

JJF (皖)

安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 168—2023

工业气体灌装秤校准规范

Calibration Specification of Industrial

Gases Filling Scale

2023-08-03 发布

2023-10-01 实施

安徽省市场监督管理局 发布

工业气体灌装秤校准规范

Calibration Specification of Industrial

Gases Filling Scale

JJF (皖) 168—2023

归口单位：安徽省衡器计量技术委员会

主要起草单位：安徽永成电子机械技术有限公司

合肥市计量测试研究院

寿县市场监督检验所

参加起草单位：杭州市质量技术监督检测院

安徽省计量科学研究院

本规范委托安徽省衡器计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

张心全（安徽永成电子机械技术有限公司）

张 辉（合肥市计量测试研究院）

刘 云（寿县市场监督检验所）

吴卫东（安徽永成电子机械技术有限公司）

刘 彬（杭州市质量技术监督检测院）

参加起草人：

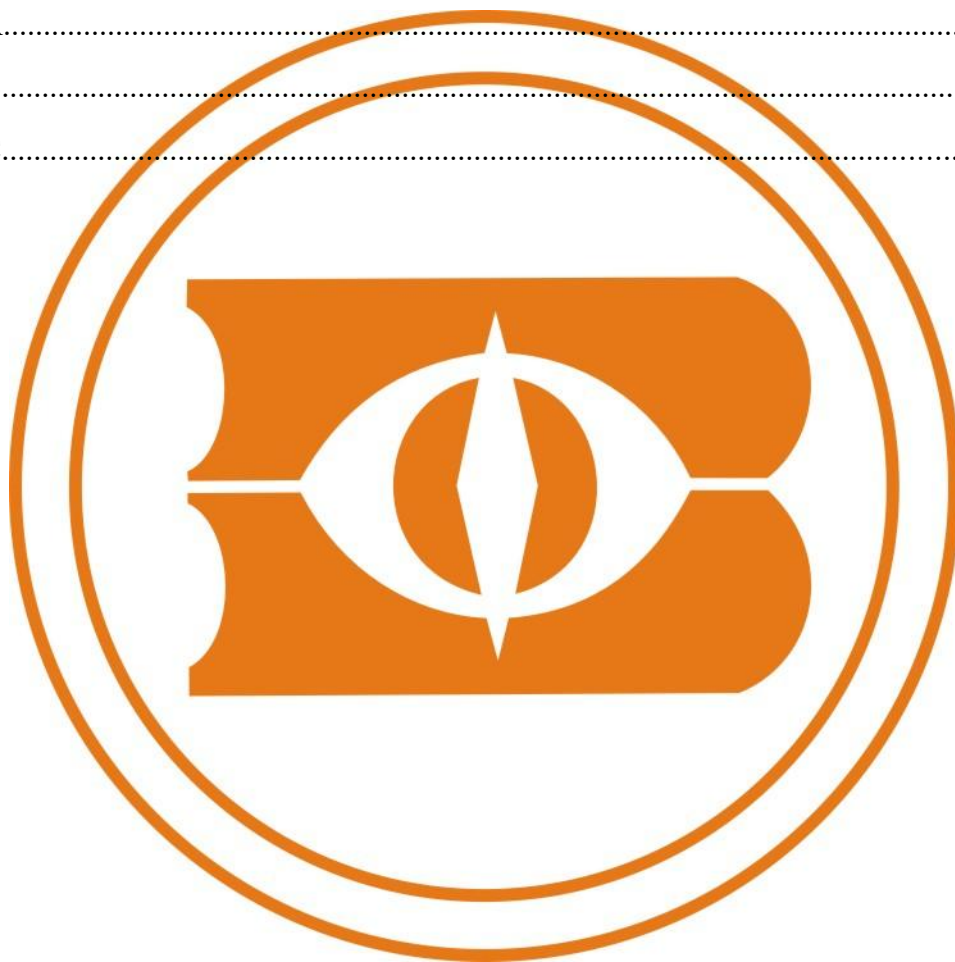
姚 瑶（合肥市计量测试研究院）

高海青（安徽省计量科学研究院）

目 录

引言	(III)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语与定义	(1)
3.1 工业气体灌装秤	(1)
3.2 称量单元	(1)
3.3 承载器	(1)
3.4 灌装装置	(2)
3.5 控制装置	(2)
3.6 预设值	(2)
3.7 充装量设定装置	(2)
3.8 最小称量 (Min)	(2)
3.9 最大称量 (Max)	(2)
3.10 蠕变	(2)
4 概述	(2)
5 计量性能	(2)
5.1 准确度等级	(2)
5.2 分度值	(2)
5.3 计量单位	(3)
5.4 灌装偏差	(3)
5.5 误差极限	(3)
5.6 静态性能	(3)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(4)
6.2 校准设备	(4)
7 校准项目和校准方法	(4)

