

# 北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX-XXXX

## 列车用单车试验器校准规范

Calibration Specification for Pressure Test Instrument for Railway Vehicles

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

# 列车用单车试验器 校准规范

Calibration Specification for Pressure

Test Instrument for Railway Vehicles

JJF(京) xx-xxxx

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：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

山西省检验检测中心

(山西省标准计量技术研究院)

参加起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

河北省计量监督检测研究院

中国铁路北京局集团有限公司北京科学技术  
研究所

中国铁路北京局集团有限公司北京车辆段

本规范委托 XXXXXXXX 负责解释

# 目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
7 校准与核查项目及其方法.....	(3)
8 校准结果的表达.....	(4)
9 复校、核查时间间隔.....	(5)
附录 A.....	(7)
附录 B.....	(9)
附录 C.....	(10)

# 引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 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》和 JJF 1094-2002《测量仪器特性评定》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范参考了 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。

本规范为首次发布。

## 列车用单车试验器校准规范

### 1 范围

本规范适用于新制造、使用中和修理后，测量范围在（0~1）MPa 的列车用单车试验器计量参数的校准。

### 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》

JJF1008-2008 《压力计量名词术语及定义》

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》

JJF（铁道）703-2011 《车辆压力试验器》

JJG 875-2019 《数字压力计》

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

3.1.1 列车用单车试验器 Pressure Test Instrument for Railway Vehicles

列车用单车试验器是用来对单车（客车或货车）和列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

3.2.1 压力单位：[帕]斯卡，符号 Pa；

3.2.2 长度单位：米、毫米，符号 m、mm。

### 4 概述

单车试验器主要用于测量列车刹车制动系统的制动缸、风源、总风源压力。

单车试验器的工作原理：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，经信号接收处理单元处理后在显示单元直接用数字显示出被测压力的量值。

单车试验器的工作原理如图 1 所示：

其结构为：整体型。读取方式为：直接读取型。

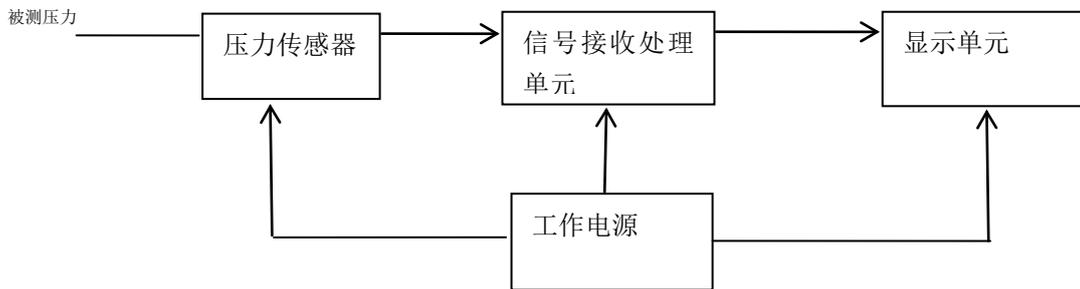


图 1 单车试验器工作原理示意图

## 5 计量特性

### 5.1 测量范围

测量范围应覆盖 300 kPa~800kPa，但上限不应大于 1000 kPa

### 5.2 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 压力示值的允许误差、回程误差

测量点 (kPa)	最大允许误差	回程误差
300、350、400、450、500、550、600、650	±1%	≤±0.8%
800	±1.5%	≤±1.2%

### 5.3 回程误差

单车试验器的回程误差应符合表 1 的规定。

### 5.4 零位漂移

单车试验器的零位漂移在 1h 内不得大于最大允许误差绝对值的 1/2。

## 6 通用技术要求

### 6.1 外观

6.1.1 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。

6.1.2 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。

6.1.3 必要时，对试验器说明书列出的其他功能进行检查。

6.1.4 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。

## 6.2 密封性

列车用单车试验器的压力测量部分在承受 800kPa 的压力上限时，耐压 5min 后，读取 3min 的压力下降值，不应大于 10ka.

