****附件3

中华人民共和国国家计量技术规范

**JJF XXXX-202X**

雪深测量仪校准规范

**Calibration Specification for Snow Depth Measuring Instrument**

(初稿)

xxxx - xx - xx发布 xxxx – xx - xx 实施

国家市场监督管理总局 发 布

雪深测量仪校准规范

JJF XXX—XXXX

**Calibration Specification for Snow Depth Measuring Instrument**

归 口 单 位：全国气象专用计量器具计量技术委员

主要起草单位：天津气象雷达研究试验中心

参加起草单位：内蒙古自治区气象数据中心

中国气象局气象探测中心

航天新气象科技有限公司

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：

李文博（天津气象雷达研究试验中心）

参加起草人：

温晓辉（内蒙古自治区气象数据中心）

边泽强（中国气象局气象探测中心）

陈树成（天津气象雷达研究试验中心）

颜平江（天津气象雷达研究试验中心）

倪新军（航天新气象科技有限公司）

李 楠（华云升达（北京）气象科技有限责任公司）

目 录

引言 …………………………………………………………………………………….………（II）

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

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

3　术语和计量单位 …………………………………………………………....……….…….（1）

3.1　术语 ………………………………………………………………………………………（1）

3.2　计量单位 …………………………………………………………………………………（1）

4　概述………………………………………………………………………………….………（1）

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

6　校准条件………………………………………………………………………….…………（2）

6.1　环境条件 …………………………………………………………………….……...……（2）

6.2　标准器及配套设备 ………………………………………………………………....……（2）

7　校准项目和校准方法…………………………………………………………….…………（3）

7.1　校准项目……………………………………………………………………….…………（3）

7.2　校准方法……………………………………………………………………….…………（3）

7.3　数据处理……………………………………………………………………….…………（4）

8　校准结果表达…………………………………………………………………….....………（4）

8.1　校准记录……………………………………………………………………….....………（4）

8.2　校准结果处理………………………………………………………………….....………（4）

9　复校时间间隔………………………………………………………………....….…………（5）

附录A 雪深测量仪校准数据原始记录………………………………………………………（6）

附录B 雪深测量仪校准证书内页……………………………………………...….…………（7）

附录C 雪深测量仪雪深示值误差校准结果测量不确定度评定示例 .……………………（8）

引言

JJF 1071—2020《国家计量校准规范编写规则》、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》共同构成支撑校准规范的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

雪深测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于雪深测量范围为0～150 cm的激光式和超声波式雪深测量仪的现场校准。实验室校准及其它测量范围或测量原理的雪深测量仪可参照执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

QX/T 24—2004 气象用铂电阻温度传感器

QX/T 434—2018 雪深自动观测规范

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（包括所有修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 雪深测量仪 snow depth measuring instrument

