



北京市地方计量技术规范

JJF ××××—××××

燃油加油机自动检定装置校准规范

Automatic Verification Device For Fuel Dispenser Calibration
Specification

××××—××—××发布 ××××—××—××实施

北京市市场监督管理局 发布

燃油加油机自动检定装置校准规范

Automatic Verification Device For

Fuel Dispenser Calibration Specification:

JJF XXXX-XXXX

归口单位:

主要起草单位:

参加起草单位:

本规范委托*****负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

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	(2)
4.1 结构	(2)
4.2 用途	(2)
4.3 工作原理	(2)
5 计量特性	(3)
5.1 金属量器的要求	(3)
5.2 温度传感器的要求	(3)
5.3 液位传感器的要求	(3)
6 通用技术要求	(4)
6.1 金属量器主体制造要求	(4)
6.2 金属量器计量颈的要求	(4)
6.3 车载金属量器附加要求	(4)
6.4 温度传感器	(5)
6.5 液位传感器	(5)
6.6 金属量器的密封性要求	(5)

6.7 金属量器排气与排液能力要求·····	(5)
6.8 金属量器的壁厚要求·····	(5)
6.9 燃油加油机自动检定装置检定程序·····	(5)
6.10 自动检定装置的防爆性能要求·····	(5)
7 校准条件·····	(6)
7.1 环境条件·····	(6)
7.2 校准标准器及其他设备·····	(6)
8 校准项目和校准方法·····	(6)
8.1 校准项目·····	(7)
8.2 校准方法·····	(7)
9 校准结果·····	(11)
10 复校时间间隔·····	(11)
附录 A 校准记录(参考格式)·····	(12)
附录 B 校准证书(内页)参考格式·····	(14)
附录 C 介质和量器材质的体膨胀系数·····	(16)
附录 D 校准结果不确定度评定示例·····	(17)

引 言

本规范根据燃油加油机自动检定装置的校准及使用情况编写，解决了燃油加油机自动检定装置的溯源方法。

本规范依据 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》，并参考 JJG 259-2005《标准金属量器》检定规程编制。

本规范所用术语，除在本规范中专门定义的外，均采用 JJF 1001《通用计量术语及定义》，本规范所用计量单位均采用国家法定计量单位。

本规范是首次制定。

燃油加油机自动检定装置校准规范

1 范围

本规范适用于燃油加油机自动检定装置的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB 6682—2008	分析实验室用水规格和试验方法
GB 3836.1—2010	爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
JJG 259—2005	标准金属量器检定规程
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
JJF1366—2012	温度数据采集仪校准规范
JJF 1076—2020	数字式温湿度计校准规范

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（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 术语

本规范除引用 JJG 259—2005 中 3.1 ~ 3.13 的术语外，还采用下列术语。

3.1.1 自动检定装置 automatic verification device

由传感器、数字转换程序和计算机程序等实现加油机自动检定过程的综合系统。

3.1.2 温度传感器 temperature transducer

能感受温度并转换成可用输出信号的传感器。

3.1.3 液位传感器 liquid level transducer

能测量液面高度并转换成可用输出信号的传感器。

3.1.4 自动检定装置检定程序

按照JJG 443-2015《燃油加油机》检定规程编制的程序，能够对采集的液面高度、油枪出口处油温、量器内油温等数据进行计算，得出加油机示值误差和重复性，并自动生成原始记录和证书的程序。

3.2 计量单位

本规范使用以下法定计量单位及其倍数、分数单位：

体积单位：升，符号 L；

压力单位：帕[斯卡]，符号 Pa；

温度单位：摄氏度，符号 °C；

长度单位：米，符号 m。

4 概述

4.1 结构

燃油加油机自动检定装置（以下简称自动检定装置）主要由配备了温度传感器和液位传感器的金属量器（以下简称量器）、操作控制系统和回油箱等组成，如图1所示。量器有导油管和排气装置，回油箱的大小一般可容纳一台加油机检定所排放的油量。



图1 燃油加油机自动检定装置组成示意图

4.2 用途

自动检定装置主要用于检定燃油加油机。

4.3 工作原理

在加油机定量加油模式下，通过对油枪出口处的温度、量器中油温和液位等参数的自动测量、补偿和计算，实现对加油机的自动检定，如图2所示。

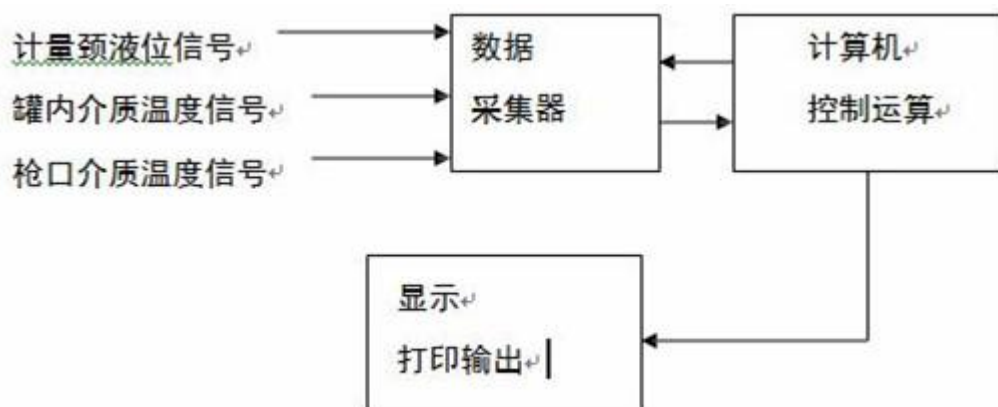


图2 燃油加油机自动检定装置工作原理图

5 计量特性

5.1 金属量器的要求

标准金属量器应符合JJG 259《标准金属量器》检定规程的技术要求。

量器规格有20 L、50 L、100 L、200 L等，二等金属量器的最大允许误差不超过 $\pm 0.025\%$ ，三等金属量器的最大允许误差不超过 $\pm 0.05\%$ 。二等金属量器计量颈(含液位传感器导管)的分度容积不得大于其标称容积的 5×10^{-5} ；三等金属量器计量颈(含液位传感器导管)的分度容积不得大于其标称容量的 2×10^{-4} 。

