中华人民共和国国家计量技术规范

JJFXXXX－20XX

水面蒸发器校准规范

Calibration Specification for Water Surface Evaporators

(征求意见稿)

20XX⎯XX⎯XX发布 20XX⎯XX⎯XX实施

**国家市场监督管理总局**发布

水面蒸发器校准规范

**Calibration Specification for Water Surface Evaporators**

JJFxxxx – 20XX

归 口 单 位 ：全国能源资源计量技术委员会水资源计量分技术委员会

主要起草单位：水利部水文仪器及岩土工程仪器质量

监督检验测试中心

水利部南京水利水文自动化研究所

参加起草单位：江苏南水科技有限公司

武汉汉秦信通科技有限公司

南京南瑞水利水电科技有限公司

本规范委托全国能源资源计量技术委员会水资源计量分技术

委员会负责解释

**本规范主要起草人：**苏 南（水利部水文仪器及岩土工程仪器质量

监督检验测试中心）

万 皓（水利部水文仪器及岩土工程仪器质量

监督检验测试中心）

刘 伟（水利部南京水利水文自动化研究所）

**参加起草人：**吴宁声（江苏南水科技有限公司）

张 亚（水利部南京水利水文自动化研究所）

高建祥（武汉汉秦信通科技有限公司）

雷丽江（南京南瑞水利水电科技有限公司）

目 录

[引言 II](#_Toc202783923)

[1范围 3](#_Toc202783924)

[2引用文件 3](#_Toc202783925)

[3术语和计量单位 3](#_Toc202783926)

[3.1术语 3](#_Toc202783927)

[3.2 计量单位 3](#_Toc202783928)

[4概述 3](#_Toc202783929)

[4.1称重式蒸发器 4](#_Toc202783930)

[4.2浮子式蒸发器 4](#_Toc202783931)

[5计量特性 5](#_Toc202783932)

[6校准条件 5](#_Toc202783933)

[6.1环境条件 5](#_Toc202783934)

[6.2校准用设备 5](#_Toc202783935)

[7校准项目和校准方法 6](#_Toc202783936)

[7.1校准项目 6](#_Toc202783937)

[7.2校准方法 6](#_Toc202783938)

[8校准结果 8](#_Toc202783939)

[9复校时间间隔 9](#_Toc202783940)

[附录A校准证书内页格式（参考） 10](#_Toc202783941)

[附录B原始记录格式（参考） 11](#_Toc202783942)

[附录C测量结果不确定度评定示例（参考） 12](#_Toc202783943)

