JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF××××——××××

数字式电子探空仪校准规范

Calibration Specification of Digital Electronic Radiosonde

（报批稿）

20××-××-××发布 20××-××-××实施

国家市场监督管理总局发 布

数字式电子探空仪校准规范

JJ JJF ××××-××××

Calibration Specification for

Digital Electronic Radiosonde

归口单位：全国气象专用计量器具计量技术委员会

主要起草单位：中国气象局气象探测中心

参加起草单位：中国气象局上海物资管理处

黑龙江省气象数据中心

本规范委托全国气象专用计量器具计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

迟晓珠 （中国气象局气象探测中心）

李建英 （中国气象局气象探测中心）

参加起草人：

董克非 （中国气象局上海物资管理处）

赵伦嘉 （中国气象局上海物资管理处）

王 枫 （中国气象局上海物资管理处）

孙 哲 （黑龙江省气象数据中心）

黄清治 （黑龙江省气象数据中心）

目 录

[引 言 III](#_Toc10757)

[1 范围 4](#_Toc16383)

[2 概述 4](#_Toc12306)

[3 计量特性 4](#_Toc18247)

[3.1 术语 4](#_Toc4876)

[3.2 计量单位 4](#_Toc25727)

[4 概述 错误！未定义书签。](#_Toc22295)

[5 计量特性 错误！未定义书签。](#_Toc31466)

[5.1 高度示值误差 错误！未定义书签。](#_Toc19278)

[5.2 高度回程误差 错误！未定义书签。](#_Toc23163)

[6 校准条件 5](#_Toc20499)

[6.1 环境条件 5](#_Toc22880)

[6.2 计量标准及辅助设备 5](#_Toc17641)

[7 校准项目和校准方法 5](#_Toc23281)

[7.1 校准前准备 5](#_Toc543)

[7.2 高度示值误差校准 6](#_Toc14130)

[7.3 高度回程误差的校准 错误！未定义书签。](#_Toc9429)

[7.4 数据处理 错误！未定义书签。](#_Toc20292)

[8 校准结果 8](#_Toc26657)

[9 复校时间间隔 9](#_Toc15991)

[附录A 错误！未定义书签。](#_Toc23646)

[附录B 10](#_Toc21728)

[附录D 13](#_Toc5609)

[附录E 14](#_Toc12184)

[附录F 15](#_Toc30424)

# 引 言

本规范以JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规范》、JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1059《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行制定。

本规范首次发布。

数字式电子探空仪校准规范

# 范围

本规范适用于数字式电子探空仪（以下称探空仪）大气压力、温度、湿度传感器的校准。本规范规定了探空仪上传感器的计量特性、校准条件和校准方法。

# 概述

探空仪作为国际通用观测仪器，是采用气球携带电子仪器，配有气温、相对湿度和气压传感器，能够将测量原始值经计算转换，得到气象要素值（温度、相对湿度、气压），来实现对高空大气的测量。

探空仪温度、湿度测量元件一般是安装在探空仪盒体伸出的支架上，气压传感器则安装在探空仪内部,从地面至100hPa进行探测。

# 计量特性

探空仪上传感器的测量范围及最大允许误差见表 1

表 1 测量范围与最大允许误差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 要素 | 测量范围 | 最大允许误差 |
| 温度 | -90℃～+50 ℃ | 温度≥-80℃，△T≤0.2℃  温度﹤-80℃，△T≤0.3℃ |
| 湿度 | 10%RH～95%RH（环境温度+25℃）  10%RH～70%RH（环境温度-30℃） | 环境温度≥-25℃，△U≤5%RH  环境温度﹤-25℃，△U≤10%RH |
| 气压 | 100hPa ～ 1050hPa | 气压≥500hPa，△P≤2hPa  气压﹤500hPa，△P≤1hPa |

注：以上指标仅供参考，不用于合格性判别

# 校准条件

# 4.1 环境条件

环境温度:（20±5）℃。

相对湿度: 不大于85％。

# 4.2 计量标准及辅助设备

4.2.1 标准器

探空仪校准所需标准器主要技术指标见表 2

表 2 标准器主要技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 要素 | 标准器 | 主要技术指标 |
| 温度 | 标准铂电阻测温仪 | 测量范围：（-90～+50）℃  准确度等级：二等以上 |
| 湿度 | 精密露点仪 | 测量范围：（10～95）%RH  准确度等级：二级以上 |
| 气压 | 数字气压计 | 测量范围：（0～1600）hPa  准确度等级：0.01级 |

