

一种新型汽车侧翻试验台校准装置的设计思路

□谢杰^{1, 2, 3}

(1. 福建省计量科学研究院; 2. 国家市场监督管理总局重点实验室(力值计量测试);
3. 福建省力值计量测试重点实验室)

【摘要】传统的汽车侧翻试验台校准方法和校准能力存在一定的缺陷和不足,无法保证整个试验台校准的准确性。因此,为了保证整个汽车侧翻试验台校准的准确性,本文提供了一种由基于模块化可变标准质心样件主体结构和多传感器融合监测与控制系统组成的新型智能化校准装置的设计思路,并对校准方法的形成提出了建议。

【关键词】汽车侧翻综合试验台;智能化校准装置;可变标准质心样件;多传感器融合监测与控制系统;设计思路

文献标识码: B

文章编号: 1003-1870 (2023) 04-0019-04

引言

汽车侧翻综合试验系统是《汽车产品强制性标准检验项目及依据标准》强检项目中第58项侧翻稳定角和第99项机动车安全运行强制性项目要求的必备设备,它的主要功能是完成车辆质心位置(三维坐标)测试,轮质量、轴质量、总质量和轴负荷率测试及其他与侧倾角-法向力相关性能的测试等。





而质心是由物体质量分布所决定的一个特殊的点,它是物体一个重要的固有参数。质心测量和校准对于建立质心坐标系、确定物体运动参数具有重要意义。对涉及运动的装备中,在很大程度上影响性能和安全,特别是改装后的专用汽车,车载专用

设备对车辆质心影响十分巨大,将造成车辆操纵特性、行驶特性的重大变化,进而影响安全,因此准确测量质心和对质心专用测量设备进行校准是十分必要的。

1 研究现状

目前对于质心测量系统的校准,国外主要是通过分参数溯源、过程质量控制、标准试件的方式进行静态和动态校准。国内对静态质心测量系统的校准和国外类似,主要是分参数溯源,其中衡量仪器或者力传感器通过拆卸后送检;测量装置的几何量测量部分通过使用几何量测量仪器进行现场校准,如下表所示。

表 国内外测量方法

测试对象	测量设备	校准
 <p>导弹、飞机模型、舰船模型、小型车辆等</p>	 <p>倾斜法质心测量仪</p>	分参数溯源校准
 <p>大型装备（飞机、特种车、导弹等）实物</p>	 <p>平台式质量 / 质心测量仪</p>	砝码等实物器具

质心测量由质量测量和几何量测量两部分构成。平台多点支撑法适用于被测物体多变、大质量的情况，人工或自动计算质心位置；传感器误差是质心测量中最大的误差来源。

第一个问题就是分参数溯源存在以下不足：首先，不同的质心测量装置几何量测量部分的原理和支撑方式存在不同。通过使用几何量测量仪器进行现场校准，会存在由于人员的不同和对几何支撑位置测量点确定的不同，导致的几何量测量误差。其次，衡量仪器或测力传感器的校准需要将测量系统拆卸后进行，重复拆卸难以保证空间位置的一致性

以及测量结果的重复性，因而测量误差大。

第二个问题是校准能力覆盖能力不足。市场上大多数侧翻试验台质心测量采用将法向称重和轮距、轴距代入公式计算的方法进行，如果不采用标准质心样品而采用离散的质量验证，只能实现对公式的验证，无法证明整个试验台的准确性。

