

从秤与天平的划分谈非自动衡器准确度的认知误区

——关于非自动衡器准确度热点问题的讨论

陈日兴

【摘要】 本文针对目前我国衡器行业中对于非自动衡器的准确度理解上存在的一些认知上的误区，从非自动衡器准确度等级和准确度的完整评价出发，分别就秤与天平的区别、汽车衡准确度、计价秤准确度认知上的误区作了较为详细的解读，并提出了改进建议。

【关键词】 秤与天平的区别；汽车衡准确度；计价秤准确度

前言

最近我国衡器界中展开了有关非自动衡器分类与准确度相关的讨论，主要有以下几方面的内容：秤与天平的如何来区别、汽车衡和计价秤的准确度与相关规定能否满足我国现实的情况、现有标准和规程（包括型评大纲）的规定是否合理等问题。在讨论中，我个人认为如何正确评定非自动衡器的准确度是问题的关键所在。在秤和天平的划分上，特别是对于目前市场上流通的露天使用的大于 3000 分度的汽车衡和用于农贸菜市场的 3000 分度计价秤，在非自动衡器的准确度评定上存在一系列认知上的误区，需要较为详细的解读，以便澄清各种不正确的理解。这就是本文的目的。

一、非自动衡器准确度等级与准确度的评价

首先要明白一个概念，如果一台衡器只知道其准确度等级，是否就知道该衡器具体的准确度了呢？答案是否定的，最起码是不完整的，因为准确度等级不能完全反映其具体的准确度的评价。具体说明如下。

OIML R76 中关于非自动衡器准确度等级的划分与评价见下表：

准确度等级	检定分度值 e	检定分度数 $n = \text{Max}/e$		最小称量 (下限)
		最小	最大	
特种 (I)	$0.001 \text{ g} \leq e^*$	50 000**	-	100e
高 (II)	$0.001 \text{ g} \leq e \leq 0.05 \text{ g}$	100	100 000	20e
	$0.1 \text{ g} \leq e$	5 000	100 000	50e
中 (III)	$0.1 \text{ g} \leq e \leq 2 \text{ g}$	100	10 000	20e
	$5 \text{ g} \leq e$	500	10 000	20e
普通 (III)	$5 \text{ g} \leq e$	100	1 000	10e

* 因测试载荷的不确定度原因，一般不宜对 $e < 1 \text{ mg}$ 的衡器进行测试和检定。

** 对于 $d < 0.1 \text{ mg}$ 的 I 级衡器， n 可以小于 50 000。

从上表中有两个概念需要解读的：

(1) 非自动衡器准确度等级的划分可以分为 4 级：

特种准确度 I 级、高准确度 II 级、中准确度 III 级、普通准确度 IIII 级。单从上述 4 个等级看，当然 I 级准确度最高，IIII 级准确度最低。

(2) 非自动衡器准确度的完整评价

看一种非自动衡器的准确度的高低，除了要从第（1）项中看是属于何种等级外，还要看其最大检定分度数 n_{\max} 是多少。有以下两种情况需要说明：

1) 同一个准确度等级可有不同的检定分度数 n_{\max}

从上表中可以看出即使是同一个准确度等级的非自动衡器可以有不同的检定分度数，即有准确度高低之分。例如：同样是中准确度III级的非自动衡器可以是 n_{\max} 10000分度的准确度，也可以只有 n_{\max} 500分度的准确度。举例来说：同样属于III级秤的最大秤量为10kg的台案秤，其检定分度值可以是 $e=1g$ ，也可以是 $e=20g$ 。其准确度可以差20倍。所以光看衡器的准确度等级是不能全面反映其准确度的高低的。

2) 同一个检定分度数可有不同的准确度等级

其次从上表关于非自动衡器准确度的划分中，关于检定分度数 n_{\max} 的范围在各个准确度等级中是有交叉的，例如： $n_{\max}=10000$ 既可以是II级衡器，也可以是III级衡器。但是如何来区分一台衡器有同样的检定分度数 n_{\max} ，而会有不同的准确度等级呢？主要从以下几方面来考量：

