JJF

陕 西 省 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（陕）XXX－2021

硬质金属容器校准规范

Calibration Specification for Hard Metal Tank

（报批稿）

2021－XX－XX 发布　　2021－XX－XX 实施

陕 西 省 市 场 监 督 管 理 局 发布

硬质金属容器校准规范

Calibration Specification

for Hard Metal Tank

JJF （陕）XXX－2021

归 口 单 位：陕西省市场监督管理局

主要起草单位：商洛市计量测试所

汉中市质量技术监督检验检测中心

参加起草单位：渭南市检验检测研究院

本规范由陕西省市场监督管理局负责解释

本规范主要起草人:

张　勇　（商洛市计量测试所）

王　理　（商洛市计量测试所）

龚　乐　（汉中市质量技术监督检验检测中心）

参加起草人：

朱政恺　（商洛市计量测试所）

党　鑫　（渭南市检验检测研究院）

贺倩倩　（汉中市质量技术监督检验检测中心）

张建刚　（商洛市计量测试所）

目　　录

引言.....II
1　范围.....1
2　引用文件.....1
3　概述.....1
4　计量特性.....1
5　校准条件.....2
5.1　环境条件.....2
5.2　测量标准及其他设备.....2
6　校准项目和校准方法.....2
6.1　外观.....2
6.2　气密性.....2
6.3　容量示值误差.....3
7　校准结果表达.....4
8　复校时间间隔.....4
附录A　硬质金属容器衡量法$K(t)$值表.....5
附录B　硬质金属容器校准原始记录（推荐）格式.....6
附录C　硬质金属容器校准证书内页（推荐）格式.....7
附录D　硬质金属容器容量示值误差测量不确定度评定示例.....9
附录E　硬质金属容器气密性测量不确定度评定示例.....14

引　　言

本规范依据 JJF 1071-2010《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》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范为首次发布。

硬质金属容器校准规范

1　范围

本规范适用于无创自动测量血压计检定装置中硬质金属容器的校准。

2　引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 196—2006　常用玻璃量器

JJG 259—2005　标准金属量器

JJG 692—2010　无创自动测量血压计

GB/T 6682—2008　分析实验室用水规格和试验方法

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　概述

硬质金属容器是无创自动测量血压计检定装置中的主要设备之一，主要由主体和溢出孔盖子两部分组成，结构如图 1。

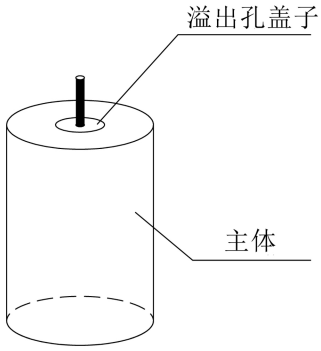


图 1　硬质金属容器结构示意图

4　计量特性

4.1　气密性

空气泄漏导致的压力变化应不超过 0.8 kPa/min。

4.2　容量示值误差

最大允许误差：±5%。

注：以上计量特性不用于合格性判别，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 温度：（20±5）℃。

5.1.2 相对湿度：≤80%。

5.1.3 校准介质为纯水（蒸馏水或去离子水），应符合 GB/T 6682—2008《分析实验室用水规格和试验方法》要求。

5.1.4 水温与实验室环境温度之差不得大于 2℃。

5.2 测量标准及其他设备

硬质金属容器的测量标准及其他设备见表 1。

表 1 测量标准及其他设备一览表

仪器名称	测量范围	技术要求
电子天平	最大秤量 3 kg	检定分度值 e≤1 g
压力标准器	≥40 kPa	±0.1 kPa
温度计	（0～50）℃	分度值：0.1℃
秒表	（0～30）min	分度值不大于 0.2 s

注：也可采用其他满足技术要求的测量标准建标。

6 校准项目和校准方法

6.1 外观

目视检查硬质金属容器外观，应无锈蚀，溢出孔无破损以及影响外观质量的其他缺陷。

6.2 气密性

6.2.1 用胶管把硬质金属容器与压力标准器连接起来，如图 2 所示。

6.2.2 用压力标准器对硬质金属容器加压至 40 kPa，稳压 1min 后开始记录压力示值，过 5min 后再记录压力示值，以前后两个压力示值之差除以 5 min 得到气密性值，应符合 4.1 的要求。

