



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) 1108—2023

车辆气压制动响应时间测试仪
校准规范

Calibration Specification for
Vehicle Air Pressure Brake Response Time Tester

20**—**—** 发布

20**—**—** 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

车辆气压制动响应时间 测试仪校准规范

Calibration Specification for Vehicle Air
Pressure Brake Response Time Tester

JJF（机械）1108—2023

归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：襄阳达安汽车检测中心有限公司

上海机动车检测认证技术研究中心有限公司

参加起草单位：中汽研汽车检验中心（天津）有限公司

本规范委托中国机械工业联合会负责解释

本规范主要起草人：

兰燕飞（襄阳达安汽车检测中心有限公司）

涂远扬（襄阳达安汽车检测中心有限公司）

郝春法（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

参加起草人：

严晓东（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

王海军（中汽研汽车检验中心(天津)有限公司）

赵小伟（襄阳达安汽车检测中心有限公司）

李 昕（襄阳达安汽车检测中心有限公司）

叶仁根（襄阳达安汽车检测中心有限公司）

目 次

引 言 II

1 范围 1

2 引用文件 1

3 术语和定义 1

4 概述 2

5 计量特性 2

6 校准条件 2

7 校准项目和校准方法 3

8 校准结果的表述 5

9 复校时间间隔 6

附录 A（资料性）车辆气压制动响应时间测试仪测量不确定度评定示例 7

引 言

本规范依据 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》等规范编写。

《车辆气压制动响应时间测试仪校准规范》用于车辆气压制动响应时间测试仪校准的计量特性要求。

本校准规范给出了车辆气压制动响应时间测试仪的校准条件，校准项目、校准方法及不确定度评定方法。

本规范为首次制定。

车辆气压制动响应时间测试仪校准规范

1 范围

本文件规定了车辆气压制动响应时间测试仪的计量特性要求，描述了车辆气压制动响应时间测试仪各计量特性的校准方法，适用于新制造，使用中和维修后的车辆气压制动响应时间测试仪的校准(其他类似设备可参考本文件进行校准)。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 875-2019 数字压力计检定规程

JJG 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1094-2002 测量仪器特性评定

GB 12676-2014 商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；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。

3 术语和定义

3.1 制动系统（braking system）

使行驶车辆逐步减速或停车,或使已经停驶的车辆保持静止状态的零部件组合；该系统由控制装置、传输装置和制动器等组成。

[来源：GB 12676-2014，3.1.2 无修改]

3.2 制动响应时间（brake response time）

车辆紧急制动时，从开始促动控制装置至最不利的车轴上的制动力达到相应的规定制动效能所经历的时间。

3.3 制动释放时间（brake release time）

车辆从松开制动踏板到制动消除所需要的时间。

4 概述

车辆气压制动系统响应时间测试仪主要应用于对商用车辆和挂车制动系统的制动响应时间和制动释放时间进行测试、对牵引车的制动响应时间进行测试以及汽车列车的制动管路密封性、模拟管路失效等性能进行测试。

5 计量特性

5.1 压力测量单元

5.1.1 示值误差： $\pm 0.5\%FS$ 。

5.1.2 回程误差：不得大于最大允许误差的绝对值。

5.1.3 零位漂移：零位漂移量在 1 h 内不得大于最大允许误差绝对值的 1/2。

5.2 时间示值误差： $\pm 0.01s$ 。

5.3 容积误差：385ml 储气筒容积最大允许误差： $\pm 5ml$ ；1155ml 储气筒容积最大允许误差： $\pm 15ml$ 。

注：以上技术指标不作合格性判别，仅提供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（5~40）℃

6.1.2 相对湿度：不大于 75%RH

6.1.3 校准设备周围应无热源、强电磁场和放射性源等外界干扰，周围不应有明显的振动。

6.2 校准项目和校准用标准器及其他设备

校准用设备（标准装置）见表 1，允许使用满足测量不确定度要求的其他测量标准及

设备进行校准。

表 1 校准项目和校准用设备

序号	校准项目	设备名称及技术要求
1	压力测量单元示值误差和回程误差	压力校验仪，最大允许误差： $\pm 0.05\%FS$
2	响应时间示值误差	时间间隔测量仪，最大允许误差： $\pm 1 \times 10^{-5}s$
3	储气筒示值误差	电子天平，最大允许误差： $\pm 1g$

7 校准项目和校准方法

校准前首先检查外观、密封性和各部分相互作用。确定没有影响计量特性因素后再进行校准。

7.1 压力测量单元

7.1.1 零位漂移

通电预热 30 min 后，在通大气压力时，分别记录被测仪器每一个压力测量单元初始示值（有调零装置的，在通大气的条件下可将初始示值调到零），然后每隔 15 min 记录一次显示值，直到 1h。每一个压力测量单元显示值与对应初始显示值的差值中，绝对值最大的数值为零位漂移。

