

**中华人民共和国工业和信息化部 发布**

**20\*\*—\*\*—\*\*实施**

**20\*\*—\*\*—\*\*发布**

汽车碰撞试验用假人力传感器校准规范

（报批稿）

**Calibration Specifications of Anthropomorphic Test Device Load Cell for Vehicle Crash Test**

JJF（机械）1081-2022

中华人民共和国工业和信息化部机械计量技术规范

**JJF（机械）1081-2022**

**汽车碰撞试验用假人力传感器校准规范**

Calibration Specifications of Anthropomorphic Test Device Load Cell for Vehicle Crash Test

****

归 口 单 位：中国机械工业联合会

负责起草单位：中汽研汽车检验中心（天津）有限公司

本规范条文委托全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

段丙旭（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

陈 曦（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

王海军（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

朱海涛（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

参加起草人：

刘 磊（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

丁 奕（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

杨佳璘（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

侯海鹏（杭州集普科技有限公司）

目录

[引言 4](#_Toc5304)

[1 范围 5](#_Toc2028)

[2 引用文件 5](#_Toc30679)

[3 术语和计量单位 5](#_Toc8733)

[3.1 假人力传感器 5](#_Toc31144)

[3.2 标准力传感器 5](#_Toc25250)

[3.3 连续加载 5](#_Toc16599)

[3.4 轴向间串扰 6](#_Toc25340)

[4 计量特性 6](#_Toc28084)

[5 校准条件 6](#_Toc17352)

[5.1 校准环境 6](#_Toc16840)

[5.2 校准装置 6](#_Toc24131)

[5.2.1 桥路数据采集系统 6](#_Toc16335)

[5.2.2 标准力传感器 7](#_Toc18150)

[5.2.3 专用夹具 7](#_Toc31840)

[5.2.4 力标准试验机 7](#_Toc20962)

[6 校准项目和校准方法 7](#_Toc11514)

[6.1 校准前准备 7](#_Toc4232)

[6.2 校准过程 8](#_Toc23837)

[6.3 额定输出 9](#_Toc6292)

[6.4 输出灵敏度 9](#_Toc15544)

[6.5 非线性度 9](#_Toc18841)

[6.6 迟滞 9](#_Toc4348)

[6.7 轴向间串扰 9](#_Toc8943)

[7 校准结果表达 10](#_Toc24114)

[8 复校时间间隔 10](#_Toc7362)

[附录A 灵敏度校准结果的测量不确定度评定 12](#_Toc1273)

[附录B 校准证书或校准报告内容 15](#_Toc22077)

引言

本规范是以JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础，共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列规范。

本校准规范在制定过程中参考了JJF 1560-2016《多分量力传感器校准规范》、JJG 455-2000《工作测力仪检定规程》中的术语、符号与定义以及相关的技术要求。本规范给出了校准汽车碰撞试验用假人力传感器的计量特性的校准条件、校准项目和校准方法。

本规范为首次发布。

汽车碰撞试验用假人力传感器校准规范

1. 范围

本规范适用于汽车碰撞试验用假人力传感器装置（以下简称假人力传感器）的校准方法和技术要求，以提高假人力传感器校准结果的规范性、一致性。

1. 引用文件

本规范引用下列技术文件：

JJF1560-2016 多分量力传感器校准规范

ISO 376-2011 Metallic materials - Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines

ISO 21612-2021 Crosstalk determination for multi-axis load cell

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

1. 术语和计量单位

下列术语和定义适用于本标准。

* 1. 假人力传感器

用于汽车碰撞试验中所用的假人中所安装的力传感器，该力传感器用于评估假人不同部位所受的力；包括单分量和多分量力传感器。

* 1. 标准力传感器

作为真实力值的来源，参考力传感器输出的信号为真实力值对应信号。

* 1. 连续加载

对被校准力传感器，按时间轴以恒定施力速度（如1000牛/秒）从零负荷至满量程进行加载。加载过程中无停顿。

* 1. 轴向间串扰

对于多分量假人力传感器，某分量加载时，引起其他分量输出信号的最大变化量，相对于其他分量额定输出时的百分比。

1. 计量特性

假人力传感器计量特性见表1。

表1 计量特性

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 计量特性名称 |
| 1 | 零点输出 |
| 2 | 额定输出 |
| 3 | 输出灵敏度 |
| 4 | 非线性度 |
| 5 | 迟滞 |
| 6 | 轴向间串扰 |

1. 校准条件
   1. 校准环境

环境温度：18℃～25 ℃，校准过程每小时内温度的变化量<2℃；

相对湿度：10% RH～70% RH；

其他条件：校准时不得有影响计量特性结果的干扰源。

* 1. 校准装置

校准所用的桥路数据采集系统，和标准力传感器应经过计量技术机构检定，并在有效期内，其量程范围应覆盖假人力传感器校准范围。

* + 1. 桥路数据采集系统

桥路数据采集系统采用通信总线与电脑进行通信，由校准软件进行设置和数据读取。其至少具有7个通道同步数据采集功能，采样频率不小于1000Hz；数据采集A/D转换不小于16bit，增益误差不超过读数值的0.2%。

