



# 天津市地方计量技术规范

JJF(津)5003-2024

## 汽车制造专用加注机校准规范

Calibration Specification of special filling machine  
for automobile manufacturing

2024-05-16 发布

2024-07-01 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

汽车制造专用加注机  
校准规范

JJF(津) 5003-2024

Calibration Specification of Special Filling  
Machine for Automobile Manufacturing

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

河北省计量监督检测研究院

北京市计量检测科学研究院

山西省检验检测中心（山西省标准计量技术  
研究院）

内蒙古自治区计量测试研究院

**本规范主要起草人：**

张 璋（天津市计量监督检测科学研究院）

武 磊（河北省计量监督检测研究院）

瞿 蒙（北京市计量检测科学研究院）

李韶锋（山西省检验检测中心（山西省标准计量技术研究院））

李进峰（内蒙古自治区计量测试研究院）

**参加起草人：**

李振涛（天津市计量监督检测科学研究院）

刘 明（天津市计量监督检测科学研究院）

杨 琪（天津市计量监督检测科学研究院）

## 目 录

引 言	( II )
1 范围	( 1 )
2 引用文件	( 1 )
3 术语和计量单位	( 1 )
3.1 术语	( 1 )
3.2 计量单位	( 2 )
4 概述	( 2 )
4.1 构造	( 2 )
4.2 工作原理	( 2 )
4.3 用途	( 3 )
5 计量特性	( 3 )
5.1 示值误差	( 3 )
5.2 重复性	( 3 )
6 校准条件	( 3 )
6.1 环境条件	( 3 )
6.2 测量标准及其他设备	( 3 )
6.3 校准介质	( 4 )
7 校准项目和校准方法	( 4 )
7.1 校准项目	( 4 )
7.2 校准方法	( 4 )
7.3 数据处理	( 5 )
8 校准结果的表达	( 7 )
9 复校时间间隔	( 7 )
附录 A 校准记录参考格式	( 9 )
附录 B 校准证书(内页)参考格式	( 10 )
附录 C 校准结果的不确定度评定示例	( 11 )

## 引 言

汽车制造专用加注机广泛应用于汽车制造企业生产线上的各个环节，是一系列加注机的总称。本规范根据加注机的结构原理和测量机制及当前溯源状况，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》编制。

本规范是华北大区共建计量技术规范，为首次发布。

# 汽车制造专用加注机校准规范

## 1 范围

本规范适用于加注量在 500mL 以上的汽车制造专用加注机的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001—2011 通用计量术语及定义

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJG 443 燃油加油机

JJG 667 液体容积式流量计

JJG 164 液体流量标准装置

使用本规范时，应注意使用上述引用文件的有效版本。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用本规范；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

下列术语适用于本规范：

### 3.1 术语

3.1.1 汽车制造专用加注机 special filling machine for automobile manufacturing

本规范中的汽车制造专用加注机是指在汽车制造线上应用的一系列加注机的总称。一般分为两种样式，一种为正压加注机，一种为负压（真空）加注机。

3.1.2 正压加注机 positive pressure filling machine

采用动力泵给加注介质加压，将储液容器中的介质通过管路、计量器、加注枪等部件加注进加注对象的设备，加注量可通过计量器获得，并显示在设备上。

3.1.3 负压(真空)加注机 negative pressure(vacuum) filling machine

负压(真空)加注机主要应用在加注管路口径较小难以持续加注的设备或者对介质

中的空气溶解度有一定要求的设备的加注。首先通过真空泵对加注对象抽真空，并进行设备检漏，达到要求后，加注机开始将介质加注进加注对象。加注量可通过计量器获得，并显示在设备上。

