

汽车排放测试主控计算机系统开发^{*}

黄琪 金振华 卢青春 聂圣芳 贺泽龙

【摘要】 为满足轻型汽车法规检测和研究开发的需要设计了排放测试主控计算机系统。基于虚拟仪器体系结构设计了系统硬件,采用统一建模语言设计了系统软件,实现了轻型车气袋采样、连续稀释采样和直接采样的数据采集、流程控制和数据处理。实际应用情况表明,该系统适合轻型汽油车和柴油车排放测试,其测试功能全面,控制可靠,数据准确。

关键词: 汽车 排放测试 主控计算机

中图分类号: TK417⁺.126 **文献标识码:** A

Development of Light Duty Vehicle Emission Test Host Computer System

Huang Qi^{1,3} Jin Zhenhua² Lu Qingchun² Nie Shengfang² He Zelong³

(1. Chongqing University, Chongqi 400044, China 2. Tsinghua University, Beijing 100084, China
3. Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 402331, China)

Abstract

To meet the requirements of light duty vehicle regulation test and research emission test, host computer system was developed. Hardware was designed based on virtual instrument architecture. Software was designed with unified modeling language. Function of data acquisition, flow control and data processing for light duty vehicle bag sampling, continuous dilution sampling and direct sampling were realized. Application in practice showed that the system, with all-around testing performance, reliable control and exact data, is fit for exhaust tests on light gasoline or diesel vehicles.

Key words Vehicle, Emission test, Host computer

引言

轻型车排放测试设备包括底盘测功机、排放分析仪、CVS 采样系统,这些设备在主控计算机的管理下实现数据采集、流程控制和数据处理^[1~4]。在已有工作的基础上^[5],本文设计的主控计算机系统能够适用于轻型汽油车和柴油车排放测试,具有主控计算机和司机助独立结构,能够与各种类型的底盘测功机和排放分析仪连接,能够进行气袋采样、连续稀释采样、直接采样等试验的数据采集、流程控制和数据处理。

1 轻型车排放测试系统总体结构

轻型车排放测试系统的总体结构如图 1 所示。在定容采样系统中,全部排气进入稀释风道,主文丘里管用于保持流量恒定并测量稀释排气流量。背景气袋采样管路和样气气袋采样管路在汽车工况运行过程中将背景气和稀释样气采集到气袋中,工况运行结束后进行分析;连续稀释采样管路将稀释排气直接引入分析仪进行分析,测量结果用于连续稀释采样模态分析,由于气袋分析在工况运行结束后进行,连续稀释采样和气袋采样可以同时进行;直接采

收稿日期: 2008-07-22

^{*} 国家“863”高技术研究发展计划资助项目(项目编号:2005AA501220)

黄琪 重庆大学机械工程学院 博士生 高级工程师(重庆科技学院), 400044 重庆市

金振华 清华大学汽车系 讲师, 100084 北京市

卢青春 清华大学汽车系 教授

聂圣芳 清华大学汽车系 副教授

贺泽龙 重庆科技学院机械工程学院 副教授, 402331 重庆市

样管路对汽车原始排气直接进行分析,一般用于电控发动机开发及催化器特性研究试验。对柴油车需要进行颗粒排放测量,HC 采样需要对管路加热,采用加热型分析单元,HC 排放污染物浓度采用连续采样积分求得。主控计算机系统通过模拟量接口或通讯接口与试验台设备连接,实现排放试验的数据采集、流程控制和数据处理。

