



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 259—2005

标 准 金 属 量 器

Standard Metal Tank

2005-09-05 发布

2006-03-05 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

标准金属量器检定规程

Verification Regulation of
Standard Metal Tank

JJG 259—2005
代替 JJG 259—1989
JJG 402—1985

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2005 年 09 月 05 日批准，并自 2006 年 03 月 05 日起实施。

归口单位：全国流量容量计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

辽宁省计量科学研究院

参加起草单位：河南省计量科学研究院

黑龙江计量检定测试院

本规程委托全国流量容量计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

刘子勇（中国计量科学研究院）

张一立（辽宁省计量科学研究院）

参加起草人：

孔庆彦（河南省计量科学研究院）

颜一凡（黑龙江省计量检定测试院）

张 琰（中国计量科学研究院）

庄 涛（辽宁省计量科学研究院）

暴雪松（中国计量科学研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语	(1)
3.1 金属量器	(1)
3.2 三通阀式金属量器	(1)
3.3 导液管式金属量器	(1)
3.4 液位补偿式金属量器	(1)
3.5 气液两用式金属量器	(1)
3.6 内标式金属量器	(1)
3.7 计量颈	(1)
3.8 溢流罩	(1)
3.9 计量颈标尺	(1)
3.10 读数游标	(2)
3.11 液位管	(2)
3.12 导液管	(2)
3.13 检定车整体调平装置	(2)
3.14 衡量法	(2)
3.15 容量比较法	(2)
4 概述	(2)
5 计量性能要求	(5)
5.1 金属量器的准确度等级与最大允许误差	(5)
5.2 金属量器计量颈的分度容积	(5)
6 通用技术要求	(5)
6.1 金属量器主体制造要求	(5)
6.2 金属量器的计量颈要求	(5)
6.3 车载金属量器附加要求	(6)
6.4 金属量器的密封性要求	(6)
6.5 金属量器排气与排液能力要求	(6)
6.6 金属量器的壁厚要求	(6)
6.7 金属量器的机械性能要求	(6)
7 计量器具控制	(6)
7.1 型式评价	(6)
7.2 首次检定、后续检定和使用中检验	(7)
附录 A 不含空气的水密度与 1990 年国际实用温标摄氏温度的关系	(15)
附录 B 标准金属量器容量衡量法检定记录 (参考格式)	(17)

附录 C 标准金属量器容量比较法检定记录（参考格式） (19)

附录 D 检定证书内页格式 (21)

附录 E 检定结果通知书内页格式 (22)



标准金属量器检定规程

1 范围

本规程适用于标准金属量器（以下简称金属量器）的型式评价、首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

JJF 1015—2002 计量器具型式评价和型式批准通用规范

JJF 1016—2002 计量器具型式评价大纲编写导则

GB 6682—1992 分析实验室用水规格和试验方法

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语

3.1 金属量器

按规定的结构，用金属（不锈钢、碳素钢等）制成的，具有确定的容积，可作为容量量值传递的计量器具。

3.2 三通阀式金属量器

为了防止注液时金属量器内窝藏气体，在金属量器的下部安装三通阀门的金属量器。一般用于一等金属量器。

3.3 导液管式金属量器

为了防止注液时产生喷溅和气泡，在金属量器内部安装有导液管的金属量器。一般用于计量油品。

3.4 液位补偿式金属量器

安装有三根互成 120° 的液位管读数装置，无须水准仪调整液面水平的金属量器。一般用于车载金属量器。

3.5 气液两用式金属量器

在金属量器溢流罩上安装有排气阀和注液阀，在金属量器下部安装有以下计量颈的金属量器。它可用于气体钟罩的检定。

3.6 内标式金属量器

把计量颈标尺安装在计量颈内部的金属量器。一般用于三等金属量器。

3.7 计量颈

金属量器颈部的圆筒体部分。

3.8 溢流罩

安装在计量颈之上，防止检定介质溢出或喷溅的呈漏斗形状的罩。

3.9 计量颈标尺

置于计量颈部位，用于读取液面高度的标尺。

3.10 读数游标

可在主标尺上滑动并具有锁紧功能，能跟踪读取液位高度的副标尺。其读数分辨力一般优于 0.1 mm。

3.11 液位管

显示液面高度的玻璃管。

3.12 导液管

与上进液口相连，安装在金属量器内部用来防止产生喷溅和气泡的导管。

3.13 检定车整体调平装置

为使检定车橡胶车轮全部脱离地面而安装的，带有调平螺栓的四个支撑脚座。

3.14 衡量法

测定金属量器所容纳检定介质的质量、密度和温度，通过计算求其容积的方法。

3.15 容量比较法

用高级金属量器，通过检定介质对被检金属量器直接比较，经过温度修正求其容积的方法。

4 概述

金属量器一般由计量颈、液位管、计量颈标尺、上锥体、圆筒体、下锥体、阀门、支架和调平螺栓等组成。

金属量器的结构通常有三通阀式、导液管式、液位补偿式、气液两用式和内标式等，如图 1 至图 5 所示。

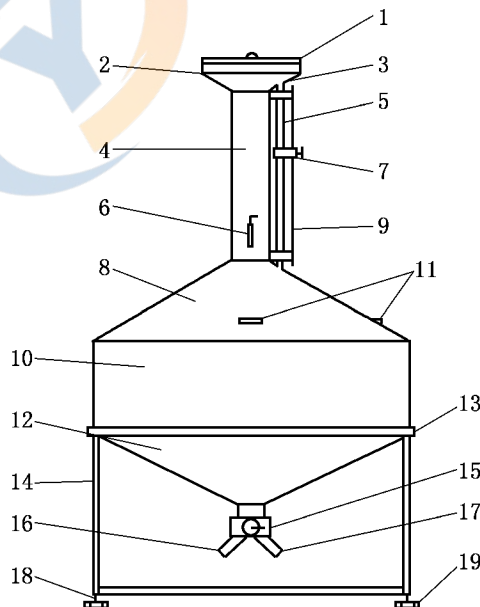


图 1 三通阀式金属量器示意图

- 1—上盖；2—溢流罩；3—测温插孔；4—计量颈；5—液位管；6—微调阀门；7—读数游标；8—上锥体；
9—计量颈标尺；10—圆筒体；11—管状水准器；12—下锥体；13—加强圈；14—支架；
15—进、放液阀门；16—下进液口；17—排液口；18—支脚；19—调平螺栓

