

关于 OIML R51 准确度相关问题的探论

□陈日兴

【摘要】本文就我国在 OIML R51《自动分检衡器》及 GB/T 27739 国家标准在执行过程中有关准确度的问题展开了分析与讨论。从介绍 OIML R51 有关准确度的规定出发，针对目前国内外在 X 类衡器上出现的问题，提出了准确度符号、准确度评定方法及被称物特征相互关系的改进建议，供同行与用户在产品检测与选用上参考，并提请 OIML R51 工作组重视或修改。

【关键词】OIML R51；GB/T 27739；准确度

文献标识码：B 文章编号：1003-1870（2023）11-0040-11

前言

国际法制计量组织（OIML）R51《自动分检衡器》国际建议（Automatic catchweighing Instruments）由 OIML TC9/SC2 自动衡器分技术委员会完成。R51《自动分检衡器》分为两部分：第一部分（R51-1）“计量要求和技术要求——试验”；第二部分（R51-2）“型式评价报告”。我国于 2011 年正式发布的国家标准 GB/T 27739《自动分检衡器》在主要技术指标及准确度评定方法上全部采用了 OIML R51 的内容的自动分检衡器，定义为：“对预装分立载荷或散状物品单个载荷进行称重的自动衡器”称作“自动重量分选秤”，亦称“自动重量抓捕秤”（简称分选秤）。主要产品有：重量分选秤（检重秤、选别秤）、重量（价格）标签秤、车载式衡器、车辆组合衡器等。

在各类分选秤中，自动重量分选秤（简称分选秤）目前在国际上最为流行。分选秤有检重与选别两种功能类型。但是无论检重或选别，分选秤都是一种对不连续的预装分立载荷按预先设定范围界限检验被称物品重量的衡器。对不同重量的物品，根据标称设定差值进行选别。

自动重量分选秤检测对象有两类，一类是预包装食品，另一类是无包装的单体物品。分选秤一般用在产品生产流水线上时，装在重力式或容积式自

动装料机或灌装机之后，用于重量分选并剔除预先设定的不合格品，或用于被称物品重量分选的分等分级。该秤的称量准确度要高于自动装料机或自动灌装机。

本文就 OIML R51 中检测与准确度相关的问题在自动重量分选秤产品上进行分析，并结合目前国内外大部分制造商在此问题上的做法，对于 OIML R51《自动分检衡器》的准确度评定方法提出具体的建议。

1 OIML R51 的准确度规定

1.1 准确度等级

按衡器的用途可将其划分为两个基本类别：X 或 Y。

X 类仅适用于符合国家《定量包装商品计量监督管理办法》的要求，对预包装产品进行检验的检重秤。

Y 类适用于重量计价贴标秤、车载衡器、车辆组合衡器及许多被用来称量散状单一载荷的秤。

1.2 准确度等级表示

X 类衡器准确度等级表示：

XI, XII, XIII 和 XIII.

Y 类衡器准确度等级表示：

Y(I), Y(II), Y(a) 和 Y(b)。

准确度等级相关分度值分度数见表 1。

表1 准确度等级相关的检定分度值和检定分度数

准确度等级		检定分度值 (e)	检定分度数 n = Max / e	
			最小值	最大值
XI	Y(I)	0.001g ≤ e *	50000	-
XII	Y(II)	0.001g ≤ e ≤ 0.05g	100	100000
		0.1g ≤ e	5000	100000
XIII	Y(a)	0.1g ≤ e ≤ 2g	100	10000
		5g ≤ e	500	10000
XIII	Y(b)	5g ≤ e	100	1000

* 由于试验载荷的不确定度，通常不能对 e < 1mg 的衡器测试和检定。

1.3 X 类衡器的平均（系统）误差

平均(系统)误差 \bar{x} mean(systematic error)

