

电子计价秤称量准确度浅析

济南金钟电子衡器股份有限公司 范韶辰

【摘要】我国电子计价秤起始于上世纪八十年代末期，进入九十年代，该产品广泛地应用到大型商场和百货商店，之所以被广泛应用，是因为它带有双面显示窗，并具有计价、打印和条形码等功能，深受用户欢迎，最典型的产品型号为 208。但由于该产品准确度高，功能齐全，价格一般在 2000 元 / 台左右，普通的农贸市场、菜市场无法得到推广应用。随着农贸市场、菜市场及流动商贩的大量需求，一种功能单一、价格低廉的电子计价秤大量出现，其价格在 100 元 ~200 元 / 台之间，这种电子计价秤从设计上也是 3000 分度数，实际上达不到型号为 208 的电子计价秤的要求，也达不到电子台案秤国家标准的要求，但远远高于商用弹簧度盘秤和杆秤的准确度。本文从市场需求的角度，浅析了电子计价秤、弹簧度盘秤和杆秤的准确度与用户需求之间的关系，以寻求找到适合这种称量准确度要求的电子计价秤的市场定位。

【关键词】电子计价秤 分度值 分度数 准确度等级 误差曲线

一、概述

电子计价秤产品目前无疑是备受消费者欢迎的零售商品交易用计量器具。从大型超市、百货商店，到集贸市场、流动商贩，电子计价秤产品都以它便携、计重计价功能、直流供电、双面显示等优异的特点受到交易双方的欢迎。生产厂家经过十几年的努力，已经把—个消费者只能望其项背的“高端”引进产品，通过大批量、选器件、设工艺、降成本，打造成—个低端的、被消费者容易接受的计量器具。不仅在中国广大的市场上获得了应用，而且出口到世界各地，与发达国家的—产品展开竞争，年产量以近千万台计算。期间企业家、技术专家、操作工人花费了不少的心血，国家计量行政管理部门为了严把质量关，也进行了多次—监督检查，但结果非常令人失望，大量的产品—计量性能不符合国家标准的要求。连续多年的抽查不合格，在衡器—业界引起了震动。怎样看待电子计价秤产品的准确度？抽查的产品—是否是消费者所需要和使用的？怎样提高产品准确度？—一直是从事电子计价秤生产、使用和—计量监督的生产商、技术人员和管理者—迫切解决的问题。

“天地之间有杆秤，那秤砣是老百姓”，我国的称—重计量产品从秦始皇时期发展到今天，在—些经济不发达的边远地区、山区，—仍然有杆秤在使用。2016年，JJG17—2016《杆秤—检定规程》获批发布，GB/T11884—2008《—弹簧度盘秤》标准—仍然有效，就是因为—仍然有杆秤、度盘秤等—低端产品在使用。它们—最大的特点就是不用电，—使用方便，同时交易的—双方对—计量准确度都能—够接受。从观察历史—看问题的角度出发，—对—各类涉及贸易—交换的秤，尤其是—电子计价秤产品的—准确度问题—应该进行—认真的分析。

二、杆秤的准确度分析

新批准的 JJG17—2016《杆秤检定规程》中，5.3 的表 1，规定了准确度等级的划分。见表 1

表 1 准确度等级与最大称量、检定分度值、检定分度数、最小称量的关系

| 类别 | 最大秤量 (M_{ax}) | 检定分度值 (e) | 检定分度数 (n) | 最小秤量 (M_{in}) |
|-------|----------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| 钩秤、盘秤 | $800g < M_{ax} \leq 200kg$ | $2g \leq e \leq 200g$ | $400 < n \leq 1000$ | $10e$ |