4.2.2 辅助设备

探空仪校准所需配套设备主要技术指标见表 3。

表 3 配套设备主要技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 要素 | 配套设备 | 主要技术指标 |
| 温度 | 恒温液槽 | 波动度：±0.02℃ (-30℃以下:±0.04℃)  均匀度：≤0.02℃ (-30℃以下:≤0.04℃) |
| 湿度 | 湿度发生器 | 波动性：±1%RH  均匀度：≤1%RH |
| 气压 | 气压检定箱 | 控制点稳定度：±0.003%FS |

# 校准项目和校准方法

## 5.1 校准项目

a)探空仪温度测量误差

b)探空仪相对湿度测量误差

c)探空仪气压测量误差。

## 5.2 探空仪温度测量误差

5.2.1校准前准备

将探空仪的温度测量部件，做好防水及绝缘保护后，置于恒温槽中，其测量电路放在槽外，通过探空仪接口插座输出数据，或者使用无线方式将数据发送至探空接收机，以采集探空仪输出的温度信号。同时放入标准温度计，并使其与探空仪感温部分尽可能处于同一水平面。计算机同时录取标准温度值和探空仪温度测量输出值。

5.2.2校准点选择

为校准探空仪温度测量误差，应在测量范围内均匀选取不少于3个点，可选择避开厂家原校准点，或按用户要求进行。若无特殊要求，探空仪温度传感器通常只做下降趋势的单行程测量。

5.2.3示值读取

校准时，先设定恒温槽工作温度，当恒温槽的温度达到预设值，并且经过稳定时间，确保探空仪的测温元件与环境温度达到充分平衡和稳定后，再进行读数。每隔30秒，记录一次标准温度值和探空仪的温度测量输出值，共记录4组或更多的数据。完成这一步骤后，进行下一个校准点的测试，直到所有校准点的测试都结束。

5.2.4示值误差计算

计算每个校准点下的温度示值的平均值，按下式计算探空仪各校准点的温度测量误差：

式中：

——被校探空仪在第i个校准点的温度示值平均值，℃；；

——标准器在第i个校准点的温度示值平均值，℃；

## 5.3 探空仪相对湿度测量误差

5.3.1校准前准备

将被校探空仪的湿度测量部件放入湿度发生器的测试室内，测量电路放置在测试室外部，通过探空仪接口插座输出数据，或者使用无线方式将数据发送至探空接收机，以采集探空仪输出的湿度信号。如使用吸气式露点仪作为标准器，需要投入壁厚不小于1毫米的聚四氟乙烯管，将测试室内的湿气引入露点仪。如果使用投入式露点仪，应将其放置在发生湿度的有效工作区域内，并确保其与被校探空仪的湿度测量部件位置相近，但不会相互碰触。在整个过程中，计算机同时记录标准湿度值和探空仪的相对湿度测量输出值。

5.3.2校准点选择

探空仪校准点在探空仪测量范围内选不少于三个测试点，可选择避开厂家原校准点。相对湿度传感器校准采用单行程，按用户要求或探空仪类型（上升式或下投式）采用上升趋势或下降趋势。低温下进行相对湿度校准时，建议：-20℃时校准，测量范围设为10%RH～80%RH；-30℃时，测量范围设为10%RH～70%RH。

5.3.3示值读取

校准时，先设定测试室工作温度和湿度，达到预设值并稳定后，再进行读数。每隔30秒，记录一次露点仪的相对湿度值和探空仪的湿度测量输出值，共记录4组（或更多)的数据。完成这一步骤后，进行下一个校准点的测试，直到所有校准点的测试都结束。

5.3.4示值误差计算

计算每个校准点下的相对湿度示值的平均值，按下式计算探空仪在各校准点的相对湿度测量误差：

式中：

——被校探空仪在第i个校准点的相对湿度示值平均值，%RH；

——标准器在第i个校准点的相对湿度示值平均值，%RH；

5.4 探空仪气压测量误差

5.4.1校准前准备

将被校探空仪（内置气压传感器）放入压力控制箱中，通过探空仪接口插座输出数据，或者使用无线方式将数据发送至探空接收机，以采集探空仪输出的气压信号。压力自动控制器发生压力，数字气压计作为标准器。各测试点的气压稳定后，计算机同时记录标准压力值和探空仪的气压测量输出值。

