

汽车助力器耐久试验台运动控制系统设计

MOTION CONTROL SYSTEM DESIGN OF BOOSTER TEST SETUP

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;

2.中国科学院研究生院;3.长春轨道客车股份有限公司)张波^{1,2} 马城³ 刘伟¹ 吴清文¹

ZHANG BO MA CHENG LIU WEI WU QINGWEN

摘要:汽车真空助力器带制动主缸总成多功能耐久试验台是为汽车真空助力器生产厂家研制开发,用于在产品实验室中,模拟不同温度状态下的工况,对助力器产品进行耐久试验及性能试验的多功能、高集成度专用设备。本文主要是从试验台的运动控制系统出发,介绍试验台的运动控制方式、组成及控制原理,最后给出了一组实验数据。

关键词:真空助力器;试验台;运动控制

中图分类号:TP23 文献标识码:A

Abstract: Multifunctional test setup is a special experiment device for vacuum booster with master cylinder, which is used in the laboratory of factory of car brake system. It simulates work conditions in different temperature, and carries through wear test and function test. The motion control system of the setup is discussed. The principle and composite of the control system is described and the motion control modes are stated. At last, a set of experiment data is presented.

Key words: Vacuum booster; Test setup; Motion control

引言

随着自动化、电子和计算机技术的发展,信息、智能与机械装置和动力设备相结合,促使机械工业开始了一场大规模的机电一体化技术革命。与此同时,用户对数控系统的方式提出了更高的要求,设备的开放性、互动性、扩展性得到进一步的提高,运动控制技术就是在这种情况下应运而生的。运动控制技术作为机电一体化技术的关键组成部分,主要包括两方面内容:轨迹控制和伺服控制。它是计算机、微电子、传感器与测试、自动控制和机电一体化等技术综合应用的产物。下面就以汽车真空助力器多功能耐久试验台运动控制系统为例,介绍运动控制技术在工程中的实际应用。

1 多功能耐久试验台介绍

汽车真空助力器多功能耐久试验台是集计算机、传感器、测试、自动控制和电动、气动、液压、真空等技术于一体,为某汽车制动器厂研制开发的专用设备。主要应用于汽车真空助力器及主缸总成的产品实验室,模拟真空助力器带制动主缸总成在高温、低温、常温等不同环境温度状态下的耐久试验及性能试验。试验台的运动控制系统包括两个部分:气动系统和电动系统。需要对真空助力器进行高速推进或长期疲劳试验时使用气动系统;需要严格控制推进速度和行程即进行性能试验时,采用电动系统。本文主要讨论电动系统的运动控制内容。整个试验台由高低温箱、推力机构、模拟负载箱、液压站、真空系统、电控系统等各组成。有四个工位可同时对四个产品进行性能检测或和疲劳试验。在进行性能检测试验时,控制系统向伺服系统发出命令,控制推力机构产生推力作用以推动连接助力器推杆的连杆机构,在这个过程中由安装在连杆机构上的推力传感器和位移传感器采集相应的实验数据。真空系统的作用是为助力器提供

真空气源。制动主缸的两腔分别和液压站相连。推动连杆机构时,真空助力器总成上的制动主缸的两腔分别输出制动液,在整个液压回路中产生压力。由压力传感器测定此压力大小。试验台系统原理如图1所示。

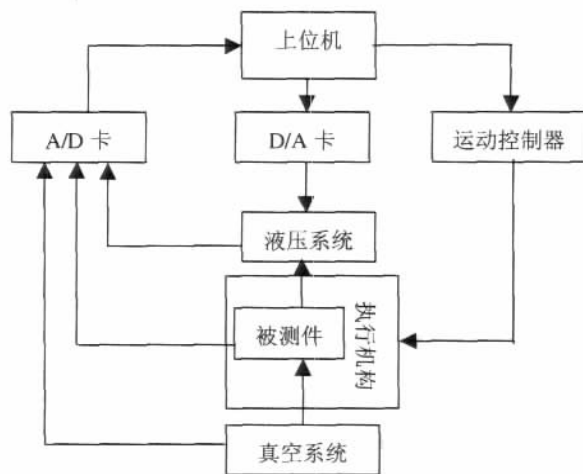


图1 试验台系统原理框图

2 运动控制系统

2.1 多功能试验台运动控制的要求

针对某汽车制动器厂技术协议的要求,多功能试验台具有以下几个特点:

1. 工况复杂

多功能试验台要完成汽车真空助力器带制动主缸总成的液压-推力、液压-行程、动密封、静密封、空行程、响应/释放力等多个性能检测内容,每个试验内容都以不同的运动方式完成,因此,推力系统的运动控制也就相对复杂。

2. 推力范围大、反映时间短

张波: 硕士研究生

多功能试验台推力系统输出力不能小于 5000N, 同时, 输出力从零上升到 3000N 时, 反应时间不能大于 100ms; 从 3000N 降至 0 的释放时间不大于 100ms。

3.行程短、速率高、反映快

多功能试验台推力系统的设计行程为 100mm, 常用行程为 20~50mm。推动推杆的速率从零上升到 400mm/s 时的时间却不能大于 100ms, 速度和响应时间均是本设备的难点。

2.2 上位机控制方案的确定及其特点

在运动控制系统中, 上位控制一般采用三种方法: 工业 PC 机、具有运动控制功能的 PLC、自主开发单片机系统等。对多功能耐久试验台的电动运动控制系统来说, 主要要完成的是助力器的性能试验内容, 控制信号包括位移、速度、加速度等。同时, 需要各种数据及实验结果的实时显示。针对试验台的这种适用范围广、精度要求高、测试内容多等特点, 上位控制单元采用的是研华工控和深圳雷赛机电公司的 DMC1000 运动控制卡。运动控制卡与 PC 机构成主从式控制结构: PC 机负责人机交互界面的管理和控制系统的实时监控等方面的工作 (例如键盘和鼠标的管理、系统状态的显示、运动轨迹规划、控制指令的发送、外部信号的监控等等); 控制卡完成运动控制的所有细节 (包括脉冲和方向信号的输出、自动升降速的处理、原点和限位等信号的检测等等)。DMC1000 是基于 32 位 PCI 总线的高性能运动控制卡, 可同时控制 4 个步进/伺服电机。具有即插即用、随时变速等高级功能。同时配有开放的函数库, 供用户在 Windows 系统平台下自行开发、构造所需的控制系统的特点。

2.3 执行机构组成

多功能耐久试验台的执行机构主要分为两大系统:

一是推力系统。它的作用是推动连杆机构以完成所需的性能实验内容。推力系统是多功能耐久试验台的主要执行元件, 因此它是整个试验台的核心部分, 推力系统的性能好坏将直接影响整个检测设备的精度和可靠性。针对多功能试验台对推力系统的定位精度和动态响应要求较高, 因此在多功能耐久试验台中采用的是交流伺服系统。伺服电机及其驱动器使用的都是德国 Parker 公司的产品, 型号分别是 MH105 30 085 192 I65 400.C3S075V4F10I10T10M00。其中, 伺服电机自带 10 位编码器。这种伺服系统的特点是它的驱动器采用了先进的数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP), 可以对电机轴后端部的光电编码器进行位置采样, 在驱动器和电机之间构成位置和速度的闭环控制系统, 并充分发挥 DSP 的高速运算能力, 自动完成整个伺服系统的增益调节, 甚至可以跟踪负载变化, 实时调节系统增益。这种数字式交流伺服系统工作在半闭环的控制方式下, 即伺服电机上的编码器反馈既作速度环, 也作位置环。传动装置采用的是德国 Parker 公司的型号为 ETB80-M10LA77-GM150-A 的电动缸。由于电动缸的行程较小, 同时为提高推力系统的效率, 伺服电机与电动缸采用同轴方式安装。

二是常规负载系统。在多功能试验台中, 每个工位的制动主缸的两腔分别对应一套常规负载, 每个常规负载连接一个步进电机。它的作用是调整真空助力器推杆的行程, 控制制动主缸两腔的压力输出大小。8 个步进电机驱动器均为深圳雷赛 M840。它是采用美国 IMS 公司技术合作生产的一种细分型高性能步进驱动器, 具有电机短路、错相保护功能。步进电机型号是 86HS35 两相电机。