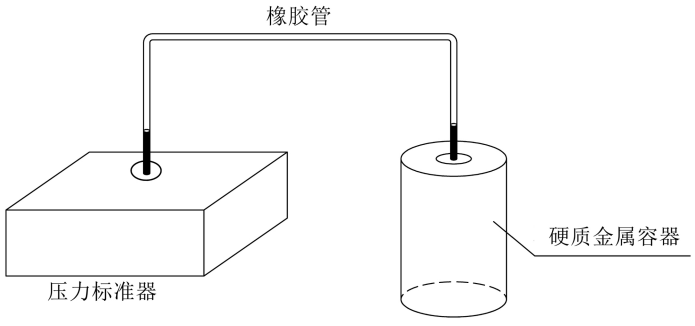


图 2 气密性测试示意图

6.3　容量示值误差

6.3.1　硬质金属容器校准时，先将纯水注满容器，充分润湿其内表面，然后打开溢出孔盖子，在滴流状态下等待 2 min，将硬质金属容器内的纯水排空，拧紧溢出孔盖子。

6.3.2　将硬质金属容器放入天平，称取自身质量m_1。取出硬质金属容器，打开溢出孔盖子，再次将纯水注满硬质金属容器，拧紧溢出孔盖子并擦干溢出的水分，将其放入天平称取其总质量m_2。

6.3.3　按公式（1）计算硬质金属容器在标准温度 20℃时的实际容量：

$$V_{20} = (m_2 - m_1) \cdot K(t) \qquad (1)$$

式中：$K(t) = \dfrac{\rho_B - \rho_A}{\rho_B(\rho_W - \rho_A)}\left[1 + \beta(20 - t)\right]$；

V_{20}——标准温度 20℃时被校硬质金属容器的实际容量，mL；

ρ_B——标准砝码密度，取 7.85 g/cm^3；

ρ_A——测定时实验室内的空气密度，取 0.0012 g/cm^3；

ρ_W——蒸馏水t℃时的密度，g/cm^3；

β——被校硬质金属容器的体膨胀系数，℃$^{-1}$；

t——校准时蒸馏水的温度，℃。

m_1——硬质金属容器的自身质量，g；

m_2——注入纯水后硬质金属容器的总质量，g；

$K(t)$为测定水温所对应的修正系数，cm^3/g，$K(t)$值见附录 A。

根据测定的质量值m_1、m_2和测定水温所对应的$K(t)$值，即可由公式（1）求出被校硬质金属容器在 20℃时的实际容量。

6.3.4　重复 6.3.2、6.3.3 步骤，硬质金属容器 2 次容量示值的差值应不超过允差的 1/4，并取 2 次测量结果的平均值$\overline{V_{20}}$，按公式（2）计算容量示值误差δ。

$$\delta = \frac{\overline{V_{20}} - V_0}{V_0} \times 100\% \qquad (2)$$

式中:V_0——被校硬质金属容器的标称容量，mL；

$\overline{V_{20}}$——被校硬质金属容器 2 次容量示值的平均值，mL。

7　校准结果表达

经校准的硬质金属容器发给校准证书，校准结果应在校准证书上反映。校准证书内容及内页格式（参考）见附录 C。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 12 个月。

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。

附录 A

硬质金属容器衡量法 $K(t)$值表

体膨张系数 $3.3\times10^{-5}℃^{-1}$，空气密度 $0.0012g/cm^3$

单位：cm^3/g

水温 t/℃	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
15	1.002119	1.002131	1.002144	1.002156	1.002169	1.002181	1.002193	1.002206	1.002218	1.002231
16	1.002243	1.002257	1.002270	1.002284	1.002297	1.002311	1.002325	1.002338	1.002352	1.002365
17	1.002379	1.002394	1.002408	1.002423	1.002438	1.002453	1.002467	1.002482	1.002497	1.002511
18	1.002526	1.002542	1.002558	1.002574	1.002590	1.002606	1.002621	1.002637	1.002653	1.002669
19	1.002685	1.002702	1.002719	1.002736	1.002753	1.002770	1.002786	1.002803	1.002820	1.002837
20	1.002854	1.002872	1.002890	1.002908	1.002926	1.002944	1.002962	1.002980	1.0029998	1.003016
21	1.003034	1.003053	1.003072	1.003091	1.003110	1.003129	1.003148	1.003167	1.003186	1.003205
22	1.003224	1.003244	1.003264	1.003284	1.003304	1.003324	1.003344	1.003364	1.003384	1.003404
23	1.003424	1.003445	1.003466	1.003487	1.003508	1.003530	1.003551	1.003572	1.003593	1.003614
24	1.003635	1.003657	1.003679	1.003701	1.003723	1.003745	1.003767	1.003789	1.003811	1.003833
25	1.003855	/	/	/	/	/	/	/	/	/