7.1.2 示值误差

按图 1 连接方式连接被校仪器的压力测量单元与压力校验仪。

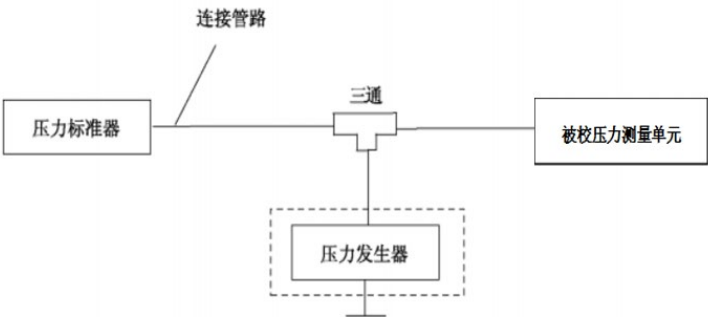


图 1 压力测量单元校准连接图

对每一个压力测量单元,在其测量范围内,均匀选择至少 5 个校准点(也可以根据用户的要求选择校准点),用压力校验仪产生相应的标准压力值,记录每一个压力测量单元正、反行程各校准点的示值,循环 3 次。按照公式(1)进行示值误差计算,取各校准点中误差最大值作为被校压力测量单元的示值误差。

$$\Delta P_i = \bar{P}_i - P_0 \quad (1)$$

式中: ΔP_i ——第 i 校准点的压力示值误差, MPa;
 \bar{P}_i ——第 i 校准点压力测量单元 3 次进程示值的算术平均值, MPa;
 P_0 ——第 i 校准点压力校验仪的标准值, MPa。

7.1.3 回程误差

回程误差可利用示值误差校准的数据进行计算。取同一校准点正、反行程最大示值之差的绝对值作为压力测量单元的回程误差。

7.2 响应时间示值误差

同时触发被校车辆气压制动响应时间测试仪和时间间隔测量仪计时开始和停止,记录数据采集仪在 0.2s、0.4s、0.6s、0.8s、1.0s、2s、5s 时车辆气压制动响应时间测试仪的时间示值,重复 3 次,按照公式(3)计算时间示值误差。

$$\Delta T_i = \bar{T}_i - T_0 \quad (2)$$

式中: ΔT_i ——第 i 校准点的时间示值误差, s;
 \bar{T}_i ——第 i 校准点被校车辆气压制动响应时间测试仪 3 次时间示值的算术平均值, s;
 T_0 ——第 i 校准点时间间隔测量仪的时间示值, s。

7.3 储气筒容积误差

7.2.4.1 准备适量的蒸馏水，在开始校准前，先将蒸馏水灌满储气筒（包括控制管路接头部分）后再将储气筒内的蒸馏水排放干净。

7.2.4.2 将被校储气筒放置在电子天平上，保证电子天平无明显晃动，电子天平示值去皮，使初始示值为零。再将储气筒灌满蒸馏水（包括控制管路接头部分），放置在电子天平上，记录电子天平示值 V_i 。

重复以上步骤，将储气筒内蒸馏水排放干净后放电子天平上置零，再重新灌满蒸馏水称重并记录示值，重复操作 3 次，取 3 次示值的平均值对应蒸馏水体积与储气筒标称容积之差作为储气筒的示值误差。按公式（4）计算储气筒的容积误差。

$$\Delta V = V_0 - \bar{V} \quad (3)$$

式中：
 ΔV ——被校储气筒的示值误差，ml；
 V_0 ——被校储气筒的标称容积，ml。
 \bar{V} ——被校储气筒 3 次称重的算术平均值对应体积，ml；

8 校准结果的表述

经校准的车辆气压制动响应时间测试仪应出具校准证书或校准报告，校准证书/校准报告应包括但不限于以下信息：

- a) 标题：“校准证书”或“校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 1 年。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，因此使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A (资料性) 车辆气压制动响应时间测试仪测量不确定度评定示例

A 压力测量单元示值误差测量结果的不确定度评定

A.1 测量方法

车辆气压制动响应时间测试仪的压力测量单元示值误差的校准方法如 7.1.2 所述。下面以 1 MPa 压力测量单元校准为例。

A.2 数学模型

$$\Delta P_i = \bar{P}_i - P_0 \quad (\text{A.1})$$

式中：
 ΔP_i ——第 i 校准点的压力示值误差，MPa；
 \bar{P}_i ——第 i 校准点压力测量单元 3 次进程示值的算术平均值，MPa；
 P_0 ——第 i 校准点压力校验仪的示值，MPa。

