

汽车座椅H点测量不确定度分析

易成亮, 郁呈祥, 甄凯, 廖聪, 成骅志

中汽研汽车零部件检验中心宁波有限公司, 浙江 宁波

收稿日期: 2024年1月29日; 录用日期: 2024年4月1日; 发布日期: 2024年4月8日

摘要

根据汽车座椅H点的测试方法以及原理, 对汽车座椅H点进行测量。通过对试验过程进行分析, 确定出影响汽车座椅H点测量过程中的各个影响因素。再通过建立相关数学模型, 对测量过程中的各个影响因素进行相应的不确定度分析, 最终确定出影响测量结果准确性的主要因素。根据其产生的原因, 在试验过程中加以控制, 从而减小其对试验结果带来的影响, 进而提高H点测量结果的准确性, 为汽车座椅设计、驾乘人员舒适性、座椅碰撞等提供更直观, 更准确可靠的保证, 具有重要意义。

关键词

汽车座椅H点, 不确定度, 主要因素, 控制

Uncertainty Analysis of the Car Seat H-Point

Chengliang Yi, Chengxiang Yu, Kai Zhen, Cong Liao, Huazhi Cheng

CATARC Automotive Component Test Center Ningbo Co., Ltd., Ningbo Zhejiang

Received: Jan. 29th, 2024; accepted: Apr. 1st, 2024; published: Apr. 8th, 2024

Abstract

According to the test method and principle of H-point of car seat, H-point of car seat is measured. Through the analysis of the test process, the influencing factors in the measuring process of H-point of car seat are determined. Then, by establishing the relevant mathematical model, the uncertainty of each influencing factor in the measurement process is analyzed, and the main factors affecting the accuracy of the measurement results are finally determined. According to the cause of its occurrence, it is of great significance to control it during the test process to reduce its impact on the test results, by improving the accuracy of the measurement results of H-point and providing a more intuitive, accurate and reliable guarantee for car seat design, driver and passenger comfort, seat collision and other tests.

Keywords

H-Point of Car Seat, Uncertainty, Main Factors, Control

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

汽车座椅 H 点根据其应用场合的不同, 通常分为设计 H 点和实际 H 点两种。

设计 H 点是制造厂基于所设计车辆结构坐标系中的座椅 H 点位置坐标。其对应于驾乘人员入座后在车辆坐标系中的位置, 包括了座椅可调节状态下所有用于正常乘坐位置的点。实际 H 点是指按规定将三维“H”点测量装置 HPM-I 或 HPM-II 安放在车辆座椅上所测得的座椅 H 点位置。理论上座椅的设计 H 点与实际 H 点应一致。

H 点的位置决定了驾乘人员在车中乘坐的状态, 对于驾乘人员的视野、乘坐的舒适性、操纵性及安全性有着决定性的作用。尤其是近年来, 随着人们对驾乘人员的舒适性和安全性越来越重视, 相应的对驾乘人员的舒适性和汽车座椅碰撞试验的各类研究也是层出不穷。而座椅 H 点测量作为舒适性和碰撞试验的基础和重要的组成部分, 很多学者都对其进行了大量的研究。翟岁团等研究了如何使用 HPM-I 装置找出座椅 H 点并进行机动车视野测量, 并总结出了正确安放 HPM-I 装置, 精确找到座椅乘坐基准点对机动车视野测量的重要性[1]; 程新华等研究了使用 HPM-II 装置对汽车驾驶员座椅 H 点的测量, 并总结出了测量装置的正确安放对 H 点位置的确定有着至关重要的影响[2]; 方正等研究了使用第一代三维 H 点装置 HPM-I 与第二代三维 H 点装置 HPM-II 测量结果产生的差异性, 并为试验工程师在测量装置的选择上提供了参考性意见[3]; 周勇等研究了使用 HPM-I 装置对汽车驾驶员座椅 H 点位置的测量, 并总结出了测量过程中具体的操作步骤和试验细节[4]; 本文旨在通过正确使用 H 点测量装置对座椅 H 点进行测量, 并对测量过程中的不确定度进行分析, 探究出影响测量结果准确度的各个因素, 并对其加以控制, 以保证测量结果的准确性, 为汽车座椅设计、驾乘人员舒适性、座椅碰撞等提供更直观, 更准确可靠的保证。