量器配有水平调节装置，水平调节装置的准确度为0.05 mm/m。必要时应有保温措施。

5.2 温度传感器的要求

温度传感器的最小分度值不大于0.2 °C，测量范围不小于-25 °C ~ +55 °C。经自动转换的电脑显示温度值其示值误差不大于0.2 °C。

5.3 液位传感器的要求

经自动转换的电脑显示容积值其读数误差不超过量器计量颈分辨力所对应的容量值。

注：计量特性为一般要求，不作为合格判定。

6 通用技术要求

6.1 金属量器主体制造要求

6.1.1 二等金属量器的主体材料应用1Cr18Ni9Ti不锈钢制造；三等标准金属量器可用不锈钢或经镀层的碳素钢制造。

6.1.2 金属量器的外壁应平整光滑，以肉眼观测，不得有凹凸现象；内壁应经抛光处理，以保证金属量器的液体残留量最小。

6.1.3 金属量器支脚的下部应安装金属材料制造的可调整螺栓，且直接与地面相连，以供调整水平及导静电之用。金属量器也可采用其他方式调整水平，但应满足防爆及导静电要求。

6.1.4 为防止产生泡沫，金属量器要在进液口内装有导液管，导液管的上端应略低于金属量器的溢流罩，下端应位于圆筒体部分的下部。

6.1.5 为保证金属量器注液时不存气泡，排液时器壁的液体残留量最小，上锥体的夹角和下锥体的夹角都应 $\leq 120^\circ$ 。

6.1.6 为确保金属量器处于水平状态，应在金属量器主体两个相互垂直的水平方向上，分别安装 0.05 mm/m 管状水准器（液位补偿式金属量器除外）。

6.1.7 金属量器的铭牌上应注有以下标记：型号、20 °C 时标称容量、准确度等级、材质、出厂日期、出厂编号和制造厂等。

6.1.8 金属量器在制造时应采用人工时效方法（加热至 120 °C~140 °C，保持 8 h~36 h 后经空气冷却）消除应力，以防止在使用过程中由于应力变化而使其容积发生变形。

6.1.9 双层金属量器，需在罐主体留出最少 1 个测量壁厚的测量孔。

6.2 金属量器的计量颈要求

6.2.1 计量颈标尺的长度按照使用要求确定，标称容量的液位刻度应位于计量颈的

中部。

6.2.2 在计量颈读数部位应装有一个液位管（液位补偿式金属量器应在互成 120° 方向上各装有一个液位管）。液位管应采用无色透明硬质玻璃制造，管内径应在 $\phi 8\text{ mm} \sim \phi 16\text{ mm}$ 之间且应均匀一致，管表面应无妨碍观测液面的缺陷，管的上部应与溢流罩相通。

6.2.3 计量颈标尺和读数游标需经镀铬工艺处理（不锈钢材料除外）。计量颈标尺的零点应位于安装位置的底部。计量颈标尺和读数游标标线应清晰，其刻线宽度不得大于 0.25 mm 。

6.2.4 读数游标上需安装与液面平行的有机玻璃环。环上应有小于 0.25 mm 宽的环形刻线，且使液位管居于有机玻璃环中间。有机玻璃环与读数游标的连接需保证相对位置不变。

6.3 车载金属量器附加要求

检定车上所有金属量器应符合 6.1 和 6.2 的要求外，其金属量器与车体安装应为软连接，且必须牢固。检定车须配有液压千斤顶或在车厢底部安装有基准平行板和管状水准器。

6.3.1 车载金属量器一般应为液位补偿式、自动调平式等。金属量器轴线应与操作平台垂直，操作平台上应装有基准平行板和管状水准器。

6.3.2 车载金属量器与车体及导液管各连接部位均应有导线跨接，形成一个良好的导体，并在车底盘上装有接地装置，以防静电荷大量积聚。

6.3.3 汽车消音器上方应覆盖无渗漏孔的钢板，以防止滴油失火；汽车内燃机火花

塞与导线必须封闭严密，不准有间隔，工作时，排气管应有防火装置，且汽车应熄火。

6.3.4 检定车上配备的泵及电机必须符合防爆要求。

6.4 温度传感器

6.4.1 油枪出口位置的温度传感器应安装在油枪的出口处。

6.4.2 罐体的温度传感器应安装在量器主体的中间部位，安装应牢固，防止由于温度传感器的松动使金属量器的容积发生变化。

6.4.3 温度传感器及信号传输应符合防爆要求。

6.5 液位传感器

6.5.1 液位传感器应安装在接近金属量器的中轴线附近。

6.5.2 液位传感器及信号传输应符合防爆要求。

6.6 金属量器的密封性要求

金属量器在注满介质或注、排液过程中不得有渗漏现象；阀门与金属量器主体的连接要牢固并有锁紧措施，防止由于阀门松动使金属量器的容积发生变化。

6.7 金属量器排气与排液能力要求

6.7.1 金属量器排气能力，不得超过 0.2 个分度容积。

6.7.2 金属量器在滴流状态下等待 2 min，不得有间歇连续流及涌动流排出。

6.8 金属量器的壁厚要求

金属量器壁厚要求应符合表 1 的要求。

表 1 金属量器壁厚的要求

标称容量/L	壁厚/mm
200	$\geq 3.0_{-0.2}$
100	$\geq 2.5_{-0.2}$
50	$\geq 2.0_{-0.2}$
20	$\geq 1.5_{-0.2}$