注：删去了戥秤

其最小分度数规定为 400 个分度，最大为 1000 分度。即：体现了用于贸易交换的秤其最小分度数为 400 的规定，从非自动衡器的角度考虑，杆秤是四级秤。

从 5.4 杆秤的规格、基本参数表中可以看出，大量的杆秤其分度数都小于 1000 分度，以 500~600 分度为多。见表 2。

表 2 杆秤的规格、基本参数、所配砣的质量及其最大允许误差

| 序号 | 最大秤量 “ M_{ax} ” | 分度值 (零点组) “ e ” | 分度数 “ n ” | 杆长 不小于 | 砣 (M_2 等级砣码) 的质量及允差 | | |
|----|----------------------|-------------------------|----------------|-----------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | | | 砣的质量 | 允许误差 (\pm) (mg) | 砣的质量 与最大秤 量之比 (%) |
| 1 | 200 kg | 200 g | 1000 | 170 cm | 5 kg | 800 | 2.5 |
| 2 | 150 kg | 200 g | 750 | 150 cm | 4.5 kg | 720 | 3 |
| 3 | 100 kg | 200 g | 500 | 140 cm | 3.5 kg | 560 | 3.5 |
| 4 | 50 kg | 100 g | 500 | 110 cm | 2.5 kg | 400 | 5 |
| 5 | 30 kg | 50 g | 600 | 90 cm | 1.5 kg | 240 | 5 |
| 6 | 15 kg | 20 g | 750 | 70 cm | 750 g | 120 | 5 |
| 7 | 10 kg | 20 g | 500 | 60 cm | 500 g | 80 | 5 |
| 8 | 5 kg | 10 g | 500 | 55 cm | 250 g | 40 | 5 |
| 9 | 3 kg | 5 g | 600 | 50 cm | 150 g | 26 | 5 |
| 10 | 1 kg | 2 g | 500 | 40 cm | 50 g | 10 | 5 |
| 11 | 500 g | 2 g | 250 | 不限定 | 75 g | 15 | 15 |
| 12 | 250 g | 1 g | 250 | 不限定 | 37.5 g | 10 | 15 |
| 13 | 200 g | 1 g | 200 | 不限定 | 30 g | 10 | 15 |
| 14 | 50 g | 200 mg | 250 | 不限定 | 7.5 g | 6 | 15 |
| 15 | 25 g | 100 mg | 250 | 不限定 | 3.75 g | 5 | 15 |

注：

1. 零点组的末秤量与最大秤量组的首秤量不限定，但必须衔接；
2. 新生产和修理后的砣砣，其误差取正值；

为了清楚的了解其误差要求，见 5.4 条的表 3

表 3 最大允许误差

| 检定载荷 | | 最大允许误差 | |
|-------|---------------|------------|------------|
| | | 首次检定、后续检定 | 使用中检查 |
| 零点组 | 零点至末秤量 | $\pm 0.5e$ | $\pm 1.0e$ |
| 最大秤量组 | 首秤量至 1/2 最大秤量 | $\pm 1.0e$ | $\pm 2.0e$ |
| | 大于 1/2 最大秤量 | $\pm 1.5e$ | $\pm 3.0e$ |

从上述的表格中可以看出几个重点：

1. 杆秤的分度数为 400~1000；大量的杆秤最大分度数是 500~600 分度；其最大秤量点附近的相对准确度在 0.2%~0.3% 之间。
2. 杆秤最大允许误差为 $\pm 0.5e$, $\pm 1.0e$, $\pm 1.5e$, 和目前的电子台案秤标准一样，但检定载荷的范围不一样；
3. 杆秤由于其悠久的历史，其准确度在偏远地区为贸易的双方所接受和认可。

三、弹簧度盘秤的准确度分析

GB/T11884-2008《弹簧度盘秤》标准第 5.2 条，规定了弹簧度盘秤的最大允许误差。见表 4

表 4 最大允许误差

| 最大允许误差 | 载荷 m (以检定分度值 e 表示) | |
|------------|------------------------|---------------------|
| | Ⅲ | Ⅳ |
| $\pm 0.5e$ | $0 \leq m \leq 500$ | $0 \leq m \leq 50$ |
| $\pm 1.0e$ | $500 < m \leq 2000$ | $50 < m \leq 200$ |
| $\pm 1.5e$ | $2000 < m \leq 10000$ | $200 < m \leq 1000$ |