# 引言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成本校准规范制定工作的基础性系列文件。

本规范参照GB/T 21327-2019《水面蒸发器》，并结合目前国内外水面蒸发器的生产、使用和校准现状进行制定，主要的技术指标与国家标准相一致。

本规范为首次制定。

水面蒸发器校准规范

# 1 范围

本规范适用于自动测量水面蒸发量的称重式蒸发器和浮子式蒸发器的校准。其他类型的水面蒸发器可参照执行。

# 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 21327 水面蒸发器

GB/T 19677 水文仪器术语及符号

SL 630 水面蒸发观测规范

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

GB/T 19677界定的以及下列术语和定义适用于本规范。

3.1.1 蒸发量 evaporation amount

在一定时间内，一定容量的水由液态或固态变为气态的量。

3.1.2 水面蒸发器 evaporation pan of water surface

测定时段地表水蒸发量的器具。

3.1.3 称重式蒸发器 weighting evaporimeter

利用测定重量的原理制成的测定蒸发量的仪器。

3.1.4 浮子式蒸发器 float-type evaporimeter

利用浮子浮于水面并跟随浮子室水位一同升降、带动记录机构进行蒸发量记录的仪器。

## 3.2 计量单位

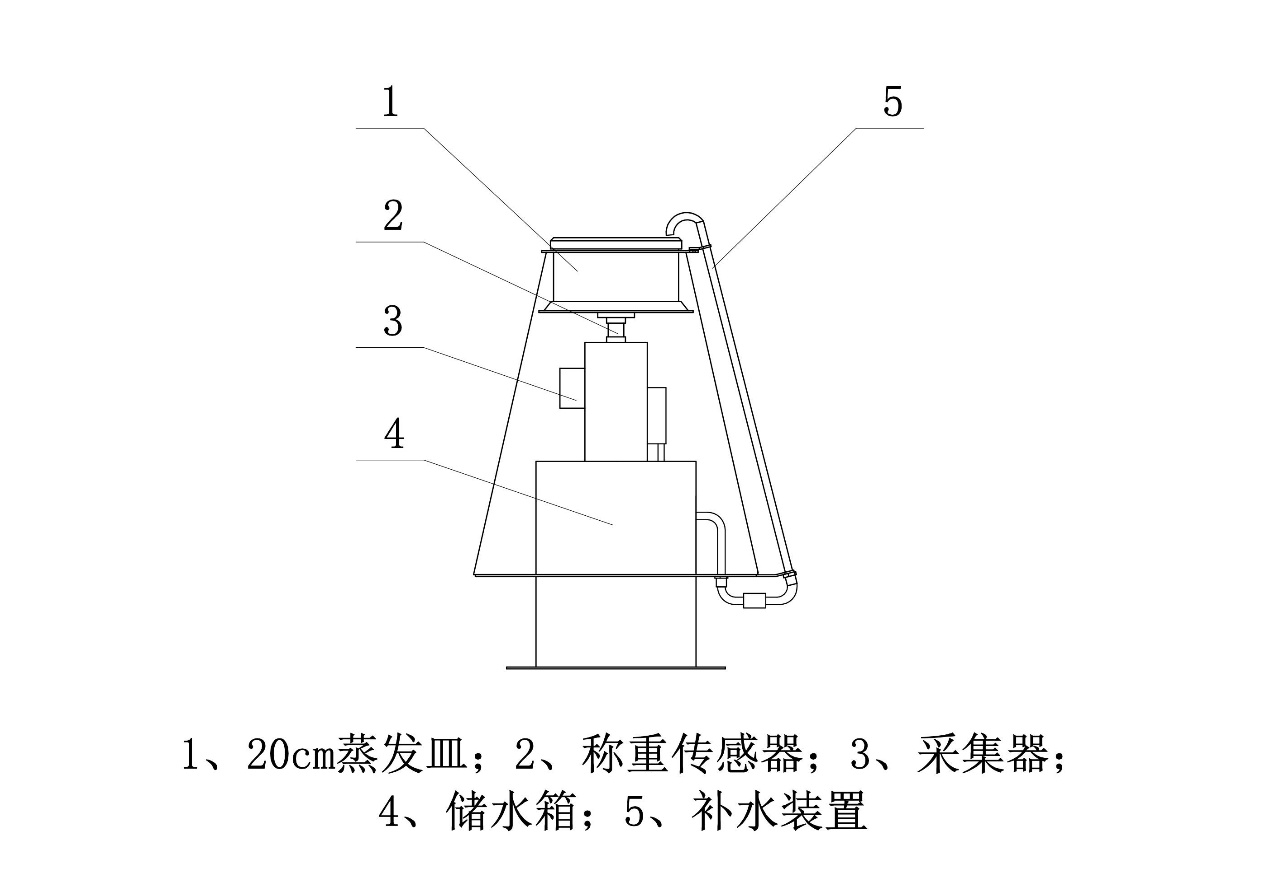
蒸发量以水位高度变化量表示，单位为毫米（mm）。

# 4 概述

按照测量原理，自动水面蒸发器分为称重式蒸发器和浮子式蒸发器。

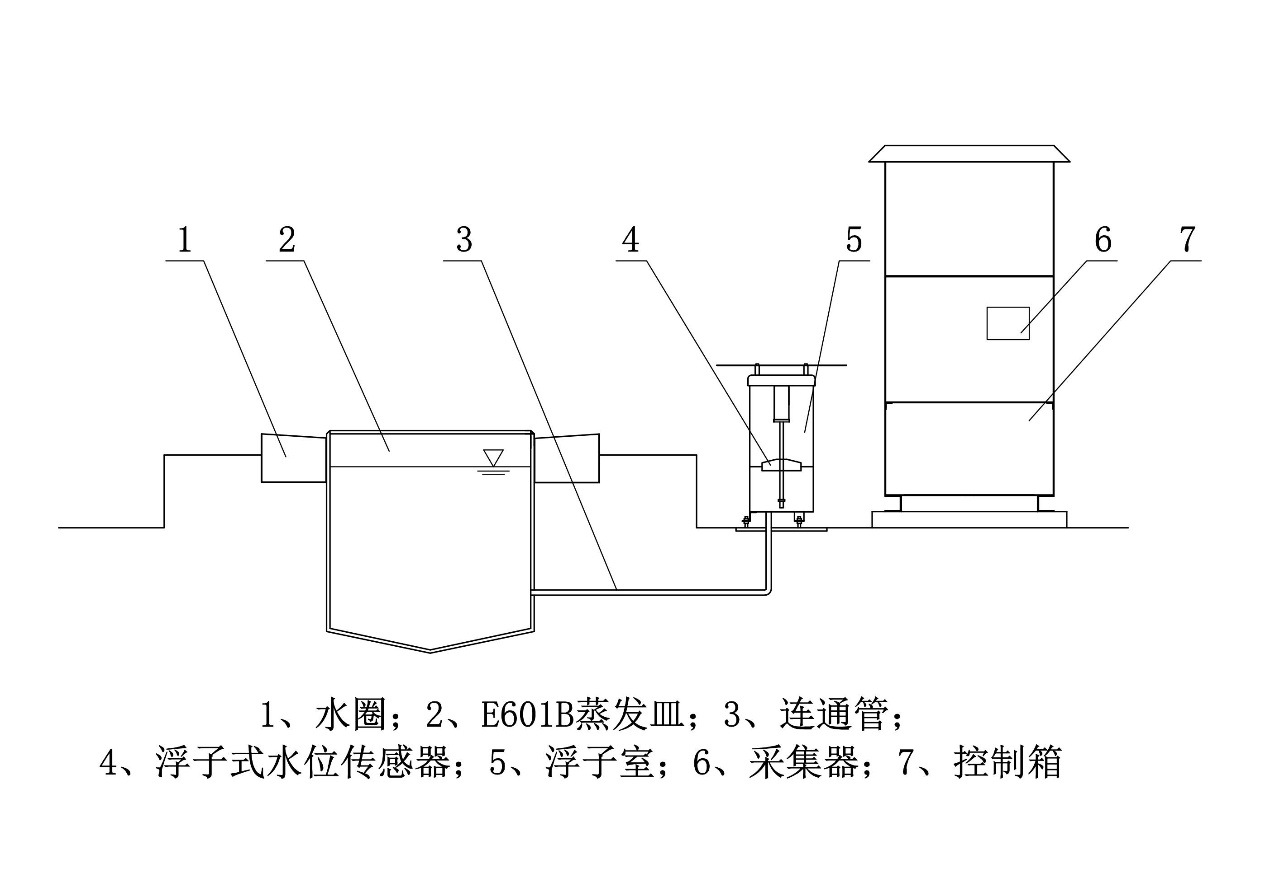
## 4.1 称重式蒸发器

称重式蒸发器由20cm蒸发皿、称重传感器、采集器、储水箱、补水装置等组成，其结构示意图如图1所示。称重传感器感知20cm蒸发皿内水的重量，采集器定时采集称重传感器数据，由水的重量变化计算出蒸发量。

图1 称重式蒸发器结构示意图

## 4.2 浮子式蒸发器

浮子式蒸发器由水圈、E601B蒸发皿、连通管、浮子式水位传感器、浮子室、采集器、控制箱等组成，其结构示意图如图2所示。浮子室与E601B蒸发皿水位通过连通管保持平衡，安装在浮子室内的浮子式水位传感器感知水位，采集器定时采集浮子式水位传感器数据，由水位的高度变化计算出蒸发量。