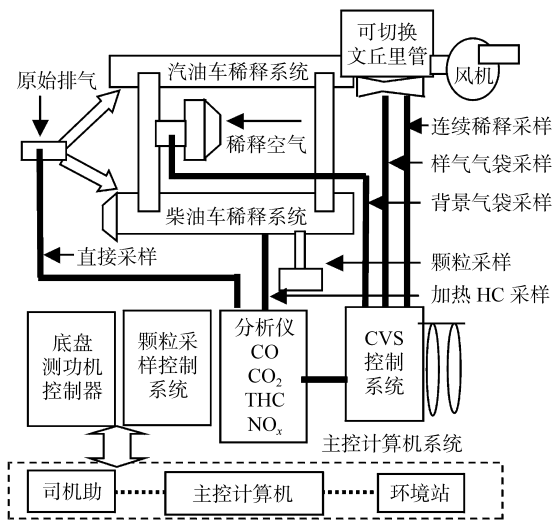


图 1 轻型车排放测试系统结构

Fig. 1 Test system structure of light vehicle

2 主控计算机系统设计

2.1 硬件设计

主控计算机系统采集的主要参数包括车速、行驶里程、大气压、环境温度、湿度、遥控器开始信号、排放污染物浓度、稀释排气流量等。与主控计算机系统连接的设备包括底盘测功机、分析仪、CVS 采样系统、颗粒采样系统等。

主控计算机系统硬件设计如图 2 所示。

主控计算机和司机助采用工业控制计算机,具有可靠性好便于扩展的特点;数据采集接口卡和通

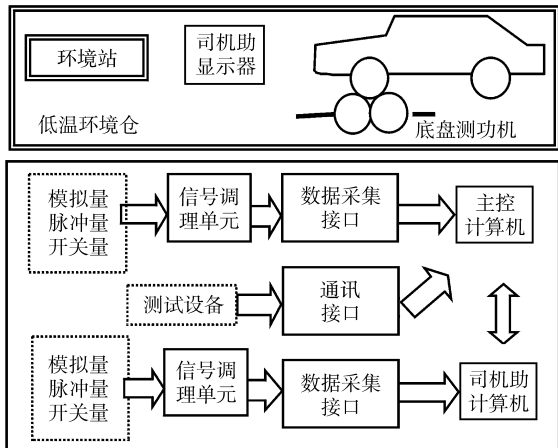


图 2 主控计算机系统硬件设计

Fig. 2 Hardware design of host computer system

讯接口卡插在主机的扩展槽内;信号调理单元对模拟量、开关量和脉冲量进行调理,转换成数据采集卡能够采集的标准信号;环境站输出大气压、温度和湿度等模拟量信号;主控计算机通过 LAN/RS232/RS485/GPIB 等接口与排放分析仪、CVS、测功机、油耗仪等设备通讯,实现数据的读取和设备控制;主控计算机通过 LAN 接口与司机助计算机通讯。主控计算机系统可以通过数据采集接口和设备通讯接口与各种型号的测试设备连接,实现了实验室测试设备的集成与控制。

2.2 软件设计

主控计算机软件在 Windows2000/XP 环境下,采用虚拟仪器开发平台 LabVIEW 开发,软件功能模块如图 3 所示。工况编辑模块用于编辑试验工况曲线,一个工况曲线的定义包括时间、车速、显示信息、误差带、气袋充气 and 关闭时间等参数,工况编辑模块实现这些参数的编辑并存入工况信息文件;系统维护模块实现模拟量通道标定功能,通过曲线拟合计算出模拟量和工程量的转换系数;试验过程模块实现汽油车和柴油车排放试验的数据采集和流程控制,将采集数据存入数据文件;数据处理模块载入数据文件,对试验数据进行计算并以表格和曲线等形式输出。

