



天津市地方计量技术规范

JJF (津) 5008-2025

铁道车辆单车试验器校准规范

Calibration Specification for Pressure Test Instrument for Railway Vehicles

2025-09-29 发布

2025-11-01 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

铁道车辆单车试验器校准规范

Calibration Specification for
Pressure Test Instrument for Railway Vehicles

JJF(津) 5008-2025

- 归口单位：天津市市场监督管理委员会
- 主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院
北京市计量检测科学研究院
内蒙古自治区计量测试研究院
- 参加起草单位：河北省计量监督检测研究院
山西省检验检测中心（山西省标准计量技术研究院）

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

杜寅飞（天津市计量监督检测科学研究院）

杨 佳（天津市计量监督检测科学研究院）

胡海涛（北京市计量检测科学研究院）

安晓宁（内蒙古自治区计量测试研究院）

参加起草人：

吴梦渝（河北省计量监督检测研究院）

崔尧尧（天津市计量监督检测科学研究院）

闫 翔（山西省检验检测中心 山西省标准计量技术研究院）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 测量范围	(2)
5.2 零位漂移	(2)
5.3 密封性	(2)
5.4 压力示值误差	(2)
5.5 回程误差	(2)
5.6 设定点偏差	(2)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 测量标准及其他设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 校准前准备和检查	(3)
7.3 零位漂移	(4)
7.4 密封性	(4)
7.5 压力示值误差	(4)
7.6 回程误差	(5)
7.7 设定点偏差	(5)
8 校准结果的表达	(5)
9 复校时间间隔	(5)
附录 A 单车试验器校准原始记录格式	(6)
附录 B 校准证书(内页格式)	(7)
附录 C 列车用单车试验器压力示值误差校准不确定度评定示例	(8)

引 言

JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范参考了 TB/T1492-2017《铁道车辆制动机单车试验》、JJF(铁道)703—2011《车辆压力试验器》、JJG 875-2019《数字压力计》国家计量检定规程的部分内容，参照了目前国内单车试验器的性能参数及其检测方法，并结合国内实际使用情况进行制定。

本规范为华北大区共建计量技术规范，本规范为首次发布。

铁道车辆单车试验器计量校准规范

1 范围

本规范适用于新制造、使用中和修理后的铁道车辆单车试验器的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 875-2019 数字压力计

JJF(铁道)703-2011 车辆压力试验器校准规范

TB/T 1492-2017 铁道车辆制动机单车试验

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。

3 术语和计量单位

3.1 术语

铁道车辆单车试验器 **Pressure Test Instrument for Railway Vehicles**

铁道车辆单车试验器（以下简称单车试验器）是用来对单车和列车(客车或货车)的空气制动装置技术状态进行检查的专用计量检测设备。

3.2 计量单位

压力单位：kPa（千帕）；长度单位：m（米）。

4 概述

单车试验器是用来对单车和列车（客车或货车）的空气制动装置技术状态进行检查的铁路专用计量器具。

单车试验器由压力源、压力执行器、压力传感器、操控终端及显示端等部分组成。压力执行器用于调节并监测总风管压力和制动管压力；电子风表用于监测制动缸压力、副风缸压力以及列车尾部压力。

当被测压力经传压介质作用于压力传感器上，压力传感器输出相应的电信号或数字信号，经操控终端和压力执行器在显示端直接用数字显示出被测压力量值。

单车试验器的工作原理如图 1 所示:

