

基于 CAN 总线的汽车 ABS 检测系统研究

千承辉, 苏建, 刘玉梅

(吉林大学 交通学院, 吉林 长春 130022)

摘要: 采用 CAN 总线技术应用到汽车 ABS 检测中, 将 ABS 的控制参数通过 CAN 总线实时传输到 PC 机, 再由 PC 机对获得的 ABS 制动过程参数进行分析计算, 根据分析结果传输到 ABS 检测总控制器中. 这种方法可以模拟出 ABS 制动过程, 达到整车 ABS 检测试验的技术要求.

关键词: 汽车检测; 防抱制动系统; CAN 总线; 实时数据交换

中图分类号: U467.5 文献标识码: A 文章编号: 1007-855X(2007)03-0072-04

Research on Automobile ABS Detection System Based on CAN Bus

QIAN Cheng-hui, SU Jian, LIU Yu-mei

(College of Transportation, Jilin University, Changchun, Jilin 130025, China)

Abstract CAN bus technique is applied in ABS detection for automobile. Firstly, the controlling parameter of ABS is transferred real time to personal computer via CAN bus; then the ABS automatic processing parameter is calculated by PC, with the result transferred into controller of ABS detection. In this method, the braking process can be simulated, reaching the technical requirement of the ABS detection experiment for the whole vehicle.

Key words vehicle inspection and test; anti-lock braking system; CAN bus; real time data exchange

0 引言

汽车防抱制动系统 (ABS) 实车检测通常采用道路试验的方法, 需要专用场地, 针对不同路况、不同的控制参数 (如加减角速度和滑移率) 进行试验, 进而实现 ABS 检测功能. 这种方法虽能真实反映 ABS 的执行情况, 但试用费用很高, 一般 ABS 性能试验场地的建造费高达几百美元, 而且这种方法也不能满足汽车综合性能在线快速检测的要求, 因此开发汽车 ABS 检测试验台具有很大的实际意义.

ABS 检测试验台是一种多传感器, 需要实时控制参数的一种多传感器数据采集装置, 当数据采集时, 传感器信号必须以串行或并行数字格式通信. 这种功能可以通过模数转换器或频率-数字转换器实现, 但传感器的电缆总长度和多路复用器接点的数量很大, 而且很难保证数据的实时采集效果. 因此, 解决此问题的最好方法是采用总线系统.

1 CAN 总线特点

CAN 总线采用了独特的设计, 可靠性、抗干扰性及通信方式灵活度高于已有的通讯技术, 其特点可概括如下^[6]:

- 1) CAN 是到目前为止唯一有国际标准的现场总线;
- 2) CAN 节点在错误严重的情况下具有自动关闭输出功能, 已使总线上其他节点的操作不受影响;

收稿日期: 2006-10-17. 基金项目: 高校博士学科点基金资助项目 (项目编号: 20030183032).

第一作者简介: 千承辉 (1975-), 女, 在读博士研究生. 主要研究方向: 汽车检测与诊断.

E-mail: yqg_qch@163.com

3) CAN 采用非破坏总线技术, 尤其是在网络负载很重的情况下, 也不会出现网络瘫痪情况 (以太网有可能)。

ABS 检测试验台采用了 CAN 总线技术, 实现了数据共享, 减少了电子系统的线束, 减少了冗余的传感器, 降低了成本, 提高了检测系统的整体可靠性。而且, 进一步可以创建与汽车内部网络系统的数据平台, 以解决汽车与检测互通信息的前瞻问题。

2 整车 ABS 性能检测试验台原理

随着制动强度的增加, 车轮滚动成分越来越少, 而滑动的成分会越来越多, 整车 ABS 检测试验, 一般以滑移率来决定是否达到其技术要求。

为了简化分析汽车 ABS 检测台, 需要研究车轮的受力情况和滑移率。

2.1 单轮制动时的受力分析

在良好的硬路面上制动时车轮的受力情况, 并滚动摩擦力和空气阻力忽略不计, 得到的运动微分方程如下。

$$\begin{cases} \sum F_x = -m a_r \\ J \dot{\omega} = \varphi F_n R - T_b \end{cases} \quad (1)$$

式中 $\sum F_x$ 为地面总制动力; m 为车辆总质量; a_r 为车身加速度; J 为车轮转动惯量; $\dot{\omega}$ 为车轮角加速度; φ 为纵向附着系数, F_n 为法向反力; R 为车轮半径; T_b 为制动器扭矩。

定义滑移率为

$$s = \frac{v_w - r_{r0} \omega_w}{v_w} \times 100\% \quad (2)$$

式中 v_w 为车轮中心速度; r_{r0} 为没有地面制动力时车轮滚动半径; ω 为车轮角速度。滑移率的数值表示车轮运动中滑动成分所占的比例。滑移率越大, 滑动成分越多。

