

# 基于虚拟现实技术的汽车性能试验系统的设计与开发

王树凤<sup>1</sup> 柴山<sup>1</sup> 余群<sup>2</sup>

(1. 山东理工大学交通与车辆学院, 山东淄博, 255049)

(2. 中国农业大学车辆工程学院, 北京, 100083)

**摘要:** 随着虚拟样机以及虚拟现实技术的发展, 在汽车行业引起了一场革命, 本文把虚拟样机技术与虚拟现实技术应用到车辆的性能试验中来, 设计了汽车虚拟试验系统, 并以汽车的操纵稳定性试验为例进行了开发研究, 结果证明, 配合虚拟仪表以及虚拟环境, 虚拟试验突破了原有仿真曲线等评价的不足, 通过立体视觉设备, 人可以沉浸到环境中来, 以闭环的方式体验车辆的性能, 突破了目前车辆性能评价的方式。

**关键词:** 汽车试验, 虚拟现实, 设计

## 1、引言

虚拟样机技术以及虚拟现实技术的出现, 改进了传统汽车设计以及试验的方法。利用虚拟样机技术设计的数字化汽车同复杂多变的虚拟试验环境结合起来, 用真实驾驶员进行仿真驾驶, 以视、听、触觉等作用于用户, 使之产生身临其境的沉浸、交互感, 人---车---环境融为一体, 可直接感受汽车的振动、倾斜、噪声等效果, 无危险和损坏进行碰撞、翻倾等极限试验, 改进了抽象的数值曲线仿真, 突破了难以用数学模型来表达的错综复杂的驾驶员感受与反应等问题, 在设计早期及时发现潜在的问题, 进行调整修正、实现优化, 具有节省资金、可重复性、无风险性等优点。典型的例子有: 克莱斯勒新型汽车开发周期由 36 个月缩短至 24 个月, 福特公司也在 1999 年底宣布开发出了全数字化轿车。奔驰汽车公司 1998 年之前已经完成了数字化轿车样机, 并实现了较强的虚拟现实技术, 可在设计阶段对轿车的总体性能匹配和车身系统布置设计等进行直观、全面的仿真分析、评价和改进。

因此本文在查阅大量资料的基础上, 进行了汽车虚拟试验系统的设计, 并以操纵稳定性试验为例进行了开发, 经实际试验与虚拟试验对比, 虚拟试验比传统仿真数据处理具有更好的效果, 人---车---环境融为一体, 为研究车辆闭环系统提供了一个崭新的方法。下面进行详细介绍。

## 2、系统结构设计

汽车虚拟试验系统是一个复杂的系统, 在设计时遵循先进性、开放性、可靠性等基本原则, 基于面向对象的设计思想, 采取层次化、模块化、标准化的设计方法, 使系统在保持功能实现的前提下, 达到结构的合理化。

汽车虚拟试验系统主要由输入模块、虚拟试验模块以及输出模块三部分组成, 如图 1 所示。把汽车模型导入到虚拟环境中, 根据用户的输入控制命令, 对汽车模型进行运动学、动力学分析, 利用分析数据在虚拟场景中“虚拟再现汽车试验过程”, 用户通过各种传感器感受并体验该车的性能, 得出性能的评价, 根据评价进行修改模型参数, 该过程可不断重复, 进行汽车参数的修改, 直至汽车获得最优性能。下面对其进行简单描述。

