

对车辆自动衡器测量不确定度评定分量的商榷

济南金钟电子衡器股份有限公司 沈立人 贾颐康

【摘要】本文就自动衡器中两种比较类似的产品，谈谈车辆自动衡器的动态测量不确定度评定分量存在的问题，并且介绍如何解决的一些看法。

【关键词】车辆自动衡器 测量不确定度评定

一、概述

本文所提及的“车辆自动衡器”包括自动轨道衡和动态公路车辆自动衡器两大类产品，按照 JJF1059-2012《测量不确定度评定与表示》适用范围的划分，各种自动衡器与非自动衡器都属于“被测量呈现为一系列值的分布”的器具。从器具的测量不确定度评定的角度认识，车辆自动衡器与非自动衡器的相同之处在于其静态测量的分布形态是相同的，而不同之处在于：对于车辆自动衡器，还要对其动态测量进行动态测量不确定度评定。

关于静态测量的测量不确定度评定，作者在中国衡器协会编辑的《称重科技（第十五届称重技术研讨会论文集）》中的《对非自动衡器进行测量不确定度评定技术问题的探讨》一文中已有陈述，那么自动衡器的动态测量与静态测量有哪些不同？其动态测量不确定度评定是否存在需要探讨的问题？在这里就以车辆自动衡器为例进行分析。将自动轨道衡和动态公路车辆自动衡器这两类衡器放在一起谈“动态测量不确定度评定”的问题，是因为影响这两类衡器动态测量不确定度分量的因素相似。

二、动态测量不确定度分量

众所周知，各种自动衡器的计量性能都包括在相应产品标准的两项指标中，一项是对动态测量的允差要求，一项是对静态测量的允差要求，这两项允差要求都体现了自动衡器的“被测量呈现为一系列值的分布”的特征：即对于称量范围内的每一个称量值，都对应一个动态允差要求和一个静态允差要求。按照 JJF1059.1-2012 的原理，来源复杂的测量不确定度是由多个测量不确定度分量合成的。

车辆自动衡器的动态测量功能是其基本功能，静态测量功能则是用来进行衡器校准的。由于两者的作用不同，其测量对象、状态、条件等既不相同，测量不确定度分量也就大不相同了。下面分别将自动轨道衡和动态汽车衡的动态测量不确定度分量列举如下：

1. 自动轨道衡动态测量不确定度分量的评定

自动轨道衡动态测量不确定度分量的评定分为两种：(1)自动轨道衡动态测量不确定度分量评定；(2)用控制衡器复核动态测量结果。

(1)自动轨道衡动态测量不确定度分量

- ① 自动轨道衡的称重指示器分度值引入的不确定度分量 u_1 ；
- ② 检衡车或参考车辆引入的不确定度分量 u_2 ；
- ③ 自动轨道衡的静态允差引入的不确定度分量 u_3 ；
- ④ 载荷的非重力作用力与振动力等引入的不确定度分量 u_4 。

(2)用控制衡器复核动态测量结果

- ① 数字指示轨道衡作为控制衡器时，其分辨力引入的不确定度分量 u_1 ；
- ② 砝码及砝码小车引入的不确定度分量 u_2 ；
- ③ 控制衡器的静态允差引入的不确定度分量 u_3 。

2. 动态汽车衡动态测量不确定度分量的评定

动态汽车衡测量不确定度分量的评定同样分为两种：(1)动态汽车衡的动态测量不确定度分量评定；(2)用控制衡器复核动态测量结果。

(1) 动态汽车衡的动态测量不确定度分量

- ① 示值分辨力引入的不确定度分量 u_1 ；
- ② 示值静态允差引入的不确定度分量 u_3 ；
- ③ 载荷的非重力作用力与振动力等引起的不确定度分量 u_4 。

(2) 用控制衡器复核动态测量结果

- ① 控制衡器静态允差引起的不确定度分量 u_3 ；
- ② 控制衡器分度值引起的不确定度分量 u_1 ；
- ③ 参考车辆油耗引起的不确定度分量 u_5 。

3. 各分量定义、范围及其分布

- (1) u_1 ：数字指示分度值或分辨力引入的不确定度分量， $\pm 1d$ ，均匀分布；
- (2) u_2 ：标准器（如砝码）引入的不确定度分量，标准器（如砝码）不确定度，均匀分布；
- (3) u_3 ：衡器静态允差引入的不确定度分量，衡器静态允差，均匀分布；
- (4) u_4 ：载荷的非重力作用力与振动力等引起的不确定度分量，这个分量分布复杂，其中可能包括道路平直度影响因素，也可能包括车辆速度变化的影响因素，也可能包括车辆状态带来的影响因素，也可能包括承载器结构自身变化的影响因素。

