

货车公路运输超载不停车计重设备不同型式特点分析

□山东省计量科学研究院 王述诚 张凯 潘寿虎 王文龙 倪俊国 邓时虎

【摘要】货车公路运输超限超载不停车主要检查质量超限和外廓尺寸超限两部分，其中质量超限检测是最重要的内容。动态公路车辆自动衡器作为不可或缺的称重设备发挥着重要的作用，其主流技术为弯板（窄条）式、平板模块式和石英晶体式三种型式。

【关键词】石英晶体；电阻应变式；动态公路自动衡器；超限超载；不停车

文献标识码：B 文章编号：1003-1870（2023）08-0012-04

引言

2020年1月1日全国高速公路采取入口称重，实行超载货车劝返、禁止驶入的政策，切实杜绝了超载车辆驶入高速公路，对屡禁不止的货车超载现象起到了遏制作用。但在利益驱使下超载乱象并没有彻底杜绝，被高速公路拒入的违法超载车辆涌向了国道、省道和县道，造成了巨大安全隐患，为此各地相关部门开始进行专项整治。动态公路车辆自动衡器实现了从传统治转向科技治超的跨越，大幅降低了治超工作量而被广泛应用到各治超现场，在查处违法超载车辆中发挥了重要作用。动态公路车辆自动衡器的主流技术为弯板（窄条）式、平板模块式和石英晶体式三种型式应用最为广泛。本文对这三种动态公路车辆自动衡器的定义、原理、结构及特点进行详细介绍，希望这些知识对大家在选择及使用维护中提供帮助。

1 定义

1.1 弯板（窄条）式定义

一种用于测量车轮或车轴的静态或动态车轮力的粘贴有应变计的整体弹性元件（弯板传感器沿行车方向上尺寸小于100mm以上时，称为窄条）。见图1、图2。

1.2 平板模块式定义

将跟随式称重传感器或平板式称重传感器固定安装于承载器上构成平板模块，根据测量需要将承载器埋入路面，承载器上表面与路面平齐且与基础连接为一体，构成独立的称重模块或其组合，实现无受迫移动的称重方式，在公路车辆高、中、低速运行中，完成车辆轮、轴载荷、轴组载荷及整车载荷的测量，并获取车辆总重量的动态公路车辆自动衡器。见图3。

1.3 石英晶体式定义

采用嵌装于路面，上表面与路面保持在同一平面的石英晶体传感器及其组合来测量通过车辆动态车轮力，进而获得车辆总重、轴载荷、轴组载荷（如果适用）的动态公路车辆自动衡器。见图4。



图1 弯板式动态公路车辆自动衡器



图2 窄条式动态公路车辆自动衡器



图3 平板模块式动态公路车辆自动衡器



图4 石英晶体式动态公路车辆自动衡器

2 原理

2.1 弯板（窄条）式

当车辆轮轴通过弯板传感器时，弹性体产生形变，应变计紧贴在传感器弹性体上组成惠斯通电桥（见图5），传感器弹性体产生的形变使应变计的丝栅出现拉伸或压缩，使其电阻值发生变化从而破坏惠斯通电桥的平衡，输出端会输出与电阻变化相对应的电压信号，弹性体利用电阻应变将重量信号转换成持续的电压信号，通过模数转换和积分计算，生成车辆的轮轴重量。信号处理的过程是：力→电压→数字（经计算）→重量。

2.2 平板模块式

平板模块式与弯板（窄条）式原理一样，都是电阻应变式原理。区别是：平板模块式通过平板式弹性体将承载器与基础板固定，连接为一体，实现承载器支撑点与加载点之间无受迫移动的称重传感器。

而弯板（窄条）式其本身就是粘贴电阻应变计的弹性体，作为承载器和称重传感器为一体直接承受车轮施加力。信号处理的过程是：力→电压→数字（经计算）→重量。

2.3 平板模块式

石英晶体传感器接受车轮产生的压力，石英晶体受力偏转，在其输出端输出与压力相对应的电荷信号（见图6），石英称重传感器产生的电荷经过高阻抗低噪声电缆传送至电荷放大器，通过电荷放大器将电荷信号转换成电压信号输出给称重仪表，电压信号经过称重仪表滤波、采样成为数字信号，再由微处理器根据既定的数学模型计算出轮、轴载荷，通过累加各轴载荷得到车辆总重量并显示。信号处理的过程是：力→电荷→电压→数字（经计算）→重量。