5.4.2校准点选择

探空仪气压测量误差的校准，应在测量范围内均匀选取不少于5个点，可选择避开厂家原校准点，或按用户要求进行。若无特殊要求，探空仪气压传感器通常只做下降趋势的单行程测量。也可按用户要求或探空仪类型（下投式）采用上升趋势的测量。

5.4.3示值读取

校准从最大压力值（或最小压力值）开始依次进行，控制压力达到预设值并稳定后，分别读取标准压力值和探空仪气压输出值。每隔30秒，记录一次，共记录4组或更多的数据。完成这一步骤后，进行下一个校准点的测试，直到所有校准点的测试都结束。每个校准点稳定后的压力不应偏离该校准点±5hpa。。

5.4.4示值误差计算

计算每个校准点下的气压示值的平均值，按下式计算探空仪在各校准点的气压测量误差：

式中：

——被校探空仪在第i个校准点的相对湿度示值平均值，%RH；

——标准器在第i个校准点的相对湿度示值平均值，%RH；

# 校准结果

校准结果应在校准证书上反映。校准证书至少应包括以下信息：

a) 标题“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

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，如型号、生产厂家和序列号等信息；

g) 校准日期，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应用有关时，应对被校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，应包括环境温度、相对湿度等；

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(若有)；

n) 复校时间间隔的建议；

o“校准证书”的校准人、核验人、批准人签名及签发日期；

p) 校准结果仅对被校仪器本次测量有效的声明；

q) 未经实验室书面批准，部分复制证书或报告无效的声明。

# 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短由探空仪的使用情况、使用者和仪器本身质量等诸多因素决定，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。

为了确保探空仪在其规定的技术性能下使用，建议复校时间间隔为 12个月。。

# 附录A

温度校准原始记录格式示例

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 送校单位： | | | | | | | | | | |
| 仪器名称： | | | | | | 仪器型号： | | | | |
| 生产厂家： | | | | | | 出厂编号： | | | | |
| 校准使用的标准器： | | | | | | | | | | |
| 型号： | | | | | | 编号： | | | | |
| 准确度等级/最大允许误差： | | | | | | 证书编号： | | | | |
| 校准点 | ℃ | | | ℃ | | | ℃ | | ℃ | |
|  | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | 标准值 | 被校  示值 |
| 1 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 2 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 3 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 4 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 平均值 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 误差 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 扩展不确定度(k=2) |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 校准点 | ℃ | | | ℃ | | | ℃ | | ℃ | |
|  | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | 标准值 | 被校  示值 |
| 1 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 2 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 3 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 4 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 平均值 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 误差 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 扩展不确定度(k=2) |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 校准的环境条件 | | | 温度： ℃；湿度： %RH；气压： hPa | | | | | | | |
| 校准的地点 | | |  | | | | | | | |
| 校准证书编号 | | |  | | | | | | | |
| 备注 | | |  | | | | | | | |
| 校准： | | | 核验： | | | | 校准日期： | | | |

# 附录B

相对湿度校准原始记录格式示例

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 送校单位： | | | | | | | | | | |
| 仪器名称： | | | | | | 仪器型号： | | | | |
| 生产厂家： | | | | | | 出厂编号： | | | | |
| 校准使用的标准器： | | | | | | | | | | |
| 型号： | | | | | | 编号： | | | | |
| 准确度等级/最大允许误差： | | | | | | 证书编号： | | | | |
| 校准点 | %RH ℃ | | | %RH ℃ | | | %RH ℃ | | %RH ℃ | |
|  | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | 标准值 | 被校  示值 |
| 1 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 2 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 3 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 4 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 平均值 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 误差 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 扩展不确定度(k=2) |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 校准点 | %RH ℃ | | | %RH ℃ | | | %RH ℃ | | %RH ℃ | |
|  | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | 标准值 | 被校  示值 |
| 1 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 2 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 3 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 4 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 平均值 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 误差 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 扩展不确定度(k=2) |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 校准的环境条件 | | | 温度： ℃；湿度： %RH；气压： hPa | | | | | | | |
| 校准的地点 | | |  | | | | | | | |
| 校准证书编号 | | |  | | | | | | | |
| 备注 | | |  | | | | | | | |
| 校准： | | | 核验： | | | | 校准日期： | | | |