对于通过承载器的一个或多个载荷的若干次连续自动称量的平均值，其数学表达式为：

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

式中：

x —— 表示载荷示值误差，

\bar{x} —— 平均误差，

n —— 称量次数。

X 类衡器最大允许平均误差如表2。

表2 X类衡器最大允许平均（系统）误差

以检定分度值 (e) 表示的净载荷 (m)				X 类衡器的最大允许平均误差	
XI	XII	XIII	XIII	首次检定	使用中
0 < m ≤ 50000	0 < m ≤ 5000	0 < m ≤ 500	0 < m ≤ 50	± 0.5e	± 1e
50000 < m ≤ 200000	5000 < m ≤ 20000	500 < m ≤ 2000	50 < m ≤ 200	± 1e	± 2e
200000 < m	20000 < m ≤ 100000	2000 < m ≤ 10000	200 < m ≤ 1000	± 1.5e	± 3e

1.4 X 类衡器的标准偏差（随机误差）

标准偏差(s) standard deviation of the error (s)

对于通过承载器的一个或多个载荷的若干次连续自动称量的标准偏差(示值的), 其数学表达式为

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

X 类衡器的最大允许标准偏差（随机误差）如表 3：

表3 X 类衡器最大允许标准偏差（随机误差）

净载荷 m(g)的 质量值	最大允许标准偏差 (当等级定义系数 x=1 时, 以 m 的百分比或 g 表示)	
	首次检定	使用中检验
m ≤ 50	0.48%	0.6%
50 < m ≤ 100	0.24g	0.3g
100 < m ≤ 200	0.24%	0.3%
200 < m ≤ 300	0.48g	0.6g
300 < m ≤ 500	0.16%	0.2%
500 < m ≤ 1000	0.8g	1.0g
1000 < m ≤ 10000	0.08%	0.1%
10000 < m ≤ 15000	8g	10g
15000 < m	0.053%	0.067%

对于 XI 和 XII 等级, (x)应小于 1;

对于 XIII 等级, (x)应不大于 1;

对于 XIII 等级, (x)应大于 1。

1.5 X 类衡器的准确度评定

X 类衡器:

平均示值 (\bar{X})	平均误差 ($\bar{X}-L$)	MPME	标准偏差 (s)	MPSD

通过 未通过

OIML R51 中关于 X 类衡器的准确度评定如下:

A. 3. 9 自动运行试验误差评定

A. 3. 9. 1 X类衡器的自动运行试验误差评定

对于 X 类衡器, 为确定平均误差和标准偏差, 对每个载荷都应能指示或打印输出重量值 (或重量与标称设定点间的差值)。应根据分度值 d, 使用 8.1.2 中定义的连续称量的次数来计算出 MPME 和 MPSD。

(1) 根据表 2 “X 类衡器最大允许平均(系统)误差”计算出的 MPME;

(2) 根据表 3 “X 类衡器最大允许标准偏差(随机误差)”规定其值再乘以等级定义系数(x),计算出 MPSD;

(3) 计算出最大平均(系统)误差与最大标准偏差(随机误差),两者取其大者。根据准确度等级的 XI、XII、XIII、XIII 的规定,确定符合哪一个等级。

2 准确度等级符号与评定方法

2.1 X 类衡器准确度等级符号

OIML R51《自动分检衡器》规定如下:

用于按 OIML R87 号国际建议《预包装商品净含量》要求中,对预包装商品进行检重的自动重量分选秤,分成 4 级: XI、XII、XIII、XIII。

每一个级别中还包含一个由制造商指定的(x)因子,(x)的值应是 1×10^k , 2×10^k , 5×10^k , 其中 k 是正整数、负整数或零。XI 和 XII 级因子(x) < 1 ; XIII 级因子(x) ≤ 1 ; XIII 级因子(x) > 1 。

对于 X 类衡器,为确定每次试验的平均误差和标准偏差,对每个载荷都应能指示或打印输出重量值(或重量与标称设定点间的差值)。出于这种目的,分度值 d 不应大于上表中的相应限值乘以等级定义系数(x)。

根据上述规定, XI, XII, XIII, XIII 只是表达了该衡器的等级大小,并不能表征衡器实际的准确度的具体百分数的数据值。I, II, III, III 的符号相当于非自动衡器的特种准确度级、高准确度级、中准确度级、普通准确度级的表示,此种表征符号主要是以准确度允差用分段绝对值表示的非自动衡器为主。自动分检衡器是自动衡器,纵观自动衡器的准确度评定,绝大多数都是以相对百分数来评定的。

