

doi:10.3969/j.issn.1009-8984.2013.01.015

# 汽车安全带紧急锁止性能试验台的研制

杨梅<sup>1</sup>, 田春艳<sup>2</sup>

(1. 吉林工程技术师范学院, 长春 130052; 2. 空军航空大学, 长春 1300220)

**摘要:** 设计了汽车安全带紧急锁止性能试验台的机械系统及测控系统。通过改变直线电机动头运动加速度, 可模拟汽车行驶中乘客在不同工况下所系安全带的紧急锁止功能, 本试验台采用工控机作为上位机, 配以 PARKER1505 控制卡实现闭环控制, 以 VC++6.0 为软件开发平台, 设计了检测与控制系统。可实现对不同型号汽车安全带紧急锁止性能的检测。试验台采用模糊 PID 控制算法, 降低了干扰和参数变化对系统的影响, 从而增强了控制系统的鲁棒性。经实验验证: 检测精度和检测准确率均有较大提高。

**关键词:** 汽车安全带; 紧急锁止性能; 试验台

中图分类号: TP203; TP206.1 文献标志码: A

文章编号: 1009-8984(2013)01-0049-05

## 0 引言

安全带是汽车上一种典型的安全装置, 它能有效减少事故中驾乘人员的伤亡。安全带的紧急锁止性能, 是安全带技术标准中关键性能之一<sup>[1]</sup>, 而安全带紧急锁止性能测试设备是检测安全带可靠性的关键设备<sup>[2]</sup>。目前国内对该设备以引进为主, 自主开发研制还比较滞后。自主研制高精度、高可靠性、高自动化程度的安全带试验台是适应我国汽车业高速发展的必然要求。本文所研制的汽车安全带紧急锁止性能试验台的整体系统基于工控机(IPC)与 DSP 运动控制板卡的测控系统, 采用直线电动机作为驱动机构, 并结合 PWM 调速技术和模糊 PID 控制算法实现闭环控制。

## 1 试验台功能及特点

### 1.1 试验台功能

本安全带试验台用于检测各类汽车安全带的紧急锁止性能, 可实现带感和车感两种试验。试验台适用于国标 GB 14166—2003《机动车成年乘员用安全带和约束系统》<sup>[3]</sup>, 美国联邦法规 209 号, 欧标 EEC 指令, 德国大众 TL-VW470 等国内外标准和法规的相应条款。试验台采用了先进的直线电机及

其伺服控制器<sup>[4]</sup>, 在微机控制下可以按照各种技术标准 and 法规设定的加速度值及其斜率自动完成对汽车安全带紧急锁止性能的检验和评价<sup>[5]</sup>。

### 1.2 试验台技术参数

#### 1.2.1 加速度范围

车感分 8 挡即 0.3g, 0.45g, 0.5g, 0.6g, 0.7g, 0.8g, 1.0g, 1.2g; 带感分 6 挡即 0.3g, 0.8g, 1.0g, 1.2g, 1.5g, 2.0g。

#### 1.2.2 加速度状态

加速度的重复性偏差  $\leq 0.01g$ ; 加速度的测量精度  $\pm 10\%$  F.S; 加速度斜率在 10g/s~100g/s 范围内保证到达设定加速度时间在  $(25 \pm 5)$ ms 内, 加速度的最大超调量小于设定加速度值的 10%。

#### 1.2.3 锁止状态

双头头行程为 300 mm, 可按用户要求设定各自行程, 锁止距离测量精度  $\pm 0.01$  mm。锁止状态由负荷传感器判定, 负荷传感器量程  $\leq 200$  N, 精度为 0.5%。

## 2 试验台的机械结构与工作原理

### 2.1 机械结构

试验台由主机框架、工业控制计算机、伺服控制卡、直线电机及驱动器、加速度传感器、负荷传感器、气动缓冲装置、辅助连接板、手动转台及驱动器卷收器夹持装置、织带夹持压板、A/D 数据采集板等构成。结构如图 1 所示, 其中直线电机作为驱动装置,