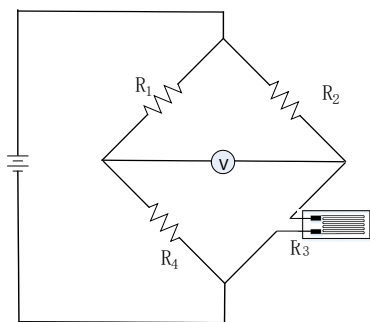


图5 电阻应变式原理图

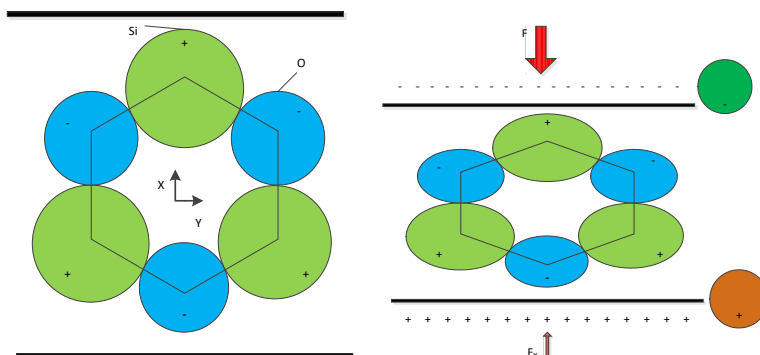


图6 石英晶体受力原理图

3 结构组成

3.1 弯板（窄条）式

弯板式动态汽车衡由弯板传感器、电子称重仪表和引道等构成，为满足特定的系统功能，弯板式动态汽车衡系统中还可包括通过接口连接的轮轴识别器、车辆识别装置(如：车辆检测器、车辆分离器、车辆牌照识别器等)、车辆引导装置、车速检测装置和车辆轮廓尺寸检测装置等。

3.2 平板模块式

将跟随式称重传感器或固定式称重传感器固定安装于承载器上，构成一个或多个一体化独立称重模块，称重模块与称重控制单元(电子称重仪表)组成平板模块式。

3.3 石英晶体式

石英晶体式动态汽车衡由石英晶体传感器和电荷放大器、称重仪表以及周边外设(如车辆识别装置、栏杆机、可变情报板等)构成。

4 特点

4.1 弯板（窄条）式

优点: 承载器与传感器为一体，设备安装与路面融为一体，不需要考虑排水，免维护。安装时对路面破坏小，不考虑引道施工的情况下现场施工周期短，从而减轻道路通行压力。

缺点: 窄条式不能实现静态轴称量。承载器本身也是称重传感器，其精度低，很难达到C3级，灵敏度低，一般不超过1mv/v。对路面平整度要求高，车

辆通行速度及胎压变化对称重精度有影响。传感器不可维修，需破坏路面整体更换，过程烦琐成本较高。

4.2 平板模块式

优点: 选装的称重传感器精度可达到C3级。传感器灵敏度高，一般为2mv/v。称重传感器可单独更换，无需破坏路面，方便维护。承载器宽度可以单独承载轮轴，实现静态轴称量。相同车速和相同采样速率下采集数据时间更长，为后期仪表的数据处理及计算提供更多的数据支撑，以提高称量精度。可以用较短的引道，甚至没有引道的情况下满足称量需要。

缺点: 基础要求高，需设计排水系统，施工周期长。平板模块式由多只传感器组成，为使其均匀受力，多只传感器需在一个水平面上，整体安装要求较高。车辆的异常行驶会造成传感器的位移，对称重传感器的固定端要求高。承载框架随着长时间的使用会产生变形，各接缝处有异物进入，影响力的传递。

4.3 石英晶体式

优点: 石英晶体传感器动态响应速度快，更加适用速度高的车辆。同弯板（窄条）式一样，其承载器与传感器为一体，无需安装排水系统，免维护。安装时对路面破坏小，不考虑引道施工的情况下现场施工周期短，从而减轻道路通行压力。