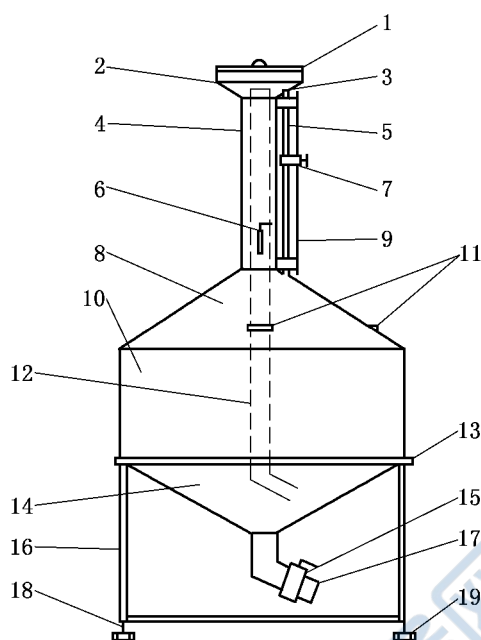


图2 导液管式金属量器示意图

1—上盖；2—溢流罩；3—测温插孔；4—计量颈；5—液位管；6—微调阀门；7—读数游标；8—上锥体；
9—计量颈标尺；10—圆筒体；11—管状水准器；12—导液管；13—加强圈；
14—下锥体；15—放液阀门；16—支架；17—排液口；18—支脚；19—调平螺栓

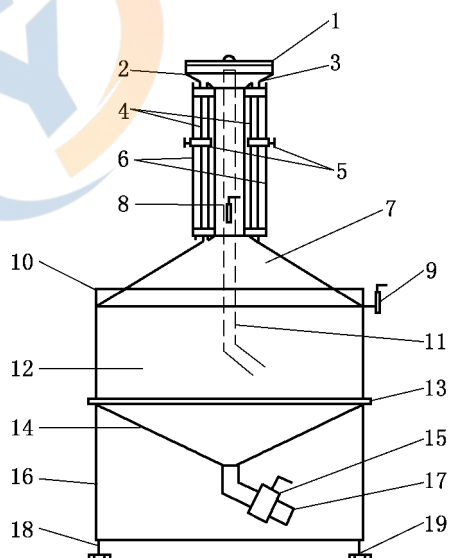


图3 液位补偿式金属量器示意图

1—上盖；2—溢流罩；3—测温插孔；4—液位管；5—读数游标；6—计量颈标尺；7—上锥体；
8—微调阀门；9—溢流阀门；10—溢流圈；11—导液管；12—圆筒体；13—加强圈；14—下锥体；
15—放液阀门；16—支架；17—排液口；18—支脚；19—调平螺栓

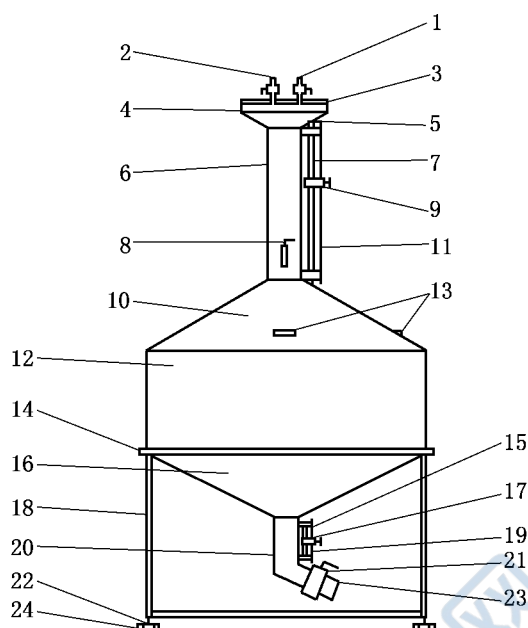


图4 气液两用式金属量器示意图

- 1—排气口；2—注液口；3—上盖；4—溢流罩；5—测温插孔；6—上计量颈；7—上液位管；
8—微调阀门；9—上读数游标；10—上锥体；11—上计量颈标尺；12—圆筒体；13—管状水准器；
14—加强圈；15—下液位管；16—下锥体；17—下读数游标；18—支架；19—下计量颈标尺；
20—下计量颈；21—放液阀门；22—支脚；23—排液口；24—调平螺栓

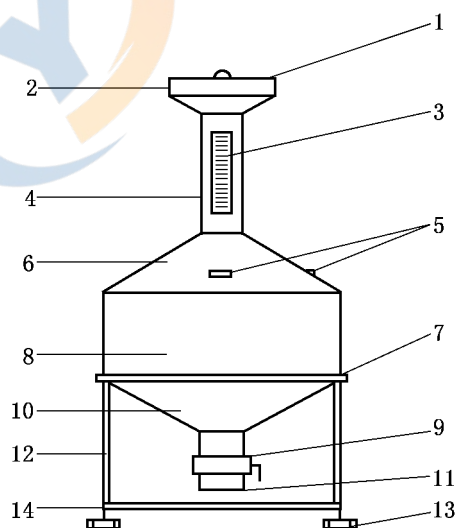


图5 内标式金属量器示意图

- 1—上盖；2—溢流罩；3—毫米刻度液位管；4—计量颈；5—管状水准器；6—上锥体；7—加强圈；
8—圆筒体；9—放液阀门；10—下锥体；11—排液口；12—支架；13—调平螺栓；14—支脚

5 计量性能要求

5.1 金属量器的准确度等级与最大允许误差

金属量器的准确度等级与最大允许误差见表 1。

表 1 金属量器的准确度等级与最大允许误差

准确度等级	规 格	最大允许误差
一等金属量器	1、2、5、10、20、50、100、 200、500、1 000 L	$\pm 5 \times 10^{-5}$
二等金属量器	1、2、5、10、20、50、100、 200、500、1 000、2 000、5 000 L	$\pm 2.5 \times 10^{-4}$
三等金属量器（工作量器）	(1~5 000) L 按需要设置	$\pm (0.5 \sim 1) \times 10^{-3}$