建议:准确度等级标志改为: XI(x)、XII(x)、XIII(x)、XIII(x),这样的标注方法既能看出类似非自动衡器的不同准确度等级高低,又能看到该产品的具体的百分数相对误差。如果单独以 XI、XII、XIII、XIII 表示准确度,无法知晓具体的相对误差到底是多少,很可能会误导用户。而将准确度等级标志改为: XI(x)、XII(x)、XIII(x)、

XIII(x),用户看到此标志后,对于该产品的确切准确度就会想到百分数的相对误差的概念,一目了然。举例: XI(0.2), XII(0.5)、XIII(1.0)……另一方面,改进后的准确度表示方法与自动分检衡器相对应的重力式自动装料衡器(OIML R61)的准确度表示也比较接近。比如:重力式自动装料衡器的准确度表示符号为 X(0.2)、X(0.5)、X(1.0)……

2.2 X 类衡器准确度等级评定方法

现状:目前国内外绝大部分自动分选秤制造商的样本或说明书对于准确度的描述与标注真是五花八门、乱象百出。到目前为止,还没有一个统一的标注方法。

举例:同样的数值 $\pm 1g$ 有不同的标注方法,还有干脆不标注。具体如下所述:

(1) 制造商一的标注准确度: $\pm 1g$ 没有任何说明;

(2) 制造商二的标注准确度: $\pm 1g$ 有说明:最高选别精度随着被测物的不同有所变化;

(3) 制造商三的标注准确度: $\pm 1g$ (系统平均值误差),包括有说明和无说明;

(4) 制造商四的标注准确度: $\pm 1g$ (1 倍标准偏差),包括有说明和无说明;

(5) 制造商五的标注准确度: $\pm 1g$ (2 倍标准偏差),包括有说明和无说明;

(6) 制造商六的标注准确度: $\pm 1g$ (3 倍标准偏差),包括有说明和无说明。

上述(1)、(2)是指该规格的产品在标准条件下所有动态测试数据最大误差 $\pm 1g$,属于最大误差法。上述(3)是指该规格的产品在标准条件下所有动态测试数据平均误差 $\pm 1g$,属于系统误差。上述(4)、(5)、(6)是指该规格的产品在标准条件下所有动态测试数据应满足 1 倍或 2 倍或 3 倍标准偏差的要求。属于随机误差的要求。3 倍比 2 倍更严,置信度更高,以此类推 2 倍比 1 倍更严。

从上面几种不同的准确度表示方法中,可以看出制造商六的准确度标注是最为严格的。3 倍标准偏差要做到 $\pm 1g$,而相对于 1 倍标准偏差的规定来说则必须要达到 $\pm 1/3g$ 才行。另一方面,最大误差法、系统误差法和标准偏差的评定是完全不一样的。

2.3 根据掌握的国内外主要重量分选秤制造商的产品样本或说明书举例说明：

(1) 托利多公司产品样本

技术参数	X · S2
称量范围*	0 到 600 g (产品重量)
精度**	≥ ± 0.02 g
通过量(件/分)**	最大 400
称重传输带滚轴中心距(A - A) (mm)	200, 250
称重传输带皮带宽度(B - B) (mm)	100, 120, 150, 200
输入/输出传输带滚轴中心距(A - A) (mm)	250, 400, 600
输入/输出传输带皮带宽度(B - B) (mm)	100, 120, 150, 200
标准剔除装置	吹气式

* 取决于所用的称量传输带皮带的设计和尺寸
 ** 在允许的误差范围内，精度取决于所称产品的重量、尺寸和传输状态

上述托利多公司 X · S2 产品的精度一栏内附加了标注说明：精度取决于所称产品的重量、尺寸和传输状态。但没有按 OIML R51 的规定说明准确度等级与制造商指定的 (x) 因子，仅列出了正负绝对值误