缺点: 与窄条式一样，不能实现静态轴称量。对

路面平整度要求高，前后的引道要足够长（一般为前后各20米长）以消除车辆颠簸产生的影响。车辆通行速度及胎压变化，对称重精度有影响。石英晶体传感器不可维修，需破坏路面整体更换，其过程烦琐成本较高。

5 分析总结

通过以上介绍，可以看到三种主流结构的动态公路车辆自动衡器优缺点分明，在实际应用中都能满足用户的使用需求。动态公路车辆自动衡器是一个系统工程，秤体基础、引道的长度及平整度、承载器的数量、控制仪表中硬件的配置、不同的算法及货车司机异常行驶都会影响到其准确度。选择哪种型式的衡器，应根据现场使用环境、不同路况条件、车流量、气候条件等因素来选配。笼统地评价哪种型式的动态汽车衡“准”或“不准”没有意义，即便使用相同的传感器和结构形式，由于不同企业配置的控制仪表、数学模型算法的不同，其稳定性及准确度相差较大。控制仪表、数学模型算法是一个企业的核心技术，优秀的企业会利用收集到的称重大数据不断提高自身算法，升级仪表硬件，提高采集速率，加快数据计算，克服衡器本身缺陷，优化不同路况下的数据处理，甄别异常过衡的车辆。

随着动态公路车辆自动衡器大量的安装使用，生产企业在技术上的不断优化改进，产品也更加成熟稳定。但是，动态公路车辆自动衡器由于其测量对象处于运动、变化过程，其误差构成中一部分是来源于外部，而不像静态衡称量过程中测量对象完全处于静止（因而所有误差都来源于系统误差）。因此在最终能够达到的精度方面，动态汽车衡是无法达到非自动衡器相同级别。公路非现场治超环境复杂相对，因此，在非现场执法中遇到争议时还应以静态衡器的数据作为最终数据。

6 结语

非现场执法系统作为治理超载超限运输的重要设备，在治理超限超载，提高公路运输安全方面将会发挥越来越重要的作用。其不仅能够有效避免以往只能在固定超限超载检测站内使用静态汽车衡检

测车辆的弊端，而且还能通过动态称重检测设备等技术手段的应用，实现对超限超载运输车辆的全天候监控，缓解执法力量的不足。同时，依赖科技手段取证，保证违法认定的客观性、公正性，对潜在的超限运输车辆形成了一定威慑。公路车辆超限非现场执法是个系统工程，需多部门形成联动机制，数据共享，这样才能有效保障该项工作能顺利开展。相信随着政策的支持及非现场执法系统技术的不断进步，公路治超非现场执法系统的应用前景会十分广阔。

参考文献

- [1] GB/T 21296.4-2020, 动态公路车辆自动衡器第1部分：通用技术规范 [S]. 北京：中国标准出版社 2020.
- [2] GB/T 21296.4-2020, 动态公路车辆自动衡器第2部分：整车式 [S]. 北京：中国标准出版社 2020.
- [3] GB/T 21296.4-2020, 动态公路车辆自动衡器第3部分：轴重式 [S]. 北京：中国标准出版社 2020.
- [4] GB/T 21296.4-2020, 动态公路车辆自动衡器第4部分：弯板式 [S]. 北京：中国标准出版社 2020.
- [5] GB/T 21296.5-2020, 动态公路车辆自动衡器第5部分：石英晶体式 [S]. 北京：中国标准出版社 2020.
- [6] GB/T 21296.5-2020, 动态公路车辆自动衡器第6部分：平板模块式 [S]. 北京：中国标准出版社 2022.
- [7] 吴忆韩. 石英晶体传感器及其动态汽车衡的应用 [J]. 中国交通信息产业2007(11):115-117.
- [8] 周钢, 刘宁春. 提高石英式动态汽车衡准确度和稳定性的方法研究 [J]. 计量技术2016(12): 31-34.

作者简介

王述诚，一级注册计量师，主要从事衡器计量检定工作。