温度，温度测量仪表显示的温度为，每个温度校准点的读数不少于2次，计算其平均值。

7.2.2.3示值误差

温度示值误差按式（1）计算：

（1）

式中：

—— 温度示值误差，℃；

—— 温度测量仪表的显示平均值，℃；

—— 标准铂电阻温度计的读数平均值，℃；

—— 标准铂电阻温度计的修正值，℃。

7.2.2.4空气取样装置风速测量

将一支湿球铂电阻取下，并在该位置测量空气流速。将风速仪的传感器测杆插入湿球铂电阻放置孔，插入深度与铂电阻一致。将风向标志对准进风口方向，并密封测杆与取样装置之间的缝隙。开启空气取样装置的风机，待风速仪读数稳定后，读取风速显示值。每个风速测量点的读数不少于2次，计算其平均值。

7.2.3相对湿度校准方法

7.2.3.1校准点选取

一般应包括常温（20℃）至少3个校准点，必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.3.2校准步骤

将被校湿度传感器放入湿度发生器的测试腔，且同时放入露点仪的露点传感器。校准时，先设定湿度发生器的温度值。当温度平衡后，再设定湿度发生器的湿度值，一般校准点按照低湿到高湿的顺序进行。待温湿度稳定后，读取露点仪示值和湿度测量仪表的读数，每个湿度校准点的读数不少于2次，计算其平均值。

7.2.3.3示值误差

湿度示值误差按式（2）计算：

（2）

式中：

—— 相对湿度示值误差，%RH；

——湿度测量仪表的读数平均值，%RH；

—— 露点仪的读数平均值，%RH。

7.2.4压力校准方法

7.2.4.1校准点选择

校准点应均匀分布在整个测量范围内，不少于5个校准点，必要时根据试验要求或客户要求增加校准点。

7.2.4.2 校准步骤

将压力标准器置于被校压力传感器（静压、差压、水压差、大气压力、冷媒压力）相同的高度，并将压力标准器和被校压力传感器同时接入压力发生器中；校准时，按照升压、降压顺序，依次平稳地将压力发生器调整至校准点并待其足够稳定，分别读取压力标准器示值和压力测量仪表示值，计算测量误差较大值为该校准点的示值误差。校准所使用的工作介质应为洁净、无腐蚀性的气体。

7.2.4.3示值误差

压力示值误差按式（3）计算：

（3）

式中：

—— 压力示值误差，Pa、kPa或MPa；

——压力测量仪表示值，Pa、kPa或MPa；

—— 压力标准器示值，Pa、kPa或MPa。

7.2.5电参数校准方法

7.2.5.1校准点选择

电参数校准点应在50Hz（或用户指定的频率）下选择，至少包含5个校准点。必要时，可根据客户需求增加校准点。功率计分为单相功率计和多相功率计，根据测量装置的使用特点，多相功率计可按照上述校准点逐相进行校准。

7.2.5.2 校准步骤

（1）当使用功率标准表法进行校准时：

将标准功率表、负载连接至被校电参数测量系统的实际负载接线端，并确保各部件外壳与地电位连接，如图1所示；

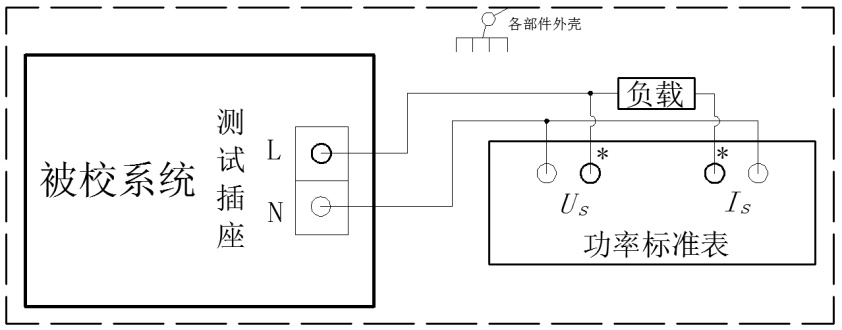


图1功率标准表法校准示意图

注：图中\*为同名端。

开启被校电参数测量系统的电压和电流自动量程功能。如果被校系统不具备自动量程功能，校准时根据校准点手动调节至合适量程；按照功率渐升顺序，依次平稳地将负载调整至校准点，同时读取功率标准表和被校电参数测量系统的电压、电流和功率示值。