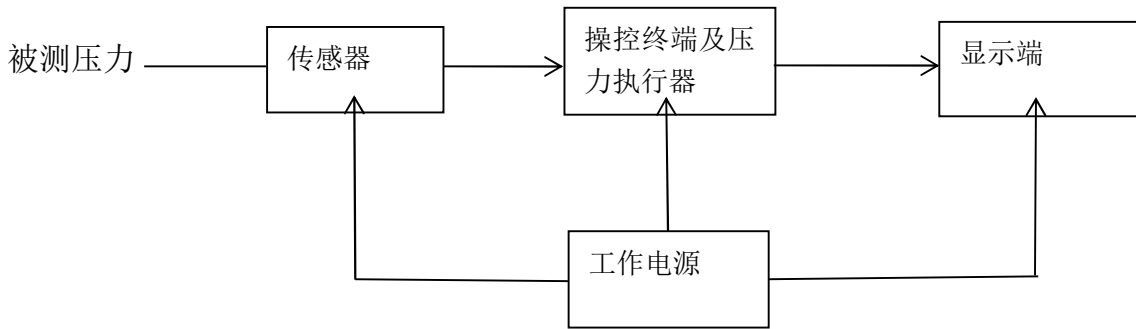


图 1 单车试验器工作原理示意图

5 计量特性

5.1 测量范围

测量范围应覆盖 (300~800) kPa,

5.2 零位漂移

单车试验器的零位漂移在 30min 内不得大于 2kPa。

5.3 密封性

对单车试验器在其测量上限压力不应大于 5kPa/min。

5.4 压力示值误差

单车试验器的示值误差应符合表 1 规定的最大允许误差。

表 1 压力示值的最大允许误差、回程误差

测量点 (kPa)	最大允许误差	回程误差
≤650	±5kPa	5kPa
800	±10kPa	10kPa

5.5 回程误差

单车试验器的回程误差应符合表 1 的规定。

注：以上指标不作为符合性判定标准，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 校准的环境温度为(20±10)℃。

6.1.2 环境相对湿度不大于 85%。

6.1.3 工作介质：空气。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 测量标准

压力标准器的测量范围应大于或等于被测单车试验器的测量范围，压力标准器的最大允许误差绝对值应不大于被测单车试验器最大允许误差绝对值的 1/3。

可选用的标准器有：

- a. 数字压力计（0.05 级及以上，年稳定性合格的）
- b. 自动标准压力发生器（0.05 级及以上，年稳定性合格的）

6.2.2 其他设备详见表 2。

表 2 配套设备

序号	仪器设备名称	技术要求	用途
1	绝缘电阻表	试验电压：500V 准确度等级：10 级	用于测量单车试验器的绝缘电阻值。
2	秒表	最大允许误差：±0.5s/d	用于测量密封性。
3	钢卷尺	测量范围：(0~100)m 准确度等级：II 级	用于测量有效传输距离。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

单车试验器的校准项目为零位漂移、密封性、压力示值误差、回程误差和制动试验压力。

7.2 校准前准备和检查

7.2.1 外观及功能性检查

单车试验器应配有使用说明书和相应的技术资料，应具有全部必备附件。单车试验器外形结构应完好。开关、按键、旋钮等应操作灵活可靠，标志清晰明确，外露件不应有松动和机械损伤。其铭牌或外壳上应标明名称、生产企业名称(或商标)、型号、编号和出厂日期。供电电源的标志及电压和频率范围指示应明确。单车试验器显示屏上的笔画齐全，不应该出现缺笔画现象；显示部分不得有泄漏、花屏现象。

在外观检查后依次通电、预热(按照使用说明书要求进行)、自校。再对无线传输接发装置及其功能进行检查，微机终端应能正常接收数据。

必要时，对试验器说明书列出的其他功能进行检查。（重新核对外观）

7.2.2 绝缘电阻

断开电源时，单车试验器的电源开关置于接通状态，将电源的正负端短接，用绝缘电阻表测量电源端子与机壳之间的绝缘电阻，测量时，应稳定 5s 后读数。绝缘电阻应不小于 $20M\Omega$ 。

7.2.3 有效传输距离

将制动模块移动至单车试验器 50m 处。单车试验器传输一组数据，接收单元应能准确无误地接收数据。

7.2.4 制动试验压力

单车试验器总风源压力应为 $650kPa\sim 670kPa$ ，单车试验器试验压力应为 $605 kPa\sim 615kPa$ 。

7.3 零位漂移

通电预热 30min 后，在通大气时，记录单车试验器压力初始值，然后每隔 10min 记录一次显示值，直到 30min。在各显示值与初始显示值的差值中，绝对值最大的数值为零位漂移。