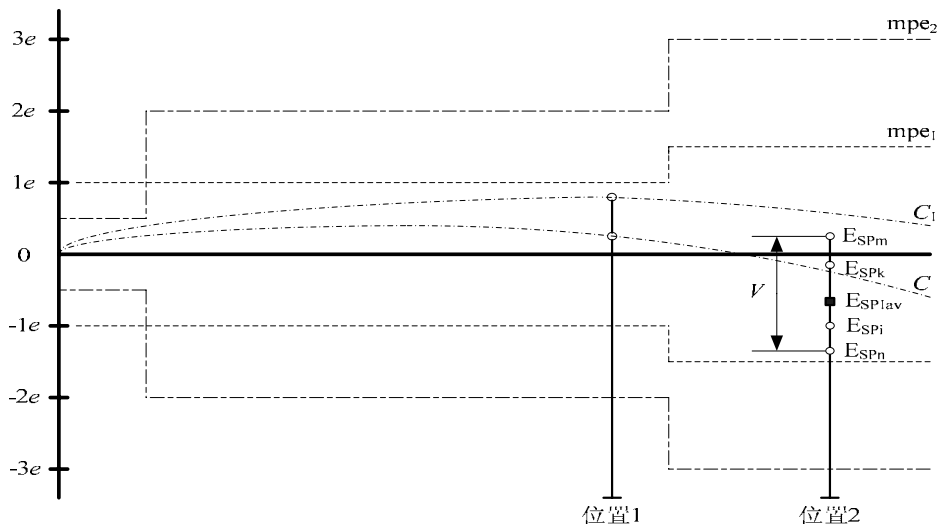
A. 不同的允许误差范围

从下表的不同准确度等级的最大允许误差 mpe 中可以看出端倪。

首次检定最大允许误差	用检定分度值 e 表示的载荷 m			
	I 级	II 级	III 级	III 级
$\pm 0.5e$	$0 \leq m \leq 50\,000$	$0 \leq m \leq 5\,000$	$0 \leq m \leq 500$	$0 \leq m \leq 50$
$\pm 1.0e$	$50\,000 < m \leq 200\,000$	$5\,000 < m \leq 20\,000$	$500 < m \leq 2\,000$	$50 < m \leq 200$
$\pm 1.5e$	$200\,000 < m$	$20\,000 < m \leq 100\,000$	$2\,000 < m \leq 10\,000$	$200 < m \leq 1\,000$

从上表中可以看到不同准确度等级的用检定分度值 e 表示的载荷 m 的最大允许误差的范围是不同的。

下图是非自动衡器的较为完整的误差示意图。



在上图中 mpe_1 是首次检定的误差包络线， mpe_2 是使用中检查的误差包络线，此两种包络线在X轴上的阶梯误差拐点值，针对不同的准确度等级是不尽相同的。例如：III级衡器在X轴上的两个拐点值分别是 $500e$ 、 $2000e$ ，而II级衡器在X轴上的两个拐点值分别是 $5000e$ 、 $20000e$ ，从上图中的Y轴上看虽然不同准确度等级的误差值是相同的，但是由于X轴上的两个拐点值的相差很大。因此II级衡器的误差要求比III级衡器严得多。

举例说明：一台最大秤量为10kg的非自动衡器有相同的最大检定分度数， $n_{\max}=10000$ ，

即有相同的检定分度值 $e=1g$ ，该衡器既可以是Ⅱ级衡器，也可以是Ⅲ级衡器。但是其载荷 m 的最大允许误差的范围是不同的。

当该衡器为Ⅲ级衡器时，其首次检定的最大允许误差 mpe 的范围如下：

$0 \leq m \leq 500g$ 时： $mpe=\pm 0.5g$

$500g < m \leq 2000g$ 时： $mpe=\pm 1.0g$

$2000g < m \leq 10000g$ 时： $mpe=\pm 1.5g$

当该衡器为Ⅱ级衡器时，其首次检定的最大允许误差 mpe 的范围如下：

$0 \leq m \leq 5000g$ 时： $mpe=\pm 0.5g$

$5000g < m \leq 20000g$ 时： $mpe=\pm 1.0g$

$20000g < m \leq 100000g$ 时： $mpe=\pm 1.5g$

从上述两个不同准确度等级的最大允许误差 mpe 的范围是大不相同的。也就是说当该衡器为Ⅱ级衡器与该衡器为Ⅲ级衡器时比较，在相同的称量点该衡器为Ⅱ级衡器的最大允许误差 mpe 是要比该衡器为Ⅲ级衡器时加严很多。

