



吉林省地方计量技术规范

JJF (吉) 109—2022

大容量液态物料灌装机校准规范

Calibration Specification for Large Capacity Filling Machine
for Liquid Material

2022-11-21发布

2023-01-01 实施

吉林省市场监督管理厅 发布

大容量液态物料灌装机校准规范

Calibration Specification for Large Capacity
Filling Machine for Liquid Material

JJF (吉) 109- 2022

归口单位： 吉林省市场监督管理厅

主要起草单位： 吉林省计量科学研究院

本规范由吉林省计量科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

贾 琨 （吉林省计量科学研究院）

参加起草人：

王 倩 （吉林省计量科学研究院）

李家如 （吉林省计量科学研究院）

丁 一 （吉林省计量科学研究院）

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	(2)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 标准器	(2)
6.2 校准环境条件	(2)
7 校准项目和校准方法	(2)
7.1 校准前准备	(2)
7.2 校准项目	(3)
7.3 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(3)
8.1 定容式灌装机测量结果	(3)
8.2 定重式灌装机测量结果	(4)
9 复校时间间隔	(4)
附录 A 测量结果不确定度评定	(5)
附录 B 大容量液态物料灌装机校准记录格式 (定容式示例)	(10)
大容量液态物料灌装机校准记录格式 (定重式示例)	(11)
校准证书内页 (定容式示例)	(11)
校准证书内页 (定重式示例)	(11)

引 言

本规范按照 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编制。JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

大容量液态物料灌装机校准规范

1 范围

本规范适用于的大容量液态物料灌装机（测量范围为 60 kg~2000 kg/50 L~1000 L）的现场校准。

2 引用文件

本规范引用以下文件：

JJF 1009 《容量计量术语及定义》

JJF 1059.1 《测量不确定度评定与表示》

JJF 1070 《定量包装商品净含量计量检验规则》

JJG 687 《液态物料定量灌装机》

QB/T 2747 《不含气液体负压灌装机》

QB/T 2754 《定容式液体定量灌装机》

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注明日期的引用文件，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

以下术语和定义适用于本规范。

3.1.1 大容量液态物料灌装机 large capacity filling machine for liquid material

测量范围为 60 kg-2000 kg、50 L-1000 L 的物料灌装机。

3.1.2 定容式灌装机 capacity quota filling machine

以容量为计量单位进行定量灌装的灌装机。

3.1.3 定重式灌装机 mass quota filling machine

以质量为计量单位进行定量灌装的灌装机。

3.1.4 灌装能力 filling capacity

灌装机在单位时间内所能达到的灌装数量。

3.1.5 生产能力 production capacity

灌装机稳定运行时，单位时间内完成灌装产品的数量。

3.2 计量单位

容量单位：升，符号 L。

质量单位：千克，符号 kg。

温度单位：摄氏度，符号 °C。

时间单位：分钟，符号 min；小时，符号 h。

4 概述

大容量液体物料灌装机广泛应用于化工、医药、食品等行业的定量盛装环节。适用于大量程灌装作业（最大可达到 2000 kg/1000 L），如化工染料、液态糖、工业香料等需要灌装的产品。

5 计量特性

5.1 最大允许误差

灌装机的最大允许误差为 $\pm 0.2\%$ ， $\pm 0.5\%$ ， $\pm 1\%$ ， $\pm 2\%$ ， $\pm 3\%$ ， $\pm 5\%$ 。

6 校准条件

6.1 标准器

校准标准器必须经检定或校准确定，其结果应符合表 1 的要求，且在溯源周期内方可使用。

表 1 标准器一览表

校准设备	设备名称	测量范围	技术要求	用途
主要设备	非自动衡器	60 kg-2000 kg	Ⅲ级	测量介质质量
	密度测量装置	(0.650~2.000) g/cm ³	MPE: $\pm 0.0005\text{g/cm}^3$	测量介质密度
配套设备	温度计	(0~30) °C	MPE: $\pm 0.2\text{°C}$	测量温度
	电子秒表	(0~3600) s	600s: MPE: $\pm 0.07\text{s}$	计时

