

# 对 R76 国际建议附录 F 中几个问题的商榷

济南金钟电子衡器股份有限公司 沈立人

**【摘要】**本文对 R76 国际建议在名词术语方面和 R60 存在不一致，会给读者的使用带来一定影响的问题建议进行修改；美国 44 号手册中为多只称重传感器产品制定了专门的误差指标，是比较符合实际使用情况的；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，在进行兼容性核查时是不能不考虑的问题，因为忽视了这些参数可能会影响衡器的整体性能；对于 R76 的附录 F 中所提供的两个实例，我们发现给出的一些数据缺乏认真考虑，不应该忽略了产品的普遍情况。针对这些附录 F 中存在的情况，我谈了个人的一点认识和修改意见，希望能够与各位同仁商榷。

**【关键词】**R76 R60 美国 44 号手册 兼容性核查 数字式称重传感器

## 一、概述

从目前国际法制计量组织发布的六个自动衡器国际建议中，可以清楚看到许多内容都是与 R76 有着密切关联的，理解了 R76 的规定和要求可以帮助我们进一步学习其他国际建议，所以在我们行业内将 R76 比喻为衡器界的“圣经”，是一点也不为过的。

R76《非自动衡器》国际建议的附录 F，是一个专门针对电子衡器模块兼容性核查的文件。为电子衡器设计者提供了“衡器”与“称重传感器”、“称重指示器”兼容性核查时所需要的参数，设计者只需将相关参数输入所提供的核查表中，通过简单计算就可以知道各个模块是否能够满足衡器的整体要求。为我们衡器设计人员简化了工作流程，特别是为年轻设计人员指出了工作方法、步骤。国内一家著名衡器企业还为此开发了一个专门的“Excel 表格”，只需将相关参数输入这个表格中，自动就生成是否能够通过的结论，大大方便了核查表的使用。所以说，这个核查表是非常适合我国一些汽车衡制造企业的应用。

但是，从 2006 年以来我个人在学习使用这个文件的时候，发现其中有一些说法存在问题，不知是我个人的理解水平有问题？还是文件本身规定存在问题？在本文提出来

与同行商榷。

## 二、问题的提出

### 1. F. 2. 4 称重传感器最大秤量应满足条件：

$$E_{\max} \geq Q \times \text{Max} \times R / N$$

在 R60 国际建议中，对称重传感器性能这样表述的：若负荷发生系统允许，最小载荷 ( $D_{\min}$ ) 应尽可能接近最小静负荷 ( $E_{\min}$ )，但不小于最小静负荷；最大载荷 ( $D_{\max}$ ) 应不小于最大秤量 ( $E_{\max}$ ) 的 90%，但不大于最大秤量 ( $E_{\max}$ ) (参见图 1)。

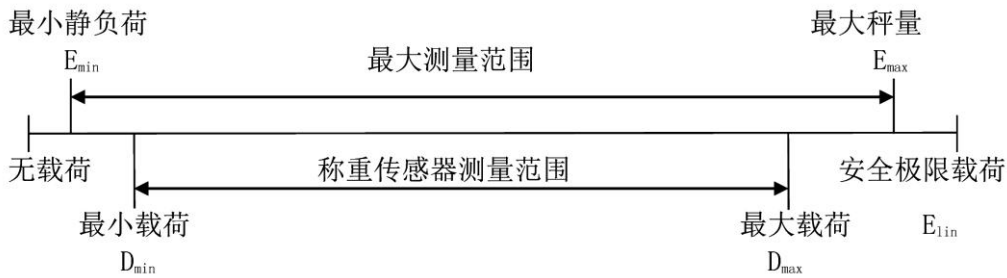


图 1

测量范围的最大载荷 ( $D_{\max}$ )：试验或使用中，施加到称重传感器上的最大量值。

测量范围的最小载荷 ( $D_{\min}$ )：试验或使用中，施加到称重传感器上的最小量值。

从以上 R60 给出的几个概念和表述，我们可以清楚看出：称重传感器的最大秤量 ( $E_{\max}$ ) 和最小静载荷 ( $E_{\min}$ ) 是设计值，而真正应用到衡器产品中的，应该是称重传感器的最大载荷 ( $D_{\max}$ ) 和最小载荷 ( $D_{\min}$ )。

例如，最大秤量 15kg 的电子计价秤，承载器自重是 1kg 时，如选择称重传感器最大秤量 ( $E_{\max}$ ) 为 20kg，而实际应用的称重传感器载荷是 16kg，那么这个称重传感器最大载荷 ( $D_{\max}$ ) 为 16kg 时，在计价秤实际应用时更为合适。