### 3.2 计量单位

体积单位：升，符号 L。

流量单位：升每分钟，符号 L/min。

质量单位：千克，符号 kg。

密度单位：千克每升，符号 kg/L。

时间单位：分钟，符号 min；秒，符号 s。

## 4 概述

### 4.1 构造

汽车制造专用加注机一般是由动力泵、储液容器、流量计量器、加注枪、控制阀、加注管路、显示控制系统等主要部件组成的液体介质定量或非定量的加注系统，实现液体体积的测量。负压（真空）加注机结构中一般还包含真空泵、真空传感器以及压力传感器等部件。

### 4.2 工作原理

正压加注机进行定量加注时，首先在加注控制系统上设置加注量，然后将加注枪与设备加注口对接，开启加注枪，储液容器中的储液在动力泵作用下通过加注管路流经流量计量器、控制阀、加注枪等注入汽车的对应部位，并在显示装置上显示加注量。非定量加注时，不需要设置加注量，加注枪准备好后直接开启加注枪进行加注。加注完成后将加注枪关闭、拔出，并将加注量通过显示装置显示出来。在汽车制造线上，一般同一车型，每种介质的加注量相同，因此多采用定量加注方式。

采用负压(真空)加注机加注时，一般先设置车型、加注量等数据，然后将加注枪与汽车上的加注口连接夹紧，启动负压(真空)加注机，加注机会执行一次抽真空、大漏检测、二次抽真空、小漏检测等步骤，确保无泄漏。二次检漏完成后自动进入定压加注步骤，通过流量计量器记录加注进容器的介质体积量，并实时显示在设备上。定压加注结束后进入保压状态，然后通过回吸进程，将多余的液体回吸至设定的液面，完成加注。摘下加注枪，系统自动开始回吸，防止加注枪移动过程中的液体滴漏，到设定时间后或

加注枪放好后自动停止回吸，整个加注过程结束。

#### 4.3 用途

汽车制造专用加注机主要应用于汽车制造过程中各种液体介质的加注。润滑油、转向液、洗涤液、防冻液常采用正压加注。汽车助力液、制动液常采用负压(真空)加注。

### 5 计量特性

卧式罐容积校准结果的相对扩展不确定度不大于 0.4% (总容积的 75% 以上,  $k=2$ )。

#### 5.1 示值误差

汽车制造专用加注机的示值误差通常采用相对误差表示，一般为  $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 3\%$ 、 $\pm 4\%$ 、 $\pm 5\%$ 。

#### 5.2 重复性

汽车制造专用加注机的重复性一般为示值误差绝对值的  $1/2$ 。

注：以上指标不作为合格判定依据。

### 6 校准条件

#### 6.1 环境条件

大气环境条件一般应满足：

环境温度：(5~35) °C；

相对湿度：15%~85%；

大气压力：(86~106) kPa；

#### 6.2 测量标准及其他设备

校准设备应有效溯源，采用质量法作为校准方法，校准设备的技术指标应符合表 1 的规定。

表1 测量标准及其他设备

序号	标准器名称	测量范围	技术指标	用途
1	电子秤	最大称量量不小于称重容器与校准流量下 1min 的加注量的和	Ⅲ 级及以上	加注量测量
2	密度计	(0.800~1.200) kg/L	二等	测量介质密度
3	秒表	大于 999s	MPE: $\pm 0.5s/d$	计时



### 6.3 校准介质

由于部分汽车制造专用加注机设备为多合一加注设备，可应用于不同介质的加注，介质的种类与加注量大小均对校准结果产生影响。所以校准过程一般在加注机使用现场进行，校准用介质应与现场加注的介质一致。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

校准项目包括示值误差及重复性。

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 校准前准备

首先对加注机的外观、铭牌、介质种类、介质特性、加注挡位、一次性加注量等进行记录检查。

按技术要求开启加注机进行预热、试加注等操作，将管路中的空气排净。运行过程中对设备密封性进行检查，防止设备泄露。

根据汽车制造专用加注机现场的加注量选择量程适宜的电子秤，将电子秤放置在坚硬的平地上，并使其良好接地。将电子秤开机预热，预热时间应大于或等于制造商规定的预热时间。预热过程中调节水平调整装置，使电子秤调整到水平位置。可采用标准砝码核查电子秤，避免因运输、震动等导致的示值偏离。