6.2 校准环境条件

6.2.1 灌装机的校准应在灌装机运转正常的条件下进行。

6.2.2 校准环境温度为 (5~40) °C。

6.2.3 灌装机必须用实际灌装物质作为介质进行校准。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前准备

灌装能力检查

(1) 灌装机开机后，检查灌装机输送动作是否协调一致。

(2) 灌装机连续运转正常，其实际灌装能力应符合生产能力的要求。

7.2 校准项目

灌装机的测量误差

7.3 校准方法

7.3.1 定容式灌装机校准

- (1) 根据灌装机的灌装量选用相应称量的衡器；
- (2) 依次在 3 倍于灌装头数量的盛装容器上粘贴编号标识；
- (3) 依次对盛装容器进行称量，记录称量数据 m_{ik} ；
- (4) 灌装后取下盛装容器依次进行称量，记录称量数据 m_{is} ；
- (5) 应用密度测量装置对其液体进行密度测量，重复测量 3 次并记录，取其平均值作为液体的密度；
- (6) 测量并记录此时盛装容器内液体温度 t_R 。

7.3.2 定重式灌装机校准

- (1) 根据灌装机的灌装量选用相应称量的衡器；
- (2) 依次在 3 倍于灌装头数量的盛装容器上粘贴编号标识；
- (3) 依次对盛装容器进行称量，记录称量数据 m_{ik} ；
- (4) 灌装后取下盛装容器依次进行称量，记录称量数据 m_{is} ；

8 校准结果表达

8.1 定容式灌装机测量结果

(1) 盛装容器内的液体质量计算：

$$m_i = m_{is} - m_{ik} \quad (1)$$

式中： m_i ——第 i 个盛装容器内的液体质量，kg；

m_{is} ——第 i 个装有液体的盛装容器质量，kg；

m_{ik} ——第 i 个未装液体的盛装容器质量，kg；

(2) 盛装容器内的液体容量计算：

$$V_i = \frac{m_i}{\bar{\rho}} [1 + \beta(20 - t_R)] \quad (2)$$

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3} \quad (3)$$

式中： V_i ——第 i 个盛装容器内的液体在 20℃ 下的容量值，L；

m_i ——第 i 个盛装容器内的液体质量，kg；

$\bar{\rho}$ ——液体平均密度，g/cm³ 或 kg/m³；

ρ_1 、 ρ_2 、 ρ_3 ——分别为3次测量的液体密度值， g/cm^3 或 kg/m^3 ；

β ——灌装机的体胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ，体胀系数可查询表2；

t_R ——校准时液体的温度， $^\circ\text{C}$ 。

表2 体胀系数表

灌装机材质	体胀系数
碳素钢、合金钢	$33 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
不锈钢	$50 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
玻璃纤维	$(2.9 \sim 5) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
碳纤维	$0.7 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
钠钙玻璃	$25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
硼硅玻璃	$10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

(3) 灌装量的相对误差计算

$$E = \frac{V - V_i}{V_i} \times 100\% \quad (4)$$

式中： E ——灌装量相对误差，%；

V_i ——第*i*个盛装容器内液体的实际容量值，L；

V ——灌装量的标称值，L。

8.2 定重式灌装机测量结果

(1) 质量计算

$$m_i = m_{is} - m_{ik} \quad (5)$$

式中： m_i ——第*i*个盛装容器内的液体质量，kg；

m_{is} ——第*i*个装有液体的盛装容器质量，kg；

m_{ik} ——第*i*个未装液体的盛装容器质量，kg；

(2) 灌装量的相对误差计算

$$E = \frac{m - m_i}{m_i} \times 100\% \quad (6)$$

式中： E ——灌装量相对误差，%；

m_i ——第*i*个盛装容器内的液体质量，kg；

m ——灌装量的标称值，kg。

9 复校时间间隔

客户应根据校准结果、使用频次、使用条件等情况自行确定复校时间间隔。

附录 A

测量结果不确定度评定

A.1 定容式灌装机测量结果不确定度评定

本次不确定度评定以灌装量为 100 L，材质为不锈钢的灌装机为例进行分析，灌装介质为水。

灌装机在常温下进行校准且以 L 为单位，被校准灌装机的测量模型：

$$E = \frac{V_B - V}{V} \times 100\% , \text{其中 } V = \frac{m}{\rho} [1 + \beta(20 - t_R)] \quad (\text{A.1})$$

