JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF××××——202×

雨滴谱式降水现象仪校准规范

Calibration Specification of Raindrop Spectral

Precipitation Phenomenon Instrument

（征求意见稿）

202×-××-××发布 202×-××-××实施

中华人民共和国国家市场监督管理总局 发 布

雨滴谱式降水现象仪

JJF××××—202×

校准规范

Calibration Specification of

Raindrop Spectral

Precipitation Phenomenon Instrument

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

 安徽省大气探测技术保障中心

西藏自治区大气探测技术与装备保障中心

参加起草单位：陕西省大气探测技术保障中心

华云升达（北京）气象科技有限责任公司

 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：

 郑雨欣（中国气象局气象探测中心）

 张世国（安徽省大气探测技术保障中心）

 罗藏加（西藏自治区大气探测技术与装备保障中心）

 参加起草人：

 冯 慧（陕西省大气探测技术保障中心）

 鲁 欣（华云升达（北京）气象科技有限责任公司）

 肖 汉（中国气象局气象探测中心）

目 录

[引言 (II)](#_Toc534535018)

[1 范围 （1](#_Toc534535019)）

[2 引用文件 （1](#_Toc534535020)）

[3 术语和计量单位 （1](#_Toc534535021)）

[3.1 术语 （1](#_Toc534535038)）

[3.2 计量单位 （1](#_Toc534535038)）

[4 概述 （1](#_Toc534535027)）

[5 计量特性](#_Toc534535028)[\*](#_Toc534535028) [（1](#_Toc534535028)）

[5.1 降水粒子直径示值误差 （1](#_Toc534535038)）

[5.2 降水粒子速度示值误差 （2](#_Toc534535038)）

[6 校准条件 （2](#_Toc534535033)）

[6.1 环境条件 （2](#_Toc534535038)）

[6.2 计量标准测量设备及其他设备 （2](#_Toc534535038)）

[7 校准项目和校准方法 （2](#_Toc534535037)）

[7.1 校准项目 （2](#_Toc534535038)）

[7.2 校准方法 （2](#_Toc534535039)）

[8 校准结果的表达 （4](#_Toc534535085)）

[9 复校时间间隔 （4](#_Toc534535086)）

[附录A雨滴谱式降水现象仪校准记录（参考格式） （5](#_Toc534535088)）

[附录B校准证书（参考格式） （6](#_Toc534535089)）

[附录C降水粒子直径测量不确定度评定示例 （9](#_Toc534535090)）

[附录D降水粒子速度测量不确定度评定示例 （1](#_Toc534535090)2）

#

# 引 言

JJF1071 《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编写工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

雨滴谱式降水现象仪校准规范

# 范围

本规范适用于采用激光光源的一维雨滴谱式降水现象仪的校准。

# 引用文件

本规范引用下列文件：

QX/T 565-2020 激光滴谱式降水现象仪

QX/T 8-2002 气象仪器术语

凡是注日期的引用文件，仅所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。

# 术语和计量单位

## 术语

## 3.1.1雨滴谱式降水现象仪 raindrop spectral precipitation phenomenon instrumentd

采用激光光源，测量采样空间中降水粒子的下落速度、直径及其分布，判识出降水类天气现象的仪器。

## 3.1.2降水现象模拟装置 precipitation phenomenon simulator

模拟降水粒子大小和下降速度的一种专用装置。

## 计量单位measurement unit

粒子速度计量单位为米每秒（m/s）；粒子直径计量单位为毫米（mm）。

# 概述

雨滴谱式降水现象仪（以下简称：降水现象仪）通过主动发射红外或激光光带，当降水粒子穿过光带时，接收端光能会发生变化。仪器测量光能变化的幅值与持续时间，经算法计算出粒子粒径、下落速度等参数，得到雨滴谱，并依据经验模型自动判别输出多种降水天气现象类型。

# 计量特性\*

## 降水粒子直径示值误差

降水粒子直径示值最大允许误差为±10%。

## 降水粒子速度示值误差

降水粒子速度示值最大允许误差为±20%。

**\***注：以上指标不作为合格性判据，仅供参考。

# 校准条件

## 环境条件

温度：（10～30）℃

相对湿度：不大于80%

大气压力：（450～1100）hpa

## 计量标准测量设备及其他设备

测量设备及其他设备主要技术指标见表1

表1 标准器及配套设备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分 类 | 名 称 | 主要技术指标 |
| 标准器 | 降水粒子直径标准器 | 粒子直径范围：2.1mm～21mm，粒子直径误差：±1% |
| 降水粒子速度标准器 | 粒子速度范围：0.6 m/s～16m/s，粒子速度误差：±3% |
| 配套设备 | 温度仪 | 最大允许误差：±0.5℃ |
| 湿度仪 | 最大允许误差：±8.0%RH |
| 气压计 | 最大允许误差：±2hPa |