收稿日期: 2012-12-12

作者简介: 杨梅(1972-), 女(汉), 吉林省吉林市, 高级实验师  
主要研究机械制造及其自动化。

安全带总成(车感)或织带(带感)通过夹具固定于电机动头上,通过改变直线电机的运动加速度模拟实际车况下安全带的紧急锁止性能。对应不同的加速度值,锁止距离、锁止时间、织带张力可实时得到检测,并通过人机界面直观显示试验曲线及试验数据,用以判定检测结果是否满足国家相关标准。

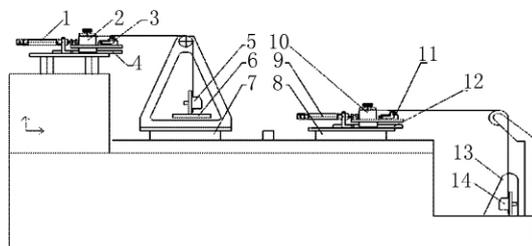


图1 试验台结构图

- 1 缓冲气缸; 2 车感夹具; 3 负荷传感器; 4 直线导轨;  
5 安全带总成(车感); 6 手动转盘; 7 电机动头;  
8 电机动头2; 9 缓冲气缸; 10 带感夹具; 11 负荷传感器;  
12. 直线导轨; 13. 转角夹具; 14. 带感

## 2.2 工作原理

根据国家汽车行业标准 GB 14166—1993《汽车安全带性能要求和试验方法》,本试验台能检测各种类型汽车安全带的紧急锁止性能,可实现带感试验和车感试验两种。

车感试验使用左侧的动头7(图1所示位置)。动头上安装手动转台6。试验前,先将安全带卷收器固定在手动转台6上,然后将安全带的拉出端通过动头上的转轴,水平压附于负荷传感器3上,并由车感波纹夹具2夹紧,整个波纹夹具体固定于直线导轨4上,在夹具座尾端串联一缓冲汽缸1。试验时由计算机控制直线电机带动动头7按指定加速度运动,由于缓冲汽缸1的作用,安全带锁止前,车感夹具5与直线电机一同动作,动头7达到指定加速度时,如果安全带锁止,则汽缸伸出,实现缓冲,完成一次试验。

带感试验使用右侧的动头8。试验前,先将安全带卷收器固定在转角夹具13上,通过其上的导轮,将安全带水平压附于负荷传感器11上,并由带感波纹夹具10夹紧,整个夹具体固定于直线导轨12上,在夹具座尾端串联一缓冲汽缸9,上述总成固定于8号动头上。试验开始后,电机带动夹具按给定加速度运动,在安全带锁止前,在缓冲汽缸9的作用下,安全带也按给定加速度伸出。当安全带锁止后,汽缸伸出,实现缓冲,完成一次试验。

车感测试中方向的改变通过手动转台6来实

现,该转台可以在水平面上携带安全带卷收器5进行 $0^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ 、 $180^{\circ}$ 、 $270^{\circ}$ 4个角度旋转;带感测试中,转角夹具13可携带安全带卷收器14,在垂直平面内进行 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 任意旋转。

## 3 试验台测控系统组成

### 3.1 硬件系统

本试验台测控系统 I/O 点数少,控制现场数据量不大,采用研祥 IPC-810 工控机和 PARKER1505 控制卡,二者通过研华 PCI-1716L 采集卡实现数据通讯,织带张力负荷值经 A/D 卡放大后实现模拟量和数字量的转换。图2为测控原理图。