图2 浮子式蒸发器结构示意图

# 5 计量特性

示值误差：最大允许误差为±0.5mm；

重复性：最大允许误差为±0.2mm。

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

环境条件如下：

a）温度：(20±15)℃；

b）湿度：不大于95%RH；

c）称重式蒸发器校准过程中，水温的变化不超过±1℃；

d）其它影响量：电源、振动、气流及磁场等因素对校准结果产生的影响应可以忽略；

## 6.2 校准用设备

校准用设备可参考表1。

表1 校准用设备参考表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 测量范围 | 技术指标 |
| 1 | 标准砝码组 | 1g～1kg | M2等级 |
| 2 | 游标卡尺 | （0～300）mm | 示值误差不大于±0.04mm |
| 3 | 数字温度计 | （0～150）℃ | 测量不确定度0.1℃（*k*=2） |
| 4 | 浮子式蒸发器校准装置 | 不小于100mm | 测量不确定度不大于0.1mm（*k*=2） |

# 7 校准项目和校准方法

## 7.1 校准项目

校准项目见表2。

表2 校准项目

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 校准项目 |
| 1 | 示值误差 |
| 2 | 重复性 |

## 7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备工作

（1）对被校对象进行必要的检查，确保能正常工作。

（2）校准开始前允许对仪器进行调整，校准过程中不允许再作任何调整。

（3）称重式蒸发器校准前，应使用数字温度计测量蒸发皿内的水温。

7.2.2 校准点的选择

（1）称重式蒸发器

根据砝码的规格和水的密度选择称重式蒸发器校准点，在称重式蒸发器测量范围内，均匀选取6个校准点。以蒸发皿内径20cm，测量范围（0～30）mm，水温20℃（水的密度0.998207g/cm3）为例，校准点为：29.97mm、24.01mm、17.98mm、11.99mm、5.99mm、0mm。所需砝码种类和数量参考表3。

表3 不同校准点对应砝码种类及数量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点（mm） | 对应重量（g） | 砝码种类（g） | 砝码数量（个） | 小计（g） |
| 29.97 | 940 | 500 | 1 | 500 |
| 100 | 4 | 400 |
| 20 | 2 | 40 |
| 24.01 | 753 | 500 | 1 | 500 |
| 200 | 1 | 200 |
| 50 | 1 | 50 |
| 2 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 1 |
| 17.98 | 564 | 500 | 1 | 500 |
| 50 | 1 | 50 |
| 10 | 1 | 10 |
| 2 | 2 | 4 |
| 11.99 | 376 | 200 | 1 | 200 |
| 100 | 1 | 100 |
| 50 | 1 | 50 |
| 20 | 1 | 20 |
| 5 | 1 | 5 |
| 1 | 1 | 1 |
| 5.99 | 188 | 100 | 1 | 100 |
| 50 | 1 | 50 |
| 20 | 1 | 20 |
| 10 | 1 | 10 |
| 5 | 1 | 5 |
| 2 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

（2）浮子式蒸发器

在浮子式蒸发器测量范围内，均匀选取6个校准点。以测量范围（0～60）mm为例，校准点为：60mm、48mm、36mm、24mm、12mm、0mm。

7.2.3 校准过程

7.2.3.1 称重式蒸发器

校准前，用数字温度计测量蒸发皿内的水温，然后将940g砝码（29.97mm等值水位）放入蒸发皿中，再将砝码替换为753g（24.01mm等值水位）、564g（17.98mm等值水位）、376g（​11.99 mm等值水位）、188g（5.99 mm等值水位）、0g（0mm等值水位），依次读取采集器示值并记录，重复以上步骤6次。放置砝码时，多个同等重量砝码应均匀分布在底部，单个应居中。