对积雪深度进行测量的仪器。

3.1.2 测雪板 snow plate

安装于地面上承接降雪，用于确定积雪深度零点的平板。

3.1.3 高度模拟装置 device for height simulation

可手动或自动调节高度，其上表面用于反射激光或超声波信号的方形或圆形平台，用于模拟积雪深度。

3.2 计量单位

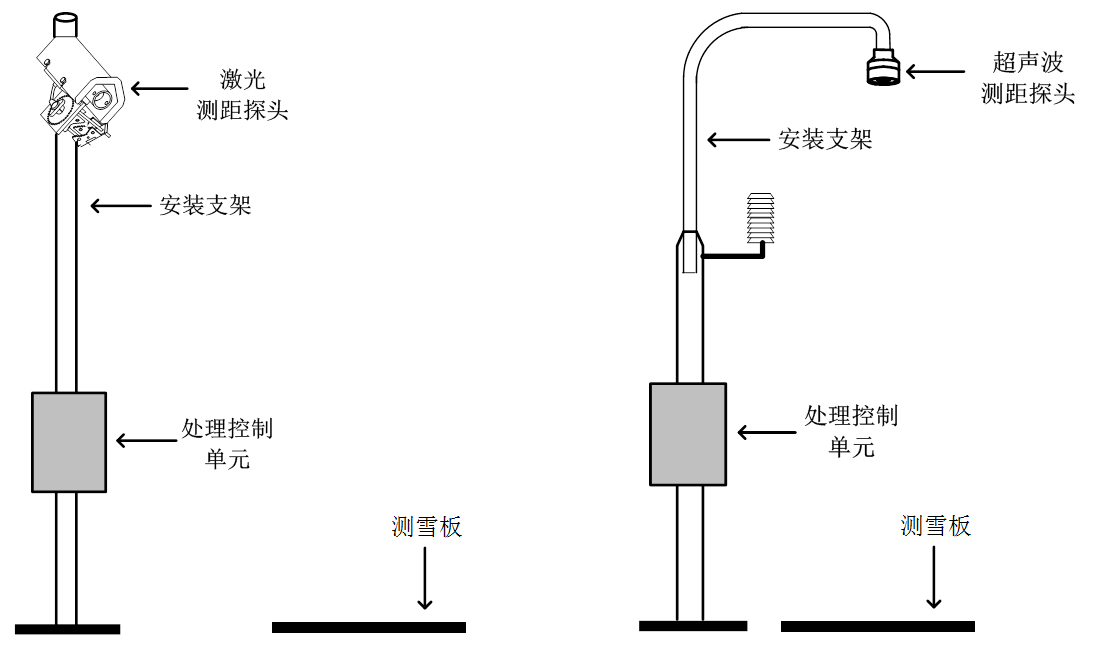
雪深单位：厘米，符号cm。

4 概述

雪深测量仪利用发射的波束（光波或电磁波等）遇到障碍物反射回来的特性测量积雪深度，主要有激光式和超声波式两种，其主要结构见图1。

激光式雪深测量仪采用相位法测距，用无线电波段频率对激光束进行幅度调制并测定调制光往返测线一次所产生的相位延迟，再根据调制光的波长，换算此相位延迟所代表的距离，从而实现雪深的连续测量。

超声波式雪深测量仪通过测量超声波脉冲发射和返回的时间计算测距探头与目标物的距离，并借助温度测量进行波速订正，从而实现雪深的连续测量。

图1 激光式和超声波式雪深测量仪示意图

5 计量特性

雪深示值误差。建议最大允许误差为±1 cm。

注：以上指标不适用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：（—10～30）℃；相对湿度：≤85%；晴天或多云，无风或微风。

校准现场周围不应有较强的磁场、电磁波、超声波等干扰。

6.2 标准器及配套设备

标准器及配套设备的技术要求见表1。

表1 标准器及配套设备技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 分类 | 设备名称 | 技术要求 | 备注 |
| 标准器 | 手持式激光  测距仪 | a) 测量范围：＞1 500 mm  b) 准确度等级：0级  c) 分辨力：不低于0.1 mm | 选择其中一种，或选取其它技术性能相当的计量器具。 |
| 钢卷尺 | a) 测量范围：＞1 500 mm  b) 准确度等级：Ⅱ级及以上  c) 分辨力：不低于1 mm |
| 配套设备 | 倾角仪 | a) 最大允许误差：≤0.2°  b) 分辨力：不低于0.01° |  |
| 高度模拟装置 | a) 模拟高度范围：≥1500 mm  b) 顶面平面度：≤0.5 mm  c) 顶面直径或边长：≥300 mm |  |

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

雪深示值误差。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 外观检查

查看被校雪深测量仪铭牌内容是否清晰。记录雪深测量仪的型号、出厂编号、测量范围、生产厂商、测距类型、外观是否异常等信息。

7.2.1.2 安装情况检查

查看雪深测量仪的安装应符合QX/T 434—2018中6.1的要求。

7.2.1.2 标准器安装

当使用手持式激光测距仪作为标准器时，应将其牢固固定于被校仪器立杆或横臂上，或使用单独的支架固定，使其测距方向垂直于测雪板，校准过程中标准器不应出现位移或晃动。

7.2.2 校准点选择

校准点应包括0 cm、10 cm、20 cm、50 cm、100 cm、150 cm。

校准时按照校准点数值从小到大的顺序进行。可根据实际测量需求或用户要求对其它点进行校准。

7.2.3 示值误差校准

使被校雪深测量仪和标准器同时测量测雪板作为0 cm校准点，待被校仪器和标准器示值稳定后，等时间间隔地读取被校仪器和标准器的示值，共读取3组。当采用钢卷尺作为标准器时无需记录0 cm标准器示值。

使用高度模拟装置调节顶面高度，使顶面距离测雪板高度依次达到其它校准点数值，且偏差不超过0.5 cm。

每个校准点校准前均应测量高度模拟装置顶面的水平度，方法为：使用倾角仪测量高度模拟装置顶面相互垂直两个方向上的水平度，任一方向上的水平度均不应大于0.1°，若不符合需对顶面水平度进行调整后再进行校准。