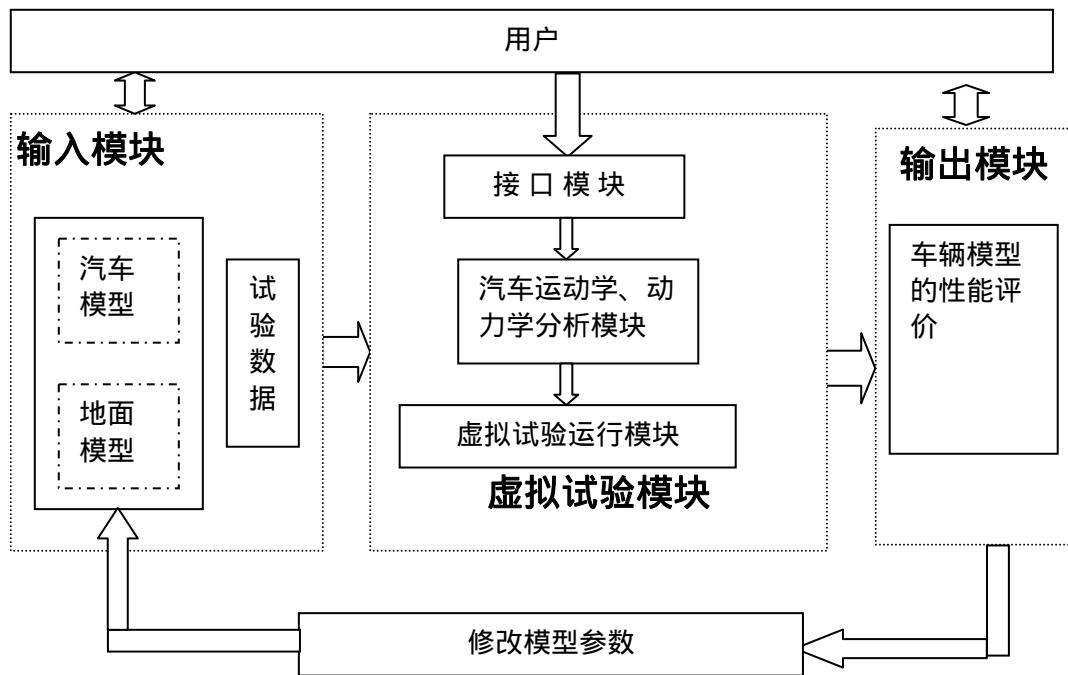


图 1 系统框架结构图

1. 输入模块：主要是提供车辆、地面参数化模型等信息的输入，在该模块中，也可输入实车试验的数据，用于与虚拟试验比较。

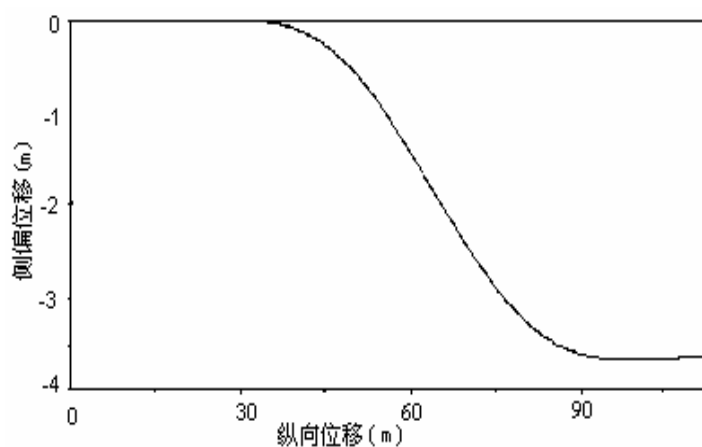
2. 虚拟试验模块：主要由动力学分析模块，接口模块以及虚拟试验运行模块，动力学分析模块主要是根据车辆的参数化模型、驾驶员的行为实时计算车辆的性能参数，为虚拟试验模块提供仿真数据，虚拟试验运行模块主要是为用户提供逼真的虚拟试验环境，实现虚拟车辆在试验过程中的各种状态变化并将该信息反馈给用户。接口模块将车辆实时仿真运算部分、虚拟运行环境部分、传感器等接口设备以及用户有机连接成一体。

3. 性能评价模块：在该模块中，用户综合考虑不同工况下虚拟试验的各种感觉体验，对车辆的性能进行评价，根据评价结果修改车辆模型的参数，进行优化设计。该方法突破了以往评价标准难以建立、指标很难确定、可视化差等不足。在该模块中，也可对虚拟试验与实车试验的进行对比，根据差别对车辆模型进行修正。

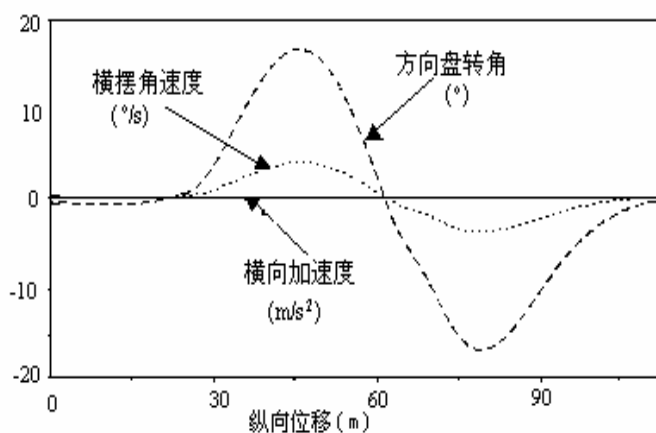
### 3、虚拟试验系统的开发实例

作者以操纵稳定性的虚拟试验为例进行了开发。首先利用 ADAMS/Car 软件建立汽车的数字化虚拟样机，并对其进行了操纵稳定性仿真分析，虚拟试验环境采用 WTK (WorldToolKit) 以及 Visual C++ 实现，虚拟仪表部分采用 NI 公司的 ComponentWorks 组件实现。把动力学分析的仿真数据传送到虚拟环境中来形象、逼真的实现试验，通过虚拟仪表来准确的显示数据的变化情况。采用人机交互技术，使用户不仅有视觉感官上的体验，还可以通过 AGC---Viewer G 立体观测系统，沉浸到虚拟试验环境中，真正体验汽车性能，从而进行汽车性能评价。

下面以车辆的操纵稳定性闭环试验中的单移线试验为例进行说明,利用 ADAMS/Car,作者建立了某汽车的数字化模型,并根据单移线试验方法(如轨迹、速度等)设计了控制文件,在车辆动力学仿真过程中,该文件控制车辆使其沿着规定的路线行驶,然后从仿真分析结果中提取操纵稳定性的主要特征参数(如方向盘转角、横摆角速度,侧倾角和侧向加速度等)的数据,配合单移线试验的场景来动态观察车辆本身以及参数的变化。为使用户精确的知道汽车运动过程中的具体参数变化,增加了虚拟仪表的功能,利用虚拟仪表来配合虚拟场景,动态显示汽车在仿真过程中各个参数的变化。为更加逼真的实现场景的沉浸感,开发了双视口的立体场景显示效果,通过 AGC--ViewerG 立体观测系统,可沉浸在虚拟的试验场景中,感觉、体验试验过程。图 2 为动力学仿真分析结果(速度为 100km/h),图 3 为虚拟单移线试验过程中的仿真场景与虚拟仪表变化。



