

对于 R76 国际建议附录 F 中实例参数的几个疑问

□山东金钟科技集团股份有限公司 沈立人

【摘 要】针对R76《非自动衡器》国际建议中附录F所列举“三个称量范围衡器”实例2中给出的几个参数，在本文中提出一些疑问与读者探讨。其重点是一个是承载器结构设计问题，一个是初始置零范围大小问题、一个是称重指示器分度数的问题，一个是称重传感器最小静载荷大小问题。对于这些问题从个人从事多年设计工作的经验进行了分析比较。

【关键词】R76；多范围衡器；实例2 参数

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）01-0025-05

Some Questions about Example Parameters in Appendix F of R76 International Recommendation

Abstract: In view of several parameters given in Example 2 of "Three Weighing Range Instruments" listed in Appendix F of the International Recommendation R76 Non-automatic Weighing Instruments, some questions are raised and discussed with readers in this paper. The focus is on the structural design of the load receptor, the size of the initial zero range, the number of intervals of the weighing indicator, and the minimum static load of the load cell. These problems are analyzed and compared based on personal experience in design work for many years.

Keywords: R76; multiple range instrument; parameters in Example 2

引言（问题的提出）

在国际法制计量组织（OIML）发布的R76国际建议的附录F中，为了介绍模块兼容性核查，要求将相关量和特性列入表格，以确定该衡器的兼容性是否满足要求。为此专门列举了几个填写兼容性检查

表的典型实例，提供读者深入理解。一个实例1是单称量范围的车辆衡器，一个实例2是具有三个称量范围的工业衡器。这里需要进行讨论的就是这个“三个称量范围的工业衡器”实例。

表1 三个称量范围工业衡器兼容性核查数据

F.6.2 具有三个称量范围的工业衡器(实例2)		
衡器：		
准确度等级	III	
最大称量	Max	= 5 000kg
Max ₂	= 2 000kg	
Max ₁	= 1 000kg	
检定分度值	e ₃	= 2kg

续表

e_2	$= 1\text{kg}$	
e_1	$= 0.5\text{kg}$	
称重传感器数量	N	$= 4$
无杠杆结构	R	$= 1$
承载器的静载荷	DL	$= 250\text{kg}$
初始置零范围	IZSR	$= 500\text{kg}$
不均匀分布载荷的修正	NUD	$= 1\,000\text{kg}$
称重指示器:		
准确度等级	III	
最大检定分度数	n_{ind}	$= 3\,000$
称重传感器激励电压	U_{exc}	$= 10\text{V}$
最小输入电压	U_{min}	$= 0.5\text{mV}$
每个检定分度值对应的最小输入信号电压	Δu_{min}	$= 1\,\mu\text{V}$
称重传感器:		
准确度等级	C	
最大称量	E_{max}	$= 2000\text{kg}$
最小静载荷	E_{min}	$= 0\text{t}$
额定输出	C	$= 2\,\text{mV/V}$
最大检定分度数	n_{LC}	$= 3\,000$
最小检定分度值	v_{min}	$= 0.2\text{kg}$
比率 $E_{\text{max}} / (2 \times \text{DR})$	Z	$= 5\,000$

对于其中的几个参数有一些质疑!

第一个问题: 对于一个最大称量为5000kg的衡器, 其承载器的“DL”设计重量应该是多少?

第二个问题: 按照本建议规定“初始置零范围”应该是不大于20%Max, 该衡器的“IZSR”应该是多少?

第三个问题: 对于一个最大称量为5000kg的衡器, 不均匀分布载荷“NUD”设计应该是多少?

第四个问题: 称重指示器最大检定分度数3000, 是否能够满足三个称量范围衡器的要求?

第五个问题: 称重传感器的最小静载荷是否可以作为“0”?

以上几个问题设计的依据应该是最大称量, 还是最小称量?

1 问题讨论

1.1 承载器静载荷 (DL) 问题

在这个实例中, 国际建议将5000kg衡器的承载器设定为250kg是有问题的! 一台最大称量为5000kg的衡器, 有两种加载方式, 一种是称量车辆重量, 是滚动通过承载器; 一种是称量垂直加载的物品。

1.1.1 称量车辆衡器的承载器设计。车辆衡器可以称量轻型汽车、小型叉车、畜力车辆、液压搬运车等移动车辆, 作为一台多范围称量的衡器, 其承载器应该最大称量进行设计。5000kg内的轻型车辆一般是双轴形式, 车辆宽度2.24m, 轴距3.36m, 总重为4.5t, 前桥重1.8t, 后桥重2.7t。所以该承载器大约长度为5m, 宽度为2.5m, 由两根主梁架在四只称重传感器之上, 按前轴压在一只称重传感器上方, 后轴压在承载器中部的受力情况, 再考虑车辆上衡时有一定的速度, 并在承载器上刹车, 那么, 后桥的作用力近似为 $1.3\text{t} \times 2.7\text{t} = 3.51\text{t}$ 。采用20号工字钢两根作为主梁, 面板为5mm, 再加上横梁和垫板等材料, 通过计算该承载器需要1000kg左右的钢材。

