

电子汽车衡检测或校准方法的商榷

济南金钟电子衡器股份有限公司 沈立人

【摘要】电子汽车衡检测误差实际上是反映了该产品的综合性能情况，不论采用何种检测方法，其目的是能够如实、准确、方便、安全地得到被检产品的性能。本文将近几年来国内一些有志之士的探索方法，按照个人的理解进行分析，与同行们一同探索。

【关键词】电子衡器 检测方法

一、引言

由于近年来电子汽车衡的称量越来越大，按照法定的方法检定或校准成为一种很难操作的工作，所以许多有志之士就在不断的探索合理而有效的检定或校准方法。怎么能够准确、方便、安全地获得一台大型电子汽车衡的称量性能，按照我国目前各个地方技术机构所具备的能力，仅仅采用砝码法是不能轻易达到目的的。

二、检定工作的内涵

R76-1《非自动衡器》国际建议中对于称量性能的检测要求：

从零点逐步施加试验载荷至最大称量 (Max)，再以相反次序逐步卸下试验载荷至零。测定初始固有误差时，至少选择 10 个不同的试验载荷，其它称量试验至少选择 5 个试验载荷。选择的试验载荷包括最大称量 (Max)，最小称量 (Min)，以及处于或接近最大允许误差改变的那些载荷值。

我们从中可以清楚地看到以下几个方面情况。

1. 检测是从零点逐步开始加载试验载荷，一直到最大称量。

目的是检查该衡器的误差曲线是否在允许误差带的范围之内，如果发现有个别称量值的误差偏离了允许误差带，也可以通过称重指示器的线性修正功能进行修正，保证衡器的整个称量性能全部在允许误差的范围内。

2. 然后，逆顺序逐步卸载试验载荷，直至零点。

目的是检查该衡器回程的误差曲线（即滞后线性），是否在允许误差带的范围内，如果发现有个别称量值的误差偏离了允许误差带，也是可以通过称重指示器的线性修正功能进行修正的。

3. 测定初始固有误差时，至少选择 10 个试验载荷。

一般在对一台新型衡器进行型式评价试验时，需要选择 10 个试验载荷进行检测，目的是了解此类新型产品的“初始固有误差”的情况。只有通过定型鉴定了的衡器产品，在首次检定及后续检定时，就可以只选择 5 个试验载荷。

4. 选择最大允许误差改变的载荷值。

最大允许误差改变的载荷值，这些点是一台衡器要求比较高的、比较难的点。比如，3 级秤的 500e、2000e 的两个载荷值，500e 这一点在允许误差 $\pm 0.5e$ 是相对误差最大的；2000e 这一点在允许误差 $\pm 1.0e$ 是相对误差最大的。也就是说，只要这些载荷点能够在允许误差范围之内，那么这台电子衡器也就是合格的了。

当然，电子汽车衡的检定或校准时还应该包括：置零准确度、偏载性能、除皮准确度、重复性、鉴别阈等

项目的试验。

三、几种检测方法解析

1. 对于由多块结构组合承载器检测方法

美国“NIST Handbook 44”手册中规定，对于汽车衡、轴重仪及组合式汽车衡偏载试验，试验区域应为长度 1.2m 和宽度 3.0m，最大试验载荷应满足公式：最大载荷的比率 $r \times 0.9 \times CLC$ 。其中， r 是任意两个或更多相邻轴组的距离；CLC 是“集中载荷”（ $CLC \geq \text{衡器的最大秤量} / (N-0.5)$ ）； N 是承载器的节数。

按照以上的检测方法，于是，就有专家就想出了这样一个思路：汽车衡的承载力是由单节承载器决定的，是否可以按照每一节为一个称量范围分别检定？只要将每一节检测合格，就认可整台汽车衡都符合称量性能了呢？

但是有关专家告诉我，美国“NIST Handbook 44”手册中的此项规定，是与美国联邦公路管理局关于车辆载荷与桥梁总负荷关联的一个公式，其目的是要求设计汽车衡时，必须与汽车对桥梁作用力按照集中载荷方式考虑的。所以，我们在设计汽车衡承载器时，必须考虑承载器的刚度、强度也要按照桥梁的指标。即使相同载荷，当轴距不同的车辆称量时，汽车衡也应该能够保证正常使用，而与汽车衡检测方法没有关系。