桥路数据采集系统具有激励电压输出能力，并可对激励电压偏差进行有效补偿。但激励电压的偏差小于等于设定值的1%。

* + 1. 标准力传感器

标准力传感器力值不确定度小于被校假人力传感器相应分量测量不确定度1/3, 其可溯源量程不得大于假人力传感器标定量程的3倍。

* + 1. 专用夹具

专用夹具各个施力位置与假人力传感器本身受力点之间的有效长度的测量不确定度应小于0.05% （*k*=2）。

* + 1. 力标准试验机

其力值测量不确定度小于被校多分量力传感器测量不确定度的1/3。

1. 校准项目和校准方法
   1. 校准前准备

6.1.1 确定校准项目

校准项目可根据被校准假人力传感器的预期用途选择使用，对校准规范的偏离，应在校准证书中注明。

6.1.2 放置时间

被校准假人力传感器及其对应夹具应在规定环境条件下恒温放置足够长的时间，推荐放置时间不少于8h。

6.1.3 安装及加荷条件

按照使用要求，将假人力传感器与对应夹具正确组装。加载载荷时为保证假人力传感器各受力轴线与加荷轴线相重合或平行，将其放置在滚珠台上使斜向负荷和横向负荷影响减到最小。

说明：假人力传感器与夹具组装后，应放置在滚珠台上，滚珠台前后左右保留一定的自由空间。压头与假人力传感器夹具通过直径0.5英寸或1英寸的钢珠进行力传递。

6.1.4 连接及预热

按照使用要求将标准力传感器和假人力传感器与桥路数据采集系统等设备正确连接，并通电预热0.5~1h。

* 1. 校准过程

校准过程包含预加载、校准加载和卸载三部分。如图1所示。

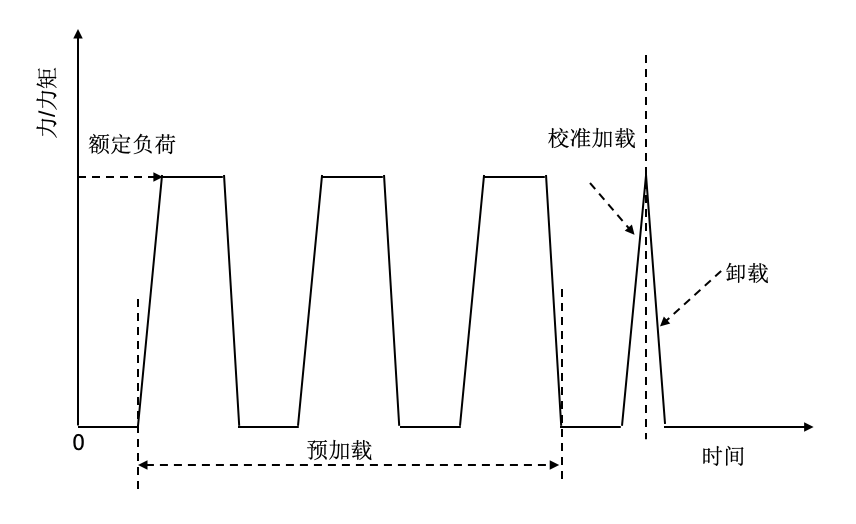


图1. 校准过程

6.2.1预加载

根据被校假人力传感器的类型，确定被校准轴向的激励电压和量程，对于多分量假人力传感器，需确定轴向加载顺序。对于力矩通道，需确认加载方向与实际使用工况一致，根据传感器典型灵敏度，选定桥路数据采集系统的增益范围。

