

贵州省地方计量校准规范

JJF (黔) xx—xxxx

称重容罐校准规范

Calibration Specification for Weighing Containers

(征求意见稿)

202X-X-XX 发布

222X-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—20XX

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

本规范由贵州省计量测试院负责解释

本规范主要起草人：XXX(贵州省计量测试院)
XXX(贵州省计量测试院)
XXX(六盘水市检验检测中心)

本规范参加起草人：XXX(贵州省计量测试院)
X X(贵州省计量测试院)
XXX(贵州科伦药业有限公司)
XXX(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)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(1)
4 概述	(2)
5 计量特性	(2)
5.1 示值相对误差	(2)
5.2 测量重复性	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 校准用仪器设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 校准方法	(3)
7.3 数据处理	(4)
8 校准结果	(6)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 参考校准记录格式	(7)
附录 B 参考校准证书(内页)格式	(8)
附录 C 不确定度评定实例	(9)
附录 D 水温与水密度对照表	(13)

引 言

本规范根据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编写。

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 (200~100000) kg 常压称重容罐的现场校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

JJF 1071 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

JJG 133-2016 汽车油罐车容量

JJG 539-2016 数字指示秤

JJG 86-2011 标准玻璃浮计

凡是注明日期的引用文件，仅注明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

3.1.1 称重容罐 weighing containers

用于存储液体介质并显示其液体质量或体积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读数之差。

3.2 计量单位

质量单位：千克，符号 kg。

体积单位：立方米，符号 m^3 ；升，符号 L。

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/测力传感器、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 示值相对误差

称重容罐示值的最大允许误差见表 1。

表 1 称重容罐最大允许误差要求

准确度等级	0.5	1.0	2.0
最大允许误差/%	± 0.5	± 1.0	± 2.0

5.2 测量重复性

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。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境条件应满足：

环境温度：（10~35）℃

相对湿度：（15~95）%

大气压力：（86~106）kPa

6.1.2 校准场所应无明显的振动和外磁场干扰。

6.1.3 工作介质应为符合用户工艺要求的流体。

6.2 校准用仪器设备

6.2.1 标准流量计和配套设备构成校准系统，选用的标准流量计必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的最大允许误差的 1/3。

6.2.3 标准流量计应具备良好的稳定性，应修正后使用。

6.2.4 配套设备见表 2

表 2 配套设备

序号	设备名称	技术要求	用 途	备注
1	温度计	(0~50)℃, MPE: ±0.2℃	测量介质温度	当选容积式 流量计时, 可二选一
2	密度计	二等标准密度计	测量介质密度	
3	水 泵	/	提供供水水源	如适用

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

示值相对误差

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 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。

7.2.1.2 校准过程中,管路压力需相对稳定,标准流量计避免震动。

7.2.1.3 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 校准程序

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。

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

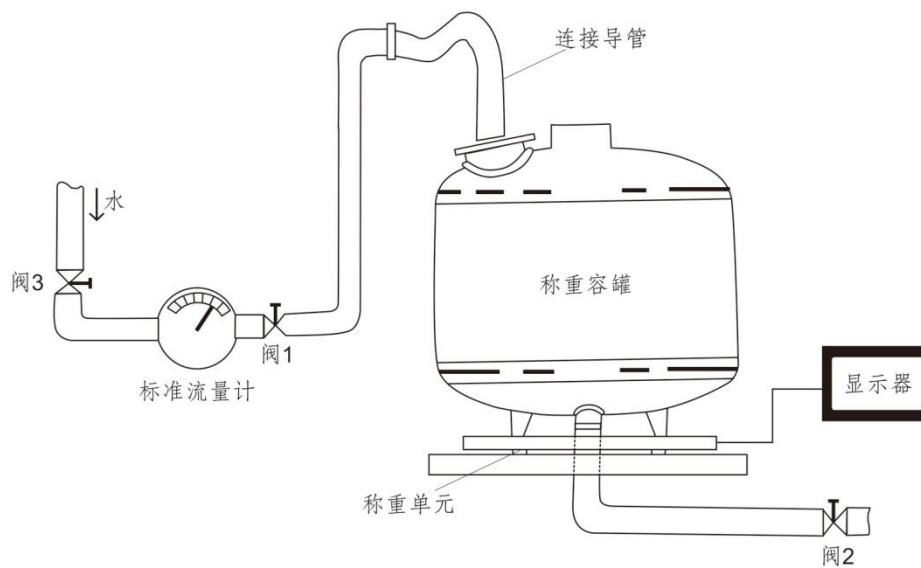


图 1 称重容罐校准示意图

7.2.2.5 如标准流量计没有测温功能，需在标准流量计下游测量水温或者密度并记录示值。

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

7.3 数据处理

7.3.1 示值相对误差计算

7.3.1.1 以质量流量计作为标准流量计时示值相对误差计算按公式 (1)：

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

式中：

E_{ij} ：第 i 校准点第 j 次校准称重容罐的示值相对误差，%；

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。

7.3.1.2 以容积式流量计或涡轮流量计作为标准流量计时的示值相对误差计算按公式 (2) :

