《雪深测量仪校准规范》

编制说明

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

2025年3月23日

《雪深测量仪校准规范》编制说明

一、任务来源

根据国家市场监督管理总局办公厅下发的《市场监管总局办公厅关于印发2023年国家计量技术规范项目制定、修订及宣贯计划的通知》（市监计量发〔2023〕56号）文件要求，由天津气象雷达研究试验中心作为主要起草单位开展国家计量技术法规《雪深测量仪校准规范》的编制工作。

二、编制背景

雪深是指从积雪表面到地表面的垂直深度，是表征降雪量和降雪特征的主要参数，也是区域水资源评估和流域水文模型的重要指标。雪深测量数据在气象防灾减灾、地质勘测、水文水利、航空码头、道路交通、农业生产等方面发挥着重要作用。随着科学技术的发展进步，雪深的测量方式已由此前人工雪尺测量的方式转变为运用雪深测量仪进行自动测量，自动化仪器能够全面、连续地反映积雪动态变化过程，弥补了人工观测主观性强、时效性差、时空密度不足等缺点，在测量结果的准确性、设备的稳定性、自动化和数字化程度上具有极大优势，并已在气象、水文、交通、勘探等多部门广泛应用。

雪深测量仪的主要原理是通过对距离的测量实现积雪深度的测量，然而，其作为一种测量仪器，目前并没有较为统一和完善的校准方法，无法保证测量结果的准确可靠。因此，对雪深测量仪的校准方法开展研究和试验，目的在于通过制定科学、统一的校准规范保证雪深测量数据的准确性，完善雪深测量量值传递体系，有利于更好地开展防灾减灾、农业生产和气象服务，更加准确地把握相关地区水资源存储分布，更加完善地进行气候变化与预测，并且有利于部门间雪深数据共享，为全国积雪深度的测量提供技术支撑。

三、编写过程

作为此项国家计量技术规范的主要起草单位，天津气象雷达研究试验中心于2023年10月召集相关单位技术人员组成编写组，参加起草单位包括计量技术机构国家气象计量站、内蒙古自治区气象数据中心和相关设备厂商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专家和技术人员。编写组制定了校准规范的编制工作计划，明确了各单位及人员的任务分工和阶段性节点要求，同时认真学习了JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》等相关计量技术规范，项目负责人李文博赴国家市场监督管理总局行政学院参加“国家计量技术规范起草人培训班”并获得结业证书。

**起草阶段：**编写组于2024年1月-3月开展了雪深测量仪的产品及技术调研，对当前市场上应用较广的各类雪深测量仪进行了摸底，了解了产品的基本测量原理和技术性能指标。4月-5月，查阅相关的标准、技术手册等资料，对产品的测量性能及厂商采用的不同标定方法进行了研究与分析，同时查阅相关文献资料和国外相关产品手册等，对雪深测量仪的校准方法的编制打下了良好的基础。6月-8月，在校准规范初稿的基础上进行了深化研究讨论，并对文本内容进行修改，主要包括标准器和配套设施的确定、校准过程的细节探讨及不确定的引入情况分析等，基本确定了雪深测量仪的校准方法和所需计量器具。9月-12月，开展相关设备设施的采购，并针对激光式和超声波式雪深测量仪开展大量试验，在积累数据验证校准方法可行性的同时开展不确定的评定分析。2025年1月-3月，对前期试验数据进行分析总结，并根据试验过程中遇到的问题完善了规范文本，形成了《雪深测量仪校准规范》征求意见稿及其相关材料，准备面向社会公开征求意见。

四、编写依据

在本规范编写过程中，编写组坚持客观科学、规范合理的原则，参考和依据主要为国际国内正式发行的相关规程规范的最新版本，同时为了深入研究相关仪器设备的性能特性，参考了著名学术期刊的科研论文。

（一）在文本编写及内容表述方面主要依据包括：

JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》

JJF 1059—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》

（二）在雪深测量仪及校准相关技术方面主要依据包括：

JJG 4—2015《钢卷尺》

JJG 928—1998《超声波测距仪》

JJG 966—2010《手持式激光测距仪》

JJF 1915—2021《倾角仪》

GB/T 35221—2017《地面气象观测规范　总则》

GB/T 35229—2017《地面气象观测规范　雪深与雪压》

QXT 434—2018《雪深自动观测规范》

QX/T 589—2020《自动雪深观测仪》

BS ISO: 23435:2022 Air quality – Test methods for snow depth sensors.

