

如何使用称重传感器的比率 Y 值

沈立人 山东金钟科技集团股份有限公司

【摘要】R76-1《非自动衡器》国际建议的 $n_{LC} \geq n_e$ 的要求，被正式采用到我国的国家标准、检定规程中，为此在我国衡器行业内和使用单位引起很大的反响。通过学习 R60-1《称重传感器》(2017 版) 国际建议和 R76-1《非自动衡器》的附录 F，认识到要规避 $n_{LC} \geq n_e$ 的要求的影响，必须全面认真学习，应该在国内进一步展开对国际建议的研讨，应该充分利用现有国际建议中关于“Z”和“Y”的规定，推广多分度衡器和多范围衡器。

【关键词】R76-1 R60-1 比率 Z 值和 Y 值

一、引言

R76-1《非自动衡器》^[1] 国际建议对于 $n_{LC} \geq n_e$ 的要求，是中准确度等级和普通准确度等级衡器无法绕开的规定。但是我们认真研究一下“称重传感器的比率 Y 值”之后，就可以得到一个启发。

在 2017 年发布的 R60-1《称重传感器》^[2] 国际建议的 6.2.3 条非强制性附加信息中：

a) 对于衡器（例如，根据 OIML R76 的多范围衡器）， v_{min} 的相对值 Y，其中 $Y = (E_{max} - E_{min}) / v_{min}$ ；

b) 对于衡器（例如，根据 OIML R76 的多分度衡器），根据 R60-2 的 2.10.1 条，最小静负荷输出恢复 DR 的相对值 Z，其中 $Z = (E_{max} - E_{min}) / (2 \times DR)$ ，DR 值被设定为最大允许最小静负荷输出恢复。

几个名词：

多范围衡器：对于同一载荷承载器，衡器有两个或两个以上的称量范围，它们具有不同的最大称量和不同的分度值，每个称量范围均从零到最大称量；

多分度衡器：只具有一个称量范围，该称量范围又被分成几个具有不同分度值的局部称量范围的一种衡器，这几个局部称量范围根据所加载荷的增加和减少自动确定；

相对最小静载荷输出恢复 (Z)：称重传感器最大称量 E_{max} 对两倍的最小静载荷输出 (DR) 之比，该比值用作描述多分度衡器；

相对称重传感器最小检定分度值 (Y)：称重传感器最大称量 E_{max} 对传感器最小检定分度值 v_{min} 之比，该比值描述了与传感器称量无关的分辨力。

过去我发表了关于对“ $n_{LC} \geq n_e$ ”^{[3][4][5]} 要求的看法的文章，都是结合 R60《称重传感器》

国际建议从产品设计角度谈了个人实践时的一些体会。

但是，近几年随着对 R76-1《非自动衡器》（2006 版）深入学习和实践，发现在对衡器分度数的问题要求上，存在多处自相矛盾的地方，使自己对过去的认识产生了怀疑和深思。所以在此篇文章中将问题提出来与业内同行交流、探讨。

二、问题的提出

1. 检定分度值

在 R76-1 的 3.1.2 规定：有刻度，无辅助指示装置的衡器，必须 $e=d$ ；有刻度，有辅助指示装置的衡器， e 由制造商根据 3.4.2 的要求选择，即 $d < e \leq 10d$ 。

在 3.4.2 规定：只有 I 级和 II 级衡器可以配备辅助指示装置。也就是说 I 级和 II 级衡器的检定分度值，可以 $d < e \leq 10d$ 。甚至对于 $d < 1\text{mg}$ 的 I 级衡器，当 $e=1\text{mg}$ 时允许 $e=20d$ 、 $e=50d$ 、 $e=100d$ 或 $e > 100d$ 。

这里要提的问题是：为了保证衡器产品不会因为称重传感器的分度数小于衡器分度数，在环境条件变化时而影响衡器产品的计量性能，才提出 $n_{LC} \geq n_e$ 的规定，I 级和 II 级衡器是采用了哪些措施保证产品的计量性能的？目前行业内使用的称重传感器都会因为环境条件变化，而影响到产品性能的变化，即使是采用电磁力原理的称重传感器，也会受到温度变化的影响，那怕是进行了温度补偿的称重传感器。

2. 多分度衡器和多范围衡器

在 R76-1 的 F.2.6 指出，对于多范围或多分度衡器， $n_{LC} \geq n_e$ 要求适用于任何个别的称量范围或部分称量范围 $n_{LC} \geq n_i$ 。

对于多分度衡器，最小静载荷输出恢复 DR 应满足条件：

$$DR \times E / E_{\max} \leq 0.5 \times e_1 \times R / N \text{ 或 } DR / E_{\max} \leq 0.5 \times e_1 / Max$$

