

贵州省地方计量技术规范

JJF (黔) XX-2025

称重容罐校准规范

Calibration Specification for Weighing Containers

(报批稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

贵州省市场监督管理局 发布

称重容罐校准规范

Calibration Specification for Weighing
Containers

JJF（黔）XX-202X

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

六盘水市检验检测中心

参加起草单位：贵州科伦药业有限公司

贵州泰邦生物制品有限公司

本规范委托贵州省计量测试院负责解释

本规范主要起草人：

付欣艳（贵州省计量测试院）

吴光兴（贵州省计量测试院）

王 珏（六盘水市检验检测中心）

参加起草人：

陈亦慧（贵州省计量测试院）

王 俊（贵州省计量测试院）

李 飞（贵州科伦药业有限公司）

夏军军（贵州泰邦生物制品有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
8 校准结果.....	(5)
9 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 校准原始记录格式.....	(7)
附录 B 校准证书内页格式.....	(9)
附录 C 测量结果的不确定度评定示例.....	(10)
附录 D 水温与水密度对照表.....	(14)

引 言

本规范按照 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》和 JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》等基础性系列规范进行制定。

本规范将称重容罐示值误差列为计量特性并作为计量校准的主要内容,主要参照 JJG539-2016《数字指示秤》、JJG 133-2016《汽车油罐车容量》进行制定。

本规范为首次发布。

称重容罐校准规范

1 范围

本规范适用于 (200~20000) kg 常压液体称重容罐的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 133-2016 汽车油罐车容量

JJG 539-2016 数字指示秤

JJG 86-2023 标准玻璃浮计

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(包含所有的修改单)适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 称重容罐 weighing containers

用于存储液体介质并显示液体质量的金属或非金属容器。

3.1.2 启停法 the start-and-finish method

一次校准开始时和结束时使试验处于零流量状态的操作方法，这样注入容罐的实际水量为试验停止时与试验启动时标准流量计累计流量读数之差。

3.2 计量单位

3.2.1 质量单位：千克，符号 kg。

3.2.2 体积单位：立方米，符号 m^3 ；或升，符号 L。

3.2.3 密度单位：千克/立方米，符号 kg/m^3 ；千克/升，kg/L。

4 概述

称重容罐一般指常压式储罐（液体自由表面压力为大气压力），用来储存液态物料并显示其质量。称重容罐由称重单元（称重传感器）、显示仪表、容罐、管线及阀门等组成，称重单元通常安装在容器的支承点上，依据所受力的大小，经转换由显示仪表显示其质量。

5 计量特性

5.1 示值误差

称重容罐示值的最大允许误差为 $\pm 1.0\%$ 。

5.2 重复性

在通过一个称重容罐的测量重复性不超过最大允许误差绝对值的 $1/2$ 。

注：以上指标不用于合格判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 大气环境应满足

- a) 环境温度：(10~35) °C；
- b) 相对湿度：(15~85)%；
- c) 大气压力：(86~106) kPa。

6.1.2 避免明显影响流量计性能的机械振动或外界磁场。

6.1.3 现场可提供符合称重容罐使用要求的液体作为校准介质，并保证在一次测量过程中液体介质变化不超过 2°C。

6.1.4 在校准过程中液体介质中应不夹杂气体，介质应始终充满试验连接管道。

注：上述条件与制造商的产品规定不一致时，温、湿度条件应符合称重系统使用说明书要求。

6.2 校准所用设备

6.2.1 标准流量计和配套设备构成校准系统，可选用质量流量计或体积流量计作为标准流量计，标准流量计须具有累积流量功能，整套系统应满足校准使用要求和用户现场环境卫生要求，流量计及主要配套设备应有效溯源。