（2）当使用功率标准源法进行校准时：

将被校功率计的测量端与检测装置断开，然后与功率标准源的对应端子连接，并确保各部件外壳与地电位连接，如图2所示；

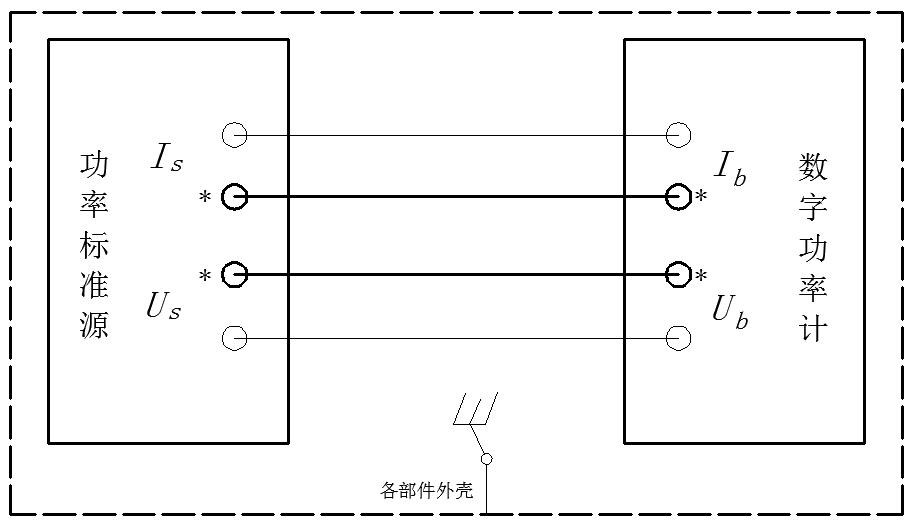


图2功率标准源法校准示意图

注：图中\*为同名端。。算误差

将被校功率计的电流缩放功能关闭，并开启电压和电流的自动量程功能。如果被校功率计不具备自动量程功能，校准时根据校准点手动调节至合适量程。

按照功率渐升顺序，依次平稳地将功率标准源调整至校准点并待其足够稳定，读取功率标准源和被校电参数测量系统的电压、电流和功率示值。。算误差

7.2.5.3示值误差

电参数示值误差按式（4）计算：

（4）

式中：

—— 电参数示值误差，V、A、W或kW、Hz；

——电参数测量仪示值，V、A、W或kW、Hz；

——标准器示值，V、A、W或kW、Hz。

7.2.6流量计校准方法

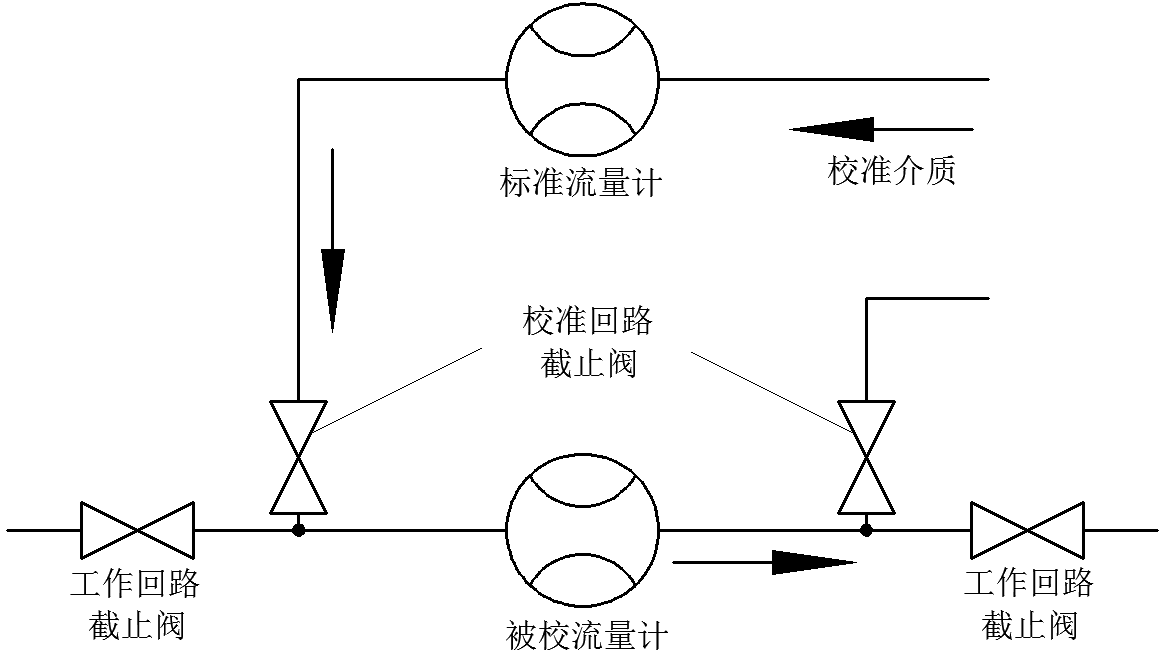
当流量测量系统未预留在线校准端口时，将流量计委托计量机构进行检定或校准。当流量测量系统预留在线校准端口时，可采用下述方法对流量计进行在线校准。