# 校准项目和校准方法

# 7.1校准项目

校准项目及对应的校准方法条款见表2。

表2 校准项目表

|  |  |
| --- | --- |
| 校准项目 | 校准方法对应条款 |
| 降水粒子直径示值误差 | 校准方法见7.2.2。 |
| 降水粒子速度示值误差 | 校准方法见7.2.3。 |
| 注：可根据实际应用需要，选择要校准的项目。 |

# 7.2校准方法

## 7.2.1校准前准备

### 7.2.1.1外观检查

用目测的方法，对降水现象仪的外观和结构进行检查并记录。

### 7.2.1.2标准器的安装

将标准器放入降水现象仪收发光路中间，确保降水现象仪的激光束处在降水粒子模拟单元透光孔的中心位置，并连接好通信线和电源线。

当降水现象仪的激光束不在透光孔的中心位置时，通过调节测试装置进行高度调节，使激光束处在透光孔的中心位置，以获得准确的测量。

必须保证测试转盘的洁净，然后再进行测试。如果测试转盘表面划伤，请及时更换。

## 7.2.2降水粒子直径示值误差

降水粒子直径校准点：4.3mm、9.5mm、21mm。（THIES类降水现象仪不核查粒子直径21mm）。也可根据客户要求选择校准点。

在每一个降水粒子直径测试点，通过电机控制转盘，分别以降水粒子速度校准点（见7.2.3）确定的速度进行校准，记录降水粒子直径标准器上的降水粒子直径示值、被校降水现象仪输出的降水粒子直径示值，共记录三次。

各降水粒子直径校准点示值误差计算见公式（1）。

  (1)

式中：

——降水粒子直径示值误差，单位为毫米（mm）；

——被校降水粒子直径示值，单位为毫米（mm）；

——标准降水粒子直径示值，单位为毫米（mm）。

## 7.2.3降水粒子速度示值误差

降水粒子速度校准点：2m/s、7 m/s 、12m/s。也可根据客户要求选择校准点。

在每一个降水粒子速度测试点，通过电机控制转盘，分别以降水粒子直径校准点（见7.2.2）确定的直径进行校准，记录降水粒子速度标准器输出的降水粒子速度示值、被校降水现象仪输出的降水粒子速度示值，共记录三次。

  (2)

式中：

——降水粒子速度示值误差，单位为米每秒（m/s）；

——被校降水粒子速度示值，单位为米每秒（m/s）；

——标准降水粒子速度示值，单位为米每秒（m/s）。

# 校准结果的表达

校准结果应在校准证书上反映（校准证书内页格式参考附录C）。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) 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；

g) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

h) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

i) 校准环境的描述；

j) 校准结果及其测量不确定度的说明；

k)校准证书或校准报告签发人的签名或等效标识；

l)校准结果仅对被校对象有效性的声明；

m)未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

# 复校时间间隔

建议降水现象仪的复校时间间隔为2年。但当发现降水粒子直径示值、降水粒子速度示值出现异常时建议提前送校。

# 附录A

# 雨滴谱式降水现象仪校准记录（参考格式）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 送检单位 |  | 记录编号 |  |
| 仪器名称 |  | 型号/规格 |  |
| 仪器编号 |  | 生产厂商 |  |
| 校准依据 |  | 校准地点 |  |
| 客户地址 |  |
| 标准器 |  |
| 环境参数 | 气压：（ ～ ）hPa，温度：（ ～ ）℃， 湿度：（ ～ ）%RH |
| 一、外观检查 |
| 外观 |  |
| 二、降水粒子直径误差 |
| 降水粒子直径示值误差 | 标准值（mm） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 被校值（mm） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 示值误差（mm） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 不确定度（*k*=2） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 三、降水粒子速度误差 |
| 降水粒子速度示值误差 | 标准值（m/s） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 被校值（m/s） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 示值误差（m/s） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 不确定度（*k*=2） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

校准人： 核验人： 校准日期：

#

# 附录B

# 校准证书（参考格式）

校准证书封面格式式样

**（校准机构名称）**

Name for Institute of Calibration

**校 准 证 书**

Calibration Certificate

证书编号： 字第 号

**Certificate No.**

计量器具名称

**Name of Instrument**

型号规格

**Model/Type**

**制造厂**

**Manufacture**

**器具编号**

**No. of Instrument**

**送检单位**

**Applicant**

**校准依据**

**Calibration Regulation**

**批准人**

 **Approved by**

**(校准专用章) 核验人**

 **Stamp Inspected by**

**校准人**

 **Calibration by**

 **校准日期**

 **Date of Calibration 年 月 日**

地址（ADD）: 邮编（Post Code）: 电话（Tel）: 传真（Fax）:

（内页第2页参考格式）

|  |
| --- |
| 校准机构授权说明 |
| 校准环境条件及地点： |
| 温度 | ℃ | 气压 | hPa |
| 湿度 | %RH | 其他 |  |
| 校准使用的计量（基）标准 |
| 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 |
|  |  |  |  |  |
| 校准时标准器与被校降水现象仪安装位置的描述 |
|  |

（内页第3页参考格式）

校准结果

1. 外观检查：

1. 降水粒子直径示值误差

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准值 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 被校示值 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 示值误差 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 扩展不确定度（*k*=2） |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. 降水粒子速度示值误差

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准值 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 被校示值 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 示值误差 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 扩展不确定度（*k*=2） |  |  |  |  |  |  |  |  |

（以下空白）

# 附录C

# 降水粒子直径测量不确定度评定示例

C.1 评定依据

JJF1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

C.2 标准设备和被校对象

C.2.1 标准设备

标准器及配套设备，主要技术指标见表C.1。

表C.1 标准器及配套设备主要技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分 类 | 名 称 | 主要技术指标 |
| 标准器 | 降水粒子直径标准器 | 粒子直径范围：2.1mm～21mm，粒子直径误差：±1% |
| 降水粒子速度标准器 | 粒子速度范围：0.6 m/s～16m/s，粒子速度误差：±3% |
| 配套设备 | 温度仪 | 最大允许误差：±0.5℃ |
| 湿度仪 | 最大允许误差：±8.0%RH |
| 气压计 | 最大允许误差：±2hPa |

C.2.2 被校对象

器具名称：雨滴谱式降水现象仪

降水粒子直径测量范围：0~21mm

最大允许误差：±10%

C.3 主要测量方法

通过电机控制转盘，分别以降水粒子速度校准点（2m/s、7 m/s 、12m/s）确定的速度进行校准，被校降水现象仪输出的降水粒子直径示值为被校值。降水粒子直径标准器提供的粒子直径为标准值，降水现象仪输出的降水粒子直径示值减去标准粒子直径值即为降水粒子直径示值误差。将校准点选择为： 4.3mm、9.5mm、21mm，并逐点分析不确定度。

C.4 建立测量模型和分析不确定度来源

C.4.1测量模型

在校准过程中， 测量结果为示值误差，计算如式（1）。

  （1）

式中：

——降水粒子直径示值误差，单位为毫米（mm）；

——被校降水粒子直径示值，单位为毫米（mm）；

——标准降水粒子直径示值，单位为毫米（mm）。

C.4.2 不确定度来源分析

（1）雨滴谱式降水现象仪测量重复性引入的标准不确定度；

（2）降水粒子直径标准器引入的标准不确定度。

C.5 不确定度分量评定

C.5.1雨滴谱式降水现象仪测量重复性引入的不确定度

 根据不同的降水粒子直径校准点进行的3次重复粒子直径测量值，用极差法求出实验标准差（=3时，=1.69），雨滴谱式降水现象仪测量值为三次测量结果的平均值，因此计算示值误差重复测量引入的标准不确定度见表C.2：

表C.2 雨滴谱式降水现象仪测量重复性引入的不确定度

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 校准点（mm） |
| 4.3 | 9.5 | 21 |
| 极差 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| 标准不确定度 | 0.102 | 0.068 | 0.034 |

C.5.2降水粒子直径标准器引入的标准不确定度

降水粒子直径标准器的最大允许误差为±1%，取均匀分布，则降水粒子直径标准器示值误差引入的标准不确定度：

表C.3 降水粒子直径标准器示值误差引入的不确定度

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 校准点（mm） |
| 4.3 | 9.5 | 21 |
| 最大允许误差 | ±0.043 | ±0.095 | ±0.21 |
| 标准不确定度 | 0.025 | 0.055 | 0.121 |

C.6 合成标准不确定度

 标准不确定度分量汇总见表C.4。

表C.4 标准不确定度一览表

|  |  |
| --- | --- |
| 标准不确定度来源 | 灵敏度系数 |
| 雨滴谱式降水现象仪测量重复性引入的标准不确定度 |  |
| 降水粒子直径标准器引入的标准不确定度 |  |

