雪深测量仪示值误差测量结果不确定度评定报告

一、以手持式激光测距仪校准激光式雪深测量仪为例

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。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，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。

评定依据：JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》

2.测量模型及灵敏系数

被校雪深测量仪的雪深示值误差的计算见式（1）

 （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（1）各分量求偏导，各分量灵敏度系数见式（2）：

 （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（3）计算：

 （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。

3.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、高度模拟装置顶面水平度偏差、高度模拟装置顶面平面度偏差、测量重复性组成，即：

 （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。

4.各不确定度分量的计算

4.1手持式激光测距仪示值误差的不确定度分量*u*1(△*Hi*)

手持式激光测距仪准确度等级为0级，根据JJG 966—2010，0级手持式激光测距仪的误差为±(1.5 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1级手持式激光测距仪的误差最大值为±0.1575 cm。则：

 cm

4.2高度模拟装置顶面水平度偏差的不确定度分量*u*2(△*Hi*)

根据规范要求，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0.2°，因此，高度模拟装置顶面水平度最大偏差为0.3°。高度模拟装置顶面为圆形且半径15 cm，则：

 cm

4.3高度模拟装置顶面平面度偏差的不确定的分量*u*3(△*Hi*)

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

4.4测量重复性引入的不确定的分量*u*4(△*Hi*)

按照校准方法对各校准点各进行10次测量，测量结果见下表：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准点 | | | | | | |
| 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 150 |
| 1 | 0.155 | 0.235 | 0.170 | 0.195 | 0.375 | 0.425 |
| 2 | 0.165 | 0.205 | 0.165 | 0.185 | 0.405 | 0.395 |
| 3 | 0.160 | 0.265 | 0.215 | 0.175 | 0.355 | 0.445 |
| 4 | 0.185 | 0.215 | 0.155 | 0.165 | 0.395 | 0.430 |
| 5 | 0.175 | 0.210 | 0.195 | 0.175 | 0.375 | 0.445 |
| 6 | 0.185 | 0.220 | 0.175 | 0.215 | 0.405 | 0.425 |
| 7 | 0.155 | 0.200 | 0.145 | 0.190 | 0.425 | 0.410 |
| 8 | 0.165 | 0.210 | 0.215 | 0.145 | 0.425 | 0.425 |
| 9 | 0.185 | 0.235 | 0.180 | 0.135 | 0.435 | 0.430 |
| 10 | 0.195 | 0.225 | 0.215 | 0.190 | 0.415 | 0.450 |
| 平均值 | 0.173 | 0.222 | 0.183 | 0.177 | 0.401 | 0.428 |
| 标准差 | 0.0144 | 0.0192 | 0.0258 | 0.0238 | 0.0259 | 0.0167 |
| *u*4(△*Hi*) | 0.0045 | 0.0061 | 0.0082 | 0.0075 | 0.0082 | 0.0053 |

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选取各校准点中最大值，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。

5.合成标准不确定度的计算

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

6.扩展不确定度的计算

取*k*=2，扩展不确定度为： cm

二、以钢卷尺校准激光式雪深测量仪为例

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。按规范要求的标准器（以钢卷尺为例）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雪深测量仪雪深示值误差，并计算误差的不确定度。

评定依据：JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》

2.测量模型及灵敏系数

被校雪深测量仪的雪深示值误差的计算见式（1）

 （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（1）各分量求偏导，各分量灵敏度系数见式（2）：

 （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（3）计算：

 （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。

3.测量不确定度的来源

评定的不确定度分量由钢卷尺示值误差、高度模拟装置顶面水平度偏差、高度模拟装置顶面平面度偏差、测量重复性组成，即：

 （4）

式中：

——雪深示值误差的合成标准不确定度，cm；

——钢卷尺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。

4.各不确定度分量的计算

4.1钢卷尺示值误差的不确定度分量*u*1(△*Hi*)

钢卷尺准确度等级为Ⅱ级，根据JJG 4—2015，分辨力为1 mm的Ⅱ级钢卷尺的最大允许误差为±0.2 mm，则：

 cm

4.2高度模拟装置顶面水平度偏差的不确定度分量*u*2(△*Hi*)

根据规范要求，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0.2°，因此，高度模拟装置顶面水平度最大偏差为0.3°。高度模拟装置顶面为圆形且半径15 cm，则：

 cm

4.3高度模拟装置顶面平面度偏差的不确定的分量*u*3(△*Hi*)

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

4.4测量重复性引入的不确定的分量*u*4(△*Hi*)

按照校准方法对各校准点各进行10次测量，测量结果见下表：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准点 | | | | | | |
| 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 150 |
| 1 | 0.150 | 0.200 | 0.150 | 0.200 | 0.400 | 0.500 |
| 2 | 0.180 | 0.200 | 0.170 | 0.300 | 0.380 | 0.450 |
| 3 | 0.200 | 0.200 | 0.170 | 0.220 | 0.400 | 0.350 |
| 4 | 0.170 | 0.200 | 0.060 | 0.250 | 0.470 | 0.470 |
| 5 | 0.160 | 0.200 | 0.150 | 0.320 | 0.500 | 0.400 |
| 6 | 0.180 | 0.250 | 0.180 | 0.220 | 0.420 | 0.480 |
| 7 | 0.170 | 0.250 | 0.070 | 0.220 | 0.400 | 0.500 |
| 8 | 0.170 | 0.250 | 0.150 | 0.300 | 0.400 | 0.500 |
| 9 | 0.170 | 0.200 | 0.170 | 0.200 | 0.400 | 0.500 |
| 10 | 0.270 | 0.200 | 0.160 | 0.200 | 0.400 | 0.500 |
| 平均值 | 0.182 | 0.215 | 0.143 | 0.243 | 0.417 | 0.465 |
| 标准差 | 0.0336 | 0.0242 | 0.0424 | 0.0467 | 0.0377 | 0.0517 |
| *u*4(△*Hi*) | 0.0106 | 0.0076 | 0.0134 | 0.0148 | 0.0119 | 0.0163 |

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选取各校准点中最大值，为：

cm

钢卷尺的分辨力为0.1 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大于测量重复性引入的不确定度分量，因此，以分辨力引入的不确定度分量作为分析结果。

5.合成标准不确定度的计算

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

6.扩展不确定度的计算

取*k*=2，扩展不确定度为： cm

三、其它说明

当被校仪器为超声波式雪深测量仪时，评定方法和步骤与激光式雪深测量仪一致。