

高准确度等级的衡器如何适用 R76-1 《非自动衡器》国际建议

中国衡器协会顾问 沈立人 陈日兴

【摘要】由于 R111《砝码》国际建议中没有小于 1mg 的标准砝码，所以在 R76-1《非自动衡器》国际建议中针对高准确度等级衡器专门规定了一些条款，认为考虑不确定度的原因，不能对某些衡器的指标进行试验。本文指出如果高准确度等级衡器一些重要指标不进行试验，怎么能够确定这些衡器的计量性能来满足实际使用的要求？“可读性”这个指标是一个什么性质的指标？是否可以作为检定分度值使用？我们认为有必要就此问题展开讨论。

【关键词】R76 国际建议高准确度等级衡器试验

一、前言

OIMLR76-1《非自动衡器》(2006E)是一部包含所有非自动衡器的技术性文件，涵盖了最高等级的特种准确度衡器直至普通准确度等级的不小于 100e 分度的衡器，既规定了法制管理的非自动衡器的计量要求和技术要求，又提供了标准化的要求和试验程序，以统一和可溯源的方法来评价非自动衡器的计量特性和技术特性。

高准确度等级衡器通常是指“特种准确度等级(I级)”和“高准确度等级(II级)”两类，在我国通常被称为“天平”。我们翻阅 R76-1《非自动衡器》(2006E 版)的国际建议，从中发现针对高等级衡器方面许多规定，特别是一些小称量的高分度数衡器，有明确的规定，却不能执行。本文就 OIML R76 国际建议中的关于“特种准确度等级”衡器的规定，进一步展开讨论。

二、R76-1 中关于高等级衡器方面的规定

在 R76-1《非自动衡器》国际建议中，可以找到不少关于不适用高等级衡器试验的规定，以下是我们从建议的正文和几个附录中检索到的部分内容。

1. 在 3.2 衡器分级的表 3 中：

*由于试验载荷的不确定度原因，通常不宜对 $e < 1\text{mg}$ 的衡器进行试验和检定。

2. 在 3.4.2 检定分度值中：

检定分度值 e 由下列表达式确定：

$$d < e \leq 10 d$$

按此规则计算 e 值的例子

$d =$	0.1 g	0.2 g	0.5 g
$e =$	1 g	1 g	1 g
$e =$	10 d	5 d	2 d

此要求不适用于 $d < 1 \text{ mg}$ 的 I 级衡器，其中 $e = 1 \text{ mg}$ ， $d < 1 \text{ mg}$ 的 e 值的例子。

$d =$	0.01 mg	0.02 mg	0.05 mg	$< 0.01 \text{ mg}$
$e =$	1 mg	1 mg	1 mg	1 mg
$e =$	100 d	50 d	20 d	$> 100 d$

3. 在 3.8.2.2、A.4.8.2 数字示值的鉴别力试验中：

在平衡稳定的衡器上，轻缓地加放或取下一个等于实际分度值 1.4 倍的附加载荷，此时的示值应明显地改变。该要求仅适用于 $d \geq 5 \text{ mg}$ 的衡器。

4. 在 5.3.2 中：除 3.9 条外，电子衡器在温度范围的上限和 85% 的相对湿度下应符合要求。该要求不适用 I 级衡器和 e 小于 1 g 的 II 级衡器。