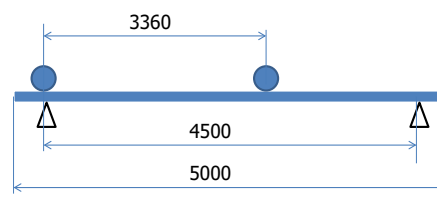


图1 承载器结构计算用示意图

1.1.2 称量物品衡器的承载器设计。作为称量物品的平台秤，只要不是称量密度大的钢铁材料，其承载器不会受到集中载荷的作用力影响，所使用的材料可以相对少一些。但是，如表1中所列出的250kg的材料，也是远远不够的，通过大致计算也需要800kg左右的钢材。

1.2 初始置零范围（IZSR）问题

按照R76的4.5.1条给出的“初始置零装置不大于20%Max”规定，我们一般理解初始置零范围应该是小于20%Max，因为在A.4.4.2条附加称量试验要求：对于配备初始置零装置且置零范围大于20%Max的衡器，应进行以置零范围上限为零点的附加称量试验。

表1中将一台最大称量5000kg衡器的初始置零范围（IZSR）规定为500kg，而这个500kg只是10%Max，仅仅是4.5.1条20%Max的一半。这里规定的这个指标是作者有意为之，还是随机偶得？

1.3 不均匀分布载荷的修正（NUD）问题

不均匀分布载荷的修正（NUD）是在设计衡器时应该考虑的一个重要参数，因为这个参数不但影响衡器承载器结构的刚度、强度，而且影响到称重传感器最大称量的选择。作为一台工业衡器产品，有很多机会需要称量密度比较大的物品，也可能放置位置可能偏离承载器的中心区域，所以这个修正值按照该衡器最大称量选择，在R76的F.1注释中指出：

典型衡器为20%Max；组合式衡器为最大称量的50%左右。而作为产生一台最大称量为5t的衡器产品，如前面所分析既可能称量车辆，也可能称量密度比较大的物品，表1只是选择了1000kg可能是偏小了。这个指标是否也是作者有意为之？

1.4 称重指示器最大检定分度数问题

从表1给出的数据来看，该衡器的三个称量范围中最大的一个检定分度数5000kg/2kg=2500，这样看来称重指示器检定分度数（ n_{ind} ）设计为3000，是完全能够满足要求的。可是如果从衡器整个称量能力来看，最大称量是5000kg，最小分度值是0.5kg，5000kg/0.5kg=10000个分度数，而且这10000个分度数不是虚拟的，是实实在在占据称重指示器测量范围信号电压（ U_{MR} ）的。从图2中看到测量范围信号电压（ U_{MR} ）必须大于等于称重指示器每个检定分度值对应的最小输入信号电压（ Δu_{ind} ）与称重指示器检定分度数（ n_{ind} ）的乘积。

称重指示器是由许多电气参数构成的，要满足多范围衡器的实际需要，不能仅仅要求一个“最大检定分度数（ n_{ind} ）”那么简单，它是与称重传感器的参数有着非常紧密的关联，这也是要求进行兼容性核查的目的所在吧！

为了说明这个问题，来看一个比较完整的与称重指示器信号电压关联的示意图2^[2]。

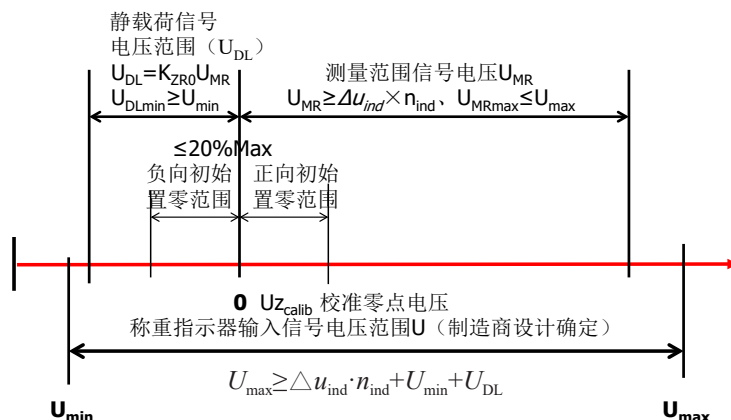


图2 称重指示器信号电压示意图

1.5 称重传感器的最小静载荷问题

1.5.1 称重传感器检测装置有三种，分别是“叠加式力标准机”“静重式力标准机”“杠杆式力标准机”。只有叠加式力标准机可以对称重传感器进行最小静载荷为“0”的试验，静重式力标准机和杠杆式力标准机因为需要有加载标准砝码的装置，无法实现最小静载荷为“0”。而目前大部分叠加式力标准机不能按R60规定，在蠕变误差试验时完成快速稳定加载载荷的能力，目前只有少数静重式力标准机在蠕变误差试验可以完成快速稳定加载的能力。