差。笔者认为，精度的评定方法可能是按最大误差法评定。

(2) 日本安立公司产品样本

型号	KW5414AF12 KW5414AP12 KW5414BF12 KW5414BP12	KW5416AF16 KW5416AP16 KW5416BF16 KW5416BP16	KW5417AF17 KW5417AP17 KW5417BF17 KW5417BP17	KW5522AF22 KW5522AP22 KW5522BF22 KW5522BP22	KW5524AF24 KW5524AP24 KW5524BF24 KW5524BP24	KW5526AF24 KW5526AP24 KW5526BF24 KW5526BP24
称重范围	12~3000g	12~3000g	12~3000g	60~6000g	60~6000g	60~6000g
最高选别精度 (3σ) 注1	±0.2g	±0.5g	±0.5g	±1.5g	±1.5g	±1.5g
最高选别能力 注1	220个/分钟	270个/分钟	220个/分钟	180个/分钟	145个/分钟	110个/分钟
指示方式	A型: 10.4英寸彩色TFT液晶 B型: FDM显示					
操作方式	A型: 触摸屏 B型: 薄膜按键					
指示范围	3009g	3009g	3009g	6018g	6018g	6018g
最小量度	0.2g / 3000g 0.1g / 1200g	0.2g / 3000g 0.1g / 1200g	0.2g / 3000g 0.1g / 1200g	0.5g / 6000g 0.2g / 3000g	0.5g / 6000g 0.2g / 3000g	0.5g / 6000g 0.2g / 3000g
极限设定范围	指示范围					
品种数	100种					
分选段数	2 或 3 段					
被测品 注2	宽 W	20~250 mm	20~350 mm	20~350 mm	20~450 mm	20~450 mm
	长 L	60~450 mm	60~350 mm	60~450 mm	88~350 mm	88~400 mm
	高 H	5~180 mm	5~180 mm	5~180 mm	5~500 mm	5~500 mm
传送带速度	15~120 米/分钟	15~120 米/分钟	15~120 米/分钟	5~78 米/分钟	5~78 米/分钟	5~78 米/分钟
电源	AC100V-120V+10%~-15%或AC200-240V+10%~-15%、单向、50/60Hz、300VA、聚增电流62A(typ)(20ms以下)					
机器重量	67 kg	73 kg	76 kg	79 kg	83 kg	85 kg
使用温度范围	0°~40°C (为确保精度，温度变化勿超过±5°C/h的范围，相对湿度30%~85%无凝结)					
保护等级	IP30防尘防水标准					
机壳材料	F型: 涂钢板, P型: 除部分都为不锈钢(SUS304)					

注1 上述的最高选别精度，最高选别能力，根据被测品不同而变化

注2 可被测量品尺寸根据选别部的具体规格而有所变化，请配合产品的具体尺寸选择选别机，如产品是半透明或透明物，具体情况与我方商谈

上述产品系列样本中最高选别精度加括号（正负3倍标准偏差），同时附加了标注说明：最高选别精度根据被测品的不同而变化，也没有按 OIML R51 的

规定说明准确度等级与制造商指定的（x）因子。但是从括号3倍标准偏差及绝对值误差中可看出精度的评定方法是按3倍标准偏差来评定的。

(3) 德国碧彩公司产品样本

经计量检定的结构		型号15/4/6 EP-W	型号30/5/8 EP-W	型号60/6/12 EP-W
称量范围	(kg)	15	30	60
检定分度值	(g)	5	10	20
未检定分度值	(g)	-	5	10
精度	(g)	±5 ¹	±10 ¹	±20 ¹
轴距L ₁	(mm)	600	800	1200
皮带长度L ₂	(mm)	680	880	1320
皮带宽度W	(mm)	400	500	600
性能	(件/小时)	1750 ²	1500 ²	1250 ²
皮带速度v	(m/s)	0,4	0,5	0,5
最大包装尺寸(长x宽)	(mm)	400 x 400	500 x 500	900 x 600
传送带高度H	(mm)	400-1000 ³	400-1000 ³	400-1000 ³

尺寸(毫米)：

¹200 g - 5 kg ± 10 g
5 kg - 20 kg ± 20 g
20 kg - 30 kg ± 30 g

²取决于包装产品长度、要求的精度和包装的几何形状

³高度可定制，调节范围为±50毫米

上述德国碧彩公司产品系列样本中精度一栏内附加了标注说明：精度取决于所称产品长度、要求的精度和包装的几何形状。但没有按 OIML R51 的规定

说明准确度等级与制造商指定的（x）因子，仅列出了正负绝对值误差。笔者认为，精度的评定方法也可能是按最大误差法评定。

(4) 日本大和公司产品样本

型式	CUH60F	
計量範囲	0.6~600g	
最高精度(±3σ)	±20mg	
最高選別能力	400個/分	
目量	10mg	
被計量物寸法	長さ	160mm以内
	幅	85mm以内
	高さ	0.5mm以上
消費電力	300VA	
電源	AC100/115/200/220/230/240V±10% 50/60Hz 单相	
エア源(振分装置使用時)	0.5MPaG 50NL/min.	
自重	約45kg	
オプション	振分装置、データ収録装置、データ出力	