使用中检验的最大允许误差应是首次检验最大允许误差的两倍。

第 5.4 条，规定了检定分度值和分度数之间的关系，见表 5

| 准确度等级 | 检定分度值 e | 检定分度数 $n = \text{Max}/e$ | | 最小秤量 Min(下限) |
|---------|-----------------------|--------------------------|-------|-----------------|
| | | 最小 | 最大 | |
| 中 Ⅲ | $0.1g \leq e \leq 2g$ | 100 | 10000 | $20e$ |
| | $5 \leq e$ | 500 | 10000 | $20e$ |
| 普通 Ⅳ | $5 \leq e$ | 100 | 1000 | $10e$ |

注：用于贸易结算的度盘秤，其最小检定分度数，对于 Ⅲ， $n=1000$ ；对于 Ⅳ， $n=400$

第 5.5 条规定，用于贸易结算的度盘秤，其检定分度值应与实际分度值相等。即： $e=d$ 。

弹簧度盘秤给我们的启示是：

1. 其产品的准确度等级的划分及其最大允许误差，与非自动衡器的标准一致；
2. 用于贸易结算的弹簧度盘秤，其分度数为 1000（三级）或 400（四级）。大量的弹簧度盘秤最大分度数为 400，其最大称量点附近的相对准确度在 0.3%~0.4% 之间。
3. 产品的 $e=d$ 。

弹簧度盘秤由于弹簧材料不良及热处理的问题，其长期稳定性不良，用的时间久了计量性能会出现超差。另外由于结构的关系，在携带过程中受到冲击、颠簸，秤的结构会散架，给消费者带来不必要的麻烦；秤的显示读数不如数字显示直观，且不带计价功能。其最终结果是逐渐地退出了主流的贸易市场。

四、电子计价秤准确度等级的规定

GB/T 7722-2005《电子台案秤》现行有效的产品标准第 5.1 条秤的准确度等级见表 6

表 6

| 准确度等级 | 检定分度值 e | 检定分度数 $n=Max/e$ | | 最小称量 Min(下限) |
|--------------|-----------------------|-----------------|-------|-----------------|
| | | 最小 | 最大 | |
| 中准确度等级 Ⅲ | $0.1g \leq e \leq 2g$ | 100 | 10000 | 20e |
| | $5 \leq e$ | 500 | 10000 | 20e |
| 普通准确度等级 Ⅳ | $5 \leq e$ | 100 | 1000 | 10e |

注 1：用于贸易结算的秤，其最小检定分度数做如下规定：Ⅲ秤： $n=1000$ ；Ⅳ秤： $n=400$

注 2：检定分度值 e 应等于实际分度值 d 。

由表 6 可以看出，其准确度等级的划分与弹簧度盘秤一致，属于非自动衡器，对贸易用秤的最小分度数做了规定，秤： $n=1000$

第 5.3 条规定了秤的最大允许误差，见表 7

表 7 最大允许误差

| 最大允许误差 | 载荷 m 以检定分度值 e 表示 | |
|------------|-----------------------|---------------------|
| | Ⅲ | Ⅳ |
| $\pm 0.5e$ | $0 \leq m \leq 500$ | $0 \leq m \leq 50$ |
| $\pm 1.0e$ | $500 < m \leq 2000$ | $50 < m \leq 200$ |
| $\pm 1.5e$ | $2000 < m \leq 10000$ | $200 < m \leq 1000$ |

使用中检验的最大允许误差是首次检定最大允许误差的两倍。

由表 7 可以看出，其最大允许误差与非自动衡器的规定一致。

五、电子计价秤的准确度分析

通过杆秤、弹簧度盘秤的准确度分析，对比电子台案秤标准的规定，我们可以产生这样的认识：

1. 电子计价秤作为一种贸易结算用秤，其准确度等级受到秤的检定分度值 e 、检定分度数 n 、最大称量 M_{\max} 的限制。检定分度值与实际分度值相等，即 $e=d$ ，并以含质量单位的下列数字之一表示：

