

# 汽车衡检定和型式批准

□中国计量科学研究院 周祖濂

【摘要】一台合格的汽车衡，必须满足三种计量和技术的规定条件。在户外现场使用中，环境温度超过-10℃至+40℃的情况，其误差的影响是需要考虑的问题。

【关键词】标称载荷；分段载荷；集中载荷

文献标识码：B 文章编号：1003-1870（2023）12-0026-03

汽车衡是一种比较特殊的衡器——除了它称重的对象不仅重量大、跨度也很大外，汽车衡的称重平台（承载器）往往是由多个相互独立的秤台组合而成。另外，就其载荷而言，其分布是极不均匀的，甚至对整个称重平台来说，只有某几个承载器在承载汽车轮轴的重量，以至其中有的秤台为空载。为了节省传感器，两个相邻的秤台在相邻边共用一对传感器，这些特点在其他衡器中都不存在。

从检定的角度而言，由于被称汽车的重量很大，可达100t级，若依照OIML R76号《非自动衡器国际建议》的“要求”检定，不仅费时、费力、费钱，而且往往达不到最大量程检定要求。另外，由于汽车衡被称对象的特殊性，对汽车衡的计量指标、技术指标作评价，也是需要讨论的问题。

实际上我们对国外汽车衡是如何检定知之甚少，而且OIML组织也没有专门针对汽车衡的国际建议。早先我们对汽车衡的检定大体上是按照R76号《非自动衡器》的要求，之后通过参看美国《44号手册》，才知道汽车衡的技术标准中包括对衡器安装的要求：Concentrated Load Capacity（CLC），即集中载荷值的要求。由于我们对此技术指标提出背景的依据不甚了解，因而没得到应有的关注，以至于很多专业人员都不知道有这样的技术要求。

直到看到“Concentrated Load Capacity - An Overview”（集中载荷量——概述）一文后，才对CLC有较多、较全面的了解。在美国，为了避免或降低汽车衡秤桥遭受到预想不到的结构上的破坏，从1998年开始研讨此问题，直到将此技术要求写入

从1998年至1999年的《44号手册》中，历时10余年之久。要求集中载荷量（CLC）满足下式：

$$\text{nominal capacity} < \text{CLC} \times (N - 0.5)$$

其中N为该汽车衡包含的称台数量。

汽车衡一共定义了三个计量要求和技术要求：

Nominal Capacity （标准载荷值）

Sectional Capacity （分段载荷值）

Concentrated Capacity （集中载荷值）

从理论上讲，汽车衡的校准或检定最大困难在于，现今的汽车衡基本上都是由多个独立的称重台组成，而两个相邻的秤台共用一对传感器，要求这些秤台在受力时是独立的、相互之间不能存在任何的相关性，这一理论就要求相邻的秤台之间各自的力矩平衡是相互独立的且要求力矩平衡的量值相等。这样的要求对汽车衡相邻称重台共用一对传感器的结构而言，在实际运用中调节力矩平衡要求时是很不容易做到的一件事。因为，对于相邻两个秤台共用一对传感器，要求同时满足两个力矩平衡相互独立的条件，几乎是不可能达到的。

在检定和调节时，特别是在无砝码条件时，往往对汽车衡的调节实际上是满足“力平衡”状态，而不是满足衡器力矩平衡的要求。这两者可能会导致最终测量结果之间存在明显的差异。

使用“力平衡”校准，实际上是将汽车衡使用的传感器在施加相同力值时使其输出相同。但这种所谓的“力平衡”条件，从物理学的角度来看是错误的。根据物理学静力平衡的原理，只有共点力系才能达到力值的平衡。而汽车衡所涉及的力是平行

力，对于这样的平行力学系统，只存在力矩平衡。对于力臂不等的力矩平衡系统，诸力矩作用力并不相等，即在称重时，力值的合力不等于被称物的重力（量）。这种现象我们在调试或校准汽车衡时是普遍出现的。如果我们用“力平衡”方法校准汽车衡，往往会出现当汽车衡处于承载平台不同位置时，称重结果会有超过衡器最大允许误差的情况。

采用力矩平衡原理调试和检定汽车衡，是不违反物理学的方法的，且是正确的方法。校准和调试合格的衡器，无论被称车辆处于称重平台的任何位置时，其称重的结果均不会超过衡器的最大允许误差。

其实从物理学角度来看，力矩平衡原理调试或检定才是正确校准和调试衡器的方法。而“力平衡”校准方法从原理上讲就是错误的，但在实际操作中，根据实际要求和条件，也是“可行”的。在此要特别指出，无砝码校准法实质上就是“力平衡”校准，在使用时要特别注意。

