

质量标注定量包装商品净含量计量检验时测量设备的选择

□青岛市计量技术研究院 赵易彬 牟乃龙 张贞珍 于旭光 闫骏

【摘要】本文以质量标注类的商品为例分析在进行净含量检验时，从影响称量结果的各种因素考虑，为了满足最后扩展不确定度不应超过 $0.2T$ 的要求，测量设备应如何选择。

【关键词】定量包装；测量设备；不确定度

文献标识码：B

文章编号：1003-1870（2024）02-0020-03

概述

定量包装商品是指以销售为目的，在一定量限范围内具有统一的质量、体积、长度、面积计量单位或计数方式标注商品内容物的量的预包装商品。在质量、体积、长度、面积计量单位和计数方式标注的这五类商品中，以质量标注的商品占定量包装商品 $3/4$ ，近期有许多同行询问进行定量包装商品计量检验时，测量设备怎么选择。下面就以质量标注类的商品为例，分析一下测量设备的选择问题。

1 规范要求

如何正确选择电子秤或者电子天平是计量检验工作的关键。

选择电子秤或者电子天平的原则要求有3条：

（1）电子秤（或电子天平）应经检定合格，并且在有效期内；

（2）电子秤（或电子天平）的准确度等级应符合本规范的要求；

（3）电子秤（或电子天平）的有效称量范围应满足检验净含量的要求。

在《定量包装商品净含量计量检验规则》中规定“确定定量包装商品净含量计量检验结果相关的测量仪器和检验方法，其扩展不确定度不应超过 $0.2T$ ，其置信水平为95%（ $k=2$ ）”。在实际工作中我们通过分析知道，以质量标注净含量的定量包装商品检验

的测量不确定度主要来源有：

- 电子衡器的示值不准。
- 电子衡器数字示值的分辨率。
- 相同条件下的重复性。
- 检验方法与规定的方法和程序的不一致性。
- 人员误差的存在。
- 环境（如振动、干扰）对测量结果的影响。

定量包装商品净含量的计量检验是在《定量包装商品净含量计量检验规则》规定的条件下由合格的持证计量检验人员按照本规则规定程序进行检验，可以认为环境是相对稳定的，不必考虑上述不确定度来源中影响较小的测量方法与规定的测量方法和程序的不一致性、人员以及环境的影响。只考虑电子衡器的示值不准、电子衡器数字示值的分辨率、相同条件下的重复性对测量结果的影响。也就是说其不确定度主要来源于我们选择的测量设备。

1.1 不确定度分析

以质量标注净含量的定量包装商品其净含量计量检验的基本原理是：通过称量的方式得到定量包装商品的毛重（总重）和皮重，然后利用减法原理计算出毛重减去皮重后的差值，该差值就是商品的实际含量，即：商品的实际含量 $q_i = \text{实际毛重}AGM_i - \text{皮重}TM_i$ 。

商品实际含量的数学模型：

$$q_i = AGM_i - TM_i$$

式中： q_i ——商品的实际含量，g；

AGM_i ——商品的实际毛重，g；

TM_i ——商品的皮重，g。

对商品的毛重（总重）和皮重的测量，我们均采用称量的方法，即使用电子衡器对商品毛重和商品的皮重直接进行称量。称量时，若我们选取的电子衡器分度值足够小、分度数足够多，就不必采用电子衡器的细分装置（细分装置是一种可显示小于分度值的1/5的装置）或“闪变点”法（“闪变点”法是利用0.1d的附加砝码消除电子衡器化整误差的方法），通常就采用直接读数法，读取的值就是称量的结果值。

通常我们用量程较大的电子秤称量商品的毛重，然后打开商品，将商品内容物清除后用电子天平称量商品的皮重，最后用称量商品的毛重减去商品的皮重就得出商品内容物的实际含量。