其中，灵敏度系数可由公式（2）求偏导得出，具体如下：





由于各分量之间相互不相关，合成标准不确定度的计算公式如下式（2）所示：



其计算结果见表C.5。

表C.5 合成标准不确定度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| （mm） | 4.3 | 9.5 | 21 |
| （mm） | 0.033 | 0.021 | 0.021 |

C.7 扩展不确定度

取****=2,则扩展不确定度**，**则扩展不确定度计算结果见表C.6。

表C.6 扩展不确定度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 降水粒子直径（mm） | 4.3 | 9.5 | 21 |
| （mm） | 0.07  | 0.04  | 0.04  |

# 附录D

# 降水粒子速度测量不确定度评定示例

D.1 评定依据

JJF1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

D.2 标准设备和被校对象

D.2.1 标准设备

标准器及配套设备，主要技术指标见表D.1。

表D.1 标准器及配套设备主要技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分 类 | 名 称 | 主要技术指标 |
| 标准器 | 降水粒子直径标准器 | 粒子直径范围：2.1mm～21mm，粒子直径误差：±1% |
| 降水粒子速度标准器 | 粒子速度范围：0.6 m/s～16m/s，粒子速度误差：±3% |
| 配套设备 | 温度仪 | 最大允许误差：±0.5℃ |
| 湿度仪 | 最大允许误差：±8.0%RH |
| 气压计 | 最大允许误差：±2hPa |

D.2.2 被校对象

器具名称：雨滴谱式降水现象仪

降水粒子速度测量范围：0~16m/s

最大允许误差：±15%

D.3 主要测量方法

通过电机控制转盘，分别以降水粒子直径校准点（4.3mm、9.5mm、21mm）确定的直径进行校准，被校降水现象仪输出的降水粒子速度示值为被校值。降水粒子速度标准器提供的粒子速度为标准值，降水现象仪输出的降水粒子速度示值减去标准粒子速度值即为降水粒子速度示值误差。将校准点选择为：2m/s、7 m/s、12m/s，并逐点分析不确定度。

D.4 建立测量模型和分析不确定度来源

D.4.1测量模型

在校准过程中， 测量结果为示值误差，计算如式（1）。

  (1)

式中：

——降水粒子速度示值误差，单位为米每秒（m/s）；

——被校降水粒子速度示值，单位为米每秒（m/s）；

——标准降水粒子速度示值，单位为米每秒（m/s）。

D.4.2 不确定度来源分析

（1）雨滴谱式降水现象仪测量重复性引入的标准不确定度；

（2）降水粒子速度标准器引入的标准不确定度。

D.5 不确定度分量评定

D.5.1雨滴谱式降水现象仪测量重复性引入的不确定度

 根据不同的降水粒子速度校准点进行的3次重复粒子速度测量值，用极差法求出实验标准差（=3时，=1.69），雨滴谱式降水现象仪测量值为三次测量结果的平均值，因此计算示值误差重复测量引入的标准不确定度见表D.2：

表D.2 雨滴谱式降水现象仪测量重复性引入的不确定度****

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 校准点（m/s） |
| 2 | 7 | 12 |
| 极差 | 0.3 | 0.9 | 1.7 |
| 标准不确定度 | 0.102 | 0.173 | 0.327 |

D.5.2降水粒子速度标准器引入的标准不确定度****

降水粒子速度标准器的最大允许误差为±3%，取均匀分布，则降水粒子速度标准器示值误差引入的标准不确定度：

表D.3 降水粒子速度标准器示值误差引入的不确定度****

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 校准点（m/s） |
| 2 | 7 | 12 |
| 最大允许误差 | ±0.06 | ±0.21 | ±0.36 |
| 标准不确定度 | 0.035 | 0.087 | 0.208 |

D.6 合成标准不确定度

 标准不确定度分量汇总见表D.4。

表D.4 标准不确定度一览表

|  |  |
| --- | --- |
| 标准不确定度来源 | 灵敏度系数 |
| 雨滴谱式降水现象仪测量重复性引入的标准不确定度 |  |
| 降水粒子速度标准器引入的标准不确定度 |  |

 其中，灵敏度系数可由公式（2）求偏导得出，具体如下：





由于各分量之间相互不相关，合成标准不确定度的计算公式如下式（2）所示：



 其计算结果见表D.5。

表D.5 合成标准不确定度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| （m/s） | 2 | 7 | 12 |
| （m/s） | 0.033 | 0.080 | 0.230 |

D.7 扩展不确定度

取****=2,则扩展不确定度**，**则扩展不确定度计算结果见表D.6。

表D.6 扩展不确定度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 降水粒子速度（m/s） | 2 | 7 | 12 |
| （m/s） | 0.07  | 0.16  | 0.46 |