1.5.2 在R60国际建议中要求完成“最小静载荷输出恢复值（DR）试验”。此项试验要求在称重传感器上施加最小试验载荷，记录最小静载荷 $D_{\min}$ （该

值不应小于 $E_{\min}$ ）的输出，再加载到最大载荷 $D_{\max}$ 后返回到最小试验载荷 $D_{\min}$ 。如果最小静载荷为“0”，如何进行此项试验？

从以上两项试验来看，本实例中将称重传感器的最小静载荷规定为“0”是有问题的。

2 多称量范围衡器工作情况

2.1 修正系数Q计算

修正系数Q考虑了对偏载（载荷的不均匀分布）、承载器的静载荷、初始置零范围及添加皮重可能产生的影响。

$$Q = (Max + DL + IZSR + NUD + T^+) / Max$$
$$E_{\max} \geq Q \times Max \times R / N$$

表2 修正系数Q的结果

	Max	DL	IZSR	NUD	Q	$Q \times Max \times R / N$	$E_{\max}$
第1行	5000kg	250kg	500kg	1000kg	1.35	1687.5kg	2000kg
第2行	5000kg	1000kg	1000kg	1000kg	1.6	2000kg	2000kg
第3行	5000kg	1000kg	800kg	2000kg	1.76	2200kg	2000kg

根据以前分析的情况，可以看到表2第1行的数据是按照国际建议给出的，结果能够满足要求。第2行初始置零范围（IZSR）满足 $\leq 20\%Max$ ，不均匀分布载荷修正（NUD）按等于 $20\%Max$ ，结果也是刚刚满足要求。而第3行中的数据基本上是我们设计该类衡器时必须采用的参数，结果不能满足给出的数据要求。

2.2 Y值在多范围衡器的作用

虽然实例中给出的每个称量范围分别是：2500个、2000个、2000个分度数，可是我们知道，这是一台三个称量范围的衡器，在第3个称量范围中检定分度值是0.5kg，其实际要求称重指示器的分度数是5000kg/0.5kg，是10000个分度数。为此，这里还选择称重传感器的最小检定分度值（ $v_{\min}$ ）为0.2kg，也就是说该只称重传感器的 $Y = E_{\max} / v_{\min} = 2000kg / 0.2kg = 10000$ 。这个指标也是专门针对多称量范围衡器要求的，因为同样是C3等级，准确度称重传感器的Y值并不是一样的，既有6000个分度数的，也有8000个分度数的，这个与制造质量有密切的关系，也与生产成本有密切关联。换句话说，就是Y值等于10000及其以上的称重传感器，是专门

为多称量范围衡器生产的。

2.3 多范围衡器的工作情况

多称量范围衡器在加载检测时，是按照三个称量范围的要求进行的，到了1000kg以后，如果没有自动切换功能，就结束了该范围的称量。如果有自动切换功能，就会自动切换到2000kg的称量范围中，并且可以达到5000kg的称量范围。而卸载检测时，如果手动转换，按照第一个1000kg称量范围，加载和卸载的零点允许误差都应该是“ $\pm 0.25kg$ ”。按照第二个2000kg称量范围，加载和卸载的零点允许误差都应该是“ $\pm 0.5kg$ ”。按照第三个5000kg称量范围，加载和卸载的零点允许误差都应该是“ $\pm 1kg$ ”。如果有自动切换功能，卸载时一直是执行5000kg性能要求的误差，其卸载时给予使用者一种宽松要求，这样零点允许误差就执行“ $\pm 1kg$ ”。卸载时的称量性能不会影响衡器实际使用时的准确度，因为这仅仅是检测时的一个参数。

3 结语

3.1 实例中存在多个漏洞

3.1.1 实例2中给出的“承载器的静载荷（DL=250kg）”一值，从表2修正系数Q的结果比较

看，根本不符合实际使用情况，其中的原因值得我们深思。

3.1.2 实例2中给出的“最小静载荷($E_{\min}=0$)”一值，虽然从理论上讲是成立的，但是实际上在称重传感器的检测过程中静重式力标准机和杠杆式力标准机是无法操作的，就是叠加式力标准机对于称重传感器的这项指标“最小静载荷输出恢复值(DR)”试验无法操作。

3.2 应该全面考虑兼容性核查

鉴于任何型式的电子衡器都有四大部分“承载器”“称重传感器”“称重指示器”“承载支撑件(或基础)”等组成，应该全面考虑各种组成部件的兼容性问题，例如汽车衡、轨道衡等大型衡器，其基

础(包括引道、引轨)结构能够直接影响到这些衡器的计量性能。

参考文献

[1] 国际法制计量组织(OIML) R76 非自动衡器(2006年)[S].

[2] 沈立人. 对几个电气参数含义的理解. [J]2019年9月，衡器杂志.

作者简介

沈立人，1947年出生，高级工程师。现为中国衡器协会发展战略咨询委员会委员。