

数字式轮胎压力表检定规程解读及示值误差测量不确定度评定研究

□刘昭君 李嘉莹 李铮

天津市产品质量监督检测技术研究院检测技术研究中心

【摘要】本文依据JJG 1201-2024《数字式轮胎压力表》检定规程，根据实际工作经验，对数字式轮胎压力表检定规程进行解读，并结合JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》原则，构建了适用于数字式轮胎压力表的测量模型，分析了数字式轮胎压力表示值误差的不确定度来源并进行不确定度评定，为数字式轮胎压力表的检定和校准提供了参考。

【关键词】数字式轮胎压力表；JJG 1201-2024；检定规程；不确定度评定

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2026）03-0036-03

Interpretation of Verification Regulation for Digital Tire Pressure Gauges and Measurement of Their Indication Error Uncertainty Evaluation Study

【Abstract】 According to the verification regulation given in JJG 1201-2024 Digital Tire Pressure Gauge and the practical work experience, this paper interprets the verification regulation for digital tire pressure gauges. In conjunction with the principles of JJF 1059.1-2012 *Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, it constructs a measurement model applicable to digital tire pressure gauges, analyzes the sources of uncertainty in the indication error of digital tire pressure gauges, and conducts an uncertainty evaluation, providing a reference for the verification and calibration of digital tire pressure gauges.

【Keywords】 digital tire pressure gauge; JJG1201-2024; verification regulations; uncertainty evaluation

引言

轮胎压力是保障汽车、摩托车等交通工具行驶安全、提升燃油经济性及延长轮胎寿命的关键参数，定期维护胎压的稳定成为了日常轮胎保养工作的重要内容。数字式轮胎压力表是数字显示被测轮胎压力值的压力测量或控制仪器，轮胎压力表的准确度，对于交通工具行驶的稳定性和舒适性有着重要的意义。按其结构原理可分为三种类型：一是指针式轮胎压力表。其工作原理是仪表内的弹性敏感元件在压力作用下产生弹性变形，通过机械传动放大机构转动指针在分度盘上指示出压力值，

通过压力表内部的回零装置，并能将指针保持在该压力示值位置上。二是标尺式轮胎压力表，其工作原理是带有标尺的柱塞在压力作用下产生移动，并保持稳定在某一个位置，通过标尺移动的距离和标尺上的刻度指示出压力值。三是数字式轮胎压力表。其工作原理是被测压力作用在压力传感器上，压力传感器输出相应的电信号，由信号处理单元处理后以数字方式显示压力量值。

随着汽车产业智能化发展，数字式轮胎压力表因其读数直观、精度较高、功能集成等优势，成为了市场主流。然而，我国长期以来针对此类仪器的

检定和校准主要参照JJG 927-2013《轮胎压力表》^[1]和JJG 875-2019《数字压力计》^[2]两项检定规程，存在技术条款匹配度不足，专用性能要求缺失等问题。为此，国家市场监督管理总局于2024年6月14日正式发布JJG 1201-2024《数字式轮胎压力表》^[3]检定规程，并于2024年12月14日实施。该规程是我国首部专门针对数字式轮胎压力表制定的国家计量检定规程，本文旨在深入解读JJG 1201-2024《数字式轮胎压力表》规程的技术要点，并基于规程要求，系统阐述数字式轮胎压力表示值误差的测量不确定度评定方法，以期对计量技术机构、检测实验室及相关从业人员提供技术参考和实践指导。

1 JJG 1201-2024《数字式轮胎压力表》检定规程内容解读

JJG 1201-2024《数字式轮胎压力表》检定规程明确适用于测量上限不大于2.5 MPa的数字式轮胎压力表，并按照功能划分为测量型和控制型。其中测量型主要用于轮胎压力值的测量与显示，具备回零机构。而控制型则集成了压力测量与控制，例如充气到设定值自动停止或报警功能，通常用于自动化充气设备。