7.2.6.1 校准点选择

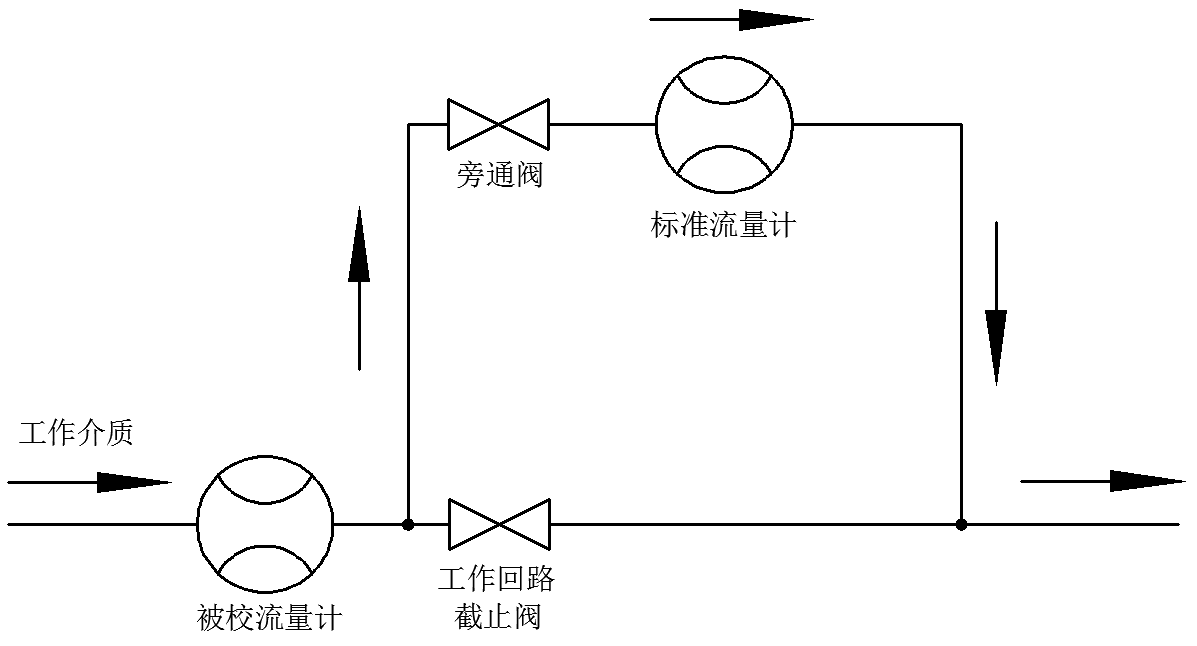
  一般应包括测量范围内至少3个点。必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.6.2 校准步骤

1）可选择图3中的一种连接方式串联标准流量计与被校流量计，并充分排空管路中的空气。



a）被校流量计串入校准回路



b）标准流量计串入工作回路

图3 流量计在线校准连接示意图

2）依次调节校准回路工作介质流量至校准点，待流量稳定后同时读取标准流量计和被校流量计的示值（10分钟累积值）。

7.2.6.3示值误差

流量示值误差按式（5）计算：

（5）

式中：

——流量示值误差，L/min或m³/h；

——被校流量计示值，L/min或m³/h；

——标准流量计示值，L/min或m³/h。

7.2.7试验工况校准方法

7.2.7.1校准点选择

校准试验工况通常情况选择GB/T 23137规定的试验工况，也可以根据用户的要求选择试验工况。

7.2.7.2测量点的布置要求

测量点的位置应布放在试验室的三个校准面上，即上、中、下三层，中层为通过试验室几何中心的平行于底面的校准工作面，测量点与试验室内壁的距离不小于各边长的1/10，遇风道时，此距离可加大，但不能大于500mm。

温度测量点为15个(A～O)，湿度测试点为3个(甲、乙、丙)，E、O、N分别位于上、中、下层的几何中心，如图4所示：

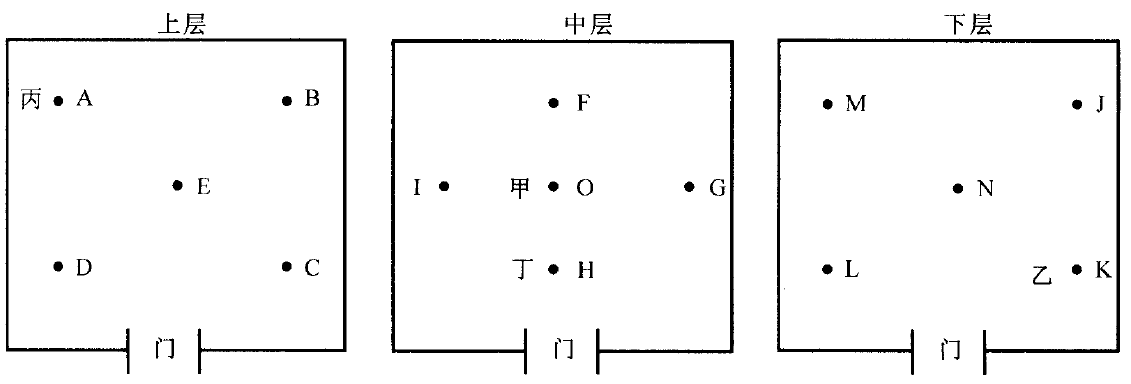




图4 各测量点分布图

7.2.7.3 校准方法

按7.2.7.2的要求布放温度、湿度传感器，将试验室的温度、湿度控制器设定到需要校准的温度、湿度工况，使试验室正常工作。待试验室工况稳定后开始读数，每2min记录所有测量点的温度、湿度示值，在60min内共记录30组数据。