附录 B

硬质金属容器校准原始记录（推荐）格式

<table>
<tr><td colspan="2">单位名称</td><td colspan="3"></td><td>证书编号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">型号/规格</td><td colspan="2"></td><td>出厂编号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">制造单位</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">温度/℃</td><td colspan="2"></td><td>相对湿度/%</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">校准地点</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="5">校准设备</td><td>名称</td><td>型号/规格</td><td>出厂编号</td><td>测量范围</td><td>不确定度/
准确度等级/
最大允许误差</td><td>证书编号</td><td>有效期至</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">校准依据</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="7">校准结果</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.外观</td><td colspan="2"></td><td>2.校准介质</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">3.气密性</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="7">4.容量示值误差</td></tr>
<tr><td>标称容量（mL）</td><td>m_1（g）</td><td>m_2（g）</td><td>水温（℃）</td><td>$K(t)$</td><td>实际容量（ml）</td><td>2 次容量示值的平均</td><td>容量示值误差</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td></td><td></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">5.校准结果的不确定度</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="3">6.校准结果使用限制说明</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">校准员</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">核验员</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">校准日期</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

附录 C

硬质金属容器校准证书内页（推荐）格式

C.1　校准证书应至少包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室的名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d）证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）送校单位的名称；

f）被校对象的描述和明确标识；

g）进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h）如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i）校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j）本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k）校准环境的描述；

l）校准结果及测量不确定度的说明；

m）对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o）校准结果仅对校准对象有效的声明；

p）未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

C.2　校准证书内页格式（参考）：

硬质金属容器校准证书内页（推荐）格式

证书编号××××××××××××××

校 准 结 果

1.外观：

2.校准介质：

3.气密性：

4.容量示值误差：

标称容量（mL）	水温（℃）	实际容量（mL）	容量示值误差（%）

5.校准结果的不确定度：

6.校准结果使用限制说明：

第 X 页共 X 页

附录 D

硬质金属容器容量示值误差不确定度评定示例

1 概述

1.1 测量依据:JJF XXX-2021《硬质金属容器》。

1.2 环境条件：温度（20±5）℃，水温与室温之差小于 2℃。

1.3 测量标准：

名称	测量范围	不确定度或准确度等级或 最大允许误差	分度值
电子天平	最大称量 3kg	Ⅲ级	检定分度值 e=1g
温度计	(0～50)℃	±0.2℃	0.1℃

1.4 被测对象：硬质金属容器，规格为 100 mL、500 mL 两种。

1.5 测量方法：硬质金属容器的测量是通过天平称出被测量器内纯水的质量值，乘以测定水温所对应的修正系数，即得到被测硬质金属容器在标准 20℃时的实际容量。

2 数学模型

$$V_{20} = m \cdot K(t) \qquad (1)$$

$$K(t) = \frac{\rho_B - \rho_A}{\rho_B(\rho_w - \rho_A)}\left[1 + \beta(20 - t)\right] \qquad (2)$$

式中： V_{20}—标准温度 20℃时的被测硬质金属容器的实际容量，mL；

m—被测硬质金属容器内所能容纳水的表观质量，g；

$K(t)$—测量温度下的修正值，mL/g；

ρ_B—砝码密度，取 7.85 g/cm^3；

ρ_A—测定时实验室内的空气密度，取 0.0012 g/cm^3；

ρ_W—蒸馏水 t℃时的密度，g/cm^3；

β—被测硬质金属容器的体膨胀系数，℃$^{-1}$；

t—校准时蒸馏水的温度，℃；

3 方差和传播系数

依据 $u_c^2=\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 u^2(x_i)$ 由(1)式可导出，

$$u_c^2(V_{20})=c_1^2u^2(m)+c_2^2u^2(K(t)) \quad (3)$$

灵敏系数为 $c_1=\frac{\partial(f)}{\partial(m)}=K(t)$，$c_2=\frac{\partial(f)}{\partial(K(t))}=m$

$$u_c(V_{20})=\sqrt{K^2(t)u^2(m)+m^2u^2(K(t))} \quad (4)$$

4 输入量的标准不确定度评定

标准不确定度的来源主要有两个方面: 被测硬质金属容器中纯水的表观质量 m 引入的不确定度 $u(m)$ 和测量温度下的修正值引入的不确定度 $u(K(t))$。

4.1 输入量 m 的标准不确定度 $u(m)$

输入量 m 的标准不确定度 $u(m)$ 主要来源于称量时电子天平引入的标准不确定度 $u(m_1)$ 和被测硬质金属容器内纯水质量测量重复性引入的标准不确定度 $u(m_2)$。