7.4 密封性

使列车用单车试验器的压力测量部分承受 $800kPa$ 的压力，关闭压力源，耐压 5min 后，读取第 6min 的压力下降值。

7.5 压力示值误差

按图 2 方式连接单车试验器。校准前应调整标准装置或单车试验器的安装位置，尽可能使两者受压点在同一水平面上。

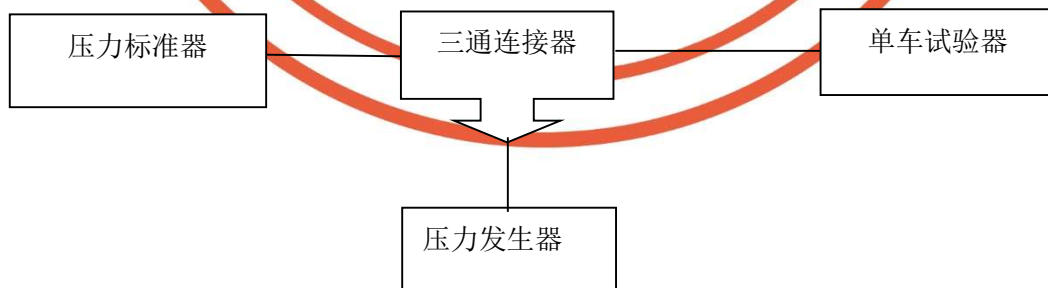


图 2 单车试验器示值误差连接示意图

校准前应做 1~2 次的升压预压试验，校准过程中升压和降压应平稳，在校准时应待压力值稳定后进行读数。单车试验器的校准点为 $0kPa$ 、 $300kPa$ 、 $400kPa$ 、 $500kPa$ 、 $600kPa$ 、 $650kPa$ 、 $800kPa$ 。当首次校准时应增加 $350kPa$ 、 $450kPa$ 、 $550kPa$ 。共进行升压、降压一个

循环。

压力示值误差按公式(1)计算:

$$\Delta P = P_r - P_s \quad (1)$$

式中: ΔP —各校准点示值误差, kPa;

P_r —各校准点正、反行程示值, kPa;

P_s —各校准点标准示值, kPa;

7.6 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、反行程示值之差的绝对值最大值作为回程误差。

8 校准结果的表达

校准证书应给出校准结果及测量不确定度。原始记录格式见附录 A, 校准证书格式见附录 B, 不确定度评定示例见附录 C。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短由单车试验器的使用频繁程度及本身质量等因素所决定, 因此, 委托单位可根据实际情况自主决定校准时间间隔, 但校准时间间隔建议不超过 1 年。

附录 A

单车试验器校准原始记录格式

校准记录编号：

校准证书编号：

委托单位				校准温度	°C
制造厂家				相对湿度	%
单车试验器	规格型号			编号	
	测量范围			最大允许误差	
压力标准器	规格型号			编号	
	测量范围			准确度等级	
外观及功能性检查					
绝缘电阻					
有效传输距离	标准值(kPa)				结论：
	接收值(kPa)				
零位漂移	时间(min)	0	10	20	30
	示值(kPa)				
密封性					
示值误差及回程误差					
序号	标准器示值 (kPa)	压力计示值 (kPa)		示值误差最大值 (kPa)	回程误差 (kPa)
		正行程	反行程		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
示值误差最大值：			回程误差最大值：		
制动试验压力：	设定值：	测得值：			

校准员：

核验员：

校准日期：

附录 B

校准证书（内页格式）

- 1、外观及功能性检查：
- 2、绝缘电阻：
- 3、有效传输距离：
- 4、零位漂移：
- 5、密封性：
- 6、压力示值误差： 扩展不确定度：
- 7、回程误差：
- 8、制动试验压力：

