

# 对检查“初始置零范围”方法的几点想法

□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”要求在使用现场的检查，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”是衡器设计者应该在产品设计时考虑的问题，没有必要在型式评价试验时在现场进行检查。

【关键词】R76；初始置零范围；检查方法

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2024）09-0005-06

## 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能力。也就是说，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<sup>[1]</sup>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。

### 1.1 保证衡器的安全使用

应该从小型衡器、大型衡器和称重模块三种结构来分析（如图1、图2所示）。

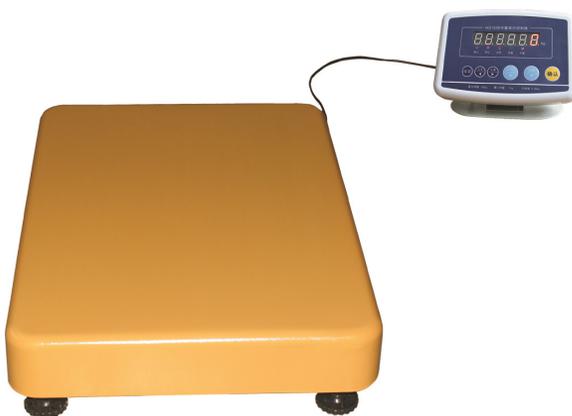


图1 台秤结构示意图



图2 电子计价秤结构示意图

### 1.1.1 小型衡器

(1) 一般小型衡器产品，由于被称量的物品比较轻，称量时加载的冲击力不大，所以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，最大秤量15kg的电子计价秤，采用一只最大秤量 $E_{max}$  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寥寥无几了。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 $Max=15kg$  的电子计价秤，承载器自重 $DL=1kg$ ，其选用了1 只额定输出 $C=2mV/V$ 、最大秤量 $E_{max}=20kg$  的称重传感器，称重指示器的激励电压 $U_{exc}=12V$ 。

测量范围信号电压：

$$U_{MR} = \frac{12V \times 2mV/V \times 15kg}{20kg} = 18mV$$

承载器自重(静载荷)所占信号电压的计算也是同样：

$$U_{DL} = \frac{12V \times 2mV/V \times 1kg}{20kg} = 1.2mV$$

(2) 电子台秤虽然也属于小型衡器产品，但是往往被称量的物品大于人力加载的质量，在称量过程中经常出现对承载器的冲击作用，虽然也是选择使用一只称重传感器，作为量值传递的元件，被考虑的裕度比较大，例如最大秤量60kg的电子台秤，一般采用最大秤量 $E_{max}$  大约为100kg的称重传感器。这样相对电子计价秤来讲，预留的安全余量就大大增加了，最大秤量加上20%Max 的初始置零范围也只有72kg。