7.2.7.4数据处理

a) 温度偏差计算：

 （6）

式中: -- 温度偏差, ℃；

-- 试验室温度控制表显示平均值, ℃；

-- 中心点30次测量的温度平均值, ℃。

b) 温度均匀度计算：

试验工况在稳定状态下,每次测试中实测最高温度与最低温度之差的算术平均值。

 （7）

式中： -- 温度均匀度，℃；

 -- 测量次数；

-- 标准器各测量点在第次测得的最高温度, ℃；

-- 标准器各测量点在第次测得的最低温度, ℃。

c)温度波动度计算：

试验工况稳定状态下,工作空间中心点温度随时间的变化量,即中心点在30次测量中实测最高温度与最低温度之差的一半,冠以”±” 号。

 （8）

式中: -- 温度波动度, ℃;

-- 中心点30次测量中的最高温度, ℃；

-- 中心点30次测量中的最低温度, ℃。

d)湿度偏差计算：

 （9）

式中: -- 湿度偏差, %RH；

-- 试验室湿度控制表显示平均值, %RH；

-- 中心点30次测量的湿度平均值, %RH。

e)湿度均匀度计算：

试验工况在稳定状态下,每次测试中实测最高湿度与最低湿度之差的算术平均值。

 （10）

式中： -- 湿度均匀度，%RH；

 -- 测量次数；

-- 各测量点在第次测得的最高湿度, %RH；

-- 各测量点在第次测得的最低湿度, %RH。

f) 湿度波动度计算:

试验工况稳定状态下,工作空间中心点湿度随时间的变化量,即中心点在30次测量中实测最高湿度与最低湿度之差的一半,冠以”±” 号。

 （11）

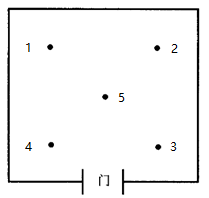
式中: -- 湿度波动度, %RH；

-- 中心点30次测量中的最高湿度, %RH；

-- 中心点30次测量中的最低湿度, %RH。

7.2.7.5试验工况风速测量

a) 测量点距离地面高度（1±0.2）m，距离墙壁（0.5±0.1） m，测量点位置如图5所示：



**图5 试验工况风速测量点**

b) 用风速仪，在测量位置依照风速的流动方向, 旋转风速计使风速计测得值为最大值的位置，重复测量3次，取3次平均值为当前位置的风速值，其风速值应不大于0.5m/s。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包括以下信息：

a）标题，如“校准证书”；

b）试验装置名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与试验装置的地址不同）；

d）证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）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，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，应对被校准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）校准结果及其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）校准结果仅对被校对象有效的声明；

p）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

建议复校时间间隔为12个月。由于复校时间间隔的长短是由检测装置的使用情况、使用者、检测装置本身质量等诸多因素所决定的，因此，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录A

**校准结果不确定度评定示例**

**A.1 试验工况温度偏差的测量不确定度评定**

A.1.1 测量模型

（A.1）

式中：

——温度误差，℃；

——温控仪表显示温度，℃；

——温度场测试系统读数，℃；

——标准温度仪误差对测量结果的影响，℃。

灵敏系数：

；；。

A.1.2 根据测量模型列出各个不确定度分量的来源

（1）测量重复性引入的标准不确定度，*u*1；

（2）分辨力引入的标准不确定度，*u*2；

（3）标准器准确度引入的标准不确定度，*u*3；

（4）标准器年度稳定性引入的标准不确定度，*u*4；

A.1.3 测量重复性引入的标准不确定度*u*1

对温度为7℃的试验室作15次独立重复测量，从温度场测试系统上读取15次显示值，记为*t*o1，*t*o2，…，*t*o15，平均值记为，其测量列表如下表所示。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i*（次数） | *t*oi/℃ | *i*（次数） | *t*oi/℃ | *i*（次数） | *t*oi/℃ |
| 1 | 7.26 | 6 | 7.16 | 11 | 7.16 |
| 2 | 7.22 | 7 | 7.10 | 12 | 7.20 |
| 3 | 7.31 | 8 | 7.15 | 13 | 7.26 |
| 4 | 7.25 | 9 | 7.06 | 14 | 7.21 |
| 5 | 7.20 | 10 | 7.11 | 15 | 7.15 |

