

承载器相对变形量测试方法之研究

济南金钟电子衡器股份有限公司 沈立人

【摘要】 GB/T7723-2008《固定式电子衡器》国家标准自2009年9月1日实施了，其中在应用的适用性中，针对衡器承载器提出相对变形量的测试要求，如何测试？是这次研究的内容。

【关键词】 大型衡器；承载器；相对变形量测试

一、概述

GB/T7723-2008《固定式电子衡器》国家标准已于2008年12月30日发布，并要求于2009年9月1日实施，为此全国衡器标准化技术委员会已于2010年1月17日在上海组织了首次全国性的宣贯会。本标准是参照2006年新版《非自动衡器》国际建议，以及美国标准技术研究所（NIST）“44号手册”，并且针对目前国内该类产品的生产和使用现状，比对老标准进行了比较大的修订。写本文章的宗旨，就是针对其中的“承载器相对变形量测试”问题，谈谈如何采用通用的方法完成测试工作。

二、标准要求

1、承载器相对变形量控制要求

这是这个标准的变化核心。目的就是要通过这次国家标准的修订，来抑制一些企业在生产固定式电子衡器时的不负责任的现象。因为一旦衡器出现问题，不单单损害了使用单位的利益，而也损害了制造单位的利益和信誉。

衡器的结构设计应符合预期的使用目的。根据GB1589-2004《道路车辆外廓尺寸、轴载及质量限值》的规定，对于目前国内正常使用的，最大称量为30t至150t的大型衡器的承载器相对变形量按表中要求。

| 最大称量 (t) | 检测载荷 (t) | 加载区域 (m) | 衡器承载器的最大相对变形 | |
|-------------|-------------|-------------|--------------|----------|
| | | | 新安装后的首次检测 | 使用中的随后检测 |
| 30~40 | 15 | 1 | ≤1/800 | ≤1/600 |
| 50~60 | 26 | 1.8 | | |
| 80~100 | 40 | 2.6 | | |
| 120~150 | 50 | 3 | | |

2、承载器变形量测试

现场测试时，首先查阅产品随机文件，了解本产品加载相应重量载荷后的变形量值。然后使

用相应重量的载荷加载至单节承载器的中部，长度符合加载区域规定，宽度与承载器同宽(见图 1)，将置于单节承载器中部的高度游标尺或百分表测量出此时的单节承载器的变形量，按单节承载器的尺寸计算出相对变形，应符合上表的要求。

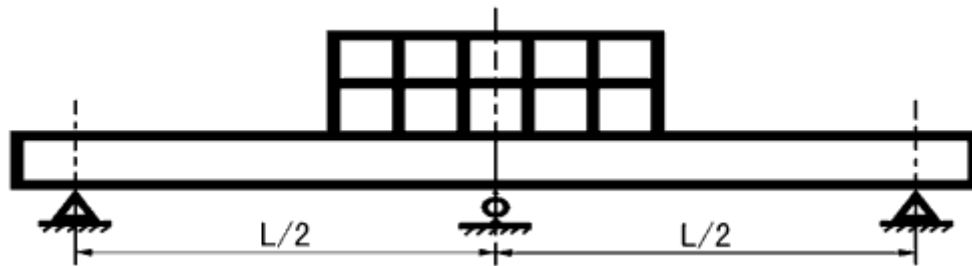


图 1 相对变形量测试示意图

按照标准的要求，对于 30~40t、50~60t、80~100t、120~150t 规格的产品，应该分别在其单个承载器的中间规定部位加载 15t、26t、40t、50t 的载荷。这些载荷的加载，在制造单位内是比较容易实现的，一是有众多的砝码，二是有较大的起重设备。但是，在安装现场要想完成这项工作就比较困难了，仅这个几十吨的载荷，就不好寻找，更不要说迅速的完成加载工作了。所以有人讲，起草这个标准是给制造单位出了一个难题，是给制造单位和使用单位找麻烦。