本文注：3.9 条是“由影响量和时间引起的变化”。

5. 在 5.3.3、B.4 中：除 I 级衡器以外的电子衡器，电子衡器均应进行 5.4.4 规定的量程稳定性试验。

6. 在 A.4.11 示值随时间变化（仅适用于 II 级、III 级或 IIII 级衡器）。

7. 在 A.5.1 倾斜（仅适用 II， III 和 IIII 级衡器）。

8. 在 A.5.2 预热时间试验：

对于 I 级衡器，在接通电源后应对操作手册规定的预热时间进行观察。

9. 在 A.6 耐久性试验中：

注：仅适用于 $\text{Max} \leq 100 \text{ kg}$ 的 II、 III 和 IIII 级衡器。

10. 在 B.2 湿热稳态试验中：

注：不适用于 I 级衡器和 e 小于 1g 的 II 级衡器。

11. 在 C.3.1.1 高增益和低增益时的试验中：

如果每个检定分度值对应的最低输入信号电压十分小，例如小于或等于 $1 \mu \text{ V}/e$ ，可能很难找到合适的模拟器或称重传感器用于确定线性。

三、对于 R76 相关内容的理解

1. 在衡器分级时就明确指出：由于试验载荷的不确定度原因，通常不宜对 $e < 1 \text{ mg}$ 的衡器进行试验和检定。

我们查看了国外多家天平制造企业的说明书，其特种准确度等级衡器的“可读性”是 0.1mg（查找了说明书中所有计量指标，没有看到“检定分度值”这个指标），这个“可读性”是否可以作为检定分度值？如果将可读性指标作为检定分度值进行使用，按照以上规定可以不进

行试验和检定了。

2. 在 JJG2053-2016《质量计量器具检定系统表》明确指出，每一等级砝码向下一等级砝码传递量值时，都是“在相应准确度的基准衡量仪器（建议翻译为：衡器）上，采用直接比较法或组合比较法”进行的。是否可以这样理解：包括高等级砝码在内，没有相应的衡器可以直接称量出砝码的质量值，只有采用比较法进行传递量值。那么那些号称百万分之一（严格意义上说，是一百万分度数）的天平，其准确度目前是没有办法采用直接比较法传递。究其原因，可能没有可溯源的砝码或更高等级的计量器具。

3. 从国际建议中的以上十几条规定，给我们一个这样的信号：越高等级的衡器需要进行的试验项目越少。我们在对中准确度等级（III级秤）和普通准确度等级（IIII级秤）进行型式评价试验时，应该进行：置零、称量性能、去皮性能、重复性、偏载、鉴别力、倾斜、示值随时间变化、预热时间、温度性能、电压变化、耐久性、湿热稳态、抗干扰性能、量程稳定性等15个项目之多的试验。而根据以上规定高等级电子衡器可以不进行以下一些关键项目的试验，例如：鉴别力、预热时间、温度性能、量程稳定性、示值随时间变化、倾斜、耐久性、湿热稳态等8项。

同样是电子衡器，不论是低准确度等级，还是高准确度等级在使用过程中都不可避免地受到周围环境因素对衡器性能的影响，只是影响的程度不同而已。虽然高准确度等级电子衡器对环境要求比较高，但是还是有一定范围的，从严格意义上讲，不通过符合使用环境条件下相关项目的试验，是无法判定一台衡器产品在不同的使用环境下，是否能够达到规定的计量要求和技术要求的。除非在产品设计时就要求选择高等级的元器件，比如选择“工业级”的，或者选择“军用级”的。

4. 在环境影响因素中，还有一种影响因子就是“大气压力”的影响。只要不是在真空装置中，大气压的变化就会对称量性能产生影响。空气浮力对高准确度等级电子衡器的影响，远远高于其它等级的衡器，但是在国际建议中也仅仅在 A. 4. 1. 1 正常试验条件中提了一句话：“进行必要的修正”，不知这个“修正量”是如何界定？在 A. 5. 3. 1 静态温度试验中指出：“对 I 级衡器，应考虑大气压力的变化”，而没有要求在一定范围内进行试验，那么这个应考虑大气压力的变化的温度和湿度范围又如何界定？如果是与其他等级的温度和湿度范围相同，则应该明确。而 R111 在试验砝码时就考虑到一定温度、相对湿度下空气密度的影响问题。

5. 从 3. 4. 3 条中的例子我们可以清楚看到，“ $e=1\text{mg}$ ”的 I 级衡器其检定分度值 e ，可以等于 $20d$ 、 $50d$ 、 $100d$ ，甚至可以大于 $100d$ 。这样给我们一个直观的印象，即分度值选择的越小，