根据公式

计算得算术平均值的实验标准差 =0.018℃，则由15次独立重复测量引入的标准不确定分量*u*1= =0.018℃。

A.1.4 分辨力引入的标准不确定度*u*2

温控仪表分辨力为0.01℃，按均匀分布，*k*=，其引入的标准不确定度为：

A.1.5标准器准确度引入的标准不确定度*u*3

由校准证书得，其扩展不确定度为*U*=0.10℃，*k*=2，其引入的标准不确定度为：

A.1.6标准器年稳定性引入的标准不确定度*u*4

标准器年稳定性估计偏差为±0.10℃，按均匀分布，*k*=，其引入的标准不确定度为：

A.1.6 合成标准不确定度

标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度分量 | 灵敏系数 | 标准不确定度 | 不确定度分量 |
| 测量重复性引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.018℃ | 0.018℃ |
| 分辨力引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.003℃ | 0.003℃ |
| 标准器准确度引入的标准不确定度 |  | -1 | 0.050℃ | 0.050℃ |
| 标准器年度稳定性引入的标准不确定度 |  | -1 | 0.058℃ | 0.058℃ |

则合成标准不确定度为：

A.1.7 扩展不确定度的评定

*U*=0.16℃（*k*=2）

A.2 **环境湿度偏差测量不确定度分析**

A.2.1 测量模型:

（A.2）

式中：

——湿度偏差，%RH；

——温控仪表显示湿度，%RH；

——标准温湿度仪读数，%RH；

——标准温湿度仪误差对测量结果的影响，%RH。

灵敏系数：

；；。

A.2.2 根据测量模型列出各个不确定度分量的来源

（1）测量重复性引入的标准不确定度，*u*1；

（2）分辨力引入的标准不确定度，*u*2；

（3）标准器准确度引入的标准不确定度，*u*3；

（4）标准器年度稳定性引入的标准不确定度，*u*4；

A.2.3 测量重复性引入的标准不确定度*u*1

对温度为7℃、湿度为87%RH的实验室作15次独立重复测量，从温湿场测试系统上读取15次显示值，记为*h*o1，*h*o2，…，*h*o15，平均值记为，其测量列表如下表所示。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i*（次数） | *h*oi/（%RH） | *i*（次数） | *h*oi/（%RH） | *i*（次数） | *h*oi/（%RH） |
| 1 | 87.2 | 6 | 87.2 | 11 | 87.9 |
| 2 | 87.7 | 7 | 87.8 | 12 | 87.8 |
| 3 | 88.1 | 8 | 88.3 | 13 | 87.5 |
| 4 | 87.5 | 9 | 88.4 | 14 | 87.5 |
| 5 | 87.7 | 10 | 87.6 | 15 | 88.3 |

根据公式

计算得算术平均值的实验标准差=0.10%RH，则由15次独立重复测量引入的标准不确定分量*u*1==0.10%RH。

A.2.4 分辨力引入的标准不确定度*u*2

温控仪表分辨力为0.1%RH，按均匀分布，*k*=，其引入的标准不确定度为：

A.2.5标准器准确度引入的标准不确定度*u*2

由校准证书得，其测量扩展不确定度为*U*=1.1%RH，*k*=2，其引入的标准不确定度为：

A.2.6标准器年稳定性引入的标准不确定度*u*3

标准器年稳定性估计偏差为±1.0%RH，按均匀分布，*k*=，其引入的标准不确定度为：

A.2.7合成标准不确定度

标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度分量 | 灵敏系数 | 标准不确定度 | 不确定度分量 |
| 测量重复性引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.10%RH | 0.10%RH |
| 分辨力引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.03%RH | 0.03%RH |
| 标准器准确度引入的标准不确定度 |  | -1 | 0.55%RH | 0.55%RH |
| 标准器年度稳定性引入的标准不确定度 |  | -1 | 0.58%RH | 0.58%RH |

则合成标准不确定度为：

A.2.8扩展不确定度的评定

*U*=1.6%RH（*k*=2）

A.3 **环境温度波动度测量结果不确定度评定**

A.3.1测量模型

（A.3）

式中：

——温度波动度；

——中心点15次测量中的最高温度；

——中心点15次测量中的最低温度。

A.3.2 根据测量模型列出各个不确定度分量的来源

（1）测量重复性引入的标准不确定度，*u*1；

（2）采样间隔引入的标准不确定度，*u*2；

（3）标准器准确度引入的标准不确定度，*u*3；

A.3.3 测量重复性引入的标准不确定度，*u*1

对环境试验设备作15次独立重复测量，从标准器上读取15次显示值，记为*t*1，*t*2，…，*t*15，，其测量列表如下表所示。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i*（次数） | *t*i/℃ | *i*（次数） | *t*i/℃ | *i*（次数） | *t*i/℃ |
| 1 | 0.22 | 6 | 0.13 | 11 | 0.27 |
| 2 | 0.26 | 7 | 0.26 | 12 | 0.25 |
| 3 | 0.24 | 8 | 0.19 | 13 | 0.17 |
| 4 | 0.16 | 9 | 0.22 | 14 | 0.13 |
| 5 | 0.17 | 10 | 0.24 | 15 | 0.15 |