$1 \times 10k$ 、 $2 \times 10k$ 、 $5 \times 10k$ (k 为正整数、负整数或零)。

2. 同一准确度等级的电子计价秤，根据分度数的不同，可以细分为多个准确度的秤。如：三级秤的分度数可以为 1000，1200，1500，2000，3000 等，以目前的技术水平来看，3000 分度数的电子计价秤无疑是最高准确度的三级电子计价秤。其最大称量点的相对准确度为 0.05%。

3. 由于分度值以优选 1, 2, 5 系列，所以用户以最大称量 M_{\max} 选定需要的计价秤时，相应秤的分度数如下(以三级秤，最大分度数不超过 3000 为例)：

表 8 III 秤最大称量与检定分度值、检定分度数之间的关系

| 最大称量 M_{\max} kg | 检定分度值 e g | 检定分度数 n | 备注 |
|-----------------------|----------------|-----------|----|
| 3 | 1 | 3000 | |
| | 2 | 1500 | |
| 6 | 2 | 3000 | |
| | 5 | 1200 | |
| 10 | 5 | 2000 | |
| | 10 | 1000 | |
| 15 | 5 | 3000 | |
| | 10 | 1500 | |
| 30 | 10 | 3000 | |
| | 20 | 1500 | |

分度数、分度值不同，则最大允许误差对应的绝对值就不同。

4. 以最大称量为 15kg 的计价秤为例，分析其首次检定允许误差曲线，见下图，其误差值见表 7。

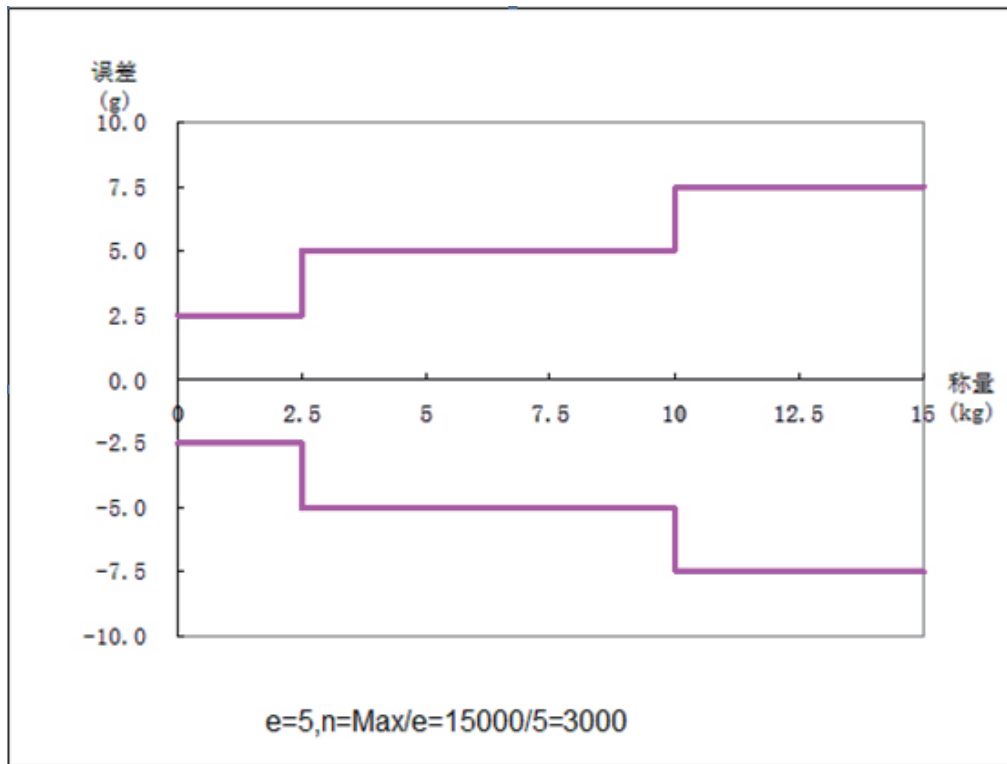


图 1 $e=5g, n=3000$

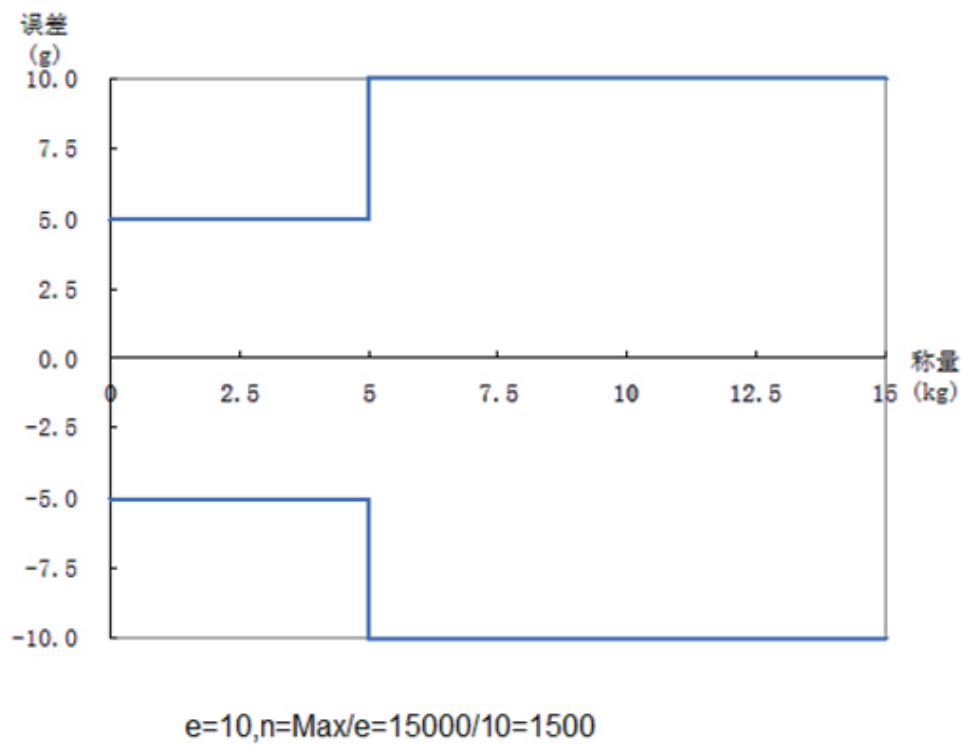


图 2 $e=10g, n=1500$

将图 1 和图 2 合并，观察 3000 分度数和 1500 分度数允许误差值的相互关系：

