

如何理解“初始置零范围”

山东金钟科技集团股份有限公司 沈立人

【摘要】对于电子衡器来讲，提出“初始置零范围”要求的目的是保护衡器使用和计量性能，但是按照 R76 国际建议对于大型衡器的“初始置零范围”的检查，是一项非常麻烦且不好完成的工作。本文提出了按照衡器所配置的模块参数，在初步计算的情况下采用模拟传感器对称重指示器进行模拟检测。同时认为，“初始置零范围”是衡器设计者应该于产品设计时考虑的问题，没有必要在型式评价试验时进行检查。

【关键词】R76 初始置零范围 检查方法

一、引言

“初始置零装置”是指：衡器接通电源时，并在准备使用前将示值自动置为零点的装置。也就是讲，如果初始置零范围是 $\pm 10\%$ 分布的，对于承载器重量不超过 $10\%Max$ 的电子衡器，接通电源后，应该能够顺利进入正常工作状态。而超出 $10\%Max$ 重量的承载器，不能顺利进入工作状态。

在 R76 国际建议中 4.5.1 明确规定：

- a) 任何置零装置的效果均不得改变衡器的最大称量。
- b) 置零装置和零点跟踪装置的总范围不得大于衡器最大称量的 4%；初始置零装置不大于最大称量的 20%。
- c) 如果衡器对规定范围内经初始置零装置补偿后的任一载荷，能够满足最大允许误差、称量结果间的允许误差、鉴别力和由影响量和时间引起的变化的要求，允许衡器有一个较宽的初始置零范围。

1. 为什么要规定 $20\%Max$ 的初始置零范围

这个问题应该从两个方面来理解：一是从保证衡器的安全使用方面考虑；一是从保证衡器的称量性能方面考虑。

(1) 保证衡器的安全使用方面，应该从小型衡器和大型衡器两个角度来分析

① 小型衡器

一般小型衡器产品，都是选择使用一只称重传感器作为量值传递的元件，称重传感器抗过载的裕度比较小，例如，最大称量 15kg 的电子案秤，采用一只最大称量 E_{max} 大约为 20kg 的称重传感器，如果再考虑 1kg 左右的承载器重量，预留的安全余量就所剩不多了。如果这时再出现超过 10% 的正向部分的初始置零范围，此台衡器所剩的抗过载能力就了了无几了。所以 R76 专门指出：初始置零

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。

一台最大秤量 $M_{\max}=15\text{kg}$ 的电子案秤，承载器自重 $DL=1\text{kg}$ ，其选用了 1 只额定输出 $C=2\text{mV/V}$ 、最大秤量 $E_{\max}=20\text{kg}$ 的称重传感器，称重指示器的激励电压 $U_{\text{exc}}=12\text{V}$ 。

$$\text{测量范围信号电压 } U_{MR} = \frac{12\text{V} \times 2\text{mV/V} \times 15\text{kg}}{20\text{kg}} = 18\text{mV}$$

承载器自重 (静载荷) 所占信号电压的计算也是同样：

$$\text{承载器静载荷信号电压 } U_{DL} = \frac{12\text{V} \times 2\text{mV/V} \times 1\text{kg}}{20\text{kg}} = 1.2\text{mV}$$

②大型衡器

大型衡器产品由于必须考虑到不均匀分布载荷，在设计时选择称重传感器的裕度比较大。例如，最大秤量 150t 的汽车衡，不论是选择几只称重传感器组合，称重传感器的最大秤量 E_{\max} 最小也是 40t。这样对于可能出现的较大过载的情况，和超出 10%Max 的正向部分的初始置零范围，也有了较大的安全系数。

例如：一台最大秤量 $M_{\max}=150\text{t}$ 的电子汽车衡，承载器长度为 18m，承载器自重 $DL=14\text{t}$ ，其选用了 8 只额定输出 $C=2\text{mV/V}$ 、最大秤量 $E_{\max}=40\text{t}$ 的称重传感器，称重指示器的激励电压 $U_{\text{exc}}=12\text{V}$ 。

$$\text{测量范围信号电压 } U_{MR} = \frac{12\text{V} \times 2\text{mV/V} \times 150\text{t}}{8 \times 40\text{t}} = 11.25\text{mV}$$