A.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta P_i)}{\partial(\bar{P}_i)} = 1 \quad (\text{A.2})$$

$$c_2 = \frac{\partial(\Delta P_i)}{\partial(P_0)} = -1 \quad (\text{A.3})$$

A.4 标准不确定度评定

本测量主要有两项不确定度分量，即由被校压力测量单元引入的不确定度 $u(\bar{P}_i)$ 和压力标准装置引入的不确定度 $u(P_0)$ ，其他的不确定度来源可忽略不计。

A.4.1 被校压力测量单元引入的不确定度 $u(\bar{P}_i)$ A.4.1.1 被校压力测量单元测量重复性引入的不确定度 $u_1(\bar{P}_i)$

在重复性测量条件下，对 0.6 MPa 校准点进行 10 次测量，测量结果如表 A.1。

表 A.1 重复性测量数据 (单位：MPa)

0.601	0.602	0.602	0.601	0.601	0.602	0.600	0.601	0.602	0.601
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

得单次测量的实验标准差:

$$S(P_i) = 0.00675 \text{ MPa} \quad (\text{A.4})$$

在实际测量中, 在重复条件下测量 3 次, 以 3 次测量结果的算术平均值为测量结果, 其标准不确定度分量为:

$$u_1(\bar{P}_i) = \frac{0.00675}{\sqrt{3}} = 0.00039 \text{ MPa} \quad (\text{A.5})$$

A.4.1.2 被校压力测量单元分辨力引入的不确定度 $u_2(\bar{P}_i)$

被校压力测量单元的分辨力为 0.001MPa, 其量化误差以等概率分布在半宽为 0.0005MPa 的区间内, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$, 其引入的标准不确定度为:

$$u_2(\bar{P}_i) = \frac{0.0005}{\sqrt{3}} = 0.00029 \text{ MPa} \quad (\text{A.6})$$

由重复性引入的不确定度分量大于由分辨力引入的不确定度分量, 因此可以不考虑分辨力引入的不确定度, 则由被校压力测量单元引入的标准不确定度为:

$$u(\bar{P}_i) = u_1(\bar{P}_i) = 0.00039 \text{ MPa} \quad (\text{A.7})$$

A.4.2 压力标准装置引入的不确定度 $u(P_0)$

压力校验仪的最大允许误差为 $\pm 0.05\%FS$, 常规使用量程为 2 MPa 的压力校验仪开展校准, 则压力校验仪的最大允许误差为 $\pm 0.001\text{MPa}$, 服从均匀分布, 则由压力校验仪引入的标准不确定度为:

$$u(P_0) = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.00058 \text{ MPa} \quad (\text{A.8})$$

A.5 合成标准不确定度 $u_c(\Delta P_i)$

$$u_c(\Delta P_i) = \sqrt{u^2(\bar{P}_i) + u^2(P_0)} = 0.00070 \text{ MPa} \quad (\text{A.9})$$

A.6 扩展不确定度 $U(\Delta P_i)$

取置信因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U(\Delta P_i) = k \cdot u_c(\Delta P_i) = 0.001 \text{ MPa} \quad (\text{A.10})$$

B 时间示值误差测量结果的不确定度评定

B.1 测量方法

车辆气压制动响应时间测试仪的响应时间示值误差的校准方法如 7.2 所述。

B.2 数学模型

$$\Delta T_i = \bar{T}_i - T_0 \quad (\text{B.1})$$

式中： ΔT_i ——第 i 校准点的响应时间示值误差，s；

\bar{T}_i ——第 i 校准点被校车辆气压制动响应时间测试仪 3 次时间示值的算术平均值，s；

T_0 ——第 i 校准点时间间隔测量仪的时间示值，s。

B.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta T_i)}{\partial(\bar{T}_i)} = 1 \quad (\text{B.2})$$

$$c_2 = \frac{\partial(\Delta T_i)}{\partial(T_0)} = -1 \quad (\text{B.3})$$

B.4 标准不确定度评定

本测量主要有两项不确定度分量，即由被校车辆气压制动响应时间测试仪引入的不确定度 $u(\bar{T}_i)$ 和时间间隔测量仪引入的不确定度 $u(T_0)$ ，其他的不确定度来源可忽略不计。

B.4.1 被车辆气压制动响应时间测试仪引入的不确定度 $u(\bar{T}_i)$ B.4.1.1 被校车辆气压制动响应时间测试仪测量重复性引入的不确定度 $u_1(\bar{T}_i)$

在重复性测量条件下，对 0.6 s 校准点进行 10 次测量，测量结果如表 B.1。

表 B.1 重复性测量数据

(单位: s)

0.603	0.598	0.604	0.603	0.602	0.599	0.602	0.601	0.603	0.603
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