根据公式

计算得单次测量的实验标准差=0.050℃。

A.3.4采样时间间隔引入的标准不确定度*u*3

由于采样时间间隔为2min，数据采集的起始时间点不同，所采数据会有所差异，估计偏差为±0.2℃，按均匀分布，则其引入的标准不确定度为：

A.3.5 标准器准确度引入的标准不确定度*u*3

由校准证书得，其扩展不确定度为*U*=0.10℃，*k*=2，其引入的标准不确定度为：

A.3.5 合成标准不确定度

标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度分量 | 灵敏系数 | 标准不确定度 | 不确定度分量 |
| 测量重复性引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.050℃ | 0.050℃ |
| 采样时间间隔引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.116℃ | 0.116℃ |
| 标准器准确度引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.050℃ | 0.050℃ |

则合成标准不确定度为：

A.3.6 扩展不确定度的评定

*U*=0.28℃（*k*=2）

A.4 **环境湿度波动度测量结果不确定度评定**

A.4.1 测量模型

（A.4）

式中：

——湿度波动度；

——中心点15次测量中的最高湿度值；

——中心点15次测量中的最低湿度值。

A.4.2 根据测量模型列出各个不确定度分量的来源

（1）测量重复性引入的标准不确定度，*u*1；

（2）采样间隔引入的标准不确定度，*u*2；

（3）标准器准确度引入的标准不确定度，*u*3；

A.4.3 测量重复性引入的标准不确定度*u*1

对温度为7℃、湿度为87%RH的实验室作15次独立重复测量，从标准器上读取15次显示值，记为*h*1，*h*2，…，*h*15，其测量列表如下表所示。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i*（次数） | *h*i/（%RH） | *i*（次数） | *h*i/（%RH） | *i*（次数） | *h*i/（%RH） |
| 1 | 0.74 | 6 | 0.46 | 11 | 0.69 |
| 2 | 1.10 | 7 | 0.52 | 12 | 0.64 |
| 3 | 0.92 | 8 | 0.77 | 13 | 0.87 |
| 4 | 0.86 | 9 | 0.88 | 14 | 0.92 |
| 5 | 0.55 | 10 | 0.56 | 15 | 0.76 |

根据公式

计算得单次测量的实验标准差=0.18%RH。

A.4.4 采样时间间隔引入的标准不确定度*u*2

由于采样间隔为2min，数据采集的起始时间点不同，所采数据会有所差异，估计偏差为±1.2%RH，按均匀分布，则其引入的标准不确定度为：

A.4.5 标准器准确度引入的标准不确定度*u*2

由校准证书得，其测量扩展不确定度为*U*=1.1%RH，*k*=2，其引入的标准不确定度为：

A.4.5 合成标准不确定度

标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度分量 | 灵敏系数 | 标准不确定度 | 不确定度分量 |
| 测量重复性引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.18%RH | 0.18%RH |
| 采样时间间隔引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.69%RH | 0.69%RH |
| 标准器准确度引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.55%RH | 0.55%RH |

则合成标准不确定度为：

A.4.6 扩展不确定度的评定

*U*=1.8%RH（*k*=2）

A.5  **环境温度均匀度测量结果不确定度评定**

A.5.1 测量模型

（A.5）

式中：

——温度均匀度，℃；

n ——测量次数；

——各检测点在第i次测得的最高温度，℃；

——各检测点在第i次测得的最低温度，℃。

A.5.2 根据测量模型列出各个不确定度分量的来源

（1）测量重复性引入的标准不确定度，*u*1；

（2）标准器准确度引入的标准不确定度，*u*2；

（3）标准器年度稳定性引入的标准不确定度，*u*3；

A.5.3 测量重复性引入的标准不确定度*u*1

对环境试验设备作15次独立重复测量，从标准器上读取15次显示值，记为，，…，，其测量列表如下表所示。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i*（次数） | /℃ | *i*（次数） | /℃ | *i*（次数） | /℃ |
| 1 | 0.36 | 6 | 0.36 | 11 | 0.36 |
| 2 | 0.44 | 7 | 0.44 | 12 | 0.42 |
| 3 | 0.37 | 8 | 0.50 | 13 | 0.37 |
| 4 | 0.46 | 9 | 0.42 | 14 | 0.39 |
| 5 | 0.39 | 10 | 0.40 | 15 | 0.42 |

根据公式

计算得单次测量的实验标准差=0.042℃。

A.5.4 标准器准确度引入的标准不确定度*u*2

由校准证书得，其测量扩展不确定度为*U*=0.10℃，*k*=2，其引入的标准不确定度为：

A.5.5 标准器年稳定性引入的标准不确定度*u*3

标准器年稳定性估计偏差为±0.10℃，按均匀分布，则其引入的标准不确定度为：

A.5.6 合成标准不确定度

标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度分量 | 灵敏系数 | 标准不确定度 | 不确定度分量 |
| 测量重复性引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.042℃ | 0.042℃ |
| 标准器准确度引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.050℃ | 0.050℃ |
| 标准器年度稳定性引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.058℃ | 0.058℃ |