6.9 燃油加油机自动检定装置检定程序

燃油加油机自动检定装置检定程序须可以对其量器标称容量对应的液位高度、计量颈分度容积、油枪出口处温度传感器温度值、罐体油温传感器温度值进行修正。

6.10 自动检定装置的防爆性能要求

自动检定装置必须符合 GB 3836.1—2010 的要求，取得相应等级防爆合格证书。

7 校准条件

7.1 环境条件

7.1.1 环境条件

实验室环境温度：10 °C~30 °C；校准中，实验室环境温度于水温之差不应超过 ± 5 °C。

大气压力：86 kPa ~ 106 kPa。

7.1.2 试验介质

对试验介质为循环自来水。若采用泵注水的方法，必须在泵出口与金属量器入口之间设有消气机构。

提前 24 h 将循环自来水放入实验室储水池或容器内，使水温和室温相平衡。

7.1.3 车载燃油加油机自动检定装置的校准场所

应在室内或遮阳棚内进行，避免阳光直射。应设置金属量器的移动升降平台，平台的高度应能满足校准要求。应具备储水池、高位水箱、校准台、潜水泵、吊装天车、连接管路等。

7.2 校准标准器及其它设备

校准所使用的标准器及其它辅助计量器具应具有有效的检定/校准证书。

表 2 主标准器和配套设备表

序号	设备名称	测量范围	准确度等级或最大允许误差
1	一等金属量器	(20 ~ 200) L	MPE: $\pm 5 \times 10^{-5}$
2	温度计	(1 ~ 50) °C	二等
3	秒表	1 h	± 0.1 s
4	超声波测厚仪，必要时，可增配置一个棒式超声波测厚仪	(1 ~ 50) mm	± 0.01 mm
5	标准玻璃量器组	(5 ~ 2000) mL	二等

6	铂电阻测温仪	-25 °C ~ +55 °C	$U \leq 0.02^{\circ}\text{C}$, $k=2$
7	恒温槽	-25 °C ~ +55 °C	温度均匀性不超过 0.010°C 温度波动性不超过 0.020°C /10 min
8	循环自来水装置		
9	升降平台		
10	水加热器		
11	制冷设备		

8 校准项目和校准方法

8.1 校准项目

燃油加油机自动检定装置校准项目主要有：外观检查、密封性检验、排气与排液能力的检验、材质与壁厚检验、容积校准、计量颈分度容积校准、液位传感器校准、温度传感器校准、温湿度传感器校准（如适用）等。

8.2 校准方法

8.2.1 外观检查

8.2.1.1 检查金属量器的外观，应符合 6.1 至 6.3 的要求。

8.2.1.2 检查温度传感器、液位传感器的安装，应符合 6.4 至 6.5 的要求。

8.2.2 密封性检验

把被校准量器注满介质到某刻度处，放置于实验室 4 h 以上，三等量器或车载

量器应停放在室内或遮阳棚下 30 min 以上，各连接处及外表面应无渗漏现象，应符合 6.6 的要求。

8.2.3 排气与排液能力的检验

8.2.3.1 将被校准量器调平，注满介质到某刻度线，拍打量器，液位变化不得超过 0.2 个分度容积。

8.2.3.2 以最大排放量的方式将量器中的介质排出，在滴流状态下等待 2 min 后，不得有间歇连续流及涌动流排出。

8.2.4 金属量器材质与壁厚检验

8.2.4.1 将磁铁放置于二等量器表面，不应有吸引现象发生。

8.2.4.2 用超声波测厚仪检测量器圆筒体的壁厚，应符合 6.8 的要求。

8.2.4.3 若是双层量器，打开罐体的测量孔，用棒式超声波测厚仪检测量器圆筒体的壁厚，应符合 6.8 的要求。

8.2.5 温度传感器校准

8.2.5.1 运行的检定程序，使检定程序处于等待检定状态。

8.2.5.2 将燃油加油机自动检定装置的温度传感器拆卸下来，和铂电阻测温仪的温度计一起放入恒温槽中，铂电阻测温仪的温度计和温度传感器应浸没于恒温槽的均匀温区。

8.2.5.3 将恒温槽温度设定为校准点。校准点应均匀分布在整个测量范围的整数点上，原则上应包括零点、使用上限值和使用下限值，不少于 5 个点。

8.2.5.4 当恒温槽及被测温度传感器示值稳定后，且恒温槽温度偏离校准点不超过 $\pm$

0.2 °C时（以测量标准示值为准），按“标准→被测→被测→标准”的顺序分别读取铂电阻测温仪的温度计示值和被测温度传感器的示值。

8.2.5.5 温度传感器的测量误差为

$$\Delta t = \bar{t}_i - \bar{t}_0$$

式中：

Δt ——在每个校准点上，被测温度传感器的测量误差，°C；

$\bar{t}_i$ ——在每个校准点上，被测温度传感器示值的平均值，°C；

$\bar{t}_0$ ——在每个校准点上，铂电阻测温仪的温度计示值的平均值，°C。

8.2.6 量器容积校准

按照制造厂使用说明书安装校准后的温度传感器，并检测其密封性，密封性应符合 6.6 的要求

量器在校准前，均以注满介质的方式充分润湿其内表面，然后打开放液阀门，以最大排放量方式将量器内的介质排空，在滴流状态下等待 2 min，关好放液阀门。

一般情况下，采用一等金属量器与被校准量器的容量比值 1:1 的容量比较方法；特殊情况下，也可以采用一等金属量器的组合量与被校准量器进行比较的方法，但一等金属量器与被校准量器的容量比值不应大于 1:5。

8.2.6.1 将被校准量器置于一等金属量器下方，并调平。

8.2.6.2 用排液软管将一等金属量器的排液口与被校准量器的注液口相连，连接处不得有渗漏现象。

8.2.6.3 将校准介质注入到一等金属量器计量颈上沿充分润湿其内表面，然后打开放液阀门，以最大排量方式将一等金属量器内的介质排放到被校准量器中。在滴流状态下等待 2 min，关闭放液阀门，移开连接软管，是一等金属量器处于校准前的等待状态。

8.2.6.4 将被校准量器放液阀门开启至最大，将介质排空，在滴流状态下等待 2 min，关闭放液阀门，使被校准量器处于待校状态。

8.2.6.5 运行燃油加油机自动检定装置的检定程序，使检定程序处于等待检定状态。

8.2.6.6 将介质注入到一等金属量器标称容量刻线位置，若介质注入过多，应使用上部微调阀门进行调整；记录一等金属量器的标称容积值，测量并记录一等金属量器中介质的温度 t_1 。

8.2.6.7 打开一等金属量器的放液阀门，将其内介质经油枪出口处温度传感器排入到被校准量器内。同时，用温度计测量油枪出口处温度传感器附近介质的温度 $t_{\text{枪}1}$ 在滴流状态下等待 2 min，关闭放液阀门。