(5) u_5 ：参考车辆油耗引起的不确定度分量，燃油消耗量，均匀分布。

以上五个分量不是出现在所有的场合，要根据实际场合确定该场合适用的合成不确定度的分量。

三、实际的分量来源

1. 各分量来源可以大致归结为：

(1) u_1

衡器指示器进行模拟——数字转换产生的量化误差，其范围为 $\pm 1d$ 。

(3) u_2

称量或检定过程中使用的标准器，如：砝码、检衡车、控制衡器。其不确定度由这些标准器的检定证书提供。当使用了多个标准器时，需合成不确定度。

(3) u_3

衡器的静态允差，包括：

①称重传感器、称重指示器、承载器、基础、软件；

②环境条件：温度、湿度、大气压力、干扰。

(4) u_4

表现为动态测量结果的不重复性，在所有分量中，非重力作用力与振动力分量对合成不确定度的贡献最大，影响非重力作用力与振动力来源的因素有：

①线路状态：长度、平直度、坡度；

②车辆状况：车型、减震弹簧的变形量

③ 振动：车辆减震弹簧、称量台机械结构、钢筋混凝土基础；

④ 牵引力：大小、推拉方向

⑤ 速度：高低、变化

⑥车辆行驶状态：刹车、提速、左右摆动

(5) u_5

当使用了参考车辆，该车辆在自动衡器与控制衡器之间往返时的油耗重量。

2. 以上从五个方面考虑了被测车辆衡，在进行不确定度评定时应该考虑的因素。但是，在一些关于该类衡器的测量不确定度报告的分析时，往往将几种影响量比较大的因素忽略掉了，例如，线路状态、车辆状况、速度变化等。

(1)线路平直度对测量结果的影响带来的测量不确定度分量，是与速度密切关联的。而线路平直度又分为：一个是平度指标，一个是直度指标。路面或轨道的水平度的起落高度差，直接影响标准参考车辆，在通过被测衡器时对承载器产生的作用力。

我们知道不论是在高速公路上，还是铁路营运线路上，是很难找到 100m 左右没有坡度、又没有弯度的路段的。

(2)车辆状况是主要影响不确定度分量的因素之一，当被选择的车辆状况比较差时，再受到通道平直度和行车速度变化，影响称量结果的量值就比较大。因为这时车辆的晃动、振动幅度就会变大，从而在通过被测衡器时，对衡器产生的作用力也不同于车况好的车辆。

(3)车辆种类不同也是影响因素，相对固定轴的车辆，悬挂轴的车辆测量不确定度的影响会大许多。同样都是 20 多吨的车辆，悬挂轴车辆称量出的重量有时比固定轴车辆多出若干吨。

(4)车辆所载货物的不同，也是影响不确定度评定的重要因素。例如，液体货物重心的变化。

(5)速度变化是影响不确定度分量的重要因素，因为车辆在行驶过程中由于受到摩擦力等外力的影响，必然会发生改变。

如果这些影响因素都处于最极端条件下时，车辆在衡器上得到的测量结果将是极其差的。当年在应对自动轨道衡进行型式评价试验时，不论是采用集成检定法在使用砝码检定轨道衡静态性能，还是建立参考车辆的工作，都是比较顺利的。其原因是：首先是挑选刚刚厂修、段修后的车辆作为参考车辆使用；其次是动态检定时，控制参考车辆的运行速度在一个理想的范围内；虽然轨道衡是安装在有一定坡度的线路上，由于人为控制速度

没有较大的变化，试验还是顺利完成了。

而许多情况下在现场实际称量时，可能由于无法选择车辆（因为所要通过收费站的车辆都必须称量），因为对路况情况不了解、车况情况不能选择，司机即使想控制车辆的行驶状态，也会因经验不足而出现较大误差。

四、几个应用问题

1. 非重力作用力与振动力作为一个不确定度分量，是否就是将一些无法量化的因素统统放入进去？

从概率与数理统计学这个角度来讲，只要统计的数据足够多，是可以将一些小概率的现象概括进的。比如，线路问题、车辆状况问题、速度变化问题等。

2. 如何从最小称量至最大称量范围内选取测量点

由于自动衡器的“被测量呈现为一系列值的分布”的特征，一台衡器至少有数百甚至成千个被测量值，实际上不可能全部进行测量，因此有一个如何选取测量点的应用问题，没有一定之规。

经验表明，当不确定度与称量范围为大致线性相关时，选 10 个测量点是适当的，10 个点中应包括最小称量与最大称量，不过其中这个最小称量不应该是“50d”或“20d”，而是指所选取的“参考车辆”的空载车辆重量。

当在测量范围内不能用一个测量不确定度值来表明测量能力时，可以给出测量范围及对应该范围的最小不确定度和最大不确定度的范围，并给出典型值的测量不确定度。

3. 车辆种类不同，也是影响衡器不确定度评定的重要因素，应该按照 R134 建议的规定，至少选择三种车型的车辆进行评定；按照 R106 建议的规定，试验用参考车辆应选取轨道衡要称量的常用车辆，应尽可能覆盖已经型式批准的轨道衡的各种称量模式。称量的模式包括重车或空车，推送或牵引，称量速度的范围（最高，最低和实际过衡速度），以及单 / 双方向。

【参考文献】

- [1] 沈新生 动态公路车辆自动衡器示值测量不确定度的评估《衡器》2016 年 3 期
- [2] 国际法制计量组织 OIML R106 自动轨道衡 2011 (E)
- [3] 国际法制计量组织 OIML R134 动态公路车辆自动衡器 2006 (E)
- [4] JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》，中国质检出版社
- [5] 沈立人等 对非自动衡器进行测量不确定度评定技术问题的探讨《称重科技》第十五届称重技术研讨会论文集