

便携式汽车静态称重仪校准方法研究

□孙鹏飞 张莉莉 李媛

上海市计量测试技术研究院有限公司

【摘 要】便携式汽车静态称重仪是一种便于携带、运输、收纳的静态称重计量器具，主要应用于各类车辆的整车重量检测。为了保障整车称量的准确性，需要对便携式汽车静态称重仪进行量值溯源。本文主要介绍便携式汽车静态称重仪的校准方法研究与测量结果的不确定度评定。

【关键词】便携式汽车静态称重仪；校准；不确定度

文献标识码：A

文章编号：1003-1870（2026）04-0029-04

A Study on the Calibration Method of Portable Static Vehicle Scale

【Abstract】The portable static vehicle scale is a static weighing instrument featuring easy carrying, transporting, and storing, which is mainly used for detecting the gross weight of various vehicles. To ensure the weighing accuracy of gross weight of vehicles., value traceability is required for portable static vehicle scale. This paper focuses on the research on the calibration method of portable static vehicle scale and the evaluation of uncertainty of measurement results.

【Keywords】portable static vehicle scale; calibration; uncertainty

引言

便携式汽车静态称重仪是一种专用静态称重衡器，主要由称重仪表、铝合金台板和固定梁组成，具有方便携带、运输、收纳、结构简洁、轻巧、坚固等优点，尤其是在场地空间有限，无法安装电子

汽车衡且称量频率不高的场合下应用频繁，无需浇筑路基，只需在硬化的路面上摆放好，汽车行驶至称重板上即可称重，称量结束，即可进行收纳，不占用场地。便携式汽车静态称重仪实物如图1所示，一台称重仪表连接多台称重板（具体几台称重板与被



图1 便携式汽车静态称重仪实物图

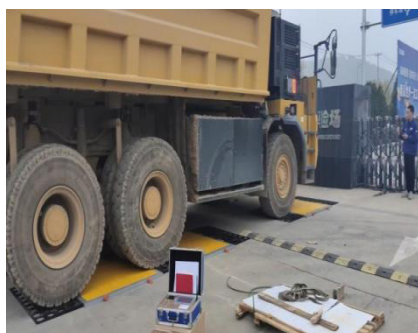


图2 便携式汽车静态称重仪测量整车重量

测量车辆的轴数有关，轴数越多，称重板越多），称重仪表和称重板之间采用无线传输或有线传输，称重仪表采集每个称重板上面的数据，相加就是整车重量值，便携式汽车静态称重仪测量整车重量如图2所示。

1 校准现状分析

便携式汽车静态称重仪属于一种特殊的非自动衡器，它的校准项目主要还是参考JJG539-2016《数字指示秤检定规程》，由于它的特殊结构，校准项目主要有示值误差和重复性。计量准确的便携式汽车静态称重仪，可以实现对汽车整车质量的精确控制，因此，如何对便携式汽车静态称重仪进行有效的量值溯源，保证计量的准确性显得至关重要，既能完善计量体系建设，也能服务企业高质量发展。

目前，针对便携式汽车静态称重仪校准主要有三种方案：第一，标准砝码。汽车静态称重仪单板尺寸（长、宽、高）约：60cm、40cm、3cm；单板最大量程为10t~20t，而1t标准砝码尺寸（长、宽、高）约：65cm、50cm、55cm，利用砝码校准汽车静态称重仪，单板最多累计1t~4t砝码，再多容易侧翻，发生安全事故。应用在工程车辆上的称重板尺寸要大一些，在叠加砝码的情况下，最多也只能累计4t~6t砝码，无法校准到最大秤量，如图3所示。第二，反力架装置。反力架装置静态校准需要人工手动操作，效率低，测量不稳定、校准误差大。第三，力标准机。校准方法通常参照JJG 1118-2015《电子汽车衡（衡器载荷测量仪法）检定规程》中提到的针对电子汽车衡的一种新的计量方法。其原理就是通过一种标准载荷施加装置和工装结构将标准载荷单元组均匀、合理地加载到被校设备上。汽车静态称重仪采用叠加式力标准机，通过电脑控制，可以实现自动加载和卸载，既方便又安全，数据准确可靠。