8.2.6.8 观测并记录被校准量器计量颈中介质液面高度 h_1 ，用温度计测量被校准量器内介质温度 t_2 。同时记录燃油加油机自动检定装置检定程序中的液面高度 $h_{\text{自}1}$ ，油枪出口处温度 $t_{\text{自枪}1}$ ，量器主体内介质温度 $t_{\text{自罐}1}$ 。

若被校准量器为液位补偿式，则分别观测并记录其计量颈中介质的三个液面高度 $h_{1.1}$ ， $h_{1.2}$ ， $h_{1.3}$ ，取其平均值作为 h_1 。

8.2.6.9 用标准玻璃量器测量被校准量器计量颈的分度容积，测定方法见 8.2.6。

8.2.6.10 以全开启的状态将被校准金属量器中的介质排出，在呈滴流状态下保持 2

min 后，关闭放液阀门。

8.2.6.11 被校准金属量器刻度 h_1 的 20 °C 容积值由式 (1) 或 (2) 计算：

$$[V_{20}]_1 = V_B [1 + \beta_1(t_1 - 20) + \beta_2(20 - t_2) + \beta_w(t_2 - t_1)] \quad (1)$$

式中： V_B —— 一等金属量器 20°C 时的容积值，L；

β_1 —— 一等金属量器的体膨胀系数， $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；

β_2 —— 被校准金属量器的体膨胀系数， $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；

β_w —— 校准介质在 $t_1 \sim t_2$ 范围内的平均体膨胀系数， $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，对于循环自来水， $\beta_w = 0.0002^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

若 $\beta_1 = \beta_2$ ，则

$$[V_{20}]_1 = V_B [1 + \beta_1(t_1 - t_2) + \beta_w(t_2 - t_1)] \quad (2)$$

8.2.6.12 重复 7.4.5.6 ~ 7.4.5.11 各步骤，对被校准金属量器的容量进行三次连续测量，由式 (3)、式 (4) 和式 (5) 将三次测量时的液位 h_1 、 h_2 和 h_3 换算到标称容量 V_B 下的液位高度：

$$H_1 = h_1 + \frac{V_B - [V_{20}]_1}{V_f} \quad (3)$$

$$H_2 = h_2 + \frac{V_B - [V_{20}]_2}{V_f} \quad (4)$$

$$H_3 = h_3 + \frac{V_B - [V_{20}]_3}{V_f} \quad (5)$$

式中： H_1 、 H_2 、 H_3 —— 分别为换算标称容量 V_B 下的液面高度，mm；

h_1 ——第一次测量时被校准金属量器中的液位高度，mm；

h_2 ——第二次测量时被校准金属量器中的液位高度，mm；

h_3 ——第三次测量时被校准金属量器中的液位高度，mm；

V_f ——被校准量器计量颈分度容积，mL/mm；

$[V_{20}]_1$ ——第一次测量计算的容积值，L；

$[V_{20}]_2$ ——第二次测量计算的容积值，L；

$[V_{20}]_3$ ——第三次测量计算的容积值，L。

8.2.6.13 被校准量器标称容量对应的液位高度由式（6）计算：

$$H = \frac{H_1 + H_2 + H_3}{3} \quad (6)$$

H_1 、 H_2 和 H_3 的最大值与最小值之差，乘以计量颈分度容积后的值应不大于被校准量器的最大允许误差，应符合 5.1 的要求。

8.2.6.14 燃油加油机自动检定装置检定程序中被校准金属量器刻度 $h_{\text{自}1}$ 的 20 °C 容积值由式（7）或（8）计算：

$$[V_{20}]_{\text{自}1} = V_B [1 + \beta_1(t_1 - 20) + \beta_2(20 - t_{\text{自罐}1}) + \beta_W(t_{\text{自罐}1} - t_1)] \quad (7)$$

式中： V_B ——一等金属量器 20 °C 时的容积值，L；

β_1 ——一等金属量器的体膨胀系数，°C⁻¹；

β_2 ——被校准金属量器的体膨胀系数，°C⁻¹；

β_W ——校准介质在 $t_1 \sim t_2$ 范围内的平均体膨胀系数，°C⁻¹，对于循环自来

水, $\beta_W=0.0002\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

若 $\beta_1=\beta_2$, 则

$$[V_{20}]_{\text{自}1}=V_B[1+\beta_1(t_1-t_{\text{自罐}1})+\beta_W(t_{\text{自罐}1}-t_1)] \quad (8)$$

8.2.6.15 重复 8.2.5.6 ~ 8.2.5.11 各步骤时, 燃油加油机自动检定装置检定程序中对被校准金属量器的容量进行三次连续测量, 由式 (9)、式 (10) 和式 (11) 将三次测量时的液位 $h_{\text{自}1}$ 、 $h_{\text{自}2}$ 和 $h_{\text{自}3}$ 换算到标称容量 V_B 下的液位高度:

$$H_{\text{自}1}=h_{\text{自}1}+\frac{V_B-[V_{20}]_{\text{自}1}}{V_{\text{自}f}} \quad (9)$$

$$H_{\text{自}2}=h_{\text{自}2}+\frac{V_B-[V_{20}]_{\text{自}2}}{V_{\text{自}f}} \quad (10)$$

$$H_{\text{自}3}=h_{\text{自}3}+\frac{V_B-[V_{20}]_{\text{自}3}}{V_{\text{自}f}} \quad (11)$$

式中: $H_{\text{自}1}$ 、 $H_{\text{自}2}$ 、 $H_{\text{自}3}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序中分别为换算标称容量 V_B 下的液面高度, mm;

$h_{\text{自}1}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序中第一次测量时被校准金属量器中的液位高度, mm;

$h_{\text{自}2}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序中第二次测量时被校准金属量器中的液位高度, mm;

$h_{\text{自}3}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序中第三次测量时被校准金属量器中的液位高度, mm;

$V_{\text{自}f}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序中被校准量器计量颈分度容积，
mL/mm；

$[V_{20}]_{\text{自}1}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序中第一次测量计算的容积值，L；