5.2 金属量器计量颈的分度容积

一等金属量器计量颈的分度容积不得大于其标称容量的 2.5×10^{-5} ；二等金属量器计量颈的分度容积不得大于其标称容量的 5×10^{-5} ；三等金属量器计量颈的分度容积不得大于其标称容量的 2×10^{-4} 。

6 通用技术要求

6.1 金属量器主体制造要求

6.1.1 一等、二等金属量器的主体材料应用 1Cr18Ni9Ti 不锈钢板制造；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，一等金属量器以手触摸，其他金属量器以肉眼观测，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。

6.1.4 用于检测油品的金属量器，为防止产生泡沫，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，应在金属量器的主体两个相互垂直的水平方向上，分别安装可调的 0.05 mm/m 管状水准器（液位补偿式金属量器除外）。

6.1.7 为方便调整液位，在金属量器计量颈底部低于计量颈标尺的位置上可安装一个微调放液阀门。

6.1.8 一等金属量器的阀门应采用三通阀，并应有明显的“注入”“关闭”与“排出”的标志。

6.1.9 金属量器的铭牌上应有以下标记： 标志、型号、20℃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。

6.2 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° 处各装有一个液位管）。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。

6.2.5 金属量器在制造时应采用人工时效方法（加热 $120^\circ\text{C} \sim 140^\circ\text{C}$ ，保持 $8\text{ h} \sim 36\text{ h}$ 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。

6.3 车载金属量器附加要求

检定车上所用金属量器除应符合 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。检定车须配备液压千斤顶或在车厢底部安装能使车轮处于悬空状态的支撑装置。

6.3.1 车载金属量器一般应为液位补偿式，若采用调平式，则应在车的底部安装整体调平装置。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。

6.3.4 检定车上配备的泵及电机必须符合防爆要求。

6.4 金属量器的密封性要求

金属量器在注满介质后或注、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。

6.5 金属量器排气与排液能力要求

(1) 金属量器排气能力，不得超过 0.2 个分度容积。

(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。

6.6 金属量器的壁厚要求

金属量器壁厚应符合表 2 的要求。

6.7 金属量器的机械性能要求

为保证金属量器的机械性能，金属量器的最大工作压力应大于 50 kPa 。

7 计量器具控制

7.1 型式评价

表 2 金属量器壁厚的要求

标称容量/L	壁厚/mm
5 000	$\geq 5.0_{-0.2}$
2 000	$\geq 5.0_{-0.2}$
1 000	$\geq 4.5_{-0.2}$
500	$\geq 4.0_{-0.2}$
200	$\geq 3.0_{-0.2}$
100	$\geq 2.5_{-0.2}$
50	$\geq 2.0_{-0.2}$
1~20	$\geq 1.5_{-0.2}$

7.1.1 总则

金属量器的型式评价应按照 JJF 1015—2002《计量器具型式评价和型式批准通用规范》和 JJF 1016—2002《计量器具型式评价大纲编写导则》进行。

7.1.2 型式评价（样机试验）项目及试验方法

7.1.2.1 外观检查

同 7.2.4.1。

7.1.2.2 密封性检验

同 7.2.4.2。

7.1.2.3 排气与排液能力的检验

同 7.2.4.3。

7.1.2.4 金属量器的材质、壁厚的检验

对材质为不锈钢的金属量器检验：将 75% 硫酸滴在金属量器表面，经 2 min 后，用水冲净，金属量器表面不应有明显腐蚀痕迹。将磁铁放置于金属量器表面，不应有吸引现象发生。

其他同 7.2.4.4。

7.1.2.5 金属量器的机械性能检验

同 7.2.4.5。

7.1.2.6 容积检定

同 7.2.4.6。

7.1.2.7 计量颈分度容积检定

同 7.2.4.7。

7.2 首次检定、后续检定和使用中检验

7.2.1 检定要求

7.2.1.1 新制造的金属量器必须进行首次检定。

7.2.1.2 为保证量值传递的准确性，一等金属量器由国家容量基准进行检定；其他金属量器由经授权的计量技术机构进行检定。

7.2.1.3 修理后的金属量器必须进行检定。

7.2.2 检定条件

7.2.2.1 检定环境要求

a) 一等金属量器检定时, 实验室环境温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$; 检定中, 实验室环境温度与水温之差不应超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。1 L~10 L 金属量器的检定介质为三次蒸馏水, 在检定前需用电导率仪测定其电导率, 在 20°C 下的电导率不应超过 0.1 mS/m 。20 L 以上的金属量器检定介质为循环自来水, 采用自然流入方式注水。

b) 二等金属量器检定时, 实验室环境温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, 检定中, 实验室环境温度与水温之差不应超过 $\pm 5^\circ\text{C}$ 。检定介质为循环自来水, 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。

c) 三等金属量器检定时, 实验室环境温度为 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$; 检定中实验室环境温度与水温之差不应超过 $\pm 5^\circ\text{C}$ 。检定介质为循环自来水或自来水。若采用自来水直接注入, 在金属量器中不得有明显的气泡产生。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。

d) 以水为介质的金属量器和车载金属量器, 检定之前其内壁须用水仔细地清洗干净。

e) 以轻质油为介质的金属量器在检定之前, 其内壁须先用金属洗涤剂清洗后, 再用水仔细地清洗干净。

f) 一、二等被检金属量器应预先注水至刻度线某范围后, 放置在检定室内保持 4 h 以上, 使它的温度与室温平衡。三等被检金属量器的检定应预先注水至某刻度线后, 放置在实验室内 30 min 以上。车载金属量器在检定前, 应先注满水至某刻度线, 将车停放在有水源或排水设施的室内, 或遮阳棚下 30 min 以上, 停放时要避免阳光直射金属量器。

g) 以蒸馏水或循环自来水为检定介质时, 要提前 24 h 将检定介质放入检定室贮水池或容器内, 使水温和室温相平衡。

h) 一等金属量器在检定中, 实验室不应有影响天平称量的气流产生。

i) 车载金属量器的检定, 应在室内或遮阳棚内进行, 避免阳光直射。

j) 车载金属量器的检定场所, 应设置金属量器的移动升降平台, 平台的高度应能满足检定要求。金属量器检定场所应具备储水池、高位水箱、检定台、潜水泵、吊装天车、连接管路等。