通过上面的分析我们知道, 汽车减速制动的过程, 实质上是将汽车的平动动能转化为其他形式能量的耗散过程。在强烈制动时, 一般安装摩擦式制动器的汽车的平动动能主要通过两处摩擦力做功的方式转化为热能耗散掉, 其一是通过路面与轮胎之间的摩擦力做功的方式, 其二则是通过制动器制动力摩擦做功的方式。制动从能量的观点来看, 就是使运动汽车的惯性能量转变成热量而散发到周围环境中去, 然而在台架上进行制动时车辆的质心速度接近为 0 因此制动器所要消耗的惯性能量是不存在的。所以, 要设法对这部分缺失的能量进行补偿, 以使台架检测时的状况和车辆实际制动时的状况尽量一致。

2.2 ABS 检测台

由 ABS 原理可见, 设计能模拟待检测汽车在不同路面结构和不同路面附着系数条件下制动的台架, 且可以适时测出汽车车轮速度和汽车的运行速度, 得出滑移率, 就能评价汽车 ABS 系统的性能, 达到 ABS 检测系统的试验要求。

整车 ABS 检测试验台结构如图 1 所示。试验台主要由电动机、电磁滑差离合器、模拟飞轮、支撑滚筒、测速滚筒、模拟飞轮、速度传感器、力矩传感器、单片机控制系统、PC 机和外部显示 D 接口 (如打印机和液晶显示器) 组成。实际应用时, 可以根据被检测车辆的实际情况增加, 如被检测车辆为双轴汽车, 则需要 4

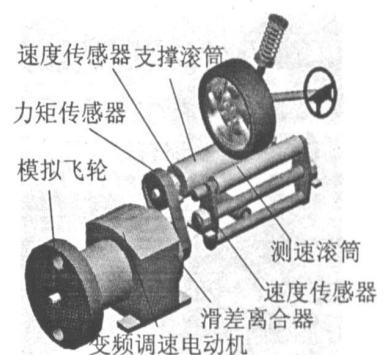


图1 整车ABS检测试验台结构
Fig.1 Structure of automobile
ABS test bench

个这样的结构使每个车轮都产生转动,以满足不同的 ABS 控制通道的需要。

模拟汽车在道路上的运行情况,则需要模拟与分析汽车道路行驶中的运动动能.该试验台采用变频调速电动机,用电模拟方法对汽车的惯性质量进行无极模拟。

试验台采用粘沙滚筒模拟地面,车轮与滚筒之间附着系数 0.85,最大检测质量为 2500 kg,最大制动力矩为 $1433.2 \text{ N} \cdot \text{m}$,转速传感器为光电轴编码器,一转 360 个脉冲。

车轮所受的制动力为:

$$F_c = \frac{1}{R_{\text{支}}} (T_{\text{电磁}} - T_{\text{支}}) - \frac{1}{R_{\text{测}}} T_{\text{测}} \quad (3)$$

式中 $R_{\text{支}}$ 为支撑滚筒半径; $R_{\text{测}}$ 为测速滚筒半径; $T_{\text{支}}$ 为支撑滚筒惯性阻力偶矩; $T_{\text{测}}$ 为测速滚筒惯性阻力偶矩; $T_{\text{电磁}}$ 为电磁滑差离合器输出扭矩。

设汽车开始制动时的初速度为:

$$V = R \omega_{\text{滚筒}} = Rk \omega_{\text{飞轮}} \quad (4)$$

式中 k 为系统传动比。

推理可得

$$\dot{\omega}_{\text{飞轮}} = \frac{F_c}{mRk} \quad (5)$$

因此,飞轮角速度控制公式为:

$$\omega_n = \omega_{n-1} - \dot{\omega}_{n-1} \Delta t \quad (6)$$

以上分析可以得出,对车轮进行实时控制就可实现 ABS 台架检测时汽车惯量的模拟。

3 实时交换数据的软硬件实现

ABS 检测台的总体框图如图 2 所示,PC 机以总线方式来接收各个传感器的信息,即使传感器的数量增加也不会影响整个系统的布局,而且预留一个与车辆系统内的 CAN 总线相接口,把外线车辆整体检测与车辆系统自检结合起来可以获得系统内的参数,以保证获得更准确的车辆信息。