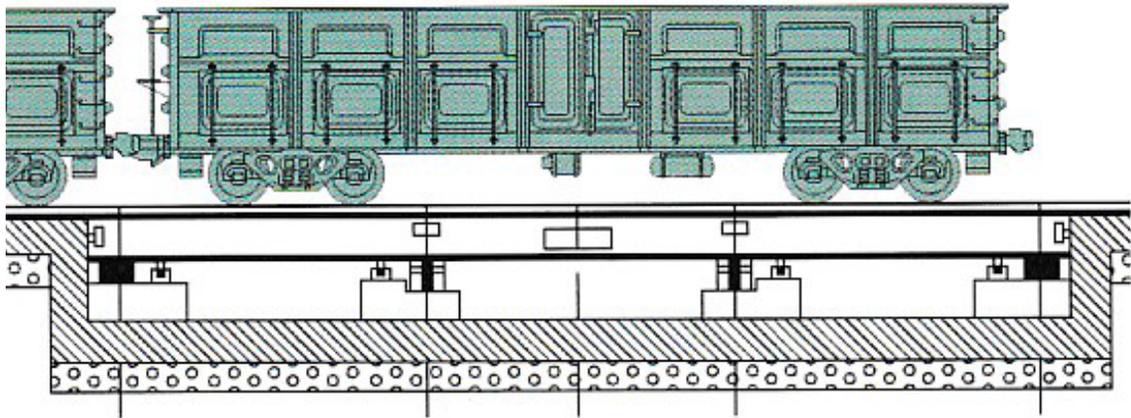


图3 数字指示轨道衡结构示意图

### 1.1.2 大型衡器

大型车辆衡器产品由于必须考虑到不均匀分布载荷，对同一规格衡器产品设计时，既要考虑可能出现的最长车辆的车辆，也要考虑最大秤量范围内的可能出现的最大载荷的车辆，在不影响输入信号灵敏度的情况下，所以选择称重传感器的裕度比较大。例如，最大秤量150t的汽车衡，无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 $Max=100t$  的数字指示轨道衡（如图3所示），承载器长度为13m，承载器自重 $DL=7.8t$ ，其选用了8只额定输出 $C=2mV/V$ 、最大秤量 $E_{max}=30t$  的称重传感器，称重指示器的激励电压 $U_{exc}=12V$ 。

测量范围信号电压：

$$U_{MR} = \frac{12V \times 2mV/V \times 100t}{8 \times 30t} = 10mV$$

承载器自重(静载荷)所占信号电压的计算也是

同样：

数字指示轨道衡承载器静载荷信号电压：

$$U_{DL} = \frac{12V \times 2mV/V \times 7.8t}{8 \times 30t} = 0.78mV$$

$$U_{DL} = 0.78mV < U_{MR} = 10mV \times 10\% = 1mV$$

因为数字指示轨道衡承载器是由三段梁组成，被四对称重传感器支撑，这样承载器中间4只称重传感器单只所占承载器信号电压的计算：

单只称重传感器所占静载荷信号电压：

$$U_{DL} = \frac{12V \times 2mV/V \times 1.3t}{30t} = 1.04mV$$

### 1.1.3 特殊结构的电子衡器

除了像电子汽车衡、数字指示轨道衡、自动轨道衡等大型衡器无法取下承载器进行负向初始

置零范围的检测之外，电子吊钩秤、全桥弯板式轴重秤、便携式公路车辆衡器、便携式集装箱超偏载检测仪、悬吊式集装箱超偏载检测仪、门座式起重机电子秤、耐高温电子钢包秤等，都是一些按照被称载荷的特点设计的电子衡器。这些电子衡器的承载器与衡器的称重传感器或支撑机构连接为一个整体，不可能随意拆卸进行负向初始置零范围的检测。

(1) 电子吊钩秤的承载器主要是一个吊钩，因为需要有足够的安全系数，其称重传感器的最大称量 $E_{max}$ 一般是电子吊钩秤最大称量 $Max$ 的3~4倍，所以基本没有必要考虑电子吊钩秤初始置零范围的大小，对于此类产品，也不可能按照R76给出的办法进行初始置零范围的检测。

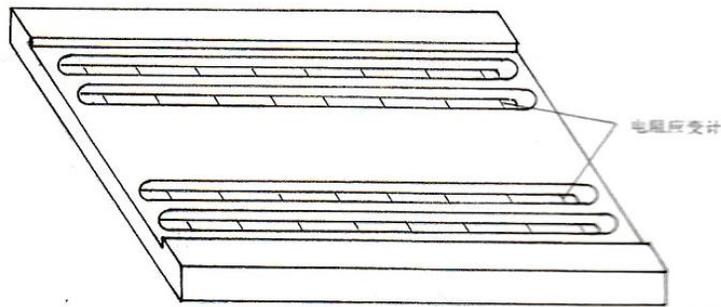


图4 全桥弯板式轴重秤背面示意图

(2) 全桥弯板式轴重秤（如图4所示）是直接

在弯板弹性元件的应变槽内粘贴电阻应变片，整个弯板弹性元件形成一个多排的弯曲梁，从而作为一个小型化、集成化、整体式的电子衡器。此类衡器产品基本无法将承载器与称重传感器等部件分离，也就无从进行初始置零范围的检测。