7.2.2.2 检定设备

金属量器主要检定设备见表 3。

7.2.3 检定项目

7.2.4 检定方法

7.2.4.1 外观检查

检查金属量器的外观, 应符合 6.1 至 6.3 的要求。

7.2.4.2 密封性检验

表 3 金属量器主要检定设备

标准名称	主要检定设备名称	测量范围	准确度等级或最大误差
一等金属量器	精密天平	5 kg	$\pm 5 \text{ mg}$
	精密天平	20 kg	$\pm 20 \text{ mg}$
	精密天平	50 kg	$\pm 50 \text{ mg}$
	精密天平	300 kg	$\pm 300 \text{ mg}$
	精密天平	5 000 kg	$\pm 5 \text{ g}$
	砝码	(1~2 000) kg	F ₂ 级
	砝码	(1~500) g	F ₂ 级
	砝码	(1~500) mg	F ₂ 级
	空气密度测量仪	(0.001 0~0.001 3) g/cm ³	$2 \times 10^{-7} \text{ (} k=2 \text{)}$
	精密数显温度计	(0~50)℃	$\pm 0.01 \text{ } ^\circ\text{C}$
	标准玻璃量器组	(2.5~2 000) mL	二等
	容量专用密度计	(0.995~1.000) g/cm ³	$\pm 0.000 02 \text{ g/cm}^3$
	秒表	1 h	$\pm 0.1 \text{ s}$
	超声波测厚仪	(1~50) mm	$\pm 0.1 \text{ mm}$
	电导率仪	(0.001~2) mS/m	$\pm 5 \times 10^{-3}$
二等金属量器	一等金属量器	(1~500) L	$\pm 5 \times 10^{-5}$
	温度计	(0~50)℃	$\pm 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$
	标准玻璃量器组	(5~2 000) mL	二等
	秒表	1 h	$\pm 0.1 \text{ s}$
	超声波测厚仪	(1~50) mm	$\pm 0.1 \text{ mm}$
	循环自来水装置		
	升降平台		
三等金属量器 (工作量器)	二等金属量器或一等金属量器	(1~2 000) L	$\pm 2.5 \times 10^{-4} \sim \pm 5 \times 10^{-5}$
	温度计	(0~50)℃	$\pm 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$
	标准玻璃量器组	(10~2 000) mL	二等
	秒表	1 h	$\pm 0.1 \text{ s}$
	超声波测厚仪	(1~50) mm	$\pm 0.1 \text{ mm}$
	循环自来水装置		
	升降平台		

表 4 检定项目一览表

检 定 项 目	型式评价	首次检定	后续检定	使用中检验
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	+	+	+	—

表 4 (续)

检 定 项 目	型式评价	首次检定	后续检定	使用中检验
机械性能检验	+	—	—	—
容积检定	+	+	+	—
计量颈分度容积检定	+	+	+	—
注：表中“+”表示需要检定的项目，“—”表示不需要检定的项目。				

把被检金属量器注满介质到某刻线处，一、二等金属量器放置于实验室 4 h 以上，三等金属量器或车载金属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 6.4 的要求。

7.2.4.3 排气与排液能力的检验

a) 将被检金属量器调平，注水至刻度线，拍打金属量器，液位变化不得超过 0.2 个分度容积。

b) 以最大排放量的方式将被检金属量器中的水排出，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。

排气与排液能力应符合 6.5 的要求。

7.2.4.4 金属量器材质与壁厚检验

a) 将磁铁放置于一、二等金属量器表面，不应有吸引现象发生。

b) 用超声波测厚仪检测金属量器圆筒体的壁厚，应符合 6.6 的要求。

7.2.4.5 金属量器的机械性能检验

用特制的带有注液阀的金属量器密封盖，把金属量器密封。从注液阀向金属量器注满水，再把加压水泵的出口与其连接，用加压水泵向金属量器内加压到 50 kPa 保持 10 min，金属量器的各部分不得有渗漏和破裂现象，应符合 6.7 的要求。

7.2.4.6 容积检定

金属量器在检定前，均以注满检定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金属量器内的介质排空；在滴流状态下等待 2 min，关好放液阀门。

a) 一等金属量器的容积检定（容量衡量法）

① 将被检金属量器（或过渡容器）放在天平的某一盘中（左盘），在此盘中同时放入标准砝码，该砝码的质量 $m_{\text{标}}$ 等于被检金属量器标称容积容纳水的质量。在天平的另一盘中（右盘）放入平衡重物，将天平调整到平衡状态，记录其指针沿标牌刻度连续摆动的 3 个极值 l_1 、 l_2 和 l_3 ，此时，天平第一次的平衡位置由式 (1) 计算：

$$L_1 = \frac{l_1 + 2l_2 + l_3}{4} \quad (1)$$

式中： L_1 ——天平第一次的平衡位置；

l_1 ——天平指针沿标牌刻度第一次（左边）摆动的极限位置；

l_2 ——天平指针沿标牌刻度第二次（右边）摆动的极限位置；

l_3 ——天平指针沿标牌刻度第三次（左边）摆动的极限位置。

② 将标准砝码从天平上取下，将被检金属量器调至水平位置，将检定介质注入金属量器至 h_i 刻线位置（若用过渡容器，需将检定介质注入到过渡容器中），再次称量，确定天平的平衡位置。此时，若天平的平衡位置发生变化，则需在天平的某一盘中加上平衡补加砝码 b ，使天平恢复平衡，确定天平第二次平衡位置 L_2 。