预加载是通过力加载试验机将假人力传感器加载至额定负荷；到达满量程后，通常进行30s的保载，然后卸载至零负荷；如上过程进行3次循环，即完成预加载过程。

6.2.2 采集零点输出

此时保持假人力传感器无外部接触，读取当前假人力传感器零负荷的输出值。用表示，单位mV/V。

6.2.3校准加载

预加载完成后，进入校准加载。从零负荷加载至传感器额定负荷。

在校准加载过程中，桥路数据采集系统对假人力传感器各通道和参考力传感器进行同步数据采集，采样率为1000Hz。

6.2.4卸载

校准加载完成后即进入卸载过程，从传感器额定负荷至零负荷，卸载速度应和校准加载速度保持一致。

* 1. 额定输出

当加载至被校准假人力传感器额定负荷时，记录传感器输出值，即为额定输出，用表示，单位mV。

* 1. 输出灵敏度

对于被校准假人力传感器，各分量的非线性度按公式（1）进行计算。

（1）

式中： – 第i个分量校准时额定负荷下的灵敏度，mV/V/EU；

– 第i个分量校准试验开始时测得的激励电压，V；

– 第i个分量的额定负荷，N或Nm。

* 1. 非线性度

对于假人力传感器，各分量的非线性都按公式（2）进行计算。

（2）

式中： – 第*i*个分量的非线性度，%FS；

– 第*i*个分量加载曲线与端点直线偏差的最大值，mV；

* 1. 迟滞

对于被校准假人力传感器，各分量的迟滞都按公式（3）进行计算。

（3）

式中： – 第*i*个分量的迟滞，%FS；

– 第*i*个分量加载曲线与卸载曲线偏差的最大值，mV；

* 1. 轴向间串扰

6.7.1 假人力传感器的分量组合情况见表2。

表2 分量组合情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 主分量 | 影响分量 | | | | | |
| Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz |
| Fx | - | + | + | + | + | + |
| Fy | + | - | + | + | + | + |
| Fz | + | + | - | + | + | + |
| Mx | + | + | + | - | + | + |
| Mx | + | + | + | + | - | + |
| Mz | + | + | + | + | + | - |
| 注1：上表中“+”表示可实现组合，“-”表示不可实现组合。  注2：主分量是指在校准过程中任意选定一个分量，选定另一分量作为影响分量进行加载，用来校准影响分量对选定的主分量的影响。 | | | | | | |

6.7.2 与6.2.3校准加载同步骤进行操作，在选择一个分量按6.2.3规定的程序进行校准加载时，该分量作为影响分量，按分量组合情况表，其他分量作为主分量，同时读取影响分量连续加载时主分量零负荷作用下各分量的输出值，直至所有分量都作为影响分量校准完毕。

6.7.3 各分量轴向间串扰按公式(4)计算。

（4）

式中： – 影响分量j对主分量i的串扰，%；

– 影响分量j加载过程中，主分量i测得的输出最大值，mV/V；

特别地，力矩校准中，力矩通道对平行于力矩通道加载的中性轴内的一个主分量串扰按照公式(5)计算。

（5）

式中： – 影响分量j加载至额定负荷时参考力传感器输出，N；

1. 校准结果表达

经校准的假人力传感器发给校准证书或校准报告。校准证书或校准报告中须注明校准项目，并对校准用测量标准的溯源性及有效性进行说明，同时提供校准结果及其测量不确定度等（详见附录A、附录B）。

1. 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，复校时间间隔建议为1年。

# 附录A

# 灵敏度校准结果的测量不确定度评定

**A.1 测量模型**

被校力传感器输出灵敏度按公式（1）计算：

（1）

式中： – 第*i*个分量校准时额定负荷下的灵敏度，mV/V/EU；

– 第*i*个分量的额定输出，mV；

– 第*i*个分量校准试验开始时测得的激励电压，V；

– 第*i*个分量的额定负荷，为一定值，N或Nm。

**A.2 灵敏系数**

由公式（1）按照不确定度传播率，被校力传感器灵敏度的合成标定不确定度按公式（2）计算：

（2）

灵敏度系数按照公式（3）和（4）计算：

（3）

（4）

**A.3 不确定度来源分析**

A.3.1的来源如下：

（1）参考力传感器示值引入的测量不确定度*u*1；

（2）桥路数据采集系统示值引入的测量不确定度*u*2；

（3）力臂长度引入的测量不确定度*u*3。

A.3.2 主要来源于激励电源的不稳定。

**A.4 测量不确定度评定**

A.4.1多分量力传感器在额定负荷下示值的相对标准不确定度评定如下：

（1）标准力传感器示值引入的相对测量不确定度按式（5）计算,假设其服从矩形分布：

（5）

式中：

-----标准力传感器示值引入的相对测量不确定度，%；

-----标准力传感器的示值误差，%；

（2）桥路数据采集系统示值引入的相对测量不确定度按式（6）计算：

=0.05% （6）

式中：

-----桥路数据采集系统示值引入的相对测量不确定度，%；

-----桥路数据采集系统示值的相对扩展不确定度，%；

-----包含因子。

（3）力臂长度引入的相对测量不确定度按式（7）计算，假设其服从矩形分布：

（7）

式中：

-----力臂长度引入的示值引入的相对测量不确定度，%；

-----查力传感器校准夹具其加工精度为，%。

按照式（8）计算：

（8）

A.4.2 按公式（9）计算，假设其服从矩形分布：

*=*0.058% （9）

式中：

-----由激励电压的不稳定引入的相对测量不确定度，%；

-----激励电压的准确度，%；

**A.5 合成标准不确定度**

相对合成标准不确定度按公式（10）计算：

=0.097% （10）

**A.6 相对扩展不确定度**

测量结果按正态分布，取*k*=2，则相对扩展不确定度按公式（11）计算：

（11）

# 附录B

# 校准证书或校准报告内容

1. 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如不在实验室内进行校准）；
4. 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
5. 送校单位的名称和地址；
6. 被校对象的描述和明确标识；
7. 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性的应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
8. 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
9. 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
10. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
11. 校准环境的描述；
12. 校准结果及测量不确定度的说明；
13. 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
14. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
15. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。