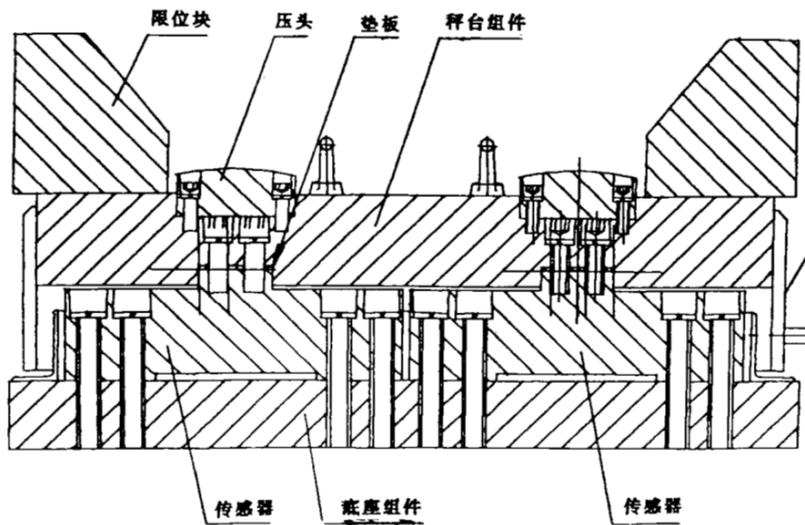


图5 电子钢包秤的一侧解剖结构示意图

(3) 电子钢包秤（如图5所示）是将专用的称重传感器直接安装在大包回转台上的一种称量装置，为了保证原结构的空大小，该套装置整体尺寸比较紧凑，无法按照R76所要求的方法进行正向初

始置零范围检测，更不要提负向置零范围的检测。如果将空钢包作为正向置零范围，一是空钢包的质量远超过初始置零范围，一是除皮重检测算什么试验项目？

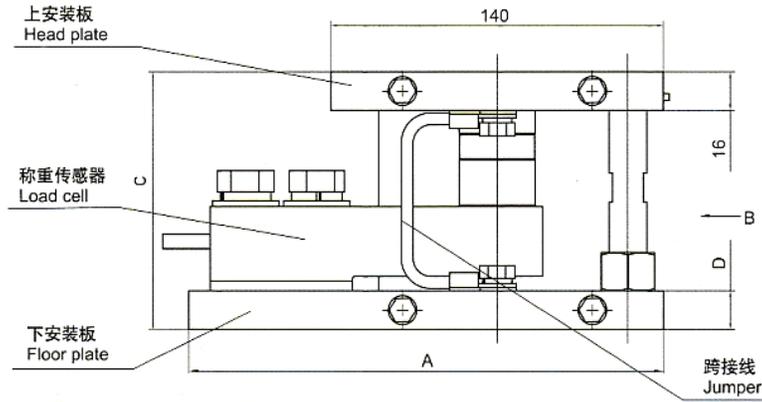


图6 称重模块示意图

(4) 称重模块（如图6所示）是一种包括衡器机械和电子装置部分但不包括称量结果显示器的装置。从图6中就可以清楚地看到其承载器就是“上安装板”，一块安装板与称重传感器组成为一套称量设备。如果将称重模块上安装的装置认为是正向置零装置，那么负向置零装置是什么？

### 1.2 保证衡器的称量性能方面

称重传感器在制造过程中是按照其最大称量 $E_{max}$ 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 $D_{max}-D_{min}/n_c$ 。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 $D_{max}$ 是比较接近最大称量 $E_{max}$ 的，如前面提到的电子计价秤。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 $D_{max}$ 就会比最大称量 $E_{max}$ 小比较多，如前面提到的汽车衡。