# 附录C

气压校准原始记录格式示例

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 送校单位： | | | | | | | | | | |
| 仪器名称： | | | | | | 仪器型号： | | | | |
| 生产厂家： | | | | | | 出厂编号： | | | | |
| 校准使用的标准器： | | | | | | | | | | |
| 型号： | | | | | | 编号： | | | | |
| 准确度等级/最大允许误差： | | | | | | 证书编号： | | | | |
| 校准点 | hPa | | | hPa | | | hPa | | hPa | |
|  | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | 标准值 | 被校  示值 |
| 1 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 2 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 3 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 4 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 平均值 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 误差 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 扩展不确定度(k=2) |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 校准点 | hPa | | | hPa | | | hPa | | hPa | |
|  | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | | 标准值 | 被校  示值 | 标准值 | 被校  示值 |
| 1 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 2 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 3 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 4 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 平均值 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 误差 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 扩展不确定度(k=2) |  |  | |  |  | |  |  |  |  |
| 校准的环境条件 | | | 温度： ℃；湿度： %RH；气压： hPa | | | | | | | |
| 校准的地点 | | |  | | | | | | | |
| 校准证书编号 | | |  | | | | | | | |
| 备注 | | |  | | | | | | | |
| 校准： | | | 核验： | | | | 校准日期： | | | |

# 附录D

校准证书内页格式第2页

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准机构授权说明： | | | | | | |
| 校准环境条件及地点： | | | | | | |
| 环境温度 | ℃ | | 地 点 |  | | |
| 环境湿度 | %RH | | 其 他 |  | | |
| 校准使用的计量（基）标准装置 | | | | | | |
| 名 称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | | | 计量（基）标准证书编号 | 有效期至 |
|  |  |  | | |  |  |
| 校准使用的标准器 | | | | | | |
| 名 称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | | | 计量（基）标准证书编号 | 有效期至 |
|  |  |  | | |  |  |

# 附录E

探空仪校准证书内页格式第3页

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校 准 结 果 | | | | | | | | |
| 温度校准结果： | | | | | | | | |
| 校准点 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 误差 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 扩展不确定度（k=2） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 相对湿度校准结果： 校准温度条件： ℃ | | | | | | | | |
| 校准点 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 误差 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 扩展不确定度（k=2） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 气压校准结果： 校准温度条件： ℃ | | | | | | | | |
| 校准点 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 误差 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 扩展不确定度（k=2） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 以下空白 | | | | | | | | |
| 备注： | | | | | | | | |

注：下次校准请带此校准证书完整复印件。

# 附录F

探空仪测量误差校准结果的不确定度评定示例

F.1 概述

根据本规范相应的计量要求和校准方法，数字式电子探空仪的校准结果为温度测量误差、湿度测量误差和气压测量误差。本附录按规范要求的标准器和配套设备，遵循校准点要求，依据规范中的有关公式计算被校探空仪的温度、湿度、气压测量误差，并计算误差的不确定度。

