

有关 OIML 衡器国际建议需研讨的一些问题

□中国计量科学研究院 周祖濂

【摘要】本文就国际建议的衡器和称重传感器的误差限、汽车衡检定、皮带秤耐久性试验、衡器首次检定偏载等问题提出自己的看法。

【关键词】误差限；耐久性；偏载；首次检定；汽车衡

文献标识码：A

文章编号：1003-1870（2025）04-0039-07

Issues to be Discussed in relation to OIML International Recommendations for Weighing Instruments

【Abstract】In this paper, the author puts forward his own opinions on the error limit of weighing instruments and load cells, verification of truck scales, durability test of belt scales, eccentric load during initial verification of weighing instruments, etc.

【Keywords】error limit; durability; eccentric load; initial verification; truck scale

引言

中国对OIML有关衡器国际建议一贯采取等同使用。由于中国很少能直接参与讨论和制定这些建议的工作，对制定时所讨论问题的背景以及有关的技术问题都不甚了解，加之在国内讨论和推行这些建议时偏重于误差的大小，对其他问题忽视，导致在推行国际建议中往往产生偏差和误解。另外，由于国情不同，国际建议中有些规定与中国实际情况有所差异。

中国等同采用国际建议已有很多年，但在执行中发现了不少问题，需要有比较统一的认识。现今国内衡器的技术和检验水平已有极大的进步，应根据中国的实际情况，制定适合国情的检定规程和衡器标准。

1 OIML R60 号国际建议

OIMLR60 “Metrological Regulation for Load Cells”
（公布于1991年），Annex “Text Report Form for the

Evaluation for Load Cells”（公布于1993年），该国际建议是针对电子秤使用的称重传感器的国际建议。它与OIML R76 国际建议均采用阶梯式分段恒定误差表示，并根据“e”代表绝对准确度的检定分度值和“n”代表相对准确度的检定分度数来划分其精度等级，最大误差在数量级上等于检定分度值。

称重传感器的最大允许误差（mpe）为在称重传感器准确度分度试验中使用的，以质量为单位的称重传感器分度值 v ，乘以分配系数 P_L ， P_L 值在0.3~0.8范围内，通常取0.7。即称重传感器的最大允许误差为： $mpe=P_{LC} \times v$ 。

称重传感器的误差限参照直线，是通过最小载荷输出和测量范围的75% 载荷输出的直线。要求误差限适用于符合下列条件的称重传感器整个测量范围：

$$n \ll n_{\max}, \quad v \gg v_{\min}$$

其中， $v_{\min}$ 是称重传感器的最小分度值，其数值

由称重传感器“零点”的温度变化值决定。它给出了称重传感器的最高分辨率。 $n_{\max}$ 为称重传感器最大检定分度数，它与准确度分级试验中的称重传感器分度值之关系： $v=E_{\max}/n_{\max}$ 。

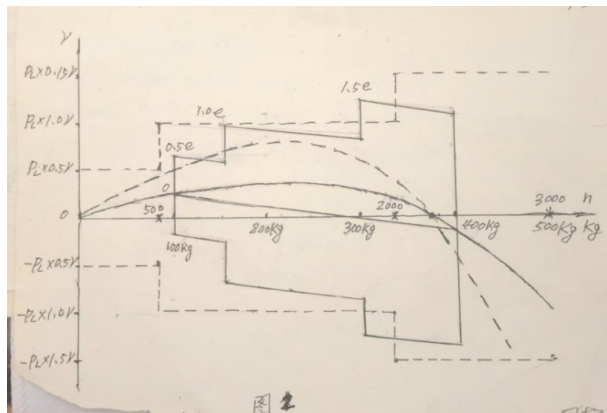


图1 衡器实际使用误差图

必须注意，上述误差限仅包括非线性、滞后和静态温度试验误差。为此，给出两个与最小静态载荷恢复误差（DR）和零点温度改变 $v_{\min}$ 有关的技术参数。

相对最小载荷输出恢复（DR）或Z；相对 $v_{\min}$ 或Y。

$$Z=E_{\max}/(2 \cdot DR); \quad Y=E_{\max}/v_{\min}$$

Z 值确定了称重传感器测量范围内可以划分的最大检定分度数。注意：切勿将它与 $n_{\max}$ 相混。 $n_{\max}$ 是指在称重传感器测量范围内，与称重传感器准确度分级试验中相对应的不超过称重传感器最大允许误差的最大检定分度数，即在使用范围内称重传感器可划分最多的分度数。 $v_{\min}$ 或Y给出了称重传感器的最高分辨率，或与之相对应可分辨的最多分度数，同时也确定了称重传感器可使用的最小范围。