2. 测试原理及过程分析

2.1. 测试原理

此次测量不确定度的评定, 通过选取某一品牌的汽车驾驶员座椅 1 套, 使用 HPM-I 装置和智能关节坐标测量机进行测量。在相同试验条件下, 由同一试验人员分别进行多次重复性试验。其中每次试验前座椅状态均调节一致, 试验人员操作设备及方法步骤均相同, 均满足现行标准 GB/T 29120-2012 [5]的要求。具体如下:

- 1) 座椅及模拟车身工装固定于铁地板上, 根据标准要求将座椅的状态和各项调节按规定调好;
- 2) 正确安放 HPM-I 装置, 腿部采用 50 百分位长度;
- 3) 使用智能关节坐标测量机设备对座椅进行 H 点测量, 根据座椅安装点坐标, 拟合出车辆设计坐标系, 得出本次 H 点测量数据, 测试图片见下图 1;
- 4) 重复进行上述 6 次测试, 其中每次测试间隔为 2 小时, 确保座椅面套、发泡等回复到初始状态;
- 5) 记录 6 次测试数据, 对测量过程及结果进行分析。



Figure 1. The test photo of H-point
图 1. H 点测试照片

2.2. 测试过程分析

根据 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》[6]对本次汽车座椅 H 点测量过程进行分析可知,影响其测量结果的主要因素有以下几点:其中由于试验人员安放 HPM-I 装置、设备使用操作等产生的影响采用 A 类方法进行评估,其他因素采用 B 类方法进行评估。所有不确定度来源分析具体如下:见下图 2

- 1) 试验人员安放 HPM-I、设备使用操作等,即测量重复性, A 类;
- 2) 智能关节坐标测量机设备精度带来的不确定度,即测量设备精度, B 类;
- 3) 智能关节坐标测量机分辨率带来的不确定度,即测量设备分辨率, B 类。

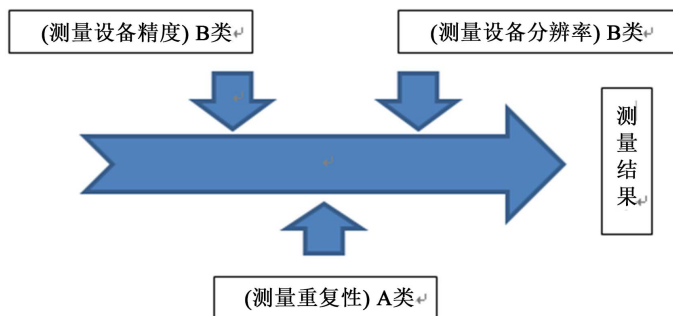


Figure 2. The main factors affecting the measurement results
图 2. 影响测量结果的主要因素

3. 不确定度评定

通过对测试过程分析,建立数据模型如下:

$$R_x = X \quad R_y = Y \quad R_z = Z$$

R_x ——测量坐标值(mm);

R_y ——测量坐标值(mm);

R_z ——测量坐标值(mm)。

3.1. 测量不确定度评定结果

3.1.1. A 类不确定度评定

根据上述 2.1 的要求分别进行 6 次重复性试验,试验结果见下表 1。

Table 1. The results of H-point test
表 1. H 点测试结果

坐标值/mm	组 1	组 2	组 3	组 4	组 5	组 6	均值/mm
X	2314.59	2317.94	2314.71	2316.86	2315.95	2314.82	2315.81
Y	355.98	355.59	353.32	353.97	356.33	354.93	355.02
Z	1327.62	1324.34	1325.34	1325.68	1326.15	1328.06	1326.20

根据贝塞尔公式计算：

$$u(x_i) = s(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

H 点测量结果中 X 坐标值标准不确定度为： $U_1(X) = 1.37 \text{ mm}$ ，

H 点测量结果中 Y 坐标值标准不确定度为： $U_1(Y) = 1.18 \text{ mm}$ ，

H 点测量结果中 Z 坐标值标准不确定度为： $U_1(Z) = 1.41 \text{ mm}$ 。

3.1.2. B 类不确定度评定

1) 智能关节坐标测量机设备精度引入的不确定度评估

该不确定度主要由智能关节坐标测量机设备测量精度引起，本次测量设备智能关节坐标测量机设备精度为 0.045 mm，其服从均匀分布，故本次测量过程中由设备精度所引入的标准不确定度为：

$$U_2 = \frac{0.045}{\sqrt{3}} = 0.026 \text{ mm}$$

2) 智能关节坐标测量机设备分辨率引入的不确定度评估

该不确定度主要由智能关节坐标测量机设备分辨率引起，本次测量所使用的智能关节坐标测量机设备分辨率为 0.001 mm，其服从均匀分布，区间半宽 0.0005 mm，故本次测量由智能关节坐标测量机设备分辨率引入的标准不确定度为：