2.4 试验台运动控制系统原理

汽车真空助力器多功能耐久试验台运动控制系统由

DMC1000 运动控制卡、伺服系统及工控机三部分组成。控制系统结构及原理框图如图 2 所示。

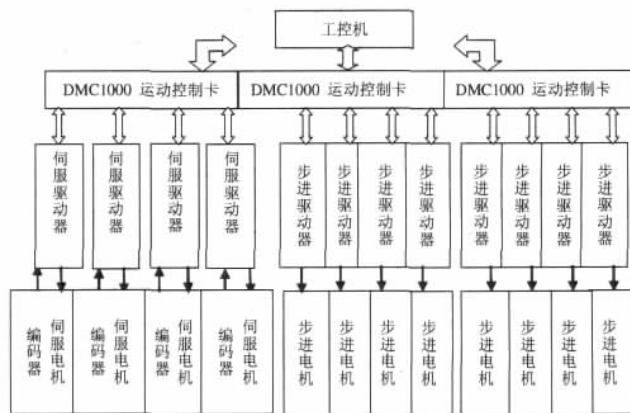


图 2 控制系统原理

在多功能试验台的运动控制系统中, 三个四轴运动控制卡分别与四个伺服电机驱动器、八个步进电机驱动器相连。伺服电机驱动电动缸进行动作, 并通过轴后端部的光电编码器反馈至驱动器进行调节控制。八个步进电机驱动器驱动八个步进电机动作, 实时调节控制真空助力器制动主缸两腔的输出压力; 控制卡向上通过 PCI 总线和上位机相连接, 及时将各运动系统的瞬时运动状态传至上位机, 并通过显示器对当前状态实时进行显示监测。

3 试验结果

利用多功能耐久试验台对某型号的汽车真空助力器带制动主缸总成进行了全部要求的性能试验和疲劳试验, 其中力-液压试验、反应-释放力曲线的试验结果如图 3、图 4。

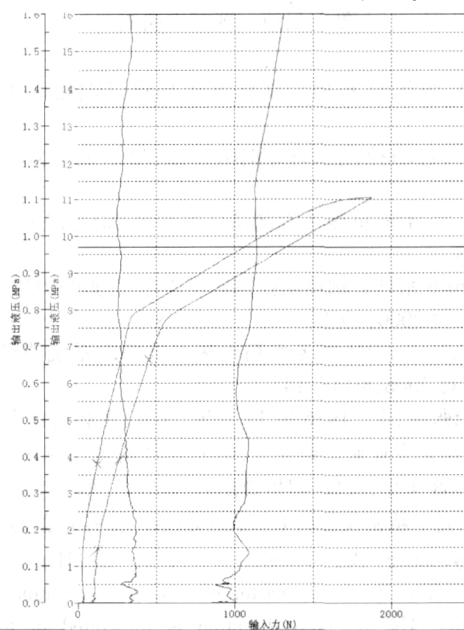


图 3 力-液压曲线

试验结果表明, 该试验台的性能指标全面达到了用户要求。

4 结论

通过实际应用, 表明多功能试验台完全达到了厂家的技术协议要求。本文作者创新点: 真空助力器带制动主缸总成多功

能耐久试验台的成功研制,为真空助力器带制动主缸总成性能的检验提供了高度集成、功能多样的性能测试和疲劳试验一体化的测试手段,提升了试验设备的技术水平,为生产厂家提供了更好的产品质量控制手段。同时厂家也取得了数十万元的经济效益。