注：液位的观察，应使液面的最低点下缘与计量颈读数游标环线上沿水平相切，即观察者的视线必须与计量颈读数游标环线前后侧上沿及液面最低点下缘处在同一水平面上。

③ 将一定质量 r 的砝码置于天平的某一盘中，求出此时天平的第三次平衡位置 L_3 。由式（2）计算天平的分度值 S ：

$$S = \frac{r}{|L_3 - L_2|} \quad (2)$$

式中： S ——天平的分度值，g/格；

r ——一定质量的砝码，g；

L_2 ——天平第二次平衡位置；

L_3 ——天平第三次平衡位置。

④ 测量金属量器中的水温 t 。

⑤ 测量 t °C 时水的密度 ρ_w ：

若介质为三次蒸馏水， ρ_w 值可查附录 A 得到；若介质为循环自来水，则须用容量专用密度计实测水密度后，由式（3）计算得出：

$$\rho_w = (\rho_{20} + \Delta\rho)[1 + \beta_d(20 - t)] \quad (3)$$

式中： ρ_{20} ——密度计在水中的示值；

$\Delta\rho$ ——密度计的检定修正值（包括其毛细作用常数修正在内），g/cm³；

β_d ——密度计的体胀系数（0.000 025 °C⁻¹）。

⑥ 测定天平实验室的空气密度，并记录 $\rho_{\text{气}}$

⑦ 由式（4）计算金属量器所容纳水的表观质量 M ：

$$M = B \pm b + (L_2 - L_1)S \quad (4)$$

式中： M ——金属量器所容纳水的表观质量，g；

B ——称量时放在某一盘中的标准砝码的质量，g；

b ——调整天平平衡位置的平衡补加砝码的质量，g；

L_1 ——天平第一次平衡位置；

L_2 ——天平第二次平衡位置；

S ——天平的分度值，g/格。

当 b 加在平衡重物盘中时，式（4）中 b 前取“+”号；反之，取“-”号。

⑧ 被检金属量器 20 °C 时的容积值由式（5）计算

$$V_{20} = \frac{M(\rho_B - \rho_a)}{\rho_B(\rho_w - \rho_a)}[1 + \beta(20 - t)] \times 10^{-3} \quad (5)$$

式中： ρ_B ——标准砝码材料密度，g/cm³；

不锈钢 $\rho_B = 7.85 \text{ g/cm}^3$

铜合金 $\rho_B = 8.4 \text{ g/cm}^3$

ρ_a ——天平室内的空气密度, g/cm^3 ;

ρ_w —— t °C 时的水密度, g/cm^3 ;

β ——被检金属量器的体胀系数, $^\circ\text{C}^{-1}$ 。

其中: 1Cr18Ni9Ti $\beta = 50 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

碳素钢 $\beta = 33 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

被检金属量器 20 °C 时的容积值测量三次, 其最大值与最小值之差不允许超过该金属量器的最大允许误差, 应符合 5.1 的要求。取三次测量结果的平均值作为被检金属量器 20 °C 时的容积值。

⑨ 金属量器在检定过程中, 不允许开启放液阀门放出超过标尺刻线的多余介质。在液体超过标尺刻线的情况下, 可用微调阀门进行调整, 或使用注射器将刻度线以上多余的检定介质排掉。

⑩ 用标准玻璃量器测定被检金属量器计量颈的分度容积。检测方法同 7.2.4.7。

b) 二等金属量器的容积检定 (容量比较法)

一般情况下, 二等金属量器检定时, 采取一等金属量器与被检金属量器的容量比值为 1:1 的容量比较方法; 特殊情况下, 也可采用一等金属量器的组合量与被检金属量器进行比较的方法, 但一等金属量器与被检金属量器的容量比值不应大于 1:5。

① 将被检金属量器置于一等金属量器下方, 并调平。

② 用排液软管将一等金属量器的排液口与被检金属量器的注液口相连, 连接处不得有渗漏现象。

③ 将检定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, 以最大排放量方式将金属量器内的介质排放到被检金属量器中。在滴流状态下等待 2 min, 关闭放液阀门, 移开连接软管, 使一等金属量器处于检定前的等待状态。

④ 将被检金属量器放液阀门开启至最大, 将检定介质排空, 在滴流状态下等待 2 min, 关闭放液阀门, 使被检金属量器处于待检状态。

⑤ 将检定介质注入至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, 测取并记录一等金属量器中检定介质的温度 t_1 。

⑥ 打开一等金属量器的放液阀门, 将其内介质排入到被检金属量器内, 在滴流状态下等待 2 min 后, 关闭放液阀门。

⑦ 观测并记录被检金属量器计量颈中检定介质液位高度 h_1 。

若被检金属量器为液位补偿式, 则分别观测并记录其计量颈中检定介质的三个液位高度 $h_{1.1}$ 、 $h_{1.2}$ 、 $h_{1.3}$, 取其平均值作为 h_1 。

⑧ 用温度计测量被检金属量器内的介质温度 t_2 。

⑨ 用标准玻璃量器测定被检金属量器计量颈的分度容积。检测方法同 7.2.4.7。

⑩ 以全开启的状态将被检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。

⑪ 被检金属量器刻度 h_1 的 20 °C 容积值由式 (6) 或式 (7) 计算：

$$[V_{20}]_1 = V_B [1 + \beta_1(t_1 - 20) + \beta_2(20 - t_2) + \beta_w(t_2 - t_1)] \quad (6)$$

式中： V_B ——一等金属量器 20 °C 时的容积值，L；

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

β_2 ——被检金属量器的体胀系数， $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；

β_w ——检定介质在 $t_1 \sim t_2$ 范围内的平均体胀系数， $^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

若检定介质为水，则 $\beta_w = 0.000\,2\,^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

若 $\beta_1 = \beta_2$ ，则

$$[V_{20}]_1 = V_B [1 + \beta_1(t_1 - t_2) + \beta_w(t_2 - t_1)] \quad (7)$$

⑫ 重复⑤～⑪各步骤，对被检金属量器的容量进行三次连续测量。由式 (8)、式 (9) 和式 (10) 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：