6.2.2 标准流量计的扩展不确定度应不大于称重容罐得最大允许误差的 $1/3$ 。

6.2.3 选用不同类型流量计作为标准流量计配备不同设备，见表 2。

表 2 校准系统配备设备

流量计类型	设备名称	技术要求	用途
质量流量计	质量流量计	扩展不确定度应不大于称重容罐的最大允许误差的 $1/3$	测量累计流量
	温度计	测量范围：(0~50) °C，MPE： $\pm 0.2^\circ\text{C}$	测量介质温度

体积流量计	体积流量计	扩展不确定度应不大于称重容罐的最大允许误差的 1/3	测量累计流量
	温度计	测量范围: (0~50) °C, MPE: $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$	测量介质温度
	密度计	二等标准密度计	测量介质密度

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

相对示值误差和重复性。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 开机预热, 预热时间不少于 30 分钟, 或按厂商说明书要求。

7.2.1.2 称重容罐校准示意图如图 1 所示, 标准流量计的安装应符合其使用要求, 在工作压力下, 各部件连接处不应有泄露现象。

7.2.1.3 管路压力需相对稳定, 标准流量计安装符合要求, 避免震动。

7.2.1.4 通常选取称重容罐最大测量值的 10%, 50%, 100%作为校准点, 也可按客户要求选取校准点。

7.2.2 示值误差与重复性

7.2.2.1 校准采用启停法, 使液体在某恒定流量下连续经过标准流量计并全部进入被校称重容罐, 比较标准流量计和被校称重容罐的输出量值, 确定被校称重容罐的计量性能。校准法工作原理如图 1 所示。

7.2.2.2 将校准系统连接水源, 排空校准系统管道内空气, 关闭阀 1 并记录标准流量计初始累积流量示值或清零。

7.2.2.3 排空称重容罐内液体, 关闭阀 2, 记录称重容罐初始示值或清零。

7.2.2.4 打开阀 1, 以适当恒定流量向称重容罐注水, 并测量水温, 到达预设校准点关闭阀 1, 待称重容罐示值稳定后分别记录标准流量计累积流量示值和称重容罐示值, 继续打开阀 1, 进行下一个点的校准, 直到完成所有校准点的校准。如选用体积流量计作为标准流量计, 还需在标准流量计下游测量水密度并记录示值。

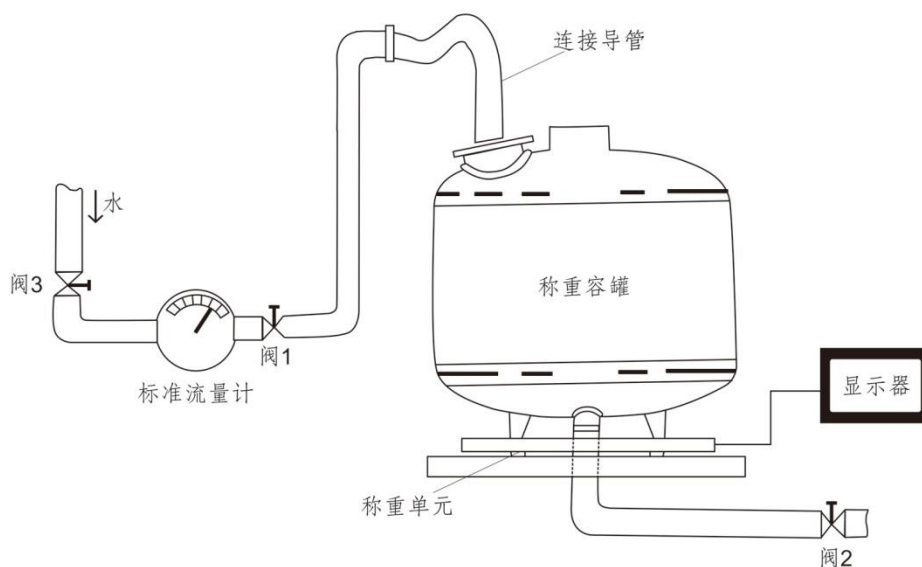


图 1 校准方法原理示意图

(1) 选用质量流量计作为标准表, 则按公式 (1) 计算单次校准相对示值误差:

$$E_{ij} = \frac{M_{ij} - N_{ij}}{N_{ij}} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