B. 检定分度值 e 与实际分度值 d 的关系

OIML R76规定：Ⅰ级、Ⅱ级衡器的检定分度值 e 与实际分度值 d 可以不相等，但是Ⅲ级、Ⅳ级衡器的检定分度值 e 与实际分度值 d 必须相等。理由很明显：Ⅰ级、Ⅱ级衡器由于准确度较高，应细分增加其可读的分辨率；而Ⅲ级、Ⅳ级衡器由于准确度较低，而不必细分分度值。此规定应该是合理的。

C. 不同的使用温度范围

OIML R76规定：非自动衡器的使用温度范围至少应等于：Ⅰ级衡器为 $5^{\circ}C$ 、Ⅱ级衡器为 $15^{\circ}C$ 、Ⅲ和Ⅳ级衡器为 $30^{\circ}C$ ；温度对空载示值的影响：对于Ⅰ级衡器环境温度每变化 $1^{\circ}C$ ，其他等级衡器的环境温度每变化 $5^{\circ}C$ ，零点或零点附近示值变化应不大于1个检定分度值。

从此要求来看，说明Ⅰ、Ⅱ级衡器由于使用的场合与Ⅲ、Ⅳ级衡器的不同，所以温度范围的要求也不相同。

D. 最小称量下限

OIML R76规定：非自动衡器的最小称量下限，Ⅰ级衡器为 $100e$ 、Ⅱ级衡器为 $50e$ （当 $0.1g \leq e$ 时）、Ⅲ级衡器为 $20e$ 、Ⅳ级衡器为 $10e$ 。从中我们可以看出准确度等级越高，最小称量下限越高。这也是符合常理的。

结论：从上述4条规定可以看出，即使具有同一个检定分度数 n_{max} 可有不同的准确度等级，但是要求是不同的。

二、秤和天平的划分原则

(1) 现状

目前我国在非自动衡器产品的分类上与国际建议有很大的不同，在国际上一般对于非自动衡器产品只有不同准确度的区分，只有在小于 $1mg$ 的检定分度值的用于实验室的分析天平，才明确与非自动衡器产品是不同的，不属于OIML R76管理范畴。

从历史与现状看，我国历来是明确将非自动衡器产品分为秤和天平两大类，而在以前没有很明确规定何种天平是属于科学仪器，何种天平是属于衡器。这有历史上的原因，因为以前秤的归口上是当时的轻工部轻机口，而天平的归口是当时的机械部仪表口。虽然如此分类是不尽合理，现在从产品标准的归口已经改过来了。但是习惯的产品称呼是较难打破的。在不打破此种称呼的前提下，如何区分此两类产品呢？

现行的JJG 555-96《非自动秤通用检定规程》中对非自动秤准确度等级的划分，由于考虑到为了与天平有所区分，而国内的数字指示秤绝大部分都是Ⅲ、Ⅳ级，所以排除了Ⅰ、Ⅱ级。而JJG1036-2008《电子天平》国家计量检定规程及GB/T 26497-2011《电子天平》国家标准，电子天平均含Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级。而JJG 555-96中Ⅲ、Ⅳ级的电子秤与JJG1036-2008

中 III、III 级电子天平在技术要求、检定方法等基本上是一致的，这就使制造商，使用者，包括检定机构无所适从。

上述的分析中谈到了对于同一台非自动衡器即使有相同的检定分度数，也可以有不同的准确度等级的说法。由于 JJG1036-2008《电子天平》国家计量检定规程及 GB/T 26497-2011《电子天平》国家标准中包含了非自动衡器的所有准确度等级，因此一些衡器生产企业从自身销售的需要，将一些本来应该作为 III 级衡器的产品名称由计价秤或计重秤改为天平。这样对于市场规范与监管造成了更加的混乱。