$$H_1 = h_1 + \frac{V_B - [V_{20}]_1}{f} \quad (8)$$

$$H_2 = h_2 + \frac{V_B - [V_{20}]_2}{f} \quad (9)$$

$$H_3 = h_3 + \frac{V_B - [V_{20}]_3}{f} \quad (10)$$

式中： H_1 、 H_2 、 H_3 ——分别为换算到标称容量 V_B 下的液位高度；

h_1 ——第一次测量时被检金属量器中的液位高度，mm；

h_2 ——第二次测量时被检金属量器中的液位高度，mm；

h_3 ——第三次测量时被检金属量器中的液位高度，mm；

f ——被检金属量器计量颈的分度容积，mL/mm；

$[V_{20}]_1$ ——第一次测量计算的容积值；

$[V_{20}]_2$ ——第二次测量计算的容积值；

$[V_{20}]_3$ ——第三次测量计算的容积值。

⑬ 被检金属量器标称容量对应的液位高度由式 (11) 计算：

$$H = \frac{H_1 + H_2 + H_3}{3} \quad (11)$$

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检金属量器的最大允许误差，应符合 5.1 的要求。

c) 三等金属量器的容积检定（容量比较法）

① 用二等或一等金属量器作标准，其检定方法同 7.2.4.6b)，但二等或一等金属量器与被检金属量器的容量比值不应大于 1 : 10。

② 三等金属量器的计量颈分度容积检定同 7.2.4.7。

d) 车载金属量器的容积检定（容量比较法）

① 将金属量器放置在平台上（平台高度，应使金属量器的排液口高于车载金属量器的进液口）并调整水平。

②车体尽量靠近平台，并调整水平。若车载金属量器为调平式，则需将金属量器调整水平。

③ 其他检定步骤同 7.2.4.6b) 和 7.2.4.7。

④ 检定车载金属量器时，检定人员不得在汽车上走动。

7.2.4.7 计量颈分度容积检定

视被检金属量器计量颈容量，选择相应容量的标准玻璃量器并注水至刻线位置；用检定介质注入被检金属量器至 H_a 刻线位置，将标准玻璃量器中的水注入金属量器计量颈中，读取被检金属量器液位 H_b (H_a 至 H_b 的高度应不小于标尺总长的 $2/3$)，由式 (12) 计算得出计量颈分度容积 V_f ：

$$V_f = \frac{V}{H_b - H_a} \quad (12)$$

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位高度，mm；

H_b ——第二次读取的计量颈液位高度，mm。

计量颈分度容积应进行三次测量，取三次平均值作为计量颈分度容积检定结果。计量颈分度容积应符合 5.2 的要求。

7.2.5 检定结果的处理

7.2.5.1 经检定合格的金属量器，发给相应等级的检定证书（证书内页格式见附录 D）。

7.2.5.2 经检定不合格的金属量器，发给检定结果通知书，并注明其不合格项目（通知书内页格式同附录 E）。

7.2.5.3 根据检定结果对降等级后合格的金属量器，也可发给相应等级的检定证书（证书内页格式见附录 D）。

7.2.6 检定周期

金属量器首次检定后，第一个检定周期一般不超过 1 年；之后一等金属量器后续检定周期一般不超过 3 年，其他等级金属量器后续检定周期一般不超过 2 年。

附录 A

不含空气的水密度与 1990 年国际实用温标摄氏温度的关系

纯水密度表/(kg/m ³)										
$t/^{\circ}\text{C}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
17	998.771 4	998.769 7	998.767 9	998.766 2	998.764 4	998.762 7	998.761 0	998.759 2	998.757 5	998.755 7
17.1	998.754 0	998.752 2	998.750 5	998.748 7	998.747 0	998.745 2	998.743 5	998.741 7	998.739 9	998.738 2
17.2	998.736 4	998.734 7	998.732 9	998.731 1	998.729 4	998.727 6	998.725 9	998.724 1	998.722 3	998.720 5
17.3	998.718 8	998.717 0	998.715 2	998.713 5	998.711 7	998.709 9	998.708 1	998.706 4	998.704 6	998.702 8
17.4	998.701 0	998.699 2	998.697 4	998.695 7	998.693 9	998.692 1	998.690 3	998.688 5	998.686 7	998.684 9
17.5	998.683 1	998.681 3	998.679 5	998.677 7	998.675 9	998.674 1	998.672 3	998.670 5	998.668 7	998.666 9
17.6	998.665 1	998.663 3	998.661 5	998.659 7	998.657 9	998.656 1	998.654 3	998.652 5	998.650 7	998.648 9
17.7	998.647 0	998.645 2	998.643 4	998.641 6	998.639 8	998.637 9	998.636 1	998.634 3	998.632 5	998.630 7
17.8	998.628 8	998.627 0	998.625 2	998.623 3	998.621 5	998.619 7	998.617 8	998.616 0	998.614 2	998.612 3
17.9	998.610 5	998.608 7	998.606 8	998.605 0	998.603 1	998.601 3	998.599 5	998.597 6	998.595 8	998.593 9
18	998.592 1	998.590 2	998.588 4	998.586 5	998.584 7	998.582 8	998.581 0	998.579 1	998.577 2	998.575 4
18.1	998.573 5	998.571 7	998.569 8	998.567 9	998.566 1	998.564 2	998.562 4	998.560 5	998.558 6	998.556 7
18.2	998.554 9	998.553 0	998.551 1	998.549 3	998.547 4	998.545 5	998.543 6	998.541 8	998.539 9	998.538 0
18.3	998.536 1	998.534 2	998.532 3	998.530 5	998.528 6	998.526 7	998.524 8	998.522 9	998.521 0	998.519 1
18.4	998.517 2	998.515 4	998.513 5	998.511 6	998.509 7	998.507 8	998.505 9	998.504 0	998.502 1	998.500 2
18.5	998.498 3	998.496 4	998.494 5	998.492 5	998.490 6	998.488 7	998.486 8	998.484 9	998.483 0	998.481 1
18.6	998.479 2	998.477 3	998.475 3	998.473 4	998.471 5	998.469 6	998.467 7	998.465 7	998.463 8	998.461 9
18.7	998.460 0	998.458 1	998.456 1	998.454 2	998.452 3	998.450 3	998.448 4	998.446 5	998.444 5	998.442 6
18.8	998.440 7	998.438 7	998.436 8	998.434 9	998.432 9	998.431 0	998.429 0	998.427 1	998.425 1	998.423 2
18.9	998.421 3	998.419 3	998.417 4	998.415 4	998.413 5	998.411 5	998.409 6	998.407 6	998.405 6	998.403 7
19	998.401 7	998.399 8	998.397 8	998.395 9	998.393 9	998.391 9	998.390 0	998.388 0	998.386 0	998.384 1
19.1	998.382 1	998.380 1	998.378 2	998.376 2	998.374 2	998.372 2	998.370 3	998.368 3	998.366 3	998.364 3
19.2	998.362 4	998.360 4	998.358 4	998.356 4	998.354 4	998.352 5	998.350 5	998.348 5	998.346 5	998.344 5
19.3	998.342 5	998.340 5	998.338 5	998.336 5	998.334 6	998.332 6	998.330 6	998.328 6	998.326 6	998.324 6
19.4	998.322 6	998.320 6	998.318 6	998.316 6	998.314 6	998.312 6	998.310 5	998.308 5	998.306 5	998.304 5
19.5	998.302 5	998.300 5	998.298 5	998.296 5	998.294 5	998.292 4	998.290 4	998.288 4	998.286 4	998.284 4
19.6	998.282 3	998.280 3	998.278 3	998.276 3	998.274 3	998.272 2	998.270 2	998.268 2	998.266 1	998.264 1
19.7	998.262 1	998.260 0	998.258 0	998.256 0	998.253 9	998.251 9	998.249 9	998.247 8	998.245 8	998.243 7
19.8	998.241 7	998.239 7	998.237 6	998.235 6	998.233 5	998.231 5	998.229 4	998.227 4	998.225 3	998.223 3
19.9	998.221 2	998.219 2	998.217 1	998.215 1	998.213 0	998.210 9	998.208 9	998.206 8	998.204 8	998.202 7
20	998.200 6	998.198 6	998.196 5	998.194 4	998.192 4	998.190 3	998.188 2	998.186 2	998.184 1	998.182 0