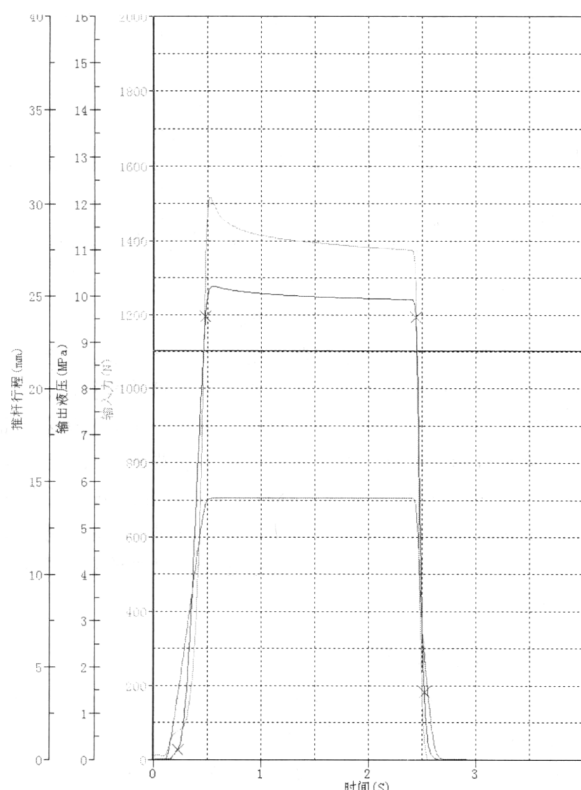


图4 反应-释放力曲线

参考文献

- [1]朱喜林 张代治.机电一体化设计基础.[M]北京:科学出版社,2004.
- [2]鄢景华.自动控制原理.[M]哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2003
- [3]黄长艺 严普强.机械工程测试技术基础.[M]北京:机械工业出版社,1998
- [4]刘伟.6K6系列多轴运动控制器在微电子领域中的应用.[J]光学精密工程.2000,10(2)
- [5]王金友.基于ARM的无水胆电热水器控制系统的设计.[J]微计算机信息.2006,8:145-147

作者简介:张波,女,1976年11月生,汉族,吉林通化人,机械制造及其自动化专业硕士研究生,研究方向:机电一体化技术;吴清文,男,1968年生,汉族,四川简阳人,研究员,博士生导师。主要研究方向:光学精密仪器的CAD/CAM/CAE,测控仪器的研制。

Biography:Zhang Bo, female, 11/1976, the Han nationality, Tong-hua, Jilin Province, master of mechanical manufacture and automation. The research direction is integrated of mechanics and electrics; WU, Qingwen, male, 1968, the Han nationality, Jian-yang, Schuan province. Researcher, doctors' tutor. Major research direction is CAD/CAM/CAE of optics fine instrument, development of the measurement and control instrument.

(130033 吉林长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)张波 刘伟 吴清文

(100039 北京 中国科学院研究生院)张波

(130000 吉林长春 长春轨道客车股份有限公司)马城

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences Changchun 130031)Zhang Bo Liu Wei Wu QingWen

(Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100000)Zhang Bo

通讯地址:(130033 吉林省 长春市东南湖大路16号中国科学院长春光学所空间部920室)张波收

(收稿日期:2007.8.23)(修稿日期:2007.9.25)

(上接第155页)

我们第一次读入DSP的0x200单元的内容为0。向该单元写入后,再读取该单元的内容变成了0xa0a0(在WriteFile()函数中输出的值)。

PCIJMC2000硬件系统调试全部通过。

4 结论

本文作者创新点:1、利用DSP的片上存储器设计了深度缓冲结构,实现了数据传输和处理并行进行,提高了加密流程处理速度;2、设计了加密算法代码运算与主机的脱离,不仅使主机仅承担数据传输任务,而且使加密软件代码对主机隐蔽,屏蔽了用户,有效防止了对加密算法代码的恶意窃取,使得加密程序代码保密性很高。3、通过对加密卡上FLASH芯片的写入可方便实现在线升级。

参考文献

- [1]胡艳山.基于TMS320C6205的PCI加密卡设计.湖北武汉大学,2005,2-5
- [2]利佩贤 林海丹 陈永建.基于PCI总线加密卡的设计与实现.[J]微计算机信息,2005,1-2
- [3]彭启琮.TMS320C54x实用教程.四川成都:电子科技大学出版社,2000,157-220
- [4]TEXAS INSTRUMENTS.SPR5039C.TMS320VC54X FIXED-POINT DIGITAL SIGNAL PROCESSORS HOUSTON, TEXAS, US TEXAS INSTRUMENTS, 1999,3-27
- [5]Art Baker, Jerry Lozano. Windows2000设备驱动程序设计指南.北京:机械工业出版社,2001,35-77

作者简介:谭小刚,1971年12月生于四川省安县,2003年获电子科技大学“检测技术与自动化装置”专业硕士学位,现正在该校攻读“信号与信息处理”博士学位。自2003年起在南昌工程学院从事教学科研工作。现在研究方向为时频分析,信号分选与识别。

Biography:Tan Xiaogan was born in 1971, in An county, Schuan Province, China. He received the M.S. degree in Detection Technology and Automatic Equipment in 2003 from University of Electronic Science and Technology, China, where he is pursuing the Ph.D. degree in Signal and Information Processing. His current scientific interests involve time-frequency analysis, statistical estimation.

(330029 江西省 南昌工程学院电气与电子工程系)谭小刚 谢剑峰

通讯地址:(330029 江西省 南昌市北京东路59号南昌工程学院电气与电子工程系)谭小刚

(收稿日期:2007.9.23)(修稿日期:2007.10.25)