7.2.3.2 浮子式蒸发器

将浮子式水位传感器固定在浮子式蒸发器校准装置上，调节校准装置至60mm校准点处，读取并记录测值。然后依次调整校准装置至48mm、36mm、24mm、12mm、0mm校准点处，分别读取并记录测值。重复以上步骤6次。

7.2.4 数据处理

7.2.4.1 示值误差

（1）称重式蒸发器

按公式(1)计算各校准点间对应的标准蒸发值，以蒸发皿内径20cm，测量范围（0～30）mm，水温20℃为例，标准蒸发值分别为5.96mm、6.03mm、5.99mm、5.99mm、5.99mm。

（1）

式中：

—标准蒸发值，mm；

—上一校准点的砝码总重量，g；

—当前校准点的砝码总重量，g；

—用游标卡尺量取的蒸发皿内径，cm；

—水的密度，通过测量水温查表获得，g/cm³。

按公式(2)计算各校准点间的示值误差。

（2）

式中：

—仪器测值平均值，mm。

（2）浮子式蒸发器

以测量范围（0～60）mm为例，按公式(3)计算各校准点的示值误差。

（3）

式中：

—仪器测值平均值，mm；

—12mm。

7.2.4.2 重复性

每个校准点示值平均值的重复性按公式（4）计算:

（4）

—被校仪器在第j次校准时的测值，mm；

*j*=1,2,3…N；

—校准次数。

# 8 校准结果

校准证书和原始数据记录格式参照附录A和附录B。按本规范要求校准后的水面蒸发器出具校准证书，水面蒸发器的不确定度评定示例见附录C。

# 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。建议蒸发器的复校时间间隔不超过1年。

# 附录A校准证书内页格式（参考）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准所使用的主要标准器（或标准装置）  Main standards(standard device)of measurement used in the calibration | | | | | | | | | |
| 名称  Name | 测量范围  Measuring range | | 不确定度或准确度等级或最大允许误差  Uncertainty or accuracy class or maximum permissible error | | | 证书号  Certificate No. | | 证书有效期至  Valid until | |
|  |  | |  | | |  | |  | |
|  |  | |  | | |  | |  | |
|  |  | |  | | |  | |  | |
| 本次校准所使用的主要标准器（或标准装置）均溯源至国家计量基准。  Main standards(standard device)of measurement used in the calibration are traced to National Measurement Standard. | | | | | | | | | |
| 校准的环境条件及地点  Environmental condition and location for the calibration | | | | | | | | | |
| 地点  Location | |  | | 温度  Temperature | ℃ | | 湿度  Humidity | | %RH |

**校准结果**

Results of Calibration

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准结果 |
| 1 | 示值误差 |  |
| 2 | 重复性 |  |

注：1、本校准证书仅对本样品校准数据负责。

2、本次校准与校准依据偏离情况：无

3、测量结果的不确定度：U= , *k*=2。

以下为空白

# 附录B原始记录格式（参考）

校准原始记录

委托单位： 单位地址：

联系电话： 证书编号：

仪器名称： 型号/规格： 仪器编号：

制造单位： 校准依据：

校准所使用的主要标准器（或标准装置）：

校准地点： 温度： ℃ 湿度： %RH

校准时间： 校准员： 核验员：

蒸发校准结果记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准点（mm） | 标准蒸发值（mm） | 仪器显示蒸发值（mm） | | | | | | 示值平均值（mm） | 绝对误差  （mm） | 重复性误差  （mm） |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# 附录C测量结果不确定度评定示例（参考）

C.1 水面蒸发器校准结果不确定度评定示例

1. 校准方法概述

1.1 称重式蒸发器

将标准砝码在前一校准点和当前校准点间组成的砝码总质量的差值，转换为水面蒸发器水位的变化值，作为标准值与被校仪器示值进行比较，计算两者之间的绝对误差。

1.2 浮子式水面蒸发器

将校准装置在上一校准点与当前校准点等值水位的差值作为标准值，与被校仪器示值进行比较，计算两者之间的绝对误差。

2. 数学模型

2.1 称重式蒸发器

按公式(1)计算各校准点间对应的标准蒸发值，以蒸发皿内径20cm，测量范围（0～30）mm，水温20℃为例，标准蒸发值分别为5.96mm、6.03mm、5.99mm、5.99mm、5.99mm。