表 (续)

纯水密度表/(kg/m ³)										
$t/^\circ\text{C}$	0.00	0.1	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
20.1	998.179 9	998.177 9	998.175 8	998.173 7	998.171 6	998.169 6	998.167 5	998.165 4	998.163 3	998.161 2
20.2	998.159 1	998.157 1	998.155 0	998.152 9	998.150 8	998.148 7	998.146 6	998.144 5	998.142 4	998.140 3
20.3	998.138 2	998.136 1	998.134 0	998.131 9	998.129 8	998.127 7	998.125 6	998.123 5	998.121 4	998.119 3
20.4	998.117 2	998.115 1	998.113 0	998.110 9	998.108 8	998.106 7	998.104 6	998.102 5	998.100 3	998.098 2
20.5	998.096 1	998.094 0	998.091 9	998.089 8	998.087 6	998.085 5	998.083 4	998.081 3	998.079 1	998.077 0
20.6	998.074 9	998.072 8	998.070 6	998.068 5	998.066 4	998.064 3	998.062 1	998.060 0	998.057 8	998.055 7
20.7	998.053 6	998.051 4	998.049 3	998.047 2	998.045 0	998.042 9	998.040 7	998.038 6	998.036 4	998.034 3
20.8	998.032 2	998.030 0	998.027 9	998.025 7	998.023 6	998.021 4	998.019 2	998.017 1	998.014 9	998.012 8
20.9	998.010 6	998.008 5	998.006 3	998.004 1	998.002 0	997.999 8	997.997 7	997.995 5	997.993 3	997.991 2
21	997.989 0	997.986 8	997.984 7	997.982 5	997.980 3	997.978 1	997.976 0	997.973 8	997.971 6	997.969 4
21.1	997.967 3	997.965 1	997.962 9	997.960 7	997.958 5	997.956 4	997.954 2	997.952 0	997.949 8	997.947 6
21.2	997.945 4	997.943 2	997.941 0	997.938 8	997.936 7	997.934 5	997.932 3	997.930 1	997.927 9	997.925 7
21.3	997.923 5	997.921 3	997.919 1	997.916 9	997.914 7	997.912 5	997.910 3	997.908 1	997.905 9	997.903 6
21.4	997.901 4	997.899 2	997.897 0	997.894 8	997.892 6	997.890 4	997.888 2	997.885 9	997.883 7	997.881 5
21.5	997.879 3	997.877 1	997.874 9	997.872 6	997.870 4	997.868 2	997.866 0	997.863 7	997.861 5	997.859 3
21.6	997.857 0	997.854 8	997.852 6	997.850 4	997.848 1	997.845 9	997.843 6	997.841 4	997.839 2	997.836 9
21.7	997.834 7	997.832 5	997.830 2	997.828 0	997.825 7	997.823 5	997.821 2	997.819 0	997.816 7	997.814 5
21.8	997.812 2	997.810 0	997.807 7	997.805 5	997.803 2	997.801 0	997.798 7	997.796 5	997.794 2	997.792 0
21.9	997.789 7	997.787 4	997.785 2	997.782 9	997.780 6	997.778 4	997.776 1	997.773 8	997.771 6	997.769 3
22	997.767 0	997.764 8	997.762 5	997.760 2	997.757 9	997.755 7	997.753 4	997.751 1	997.748 8	997.746 6
22.1	997.744 3	997.742 0	997.739 7	997.737 4	997.735 2	997.732 9	997.730 6	997.728 3	997.726 0	997.723 7
22.2	997.721 4	997.719 1	997.716 8	997.714 6	997.712 3	997.710 0	997.707 7	997.705 4	997.703 1	997.700 8
22.3	997.698 5	997.696 2	997.693 9	997.691 6	997.689 3	997.687 0	997.684 7	997.682 3	997.680 0	997.677 7
22.4	997.675 4	997.673 1	997.670 8	997.668 5	997.666 2	997.663 9	997.661 5	997.659 2	997.656 9	997.654 6
22.5	997.652 3	997.649 9	997.647 6	997.645 3	997.643 0	997.640 6	997.638 3	997.636 0	997.633 7	997.631 3
22.6	997.629 0	997.626 7	997.624 3	997.622 0	997.619 7	997.617 3	997.615 0	997.612 7	997.610 3	997.600 0
22.7	997.605 6	997.603 3	997.601 0	997.598 6	997.596 3	997.593 9	997.591 6	997.589 2	997.586 9	997.584 5
22.8	997.582 2	997.579 8	997.577 5	997.575 1	997.572 8	997.570 4	997.568 1	997.565 7	997.563 4	997.561 0
22.9	997.558 6	997.556 3	997.553 9	997.551 5	997.549 2	997.546 8	997.544 5	997.542 1	997.539 7	997.537 4
23	997.535 0	997.532 6	997.530 2	997.527 9	997.525 5	997.523 1	997.520 7	997.518 4	997.516 0	997.513 6

附录 B

标准金属量器容量衡量法检定记录

(参考格式)