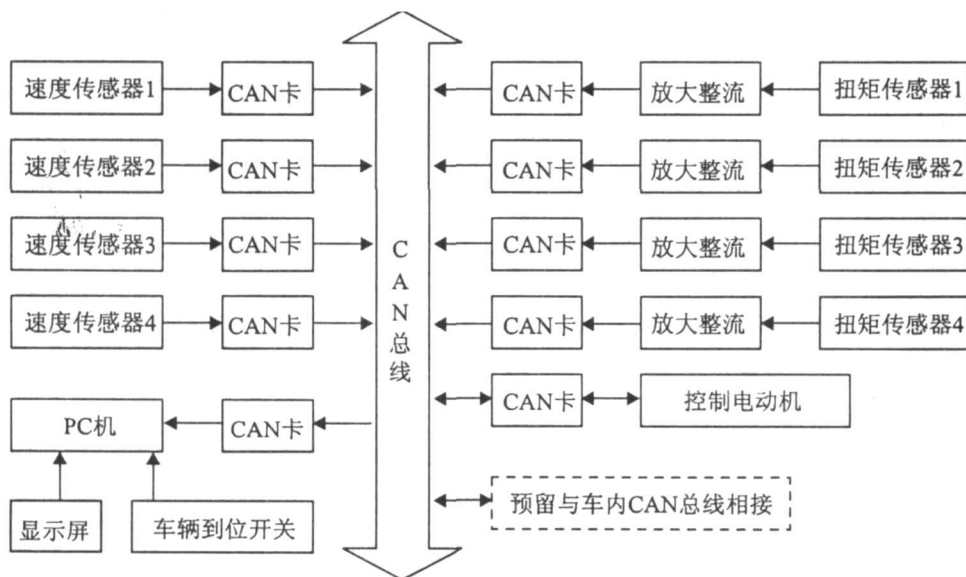


图2 基于CAN总线的汽车ABS检测台的控制框图

Fig.2 Controlling structure of automobile ABS test bench based on CAN bus

CAN 卡是由 8 位的微处理器 89C58 独立 CAN 通信控制器 SJA100Q CAN 总线收发器 82C250 以及相关的接口组成的实时多任务的嵌入式控制系统, 实现 CAN 总线的通信协议以及相关功能。

微处理器即 PC 机负责从传感器中采集数据、对 SJA1000 初始化并且控制 SJA1000 实现数据的接收和发送等通信任务。

4 通信协议的实施^[4]

SAE J1939 是用于车辆网络串行通信和控制的总标准, 是根据 OSI 通讯模型, 即开放系统互联模型来制定的。SAE J1939 主要用到 CAN 协议的四个层: 物理层、数据链路层、网络层和应用层。

汽车检测系统中下位机将检测得到的数据以数据文件的形式缓存, 传输时打包成数据帧, 以报文为单位进行数据传送。定义帧由优先级、单元地址、数据组成。

优先级的制定如表 1 所示, 系统复位命令的优先级定义为“0x00”, 由于“1”让位于“0”的机制, 其值越小, 优先级越高。所以复位命令的优先级最高, 只要收到这个命令下位机将停止发送及采集数据, 并执行复位。单元地址表示下位机的地址信息, 使用编码开关进行地址编码。

5 结论

采用基于 CAN 总线的汽车检测线系统, 可以实现单片机与 PC 机的实时数据交换, 可以将传感器、单片机和 PC 机融为一体, 将传感器采集到的数据进行实时显示, 通过变换数据还可以实现纯数字式模拟系统。这一方法应用于模拟、仿真车辆制动系统及检测 ABS 防抱死系统中, 可以有效地实时检测出 ABS 系统的运行状态。

表 1 汽车检测系统优先级

Tab 1 PRI of automobile detection system

优先级	命令
0x00	RESET(系统复位)
0x18	输出控制(如控制光电开关、电源等)
0x28	测量模块与控制模块(称下位机)登记
0x38	下位机向 PC 机输出总线设备故障状态信息
0x48	下位机向 PC 机输出车况不合格信息
0x58	PC 机向控制模块输出控制信息
0x78	下位机向 PC 机输出传感器值(实时数据)

参考文献:

- [1] Thomas F, Gerd H T V, Kraffahrt G. Testing of Existing AntiLock Braking Systems (ABS) [J]. Cita Research Study Programme on Electronically Controlled Systems on Vehicles 2002(8).
- [2] 程军. 汽车防抱死制动系统的理论与实践[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1999(9).
- [3] 南金瑞, 刘波澜. 汽车单片机及车载总线技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2005(10).
- [4] 千承辉, 苏建, 刘玉梅. 现场总线在汽车检测线上的应用[J]. 北京: 公路交通科技, 2006, 23(2): 151-153.
- [5] 周茹波, 苏建, 张立斌, 等. 基于模糊控制器的整车 ABS 检测试验台技术研究[J]. 汽车科技, 2006(6): 21-23.
- [6] 饶运涛, 邹继军, 郑勇芸. 现场总线 CAN 原理与应用研究[M]. 北京: 北京航空航天大学, 2003.