则合成标准不确定度为：

A.5.7 扩展不确定度的评定

*U*=0.18℃（*k*=2）

A.6 **环境湿度均匀度测量结果不确定度评定**

A.6.1 测量模型：

（A.6）

式中：

——湿度均匀度，%RH；

n ——测量次数；

——各检测点在第i次测得的最高湿度，%RH；

——各检测点在第i次测得的最低湿度，%RH。

A.6.2 根据测量模型列出各个不确定度分量的来源

（1）测量重复性引入的标准不确定度，*u*1；

（2）标准器准确度引入的标准不确定度，*u*2；

（3）标准器年度稳定性引入的标准不确定度，*u*3；

A.6.3 测量重复性引入的标准不确定度*u*1

对温度为7℃、湿度为87%RH的实验室作15次独立重复测量，从标准器上读取15次显示值，记为，，…，，其测量列表如下表所示。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i*（次数） | /（%RH） | *i*（次数） | /（%RH） | *i*（次数） | /（%RH） |
| 1 | 1.12 | 6 | 1.36 | 11 | 0.91 |
| 2 | 0.93 | 7 | 1.20 | 12 | 0.88 |
| 3 | 0.84 | 8 | 0.98 | 13 | 0.82 |
| 4 | 0.79 | 9 | 0.87 | 14 | 0.93 |
| 5 | 1.22 | 10 | 0.95 | 15 | 0.83 |

根据公式

计算得单次测量的实验标准差=0.17%RH。

A.6.4 标准器准确度引入的标准不确定度*u*2

由校准证书得，其测量扩展不确定度为*U*=1.1%RH，*k*=2，其引入的标准不确定度为：

A.6.5 标准器年稳定性引入的标准不确定度*u*3

标准器年稳定性估计偏差为±1.0%RH，按均匀分布，则其引入的标准不确定度为：

A.6.6 合成标准不确定度

标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度分量 | 灵敏系数 | 标准不确定度 | 不确定度分量 |
| 测量重复性引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.08%RH | 0.08%RH |
| 标准器准确度引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.55%RH | 0.55%RH |
| 标准器年度稳定性引入的标准不确定度 |  | 1 | 0.58%RH | 0.58%RH |

则合成标准不确定度为：

A.6.7 扩展不确定度的评定

*U*=1.6%RH（*k*=2）

附录B

校准原始记录格式**（参考件）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 委托单位名称 |  | | |
| 委托单位地址 |  | | |
| 设备名称 |  | | |
| 制造单位 |  | | |
| 规格型号 |  | 仪器编号 |  |

校准用主要计量标准器具

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准器名称 | 规格型号 | 设备编号 | 不确定度/准确度等级  /最大允许误差 | 证书编号 | 有效期 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

校准依据：

环境条件 温度： 相对湿度：

校准地点：

备注：

校准日期：

校准人员： 核验人员：

1 温度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校器名称 | | | | | |
| 型号 |  | | 生产厂 | |  |
| 编号 |  | | 测量范围 | |  |
| 校准点（℃） | | 标准器示值（℃） | | 被校器示值（℃） | |
| 校准点1 | |  | |  | |
| … | |  | |  | |
| 校准点n | |  | |  | |
| 测量不确定度： | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| 空气取样装置风速测量 | |
| 测量位置 | 风速（m/s） |
| 空气取样装置1 |  |
| 空气取样装置2 |  |
| 测量不确定度： | |

2 相对湿度

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校器名称 | | | | | | | |
| 型号 | |  | | 生产厂 | |  | |
| 编号 | |  | | 备注 | |  | |
| 发生器参数 | | | 标准器示值 | | 被校器示值 | | |
| 温度  (℃) | 相对湿度(%RH) | | 温度  (℃) | 相对湿度(%RH) | 温度  (℃) | | 相对湿度(%RH) |
| 校准点1 | | |  |  |  | |  |
| … | | |  |  |  | |  |
| 校准点n | | |  |  |  | |  |
| 测量不确定度： | | | | | | | |

3 压力

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校器名称 | | | | | |
| 型号 |  | | 生产厂 | |  |
| 编号 |  | | 测量范围 | |  |
| 校准点  （Pa，kPa，MPa） | | 标准器示值  （Pa，kPa，MPa） | | 被校器示值  （Pa，kPa，MPa） | |
| 校准点1 | |  | |  | |
| … | |  | |  | |
| 校准点n | |  | |  | |
| 测量不确定度： | | | | | |

4 电参数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校器名称 | | | | | | | |
| 型号 | |  | | 生产厂 | |  | |
| 编号 | |  | | 备注 | |  | |
| 标准器示值 | | | | 被校器示值 | | | |
| 校准频率：50Hz | | | | 被校频率： | | | |
| 电压（V） | 电流（A） | | 功率（W） | 电压（V） | 电流（A） | | 功率（W） |
| 校准点1 |  | |  |  |  | |  |
| … |  | |  |  |  | |  |
| 校准点n |  | |  |  |  | |  |
| 测量不确定度： | | | | | | | |