（1）电子衡器的示值不准导致的测量不确定度分量 u_1

由数学模型可知，此测量不确定度分量对于使用电子衡器称量毛重和皮重均存在，我们就放在一起分析。

电子衡器的示值不准导致的测量不确定度直接采用B类评定方法评定电子衡器示值不准造成的测量不确定度分量。这样，也就是用电子衡器的最大允许误差对其示值不准造成的测量不确定度分量进行综合评定。合格的电子衡器，其示值误差肯定是在允差范围以内。若3级电子衡器是检定合格的，此时电子衡器的允差范围按照称量段的不同分别为： $\pm 0.5e$ 、 $\pm 1.0e$ 或 $\pm 1.5e$ 。

电子衡器允差的分布可以作为均匀分布处理，其k值为 $\sqrt{3}$ 。

$$u_1 = (0.5e, 1.0e, 1.5e) / \sqrt{3}$$

（2）电子衡器示值分辨率带来的测量不确定度分量 u_2

数字示值由依次排列的数字显示、不能用分度值的分数来细分示值，而模拟示值变为数字示值具有一个化整过程，即采取四舍五入的法则。电子衡器显示的数字示值与衡器假设的模拟示值之间差值就是化整误差。在进行数字指示衡器的检定时，一

般利用直接读数法，衡器的数字示值分辨率 δ_x 为d。

若数字示值化整误差分布按均匀分布处理，其k值为 $\sqrt{3}$ 。

数字示值分辨率带来的测量不确定度：

$$u_2 = (\delta_x / 2) / \sqrt{3} = \delta_x / 2 \sqrt{3} = 0.29 \delta_x$$

直接读数法数字示值分辨率的不确定度：

$$u_2 = 0.29 \delta_x = 0.29d$$

（3）检验的重复性导致的A类标准不确定度分量 $s(x)$

检验的重复性是由于电子衡器、环境及其他因素综合影响的结果。通常是用电子衡器对商品进行一组n次的测量，一般取10次 $n=10$ ，再用贝塞尔公式计算出n次重复测量的实验标准偏差：

$$s(x) = \sqrt{\frac{(x - x_i)^2}{n-1}}$$

$s(x)$ 就是重复性导致的测量不确定度分量。

（2）和（3）中取2个分量的大值作为一个不确定度的分量。

1.2 测量设备选择的实例分析

现在对标注净含量为500g的挂面进行称量。我们选择使用DS-671型电子秤（准确度等级 III 、Max=3kg、分度值 $e_1=d_1=1g$ ）对毛重进行称量。使用JD1000-2型电子天平（准确度等级 II 、Max=2kg、分度值 $e_2=d_2=0.1g$ ）对皮重进行称量。然后用称量的毛重减去称量的皮重得出实际含量。计算称量过程的测量不确定，确定选择的测量设备是否符合本规则的要求。

（1）商品毛重（总重）的测量不确定度

①电子秤的示值不准导致的测量不确定度分量 u_{11}

那么毛重测量时电子秤在509g左右时的最大允许误差为 $\pm 1.0e_1$ ，则 $u_{11}=e_1 / \sqrt{3}$ ，由于 $e_1=1g$ ，则：

$$u_{11} = e_1 / \sqrt{3} = 1 / \sqrt{3} = 0.58g$$

②电子秤数字示值分辨率带来的测量不确定度分量 u_{12}

称量毛重用直接读数法，数字示值分辨率的不确定度：

$$u_{12} = 0.29 \delta_x = 0.29d_1 = 0.29 \times 1g = 0.29g$$

③毛重检验的重复性导致的A类测量不确定度分量 $s(x_1)$

对商品毛重进行重复性测量 (n=10), 毛重 x_1 的称量结果如下: 509.0g, 509.2g, 509.0g, 509.0g, 509.2g, 509.2g, 509.0g, 509.0g, 509.0g, 509.0g。

