

Conformity Judgment of Standard Dynamometer Test for Axle (Wheel) Weight Gauge for Motor Vehicle Testing

Donghua Xing

Fujian Provincial Key Laboratory of Force Measurement, Fujian Metrology Institute, Fuzhou, Fujian, 350003, China

Abstract

According to JJG1014-2006 "Verification Rules for Special Axle (wheel) Weighing Instrument for Motor Vehicle Detection", this paper analyses and evaluates the components of uncertainty, evaluates the uncertainty of synthetic standard according to the measurement model of special axle(wheel) Weighing Instrument for Motor Vehicle Detection, calculates and obtains the components of uncertainty based on specific data. Synthetic standard uncertainty and extended uncertainty. Comparing the uncertainty evaluation and expression of JJF 1059.1-2012 measurement with the requirement of JJF 1094-2012 measurement instrument characteristic evaluation, the conformity was judged. The data show that the special axle (wheel) weight meter for locomotive inspection meets the verification requirements.

Keywords

special axle (wheel) load scale for motor vehicle test; standard dynamometer; the uncertainty; conformance to determine

机动车检测专用轴（轮）重仪标准测力仪检定的符合性判定

邢东华

福建省计量科学研究院福建省力值计量测试重点实验室，中国·福建福州 350003

摘要

本文依据 JJG1014-2006《机动车检测专用轴（轮）重仪检定规程》，分析各不确定度的分量并进行评定，按照机动车检测专用轴（轮）重仪的测量模型对其合成标准不确定度进行评定，结合具体数据对各不确定度分量进行计算并得出合成标准不确定度和扩展不确定度。对照 JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示与 JJF 1094-2012 测量仪器特性评定的要求进行符合性判定。数据表明：该机动车检测专用轴（轮）重仪符合检定要求。对实际机动车检测专用轴（轮）重仪检定具有一定的参考意义。

关键词

机动车检测专用轴（轮）重仪；标准测力仪；不确定度；符合性判定

1 引言

机动车检测专用轴（轮）重仪属于非自动衡器的范畴，是机动车检测场（检测车）以及机动车修理厂为确定机动车制动力而进行车辆各轴载荷（轮载荷）进行静态称量的专用衡器。随着中国的汽车的产量和保有量持续增长，安全行车问题也显得日益重要。对轴（轮）重仪的检测是为确定机动车制动（刹车）力而进行的车辆各轴（轮）载荷的测量，以保证汽车的安全性能。本文参照 JJG1014-2006《机动车检测专用轴（轮）重仪检定规程》和 JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示对机动车检测专用轴（轮）重仪进行检定，对其不确定度进行分析，对照 JJF 1094-2012 测量仪器特性评定的要求进行符合性判定，得出判定结果。

2 概述

依据 JJG 1014-2006《机动车检测专用轴（轮）重仪检定规程》，在环境温度（-10 ~ 40）℃，相对湿度不大于 85%，校准期间最大温度波动量不大于 5℃的条件下，采用 0.2 级标准测力仪对测量范围（1 ~ 10）t 的机动车检测专用轴（轮）重仪（以下简称轴重仪）进行校准，依据 JJG 1014-2006《机动车检测专用轴（轮）重仪检定规程》规定，轴重仪最大允许误差：当 $m \leq 10\%Max$ ，MPE：±0.2%Max；当 $m > 10\%Max$ ，MPE：±2%。

在规定条件下，用千斤顶对标准测力仪和机动车检测专用轴（轮）重仪进行加载，检定时应保证压力通过力传感器轴线垂直作用在轴重仪上，同时观测标准测力仪的显示值和轴

重仪示值,当标准测力仪示值达到测量点时,马上读取并记录标准测力仪示值和轴重仪示值,重复此过程,共测量3次,其算术平均值就是轴重仪的示值。^[1]

3 测量模型

$$\delta = I \times g - A$$

式中: δ ——机动车检测专用轴(轮)重仪的示值误差, N;
I——机动车检测专用轴(轮)重仪示值, kg
A——标准测力仪的示值, N
g——重力加速度, m/s²

4 标准不确定度的评定

4.1 输入量 I 的标准不确定度 u(I) 的评定

其不确定度来源主要是测量重复性引入的不确定度 $u_1(I)$, 可以 A 类方法评定; 还来源于机动车检测专用轴(轮)重仪仪表分辨率, 它估计为均匀分布, 可以用 B 类方法评定 $u_2(I)$ 。在计算 $u(I)$ 只需取 $u_1(I)$ 和 $u_2(I)$ 的大者即可。输入量 A 的标准不确定度的评定: 其不确定度来源主要是标准测力仪的准确度引入的不确定度 $u(A)$, 可以 B 类方法评定。

(1) 选取一台型号为 DDWT-10 的机动车检测专用轴(轮)重仪用标准测力仪的校准法单板最大称量 5t 称量点进行试验, 用标准测力仪连续进行 10 次压力的测量, 结果如下表:

表 1 10 次测量结果

序(i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值(kg)	5000	5005	5005	5010	5010	5000	5005	5000	5005	5010

其所求的平均值: $\bar{I} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} I_i = 5005 \text{ kg}$ 单次实验标准偏差:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (I_i - \bar{I})^2}{n-1}} = 4.08 \text{ kg}$$

实际测量中是在重复性条件下测量 3 次, 取其算术平均值为测量结果。

$$\text{则 } u_1(I) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 2.36 \text{ kg}$$

(2) 由分辨力引入的标准不确定度分项 $u_2(I)$ 的评定^[2] 轴重仪分度值为 5 kg, 半宽 $a = 2.5 \text{ kg}$, 服从均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 因此

$$u_2(I) = \frac{2.5}{\sqrt{3}} \text{ kg} = 1.44 \text{ kg}$$

在重复性 $u_1(I)$ 和分辨力 $u_2(I)$ 引入的不确定度分量中, 两者取其大者。

4.2 由标准测力仪误差引入的不确定度分量 u(A) 的评定

其不确定度主要来源于标准测力仪, 可根据证书, 以 B 类方法评定。标准测力仪为 0.2 级, 估计为均匀分布, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$, 因此

$$u(A) = \frac{5000 \times 9.80665 \times 0.2}{100 \times \sqrt{3}} = 56.62 \text{ N}$$

4.3 合成标准不确定度的评定

(1) 灵敏系数: 由测量模型由测量模型 $\delta = I \times g - A$ 得;

$$c(I) = \frac{\partial E}{\partial I} g; c(A) = \frac{\partial E}{\partial A} = -1$$

(2) 标准不确定度汇总表见表 2。

表 2 不确定度来源及标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x)$	不确定度来源	标准不确定度	C_i	$ C_i u(x_i)$	$ C_i u(x_i) (%)$
$u(I)$	被测机动车检测专用轴(轮)重仪的重复性或分辨力引入的不确定度	2.36kg	g	23.14N	0.047
$u(A)$	标准测力仪误差引入的不确定度	56.62N	-1	56.62N	0.115

(3) 合成标准不确定度的计算

输入量 I 与 A 彼此独立, 互不相关, 所以

$$u_{cr}(\delta) = \sqrt{[c_1 u_{cr}(I)]^2 + [c_2 u_{cr}(A)]^2} = \sqrt{0.047^2 + 0.115^2} = 0.13 \%$$

(4) 扩展不确定度评定: 取包含因子 $k=2$, 则 $U_{rel} = k \cdot u_{cr} = 2 \times 0.13 = 0.3\%$ 。

4.4 测量结果不确定度的报告与表示

轴重仪在 5t 校准点, 其示值误差的扩展不确定度为 $U_{rel} = 0.3\%$, 它是由合成标准不确定度 $u_c = 0.13\%$ 与包含因子 $k=2$ 之乘积得到。

4.5 对轴重仪示值误差测量的不确定度评估

根据 JJG 1014-2006《机动车检测专用轴(轮)重仪检定规程》, 该 10t 的轴重仪应校准 10%、20%、40%、60%、80%、100% 共 6 个点进行检定, 按照上述评定方法, 轴重仪单板的示值误差标准不确定度评定如表 3。^[3]

表 3 轴重仪单板的示值误差不确定度评定

校准点 (t)	标准不确定度分量 (%MAX)		$u_{cr}(\%MAX)$	$U_{rel}(\%MAX)$ ($k=2$)
	$u_{cr}(I)$	$u_{cr}(A)$		
0.5	0.017	0.006	0.018	0.04
1	0.017	0.006	0.018	0.04
校准点 (t)	标准不确定度分量 (%)		$u_{cr}(\%)$	$U_{rel}(\%)$ ($k=2$)
	$u_{cr}(I)$	$u_{cr}(A)$		
2	0.07	0.12	0.14	0.3
3	0.08	0.12	0.14	0.3
4	0.06	0.12	0.13	0.3
5	0.05	0.12	0.13	0.3

5 结语

按照 JJF 1094-2012《测量仪器特性评定》的要求，根据轴重仪的不确定度评定结果，当 $m \leq 10\%Max$ 时示值误差的检定结果测量不确定度最大为 0.04%，小于轴重仪的最大允许误差 $MPE: \pm 0.2\%$ 的 1/3；当 $m > 10\%Max$ 时示值误差的检定结果测量不确定度最大为 0.3%，小于轴重仪的最大允许误差 $MPE: \pm 2\%$ 的 1/3，符合检定要求。

参考文献

- [1] JJG1014-2006《机动车检测专用轴（轮）重仪检定规程》.
- [2] JJF 1094-2012《测量仪器特性评定》.
- [3] JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》.