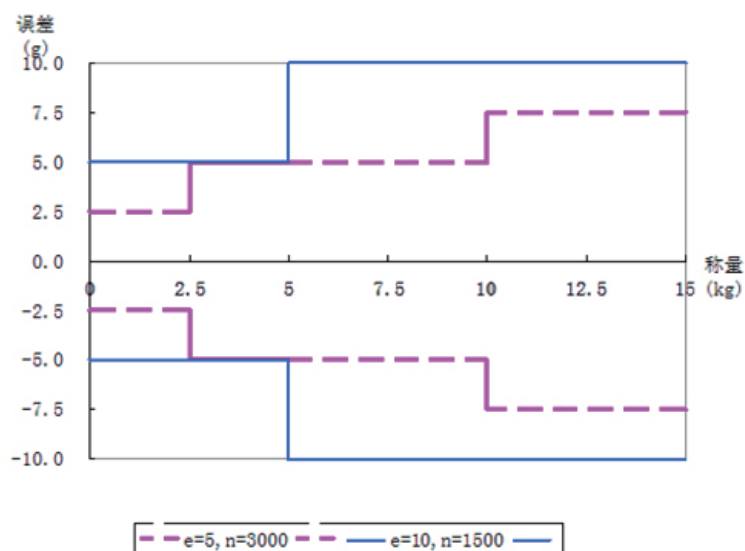


图 3 3000 分度数和 1500 分度数允许误差值比较

由图 3 可以看出，当分度数变为 1500 时，其误差相对于分度数 3000，误差值在(3000 分度数的)0~500 分度数，误差放大一倍；1000~2000 分度数区间，误差也放大一倍。在 2000~3000 分度数区间，误差值放大 1.33 倍。

5. 2012 年国家对电子计价秤进行了一次计量监督抽查，最大称量的确定原则为：按 15kg，6kg，30kg，3kg 次序优选排列，优先抽取 15kg，若公司现场没有 15kg 产品则抽取 6kg 产品，以此类推；按照分度值 1，2，5，系列，其选定的分度数均为 3000，即：最高准确度的电子计价秤，抽查的产品合格率为 63.3%。检查结果见下表：

表 9 抽检项目结果统计表

| 检验项目 | 外观检查 | 功能检查 | 称量性能 | 去皮称量测试 | 偏载测试 | 鉴别力测试 | 重复性测试 | 与时间有关的测试 | 倾斜 | 温度测试 | 湿热稳定状态 | 干扰性能测试 |
|------|------|------|------|--------|------|-------|-------|----------|----|------|--------|--------|
| 合格率% | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93 | 70 | 80 | 77 |

从表9中可以看出，被测3000分度数的电子计价秤，其常温指标包括计量性能等各项指标是合格的，不合格项主要是温度、湿热和抗干扰。从误差带图可以看出，如果将分度数下降，如：1500分度，仍然是三级秤，则不合格项会有所减少。

6. 为什么会选择3000分度数的电子计价秤进行监督抽查？

1) 市场的需要