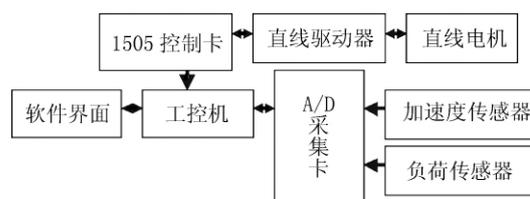


图2 测控系统原理图

测试开始前首先要进行联机操作,将直线电机的两个动头运动到起始位置。在运动程序中设定动头运动的加速度、位移及判断条件等参数。在发出运动开始命令后,动头将在伺服控制下按照其指定的加速度、位移等参数完成运动。而运动过程中通过访问伺服控制器可以获得直线电机动头运动的实际速度。通过安装在动头上的加速度传感器,可以获得加速度值。通过安装于夹具前方的负荷传感器,可以得到负荷的数值。

直线电机及驱动器选用进口美国 PARKER 产品,该驱动器具有驱动功率大、安全、可靠的特点。为了提高直线电机的响应速度,有效抑制系统的扰动,采用模糊 PID 控制算法,经试验:其效果比经典 PID 控制更好,降低了超调量,有较强的鲁棒性和自适应性,提高了检测精度与检测效率。

### 3.2 软件系统

测控软件系统采用 VC++6.0 软件编制的人机交互界面。该软件系统具有专用性强、实时性高的特点,可以直观地观察加速度—时间、负荷—时间、位移—时间等测试曲线及各项测量参数的实时值,还可以实现历史数据重现,随机调用某一次测试结果,实现数据转换,可以用图线形式和 Excel 数据形式输出试验结果。

#### 4 试验情况介绍

按照该型号安全带使用性能要求:车感加速度小于等于  $0.3g$  时,安全带无锁止;带感加速度小于等于  $1.0g$  时,安全带无锁止。即安全带加速度临界值分别是车感  $0.3g$ 、带感  $1.0g$ 。加速度超过临界值时安全带应是锁止的。以下是安全带紧急锁止性能测试过程的截屏图,其中图 3 是车感  $0.3g$  时的

加速度显示,此时加速度保持  $0.3g$ ,负荷值不上升,安全带无锁止;图 4 是车感  $0.45g$  时的加速度显示,此时在  $110\text{ ms}$  处,负荷值陡然上升,安全带锁止;图 5 是车感曲线  $0.7g$  时的加速度示值,此时在  $90\text{ ms}$  处,负荷值上升,安全带锁止;图 6 是带感曲线  $1g$  时的加速度示值,加速度保持  $1.0g$ ,负荷值不上升,安全带无锁止;图 7 是带感曲线  $2.0g$  时的加速度示值,此时,在  $50\text{ ms}$  处,负荷值陡然上升,安全带锁止。