4.1.1 称量时电子天平引入的标准不确定度 $u(m_1)$

选用最大秤量3 kg，检定分度值e=1 g的电子天平进行测量，最大允许误差为±0.5 g，采用B类方法进行评定，按均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$，则标准不确定度分量 $u(m_1)$ 为

$$u(m_1)=\frac{0.5\ \text{g}}{\sqrt{3}}=0.289\ \text{g}$$

4.1.2 被测硬质金属容器内纯水质量测量重复性引入的标准不确定度 $u(m_2)$

被测硬质金属容器内纯水质量测量重复性引入的标准不确定度可以通过连续测量得到的测量列，采用 A 类评定方法进行评定。

（1）以测量 100 mL 硬质金属容器为例，在水温 19.7℃时，用 3000g /0.1 g 电子天平测量被测硬质金属容器内纯水质量值，连续测量 10 次，得到测量列为： 100.0，100.1，100.1，100.1，100.1，100.0，100.1，100.0，100.0，100.1（g）。

则平均值为

$$\overline{m}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}m_i=100.06\ g$$

单次实验标准差为

$$s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(m_i-\overline{m})^2}{n-1}}=0.052\ g$$

在实际测量中，测量结果是 2 次测量结果的平均值，则 100 mL 硬质金属容器的标准不确定度分量$u_{100}(m_2)$为

$$u_{100}(m_2)=\frac{s}{\sqrt{2}}=0.037\ \text{g}$$

（2）以测量 500 mL 硬质金属容器为例，在水温 19.7℃时，用 3000 g/0.1 g 电子天平测量被测硬质金属容器内纯水质量值，连续测量 10 次，得到测量列为：499.4，499.5，499.4，499.5，499.5，499.3，499.5，499.4，499.5，499.3（g）。

则平均值为

$$\overline{m}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}m_i=499.43\ g$$

单次实验标准差为

$$s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(m_i-\overline{m})^2}{n-1}}=0.082\ \text{g}$$

在实际测量中，测量结果是 2 次测量结果的平均值，则 500 mL 硬质金属容器的标准不确定度分量$u_{500}(m_2)$为

$$u_{500}(m_2)=\frac{s}{\sqrt{2}}=0.058\ \text{g}$$

4.1.3 输入量 *m* 的标准不确定度$u(m)$

测量 100 mL 硬质金属容器时，有

$u_{100}(m)=\sqrt{u^2(m_1)+u_{100}^2(m_2)}=0.291\ g$

测量 500 mL 硬质金属容器时，有

$u_{500}(m)=\sqrt{u^2(m_1)+u_{500}^2(m_2)}=0.295\ \text{g}$

4.2 输入量$K(t)$的标准不确定度$u(K(t))$的评定

根据$K(t)=\frac{\rho_B-\rho_A}{\rho_B(\rho_w-\rho_A)}\left[1+\beta(20-t)\right]$的计算公式分析，输入量$K(t)$的标准不确定度$u(K(t))$远远小于$u(m)$，因此，$u(K(t))$可忽略不计。

4.3 标准不确定度汇总

通过对上述不确定度分量计算，分别对 100 mL 硬质金属容器和 500 mL 硬质金属容器的标准不确定度分量进行汇总，见表 1 和表 2。

表 1　100 mL 硬质金属容器标准不确定度分量

标准不确定度分量$u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度	$c_i=\frac{\partial(f)}{\partial(x_i)}$	$u_i=\lvert c_i\rvert\cdot u(x_i)$
$u_{100}(m)$	输入量 *m* 的标准不确定度	0.291 g		
$u(m_1)$	电子天平示值误差	0.289 g	$K(t)$	0.292 mL
$u_{100}(m_2)$	测量重复性	0.037 g		
$u(K(t))$	输入量$K(t)$的标准不确定度	忽略不计	m	/