所以，按此规定应该将 R76 中的公式建议改为：

$$D_{\max} \geq Q \times \text{Max} \times R / N$$

2. 在 F. 2. 6 规定对于每只称重传感器最大分度数  $n_{LC} \geq n$  衡器的检定分度数，而 F. 2. 7 规定称重传感器最小检定分度值  $v_{\min} \leq e \cdot R / \sqrt{N}$ ，这里 F. 2. 7 中考虑了多只称重传感器的组合问题，而 F. 2. 6 没有考虑多只称重传感器的组合效果。

实际上在 44 号手册中也规定了  $v_{\min} \leq e \cdot R / \sqrt{N}$ ，和  $n_{LC} \geq n$ 。不过在 44 号手册中推荐当秤量大于 300001b (相当于 13.5t) 时，车载称重系统、轴重仪、牲畜秤、轨道衡、吊

钩秤以及料斗秤（不包括粮食料斗秤）允许采用准确度等级III L 级。

维护允差(相当于“使用中允差”)				
等级	1d	2d	3d	5d
	试验载荷			
III	0-500	501-2000	2001-4000	4001 以上
III L	0-500	501-2000	对于额外附加 500d 或其中部分允差增加 1d	

验收允差(相当于首次允差)为维护允差值的一半。

不过在 44 号手册的“T. N. 4. 5 时间相关(蠕变)”一节中专门为III L 级规定：

任何载荷放置在衡器上时，放置载荷后立即得到的示值及随后 30min 期间观察到的示值之间的差值不能超过 1. 5e(其他等级是 0. 5e)。但是，15min 时得到示值的与 30min 时得到的示值之间的差值不能超过 0. 6e(其他等级是 0. 2e)。

在施汉谦老师编写的《电子秤技术》一书中，对使用多只称重传感器的称量系统时，系统的综合误差是：

$$\Delta' = \frac{\Delta}{\sqrt{n}}$$

式中： $\Delta'$ ——由多个称重传感器组成称量系统的综合误差；

$\Delta$ ——单个称重传感器的综合误差；

n——称重传感器的数量。

说明：综合误差是指“非线性”、“滞后”、“重复性”几项误差指标的总称。

针对我国目前大量的汽车衡都是采用多于 4 只称重传感器的产品，我们在制修订产品标准时，是否应该也考虑一下为多只称重传感器结构产品专门确定误差指标？

当时我们在修订 GB/T15561-2008《静态电子轨道衡》国家标准，和修订 JJF1333-2012《数字指示轨道衡型式评价大纲》时，几家参与轨道衡标准修改的企业和检定机构经过反复协商和试验，对于轨道衡与称重传感器之间的关系  $n_{uc} \geq n$  进行规定：基本允许最大秤量为 100t 的轨道衡，可以采用 5000e 的分度数，称重传感器采用 C3 级的。近二十年来，轨道衡生产企业和轨道衡检定部门，通过严格型式评价试验和后续管理，保障了该类衡器产品的可靠性和计量性能。

3. 在 F.5 中讲，对于称重模块及数字模块或装置，不需要特殊的兼容性核查，对衡器整机进行正确性检验已足够。

对于此句话存在两个方面的问题：

第一，如果说，衡器整机是由单个称重模块或数字模块组成的，由于称重模块本身就是包含了称重传感器、称重指示器、模拟式或数字式数据处理装置和机械连接装置等，是可以不进行兼容性核查的。

如果衡器整机是由多个称重模块或数字模块组成，首先对于称重模块的使用温度范围是应该核查的；其次对于衡器整机的最大秤量与称重模块最大秤量之间的关系也是应该进行核查的；再则对于衡器的检定分度数与称重模块的最大检定分度数之间的关系还是应该进行核查的。

第二，在 R60《称重传感器》国际建议中明确指出：数字式称重传感器是一种带电子线路的传感器。同时指出：在使用本建议时应认识到，称重传感器的性能可以在配合使用的测量系统中通过补偿得到改善。

我们知道目前使用中的数字式称重传感器，绝大多数都是模拟称重传感器基础上增加了电子线路而成的产品。其实都还采用的是模拟式称重传感器的基本参数，如果不进行与模拟式称重传感器同样的管理方法，可能会影响整个衡器的计量性能。

所以 F.5 说法，“对于称重模块及数字模块或装置，不需要特殊的兼容性核查，”是片面的，是值得商榷的。

4. 对于数字式称重传感器，F.4 规定的兼容性核查也适用，但不包括表格中(8)、(9)及(10)的要求。这样规定是否合适？

(1) 在表格(8)中给出两个公式：

称重指示器的最小输入信号电压  $U = C \times U_{exc} \times R \times DL / (E_{max} \times N) \geq U_{min}$ ；