5流量

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校器名称 | | | | | |
| 型号 |  | | 生产厂 | |  |
| 编号 |  | | 测量范围 | |  |
| 校准点（m3/h） | | 标准器示值（m3/h） | | 被校器示值（m3/h） | |
| 校准点1 | |  | |  | |
| … | |  | |  | |
| 校准点n | |  | |  | |
| 测量不确定度： | | | | | |

6试验工况

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验工况 | 工况1 | … | 工况n |
| 温度误差（℃） |  |  |  |
| 温度均匀度（℃） |  |  |  |
| 温度波动度（℃） |  |  |  |
| 校准不确定度为： | | | |
| 湿度误差（℃） |  |  |  |
| 湿度均匀度（℃） |  |  |  |
| 湿度波动度（℃） |  |  |  |
| 测量不确定度： | | | |
| 试验工况风速（m/s） | | | |
| 测量点1 |  |  |  |
| … |  |  |  |
| 测量点n |  |  |  |
| 测量不确定度： | | | |

注：具体数据见附页。

附录C

校准证书内页格式**（参考件）**

证书编号：XXXX—XXXX

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准机构授权说明 | | | | | | | |
| 校准环境条件及地点： | | | | | | | |
| 温 度 | |  | | 地 点 | |  | |
| 相对湿度 | |  | | 其 他 | |  | |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）： | | | | | | | |
| 校准所使用的主要测量标准： | | | | | | | |
| 名 称 | 测量范围 | | 不确定度/  准确度等级 | | 检定/校准  证书标号 | | 证书有效期至 |
|  |  | |  | |  | |  |

注：

1、XXXX XXXX仅对加盖“XXXXXXXX校准专用章”的完整证书负责。

2、本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。

3、未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

第 页，共 页

证书编号：XXXX—XXXX

校 准 结 果

1 温度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校器名称 | | | | | |
| 型号 |  | | 生产厂 | |  |
| 编号 |  | | 测量范围 | |  |
| 校准点（℃） | | 标准器示值（℃） | | 被校器示值（℃） | |
| 校准点1 | |  | |  | |
| … | |  | |  | |
| 校准点n | |  | |  | |
| 测量不确定度： | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| 空气取样装置风速测量 | |
| 测量位置 | 风速（m/s） |
| 空气取样装置1 |  |
| 空气取样装置2 |  |
| 测量不确定度： | |

2 相对湿度

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校器名称 | | | | | | | | |
| 型号 | |  | | 生产厂 | | |  | |
| 编号 | |  | | 备注 | | |  | |
| 发生器参数 | | | 标准器示值 | | | 被校器示值 | | |
| 温度(℃) | 相对湿度(%RH) | | 温度(℃) | | 相对湿度(%RH) | 温度(℃) | | 相对湿度(%RH) |
| 校准点1 | | |  | |  |  | |  |
| … | | |  | |  |  | |  |
| 校准点n | | |  | |  |  | |  |
| 测量不确定度： | | | | | | | | |

3 压力

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校器名称 | | | | | |
| 型号 |  | | 生产厂 | |  |
| 编号 |  | | 测量范围 | |  |
| 校准点  （Pa，kPa，MPa） | | 标准器示值  （Pa，kPa，MPa） | | 被校器示值  （Pa，kPa，MPa） | |
| 校准点1 | |  | |  | |
| … | |  | |  | |
| 校准点n | |  | |  | |
| 测量不确定度： | | | | | |

第 页，共 页

4 电参数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校器名称 | | | | | | | |
| 型号 | |  | | 生产厂 | |  | |
| 编号 | |  | | 备注 | |  | |
| 标准器示值 | | | | 被校器示值 | | | |
| 校准频率：50Hz | | | | 被校频率： | | | |
| 电压（V） | 电流（A） | | 功率（W） | 电压（V） | 电流（A） | | 功率（W） |
| 校准点1 |  | |  |  |  | |  |
| … |  | |  |  |  | |  |
| 校准点n |  | |  |  |  | |  |
| 测量不确定度： | | | | | | | |

5 流量计

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校器名称 | | | | | |
| 型号 |  | | 生产厂 | |  |
| 编号 |  | | 测量范围 | |  |
| 校准点（m3/h） | | 标准器示值（m3/h） | | 被校器示值（m3/h） | |
| 校准点1 | |  | |  | |
| … | |  | |  | |
| 校准点n | |  | |  | |
| 测量不确定度： | | | | | |

6试验工况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验工况 | 工况1 | | … | 工况n |
| 温度偏差（℃） |  | |  |  |
| 温度均匀度（℃） |  | |  |  |
| 温度波动度（℃） |  | |  |  |
| 校准不确定度为： | | | | |
| 湿度偏差（℃） |  | |  |  |
| 湿度均匀度（℃） |  | |  |  |
| 湿度波动度（℃） |  | |  |  |
| 测量不确定度： | | | | |
| 试验工况风速（m/s） | | | | |
| 测量点1 | |  | | |
| … | |  | | |
| 测量点n | |  | | |
| 测量不确定度： | | | | |

校准员： 核验员：