可接受的解决方案：

当 DR 未知时，如满足条件 $n_{LC} \geq Max / e_1$ 是合适的。

对于多范围衡器，同一称重传感器用于多于一个称量范围时，称重传感器最小静载荷输出恢复 DR 应满足条件：

$$DR \times E / E_{\max} \leq 0.5 \times e_1 \times R / N \text{ 或 } DR / E_{\max} \leq 0.5 \times e_1 / Max$$

可接受的解决方案：

当 DR 未知时，如满足条件 $n_{LC} \geq Max / e_1$ 是合适的。

二十多年前，我国刚刚推广电子计价秤时，邮政部门提出需要多分度邮政秤，最大称量 $Max=3\text{kg}/5\text{kg}/15\text{kg}$ ，检定分度值 $e=1\text{g}/2\text{g}/10\text{g}$ 。但是，产品拿到技术管理部门检测时，发现性

能达不到计量要求。为什么呢？因为从三个局部称量范围来看都是满足： $n_1=3000$ ， $n_2=2500$ ， $n_3=1500$ ，符合中准确度等级衡器的分度数要求，但是，从整体角度来看，此台衡器的分度数应该是 $n_e=15000e1$ ，远远大于3000个分度数，超出了衡器中准确度等级的范围，实际上与 $n_{LC} \geq n_e$ 是矛盾的。

实际上 R76-1 附录 F.6 模拟输出模块兼容性核查实例中给我们进行了解答，同样都是中准确度等级的电子衡器，每个称量范围的检定分度数都是在3000个分度数之内，都是选择的C3级的称重传感器，所不同的是所选择的称重传感器的比率是不同的。我们来看给列举的两个例子，一个是单称量范围的电子衡器，其选择称重传感器的比率Y只是6000，一个是多范围电子衡器，其选择称重传感器的比率Y是10000。

种类	F. 6. 1 单称量范围电子衡器	F. 6. 2 三个称量范围的电子衡器
衡器准确度等级	III	III
最大称量 Max	60t	5000kg/2000kg/1000kg
检定分度值 e	20kg	2kg/1kg/0.5kg
检定分度数 n	3000	2500/2000/2000
衡器的实际分度数 n_{max}		5000kg/0.5kg=10000
称重传感器准确度等级	C3	C3
称重传感器最大称量 F_{max}	30t	2000kg
最大检定分度数 n_{LC}	3000	3000
最小检定分度值 v_{min}	5kg	0.2kg
称重传感器的比率 Y	6000	$F_{max}/v_{min}=2000kg/0.2kg=10000$
称重传感器的比率 Z	$F_{max}/(2 \times DR) = 3000$	$F_{max}/(2 \times DR) = 5000$
说明：1. 如果要使称重传感器与电子衡器能够兼容，电子衡器的实际分度数 n_{max} 应该与称重传感器的比率 Y 值满足： $Y \geq n_{max}$ ；		
2. 不能忽视称重仪表的“每个检定分度值对应的最小输入信号电压 ΔU_{min} ”这个指标。		

从我们的实践情况来看，对于采用一套称重传感器的多分度衡器和多范围衡器，当其分度数是多于两个，多范围衡器当其称量范围多于两个，这个衡器要想通过型式评价试验就比较困难。要想能够顺利通过型式评价试验，应该选择复合称重传感器，即当较小称量时由小称量称重传感器将重量信号转换成电信号输出，当较大称量时大称量称重传感器将重量信号转换成电信号输出。但是这两个称重传感器之间如何切换技术，就不是一个简单的问题。

3. 数字式称重传感器

在 R76-1 的附录 F.5 指出：对于称重模块及其它数字模块或装置，不需要特殊的兼容性核查，对衡器整机进行正确性检验就已足够。

又指出：对于数字式称重传感器，F.4 规定的兼容性核查适用，但不包括表格中 (8)、(9) 及 (10) 的要求。

目前我们接触到的电阻应变式数字式称重传感器，是在模拟式称重传感器基础上增加了一套数字电路，其基本参数并没有脱离模拟式称重传感器的范畴，所以在进行兼容性核查时不能不考虑；

在 OIMLR60《称重传感器》国际建议 2000（E）版的第 4 章计量要求中，在谈到称重传感器分类原则时指出：本建议既不要求称重传感器的准确度等级与装有此传感器的测量系统的准确度等级相同，也不要求提供质量示值的测量系统必须与单独获得批准的称重传感器配套使用。从而告诉我们设计时只要将构成衡器的几部分模块的选择得当，能满足衡器的总指标就可以，不要人为规定一些条条框框来限制设计人员的手脚，限制技术的发展。从 R60《称重传感器》这个国际建议的以上规定来看，“ $n_{LC} \geq n_e$ ”的规定不仅仅是修改的问题，而是应该考虑是否去消的问题了。特别是数字式称重传感器的出现，它将数据处理电路装入称重传感器中，完全解决了这些问题。