t=19.7℃时，　　$K(t)$=1. 002803 cm^3 /g；　　m=100.06 g

表 2　500 mL 硬质金属容器标准不确定度分量

标准不确定度分量$u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度	$c_i=\frac{\partial(f)}{\partial(x_i)}$	$u_i=\lvert c_i\rvert\cdot u(x_i)$
$u_{500}(m)$	输入量 *m* 的标准不确定度	0.295 g		
$u(m_1)$	电子天平示值误差	0.289 g	$K(t)$	0.296 mL
$u_{500}(m_2)$	测量重复性	0.058 g		
$u(K(t))$	输入量$K(t)$的标准不确定度	忽略不计	m	/

t=19.7℃时，　　$K(t)$=1. 002803 cm^3 /g；　　m=499.43 g

5 合成标准不确定度u_c

输入量$u(m)$、$u(k)$彼此独立互不相关，根据表 1、表 2 将各不确定度分量合成，则硬质金属容器容量示值误差的合成标准不确定度为：

100 mL： $u_{c\text{-}100}(V_{20}) = 0.292$ mL

500 mL： $u_{c\text{-}500}(V_{20}) = 0.296$ mL

6 扩展不确定 U

取包含因子 k=2,则硬质金属容器容量示值误差的扩展不确定度为：

100 mL： $U(V_{20}) = k \cdot u_{c\text{-}100}(V_{20}) = 0.584$ mL，

500 mL： $U(V_{20}) = k \cdot u_{c\text{-}500}(V_{20}) = 0.592$ mL。

7 测量不确定度的报告与表示

硬质金属容器容量示值误差的相对扩展不确定度为：

100 mL：U_{rel}=0.6%，k=2

500 mL：U_{rel}=0.2%，k=2

附录 E

硬质金属容器气密性测量不确定度评定示例

1 概述

1.1 测量依据:JJF XXX-2021《硬质金属容器》。

1.2 环境条件：温度（20±5）℃，水温与室温之差小于 2℃。

1.3 测量标准：

名称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差
压力标准器	(0～60) kPa	±0.1 kPa

1.4 被测对象：硬质金属容器，规格为 100 mL、500 mL 两种。

1.5 测量方法：用胶管把硬质金属容器与压力标准器连接起来，用压力标准器对硬质金属容器加压至 40 kPa，稳压 1 min 后开始记录压力示值，过 5 min 后再记录压力示值，以前后两个压力示值之差除以 5min 得到气密性值。

2 数学模型

$$y = P \tag{1}$$

式中： P— 被测硬质金属容器的气密性值，kPa;

3 方差和传播系数

依据 $u_c^2 = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 u^2(x_i)$ 可导出

$$u_c^2(y) = c^2 u^2(P) \tag{3}$$

式中： 灵敏系数为 $c = \frac{\partial(y)}{\partial(P)} = 1$

4 硬质金属容器的气密性测量的标准不确定度评定

4.1 被测硬质金属容器的气密性测量重复性引入的标准不确定度 $u(P_A)$

用 A 类标准不确定度评定。用胶管把硬质金属容器与压力标准器连接起来，用压力标准器对硬质金属容器加压至 40 kPa，按照测量方法计算得到气密性值，重复测量 10 次。读数值分别为：0.045，0.042，0.040，0.048，0.043，0.041，0.048，0.044，0.050，0.047（kPa）

用贝塞尔公式计算单次实验标准偏差为

$$u(P_A)=s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(P_i-\overline{P})^2}{n-1}}=0.00336\text{kPa}$$

4.2 压力标准器的分辨力引入的标准不确定度$u(P_B)$

选用的压力标准器的最大允许误差为±0.1 kPa，采用B类方法进行评定，按均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$,则标准不确定度分量$u(P_B)$为

$$u(P_B)=\frac{0.1\ \text{kPa}}{\sqrt{3}}=0.058\ \text{kPa}$$

5 合成标准不确定度u_c

输入量$u(P_A)$、$u(P_B)$彼此独立互不相关，将各不确定度分量合成，则硬质金属容器容量压力下降值的合成标准不确定度为：

$$u(P)=\sqrt{u^2(P_A)+u^2(P_B)}=0.058\ \text{kPa}$$

6 扩展不确定 U

取包含因子 k=2,则硬质金属容器气密性测量的扩展不确定度为：

$$U(P)=k\cdot u(P)=0.116\ \text{kPa}$$

7 测量不确定度的报告与表示

硬质金属容器气密性测量的相对扩展不确定度为：

U=0.12 kPa，k=2。