对汽车衡校准的正确方法，应遵守力矩平衡原理，对组成整体汽车衡的各个分别独立的承载器，按最大分段载荷值进行偏载和满载荷的校准，并将各分秤台的测量值调至一致。此外，还需用集中载

荷值检验衡器强度是否满足衡器所需的技术要求。而标准载荷是能够给出该汽车衡整体的计量要求，即可达到检定分度值和检定分度数。

对于汽车衡这类在户外使用的大型衡器而言，对其进行影响量的测试是不太现实的，只能对所使用的部件分别做检验。由于在实际使用中我们均默认使用的部件都是厂家出品的合格产品。众所周知，传感器的测试温度范围仅为-10℃至零上40℃，而在实际工作环境中，温度超出此范围。特别是在广袤、辽阔从南到北的中国土地上，冬天北方地区室外温度低于零下10℃的地方很普遍，夏天全国大部分地区室外温度超过+40℃更是比比皆是。因此，室外环境超出传感器温度使用范围的情况是普遍存在的问题。这个问题应如何解决是涉及到实际使用汽车衡、轨道衡之类室外大型衡器并确定其测量准确度的核心问题之一，但在汽车衡检定规程中都是无法确定的。

汽车衡由于是由多个独立的秤台组成，一般情况下需要使用4只以上的传感器。按随机数计算多只传感器的测量误差应为传感器数的均方根值，多只传感器的最大载荷值为传感器数之和。

称重台数	1	2	3	4
传感器数	4	6	8	10
载荷总含量	$4 \times E_{max}$	$6 \times E_{max}$	$8 \times E_{max}$	$10 \times E_{max}$
总最大允许误差 $\sigma_W$	$\sqrt{4}\sigma_{LC}$	$\sqrt{6}\sigma_{LC}$	$\sqrt{8}\sigma_{LC}$	$\sqrt{10}\sigma_{LC}$

注： $\sigma_{LC}$ ：单只传感器最大允许误差。

$\sigma_W$ ：衡器整机最大允许误差。

$$\sigma_{LC} \ll 0.7 \times \sigma_W / \sqrt{n}, \quad n \text{ 为传感器数。}$$

汽车衡的显示仪表的误差分配系数为0.5。对于一台n=3000分度的衡器，显示仪表的误差为 $0.5\sigma_W$ 。若传感器的供桥电压10V，传感器的灵敏度为 $2mV/V$ ，则最大输出电压为 $e_{max}=20,000\mu V$ ；要求显示仪表的显示分度值d至少不得超过 $d=4\mu V$ 。而实际上显示仪表可用范围为最大输出电压的3/4，就已达到极限，为 $15,000\mu V$ 。根据OIML R76对仪表鉴别

力测量的要求，表示的内分度数应为衡器分数值 $\sigma_W$ 的1/10。

以上这两项是对传感器和显示仪表的最基本要求，是检定或型式批准时检查汽车衡是否满足合格要求的准则。

综上所述，汽车衡检定和型式批准对计量要求和技术要求的基本准则为：

(1) 应根据力矩平衡原理做偏载检定。在使用力平衡原理检定包括无砝码检定时，需注意，必须在满足一些特定条件下才能满足最大允许误差要求。

(2) 汽车衡的试验结果是否能满足计量要求，

应由下面各项试验结果来确定：

量程试验应满足最大允许误差要求。偏载试验要求“同一载荷下不同位置的示值，均符合最大允许误差的要求”。

(3) 汽车衡的检定或型式批准包括下面三项计量要求和技术要求：

Nominal Capacity(标称载荷值)：汽车衡的Max值。

Sectional Capacity(分段载荷值)：各分段称重台的Max值。

Concentrated Capacity(集中载荷值)。

(4) 显示器和传感器的计量指标根据上述要求进行核定。

可见，第(4)条应写入汽车衡标准的条款中，因为显示器和传感器的计量要求是保证该汽车衡能否满足检定和型式批准的基本要求。

上述的检定要求在实际现场的检定过程中往往

是很难实现的。首先现场检定按规定要求的砝码量是很难满足的，即使使用替代法加载的情况下也不一定能够满足。按照标准载荷值检定时要求在承载器上均匀放置所规定的实际温度往往都超过了传感器-10℃至+40℃的规定，这样即使在夏天或冬天检定合格的衡器，使用时真实的误差也不能确定。因此，在不同地区如何规定随后检定的时期，就成为实际使用中能否保证汽车衡称重结果准确性的前提。在现场风霜雨雪等的恶劣环境条件下，汽车衡称重结果受到的影响也是不可忽视的。

根据实际的使用情况，要确保汽车衡在现场使用时测量准确度不超过 $n=3000$ 的要求就很不错了。

#### 作者简介

周祖濂，中国计量科学研究院质量称重实验室退休职工。