$$U_3 = \frac{0.0005}{\sqrt{3}} = 0.00029 \text{ mm}$$

3.2. 不确定度结果计算

将本次 H 点测量的不确定度结果进行汇总详见下表：

1) 标准不确定度结果汇总见下表 2。

Table 2. Summary of standard uncertainty results
表 2. 标准不确定度结果汇总

标准不确定度分量	不确定度类型	不确定度来源分析	标准不确定度
$U_1(X)$	A 类	测量重复性	1.37 mm
$U_1(Y)$	A 类	测量重复性	1.18 mm
$U_1(Z)$	A 类	测量重复性	1.41 mm
U_2	B 类	智能关节坐标测量机设备测量精度	0.026 mm
U_3	B 类	智能关节坐标测量机设备分辨率	0.00029 mm

2) 合成标准不确定度结果汇总详见下表 3。

Table 3. Synthesis standard uncertainty results summary

表 3. 合成标准不确定度结果汇总

坐标值	合成标准不确定度
X	$U_c(X) = \sqrt{U_1^2 X + U_2^2 + U_3^2} = 1.37 \text{ mm}$
Y	$U_c(Y) = \sqrt{U_1^2 Y + U_2^2 + U_3^2} = 1.18 \text{ mm}$
Z	$U_c(Z) = \sqrt{U_1^2 Z + U_2^2 + U_3^2} = 1.41 \text{ mm}$

3) 扩展不确定度结果汇总详见下表 4。

Table 4. Extended uncertainty result summary

表 4. 扩展不确定度结果汇总

坐标值	扩展不确定度(取 $k = 2$)
X	$U(X) = k * U_c(X) = 2 * 1.37 = 2.74 \text{ mm}$
Y	$U(Y) = k * U_c(Y) = 2 * 1.18 = 2.36 \text{ mm}$
Z	$U(Z) = k * U_c(Z) = 2 * 1.41 = 2.82 \text{ mm}$

3.3. 本次 H 点测试测量结果

根据上述 H 点测量的不确定度评定结果, 得出本次 H 点测试测量结果, 详见下表 5。

Table 5. The measurement results of H-point test

表 5. 本次 H 点测试测量结果

坐标值	检测结果和扩展不确定度
X	$R_X = (2315.812 \pm 2.74) \text{ mm} (k = 2)$
Y	$R_Y = (355.019 \pm 2.36) \text{ mm} (k = 2)$

4. 结论及分析

通过对本次汽车座椅 H 点测量过程和结果的不确定度评定进行分析可以看出, 影响座椅 H 点测量结果准确度的因素有很多, 其中由测试人员安放 HPM-I、设备使用操作等产生的测量重复性所引入的不确定度对测量结果的影响最大, 其次是由测量设备自身精度所引入的不确定度。

综上所述, 为保证测量结果的准确性, 可以做到以下两点:

1) 控制测量重复性所产生的不确定度。针对此点, 要做到严格把控试验过程, 制定详细的试验操作规程和作业指导书; 同时, 测试人员需定期培训考核, 并积极参与人员比对及实验室间比对, 确保试验过程中的规范性、准确性和一致性。

2) 控制测量设备精度所产生的测量不确定度。严格遵循使用要求存放和使用测量设备, 定期核查设备状态, 并按计划校准设备的相关参数, 从而减少设备自身测量精度等原因对测试结果造成的偏差, 进一步提高测量结果的准确性。

参考文献

- [1] 翟岁团, 周亚旭, 王伟, 姜阔, 王臻. 三维 H 点装置及其安装简介[J]. 摩托车技术, 2015(12): 52-56.
- [2] 安剑英, 程新华. 基于 HPM-II 的汽车驾驶员座椅 H 点位置的测量[J]. 汽车实用技术, 2019(8): 103-105.
- [3] 方正, 赵清江. 第一代三维 H 点装置与第二代三维 H 点装置测量结果的比较[C]//第十四届国际汽车交通安全学术会议. 2017: 92-97.
- [4] 周勇, 马国清, 杨震, 李杨. 汽车驾驶员座椅 H 点位置的测量[J]. 汽车实用技术, 2015(1): 114-115+119.
- [5] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 29120-2012 H 点和 R 点确定程序[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [6] 全国法制计量管理计量技术委员会. JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.