

动态轴载荷汽车衡校验的一些问题

中国计量科学研究院 周祖濂

【摘要】 文章对动态汽车衡，特别是针对轴载荷汽车衡校验和测量结果应如何解读，谈了一些作者的看法，并通过一组实测数据作了说明。

【关键词】 动态轴载荷汽车衡；刚性两轴车辆；参考车；测量结果解读

动态轴载荷汽车衡是在我国高速公路用来称重和超载检验汽车的一种广泛使用的衡器，但是在实际使用中，有关校验和检验结果有待研讨。

动态轴载荷汽车衡的承载器一般长一米宽三米左右，而最大秤量可达 20 吨。对这样一个小面积承载器的静态标定存在操作上的困难。即使在校验部门，要将 20 吨砝码放在承载器上进行量程校验不仅很困难而且还有危险。在计量部门对其产品进行认证试验就深有体会。而在现场是不可能实现的。在现场往往是用很少量的砝码或用已知重量的车辆对使用中的轴载荷汽车衡进行量程校验。但实际上由于校验的重量要比衡器的最大秤量小了很多。所以校验的误差往往大于衡器在产品认证时给出的不确定度。我认为对此类衡器，使用数字传感器或数字称重系统进行无砝码校验，在实际运用中，对其误差的保证更可靠和有利。

第二，动态轴载荷汽车衡基本是在户外使用，环境温度远远超过使用传感器的样机验证书上给出的从-10℃到+40℃的温度范围，特别是高温区，在我国超过+60℃的区域要占高速公路的极大部分。而这类衡器在计量部门做认证时，也几乎不做整机的温度实验，这主要是受试验条件所限，按要求使用的温度范围仅规定为-10℃到+40℃。而国外一些厂家的同类产品给出高温使用温度可达+60℃甚至更高，我国的产品在超过+40℃、低于-10℃使用是否还能保证测量误差，只有通过现场的实验结果，才能给出确定的数据。遗憾的是似乎没有厂家对自身的产品给出实验或测试结果。

第三，按照用来定标动态轴载荷汽车衡的标准器，规定为“刚性两轴车辆”。虽然对用来做为标准参考车的质量的约定真值有明确的规定，但什么样的车辆才会认为是“刚性的”，却没有任何的说明和规定。下面笔者试图用自己使用过的方法来判断所谓“刚性两轴车辆”的“刚性”。

下面是一辆两轴车测得结果

整车的静重 15.46t

| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 轴 1 | 6.41t | 6.38 t | 6.38 t | 6.39 t | 6.49 t | 6.39 t | 6.38 t | 6.40 t | 6.38 |
| 轴 2 | 9.11 t | 9.09 t | 9.10 t | 9.11 t | 9.10 t | 9.13 t | 9.11 t | 9.12 t | 9.10 t |
| 总重 | 15.52 t | 15.47 t | 14.48 t | 15.50 t | 15.53 t | 15.52 t | 15.49 t | 15.52 t | 15.48 t |
| △ | 60kg | 10kg | 20kg | 40kg | 70kg | 60kg | 30kg | 60kg | 20kg |

最后一行给出各次测量结果与整车静重的差值。九次测量结果的平均值为 15.50t。根据以上结果可求得以下数据：

轴 1 的标准偏差 $s_1=16.3\text{kg}$

轴 2 的标准差 $s_2=11.3\text{kg}$

车辆总重标准差 $s_3=20.8\text{kg}$

轴 1 与总重的相关系数 $p_{1\cdot 3}=75.9\%$

轴 2 与总重的相关系数 $p_{2\cdot 3}=62.3\%$

轴 1 与轴 2 间的相关系数 $p_{1\cdot 2}=10.6\%$

根据相关系数不为零时，系统的误差应由下计算：

$$S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + 2 \cdot P_{1,2} \cdot S_1 \cdot S_2}$$

代入数据可得

$$S = \sqrt{16.3^2 + 11.3^2 + 2 \times 10.6 \times 16.3 \times 11.3} = 65.56\text{kg}$$

而不考虑相关函数，仅由两轴测得的误差，计算车辆总重量的误差。

$$S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2} = 19.83\text{kg}$$

由上面计算可以看出，虽然在测量时前后轮的测量结果有百分之十的相关性。但这样的车辆基本上可认为是满足“刚性”的要求。

第四，对车辆动态称重测量结果的解读，应由对数据统计特性来认识。因为既使对同一台衡器，多次测量一辆车辆的结果，仍可明显的显示出统计特性。其结果满足正态分布。测量结果的正态偏差 Z。

$$Z = \frac{\bar{X} - X_0}{S}$$

\bar{X} 是多次测量的平均值；

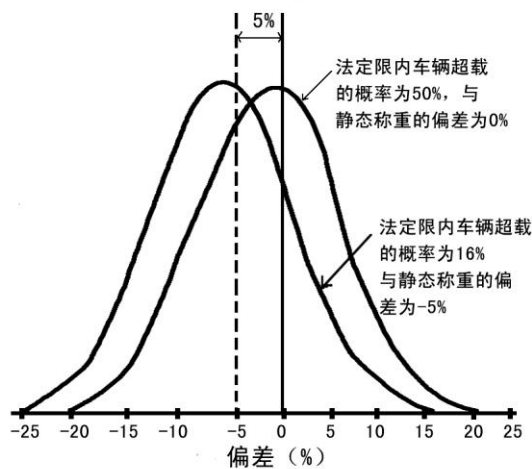
X_0 车辆的静重、即约定真值

S 是系统的标准偏差

由上面公式可以看出测量结果的标准偏差和平均值都对测量误差和超载判断有直接的影响。Z

越大，表示测量平均值在同等标准偏差条件下偏离值越大。特别是测量结果的判定，不仅与衡器的结构，对测量数据滤波处理的方式、秤台两端的引道有关。而且与被测量车辆的车轮数量，两轮还是多轮；车型对车厢的拖挂型式等有关。虽然在对动态汽车衡检验时需用常用的几种车型进行测试来确定汽车衡的准确度等级。但是在实际使用中，会有不少被测车辆的类型与检验时的参考车辆型有明显的差别。特别我国改装车辆之多，更是对测量结果难以判断。

还需指出，往往在对动态汽车衡校验时所使用的参考车辆，由计量学的角度讲是属于临时建立的标准，是没有重复性和相互间的可比性。若在对动态汽车衡校验时没有对参考车辆做较详细的记录和描述，将会对后续的检定带来很多问题。



根据上图我们可以看出校验值与约定的真值有偏差时，在图中检测结果比约定真值低5%，即测量结果的平均值 \bar{X} 与被测车辆静重值比较低了5%。从理论上讲，当平均值 \bar{X} 与静重值间没有偏差，则在法定限定重量的条件下车辆有50%概率判为不合格。而当测量偏差低了5%时，将只有16%概率判为不合格。对于不同测量标准偏差的结果，当规定车辆超载大于2.5%为不合格。若在此种情况平均值 \bar{X} 与静重间无偏差，则相对于不同标准偏差的判为不合格率分别为：

| 标准偏差 | 不合格率 |
|-----------|------|
| $S=1.5\%$ | 5% |
| $S=5\%$ | 31% |
| $S=10\%$ | 40% |

综上所述，我们虽然对动态轴载荷汽车衡已使用了多年，在高速公路对行驶车辆进行称重和超载检验得到极广泛运用，也有众多的厂家在生产此类衡器。但仍有很多问题需要我们探讨、研究和认识。这样才能使我们提高产品质量和达到正确称重和超载检验目的。