从以上 R76-1《非自动衡器》国际建议中三个方面的表述，我们不难看出 R76 是允许电子衡器产品可以“ $n_{LC} \leq n_e$ ”的，不过其只是允许特种准确度等级和高准确度等级的衡器，而不允许中准确度等级和普通准确度等级的衡器。

三、解决方案

1. 从九十年代以来，我国的最大秤量 100 吨数字指示轨道衡一直都是采用 20kg 的检定分度值，即使是称重传感器选择是 C3 级（当时是 0.02%F.S 级），轨道衡也是保持为 $n=5000e$ 的分度数。在 2004 年修订国家标准时，国家相关监督检测机构、制造企业、使用单位通过广泛检索国内外有关资料，大家反复讨论试验，共同认可了这个事实。既轨道衡上使用的称重传感器检定分度数可以小于的检定分度数，“ $n_{LC} \leq n_e$ ”。

2. 我个人通过对大量衡器产品的设计实践，证明只要设计时控制好称重传感器、称重指示器、承载器的指标，得知在给定的影响因子范围条件下，当 $n_{LC} \leq n_e$ 情况时，是能够保证衡器产品计量性能，同样能够达到产品的计量性能，其前提是应该选择称重传感器的比率 Y 与称重传感器的最小检定分度值 v_{min} 。

3. 在 R76-1 的 3.10.2.2 告诉我们：纯数字模块不需要进行静态温度试验（B.2.1）、湿度（B.2.2）和量程稳定性（B.4）试验。如果已经符合相关国家（或 IEC）标准，且至少具有不低于本建议要求相同的试验严酷等级时，它们也不需要进行干扰试验（B.3）。

附录 F.5 规定数字输出模块，是不需要进行特殊的兼容性核查，只要对衡器整机进行正确性检验就足够了。而对于数字式称重传感器，F.4 规定的兼容性核查可以不包括表格中的“称重仪表实际信号电压与其最小输入信号电压（衡器空载）之比、每个实际检定分度值与对应的最小输入信号电压之比”，“称重仪表的允许阻抗范围与称重传感器的实际阻抗之比”，“称重传感器与称重仪表之间附加电缆长度与电缆单位横截面之比”。

针对以上规定，是否可以这样理解：如果我们将电子衡器设计成“数字式产品”，就可以规避这些所谓影响因子和干扰性的试验，及这几项兼容性核查的要求？也就是可以规避“ $n_{LC} \geq n_e$ ”的要求了。

4. 从国际法制计量组织发布的其它六个自动衡器的国际建议中，我们没有看到“ $n_{LC} \geq n_e$ ”的有关规定。比如 R134《动态公路车辆称重和测量轴载自动衡器》中，对于“0.2级”、“0.5级”、和“1级”准确度等级，其最大分度数可以为“5000”，而没有对与其配套的称重传感器和称重仪表提出相关的技术指标要求。

这说明一个什么问题呢？

实际上，从我们设计工作的实践中，不论是“自动轨道衡”、还是“重力式自动装料衡器”等自动衡器，在选择什么样的称重传感器与自动衡器进行配套，都是应该考虑称重传感器的准确度等级与分度数的，只不过从来没有要求必须遵循“ $n_{LC} \geq n_e$ ”而已。

四、结束语

1. 称重传感器与电子衡器兼容性问题，不能简单地用 $n_{LC} \geq n_e$ 进行限制，而是应该根据产品的具体称量特性进行选择称重传感器。特别是应该注意称重传感器的最小检定分度值 v_{min} 和比率 Y 。

2. 因为不论什么等级的称重仪表、称重传感器组合的电子衡器，只要能够在规定的“温度”、“湿热”、“电压”等影响因子、干扰因子范围内通过试验，就是合格的衡器。所以说，R76-1 国际建议对中准确度等级和普通准确度等级衡器规定必须执行“ $n_{LC} \geq n_e$ ”是存在问题的，应该进一步探讨研究。

3. 作为衡器制造商要想回避“ $n_{LC} \geq n_e$ ”的规定，完全可以按照“多分度衡器”和“多范围衡器”的有关指标进行设计，选择称重传感器的“比率 Y ”尽可能大一些，使一台衡器能够适应多个分度值的要求。

【参考文献】

[1] R76-1《非自动衡器》（2006版）国际建议

[2] R60-1《称重传感器》（2017版）国际建议

[3] 沈立人对‘ $n_{LC} \geq n_e$ ’规定的一点质疑 2004年第2期《衡器》

[4] 沈立人再谈对‘ $n_{LC} \geq n_e$ ’规定的一点质疑 2006年第4期《衡器》

[5] 沈立人等 高准确度等级的衡器如何适用 R76-1《非自动衡器》国际建议 2018年称重科技