

# 基于 LabVIEW 的机动车动态制动性能校准系统\*

林飞振

(广州计量检测技术研究院, 广东 广州 510663)

**摘要:** 制动性能是机动车安全运行的一项重要技术指标, 可采用路试或台试检验方法。针对传统的台试检验方法基于人工操作和校准, 检验效率和准确率较低的问题, 利用 LabVIEW 平台设计一种机动车动态制动性能校准系统, 实现机动车制动性能的自动化检验和校准, 提高检验效率和准确率。

**关键词:** 机动车; 制动性能; 校准系统; LabVIEW

**中图分类号:** TP271+.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-2605(2021)04-0007-04

**DOI:** 10.3969/j.issn.1674-2605.2021.04.007

## 0 引言

国家标准 GB7258—2017《机动车运行安全技术条件》要求对机动车的制动性能进行强制检验, 并规定可用路试或台试检验方法。在实际检验中常采用台试检验方法。台试检验台的计量溯源方式采用人工操作和静态校准的方法, 仅对测力传感器进行校准, 传动机构、控制装置和测量机构等的动态性能得不到有效检验。

为更真实地复现实际检验过程, 对台试检验台的

性能进行更客观的评估, 本文设计一套无线传输的机动车动态制动性能校准装置; 同时为便于计量人员操作, 利用 LabVIEW 平台编写测量软件, 实现制动性能参数的实时监控及历史曲线记录等功能。

## 1 系统硬件

无线传输的机动车动态制动性能校准装置主要由车轮扭矩传感器、无线测量传输模块和工控主机组成, 其工作流程如图 1 所示。

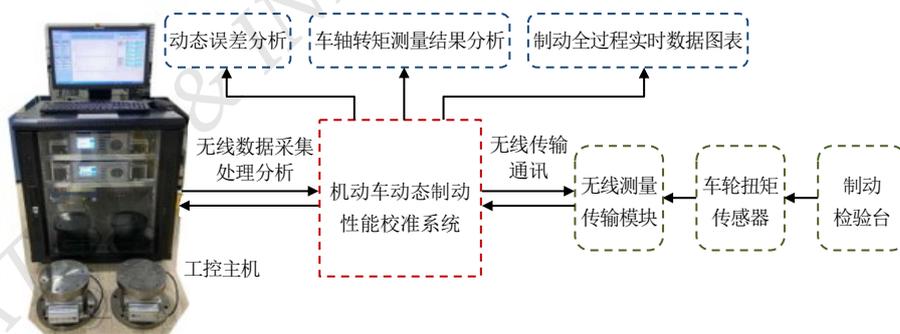


图 1 机动车动态制动性能校准系统工作流程

### 1.1 车轮扭矩传感器

车轮扭矩传感器由外壳、应变体、滚珠轴承、楔块和法兰等组成, 安装在车轮轮毂和车轴之间, 实现连接和受力传动的功能。机动车制动工作时, 制动力通过车轮传递到车轴, 并在车轮扭矩传感器的应变体

上产生扭矩应变, 应变值转换成电信号输出到采集装置, 测量对应的扭矩值。根据制动力的检测范围, 折算为扭矩参数的测量范围为(0~2500) Nm, 准确度为±1%。车轮扭矩传感器的轴心与车轮轴心同轴, 只要同轴度不大于  $\phi 0.5$  mm, 即可保证车轮动态受力测

\* 基金项目: 广东省质量技术监督局科技项目(2017CJ07)

量的准确性。车轮扭矩传感器连接图如图 2 所示。

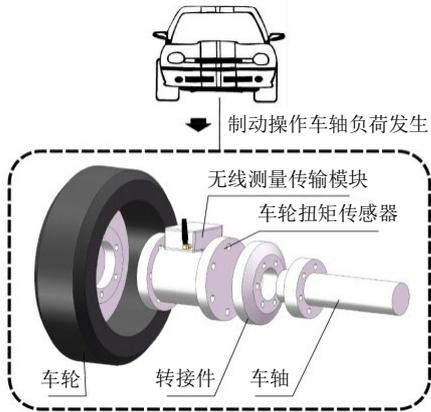


图 2 车轮扭矩传感器连接图

### 1.2 无线测量传输模块

检验过程中，车轮扭矩传感器与车轮车轴一起旋转，无法通过有线连接的方式输出测量信号。本文设计无线测量传输模块实现机动车制动性能参数的动态检验。

无线测量传输模块安装于车轮扭矩传感器壳体表面，如图 2 所示；主要由数据采集单元、无线遥测收发装置、无线主机等组成<sup>[1]</sup>，如图 3 所示。



图 3 无线测量传输模块组成

无线遥测收发装置采用无线方式把车轮扭矩传感器的测量结果实时发送到无线主机；无线主机通过 RS-232 通讯接口发送信号到工控主机；再通过工控主机及测量软件显示、记录。为确保采集数据的动态性能及测量曲线准确可靠，无线测量传输模块的动态采集频率达 100 Hz；同时数据采集单元具备 A/D 转换功能，可将车轮扭矩传感器的电压信号转换为数字信号用于无线传输。