(a) 侧偏位移变化



(b)方向盘转角、横摆角速度、侧向加速度的变化

图 2 单移线试验主要参数的变化轨迹

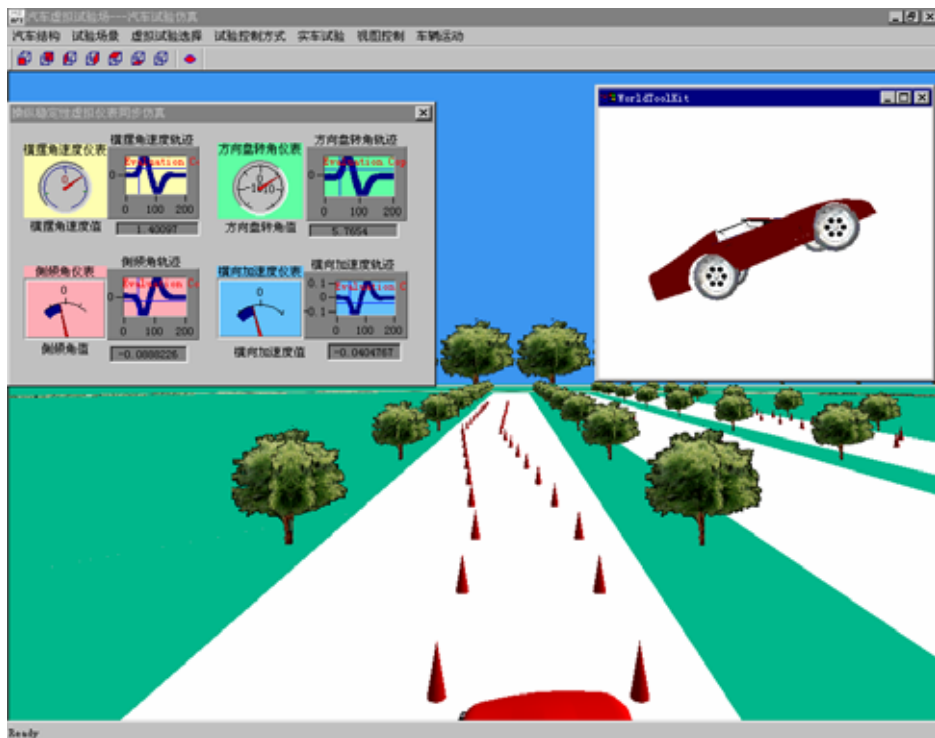


图3 虚拟单移线试验过程中的仿真场景与虚拟仪表变化

## 4 小结

随着虚拟样机以及虚拟现实技术在汽车行业的应用与发展，在汽车的设计与试验研究方面取得了很大的发展。采用多体系统动力学分析软件获取车辆性能参数，虚拟实现车辆性能的试验系统，可完全实现“室内虚拟试验”，是未来虚拟样机系统的扩展，通过连接一些控制设备，与虚拟场景相结合，可使用户感觉到汽车的振动、侧偏、侧倾等运动，可以把人的主观感受加入到评价车辆性能中来，具有很强的实际意义。随着计算机、图像技术、传感器等技术的发展，汽车虚拟试验技术具有良好的发展前景。

### 参考文献：

- [1] 汪成为,高文,王行仁.灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及应用.北京:清华大学出版社,1996.
- [2] 杨宝民,朱一宁编著.分布式虚拟现实技术及其应用.北京:科学出版社,2000.
- [3] 王树凤,余群,车辆虚拟试验系统的实现,农业机械学报,2002,33(3),4-7
- [4] 熊坚,曾纪国,宋健,汽车操纵稳定性虚拟仿真的研究.汽车工程,2002,24(5):430-433.

### 第一作者简介：

王树凤,女,研究方向为汽车动力学与计算机仿真,近几年来一直从事虚拟现实技术在汽车动力学仿真中的应用.通讯地址:山东理工大学交通与车辆工程学院 邮编:255049 E-mail:godyour@163.com 或者 shf0007@sina.com, 0533-2763168(H) 13011611630(Mobile)

**Abstract :** With the development of the virtual prototyping and virtual Reality, vehicle industry has a huge change, using virtual technology to realize vehicle virtual experiment can predict performance of vehicles better. In this paper, Virtual vehicle experiment system is designed, and developed using handling and stability experiment as an example. The result improved that virtual experiment system has a good effect using immersed device. It will no doubt that vehicle virtual experiment would become an important way to study driver-vehicle-environment systems instead of previous driver-vehicle-environment systems.

**Key Words:** Vehicle Experiment, Virtual Reality, Design