《雪深自动观测规范（试行）》（中国气象局综合观测司，2012年9月）

《地面气象自动观测规范（第一版）》（中国气象局综合观测司，2012年9月）

李庚垚.超声波雪深测量系统的研制[D].吉林大学,2018.

王柏林,花卫东,阳艳红,等.基于相位法激光测距原理的雪深传感器研究与应用[J].气象科技,2013,41(04):597-602.

四、主要内容说明

（一）范围

根据前期调研结果，目前多数雪深测量仪的测量范围在（0～150）cm，少量产品测量范围为（0～100）cm或（0～200）cm。目前雪深测量仪相关的标准化文件为QXT 434—2018《雪深自动观测规范》和QX/T 589—2020《自动雪深观测仪》，其中均对测量范围提出了明确要求，为“0 cm～150 cm（可根据服务需求或历史最大雪深情况扩展）”。因此，将测量范围规定为0～150 cm。

目前，雪深测量仪的主要测量原理分为两类，激光式和超声波式，因此，本规范适用于上述两种原理的雪深测量仪的校准。

本规范给出的校准方法为现场校准，主要有以下原因：①雪深测量仪安装环境为露天野外，整机固定在混凝土基础上，整机重量较重，若进行周期性实验室校准，设备拆装和运输较为困难；②若采用实验室校准，校准完成后需再次进行现场安装，在拆卸、运输和校准过程中设备很可能以发生设置的变化或高度、角度的变化，需要再次在现场进行调整和校准，实验室校准结果无法代表安装条件下的测量结果。考虑到校准的便捷性、合理性，且现场校准能够保证量值传递的准确性，因此，选用现场校准的方式。

为了扩展应用范围，若开展实验室校准，以及其它测量范围或测量原理的雪深测量仪可参照本规范的方法执行。

（二）引用文件

本规范应用了2个规范性文件，均为气象行业标准，其中QX/T 24—2004《气象用铂电阻温度传感器》用于规定超声波式雪深测量仪的温度测量性能，QX/T 434—2018《雪深自动观测规范》用于规定雪深测量仪的安装规范性。

（三）术语和计量单位

为了便于理解，提高规范的可读性，对文本中出现的难理解或有歧义的术语进行了规定，包括“雪深测量仪”、“测雪板”、“高度模拟装置”。同时，规定了雪深测量仪雪深示值的计量单位为cm，主要参考了气象观测业务的要求和气象行业标准要求。

（四）概述

介绍了雪深测量仪的分类、组成结构和测量原理，并给出了必要的结构示意图，以便于了解。

（五）计量特性

主要参考中国气象局《自动雪深观测仪功能需求书》(试验版)和雪深测量仪相关标准，以及国内外主流的雪深测量仪产品的技术指标制定的。表1列出了不同参考文件中对雪深测量仪的技术要求，表2列出了几款雪深测量仪的主要测量性能指标作为参考。最后选择了雪深测量示值误差作为计量特性指标。

表1 不同参考文件中对雪深测量仪的技术要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参考文件 | 《自动雪深观测仪功能需求书》(试验版) | QXT 434—2018《雪深自动观测规范》 | QX/T 589—2020《自动雪深观测仪》 | GB/T 35229—2017《地面气象观测规范　雪深与雪压》 |
| 最大允许误差 | ±10 mm | ±1 cm | ±1 cm | ±10 mm |
| 分辨力 | 1 mm | 0.1 cm | 0.1 cm | 1 mm |

表2 几款雪深测量仪的主要测量性能指标（单位：cm）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 型号 | DSS1 | DSJ1 | DSS5 | SDS-100 |
| 测量范围 | 0～200 | 0～200 | 0～50 | 0～200 |
| 最大允许误差 | ±1 | ±1 | ±1 | ±1 |
| 分辨力 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 测量原理 | 激光 | 超声波 | 激光 | 激光 |

根据JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》的要求，计量特性部分明确了雪深测量仪的计量特性为雪深测量示值，同时也给出了参考的最大允许误差，并标注该指标不适用于合格性判定，仅供参考。