E_{ij} : 第 i 校准点第 j 次校准称重容罐的相对示值误差, %;

M_{ij} : 第 i 校准点第 j 次校准称重容罐质量示值, kg;

N_{ij} : 第 i 校准点第 j 次标准流量计累积流量示值, kg。

(2) 选用体积流量计作为标准表, 则按公式 (2) 计算单次校准相对示值误差:

$$E_{ij} = \frac{M_{ij} - \rho V_{ij}}{\rho V_{ij}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

V_{ij} : 第 i 校准点第 j 次标准流量计累积流量示值, L;

ρ : 校准时介质密度, kg/L;

注 1: 以上计算不考虑空气浮力影响;

注 2: 水温与水密度对照表见附录 D。

(3) 第 i 校准点称重容罐平均相对示值误差作为第 i 校准点校准值, 按公式 (3) 计算:

$$E_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{ij} \quad (3)$$

式中:

E_i : 第 i 校准点称重容罐平均相对示值误差, % ;

n : 第 i 校准点校准次数。

7.2.2.5 重复性测量, 按照 7.2.2 校准过程的顺序, 进行重复校准, 校准次数 n 不少于 3 次。

(1) $n \geq 6$ 时, 第 i 校准点称重容罐测量重复性按公式 (4) 计算:

$$(E_r)_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (E_{ij} - E_i)^2}{(n-1)}} \quad (4)$$

式中:

$(E_r)_i$: 第 i 校准点称重容罐测量重复性;

E_{ij} : 第 i 校准点第 j 次校准称重容罐的相对示值误差, %;

(2) $5 \geq n \geq 3$ 时, 第 i 校准点称重容罐测量重复性, 则按公式 (5) 计算:

$$(E_r)_i = \frac{R}{C} \quad (5)$$

式中:

$(E_r)_i$: 第 i 校准点称重容罐测量重复性;

R : 极差, 即测得值中的最大值与最小值之差;

C : 极差系数。

8 校准结果

校准后, 出具校准证书, 校准证书至少包括以下信息:

- a) 标题“校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 实施校准的地点 (如果与实验室的地址不同);
- d) 证书或报告的唯一性标识 (如编号), 每页及总页的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 实施校准的日期, 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) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及测量不确定度的说明;
- l) 对校准规范的偏离的说明;
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- o) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

推荐校准原始记录的内容格式及校准证书内页格式见附录 A、附录 B

9 复校时间间隔

称重容罐的复校时间间隔建议为 12 个月, 由于复校时间间隔的长短是由称重容罐使用状况及其性能等诸多因素决定, 使用单位可根据称重容罐实际使用频率和管理要求自行决定复校的时间间隔。

附录 A

校准原始记录格式

称重容罐校准原始记录 (标准表-质量流量计)

登记号: _____

委托单位: _____ 仪器名称: _____

制造厂商: _____ 型号: _____ 编号: _____

环境温度: _____ °C 环境湿度: _____ %RH 大气压: _____ kPa

校准地点: _____

校准依据: _____

本次校准所使用的主要标准器

名称/型号	编号/标准器有效期至	测量范围/不确定度	溯源证书/证书编号

校准介质: _____ 介质温度: _____ °C

参比标准值		被校示值 ()	平均示值相对 误差 (%)	重复性 (%)	开展不确定度 $U(k=2)$
校准点 ()	质量 ()				

校 准: _____ 核 验: _____

校准时间: _____ 年 _____ 月 _____ 日

第__页 共__页

称重容罐校准原始记录 (标准表-体积流量计)