7.1 校准前准备	(4)
7.2 置零和零点跟踪装置检查	(4)
7.3 调整	(4)
7.4 集成控制衡器	(4)
7.5 灌装试验	(7)
8 校准结果表达	(7)
9 复校时间间隔	(7)
附录 A	(9)
附录 B	(12)
附录 C	(13)



引 言

本规范依据 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》的要求编写。校准方法及计量特性等主要参考了 JJG 564-2019《重力式自动装料衡器》和 JJG 539《数字指示秤》。

本规范依据 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》给出了灌装偏差校准结果的测量不确定度评定示例。

本规范为首次发布。

工业气体自动灌装秤校准规范

1 范围

本规范适用于对二氧化碳、氩气、氮气、氧气、二甲醚、丙烷、石油气等各种工业液化瓶装气体介质进行自动灌装秤的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG 539 数字指示秤

JJG 564 重力式自动装料衡器

JJF 1181 衡器计量名词术语及定义

JJF 1834 非自动衡器通用技术要求

GB5099 钢质无缝气瓶

GB14193 液化气体气瓶充装规定

GB/T16163 瓶装气体分类

GB/T24159 焊接绝热气瓶

GB/T 27738 重力式自动装料衡器。

凡是注明日期的引用文件，仅标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 术语与定义

JJF 1181 衡器计量名词术语及定义界定的下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了 JJF 1181 中的某些术语和定义(列出时，在词条后表明 JJF 1181 的相应条款)，并增加了仅适用于本规范的专用术语。

3.1 工业气体灌装秤 industrial gases filling scale

将工业液化气体自动装入容器（钢制无缝气瓶或焊接绝热气瓶）的秤。主要由与称重单元相关联的自动充灌装置以及相应的控制和显示装置组成（在本规范中简称“灌装秤”），称重范围为 0kg 至 5000kg。

3.2 称量单元 weighing unit [JJF 1181,5.3.1]

提供被称载荷的称量信息的装置。

3.3 承载器 load receptor [JJF 1181,5.1]

用于承受载荷的部件。

3.4 灌装装置feedingdevice

向称重单元提供灌装液化气体的装置，该装置可以有一级或多级工作方式。

3.5 控制装置controldevice

控制液化气充装过程操作的装置，可以是配有软件功能的装置。

3.6 预设值presetvalue

为规定液化气充装量的标称值，由操作人员借助充装量设定装置预设的、以质量单位表示的值。

3.7 充装量设定装置 fill setting device

允许设定充装预设值的装置。

3.8 最小称量 (Min) minimum capacity (Min)

在灌装秤的承载器上可以称量的最小量值，包括瓶气本身的质量和附加的灌装装置的质量。

3.9 最大称量 (Max) maximum capacity (Max)

在灌装秤的承载器上可以称量的最大量值，包括瓶气本身的质量和附加的灌装装置的质量。

3.10 蠕变 creep

对于一定类型的衡器（电子秤和弹簧秤）或称重传感器，因长时间加载后引起的、在没有增加载荷时存在的一个额外的形变或输出变化的过程。

4 概述

灌装秤是一种自动衡器。

结构：由控制阀门、称重传感器、承载器以及控制与显示装置等主要部分组成。

原理：灌装秤按预设值进行灌装，仪表动态监测计算灌装量，达到预设值时自动停止灌装。

用途：用于对二氧化碳、氩气、氮气、氧气、二甲醚、丙烷、石油气等液化气体介质进行定量灌装。

5 计量性能

5.1 准确度等级

自动灌装秤的准确度等级划分为 2 个等级，用符号表示为：1，2

5.2 分度值

自动灌装秤的分度值（ d ）以含质量单位的下列数字之一表示：

1×10^k 、 2×10^k 、 5×10^k (k 为正整数、负整数或零)。

5.3 计量单位

灌装秤使用的质量单位有：

- 千克(kg)
- 克(g)
- 吨(t)