每个检定分度值对应的最小输入信号电压  $\Delta u = C \times U_{exc} \times R \times e / (E_{max} \times N) \geq \Delta u_{min}$ 。

我们看到这两个公式中都是与衡器相关参数，与关键零部件“称重传感器”、“称重指示器”的参数是紧密相连的，怎么能够不核查呢？

举例说明：

F.6.1 实例，衡器 Max=60t，称重指示器激励电压  $U_{exc}=12V$ ，称重传感器额定输出  $C=2mV/V$ ，称重传感器最大秤量  $E_{max}=30t$ ，称重传感器数量  $N=4$  只。

这个实例是针对模拟输出的模拟兼容性核查，如果说对于数字式称重传感器组成的衡器，在设计时不进行兼容性核查也是不行的！

第一，称重传感器最大秤量  $E_{\max}$ 。设计时是必须进行选择的，是必须在称量范围内，才能保证衡器在最大被称量载荷不会对称重传感器产生不良作用。

第二，称重传感器额定输出  $C$  的术语是这样诠释的：响应输出的变化对相应的激励变化的比。实际上，额定输出是决定一个称重传感器承载力的一项重要指标。当  $E_{\max}=30t$ 、 $C=3mV/V$  时只相当于  $E_{\max}=20t$ 、 $C=2mV/V$  的强度，所以说，称重传感器的额定输出指标对承载能力影响是很大的。当然，如果企业统一规定只采用一种额定输出指标的称重传感器，企业内部兼容性核查时是可以不考核此项指标的，但是在进行型式评价试验时也是必须核查的。

第三，称重指示器激励电压  $U_{exc}$ 。称重指示器采用不同电路设计时，比如：积分电路、还是  $\Sigma - \Delta$  电路，其激励电压是不同的，这时整个系统的模块参数可能都需要调整了。

所以说，对于数字式称重传感器组成的衡器，不进行兼容性核查的说法，也是需要商榷的！

(2) 在表格(9)中要求考虑“称重指示器的允许阻抗范围与称重传感器的实际阻抗”。

任何电路中必须考虑输出功率与消耗功率的关系，这样自然就离不开阻抗问题。

称重指示器的激励电压为 12V，最大工作电流为 180mA；称重传感器的输入阻抗为  $800\Omega$ ，系统选用称重传感器的数量为 8 只。那么：

$$\text{系统实际工作电流} = \frac{12V}{\frac{800\Omega}{8\text{只}}} = 0.12A < 180mA = 0.18A$$

所以此系统能够正常工作。

如果，衡器所选择的称重传感器的输入阻抗为  $400\Omega$ ，系统的其他条件不变，那么：

$$\text{系统实际工作电流} = \frac{12V}{\frac{400\Omega}{8\text{只}}} = 0.24A > 180mA = 0.18A$$

所以此系统是不能够正常工作。

如前所述，目前我们所使用的“数字式称重传感器”，只是在模拟式称重传感器的基础上增加了一套装有电子线路而已，所以说对于数字式称重传感器组成的衡器，不核查称重传感器的实际阻抗也是有问题的！

(3) 在表格(10)中规定称重传感器与称重指示器之间附加电缆长度与电缆单位横

截面之比必须不大于  $150\text{m}/\text{mm}^2$ 。

数字式称重传感器采用的是 RS-485 总线，应该执行 GB/T11014-1989《平衡电压数字接口电路的电气特性》国家标准。从标准的附录 A 中，可以看到：发生器和负载间距所允许的最大电缆长度是数据信号速率的函数，并且受容许的信号失真、纵向总耦合噪声发生器和负载电路地之间所引起的地电位差以及除电缆平衡的影响。增加发生器与负载接点之间的物理间距和互连电缆长度，将加大暴露之中的共模噪声、信号失真以及电缆不平衡的影响。因此，建议用户将电缆长度限制到最小，以便与发生器—负载物理间距的要求相适应。

当使用 24AWG 铜芯双绞电话电缆、线间旁路电容为  $52.5\text{pF}/\text{m}$ 、终接  $100\Omega$  电阻负载基础上所得出的经验数据。当数据信号速率降低到  $90\text{kb}/\text{s}$  以下时，假定最大允许的信号损失为  $6\text{dBV}$ ，则电缆长度被限制为  $1200\text{m}$ 。当数据信号速率达到  $1\text{Mb}/\text{s}$  多时，电缆长度将被限制为  $90\text{m}$  左右。而使用 19AWG 电缆时，较长距离的传输将是可能的；而使用 28AWG 电缆时，只能实现较短距离的传输。