## 2 系统软件

LabVIEW 是一款图形化设计平台，集成了测量测试、控制和仿真等开发工具<sup>[2]</sup>。本文利用 LabVIEW

平台搭建机动车动态制动性能校准系统的测量软件。

### 2.1 测量软件设计

机动车动态制动性能校准系统的测量软件程序流程如图 4 所示。为提高程序开发效率，将程序的每一个功能划分为多个指令，一个功能即为一个指令集，如图 4（左）所示；并利用 LabVIEW 的队列模块，将程序设计为生产者-消费者模式<sup>[3]</sup>，以此确保选择每个功能时产生的指令集，能够依次地被执行完。

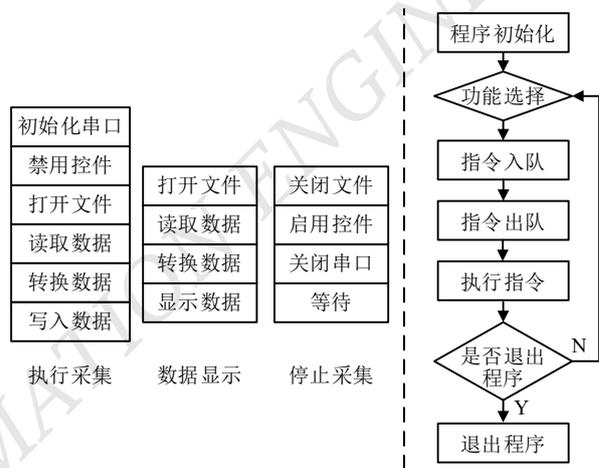


图 4 机动车动态制动性能校准系统的测量软件程序流程

### 2.2 测量软件功能

测量软件具有通道设置、数据采集、数据显示和最大值统计等功能。通道设置包括波特率、数据比特和奇偶校验等传输参数的设置，用于调节测量软件的数据接收协议符合数据传输协议，保证数据正确接收。数据采集主要对 4 个端口（通道）的数据进行采集，每个通道采集的波特率为 115200 B/s，即每秒采集 115200×4 位数据；另外，为提高数据处理速度，本文采用数据均衡化算法，将大数据转换为小数据进行处理。数据显示包括即时显示和历史曲线显示，即时显示用于分析瞬时值；历史曲线显示用于分析整体值。为便于数据的分析和记录，测量软件还具有最大值统计功能。

测量软件采集数据时，由于采集的数据是二进制的比特流，需转换为十进制数据。在 LabVIEW 中二进制比特流数据转换为十进制数据的过程如图 5 所示。

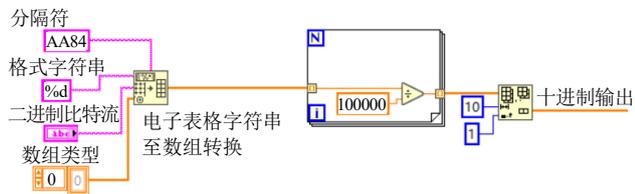


图 5 LabVIEW 中二进制比特流数据转换为十进制数据

由于端口的波特率设为 115200 B/s，数据比特为 8 bit，因此每秒采集了 14400 次数据。为减少误差和更均衡地表现瞬时值，本测量软件将 14400 次数据累加求均值作为该秒的瞬时值，LabVIEW 中计算扭矩的均值和显示扭矩波形图如图 6 所示。