式中： V_B —灌装量的标称值，L；

V —盛装容器内的液体在 20℃ 下的容量值，L；

m —盛装容器内的液体质量，kg；

ρ —液体密度，g/cm³ 或 kg/m³；

β —灌装机的体胀系数，1/℃；

t_R —校准时液体的温度，℃。

$$[\mu_B(V)]^2 = c_1^2 [\mu(L)]^2 + c_2^2 [\mu(\rho)]^2 + c_3^2 [\mu(\beta)]^2 + c_4^2 [\mu(t_R)]^2 \quad (\text{A.2})$$

其中：

$$c_1 = \frac{\partial V}{\partial L} = \frac{1}{\rho} [1 + \beta(20 - t_R)] \quad (\text{A.3})$$

$$c_2 = \frac{\partial V}{\partial \rho} = -\frac{m}{\rho^2} [1 + \beta(20 - t_R)] \quad (\text{A.4})$$

$$c_3 = \frac{\partial V}{\partial \beta} = \frac{m}{\rho} (20 - t_R) \quad (\text{A.5})$$

$$c_4 = \frac{\partial V}{\partial t} = -\frac{m}{\rho} \beta \quad (\text{A.6})$$

A.1.1 标准不确定度的 A 类评定

对 100 L 的灌装机应用非自动衡器称量，分别测量 6 次，测量结果如下：

表 A1. 测量重复性数值

次数	1	2	3	4	5	6
示值 m (kg)	100.02	100.02	100.00	100.02	100.02	100.00

$$s_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2} \quad (\text{A.7})$$

$$u_m = s_m \quad (\text{A.8})$$

式中： s_m —测量重复性实验标准偏差，kg；

n —测量次数；

m_i —每次测量秤的化整前示值, kg;

\bar{m} — n 次测量秤的化整前示值的平均值, kg;

u_m —重量重复性引入的标准不确定度, g。

通过计算可得:

$$u_m = s_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2} = 10.33 \text{ g} \quad (\text{A.9})$$

在水的温度为 15℃, 测得其密度为 0.9991 g/cm³, 故:

$$u_V = \frac{u_m}{\rho} = 10.34 \text{ cm}^3 \quad (\text{A.10})$$

式中: u_V —测量重复性引入的标准不确定度, cm³。

A.1.2 标准器引入的不确定度

A.1.2.1 非自动衡器引入的不确定度分量

在校准过程中, 采用非自动衡器作为标准器, 选取最大称量 $Max=150 \text{ kg}$, $e=d=20 \text{ g}$ 的电子台秤为标准器。在称量 100 kg 称量点是, 最大允许误差为 $MPE=\pm 30 \text{ g}$, 且服从矩形分布, 其标准不确定度为:

$$u_L = \frac{|MPE|}{\sqrt{3}} = \frac{30 \text{ g}}{\sqrt{3}} = 17.3 \text{ g} \quad (\text{A.11})$$

A.1.2.2 密度测量装置引入的不确定度分量

密度测量装置的误差为 $\pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$, 服从均匀分布, 故其不确定度为:

$$u_\rho = \frac{0.0005 \text{ g/cm}^3}{\sqrt{3}} = 0.00029 \text{ g/cm}^3 \quad (\text{A.12})$$

A.1.3 灌装机的体胀系数引起不确定度分量

灌装机的材质为不锈钢, 查表可知其体胀系数为 $50 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, 服从均匀分布, 故:

$$\mu(\beta) = \frac{50 \times 10^{-6}}{\sqrt{3}} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} = 2.9 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \quad (\text{A.13})$$

A.1.4 液体温度测量引起不确定度分量

温度计的最大允许误差 $MPE=\pm 0.2 \text{ }^\circ\text{C}$, 服从均匀分布, 故:

$$\mu(t) = \frac{0.2 \text{ }^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.12 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{A.14})$$