此外，规程延续了JJG 927-2013《轮胎压力表》传统的四级准确度等级划分（1.0，1.6，2.5，4.0），但是与传统的轮胎压力表不同的是，数字轮胎压力表最大允许误差是以测量量程的百分比表示。例如，一个量程为（0~1.0）MPa的1.0级数字轮胎压力表，其各点的最大允许误差为±0.01 MPa。特别注意的是，控制型数字轮胎压力表设立了设定点偏差性能指标，其最大允许值与示值误差的要求完全相同。

在具体检定或者校准过程中，数字式轮胎压力表不同于传统的一般压力表^[4]，一般压力表示值的正行程和反行程为一次完整的记录，而数字式轮胎压力表则要求在同一检定点要进行两次升压检定。另外，数字式轮胎压力表不需要适用于机械仪表的“轻敲位移”检定项目。

2 数字式轮胎压力表示值误差测量不确定度评定模型

2.1 测量方法

根据JJG 1201-2024《数字式轮胎压力表》检定规程，应用直接比较测量法将数字式轮胎压力表和

压力标准器安装在压力校验器上，从测量范围的下限开始平稳地输入压力到各检定点，读取并记录示值至测量上限，然后以相同方法进行第二次升压检定。读取各检定点被测轮胎压力表的示值，与标准器示值相比较，两者的差值即为该数字式轮胎压力表的示值误差。

2.2 测量模型

$$\Delta P = P_R - P_S$$

式中： ΔP ——被检数字轮胎压力表各检定点示值误差，Pa，kPa，MPa；

P_R ——被检数字轮胎压力表各检定点示值，Pa，kPa，MPa；

P_S ——标准器各检定点的标准示值，Pa，kPa，MPa。

其中方差与灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta P}{\partial P_R} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta P}{\partial P_S} = -1$$

因为 $u(P_R)$ 与 $u(P_S)$ 彼此独立不相关，所以合成不确定度可按下式得到：

$$u_c(\Delta P) = u^2(P_R) + u^2(P_S)$$

3 测量不确定度来源

结合JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》^[5]原则，具体有以下五种不确定度分量：

（1）测量重复性（包括零点漂移、压力源波动、示值波动、其他因素的影响）引入的标准不确定度分量 $u(P_{R1})$ ；

（2）被校数字式轮胎压力表分辨力引入的标准不确定度分量 $u(P_{R2})$ ；

（3）被校数字式轮胎压力表受环境温度影响引入的标准不确定度分量 $u(P_{R3})$ ；

（4）标准器引入的标准不确定度分量 $u(P_{S1})$ ；

（5）标准器受环境温度影响引入的标准不确定度分量 $u(P_{S2})$ 。

4 标准不确定度的评定

4.1 被检数字式轮胎压力表输入量引入的标准不确定度 $u(P_R)$

4.1.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(P_{R1})$

测量重复性引入的标准不确定度，可以通过在

重复条件下连续测量得到的一组数据列，用A类评定方法得到。标准器选取一只量程为（0~2.5）MPa，准确度等级为0.05级的数字压力计，被测仪器选取一只量程为（0~1.8）MPa，准确度等级为1.6级的数字

式轮胎压力表，对被校数字式轮胎压力表分别以第一次升程和第二次升程方向逼近1.8MPa测量点位置进行测量，各测量5次，得到共10次的测量值。具体测量值如表1所示。

表1 数字式轮胎压力表在1.8MPa测量点测得值

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值	1.80	1.80	1.79	1.80	1.80	1.80	1.80	1.79	1.80	1.80

平均值为：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n x_i = 1.7980(\text{MPa})$$

计算出单次实验标准偏差为：

$$S_i = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = 0.004(\text{MPa})$$