承载器自重 (静载荷) 所占信号电压的计算也是同样：

$$\text{汽车衡承载器静载荷信号电压 } U_{DL} = \frac{12\text{V} \times 2\text{mV/V} \times 14\text{t}}{8 \times 40\text{t}} = 1.05\text{mV}$$

$$U_{DL} = 1.05\text{mV} < U_{MR} = 11.25\text{mV} \times 10\% = 1.125\text{mV}$$

(2) 保证衡器的称量性能方面考虑

称重传感器在制造过程中，是按照其最大秤量 E_{\max} 作为检测对象的，即， $E_{\max}-E_{\min}/n_{LC}$ ；而衡器制造商则是按照最大载荷 D_{\max} 作为设计参数的，即， $D_{\max}-D_{\min}/n_e$ 。最大载荷 D_{\max} 应不小于 E_{\max} 的 90%，但不大于 E_{\max} ，在实际设计时对于小型衡器，这个 D_{\max} 是比较接近最大秤量 E_{\max} 的，如前面提到的电子案秤。在实际设计时对于大型衡器，由于考虑到不均匀分布载荷的问题，这个 D_{\max} 就会比最大秤量 E_{\max} 小比较多，如前面提到的汽车衡。

这样，本来按照其最大秤量 E_{\max} 作为检测对象的误差包络线，对于小型衡器来讲变化不会很大，而对于大型衡器来讲这个变化就比较大了。因为大型衡器中的称重传感器实际只是使用了其中的比较小的一部分，误差的允许范围被压缩了一半甚至更小。如果再考虑到初始置零范围的超出问题，在某些秤量点的误差可能将超出允许范围。

2. 对于大型衡器是否需要测试？

(1) 对于大型衡器来讲，是无法在使用现场进行“初始置零范围”的负向部分的测试的，因为其承载器无法取下来，即使能够将承载器取下来，相应重量的砝码也没有地方可放。

实际上，这个功能主要是测试的是“一台电子衡器的称重指示器与数只称重传感器组合之后所产生的一个固有参数”，完全可以采用传感器模拟器单独对称重指示器进行。

从称重指示器设计角度来看这个问题，“初始置零装置”和“零点跟踪装置”的范围不一定是正、负对称的（当然，如果设计时规定正、负置零范围相同，就另当别论了），所以仅仅检测“置零范围正向部分”，而不检测“置零范围负向部分”，是不能判定出这个“置零装置”的总效果的。

(2)对于扣除皮重的衡器，考虑到载荷的不均匀分布、超载等影响和不同需要，而设计的承载器重量大小为了确保电子衡器所选用的称重传感器的使用寿命，而规定初始置零装置的置零范围不大于最大秤量的 20%。其可以分为初始置零范围正向部分和初始置零范围负向部分，但两者不一定是相等的。按照 R76 中规定的“初始置零范围正向部分”是承载器空载时，重复在承载器是施加试验载荷并关闭电源进行检测判定的，“初始置零范围负向部分”可以通过取下承载器进行检测判定的。

二、问题

1. 问题之一：对于电子衡器来讲，只进行单侧“初始置零范围正向部分”的检测，既然无法判定出这个“置零范围”的总效果，还要检测“初始置零装置”的范围有什么意义呢？

2. 问题之二：按照国际建议 R76 规定的检测方式，对于大型衡器不但需要搬动大量载荷或砝码，而且还需要耗费大量的时间。从设计角度来看，这个指标是设计衡器一个重要的参数、选择称重指示器的参数、称重传感器的参数与承载器所匹配后产生的一个固有的参数，是不一定需要在现场采用搬动大量载荷来检测的，所不同的是不同规格衡器产品的“置零装置”总效果，与选择的称重传感器的最大秤量和数量，与承载器的重量有关。