## 6.3 绝缘电阻

在交流供电的校准环境下，列车用单车试验器电源端子对机壳之间的绝缘电阻不低于 20MΩ。

## 6.4 有效传输距离

列车用单车试验器的有效传输距离不应小于 50m。

## 6.5 数传时滞

列车用单车试验器应连续测量并发送数据，数据发送时间间隔不应大于 2s。

## 7 校准条件

### 7.1 环境条件

7.1.1 校准的环境温度为  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。

7.1.2 环境相对湿度不大于 85%。

7.1.3 应在清洁无腐蚀性介质的环境下校准。

7.1.4 供电电源：交流供电电压： $(220 \pm 11)\text{V}$ ；频率： $(50 \pm 1)\text{Hz}$ 。

### 7.2 测量标准

#### 7.2 测量标准及其他设备

##### 7.2.1 测量标准

标准装置用于提供已知的压力量值，通常使用数字式压力(表)计。数字压力(表)计作为标准器时，准确度等级应不低于 0.05 级，年稳定性合格，详见表 1。

压力测量标准器可选用数字压力计、气体活塞式压力计、标准压力发生器或其他符合要求的压力标准器。标准器测量范围应与被校传感器相适应，引入的扩展不确定度应不大于被校传感器最大允许误差绝对值的 1/3。

表 1 测量标准

标准名称	技术要求
数字压力(表)计	测量范围： $(0 \sim 1)\text{MPa}$ 准确度等级：0.05 级（年稳定性合格）

##### 7.2.2 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	测量范围：500 MΩ 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: $\pm 0.1\text{s/h}$	用于测量数传时滞。
3	钢卷尺	测量范围: 100m 准确度等级: 2 级	用于测量有效传输距离。

## 8 校准方法

### 8.1 校准方法

#### 8.1.1 校准前的准备工作及要求

8.1.1.1 校准设备和被测单车试验器为达到热平衡, 应在校准条件下放置 1h。

8.1.1.2 单车试验器的示值误差按图 2 方式连接。

8.1.1.3 校准使用的工作介质应为气体, 介质应清洁、干燥

8.1.1.4 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, 因工作介质高度差引起的附加误差不应该超过单车试验器最大允许误差的 1/10, 否则应进行附加误差的修正, 修正方法见附录 C。

#### 8.1.1.5 校准点的选取

单车试验器的校准点为 0kPa、300kPa、350kPa、400kPa、450kPa、500kPa、550kPa、600kPa、650kPa、800kPa。其中 350kPa、450kPa、550kPa 仅在首次校准时进行。共进行升压、降压一个循环。

8.1.1.6 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, 在校准上应待压力值稳定后进行读数。



图 2 单车试验器示值误差连接示意图

#### 8.1.2 外观检查

对 6.1.1~6.1.3 的要去做用目力观察的方法检查, 对 6.1.4 的要求用通电的方法检查。

#### 8.1.3 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 15min 记录一次显示值, 直到 1h。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。

#### 8.1.4 密封性检查

平稳地升压至 800kPa, 关闭压力源, 保压 5min, 观察是否有泄漏现象, 在 3min 内读取压力的下降值。

#### 8.1.5 绝缘电阻的检查

在环境温度为(15~35)℃、相对湿度 45%~75%时,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。

#### 8.1.5 有效传输距离的检查

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。

#### 8.1.7 数传时滞的检查

输入压力至数字压力计显示为 100kPa,待单车试验器进入正常工作模式后,平稳提高输入压力至 115kPa,记录数字压力计达到该压力值的时刻和数据接收处理机压力显示变动到该压力值的时刻。将两者的时间间隔作为最终结果。

### 8.2 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,核查报告应给出核查结果。原始记录格式见附录 A,校准证书格式见附录 B,在线核查原始记录格式见附录 C,核查报告内页格式见附录 D,不确定度评定示例见附录 E、附录 F、附录 G。