衡器的准确度就越高。可是在对待Ⅲ级、Ⅳ级衡器的实际分度值与检定分度值时，却只允许 $e=d$ ，其理由是：“分度值细分之后，称量结果可能会影响消费者的利益”。而Ⅰ级、Ⅱ级衡器可以有辅助指示装置，可以将检定分度值 e 尽可能地细分，难道细分之后就保证该衡器的称量准确度吗？我们认为如果对于Ⅰ级、Ⅱ级电子衡器来讲，检定分度值 e 细分之后能够确保称量准确度，那么对于Ⅲ级、Ⅳ级电子衡器，将检定分度值 e 细分之后也是可以保证称量准确度的。因为除了部分采用“电磁力平衡式称重传感器”的Ⅰ级电子衡器外，目前电子衡器基本上都是采用电阻应变式称重传感器作为力电转换装置的。如果说有影响称量性能的问题，两种类型的传感器虽然影响大小不完全相同，但对于细分后必须保证称量准确度的要求上应该是相同的，所不同的仅仅是允许使用的温度范围不同而已。

6. 是否可以这样理解，一台电子衡器的检定分度数为 $3000e$ ，按照 $e=100d$ 的比率，“可读性”就是 30 万的Ⅰ级电子衡器，就可以免于进行温度、湿热稳态、量程稳定性等等一系列的试验？随着科学技术水平的不断提高，已经完全可以将称重指示器的分辨率和稳定性大大提高。例如：目前采用数字式称重传感器的 150t 电子汽车衡，在没有环境干扰影响的情况下，将称重指示器的示值稳定的显示 1kg 是完全可以做到的。

四、结论与建议

1. 鉴于目前有些衡器制造商为了提高产品竞争力，将本该用于非法制计量管理的工业过程控制计量产品的细分“可读性”（或称作“分辨率”、或实际分度值）等同于“检定分度值”，因此为了避免“可读性”（实际分度值）与检定分度值相混淆，建议制造特种准确度等级和高准确度等级衡器的企业在其特种准确度等级和高准确度等级产品的说明标志中除了标注“可读性”（实际分度值）以外，还要同时标明最大检定分度数 n_{max} 或检定分度值 e ，以正视听。

2. 正是 R76 国际建议中对于高低准确度等级的不公平待遇，好多原本只是中准确度等级的衡器，制造企业为了达到细分检定分度值的目的，改头换面成“天平”产品，造成市场上出现大量的“天平”产品，而且都是号称具有 3 万、6 万个分度，甚至更多的分度数，并且用于工业生产的流水线上。

3. 因为目前国外主要生产特种准确度等级和高准确度等级衡器的企业（国内生产企业也在效仿），都是用“可读性”替代“实际分度值”来表示，为了统一计量技术指标，建议以后检定规程和型式评价大纲等文件，是否可以将特种准确度等级衡器的分度值改为“可读性”，以避免使用者发生误解。或者统一要求取消“可读性”，改用实际分度值 d 来表示。如果有企业认为“可读性”不同于实际分度值 d ，那么则要求该衡器必须标明实际分度值的大小。

4. 衡器的试验目的是为了使得该产品能在实际使用条件下保持其计量与技术特性不变。为了体现公平公正的原则，防止可钻空子的漏洞，建议各种准确度等级的型式评价试验中都应该规定试验鉴别力、预热时间、温度性能、量程稳定性、示值随时间变化、倾斜、耐久性、湿热稳态等指标。我们认为无论是法制与非法制计量范畴，必须考虑实际使用的温湿度等环境条件，因此在衡器计量产品的型式评价试验中，上述大部分试验项目是必须要做的。

5. 针对以上 R76-1 国际建议中存在的一些问题，建议是否可以将 R76-1 国际建议拆分为几个平行的文件，一个是专门针对特种准确度等级衡器的，一个是针对其他准确度等级的衡器。

参考文献：

[1]OIML R76-1 《非自动衡器》（2006E）国际建议[S]

[2]OIMLR111 《E₁、E₂、F₁、F₂、M₁、M₂、M₃级砝码》（2004E）国际建议[S]

[3]JJG2053-2016 《质量计量器具检定系统表》[S]