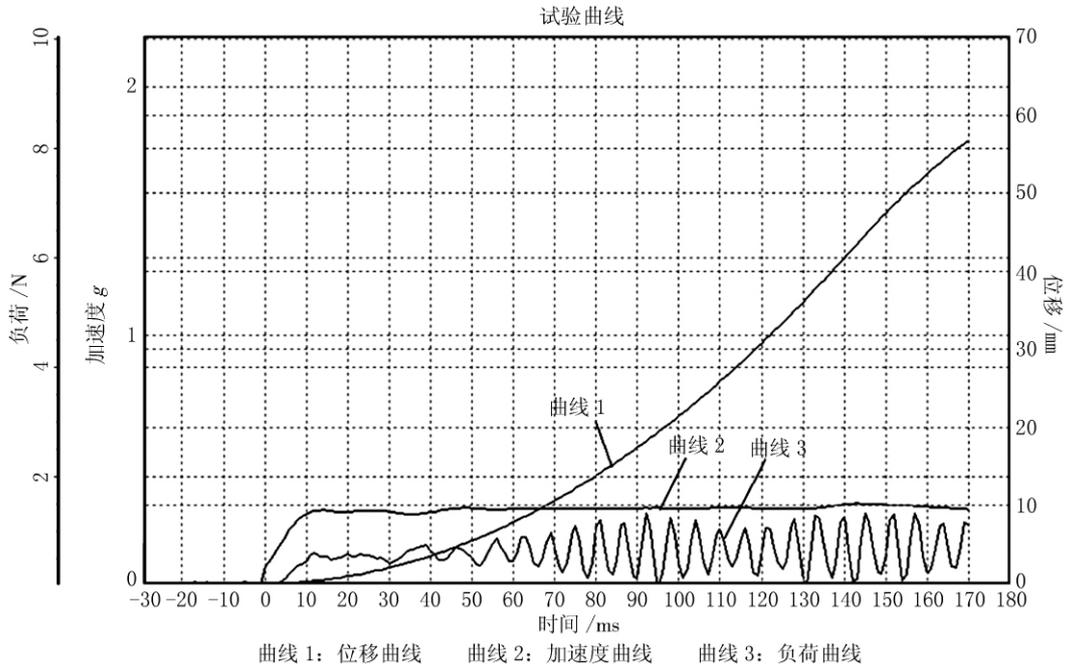


图 3 车感  $0.3g$  时的加速度显示

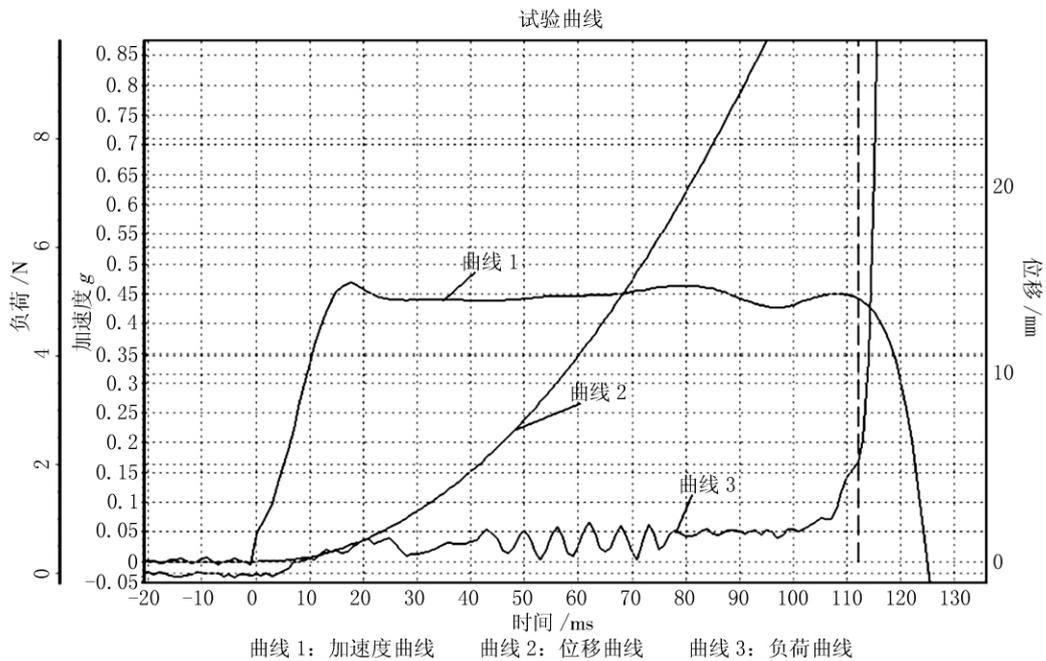


图 4 车感  $0.45g$  时的加速度显示

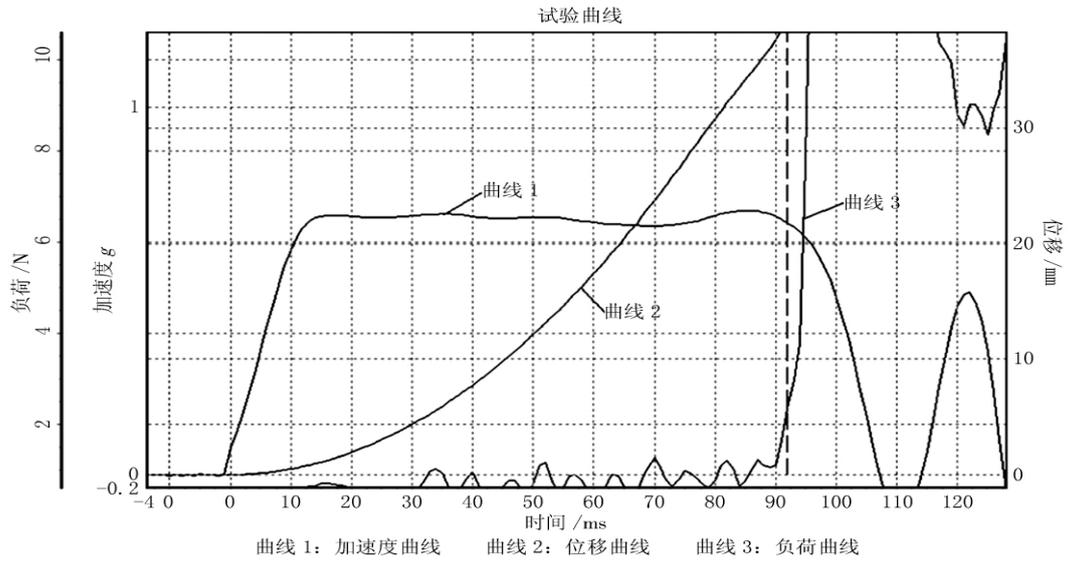


图 5 车感曲线 0.7g 时的加速度显示

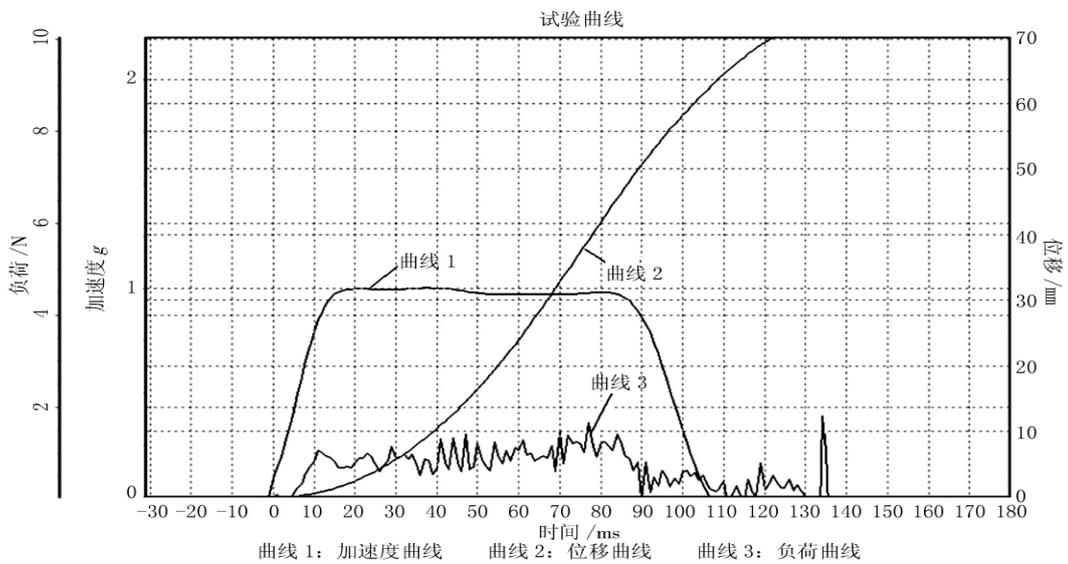


图 6 带感曲线 1.0g 时的加速度显示

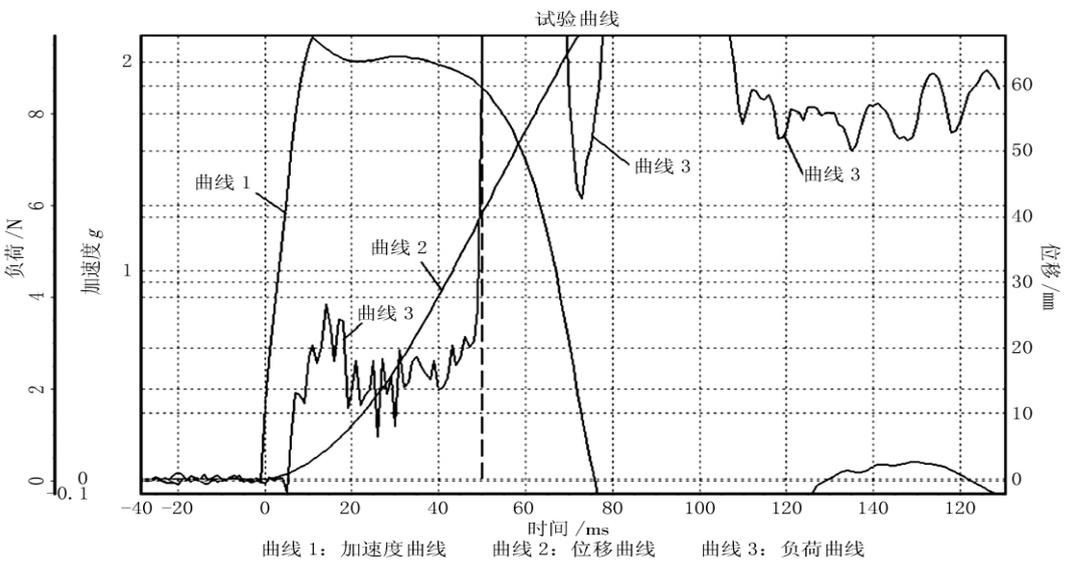


图 7 带感曲线 2.0g 时的加速度显示

上述试验检测经多个样品的抽样试验结果一致,曲线重复性高,满足性能使用要求。

## 5 结语

本文研制的安全带紧急锁止性能试验台,可进行各种型号汽车安全带包括带感式、车感式和复合敏感式紧急锁止性能测试。其特点是:加速度由微机闭环伺服控制,测控精度高,重复性良好;对复合敏感式安全带首次实现一次装卡自动完成全部检测;对带感式和车感式安全带具有灵活的多功能组合检测。该试验台具有美观、友好、快捷,方便的人机对话测控界面,可完成全自动或组合检测,实时显示加速度曲线,加速度峰值及其斜率,锁止状态和距离等参数,可存储打印输出标准检测报告。经实际

使用验证该试验台性能达到相应国家标准,在实际中有较好的应用价值。目前该试验台已经在一汽技术中心车身部使用了3年,运行良好、工作可靠,成为该中心承担各类汽车安全带的送检平台。