这样，本来按照其最大称量 $E_{max}$ 作为检测对象的称量包络线，对于小型衡器来讲变化不会很大（见图7），而对于大型衡器来讲这个变化就比较大了（见图8）。图7、图8中的虚线坐标是称重传感器的称量曲线，实线坐标是衡器称量范围的称量曲线，小型衡器（计价秤）占据了称重传感器称量比较大的部分，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，在某些称量点的误差可能将超出允许范围。

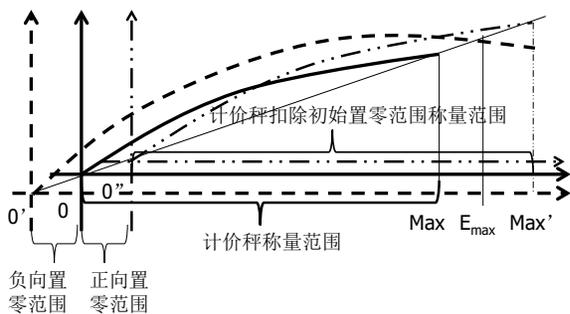


图7 小型衡器(计价秤)称量包络线

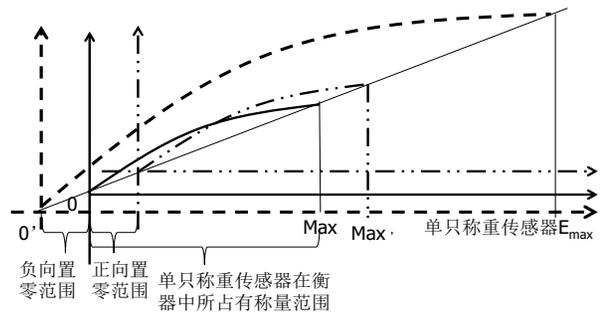


图8 大型衡器中称重传感器称量包络线

## 2 对于大型衡器是否需要测试

### 2.1 对于大型衡器

大型衡器在使用现场进行“初始置零范围”的负向部分的测试时，因为其承载器无法取下来，则只需考虑初始置零范围的正向部分（R76的A.4.2.1.1条如此说）。实际上在许多大型衡器是，即使能够将承载器取下来，相应质量的砝码也没有地方可放。

初始置零范围这个功能主要测试的是“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。

### 2.2 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，和不同称量需要。所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称量的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。

## 3 对于大型衡器如何进行测试

正是因为大型衡器无法在现场对“初始置零范围”进行测试，在JJF1333-2012《数字指示轨道衡型式评价大纲》中，9.4.1.1条规定初始置零范围的试验可以使用模拟器进行。当然，这是建立在选择称重传感器足够量程的基础之上<sup>[2]</sup>。

### 3.1 方法之一

对于一台称重指示器来讲，输入信号电压范围是在设计时就已经确定好的，而静载荷信号电压范围、测量范围信号电压以及测量范围最小和最大信号电压都是建立在一个确定的衡器模型基础上的，这个模型是称重指示器的电压信号才能和最终要测量的质量建立起对应的关系（如图9所示）。