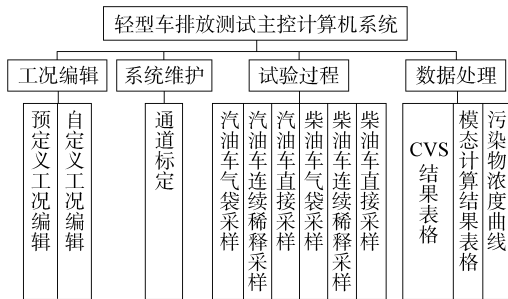


图 3 软件功能模块

Fig. 3 Function module of software

试验过程模块是主控计算机软件的核心部分,柴油车同时进行气袋采样和连续稀释采样的试验流程如图 4 所示。

首先进行试验参数设定和工况的选择,对设备状态进行检查;在工况运行前后进行背景气浓度测量,取两次测量的平均值用于连续稀释采样模态计算的背景气修正;进行分析仪量程选择、标定并启动分析仪稀释排气测量;在工况运行过程中进行连续数据采集和存储,同时进行气袋采样控制、颗粒采样控制和界面显示;由于取样管路和分析仪响应的影响整个测试系统存在一定的延迟时间^[6],工况运行结束后需要继续采样一段时间;最后进行气袋分析,试验过程结束。

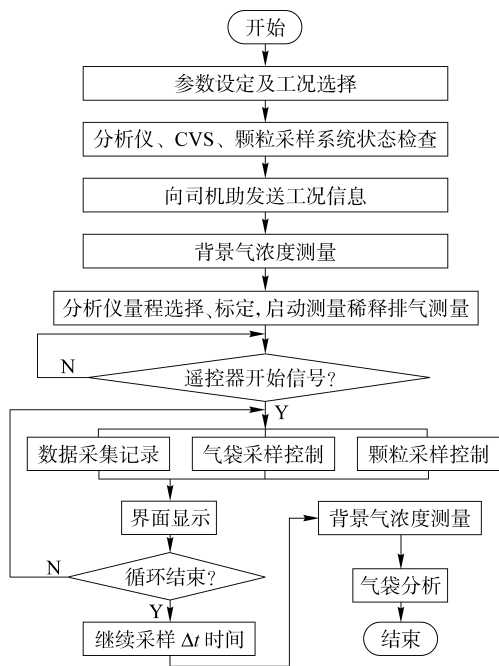


图4 柴油车连续稀释采样流程图

Fig.4 Continuous dilution sample flow chart of diesel vehicle

司机助软件在 Windows2000/XP 环境下采用 VC++ 6.0 开发,主要完成实时工况曲线的显示。司机助计算机通过 LAN 接口接收主控计算机选择的工况名称,当遥控器开始按钮按下时,两者开始同步运行,其循环周期为 100 ms。

3 主控计算机系统关键技术

3.1 基于统一建模语言的软件设计

轻型车排放测试主控计算机系统需要与各种测试设备连接,实现数据采集、设备控制、数据处理等功能,是一个功能需求复杂的大型软件。面向对象程序设计方法是目前开发复杂软件广泛使用的一种软件设计方法,其抽象数据类型、数据封装以及继承等特点使得软件体系结构稳定、可重用性好、便于维护和扩充。统一建模语言(UML)是一种图形化建模语言,目前已经成为面向对象分析与设计的一种标准表示^[7]。构建面向对象模型的基础是类、对象和它们之间的关系,对象对应于问题域中的实体,具有自己的属性和操作接口,类是这些实体的抽象,UML中采用类图描述软件的静态结构,主控计算机系统软件的类图如图5所示。

主控计算机系统抽象为测试设备、试验和试验结果类。测试设备类由分析仪、CVS、颗粒取样系统、底盘测功机、数据采集卡等类组成,这种关系为聚合关系,采用菱形表示,测试设备类通过接口对试验类提供服务;试验类是一个基类,包含一些共用的操作,如试验参数设定、司机助检查、气袋分析等,汽

油车气袋采样试验、汽油车连续采样试验、汽油车直接采样试验等是试验类的子类,子类中重新定义试验过程等特殊的操作,这种关系为继承关系,采用三角形表示;试验结果类主要封装表格及曲线的打印输出功能。