在每个校准点，待被校仪器示值稳定后，等时间间隔地读取被校仪器和标准器的示值，共读取3组。采用手持式激光测距仪作为标准器时，读取其示值；采用钢卷尺作为标准器时，尺钩应顶住测雪板，尺带垂直于测雪板，在三个位置读取高度模拟装置顶面对应的示值。

超声波式雪深测量仪配备的温度传感器技术指标应符合QX/T 24—2004中4.3的要求。

注：

1 在校准操作过程中勿直视激光式雪深观测仪或激光测距仪的发光位置。

2 调整激光点位置时勿长时间凝视激光点，应迅速操作或佩戴护眼设施。

7.3 数据处理

7.3.1 标准值（采用手持式激光测距仪作为标准器）

7.3.1.1 0 cm校准点标准值

直接测量测雪板时读取的标准器3组示值的算数平均值为0 cm标准值，见公式（1）。

 （1）

式中：

*H*s0—— 0 cm校准点标准值，cm；

*H*s01、*H*s02、*H*s03—— 0 cm校准点手持式激光测距仪的3组示值，cm。

7.3.1.2 其它校准点标准值

其它校准点的标准值见公式（2）。

 （2）

式中：

*H*s*i*——第*i*个校准点的标准值，cm；

*H*s0——0 cm校准点标准值，cm；

*H*s*i*1、*H*s*i*2、*H*s*i*3——第*i*个校准点手持式激光测距仪的3组示值，cm。

7.3.2 标准值（采用钢卷尺作为标准器）

标准值计算方法见公式（3）。

 （1）

式中：

*H*s*i*——第*i*个校准点的标准值，cm；

*H*s*i*1、*H*s*i*2、*H*s*i*3—— 第*i*个校准点钢卷尺的3组示值，cm。

7.3.3 雪深示值

各校准点的雪深示值为被校仪器在对应校准点示值的算术平均值，见公式（4）。

 （4）

式中：

*Hi*——第*i*个校准点的雪深示值，cm；

*Hi*1、*Hi*2、*Hi*3——第*i*个校准点被校仪器的3组示值，cm。

7.3.4 示值误差

0 cm校准点的雪深示值即为该校准点的示值误差，其它各校准点的示值误差计算方法见公式（5）。

 （4）

式中：

△*Hi*——第*i*个校准点的示值误差，cm；

*Hi* ——第*i*个校准点的雪深示值，cm；

*H*s*i* ——第*i*个校准点的标准值，cm。

8 校准结果表达

8.1 校准记录

校准记录格式参见附录A。

8.2 校准结果的处理

校准证书内页格式参见附录B，校准证书应至少包括以下内容：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）校准的地点；

d）校准证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）客户名称和地址；

f）被校对象的描述及明确标识；

g）校准单位校准专用章；

h）校准日期；

i）校准所依据的技术规范名称及代号；

j）本次校准所用的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）复校时间间隔的建议；

n）“校准证书”的签发人的签名或等效标识；

o）校准结果仅被被校对象有效性的声明；

p）未经实验室书面批准，部分复制证书或报告的声明。

经校准的雪深测量仪，发给校准证书，加盖校准印章。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，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。一般建议复校时间间隔不超过1年。

附录A

雪深测量仪校准数据原始记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 送校单位 | |  | | | | | | | | | |
| 记录编号 | |  | | | | 测距原理 | | □激光式 □超声波式 | | | |
| 仪器型号 | |  | | | | 出厂编号 | |  | | | |
| 测量范围 | |  | | | | 生产厂商 | |  | | | |
| 校准地点 | |  | | | | | | | | | |
| 校准环境 | | 温度：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_℃ 湿度：\_\_\_\_\_\_\_\_\_%RH | | | | | | | | | |
| 校准用  仪器设备 | | 仪器名称 | | 测量范围 | | 仪器编号 | | 测量不确定度/MPE/准确度等级 | | 证书有效期至 | |
| □手持激光测距仪  □钢卷尺  □其它：\_\_\_\_\_\_\_ | |  | |  | |  | |  | |
| 倾角仪 | |  | |  | |  | |  | |
| 外观检查 | | □正常 □异常 | | | | | | | | | |
| 校准点（cm） | | 0 | 10 | | 20 | | 50 | | 100 | | 150 |
| 标准器  示值  （cm） | 第1次 |  |  | |  | |  | |  | |  |
| 第2次 |  |  | |  | |  | |  | |  |
| 第3次 |  |  | |  | |  | |  | |  |
| 标准值（cm） | |  |  | |  | |  | |  | |  |
| 雪深示值  （cm） | 第1次 |  |  | |  | |  | |  | |  |
| 第2次 |  |  | |  | |  | |  | |  |
| 第3次 |  |  | |  | |  | |  | |  |
| 雪深示值（cm） | |  |  | |  | |  | |  | |  |
| 示值误差（cm） | |  |  | |  | |  | |  | |  |
| 扩展不确定度（*k*=2） | |  |  | |  | |  | |  | |  |