$[V_{20}]_{\text{自}2}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序中第二次测量计算的容积值，L；

$[V_{20}]_{\text{自}3}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序中第三次测量计算的容积值，L。

8.2.6.16 被校准量器标称容量对应的液位高度由式（12）计算：

$$H_{\text{自}} = \frac{H_{\text{自}1} + H_{\text{自}2} + H_{\text{自}3}}{3} \quad (12)$$

$H_{\text{自}1}$ 、 $H_{\text{自}2}$ 和 $H_{\text{自}3}$ 的最大值与最小值之差，乘以计量颈分度容积后的值应不大于被校准量器的最大允许误差，应符合 5.1 的要求。

8.2.7 计量颈分度容积测量

8.2.7.1 视被校准量器的计量颈容量，选择相应容量的标准玻璃量器并注入介质到刻线位置；用校准介质注入被校准量器至 H_a 刻线位置，将标准玻璃量器中的介质注入到被校准量器中，读取被校准量器液位 H_b （ H_a 至 H_b 的高度应不小于标尺总长的 $\frac{2}{3}$ ），由式（13）计算得出计量颈分度容积 V_f ：

$$V_f = \frac{V}{H_b - H_a} \quad (13)$$

式中： V_f ——计量颈分度容积，mL/mm；

V ——标准玻璃量器的容量，mL；

H_a ——第一次读取的计量颈液面高度，mm；

H_b ——第二次读取的计量颈液面高度，mm。

计量颈分度容积应进行三次测量，取平均值作为计量颈分度容积测量结果。计量颈分度容积应符合 5.1 的要求。

8.2.7.2 在测量计量颈分度容量的同时，记录燃油加油机自动检定装置检定程序中的液面高度 $H_{自a}$ 、 $H_{自b}$ ，由式（14）计算得出燃油加油机自动检定装置检定程序计量颈分度容积 $V_{自f}$ ：

$$V_{自f} = \frac{V}{H_{自b} - H_{自a}} \quad (14)$$

式中： $V_{自f}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序计量颈分度容积，mL/mm；

V ——标准玻璃量器的容量，mL；

$H_{自a}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序第一次读取的计量颈液面高度，mm；

$H_{自b}$ ——燃油加油机自动检定装置检定程序第二次读取的计量颈液面高度，mm。

燃油加油机自动检定装置检定程序计量颈分度容积应进行三次测量，取平均值作为其测量结果。燃油加油机自动检定装置检定程序计量颈分度容积应符合 5.1 的要求。

8.2.8 液位传感器校准

8.2.8.1 将介质注入量器，使其液面到自动检定装置检定程序中计量颈的最低刻度线

位置 $H_{\text{自}1}$ 。

8.2.8.2 用标准玻璃量器将 20mL 介质注入到量器内，读取检定程序中被校准量器液位 $H_{\text{自}2}$ ，由式（17）计算得出液位传感器的示值误差 $\Delta H_{\text{液}}$ ：

$$\Delta H_{\text{液}} = \frac{20}{V_f} - (H_{\text{自}2} - H_{\text{自}1}) \quad (13)$$

式中： $\Delta H_{\text{液}}$ ——液位传感器的示值误差，mm；

V_f ——量器计量颈分度容积，mL/mm；

$H_{\text{自}1}$ ——第一次读取的计量颈液面高度，mm；

$H_{\text{自}2}$ ——第二次读取的计量颈液面高度，mm。

8.2.8.3 循环 8.2.8.2 的操作，直到计量颈充满介质，取平均值作为液位传感器的示值误差，应符合 5.3 的要求。

8.2.9 车载燃油加油机自动检定装置的校准

8.2.9.1 将一等标准量器放置在平台上（应使一等金属量器的排液口高于车载量器的进液口），并调整水平。

8.2.9.2 车体尽量靠近平台，并将量器调整水平。

8.2.9.3 其他步骤同 8.2.1 ~ 8.2.7。

8.2.9.4 校准车载量器时，校准人员不得在汽车上走动。

8.2.10 温湿度传感器校准

对于可以拆卸的温湿度传感器，参照 JJF 1076-2020《数字式温湿度计校准规范》

对其校准。

9 校准结果

9.1 校准记录见附录 A。

9.2 校准证书格式见附录 B。

9.3 校准结果不确定度评定示例见附录 D。

10 复校时间间隔

复校时间间隔建议不超过 2 年。复校时间间隔的长短是由使用状况及其性能等诸多因素决定，使用单位可根据实际工况合理决定复校时间间隔。

附录 A

燃油加油机自动检定装置校准记录

(参考格式)

记录编号 _____ 第_____页 共_____页

送校单位_____量器体膨胀系数_____

制造单位_____型号规格_____

出厂编号 _____环境温度 _____℃ 湿

度_____ %RH

校准地点_____校准日期_____证书编号_____

校 准 _____核 验 _____校准依据_____

校准所用的主要标准器:

名称_____型号_____编号_____

准确度等级□/最大允许误差□/扩展不确定度□_____

证书编号_____有效期限_____

一、外观检测: _____

二、量器密封性检查: _____

三、量器排气与排液能力的检验: _____

四、量器材质与壁厚检验: _____

五、燃油加油机自动检定装置校准

1 量器标称容积液位高度校准

序号	标准金属量器容积	标准金属量器水温	被校准量器水	被校准量器标尺读数	被校准量器 t_1 时	被校准量器标称容积液位高度 H/mm
----	----------	----------	--------	-----------	---------------	--------------------------------

	V_{Bi}/L	$t_i/^\circ\text{C}$	温 $t_{2i}/^\circ\text{C}$	h_i/mm	20℃的容 积 $[V_{20}]_i/\text{L}$	H_i	平均值
1							
2							
3							

测量不确定度 $U=$, ($k=2$)

2 量器计量颈分度容积校准

第_____页 共_____页

序号	计量颈注入 水体积 V_i/mL	计量颈标尺 读数 H_{ai}/mm	计量颈标尺 读数 H_{bi}/mm	计量颈分度容 积 $V_{fi}/$ (mL/mm)	平均值 $V_f/$ (mL/mm)
1					
2					
3					