图3 砝码校准便携式汽车静态称重仪

2 校准方案设计与原理

便携式汽车静态称重仪校准标准器是叠加式力标准机，主要由主机和伺服控制系统组成，其中主机主要由上梁、立柱、承载板、油缸、标准载荷测量单元等组成，如图4所示。

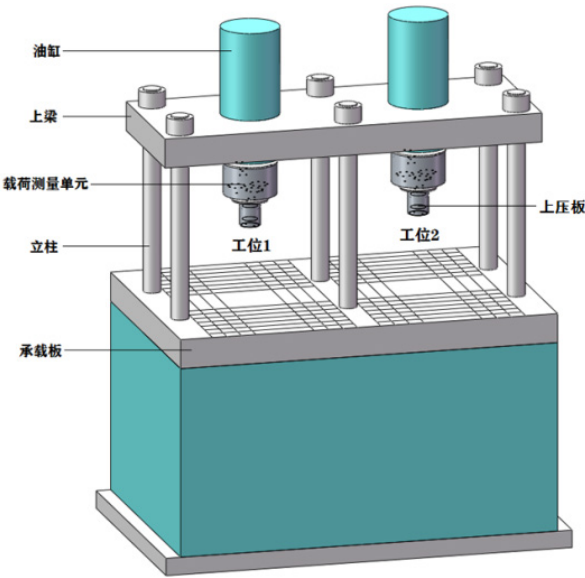


图4 叠加式力标准机

上梁及承载板通过6根立柱连接，上横梁用于安装油缸，油缸主要用于检测力的输出，压力20MPa时可输出质量值20t。标准载荷测量单元安装于油缸上，标准载荷单元再连接上压板直接作用于被测称重仪上，上压板的形状面积尽量按车辆轮胎接触面大小定制，这样校准的称重仪在实际使用中测量误差更小。叠加式力标准机具体技术参数如表1所示。

表1 叠加式力标准机技术参数

序号	项目名称	技术参数
1	量程范围	(1000~20000) kg
2	准确度等级	0.05 级
3	示值误差	≤ ± 0.05%
4	重复性	≤0.05%
5	分度值	0.1kg
6	载荷波动度	1kg/30min
7	试验空间mm(长 × 宽 × 高)	900 × 550 × 200

叠加式力标准机工作原理：是用二个标准载荷测量单元作为标准，与被检称重仪串联，以液压力

式施加载荷。工作时将被测称重仪装入测试空间，在控制系统上设计载荷测量点 L ，启动控制系统，油缸向上移动，油缸通过标准传感器推动反向器向下移动，利用力作用是相互的，从而使称重仪受力，该力理论上与标准载荷大小相等，方向相反，此时称重仪表显示 I 。最后通过比较叠加式力标准机标准载荷值 L 和便携式汽车静态称重仪称重仪表上的数据 I ，计算该测试点的测量不确定度，完成校准工作。若示值误差较大，打开称重仪表标定开关，将称重仪表示值设置为叠加式力机标准载荷值 L ，使得称重更准确。标定结束后，关闭标定开关，并施加铅封保护，防止随意调整。

叠加式力标准机采用双工位设计，即采用双泵伺服控制，由两个伺服电机分别控制两个油泵，两个油泵分别控制油缸的进油和回油，两套油泵的进回油差控制油缸的进退和力值的大小，即双工位进行校准。这样做的优点：一方面可以提高校准效率，另一方面考虑便携式汽车静态称重仪的实际应用：同一轴（或轴组）连接两个轮胎，测量时需要左右各放一块称重板，如图5所示。因此，如果同一轴（或轴组）下的两块称重板的称量一致性好，则能提高整车称量的准确性，故设计为双工位，在一次校准活动中，同时校准两块称重板。



图5 便携式汽车静态称重仪校准实物图

3 测试与不确定度评定

便携式汽车静态称重仪没有对应的检定规程和校准规范，是随着社会发展而生产的一种专用称重计量器具，其校准和测量不确定度评定的依据参照JJG 539-2016《数字指示秤检定规程》。温度： $-10\sim+40$ ，湿度 $\leq 85\%RH$ 。标准载荷施加装置：叠加式力标准机，准确度等级0.05级，称量范围（100~20000）kg，分度值 $d=1kg$ 。被测对象：在上海某企业中，选了一台最大称量 $Max=20t$ ，分度值 $d=10kg$ 的便携式汽车静态称重仪。