$$s(x_1) = \sqrt{\frac{(x-x_i)^2}{n-1}} = 0.10\text{g}$$

因为 $s(x_1) < u_{12}$ 所以选择 u_{12} , 作为一个不确定度的分量。

(2) 商品皮重的测量不确定度

①电子天平的示值不准导致的测量不确定度分量 u_{21}

那么皮重测量时电子天平在9g左右时的最大允许误差为 $\pm 0.5e_2$, 则 $u_{11}=0.5e_2 / \sqrt{3}$, 由于 $e_2=0.1\text{g}$, 则:

$$u_{21} = 0.5e_2 / \sqrt{3} = 0.05 / \sqrt{3} = 0.03\text{g}$$

②电子天平数字示值分辨率带来的测量不确定度分量 u_{22}

称量皮重用直接读数法, 数字示值分辨率带来的不确定度:

$$u_{22} = 0.29 \delta_x = 0.29d_2 = 0.29 \times 0.1\text{g} = 0.03\text{g}$$

③商品皮重检验的重复性导致的A类测量不确定度分量 $s(x_2)$

若采用电子天平直接对商品皮重称量读数, 重复性测量n=10, 皮重 x_2 的称量结果如下: 8.0g, 8.1g, 8.1g, 8.0g, 8.0g, 8.2g, 8.0g, 8.1g, 8.0g, 8.1g。

$$s(x_2) = \sqrt{\frac{(x-x_i)^2}{n-1}} = 0.07\text{g}$$

因为 $s(x_2) > u_{22}$, 所以选择 $s(x_2)$ 作为一个不确定度的分量

(3) 标准不确定度分量, 见表1。

表1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$
u_{11}	电子秤的示值不准	0.58g
u_{12}	电子秤数字示值分辨率	0.29g
u_{21}	电子天平的示值不准	0.03g
$s(x_2)$	商品皮重检验的重复性	0.07g

(4) 合成不确定度

①商品毛重(总重)的合成不确定度

$$u_{c1} = \sqrt{u_{11}^2 + u_{12}^2} = 0.65\text{g}$$

②商品皮重的合成不确定度

$$u_{c2} = \sqrt{u_{21}^2 + s^2(x_2)} = 0.08\text{g}$$

③商品实际含量的合成不确定度

$$u_c = \sqrt{u_{c1}^2 + u_{c2}^2} = 0.65\text{g}$$

(5) 扩展不确定度U

$$U = ku_c = 2 \times 0.65 = 1.3\text{g}$$

1.3 结果验证

标注净含量为500g商品的允许短缺量T为商品标注净含量的3%, 那么 $T = 500\text{g} \times 3\% = 15\text{g}$ 。

可接受最大的扩展不确定度为

$$0.2T = 0.2 \times 15\text{g} = 3\text{g}$$

上述计算的测量不确定度 $U = 1.3\text{g} (k=2)$, 小于3g, 符合要求。所以, 此次选择的测量设备满足规则的要求。

2 推荐方案

根根据工作经验和实际数据分析, 具体选择电子衡器的方案可根据表2的推荐进行选择。

表2 电子衡器推荐表

标注净含量 (g)	选择电子衡器的分度值 (sg)
0 ~ 50	0.01 ~ 0.5
50 ~ 100	≤ 0.5
100 ~ 200	0.5 ~ 1
200 ~ 300	≤ 1
300 ~ 500	1 ~ 2
500 ~ 1000	≤ 2
1000 ~ 10000	2 ~ 20
10000 ~ 15000	≤ 20
15000 ~ 50000	20 ~ 100

表2中推荐计量检验用的电子衡器, 是基于电子衡器的绝对准确度(分度值)小于被检商品允许短缺量的1/5这一原则。随着标注净含量的增大, 选择的计量器具分度值也可以相应增大, 反之亦然。实验室在配备电子衡器时, 还必须考虑皮重的称量对电

子衡器准确度的要求，电子衡器的最大称量要覆盖商品毛重（净含量+皮重）等因素。

参考文献

[1] JJF1070-2023 《定量包装商品净含量计量检验规则》.

作者简介

赵易彬，正高级工程师。主要从事衡器和定量包装的计量工作。