5.4 灌装偏差

按预先设定的程序充装，自动灌装后瓶气总重与预设值的偏差。

5.5 误差极限

灌装秤每次自动灌装后的瓶气总重与预设值的最大偏差见表 1。

表 1 自动灌装的最大偏差

准确度等级	最大偏差 (%)	分度数 n
1	0.50	$n \geq 200$
2	1.0	$200 > n \geq 100$

5.6 静态性能

5.6.1 最大允许误差

控制衡器的最大允许误差应符合表 2 的规定。

表 2 控制衡器的最大允许误差(MPE)

载荷 m 以分度值 d 表示	最大允许误差 MPE
$0 \leq m \leq 500$	$\pm 0.5d$
$500 < m \leq 2000$	$\pm 1.0d$
$2000 < m \leq 10000$	$\pm 1.5d$

5.6.2 重复性

同一载荷多次称量所得结果之间的一致性，用标准偏差来表示，其数值应不大于表 2 中规定的最大允许误差。

5.6.3 置零准确度及去皮准确度

置零或去皮后的零点误差。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：校准应在环境温度稳定的条件下进行，一般为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，且温度变化率不超过 $5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

6.1.2 供电电源：按照制造厂商技术说明书中规定的供电方式接通被校准灌装秤的电源。

6.2 校准设备

6.2.1 控制衡器：若控制衡器是与灌装秤相分离的单独衡器，即为分离式控制衡器；若灌装秤自身作为控制衡器，即为集成式控制衡器。应保证控制衡器所确定的试验载荷的误差或瓶气重量的误差不大于表 1 最大偏差值的 $1/3$ 。如现场灌装有安全要求，控制衡器必须设置防爆装置。

6.2.2 标准砝码：校准过程中使用的标准砝码，其误差应不大于表 2 中规定的最大允许误差的 $1/3$ 。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前准备

7.1.1 预热

若适用，校准前应对灌装秤通电预热，预热时间不少于产品的规定。

7.1.2 预加载

开始校准之前，应使用砝码将灌装秤预先加载到最大称量。

7.2 置零和零点跟踪装置检查

校准期间可以关闭置零或零点跟踪功能，或在校准开始时用 $10d$ 砝码予以摆脱。对于重复性、偏载、蠕变等校准项目，置零与零点跟踪功能是否运行，应在校准报告中具体写明。

7.3 调整

所有的调整只允许在开始校准前进行。

7.4 集成控制衡器

7.4.1 示值化整误差的消除

如果灌装衡器带有一个能够显示较小分度值（不大于 $0.2d$ ）的数字指示装置或功能，则该装置可用于确定称量误差。如使用该装置，应在校准报告中予以说明。

7.4.1.1 确定示值化整前误差

对于分度值为 d 的控制衡器，可以采用在分度值之间插入闪变点的方法，确定控制衡器在化整前的示值。

对于控制衡器上某一确定的载荷 L ，其示值为 I 。逐一加放 $0.1d$ 的附加砝码，直至示值明

显地增加了一个，变成 $(I+d)$ 。所加的附加砝码为 ΔL ，化整前的示值为 P ，则 P 由下列公式给出：

$$P = I + 0.5d - \Delta L \quad (1)$$

化整前的误差为：

$$E = P - L = I + 0.5d - \Delta L - L \quad (2)$$

P —— 化整前的示值，kg、g 或 t；

L —— 载荷，kg、g 或 t；

I —— 示值，kg、g 或 t；

ΔL —— 附加砝码质量，kg、g。

示例：一台 $d=200\text{g}$ 的控制衡器，加放 300kg 的载荷，示值为 300.00kg 。逐一加放 20g 的砝码，示值由 300.00kg 变为 300.20kg 时，附加砝码为 60g ，代入上述公式得：

$$P = (300000 + 100 - 60) \text{g} = 300040\text{g}$$

因此，化整前的实际示值为 300040g ，化整前的示值误差为：

$$E = (300040 - 300000)\text{g} = +40\text{g}$$

7.4.1.2 零点误差的修正

用 7.4.1 中的方法来计算零载荷的误差 E_0 。

用 7.4.1 中的方法来计算载荷为 L 的误差 E 。

化整前的修正误差 E_c 为：

$$E_c = E - E_0 \quad (3)$$

示例：如果对于 7.4.1 中的例子，零载荷的误差为：

$$E_0 = +20\text{g}$$

修正误差为：

$$E_c = +40\text{g} - (+20\text{g}) = +20\text{g}$$

7.4.2 置零准确度

当承载器空载时，使灌装秤置零，向承载器上加小砝码，以确定从零点到零点之上一个分度值的变化所需的附加小砝码值，按照 7.4.1 的方法计算零点误差。

7.4.3 去皮准确度

当承载器上有载荷时，使用去皮装置将灌装秤置零，向承载器上加小砝码，以确定从零点到零点之上一个分度值的变化所需的附加小砝码值，按照 7.4.1 的方法计算零点误差。