（六）校准条件

由于采用现场校准，因此规定了现场校准时的条件。雪深测量仪的校准对温度和湿度要求不高，但考虑到高温和低温时以及高湿时相关设备的适应性和校准人员的舒适性，给出了温度和湿度的条件范围。规定了天气状况为晴天或多云，雨雪时无法开展校准，阴天时不开展校准以避免突发雨雪中断校准过程。当采用手持式激光测距仪作为标准器时，标准器需固定在立柱或支架上，因此应在无风或微风时开展校准，避免标准器出现晃动影响校准结果。为了避免校准过程中收到干扰，应确保校准地点周边无强烈的电磁和超声信号。

规定了校准过程中所需标准器及配套设备。主要标准器为手持式激光测距仪或钢卷尺，二者可选其一或选用其它技术性能相当的计量器具。手持式激光测距仪的示值误差可以达到毫米级，且小巧轻便便于安装使用，此外部分激光测距仪还具备数字通信接口，可与计算机或终端设备进行通信，提高了雪深测量仪校准装置的信息化水平和自动化控制能力。钢卷尺测量精度较高，同样具备便携易用的优点，然而其只能依靠人工读取数据，数字化程度较低。上述两种标准器均有相应的计量检定规程，可以以检定的方式溯源至国家计量基准。在校准过程中需进行水平度测量，因此选用了倾角仪作为配套设备之一。此外，高度模拟装置作为校准过程中模拟雪深变化的设施，其高度变化范围不应低于雪深测量仪的测量范围，为了不对激光或超声波信号造成干扰，应选用圆形或方形的顶面，且直径或边长不应小于300 mm，此外，顶面的平面度会对测量结果造成影响，应控制在0.1 mm以内。

（七）校准项目和方法

1、校准前准备

规定了校准前的准备工作，包括对雪深测量仪的外观进行检查、记录部分信息；由于雪深测量仪及测雪板安装的规范性对雪深测量及校准结果有重要影响，因此，需在校准前确认其安装情况符合相关规范要求；当采用手持式激光测距仪作为标准器时，应将其牢固固定在立杆、横臂上或单独使用支架固定，并保证其在校准过程中不能出现高度、位置上的变化或晃动。

2、校准点选择

校准点的选择综合以下因素考虑：一是经过前期调研与查阅资料，激光式和超声波式雪深测量仪在测量范围内随测量距离变化测量误差为相对恒定，因此，校准点可均匀分布于测量范围内。二是考虑我国大多数地区积雪深度在50 cm以下，较多地区积雪深度在0～20 cm范围，因此可在20 cm以下增加校准点，以提高监测准确性和实用性。三是校准方法应做到全量程覆盖，因此应对150 cm进行校准。综合上述因素，将校准点设置为：0 cm、10 cm、20 cm、50 cm、100 cm、150 cm。

3、示值误差校准

规定了对雪深测量仪示值误差校准的过程要求，总体的校准思路为，采用高度模拟装置模拟不同高度的雪深，对应不同的校准点，将被校仪器和标准器同时测量高度模拟装置顶面，得到示值和标准值，通过改变顶面高度，进而得到每个校准点的示值误差（或修正值）。

当采用手持式激光测距仪作为标准器时，对应校准点的标准值为示值减去0 cm时的示值；当采用钢卷尺作为标准器时，对应校准点的标准值为钢卷尺的示值。

高度模拟装置顶面的水平度对校准结果会产生影响，以激光式雪深测量仪为例，若被校仪器和标准器光点相距相对较远，且顶面倾斜度较大，则二者测量的距离不相等，测量结果无意义。因此对顶面水平度进行测量和调整。考虑到将顶面调整至完全水平的难度较大，且经过计算，倾角在0.1°时对测量结果的影响较小（具体详见测量不确定度评定报告），因此，规定水平度应在0.1°以下。

对于超声波式雪深测量仪，为了准确计算超声波在空气中的传播速度，均配备一个温度传感器用于测量空气温度以计算对应的超声波传播速度。因此，需对该温度传感器技术指标进行要求，由于大多温度传感器采用铂电阻式温度传感器，因此，其测量误差需满足QX/T 24—2004《气象用铂电阻温度传感器》的相关要求。

4、数据处理

规定了标准值、雪深示值及示值误差的计算方法。

（八）校准结果表达

校准证书应符合JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》中5.12的要求。

（九）复校时间间隔

考虑雪深测量仪的测量原理为激光式或超声波式，参考激光测距仪和超声波测距仪的检定规程，规定检定周期为1年，因此确定雪深测量仪的建议复校时间间隔也为1年，以保证测量性能可靠。

五、对重大分歧意见的处理结果和依据

无。

六、应当说明的事项

无。

编写组

2025年3月23日