F.2 温度误差的不确定度评定

F.2.1 不确定度计算公式

被校探空仪的温度误差的计算见式（1）

（F.1）

式中：

----- 探空仪温度传感器示值，℃；

-------标准器温度示值，℃；

对式（1）各分量求偏导，各分量灵敏度系数如下：

， （F.2）

则根据不确定度传播律，温度误差的合成标准不确定度可由下式计算：

（F.3）

式中：

----- 探空仪温度误差的合成标准不确定度，℃；

----- 探空仪温度示值的合成标准不确定度，℃；

----- 温度标准值的合成标准不确定度，℃；

F.2.2 不确定度分量的评定

F.2.2.1探空仪温度示值引入的标准不确定度分量

探空仪示值重复性和分辨力引入的标准不确定度，二者取其大者作为。

采用A类评定方法计算示值重复性引入的不确定度分量，按规范要求，以n次测量平均值作为测得值，得到：

选取各校准点中的最大测量值，℃

探空仪温度示值分辨力为0.01℃，取均匀分布，由此引入的标准不确定度为0.0029℃，小于重复性标准偏差。

则取探空仪示值重复性引入的标准不确定度作为，

即℃

F.2.2.2 标准值引入的不确定度分量

（1）标准器量值溯源引入的不确定度分量

一等标准铂电阻温度计相邻检定周期检定结果的差值不超过10mK，按均匀分布，取包含因子为，其标准不确定度为：

（2）温场不均匀性引入的标准不确定度

校准使用的恒温槽，技术指标规定的最大垂直温差不大于0.02℃（20mK），按均匀分布，取包含因子为，其标准不确定度为：

(3) 标准值引入的不确定度分量

==0.0128

F.2.3 合成标准不确定度

按式（3）计算合成标准不确定度：

F.2.4扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则探空仪温度校准的扩展不确定度为：

℃，=2

各不确定度分量汇总于表2：

表2 温度误差校准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度来源 | | 概率分布 |  | （） |
| 温度示值引入的标准不确定度 | | 正态 | 1 | 0.0061 |
| 标准值引入的  不确定度分量 | 标准器量值溯源 | 均匀 |  | 0.0057 |
| 温场不均匀性 | 均匀 | 1 | 0.0115 |
| 合成标准不确定度 | |  | | |
| 扩展不确定度 | | ℃，=2 | | |

F.3 相对湿度误差的不确定度评定

F.3.1 不确定度计算公式

被校探空仪的湿度误差的计算见式（1）

（F.4）

式中：

----- 探空仪湿度传感器示值，%RH；

-------标准器湿度示值，%RH；

对式（1）各分量求偏导，各分量灵敏度系数如下：

， （F.5）

则根据不确定度传播律，温度误差的合成标准不确定度可由下式计算：

（F.6）

式中：

----- 探空仪相对湿度误差的合成标准不确定度，%RH；

----- 探空仪示值的合成标准不确定度，%RH；

----- 湿度标准值的合成标准不确定度，%RH；

F.3.2 不确定度分量的评定

F.3.2.1探空仪示值引入的标准不确定度分量

探空仪示值重复性和分辨力引入的标准不确定度，二者取其大者作为。

采用A类评定方法计算示值重复性引入的不确定度分量，按规范要求，以n次测量平均值作为测得值，得到：

选取各校准点中的最大测量值，%RH

探空仪相对湿度示值分辨力为0.1%RH，取均匀分布，由此引入的标准不确定度为0.029%RH，大于重复性标准偏差。

则取探空仪示值分辨力引入的标准不确定度作为，

即：。

F.3.2.2 标准值引入的不确定度分量

(1)相对湿度标准值计算公式：

作为标准器的露点仪，给出的相对湿度值是通过间接测量，其标准值如下式计算：

式中：---- 露点温度饱和水汽压力，Pa；

---- 环境温度的饱和水汽压力，Pa；

在气象应用及探空仪测湿中，对于式中饱和水汽压的计算采用如下的简化公式：

（对于水面） （F.7）

代入（3）式：

（F.8）

对式（1）各分量求偏导，各分量灵敏度系数如下：

，

进行偏导计算后，得出，在各设定校准点的灵敏度系数：

表2.1设定校准点的灵敏度系数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设定校准点（1013.25hPa） | | | 各参数在校准点处的灵敏度系数 | |
|  |  |
| 相对湿度 |  |  |
| 10%RH | -8.7℃ | 25/℃ | 0.78%RH/℃ | 0.60%RH/℃ |
| 20%RH | 0.5℃ | 25/℃ | 1.45%RH/℃ | 1.19%RH/℃ |
| 30%RH | 6.24℃ | 25/℃ | 2.07%RH/℃ | 1.76%RH/℃ |
| 50%RH | 13.86℃ | 25/℃ | 3.25%RH/℃ | 2.98%RH/℃ |
| 70%RH | 19.15℃ | 25/℃ | 4.36%RH/℃ | 4.17%RH/℃ |
| 95%RH | 24.14℃ | 25/℃ | 5.70%RH/℃ | 5.66%RH/℃ |
| 10%RH | -51.9℃ | -30/℃ | 1.17%RH/℃ | 0.94%RH/℃ |
| 20%RH | -45.8℃ | -30/℃ | 2.20%RH/℃ | 1.88%RH/℃ |
| 30%RH | -42.04℃ | -30/℃ | 3.18%RH/℃ | 2.83%RH/℃ |
| 50%RH | -37.1℃ | -30/℃ | 5.05%RH/℃ | 4.72%RH/℃ |
| 70%RH | -33.7℃ | -30/℃ | 6.85%RH/℃ | 6.61%RH/℃ |