用户需要3000分度数的秤；老百姓并不知晓秤的误差在哪个量程段误差是多少，只是要看最后的显示是2g，5g，还是10g，显示数越小，说明分辨率越高，则准确度越高。同一最大秤量的秤，3000分度数无疑是最大的分度数，其分度数越大，则分度值越小。

2) 被误导

截止目前为止，不知道为什么贸易结算用的电子计价秤，其分度数要达到3000，不能用1000分度数，而脱离了标准中对此的规定。一方面有生产者、秤的销售者在宣传中使民众形成了这样的概念：3000分度数为好；另一方面，计量管理部门在监督市场时，抽查的秤就是3000分度数的，抽查的结果不合格，则判断计价秤不合格，而不是根据称量货物的价值、使用的场合来选择合适准确度的电子计价秤。

7. 使用计价秤的科学态度

称量黄金，人们用珠宝秤或者天平；称量茶叶，人们选择小秤量、小分度值的秤，如：3kg，6kg的计价秤；卖白菜，萝卜，人们会选择较大秤量其分度值也会增大的秤；在集贸市场上卖菜，流动商贩卖水果，人们选择了电子计价秤，其主要的出发点是称量货物的价值不高（一般的小于30元/kg）和计量器具本身的称量误差可以接受。目前的市场中，计价秤的最大秤量集中在15kg和6kg两个秤量上，虽然该产品国家连续多年抽查不合格，但目前的农贸市场、流动商贩仍然是电子计价秤最大的市场，交易的双方对其分度值、准确度都能接受。另一方面国家的监督抽查中，该产品的计量性能（常温）是符合3000分度数要求的，与时间有关的测试（蠕变）也是符合3000分度数要求的。随着经济的发展，人们对于误差的要求会减弱，对于价值的考量也会发生变化。如：目前市场上就很难见到1分，2分，5分的钱，因为其价值量太小，被交易者忽略掉了。下一步随着城市管理的加强，流动商贩也会减少，人们的诚信观念会增加，不然货物会不好卖，也没有回头客，自己的小市场就很难维持。笔者1989年在日本学习称重技术期间考察集市贸易，都是一筐4个或是3个西红柿（黄瓜、茄子）多少钱来购买的，不用称量多重，因为其误差产生的货物价值太小而被消费者忽略掉了。