这两个技术参数对合理使用称重传感器起着重要的作用，特别是对设计多分度衡器是不可缺失的参数。也必须注意，对于同准确度级别的称重传感器，这两个技术参数值可以有很明显的差异。

我之所以要着重确定称重传感器的这些计量和技术参数。因为在实际使用中制作衡器时人们往往有意或无意地使衡器的误差比所使用的称重传感器最大允许误差还要小。例如，用 $n=3000$ 分度的称重传感器制作出 $n=4000$ 分度的衡器，甚至更高准确度等级的衡器。

根据OIML 国际建议推荐设计衡器时，称重传感器一般要求：

$$E_{\max} \geq \text{Max}_{\max} + \text{DL} + \text{IZZR} + \text{NUD} + \text{T}^+$$

式中： $E_{\max}$ ——称重传感器最大容量；

$\text{Max}_{\max}$ ——衡器最大称量；

DL——承载器静载荷；

IZZR——初始零点设置范围；

NUD——非均匀载荷修正值；

T^+ ——皮重。

由此可见，在使用时衡器的检定分度数 n 不可能大于称重传感器的最大检定分度数 n_{LC} ，因为：

称重传感器的最大检定分度数为 $n_{LC}=E_{\max}/v$ ，而衡器的检定分度数为 $n=\text{Max}/e$ 。

显而易见，单只传感器 Max 不可能大于 $E_{\max}$ ，所以只有 $n < n_{LC}$ 才能保证称重传感器的最大允许误差应满足制作衡器的最大允许误差的要求。

图1 给出单只称重传感器衡器例子，称重传感器 $E_{\max}=500\text{kg}$ ； $n_{LC}=3000$ ， $Y=12000$ ， $Z=4000$ ；衡器 $\text{Max}=300\text{kg}$ ； $n=3000$ 。由图1所示，此时称重传感器的最大允许误差限已几乎与此种条件下的衡器的最大允许误差相等。从理论上讲这是不合理的，因为：

称重传感器的最大允许误差：

$$P_{LC} \cdot 1.0v = 0.7 \times 500/3000 = 0.117\text{kg}$$

衡器的检定分度值： $e=300/3000=0.1\text{kg}$ ，已不能满足国际建议的要求。

我们还需注意到，称重传感器误差限为通过最小载荷输出和测量范围的75%载荷之间的直线，而此种情况下衡器误差限的参照直线是由称重传感器实际输出的曲线的100kg点与400kg的75%点之间的连线组成的。

对于单只称重传感器的衡器除以上的限制外，还需考虑到衡器的分度值只能取 1×10^k ， 2×10^k 或 5×10^k （ k 取正、负整数或零）的限制，在很大程度上，用给定准确度等级的称重传感器来制作的衡器的限制几乎是唯一的。

考虑到称重传感器与衡器的配合，对于OIML R76 国际建议中有关多分度秤（Multi-interview Instrument），我们应对用什么样的称重传感器的问题进行讨论。国际建议中给出的数据如下：

$\text{Max}=15\text{kg}$ 三级准确度

$e_1=1\text{g}$ 由0~2kg；

$e_2=2g$ 由2~5kg;

$e_3=3g$ 由5~15kg。

该衡器具有一个Max=15kg 量程和由Min=20g 到Max=15kg 的多量程称重装置组成, 实际的计量范围为:

$Min_1=20g, Max_1=2kg, e_1=1g, n_1=2000$

$Min_2=2kg, Max_2=5kg, e_2=2g, n_2=2500$

$Min_3=5kg, Max_3=Max=15kg, e_3=10g, n_3=1500$

相对应的初次检定的最大允许误差 (mpe) 分别为:

$m=400g=400e_1, mpe=0.5g$

$m=1600g=1600e_1, mpe=1.0g$

$m=2100g=1050e_2, mpe=2.0g$

$m=4250g=2125e_2, mpe=3.0g$

$m=5100g=510e_3, mpe=10.0g$

$m=15000g=1500e_3, mpe=20.0g$

由此可看出, 在选定一个称重传感器的误差限并同时满足多分度秤时, 上面三个分度数和最大允许误差要求间存在矛盾。

2 OIML R76 号国际建议

OIML R76-1 “Non-automatic Weighting Instruments, Part 1” (公布于1992 年), OIML R76-2 “Part 2: Pattern Evaluation Report” (公布于1993 年)。它规定了电子衡器最基础的计量要求和技术要求。衡器的分级、最大允许误差、最基本检定项目, 以及对检定程序和操作的要求、影响因子试验和试验报告的格式等。此后制定的其他衡器的国际建议, 都是在此基础上增加该衡器特有的计量和技术要求。

OIML R76 国际建议中, 对非自动衡器允许误差限的规定与OIML R60 的规定相同, 均采用阶梯式分段恒定误差限表示。与同准确度等级的称重传感器的误差值相差一个分配系数 P_{LC} , P_{LC} 值在0.3~0.8 之间。该值应在证书上标明。若没有标明, 则认为 P_{LC} 值为0.7, 这意味着称重传感器根据随机误差原理, 传感器误差仅为衡器总误差的一半。

对OIML R76 号国际建议内容的分析, 可见该建议主要是针对一般量程的供贸易所使用的非自动衡器, 对于大量程、大罐、汽车衡、吊秤, 配料用非自动衡器, 以及用于砝码量值传递的天平或衡器等都不太适用。例如吊秤, 由于被吊挂物品实际上具有6 个自由度, 而用来称量它的称重传感器不可能给

出在6 个自由度条件下工作的“灵敏度”值, 所以无论从理论上还是实际上对具有6 个自由度的称重传感器的校准, 显得极为困难。又如对大量程、大罐的校验, 要全部按照OIML R76 号建议来操作也极其困难, 而且对这些衡器是否非要依据OIML R76 号建议的规定也是值得讨论的问题。我认为, 其实在实际使用当中, 很多衡器的计量和技术要求都可不完全要受OIML R76 号规程的限制, 特别是非贸易秤和工艺秤。

下面着重讨论在上节中称重传感器和相应衡器在误差限上表现出矛盾的原因。如何确定衡器的误差限? 如果我们把这个问题反过来看, 变为如何根据衡器的误差限来确定称重传感器的使用范围, 可以更好地说明该问题。

从图1 的例子可以看出, 此时称重传感器的使用范围在称重传感器100~400kg 的区域内, 仅为称重传感器的一部分。实际上现在它的工作条件是由称重传感器实际输出的电压值来确定, 因此它的技术参数也应由现在的实际输出来确定, 与原来称重传感器出厂时的技术参数不同。

原来称重传感器是在以下条件下, 根据OIML R60 试验测得最大允许误差限:

$E_{max}=500kg, E_{min}=0kg, n_{max}=3000$ 和检定分度值 $v=E_{max}/n_{max}$ 条件下得到的。

$$v=500kg/3000=0.1667kg$$

$$mpe=0.7v=0.1167kg$$

此时, 误差参照直线是通过最小载荷输出与测量范围的75% 载荷输出间的连线。

对于现在Max=300kg, $n=3000$ 的衡器而言, 只需配备在此工作段的称重传感器 (满足下面的条件, 即 $v=0.1kg, mpe=0.7v=0.07kg$), 就可达到OIML R76 给出的规定要求。

此时, $v=(E_{400}-E_{100})/3000=(400kg-100kg)/3000$

$$v=0.1kg; P_{LC} \cdot v=0.07kg$$

只要我们按照OIML R60 的要求, 对该称重传感器在100~400kg 区域内进行试验, 其结果满足上述要求, 那么, 用该称重传感器来研制Max=300kg, $n=3000$ 的衡器就能达到要求。但应特别注意, 此时试验数据的参考直线已不再是原来的参考直线, 而是通过称重传感器输出100kg 信号值到400kg 信号之间的连线 (图1 中可以明显看出, 两条参考直线的斜

率明显不同)。

同理,对于多分度秤在上节文章中的矛盾也就可以理解和消除误解,即只要所选的称重传感器在三个分段都能满足要求就行。

通过上面两节讨论,我们可以得出下述结论:

(1)若用称重传感器的最大允许误差限来设计衡器,由于此时单只称重传感器的衡器 $M_{\max}$ 不可能大于称重传感器 $E_{\max}$,因此衡器的 n 只能小于和等于称重传感器的 $n_{\max}$ 。若再加上衡器的分度值,只能选择 1×10^k , 2×10^k 或 5×10^k 的限制,且很可能只有一种选择衡器计量指示的可能性。

这种选择的优点是,称重传感器的准确度只要与制作的衡器的准确度一致,就可以满足衡器的设计要求。

(2)通过称重传感器的实际输出设计衡器,可以给制作衡器者很大的运用空间,而且也只能根据实际输出才有可能设计出多分度秤。

(3)称重传感器和衡器的最大允许误差限虽然均采用阶梯分段式误差,而且两者间准确度级别的划分也是“对应”的。但严格来讲,这只是形式上的相同,在实际设计衡器时,最根本的还是需要称重传感器的实际输出,两者的误差限间没有更直接的关系。

对于衡器的误差限的规定,从对OIML R76 取整的要求看,我认为衡器分段的误差限,主要还是考虑作为商用秤误差的误差限。依此规定,对商品的买卖双方都是有利的,这种规定既考虑到百分误差,也考虑到恒定误差。

3 汽车衡的检定

OIML 中没有针对汽车衡的国际建议。欧美国家大多数根据自己的国情制定汽车衡的检定和标准。早在上世纪末,美国44号手册中就针对汽车衡等专用或特殊衡器制定了与贸易用衡器不同的检定规则。

汽车衡是所有非自动衡器中承载器受力最不均匀、加载部位最随机的衡器。从结构上讲,由于要满足被称车辆长度的要求,现今的汽车衡器的称重平台基本上是由两个或三个,甚至更多个能独立称重的承载器组成。单一称重单元的汽车衡器已很少使用。汽车衡结构的另一个特点是,为了减少称重传感器的使用,往往两个相邻的承载器间使用共同

的称重传感器,这样实际应用从理论上和实践上给汽车衡的偏载调整带来了困难和不确定因素。

在车辆称重时,车辆的重量主要集中在车辆的轮轴和轮轴组上。整个称重平台只有一部分(甚至一小部分)受力,受力非常不均匀,这就要求称重平台的局部要承受比汽车衡标称重量平均值大很多的加载量。此时,若承载器的结构强度不够,称重传感器的选择不能满足承受轮轴和轮轴组的最大载荷力,必将使得汽车衡由于载荷力超过承受能力,而造成不可逆的损坏。

为此,对汽车衡提出了三个基本的计量和技术要求:

(1)称标载荷(normal capacity):衡器当载荷均匀分布,放置在整个称重平台上的最大载荷值。

(2)区域载荷(sectional capacity):由厂家规定单个承载器跨距中间的最大载荷值,由被称车辆的轮轴和轮轴组的最大重量所决定。因此组成称重平台的各个承载器最大称量之和,大于汽车衡称重的标称值。

(3)集中载荷(concentrated load capacity):简称为CLC。这个参数最早由美国提出,CLC 值是根据美国Bridge GrossWeight formale 标准来计算,与标称载荷间的关系如下:

$$\text{标称载荷} \leq \text{CLC} \times (N-0.5)$$

N 是称重单元(单个承载器)的数目。这个参数是为了确保获得汽车衡安全的不损坏的一个量值。但必须注意,上述关系中集中载荷值是由桥梁安全标准计算得到,它与衡器的计量要求没有关系。

由此可见,汽车衡的检定试验、计量要求和技术要求的具体规定已有很多超出了OIML R76 国际建议的规定。我们在制定汽车衡的检定规程和标准时,不要受OIML R76 国际建议的某些条款的约束,要遵从汽车实际称重状况来确定。

有个要讨论的问题是,国际上没有统一的汽车衡的静态称重建议,只制定了汽车衡动态称重的国际建议。在实际操作时,应该考虑,不同准确度要求的汽车衡的动态允差是否应等同于与之相应的静态允差。

4 皮带秤的耐久性试验

有关皮带秤的耐久性试验在OIML R60 国际建议中很早就已列出此项目。但一直没有实质上的内

容，也没有见到国外有关此项目的文章。其实，在不少有关衡器的国际建议中都有耐久性条款，但除了OIML R76号国际建议对耐久性试验有具体的规定外，其余的都是有其名无其实。