2. 现场单独检测称重传感器方法

最近看到一篇文章中提出的一种检测思路。就是在汽车衡安装现场将称重传感器从承载器下取出，使用一种便携式装置只对称重传感器进行检测调整，就认为完成了该衡器的检测。

这种思路是一种“瞎子摸象”的方法，只是考虑了称重传感器对衡器的影响因素，而忽视了其他装置对称量性能的影响。与其采用这种方法，还不如直接拿称重传感器的出厂检测报告看更直接。

实际上，任何一台电子衡器的称重传感器和称重指示器，都是出厂前通过专用设备对其计量性能检测过的。这种在使用现场再使用便携式装置的称重传感器检测，是没有任何意义的工作。

3. 承载器分段检测准确度

有这样一种检测方法：是在对汽车衡进行偏载试验之后，对于由多段结构的承载器选择任意一段，进行称量性能的加载试验，与检定规程规定的加载载荷不同，仅仅只是将部分重量的砝码进行加载试验，如果需要也可以再选择一段承载器进行检测。要求在该秤量值时称量误差不大于最大允许误差。

也就是说，对于由三段结构的承载器，只需要使用 $1/3\text{Max}$ 的砝码，对其中一段承载器进行加载，只是检测 $1/3\text{Max}$ 的称量性能。

优点：

(1)这种方法只采用了部分的标准砝码，对一台大秤量的衡器进行了检测，减少了砝码的使用量。

(2)这种方法对承载器进行了集中加载，考核了承载器的相对变形量，但是无法知道该汽车衡的整体称量性能。

缺点：

(1)这种方法仅仅检测了该汽车衡部分的量程，无法知道大于这个量程时的性能变化情况。

(2)实际上此种方法与第一种思路是非常相似的，仅仅作为偏载检测是可以考虑的方法。

4. 分量程检测性能

在一篇文章上看到这样的一种想法：检测工作是在对衡器使用砝码进行偏载试验之后，将不知道确切重量值的载荷（大约 $1/3\text{Max}$ ）加载到承载器上，从称重指示器得到一个重量值，再加载一组砝码（大约 $1/500\text{Max}$ ），观察示值是否增加了相同的重量值；取下砝码后再将不知道确切重量值的载荷（大约 $1/3\text{Max}$ ）加载到承载器上，从称重指示器上又得到一个重量值，再加载一组砝码（大约 $1/500\text{Max}$ ），观察示值是否增加了相同的重量值；依次类推，直至到一个不确定的最大量程。

问题：

此种方法看似加载载荷至该衡器一个不确定的量程，得到了该衡器的一个分量程的称量线性。而实际上，拿一个不知道确切量值的载荷加载到衡器上，是无法得到被测衡器实际称量性能的，即使其中也用一组砝码检查了某一段的称量性能，也仅仅是整个称量性能中的某一小段，至于该衡器的整个线性曲线的走向是无法知道的。所以也就无法得出该衡器整个称量性能的优劣了。

5. 辅助检定方法

独立的辅助检定方法是由力发生器（或液压）机构、反力装置、传感器和测量仪表等组成的用于实现对汽车衡施加标准载荷的单元，用于解决砝码难于运输；检定工作量大、劳动强度高、效率低；搬运大量砝码安全性差；成本费用高；很难严格按照检定规程进行检定等问题。每一个标准载荷单元既可以单独检测，也可以组合对各个称量值进行递增或递减检测。

优点：

- (1) 可以快速检测到被测衡器的最大称量，得到被测衡器误差线性曲线；
- (2) 解决了运输大量砝码的安全问题和费用问题；
- (3) 提高了检测工作的劳动效率。