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

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。

7.3.1.3 第 i 校准点称重容罐平均示值相对误差计算按公式 (3) :

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

式中:

E_i : 第 i 校准点称重容罐示值相对误差, %;

n : 校准次数。

7.3.2 测量重复性计算

第 i 校准点称重容罐测量重复性计算按公式 (4) :

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

式中:

$(E_r)_i$: 第 i 校准点称重容罐示值相对误差, %;

E_{ij} : 第 i 校准点第 j 次校准称重容罐的示值相对误差, %;

\bar{E}_{ij} : 第 i 校准点第 j 次校准称重容罐的示值相对误差的平均值, %;

n : 校准次数。

8 校准结果

参考校准记录格式和校准证书（内页）格式见附录 A 和附录 B，校准不确定度评定实例见附录 C。

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合理决定复校的时间间隔。

附录A

称重容罐校准记录

委托单位:_____ 仪器名称:_____

制造厂商:_____ 型号:_____ 编号:_____

环境温度:_____℃ 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:_____℃

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 $U_{rel}(k=2)$
校准点 ()	质量 ()				

校准员:_____ 核验员:_____ 时间:_____ 年 _____ 月 _____ 日

附录B

参考校准证书（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_{rel} ($k=2$) ()

以下空白

附录C

不确定度评定实例

C.1 称重容罐示值误差的不确定度评定实例

C.1.1 概述

依据本规范的校准方法,采用液体容积式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: $U_{rel}=0.13\%(k=2)$,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.1.2 测量模型

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

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;

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。

$$u_c^2 = C_1^2 u_m^2 + C_2^2 u_s^2 \quad (C.2)$$

其中灵敏系数:

$$C_1 = \frac{1}{N} ; \quad C_2 = -\frac{M}{N^2} ;$$

C.1.3 测量不确定度主要来源

由公式(1)可见,称重容罐示值误差不确定度的主要来源有:

- 称重容罐测量重复性引入的不确定度 u_m
- 科里奥利质量流量计引入的不确定度 u_s

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_m

用标准流量计对称重容罐进行10次测量，其结果见表1。

表1 称重容罐测量结果

测量 次数	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 (%)
1	100.15	99.92	0.23	0.23	0.16
2	100.49	100.28	0.21	0.21	
3	100.34	100.14	0.20	0.20	
4	100.25	100.07	0.18	0.18	
5	100.05	99.92	0.13	0.13	
6	100.15	100.05	0.10	0.10	
7	100.28	100.07	0.21	0.21	
8	99.89	99.78	0.11	0.11	
9	99.94	99.84	0.10	0.10	
10	100.05	99.92	0.13	0.13	
1	250.15	249.88	0.27	0.11	0.12
2	250.49	250.22	0.27	0.11	
3	250.03	249.72	0.31	0.12	
4	250.12	249.71	0.41	0.16	
5	249.92	249.73	0.19	0.08	
6	249.88	249.61	0.27	0.11	
7	250.12	249.81	0.31	0.12	
8	250.23	249.94	0.29	0.12	
9	250.33	250.02	0.31	0.12	
10	250.16	249.87	0.29	0.12	
1	500.13	499.69	0.44	0.09	0.09
2	500.17	499.79	0.38	0.08	
3	500.08	499.84	0.24	0.05	
4	500.23	499.85	0.38	0.08	
5	500.15	499.63	0.52	0.10	
6	500.08	499.55	0.53	0.11	
7	499.92	499.43	0.49	0.10	
8	499.88	499.38	0.50	0.10	
9	500.12	499.65	0.47	0.09	
10	500.16	499.71	0.45	0.09	

对绝对误差值用贝塞尔公式求得的实验标准偏差，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_m

校准点/kg	u_m/kg
100	0.050
250	0.055
500	0.087

C.1.4.2 科里奥利质量流量计引入的不确定度 u_s

根据该科里奥利质量流量计的溯源证书，其各测量点不确定如表3所示

表3 各校准点的 u_s

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

C.1.5 合成不确定度计算

C.1.5.1 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	0.050	0.01
		250	0.055	0.004
		500	0.087	0.002
2	科里奥利流量计引入的不确定度	100	0.065	-0.01
		250	0.163	-0.004
		500	0.325	-0.002

C.1.5.2 计算相对合成不确定度 u_c :

将表4 中的数据代入公式2 中, 相对合成不确定度 u_c

校准点 /kg	合成不确定度 u_c
100	0.09%
250	0.07%
500	0.07%

C.1.6 计算相对扩展不确定度 U_{rel}

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_{rel} :

校准点/kg	平均示值误差 (%)	扩展不确定度 U_{rel} ($k=2$) (%)
100	0.16	0.18
250	0.12	0.14
500	0.09	0.14

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

接下页

表 (续)

kg/m³

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
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
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。										

注：水温与水密度对照表引用 JJG 86-2011 标准玻璃浮计检定规程附录 A