

· 研究简报 ·

②7
145-149

汽车力学参数试验台数据采集 与处理系统的开发

Development of Data Acquisition and Processing System of the
Test Facility for Measuring the Mechanical Parameters of Automobiles

徐 中 明

Xu Zhongming

倪 佑 民

Ni Youmin

U467.521

(重庆大学汽车工程系) (清华大学汽车工程系)

摘 要 介绍了自行开发的适用于汽车力学参数试验台的微机数据采集与处理系统。叙述了系统的硬件组成结构、软件开发及系统功能特点;还介绍了应用该系统对试验车 I 所作的侧倾试验和对试验车 II 所作的垂直干涉试验的处理结果。

关键词 汽车; 试验台; 数据采集与处理; 微型计算机; 开发
中国图书资料分类法分类号 U467.521

数据处理, 微机

ABSTRACT This paper presents a microcomputer-based data acquisition and processing system which is suited for the test facility for measuring the mechanical parameters of automobiles. It not only describes the basic principle of the test facility, the data acquisition and processing, but also shows the structure and performance of the system. In addition, this system is applied to the tests on test automobiles, and the results of both the roll test and the vertical interference test are given.

KEY WORDS automobile; test facility; data acquisition & processing; microcomputer; developing

0 概 述

国内高速公路的出现和道路条件的不断改善,汽车行驶速度日趋提高,国产汽车操纵稳定性较差的问题逐渐暴露。近年来,国内在汽车操纵稳定性研究方面已取得了一些理论成果,解决了一些实际问题,通过引进和自行开发,在汽车操纵稳定性模拟仿真计算方面也取得了一些有价值的成果,如长春汽车研究所开发的“汽车操纵稳定性全工况模拟软件”,清华大学研制开发的5自由度、13自由度及74自由度汽车操纵稳定性仿真软件,以及在此基础上的三维动画汽车运动模拟输出软件等,都具有较高的模拟精度。但由于国内没有永久性的汽车力学参数试验台,量测汽车的力学参数非常困难,这使得一方面无法统计国产汽车的力学

参数情况和对具体问题进行分析,另一方面也使得因缺乏参数而不能较精确地进行国产汽车的多自由度运动仿真,使国内开发的众多汽车操纵稳定性模拟软件在科研分析及设计应用上达不到预期效果,汽车操纵稳定性研究的深入进行受到了严重阻碍。研制建造适合国情的大型汽车力学参数试验台已刻不容缓,它的建立对了解国产汽车力学参数匹配情况,研究和改善汽车的操纵稳定性等都具有十分重要的意义。其数据采集与处理系统是试验台的核心组成部分之一,直接关系到试验的成败,影响试验结果的精度。本文介绍了作者参加汽车力学参数试验台建设中的主要工作,即在微型计算机基础上加模板和外围设备开发试验台数据采集处理系统,并在PC/286微机上实现。

1 试验台及其数据采集处理的基本原理

汽车力学参数试验台是实验室内一种永久性的大型试验设备,主要由平台系统1、车轮浮动踏板系统2、车身夹紧系统3、镜面测试系统4及控制和数据采集处理系统5等五大部分组成,见图1。平台系统通过其液压举升机构使汽车随平台倾斜或垂直升降,车轮浮动踏板系统承受车轮垂直于平台的力,让车轮可以

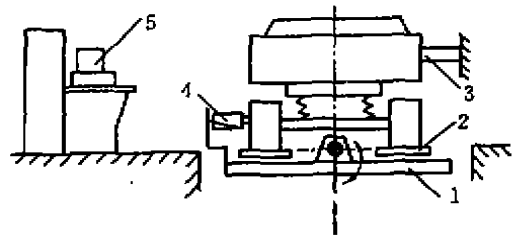


图1 试验台结构示意图

以自由转动,并可通过其加力系统给车轮施加地面力或力矩,车身夹紧系统用于将车身夹紧,便于实现车身和车轮的相对侧倾以及车身和车轮间的相对位移。镜面测试系统用于测量车轮的转角和外倾角的变化。控制和数据采集处理系统完成试验台的控制和各项试验的数据采集、力学参数计算及力学特性曲线绘制等功能。

试验台量测项目共计10项,即:

- 1) 汽车重量分配和重心位置;
- 2) 汽车重心高度;
- 3) 汽车的垂直位移特性,包括垂直干涉转向和垂直干涉外倾特性、悬架垂直刚度等;
- 4) 车身侧倾特性,包括侧倾转向和侧倾外倾特性、悬架侧倾中心和侧倾角刚度等;
- 5) 汽车的侧向力特性,包括侧向力柔性转向和侧向力柔性外倾特性;
- 6) 回正力矩柔性转向特性;
- 7) 侧倾、侧向力和回正力矩联合作用;
- 8) 汽车的制动力特性,包括制动转向、制动跑偏、制动点头特性;
- 9) 车身侧倾灵敏度;
- 10) 汽车的侧翻稳定性。

试验时对汽车施加一系列扰动(试验台施加给汽车的侧倾角、力或力矩、位移)后测量它在此扰动下的响应(各车轮转角和外倾角变化量、车轮横向位移、悬架变形等),以计算汽车的力学参数值。

试验是一种静态试验,所采集的信号为稳态直流电压信号,根据试验项目对不同通道进行巡回采样,结果显示在显示器上,待其信号稳定后正式进行采集。

力学参数的计算分项进行：汽车重量分配和重心位置、汽车重心高度的计算直接得出；汽车垂直干涉特性参数、侧倾特性参数、侧向力柔性特性参数、回正力矩转向系数则根据测量的输入和响应进行拟合求取；车身侧倾中心位置的计算采用运动学方法，如图2所示，左右车轮接地点在平台转动过程中的轨迹是两个不同圆心的圆弧，分别按圆弧进行曲线拟合，在起始位置 O 、 O' 点曲线的法线交点即为汽车的侧倾中心位置。力学特性曲线的绘制也是根据试验的输入和响应的离散数据点进行最小二乘多项式拟合，由显示器和绘图仪输出。

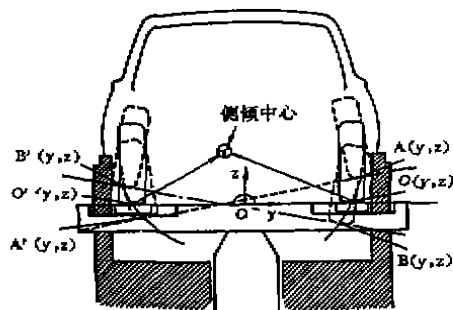


图2 运动学方法求侧倾中心

测得汽车的力学参数后，输入汽车的轮胎参数和其它惯性参数即可运行现有的汽车操纵稳定性模拟仿真程序，对汽车的操纵稳定性作出运动特性的模拟计算，计算结果还可以用三维动画的形式模拟显示。

2 汽车力学参数试验台数据采集处理系统

2.1 系统硬件的组成

汽车力学参数试验台数据采集处理系统的硬件部分主要包括：

1) 主机 选用 PC/386 或其兼容机作为系统主机，可以满足后处理特别是运行汽车运动模拟仿真及其三维动画输出软件的要求；

2) 数据采集系统 采用 JZ-1 型 A/D、D/A 数据采集板，并进行了通道扩充使其达到 64 路模拟量输入通道，以满足试验台的需要，其分辨率为 12bit，最高 A/D 转换频率为 40 kHz；

3) 放大、滤波系统 每个通道均加入了放大、滤波电路，以保证信号进入 A/D 转换前的归一化和消除干扰；

4) 外围设备 配置 24 针打印机作打印试验结果用，配置 8 笔平板绘图仪作力学特性曲线输出用，另配一个高分辨率大屏幕显示器作汽车运动三维动画模拟输出设备。

2.2 系统软件的开发

有了硬件系统后，在 PC/286 微机上进行了软件开发，为了实现数据处理时的动光标显示，考虑到高级语言有较丰富的图形功能，同时为了顾及数据处理的运算速度，再考虑到采集的信号为稳态直流信号，整个系统的软件全部用高级语言按照结构化、模块化的原则进行程序设计；采用弹出式菜单，运行时全部采用人机对话方式，未设置任何专用指令，操作方便，必要时简要有简明的操作提示。由于采用了模块化方法，便于随时检查出错误和修改，即程序具有较好的可维护性。

整个系统软件包括下列六个功能模块：

- 1) 零点采集模块 进行各通道零点采集并将结果存盘，以便作零点修正用；
- 2) 标尺和放大倍数的输入与修改模块；
- 3) 数据采集与参数计算模块；

- 4) 建立试验报告打印文本文件模块;
- 5) 输入或修改汽车整车尺寸参数模块;
- 6) 汽车力学特性曲线绘制模块。

2.3 系统的抗干扰措施

微机用于测控领域,电气上直接与外部联系,各种干扰容易进入机内,在本系统设计中我们采取了如下措施来防止和消除干扰:

- 1) 模拟信号的条件化处理 所有通道进入 A/D 转换前都加入了前置放大器,使信号归一化为 $\pm 5\text{ V}$ 内的电压信号,保证各通道电气特性一致且相互独立;
- 2) 所有模拟量通道均加入了 RC 滤波网络,有效地抑制高频干扰;
- 3) 软件设计中加入软件滤波功能,进一步消除干扰;
- 4) 软件设计中有零点修正功能;
- 5) 直流电源的隔离 由于电源、导线都有一定的电阻,为避免相互影响,每个传感器和放大器单独供电最为理想,但由于通道太多,采用同一量程的相同传感器共用一个直流电源的方案。

2.4 系统的功能和特点

系统具有如下功能:

- 1) 试验台各项试验的实时在线数据采集;
- 2) 数据的预处理;
- 3) 汽车力学参数的计算;
- 4) 汽车力学特性曲线在显示器和绘图仪上输出;
- 5) 试验结果的打印;
- 6) 测得汽车力学参数后,输入轮胎参数可进行多自由度汽车操纵稳定性模拟计算及其三维动画输出等。

系统具有如下特点:

- 1) 具有较高的可靠性与可维护性;
- 2) 本系统可以完全实现元件国产化;
- 3) 由于微机价格的降低并且可以一机多用,使系统具有较高的性能价格比;
- 4) 系统具有发展性,可以使系统升级为集试验台控制、数据采集与处理为一体;
- 5) 系统操作方便,人机对话,简单易学。

3 系统的应用

本系统作为汽车力学参数试验台的一部份将直接用在试验台上,为检验系统,利用本系统对试验车 I 侧倾试验、试验车 I 垂直干涉试验等进行了数据采集与处理。得到试验车 I 前轮侧倾转向系数为 $0.305(^{\circ})/(^{\circ})$,侧倾外倾系数为 $-0.02(^{\circ})/(^{\circ})$,图3为试验车 I 侧倾转向特性曲线;试验车 I 垂直干涉转向系数为 $0.16(^{\circ})/\text{cm}$,垂直干涉外倾系数为

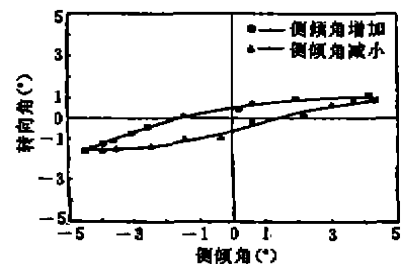


图3 试验车 I 侧倾转向特性(前轮)

-0.29 (°)/cm, 悬架刚度为11.80 N/mm(前悬), 图4、图5为试验车 I 垂直干涉转向和垂直干涉外倾特性曲线(前轮)。所得结果与其它试验结果和理论估算值一致。

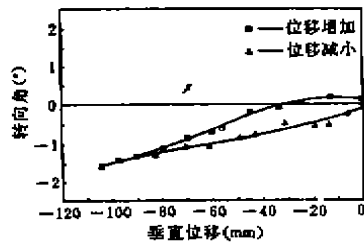


图4 试验车 I 垂直干涉转向特性(前轮)

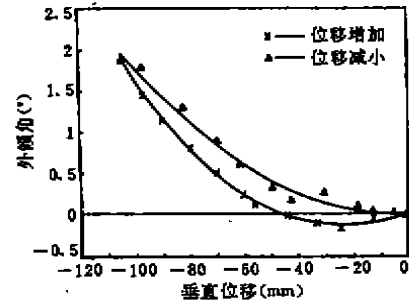


图5 试验车 II 垂直干涉外倾特性(前轮)

4 结束语

1) 以微型计算机加模板和外围设备组成汽车力学参数试验台数据采集与处理系统, 不仅能满足试验台本身的需要, 而且能进行汽车操纵稳定性模拟仿真, 对汽车的操纵稳定性作出评估;

2) 系统不仅能进行在线实时数据采集与数据处理, 也可将数据存盘事后处理;

3) 采用多种软硬件方法消除干扰, 增加了系统的可靠性;

4) 本系统的自行开发成功为试验台建设节约大量经费, 对试验台的最终建成具有积极的意义。

参 考 文 献

- 1 Winkler C. B. , Hagan M. R. . A Test Facility for the Measurement of Heavy Vehicle Suspension Parameters. SAE Transaction, Vol. 83, Paper NO. 800906, 1980
- 2 Nedly A. L. , Wilson W. J. . A New Laboratory Facility for Measuring Vehicle Parameters Affecting Understeer and Brake Steer. SAE Transactions, Vol. 75, Paper NO. 720473, 1972