在几年前我在《大型衡器检测方法探讨》一文中提出，大型衡器检测面临多个问题，其中最关键的是，在使用现场检定所需的数量巨大的砝码无法解决；二是即使有众多砝码，在较长距离转运过程中存在有风险等。既然对于大型衡器性能检测都面临砝码的数量问题，其承载器相对变形量检测的载荷问题，怎么就成为是给制造单位找麻烦了呢？

三、替代法

俗话讲，办法总比困难多。

相对于缺乏数量巨大的砝码，不能准确传递计量性能的困难而言，检测承载器相对变形量的载荷是比较容易解决的。本标准中给出的图示是使用砝码，在承载器中部按照规定局部集中堆放来测试的。实际这个堆放区间是按照车辆轴（轴组）的加载情况换算的。一般车辆的轴距在 1.1m~1.8m 之间，其中三轴的间距为 2.2m 左右，再加上可能影响的区域，所以在标准中将加载区间确定为 1.8m、2.6m 和 3m。为了比较实际影响效果，在制定标准前，针对性的对几种不同加载区域进行了试验。

车辆的车轮作用于承载器上，是一种典型的多点集中加载模式；而将砝码放置在承载器一定长度和宽度范围内，是一种区域集中加载模式。这两种加载模式是否可以达到相同的效果呢？

1、多点集中加载与局部集中加载比较

(1) 两点集中载荷

结构特点：承载器尺寸为 18m×3.4m，采用 8 只称重传感器，三段台面，最大跨距为 6m。

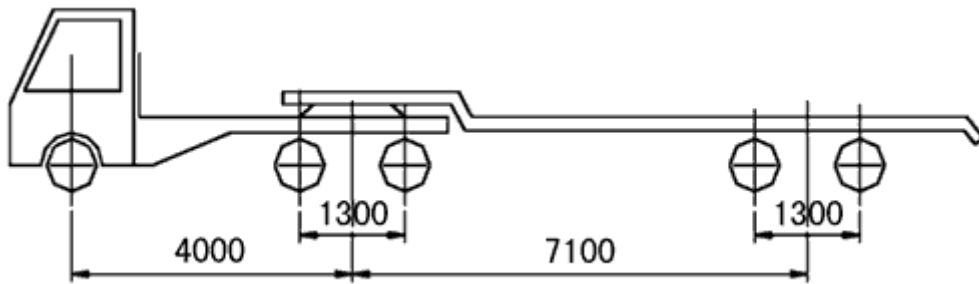


图 2 半挂车辆结构示意图

例如一辆半挂车辆，按后排两轴分配，每轴荷重为 25t。考虑到车辆在一定速度下开到承载器上，可能会有一定的超载量。我们在计算时加上加上 130%的冲击载荷系数。

$$P=25t \times 130\%=32.5t$$

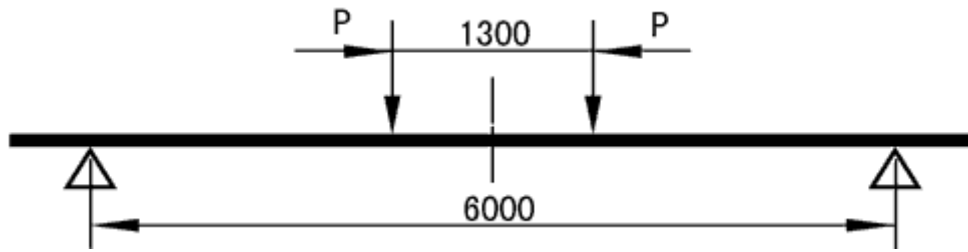


图 3 半挂车辆载荷示意图

挠度计算：

当承重台结构的截面轴惯性矩 J 为 210504cm^4 时，当后排两轴停留在一块承重台中部时，查《机

械设计手册》“受静载荷梁的内力及变位计算公式”中，简支梁的挠度为： $f_{\max} = \frac{Pal^2}{24EJ}(3-4\alpha^2)$

其中： P ——轴载荷；

a ——加载点距支撑点距离；

l ——两支撑点间距；

$$\alpha = \frac{a}{l} = \frac{235\text{cm}}{600\text{cm}} = 0.39;$$

E ——弹性模量；

J ——截面轴惯性矩；

$$f_{\max} = \frac{Pal^2}{24EJ}(3-4\alpha^2) = \frac{32.5t \times 235\text{cm} \times (600\text{cm})^2}{24 \times 2.0 \times 10^6 \text{kg/cm}^2 \times 210504\text{cm}^4} (3 - 4 \times 0.39^2) = 0.65\text{cm}$$