7.4.4 偏载测试

首先将接近三分之一最大秤量的试验载荷放置在灌装秤的中心位置，然后将试验载荷按照 1、2、3、4 的顺序依次加放在对应的位置区域内，每次更换位置区域前可以移除载荷并置零。若使用单个的砝码，应将其放置在每个区域的中心位置；若使用砝码组合时，则应将它们均匀分布在对应的位置区域，不同位置区域划分如图 1 所示。

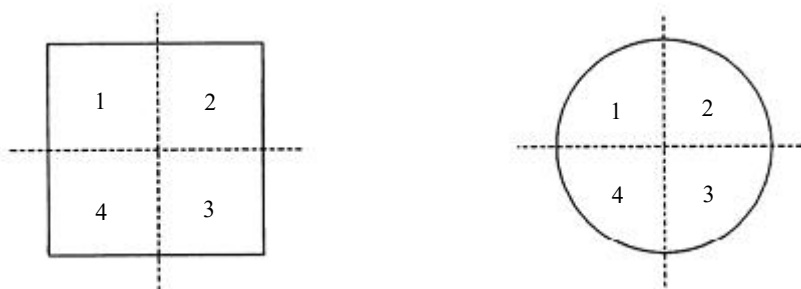


图 1 不同位置区域划分示意图

记录中心区域和 4 个位置区域的称量示值，按照公式 (4) 计算载荷在不同位置和中心位置示值的差值。

$$I_{pk} = I_k - I_{\text{中心}} \quad (4)$$

式中： I_{pk} —载荷在不同位置和中心位置示值的差值，kg 或 t、g；

I_k —载荷在 k 位置的称量示值，kg 或 t、g；

$I_{\text{中心}}$ —载荷在中心位置的称量示值，kg 或 t、g。

k—4 个位置的编号，分别为 1、2、3、4。

按照公式 (5) 计算得到载荷在不同位置的示值偏差。

$$I_p = |I_{pk}|_{\text{max}} \quad (5)$$

式中： I_p —载荷在不同位置的示值偏差，kg 或 t、g。

7.4.5 蠕变测试

当充装量大于 200kg 或者充装时间超过 30min 时，灌装秤需要进行蠕变试验。在灌装秤上施加接近充装量的载荷，加载后立即读到的示值与其 30 min 后读到的示值之差的绝对值应不大于 $0.5d$ 。

7.4.6 重复性测试

7.4.6.1 在重复性条件下，以实际一致的方法将同一载荷多次地放置在灌装秤承载器上，灌装秤提供相互一致结果的能力，用标准偏差表示。

7.4.6.2 通常试验载荷选取接近常用秤量点。如客户有特殊测量点需求，可调整或增加测量点。

7.4.6.3 在每次称量时，零点应重新置零，两次称量之间的加载前和卸载后不必确定其零点误差 E_0 ，在示值达到静态稳定时进行读数。照此方法至少重复测量 6 次。

7.4.6.4 若灌装秤具有零点跟踪装置，在本次校准操作中应处于运行状态。

注：控制衡器为检定合格的分离式控制衡器，置零准确度、去皮准确度和重复性测试无须进行。

7.5 灌装试验

7.5.1 在液化气体实际充装条件下，采用常用规格的液化气钢瓶，按用户实际使用充装量进行灌装，在最大灌装速度下灌装次数应符合表 3 的规定。

表 3 灌装次数

预设值 M	灌装次数
$M \leq 120\text{kg}$	10
$120\text{kg} < M \leq 200\text{kg}$	6
$200\text{kg} < M$	3

