

文章编号: 1002-0268 (2004) 09-0124-03

新型汽车行驶记录仪的研究

于洪波¹, 许沧粟¹, 楼少敏²

(1. 浙江大学动力机械及车辆工程研究所, 浙江 杭州 310027; 2 浙江科技学院, 浙江 杭州 210012)

摘要: 目前, 汽车行驶记录仪普遍将车轮转速记录为汽车行驶速度, 但车轮抱死时, 车轮速度不能真实反映汽车行驶速度。本文介绍一种由美国 Cygnal 公司的超低功耗 C8051F 系列的 F320 型单片机组成的记录仪系统, 其中增加低成本的加速度传感器 (美国 AD 公司的 ADXL05 微型力平衡式加速度传感器) 记录制动时的汽车减速度, 再依据制动时车轮初始速度及实测的加速度梯形公式计算汽车行驶速度。试验研究表明: 行驶记录仪易标定、车速误差小、成本低、供电简单。

关键词: 行驶记录仪; 加速度传感器; 单片机

中图分类号: U463.7

文献标识码: A

Research on A Novel Automobile Black Box

YU Hong-bo¹, XU Cang-su¹, LOU Shao-min²

(1. Power Machinery and Vehicular Engineering Institute, Zhejiang University, Zhejiang Hangzhou 310027, China;

2 Zhejiang University of Science and Technology, Zhejiang Hangzhou 310012, China)

Abstract: Most current Automobile Black Boxes (event data recorders) treat the wheel linear speed as driving speed. But in case of wheel lock or skid which often happens in crash accident, the wheel speed cannot truthfully reflect the driving speed. In this paper the authors propose a new method for measuring driving speed with a low cost acceleration sensor (such as ADXL05 sensor). By integrating the measured acceleration, an approximate driving speed can be calculated when skid occurs. The idea is implemented on a prototype system developed with C8051F320 micro-controller. The test results show that the measurement error of driving speed is acceptable for engineering applications and the total system is of low cost and can be easily calibrated.

Key words: Event data recorder; Acceleration transducer; Single-chip microcomputer

0 引言

汽车行驶记录仪的使用, 对遏止疲劳驾驶、车辆超速等交通违章、约束驾驶人员的不良驾驶行为、保障车辆行驶安全以及道路交通事故的分析鉴定具有重要的作用。欧盟、日本等国家早在 20 世纪 70 年代就开始以立法的形式在部分客运车辆及货车上强制安装使用记录仪, 我国从 20 世纪 80 年代后期开始, 在少数地区也曾试用过由国内一些科研机构及企业自主研发的数字式记录仪。国内外的使用情况表明, 记录仪为国家行政管理部门提供了有效的执法工具、为道路运输企业提供了管理工具、为驾驶员提供了其驾驶活

动的反馈信息, 其使用对保障道路交通安全起到了直接的作用。

1 设计思路

国内研制的汽车行驶记录仪大多采用轮速传感器记录制动过程中的车速曲线 (如图 1 所示)。实际上, 目前国内汽车大多没有配置防抱死制动系统 (ABS), 在紧急制动时, 如果路面的附着系数较低则汽车车轮有时会发生抱死, 汽车滑行速度远大于车轮转动的速度 (如图 1 中的车身速度、车轮速度), 此时轮速不能反映汽车真实的行驶状况, 有必要测量记录实时车速。传统上测量车速主要有五轮仪、非接触式五轮

仪, 仅适用于测量系统, 不适用于控制系统, 且价格也比较高。

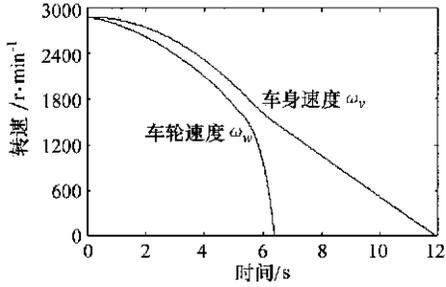


图 1 汽车制动过程的轮速与车速

因此, 本文提出一种利用加速度传感器测量加速度, 然后进行积分求出速度的汽车行驶记录系统。同时利用微处理器的存储功能记录汽车在最近 360h 内的行驶状态数据, 并且具有数据锁死功能。