校准员： 核验员： 校准日期：

附录B

雪深测量仪校准证书内页

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 本次校准所使用的标准仪器及设备可溯源至国家计量标准。 | | | |
| 本次校准所依据的技术文件： | | | |
| 校准环境条件及地点：  温度（℃）： 湿度（%RH）：  地点： | | | |
| 校准所使用的标准仪器及设备 | | | |
| 名 称 | 测量不确定度/准确度等级 | 证书编号 | 有效期至 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

校准结果

cm

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准值 | 雪深示值 | 示值误差 | 扩展不确定度（*k*=2） |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |

（以下空白）

附录C

示值误差测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

根据本规范相应的计量要求和校准方法，雪深测量仪的校准结果为雪深示值误差。本附录按规范要求的标准器（以手持式激光测距仪为例）和配套设备，以超声波式雪深测量仪为例，遵循校准点要求，依据规范中的有关公式计算被校雪深测量仪雪深示值误差，并计算误差的不确定度。

C.2 示值误差的不确定度评定

C.2.1 测量模型

被校雪深测量仪的雪深示值误差△*H*的计算见式（C.1）

 （C.1）

式中：

△*Hi*——第*i*个校准点的示值误差，cm；

*Hi* ——第*i*个校准点的雪深示值，cm；

*H*s*i* ——第*i*个校准点的标准值，cm。

对式（C.1）各分量求偏导，各分量灵敏度系数见式（C.2）：

 （C.2）

则根据不确定度传播律，雪深示值误差的合成标准不确定度根据（C.3）计算：

 （C.3）

式中：

*uc*(△*H*i)——雪深示值误差的合成标准不确定度，cm；

*u*(*H*i) ——被校雪深测量仪示值的合成标准不确定度，cm；

*u*(*Hs*i) ——标准器示值的合成标准不确定度，cm。

C.2.2 测量不确定度的来源

评定的不确定度分量由手持式激光测距仪示值误差、倾角仪示值误差、高度模拟装置顶面平面度偏差、测量重复性组成，即：

 （C.4）

式中：

——雪深示值误差的合成标准不确定度，cm；

——手持式激光测距仪示值误差的不确定度分量，cm；

——高度模拟装置顶面水平度偏差的不确定度分量，cm；

——高度模拟装置顶面平面度偏差的不确定度分量，cm；

——测量重复性的不确定的分量，cm。

C.2.3 计算各分量的不确定度

C.2.3.1 手持式激光测距仪示值误差的不确定度分量*u*1(△H*i*)

手持式激光测距仪准确度等级为2级及以上，根据JJG 966—2010，2级手持式激光测距仪的误差为±(5.0 mm＋5×10-5*D*)（其中*D*为被测距离）。雪深测量仪量程为1500 mm，因此0级手持式激光测距仪的误差最大值为±0.5075 cm。则：

 cm

C.2.3.2 高度模拟装置顶面水平度偏差的不确定度分量*u*2(△H*i*)

根据7.2.3，高度模拟装置水平度最大允许偏差为0.1°，且倾角仪最大允许误差为0.1°，因此，高度模拟装置顶面水平度最大偏差为0.2°。高度模拟装置顶面为圆形且半径15 cm，则：

 cm

C.2.3.3 高度模拟装置顶面平面度偏差的不确定的分量*u*3(△H*i*)

根据高度模拟装置顶面平面度测试报告，顶面平面度偏差为0.1 mm，则：

 cm

C.2.3.4 测量重复性引入的不确定的分量*u*4(△H*i*)

按照校准方法对各校准点各进行10次测量，单次测量的实验标准偏差表示的测量结果的标准不确定度为：

 cm

手持式激光测距仪的分辨力为0.01 cm，由分辨力引入的不确定度为：

 cm

由此可见，分辨力引入的不确定度分量远小于测量重复性引入的不确定度分量，因此，以重复性引入的不确定度分量作为分析结果。

C.2.4 计算合成标准不确定度

由于各标准不确定度分量之间不相关，合成标准不确定度为：

 cm

C.2.5 计算扩展不确定度

取*k*=2，扩展不确定度为：

 cm