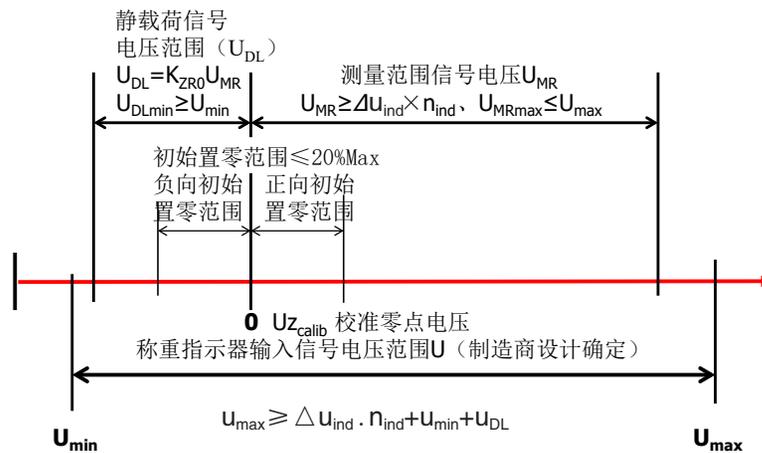


图9 与称重指示器信号电压关联的示意图<sup>[3]</sup>

初始置零范围是通过称重指示器的软件进行设置的，一般情况下正负置零范围是对称的，但是有一些特殊的电子衡器是按照该衡器的需要专门定制的，所以只进行单侧“初始置零范围正向部分”的检测，是无法判定出这个“置零范围”的总效果，这样检测“初始置零装置”的范围有什么意义呢？

### 3.2 方法之二

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称量和数量，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，称重指示器的激励电压为12V。

那么，其选用了6只额定输出2mV/V、最大称量40t的称重传感器：

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%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、最大称量40t的称重传感器，

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%Max 初始置零装置范围信号电压

$$= 20\% \times 11.25mV = 2.25mV$$

如果承载器自重作为负向置零范围，从以下所占信号电压的计算结果，都没有超过初始置零范围的一半：

6只称重传感器，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，汽车衡承载器静载荷信号电压：

$$U_{DL} = \frac{12V \times 2mV/V \times 14t}{8 \times 40t} = 1.05mV < 2.25mV$$

## 4 结语

### 4.1 在NIST44号手册<sup>[4]</sup>

在美国的这个技术规范中，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。

### 4.2 在其他国际建议

R50《连续累计自动衡器（皮带秤）》<sup>[5]</sup>、R51《自动分检衡器》<sup>[6]</sup>、R61《重力式自动装料衡器》<sup>[7]</sup>、

R106《自动轨道衡》<sup>[8]</sup>、R107《非连续累计自动衡器（累计料斗秤）》<sup>[9]</sup>、R134《动态公路车辆自动衡器》<sup>[10]</sup>几个国际建议，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）》只提出了无输送带的自动置零范围要满足4%Max要求，没有对初始置零范围提出20%Max的要求。

R51所包含的X类衡器如同R50《连续累计自动衡器（皮带秤）》一样，承载器都是带有输送带的，是无法卸掉承载器进行负向置零范围检测的。而R51所包含的Y类衡器，无论是车载式、还是车辆组合式，因为称量部分都是与车辆紧密连接或就是车辆的一个部分，也是无法拆掉承载器进行负向置零范围的检测。

R106《自动轨道衡》和R134《动态公路车辆自动衡器》两类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。R61《重力式自动装料衡器》和R107《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）。

### 4.3 这是一个设计者考虑的问题

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，会影响衡器的安全使用问题。

### 4.4 标准中要求与试验方法必须一一对应

多个衡器产品的国际建议中只是对初始置零范围提出了要求，而没有规定出一个可以得到对应结果的试验方法，是一个不完整的标准。也给我们一个可以不必要正视的暗示，所以在许多型式评价试验时没有有效地被执行。

#### 4.5 标准规定的范围内应该一致性

从R76《非自动衡器》国际建议的所包含产品中，初始置零范围的试验是不一致的，对于小型衡器还是可以比较顺利操作的，而大型衡器根本无法进行操作，从而无法得到标准所规定的要求。

#### 参考文献

- [1] OIML R76 非自动衡器（2006E）.
- [2] 数字指示轨道衡如何选用称重传感器，衡器，202307 期.

[3] 对几个电气参数含义的理解. 衡器，201909 期.

[4] 美国国家标准和技术研究所（NIST）发布的《44号手册》.

[5] OIML R50 连续累计自动衡器（2014E）.

[6] OIML R51 自动分检衡器（2006E）.

[7] OIML R61 重力式自动装料衡器（2017E）.

[8] OIML R106 自动轨道衡（2011E）.

[9] OIML R107 非连续累计自动衡器（2007E）.

[10] OIML R134 动态公路车辆自动衡器(2006E）.

#### 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。