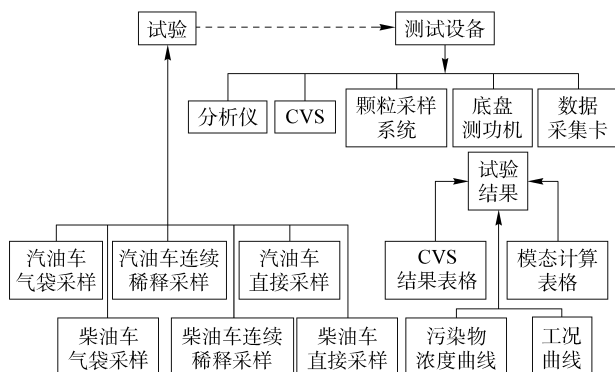


图5 主控计算机软件类图

Fig.5 Class diagram for host computer software

3.2 数据采集与通讯接口

主控计算机系统通过数据采集接口和通讯接口与环境站、底盘测功机、排放分析仪等设备连接,其硬件设计采用基于虚拟仪器的体系结构^[8],如图6所示。在虚拟仪器开发环境 LabVIEW 下,通过仪器驱动程序实现数据采集和通讯接口硬件操作,保证了底层软件的可靠性,提高了软件开发效率。由于工业现场的各种干扰因素,主控计算机与设备通讯过程有可能出现错误。在通讯程序的设计中增加了超时和出错判断,提高了系统的可靠性。

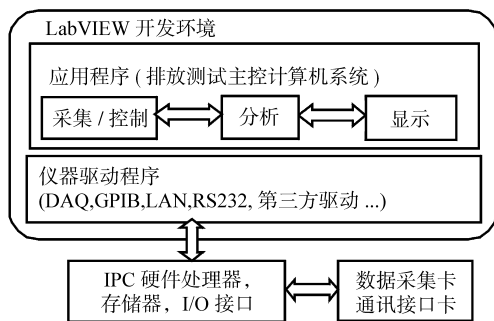


图6 基于虚拟仪器的系统结构

Fig.6 System structure based on virtual instrument

3.3 模态质量计算

模态排放质量是指汽车工况行驶中质量排放的连续测量值。主控计算机系统通过连续稀释采样试验实现了污染物排放的模态测量,计算方法为

$$m = \sum_i C_i \Delta V_i \rho$$

式中 m ——某种污染的质量, g

i ——采样点序号

C_i ——某种污染物在第 i 次采样时的排放浓度(经过背景气修正), 10^{-6}

ρ ——该种排放污染物的密度, g/m^3

ΔV_i ——污染物在第 i 次采样到第 $i+1$ 次采样之间排气稀释体积, m^3

进行模态质量计算时,首先需对连续稀释浓度曲线进行延迟时间修正。以 CO 浓度曲线为例,从曲线上可以看出延迟时间约为 8 s,经过修正后浓度曲线与车速曲线有较好的对应关系,如图 7 所示。

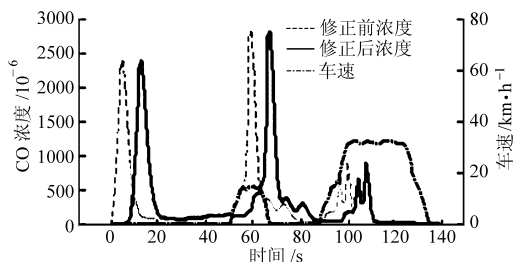


图 7 延迟时间修正

Fig. 7 Revision of delay time

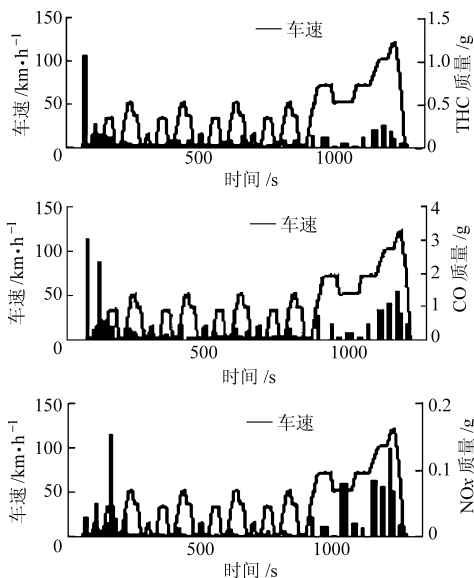


图 8 连续稀释采样模态计算结果

Fig. 8 Modal mass result of dilution sampling

4 应用实例

轻型车排放测试主控计算机系统已在多个排放试验室使用,实际应用情况表明,系统功能全面,工作可靠。对一辆装备 1.6 L 电喷汽油机的轿车进行 ECE + EUDC 工况气袋采样试验结果如表 1 所示。