#### 7.2.2 操作步骤

##### 7.2.2.1 正压加注机操作步骤

- a) 将称量容器放在电子秤上，将电子秤示值去皮，使初始示值为零。
- b) 启动加注机，使加注机的指示装置回零，将加注枪置于所需输出挡位，向容器内注入加注介质，
- c) 同时启动秒表至加注结束计时，用于计算当前加注流量。
- d) 加注完成后，放回加注枪。待电子秤稳定后，读取并记录电子秤的示值。
- e) 采用密度计测量介质密度，当介质为常温介质时，可直接将储液容器中测量提取出来进行密度测量；当介质温度与环境温度相差 5℃ 以上时，将储液容器中的介质提取进保温容器进行密度测量。为保证加注机计量器位置与储液容器中提取出的介质温度一致，应在储液容器与计量器间管路加装保温措施以减少热量散失。

### 7.2.2.2 负压加注机操作步骤

- a) 负压加注机需要借助加注机配套的真空瓶进行检测。将真空瓶放在电子秤上，将电子秤示值去皮，使初始示值为零。
- b) 将加注枪与真空瓶的加注口连接，加注设备开始运行，经过抽真空、检漏、加注、保压、回吸、净化等过程后加注完毕，卸下加注枪。
- c) 同时启动秒表至加注结束计时，用于计算当前加注流量。
- d) 加注完成后，卸下加注枪。待电子秤稳定后，读取并记录电子秤的示值。
- e) 采用密度计测量介质密度，当介质为常温介质时，可直接将储液容器中介质提取出来进行密度测量；当介质温度与环境温度相差 5℃ 以上时，将储液容器中的介质提取进保温容器进行密度测量。为保证加注机计量器位置与储液容器中提取出的介质温度一致，应在储液容器与计量器间管路加装保温措施以减少热量散失。

### 7.2.2.3 校准次数及挡位

校准次数一般不少于 3 次。

如果加注机的加注枪可针对不同车型设置不同加注挡位，可根据使用要求校准对应挡位的示值误差和重复性。

## 7.3 数据处理

### 7.3.1 示值误差

按式 (1) 计算电子秤称重显示值换算成的实际体积值：

$$V_s = c \times \frac{M}{\rho} \quad (1)$$

式中：

$V_s$ —电子秤称重值计算出的标准体积值，L；

$M$ —电子秤称重显示值，kg；

$c$ —空气浮力修正系数，无量纲；

$\rho$ —密度计测量得到的介质实测密度，kg/L。

空气浮力修正系数见式 (2)：

$$c = \frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho}}{1 - \frac{\rho_m}{\rho}} \quad (2)$$

式中:

$\rho_a$ —空气密度, kg/L (可通过查表获得, 干空气在 20℃, 101325Pa 下密度为 1.205 × 10<sup>-3</sup>kg/L);

$\rho_m$ —检定用标准砝码密度, kg/L。

加注机单次测量的示值误差按式 (3) 计算:

$$E_v = \frac{V_j - V_s}{V_s} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

$E_v$ —加注机加注量的相对示值误差, %;

$V_j$ —加注机显示的体积值, L。

加注机校准  $n$  次时, 取平均值作为该挡位的示值误差。

### 7.3.2 重复性

重复校准  $n$  次时, 重复性按式 (4) 评定:

$$E_n = \frac{E_{v\max} - E_{v\min}}{d_n} \quad (4)$$

式中:

$E_n$ —第  $i$  个测量点重复性, %;

$E_{v\max}$ 、 $E_{v\min}$ —分别为示值误差的最大值和最小值, %;

$d_n$ —极差系数。

极差系数见表 2。

表 2  $d_n$  数值表

$n$	3	4	5	6	7	8	9	10
$d_n$	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.08