（以下空白）



附录 C

铁道车辆单车试验器压力示值误差校准不确定度评定示例

1. 测量方法

试验前, 在室温环境中至少恒温静置 1h, 并预热 30min 以上。选择空气作为工作介质。

装置连接过程中, 调整标准器的高度, 使标准器中压力传感器的位置与单车试验器中压力传感器的位置尽量保持在同一水平面上。传递标准受压面位置高于标准器工作位置 2cm。根据列车用单车试验器计量校准规范的附录 C, 对测量结果进行高度修正。

示值测量前应做 1 次升压试验, 测量过程中升压或降压应平稳, 避免有冲击和过压现象, 待压力值稳定后读数。进行 5 次升压、降压循环, 每次循环前均需在通大气的条件下进行调零, 按测量点 300kPa、400kPa、500kPa、600kPa、650kPa、800kPa 进行升压、降压试验, 记录 5 次测量结果, 并分别计算升压过程的平均值和降压过程的平均值, 作为测量结果。

2. 测量条件

环境温度: $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$;

环境相对湿度: $(45 \sim 75)\%$;

北京重力加速度: 9.8015m/s^2 ;

压力传递介质: 空气, 测量条件下密度约为 1.2kg/m^3 ;

测量地点: 无明显机械振动、除地磁场外无附加磁场

标准器: 测量范围 $(0 \sim 4000)$ kPa 的 0.02 级数字压力计;

测量对象: 测量范围 $(0 \sim 1000)$ kPa 的 0.5 级单车试验器。

3. 数学模型

$$\Delta p = \bar{p} - p_s$$

式中: Δp ——传递标准示值误差, MPa;

\bar{p} ——传递标准测量结果, MPa;

p_s ——标准器示值, MPa。

4. 测量不确定度来源

(1) 传递标准的测量结果 \bar{p} 引入的标准不确定度 $u(\bar{p})$;

(2) 标准器示值 p_s 引入的标准不确定度 $u(p_s)$;

5. 各个分量不确定度评定

5.1 传递标准的示值 \bar{p} 引入的标准不确定度 $u(\bar{p})$

5.1.1 传递标准的重复性引入的不确定度 $u(p_1)$

在名义值 800 kPa 升压进行 10 次测量，测量结果修正后见表 1

表 1 测量结果

单位：(kPa)

次数	1	2	3	4	5
升压	799.1	799.0	799.1	799.1	799.1
降压	799.2	799.1	799.1	799.1	799.1

算数平均值为：

$$\bar{p} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n p_i \right) = 799.1 \text{ kPa}$$

采用贝塞尔公式计算单次测量标准偏差为：

$$s(p) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2} = 0.07 \text{ kPa}$$

测量结果重复性（平均值的标准偏差）引入的不确定度为：

$$u(p_1) = s(\bar{p}) = \frac{s(p)}{\sqrt{n}} = 0.02 \text{ kPa}$$

5.1.2 传递标准分辨力引入的不确定度 $u(p_2)$

传递标准分辨力示值分辨力为 0.1kPa，按均匀分布计算，取 $k = \sqrt{3}$ ，其引入的不确定度为：

$$u(p_2) = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.03 \text{ kPa}$$

5.1.3 单车试验器 $u(\bar{p})$ 的不确定度

在名义值 800kPa， $u(p_1) < u(p_2)$ ，所以 $u(\bar{p}) = u(p_2)$ ；

对公式(1)求偏导,得 $u(\bar{p})$ 的灵敏度系数: $c(\bar{p})=1$

5.2 标准器的压力值 p_s 引入的标准不确定度 $u(p_s)$

标准器为0.02级数字压力计,其测量范围为(0~4000)kPa;在800kPa的最大允许误差为: $\Delta=\pm 0.02\% \times 4000\text{kPa}=\pm 0.8\text{kPa}$,则 $a=0.8\text{kPa}$,按均匀分布计算 $k=\sqrt{3}$,其引入的不确定度为:

$$u(p_s)=\frac{a}{k}=0.46\text{ kPa}$$

对公式(1)求偏导,得 $u(p_s)$ 的灵敏度系数: $c(p_s)=-1$

5.3 传压介质的密度 ρ 引入的标准不确定度 $u(\rho)$

标准器中工作介质为空气,其密度为 $(1.2\pm 0.012)\text{kg/m}^3$,按均匀分布计算,取 $k=\sqrt{3}$,其引入的不确定度为:

$$u(\rho)=\frac{a}{k}=\frac{0.012}{\sqrt{3}}=0.007\text{kg/m}^3$$

对公式(1)求偏导,得 $u(\rho)$ 的灵敏度系数:

$$c(\rho)=g \cdot \Delta h=0.196\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