上記最高精度、最高能力は被計量物の形状、重さ、状態により異なります。

上述日本大和公司 CUH60F 产品样本中最高精度加括号（正负 3 倍标准偏差），同时附加了标注说明：最高精度根据被计量物形状、重量、状态的不同而变化，也没有按 OIML R51 的规定说明准确度等级

与制造商指定的（x）因子。但是，从括号 3 倍标准偏差及正负绝对值误差中可以肯定，精度的评定方法是按 3 倍标准偏差来评定的。

(5) 日本石田公司产品样本

Model	DACS-G-F006-SS/CR	DACS-G-F030-SS/CR
Weighing capacity	600g	3,000g
Weighing range	1.5~600g	7.5~3,000g
Minimum graduation	0.01g	0.05g
Weighing speed *1	MAX 600 items/min	MAX 440 items/min
Weighing accuracy (3σ)*1	±0.02g~	±0.1g~
Weigh sensor	Electromagnetic balance type	
Product dimensions	Length	46~300mm
	Width	20~160mm
	Height	10~180mm (With windshield cover : ~130mm)*2
Belt speed	MAX. 120m/min : 1m/min interval (CR : 95m/min)	
Construction	Standard : IP30 (International standard) Waterproof : IP69K (International standard)	
Power supply	Single phase AC100~120V, Single phase AC200~240V	
Temperature	0°C~40°C (Humidity 30~85%, no condensation)	
Main body weight	Approx. 80kg (without metal detector)	Approx. 90kg (without metal detector)
Standard devices	USB slot for data collection*3	
Options	Various options are available. Please contact Ishida distributors.	

*1 Weighing accuracy and speed depend on product shape and other conditions.
*2 Windshield cover is an option.
*3 Use the USB devices which Ishida specifies.

上述日本石田公司系列产品样本中称重精度加括号（3 倍标准偏差），同时附加了标注说明：称重精度取决于物品形状和其他条件，也没有按 OIML R51

的规定说明准确度等级与制造商指定的（x）因子。但是从括号 3 倍标准偏差及正负绝对值误差中可以看出，精度评定方法是按 3 倍标准偏差来评定的。

(6) 美国赛默飞世公司产品样本

一般规格	
速度	量程 3.0 kg 以内: 120 米 / 分钟以内 量程 大于 3.0 kg: 90 米 / 分钟以内 包装速度取决于包装产品的长度和称量段长度
精度	系统误差 (平均误差): 典型为 ±0.01% 的包装重量 显示分度值: 以 0.1, 0.01, 0.02, 0.05, 或 0.005 的单位 动态误差: 符合 R51 国际标准, MID 欧洲标准以及美国标准为手册 -44 或实际精度优于标准。 根据包装重量, 速度和环境稳定性
标准配置	三段皮带 (输入段, 称量段, 输出段)
一般技术要求	
释放静电	为 EN61000-4-2
操作温度	0°C 至 +40°C
储藏温度	-20°C 至 +60°C
相对湿度	10% 至 90% 无冷凝
污染等级	污染等级 II
防护等级	标准为 IP-65 (带 IP-66 选件)
设备要求	
电气	90 - 250 VAC, 50/60 Hz
气源	干燥的 5.5 - 6.9 bar
认证证书	CE 低压设备指示; CE 机械安全指示; CSAUS; 符合 EC 标准 2002/95/EC
材质和涂层	
电气柜	不锈钢 304, 4b 精加工
结构	不锈钢 304, 4b 精加工
输送机框架	不锈钢 304, 4b 精加工
滚轮轴	不锈钢 304, 4b 精加工
滚筒	标准为铝合金; 不锈钢 304 选件
传感器 I	标准为铝合金; 不锈钢 304 选件
皮带	标准为氨基甲酸乙酯 (绿色); FDA- 认证的氨基甲酸乙酯 (蓝色) 选件
其他	
称量分区	标准 3 区; 5 区为选件
产品存储	标准 100 个产品; 400 个产品选件