例如，一台 150t 的电子汽车衡，承载器长度为 18m，自重 14t，使用 6 只传感器，称重指示器的激励电压为 12V。

$$\text{汽车衡测量范围最大信号电压} = \frac{12V \times 2mV / V \times 150t}{6 \times 40t} = 15mV$$

$$20\% \text{Max 初始置零装置范围的信号电压} = 20\% \times 15mV = 3mV$$

如果该汽车衡改为 8 只额定输出 2mV/V、最大秤量 40t 的称重传感器，

$$\text{汽车衡测量范围最大信号电压} = \frac{12V \times 2mV / V \times 150t}{8 \times 40t} = 11.25mV$$

$$20\% \text{Max 初始置零装置范围的信号电压} = 20\% \times 11.25mV = 2.25mV$$

承载器自重所占信号电压的计算也是同样：

6 只称重传感器，

$$\text{汽车衡承载器静载荷信号电压 } U_{DL} = \frac{12V \times 2mV / V \times 14t}{6 \times 40t} = 1.4mV < 3mV$$

8 只称重传感器，

$$\text{汽车衡承载器静载荷信号电压 } U_{DL} = \frac{12V \times 2mV / V \times 14t}{8 \times 40t} = 1.05mV < 2.25mV$$

三、结束语

1. 在 NIST44 号手册^[8]的技术规范中,规定准确度等级为 I 级、II 级、及 III 级的衡器,“初始置零装置”的范围不得超过配置容量的 20%,但是,在同一个文件中的试验中,没有提出具体的方法。作为一个标准如果只是提出要求,而没有规定试验方法,是一个不完整的标准。也给我们一个可以不必正视的暗示。

2. 其他 R50《连续累计自动衡器(皮带秤)》、R51《自动分检衡器》、R61《重力式自动装料衡器》、R106《自动轨道衡》、R107《非连续累计自动衡器(累计料斗秤)》、R134《动态公路车辆自动衡器》几个国际建议^{[2][3][4][5][6][7]},也按照 R76 的模式要求对初始置零范围和零点跟踪范围进行检查。不过 R50《连续累计自动衡器(皮带秤)》只提出了零点跟踪范围要满足 4%Max 要求,没有对初始置零范围提出 20%Max 的要求。

自动轨道衡和动态公路车辆自动衡器与非自动衡器中的大型衡器一样,其承载器是不易拆卸的,初始置零范围的负向部分是无法获取的。重力式自动装料衡器和非连续累计自动衡器其承载器主要是料斗结构,更加是无法从衡器上拆卸的,所以这些衡器的初始置零范围的负向部分同样不可获取的。

那么,要获取这些衡器的初始置零范围的负向部分的唯一方法,就是采用“传感器模拟器”单独对称重指示器进行。R61《重力式自动装料衡器》国际建议在确定置零范围的试验中指出:如果无法通过拆除衡器部件的方法来得到初始置零范围的负向部分,则可使用试验载荷对衡器进行临时的重新校准一次。(临时校准的试验载荷必须大于允许的初始置零范围负向部分,负向范围可根据正向范围试验结果计算得到)。

3. 从以上所谈到的情况和我们制造企业自身对产品结构的深切体会,实际上“初始置零范围”是设计者必须首先应该考虑的问题,作为型式评价试验的项目进行检查是一个可以商榷的,因为一台衡器的初始置零范围不能达到其技术要求,会影响到衡器的计量性能,更加严重的情况下会影响衡器的正常使用。

【参考文献】

- [1] OIML R76 非自动衡器(2006E)
- [2] OIML R50 连续累计自动衡器(2014E)
- [3] OIML R51 自动分检衡器(2006E)
- [4] OIML R61 重力式自动装料衡器(2017E)
- [5] OIML R106 自动轨道衡(2011E)
- [6] OIML R107 非连续累计自动衡器(2007E)
- [7] OIML R134 动态公路车辆自动衡器(2006E)
- [8] 美国国家标准和技术研究所(NIST)发布的《44号手册》