A.1.5 B 类标准不确定度的合成

通过测量和查表可知: $t_R = 15.0 \text{ }^\circ\text{C}$, $\rho = 0.99907 \text{ g/cm}^3$, $m = 100.00 \text{ kg}$,

$\beta=50 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。从而计算传播系数, 可得: $c_1 = 1.0 \text{ cm}^3/\text{g}$, $c_2 = -100211.3 \text{ cm}^6/\text{g}$,
 $c_3 = 500465.4 \text{ cm}^3\text{ } ^\circ\text{C}$, $c_4 = -5.0 \text{ cm}^3\text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。

$$[\mu_B(V)]^2 = c_1^2[\mu(L)]^2 + c_2^2[\mu(\rho)]^2 + c_3^2[\mu(\beta)]^2 + c_4^2[\mu(t_R)]^2 = 21184.19 \text{ cm}^3$$

$$\mu_B(V) = 22.82 \text{ cm}^3 \quad (\text{A.15})$$

A.1.6 合成不确定度和扩展不确定度

$$\mu = \sqrt{u_V^2 + u_B^2} = \frac{\sqrt{(10.34)^2 + (22.82)^2}}{1000} \text{ L} = 0.025 \text{ L} \quad (\text{A.16})$$

相对合成不确定度表示为:

$$\mu_c = \frac{\mu}{V} = \frac{0.025 \text{ L}}{100.09 \text{ L}} \times 100\% = 0.030\%$$

测量结果的扩展不确定度为:

$$U = k \cdot \mu_c = 2 \times 0.030\% = 0.1\%, \quad k=2 \quad (\text{A.18})$$

A.1.7 灌装机测量不确定度一览表

表 A2. 灌装机测量不确定度一览表

测量不确定度分量 $\mu(x_i)$	不确定度来源	不确定度值 $\mu(x_i)$	传播系数 c_i
u_V	重复性 (A类)	10.34 cm^3	-
u_L	非自动衡器引入的不确定度分量	17.3 g	1.0 cm^3/g
u_ρ	密度测量装置引入的不确定度分量	$2.9 \times 10^{-4} \text{ g}/\text{cm}^3$	-100211.3 cm^6/g
$\mu(\beta)$	灌装机的体胀系数引起不确定度分量	$2.9 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	500465.4 $\text{cm}^3\text{ } ^\circ\text{C}$
$\mu(t)$	液体温度测量引起不确定度分量	0.12 $^\circ\text{C}$	-5.0 $\text{cm}^3\text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
合成不确定度 μ		0.03 L	
相对合成不确定度 μ_c		0.03%	
测量结果的扩展不确定度 U ($k=2$)		0.1%	

A.2 定重式灌装机测量结果不确定度评定

本次不确定度评定以灌装量为 100 kg，灌装机在常温下进行校准且以 kg 为单位，被校准灌装机的测量模型：

$$E = \frac{m_B - m}{m} \times 100\%, \text{ 其中 } m = I \quad (\text{A.19})$$

式中： m_B —灌装量的标称值，kg；

m —灌装机的灌装量的质量，kg；

I —非自动衡器显示值，kg。

只考虑 A 类标准不确定度分量和非自动衡器引入的不确定度分量，其余分量不予考虑。

A.2.1 标准不确定度的 A 类评定

对 100 L 的灌装机应用非自动衡器称量，分别测量 6 次，测量结果如下：

表 A3. 测量重复性数值

次数	1	2	3	4	5	6
示值 m (kg)	100.02	100.02	100.00	100.02	100.02	100.00

$$s_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2} \quad (\text{A.20})$$

$$u_m = s_m \quad (\text{A.21})$$

式中： s_m —测量重复性实验标准偏差，kg；

n —测量次数；

m_i —每次测量秤的化整前示值，kg；

\bar{m} — n 次测量秤的化整前示值的平均值，kg；

u_m —重量重复性引入的标准不确定度，g。

通过计算可得：

$$u_m = s_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2} = 0.010 \text{ kg} \quad (\text{A.22})$$

