

检定汽车衡测量结果的测量不确定度评价 报告

王松

1. 测量方法

依据 JJG 539-2016 《数字指示秤》检定规程，用砝码直接加载、卸载的方式，分段测量示值与标准砝码之差即为示值误差。

1.1 被测对象

SCS-120 型电子汽车衡，测量范围：（0~120000）kg，
准确度等级：三级，分度值：d=20kg。

1.2 标准砝码

砝码：1000 kg，N 个，准确度等级：M₁ 级。

1.3 检定环境

温度：（-10~40）℃。

2. 测量模型

$$E = I + 0.5e - L - \Delta L$$

式中：

E --- 汽车衡的示值误差，kg；

I --- 汽车衡的示值，kg；

e --- 汽车衡的检定分度值，kg；

L --- 标准砝码的质量值，kg；

ΔL --- 标准附加砝码的质量值，kg；

3.测量不确定度的来源

3.1 重复性测量引入的测量不确定度 u_1 ;

3.2 标准砝码的质量值不准引入的不确定度 u_2 ;

3.3 附加砝码引入的不确定度 u_3 ;

3.4 偏载误差引入的不确定度 u_4 。

4. 测量不确定度的评定

4.1 重复性测量引入的不确定度 u_1 评定。

在重复性条件下, 选取在 15000kg、40000kg、50000kg 测量点, 加载对汽车衡重复测量 10 次, 测量结果见表 1。

表 1 各测量点质量称量结果及平均值

测定次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
15000 kg	15020	15020	15000	15000	15000	15000	15000	15000	14980	14980	15000
40000 kg	40020	40000	40000	40020	40000	39980	40000	40000	40000	40000	40002
50000 kg	50000	50000	50000	50020	50000	50000	50000	50000	49980	50000	50000

以称量 40000kg 时分析, 采用贝塞尔公式计算, 求出单次测量的标准偏差:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 11.35\text{kg}$$

则: 平均值的标准偏差为:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = 3.59\text{kg}$$

重复性测量引起的 A 类标准不确定度为 u_1 :

$$u_1 = s_{\bar{x}} = 3.59 \text{ kg}$$

4.2 标准砝码的质量值不准引入的不确定度 u_2 评定。

根据 OIMLR 砝码国际建议的约定, 查表得到 1000kg 砝码, 最大允许误差: $\text{MPE} = \pm 100 \text{ g}$, 则单个砝码的测量不确定度为:

$$u_i = \frac{a}{k} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058 \text{ kg}$$

因数字指示秤进行检定时, 通常都需要使用多个砝码的组合, 就需要对多个砝码的测量不确定度进行合成。由于检定时使用的砝码来自同一个计量标准装置, 这些相同标称值的砝码通常是同时由相同的天平、高等级砝码进行检定, 可以认为这些砝码的质量值是正强相关的, 相关系数为+1。因此, 由砝码组合引入的测量不确定度就是单个砝码不确定度的累加, 即:

$$u_2 = \sum u_i = 40 \times 0.058 = 2.32 \text{ kg}$$

4.3 附加砝码引入的不确定度 u_3 评定。

因在检定过程中, 附加砝码都是以单个形式称量, 其带来的测量不确定度很小, 不再考虑其影响。

4.4 偏载误差引入的不确定度 u_4 评定。

电子汽车衡在进行偏载测试时, 用 $\text{Max}/(n-1)$ 最大称量的砝码放置在秤台平面上, 最大值与最小值之差一般不会

超过 20kg，即：MPE=±20kg，并服从正态分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，可得：

$$u_4 = \frac{a}{k} = \frac{20}{\sqrt{3}} = 11.547\text{kg}$$

5.合成标准不确定度 u_c 的计算

5.1 灵敏度系数

因各输入量不相关， $c=1$ 。

5.2 主要测量不确定度分量汇总

序号	不确定度分量	灵敏度系数 c_i	$c_i \times u_i$ kg
1	重复性测量引入的测量不确定度 u_1	1	3.59
2	标准砝码的质量值不准引入的不确定度 u_2	1	2.32
3	附加砝码引入的不确定度 u_3	1	0
4	偏载误差引入的不确定度 u_4	1	11.55

5.3 计算合成不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = \sqrt{3.59^2 + 2.32^2 + 11.55^2} = 12.3\text{kg}$$

6.扩展测量不确定度的计算

取包含因子 $k=2$ ，得到扩展测量不确定度 U 。

$$U=k \times u_c = 2 \times 12.3 = 24.6 \text{ kg}$$

取 $U=25 \text{ kg}$ （与可测量能力相对应）

7. 检定汽车衡测量结果的表示

在检定显示值为 40t 时，该秤的测量结果为：

$$m=40002\text{kg} \text{ , } U=25 \text{ kg, } k=2 \text{ .}$$