得单次测量的实验标准差:

$$S(T_i) = 0.0019 \text{ s} \quad (\text{B.4})$$

在实际测量中, 在重复条件下测量 3 次, 以 3 次测量结果的算术平均值为测量结果, 其标准不确定度分量为:

$$u_1(\bar{T}_i) = \frac{0.0031}{\sqrt{3}} = 0.00111 \text{ s} \quad (\text{B.5})$$

B.4.1.2 被校车辆气压制动响应时间测试仪分辨力引入的不确定度 $u_2(\bar{T}_i)$

被校车辆气压制动响应时间测试仪的分辨力为 0.001s, 其量化误差以等概率分布在半宽为 0.0005s 的区间内, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$, 其引入的标准不确定度为:

$$u_2(\bar{T}_i) = \frac{0.0005}{\sqrt{3}} = 0.00031 \text{ s} \quad (\text{B.6})$$

由重复性引入的不确定度分量大于由分辨力引入的不确定度分量, 因此可以不考虑分辨力引入的不确定度, 则由被校车辆气压制动响应时间测试仪引入的标准不确定度为:

$$u(\bar{T}_i) = u_1(\bar{T}_i) = 0.00111 \text{ s} \quad (\text{B.7})$$

B.4.2 时间间隔测量仪引入的不确定度 $u(T_0)$

时间间隔测量仪的最大允许误差为 $\pm 1 \times 10^{-5} \text{ s}$, 服从均匀分布, 则由时间间隔测量仪引入的标准不确定度为:

$$u(T_0) = \frac{1 \times 10^{-5}}{\sqrt{3}} = 0.58 \times 10^{-5} \text{ s} \quad (\text{B.8})$$

B.5 合成标准不确定度 $u_c(\Delta T_i)$

$$u_c(\Delta T_i) = \sqrt{u^2(\bar{T}_i) + u^2(T_o)} = 0.0011 \text{ s} \quad (\text{B.9})$$

B.6 扩展不确定度 $U(\Delta T_i)$

取置信因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U(\Delta T_i) = k \cdot u_c(\Delta T_i) = 0.002 \text{ s} \quad (\text{B.10})$$

C 容积示值误差测量结果的不确定度评定

C.1 测量方法

车辆气压制动响应时间测试仪的储气筒容积示值误差的校准方法如 7.3 所述。示例采用 8100g，分辨力为 0.01g，最大允许误差为 $\pm 1\text{g}$ 的电子天平作为标准器开展校准。

C.2 数学模型

$$\Delta V = V_o - \bar{V} \quad (\text{C.1})$$

式中： ΔV ——被校储气筒的示值误差，ml；

V_o ——被校储气筒的标称容积，ml。

\bar{V} ——被校储气筒 3 次称重的算术平均值对应体积，ml；

C.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta V)}{\partial(V_o)} = 1 \quad (\text{C.2})$$

$$c_2 = \frac{\partial(\Delta V)}{\partial(\bar{V})} = -1 \quad (\text{C.3})$$

C.4 标准不确定度评定

假定被校储气筒材质足够稳定，在校准环境条件下受温度膨胀系数影响忽略不计，则被校储气筒容积示值误差测量不确定度主要是被校储气筒重复性引入的不确定度 $u(V_o)$ 和电子天平引入的不确定度 $u(\bar{V})$ 。

C4.1 被校储气筒测量重复性引入的不确定度 $u(V_o)$

在重复性测量条件下,对容积为 385ml 的储气筒进行 10 次测量,测量对应容积如表 C.1。

表 C.1 重复性测量数据 (单位: ml)

384.89	385.13	384.92	385.06	385.13	385.01	384.99	384.97	385.05	384.91
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

得单次测量的实验标准差:

$$S(V_0) = 0.086 \text{ ml} \quad (\text{C.4})$$

在实际测量中,在重复条件下测量 3 次,以 3 次测量结果的算术平均值为测量结果,其标准不确定度分量为:

$$u(V_0) = \frac{0.086}{\sqrt{3}} = 0.050 \text{ ml} \quad (\text{C.5})$$

C4.2 电子天平引入的不确定度 $u(\bar{V})$

电子天平的最大允许误差为 $\pm 1 \text{ g}$,蒸馏水在校准条件下的密度约为 1 g/ml ,则对应容积最大允许误差为 $\pm 1 \text{ ml}$,服从均匀分布,则由电子天平引入的标准不确定度为:

$$u(\bar{V}) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577 \text{ ml} \quad (\text{C.6})$$

C.5 合成标准不确定度 $u_c(\Delta V)$

$$u_c(\Delta V) = \sqrt{u^2(V_0) + u^2(\bar{V})} = 0.579 \text{ ml} \quad (\text{C.7})$$

C.6 扩展不确定度 $U(\Delta V)$

取置信因子 $k=2$,则扩展不确定度为:

$$U(\Delta V) = k \cdot u_c(\Delta V) = 1.16 \text{ ml} \quad (\text{C.8})$$