表 1 气袋采样污染物排放质量

Tab. 1 Emission pollutants mass of bag sampling g

样品袋	CO	CO ₂	THC	NO _x
第 1 组气袋	9.42	1 230	2.21	0.396
第 2 组气袋	7.18	1 180	1.22	0.547

对该车进行连续稀释采样试验,CO、NO_x 排放的模式分析结果如图 8 所示,图 9 为低温条件下 THC 排放连续稀释采样浓度曲线。

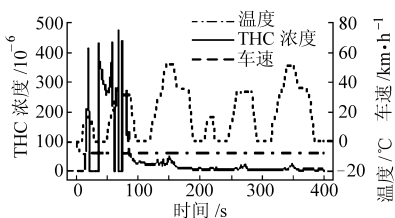


图 9 低温连续稀释采样浓度曲线

Fig. 9 Concentration curves of dilution sampling at low temperature

5 结束语

基于 IPC 的硬件结构和虚拟仪器开发平台 LabVIEW 开发了轻型车排放测试主控计算机系统,

具有主控计算机和司机助独立结构,能够与各类底盘测功机和排放分析仪连接,实现了汽油车和柴油车气袋采样、连续稀释采样和直接采样试验的数据采集、流程控制和数据处理。在系统硬件及软件开发过程中综合运用了数据采集、通讯接口、软件设计、虚拟仪器、系统集成等技术,解决了排放转鼓试验台底盘测功机、排放分析仪器、CVS 采样系统等大型测试设备的系统集成问题。实际应用情况表明,该系统适合轻型汽油车和柴油车排放测试,其测试功能全面,控制可靠,数据准确。

参 考 文 献

- GB18352.3—2005 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国 III、IV 阶段)[S].
GB18352.3—2005 Limits and measurement methods for light-duty vehicles(III, IV) [S]. (in Chinese)
- 韩永强,刘忠长,许允,等.用发动机台架试验研究轻型车排放[J].吉林大学学报:工学版,2002,32(4):1~5.
Han Yongqiang, Liu Zhongchang, Xu Yun, et al. Evaluate light-duty vehicle emissions by steady state multi-mode emission test on engine dynamometer bench[J]. Journal of Jilin University of Technology: Natural Science Edition, 2002, 32(4): 1~5. (in Chinese)
- 郭和军,方茂东,杜传进.汽油品质对车辆尾气排放影响的试验研究[J].武汉理工大学学报,2005,27(9):64~66.
Guo Hejun, Fang Maodong, Du Chuanjin. Research on effects of gasoline qualities on vehicle exhaust emissions[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2005,27(9):64~66. (in Chinese)