采用A类评定方法，在重复性条件下，在叠加式力标准机上对汽车静态称重仪施加载荷20t，重复施加10次，每次称重仪表初始示值归零，10次数据如表2所示。

表2 重复性数据

单位：kg

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量示值	20004	20005	20005	20006	20004	20004	20005	20005	20005	20006

3.1 数学模型

$$E = I - A$$

式中： E ——示值误差，kg；

I ——被校称重仪的示值，kg；

A ——力标准机的示值，kg。

3.2 不确定度来源

叠加式力标准机校准便携式汽车静态称重仪不确定度来源有很多，对其影响较大的主要有三项：

（1）重复性测量引人的标准不确定度分量 u_1 （A类评定）；

（2）汽车静态称重仪引人的标准不确定度分量

u_2 （B类评定）；

（3）叠加式力标准机引入的标准不确定度分量 u_3 （B类评定）。

3.3 不确定度评定

（1）重复性测量引人的标准不确定度分量 u_1

重复性测量引人的标准不确定度分量 u_1 ，等于用算术平均值作为最佳估值的标准不确定度。主要分三步：即第一先求最佳估值，第二用贝塞尔公式求得相对实验标准偏差 s ，第三求 u_1 ：

$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n} = 20004.9kg$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}{n-1}} = 0.8\text{kg}$$

$$u_1 = s(\bar{I}) = \frac{s}{\sqrt{n}} = 0.3\text{kg}$$

(2) 汽车静态称重仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

汽车静态称重仪分辨力为 $d=10\text{kg}$ ，假设服从均匀分布，则其标准不确定度 u_2 等于：

$$u_2 = \frac{d}{2\sqrt{3}} = 2.9\text{kg} \quad k = \sqrt{3}$$

(3) 叠加式力标准机引入的标准不确定度分量 u_3

叠加式力标准机引入的不确定度分量 u_3 ，主要指校准装置自身的误差引入的不确定度。0.05 级的叠加式力标准机，20t 测量点最大允许误差为 $\pm 10\text{kg}$ ，半宽 $a=10\text{kg}$ ，把允差作为均匀分布处理则不确定度分量 u_3 ：

$$u_3 = 10/\sqrt{3} = 5.8\text{kg} \quad k=\sqrt{3}$$

(4) 合成标准不确定度

合成标准不确定度是通过将各输入量的标准不确定度分量按方差合成定理计算得到的参数，三项不确定度分量互相不相关。被测仪器的分辨力会对测量重复性有影响，在测量不确定度评定中，测量重复性引入的不确定度和分辨力引入的不确定度，两者取其大，小者不再考虑，即测量重复性引入的不确定度 u_1 不再考虑。则合成不确定度为 u_c ，包含因子为 k ，则：

$$u_c = \sqrt{u_2^2 + u_3^2} = 6.5\text{kg}$$

(5) 扩展不确定度

扩展不确定度是表示测量结果区间的量，由合成标准不确定度乘以包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U=2 \times u_c = 13.0\text{kg}$$

4 结语

本文主要介绍了便携式汽车静态称重仪常见的校准方法，注重介绍了可行性最高的叠加式力标准校准方法，解决了传统校准方案中加载砝码困难、安全系数低的难题，节省人力物力，提高校准效率，具有一定的应用性。依据JJG539 国家检定规

程对便携式汽车静态称重仪进行测量结果的不确定度评定，对汽车静态称重仪的计量提供一点技术参考。

参考文献

- [1] 国家质量监督检验检疫总局.JJG1212-2008 便携式动态轴重仪校准规范[S]. 北京: 中国计量出版社,2008.
- [2] 李时鑫, 王鹏, 郑辉, 魏树龙. 静重式力标准机发展现状及研究[J]. 中国计量,2020(11).
- [3] 王皓, 杨周斌, 喻清华. 一种汽车衡称重传感器自动检测系统设计[J]. 衡器,2023(02).
- [4] 郑建忠, 霍晓珊, 旋石婵. 汽车衡称量车上人员检测方法研究[J]. 中国仪器仪表,2023(10).
- [5] 张伟, 张智敏. JJG1116-2015《叠加式力标准机检定规程》解读[J]. 中国计量,2016(02).

作者简介

孙鹏飞（1989—），硕士，中级工程师，现供职于上海市计量测试技术研究院有限公司。研究方向：质量衡器计量。