8. 称量误差对称量物品价值的影响分析

我们分析一下集市贸易中，交易商品可能出现的价格以及由称量误差带来的价值的变化。以最大量程15kg量程的计价秤为例。设其称量的货物价值分几个档次：小于6元/kg，小于30元/kg，大于30元~100元/kg。加减一个分度值，可能的误差金额是多少？

表 10 零售商品允许误差与对应货物价值表（最大称量 15kg）

| 零售商品价格 (P) | 称量范围 (m) | 秤的误差及对应的价值 | | | | | |
|---|------------------|------------|------------|-------|----------------|-------|-------|
| | | e=5g | n=3000 | e=10g | n=1500 | e=20g | n=750 |
| | | 误差 | 价值 | 误差 | 价值 | 误差 | 价值 |
| P ≤ 6 元/kg | m ≤ 1 kg | 2.5g | 0.015 元 | 5g | 0.03 元 | 10g | 0.06 |
| | 1kg < m ≤ 2.5kg | 2.5g | 0.015 元 | 5g | 0.03 元 | 10g | 0.06 |
| | 2.5kg < m ≤ 10kg | 5g | 0.03 元 | 5~10g | 0.03~0.06 元 | 10g | 0.06 |
| | 10kg < m ≤ 15kg | 7.5g | 0.045 元 | 10g | 0.06 | 20g | 0.12 |
| 6 元/kg < P ≤ 30 元/kg (以 30 元/kg 计算) | m ≤ 2.5kg | 2.5g | 0.075 元 | 5g | 0.15 | 10g | 0.3 |
| | 2.5kg < m ≤ 10kg | 5g | 0.15 元 | 5~10g | 0.15~0.3 | 10g | 0.3 |
| | 10kg < m ≤ 15kg | 7.5g | 0.225 元 | 10g | 0.3 | 20g | 0.6 |
| 30 元/kg < P ≤ 100 元/kg (以 100 元/kg 计算) | m ≤ 2.5kg | 2.5g | 0.25 | 5g | 0.5 | 10g | 1 |
| | 2.5kg < m ≤ 10kg | 5g | 0.5 | 5~10g | 1 | 10g | 1 |
| | 10kg < m ≤ 15kg | 7.5g | 0.75 | 10g | 1 | 20g | 2 |

从上表可以看出：

当货物的价值小于 6 元/kg，即使是分度数为 750，称量误差带来的货物价值的误差为 0.12 元，仍然可以忽略；

当货物的价值在 30 元/kg 时，10kg 以下的称量，3000 分度数的误差价值为 0.15 元。10~15kg 的称量误差价值为 0.225 元。若以分度数 1500 计算，则 10kg 以下的称量，误差价值在 0.15~0.3 元之间，10~15kg 的称量误差价值为 0.3 元，应该引起交易双方的重视。

当货物的价值在 100 元/kg 时，3000 分度数准确度，各个称量段的误差带来的货物价值的误差在 0.25~0.75 元左右，若货物的价值在 50 元/kg 时，则货物价值的误差在 0.125~0.385 元之间。分度数越小，分度值越大，则误差带来的货物价值的差值越大，在目前看来，不应进行交易。

所以，零售商品的销售者应配备与其销售零售商品的价格、称量范围相适应的称重计量器具。同时，计量器具的生产者和市场管理者，也应该进行适当的科普宣传，使消费者明了计量器具误差与销售货物价值之间的关系。只有交易的双方都具有了法制计量管理的意识，贸易市场才是一个成熟的消费市场。