### 7.3.3 加注流量

按式 (5) 计算加注流量;

$$Q_V = \frac{60V_t}{t} \quad (5)$$

式中：

$Q_V$ —流经加注机的体积流量，L/min；

$V_t$ —在测量时间内加注机显示的体积值，L；

$t$ —测量时间，s。

## 8 校准结果的表达

校准结果应在校准证书（报告）上反映，校准证书（报告）应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 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) 对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) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书和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，不得部分复制证书或报告的声明。

汽车制造专用加注机校准原始记录格式见附录 A，校准证书内页格式见附录 B，测量不确定度评定示例见附录 C。

## 9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决

定,因此,申请校准单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔,建议不超过 1 年。  
更换重要部件、维修、重新安装或对仪器性能有怀疑时,应随时校准。

## 附录 A

## 校准结果内页推荐格式

委托单位: \_\_\_\_\_ 联系人: \_\_\_\_\_ 联系电话: \_\_\_\_\_

器具名称: \_\_\_\_\_ 型号/规格: \_\_\_\_\_

出厂编号: \_\_\_\_\_ 制造单位: \_\_\_\_\_

校准依据: \_\_\_\_\_ 证书编号: \_\_\_\_\_

最大允许误差: \_\_\_\_\_ 校准介质: \_\_\_\_\_ 介质温度: \_\_\_\_\_

环境温度: \_\_\_\_\_ °C 湿度: \_\_\_\_\_ %RH 校准地点: \_\_\_\_\_

主标准器名称: \_\_\_\_\_ 测量范围: \_\_\_\_\_

不确定度/准确度等级/最大允许误差: \_\_\_\_\_

证书编号: \_\_\_\_\_ 有效期至: \_\_\_\_\_

## 1. 校准结果:

校准 档位	加注机 示值 $V_j$ (L)	电子秤 示值 $M$ (kg)	加注 时间 $t$ (s)	加注流量 $Q_v$ (L/min)	实测 密度 $\rho$ (kg/L)	实际 体积 $V_s$ (L)	示值 误差 $E_v$ (%)	平均示 值误差 $\bar{E}_v$ (%)	重复性 $E_n$ (%)	测量结果的 扩展不确定 度 $U_r$ ( $k=2$ ) (%)

校准员: \_\_\_\_\_ 核验员: \_\_\_\_\_

校准日期: \_\_\_\_\_ 复校时间间隔建议: \_\_\_\_\_

## 附录 B

## 校准证书（内页）参考格式

## 1. 校准使用的主要计量标准器

名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差	证书编号	有效期至	上级溯源机构 名称

## 2. 校准的环境条件及地点

温度\_\_\_\_\_℃；相对湿度\_\_\_\_\_ %；校准地点：\_\_\_\_\_

## 3. 校准结果

介质：

校准档位	加注量 (L)	加注流量 (L/min)	示值误差 (%)	重复性 (%)	测量结果的扩展不确定度 $U_r (k=2)$ (%)

4. 复校时间间隔建议：\_\_\_\_\_

## 附录 C

## 校准结果的不确定度评定示例

## C.1 概述

C.1.1 校准依据：《汽车制造专用加注机校准规范》

C.1.2 被校准对象：发动机润滑油加注机，示值误差±1%，设定加注量 6.4L。

## C.1.3 校准方法

发动机润滑油加注机为正压加注机，按照校准规范规定的方法，首先将电子秤放平，预热，然后将称量容器放在电子秤上去皮或清零。该加注过程为定量加注，先将加注机设定好加注量，开始将润滑油加注入称量容器中，加注到设定量后自动停止加注。待电子秤稳定后读取电子秤示值，采用密度计测量容器中的介质密度，通过计算得到标准体积值。将加注机的加注示值与标准体积值进行比较，计算示值误差。