国内在耐久性的试验课题研究方面花了很大的人力和物力，提出了有关皮带秤耐久性试验的具体要求和规定。虽然在国际相关会议上得到好评，但没有得到认同，并写入皮带秤的国际建议中。中国在2002年公布的连续累计自动衡器（皮带秤）

“JJG195-2002 中华人民共和国国家计量检定规程”术语中，将耐久性试验（durability test）定义为“检验被测皮带秤（EUT）在经过规定的使用周期后，保持其性能特色的一种试验”。但在计量检定规程的正文中，没有列出对该项试验实施的具体要求和详细操作规定，而且也没有说明耐久性试验是否为一定要实施的项目。

我认为，皮带秤耐久性试验还有很多问题，应当进一步讨论和统一认识。首先，应当确定耐久性试验是对皮带秤型式评定的试验，还是使用中的试验项目。若按照JJG195-2002 检定规程对此项目的定义，显然是属于在规定使用周期后的试验项目。国际文件No.20“计量器具及测量过程的首次和随后检定”2.1.2，有关随后检定的定义“旨在查明计量器具自上次检定并使用一段时间之后，该器具是否与法规继续相符合，或重新证实其符合，并能在要求的限度以内维持器具的计量特性”。随后，检定的目的在于保证前面被检定过程的器具使用了某些时间之后，在可接受的准确度量级上能够继续工作。

由此可看出，JJG195-2002 规程中对耐久性试验的定义，与随后检定的定义没有区别。而且随后检定中的规定更具体，要求器具的最终误差在可接受的准确度量级中。而JJG195-2002 规程的要求就不十分具体，仅要求“能保持其性能特性”。

所以，要讨论的第二个问题：作为一项技术要求试验，要有具体测量对象和具体的计量要求。

OIML R76 国际建议对耐久性试验的规定就很具体：首先规定它是属于强制性的试验型式批准的项目，试验的目的是检测“由磨损引起的耐久性误差，且不应大于最大允许误差的绝对值”。

对耐久性试验的具体操作要求和程序：“耐久性试验应在做完其他所有测试后进行。在正常使用条

件下，使衡器经受约为50%Max 载荷的重复加载与卸载。加卸载应达10000 次，其频率与速度应使衡器在加载时达到平衡，加载的作用力不应超过正常加载条件下达到的力。”

OIML R76 国际建议对耐久性试验的规定是具体的、可操作的，并且具有可比性和重复性。

如果将耐久性试验规定为使用后的性能试验，就很难确定不同衡器之间耐久性的比较，对同一台皮带秤的耐久性也无法进行重复性的试验。而且JJG195-2002 检定规程对耐久性试验只规定了使用时间的要求，但这是不够的，应该是规定“吨时间”的要求，使其能更合理地测出由于磨损引起的耐久性误差。

我认为，皮带秤耐久性主要是部件因磨损造成皮带秤校准值的改变所引起的与原校准值之间的差异，该试验应当具有可比性和可重复性。

以上是中国在OIML R50-1（2014）版国际建议之前对皮带秤的规定和认识。现在虽然按2014 年国际建议在执行皮带秤耐久性试验，但对比两者间的差异，对我们今后制定规程很有益。

5 衡器首次检定

国际文件No.20“计量器具及测量过程的首次和随后检定”，对首次检定的定义如下：“首次检定的目的在于保证即将投入使用的计量器具与被批准的型式相符合，并且在允许误差限内，该计量器具应具有规定的计量特性和良好的功能。”

但在实际中对厂家而言，对于小型衡器即使是抽检也不可能全部按照检定规程来做。而对于大型衡器，特别是户外使用的大型衡器，在现场的环境下所使用的器具不可能与型式批准的条件相比，甚至量程试验也达不到Max 值的要求，而且对大多数户外使用的大型衡器来说，只能对衡器部件分别检验。因此，通常就用这类衡器在现场的首次检定替代了型式批准的试验。

对用户而言，其所关心的是衡器准不准的问题，其次才是长期稳定性的问题，首检只能解决衡器准不准的问题，衡器是否准确实际上包含两个含义：第一要求是衡器在使用时的示值是否满足用户在所要求的误差限内；第二要求是无论被称物放置在承载器的什么位置，其示值应当相同，且相差不能超过相应的允差限，即衡器应满足偏载试验的要求，