上述美国赛默飞世公司产品系列样本中精度一栏内附加了标注说明：“根据系列产品的显示分度值的不同值，系统误差（平均误差）典型为 $\pm 0.01\%$ 包装重量；动态误差符合 R51 国际标准、MID 欧洲标准及美国 44 号手册标准或实际精度优于标准；根据包装重量、速度和环境稳定性。”但没有按 OIML R51 的规定具体说明准确度等级与制造商指定的 (x) 因子，仅列出了系统误差（平均误差）典型为 $\pm 0.01\%$ 。该说明的出发点是想包罗万象，说了很多依据的标准。其实样本给出的精度系统误差（平均误差）典型为 $\pm 0.01\%$ ，因此笔者认为，该产品准确度评定可能是按系统误差（平均误差），再参照各种动

态误差评定方法。样本中似乎混淆了动态误差的概念，其实动态误差应该包括系统误差与随机误差两方面内容的。OIML R51 的规定是要具体说明准确度等级与制造商指定的 (x) 因子。

笔者在 2021 年上海国际食品包装展会上询问该公司人员，样本中列出的很多不同的检测标准方法在实际操作上是如何应对的。其解释说，在食品行业，执行的是两倍均方根 (2S) 的标准；在医药行业执行的是三倍均方根 (3S) 的标准。我进一步询问为何不在样本说明书中标注清楚？对照其产品的样本说明，其回答让我啼笑皆非。

(7) 某国内制造商产品样本

技术指标	
外观	304不锈钢制造，表面抛光拉丝处理
系统高度	700mm - 1200mm \pm 75mm
系统长度	1,900mm - 2,900mm
最大重量	1500g/2000g/3000g
最大产品宽度	300mm/400mm/500mm
处理能力	400包/分钟
电源需求	110-230V/1ph/N+E 50-60Hz
气源需求	5 to 8 bar
剔除方式	气推 气吹 翻板
防护等级	IP65
输送带类型	PU带（食品级）快速拆卸
标准配置	高度可调支脚 剔除箱 USB接口 多种速度 包装针眼监测
可选配置	串行接口（性能确认系统）指示灯柱 316不锈钢
批准等级	R51

上述国内某公司产品系列样本中“批准等级”一栏中仅列出“R51”，对准确度等级并没有具体的指标。缺少 OIML R51 的规定是要具体说明准确度等级与制造商指定的 (x) 因子。

笔者最近在不同场合，特别是每年举办的国际食品包装展上，了解代表主流的自动分选秤生产厂家的产品实物与样本说明。绝大部分国内生产厂在准确度一栏内只标注正负绝对值误差，比较负责的生产厂会在附注中标明需要根据被称物的特征。大部分欧美企业也是采取了上述做法。然而，大部分日企则采用了正负 3 倍标准偏差 (3S) 来评定准确度的方法。上面所有的自动分选秤的生产厂家没有一家是严格按照 OIML R51 的规定要具体说明准确度等级与制造商指定的 (x) 因子。

从上面的举例可以看出，OIML R51 规定的准确度等级与制造商指定 (x) 因子在执行力度上是大折扣的。我们再来看看 R51 关于准确度等级的确定规定。OIML R51 关于准确度等级的确定如下：

A. X 类衡器自动运行最大允许误差

衡器净载荷数大于等于最小称量 (Min) 和小于等于最大称量 (Max) 时，A) 最大允许平均 (系统) 误差；B) 最大允许标准偏差 (一倍均方差)。

两者取最大值作为该次测试的准确度等级。

上述规定的优点是既考虑了最大允许平均 (系统) 误差，又兼顾到最大允许标准偏差 (一倍均方差)，其缺点是两者取最大值作为该次测试的准确度等级，而最大允许标准偏差只采用了一倍均方差，显然，其检测数据的置信度概率仅有 68%。