## C.2 不确定度分析

## C.2.1 测量模型

$$V_s = c \times \frac{M}{\rho} \approx \frac{M}{\rho - \rho_a} \quad (\text{C.1})$$

$$E_v = \frac{V_j - V_s}{V_s} \times 100\% = \left( \frac{V_j}{V_s} - 1 \right) \times 100\% = \left[ \frac{V_j(\rho - \rho_a)}{M} - 1 \right] \times 100\% \quad (\text{C.2})$$

式中：

$E_v$ —加注机的加注体积相对误差，%；

$V_j$ —加注机指示的体积值，L；

$V_s$ —电子秤给出的实际体积值，L；

$M$ —电子秤称重显示值，kg；

$c$ —空气浮力修正系数，无量纲；

$\rho$ —密度计测量得到的实测密度，kg/L；

$\rho_a$ —空气密度，kg/L。

各输入量彼此独立不相关，合成标准不确定度可按式（C.3）计算得到：

$$u_c^2(E_v) = c_1^2 u^2(V_j) + c_2^2 u^2(M) + c_3^2 u^2(\rho) + c_4^2 u^2(\rho_a) \quad (\text{C.3})$$



转化为相对合成不确定度：

$$u_{rc}^2(E_v) = c_{r1}^2 u_r^2(V_j) + c_{r2}^2 u_r^2(M) + c_{r3}^2 u_r^2(\rho) + c_{r4}^2 u_r^2(\rho_a) \quad (\text{C.4})$$

### C.2.2 灵敏系数

润滑油密度  $\rho=0.8498\text{kg/L}$ ，空气密度  $\rho_a=1.205\times 10^{-3}\text{kg/L}$ 。

$$c_{r1} = \frac{\partial E}{\partial V} V_j = \frac{V_j}{V_s} \approx 1$$

$$c_{r2} = \frac{\partial E}{\partial M} M = -\frac{V_j}{V_s} \approx -1$$

$$c_{r3} = \frac{\partial E}{\partial \rho} \rho = \frac{V_j \rho}{M} \approx 1$$

$$c_{r4} = \frac{\partial E}{\partial \rho_a} \rho_a = -\frac{V_j \rho_a}{M} \approx -\frac{\rho_a}{\rho} = -0.0012$$

### C.3 输入量的标准不确定度评定

#### C.3.1 不确定度来源

由式 (C.4) 可见，加注机示值误差的不确定度来源主要有：

- 加注机测量引入的不确定度  $u_r(V_j)$ ；
- 质量测量引入的不确定度  $u_r(M)$ ；
- 介质密度测量引入的不确定度  $u_r(\rho)$ ；
- 空气密度引入的不确定度  $u_r(\rho_a)$ 。

#### C.3.2 加注机测量引入的不确定度 $u_r(V_j)$

被校加注机测量引入的不确定度包含重复性引入的不确定度和分辨力引入的不确定度。取两者较大值作为加注机测量引入的不确定度。

在某测点处,重复测量 3 次,测量重复性为 0.20%。校准过程中每个流量点测量 3 次,取三次误差平均值作为该流量点的示值误差,故重复性引入的不确定度为：

$$u_{r1}(V_j) = \frac{0.20\%}{\sqrt{3}} = 0.12\%$$

加注机的分辨力为 0.01L，按均匀分布考虑，

$$u_{r2}(V_j) = \frac{0.01\text{L}}{6.4\text{L} \times 2 \times \sqrt{3}} = 0.045\%$$

分辨力引入的不确定度小于重复性引入的不确定度，可忽略。因此加注机测量引入

的不确定度为  $u_r(V_j) = 0.12\%$ 。

### C.3.3 质量测量引入的不确定度 $u_r(M)$

根据 JJG164-2000 《液体流量标准装置》规定的方法进行实验，方法如下：

负载  $(m_j + R_0)$  时第  $j$  点第  $i$  次测量差值

$$\Delta m_i = R_{mi} - (m_j + R_0) \quad (\text{C.5})$$

式中：

$m_j$ ——第  $j$  点标准砝码的质量，kg；

$R_{mi}$ ——质量为  $m_i$  的标准砝码第  $i$  次测量时电子秤的读数，kg；

$R_0$ ——空容器  $n$  次测量电子秤的读数平均值，kg。

第  $j$  点的平均值

$$\Delta m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta m_i \quad (\text{C.6})$$