A.2.2 非自动衡器引入的不确定度分量

在校准过程中，采用非自动衡器作为标准器，选取最大秤量 $Max=150 \text{ kg}$ ， $e=d=20 \text{ g}$ 的电子台秤为标准器。在称量 100 kg 秤量点是，最大允许误差为 $MPE=\pm 30 \text{ g}$ ，且服从矩形分布，其标准不确定度为：

$$u_L = \frac{|MPE|}{\sqrt{3}} = \frac{30 \text{ g}}{\sqrt{3}} = 0.017 \text{ kg} \quad (\text{A.23})$$

A.2.3 合成不确定度和扩展不确定度

$$\mu = \sqrt{u_m^2 + u_L^2} = \sqrt{(0.010)^2 + (0.017)^2} \text{ kg} = 0.020 \text{ kg} \quad (\text{A.24})$$

相对合成不确定度表示为:

$$\mu_c = \frac{\mu}{m} = \frac{0.020 \text{ kg}}{100.00 \text{ kg}} \times 100\% = 0.020\% \quad (\text{A.25})$$

测量结果的扩展不确定度为:

$$U = k \cdot \mu_c = 2 \times 0.020\% = 0.1\%, \quad k=2 \quad (\text{A.26})$$

附录 B

大容量液态物料灌装机校准记录格式 (定容式示例)

记录(证书)编号:

第 1 页 共 1 页

委托单位				地址				
被校准计量器具	名称				规格型号			
	出厂编号				制造单位			
	标称值				最大允许误差			
	灌装头				校准介质			
使用的主要计量标准器具	标准器名称		出厂编号	测量范围	最大允许误差/准确度等级/测量不确定度	溯源证书编号	有效期至	
校准	依据							
	盛装容器内介质温度		℃					
	环境条件		温度: ℃					
	校准地点							
校准日期			(建议)有效期至					
校准员			核验员					
校 准								
测量		ρ_1	ρ_2	ρ_3	平均值			
密度值 (g/cm ³)								
灌装头	编号	未装液体的盛装容器质量(kg)	装有液体的盛装容器质量(kg)	测量质量值(kg)	灌装体积值(L)	相对误差 E(%)	测量结果扩展不确定 U, k=2	
1	1-1							
	1-2							
	1-3							
2	2-1							
	2-2							
	2-3							

大容量液态物料灌装机校准记录格式 (定重式示例)

记录(证书)编号:

第 1 页 共 1 页

委托单位				地址		
被校准计量器具	名称			规格型号		
	出厂编号			制造单位		
	标称值			最大允许误差		
	灌装头			校准介质		
使用的主要计量标准器具	标准器名称	出厂编号	测量范围	最大允许误差/准确度等级/测量不确定度	溯源证书编号	有效期至
校准	依据					
	环境条件		温度: °C			
	校准地点					
校准日期				(建议)有效期至		
校准员				核验员		
校 准						
灌装头	编号	未装液体的盛装容器质量(kg)	装有液体的盛装容器质量(kg)	测量质量值(kg)	相对误差 $E(\%)$	测量结果扩展不确定度 $U, k=2$
1	1-1					
	1-2					
	1-3					
2	2-1					
	2-2					
	2-3					

校准证书内页 (定容式示例)

证书编号:

校准结果

灌装头	编号	测量质量值(kg)	灌装体积值(L)	相对误差 $E(\%)$	测量结果不确定度 $U(\%)$, $k=2$
1	1-1				
	1-2				
	1-3				
2	2-1				
	2-2				
	2-3				

灌装机校准证书内页 (定重式示例)

证书编号:

校准结果

灌装头	编号	测量质量值(kg)	相对误差 $E(\%)$	测量结果不确定度 $U(\%)$, $k=2$
1	1-1			
	1-2			
	1-3			
2	2-1			
	2-2			
	2-3			

吉林省地方计量技术规范
大容量液态物料灌装机校准规范

JJF(吉) 109—2022

吉林省市场监督管理厅发布

*

版权所有 不得翻印

297 mm×210 mm A4 纸

2022年12月第1版 2022年12月第1次印刷