## 参考文献

- [1] 孙永芳. TD2001型汽车安全带紧急锁止性能试验台[J]. 天津汽车, 2002(4): 8-10.
- [2] 赵晓昱, 邢彦锋, 吴铮. 基于ADAMS的汽车安全带卷收器锁止性能的研究[J]. 机械设计与制造, 2010(12): 220-221.
- [3] GB 14166—2003. 机动车成年乘员用安全带和约束系统[S].
- [4] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统: 运动控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [5] 葛如海, 刘志强, 陈晓东. 汽车安全工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

## The design on test bench of safety belt emergency locking property

YANG Mei, etc.

(Jilin Teachers Institute of Engineering and Technology, Changchun 130052, China)

**Abstract:** The mechanical system and controlling system of test bench of safety belt emergency locking property are designed in this paper. Safety belt emergency locking property around a moving car's rider can be simulated by changing direct current's acceleration. The examine and control system is designed by using engineering computer as control center, accompanied PARKER1505 control card to achieve closed-loop control, and VC++6.0 as the software development platform. It can realize the examine to different models of car seat belts emergency locking systems. The test plat using fuzzy PID control algorithm to reduce the interference and the impact caused by parameters changing, thus increasing the robustness of this control system. The experiment results verify that: the detection accuracy and detection accuracy rate have improved greatly.

**Key words:** safety belt; emergency locking property; test bench