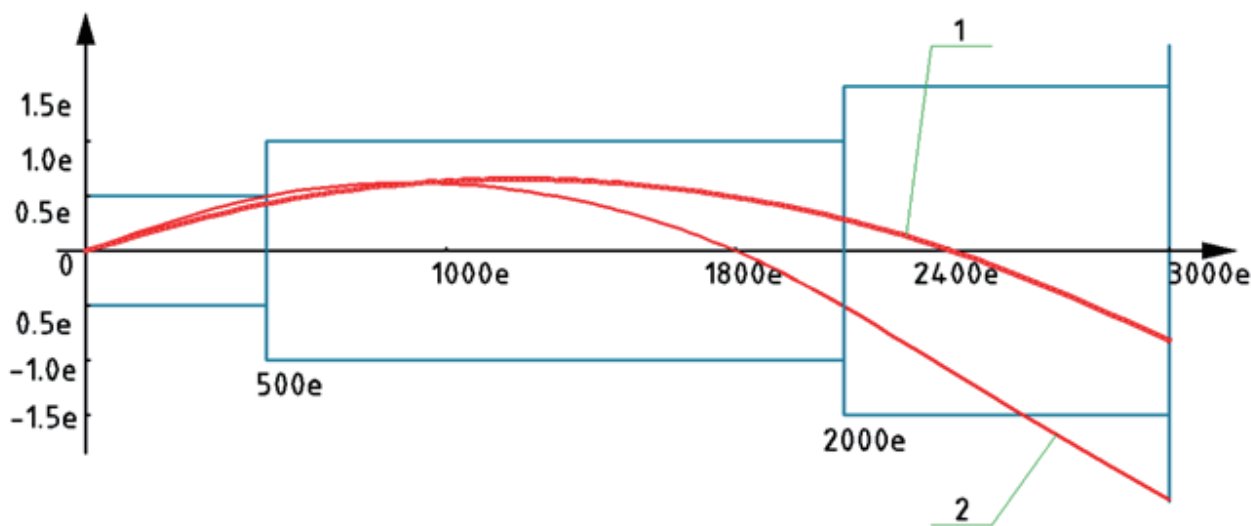
缺点：

- (1) 要在衡器的基础上建立一套安装反力装置的机构；
- (2) 因为这个装置在承载器上的是几个集中作用点，比使用砝码作用于承载器上的面积小的太多，所以对被测衡器承载器要求有足够的强度、刚度；
- (3) 标准载荷单元应该早日争取被列入“质量计量器具检定系统框图”，作为“工作计量器具”使用。

四、总结

检测一台电子汽车衡的称量性能，实际上也是在检测这台衡器组成各个部分的设计、制造、安装质量。

这里以承载器结构的情况进行分析：



这是一个中准确度等级的电子汽车衡误差分布图。

其中图中粗的误差曲线 1 是在大于 2000e 这一点后，出现“0”的误差，而细误差曲线 2 是在小于 2000e 这一点前，出现“0”的误差。

为什么会发生这种现象呢？经过大量的数据积累分析，粗的误差曲线现象是反映该汽车衡承载器刚度优于 1/800，而细的误差曲线现象是反映该汽车衡承载器刚度低于 1/800，而且细的误差曲线的曲率半径越小，说明该汽车衡承载器的刚度越低。

任何一台电子汽车衡是由四大部分组成的：承载器、称重传感器、称重指示器、支撑机构（基础），我们在考虑电子汽车衡性能时，必须考虑这些组成部分的结构和性能。任何一台衡器都有初始固有误差，这个初始固有误差是衡器在性能检测和量程稳定性检测前所确定的误差。初始固有误差的定义说的好：任何一台衡器自其设计制造安装结束之后，这台衡器的命运就已经确定的了。为什么要这样讲呢？因为，在设计过程中，承载器的刚度、强度都是设计所决定的，称重传感器的技术指标也是设计时选择的，称重指示器的参数（分度数、灵敏度、噪声、零点温度性能、量程温度性能等）也是设计时选择的，而支撑机构（基础）的质量是由混凝土的标号、钢筋配置（或者是钢铁框架结构）确定的；再保证制造过程中各个部分加工工艺的执行程度；安装过程中保证质量。这些原始数据确定的前提下，自然这台衡器固有误差也就确定了。

所以要得到一台电子汽车衡的称量性能，必须做到以下几点：

1. 只有检测到该汽车衡的最大秤量，才能知道被测汽车衡的称量误差曲线。这样即使出现个别秤量点超出允许误差要求，也可以通过称重指示器的误差修正功能进行调整。

2. 必须有一套可以方便、安全进行检测的标准装置。目前福建省计量科学研究院研制的“独立的辅助检定方法”，可能存在这样那样的一些问题，但是它能够方便、安全地检测到汽车衡的最大秤量，能够给予汽车衡一个基本称量误差曲线。

3. 除了要考虑四大部件的质量之外，制造企业也必须注意边界条件对衡器性能影响。例如，位移边界条件和应力边界条件所包括的：基础板质量、基础高度差、混凝土强度、混凝土充填、压头结构、结构刚度、承载器焊接变形、承载器连接等影响。

【参考文献】

- [1] 国际法制计量组织 OIML R76《非自动衡器》(2006)国际建议 (E)
- [2] 美国“NIST Handbook 44”手册 2013[E]
- [3] JJG1118-2015 电子汽车衡(衡器载荷测量仪法)检定规程
- [4] 沈立人 边界条件对衡器性能影响问题的探讨 [J] 衡器 20012.7.