2.4 根据上述规定及目前国内外现状问题的提出与建议

纵观上面绝大多数国内外分选秤制造商的产品样本，几乎并不能接受 OIML R51 中关于准确度等级的评定方法。可能原因如下：

- (1) 国际建议宣贯力度不够；
- (2) 各企业不认同国际建议的评定标准。

分析：根据上面各制造商的精度表示方法来看，日企统一采用了三倍均方差（置信度可达99.7%）的加严评定，较注重产品本身的重复性能，认为系

均方根含义及正态分布概率，见图1。

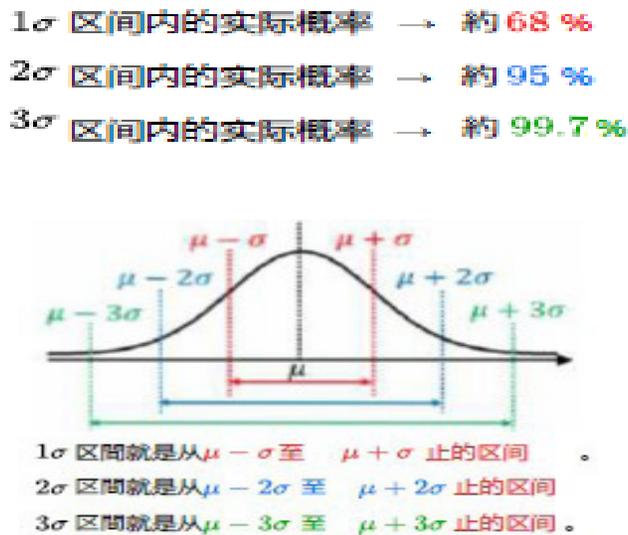


图1 不同均方根的误差区间图

2.5 日本企业的意见

日本为什么要在分选秤中采用 3σ (3S) 精度标准并无明确的理由，完全是为了让客户更容易理解而设定的三倍均方根的检测评定方法。虽然欧洲企业目前在执行 OIML 建议制定的方法，并采用一倍 σ (1S) 实施检定，而实际上欧洲方面也正在学习日本企业为满足用户要求的 3σ (3S) 精度要求实施准确度评定，日资企业则完全是清一色都按 3σ (3S) 精度要求进行运作的。

纯粹从生产管理运营方面来考虑，采用 3σ (3S) 标准更容易实施生产管理。当然，个别公司若

统误差是可调的，比较容易判别产品本身的性能优劣。而采用系统误差的评定，是采用 R51 中 Y 类衡器的评定方法，对于产品准确度要求不太高的产品是适用的。而第一种最大误差法，有些接近非自动衡器的规定（但非自动是有分段误差要求的）。

建议：我个人较倾向于三倍均方差的要求。但无论如何不能出现目前五花八门的精度标注，这不利于产品性能的比较，容易误导用户的产品选型。理由如下：

精度方面不能满足要求，也只能标示 2σ (2S) 甚至 1σ (1S) 进行销售，这只是对不了解具体数据的人给予良好印象的手段而已。

由于按 1σ (1S) 精度标准实施管理其产品符合精度的分布率仅有 68%，所以即使给用户标示 1σ (1S)，但实际生产物料的重量却无法保证精度。因此，99.7% 适用于相对应范围的 3σ (3S) 是最为合理的准确度评定方法。