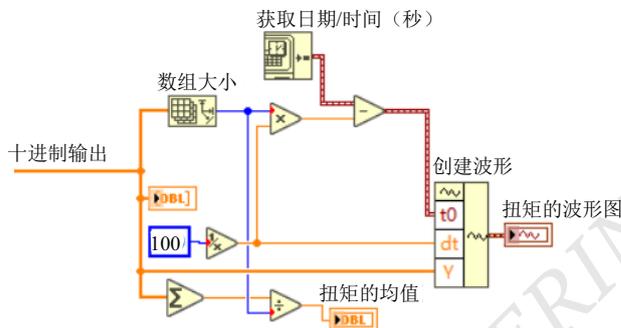


图 6 LabVIEW 中计算扭矩的均值和显示扭矩波形图

基于 LabVIEW 机动车动态制动性能校准系统的测量软件界面如图 7 所示。



图 7 机动车动态制动性能校准系统测量软件界面

### 3 实验测试

机动车动态制动性能校准系统的车轮扭矩传感器测量范围为 (0~2500) Nm，可溯源至国家一级扭矩

计量站的 5000 Nm 静重式扭矩标准机。通过数据标定，在相同的测量条件下，对基于 LabVIEW 机动车制动性能校准系统进行重复性实验，结果如表 1 所示。

表 1 实验结果

扭矩标准值 /Nm	左轮顺时针示值 误差/重复性/%	左轮逆时针示值 误差/重复性/%	右轮顺时针示值 误差/重复性/%	右轮逆时针示值 误差/重复性/%
250	-0.1/0.2	+0.1/0.2	+0.2/0.2	+0.3/0.2
500	+0.1/0.1	+0.3/0.1	+0.2/0.1	+0.3/0.2
1000	+0.1/0.1	+0.3/0.1	+0.1/0.1	+0.3/0.1
1500	+0.2/0.1	+0.3/0.1	+0.1/0.1	+0.3/0.1
2000	+0.2/0.1	+0.4/0.1	+0.1/0.1	+0.3/0.1
2500	+0.2/0.1	+0.4/0.1	+0.1/0.1	+0.3/0.1
最大示值误差	+0.2	+0.4	+0.2	+0.3
最大重复性	0.2	0.2	0.2	0.2

由表 1 可知：扭矩示值最大误差为+0.4%，重复性为 0.2%，优于检定规程±3%的要求<sup>[5]</sup>；同时大扭矩国家一级扭矩计量站校准验证了左右 2 个车轮扭矩传感器，并对每个车轮扭矩传感器都实施顺时针和逆时针的双向测试。本装置各量程段的最大示值误差和重复性不超过 1.0%，符合研制目标的要求。

#### 4 总结

本文设计了机动车动态制动性能校准装置，利用车轮扭矩传感器和无线测量传输模块采集机动车制动动态过程中的扭矩应变值；经数据采集单元转换为数字信号；再利用无线方式将车轮扭矩传感器的测量结果实时发送到无线主机。本文基于 LabVIEW 平台编写测量软件，通过数据采集、数据显示和最大值统计等功能实现机动车动态制动性能参数的校准。最后

通过国家一级扭矩计量站校准实验，验证了本系统示值误差和重复性的准确性。

#### 参考文献

- [1] 吕俊蓉,王利恒.基于物联网的恒温恒湿箱的远程监控系统设计[J].自动化与仪表,2021,36(5):32-36.
- [2] 杨吉,李国银,谷翠军.基于 LabVIEW 的城轨车辆牵引设备低压测试台设计[J].铁道机车车辆,2021,41(2):129-133.
- [3] 张亮,安娜,毛剑琳.一种基于生产者-消费者设计模式的综合测试系统[J].自动化与仪器仪表,2021(4):71-73, 81.
- [4] RM S P, Maddikunta P K R, Parimala M, et al. An effective feature engineering for DNN using hybrid PCA-GWO for intrusion detection in IoMT architecture[J]. Computer Communications, 2020,160:139-149.
- [5] 全国法制计量管理计量技术委员会.JJG 906-2015 滚筒反力式制动检验台检定规程[S].北京:中国质检出版社出版, 2016.

## Dynamic Braking Performance Calibration System of Motor Vehicle Based on LABVIEW

Lin Feizhen

(Guangzhou Institute of Measurement and Testing Technology, Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** Braking performance is an important technical index for the safe operation of motor vehicles, which can be tested by road test or bench test. In view of the low inspection efficiency and accuracy of the traditional bench test method based on manual operation and calibration, a vehicle dynamic braking performance calibration system is designed by using LabVIEW platform to realize the automatic inspection and calibration of vehicle braking performance and improve the inspection efficiency and accuracy.

**Key words:** motor vehicle; braking performance; calibration system; LabVIEW

#### 作者简介:

林飞振, 男, 1982 年生, 工程硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 力学、机动车计量测试和自动化控制。E-mail: linfeizhen1314@163.com

(上接第 28 页)

**Key words:** UV LED; radiance; measuring method

#### 作者简介

周钢, 男, 1981 年生, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 光电标准化及检测。E-mail: zhougang@cesi-gz.org.cn

刘秀娟, 女, 1983 年生, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 半导体光电和显示标准化。E-mail: liuxiujuan@cesi.cn

张嘉盈, 女, 1998 年生, 本科, 主要研究方向: 标准化。E-mail: zhangjy@cesi-gz.org.cn

吴杜雄(通信作者), 男, 1986 年生, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 光电标准化及检测。E-mail: wudx@cesi-gz.org.cn