(2) 如何区分秤和天平

上面在现状中已经提到一些国内衡器生产企业将一些本来应该作为 III 级衡器的产品名称由计价秤或计重秤改为天平。还更有甚者，由于 R76 中规定不同准确度等级中检定分度数的范围出现的交叉重叠，同样最大检定分度数的衡器，可以有不同的准确度等级，因此将本来属于 III 级衡器，例如：最大检定分度数 $n_{\max}=5000$ 的计价秤或计重秤改为 II 级天平。如果单从标准和规程的适用性看，是没有任何漏洞的。但往往他们忽略了，虽然秤和天平都可以称为 II 级或 III 级衡器，但是从上述准确度评价分析中可看出无论从使用场合，还是最大允许误差适用的称量点上，特别是从温度适用范围上看，II 级或 III 级衡器都是有本质的区别的。习惯上我们将天平的使用场合放在实验室中，而秤的使用场合应该是实现生产或交易的现场上；习惯上天平的准确度要求应高于非自动秤，而较高的准确度，其温度适用范围应该尽量小些。

为了减少非自动衡器产品在市场规范与监管造成的混乱，我个人认为：最简单的办法，就是将 I、II 级衡器归为非自动衡器的天平（注意不是科学仪器类的天平），将 III、III 级衡器归为非自动衡器的秤。如果此种分类得到认可，则要区分秤和天平就变得很容易了，因为上述第 2) 条中关于同一个检定分度数可有不同的准确度等级的 4 条原则规定，可以作为分类的主要理由，可以很快区别出秤和天平了。最近我国衡器计量技术委员会关于非自动秤系列产品的型评大纲和检定规程的制订中，也已经体现了此原则。

总之现行的 JJG 555-1996《非自动秤通用检定规程》中对秤准确度等级的划分是符合国内衡器行业现状的。而 JJG1036-2008《电子天平》国家计量检定规程及 GB/T 26497-2011《电子天平》国家标准包括了衡器所有的准确度等级，容易引起业界的认知上的混乱。建议在今后的修订中予以更改。

三、汽车衡准确度的认知误区

(1) 现状

目前我国汽车衡行业中，无论是生产企业，还是使用用户，甚至包括某些检定机构，一个最大的认识误区就是认为只要衡器在检定和型式评价中，能达到 n_{\max} 大于 3000 分度，做到 4000、5000、6000、8000 甚至 10000 分度，就可以认为准确度做到 III 级秤 $n_{\max}4000$ 、5000、6000、8000 甚至 10000 分度，或者 II 级秤 $n_{\max}5000$ 、6000、8000 甚至 10000 分度了，往往忽略了衡器的准确度还要看衡器在使用中的各类环境中能否达到，衡器是主要看使用而不是主要看检定的，并非在标准的环境条件下用砝码标定一下，能够做到大于 3000 分度，就认为可以做到大于 3000 分度的。

从目前的汽车衡生产企业，使用用户，甚至包括某些衡器技术检定机构出具的计量器具制造许可证上都可以看到上述 III 级秤 $n_{\max}4000$ 、5000、6000、8000 甚至 10000 分度，或者 II 级秤 $n_{\max}5000$ 、6000、8000 甚至 10000 分度的现象。关键的问题是在何种环境下使用，露天使用的大宗货物计量汽车衡能做到如此高的准确度吗？请看下面的分析说明：

(2) 露天使用的大宗货物计量汽车衡能做到大于 $n_{\max}3000$ 分度的准确度吗？

从非自动衡器的分类中，对于大于 $n_{\max}3000$ 分度的数字指示秤，如果从台案秤和地上/中衡两大类产品来看，台案秤相对容易些，因为根据使用条件受外界环境的影响较小，而露

天使用又没有任何保护措施的大宗货物计量地上/中衡（包括吊秤、料斗秤、轨道衡等产品）由于受使用场地周围环境的影响很大，因此几乎是不可能做到大于 $n_{\max}=3000$ 分度的。理由有以下两个方面：