(2)露点测量引入的标准不确定度分量**()**

作为标准器的精密露点仪，露点温度测量的最大允许误差为0.2℃，按均匀分布考虑，包含因子，则露点温度 测量引入的标准不确定度分量为：

(3)环境温度测量引入的标准不确定度分量

与精密露点仪配套的温度计，其温度测量的最大允许误差为0.1℃，按均匀分布考虑，包含因子，则环境温度测量引入的标准不确定度分量为

(4) 湿度发生器测试室湿度均匀性

校准所采用的湿度发生器测试室内湿度均匀性不超过0.3%RH，按均匀分布考虑，包含因子，则此项不确定度分量：

（5）标准值引入的不确定度分量计算：

选取环境温度25、相对湿度95%RH的校准点，则

F.3.3 合成标准不确定度

F.3.4扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则探空仪温度校准的扩展不确定度为：

=2

各不确定度分量汇总于表2：

表2 相对湿度误差校准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度来源 | | 概率分布 |  |  |
| 温度示值引入的标准不确定度 | | 正态/均匀 | 1 |  |
| 标准值引入的  不确定度分量 | 露点测量 | 均匀 |  |  |
| 环境温度测量 | 均匀 |  |  |
| 湿度不均匀性 | 均匀 |  |  |
| 合成标准不确定度 | |  | | |
| 扩展不确定度 | | =2 | | |

**F.5 气压误差不确定度评定**

F.5.1 不确定度计算公式

被校探空仪的气压误差的计算见式（1）

（F.9）

式中：

----- 探空仪气压传感器示值，hPa；

-------标准器气压示值，hPa；

对式（1）各分量求偏导，各分量灵敏度系数如下：

， （F.10）

则根据不确定度传播律，气压误差的合成标准不确定度可由下式计算：

（F.11）

式中：

----- 探空仪气压误差的合成标准不确定度，hPa；

----- 探空仪气压示值的合成标准不确定度，hPa；

----- 气压标准值的合成标准不确定度，hPa；

F.5.2 不确定度分量评定

F.5.2.1 探空仪气压示值引入的标准不确定度分量

探空仪示值重复性和分辨力引入的标准不确定度，二者取大者作为。

采用A类评定方法计算示值重复性引入的不确定度分量，按规范要求，以n次测量平均值作为测得值，得到：

选取各校准点中的最大测量值，hPa

探空仪气压示值分辨力为0.1hPa，取均匀分布，由此引入的标准不确定度为0.029hPa，小于重复性标准偏差。

则取探空仪示值分辨力引入的标准不确定度作为，

即:

F.5.2.2 标准值引入的不确定度分量

(1)标准器量值溯源引入的不确定度分量

作为标准器的数字压力计，其最大允许误差的绝对值MPEV为0.10hPa，按均匀分布考虑，包含因子，则由标准压力计引入的标准不确定度分量为：

(2)测量用压力控制器引入的不确定度分量****

从测量用压力控制器技术资料中得到，压力控制稳定性为量程跨度的0.003%，其分布为反正弦分布，包含因子为，则其引入的标准不确定度为：

hPa

(3) 标准值引入的不确定度分量

==0.0546 hPa

F.5.3 合成标准不确定度

按式（6）合成标准不确定度的计算：

hPa

F.5.4扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则探空仪气压校准的扩展不确定度为：

13hPa，=2

各不确定度分量汇总于表2：

表3 气压校准标准不确定分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度来源 | | 概率分布 |  |  |
| 探空仪示值引入的标准不确定度 | | 正态/均匀 | 1 | 0.029 |
| 标准值引入的  不确定度分量 | 标准器量值溯源 | 均匀 | 1 | 0.05 |
| 压力控制器稳定性 | 均匀 | 1 | 0.022 |
| 合成标准不确定度 | | hPa | | |
| 扩展不确定度 | | 13hPa，=2 | | |