2 设计路线

本文通过理论计算、仿真优化与试验手段相结合，研制汽车侧翻试验台智能校准装置为主要研究内容，从而实现可变准确稳定。详细技术路线见图 1。

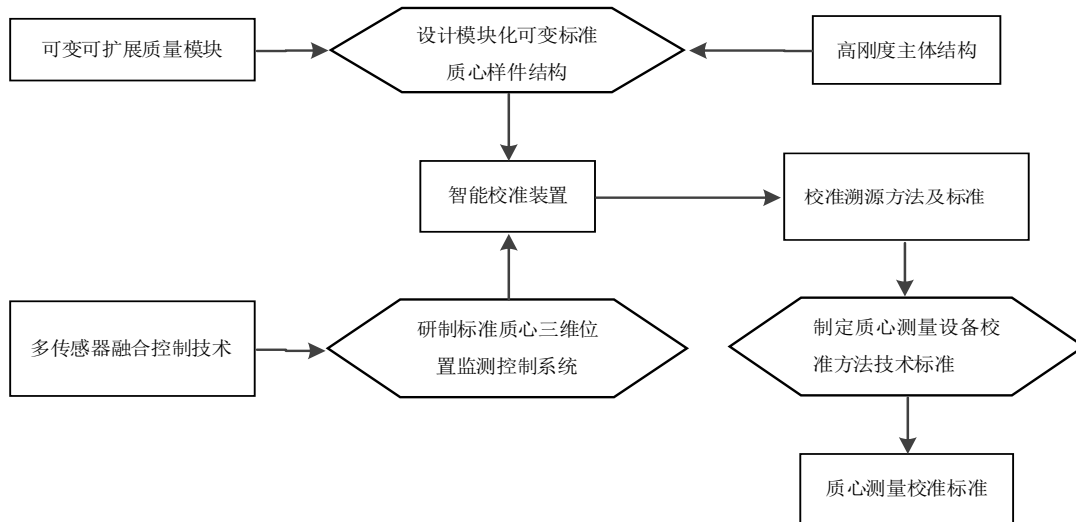


图1 技术路线图

3 技术难点及解决方式

(1) 如何实现标准质心样件的可变质量分布

由于被测的侧翻试验台可覆盖测量范围大，且载荷较大，造成模拟车辆难度大。针对此难点，通过提出采用伺服控制的质量模块与多传感器融合设计方法，创新了大量程可变标准质心样件的结构，可模拟车辆状态，实现质心可变且可控可扩展。

(2) 如何保证标准质心位置准确度。

由于结构刚度和多传感器误差耦合等原因，特别是质量模块移动过程中产生的累积误差将造成标准质心位置不准。针对此难点，为严格控制不确定度引入，保证校准装置的质心位置稳定，通过提出质心测量设备直接校准方法，突破分参数溯源的弊