A. 使用环境的影响因素

在OIML R76 的各类版本中都明确指出，在室外使用、而没有环境保护措施的非自动衡器是不得大于 $n_{\max}=3000$ 分度的。此规定主要指没有环境保护措施的室外环境如大气压、刮风、下雨、雪、温、湿度变化等自然环境。有关此类规定的解释与理论依据本人在2006年有专门的论著：《关于露天使用衡器检定分度数 n 不能大于3000的论述》，刊登在《工业计量》2006年第6期，和2006年5月中国衡器协会在杭州主办的全国衡器技术交流会会刊《2006年称重科技》上。从该论文中所分析计算的数据中，可以看到一台汽车衡在6级阵风，风向与地面夹角为 45° ，迎风面积假设为 8m^2 ，就会对称量结果产生近70kg的误差，实际汽车衡的迎风面积远不止 8m^2 的。一台 $3.4\times 18\text{m}$ 的汽车衡，由于下雨积水而可能产生153 kg的称量误差。而实际使用中有一用户说，刮6级风或下雨而停止使用的呢？

B. 型式测试条件的限制

如果市场上存在 $n_{\max}=10000$ 分度的大型数字指示秤，特别是地上/中衡（包括料斗秤、轨道衡等产品），首先要问是如何通过产品的型式评价的？因为大部分大型衡器不像台案秤，是不具备整体做全部测试的条件，而是采用模块法测试，也就是说对于仪表和传感器是要单独测试的，例如对于仪表来说如果要做 $n_{\max}=10000$ 的数字指示秤，首先：根据误差分配因子约为0.5，即仪表单独测试首先要求的最大允差MPE要比整机秤的最大允差MPE严一倍，其次：用来检测仪表的基准源又要比仪表的允差高三倍以上。如此高要求的测试基准源，除了砝码（用于整机标定）以外，靠如此高要求的基准仪表标定来实现仪表的测试几乎是不太可能的。

根据上述分析可以得出结论：不少企业认为在室外使用而没有任何环境保护措施的非自动衡器可以做到大于 $n_{\max}=3000$ 分度是认知上的错误。建议各地质量行政监管技术机构对于目前市场上在用或准备使用的汽车衡产品进行一次梳理，凡是不合理的使用场合，应该回归到合理的准确度评价上来。

四、计价秤准确度的认知误区

(1) 现状

一谈起计价秤由于是属于贸易结算的衡器，所以大家都可能异口同声地说，目前国内的计价秤都是III级衡器。我查阅了一下，目前我国几乎所有的计价秤产品上都标注有III级衡器的标志。而且几乎所有的计价秤产品的技术指标上，都体现了最大检定分度数 $n_{\max}=3000$ 分度。

从上述的现实情况可以看出，几乎所有计价秤生产厂将 $n_{\max}=3000$ 分度作为了最基本的要求了。但是实际的产品质量呢，却是大相径庭。从历次计价秤的全国抽查所反映的问题来看，有相当的计价秤产品是达不到 $n_{\max}=3000$ 分度的技术要求的。特别是在流通领域的抽查中，显得尤为突出。在这种形势下，一些计价秤生产厂为了能通过抽查，采取了“两张皮”做法：一是型式样机与实际产品不一致，二是监督抽查的产品与实际生产的产品不一致。

(2) 农贸市场的计价秤有必要都是3000分度吗？

而从本文一开始的分析中，已经很明确的指出III级衡器的 n_{\max} 并不都是 $n_{\max}=3000$ 分度的。因为 $n_{\max}=500$ 分度同样可以是III级衡器， $n_{\max}=10000$ 分度同样可以是III级衡器。不少人一说到III级秤，就认为是 $n_{\max}=3000$ 分度，这是一个认知上的误区。

第二，目前我国的所有的计价秤产品是否都必须达到 $n_{\max}=3000$ 分度呢？虽然作为国家行为可以规定凡是用于贸易结算的非自动衡器必须是III级衡器，但是到目前为止也还没有此规定，而作为计价秤产品必须达到 $n_{\max}=3000$ 分度的规定，起码我国到目前还没有见到。这是一些衡器生产厂为了提高市场竞争力，人为拔高秤的准确度的行为。