综上所述，目前的电子计价秤有这样两种类型：

1) 高价值电子计价秤：在大型超市、百货商店中使用的电子计价秤。由于其使用环境好，称量的货物价值相对较高，交易的双方一般都具有一定的经济实力，所以，其准确度要符合 3000 分度的要求。

2) 低价值电子计价秤：在集贸市场、菜市场、流动商贩中使用的电子计价秤。以 15kg 最大称量，3000 分度数为例，常温计量性能合格，蠕变（与时间有关的要求）合格，满足 3000 分度数的准确度，但温度、湿热、抗干扰等性能，多于 50% 以上的产品不合格；由于分度值较小， $e=5g$ ，消费者容易接受；如果以温度、湿热、抗干扰的误差为要点衡量秤的准确度，则 1500 分度数的合格率原则上讲会提高很多（当然最后需要试验证实），相对于 3000 分度数，误差放大接近一倍。但由于分度值达到 10g，目前消费者受到计量准确度的影响而不愿接受。

3) 如果认为低价值电子计价秤，是显示分度数 $d=3000$ ，而检定分度数 $e=1500$ ，则会带来 $e \neq d$ ，有称量作弊的嫌疑。也不符合计量管理的规定。

方案一，能否认可这样一种电子计价秤：其常温计量性能符合 3000 分度数，其温度、湿热、抗干扰性能误差放大一倍。

方案二，按 3000 分度数衡量，但最大允许误差放大一倍，只在出厂检验常温计量性能时，规定误差为最大允许误差的 1/2。见下表 11

表 11 最大允许误差

| 最大允许误差 | 载荷 m 以检定分度值 e 表示 | |
|------------|-----------------------|---------------------|
| | Ⅲ | Ⅳ |
| $\pm 1.0e$ | $0 \leq m \leq 500$ | $0 \leq m \leq 50$ |
| $\pm 2.0e$ | $500 < m \leq 2000$ | $50 < m \leq 200$ |
| $\pm 3.0e$ | $2000 < m \leq 10000$ | $200 < m \leq 1000$ |

注：首次检验是最大允许误差的 1/2

我们姑且称这种在农贸市场和流动商贩手中使用的电子计价秤为“低值电子计价秤”，以体现这种电子计价秤自身的价值低和称量货物的价值低两种含义。

农贸市场、流动商贩使用的“低值电子计价秤”，已经存在了十多年了。由于 GB/T7722-2005《电子台案秤》仅适用于上述第一种类型的中准确度级，不适用于第二种类型的低值电子计价秤，因此，十几年来这种低值的电子计价秤一直处于无标准可规范的状态下生产，导致该产品一直处于无序的恶性竞争状态，一直在不断地降低成本，降低价格，降低产品质量。由此带来的计量监督不合格给消费者和计量管理部门带来很多麻烦。本文只是从市场的角度提出了对于电子计价秤产品准确度的认识问题，是否应该出一个标准，制定出该产品适合的

计量要求和技术要求。确保生产者有标准可依，监督者有法可查，借新标准发布宣传之际，可以使消费的双方都提高法制计量管理的意识。不管怎样，农贸市场、流动商贩使用的这种计价秤的产量已经可以用年产近千万台来计算，涉及生产企业近百家，决不能让这种无标生产的混乱局面再这样继续下去了。

【参考文献】

- {1} JJG17-2016 《杆秤》
- {2} GB/T11884-2008 《弹簧度盘秤》
- {3} GB/T 7722-2005 《电子台案秤》

作者简介：范韶辰，男，1982年毕业于山东工学院（现山东大学）机械系，本科，同年进入国营济南衡器厂工作。现为济南金钟电子衡器股份有限公司副总经理，高级工程师，从事衡器技术的研究工作30余年，现为衡器协会技术专家委员会委员，全国衡器标准化技术委员会秘书长，全国衡器计量技术委员会委员，在有关杂志上发表论文多篇。

（作者通讯地址：济南市英雄山路147号，邮政编码250002）