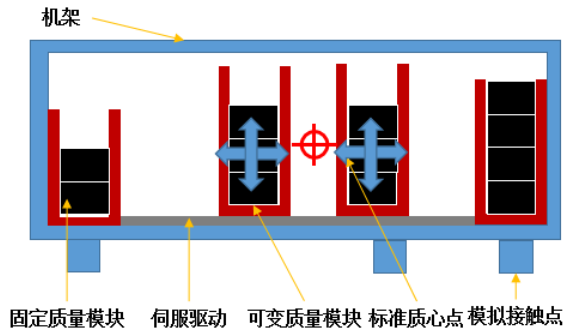


图2 整体结构框架

4.2 多传感器融合监测与控制系统的研究

(1) 在主体结构的基础上，为实现质量、位移、角度的多参数综合测量，设置带有自校准功能的多传感器融合系统。

(2) 其中采用高精度倾角测量仪实时测量侧

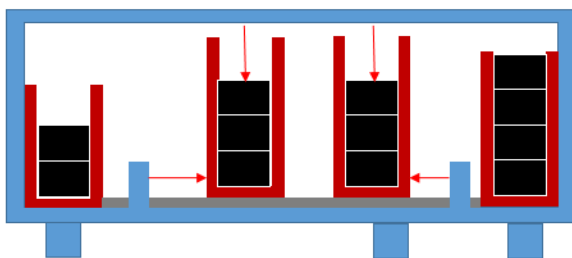


图4 主体结构图

端，为保证其测量量值准确提供支撑。

4 实现方案

4.1 模块化可变标准质心样件主体结构的研究

(1) 根据质量反应法基本原理进行标准样件的理论计算，对质量和位移分布进行确定。

(2) 根据被校准的侧翻试验台布局，模拟被测车辆轴型、轴数不同，设计伺服驱动的质量模块实现可变质心模拟结构。

(3) 采用有限元仿真方法，结合分区域应变集中结构设计连续体拓扑优化方法，确定可变质量结构的最优尺寸，确保模拟范围内刚度不影响测量准确度，如图2、图3所示。

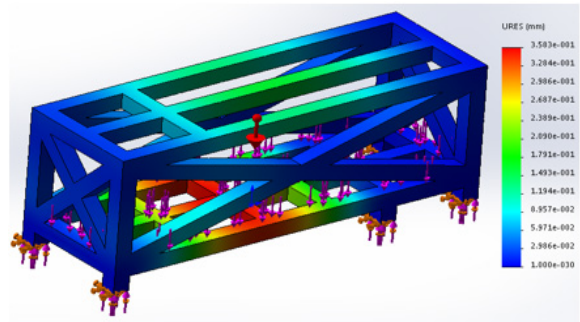


图3 有限元仿真

翻角度，力传感器实时测量质量模块配置，高精度位移传感器实时测量质量模块位置。

(3) 采集和控制系统根据质量、位移、角度信息耦合智能感知标准法向力和标准质心三维位置，并根据预设的质心位置智能调整质量分布。

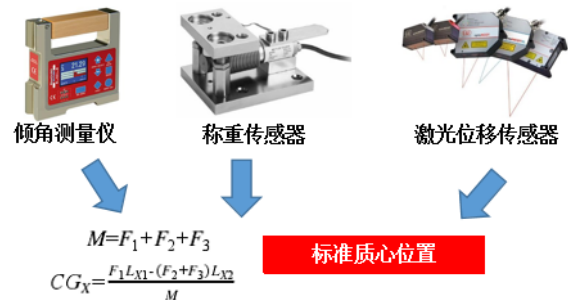


图5 确定标准质心位置测量示意图

4.3 校准方法与不确定度研究

(1) 被测车辆具有种类多、应用场景多等特点, 为了实现对此类产品性能的统一评价, 因此, 采用何种方法基于上述研制的校准装置进行质心的直接校准是保证准确度的关键。

(2) 需要在研制校准装置的基础上, 对大量样品和应用场景进行试验分析, 从中提取归一化的校准方法, 并进行不确定度评定, 最终实现校准方法的形成, 如图6所示。

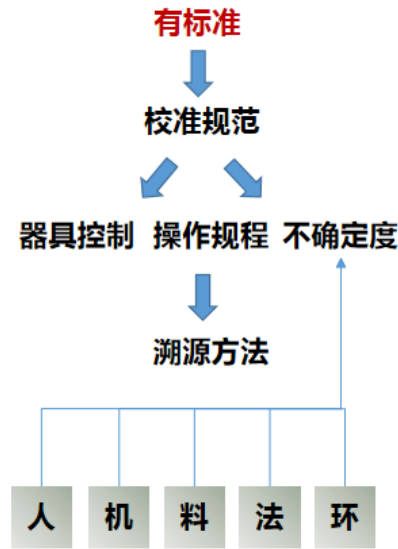


图6 校准方法形成图

4.4 试验验证方法

试验测试时, 通过此校准装置模拟多轴车辆, 对质心标准样件进行分布。汽车侧翻试验台侧翻时, 对质心标准样件的位移量、侧翻角度和对应质量进行实时监控, 通过软件算法实现质心位置的准确测量。校准共进行3次, 取平均数得出质心位置。通过比较校准装置和质心标准装置的测量结果, 判断校准装置质心测量准确度。

5 结束语

本文提供了一种新型汽车侧翻试验台校准装置的设计思路, 对侧翻台校准装置的研发具有一定的参考意义。

参考文献

[1] 谢杰. 汽车侧翻综合试验台多参数校准方法研

究[J]. 衡器, 2022-07.

[2] 方金顺. 基于有限元仿真技术的车辆侧翻台结构力学仿真与优化设计[J]. 专用汽车, 2021-10-15:56-59.

[3] 陆森兴. 专用汽车质心位置计算及验证方法[J]. 现代商贸工业, 2015(5):185-186.

[4] 葛炳南. 挂车静侧翻稳定性测试系统的开发[D]. 大连: 大连理工大学, 2016.

[5] GB/T 14712-2009《汽车侧翻稳定性台架试验方法》[S].

作者简介

谢杰 男, 汉族, 福建省福州市, 工程师, 福建省计量科学研究院, 学士, 主要从事力值计量研究。