在JJG 555-96《非自动秤通用检定规程》中可以查到规定有：凡是用于贸易结算的非

自动秤，其最小检定分度数，对于 III 级秤不得小于 1000 分度，对于 IIII 级秤不得小于 400 分度。

我国目前市场上在用的电子计价秤主要分为三类。一类是最量大面广的用于农贸菜市场 and 流动摊位的电子计价秤；另一类是超市大卖场用的条码打印计价秤；最近又有一种带打印的简易收银秤，主要用于较小的超市或商店。从最量大面广的用于农贸菜市场 and 流动摊位的电子计价秤来看，由于被计量的货物属于较低的价值，因此将此类秤统统规定为 $n_{\max}=3000$ 分度，是不尽合理的。理由是日前广大顾客在物品价格交易上，人民币结算主要以“圆”和“角”为计算单位，而最小计算单位用“分”作为计量单位已经很少见了。对于每 500g 只有数圆人民币的货物，用 $n_{\max}=3000$ 分度的秤来计量没有实质的意义。我们可以看到在国外甚至是发达工业国，其农贸市场所用的计价秤，还有不少是 $n_{\max}=400$ 分度、800 分度的度盘秤。

设想一下，如果将目前我国电子计价秤的准确度进行分等管理，将超市大卖场用的条码打印计价秤和用于较小超市或商店带打印的收银秤，准确度规定为必须 III 级 $n_{\max}=3000$ 分度；而对于最量大面广的用于农贸菜市场 and 流动摊位的电子计价秤，根据货物的价值将准确度分别规定为必须 III 级 $n_{\max}=2000$ 分度、甚至 $n_{\max}=1500$ 分度、 $n_{\max}=1000$ 分度，或者 IIII 级 $n_{\max}=400$ 分度、800 分度，不是就从根本上解决问题了吗？此举一来，既能符合目前我国正在有效执行的 JJG 555-96《非自动秤通用检定规程》中的规定要求；二来，广大衡器生产厂能够较轻而易举做到符合 OIML R76 的规定，而没必要做成型评一个样，正常生产一个样的两张皮，来欺骗社会。也不会发生计价秤的全国抽查有相当的计价秤产品是达不到技术要求的现象了。当然大家认为就是如此分等还是不能合格，我们再来探讨是否 OIML R76 的技术指标不能适应中国的国情，也为时不晚的。

从上面的设想中，关键的问题是广大的衡器生产厂根本不需要修改 JJG 555-96《非自动秤通用检定规程》中有关贸易结算用非自动秤准确度的规定要求。建议根据专题调研，出台一个具体的根据使用场合或货物价值的不同准确度要求的分等管理规定即可（以前虽然也有类似的规定，但是没有具体针对计价秤的规定）。此规定必须通过行政手段，具有监管的强制性。这样也可以避免各衡器生产厂互相攀比抬高秤的准确度指标。如果生产厂硬要抬高准确度，那如果在市场上抽查出不合格产品，就要有严罚措施。

结束语

最近我国衡器界中展开的有关非自动衡器分类与准确度相关的讨论，如何正确评定非自动衡器的准确度是问题的关键所在。促使大家思考的问题是：如何区分秤和天平？露天使用的大宗货物计量汽车衡能做到大于 $n_{\max}=3000$ 分度的准确度吗？农贸菜市场的计价秤有必要都是 3000 分度吗？本文在文中给出了答案与建议。希望本文能够抛砖引玉，引起我国广大衡器生产厂、各地方衡器技术检测机构和广大的用户重视并明白其中的道理。衡器生产厂应注重自身的技术发展，抛弃低价位竞争的格局，加强生产企业的主体责任；而衡器检测技术机构在非自动衡器的市场监管上严格执法；广大用户应更关注有关的标准和技术法规的要求。真正明白市场经济是信誉经济，科学、合法与诚信是规范目前我国衡器市场产品质量的根本道理。