（1）

式中：

—标准蒸发值，mm；

—上一校准点的砝码总重量，g；

—当前校准点的砝码总重量，g；

—用游标卡尺量取的蒸发皿内径，cm；

—水的密度，通过测量水温查表获得，g/㎝³。

按公式(2)计算各校准点间的示值误差。

（2）

式中：

—仪器测值平均值，mm。

2.2 浮子式蒸发器

以测量范围（0～60）mm为例，按公式(3)计算各校准点的示值误差。

（3）

式中：

—仪器测值平均值，mm；

—12mm。

3. 不确定度来源和不确定度分量评定

3.1 称重式蒸发器（以蒸发皿内径20cm，测量范围（0～30）mm，24.01mm校准点，水温20℃为例）

（1）标准砝码最大允许误差引入的相对不确定度

依据M2等级砝码的检定证书可知，940g砝码允差引入的不确定度分量=91.26㎎，753g砝码允差引入的不确定度分量=86.17㎎，合成不确定度=0.12551g。由砝码最大允差引入的相对不确定度==0.07%；

（2）游标卡尺最大允许误差引入的相对不确定度

用游标卡尺量取被校水面蒸发器的蒸发皿实际内径，内径的最佳估计值为200mm，根据游标卡尺的检定证书可知，其最大允差为±0.04mm，*k*=2，由游标卡尺最大允差引入的相对不确定度==0.01%；

（3）相对合成不确定度

蒸发器在24.01mm校准点的蒸发量最佳估计值为5.96mm，=0.07%，换算成合成标准不确定度=0.004172mm；

（4）蒸发器重复性引入的标准不确定度

在同一时间段内，在24.01㎜校准点对蒸发器连续进行6次校准，校准结果分别为5.97mm、5.96mm、5.96mm、5.97mm、5.96mm、5.96mm，平均值为5.96mm，由贝塞尔公式求得单次校准值的实验标准偏差为0.0051640mm，则由重复性引入的标准不确定度=  =0.0021082mm；

（5）蒸发器分辨力引入的标准不确定度

蒸发器分辨力为 0.1mm，区间半宽为 0.05mm，设为均匀分布，取*k*= ， 则 = =0.02887mm；

（6）合成标准不确定度

24.01mm校准点对应的标准蒸发值为5.96mm，蒸发器分辨力和重复性引入的不确定度的较大值为0.02887mm，由不确定度传播律可知，合成标准不确定度：==0.029170mm，取*k*=2，扩展不确定度=0.06mm。

3.2 浮子式水面蒸发器（以测量范围（0～60）mm，48mm校准点，水温20℃为例）

（1）校准装置的最大允许误差引入的不确定度

依据校准装置的检定证书可知，其最大允许误差为±0.09mm，*k*=2，则由校准装置的最大允差引入的标准不确定度=0.045mm；

（2）蒸发器重复性引入的标准不确定度

在同一时间段内，在48㎜校准点对蒸发器连续进行6次校准，校准结果分别为12.01mm、12.02mm、12.02mm、11.99mm、11.98mm、12.02mm，平均值为12.01mm，由贝塞尔公式求得单次校准值的实验标准偏差为0.01751mm，则由重复性引入的标准不确定度= =0.007148mm；

（3）蒸发器分辨力引入的标准不确定度

蒸发器分辨力为0.1mm，区间半宽为 0.05mm，设为均匀分布，取*k*=，则 ==0.02887mm；

（4）合成标准不确定度

48mm校准点对应的标准蒸发值为12mm，蒸发器重复性和分辨力引入的不确定度较大值为0.02887mm，由不确定度传播律可知，合成标准不确定度：==0.05346mm，取*k*=2，扩展不确定度=0.11mm。