5.4 重力加速度 g 引入的标准不确定度 $u(g)$

北京重力加速度 $g=(9.8015\pm 0.0002)\text{m/s}^2$,按均匀分布计算,取 $k=\sqrt{3}$,其引入的不确定度为:

$$u(g)=\frac{a}{k}=\frac{0.0002}{\sqrt{3}}=0.000115\text{m/s}^2$$

对公式(1)求偏导,得 $u(g)$ 的灵敏度系数:

$$c(g)=\rho \cdot \Delta h=0.024\text{kg/m}^2$$

5.5 标准器与单车试验器的工作位置之间的高度差 Δh 测量引入的不确定度 $u(\Delta h)$

实测传递标准受压点位置高于标准器工作位置2cm,测量精确到 $\pm 1\text{cm}$,按均匀分布计算,取 $k=\sqrt{3}$

$$u(\Delta h) = \frac{a}{k} = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.00577\text{m}$$

对公式 (1) 求偏导, 得 $u(\Delta h)$ 的灵敏度系数:

$$c(\Delta h) = \rho g = 11.76\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$$

5.6 环境温度引入的不确定度 $u(\bar{p}_3)$

当使用环境偏离参考温度, 参考温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, 校准温度为 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$, 取 $K=0.04\%/^\circ\text{C}$. 按均匀分布计算:

$$u(p_3) = \frac{kp\Delta t}{\sqrt{3}} = 0.92\text{kPa}$$

6. 合成标准不确定度评定

因输入量 \bar{p} 、 p_s 、 ρ 、 g 和 Δh 彼此独立, 互不相关根据不确定度传播定律其合成标准不确定度为:

$$\begin{aligned} u(\delta) &= \sqrt{|c(\bar{p}) \times u(\bar{p})|^2 + |c(p_s) \times u(p_s)|^2 + |c(\rho) \times u(\rho)|^2 + |c(g) \times u(g)|^2 + |c(\Delta h) \times u(\Delta h)|^2} \\ &= 1.03\text{kPa} \end{aligned}$$

7. 标准不确定度一览表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度 $u(x_i)$	灵敏度系数绝对值 $ c(x_i) $	标准不确定度 $u(y_i) = c_i \times u_i$
$u(\bar{p})$	传递标准示值	0.03kPa	1	0.03kPa
$u(p_s)$	标准器示值	0.46kPa	1	0.46kPa
$u(\rho)$	介质密度	0.007kg/m ³	0.196m ² · s ⁻²	1.3 × 10 ⁻⁶ kPa
$u(g)$	重力加速度	0.00115m/s ³	0.024kg/m ²	2.7 × 10 ⁻⁸ kPa
$u(\Delta h)$	高度差	0.00577m	11.76kg · m ⁻² · s ⁻²	6.79 × 10 ⁻⁵ kPa
$u(\bar{p}_3)$	温度	0.92kPa	1	0.92kPa
合成标准不确定度 $u_c(\Delta p)$	1.03kPa			

8. 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，其扩展不确定度为：在 800kPa 时

$$U = k \times u_c(\Delta p) \approx 2\text{kPa}$$

9. 各个测量点的测量结果不确定度

标准器示值 (kPa) p_s	传递标准示值平均值 (kPa) Δp	合成标准不确定度 (kPa) $u_c(\Delta p)$	扩展不确定度 (kPa) $U = k \times u_c(\Delta p)$
300	299.5	0.58	1.2
400	399.5	0.65	1.3
500	499.4	0.74	1.5
600	599.4	0.83	1.7
650	649.2	0.88	1.8
800	799.1	1.03	2