标准不确定度为：

$$u(P_{R1}) = \bar{S} = S_i = 0.004(\text{MPa})$$

4.12 被校数字式轮胎压力表分辨力引入的标准不确定度分量 $u(P_{R2})$

被校数字式轮胎压力表的显示分辨力为0.01，按B类方法进行评定，均匀分布处理。则由被校数字式轮胎压力表分辨力引入的标准不确定度为：

$$u(P_{R2}) = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.0058(\text{MPa})$$

4.13 被校数字式轮胎压力表受环境温度影响引入的标准不确定度分量 $u(P_{R3})$

由于校准时严格按规程要求控制校准环境温度，所以被校数字式轮胎压力表受校准环境温度影响引入的标准不确定度分量 $u(P_{R3})$ 可忽略不计。则由

5 标准不确定度一览表，如表2所示

被校数字式轮胎压力表环境温度影响引入的标准不确定度为：

$$u(P_{R3})=0$$

4.14 计算标准不确定度 $u(P_R)$

由于 $u(P_{R1})$ 、 $u(P_{R2})$ 、 $u(P_{R3})$ 相互独立，因此：

$$u(P_R) = \sqrt{u^2(P_{R1}) + u^2(P_{R2}) + u^2(P_{R3})} = 0.0070(\text{MPa})$$

4.2 标准器输入量引入的标准不确定度 $u(P_S)$

4.21 标准器引入的标准不确定度分量 $u(P_{S1})$

测量标准器为0.05级数字压力计，测量范围为(0~2.5)MPa，标准器的最大允许误差不超过 $\pm 0.00125\text{MPa}$ 。用B类方法进行评定，按均匀分布处理。

$$u(P_{S1}) = \frac{0.00125}{\sqrt{3}} = 0.0007(\text{MPa})$$

4.22 标准器受环境温度影响引入的标准不确定度分量 $u(P_{S2})$

由于校准时严格按规程要求控制校准环境温度，所以标准器受校准环境温度影响引入的标准不确定度分量 $u(P_{S2})$ 可忽略不计。

4.23 由于相互独立，因此：

$$u(P_{S2})=0$$

表2 标准不确定度一览表

标准不确定 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值	灵敏系数	$ c_i u(x_i)$
$u(P_R)$	输入量引入的标准不确定度	0.0070MPa	1	0.0070
$u(P_{R1})$	测量重复性	0.004MPa	—	—
$u(P_{R2})$	分辨力引入	0.0058MPa	—	—
$u(P_{R3})$	环境温度影响	忽略不计	—	—
$u(P_S)$	输入量引入的标准不确定度	0.0007MPa	-1	0.0007
$u(P_{S1})$	标准器引入	0.0007MPa	—	—
$u(P_{S2})$	环境温度影响	忽略不计	—	—

6 合成标准不确定度

因各标准不确定度分量相互独立，因此：

$$u_c(\Delta P) = \sqrt{u^2(P_R) + u^2(P_S)} = 0.007(\text{MPa})$$

7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ， $U=k \times u_c(\Delta P)$ 。

$$U = k \times u_c(\Delta P) = 2 \times 0.007 = 0.014(\text{MPa})$$

$$U_{rel} = \frac{0.014\text{MPa}}{2.5\text{MPa}} = 0.6\%$$

8 结语

本文基于JJG 1201-2024《数字式轮胎压力表》，深刻阐释了此规程中的技术要点，构建了数字式轮胎压力表示值误差的测量不确定度评定方法，并结合实例进行分析验证，以期为规范开展数字轮胎压力表检定工作提供技术参考，为企业建立相关计量标准及实施比对工作提供实践依据。

参考文献

- [1] JJG 927-2013 轮胎压力表[S].2013.
- [2] JJG 875-2019 数字压力计[S].2019.
- [3] JJG 1201-2024 数字式轮胎压力表[S].2024.
- [4] JJG 52 -2013 弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表[S].2013.
- [5] JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示[S].2012.

作者简介

刘昭君，硕士研究生，助理工程师，国家二级注册计量师。主要研究方向：力值计量，仪器仪表分析。