测量不确定度 $U=$, ($k=2$)

3 燃油加油机自动检定装置检定程序中量器标称容积液位高度校准

序号	标准金 属量器 容积 V_{Bi}/L	标准金 属量器 水温 $t_i/^\circ\text{C}$	被校准 量器水 温 $t_{\text{自罐}1i}/^\circ\text{C}$	被校准 量器标 尺读数 $h_{\text{自}i}/\text{mm}$	被校准量 器 h 时 20℃的容 积 $[V_{20}]_{\text{自}i}/\text{L}$	被校准量器标称 容积液位高度 $H_{\text{自}i}/\text{mm}$	
						$H_{\text{自}i}$	平均值
1							
2							
3							

测量不确定度 $U=$, ($k=2$)

4 燃油加油机自动检定装置检定程序中量器计量颈分度容积校准

序号	计量颈注入 水体积 V_i/mL	计量颈标尺 读数	计量颈标尺 读数	计量颈分度容 积 $V_{\text{自}fi}/$	平均值 $V_{\text{自}f}/$ (mL/mm)
----	------------------------------	-------------	-------------	-------------------------------	---

		$H_{\text{自}ai}/\text{mm}$	$H_{\text{自}bi}/\text{mm}$	(mL/mm)	
1					
2					
3					

测量不确定度 $U=$, ($k=2$)

5 油枪出口处温度传感器校准

第_____页 共_____页

序号	油枪出口处 附近水温 $t_{\text{枪}i}/^{\circ}\text{C}$	温度传感器 测量值 $t_{\text{自枪}i}/^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{枪}i}$ °C时温度 计的修正值 / $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{自枪}i}$ °C时温度传 感器温度的修正 值/ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{自枪}}$ °C时温度传 感器温度的修正 值/ $^{\circ}\text{C}$
1					
2					

测量不确定度 $U=$, ($k=2$)

6 罐体温度传感器校准

序号	罐体水温 $t_{2i}/^{\circ}\text{C}$	温度传感器 测量值 $t_{\text{自罐}i}/^{\circ}\text{C}$	t_{2i} °C时温度 计的修正值 / $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{自罐}i}$ °C时温度传 感器温度的修正 值/ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{自罐}}$ °C时温度传 感器温度的修正 值/ $^{\circ}\text{C}$
1					
2					

测量不确定度 $U=$, ($k=2$)

7 液位传感器校准

序号	计量颈分度 容积 $V_f/$ (mL/mm)	计量颈标尺 读数 $H_{自1}/\text{mm}$	计量颈标尺 读数 $H_{自2}/\text{mm}$	液位传感器示 值误差 $\Delta H_{液i}/\text{mm}$	平均值 $\Delta H_{液}/\text{mm}$
1					
2					
3					
...					

测量不确定度 $U=$, ($k=2$)

附录 B 校准证书（内页）参考格式

证书编号 XXX-XXXX				
校准依据				
校准地点				
校准环境条件	温度： °C	湿度： %RH		
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	检定/校准证书编号	有 效 期 至

校准结果

一、外观检查：

二、密封性检验：

三、排气与排液能力的检验：

四、材质与壁厚的检验：

五、燃油加油机自动检定装置校准

(1)_____刻度处 20℃容积： V_{20} = _____ L；计量颈分度容积： V_f = _____ mL/mm测量不确定度： U = _____ ，（ $k=2$ ）

(2)燃油加油机自动检定装置检定程序中

_____刻度处 20℃容积： $[V_{20}]_{自}$ = _____ L；计量颈分度容积： $V_{自f}$ = _____ mL/mm

测量不确定度： $U=$ _____，（ $k=2$ ）

(3)金属量器在温度 $t^{\circ}\text{C}$ 时的容量可用下式换算：

$$V_t = V_{20}[1 + \beta(t - 20)]$$

式中： t ——金属量器内液体温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

β ——金属量器的体膨胀系数， $\beta=$ _____ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

(4)金属量器在滴流状态下等待时间：_____min。

2 油枪出口处温度传感器校准

序号	油枪出口处附近 水温 $t_{\text{枪}i}/^{\circ}\text{C}$	温度传感器测 量值 $t_{\text{自枪}i}/^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{自枪}i}^{\circ}\text{C}$ 时温度传感 器温度的修正值 $/^{\circ}\text{C}$	测量不确定度 U ($k=2$)
1				
2				
3				
4				
5				

3 罐体温度传感器校准

序号	罐体水温 $t_{\text{罐}i}/^{\circ}\text{C}$	温度传感器测 量值 $t_{\text{自罐}i}/^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{自罐}i}^{\circ}\text{C}$ 时温度传感 器温度的修正值 $/^{\circ}\text{C}$	测量不确定度 U ($k=2$)
1				
2				
3				
4				
5				

4 液位传感器示值误差 $\Delta H_{\text{液}} =$ _____ mm

测量不确定度 $U=$ _____，（ $k=2$ ）

六、建议复校时间间隔：_____年。

附录 C 介质和量器材质的体膨胀系数

(20℃时的体膨胀系数, 仅供参考)

1 不锈钢: $5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$;

2 碳钢: $33 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$;

4 黄铜、青铜: $53 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$;

4 水的体膨胀系数

表 1

$^{\circ}\text{C}$	$\beta_w/(10^{-7}/^{\circ}\text{C}^{-1})$	$^{\circ}\text{C}$	$\beta_w/(10^{-7}/^{\circ}\text{C}^{-1})$
10 ~ 11	948	20 ~ 21	2121
11 ~ 12	1079	21 ~ 22	2224
12 ~ 13	1206	22 ~ 23	2326
13 ~ 14	1330	23 ~ 24	2426
14 ~ 15	1451	24 ~ 25	2525
15 ~ 16	1569	25 ~ 26	2619
16 ~ 17	1684	26 ~ 27	2714
17 ~ 18	1797	27 ~ 28	2808
18 ~ 19	1907	28 ~ 29	2898
19 ~ 20	2015	29 ~ 30	2989