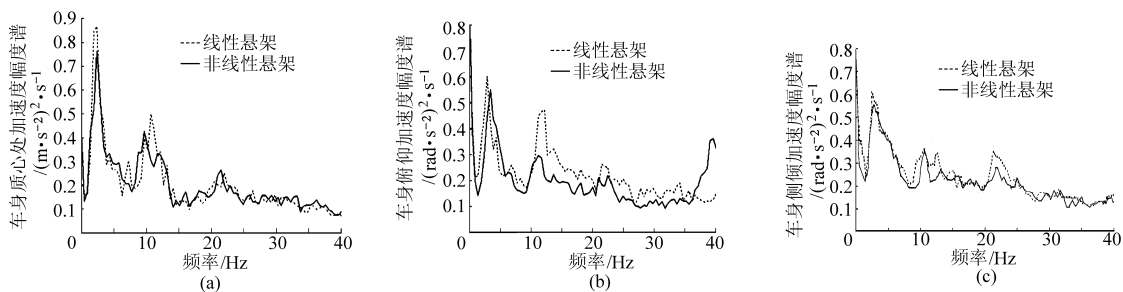


图5 整车道路试验曲线

Fig. 5 Road test curves of the whole vehicle

(a) 质心加速度 (b) 俯仰加速度 (c) 侧倾加速度

较好地协调了车身俯仰、侧倾加速度,使行驶平顺性更佳。由表2也可看出,车身左前方加速度、右前方加速度、车身右后方加速度、左后方加速度、俯仰加速度及侧倾加速度的峰值分别比线性半主动悬架下降38.4%、45.1%、21.2%、26.4%、17.7%、15.6%,相应的标准差下降16.9%、19.3%、27.8%、12.9%、15.0%、18.6%。阻尼非线性半主动悬架较好地协调了安全性和平顺性之间矛盾,调

整了车辆行驶姿态。

6 结论

(1) 建立的阻尼非线性半主动悬架模型正确、可靠,能满足计算仿真和试验研究的需要。

(2) 设计的基于模糊动态模型的阻尼非线性半主动悬架控制策略协调了车辆行驶平顺性与安全性之间的矛盾,改善了车辆综合性能。

参 考 文 献

- Mohamed B, Marc J. An optimization method designed to improve 3-D vehicle comfort and road holding capability through the use of active and semi-active suspensions[J]. *European Journal of Mechanics A/Solids*, 2001, 20(3): 509~520.
- Lee H S, Choi S B. Control and response characteristics of a magneto-rheological fluid damper for passenger vehicles[J]. *Journal of Intelligent Material System and Structures*, 2000, 11(1): 78~85.
- 郭大蕾, 胡海岩. 基于磁流变阻尼器的车辆悬架半主动控制研究——建模与直接自适应控制[J]. *振动工程学报*, 2002, 15(1): 10~14.
Guo Dalei, Hu Haiyan. Semi-active control of vehicle suspensions based on magnetorheological damper: modeling and directive adaptive control[J]. *Journal of Vibration Engineering*, 2002, 15(1): 10~14. (in Chinese)
- 陈龙. 车辆半主动悬架及其控制系统理论与技术研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2006.
Chen Long. Study of theory and technique of semi-active suspension and its control system [D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2006. (in Chinese)

(上接第13页)

- 邱群麟, 葛蕴珊, 韩秀坤, 等. 汽油车稀释排放连续采样系统的分析与应用[J]. *车辆与动力技术*, 2004(4): 21~24.
Qiu Qunlin, Ge Yunshan, Han Xiukun, et al. Analysis and application of gasoline automobiles continuous dilute emission sample system[J]. *Armored Vehicle and Engine*, 2004(4): 21~24. (in Chinese)
- 汪春军, 卢青春, 聂圣芳, 等. 轻型车排放测试主计算机系统软件开发[J]. *汽车技术*, 1999(12): 19~22.
Wang Chunjun, Lu Qingchun, Nie Shengfang, et al. Host computer system development for light duty vehicle emission test [J]. *Automobile Technology*, 1999(12): 19~22. (in Chinese)
- 邓志伟, 卢青春, 张俊智, 等. 整车排放连续稀释模态测试延迟时间的测定及分析[J]. *公路交通科技*, 2001, 18(4): 116~119.
Deng Zhiwei, Lu Qingchun, Zhang Junzhi, et al. Determination and analysis of delay in vehicle emission continuous dilution modal test[J]. *Journal of Highway and Transportation*, 2001, 18(4): 116~119. (in Chinese)
- Jim Arlow. UML 和统一过程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- 杨乐平, 李海涛, 肖凯, 等. 虚拟仪器技术概论[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.