登记号: _____

委托单位: _____ 仪器名称: _____

制造厂商: _____ 型号: _____ 编号: _____

环境温度: _____ °C 环境湿度: _____ %RH 大气压: _____ kPa

校准地点: _____

校准依据: _____

本次校准所使用的主要标准器

名称/型号	编号/标准器有效期至	测量范围/不确定度	溯源证书/证书编号

校准介质: _____ 介质温度: _____ °C

参比标准值					被校 示值 ()	平均相 对误差 ()	重复性 ()	扩展不确定度 $U(k=2)$ ()
校准点 ()	温度 ()	密度 ()	体积 ()	质量 ()				

校 准: _____ 核 验: _____

校准时间: _____ 年 _____ 月 _____ 日

第__页 共__页

附录 B

校准证书内页格式

B.1 校准依据:

B.2 校准所用主要标准器具:

名称:

不确定度或准确度:

有效期至: _____年____月____日

B.3 校准环境条件、介质:

环境温度		湿度		大气压力	
校准用介质		介质温度		其他	

B.4 校准结果

校准点 ()	平均示值误差 ()	扩展不确定度 $U(k=2)$ ()

——以下空白——

附录 C

测量结果的不确定度评定示例

C.1 称重容罐示值误差的不确定度评定示例

C.1.1 概述

依据本规范的校准方法,采用科里奥利质量流量计对称重容罐进行示值误差的测量不确定度评定。

C.1.1.1 标准器

名称:科里奥利质量流量计,不确定度: $U_{\text{rel}}=0.13\% (k=2)$, 流量范围: 1t/h~18t/h。

C.1.1.2 被校仪表

名称:称重容罐,称量范围: (100~500) kg。

C.1.1.3 校准点

校准点分别为 100kg、250kg、500kg。

C.1.2 测量模型

$$E = \frac{M - N}{N} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中:

E : 称重容罐的示值相对误差, %;

M : 校准称重容罐质量示值, kg;

N : 标准流量计累积流量示值, kg;

C.1.3 测量不确定度主要来源

由公式(1)可见,称重容罐示值标准误差不确定度的主要来源有:

a) 称重容罐测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1

c) 科里奥利质量流量计引入的标准不确定度分量 u_2

b) 称重容罐分辨率引入的标准不确定度分量,因该分量远小于 u_1 ,舍去

根据不确定度的合成原理,称重容罐相对示值误差的标准不确定度应按照公式(C.2)计算。

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2} \quad (\text{C.2})$$

其中灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial E}{\partial M} = \frac{1}{N} ; \quad c_2 = \frac{\partial E}{\partial N} = -\frac{M}{N^2} ; \quad (\text{C.3})$$

C.1.4 标准不确定度的评定

C.1.4.1 称重容罐测量重复性引入的不确定度 u_1

用标准流量计对称重容罐 3 个测量点，每个测量点进行 10 次测量，其结果见表 1。

表 1 称重容罐测量结果

校准点 (kg)	测量次数 序号	容罐示值 (kg)	流量计示值 (kg)	绝对误差 (kg)	相对误差 (%)	平均相对误差 (%)
100	1	100.15	99.99	0.16	0.16	0.18
	2	100.49	100.21	0.28	0.28	
	3	100.34	100.09	0.25	0.25	
	4	100.25	100.09	0.16	0.16	
	5	100.05	99.85	0.20	0.20	
	6	100.15	100.11	0.04	0.04	
	7	100.28	100.05	0.23	0.23	
	8	99.89	99.83	0.06	0.06	
	9	99.94	99.84	0.10	0.10	
	10	100.05	99.76	0.29	0.29	
250	1	250.15	249.89	0.26	0.10	0.12
	2	250.49	250.33	0.16	0.06	
	3	250.03	249.99	0.04	0.02	
	4	250.12	249.64	0.48	0.19	
	5	249.92	249.87	0.05	0.02	
	6	249.88	249.61	0.27	0.11	
	7	250.12	249.76	0.36	0.14	
	8	250.23	249.71	0.52	0.21	
	9	250.33	249.99	0.34	0.14	
	10	250.16	249.87	0.29	0.12	
500	1	500.13	499.69	0.44	0.09	0.09
	2	500.17	500.19	-0.02	0.00	
	3	500.08	500.21	-0.13	-0.03	
	4	500.23	499.85	0.38	0.08	
	5	500.15	499.22	0.93	0.19	
	6	500.08	499.41	0.67	0.13	
	7	499.92	499.93	-0.01	0.00	
	8	499.88	499.99	-0.11	-0.02	
	9	500.12	499.95	0.17	0.03	
	10	500.16	499.98	0.18	0.04	