$$\text{刚度为: } \frac{f_{\max}}{l} = \frac{0.65\text{cm}}{600\text{cm}} = \frac{1}{923}$$

(2) 局部集中载荷

将以上两点集中载荷换算成局部集中载荷模式，为最大秤量 $32.5\text{t} \times 2 = 65\text{t}$ ，考虑到轴两外侧也是重量影响区，砝码集中放置区为 2.6m 长， 3.4m 宽的承载器中部，三段承载器自重为 15.84t 时，局部单位长度上载荷 $q = 258.8\text{kg/cm}$ ，查《机械设计手册》“受静载荷梁的内力及变位计算公式”中，简支梁的挠度为：

$$f_{\max} = \frac{qcl^3}{384EJ}(8-4\gamma^2 + \gamma^3)$$

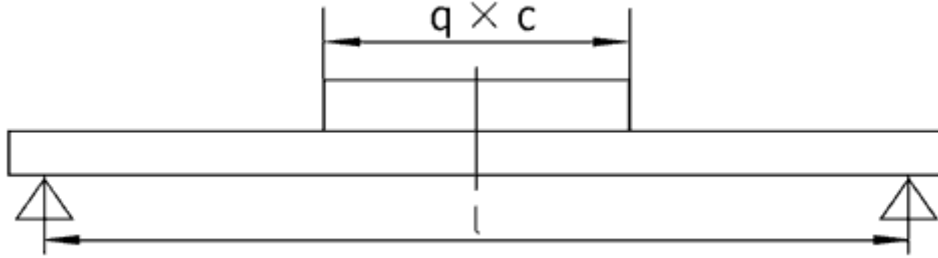


图 4 局部集中载荷示意图

其中： q ——局部单位长度上的平均载荷；

c ——局部单位长度

l ——单节承载器两支撑点间距；

$$\gamma = \frac{c}{l} = \frac{260\text{cm}}{600\text{cm}} = 0.43$$

E ——弹性模量

J ——截面轴惯性矩

$$f_{\max} = \frac{258.8\text{kg/cm} \times 260\text{cm} \times (600\text{cm})^3}{384 \times 2 \times 10^6\text{kg/cm}^2 \times 210504\text{cm}^4} (8 - 4 \times 0.43^2 + 0.43^3) = 0.66\text{cm}$$

$$\text{刚度为: } \frac{0.66\text{cm}}{600\text{cm}} = \frac{1}{909}$$

2、替代法

通过以上两种不同加载方式的比较，我们是否可以这样操作！

首先将装有载荷的车辆，载荷应尽量集中在后轴（轴组）上方，在已经检定的汽车衡上（或者在需测试的衡器，经初步调试），对其后轴（轴组）进行称量，具体位置见图 5（a）、（b）所示。

