

动态汽车衡计量特性远程核查的测量不确定度分析

□浙江省计量科学研究院 陈洁 尚贤平 赵志灏 毛晓辉 裘尧华 闵玥
宁波市计量测试研究院 秦树伟

【摘要】当前公路车辆自动衡器（以下简称：动态汽车衡）周期检定频次已逐渐不能满足当前非现场执法工作需要，需要信息化手段实行差异化精准检测，以保证计重数据的可信度。本文根据计量性能远程核查方法建立了测量不确定度评定模型，并分析各不确定度来源，重点分析了非正常行驶、速度、油耗等对动态称重测量不确定度带来的影响，从技术层面为动态称重数据的可靠性提供分析依据，为公路动态称重设备的准确使用提供技术支持。

【关键词】动态汽车衡；远程核查；不确定度评定；动态称量

引言

公路超限超载运输破坏路桥结构，易造成交通事故，威胁人民生命财产安全。自2013年以来，全国各地相继开展了公路治超非现场执法工作，严厉打击严重违法超限运输行为，确保道路交通安全。动态汽车衡是公路治超非现场执法系统的关键计重设备，其量值准确、可靠是实施科技治超的前提。但是由于动态汽车衡是对运动中的载货汽车进行计量这一特点，其计量准确性与司机驾驶习惯、车辆运行速度、结构型式等有很大的关联。据不完全统计，某一样本区域路段安装的动态汽车衡在一个运行周期后（通常为6个月），其动态汽车衡平均检定合格率大约维持在65%左右^[1]。相当一部分动态汽车衡在运行一段时间后，其计量准确度已不能维持在检定时水平。实际上，此类动态汽车衡已经认为是失准了，给出的车辆总重的结果存在很大的

不确定性，给公路超限执法带来了风险。为解决检定周期内动态汽车衡计量失准问题，同时兼顾检测成本，项目研究提出基于物联网技术对动态汽车衡进行远程核查的方式，对非现场执法点动态汽车衡在检定周期内实行差异化精准检测，以提高动态衡动态称重数据的可信度^[2]。

1 远程核查工作机理

远程核查是应用物联网技术，通过远程核查方法对非现场执法点动态汽车衡的动态计量性能做出符合性的研判，与日常周期检定相比，其远程核查方法与传统的检定方法有较大的差异，远程核查是通过经约定的参考车以常规的运行速度通过被核查的动态汽车衡，动态汽车衡将相关称重结果、运行速度、图片数据通过物联网上传至核查系统，经核查系统计算，确定被核查的动态汽车衡动态计量误差是否保持在相应的控制限内，该控制限按照动态汽车衡使用中检查的误差要求进行设定（通常为检定时误差的2倍进行考虑），当核查的动态汽车衡其动态计量误差接近或超出相应的控制限，核查系统会给出相应的警示信息，及时提醒动态汽车衡使用单位进行分析处理，提高动态汽车衡称重性能运行的可靠性。

2 远程核查的数学模型

动态汽车衡的远程核查实际上就是通过物联网上传的测量结果与核查标准参考车总重进行比较的过程。为了提高远程核查的可信度，其核查过程中动态称重数据测量结果的不确定度也应是必须考虑的内容^[3]。本文着重针对非现场执法点动态汽车衡的实际工况（如速度、异常行驶等），提出一种不确定

度评估方法。

治超非现场执法系统的动态汽车衡一般安装在普通公路路面，称量速度范围一般为（0.5 ~ 100）km/h，称重结构主要有轴重式、石英式、平板式、窄条式、弯板式等形式，车辆总重量准确度等级主要为5级与10级^[4]。远程核查按照核查方案，采用核查参考车辆对动态汽车衡进行一次或多次测试，测试结果上传核查系统，然后按照公式1计算核查结果，按照设定的控制限来评价动态汽车衡是否处于正常状态。核查车辆（参考车辆）可以选用社会公用计量标准，如各法定计量机构的检衡车，或选用特定的社会车辆，如经控制衡器进行整车称重的路政施救车等。有别于动态汽车衡的周期检定，远程核查参考车辆可以根据实际道路运行情况，选择可以双轴刚性车、三轴/四轴刚性车、四轴或四轴以上的铰接车等其中的一辆或几辆^[5]作为核查参考车。

核查时，参考车辆以常规的运行速度通过被核查的动态汽车衡，远程核查系统将采集的称重数据、运行速度数据、抓拍的图片数据等上传到核查

系统平台进行计算处理。

$$\delta = \frac{TMV - TMV_{ref}}{TMV_{ref}} \quad (1)$$

式中： δ ——被核查动态汽车衡车辆相对动态误差测量值；

TMV_{ref} ——核查参考车辆总重量；

TMV ——动态衡显示的核查参考车辆总重量；

1) 当 $|\delta| > 2MPEV$ 时，说明被核查动态汽车衡动态性能已经超出控制限的要求，其动态测量误差已不能满足使用要求，应给出警示信息，暂停使用，待修复完成再次检定合格后使用；

2) 当 $MPEV < |\delta| \leq 2MPEV$ 时，说明被核查动态汽车衡动态性能已经有变化，虽未超出控制限的要求，但动态测量误差已有趋势超出控制限的要求，给出信息，提高核查频次；

3) $|\delta| \leq MPEV$ 时，说明被核查动态汽车衡动态性能正常，按正常设备进行管理。

动态称重时车辆总重的最大允许误差绝对值（MPEV）如表1所示。

表1 车辆总重的最大允许误差绝对值MPEV

准确度等级	车辆总重的最大允许误差绝对值MPEV
5	2.5%
10	5.0%

3 不确定度来源分析与计算

根据动态汽车衡远程核查系统和非现场执法动态称重特点分析，远程动态称重误差测量不确定度来源主要由两部分组成：第一部分为动态汽车衡动态性能核查过程中引入的不确定度分量，主要包含测量重复性、动态汽车衡分辨率、核查车辆运行速度变化、非正常行驶、核查车辆远程核查中的油耗损失等因素引入的不确定度分量；第二部分是核查车辆总重通过控制衡器测量时引入的不确定度分量。

本核查方法以安装在某非现场执法点的动态汽车衡DCS-30B为例（轴载荷最大称量30t，动态分度值为50kg，准确度等级5级，执法点道路限速60km/h），根据该路段道路车辆运行较多的实际状况，分别使用三轴刚性车（简称：三轴）、六轴铰接车（简称：六轴）作为核查车辆，并经控制衡器确定车辆总

重分别为26.5t（三轴）和42.8t（六轴），通过核查车辆对上述动态汽车衡进行远程核查，并对核查结果给出测量不确定度分析与计算。

3.1 输入量TMV引入的标准不确定度分量 $u(TMV)$

输入量TMV的标准不确定度来源 $u(TMV)$ 主要是动态汽车衡测量重复性、分辨率、核查车辆油耗损失、车速运行变化以及非正常行驶等引入的不确定度分量。

3.1.1 核查重复性的不确定度 u_1

核查重复性不确定度用A类评定进行分析。核查车辆以该路段该车型典型车速40km/h的车速匀速（近似匀速）通过核查点，共核查10次，数据如表2所示。运用贝塞尔公式计算核查重复性不确定度，见公式（2）-（4）。