记录编号：_____

第_____页 共_____页

送检单位：_____ 主体材料体胀系数：_____

制造厂：_____ 规格型号：_____ 出厂编号：_____

检定依据：_____

使用的计量基、标准名称：_____

实验室温度： $t_{\text{空}}$ _____℃；实验室空气密度： $\rho_{\text{空}} =$ _____ g/cm³

检定员：_____ 核验员：_____ 检定日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日

一、外观检查：_____

二、密封性检验：_____

三、排气与排液能力的检验：_____

四、材质与壁厚检验：_____

五、容积检定

1. 计量颈检定记录

序号	注入水体积 (mL)	标尺读数 H_a /mm	标尺读数 H_b /mm	计量颈分度容积 V_f / (mL/mm)
1				
2				
3				
平均值				

2. 水质量与密度测量记录
(第一次)

序号	左盘	右盘	天平读数			平衡位置	添加的砝码 (g)	
			L_1	L_2	L_3		左盘	右盘
1	B							
2	A							
3	$A+g$						$g=$	$g=$
砝码质量	相关格数		分度值			相差质量 (kg)	水质量 (kg)	
B (kg)	L_A-L_B		$S=g/\left(L_{A+g}-L_A\right)$			$m=S\left(L_A-L_B\right)$	$M=B+m$	
水温度 (℃)			密度计读数 (g/cm ³)			密度计示值修正值 (g/cm ³)		

_____ mm 刻度处容积： $V_{20} =$ _____ L

(第二次)

序号	左盘	右盘	天平读数			平衡位置	添加的砝码 (g)	
			L_1	L_2	L_3		左盘	右盘
1	B							
2	A							
3	$A+g$						$g=$	$g=$
砝码质量	相关格数		分度值			相差质量 (kg)	水质量 (kg)	
B (kg)	L_A-L_B		$S=g/\left(L_{A+g}-L_A\right)$			$m=S\left(L_A-L_B\right)$	$M=B+m$	
水温度 (℃)			密度计读数 (g/cm ³)			密度计示值修正值 (g/cm ³)		

_____ mm 刻度处容积: $V_{20} =$ _____ L

(第三次)

序号	左盘	右盘	天平读数			平衡位置	添加的砝码 (g)	
			L_1	L_2	L_3		左盘	右盘
1	B							
2	A							
3	$A+g$						$g=$	$g=$
砝码质量	相关格数		分度值			相差质量 (kg)	水质量 (kg)	
B (kg)	L_A-L_B		$S=g/(L_{A+g}-L_A)$			$m=S(L_A-L_B)$	$M=B+m$	
水温度 (°C)			密度计读数 (g/cm ³)			密度计示值修正值 (g/cm ³)		

_____ mm 刻度处容积: $V_{20} =$ _____ L

3. 检定结果处理:

_____ mm 刻度处容积: $V_{20} =$ _____ L

计量颈分度容积; _____ mL/mm

根据检定结果, 准予该计金属量器具作 _____ 使用

最大允许误差 _____

检定合格以 () 字第 _____ 号证书于 _____ 年 _____ 月 _____ 日发给送检单位;

证书有效期至 _____ 年 _____ 月 _____ 日

检定不合格以 () 字第 _____ 号检定结果通知书于 _____ 年 _____ 月 _____ 日发给送检单位

六、备注:

附录 C

标准金属量器容量比较法检定记录

(参考格式)

记录编号：_____

第_____页 共_____页

送检单位：_____ 主体材料体胀系数：_____

制造厂：_____ 规格型号：_____ 出厂编号：_____

检定依据：_____；

使用的计量基、标准名称：_____；

环境条件记录： 实验室室温：_____℃

检定员：_____ 核验员：_____ 检定日期：_____年_____月_____日

一、外观检查：_____

二、密封性检验：_____

三、排气与排液能力的检验：_____

四、材质与壁厚检验：_____

五、容积检定

1. 检定数据记录：

序号	标准金属 量器容积 V_B/L	标准金属 量器水温 $t_1/^\circ C$	被检金属 量器水温 $t_2/^\circ C$	被检金属量 器标尺读数 h_i/mm	被检金属量 器 h_i 时 20℃的容积 V_{20i}/L	被检金属量器标称 容积液位高度 $H_{i'}/mm$	
						$H_{i'}$	平均值
1							
2							
3							

计量颈注入水体积 (mL)	计量颈标尺读数 H_a/mm	计量颈标尺读数 H_b/mm	计量颈分度容积 $V_f/(mL/mm)$
平均值			

2. 检定结果与处理：

_____ mm 刻度处容积： $V_{20} =$ _____ L

计量颈分度容积；_____ mL/mm

根据检定结果，准予该计金属量器具作_____使用

最大允许误差_____

检定合格以（ ）字第_____号证书于_____年_____月_____日发给送检单位

证书有效期至_____年_____月_____日

检定不合格以（ ）字第_____号检定结果通知书于_____年_____月_____日
发给送检单位

六、备注：



附录 D

检定证书内页格式

一、外观检查：_____

二、密封性检验：_____

三、排气与排液能力的检验：_____

四、材质与壁厚检验：_____

五、容积检定：

(1) _____ 刻度处 20 °C 容量：

 $V_{20} =$ _____ L

(2) 计量颈分度容积：

 $V_f =$ _____ mL/mm

(3) 最大允许误差：_____

(4) 金属量器在温度 t °C (t °C $\neq$ 20 °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，°C； β ——金属量器的体胀系数 $\beta =$ _____ °C⁻¹。

(5) 金属量器在滴流状态下等待时间：_____ min

附录 E

检定结果通知书内页格式

一、外观检查：_____

二、密封性检验：_____

三、排气与排液能力的检验：_____

四、材质与壁厚检验：_____

五、容积检定：

(1) _____ 刻度处 20 °C 容量：

 $V_{20} = \text{_____ L}$

(2) 计量颈分度容积：

 $V_f = \text{_____ mL/mm}$

(3) 最大允许误差：_____

(4) 金属量器在温度 t °C (t °C $\neq$ 20 °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，°C； β ——金属量器的体胀系数 $\beta = \text{_____ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。

(5) 金属量器在滴流状态下等待时间：_____ min

六、检定不合格项目：_____