附录 D 校准结果不确定度评定示例

D1 被校准金属量器刻度 t_1 的 20℃ 容积值 $[V_{20}]_1$ 测量不确定度评定

1 测量方法

二等金属量器标准装置的容量测量采用容量比较法，即通过测量标准金属量器中水的体积、温度等，经计算求其容积。

2 数学模型

$$[V_{20}]_1 = V_B[1 + \beta_1(t_1 - 20) + \beta_2(20 - t_2) + \beta_w(t_2 - t_1)] + L \quad (1)$$

式中： V_B ——一等金属量器 20℃ 时的容积值，L；

β_1 ——一等金属量器的体膨胀系数， $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；

β_2 ——被校准金属量器的体膨胀系数， $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；

β_w ——校准介质在 $t_1 \sim t_2$ 范围内的平均体膨胀系数， $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，对于循环自来水， $\beta_w = 0.0002^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；

L ——量器内水的残留量（ cm^3 ）。

若 $\beta_1 = \beta_2$ ，则

$$[V_{20}]_1 = V_B[1 + \beta_1(t_1 - t_2) + \beta_w(t_2 - t_1)] + L \quad (2)$$

3 方差和灵敏系数

3.1 方差

由式（2）得合成方差为：

$$u^2([V_{20}]_1) = c_1^2 u^2(V_B) + c_2^2 u^2(\beta_1) + c_3^2 u^2(\beta_w) + c_4^2 u^2(t_1) + c_5^2 u^2(t_2) + c_6^2 u^2(L) \quad (3)$$

3.2 灵敏系数

根据实验结果，取 $V_B=50\text{L}$ ， $\beta_1=50\times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ， $t_1=17.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $t_2=17.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $\beta_w=0.0002\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，则灵敏系数计算如下：

$$c_1=1+\beta_1(t_1-t_2)+\beta_w(t_2-t_1)=1.000015;$$

$$c_2=V_B(t_1-t_2)=-5\text{ L}^{\circ}\text{C};$$

$$c_3=V_B(t_2-t_1)=5\text{ L}^{\circ}\text{C};$$

$$c_4=V_B(\beta_1-\beta_w)=-0.0075\text{ L}^{\circ}\text{C}^{-1};$$

$$c_5=V_B(\beta_w-\beta_1)=0.0075\text{ L}^{\circ}\text{C}^{-1};$$

$$c_6=1。$$

4 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	标准不确定度分量 $c_i u(x_i)$
$u(V_B)$	标准金属量器引入的不确定度	$1.44\sqrt{10^{-3}}\text{ L}$	1.000015	$1.440\sqrt{10^{-3}}\text{ L}$
$u(\beta_1)$	标准金属量器体胀系数引入的不确定度	$2.887\sqrt{10^{-6}}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	-5 L $^{\circ}\text{C}$	$-1.444\sqrt{10^{-5}}\text{ L}$
$u(\beta_w)$	循环水在 $t_1 \sim t_2$ 范围内的平均体膨胀系数引入的不确定度	$1.155\sqrt{10^{-5}}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	5 L $^{\circ}\text{C}$	$5.775\sqrt{10^{-5}}\text{ L}$
$u(t_1)$	标准量器中介质温度测量引起不确定度	0.1155 $^{\circ}\text{C}$	-0.0075 L $^{\circ}\text{C}^{-1}$	$-8.662\sqrt{10^{-4}}\text{ L}$
$u(t_2)$	被检量器中介质温度测量引入的不确定度	0.1155 $^{\circ}\text{C}$	0.0075 L $^{\circ}\text{C}^{-1}$	$8.662\sqrt{10^{-4}}\text{ L}$
$u(L)$	残留量引入的不确定度	$5.774 \times 10^{-9}\text{ L}$	1	$5.774 \times 10^{-9}\text{ L}$

$u[V_{20}]_1$	合成标准不确定度			$1.89 \times 10^{-3} \text{ L}$
---------------	----------	--	--	---------------------------------

5 分量标准不确定度

5.1 标准金属量器引入的不确定度分量 $u(V_B)$

50L 一等标准金属量器检定证书给出其最大允许误差为 $\pm 5 \times 10^{-5}$, 区间半宽度为 5×10^{-5} , 服从均匀分布, 所以其标准不确定度 $u(V_B)$ 为:

$$u(V_B) = \frac{5 \times 10^{-5}}{\sqrt{3}} = 1.44 \times 10^{-5} \text{ (L)}。$$

5.2 标准金属量器体胀系数引入的不确定度分量 $u(\beta_1)$

标准金属量器体胀系数 $\beta_1 = 50 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 估计其界限 $\pm 5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 服从均匀分布表示, 所以:

$$u(\beta_1) = \frac{5 \times 10^{-6}}{\sqrt{3}} = 2.887 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C}^{-1})。$$

5.3 循环水在 $t_1 \sim t_2$ 范围内的平均体膨胀系数引入的不确定度分量 $u(\beta_w)$

循环水在 $t_1 \sim t_2$ 范围内的平均体膨胀系数 $\beta_w = 0.0002 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 估计其界限 $\pm 2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 服从均匀分布表示, 所以:

$$u(\beta_w) = \frac{2 \times 10^{-5}}{\sqrt{3}} = 1.155 \times 10^{-5} \text{ (}^{\circ}\text{C}^{-1})。$$

5.4 标准量器中介质温度测量引起不确定度分量 $u(t_1)$

标准量器中介质温度测量用测量误差 $\pm 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度计, 考虑到外界气温与标准量器内介质温度差异而引起标准量器内各点温度不同所带来的测量误差, 根据经验其最大误差为 $0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 服从均匀分布, 所以:

$$u(t_1) = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.1155 \text{ (}^{\circ}\text{C)}。$$

5.5 被检量器中介质温度测量引入的不确定度分量 $u(t_2)$

被检量器中介质温度测量用测量误差 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 的温度计, 考虑到外界气温与被检量器内介质温度差异而引起量器内各点温度不同所带来的测量误差, 根据经验其最大误差为 0.2°C , 服从均匀分布, 所以:

$$u(t_2) = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.1155 (^\circ\text{C})。$$