这一点往往是在首次检定和实际使用时被大家所忽略的。只有同时满足以上两个条件，才是一台衡器最基本的必要条件。

衡器的型式批准的准确度级不能代表在现场使用中的衡器准确度，衡器的真实准确度只能由首次检定的试验结果决定。

由于衡器的首次检定环境与型式批准的影响试验不同。特别是温度条件，因为户外很多地区的温度可超过型式批准试验 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 的范围，尤其是户外夏天温度达 $+50^{\circ}\text{C}$ 或更高地区并不少见，这样的温度就明显超过称重传感器的检定温度，称重传感器的灵敏度值或者与衡器上次校准值就不再可靠，两者间的误差值除了用重新对衡器检定的方法来解决，否则是无法确定的。但在实际使用时，用户往往不注意由此产生的损失，而只关心衡器检定时的不确定值或对衡器产生不必要的高精度的追求。

对户外用衡器应规定：冬夏两季即各检定一次，以避免由于温差太大造成称重结果的偏差。

6 偏载

在偏载试验条款中，对于承载器的支承点数 $n>4$ 的情况，要求对每个支承点施加的载荷应为最大秤量加最大皮重值之和 $1/(n-1)$ ，很多人对此项规定感觉是很不合理，也是非常不能理解的。

我想就此根据手边资料和对衡器的理解谈谈我的认识。由于我们极少能参加国际上有关衡器和制定衡器规则的会议，能获得相关的资料也极有限，

加之我已退休多年，认知已有些落后，所以提出偏载是如何确定载荷值的理解，仅供参考。

偏载是衡器术语“Essentiality Tests”的译文，直译可以译为“偏心试验”。试验是检验当载荷置于承载器不同位置时，显示值不得超过的最大允许误差。

在最早1992年版的OIML R76号非自动衡器的条款中，试验载荷的规定应根据衡器不同，分别列出以下要求：

(1) 除下述特殊情况外，施加的偏载应相当于最大称量与最大加法皮重值之和的 $1/n-1$ 。

(2) 在承载器的支承点数 $n>4$ 的衡器上，对每个支承点施加的偏载应相当于最大秤量与最大添加皮重值之和的 $1/n-1$ 。

(3) 在承受极小偏载的承载器（料箱、料斗等）的衡器上，对每个支承点施加的测试载荷，应相当于最大秤量与最大添加皮重值之和的 $1/10$ 。

(4) 用于称量滚动载荷的衡器（例如车辆秤、轨道悬挂秤）应在承载器的不同位置上施加滚动载荷，它相当于可能被称重的最重且最集中的通常滚动载荷，但不应超过最大秤量与最大添加皮重值之和的0.8倍。

这些规定在之后的OIML R76号国际建议的OIML TC9/SC1修改文本中，也没有原则性的改变。

美国44号手册（HANDBOOK44），对此项试验的术语为“shift test”可译为载荷位移试验。美国对

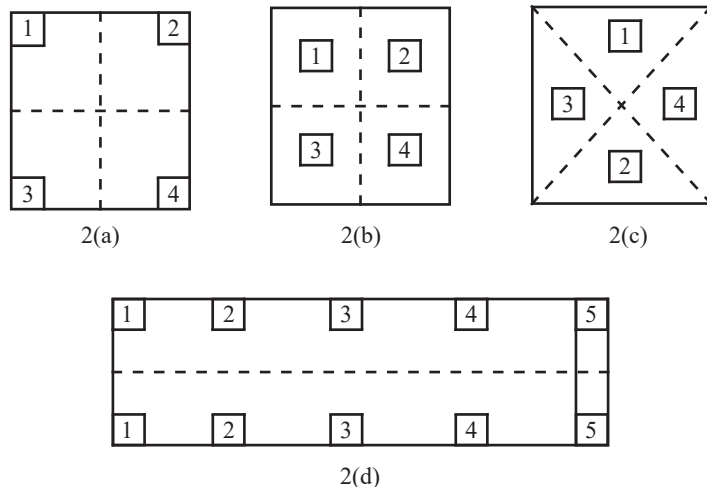


图2 各种偏载测试位置

此项试验的定义为“对衡器附加的一项中心载荷或分布载荷的试验”，即在偏心载荷下，为了提高衡器作为集中载荷试验特殊条件下的试验精度，可增加包括角试验、端点试验和分段试验。