对绝对误差值用贝塞尔公式 (C.2) 求重复性引入的不确定度

$$(u_1)_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (E_{ij} - \bar{E}_{ij})^2}{(n-1)}} \quad (\text{C.4})$$

式中：

$(u_1)_i$ ：第 i 校准点称重容罐测量重复性；

E_{ij} ：第 i 校准点第 j 次校准称重容罐的相对示值误差，%；

\bar{E}_{ij} : 第 i 校准点称重容罐的平均相对示值误差, %;

n : 第 i 校准点校准次数。

带入数据计算称重容罐测量重复性引入的不确定度, 见表 2。

表 2 各校准点的 u_1

校准点/kg	u_1/kg
100	0.089
250	0.160
500	0.352

C.1.4.2 科里奥利质量流量计引入的不确定度 u_2

根据该科里奥利质量流量计的溯源证书, $U_{\text{rel}}=0.13\%$ ($k=2$), 则 u_2 按公式 (5) 计算:

$$u_2 = \left(\frac{U_{\text{rel}}}{2} \right) \times Q_i \quad (\text{C.5})$$

式中, Q_i 为称重容罐校准点, 单位为 kg。

其各校准点不确定如表 3 所示

表 3 各校准点的 u_2

校准点/kg	u_2/kg
100	0.065
250	0.162
500	0.325

C.1.5 合成不确定度

C.1.5.1 灵敏系数由公式 (C.2) 计算, 不确定度分量如表 4

表 4 不确定度分量一览表

序号	不确定度分量来源	校准点/kg	标准不确定分量/kg	灵敏系数/ kg^{-1}	
1	称重容罐重复性引入的不确定度	100	0.089	0.01	C_1
		250	0.160	0.004	
		500	0.352	0.002	
2	科里奥利流量计引入的不确定度	100	0.065	-0.01	C_2
		250	0.163	-0.004	
		500	0.325	-0.002	