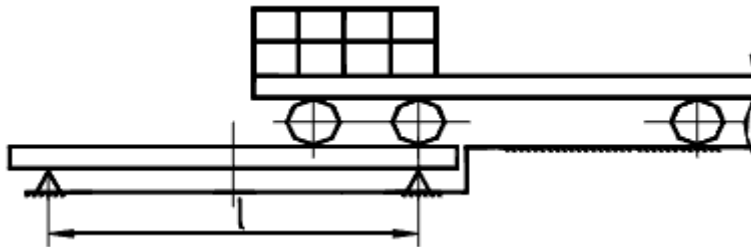


图 5 (a) 多轴车辆称量位置示意图

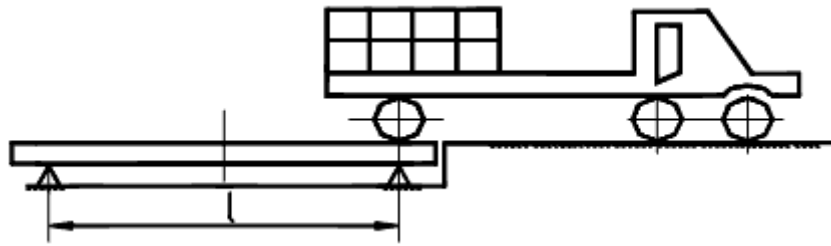


图5 (b) 单轴车辆称量位置示意图

然后将经过称量的车辆，开至需要检测的承载器上方，并且将其后轴（轴组）压在承载器中间部位（注意其它轮轴不得压在该承载器上），具体位置见图6（a）、（b）所示。

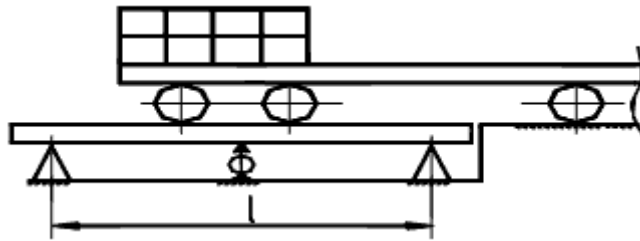


图6 (a) 多轴车辆测试位置示意图

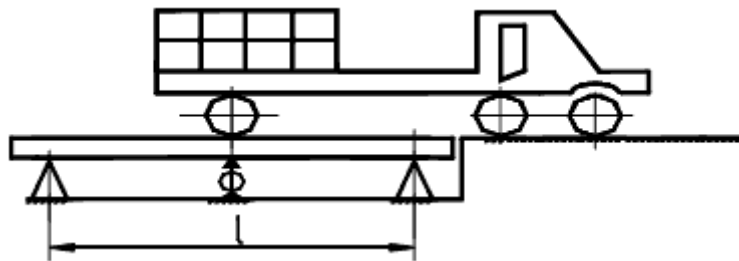


图6 (b) 单轴车辆测试位置示意图

3、重心转移问题

采用这种车辆替代固定载荷的测试方法，必然存在重心转移的问题。

(1) 由于通道与承载器不可能完全在一个平面上，当装载重物的车辆只有局部压载在承载器上，其他部分停留在两侧通道上时；

(2) 车辆上的重物在车辆开动时，总是会发生或多或少的移动；

(3) 车辆轴与车桥的结构特点所决定。

为了减少重心转移的影响问题，第一，一定需要注意承载器两端的通道，必须有足够长，且平直度与承载器在一个平面上；第二，车辆上的物品应该尽量避免产生水平移动。

四、说明

1、相对变形量

由于承载器在制造过程中，即使是采用相同的材料、相同的图纸、相同的加工工艺，也不可能

保证其相对变形量完全一致。所以，标准中要求的是测量承载器的相对变形量，仅是用于验证制造单位所提供随机文件中挠度（刚度）指标。

2、重量差异问题

采用替代法测试时，必然会因为不同衡器之间的使用产生误差，这些误差有可能是衡器固有误差，也有可能是重心转移产生的误差，也有可能是物品的含水量变化引起的误差。但是，由于这种测试是一种相对量的检测，不需要严格到规定值。

3、超出本标准规定最大秤量的产品

在本标准中只包括了 30~150t 规格的固定式电子衡器，对于超出 150t 规格的产品，如何进行承载器相对变形量的测试，也可以采用以上方式测试，只是其选择的检测载荷和加载区域，可以参考 150t 规格产品的参数。

参考文献

1. GB/T7723-2008《固定式电子衡器》。
2. 成大先主编，《机械设计手册》第四版，第1卷，化学工业出版社。
3. 沈立人，大型衡器检测方法探讨，第五届称重技术研讨会论文集（2005年4月上海）。