## 9 复校、核查时间间隔

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

## 车辆压力试验器数字压力计校准记录

委托单位		校准温度	℃				
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							
密封性							
序号	标准器示值 (kPa)	压力计示值 (kPa)		示值误差 最大值	回程误差 最大值		
		正行程	反行程				
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
示值允差:		示值误差:		回程允差:		回程误差:	
零点 漂移	min	0	15	30	45	60	
	示值 (kPa)						
备注:							

## 数据传输接发装置校准记录

标准器名称及型号:

		标准器示值			结果
		kPa			
有效传输距离 m					
数传时滞 s					
绝缘电阻					
备注:					

校准:

审核:

日期:

年

月

日

## 附录B

### 校准证书内页格式

#### 车辆压力试验器校准证书内容

##### 校准结果:

1. 外观:
2. 示值误差:
3. 回程误差:
4. 零位漂移
5. 密封性:
6. 绝缘电阻:
7. 有效传输距离:
8. 数传时滞:

—— (以下空白) ——

## 附录 C

### 生产线立式储液罐压力示值误差校准不确定度评定实例

#### F.1 测量方法

一般在罐体内径均匀的量程段内选取不少于 6 个点作为压力计校准点，如图 2 所示。校准时，通过压力发生器产生压力，由满量程的 1/4 处作为始点压力开始校准，逐渐平稳加压到各个校准点，直至约满量程的 3/4；然后逐渐平稳降压到各校准点，直至始点压力点，每个校准点压力稳定后，分别读取并记录标准器各点压力值与被校终端上的示值，此为一个循环。压力计应进行正反行程的一个循环校准。

将各个点标准器测得的压力值换算为高度，查询对应罐内附件的尺寸后对标准器示值进行修正。再将各个点标准器与起始点压力差和终端上各个点的质量与起始点质量进行比较，得到生产线终端的示值误差。

#### F.2 测量模型

$$\delta = \Delta m - \frac{\pi D^2 \Delta p}{4g} - \rho V' \quad (\text{F.1})$$

式中：

- $\delta$  —— 储液罐内原料质量的示值误差，kg
- $\Delta m$  —— 终端示值与终端初始示值之差，kg；
- $\Delta p$  —— 标准压力示值与标准压力初始示值之差，Pa；
- $D$  —— 储液罐的内直径，m；
- $g$  —— 使用地点重力加速度， $\text{m/s}^2$ ；
- $\rho$  —— 储液罐中液体的密度， $\text{kg/m}^3$ ；
- $V'$  —— 储液罐中搅拌器等附件排开液体的体积， $\text{m}^3$ ；

各输入量彼此独立不相关，合成标准不确定度按式 F.2 计算：

$$u_c^2(\delta) = c_1^2(\Delta m) + c_1^2(\Delta p) + c_1^2(D) + c_1^2(g) + c_1^2(\rho) + c_1^2(V') \quad (\text{F.2})$$

#### F.3 灵敏系数

$\Delta m$  的灵敏系数见式 F.3：

$$c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial \Delta m} = 1 \quad (\text{F.3})$$

$\Delta p$  的灵敏系数见式 F. 4:

$$c_2 = -\frac{\pi D^2}{4g} = -0.2369 \text{ m} \cdot \text{s}^2 \quad (\text{F. 4})$$

$D$  的灵敏系数见式 F. 5:

$$c_3 = -\frac{\pi d P_s}{2g} = 5512 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \quad (\text{F. 5})$$

$g$  的灵敏系数见式 F. 6:

$$c_4 = \frac{\pi d^2 P_s}{4g^2} = 281.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^2 \quad (\text{F. 6})$$

$\rho$  的灵敏系数见式 F. 7:

$$c_5 = -V' = -0.003 \text{ m}^3 \quad (\text{F. 7})$$

$V'$  的灵敏系数见式 F. 8:

$$c_6 = -\rho = -1015 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad (\text{F. 8})$$