3 被检物特征与速度、准确度关系

现以日本大和公司的 CSH06L 系列产品的说明书有关被检物特征与速度、准确度关系举例说明：

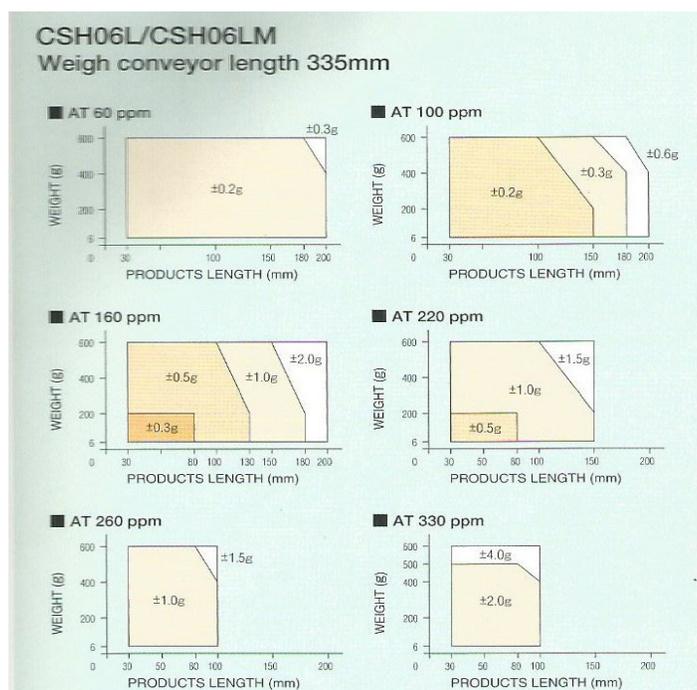


图2 被检物特征与速度、准确度关系

图2 包络线中标注的是 3σ (3S) 的正负数值。图中黑方框标注的是速度。横坐标是被称物长度，纵坐标是被称物重量。上图中有如下关系：

不同的速度、不同被称物长度及不同的被称物重量，检测的 3σ 的正负数值是不同的。

速度越快，精度变差；物品长度越长，稳定时间变短，精度变差；物品重量越重，振动变大，精度变差。物品速度、物品形状及重量影响计量精度。

4 问题的提出与建议

4.1 建议一

建议准确度等级标志改为：XI(x)、XII(x)、XIII(x)、XIII(x)，这样的标注方法既能看出类似非自动衡器的不同准确度等级高低，又能看到该产品的具体的百分数相对误差。

4.2 建议二

纵观国际上大多数自动检重秤制造商的产品目录，几乎都不执行 OIML R51 中关于 X 类产品准确度等级的评定方法。各制造商在标准偏差的评定中大部分采用了 3S (置信度可达 99.7%) 的评定准则，更注重产品本身的随机性能，3S (置信度可达 99.7%)

的标准偏差评定更容易判别产品本身的性能优劣。建议在产品准确度评定中增加不确定度的分析。探讨采用三倍标准偏差 3S (置信度可达 99.7%) 评定准则的可行性。

4.3 建议三

在 R51 中特别是自动重量分选衡器的准确度评定与被计量物品的重量和几何特性、计量速度密切相关，而在 R51 全文中，没有相关准确度与被计量物品对应的内容描述。

在最新版的 OIML R51 中 3.11 说明性标记中没有明确被计量物的物料特征的说明。如果没有被计量物的特性，标注准确度等级有何意义？

上面的举例，以及纵观国内外产品制造商关于精度的说明，都已经很清楚说明产品的准确度是跟着被计量物的特征走的。建议增加：

- (1) OIML R51 在测试要求及测试内容中增加被计量物在不同几何尺寸与不同速度下的测试项目；
- (2) 说明性标记中增加被计量物的特性说明；
- (3) “准确度等级”标注后增加与其对应的“被计量物品的重量和几何特性”和“速度”标注。

5 结语

本文就我国在 OIML R51《自动分检衡器》及 GB/T 27739《自动分检衡器》国家标准在执行过程中有关准确度的问题展开了分析与讨论。从介绍 OIML R51 有关准确度的规定出发,针对目前国内外在 X 类自动分检衡器上出现的各种乱象与容易混淆的问题,提出了准确度符号、准确度评定方法及被称物特征相互关系的改进建议,目的是为了执行统一的检测与评定标准,使得生产企业、检测机构与用户易于执行,供同行、技术检测机构与用户在产品检测与选用上参考,希望在修订 GB/T 27739 标准时能将上述建议添加进去,并提请 OIML R51TC9/SC2 自动衡器分技术委员会工作组重视或修改。

参考文献

- [1] 国际法制计量组织(OIML) R51《自动分检衡器》国际建议(Automatic catchweighing Instruments) [S].
- [2] 中国国家标准 GB/T 27739《自动分检衡器》(MOD) [S].
- [3] 国内外主要生产企业自动分检衡器产品样本.

作者简介

陈日兴,男(1946—),享受国务院颁发政府特殊津贴技术专家。原任上海大和衡器有限公司总工程师,现任《衡器》杂志编委会副主任委员、中国衡器协会专家技术委员会顾问、中国衡器协会发展战略咨询委员会委员。研究方向:衡器产品研发与标准、计量。国内、外发表技术论文近110篇。