第  $j$  点重复性引入的相对标准不确定度

$$u_{1j}(M_s) = \frac{1}{m_j + R_0} \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta m_i - \Delta m)^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}} \times 100\% \quad (\text{C.7})$$

第  $j$  点电子秤引入的相对标准不确定度

$$u_{2j}(M_s) = \frac{|\Delta m|}{2(m_j + R_0)} \times 100\% \quad (\text{C.8})$$

试验中  $R_0=0$ ，称量范围（0~30）kg，检定结果最大误差-2g，重复性 1g，罐体重量 3.72kg。

通过式可得出电子秤质量测量引入的相对标准不确定度。

表 C.1 标准不确定度分量汇总

称量范围	检定结果	重复性	罐体重量 $R_0$	最小称重 $m_j$	重复性引入的不确定度	电子秤引入的不确定度	合成 $u_r$
(0~30) kg	-2g	1g	3.72kg	0kg	0.0269%	0.0269%	0.038%

质量测量引入的不确定度  $u_r(M) = 0.038\%$ 。

### C.3.4 介质密度测量引入的不确定度 $u_r(\rho)$

在常温下，使用二等玻璃密度计测量润滑油的密度，润滑油密度  $\rho=0.8498\text{kg/L}$ ，

由检定证书可知：二等玻璃密度计的最大允许误差为： $\pm 0.5\text{kg/m}^3$ ，其半宽为  $0.5\text{kg/m}^3$ ，对于密度测量引入的标准不确定度：

$$u_r(\rho) = \frac{0.5 \times 10^{-3} \text{ kg/L}}{0.8498 \text{ kg/L} \times \sqrt{3}} = 0.034\%$$

### C.3.5 空气密度引入的不确定度 $u_r(\rho_a)$

空气密度查表得到。20℃下，干空气密度  $1.205 \times 10^{-3} \text{ kg/L}$ ，饱和空气密度  $1.195 \times 10^{-3} \text{ kg/L}$ ，按均匀分布考虑，相对标准偏差为：

$$\frac{(1.205 - 1.195) \times 10^{-3} \text{ kg/L}}{2 \times \sqrt{3} \times 1.205 \times 10^{-3} \text{ kg/L}} = 0.034\%$$

## C.4 合成标准不确定度

### C.4.1 标准不确定度汇总见表 C.2

表 C.2 标准不确定度分量汇总

符号	不确定来源	输入不确定度 $u_r(x_i)/\%$	灵敏系数 $c_{ri}$	合成标准不确定度分量 $ u_r(x_i) \cdot c_{ri} /\%$
$u_r(V_j)$	加注机测量	0.12	1	0.12
$u_r(M)$	质量测量	0.038	-1	0.038
$u_r(\rho)$	介质密度	0.034	1	0.034
$u_r(\rho_a)$	空气密度	0.24	0.0012	0.00029

### C.4.2 合成标准不确定度 $u_{cr}(E_v)$

$$\begin{aligned} u_{cr}(E_v) &= \sqrt{c_{r1}^2 u_r^2(V_j) + c_{r2}^2 u_r^2(M) + c_{r3}^2 u_r^2(\rho) + c_{r4}^2 u_r^2(\rho_a)} \\ &= \sqrt{0.12\%^2 + 0.038\%^2 + 0.034\%^2 + 0.000029\%^2} \\ &= 0.13\% \end{aligned}$$

## C.5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则加注机测量结果的扩展不确定度为：

$$U_r = 2 \times u_{cr}(E_v) = 2 \times 0.13\% = 0.26\%$$