所以说，数字式称重传感器（负载）与称重指示器（发生器）之间的距离也不是随心所欲的，也是应该遵循一定规则的！

5. 附录 F 的兼容性核查表（6c）中对多范围衡器规定“ $Z = E_{\text{max}} / (2 \times \text{DR}) \geq 0.4 \times \text{Max}_r / e_1$ ”。

在 R60 的 4.6.6.2 中，非强制性附加信息要求：对于服从 OIML R76 的多范围秤可提供 Y，这里  $Y = E_{\text{max}} / V_{\text{min}}$ 。

可是在 R76 的 F.2.6，是这样要求称重传感器的最大分度数的：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（见 OIML R60）应满足条件： $\text{DR} \times E / E_{\text{max}} \leq e_1 \times R / N$  或  $\text{DR} / E_{\text{max}} \leq e_1 / \text{Max}$ ，当 DR 未知时，如满足条件  $n_{\text{LC}} \geq 0.4 \times \text{Max}_r / e_1$  也是可以的。

在附录 F 的兼容性核查表（6c）中对多范围衡器规定“ $n_{\text{LC}}$  或  $Z = E_{\text{max}} / (2 \times \text{DR}) \geq 0.4 \times \text{Max}_r / e_1$ ”，是与 R60 规定的附加信息要求“ $Y = E_{\text{max}} / V_{\text{min}}$ ”不同。

举例说明：

如果对于 F.6.2 的实例 2 中，采用  $n_{\text{LC}}$  或  $Z \geq 0.4 \times \text{Max}_r / e_1$ ，当衡器最大称量是  $5000\text{kg}$  时，检定分度值是  $2\text{kg}$ ，那么  $n_{\text{LC}}$  或  $Z \geq 0.4 \times 5000\text{kg} / 2\text{kg} = 1000$ ；

如果采用 R60 中的规定： $n_{\text{LC}}$  或  $Y = E_{\text{max}} / V_{\text{min}}$ ，称重传感器最大称量是  $2000\text{kg}$ ，称重传感器的最小检定分度值是  $0.2\text{kg}$ ，那么  $n_{\text{LC}}$  或  $Y = E_{\text{max}} / V_{\text{min}} = 2000\text{kg} / 0.2\text{kg} = 10000$ 。

而该衡器的最大秤量 $M_{\max}=5000\text{kg}$ ，最小检定分度值 $e_1=0.5\text{kg}$ ，分度数是10000个。

在这里，不是说不能按照R76规定的要求核查电子衡器的兼容性问题，而是认为国际法制计量组织应该考虑到两个国际建议在相关问题上的协调性问题，不应该出现两种不同的要求，而影响执行者判断！

**6. 在 F.6 的两个实例中，都是选择了 4 只称重传感器的结构，所以在（6d）中直接用公式  $DL \times R/N$  计算出每只称重传感器的实际承载器静载荷是否大于等于称重传感器的最小静载荷。**

实例 1 给出的单块承载器的静载荷是 12t，选择使用 4 只称重传感器的  $E_{\min}$  是 2t，按照公式  $DL \times R/N=12\text{t} \times 1/4=3\text{t} \geq E_{\min}=2\text{t}$ 。如果选择的两块承载器的静载荷也是 12t，考虑到相同最大秤量时，可能的局部最大载荷不会发生改变，所以选择 6 只称重传感器的  $E_{\min}$  没有改变，依然选择 2t，当称重传感器安装位置对称时，实际这时就不能按照公式  $DL \times R/N=12\text{t} \times 1/6=2\text{t}$  计算了，承载器两端的 4 只称重传感器静载荷应该是 1.5t，中间由于两块承载器同时压在两只称重传感器上，这样的静载荷就是 3t。那么，两端的称重传感器静载荷小于 2t，这样就不符合这个公式的规定了。

### 三、结束语

我将个人在学习 R76《非自动衡器》国际建议附录 F 的一点体会写出来与同仁商榷，主要存在以下几个方面的问题：

1. R76 和 R60 都是国际法制计量组织管理下不同技术委员会的出版物，其发布的名词术语应该进行协调一致；

2. 目前我们接触到的数字式称重传感器，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；

3. 从 R76 的附录 F 中所提供的两个实例，我们发现给出的一些数据缺失认真考虑，只是给出了一种特例。

### 参考文献：

[1] 国际法制计量组织 R76-1 《非自动衡器》（2006 版）国际建议[S]

[2] 国际法制计量组织 R60 《称重传感器》（2000 版）国际建议[S]

[3] 美国国家标准与技术研究所（NIST）44 号手册 2013（E）

[4] 施汉谦 宋文敏 《电子秤技术》中国计量出版社

[5]沈立人 数字式电子衡器之我见 [J]衡器 2008. 6.