#### F. 4 不确定度来源

F. 4.1 被校压力传感器示值  $\Delta m$  引入的标准不确定度  $u(\Delta m)$

F. 4.2 标准器示值  $\Delta p$  引入的标准不确定度  $u(\Delta p)$

F. 4.3 立式储液罐内直径  $D$  引入的标准不确定度  $u(D)$ ;

F. 4.4 重力加速度  $g$  引入的标准不确定度  $u(g)$ ;

F. 4.5 储液罐中液体密度  $\rho$  引入的标准不确定度  $u(\rho)$ ;

F. 4.6 储液罐内附件排开液体的体积  $V'$  引入的标准不确定度  $u(V')$ 。

#### F. 5 不确定度评定

F. 5.1 被校压力传感器示值  $\Delta m$  引入的标准不确定度  $u(\Delta m)$

F. 5.1.1 被校压力传感器示值重复性引入的不确定度  $u_1(\Delta m)$

在名义值 20 kPa 升压进行 10 次测量，测量结果后见表 F. 1

表 F.1

次数	1	2	3	4	5
升压	5140 kg	5140 kg	5140 kg	5140 kg	5150 kg
次数	6	7	8	9	10
降压	5150 kg	5140 kg	5140 kg	5140 kg	5150 kg

算术平均值为:

$$\overline{\Delta m} = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n \Delta m_i \right) = 5143 \text{ kg}$$

采用贝塞尔公式计算单次测量标准偏差测量结果重复性引入的不确定度为:

$$u_1(\Delta m) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta m_i - \overline{\Delta m})^2} = 5 \text{ kg}$$

#### F.5.1.2 被校压力传感器分辨力引入的不确定度 $u_2(\Delta m)$

终端显示质量分辨力为 10kg, 按均匀分布计算, 取  $k = \sqrt{3}$ , 其引入的不确定度为:

$$u_2(\Delta m) = \frac{10}{2\sqrt{3}} = 3 \text{ kg}$$

#### F.5.1.3 压力传感器标准不确定度 $u(\Delta m)$ 的确定

在标准值 20 kPa,  $u_1(\Delta m) > u_2(\Delta m)$ , 所以  $u(\Delta m) = u_1(\Delta m) = 5 \text{ kg}$ .

#### F.5.2 标准器示值 $\Delta p$ 引入的标准不确定度 $u(\Delta p)$

标准器为 0.02 数字压力计, 其测量范围为 (-100~100) kPa; 最大允许误差为:  $\Delta = \pm 0.02\% \times 200 \text{ kPa} = \pm 0.04 \text{ kPa}$ , 则  $a = 40 \text{ Pa}$ , 按均匀分布计算  $k = \sqrt{3}$ , 其引入的不确定度为:

$$u(\Delta p) = \frac{a}{k} = 23 \text{ Pa}$$

#### F.5.3 立式储液罐内直径 $D$ 引入的标准不确定度 $u(D)$ ;

立式储液罐内直径的扩展不确定度为:  $U = 5.4 \text{ mm}$  ( $k=2$ ), 其引入的不确定度为:

$$u(D) = \frac{a}{k} = 0.0027 \text{ m}$$

F. 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:

$$u(g) = \frac{a}{k} = \frac{0.002}{\sqrt{3}} = 0.00115 \text{ m/s}^2$$

F. 5. 5 储液罐中液体密度  $\rho$  引入的标准不确定度  $u(\rho)$ ;

由使用单位提供的液体密度浮动较大  $\rho = (1015 \pm 10) \text{ kg/m}^3$ , 按均匀分布计算, 取  $k = \sqrt{3}$ , 其引入的不确定度为:

$$u(\rho) = \frac{a}{k} = \frac{10}{\sqrt{3}} = 5.8 \text{ kg/m}^3$$

F. 5. 6 储液罐内附件排开液体的体积  $V'$  引入的标准不确定度  $u(V')$ 。

使用单位提供的罐内附件开液体的体积  $V' = (0.003 \pm 0.0015) \text{ m}^3$ , 按均匀分布计算, 取  $k = \sqrt{3}$ , 其引入的不确定度为:

$$u(V') = \frac{a}{k} = \frac{0.0003}{\sqrt{3}} = 0.00017 \text{ m}^3$$