7.5.2 按预先设定的充装量进行灌装操作，充装至设定量时自动停止灌装。

7.5.3 利用控制衡器称量每次灌装后的瓶气总重，示值稳定后读数。

7.5.4 计算每次灌装的气体总重与预设值的偏差。

注：进行灌装试验时，应按实际压力和管路连接进行。

8 校准结果表达

校准后，出具校准证书，校准证书所包含的信息应满足 JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》中 5.12 要求，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) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（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) 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) 如果与校准结果的有效性应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- p) 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

复校时间间隔的长短由自动灌装秤的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定, 建议复效时间间隔不超过 1 年。依据实际情况可缩短建议复校时间间隔。

附录 A

校准原始记录（参考）格式

证书（记录）号：

委托方				委托方地址			
仪器名称				型号规格			
测量范围				准确度等级			
最小称量				最大称量			
制造单位				出厂编号		分度值	
环境温度		相对湿度		校准地点		校准依据	
主要 标准 器具	名称	测量范围		准确度等级/最大允许 误差/不确定度		编号	有效期至
校准人员				核验员			
校准日期							

校准项目及校准结果

集成控制衡器（如适用）

置零准确度：

计量单位：

载荷 L	示值 I	附加砝码 ΔL	误差 E

去皮准确度：

计量单位：

载荷 L	示值 I	附加砝码 ΔL	误差 E

重复性：零点跟踪：运行 不运行 超出工作范围 计量单位：

次数	载荷 L	示值 I	附加砝码 ΔL	误差 E	重复性
1					
2					
3					
4					
5					
6					

灌装试验

预设值=

计量单位：

序号	控制衡器示值	附加砝码	装料质量	偏差	最大偏差(%)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

偏载试验

计量单位:

序号	载荷 L	示值 I	附加载荷 Δm	示值的差值 I_{Pk}	示值偏差 I_P
中心					
1					
2					
3					
4					

蠕变试验

预设量=

砝码=

计量单位:

读数时间	示值	附加砝码	示值变化	MPE
0min				
30min				

灌装试验结果的不确定度

灌装值	参数				合成标准不确定度 (u_c)	扩展不确定度 (U) ($k=$)

附录 B

校准证书结果页（参考）格式

校准项目		校准结果
置零准确度		
除皮准确度		
重复性		
灌装		
偏载		
蠕变		
灌装试验测量结果不确定度		$U=$ $k=$

附录 C

工业气体灌装秤不确定度评定示例

C.1 工业气体灌装秤测量结果不确定度评定

C.1.1 测量方法

将被校工业气体灌装秤 (Max=1500kg, $d=500g$) 按生产厂技术要求进行预热。随后采用规格为 LPG500 的液化石油气钢瓶, 以 490.0kg 作为灌装预设值进行灌装, 在最大灌装速度下灌装次数 10 次, 灌装后的钢瓶放到经检定合格的控制衡器 (Max=600kg, $e=200g$) 上再次进行称量, 确定灌装气体的实际质量。实际质量与灌装预设值相减, 得出工业气体灌装秤的灌装偏差。

C.1.2 测量模型

灌装误差可由公式(C.1)给出:

$$E = m - P \quad (C.1)$$

式中:

E ——每次灌装与灌装预设值的偏差, kg;

m ——液化气体自动灌装秤实际灌装质量, kg;

P ——灌装预设值, kg;

C.1.3 合成标准不确定度

由于灌装预设值 P 是确定值, 其不确定度为 0, 由式(C.1)可得 E 的合成标准不确定度为

$$u_c(E) = u(m) \quad (C.2)$$

其中: $u(m)$ 表示实际灌装质量 m 的标准不确定度。

C.1.4 不确定度来源

不确定度 $u(m)$ 主要源于每次自动灌装实际质量的重复性引入的不确定度分量 $u_1(m)$ 和控制衡器引入的不确定度分量 $u_2(m)$, 可以认为两者互不相关, 从而有

$$u(m) = \sqrt{u_1^2(m) + u_2^2(m)} \quad (C.3)$$

C.1.5 标准不确定度分量计算

C.1.5.1 自动灌装实际质量的重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(m)$ 的评定

重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(m)$ 由重复性实验统计获得的标准不确定度值 $u_{1a}(m)$ 与液化气体自动灌装秤有限分辨力引入的不确定度值 $u_{1b}(m)$, 按可靠原则合理取大, 即

$$u_1(m) = \max\{u_{1a}(m), u_{1b}(m)\} \quad (\text{C.4})$$

C.1.5.1.1 由重复性实验统计获得的标准不确定度值 $u_{1a}(m)$

采用 A 类评定方法, 在重复性条件下, 采用规格为 LPG500 的液化石油气钢瓶, 以 490.0kg 作为灌装预设值进行灌装, 在最大灌装速度下灌装次数 10 次, 灌装后的钢瓶放到控制衡器 (Max=600kg, $e=200\text{g}$) 上再次进行称量, 得到一组测量值:

490.2kg、490.4kg、490.2kg、490.6kg、490.2kg、490.2kg、490.4kg、490.4kg、490.4kg、490.6kg。

服从正态分布, 则单次测量结果的实验标准差:

$$s(m_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{(n-1)}} \approx 0.16 \text{ kg} \quad (\text{C.5})$$

由于实际应用关注的是单次灌装偏差, 所以

$$u_{1a}(m) = s(m_i) = 0.16 \text{ kg} \quad (\text{C.6})$$

C.1.5.1.2 工业气体灌装秤分辨力引入的不确定度分量 $u_{1b}(m)$

工业气体灌装秤最小分辨力为 500g, 区间半宽 $a=250\text{g}$, 按均匀分布, 包含因子取 $k=\sqrt{3}$, 由此引起的标准不确定度为:

$$u_{1b}(m) = \frac{0.25}{\sqrt{3}} \approx 0.14 \text{ kg} \quad (\text{C.7})$$

由式(C.4)、式(C.6)及式(C.7)可得

$$u_1(m) = \max\{0.14, 0.16\} = 0.16 \text{ kg} \quad (\text{C.8})$$

C.1.5.2 控制衡器引入的不确定度分量 $u_2(m)$ 的评定

控制衡器在 490.0kg 这个称量点的最大允许误差为 $\pm 300\text{g}$, 按均匀分布, 包含因子取 $k=\sqrt{3}$, 由此引起的标准不确定度为

$$u_2(m) = \frac{0.3}{\sqrt{3}} \approx 0.17 \text{ kg} \quad (\text{C.9})$$

C.1.5.3 偏载引入的不确定度分量 $u_3(m)$ 的评定

载荷在不同位置的示值偏差 I_P ，每个校准点对应的不同位置的示值偏差 I_{Pi} 与该校准点的试验载荷值成比例，由以下公式确定：

$$I_{Pi} = \frac{I_i \times I_p}{m_p} \quad (\text{C.10})$$

I_{Pi} —— 第 i 个校准点不同位置的示值偏差；

I_i —— 第 i 个校准点被测秤的示值；

m_p —— 载荷不同位置的测量所用试验载荷标称值。

按均匀分布，区间半宽为 $I_{Pi}/2$ ， $u_3(m)$ 由以下公式确定：

$$\mu_3 = \frac{I_{Pi}}{2\sqrt{3}} \quad (\text{C.11})$$

500kg 试验载荷在不同位置的测量值如表 C.1 所示。

表 C.1 载荷在不同位置的测量值 单位：kg

位置	载荷 m	示值 I	示值的差值 I_{Pk}	示值的偏差 I_P
中心	500	500.0	/	0.5
1	500	500.0	0.0	
2	500	500.5	0.5	
3	500	500.5	0.5	
4	500	500.0	0.0	

由公式 (4) 得到载荷在不同位置的示值偏差 $I_P=0.5\text{kg}$ ，按均匀分布，区间半宽为 $I_P/2$ ，由公式 (C.10) 得到

$$\mu_3 = \frac{I_{Pi}}{2\sqrt{3}} = 0.14\text{kg}$$

C.1.6 标准不确定度一览表

标准不确定度一览表见表 C.2。

表 C.2 工业气体灌装秤动态测量结果不确定度一览表

不确定度来源	u	标准不确定度分量
实际灌装重复性/分辨力	$u_1(m)$	0.16kg
控制衡器	$u_2(m)$	0.17kg
偏载	$u_3(m)$	0.14kg

C.1.7 合成标准不确定度 $u_c(E)$

由式 (C.2)、式 (C.3) 及表 C.2, 可得

$$u_c(E) = \sqrt{0.16^2 + 0.17^2 + 0.14^2} \approx 0.27 \text{ kg} \quad (\text{C.12})$$

C.1.8 扩展不确定度 U

取 $k=2$, 则

$$U = ku_c(E) \approx 0.5 \text{ kg} \quad (\text{C.13})$$