C.1.5.2 计算合成不确定度

将表 4 中的数据代入公式 (C.2) 中计算得合成不确定度 u_c , 结果如表 5

表 5 合成不确定度

校准点/kg	合成不确定度 u_c /kg
100	0.11%
250	0.09%
500	0.10%

C.1.6 计算相对扩展不确定度 U

取包含因子 $k=2$ ，则称重容罐示值误差的相对扩展不确定度 U ：

校准点/kg	扩展不确定度 U ($k=2$) / %
100	0.22
250	0.18
500	0.20

附录 D

水温与水密度对照表

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	kg/m^3									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	999.843	9.850	9.856	9.862	9.869	9.874	9.880	9.886	9.891	9.897
1	999.902	9.907	9.911	9.916	9.920	9.924	9.928	9.932	9.936	9.940
2	999.943	9.946	9.949	9.952	9.955	9.957	9.959	9.962	9.964	9.965
3	999.967	9.969	9.970	9.971	9.972	9.973	9.974	9.974	9.975	9.975
4	999.975	9.975	9.975	9.974	9.974	9.973	9.972	9.971	9.970	9.968
5	999.967	9.965	9.963	9.961	9.959	9.957	9.954	9.952	9.949	9.946
6	999.943	9.940	9.937	9.933	9.929	9.926	9.922	9.918	9.913	9.909
7	999.904	9.900	9.895	9.890	9.885	9.880	9.874	9.869	9.863	9.857
8	999.851	9.845	9.839	9.833	9.826	9.819	9.813	9.806	9.798	9.791
9	999.784	9.776	9.769	9.761	9.753	9.745	9.737	9.728	9.720	9.711
10	999.703	9.694	9.685	9.676	9.666	9.657	9.648	9.638	9.628	9.618
11	999.608	9.598	9.588	9.577	9.567	9.556	9.545	9.534	9.523	9.512
12	999.500	9.489	9.477	9.466	9.454	9.442	9.430	9.418	9.405	9.393
13	999.380	9.367	9.355	9.342	9.329	9.315	9.302	9.289	9.275	9.261
14	999.247	9.233	9.219	9.205	9.191	9.176	9.162	9.147	9.132	9.118
15	999.103	9.087	9.072	9.057	9.041	9.026	9.010	8.994	8.978	8.962
16	998.946	8.930	8.913	8.897	8.880	8.863	8.846	8.829	8.812	8.795
17	998.778	8.760	8.743	8.725	8.707	8.689	8.671	8.653	8.635	8.617
18	998.598	8.580	8.561	8.542	8.523	8.505	8.485	8.466	8.447	8.427
19	998.408	8.388	8.369	8.349	8.329	8.309	8.288	8.268	8.248	8.227
20	998.207	8.186	8.165	8.144	8.123	8.102	8.081	8.060	8.038	8.017
21	997.995	7.973	7.951	7.929	7.907	7.885	7.863	7.841	7.818	7.796
22	997.773	7.750	7.727	7.704	7.681	7.658	7.635	7.612	7.588	7.564
23	997.541	7.517	7.493	7.469	7.445	7.421	7.397	7.372	7.348	7.323
24	997.299	7.274	7.249	7.224	7.199	7.174	7.149	7.124	7.098	7.073
25	997.047	7.021	6.996	6.970	6.944	6.918	6.891	6.865	6.839	6.812
26	996.786	6.759	6.732	6.706	6.679	6.652	6.624	6.597	6.570	6.543
27	996.515	6.488	6.460	6.432	6.404	6.376	6.348	6.320	6.292	6.264
28	996.235	6.207	6.178	6.150	6.121	6.092	6.063	6.034	6.005	5.976
29	995.946	5.917	5.888	5.858	5.828	5.799	5.769	5.739	5.709	5.679

接下页

表 (续)

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
30	995.649	5.619	5.588	5.558	5.527	5.497	5.466	5.435	5.404	5.373
31	995.342	5.311	5.280	5.249	5.217	5.186	5.154	5.123	5.091	5.059
32	995.027	4.996	4.963	4.931	4.899	4.867	4.834	4.802	4.769	4.737
33	994.704	4.671	4.638	4.605	4.572	4.539	4.506	4.473	4.439	4.406
34	994.372	4.339	4.305	4.271	4.237	4.204	4.170	4.135	4.101	4.067
35	994.033	3.998	3.964	3.929	3.894	3.860	3.825	3.790	3.755	3.720
36	993.685	3.650	3.614	3.579	3.543	3.508	3.472	3.437	3.401	3.365
37	993.329	3.293	3.257	3.221	3.184	3.148	3.112	3.075	3.039	3.002
38	992.965	2.929	2.892	2.855	2.818	2.781	2.744	2.706	2.669	2.632
39	992.594	2.557	2.519	2.481	2.443	2.406	2.368	2.330	2.292	2.253
40	992.215	—	—	—	—	—	—	—	—	—
注： 1. t_{90} 为 1990 年国际温标 (ITS-90)。 2. 水密度值采用 CIPM 2001 推荐计算公式计算。										

注：水温与水密度对照表引用 JJG 86-2023 标准玻璃浮计检定规程附录 A