美国偏载试验在加载位置除与OIML R76号建议相同要求外，从图2中可以看出还有不同的要求，而施加的载荷重量与OIML R76号建议也不同。

加载点除图2 2(a)是加在支承处外，其余加载点均在承载器的各个部分的“中心”。图2 2(d)是汽车衡加载滚动试验的示意图，施加在支承外的载荷为衡器的Max的1/4，“中心”位置的载荷为Max的1/2。图2 2(d)的载荷为包括Max在内两个不同的载荷值，但不得超过CTC值。要求施加处的误差不超过

维修误差（MaintenanceTolerance）的绝对值，偏载试验的误差应在衡器使用误差内。

下面讨论 $1/n-1$ 偏载试验量。从上面OIML R76号建议和美国44号手册的规定看，这个要求显然不适用于汽车衡，因为按规定汽车衡的偏载试验应使用滚砧来检定，所以对于承载点 $n>4$ 的衡器，应满足偏载量为最大值的 $1/n-1$ 的要求，且只适用于均匀载荷的衡器，我们对它的校准或检定是按衡器额定载荷的要求进行的。下面图3的称重装置就属于这类规定，称重装置的Max一般都很大，实际上即使使用 $\frac{1}{(n-1)} \text{Max}$ 来试验也不行。

我认为OIML R76号建议的这项规定是合理的，可以被认同，也是符合实际需要的。

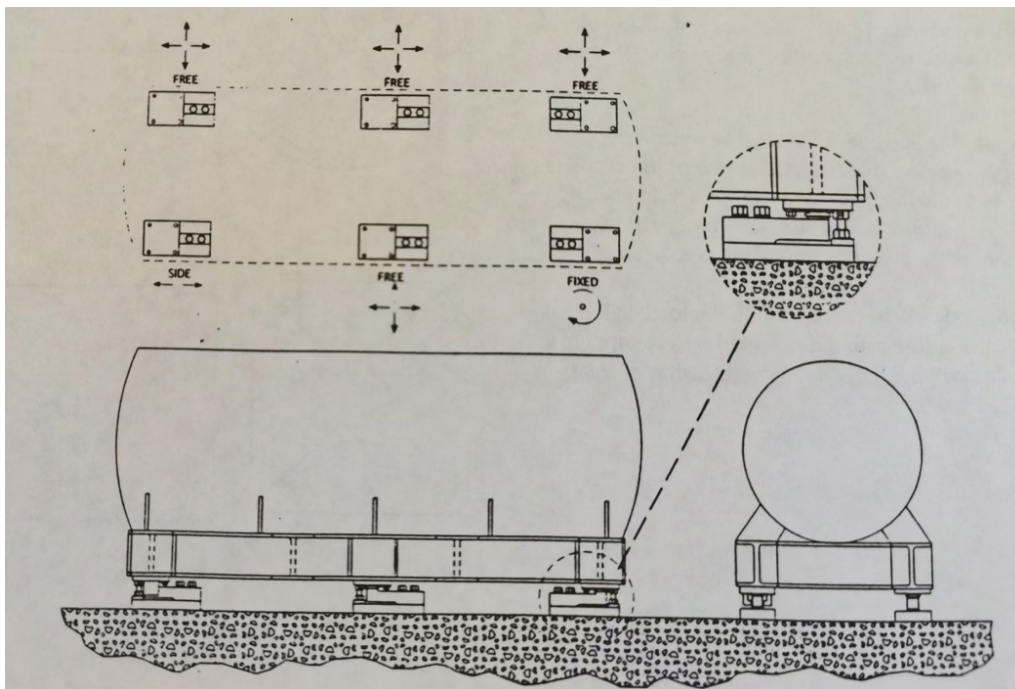


图3 卧式存储罐偏载试验位置

7 结语

有关衡器的国际建议在中国已推行了几十年，但在执行中人们发现有许多与国情不适应、不理解甚至是错误的地方。中国要成为衡器强国，有必要对衡器的理论、实践中存在的问题作深入的研究，并建立一套高水平的检定规程和标准。

作者简介

周祖濂，中国计量科学研究院质量称重实验室退休职工。