2 加速度传感器的选择

系统采用美国模拟器件 (AD) 公司的 ADXL05 型微型力平衡式加速度传感器, 其内部集成了一个完整的加速度传感器和信号调节放大器。仅需外接几个电阻、电容, 就可实现对加速度的测量和信号调整放大。可方便地装置在汽车座椅上进行不同方向的加速度测量, 其工作原理如图 2 所示。

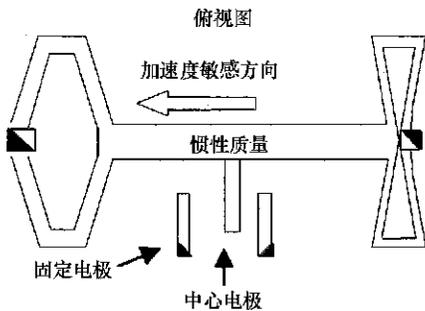


图 2 ADXL05 加速度传感器原理图

ADXL05 集成加速度传感器中一个可移动的中心电极放置在多个固定电极之间, 中心电极固定在惯性质量上, 惯性质量在静止的情况下, 使中心电极保持在左右固定电极中心位置, 当有加速度时, 惯性质量在加速度的作用下带动中心电极移动, 使中心电极与左右固定的间隙不相同, 从而使它们之间的电容发生变化。

当中心电极在中间位置时, 电路输出基准电压 1.8V, 有加速度作用时根据加速度的方向在静态基准电压上产生正、负方向的电压变化。

ADXL05 的主要特点: 单 +5V 电源电压供电; 量程从 $\pm 1g \sim \pm 5g$ 可外设定; 分辨率高达 $5mg$; 灵敏度为 $(200mV \sim 1V) / g$; 3dB 截止频率最高达 4kHz; 具有片上自检功能; 体积小, 仅重 5g; 上电后耐 500g 冲击。

系统中采用如图 3 所示的二价低通滤波、零点可调、增益可调的放大处理电路。电路特点: 3dB 带宽 100Hz、满量程 $\pm 2g$ 、灵敏度 $1000mV/g$ 、最大增益 4.98。

本系统采用的 ADXL05 加速度传感器经如图 3 所示放大电路处理后, 3dB 通带从 DC ~ 100Hz 有很平坦的增益特性, 因此可利用当地重力加速度按图 4 所示进行标定 ($g = 9.802m/s^2$)。

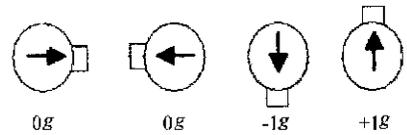


图 4 利用当地加速度进行系统标定 (箭头为传感器所标示的加速度敏感方向)