5.6 残留量引入的不确定度分量 $u(L)$

残留量是指量器内壁上吸附的液体量不一致性, 其相对量器总体积的相对误差经试验可知为 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$, 它服从均匀分布, 所以:

$$u(L) = \frac{1 \times 10^{-5}}{\sqrt{3}} = 5.774 \times 10^{-6} (\text{cm}^3) = 5.774 \times 10^{-9} \text{ L}。$$

6 合成标准不确定度

根据公式 (3)

$$u^2([V_{20}]_1) = c_1^2 u^2(V_B) + c_2^2 u^2(\beta_1) + c_3^2 u^2(\beta_w) + c_4^2 u^2(t_1) + c_5^2 u^2(t_2) + c_6^2 u^2(L)$$

可得: $u([V_{20}]_1) = 1.89 \times 10^{-3} \text{ L}$, 则量器的相对合成标准不确定度为:

$$u_r([V_{20}]_1) = \frac{u([V_{20}]_1)}{50} \times 100\% = 0.00378\%。$$

7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 得被校准金属量器刻度 h_1 的 20°C 容积值 $[V_{20}]_1$ 的扩展不确定度为:

$$U_r([V_{20}]_1) = 0.00378\% \times 2 = 0.00756\%。$$

取 $U_r([V_{20}]_1) = 0.008\%$, ($k=2$)。

8 结论

金属量器校准采用容量比较法, 其测量结果的扩展不确定度

$U_r([V_{20}]_1)=0.008\%$, ($k=2$), 满足校准二等标准金属量器的要求。

D2 温度传感器测量误差测量不确定度评定

1 测量方法

采用比较法, 将燃油加油机自动检定装置的温度传感器和铂电阻测温仪的温度计一起放入恒温槽中, 同时测量温度传感器和铂电阻测温仪的温度计的示值, 经计算得到温度传感器测量误差。

2 数学模型

温度传感器测量误差的数学模型为:

$$\Delta t = \bar{t}_i - \bar{t}_0$$

式中: Δt ——在每一校准点上, 被校温度传感器的测量误差, $^{\circ}\text{C}$;

$\bar{t}_i$ ——在每一校准点上, 被校温度传感器显示值的平均值, $^{\circ}\text{C}$;

$\bar{t}_0$ ——在每一校准点上, 标准温度计测得值的平均值, $^{\circ}\text{C}$;

3 灵敏系数

$$\bar{t}_i \text{ 的灵敏系数 } c_1 = \frac{f \Delta t}{f \bar{t}_i} = 1$$

$$\bar{t}_0 \text{ 的灵敏系数 } c_2 = \frac{f \Delta t}{f \bar{t}_0} = -1$$

4 方差

方差公式为:

$$u_c^2(\Delta t) = c_1^2 u^2(\bar{t}_i) + c_2^2 u^2(\bar{t}_0)$$

5 标准不确定度来源

测量不确定度主要来源被测温度传感器示值引入的不确定度和标准器引入的不确定度, 其中被测温度传感器引入的不确定度主要分量是测量重复性及被

测温度传感器分辨力，标准器引入的不确定度分量包括标准温度计和恒温槽温度等。

6 校准结果不确定评定的实例

以分辨力为 0.1 °C 的温度传感器为例，用铂电阻数字测温仪($U=0.02$ °C, $k=2$) 作为测量标准进行校准。评定校准温度点 0.0 °C 时的温度传感器校准结果的不确定度。

6.1 被测温度传感器引入的不确定度分量

(1) 分辨力引入的不确定度

温度传感器的分辨力为 0.1 °C, 则区间半宽 $a=0.05$ °C, 该分布服从均匀分布, 则:

$$u(\overline{t_1}) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ °C}$$

(2) 测量重复性引入的不确定度

温度计在 0.0 °C 重复测量 6 次, 实验测得 $s = 0.005$ °C, 则:

$$u(\overline{t_2}) = 0.005 \text{ °C}$$

被测温度传感器引入的不确定度分量取的最大值, 则:

$$u(\overline{t_i}) = 0.029 \text{ °C}$$

6.2 标准器引入的不确定度分量

(1) 铂电阻数字测温仪溯源证书的扩展不确定度为 $U=0.02$ °C, $k=2$, 则:

$$u(\overline{t_{01}}) = \frac{0.02}{2} = 0.01 \text{ °C}$$

(2) 恒温槽温度场不均匀引起的不确定度

恒温油槽在 0.0 °C 时, 均匀度为 10 mK, 为均匀分布, 则:

$$u(\bar{t}_{02}) = \frac{0.010}{\sqrt{3}} = 0.0029^{\circ}\text{C}$$

(3) 时间常数（恒温槽波动）引起的不确定度 u_6

恒温水槽在 0.0 °C 时，稳定度为 10 mK，为均匀分布，则：

$$u(\bar{t}_{03}) = \frac{0.010}{\sqrt{3}} = 0.0029^{\circ}\text{C}$$

标准器引入的确定度为：

$$u(\bar{t}_0) = \sqrt{u^2(\bar{t}_{01}) + u^2(\bar{t}_{02}) + u^2(\bar{t}_{03})} = \sqrt{0.01^2 + 0.0058^2 + 0.001^2} = 0.0092^{\circ}\text{C}$$

7. 合成标准不确定度的评定

7.1 标准不确定度分量一览表见表 1 所示。

表 1 标准不确定度分量一览表

序号	符号	来 源	标准不确定度	灵敏系数	$ c(x_i) u(x_i) $
1	$u(\bar{t}_i)$	被测温度传感器引入的不确定度分量	0.029 °C	1	0.029 °C
2	$u(\bar{t}_0)$	标准器示值引入的不确定度分量	0.0092 °C	-1	0.0086 °C
合成标准不确定度： $u_c(\Delta t) = 0.03^{\circ}\text{C}$ ，扩展不确定度： $U = 0.06^{\circ}\text{C}$ （ $k=2$ ）					

7.2 合成标准不确定度的计算

合成标准不确定度为：

$$u_c(\Delta t) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{t}_i) + c_2^2 u^2(\bar{t}_0)} = \sqrt{0.029^2 + 0.0086^2} = 0.03^{\circ}\text{C}$$

8. 扩展不确定度

取 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U = k \times u = 0.06^{\circ}\text{C}$ ， $k=2$ 。