3 测量记录系统的研制

C8051F 单片机系列是美国 cygnal 公司 2000 年底

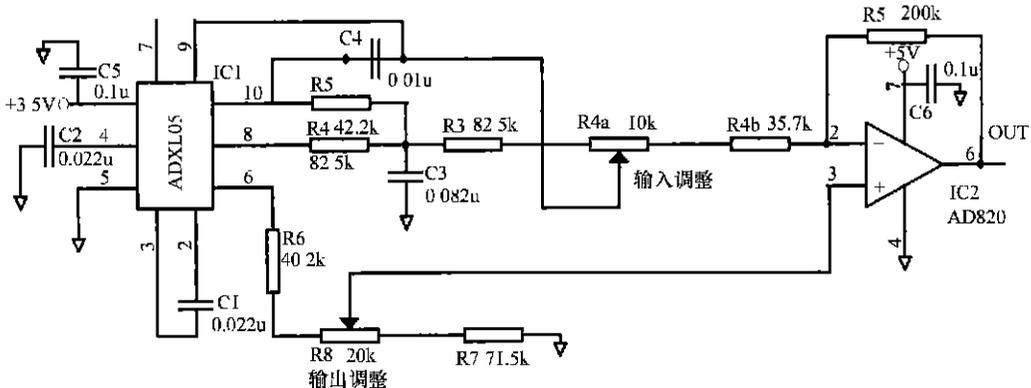


图 3 二价低通滤波、零点可调、增益可调的应用电路

推出的超低功耗 Flash 型的 8 位单片机, C8051F 系列单片机是完全集成的混合信号系统级芯片 (SoC), 具有与 MCS51 指令集完全兼容的高速 CIP51 内核; 峰值速度可达 25 MIPS; 在一个芯片内集成了构成一个单片机数据采集或控制系统所需要的几乎所有模拟和数字外设及其他功能部件 (包括 PGA、ADC、DAC、电压比较器、电压基准、温度传感器、SMBus I²C、UART、SPI、定时器、可编程计数器/定时器阵列、内部振荡器、看门狗定时器及电源监视器等); 具有大容量的可在系统 (ISP) 和在应用 (IAP) 编程的 FLASH 存储器。

系统 (如图 5 所示) 采用 C8051F 系列的 F120 单片机, 系统特点如下: +5V 单电源供电; 12 位 A/D 转换、采样频率达 100ksp/s; 8 路 AD 输入、增益可编程、内置 128K 闪速/电擦除存储器保存测试数据。处理事故时, 通过 USB 将记录在闪存内的数据传输到计算机内, 进行进一步事故原因分析。

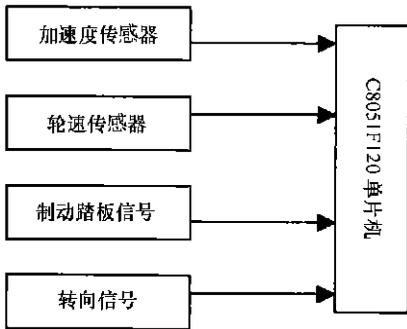


图 5 数据保存采集系统

直线制动情况下, 传感器安装在车辆上要使上平面平行于地面, 其输出为纵向加速度值。要想得到速度, 则必须对加速度曲线进行积分。用计算机计算分析时, 可以根据制动时轮速传感器给出的初速度 V_0 和加速度曲线值, 用梯形公式计算不同时刻的速度值。由加速度求速度的表达式为

$$V_i = V_0 + \sum_{j=1}^i \frac{a_{j-1} + a_j}{2} \Delta t$$

式中, Δt 为两个采样点之间的时间间隔; a_{j-1} 、 a_j 为第 $j-1$ 、 j 时刻测量的加速度值。这一公式适用于

直线制动时由加速度传感器信号进行积分得到制动过程各个瞬时的速度值。

4 试验研究

为验证行驶记录仪的可靠性, 在汽车上安装本系统, 整车速度用美国 TPI 公司的 Genesis II 车载式非接触式车速仪记录, 在 60km/h 的初速度下制动过程如图 6 所示。从图中可以看出在制动时车轮很早抱死, 车轮速度与实测的车身速度相差很大, 而利用加速度计算所得的车速最大误差在 1% 以下, 比较真实地反映了车身速度。

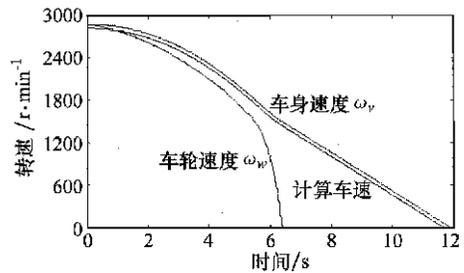


图 6 试验结果

5 结论

系统标定容易, 价格便宜, 计算方法正确, 由加速度计算所得的车身速度可以真实反映汽车车速, 系统配置 USB 接口, 能记录汽车在最近 360h 内的行驶状态数据, 并且具有数据锁死功能, 符合国家标准。进一步可以用二只加速度传感器, 一只测纵向加速度, 另一只测侧向加速度, 研究弯道制动情况下车身速度和制动轨迹。

参考文献:

[1] 余志生. 汽车理论 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1996
 [2] [德] M 米奇克. 汽车动力学 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1997
 [3] 周浩敏. 信号处理技术 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001
 [4] Analog Devices Application Note AN-380. Using Accelerometers in Low g Applications [R]. 1997.